109 年委託研究報告

因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序委託研究採購案

期末報告

委託機關：國家通訊傳播委員會

執行單位：財團法人電信技術中心

中華民國 109 年 12 月

109 年委託研究報告

GRB 編號：PG10903-0048

因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序委託研究採購案

期末報告

受委託單位

財團法人電信技術中心

計畫主持人

周傳凱

研究人員

蔡奇霖、陳耀坤、張簡耀暉、胡依淳、黃羿青

研究期程：中華民國 109 年 3 月至 109 年 10 月

研究經費：新臺幣 243 萬 3,000 元

本報告不必然代表國家通訊傳播委員會意見

中華民國 109 年 12 月

目　次

中文提要.....XXIX

一、 研究緣起.....xxix

二、 研究方法及過程.....xxix

三、 重要發現.....xxix

四、 主要建議事項.....xxxi

ABSTRACT.....XXXIV

一、 Introduction.....xxxiv

二、 Research Method and Procedure.....xxxiv

三、 Important Findings.....xxxv

四、 Main recommendations..... xxxvii

第一章　緒論.....1

第一節　研究緣起與背景..... 1

第二節　研究議題與項目..... 3

第三節　研究方法與執行步驟..... 5

一、 研究方法.....5

二、 研究計畫架構.....7

三、 研究計畫施行步驟.....8

第四節　研究進度與效益 10
一、　執行進度 10
二、　研究預期成果 11
第二章　國際組織與案例國家新興射頻器材之檢測規定及測試程序 13
第一節　5G 專網行動通信終端 13
一、　國際組織 18
二、　案例國家 68
三、　小結 114
第二節　互動式感應 117
一、　背景介紹 117
二、　計畫動機與主題 119
三、　國際組織 126
四、　案例國家 131
五、　小結 153
第三節　無線充電 155
一、　國際組織 155
二、　案例國家 161
三、　小結 192
第四節　無線麥克風 194
一、　國際組織 198

二、 案例國家.....200
三、 小結.....248
第五節 433MHz 頻段 250
一、 國際組織.....250
二、 案例國家.....252
三、 小結.....285
第六節 其他 286
一、 設備審驗一致性會議有關新興業務提案整理.....286
二、 Wi-Fi 6E.....288
三、 歐盟無線電設備(RED)指令有關個資及電子通訊隱私保護 302
第三章 新興射頻器材技術規範調適座談會與干擾實測驗證 311
第一節 第一場座談會 312
一、 座談會辦理.....313
二、 會議議程.....313
三、 出席廠商.....314
四、 會議內容.....316
第二節 第二場座談會 318
一、 座談會辦理.....319
二、 會議議程.....319
三、 出席廠商.....320

四、 會議內容.....321
第三節 設備干擾實測與測試結果說明 325
第四節 成果發表會 353
第四章 研究重要發現.....355
第一節 5G 專網行動通信終端 355
第二節 互動式感應設備 360
第三節 長距離無線充電 363
第四節 無線麥克風設備 366
第五節 433MHz 頻段 368
第六節 Wi-Fi 6E 370
第七節 歐盟 RED 設備個資與電子通訊隱私保護規定及資安要求 373
第五章 主要建議事項.....377
第一節 立即可行之建議 377
一、 行動通信電信終端與基地臺射頻設備技術規範草案修訂建議.....377
二、 互動式感應設備增修條文建議.....394
三、 長距離無線充電增修條文建議.....396
四、 Wi-Fi 6E 增修條文建議.....398
五、 無線麥克風增修條文建議.....404
第二節 中長期性建議 409

一、 參考國際間防干擾機制規定，增進頻譜和諧使用 409
二、 因應電子通訊隱私保護需求，提案精進無線設備管理規則 410

附錄 412

附錄一、測試程序 412
一、 5G 專網行動通信終端 412
二、 互動式感應 534
三、 無線充電 582
四、 無線麥克風 621
五、 433MHz 頻段 654
六、 Wi-Fi 6E 705
附錄二、互動式干擾實驗相關量測數據 720
一、 XR 700 主波發射量測圖 720
二、 XR 700 帶外發射量測圖 720
三、 MG 360 主波發射量測圖 724
四、 MG 360 帶外發射量測圖 725
五、 Google Pixel 4 帶外發射量測圖 729
六、 互動式感應設備干擾實驗原始數據 731
附錄三、座談會與成果發表會照片與簽到表 738
一、 第一場座談會照片與簽到表 738
二、 第二場座談會照片與簽到表 742

三、　成果發表會照片與簽到表.....747

附錄四、期中報告簡報檔 750

附錄五、期末報告簡報檔 771

附錄六、中英對照 786

參考書目 791

表次

表 1、研究進度甘特圖 10

表 2、專網需求的組織類型 14

表 3、IMT 系統頻譜配置表 28

表 4、ITU-R 制定的 IMT 技術規範與建議書 30

表 5、IMT-2020 無線介面技術相關評估檢測要求 32

表 6、歐盟 RED 電信設備相關檢測技術規範 37

表 7、ETSI 5G NR 終端設備技術規範(草案)進度 38

表 8、美國聯邦法規（47 CFR）有關電信法定事務 40

表 9、5G 低延遲通信（URLLC）相關應用案例 53

表 10、3GPP 5G NR 相關技術規範 58

表 11、3GPP 頻段編號 N79 工作頻率範圍 62

表 12、3GPP 頻段編號 N79 適用的頻道頻寬 62

表 13、3GPP 傳導輸出功率限制值 63

表 14、3GPP 傳導輸出功率測試誤差(Test Tolerance, TT) 63

表 15、3GPP 相鄰頻道洩漏功率比限制值 64

表 16、3GPP NR 相鄰頻道洩漏功率比測試誤差(TT) 64

表 17、3GPP 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$）限制值 65

表 18、3GPP 頻譜波罩規範值 66

表 19、3GPP 頻譜波罩測試誤差(Test Tolerance, TT) 67

表 20、混附發射限值 67
表 21、歐盟 RED 指令之符合性評鑑選項說明 70
表 22、EU 頻段編號 N78 工作頻率範圍 72
表 23、EU 頻段編號 N78 適用的頻道頻寬 73
表 24、EU 傳導輸出功率限制值 73
表 25、EU 傳導輸出功率測試誤差(TT) 74
表 26、EU 相鄰頻道洩漏功率比限制值 75
表 27、EU 相鄰頻道洩漏功率比測試誤差(TT) 75
表 28、EU 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$）限制值 75
表 29、EU 頻譜波罩規範值 77
表 30、EU 頻譜波罩測試誤差(TT) 78
表 31、EU 混附發射限值 78
表 32、功率限制和功率管理 83
表 33、日本 5G NR 混附發射區域不必要發射強度的允許值 91
表 34、日本 5G NR 行動台相鄰頻道漏洩之功率容許值 92
表 35、日本 5G NR 行動台頻譜波罩容許值 93
表 36、日本 5G NR 行動台占用頻寬容許值 94
表 37、日本 5G NR 傳輸關閉時的功率限值 95
表 38、日本 5G NR 行動台傳輸交互調變容許值規定 95
表 39、韓國 5G NR 帶外不必要發射限值 101

表 40、韓國 5G NR(3.5GHz)混附波輻射規定 102
表 41、韓國 5G NR(3.5GHz) 接收端混附發射規定 102
表 42、中國 5G 行動通信相關技術標準 104
表 43、中國 5G 電信業者及頻譜範圍 106
表 44、中國 5G NR UE 工作頻率範圍 108
表 45、UE 在各頻段需要支援的 NR 頻寬 108
表 46、中國 5G NR UE 最大輸出功率要求 109
表 47、中國 5G NR ACLR 量測頻寬 110
表 48、中國 5G NR ACLR 限制值 110
表 49、UTRA ACLR 限制值 111
表 50、中國 5G NR UE 通用頻譜發射模板 112
表 51、中國 5G UE 雜散量測邊界.....112
表 52、中國 5G UE 通用雜散發射限值.....113
表 53、各國 5G 專網頻譜指配情形 115
表 54、各國 5G 行動終端設備檢測規定比較 116
表 55、操作於 57 GHz ~ 66 GHz 頻段的業務分配..... 120
表 56、ITU 於 55.78 ~ 66 GHz 頻段所劃分之射頻業務..... 127
表 57、操作於 57-64 GHz 的短距離設備（脈衝系統）之射頻限制值 130
表 58、操作於 57-64 GHz 的短距離設備(FMCW)之射頻限制值 130
表 59、操作於 57-64 GHz 的短距離設備之各頻段發射限制值 130

表 60、短距離設備操作頻段與 f_H 和 f_L 頻率限制值 132

表 61、短距離設備平均功率發射限制值 133

表 62、短距離設備平均功率密度限制值 (EIRP)..... 133

表 63、短距離設備之不必要發射 f_{SL}, f_{SH} 頻率點 134

表 64、短距離設備之帶外發射限制值 134

表 65、短距離設備之混附發射限制值 135

表 66、日本現今 60 GHz 頻段之各類應用設備..... 142

表 67、移動檢測傳感器的天線功率容許差度(%) 144

表 68、移動檢測傳感器的二次發射無線電波的限制值 145

表 69、使用頻率高於 57 GHz 且低於 64 GHz 的無線電波的無線電波（限於第 49-14 條第 12 號之設備） 147

表 70、使用頻率高於 57 GHz 且低於 64 GHz 的無線電波的無線電波（限於第 49-14 條第 13 號之設備） 147

表 71、操作於 57 ~ 66 GHz 頻段設備之天線功率、功率密度、EIRP..... 148

表 72、室外固定點對點設備天線功率、天線增益、EIRP 149

表 73、不必要發射限制值 149

表 74、二次發射限制值 150

表 75、特定偏移量與設備佔用頻寬的關係表 152

表 76、發射機混附發射限制值 152

表 77、接收機混附發射限制值 152

表 78、量測不確定度 153

表 79、國際互動式感應設備測試項目之彙整 154
表 80、ITU 建議 WPT 設備適用的頻率 159
表 81、WPT 設備在 30 MHz 以下允許的頻段 162
表 82、WPT 系統內的工作模式 163
表 83、WPT 系統測試方案與符合性要求 164
表 84、發射機場強限值 165
表 85、發射機低於 30 MHz 的混附發射限值 166
表 86、發射機在 30 MHz 至 1 GHz 之間的混附發射限值 166
表 87、接收機阻塞限值（blocking limits） 168
表 88、Part 15 的禁用頻段表 170
表 89、ISM 可執行的頻率表 170
表 90、Part 15 輻射發射限值 171
表 91、Part 18 混附發射限值 172
表 92、Part 15 的電源傳導限值 173
表 93、Part 18 的電源傳導限值 174
表 94、帶內輻射限值 179
表 95、150kHz 至 30MHz 帶外輻射限值 180
表 96、30 MHz 至 1GHz 帶外輻射限值 181
表 97、1GHz 至 6GHz 帶外輻射限值 181
表 98、韓國用於 WPT 的規則 185

表 99、6765 至 6795 kHz 混附發射的電場強度規定..... 186
表 100、第 2 組 ISM 設備 B 分類設備之電源端子混附電壓限值 188
表 101、第 2 組 ISM 設備 B 分類設備之電磁輻射限值 189
表 102、發射機最大發射功率的輻射限值 191
表 103、發射機待機或閒置時的輻射限值 192
表 104、國際無線充電設備測試項目之彙整 193
表 105、交通部無線電頻率分配表 585 MHz ～ 890 MHz..... 195
表 106、國際電信聯盟所制定 460 ~ 890 MHz 頻段之業務應用 200
表 107、歐盟各操作頻段無線麥克風設備之技術規範 203
表 108、手持式麥克風設備發射功率限制值 206
表 109、穿戴式麥克風設備發射功率限制值 207
表 110、無線麥克風設備所允許操作頻段 208
表 111、類比式無線麥克風設備之量測設置 209
表 112、操作頻段低於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之量測設置..... 210
表 113、操作頻段高於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之量測設置.....211
表 114、無線麥克風混附發射（spurious emissions）(ERP)限制值 212
表 115、無線麥克風接收機佔用頻寬 213
表 116、無線麥克風設備已拍賣之操作頻段 215
表 117、持有執照之無線麥克風設備可操作頻段 (Unit: MHz) 217
表 118、用於保護電視站的保護曲線、場強輪廓與傳播曲線限制值 219

表 119、用於保護操作於 600 MHz 頻段通訊服務之操作距離限制值 230
表 120、美國無線麥克風設備之操作頻段彙整 231
表 121、日本現今各類無線麥克風之射頻種類特性與技術規範 233
表 122、類比特定麥克風可用頻道 234
表 123、數位特定麥克風可用頻道 234
表 124、混附發射強度與參考頻寬 240
表 125、混附發射強度與參考頻寬 240
表 126、不必要發射限制值 244
表 127、待機狀態下的二次發射限制值 244
表 128、無線麥克風設備之操作頻率、有效輻射功率、佔用頻寬 246
表 129、國際操作於 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風測試項目彙整 249
表 130、歐盟 25MHz 至 1000MHz 統一國家無線電接口 255
表 131、混附域發射限制值 257
表 132、帶外頻段的發射限制 258
表 133、發射器瞬態功率限制 260
表 134、OCW≤25kHz 的發射器相鄰通道的限制值 260
表 135、Rx 類別 2 的封閉等級參數 261
表 136、電場強度限制值 268
表 137、不必要發射電場強度限制值 269
表 138、電場強度限制值 270

表 139、天線功率 273

表 140、不必要發射允許值 275

表 141、二次輻射限制值 275

表 142、工作頻段 280

表 143、國際 433MHz 頻段設備測試項目比較分析表 286

表 144、設備審驗一致性會議相關提案整理表 287

表 145、標準功率接取點或室內接取點的功率限值 295

表 146、歐盟 GDPR 與 ePR 相關議題對照表 308

表 147、第一場座談會會議議程 314

表 148、第一場座談會廠商出席表 315

表 149、第二場座談會會議議程 319

表 150、第二場座談會廠商出席表 320

表 151、第二場座談會實測互動式感應設備(Google Pixel 4)距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係 324

表 152、終端設備之三軸座標示意圖 327

表 153、毫米波標準量測天線各項性能參數 334

表 154、毫米波 60 GHz 操作頻段與頻道劃分 337

表 155、Google Pixel 4、XR 700 (AP)與 MG 360 (Dongle)之發射功率與通道損耗各項參數 343

表 156、Iperf3 軟體各項指令表 349

表 157、互動式感應設備(Google Pixel 4)距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係 351

表 158、2020 年 9 月 29 日座談會實測互動式感應設備(Google Pixel 4)距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係 351

表 159、成果發表會會議議程 354

表 160、各國 5G 行動終端設備射頻性能主要檢測項目 357

表 161、3GPP 頻段 n79 與國內現行 5G 行動終端設備檢測規定比較 359

表 162、國際互動式感應設備技術規範之彙整 362

表 163、國際無線充電設備技術規範之彙整 365

表 164、操作於 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風各國彙整技術規範 367

表 165、國際 433MHz 頻段技術規範比較分析表 369

表 166、Wi-Fi 6E 使用頻段與功率限制值 371

表 167、「行動通信電信終端設備技術規範」第三點、第六點修正對照表 378

表 168、「行動通信電信終端設備技術規範」附表一修正 379

表 169、「行動通信基地臺射頻設備技術規範」第三點、第六點修正對照表 381

表 170、「行動通信基地臺射頻設備技術規範」附表修正 387

表 171、互動式感應設備增修條文 395

表 172、一定距離無線充電設備增訂建議表 396

表 173、Wi-Fi 6E 設備修訂建議表 399

表 174、無線麥克風增修條文 406

表 175、ETSI 測試環境條件 413

表 176、ETSI 電壓條件要求 413

表 177、ETSI 傳導輸出功率測試方法及規範 414

表 178、ETSI 頻率穩定度測試方法及規範 416
表 179、ETSI NR_{ACLR} 量測頻寬 417
表 180、ETSI ACLR 測試方法及規範 418
表 181、ETSI 頻譜波罩之頻道頻寬測試參數 422
表 182、ETSI NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率 424
表 183、ETSI 混附發射區域不必要發射測試參數 425
表 184、3GPP 測試環境條件 440
表 185、3GPP 測試電壓條件 441
表 186、3GPP 傳導輸出功率測試方法及規範 442
表 187、3GPP P-Max 訊息 444
表 188、3GPP 頻率穩定度測試方法及規範 444
表 189、3GPP NR_{ACLR} 量測頻寬 446
表 190、3GPP ACLR 測試方法及規範 446
表 191、3GPP 頻譜波罩之頻道頻寬測試參數 450
表 192、3GPP NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率 453
表 193、3GPP 混附發射區域不必要發射測試參數 453
表 194、掃描頻段寬度 480
表 195、掃描頻率寬度和解析頻寬設置要求 486
表 196、量測頻道間隔與頻率範圍 487
表 197、頻道間隔和掃描頻段寬度設置表 490

表 198、頻道間隔和載波頻率(fc)設定表 494
表 199、參考頻寬設置表 500
表 200、占用頻寬頻譜分析儀之設定 506
表 201、天線發射功率頻譜分析儀之設定 508
表 202、天線發射功率測試條件 509
表 203、ACLR 量測頻譜分析儀之設定 510
表 204、ACLR 測試條件 511
表 205、帶外不必要發射量測頻譜分析儀之設定 513
表 206、不必要發射頻率之最大值頻譜分析儀設定 514
表 207、帶外不必要發射量測測試條件 515
表 208、混附波輻射量測頻譜分析儀之設定 517
表 209、混附波輻射量測測試條件 518
表 210、測試環境條件 520
表 211、測試電壓條件 521
表 212、傳導輸出功率測試方法及規範 522
表 213、頻率穩定度測試方法及規範 524
表 214、NR_{ACLR} 量測頻寬..... 526
表 215、ACLR 測試方法及規範 526
表 216、頻譜波罩之頻道頻寬測試參數 530
表 217、NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率..... 533

表 218、混附發射區域不必要發射測試參數 533
表 219、量測峰值功率之頻譜分析儀設置 564
表 220、量測平均功率之頻譜分析儀設置 564
表 221、量測峰值功率密度之頻譜分析儀設置 565
表 222、量測平均功率密度之頻譜分析儀設置 566
表 223、頻率容許差度之待測物不支援調變時頻譜分析儀設置 567
表 224、頻率容許差度之待測物支援調變時頻譜分析儀設置 568
表 225、佔用頻寬之頻譜分析儀設置 569
表 226、帶外發射限制值之頻譜分析儀設置 570
表 227、混附發射限制值之頻譜分析儀設置 571
表 228、次要電波發射量測之頻譜分析儀設置 573
表 229、距離補償校正因子表 614
表 230、接收機混附發射限制值 629
表 231、無線麥克風各項測試訊號調變訊號表 633
表 232、佔用頻寬頻譜分析儀設置表 645
表 233、不必要發射的頻譜分析儀設置 649
表 234、混附發射之不必要發射頻譜分析儀設置 651
表 235、測試報告中記錄資訊用於工作頻率測試 655
表 236、測試報告中記錄傳導有效輻射功率資料 656
表 237、測試報告中記錄有效輻射資訊 659

表 238、最大佔用頻寬量測的測試參數 661

表 239、混附輻射量測參數 665

表 240、傳導混附發射量測頻率範圍 665

表 241、RBW 用於暫態量測 666

表 242、暫態量測參數 666

表 243、相鄰通道功率測試參數 667

表 244、測試訊號 668

表 245、偏移及 RBW_{REF} 參數 669

表 246、測試報告中記錄的資訊 672

表 247、頻譜分析儀設定 701

表 248、頻譜分析儀設定 703

表 249、於 2020 年 9 月 29 日座談會實際場域中，當 60 GHz WiFi 鏈路距離為 380 公分時，互動式感應設備(Pixel 4 終端設備)干擾 WiFi Dongle 設備之 Iperf 3 軟體所輸出原始統計數據 731

表 250、於 2020 年 9 月 29 日座談會實際場域中，當 60 GHz WiFi 鏈路距離為 400 公分時，互動式感應設備(Pixel 4 終端設備)干擾 WiFi Dongle 設備之 Iperf 3 軟體所輸出原始統計數據 734

表 251、於 2020 年 9 月 29 日座談會實際場域中，當 60 GHz WiFi 鏈路距離為 410 公分時，互動式感應設備(Pixel 4 終端設備)干擾 WiFi Dongle 設備之 Iperf 3 軟體所輸出原始統計數據 736

圖次

圖 1、5G 新興服務應用型態 1

圖 2、研究計畫架構 8

圖 3、研究執行步驟 9

圖 4、5G 專網可採取的部署方式 16

圖 5、3GPP 非公共網路可採取的頻譜選項 17

圖 6、ITU-R IMT-2020(5G) 發展期程 20

圖 7、ITU-R IMT-2020 主要應用情境 21

圖 8、ITU-R IMT-2020 主要關鍵績效指標 23

圖 9、5G 網路切片架構 26

圖 10、歐盟三大標準化組織 35

圖 11、3GPP R15/R16/R17 版本系統功能 49

圖 12、3GPP R15/R16/R17 相關技術功能 56

圖 13、RED 設備符合性評鑑程序 69

圖 14、CBRS 頻譜配置圖 82

圖 15、Part 96.41 基本範圍外的發射限值 85

圖 16、總務省 5G 頻譜分配圖 87

圖 17、日本 5G 設備檢測技術規範 89

圖 18、韓國 5G 設備檢測技術規範 98

圖 19、韓國 5G 頻譜分配圖 99

圖 20、互動式感應設備對現有射頻設備的干擾示意圖 121

圖 21、我國位於 ITU 所劃分之區域三(Region 3) 127

圖 22、短距離設備操作於多頻段(Operating Frequency Range, OFR)與其頻段上下限 f_H 和 f_L 頻率點。 132

圖 23、短距離設備之不必要發射限制值遮罩 134

圖 24、日本現今對於毫米波 60 GHz 頻譜之各類應用 142

圖 25、單頻與多頻 WPT 系統 OFR 與 OBW 的關係圖 162

圖 26、發射機的帶外發射限值 167

圖 27、交通部針對無線麥克風操作於 470 MHz ~ 698 MHz 頻段之說明 197

圖 28、無線麥克風設備操作頻段管理與規劃開會通知單 198

圖 29、694 MHz ~ 791 MHz 頻段之頻譜分配圖 205

圖 30、類比式無線麥克風設備之發射遮罩 209

圖 31、操作頻段低於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之發射遮罩 210

圖 32、操作頻段高於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之發射遮罩 211

圖 33、614 MHz ~ 698 MHz 頻段之頻譜分配圖 217

圖 34、參考帶外域的工作頻道 259

圖 35、參考帶外域的工作頻寬 259

圖 36、工作週期限制程度和設備數量之干擾可能性 263

圖 37、傳輸時間/傳輸暫停時間示意圖 277

圖 38、傳輸時間/傳輸暫停時間示意圖(1) 277

圖 39、傳輸時間/傳輸暫停時間示意圖(2) 278

圖 40、歐盟 GDPR 與 ePR 資料保護框架 307

圖 41、互動式感應射頻晶片尺寸比例圖 326

圖 42、Google Pixel 4 終端設備於不同角度之發射功率 329

圖 43、Google Pixel 4 終端設備主波雙極化量測圖 331

圖 44、互動式感應設備量測通道損失示意圖 333

圖 45、同軸纜線 S 參數量測圖 334

圖 46、互動式感應設備工作週期量測圖 336

圖 47、互動式感應設備發射頻寬 338

圖 48、互動式感應設備之帶外發射量測圖 342

圖 49、互動式感應設備干擾實驗設置圖 344

圖 50、互動式感應設備干擾實驗 60 GHz Wifi 鏈路相關設備 345

圖 51、互動式感應設備干擾 60 GHz WiFi 鏈路示意圖 346

圖 52、Google Pixel 4、XR 700 與 MG360 帶外發射量測設置圖 352

圖 53、2020 年 9 月 29 日互動式感應設備干擾實測說明會 353

圖 54、3GPP 垂直領域 5G 服務要求 355

圖 55、3GPP TS 22.261 技術規範定義 5G 系統服務要求 356

圖 56、歐盟 RED 指令相關之授權行為 374

圖 57、歐盟 GDPR、ePR 及 RED 相關資料保護範圍 411

圖 58、峰值輸出功率量測設置圖 427

圖 59、調變特性量測設置圖 428

圖 60、占用頻寬量測設置圖 429
圖 61、天線端不必要發射量測設置圖 432
圖 62、混附波輻射場強量測設置圖 435
圖 63、頻率穩定性量測設置圖 437
圖 64、CBRS EUD 設備輸出功率量測設置圖 455
圖 65、CBRS EUD 設備 EiRP 功率量測設置圖 456
圖 66、CBRS EUD 設備 PARP 量測設置圖 458
圖 67、CBRS EUD 設備占用頻寬量測設置圖 460
圖 68、CBRS EUD 設備天線端不必要發射量測設置圖 463
圖 69、CBRS EUD 設備混附波輻射場強量測設置圖 466
圖 70、CBRS EUD 設備頻率穩定性量測設置圖 468
圖 71、CBRS EUD 設備輻射混附發射設置圖 471
圖 72、日本 5G NR 頻率容許誤差量測設置圖 476
圖 73、日本 5G NR 占用頻寬量測設置圖 477
圖 74、日本 5G NR 不必要發射量測設置圖 479
圖 75、日本 5G NR 混附不必要發射量測設置圖 484
圖 76、日本 5G NR 傳輸交互調變特性量測設置圖 489
圖 77、日本 5G NR 天線功率誤差量測設置圖 492
圖 78、日本 5G NR 相鄰頻道洩漏功率比量測設置圖 493
圖 79、日本 5G NR 傳輸關閉時之功率量測設置圖 498

圖 80、日本 5G NR 二次發射無線電波限值量測設置圖 501
圖 81、韓國 5G NR 頻率容許誤差量測設置圖 504
圖 82、韓國 5G NR 占用頻寬量測設置圖 505
圖 83、韓國 5G NR 天線發射功率量測設置圖 508
圖 84、韓國 5G NR 相鄰頻道洩漏功率比量測設置圖 510
圖 85、韓國 5G NR 帶外不必要發射量測設置圖 513
圖 86、韓國 5G NR 混附波輻射量測設置圖 516
圖 87、韓國 5G NR 接收端混附發射強度量測設置圖 518
圖 88、發射頻寬量測設置圖 540
圖 89、頻率穩定度量測設置圖 549
圖 90、頻率容許差度和佔用頻寬量測設置圖 550
圖 91、不必要發射量測設置圖 553
圖 92、天線功率容許差度量測設置圖 557
圖 93、二次發射限制值量測設置圖 560
圖 94、輻射功率量測設置圖 563
圖 95、頻率容許差度量測設置圖 566
圖 96、佔有頻寬量測設置圖 569
圖 97、不必要發射量測實驗設置圖 570
圖 98、次要電波發射量測實驗設置圖 572
圖 99、模式 1 的測試設置 582

圖 100、模式 2 的測試設置 583
圖 101、模式 3 與 4 的測試設置 584
圖 102、WPT 系統不必要傳導幅射的測試設置 588
圖 103、150Ω ISN 案例 588
圖 104、輻射發射的測試配置 590
圖 105、從接收天線的方向面對被測設備 592
圖 106、沿著八條幅射路徑在離被測設備不同距離處測試場強 593
圖 107、落地式免執照無線設備的輻射和傳導發射的測試配置 594
圖 108、輸出功率測量系統圖 602
圖 109、高頻輸出功率的測量系統 603
圖 110、功率傳輸頻率測量系統 604
圖 111、功率傳輸裝置的回波損耗測量系統 605
圖 112、傳輸係數的測量系統 606
圖 113、無線設備使用 30 MHz 以下頻率的電場強度測試圖 608
圖 114、無線設備使用 30 MHz ~ 1,000 MHz 頻率的電場強度測試圖 610
圖 115、無線設備使用 1,000 MHz 以上頻率的電場強度測試圖 611
圖 116、磁場感應式無線設備使用 9 KHz ~ 30 MHz 頻率的測試圖 612
圖 117、距離補償校正因子圖 614
圖 118、幅射測試場地 619
圖 119、金屬接地平面的最小尺寸 620

圖 120、頻率容許差度量測設置圖 630
圖 121、佔用頻寬量測設置圖 631
圖 122、不必要發射之量測設置圖 634
圖 123、天線功率容許差度設置圖 638
圖 124、頻率容許差度設置圖 639
圖 125、相鄰通道洩漏功率設置圖 640
圖 126、最大頻率偏移的量測設置圖 644
圖 127、佔用頻寬的量測設置圖 645
圖 128、天線功率實驗設置圖 647
圖 129、不必要發射的量測設置圖 648
圖 130、混附發射之不必要發射強度量測設置圖 650
圖 131、典型開放區域測試地點 657
圖 132、一號量測裝置 658
圖 133、參考工作頻段的帶外域 663
圖 134、參考工作頻段的帶外域 663
圖 135、混附域中不必要發射頻譜遮罩，參考頻寬 664
圖 136、量測封閉安排 670
圖 137、接收器靈敏度限制 671
圖 138、佔用頻寬量測設置圖 680
圖 139、不必要發射之量測設置圖 682

圖 140、使用頻譜分析儀進行功率量測設置圖 685
圖 141、直接連接到功率計的功率量測設置圖 686
圖 142、二次發射限制值設置圖 690
圖 143、控制傳輸時間量測設置圖 696
圖 144、最大頻率偏移設置圖 698
圖 145、佔用頻寬設置圖 699
圖 146、頻段區域中不必要發射 700
圖 147、混附區域不必要發射強度 703
圖 148、XR 700 主波發射量測圖 720
圖 149、XR 700 帶外發射量測圖 721
圖 150、XR 700 帶外發射量測圖 724
圖 151、MG 360 主波發射量測圖 725
圖 152、MG 360 帶外發射量測圖 726
圖 153、MG360 帶外發射量測圖 728
圖 154、Google Pixel 4 終端設備帶外發射量測圖 731
圖 155、第一場座談會照片 738
圖 156、第一場座談會簽到表 741
圖 157、第二場座談會照片 742
圖 158、互動式感應設備實地干擾實測 743
圖 159、第二場座談會座談會簽到表 746

圖 160、成果發表會 747

圖 161、成果發表會簽到表 749

中文提要

關鍵詞：行動通信電信終端設備、互動式感應設備、無線充電、Wi-Fi 6E、無線麥克風、GDPR

一、 研究緣起

通傳會在維持電波秩序及保障國民權益前提之下，秉持與時俱進原則，爰透過本研究瞭解各國際先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材相關技術規範及測試程序，據以精進我國相關審驗措施。

二、 研究方法及過程

本計畫依據委託辦理工作項目，採用文獻分析法、個案研究與比較分析法，並規劃辦理座談會議蒐集國內現況及產官學等意見，最終整合各研究方法與座談會的產出，提出我國就案關行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之技術規範修訂或研擬草案具體建議。

三、 重要發現

(一) 5G 專網行動通信終端設備

國際間 5G 專網行動終端的一致性測試測量程序，係以 3GPP TS 38.521-1 為主要的射頻特性檢測技術規範。研究發現目前國內 4.8 GHz 至 4.9 GHz 專網使用頻段，在頻道頻寬、發射功率限制及發射頻譜波罩測試誤差等技術參數規定上，現行 5G 行動終端與基地臺技術規範尚須補充修訂。

(二)　互動式感應設備

互動式感應設備有效等向輻射功率(EIRP)應小於或等於 13 dBm，峰值傳導輸出功率應小於或等於 10 dBm，功率密度限制值應小於或等於 13 dBm/MHz，工作週期於任何 33 毫秒的時間間隔內，最大發射工作週期應小於 10%；於干擾實測中，Pixel 4 終端設備所造成的干擾使 60 GHz WiFi 設備的極限操作距離減少約 40 cm，而在斷線前所造成的干擾約有 4%~6%的封包損失。

(三)　長距離無線充電

FCC 對於長距離無線充電採用依特性作事先審核，當通過審核，仍須遵守輻射限值及 RF 暴露要求之相關規範。Part 18 允許設備操作於 ISM 頻段，並使用本地 (locally)產生的 RF 能量(Section 18.107(c))，對用戶端設備(client)進行充電，操作時必須在極接近的距離，且 RF 能量不能用於通訊。

(四)　無線麥克風設備

我國 614 ~ 703 MHz 頻段上尚無主要業務，雖家庭式與消費者個人所使用的無線麥克風設備操作於 510 ~ 530 MHz 頻段已經足夠使用，但是大型集會場合中無線麥克風設備仍有頻段不敷使用產生干擾之情形，後經協商開放（如 614 MHz ~ 703 MHz）頻段供低功率無線電麥克風及無線耳機於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用，未來若該頻段分配給具有執照的通訊服務設備，亦可參考本研究依據審驗管理辦法所提出之技術規範與相關切結。

(五)　433MHz 頻段

觀察國際間對於技術已成熟穩定、具短距離傳輸及發射功率低、且操作於免執照頻段的 433MHz 頻段多用於遙控、傳送控制訊號、警告裝置或國際物流等器材設備；雖然各國訂定輻射功率不盡相同，但均附帶相關技術規管條件。

(六)　Wi-Fi 6E

FCC 通過 6GHz 頻段使用規則，以免執照方式釋出 1200MHz 頻寬供 Wi-Fi 6E 設備使用。允許免執照設備在室內低功率運作情況下，使用 1200MHz 頻寬，如為標準功率之免執照設備，則可使用 850MHz 頻寬。透過自動頻率協調（AFC）系統將可避免標準功率設備運作於可能導致既有服務干擾之區域。

(七)　歐盟 RED 設備個資與電子通訊隱私保護規定

歐盟 RED 對於網路資安、互操作性、緊急接取及產品安全等要求，透過授權行為(delegated act)補充增訂相關規定。在個人資料保護及電子隱私立法方面，則透過《通用資料保護規則(GDPR)》提供個資一般性保護，另輔以《電子隱私規則 (ePR)》管理電子通信資料的特定規則。

四、　主要建議事項

(一)　立即可行之建議

1.　行動通信電信終端與基地臺射頻設備技術規範草案修訂建議

建議參考國際標準組織規定之 RF 技術特性參數及測試方法，將頻段 n79 相應之專網頻率範圍、載波頻寬要求等技術參數，補充增列於

「行動通信電信終端設備技術規範」及「行動通信基地臺射頻設備技術規範」，據以完備國內行動寬頻終端及基地臺審驗措施。

2. 互動式感應設備增修條文建議

建議通傳會將互動式感應設備的工作週期作為重要之參數，並參考美國所豁免之電場強度 EIRP 與其他各項射頻限制值；未來通傳會可追蹤後續國際技術規範之更新，以及利用後市場稽核等相關辦法維護市場上射頻設備之品質。

3. 長距離無線充電增修條文建議

參考美國開放一定距離無線充電設備的使用規則，對於一定距離無線充電採用依特性作事先核准的審核，當通過審核，仍須依相關規範之輻射限值及 RF 暴露要求進行規範，建議增訂低功率射頻器材技術規範第 5.13 節一定距離無線充電設備。

4. Wi-Fi 6E 增修條文建議

參考美國針對 Wi-Fi 6E 設備所制定的技術規範，對比我國低功率器材射頻技術規範，假設交通部開放 5.925-7.125 GHz 頻段供 Wi-Fi 6E 設備使用，則建議修訂低功率射頻器材技術規範第 5.7 節無線資訊傳輸設備。

5. 無線麥克風增修條文建議

建議增列低功率無線電麥克風及無線耳機可操作於 614~703 MHz 頻段，採用主波發射功率 50 mW (ERP)為限制值，並規定須具手動切換頻道功能，以避免干擾合法通信；並依行政程序法第 93 條第 2 項第

3 款規定，得附負擔作成行政處分；相關負擔、切結與處分請參閱本研究依據主管機關所需所提出之草案。

(二) 中長期性建議

1. 參考國際間防干擾機制規定，增進頻譜和諧使用

建議通傳會可參考研究團隊所研析國際間防干擾機制之規定以及案例國家 433MHz 頻段設備之管理措施，調適我國低功率射頻器材技術規範以避免該設備干擾其他現行電信管制射頻設備。

2. 因應電子通訊隱私保護需求，提案精進無線設備管理規則

建議通傳會可參仿歐盟針對互連無線設備之網路安全進行影響評估研究，並依據國內需求另成立委託研究案，據以精進國內相關設備隱私保護規定與國際接軌，健全國內電信設備管理。

Abstract

Keywords： Mobile Telecommunication Terminal Equipment, Interactive Induction Equipment, Wireless Charging, Wi-Fi 6E, Wireless Microphone, GDPR

一、 Introduction

Under the premise of maintaining the order of radio waves and protecting the rights and interests of the people, and by upholding the principle of continuous improvement, the National Communications Commission (NCC) conducted this study to understand the development of mobile telecommunication terminal equipment and low-power radio frequency devices as well as the related technical specifications and testing procedures in various advanced countries for the emerging businesses, aiming to improve relevant inspection and review procedures in Taiwan.

二、 Research Method and Procedure

Based on the contracted projects, methods such as document analysis, case study and comparative analysis were adopted in this study. In addition, workshops were conducted to collect the current conditions in Taiwan and the opinions from the industry, government, and academia. Finally, various research methods and the output of the workshops were integrated to propose the amendment of the technical specifications and specific recommendations for radio frequency equipment such as mobile telecommunication terminal equipment and low-power radio frequency devices in Taiwan.

三、 Important Findings

(一) Private 5G network mobile telecommunication terminal equipment

The international conformance test procedures for private 5G network mobile telecommunication terminal equipment are based on 3GPP TS 38.521-1, serving as the main technical specification for testing radio frequency characteristics. The study found that for the domestic frequency band from 4.8 GHz to 4.9 GHz used by private network, the current technical specifications of 5G mobile terminal and base station still needs to be revised in terms of channel bandwidth, transmission power limitation, and spectrum emission mask test error.

(二) Interactive induction equipment

The output power allowed by the FCC should be less than or equal to 10 dBm and the power density should be less than or equal to 13 dBm/MHz. Moreover, the working cycle of the equipment should be regulated to reduce interference. From the interference test of the interactive induction equipment, the interference caused by Pixel 4 terminal equipment reduced the operating distance limit of the 60 GHz WiFi device by about 40 cm and the interference before disconnection resulted in a packet loss of about 4%~6%.

(三) Long-distance wireless charging

For long-distance wireless charging, the FCC adopts the pre-review approach based on the characteristics of the device. After passing the review, the operator still needs to comply with relevant regulations on radiation limits and RF exposure requirements. Part 18 allows the device to operate in

the ISM frequency band and use locally generated RF energy (Section 18.107(c)) to charge the client device. It must be operated at a very close distance and the RF energy cannot be used for communication.

(四) Wireless microphones

There is no major application for the frequency band of 614-703 MHz in Taiwan. Although the wireless microphones used by households and individuals that operate in the frequency band of 510-530 MHz is adequate, there are still occasions of insufficient frequency bands for wireless microphones used in large events, leading to interference. for equipment in large gatherings. After negotiation, the frequency band (i.e., 614-703 MHz) for low-power wireless microphones and wireless headsets under the condition that they must not interfere with mobile communications and must tolerate mobile communication interference was opened for use. If, in the future, the frequency band is allocated to licensed communication service equipment, one can refer to the related responsibilities and statements described in this study.

(五) 433MHz Frequency band

The frequency band of 433MHz is a well-developed and stable technology around the world. It has short-distance transmission and low transmission power, and can be operated without license. The frequency band is mostly used for remote control, transmitting control signals, warning devices, or international logistics devices. Although the radiation power set by various countries may vary, they are all accompanied by relevant technical regulatory conditions.

(六) Wi-Fi 6E

The FCC passed the rules for the use of the 6GHz frequency band and released the 1200MHz bandwidth for Wi-Fi 6E devices to use without license. It allows license-free equipment to use 1200MHz bandwidth under indoor and low-power operating condition. For license-free equipment with standard power, the 850MHz bandwidth can be used. Through the automatic frequency coordination (AFC) system, the operation of standard power equipment in areas that may cause interference with existing services can be avoided.

(七) The EU RED equipment personal information and electronic communication privacy protection regulations

The European Union Radio Equipment Directive (EU RED) has supplemented and revised relevant regulations on network information security, interoperability, emergency access and product safety requirements through delegated act. In terms of the legislation for personal information protection and electronic privacy, general protection of personal information is provided through the "General Data Protection Regulation (GDPR)". In addition, the " ePrivacy Regulation (ePR)" is used to manage specific rules of electronic communication data.

四、 Main recommendations

(一) Recommendations that can be implemented immediately

1. Recommendations for the revision of the draft technical specifications for radio frequency equipment such as mobile telecommunication terminal and base station

It is recommended to refer to the RF technical characteristic parameters and test methods specified by the International Standards Organization, and add the technical parameters such as the frequency range of the private network corresponding to the frequency band of n79, and the carrier wave bandwidth requirements to the "Technical Specifications for Mobile Telecommunications Terminal Equipment" and the "Technical Specifications for Mobile Telecommunications Base Station Radio Frequency Equipment", completing the mobile broadband terminal and base station inspection and review procedures in Taiwan.

2. Revision recommendations for interactive induction equipment

It is recommended that the National Communications Commission (NCC) can regard the working cycle of interactive induction equipment as an important parameter, and refer to the electric field strength EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power) exempted by the United States and other radio frequency limits. In the future, the National Communications Commission (NCC) can follow the subsequent updates of international technical specifications, and use post-market audit to maintain the quality of radio frequency equipment on the market.

3. Revision recommendations for long-distance wireless charging

By referring to the rules of the US for allowing the use of wireless charging devices that operate under certain distance, it was found that for

such type of wireless charging, a pre-approved audit based on its characteristics is adopted. After passing the audit, the radiation limit and RF exposure requirements of relevant regulations must still be applied. It is recommended to add Section 5.13 Certain-Distance Wireless Charging Equipment for the technical specifications of low-power radio frequency equipment.

4. Revision recommendations for Wi-Fi 6E

After referring to the technical specifications formulated by the United States for Wi-Fi 6E equipment and comparing with the technical specifications of low-power radio frequency device in Taiwan, assuming that the Ministry of Transportation and Communications opens the frequency band of 5.925-7.125 GHz for Wi-Fi 6E equipment, it is recommended to revise Section 5.7 Wireless Information Transmission Equipment for the technical specifications of low-power radio frequency equipment.

5. Revision recommendations for wireless microphones

It is recommended to add low-power wireless microphones and wireless earphones that can operate in the frequency band of 614-703 MHz, use dominant wave transmission power of 50 mW (ERP) as the limiting value, and require manual channel switching to avoid interference with legal communications. Administrative disposition may be imposed according to the regulations in Article 93, Paragraph 2, Subparagraph 3 of the Administrative Procedure Act. For the responsibilities and statements, please refer to the draft proposed in this study based on the requirements of the competent authority.

(二) Medium and long-term recommendations

1. Refer to international regulations on anti-interference mechanism to enhance the harmonious use of spectrum

It is recommended that the National Communications Commission (NCC) can refer to the international regulations on anti-interference mechanism studied by the research team and the management measures of the 433MHz frequency band equipment adopted by the countries investigated in this study, so that adjustment of Taiwan’ s low-power radio frequency technical specifications can be made to prevent the equipment from interfering with other existing telecommunication radio frequency equipment that are regulated.

2. In response to the need for privacy protection of electronic communications, propose rules for improving wireless device management

It is recommended that the National Communications Commission (NCC) can create additional contracted research project based on the needs. In view of the regulations and legislation on international wireless equipment personal information and electronic communication privacy protection, in-depth review and study can be conducted to improve domestic electronic communication data protection and supervision, ensuring the safety of personal information for the public.

第一章　緒論

第一節 研究緣起與背景

隨著通訊科技日新月異、無線通信與物聯網應用迅速崛起，相關電信管制射頻器材、終端設備不斷推陳出新；相較於過去幾世代的行動通訊技術，5G 不侷限在過去的「人與人的溝通」，更導入「人與物的介接」和「物與物的相連」的服務設計，大幅擴展 5G 應用服務範圍，如圖 1 所示。

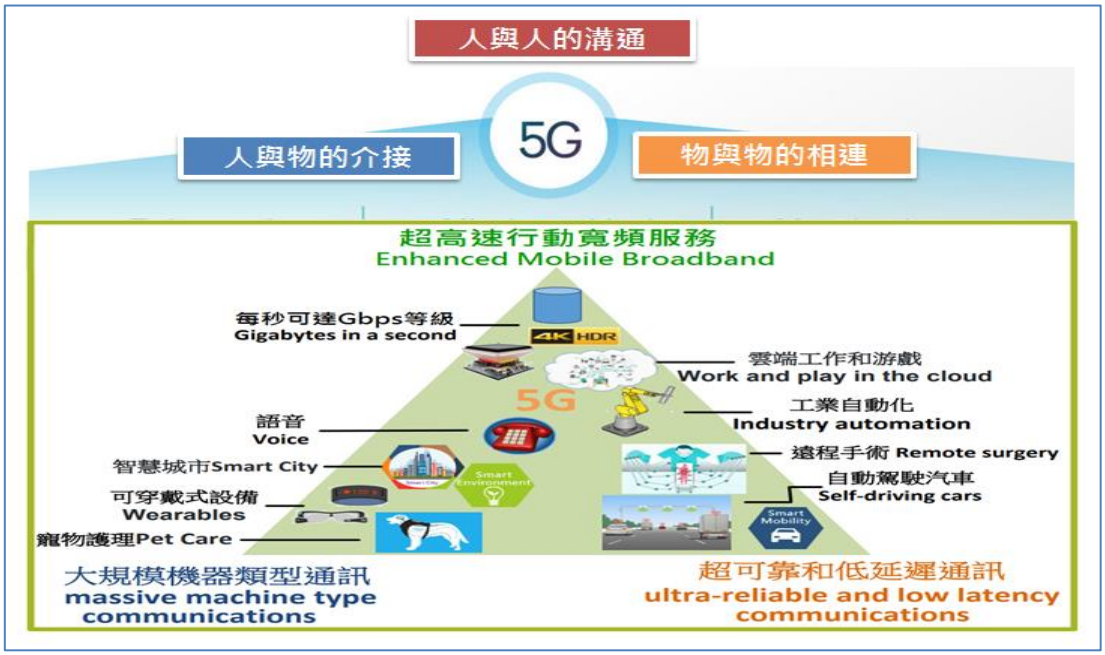


圖 1、5G 新興服務應用型態

資料來源:本研究整理

由於 5G 具有超大頻寬（enhanced Mobile BroadBand，eMBB）、超大連結（massive Machine Type Communications，mMTC）、超低時延

（Ultra-Reliable and Low-Latency Communications，URLLC）的應用情境，網路架構並朝向虛擬化、開源化、網路切片、邊緣運算等技術演進。因此，不僅成為 ICT 領域中 AI、大數據、AR、VR、車聯網等技術或應用充分展現效能的平台；同時在萬物聯網發展方面，5G 也打破傳統產業藩籬，衍生許多新型跨業結合之商業模式或新興產業，與垂直應用大規模物聯網產業，提供更彈性化的服務。例如:以 5G 專網（Private Network）方式，應用在使用智慧電錶的公共事業、穿戴式醫療設備的醫藥衛生事業，以及用於追蹤偵測的交通運輸產業等。同時隨著 5G 世代的來臨，更帶動資通訊（ICT）、物聯網（IoT）、穿戴裝置及電動車等新興創新科技應用日益增加，行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之質與量亦產生大幅度變化，例如:電波感測（低功率雷達等器材）、長距離無線充電、Wi-Fi 6E 等因應新興業務所發展的射頻器材亦陸續推出。可預知的將來，行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之應用將呈爆炸性成長。

當通訊產業技術逐漸聚焦在 5G、物聯網、感知學習、工業 4.0 與行動運算等趨勢發展時，這些新興應用都有賴於無線技術，才能提供完整性的服務。而無線輻射特性十分容易干擾到電子設備或影響飛航安全，因此各國監理機關對於無線射頻器材皆採取安全管理機制，要求相關行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材須符合國際或各國強制性技術標準與檢測規定，以防止有害電波干擾，促進各項無線電波應用服務之創新發展及消費者權益；或對網路通訊系統與設備之個人資料與隱私要求採取保護機制[1]等。為此，國家通訊傳播委員會(以下簡

[1]如:歐盟於 2018 年公告 GDPR 指令。詳見第二章第六節(三)歐盟無線電設備(RED)指令有關個資

稱通傳會)在維持電波秩序及保障國民權益前提之下，秉持與時俱進原則，爰透過本研究瞭解各國際先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材相關技術規範及測試程序，據以精進我國相關審驗措施，加速該等器材進入市場提供服務及提升相關產業發展效益。

第二節 研究議題與項目

隨著通訊科技日新月異、無線通信與物聯網應用的迅速崛起，3GPP為實現5G超大頻寬（eMBB）、超高可靠度低時延通信（URLLC）、超大連結（mMTC）之多樣化需求，陸續完成第五代行動通信標準的制定，萬物聯網即將成真。可預知的將來，行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之應用將呈爆炸性成長。

為能充分瞭解國際上其他國家或經濟體主管機關對新興業務發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材管理相關規定及技術規範最新動態，並掌握國內廠商與先進意見，據以對既有技術規範及測試程序提供精進修訂建議，以利國內審驗制度與國際接軌，本研究工作項目及範圍，主要包括:

- 蒐集研析國際電信聯合會（International Telecommunication Union，ITU）、歐洲電信標準協會（European Telecommunications Standards Institute，ETSI）、美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission，FCC）、第三代合作夥伴計劃

及電子通訊隱私保護說明。

（Third Generation Partnership Project，3GPP）等國際、區域標準組織或單位就案關因應新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材建議之檢測規定（含使用電波頻率範圍、功率、不必要發射等限制值之射頻特性）及相關測試程序。

- 蒐集、彙整、歸納並分析至少但不限於歐、美、日、韓與中國大陸等主管機關因應新興業務所訂定之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之檢測規定（含使用電波頻率範圍、功率、不必要發射等限制值之射頻特性）及相關測試程序。
- 參酌前項國際發展經驗，辦理座談會議至少 2 場次，邀請國內上市、上櫃或相關新興廠商、及通傳會認可之測試實驗室或驗證機構（每場次需邀請 15 家以上，並至少 10 家以上出席），蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，針對我國電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討相關技術規範具體修訂或增訂建議，必要時通傳會得要求加開前述座談會。
- 為開放新頻率及器材型式進入市場提供服務，向通傳會提出相關行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之技術規範修訂（或研擬）草案具體建議，至少需含電波感測（低功率雷達等器材）、長距離（10 公分以上）無線充電及 5G 專網等器材，必要時通傳會得視國際趨勢適時要求調整案關技術規範。若開放頻率及器材型式有干擾疑慮時，應邀集相關業者及通傳

會協助實測，並提交測試結果說明，以確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。

- 辦理「研究成果發表會議」至少 1 場次，以簡報投影片方式，配合通傳會於指定時間地點報告，供通傳會長官同仁參與。

第三節 研究方法與執行步驟

一、 研究方法

本計畫依據各委託辦理工作項目，採用文獻分析法、個案研究與比較分析法，並規劃辦理座談會議蒐集國內現況及產官學等意見，最終整合各研究方法與工作項目的產出，提出我國就案關行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之技術規範修訂或研擬草案具體建議。相關研究方法分述如下：

(一) 文獻分析法

針對國際組織及案例國家有關因應新興業務所發展及制定之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材建議之檢測規定及相關測試程序，主要採取文獻分析法（Document Analysis）。本計畫將依研究所需之各項議題，透過蒐集有關市場資訊、調查報告、產業動態等文獻資料，從而全面而精準地掌握所要研究問題。蒐集內容儘量要求豐富及廣博，再將所蒐集來的資料，經過分析後歸納統整，再分析事件淵源、原因、背景、影響及其意義等。文獻資料包含國際標準組織指導文件、政府單位報告、政策文件、工商業界研究、文件記錄資料庫、企業組織資料、圖書館中的書籍、論文與期刊、報章新聞等等。其分析步驟包括：

閱覽與整理（Reading and Organizing）、描述（Description）、分類（Classfying）及詮釋（Interpretation）[2]。

針對本計畫涉及的國際組織及案例國家所發展及制定之檢測規定及相關測試程序，研究團隊將廣泛蒐集國際組織與歐美亞主要國家之政策、法規、市場與產業發展之相關資訊，並於研究議題初步研析後，進行我國技術規範探討及座談會之舉辦，廣邀蒐集產官學研各界意見，最後綜整提出適用國內因應新興業務射頻器材之技術規範具體修訂或增訂建議。

(二) 個案研究與比較分析法

由於行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材檢測議題，各國均有不同之需求發展，故須先行瞭解國際組織與各國通訊產業以及其他領域重點產業狀況，將每個國家定義成個案，進行資料準備、蒐集及分析，並找出各指標的關聯性，從中尋找可資參考之重點，並研析可供我國參酌之概念或原則。同時，在瞭解國際組織及歐美亞案例國家檢測技術標準及檢測規定後，須綜合比較分析各國政策之考量與規範架構，方能實質理解各國有關射頻器材檢測要求之關注焦點。而後，將前述所得之資料與考量我國產業現況與基礎環境後，綜整剖析我國技術規範、國際標準、區域標準組織及案例國家就案關行動通信終端設備及

[2]揚智出版社, 朱柔若譯,《社會研究方法：質化與量化取向》2000 年

低功率射頻器材等射頻器材，研擬相關技術規範修訂或草案具體建議，據以精進國內審驗措施規範接軌國際。

(三) 辦理專家座談會

為能廣泛蒐集國內廠商意見，本研究規劃舉辦專家座談會，將邀請國內上市、上櫃或相關新興廠商、及通傳會認可之測試實驗室或驗證機構，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，針對我國電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討相關技術規範具體修訂或增訂建議，據以檢討優化國內既有技術規範及測試程序，並兼顧維持電波秩序及加速產品進入市場提供服務，進而提升相關產業發展效益。此外，若開放頻率及器材型式有干擾疑慮時，研究團隊亦將邀集相關業者及通傳會協助實測，並提交測試結果說明，以確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。

二、 研究計畫架構

本研究透過廣泛蒐集研析國際標準組織、歐美及亞洲案例國家有關新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序動態，並綜整我國與國際間就有關新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序之異同度進行比較分析，最後提出國內適用之相對應修(訂)規範建議，據以精進我國相關審驗措施，完備國內技術法規與國際接軌。本研究計畫架構，如圖 2 所示。

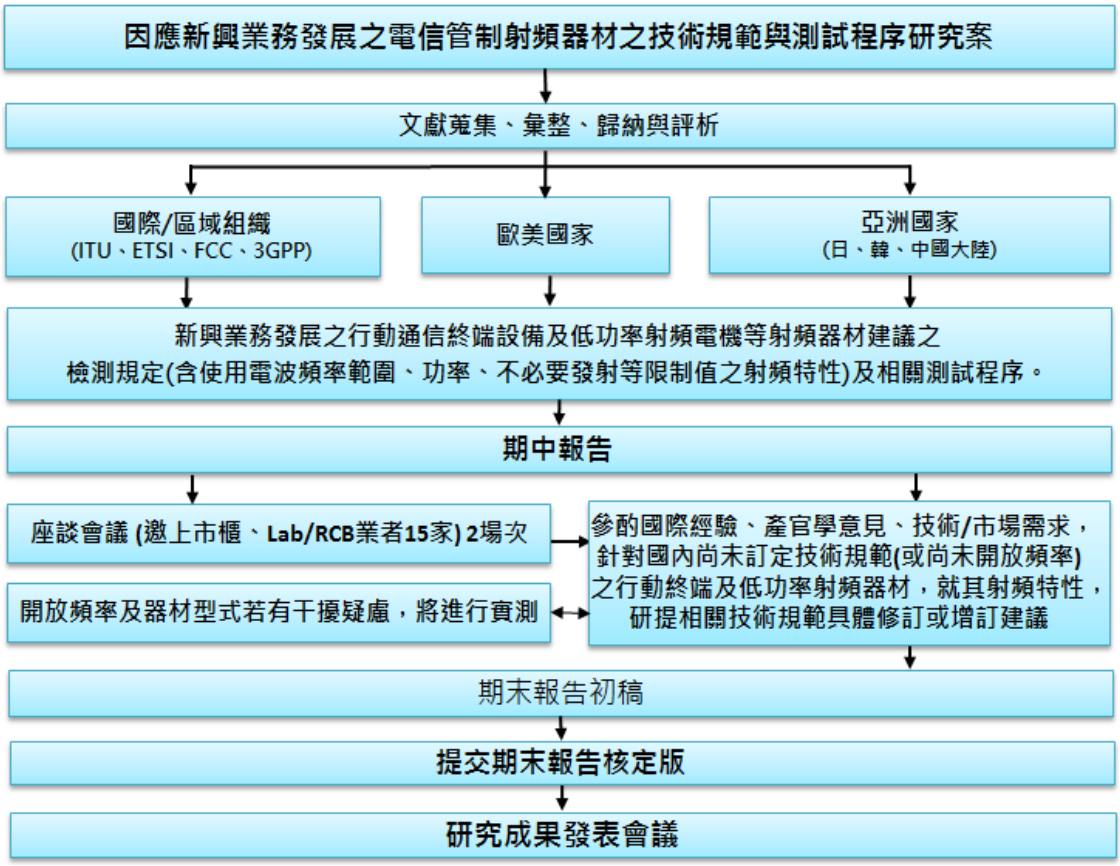


圖 2、研究計畫架構

資料來源：本研究整理

三、 研究計畫施行步驟

為充分瞭解各國際組織及先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材相關技術規範及測試程序，據以精進我國相關審驗措施與國際接軌，本研究首先蒐集研析國際組織及區域組織所發展之檢測技術規定，並廣泛蒐集比較歐美亞案例國家所制定之檢測規定 （如:頻率範圍、功率、不必要發射等限制值）及相關測試程序。

同時，研究團隊並邀請國內上市櫃廠商舉辦座談會議，針對國內電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討匯集相關技術規範具體修訂或增訂建議。最後，本研究參酌國際發展經驗，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，針對我國尚未訂定技術規範（或尚未開放頻率）之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材，就其射頻特性，研提相關技術規範具體修訂或增訂建議。

此外，若研提之相關技術規範有干擾疑慮時，研究團隊將邀集相關業者及通傳會協助實測，以確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。另研究團隊亦將配合通傳會指定時間地點辦理「研究成果發表會議」，提供通傳會長官同仁分享研究成果。本研究執行步驟，如圖 3 所示。

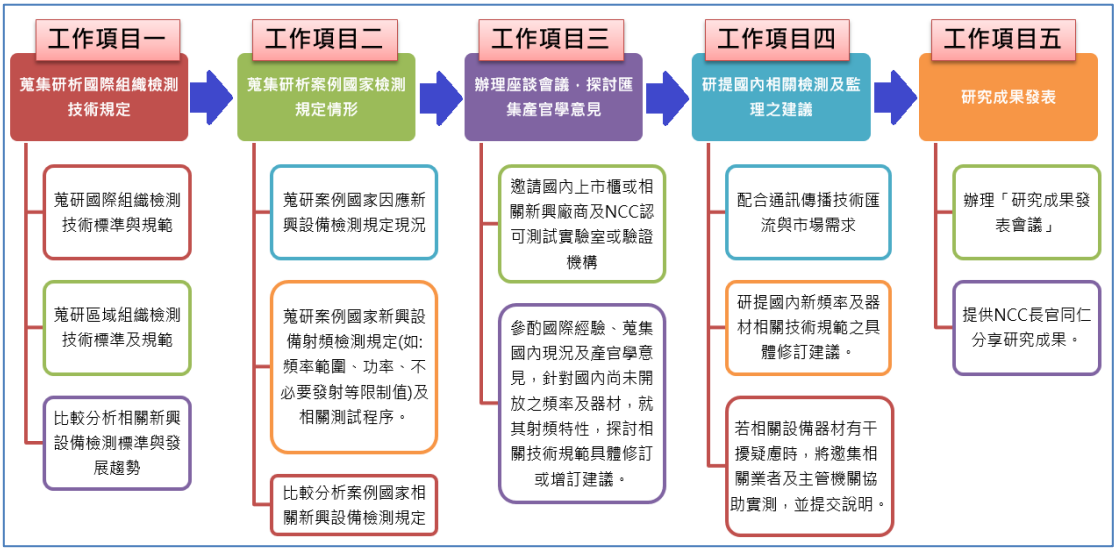


圖 3、研究執行步驟

資料來源：本研究整理

第四節 研究進度與效益

一、 執行進度

本計畫已於契約生效次工作日 120 日內提出期中報告，並於契約生效次工作日 240 日內提出期末報告，經通傳會審查後，將於指定期限內修正完畢送交完整之期末報告相關資料。為配合前述研究議題與研究方法之落實推動，本研究工作時程控管與查核點，以及相關交付項目與期程之執行甘特圖，如表 1 所示。

表 1、研究進度甘特圖

工作項目	D+30	D+60	D+90	D+120	D+150	D+180	D+210	D+240
1. 蒐集研析國際組織新興射頻器材檢測規定								
2. 蒐集研析案例國家新興射頻器材檢測規定								
3. 辦理座談會議: 二場次								
4. 研提相關技術規範修訂或研擬草案具體建議								
5. 辦理研究成果發表會議: 一場次								
工作進度估計百分比 (累積數)	10	25	40	50	65	75	85	100
預定查核點	1.自契約生效次工作日起120日內交付期中成果報告。 2.自契約生效次工作日起240日內交付期末成果報告初稿。 3.期末審查完成後，依通傳會指定期限內提出完整期末報告。 期中報告　期末報告							

資料來源：本研究整理

二、 研究預期成果

本研究依據執行內容規劃，預期將有以下成果：

(一) 掌握國際組織及案例國家新興射頻器材檢測規定與測試程序動態

鑒於通訊科技日新月異，無線通信應用蓬勃發展，為因應資通訊（ICT）、物聯網（IoT）、穿戴裝置及電動車等新興創新科技應用日益增加，行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之質與量亦產生大幅度變化，無數具備新穎突破技術的射頻設備，將如雨後春筍般出現在尚未分配的頻段上。藉由本研究廣泛蒐集研析國際組織及案例國家有關新興射頻器材檢測規定與測試程序，可作為比較分析我國電信管制射頻器材與電信終端設備檢測技術規範架構下，新興射頻器材管理所需的檢測規定與測試程序基礎，並有助於通傳會在未來創新技術發展產業趨勢下，與時俱進掌握先進國際組織及案例國家新興射頻器材檢測規定與測試程序之發展脈絡，以利國內檢測制度與國際接軌。

(二) 瞭解我國與國際組織及案例國家檢測規定與測試程序之差異

為使電信終端設備、電信管制射頻器材可快速進入他國市場，增加製造商國際競爭力，各國多與他國、區域組織或國際組織簽定雙邊或多邊電信終端設備、電信管制射頻器材相互承認協定或協約規定。由於充分瞭解我國與國際組織及案例國家檢測規定與測試程序之差異，有助於提升國內製造商國際競爭力。因此，藉由本研究瞭解與國際組織及案例國家檢測規定與測試程序之差異後，研究團隊已綜合比較分析國際

組織及案例國家政策之考量與規範架構，實質理解國際組織及案例國家有關新興射頻器材檢測規定與測試程序之關注焦點，並同時考量我國產業現況與基礎環境後，綜整剖析我國與國際組織及案例國家檢測規定與測試程序之差異，以精進我國相關審驗措施，加速該等器材進入市場提供服務及提升相關產業發展效益。

(三) 研提相關技術規範修訂具體建議，進而提升相關產業發展效益

隨著 ITU 對於 5G 標準制定工作已近結論，預計完成 5G 技術標準及頻譜配置。3GPP 已完成 5G 標準制定第一階段，落實 Release 15 版規範，並規劃完成 5G 第二階段，定稿於 Release 16 版規範，國內相關檢測規定與測試程序必須調整才能與國際一致接軌。因此，為能因應未來電信產業創新發展，藉由本研究蒐集研析國際組織及案例國家檢測規定與測試程序，比較分析我國與國際組織及案例國家就相同待測物檢測技術規定差異後，提出相關行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之技術規範修訂（或研擬）草案具體建議，完備國內相關技術法規，將有利於通傳會建構我國電信產業創新研發之環境。

第二章　國際組織與案例國家新興射頻器材之檢測規定及測試程序

第一節 5G 專網行動通信終端

隨著工商產業與政府機關不斷增長的數據需求，以及 3GPP 對於「超可靠與低延遲通信（URLLC）」及「超大連結（mMTC）」功能的標準化，不僅擴大 5G 服務範圍與效率提升，更帶動各界對於 5G 專用網路的需求；各類型的機關組織，透過 5G 專網將大數據和分析結合，轉變營運模式、提高自動化及效率，並向用戶提供多元的創新服務。由於 5G 網路帶來更高的密度（支援更多數量的用戶或設備）、更大的容量以及對延遲的顯著改善，並能提供各種不同服務、不同流量負載和不同用戶群體的優化，即使在動態、遠端或高度安全需求的環境中，也能滿足可靠性、低延遲、高吞吐量、精準定位和可用性的需求，進而帶動多種創新應用服務發展，並有助於工業環境中的無線控制和自動化，無論是連接工廠機器人和大規模感應網路(massive-scale sensor)到自動導引車輛（Automated Guided Vehicles, AVG）和擴增和虛擬實境（AR / VR）的控制等。

由於 5G 專用網路可傳遞語音、內文、數據等寬頻服務，並能確保品質、安全連接性與支援多種應用，及擴展服務接取範圍，涵蓋公共網路無法到達的地點(能使室內、偏遠地區或地下位置的覆蓋得到改善)；或用於設備需要的動態環境及重新配置成本很高的環境；亦可客製及重新配置網路參數，滿足產業組織所需的特定要求，如表 2 所示。因此，無論是公共安全機關、軍事、公用事業、石油和天然氣、礦業、鐵

路和港口營運商以及製造商和工業等領域，許多國家已開始部署 5G 專用網路以服務各種使用場景需求。

表 2、專網需求的組織類型

專網需求組織類型	特性說明
港口和機場及其他交通樞紐	具廣闊的園區網路，需涵蓋室內和室外地點，有大量密集的用戶或連接的物體，以及很高的安全性要求。
發電設施	對安全性的要求很高，通常需要在偏遠的位置連接具有高密度傳感器和執行器的多工系統。
製造商	需要在室內和整個園區內提供高密度、高容量、低延遲的服務，以支援工業 4.0 計劃
中立主機公司 (Neutral host companies)	通常在公共網路營運商無法到達的地點提供行動網路
體育館	公共網路通常未配置為能夠滿足高密度用戶的要求，或在體育場館提供即時或近即時的虛擬和交互式服務。
大型企業園區和會議中心	需要容量和密度以支持整個園區網路和室內的大量人員或 IT 系統
礦業和挖掘業（自然資源）	通常在公共網路無法提供的偏僻或地下位置
城鎮網路	通常需要透過眾多的應用和用戶，以及高安全性要求，來支持智慧城市計劃
緊急服務、政府部門、市民應急和關鍵的國家基礎設施營運商	需要使用更好的資料和視訊功能，以及新的安全系統來升級其舊網路，即使在公共網路無法運行的情況下，這些系統也可以正常運行。
公用事業	需要升級至高度安全的國家規模控制系統

	和網路，以創建智慧的電力、燃氣和水電網格。
鐵路	需要升級至高度安全的國家規模控制系統和網路，以提高鐵路效率、安全性和維護性
運輸	需要海上的登船連接以進行系統遠端資訊處理和控制，以及貨物監控
衛生保健	高密度室內環境，對安全性有嚴格的要求，並需要大量的數據傳輸和分析

資料來源: GSA；研究整理

專網建置方式相當多元，專網布建模式及頻譜授權方式可能影響電信業與垂直產業的生態發展[3]。其中在專網布建方面，由於 5G 系統支援實體和虛擬的「非公共網路（non-public network, NPN）」，5G 系統可依據業者營運政策和法規需求，將專網部署成完全獨立網路、或由 PLMN 託管或作為 PLMN 的一部分，或整合成較大的 NPN 網路，滿足各類產業組織的特定需求，如圖 4 所示。

[3] 新通訊元件雜誌, 催生 5G 創新應用各國專網政策制定如火如荼,2019-10, https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/A03ECCBC1CE54B4AB28D5583A194A47E

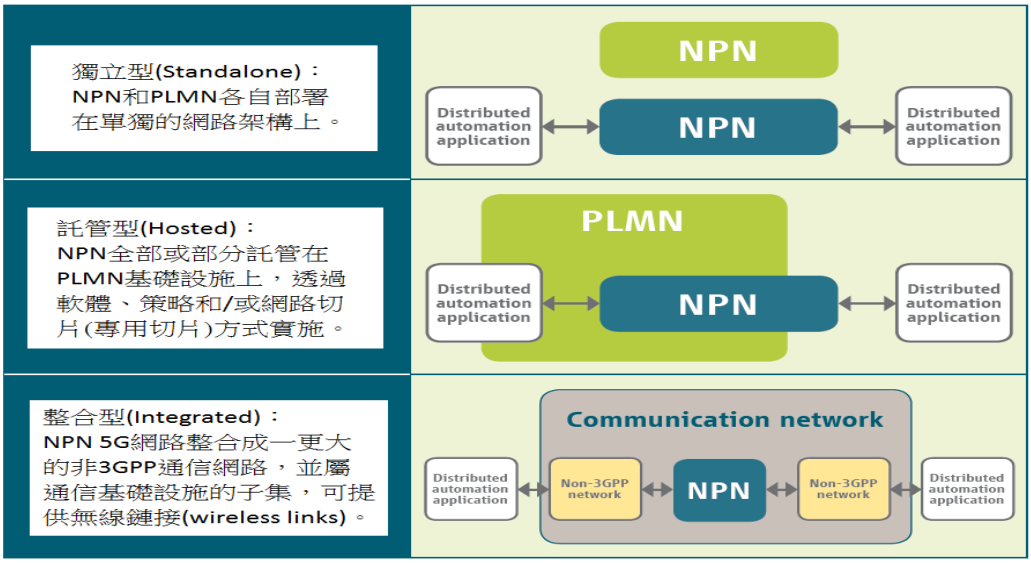


圖 4、5G 專網可採取的部署方式

資料來源：5G-ACIA / ZVEI[4]；本研究整理

另在頻譜的授權方式，專用網路通常可採取執照頻譜（Licensed spectrum）、共享頻譜(Shared spectrum)或免執照頻譜(Unlicensed spectrum)等方式取得頻譜使用，如圖 5 所示。

[4] 5G ACIA, 5G for Automation in Industry White Paper, 2019-07-31, https://www.5g-acia.org/publications/5g-for-automation-in-industry-white-paper/

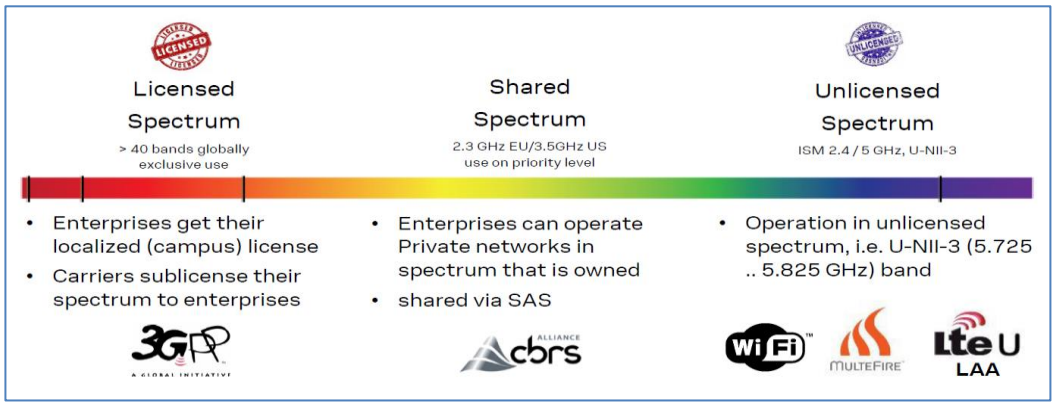


圖 5、3GPP 非公共網路可採取的頻譜選項

資料來源：u-blox AG[5].

- 執照頻譜：授權頻譜可用於以下幾種情境，包括：電信營運商將持有的商用頻譜，提供專網服務(private network-as-a-service)、或是將頻譜轉租(sub-leases)給專網營運商、或是者監理機關指配特定頻譜供本地專網使用。
- 共享頻譜：共享頻譜方式，允許多個組織可在一個地理區域內使用相同的頻譜範圍。例如，美國「公民無線寬頻服務(Citizens Broadband Radio Service, CBRS)」是一種混合頻譜應用手段。政府/軍事用戶為既有接取使用者（Incumbent Access, IA）可優先使用頻譜，其後是優先接取使用者（Priority Access Liencese,

[5] EU,U-Box AG, How the advanced capabilities of 5G will transform Industry 4.0/IIoT, https://docbox.etsi.org/Workshop/2019/201910_ETSIIoTWEEK/ETSIIoTWORKSHOP/S09_IoT_EXPERIENCES/5G_INDUSTRIE4_IoT_UBLOX_BOEGGERING.pdf

PAL），PAL 是已在頻譜拍賣中取得許多地區 10 年執照許可的次級使用者，最後則是一般許可接取使用者（General Authorized Access, GAA）；用戶透過頻譜接取資料庫（Spectrum Access Server, SAS）的核准，動態請求使用頻譜的權限。

- 免執照頻譜：允許 LTE 或 5G 使用供給公眾的免費頻譜(如使用 2.4 GHz、5 GHz)建置網路，並透過載波聚合技術(Carrier Aggregation)實現頻譜融合。目前 3GPP R16 已針對免執照頻譜（NR-U）支援 5G NR，與授權輔助接取(LAA) NR-U（在 LTE 或 5G NR 中使用錨通道）和獨立 NR-U 的支援（沒有 LTE 或 5G NR 的錨通道）進行標準化工作，並考量納入 6 GHz 免執照頻譜的使用，以補充現有的 5 GHz 頻譜。

目前許多國家除了為公用事業或緊急服務網路的運作分配專用頻率外，隨著物聯網、智慧城市、關鍵性任務(mission critical)、政府和工業 4.0 應用的網路需求不斷增長，部分國家的監理機關也已決定或正尋求在專用或共享基礎上預留更多頻譜，用於本地專用 LTE 和 5G 網路。

隨著 5G 頻譜的釋出，國際間 5G 相關設備檢測技術標準陸續底定，目前已有部分國家對於 5G 專網提出明確的政策方向及相關設備的檢測規定，說明如後。

一、 國際組織

隨著物聯網、智慧城市、關鍵性任務(mission critical)、政府和工業 4.0 應用的網路需求不斷增長，全球重要標準組織與政府機關，正加速

5G 產業及相關設備檢測技術標準的制定，以滿足各式新興科技應用服務的需求。

(一) ITU

國際電信聯合會（International Telecommunication Union , ITU）是聯合國轄下主管全球資訊通信技術事務的國際組織，主要負責全球無線電頻譜配置管理、全球電信標準制訂，以及向發展中國家提供電信援助，以促進全球電信發展。國際電信聯盟無線電通信部門（ITU Radiocommunication Sector, ITU-R）是 ITU 無線電通信系統制定法規和標準的主要部門，對於確定全球新一代國際行動電信（International Mobile Telecommunication, IMT）技術標準扮演重要角色。

1. 檢測規定

ITU 於 2012 年初正式啟動 IMT-2020 開發計劃，為全球 5G 研究活動奠定基礎；並於透過 ITU-R 轄下的 IMT 工作小組（WP5D）在 5G 系統（IMT-2020）開發上，於 2015 年 9 月陸續發布 IMT-2020 願景、技術要求、評估指南等系統建議書。同時 ITU-R 彙整各方應用情境提案與技術需求，將 5G 正式命名為 IMT-2020，並發布 5G 行動寬頻互聯社會的願景以及八大技術需求，同時相關技術指標公告後，3GPP 等產業標準組織旋即依據其指導建議書開始制訂相關技術標準。2016 年起，ITU-R 開始討論技術規範與評估標準與方法等作業，2017 年底則召開工作小組，提出 IMT-2020 之規劃建議書範本、最低技術門檻需求、評

估標準與方法等相關文件，並邀集各界提交各自定義之 5G 標準規範。ITU-R IMT-2020(5G) 發展期程，如圖 6 所示。

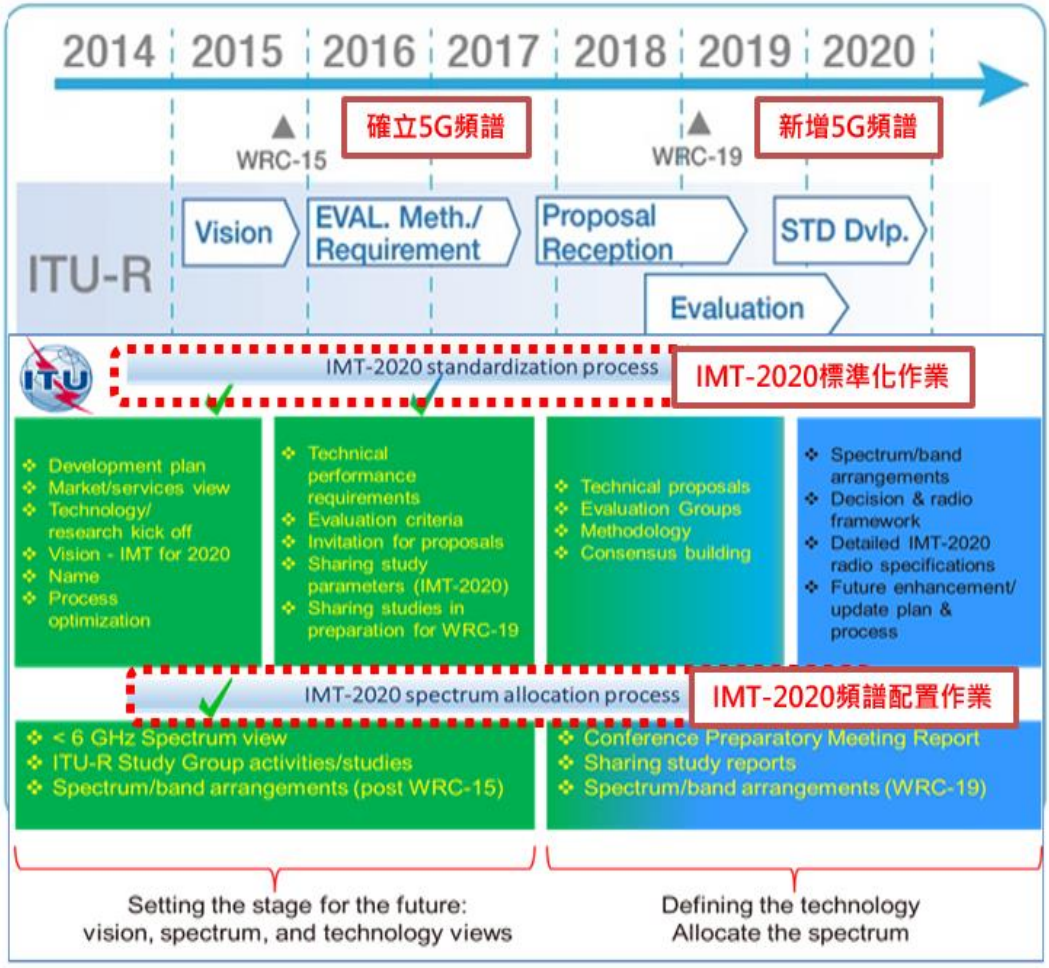


圖 6、ITU-R IMT-2020(5G) 發展期程

資料來源：ITU-R；本研究整理

根據 ITU-R M.2083 的 IMT 願景（IMT Vision）定義[6]，ITU 在 IMT-2020 規劃三個主要應用情境，以滿足特定產業的需求，包括：超大頻

[6] ITU, ITU-R M.2083-0, IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond.2015-09. https：//www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-I!!PDF-E.pdf

寬（enhanced mobile broadband, eMBB）、超高可靠度低時延通信（Ultra-reliable and low-latency communications, URLLC）以及超大連結（massive machine type communications, mMTC），如圖 7 所示。

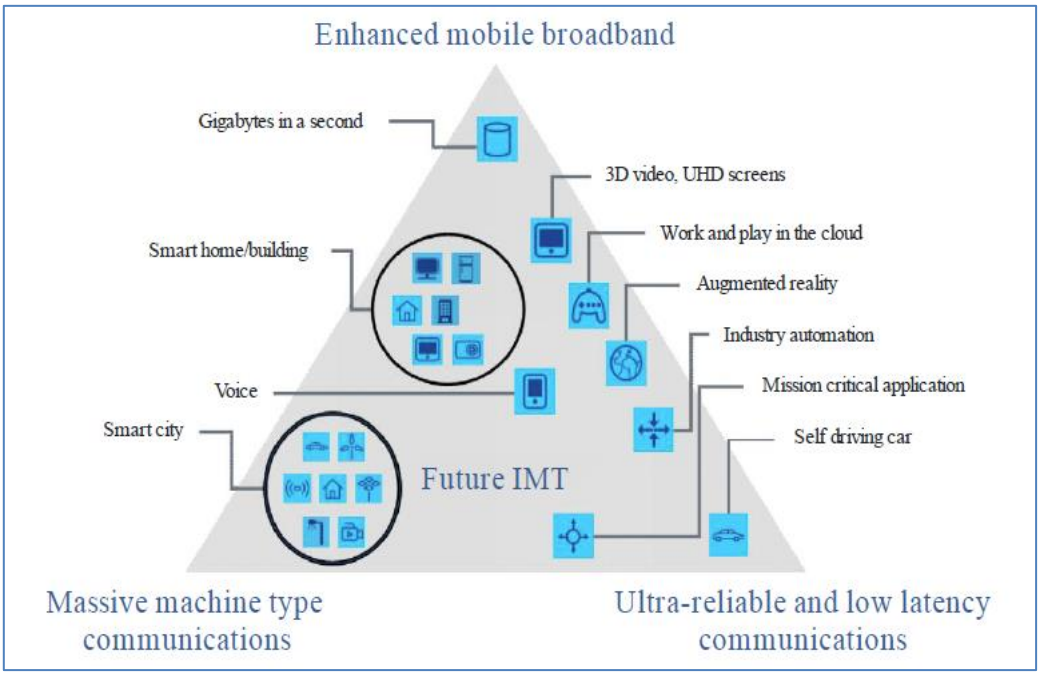


圖 7、ITU-R IMT-2020 主要應用情境

資料來源：ITU-R M.2083

- 超大頻寬（Enhanced Mobile Broadband, eMBB）：增強室內和室外具超高速連接，即使在細胞邊緣也有一致的服務品質。eMBB 著重在以人為中心的使用案例，將涉及到所有需要越來越快連接的內容、應用和服務的接取，例如觀賞超高清（4K/8K）視訊或 VR/AR 的應用。
- 超高可靠度低時延通信（Ultra-reliable and Low Latency Communications, URLLC）：此應用情境對延遲和封包遺失等功

能有十分嚴格的要求，以確保提高反應能力。應用範圍包括：工業製造或生產流程的無線控制、遠端手術、智慧電網配電自動化以及運輸安全等。

- 超大連結（Massive Machine Type Communications, mMTC）：此使用案例的特點是，連接設備數量龐大，這些設備通常傳輸相對少量的非延遲敏感性資料。設備成本需要降低，電池續航時間需要大幅延長。由於這些服務需要廣泛的覆蓋範圍、較低的能耗和較低的傳輸速度。與現有技術相比，5G 能跨越既有區域以非常密集方式提供物件連接的能力。

(1) IMT-2020 系統性能要求

ITU 為滿足與實現 IMT-2020 定義的三種應用情境，並制定 8 項關鍵績效指標（KPI）：峰值資料速率、用戶實際體驗速率、延遲要求、移動性要求、連接密度、能源效率、頻譜效率以及區域通信能力等，用以要求、量化和衡量 IMT-2020 的系統性能，如圖 8 所示：

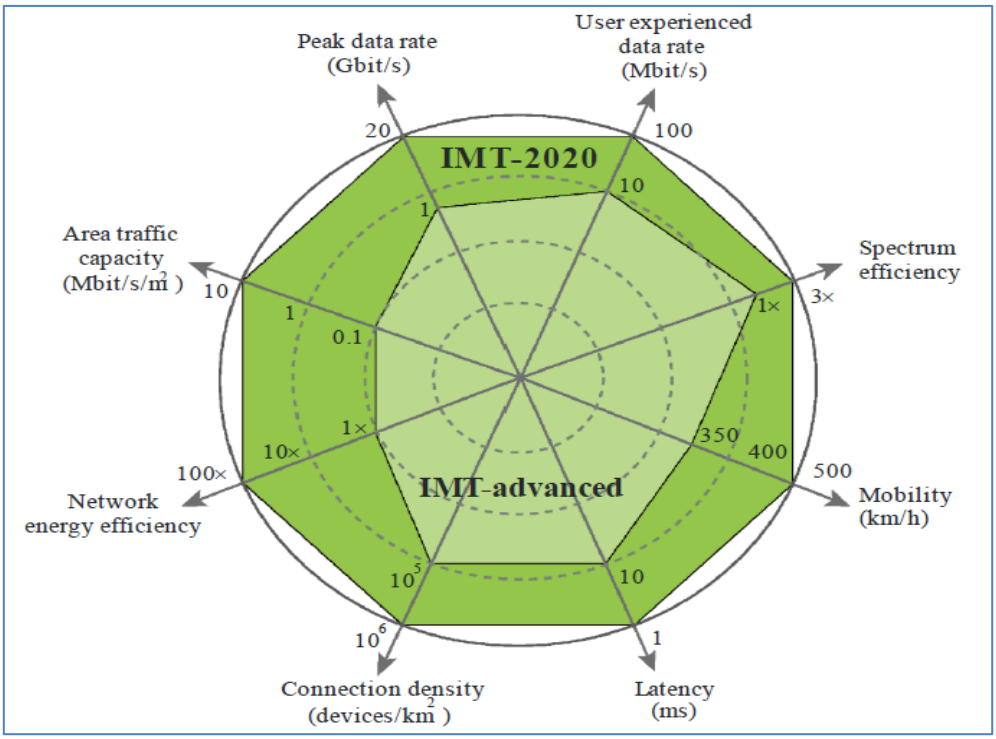


圖 8、ITU-R IMT-2020 主要關鍵績效指標

資料來源：ITU-R M.2083

A. 峰值資料速率（Peak data rate）

每名使用者/每臺設備理想條件下可獲取的最大資料速率（單位：Gbit/s）。就 IMT-2020 而言，其增強型移動寬頻的峰值資料速率將達到 10Gbit/s。在某些條件和場景下，IMT-2020 將支援多達 20 Gbit/s 的峰值資料速率。

B. 用戶體驗資料速率（User experienced data rate）

行動用戶/設備在覆蓋區域內隨處可獲取的可用資料速率（單位：Mbit/s 或 Gbit/s）。IMT-2020 將在各類增強型移動寬頻環境內支援不

同的使用者體驗資料速率。就廣域覆蓋的案例而言，城市和郊區使用者有望獲得 100 Mbit/s 的使用者體驗資料速率。在熱點案例中，使用者體驗資料速率值將可提升（如在室內達到 1 Gbit/s）。

C. 延遲時間要求（Latency）

無線電網路對信源開始傳送資料包到目的地接收資料包的經過時間造成的延遲（單位：ms）。IMT-2020 能實現 1ms 的空中下載延遲，支持極低延遲要求的服務。

D. 移動性要求（Mobility）

屬於不同層和/或無線電接入技術（多層/多種無線接入技術）的經界定 QoS 和無縫轉換能夠達到的最快速度（單位：km/h）。IMT-2020 將實現高達 500 km/h 的高移動性，同時確保可接受服務。這是專門為高速鐵路設計的服務。

E. 連接密度（Connection density）

每單位面積內連接設備和/或可訪問設備的總數(單位:每 km^2)。IMT-2020 將支持高達 10^6/km^2 的連接密度，以適用於大規模機器類型通信場景。

F. 能源效率（Energy efficiency）

能源效率包括兩個方面，包括：在網路層面上，係指無線接入網路（RAN）之單位能耗的使用者傳輸或接收的資訊位元數量（單位：bit/Joule）；以及在設備層面上，係指通信模組之單位能耗的資訊位元

數量（單位：bit/Joule）。IMT-2020 的網路能效的增強幅度可達 IMT-Advanced 的 100 倍增幅。

G. 頻譜效率(Spectrum Efficiency)

頻譜效率係指的單位頻譜資源和每細胞的平均數據輸送量（單位：bit/s/Hz）。為實現增強型移動寬頻，IMT-2020 的頻譜效率將比 IMT-Advanced 高 3 倍，在部分場景的頻譜效率可增長達 5 倍。

H. 區域通信能力（Area Traffic Capacity）

係指服務於每個地理區域的總通信輸送量（單位：Mbit/s/m^2）。以熱點為例，IMT-2020 還將支援 10 Mbit/s/m^2 的區域通信能力。

(2) IMT-2020 虛擬網路特性

為能滿足 5G 服務多樣性（mMTC、eMBB 和 URLLC）需求，5G 系統支援網路切片（network slicing）網路架構，藉由網路功能虛擬化（NFV）和軟體定義網路（SDN）原理，允許業者將單一物理網路劃分為多個虛擬網路，以因應各種不同垂直市場的屬性需求。每一個切片包含一個獨立無線網路、傳輸、邊緣及核心的虛擬化端到端網路，如下圖所示。

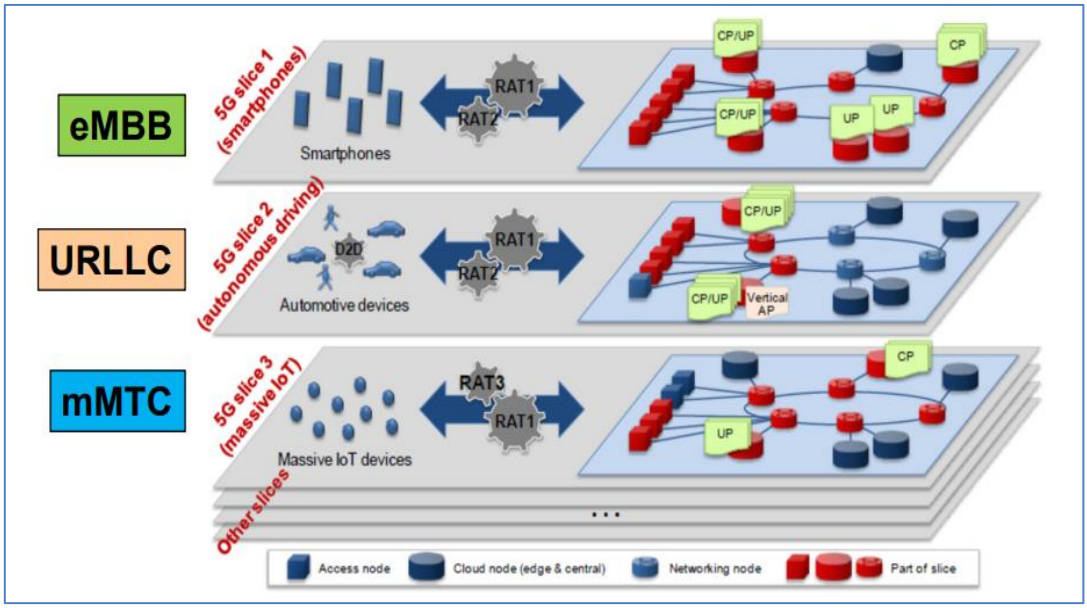


圖 9、5G 網路切片架構

資料來源：KDDI

行動業者可運用網路切片技術將公共網路(public network)進行切割，切分後的獨立虛擬網路即能為不同業務型態與組織屬性的垂直市場(例如:汽車、能源、醫療、媒體和娛樂產業)提供專屬的無線服務，實現近似專網(private network)的服務品質和一定程度的控制，使不同的用戶共享相同的容量，或對特定用戶提供「服務水準協定（Service Level Agreements, SLAs）」及「服務水準保障（Service Level Guarantees, SLGs）」，以確保他們擁有所需的網路服務品質(QoS)。

由於網路切片所帶來的靈活性或適應能力，須透過大量網路元件的軟體化（softwarisation）和虛擬化（virtualisation）來實現。為此，ITU-T 於 2017 年 9 月發布一系列有關 IMT-2020 網路定義、需求及管理等

建議書，包括：ITU-T Y.3100 有關 IMT-2020 網路術語和定義[7]；ITU-T Y.3110 有關 IMT-2020 網路管理及調度要求[8]；ITU-T Y.3111 有關 IMT-2020 網路管理及調度框架[9]；ITU-T Y.3516 有關雲端、雲際運算的功能架構等建議書[10]。期使產業能以通用和可重新配置的網路元件，而非針對特定任務來制定元件，達到真正融合的、可無縫地支援各種新型網路部署的網路。

(3) IMT-2020 系統頻譜配置

由於頻譜配置是發展 IMT 行動通訊系統的重要基礎[11]，因此在眾多頻率範圍上劃分和確定全球統一的頻譜，需要國際社會、區域電信組織和各國監理機關進行協調[12]。因此，ITU 除扮演全球無線電頻譜配置和電信標準化制訂的重要角色，並透過定期召開的世界無線電會議(World Radio Conference, WRC)，審議協調全球無線電頻率資源劃分和使用規則、無線電通信相關議題及修訂無線電規則（Radio Regulations, RR）等。例如，WARC-92 會議確定 3G 的頻譜，WRC-2000 會議增訂 3G 頻譜，WRC-07 會議確立 4G 頻譜，而 WRC-15 擴展 4G 頻譜並確定 5G 部分頻譜；另為滿足 5G 的峰值傳輸速率、頻譜效率等技術指標需求，

---

[7] ITU, ITU-T Recommendation Y.3100 : Terms and definitions for IMT-2020 network, 2017-09, https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3100/en

[8] ITU, ITU-T Recommendation Y.3110 : IMT-2020 network management and orchestration requirements, 2017-09, https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3110/en

[9] ITU, ITU-T Recommendation Y.3111 : IMT-2020 network management and orchestration framework, 2017-09, https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3111/en

[10] ITU, ITU-T Recommendation Y.3516 : Cloud computing - Functional architecture of inter-cloud computing, 2017-09, https://www.itu.int/rec/T-REC-Y.3516/en

[11] 新通訊元件雜誌, 迎接第五代行動通訊系統年 環視全球 5G 頻譜配置現況,2019-12, https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/tech/845D8C3A76864C7880E0ADB183786368

[12] ITU, Setting the Scene for 5G: Opportunities & Challenges,2018, https://www.itu.int/en/ITU-D/Documents/ITU_5G_REPORT-2018.pdf

而原有 6GHz 以下頻譜過度擁擠進而向更高的頻段發展。因此，在 WRC-19 新增毫米波頻段用於 IMT-2020 網路，如表 3 所示。

表 3、IMT 系統頻譜配置表

頻率範圍	頻段(Band)	頻寬(BW)	WRC 會議
6GHz 以下頻譜	450 - 470 MHz	20 MHz	WRC-07 決議頻譜
	470 - 694/8 MHz	228 MHz	WRC-15 決議頻譜
	694/8 - 806 MHz	112 MHz	WRC-07 決議頻譜
	806 - 960 MHz	154 MHz	WRC-2000 決議頻譜
	1,427 - 1,518 MHz	91 MHz	WRC-15 決議頻譜
	1,710 - 1,885 MHz	175 MHz	WRC-2000 決議頻譜
	1,885 - 2,025 MHz	140 MHz	WARC-92 決議頻譜
	2,110 - 2,200 MHz	90 MHz	WARC-92 決議頻譜
	2,300 - 2,400 MHz	100 MHz	WRC-07 決議頻譜
	2,500 - 2,690 MHz	190 MHz	WRC-2000 決議頻譜
	3,300 - 3,400 MHz	100 MHz	WRC-15 決議頻譜
	3,400 - 3,600 MHz	200 MHz	WRC-07 決議頻譜
	3,600 - 3,700 MHz	100 MHz	WRC-15 決議頻譜
	4,800 - 4,990 MHz	190 MHz	WRC-15 決議頻譜
	小計:	**1,880 MHz**	
24GHz 以上頻譜	24.25 - 27.5 GHz	3.25 GHz	WRC-19 決議新增 24-71 GHz 頻段用於 5G 網路布建。
	37 - 43.5 GHz	6.5 GHz	
	45.5 - 47 GHz	1.5 GHz	
	47.2 - 48.2 GHz	1 GHz	
	66 - 71 GHz	5 GHz	
	小計:	**17.25 GHz**	

資料來源:ITU-R；本研究整理

由於 5G 應用情境可透過各種不同的頻率來滿足。例如，低延遲和短距離應用（適用於人口稠密的城市地區）可使用毫米波（24 GHz 以上）頻率。而長距離低頻寬應用（適合於偏遠地區）則適用於 1 GHz 以下的頻率；因較低的頻率有較好的傳播特性涵蓋範圍較廣，而在毫米波頻段上有大量較高的可用頻率，能支援更高的頻寬。因此，ITU 在 2015 年 11 月召開的世界無線電會議(WRC-15)於 6GHz 以下之頻率範圍，已為全球配置共 1,880MHz 之頻譜供 IMT 系統使用。並在 2019 年 11 月舉辦的 WRC-19 會議，進一步針對 IMT-2020 的附加毫米波頻譜配置達成全球統一，而衛星地球監測和衛星太空研究服務之無線電系統亦得到保護。WRC-19 也決議將 24.25-27.5GHz、37-43.5GHz、45.5-47GHz、47.2-48.2 和 66-71GHz 等總頻寬達 17.25GHz 的頻段供 5G 使用，藉以促進電信產業的發展[13]。

(4) IMT-2020 技術規範與建議書

為滿足 ITU-R M.2083《IMT 願景》定義的超大頻寬（eMBB）、超大連結（mMTC）及超高可靠度低時延通信（URLLC）等多種應用場景的需求，以及峰值資料速率、頻譜效率等關鍵指標要求。ITU-R 第 5 工作組（WP5D）根據願景需求進行國際行動電信（IMT）系統的總體無線電技術指標、無線介面、頻譜配置和其他系統相容性等議題的各項研究工作，並陸續發布相關技術規範與建議書，如表 4 所示。

[13] ITU, ITU World Radiocommunication Conference agrees key parameters for future communication technologies,2019-11, https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/2019-PR24.aspx

表 4、ITU-R 制定的 IMT 技術規範與建議書

ITU-R 建議書	技術規範	說明
ITU-R M.1457	Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 （IMT-2000）. 國際行動電信-2000（IMT-2000）地面無線電介面的詳盡規範。	說明有關IMT-2000的規範
ITU-R M.2012	Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced （IMT-Advanced） 先進國際行動電信(IMT-Advanced)地面無線電介面的詳細規範	說明有關 IMT-Advanced 的規範
ITU-R M.2083	IMT Vision – Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond. IMT 願景 – 2020 年及之後 IMT 未來發展的框架和總體目標	闡明設想 IMT 未來用途情形相關內容廣泛的各種能力，並探討 2020 年及之後 IMT 未來發展的目標，包括在現有基礎上進一步增強 IMT，以及 IMT-2020 的發展。
ITU-R M.2370	IMT Traffic estimates for the years 2020 to 2030. 2020 至 2030 年 IMT 流量預測	IMT 意謂行動寬頻通信流量不斷增加，所以行動基礎設施中的傳送網路正演變成一項需要得到特別考慮的重要應用。
ITU-R M.2375	Architecture and topology of IMT networks IMT 網路的架構和拓撲	概要闡明 IMT 網路架構、拓撲以及確定這些拓撲中不同傳送要求的一個角度，旨在協助開展有關行動基礎設施傳送網路方面的研究。

ITU-R M.2376	Technical feasibility of IMT in bands above 6 GHz 6 GHz 以上頻段之 IMT 的技術可行性	概要預計更高頻率的使用將是未來 IMT 的關鍵性促成要素之一。
ITU-R M.2410	Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface (s) . IMT-2020 無線電介面技術性能的最低要求	闡明與 IMT-2020 候選無線電介面技術最小技術性能有關的主要要求。
ITU-R M.2411	Requirements, evaluation criteria and submission templates for the development of IMT-2020" 開發 IMT-2020 的要求、評估準則和提交範本	描述技術要求和提交程序。
ITU-R M.2412	Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-2020 IMT-2020 無線電介面技術的評估指南	提供有關評估無線電介面的導則

資料來源：ITU-R；本研究整理

ITU 於 2015 年世界無線電通信大會（WRC-15）通過一系列新興技術相關的建議書和決議後，ITU-R WP5D 根據願景建議書和先期的研究成果，持續為 IMT-2020 系統定義需求、設計評估方法；並在 2017 年 11 月發布 ITU-R M.2410《IMT-2020 無線介面技術性能最低要求》[14]技術報告，針對 IMT-2020 無線電介面技術性能定義了 13 項最基本的要求，以及各項技術性能指標的詳細定義、適用場景、最小指標值等。在 IMT-2020 技術性能指標確立後，WP5D 同時發布 ITU-R M.2412《IMT-2020 無線介面技術評估指南》及 M.2411《開發 IMT-2020 的要求、評估準則和提交範本》等技術文件。其中，ITU-R M.2411 報告定義提交

[14] ITU, ITU-R M.2410, Minimum requirements related to technical performance for IMT-2020 radio interface(s), 2017-11, https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2410

候選技術的評估準則及範本；而 ITU-R M.2412 則針對「超大頻寬（eMBB）」、「超大連結（mMTC）」、「超高可靠度低時延通信（URLLC）」等三大應用場景，設置了五類測試環境(test environment)[15]，包括:eMBB(室內熱點、密集市區、偏鄉)、mMTC(市區)和 URLLC(市區)等，做為測試 RIT[16]以及 sRIT[17]的指南；各項技術性能指標並透過系統模擬、分析及檢驗等方式進行評估，以滿足 2020 年及以後 IMT-2020 的標準。同時，3GPP 也引用於 BS 和 UE 新技術的技術規範，包括多標準無線電（Multi-Standard Radio, MSR）基站、有源天線系統（Actice Antenna System, AAS）基站和多天線的一致性測試 UE 的性能[18]。IMT-2020 對於各場景測試環境之無線介面技術的評估要求，如表 5 所示。

表 5、IMT-2020 無線介面技術相關評估檢測要求

場景 參數	測試 環境	Carrier Freq.	BS/UE Noise F.	Total transmit power per TRxP (dbm)	UE Power Class (dBm)
eMBB	**Indoor Hotspot**	4 GHz	5dB/7dB	24 dBm for 20 MHz BW 21 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
		30 GHz	7dB/10dB	23 dBm for 80 MHz BW 20 dBm for 40 MHz BW e.i.r.p. should not exceed 58 dBm	23 dBm, e.i.r.p. should not exceed 43 dBm
		70 GHz	7dB/10dB	21 dBm for 80 MHz BW 18 dBm for 40 MHz BW e.i.r.p. should not exceed 58 dBm	21 dBm, e.i.r.p. should not exceed 43 dBm
	Dense Urban	4 GHz (Macro)	5dB/7dB	44 dBm for 20 MHz BW 41 dBm for 10 MHz BW	23 dBm

[15]ITU-R M.2412 定義的測試環境包括:室內熱點 (indoor hostpot-eMBB)、密集市區(dense urban-eMBB)、偏鄉(rural-eMBB)、市區基站(urban macro- mMTC)、市區基站(Urban Macro-URLLC)。

[16] 係指單純包含 NR 的新獨立無線介面技術（Radio Interface Technology, RIT）

[17] 係指結合 LTE 與 NR 的整合無線介面技術（Set of Radio Interface Technology, SRIT）

[18] An Overview of 3GPP Defined OTA Testing Methodologies for 5G Devices.

		30 GHz (Macro)	7dB/10dB	40 dBm for 80 MHz BW 37 dBm for 40 MHz BW e.i.r.p. should not exceed 73 dBm	23 dBm, e.i.r.p. should not exceed 43 dBm
		4GHz & 30GHz (Macro + Micro layers)	BS: 4 GHz: 5dB 30GHz:7dB UE: 4 GHz:7 dB 30GHz:10dB	Macro 4 GHz: 44 dBm for 20 MHz BW 41 dBm for 10 MHz BW Macro 30 GHz: 40 dBm for 80 MHz BW 37 dBm for 40 MHz BW e.i.r.p. should not exceed 73 dBm Micro 4 GHz: 33 dBm for 20 MHz BW 30 dBm for 10 MHz BW Micro 30 GHz: 33 dBm for 80 MHz BW 30 dBm for 40 MHz BW e.i.r.p. should not exceed 68 dBm	4 GHz: 23 dBm 30 GHz: 23 dBm, e.i.r.p. should not exceed 43 dBm
	Rural	700MHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
		4GHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
		700MHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
mMTC	**Urban Macro**	700MHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
		700MHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
URLLC	**Urban Macro**	4GHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm
		700MHz	5dB/7dB	49 dBm for 20 MHz BW 46 dBm for 10 MHz BW	23 dBm

資料來源:ITU-R M.2412；本研究整理

此外，為滿足 5G 峰值傳輸速率、頻譜效率等技術指標需求，ITU 考慮向更高頻段乃至毫米波頻段發展，為此 WP5D 就 6GHz 至 100GHz 之間之 IMT 的技術可行性進行研究，包括在不同環境下對頻率區間內電波傳播進行資料測量；運用 MIMO 和波束成形(beamforming)技術方案補償隨頻率增加的傳播損耗；以及使用同頻與異頻進行接取、前傳(fronthaul)/回傳(backhaul)效能比較等；WP5D 並在 2015 年 7 月發布

ITU-R M.2376 技術報告[19]，說明經由理論評估、模擬、測量、技術開發和原型測試等結果顯示，利用 6 至 100 GHz 頻率於 IMT 部署場景是可行的，可將其運用在 2020 年及後 IMT 的開發中使用。

2. 測試程序

由於國際電信聯盟(ITU)主要負責確立國際無線電和電信的管理制度和標準，劃分國際頻譜與制定各項射頻關鍵性能指標，詳細測試程序則由其他國際標準組織依據 ITU 確立標準，進一步訂定相關技術要求及測試方法。相關測試程序詳見附錄之 5G 專網行動通信終端之 ETSI 及 3GPP 章節說明。

(二) ETSI

現行歐洲標準化組織（European Standards Organization, ESO）主要包括： 歐洲電信標準協會（ETSI）、歐洲電工標準化委員會（European Committee for Electrotechnical Standardization, CENELEC）、歐洲標準化委員會（European Committee for Standardization, CEN），分別負責不同領域標準化工作，如圖 10 所示。經由歐洲標準化組織（CEN、CENELEC 和 ETSI）制定的標準，視為歐洲標準（EN）。

[19] ITU-R, ITU-R M.2376, Technical feasibility of IMT in bands above 6 GHz (2015/07), https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2376

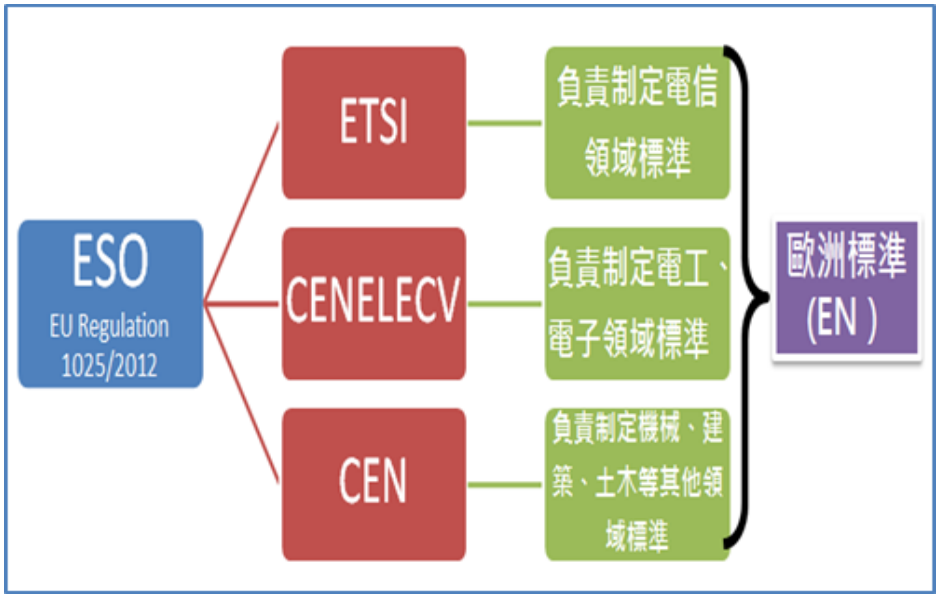


圖 10、歐盟三大標準化組織

資料來源：本研究整理

歐洲電信標準協會（European Telecommunications Standards Institute, ETSI） 是由歐洲郵政和電信管理局（Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT）於 1988 年成立的獨立非營利性歐洲地區性資通信技術（ICT）標準化組織，旨在為電信和其他資訊通訊技術相關產業提供全球標準，包括： GSM、TETRA、DVB、UMTS、DECT 等。ETSI 轄下的產業規範小組（Industry Specification Groups, ISG）、技術委員會（Technical Committees, TC）和專案項目，積極與 3GPP 合作開發 4G 和 5G 行動通信技術，將部分研究成果直接提供 3GPP 技術規範中。同時，ETSI 也與 oneM2M 合作制定機器對機器通

信標準[20]。值得注意的是，隨著 5G 網路朝向虛擬化和軟體化發展，需要最佳開放標準以確保提高互通性，因此 ETSI 在 5G 標準化制定上，主要著重在 5G 網路架構端: 網路功能虛擬化(Network Functions Virtualization, NFV)、多接取邊緣運算（Multi-access Edge Computing, MEC）、毫米波傳輸(Millimetre Wave Transmission, mWT)、下一代協議(Next Generation Protocols, NGP)、零接觸網路服務管理（Zero-touch Network Service Management，ZSM）等行動通訊基礎設施之整合[21]。

歐盟為確保市場上的無線產品符合基本健康、安全以及公共利益，防止有害干擾，要求投入歐洲市場適用無線電設備指令（RED, 2014/53/EU）範圍的無線設備，皆須遵循 RED 符合性評鑑程序，滿足「基本要求（Essential Requirements）」與「協調標準（ Harmonized Standards）」。 其中，協調標準即為歐洲標準組織（ESO）所制定的具體技術規範，係按歐盟「第 1025/2012 號條例（Regulation （EU）No 1025/2012）」和歐盟統一立法制定的歐洲標準（EN），協調標準清單發佈在歐盟官方公報[22]（OJ）中，作為製造商進行產品符合性評估的依據[23]。因此，歐盟電信終端設備及電信管制射頻器材之技術規範，主要採用 ETSI 標準組織制定的相關射頻標準，該標準同時也將 3GPP 技

[20] ETSI, ABOUT ETSI - A EUROPEAN STANDARDS ORGANIZATION WITH GLOBAL IMPACT, https：//www.etsi.org/about

[21] ETSI, ETSI publishes a white paper on Network Transformation - Building on key technologies for 5G,https://www.etsi.org/newsroom/press-releases/1670-2019-10-etsi-publishes-a-white-paper-on-network-transformation-building-on-key-technologies-for-5g

[22] EU ,RED HARMONISED STANDARDS, https：//www.etsi.org/standards/supporting-european-regulation

[23] EU RED, Guide to CE Marking & The Radio Equipment Directive, https：//www.elitetest.com/sites/default/files/downloads/guide_to_radio_equipment_directive_elite_electronic_engineering_4-24-2017.pdf

術要求及定義納入協調標準中。歐盟 RED 電信設備相關檢測技術規範，如表 6 所示。

表 6、歐盟 RED 電信設備相關檢測技術規範

技術	ETSI EN 標準	參用 3GPP 標準
GSM	EN 301 502 （GSM BS） EN 301 511 （GSM UE） EN 301 908-18 （MSR BS）	05 系列（R4 前） 45 系列（R4 後）
UMTS	EN 301 908-1 （General） EN 301 908-2 （UTRA UE） EN 301 908-3 （UTRA BS） EN 301 908-11 (UTRA Reapter） EN 301 908-18 （MSR BS）	25 系列（R99 後）
LTE； **LTE-M；** **NB-IOT**	EN 301 908-1 （General） EN 301 908-13 （E-UTRA UE） EN 301 908-14 （E-UTRA BS） EN 301 908-15 （E-UTRA Repeaters） EN 301 908-18 （MSR BS） EN 301 908-23 （AAS BS）	36 系列 37 系列 TS 36.101 TS 36.104 TS 36.141 TS 36.143 TS 36.521-1 TS 37.105
5G NR	EN 301 908-24 (NR BS) (尚未公告) EN 301 908-25 (NR UE) (尚未公告) EN 301 908-18 (MSR BS) (尚未公告)	38 系列 TS 38.101-1 TS 38.101-2 TS 38.104 TS 38.141-1 TS 38.141-2 TS 38.521-1 TS 38.521-2

資料來源：ETSI；本研究整理

歐盟 5G 技術規範之適用範圍和領域應用，將以 3GPP Release 15 為基礎，涵蓋與 5G NR UE 相關的所有 NR 功能。同時 UE NR 的協調標準(EN)也將基於 ETSI TS 138 101（射頻基本要求）和 TS 138 521-1、

TS 138 521-2、TS 138 521-3（一致性測試）等規範，納入檢測技術標準，以滿足 NR UE 無線電設備指令(RED)第 3.2 條的基本要求[24]。

值得注意的是，目前 ETSI 對於 5G 設備射頻(RF)相關的協調標準（Harmonised Standard）調和正在進行，相關 5G NR 終端設備(UE) 的 EN 301 908-25 檢測技術標準[25]，仍處於早期草案(early draft)狀態[26]，技術規範預計之專案期程，如表 7 所示。預計歐盟官方公報（Official Journal of the European Union, OJEU）將於 2021 年底公告正式版本[27]。

表 7、ETSI 5G NR 終端設備技術規範(草案)進度

項目	專案進度	預定期程
1	ETSI 創建工作項目(WI)	2018-06-05
2	EU 授權規範開發	2018-11-19
3	工作小組提交早期草案	2020-03-12
4	EN 完成草案審核	2021-01-12
5	ETSI 會員國完成投票作業	2021-08-01
6	EU 官方公報(OJ)正式公告	2021-11-28

資料來源: ETSI, 'DEN/MSG-TFES-15-25' Work Item Schedule

[24] ETSI, Details of 'DEN/MSG-TFES-15-25' Work Item, https://portal.etsi.org/webapp/WorkProgram/Report_WorkItem.asp?WKI_ID=54786
[25] ETSI EN 301 908-25, IMT cellular networks; Harmonised Standard for access to radio spectrum; Part 25: New Radio (NR) User Equipment (UE) Part 25 NR UE V15.1.1
[26] ETIS, Details of 'DEN/MSG-TFES-15-25' Work Item Schedule, https://portal.etsi.org/webapp/workProgram/Report_Schedule.asp?WKI_ID=54786
[27] ETIS, Details of 'DEN/MSG-TFES-15-25' Work Item Schedule, https://portal.etsi.org/webapp/workProgram/Report_Schedule.asp?WKI_ID=54786

1. 檢測規定

ETSI 5G NR 終端設備相關射頻(RF)之檢測規定，詳見第二章第一節二、(一)歐盟章節說明。

2. 測試程序

ETSI 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄之 5G 專網行動通信終端之 ETSI 章節說明。

(三) FCC

美國聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）是美國政府於 1934 年依聯邦通信法（Communication Act）成立並受國會監督的獨立機構，主要負責美國無線電、廣播、有線、衛星、電腦、電子裝置等產品管制，確保與生命財產有關的無線電和電線通信產品的安全性。美國無線射頻器材管理主要依據聯邦法規（The Code of Federal Regulations 47, 47 CFR）。聯邦法規（47 CFR）並規範美國所有與電信相關的法定事務，包括 FCC 之組織、業務範圍、作業程序、頻譜分配，並就不同頻段、不同用途屬性的電信管制設備制定個別的技術管理章節（Part），如表 8 所示。

表 8、美國聯邦法規（47 CFR）有關電信法定事務

行政管理（Administrative）			
47 CFR	規則名稱		目的
Part 0	Commission organization	委員會組織	委員會組織章程
Part 1	Practice and procedure	實施和程序規則	一般性程序與規則說明
Part 2	General rules and regulations	通用規則與法規	頻率配置、產品授權與測試、抽樣監督、設備進口要求等
免執照設備管理（License Exempt Operation）			
47 CFR	規則名稱		目的
Part 15	Radio frequency devices	RF 射頻設備	低功率無線設備與數位設備
Part 18	ISM Equipment	工業、科學和醫療設備	工業，科學和醫療設備規範
Part 68	Telephone Terminal Equipment	電話終端設備	與電話網連接之電信終端設備
需執照設備管理（Licensed Operation）			
47 CFR	規則名稱		目的
Part 11	Emergency Alert Systems （EAS）	緊急警報系統（EAS）	規範相關業務之 EAS 所需的技術標準和運作程序。
Part 20	Commercial Mobile Radio Services	商業行動無線電服務	規範商業行動無線電服務供應商的要求和條件。
Part 22	Public mobile services	公眾行動通信服務	行動通信設備（GSM 系統和基站）
Part 24	Personal communication services	個人通信服務（PCS）	PCS（含 GSM 和 CDMA 通信）系統和基站
Part 25	Satellite communications	衛星通信	衛星通信設備規範
Part 27	Miscellaneous wireless communication service	其他無線通訊服務	其他無線通訊設備規範
Part 30	Upper Microwave Flexible Use Service （UMFUS）	上層微波彈性使用服務	針對運作在毫米波段設備之基本認證與量測程序要求
Part 73	Radio broadcast services	無線電廣播服務	無線廣播業務規則
Part 80	Maritime services	海上通信服務	規範海上通信無線電系統和基站
Part 87	Aviation services	航空通信服務	規範和空通信無線電系統和基站
Part 90	Private land mobile radio service	陸地專用行動無線電服務	規範無線電專用系統設備
Part 95	Personal radio service	個人無線電服務	短距離移動無線電設備、無線電控制設備
Part 96	Citizens Broadband Radio Service （CBRS）	公民寬頻無線電服務	規範運作在 3550~3700MHz 的設備授權及營運規則
Part 97	Amateur radio services	業餘無線電服務	業餘無線電業務的規則和條例
Part 101	Fixed microwave services	固定微波通信服務	微波通信設備

資料來源：FCC；本研究整理

其中 Part 2 是 FCC 法規的通用基礎篇，主要內容包括：頻率配置表、產品授權、進口要求、抽測監督、符合性資訊等；對於低功率免執照（License Exempt Operation）RF 設備受 Part 15 的無線設備技術規則要求，而 ISM 設備則受 Part 18 的技術要求；此外，對於需執照（Licensed Operation）的商業行動無線服務 FCC 依所屬頻段分別制訂 Part 22、24、27、30 以及 96 等章節規管。例如，FCC 於 2015 年 7 月通過 Part 96 節「公民寬頻無線電服務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS）」允許頻譜共享，規範運作在 3550~3700MHz 的設備授權及營運規則。另為因應毫米波應用需求，FCC 於 2016 年 12 月公告 Part 30 節「上層微波彈性使用服務（Upper Microwave Flexible Use Service, UMFUS）」用於 5G 毫米波頻段之設備授權與營運管理。

1. 檢測規定

FCC 對於需執照之商業行動無線服務的 RF 射頻設備授權，須依 Part 2 Subpart J（Equipment Authorization Procedures）設備授權程序[28]，檢測設備射頻特性（§2.1046 輸出功率、§2.1047 調變特性、§2.1049 占用頻寬、§2.1051 天線端混附波輻射、§2.1053 混附波輻射場強、§2.1055 頻率穩定度），設備符合審驗技術要求並標示後始得上市銷售[29]。相關測項檢測規定說明如下：

[28] FCC, 47 CFR Subpart J - Equipment Authorization Procedures, https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/part-2/subpart-J

[29] FCC, 47 CFR § 2.803 - Marketing of radio frequency devices prior to equipment authorization. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/2.803

(1) 峰值輸出功率規定 （Peak power）

Sections 2.1046 （a） and （c）要求在設備的 RF 輸出端進行傳導功率測量（conducted power measurements），一些無線電業務規則規定射頻輸出功率（RF output power）限制，例如總峰值輸出功率、總峰值有效輻射功率（effective radiated power, ERP）或等效全向輻射功率（equivalent isotropically radiated power, EIRP）。當限制規定峰值輸出功率、總峰值 ERP 或 EIRP，且沒有額外規定參考頻寬時，通常是指總峰值功率。此外，當輸出功率限制規定總平均功率、總平均 ERP 或 EIRP 時，可以接受使用總峰值功率測量來證明符合性，前提是其測量的峰值功率總是大於或等於測量平均功率。峰值輸出功率之後可用於確定峰值 ERP 或 EIRP，其可使用頻譜/信號分析儀、電磁干擾（Electromagnetic Interference, EMI）接收器或峰值功率計進行測量。可使用相關儀器進行測量的指南，如使用頻譜/信號分析儀或 EMI 接收機進行峰值功率測量（ Subclause 5.2.3.3 of ANSI C63.26-2015 是可適用的），以及使用峰值功率計進行峰值功率測量（ Subclause 5.2.3.2 of ANSI C63.26-2015 是可適用的）。

上述規則對於透過 EUT 發射天線端口和測量儀器之間同軸電纜連接在傳導信號（conducted-signal）基礎上（即參考天線端子的功率）的測量程序提供相關指南，除了 Section 2.1046 的傳導功率測試數據之外，當適用的無線電業務規則規定 ERP 或 EIRP 的限制時，對於某些設備可能還須要進行 Section 2.911（c）的輻射功率測量。

(2) 調變特性規定 （Modulation characteristics）

根據§2.1033（c）（13）申請人應提供所有使用調變格式的詳細說明，包括所有使用濾波器的響應特性（頻率、相位和振幅），以及調變波列（modulating wavetrain）的描述，應提交運作設備的最大額定條件（maximum rated conditions）。另根據§2.1047（d）申請人應提供曲線或其他等效的數據，以顯示該設備將符合執照取得規則的調變要求，並透過詳列所採用的數位調變方案，以及位元符元比率（bit/symbol）的簡要說明，可以符合這些要求。同時，Subclause 5.3.1 of ANSI C63.26-2015 的要求與 Section 2.1047 的要求相同的。

(3) 佔用頻寬規定 （Occupied BandWidth, OBW）

OBW 即頻率頻寬（frequency bandwidth），如果低於其頻率下限或高於其頻率上限的情況下，其發射的輻射平均功率（mean powers）等於輻射的總平均功率之 0.5%，當信號輸入調變使其振幅（amplitude）與符元（symbol）比率代表運作設備的最大額定條件時，設備應進行測量，測量信號應通過所有濾波器的網路、偽隨機（pseudo-random）發電機或正常服務中所需的其他設備。此外，當用戶可自行選擇設備時，應顯示所有修改頻率設備的佔用頻寬。

許多獨立的規則規定相對 OBW（relative OBW）代替 99%的 OBW。在這種情況下，OBW 定義為兩點之間的信號寬度，一個低於載波中心頻率，一個高於載波中心頻率，在此兩點之外的所有發射都至少衰減低於發射機功率的 X dB，這裡的 X 值通常指定為 26。

當適用的規則中有規定相對 OBW，則必須進行相對 OBW 測量與報告，否則應測量並報告 99%的 OBW。測量報告應規定採用何種 OBW

報告。對於相關測量，建議使用頻譜/信號分析儀或其他可以提供頻譜顯示的儀器，並且影像頻寬（video bandwidth）應設置為至少比 IF/解析頻寬（resolution bandwidth, RBW）大三倍的值，以避免任何振幅過於平滑（smoothing）。在佔用頻寬測量期間，不得使用影像過濾。OBW 應測量所有將影響頻寬結果的運作條件（例如可變調變、編碼，或頻道頻寬設置）。

A. 占用頻寬 - 相對測量程序

除非適用的規則另有規定，否則參考值是調變信號頻譜包絡（spectral envelope）的最大值。Subclause 5.4.3 of ANSI C63.26-2015 是可適用的。

B. 占用頻寬 - 功率頻寬（99%）測量程序

Subclause 5.4.4 of ANSI C63.26-2015 是可適用的（其中建議使用頻譜分析儀的 99%功率頻寬功能）。

(4) 天線端不必要發射（unwanted emissions at ant. terminals）

FCC 各個授權數位發射機規則中規定的不必要混附波輻射（spurious emissions）限制（通常在“發射限制（emission limits）”的標題下），通常適用於授權頻段外的所有發射，並適用於帶外（out-of-band）區域和混附波（spurious）區域中的發射。在一些規則中，不必要之發射限制是由波罩（emission mask）所規定，該波罩定義適用的限制可作為頻率範圍相對於授權頻段的函數。

通常授權無線電業務規則會要求不必要發射必須衰減至低於發射機功率乘以一個係數，該係數最少是 X + 10 log P dB，其中 P 是以瓦（watts）為單位的發射機功率，X 是一個指定的純量值（scalar value），例如 43。該規範可以用兩種等效方式的其中一種來解釋。首先，所需的衰減可以被解釋為相對於發射機輸出平均功率，等式 X + 10log P 的結果以 dBc（相對於最大載波功率的 dB）表示。或者當實際從最大允許發射機功率中減去指定的衰減時，該規範可以被解釋為絕對限制（absolute limit）〔即 10 log P - {X + 10 log P}〕，導致絕對值 -X dBW〔或（-X + 30）dBm〕。

通常適用的規則會規定用於測量不必要發射電平的參考頻寬（如果授權的頻段低於 1 GHz，通常為 100 kHz，如果授權的頻段高於 1 GHz，則為 1 MHz），如此將有效地描繪功率頻譜密度的不必要發射限制。在沒有明確規定參考頻寬的情況下，應使用前一段中的值。

通常當測量頻寬（解析頻寬）小於參考頻寬時，其允許被用於授權頻段邊界處指定頻率範圍內的測量（例如在授權頻段外第一個 Y MHz 內，其中 Y 的值會規定在相關的規則中）。一些 FCC 帶外（out-of-band）發射規則允許使用較窄的 RBW 通常限制為 1% OBW 的最小 RBW，以在無需將結果整合完整參考頻寬的情況下，測量帶外發射。超出指定的頻率範圍，也就是放寬統一的參考頻寬，這也是被允許的，通常也可接受使用較窄的 RBW（一樣限制為 1%OBW 的最小 RBW）來提高精度，但測量結果必須隨後整合到完整的參考頻寬。

一些規則規定不必要發射限值以峰值、平均功率或峰值功率頻譜密度（Power Spectral Density, PSD）表示。當沒有明確的信號特徵規範（例如峰值、平均值、功率平均值（rms））時，應該假設不必要發射測量

是採用基本幅射功率或 PSD 的一致測量方式（例如如果執行峰值功率或 PSD 測量以證明符合基本功率限制，則應測量不必要發射的峰值功率或 PSD，以與適用的發射限值進行比較）。在任何情況下，用於確定帶內（in-band）參考電平的相同檢測器功能，也應用於帶外信號測量。

在一般執照的規則中，不必要發射限制是用平均功率表示。使用“Max Hold”不會產生真正的平均功率測量。相反的，用於執行平均測量的適當模式是追踪平均（trace average）模式。或是設置掃描速度，以使用單次掃描測量（single sweep measurement），使得在每個分段追踪（trace bucket）中實現相對較長的停留（通常每個追踪點至少 1ms）。可參考適用的規則，以確定適用於不必要發射電平測量的具體細節。

(5) 混附波輻射的場強 （Field strength of spurious radiation）

當進行天線端口傳導測量（根據 Section 2.1051），以證明符合適用的不必要發射限值時，需要獨立的輻射測量（根據 Section 2.1053），以檢測在正常安裝與運作條件下，可能直接從機櫃、控制電路、電源線或中間電路元件輻射的混附波輻射。注意當進行輻射測量以證明符合不必要發射限值時（例如對於帶有積體發射天線的 EUT），不需要進行此測量。

在發射天線端口終端執行這些測量時，除非適用的規則另有規定，否則適用於天線終端混附波輻射（不必要發射）的相同限值也適用於混附波輻射，例如為了設備授權合規報告，Section 24.238（a）的帶外發射限值通常用於傳導和輻射的不必要發射測試數據。

此外，對於所有 Part 96 的公民寬頻無線電服務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS）設備，當進行天線端口傳導測量（Section 2.1051）

以證明符合 Section 96.41（e）時，還需要獨立的輻射測量（Section 2.1053），以檢測在正常安裝與運作條件下，可能直接從機櫃、控制電路、電源線或中間電路元件輻射的混附波輻射。Section 96.41（e）的限制通常也適用於輻射的不必要發射。第五節之八規定的考慮因素和要求也可以適用，還有 Subclause 5.5 of ANSI C63.26-2015 也可以適用。

(6) 頻率穩定性（Frequency stability）

在 Section 2.1055 規定的範圍內改變環境溫度和電源電壓時，應測量發射機的頻率穩定性。具體的頻率穩定性限制規範在各無線電服務相關規則中。

2. 測試程序

FCC 相關終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄之 5G 專網行動通信終端之 FCC 章節說明。

(四) 3GPP

第三代合作夥伴計劃（Third Generation Partnership Project, 3GPP）是在 1998 年 12 月成立的國際通信產業標準化組織。3GPP 最初成立目的是為第三代移動通信系統（WCDMA、TD-SCDMA 及 CDMA2000）制定全球統一的技術規範。隨著通信技術的不斷發展，3GPP 工作範圍也隨之擴大增加第四代（LTE FDD、TD-LTE、LTE-A）及 5G（NR）系統的研究和標準制定。在多世代通信系統研究與標準化制定的過程中，3GPP 獲得通信業界最廣泛的系統廠商、終端設備廠商、晶片廠商

和儀表廠商的認同和支持。3GPP 的「組織合作夥伴（Organizational Partners）」主要包括： 歐洲 ETSI、美國 ATIS、日本 TTC 和 ARIB、韓國 TTA、中國 CCSA 和印度 TSDSI 等 7 個組織；其他合作夥伴還包括： 全球認證論壇（GCF）、全球移動設備供應商協會（GSA）、TD-SCDMA 產業聯盟（TDIA）、小細胞論壇（small cell forum）、GSMA 協會等 18 個市場代表合作夥伴（MRP）以及 300 多個獨立成員。

3GPP 為實現 5G 的願景和需求，滿足超大頻寬（eMBB）、超高可靠度低時延通信（URLLC）、超大連結（mMTC）之多樣化需求與向下相容的特性，於 R14 版本中針對 5G 關鍵性能指標、新無線接取技術、核心網路服務等進行初步研究並提交技術報告（TR）；3GPP 並根據 R14 研究成果於 R15 和 R16 版本中陸續開發 5G 技術規範（TS）。其中，3GPP R15 版本於 2018 年 9 月發布 5G 第一階段規範（Phase 1 specifications）定義 5G 的基本功能，主要關注在「超大頻寬（eMBB）」應用。3GPP R16 版本為 5G 第二階段規範（Phase 2 specifications）制定的開始，除著重於「超高可靠度低時延通信（URLLC）」及超大連結（mMTC）多樣化需求應用，並擴展 5G 附加功能的標準。3GPP R17 版本則進一步強化整體網路容量、覆蓋範圍、更低延遲、行動性以及發展毫米波應用等。3GPP R15 至 R17 主要的系統功能，如圖 11 所示。

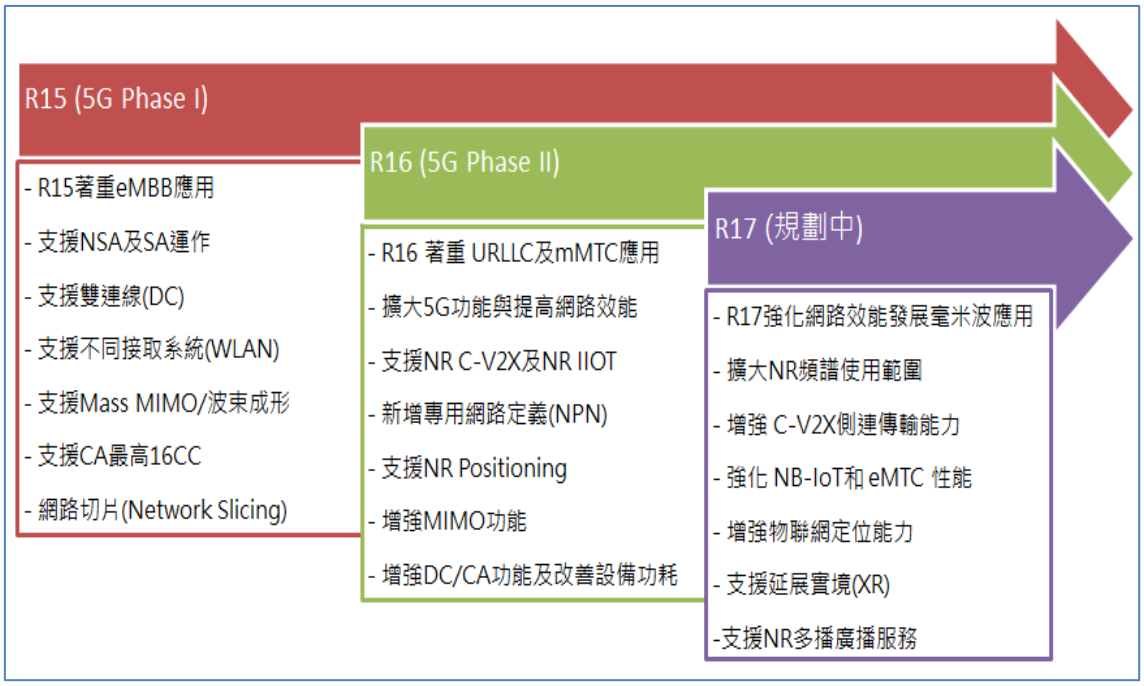


圖 11、3GPP R15/R16/R17 版本系統功能

資料來源：3GPP；本研究整理

3GPP 有關 5G 標準制定各階段重點工作內容，包括：

A. Release 15 標準制定（5G 第一階段規範）

3GPP R15 是進行 5G 第一階段標準制定的開始。R15 版本對 5G NR 標準化的範圍，包括非獨立（Non-Standalone, NSA）和獨立（Standalone, SA）運作。在 NSA 模式中，允許 5G NR 和 LTE 系統並行運作；而在 SA 模式中，5G NR 則採獨立方式運作。3GPP 於 R15 第一階段之重點工作內容包括以下[30]：

[30] ITU, 5G networks and 3GPP Release 15, 2018-10, https：//www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/ITU-ASP-CoE-Training-on-

- 能夠在任何頻段運行，包括低、中、高頻段；
- 網路可以支持 LTE 及 5G NR，包括雙連接（Dual Connectivity, DC），設備可以同時連接到 LTE 及 NR。
- 系統架構可支持使用不同接取系統（如 WLAN）的用戶服務。
- 初始版本中下行連結峰值容量為 5 Gbps。
- 下行連結及上行連結中可支援 CP-OFDM，上行還可選用載波分頻多工（SC-FDMA）以做支援。
- 大規模 MIMO 及波束成形。數據、控制及廣播頻道都將採波束成形。
- 能夠支援 5G 無線電頻段的 FDD 或 TDD 模式。
- 支援 2^{μ} x 15 kHz 彈性子載波區間，子載波間隔高達 120 kHz 或 240 kHz。($\mu = 0 \sim 4$)。
- 可擴展的 OFDM 方法，支持窄頻無線電頻道（例如，1MHz）或更寬之頻道（每個載波高達 400MHz）。第一階段可能支持最大 400 MHz 頻寬，子載波為 240KHz 之間隔。
- 最多 16 個 NR 載波的 CA。
- 載波聚合可達約 1 GHz 的頻寬。

/session7_5G%20networks%20and%203GPP%20release%2015.pdf

- 通道編碼，用於數據傳輸的低密度同位檢查碼（LDPC）進行檢查，比在更高數據速率下的 LTE turbo 碼更有效。控制通道使用 Polar 代碼。
- 基於 Cloud RAN 標準，指定封包資料匯聚通訊協定（Packet Data Convergence Protocol, PDCP）及無線電連結控制（Radio Link Control, RLC）協定之間的劃分。
- 整合子訊框，結合了調度、數據及確認等功能，其優勢包含快速 TDD 切換、較低的延遲以及高效率大規模的 MIMO 等。
- 彈性的傳輸時間間隔，藉由短時間間隔、低延遲及更長的時間間隔，實現更高的頻譜效率。
- 使用新的服務品質（QoS）模型。
- 與 LTE 動態共存在相同的無線電通道中。
- 支援網路切片（核心網路）。

B. Release 16 標準制定（5G 第二階段規範）

3GPP R16 是 5G 第二階段標準制定的開始，主要著重於「超可靠與低延遲通信（URLLC）」及超大連結（mMTC）多樣化需求應用，並擴展 5G 附加功能與效率提升。由於 5G 不再侷限過去「人與人的溝通」，更導入「人與物的介接」和「物與物的相連」設計理念，能提供各種不同服務、不同流量負載和不同用戶群體的優化，以及滿足不同可靠性、延遲、吞吐量、定位和可用性要求的多種服務。同時，支援靈活運作的

網路切片及增強收費和安全機制，以因應來自不同方式連接到網路的新型 IoT 設備。對於超大連結物聯網（Massive IoT）的支援，是 3GPP 制定 5G 標準的重要考慮因素。為此，3GPP Rel-16 進一步強化 5G 核心網路和無線功能，以服務工業、企業和家庭中不斷成長的 IoT 設備使用。3GPP R16 針對 eMBB、IoT 和 URLLC 等不同服務的相關服務要求，包括:

- 3GPP TR 22.804，垂直域中用於自動化通信的研究，Study on Communication for Automation in Vertical Domains （Release 16）[31]。
- 3GPP TS 22.261 V16.7.0，5G 系統的服務要求；第一階段[32]，2019 年 3 月。
- 3GPP TS 22.186 V16.1.0，增強 3GPP 針對 V2X 場景的支援；第一階段[33]，2018 年 12 月。
- 3GPP TS 22.104 V16.1.0，垂直域中網路實體控制應用的服務要求；第一階段[34]，2019 年 3 月。

[31] 3GPP TR 22.804, “Study on Communication for Automation in Vertical Domains （Release 16）

[32] 3GPP TS 22.261 Service requirements for the 5G system Stage 1, 3GPP. March 2019.

[33] 3GPP TS 22.186 v16.1.0, Enhancement of 3GPP support for V2X scenarios; Stage 1. December 2018.

[34] 3GPP TS 22.104 V16.1.0, Service requirements for cyber-physical control applications in vertical domains; Stage 1. March 2019.

其中，3GPP 針對 URLLC 和工業物聯網（Industrial IoT, IIoT）應用的服務需求，在 TR 22.804 進行「垂直域中用於自動化通信的研究」，提供垂直領域中用於自動化的 5G 用例，如表 9 所示。

表 9、5G 低延遲通信（URLLC）相關應用案例

類型	應用案例	參考規範
增強實境/虛擬實境（AR/VR）	雲端 AR/VR	Sec. 5.3.10, TR 22.804
	擴增型工人（augmented worker）	Sec. 6.2, NGMN
觸覺式互動（Tactile Interaction）	電競遊戲（Gaming）	Sec. 6.2.3, NGMN
	遠端起重機（天車）遙控（Remote control of RMG Crane）	Sec. 6.6, NGMN
	安全功能行動控制面板（Mobile control panel with safety functions）	Sec. 5.3.6, TR 22.804
智慧交通（Intelligent transport）	虛擬耦合火車（Virtually coupled trains）	Sec. 5.1.9, TR 22.804
未來工廠（Factory of the Future）	移動控制（Motion control）	Sec. 5.3.2, TR 22.804
	行動機器人（Mobile robots）	Sec. 5.3.7, TR 22.804
	自動化過程－閉環控制（Process automation – closed loop control）	Sec. 5.3.11, TR 22.804
智慧能源（Smart Energy）	主頻率控制（Primary frequency control）	Sec.5.6.2, TR 22 804
	配電網故障管理（Power distribution grid fault management）	Sec. 5.6.4, TR 22.804
	實體間同步（Synchronicity between the entities）	Sec. 5.6.5, TR 22.804
	差動保護（Differential protection）	Sec. 5.6.6, TR 22.804
	風力發電場流量控制（Wind power park control traffic）	Sec. 5.7.5, TR 22.804

無人機 UAV（Drones）	無人機流量管制（UAV traffic control）	Sec. 6.6, NGMN
定位（Positioning）	精確 GNSS 定位（Precise GNSS positioning）	Sec. 6.7, NGMN

資料來源：NGMN；本研究整理

3GPP TR 22.804 概述自動化概念以及如何在垂直域中對自動化通信建立模型外，並提出垂直域中通信的安全需求。該研究報告同時指出，工廠的 IIoT 應用通常需要較高級別的安全性和可用性，並受到嚴格的責任和商業條件約制。因此，傳統的公眾網路可能無法滿足工廠中 IIoT 應用等各種特定場域的需求。為此，3GPP TS 22.261 技術規範中提出各種 5G 系統服務功能，並在 Sec. 6.25 章節定義「非公共網路（non-public network, NPN）」供專用實體(如企業)使用；非公共網路（NPN）可以部署成完全獨立網路、或由 PLMN 託管、或作為 PLMN 的切片網路提供服務，以及整合成較大的 NPN 網路。同時 NPN 也允許業者能以專用頻段 (如德國、日本)、共享頻段（如美國 CBRS）或免執照頻段方式，運用虛擬和實體元件進行各種 NPN 網路的配置與部署，以滿足工業物聯網的特定需求。

根據 3GPP 於 2018 年 6 月的決議，R16 進行的 5G 第二階段重點工作內容及增加項目，還包括以下[35]：

- 研析 URLLC 應用。
- 研析 7 GHz 以下頻段之免執照頻譜運作。

[35] National Instruments, 3GPP Release 16： Study Items and Road Map,2018, ftp://ftp.ni.com/evaluation/rf/33656_3GPP_Release_16_WP_Ltr_WR.pdf

- 接取回傳一體化。
- 基於 NR 的 C-V2X 標準。
- NR 版的相關定位技術支援。
- 非地面 5G 通信，包括衛星。
- 研析 52.6 GHz 以上的無線電頻段。
- 雙載波、載波聚合及移動性增強。
- 設備功耗改善。
- MIMO 增強功能。

值得注意的是，3GPP 於 2020 年 7 月在 3GPP TSG 第 88 次會議上，正式宣布 Release 16(Rel-16)規範凍結，亦即 5G 第 2 階段(Phase 2)標準制定已宣告完成。相較於 Rel-15 規範，Rel-16 對於 5G 行動寬頻技術革新將產生多項助力，包含延伸至工業物聯網(IIoT)、車聯網(V2X)等領域，同時也提升超大寬頻(eMBB)以及超高可靠與低延遲通訊(URLLC)技術。3GPP Rel-15、Rel-16、Rel-17 相關技術演進發展，如圖 12 所示。

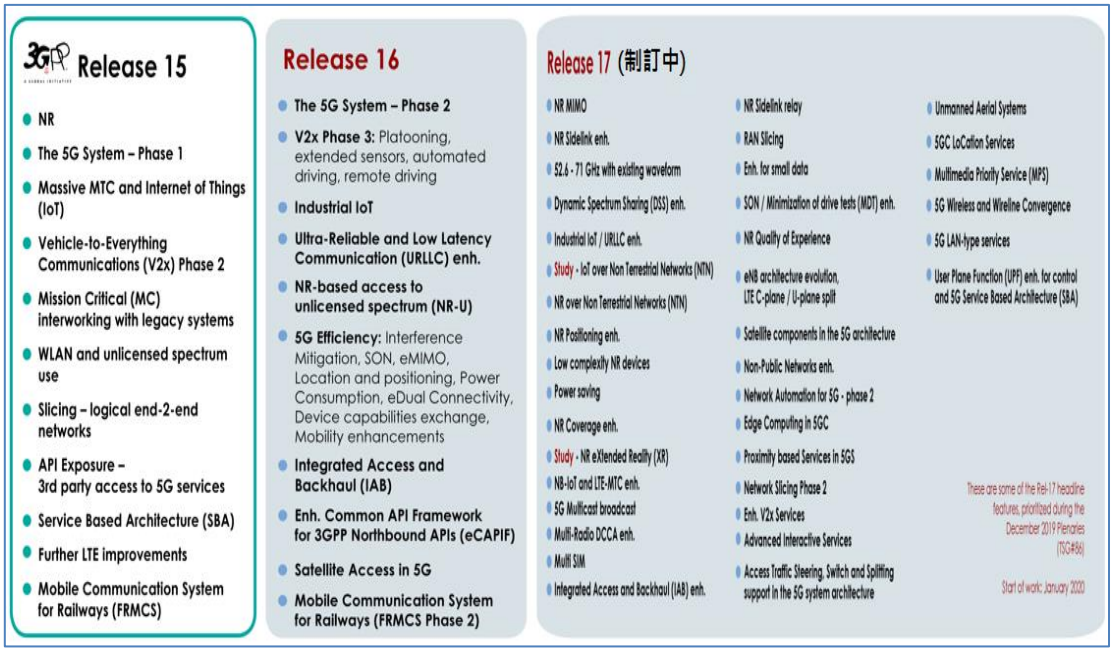


圖 12、3GPP R15/R16/R17 相關技術功能

資料來源：3GPP；本研究整理

C. Release 17 標準（規劃中）

3GPP 於 2019 年 12 月召開 3GPP RAN 第 86 次會議，確立多項 5G R17 版本的研究工作項目，範圍涵蓋增強整體網路容量、覆蓋範圍、延遲、行動性以及發展毫米波應用，並擴展優化 5G 對工業物聯網的支援以及對免執照頻譜、智慧運輸系統及非陸地網路運作的支援。預計將於 2021 年底完成[36]。3GPP R17 新增功能及強化項目，主要包括[37]、[38]:

[36] 3GPP, Release 17 Project, https://www.3gpp.org/release-17
[37] 3GPP, 5G Standardization update, Release 17 planning, https://www.3gpp.org/ftp/Information/presentations/presentations_2019/2019_07_Brighttalk_Post-RAN84.pdf
[38] Ericsson, 5G evolution: 3GPP releases 16 & 17 overview, https://www.ericsson.com/en/reports-and-

- 輕量版 NR(NR Light): 對於中層 NR 設備（如 MTC、可穿戴設備等）進行優化運作，包括節能等；降低設備成本和複雜性。
- 優化小數據傳輸(Small data transfer optimization): 優化小數據和非活動(Inactive)數據傳輸（包括上下行鏈路）
- 增強側鏈傳輸能力(Sidelink enhancements): 涵蓋 V2X、商業、關鍵性通信服務；包括 FR2（> 6GHz）；實現商業、V2X 和關鍵性通信之間最大的共通性。
- 擴大 NR 高於 52.6 GHz 頻譜的使用（包括 60GHz 免執照頻譜）
- 支援多張 SIM 卡運作，在不同網路可互不影響。
- 支援 NR 多播廣播服務(NR multicast broadcast)，用於 V2X 和公共安全。
- 增強覆蓋範圍(Coverage enhancements)，包括室內和廣域(wide area)範圍。
- 強化 NB-IoT 和 eMTC 能力(NB-IoT and eMTC enhancements)
- 改善 IIoT 和 URLLC 性能(IIoT and URLLC enhancements)
- 強化 MIMO (MIMO enhancements)，以支援高速移動及對 FDD 更好的支援。
- NR 對非陸地網路的支援(NR for Non Terrestrial Networks)

papers/ericsson-technology-review/articles/5g-nr-evolution

- 增強 IAB 能力(Integrated Access and Backhaul Enhancements)，支援 Mobile IAB。
- 增強 NR-U 支援非授權頻段能力 (Generic enhancements to NR-U)
- 增強節能 (Power saving enhancements)，有助智慧手機及網路的節能。
- 增強 RAN 資料收集能力(RAN data collection enhancements)，有助 AI 的啟用。
- 增強定位能力(Positioning enhancements)，強化工廠/校園定位、物聯網、V2X、3D 定位，提升至厘米級精度(cm level accuracy)，以及包括延遲和可靠性的改進。

隨著 5G 多元技術發展的演進，3GPP 對於不同應用情境（eMBB、URLLC、mMTC）訂定相關技術指標及技術目標數值，將 5G NR 無線電相關要求定義於 3GPP 38 系列規範，而對於 LTE 和 5G NR 之間無線電相關的要求定義在 3GPP 37 系列規範。另對於 5G 系統的系統架構、5G 系統流程、NR 和 NG-RAN 整體說明及下一代新服務等相關技術規範，如表 10 所示。

表 10、3GPP 5G NR 相關技術規範

類別	規範編號	規範原文	規範名稱	內容
射頻系列規範	TS 38.101-1	NR； User Equipment （UE） radio transmission and reception； Part 1： Range 1 Standalone	UE 無線發送和接收；FR1	在頻率範圍 1 上運行的 NR 用戶設備（UE）的最小 RF 特性和最低性能要求。

	TS 38.101-2	NR； User Equipment（UE） radio transmission and reception； Part 1：Range 2 Standalone	UE 無線發送和接收；FR2	建立在頻率範圍 2 上運行的 NR 用户設備（UE）的最小 RF 特性和最低性能要求]。
	TS 38.101-3	NR； User Equipment（UE） radio transmission and reception； Part 3：Range 1 and Range 2 Interworking operation with other radios	UE 無線發送和接收；FR1、FR2 互連運作	NR 用户設備（UE）與其他無線電的互通操作建立了最小 RF 特性和最低性能要求。
	TS 38.101-4	NR； User Equipment（UE） radio transmission and reception； Part 4：Performance requirements	UE 無線發送和接收；性能需求。	描述頻率範圍 UE 的最低性能要求
	TS 38.104	NR；Base Station（BS）radio transmission and reception	BS 無線發送和接收	說明 NR 基站（BS）的最小 RF 特性和最低性能要求。
	TS 38.133	NR； Requirements for support of radio resource management	無線資源管理的要求	描述支援新無線電（NR）的 FDD 和 TDD 模式的無線電資源管理的要求。
	TS 38.141-1	NR； Base Station（BS） conformance testing Part 1：Conducted conformance testing	NR BS 傳導符合性測試要求。	規定類型 1-C 和類型 1-H 基地臺（BS）射頻（RF）測試方法和一致性要求。
	TS 38.141-2	NR； Base Station（BS） conformance testing Part 2：Radiated conformance testing	NR BS 輻射符合性測試要求。	規定類型 1-H，類型 1-O 和類型 2-O 基站（BS）射頻測試方法和一致性要求。
物理層規範	TS 38.201	NR； physical layer；General description	NR 物理層一般性說明	提供 NR 無線介面物理層的一般描述。
高層系列規範	TS 38.300	NR； Overall description； Stage-2	NR 物理層總體描述	提供 NG-RAN 的概述和總體描述。
	TS 38.306	NR；User Equipment（UE） radio access capabilities	NR UE 無線接取能力	描述 UE 無線接取能力，包括 UE 等級劃分方式，UE 各個參數的能力定義。
介面系列規範	TS 38.401	NG-RAN；Architecture description	NG-RAN 網路架構說明	描述 NG-RAN 的總體架構，包括介面 NG，Xn 和 F1 介面以及無線電介面的互動。
	TS 38.410	NG-RAN； NG general	NG-RAN 總體概述	定義用於 NG-RAN

		aspects and principles		節點與 5GC （5G 核心網路）互連的 NG 介面。
	TS 38.420	NG-RAN； Xn general aspects and principles	Xn 介面總體概述	定義 Xn 介面的 TSG RAN TS 38.42x 系列技術規範。
	TS 38.521-1	NR； User Equipment （UE） conformance specification； Radio transmission and reception； Part 1： Range 1 standalone	UE 符合性測試要求；FR1	規範在頻率範圍 1 下 UE 符合性測試的測量程序及射頻收發測試要求。
	TS 38.521-2	NR； User Equipment （UE） conformance specification； Radio transmission and reception； Part 2： Range 2 standalone	UE 符合性測試要求；FR2	規範在頻率範圍 2 下 UE 符合性測試的測量程序及射頻收發測試要求。
	TS 38.521-3	NR； User Equipment （UE） conformance specification； Radio transmission and reception； Part 3： Range 1 and Range 2 Interworking operation with other radios	UE 符合性測試要求；FR1 和 FR2 網路互連運作。	規範 UE 一致性測試的測量程序，包含用於範圍 1 和範圍 2 之間載波聚合的 RF 特性以及具有 E-UTRA 的 NR 非獨立（NSA）操作模式的附加要求。

資料來源：本研究整理

由於第五代行動通訊 (5th Generation Mobile Network)具備高速傳輸通信、超可靠低延遲通信、巨量物聯通信功能，可乘載智慧物聯多元應用服務，將驅動產業創新升級，國際先進國家均致力於推動第五代行動通訊多元應用服務發展。為使我國行動寬頻服務與其他先進國家齊頭並進，通傳會於 2019 年 12 月啟動第一階段商用頻譜釋照作業外，行政院並指配 4.8 ~ 4.9 GHz 頻段作為 5G 專網頻譜，藉以鼓勵各領域業者發展創新應用。同時 3GPP 亦訂定新無線電技術標準，採用更高壓縮密度之調變技術及更多頻段範圍，相關測試項目及合格標準並已獲先進國家參酌採用，故本章將蒐整研析 3GPP TS 38.101-1、3GPP TS

38.521-1、3GPP TS 38.521-2 等技術標準，作為國內未來制訂 5G 專網終端設備審驗技術規範之參考。

1. 檢測規定

3GPP 是主要制定 5G 標準的國際行動通信標準制定組織。3GPP 在 2018 年 6 月發布 3GPP TS 38.101-1 V15.2.0《NR;用戶設備無線發射與接收》規定了在頻率範圍 1(FR1)上運行的 5G NR 用戶設備(UE)的最低射頻特性和最低性能要求；並在 2018 年 9 月發布 5G 終端射頻測試標準 3GPP TS 38.521-1 V15.0.0《NR; 用戶設備(UE)符合性規範; 無線電發射與接收;第 1 部分》定義 5G NR 用戶設備一致性測試（Conformance）與終端射頻測試方法等。同時，3GPP 也針對中低頻段的 5G 頻段範圍，規劃 3.3 GHz ~4.2 GHz 和 4.4 GHz ~5.0 GHz 兩個頻段。其中 3GPP 在 2018 年 6 月發布的 3GPP TR 38.814 V15.0.0《New frequency range for NR (4.4-5.0 GHz)》[39]技術報告中將 4.4 GHz ~5.0GHz 頻段編號定義為 n79。 3GPP 5G NR 頻段 n79 使用 TDD 雙工模式，支援的載波頻寬分別為: 40MHz、50MHz、60MHz、80MHz、100MHz 等。鑑於國內指配 4.8～4.9 GHz 頻段作為 5G 專網頻譜，故本研究將依據 3GPP 配置的新頻率範圍（4.4 - 5 GHz）及終端設備(UE)射頻特性要求，彙整相關檢測規定與測試程序如後說明。

[39] 3GPP, TR 38.814 V15.0.0《New frequency range for NR (4.4-5.0 GHz)》, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3297,201806.

(1) 通用條件

A. 運作頻段

3GPP 指配 4.4－5GHz 頻率範圍於 NR 頻段的定義，如表 11 所示。

表 11、3GPP 頻段編號 N79 工作頻率範圍

NR 運作頻段	上行(UL)運作頻段 BS 接收 ； UE 發送	下行(DL)運作頻段 BS 發送；UE 接收	雙工模式
N79	4400MHz － 5000MHz	4400MHz － 5000MHz	TDD

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 5.2-1

B. 頻道頻寬

N79 頻段終端設備(UE)運作的頻道頻寬，如表 12 所示。

表 12、3GPP 頻段編號 N79 適用的頻道頻寬

NR 頻段	SCS KHz	5MHz	10MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	70 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
N79	15							Yes	Yes					
	30							Yes	Yes	Yes		Yes		Yes
	60							Yes	Yes	Yes		Yes		Yes

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 5.3.5-1

(2) 射頻(RF)檢測規定

A. 發射功率規定

N79 頻段終端設備之傳導輸出功率限制值與容許誤差應符合，表 13 規定。其中，測試誤差(Test Tolerance, TT)如表 14 所示。

表 13、3GPP 傳導輸出功率限制值

NR 運作頻段	等級 2 (dBm)	誤差 (dB)	等級 3 (dBm)	誤差 (dB)
N79	26	+2+TT/-3-TT	23	+2+TT/-3-TT

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table 6.2.1.5-2

表 14、3GPP 傳導輸出功率測試誤差(Test Tolerance, TT)

	4.2GHz < f ≤6.0GHz
頻道頻寬 ≤ 40MHz	1.0 dB
40MHz < 頻道頻寬 ≤ 100MHz	1.0 dB

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-3

B. 頻率穩定度(frequency error) 規定

N79 要求的頻率穩定度(frequency error)是載波頻率應在頻道之主波頻率±0.1 百萬分之一(PPM)以內，測試週期 1ms。

C. 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR) 規定

a. NR 相鄰頻道洩漏功率比(NR_{ACLR}) 規定

NR 相鄰頻道洩漏功率比(NR_{ACLR})係以指定之 NR 頻道頻率為中心之濾波平均功率與以標稱頻道間隔(Nominal channel spacing)為中心之相鄰 NR 頻道頻率濾波平均功率之比[40]。若測量之鄰頻功率超過-50dBm，應符合表 15 之 NR ACLR 限制值，其中測試誤差(Test Tolerance, TT)，如表 16 所示。

表 15、3GPP 相鄰頻道洩漏功率比限制值

	UE 功率等級 2	UE 功率等級 3
NR_{ACLR}	31-TT dB	30-TT dB

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.4.1.5-2

表 16、3GPP NR 相鄰頻道洩漏功率比測試誤差(TT)

	4.2GHz < f ≤ 6.0GHz
頻寬(BW) ≤ 100MHz	0.8 dB

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.4.1.5-3

[40] 3GPP, TS 38.521-1, 6.5.2.4.1.3 Minimum conformance requirements

b. UTRA 相鄰頻道洩漏功率比(UTRA$_{ACLR}$) 規定

UTRA(Universal Terrestrial Radio Access) 相鄰頻道洩漏功率比(UTRA$_{ACLR}$）是以分配之 NR 頻道頻率為中心之濾波平均功率與以相鄰 UTRA 頻道頻率為中心之濾波平均功率之比。若測量之鄰頻功率超過-50dBm，則應符合表 17 之 UTRA ACLR 限制值。

表 17、3GPP 相鄰頻道洩漏功率比(UTRA$_{ACLR}$）限制值

	UE 功率等級 3（註 1）
UTRA$_{ACLR1}$（註 2）	33 dB – TT
UTRA$_{ACLR2}$（註 3）	36 dB – TT
註 1：TT = 0.8 dB。 註 2：UTRA$_{ACLR1}$ 為第一個 UTRA 相鄰頻道，其中心頻率離 NR 頻道邊緣±2.5MHz。 註 3：UTRA$_{ACLR2}$ 為第二個 UTRA 相鄰頻道，其中心頻率離 NR 頻道邊緣±7.5MHz。	

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.4.2.5-2

D. 發射頻譜波罩(Spectrum Emission Mask) 規定

任何終端設備(UE)發射的功率，應符合表 18 之頻譜波罩規範值，其中測試誤差(Test Tolerance, TT)如表 19 所示。

表 18、3GPP 頻譜波罩規範值

<table>
<tr><th colspan="14">發射限值（dBm）/頻道頻寬</th></tr>
<tr><th>Δf_{OOB} (MHz)</th><th>5 MHz</th><th>10 MHz</th><th>15 MHz</th><th>20 MHz</th><th>25 MHz</th><th>30 MHz</th><th>40 MHz</th><th>50 MHz</th><th>60 MHz</th><th>80 MHz</th><th>90 MHz</th><th>100 MHz</th><th>解析頻寬</th></tr>
<tr><td>± 0-1</td><td>-13 + TT</td><td>-13 + TT</td><td>-13 + TT</td><td>-13 + TT</td><td>-13 + TT</td><td>-13 + TT</td><td>-13 + TT</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1 % 的頻道頻寬</td></tr>
<tr><td>± 0-1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-24 + TT</td><td>-24 + TT</td><td>-24 + TT</td><td>-24 + TT</td><td>-24 + TT</td><td>30 kHz (註1)</td></tr>
<tr><td>± 1-5</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td>-10 + TT</td><td rowspan="24">1 MHz (註2)</td></tr>
<tr><td>± 5-6</td><td>-13 + TT</td><td rowspan="3">-13 + TT</td><td rowspan="4">-13 + TT</td><td rowspan="5">-13 + TT</td><td rowspan="6">-13 + TT</td><td rowspan="7">-13 + TT</td><td rowspan="10">-13 + TT</td><td rowspan="13">-13 + TT</td><td rowspan="14">-13 + TT</td><td rowspan="17">-13 + TT</td><td rowspan="20">-13 + TT</td><td rowspan="19">-13 + TT</td></tr>
<tr><td>± 6-10</td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 10-15</td><td></td></tr>
<tr><td>± 15-20</td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 20-25</td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 25-30</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 30-35</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 35-40</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td rowspan="3">-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 40-45</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 45-50</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 50-55</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 55-60</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 60-65</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 65-80</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 80-85</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 85-90</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 90-95</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td>± 95-100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>± 100-105</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25 + TT</td></tr>
<tr><td colspan="14">註1:在解析頻寬30kHz 時，其ΔfOOB 之量測範圍為0.015 MHz 至0.985 MHz
註2:在解析頻寬1MHz 時，各段量測範圍之量測頻率起止點皆向內縮 0.5MHz。
註3:量測頻率範圍應以頻道頻寬之頻譜波罩規範值，量測至適用頻段之最高及最低頻率以外。</td></tr>
</table>

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.2.5-1

表 19、3GPP 頻譜波罩測試誤差(Test Tolerance, TT)

	4.2GHz < f ≤ 6.0GHz
頻寬(BW) ≤ 100MHz	1.8 dB

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.2.5-2

E. 混附發射區域不必要發射(spurious emissions)規定

為確保終端設備(UE)工作頻帶外混附波發射不會對其他頻道或其他系統造成不可接受的干擾，其混附發射限制值，如表 20 所示。

表 20、混附發射限值

頻率範圍	最大位準	解析頻寬	備註
9 kHz ≤ f < 150 kHz	-36 dBm	1 kHz	
150 kHz ≤ f < 30 MHz	-36 dBm	10 kHz	
30 MHz ≤ f < 1000 MHz	-36 dBm	100 kHz	
1 GHz ≤ f < 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz	
	-25 dBm	1 MHz	3
12.75GHz≤f<UL 最高工作頻率之5倍諧波，以GHz 為單位	-30 dBm	1 MHz	1
12.75 GHz < f < 26 GHz	-30 dBm	1 MHz	2
註1：適用於UL 最高工作頻率超過2.69 GHz 的頻段 註2：適用於UL 最高工作頻率超過5.2 GHz 的頻段 註3：僅適用於2500-2690MHz(n41頻段)			

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.3.1.3-2

2. 測試程序

3GPP 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄之 5G 專網行動通信終端之 3GPP 章節說明。

二、 案例國家

(一) 歐盟

為因應歐盟新立法框架（NLF）對單一市場產品安全性需求，歐盟委員會官方公報（Official Journal of the European Union, OJEU）於 2014 年 5 月 22 日發佈新《無線電設備指令（Radio Equipment Directive, RED）2014/53/EU》並於 2016 年 6 月 13 日正式生效。根據 RED 指令要求，投入歐洲市場的無線設備須符合「基本要求（Essential Requirements）」與「協調標準（Harmonised Standard）」，並貼上 CE 標誌後，方可投入歐盟市場販售使用。

對於首次置放在歐洲市場的 RED 範圍設備，必須遵循 RED 符合性評鑑程序；RED 設備符合性評鑑程序有三種選項。製造商應履行其中一種符合評鑑程序，以確保滿足指令法定基本要求，如圖 13 所示。

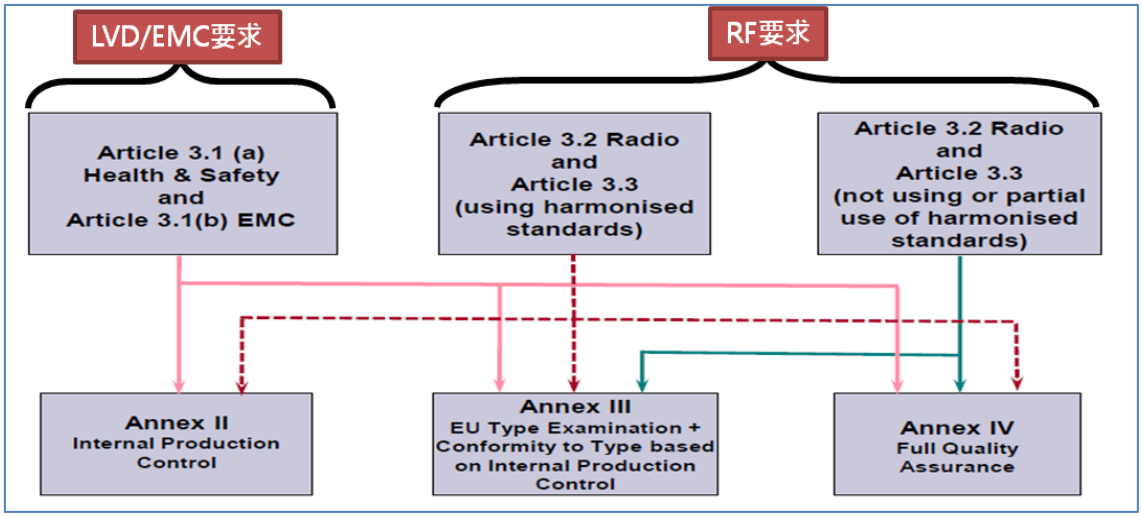


圖 13、RED 設備符合性評鑑程序

資料來源：RED 指令；本研究整理

對於採用「協調標準（Harmonised Standard）」的設備，提供一個預設符合（presumption of conformity）指令基本要求，能以 AnnexII、Annex III 或 Annex IV 模式進行評鑑。對於沒有相關協調標準的設備，須採 Annex III 或 Annex IV 模式進行評鑑。如果製造商申請爰用協調標準，並充分的證明符合基本要求，即可使用 Annex II(內部生產控制）的符合性評鑑程序，該程序可不涉及驗證指定機構。相關符合性評鑑選項說明，如表 21 所示。

表 21、歐盟 RED 指令之符合性評鑑選項說明

選項	Annex II (Module A):	Annex III (Module B+C):	Annex IV (Module H):
說明	製造商執行自我所有檢查，確保產品符合法律要求，並自我聲明符合評鑑。無EC型式審查。	**設計階段**指定機構(NB)先進行EC型式審查並授予審查證書後，**生產階段**製造商再自我檢查以保證產品與EC型相符。	•**設計及生產階段**全面品質保證。 •製造商運行管理體系，確保設備的設計/生產最終檢驗測試符合RED要求，指定機構審查該體系，確認其滿足RED要求。

資料來源：本研究整理

值得注意的是，即使製造商使用協調標準以滿足基本要求，製造商也必須進行風險評估，並須檢查協調標準是否涵蓋產品的所有風險。業者不能假設協調標準涵蓋適用於某一特定產品的所有立法行為的所有要求，或者該產品是否也引入了協調標準未考慮的其他風險。因此，製造商須針對產品固有的危害進行風險分析並記錄。

歐盟在 5G 專網推動方面，目前許多國家除了為公用事業或緊急服務網路的運作分配專用頻率外，隨著物聯網、智慧城市、關鍵性任務(mission critical)、政府和工業 4.0 應用的網路需求不斷增長，部分國家的監理機關也已決定或正尋求在專用或共享基礎上預留更多頻譜，用於本地專用 LTE 和 5G 網路。包括:

- 德國監理機構 Bundesnetzagentur(BNetzA)於 2019 年 11 月開放 3700-3800 MHz 頻段，用於本地 5G 網路的應用，並排除既有電信業者申請取得該頻段之權利[41]，以保障中小型企業與新創

[41] 資訊工業策進會科技法律研究所，垂直場域應用之 5G 頻譜政策趨勢,2019-07, https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=55&tp=3&i=69&d=8311

業者自行建置垂直場域應用之空間，藉以促進德國成為工業 4.0 的先驅[42]。

- 瑞典 PTS 則規劃以本地執照許可方式使用 3720-3800 MHz 頻譜範圍，並透過行政程序進行獎勵和管理。
- 盧森堡於 2018 年 9 月發布 5G 戰略[43]，並規劃 700MHz、3.6GHz(3400 - 3800 MHz)和 26GHz(24.25-27.5GHz)頻段用於 5G 服務。其中，3400–3700 MHz 頻段用於全國網路的部署，3700 -3800 MHz 將用於本地服務(local applications)[44]。
- 荷蘭也規劃將 3400–3450 MHz 和 3750–3800 MHz 的頻譜提供給本地使用。
- 英國規劃在關鍵頻段(3800–4200 MHz)以本地許可(localised licensing)頻譜共享方式供企業和公用事業使用。
- 另法國航空業已在該頻段試用專用 LTE 多年；法國 ARCEP 於 2019 年 5 月開啟將 2.6 GHz （2575–2615 MHz）的 TDD 頻譜更廣泛地用於超高速行動網路的可能性，以及開放 3490–3800 MHz 用於專網進行協商討論。

---

[42] 德國 Bosch 於 2019 年 11 月申請了德國的本地許可執照(local licences)，以實現專用 5G 園區網路的部署，稱其為``相信 5G 區域網是前進的道路"。另西門子與高通公司合作，在紐倫堡的西門子汽車展示廳和測試中心建立了概念驗證(proof of concept, PoC)專案。合作夥伴在 3.7–3.8 GHz 頻段中部署專用 5G 獨立網路，以研析 5G 獨立網路(stand-alone)在工業應用中的功能。而賓士（Mercedes-Benz）與愛立信（Ericsson）和西班牙電信（Telefonica）共同合作，在其德國南部的 Factory 56 汽車工廠建設了專用 5G 網路。GSA, PRIVATE LTE & 5G NETWORKS REPORT,

[43] Luxembourg's 5g strategy , https://digital-luxembourg.public.lu/stories/luxembourgs-5g-strategy

[44] EU, 5G Observatory – Quarterly Report #8, 2020-06, http://5gobservatory.eu/wp-content/uploads/2020/07/90013-5G-Observatory-Quarterly-report-8_1507.pdf

1. 檢測規定

觀察目前德國、瑞典及盧森堡等歐盟會員國，除規劃 3.5G 頻段作為 5G 商用頻譜外，另也規劃 3700~3800 MHz 頻段用於本地 5G 網路應用。鑑於 ETSI 5G NR 終端設備協調標準（Harmonised Standard）刻正制定草案階段，故本研究將研析歐盟會員國技術機關所採用的 ETSI TS（ETSI 技術規範），包括: ETSI TS 138.101-1[45]、ETSI TS 138.521-1[46] 等相關檢測規定。

(1) 通用條件

A. 運作頻段

指配 3.3－3.8GHz 頻率範圍(n78)於 NR 頻段的定義，如下表所示。

表 22、EU 頻段編號 N78 工作頻率範圍

NR 運作頻段	上行(UL)運作頻段 BS 接收 ； UE 發送	下行(DL)運作頻段 BS 發送；UE 接收	雙工模式
N78	3300MHz － 3800MHz	3300MHz － 3800MHz	TDD

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 5.2-1

[45] ETSI, TS 138 101-1 V15.9.0 (2020-04), 5G; NR; User Equipment (UE) radio transmission and reception; Part 1: Range 1 Standalone (3GPP TS 38.101-1 version 15.9.0 Release 15), https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/13810101/15.09.00_60/ts_13810101v150900p.pdf

[46] ETSI, TS 138 521-1 V15.3.0 (2019-07), 5G; NR; User Equipment (UE) conformance specification; Radio transmission and reception; Part 1: Range 1 standalone (3GPP TS 38.521-1 version 15.3.0 Release 15), https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138500_138599/13852101/15.03.00_60/ts_13852101v150300p.pdf

B. 頻道頻寬

N78 頻段終端設備(UE)運作的頻道頻寬，如下表所示。

表 23、EU 頻段編號 N78 適用的頻道頻寬

NR 頻段	SCS KHz	5MHz	10MHz	15MHz	20MHz	25MHz	30MHz	40MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
N78	15		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes				
	30		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	60		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 5.3.5-1

(2) 射頻(RF)檢測規定

A. 發射功率規定

N78 頻段終端設備之傳導輸出功率限制值與容許誤差應符合，表 24 規定。其中，測試誤差(Test Tolerance, TT)如表 25 所示。

表 24、EU 傳導輸出功率限制值

NR 運作頻段	等級 2 (dBm)	誤差 (dB)	等級 3 (dBm)	誤差 (dB)
N78	26	+2+TT/-3-TT	23	+2+TT/-3-TT

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.2.1.5-1 及 Table 6.2.1.5-2

表 25、EU 傳導輸出功率測試誤差(TT)

	3.0 GHz < f ≤ 4.2GHz
頻道頻寬 ≤ 40MHz	1.0 dB
40MHz < 頻道頻寬 ≤ 100MHz	1.0 dB

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.2.1.5-3

B. 頻率穩定度(frequency error) 規定

要求的頻率穩定度(frequency error)是載波頻率應在頻道之主波頻率±0.1 百萬分之一(PPM)以內，測試週期 1ms。

C. 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR) 規定

a. NR 相鄰頻道洩漏功率比(NR_{ACLR}) 規定

NR_{ACLR} 係以指定之 NR 頻道頻率為中心之濾波平均功率與以標稱頻道間隔(Nominal channel spacing)為中心之相鄰 NR 頻道頻率濾波平均功率之比[47]。若測量之鄰頻功率超過-50dBm，應符合表 26 之 NR ACLR 限制值，其中測試誤差(Test Tolerance, TT)，如表 27 所示。

[47] 3GPP, TS 38.521-1, 6.5.2.4.1.3 Minimum conformance requirements

表 26、EU 相鄰頻道洩漏功率比限制值

	UE 功率等級 2	UE 功率等級 3
NR_{ACLR}	31-TT dB	30-TT dB

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.4.1.5-2

表 27、EU 相鄰頻道洩漏功率比測試誤差(TT)

	3.0GHz < f ≤ 4.2GHz
頻寬(BW) ≤ 100MHz	0.8 dB

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.4.1.5-3

b. UTRA 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$) 規定

$UTRA_{ACLR}$ 是以分配之 NR 頻道頻率為中心之濾波平均功率與以相鄰 UTRA 頻道頻率為中心之濾波平均功率之比。若測量之鄰頻功率超過-50dBm，則應符合下表之 UTRA ACLR 限制值。

表 28、EU 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$）限制值

	UE 功率等級 3 (註 1)
$UTRA_{ACLR1}$(註 2)	33 dB - TT
$UTRA_{ACLR2}$(註 3)	36 dB - TT
註 1：TT = 0.8 dB。	

註 2：$UTRA_{ACLR1}$ 為第一個 UTRA 相鄰頻道，其中心頻率離 NR 頻道邊緣±2.5MHz。

註 3：$UTRA_{ACLR2}$ 為第二個 UTRA 相鄰頻道，其中心頻率離 NR 頻道邊緣±7.5MHz。

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.4.2.5-2

D. 發射頻譜波罩(Spectrum Emission Mask) 規定

任何終端設備(UE)發射的功率，應符合表 29 之頻譜波罩規範值，其中測試誤差(Test Tolerance, TT)如表 30 所示。

表 29、EU 頻譜波罩規範值

發射限值（dBm）/頻道頻寬													
Δf_{OOB} (MHz)	**5 MHz**	**10 MHz**	**15 MHz**	**20 MHz**	**25 MHz**	**30 MHz**	**40 MHz**	**50 MHz**	**60 MHz**	**80 MHz**	**90 MHz**	**100 MHz**	解析頻寬
± 0-1	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT						1 % 的頻道頻寬
± 0-1								-24 + TT	-24 + TT	-24 + TT	-24 + TT	-24 + TT	30 kHz (註1)
± 1-5	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	-10 + TT	1 MHz (註2)
± 5-6	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	-13 + TT	
± 6-10	-25 + TT												
± 10-15		-25 + TT											
± 15-20			-25 + TT										
± 20-25				-25 + TT									
± 25-30					-25 + TT								
± 30-35						-25 + TT							
± 35-40													
± 40-45							-25 + TT						
± 45-50													
± 50-55								-25 + TT					
± 55-60													
± 60-65									-25 + TT				
± 65-80													
± 80-85										-25 + TT			
± 85-90													
± 90-95											-25 + TT		
± 95-100													
± 100-105												-25 + TT	
註1:在解析頻寬30kHz 時，其ΔfOOB 之量測範圍為0.015 MHz 至0.985 MHz 註2:在解析頻寬1MHz 時，各段量測範圍之量測頻率起止點皆向內縮 0.5MHz。 註3:量測頻率範圍應以頻道頻寬之頻譜波罩規範值，量測至適用頻段之最高及最低頻率以外。													

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.2.5-1

表 30、EU 頻譜波罩測試誤差(TT)

	3.0GHz < f ≤ 4.2GHz
頻寬(BW) ≤ 100MHz	1.8 dB

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.2.5-2

E. 混附發射區域不必要發射(spurious emissions)規定

為確保終端設備(UE)工作頻帶外混附波發射不會對其他頻道或其他系統造成不可接受的干擾，其混附發射限制值，如下表所示。

表 31、EU 混附發射限值

頻率範圍	最大位準	解析頻寬	備註
9 kHz ≤ f < 150 kHz	-36 dBm	1 kHz	
150 kHz ≤ f < 30 MHz	-36 dBm	10 kHz	
30 MHz ≤ f < 1000 MHz	-36 dBm	100 kHz	
1 GHz ≤ f < 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz	
	-25 dBm	1 MHz	3
12.75GHz≤f<UL 最高工作頻率之5倍諧波，以GHz 為單位	-30 dBm	1 MHz	1
12.75 GHz < f < 26 GHz	-30 dBm	1 MHz	2
註1：適用於UL 最高工作頻率超過2.69 GHz 的頻段 註2：適用於UL 最高工作頻率超過5.2 GHz 的頻段 註3：僅適用於2500-2690MHz(n41頻段)			

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.3.1.3-2

2. 測試程序

歐盟 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，主要依據 ETSI 標準。相關技術要求及測試程序詳見附錄之 5G 專網行動通信終端之 ETSI 章節說明。

(二) 美國

FCC 於 2018 年 9 月提出「5G 加速方案（5G FAST Plan）」[48]藉由釋出更多的頻譜 、升級基礎建設及其政策、調和過時監理法規等三大面向，強化美國在 5G 技術方面的優勢，激勵 5G 創新投資。同時 FCC 將 3.5 GHz 頻段定位為創新頻段，並於 2019 年 12 月提議修改 3.1-3.55GHz 頻段的管理規則[49]，研擬釋出 3.1－3.55 GHz 頻段供共享使用（商業和軍事用戶共享頻譜），希望透過建立新的公民無線寬頻服務（Citizens Broadband Radio Service，CBRS），進一步為小型基站佈建、固網無線寬頻服務，或 5G 專網等創新應用提供更多的頻譜使用。

美國公民無線寬頻服務(CBRS)是一種混合頻譜應用的方式。其中，政府/軍事用戶為「既有接取使用者（Incumbent Access, IA）」可優先使用頻譜；其後是「優先接取使用者（Priority Access Liencese, PAL）」，PAL 是已在頻譜拍賣中取得許多地區 10 年執照許可的次級使用者；最

[48] FCC, The FCC's 5G FAST Plan, https://www.fcc.gov/5G
[49] FCC, FCC Considers Facilitating Shared Use in the 3.1-3.55 GHz Band,2019-12, https://www.fcc.gov/document/fcc-considers-facilitating-shared-use-31-355-ghz-band-0

後則是其他的「一般許可接取使用者（General Authorized Access, GAA）」，皆可透過頻譜接取系統（Spectrum access system，SAS）營運商的核准，動態請求使用頻譜的權限。目前已有數十家公司計劃在美國部署 CBRS 服務[50]，包括用於私有企業的目的。CBRS 的初始商業部署已於 2019 年 9 月獲得核准[51]；全面的商業部署亦已於 2020 年 1 月獲得授權，因目前部署僅能使用「一般授權接取 (General Authorized Access，GAA)」頻譜，故 FCC 計劃於 2020 年 6 月 3.5 GHz 優先接取 CBRS 頻譜的拍賣。

由於電信營運商、企業或是個人都可申請取得 CBRS 頻譜使用權限，因此企業也可以申請頻譜作為專網建置用，但必須要遵守頻譜使用管理與權限規範。同時 CBRS 頻段也是熱門的 5G 頻段，因此有望刺激美國專網需求，並帶動行動專網發展[52]。

1. 檢測規定

FCC 新制定的公民寬頻無線電服務（CBRS）規則，允許使用 3550-3700 MHz 頻段[53]，在該頻段運作的設備統稱為公民寬帶無線電服務設

---

[50] GSA, Private LTE & 5G Networks Report: February 2020, https://gsacom.com/paper/private-lte-5g-networks-report-february-2020/

[51] 2019 年 9 月，JMA Wireless 宣佈為 American Dream 部署使用 CBRS 頻譜的專用 LTE 網路，該網路由 450 多家商店、娛樂體驗和設施，包括約 300 萬室內平方英尺，600 英畝室外空間，每年為美國新澤西州東盧瑟福的 4000 萬遊客提供服務。最初的部署重點是在室外提供專用 LTE 服務以支援交通管理、停車和尋路資訊系統，併計劃在 2020 年引入室內部署和相關用例。CBRS 網路將支持的其他應用包括攝影機、數位顯示器、車輛連接和用於設施營運的 IoT。 JMA 的 XRAN 是運行在標準 Intel Xeon 服務器上的 100%虛擬化軟體基頻，它使 CBRS 專用和專用頻譜可圍繞該綜合系統進行。該部署是美國首個獲得美國聯邦通信委員會（FCC）授權的商業系統之一，使用 3.5 GHz 的新 CBRS 共享頻譜。

[52]新通訊元件雜誌,催生 5G 創新應用各國專網政策制定如火如荼,2019-01, https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/A03ECCBC1CE54B4AB28D5583A194A47E

[53] See Report And Order And Second Further Notice Of Proposed Rulemaking in GN Docket No. 12-354, 30 FCC Rcd 3959 (2015; FCC 15-47) and Order on Reconsideration And Second Report And Order, 31 FCC Rcd 5011 (2016; FCC 16-55).

備（Citizens Broadband Radio Service Devices, CBSD），其營運及設備授權規則，規範在聯邦法規（Code of Federal Regulations, CFR）Title 47 Part 96 章節。根據 Part 96.49 規定[54]，CBSD 及終端用戶設備（End User Device）皆需檢測驗證以證明符合特定射頻（radio frequency, RF）的要求與限值。用於 CBRS 服務的任何無線電發射設備製造商必須依 Part 2 Subpart J（Equipment Authorization Procedures）規定[55]，請求設備授權。同時，Part 96 的 RF 設備授權亦須符合 Part 96 於 Subpart E - Technical Rules 技術規範之限制數值要求[56]。相關檢測項目說明如下[57、58]：

(1) 通用條件

A. 運作頻段

CBRS 採用 3.5 GHz 頻段（3550 MHz-3700MHz），頻譜配置[59]如下圖所示。

[54] FCC, 47 CFR § 96.49 - Equipment authorization, https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/96.49
[55] FCC, 47 CFR Subpart J - Equipment Authorization Procedures, https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/part-2/subpart-J
[56] FCC, 47 CFR Subpart E-Technical Rules, https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/part-96/subpart-E
[57] FCC, Certification and Test Procedures for Citizens Broadband Radio Service Devices Authorized Under Part 96, 940660 D01 Part 96 CBRS v02, https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=RV8R2eM861G%2FcoXTqUigyA%3D%3D&desc=940660%20D01%20Part%2096%20CBRS%20v02&tracking_number=229297
[58] FCC, FCC 17-93, MEASUREMENT GUIDANCE FOR CERTIFICATION OF LICENSED DIGITAL TRANSMITTERS,2018-04, https：//apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=oa1c6R09aOUpAoM7bydRKg%3D%3D&desc=971168%20D01%20Power%20Meas%20License%20Digital%20Systems%20v03r01&tracking_number=47466
[59] FCC, 3.5 GHz Band Overview, https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview

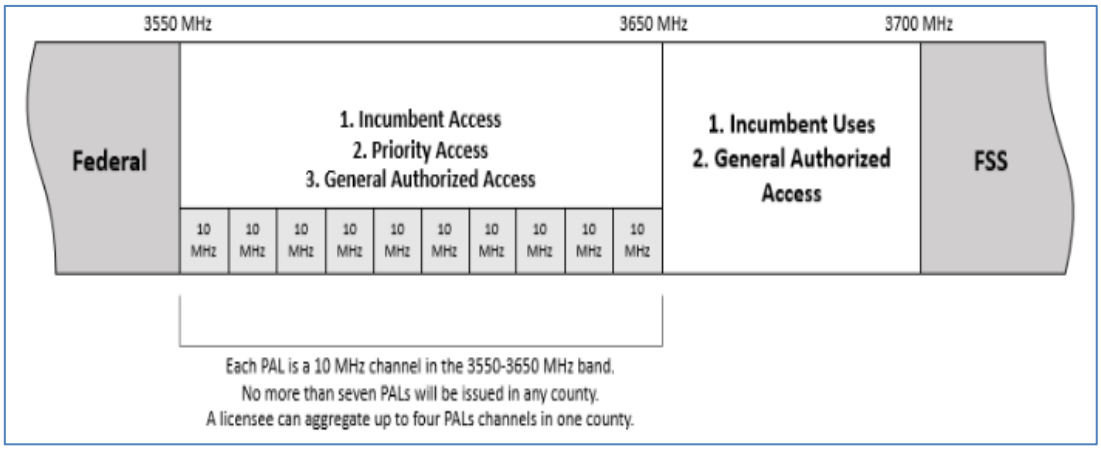


圖 14、CBRS 頻譜配置圖

資料來源: FCC

B. 通信方式

使用 TDD（分時雙工）方法。

(2) 射頻(RF)檢測規定

A. 輸出功率規定

根據 FCC Part 96.41 一般無線電要求，所有 CBSD 必須符合最大等效全向輻射功率（Equivalent Isotropic Radiated Power, EIRP）和峰值 PSD 的限制。CBSD 必須在 150 MHz 範圍內運作，對低、中和高的頻道進行測量報告。FCC Part 96.41(b)規定相關 CBRS 設備輸出功率限值，如表 32 所示。

表 32、功率限制和功率管理

設備	最大EIRP（dBm/10MHz）	峰值PSD（dBm/MHz）
終端用戶設備(EUD)	23	NA
類別A CBSD	30	20
類別B CBSD	47	37

資料來源：FCC，本研究整理

a. 最大 EIRP

ANSI C63.26-2015 第 5.2 節中概述的程序可用於執行功率測量，只要遵循適當的程序，可以使用峰值（peak）或均方根（root mean square, RMS）檢測器進行測量。

b. 峰值 PSD

規則要求峰值 PSD 測量，其目的是測量在連續傳輸期間所測得 PSD 時間平均值的最大值。為了執行此測量，被測設備（device-under-test, DUT）必須配置為全功率連續發射。ANSI C63.26-2015 第 5.2 節中概述的程序是可以接受的。

c. 峰值平均功率比（PAPR）

許多無線規則允許測量平均功率位準，以與適用的射頻輸出功率限制進行比較，並規定峰值平均功率比（peak-to-average power ratio, PAPR）的限制。如果已使用峰值功率或功率密度（power density）來證明符合性，則不需要 PAPR 測量[60]。在 Part 96.41 中的功率限制之外，CBSD 還

[60] FCC, 971168 D01 Power Meas License Digital Systems v03r01 - Measurement Guidance for Certification of Licensed Digital Transmitters

需要符合峰值平均功率比（Peak-to-Average Power Ratio, PAPR）的限制。為執行此測量，ANSI C63.26-2015 第 5.2.6 節中的程序是可接受的量測方式。

B. 調變特性規定 （Modulation characteristics）

根據§2.1047（d）申請人應提供曲線或其他等效的數據，以顯示該設備將符合執照取得規則的調變要求，並透過詳列所採用的數位調變方案，以及位元符元比率（bit/symbol）的簡要說明，可以符合這些要求；另 FCC Part 96.41(a)規定在 CBRS 運行的系統必須使用數位調變技術無其他特殊要求，故在 CBRS 終端用戶設備(EUD)中未特別檢測此項目。

C. 占用頻寬規定 （Occupied bandwidth）

根據§2.1049（h）OBW 即頻率頻寬（frequency bandwidth），如果低於其頻率下限或高於其頻率上限的情況下，其發射的輻射平均功率（mean powers）等於輻射的總平均功率之 0.5%，當信號輸入調變使其振幅（amplitude）與符元（symbol）比率代表運作設備的最大額定條件時，設備應進行測量，測量信號應通過所有濾波器的網路、偽隨機（pseudo-random）發電機或正常服務中所需的其他設備。此外，當用戶可自行選擇設備時，應顯示所有修改頻率設備的佔用頻寬。

---

https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=oa1c6R09aOUpAoM7bydRKg%3D%3D&desc=971168%20D01%20Power%20Meas%20License%20Digital%20Systems%20v03r01&tracking_number=47466

D. 天線端不必要發射（unwanted emissions at ant. terminals）

根據 FCC Part 96.41 規定，基本範圍外(outside the fundamental)的發射限值，如下圖所示。對於低、中和高頻道，可以按照第 96.41（e）（3）節的規定進行檢測。

- 在指定頻道 0-10 MHz 範圍上下的發射限值，須 ≤-13dBm/ MHz
- 大於指定頻道 10MHz 範圍上下的發射限值，須 ≤-25dBm/ MHz
- 任何低於 3530 MHz 和高於 3720 MHz 的發射限值，須≤-40dBm/ MHz

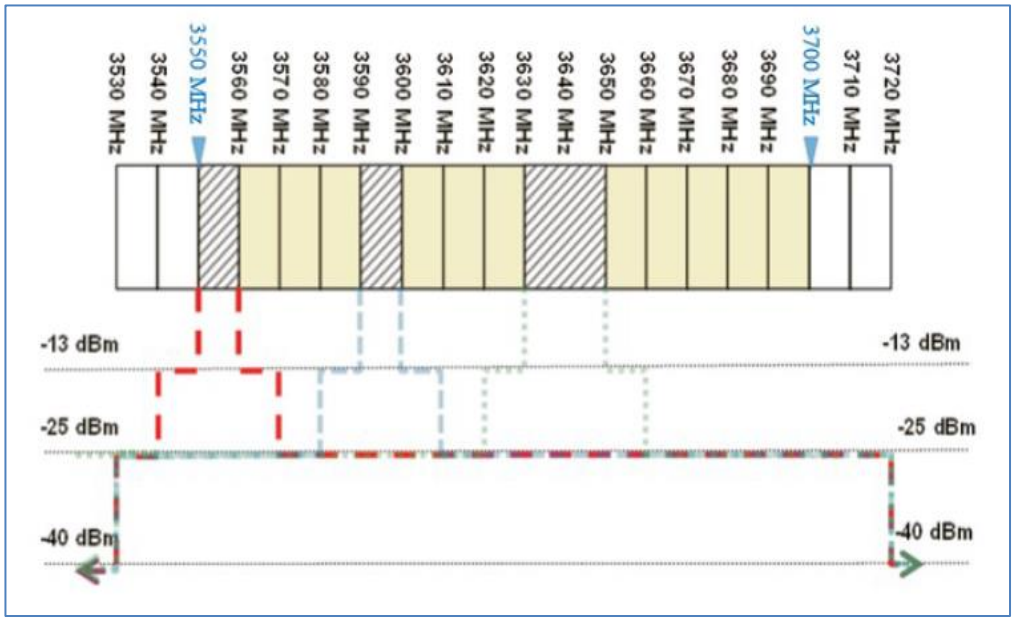


圖 15、Part 96.41 基本範圍外的發射限值

資料來源:FCC KDB 940660 D01 Part 96 CBRS v02

E. 混附波輻射的場強 （Field strength of spurious radiation）

對於頻道範圍、頻段的最低和最高邊緣及頻段中間，應確認設備滿足 FCC 第 96.41（e）節中規定的發射限值。另外，對於所有 Part 96 的公民寬頻無線電服務（CBRS）設備，除進行天線端口傳導測量（Section 2.1051）以證明符合 Section 96.41(e)外，還需要獨立的輻射測量（Section 2.1053），以檢測在正常安裝與運作條件下，可能來自機櫃、控制電路、電源線或中間電路元件輻射的混附波輻射[61]。

F. 頻率穩定性（Frequency stability）

根據 FCC Part 2.1055(a)規定，頻率穩定性應根據環境溫度的變化進行測量，如使用環境實驗室以 10˚C 的增量將溫度從-30˚C 更改為+ 50˚C 進行設備測試。其中，Part 96 的頻率穩定性應確保基本發射保持在授權的頻率範圍內。

2. 測試程序

美國公民寬頻無線電服務（CBRS）終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄 5G 專網行動通信終端之美國章節說明。

---

[61] FCC, 971168 D01 Power Meas License Digital Systems v03r01, https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=oa1c6R09aOUpAoM7bydRKg%3D%3D&desc=971168%20D01%20Power%20Meas%20License%20Digital%20Systems%20v03r01&tracking_number=47466

(三)　日本

日本對於電信管制射頻器材與終端設備等無線通信設備的管制，主要根據「電波法」及「電信通信事業法」，實施電氣通信機器基準認證制度，凡在日本生產、銷售、運行無線設備必須遵循總務省（MIC）第88號公告（Notification No.88）審驗技術規範[62]。日本為因應5G頻譜需求，總務省於2018年11月發布「因應5G導入的頻譜分配相關制定方針草案」，規劃釋出3.7GHz頻段 (500MHz)、4.5GHz頻段 (100MHz)及28GHz頻段 (1,600MHz)，作為5G商用頻段使用。同時總務省也規劃在4.6-4.8GHz頻段核發自營用（企業專網）頻譜，用於垂直應用或分區執照使用。日本5G頻譜分配情形[63]，如圖16所示。

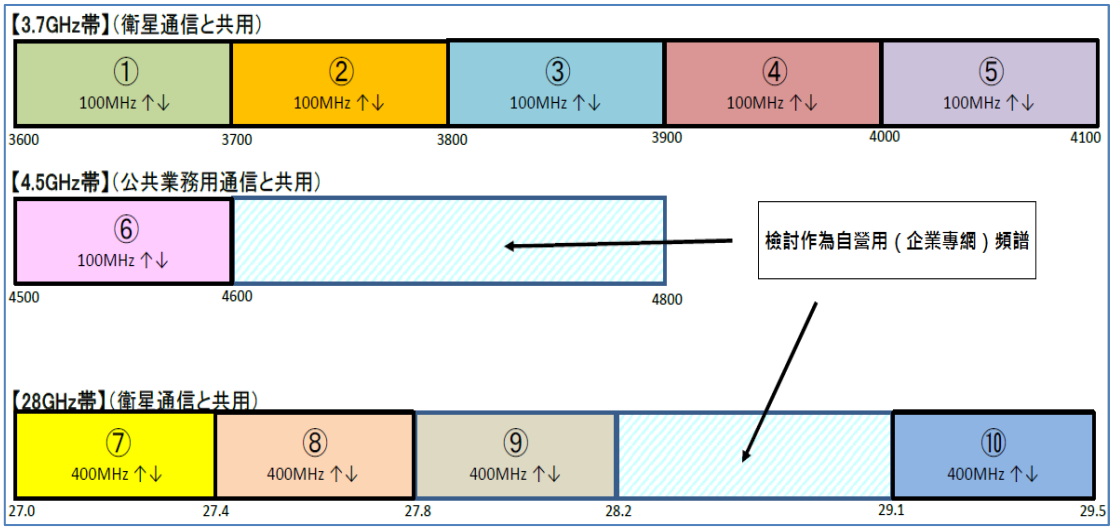


圖 16、總務省 5G 頻譜分配圖

資料來源:MIC

[62]總務省 No.88 公告技術規範，http：//www.tele.soumu.go.jp/j/ref/material/test/index.htm
[63] 日本 総務省, 第 5 世代移動通信システム（5G）の今と将来展望, 2019-06, https://www.soumu.go.jp/main_content/000633132.pdf

同時，日本為因應 5G 垂直場域應用需求，總務省於 2019 年 12 月開始接受本地 5G 執照的申請，並配置 28.2－28.3 GHz 頻段給自營使用。申請人可以在自己的建築物內或自己的土地上使用，以提供固定寬頻無線服務。但全國級的營運商無資格申請，因為該頻段非用於補充全國級營運商現有的頻譜資源。未來 MIC 也考慮分配 4.6－4.8 GHz 和 28.3－29.1 GHz 頻譜，用於本地私人服務(local private services)[64]。

日本在電信管制器材檢測規定上，對於需驗證的「特定無線設備（Specified Radio Equipment）」，根據其法律效力及設備干擾風險分為下列三類[65]，包括：

- 類別 I 免執照電臺（電波法第 38 條第 2 款第 1 項之 1 規定），包括： WLAN、藍牙、Zigbee 等。
- 類別 II 特定無線電臺（電波法第 38 條第 2 款第 1 項之 2 規定），包括：WiMAX、LTE、5G NR 手機等電信終端設備。
- 類別 III 其他無線電臺（電波法第 38 條第 2 款第 1 項之 3 規定），包括：5G NR 行動基地臺、用於 5GHz 頻段無線接取系統的陸地行動站等。

另外，日本行動寬頻 5G NR 設備技術規範之檢驗項目、合格標準、測試方法及測試規定等相關技術規範，主要遵循並參考國內研究及國際組織 ITU、3GPP 規範等，如圖 55 所示。

---

[64] GSA, Private LTE & 5G Networks Report: February 2020, https://gsacom.com/paper/private-lte-5g-networks-report-february-2020/

[65] MIC, 特定無線設備等について, https：//www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/type/index.htm

項目	技術規範
頻段	**3.7GHz(3.6~4.2GHz)、4.5GHz(4.4~4.9GHz)、28GHz(27.5~29.5GHz)**
日本檢測規範	• 平成16年総務省告示第88号に基づき • 証明規則第2条第11号の29に規定する特定無線設備 ➢ 5G-NR（3.7GHz帯、4.5GHz帯）用基地局 • 証明規則第2条第11号の30に規定する特定無線設備 ➢ 5G-NR（3.7GHz帯、4.5GHz帯）用陸上移動局 • 証明規則第2条第11号の31に規定する特定無線設備 ➢ 5G-NR（28GHz帯）用基地局 • 5G-NR（3.7GHz帯、4.5GHz帯）用基地局の特性試験方法（2019/05/20） • 5G-NR（3.7GHz帯、4.5GHz帯）用陸上移動局の特性試験方法（2019/05/20） • 5G-NR（28GHz帯）用基地局の特性試験方法（2019/05/20） • MIC 相關5G の技術的条件公告
引用國際標準	• 3GPP Spec. • ITU-R TG5.1 Contribution 36

圖 17、日本 5G 設備檢測技術規範

資料來源：本研究整理

鑑於國內已指配專用頻段作為 5G 專網使用，故本研究將參考研析日本 5G 配置的新頻率範圍（3.7GHz、4.5GHz）及其相應終端設備(UE)射頻特性要求，彙整相關檢測規定與測試程序，作為國內未來制訂 5G 專網終端設備審驗技術規範之參考。

1. 檢測規定

日本 MIC 於 2019 年 10 月 7 日發布「17-4 號」資料文件概述 5G NR 技術條件[66]；同時日本新一代行動通信系統委員會於 2020 年 1 月 22 日發布「15-4 號」資料文件，公告日本「第五代移動通信系統（5G）

[66] 日本 MIC, 5G NR の技術的条件(案)の概要, https://www.soumu.go.jp/main_content/000653985.pdf

的技術條件」[67]，主要參考國際趨勢和國內研究結果，並基於 5G NR 通信系統建立 5G 相關的技術條件，相關 3.5GHz、3.7 GHz 和 4.5 GHz 頻段無線技術要求及檢測規定，說明如後。

(1) 通用條件

A. 運作頻段

採用 3.5 GHz 頻段（3.4 GHz-3.6 GHz）、3.7 GHz 頻段（3.6 GHz-4.2 GHz）和 4.5 GHz 頻段（4.4 GHz-4.9 GHz）。

B. 接取方式

下行鏈路: 採取 OFDM 和 TDM 方法。

上行鏈路: 採取 SC-FDMA 或 OFDMA 方法。

C. 通信方式

使用 TDD（分時雙工）方法。

D. 調變方式

下行鏈路: QPSK/16QAM/64QAM/256QAM 方法。

上行鏈路: π/2-BPSK/BPSK/QPSK/16QAM/64QAM/256QAM 方法。

[67] 日本 MIC,信息和通信委員會信息和通信技術小組委員會新一代移動通信系統委員會(第 15 屆), https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/idou/02kiban14_04000747.html

(2) 射頻(RF)檢測規定

A. 頻率容許誤差

5G NR 行動台之頻率容許誤差要在指定頻率的±（0.1ppm + 15Hz）之內。

B. 混附發射區域不必要發射[68]

混附發射區域不必要發射的允許值應小於或等於下表的限制值。

表 33、日本 5G NR 混附發射區域不必要發射強度的允許值

頻率範圍	容許值	解析頻寬
9 kHz以上未滿150 kHz	-36 dBm	1 kHz
150 kHz以上未滿30 MHz	-36 dBm	10 kHz
30 MHz以上未滿1000 MHz	-36 dBm	100 kHz
1 GHz 以上未滿 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz
12.75GHz以上未滿上限頻率之5倍	-30 dBm	1 MHz

資料來源：TELEC

[68] スプリアス領域における不要発射の強度: 混附發射區域不必要發射

C. 相鄰頻道洩漏功率比

5G NR 行動台之相鄰頻道漏洩之功率容許值，應符合下表規定的絕對值或規定的相對值，以較高者為準。

表 34、日本 5G NR 行動台相鄰頻道漏洩之功率容許值

系統	規定類別	離調頻率 (Detuning Frequency)	容許值	NR ACLR 量測頻寬
10MHz 系統	絕對值規定	10MHz	-50dBm	9.375MHz
	相對值規定	10MHz	-29.2dBc	9.375MHz
15MHz 系統	絕對值規定	15MHz	-50dBm	14.235MHz
	相對值規定	15MHz	-29.2dBc	14.235MHz
20MHz 系統	絕對值規定	20MHz	-50dBm	19.095MHz
	相對值規定	20MHz	-29.2dBc	19.095MHz
40MHz 系統	絕對值規定	40MHz	-50dBm	38.895MHz
	相對值規定	40MHz	-29.2dBc	38.895MHz
50MHz 系統	絕對值規定	50MHz	-50dBm	48.615MHz
	相對值規定	50MHz	-29.2dBc	48.615MHz
60MHz 系統	絕對值規定	60MHz	-50dBm	58.35MHz
	相對值規定	60MHz	-29.2dBc	58.35MHz
80MHz 系統	絕對值規定	80MHz	-50dBm	78.15MHz
	相對值規定	80MHz	-29.2dBc	78.15MHz
90MHz 系統	絕對值規定	90MHz	-50dBm	88.23 MHz
	相對值規定	90MHz	-29.2dBc	88.23 MHz
100MHz 系統	絕對值規定	100MHz	-50dBm	98.31MHz
	相對值規定	100MHz	-29.2dBc	98.31MHz

資料來源：TELEC

D. 發射頻譜波罩(スペクトラムマスク) 規定

5G NR 行動台之發射頻譜波罩，應低於下表所示的容許值。

表 35、日本 5G NR 行動台頻譜波罩容許值

偏移頻率|Δf|	發射限值（dBm）/頻道頻寬					解析頻寬
	10MHz	15MHz	20MHz	40MHz	50MHz	
0 MHz 以上未滿 1MHz	-11.2	-11.2	-11.2	-11.2		註
0 MHz 以上未滿 1MHz					-22.2	30khz
1 MHz 以上未滿 5MHz	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	1MHz
5 MHz 以上未滿 10MHz	-11.2	-11.2	-11.2	-11.2	-11.2	1MHz
10MHz 以上未滿 15MHz	-23.2					1MHz
15MHz 以上未滿 20MHz		-23.2				1MHz
20MHz 以上未滿 25MHz			-23.2			1MHz
25MHz 以上未滿 40MHz						1MHz
40MHz 以上未滿 45MHz				-23.2		1MHz
45MHz 以上未滿 50MHz						1MHz
50MHz 以上未滿 55MHz					-23.2	1MHz
註：對於 10MHz 系統，解析頻寬適用於 100kHz；對於 15MHz 系統，適用於 150kHz；對於 20MHz 系統，適用於 200kHz；對於 40MHz 系統，適用於 400kHz。						

偏移頻率|Δf|	發射限值（dBm）/頻道頻寬				解析頻寬
	60MHz	80MHz	90MHz	100MHz	
0 MHz 以上未滿 1MHz	-22.2	-22.2	-22.2	-22.2	30khz
1 MHz 以上未滿 5MHz	-8.2	-8.2	-8.2	-8.2	1MHz
5 MHz 以上未滿 60MHz	-11.2	-11.2	-11.2	-11.2	1MHz
60MHz 以上未滿 65MHz	-23.2				1MHz
65MHz 以上未滿 80MHz					1MHz
80MHz 以上未滿 85MHz		-23.2			1MHz
85MHz 以上未滿 90MHz					1MHz
90MHz 以上未滿 95MHz			-23.2		1MHz
95MHz 以上未滿 100MHz					1MHz
100MHz 以上未滿 105MHz				-23.2	1MHz

資料來源：TELEC

E. 占用頻寬規定

5G NR 行動台之占用頻寬，應符合下表所示的容許值。

表 36、日本 5G NR 行動台占用頻寬容許值

系統	99%頻寬
10MHz 系統	10MHz 以下
15MHz 系統	15MHz 以下
20MHz 系統	20MHz 以下
40MHz 系統	40MHz 以下
50MHz 系統	50MHz 以下
60MHz 系統	60MHz 以下
80MHz 系統	80MHz 以下
90MHz 系統	90MHz 以下
100MHz 系統	100MHz 以下

資料來源：TELEC

F. 最大容許天線功率和容許天線功率誤差

5G NR 行動台天線的最大額定功率應為 23 dBm。天線功率的允許誤差應在額定天線功率的+ 3.0 dB / -6.7 dB 之內。

G. 傳輸關閉時的功率限值

當傳輸停止時，發射機的輸出噪聲功率頻譜密度，應低於下表規定的容許值。

表 37、日本 5G NR 傳輸關閉時的功率限值

系統	容許值	參考頻寬
10MHz 系統	-48.2 dBm	9.375 MHz
15MHz 系統	-48.2 dBm	14.235 MHz
20MHz 系統	-48.2 dBm	19.095 MHz
40MHz 系統	-48.2 dBm	38.895 MHz
50MHz 系統	-48.2 dBm	48.615 MHz
60MHz 系統	-48.2 dBm	58.35 MHz
80MHz 系統	-48.2 dBm	78.15 MHz
90MHz 系統	-48.2 dBm	88.23 MHz
100MHz 系統	-48.2 dBm	98.31 MHz

資料來源：TELEC

H. 傳輸交互調變特性

5G NR 行動台傳輸交互調變之要求，應符合下表規定。

表 38、日本 5G NR 行動台傳輸交互調變容許值規定

系統	干擾功率	離調頻率 (Detuning Frequency)	容許值	參考頻寬
10MHz 系統	-40 dBc	10MHz	-29dBc	9.375MHz
	-40 dBc	20MHz	-35dBc	9.375MHz
15MHz 系統	-40 dBc	15MHz	-29dBc	14.235MHz
	-40 dBc	30MHz	-35dBc	14.235MHz
20MHz 系統	-40 dBc	20MHz	-29dBc	19.095MHz
	-40 dBc	40MHz	-35dBc	19.095MHz
40MHz 系統	-40 dBc	40MHz	-29dBc	38.895MHz
	-40 dBc	80MHz	-35dBc	38.895MHz
	-40 dBc	50MHz	-29dBc	48.615MHz

50MHz 系統	-40 dBc	100MHz	-35dBc	48.615MHz
60MHz 系統	-40 dBc	60MHz	-29dBc	58.35MHz
	-40 dBc	120MHz	-35dBc	58.35MHz
80MHz 系統	-40 dBc	80MHz	-29dBc	78.15MHz
	-40 dBc	160MHz	-35dBc	78.15MHz
90MHz 系統	-40 dBc	90MHz	-29dBc	88.23 MHz
	-40 dBc	180MHz	-35dBc	88.23 MHz
100MHz 系統	-40 dBc	100MHz	-29dBc	98.31MHz
	-40 dBc	200MHz	-35dBc	98.31MHz

資料來源：TELEC

2. 測試程序

日本 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄之 5G 專網行動通信終端之日本章節說明。

(四) 韓國

韓國科學技術情報通信部(Master of Science in Information Technology, MSIT)是負責韓國電信設備和通訊產品安全認證管理的主管機關，其對於電信管制器材驗證主要根據《無線電波法（Radio Waves Act）》第 46 條及第 57 條規定，要求無線電信設備和產品進行強制性認證[69]。凡屬「資訊通信設備認證規則（Regulation for Certification of

[69] SGS, INTERNATIONAL TYPE APPROVAL （ITA） FOR ELECTRICAL & ELECTRONICS （EE） PRODUCTS, https：//www.sgs.com/en/white-paper-library/international-type-approval-ita-

Information and Communication Equipment）」規定的設備，均須符合技術標準並貼上 KC 標籤後，始得製造、進口或銷售使用。

韓國在電信管制器材檢測規定上，電信設備技術規範可分為：「電信終端設備技術規範（如：CATV、廣播接收、客戶電信終端等）」及「無線設備技術規範（如：3G/4G/5G 基站、行動電話、低功率 WiFi 與藍牙設備等）」。其中，行動通信設備技術規範主要依據韓國無線電研究所（RRA）於 2018 年 10 月 22 日公告之「電信業務無線設備技術標準（RRA Public Notification 2018-20, Oct 22, 2018）」[70]，包括： 5G NR（3.5GHz、28GHz）設備技術規範；另低功率射頻器材則適用韓國 MSIT 於 2018 年 12 月 27 日公告的「免設置許可之免執照無線設備通告（MSIT Public Notification 2018-90, Dec 27, 2018）」如： BT、WiFi 等設備檢測規定。同時，韓國行動寬頻 5G NR 設備技術規範之檢驗項目、合格標準、測試方法及測試規定等相關技術規範，主要遵循並參考 ITU、ETSI、3GPP 規範，如下圖所示。

for-electrical-and-electronics-ee-products

[70]韓國, RRA電信業務無線設備技術標準（RRA通知第2018-20號）, Notifications (RRA and MSIT), http：//www.law.go.kr/admRulSc.do?tabMenuId=tab107#liBgcolor1

項目	技術規範		
運作頻段	**3.5GHz(3.42~3.7GHz)、28GHz(26.5~29.5GHz)**		
國內檢測規範	• KS X 3270:2019 Conduction test methods for 5G NR(New Radio) equipment • KS X 3271:2019 Radiation test methods for 5G NR(New Radio) equipment • KS X 3123:2019 Conformity assessment test methods for radio equipments • **RRA電信業務無線設備技術標準**(전기통신사업용 무선설비의 기술기준)；第2017-03、2018-17、**2018-20**、2018-89號公告		
主要引用國際標準	• 3GPP 38.104 V15.4.0 (2019-01): BS radio transmission and reception • 3GPP TS 38.101-1 V15.4.0 (2019-01): UE radio transmission and reception;FR1 • 3GPP TS 38.101-2 V15.4.0 (2019-01): UE radio transmission and reception;FR2 • 3GPP TS 38.101-3 V15.4.0 (2019-01): UE radio transmission and reception; FR1 and FR2 Interworking operation with other radios • 3GPP TS 38.141-1 V15.0.0 (2019-01): BS Conducted conformance testing • 3GPP TS 38.141-2 V15.0.0 (2019-01): BS Radiated conformance testing • 3GPP TS 38.521-1 V15.0.0 (2018-09): UE conformance specification; Radio transmission and reception;FR1 • 3GPP TS 38.521-2 V15.1.0 (2018-12): UE conformance specification; Radio transmission and reception;FR2		
項目	規範名稱	內容	發布日期
1	（KS X 3271）5G NR 無線通信設備輻射測試(Radiation test)方法	定義5G NR行動無線設備量測技術方法，用於測試5G NR基站/行動台/中繼器是否符合無線設備的技術標準。	**2019年3月21日**
2	（KS X 3123）無線電設備符合性評估(Conformity assessment)測試方法	增列5G NR 的3.5GHz、28GHz 頻段行動通信設備類型以及相關測試項目。	**2019年3月21日**
3	（KS X 3270）5G NR無線通信設備傳導測試(Conduction test)方法	基於國際標準規定的射頻技術特性參數，定義5G NR量測射頻技術特性的測試方法，如無線設備的輸出功率、頻寬及相關技術標準等 。	**2019年1月21日**

圖 18、韓國 5G 設備檢測技術規範

資料來源：本研究整理

韓國在 5G 頻譜政策發展上，韓國 MSIT 於 2016 年 1 月公布「K-ICT 頻譜計畫」，推動 3.5GHz (3.42GHz~3.7GHz) 與 28GHz (26.5GHz~28.9GHz)頻段用於 5G 商業部署，並在 2018 年 6 月完成拍賣。韓國 5G 頻譜分配情形，如下圖所示。

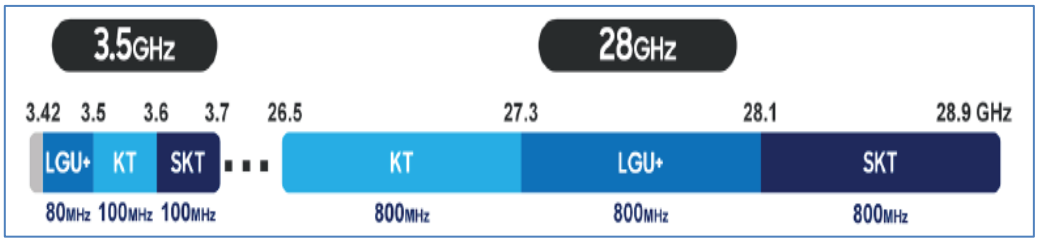


圖 19、韓國 5G 頻譜分配圖

資料來源:Samsung.

另韓國尚未討論有關 5G 專網頻譜使用的議題[71]，但 5G 電信業者則已為特定客戶設置專用網路提供 5G 應用服務，例如韓國電信公司 SK Telecom 於 2019 年 4 月與韓國軍事學院（KMA）簽署協議，提供 5G、虛擬實境（VR）和增強實境（AR）等創新技術，用於軍事訓練計劃[72]。鑑於國內已指配專用頻段作為 5G 專網使用，故本研究將參考研析韓國 5G 配置的新頻率範圍(3.5 GHz)及其相應終端設備(UE)射頻特性要求，彙整相關檢測規定與測試程序，作為國內未來制訂 5G 專網終端設備審驗技術規範之參考。

1. 檢測規定

韓國行動寬頻 5G NR （3.5GHz）設備技術規範，主要依據韓國無線電研究所（RRA）制定之「電信業務無線設備技術標準（RRA Public

[71] 日本高通, 5G ローカル自営利用の動向(5G Private/Local Network),2019-01, https://www.soumu.go.jp/main_content/000594337.pdf

[72] RCR Wireless News, SK Telecom to deploy 5G for military academy in Korea,2019-04, https://www.rcrwireless.com/20190416/5g/sk-telecom-5g-military

Notification 2018-20）」第 4 條（8）採用 TDD 分時雙工的 3.5GHz 頻段行動通信無線設備之技術標準。相關檢測要求說明如下:

(1) 通用條件

A. 接取方式

通信方式為正交分頻多工接取(OFDM)方式

B. 運作頻段

採用 3420MHz - 3700MHz 頻段。(3.5 GHz 頻段)。

(2) 射頻(RF)檢測規定

A. 占用頻寬

行動台發送裝置之占有頻寬應從 10 MHz、15 MHz、20 MHz、40 MHz、 50 MHz、60 MHz、80 MHz、90 MH、100 MHz 中採用。

B. 頻率容許誤差

行動台發送裝置之頻率容許偏差要在指定頻率的 ±0.1ppm 以下

C. 天線發射功率

行動台發送裝置天線發射功率要在 200mW 以下

D. 相鄰頻道洩漏功率比

相鄰頻道頻帶上漏洩的功率要低於基本頻率的平均功率 30dB 以上

E. 帶外不必要發射(operating band unwanted emissions)

帶外不必要發射要符合以下條件，如下表所示。

表 39、韓國 5G NR 帶外不必要發射限值

<table>
<tr><td colspan="11">頻帶外發射（dBm）</td></tr>
<tr><td>由佔有頻寬外側尾端起間隔</td><td>10 MHz</td><td>15 MHz</td><td>20 MHz</td><td>40 MHz</td><td>50 MHz</td><td>60 MHz</td><td>80 MHz</td><td>90 MHz</td><td>100 MHz</td><td>RBW</td></tr>
<tr><td rowspan="2">±0-1</td><td>-13</td><td>-13</td><td>-13</td><td>-13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>佔有頻寬之 1%</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>-24</td><td>30kHz</td></tr>
<tr><td>±1-5</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td>-10</td><td rowspan="20">1MHz</td></tr>
<tr><td>±5-6</td><td rowspan="2">-13</td><td rowspan="4">-13</td><td rowspan="8">-13</td><td rowspan="12">-13</td><td rowspan="20">-13</td><td rowspan="20">-13</td><td rowspan="20">-13</td><td rowspan="20">-13</td></tr>
<tr><td>±6-10</td></tr>
<tr><td>±10-15</td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±15-20</td><td></td><td>-25</td><td>-13</td></tr>
<tr><td>±20-25</td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±25-30</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±30-35</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±35-40</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±40-45</td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±45-50</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±50-55</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±55-60</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±60-65</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±65-80</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±80-90</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±90-95</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
<tr><td>±95-100</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>±100-105</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>-25</td></tr>
</table>

資料來源:RRA

F. 混附波輻射(Spurious emissions)

混附發射要符合以下條件，如下表所示。

表 40、韓國 5G NR(3.5GHz)混附波輻射規定

頻段	不必要發射平均功率	解析頻寬(RBW)
30MHz~1GHz	-36 dBm 以下	100kHz
1GHz~12.75GHz	-30 dBm 以下	1MHz
12.75GHz~次高頻率	-30 dBm 以下	1MHz

資料來源:RRA

G. 接收端混附波輻射(RX Spurious emissions)

接收端混附發射要符合下表條件。

表 41、韓國 5G NR(3.5GHz) 接收端混附發射規定

頻段	不必要發射平均功率	RBW
30MHz~1GHz	-57dBm 以下	100kHz
1GHz~12.75GHz	-47dBm 以下	1MHz
12.75GHz-5 次高頻率	-47dBm 以下	1MHz

資料來源:RRA

2. 測試程序

韓國 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄之 5G 專網行動通信終端的韓國章節說明。

(五) 中國大陸

中國大陸「工業和訊息化部(MIIT)」轄下之「無線電管理局（國家無線電辦公室）」是負責中國無線電頻譜規劃、電信管制射頻器材與終端設備等無線通信設備管理的主管機關。根據《中華人民共和國無線電管理條例》[73]、《生產無線電發射設備的管理規定》[74]和《進口無線電發射設備的管理規定》[75]等法規的規定，凡在中華人民共和國境內生產、進口、銷售以及使用的具有無線電發射功能的設備均應取得由國家無線電管理機構頒發的無線電發射設備型號核准證書和型號核准代碼；出廠設備的標牌上須標明該代碼，沒有取得核准代碼的無線電發射設備不得在中國境內銷售和使用。

為加速 5G 產業建設，中國工業和訊息化部(工信部)於 2019 年 1 月 7 日發布《2019 年第 61 號公告》，批准《5G 移動通信網核心網總體技術要求》等共 447 項的產業標準[76]。其中 5G 相關技術標準，涵蓋核心

---

[73] 《中華人民共和國無線電管理條例》, http://www.mod.gov.cn/big5/regulatory/2016-11/25/content_4764724_2.htm

[74] 國家無委、國家技術監督局聯合發佈的《生產無線電發射設備的管理規定》(國無管[1997]12號)。

[75] 《進口無線電發射設備的管理規定》, http://www.people.cn/zixun/flfgk/item/dwjjf/falv/1/1-2-36.html

[76]中华人民共和国国务院新闻办公室，工信部批准 5G 移动通信网等 447 项行业标准, 2020-01, http://www.scio.gov.cn/xwfbh/xwbfbh/wqfbh/42311/42454/xgbd42461/Document/1672192/1672192.htm

網、無線接入網、承載網、天線、終端、安全、電磁相容等領域，如表 42 所示。

表 42、中國 5G 行動通信相關技術標準

序號	標準編號	標準名稱	標準主要內容
1	YD/T 3615-2019	5G 移動通信網 核心網總體技術要求	本標準規定了基於 SA 架構的 5G 核心網總體技術要求，包括系統架構、高層功能特性、與 4G 網路交互操作、網路功能服務架構等。 本標準適用於基於 SA 架構的 5GC 核心網網路功能，包括 AMF、SMF、UPF、UDM、AUSF、NRF、NSSF 等。
2	YD/T 3616-2019	5G 移動通信網 核心網網路功能技術要求	本標準規定了基於 SA 架構的 5G 核心網網路功能技術要求，內容包括網路功能發現與選擇，控制面網路功能的服務，控制面和使用者面協定棧等。 本標準適用於基於 SA 架構的 5G 核心網網路功能，包括 AMF、SMF、UPF、UDM、AUSF、NRF、NSSF 等。
3	YD/T 3617-2019	5G 移動通信網 核心網網路功能測試方法	本標準規定了基於 SA 架構的 5G 核心網系統功能和業務流程相關的測試內容和測試方法。本標準適用於基於 SA 架構的 5G 核心網網路功能，包括 AMF、SMF、UPF、UDM、AUSF、NRF、NSSF 等。
4	YD/T 3618-2019	5G 數位蜂窩移動通信網 無線接入網總體技術要求(第一階段）	本標準規定了 5G 無線網的總體技術要求（第一階段），包括無線網的網路架構、5G NR 空口的功能要求等。本標準適用於 5G 數位蜂窩移動通信網基站設備和終端。
5	YD/T 3619-2019	5G 數位蜂窩移動通信網 NG 介面技術要求和測試方法（第一階段）	本標準規定了 5G 數位蜂窩移動通信網（第一階段）的 NG 介面相關功能要求、測試結構及配置、NG 應用層協定測試、使用者面 GTP-U 協定測試和 PDU Session 使用者面協定測試。本標準適用於 5G 數位蜂窩移動通信網（第一階段）的 NG 介面、基站設備、移動性管理實體設備和服務閘道設備。
6	YD/T 3620-2019	5G 數位蜂窩移動通信網 Xn/X2 介面技術要求和測試方法(第一階段）	本標準規定了 5G 數位蜂窩移動通信網（第一階段）的 Xn/X2 介面相關功能要求、測試結構及配置、Xn 介面基本移動性過程、NR 雙連接、Xn 介面全域過程和 EN-DC X2 介面測試、。本標準適用於 5G 數位蜂窩移動通信網（第一階段）的基站設備。
7	YD/T 3621.1-2019	面向 5G 前傳的 N×25Gbit/s 波分複用無源光網路(WDM-PON) 第 1 部分：總體	本部分規定了面向 5G 前傳網路承載需求的基於波長路由的 N×25Gbit/s 波分複用無源光網路系統的網路架構、業務和介面要求、系統功能要求、管理維護要求和其它要求等。本部分適用於公眾電信網環境下的基於波長路由的 N×25Gbit/s 波分複用無源光網路設備，專用電信網也可參照使用。

8	YD/T 3621.2-2019	面向 5G 前傳的 Nx25Gbit/s 波分複用無源光網路(WDM-PON) 第 2 部分：PMD	本部分規定了面向 5G 前傳網路承載需求的基於波長路由的 Nx25Gbit/s WDM-PON 系統的實體層、收發器指標以及性能指標要求。本部分適用於公眾電信網環境下的基於波長路由的 Nx25Gbit/s WDM-PON 設備，專用電信網也可參照使用。
9	YD/T 3625-2019	5G 數位蜂窩移動通信網 無源天線陣列技術要求（<6GHz）	本標準規定了 5G 大規模無源天線陣列的電性能及機械性能要求，明確電路參數指標、方向圖指標以及環境可靠性試驗的測試要求及方法；本標準適用於 5G 數位蜂窩移動通信網中非 AAU 設備的無源天線陣列。本標準適用於工作頻段為 6GHz 以下，包含但不限於以下工作頻段 2515MHz～2675MHz、3400MHz～3600MHz 和 4800MHz～5000MHz。
10	YD/T 3626-2019	5G 數位蜂窩移動通信網 無源天線陣列測試方法（<6GHz）	本標準規定了 5G 大規模無源天線陣列電性能及機械性能的驗證測量方法以及測試場地和環境要求。本標準適用於 5G 數位蜂窩移動通信網中非 AAU 設備的無源天線陣列。本標準適用於工作頻段為 6GHz 以下，包含但不限於以下工作頻段 2515MHz～2675MHz、 3400MHz～3600MHz 和 4800MHz～5000MHz。
11	YD/T 3627-2019	5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備技術要求（第一階段）	本標準規定了 6GHz 以下頻段 5G 增強移動寬頻終端設備的傳輸能力、業務能力、基本協議功能、射頻、功耗、介面、安全等方面的要求。本標準適用于支持增強移動寬頻場景（eMBB）的 6GHz 以下頻段的面向非獨立組網（Non-Stand Alone）和獨立組網（Stand Alone）的 5G 終端。
12	YD/T 3628-2019	5G 移動通信網安全技術要求	本標準規定了 5G 移動通信網的安全技術要求，主要包括 5G 網路的安全架構、安全需求、安全功能要求以及相關安全流程等。本標準適用於獨立組網與非獨立組網的 5G 移動通信網路。
13	YD/T 2583.17-2019	蜂窩式移動通信設備電磁相容性能要求和測量方法 第 17 部分：5G 基站及其輔助設備	本部分規定了 5G 數位移動通信系統基站設備、輔助射頻放大器、中繼器及其輔助設備的電磁相容性要求及測量方法。本部分適用 5G 數位移動通信系統的固定或移動基站無線設備、輔助射頻放大器、中繼器及其相應的輔助設備。
14	YD/T 2583.18-2019	蜂窩式移動通信設備電磁相容性能要求和測量方法 第 18 部分：5G 使用者設備和輔助設備	本部分規定了 5G 蜂窩式移動通信系統使用者設備及其輔助設備的電磁相容性要求，包括測量方法、頻率範圍、限值和性能判據。本部分適用於便攜和車載使用的使用者設備，也適用於使用電源供電且在固定位置使用的使用者設備，同時適用於 5G 蜂窩式通信系統的各類資料終端設備。

資料來源:中國工信部

中國工信部於 2019 年 6 月 6 日正式頒發 5G 商用執照，分別由中國電信、中國移動、中國聯通、中國廣電等業者取得 5G 商業頻譜及營業執照，如下表所示。

表 43、中國 5G 電信業者及頻譜範圍

電信業者	頻譜範圍
中國移動	● 2515MHz-2675Mhz（160M）； ● 4800MHz-4900MHz（100M）
中國電信	● 3400MHz-3500MHz（100M）
中國聯通	● 3500MHz-3600MHz（100M）
中國廣電	● 4.9GHz 頻段 50MHz 頻譜；700MHz 頻段；（尚待配置具體頻段）

資料來源:中國工信部

同時，中國大陸為因應 5G 垂直場域應用需求，工信部於 2020 年 3 月發布「關於推動 5G 加快發展的通知《2020 年第 49 號公告》」[77]，規劃展開「5G 行業虛擬專網研究和試點，打通標準、技術、應用、部署等關鍵環節。」。部分省分也為加速 5G 網路建設及強化對國家政策措施支援，積極進行 5G 專網的試點應用；例如廣東省工業和訊息化廳即於 2020 年 3 月頒布《關於應對疫情影響進一步促進資訊服務和消費的若干政策措施》[78]，將推進 5G 專網建設，在政務、公安、應急管理、電網、高速公路、船舶、鋼鐵、石化、油氣管道、專業園區等重點行業和領域試點建設 10 個以上 5G 專網。並「持續推進 1.8GHz 頻段專

[77] 中國工信部,工業和訊息化部關於推動 5G 加快發展的通知,2020-03, http://www.miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n3757020/c7832258/content.html

[78]广东省工业和信息化厅,印发《关于应对疫情影响进一步促进信息服务和消费的若干政策措施》的通知, 粵工信信軟〔2020〕37 號, 2020-03-25, http://gdii.gd.gov.cn/gkmlpt/content/2/2952/post_2952978.html#2895

網在軌道交通、機場、港口、智慧工廠等行業場景應用。」，以及「向國家申請 1.4GHz 頻段，推進全省政務試點應用。向國家申請開展 5.9-7.1GHz 頻段專網試驗，探索面向政務、公安、應急管理、電網、高速公路、重大裝備製造、專業園區等重點領域的 5G 專網試點應用。」因此，該省成為中國國內首個申請用於建設 5G 專網頻段的省份[79]

由於目前中國大陸尚未劃分專用的 5G 專網頻段，而國內則已指配專用頻段作為 5G 專網使用，故本研究將參考中國 5G 配置的新頻率範圍（2.5GHz、3.5GHz、4.8GHz）及其相應終端設備(UE)射頻特性要求，彙整相關檢測規定與測試程序，作為國內未來制訂 5G 專網終端設備審驗技術規範之參考。

1. 檢測規定

中國 5G NR 行動寬頻終端設備技術規範，主要依據中國工業和信息化部(MIIT)於 2019 年 12 月 24 日頒布的[2019 年第 61 號]公告[80]，核准之「YD/T 3627-2019: 5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備技術要求（第一階段）」[81]作為 5G 終端技術標準。同時相關設備檢驗項目、合格標準、測試方法及測試規定等相關技術規範，主要遵循參考 3GPP TS 38 系列規範。相關檢測規定如下說明:

---

[79]通信产业网, 5G 专网的抉择：网络切片还是“另起炉灶”,2020-04, http://www.ccidcom.com/jishu/20200421/CKfiP25WC2xFqkVxf17f30drku4ms.html

[80] 中华人民共和国工业和信息化部公告, 2019 年第 61 号, http://miit.gov.cn/n1146295/n1652858/n1652930/n4509607/c7599971/content.html

[81]中國通信標準化協會, YD/T 3627-2019 5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备技术要求（第一阶段）,2019-12, http://www.ptsn.net.cn/standard/std_query/show-yd-5795-1.htm

(1) 通用條件

A. 運作頻段

5G NR UE 工作頻段應符合中國大陸國家無線電管理相關規定，為支援國際漫遊，UE 可支援 3GPP 標準規定的相關工作頻段，如下表所示。

表 44、中國 5G NR UE 工作頻率範圍

NR 運作頻段	上行(UL)運作頻段	下行(DL)運作頻段	雙工模式
N41	2496MHz - 2690MHz	2496MHz - 2690MHz	TDD
N78	3300MHz - 3800MHz	3300MHz - 3800MHz	TDD
N79	4400MHz - 5000MHz	4400MHz - 5000MHz	TDD

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 82。

B. 頻道頻寬

終端設備(UE)運作的頻道頻寬，如下表所示。

表 45、UE 在各頻段需要支援的 NR 頻寬

NR 頻段/SCS/UE 頻道頻寬													
NR 頻段	SCS KHz	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
N41	15		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes				
	30		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	60		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N78	15		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes				
	30		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	60		Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
	15							Yes	Yes				

N79	30							Yes	Yes	Yes	Yes		Yes
	60							Yes	Yes	Yes	Yes		Yes

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 86。

C. 接取方式

下行鏈路: 採取 CP-OFDM 波形。

上行鏈路: 採取 CP-FDMA、DFT-S-OFDM 波形。

D. 調變方式

下行鏈路: QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 方式。

上行鏈路: QPSK、16QAM、64QAM、256QAM 方式。

(2) 射頻(RF)檢測規定

A. UE 最大輸出功率

UE 功率等級定義了標稱最大輸出功率，各頻段 UE 最大輸出功率和容許誤差，應符合下表規定。

表 46、中國 5G NR UE 最大輸出功率要求

NR 頻段	功率等級 2 (dBm)	容差要求(dB)	功率等級 3 (dBm)	容差要求(dB)
N41	26	+2/-3	23	±2
N78	26	+2/-3	23	+2/-3
N79	26	+2/-3	23	+2/-3

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 94。

B. 頻率容許誤差規定

UE 的發射頻率在 1ms 觀測周期內應保持在基站下行信號頻率的± 0.1 PPM 以內。

C. 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR) 規定

測量頻寬如表 47 所示，其限值如表 48 所示。

表 47、中國 5G NR ACLR 量測頻寬

頻道頻寬	5 MHz	10 MHz	15MHz	20 MHz	25MHz	30MHz
ACLR 量測頻寬	4.515MHz	9.375MHz	14.235MHz	19.095MHz	23.955MHz	28.815MHz
頻道頻寬	**40 MHz**	**50MHz**	**60MHz**	**80MHz**	**90MHz**	**100MHz**
ACLR 量測頻寬	38.895MHz	48.615MHz	58.35MHz	78.15MHz	88.23MHz	98.31MHz

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 114。

表 48、中國 5G NR ACLR 限制值

	UE 功率等級 2	**UE 功率等級 3**
NR_{ACLR}	31 dB	30 dB

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 115。

UTRA ACLR($UTRA_{ACLR}$)是指 NR 頻道頻率下經濾波後的平均功率與相鄰 UTRA 頻道頻率下經濾波的平均功率之比。$UTRA_{ACLR}$ 是第一 UTRA 相鄰頻道($UTRA_{ACLR1}$)與第二 UTRA 相鄰頻道($UTRA_{ACLR2}$)的統

稱。第一 UTRA 相鄰頻道以 NR 頻道邊界外±2.5MHz 為中心，第二 UTRA 相鄰頻道以 NR 頻道邊界外±7.5MHz 為中心。UTRA 頻道功率通過 RRC 頻寬濾波器進行測量，該濾波器的跌落因素α=0.22，頻寬為 3.84MHz。指定 E-UTRA 頻道功率經過矩形濾波器進行測量。如果測得的 UTRA 頻道功率大於-50dBm，則 $UTRA_{ACLR1}$ 及 $UTRA_{ACLR2}$ 均應大於下表所示之值。

表 49、UTRA ACLR 限制值

UTRA 的 ACLR	UE 功率等級 3
$UTRA_{ACLR1}$	33 dB
$UTRA_{ACLR2}$	36 dB

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 116。

D. 頻譜發射模板(SEM)

UE 的頻譜輻射模板應用起始於指定 NR 頻道頻寬邊緣的頻率(Δf_{OOB})，對於大於下表中的(Δf_{OOB})的頻率適用 YD/T 3627-2019 第 10.5.4.5 節的雜散要求。

表 50、中國 5G NR UE 通用頻譜發射模板

頻譜發射模板限值（dBm）/頻道頻寬													
Δf_{OOB} (MHz)	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz	量測頻寬
± 0-1	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13						1 % 的頻道頻寬
± 0-1								-24	-24	-24	-24	-24	30 kHz
± 1-5	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	1 MHz
± 5-6	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	-13	
± 6-10	-25												
± 10-15		-25											
± 15-20			-25										
± 20-25				-25									
± 25-30					-25								
± 30-35						-25							
± 35-40													
± 40-45							-25						
± 45-50													
± 50-55								-25					
± 55-60													
± 60-65									-25				
± 65-80													
± 80-85										-25			
± 85-90													
± 90-95											-25		
± 95-100													
± 100-105												-25	

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 117。

E. 雜散發射規定

通用雜散適用於距離頻道頻寬邊沿 Δf_{OOB} (MHz)以外的頻率區間。雜散測量邊界定義如表 51 所示。UE 通用雜散發射應滿足表 52 限值。

表 51、中國 5G UE 雜散量測邊界

頻道頻寬	OOB 邊界 Δf_{OOB} (MHz)
$BW_{channel}$	$BW_{channel}$ +5

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 121。

表 52、中國 5G UE 通用雜散發射限值

頻率範圍	最高限值	測量頻寬	說明
9 kHz ≤ f < 150 kHz	-36 dBm	1 kHz	
150 kHz ≤ f < 30 MHz	-36 dBm	10 kHz	
30 MHz ≤ f < 1000 MHz	-36 dBm	100 kHz	
1 GHz ≤ f < 12.75 GHz	-30 dBm	1 MHz	
	-25 dBm	1 MHz	
12.75GHz≤f<上行工作頻率最高頻點的第5諧波位置	-30 dBm	1 MHz	1
12.75 GHz < f < 26 GHz	-30 dBm	1 MHz	2
註1：適用於上行頻段頻率範圍上沿大於2.69 GHz時 註2：適用於上行頻段頻率範圍上沿大於5.2 GHz時 註：適用於EN-DC 組合包含n41且小區指示為NS_04時			

資料來源: YD/T 3627-2019, 表 122。

2. 測試程序

中國大陸 5G NR 行動寬頻終端設備檢測，主要依據工信部核准「YD/T 3627-2019: 5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備技術要求（第一階段）」作為 5G 終端技術標準。而相關設備檢驗項目、合格標準、測試方法及測試規定等相關技術規範，亦遵循參考 3GPP TS 38 系列規範。由於目前中國 5G NR 行動寬頻終端設備的測試方法「2018-2363T-YD_5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備測

試方法（第一階段）」[82]仍在制定階段尚未審批通過，因此本研究將參考「YD/T 3627-2019 技術要求」引用之 3GPP TS 38.101-1 NR 終端設備(UE)無線發射和接收技術規範以及 TS 38.521-1 終端設備(UE)符合性測試要求。相關射頻(RF)檢測項目之測試程序詳見附錄之 5G 專網行動通信終端的中國大陸章節說明。

三、 小結

ITU-R 於 2015 年 6 月陸續發布 IMT 願景(M.2083)、基本需求(M.2410)、準則範本(M.2411)、評估指南(M.2412)等 IMT-2020 系統建議書後，相關具體技術規範由 3GPP、ETSI 等國際標準發展組織（SDOs）相繼制定。其中又以 3GPP 為 5G 標準的主要制定者；ETSI 著重 5G 網路架構標準制定(NFV、MEC、mWT、NGP 等)。5G 大幅整合人際通訊與萬物聯網(Internet of Everything, IoE)服務，透過網路切片(network slicing)、網路功能虛擬化(NFV)和軟體定義網路(SDN)技術，允許業者將單一物理網路劃分為多個虛擬網路，因應各種不同異質服務。同時為滿足 5G 智慧化應用情境與需求，3GPP 於 TS 22.261 § 6.25.1 定義「非公共網路（NPN）」供專用實體(如企業)使用，業者可利用虛擬和實體元件進行各種配置部署。

觀察國際間對於5G專網頻譜規劃和使用指配方式不一，例如:德國、日本已指配專用頻譜供 5G 垂直場域使用；美國(CBRS)及英國則以頻譜共享方式供企業和公用事業使用；而韓國及中國大陸尚未指配 5G 專

[82] 中國通信標準化協會，行标“5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备测试方法（第一阶段）”报批稿公示,2020-05, http://www.ccsa.org.cn/tc/baopi.php?baopi_id=6002

網頻段。國內則指配 4.8 ~ 4.9 GHz 頻段作為 5G 專網頻譜，該頻段屬 3GPP 規範之 5G NR 頻段號 n79 的頻率範圍(4.4GHz ~5.0 GHz)。各國 5G 專網頻譜指配情形，如下表所示。

表 53、各國 5G 專網頻譜指配情形

	歐盟	美國	日本	韓國	中國大陸	國內
法源依據	**RED 指令**	**聯邦規則(47 CFR)**	**電波法 電信通信事業法**	**無線電波法**	**《無線電管理條例》 《电信设备进网管理办法》**	**電信法 電信管理法**
專頻	**指配/**共享頻段	共享頻段	**指配**	**未開放 未指配**	**未開放 未指配**	**指配**
專網頻譜配置情形	• 德國/盧森堡 (3.7-3.8 GHz) • 瑞典(3.72-3.8 GHz) • 英國 (3.8GHz、共享頻譜: 1.8/ 2.3/26 GHz)	CBRS 共享頻段（3.5GHz) • FCC 定位為創新頻段;技術中立; 2019 年 9 月授權業者使用 CBRS 頻譜部署專用 LTE 網路。	• 4.6-4.8GHz • 28.2-29.1 GHz • 用於垂直場域或本地執照使用;於 2019 年 12 月接受申請。	• SK 業者為特定客戶設置專網提供 5G 服務，如軍事訓練等。	• 工信部 2020 年 3 月發布 49 號公告推動 5G 專網試點應用。 • 省級規劃 1.8 (商用)、1.4 (政用)及 5.9-7.1GHz 為 5G **專網試點頻段**	• 4.8-4.9 GHz • 供各界申請進行場域實驗。
專網申請限制	• 德國排除既有業者申請 • 主要用於工業物聯網	**未設限**	• 排除全國性電信營運商申請	**未開放**	**未開放**	**5G 專網管理辦法草案；刻研議中**

資料來源:本研究整理

由於 5G NPN 專網係基於 5G 架構所衍生的網路型態，故 5G 專網 UE 一致性測試測量程序，仍以 3GPP TS 38.521 為主要的射頻特性檢測技術規範； 5G 專網 BS 則以 3GPP TS 38.141 為主要的射頻特性檢測技術規範。同時主要國家亦爰引 3GPP 制定之 5G NR 相關技術要求、檢測規定、檢驗項目、合格標準及測試方法等，調和納入成為國家技術

法規標準，作為製造商產品符合性評估的技術規範，以確保射頻器材之合規性。各國 5G 行動終端設備檢測規定比較，如下表所示。

表 54、各國 5G 行動終端設備檢測規定比較

		歐盟	美國	日本	韓國	中國大陸	國內
5G 終端設備檢測規定		➢ETSI TS 138.101-1 ➢ETSI TS 138.521-1 ➢EN 301 908-25 for 5G NR UE (制訂中)	➢FCC Part 2 Subpart J ➢FCC Part 96.49	➢MIC「第五代移動通信系統（5G）的技術條件」 ➢《設備規則》第 49-6-12 條第 1 款/第 3 款規定	➢電信業務無線設備技術標準(RRA 2018-20 號通知，第 4 條（8）	➢「YD/T 3627-2019: 5G 數位蜂窩移動通信網增強移動寬頻終端設備技術要求（第一階段）」	➢5G 行動終端設備 (PLMN All) ➢5G 專網終端設備技術規範 (研議中)
5G 終端設備測試程序			➢FCC KDB 971168 D01v03r01 ➢ANSI C63.26-2015	➢MIC 第 88 號公告技術規範 ➢「設備證明規則」第 2 條第 1 項第 11 之 30 號規定(制訂中) ➢MIC 省令暫定測試方法	➢行動通訊無線設備傳導測試方法(KS X 3270：2019)	➢「2018-2363T-YD_5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備測試方法 (第一階段)」(制訂中)	
引用標準		3GPP	FCC	3GPP	3GPP	3GPP	3GPP
RF 檢測範圍		發射機性能 接收機性能	發射機性能	發射機性能 接收機性能	發射機性能 接收機性能	發射機性能 接收機性能	發射機性能
共同測項	TX	工作頻段、最大發射輸出功率、頻率誤差、傳導性混附波輻射、佔用頻道頻寬(國內除外)、鄰頻道洩漏功率比(美除外)、發射頻譜波罩(美韓除外)					
指定測項	TX	• 最小輸出功率 • 輻射性混附波輻射	• 峰值平均功率比(PAPR) • 頻帶邊緣符合性 • 調變特性	• 發射互調變 • 傳輸關閉時的功率限值	NA	• 最小輸出功率 • 誤差向量幅度 (EVM) • 發射互調變	NA

	RX	• 參考靈敏度水平 • 相鄰頻道選擇性 • 阻塞特性 • 雜散反應 • 互調特性 • 雜散輻射	NA	副次輻射限制	副次輻射限制	• 參考靈敏度水平 • 相鄰頻道選擇性 • 阻塞特性 • 雜散反應 • 互調特性 • 雜散輻射	NA

資料來源:本研究整理

第二節 互動式感應

一、 背景介紹

隨著科技不斷地向前邁進，各類射頻設備的操作頻段逐漸邁向了毫米波，如 3GPP 所制定 5G NR 的 TR 21.915 Release 15[83]技術規範中可得知，未來終端設備 FR2 的操作頻段為 24250 MHz – 52600 MHz；顯而易見，無數具備新穎突破技術的射頻設備，將如雨後春筍般出現在藍海般尚未分配且干擾極低的毫米波頻段上，因而未來電信主管機關對於毫米波的管理與監理機制重要性將不可言喻。

根據我國低功率射頻器材技術規範[84]中 4.13 節工作頻率為 57 GHz ~ 66 GHz 章節，其器材形式之說明如下所示：

[83] 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Release 15 Description; Summary of Rel-15 Work Items(Release 15)
[84] 中華民國低功率射頻器材技術規範

4.13.1 器材型式：任何發射型式之器材，但不包括非固定操作之場強擾動感測器(field disturbance sensors)及使用於航空器或人造衛星上的器材。

如上述說明，我國明確規定該頻段目前不可操作非固定（移動式）的場強擾動感測器及使用於航空器或人造衛星上的器材，但根據 FCC 47 CFR § 15.255 Operation within the band 57-71 GHz 中(a)(2)[85]之規定：

(2) *Field disturbance sensors, including vehicle radar systems, unless the field disturbance sensors are employed for fixed operation, or used as short-range devices for interactive motion sensing. For the purposes of this section, the reference to fixed operation includes field disturbance sensors installed in fixed equipment, even if the sensor itself moves within the equipment.*

由上述內容可得知，FCC 針對操作於 57-71 GHz 的器材型式，開放了短距離的互動式感應設備(interactive motion sensing)，該設備則為一種可移動式的場強擾動感測器，主要用途用於感測手勢、瞳孔與動作進而應用於各式各樣的服務；而值得注意的是，這類新穎的短距離的互動式感應設備目前仍無法適用我國的低功率射頻器材技術規範，而互動式感應設備可大量應用於老齡人口、孕婦、身心障礙者（包含自閉症、腦性麻痺、唐氏症等），可使社會上大量弱勢族群在生活上可以過得更便利，更可將互動式感應功能導入在各種需要辨識操作的裝置中，可讓人類所需的科技服務大幅度躍進，但這部分龐大的毫米波設備商機至

[85] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.255

今仍無法導入我國市場；另於通傳會電信終端設備與低功率射頻器材審驗一致性第 68 次會議記錄[86]中可得知，已有廠商於會議上訴求請求比照 FCC 47 CFR § 15.255 技術規範開放短距離的互動式感應設備進行審驗；但短距離的互動式感應設備雖有其市場需求，通傳會亦須通盤考量該操作頻段是否適合開放用於短距離的互動式感應設備的可移動式的場強擾動感測器，又或者會對該頻段現有射頻設備造成任何干擾的影響，則是未來通傳會管理毫米波頻段的重要一環。

二、 計畫動機與主題

互動式感應設備對現有射頻設備之干擾考量

根據我國交通部所出版的中華民國無線電頻率分配表[87]（中華民國無線電頻率分配表的依據來源則是 ITU（國際電信聯合會）對第三區域（亞洲）所制定的頻率規畫，而雖然我國並非 ITU 的會員國，但為了避免我國無線電頻率無法與國際接軌，仍應參照各會員國作法）如表 55 中所示，其中 57 GHz ~ 66 GHz 頻段現有的主要業務範圍有：衛星地球探測(Earth Exploration Satellite Service, EESS)、射電天文服務(Radio Astronomy Service, RAS)等，而需注意 57 GHz ~ 66 GHz 亦可供免執照設備使用，且有部分頻段如 57 GHz ~ 59 GHz、64 GHz ~ 66 GHz 則可供高密度固定業務(High Density Fixed Services, HDFS)使用；如上述所示，互動式感應設備對現有射頻設備的干擾示意圖如圖 20 中所示，於上述頻段中的各射頻設備與組織如下數點介紹。

[86] 國家通訊傳播委員會電信終端設備與低功率射頻器材審驗一致性第 68 次會議記錄
[87] 中華民國無線電頻率分配表

表 55、操作於 57 GHz ~ 66 GHz 頻段的業務分配

ITU 無線電規則	中華民國規定	
第三區域	頻段業務分配	備註
55.7800 - 58.2000 衛星地球探測（被動式）（主）、 固定（主）、衛星與衛星間（主）、 行動（主）、太空研究（被動式）（主）	**55.7800 - 58.2000** 衛星地球探測（被動式）（主）、 固定（主）、衛星與衛星間（主） 行動（主）、太空研究（被動式）（主）	55.78 - 59 WRC-2000 決議可供高密度固定業務（HDFS）使用。 **57 - 66 供免執照設備使用。** 61.25 GHz ± 250 MHz 計劃供工、科、醫用設備使用。 64 - 66 WRC-2000 決議可供高密度固定業務（HDFS）使用。
58.2000 - 59.0000 衛星地球探測（被動式）（主）、 固定（主）、行動（主）、 太空研究（被動式）（主）	**58.2000 - 59.0000** 衛星地球探測（被動式）（主）、 固定（主）、行動（主）、 太空研究（被動式）（主）	
59.0000 – 59.3000 衛星地球探測（被動式）（主）、 太空研究（被動式）（主）、固定（主） 衛星與衛星間（主）、行動（主）、 無線電定位（主）	**59.0000 – 59.3000** 衛星地球探測（被動式）（主）、 太空研究（被動式）（主）、固定（主） 衛星與衛星間（主）、行動（主）、 無線電定位（主）	
59.3000 - 64.0000 固定（主）、衛星與衛星間（主） 行動（主）、無線電定位（主）	**59.3000 - 64.0000** 固定（主）、衛星與衛星間（主） 行動（主）、無線電定位（主）	
64.0000 - 65.0000 固定（主）、衛星與衛星間（主）、 行動（主）、航空行動除外	**64.0000 - 65.0000** 固定（主）、衛星與衛星間（主）、 行動（主）、航空行動除外	
65.0000 - 66.0000 衛星地球探測（主）、太空研究（主） 衛星與衛星間（主）、固定（主）、 行動（主）、航空行動除外	**65.0000 - 66.0000** 衛星地球探測（主）、太空研究（主） 衛星與衛星間（主）、固定（主）、 行動（主）、航空行動除外	

資料來源：中華民國無線電頻率分配表

圖 20、互動式感應設備對現有射頻設備的干擾示意圖

資料來源：本研究整理

1. Wireless HD

Wireless HD 為產業團體所共同聯合成立的聯盟，主要成員有 Broadcom、Intel、LG、Panasonic、NEC、Samsung、SiBEAM、Sony、Philips 和 Toshiba；Wireless HD 的主要操作頻段在 60 GHz，並使用了約 7 GHz 極寬的操作頻寬，用以短距離且使用高指向性的波束來傳輸壓縮或輕度壓縮的超高解析度的影像、聲音與大數據訊號，目前該技術已普遍用於消費電子產品，而如圖 20 中所示，互動式感應設備首當其衝將對一般民眾的觸手可及的 Wireless HD 產品（類似應用產品如：60 GHz HDMI Wireless Audio Video Transmitter & Reciver、60 GHz 4K UHD 影音無線傳輸盒等）造成干擾，其干擾程度為何則必須進行研析討論與驗證。

2. 無線千兆聯盟(Wireless Gigabit Alliance, WiGig)：

Wireless Gigabit Alliance, WiGig 為致力推動 60 GHz 頻帶應用之組織，主要成員有 Intel、AMD、Apple、Dell、Cisco、Nokia、Qualcomm、Sony 及 Samsung；藉由使用無需執照之 60 GHz 通道頻段，達成每秒千兆位元(multi-gigabit)無線之高速傳輸。WiGig 以其技術規範與 Wi-Fi 聯盟進行協定合作，使其能兼容 IEEE 802.11 之標準。目前 Wi-Fi 聯盟已認證 WiGig 協定為 802.11ad 標準，其資料傳輸速率可達 7 Gbps，傳輸距離可達 10 米。藉由操作於 60 GHz 之工作頻段，WiGig 能達成高頻寬及高速率之效能需求，其產品主要應用於虛擬實境(VR)、擴增實境(AR)、4K 視頻、音頻、互動遊戲及多媒體同步資訊之處理。

3. Backhaul Link：

Backhaul Link 為將本地網路之相關資訊流量，回傳至網路節點，使其能與核心網路作聯繫之架構。Backhaul Link 操作於無需執照之 60 GHz 頻段，以其高通量(High capacity)及點對點短距離傳輸之特性，能有效實現多微細胞(Small cells)聯繫至核心網路之平台架構。Backhaul Link 採無線傳輸之方式，能解決戶外光纖因施作困難帶來之不便，並能有效減少相關傳輸材料之耗費。目前 5G 通訊之 Small cell 應用，已有採 60 GHz 頻段之協定，完成相關 Backhaul Link 之規劃應用。藉由操作於毫米波頻段，在短距離無線連接下，實現更高速率及低延遲之傳輸，其相關應用將影響我們未來之生活。

上述三項毫米波應用已普及於生活之中，而未來通傳會若開放互動式感應設備，則可能對上述免執照射頻設備造成干擾。

(一)　互動式感應設備的發射功率爭議與研析。

如上述所提，互動式感應設備對現有射頻設備的干擾需進行驗證與評估，除此之外，互動式感應設備的發射功率亦有爭議，根據 FCC 47 CFR § 15.255(c)(3)其互動式感應設備應遵守以下規定：

(3) For fixed field disturbance sensors other than those operating under the provisions of paragraph (c)(2) of this section, and short-range devices for interactive motion sensing, the peak transmitter conducted output power shall not exceed −10 dBm and the peak EIRP level shall not exceed 10 dBm.

如上所述互動式感應設備發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於 -10 dBm，且其 EIRP 的峰值功率應小於或等於 10 dBm。

根據 ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)[88]中之規定，操作於 57 GHz ~ 64 GHz 的短距離設備，其平均功率應遵守表 61 中之規定，另需注意該表的輸出功率限制值是指系統整體，單一發射機則需遵守 Note 中之說明輸出功率最高不可超過 10 dBm；平均功率密度則需依照表 62 中所示，操作於 57 GHz ~ 64 GHz 的短距離設備最高不可超過 13 dBm/MHz (EIRP)。

如上所述，我們應注意到歐盟 ETSI 的輸出功率是大於美國所規定的限制值，而 Google LLC 則在 2018 年 12 月時向 FCC 請求豁免 15.255 的部分條文並取得成功，其會議記錄可參閱 ET Docket No. 18-70 (In the

[88] ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)

Matter of Google LLC Request for Waiver of Section 15.255(c)(3) of the Commission’s Rules Applicable to Radars used for Short Range Interactive Motion Sensing in the 57 ~ 64 GHz Frequency Band)[89]，在此次會議結論中，委員會對功率限制則做出以下決議：Google 的互動式感應設備(Soli Sensor)經認證後，可操作於 57 ~ 64 GHz 並可適用於最大輻射功率 13 dBm (EIRP)、最大傳導輸出功率 10 dBm 以及最大功率密度 13 dBm/MHz，其中 EIRP 的限制值放寬了 3 dB 而傳導輸出功率則放寬了 20 dBm；而 47 CFR § 15.255 至今並未修改法規並將 Google LLC 視為個案辦理，我們注意到未來通傳會若要開放互動式感應設備時，亦會遇到相同的問題，而該問題的本質則是歐盟與美國間的技術規範仍有部分落差，在此計畫案中，我們將評估歐盟與美國的發射限制值對現有設備的干擾程度，並提供建議給通傳會。

(二)　互動式感應設備於飛機上操作使用之爭議與研析。

如先前所述，我們可注意到我國低功率射頻器材技術規範 4.13 節中，該設備不可操作於航空器或人造衛星上的器材，但在 ET Docket No. 18-70 會議結論中，FCC 豁免了 47 CFR §15.255 (b) (2)並允許 Google LLC 的互動式感應設備可於飛機上使用，而 47 CFR §15.255 (b) (2)的原本規定如下所示：

[89] ET Docket No. 18-70 (In the Matter of Google LLC Request for Waiver of Section 15.255(c)(3) of the Commission’s Rules Applicable to Radars used for Short Range Interactive Motion Sensing in the 57 ~ 64 GHz Frequency Band)

(1) *While airborne, only in closed exclusive on-board communication networks within the aircraft, with the following exceptions*

(i) *Equipment shall not be used in wireless avionics intra-communication (WAIC) applications where external structural sensors or external cameras are mounted on the outside of the aircraft structure.*

(ii) *Equipment shall not be used on aircraft where there is little attenuation of RF signals by the body/fuselage of the aircraft. These aircraft include, but are not limited to, toy/model aircraft, unmanned aircraft, crop-spraying aircraft, aerostats, etc.*

我們應注意到若在飛機上使用場強擾動器，該設備必須僅安裝在飛機內部封閉的專用機載通信網路，而未來 Google LLC 的互動式感應裝置將會安裝在終端設備上使用，具有移動式場強擾動器的功能，且並沒有安裝在飛機內部封閉的專用機載通信網路，對此 FCC 則解釋因飛機周遭材質以及乘客的阻擋，將對互動式感應設備的輻射造成大幅度的衰減；對此，我們建議應評估具波束應用的互動式感應設備所發射的輻射穿透力，以期達到降低航空器干擾與達成公共安全。

如上述所提，具移動式的場強擾動功能的互動式感應設備是否會影響上述的現有射頻設備造成干擾，以及美國聯邦通信委員會與歐洲電信標準協會的技術法規中對該設備的干擾評估與意見為何，則必須透過美國與歐盟所釋出相關技術規範與法規的研析，並透過干擾實驗驗證其干擾程度為何，以利未來通傳會評估與開放。

三、 國際組織

(一) ITU

1. 檢測規定：

ITU 於西元 2016 年出版國際無線電規則(Radio Regulations)[90]並制定了各國的無線電通信服務和無線電頻率使用的規則，其中我國位於區域三(Region 3)中，如圖 21 中所示；而根據其無線電規則中的頻譜劃分，毫米波 55.78 ~ 66 GHz 頻段詳細如表 56 中所示，並由表中可得知，於 59.3 ~ 64 GHz 頻段的主要業務有：固定式設備、衛星間通訊、移動式設備和無線電定位，其中航空移動業務亦可使用該頻段，但不得對衛星間通訊業務產生有害干擾(WRC-2000)。

[90] International Telecommunication Union Radio Regulations 2016

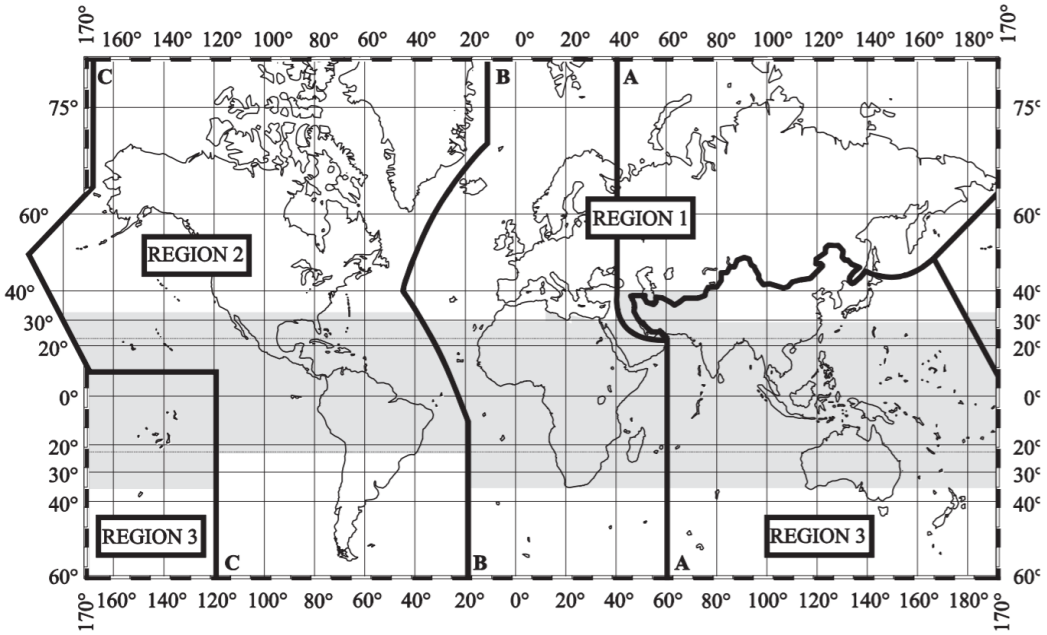


圖 21、我國位於 ITU 所劃分之區域三(Region 3)

資料來源：ITU

表 56、ITU 於 55.78 ~ 66 GHz 頻段所劃分之射頻業務

區域 1	區域 2	區域 3
55.78 ~ 56.9 GHz	衛星地球探測（Passive, 被動式） 固定式設備 5.557A 衛星間通訊 (Inter-Satellite) 5.556A 移動式設備 5.558 太空研究（Passive, 被動式） 5.547 5.557	

56.9 ~ 57 GHz	**衛星地球探測（Passive，被動式）** **固定式設備** **衛星間通訊 (Inter-Satellite)　5.558A** **移動式設備　5.558** **太空研究（Passive，被動式）** **5.547　5.557**
57 ~ 58.2 GHz	**衛星地球探測（Passive，被動式）** **固定式設備** **衛星間通訊 (Inter-Satellite)　5.556A** **移動式設備　5.558** **太空研究（Passive，被動式）** **5.547　5.557**
58.2 ~ 59 GHz	**衛星地球探測（Passive，被動式）** **固定式設備** **移動式設備** **太空研究（Passive，被動式）** **5.547　5.556**
59 ~ 59.3 GHz	**衛星地球探測（Passive，被動式）** **固定式設備** **衛星間通訊 (Inter-Satellite)　5.556A** **移動式設備　5.558** **無線電定位　5.559** **太空研究（Passive，被動式）**
59.3 ~ 64 GHz	**固定式設備** **衛星間通訊 (Inter-Satellite)** **移動式設備　5.558** **無線電定位　5.559** **5.138**
64 ~ 65 GHz	**固定式設備** **衛星間通訊 (Inter-Satellite)** **移動式設備（航空移動通訊除外）** **5.547　5.556**

65 ~ 66 GHz	**衛星地球探測** **固定式設備** **衛星間通訊 (Inter-Satellite)** **移動式設備（航空移動通訊除外）** **太空研究** **5.547**
5.557：於日本，55.78 ~ 58.2 GHz頻段亦劃分給無線電定位做為主要業務。（WRC-97） **5.557A：於 55.78 ~ 56.26 GHz頻段，為保護衛星地球探測（Passive, 被動式）業務，發射機向固定站台所發射的最大功率密度為-26 dB(W/MHz)。（WRC-2000）** **5.558：航空移動業務可以在 55.78 ~ 58.2 GHz、59 ~ 64 GHz、66 ~ 71 GHz、122.25 ~ 123 GHz、130 ~ 134 GHz、167 ~ 174.8 GHz和191.8 ~ 200 GHz 頻段上操作，但不得對衛星間通訊業務產生有害干擾。（WRC-2000）** **5.558A：衛星間通訊系統使用56.9 ~ 57 GHz頻段限於對地靜止衛星軌道內的衛星間通訊鏈路，以及從高地球軌道內的非對地靜止衛星對低地球軌道內所發射之衛星。對於對地靜止衛星軌道內的衛星間通訊鏈路，在地球表面0 km至1000 km各個高度的單個功率密度對於所有條件在所有抵達角度均不得超過−147 dB(W/(m2 · 100 MHz))。（WRC-97）** **5.559：無線電定位業務的機載雷達可以在 59 ~ 64 GHz頻段上操作，但不得對衛星間通訊業務產生有害干擾。（WRC-2000）**	

資料來源：ITU

本專案所探討操作於 60 GHz 頻段的互動式感應裝置則為一種短距離射頻設備之應用（位置傳感器應用），而根據 ITU-R SM.2153-7 (Technical and operating parameters and spectrum use for short-range radiocommunication devices)[91]之 Annex 1 說明，操作於 57-64 GHz 的短距離射頻設備應用包含：數位影像鏈路、位置傳感器、短距離無線點對多點之數據鏈路、無線區域網路、固定或移動式的寬頻網路接取點等應用，而其射頻特性必須遵守表 57、表 58、表 59，其中脈衝系統(Pulse

[91] ITU-R SM.2153-7 (Technical and operating parameters and spectrum use for short-range radiocommunication devices)

System)應遵守表 57，而頻率調變連續波(Frequency-modulated Continuous Wave, FMCW)設備應遵守表 58，而短距離設備於各頻段的發射功率與週期則可參閱表 59，而由上述表中則可得知頻寬、發射限制值、脈衝寬度、工作週期、脈衝重現頻率等射頻特性與技術規範。

表 57、操作於 57-64 GHz 的短距離設備（脈衝系統）之射頻限制值

Characteristic	**Value**
頻寬(Bandwidth)	0.1 × frequency
發射功率限制值（峰值）Tx power (peak) (dBm)	0 to 10
脈衝寬度 Pulse width	200 ps to 3 ns
工作週期 Duty cycle (%)	0.1 to 1
脈衝重現頻率 Pulse repetition frequency (MHz)	0.5 to 4

資料來源：ITU

表 58、操作於 57-64 GHz 的短距離設備(FMCW)之射頻限制值

Characteristic	**Value**
Frequency (GHz)	10, 25
Bandwidth (GHz)	0.6, 2
Tx power (dBm)	0 to 10

資料來源：ITU

表 59、操作於 57-64 GHz 的短距離設備之各頻段發射限制值

Frequency band	**Power**	**Antenna**	**Duty cycle (%)**
0.5 ~ 3 GHz	10 mW	Integral	0.1 to 1
4.5 ~ 7 GHz	100 mW		0.1 to 1
8.5 ~ 11.5 GHz	500 mW		0.1 to 1
24.05 ~ 27 GHz	2 W		0.1 to 1
76 ~ 78 GHz	8 W		0.1 to 1

NOTE 1 – 這些限制值可能無法參照使用，有可能需要根據現有的國家和國際法規，並在這些頻率範圍進行某些部分的認證。
NOTE 2 – The frequency band 0.5-3 GHz will not be assigned in CEPT countries for RF level gauges.
NOTE 3 – The frequency band for operation of RF level gauges in the 10 GHz range is limited within CEPT countries to frequency band 8.5-10.6 GHz.

資料來源：ITU

四、 案例國家

(一) 歐盟

1. 檢測規定

根據 CEPT ERC Recommendation 70-03 ANNEX 1: NON-SPECIFIC SHORT RANGE DEVICES 章節中所示，操作於 57 ~ 64 GHz 頻段的短距離射頻設備，其發射功率限制值為 100 mW (EIRP) 以及輸出功率 10 mW，而詳細檢測規定則可依據 ETSI EN 305 550，非特定(Non-specific)的短距離設備無論其用途如何，其應用可包含：遙測(Telemetry)，遙控(Telecommand)，警報(Alarms)，一般數據傳輸(Data Transmissions)和其他應用；其詳細操作頻段(Operating Frequency Range, OFR)如圖 22 中所示，短距離設備可能具有多個操作頻段，其允許頻段上限 f_H 與下限 f_L 如表 60 中所示，根據 ETSI EN 305 550 中之規定，操作於 57 GHz ~ 64 GHz 的短距離設備，其平均功率應遵守表 61 中之規定，另需注意該表的輸出功率限制值是指系統整體，單一發射機則需遵守 Note 中之說明輸出功率最高不可超過+10 dBm；平均功率密度則需依照表 62 中所示，操作於 57 GHz ~ 64 GHz 的短距離設備最高不可超過 13 dBm/MHz

(EIRP)，而值得注意的是，對於輸出功率 CEPT 與 ETSI 有相同的限制值 10 mW。

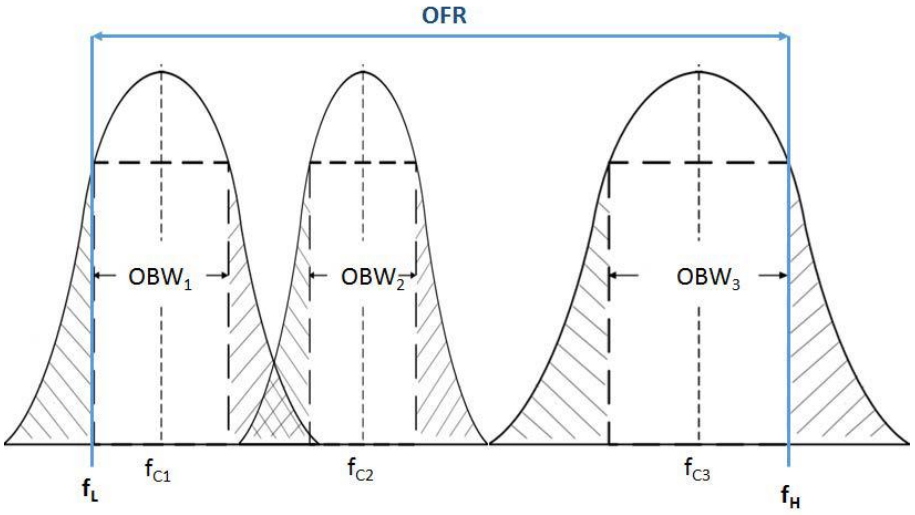


圖 22、短距離設備操作於多頻段(Operating Frequency Range, OFR)與其頻段上下限 f_H 和 f_L 頻率點。

資料來源：ETSI

表 60、短距離設備操作頻段與 f_H 和 f_L 頻率限制值

Operating Frequency	f_H	f_L
57 GHz to 64 GHz	≥ 57 GHz	≤ 64 GHz
61.0 GHz to 61.5 GHz	≥ 61.0 GHz	≤ 61.5 GHz
122 GHz to 123 GHz	≥ 122 GHz	≤ 123 GHz
244 GHz to 246 GHz	≥ 244 GHz	≤ 246 GHz
NOTE: If the device can work in different modes and different frequency ranges these frequencies should be reported for each mode and frequency range.		

資料來源：ETSI

表 61、短距離設備平均功率發射限制值

Frequency Bands (GHz)	RF output power	Application	Notes
57 GHz ~ 64 GHz	100 mW EIRP / 20 dBm EIRP	Non-specific SRD	Note
61.0 GHz ~ 61.5 GHz	100 mW EIRP/ 20 dBm EIRP	Non-specific SRD	
122 GHz ~ 122.25 GHz	10 dBm EIRP	Non-specific SRD	10 dBm within 250 MHz
122.25 GHz ~ 123 GHz	100 mW EIRP / 20 dBm EIRP	Non-specific SRD	
244 GHz ~ 246 GHz	100 mW EIRP / 20 dBm EIRP	Non-specific SRD	
NOTE: A max transmitter output power of 10 dBm.			

資料來源：ETSI

表 62、短距離設備平均功率密度限制值 (EIRP)

Frequency Bands (GHz)	Power Spectral Density	Application	Notes
57 GHz ~ 64 GHz	13 dBm/MHz EIRP	Non-specific SRD	
61.0 GHz ~ 61.5 GHz	No limit defined	Non-specific SRD	
122 GHz ~ 122.25 GHz	-48 dBm/MHz > 30° elevation	Non-specific SRD	Notes 1, 2 and 3
122.25 GHz ~ 123 GHz	No limit defined	Non-specific SRD	
244 GHz ~ 246 GHz	No limit defined	Non-specific SRD	
NOTE 1: These limits should be measured with an rms detector and an averaging time of 1 ms or less. NOTE 2: The limit of -48 dBm/MHz applies for the normal operation mode of handheld and mobile devices and for fixed installation. NOTE 3: See for declaration requirements, clause 5.2.			

資料來源：ETSI

除主波發射限制值外，不必要發射定義如圖 23 中所示，其中 f_L 與 f_H 則為 57 GHz 與 64 GHz，混附發射(Spurious Emissions, f_{SL}, f_{SH})之定義

為中心頻率(f_c) ± 2.5 倍的帶外發射頻寬(Out of Band)以外的頻段，圖中各頻率點已計算如表 63 中所示，而帶外發射與混附發射都有其發射限制值，詳細如表 64 與表 65 中所示。

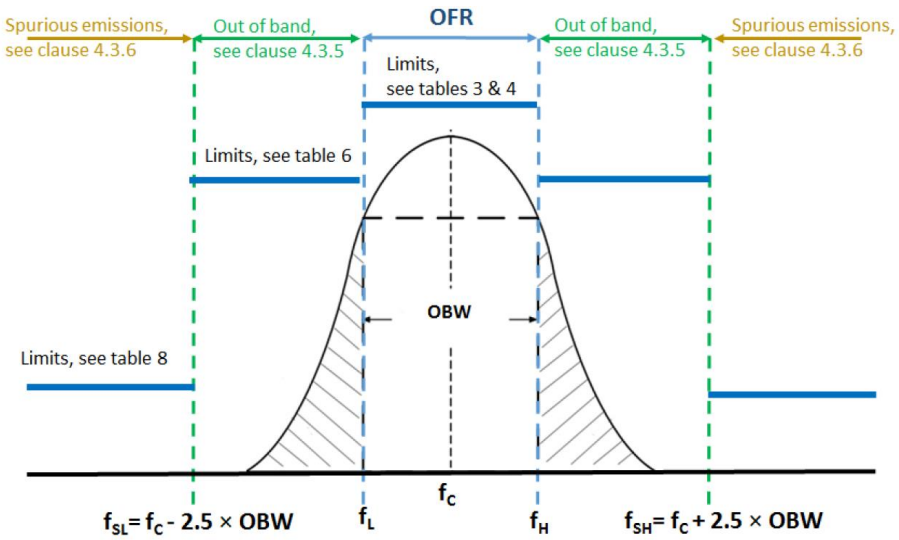


圖 23、短距離設備之不必要發射限制值遮罩

資料來源：ETSI

表 63、短距離設備之不必要發射 f_{SL}, f_{SH} 頻率點

Frequency Bands	Centre Frequency	Max OBW	f_{SL}	f_{SH}
57 to 64 GHz	60.5 GHz	7 GHz	43 GHz	78 GHz
61.0 to 61.5 GHz	61.25 GHz	500 MHz	60 GHz	62.5 GHz

資料來源：ETSI

表 64、短距離設備之帶外發射限制值

Frequency Bands	OOB limit [dBm/MHz]
57 GHz to 64 GHz	-20 dBm/MHz
61.0 GHz to 61.5 GHz	-10 dBm/MHz

資料來源：ETSI

表 65、短距離設備之混附發射限制值

Frequency range (MHz)	Limit for spurious radiation	Detector type
47 to 74	-54 dBm (ERP)	Quasi-Peak
87.5 to 118	-54 dBm (ERP)	Quasi-Peak
174 to 230	-54 dBm (ERP)	Quasi-Peak
470 to 862	-54 dBm (ERP)	Quasi-Peak
otherwise in band 30 to 1 000	-36 dBm (ERP)	Quasi-Peak
f > 1 000 to 300 000 (note)	-30 dBm (EIRP)	RMS
NOTE: According to CEPT/ERC/REC 74-01, spurious emission is measured up to the 2nd harmonic of the fundamental frequency.		

資料來源：ETSI

2. 測試程序

詳細請參閱附錄互動式感應設備相關測試程序章節。

(二) 美國

如先前所述，針對 Google LLC 的互動式感應裝置，於 2018 年 12 月 FCC 豁免了 47 CFR §15.255 中的發射功率限制值（依循較寬鬆的 ETSI EN 305 550）與使用環境（飛機上可使用），其會議記錄可參閱 ET Docket No. 18-70，需注意的是 FCC 所豁免之內容並無更改現有的 47 CFR §15.255 法條，而我國低功率射頻器材中與現有的 47 CFR §15.255 法條仍有些許不同，是以本節將討論現有的 47 CFR §15.255 法條並標註與我國不同之處，並列出 ET Docket No. 18-70 所豁免之結論，以期通傳會能參考相關建議並順利開放互動式感應裝置於我國使用。

1. 檢測規定

(1) FCC 47 CFR § 15.255 Operation within the band 57-71 GHz

互動式感應裝置應遵守根據 FCC 47 CFR § 15.255 Operation within the band 57-71 GHz：

(a) 任何發射型式之器材，但不包括下列產品：

(1) 人造衛星上的器材。

(2) 場強擾動感測器(Field Disturbance Sensors)，包含車輛雷達系統，除了固定式場強擾動感測器、適用於短距離的互動式感應裝置，而此章節所參考的固定式則為固定於設備上的場強擾動感測器，即使感應器會隨著該設備而移動。

(b) 於飛機上操作時須遵守下列規定：

(1) 當飛機位於地面時。

(2) 於機載時，僅在飛機內部的封閉式專用機載通信網路(closed exclusive on-board communication networks)中，但以下情形除外：

(i) 應用於無線航空電子內部通信(Wireless Avionics Intra-communication, WAIC)的設備，不得將外部傳感器或外部攝像機安裝在飛機結構外部。

(ii) 不得將設備使用在那些機體或機身只對 RF 信號造成小衰減的飛機上，這些飛機包括但不限於玩具、模型飛機、無人駕駛飛機、農作物噴灑飛機和浮空器等。

(c) 在 57-71 GHz 頻段內，發射限制值不得超過以下等效全向輻射功率（EIRP）：

(1) 除了固定式場強擾動感測器和用於短距離的互動式感應裝置以外的產品，應符合下列發射限制值之一：

(i) 在發射期間所測得任何發射之主波平均功率應小於或等於 40 dBm，任何發射之主波峰值功率應小於或等於 43 dBm。

(ii) 位於室外之發射機，其天線增益(G；dBi)大於 51 dBi 的任何發射之平均功率≦82 dBm，峰值功率≦85 dBm；天線增益小於 51 dBi 時，平均功率≦82-2x(51-G) dBm，峰值功率≦85-2x(51-G) dBm。

(A) 前述(c)中基於天線增益而減少發射功率之規定，不應將限制值低於(c)(1)(i)以下。

(B) 前述§ 15.204(c)(2) and (4)所允許使用的小於或等於其指向性增益之不同天線形式，並不適用在本章節的意圖性輻射器，取而代之的是，意圖性輻射器系統應使用與該系統一起銷售與操作的特定天線進行認證。符合性測試應使用所欲認證的最高與最低增益之天線，並且其意圖性輻射器必須操作在最大可用輸出功率下進行量測。

(2) 固定式場強擾動感測器主波佔用頻寬小於或等於 500 MHz 且全部位於 61.0 GHz～61.5 GHz 者，在發射期間所測得任何發射之主波平均功率應小於或等於 40 dBm，任何發射之

主波峰值功率應小於或等於 43 dBm。此外，於 57 GHz～71 GHz 頻段內但不包含 61.0 GHz～61.5 GHz 頻段所量測之任意平均發射功率，其平均功率應小於或等於 10 dBm，而峰值功率應小於或等於 13 dBm。

(3) 固定式場強擾動感測器除(c)(2)情況外，發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於-10 dBm，且其 EIRP 的峰值功率應小於或等於 10 dBm。

(4) 峰值功率及峰值傳導輸出功率之量測，須使用具 RF 檢波器功能的儀器量測，其量測頻帶範圍須包含 57 GHz～71 GHz 且設定影像頻寬（video bandwidth, VBW）至少為 10 MHz，或使用等效之量測方法。

(d) 混附發射限制值：

(1) 在 57 GHz～66 GHz 頻段外任何發射之功率密度只能來自混附發射。

(2) 低於 40 GHz 的輻射發射應符合§15.209 之規定。

(3) 介於 40 GHz～200 GHz 之間，距待測物 3 公尺處量測，其混附發射功率密度應小於或等於 90 皮瓦特/平方公分 (pW/cm^2)。

(4) 混附發射強度不得超過基頻發射強度。

(e) 除本節(e)(1)規定以外，發射器的峰值傳導輸出功率不得超過 500 mW。根據天線的增益，有可能必須操作意圖性輻射器以使用於較低的峰值發射輸出功率，符合本節(b)規定的 EIRP 限制。

(1) 發射頻寬大於或等於 100 MHz 之發射機，其峰值傳導輸出功率應小於或等於 500 mW，發射頻寬小於 100 MHz 之發射機，其峰值發射傳導輸出功率應小於或等於 500 mW 乘以發射頻寬(MHz)除以 100 MHz；6 dB 發射頻寬係指頻譜分析儀 RBW 設定值為 100 kHz，以峰值方式量測具調變之穩定輻射訊號其瞬間頻率佔用範圍，且在此頻寬範圍外之輻射功率頻譜密度，應低於該頻寬範圍內之最大輻射功率頻譜密度。非以固定頻率操作之器材(如跳頻器材)，量測時須以固定頻率方式量測。

(2) 峰值功率及峰值傳導輸出功率之量測，須使用具 RF 檢波器功能的儀器量測，其量測頻帶範圍須包含 57 GHz～71 GHz 且設定 VBW 至少為 10 MHz，或使用等效之量測方法。

(3) 為證明與符合本章節，可能因天線和電路損耗而對發射機傳導的輸出功率進行校正。

(f) 頻率穩定度：在正常供應電壓下，溫度在-20℃～50℃間變化；及在 20℃下，供應電壓在額定值之±15%內變化時，發射的頻率應維持在 57 GHz～71 GHz 頻段。

(g) 不論本節允許的功率密度水平如何，根據本節規定操作的設備均應遵守本章第§§307307(b)，第 2.1091 和 2.1093 節中規定的射頻輻射暴露要求。根據本節操作的設備的設備授權申請書中必須包含聲明，以確認符合基本排放和有害排放的這些要求。顯示此聲明依據的技術信息必須根據要求提交給委員會。

(h) 任何已獲得本章節所規定之 FCC 設備授權的發射機都可以成組安裝，以便與一個或多個其他已獲得 FCC 設備授權的發射機同時運行，而無需任何其他操作設備授權。但是，在本節規定的範圍內操作的發射機不得配備允許實現波束形成陣列的外部鎖相輸入技術。

(2) ET Docket No. 18-70 所豁免之結論

根據 ET Docket No. 18-70 所豁免之結論，為確保不會對授權操作和其他頻譜使用者造成有害干擾，我們於此份豁免下對 Google Soli 傳感器的安裝，操作和認證施加了明確的條件具體如下：

- Google Soli 傳感器需經過認證，並符合所有適用於 47 CFR Part 15 的技術規範，但以下規定除外：
  (1) 47 CFR §15.255 (c)(3)，該條款被豁免，並允許設備以最大等效全向輻射功率 13 dBm (EIRP)、10 dBm 發射機傳導輸出功率和 13 dBm/MHz 功率密度操作於 57 ~ 64 GHz 頻段。
  (2) 47 CFR §15.255 (b)(2)，該條款被豁免，當設備不屬於內部封閉的專用機載通信網路時，允許設備可在飛機上操作，但是 Google Soli 傳感器應遵守 47 CFR §15.255(b)(2)(i)和(ii)中指定的禁止使用規定。
- 在任何 33 毫秒(ms)的時間間隔內，Google Soli 傳感器的最大發射工作週期(Maximum Transmit Duty Cycle)應為 10%（即在任

何 33 ms 的時間段內，Soli 傳感器的傳輸總時間不得超過 3.3 ms）。

- 該設備進行認證時應附上此豁免文件副本。
- 此豁免條件僅適用於此處所述的 Google Soli 傳感器，不應認為適用於其他一般場強干擾傳感器。

根據上述結論，雖放寬互動式感應設備的發射功率與使用環境，但需注意其豁免之對象與工作週期的前提限制。

2. 測試程序

詳細請參閱附錄互動式感應設備相關測試程序章節。

(三) 日本

日本現今市場上於毫米波 60 GHz 頻段上的各類射頻設備正蓬勃發展，該頻譜應用可參考圖 24 中所示，詳細如表 66 中所示，主要 54.25 GHz ~ 66.78 GHz 為廣播事業用，55.78 GHz ~ 59.0 GHz 為電通、公共、一般業務使用（固定/移動），60.0 GHz ~ 61.0 GHz 則作為低功耗數據通信系統使用，50.3 GHz ~ 63.57 GHz 為地球探索衛星，而本次計畫重點移動檢測傳感器（互動式感應裝置）則是 57 GHz ~ 64 GHz，而值得注意的是 Google Pixel 4 的 60 GHz 頻段感應功能於 2020 年 1 月已將日本列為合法使用，並已取得許可證號，本章節將介紹日本對於互動式感應裝置的主要的射頻檢測規定和檢測流程。

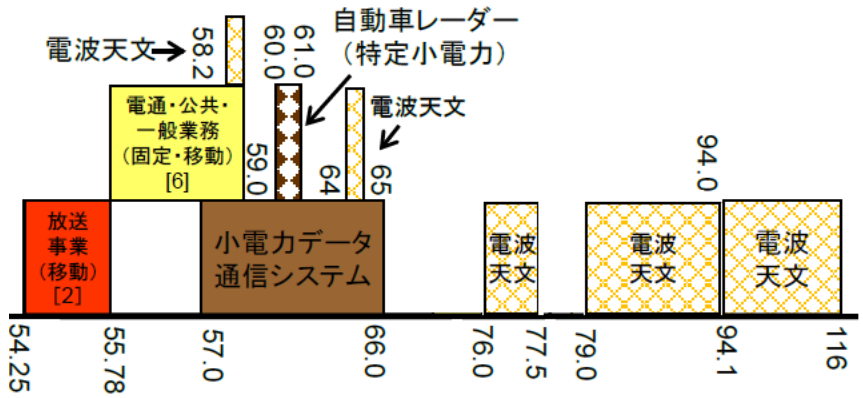


圖 24、日本現今對於毫米波 60 GHz 頻譜之各類應用

資料來源：日本總務省

表 66、日本現今 60 GHz 頻段之各類應用設備

頻段(GHz)	系統	應用
54.25 ~ 66.78	廣播事業用	55 GHz 頻段廣播事業用電台 (Field Pick-up Unit, FPU)
55.78 ~ 59.0	電通、公共、一般業務（固定/移動）	58 GHz 頻段無線接取口
60.0 ~ 61.0	低功耗數據通信系統（60 GHz 無線系統）	WiGig、數據/圖像傳輸、FWA
58.2 ~ 59.0 64.0 ~ 65.0 76.0 ~ 77.5 79.0 ~ 94.0 94.1 ~ 116.0	電波天文	
50.3 ~ 63.57	地球探索衛星	在日本未運行的低軌道衛星
57 ~ 64	指定的低功率無線電台	移動檢測傳感器

資料來源：日本總務省

1. 檢測規定

日本於令和二年（西元 2020 年）一月三十日針對最新的互動式感應設備發布了告示[92]，內容主要為新增互動式感應設備（移動檢測傳感器）的相關技術法規，其修改範圍包含：電波法、電波法施行規則、無線設備規則等，其主要檢測規定如下所示：

(1) 設備操作頻段：

根據電波法施行規則第六條第四項第二號中所新增規定，指定的低功率無線電台（移動檢測傳感器），其使用的無線電波的操作頻率大於 57 GHz 且不大於 64 GHz，原文如下：

(12) 移動體檢測傳感器（主要用於掌握運動中的人或物體的狀況，並獲取有關其的信息（物體的存在，位置，運動，尺寸等）的傳感器。用於無線電定位工作），並使用以下所列頻率的無線電波：

（一）. 高於 100.5 GHz 和低於 105.5 GHz 的頻率（僅在室內使用）

（二）. 24.5 GHz 以上和 24.5 GHz 以下的頻率

（三）. 頻率在 57 GHz 以上和 66 GHz 以下（新增）

根據電波法施行規則第四條第四項所新增規定，指定的低功率無線電台（移動檢測傳感器），該設備應使用峰值表示其天線功率。

[92] 電波法施行規則等の一部を改正する省令（令和 2 年総務省令第 4 号）

(2)　天線功率的容許差度：

根據無線設備規則第十四條所新增內容，移動檢測傳感器的天線功率容許差度(%)如表 67 中所示：

表 67、移動檢測傳感器的天線功率容許差度(%)

發射機設備	容許差度	
	上限（%）	下限（%）
九 以下傳輸設備： （一）毫米波雷達專用低功率無線電台的傳輸設備； （二）用於移動檢測傳感器的指定低功率無線電台的傳輸設備，這些傳感器使用頻率超過 57 GHz 至 66 GHz 的無線電波（新增）； （三）用於低功率數據通信系統的無線電設備，該無線電設備使用頻率高於 57 GHz 且最高 66 GHz 的無線電波；	50	70

資料來源：日本總務省

(3)　二次發射無線電波的限制值：

根據無線設備規則第二十四條中所新增內容，移動檢測傳感器的二次發射無線電波的限制值如下：

(2) 使用頻率為 2400 MHz 以上且 2483.5 MHz 以下的指定低功率無線電台，使用頻率大於 2425 MHz 且小於 2475 MHz 的跳頻無線電台，使用頻率為大於 57 GHz 且小於 66 GHz，用於移動物體檢測傳感器的指定的低功率無線電台(二次發射無線電波的限制值如表 68 中所示)。

表 68、移動檢測傳感器的二次發射無線電波的限制值

頻段	二次發射無線電波的限制值
1 GHz 以下	4 nW 以下
1 GHz 以上，10 GHz 以下	20 nW 以下
10 GHz 以上	20 nW 以下

資料來源：日本總務省

(4) 發射主波與相關使用規定：

無線設備規則第四十九條之十四第十二號為移動檢測傳感器設備專屬章節，相關射頻性能與使用規定如下：

（十二）那些使用頻率大於 57 GHz 且不大於 64 GHz 的無線電波的傳感器（僅適用於移動物體檢測傳感器）。

(A) 天線以外的高頻部分和調變部分無法輕易打開。另外，當高頻部分和調變部分被裝設在不同的外殼裡時，必須有發射機的維護措施使其不易被打開。

(B) 調變方法應為頻率調變，並應通過連續波進行傳輸（不連續的連續波除外）。

(C) 發射機設備的天線功率應等於或小於 10 mW，等效全向輻射功率應等於或小於 13 dB（1 mW 為 0 dB）。

(D) 符合該設備的其他技術條件和發射傳輸時間限制將另行公告。

(E) 同一外殼中有其他無線設備時（用於移動物體檢測傳感器，且該傳感器使用頻率大於 57 GHz 且小於 64 GHz，並與其他指定

的低功率無線站位於同一外殼中），同時具有發射多個無線電波的功能時，它僅停止發射頻率大於 57 GHz 且小於 64 GHz 的無線電波，或停止發射包括該頻率的無線電波在內的多個無線電波。

（十三）使用頻率大於 57 GHz 且不大於 66 GHz 的無線電波

(A) 天線以外的高頻部分和調變部分無法輕易打開。另外，當高頻部分和調變部分被裝設在不同的外殼裡時，必須有發射機的維護措施使其不易被打開。

(B) 發射機設備的天線功率應等於或小於 250 mW，等效全向輻射功率應等於或小於 40 dB（1 mW 為 0 dB）。

(C) 發射天線的增益應為 10 dB 或更高。

(5) 不必要發射：

根據無線設備規則別表第三號（第七條關係），使用頻率大於 57 GHz 且小於 66 GHz 的無線電波的特定低功率無線電台（不包括第 49-14 條第 14 款中指定的無線電台）的傳輸設備的允許發射強度如表 69 與表 70 中所示。

表 69、使用頻率高於 57 GHz 且低於 64 GHz 的無線電波的無線電波

（限於第 49-14 條第 12 號之設備）

頻段	不必要發射限制值
55.62 GHz 以下和 67.5 GHz 以上	任意 1 MHz 的平均功率為 30 dBm 或更小
超過 55.62 GHz 和 57 GHz 以下 超過 64 GHz 和 67.5 GHz 以下	任意 1 MHz 的平均功率為 26 dBm 或更小

資料來源：日本總務省

表 70、使用頻率高於 57 GHz 且低於 64 GHz 的無線電波的無線電波

（限於第 49-14 條第 13 號之設備）

頻段	不必要發射限制值
55.62 GHz 以下和 67.5 GHz 以上	任意 1 MHz 的平均功率為 30 dBm 或更小
超過 55.62 GHz 和 57 GHz 以下 超過 66 GHz 和 67.5 GHz 以下	任意 1 MHz 的平均功率為 26 dBm 或更小

資料來源：日本總務省

2. 測試程序

詳細請參閱附錄互動式感應設備相關測試程序章節。

(四)　韓國

目前 Google Pixel 4 的互動式感應功能若是在不支援的國家操作則會自動關閉，而目前尚未有完整官方文件所支援的國家列表，但我們仍可從相關報導[93]得知韓國可使用該互動式感應功能。

1. 檢測規定

操作於 57 ~ 66 GHz 頻段之未指定使用無線電波應符合下列條件：

(1) 天線功率應為 500 mW 或更低，若使用全向性天線則應為 100 mW 或更低，功率密度應為 13 dBm / MHz 或更低，等效全向輻射功率應為 43 dBm 或更低；但是對於固定的點對點通信，等效全向輻射功率應為 57 dBm 或更低（如表 71 中所示）。

表 71、操作於 57 ~ 66 GHz 頻段設備之天線功率、功率密度、EIRP

天線功率		功率密度	等效全向輻射功率
指向性天線	500 mW 以下	13 dBm / MHz 以下	43 dBm 以下
全向性天線	100 mW 以下		

資料來源：韓國科學技術情報通信部

(2) 在室外固定點對點通信的情況下，必須滿足以下條件：

[93] https://www.xda-developers.com/google-pixel-4-motion-sense-list-countries-supported-apps/

表 72、室外固定點對點設備天線功率、天線增益、EIRP

天線功率		天線增益	等效全向輻射功率	
			平均值	峰值
指向性天線	500 mW	大於 51 dBi	82 dBm	85 dBm
		小於 51 dBi	82-2x(51-G)dBm	85-2x(51-G)dBm
註 1：G 為天線增益。 註 2：對於室外固定點對點通信，禁止使用室外全向性無線電波和同時將相同訊號傳輸到多個位置的點對多點服務。				

資料來源：韓國科學技術情報通信部

(3) 佔用頻寬應在 57~66 GHz 頻段內。

(4) 57 至 66 GHz 頻段以外頻率的不必要發射應符合下表的規定。

表 73、不必要發射限制值

頻段	發射限制值	解析頻寬
1 GHz 以下	-36 dBm	100 kHz
1 GHz 以上 ~ 40 GHz 以下	-30 dBm	1 MHz
40 GHz 以上	-10 dBm	1 MHz

資料來源：韓國科學技術情報通信部

(5) 等待接收或發送狀態的二次發射應低於下列標準值。

表 74、二次發射限制值

頻段	發射限制值	解析頻寬
1 GHz 以下	-54 dBm	100 kHz
1 GHz 以上	-47 dBm	1 MHz

資料來源：韓國科學技術情報通信部

(6) 對每個設備使用識別碼，以防止其他設備發生故障，並防止由其他設備發出的訊號引起的故障。但不適用於固定的點對點通信。

(7) 對於在 57 至 58 GHz 頻帶內超過 27 dBm 的等效輻射功率的設備，應在用戶手冊的封面上註明以下內容：

“如果你想在距離射電天文台之天線半徑 300 米範圍內安裝，你必須提前獲得天文台同意。”

2. 測試程序

詳細請參閱附錄互動式感應設備相關測試程序章節。

(五) 中國大陸

1. 檢測規定

根據「微功率（短距離）無線電設備的技術要求－信部無[2005]423 號」，以及「關於 60 GHz 頻段微功率（短距離）無線電技術應用有關

問題的通知信無函[2006]82 號」之內容中得知，中國依據無線電頻率劃分規定和頻譜使用情況，並參考國際上的相關規定，將 59 GHz ~ 64 GHz 用於微功率（短距離）無線電技術應用，相關技術規範內容如下：

該頻段微功率（短距離）無線電發射設備射頻指標：

(1) 載波頻率容限(Frequency Tolerance)：500 x 10^{-6}；

(2) 天線端口輸出功率限制值：10 dBm；

- 峰值等效全向輻射功率限制值：47 dBm；
- 平均等效全向輻射功率限制值：44 dBm；

(3) 帶外發射限制值(EIRP)：

- 57 ~ 59 GHz 及 64 ~ 66 GHz：-5dBm/MHz（有效值）

(4) 其他射頻指標應滿足「微功率（短距離）無線電設備的技術要求－信部無[2005]423 號」中第二部分“通用要求”的相關規定。

(5) 該頻段設備在正常使用時不得對空間研究、地球資源探測、射電天文台等其他合法無線電業務產生干擾，也不得提出無線電干擾保護要求。

除上述檢測規定外，根據中華人民共和國通信行業標準-YD/T 2722-2014：60 GHz 無線電設備射頻技術要求及測試方法，另有其他各測式項目之限制值應遵守，特定偏移量與設備佔用頻寬的關係如表 75 中所示、發射機混附發射限制值如表 76 中所示，接收機混附發射限制值如表 77 中所示，而量測過程與設置環境的不確定度應遵守表 78 中所示：

表 75、特定偏移量與設備佔用頻寬的關係表

佔用頻寬	偏移量
佔用頻寬 ≤500 MHz	± 250% x 佔用頻寬
佔用頻寬< 500 MHz	± (500 MHz +150% x 佔用頻寬)

資料來源：中華人民共和國工業和信息化部

表 76、發射機混附發射限制值

頻率範圍	發射狀態限制值	發射機待機或空閒狀態 a	測試帶寬
30 MHz ≤ *f* < 48.5 MHz	-36 dBm	-47 dBm	100 kHz
48.5 MHz ≤ *f* < 72.5 MHz	-54 dBm		100 kHz
72.5 MHz ≤ *f* < 76 MHz	-36 dBm		100 kHz
76 MHz ≤ *f* ≤ 108 MHz	-54 dBm		100 kHz
108 MHz < *f* < 167 MHz	-36 dBm		100 kHz
167 MHz ≤ *f* ≤ 223 MHz	-54 dBm		100 kHz
223 MHz < *f* < 470 MHz	-36 dBm		100 kHz
470 MHz ≤ *f* ≤ 556 MHz	-54 dBm		100 kHz
556 MHz < *f* < 606 MHz	-36 dBm		100 kHz
606 MHz ≤ *f* ≤ 798 MHz	-54 dBm		100 kHz
798 MHz ≤ *f* < 1 GHz	-36 dBm		100 kHz
1 GHz < *f* ≤ 40 GHz	-30 dBm		1 MHz
40 GHz < *f* ≤ 128 GHz	-30 dBm		1 MHz
註：*f* 表示發射機混附頻率			
A 發射機待機或空閒狀態限制值僅在發射機支持此種狀態時適用			

資料來源：中華人民共和國工業和信息化部

表 77、接收機混附發射限制值

頻率範圍	限制值	測試頻寬
30 MHz ≤ *f* ≤ 1GHz	-57 dBm	100 kHz
1 GHz < *f* ≤ 128 GHz	-47 dBm	1 MHz
註：*f* 表示發射機混附頻率		

資料來源：中華人民共和國工業和信息化部

表 78、量測不確定度

項目	不確定度
頻率	± $1x10^{-5}$
功率	± 6 dB
混附發射	± 6 dB
濕度	± 5%
溫度	± 1 ^{0}C

資料來源：中華人民共和國工業和信息化部

2. 測試程序

詳細請參閱附錄互動式感應設備相關測試程序章節。

五、 小結

本研究介紹了各國對於互動式感應設備的相關技術規範與量測流程，美國與日本已經針對互動式感應設備提出專用技術規範，而歐盟目前仍是以非特定短距離傳輸設備為主，互動式感應設備國際相關測試項目如表 79 中所彙整；值得注意的是歐盟所規範的發射限制值(EIRP)較為寬鬆，而 Google 引用其技術規範請求美國 FCC 豁免後，FCC 同意輸出功率（應小於或等於 10 dBm）和功率密度（應小於或等於 13 dBm/MHz）可以相同比照歐盟，但該設備實際能輻射的電場強度 EIRP 限制值則大幅降低為 13 dBm，其主要原因仍是考慮到互動式感應設備的特殊性以及可能情境下的潛在干擾，如：美國目前僅以 ET Docket No. 18-70 豁免 Google Soli（並未豁免其他廠牌類似之互動式感應設備），

並透過規範其設備之工作週期來降低干擾的疑慮，日本於令和 2 年所公布的移動檢測傳感器技術規範主要參考來源為美國，其射頻限制值與美國相同，並納入其他使用限制(如：射頻元件無法被輕易打開等)；中國適用於 60 GHz 互動式感應設備的低功率技術規範則相對較為寬鬆，可注意到該設備使用情境則由生產廠商應聲明該設備正常使用時的極限、環境條件，在該條件下發射功率和頻率容限應滿足本規定的要求，未來仍可關注中國是否會因應互動式感應設備制定其他規定。故建議通傳會將互動式感應設備的工作週期作為重要之參數，並參考美國所豁免之電場強度 EIRP 與其他各項射頻限制值，而由於該新穎設備尚未有完整的干擾研究，未來仍應適時更新互動式感應設備射頻特性之相關射頻內容。

表 79、國際互動式感應設備測試項目之彙整

	美國	歐盟	日本	韓國	中國
設備類別	僅適用於 Google Soli	非特定 SRD	移動檢測傳感器	UWB 和未指定的無線設備	60 GHz 無線電設備
標準規格	IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices	EN 305 550	TELEC 根據平成總務省通知第 88 號（確定特性的測試方法）於 2020 年 5 月出版的「60 GHz 頻帶移動檢測傳感器專用低功率設備的特性」	無線設備合格評定測試方法 KS X 3123：2019	60 GHz 無線電設備射頻技術要求及測試方法(YD/T 2722-2014)
頻段	57 ~ 64 GHz	57~ 64 GHz	57~ 64 GHz	57 ~ 66 GHz	59~ 64 GHz
測試項目	(1) 發射頻寬 (2) 峰值等效全向輻射功率(EIRP) (3) 峰值傳導輸出功率 (4) 功率頻譜密度 (5) 頻率穩定度 (6) 不必要發射	(1) 操作頻段範圍量測 (2) 峰值等效全向輻射功率(EIRP) (3) 平均等效全向輻射功率(EIRP) (4) 功率頻譜密度 (5) 工作週期 (6) 不必要發射	(1) 頻率容許差度 (2) 發射功率容許差度 (3) 占用頻寬 (4) 峰值等效全向輻射功率(EIRP) (5) 峰值傳導輸出功率 (6) 不必要發射	(1) 頻率容許差度 (2) 占用頻寬 (3) 峰值等效全向輻射功率(EIRP) (4) 平均等效全向輻射功率(EIRP) (5) 不必要發射	(1) 頻率容許差度 (2) 峰值等效全向輻射功率(EIRP) (3) 平均等效全向輻射功率(EIRP) (4) 峰值傳導輸出功率 (5) 不必要發射

資料來源：本研究整理

第三節 無線充電

從美國麻省理工學院（Massachusetts Institute of Technology, MIT）於 2006 年在非波束(Non-Beam)無線充電傳輸(Wireless Power Transfer, WPT)技術方面取得創新以來，無線充電傳輸技術的開發百花齊放，例如利用射頻波束（radio-frequency beam）技術進行功率傳輸、利用磁場感應（magnetic field induction）技術進行功率傳輸，以及利用共振傳輸（resonant transmission）技術進行功率傳輸等。[94]

無線充電傳輸的應用正向行動設備與可攜式裝置、家用電器與辦公設備，以及電動汽車等領域擴展，增加許多新興的特性，例如自由放置充電設備（freedom of charging device placement）與可同時提供多個設備充電等技術要求。目前感應式無線充電傳輸技術已廣泛用於商業應用，共振式 WPT 技術也正走向消費市場，汽車工業期待 WPT 技術能夠走入電動汽車（electric vehicle, EV）的應用領域。

一、 國際組織

(一) ITU

ITU 主要負責確立國際無線電和電信的管理制度和標準，劃分國際頻譜與制定射頻設備的各項限值，詳細測試程序應遵守其他國際技術規範。ITU 的無線電通信部門（Radiocommunication Sector of ITU, ITU-R）的職責是確保衛星業務等所有無線電通信業務合理、平等、有效、經濟地使用無線電頻譜，不受頻率範圍限制地開展研究，並在此基礎上

[94] ITU Report SM.2303-2, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at: https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2303-2-2017

透過建議書提供相關會員的指引。無線電通信部門的規則和政策職責由世界或區域無線電通信大會以及無線電通信全會在研究組的協助下履行。

ITU-R 於 2019 年 8 月發布移動可攜式裝置非波束無線充電系統的操作頻率範圍指引（Recommendation ITU-R SM.2129-0）[95]，該建議書為非波束無線充電（WPT）操作的頻率範圍提供了導則，用於移動和可攜式裝置的充電。

ITU-R 通信大會考量 WPT 當前的情況，包括：

- WPT 的定義是使用電磁場，將電以無線的方式從電源傳輸至電力負載；
- WPT 技術使用遠場射頻輻射波束傳輸（WPT 波束）和近場感應、共振和電容耦合（WPT 非波束）等多種不同機制；
- 此類 WPT 技術用於移動和可攜式裝置的充電應用中；
- WPT 技術及移動和可攜式裝置的相關應用有潛在消費需求；
- 目前正在國家、區域和國際層面制定 WPT 標準；
- 工業聯盟、企業聯合體及學術界已經研究了用於 WPT 技術的不同頻段，包括若干頻段用於移動設備的磁共振和感應技術；
- 在 WPT 研究領域，應將標準頻率和時間信號，以及射頻天文業務視作無線電通信業務；

[95] Recommendation ITU-R SM.2129-0, available at: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.2129-0-201908-I!!PDF-E.pdf

- 在 100-148.5 kHz 和 6 765‑6 795 kHz 頻率範圍，已就移動和可攜式裝置的非波束 WPT 應用給無線電通信業務造成的影響開展了研究；
- 隨著 WPT 設備在全球的普及，ITU-R 正著手為儘量降低使用 WPT 給標準頻率和時間信號業務，以及射頻天文等無線電通信業務的影響起草指引；
- WPT 在任何頻段都不應給無線電通信業務造成干擾；
- 為減緩 WPT 設備對無線電通信業務操作產生的影響，一些解決方案將使用指派給工業、科學和醫療（ISM）的頻段；
- 非電離輻射暴露的問題已由世界衛生組織（WHO）、國際非電離輻射防護委員會（ICNIRP），以及國際電工技術委員會 TC106 等的國際組織進行解決，ICNIRP 2010 提供了有關極限暴露（高達 10 MHz）的指引，ICNIRP 1998 提供了關於有限暴露（高達 300 GHz）的指引。

考量 WPT 當前的情況，ITU-R 認為：

- WPT 不屬於無線電通信業務，且在無線電規則（Radio Regulations, RR）[96]中也沒有描述，但或許可根據情況按照第 15.12 條有關干擾，或第 5.13 條有關頻率畫分進行規範；

[96] ITU, Radio Regulations, available at: http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.en.101.pdf

- 現有 ITU-R 建議書是為保護各類無線電通信業務免受有害干擾所制定的標準；
- 消費者和製造商將從 WPT 技術統一的頻率範圍和技術條件中獲益；
- 為 ISM 應用指派的頻段，已經在過去被成功應用於遵從無線電規則的創新技術開發與服務；
- 透過無線電規則第 5.138 條，亦被確定指派給 ISM 的 6765-6795 kHz 頻段，對於使用磁場共振技術進行移動或可攜裝置充電的 WPT 可能具有優勢；
- 一些主管機關將非波束 WPT 供電傳輸歸類為 ISM 應用，即使其操作是在為 ISM 指派的頻段之外；
- 一些主管機關將非波束 WPT 系統歸類為無線應用，例如短距設備；
- 一些非 ISM 頻段也被考慮用於特定的 WPT 應用，並尋求全球性或區域性的統一；
- 可以將 WPT 供電傳輸與資料通信分開單獨處理，特別當接收裝置在不同於電力傳輸的頻率上接收資料通信時；
- 沒有負載時，WPT 關閉，僅在很短的時間內定期進行搜尋相關負載；
- 非波束 WPT 的輻射功率遠低於射頻功率傳輸（大多數功率透過諸如電容、共振和感應耦合等機制傳送至接收機）；

因此，ITU-R 針對 WPT 建議：

1. WPT 的適用頻率

主管機關應將下表中所列示的頻率範圍或其中的一部分，用於移動和可攜式裝置之非波束 WPT 系統的操作。

表 80、ITU 建議 WPT 設備適用的頻率

頻率範圍	非波束WPT技術
6765-6795 kHz	磁共振技術
100-148.5 kHz	感應技術

資料來源：ITU

2. 對無線電通信業務不會造成有害干擾

並且採取必要措施，以確保非波束 WPT 應用和設備不會對包括標準頻率、時間信號和射頻天文業務等在內的無線電通信業務造成有害干擾。保護這些業務免受 WPT 設備發出，並落入所有頻段射頻能量的影響。

(二) ETSI

WPT 設備如果有功率傳輸，並有資料通訊，無論是否工作在相同頻段都需要依照 RED 要求進行認證，射頻標準須根據 ETSI 的 EN 303

417 無線充電傳輸系統的標準。[97]如果只有功率傳輸，並無資料通訊，則可以只評估 EMC 要求，須遵從 EN 55011 標準執行。詳細的檢測規定與測試程序請參閱歐盟章節的說明。

(三) FCC

無線充電傳輸對用戶和附近人員預期的 RF 暴露會因各個系統原始設計的因素而有所不同，通常需要不同的評估注意事項才能顯現合規性。依據工作配置，美國的無線充電傳輸設備可能需要根據 Part 15、Part 18 或同時依據此兩章規定核准無線充電傳輸設備。詳細的檢測規定與測試程序請參閱美國章節的說明。

(四) 3GPP

3GPP 是權威的 3G 技術規範機構，它是由歐洲的 ETSI、日本的 ARIB 和電信技術委員會(Telecommunication Technology Committee，TTC)、南韓的電信技術協會(Telecommunication Technical Assembly，TrA)，以及美國的 T1 電信標準委員會在 1998 年底發起成立。

3GPP 確定了完整的點對點蜂窩系統的規範，包括用戶設備、無線接入、核心網和服務架構。然而，這些系統的複雜性和規模要求將這些規範的工作分成更小，以及更專業的部分，例如 RF、安全性等。因此，

[97] ETSI EN 303 417, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303400_303499/303417/01.01.01_30/en_303417v010101v.pdf

3GPP 被劃分成 16 個專門的工作小組（WG），主要目標是為制訂全球性的終端技術規範，並不專注於 WPT 設備。

二、 案例國家

(一) 歐盟

WPT 設備如果有功率傳輸，並有資料通訊，無論是否工作在相同頻段都需要依照 RED 要求進行認證，射頻標準須根據 ETSI 的 EN 303 417 無線充電傳輸系統的標準。[98]如果只有功率傳輸，並無資料通訊，則可以只評估 EMC 要求，須遵從 EN 55011 標準執行。

無線充電設備根據無線技術及功能，依據 ETSI EN 303 417 的規定在實際使用中分為三類，包括僅功率傳輸，無資料通訊；功率傳輸及資料通訊在相同頻段；以及功率傳輸和資料通訊在不同頻段上。

1. 檢測規定

(1) 使用頻段

WPT 設備的工作頻率範圍（operating frequency range, OFR）由功率所佔據的最低頻率（f_L）和最高頻率（f_H）來決定。WPT 設備可能具有多個工作頻率範圍，對於單頻系統，OFR 等於 WPT 設備的佔用頻寬，

[98] ETSI EN 303 417, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303400_303499/303417/01.01.01_30/en_303417v010101v.pdf

對於多頻率系統，OFR 如下圖所示，其中 OFR1 是多頻系統，OFR2 是單頻系統。

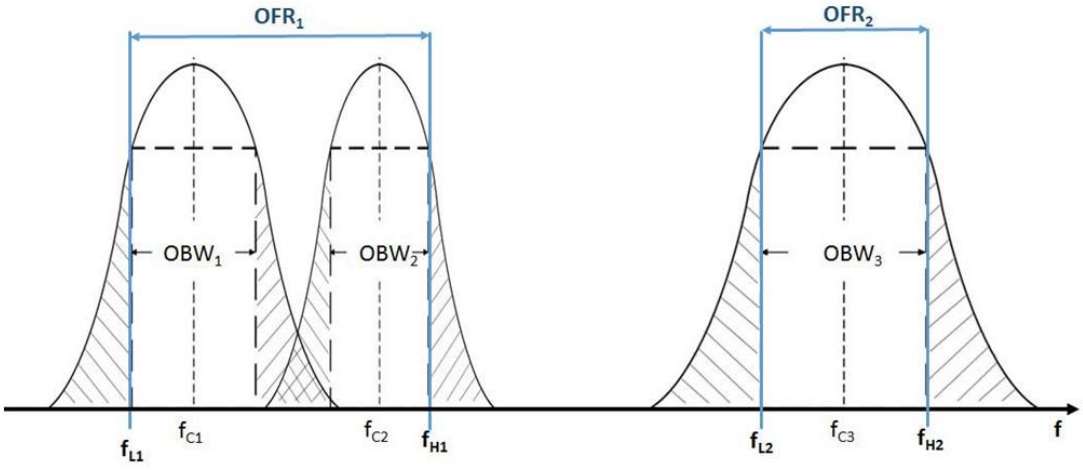


圖 25、單頻與多頻 WPT 系統 OFR 與 OBW 的關係圖

資料來源：ETSI

無線充電設備可用的 OFR 頻段如表 81 所示。

表 81、WPT 設備在 30 MHz 以下允許的頻段

傳輸模式	頻段	應用
發射與接收	19 kHz to 21 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	59 kHz to 61 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	79 kHz to 90 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	100 kHz to 119 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	119 kHz to 140 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	140 kHz to 148.5 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	148.5 kHz to 300 kHz	無線充電傳輸系統
發射與接收	6765 kHz to 6795 kHz	無線充電傳輸系統

註 1：表 81 中列出的頻率範圍也可用於 SRD、電感設備，以及一般用途。 註 2：應注意表 81 代表在歐盟和 CEPT 國家中最廣泛的執行情況，頻率使用的所有頻段條件將由歐盟統一協調。 註 3：此外，應注意在低於 30 MHz 的頻率範圍內，某些其他的頻段可能是可以用在某個國家。

資料來源：ETSI

(2) 工作模式

無線充電設備系統的工作模式如表 82 所示。

表 82、WPT 系統內的工作模式

工作模式	設定	充電板/充電器功能	電池功能
模式 1：充電器在待機，空閒模式下	單一設備	發射	不可用
模式 2：充電前通訊，調整充電方式/位置	組合	發射與接收	發射與接收
模式 3：充電過程中的通訊	WPT 系統調整	發射與接收	發射與接收
模式 4：充電	WPT 系統調整	發射	接收

資料來源：ETSI

(3) 測試方案與符合性要求

無線充電設備系統測試方案與符合性要求如表 83 所示。

表 83、WPT 系統測試方案與符合性要求

工作模式	測試方案	符合性要求
模式 1：充電器在待機，空閒模式下	帶有充電器/充電墊的單次輻射測試（TX）。	・工作頻率範圍 ・場強發射 ・TX 混附 ・性能標準測試（RX 測試）
模式 2：充電前通訊，調整充電方式/位置	特定的測試設置，由製造商聲明。 製造商應聲明 WPT 系統能夠通訊時，充電器和電池之間的最大距離。 如在最壞的調整情況下，此距離可能會更大。 測試設置應以最大的通訊距離進行測試。	・工作頻率範圍 ・場強發射 ・TX 混附 ・需要的性能標準測試（RX 測試）
模式 3：充電過程中的通訊 模式 4：充電	最壞的調整情況下。 兩種測試都可以在一個設置中進行。	・工作頻率範圍 ・場強發射 ・TX 混附 ・需要的性能標準測試（RX 測試）

資料來源：ETSI

(4) 發射機的要求

A. 場強限值

輻射場強（H-field）是指在特定的測量條件下，最大的場強方向，場強限值如下表所示。

表 84、發射機場強限值

頻率範圍 MHz	場強限值 [dBμA/m at 10 m]	說明
0.019 ≤ f < 0.021	72	
0.059 ≤ f < 0.061	69.1 descending 10 dB/dec above 0.059 MHz	注 1
0.079 ≤ f < 0.090	67.8 descending 10 dB/dec above 0.079 MHz	
0.100 ≤ f < 0.119	42	
0.119 ≤ f < 0.135	66 descending 10 dB/dec above 0.119 MHz	注 1
0.135 ≤ f < 0.140	42	
0.140 ≤ f < 0.1485	37.7	
0.1485 ≤ f < 0.30	-5	
6.765 ≤ f < 6.795	42	
注 1：對於頻率為 60 kHz±250 Hz 和 129.1 kHz±500 Hz，限值為 42dBμA/m。		

資料來源：ETSI

B. 發射機混附發射限值

混附發射（spurious emissions）低於 30 MHz 的輻射場強不得超過規定的場強，低於 30 MHz 的混附發射限值如下表。

表 85、發射機低於 30 MHz 的混附發射限值

狀態	頻率範圍：9 kHz ≤ f < 10 MHz	頻率範圍：10 MHz ≤ f < 30 MHz
運作	27 dBμA/m at 9 kHz descending 10 dB/dec	-3.5 dBμA/m
待機	5.5 dBμA/m at 9 kHz descending 10 dB/dec	-25 dBμA/m
注：運作狀態表示處在模式 2、3 或 4，待機狀態表示處在模式 1。		

資料來源：ETSI

30 MHz 至 1 GHz 之間的混附發射限值如下表。

表 86、發射機在 30 MHz 至 1 GHz 之間的混附發射限值

狀態	頻率範圍：47 MHz to 74 MHz，87.5 MHz to 118 MHz，174 MHz to 230 MHz，470 MHz to 790 MHz	30 MHz 至 1 GHz 之間的其他頻率
運作	4 nW	250 nW
待機	2 nW	2 nW
注：運作狀態表示處在模式 2、3 或 4，待機狀態表示處在模式 1。		

資料來源：ETSI

C. 發射機帶外發射

參考表 84、發射機場強限值中 fH / fL 的意圖限制（intentional limits），發射機的帶外（out of band, OOB）發射限值的下降幅度為 10 dB/decade，如下圖所示。OBW 是佔用頻寬（Occupied Bandwidth）。OFR 是工作

頻率範圍（operating frequency range），由功率所佔據的最低頻率（fL）和最高頻率（fH）來決定。

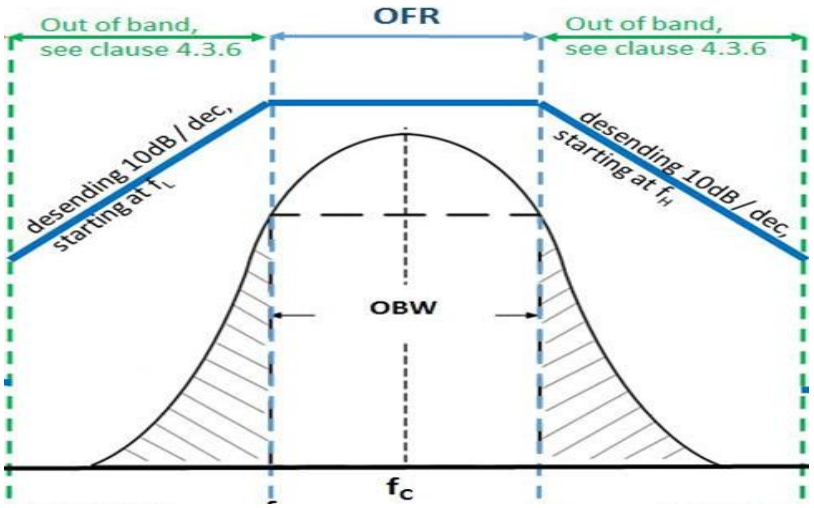


圖 26、發射機的帶外發射限值

資料來源：ETSI

D. WPT 不必要傳導發射

WPT 不必要傳導發射（unwanted conducted emissions）適用於所有的 WPT 系統，且適用於電纜至初級線圈（primary coil）的長度超過 3 公尺，並且電纜未安裝在地面或任何金屬結構中。

1 MHz 至 30 MHz 之間的共同模式（common mode）電流（I_{CM}）不得超過以下限值：

$I_{CM} = 47 - 8 \times \log(f)$ dBμA

F 是頻率（MHz）

(5) 接收機阻塞限值

接收機阻塞限值（blocking limits）如下表所示。

表 87、接收機阻塞限值（blocking limits）

	帶內信號	帶外信號	遠離帶(Remote-band)信號
頻率	WPT 系統的中心頻率 (f_C)	$f = f_C \pm F$	$f = f_C \pm 10 \times F$
帶測設備的信號場強	72 dBμA/m	72 dBμA/m	82 dBμA/m
注：F 是工作頻率範圍。			

資料來源：ETSI

2. 測試程序

歐盟有關無線充電終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄無線充電之歐盟章節說明。

(二) 美國

在消費性設備中使用射頻進行 WPT 已成為傳統交流電源線和適配器（adapters）的可行替代方案。儘管無線充電傳輸可能有不同的設計和實現方式，但電感耦合（inductive coupling）技術通常用於此類應用。此方法需要一個或多個初級感應線圈，其工作頻率和功率大小由特定

應用要求決定。線圈可用於可攜式應用中，例如充電板、永久嵌入家具中或安裝在車輛中。[99]

無線充電傳輸對用戶和附近人員預期的 RF 暴露會因各個系統原始設計的因素而有所不同，通常需要不同的評估注意事項才能顯現合規性。依據工作配置，美國的無線充電傳輸設備可能需要根據 Part 15、Part 18 或同時依據此兩章規定核准無線充電傳輸設備。

1. 檢測規定

(1) 工作頻率

根據 Part 15 授權的無線充電傳輸設備，一般可以在 9kHz 以上的頻段中進行傳輸，但必須遵守 FCC Part 15 的相關規定。[100]根據第 15.205 節中所列出禁用頻段，則無法使用，其中包括 90-110 kHz 頻段。Part 15 的所有禁用頻段如下所示：[101]

---

[99] FCC, RF EXPOSURE CONSIDERATIONS FOR LOW POWER CONSUMER WIRELESS POWER TRANSFER APPLICATIONS, available at: https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=Ai9uISYvaQ1Z0wVtOIHXXg%3D%3D&desc=680106%20D01%20RF%20Exposure%20Wireless%20Charging%20Apps%20v03.pdf&tracking_number=41701

[100] FCC, RF EXPOSURE CONSIDERATIONS FOR LOW POWER CONSUMER WIRELESS POWER TRANSFER APPLICATIONS, available at: https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=Ai9uISYvaQ1Z0wVtOIHXXg%3D%3D&desc=680106%20D01%20RF%20Exposure%20Wireless%20Charging%20Apps%20v03.pdf&tracking_number=41701

[101] 47 CFR § 15.205 - Restricted bands of operation, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.205

表 88、Part 15 的禁用頻段表

MHz	MHz	MHz	GHz
0.090-0.110	16.42-16.423	399.9-410	4.5-5.15
0.495-0.505	16.69475-16.69525	608-614	5.35-5.46
2.1735-2.1905	16.80425-16.80475	960-1240	7.25-7.75
4.125-4.128	25.5-25.67	1300-1427	8.025-8.5
4.17725-4.17775	37.5-38.25	1435-1626.5	9.0-9.2
4.20725-4.20775	73-74.6	1645.5-1646.5	9.3-9.5
6.215-6.218	74.8-75.2	1660-1710	10.6-12.7
6.26775-6.26825	108-121.94	1718.8-1722.2	13.25-13.4
6.31175-6.31225	123-138	2200-2300	14.47-14.5
8.291-8.294	149.9-150.05	2310-2390	15.35-16.2
8.362-8.366	156.52475-156.52525	2483.5-2500	17.7-21.4
8.37625-8.38675	156.7-156.9	2690-2900	22.01-23.12
8.41425-8.41475	162.0125-167.17	3260-3267	23.6-24.0
12.29-12.293	167.72-173.2	3332-3339	31.2-31.8
12.51975-12.52025	240-285	3345.8-3358	36.43-36.5
12.57675-12.57725	322-335.4	3600-4400	
13.36-13.41			

資料來源：FCC

Part 18 允許無線充電傳輸設備在工業、科學和醫學（Industrial, Scientific and Medical, ISM）頻段中運作，以在本地生成和使用 RF 能量來執行無線充電傳輸工作，工作頻率如下所示：[102]

表 89、ISM 可執行的頻率表

ISM 頻率	頻移量（tolerance）
6.78 MHz	±15.0 kHz
13.56 MHz	±7.0 kHz
27.12 MHz	±163.0 kHz

[102] Part 18.301 Operating frequencies, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/18.301

40.68 MHz	±20.0 kHz
915 MHz	±13.0 MHz
2,450 MHz	±50.0 MHz
5,800 MHz	±75.0 MHz
24,125 MHz	±125.0 MHz
61.25 GHz	±250.0 MHz
122.50 GHz	±500.0 MHz
245.00 GHz	±1.0 GHz

資料來源：FCC

禁止在以下安全性、搜索和救援頻段內使用 ISM 設備，包括 490-510 kHz、2170-2194 kHz、8354-8374 kHz、121.4-121.6 MHz、156.7-156.9 MHz 和 242.8-243.2 MHz。

(2) 輻射發射限值

Part 15 輻射發射限值如下表所示，且其不必要之發射皆不得大於主波發射強度：[103]

表 90、Part 15 輻射發射限值

頻率(MHz)	場強(microvolts/meter)	測量距離(meters)
0.009-0.490	2400/頻率(kHz)	300
0.490-1.705	24000/頻率(kHz)	30
1.705-30.0	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
Above 960	500	3

資料來源：FCC

[103] Part 15.209 - Radiated emission limits; general requirements, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.209

Part 18 沒有輻射發射限值，而其不必要發射限值如下表所示：[104]

表 91、Part 18 混附發射限值

設備	工作頻率	設備產生的射頻功率（瓦）	場強限值（uV / m）	距離（公尺）
除非另有說明，否則任何類型（其他）	任何 ISM 頻率	500	25	300
		500 以下	25×SQRT（功率/ 500）	300
	任何非 ISM 頻率	500	15	300
		500 以下	15×SQRT（功率/ 500）	300
工業加熱器和射頻穩定弧焊機	在 5,725 MHz 或以下	任何	10	1600
	5,725 MHz 以上	任何		
超音波	低於 490 kHz	500	2,400 / F（kHz）	300
		500 以下	2,400 / F（kHz）×SQRT（功率/ 500）	300
	490 至 1,600 kHz	任何	24,000 / F（kHz）	30
	1,600 kHz 以上	任何	15	30
電磁爐	低於 90 kHz	任何	1500	30
		任何	300	30

資料來源：FCC

(3) 電源傳導限值

Part 15 對於被設計連接至公用事業交流電（AC）電力線的意圖性（intentional radiator）輻射器，其射頻電壓（radio frequency voltage）傳導回 AC 電力線，在 150 kHz 至 30 MHz 頻段內的任一個或多個頻率上

[104] Part 18.305 - Field strength limits, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/18.305

不得超過下表中的限值，該限值是使用 50 μH/ 50 歐姆線阻抗穩定網路（line impedance stabilization network, LISN）進行測量。[105]

表 92、Part 15 的電源傳導限值

發射頻率(MHz)	傳導限值(dBμV)	
	準峰值(Quasi-peak)	平均
0.15-0.5	66 to 56*	56 to 46*
0.5-5	56	46
5-30	60	50

* 隨著頻率的對數（logarithm of frequency）降低。

資料來源：FCC

Part 18 對於被設計連接至公用事業交流電（AC）電力線的意圖性（intentional radiator）輻射器，除了特別設定的設備之外，例如射頻照明設備等，其他的設備射頻電壓（radio frequency voltage）傳導回 AC 電力線的任一個或多個頻率上不得超過下表中的限值，該限值是使用 50 μH/ 50 歐姆線阻抗穩定網路（line impedance stabilization network, LISN）進行測量。[106]

[105] Part 15.207 - Conducted limits, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.207
[106] Part 18.307 - Conduction limits, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/18.307

表 93、Part 18 的電源傳導限值

發射頻率(MHz)	傳導限值(dBμV)	
	準峰值(Quasi-peak)	平均
0.15-0.5	66 to 56*	56 to 46*
0.5-5	56	46
5-30	60	50

* 隨著頻率的對數（logarithm of frequency）降低。

資料來源：FCC

(4) 負載阻抗調變系統

Part 18 對於消費性設備，規定其運作必須非常接近，並且不得將 RF 能量用於通訊。使用負載阻抗調變（load impedance changes）的系統，僅用於負載管理的目的時，也可取得 Part 18 的授權。其負載調變（load modulation）必須是傳輸系統電源管理和控制不可或缺的部分，並且只能在實現安全和有效工作所必需的範圍內使用，例如回應過電壓情況而迅速關閉、報告充電狀態和識別無效設備。

對於根據 Part 18 授權的設備，此類負載調變不得用於傳達任何其他資訊，例如對設備進行充電的優先順序，以及任何其他數據，例如擴展的系統數據、圖像或音樂等的相關傳輸。因此對於此類設計，必須同時符合 Part 15 和 Part 18 的要求才能取得設備核准，也必須根據 Part 15 和 Part 18 的要求對使用輔助頻率進行負載管理和控制，數據功能也需進行授權。

(5) 遠距離供電的無線充電傳輸系統

對於用在提供遠距離供電的無線充電傳輸系統，例如為便利同時為多個用戶終端設備充電，或為允許遠距離工作的鬆散耦合系統（loosely coupled systems）充電，可能無法符合第 18.107（c）節中規定的本地產生和本地使用 RF 能量的要求。對於主侍服器和用戶端之間有分隔距離的任何系統，例如在沒有將用戶端設備插入或未直接放置在充電器上的情況下，需要獲得 FCC 的事先核准才能根據 Part 18 進行授權。[107]

(6) 充電和通訊模式的適用差異

意圖性發射資訊的輻射器必須依據適當 Part 15 規則要求，並且需要設備認證。無線充電傳輸設備可以兩種不同的模式運作，包括充電和通訊，如果可以證明設備符合相關的規則，並且設備功能是獨立的，則可以根據 Part 18 核准充電模式，並根據 Part 15 核准通訊模式。Part 18 的消費性設備一旦完成適當的 RF 暴露評估，就可以透過認證或 SDoC 方式來進行授權。[108]

如果設備符合相應 Part 15 規則的所有要求，則可以根據 Part 15 規則，而不是根據 Part 18 來核准充電功能。

---

[107] FCC, RF EXPOSURE CONSIDERATIONS FOR LOW POWER CONSUMER WIRELESS POWER TRANSFER APPLICATIONS, available at: https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=Ai9uISYvaQ1Z0wVtOIHXXg%3D%3D&desc=680106%20D01%20RF%20Exposure%20Wireless%20Charging%20Apps%20v03.pdf&tracking_number=41701

[108] FCC, What rules regulate short distance wireless inductive coupled charging pads or charging devices? Available at: https://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/forms/FTSSearchResultPage.cfm?switch=P&id=41701

(7) 射頻的暴露要求

在某些情況下，根據 Part 15 和 Part 18 核准的消費性無線充電傳輸設備必須證明其符合 RF 暴露要求，也必須根據無線系統的工作配置，以及用戶和附近人員的暴露條件來評估暴露的可能性，另外也須使用最大輸出功率為用戶端設備充電，以評估 RF 暴露情況。[109]

無線充電傳輸設備必須根據 FCC 規則第 2.1091 和 2.1093 節中的移動和可攜式暴露要求，結合設備的工作特性確定 RF 暴露要求。電磁波能量吸收比（specific energy absorption rate，SAR）和最大允許暴露值（Maximum Permissible Exposure, MPE）限制不可覆蓋無線充電傳輸應用的頻率範圍，分別是低於 100 kHz 和 300 kHz；因此，需要根據 FCC 規則第 1.1307（c）和（d）節確定 RF 暴露的合規性。

根據功率傳輸應用的設計與執行，必須明確確定是否適用移動或可攜式 RF 暴露條件。安裝的設備，與用戶和附近人員的距離超過 20 公分，可能需符合移動的暴露條件。在某些情況下，使用者和附近人員可能會暴露在小於 20 公分的地方，本規則第 2.1091（d）（4）節可以適用。

100 kHz 至 6 GHz 的可攜式暴露條件是根據 SAR 確定的要求。現有的 SAR 系統和測試程序通常用於 100 MHz 以上的測量，儘管數值模型可以替代，但低頻段大量計算資源的約束可能會帶來更多的限制。在

[109] FCC, RF EXPOSURE CONSIDERATIONS FOR LOW POWER CONSUMER WIRELESS POWER TRANSFER APPLICATIONS, available at: https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=Ai9uISYvaQ1Z0wVtOIHXXg%3D%3D&desc=680106%20D01%20RF%20Exposure%20Wireless%20Charging%20Apps%20v03.pdf&tracking_number=41701

這種情況下，包括低於 100 kHz 的工作，委員會可能考慮將分析數據、場強、輻射和傳導功率測量，與一些有限的數值模型相結合來評估合規性。

2. 測試程序

美國有關無線充電終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄無線充電之美國章節說明。

(三) 日本

日本總務省（Ministry of Internal Affairs and Communications, MIC）於 2013 年 6 月在 MIC 無線電波電磁環境小組委員會（Subcommittee on Electromagnetic Environment for Radio-wave Utilization）下成立無線充電傳輸工作小組（Wireless Power Transmission Working Group, WPT-WG），以定立 WPT 的新法規為目標，其中有關 WPT 與既有頻段使用者的共存是 WPT-WG 的主要工作。WPT 規則的制定報告由 MIC 的資訊和通訊委員會（Information and Communications Council of MIC）批准，並於 2015 年發布。

日本無線寬頻論壇（Broadband Wireless Forum, BWF）的 WPT 工作小組負責使用無線電工業與商業協會（Association of Radio Industries and Businesses, ARIB）的草擬協定（drafting protocols）制定 WPT 技術標準草案。BWF 針對 WPT 頻譜的所有應用和技術進行深入研究後，制定一套標準草案送給 ARIB 進行批准，ARIB 於 2015 年引用 MIC 資

訊和通訊委員會的 WPT 規則制定報告，以制定無線充電傳輸系統標準（ARIB STD-T113）[110]作為日本標準。

1. 檢測規定

無線充電傳輸系統標準主要包括三個部分，分別是：

- 400 kHz 電容耦合（Capacitive Coupling）無線充電傳輸系統
- 6.78 MHz 用於行動設備的電磁耦合（Magnetic Coupling）無線充電傳輸系統
- 用於行動設備的微波電磁場表面耦合（Microwave Electromagnetic Field Surface Coupling）無線充電傳輸系統。

400 kHz 電容耦合 WPT 系統預設是在室內使用，主要用在家裡或辦公室，該系統預設輸電電極（power transmitting electrodes）和受電電極（power receiving electrodes）之間的距離小於 10mm，或在極近的距離內，以具有高輸電效率和低輻射的優勢。因距離過近，本研究暫不列入研究項目，主要探討 6.78 MHz 電磁耦合 WPT 系統和微波電磁場表面耦合 WPT 系統。

[110] ARIB, WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEMS ARIB STD-T113 Version 1.1, available at: https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t113.html

(1) 6.78 MHz 用於行動設備的電磁耦合 WPT 系統

6.78 MHz 電磁耦合 WPT 系統採用一個功率傳輸單元（Power Transmitting Unit, PTU）和多個功率接收單元（Power Receiving Unit, PRU）所組成的星形拓撲網路，該網路允許一個 PTU 同時向多個 PRU 傳輸功率。其技術規定說明如下：

A. 使用頻段

使用頻段為 6.765 MHz 至 6.795 MHz。

B. 輸出功率

輸出功率應小於或等於 50W。

C. 帶內輻射限值

表 94、帶內輻射限值

頻率範圍	測量距離	限值（準峰值）
6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz	10 公尺	44 dBμA/m
6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz		64 dBμA/m

資料來源：ARIB

D. 帶外輻射限值

a. 150kHz 至 30MHz

表 95、150kHz 至 30MHz 帶外輻射限值

頻率範圍	測量距離	限值（準峰值）
150 kHz ≤ f < 526.5 kHz	10 公尺	14.5-15.6451xLog(frequency[MHz]/0.15) dBμA/m
526.5 kHz ≤ f ≤ 1605.5 kHz		-2.0 dBμA/m
1605.5 kHz < f < 4 MHz		14.5-15.6451xLog(frequency[MHz]/0.15) dBμA/m
4 MHz ≤ f < 6.765 MHz		-32.5635+17.3595xLog(frequency[MHz]/0.15)
6.795 MHz < f < 11 MHz		-32.5635+17.3595xLog(frequency[MHz]/0.15)
11 MHz ≤ f ≤ 13.553 MHz		29-15.6451xLog(frequency[MHz]/0.15) dBμA/m
13.567 MHz ≤ f ≤ 20.295 MHz		29-15.6451xLog(frequency[MHz]/0.15) dBμA/m
20.295 MHz < f < 20.385 MHz		4.0 dBμA/m
20.385 MHz ≤ f ≤ 26.957 MHz		29-15.6451xLog(frequency[MHz]/0.15) dBμA/m
27.283 MHz ≤ f ≤ 30 MHz		29-15.6451xLog(frequency[MHz]/0.15) dBμA/m

資料來源：ARIB

b. 30 MHz 至 1GHz

表 96、30 MHz 至 1GHz 帶外輻射限值

頻率範圍	測量		限值
	距離	檢測器/頻寬	
30 MHz < f ≤ 33.825 MHz	10 公尺	準峰值 / 120 kHz	30 dBμV/m
33.825 MHz < f ≤ 33.975 MHz			49.5 dBμV/m
33.975 MHz ≤ f ≤ 40.66 MHz			30 dBμV/m
40.70 MHz ≤ f ≤ 230 MHz			30 dBμV/m
230 MHz < f ≤ 1000 MHz			37 dBμV/m
30 MHz < f ≤ 33.825 MHz	3 公尺		40 dBμV/m
33.825 MHz < f < 33.975 MHz			59.5 dBμV/m
33.975 MHz ≤ f ≤ 40.66 MHz			40 dBμV/m
40.70 MHz ≤ f ≤ 230 MHz			40 dBμV/m
230 MHz < f ≤ 1000 MHz			47 dBμV/m

資料來源：ARIB

c. 1GHz 至 6GHz

表 97、1GHz 至 6GHz 帶外輻射限值

頻率範圍	測量		限值
	距離	檢測器/頻寬	
1000 MHz < f ≤ 3000 MHz	3 公尺	平均值 / 1 MHz	30 dBμV/m
3000 MHz < f ≤ 6000 MHz			37 dBμV/m
1000 MHz < f ≤ 3000 MHz		峰值 / 1 MHz	40 dBμV/m
3000 MHz < f ≤ 6000 MHz			47 dBμV/m

資料來源：ARIB

(2) 用於行動設備的微波電磁場表面耦合 WPT 系統

本系統被設計用於室內，例如辦公室或家庭使用，不允許用於戶外，其配備無線充電傳輸功能，使行動設備用戶可在 2.4GHz 頻段透過電磁場表面耦合使用無線充電傳輸功能。本系統採用星型網路拓撲結構，一個 PTU 的供電部分和通訊部分可以同時為多個 PRU 的受電部分和通訊部分提供服務。

A. 功率傳輸方式

功率傳輸應使用無調變連續波（continuous wave without modulation）。

B. 使用頻段

使用頻段應大於 2497MHz 且小於 2499MHz，功率傳輸中頻（median frequency）應為 2498MHz。

C. 功率傳輸頻率誤差

用於功率傳輸的中頻（median frequency）誤差（tolerance）應小於 50ppm。

D. 輻射限值

在 30 公尺距離內，輻射發射限值的峰值限制如下：

- 頻率在 90MHz 至 108MHz、170MHz 至 222MHz，以及 2500MHz 至 2535MHz 的範圍內，輻射限值應小於或等於 0.03mV/m。
- 頻率在 2497MHz 至 2499MHz 的範圍內，輻射限值應小於或等於 283mV/m。

- 除了上述的頻率範圍外，在頻率不超過 10GHz 的條件下，輻射限值應小於或等於 0.1mV/m。

E. 輻射洩漏功率限值

功率傳輸的總輻射洩漏功率不得超過 0.15W，查詢功率傳輸（inquiry power transmission）的總輻射洩漏功率不得超過 0.02W。

F. 功率傳輸部件

a. 高頻輸出

高頻輸出不得超過 30W，查詢功率傳輸（inquiry power transmission）的高頻輸出不應超過 0.5W。

b. 高頻輸出誤差

未定義，但最大高頻輸出不得超過 30W。

c. 功率傳輸設備的回波損耗

在沒有將接收機放在功率傳輸設備（power transmission device, PTD）發射機頂部的情況下，發射機的回波損耗（return loss）不得超過 7 dB。

d. 查詢之功率傳輸

查詢功率傳輸的高頻輸出不應超過 0.5W。

e. 輸入元件的 Q 因子

輸入元件的 Q 因子應至少為 200。

G. 功率接收設備的 Q 因子

功率接收設備的 Q 因子應至少為 200。

H. 通訊頻率範圍

用於通訊控制的通訊頻率應在 2400MHz 至 2483.5MHz 範圍。

I. 環境條件

使用環境應限於室內使用。

2. 測試程序

日本有關無線充電終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄無線充電之日本章節說明。

(四) 韓國

韓國科學技術情報通信部（MSIT）及其所屬國家無線電研究局（National Radio Research Agency, RRA）是韓國負責管理 WPT 法規的政府機構，包括 WPT 設備在內的所有無線電通訊設備均應遵守無線電波法（Radio Waves Act）中的法規。

1. 檢測規定

WPT 設備被監管為 ISM 設備，功率超過 50 W 的設備需要使用執照，對於 50 W 以下的設備，則需要遵守弱電場強（weak electric field strength）的法規。[111]

韓國用於 WPT 的規則如下表：

表 98、韓國用於 WPT 的規則

功率	應用	相關WPT技術
＜50W	ISM設備 – 使用頻率範圍100-205 kHz的WPT設備。	使用感應技術的商用產品。
	ISM設備 – 使用頻率範圍6765-6795 kHz的WPT設備。	考慮使用共振技術的產品。
≥50W	ISM設備 –使用頻率範圍19-21 kHz、59-61kHz。	安裝在特定區域。 共振中形成的磁場。

資料來源：ITU

WPT 設備的合規要求與使用特性如下，其中所有的 WPT 設備都被視為 ISM 設備：

(1) 使用頻率範圍 100-205 kHz 的 WPT 設備

WPT 設備在 3 公尺處的電場強度應小於或等於 500 uV/m。

[111] ITU Report SM.2303-2, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at: https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2303-2-2017

(2) 使用頻率範圍 6765-6795 kHz 的 WPT 設備

WPT 設備的混附發射（spurious emission）的電場強度應符合下表規定。

表 99、6765 至 6795 kHz 混附發射的電場強度規定

頻率範圍	場強限制（准峰值）	測量頻寬	測量距離
9-150 kHz	78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m	200 Hz	10 公尺
150-10 MHz		9 kHz	
10-30 MHz	48 dBμV/m		
30-230 MHz	30 dBμV/m	120 kHz	
230-1000 MHz	37 dBμV/m		

資料來源：ITU

(3) 使用頻率範圍 19-21 kHz 和 59-61kHz

WPT 設備在 100 公尺處的電場強度應小於或等於 100 uV/m。

2. 測試程序

韓國有關無線充電終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄無線充電之韓國章節說明。

(五) 中國大陸

中國大陸目前尚未發布有關 WPT 設備的專用規則，目前暫時以短距離設備（SRD）規則規管 WPT 設備，但從長遠角度來看，採用規管

SRD 的方法規管 WPT 可能並不恰當，因此目前正進行有關 WPT 的分類和規管研究工作。由於研究尚處初期階段，所以不排除會有不同的規管和分類方法。[112]

1. 檢測規定

目前正在進行有關 WPT 分類和監管研究工作，說明如下：

(1) ISM 設備

根據中國大陸的無線電規則制度，ISM 裝置被定義為使用射頻能量，用於工業、科學、醫療、家庭和類似目的的設備或裝置，不包括用於電信、資訊技術和其它國家標準涵蓋的設備。WPT 裝置是使用射頻能量的家庭或工業領域設備，因此 WPT 設備可列入 ISM 設備的範圍。

A. 設備分類

根據中國大陸的有關 ISM 的規則[113]，ISM 設備根據其應用被分為兩組：

- 第 1 組：在標準範圍內，第 2 組 ISM 設備以外的其他 ISM 設備；
- 第 2 組：包括以電磁輻射、電感或電容耦合型式，有意產生並使用 9 kHz – 400 GHz 頻段幅射，所有用於材料處理或檢驗及分析目的的所有 ISM 設備。

---

[112] ITU Report SM.2303-2, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at: https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2303-2-2017

[113] GB 4824-2013, 工業、科學和醫療射頻設備擾動特性、限值和測量方法。參見：http://m.wdfxw.net/Fulltext47299252.htm

此外，每一組又依照其應用情形分為兩個分類：

- A 類：非家用設備，不直接與住宅內低壓功率設施連接的 ISM 裝置；
- B 類：家用設備，直接與住宅內低電壓功率設施相連的 ISM 裝置。

根據等同於 CISPR 11:2010 的中國大陸 ISM 規則，無論 6.675-6.795 MHz 頻率範圍內的 WPT 是否屬於 ISM 的頻率範圍，都不需要取得中國大陸無線電管理局的特別核准。然而，其它的 WPT 頻率範圍則不屬於 ISM 的頻率範圍。

B. 電源端子混附電壓限值

依上述的分析說明，如果獲得認可，則 6.675-6.795 MHz 頻段內的 WPT 設備將可使用第 2 組 ISM 設備的 B 類設備。按照中國大陸 ISM 規則，其設備需符合電源端子混附電壓限值，如下表：

表 100、第 2 組 ISM 設備 B 分類設備之電源端子混附電壓限值

頻率(MHz)	準峰值dB(μV)	平均值dB(μV)
0.15-0.50	66至56(隨頻率對數線性減小)	56至46(隨頻率對數線性減小)
0.50-5	56	46
5-30	60	50

資料來源：GB 4824-2013

C. 電磁輻射限值

按照中國大陸 ISM 規則，其輻射需符合電磁場輻射限值，如下表：

表 101、第 2 組 ISM 設備 B 分類設備之電磁輻射限值

頻率範圍/MHz	限值				
	電場				磁場
	10 公尺測量距離		3 公尺測量距離		3 公尺測量距離
	準峰值 dBμV/m	平均值 dBμV/m	準峰值 dBμV/m	平均值 dBμV/m	準峰值 dBμV/m
0.15-30	-	–	-	-	39 至 3 (隨頻率對數線性減小)
30-80.872	30	25	40	35	-
80.872-81.848	50	45	60	55	-
81.848-134.768	30	25	40	35	-
134.768-136.414	50	45	60	55	-
136.414-230	30	25	40	35	-
230-1 000	37	32	47	42	-

資料來源：GB 4824-2013

從以上分析可以看出，如果獲得許可，則 6.675-6.795 MHz 頻段內的 WPT 設備可能依據中國大陸第 2 組 ISM 設備的 B 分類設備予以管理。另依據中國大陸目前的無線電規則，其它頻段的 WPT 系統不能依據 ISM 設備的規則管理。

(2) 短距離設備

依據中國大陸的微功率短距離無線電發射設備目錄和技術要求[114]，SRD 分為 A 到 H 共 8 個類別，其中 A 到 D 類設備的工作頻段為 30 MHz 以下。A 類的頻段為 9-190 kHz。B 類的頻段和 WPT 的工作頻段並不重疊。C 類的頻段包括 6.675-6.795 MHz。除了 A 類、B 類和 C 類的 SRD 設備之外，工作頻段在 315 kHz-30 MHz 的 D 類設備包含所有的 SRD 設備。因此，除了 190-205 kHz 頻段外，所有的 WPT 工作頻段都屬於 SRD 頻率範圍。因此從頻率的角度來看，除工作於 190-205 kHz 頻段的 WPT 裝置之外，所有的 WPT 設備都屬於 SRD 的範圍。

就無線信號對環境的影響而言，可依照管理 SRD 的方法暫時對 WPT 設備進行管理。該行政管理方法可確保 WPT 設備對無線環境的影響，不會超出在相應頻段中 SRD 設備所產生的影響。然而就長遠角度來說，依照管理 SRD 的方法管理 WPT 裝置並非適宜。

A. SRD A 類設備檢測規定

使用頻率：9-190kHz。

10 公尺處磁場強度：

9-50kHz：不大於 72dBμA/m（准峰值檢測波）；

50-190kHz：不大於 72dBμA/m，每倍頻程下降 3dB（准峰值檢測波）。

---

[114] 工業和信息化部，微功率短距離無線電發射設備目錄和技術要求，參見：http://www.gov.cn/xinwen/2019-11/28/content_5456765.htm

B. SRD C 類設備檢測規定

使用頻率：6765-6795kHz、13553-13567kHz、26957-27283kHz。

10 公尺處磁場強度：不大於 42dBμA/m（准峰值檢測波）。

頻率容限：100×10-6。

特殊頻帶輻射發射：對於 13553-13567kHz 頻段設備，頻段兩端偏移 140kHz 頻率範圍的 10 公尺處磁場強度不大於 9dBμA/m（准峰值檢測波）。

C. SRD D 類設備檢測規定

使用頻率：315kHz-30MHz 範圍內排除上述 A、B、C 類設備外的頻率。

10 公尺處磁場強度：

315kHz-1MHz：不大於-5dBμA/m（准峰值檢測波）；

1-30MHz：不大於-15dBμA/m（准峰值檢測波）。

D. 通用幅射發射要求

表 102、發射機最大發射功率的輻射限值

測試頻率	測試頻寬	限值	檢測方式
9-150kHz	200Hz(6dB)	27dBμA/m（10公尺處）	準峰值
150-10000kHz	9kHz(6dB)		準峰值

資料來源：工業和信息化部

表 103、發射機待機或閒置時的輻射限值

測試頻率	測試頻寬	限值	檢測方式
9-150kHz	200Hz(6dB)	6dBμA/m （10公尺處）	準峰值
150-10000kHz	9kHz(6dB)		準峰值

資料來源：工業和信息化部

2. 測試程序

中國大陸有關無線充電終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄無線充電之中國大陸章節說明。

三、 小結

本章節介紹了各國對於無線充電設備的相關技術規範與量測流程，並詳細說明了各項檢測規定限制值，以及其他射頻參數。

FCC 以無線充電設備的要求指引(FCC KDB 680106)規範美國的無線充電設備，對於長距離的無線充電採用依特性作事先核准的審核，當通過審核，仍須依相關規範之輻射限值及 RF 暴露要求進行規範。Part 18 允許設備操作於 ISM 頻段，並使用本地 (locally)產生的 RF 能量(Section 18.107(c))，對用戶端設備(client)進行充電，操作時必須在極接近的距離，且 RF 能量不能用於通訊（如：資料、音樂、影像等）。當無線充電設備與 client 設備具有一定距離(Wireless Power Transfer at-a-distance Device) （長距離）之傳輸，必須符合上述本地 RF 能量之要求(一公尺以內)(ET Docket No. 19-83)，因此須取得 FCC 事先核准。同時，

該設備必須符合 Part 18 的輻射及不必要發射限制值，且須通過 RF 暴露評估，才可進行授權許可。

若國內需立即制定一定距離無線充電設備相關條文，研究團隊建議參考美國，增訂低功率射頻器材技術規範第 5.13 節 一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)。

表 104、國際無線充電設備測試項目之彙整

	美國	歐盟	日本	韓國	中國大陸
檢測規範	C63.10	EN 303 417	ARIB STD-T113	KS X 3123:2019	GB 4824-2013
使用頻段	符合各頻段規定，且避免禁用頻段，通常可用於 9 kHz 以上 Part15 規定的頻段。 符合各頻段規定，且避免禁用頻段，通常可用於 Part18 規定的 ISM 頻段。	19-300 kHz 6.765-6.795 MHz	400 kHz 6.765-6.795 MHz 2497-2499MHz	100-205 kHz 6.765-6.795 MHz	9-190 kHz 6.675-6.795 MHz
輻射限值	依使用頻率的不同，Part15 輻射限值從 2400/頻率 (kHz) 至 500 uV/m。Part18 沒有輻射限值 (詳細資訊請參考美國章節)	依使用頻率的不同，輻射限值從 -5 至 72 dB μ A/m。(詳細資訊請參考歐盟章節)	6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz 44 dBμA/m 6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz 64 dBμA/m 2497-2499MHz 283mV/m	100-205 kHz 500 uV/m 6.765-6.795 MHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m	9-190 kHz 72dBμA/m 6.675-6.795 MHz 42dBμA/m
不必要發射	Part15 不必要發射限值皆不得大於主波發射強度。 Part18 不必要發射限值從 25×SQRT（功率/500）至 25 uV/m。(詳細資訊請參考美國章節)	9 kHz ≤ f < 10 MHz，27 dBμA/m at 9 kHz descending 10 dB/dec 10 MHz ≤ f < 30 MHz，-3.5 dBμA/m 詳細規範見各章節	6.765-6.795 MHz： 6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz 44 dBμA/m 6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz 64 dBμA/m 2497-2499MHz： 應小於或等於 283mV/m 詳細規範見各章節	100-205 kHz： 應小於或等於 500 uV/m 6.765-6.795 MHz： 9-150 kHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m (RBW：200Hz) 150-10000 kHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m (RBW：9kHz) 詳細規範見各章節	9-150 kHz 27dBμA/m (RBW：200Hz) 150-10000 kHz 27dBμA/m (RBW：9kHz) 詳細規範見各章節
檢測項目	使用頻段 幅射限值 不必要發射 傳導限值	使用頻段 幅射限值 不必要發射 接收機阻塞限值	使用頻段 幅射限值 不必要發射 洩漏功率限值	使用頻段 幅射限值 不必要發射	使用頻段 幅射限值 不必要發射 傳導限值

資料來源：本研究整理

第四節 無線麥克風

根據 2018 年國家通訊傳播委員會「新世代行動通信及物聯網技術發展之頻譜共享機制規範、頻譜整備與超寬頻技術設備監理制度研究」計畫補助案（計畫編號：Y107-A7）中分項三之無線電麥克風技術與管理機制研析，無線麥克風設備操作於 600 MHz ～700 MHz 頻段的推薦度均為極低，主要是因為美國與歐盟均已將該頻段分配給通訊服務系統使用，無線麥克風操作於此頻段時，必須遵守許多前提（如發射功率低、操作頻寬窄、即時性的 Guard Band 頻寬分配等）且不能干擾該頻段上具執照的通訊設備，是以在大眾集會中，該頻段並不適合給無線麥克風設備使用。

但我國 600 MHz～700 MHz 頻段的使用現況則較為不同，根據交通部頻段分配表（如表 105 中所示），596 MHz～ 608 MHz 頻段供數位電視使用，703 MHz～803 MHz 則供行動寬頻業務使用，是以目前我國 608 MHz～703 MHz 頻段上尚無主要業務，而該頻段也尚未分配給通訊服務使用，是以至今，該頻段自民國 103 年交通部的發文以來，已經閒置了五年之久。

根據交通部的發文內容中（發文字號：交郵字第 1030024010 號），交通部說明了 608 MHz ~ 703 MHz 頻段目前是否可給予無線麥克風設備使用，該說明如下（如圖 27 中所示）：*本頻段目前已有美國規劃供行動寬頻（即 4G）業務使用，我國將視美國處理結果及國際電信聯合會（ITU）後續建議，極可能規劃供行動寬頻業務使用，故目前不宜開放。*

而如先前所提，因家庭式與消費者個人所使用的無線麥克風設備，以目前《低功率射頻器材技術規範》所制定的 510 MHz～530 MHz 頻段已經足夠使用，但是大型集會場合中無線麥克風設備仍有頻段不敷使用產生干擾之情形，後經協商開放（如 608 MHz～703 MHz）頻段給無線麥克風設備使用，未來若該頻段分配給具有執照的通訊服務設備，則需規劃良好且周全的無線麥克風設備退場機制等使用限制。

若無線麥克風設備經擇定適當使用頻率範圍（如 614 MHz ~ 703 MHz），將邀集交通部、通傳會及相關廠商等代表研商，研提無線麥克風設備於該頻段操作時，須有之功能、電波特性限制值及應遵守之使用限制等技術規範建議，以避免干擾合法通信，通傳會可依循該建議制訂技術規範。

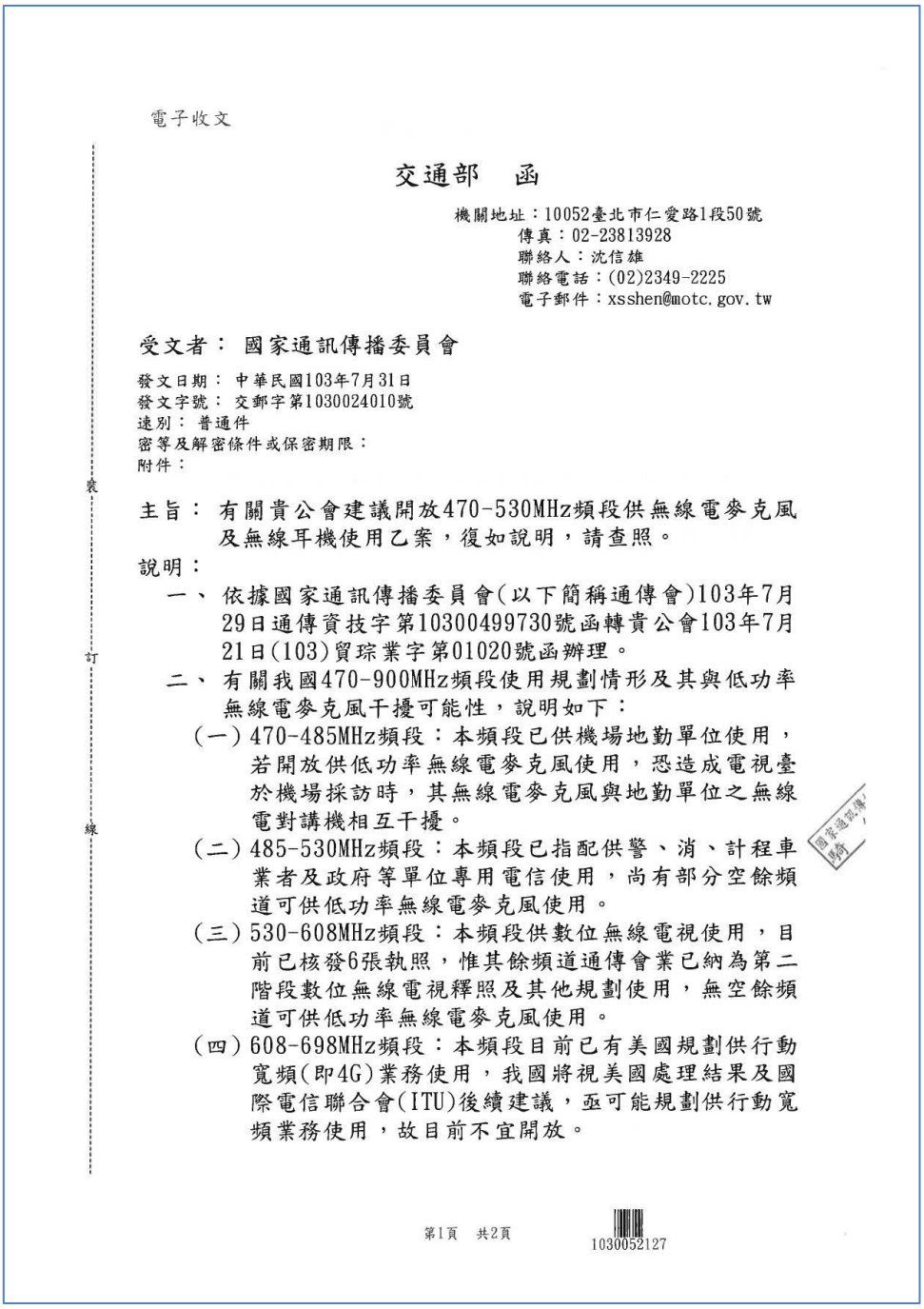
是以為了探討 614 MHz～703 MHz 頻段是否能讓無線麥克風操作使用，如圖 28 中所示，於 2019 年 5 月 10 日，通傳會邀集了交通部郵電司、本研究計畫團隊財團法人電信技術中心、國內無線麥克風廠商嘉強電子，共同商討依國內目前頻譜使用現況，交通部於會議中表示贊同，確定開放後請通傳會發文，並於下次規劃中華民國無線電頻率分配表時，會依決議將該頻段納入無線麥克風設備的使用頻段。

表 105、交通部無線電頻率分配表 585 MHz ～ 890 MHz

ITU 無線電規則	中華民國規定	
第三區域	頻段業務分配	備註
585 – 610 MHz 固定（主） 行動（主）	585 – 610 MHz 固定（主） 行動（主）	530 – 596 MHz 供數位電視廣播業務使用 585 – 608 MHz 供數位電視使用

無線電助航（主）	廣播（主） 無線電助航（主）	
610 – 890 MHz 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	610 – 890 MHz 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	703 – 803 MHz 供行動寬頻業務使用 790 – 960 MHz WRC-07 決議可供 IMT 使用 748 – 758 MHz、794 – 806 MHz 供低功率無線麥克風及無線耳機於不得干擾行動寬頻業務且須忍受行動寬頻業務干擾之條件下使用 825 – 845 MHz、870 – 890 MHz 供第三代行動通信業務使用，期限至 107 年 12 月。

資料來源：交通部



電子收文

交通部　函

機關地址：10052臺北市仁愛路1段50號
傳真：02-23813928
聯絡人：沈信雄
聯絡電話：(02)2349-2225
電子郵件：xsshen@motc.gov.tw

受文者：國家通訊傳播委員會

發文日期：中華民國103年7月31日
發文字號：交郵字第1030024010號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

裝

主旨：有關貴公會建議開放470-530MHz頻段供無線電麥克風及無線耳機使用乙案，復如說明，請查照。

說明：

一、依據國家通訊傳播委員會(以下簡稱通傳會)103年7月29日通傳資技字第10300499730號函轉貴公會103年7月21日(103)貿琮業字第01020號函辦理。

二、有關我國470-900MHz頻段使用規劃情形及其與低功率無線電麥克風干擾可能性，說明如下：

(一)470-485MHz頻段：本頻段已供機場地勤單位使用，若開放供低功率無線電麥克風使用，恐造成電視臺於機場採訪時，其無線電麥克風與地勤單位之無線電對講機相互干擾。

(二)485-530MHz頻段：本頻段已指配供警、消、計程車業者及政府等單位專用電信使用，尚有部分空餘頻道可供低功率無線電麥克風使用。

(三)530-608MHz頻段：本頻段供數位無線電視使用，目前已核發6張執照，惟其餘頻道通傳會業已納為第二階段數位無線電視釋照及其他規劃使用，無空餘頻道可供低功率無線電麥克風使用。

(四)608-698MHz頻段：本頻段目前已有美國規劃供行動寬頻(即4G)業務使用，我國將視美國處理結果及國際電信聯合會(ITU)後續建議，亟可能規劃供行動寬頻業務使用，故目前不宜開放。

訂

線

1030052127

圖 27、交通部針對無線麥克風操作於 470 MHz ~ 698 MHz 頻段之說明

資料來源：交通部

檔　　號：
保存年限：

國家通訊傳播委員會　開會通知單

受文者：財團法人電信技術中心

發文日期：中華民國108年5月1日
發文字號：通傳資源決字第10843009410號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：無線麥克風會議檔案_2019510.pdf（請至附件下載區下載附件，附件下載網址：http://opweb.ncc.gov.tw/【登入序號：M02388】本附件下載區僅提供六個月內之公文附件下載）

開會事由：無線麥克風設備操作頻段管理與規劃

開會時間：中華民國108年5月10日(星期五)下午2時整

開會地點：本會濟南路辦公室4樓會議室(臺北市濟南路2段16號)

主持人：本會射頻與資源管理處　謝科長志昌

聯絡人及電話：謝志昌 02-33438421

出席者：交通部郵電司、財團法人電信技術中心、嘉強電子股份有限公司
列席者：
副本：

備註：響應環保措施，請自備環保杯。

圖 28、無線麥克風設備操作頻段管理與規劃開會通知單

資料來源：通傳會

一、　國際組織

(一)　ITU

1. 檢測規定

國際電信聯盟(International Telecommunication Union)於 ITU-R SM.2153-7 中所定義無線麥克風是一種小型、小功率(50 mW 或更小)的單向發射機，設計用於戴在身上或拿在手上，以便個人在短距離的範

圍內傳送語音。接收機是特製用於專門的用途，且尺寸大小從手掌大小到作為多頻道系統的一部分模組。

而根據國際電信聯盟(International Telecommunication Union)於西元2016 年所出版國際無線電規則(Radio Regulations)[115]，其 460 MHz ~ 890 MHz 的頻譜規劃如表 106 中所示，而無線麥克風設備則屬於廣播設備的其中一種應用，其允許的操作頻段為 470 MHz ~ 890 MHz 頻段，但值得注意的是，上述該寬頻段牽扯了無線電視廣播頻道、空白頻段設備(White Space Devices)以及重要的行動通訊頻段，而持有執照與免執照的無線麥克風又有著不同射頻限制值與管理方式，是以 ITU-R SM.2153-7 中則以各國家來分類無線麥克風設備的各種技術規範，而非以統一的技術規範來加以限制，於以下各章節裡我們將介紹各國家對於無線麥克風的檢測規定與測試流程。

[115] International Telecommunication Union Radio Regulations 2016

表 106、國際電信聯盟所制定 460 ~ 890 MHz 頻段之業務應用

<table>
<tr><td>區域 1</td><td>區域 2</td><td>區域 3</td></tr>
<tr><td colspan="3">460-470 固定、行動、衛星氣象（空對地）</td></tr>
<tr><td rowspan="4">470-694
廣播</td><td>470-512
廣播、固定、行動</td><td rowspan="2">470-585
廣播、固定、行動</td></tr>
<tr><td>512-608
廣播</td></tr>
<tr><td rowspan="2">608-614
射電天文學、
衛星移動衛星；航空航空衛星除外（地球對太空）</td><td>585-610
廣播、固定、行動</td></tr>
<tr><td rowspan="5">614-698
廣播、固定、行動</td><td rowspan="5">610-890
廣播、固定、行動</td></tr>
<tr><td>694-790
廣播、
行動；除航空外的行動</td><td rowspan="2">698-806
廣播、固定、行動</td></tr>
<tr><td>790-862
廣播、固定、
行動；除航空外的行動</td></tr>
<tr><td rowspan="2">806-890
廣播、固定、行動</td></tr>
<tr><td>862-890
廣播、固定、
行動；除航空外的行動</td></tr>
</table>

資料來源：ITU

二、 案例國家

(一) 歐盟

相較於美國將無線麥克風設備定義為低功率輔助無線電臺，歐盟國際通訊組織則將無線麥克風設備定義為節目製作與特殊服務活動 PMSE (Program Making and Special Events Applications)設備，而這裡所指的歐盟通訊組織則是包含：歐洲郵電行政大會(The European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT)、電

子通訊委員會(Electronic Communications Committee, ECC)、歐洲電信標準協會(The European Telecommunications Standards Institute, ETSI)等，是以在歐盟各國境內的無線麥克風設備必須遵循 PMSE 的相關技術規範。PMSE 主要可分為視頻 PMSE (Video PMSE)應用與音頻 PMSE (Audio PMSE)應用(本計畫之無線麥克風設備則屬於音頻PMSE應用)，過去 PMSE 的相關應用涵蓋了各類戲劇製作(Theatrical Productions)和廣播公司各種大小規模的活動(Broadcasting Contribution Activities)，以及會議、文化、教育活動等，而根據 CEPT Report 51 技術文件中將這些活動定義為 SAP/SAB 與 ENG/OB，其詳細敘述如下所示：

SAP：服務輔助程序製作 (Services Ancillary to Program making, SAP)，支持在製作中進行的節目活動，如電影製作，廣告，企業宣傳片，音樂會，戲劇等類似活動。

SAB：輔助廣播服務(Services Ancillary to Broadcasting, SAB) 支持製作節目的廣播業活動。

SAP 與 SAB 的定義並不會互相獨立排斥，實際上經常在同時間使用，是以稱為 SAP/SAB，更多的小範圍應用如語音回應(Talk-back)、個人監聽音軌(Personal Monitoring of Soundtrack)、遠程指令控制(Telecommand)和遙控(Telecontrol)等類似應用，泛指透過無線電發射傳遞聲音或影像素材的相關服務。

ENG：電子新聞採集(Electronic News Gathering, ENG) 透過小型手持式無線攝影機、無線麥克風設備與新聞室進行無線電傳遞，廣義也包含便攜式磁帶(Portable Tape)或其他記錄器(Recorders)。

OB：戶外廣播(Outside broadcasting, OB) 臨時於該地點提供節目製作設施正在進行的新聞，體育或其他活動，持續數小時至數禮拜。相關移動式或便攜式無線攝影機或麥克風設備在其地點需要透過無線電傳遞，除此之外，戶外廣播地點之間的臨時點對點連接，則可能需要無線電廣播車輛和臨時的所在地工作室。

ENG 與 OB 的定義同樣不會互相獨立排斥，實際上經常在同時間使用，過去 CEPT 經常使用 SAP/SAB 或 ENG/OB 來分類這些應用產品，但如 CEPT 於官方網頁中所述[116]，近年來，這些相關應用的可用頻譜已經逐漸減少，而這些可用頻譜因為利益而分配給指定的移動寬頻通信或其他服務用途。根據 ECC 針對未來 2015-2020 所制定的策略發展文件[117]中，將為 PMSE 射頻設備計劃確定且專用的頻譜，同時也考慮到未來 PMSE 頻譜的演進，可能使用操作頻率更高的頻段，和 PMSE 設備所需的數位技術規範，以及發展共享頻譜多方面的解決方案，來維持目前 PMSE 射頻設備的使用品質。

值得注意的是，許多 PMSE 設備的使用時機，尤其是針對新聞採集的應用，常常發生在不可預知的時間和地點，需要非常快速的響應時間。在這種情況下，PMSE 設備的訊號傳遞之延遲時間、頻段協調使用、許可程序的複雜度，都必須被限制在最低限度是非常重要的。另一方面，有些是可以事前預測到將使用 PMSE 設備的活動，例如大型活動的戶外廣播，通常是在活動發生之前就已計劃完成的。而對於這種活動事件的頻段分配，就可以耗費較長的時間來，特別是當頻段的需求超過了分

[116] https://cept.org/ecc/topics/programme-making-and-special-events-applications-pmse
[117] ECC Strategic Plan for the period 2015-2020 Montreux, 28 November 2014

配給 PMSE 的可用頻段時，操作頻段就必須從其他無線電頻段的操作用戶“借用”。

由於歐盟的技術規範大多從幾個主要的文件衍伸出來，因此我們將直接導入技術規範的說明，根據 ECC ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))[118]中所規定，也同時包含了相關的(PMSE Audio)輔助收聽設備(Assistive Listening Devices, ALD)、無線音頻(Wireless Audio)和多媒體系統(Multimedia Streaming Systems)，本文則擷取 ERC/REC 70-03 Annex 10 中無線麥克風設備操作頻段之部分，並結合了相關技術文件，如：CEPT Report 60119、Decision ECC/DEC/(09)03120、ECC Report 245121、ECC Report 253122、EC Decision 2014/641/EU123等技術文件，將無線麥克風設備之技術規範整理為表 107 中所示。

表 107、歐盟各操作頻段無線麥克風設備之技術規範

Frequency Band (MHz)	Power / Magnetic Field	Occupied Bandwidth	ECC/ERC Deliverable	Notes
29.7-47	10 mW (ERP)	≤ 50 kHz	ERC/REC 70-03	無線麥克風，可能需要個人許可證。30.3-30.5 MHz、32.15-32.45 MHz 和 41.015-47.00 MHz 為軍用頻段。

[118] ECC ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))
[119] CEPT Report 60: "Report B from CEPT to the European Commission in response to the Mandate“to develop harmonised technical conditions for the 6941-790 MHz ('700 MHz') frequency band in the EU for the provision of wireless broadband and other uses in support of EU spectrum policy objectives"
[120] Decision ECC/DEC/(09)03: "ECC Decision of 30 October 2009 on harmonised conditions for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 790 - 862 MHz "
[121] ECC Report 245: "Compatibility studies between PMSE and other systems/services in the band 1350-1400 MHz"
[122] ECC Report 253: "Compatibility studies on audio PMSE at 1492-1518 MHz and 1518-1525 MHz"
[123] EC Decision 2014/641/EU: "on harmonised technical conditions of radio spectrum use by wireless audio programme making and special events equipment in the Union"

174-216	50 mW (ERP)	Not specified	ERC/REC 70-03	無線麥克風，可能需要個人許可證。
470-694	50 mW (ERP)	Not specified	ERC/REC 70-03	無線麥克風，可能需要個人許可證。
694-790	20 mW (EIRP) 80 mW (EIRP)	Not specified	CEPT Report 60 ECC Report 221	無線麥克風，可能需要個人許可證。
823-826	20 mW (EIRP) / 100 mW (EIRP)	≤ 200 kHz	Annex 3 of Decision ECC/DEC/(09)03	無線麥克風，可能需要個人許可證。 穿戴式設備限制為 100 mW。
826-832	100 mW (EIRP)	≤ 200 kHz	Annex 3 of Decision ECC/DEC/(09)03	無線麥克風，可能需要個人許可證。
863-865	10 mW (ERP)	Not specified	ERC/REC 70-03	無線電麥克風，無線音頻和多媒體流設備。
1350-1400	20 mW (EIRP) / 50 mW (EIRP)	Not specified	ECC Report 245 and ERC/REC 70-03	無線麥克風，可能需要個人許可證。穿戴式設備限制為 50 Mw，並於 1350-1400 MHz 頻段執行頻譜掃描程序。
1492-1518	50 mW (EIRP)	Not specified	ECC Report 253 and ERC/REC 70-03	無線麥克風，可能需要個人許可證。僅能室內使用。
1518-1525	50 mW (EIRP)	Not specified	ECC Report 253 and ERC/REC 70-03	無線麥克風，可能需要個人許可證。僅能室內使用。
1785-1795	20 mW (EIRP) / 50 mW (EIRP)	Not specified	ERC/REC 70-03, and EC Decision 2014 / 641 / EU	無線麥克風，可能需要個人許可證。穿戴式設備限制為 50 mW，並於 1785-1804.8 MHz 頻段執行頻譜掃描程序。
1795-1800	20 mW (EIRP). / 50 mW (EIRP)	Not specified	ERC/REC 70-03, and EC Decision 2014 / 641 / EU	無線麥克風（包含無線音頻和多媒體串流設備），可能需要個人許可證。穿戴式設備限制為 50 mW，並於 1785-1804.8 MHz 頻段執行頻譜掃描程序。
1800-1804.8	20 mW (EIRP) / 50 mW (EIRP)	Not specified	ERC/REC 70-03, and EC Decision 2014 / 641 / EU	無線麥克風，可能需要個人許可證。穿戴式設備限制為 50 mW，並於 1785-1804.8 MHz 頻段執行頻譜掃描程序。

資料來源：ECC ERC Recommendation 70-03

自從世界無線電通信大會(The World Radiocommunication Conference 2012, WRC-12)於 2012 年同意將 694-790 MHz 操作頻段分配給行動通訊服務(Mobile/Fixed Communication Network, MFCN)後，歐洲聯盟委員會(The European Commission)要求 CEPT 制定出 700 MHz

頻段的無線寬頻通信的技術規範，並研究與現有射頻設備共享頻譜的可能性，例如：PMSE 設備。是以 PMSE 設備可以根據 ECC Report 221 與 CEPT Report 60 所制定之相關技術規範，與行動寬頻通信業務共同操作於 700 MHz 頻段內。

根據 CEPT Report 60 和 ECC Report 221 技術文件 MFCN 操作頻段詳細如圖 29 中所示：

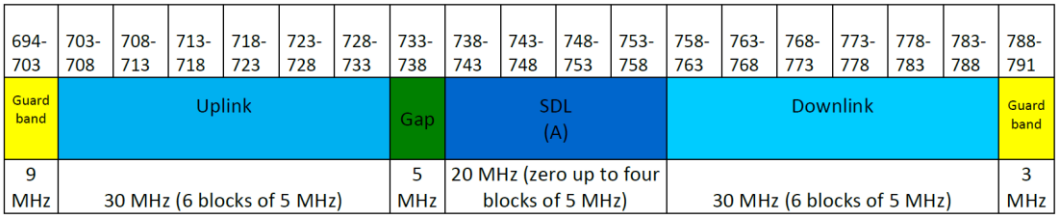


圖 29、694 MHz ~ 791 MHz 頻段之頻譜分配圖

資料來源：CEPT

由圖 29 中可得知，其中 MFCN 主要操作頻段分別為：

(1) MFCN 操作雙工頻段 A paired frequency arrangement (FDD)：

(a) 上行鏈路(Uplink) Terminal Station Transmitter: 703-733 MHz；

(b) 下行鏈路(Downlink)Base Station Transmitter: 758-788 MHz；

(2) MFCN 選用的補充下行鏈路(Supplemental Downlink, SDL) An unpaired frequency arrangement on optional basis: 738-758MHz。

原則上 PMSE 設備不能操作在 MFCN 操作雙工頻段上，否則將嚴重影響 MFCN 設備的操作，而 SDL 補充下行鏈路則是 MFCN 可選用的操作頻段，該頻段可至少選用 0（不使用）或最多 4 個頻道(738-758MHz)，需注意 694-790 MHz 頻段上的頻道其頻寬為 5MHz，而 PMSE 設備可於 694-790 MHz 間操作的頻段為：

(a) Guard Band：694-703MHz。

(b) Duplex Gap（含補充下行鏈路 SDL）：733-758MHz。

而在上述可操作頻段中，無線麥克風設備可分為手持式(Handheld Microphone)麥克風與穿戴式麥克風設備(Body Worn Microphone)，各別發射功率限制功率如表 108 和表 109 中所示，並可注意該表中雖沒有列出保護頻段(Guard Band) (694-703MHz)，但仍需依據表中限制值之規定，以 Uplink 頻段邊緣為基準，進而得出手持式應用與穿戴式應用的麥克風設備操作在保護頻段的發射功率限制值。

表 108、手持式麥克風設備發射功率限制值

Frequency Range	e.i.r.p.	Measurement Bandwidth	Reasoning
MFCN Uplink Frequencies	-45 dBm (unwanted emissions)	200 kHz	ETSI EN 300 422
More than -4.2 MHz offset from MFCN downlink lower band edge or lower edge of the lowest SDL block	19 dBm	200 kHz	Annex 2 of ECC Report 221
-4.2 to -2.8 MHz offset from MFCN downlink lower band edge or lower edge of the lowest	13 dBm	200 kHz	

SDL block			
- 2.8 to 0 MHz offset from MFCN downlink lower band edge or lower edge of the lowest SDL block	Guard Band（保護 MFCN）	-	
MFCN, downlink and SDL frequencies	-45 dBm (unwanted emissions)	200 kHz	ETSI EN 300 422

資料來源：CEPT

表 109、穿戴式麥克風設備發射功率限制值

Frequency Range	e.i.r.p.	Measurement Bandwidth	Reasoning
MFCN Uplink Frequencies	-45 dBm (unwanted emissions)	200 kHz	ETSI EN 300 422
More than -1.2 MHz offset from MFCN downlink lower band edge or lower edge of the lowest SDL block	19 dBm	200 kHz	Annex 2 of ECC Report 221
- 1.2 to 0 MHz offset from MFCN downlink lower band edge or lower edge of the lowest SDL block	Guard Band（保護 MFCN）	-	
MFCN, downlink and SDL frequencies	-45 dBm (unwanted emissions)	200 kHz	ETSI EN 300 422

資料來源：CEPT

1. 檢測規定

如上所述，歐盟各國數個技術規範文件的制定，完備了無線麥克風設備的操作頻段與限制功率，而無線麥克風設備其餘的相關參數，以及量測方式，則詳細制定在 ETSI EN 300 422 技術文件中，請留意先前章節中所述，美國 FCC 制定了無線麥克風設備的操作頻段、限制功率、使用情境限制與監管機制等，但仍於法規中提及無線麥克風設備的技術要求、操作功率遮罩、量測方式等必需依循 ETSI EN 300 422 之規定，是以可得知該文件之重要性。而我國低功率器材射頻技術規範中針對無線麥克風所制定的相關法規，亦是遵循與彙整 ETSI EN 300 422 技術文件中的相關內容。

必須注意 EN 300 422 中對於必需頻帶寬度(Necessary Bandwidth)之限制：操作頻率(f_c)小於 1 GHz 之系統，其必需頻帶寬度應小於或等於 200 kHz，並符合遮罩標準。操作頻率(f_c)大於 1 GHz 之系統，其必需頻帶寬度應小於或等於 600 kHz，並符合遮罩標準。

類比式的無線麥克風設備應遵循表 111 中的量測設置與圖 30 中的發射遮罩。

表 110、無線麥克風設備所允許操作頻段

	Radiocommunications service frequency bands
Transmit	up to 3 000 MHz
Receive	up to 3 000 MHz

資料來源：ETSI

表 111、類比式無線麥克風設備之量測設置

偏移量 Δf	類比式系統					
	限制值 Limit (dBc)	RBW	VBW	檢波器 Detector	追蹤 Trace	掃描頻率寬度 span
±(0 ≤ Δf ≤ 0.35B)	0 ~ -20（註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	fc± 1MHz
±(0.35B ≤ Δf ≤ 0.5B)	-20 ~ -60（註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	fc± 1MHz
±(0.5B ≤ Δf ≤ B)	-60 ~-80（註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	fc± 1MHz
±(B ≤ Δf ≤ 1MHz)	-80 ~ -90（註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Average	fc± 1MHz
註：1. 以線性插補法 (linear interpolations) 計算對應之限制值，詳圖 30。 2. 各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準。 3. B 指廠商宣告之頻帶寬度。						

資料來源：ETSI

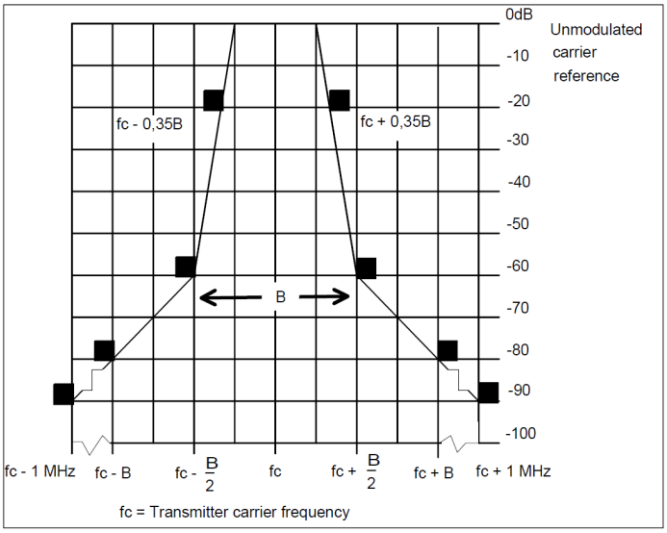


圖 30、類比式無線麥克風設備之發射遮罩

資料來源：ETSI

操作頻段低於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備應遵循表 112 中的量測設置與圖 31 中的發射遮罩，操作頻段高於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備應遵循表 113 中的量測設置與圖 32 中的發射遮罩。

表 112、操作頻段低於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之量測設置

偏移量 Δf	數位式系統(<1GHz)						
	限制值 Limit (dBc)	RBW	VBW	檢波器 Detector	追蹤 Trace	掃描頻率寬度 span	掃描時間 Sweep Time
±(0 ≤ Δf ≤ 0.5B)	0	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	≥ 5 x B	≥ 2 秒
± (0.5B ≤ Δf ≤ 1.75B)	-30 ~ -80 （註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	≥ 5 x B	≥ 2 秒
±(1.75B ≤ Δf ≤ 5B)	-80 ~-90 （註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Average	± (1.75B ≤ Δf ≤ 5B)	2 秒 per 200 KHz

註：1. 以線性插補法 (linear interpolations) 計算對應之限制值，詳圖 31。

2. 各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準。

3. B 指廠商宣告之頻帶寬度。

資料來源：ETSI

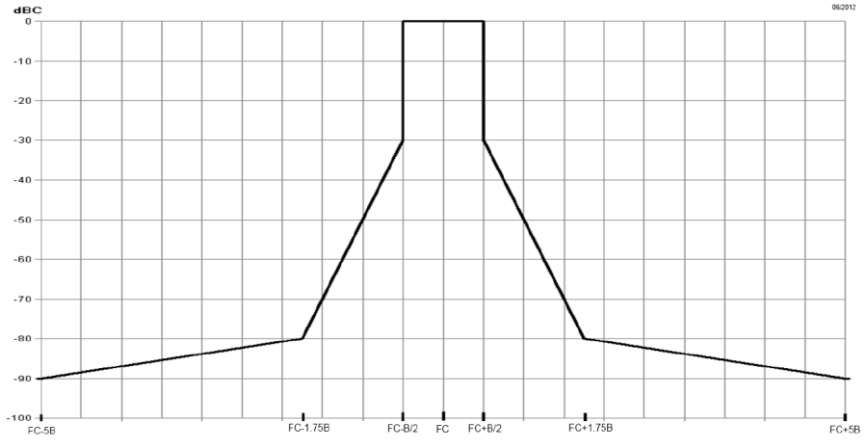


圖 31、操作頻段低於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之發射遮罩

資料來源：ETSI

表 113、操作頻段高於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之量測設置

偏移量 Δf	數位式系統(>1GHz)						
	限制值 Limit (dBc)	RBW	VBW	檢波器 Detector	追蹤 Trace	掃描頻率寬度 span	掃描時間 Sweep Time
±(0 ≤ Δf ≤ 0.5B)	0	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	≥ 5 x B	≥ 2 秒
±(0.5B ≤ Δf ≤ B)	-40 ~ -60 （註 1）	1 KHz	1 KHz	RMS	Max Hold	≥ 5 x B	≥ 2 秒
±(B ≤ Δf ≤ 1MHz)	-60	1 KHz	1 KHz	RMS	Average	±(B ≤ Δf ≤ 1MHz)	2 秒 per 200 KHz

註：1. 以線性插補法 (linear interpolations) 計算對應之限制值，詳圖 32。

2. 各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準。

3. B 指廠商宣告之頻帶寬度。

資料來源：ETSI

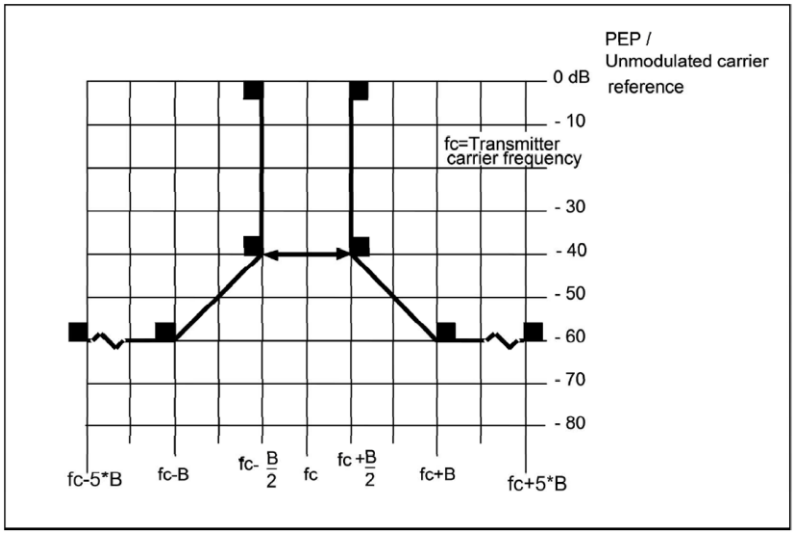


圖 32、操作頻段高於 1 GHz 的數位式無線麥克風設備之發射遮罩

資料來源：ETSI

頻移量（frequency deviation）：小於或等於±75 kHz，僅適用類比系統。

頻率穩定度（frequency stability）：

操作頻率小於 1 GHz 之系統：20 ppm。

操作頻率大於 1 GHz 之系統：15 ppm。

無線麥克風設備的混附發射限制值需依據表 114，無線麥克風接收機佔用頻寬則需依據表 115，另接收機(receiver)之混附發射(spurious emissions) (ERP)：2 nW(含)以下，此外無線麥克風仍需遵守以下各點：

傳輸發射訊號之天線不可與機體分離。

頻率穩定度測量時，在正常供應電壓下，溫度在-10℃～45℃間變化；及在 20℃下，主供應電壓在額定值之±15%內變化時。以電池作業者，應以新電池測試。

表 114、無線麥克風混附發射（spurious emissions）(ERP)限制值

	頻率範圍		
	47 MHz～74 MHz、 87.5 MHz～137 MHz、 174 MHz～230 MHz、 470 MHz～862 MHz	< 1GHz	> 1GHz
操作狀態	4 nW 以下	250 nW 以下	1 uW 以下
待機狀態	2 nW 以下	2 nW 以下	20 nW 以下

資料來源：ETSI

表 115、無線麥克風接收機佔用頻寬

Frequency being measured	Measuring receiver bandwidth
25 MHz to 30 MHz	9 kHz to 10 kHz
30 MHz to 1 000 MHz	100 kHz to 120 kHz
> 1 000 MHz	1 MHz

資料來源：ETSI

2. 測試程序

詳細請參閱附錄無線麥克風設備相關測試程序章節。

(二) 美國

原類比電視的操作頻段（也是部分無線麥克風設備的操作頻段）因為數位電視的發展而逐漸被釋出，這些類比電視的操作頻段具有出色的傳播特性，可以輕鬆穿透建築物和牆壁，非常適合應用於通訊服務上，具有很高的市場潛力與商業發展，FCC 在規劃空白頻段的過程中同時成功拍賣了一些操作頻段，這將導致無線麥克風設備的操作頻段不斷的縮減。於西元 2008 年，FCC 成功拍賣了 700 MHz 相關操作頻段，此操作頻段包含 698-806 MHz 總共 108 MHz 的操作頻寬，並於 2010 年公佈禁用法令[124]，禁止無線麥克風設備與其他類似設備（Wireless Intercoms, Wireless In-ear Monitors, Wireless Audio Instrument Links, and

[124] Wireless Microphones Are Not Permitted to Operate on Certain Frequencies after June 12, 2010; Users are Urged to Check Their Equipment and Take Necessary Steps to Ensure Compliance, Public Notice, DA 10-1053 June, 2010

Wireless Cueing Equipment）操作在 700 MHz，自西元 2010 年 1 月開始，FCC 禁止製造、進口、銷售、出售或出租或出售操作於 700 MHz 頻段的無線麥克風或類似設備，非進口美國且操作於 700 MHz 的無線麥克風設備應加貼標籤並附上相關說明文件，其相關法規必須參閱 47 CFR 74.851[125]技術規範，而所有的無線麥克風或類似設備最遲在 2010 年 6 月 12 日後，在 700 MHz 頻段上全面禁止使用。

700 MHz 頻段在拍賣後分配給公共安全通信(Police, Fire and Emergency Services)與移動無線寬頻業務(Smartphones, Tablets, Laptop Computers, and Other Mobile Devices)，於 700 MHz 操作頻段的相關技術規範，應參考 FCC 47 CFR Part 90, Subpart R (Regulations Governing the Licensing and Use of Frequencies in the 763-775 and 793-805 MHz Bands)[126]，以及 3GPP TR 36.893 或其他更新的相關技術規範，無論如何，無線麥克風設備已被全面禁止操作於 700 MHz 的相關頻段。

600 MHz 頻段同樣具有出色的傳播特性、適合應用於通訊服務上、高市場潛力與商業發展等特點，而被 FCC 點名拍賣後的 600 MHz 頻段，與上述所提到 700 MHz 頻段之最大的不同點在於，無線麥克風設備仍可操作在部分 600 MHz 的窄頻段上，並依據是否持有執照之差別而有所不同。

---

[125] 47 CFR 74.851 - Certification of equipment; prohibition on manufacture, import, sale, lease, offer for sale or lease, or shipment of devices that operate in the 700 MHz...700 MHz or 600 MHz band equipment destined for non-U.S. markets; disclosures.

[126] 47 CFR Part 90, Subpart R (Regulations Governing the Licensing and Use of Frequencies in the 763-775 and 793-805 MHz Bands)

根據[127]文件中所示，FCC 在 2014 年 5 月於 Incentive Auction Report and Order 拍賣中，將原類比電視的 600 MHz 操作頻段（頻道 38-51）釋出，其拍賣已於 2017 年 4 月 13 日結束，並成功將 617-652 MHz 以及 663-698 MHz 拍賣給操作於 600 MHz 的相關服務系統所使用，FCC 對此提供了長達 39 個月的過渡期，在此操作頻段下所有無線麥克風設備最遲於 2020 年前須停止使用，自 2018 年 10 月 13 日起，操作於 600 MHz 的無線麥克風和相關設備應加貼標籤並附上相關說明文件，其相關法規必須參閱 47 CFR 74.851 技術規範。

所拍賣的 600 MHz 操作頻段未來將應用於無線通訊服務(Miscellaneous wireless communications services)，其相關技術規範應遵守 FCC 47 CFR 27.1-27.9，而根據 47 CFR 27.5-Frequencies 中技術規範，已拍賣的 600 MHz 操作頻段分為上行頻段與下行頻段，並以 5 MHz 的操作頻寬分成 7 對頻道，其詳細操作頻段分配如表 116 中所示，各頻道的詳細應用與技術規範可參閱 3GPP Band 71 的相關技術文件，無論如何，無線麥克風與相關設備禁止使用表 116 中所示之操作頻段。

表 116、無線麥克風設備已拍賣之操作頻段

Section	600 MHz Downlink	600 MHz Uplink
Block A	617-622 MHz	663-668 MHz
Block B	622-627 MHz	668-673 MHz
Block C	627-632 MHz	673-678 MHz
Block D	632-637 MHz	678-683 MHz

[127] FCC 14-50 REPORT AND ORDER: In the Matter of Expanding the Economic and Innovation Opportunities of Spectrum Through Incentive Auctions June 2, 2014

Block E	637-642 MHz	683-688 MHz
Block F	642-647 MHz	688-693 MHz
Block G	647-652 MHz	693-698 MHz

資料來源：FCC

依據上述表 116 中應用於 600 MHz 無線通訊服務之操作頻段，FCC 額外增設了兩個可供無線麥克風設備使用的操作頻段，是以對無線麥克風設備而言，在 600 MHz 頻段上具有以下三種操作頻段：

(1) 600 MHz 雙工間隙頻段(600 MHz Duplex Gap)：652-663 MHz 的 11 MHz 雙工間隙頻段，主要用於分隔並保護上行和下行之操作頻段。

(2) 600 MHz 保護頻段(600 MHz Guard Band)：614-617 MHz 的指定保護頻段，可防止 600 MHz 下行頻段和類比電視頻道 37 之間的干擾。

(3) 600 MHz 服務頻段(600 MHz Service Band)：617-652 MHz 和 663-698 MHz 頻段，為應用於 600 MHz 無線通訊服務之操作頻段。

上述三種操作頻段詳細如圖 33 中所示，其中(1)與(2)的操作頻段可供無線麥克風設備使用，而(3)操作頻段則是禁用無線麥克風設備，而無線麥克風設備操作於(1)與(2)時，會根據是否持有執照，而有操作頻段與發射功率之差別，詳細技術規範與持有執照之比較，會在接下來的章節提出。

Figure 1: 600 MHz Band Plan[22]

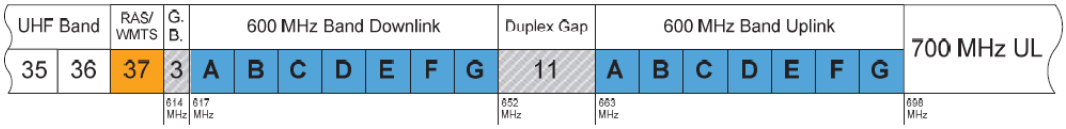


圖 33、614 MHz ~ 698 MHz 頻段之頻譜分配圖

資料來源：FCC

1. 檢測規定

(1) 持有執照之無線麥克風設備：

A. 操作頻段：

如先前所述，無線麥克風設備屬於低功率輔助無線電臺(Low Power Auxiliary Stations)，而持有執照之無線麥克風設備必須遵守 FCC Part 74 Subpart H (Low Power Auxiliary Stations)中 74.779-74.882 中相關技術規範，根據 47 CFR 74.802 (Frequency assignment)[128]頻率分配中可得知，持有執照的無線麥克風設備被允許的操作頻段主要來自於電視的操作頻段，其詳細頻譜分配如表 117 中所示。

表 117、持有執照之無線麥克風設備可操作頻段 (Unit: MHz)

26.100-26.480	54.000-72.000	76.000-88.000
161.625-161.775*	174.000-216.000	450.000-451.000
455.000-456.000	470.000-488.000	488.000-494.000**
494.000-608.000	614.000-698.000***	941.500-944.000

[128] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/74.802

944.000-952.000	952.850-956.250	956.45-959.85
1435-1525	6875.000-6900.000	7100.000-7125.000
*except in Puerto Rico or the Virgin Islands **except Hawaii ***部分操作頻段已於 2017 年 4 月 13 日拍賣		

資料來源：FCC

持有執照之無線麥克風設備必須遵守表 117 中所列出之操作頻段，除此之外還必須遵守下列額外的相關技術規範：

(1) 614 ~ 698 MHz 之操作頻段：如先前所述，由於 600 MHz 部分相關頻段已拍賣給無線通訊服務，持有執照之麥克風設備必須操作於 653 ~ 657 MHz(600 MHz 雙工間隙頻段)，未來仍須依據配合 GN Docket No. 12-268[129]（600 MHz 雙工間隙頻段決議）、FCC 47 CFR 27.1-27.9（600 MHz 無線通訊服務）、相關公告與相關委員會之決議。

(2) 由於持有執照之無線麥克風設備操作在類比電視之頻段，所應距離同頻道之電視站(Co-channel TV Stations)的保護曲線(Protected Contour) 4 公里以上，其保護曲線詳細參數如表 118 中所示。

[129] Protective Order in GN Docket No. 12-268 and WT Docket No. 12-269

表 118、用於保護電視站的保護曲線、場強輪廓與傳播曲線限制值

Type of station	Protected contour		
	Channel	Contour (dBu)	Propagation curve
Analog: Class A TV, LPTV, Translator and Booster	Low VHF (2-6)	47	F(50,50)
	High VHF (7-13)	56	F(50,50)
	UHF (14-51)	64	F(50,50)
Digital: Full Service TV, Class A TV, LPTV, Translator and Booster	Low VHF (2-6)	28	F(50,90)
	High VHF (7-13)	36	F(50,90)
	UHF (14-51)	41	F(50,90)

資料來源：FCC

保護曲線應遵守 FCC 47 CFR 73.684 - Prediction of coverage[130]所制定之技術規範，保護曲線之對應參數需查詢 47 CFR 73.699 - TV engineering charts 中 R-6602 curves 曲線圖[131]。保護曲線又可分成場強輪廓(Field Strength Contour)與傳播曲線(Propagation Curve)，其中場強輪廓主要使用兩種數值單位，分別是相對值 dBu 與絕對值(μV/M)，如美國大部分低功率調頻無線電臺(LPFM Station)其受保護之場強輪廓為 60 dBu (1μV/M)。而傳播曲線則使用 F(50,50)單位表示，F(50,50) 代表廣播服務區域中 50%以上之接收地點上接收到之信號強度有 50% 以上之機會可超過預測之電場強度值。F(50,90) 則代表 50%以上之接收地點(Receiver) 有 90%以上之機會可超過預測之電場強度值。

[130] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/73.684
[131] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/73.699

如上述，持有執照之無線麥克風設備操作時，必須遵守表 118 中傳播曲線與場強輪廓之規定，以避免影響相關操作於同頻道的電視站，但若有下列情況，則持有執照的無線麥克風設備則得以更加靠近操作於同頻道的電視站：

(1) 受到影響的廣播電視站與低功率輔助無線電臺經過協調之後，決議低功率輔助無線電臺在該頻道有較佳的優先度。

(2) 受限於不觀看電視的室內場所，且電視訊號之電場強度在整個 6 MHz 的操作頻道上已經低於-84 dBm。

B. 頻率選擇與避免干擾

不論是防止干擾其他設備，或是避免被其他設備干擾，FCC 用了很多的技術文件來訂出許多技術規範，如之前所敘述的空白頻段資料庫（讓持有執照的無線麥克風或其他設備遠離免執照設備的干擾），以及場強輪廓與保護曲線（保護各類無線電廣播台免受無線麥克風設備之干擾），根據 47 CFR 74.803 (Frequency Selection to Avoid Interference)[132] 中之規定，必須遵守以下之規定：

(1) 如果有兩個持有執照之無線麥克風設備在同一個地區營運操作時，其持有執照之許可人必須盡力選擇頻率以避免互相干擾，如果無法達成雙方滿意的安排，則必須通知委員會進行協調，委員會將規定操作頻率給許可人使用。

[132] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/74.803

(2) 在任何地區於分配的電視頻道中選擇操作頻率時，應遵循相關法規避免干擾廣播電視造成有害干擾，低功率輔助無線電臺

(3) （含無線麥克風設備）的使用是次於廣播電視站，如果發生干擾，則低功率輔助無線電臺必須立刻關閉，並且在干擾問題解決前不得恢復。

(4) 當低功率輔助無線電臺操作在 941.5 ~ 944 MHz、944 ~ 952 MHz、952.850 ~ 956.250 MHz、956.45 ~ 959.85 MHz、6875 ~ 6900 MHz 和 7100 ~ 7125 MHz 上述頻段時，低功率輔助無線電臺使用優先度必須低於其他射頻設備(e.g. Aural Broadcast Auxiliary, Television Broadcast Auxiliary, Cable Relay Service, Fixed Point to Point Microwave)，且必須避免造成有害干擾，除此之外在 941.5~944 MHz 頻段上，低功率輔助無線電臺使用優先度還必須低於聯邦操作(Federal Operations)，在上述頻段中，在同地區內申請人有責任選擇操作頻率以避免對其他持有執照設備造成干擾，申請人必須諮詢當地的頻率協調委員會，了解該地區的操作頻率，接收點的相對位置，正常傳輸路徑以及預期的操作結果。

(5) 當低功率輔助無線電臺操作於 1435-1525 MHz 頻段內時，其設備限制為固定式設備，並且只能在指定的地點操作這些固定式設備：

(a) 1435-1525 MHz 頻段只被授權於為了特定事件或情況，在特定時間下必須佈署大量的低功率輔助無線電臺，且該地區內，其他可用的操作頻帶已不敷使用，才得以申請。

(b) 使用 1435-1525 MHz 頻段時必須與航空移動遙測 (Aeronautical Mobile Telemetry)的頻率協調者(Frequency Coordinator)進行協調，航空航天和飛行測試無線電協調委員會 (Aerospace and Flight Test Radio Coordinating Committee, AFTRCC)有著比申請者更高的優先權，可指定在特定地點與特定時間，哪些操作頻段是不可使用的。低功率輔助無線電臺必須在操作之前完成認證，並且使用軟體或其他類似功能來避免設備在未允許的時間、地點、頻段進行操作。

(c) 在特定的地點，低功率輔助無線電臺可以使用不超過 30 MHz 的操作頻寬（約為 1435-1525 MHz 的三分之一），而不同的使用者在同地區內可以各別使用高達30MHz的操作頻寬，所有與 AFTRCC 成功協調後於 1435-1525 MHz 頻段內操作之使用者，必須與其他同樣持有執照之使用者進行干擾協調，達到彼此干擾之最小化。

C. 功率限制與技術要求

依據先前所述，我們提出了 FCC 對於持有執照之無線麥克風操作頻率的各項考量與技術規範，此節我們將說明關於功率限制與技術要求，而其相關技術規範應遵守 47 CFR 74.861 - Technical requirements[133] 以及 ETSI EN 300 422-1 Wireless Microphones; Audio PMSE up to 3 GHz;

[133] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/74.861

Part 1: Class A Receivers; Harmonised Standard covering the essential requirements[134]，低功率輔助無線電臺之功率限制與技術要求如下所列：

(1) 除(5)項之規定外，發射功率(Transmitter Power)為傳送到負載（含天線、傳輸線或其他阻抗匹配之負載等）的發射機輸出端功率(Transmitter Output Terminals)，就本節內容而言，發射功率為載波功率(Carrier Power)。

(2) 新的低功率輔助無線電臺之每項授權都應使用認證過的設備，每項設備都必須遵守本節(3)-(5)項之規定。

(3) 不需要在特定載波頻率上操作的低功率輔助無線電臺，應操作在授權頻段內以確保操作頻寬不會落於授權頻段外。

(4) 操作於非電視廣播頻段之低功率輔助無線電臺，適用下列技術規範：

(a) 除了 1435-1525 MHz 以外的所有操作頻段，允許最大發射功率為 1 W，操作於 1435-1525 MHz 頻段時，允許最大發射功率為 250 mW，使用者必須遵守其功率限制。

(b) 如果低功率輔助無線電臺使用振幅調變(Amplitude Modulation)，其振幅調變後的峰值不允許超過 100%。

(c) 操作於 26.1-26.480 MHz, 161.625-161.775 MHz, 450-451 MHz, and 455-456 MHz 頻段時，其佔用頻寬(Occupied

[134] ETSI EN 300 422-1 Wireless Microphones; Audio PMSE up to 3 GHz; Part 1: Class A Receivers; Harmonised Standard covering the essential requirements

Bandwidth)必須滿足傳輸需求，在任何情況下，落於授權頻段外的離散頻率點其發射功率必須至少被衰減為 43+10 log $_{10}$ (mean output power, in watts) dB。

註：這裡所指之佔用頻寬為量測主波積分 99%之占用頻寬，其詳細量測方式可參閱 47 CFR 2.1049 - Measurements required: Occupied bandwidth[135]。另授權頻段外之離散頻率點的發射功率限制值可計算得：

= P(W) - [43+10log(P)](dB)

= [30+10log(P)](dB) - [43+10log(P)](dB)

= -13 dBm

(d)

(i) 操作於 653-657 MHz, 941.5-944 MHz, 944-952 MHz, 952.850-956.250 MHz, 956.45-959.85 MHz, 1435-1525 MHz, 6875-6900 MHz and 7100-7125 MHz 頻段時，距載波中心頻率上下 1MHz 內的類比發射 (Analog Emissions)，都應遵守 European Telecommunications Institute Standard ETSI EN 300 422-1 中 section 8.3.1.2 所定義之發射遮罩標準(Emission Mask)。

(ii) 操作於 653-657 MHz, 941.5-944 MHz, 944-952 MHz, 952.850-956.250 MHz, 956.45-959.85 MHz, 1435-1525

[135] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/2.1049

MHz, 6875-6900 MHz and 7100-7125 MHz 頻段時，其數位載波發射(Digital Emissions)由 1 MHz 以下至 1 MHz 以上的操作頻段，都應遵守 European Telecommunications Institute Standard ETSI EN 300 422-1 中 section 8.3.2.2 (Figure 4) 所定義之發射遮罩標準(Emission Mask)。

(iii) 操作於 6875-6900 MHz and 7100-7125 MHz 頻段時，距載波中心頻率上下 1MHz 內的數位發射(Digital Emissions)，都應遵守 European Telecommunications Institute Standard ETSI EN 300 422-1 中 section 8.3.2.2 (Figure 5) 所定義之發射遮罩標準(Emission Mask)。

(5) 操作於 600 MHz 雙工頻段(600 MHz Duplex Gap)和電視廣播頻段之低功率輔助無線電臺，適用於下列技術規範：

(a) 發射功率不可超過下列規定：

(i) 操作於 54-72, 76-88, and 174-216 MHz 頻段時：50 mW (EIRP)

(ii) 操作於 470-608 and 614-698 MHz 頻段時：250 mW (Conducted Power)

(iii) 操作於 600 MHz 雙工頻段時：20 mW (EIRP)

(b) 發射機可由晶體控制發射器(Crystal Controlled)或頻率合成技術(Frequency Synthesized) 所組成。

(c) 任何形式的調變均允許使用，當設備使用頻率調變(FM)時，其最大允許的容許差度(Maximum Deviation)為±75 kHz。

(d) 發射機的頻率容許差度(Frequency Tolerance)應為 0.005%以內。

(e) 操作頻寬不可大於 200 KHz。

(f) 平均發射功率應衰減至發射機的平均輸出功率以下，並符合以下幾項規定(The mean power of emissions shall be attenuated below the mean output power of the transmitter in accordance with the following schedule)：

(i) 落於距中心頻率 50%~100%授權頻寬之平均發射功率應至少衰減 25dB；

(ii) 落於距中心頻率 100%~250%授權頻寬之平均發射功率應至少衰減 35dB；

(iii) 落於距中心頻率 250%授權頻寬以上之平均發射功率應至少衰減 $43 + 10\log_{10}$ (mean output power in watts) dB。

(h) 距載波中心頻率上下 1MHz 內的類比發射(Analog Emissions)，都應遵守 European Telecommunications Institute Standard ETSI EN 300 422-1 中 section 8.3.1.2 所定義之發射遮罩標準(Emission Mask)。距載波中心頻率上下 1MHz 內的數位發射(Digital Emissions)，都應遵守 European Telecommunications Institute Standard ETSI EN 300 422-1 中

section 8.3.2.2 (Figure 4) 所定義之發射遮罩標準(Emission Mask)。

(6) 低功率輔助無線電臺不得使用少見的發射天線或天線仰角，故意擴張 47 CFR 74.831 所定義的限制範圍。

(7) 如果低功率輔助無線電臺發射超出其授權頻段產生有害干擾，委員會可酌情要求被持照人採取必要的進一步措施以消除干擾。

另其他（除了無線麥克風設備）非本計畫主軸的低功率輔助無線電臺，如無線視頻輔助設備(Wireless Video Assist Devices)，請參閱 47 CFR 74.870 Wireless video assist devices[136]技術規範與相關法規。

(2) 免執照之無線麥克風設備：

如先前所述，有執照的麥克風設備需遵守 47 CFR 74.799 至 47 CFR 74.882 相關技術規範，而免執照的無線麥克風設備則必須遵守 47 CFR 15.236 (Operation of wireless microphones in the bands 54-72 MHz, 76-88 MHz, 174-216 MHz, 470-608 MHz and 614-698 MHz)，而依據 47 CFR 15.215 (Additional provisions to the general radiated emission limitations)[137]對一般發射限制的額外規定中，有清楚提到對於免執照麥克風設備須遵守的 47 CFR 15.236，其相關定義如下：

[136] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/74.870
[137] https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.215

(1) 由 47 CFR 15.217 至 47 CFR 15.257 的規範裡，對操作於特定頻段中的意圖發射設備 (Intentional Radiator) 提供了一般性的發射限制值，除非另有規定說明，否則這些章節允許的操作類型沒有限制。

(2) 在多數情況下，操作頻段外的不必要之發射 (Unwanted Emissions) 必須衰減，而其詳細規定如 47 CFR 15.209 (Radiated emission limits; general requirements)中所示，且於任何情況下，操作於額外規定下的意圖發射設備，其不必要之發射不應超過主波發射(Fundamental Emission)的場強，關於 47 CFR 15.209 中的相關技術規範說明，可參閱我國低功率射頻器材技術規範中 2.8 節之規定。

(3) 操作於一般發射限制下時，意圖發射設備必須遵循 47 CFR 15.217 至 47 CFR 15.257 與 Subpart E 之規定，必須確保 20 dB 的發射頻寬(Bandwidth of the Emission)，或是其他特定章節中的設備操作所規定之發射頻寬，且設備必須操作在規範指定的頻段內，依據 Subpart E 之規定說明，意圖發射設備有可能跨越連續多個操作頻段，在指定頻段內必須遵守的要求，可能包含：發射頻寬、掃頻(Frequency Sweeping)、跳頻(Frequency Hopping)及其他調變技術(Modulation Techniques)的相關規定，以及在預期的溫度與電源電壓變化下，發射機的頻率穩定度(Frequency Stability)，另若無規定頻率穩定度之要求，則建議基本發射至少保持於頻段中央 80%，以盡量減少帶外發射的可能。

由以上三點可得知 47 CFR 15.236 適用於一般的無線麥克風設備，是以免執照的無線麥克風設備應該加以遵守，若是持有執照的無線麥克風設備，則應該遵守 47 CFR 74.799 至 47 CFR 74.882 相關技術規範，相對於 47 CFR 15.236 免執照技術規範，能獲取較高的頻道使用優先度、提高發射功率限制與降低來自其他免執照設備的干擾。

而根據 47 CFR 15.236 之規定，免執照的無線麥克風設備允許的操作頻率如下所列：

(1) 分配的頻道和指定給電視廣播的頻道。

(2) 600 MHz 通訊服務頻段。

(3) 600 MHz 雙工間隙(600 MHz Duplex Gap)的 657-663 MHz 頻段。

(4) [Reserved]

(5) 600 MHz 保護頻段(600 MHz Guard Band)的 614-616 MHz 頻段。

(6) 免執照的無線麥克風設備要操作於(2)-(5)頻段時，無線麥克風使用者應根據 47 CFR Part 15, Subpart H - White Space Devices 之技術規範，訪問空白頻段資料庫後確認於當地預期使用的操作頻段，是否允許免執照的無線麥克風設備使用，免執照的無線麥克風用戶必須在空白頻段資料庫上登記，並確認可用頻道優先度後才能使用，如果無線麥克風用戶移動到其他地區，則必須重新確認空白頻段資料庫。

以上為免執照無線麥克風設備允許的操作頻段，而根據 47 CFR 15.236 之規定，免執照的無線麥克風設備允許的發射功率限制如下所列：

(1) 分配給廣播電視的操作頻段和 600 MHz 服務頻段：50 mW EIRP。

(2) 600 MHz 保護頻帶和 600 MHz 雙工間隙：20 mW EIRP。

根據 47 CFR 27.4 - Terms and definitions 中之規定，免執照無線麥克風設備操作時，必須遠離 600 MHz 通訊服務持照者，詳細如表 119 中所列之距離，以避免有害干擾的發生：

表 119、用於保護操作於 600 MHz 頻段通訊服務之操作距離限制值

Type of station	Separation distance in kilometers	
	Co-channel	Adjacent channel
Base	7	0.2
Mobile	35	31

資料來源：FCC

免執照的無線麥克風設備操作於上述允許頻段時，需符合下列要求：

操作頻率之選擇應為上限或下限頻率點偏移 25 kHz 或其整數倍。

可將單個或多個相鄰 25 kHz 的可分配頻率(Assignable Frequencies)組合成一個最大頻寬不超過 200 kHz 的頻道。操作頻寬不可超過 200 kHz。

於下列兩種狀況，其載波信號的頻率容許差度(Frequency Tolerance)應保持在操作頻率的±0.005%範圍內：

在正常電源電壓工作下，使溫度變化範圍從-20 至+50 度。

當溫度維持在 20 度時，使電源電壓變化範圍從 85% to 115%。

距載波中心頻率上下 1 MHz 內的發射，都應遵守 European Telecommunications Institute Standard ETSI EN 300 422-1(Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters (ERM); Wireless microphones in the 25 MHz to 3 GHz frequency range; Part 1: Technical characteristics and methods of measurement.)中 section 8.4 所定義之發射遮罩標準(Emission Mask)。

依據上述美國無線麥克風檢測規定，其操作頻段與發射功率可彙整如表 120 中所示。

表 120、美國無線麥克風設備之操作頻段彙整

Frequency Band	Unlicensed		Licensed	
	Rule Part	Output Power	Rule Part	Output Power
26.100-26.480 MHz			74H	1 Watt
54-72 MHz (VHF)(TV Band Ch2-4), 76-88 MHz (VHF)(TV Band Ch5-6)	15.236	50 mW EIRP	74H	50 mW EIRP
161.625 -161.775 MHz (VHF)			74H	1 Watt
169-172 MHz (VHF)			90.265	50 mW
174-216 MHz (VHF)(TV Band Ch7-13)	15.236	50 mW EIRP	74H	50 mW EIRP
450-451 MHz (UHF), 455-456 MHz			74H	1 Watt
470-608 MHz (UHF)(TV Band Ch14-36)	15.236	50 mW EIRP	74H	250 mW
614-616 MHz (guard band)	15.236	20 mW EIRP		
653-657 MHz (duplex gap)			74H	20 mW

				EIRP
657-663 MHz (duplex gap)	15.236	20 mW EIRP		
941.5-944, 944 -952.0 MHz, 952.850 -956.250 MHz, 956.450 -959.85 MHz, 6875 -6900 MHz, 7100 -7125 MHz			74H	1 Watt
1435 -1525 MHz			74H	250 mW

資料來源：本研究整理

2. 測試程序

詳細請參閱附錄無線麥克風設備相關測試程序章節。

(三) 日本

依據 ARIB 技術規範，日本現今將無線麥克風依其射頻種類特性，以 Type A 至 Type D 與不同技術規範加以分類，其中最大的差別在於傳送聲音的品質、操作頻段以及無線電執照的需求，詳細如表 121 中所示，由於 Type B、C、D 設備所傳送的聲音品質較差，且因不需要無線電執照，是以在該頻段 70 MHz、300 MHz 與 800 MHz 頻段必需忍受來自其他射頻設備的干擾，而因應通傳會未來對無線麥克風頻譜的規畫，本次計畫將聚焦於 700 MHz 頻段的持無線電執照的無線麥克風設備，於接下來的章節中將詳細討論檢測規定與測試流程。

表 121、日本現今各類無線麥克風之射頻種類特性與技術規範

種類	Type A		Type B	Type C	Type D
使用類型	傳輸最優秀品質的聲音，以及樂器的聲音等		傳輸比較好質量的聲音	傳輸最小淨度的聲音	傳輸最小淨度的聲音
使用案例	廣播錄音節目、舞台、音樂會廳、大型活動空間		酒店、婚禮、禮堂、會議廳、卡拉OK、教室等	車站月台公告等	劇院，音樂廳等處的公告.
無線電執照	必需 (land mobile radio station)		不需要(specified low power radio station)	不需要(specified low power radio station)	不需要(specified low power radio station)
頻段	電視空白頻段、專屬頻段、1.2 GHz 頻段	700 MHz 頻段（直到 2019 年 3 月 31 日）	800 MHz 頻段	300 MHz 頻段	70 MHz 頻段
標準	ARIB STD-T112	RCR STD-22	RCR STD-15	RCR STD-15	RCR STD-15

資料來源：日本總務省

1. 檢測規定

操作於 700 MHz 頻段持有執照的無線麥克風設備可期檢測規定可依據 ARIB STD-112，詳細檢測規定如下：

(1) 通訊系統：

無線設備規則第 49 之 16 條，通訊方式應為單向通訊或廣播通訊。

(2) 指定頻段：

根據無線設備規則第 49 之 16 條，指定頻段應由 470 MHz ~ 714 MHz（頻段由 470 MHz ~ 700 MHz 可參考電視空白頻段，頻段由 700 MHz ~ 714 MHz 可參考給特定無線麥克風的專屬頻段）

指定頻段應由 1240 MHz ~ 1260 MHz，除了 1252 MHz ~ 1253 MHz（可參考 1.2 GHz 頻段）

上述詳細指定頻段可參閱類比特定麥克風可用頻道如表 122 中所示，以及數位特定麥克風可用頻道如表 123 中所示。

表 122、類比特定麥克風可用頻道

Occupied bandwidth	f < 110kHz	110kHz < f <= 160kHz	160kHz < f <= 330kHz	f <= 250kHz（stereo system）
Available Channels	13-003 ~ 53-157 1.2L-003 ~ 1.2M-237 1.2H-003 ~ 1.2H-277	13-004 ~ 53-156 1.2L-004 ~ 1.2M-236 1.2H-004 ~ 1.2H-276	13-007 ~ 53-153 1.2L-007 ~ 1.2M-232 1.2H-008 ~ 1.2H-273	13-006 ~ 53-154 1.2L-006 ~ 1.2M-234 1.2H006 ~ 1.2H-274
Available Center Frequency (MHz)	470.075 ~ 713.925 1240.075 ~ 1251.925 1253.07 ~ 1259.925	470.100 ~ 713.900 1240.100 ~ 1251.900 1253.100 ~ 1259.900	470.175 ~ 713.825 1240.175 ~ 1251.800 1253.200 ~ 1259.825	470.150 ~ 713.850 1240.150 ~ 1251.850 1253.150 ~ 1259.850

資料來源：日本總務省

表 123、數位特定麥克風可用頻道

Occupied bandwidth	f < 192kHz	192kHz < f <= 288kHz	288kHz < f <= 600kHz
Available channel	13-004～53-156 1.2L-004～1.2M-235 1.2H-005～1.2H-276	13-006～53-154 1.2L-006～1.2M-233 1.2H-007～1.2H-274	1.2L-013～1.2M-227 1.2H-013～1.2H-267
Available Center Frequency (MHz)	470.100 ~ 713.900 1240.100 ~ 1251.875 1253.125 ~ 1259.900	470.150 ~ 713.850 1240.150 ~ 1251.825 1253.175 ~ 1259.850	1240.325 ~ 1251.675 1253.325 ~ 1259.675

資料來源：日本總務省

(3) 調變形式：

A. 類比無線麥克風之技術規範：

根據無線設備規則第 49 之 16 條，應為頻率調變。

B. 數位特定麥克風之技術規範：

根據無線設備規則第 49 之 16 之 2 條，應為頻率調變。

相位偏移調變(Phase Shift Keying)、頻率調變(Frequency Modulation)、正交振幅調變(Quadrature Amplitude Modulation)、正交頻分多工(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)以下簡稱 OFDM 調變之系統，其系統占用頻寬應為 288 kHz 或更低。

(4) 發射機特性：

A. 天線功率：

根據符合特定無線設備技術標準的認證規則第 2 條，操作於電視空白頻段的發射機天線功率應為 10 mW 或更低。

根據符合特定無線設備技術標準的認證規則第 2 條，操作於 1.2 GHz 專屬頻段的發射機天線功率應為 50 mW 或更低。

B. 天線功率容許差度：

根據無線設備規則第 14 條，天線功率容許差度應為+20%（上限）和-50%（下限）。

C. 傳輸天線之絕對增益：

根據無線設備規則第 49 之 16 條以及 2012 年第 241 號公告，傳輸天線之絕對增益必需為 2.14 dB 或更低，除了耳內監聽(ear monitoring)傳輸天線之絕對增益為 7 dB 或更低。

D. 傳輸天線之結構：

根據無線設備規則第 49 之 16 條以及 2012 年第 316 號公告，傳輸天線之結構不得配備用於供電的饋線電纜或用於接地的電線，除了耳內監聽的無線麥克風外。

E. 頻率容許差度：

根據無線設備規則第 5 條附表 1，頻率容許差度應為 ± 20 x 10^{-6}。

F. 振盪方式：

類比無線麥克風之技術規範：

根據無線設備規則第 49 之 16 條，發射機的振盪方式應為晶體振盪(Crystal Oscillation)方式或合成器(Synthesizer Method)方法，它使用晶體振盪來控制振盪頻率。

G. 調變頻率：

類比無線麥克風之技術規範：

根據無線設備規則第 49 之 16 條以及 1989 年第 694 號公告，調變頻率基本應為 20 kHz，立體聲系統應為 53 kHz，除了使用音頻高於 15 kHz 或低於等於 40 kHz 的系統，且頻率偏差為± 2 kHz。

H. 相鄰頻道洩漏功率：

a. 類比無線麥克風之技術規範：

(a) 根據無線設備規則第 49 之 16 條，針對佔用頻寬 110 kHz 之系統，當外加電壓高於所需電壓 36 dB 以上時調變 1 kHz 訊號且產生 ± 5 kHz 的頻率偏移，輻射到與載波頻率相距 250 kHz 的 ± 55 kHz 頻段內的功率應比載波功率低 60 dB 以上。

(b) 根據無線設備規則第 49 之 16 條，針對佔用頻寬 110 kHz 和 160 kHz 之系統，當外加電壓高於所需電壓 36 dB 以上時調變 1 kHz 訊號且產生 ± 7.5 kHz 的頻率偏移，輻射到與載波頻率相距 500 kHz 的 ± 80 kHz 頻段內的功率應比載波功率低 60 dB 以上。

(c) 根據無線設備規則第 49 之 16 條，針對佔用頻寬 160 kHz 和 330 kHz 之系統，當外加電壓高於所需電壓 36 dB 以上時調變 1 kHz 訊號且產生 ± 2.4 kHz 的頻率偏移，輻射到與載波頻率相距 500 kHz 的 ± 165 kHz 頻段內的功率應比載波功率低 60 dB 以上。

(d) 根據無線設備規則第 49 之 16 條，針對頻率偏移立體聲傳輸方法，當外加電壓高於所需電壓 25 dB 以上時調變 1 kHz 訊號且產生 ± 28.5 kHz 的頻率偏移，輻射到與載波頻率相距 500 kHz 的 ± 125 kHz 頻段內的功率應比載波功率低 60 dB 以上。

b. 數位無線麥克風之技術規範：

(a) 根據無線設備規則第 49 之 16 之 2 條，針對佔用頻寬 288 kHz 之系統，輻射到與載波頻率相距 500 kHz 的 ± 144 kHz 頻段內的功率應比載波功率低 40 dB 以上。

(b) 根據無線設備規則第 49 之 16 之 2 條，針對佔用頻寬 288 kHz 之系統，輻射到與載波頻率相距 800 kHz 的 ± 300 kHz 頻段內的功率應比載波功率低 40 dB 以上。

I. 佔用頻寬容許差度：

a. 類比無線麥克風之技術規範：

根據無線設備規則第 6 條附表 2，依據不同頻率與設備應用，其佔用頻寬容許差度如下所示：

佔用頻寬 110 kHz 其容許差度為 ±40 kHz。

佔用頻寬 160 kHz 其容許差度為 ±40 kHz 與 ±60 kHz 之間。

佔用頻寬 330 kHz 其容許差度為 ±60 kHz 與 ±150 kHz 之間。

立體聲系統：250 kHz

b. 數位無線麥克風之技術規範：

根據無線設備規則第 6 條附表 2，依據不同頻率與設備應用，其佔用頻寬容許差度如下所示：

(a) 佔用頻寬大於 288 kHz 且使用 1240 MHz ~ 1260 MHz 頻段之系統，其容許差度為 600 kHz。

(b) 除(a)之外的設備，其容許差度為 288 kHz。

J. 混附發射強度和帶外發射強度的限制：

根據無線設備規則第 7 條附表 3 以及 2012 年第 243 號公告，其操作於電視空白頻段與專屬頻段之設備：

混附發射和帶外發射的頻域邊界條件：

自中心頻率周圍 2.5 倍的佔用頻寬

帶外發射限制值：2.5 uW 或更低

混附發射限制值：

4 nW 或更低；無論如何，中心頻率周圍任意 ± 1 MHz、低於 470 MHz 頻段以及超過 710 MHz 頻段應低於 2.5 uW 或更低。

不必要發射之混附發射強度與參考頻寬如下表 124 中所示：

表 124、混附發射強度與參考頻寬

混附發射頻段	參考頻寬
9kHz < f <= 150kHz	1 kHz
150kHz < f <= 30MHz	10 kHz
30MHz < f <= 1GHz	100 kHz
1GHz < f	1 MHz

資料來源：日本總務省

根據無線設備規則第 7 條附表 3 以及 2012 年第 243 號公告，其操作於 1.2 GHz 頻段之設備：

混附發射和帶外發射之不必要發射限制值：2.5 uW 或更低

不必要發射之混附發射強度與參考頻寬如下表 125 中所示：

表 125、混附發射強度與參考頻寬

混附發射頻段	參考頻寬
9kHz < f <= 150kHz	1 kHz
150kHz < f <= 30MHz	10 kHz
30MHz < f <= 1GHz	100 kHz
1GHz < f	1 MHz

資料來源：日本總務省

K. 頻率容許差度：

a. 最大頻率容許差度：

根據無線設備規則第 49 之 16 條，最大頻率容許差度依據不同佔用頻寬而有所差異，如下所示：

佔用頻寬 110 kHz 或更低其頻率容許差度為 ±40 kHz。

佔用頻寬大於 110 kHz 且低於 160 kHz 其頻率容許差度為 ±60 kHz。

佔用頻寬大於 160 kHz 且低於 330 kHz 其頻率容許差度為 ± 150 kHz。

立體聲系統：± 75 kHz

b. 參考頻率容許差度：

參考頻率容許差度（以 1000 Hz 平均聲音訊號強度輸入時，發射機之頻率偏移，如：平均聲音訊號強度輸入於麥克風時）對應不同值而有不同最大頻率容許差度。

參考頻率容許差度為：

± 40 kHz 其最大頻率容許差度為 ± 5 kHz；

大於 ± 40 kHz 和小於 ± 60 kHz 其最大頻率容許差度為 ± 7.5 kHz；

大於 ± 60 kHz 和小於 ± 150 kHz 其最大頻率容許差度為 ± 2.45 kHz；

立體聲系統：± 28.5 kHz

(5) 機櫃(Cabinet)：

根據無線設備規則第 49 之 16 條以及 2000 年第 315 號公告，無線電設備應被安裝在單一機櫃中，該機櫃不該能被輕易打開；但上述則不適用於電源設備故另行宣告如下：

天線；

附件設備與其等效物；

耳內監聽之天線、配電盤與電路補償裝置，該設備之配電盤和電路補償裝置所提供至天線之功率應小於 0.01W 或更低，混附發射和帶外發射之不必要發射之強度應小於 2.5 uW 或更低。

2. 測試程序

詳細請參閱附錄無線麥克風設備相關測試程序章節。

(四) 韓國

1. 檢測規定

根據無線電設備條例，麥克風檢測規定依管理層面不同，於其他業務的無線設施的技術標準（例如簡單無線電台，空間站和地球站的無線

電設施以及無線電波檢測的無線電設備），以及免執照的無線電台的無線電設備技術標準上述兩款技術規範中有清楚的規定。

根據其他業務的無線設施技術標準第十四條（用於廣播生產和表演支持的無線設備）用於廣播生產和表演支持的無線電設備的技術標準如下：470～698 MHz 頻段的無線電麥克風和使用無線電波的聲音信號傳輸。

1. 類比通訊方式：

(A) 有效輻射功率應小於或等於 250 mW

(B) 佔用的頻帶應為 200 kHz 或更小。

(C) 載波頻率容許差度：± $20x10^{-8}$

(D) 最大頻率容許差度應為±75 kHz 或更小

(E) 不必要的啟動如下

(1) 距載波頻率 70 kHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬進行測量時，它應比載波的平均功率至少低 20 dB。

(2) 距載波頻率 100 kHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬進行測量時，它應比載波的平均功率至少低 60 dB。

(3) 距載波頻率 200 kHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬測量時，它應至少比載波的平均功率低 80 dB。

(4) 距載波頻率 1 MHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬進行測量時，它應比載波的平均功率至少低 90 dB。

(5) 不必要發射應低於以下參考值（如表 126 中所示）。

(6) 在待機狀態下傳輸的二次無線電波發射應低於以下參考值（如表 127 中所示）。

(F) 在用戶手冊中警語：“根據無線電法，必須在韓國科學技術情報通信部的許可下操作此設備”。

表 126、不必要發射限制值

頻段	發射限制值	解析頻寬
1 GHz 以下	-36 dBm	100 kHz
1 GHz 以上	-30 dBm	1 MHz

資料來源：韓國科學技術情報通信部

表 127、待機狀態下的二次發射限制值

頻段	發射限制值	解析頻寬
1 GHz 以下	-57 dBm	100 kHz
1 GHz 以上	-47 dBm	1 MHz

資料來源：韓國科學技術情報通信部

2. 數位通信方法，包括數位混合通信方法

(A) 有效輻射功率應小於或等於 250 mW

(B) 佔用的頻帶應在 200 kHz 之內。

(C) 載波頻率容許差度：± $20x10^{-8}$

(D) 不必要的啟動如下

(1) 距載波頻率 100 kHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬進行測量時，它應至少比載波的平均功率低 30 dB。

(2) 距載波頻率 350 kHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬測量時，它應比載波的平均功率至少低 80 dB。

(3) 距載波頻率 1 MHz 或更高的頻率應以 1 kHz 解析頻寬進行測量時，它應比載波的平均功率至少低 90 dB。

(4) 必須遵守第 1 條第（5）款和第（6）款

(E) 在用戶手冊中，應適用第 B 項的規定。

根據免執照的無線電台的無線電設備技術標準第七條（特定低功率無線電台的無線電設施）之 4，用於傳輸語音和聲音信號的特定低功率無線電設備的技術標準如下：

1. 操作頻率，有效輻射功率，佔用頻寬（如表 128 中所示）：

表 128、無線麥克風設備之操作頻率、有效輻射功率、佔用頻寬

設備種類	操作頻段(MHz)	頻率調變	有效輻射功率	佔用頻寬
無線通話	219.150, 219.175 219.200, 219.225	F3E、G3E	10 mW 以下	16 kHz 以下
無線麥克風和用於聲音信號傳輸設備	72.610 ~ 73.910 74.000 ~ 74.800 75.620 ~ 75.790 173.020 ~ 173.280 173.300 ~ 174.000 216.000 ~ 217.000 217.250 ~ 220.110 223.000 ~ 225.000 925.000 ~ 937.500	F3E、G3E、F2E、G2E、F7W、G7W、F8W、G8W、F9W、G9W		操作頻率於 100 MHz 以下：60 kHz 以下； 操作頻率於 100 MHz 以上：200 kHz 以下；

資料來源：韓國科學技術情報通信部

注意 173.3 MHz ~ 174 MHz 和 216 MHz ~ 217 MHz 僅限使用於助聽器設備，使用手冊或本體應標註指定警語：本設備供室內使用。

2. 用於傳輸聲音信號的無線麥克風和無線電設備應符合以下條件，使用頻率調變的最大頻移應小於下列指定頻率的容差。

   (1) 操作頻率低於 100 MHz：±22 kHz

   (2) 操作頻率超過 100 MHz：±75 kHz

3. 載波頻率容許差度：± $20x10^{-6}$

4. 不必要發射如下：

   (1) 當使用 300 kHz 解析頻寬量測的頻率點為載波頻率佔用頻寬的 1/2 以上時，應比載波的平均功率低 25 dB 或更多。

(2) 當使用 300 kHz 解析頻寬量測的頻率點為大於載波頻率佔用頻寬時，應比載波的平均功率低 35 dB 或更多。

(3) 於載波頻率佔用頻寬的 2.5 倍以上的頻率點，應小於或等於以下參考值（如表 126 中所示）。

2. 測試程序

詳細請參閱附錄無線麥克風設備相關測試程序章節。

(五) 中國大陸

1. 檢測規定

根據「微功率（短距離）無線電設備的技術要求－信部無[2005]423號」，中國依據無線電頻率劃分規定和頻譜使用情況，並參考國際上的相關規定，將無線麥克風用於微功率（短距離）無線電技術應用，相關技術規範內容如下：

用於教育、文化部門的視聽訓練，電影院、音樂廳、會議室等公共場所及殘疾人士的聽覺輔助使用，在旅遊區，作為小型廣播設備應用。

在滿足傳輸數據時，其發射機工作時間不超過 5 秒的條件下，470 ~ 510 MHz 頻段可作為民用無線電計量儀表使用頻段。

若使用頻率與當地聲音、電視廣播電台頻率相同時，不得在當地使用；若對當地聲音、電視廣播接收產生干擾時，應立即停止使用，待消除干擾或調整到無干擾頻率後方可重新使用。

為避免對生物醫學遙測設備產生干擾，在醫院內，不得使用無線傳聲器。無線傳聲器生產廠商須在產品說明書中，載明這項規定。

1. 使用頻率及發射功率：

(1) 使用頻率：87 ~ 108 MHz；

發射功率限制值：3 mW (ERP)

(2) 使用頻率：75.4 ~ 76.0 MHz、84 ~ 87 MHz；

發射功率限制值：10 mW (ERP)

(3) 使用頻率：189.9 ~ 223.0 MHz；

發射功率限制值：10 mW (ERP)

(4) 使用頻率：470 ~ 510 MHz、630 ~ 787 MHz；

發射功率限制值：50 mW (ERP)

2. 佔用頻寬：不大於 200 kHz

3. 頻率容限：100×10^{-6}

2. 測試程序

詳細請參閱附錄無線麥克風設備相關測試程序章節。

三、 小結

本研究介紹了各國對於無線麥克風的相關技術規範與量測流程，並詳細說明了各項檢測規定限制值與其他射頻參數，且彙整了 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風各國彙整技術規範於初步研究發現章節，並說明主要的差異以及建議通傳會於管理無線麥克風設備的未來執行方向。

依據本計畫麥克風設備技術規範章節中所討論之內容，將操作於 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風之測試項目彙整於表 129；值得注意的是，美國的無線麥克風設備於 700 MHz 頻段禁止使用，因此美國並無鄰近 700 MHz 的無線麥克風操作頻段；若該國有無線麥克風射頻使用執照管理規則，則持有執照的無線麥克風可發射相對較大的功率，如美國持有執照的無線麥克風於 470 ~ 608 MHz 頻段可發射 250 mW，日本持有執照的無線麥克風於 700 MHz ~ 714 MHz 頻段可發射 50 mW 等；免執照則相對發射功率較低，如美國免執照的無線麥克風於 470 ~ 608 MHz 頻段可發射 50 mW，歐盟（歐盟應以境內各國家為主）免執照的無線麥克風於 470 ~ 694 MHz 頻段可發射 50 mW 等；而考慮到我國無線麥克風設備均為免執照使用，且並無劃分無線麥克風設備的專屬頻段，建議通傳會可參考各國免執照無線麥克風的發射功率，並考量我國現今頻譜劃分之現況，而採用較嚴格之技術規範與標準。

表 129、國際操作於 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風測試項目彙整

	美國	歐盟	日本	韓國	中國
設備類別	低功率輔助無線電臺 (Low Power Auxiliary Stations, LPAS)	PMSE (Program Making and Special Events Applications)	無線麥克風	無線麥克風	無線傳聲器
標準規格	ETSI EN 300 422-1	ETSI EN 300 422-1	平成總務省通知第 88 號（確定特性的測試方法）附表 7	Standard KS X 3123 Conformity assessment test	ETSI EN 300 422-1

			《認證規則》第 2 條第 2 款第 1 項第 12 項	methods for radio equipment	
測試項目	(1) 頻率容許差度 (2) 必需頻帶寬度（遮罩限制值） (3) 主波發射功率 (4) 不必要發射 (5) 接收機不必要發射 (6) 占用頻寬	(1) 頻率穩定度 (2) 必需頻帶寬度（遮罩限制值） (3) 主波發射功率 (4) 不必要發射 (5) 接收機不必要發射 (6) 頻移量	(1) 頻率容許差度 (2) 占用頻寬 (3) 不必要發射 (4) 主波發射功率 (5) 相鄰頻道洩漏功率 (6) 調變訊號	(1) 最大頻率偏移 (2) 占用頻寬 (3) 主波發射功率 (4) 不必要發射 (5) 調變訊號	(1) 頻率穩定度 (2) 必需頻帶寬度（遮罩限制值） (3) 主波發射功率 (4) 不必要發射 (5) 接收機不必要發射 (6) 頻移量

資料來源：本研究整理

第五節 433MHz 頻段

隨著科技日新月異，全球對於短距離無線通信設備(Short Range Device, SDR)的需求及使用不斷增加；SRD 應用是一種未被定義的無線電業務，不需要任何特定頻率的歸屬即可操作；SRD 通常運作功率較低，且設備的無線參數有所不同。433MHz 頻段在各國使用 SRD 設備有用於遙控、遙控命令、警報等控制訊號或射頻識別應用使用於無線電波國際物流所使用有源標籤系統。

一、 國際組織

(一) 國際電信聯合會（ITU）

ITU 有鑑於未來萬物互聯時代來臨，全球各種應用對短距離無線電通信設備（SRD）的需求和使用不斷增多；並在行動互聯網經濟、行動寬頻應用和物聯網中發揮著越來越大的作用。為此，ITU-R 的《無線電規則》和建議書中，提出可透過幾種方式，例如:限制輻射波罩（Emission

masks）和頻率使用，以及統一頻段（Harmonized bands），使運行的無線通信業務得到充分保護，免受 SRD 的干擾。同時《無線電規則》附錄 3 提出混附域發射限值適用於短距離設備。針對短距離設備的頻段和功率限值，可將 ITU-R SM.2153 號報告和 ITU-R SM.1756 建議書作為指導原則。其中，ITU-R SM.2153-6 建議書，規定有關短距離無線通信設備（SRD）的通用技術與非技術參數，並列出 SRD 常用的共同頻段。

1. 檢測規定

依據 ITU-R 短距離無線設備主要是提供單向或雙向通訊、並對其他無線電通訊設備干擾極低的無線發射器，可採用簡單的執照申請，例如：一般執照、一般頻率分配或免執照。由於主管機關對短距離無線設備有進入市場的要求、對設備使用方面的要求等訊息，詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱以下各國的章節。

(二) 歐洲電信標準協會（ETSI）

ETSI 也出版 ETSI 標準（ES）、ETSI 技術報告（TR）、歐洲電信技術規範（TS）等出版物。另 ETSI 也採取徵詢意見階段和投票階段同時進行的標準制定程序，以加速歐洲標準的制定流程。

EN300-220 是包含短距設備（SRD）在功率範圍高達 500mW 的 25MHz 至 1000MHz 頻率範圍內使用的無線電設備的技術特性和測試方法。433MHz 頻段依據歐洲標準（EN）EN300-220 規定，主要由 ETSI 技術委員會電磁相容性和無線電頻譜事項（ERM）制定。

詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱以下歐洲的章節。

(三)　美國聯邦通信委員會（FCC）

聯邦法規(47 CFR)規範美國所有與電信相關的法定事務,包括 FCC 之組織、業務範圍、作業程序、頻譜分配，並就不同頻段、不同用途屬性的電信管制設備制定個別的技術管理章節（Part）。

對於低功率類型的免執照 RF 射頻設備屬於 Part15 無線設備技術規則要求。315MHz 頻段將根據§15.231 的規定，詳細的測設規定與檢測程序討論與說明請參閱以下美國的章節。

(四)　第三代合作夥伴計劃（3GPP）

第三代合作夥伴計劃（3GPP）將七個電信標準開發組織（ARIB、ATIS、CCSA、ETSI、TSDSI、TTA、TTC）統稱為「組織合作夥伴」，作為研究報告研析與技術標準規範定義之用。3GPP 涵蓋蜂巢式電信網路技術，包括無線接取、核心傳輸網路和服務能力，包括編解碼器、安全性與服務品質等相關工作，從而提供完整系統規範。[138]

3GPP 的主要目標為制定全球性的終端技術規範，並不適用於低功率的射頻設備。

二、　案例國家

[138] 3GPP website： https: //www.3gpp.org/about-3gpp/about-3gpp

(一)　歐盟

現行歐洲標準主要是由三個歐洲標準化組織（ESO）制定，分別為：歐洲電信標準協會（ETSI）、歐洲電工標準化委員會（CENELEC）、歐洲標準化委員會（CEN）。三大組織係由歐委會依 1025/2012 規則正式認可的標準化組織，分別負責不同領域標準化工作。其中，ETSI 負責制定電信方面標準;CENELEC 負責制定電工、電子方面標準;而 CEN 負責制定其他所有領域標準，如機械工程、建築和土木工程等。只有三個 ESOs（CEN、CENELEC 和 ETSI）制定的標準才被認可為歐洲標準（EN）。

同時，為有效提高頻譜使用效率，RED 指令之協調標準依據應用、頻段及額定功率，可歸納成「產品特定標準（product specific standards）」和「一般通用標準（generic application standards）」。其中，產品特定標準優先於一般通用標準。例如，歐盟將用於 2.4GHz 頻段之 WiFi、Bluetooth、Zigbee 設備，採 EN 300 328 標準作為該類產品的特定標準。而對於短距離設備（SRD），常見的一般通用標準如：車庫遙控器（EN 300 220）、近場通信（NFC）（EN 300 330）、RFID（EN 300 440）相關產品則按其頻率範圍被歸類。協調標準要求的測試項目包括： 輸出功率、混附波輻射、發射機功能、使用頻寬、適應性、接收機功能等[139]。

[139] DE NAYER, Compliance verification Of Combined non-radio and Radio equipment, https：//www.agoria.be/rsevent/presentations/Radio%20Equipment%20Directive/3_PM_RED_FilipNauwelaerts.pdf

1. 檢測規定

根據歐洲標準(EN)由 ETSI 技術委員會制定，EN300-220-1 涵蓋短距離設備(Short Range Devices, SRD)技術特性以及量測方法。[140]EN300-220-1 規定頻率範圍在 25MHz-1000MHz 的短距離設備之符合性評估所使用技術特性以及測試方法。EN300-220-2 涵蓋用於固定、攜帶式、移動或游牧用途的設備，包含獨立無線電設備、各種主機系統一起使用或其他嵌入式無線電設備以及組合設備中使用嵌入式無線電設備。[141]EN300-220-2 規定非特定短距離設備類型之技術特性以及量測方法，歐盟委員會將非特定 SRD 類別定義為非特定短距離設備類別涵蓋各種無線電設備，包含其用途或目的都將符合頻段內所指定的技術條件，典型的用途包括遙控、遙控命令、警報以及一般或其他使用。

根據 ETSI EN 300 220-2(Short Range Devices(SRD) operating in the frequency range 25 MHz to 1000 MHz；Part2：Harmonised Standard for access to radio spectrum for non specific radio equipment)[142]，設備應符合所有技術要求。

---

[140] ETSI, EN300 220-1 Short Range Devices(SRD)operating in the frequency range 25MHz to 1000MHz; Part1:Technical charateristics and methods of measurment

[141] ETSI, EN300 220-2 Short Range Devices(SRD)operating in the frequency range 25MHz to 1000MHz; Part2:Harmonised Standard for access to radio spectrum for non specific radio equipment

[142] ETSI EN 300 220-2(Short Range Devices(SRD) operating in the frequency range 25 MHz to 1000 MHz；Part2:Harmonised Standard for access to radio spectrum for non specific radio equipment)

(1) 工作頻率

製造商可以聲明一個或多個工作頻率和工作頻段。工作頻段依照表 130 允許的工作頻段。

表 130、歐盟 25MHz 至 1000MHz 統一國家無線電接口

工作頻段		最大有效輻射功率, E.R.P.	頻道接口及占用規則 (e.g. Duty cycle orLBT + AFA)	最大佔用頻寬	其他使用限制	EC 決定頻段編號 2017/1483/EU[143]
A	26,957MHz to 27,283MHz	10 mW E.R.P.	No requirement	整個頻段		28
B	26,995MHz, 27,045MHz, 27,095MHz, 27,145MHz, 27,195MHz	100mW E.R.P.	≤ 0,1 % duty cycle	10kHz	模型控制設備可以不受工作週期的限制	29, 30, 31, 32, 33
C	40,660MHZ to 40,700MHz	10mW E.R.P.	No requirement	整個頻段	排除視頻應用	35
D	169,400MHz to 169,475MHz	500mW E.R.P.	≤1,0% duty cycle For metering devices duty cycle limit is 10 %			37c
E	169,4000MHz to 169,4875MHz	10mW	≤ 0,1 % duty	整個頻段		38
F	169,4875MHZ to 169,5875MHz	10mW	≤0,001% duty cycle Between 00.00 and 06.00 local time a duty cycle limit of 0,1 % may be used	整個頻段	無論設備為集中使用或多用途同時使用，均排除適用	39b
G	169,5875MHz to 169,8125MHz	10mW	≤ 0,1 % duty cycle	整個頻段		40
H	433,050MHz to 434,790MHz	10mW	10 %	整個頻段		44b, 45b

[143] EC Decision 2017/1483 / EU

I	433,050MHz to 434,790MHz	1 mW e.r.p. -13 dBm/10 kHz power spectral density for Bandwidth modulation larger than 250 kHz	No requirement	整個頻段	排除音頻及視頻應用程序	44a, 45a
J	434,040MHz to 434,790MH	10mW	No requirement		排除音頻及視頻應用程序	45c
K	863MHz to 865MHz	25mW E.R.P.	≤ 0,1 % duty cycle or polite spectrum access			46a
L	865MHz to 868MHz	25mW E.R.P.	≤ 1 % duty cycle or polite spectrum access	整個頻段		47
M	868,000MHz to 868,600MHz	25mW E.R.P.	≤ 1 % duty cycle or polite spectrum access	整個頻段		48
N	868,700MHz to 869,200MHz	25mW E.R.P.	≤ 0,1 % duty cycle or polite spectrum access			50
O	869,400MHz to 869,650MHz	25mW E.R.P.	≤ 10 % duty cycle or polite spectrum access	整個頻段		54
P	869,700MHz to 870,000MHz	25mW E.R.P.	No requirement	整個頻段	排除音頻及視頻應用程序	56a
Q	869,700MHz to 870,000MHz	25mW E.R.P.	≤ 1 % duty cycle or polite spectrum access	整個頻段	排除音頻應用 排除視頻應用程序	56b

資料來源：ETSI EN 300 220-2

(2) 混附域中的不必要發射

根據 ETSI EN300 220-1 規定混附域中任何不必要發射功率不得超過表 131 中限制值。

表 131、混附域發射限制值

Frequency / State	47MHz to 74MHz 87,5MHz to 118MHz 174MHz to 230MHz 470MHz to 790MHz	Other frequencies below 1 000 MHz	Frequencies above 1 000 MHz
TX mode	-54 dBm	-36dBm	-30dBm
RX and all other modes	-57dBm	-57dBm	-47dBm

資料來源：ETSI EN 300 220-1

(3) 有效輻射功率

對於工作頻段，有效輻射功率不得大於表 130 允許的值。

(4) 最大等效功率頻譜密度

最大等效功率譜密度不得大於表 130 或選擇頻段的允許值。

(5) 功率之工作週期

工作頻率下運作週期不得大於表 130 或選擇頻段的允許值。

(6) 佔用頻寬

根據 ETSI EN300 220-1 規定量測設備情況下(Equipment Under Test, EUT)佔用頻寬應符合表 130 或選擇頻段的限制。

(7) Tx 帶外發射

根據 ETSI EN300 220-1 量測設備情況下帶外頻段(Out of Band, OOB)發射水平應小於或等於表 132 的頻譜遮罩。

表 132、帶外頻段的發射限制

Domain	頻率範圍	RBWREF	最大限制值
適用於工作頻段的OOB限制 參考圖35	$f \le f_{low\_OFB}$ - 400kHz	10kHz	-36dBm
	F_{low_OFB} - 400kHz ≤ f ≤ f_{low_OFB} - 200kHz	1 kHz	-36 Bm
	f_{low} - 200kHz ≤ f < f_{low_OFB}	1 kHz	參考圖 35
	$f = f_{low\_OFB}$	1 kHz	0dBm
	$f = f_{high\_OFB}$	1 kHz	0dBm
	$F_{high\_OFB} < f \le f_{high\_OFB}$ + 200kHz	1 kHz	參考圖 35
	F_{high_OFB} + 200kHz ≤ f ≤ f_{high_OFB} + 400kHz	1 kHz	-36 dBm
	F_{high_OFB} + 400kHz ≤ f	1 kHz	-36 dBm
適用於工作頻道的OOB限制 參考圖34	$f = f_c$- 2.5 x OCW	1 kHz	-36 dBm
	f_c - 2,5 x OCW ≤ f ≤ f_c - 0,5 x OCW	1 kHz	參考圖 34
	$f = f_c$ - 0,5 x OCW	1 kHz	0dBm
	$f = f_c$ + 0,5 x OCW	1 kHz	0dBm
	f_c + 0,5 x OCW ≤ f ≤ f_c + 2,5 x OCW	1 kHz	參考圖 34
	$f = f_c$+ 2,5 x OCW	1 kHz	-36 dBm

NOTE:

f 為量測頻率

f_c 為工作頻率

F_{low_OFB} 工作頻段的下邊緣

F_{high_OFB}工作頻段的上邊緣

OCW 工作通道頻寬

資料來源：ETSI EN300 220-1

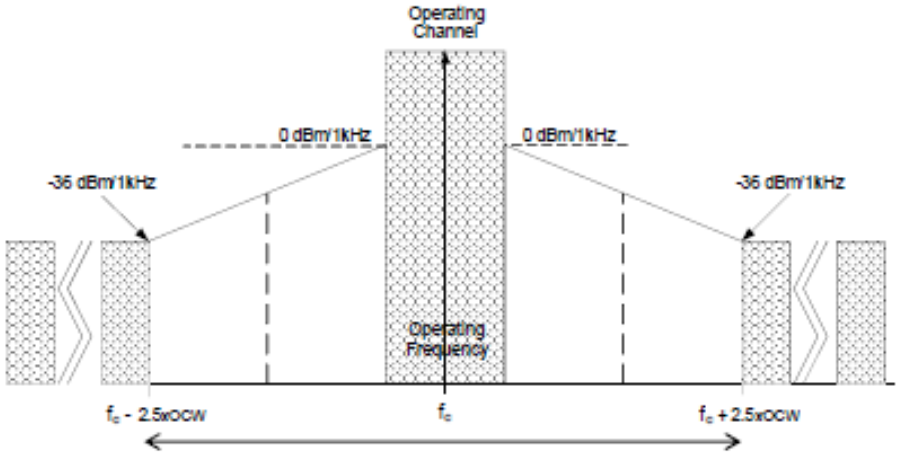


圖 34、參考帶外域的工作頻道

資料來源：ETSI EN300 220-1

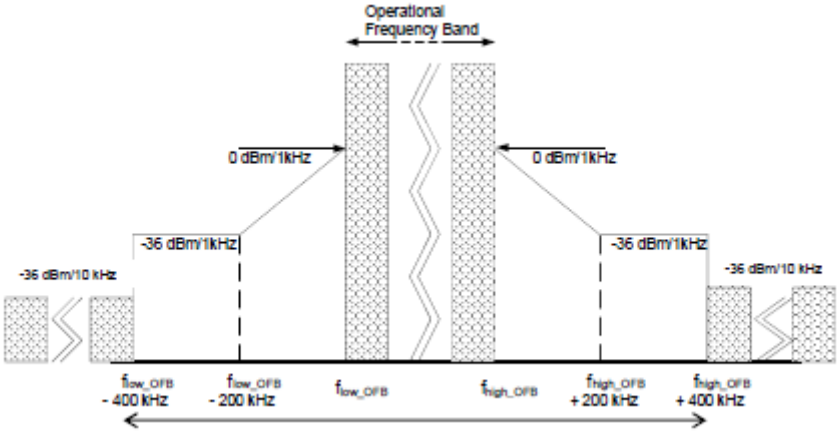


圖 35、參考帶外域的工作頻寬

資料來源：ETSI EN300 220-1

(8) 傳輸功率

根據 ETSI EN300 220-1 量測設備情況下不超過表 133。

表 133、發射器瞬態功率限制

中心頻率的絕對偏移	RBW_{REF}	適用於量測點的峰值功率限制
≤ 400kHz	1kHz	0dBm
> 400kHz	1kHz	-27dBm

資料來源：ETSI EN300 220-1

(9) 相鄰通道功率

工作頻寬小於或等於 25kHz，根據 ETSI EN300 220-1 相鄰通道中的功率不得超過表 134。

表 134、OCW≤25kHz 的發射器相鄰通道的限制值

		相鄰通道功率 integrated over 0,7 x OCW	備用相鄰通道功率 integrated over 0,7 x OCW
OCW<20kHz	正常測試條件	-20dBm	-20dBm
	極端測試條件	-15dBm	-20dBm
OCW≥20kHz	正常測試條件	-37dBm	-40dBm
	極端測試條件	-32dBm	-37dBm

資料來源：ETSI EN300 220-1

(10) 低電壓條件下 Tx 行為

根據 ETSI EN300 220-1 量測設備情況下，設備應：

- 保持在工作通道 OC 中，且不超過任何適用限制
- 將有效輻射功率降低到混附發射限制值以下，且不超過任何適用限制值

- 關閉(停止功能)，當電壓降到製造商聲明工作電壓以下時，將關閉

(11) Rx 封閉

封閉等級應根據 ETSI EN 300 220-1 更好或等於參考限制級別。在規定頻率偏移觸的封閉電平應等於或大於表 135 的限制值，但發生在混附響應除外。

表 135、Rx 類別 2 的封閉等級參數

需求	**Limits**
	接收器類型 2
Blocking at ±2MHz from OC edge fhigh and f_{low}	≥-69dBm
Blocking at ±1MHz from OC edge fhigh and f_{low}	≥-44dBm
Blocking at ±5 % of Centre Frequency or 15MHz, whichever is the greater	≥-44dBm

資料來源：ETSI EN300 220-1

(12) 防干擾機制

歐盟採用 ETSI EN 300 220-1 V2.4.1 的規範[144]，相關規範如下所述：

先聽後送限制發送設備在啟動傳輸之前，必須檢查傳輸頻道內是否已在使用中，以減少產生干擾的可能性，但不可能完全消除干擾，因為有可能另一個附近設備在該設備檢查執行後剛好開始傳輸。然而 LBT 可以在高密度環境中允許有效運作，特別是同時採用某些形式頻率靈

[144] 歐盟 ETSI EN 300 220-1 V2.4.1 規範，參見 http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300200_300299/30022001/02.04.01_40/en_30022001v020401o.pdf

活性措施（frequency agility）的情況下，例如自適應頻率靈活性或工作週期限制技術。

自適應頻率靈活性[145]是無線電發送機用來避免在已佔用頻道中進行傳輸的技術。無線電發送機週期性地監測其周圍的無線電環境，並記錄被佔用的頻道。依據這些資訊，無線電發送機將可選擇尚未使用的工作頻率，以避免造成干擾。

工作週期限制技術主要用於偶爾運作之窄頻設備，例如警報系統、汽車防盜系統和 RFID 標籤讀取器。通常依據應用的情況限制在 0.1％至 10％之間。

因為多個設備在同一個位置同時發送的概率是相對較小的，因此使用工作週期限制是非常有效的，然而在一個高密度設備的區域，而設備是屬連續運作的工作型態，如果僅單獨採用工作週期限制技術，則可能會造成顯著的干擾。依據 CEPT 的分析，發射器和相同位置（located）設備之間的干擾可能性，會因為採用工作週期限制的程度和設備的數量而不同，如圖 36 所示。

145 自適應頻率靈活性（Adaptive Frequency Agility，AFA），參見 http://www.telecomabc.com/a/afa.html

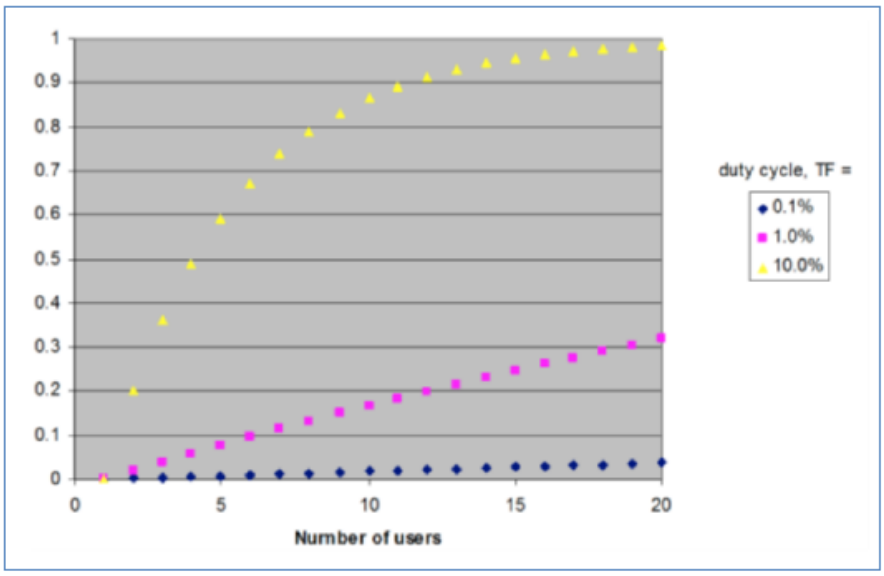


圖 36、工作週期限制程度和設備數量之干擾可能性

資料來源：ECC Report 181

由此可以看出，在高密度環境中，即使採用 1%的工作週期限制，也可能會導致顯著的干擾，因此如果發射器的數據傳輸量較大，應優先選用其他的技術來進一步減少系統干擾的可能性。

頻道佔用計時(channel occupancy timings)是指設備在任一週期(one period)中可以停留在一個頻道中最長的時間，在傳送前，監聽(listening)的最短週期是指在同一個頻道，或在另一個頻道。

A. 發送機的最小關閉時間（Minimum transmitter off-time）

發送機的最小關閉時間定義為特定發送機在傳輸或通訊之後應保持關閉的週期。

發送機的最小關閉時間之限制值應大於 100ms。設備供應商應在測試報告中宣告發送機的最小關閉時間。

B. LBT 的最短監聽時間（LBT minimum listening time）

LBT 的最短監聽時間定義為設備在等於或高於 LBT 的功率門檻（threshold level）時，為了在傳輸之前能收到相關訊號，以判定需要使用的頻道是否可用的最短監聽時間。

總監聽時間 t(L)是由固定部分 t(F)和隨機部分 t(PS)所組成，如下所示：

- t(L)= t(F)+ t(PS)
- (a) t(F)應高於 5ms
- (b) t(PS)應在 0ms 和大於等於 5ms 之間隨機變化，數值的間隔為 0.5ms

總監聽時間 t(L)的限制值等於(a)與(b)的總和。設備供應商應在測試報告中宣告(a)和(b)的值，以及算法細節。

C. 靜默時間（Dead Time）

LBT 系統中的靜默時間定義為在監聽結束和傳輸開始之前的這段期間。

最大的靜默時間應由供應商進行宣告，最大的靜默時間不應該超過 5ms。

D. 確認傳輸（acknowledge transmission）

確認傳輸定義為所接收到訊息的記錄。

在可以執行確認之前，不需要監聽時間。然而，應當注意如果在監聽時間（5ms）正常固定部分的結束之前沒有接收到確認的開始，則該頻道可能被另一發送機所占用。

E. 發送機最大的開啟時間（Maximum transmitter on-time）

發送機最大的開啟時間定義為發送機在下列三種情況的最大運作時間：

- 單次傳輸
- 在頻道可用的情況下，與其他設備確認傳輸對話（transmission dialogue）或定時查詢（polling sequence）的多重傳輸。
- 1 小時內每 200 kHz 的頻譜。

相關的限制如下：

a. 單次傳輸

發送機最大的開啟時間單次傳輸的限制為 1 秒，實際值應由供應商進行聲明。

b. 傳輸對話或定時查詢

發送機最大的開啟時間在傳輸對話或定時查詢的限制為 4 秒，實際值應由供應商進行聲明。

如果發送機最大的開啟時間在傳輸對話達到最大限制的情況下，應自動適用於發送機最小關閉時間的限制。

c. 一小時內，設備使用 LBT 和 AFA 的最大開啟時間

應由供應商聲明發送機在一小時內的最大開啟時間，而且應提供有關執行發送機最大開啟時間測試的充分資訊。

任一 200 kHz 頻譜，發送機在一小時內的最大開啟時間累計不得超過 100 秒。

如果使用更多的 AFA 頻道，更長的累計傳輸時間是可行的。

F. LBT 參數聲明

對於軟體控制或預編程式的自動運作 LBT 設備，供應商應聲明設備測試時所有頻道 LBT 的計時。

G. 發送機是否具備 LBT 的暫停定時器（time-out-timer）

對於手動操作或事件相關的（event dependant）設備，不論是否具備軟體控制功能，供應商應聲明是否一旦啟動傳輸，將會遵循預編程式的暫停定時器，或是否發送機將保持開啟直到釋放啟動傳輸，或設備是手動的重啟（reset）。

供應商仍須提供設備的應用說明，並包括典型的使用模式。供應商聲明的典型使用模式應被用於確認頻道的佔用時間。

2. 測試程序

詳細請參閱附錄 433MHz 頻段設備相關測試程序章節。

(二) 美國

根據§15.231 工作頻率在 40.66-40.70MHz 和 70MHz 以上的頻段中進行週期性操作(適用 260MHz 至 470MHz 的規則)。[146]

測試程序應遵守 IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices。[147]

1. 檢測規定

(1) 工作頻率

工作頻率為 40.66MHz 至 40.70MHz 及大於 70MHz 進行,用於傳送控制訊號者,例如:警報系統、開門器、遙控開關等之控制訊號,但不得用於連續性傳輸,如:無線電遙控玩具或傳送聲音、影像及資料等,且應符合下列情形:

- 如為手動發射器材者須有一開關,按下並釋放此開關後 5 秒內應自動停止發射
- 器材具自動發射者,每次發射時間應少於 5 秒
- 不得使用預設固定間隔(regular predetermined interval)之週期性傳輸。但用於保全(security)或安全(safety)業務之輪詢(polling)或監督(supervision)訊號者,每一器材每小時傳輸期間總和應小於或等於 2 秒,不限次數傳輸

---

[146] See 47 CFR 15.231

[147] IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Device

- 在涉及火災、安全及生命緊急情況下，用於無線電控制的發射器發出警報訊號時，可在警報狀態的懸決期間運作
- 安全系統設定資訊的傳輸可能會超過持續傳輸時間限制，但前提是此類別傳輸須受專業安裝人員的控制並手動發射開關或自動發射應小於 10 秒發射時間

(2) 電場強度限制值不得超過下表 136 規定：

表 136、電場強度限制值

主波頻率 (MHz)	**主波電場強度 (uV/m)**	**不必要之發射 (uV/m)**
40.66-40.70	2250	225
70-130	1250	125
130-174	1250-3750 (註 1)	125-375 (註 1)
174-260	3750	375
260-470	3750-12500 (註 1)	375-1250 (註 1)
470 以上	12500	1250
註 1：線性差補法(linear interpolations)		

資料來源：Part 15.231

- 上述電場強度限制規定距離器材 3 公尺處，各頻段重疊處，以較嚴格之限制值為準
- 根據採用平均值檢波器量測，亦可採用 CISPR 準峰值檢波器
- 表 136 混附發射電場強度限制基於發射器的主波頻段，混附發射應衰減至表 136 所示的平均值或表 137 所示限制值。

表 137、不必要發射電場強度限制值

頻率(f) (MHz)	電場強度 (uV/m)	測距 (公尺)
0.009-0.490	2400/f(kHz)	300
0.490-1.705	24000/f(kHz)	30
1.705-30	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
960	500	3

資料來源：Part 15.209

(3) 工作頻段 70MHz 以上及 900MHz 以下發射頻寬限制

對於工作頻段 70MHz 以上及 900MHz 以下的設備，發射頻寬限於中心頻率之 0.25%以內，對於工作頻段為 900MHz 以上的設備，發射頻寬限於中心頻率之 0.5%以內。頻寬指載波中心頻率上下兩邊，相對於其調變載波最高功率降低 20dB 處。

(4) 工作頻段 40.66-40.70MHz 發射頻寬限制

對於工作頻段 40.66MHz-40.70MHz 以下的設備，發射頻寬限於該頻段範圍內，且在正常供應電壓下，溫度在-20℃至 50℃間變化；在 20℃時，供應電壓在額定值之±15%內變化時，頻率容許差度應維持在主波頻率之±0.01%以內，以電池作業者，應以新電池測試。

(5) 發射器超過(2)A 規定週期之運作

發射器超過 A 規定 週期之運作，且用於任何類型的運作，包含(2)A 規定禁止的運作，但發射器須符合以下規定：(2)B 至(2)D 的規定，但用表 138 替代(2)B 的電場強度表 136。

表 138、電場強度限制值

主波頻率 (MHz)	主波電場強度 (uV/m)	不必要之發射 (uV/m)
40.66-40.70	1000	100
70-130	500	50
130-174	500-1500 (註 1)	50-150
174-260	1500	150
260-470	1500-5000	150-500
470 以上	5000	500
註 1：線性差補法(linear interpolations)		

資料來源：Part 15.231

此外，發射之器材應具有自動限制工作能力，即每次發射時間應小於 1 秒，發射間之休止週期大於 10 秒且發射時間為 30 倍以上。

2. 測試程序

詳細請參閱附錄 433MHz 頻段設備相關測試程序章節。

(三) 日本

根據日本電波產業協會(Association of Radio Inustries and Businesses, ARIB)STD-T92 標準規定 433MHz 頻段工作頻率 433.67-434.17MHz 用

於無線電波國際物流，使用有源標籤系統建立國際標準，依據國際標準中 ISO/IEC18000-7 指定的空中接取電子標籤系統。[148]

在國際物流中將使用 433MHz 頻段的有源標籤，黏貼到貨櫃的牆面以及開關門上或針對貨櫃內所有訊息進行安裝。根據 STD-T92 標準規定系統關鍵參數以及功能，工作頻率 433.92MHz，等效輻射功率在資料控制啟動狀態功率須低於 0.1mW，於資料控制其餘狀態須低於 0.4mW，另資料傳輸狀態功率須低於 1mW。

根據日本電波產業協會(Association of Radio Inustries and Businesses, ARIB)STD-T93 標準規定 315MHz 頻段無線電設備要求，工作頻率為 312-315.25MHz 用於量測、控制以及數據傳輸設備，等效輻射功率在 1GHz 以下功率須低於 250nW。

1. 檢測規定

日本電波產業協會(Association of Radio Inustries and Businesses, ARIB)於 2007 年發布之 315MHz 低功率無線標準規範之規定為 STD-T93[149]，其規範架構區分如下：

(1) 設備操作頻段

日本針對工作頻段分配的無線電設備技術要求是根據郵電部通知 2000 年第 746 號以及修訂版郵電部通知 2007 年第 185 號公告。無線電

[148] ARIB(2007), Standard STD-T92 Version1.0 specified low power
[149] ARIB(2007), Standard STD-T93 Version1.0 315MHz-Band telemeter, telecontrol and data transmission radio equipment for specified low-power radio station

臺使用 315MHz 頻段，依照郵電部通知 2000 年第 746-2 號所定義工作頻率分配表中其他無線電台或接收設備的干擾。

(2) 通訊方式

通訊方法根據無線電法執行條例第 6 條、郵電部通知 1989 年第 42 號以及修正郵電部通知 2007 年第 186 號公告，主要為單向、單工、雙向、半雙工或廣播通訊系統上發送數字訊號的模式。

(3) 通訊內容

通訊內容根據郵電部通知 1989 年第 42 號以及修訂版郵電部通知 2007 年第 186 號公告，主要為位置是遠測裝置、遙控以及數據傳輸的訊號傳輸。

(4) 工作頻率、工作頻段以及分配頻段

根據無線電執法條例第 6 條、郵電部通知 1989 年第 42 號、郵電部通知 2006 年第 433 號、郵電部通知 2000 年第 746 號、修正郵電部通知 2007 年第 186 號、2007 年第 188 號以及 2007 年第 185 號公告，主要工作頻率為 313.625MHz；主要工作頻寬應大於 312MHz 且不超過 315.25MHz，並為分配的頻寬。

(5) 頻率切換方式

頻率切換方式為固定式、手動式或自動式。

(6)　發射機特性：

A. 天線功率：

根據郵電部通知 1989 年第 42 號、修訂版郵電部通知 2007 年第 186 號以及 2007 年第 444 號公告。天線功率如表 139 中定義，特別注意天線功率為等效全向輻射功率(Equivalent Istropically Radiated Power, E.I.R.P)的值。

表 139、天線功率

頻率	天線功率
大於 312MHz 且小於 315.25MHz	小於 25μW(E.I.R.P.)

特別注意，若具有佔用頻率頻寬加上頻率偏差的頻寬之中心頻率大於 312MHz 並等於或小於 315.05MHz 則天線的等效全向輻射功率應為小於 250μW。

B. 天線功率容許差度

根據無線電設備管理條例第 14 條，天線功率容許差度應為+20%（上限）。

C. 頻率容許差度

根據無線電設備管理條例第 5 條附表 1、郵電部通知 2006 年第 433 號以及修正版郵電部通知 2007 年第 188 號公告。主要頻率容許限制應在指定頻寬內(312MHz-315.25MHz)。

D. 佔用頻率允許值

根據無線電法執行條例第 6 條、郵電部通知 2006 年第 659 號以及修正版郵電部通知 2007 年第 189 號公告。佔用頻率允許值該頻寬低於下限頻率以及高於上限頻率的平均功率，分別為額定發射總平均功率 0.5%之頻寬應為 1MHz，若具有與調變速率相同的傳輸速率的標準編碼測試訊號進行調變。

特別注意，如果不可能透過標準編碼測試訊號進行調變，則透過正常操作訊號中佔用頻寬最大訊號來執行。

E. 不必要發射強度允許值

a. 定義

定義是根據無線電法執行條例第 2-1 條。根據無線電法執行條例第 2-1-63 條，混附發射定義必要頻帶寬度以外之一個或數個頻率之發射，其強度減低不影響其訊息發送。混附發射包含諧波發射、寄生發射以及交互調變與頻率轉換所產生者，但帶外之發射不包括在內。

根據無線電法執行條例第 2-1-63.2 條，帶外發射定義為混附發射除外，在必須頻帶寬度以外，音調變過程中所產生之一個或數個頻率之發射。根據無線電法執行條例第 2-1-63.3 條，不必要發射包含帶外發射以及混附發射。

根據無線電設備管理條例附表 3 之 1(2)，不必要發射允許值對於調變方式提供天線傳輸的每個無線電波頻率的等效全向輻射功率中的不必要發射強度之平均功率定義。

b. 允許值

根據無線電設備管理條例第 7 條之附表 3-23，不必要發射強度允許值如表 140 列出。特別注意，不必要發射強度允許值為等效全向輻射功率。

表 140、不必要發射允許值

頻寬	不必要發射允許值	參考頻寬
小於 1GHz	低於 250nW(E.I.R.P.)	100kHz
大於 1GHz	低於 1μW(E.I.R.P.)	1MHz

(7) 二次輻射限制值

根據無線電設備管理條例第 24 條，二次輻射限制值如表 141，另二次輻射限制值應在等效全向輻射功率範圍內。

表 141、二次輻射限制值

頻寬	二次輻射限制值	參考頻寬
小於 1GHz	低於 4nW(E.I.R.P.)	100kHz
大於 1GHz	低於 4nW(E.I.R.P.)	1MHz

(8)　控制器特性：

控制器應包括以下功能並適合每種情況。

A. 防干擾功能

根據無線電法執行條例第 6-2 條、無線電法設備管理條例第 9-4 條、郵電部通知 1989 年第 49 號以及修正版郵電部通知 2007 年第 187 號。無線電設備主要用於同一場所，並具有自動發送或接收識別碼之功能。

B. 傳輸時間限制裝置

根據郵電部通知 1989 年第 49 號以及 2007 年 187 號，傳輸時間限制設備具有以下功能：在無線電波發射後下一個指定傳輸時間內停止無線電波發射，並且僅在經過傳輸暫停時間之後才恢復後續的傳輸或自動將傳輸時間限制在下一個指定時間內傳輸，除非通訊結束後經過傳輸暫停時間，否則不會恢復通訊。傳輸時間和傳輸停止時間應具有以下功能之一：

- 不定時發送的無線電設備應具有一個發送時間限制在 5 秒內的功能，儘管手動發送允許一個發送時間在 90 秒之內，以下為示意圖。

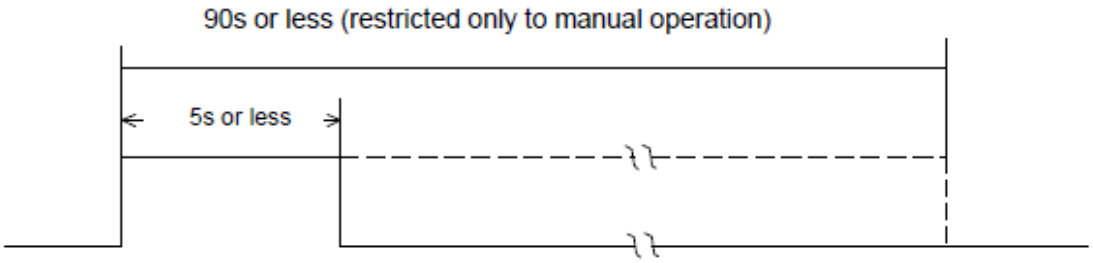


圖 37、傳輸時間/傳輸暫停時間示意圖

資料來源：ARIB(2007)

- 定時發送的無線電設備應具有發送時間自動限制在 1 秒內之功能，一次發送暫停的時間應大於 10 秒並且不小於發送時間的 30 倍。如果將無線電設備用於汽車或其他車輛的安全操作，並又不可避免的原因，無線電設備傳輸時間可不需要 10 秒。

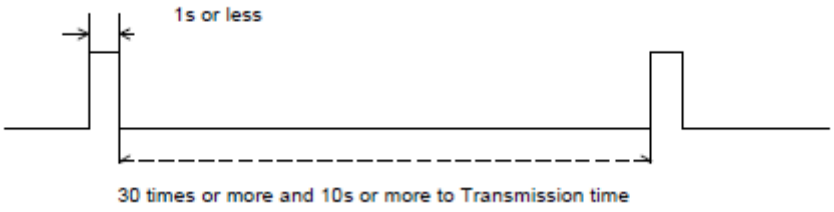


圖 38、傳輸時間/傳輸暫停時間示意圖(1)

資料來源：ARIB(2007)

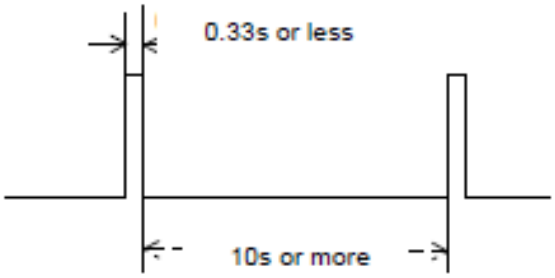


圖 39、傳輸時間/傳輸暫停時間示意圖(2)

資料來源：ARIB(2007)

(9) 天線架構

根據無線電設備管理條例第 49-14 條，天線架構不得具有饋線或接地裝置。

(10) 其他：

A. 機櫃(Cabinet)特性：

根據無線電設備管理條例第 49-14 條公告，無線電設備應裝在一個沒有任何天線終端的箱子並且不輕易被開啟。但以下情況例外：

- 電源設備
- 控制器
- 顯示面板，只是發射器以及接收器的運作狀態
- 音量及靜音控制器

- 頻率切換設備
- 發送/接收切換器
- 關聯設備以及其他同等設備

B. 技術法規合規證明標誌

根據特定無線電設備技術規範符合認證等條例第 8 條，技術規章合格證書標誌應以規定格式顯示在無線電設備明顯的位置。

C. 與相關聯設備的接口

未指定無線電設備與相關聯設備的接口。

D. 安全可靠特性：

- 在設計數據訊號格式時，應考慮數據和更正錯誤的功能。
- 在設計及操作系統時應考慮設備間交互通訊與干擾。

(四) 韓國

根據無線電臺無線電設備技術標準，於 2018 年 12 月 27 日科學技術情報通信部 2018-90 號通知。根據免執照無線設備第 7 條特定低功率無線電臺無線電設備技術標準。

韓國 433MHz 頻段標準根據特定低功率無線電臺無線電設備技術標準中數據傳輸的特定低功率無線電設備僅限用於汽車輪胎壓力警告

裝置、車輛開啟關閉以及停放裝置，工作頻段為 433.795-434.045MHz，發射功率低於 3mW。[150]

使用 433.795-434.045 頻段應滿足在自動傳輸情況下：連續傳輸時間在 0.3 秒內，最小暫停時間為 0.01 秒以上；在手動操作情況下：停車裝置應具有無線電干擾情況下停止停車裝置功能。

1. 檢測規定

(1) 工作頻段[151]

表 142、工作頻段

設備	頻率(MHz)	無線電波	有效功率	占用頻寬
數據傳輸	173.0250 173.0375 173.0500 173.0625 173.0750 173.0875 173.1000 173.1125 173.1250 173.1375 173.1500 173.1625 173.1750 173.1875 173.2000 173.2125 173.2250 173.2375 173.2500 173.2500 173.2625 173.2750	A1D, A2D F(G)1D F(G)2D	5mW 以下	8.5kHz 以下
	173.6250 173.6375 173.6500 173.6625 173.6750 173.6875 173.7000 173.7125 173.7250 173.7375 173.7500 173.7625 173.7750 173.7875	F(G)1D F(G)2D	10mW 以下	8.5kHz 以下
	219.000(224.000)(註 1,2) 219.025(224.025)(註 2) 219.050(224.050)(註 2) 219.075(224.075)(註 2) 219.100(224.100)(註 2) 219.125(224.125)(註 2)	F(G)1D F(G)2D	10mW 以下	16kHz 以下

[150]無線電設備規則, 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000184833

[151] 可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準 [執法 2018.12.27。] [科學技術情報通信部公告 2018 年 9 月 90 日，第 12-27。部分修改]

	219.150 219.175 219.200 219.225	F(G)1B(D) F(G)2B(D) F(G)9W	10mW 以下	16kHz 以下
	311.0125 31.0250 311.0375 311.0500 311.0625 311.0750 311.0875 311.1000 311.1125 311.1250	A1D, A2D F(G)1D F(G)2D	5mW 以下	8.5kHz 以下
	424.7000(註 1) 424.7125 424.7250 424.7350 424.7500 424.7625 424.7750 424.7875 424.8000 424.8125 424.8250 424.8375 424.8500 424.8625 424.8750 424.8875 424.9000 424.9125 424.9250 424.9375 424.9500	F(G)1D F(G)2D	10mW 以下	8.5kHz 以下
	433.795-434.045(註 3)	A1D, A2D F(G)1D F(G)2D	3mW 以下	250kHz 以下
	447.6000 447.6125 447.6250 447.6375 447.6500 447.6625 447.6750 447.6875 447.7000 447.7125 447.7250 447.7375 447.7500 447.7625 447.7750 447.7875 447.8000 447.8125 447.8250 447.8375 447.8500	A1D, A2D F(G)1D F(G)2D	5mW 以下	8.5kHz 以下
	447.8625 447.8750 447.8875 447.9000 447.9125 447.950 447.9375 447.9500 447.9625 447.9750 447.9875	F(G)1D F(G)2D	10mW 以下	8.5kHz 以下

資料來源：可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準

[執法 2018.12.27。]

註 1：219000(224.000)MHz 及 4247000MHz 是訊號通道控制頻段，其餘頻率為通訊頻率。

註 2：括號中的頻率為雙工或重複情況下對於發送(或接收)頻率的發送(或接收)。

註 3：限使用於汽車輪胎壓力警告裝置、車輛啟動關閉或停放裝置

(2) 混附區域不必要發射

混附區域中不必要發射應比主波頻率平均功率低 40kHz。

(3) 發射器相鄰通道功率

- 頻率通道間隔為 12.5kHz 時，在距離載波頻率±12.5kHz 的±4.25kHz 頻寬內輻射平均功率低於指定頻率，至少主波頻率平均功率低 40dB
- 頻率通道間隔為 25kHz 時,在距離載波頻率±25kHz 的±8kHz 頻寬內輻射平均功率低於指定頻率，至少主波頻率平均功率低 40dB

(4) 219-219.125MHz、224-224.125MHz 及 424.7-424.95MHz 頻段

使用 219-219.125MHz、224-224.125MHz 及 424.7-424.95MHz 頻段進行數據傳輸的無線電設備應符合以下條件。

- 傳輸時間限制
  - 除非在無線電波開始發射後 40 秒內停止發射且經過 1 秒時間，否則不能再發送
  - 訊號控制頻率的傳輸時間限制應在無線電波發射開始後 0.2 秒內

- 當提供載波檢測裝置並接收 2GHz 或更高其他特定低功率無線電臺的無線電波時，與無線電臺的無線電波頻率相同的無線電波(在雙工和重複系統情況下，發送頻率對應接收頻率)

(5) 儘管有上述(2)、(3)及(4)，使用 433.795-434.045MHz 頻段應滿足以下條件：

- 在自動傳輸情況下：停車裝置時間在 0.3 秒內，最小暫停時間為 0.01 秒或更長，並最長時間(T)中的訊號時間總和除以 T 應為 1%或更小(但緊急狀況下除外)
- 在手動操作下：停車裝置應具有在無線電干擾情況下停止停車裝置功能
- 佔用頻寬應保持在允許的頻段內。在低於 1kHz 時，允許頻段以外混附區域不必要發射應為-36dBm/100 或更低,在高於 1kHz 時應為-30dBm/1MHz 或更低

(6) 每個設備配備代碼識別儲存設備，防止其他設備發生故障並防止其他設備發出的訊號故障

(7) 除天線系統以外高頻部分及調變部分安裝在一個櫃內，不輕易打開(電源設備及控制設備除外)

(8) 沒有外部饋線

2. 測試程序

詳細請參閱附錄 433MHz 頻段設備相關測試程序章節。

(五)　中國大陸

根據低功率(短距離)無線電設備的技術要求，在 314-316MHz、430-432MHz 及 433.05-434.79MHz 頻段所使用各類民用設備的無線控制裝置，不得用於無線控制玩具以及模型等[152]。

1. 檢測規定

通用無線遙控設備，不得用於無線遙控玩具以及模型等。

A. 通用無線遙控設備

- 使用頻段：314MHz-316MHz、430MHz-432MHz 及 433.05MHz-434.79MHz
- 發射功率限制值：10mW。(E.R.P.)
- 佔用頻寬：不大於 400kHz
- 使用頻段：470MHz-566MHz、614MHz-698MHz
- 發射功率限制值：5mW。(E.R.P.)
- 佔用頻寬：不大於 1MHz

應具有自動控制裝置，使週期性運作無線遙控設備電波發射持續時間不超過 1 秒，兩次間隔時間不小於 60 分鐘；或使非週期性運作的設備每次電波發射持續時間不超過 5 秒，兩次間隔時間不小於 60 分鐘。

[152] 微功率短距离无线电发射设备目录和技术要求, 2019

若使用頻率與當地聲音、電視廣播電臺頻率相同時，不得在當地使用；對當地聲音、電視廣播電臺接收產生干擾時，應立即停止使用，等待消除干擾或調整到無干擾頻段率後可重新使用。

2. 測試程序

詳細請參閱附錄 433MHz 頻段設備相關測試程序章節。

三、 小結

操作於 433MHz 頻段的短距離低功率設備，於國際上主要用於遙控、傳送遙控訊號、警告裝置或國際物流等設備，針對各國規管相關條件，如：傳輸時間限制以及防干擾機制詳細說明如下：

針對傳輸時間限制各國對於手動以及自動發射限制應檢測規定內所限制時間，且持續發射暫停時間有確切的定義，美國手動及自動設備發射後傳輸時間都應小於五秒；歐盟規定發射器最小關閉時間；日本設備應具有傳輸時間限制裝置；韓國設備具有傳輸時間限制、中國大陸設備有週期性及非週期性發射時間限制。

針對防干擾機制歐盟、日本、韓國及中國大陸有明確定義，歐盟使用自適應頻段靈活性來避免於原頻道所使用的設備造成干擾；日本防干擾功能主要為無線電設備用於同一場所，並具有自動發送或接收識別碼之功能；韓國在手動操作下的停車裝置在無線電干擾情況下停止停車裝置功能；中國對於當地聲音、電視廣播電臺接收產生干擾時，應立即停止使用，等待消除干擾或調整到無干擾頻段率後可重新使用，相關測試項目如表 143 中所彙整。

表 143、國際 433MHz 頻段設備測試項目比較分析表

	美國	歐盟	日本	韓國	中國
操作頻段及設備類別	40.66MHz 至 40.70MHz 及大於 70MHz (間歇性與週期性發射之器材、用於傳送控制訊號者)	433,050MHz 至 434,790MHz (非特定短距離設備類型)	312~315.25 MHz（用於量測、控制以及數據傳輸設備） 433.67~434.17 MHz（用於無線電波國際物流）	433.795~ 434.045MHz (僅限用於汽車輪胎壓力警告裝置、車輛開啟關閉以及停放裝置)	314-316MHz、430-432MHz 及 433.05-434.79MHz (各類民用設備的無線控制裝置)
標準規格	IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices	EN 300220-1 & EN 300220-2	TELEC 根據平成總務省通知第 42 號（特定低功率無線電臺用於數據傳輸遙控測試方法）	無線設備合格評定測試方法 KS X 3123：2019	EN 300220-1 & EN 300220-2
輻射功率	3750-12500 uV/m	10mW(E.R.P.)，duty cycle 10% 1mW，工作週期沒限制	25μW(E.I.R.P.)	3mW(E.R.P.)	10mW(E.R.P.)
測試項目	(1) 工作頻率 (2) 發射頻寬 (3) 頻率容許差度 (4) 主波電場強度 (5) 工作週期 (6) 不必要發射	(1) 工作頻率 (2) 有效輻射功率 (3) 功率頻譜密度 (4) 工作週期 (5) 占用頻寬 (6) 頻率誤差 (7) 不必要發射 (8) 相鄰通道功率	(1) 工作頻率 (2) 占用頻寬 (3) 不必要發射 (4) 有效輻射功率 (5) 工作週期	(1) 工作頻率 (2) 占用頻寬 (3) 不必要發射 (4) 有效輻射功率	(1) 工作頻率 (2) 有效輻射功率 (3) 功率頻譜密度 (4) 工作週期 (5) 占用頻寬 (6) 頻率誤差 (7) 不必要發射 (8) 相鄰通道功率

資料來源：本研究整理

第六節 其他

一、 設備審驗一致性會議有關新興業務提案整理

整理最近兩年設備審驗一致性會議有關新興業務的相關提案，以供修訂技術規範之參考，如下表：

表 144、設備審驗一致性會議相關提案整理表

提案日期	提案編號	提案主旨	開會日期	會議結論
108.01.04	10801393	代廠商提問： 57-64GHz short range devices for interactive motion sensing 是否可以依據 FCC Waiver Letter 在 maximum transmit duty cycle of 10 percent in any 33 milliseconds(ms) interval 前提下, 放寬限制值到 peak transmitter conducted output power of +10 dBm, peak EIRP level of +13 dBm and peak power spectral density(PSD) level of +13 dBm/MHz？	108.01.25	1. 工作頻率 57-64GHz short range devices for interactive motion sensing 同意比照 FCC Waiver Letter，應符合下列限制值： a) maximum transmit duty cycle 10 percent in any 33 milliseconds (ms) interval b) peak transmitter conducted output power : +10 dBm，peak EIRP power : +13 dBm c) peak power spectral density (PSD) : +13 dBm/MHz。 2. 下次修訂 LP0002 技術規範時，將考量 FCC 規定修訂。
108.01.25	10801394	代廠商提問: LP0002 第 3.13.1 節 57-66GHz Outdoor Point to Point Transmitter EIRP 限制值 是否可引用 FCC part15.255 (c) (1) (ii) (A) 的但書 ？ (A) The provisions in	108.01.25	1. 工作頻率 57-66GHz 用於室外固定式點對點傳輸之發射機(fixed point-to-point transmitters located outdoors)，適用 FCC part 15.255 (c) (1) (ii) (A)之除外條款，EIRP 值應符合下列規定：天線增益(G；dBi)大於 51 dBi 的任何發射之平均功

		this paragraph (c) for reducing transmit power based on antenna gain shall not require that the power levels be reduced below the limits specified in paragraph (c)(1)(i) of this section.		率≦82 dBm，峰值功率≦85 dBm；天線增益小於51 dBi 時，平均功率≦82-2x(51-G) dBm，峰值功率≦85-2x(51-G) dBm，惟前述等量衰減之限制值計算至平均功率≦40 dBm，峰值功率≦43 dBm 止。 2. 下次修訂LP0002 技術規範時，將考量FCC 規定修訂。
107.07.13	10709388	60GHz 短範圍設備之手勢互動傳感器（short range devices for interactive motion sensing)是否可以依據LP0002 Section 3.13 工作頻率在57GHz-66 GHz 者提出申請？	107.09.13	1. 工作頻率57-66GHz 用於短距離交互動作感測器(手勢互動傳感器，short range devices for interactive motion sensing)依LP0002 第3.13.1 節之固定式場強擾動感測器規定，得核發型式認證證明。 2. 下次修訂LP 0002 技術規範時，將考量FCC 規定修訂。

資料來源：一致性會議、本研究整理

二、 Wi-Fi 6E

(一) Wi-Fi Alliance

Wi-Fi 聯盟（Wi-Fi Alliance）引入新興的 Wi-Fi 6E，以區分即將上市的、能夠在 6GHz 頻段上運作的 Wi-Fi 6 設備。6GHz 頻段是免執照頻譜的重要組成部分，世界各地的監管機關可能不久就會開放這段頻譜。Wi-Fi 6E 是一個通用的名稱，提供 Wi-Fi 用戶識別那些工作頻段擴

展至 6GHz，並提供 Wi-Fi 6 功能及性能的設備，包括提供更高的性能、更低的延遲和更快的資料速率。預計 6GHz 頻段一經監管機關批准，Wi-Fi 6E 設備就會迅速上市。[153]

Wi-Fi 是物聯網的基礎技術和 5G 必要的補充技術，也可為行動寬頻服務不佳地區提供通訊網路的重要工具，而 Wi-Fi 6E 使用的 6GHz 頻段常適合用於促進 Wi-Fi 在這些領域的進一步發展，因為 6GHz 頻段與 Wi-Fi 已經使用的 5GHz 頻段相鄰，如此可提供更多更寬的頻道，以及可以提供比傳統 Wi-Fi 4 或 Wi-Fi 5 設備干擾較少的乾淨頻譜。

Wi-Fi 6E 是 6 GHz 上的 Wi-Fi 6，使用的標準為 IEEE 802.11ax。

(二) FCC

FCC 鑑於美國連網產品的種類和數量愈來愈多，頻寬需求日益升高，Wi-Fi 資源已顯不足，遂於 2018 年 10 月發布法規制定通告（Notice of Proposed Rulemaking, NPRM），建議擴大使用 5.925-7.125 GHz（6 GHz）頻段並展開公眾諮詢。

1. Wi-Fi 6E 開放之規劃

FCC 擬議釋出 1200MHz 頻寬，提供免執照的（unlicensed）頻譜服務使用，並保護頻段內營運的執照頻譜服務（licensed services）能持續地蓬勃發展。[154]同時公布釋出的頻段也將根據 FCC 不同的營運規則 Part

[153] Wi-Fi Alliance® brings Wi-Fi 6 into 6 GHz, available at: https://www.wi-fi.org/news-events/newsroom/wi-fi-alliance-brings-wi-fi-6-into-6-ghz

[154] FCC, FCC 18-147, 20181024, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-18-147A1.pdf

25 及 Part 101，劃分成 4 個不同子頻段供免執照使用，其中包括：5.925-6.425 GHz（U-NII-5 頻段）、6.425-6.525 GHz（U-NII-6 頻段）、6.525-6.825 GHz（U-NII-7 頻段）、6.875-7.125 GHz（U-NII-8 頻段）。[155]

- U-NII-5 及 U-NII-7 子頻段，目前主要分配予固定式點對點微波鏈路服務（FS）和固定式衛星服務（FSS），並由微波和衛星持照者使用。因此，免執照頻譜設備僅允許在自動頻率控制（Automated Frequency Control, AFC）系統管理下，依指示之可用頻率進行傳輸，因 AFC 系統可識別免執照頻譜設備在其平臺上運行的頻率，故將不會對固定的點對點微波接收造成有害干擾。
- U-NII-6 和 U-NII-8 子頻段，主要用於行動服務、固定點對點（FS）和固定衛星服務（FSS），既有業者的服務包括行動式廣播輔助服務（BAS）和有線電視中繼業務（CARS）等。由於行動服務的移動特性使得 AFC 系統的使用較不切實際，故在沒有 AFC 系統的情況下，免執照頻譜設備的使用將限於在室內並以較低功率方式運作，藉以保護頻率上運行的執照服務免受干擾。

同時，FCC 也針對該類免執照頻譜設備相關規則進行補充修訂，包括：[156]

---

[155] FCC, Face Sheet Unlicensed Use of the 6 GHz Band, 20181002, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-354364A1.pdf

[156] Federal Register, Unlicensed Use of the 6 GHz Band, available at: https://www.federalregister.gov/documents/2018/12/17/2018-26013/unlicensed-use-of-the-6-ghz-band

- 第 15.401 條使用範圍，新增 5.925-6.425 GHz（U-NII-5）, 6.425-6.525GHz（U-NII-6）, 6.525-6.875 GHz（U-NII-7）及 6.875-7.125 GHz（U-NII-8）頻段。
- 第 15.403 條定義，新增 AFC 定義及其適用頻段（5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz），並定義用戶設備（Client Device）。
- 第 15.407 條一般技術要求方面，制訂 U-NII-5、U-NII-6、U-NII-7 及 U-NII-8 無線接取點（AP）及用戶設備的最大輸出功率、有效等向輻射功率（EIRP）、運作限制、AFC 系統管理等技術要求。
- 另在第 15.407（d）運作限制（Operational restrictions）要求方面：
    - 第 15.407（d）（1）規定，在移動車輛（如汽車、火車及飛機）中，禁止使用運作在 5.925-6.425 GHz（UNII-5）、6.425-6.525GHz（UNII-6）、 6.525-6.875 GHz（UNII-7）及 6.875-7.125 GHz（UNII-8）頻段的無線接取點（AP）。
    - 第 15.407（d）（2）規定，5.925-6.425 GHz（UNII-5）、6.425-6.525GHz（UNII-6）、 6.525-6.875 GHz（UNII-7）及 6.875-7.125 GHz（UNII-8）頻段，禁止用於控制或與無人駕駛飛機系統通訊。
    - 第 15.407（d）（3）規定，6.425-6.525GHz（UNII-6）及 6.875-7.125 GHz（UNII-8）頻段，僅限於室內場所運作。
- 第 15.407（K）AFC 系統管理要求方面：

- 第 15.407(k)(1)規定，運作在 5.925-6.425 GHz(UNII-5）和 6.525-6.875 GHz（UNII-7）頻段的接取點（AP）在傳輸發送前，應接入 AFC 系統以確定其地理位置處的可用頻率。接取點（AP）僅能在 AFC 系統指示的可用頻率上發送。
- 第 15.407（k）（2）規定，AFC 系統應從 FCC 資料庫獲取 5.925-6.425 GHz（UNII-5）和 6.525-6.875 GHz（UNII-7）頻段內受保護服務的資訊，並根據 FCC 規定的保護標準使用該資訊確定接取點（AP）的頻率可用性。
- 第 15.407（k）（3）規定，AFC 系統營運商的任期為五年，委員會可根據營運商在任期內的表現續簽。如果 AFC 系統終止營運，必須至少提前 30 天通知委員會並將任何註冊的資料轉移給另一家 AFC 系統營運商。
- 第 15.407（k）（4）規定，AFC 系統營運商可以收取提供註冊和頻道（channel）可用性功能的費用。

美國開放 6G 頻段的措施，除擴大頻譜的使用，為農村和服務欠缺的地區提供寬頻連接外，並能補充擴大 5G 服務，讓營運商為消費者提供更全面的服務。

2. 6 GHz 頻段免執照使用規則

FCC 於 2020 年 4 月 23 日通過 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz）使用規則草案，以免執照方式釋出 1200MHz 頻寬供 Wi-Fi 6E，以及其他免

執照設備使用，並保護該頻段內原既有業務執照業者之使用，促進免執照設備於此頻段中蓬勃發展，提供美國消費者更好的服務。開放 6GHz 頻段供免執照使用後，將可讓 Wi-Fi 可用頻寬數量提升五倍，且有助於改善偏鄉地區之連網。[157]

6GHz 頻段目前主要由公用事業、公共安全以及無線後置迴路等服務以微波鏈路方式提供服務。藉由設置保護既有執照服務之規範，將可讓免執照設備與既有執照服務共享該頻段。

FCC 本次通過之報告與命令（Report and Order）規範，允許免執照設備在室內低功率運作情況下，使用 1200MHz 頻寬，如為標準功率之免執照設備，則可使用 850MHz 頻寬。AFC 系統將避免標準功率設備運作於可能導致既有服務干擾之區域。

FCC 本次除通過允許 6GHz 頻段供低功率免執照設備使用之報告與命令外，同時公告更進一步法規制定通告（Further Notice Of Proposed Rulemaking），徵詢外界對於極低功率免執照設備在 6GHz 頻段運作之相關建議，相關設備可能應用於室內與戶外之穿戴式裝備，如可提供高速率應用之擴增實境與虛擬實境等設備，同時，FCC 也徵詢對於在室內接取運作狀態下，增加設備功率的公眾意見。

總而言之，使用 Wi-Fi 以及免執照設備已成為美國消費者使用無數產品提供低成本連線的工具。藉由拓展 6GHz 頻段讓免執照設備使用，FCC 建構創新技術和服務將為美國消費者帶來新的設備以及新興應用，

[157] FCC ADOPTS NEW RULES FOR THE 6 GHz BAND, UNLEASHING 1200 MEGAHERTZ OF SPECTRUM FOR UNLICENSED USE, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-363945A1.pdf

並為偏鄉或尚缺乏寬頻服務提供的地區帶來實現政府寬頻連網政策目標的措施。

3. 檢測規定

FCC 於 2020 年 4 月 23 日公布的 FCC 20-51 報告與命令及更進一步法規制定通告（Report and Order and Further Notice Of Proposed Rulemaking）[158]，Wi-Fi 6E 相關設備的檢測規定說明如下。

在審查相關的技術問題及記錄之後，FCC 授權在 6 GHz 頻段內可以進行兩種免執照的運作類型。首先，FCC 授權免執照標準功率接取點透過使用 AFC 系統在 U-NII-5 和 U-NII-7 頻段進行運作，如此將允許相同功率在已允許的 5 GHz U-NII-1 和 U-NII-3 頻段（分別為 5.150-5.250 GHz 和 5.725-5.850 GHz 頻段）中的進行運作，從而能夠協調使用 5 GHz 和 6 GHz 頻段，以促進免執照的寬頻布署。

其次 FCC 開放整個 6 GHz 頻段予室內接取點（unlicensed indoor low power access points）。透過授權整個 6 GHz 頻段用於此類服務使用，如此可為免執照服務提供高達 32 MHz 頻寬的機會，以擴展容量與性能。用戶端設備使用的功率值取決於它們所連接的接取點類型，包括標準功率接取點或室內接取點。

(1) 功率限值

標準功率接取點或室內接取點的功率限值如下表

---

[158] FCC 20-51, Report and Order and Further Notice Of Proposed Rulemaking, available at: https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-20-51A1.pdf

表 145、標準功率接取點或室內接取點的功率限值

設備分類	運作頻段	最大 EIRP	最大功率頻譜密度(power spectral density) EIRP
標準功率接取點(AFC 系統)	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz)	36 dBm	23 dBm/MHz
用戶端設備使用標準功率接取點	U-NII-7 (6.525-6.875 GHz)	30 dBm	17 dBm/MHz
室內接取點	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz)	30 dBm	5 dBm/MHz
用戶端設備使用室內接取點	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-6 (6.425-6.525 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875 GHz) U-NII-8 (6.875-7.125 GHz)	24 dBm	-1 dBm/MHz

資料來源：FCC

(2) 天線的要求

A. 低功率設備

FCC 要求所有低功率設備的天線必須為永久性連接的整合型天線（integrated antennas），如此要求可使其更難以使用更高增益的天線替換低功率設備的天線，替換更高增益的天線可能會使設備的 EIRP 超出限制，從而增加設備引起有害干擾的可能性。

B. 標準功率設備

因為在標準電源接取點上使用永久性連接天線的要求可能過於嚴苛，因此 FCC 認為不需要為標準功率接取點的設備安裝永久性連接的天線。FCC 允許此類設備選擇合適的天線，但先天必須符合指向性的限制，室外設備的天線仰角必須限制小於 30 度，如此對於發射大於 21 dBm EIRP 的設備可以避免干擾頻段內的衛星運作。

此外，FCC 對於其他 U-NII 頻段中的設備並沒有要求永久性的連接天線，因此對 6 GHz 頻段中設備增加要求可能會使製造商更加難以開發能夠在多個頻段上運作的設備。為了與既有 Part 15 的規則一致，要求標準功率接取點設備的申請人列出與設備一起使用的所有類型天線，且須證明設備所使用的所有類型天線符合 EIRP 的規定。

(3) 最大頻寬

FCC 設置室內低功率設備的功率頻譜密度（power spectral density）的限值為 5 dBm/MHz，以限制其對既有服務造成潛在的干擾，所以 FCC 將允許這些設備以 320 MHz 的最大頻寬進行運作，以允許最大功率 30 dBm。另為了保持一致性，FCC 也將 AFC 系統控制的標準功率接取點指定最大頻寬為 320 MHz。

(4) 發射功率限值

雖然許多利益相關者提出建議，但 FCC 目前不允許在農村地區（rural areas）提高功率限值，也不會對 U-NII-5 和 U-NII-7 頻段中的點

對點，或點對多點操作的開放更高的功率限值。因為 FCC 認為其採用的規則並未對天線增益設置上限，發射限值僅基於 EIRP，製造商可以使用發射機功率和天線增益的任意組合來符合限制。雖然允許更高功率可以鼓勵在農村和其他地區提供額外的服務，但同時也增加對頻段內既有用戶產生有害干擾的可能性。因此，FCC 目前採取的是保守作法，不允許標準功率接取點的功率值大於 36 dBm。

除此之外，僅在某些區域允許更高功率將使 AFC 系統的實施更加複雜，因為必須定義允許更高功率運作的標準，並將其納入 AFC。而且考量標準功率接取點發射天線的方向性，會使 AFC 的計算更加複雜。但是為了在這些問題上獲得更完整的記錄，FCC 在更進一步法規修正草案（Further Notice Of Proposed Rulemaking）中進行諮詢，以了解是否允許在固定點對點應用中，使用具有更高功率限制的標準功率接取點。

FCC 採用的規則是將用戶端設備的功率限值比接取點的功率限值降低 6 dB。FCC 得出結論，降低 6 dB 是必要的，因為當用戶端設備在接取點的控制下運作時，用戶端設備可能具有稍微不同的傳播路徑，以及對接收機可能存有潛在的有害干擾。

FCC 採用一種例外，以接受目的是在與室內接取點配合使用的 Wi-Fi 擴展器（Wi-Fi extenders）和網狀網路（mesh networking）等設備，其共享相同的傳播路徑，並具有相同的功率要求。FCC 也將允許某些設備在特定條件下以 5 dBm/MHz 的功率頻譜密度進行運作，也將允許此類設備在與接取點相同功率值的情況下進行運作，但前提是它們必須符合 FCC 針對低功率室內接取點所設定的所有要求。在這些要求下，

模組不具備更高功率的資格，如此的減免措施是合理的安排，可以使大多數流行的消費類設備以更簡單、更實惠，而又不會增加對既有用戶造成潛在有害干擾的情況下進行運作。

(5) 發射遮罩（Emission Mask）和帶外發射限值

有關對於 U-NII-5 至 U-NII-8 頻段的限制，Wi-Fi 聯盟認為，為了保護 6 GHz 頻段內相鄰頻率上運作的既有服務，無需監管 U-NII 設備的發射遮罩，因為 U-NII 設備發射功率較低，傳輸將產生可忽略的帶外發射（Out-of-Band Emission, OOBE），依 RKF Engineering 的技術分析，在最壞情況下，帶外發射僅會導致帶內噪訊（in-band noise）增加 0.01 dB。

為了保護相鄰頻率中運作的微波鏈路和其他服務，FCC 要求 U-NII-5 至 U-NII-8 頻段內的標準功率接取點和低功率室內設備的發射，須符合通知中提議的發射遮罩，具體來說，我們要求免執照設備頻道邊緣外的 1 MHz 處，須抑制 20 dB 的功率頻譜密度（power spectral density）；在從免執照設備頻道中心起的一個頻道頻寬處，須抑制 28 dB 的功率頻譜密度；以及在距離免執照設備頻道中心一倍半的頻道頻寬處，需抑制 40dB 的功率頻譜密度。另在免執照設備頻道邊緣外的 1 MHz 處，至免執照設備頻道中心起的一個頻道頻寬處，限值必須受 20 dB 和 28 dB 之間線性內插（linearly interpolated）的抑制，而在從免執照設備頻道中心起的一個頻道頻寬處，至距離免執照設備頻道中心一倍半的頻道頻寬處，限值必須受 28 dB 和 40 dB 之間線性內插（linearly interpolated）的抑制。

針對 U-NII-5 和 U-NII-8 頻段以外的發射限值，即在低於 U-NII-5 頻段底部（5.925 GHz），且高於 U-NII- 8 頻段頂部（7.125 GHz），FCC 將對所有免執照設備採用通知中建議的 -27 dBm/MHz 限制，但對於子頻段之間，即 U-NII-5 和 U-NII-6、U-NII-6 和 U-NII-7，以及 U-NII-7 和 U-NII-8 頻段之間的設備，將不會進行限制。

4. 測試程序

美國有關 Wi-Fi 6E 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，詳見附錄 Wi-Fi 6E 之美國章節說明。

5. AFC 系統

工程與技術辦公室(Office of Engineering and Technology, OET)主任被授權管理 AFC 系統和 AFC 系統營運商的功能。

AFC 系統必須從 FCC 資料庫中取得有關 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段內受保護服務的資訊，並根據該資訊中指定的保護標準(protection criteria)，使用該資訊來確定標準功率接取點和固定用戶端設備的可用頻率。AFC 系統必須在註冊過程中使用標準功率接取點和固定用戶端設備所提供的資訊，以確定其所在位置的可用頻率和每個頻率範圍內的最大允許功率，所有決定與分配必須以非歧視的方式進行。

在授權接取點開始運作之前，AFC 系統必須驗證任何尋求接取其服務的標準功率接取點和固定用戶端設備的 FCC 標識（FCC ID）之有效

性。必須從 FCC 的設備授權系統取得具有有效 FCC ID 的列表，以及這些設備的 FCC ID。

(1) 標準功率接取點和固定用戶端設備

設備在初始服務傳輸之前，或者在更改位置之後，標準功率接取點和固定用戶端設備必須向 AFC 系統註冊，並取得 AFC 系統的授權，並且必須取得可用的頻率列表，以及標準功率接取點和固定用戶端設備所在位置在每個頻率範圍內的最大允許功率。

必須提供地理坐標、高於地面的天線高度、FCC ID 和唯一的製造商序號等參數，以在 AFC 系統中註冊。如果任一參數發生改變，則標準功率接取點或固定用戶端設備必須向 AFC 系統提供更新的參數。必須直接單獨地，或透過一個網路元件設備代表同一運作網路的多個標準功率接取點，向 AFC 系統提供註冊資訊。標準功率接取點、固定用戶端設備或其網路元件代表必須透過非 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段、有線或無線通信鏈路在 AFC 系統中註冊。

(2) 地理位置功能

必須包含內部地理位置功能或整合功能，以安全地連接到外部地理位置設備或服務，以自動確定標準功率接取點的地理坐標和位置的不確定性（以公尺為單位），95%的信賴水準。從電源關閉狀態啟動時，必須將此類坐標和位置的不確定性報告給 AFC 系統。

外部地理位置資源(resource)可以透過有線或無線連接傳送給標準功率接取點和固定用戶端設備。單個地理位置資源可以向多個標準功率接取點和固定用戶端設備提供位置資訊。

(3) 系統營運商

FCC 指定的每個 AFC 系統營運商必須：

- 維護一個定期更新的 AFC 系統資料庫，其中包含既有業者資訊、標準功率接取點和固定用戶端設備的註冊參數。
- 建立並遵守協議和程序，以確保符合規定的規則。
- 建立並遵循足以確保 AFC 系統所有通訊和互動具有準確性與安全性。
- 提供為期五年的服務，該期限可由委員會自行決定是否延長。
- 如果 FCC 或使用者向 AFC 系統營運商提出 AFC 系統中的錯誤之處，AFC 系統營運商應及時做出回應，以驗證、糾正或酌情刪除資料。

(4) 既有業者保護措施

AFC 系統必須在以 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段運作的固定微波接收器周圍建立基於位置和基於頻率的禁區(exclusion zones)（同頻道和相鄰頻道）。標準功率接取點和固定用戶端設備不得在同頻道禁區區域內與固定微波系統同頻運作，或在相鄰頻道禁區區域內與固定微波系統臨頻運作。並使用選定的各種傳播模型(Propagation Models)來確定標準功率接取點和固定用戶端設備與既有固定微波服務接收機之間的適當分隔距離，例如自由空間路徑損耗模型(free space path-loss model)等。

對於射頻天文服務(Radio Astronomy Services)的服務範圍強制執行禁區，禁區的大小基於無線電的視線(line-of-sight)，並使用 4/3 地球曲率(earth curvature)和定義的公式來決定。

針對固定衛星服務，限制位於戶外的標準功率接取點或固定用戶端設備，任何高於地平線 30 度仰角的最大 EIRP 不得超過 125 mW（21 dBm）。

三、 歐盟無線電設備(RED)指令有關個資及電子通訊隱私保護

歐盟於 2016 年 6 月 EU 發布新「無線電設備指令(Radio Equipment Directive, RED)」對於投入歐盟市場無線設備，均須遵循 RED 符合性評鑑程序；符合「基本要求(Essential Requirements) 」的無線產品可貼上 CE 標誌，投入歐盟市場使用和販售。「CE」標誌屬強制性認證標誌。RED 指令適用於有意發射(intentionally emit)和接收頻率低於 3000 GHz 的無線電波的所有電氣和電子設備，包括: 5G 設備、短距無線遙控產品(SRD)、BT、DECT、手機、無線廣播、電視接收機設備等。RED 排除專門用於社會治安、國防、國家安全的無線電設備；以及海事/航空、業餘無線電及專用研究開發設備。

RED 指令除要求無線設備須能健康安全[159]、符合 EMC[160]及有效利用無線電頻譜，避免有害干擾外，另在 RED 指令 3 (3)節中對無線電設備亦包括其他方面要求，例如互操作性、網路安全、緊急接取服務等；

[159] 符合低電壓指令(LVD 2014/35 / EU)的安全目標。
[160] 滿足電磁相容指令(ECD 2014/30 / EU)的基本要求。

這些要求僅在採用相關授權行為(delegated act)情況下適用，並僅適用於這些授權行為中指定之類型或類別的無線電設備。同時，隨著網路科技、電子商務的蓬勃發展，歐盟刻正協議於相關領域採用新的授權法案，包括：與 RED 第 3.3(e)[161]和(f)[162]條有關的欺詐、個人資料和隱私；與 RED 第 3.3(i)[163]和/或第 4 條[164]有關的軟體與無線電設備組合等議題。

其中，在個人資料保護及電子隱私立法方面，與 RED 指令有關之主要法案包括: 通用資料保護規則(General Data Protection Regulation, GDPR)與相關電子隱私立法(E-privacy Legislation)。GDPR 是歐盟保護個人資料和隱私的主要立法，也是一套處理與保護歐盟居民個人資料而建立的新架構，於 2016 年 5 月 24 日通過，並在 2018 年 5 月 25 日正式生效。

GDPR 適用於任何涉及處理個人資料之機關、組織、事業，以統一法令作為法制框架；由於 GDPR 受規範對象並未區分特定事業類別，故歐盟輔以其他特別法，共同形成一個聚合(cohesive)的資料保護監理框架。例如 2002 年（後分別於 2006 年及 2009 年補充修正）公告的《電子隱私指令 ePrivacy Directive 2002/58/EC, ePD》，即為歐洲過去在個人資料保護和電子通信資料隱私的主要管轄指令。由於“電子隱

---

[161] RED 3.3(e) radio equipment incorporates safeguards to ensure that the personal data and privacy of the user and of the subscriber are protected;（e）無線電設備須採取保護措施來保障用戶與承購者個人資料及隱私安全。

[162] RED 3.3(f) radio equipment supports certain features ensuring protection from fraud;（f）無線電設備需具備某些功能來確保免受詐欺。

[163] RED 3.3(i) radio equipment supports certain features in order to ensure that software can only be loaded into the radio equipment where the compliance of the combination of the radio equipment and software has been demonstrated. （i）無線電設備需具備某些功能讓相容的軟體得以安裝。

[164] RED Article 4, Provision of information on the compliance of combinations of radio equipment and software；RED 第 4 條,無線電設備與軟體組合相容性之規定資訊。

私指令”屬指令性質，因此會員國須將指令轉化到國內法中才能生效，而讓會員國自行解釋和選擇自己採用的規則。故“電子隱私指令”未能在整個歐洲範圍內，提供一致且可強制執行的框架；歐盟營運商只能瀏覽國家層面的網路框架，每個國家框架又有不同的義務和規則。

歐盟為因應新興網路通訊服務大量崛起，並尋求在電子通訊隱私領域實現一定程度的一致性，擬議擴大 2002 年 ePD 指令的範圍，以涵蓋新興技術服務，如即時訊息(instant messaging)、VoIP 網路電話、機器對機器通信與 IoT（物聯網）等以網路為基礎的新服務[165]。因此，歐盟委員會於 2017 年 1 月，在”數位單一市場(Digital Single Market)”策略下，規劃提出一項以直接產生法律拘束效力，無需進一步轉化即可在歐盟會員國直接實施的《隱私與電子通訊條例》(Regulation on Privacy and Electronic Communications ）（簡稱”電子隱私法規(ePrivacy Regulation)或”ePR”）用來取代 2002 年的《電子隱私指令》。

《電子隱私法規(ePR)》適用於有關提供與使用電子通訊服務的電子通訊資料處理，以及有關最終使用者終端設備的資訊[166]。法規範圍涵

[165] EU, Commission proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing the European Electronic Communications Code (Recast) (COM/2016/0590 final - 2016/0288 (COD)).
[166] EU, 2017/0003 (COD), Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning the respect for private life and the protection of personal data in electronic communications and repealing Directive 2002/58/EC (Regulation on Privacy and Electronic Communications), Article 2 Material Scope.

蓋透過電子通信建立和傳輸的所有資料內容(data)和詮釋資料(metadata)，包括[167、168、169]：

- 與提供和使用電子通信服務有關的電子通信內容和詮釋資料的處理(processing)；
- 用於最終用戶終端設備的訊息；
- 提供電子通信服務最終用戶的公開目錄；和/或
- 向終端用戶發送的直接行銷通信。

同時《電子隱私法規》與 GDPR 相同，法規除直接適用於所有歐盟會員國外，並對位於歐盟以外的實體具有域外(extraterritorial)影響，包括：

- 處理歐盟居民的電子通訊內容和/或詮釋資料；
- 處理歐盟居民的終端設備的訊息；
- 提供歐盟居民的公開目錄服務；
- 向歐盟居民發送直接行銷之電子通訊行為。

《電子隱私法規》立法精神與 GDPR 相同，但整體的目標放在電子通訊服務，舉凡要蒐集使用 cookie、IP 位址、GPS 座標等資料時，必

---

[167] EU, 2017/0003 (COD), Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning the respect for private life and the protection of personal data in electronic communications and repealing Directive 2002/58/EC (Regulation on Privacy and Electronic Communications), Article 3 Territorial scope and representative.

[168] EU itgovernance, The EU ePR (ePrivacy Regulation), https://www.itgovernance.co.uk/eprivacy-regulation-epr

[169] Gilbert Tobin, ePrivacy Regulation – what next? ,2020-Jan, https://www.gtlaw.com.au/insights/eprivacy-regulation-what-next

須獲得使用者的明確許可，才能在手機內放置追蹤程式碼及蒐集數據。《電子隱私法規》旨在與 GDPR 協同工作，著重於用戶設備上資料的處理、存儲和接取，特別是對不請自來的主動行銷(unsolicited marketing)、Cookie 和機密性方面採取零干預措施(zeroes in on the areas)[170]。業者向最終用戶發送直接行銷之電子通訊行為，須以獲得同意為基礎(consent-based)，同時直接行銷訊息必須註明通信的市場性質，並註明發送訊息的實體[171、172]。

由於《電子隱私法規》透過提供管理電子通信的特定規則(specific rules)，對 GDPR 關於個人資料處理(personal data processing)的一般規則進行補充[173]。因此廣義而言，歐盟 GDPR 廣泛地從一般意義上，為個人資料提供保護；並透過《電子隱私法規》加以”具體化”(particularise)及補充(complement) GDPR[174]，共同形成一個統合的資料保護框架，如下圖所示。

---

[170] MediaPost, Buckle Up, Marketers: Here Comes The GDPR's Cousin, 2018-06, https://www.mediapost.com/publications/article/321274/buckle-up-marketers-here-comes-the-gdprs-cousin.html

[171] EU, 2017/0003 (COD), Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL concerning the respect for private life and the protection of personal data in electronic communications and repealing Directive 2002/58/EC (Regulation on Privacy and Electronic Communications), Article 16 Unsolicited communications.

[172] EU, Opinion 6/2017, EDPS Opinion on the Proposal for a Regulation on Privacy and Electronic Communications (ePrivacy Regulation).

[173] EU itgovernance, The EU ePR (ePrivacy Regulation), https://www.itgovernance.co.uk/eprivacy-regulation-epr

[174] GDPR Today, EDPB: ePrivacy and GDPR work together to protect people's data,2019-03, https://www.gdprtoday.org/edpb-eprivacy-and-gdpr-work-together-to-protect-peoples-data/

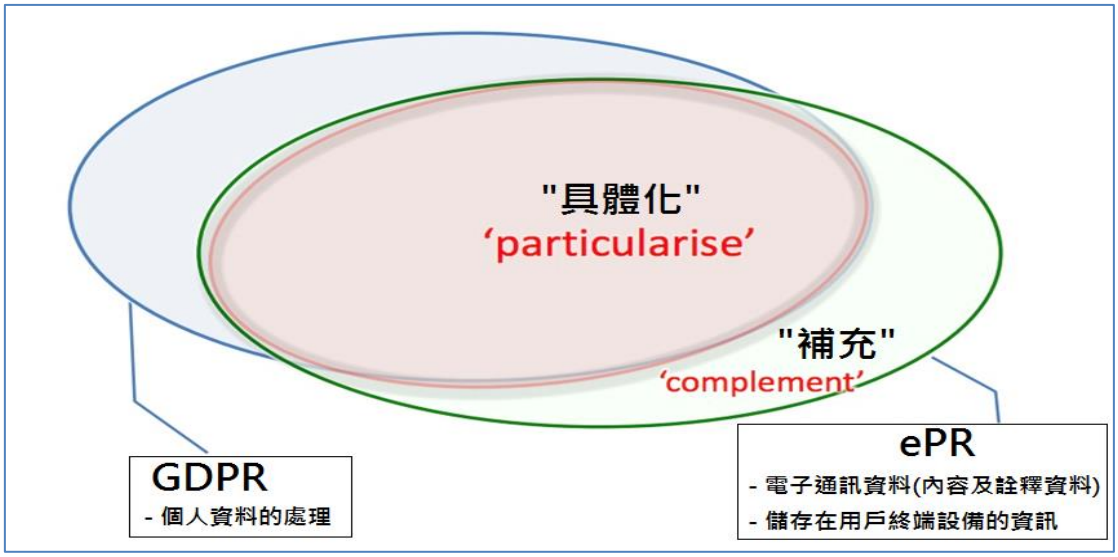


圖 40、歐盟 GDPR 與 ePR 資料保護框架

資料來源：Raoul Teeuwen[175]

由於 GDPR 傾向於一般通用上的資料保護，而 ePR 則是更具體地處理事務的法規，因此在兩種法律均適用的情況下，《電子隱私法規》將優先於 GDPR[176]。另《電子隱私法規》也對先前不在 GDPR 範圍內的用戶提供保護，例如 GDPR 僅提供對自然人個人資料的保護，ePR 還可為法人(例如公司)提供保護。GDPR 與 ePR 主要的關鍵概念及區別[177、178]，如下表所示:

[175] Raoul Teeuwen, How does ePR compare to the GDPR,2018-09, https://raoulteeuwen.blogspot.com/2018/09/how-does-epr-compare-to-gdpr.html
[176] EU itgovernance, The EU ePR (ePrivacy Regulation), https://www.itgovernance.co.uk/eprivacy-regulation-epr
[177] Gilbert Tobin, ePrivacy Regulation – what next? ,2020-Jan, https://www.gtlaw.com.au/insights/eprivacy-regulation-what-next
[178] GDPR Today, EDPB: ePrivacy and GDPR work together to protect people's data,2019-03, https://www.gdprtoday.org/edpb-eprivacy-and-gdpr-work-together-to-protect-peoples-data/

表 146、歐盟 GDPR 與 ePR 相關議題對照表

議題	GDPR	ePR
涵蓋哪些資料？	個人資料，即與特定且可識別的自然人有關的資料。涵蓋資訊包括： ● 名字 ● 地點 ● 健康狀況 ● 身份證號碼 ● 其他資訊；註明一個人的文化、體格、遺傳經濟或社會身份的其他資訊。	涵蓋透過電子通信建立和傳輸的所有資料內容和詮釋資料，例如： ● 電話和網路通話的內文、語音、視訊、圖片和聲音資訊； ● 有關用於通訊的設備(電話、筆記本電腦)的資訊； ● 電子通信服務最終用戶的公開目錄； ● 針對性的廣告 (Targeted advertising)。
它如何適用於歐盟以外的實體？	適用於位於歐盟的個人或組織對個人資料的所有處理。也適用於不在歐盟的個人和組織，其中包括： ● 處理的資料屬於歐盟人民；和 ● 處理是為出於銷售商品和服務或監視其行為的目的。	適用於： ● 用戶位於歐盟內的所有電子通信服務提供商； ● 歐盟用戶電子通訊資料的處理； 和 ● 向歐盟民眾發送的直接市場行銷內容(marketing material)
是否需要同意才能處理資料？	非一向如此(Not always) –但在以下任何一種情況下處理是合法的： ● 已獲得同意； ● 用戶履行契約是必要的； ● 為了遵守控制者的法律義務，是有必要的； ● 有必要保護使用者或其他自然人的切身利益； ● 為了公共利益，是有必要的； 和 ● 出於控制人或第三方追求的合法利益的需要，除非有必要保護此資料。	是的，根據 ePR 進行處理始終需要用戶的同意。需要求用戶通過以下兩種方式自由地表示同意： ● 明確的肯定行動； 和 ● 明確表明他們同意處理個人資料 建議的方法包括在網頁上的方框中打勾： ● 沉默或不活動將不構成同意 還必須提醒用戶至少每 12 個月有撤回或修改此同意書的能力。
Cookies 如何處理？	僅在用於識別用戶或通過年齡、種族、性別、身份證號碼等使該用戶可識別非常明確時涵蓋 cookie。	包含全面的 Cookie 文章，這些文章需要更多可自定義的瀏覽器設置，並包括非個人資料和詮釋資料的 Cookie。

相關罰則	涉及以下方面的違規行為，最高為1000 萬歐元或占全球年度總營業額的 2%： ● 違反特定的控制者、處理者和資料保護人員義務 ● 違反認證義務 ● 未能防範、報告或懲罰違反本條例的行為 違反下列相關行為，最高可達 20,000,000 歐元或全球年營業額的 4%： ● 非法處理和未獲得有效同意 ● 違反數據主體的權利，包括接取、糾正和刪除個人資料的權利 ● 轉移到國際組織或第三國時不能確保資料保護 ● 不遵守會員國法律義務 ● 不遵守監理機關要求	涉及以下方面的違規行為，最高可達 1000 萬歐元，即全球年營業總額的 2%： ● 未能保護用戶終端設備的資訊 ● 未經允許公開目錄 ● 未經授權直接行銷 違反下列相關行為，最高可達 20,000,000 歐元或全球年營業額的 4%： ● 未能資料保密 ● 未經授權的處理 ● 保存訊息的時間超出必要 ● 不遵守監理命令

資料來源: Gilbert Tobin；研究整理。

歐洲委員會於 2017 年 1 月提出的《電子隱私法規》，原規畫與歐盟 GDPR《通用數據保護法規》一起於 2018 年 5 月 25 日生效。然由於《電子隱私法規》草案在歐洲議會及歐洲理事會的審理過程中，仍有許多不同之意見。例如:法規一般規定中的適用範圍與定義、在終端設備訊息保護上如何構造有條件的內容接取，以免破壞現有的商業模式、以及同意豁免(consent exemptions)是否適當，防止嚴重的虐待兒童和其他嚴重犯罪等[179]，仍未達成共識。另新法草案規定了 24 個月的過渡期，因此《電子隱私法規》最早可能要到 2022 年後才能生效[180]。

[179] Gilbert Tobin, ePrivacy Regulation – what next? ,2020-Jan, https://www.gtlaw.com.au/insights/eprivacy-regulation-what-next

[180] EU itgovernance, The EU ePR (ePrivacy Regulation), https://www.itgovernance.co.uk/eprivacy-regulation-epr

值得注意的是，新法草案最後協商折衷結果仍未達成共識，隨著技術創新和用戶需求變得越來越複雜之際，新法草案對於電子通訊服務業者的規定相當嚴格，建議任何採用電子通訊的相關業者及主管機關應持續關注法案的後續發展。

第三章　新興射頻器材技術規範調適座談會與干擾實測驗證

為瞭解各國際組織及先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材相關技術規範及測試程序，本研究期中部分已廣泛蒐集電波感測、長距離無線充電及 5G 專網等新興器材外，另蒐集 Wi-Fi 6E、無線麥克風、433MHz 頻段應用以及歐盟無線電設備(RED)指令有關個資及電子通訊隱私保護最新動態，並就相關設備於國際組織及區域組織所發展之檢測技術規定及歐美亞案例國家所制定之檢測規定 （如:頻率範圍、功率、不必要發射等限制值）及相關測試程序進行研析彙整比較。

研究團隊並邀請國內上市櫃廠商舉辦 2 場次座談會議，針對國內電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討匯集相關技術規範，並研提電波感測、長距離無線充電、5G 專網行動終端設備、Wi-Fi 6E 及無線麥克風等具體規範修訂或增訂建議，以完備國內技術規範與國際接軌，提升國際競爭力。同時，為確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率，本研究亦邀集相關業者及通傳會針對互動式感應設備進行干擾實測。另研究團隊將配合通傳會指定時間地點辦理 1 場次研究成果發表會議，提供通傳會長官同仁分享研究成果。

最後，本研究參酌國際發展經驗，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，對於國內尚未訂定技術規範（或尚未開放頻率）之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器

材，就其射頻特性，研提相關技術規範具體修訂或增訂建議，以利通傳會建構我國電信產業創新研發之環境。

第一節 第一場座談會

隨著通訊科技日新月異，無線通信與物聯網應用的迅速崛起，3GPP為實現5G超大頻寬（eMBB）、超高可靠度低時延通信（URLLC）、超大連結（mMTC）之多樣化需求，陸續進行第五代行動通信標準的制定，萬物聯網即將成真。可預知的將來，行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之應用將呈爆炸性成長，惟該等器材應在維持電波秩序及和諧共用等前提下使用，以避免電波使用相互干擾，讓創新應用技術能達最大使用效益。

本研究為瞭解其他國家或經濟體主管機關新興射頻器材的相關管理規定及技術規範，舉辦「因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會」(以下簡稱第一場座談會)，邀請國內上市、上櫃、相關新興廠商、及通傳會認可之測試實驗室或驗證機構出席討論，討論議題包括互動式感應設備(Motion Sensor)技術規範研析與國內技術規範調適說明；國內無線麥克風設備操作頻段(600 MHz ~ 700 MHz)之增修訂說明；3GPP有關5G專網技術發展與國內行動終端設備規範調適說明；歐盟RED有關個資及電子通訊隱私保護規定；美國Wi-Fi 6E設備技術規範發展與國內規範增修訂建議；國際一定距離無線充電設備技術規範研析與國內規範增修訂建議；以及國際 433MHz 頻段設備技術規範研析與國內相關建議。

一、 座談會辦理

本次座談會業於 109 年 8 月 27 日(星期四)下午 1 時 30 分至下午 4 時 50 分，假台北市杭州南路一段 24 號 2 樓集思交通部國際會議中心 201 會議室辦理完畢。

二、 會議議程

第一場座談會會議議程如下表：

表 147、第一場座談會會議議程

時間	內容	主持人/主講人
13:30-14:00	報到	
14:00-14:10	開場致詞	主席、長官
14:10-14:50	1. 互動式感應設備技術規範之研析與我國技術規範之調適 2. 因應大型集會之無線麥克風設備之操作頻段（600 MHz ~ 700 MHz）增修訂	財團法人電信技術中心 蔡奇霖 工程師
14:50-15:30	議題三：5G 專網終端設備 議題四：GDPR	財團法人電信技術中心 周傳凱 研究員
15:30-15:50	休息時間	
15:50-16:30	議題五：長距離無線充電 議題六：Wi-Fi 6E 設備	財團法人電信技術中心 張簡耀暉 助理研究員
16:30-16:50	議題七：433MHz 頻段	財團法人電信技術中心 胡依淳 助理研究員

資料來源：本研究整理

三、 出席廠商

第一場座談會出席廠商如下表，共 22 家廠商出席。

表 148、第一場座談會廠商出席表

台灣索尼股份有限公司
華碩電腦股份有限公司
台灣愛立信股份有限公司
香港商立德國際商品試驗有限公司
耕興股份有限公司
全國公證檢驗股份有限公司
德凱認證股份有限公司
晶復科技股份有限公司
翔智科技股份有限公司
台灣檢驗科技股份有限公司
台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司
敦吉檢測科技股份有限公司
倍科檢驗科技有限公司
MIPRO 嘉強電子股份有限公司
財團法人台灣商品檢測驗證中心

中華電信股份有限公司電信研究院
東研信超股份有限公司
今慶科技股份有限公司
暐信科技有限公司
遠傳電信股份有限公司
台灣大哥大股份有限公司
亞太電信股份有限公司

資料來源：本研究整理

四、 會議內容

與會專家主要就四大議題提出相關問題與見解，包括：

1. 針對國內無線麥克風設備操作頻段(600 MHz ~ 700 MHz)之增修訂說明部分，專家提出若廠商現在想要申請 614~703MHz 頻段的無線麥克風設備，因操作頻段不同，是否可使用轉測報的方式來進行審驗？相關回覆為交通部目前已開放該頻段可供無線麥克風使用，且已有相關低功率技術規範草案，可透過一致性會議討論後做出決議。

2. 針對歐盟 RED 有關個資及電子通訊隱私保護規定議題，專家提出國際上是否已有國家對電子產品的資安進行強制性的要求?是如何推動的?相關回覆為目前歐盟 RED 第 3.3 條已有相關規範無線設備

網路資訊安全(cybersecurity)的基本要求，由於 GDPR 是歐盟保護個人資料和隱私的主要立法，也是處理與保護歐盟居民個人資料而建立的新架構。為此，歐盟 RED 正就相關領域協議採用新的授權行為，包括:RED 第 3.3(e)和(f) 條有關的欺詐、個人資料和隱私議題，以及與 RED 第 3.3(i)或第 4 條有關的軟體與無線電設備組合等議題的立法條文增訂。

3. 針對美國 Wi-Fi 6E 設備技術規範發展與國內規範增修訂建議部分，專家提出有關在 5.925-7.125 GHz 頻段運作的室內接取點、從屬設備和用戶端設備必須採用競爭原則(contention-based protocol)技術，以避免與共享頻段的既有設備產生同頻干擾。美國已草擬將使用 10 MHz 頻寬的附加白高斯噪訊(additive white Gaussian noise, AWGN)信號來模擬測試既有設備的傳輸，請問我國也會進行測試嗎?相關回覆為我國目前 5.925-7.125 GHz 頻段仍未開放，因應未來交通部可能開放此頻段，通傳會已建議其須先行進行相關干擾測試，因為各國的情況不同，待交通部有進一部的規劃與測試結果後，通傳會就能依其結果作相應規劃。

4. 針對國際 433MHz 頻段設備技術規範研析與國內相關建議部分，專家提出 1mW 以下無線遙控器免驗問題? 相關回覆為通傳會開放 1mW 以下無線遙控器，製造商可自願申請審驗，但設備仍須符合低功率射頻器材技術規範。如果廠商有相關問題時，實驗室及驗證機構應建議廠商逕向通傳會詢問。

從與會專家與業界代表踴躍與會及發言角度觀察，新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之相關資安與設備

干擾是各界最重視的議題，這也是通傳會關心的議題。通傳會面對通訊傳播技術匯流與市場發展需要，期望透過座談會廣納各方意見，以作為通傳會未來修訂相關技術規範及測試程序之參據。

第二節 第二場座談會

通傳會在維持電波秩序及保障國民權益前提之下，秉持與時俱進原則，藉由研究瞭解國際先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材相關技術規範及測試程序，據以精進我國相關審驗措施，加速該等器材進入市場提供服務，以提升相關產業發展效益。

本研究為瞭解其他國家或經濟體主管機關新興射頻器材的相關管理規定及技術規範，舉辦「因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會」(以下簡稱第二場座談會)，邀請國內上市、上櫃、相關新興廠商、及通傳會認可之測試實驗室或驗證機構出席討論，討論議題包括 3GPP 於 5G NPN 專網及 n79 頻段之國際作法與國內終端基站設備技術規範調適討論；歐盟無線設備個資與電子通訊隱私保護規定及強制性資安要求;433MHz 頻段設備研析與我國應經核准之電信管制射頻器材現況；參考美國 Wi-Fi 6E 設備規範，探討國內規範之適用性;增訂一定距離無線充電設備規範草案之討論;因應新興技術射頻器材推陳出新，您認為國內相關射頻管理規定是否有應調整之處，理由為何;非販賣供研發用之射頻器材管理議題討論;國際及國內射頻器材測試費用討論；因應交通部新設 600 MHz 至 700 MHz 頻段之無線麥

克風設備規範草案宣導；以及互動式感應設備實地干擾實測與增修訂草案之參照驗證。

一、 座談會辦理

本次座談會業於 109 年 9 月 29 日 (星期二)上午 10 時至下午 3 時，假高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓財團法人電信技術中心高雄國際會議廳辦理完畢。

二、 會議議程

第二場座談會會議議程如下表：

表 149、第二場座談會會議議程

時間	內容	主持人/主講人
9:30-10:00	**報到**	
10:00-10:10	開場致詞	主席、長官
10:10-10:50	● 3GPP 於 5G NPN 專網及 n79 頻段之國際作法與國內終端基站設備技術規範調適討論。 ● 歐盟無線設備個資與電子通訊隱私保護規定及強制性資安要求。 ● 433MHz 頻段設備研析與我國應經核准之電信管制射頻器材現況。	財團法人電信技術中心 周傳凱 副理
10:50-11:20	● 參考美國 Wi-Fi 6E 設備規範，探討國內規範之適用性。 ● 增訂一定距離無線充電設備規範草案之討論。	財團法人電信技術中心 張簡耀暉 助理研究員

11:20-12:00	● 因應新興技術射頻器材推陳出新，您認為國內相關射頻管理規定是否有應調整之處?理由為何? ● 非販賣供研發用之射頻器材管理議題討論。 ● 國際及國內射頻器材測試費用討論。	財團法人電信技術中心 周傳凱 副理
12:00-13:30	午餐休息	
13:30-15:00	● 互動式感應設備實地干擾實測與增修訂草案之參照驗證。 ● 因應交通部新設 600 MHz 至 700 MHz 頻段之無線麥克風設備規範草案宣導。	財團法人電信技術中心 蔡奇霖 工程師

資料來源：本研究整理

三、 出席廠商

第二場座談會出席廠商如下表，共 12 家廠商出席。

表 150、第二場座談會廠商出席表

美商超微半導體股份有限公司台灣分公司
台灣微軟股份有限公司
優力國際安全認證有限公司
遠傳電信股份有限公司

亞太電信股份有限公司
德凱認證股份有限公司
美超微電腦股份有限公司
倍科檢驗科技有限公司
香港商立德國際商品試驗有限公司
律頻科技股份有限公司
MIPRO 嘉強電子股份有限公司
台灣羅德史瓦茲

資料來源：本研究整理

四、 會議內容

與會專家主要就以下議題提出相關問題與見解，包括：

1. 針對通傳會曾提出手機必須符合基本資安要求,目前的進度為何？相關回覆為目前對終端設備的資安沒有強制性的檢驗要求，也就是沒有強制性的認證要求,目前僅針對系統端有資安的要求。考量廠商商品上市時間的壓力,未來資安強制要求的部分建議應採分級方式,最低為基本要求，較高要求為選測方式。

2. 針對通傳會通過 1mW 以下設備免經核准，是泛指 1mW 以下的所有設備都適用嗎? 相關回覆為通傳會通過 1mW 以下設備免經核准，有兩個定量的重點必須符合，即必須符合低功率射頻器材技術規範的要求,且發射功率必須 1mW 以下。相關問題應詢問通傳會北區監理處，但廠商仍得自願申請審驗。

3. 針對我國在 5.925-7.125 GHz 頻段目前已供公眾通信中繼網路服務和其他中繼站微波電臺使用，開放免執照使用是否會造成既有業者干擾? 相關回覆為我國目前 5.925-7.125 GHz 頻段仍未開放免執照使用，目前既有業者屬點對點的微波業務，由於點對點的特性，只有在其方向的區域內才會造成干擾，不在該區域內干擾的可能性較低，也因此若未來交通部要開放此頻段供免執照使用，通傳會已建議其須先進行相關干擾測試。

4. 針對非販賣供研發測試用之射頻器材管理議題討論。相關回覆為有關非販賣供研發測試用之射頻器材管理，目前國內的管理辦法較不完備，希望參考標檢局已有的商品免驗辦法，引進優良廠商針對該類商品採用免驗制度，以避免造成劣幣驅除良幣的情況。

5. 針對有些廠商僅做過一次型式認證,之後就會採用變更外殼等方式，進行洗產地的作法販賣商品，建議是否能加強管理? 相關回覆為有關洗產地的問題是屬國貿局業務，但通傳會也有相關規定可以協助，即有關器材的部分，必須標明主要元件；如果為模組部分，必須提供內部照片、委託生產書及技術符合書。

6. 針對國際及國內射頻器材測試費用討論。相關回覆為有關部分廠商反應國內測試費用過高，經調查國內是依測試報告件數計價，國外多

以測試的模組數量計價，另國內可採用國外 MRA 檢測機構的測報，檢測項目在無干擾疑慮下已儘量減少，再加上可採轉測報等相關措施，其實國內射頻器材測試費用已相對較低。

7. 有關互動式感應設備實地干擾實測與增修訂草案之參照驗證，值得注意的是由於互動式感應設備會在自由空間中持續發射具有週期性的雷達波，用以感應設備周邊之移動物體，且互動式感應設備能結合移動式的載具設備（如：手持式終端設備），而 FCC 豁免 Google Pixel 4 使用互動式感應設備之防干擾機制（發射週期限制）是否能有效將干擾降低亦有驗證之必要，故本研究團隊為此建置毫米波干擾實驗實際場域，實際演示互動式感應設備對現今 60 GHz 頻段射頻設備干擾程度之影響，並提供量測結果給通傳會作為管理之參考。

為研究互動式感應設備對於我國現有 60 GHz 頻段設備之干擾程度，使用 Google Pixel 4 終端設備作為主要干擾源，並設置一段操作於 60 GHz 頻段的 Wifi 鏈路作為被干擾源，該鏈路預想以 iperf 3 軟體進行連結與控制，且由一台 NETGEAR XR700 AD WiFi 智能無線路由器作為 Server 端，以及 Millitronic MG360 WiGig USB 無線網卡作為 Client 端，干擾程度則可由 iperf 3 軟體之封包損失(Lost/Total Datagrams)參數進行評估。

第二場座談會當天的干擾實測結果如表 151 中所示，實地觀看人數約 15 人並圍繞於實驗場地周邊，當天測試三次 60 GHz WiFi 鏈路最大傳輸距離均於 460 cm 處斷線；接續將 Google Pixel 4 終端設備設置於 WiFi 鏈路客戶端距離約 10 公分處，Google Pixel 4 終端設備放置方式則是直立式放置於桌上，並將發射功率最大處（設備正面）朝向客戶端

發射，量測結果可由表 151 中得知，當 WiFi 鏈路操作於 380 cm 與 410 cm 處時有 6% (58/961)與 4.3% (41/961)的封包損失，接著操作於 420 cm 處時則在第 25 秒後斷線；意謂 Pixel 4 所造成的干擾使 60 GHz WiFi 設備的極限操作距離減少約 40 cm，而在斷線前所造成的干擾約有 4%~6% 的封包損失；由於 WiFi 鏈路操作時越接近極限距離就越容易斷線，且環境因素影響連線品質極為劇烈，所造成的影響遠大於 Pixel 4 終端設備的干擾，考慮到低功率射頻器材應須忍受其他射頻器材之干擾，且上述量測所短少的 WiFi 鏈路極限距離使用者應可相當容易克服（如：將 Pixel 4 的放置位置移至桌子的另一端，抑或是將 Pixel 4 的正面最大輻射處轉向其他角度，或直接放置於桌上，使正面朝上即可），是以未來通傳會可參考本研究所建議互動式感應設備草案之增修訂，並追蹤後續國際技術規範之更新，以及利用後市場稽核等相關辦法維護市場上射頻設備之品質。

表 151、第二場座談會實測互動式感應設備(Google Pixel 4)距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係

Distance	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total Datagrams
380 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	23.911 ms	58/961 (6%)
400 cm	0.00-60.01 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	38.671 ms	41/961 (4.3%)
410 cm	25 秒後斷線	-	-	-	85/420 (20%)
420 cm	Interference with Pixel 4				
430 cm					
440 cm					
450 cm					
460 cm	Out of Range				

資料來源：本研究整理

從與會專家與業界代表踴躍與會及發言角度觀察，新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材等射頻器材之相關資安及設備

干擾、非販賣供研發測試用之射頻器材管理、洗產地販賣商品的加強管理，以及國際與國內射頻器材測試費用是各界最重視的議題。通傳會可透過此座談會廣納各方意見，以作為通傳會未來修訂相關技術規範及測試程序之參據。

第三節 設備干擾實測與測試結果說明

新興業務之互動式感應設備目前仍尚未普及於生活或日常行為中，由於市面上相關產品極少，而較易取得的待測物為 Google 近期所推出的新款 Pixel 4 終端設備，故本研究使用 Pixel 4 終端設備作為主要待測物；使用 R&S FSW 43 頻譜分析儀，搭配高頻混波器 RPG FS-Z 60（該混波器頻段為 40 GHz ~ 60 GHz）與 RPG FS-Z 90（該混波器頻段為 60 GHz ~ 90 GHz）以及高頻導波管天線組即可對 Pixel 4 終端設備進行量測；由於 60 GHz 毫米波頻段電磁波在空氣中傳輸時衰減極快，由周遭環境所造成的一次反射後的干擾已可忽略，主要量測值則由直視性傳播(Line of Sight, LOS)所貢獻，除此之外，現今所處的實際場域中並無實驗外的射頻設備貢獻毫米波頻段的不必要發射，因此本研究之毫米波頻段之干擾實驗相關量測可在實際場域中進行量測。

互動式感應裝置的發射機測試程序可遵守 IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices[181]的 Procedures for testing millimeter-wave systems 測試章節需注意雜訊基底水平應低於限制值 6 dB 或更多，於本干擾實驗因

[181] IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Device

毫米波於空氣的衰減量極大，故執行量測時其距離縮短至一公尺，值得注意的是，由相關報導（如圖 41 中所示）中可得知晶片化(Project Soli Chip)後的體積約為 10~15 mm（絕不超過 20 mm），依據遠場公式：

$$R = \frac{2D^2}{\lambda}$$

其中 D 為待測物天線孔徑(aperture diameter)尺寸，λ 為操作頻段之波長，而待測物天線與量測天線之間符合遠場的最小距離為 R，當操作頻段為 60 GHz、待測物天線尺寸為 20 mm 時，其遠場距離可計算為 0.16011 公尺，故本實驗所設置之量測距離一公尺仍符合遠場定義。

(a) Project Soli Chip 示意圖　　(b) Project Soli Chip Layout

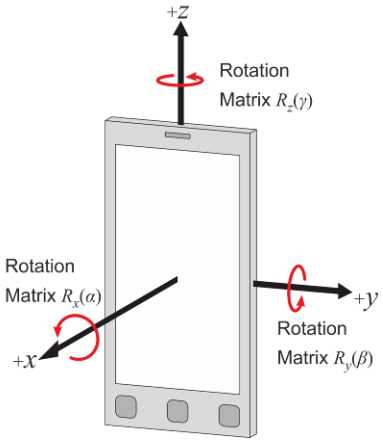
圖 41、互動式感應射頻晶片尺寸比例圖

資料來源：https://atap.google.com/soli/

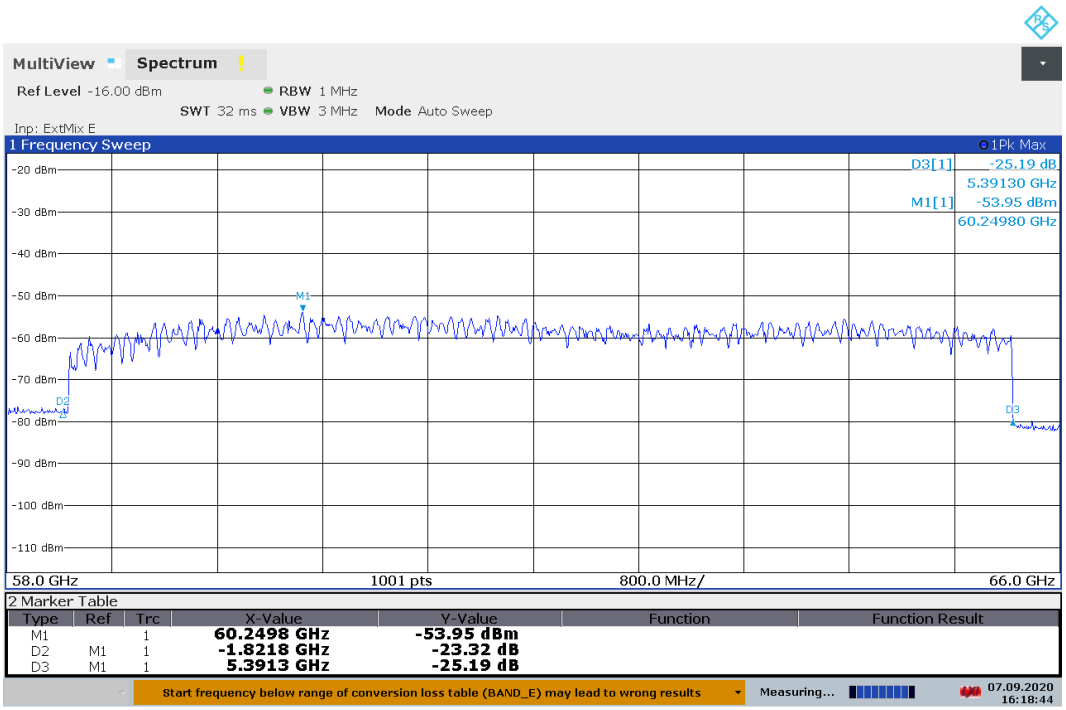
終端設備的三軸座標示意圖可參考 3GPP TR 38.810 如表 152 中所示，透過預先量測可確定 Pixel 4 終端設備的毫米波頻段主要發射方向為 X 軸（Y 軸與 Z 軸方向輻射強度大幅下降）；探討 Z 軸方向角(γ)的相關量測如表 152 中所示，其量測設定為 RBW = 1 MHz、VBW = 3 MHz 與 Max Hold；當 Pixel 4 終端設備與量測天線呈正向時($\gamma = 0^0$)所

量測發射功率為最大(-53.95 dBm)，當 Pixel 4 終端設備為左側($\gamma = 270^0$, -74.26 dBm)、右側($\gamma = 90^0$, -72.74 dBm)及背面($\gamma = 180^0$, -64.16 dBm)時發射功率均低於正向($\gamma = 0^0$)約 10 dB ~ 20 dB 以上。

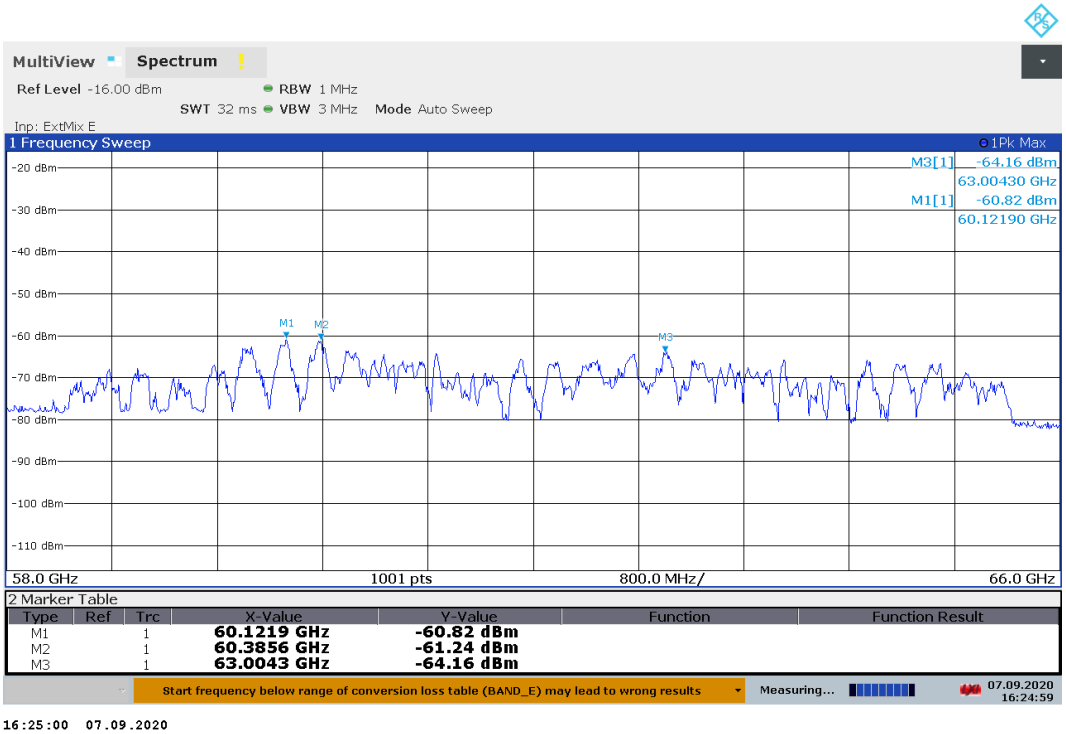
表 152、終端設備之三軸座標示意圖

Test condition	DUT orientation	Link angle	Measurement angle	Diagram
Free space DUT Orientation 1 (default)	α = 0°; β = 0°; γ = 0°	θ_{Link}; ϕ_{Link} with polarization reference Pol_{Link} = θ or ϕ	θ_{Meas}; ϕ_{Meas} with polarization reference Pol_{Meas} = θ or ϕ	

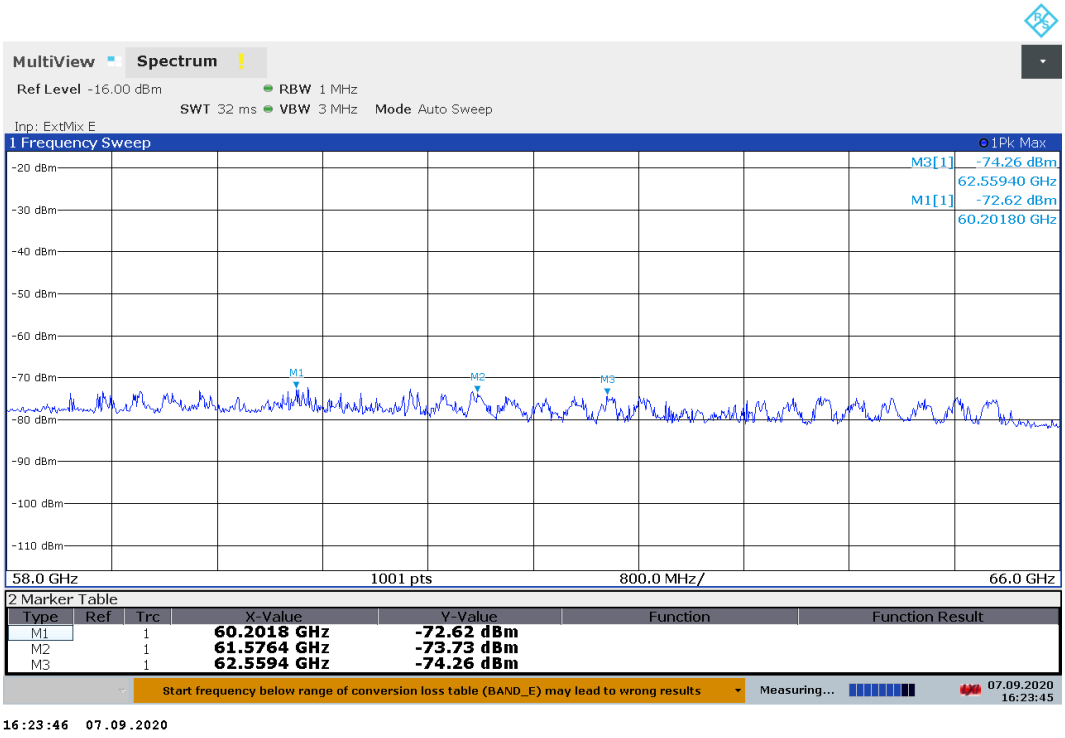
資料來源：3GPP TR 38.810


MultiView
Spectrum
Ref Level -16.00 dBm
RBW 1 MHz
SWT 32 ms
VBW 3 MHz
Mode Auto Sweep
Inp: ExtMix E
1 Frequency Sweep
1Pk Max
D3[1] -25.19 dB
5.39130 GHz
M1[1] -53.95 dBm
60.24980 GHz
-20 dBm
-30 dBm
-40 dBm
-50 dBm
-60 dBm
-70 dBm
-80 dBm
-90 dBm
-100 dBm
-110 dBm
M1
D2
D3
58.0 GHz
1001 pts
800.0 MHz/
66.0 GHz
2 Marker Table
Type Ref Trc X-Value Y-Value Function Function Result
M1 1 60.2498 GHz -53.95 dBm
D2 M1 1 -1.8218 GHz -23.32 dB
D3 M1 1 5.3913 GHz -25.19 dB
Start frequency below range of conversion loss table (BAND_E) may lead to wrong results
Measuring...
07.09.2020
16:18:44
16:18:44 07.09.2020

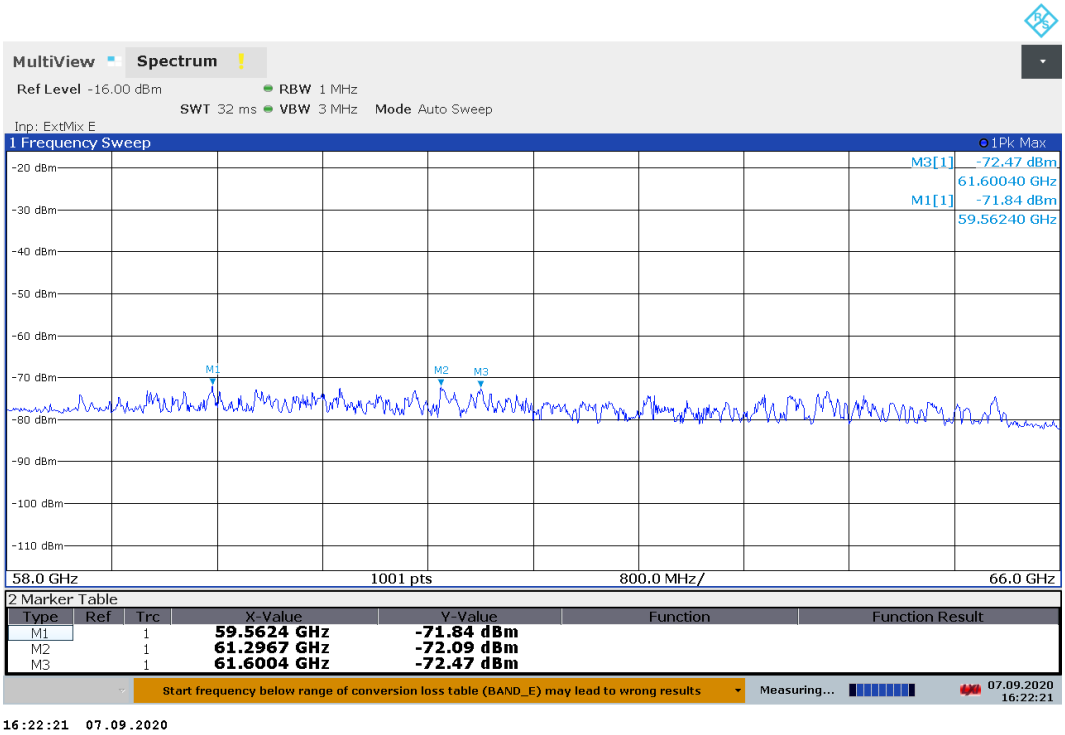
(a) 正面


MultiView
Spectrum
Ref Level -16.00 dBm
RBW 1 MHz
SWT 32 ms
VBW 3 MHz
Mode Auto Sweep
Inp: ExtMix E
1 Frequency Sweep
1Pk Max
M3[1] -64.16 dBm
63.00430 GHz
M1[1] -60.82 dBm
60.12190 GHz
-20 dBm
-30 dBm
-40 dBm
-50 dBm
-60 dBm
-70 dBm
-80 dBm
-90 dBm
-100 dBm
-110 dBm
M1
M2
M3
58.0 GHz
1001 pts
800.0 MHz/
66.0 GHz
2 Marker Table
Type Ref Trc X-Value Y-Value Function Function Result
M1 1 60.1219 GHz -60.82 dBm
M2 1 60.3856 GHz -61.24 dBm
M3 1 63.0043 GHz -64.16 dBm
Start frequency below range of conversion loss table (BAND_E) may lead to wrong results
Measuring...
07.09.2020
16:24:59
16:25:00 07.09.2020

(b) 背面



(c) 左側

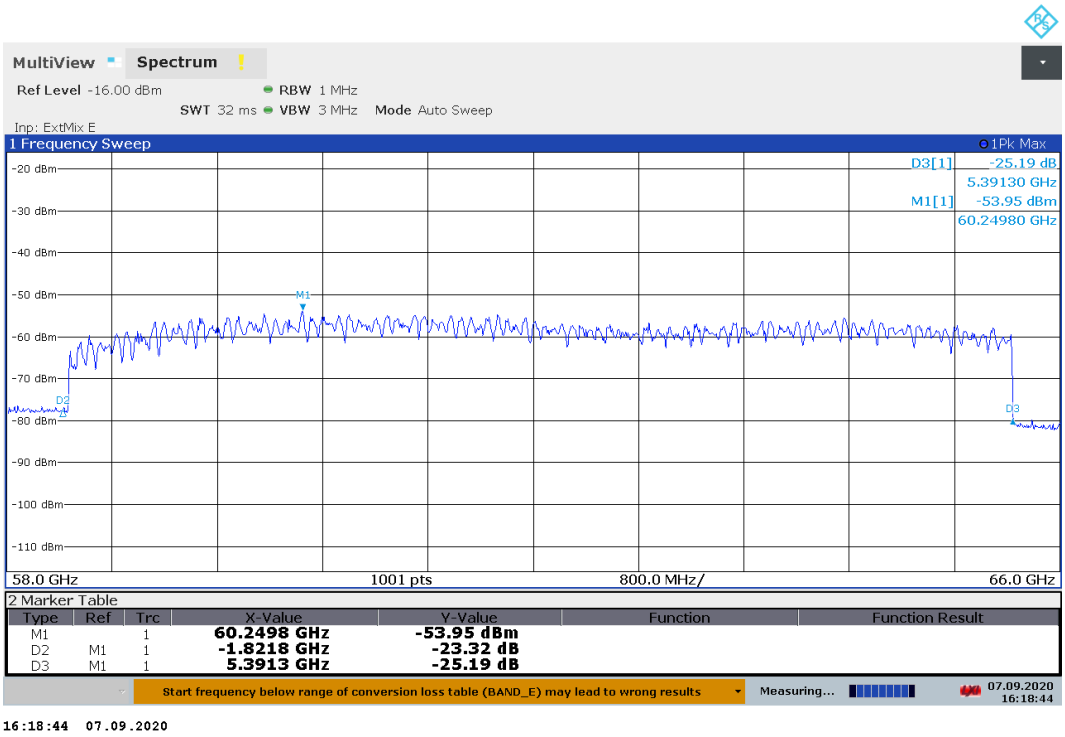


(4) 右側

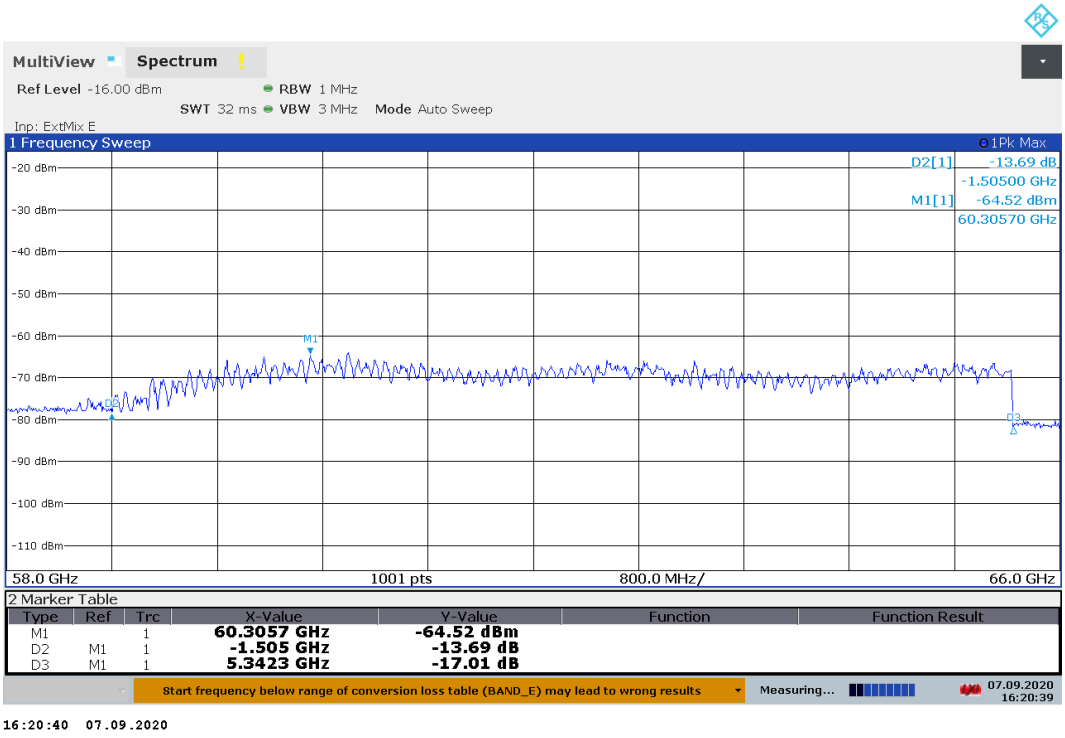
圖 42、Google Pixel 4 終端設備於不同角度之發射功率

資料來源：本研究整理

由上述實驗可得知Google Pixel 4終端設備的主要發射方向為x軸，接續對該方向調整量測天線以量測水平與垂直極化，其量測結果如圖43中所示，水平極化(-53.95 dBm)比垂直極化(-64.52 dBm)有較大的發射功率(10.57 dB)。



(a) Pixel 4 主波水平極化



(b) Pixel 4 主波垂直極化

圖 43、Google Pixel 4 終端設備主波雙極化量測圖

資料來源：本研究整理

干擾實驗量測損耗路徑校正方式可參考 KDB 412172 (Determining ERP and EIRP provides methods for determining the Effective Radiated Power (ERP) and Equivalent Isotropically Radiated Power (EIRP) of a RF Transmitting System)，各項參數如下：

$$P_R = P_{MEASURED} - G_R + L_C + L_{ATTEN} - G_{AMP}$$

- $P_{MEASURED}$ = 量測接收功率 (in dBW, dBm, or psd)
- G_R = 接收天線之增益 (in dBi)
- L_C = 纜線的訊號損耗 (in dB)
- L_{ATTEN} = 外部所使用的衰減器 (in dB)

- G_{AMP} = 外部所使用的放大器 (in dB)

因本研究量測系統未使用外部衰減器與放大器，故 L_{ATTEN} 與 G_{AMP} 參數均為 0 dB，但需注意的是本量測系統中的高頻混波器具有轉換損耗(Conversion Loss)；纜線的訊號損耗 L_C 則需考量混波器輸出端至頻譜分析儀的 IF Signal 的纜線損耗，天線端口與混波器之間使用導波管口對接因無額外的纜線損耗；另本量測系統的天線增益仍需考量，如上所述，本量測系統損耗校正如示意圖 44 中所示。

兩條纜線(IF Signal & LO Signal)損耗 S21 量測數據如圖 45 中所示，可得知該纜線於 1330 MHz (IF Frequency) 頻率的損耗為-1.0056 dB & -0.9337 dB（約為 1 dB）；另本量測系統所使用的天線其增益如表 153 中所示；且依據上述方程式，頻譜量測功率(Measured Received Power, $P_{Measured}$, -53.95 dBm)可校正計算得調整接收功率(Adjusted Received Power, P_R)為－57.5924 dBm（如下式所示）

P_R= -53.95 dBm ($P_{Measured}$) – 24 dBi (G_R)＋1.0056 dB (L_C)＋19.352 dB (Conversion Loss) =－57.5924 dBm

另傳輸自由空間中傳播路徑損耗(L_P)相關參數如下：

$L_P = 20 \log F + 20 \log D - 27.5$

- F = 輻射電場之中心頻率 (in MHz)
- D = 量測距離 (in meters)

其中 F 為 60 GHz，D 為 1 公尺，可計算傳輸通道損耗為 68.063 dB

由 P_R 與 L_P 可計算獲得 Pixel 4 終端設備的發射功率為 10.4706 dBm，值得注意的是美國 FCC 所豁免互動式感應設備的發射功率(EIRP)為 13 dBm EIRP，故 Pixel 4 終端設備的發射功率低於限制值。

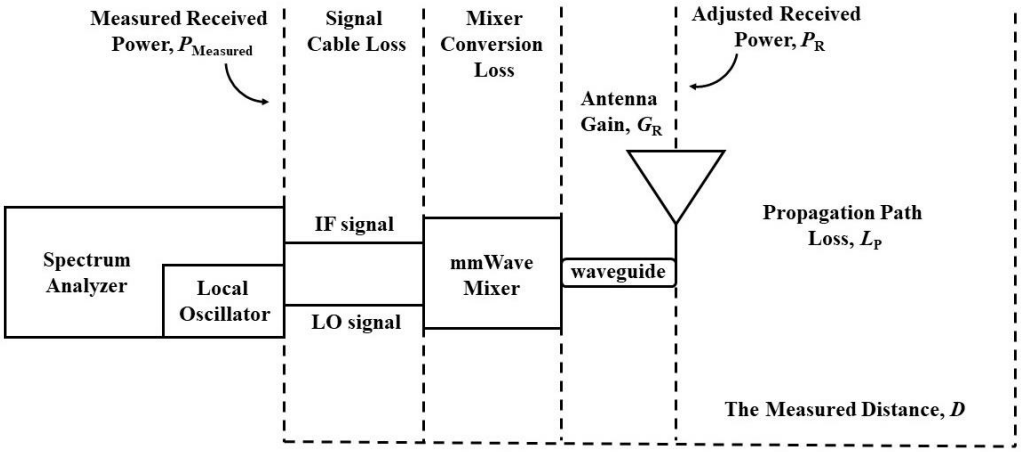


圖 44、互動式感應設備量測通道損失示意圖

資料來源：本研究整理

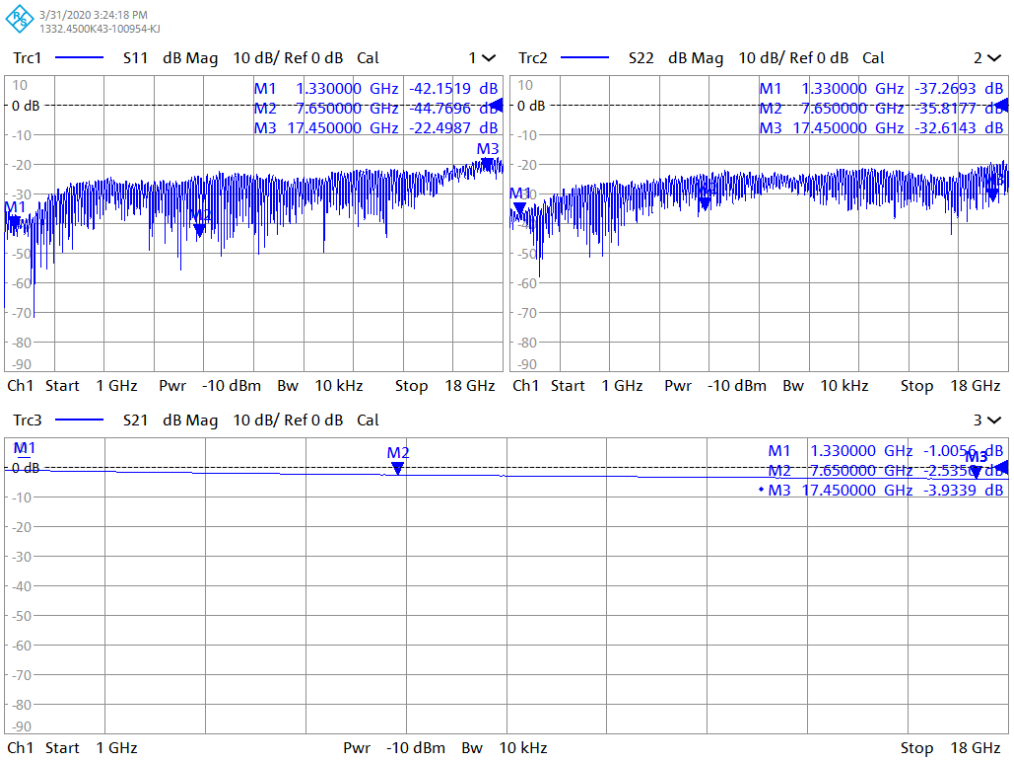


圖 45、同軸纜線 S 參數量測圖

資料來源：本研究整理

表 153、毫米波標準量測天線各項性能參數

STD GAIN HORN, U-PYRAMIDAL	STD GAIN HORN, E-PYRAMIDAL
Frequency: 40-60 GHz	Frequency: 60-90 GHz
Waveguide: WR-19	Waveguide: WR-12
Flange: UG-383/U-M	Flange: UG-387/U
VSWR: 1.10:1 max	VSWR: 1.15:1 max
Midband Gain: 23 dB +/- 0.05 dB	Midband Gain: 24 dB typ.
Horn Shape: Pyramidal	Horn Shape: Pyramidal
Material: Copper, Electroform	Material: Copper, Electroform
Finish: Gold Plated	Finish: Gold Plated

值得注意的是，根據 ET Docket No. 18-70 所豁免之結論，為確保不會對授權操作和其他頻譜使用者造成有害干擾，於此份豁免下對 Google Soli 傳感器的工作週期施加了明確的條件具體如下：

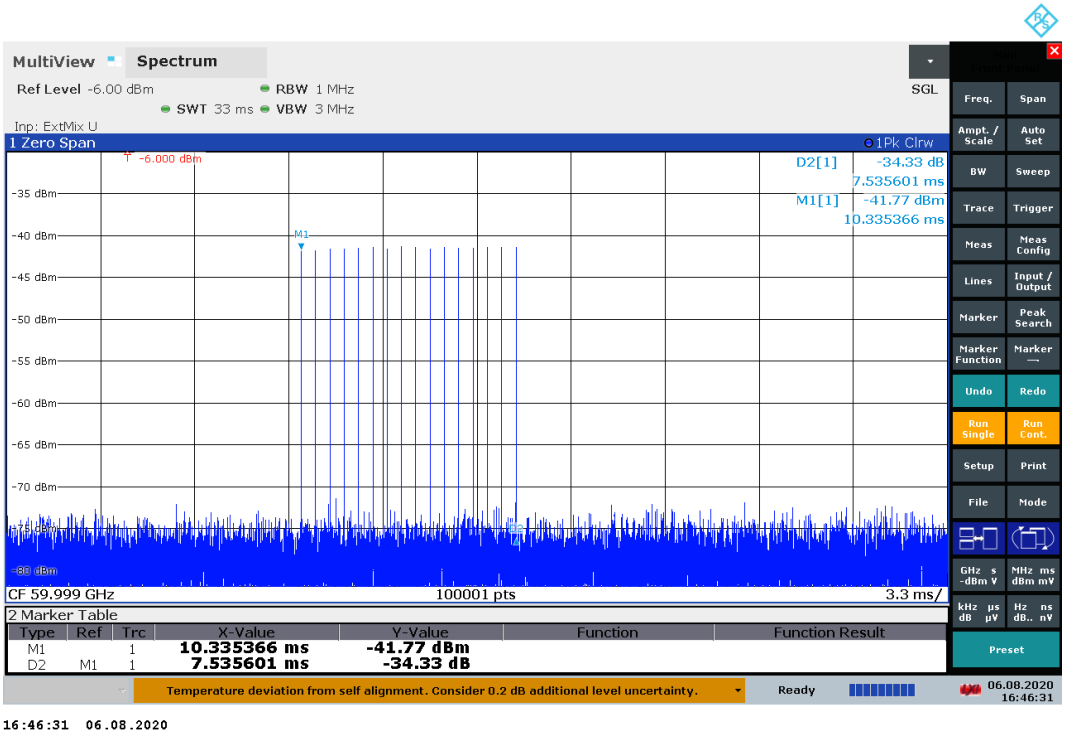
在任何 33 毫秒(ms)的時間間隔內，Google Soli 傳感器的最大發射工作週期(Maximum Transmit Duty Cycle)應為 10%（即在任何 33 ms 的時間段內，Soli 傳感器的傳輸總時間不得超過 3.3 ms）。

本實驗亦透過輻射量測以驗證 Pixel 4 終端設備的工作週期，每任意 33 毫秒（橫軸一格為 3.3 ms，共 10 格）Pixel 4 終端設備的發射波形如圖 46(a)中所示，Pixel 4 終端設備發射波形類似於雷達的脈衝波訊號，一共 16 個脈衝波訊號；如圖 46(b)中所示，每個脈衝波寬度(> 35.61 dB)約 730 (ns) x 2 = 1.46 μs，故任意 33 毫秒之工作週期為：

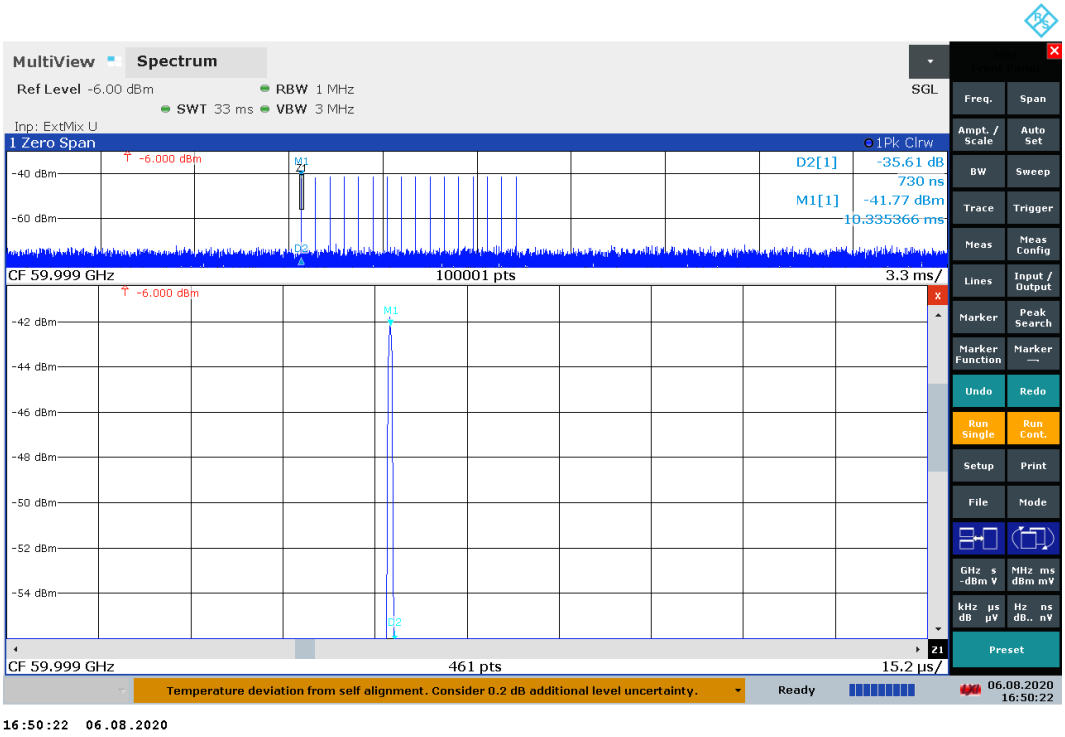
1.46 (μs) x 16 = 23.36 (μs) = 0.02336 (ms)；總工作時間

0.02336 (ms) / 33 (ms) = 0.00070787878 (0.07%)；工作週期

如上述計算，可得知 Pixel 4 終端設備的工作週期遠低於 10%。



(a) Google Pixel 4 工作週期



(b) Google Pixel 4 脈衝訊號

圖 46、互動式感應設備工作週期量測圖

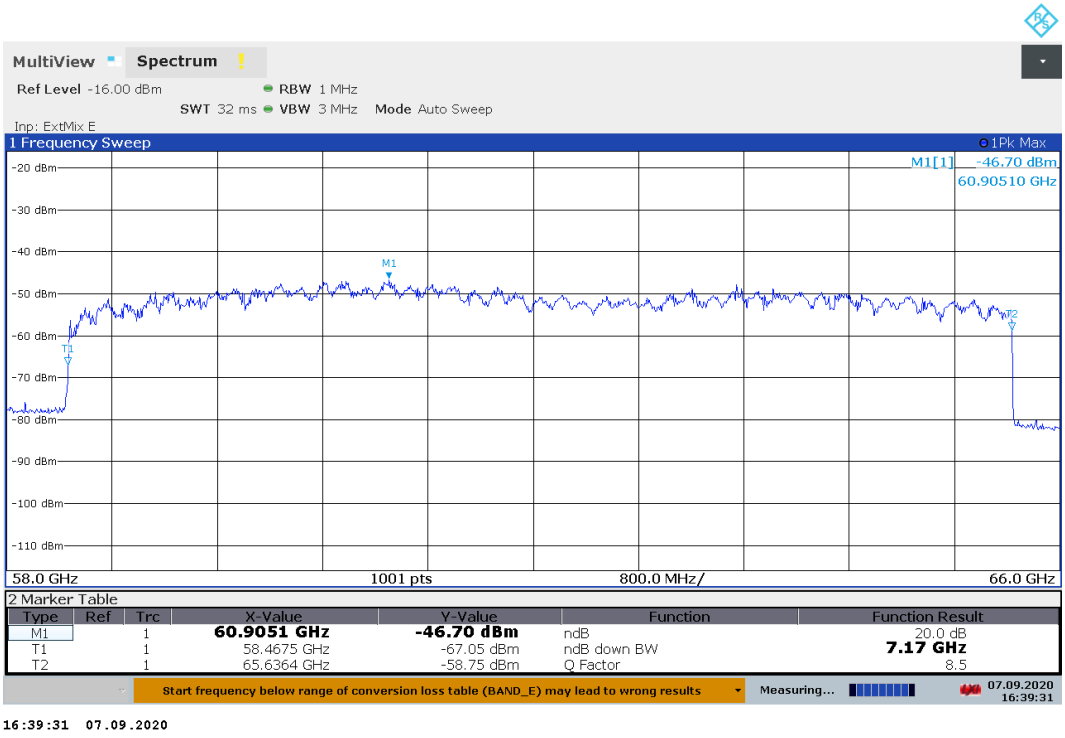
資料來源：本研究整理

國際毫米波 60 GHz 操作頻段與頻道劃分如表 154 中所示，頻道頻寬為 2.16 GHz，另 Pixel 4 終端設備的發射頻寬如圖 47 中所示，其圖 47(a)中 20 dB 頻寬為 7.17 GHz，圖 47(b)中 26 dB 頻寬為 7.18 GHz，涵蓋頻道為 1、2、3 與 4，值得注意的是，依據我國交通部頻段分配表，57 GHz～66 GHz 則可供免執照設備使用，因此 Pixel 4 終端設備的操作頻段落在免執照頻段中，但於 ET Docket No. 18-70 所豁免之結論中，Google 的互動式感應設備所豁免的頻段為 57～64 GHz，本實驗中所量測 Pixel 4 終端設備的操作頻寬最高頻率點則為 65.63 GHz (20 dB Bandwidth) 與 65.64 GHz (26 dB Bandwidth)，未來我國制定互動式感應設備技術規範後，仍要持續關注相關設備的射頻特性。

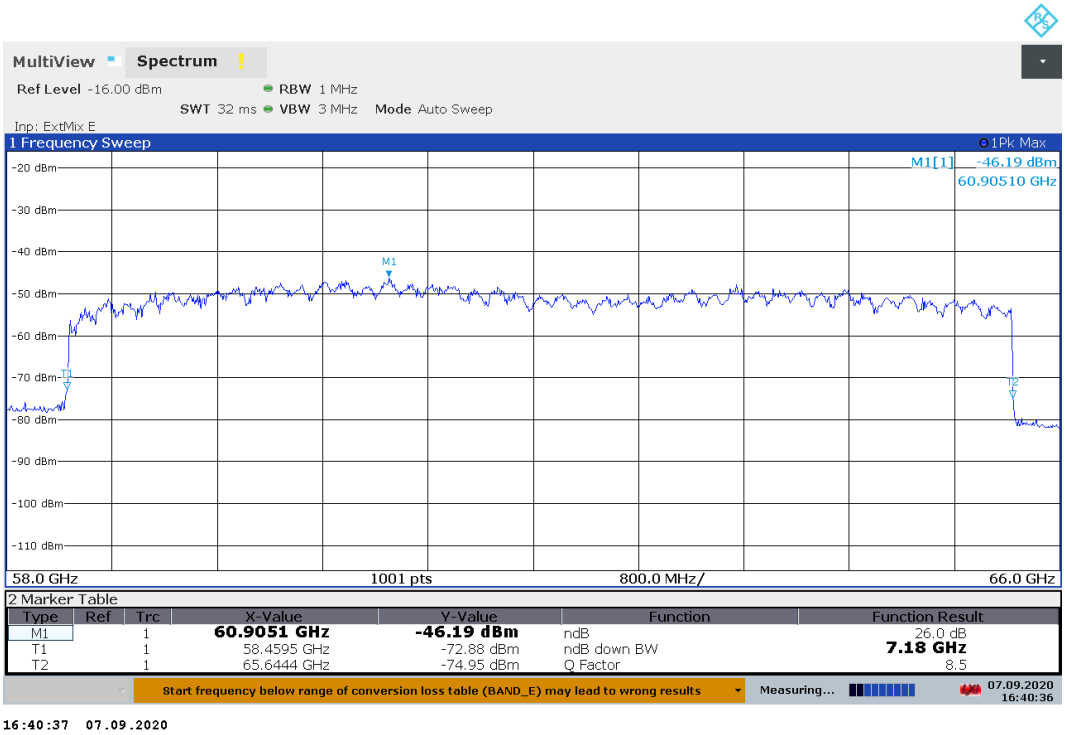
表 154、毫米波 60 GHz 操作頻段與頻道劃分

Channel	Center (GHz)	Min. (GHz)	Max. (GHz)	BW (GHz)
1	58.32	57.24	59.40	2.16
2	60.48	59.40	61.56	
3	62.64	61.56	63.72	
4	64.80	63.72	65.88	
5	66.96	65.88	68.04	
6	69.12	68.04	70.20	

資料來源：Wiki 60 GHz WiGig channels



(a) Google Pixel 4 之 20 dB 發射頻寬



(b) Google Pixel 4 之 26 dB 發射頻寬

圖 47、互動式感應設備發射頻寬

資料來源：本研究整理

Google Pixel 4 終端設備的帶外發射如圖 48 中所示，依據先前計算主波強度方程式如下：

$P_R = P_{Measured} - 24$ dBi (G_R) + 1.0056 dB (L_C) + 19.352 dB (Conversion Loss)

- G_R = 接收天線之增益 (in dBi)
- L_C = 纜線(IF Signal)的訊號損耗 (in dB)
- *Conversion Loss*＝混波器轉換損耗 (in dB)

另傳輸自由空間中傳播路徑損耗(L_P)相關參數如下：

$L_P = 20 \log F + 20 \log D - 27.5$

- F = 輻射電場之中心頻率 (in MHz)
- D = 量測距離 (in meters)

其中 F 為 60 GHz，D 為 1 公尺，可計算傳輸通道損耗為 68.063 dB

Pixel 4 終端設備發射功率(@1M) = $L_P + P_R$

另依據 LP0002（低功率射頻器材技術規範，109 年版）3.6 節，可得知 1 GHz 以上之帶外發射限制值為 500 μV/m (54 dBμV@3M)，並可依據 6.5 節將 3M 限制值（大於等於 30 MHz）換算為 1M 如下：

1M 限制值 = 3M 限制值＋20 log（3/量測距離）

1M 限制值 = 54 dBμV/m＋20 log（3）= 63.542 dBμV/m

上述電場強度(dBμV)可依據 FCC KDB (Guidelines for Compliance Testing of Unlicensed National Information Infrastructure (U-NII) Devices - Part 15, Subpart E)換算為分貝毫瓦(dBm)如下：

E[dBuV/m] = EIRP[dBm] - 20 log(d[meters]) + 104.77

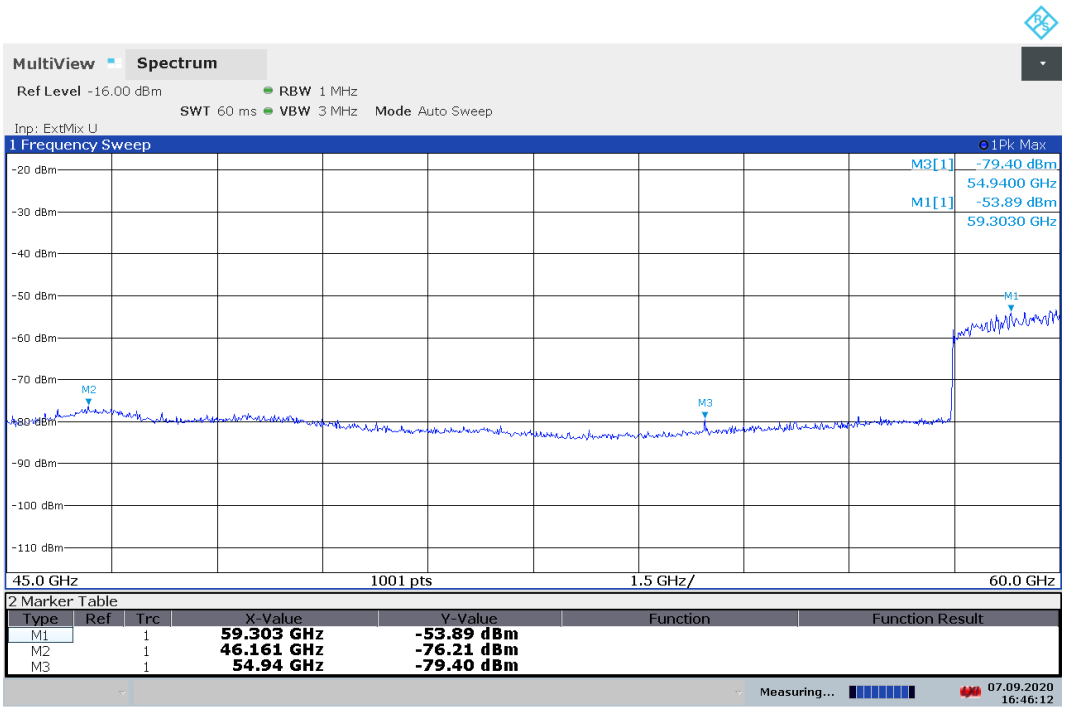
其中 E 為電場強度，d 為量測距離，故可換算得分貝毫瓦如下：

EIRP[dBm] = 63.542 dBμV/m＋20 log(1) - 104.77 = - 41.228 dBm

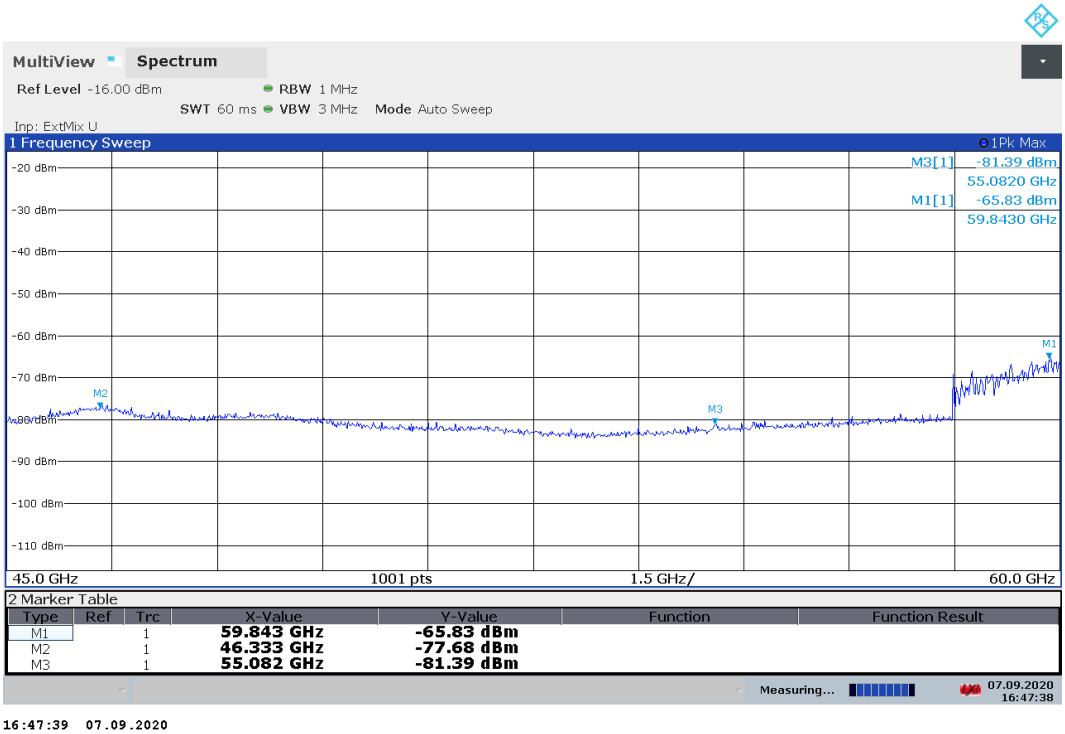
應注意發射限制值為含量測距離 1M，故計算時不需包含傳播路徑損耗(L_P)，可計算 $P_{Measured}$ 如下所示：

- 41.228 dBm（Pixel 4 終端設備最大發射值@1M）= $P_{Measured}$ − 24 dBi (G_R)＋1.0056 dB (L_C)＋19.352 dB (Conversion Loss)

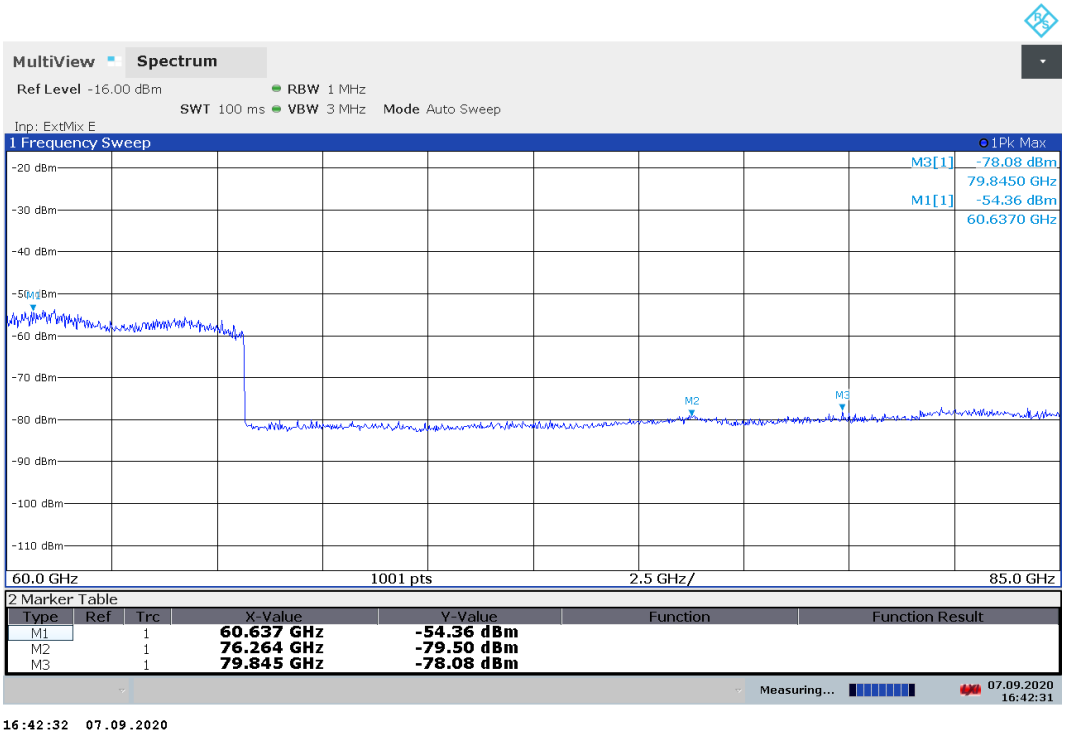
由上式可得 Pixel 4 終端設備的 $P_{Measured}$ 應小於-37.5856 dBm，由圖 48 中可得知，帶外發射水平極化的發射功率大於垂直極化，於 45 GHz～60 GHz（不含 57.24 GHz～60 GHz；主波 CH1、CH2）的帶外發射最大值為-53.89 dBm，於 60 GHz～85 GHz （不含 60 GHz～65.88 GHz；主波 CH3）的帶外發射最大值為-54.36 dBm，均遠低於低功率射頻器材所規範的帶外發射限制值。



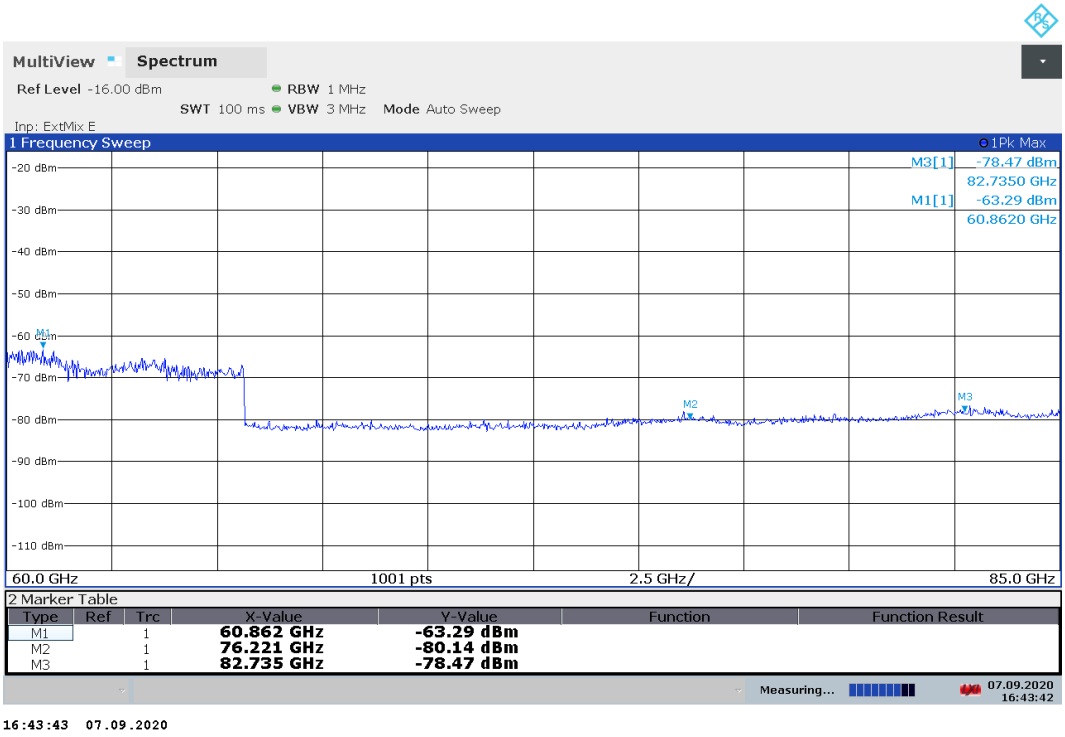
(a) Google Pixel 4 帶外發射之水平極化(45~60 GHz)



(b) Google Pixel 4 帶外發射之垂直極化(45~60 GHz)



(c) Google Pixel 4 帶外發射之水平極化(60~85 GHz)



(d) Google Pixel 4 帶外發射之垂直極化(60~85 GHz)

圖 48、互動式感應設備之帶外發射量測圖

資料來源：本研究整理

表 155、Google Pixel 4、XR 700 (AP)與 MG 360 (Dongle)之發射功率與通道損耗各項參數

設備名稱	最大量測接收功率 ($P_{MEASURED}$)	IF 訊號纜線損耗(L_C)	量測天線增益(G_R)	調整接收功率(P_R)	傳播路徑損耗(L_P)	待測物發射功率	發射限制值
Pixel 4	- 53.95 dBm	1.0056 dB	24 dBi	- 76.94 dBm	68.063 dB	-8.877 dBm	10 dBm (EIRP)
XR700 (AP)	- 46.17 dBm			- 69.16 dBm		- 1.097 dBm	40 dBm (Average)
MG360 (Dongle)	- 49.22 dBm			- 72.21 dBm		- 4.147 dBm	

為研究互動式感應設備於我國現有 60 GHz 頻段設備之干擾程度，其干擾實驗設置如圖 49 中所示，互動式感應設備作為主要干擾源，並設置一段操作於 60 GHz 頻段的 WiFi 鏈路作為被干擾源，該 60 GHz WiFi 鏈路預計由一台 NETGEAR XR700 AD WiFi 智能無線路由器（如圖 50 (a)中所示）以及 Millitronic MG360 WiGig USB 無線網卡（如圖 50 (b)中所示）所建置而成，該鏈路以 iperf 3 軟體進行連結與控制，並將 XR700 無線路由器作為 Server 端，而 MG360 WiGig USB 無線網卡則作為 Client 端，其中 60 GHz WiFi 鏈路所預計使用的頻道如圖 51 (a)中所示，其實驗場域的干擾程度則可由 WiFi 路由器所輸出的錯誤率(Error Rate)進行評估；互動式感應設備將使用 Google Pixel 4 手機作為發射干擾源，如圖 51 (b)中所示，互動式感應設備的雷達波將干擾 60 GHz Wifi 鏈路所發射之訊號，且 Google Pixel 4 手機與 60 GHz Wifi 鏈路之間的距離應會大幅影響錯誤率的變化，該實驗場域的量測設備預計使用 R&S FSW 43 頻譜分析儀，搭配高頻混波器（依其頻段不同如：RPG FS-Z 60、FS-Z 90 等）以及高頻導波管天線組等，進而準確量測

干擾場域的各項輻射特性與參數，該干擾實驗場域預計建置於電信技術中心的 TDK 966 電波暗室中，以期獲得良好的實驗場域隔離度。

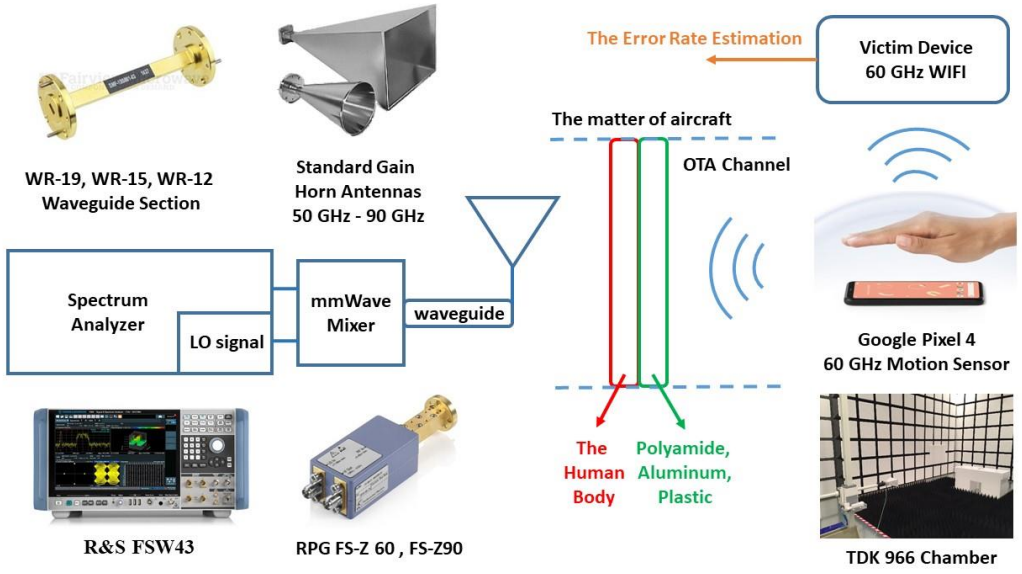


圖 49、互動式感應設備干擾實驗設置圖

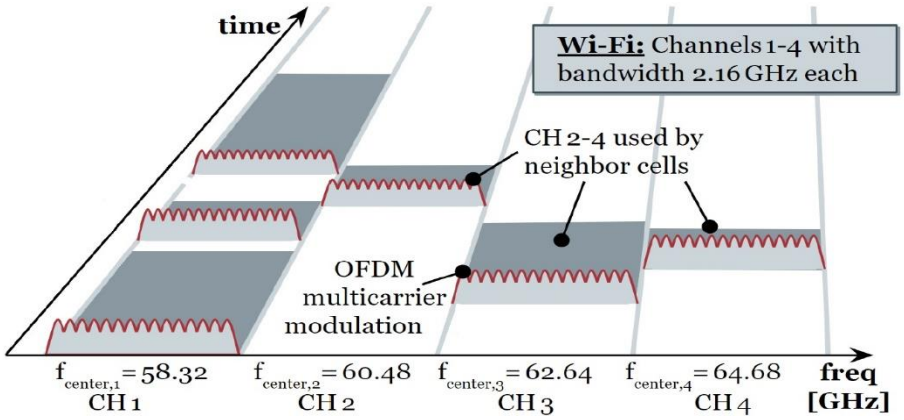
資料來源：本研究整理

(a) NETGEAR XR700 AD WiFi 智能無線路由器

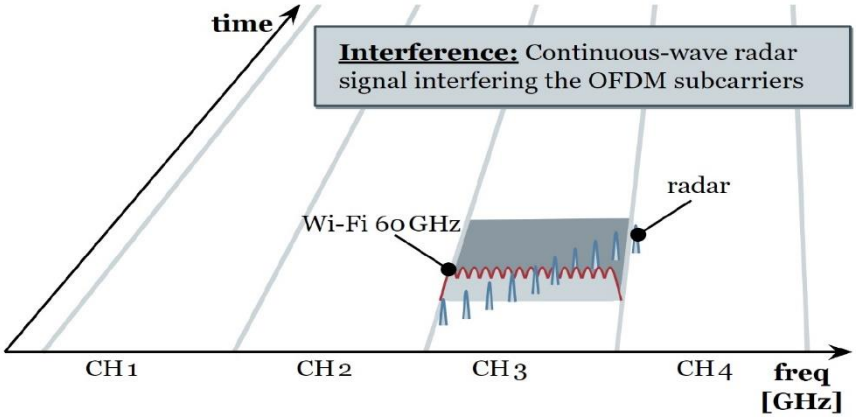
(b) Millitronic MG360 WiGig USB 無線網卡

圖 50、互動式感應設備干擾實驗 60 GHz Wifi 鏈路相關設備

資料來源：NETGEAR、Millitronic



(a) 60 GHz Wifi 鏈路所預計使用之頻道



(b) 雷達波干擾 60 GHz WiFi 鏈路示意圖

圖 51、互動式感應設備干擾 60 GHz WiFi 鏈路示意圖

資料來源：Google

本實驗中我們以 XR700 無線路由器作為伺服器端(Server)，並以一台筆記型電腦連接 XR700 的網路端口，該筆記型電腦可於 cmd 視窗中輸入 iperf3 的伺服器相關指令；此外 MG360 USB 無線網卡連接另一台筆記型電腦作為客戶端(client)，需注意 MG360 USB 無線網卡可選擇 USB 3.0 端口以達到最大傳輸速率。於干擾實驗開始時，首先應將客戶

端連接至 60 GHz 無線網路後，再行執行 iperf3 軟體，值得注意的是，XR700 無線路由器的 60 GHz 頻段天線具高指向性，應將伺服器端與客戶端的 WiFi 鏈路設置於直視性(Line of Sight, LOS)的環境中，且由於 60 GHz 電磁波於自由空間中傳播的衰減極大，應先探討 WiFi 鏈路的傳播最大距離以便進行後續的干擾實驗。

其中 iperf3 的相關指令如表 156 中所示，伺服器端執行 cmd 視窗並輸入-s 監聽客戶端，客戶端則執行 cmd 視窗輸入 iperf3 -R-c 192.168.1.2 -t 60 -u --logfile output.txt，該指令可由伺服器端(192.168.1.2)發送資料時間達 60 秒，並即時記錄連線狀況與量測數據；於本實驗中伺服器端與客戶端的 WiFi 鏈路設置於直視性(Line of Sight, LOS)的環境中，當量測距離達 450 cm 時，因自由空間傳播通道的大幅衰減，導致客戶端無法連接至伺服器，因此干擾實驗的最大量測距離設定為 440 cm；於干擾實驗的使用情境中，由於伺服器端預設為固定式設備且發射功率較大，故主要干擾對象則為客戶端設備，Google Pixel 4 終端設備則設置於客戶端最近距離約 10 公分處，值得注意的是 Google Pixel 4 終端設備放置方式則是直立式放置於桌上，並將發射功率最大處（設備正面）朝向客戶端發射，同時注意無遮蔽直視性的 WiFi 鏈路，其量測數據如表 157 中所示，並由表中可得知當距離逐漸拉長至最遠 440 cm 時，iperf3 所量測到的封包亦無丟失(0%)，詳細數據如表 157 中所示，其干擾程度極低主要原因是 WiFi 傳輸資料前，使用 Ch1(58.32 GHz)先聽後送(Listen Before Talk, LBT)偵測頻譜使用度。

於 2020 年 9 月 29 日當天的干擾實測結果如圖 53 中所示，當天實驗設置如中所示，實地觀看人數約 15 人並圍繞於實驗場地周邊，當天測試三次 60 GHz WiFi 鏈路最遠傳輸距離，結果均於 460 cm 處斷線（較先前實驗多 10 cm）；放置 Pixel 4 終端設備距離於 60 GHz WiFi 客戶端(Dongle) 10 cm 處後進行干擾量測，可由表中得知操作於 380 cm 與 410 cm 處進行 60 GHz WiFi 鏈路傳輸時有 6% (58/961)與 4.3% (41/961)的封包損失，而操作於 420 cm 處時則在第 25 秒後斷線；意謂 Pixel 4 所造成的干擾使 60 GHz WiFi 設備的極限操作距離減少約 40 cm，而在斷線前所造成的干擾約有 4%~6%的封包損失；由於 WiFi 鏈路操作時越接近極限距離就越容易斷線，且環境因素影響連線品質極為劇烈，所造成的影響遠大於 Pixel 4 終端設備的干擾，考慮到低功率射頻器材應能忍受干擾，且上述所短少的 60 GHz WiFi 鏈路極限距離使用者應可相當容易克服（如：調整 Pixel 4 擺放位置或角度，或直接放置於桌上即可），是以未來通傳會可參考本研究所建議互動式感應設備草案之增修訂，並追蹤後續國際技術規範之更新，以及利用後市場稽核等相關辦法維護市場上射頻設備之品質。

表 156、Iperf3 軟體各項指令表

一般選項	
指令碼選項	描述
-p, --port ***n***	伺服器(server)用以監聽(listen)和客戶端(client)用以連接的端口(port)伺服器與客戶端應使用相同端口。預設為 5201。
--cport *n*	指明客戶端端口之選項 (new in iPerf 3.1)
-f, --format ***[kmKM]***	用以表示頻寬量級的格式，可支援的格式包含： 'k' = Kbits/sec 'K' = KBytes/sec 'm' = Mbits/sec 'M' = MBytes/sec 可於 kilo 至 mega 進行自定義選擇
-i, --interval ***n***	可設定週期頻寬(periodic bandwidth)、抖動(jitter)和損耗(loss reports)的回報間隔時間（以秒為單位），若該間隔時間不為零，則每個間隔時間均會製作報告，若為零則不會印出週期性的報告。預設為零。
-F, --file name	**client-side**：由文件讀取並寫入網路，取代使用隨機資料(data)。 **server-side**：由網路讀取並寫入文件，取代丟掉資料。
-A, --affinity ***n/n,m-F***	設置 CPU 關聯（僅限 Linux 和 FreeBSD）。在客戶端和伺服器上，都可以使用此參數的 n 格式（其中 n 是 CPU 編號）設置本地關聯。此外於客戶端可以使用 n，m 格式的參數來覆蓋伺服器對單一測試的關聯性。需注意使用此功能時，一個程序將綁定一個 CPU（而不是包含可能的多個 CPU 的集合）。
-B, --bind ***host***	綁定到主機(host)，這台機器的地址之一。對於客戶端，這將設置輸出介面(outbound interface)。對於服務器，這將設置輸入介面(incoming interface)。此功能僅在具有多個網路介面的多重連線主機(multihomed hosts)上有用。
-V, --verbose	提供更多輸出細節
-J, --json	輸出 JSON 格式
--logfile file	輸出作業紀錄檔案(log file) (new in iPerf 3.1)
--d, --debug	發出除錯(debugging)輸出，主要或僅用於開發人員。
-v, --version	呈現版本資訊和離開

-h, --help	呈現求助概要和離開

伺服器特定選項	
指令碼選項	**描述**
-s, --server	執行 iPerf 程式於伺服器模式(server mode)（該功能僅允許同時連接一個 iperf 連線）
-D, --daemon	執行伺服器於背景模式

客戶端特定選項	
指令碼選項	**描述**
-c, --client ***host***	執行 iPerf 於客戶端模式，可連接 iPerf 伺服器於主機。
--sctp	使用 SCTP 而非 TCP。(Linux, FreeBSD and Solaris). (new in iPerf 3.1)
-u, --udp	使用 UDP 而非 TCP。
-b, --bandwidth ***n[KM]***	設置目標頻寬為 bits/sec（UDP 預設為 1 Mbit/sec，TCP 預設為無限制），若有多重串流(multiple streams)，頻寬限制可各別應用至每一個串流。亦可增加一個數字(a '/' and a number)至頻寬規格符(bandwidth specifier)；稱為突發模式("burst mode")，即使超過了指定的頻寬限制值仍會發送給定的封包而不會暫停。
-t, --time ***n***	傳輸時間（單位為秒）iPerf 通常於時間內工作重複發送 len 字節(***len*** bytes)，預設為 10 秒。
-n, --num ***n[KM]***	傳輸的緩衝區數量，iPerf 通常發送 10 秒，-n 選項將覆蓋此內容，並發送 len 個字節 num 次數，且不管花費多長時間。
-k, --blockcount ***n[KM]***	傳輸的區塊(blocks)封包(packets)數量。.
-l, --length ***n[KM]***	讀取或寫入的緩衝區的長度，iPerf 通過多次寫入 len 個字節的數組來工作。TCP 預設為 128 KB，UDP 預設為 8 KB。
-P, --parallel ***n***	伺服器的同時連接數，預設為 1。
-R, --reverse	反向運行（伺服器發送，客戶端接收）
-w, --window ***n[KM]***	設置 socket 緩衝區大小為指定值，對 TCP 而言為設置窗口大小。
-M, --set-mss ***n***	嘗試設置 TCP 最大分段大小(maximum segment size, MSS)，MSS 通常為 MTU (40 bytes for the TCP/IP header)，對網路而言，MSS 為 1460 bytes (1500 byte MTU)。

-N, --no-delay	設置 TCP 無延遲選項(disabling Nagle's algorithm)，通常僅對交互式應用程序（如：telnet）禁用此功能。
-4, --version4	僅使用於 IPv4。
-6, --version4	僅使用於 IPv6。
-L, --flowlabel ***n***	設置 IPv6 流標籤 (currently only supported on Linux).
-Z, --zerocopy	Use a "zero copy" method of sending data, such as sendfile(2), instead of the usual write(2). This uses much less CPU.
-O, --omit ***n***	省略測試的前 n 秒，以跳過 TCP 緩慢啟動時間。
-T, --title *str*	使用此字符串為每條輸出行添加前綴。
-C, --linux-congestion ***algo***	設置擁塞控制算法(congestion control algorithm) (Linux only for iPerf 3.0, Linux and FreeBSD for iPerf 3.1).

資料來源：本研究整理

表 157、互動式感應設備(Google Pixel 4)距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係

Distance	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total Datagrams
380 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	36.814 ms	0/961 (0%)
400 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	15.697 ms	0/960 (0%)
410 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	29.672 ms	0/961 (0%)
420 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	12.108 ms	0/961 (0%)
430 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	29.348 ms	0/959 (0%)
440 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	29.616 ms	0/961 (0%)
450 cm	Out of Range				

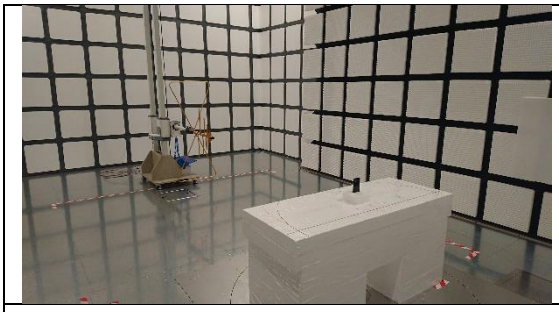
資料來源：本研究整理

表 158、2020 年 9 月 29 日座談會實測互動式感應設備(Google Pixel 4) 距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係

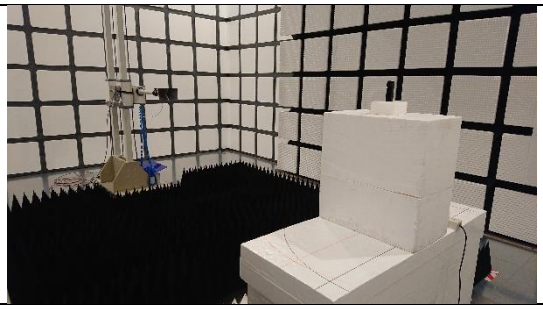
Distance	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total Datagrams
380 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	23.911 ms	58/961 (6%)
400 cm	0.00-60.01 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	38.671 ms	41/961 (4.3%)

410 cm	25 秒後斷線	-	-	-	85/420 (20%)
420 cm	Interference with Pixel 4				
430 cm					
440 cm					
450 cm					
460 cm	Out of Range				

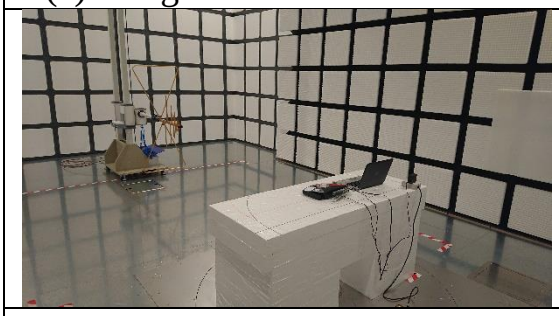
資料來源：本研究整理



(a) Google Pixel 4 below 1 GHz

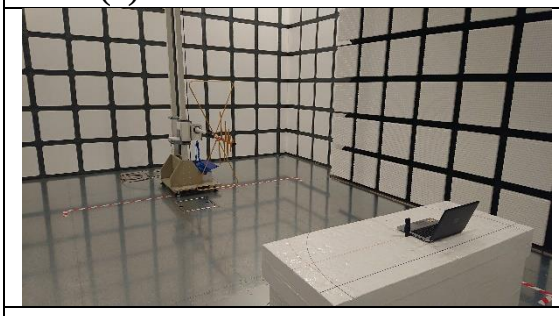


(b) Google Pixel 4 above 1 GHz

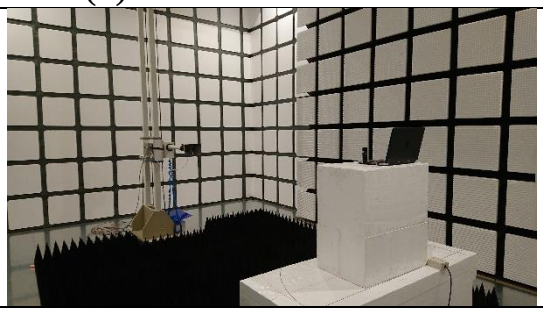


(c) XR 700 below 1 GHz

(d) XR 700 above 1 GHz



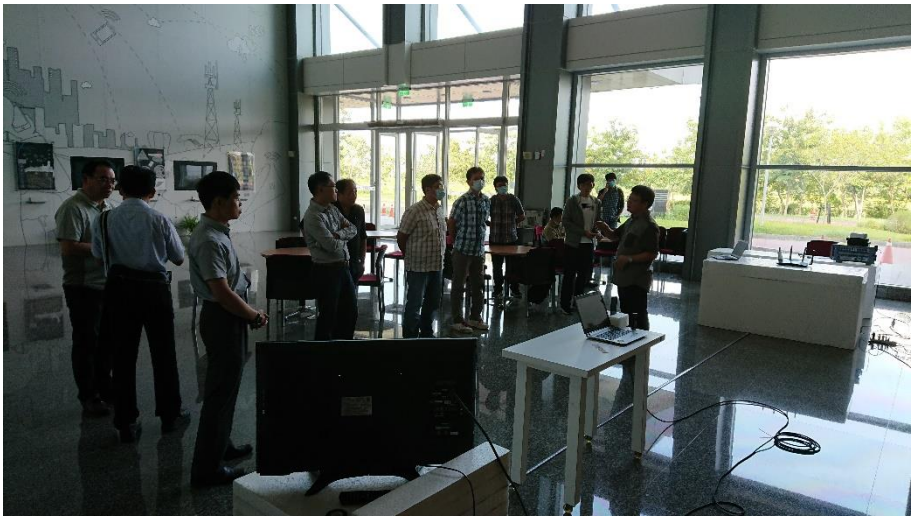
(e) MG 360 below 1 GHz



(f) MG 360 above 1 GHz

圖 52、Google Pixel 4、XR 700 與 MG360 帶外發射量測設置圖

資料來源：本研究整理



(a) 2020 年 9 月 29 日干擾實測活動照片

(b) 2020 年 9 月 29 日座干擾實測活動照片

圖 53、2020 年 9 月 29 日互動式感應設備干擾實測說明會

資料來源：本研究整理

第四節 成果發表會

本次成果發表會業於 109 年 11 月 26 日(星期四)下午 9 時 30 分至下午 12 時 30 分，假台北市杭州南路一段 24 號 2 樓集思交通部國際會議中心 201 會議室辦理完畢。

會議議程如下表：

表 159、成果發表會會議議程

時間	內容	主持人/主講人
9:30-9:50	報到	
9:50-10:00	開場致詞	主席、長官
10:00-10:40	● 國內無線麥克風設備於操作頻段(600 MHz ~ 700 MHz)增修訂說明 ● 互動式感應設備技術規範研析與國內技術規範調適說明	財團法人電信技術中心 蔡奇霖 工程師
10:40-11:20	● 國際一定距離無線充電設備技術規範研析與國內規範增修訂建議 ● 美國Wi-Fi 6E設備技術規範發展與國內規範增修訂建議	財團法人電信技術中心 張簡耀暉 助理研究員
11:20-11:30	中場休息	
11:30-12:30	● 3GPP有關5G專網技術發展與國內行動終端與基地臺設備規範調適說明 ● 國際433MHz頻段SRD設備技術規範研析與國內相關建議 ● 歐盟無線電設備指令(RED)有關個資及電子通訊隱私保護規定	財團法人電信技術中心 周傳凱 副理
12:30	散會	

資料來源：本研究整理

本次成果發表會主要針對本研究案有關國內無線麥克風設備於操作頻段(600 MHz ~ 700 MHz)增修訂說明、互動式感應設備技術規範研析與國內技術規範調適說明、國際一定距離無線充電設備技術規範研析與國內規範增修訂建議、美國 Wi-Fi 6E 設備技術規範發展與國內規範增修訂建議、3GPP 有關 5G 專網技術發展與國內行動終端與基地臺設備規範調適說明、國際 433MHz 頻段 SRD 設備技術規範研析與國內相關建議，以及歐盟無線電設備指令(RED)有關個資及電子通訊隱私保護規定等議題進行成果發表。

第四章　研究重要發現

第一節 5G 專網行動通信終端

5G 大幅整合人際通訊與萬物聯網(IoE)服務，透過網路切片(network slicing)、網路功能虛擬化(NFV)和軟體定義網路(SDN)技術，允許業者將單一物理網路劃分為多個虛擬網路，以因應各種不同異質服務，滿足不同垂直領域的應用需求。3GPP 為滿足 IMT-2020 應用場景及新接取技術需求，陸續將各種不同垂直領域產業之服務與技術要求，整合成為 TS 22.261 技術規範用以定義 5G 系統服務功能與需求，如下圖所示。

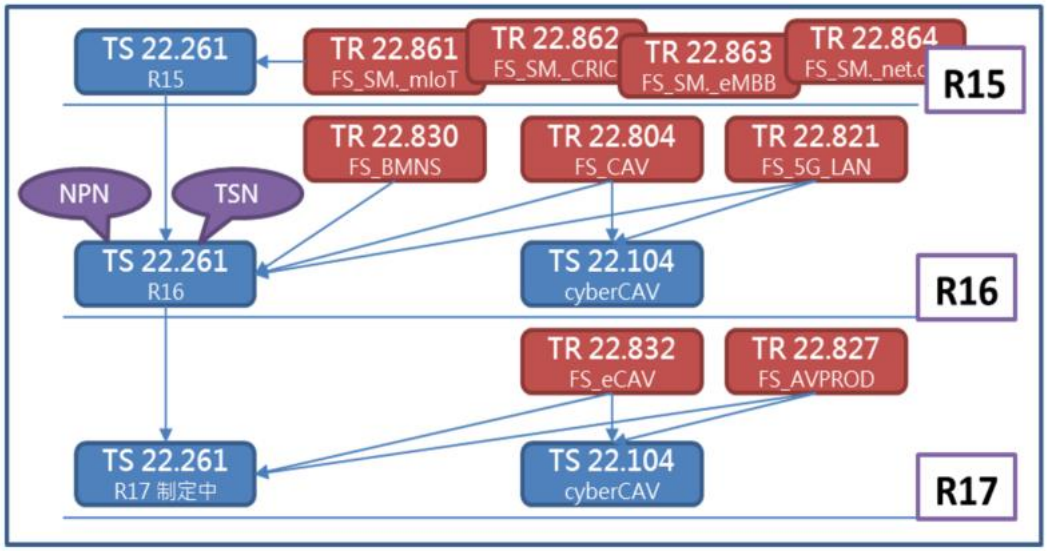


圖 54、3GPP 垂直領域 5G 服務要求

資料來源：本研究整理

TS 22.261 技術規範針對不同服務應用定義相關基本功能及要求，如下圖所示。

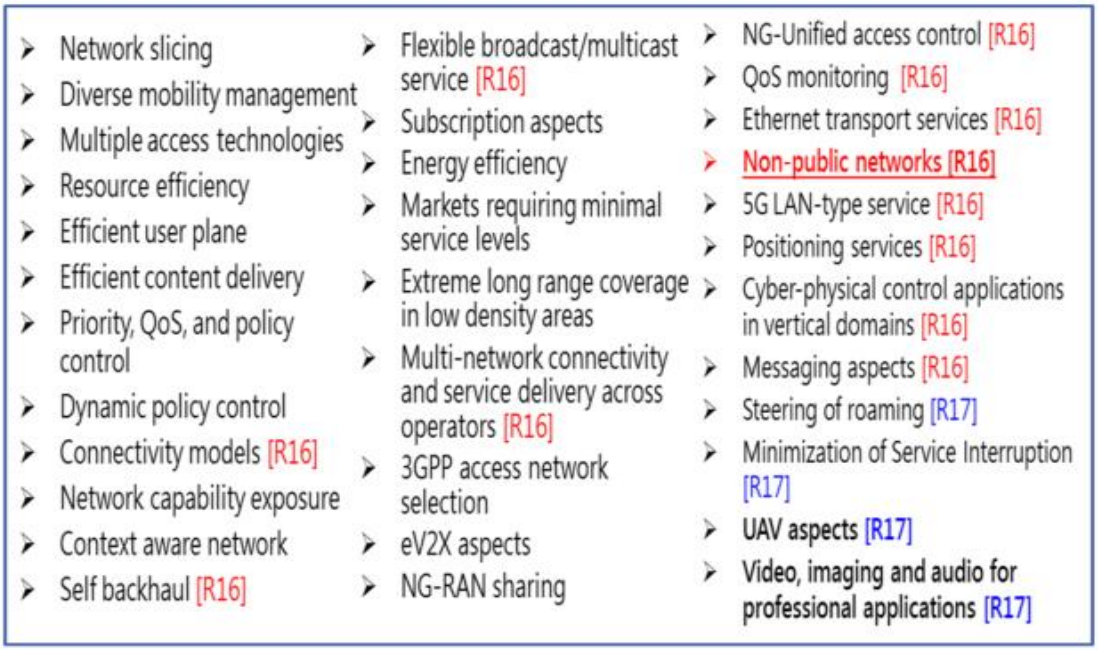


圖 55、3GPP TS 22.261 技術規範定義 5G 系統服務要求

資料來源：本研究整理

其中，TS 22.261 § 6.25.1 定義「非公共網路（NPN）」僅供專用實體(如企業)使用，業者可利用虛擬和實體元件進行各種配置部署。TS 22.261 並定義 NPN 網路在 5G 系統層面的服務和操作要求，包括: 5G 系統應支援 NPN 網路、在特定地理區域內支援 NPN 網路的覆蓋、同時 5G 系統應支持實體和虛擬的 NPN 網路、支援 NPN 網路的獨立運行，以及根據營運商和服務提供商間的協議、營運政策及地區或國家規管要求，5G 系統應支援 NPN 網路用戶: 接取訂閱的 PLMN 服務、無縫服務連續性、緊急服務(emergency services)等。

研究發現國際間對於 5G 專網頻譜規劃和使用指配方式不一，例如: 德國、日本已指配專用頻譜供 5G 垂直場域使用；美國(CBRS)及英國則以頻譜共享方式供企業和公用事業使用；而韓國及中國大陸尚未指配

5G 專網頻段。此外，3GPP 於 2018 年 6 月發布 TR 38.814 V15.0.0《New frequency range for NR (4.4-5.0 GHz)》技術報告，規定 5G NR 新頻率範圍為 4.4 GHz ~5.0GHz，並將頻段編號定義為 n79。該頻段採 TDD 雙工模式，支援頻道頻寬分別為: 40MHz、50MHz、60MHz、80MHz、100MHz 等。同時，3GPP 於 2018 年 6 月規定 FR1 運行之 5G 用戶設備的最低射頻特性和最低性能要求(TS 38.101-1)；並在 2018 年 9 月發布 5G 終端射頻測試標準(TS 38.521-1) 定義 5G NR 用戶設備一致性測試與終端射頻測試方法等。各國 5G 行動終端設備射頻性能主要檢測項目，如下表所示。

表 160、各國 5G 行動終端設備射頻性能主要檢測項目

RF 主要檢測項目				歐盟	美國	日本	韓國	中國大陸	國內
工作頻帶(frequency bands)				V	V	V	V	V	V
TX	最大發射輸出功率(maximum output power);			V	V (§2.1046)	V (天線功率)	V (天線功率)	V	V
	峰值平均功率比(peak-to-average power ratio, PAPR)				V (§96.49)				
	頻率誤差(frequency error)			V	V (§2.1055)	V	V	V	V
	誤差向量幅度(Error Vector Magnitude, EVM)							V	
	發射機最小輸出功率 (Transmitter mini. output power);			V				V	
	佔用頻道頻寬(occupied bandwidth)			V	V(§2.1049)	V	V	V	
	發射頻譜波罩(spectrum emissions mask)			V		V		V	V
	NR、UTRA 相鄰頻道洩漏功率比 (ACLR)			V		V	V	V	V
	無用輻射 (Unwanted Emission); 混附波輻射 (spurious emission)	輻射性	混附波發射	V	V (§2 .1053、§96.41)				
		傳導性	混附波發射	V	V (§2 .1051、§96.41)	V	V	V	V
			帶外不必要發射		V (§2 .1051、§96.41) 頻帶邊緣	V	V		
	調變特性 Modulation Characteristics				V (§2.1033)	V(傳輸交互調變特性)		V(發射互調)	

	傳輸關閉時的功率限值			V			
RX	相鄰頻道選擇性(ACS)	V				V	
	阻塞特性(Blocking characteristics)	V				V	
	雜散反應(Spurious Response)	V				V	
	互調特性(Intermodulation characteristics)	V				V	
	雜散發射(Spurious emissions);	V		V	V	V	
	參考靈敏度水平(Reference sensitivity level)	V				V	

資料來源:本研究整理

研究發現 5G NPN 網路係基於 5G 架構所衍生的網路型態，專網終端或基地臺設備所採用之技術種類，同屬 3GPP 5G NR 公布之技術規格，故 5G 專網終端設備亦須遵循 3GPP 制定之 5G NR 行動終端規格(射頻效能、測試規格等)進行檢測，以確保終端設備品質和及系統端基地臺的互通性。其中，5G 專網行動終端的一致性測試測量程序，係以 3GPP TS 38.521 為主要的射頻特性檢測技術規範。專網基地臺設備則以 3GPP TS 38.141 為主要的射頻特性檢測技術規範。另各國亦爰引 3GPP 制定 5G NR 相關技術要求及定義之檢測規定、檢驗項目、合格標準及測試方法等，調和納入成為國家技術法規標準，確保射頻器材之標準符合性。例如:歐、日、韓、中國大陸及我國均引用 3GPP 5G NR 相關技術規範及定義將其納入國家法規標準，作為製造商產品符合性評估的技術規範。

另觀察目前行政院已規劃 4.8 GHz 至 4.9 GHz 頻段供行動寬頻專網使用，而該頻段同為 3GPP 規範的 5G 系統 NR 頻段編號 79 號(n79)的頻率範圍：4.4GHz ~ 5.0 GHz。由於國內 5G 專網終端設備所採用之技術種類，同為 3GPP 5G NR 公布之技術規格，與國內現行 5G 行動終

端設備檢測之射頻性能規定比較，可以發現在頻道頻寬、發射功率限制及發射頻譜波罩測試誤差等參數上仍有須增修訂之處，如下表所示。

表 161、3GPP 頻段 n79 與國內現行 5G 行動終端設備檢測規定比較

		PLMN 12		3GPP N79
頻段		700MHz(n28)、900MHz(n8)、1800MHz(n3)、2100MHz(n1)、2500MHz(n7)、2600MHz(n41)	2500MHz(n7)、2600MHz (n41)、3500MHz(n78)	4.4GHz-5GHz (n79) 國內專網頻段: 4.8G-4.9GHz
多工屬性		FDD	TDD	TDD
調變方式		π/2-BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM		
頻道頻寬		●n1、n7、n8、n28: 5/10/15/20 MHz ●n3: 5/10/15/20/25/30 MHz ●n41: 10/15/20/**30**/40/50/60/80/90/100 MHz ●n78: 10/15/20/40/50/60/**70**/80/90/100 MHz		●n79: 40/50/60/80/100MHz
發射功率限制	限值	●n1、n3、n7、n8 終端設備: ➢功率等級 3(誤差) : 23dBm (+2+TT/-2-TT) ●n28 終端設備: ➢功率等級 3(誤差) : 23dBm (+2/-2.5) ●n41 終端設備: ➢功率等級 2 : 26dBm (+2+TT/-3-TT) ➢功率等級 3 : 23dBm (+2+TT/-2-TT) ●n78:終端設備: ➢功率等級 2 : 26dBm (+2+TT/-3-TT) ➢功率等級 3 : 23dBm (+2+TT/-3-TT)		●n79:終端設備: ➢功率等級 2 : 26dBm (+2+TT/-3-TT) ➢功率等級 3 : 23dBm (+2+TT/-3-TT)
	測試誤差 (TT)	● BW ≤40MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (0.7 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (1.0 dB) ● 40MHz<BW ≤100MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (1.0 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (1.0 dB)		● BW ≤40MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (1.0 dB) ● 40MHz<BW ≤100MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (1.0 dB)
頻率穩定度		載波頻率應在頻道之主波頻率±0.1 PPM 以內。		
NR_ACLR	限值	終端設備功率等級 2 : 31-TT dBm 終端設備功率等級 3 : 30-TT dBm		
	測試誤差 (TT)	● BW ≤100MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (0.8 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (0.8 dB)		● BW ≤100MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (0.8 dB)
UTRA_ACLR	限值	● $UTRA_{ACLR1}$ 終端設備功率等級 3 : 30-TT dBm ● $UTRA_{ACLR2}$		

		終端設備功率等級 3：36-TT dBm	
	測試誤差	TT = 0.8 dB	
發射頻譜波罩	限值	參照 PLMN12 附表 15、FR1 頻譜波罩規範值	(Ref. 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.2.5-1)
	測試誤差 (TT)	● BW ≤100MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (1.5 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (1.8 dB)	● BW ≤100MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (1.8 dB)
混附發射區域不必要發射		● 9 kHz ≤ f < 150 kHz →Max. level: -36 dBm (解析頻寬 1kHz) ● 150 kHz ≤ f < 30 MHz→ Max. level: -36 dBm (10 kHz) ● 30 MHz ≤ f < 1000 MHz→ Max. level: -36 dBm (100 kHz) ● 1 GHz ≤ f < 12.75 GHz → Max. level: -30 dBm (1 MHz) ● 1 GHz ≤ f < 12.75 GHz → Max. level: -25 dBm (1 MHz)(適用 n41 頻段) ● 12.75GHz≤f<UL 最高工作頻率之 5 倍諧波 → Max. level: -30 dBm (1 MHz) ● 12.75 GHz < f < 26 GHz → Max. level: -30 dBm (1 MHz)	

資料來源:本研究整理

因此，研究團隊建議參照國際規格（ITU 及 3GPP 等）所規定之 RF 技術特性參數及測試方法，將頻段 n79 相應之專網頻率範圍及頻道頻寬要求等，補充增列於現行「行動通信電信終端設備技術規範」及「行動通信基地臺射頻設備技術規範」，據以完備國內行動寬頻終端與基地臺射頻設備審驗規定。相關技術規範草案修訂建議，詳見第五章第一、(一)節說明。

第二節 互動式感應設備

本研究介紹了各國對於互動式感應設備的相關技術規範與量測流程，並詳細說明了各項檢測規定限制值與其他射頻參數，並彙整了 60 GHz 頻段的互動式感應設備、毫米波設備之各國彙整技術規範於初步研究發現章節，並說明主要的差異以及建議通傳會於管理互動式感應設備的未來執行方向。

本研究彙整了前幾章節各國技術規範，並呈現相關參數比較如下表所示，需注意若需詳細技術規範內容仍需參閱上述章節各內容；由下表可得知，美國與日本已經針對互動式感應設備提出專用技術規範，而歐盟目前仍是以非特定短距離傳輸設備為主；值得注意的是歐盟所規範的發射限制值(EIRP)較為寬鬆，而 Google 引用其技術規範請求美國 FCC 豁免後，FCC 同意輸出功率（應小於或等於 10 dBm）和功率密度（應小於或等於 13 dBm/MHz）可以相同比照歐盟，但該設備實際能輻射的電場強度 EIRP 限制值則大幅降低為 13 dBm，其主要原因仍是考慮到互動式感應設備的特殊性以及可能情境下的潛在干擾，如：美國目前僅以 ET Docket No. 18-70 豁免 Google Soli（並未豁免其他廠牌類似之互動式感應設備），並透過規範其設備之工作週期來降低干擾的疑慮，日本於令和 2 年所公布的移動檢測傳感器技術規範主要參考來源為美國，其射頻限制值與美國相同，並納入其他使用限制（如：射頻元件無法被輕易打開等）；中國適用於 60 GHz 互動式感應設備的低功率技術規範則相對較為寬鬆，可注意到該設備使用情境則由生產廠商應聲明該設備正常使用時的極限、環境條件，在該條件下發射功率和頻率容限應滿足本規定的要求，未來仍可關注中國是否會因應互動式感應設備制定其他規定。故建議通傳會將互動式感應設備的工作週期作為重要之參數，並參考美國所豁免之電場強度 EIRP 與其他各項射頻限制值，而由於該新穎設備尚未有完整的干擾研究，未來仍應適時更新互動式感應設備射頻特性之相關射頻內容。

表 162、國際互動式感應設備技術規範之彙整

	美國	歐盟	日本	韓國	中國	台灣
技術規範	FCC 47 CFR §15.255 & ET Docket No. 18-70	REC 70-03 Annex 1 Band n1	修訂《無線電執法條例》一部分的部級條例（內政和通信部條例，第 2 年第 4 號）	可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準[科學技術情報通信部公告 2019 年 12 月 23 日第 2019-105 號，部分修改]	微功率（短距離）無線電設備的技術要求—信部無[2005]423 號」，以及「關於 60 GHz 頻段微功率（短距離）無線電技術應用有關問題的通知信無函[2006]82 號	電信終端設備與低功率射頻器材審驗一致性第 69 次會議紀錄
設備類別	僅適用於 Google Soli	非特定 SRD	移動檢測傳感器	UWB 和未指定的無線設備	60 GHz 無線電設備	互動式感應設備
標準規格	IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices	EN 305 550	TELEC 根據平成總務省通知第 88 號（確定特性的測試方法）於 2020 年 5 月出版的「60 GHz 頻帶移動檢測傳感器專用低功率設備的特性」	無線設備合格評定測試方法 KS X 3123：2019	60 GHz 無線電設備射頻技術要求及測試方法 (YD/T 2722-2014)	IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices
頻段	57 ~ 64 GHz	57~ 64 GHz	57~ 64 GHz	57 ~ 66 GHz	59~ 64 GHz	57 ~ 64 GHz
輸出功率	10 dBm	10 dBm	10 dBm	小於 500 mW（指向性、點對點）、小於 100 mW（全向性）	10 dBm	10 dBm
功率密度	13 dBm/MHz	13 dBm/MHz		13 dBm / MHz		13 dBm/MHz
EIRP	13 dBm	20 dBm	13 dBm	43 dBm（指向性、點對點）、57 dBm（全向性）	47 dBm (Peak) 44 dBm (Average)	13 dBm
不必要發射	40 GHz 以下：請參閱通用限制值 47 CFR § 15.209 - Radiated emission limits; general requirements. 40 ~ 200 GHz：90 pW/cm^2 以下 (-10dBm/MHz RMS e.i.r.p.) 詳細規範見各章節	混附發射： 30 ~1000 MHz：-36 dBm (QP)； 1 ~ 300 GHz：-30 dBm (RMS) 帶外發射： 57 ~ 64 GHz：-20 dBm/MHz； 61 ~ 61.5 GHz：-10 dBm/MHz； 詳細規範見各章節	混附發射： 低於 55.62 GHz & 高於 67.5 GHz：30 dBm (RBW：1MHz) 帶外發射： 55.62 ~ 57 GHz & 64 ~ 67.5 GHz：26 dBm (RBW：1MHz) 詳細規範見各章節	不必要發射： 1 GHz 以下：-36 dBm (RBW：100 kHz)； 1 ~ 40 GHz：-30 dBm (RBW：1 MHz)； 40 GHz 以上：-10 dBm (RBW：1 M Hz) 詳細規範見各章節	混附發射： 1 ~ 40 GHz：-30 dBm；40 ~ 128 GHz：-30 dBm； 帶外發射 (EIRP)： 57 ~ 59 GHz 及 64 ~ 66 GHz：-5 dBm/MHz（有效值） 詳細規範見各章節	混附發射 在 57 GHz～66 GHz 頻段外任何發射之功率密度只能來自混附發射。 低於 40 GHz 的輻射發射應符合 LP0002 3.6 之規定。 介於 40 GHz～200 GHz 之間，距待測物 3 公尺處測量，其混附發射功率密度應小於或等於

						90 皮瓦特/平方公分(pW/cm^2) 詳細規範見 LP0002 3.6 & 4.14
其他	在任何 33 毫秒的時間間隔內，Google Soli 傳感器的最大發射工作週期應為 10%。	若待測物有自動開關機制避免干擾，應詳細記錄測試方法。	天線以外的高頻部分和調變部分無法輕易打開。另外，當高頻部分和調變部分被裝設在不同的外殼裡時，必須有發射機的維護措施使其不易被打開		微功率（短距離）無線電設備的生產廠商應聲明該設備正常使用時的極限、環境條件，在該條件下發射功率和頻率容限應滿足本規定的要求。	在任何 33 毫秒的時間間隔內，互動式感應設備的最大發射工作週期應為 10%。

資料來源：本研究整理

第三節 長距離無線充電

本章節介紹了各國對於無線充電設備的相關技術規範與量測流程，並詳細說明了各項檢測規定限制值，以及其他射頻參數。有關無線充電設備的技術規範、設備類別、標準規格、使用頻段、輻射限值及不必要發射限值等相關參數比較表如下表所示，較詳細之技術規範內容仍需參閱上述章節各內容。

ITU-R 於 2019 年 8 月發布移動可攜式裝置非波束無線充電系統的操作頻率範圍指引（Recommendation ITU-R SM.2129-0），為 WPT 提供操作的導則，ITU 建議主管機關將 100-148.5 kHz 和 6765‑6795 kHz 的頻率範圍或其中一部分，用於移動和可攜式裝置之 WPT 系統，另為減緩 WPT 設備對無線電通信業務的操作產生影響，建議可使用指派給工業、科學和醫療（ISM）的頻段；歐盟規定無線充電設備如果有功率傳輸，並有資料通訊，無論是否工作在相同頻段都需要依照 RED 要求進行認證，射頻標準須根據 ETSI 的 EN 303 417 無線充電傳輸系統的

標準；日本制定無線充電傳輸系統標準（ARIB STD-T113）作為 WPT 的標準，無線充電傳輸系統依頻段須遵守相應的標準，主要包括 400 kHz 頻段、6.78 MHz 頻段及 2.4 GHz 頻段的無線充電傳輸系統標準；韓國 WPT 設備被監管為 ISM 設備，功率超過 50 W 的設備需要使用執照，對於 50 W 以下的設備，則需要遵守弱電場強（weak electric field strength）的法規；中國大陸目前使用短距離設備規則涵蓋所有的 WPT 頻段，另正進行有關 WPT 分類和監管研究工作，考量將 WPT 設備監管為 ISM 設備或短距離設備。

對比我國低功率器材射頻技術規範，建議參考美國開放一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)的使用規則。FCC 以無線充電設備的要求指引(FCC KDB 680106)規範美國的無線充電設備，對於長距離的無線充電採用依特性作事先核准的審核，當通過審核，仍須依相關規範之輻射限值及 RF 暴露要求進行規範。FCC Part 18 允許設備操作於 ISM 頻段，並使用本地 (locally)產生的 RF 能量(Section 18.107(c))，對用戶端設備(client)進行充電，操作時必須在極接近的距離，且 RF 能量不能用於通訊（如：資料、音樂、影像等）。當無線充電設備與 client 設備具有一定距離（長距離）之傳輸，必須符合上述本地 RF 能量之要求(一公尺以內)，因此須取得 FCC 事先核准。同時，該設備必須符合 Part 18 的輻射及不必要發射限制值，且須通過 RF 暴露評估，才可進行授權許可。

國際無線充電設備技術規範之彙整如下表：

表 163、國際無線充電設備技術規範之彙整

	美國	歐盟	日本	韓國	中國大陸	台灣
技術規範	KDB 680106 FCC 47 CFR §15 & §18	EN 303 417 EN 55011	ARIB STD-T113	Radio Waves Act weak electric field strength	微功率短距離無線電發射設備目錄和技術要求	低功率射頻器材技術規範
設備類別	Unlicensed Wireless Devices	Wireless Power Transfer	Wireless Power Transfer	ISM 設備	ISM 設備 短距離設備	低功率射頻器材
頻段	符合各頻段規定，且避免禁用頻段，通常可用於 9 kHz 以上 Part15 規定的頻段。 符合各頻段規定，且避免禁用頻段，通常可用於 Part18 規定的 ISM 頻段。	19-300 kHz 6.765-6.795 MHz	400 kHz 6.765-6.795 MHz 2497-2499MHz	100-205 kHz 6.765-6.795 MHz	9-190 kHz 6.675-6.795 MHz	避免禁用頻段，通常可用於 9 kHz 以上低功率射頻器材技術規範規定的頻段。
輻射限值	依使用頻率的不同，Part15 輻射限值從 2400/頻率(kHz) 至 500 uV/m。 Part18 沒有輻射限值 (詳細資訊請參考美國章節)	依使用頻率的不同，輻射限值從 -5 至 72 dBμA/m。(詳細資訊請參考歐盟章節)	6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz 44 dBμA/m 6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz 64 dBμA/m 2497-2499MHz 283mV/m	100-205 kHz 500 uV/m 6.765-6.795 MHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m	9-190 kHz 72dBμA/m 6.675-6.795 MHz 42dBμA/m	0.009 ≤ f(MHz) ≤ 0.490，電場強度 2400/f(kHz)(μV/m) 0.490 < f(MHz) ≤ 1.705，電場強度 24000/f(kHz)(μV/m) 1.705 < f(MHz) < 30，電場強度 30(μV/m) 30 ≤ f(MHz) ≤ 88，電場強度 100(μV/m) 88 < f(MHz) ≤ 216，電場強度 150(μV/m) 216 < f(MHz) ≤ 960，電場強度 200(μV/m) 960 < f(MHz)，電場強度 500(μV/m)
不必要發射	Part15 不必要發射限值皆不得大於主波發射強度。Part18 不必要發射限值從 25xSQRT（功率/500）至 25 uV/m。(詳細資訊請參考美國章節)	9 kHz ≤ f < 10 MHz，27 dBμA/m at 9 kHz descending 10 dB/dec 10 MHz ≤ f < 30 MHz，-3.5 dBμA/m 詳細規範見各章節	6.765-6.795 MHz： 6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz 44 dBμA/m 6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz 64 dBμA/m	100-205 kHz： 應小於或等於 500 uV/m 6.765-6.795 MHz： 9-150 kHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m (RBW：200Hz)	9-150 kHz 27dBμA/m (RBW：200Hz) 150-10000 kHz 27dBμA/m (RBW：9kHz) 詳細規範見各章節	0.009 ≤ f(MHz) ≤ 0.490，電場強度 2400/f(kHz)(μV/m) 0.490 < f(MHz) ≤ 1.705，電場強度

			2497-2499MHz：應小於或等於283mV/m 詳細規範見各章節	150-10000 kHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m (RBW：9kHz) 詳細規範見各章節		24000/f(kHz)(μV/m) 1.705 < f(MHz) < 30，電場強度30(μV/m) 30 ≤ f(MHz) ≤ 88，電場強度100(μV/m) 88 < f(MHz) ≤ 216，電場強度150(μV/m) 216 < f(MHz) ≤ 960，電場強度200(μV/m) 960 < f(MHz)，電場強度500(μV/m)
其他				使用頻率範圍100-205 kHz 的WPT 設備，使用感應技術的商用產品。 使用頻率範圍6765-6795 kHz 的 WPT 設備，考慮使用共振技術的產品。		

資料來源：本研究整理

第四節 無線麥克風設備

本研究介紹了各國對於無線麥克風的相關技術規範與量測流程，並詳細說明了各項檢測規定限制值與其他射頻參數，且彙整了 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風各國彙整技術規範於初步研究發現章節，並說明主要的差異以及建議通傳會於管理無線麥克風設備的未來執行方向。

依據本計畫麥克風設備技術規範章節中所討論之內容，將操作於 400 ~ 700 MHz 頻段的無線麥克風各國彙整技術規範彙整於表 164；值得注意的是，美國的無線麥克風設備於 700 MHz 頻段禁止使用，因此美國並無鄰近 700 MHz 的無線麥克風操作頻段；由表中可得知，若該

國有無線麥克風射頻使用執照管理規則，則持有執照的無線麥克風可發射相對較大的功率，如美國持有執照的無線麥克風於 470～608 MHz 頻段可發射 250 mW，日本持有執照的無線麥克風於 700 MHz ~ 714 MHz 頻段可發射 50 mW 等；免執照則相對發射功率較低，如美國免執照的無線麥克風於 470 ~ 608 MHz 頻段可發射 50 mW，歐盟（歐盟應以境內各國家為主）免執照的無線麥克風於 470 ~ 694 MHz 頻段可發射 50 mW 等；而考慮到我國無線麥克風設備均為免執照使用，且並無劃分無線麥克風設備的專屬頻段，建議通傳會可參考各國免執照無線麥克風的發射功率，並考量我國現今頻譜劃分之現況，而採用較嚴格之技術規範與標準。

表 164、操作於 400～700 MHz 頻段的無線麥克風各國彙整技術規範

	美國	歐盟	日本	韓國	中國	台灣
技術規範	持有執照麥克風： Part 74 Subpart H 74.779-74.882 免執照麥克風： 47 CFR Part 15 Subpart C 15.236	ECC ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))	ARIB STD-T112 (Specified Radio Microphone for Land Mobile Radio Station)、無線設備規則第 49 之 16 條	其他業務的無線設施技術標準第十四條、免執照的無線電台的無線電設備技術標準第七條	微功率（短距離）無線電設備的技術要求－信部無[2005]423 號	低功率射頻器材技術規範 (LP0002)
設備類別	低功率輔助無線電臺 (Low Power Auxiliary Stations, LPAS)	PMSE (Program Making and Special Events Applications)	無線麥克風	無線麥克風	無線傳聲器	無線麥克風
標準規格	ETSI EN 300 422-1	ETSI EN 300 422-1	平成總務省通知第 88 號（確定特性的測試方法）附表 7《認證規則》第 2 條第 2 款第 1 項第 12 項	Standard KS X 3123 Conformity assessment test methods for radio equipment	ETSI EN 300 422-1	ETSI EN 300 422-1
發射功率與操作頻段	持有執照麥克風： 470～608 MHz：250 mW；653-657 MHz (duplex gap)：20 mW 免執照麥克風：	470～694 MHz：50 mW(e.r.p)； 694～790 MHz：20 mW(e.r.p)； 694～790 MHz：80 mW(e.r.p)；	TVWS 頻段：470 MHz ~ 700 MHz：10 mW。 特定無線麥克風的專屬頻段：700 MHz ~ 714 MHz：50 mW。	其他業務： 類比麥克風： 470～698 MHz 頻段： 250 mW (e.r.p) 數位麥克風：	470～510 MHz、630～787 MHz：50 mW(e.r.p)	510～530 MHz：50 mW(e.r.p) 748～758 MHz：10 mW(e.r.p)

	470～608 MHz：50 mW；614-616 MHz (guard band)：20 mW；657-663 MHz (duplex gap)：20 mW 詳細請見表 120	詳細請見表 107	詳細請見表 121、表 122、表 123	470～698 MHz 頻段： 250 mW (e.r.p) 免執照麥克風：10 mW 以下 (e.r.p)。 詳細請見表 128		
不必要發射	請參閱通用限制值 47 CFR § 15.209 操作狀態： < 1 GHz：250 nW > 1 GHz：1 uW 待機狀態： < 1 GHz：2 nW > 1 GHz：20 uW 詳細請見表 114 類比與數位發射遮罩詳細請見表 112、表 113	操作狀態： < 1 GHz：250 nW > 1 GHz：1 uW 待機狀態： < 1 GHz：2 nW > 1 GHz：20 uW 詳細請見表 114 類比與數位發射遮罩詳細請見表 112、表 113	帶外發射： 自中心頻率周圍 2.5 倍的佔用頻寬其帶外發射限制值：2.5 uW 或更低 混附發射： 4 nW 或更低 詳細混附發射頻段請見表 124	不必要發射： < 1 GHz：-36 dBm > 1 GHz：-30 dBm 待機二次發射： < 1 GHz：-57 dBm > 1 GHz：-47 dBm 詳細請見表 126、表 127	操作狀態： < 1 GHz：250 nW > 1 GHz：1 uW 待機狀態： < 1 GHz：2 nW > 1 GHz：20 uW 詳細請見表 114 類比與數位發射遮罩詳細請見表 112、表 113	操作狀態： < 1 GHz：250 nW 以下； > 1 GHz：1 uW 以下； 待機狀態： < 1 GHz：2 nW 以下； > 1 GHz：20 nW 以下； 詳細請見低功率射頻器材技術規範 3.6 & 5.6
其他						

資料來源：本研究整理

第五節 433MHz 頻段

因應 5G 世代來臨所興起之物聯網產業及各種智慧應用，將有多種類之複合性電信管制射頻器材，各國無線遙控器技術已成熟穩定，並具短距離傳輸及發射功率低之特性，且操作於免執照頻段，觀察各國技術規範與測試程序之情況。各國規管相關條件，如傳輸時間限制以及防干擾機制如表 165 所示。

國際間針對傳輸時間限制各國對於手動以及自動發射限制應檢測規定內所限制時間，且持續發射暫停時間有確切的定義；針對防干擾機制歐盟、日本、韓國及中國大陸有明確定義。值得注意的是，中國於 2019 年 11 月低功率短距離無線電發射設備與技術要求相關公告中，因應 433MHz 頻段設備有可能出現的干擾，針對通用無線遙控設備新增相關規定，該設備使用時，若使用頻率、當地聲音與電視廣播電臺頻率

相同時，不得在當地使用；若對當地聲音、電視廣播接收產生干擾時應立即停止使用，待消除干擾或調整到無干擾頻率後才能重新使用之防干擾機制。

表 165、國際 433MHz 頻段技術規範比較分析表

	美國	歐盟	日本	韓國	中國	台灣
技術規範	FCC 47 CFR §15.231	EN 300220-1 & EN 300220-2	315MHz 低功率無線標準規範之規定為 STD-T93	可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準[科學技術情報通信部公告 2019 年 12 月 23 日第 2019-105 號，部分修改]	微功率（短距離）無線電設備的技術要求－信部無[2019]452 號」	低功率射頻器材技術規範(LP0002)
頻段及設備類別	40.66MHz 至 40.70MHz 及大於 70MHz (間歇性與週期性發射之器材、用於傳送控制訊號者)	433,050MHz 至 434,790MHz (非特定短距離設備類型)	312 MHz - 315.25MHz(用於量測、控制以及數據傳輸設備) 433.67-434.17MHz (用於無線電波國際物流)	433.795 至 434.045MHz (僅限用於汽車輪胎壓力警告裝置、車輛開啟關閉以及停放裝置)	314-316MHz、430-432MHz 及 433.05-434.79MHz (各類民用設備的無線控制裝置)	40.66MHz 至 40.70MHz 及大於 70MHz（間歇性與週期性發射之器材、用於傳送控制訊號者）
標準規格	IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices	EN 300220-1 & EN 300220-2	TELEC 根據平成總務省通知第 42 號（特定低功率無線電臺用於數據傳輸遙控測試方法）	無線設備合格評定測試方法 KS X 3123：2019	EN 300220-1 & EN 300220-2	IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices
輻射功率	3750-12500 uV/m	10mW(E.R.P.)，duty cycle 10% 1mW，工作週期沒限制	25μW(E.I.R.P.)	3mW(E.R.P.)	10mW(E.R.P.)	3750-12500 uV/m
不必要發射	260-470MHz：200 uV/m 詳細規範見各章節	混附發射：47MHz to 74MHz 、87,5MHz to 118MHz、174MHz to 230MHz、470MHz to 790MHz：-54dBm；Other frequencies below 1 000 MHz：-36dBm	混附發射：低於 1 GHz：250nW 大於 1 GHz：1μW 詳細規範見各章節	在低於 1kHz 時，允許頻段以外混附區域不必要發射應為-36dBm/100 或更低，在高於 1kHz 時應為 -30dBm/1MHz 或更低 詳細規範見各章節	混附發射：47MHz to 74MHz 87,5MHz to 118MHz 174MHz to 230MHz 470MHz to 790MHz：-54dBm ；Other frequencies below 1 000 MHz：-36dBm Frequencies above 1 000 MHz：-30dBm	260-470MHz：200 uV/m 詳細規範見各章節

		Frequencies above 1 000 MHz：-30dBm 詳細規範見各章節			詳細規範見各章節	
傳輸時間限制	如為手動發射器材者須有一開關，按下並釋放此開關後5秒內應自動停止發射 器材具自動發射者，每次發射時間應少於5秒不得使用預設固定間隔(regular predetermined interval)之週期性傳輸。但用於保全(security)或安全(safety)業務之輪詢(polling)或監督(supervision)訊號者，每一器材每小時傳輸期間總和應小於或等於2秒，不限次數傳輸	發送機的最小關閉時間定義為特定發送機在傳輸或通訊之後應保持關閉的週期 發送機的最小關閉時間之限制值應大於100ms。設備供應商應在測試報告中宣告發送機的最小關閉時間	在無線電波發射後下一個指定傳輸時間內停止無線電波發射，並且僅在經過傳輸暫停時間之後才恢復後續的傳輸或自動將傳輸時間限制在下一個指定時間內傳輸，除非通訊結束後經過傳輸暫停時間，否則不會恢復通訊	除非在無線電波開始發射後40秒內停止發射且經過1秒時間，否則不能再發送 訊號控制頻率的傳輸實限制應在無線電波發射開始後0.2秒內	自動控制裝置，使週期性運作無線遙控設備電波發射持續時間不超過1秒非週期性運作的設備每次電波發射持續時間不超過5秒	如為手動發射器材者須有一開關，按下並釋放此開關後5秒內應自動停止發射 器材具自動發射者，每次發射時間應少於5秒不得使用預設固定間隔(regular predetermined interval)之週期性傳輸。但用於保全(security)或安全(safety)業務之輪詢(polling)或監督(supervision)訊號者，每一器材每小時傳輸期間總和應小於或等於2秒，不限次數傳輸
防干擾機制		自適應頻率靈活性是無線電發送機用來避免在已佔用頻道中進行傳輸的技術以避免造成干擾	控制器特性：防干擾功能主要為無線電設備主要用於同一場所，並具有自動發送或接收識別碼之功能	在手動操作下：停車裝置應具有在無線電干擾情況下停止停車裝置功能	對當地聲音、電視廣播電臺接收產生干擾時，應立即停止使用，等待消除干擾或調整到無干擾頻段率後可重新使用	

資料來源：本研究整理

第六節 Wi-Fi 6E

美國 FCC 於 2020 年 4 月 23 日通過 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz）使用規則草案，以免執照方式釋出 1200MHz 頻寬供 Wi-Fi 6E，以及其他免執照設備使用，並保護該頻段內原既有業務執照業者之使用，促進免執照設備於此頻段中蓬勃發展。6GHz 頻段目前主要由公用事業、公

共安全以及無線後置迴路等服務以微波鏈路方式提供服務。藉由設置保護既有執照服務之規範，將可讓免執照設備與既有執照服務共享該頻段。

FCC 本次通過之報告與命令（Report and Order）規範，允許免執照設備在室內低功率運作情況下，使用 1200MHz 頻寬，如為標準功率之免執照設備，則可使用 850MHz 頻寬。透過自 AFC 系統將可避免標準功率設備運作於可能導致既有服務干擾之區域。室內低功率與標準功率將因設備分類與使用情況，其功率限制值、最大功率頻譜密度等會有所不同，詳如下表所示。

表 166、Wi-Fi 6E 使用頻段與功率限制值

設備分類	運作頻段 (註 4)	最大 EIRP (註 5)	最大功率頻譜密度(power spectral density) EIRP
標準功率接取點和固定用戶端設備 (需使用 AFC 系統) (註 1)	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875 GHz)	36 dBm	23 dBm/MHz
用戶端設備使用標準功率接取點 (註 2)		30 dBm	17 dBm/MHz
室內接取點與其從屬設備 (註 3)	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-6 (6.425-6.525 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875	30 dBm	5 dBm/MHz
用戶端設備使用室內接取點		24 dBm	-1 dBm/MHz

	GHz) U-NII-8 (6.875-7.125 GHz)		

註 1：對於室外設備，任何高於地平線 30 度仰角的最大 EIRP 不得超過 125 mW（21 dBm）。

註 2：設備的功率必須低於其連結之標準功率接取點所授權發射功率的 6 dB 以下。

註 3：必須使用永久連接的整合天線。

註 4：設備在 5.925 至 7.125 GHz 頻段內的最大發射頻寬為 320 MHz。

註 5：帶外發射之 EIRP 應小於或等於 -27 dBm/MHz。

資料來源：FCC

雖然允許更高功率可以鼓勵在農村和其他地區提供額外的服務，但同時也增加對頻段內既有用戶產生有害干擾的可能性。因此，FCC 目前採取的是保守作法，不允許標準功率接取點的功率值大於 36 dBm。

AFC 系統必須從 FCC 資料庫中取得有關 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段內受保護服務的資訊，並根據該資訊中指定的保護標準 (protection criteria)，使用該資訊來確定標準功率接取點和固定用戶端設備的可用頻率。AFC 系統必須在註冊過程中使用標準功率接取點和固定用戶端設備所提供的資訊，以確定其所在位置的可用頻率和每個頻率範圍內的最大允許功率，所有決定與分配必須以非歧視的方式進行。

在授權接取點開始運作之前，AFC 系統必須驗證任何尋求接取其服務的標準功率接取點和固定用戶端設備的 FCC 標識（FCC ID）之有效性。必須從 FCC 的設備授權系統取得具有有效 FCC ID 的列表，以及這些設備的 FCC ID。

針對 U-NII-5 和 U-NII-8 頻段以外的發射限值，即在低於 U-NII-5 頻段底部（5.925 GHz），且高於 U-NII- 8 頻段頂部（7.125 GHz），FCC 將對所有免執照設備採用通知中建議的 -27 dBm/MHz 限制，但對於子

頻段之間，即 U-NII-5 和 U-NII-6、U-NII-6 和 U-NII-7，以及 U-NII-7 和 U-NII-8 頻段之間的設備，將不會進行限制。

英國 Ofcom 考量 Wi-Fi 頻譜的需求，於 2020 年 7 月 24 日公布決定包括 Wi-Fi 6E 在內的無線區域網路(Radio Local Area Network, RLAN)，將可以使用較低的 6 GHz 頻段（5.925-6.425 GHz）[182]。在室內使用時最大 EIRP 為 250mW，在室外使用時最大 EIRP 為 25mW。RLAN 原則不允許在飛機上使用，只有 RLAN 與設備的連接在同一飛機內的情況下才可在該飛機上使用。

韓國科學技術情報通信部於 2020 年 10 月 15 日公布開放 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz）供 Wi-Fi 6E 使用[183]。在室內可以使用 5.925-7.125 GHz 頻段共 1200 MHz 頻寬，最大 EIRP 為 250mW；在室外可以使用 5.925-6.425 GHz 頻段，最大 EIRP 為 25mW，不可用於無人機，且汽車產業僅可使用 6.085-6.425 GHz 頻段。[184]

第七節 歐盟 RED 設備個資與電子通訊隱私保護規定及資安要求

歐盟為因應新立法框架（NLF）對產品在市場能有效安全運行並符合要求，歐盟委員會官方公報(OJEU)於 2014 年 5 月 22 日公布新《無線電設備指令(RED); 2014/53/EU》規範歐盟無線產品設備。歐盟 RED

---

[182] Ofcom (2020), Improving spectrum access for Wi-Fi, available at: https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0036/198927/6ghz-statement.pdf#page=16&zoom=100,92,114

[183] Korea Ministry of Science and ICT (2020), 과기정통부, 6 기가헤르츠(㎓) 대역을 광대역 비면허 주파수로 공급, available at: https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=_policycom2&artId=3140715

[184] Bureau Veritas (2020), GLOBAL MARKET ACCESS NEWS UPDATE, available at: https://ee.bureauveritas.com.tw/BVInternet/News/1514;mainIDX=1514

適用於有意發射(intentionally emit) 和接收頻率低於 3000 GHz 的無線電波的所有電氣和電子設備；指令要求投入歐洲市場的無線設備，須符合「基本要求（Essential Requirements）」與「協調標準（Harmonised Standard）」，並貼上 CE 標誌後，使得投入歐盟市場販售使用。製造商須藉由 ETSI 的 EN 協調標準證明設備符合 RED 基本要求，並進行風險分析與記錄。

歐盟 RED 指令要求無線設備須健康安全、符合 EMC 及有效利用無線頻譜，避免有害干擾外，並對網路資安、互操作性、緊急接取及產品安全等，透過相關授權行為(delegated act)補充增訂相關要求，如下圖所示。

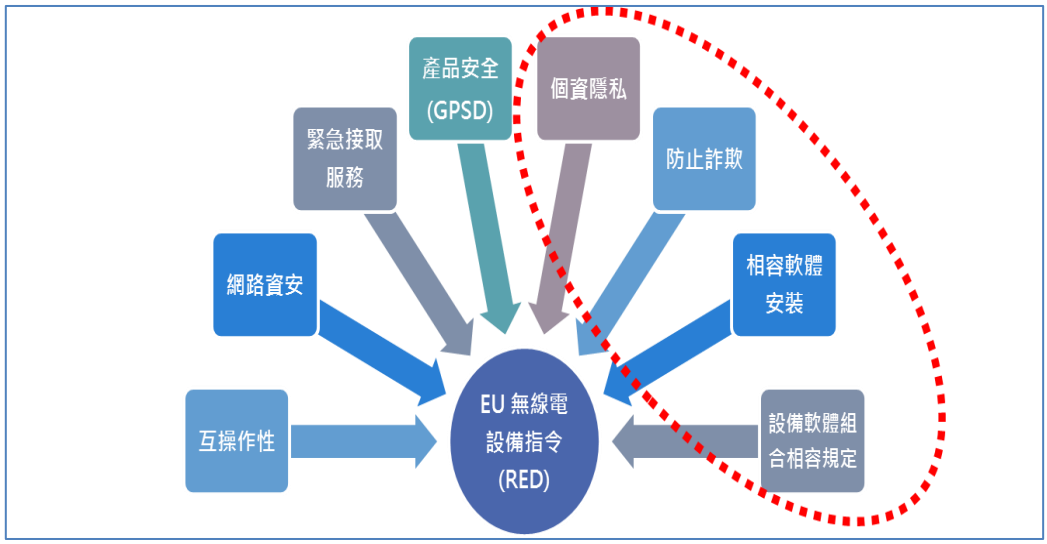


圖 56、歐盟 RED 指令相關之授權行為

資料來源：本研究整理

其中，在資安要求方面，RED 第 3.3 條規範無線設備網路資訊安全(cybersecurity)的基本要求，包括:

- 第 3.3（d）項：禁止濫用網路資源。
- 第 3.3（e）項：使用無線設備時，應保護個人資料及用戶隱私。(i.e. 引進市場前措施，補充 GDRP 和 ePD / ePR 的技術要求。)
- 第 3.3（f）項：使用無線設備時，用戶必須獲得防止欺詐的保護。

隨著網路科技、電子商務蓬勃發展，歐盟 RED 正就相關領域協議新的授權行為，包括:RED 第 3.3(e)和(f)條有關的欺詐、個人資料和隱私議題，及 RED 第 3.3(i)和/或第 4 條有關的軟體與無線電設備組合等議題之立法條文增修訂。

另在個人資料保護及電子隱私立法方面，與 RED 指令有關之主要法案包括: 通用資料保護規則(GDPR)與相關電子隱私立法(E-privacy Legislation)。其中，GDPR 是歐盟保護個人資料和隱私的主要立法，也是處理與保護歐盟居民個人資料而建立的新架構，於 2018 年 5 月正式生效。GDPR 計有 11 章節 99 條，適用於任何涉及處理個人資料之機關、組織、事業，以統一法令作為法制框架；由於 GDPR 規範的對象未區分特定事業類別，故歐盟輔以特別法方式，形成一聚合(cohesive)的資料保護監理框架；例如 EU 於 2002 年公告《電子隱私指令(ePD)》並分別在 2006 年及 2009 年補充修正。然 ePD 屬指令性質，故會員國須將指令轉化到國內法中才能生效；會員國各自解釋和選擇自己採用的規則；未能提供一致且可強制執行的框架。

歐盟為因應新興網路通訊服務大量崛起，並尋求在電子通訊隱私領域實現一定程度的一致性，擬議擴大 2002 年 ePD 指令的範圍，以涵蓋新興技術服務，如即時訊息(instant messaging)、VoIP 網路電話、機器

對機器通信與 IoT（物聯網）等以網路為基礎的新服務，故於 2017 年 1 月提出無需轉化直接實施的《電子隱私規則(ePR)》(草案)取代 ePD 指令。ePR 適用於提供與使用電子通訊服務的電子通訊資料處理，及有關最終使用者終端設備的資訊。法規範圍涵蓋透過電子通信建立和傳輸的所有資料內容(data)和詮釋資料(metadata)。

ePR 立法精神與 GDPR 相同，但整體目標著重在電子通訊服務；舉凡要蒐集使用 cookie、IP 位址、GPS 座標等資料時，必須獲得使用者的明確許可，才能在手機內放置追蹤程式碼及蒐集數據。同時 ePR 旨在與 GDPR 協同工作，著重於用戶設備上資料的處理、存儲和接取，特別是對不請自來的主動行銷、Cookie 和機密性採取零干預措施(zeroes in on the areas)。業者向最終用戶發送直接行銷之電子通訊行為，須以獲得同意為基礎(consent-based)，同時直接行銷訊息必須註明通信的市場性質，並註明發送訊息的實體。廣義而言，GDPR 為個人資料提供保護，並透過 ePR 提供管理電子通信的特定規則，對 GDPR 個人資料處理一般規則進行補充，共同形成一個統合的資料保護框架。

目前《ePR》草案在歐洲議會及歐洲理事會審理過程中，於適用範圍與定義、同意豁免、防止嚴重虐待兒童和其他嚴重犯罪等方面尚未達成共識，故 ePR 法案審議仍持續進行，值得密切關注。

第五章　主要建議事項

參酌各國際先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻器材相關技術規範及測試程序，提出相關建議事項，以作為通傳會未來修訂相關技術規範及測試程序之參據。

第一節 立即可行之建議

一、　行動通信電信終端與基地臺射頻設備技術規範草案修訂建議

觀察國際對於 5G 專網終端或基地臺設備所採用技術係依循 3GPP 5G NR 公布之技術規格，即 5G 專網終端一致性測試測量程序，以 3GPP TS 38.521 為主要的射頻特性檢測技術規範；5G 專網基地臺則以 3GPP TS 38.141 為主要的射頻特性檢測技術規範。各國對於 5G 專網終端設備與其他 5G 終端設備亦同，均須遵循 3GPP 制定之 5G NR 行動終端規格 (射頻效能、測試規格等)進行檢測，以確保終端設備品質和及系統端基地臺的互通性。

由於國內已指配 4.8～4.9 GHz 頻段作為 5G 專網頻譜，同時考量未來國內第二波 5G 商用頻譜釋照亦將釋出 4700 MHz-4800MHz、4900MHz-5000MHz 頻段範圍，因上述頻段同屬 3GPP 規範之 5G NR 頻段編號 n79 的頻率範圍(4.4GHz ~5.0 GHz)，故本研究建議將參照國際標準組織（ITU 及 3GPP 等）規定之 RF 技術特性參數及測試方法，將頻段 n79 相應之專網頻率範圍、載波頻寬要求等技術參數，補充增列於「**行動通信電信終端設備技術規範**」、「**行動通信基地臺射頻設備技術規範**」，據以完備國內行動寬頻終端與基地臺射頻設備審驗措施。其

中，「行動通信電信終端設備技術規範」草案增修條文建議如表 167、表 168 所示。「行動通信基地臺射頻設備技術規範」草案增修條文建議如表 169 所示。

表 167、「行動通信電信終端設備技術規範」第三點、第六點修正對照表

修正條文	現行條文	說明
3.適用範圍 3.1 NR 終端設備(PLMN12)：適用於行動通信 NR 攜帶式、移動式終端設備及固定式無線接取(Fixed Wireless Access)終端設備審驗。依設備屬性可區分為 FDD 與 TDD 兩類，其適用頻段如下： 3.1.1 FDD： 3.1.1.1 FR1(Frequency Range 1) 頻段: 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段(上行 703 MHz～748 MHz；下行 758 MHz～803 MHz)、900 MHz 頻段(上行 885 MHz～915 MHz；下行 930 MHz～960 MHz)、1800 MHz 頻段(上行 1710 MHz～1785 MHz；下行 1805 MHz～1880 MHz)、2100 MHz 頻段(上行 1920 MHz～1980 MHz；下行 2110 MHz～2170 MHz)、2500 MHz 與 2600 MHz 頻段(上行 2500 MHz～2570 MHz；下行 2620 MHz～2690MHz)。	3.適用範圍 3.1 NR 終端設備(PLMN12)：適用於行動通信 NR 攜帶式、移動式終端設備及固定式無線接取(Fixed Wireless Access)終端設備審驗。依設備屬性可區分為 FDD 與 TDD 兩類，其適用頻段如下： 3.1.1 FDD： 3.1.1.1 FR1(Frequency Range 1) 頻段: 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段(上行 703 MHz～748 MHz；下行 758 MHz～803 MHz)、900 MHz 頻段(上行 885 MHz～915 MHz；下行 930 MHz～960 MHz)、1800 MHz 頻段(上行 1710 MHz～1785 MHz；下行 1805 MHz～1880 MHz)、2100 MHz 頻段(上行 1920 MHz～1980 MHz；下行 2110 MHz～2170 MHz)、2500 MHz 與 2600 MHz 頻段(上行 2500 MHz～2570 MHz；下行 2620 MHz～2690MHz)。	● 配合行政院指配 4.8～4.9 GHz 頻段之 100MHz 頻寬為 5G 專網頻譜，同時考量未來國內第二波 5G 商用頻譜釋照將釋出 4700 MHz-4800MHz、4900MHz-5000MHz 頻段範圍，爰增訂 4800 頻段 (4700 MHz～ 5000 MHz) 於第 3.1.2.1 節 TDD FR1 頻段內。 ● 4800 MHz 頻段(4700 MHz～5000MHz) 定義係參考 3GPP 技術規範 TS 38.101-1 及 TS 38.521-1 之 5G NR 頻段 n79 規定。

3.1.2 TDD： 3.1.2.1 FR1 頻段: 2500 MHz 與 2600 MHz 頻段（2500 MHz ～ 2690 MHz ）、3500 MHz 頻段（3300 MHz～3570 MHz）、**4800 MHz 頻段 (4700 MHz～5000 MHz)**。	3.1.2 TDD： 3.1.2.1 FR1 頻段: 2500 MHz 與 2600 MHz 頻段（2500 MHz ～ 2690 MHz ）、3500 MHz 頻段（3300 MHz～3570 MHz）。	
6.測試項目及合格標準 6.1 NR 終端設備 6.1.1 發射功率限制 6.1.1.1 FR1： 6.1.1.1.1 傳導輸出功率限制值： 6.1.1.1.1.1 終端設備功率等級 2：26 分貝毫瓦特(dBm)。 6.1.1.1.1.2 終端設備功率等級 3：23dBm。 6.1.1.1.1.3 功率等級適用頻段與容許誤差應符合**附表 1** 之規定，其中 TT 如附表 2。	6.測試項目及合格標準 6.1 NR 終端設備 6.1.1 發射功率限制 6.1.1.1 FR1： 6.1.1.1.1 傳導輸出功率限制值： 6.1.1.1.1.1 終端設備功率等級 2：26 分貝毫瓦特(dBm)。 6.1.1.1.1.2 終端設備功率等級 3：23dBm。 6.1.1.1.1.3 功率等級適用頻段與容許誤差應符合**附表 1** 之規定，其中 TT 如附表 2。	● 配合本規範第 3 點修正，修正第 6.1.1.1.1.3 節之附表 1。 ● 第 6.1.1.1.1.3 節規定之功率等級，係參考 3GPP TS 38.101-1 及 3GPP TS 38.521-1 之頻段 n79 技術規定。

資料來源：本研究整理

表 168、「行動通信電信終端設備技術規範」附表一修正

行動通信電信終端設備技術規範附表一	說明
附表一(修正) FR1 傳導輸出功率限制值 (參考 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table6.2.1.5-2)	1.配合本規範第 3 點修正，爰於附表一增訂 4800 頻段之 FR1 傳導輸出功率限制值。

NR 上行頻段 (MHz)	等級 2 (dBm)	誤差(dB)	等級 3 (dBm)	誤差(dB)
1920～1980			23	+2+TT/-2-TT
1710～1785			23	+2+TT/-2-TT (註)

2500～2570			23	+2+TT/-2-TT (註)
885～915			23	+2+TT/-2-TT (註)
703～748			23	+2/-2.5
2500～2690	26	+2+TT/-3-TT (註)	23	+2+TT/-2-TT (註)
3300～3570	26	+2+TT/-3-TT	23	+2+TT/-3-TT
4700～5000	**26**	**+2+TT/-3-TT**	**23**	**+2+TT/-3-TT**
註：發射頻段落在 FUL_low 和 FUL_low + 4MHz 之間或是落在 FUL_high - 4MHz 和 FUL_high 之間者，其最大輸出功率之下限放寬 1.5dB。				

2. 增訂之FR1傳導輸出功率限制值，係參考3GPP TS 38.101-1及3GPP TS 38.521-1之頻段n79技術規定。

附表一(現行)

FR1 傳導輸出功率限制值 (參考 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table6.2.1.5-2)

NR 上行頻段 (MHz)	等級 2 (dBm)	誤差(dB)	等級 3 (dBm)	誤差(dB)
1920～1980			23	+2+TT/-2-TT
1710～1785			23	+2+TT/-2-TT (註)
2500～2570			23	+2+TT/-2-TT (註)
885～915			23	+2+TT/-2-TT (註)
703～748			23	+2/-2.5
2500～2690	26	+2+TT/-3-TT (註)	23	+2+TT/-2-TT (註)
3300～3570	26	+2+TT/-3-TT	23	+2+TT/-3-TT
註：發射頻段落在 FUL_low 和 FUL_low + 4MHz 之間或是落在 FUL_high - 4MHz 和 FUL_high 之間者，其最大輸出功率之下限放寬 1.5dB。				

資料來源：本研究整理

表 169、「行動通信基地臺射頻設備技術規範」第三點、第六點修正對照表

修正條文	現行條文	說明
3.適用範圍 3.1 NR BS 射頻設備(IS2051)：適用於行動通信 NR 頻段之廣域範圍 BS (Wide Area Base Station)、中程範圍 BS (Medium Range Base Station)、區域範圍 BS (Local Area Base Station)射頻設備審驗。依據其屬性可區分為 FDD 與 TDD，相關頻段區分如下： 3.1.1 FDD： FR1(Frequency Range 1)頻段： 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段（上行 703 MHz～748 MHz；下行 758 MHz～803 MHz）、900 MHz 頻段（上行 885 MHz～915 MHz；下行 930 MHz～960 MHz）、1800 MHz 頻段（上行 1710 MHz～1785 MHz；下行 1805 MHz～1880 MHz）、2100 MHz 頻段（上行 1920 MHz～1980 MHz；下行 2110 MHz～2170 MHz）、2500 MHz 與 2600 MHz 頻段（上行 2500 MHz～2570 MHz；下行 2620 MHz～2690MHz）。 3.1.2 TDD： 3.1.2.1 FR1 頻段： 2500 MHz 與 2600 MHz 頻段(2500 MHz～2690 MHz)、3500 MHz 頻段（3300 MHz～3570 MHz)、**4800 MHz 頻段 (4700 MHz～5000 MHz)**。	3.適用範圍 3.1 NR BS 射頻設備(IS2051)：適用於行動通信 NR 頻段之廣域範圍 BS (Wide Area Base Station)、中程範圍 BS (Medium Range Base Station)、區域範圍 BS (Local Area Base Station)射頻設備審驗。依據其屬性可區分為 FDD 與 TDD，相關頻段區分如下： 3.1.1 FDD： FR1(Frequency Range 1)頻段： 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段（上行 703 MHz～748 MHz；下行 758 MHz～803 MHz）、900 MHz 頻段（上行 885 MHz～915 MHz；下行 930 MHz～960 MHz）、1800 MHz 頻段（上行 1710 MHz～1785 MHz；下行 1805 MHz～1880 MHz）、2100 MHz 頻段（上行 1920 MHz～1980 MHz；下行 2110 MHz～2170 MHz）、2500 MHz 與 2600 MHz 頻段（上行 2500 MHz～2570 MHz；下行 2620 MHz～2690MHz）。 3.1.2 TDD： 3.1.2.1 FR1 頻段： 2500 MHz 與 2600 MHz 頻段(2500 MHz～2690 MHz)、3500 MHz 頻段（3300 MHz～3570 MHz)。	● 配合行政院指配 4.8～4.9 GHz 頻段之 100MHz 頻寬為 5G 專網頻譜，同時考量未來國內第二波 5G 商用頻譜釋照將釋出 4700 MHz-4800MHz、4900MHz-5000MHz 頻段範圍，爰增訂 4800 頻段(4700 MHz～5000 MHz)於第 3.1.2.1 節 FR1 頻段內。

		● 4800 MHz 頻段(4700 MHz ～ 5000MHz) 定義係參考 3GPP 技術規範 TS 38.104、TS 38.141-1 及 TS 38.141-2 之 5G NR 頻段 n79 規定。
6.1.2 功率限制 6.1.2.1 傳導式測試 6.1.2.1.1 限制值： 6.1.2.1.1.1 BS Type 1-C 之額定載波輸出功率應符合附表 3 之規定。 6.1.2.1.1.2 BS Type 1-H 之額定載波輸出功率應符合附表 4 之規定。 6.1.2.1.1.3 於常態環境常態電壓下，BS 之最大載波輸出功率(Pmax,c,AC 或 Pmax,c,TABC)與額定載波輸出功率(Prated,c,AC、Prated,c,TABC 或 Prated,c,sys) 之差值應符合附表 5 之規定。 6.1.2.1.2 測試方法： 6.1.2.1.2.1 應於單頻帶之天線連接埠發射端以傳導方式量測發射功率值。 6.1.2.1.2.2 應於常態環境常態電壓下，設定在最高頻道頻寬，並	6.1.2 功率限制 6.1.2.1 傳導式測試 6.1.2.1.1 限制值： 6.1.2.1.1.1 BS Type 1-C 之額定載波輸出功率應符合附表 3 之規定。 6.1.2.1.1.2 BS Type 1-H 之額定載波輸出功率應符合附表 4 之規定。 6.1.2.1.1.3 於常態環境常態電壓下，BS 之最大載波輸出功率(Pmax,c,AC 或 Pmax,c,TABC)與額定載波輸出功率(Prated,c,AC、Prated,c,TABC 或 Prated,c,sys) 之差值應符合附表 5 之規定。 6.1.2.1.2 測試方法： 6.1.2.1.2.1 應於單頻帶之天線連接埠發射端以傳導方式量測發射功率值。 6.1.2.1.2.2 應於常態環境常態電壓下，設定在最高頻道頻寬，並	● 於 6.1.2.2.1.1.3 之常態環境常態電壓下，BS 之最大載波輸出功率與額定載波輸出功率之差值，增修訂 BS Type 1-O 操作頻帶範圍。 ● 6.1.2.2.1.1.3 之限制值，係參考

依附表 35 設定子載波間隔，採 QPSK 調變方式，檢測單一載波模式之低、中、高三個頻道。 6.1.2.2 輻射式測試 6.1.2.2.1 限制值： 6.1.2.2.1.1 BS Type 1-O 與 BS Type 2-O： 6.1.2.2.1.1.1 BS Type 1-O 之 TRP 限制值應符合附表 6 規定。 6.1.2.2.1.1.2 BS Type 2-O 射頻設備審驗申請者應宣告 BS 額定載波輸出功率(Prated,c,TRP)。 6.1.2.2.1.1.3 於常態環境常態電壓下，BS 之最大載波輸出功率與額定載波輸出功率(Prated,c,TRP)之差值，BS Type 1-O (f≤3 吉赫(GHz))應落在 3.4 dB 內，BS Type 1-O (3GHz<f≤**6**GHz) 應落在 3.5dB 內，限制值得依附表 42 放寬；BS Type 2-O 應落在 5.1dB 內，限制值得依附表 43 放寬。	依附表 35 設定子載波間隔，採 QPSK 調變方式，檢測單一載波模式之低、中、高三個頻道。 6.1.2.2 輻射式測試 6.1.2.2.1 限制值： 6.1.2.2.1.1 BS Type 1-O 與 BS Type 2-O： 6.1.2.2.1.1.1 BS Type 1-O 之 TRP 限制值應符合附表 6 規定。 6.1.2.2.1.1.2 BS Type 2-O 射頻設備審驗申請者應宣告 BS 額定載波輸出功率(Prated,c,TRP)。 6.1.2.2.1.1.3 於常態環境常態電壓下，BS 之最大載波輸出功率與額定載波輸出功率(Prated,c,TRP)之差值，BS Type 1-O (f≤3 吉赫(GHz))應落在 3.4 dB 內，BS Type 1-O (3GHz<f≤4.2GHz) 應落在 3.5dB 內，限制值得依附表 42 放寬；BS Type 2-O 應落在 5.1dB 內，限制值得依附表 43 放寬。	3GPP TS 38.141-2 第 6.3.5.1 節 BS 1-O 之規定。
6.1.4.1 傳導式測試 6.1.4.1.1 限制值： 6.1.4.1.1.1BS Type 1-C 與 BS Type 1-H 6.1.4.1.1.1.1 廣域範圍 BS： 6.1.4.1.1.1.1.1 操作頻帶低於 1GHz 者應符合附表 13 之規定。 6.1.4.1.1.1.1.2 操作頻帶於 1GHz 至 3GHz 者應符合附表 14 之規定。 6.1.4.1.1.1.1.3 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合附表 15 之規定。 6.1.4.1.1.1.2 中程範圍 BS (31 分貝毫瓦特(dBm) < Prated,x ≤ 38 dBm)：	6.1.4.1 傳導式測試 6.1.4.1.1 限制值： 6.1.4.1.1.1BS Type 1-C 與 BS Type 1-H 6.1.4.1.1.1.1 廣域範圍 BS： 6.1.4.1.1.1.1.1 操作頻帶低於 1GHz 者應符合附表 13 之規定。 6.1.4.1.1.1.1.2 操作頻帶於 1GHz 至 3GHz 者應符合附表 14 之規定。 6.1.4.1.1.1.1.3 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 15 之規定。 6.1.4.1.1.1.2 中程範圍 BS (31 分貝毫瓦特(dBm) < Prated,x ≤ 38 dBm)：	● 於 6.1.4.1.1.1.3 、6.1.4.1.1.1.2.2 、6.1.4.1.1.1.3.2 及 6.1.4.1.1.1.4.2 操作頻帶不必要發射之傳導式測試，增修訂 BS Type 1-C 與 BS

6.1.4.1.1.1.2.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 16 之規定。 6.1.4.1.1.1.2.2 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合附表 17 之規定。 6.1.4.1.1.1.3 中程範圍 BS (Prated,x ≤ 31 dBm)： 6.1.4.1.1.1.3.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 18 之規定。 6.1.4.1.1.1.3.2 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合附表 19 之規定。 6.1.4.1.1.1.4 區域範圍 BS： 6.1.4.1.1.1.4.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 20 之規定。 6.1.4.1.1.1.4.2 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合附表 21 之規定。	6.1.4.1.1.1.2.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 16 之規定。 6.1.4.1.1.1.2.2 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 17 之規定。 6.1.4.1.1.1.3 中程範圍 BS (Prated,x ≤ 31 dBm)： 6.1.4.1.1.1.3.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 18 之規定。 6.1.4.1.1.1.3.2 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 19 之規定。 6.1.4.1.1.1.4 區域範圍 BS： 6.1.4.1.1.1.4.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 20 之規定。 6.1.4.1.1.1.4.2 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 21 之規定。	Type 1-H 操作頻帶範圍。
6.1.4.2 輻射式測試 6.1.4.2.1 BS Type 1-O： 6.1.4.2.1.1 操作頻帶不必要發射應依 BS 級別及類型檢測，並符合附表 23 至附表 31 之規定。 6.1.4.2.1.2 測試方法： 6.1.4.2.1.2.1 應於常態環境常態電壓下，設定最高頻道頻寬與最高子載波間隔，採 QPSK 調變方式，檢測單一載波模式之低、中、高三個頻道。 6.1.4.2.1.2.2 應依 BS 級別及類型檢測： 6.1.4.2.1.2.2.1 廣域範圍 BS： 6.1.4.2.1.2.2.1.1 操作頻帶低於 1GHz 者應符合附表 23 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.1.2 操作頻帶於 1GHz 至 3GHz 者應符合附表 24 之規定。	6.1.4.2 輻射式測試 6.1.4.2.1 BS Type 1-O： 6.1.4.2.1.1 操作頻帶不必要發射應依 BS 級別及類型檢測，並符合附表 23 至附表 31 之規定。 6.1.4.2.1.2 測試方法： 6.1.4.2.1.2.1 應於常態環境常態電壓下，設定最高頻道頻寬與最高子載波間隔，採 QPSK 調變方式，檢測單一載波模式之低、中、高三個頻道。 6.1.4.2.1.2.2 應依 BS 級別及類型檢測： 6.1.4.2.1.2.2.1 廣域範圍 BS： 6.1.4.2.1.2.2.1.1 操作頻帶低於 1GHz 者應符合附表 23 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.1.2 操作頻帶於 1GHz 至 3GHz 者應符合附表 24 之規定。	● 於 6.1.4.2.1.2.2.1.3 操作頻帶不必要發射之輻射式測試，增修訂 BS Type 1-O 操作頻帶範圍及修正附表 25 規定。 ● 於 6.1.4.2.1.2.2.2.2 增修訂

6.1.4.2.1.2.2.1.3 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合**附表 25** 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2 中程範圍 BS (40 dBm < Prated,c,TRP ≤ 47 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.2.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 26 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2.2 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合**附表 27** 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3 中程範圍 BS (Prated,c,TRP≤ 40 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.3.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 28 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3.2 操作頻帶於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合**附表 29** 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4 區域範圍 BS： 6.1.4.2.1.2.2.4.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 30 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4.2 操作頻帶高於 3GHz 至 **6**GHz 者應符合**附表 31** 之規定。	6.1.4.2.1.2.2.1.3 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 25 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2 中程範圍 BS (40 dBm < Prated,c,TRP ≤ 47 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.2.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 26 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2.2 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 27 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3 中程範圍 BS (Prated,c,TRP≤ 40 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.3.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 28 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3.2 操作頻帶於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 29 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4 區域範圍 BS： 6.1.4.2.1.2.2.4.1 操作頻帶低於 3GHz 者應符合附表 30 之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4.2 操作頻帶高於 3GHz 至 4.2GHz 者應符合附表 31 之規定。	操作頻帶範圍及修正附表 27 規定。 ● 於 6.1.4.2.1.2.2.3.2 增修訂操作頻帶範圍及修正附表 29 規定。 ● 於 6.1.4.2.1.2.2.4.2 增修訂操作頻帶範圍及修正附表 31 規定。
6.1.5 混附發射區域不必要發射 6.1.5.1 傳導式測試 6.1.5.1.1 限制值： 6.1.5.1.1.1 BS Type 1-C 與 BS Type 1-H 6.1.5.1.1.1.1 一般限制值應符合附表 33 之規定。 6.1.5.1.1.1.2 額外限制值應符合**附表 34** 之規定。	6.1.5 混附發射區域不必要發射 6.1.5.1 傳導式測試 6.1.5.1.1 限制值： 6.1.5.1.1.1 BS Type 1-C 與 BS Type 1-H 6.1.5.1.1.1.1 一般限制值應符合附表 33 之規定。 6.1.5.1.1.1.2 額外限制值應符合**附表 34** 之規定。	● 配合第 3.1.2.1 點新增 4800MHz 頻段，修正第 6.1.5.1.1.1.2 節之附表 34 規定。 ● 第 6.1.5.1.1.1.2 節之限制值規定，係參考

		3GPP TS 38.141-1 Table 6.6.5.5.1.3-1 及 Table C.1-1 規定。
6.1.5.2 輻射式測試 6.1.5.2.1 BS Type 1-O： 6.1.5.2.1.1 不必要發射限制值應符合附表 36 之規定，量測頻段不包含附表 40 之下行操作頻帶外最大偏移頻率 Δf_{OBUE}。 6.1.5.2.1.2 測試方法： 6.1.5.2.1.2.1 應於常態環境常態電壓下，依附表 35 規定，設定頻道頻寬與子載波間隔，採 QPSK 調變方式，檢測單一載波模式之低、高二個頻道。 6.1.5.2.1.2.2 額外限制值應符合**附表 37** 之規定。	6.1.5.2 輻射式測試 6.1.5.2.1 BS Type 1-O： 6.1.5.2.1.1 不必要發射限制值應符合附表 36 之規定，量測頻段不包含附表 40 之下行操作頻帶外最大偏移頻率 Δf_{OBUE}。 6.1.5.2.1.2 測試方法： 6.1.5.2.1.2.1 應於常態環境常態電壓下，依附表 35 規定，設定頻道頻寬與子載波間隔，採 QPSK 調變方式，檢測單一載波模式之低、高二個頻道。 6.1.5.2.1.2.2 額外限制值應符合**附表 37** 之規定。	● 配合第 3.1.2.1 點新增 4800MHz 頻段，修正第 6.1.5.2.1...2.2 節之附表 37 規定。 ● 第 6.1.5.2.1.2.2 節之限制值規定，係參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.5.4.5-1 及 Table C.1-1 規定。

資料來源：本研究整理

表 170、「行動通信基地臺射頻設備技術規範」附表修正

<table>
<tr><th>行動通信基地臺射頻設備技術規範附表 25、27、29、31、34、37
修正內容</th><th>說明</th></tr>
<tr><td>

<u>附表 25 (修正)</u>

廣域範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值(3 GHz < NR bands ≤ **<u>6</u>** GHz, BS Type 1-O)(參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.1-3、**<u>Table 6.7.4.5.1.1-4</u>** 及 Table C.1-1)

<table>
<tr><th>量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf</th><th>量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset</th><th>發射限制值
(註2、3)</th><th>解析頻寬</th></tr>
<tr><td>0 MHz ≤ Δf < 5 MHz</td><td>0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz</td><td>4 dBm-7/5(f_offset/MHz-0.05)dB</td><td rowspan="2">100 kHz</td></tr>
<tr><td>5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})</td><td>5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})</td><td>-3 dBm</td></tr>
<tr><td>10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}</td><td>10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}</td><td>-4 dBm (註1)</td><td>1MHz</td></tr>
<tr><td colspan="4">註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。
註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。
註3：限制值得依附表42放寬。</td></tr>
</table>

附表 25 (現行)

廣域範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值(3 GHz < NR bands ≤ 4.2 GHz, BS Type 1-O)(參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.1-3 及 Table C.1-1)

<table>
<tr><th>量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf</th><th>量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset</th><th>發射限制值
(註2、3)</th><th>解析頻寬</th></tr>
<tr><td>0 MHz ≤ Δf < 5 MHz</td><td>0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz</td><td>4 dBm-7/5(f_offset/MHz-0.05)dB</td><td rowspan="2">100 kHz</td></tr>
<tr><td>5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})</td><td>5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})</td><td>-3 dBm</td></tr>
</table>

</td><td>

- 配合第 6.1.4.2.1.2.2.1.3 點修正，增修訂附表 25 頻帶範圍，並補充 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.1-4 之參考依據。

</td></tr>
</table>

10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	-4 dBm (註1)	1MHz

註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。
註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。
註3：限制值得依附表42放寬。

附表 27 (修正)

中程範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值 (3 GHz < NR bands ≤ **6** GHz, BS Type 1-O) (40 dBm < Prated,c,TRP ≤ 47 dBm) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.4-2、**Table 6.7.4.5.1.4-3** 及 Table C.1-1)

量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf	量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset	發射限制值 (註2、3)	解析頻寬
0 MHz ≤ Δf < 5 MHz	0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz	$P_{rated,c,TRP} - 51dB - \frac{7}{5}(\frac{f\_offset}{MHz} - 0.05)dB$	100 kHz
5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})	5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})	Prated,c,TRP - 58 dB	
10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	Min(Prated,c,TRP – 60 dB, -16 dBm) (註1)	

註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。
註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。
註3：限制值得依附表42放寬。

附表 27 (現行)

中程範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值 (3 GHz < NR bands ≤ 4.2 GHz, BS Type 1-O) (40 dBm < Prated,c,TRP ≤ 47 dBm) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.4-2 及 Table C.1-1)

量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf	量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset	發射限制值 (註2、3)	解析頻寬
0 MHz ≤ Δf < 5 MHz	0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz	$P_{rated,c,TRP} - 51dB - \frac{7}{5}(\frac{f\_offset}{MHz} - 0.05)dB$	100 kHz

- 配合第 6.1.4.2.1.2.2.2.2 點修正，增修訂附表 27 頻帶範圍，並補充 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.4-3 之參考依據。

5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})	5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})	Prated,c,TRP - 58 dB	
10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	Min(Prated,c,TRP – 60 dB, -16 dBm) (註 1)	
註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。 註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。 註3：限制值得依附表42放寬。			

<u>附表 29 (修正)</u>

中程範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值(3GHz < NR bands ≤ **<u>6</u>** GHz, BS Type 1-O) (Prated,c,TRP ≤ 40 dBm) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.4-5**<u>、Table 6.7.4.5.1.4-6</u>** 及 Table C.1-1)

量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf	量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset	發射限制值 (註2、3)	解析頻寬
0 MHz ≤ Δf < 5 MHz	0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz	$-11dB-\frac{7}{5}(\frac{f\_offset}{MHz}-0.05)dB$	100 kHz
5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})	5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})	-18 dBm	
10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	-20 dBm (註1)	
註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。 註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。 註3：限制值得依附表42放寬。			

附表 29 (現行)

中程範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值(3GHz < NR bands ≤ 4.2GHz, BS Type 1-O) (Prated,c,TRP ≤ 40 dBm) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.4-5 及 Table C.1-1)

量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf	量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset	發射限制值 (註2、3)	解析頻寬

- 配合第 6.1.4.2.1.2.2.3.2 點修正，增修訂附表 29 頻帶範圍，並補充 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.4-6 之參考依據。

0 MHz ≤ Δf < 5 MHz	0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz	$-11dB-\frac{7}{5}(\frac{f\_offset}{MHz}-0.05)dB$	100 kHz
5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})	5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})	-18 dBm	
10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	-20 dBm (註1)	
註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。 註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。 註3：限制值得依附表42放寬。			

<u>附表 31 (修正)</u>

區域範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值(3GHz < NR bands ≤ **<u>6</u>** GHz, BS Type 1-O) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.5-2、**<u>Table 6.7.4.5.1.5-3</u>** 及 Table C.1-1)

量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf	量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset	發射限制值 (註2、3)	解析頻寬
0 MHz ≤ Δf < 5 MHz	0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz	$-19dB-\frac{7}{5}(\frac{f\_offset}{MHz}-0.05)dB$	100 kHz
5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})	5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})	-26 dBm	
10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	-28 dBm (註1)	
註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。 註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。 註3：限制值得依附表42放寬。			

附表 31 (現行)

區域範圍 BS 之操作頻帶不必要發射限制值(3GHz < NR bands ≤ 4.2GHz, BS Type 1-O) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.5-2 及 Table C.1-1)

- 配合第 6.1.4.2.1.2.2.4.2 點修正，增修訂表 31 之頻帶範圍，並補充 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.4.5.1.5-3 之參考依據。

量測濾波器-3dB 頻率點之偏移頻率 Δf	量測濾波器中心頻率點之偏移頻率 f_offset	發射限制值 (註2、3)	解析頻寬
0 MHz ≤ Δf < 5 MHz	0.05 MHz ≤ f_offset < 5.05 MHz	$-19dB-\frac{7}{5}(\frac{f\_offset}{MHz}-0.05)dB$	100 kHz
5 MHz ≤ Δf < min(10 MHz, Δf_{max})	5.05 MHz ≤ f_offset < min(10.05 MHz, f_offset_{max})	-26 dBm	
10 MHz ≤ Δf ≤ Δf_{max}	10.5 MHz ≤ f_offset < f_offset_{max}	-28 dBm (註1)	

註1：本限制值不適用於 Δf_{max} < 10MHz。
註2：測試要求源自基本限制，已納入比例因子(conducted & radiation 差值)為9 dB，並適用任何之測試誤差。
註3：限制值得依附表42放寬。

附表 34 (修正)

混附發射區域不必要發射傳導式測試額外限制值 (BS Type 1-C, BS Type 1-H) (參考 3GPP TS 38.141-1 Table 6.6.5.5.1.3-1 及 Table C.1-1)

共存系統	共存需求之頻率範圍	限制值	解析頻寬	備註
GSM900	921 – 960 MHz	-57 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
	876 – 915 MHz	-61 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
DCS1800	1805 – 1880 MHz	-47 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
	1710 – 1785 MHz	-61 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
UTRA FDD Band I 或 E-UTRA Band 1 或 NR Band n1	2110 – 2170 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
	1920 – 1980 MHz	-49 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
UTRA FDD Band VII 或 E-UTRA Band 7 或 NR Band n7	2620 – 2690 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
	2500 – 2570 MHz	-49 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
E-UTRA Band 28 或 NR Band n28	758 – 803 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n20或 n28 BS
	703 – 748 MHz	-49 dBm	1 MHz	不適用 n28 BS
UTRA TDD Band d) 或 E-UTRA Band 38 或 NR Band n38	2570 – 2620 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n38 BS
E-UTRA Band 41 或 NR Band	2496 – 2690 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n41 BS

- 配合第3.1.2.1點修正，爰於附表 34 新增 NR Band n79 之混附發射區域不必要發射傳導式測試額外限制值。
- 增訂之限制值，係參考 3GPP TS 38.141-1 Table 6.6.5.5.1.3-1 及 Table

n41				
NR Band n77	3.3 – 4.2 GHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n48、n77、n78 BS
NR Band n79	**4.4 – 5.0 GHz**	**-52 dBm**	**1 MHz**	**不適用 n79 BS**
註：限制值得依附表41放寬。				

C.1-1 之頻段 n79 技術規定。

附表 34 (現行)

混附發射區域不必要發射傳導式測試額外限制值 (BS Type 1-C, BS Type 1-H) (參考 3GPP TS 38.141-1 Table 6.6.5.5.1.3-1 及 Table C.1-1)

共存系統	共存需求之頻率範圍	限制值	解析頻寬	備註
GSM900	921 – 960 MHz	-57 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
	876 – 915 MHz	-61 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
DCS1800	1805 – 1880 MHz	-47 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
	1710 – 1785 MHz	-61 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
UTRA FDD Band I 或 E-UTRA Band 1 或 NR Band n1	2110 – 2170 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
	1920 – 1980 MHz	-49 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
UTRA FDD Band VII 或 E-UTRA Band 7 或 NR Band n7	2620 – 2690 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
	2500 – 2570 MHz	-49 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
E-UTRA Band 28 或 NR Band n28	758 – 803 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n20或 n28 BS
	703 – 748 MHz	-49 dBm	1 MHz	不適用 n28 BS
UTRA TDD Band d) 或 E-UTRA Band 38 或 NR Band n38	2570 – 2620 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n38 BS
E-UTRA Band 41 或 NR Band n41	2496 – 2690 MHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n41 BS
NR Band n77	3.3 – 4.2 GHz	-52 dBm	1 MHz	不適用 n48、n77、n78 BS
註：限制值得依附表41放寬。				

附表 37 (修正)

混附發射區域不必要發射額外限制值 (BS Type 1-O) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.5.4.5-1 及 Table C.1-1)

共存系統	共存需求之頻率範圍	限制值	解析頻寬	備註
GSM900	921 – 960 MHz	-45.4 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS

● 配合第 3.1.2.1 點修正，爰於附表 37 新增 NR Band

	876 – 915 MHz	-49.4 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
DCS1800	1805 – 1880 MHz	-35.4 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
	1710 – 1785 MHz	-49.4 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
UTRA FDD Band I 或 E-UTRA Band 1 或 NR Band n1	2110 – 2170 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
	1920 – 1980 MHz	-37.4 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
UTRA FDD Band VII 或 E-UTRA Band 7 或 NR Band n7	2620 – 2690 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
	2500 – 2570 MHz	-37.4 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
E-UTRA Band 28 或 NR Band n28	758 – 803 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n20或 n28 BS
	703 – 748 MHz	-37.4 dBm	1 MHz	不適用 n28 BS
UTRA TDD Band d) 或 E-UTRA Band 38 或 NR Band n38	2570 – 2620 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n38 BS
E-UTRA Band 41 或 NR Band n41	2496 – 2690 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n41 BS
NR Band n77	3.3 – 4.2 GHz	-40 dBm	1 MHz	不適用 n48、n77、n78 BS
NR Band n79	**4.4 – 5.0 GHz**	**-39.5 dBm**	**1 MHz**	**不適用 n79 BS**
註：限制值得依附表42放寬。				

n79之混附發射區域不必要發射額外限制值。

- 增訂之限制值，係參考3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.5.4.5-1 及 Table C.1-1 之頻段n79技術規定。

附表 37 (現行)

混附發射區域不必要發射額外限制值 (BS Type 1-O) (參考 3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.5.4.5-1 及 Table C.1-1)

共存系統	共存需求之頻率範圍	限制值	解析頻寬	備註
GSM900	921 – 960 MHz	-45.4 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
	876 – 915 MHz	-49.4 dBm	100 kHz	不適用 n8 BS
DCS1800	1805 – 1880 MHz	-35.4 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
	1710 – 1785 MHz	-49.4 dBm	100 kHz	不適用 n3 BS
UTRA FDD Band I 或 E-UTRA Band 1 或 NR Band n1	2110 – 2170 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
	1920 – 1980 MHz	-37.4 dBm	1 MHz	不適用 n1 BS
UTRA FDD Band VII 或 E-UTRA Band 7 或 NR Band n7	2620 – 2690 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
	2500 – 2570 MHz	-37.4 dBm	1 MHz	不適用 n7 BS
E-UTRA Band 28 或 NR Band	758 – 803 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n20或 n28 BS

n28	703 – 748 MHz	-37.4 dBm	1 MHz	不適用 n28 BS
UTRA TDD Band d) 或 E-UTRA Band 38 或 NR Band n38	2570 – 2620 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n38 BS
E-UTRA Band 41 或 NR Band n41	2496 – 2690 MHz	-40.4 dBm	1 MHz	不適用 n41 BS
NR Band n77	3.3 – 4.2 GHz	-40 dBm	1 MHz	不適用 n48、n77、n78 BS
註：限制值得依附表42放寬。				

資料來源：本研究整理

二、 互動式感應設備增修條文建議

依據前述章節中針對國際上對互動式感應設備所制定的技術規範，並分析各項射頻參數限制值，對比我國低功率器材射頻技術規範，本團隊提出互動式感應設備之增修條文（如表 171 中所示），增修條文重點如說明中所示，預計於低功率射頻器材技術規範 5.14 中，新增特殊器材型式互動式感應設備，於 5.14.1 新增互動式感應設備操作頻段 57 GHz ~ 64 GHz，於 5.14.2 ~ 5.14.3 新增有效等向輻射功率 EIRP（應小於或等於 13 dBm）、峰值傳導輸出功率（應小於或等於 10 dBm）與功率密度限制值（應小於或等於 13 dBm/MHz），另考量 FCC 互動式感應設備之工作週期限制，新增 5.14.5 工作週期限制在任何 33 毫秒內，最大發射工作週期應小於 10%。

表 171、互動式感應設備增修條文

修正條文	現行條文	說明
5.14 互動式感應設備 (Interactive Motion Sensing)： 5.14.1 使用頻率： 57 GHz ~ 66 GHz。 5.14.2 有效等向輻射功率(EIRP)： (1) 應小於或等於 13 dBm。 (2) 須使用具 RF 檢波器功能的儀器測量，其測量頻帶範圍須包含 57 GHz ~ 66 GHz 且設定 VBW 至少為 10 MHz，或使用等效之測量方法。 5.14.3 峰值傳導輸出功率： (1) 應小於或等於 10 dBm。 (2) 須使用具 RF 檢波器功能的儀器測量，其測量頻帶範圍須包含 57 GHz ~ 66 GHz 且設定 VBW 至少為 10 MHz，或使用等效之測量方法。 5.14.4 功率密度：應小於或等於 13 dBm/MHz。 5.14.5 工作週期：在任何 33 毫秒的時間間隔內，最大發射工作週期應小於 10%。 5.14.6 混附發射： (1) 在 57 GHz ~ 66 GHz 頻段外任何發射之功率密度只能來自混附發射。 (2) 低於 40 GHz 的輻射發射應符合 3.6 之規定。 (3) 介於 40 GHz～200 GHz 之間，距待測物 3 公尺處測量，其混附發射功率密度應小於或等於 90 皮瓦特/平方公分(pW/cm^2)。 5.14.7 頻率穩定度：在正常供應電壓下，溫度在-20℃～50℃間變化；及在 20℃下，供應電壓在額定值之±15%內變化時，發射的頻率應維持在 57 GHz～66 GHz 頻段。以電池作業者，應以新電池測試，並須符合 6.18 之要求。		一、 於低功率射頻器材技術規範 5.14 中新增互動式感應設備。 二、 於 5.14.1 新增互動式感應設備操作頻段 57 GHz ~ 64 GHz。 三、 於 5.14.2 ~ 5.14.3 新增有效等向輻射功率 EIRP（應小於或等於 13 dBm）、峰值傳導輸出功率（應小於或等於 10 dBm）與功率密度限制值（應小於或等於 13 dBm/MHz）。 四、 考量 FCC 互動式感應設備之工作週期限制，新增 5.14.5 工作週期限制在任何 33 毫秒內，最大發射工作週期應小於 10%。 五、 其餘未異動。

資料來源：本研究整理

三、 長距離無線充電增修條文建議

依據前述章節國際上對無線充電設備所制定的技術規範，並分析各項射頻參數限制值，對比我國低功率器材射頻技術規範，建議參考美國開放一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device) (一公尺距離內)的使用規則。美國主要是依據 FCC KDB 680106（無線充電設備要求指引），對於一定距離無線充電採用依特性作事先核准的審核，當通過審核，仍須依相關規範之輻射限值及 RF 暴露要求進行規範。

如果我國需立即制定無線充電設備相關條文，本團隊建議增訂低功率射頻器材技術規範第 5.13 節一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)。相關之增訂條文建議如下表，其中主要包括一定距離無線充電定義、使用頻率、禁用頻段、主波發射功率、不必要發射限制值、電源傳導限制值，以及電波暴露量之評估等。

表 172、一定距離無線充電設備增訂建議表

<table>
<tr><th>修正條文</th><th>現行條文</th><th>說明</th></tr>
<tr><td>5.13 一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)：使用本地產生的射頻能量對用戶端(client)進行充電，傳輸距離必須超過 10 公分且不得大於 1 公尺。</td><td></td><td>參考美國 Part 18 與本採購案的一定距離無線充電定義。</td></tr>
<tr><td>5.13.1 使用頻率：<table><tr><th>主波頻率</th><th>頻移量(tolerance)</th></tr><tr><td>13560kHz</td><td>±7kHz</td></tr><tr><td>27120kHz</td><td>±163kHz</td></tr><tr><td>40680kHz</td><td>±20kHz</td></tr><tr><td>2450MHz</td><td>±50MHz</td></tr></table></td><td></td><td>參考我國工業科學醫療用電波輻射性電機的使用頻率。(我國與美國</td></tr>
</table>

5.13.6 電波暴露量評估：應符合 6.20 電波暴露量評估之相關規定與限制值。		依據本規範第 6.20 節電波暴露量評估之相關規定與限制值。
5.13.7 其他規定：不得用於通訊傳輸（如：聲音、影像及資料等）。		參考美國 Part 18 的使用規定。

資料來源：FCC，本研究整理

四、 Wi-Fi 6E 增修條文建議

FCC 於 2020 年 4 月 23 日通過 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz）使用規則草案，以免執照方式釋出 1200MHz 頻寬供 Wi-Fi 6E，以及其他免執照設備使用，並保護該頻段內原既有業務執照業者之使用，促進免執照設備於此頻段中蓬勃發展。該報告與命令（Report and Order）允許免執照設備在室內低功率運作情況下，使用 1200MHz 頻寬，如為標準功率之免執照設備，則可使用 850MHz 頻寬。透過 AFC 系統將可避免標準功率設備運作於可能導致既有服務干擾之區域。

參考前述章節美國針對 Wi-Fi 6E 設備所制定的技術規範，並分析各項射頻參數限制值，對比我國低功率器材射頻技術規範，假設交通部開放 5.925-7.125 GHz 頻段供 Wi-Fi 6E 設備使用，則本團隊建議參考美國開放 Wi-Fi 6E 設備的使用規則，修訂低功率射頻器材技術規範第 5.7 節無線資訊傳輸設備(Unlicensed National Information Infrastructure)：使用寬頻數位調變技術，提供個人、商業及相關機構高資料傳輸速率之行動及固定通信相關規範。相關之增修條文建議如下表，其中主要包括配

合交通部開放 5.925-7.125 GHz 頻段，增訂使用頻率範圍；增訂 AFC、固定用戶端設備和標準功率接取點的定義；增訂 5.925～6.425 GHz 頻段、6.425～6.525 GHz 頻段、6.525～6.875 GHz 頻段及 6.875～7.125 GHz 頻段各頻段的功率限制；增訂 5.925～7.125 GHz 頻段不必要發射之限制值；增訂操控無人飛機系統的禁止條款；以及增訂競爭原則等。

表 173、Wi-Fi 6E 設備修訂建議表

修正條文	現行條文	說明
5.7.1 使用頻率範圍：5.15 GHz～5.25 GHz、5.25 GHz～5.35 GHz、5.470 GHz～5.725 GHz、5.725 GHz～5.85 GHz、5.925～6.425 GHz、6.425～6.525 GHz、6.525～6.875 GHz 及 6.875～7.125 GHz。	5.7.1 使用頻率範圍：5.15 GHz～5.25 GHz、5.25 GHz～5.35 GHz、5.470 GHz～5.725 GHz 及 5.725 GHz～5.85 GHz。	參考美國通過使用 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz），並配合交通部開放 5.925-7.125 GHz 頻段，增訂使用頻率範圍。
5.7.2.17 自動頻率協調（Automated Frequency Coordination, AFC）系統：在 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段中，根據適用的資料庫自動確定並提供標準功率接取點可以使用的頻率列表。		參考美國增訂 AFC 定義。
5.7.2.18 固定用戶端（Fixed Client Device）設備：旨在永久固定在結構上，僅在 AFC 提供的頻道上運作，具有地理定位功能，並符合天線指向角度要求的用戶端設備。		參考美國增訂固定用戶端設備定義。
5.7.2.19 標準功率接取點（Standard Power Access Point）：根據 AFC 系統的指示，在 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段運作的接取點。		參考美國增訂標準功率接取點定義。
5.7.2.20 室內接取點（Indoor Access Point）：運		參考美國增訂

作在 5.925-7.125 GHz 頻段中的接取點，由有線連接供電，具有整合天線，不是電池供電，並且沒有防風雨外殼。		室內接取點定義。
5.7.3.4 使用於 5.925～6.425 GHz 頻段 (1) 標準功率接取點和固定用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 36 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 23 dBm。 (C) 在發射之前，必須使用自動頻率協調（AFC）系統，以確定該地理區域可用的頻率。 (D) 對於室外設備，任何高於地平線 30 度仰角的最大 EIRP 不得超過 125 mW（21 dBm）。 (2) 標準功率用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 17 dBm。 (C) 設備的功率必須低於其連結之標準功率接取點所授權發射功率的 6 dB 以下。 (3) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (4) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 -1 dBm。		參考美國增訂 5.925～6.425 GHz 頻段功率限制。
5.7.3.5 使用於 6.425～6.525 GHz 頻段 (1) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (2) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。		參考美國增訂 6.425～6.525 GHz 頻段功率限制。

(B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 -1 dBm。		
5.7.3.6 使用於 6.525～6.875 GHz 頻段 (1) 標準功率接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 36 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 23 dBm。 (C) 在發射之前，必須使用自動頻率協調（AFC）系統，以確定該地理區域可用的頻率。 (D) 對於室外設備，任何高於地平線 30 度仰角的最大 EIRP 不得超過 125 mW（21 dBm）。 (2) 標準功率用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 17 dBm。 (C) 設備的功率必須低於其連結之標準功率接取點所授權發射功率的 6 dB 以下。 (3) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (4) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 -1 dBm。		參考美國增訂 6.525～6.875 GHz 頻段功率限制。
5.7.3.7 使用於 6.875～7.125 GHz 頻段 (1) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (2) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度		參考美國增訂 6.875～7.125 GHz 頻段功率限制。

應小於或等於 -1 dBm。		
5.7.3.8 相關檢驗規定。	5.7.3.4 相關檢驗規定。	配合增訂條文修改條號。
5.7.4.8 在 5.925～7.125 GHz 頻段操作的發射器：帶外發射之有效等向輻射功率(EIRP)應小於或等於-27 dBm/MHz。		參考美國增訂 5.925～7.125 GHz 頻段不必要發射之限制值。
5.7.4.9 設備在 5.925 至 7.125 GHz 頻段內的最大發射頻寬為 320 MHz。		參考美國增訂設備在 5.925 至 7.125 GHz 頻段內的最大發射頻寬。
5.7.4.10 對於在 5.925-7.125 GHz 頻段內工作的發射機：功率頻譜密度必須在頻道邊緣以外 1 MHz 處抑制到 20 dB，在距頻道中心一個頻寬處須抑制到 28 dB，並在距頻道中心一個半頻寬處須抑制到 40 dB。在免執照設備頻道邊緣外的 1 MHz 處，與距頻道中心一個頻寬處之間的頻率，限制值必須在 20 dB 和 28 dB 抑制之間線性內插(linearly interpolated)。在免執照設備一個頻道頻寬處，與一個半頻道頻寬處之間的頻率，限制值必須在 28 dB 和 40 dB 抑制之間線性內插。在距頻道中心超過一個半頻寬處消除的發射，必須至少要抑制 40 dB。		參考美國增訂功率頻譜密度的抑制值。
5.7.4.11 在 5.925-7.125 GHz 頻段中運作的標準接取點、固定用戶端設備和室內接取點，禁止在石油平台、汽車、火車、輪船和飛機上運作，但當在 10,000 英尺以上飛行時的大型飛機上，室內接取點被允許運作在 5.925-6.425 GHz 頻段。		參考美國增訂禁止使用情境。
5.7.4.12 禁止在 5.925-7.125 GHz 頻段操作發射機控制無人飛機系統或與之通訊。		參考美國增訂操控無人飛機系統的禁止條款。
5.7.4.13 在 5.925-7.125 GHz 頻段中，除固定用		參考美國增訂

戶端設備外，用戶端設備必須在標準功率接取點、室內接取點或從屬設備的控制下運作；從屬設備必須在室內接取點的控制下運作。接取點和從屬設備可以連接到其他的接取點或從屬設備。禁止用戶端設備直接連接到另一個用戶端設備。		各類設備允許連接的方式。
5.7.4.14 在 5.925-7.125 GHz 頻段內運作的室內接取點，從屬設備和用戶端設備必須採用競爭的原則(contention-based protocol)。		參考美國增訂競爭原則。
5.7.4.15 固定用戶端設備只能連接到標準功率接取點。		參考美國增訂固定用戶端設備的連接限制。
5.7.7.6 AFC 系統必須從通傳會資料庫中取得有關 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段內受保護服務的資訊，並根據該資訊中指定的保護標準，使用該資訊來確定標準功率接取點和固定用戶端設備的可用頻率。		參考美國增訂 AFC 系統必須連接通傳會資料庫。
5.7.7.7 AFC 系統必須在註冊過程中使用標準功率接取點和固定用戶端設備所提供的資訊，以確定其所在位置的可用頻率和每個頻率範圍內的最大允許功率，所有決定與分配必須以非歧視的方式進行。		參考美國增訂 AFC 系統指配頻率的方式。
5.7.7.8 標準功率接取點、固定用戶端設備或其網路元件代表必須透過非 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段、有線或無線通信鏈路在 AFC 系統中註冊。		參考美國增訂 AFC 系統的註冊通道。
5.7.7.9 標準功率接取點和固定用戶端設備必須包含內部地理位置功能或整合功能，以安全地連接到外部地理位置設備或服務，以自動確定標準功率接取點的地理坐標和位置的不確定性（以公尺為單位），95%的信賴水準。從電源關閉狀態啟動時，必須將此類坐標和位置的不確定性報告給 AFC 系統。		參考美國增訂標準功率接取點和固定用戶端設備的地理位置功能。
5.7.7.10 通傳會指定的每個 AFC 系統營運商必須維護一個定期更新的 AFC 系統資料庫，其		參考美國增訂 AFC 系統營

中包含既有業者資訊、標準功率接取點和固定用戶端設備的註冊參數，建立並遵循足以確保AFC 系統所有通訊和互動具有準確性與安全性，且須提供為期五年的服務，該期限可由通傳會自行決定是否延長。		運商的義務。
5.7.7.11 AFC 系統必須在以 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段運作的固定微波接收器周圍建立基於位置和基於頻率的禁區（同頻道和相鄰頻道）。標準功率接取點和固定用戶端設備不得在同頻道禁區區域內與固定微波系統同頻運作，或在相鄰頻道禁區區域內與固定微波系統臨頻運作。		參考美國增訂AFC 系統為固定微波接收器周圍建立基於位置和基於頻率的禁區。

資料來源：FCC，本研究整理

五、 無線麥克風增修條文建議

依據前述章節中針對國際上操作於 600～700 MHz 頻段之無線麥克風設備所制定的技術規範，並分析各項射頻參數限制值，對比我國低功率器材射頻技術規範，本團隊提出無線麥克風設備之增修條文（如表 174 中所示），增修條文重點如說明中所示，預計於低功率射頻技術規範 5.6.1 中，新增無線麥克風設備的操作頻段為 614～703 MHz，並於 5.6.3.3 新增主波發射功率（ERP：10 mW 以下）；另依據前述章節中我國頻譜使用現況討論與分析，另新增 5.6.10.4 申請者申請審驗應檢附切結書，切結「同意器材使用頻段開放供其他業務使用時，主管機關或原驗證機構得廢止其型式認證證明，申請者(取得型式認證證明者)或經授權使用審驗合格標籤者，應依主管機關指定期限回收已販賣之器材，若

他人權益因而受損，並應負損害賠償責任。」，且應於說明書及包裝盒標示「使用頻段供其他通訊業務使用時，器材應即停止使用。」。

相關依據條文如下：

依據電信管制射頻器材審驗管理辦法第二十二條：

取得審驗證明者，經發現其申請時所檢附之電信管制射頻器材、非隨插即用射頻模組（組件）、外接電源、配件、外接天線、資料或其電子檔案偽造或虛偽不實時，主管機關或原驗證機構得撤銷其審驗證明。

取得審驗證明者，有下列情形之一時，主管機關或原驗證機構得廢止其審驗證明：

一、經抽驗不符合電信管制射頻器材技術規範規定。

取得審驗證明者，有下列情形之一時，主管機關或原驗證機構得令其限期改正，屆期未改正者，由主管機關或原驗證機構廢止其審驗證明：

八、違反切結事項。

另依據電信管制射頻器材審驗管理辦法第二十三條：

審驗證明經撤銷或廢止時，原取得審驗證明者、經授權使用審驗合格標籤或符合性聲明標籤者，應依主管機關指定期限回收已販賣之電信管制射頻器材或非隨插即用射頻模組(組件)，若他人權益因而受損，並應負損害賠償責任。

表 174、無線麥克風增修條文

修正條文	現行條文	說明
5.6 低功率無線電麥克風及無線耳機（Low-Power Wireless Microphone and Wireless Earphone）：係以無線發射設備利用無線電波（radio wave）傳送語音或音樂至無線接收設備。	5.6 低功率無線電麥克風及無線耳機（Low-Power Wireless Microphone and Wireless Earphone）：係以無線發射設備利用無線電波（radio wave）傳送語音或音樂至無線接收設備。	一、 於5.6.1使用頻率範圍新增無線麥克風設備操作頻段。 二、 於 5.6.3 主波發射功率（ERP）新增 4.6.3.3 無線麥克風操作頻段（操作於 614~703 MHz 者：10 mW 以下）。
5.6.1 使用頻率範圍（frequency range）：227.1 MHz ～ 227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz、510 MHz～530 MHz、614 MHz～703 MHz、748 MHz～758 MHz、803 MHz～806 MHz、1790 MHz～1805 MHz。	5.6.1 使用頻率範圍（frequency range）：227.1 MHz ～ 227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz、510 MHz～530 MHz、748 MHz～758 MHz、803 MHz～806 MHz、1790 MHz～1805 MHz。	三、 新增 5.6.10 說明操作於無線麥克風頻段 614 ~ 703 MHz 頻段之使用限制。
5.6.2 必需頻帶寬度（necessary bandwidth）： 5.6.2.1 操作頻率（fc）小於 1 GHz 之系統，其必需頻帶寬度應小於或等於 200 kHz，並符合下列二表之遮罩標準。 5.6.2.2 操作頻率(fc)大於 1 GHz 之系統，其必需頻帶寬度應小於或等於 600 kHz，並符合下表之遮罩標準。	5.6.2 必需頻帶寬度（necessary bandwidth）： 5.6.2.1 操作頻率（fc）小於 1 GHz 之系統，其必需頻帶寬度應小於或等於 200 kHz，並符合下列二表之遮罩標準。 5.6.2.2 操作頻率(fc)大於 1 GHz 之系統，其必需頻帶寬度應小於或等於 600 kHz，並符合下表之遮罩標準。	四、 新增 5.6.10.4 申請者於申請審驗時應檢附切結之內容，若該頻段開放供其他業務使用時，主管機關或原驗證機構得廢止其型式認證證明，申請者(取得型式認證證明者)或經授權使用審驗合格標籤者，應依主管機關指定期限回收已販賣之器材。 相關依據條文如下： 依據電信管制射頻器材審驗管理辦法第二十二條： 取得審驗證明者，經發現其申請時所檢附之電信管制射頻器材、非隨插即用射頻模組（組件）、外接電源、配件、外接天線、資料或其電子檔案偽造或虛偽

5.6.2.3 測試方法參照 ETSI EN 300 422-1 規定。	5.6.2.3 測試方法參照 ETSI EN 300 422-1 規定。	不實時，主管機關或原驗證機構得撤銷其審驗證明。
5.6.3 主波發射功率（ERP）： 5.6.3.1 操作於 227.1 MHz～227.4 MHz，229.4 MHz～230.0 MHz，231.0 MHz～231.9 MHz 者：	5.6.3 主波發射功率（ERP）： 5.6.3.1 操作於 227.1 MHz～227.4 MHz，229.4 MHz～230.0 MHz，231.0 MHz～231.9 MHz 者：	取得審驗證明者，有下列情形之一時，主管機關或原驗證機構得廢止其審驗證明： 一、經抽驗不符合電信管制射頻器材技術規範規定。
5.6.3.2 操作於 510.0 MHz～530.0 MHz 者：50 mW 以下。	5.6.3.2 操作於 510.0 MHz～530.0 MHz 者：50 mW 以下。	取得審驗證明者，有下列情形之一時，主管機關或原驗證機構得令其限期改正，屆期未改正者，由主管機關或原驗證機構廢止其審驗證明： 八、違反切結事項。
5.6.3.3 操作於 614 MHz～703 MHz 者：10 mW 以下。		
5.6.3.4 操作於 748.0 MHz～758.0 MHz 者：10 mW 以下。	5.6.3.3 操作於 748.0 MHz～758.0 MHz 者：10 mW 以下。	
5.6.3.5 操作於 803.0 MHz～806.0 MHz 者：10 mW 以下。	5.6.3.4 操作於 803.0 MHz～806.0 MHz 者：10 mW 以下。	另依據電信管制射頻器材審驗管理辦法第二十三條： 審驗證明經撤銷或廢止時，原取得審驗證明者、經授權使用審驗合格標籤或符合性聲明標籤者，應依主管機關指定期限回收已販賣之電信管制射頻器材或非隨插即用射頻模組（組件），若他人權益因而受損，並應負損害賠償責任。
5.6.3.6 操作於 1790.0 MHz～1805.0 MHz 者：10 mW 以下。	5.6.3.5 操作於 1790.0 MHz～1805.0 MHz 者：10 mW 以下。	
5.6.3.7 在測量頻道寬度時的主波功率測量，須按下表設定值操作。	5.6.3.6 在測量頻道寬度時的主波功率測量，須按下表設定值操作。	
5.6.4 頻移量（frequency deviation）：小於或等於±75 kHz，僅適用類比系統。	5.6.4 頻移量（frequency deviation）：小於或等於±75 kHz，僅適用類比系統。	
5.6.5 頻率穩定度（frequency stability）：	5.6.5 頻率穩定度（frequency stability）：	五、 其餘未異動。
5.6.5.1 操作頻率小於 1 GHz	5.6.5.1 操作頻率小於 1 GHz	

之系統：20 ppm	之系統：20 ppm	
5.6.5.2 操作頻率大於 1 GHz 之系統：15 ppm	5.6.5.2 操作頻率大於 1 GHz 之系統：15 ppm	
5.6.6 混附發射（spurious emissions）(ERP)：	5.6.6 混附發射（spurious emissions）(ERP)：	
5.6.7 接收機（receiver）之混附發射（spurious emissions）（ERP）：2 nW（含）以下。	5.6.7 接收機（receiver）之混附發射（spurious emissions）（ERP）：2 nW（含）以下。	
5.6.8 傳輸發射訊號之天線不可與機體分離。	5.6.8 傳輸發射訊號之天線不可與機體分離。	
5.6.9 頻率穩定度測量時，在正常供應電壓下，溫度在-10℃～45℃間變化；及在 20℃下，主供應電壓在額定值之±15%內變化時。以電池作業者，應以新電池測試，並須符合 5.18 之要求。	5.6.9 頻率穩定度測量時，在正常供應電壓下，溫度在-10℃～45℃間變化；及在 20℃下，主供應電壓在額定值之±15%內變化時。以電池作業者，應以新電池測試，並須符合 5.18 之要求。	
5.6.10 操作於 614 MHz ～ 703 MHz 頻段之其他規定：		
5.6.10.1 必須採用數位調變技術並須具切換頻道功能。		
5.6.10.2 必需頻帶寬度小於或等於 200 kHz 者，其餘測試項目及限制值應符合 5.6 規定。		
5.6.10.3 必需頻帶寬度大於 200 kHz 且小於或等於 1 MHz 者：		
5.6.10.3.1 主波占用頻寬應大		

於 200 kHz。 5.6.10.3.2 其餘測試項目及限制值應符合 5.6 規定。 5.6.10.4 申請者申請審驗應檢附切結書，切結「同意器材使用頻段開放供其他業務使用時，主管機關或原驗證機構得廢止其型式認證證明，申請者(取得型式認證證明者)或經授權使用審驗合格標籤者，應依主管機關指定期限回收已販賣之器材，若他人權益因而受損，並應負損害賠償責任。」，且應於說明書及包裝盒標示「使用頻段供其他通訊業務使用時，器材應即停止使用。」。		

第二節 中長期性建議

一、 參考國際間防干擾機制規定，增進頻譜和諧使用

觀察國際間對於技術已成熟穩定、具短距離傳輸及發射功率低、且操作於免執照頻段的 433MHz 頻段多用於遙控、傳送控制訊號、警告裝置或國際物流等器材設備；雖然各國訂定輻射功率不盡相同，但均附帶相關技術規管條件，如：傳輸時間限制或防干擾機制，以減少設備間之干擾。例如，中國大陸於 2019 年 11 月公告的低功率短距離無線電發射設備與技術要求，針對使用 433MHz 等頻段之通用無線遙控設備新增相關規定，除要求設備應具自動控制功能(用於發射週期控制)外，

並要求防干擾機制，即若設備使用頻率與當地聲音、電視廣播電臺頻率相同時，不得在當地使用；若對當地聲音、電視廣播接收產生干擾時應立即停止使用，待消除干擾或調整到無干擾頻率後才能重新使用。

為提高市場上低功率射頻器材設備之品質，增進有效頻譜和諧之使用，通傳會可參考本研究團隊所研析國際間防干擾機制之規定以及案例國家 433MHz 頻段設備之管理措施，調適我國低功率射頻器材技術規範以避免該設備干擾其他現行電信管制射頻設備。

二、 因應電子通訊隱私保護需求，提案精進無線設備管理規則

觀察歐盟對於適用無線電設備指令(RED)設備，除藉由新立法框架（NLF）要求產品在市場能有效安全運行並符合標準外，並透過相關授權行為(delegated act)補充增訂相關要求，無論是在健康安全、EMC 及有效利用無線頻譜避免有害干擾，以及在網路資安、互操作性、緊急接取及產品安全等方面，以達成保護歐盟民眾健康安全為最高宗旨。例如在資安保護方面，歐盟有鑒於網路科技、電子商務蓬勃發展，歐盟 RED 正就相關領域協議新的授權行為，包括:RED 第 3.3(e)和(f) 條有關的欺詐、個人資料和隱私議題，及 RED 第 3.3(i)和/或第 4 條 有關的軟體與無線電設備組合等議題之立法條文增修訂。另在個人資料保護及電子隱私立法方面，主要透過《通用資料保護規則(GDPR)》保護歐盟居民個人資料；同時歐盟為因應新興網路通訊服務大量崛起，並尋求在電子通訊隱私領域實現一定程度的一致性，研擬制定《電子隱私規則(ePR)》，以涵蓋新興技術服務，如即時訊息(instant messaging)、VoIP 網路電話、機器對機器通信與 IoT（物聯網）等以網路為基礎的新服務。該 ePR 適用於提供與使用電子通訊服務的電子通訊資料處理，以及有關最終使

用者終端設備的資訊；法規範圍涵蓋運用電子通信建立和傳輸的所有資料內容(data)和詮釋資料(metadata)等。

觀察歐盟藉由 RED、GDPR 及 ePR 等相關立法措施，共同形成一個統合的資料保護框架，藉以達成保護歐盟民眾健康安全的最高宗旨，如下圖所示。

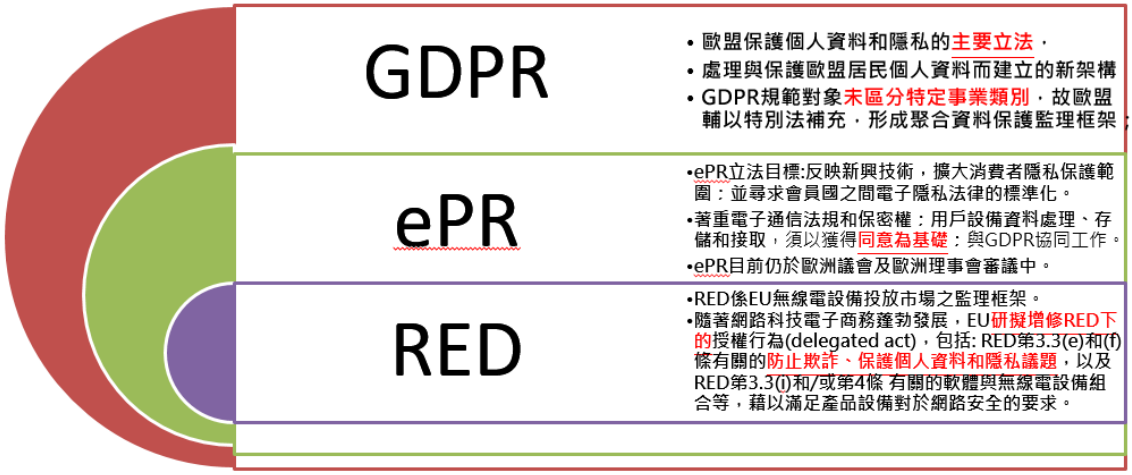


圖 57、歐盟 GDPR、ePR 及 RED 相關資料保護範圍

資料來源：本研究整理

隨著國內 5G 執照陸續釋出與萬物聯網的時代來臨，未來各種行動設備及應用將呈爆炸性成長，研究團隊建議通傳會可參仿歐盟針對互連無線設備之網路安全進行影響評估研究[185]，並依據國內需求另成立委託研究案，據以精進國內相關設備隱私保護規定與國際接軌，健全國內電信設備管理。

[185] EU, Impact Assessment on Increased Protection of Internet-Connected Radio Equipment and Wearable Radio Equipment, https://ec.europa.eu/docsroom/documents/40763

附錄

附錄一、測試程序

一、 5G 專網行動通信終端

(一) ITU

由於國際電信聯盟(ITU)主要負責確立國際無線電和電信的管理制度和標準，劃分國際頻譜與制定各項射頻關鍵性能指標，詳細測試程序則由其他國際標準組織依據 ITU 確立標準，進一步訂定相關技術要求及測試方法。相關測試程序詳見 ETSI 及 3GPP 章節說明。

(二) ETSI

ETSI 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，說明如下:

1. 測試環境與電壓條件

(1) 測試環境條件

終端設備(UE)應符合表 175 所示之環境條件要求[186]。

[186] 3GPP, TS 38.508-1, V16.3.1 (2020-03), Table 4.1.1-1, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3384

表 175、ETSI 測試環境條件

	溫度範圍	濕度範圍
常態環境(Normal)	+15℃ 至 +35℃	25% 至 75%
極端環境(Etreme)	-10℃至+55℃ (其他規定應符合 IEC 60068-2-1 與 IEC 60068-2-2)	應符合 IEC 60068-2-1 與 IEC 60068-2-2 規定

資料來源: 3GPP TS 38.508-1, Table 4.1.1-1

(2) 測試電壓條件

終端設備(UE)應在整個電壓範圍內（即極端電壓之間的電壓範圍）滿足所有要求。對於可以使用一種或多種電源進行操作的設備，低極端電壓不得高於限制值，高極端電壓亦不得低於表 176 規定的電壓[187]。

表 176、ETSI 電壓條件要求

電源 (Power source)	低極端電壓 (Lower extreme Voltage)	高極端電壓 (Higher extreme Voltage)	常態電壓 (Normal conditions Voltage)
交流電源 (AC mains)	0.9 x nominal	1.1 x nominal	nominal
調節式鉛酸電池 (Regulated lead acid battery)	0.9 x nominal	1.3 x nominal	1.1 x nominal
非調節式電池 (Non regulated batteries)： ●勒克朗社電池(Leclanché) ●鋰電池(Lithium) ●水銀電池/鎳鎘電池 (Mercury/nickel & cadmium)	 0.85 x nominal 0.95 x nominal 0.90 x nominal	 nominal 1.1 x nominal 1.1 x nominal	 nominal 1.1 x nominal nominal

資料來源: 3GPP TS 38.508-1, Table 4.1.2-1

[187] 3GPP, TS 38.508-1, V16.3.1 (2020-03), Table 4.1.2-1, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3384

2. 發射功率測試

ETSI TS 138.521-1 §6.2.1.4 對於終端設備(UE)發射功率之測試，要求終端設備(UE)應依表 177 之規定檢測低、中、高三個頻道，並分別對最低、中間及最高之工作頻寬進行檢測。

表 177、ETSI 傳導輸出功率測試方法及規範

<table>
<tr><th colspan="4">預設條件</th></tr>
<tr><td colspan="2">測試環境[188]</td><td colspan="2">常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)</td></tr>
<tr><td colspan="2">測試頻道[189]</td><td colspan="2">低、中、高</td></tr>
<tr><td colspan="2">測試頻道頻寬[190]</td><td colspan="2">最低、中間、最高</td></tr>
<tr><td colspan="2">子載波間隔[191]</td><td colspan="2">最低、最高</td></tr>
<tr><th colspan="4">測試參數</th></tr>
<tr><th>測試 ID</th><th>下行結構</th><th colspan="2">上行結構</th></tr>
<tr><td></td><td rowspan="7">不適用</td><th>調變方式(註2)</th><th>資源區塊分配(註1)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK</td><td>Inner Full</td></tr>
<tr><td>2</td><td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK</td><td>Inner 1RB Left</td></tr>
<tr><td>3</td><td>DFT-s-OFDM PI/2 BPSK</td><td>Inner 1RB Right</td></tr>
<tr><td>4</td><td>DFT-s-OFDM QPSK</td><td>Inner Full</td></tr>
<tr><td>5</td><td>DFT-s-OFDM QPSK</td><td>Inner 1RB Left</td></tr>
<tr><td>6</td><td>DFT-s-OFDM QPSK</td><td>Inner 1RB Right</td></tr>
<tr><td colspan="4">註1:每一資源區塊(Resource Block, RB)分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1Table 6.1-1之規定。
註2:DFT-s-OFDM PI/2 BPSK測試僅適用於支援half Pi BPSK之FR1終端設備。</td></tr>
</table>

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.2.1.4.1-1

[188] Test Environment as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.1
[189] Test Frequencies as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.3.1
[190] Test Channel Bandwidths as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.3.1
[191] Test SCS as specified in Table 5.3.5-1

依據 ETSI TS 38.521-1 §6.2.1.4.2 發射功率之測試程序:

1. 同步訊符(Synchronization Symbol, SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.2.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔(uplink MAC padding bits)位元填補。
2. 在每個上行排程資訊(uplink scheduling information)中向 UE 連續發送上行功率控制“up”命令給 UE；在此步驟中，從第一個 TPC 命令開始至少允許 200 毫秒(ms)，以使 UE 達到與功率等級 3 (Power Class 3)相對應的 PUMAX 位準。
3. 在無線接取模式(radio access mode)的頻道頻寬中，測量 UE 的平均功率(mean power)，測量週期應至少為一個 active 子訊框(sub-frame)（1ms）和上行訊符(uplink symbols)中的連續時間。對於具有暫態週期(transient periods)的 TDD 訊符不在測試中。
4. 對於支援功率等級 2 (Power Class 2)的 UE，在適用的頻段上重複步驟 1-3。但步驟 2 中的 PUMAX 級別須對應於功率等級 2。

3. 頻率穩定度測試

ETSI TS 138.521-1 §6.4.1.4 對於終端設備(UE)頻率穩定度之測試，要求終端設備(UE)應依表 178 之規定檢測中頻道，並對最高之工作頻寬進行檢測。

表 178、ETSI 頻率穩定度測試方法及規範

預設條件				
測試環境			常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)	
測試頻道			中	
測試頻道頻寬			最高	
子載波間隔			最低	
測試參數				
	下行結構		**上行結構**	
測試 ID	**調變方式**	**資源區塊分配**	**調變方式**	**資源區塊分配**
1	CP-OFDM QPSK	Full RB（註1）	DFT-s-OFDM QPSK	REFSENS（註2）
註1: Full 資源區塊(Full RB)分配應符合3GPP 38.521-1 Table 7.3.2.4.1-2規定之每一子載波間隔及頻道頻寬。 註2:參考靈敏度(Reference Sensitivity, REFSENS)應符合3GPP 38.521-1 Table 7.3.2.4.1-3規定之每一子載波間隔、頻道頻寬、NR 頻段上行資源區塊分配和起始RB 位置。				

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.4.1.4.1-1

依據 ETSI TS 138.521-1 §6.4.1.4.2 頻率穩定度之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.4.1.4.1-1 透過 PDCCH DCI 格式 1_0 為 C_RNTI 發送 PDSCH，以傳送上行參考量測頻道(DL RMC)。SS 在 DL RMC 上傳送下行鏈路 MAC 填充區隔位元(MAC Padding Bits)填補。
2. 同步訊符(SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.4.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以排序上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元補齊。

3. 依 ETSI TS 138.521-1 表 7.3.2.5-1 定義將下行鏈路信號位準設定適當 REFSENS 參數值。在 UE 發送的每個上行排程資訊中，向 UE 連續發送上行功率控制的”up”命令，使 UE 在測試期間以 PUMAX 位準進行發送。在此步驟中，從第一個 TPC 命令開始至少等待 200 毫秒(ms)，以使 UE 達到 PUMAX 位準。

4. 依據 ETSI TS 138.521-1 Annex E（附件 E），以全局通道內 Tx 測試（Global In-Channel Tx-Test）測量頻率誤差。對於 TDD，僅由 UL 訊符組成的時槽應測試。

4. 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)測試

相鄰頻道洩漏功率比測試分為: NR_{ACLR} 測試和 $UTRA_{ACLR}$ 測試

(1) NR 相鄰頻道洩漏功率比(NR_{ACLR})測試要求

依據 ETSI TS 138.521-1 §6.5.2.4.1 進行 NR 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)之測試，其量測頻寬(measurement bandwidth)應依表 179 之規定，採矩形濾波器(rectangular filters)，檢測低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依表 180 進行檢測。

表 179、ETSI NR_{ACLR} 量測頻寬

NR 頻道頻寬 / NR ACLR 量測頻寬												
	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
NR ACLR 量測頻寬	4.515	9.375	14.235	19.095	23.955	28.815	38.895	48.615	58.35	78.15	88.23	98.31

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.4.1.5-1

表 180、ETSI ACLR 測試方法及規範

預設條件	
測試環境	常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)
測試頻道	低、高
測試頻道頻寬	最低、最高
子載波間隔	最低、最高

頻道頻寬測試參數						
測試 ID	頻率	頻道頻寬	子載波間隔（SCS）	下行結構	上行結構	
		預設	預設		調變方式(註2)	資源區塊分配(註1)
1(註3)	Default			不適用	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full
2(註3)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
3(註3)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
4(註3)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
5(註4)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full
6(註4)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
7(註4)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
8(註4)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
9	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Inner_Full
10	Low				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
11	High				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
12	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full
13	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Inner_Full
14	Low				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
15	High				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
16	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full
17	Low				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
18	High				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
18	Default				DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full
20	Low				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
21	High				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
22	Default				DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full
23	Default				CP-OFDM QPSK	Inner_Full
24	Low				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
25	High				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
26	Default				CP-OFDM QPSK	Outer_Full
27	Default				CP-OFDM 16 QAM	Inner_Full
28	Low				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
29	High				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
30	Default				CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full
31	Low				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left

32	High				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
33	Default				CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full
34	Low				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
35	High				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
36	Default				CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full

註1: 每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。

註2: DFT-s-OFDM PI/2 BPSK 測試僅適用支援half Pi BPSK 之FR1終端設備。

註3: 針對功率等級3，操作在TDD 具PI/2 BPSK調變之終端設備及具支援powerBoostingpi2BPSK能力與 IE powerBoostPi2BPSK 設定為1且頻段為4400-5000MHz(n79)之終端設備。

註4: 針對功率等級3，操作在FDD 或TDD 但非操作在n40、n41、n77、n78、n79之終端設備，或TDD 頻段操作在n40, n77, n78及4400-5000MHz(n79)且IE powerBoostPi2BPSK設定為0之終端設備。

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.2.4.1.4.1-1

依據 ETSI TS 138.521-1 §6.5.2.4.1.4.2 NR_{ACLR} 之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.2.4.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以排序上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。
2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 PUMAX 位準發送。UE 至少需要 200 毫秒(ms)才能達到 PUMAX 位準。
3. 依據測試配置(test configuration)在無線接取模式的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率(mean power)，該功率應滿足 ETSI TS 138.521-1 表 6.2.2.5-1 和 6.2.2.5-5 中描述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符(UL symbols)組成的時槽應被測試。

4. 測量配置的 NR 頻道的矩形濾波平均功率(rectangular filtered mean power)。

5. 分別在配置的 NR 頻道之下側(lower side)和上側(upper side)，測量第一個 NR 相鄰頻道的矩形濾波平均功率。

6. 對上下側的 NR ACLR，分別計算在步驟 4 中測得的值與步驟 5 中測得的值之間的功率比。

(2) UTRA 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$)要求

依據 ETSI TS 138.521-1 §6.5.2.4.2 進行 UTRA 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)之測試，其量測頻寬應依上表 NR_{ACLR} 量測頻寬之規定，UTRA 採 roll-off factor α = 0.22 與 3.84MHz 頻寬之 RRC (Root Raised Cosine) 濾波器，NR 採矩形濾波器，檢測低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依上表 ACLR 測試方法及規範進行檢測。

依據 ETSI TS 138.521-1 §6.5.2.4.2.4.2 $UTRA_{ACLR}$ 之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.2.4.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以排序上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 PUMAX 位準發送。 UE 至少需要 200 毫秒(ms)才能達到 PUMAX 位準。
3. 根據測試配置在無線接取模式的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率(mean power)，該功率應滿足 ETSI TS 138.521-1 表 6.2.2.5-1 和 6.2.2.5-5 中描述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符(UL symbols)組成的時槽應被測試。
4. 測量配置的 NR 頻道的矩形濾波平均功率。
5. 分別在 NR 頻道的下側和上側分別測量第一和第二 UTRA 相鄰頻道的 RRC 濾波平均功率(RRC filtered mean power)。
6. 對於較低和較高的 UTRA ACLR，分別計算在步驟 4 中測量的值與步驟 5 中的值之間的功率比。

5. 發射頻譜波罩測試

ETSI TS 138.521-1 §6.5.2.2 對於終端設備(UE)發射頻譜波罩之測試，由於頻譜發射限制值依頻道頻寬及發射頻帶外之偏移頻率(Δ Frequency of Out-of-band emission，Δf_{OOB})而不同，故量測時之解析頻寬應不小於頻譜波罩限值。檢測頻道為低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依表 181 進行檢測。

表 181、ETSI 頻譜波罩之頻道頻寬測試參數

預設條件	
測試環境	常態環境常態電壓(Normal)
測試頻道	低、高
測試頻道頻寬	最低、最高
子載波間隔	最低、最高

頻道頻寬測試參數						
測試ID	**頻率**	**頻道頻寬**	**子載波間隔（SCS）**	**下行結構**	**上行結構**	
		預設	預設	不適用	**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1(註3)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
2(註3)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
3(註3)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
4	Low				DFT-s-OFDM QPSK	Edger_1RB_Left
5	High				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
6	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full
7	Low				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
8	High				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
9	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full
10	Low				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
11	High				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
12	Default				DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full
13	Low				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
14	High				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
15	Default				DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full
16	Low				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
17	High				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
18	Default				CP-OFDM QPSK	Outer_Full
19	Low				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
20	High				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
21	Default				CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full
22	Low				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
23	High				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
24	Default				CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full

25	Low				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
26	High				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
27	Default				CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full
註1:每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。 註2: DFT-s-OFDM PI/2 BPSK 測試僅適用支援half Pi BPSK 之FR1終端設備。 註3:針對功率等級3，終端設備操作在n40, n41, n77, n78 及4400-5000MHz(n79)應分別測試IE powerBoostPi2BPSK 設定為1及0。						

資料來源: ETS TS 138.521-1, Table 6.5.2.2.4.1-1

依據 ETS TS 138.521-1 §6.5.2.2.4.2 發射頻譜波罩之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.2.2.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。
2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 PUMAX 位準發送。UE 至少需 200 毫秒(ms)才能達到 PUMAX 等級。
3. 根據測試配置(test configuration)，在無線接取模式之頻道頻寬中，測量 UE 的平均功率應滿足 ETSI TS 138.521-1 表 6.2.1.5-1 中對 6.2.2.5-1 所述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符組成的時槽應被測試。
4. 根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.2.2.5-1 使用頻寬測量濾波器測量發射信號的功率。濾波器的中心頻率應按照同一表格連續步進

量測，並應記錄每一步的測量功率。測量週期應占用(capture) Active 的時槽(TS)。

6. 混附發射區域不必要發射測試

ETSI TS 138.521-1 §6.5.3.1 對於終端設備(UE)混附發射區域不必要發射之測試，量測頻率範圍不包含頻道外至表 182 之 F_{OOB} (MHz)間之頻率，量測時之解析頻寬應不小於下表之設定值，F_{OOB} 為 NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率。

另檢測頻道為低、中、高三個頻道，並分別對最低、中及最高之工作頻寬，依表 183 進行檢測。

表 182、ETSI NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率

頻道頻寬	NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率 (OOB boundary) F_{OOB} (MHz)
$BW_{Channel}$	$BW_{Channel}$ + 5

資料來源: ETSI TS 138.521-1 Table 6.5.3.1.3-1

表 183、ETSI 混附發射區域不必要發射測試參數

預設條件			
測試環境		常態環境常態電壓(Normal)	
測試頻道		低、中、高	
測試頻道頻寬		最低、中間、最高	
子載波間隔		最低	
測試參數			
測試 ID	**下行結構**	**上行結構**	
	不適用	**調變方式**	**資源區塊分配(註1)**
1		CP-OFDM QPSK	OuterFull
2		CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
3		CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
註1：每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。			

資料來源: ETSI TS 138.521-1, Table 6.5.3.1.4.1-1

依據 ETSI TS 138.521-1 §6.5.3.1.4.2 混附發射區域不必要發射之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.3.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以排序上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)資訊要傳送，因此 UE 在 UL RMC 上，發送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。
2. 在上行排程資訊(uplink scheduling information)中向 UE 連續發送上行功率控制”up”命令給 UE，直到 UE 以 PUMAX 位準發送。

3. 根據 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.3.1.5-1，使用頻寬濾波器(filter of bandwidths)測量發射信號的功率。濾波器的中心頻率應按照 ETSI TS 138.521-1 表 6.5.3.1.5-1 連續地步進。測量的功率應在每個步驟中進行驗證(verified)。測量週期應占用(capture) Active 時槽。

歐洲對於近距離射頻設備的頻段劃分可參照歐洲郵電管理委員會(European Conference of Postal and Telecommunications, CEPT)所出版的 ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))[192]，詳細的技術規範則可參照 ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)[193]，詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱上述歐洲的測試程序章節。

(三) FCC

FCC 於 2018 年 4 月發布 15-170 號(docket no. 15-170)「授權數位發射機驗證的測量指南[194](Measurement Guidance for Certification of Licensed Digital Transmitters)，將 ANSI C63.26-2015 國家標準[195]，用於

---

[192] ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))
[193] ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)
[194] FCC, 971168 D01 Power Meas License Digital Systems v03r01 - Measurement Guidance for Certification of Licensed Digital Transmitters
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=oa1c6R09aOUpAoM7bydRKg%3D%3D&desc=971168%20D01%20Power%20Meas%20License%20Digital%20Systems%20v03r01&tracking_number=47466
[195] ANSI C63.26-2015 是由 ANSI 認證標準委員會（ASC）C63®開發，旨在為設備授權申請人、製造商和測試實驗室提供統一、可靠和一致的測量程序，以證明在授權無線電服務中使用的發射

授權無線電服務中發射機一致性測試，並作為授權無線電服務運行設備的可接受的測量程序。因此，對於運作在寬頻（>1 MHz）數位調變傳輸系統，ANSI C63.26-2015 及 KDB Publication 971168 D01[196]提供數位發射機通用測量指引，並提供第 2.1033（c）（14）節以及第 2.1046 至 2.1057 節中規定的最低認證要求與測量程序。各射頻特性量測項目之測試程序如下：

1. 峰值輸出功率量測

(1) 測量系統圖

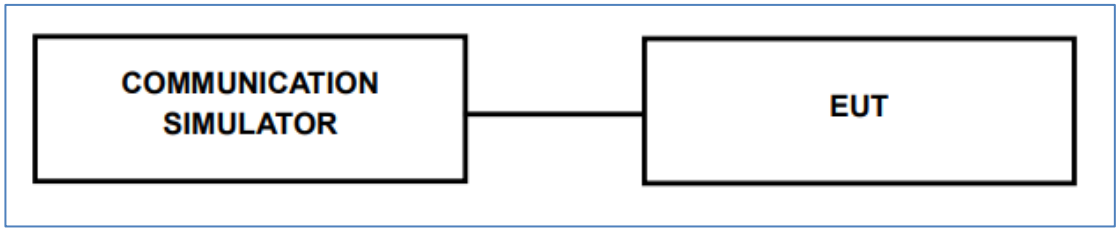


圖 58、峰值輸出功率量測設置圖

資料來源: BV Inc.

(2) 測量儀器設定

總峰值輸出功率可依 ANSI C63.26-2015 第 5.2.5.3 節使用寬頻峰值 RF 功率計(power meter)來測量。功率計的影像頻寬應大於或等於 EUT 的 OBW，並使用快速響應二極體(fast responding diode detector)檢測器；

機 符合 FCC 的技術要求。

[196] KDB Publication 971168 D01 的先前版本是 ANSI C63.26 測量程序開發的基礎。KDB Publication 971168 D01 為 ANSI C63.26-2015 一起使用的隨附文檔，除對 ANSI 文檔中特定測量程序的交叉引用之外，此版本的 KDB 出版物 971168 D01 還保留了有關 FCC 規則的部分編號和資訊。

或以系統模擬器建立與 EUT 的通信，設置參數強制 EUT 以最大輸出功率發射，並報告發射機輸出端子上射頻的測量功率。

(3) 測試程序

- 發射機輸出端口連接至系統模擬器。
- 通過系統模擬器將 EUT 設置為最大功率。
- 為每個頻段和不同的調變選擇最低，中間和最高的頻道。
- 從系統模擬器測量並記錄功率位準。

2. 調變特性量測

(1) 測量系統圖

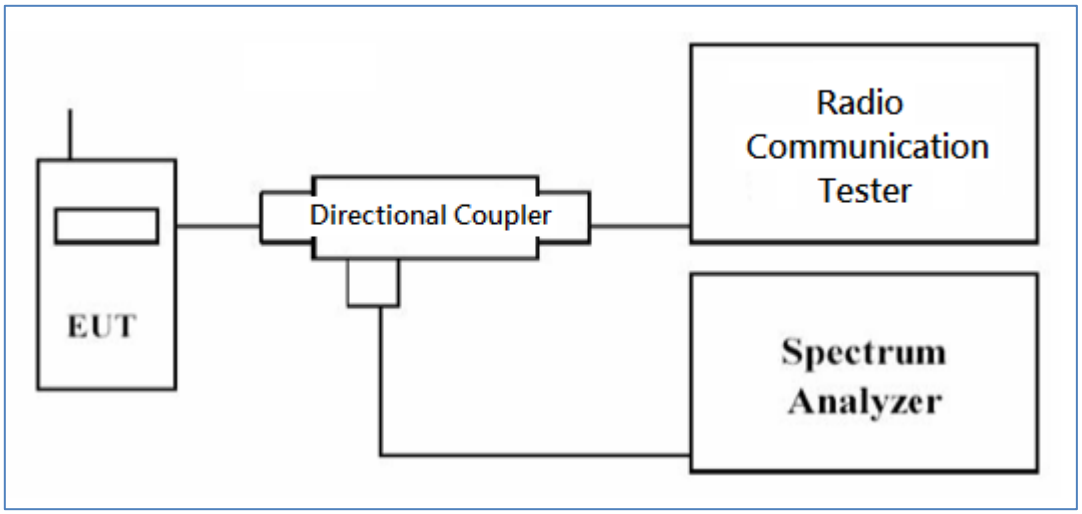


圖 59、調變特性量測設置圖

資料來源: Unilab Inc.

(2) 測量儀器設定

依 ANSI C63.26-2015 第 5.3.1 節規定，除非規範中特別提及，否則可以接受使用更高階的調變（例如 OFDM 或 LTE）或其他調變方式。

(3) 測試程序

- 將 EUT 設置為發射模式。
- 通過定向耦合器(Directional Coupler)將電纜從天線端口連接到頻譜分析儀和無線通訊測試器，並進行量測。
- 調變特性量測應以曲線或等效數據，表明設備滿足授權該設備規則的調變要求。

3. 占用頻寬量測

(1) 測量系統圖

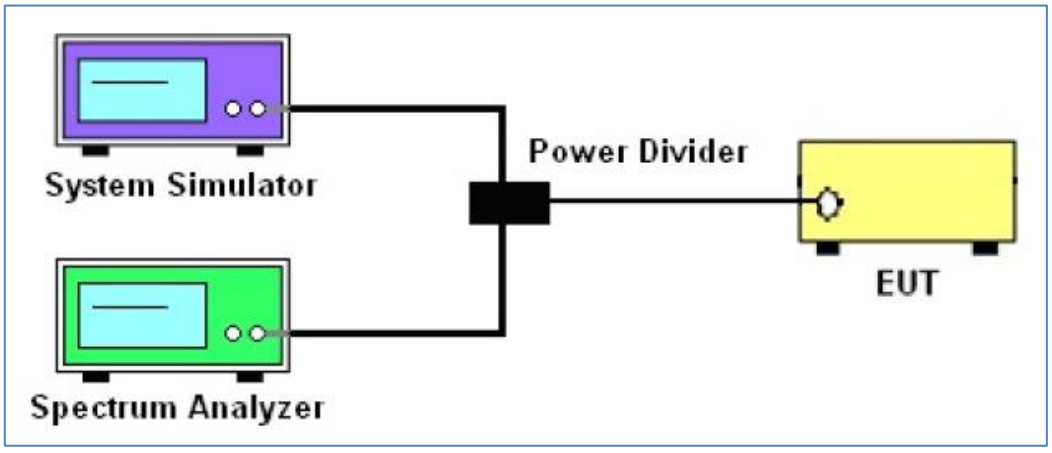


圖 60、占用頻寬量測設置圖

資料來源: Sporton Inc.

(2) 測量儀器設定

- 使用信號分析儀的自動頻寬測量功能來執行 99%的占用頻寬和 26dB 的頻寬。頻寬測量不受基本發射中任何中間功率零位(intermediate power nulls)的影響。
- RBW：預期 OBW 的 1-5%
- VBW：VBW≥3 x RBW
- 檢波器(Detector)：峰值
- 追蹤模式(Trace)：最大值保持
- 掃頻模式：自動配對
- 直到波形痕跡穩定
- 若有必要，在更改 RBW 之後重複執行步驟 2~7，以使其在步驟 7 觀察到的 99%占用頻寬的 1－5%之內。

(3) 測試程序

a） 測試程序參考 ANSI C63.26-2015 第 5.4.4 節及 KDB 971168 D01 v03r01 第 4.3 節；頻譜分析儀中心頻率設置為標稱(nominal) EUT 頻道的中心頻率。頻譜分析儀的頻率跨度(frequency span)應設置得足夠寬，以捕獲包括發射裙邊(emission skirts)在內的所有調變產物（通常跨度為 1.5xOBW）。

b） 標稱中頻濾波器(nominal IF filter) 3 dB 頻寬（RBW）應在預期 OBW 的 1%至 5%範圍內，並且 VBW 應當設置為≥3xRBW。

c） 根據需要設置儀器的參考位準(reference level)，以防止信號幅度超過線性分析儀的最大頻譜分析儀輸入混頻器位準。

d） 步驟 a），步驟 b）和步驟 c）可能需要反覆才能在指定的誤差範圍內進行調整。

e） 將檢測模式設置為峰值，將跟踪模式設置為最大保持。

f） 如果儀器不具有 99%的 OBW 功能，恢復跟踪數據點，並直接以線性功率(linear power)求和。將恢復的振幅數據點（從最低頻率開始）連續運行，直到達到總數的 0.5%，並將該頻率記錄為較低的 OBW 頻率。重複該過程，直到達到總數的 99.5%，並將該頻率記錄為較高的 OBW 頻率。可以透過計算這兩個頻率之差來確定 99%功率 OBW。

g） 測試報告應說明 OBW 及在測量儀器顯示螢幕上標出。頻率和振幅及刻度應清楚標示，除繪圖外，還可以報告表格數據。

4. 天線端不必要發射量測

(1) 測量系統圖

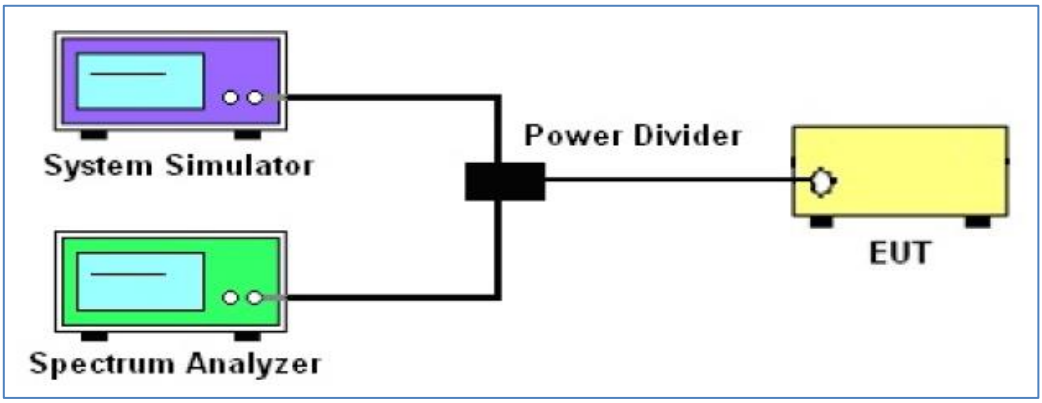


圖 61、天線端不必要發射量測設置圖

資料來源: Sporton Inc.

(2) 測量儀器設定

- 設置開始和停止頻率，以使頻段邊緣(band edge)位於圖的中心
- 跨度設置足夠大，以捕獲頻寬邊緣附近的所有帶外發射
- RBW：RBW>發射頻寬的 1%
- VBW：VBW> 3 x RBW
- 檢波器(Detector)：RMS
- 掃描點數：≥ 2 x 跨度/ RBW
- 跟踪模式：跟踪平均值
- 掃描時間：自動耦合
- 直到波形痕跡穩定

(3) 測試程序

a） 測試程序參考 ANSI C63.26-2015 第 5.7 節及 KDB 971168 D01 v03r01 第 6.0 節；將頻譜分析儀中心頻率設置為區塊(Block)、頻段(Band)或頻道邊緣頻率。

b） 設置足夠寬的跨度，以捕獲最接近授權區塊或頻段邊緣的基本發射，並包括溢出到相鄰頻段中的所有調變產物。在某些情況下，可以設置中心頻率和跨度(span)，以涵蓋授權區塊、頻段或頻道任一側的基本發射和不必要帶外（頻段邊緣）發射。如果可以保持足夠的過載保護(overload protection)和足夠的動態範圍，則可以通過單次（緩慢）掃描方式測量。

c） 設置掃描點數≥2x跨度/ RBW。

d） 掃描時間應自動進行峰值檢測。對於均方根(RMS)檢測，掃描時間應設置如下：

1） 如果可以將設備，配置為連續發送（Duty Cycle ≥98％），則設置（掃描時間）>（掃描點數）x（符號周期）（例如，乘以 10x符號周期x點數）。增加掃描時間（即，降低掃描速度）將允許平均多個符號。

2） 如果設備無法連續發送信號（Duty Cycle <98％），則應盡可能使用門控掃描(gated sweep)（即觸發門使得分析儀僅在設備以全功率發送時才進行掃描），設置掃描時間>（掃描點數）x（符號周期），但掃描時間應始終保持小於或等於最小傳輸時間的值。

3） 如果無法將設備配置成連續發送（Duty Cycle <98%），並且必須使用自由運行的掃描(freerunning sweep)，請設置掃描時間，以便透過設置掃描時間>（符號周期）×（點數）在整個週期內進行平均，同時還保持掃描時間<（發射機開啟時間）。頻譜分析儀的數值，隨後應透過[10 log（1 / Duty Cycle）] 進行校正。可假設傳輸週期和 Duty Cycle 相對恆定（Duty Cycle 變化≤±2%）。

4） 如果無法將設備配置為連續傳輸，並且必須使用自由運行的掃描，並且如果傳輸呈現出非恆定 Duty Cycle 比（Duty Cycle 變化>±2%），請設置掃描時間，以便透過設置掃描時間>（符號周期）×（點數）在整個週期內進行平均，同時還保持掃描時間<（發射機開啟時間）。另跟踪模式應設置為最大保持，因為並非每個顯示點都只能在傳導通時間內進行平均。因此必須在最大保持期間進行多次掃描（例如 100 次）以確保測量到最大功率。跟踪模式應設置為最大保持，因並非每個顯示點都只能在導通時間內進行平均，故必須在最大保持期間進行多次掃描（例如 100 次）以確保測量到最大功率。

e） 測試報告應包括測量儀器顯示的圖形和測量數值。

5. 混附波輻射場強量測

(1) 測量系統圖

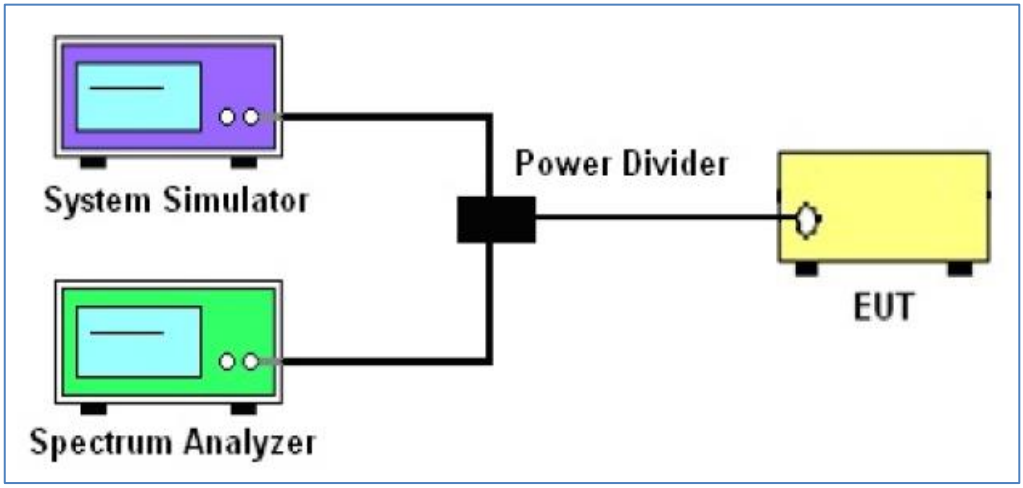


圖 62、混附波輻射場強量測設置圖

資料來源: Sporton Inc.

(2) 測量儀器設定

- RBW：RBW = 1 MHz
- VBW：VBW≥ 3 MHz
- 檢波器(Detector)： RMS
- 追蹤模式(Trace)：平均值
- 掃描時間：自動耦合
- 掃描點數：≥ 2 *跨度/ RBW

(3) 測試程序

a） 測試程序參考 ANSI C63.26-2015 第 5.7 節及 KDB 971168 D01 v03r01 第 6.0 節；將頻譜分析儀的起始頻率設置為 EUT 產生的最低頻率，而不低於 9 kHz，將停止頻率設置為在 ANSI C63.26-2015 第 5.7.3 節執行的測量所覆蓋的較低頻率。或者，可以將停止頻率設置為 ANSI C63.26-2015 第 5.1.1 節指定的值，具體取決於 EUT 的工作範圍，如果結果圖可以清楚地表明所有未解決的頻率均符合根據第 5.7.3 節執行帶外發射測量的要求。

b） 使用平均功率（RMS）均方根檢測器時，請確保掃描中的點數≥2×（跨度/ RBW）。當適用法規規定平均功率時，可以將峰值檢測器用於初步測量，以適應更寬的頻率範圍。初步測量中發現的任何超出適用限值的發射都應使用功率均方根（rms）檢測器進行進一步檢查，該檢測器的最小測量點數同上所述。

c） 掃描時間應設置為自動耦合(auto-couple)以執行峰值檢測器測量。對於使用功率平均（rms）檢測器的測量，掃描時間應按照 ANSI C63.26-2015 第 5.7.3 項 d）所述設置，用於進行帶外發射測量。

d） 確定並測量每個頻率範圍內的最高混附發射位準，作為此測試的一部分，沒有必要重新測量帶外發射。記錄測得的發射相對應的頻率和幅度，並擷取數據圖。

e） 如果沒有被按照步驟 a）中提供的寬範圍測量所捕獲，則對較高的混附發射頻率範圍重複步驟 b）至步驟 d）。此測量的最高頻率在 ANSI C63.26-2015 第 5.1.1 中定義為 EUT 工作範圍的函數。

f） 將結果與適用法規中的相應限值進行比較。

g） 測試報告應包括測量儀器顯示螢幕的數據圖和測量數值。

6. 頻率穩定性量測

(1) 測量系統圖

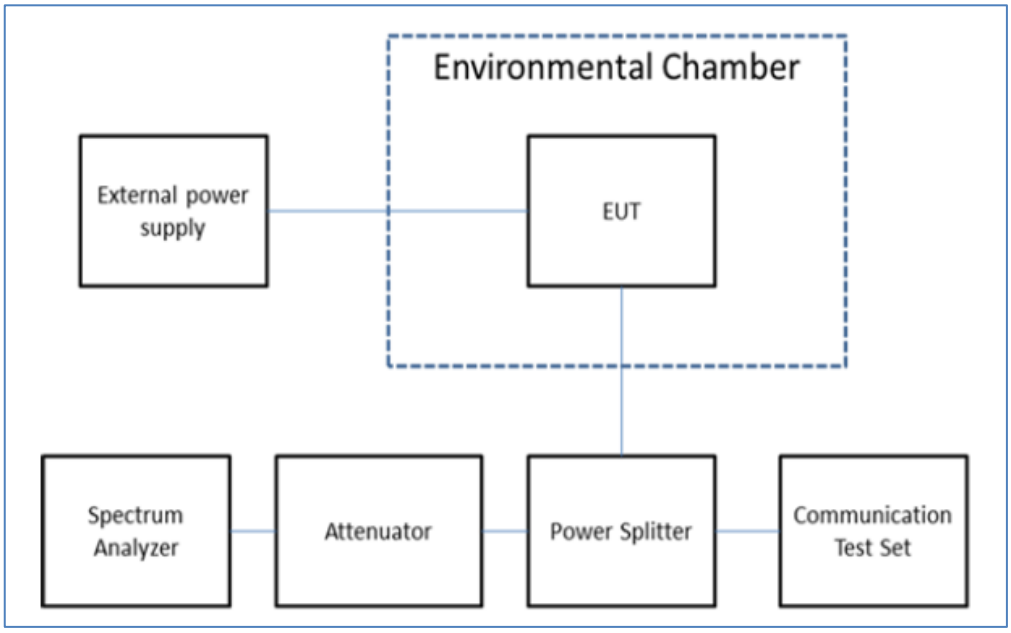


圖 63、頻率穩定性量測設置圖

資料來源: ANSI C63.26-2015

(2) 測量儀器設定

頻率穩定性是對溫度和電源電壓變化引起的頻率漂移的一種度量，並參考+20˚C 下的頻率和額定電源電壓。在開始這些測試之前，應根據製造商發布的操作和說明手冊來設置工作載波頻率。在此初始設置之後，不得對任何頻率確定電路元件進行調整。頻率穩定性需要以下測試設備（或等效設備）。

a） 環境實驗室(Environmental chamber)

b） 頻譜分析儀

c） 足夠的衰減

d） 功率分配器/定向耦合器

e） 無線通訊測試儀

f） 儀器和被測設備應連接，如圖 8 所示

g） 頻率標準

h） 射頻功率計

i） RMS 電壓表

j） 溫度監控設備

(3) 測試程序

a） 根據 ANSI C63.26-2015 第 5.6.3 節進行頻率穩定性測試：

- 在製造商的額定電源電壓下，溫度介於−30˚C 和 +50˚C 之間的溫度，並以 10˚C 為增量。

- ■ 在+20°C 的溫度和±15%的電源電壓變化下。如果指定產品在輸入電壓範圍內工作，則將−15%的變化應用於最低電壓，而將+ 15%的變化應用於最高電壓。

b） 在測試過程中，必須對 EUT 進行所有必要的設置、調整和控制，而又不打擾測試環境，即不打開環境實驗室。

c） 如果自動禁止發射機在較低溫度範圍之外工作,則可以將頻率穩定性維持在較低溫度範圍。

d） 對於只能使用內部電池工作且電源電壓不能改變的手持設備,應在電池的標稱電壓和製造商規定的電池端點電壓下進行頻率穩定性測試。

e） 可以使用外部電源電壓,並將其設置為內部電池的標稱電壓,並再次設置為設備製造商指定的電池工作終點電壓。

f） 如果未調變的載波不可用,則可以通過使用頻率計數器來獲得調變載波的平均頻率，該頻率計數器的時閘(gating time)設置為比特週期的適當倍數（時閘取決於所需的精度）。相關資訊應包括在測試報告。

(四) 3GPP

3GPP 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，如後所述。

1. 測試環境與電壓條件

(1) 測試環境條件

終端設備(UE)應符合表 184 所示之環境條件要求[197]。

表 184、3GPP 測試環境條件

	溫度範圍	濕度範圍
常態環境(Normal)	+15℃ 至 +35℃	25% 至 75%
極端環境(Etreme)	-10℃至+55℃ (其他規定應符合 IEC 60068-2-1 與 IEC 60068-2-2)	應符合 IEC 60068-2-1 與 IEC 60068-2-2 規定

資料來源: 3GPP TS 38.508-1 Table 4.1.1-1

(2) 測試電壓條件

終端設備(UE)應在整個電壓範圍內（即極端電壓之間的電壓範圍）滿足所有要求。對於可以使用一種或多種電源進行操作的設備，低極端電壓不得高於限制值，高極端電壓亦不得低於下表規定的電壓[198]。

[197] 3GPP, TS 38.508-1, V16.3.1 (2020-03), Table 4.1.1-1, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3384
[198] 3GPP, TS 38.508-1, V16.3.1 (2020-03), Table 4.1.2-1, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3384

表 185、3GPP 測試電壓條件

電源 (Power source)	低極端電壓 (Lower extreme Voltage)	高極端電壓 (Higher extreme Voltage)	常態電壓 (Normal conditions Voltage)
交流電源 (AC mains)	0.9 x nominal	1.1 x nominal	nominal
調節式鉛酸電池 (Regulated lead acid battery)	0.9 x nominal	1.3 x nominal	1.1 x nominal
非調節式電池 (Non regulated batteries)： ●勒克朗社電池(Leclanché) ●鋰電池(Lithium) ●水銀電池/鎳鎘電池 (Mercury/nickel & cadmium)	0.85 x nominal 0.95 x nominal 0.90 x nominal	nominal 1.1 x nominal 1.1 x nominal	nominal 1.1 x nominal nominal

資料來源: 3GPP TS 38.508-1 Table 4.1.2-1

2. 發射功率測試

3GPP TS 38.521-1 §6.2.1.4 對於終端設備(UE)發射功率之測試，要求終端設備(UE)應依表 186 之規定檢測低、中、高三個頻道，並分別對最低、中間及最高之工作頻寬進行檢測。

表 186、3GPP 傳導輸出功率測試方法及規範

預設條件			
測試環境[199]		常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)	
測試頻道[200]		低、中、高	
測試頻道頻寬[201]		最低、中間、最高	
子載波間隔[202]		最低、最高	
測試參數			
測試 ID	**下行結構**	**上行結構**	
	不適用	**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1		DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner Full
2		DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner 1RB Left
3		DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner 1RB Right
4		DFT-s-OFDM QPSK	Inner Full
5		DFT-s-OFDM QPSK	Inner 1RB Left
6		DFT-s-OFDM QPSK	Inner 1RB Right
註1:每一資源區塊(Resource Block, RB)分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1Table 6.1-1之規定。 註2:DFT-s-OFDM PI/2 BPSK測試僅適用於支援half Pi BPSK之FR1終端設備。			

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.2.1.4.2 發射功率之測試程序:

1. 同步訊符(Synchronization Symbol, SS)根據 3GPP 38.521-1 表 6.2.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI[203]發送每個 UL HARQ[204]程序的上行排程資訊,用以調度上行參考量測頻道(UL

[199] Test Environment as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.1
[200] Test Frequencies as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.3.1
[201] Test Channel Bandwidths as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.3.1
[202] Test SCS as specified in Table 5.3.5-1
[203] C-RNTI, Cell Radio Network Temporary Identifier；細胞無線網路暫時識別碼
[204] HARQ, Hybrid Automatic Repeat request；混和式自動重送請求

RMC[205])。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC[206]填充區隔**(** uplink MAC padding bits**)**位元填補。

2. 在每個上行排程資訊(uplink scheduling information)中向 UE 連續發送上行功率控制” up”命令給 UE；在此步驟中，從第一個 TPC 命令開始至少允許 200 毫秒(ms)，以使 UE 達到 P_{UMAX}[207]位準。

3. 在無線接取模式(radio access mode)的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率(mean power)，測量週期應至少為一個 active 子訊框(subframe)（1ms）和上行訊符(uplink symbols)中的連續時間。對於具有暫態週期(transient periods)的 TDD 訊符不在測試中。

4. 對於支援功率等級 2 的 UE，於適用的頻段上重複步驟 1-3。P-Max 的例外狀況訊息(message exception of P-Max)定義在 3GPP TS38.521-1 **表 6.2.1.4.3-2**。

[205] RMC, Reference Measurement Channel；參考量測頻道
[206] MAC, Media Access Control；媒體存取控制
[207] P_{UMAX}, The measured configured maximum UE output power；測量已配置最大 UE 輸出功率

表 187、3GPP P-Max 訊息

資訊元件 (Informance element)	數值	條件
P-Max	23	PC2 UE

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.4.3-2

3. 頻率穩定度測試

3GPP TS 38.521-1 §6.4.1.4 對於終端設備(UE)頻率穩定度之測試，要求終端設備(UE)應依表 188 之規定檢測中頻道，並對最高之工作頻寬進行檢測。

表 188、3GPP 頻率穩定度測試方法及規範

預設條件				
測試環境			常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)	
測試頻道			中	
測試頻道頻寬			最高	
子載波間隔			最低	
測試參數				
	下行結構		**上行結構**	
測試 ID	**調變方式**	**資源區塊分配**	**調變方式**	**資源區塊分配**
1	CP-OFDM QPSK	Full RB (註1)	DFT-s-OFDM QPSK	REFSENS (註2)
註1: Full 資源區塊(Full RB)分配應符合3GPP 38.521-1 Table 7.3.2.4.1-2規定之每一子載波間隔及頻道頻寬。 註2:參考靈敏度(Reference Sensitivity, REFSENS)應符合3GPP 38.521-1 Table 7.3.2.4.1-3 規定之每一子載波間隔、頻道頻寬、NR 頻段上行資源區塊分配和起始RB 位置。				

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.4.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.4.1.4.2 頻率穩定度之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP 38.521-1 表 6.4.1.4.1-1 透過 PDCCH DCI 格式 1_1 為 C_RNTI 發送 PDSCH，以傳送上行參考量測頻道(DL RMC)。SS 並在 DL RMC 上傳送下行鏈路 MAC 填充區隔位元(MAC Padding Bits)填補。
2. 同步訊符(SS)根據 3GPP 38.521-1 表 6.4.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元補齊。
3. 依據 3GPP 38.521-1 表 7.3.2.5-1 定義，將下行鏈路信號位準設定適當 REFSENS 參數值。在 UE 發送的每個上行排程資訊中，向 UE 連續發送上行功率控制的”up”命令，使 UE 在測試期間以 P_{UMAX} 位準進行傳送。在此步驟中，從第一個 TPC 命令開始至少等待 200 毫秒(ms)，以使 UE 達到 P_{UMAX} 等級。
4. 依據 3GPP TS 38.521-1 Annex E（附件 E），使用全局通道內 Tx 測試（Global In-Channel Tx-Test）測量頻率誤差。對於 TDD，僅由 UL 訊符組成的時槽應測試。

4. 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)測試

相鄰頻道洩漏功率比測試分為: NR_{ACLR} 測試和 $UTRA_{ACLR}$ 測試

(1) NR 相鄰頻道洩漏功率比(NR_{ACLR})測試要求

依據 3GPP TS 38.521-1 §6.5.2.4.1 進行 NR 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)之測試，其量測頻寬(measurement bandwidth)應依表 189 之規定，採矩形濾波器(rectangular filters)，檢測低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依表 190 進行檢測。

表 189、3GPP NR_{ACLR} 量測頻寬

NR 頻道頻寬 / NR ACLR 量測頻寬												
	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
NR ACLR 量測頻寬	4.515	9.375	14.235	19.095	23.955	28.815	38.895	48.615	58.35	78.15	88.23	98.31

資料來源: 3GPP 38.521-1 Table 6.5.2.4.1.5-1

表 190、3GPP ACLR 測試方法及規範

預設條件						
測試環境			常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)			
測試頻道			低、高			
測試頻道頻寬			最低、最高			
子載波間隔			最低、最高			
頻道頻寬測試參數						
測試 ID	**頻率**	**頻道頻寬**	**子載波間隔 (SCS)**	**下行結構**	**上行結構**	
		預設	預設		**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1(註3)	Default			不適用	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full
2(註3)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
3(註3)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
4(註3)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
5(註4)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full
6(註	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left

4)						
7(註4)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
8(註4)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
9	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Inner_Full
10	Low				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
11	High				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
12	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full
13	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Inner_Full
14	Low				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
15	High				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
16	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full
17	Low				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
18	High				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
18	Default				DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full
20	Low				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
21	High				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
22	Default				DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full
23	Default				CP-OFDM QPSK	Inner_Full
24	Low				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
25	High				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
26	Default				CP-OFDM QPSK	Outer_Full
27	Default				CP-OFDM 16 QAM	Inner_Full
28	Low				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
29	High				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
30	Default				CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full
31	Low				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
32	High				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
33	Default				CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full
34	Low				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
35	High				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
36	Default				CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full

註1: 每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。

註2: DFT-s-OFDM PI/2 BPSK 測試僅適用支援half Pi BPSK 之FR1終端設備。

註3: 針對功率等級3，操作在TDD 具PI/2 BPSK調變之終端設備及具支援powerBoostingpi2BPSK能力與IE powerBoostPi2BPSK 設定為1且頻段為4400-5000MHz(n79)之終端設備。

註4: 針對功率等級3，操作在FDD 或TDD 但非操作在n40、n41、n77、n78、n79之終端設備，或TDD頻段操作在n40, n77, n78及4400-5000MHz(n79)且IE powerBoostPi2BPSK設定為0之終端設備。

資料來源: 3GPP 38.521-1 Table 6.5.2.4.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.2.4.1.4.2 NR_{ACLR} 之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.4.1.4.1-1** 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬

載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。UE 至少需要 200 毫秒(ms)才能達到 P_{UMAX} 等級。

3. 根據測試配置在無線接取模式的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率(mean power)，該功率應滿足 3GPP TS 38.521-1 **表 6.2.2.5-1 和 6.2.2.5-5** 中描述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符(UL symbols)組成的時槽應被測試。

4. 測量配置的 NR 頻道的矩形濾波平均功率(rectangular filtered mean power)。

5. 分別在配置的 NR 通道之下側(lower side)和上側(upper side)，測量第一個 NR 相鄰通道的矩形濾波平均功率。

6. 對上下側的 NR ACLR，分別計算在步驟 4 中測得的值與步驟 5 中測得的值之間的功率比。

7. 對於支援功率等級 2 的 UE，於適用頻段上對 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.4.1.4.1-1** 的測試 ID 22 和 36 重複步驟 1～6。P-Max 的例外狀況訊息定義在 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.4.1.4.3-1**]。

(2) UTRA 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$)要求

依據 3GPP TS 38.521-1 §6.5.2.4.2 進行 UTRA 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)之測試，其量測頻寬應依上表 NR_{ACLR} 量測頻寬之規定，UTRA 採 roll-off factor α = 0.22 與 3.84MHz 頻寬之 RRC (Root Raised Cosine) 濾波器，NR 採矩形濾波器，檢測低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依上表 ACLR 測試方法及規範進行檢測。

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.2.4.2.4.2 $UTRA_{ACLR}$ 之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP 38.521-1 **第 6.2.3.4.1 節**中適用的測試配置表(test configuration table)，以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。
2. 向 UE 連續發送功率控制” up”命令，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。 UE 至少需要 200 毫秒(ms)才能達到 P_{UMAX} 等級。
3. 根據測試配置在無線接取模式的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率，該功率應適當滿足 3GPP 38.521-1 第 6.2.3.5 節中所述的要求。測量週期至少應為一個 Active 子訊框（1ms）和上行鏈路訊符(uplink symbol)中的連續時間。對於 TDD 時槽，其瞬態週期不在測試中。
4. 測量配置的 NR 頻道的矩形濾波平均功率。

5. 分別在 NR 信道的下側和上側分別測量第一和第二 UTRA 相鄰頻道的 RRC 濾波平均功率(RRC filtered mean power)。

6. 對於較低和較高的 UTRA ACLR，分別計算在步驟 4 中測量的值與步驟 5 中的值之間的功率比。

5. 發射頻譜波罩測試

3GPP TS 38.521-1 §6.5.2.2 對於終端設備(UE)發射頻譜波罩之測試，由於頻譜發射限制值依頻道頻寬及發射頻帶外之偏移頻率(Δ Frequency of Out-of-band emission，Δf_{OOB})而不同，故量測時之解析頻寬應不小於頻譜波罩限值。檢測頻道為低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依表 191 進行檢測。

表 191、3GPP 頻譜波罩之頻道頻寬測試參數

預設條件						
測試環境		常態環境常態電壓(Normal)				
測試頻道		低、高				
測試頻道頻寬		最低、最高				
子載波間隔		最低、最高				
頻道頻寬測試參數						
測試ID	**頻率**	**頻道頻寬**	**子載波間隔(SCS)**	**下行結構**	**上行結構**	
		預設	預設	不適用	**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1(註3)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
2(註3)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
3(註3)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
4	Low				DFT-s-OFDM QPSK	Edger_1RB_Left
5	High				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right

6	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full
7	Low				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
8	High				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
9	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full
10	Low				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
11	High				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
12	Default				DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full
13	Low				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
14	High				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
15	Default				DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full
16	Low				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
17	High				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
18	Default				CP-OFDM QPSK	Outer_Full
19	Low				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
20	High				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
21	Default				CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full
22	Low				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
23	High				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
24	Default				CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full
25	Low				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
26	High				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
27	Default				CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full
註1:每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。 註2: DFT-s-OFDM PI/2 BPSK 測試僅適用支援half Pi BPSK 之FR1終端設備。 註3:針對功率等級3，終端設備操作在n40, n41, n77, n78 及4400-5000MHz(n79)應分別測試IE powerBoostPi2BPSK 設定為1及0。						

資料來源: 3GPP 38.521-1 Table 6.5.2.2.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.2.2.4.2 發射頻譜波罩之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP 38.521-1 **表 6.5.2.2.4.1-1** 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載

(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。UE 至少需 200 毫秒(ms)才能達到 P_{UMAX} 等級。

3. 根據測試配置(test configuration)，在無線接取模式之頻道頻寬中，測量 UE 的平均功率應滿足 3GPP TS 38.521-1 表 6.2.1.5-1 中對 6.2.2.5-1 所述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符組成的時槽應被測試。

4. 根據 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.2.5-1** 使用頻寬測量濾波器測量發射信號的功率。濾波器的中心頻率應按照同一張表格連續步進量測，並應記錄每一步的測量功率。測量週期應占用(capture) Active 的時槽(TS)。

6. 混附發射區域不必要發射測試

3GPP TS 38.521-1 §6.5.3.1 對於終端設備(UE)混附發射區域不必要發射之測試，量測頻率範圍不包含頻道外至表 192 之 F_{OOB} (MHz)間之頻率，量測時之解析頻寬應不小於表 192 之設定值，F_{OOB} 為 NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率。

另檢測頻道為低、中、高三個頻道，並分別對最低、中及最高之工作頻寬，依表 193 進行檢測。

表 192、3GPP NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率

頻道頻寬	NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率 (OOB boundary) F_{OOB} (MHz)
$BW_{Channel}$	$BW_{Channel}$ + 5

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.3.1.3-1

表 193、3GPP 混附發射區域不必要發射測試參數

預設條件			
測試環境		常態環境常態電壓(Normal)	
測試頻道		低、中、高	
測試頻道頻寬		最低、中間、最高	
子載波間隔		最低	
測試參數			
測試 ID	**下行結構**	**上行結構**	
	不適用	**調變方式**	**資源區塊分配(註1)**
1		CP-OFDM QPSK	OuterFull
2		CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
3		CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
註1：每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。			

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.3.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.3.1.4.2 混附發射區域不必要發射之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.3.1.4.1-1** 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程

資訊，以排序上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)資訊要傳送，因此 UE 在 UL RMC 上，發送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 在上行排程資訊(uplink scheduling information)中向 UE 連續發送上行功率控制”up”命令給 UE，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。

3. 根據 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.3.1.5-1**，使用頻寬濾波器(filter of bandwidths)測量發射信號的功率。濾波器的中心頻率應按照 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.3.1.5-1** 連續地步進。測量的功率應在每個步驟中進行驗證(verified)。測量週期應占用(capture) Active 時槽。

4. 對於在 n41 頻段上運作的 UE，請在初始條件的步驟 6 中重新測試 1 GHz≦f <12.75 GHz 頻率範圍內的訊息內容，但 3GPP TS 38.521-1 第 6.5.3.1.4.3 節定義的除外。

(五) 歐盟

歐盟 5G NR 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，主要依據 ETSI 標準。相關技術要求及測試程序詳見附錄 ETSI 章節說明。

(六)　美國

根據 FCC 47 CFR 第 2.1041 條(b)測量程序規定[208]，對於在授權的無線電服務中運行的設備，應按照§§2.1046、2.1047、2.1049、2.1051、2.1053、2.1055 和 2.1057 中的規定進行測量；並可以接受 ANSI C63.26-2015 中的測量程序，對測量標準所涵蓋的設備類型進行符合性測量。

因此，在 3550-3700 MHz 頻率範圍內運行的 CBRS 設備，應證明符合 Part 96.41 的要求[209]，並根據 FCC 47 CFR 第 2.1033（c）（14）節規定[210]，進行第 2.1046 節到第 2.1057 節的認證測試。各射頻特性量測項目之測試程序如下：

1. 輸出功率量測

(1)　測量系統圖

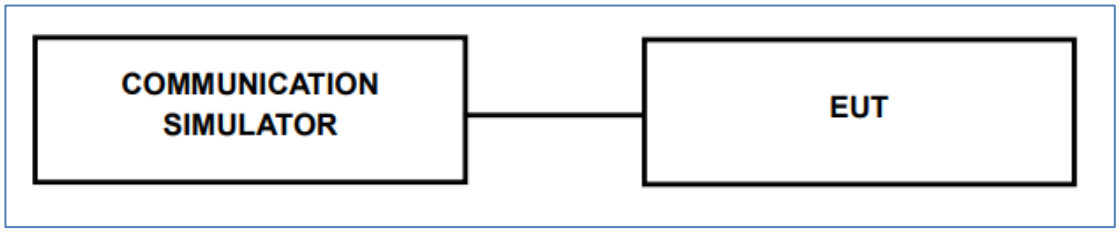


圖 64、CBRS EUD 設備輸出功率量測設置圖

資料來源: BV Inc.

[208] FCC, 47 CFR § 2.1041 - Measurement procedure, https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/2.1041
[209] FCC, 47 CFR § 96.41 - General radio requirements. https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/96.41
[210] FCC, 47 CFR § 2.1033 - Application for certification, https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/2.1033

(2) 測量儀器設定

總峰值輸出功率可依 ANSI C63.26-2015 第 5.2.5.3 節使用寬頻峰值 RF 功率計(power meter)來測量。功率計的影像頻寬應大於或等於 EUT 的 OBW，並使用快速響應二極體(fast responding diode detector)檢測器；或以系統模擬器建立與 EUT 的通信，設置參數強制 EUT 以最大輸出功率發射，並報告發射機輸出端子上射頻的測量功率。

(3) 測試程序

- 發射機輸出端口連接至系統模擬器。
- 通過系統模擬器將 EUT 設置為最大功率。
- 為每個頻段和不同的調變選擇最低，中間和最高的頻道。
- 從系統模擬器測量並記錄功率水平。

2. 等效全向輻射功率（EiRP）量測

(1) 測量系統圖

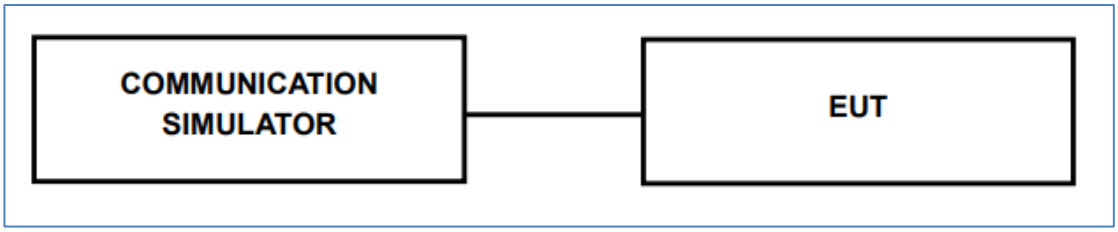


圖 65、CBRS EUD 設備 EiRP 功率量測設置圖

資料來源: BV Inc.

(2) 測量儀器設定

根據 FCC Part 96.41(b)規定，CBRS 終端用戶設備的 EIRP 不得超過 23 dBm / 10MHz。測試將遵循 ANSI C63.26-2015 第 5.2.5.5 節及 KDB 971168 D01 v03r01 規定進行。EIRP 計算方式如下:

$EIRP = P_T + G_T - L_C$

P_T =發射機輸出功率，以 dBm 為單位

G_T =發射天線的增益，單位為 dBi

L_C =發射機和天線之間的連接電纜之信號衰減，以 dB 為單位。

(3) 測試程序

- 發射機輸出端口連接至系統模擬器。
- 通過系統模擬器將 EUT 設置為最大功率。
- 為每個頻段和不同的調變選擇最低，中間和最高的頻道。
- 從系統模擬器測量並記錄功率水平。
- 根據傳導的 RF 輸出功率測量確定 ERP 和/或 EIRP

3. 峰值平均功率比（PAPR）量測

(1) 測量系統圖

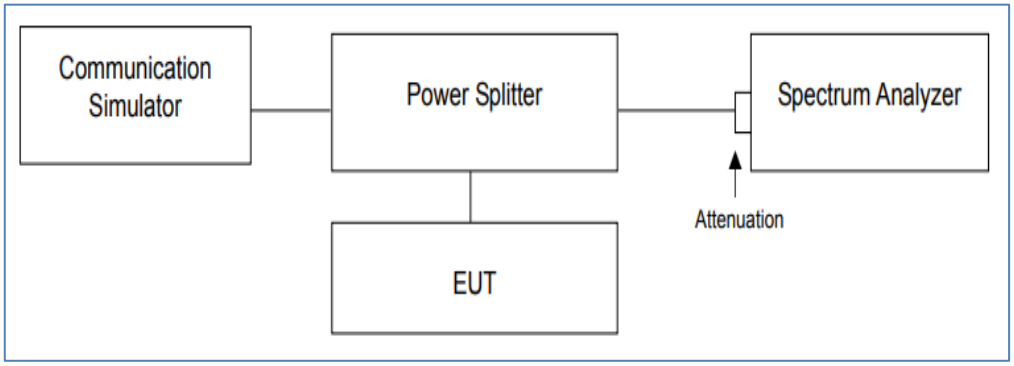


圖 66、CBRS EUD 設備 PARP 量測設置圖

資料來源: BV Inc.

(2) 測量儀器設定

a. 測試設置（峰值功率）

測量儀器的 RBW 必須大於或等於要測量的信號的 OBW，並且 VBW≧3xRBW。

- 設置 RBW≧ OBW。
- 設置 VBW≧3xRBW。
- 設置跨度≧2xOBW。
- 掃描時間≧10x（掃描點數）x（傳輸符號周期）。
- 檢測器=峰值。
- 跟踪模式=最大保持。

b. 測試設置（平均功率）

- 將跨度設置為 2x到 3xOBW。
- 設置 RBW≧OBW。
- 設置 VBW≧3xRBW。
- 設置掃描中的測量點數≧2x跨度/ RBW
- 掃描時間：設置≧[10x（掃描點數）x（傳輸週期）]進行單掃描測量。
- 檢測器=功率平均（rms）。
- 將掃描觸發設置為“自由運行”。
- 如果掃描設置為自動耦合，則在功率平均（rms）模式下平均至少 100 條軌跡線。
- 使用峰值標記器功能確定最大振幅水平。
- 將[10 log（1 /佔空比）]施加到測得的最大功率位準，以計算連續傳輸期間的平均功率。

(3) 測試程序

- 將 EUT 通過功率分配器連接到頻譜和系統模擬器。
- 遵循 ANSI C63.26-2015 第 5.2.6 節 PAPR 替代程序，使用第 5.2.3 節提供的適當程序確定峰值功率(peak power)，及使用第 5.2.4 節中提供的適當程序確定平均功率。

- 並將測量的數據帶入公式，以確定類 CW 窄頻信號的 PAPR 比例。PAPR 計算方式如下:

PAPR（dB）= P_{Pk}（dBm 或 dBW）− P_{Avg}（dBm 或 dBW）

PAPR=峰均功率比，dB 為單位

P_{Pk}=測量的峰值功率或峰值 PSD 位準，以 dBm 或 dBW 為單位

P_{Avg}=測量的平均功率或平均 PSD 位準，以 dBm 或 dBW 為單位

- 記錄偏差作為峰均比

4. 占用頻寬（Occupied bandwidth）量測

(1) 測量系統圖

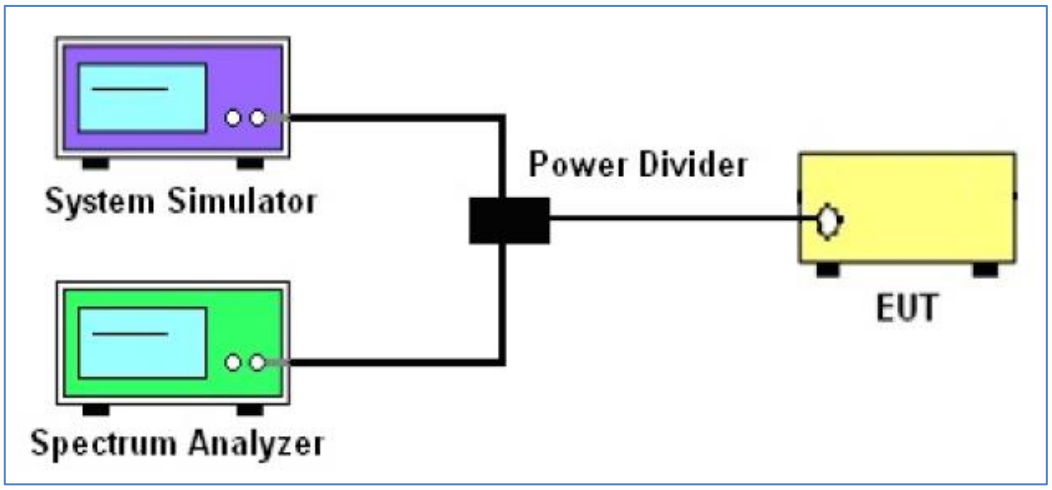


圖 67、CBRS EUD 設備占用頻寬量測設置圖

資料來源: Sporton Inc.

(2) 測量儀器設定

1. 使用信號分析儀的自動頻寬測量功能來執行 99%的佔用頻寬和 26dB 的頻寬。頻寬測量不受基本發射中任何中間功率零位的影響。
2. RBW =預期 OBW 的 1 ~ 5%
3. VBW≧3 x RBW
4. 檢測器=峰值
5. 跟踪模式=最大保持
6. 掃頻=自動配對
7. 使波形軌跡穩定
8. 如有必要，請在更改 RBW 之後重複步驟 2 至 7，使之處於步驟 7 中觀察到的 99%占用頻寬的 1-5%之內。

(3) 測試程序

1. 根據 ANSI C63.26-2015 第 5.4.4 節規定測量程序，將頻譜分析儀中心頻率設置為標稱(nominal) EUT 頻道的中心頻率。頻譜分析儀的頻率跨度(frequency span)應設置得足夠寬，以捕獲包括發射裙邊(emission skirts)在內的所有調變產物（通常跨度為 1.5 ×OBW 就足夠了）。
2. 標稱中頻濾波器(nominal IF filter) 3 dB 頻寬（RBW）應在預期 OBW 的 1%至 5%範圍內，並且 VBW 應當設置為≥3×RBW。

3. 根據需要設置儀器的參考位準(reference level)，以防止信號幅度超過線性分析儀的最大頻譜分析儀輸入混頻器位準。請參閱 4.2.3 中提供的指南。

   - 注—步驟 a），步驟 b）和步驟 c）可能需要反覆才能在指定的誤差範圍內進行調整。

4. 將檢測模式設置為峰值，將跟踪模式設置為最大保持。

5. 如果儀器不具有 99%的 OBW 功能，恢復跟踪數據點，並直接以線性功率(linear power)求和。將恢復的振幅數據點（從最低頻率開始）連續運行，直到達到總數的 0.5%，並將該頻率記錄為較低的 OBW 頻率。重複該過程，直到達到總數的 99.5%，並將該頻率記錄為較高的 OBW 頻率。可以透過計算這兩個頻率之差來確定 99%功率 OBW。

6. 測試報告應說明 OBW 及在測量儀器顯示螢幕上標出。頻率和振幅及刻度應清楚標示，除繪圖外，還可以報告表格數據。

5. 天線端不必要發射量測

(1) 測量系統圖

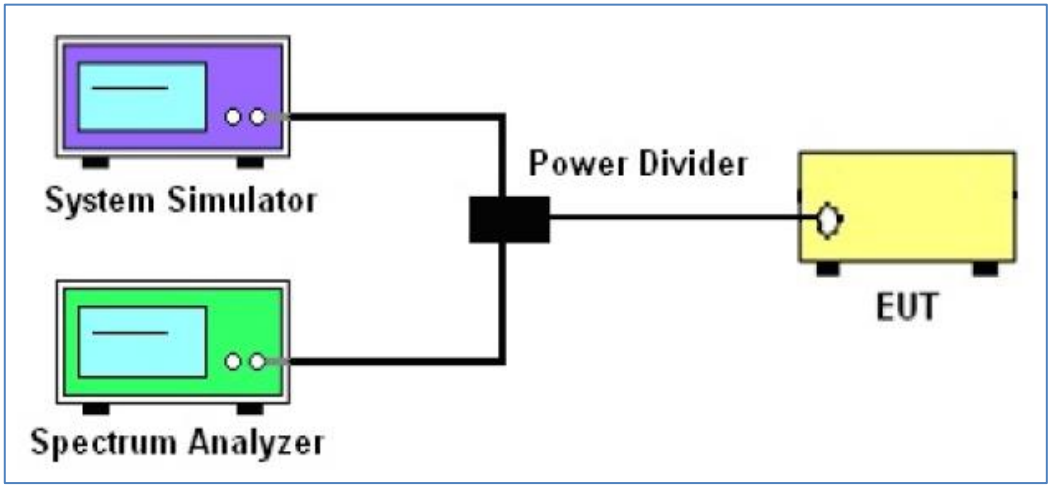


圖 68、CBRS EUD 設備天線端不必要發射量測設置圖

資料來源: Sporton Inc.

(2) 測量儀器設定

- 設置開始和停止頻率，以使頻段邊緣(band edge)位於圖的中心
- 跨度設置足夠大，以捕獲頻寬邊緣附近的所有帶外發射
- RBW：RBW>發射頻寬的 1%
- VBW：VBW> 3 x RBW
- 檢波器(Detector)：RMS
- 掃描點數：≥2 x 跨度/ RBW
- 跟踪模式：跟踪平均值
- 掃描時間：自動耦合

- 直到波形痕跡穩定

(3) 測試程序

a） 測試遵循 ANSI C63.26-2015 第 5.7 節及 KDB 971168 D01 v03r01 第 6.0 節;將頻譜分析儀中心頻率設置為區塊(Block)、頻段(Band)或頻道邊緣頻率。

b） 設置足夠寬的跨度，以捕獲最接近授權區塊或頻段邊緣的基本發射，並包括溢出到相鄰頻段中的所有調變產物。在某些情況下，可以設置中心頻率和跨度(span)，以涵蓋授權區塊、頻段或頻道任一側的基本發射和不必要帶外（頻段邊緣）發射。如果可以保持足夠的過載保護(overload protection)和足夠的動態範圍，則可以通過單次（緩慢）掃描方式測量。

c） 設置掃描點數≥2x跨度/ RBW。

d） 掃描時間應自動進行峰值檢測。對於均方根(RMS)檢測，掃描時間應設置如下：

1） 如果可以將設備，配置為連續發送（Duty Cycle ≥98％），則設置（掃描時間）>（掃描點數）x（符號周期）（例如，乘以 10x符號周期x點數）。增加掃描時間（即，降低掃描速度）將允許平均多個符號。

2） 如果設備無法連續發送信號（Duty Cycle <98％），則應盡可能使用門控掃描(gated sweep)（即觸發門使得分析儀僅在設備以全功率發送時才進行掃描），設置掃描時間>

（掃描點數）×（符號周期），但掃描時間應始終保持小於或等於最小傳輸時間的值。

3） 如果無法將設備配置成連續發送（Duty Cycle <98%），並且必須使用自由運行的掃描(freerunning sweep)，請設置掃描時間，以便透過設置掃描時間>（符號周期）×（點數）在整個週期內進行平均，同時還保持掃描時間<（發射機開啟時間）。頻譜分析儀的數值，隨後應透過[10 log（1 / Duty Cycle）] 進行校正。可假設傳輸週期和 Duty Cycle 相對恆定（Duty Cycle 變化≤±2%）。

4） 如果無法將設備配置為連續傳輸，並且必須使用自由運行的掃描，並且如果傳輸呈現出非恆定 Duty Cycle 比（Duty Cycle 變化>±2%），請設置掃描時間，以便透過設置掃描時間>（符號周期）×（點數）在整個週期內進行平均，同時還保持掃描時間<（發射機開啟時間）。另跟踪模式應設置為最大保持，因為並非每個顯示點都只能在傳導通時間內進行平均。因此必須在最大保持期間進行多次掃描（例如 100 次）以確保測量到最大功率。跟踪模式應設置為最大保持，因並非每個顯示點都只能在導通時間內進行平均，故必須在最大保持期間進行多次掃描，以確保測量到最大功率。

e） 測試報告應包括測量儀器顯示的圖形和測量數值。

6. 混附波輻射場強（Field strength of spurious radiation）量測

(1) 測量系統圖

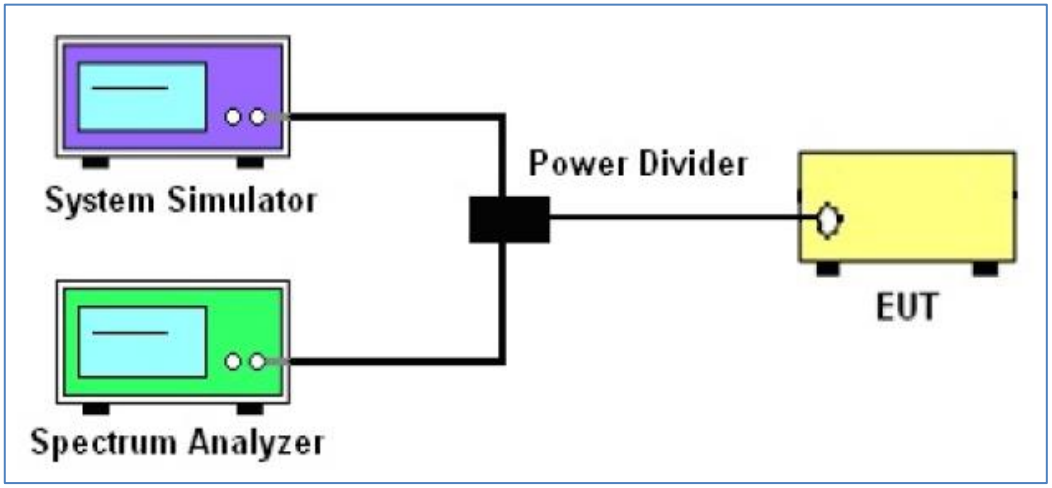


圖 69、CBRS EUD 設備混附波輻射場強量測設置圖

資料來源: Sporton Inc.

(2) 測量儀器設定

- RBW：RBW = 1 MHz
- VBW：VBW≥ 3 MHz
- 檢波器(Detector)： RMS
- 追蹤模式(Trace)：平均值
- 掃描時間：自動耦合
- 掃描點數：≥ 2 *跨度/ RBW
- 極限線：−40dBm / MHz

(3) 測試程序

a） 測試程序參考 ANSI C63.26-2015 第 5.7 節及 KDB 971168 D01 v03r01 第 6.0 節；將頻譜分析儀的起始頻率設置為 EUT 產生的最低頻率，而不低於 9 kHz，將停止頻率設置為在 ANSI C63.26-2015 第 5.7.3 節執行的測量所覆蓋的較低頻率。或者，可以將停止頻率設置為 ANSI C63.26-2015 第 5.1.1 節指定的值，具體取決於 EUT 的工作範圍，如果結果圖可以清楚地表明所有未解決的頻率均符合根據第 5.7.3 節執行帶外發射測量的要求。

b） 使用平均功率（RMS）均方根檢測器時，請確保掃描中的點數≥2×（跨度/ RBW）。當適用法規規定平均功率時，可以將峰值檢測器用於初步測量，以適應更寬的頻率範圍。初步測量中發現的任何超出適用限值的發射都應使用功率均方根（rms）檢測器進行進一步檢查，該檢測器的最小測量點數同上所述。

c） 掃描時間應設置為自動耦合(auto-couple)以執行峰值檢測器測量。對於使用功率平均（rms）檢測器的測量，掃描時間應按照 ANSI C63.26-2015 第 5.7.3 項 d）所述設置，用於進行帶外發射測量。

d） 確定並測量每個頻率範圍內的最高混附發射位準，作為此測試的一部分，沒有必要重新測量帶外發射。記錄測得的發射相對應的頻率和幅度，並擷取數據圖。

e） 如果沒有被按照步驟 a）中提供的寬範圍測量所捕獲，則對較高的混附發射頻率範圍重複步驟 b）至步驟 d）。此測量的最高頻率在 ANSI C63.26-2015 第 5.1.1 中定義為 EUT 工作範圍的函數。

f） 將結果與適用法規中的相應限值進行比較。

g） 測試報告應包括測量儀器顯示螢幕的數據圖和測量數值。

7. 頻率穩定性量測

(1) 測量系統圖

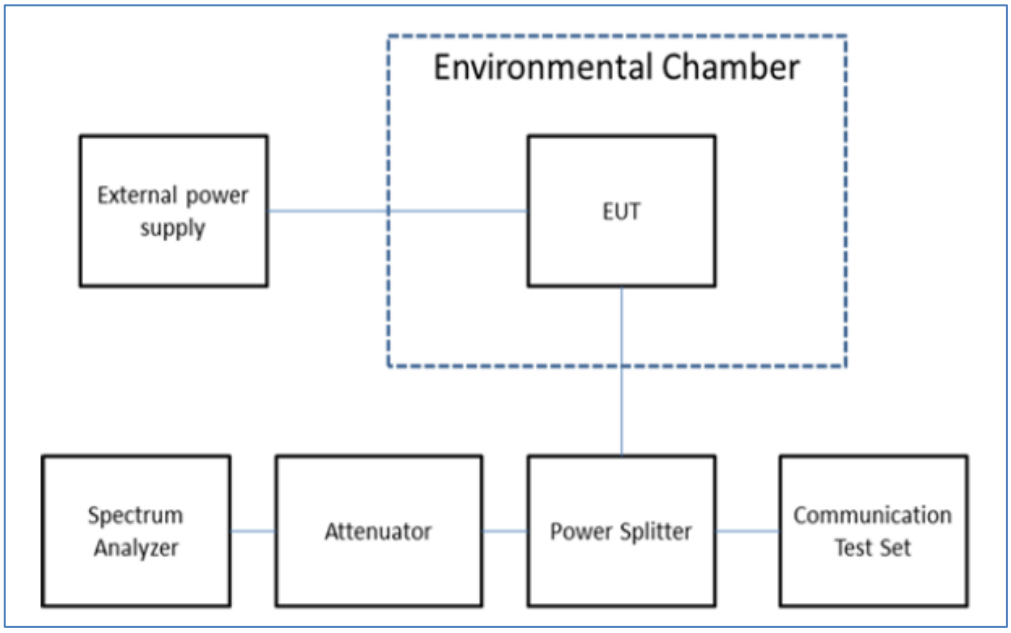


圖 70、CBRS EUD 設備頻率穩定性量測設置圖

資料來源: ANSI C63.26-2015

(2) 測量儀器設定

頻率穩定性是對溫度和電源電壓變化引起的頻率漂移的一種度量，並參考+20˚C 下的頻率和額定電源電壓。在開始這些測試之前，應根據製造商發布的操作和說明手冊來設置工作載波頻率。在此初始設置之後，不得對任何頻率確定電路元件進行調整。頻率穩定性需要以下測試設備（或等效設備）。

a） 環境實驗室(Environmental chamber)

b） 頻譜分析儀

c） 足夠的衰減

d） 功率分配器/定向耦合器

e） 無線通訊測試儀

f） 儀器和被測設備應連接，如圖 8 所示

g） 頻率標準

h） 射頻功率計

i） RMS 電壓表

j） 溫度監控設備

(3) 測試程序

a） 根據 ANSI C63.26-2015 第 5.6.3 節進行頻率穩定性測試：

- 在製造商的額定電源電壓下，溫度介於−30˚C 和 +50˚C 之間的溫度，並以 10˚C 為增量。

- ■ 在+20°C 的溫度和±15%的電源電壓變化下。如果指定產品在輸入電壓範圍內工作，則將−15%的變化應用於最低電壓，而將+ 15%的變化應用於最高電壓。

b） 在測試過程中，必須對 EUT 進行所有必要的設置、調整和控制，而又不打擾測試環境，即不打開環境實驗室。

c） 如果自動禁止發射機在較低溫度範圍之外工作,則可以將頻率穩定性維持在較低溫度範圍。

d） 對於只能使用內部電池工作且電源電壓不能改變的手持設備,應在電池的標稱電壓和製造商規定的電池端點電壓下進行頻率穩定性測試。

e） 可以使用外部電源電壓,並將其設置為內部電池的標稱電壓,並再次設置為設備製造商指定的電池工作終點電壓。

f） 如果未調變的載波不可用,則可以通過使用頻率計數器來獲得調變載波的平均頻率，該頻率計數器的時閘(gating time)設置為比特週期的適當倍數（時閘取決於所需的精度）。相關資訊應包括在測試報告。

8. 輻射混附發射（Radiated Spurious Emission）量測

(1) 測量系統圖

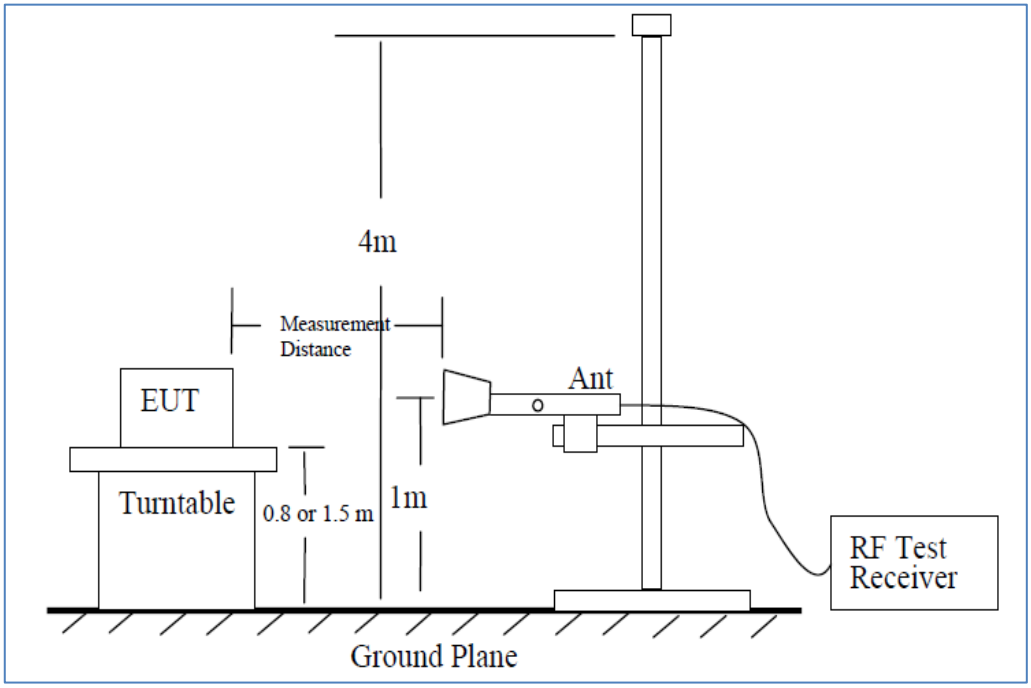


圖 71、CBRS EUD 設備輻射混附發射設置圖

資料來源: ANSI C63.26-2015

(2) 測量儀器設定

- EUT 應依照 ANSI C63.26 描述，在開放區域測試場地（open-area test site, OATS）、半電波暗室（semi-anechoic chamber）或全電波暗室（fully-anechoic chamber）進行測量。
- EUT 和測試天線之間的距離應足以確保在輻射遠場（far-field）中進行測量，必須透過使用水平（方位角）和垂直（仰角）平面的體積搜尋（volume search），來找到輻射輸出功率的最大振幅。測量天線的極化（polarization）也必須與 EUT 互相匹配，

以確保最大振幅。應使用 ANSI C63.26 中的規定，以確保輻射振幅可以最大化。

- 測量場強（field strength）可透過數學將測量的位準轉換為等效功率位準（equivalent power level），以與適用的限值進行比較。證明符合相關的傳導輸出功率限制，相關轉換公式如下所示：
  - E（dBμV/m）=測量的振幅位準（dBμV）+電纜損耗（dB）+天線係數（dB/m）。
  - E（dBμV/m）=測量的振幅位準（dBm）+ 107 +電纜損耗（dB）+天線係數（dB/m）。
  - E（dBμV/m）= EIRP（dBm）- 20 log D + 104.8，其中 D 是以公尺為單位的測量距離。
  - EIRP（dBm）= E（dBμV/m）+ 20 log D - 104.8，其中 D 是以公尺為單位的測量距離。
  - ERP = EIRP - 2.15（dB）；ERP 和 EIRP 的單位一致。
  - EIRP = ERP + 2.15（dB）；ERP 和 EIRP 的單位一致。
- 在三個正交平面（X，Y，Z）中測試 EUT。

(3) 測試程序

a） 根據 FCC KDB 971168 D01 v03r01 第 5.8 節和 ANSI C63.26-2015 第 5.2.7 節及第 5.5 節要求進行輻射混附發射量測。首先將 EUT 放在轉盤的中央。除非另有規定，否

則應將 EUT 配置為傳輸至標準無輻射負載（用於測量輻射的雜散輻射），並以最小長度的電纜連接。如果 EUT 使用可調天線，則天線的長度應在基本工作頻率下產生最壞情況的發射。

b） 所考慮的每種排放應進行評估：

1）根據需要按照 C63.26-2015 第 5.5.2 節升高和降低測量天線，以便能夠檢測相對於測量天線高度的最大發射幅度。

2）將 EUT 旋轉 360°，以確定相對於軸向位置的最大發射水平。

3）將轉盤返回到觀察到最高發射幅度水平的方位角。

4）再次使測量天線的高度變化 1 m 至 4 m，以找到與最大發射幅度相關的高度。

5）使用適當的 RBW 記錄測得的發射振幅水平和頻率。

c） 對每個發射頻率重複步驟 b），使測量天線同時處於水平和垂直極化方向，以確定給出最大發射幅度的方向。

d） 在初始 EUT 測量過程中，將替代天線的參考點設置為盡可能靠近 EUT 輻射元件中心所在的位置，以進行替代測量。

e） 保持先前的測量儀器設置和測試設置，除了將 EUT 卸下並用替換天線代替。

f） 將信號產生器連接到替代天線；確定信號產生器的位置，以最大程度地減少對測量結果的潛在影響。將信號產生器設置為檢測到發射的頻率，並設置輸出功率位準，以使測量儀器可以檢測到輻射信號，相對於 noise floor 具有足夠的動態範圍。

g） 對於每次的發射應在初始測試中（即，在步驟 b）和步驟 c）中檢測和測量：

1）在 1 m 至 4 m 之間變化測量天線的高度，以最大化接收（測量）的信號幅度。

2）調整信號產生器的輸出功率位準，直到測量儀器檢測到的幅度等於先前在步驟 b)和步驟 c）中直接測量的發射幅度為止。

3）在步驟 2）中達到等效時，記錄信號發生器的輸出功率位準。

h） 以相反的極化方向對準測量天線，重複步驟 e)至步驟 g)。

i） 使用以下公式計算參考半波偶極子的以 dBm 為單位的發射功率：

Pe = Ps（dBm）−電纜損耗（dB）+天線增益（dBd）

其中

Pe =等效發射功率，單位 dBm

Ps =信號源（信號產生器）功率，以 dBm 為單位

注: dBd 是指相對於半波偶極子測得的天線增益，以分貝為單位。

j） 如有必要，可將替代天線的天線增益校正為參考半波偶極子的發射功率。 當使用增益指定為 dBi 的測量天線時，等效偶極子參考增益可通過以下公式確定：增益（dBd）=增益（dBi）− 2.15 dB。如有必要，可以從校準後的天線係數資訊中計算出天線增益。

k） 提供完整的測量結果作為測試報告的一部分。

(七) 日本

日本對於使用 3.7GHz 頻段和 4.5GHz 頻段之 5G NR 行動終端設備，在《證明規則》第 2 條第 1 項第 11 之 30 號以及無線《設備規則》第 49-6-12 條第 1 款和第 3 款規定陸地行動台技術規範。對於使用 3.7GHz 頻段和 4.5GHz 頻段 SC-FDMA 或 OFDMA 行動無線電通信之陸地行動台無線電設備（使用分時雙工方法）的特性測試方法，則依據 MIC 於 2019 年 1 月 24 日省令修訂通知，作為認證機關臨時性設置的暫定測試方法[211]、[212]，各測項之測試程序如下所示：

---

[211] 日本 3.7GHz 帯及び 4.5GHz 帯 SC-FDMA 又は OFDMA 携帯無線通信を行う陸上移動局の無線設備(時分割 複信方式を用いるもの)の特性試験方法, http://www.cns-web.co.jp/documents/Article%202-1-11-30.pdf

[212] Telecom Engineering Center, 試験方法名称「３・７ＧＨｚ帯又は４・５ＧＨｚ帯を使用するシングルキャリア周波数分割多元接続方式又は直交周波数分割多元接続方式携帯無線通信を行う陸上移動局の無線設備の特性試験方法」。https://www.telec.or.jp/services/tech/files/mt1130.pdf

1. 頻率容許誤差

(1) 測量系統圖

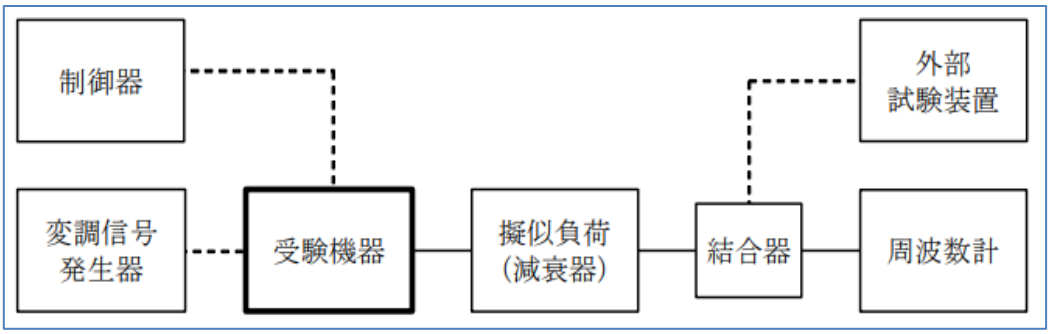


圖 72、日本 5G NR 頻率容許誤差量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）波形分析儀用作頻率計。

（2）頻率計的測量精度應為規定的允許誤差的 1/10 以下。

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

(4) 測試程序

測量被測設備的頻率。

(5) 結果的表示

頻率測量值以 GHz 為單位顯示，測量值與指定頻率的偏差以 Hz 顯示，並帶有（+）或（-）符號。

2. 占用頻寬量測

(1) 測量系統圖

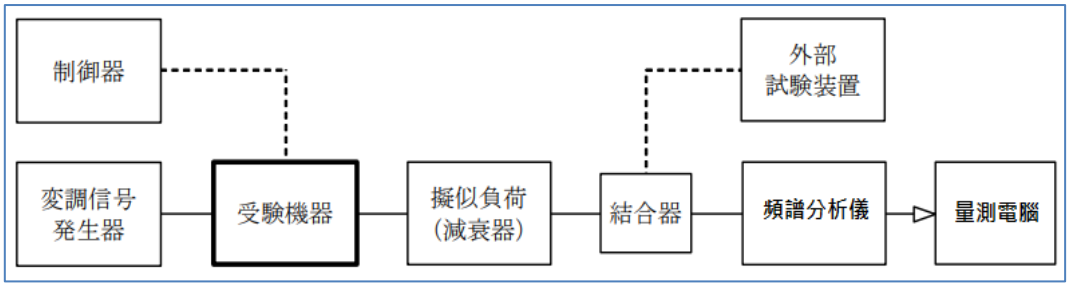


圖 73、日本 5G NR 占用頻寬量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）頻譜分析儀設置如下:

- 中心頻率：載波頻率
- 掃描頻段寬度(Span)：約占用頻寬允許值的 2 到 3.5 倍
- RBW：約占用頻寬允許值的 1% 以下
- 影像頻寬(VRW)：約解析頻寬的 3 倍

- 掃描時間(Sweep)：保證測量精度的最短時間，在突發波的情況下，每個樣本至少有一個突發波。
- Y 軸刻度：10 dB / Div
- 輸入訊號(dB)：載波訊號(dB)遠高於頻譜分析儀的雜訊基底(dB) （至少 40dB 以上）
- 數據點數：400 點以上（如 1001 點）
- 掃頻模式：連續掃描（直到波形停止變化）
- 檢波器(Detector)：峰值
- 追蹤模式(Trace)：最大值保持

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）操作控制器或外部測試設備將占用頻寬設置為最大。

(4) 測試程序

(1) 將頻譜分析儀依前述設定，並連續掃描直到波形沒有波動。

(2) 掃描完成後，將所有的數值都加載到計算機的數組變量中。

(3) 將所有數據（dB 值）轉換為功率單位的精確數值。

(4) 計算所有數據的總和，並將其存儲為總功率。

(5) 從最低頻率開始依次進行功率積分，確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為下限頻率，記錄其數值。

(6) 從最高頻率開始依次進行功率積分,確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為上限頻率，記錄其數值。

(7) 計算其佔用頻寬為（上限頻率-下限頻率）

(5) 結果的表示

顯示占用頻寬的測量值（以 MHz 為單位）。

3. 不必要發射量測

(1) 測量系統圖

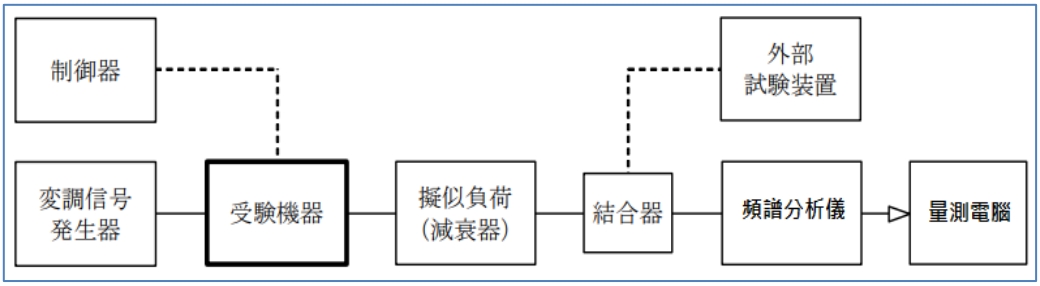


圖 74、日本 5G NR 不必要發射量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）搜索不必要的輻射時，頻譜分析儀的設置如下:

- 掃描頻段寬度(Span)：如表 194 所示。
- RBW：30 kHz（適用註 2 和註 4 頻率範圍）

  1MHz（適用註 3 頻率範圍）

- VBW：與 RBW 相同
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間，在突發波的情況下，每個樣本至少有一個突發波。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

表 194、掃描頻段寬度

頻道寬度/載波頻率範圍	備註
頻道頻寬 10 MHz	
載波頻率±（5MHz 至 6MHz）	註 4
載波頻率±（6MHz 至 10MHz）	註 3
載波頻率±（10MHz 至 15MHz）	註 3
載波頻率±（15MHz 至 20MHz）	註 3
頻道頻寬 15 MHz	
載波頻率±（7.5MHz 至 8.5MHz）	註 4
載波頻率±（8.5MHz 至 12.5MHz）	註 3
載波頻率±（12.5MHz 至 22.5MHz）	註 3
載波頻率±（22.5MHz 至 27.5MHz）	註 3
頻道頻寬 20 MHz	
載波頻率±（10MHz 至 11MHz）	註 4
載波頻率±（11MHz 至 15MHz）	註 3
載波頻率±（15MHz 至 30MHz）	註 3
載波頻率±（30MHz 至 35MHz）	註 3
頻道頻寬 40 MHz	
載波頻率±（20MHz 至 21MHz）	註 4
載波頻率±（21MHz 至 25MHz）	註 3
載波頻率±（25MHz 至 60MHz）	註 3

載波頻率±（60MHz 至 65MHz）	註 3
頻道頻寬 50 MHz	
載波頻率±（25MHz 至 26MHz）	註 2
載波頻率±（26MHz 至 30MHz）	註 3
載波頻率±（30MHz 至 75MHz）	註 3
載波頻率±（75MHz 至 80MHz）	註 3
頻道頻寬 60 MHz	
載波頻率±（30MHz 至 31MHz）	註 2
載波頻率±（31MHz 至 35MHz）	註 3
載波頻率±（35MHz 至 90MHz）	註 3
載波頻率±（90MHz 至 95MHz）	註 3
頻道頻寬 80 MHz	
載波頻率±（40MHz 至 41MHz）	註 2
載波頻率±（41MHz 至 45MHz）	註 3
載波頻率±（45MHz 至 120MHz）	註 3
載波頻率±（120MHz 至 125MHz）	註 3
頻道頻寬 90 MHz	
載波頻率±（45MHz 至 46MHz）	註 2
載波頻率±（46MHz 至 50MHz）	註 3
載波頻率±（50MHz 至 135MHz）	註 3
載波頻率±（135MHz 至 140MHz）	註 3
頻道頻寬 100 MHz	
載波頻率±（50MHz 至 51MHz）	註 2
載波頻率±（51MHz 至 55MHz）	註 3
載波頻率±（55MHz 至 150MHz）	註 3
載波頻率±（150MHz 至 155MHz）	註 3

資料來源：TELEC

（2）測量不必要發射幅度之頻譜分析儀的設置如下:

- 中心頻率：不必要發射的頻率（搜索頻率）
- 掃描頻段寬度(Span)：0 Hz

- RBW：30 kHz（適用註 2 頻率範圍）

  1MHz（適用註 3 頻率範圍）
- VBW：約 RBW 的 3 倍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：RMS 值

（3）測量不必要發射幅度之頻譜分析儀的設置如下:

- 中心頻率：不必要發射的頻率（搜索頻率）
- 掃描頻段寬度(Span)：頻道間距 x 1%（適註 2 頻率範圍）

  1MHz（適用註 3 頻率範圍）
- RBW：30 kHz
- VBW：與 RBW 相同
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間；掃描時間為（數據點數 x 突發週期 x 任意自然數）。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻

- 檢波器(Detector)：RMS 值

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）設置控制器或外部測試設備，將不必要發射強度設定成最大狀態。

(4) 測試程序

（1）將頻譜分析儀設置為前項 B（1）模式，並在掃描頻率範圍內搜索不必要發射；在註 4 的頻率範圍內，對掃頻頻率範圍內的所有數據，計算每個參考頻寬的總功率（PS），並將其中的最大值作為搜索值。

（2）如果發現的不必要發射幅度的最大值小於或等於允許值，則將該最大值作為測量值。

（3）在註 2 和註 3 的頻率範圍內，如果步驟（2）的測量值超過允許值，則將頻譜分析儀設置為 B（2）模式，並計算出不必要發射幅度的平均值（突發平均功率）作為測量值。

（4）在註 3 的頻率範圍內，如果步驟(3)中的測量值超過允許值，則將頻譜分析儀設置為 B（3）模式，計算掃描頻率範圍內的總功率，並乘以突發時間比率的倒數，即可獲得測量值。

（5）在註 4 的頻率範圍內，如果上述步驟（2）的測量值超過允許值，則將頻譜分析儀設置為 B（3）模式，計算掃描頻率範圍內的總功率，並乘以突發時間比率的倒數，即可獲得測量值。

(5) 結果的表示

以技術標準指定的單位顯示每個測量頻段的不必要發射強度的測量值以及離調頻率(Detuning Frequency)。

4. 混附發射區域不必要發射量測

(1) 測量系統圖

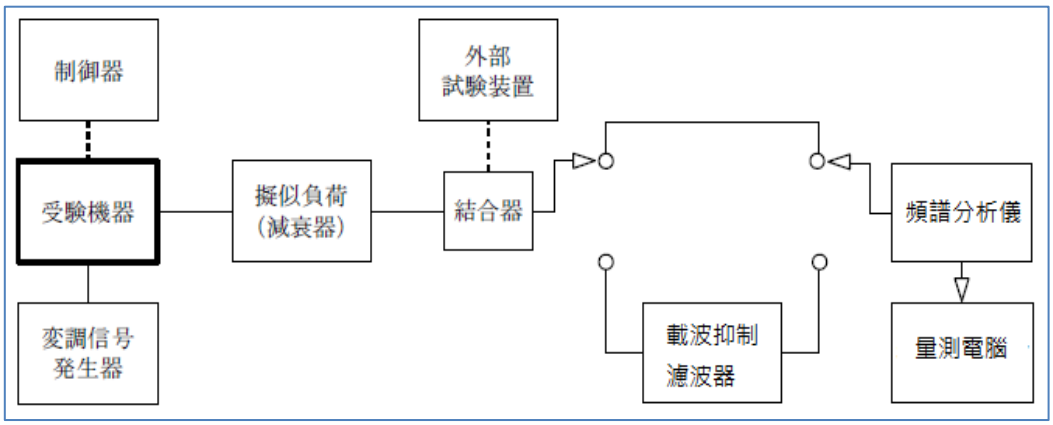


圖 75、日本 5G NR 混附不必要發射量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）必要時使用載波抑制濾波器。

（2）搜索不必要發射時，頻譜分析儀的設置應如下:

- 掃描頻段寬度(Span)：如下表所示。
- RBW：如下表所示。
- VBW：與 RBW 相同
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間；即每 1 個數據點 1 個突發週期以上的時間。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 數據點數：400 點以上（例如 1001 點）
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

表 195、掃描頻率寬度和解析頻寬設置要求

掃描頻段寬度	解析頻寬
9 kHz ~ 150 kHz	1 kHz
150 kHz ~ 30 MHz	10 kHz
30 MHz ~ 1000 MHz 不包括: 773MHz~803MHz、860 MHz~890 MHz、945 MHz ~ 960 MHz	100 kHz
773MHz ~ 803MHz	1 MHz
860 MHz ~ 890 MHz	1 MHz
945 MHz ~ 960 MHz	1 MHz
1000 MHz ~ 12.75 GHz 不包括: 1475.9MHz~1510.9MHz、1805MHz~1880 MHz、1884.5 MHz ~ 1915.7MHz、2010MHz~2025MHz、2110MHz~2170MHz	1 MHz
1475.9MHz~1510.9MHz	1 MHz
1805MHz~1880 MHz	1 MHz
1884.5 MHz ~ 1915.7MHz	300 kHz
2010MHz~2025MHz	1 MHz
2110MHz~2170MHz	1 MHz
12.75 GHz～傳輸頻段上限頻率的 5 倍	1 MHz

資料來源：TELEC

（3）在測量不必要發射幅度時頻譜分析儀的設置如下:

- 中心頻率：不必要發射的頻率（搜索頻率）
- 掃描頻段寬度(Span)：0 Hz
- RBW：如上表所示
- VBW：約 RBW 的 3 倍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻

- 檢波器(Detector)：RMS 值

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）設置控制器或外部測試設備，將不必要發射強度設定成最大狀態。

(4) 測試程序

（1）將頻譜分析儀設置為前項 B（2）模式，並在掃描頻率範圍內搜索不必要發射；搜索傳輸頻段時，使用下表指定的頻率範圍。

表 196、量測頻道間隔與頻率範圍

頻道間隔	頻率範圍
10 MHz	載波頻率±20 MHz 以上
15 MHz	載波頻率±27.5 MHz 以上
20 MHz	載波頻率±35 MHz 以上
40 MHz	載波頻率±65 MHz 以上
50 MHz	載波頻率±80 MHz 以上
60 MHz	載波頻率±95 MHz 以上
80 MHz	載波頻率±125 MHz 以上
90 MHz	載波頻率±140 MHz 以上
100 MHz	載波頻率±155 MHz 以上

資料來源：TELEC

（2）如果發現的不必要發射幅度的最大值小於或等於允許值，則將該最大值用作測量值。

（3）當搜索到的不必要發射幅度超過允許值時，為提高頻譜分析儀中心頻率的設置精度，將掃描頻寬設置為 100 MHz、10 MHz、1 MHz，直到縮小約解析頻寬的 10 倍以計算不必要發射頻率。

（4）將頻譜分析儀設置為 B（3）模式，計算出不必要發射幅度的平均值（突發平均功率），並將其用作測量值。

(5) 結果的表示

（1）以技術標準中指定的單位顯示每個發射頻段的不必要發射強度之測量值及頻率。

（2）當顯示多個點時，每個頻段之允許值將依序顯示。

5. 傳輸交互調變特性量測

(1) 測量系統圖

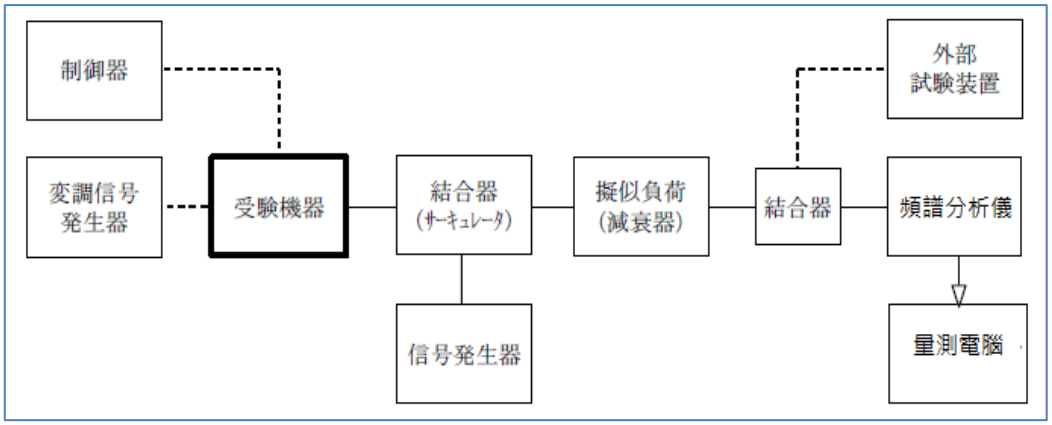


圖 76、日本 5G NR 傳輸交互調變特性量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）頻譜分析儀設置如下。

- 中心頻率：測量操作步驟中顯示的頻率。
- 掃描頻段寬度(Span)：如下表所示。
- RBW：30kHz
- VBW：100kHz
- 掃描時間：每個樣本 1 次或以上；即（（掃描頻段寬度/解析頻寬）x 突發週期）或更多。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 數據點數：400 點以上（例如 1001 點）

- 掃頻模式：連續掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值
- 顯示模式：最大值保持
- 掃頻模式：頻譜波動消失

表 197、頻道間隔和掃描頻段寬度設置表

頻道間隔	中心頻率	掃頻寬度
10 MHz	載波頻率±10 MHz 以上	9.375 MHz
	載波頻率±20 MHz 以上	9.375 MHz
15 MHz	載波頻率±15 MHz 以上	14.235 MHz
	載波頻率±30 MHz 以上	14.235 MHz
20 MHz	載波頻率±20 MHz 以上	19.095 MHz
	載波頻率±40 MHz 以上	19.095 MHz
40 MHz	載波頻率±40 MHz 以上	38.895 MHz
	載波頻率±80 MHz 以上	38.895 MHz
50 MHz	載波頻率±50 MHz 以上	48.615 MHz
	載波頻率±100 MHz 以上	48.615 MHz
60 MHz	載波頻率±60 MHz 以上	58.35 MHz
	載波頻率±120 MHz 以上	58.35 MHz
80 MHz	載波頻率±80 MHz 以上	78.15 MHz
	載波頻率±160 MHz 以上	78.15 MHz
90 MHz	載波頻率±90 MHz 以上	88.23 MHz
	載波頻率±180 MHz 以上	88.23 MHz
100 MHz	載波頻率±100 MHz 以上	98.31 MHz
	載波頻率±200 MHz 以上	98.31 MHz

資料來源：TELEC

(3) 受測設備狀態

（1）從外部測試設備施加測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）設置控制器或外部測試設備，使傳輸交互調變達最大狀態。

(4) 測試程序

（1）將頻譜分析儀設置為前項 B（1）模式。

（2）將頻譜分析儀的中心頻率設置為載波頻率，將掃頻寬度設置為掃描技術標準規定的占用頻寬。（例如：在傳輸設備中傳送一個載波情況下，當頻道間隔為 10 MHz 時，占用頻寬為 10 MHz。）

（3）計算掃描頻率範圍內的總功率，並將其用作載波功率（P_C）。

（4）用信號產生器發出比發射波低 40 dB 的未調變信號。

（5）將信號產生器的頻率設置為載波頻率的指定頻率。

（6）將頻譜分析儀的中心頻率和掃描頻率寬度設置為指定值並進行掃描。

（7）計算掃描頻率範圍內的總功率，並將其用作發射互調變波的功率（P_{IM}）。

（8）計算傳輸互調乘積比（$= 10 \log (P_{IM} / P_C)$）。

(5) 結果的表示

對於每個離調頻率(Detuning Frequency)，以技術標準中指定的單位，顯示傳輸互調乘積比的測量值。

6. 天線功率誤差量測

(1) 測量系統圖

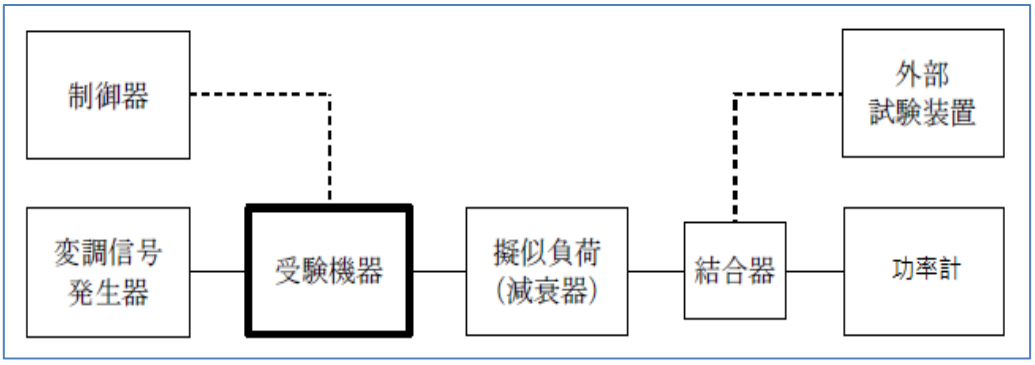


圖 77、日本 5G NR 天線功率誤差量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）高頻功率計的型號應為熱電轉換類型，例如熱電偶或熱敏電阻，或具有與之等效的性能。

（2）衰減器的衰減量應為高頻功率計提供最佳的操作輸入位準。（如：一般熱電偶類型功率計之最佳工作輸入位準為 0.1 到 10 m W）

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）如果有多個天線端子，透過操作控制器或外部測試設備，將每個天線端子設置最大輸出。

(4) 測試程序

（1）使用高頻功率計在足夠長的時間內測量連續突發波的功率。

（2）將步驟（1）的測量值乘以突發時間比的倒數，所獲得的值作為測量值（突發平均功率）。

（3）如果有多個天線端子，請在每個天線端子處進行測量。

(5) 結果的表示

天線功率的測量值以(W)表示；額定值與天線功率的偏差，以帶有（+）或（-）符號的百分比(%)表示。

7. 相鄰頻道洩漏功率比量測

(1) 測量系統圖

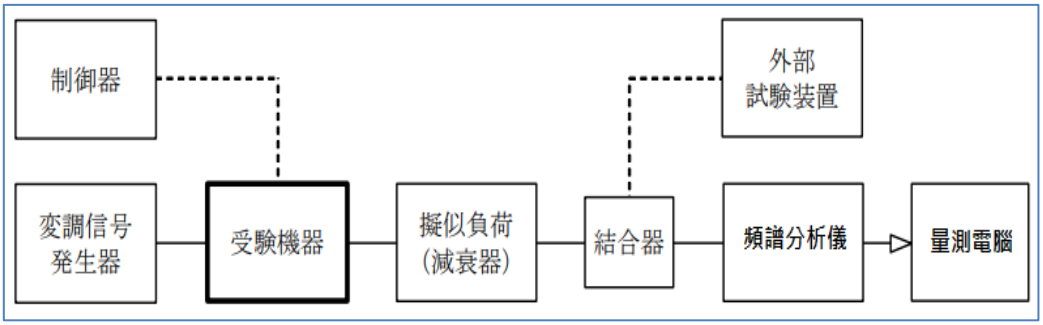


圖 78、日本 5G NR 相鄰頻道洩漏功率比量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）頻譜分析儀設置如下。

- 中心頻率：測量操作步驟中顯示的頻率，如下表所示。
- 掃描頻段寬度(Span)：如下表所示。
- RBW：3kHz ~ 300 kHz
- VBW：約解析頻寬的 3 倍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間；每個樣本的掃描時間應為一個突發週期或更多。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 數據點數：400 點以上（例如 1001 點）
- 掃頻模式：連續掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值
- 顯示模式：最大值保持

表 198、頻道間隔和載波頻率(fc)設定表

頻道間隔	中心頻率	掃頻寬度
10 MHz	載波頻率±10 MHz 以上	9.375 MHz
15 MHz	載波頻率±15 MHz 以上	14.235 MHz
20 MHz	載波頻率±20 MHz 以上	19.095 MHz
40 MHz	載波頻率±40 MHz 以上	38.895 MHz
50 MHz	載波頻率±50 MHz 以上	48.615 MHz
60 MHz	載波頻率±60 MHz 以上	58.35 MHz

80 MHz	載波頻率±80 MHz 以上	78.15 MHz
90 MHz	載波頻率±90 MHz 以上	88.23 MHz
100 MHz	載波頻率±100 MHz 以上	98.31 MHz

資料來源：TELEC

（2）功率測量期間頻譜分析儀的設置如下:

- 中心頻率：測量操作步驟中顯示的頻率，如上表所示。
- 掃描頻段寬度(Span)：如上表所示。
- RBW：3kHz ~ 300 kHz
- VBW：約解析頻寬的 3 倍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間；（數據點數 x 突發週期 x 任意自然數）。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：RMS 值

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）如果有多個天線端子，透過操作控制器或外部測試設備，使相鄰頻道洩漏功率最大的狀態

(4) 測試程序

- 相鄰頻道洩漏功率相對值的測量

（1）將頻譜分析儀設置為前項 B（1）模式。

（2）將頻譜分析儀的中心頻率定義為載波頻率，並將掃頻頻率寬度定義為技術標準的占用頻寬並掃描。

（3）計算掃描頻率範圍內的總功率，並將其用作載波功率（P_C）。

（4）將頻譜分析儀的中心頻率設置為高於載波頻率的指定離調頻率進行掃描。

（5）計算掃描頻率範圍內的總功率，並將其用作上側相鄰頻道洩漏功率（P_U）。

（6）將頻譜分析儀的中心頻率設置為低於載波頻率的指定離調頻率，並與前項相同方式，測量下側相鄰頻道洩漏功率（P_L）。

（7）計算上側相鄰頻道洩漏功率比（$= 10 \log（P_U / P_C）$）和下側相鄰頻道洩漏功率比（$= 10 \log（P_L / P_C）$）。

- 相鄰頻道洩漏功率絕對值的測量

（1）將頻譜分析儀設置為前項 B（1）模式。

（2）將頻譜分析儀的中心頻率設置為高於載波頻率的指定離調頻率，並在掃描頻率範圍內搜索上側相鄰頻道洩漏功率。

（3）若解析頻寬換算值（$= 10 \log$（參考頻寬/解析頻寬））與搜索到的洩漏功率最大值相加而獲得的值小於或等於允許值，則將解析頻寬換算值與該最大值相加之數值，即是測量值。

（4）如果在前項步驟（3）中超過了允許值，則將頻譜分析儀設置為 B（2）模式，並將中心頻率設置為高於載波頻率和掃描的指定離調頻率。

（5）計算掃描頻率範圍內的總功率，並將其用作上側相鄰頻道洩漏功率（P_S）。

（6）將步驟（5）中獲得的總功率乘以突發時間比率的倒數所獲得的值作為測量值。

（7）將頻譜分析儀的中心頻率設置為低於載波頻率的指定離調頻率，與上側相鄰頻道洩漏功率相同的方式，計算下側相鄰頻道洩漏功率。

(5) 結果的表示

對於每個離調頻率(Detuning Frequency)，以技術標準規定的單位，顯示上側相鄰頻道洩漏功率比和下側相鄰頻道洩漏功率比的測量值，或以上側相鄰頻道洩漏功率和下側相鄰頻道洩漏功率的測量值表示。

8. 傳輸關閉時之功率量測

(1) 測量系統圖

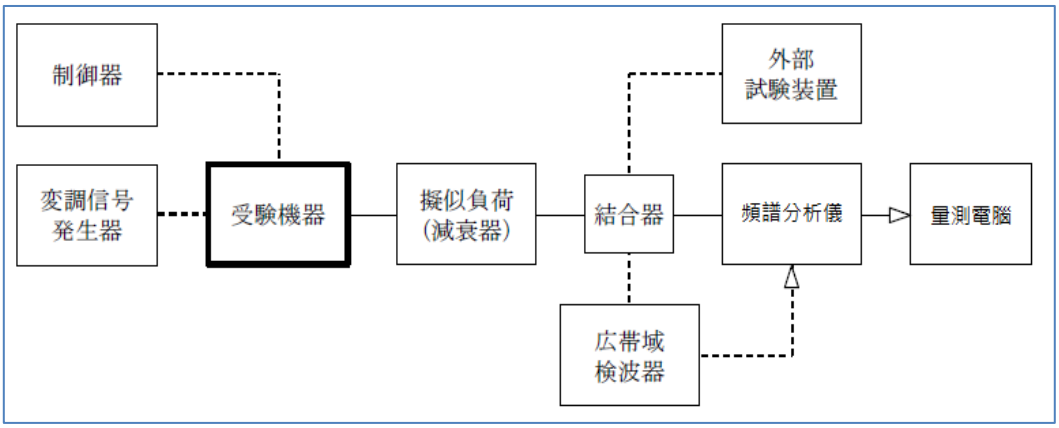


圖 79、日本 5G NR 傳輸關閉時之功率量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）搜索洩漏功率時頻譜分析儀的設置如下:

- 掃描頻段寬度(Span)：陸地行動站傳輸頻段（3.6 GHz 至 4.1 GHz，或 4.5 GHz 至 4.9 GHz 或更低）
- RBW：1 MHz
- VBW：類似於 RBW
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 數據點數：400 點以上（例如 1001 點）

- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

（2）測量洩漏功率時頻譜分析儀的設置如下:

- 掃描頻段寬度(Span)：陸地移行動台傳輸頻段
- RBW：3kHz ~ 300 kHz
- VBW：約解析頻寬的 3 倍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間。
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：RMS 值

(3) 受測設備狀態

（1）施加來自外部測試設備的測試信號。

（2）設置測試頻率和最大輸出，並設置連續突發傳輸狀態。

（3）透過操作控制器或外部測試設備停止傳輸，但在突發波關閉時間內執行測量時不適用。

(4) 測試程序

（1）如有必要可以透過寬頻檢測器等將外部觸發信號施加到頻譜分析儀，以能測量不發送載波的時間。

（2）將頻譜分析儀設置為前項 B（1）模式，然後掃描陸地行動站的傳輸頻段，以搜索洩漏功率的最大值。

（3）若透過將解析頻寬換算值與搜索到的洩漏功率最大值相加，而獲得的值小於或等於允許值，則解析頻寬換算值與該最大值相加而取得的數值作為測量值。參考頻寬如下表所示。

表 199、參考頻寬設置表

頻道間隔	掃頻寬度
10 MHz	9.375 MHz
15 MHz	14.235 MHz
20 MHz	19.095 MHz
40 MHz	38.895 MHz
50 MHz	48.615 MHz
60 MHz	58.35 MHz
80 MHz	78.15 MHz
90 MHz	88.23 MHz
100 MHz	98.31 MHz

資料來源：TELEC

（4）如果數值超過步驟（3）的允許值，則執行步驟（1）的設置，並將頻譜分析儀設置為 B（2）模式，在掃描頻率範圍內進行掃描。

（5）計算掃描頻率範圍內所有數據的每個參考頻寬的總功率，並使用最大值作為測量值。

(5) 結果的表示

不發送載波時之功率測量值與頻率，皆以技術標準規定的單位顯示。

9. 二次發射無線電波限值量測

(1) 測量系統圖

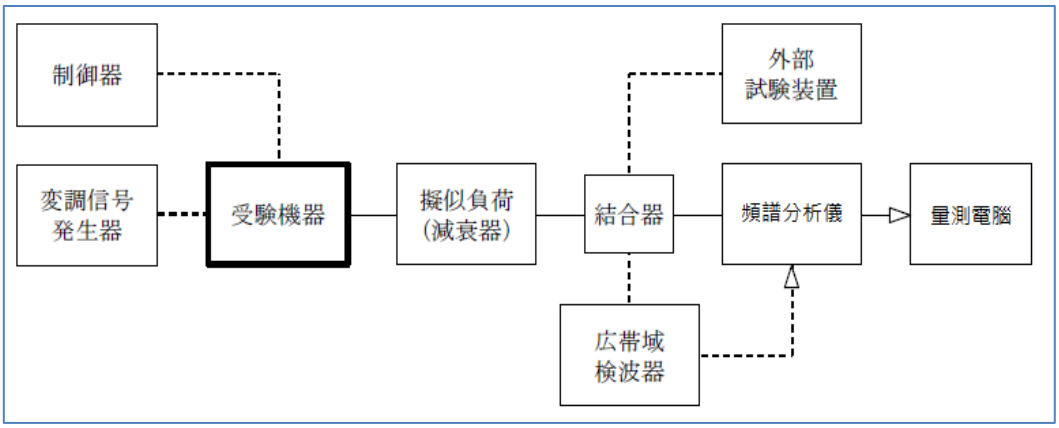


圖 80、日本 5G NR 二次發射無線電波限值量測設置圖

資料來源：TELEC

(2) 測試儀器設定

（1）假負載（衰減器）的衰減量應盡可能低，因為測量目標處於低位準。

（2）二次發射搜索期間的頻譜分析儀設置如下:

- 掃描頻段寬度：30MHz～1.00MHz

  ：1,000 MHz～使用頻段上限頻率的 5 倍

- RBW：100 kHz（小於 1 GHz）

  ：1 MHz（1GHz 或更高）

- VBW：類似 RBW

- 掃描時間：保證測量精度的最短時間。

- Y 軸刻度：10 dB /格
- 數據點數：400 點以上（例如 1001 點）
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

（3）二次發射測量時頻譜分析儀的設置應如下:

- 中心頻率：搜索二次發射的頻率
- 掃描頻段寬度(Span)：0 Hz
- RBW：100 kHz（小於 1 GHz）

  ：1 MHz（1GHz 或更高）
- VBW：類似 RBW
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 數據點數：400 點以上（例如 1001 點）
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：RMS 值

(3) 受測設備狀態

（1）使用控制器或外部測試設備停止 EUT 的傳輸，並使其處於連續接收測試頻率的狀態。

（2）如果不能達到連續接收狀態，則從外部測試裝置等施加測試信號，以恆定週期間歇接收測試頻率。

(4) 測試程序

（1）將頻譜分析儀設置為前項 B（2）模式，並在掃頻範圍內搜索二次發射。若使用外部測試設備時，則排除該信號。

（2）當搜索的二次發射的振幅值的最大值小於或等於允許值時，將該最大值作為測量值。

（3）當搜索到的二次發射的振幅值超過允許值時，為提高頻譜分析儀中心頻率的設置精度，將掃描頻率寬度逐漸縮小（例如 100 MHz、10 MHz 和 1 MHz）到約解析頻寬的 10 倍，以計算二次發射的頻率。

（4）將頻譜分析儀設置為 B（3）模式，並計算二次發射幅度的平均值。

(5) 結果的表示

應以技術標準規定的單位顯示二次無線電波限值的最大測量值，以及每個測量頻段的頻率。

(八) 韓國

韓國 5G NR（New Radio）行動通訊無線設備傳導測試方法(KS X 3270：2019)係由韓國通訊傳播標準委員會於 2019 年 1 月 21 日制訂。該標準提供測量 3.5GHz 頻段 5G NR 移動通訊無線設備之介面輸出、頻寬等 RF 技術特性之測試方法，以確保無線設施之符合性。同時各項

目測量 5G NR 移動通訊無線設備相關技術標準，參照國際規格（ITU 及 3GPP 等）所規定之 RF 技術特性參數（parameter）之測試方法。韓國 5G 終端設備相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，如後所述。

1. 頻率容許偏差測試

(1) 測試目的

為測量被測設備所發射之無線電頻率是否於容許偏差內。

(2) 測試配置

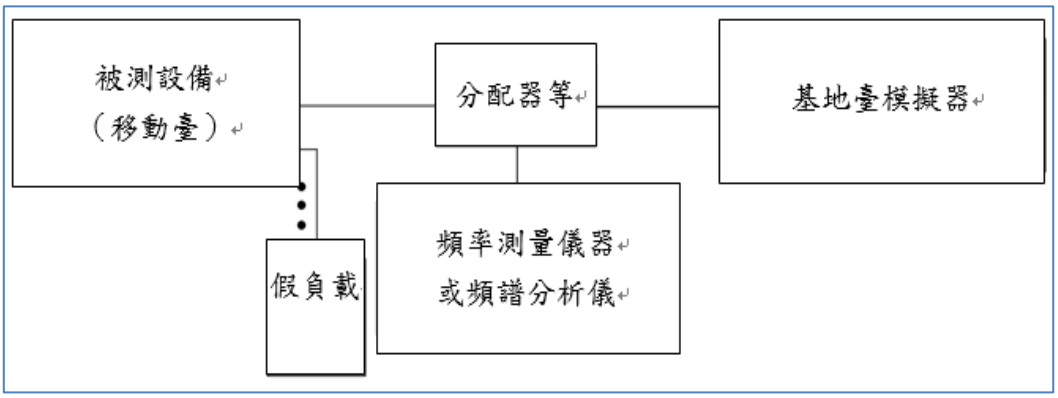


圖 81、韓國 5G NR 頻率容許誤差量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

- 頻率容許偏差測試應設定為被測設備所支援之最大占用頻寬（occupied bandwidth），並於各別測試頻道（低、中、高）之任一個天線端子，設定無變調、相位偏移變調（PSK）或正交振幅變調（QAM）中之一種後測試 1 次。

- 不過，若被測設備為可變輸出型之情況，則僅於最大額定輸出採用上述之條件，而移動臺之情況，則設定為測試頻道頻寬之最小子載波間距（SCS）後測量。
- 除此之外，中繼設備之情況則將被測設備之增益設定至最大，並將無變調或標準所規定之標準訊號輸入於被測設備，且將被測設備以最大額定輸出運轉後，分別對業者及用戶方於各別測試頻道（低、中、高）測試 1 次。

2. 占用頻寬測試

(1) 測試目的

為測量被測設備所發射之無線電占用頻寬是否於容許範圍內。

(2) 測試配置

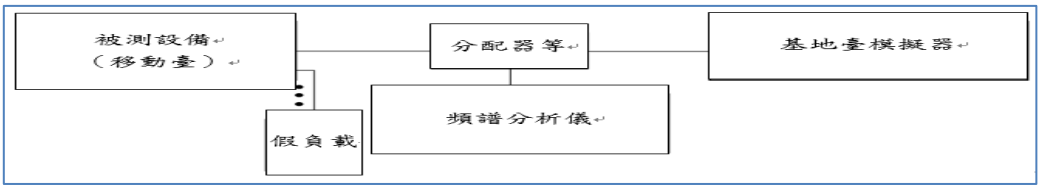


圖 82、韓國 5G NR 占用頻寬量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

占用頻寬測試應選擇任一個天線端子等，並將其設定為 PSK 及 QAM 之最大變調因數後，測試申請人申請之所有占用頻寬及各別測試

頻道（低、中、高）。不過，若被測設備為可變輸出型之情況，則僅於最大額定輸出採用上述之條件後測量。測量移動臺程序如下:

a）設定為測試頻道頻寬之最小子載波間距（SCS）後測量。

b）使用頻譜分析儀測量之情況，則依照下列 c）～ e）之程序。

c）將頻譜分析儀設定如下表所示。

表 200、占用頻寬頻譜分析儀之設定

項目	設定條件
中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	占用頻寬之 2 倍～3 倍
RBW	30 kHz 以下
VBW	與解析頻寬相同或 10 倍以內
檢測模式	檢測 RMS
標示模式	平均值（average）
掃描次數	100 次以上
同步模式	設定為 burst trigger 或 gate trigger 將同步設定於 burst 波形之起始點，而 gate 時間則設定小於各 burst 波形之最小傳送時間，使其不包含 TX off time

資料來源:RRA

d）將被測設備運轉後，利用頻譜分析儀之占用頻寬測量功能去測量。

e)若頻譜分析儀並無內建占用頻寬測量功能時，應執行下列之程序（一般透過電腦介面之程式）。

- 測量各取樣點(bin point)之功率，並以掃描次數(100 次以上)求其平均值。
- 求得各取樣點功率之和（以下稱之‘總功率’）。
- 於上限之取樣點依序將功率相加，並於總和為總功率之 0.5%之取樣點求得其頻率（以下稱之‘上限頻率’）。
- 於下限之取樣點依序將功率相加，並於總和為總功率之 0.5%之取樣點求得其頻率（以下稱之‘下限頻率’）。
- 求得上限頻率與下限頻率之差。

f)使用基地臺模擬器測量之情況，則利用占用頻寬測量功能去測量。

3. 天線發射功率測試

(1) 測試目的

為測量被測設備之天線發射功率是否符合規定。

(2) 測試配置

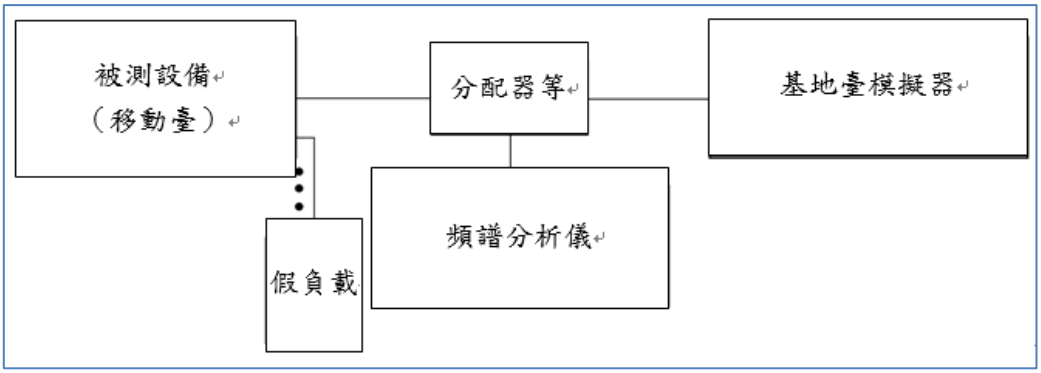


圖 83、韓國 5G NR 天線發射功率量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

將被測設備設定為額定輸出後，傳送欲測試之頻率。

a）測量移動臺之情況，申請者應聲明由 3GPP 所定義之移動臺功率等級（power class）。

b）使用頻譜分析儀測量之情況，應將頻譜分析儀設定如下表所示。

表 201、天線發射功率頻譜分析儀之設定

項目	設定條件
中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	占用頻寬之 2 倍～3 倍
RBW	占用頻寬之 2%左右
VBW	與解析頻寬相同或 10 倍以內
檢測模式	檢測 RMS
標示模式	平均值（average）
掃描次數 / 時間	100 次以上 / 100 ms 以上

功率加總頻寬	韓國無線電研究所之告示‘電信業用無線設備之技術標準’所規定之頻寬
同步模式	設定為 burst trigger 或 gate trigger 將同步設定於 burst 波形之起始點，而 gate 時間則設定小於各 burst 波形之最小傳送時間，使其不包含 TX off time

資料來源:RRA

c）利用頻譜分析儀之頻道功率測量功能測量天線供給功率。

d）使用基地臺模擬器測量之情況，應利用功率測量功能去測量。

e）占用頻寬應於低、中、高測量，而子載波間距（SCS）則於低、高測量。測試條件，如下表所示。

表 202、天線發射功率測試條件

測試頻道	變調方式	RB 切割
低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK[a]、DFT-s-OFDM QPSK[a]、DFT-s-OFDM 16 QAM、CP-OFDM QPSK、CP-OFDM 16 QAM[a]	Inner Full RB、 Inner 1RB Left/Right
[a] DFT-s-OFDM 及 CP-OFDM 皆支援之情況		

資料來源:RRA

4. 相鄰頻道洩漏功率測量

(1) 測試目的

為測量由被測設備發射之無線電洩漏功率影響相鄰頻道之程度。

(2) 測試配置

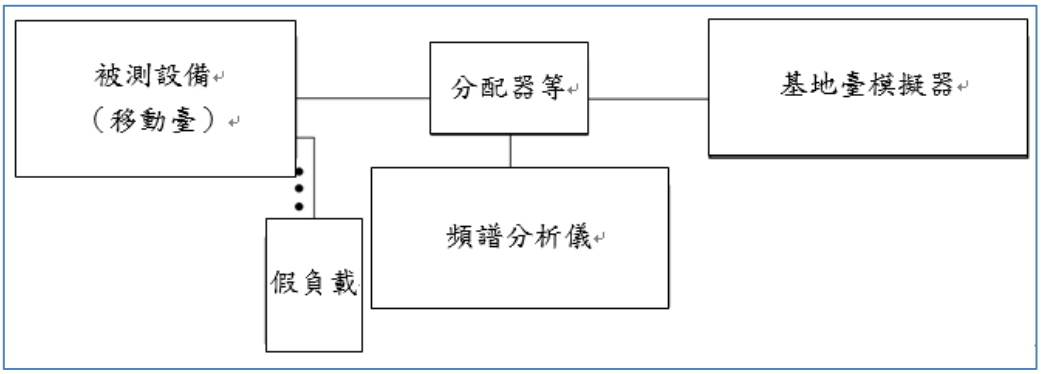


圖 84、韓國 5G NR 相鄰頻道洩漏功率比量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

將被測設備設定為最大額定輸出後，傳送欲測試之頻率。

a）使用頻譜分析儀測量之情況，利用頻譜分析儀之 ACLR 測量功能，將其設定如下表後，測量相鄰頻道洩漏功率。

表 203、ACLR 量測頻譜分析儀之設定

項目	設定條件
中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	占用頻寬之 3 倍～4 倍
RBW	占用頻寬之 2%左右 [a]

VBW		與解析頻寬相同或 10 倍以內
檢測模式		檢測 RMS
標示模式		平均值（average）
掃描次數 / 時間		100 次以上 / 100 ms 以上
加總功率 頻寬（kHz）	基地臺	該頻寬之最大 RB 數 x 該頻寬之最小子載波間距 x 12
	移動臺	該頻寬之最大 RB 數 x 該頻寬之最小子載波間距 x 12 + 該頻寬之最小子載波間距
同步模式		設定為 burst trigger 或 gate trigger 將同步設定於 burst 波形之起始點，而 gate 時間則設定小於各 burst 波形之最小傳送時間，使其不包含 TX off time
[a] 為更精確測量，可使用盡可能最低之解析頻寬。		

資料來源:RRA

b)使用基地臺模擬器測量之情況,則利用 ACLR 測量功能去測量。

c）占用頻寬及子載波間距應於低、高測量。

d)以下表之條件於常溫額定電壓下測試,並於各變調方式(BPSK、QPSK、QAM）之最差條件，反覆電壓變動及環境條件之測試。

表 204、ACLR 測試條件

	測試頻道	變調方式	RB 切割	中繼器除外
1	低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Left	O
2	低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Right	O
3	低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	低、中、高	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
5	低、中、高	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
6	低、中、高	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Inner_Full	O
8	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O

9	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
10	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	O
11	低、中、高	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	O
12	低、中、高	DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full	O
13	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Inner_Full	O
14	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
15	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
16	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
17	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Inner_Full	O
18	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O
19	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
20	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
21	低、中、高	CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
22	低、中、高	CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full	

資料來源:RRA

5. 帶外不必要發射測試

(1) 測試目的

為測量被測設備發射無線電時於頻帶外區域發射之不必要發射是否於容許值內。

(2) 測試配置

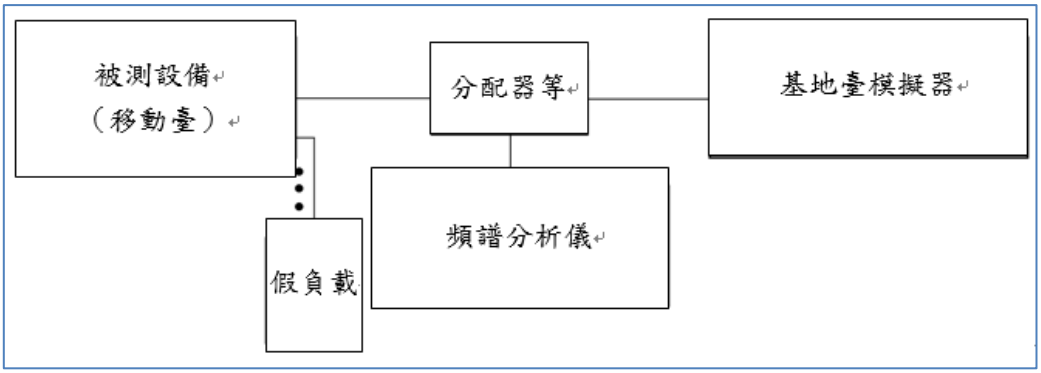


圖 85、韓國 5G NR 帶外不必要發射量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

將被測設備設定為最大額定輸出後，傳送欲測試之頻率。測量行動臺之程序如下:

a）使用頻譜分析儀測量之情況，應依下列項目設定參數，但若為移動臺之情況，則由測量頻率兩端去除解析頻寬之 1/2 區間。

- 將頻譜分析儀設定如下表所示。

表 205、帶外不必要發射量測頻譜分析儀之設定

項目	設定條件
中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	占用頻寬之 4 倍
RBW	引用標準韓國無線電研究所之告示‘電信業用無線設備之技術標準’所規定之頻寬
VBW	與解析頻寬相同或 10 倍以內

檢測模式	檢測 RMS
標示模式	平均值（average）
掃描次數	100 次以上
同步模式	設定為 burst trigger 或 gate trigger 將同步設定於 burst 波形之起始點，而 gate 時間則設定小於各 burst 波形之最小傳送時間，使其不包含 TX off time

資料來源:RRA

- 由指定頻率至所規定之間隔頻率，確認各頻率之功率是否於容許值內。
- 必要之情況，將頻譜分析儀之中心頻率設為不必要發射頻率之最大值，且設定如下表所示，並將測量頻寬縮小後精確測量，由指定頻率至所規定之間隔頻率，確認各頻率之加總功率是否於容許值內。

表 206、不必要發射頻率之最大值頻譜分析儀設定

項目	設定條件
中心頻率	不必要發射之中心頻率
RBW	韓國無線電研究所之告示‘電信業用無線設備之技術標準’所規定之頻寬之 10 分之 1
VBW	與解析頻寬相同或 10 倍以內
檢測模式	檢測 RMS
標示模式	平均值（average）
掃描次數	100 次以上
功率加總頻寬	韓國無線電研究所之告示‘電信業用無線設備之技術標準’所規定之頻寬

資料來源:RRA

b）使用基地臺模擬器測量之情況，則利用 Spectrum Emission Mask 測量功能去測量。

c）占用頻寬及子載波間距應於低、高測量。

d)以下表之條件於常溫額定電壓下測試,並於各變調方式(BPSK、QPSK、QAM）之最差條件，反覆電壓變動及環境條件之測試。

表 207、帶外不必要發射量測測試條件

	測試頻道	變調方式	RB 切割	中繼器除外
1	低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Left	O
2	低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_1RB_Right	O
3	低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full	
4	低、中、高	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
5	低、中、高	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
6	低、中、高	DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full	O
7	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O
8	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
9	低、中、高	DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full	O
10	低、中、高	DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full	O
11	低、中、高	DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full	O
12	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Left	O
13	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Outer_1RB_Right	O
14	低、中、高	CP-OFDM QPSK	Outer_Full	
15	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Left	O
16	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Outer_1RB_Right	O
17	低、中、高	CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full	
18	低、中、高	CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full	
19	低、中、高	CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full	

資料來源:RRA

6. 混附波輻射測量

(1) 測試目的

為不讓被測設備傳送時所產生之混附發射，對其他無線設備造成混訊等影響，測量其值是否於所規定之容許值內。

(2) 測試配置

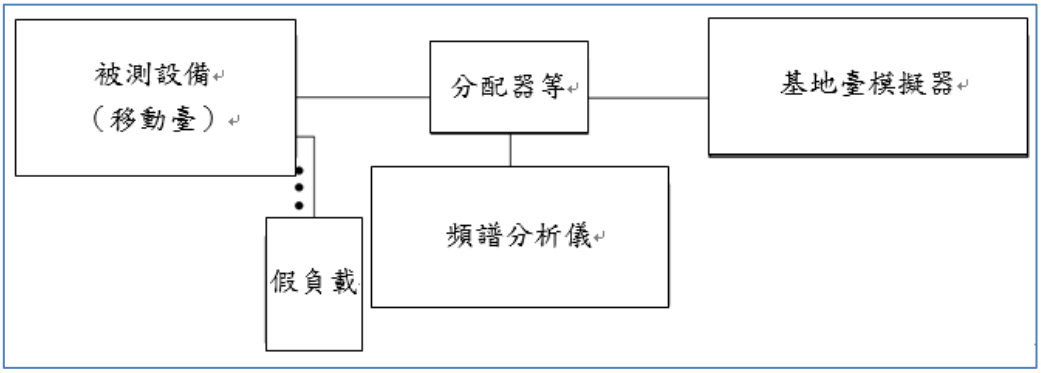


圖 86、韓國 5G NR 混附波輻射量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

將被測設備設定為最大額定輸出後，傳送欲測試之頻率。必要之情況，則使用帶阻濾波器等將基本波之成分充分衰減。測量行動臺之程序如下:

a）使用頻譜分析儀測量之情況，應將頻譜分析儀設定如下表所示。但若為移動臺之情況，則由測量頻率兩端去除解析頻寬之 1/2 區間。

表 208、混附波輻射量測頻譜分析儀之設定

項目	設定條件
測量頻段	30 MHz～18.5 GHz
掃描頻寬	可精確測量之頻寬
RBW	100 kHz（1 GHz 以下）/ 1 MHz（1 GHz 以上）
VBW	與解析頻寬相同或 10 倍以內
檢測模式	檢測 RMS [a]
標示模式	平均值（average）
掃描次數 / 時間	100 次以上 / 100 ms 以上
同步模式	非連續訊號之情況，則以 Tx on 區間之平均功率測量
[a] 由峰值檢測滿足之情況，則不需測量平均檢測。	

資料來源:RRA

- 若引用標準韓國無線電研究所之告示‘電信業用無線設備之技術標準’另別規定之情況，則依照該規定。
- 使用頻譜分析儀測量混附發射區域之不必要發射功率。
- 必要之情況，可將頻譜分析儀之中心頻率設為不必要發射頻率之最大值，並將掃描頻寬縮小後精確測量。
- 若引用標準韓國無線電研究所之告示‘電信業用無線設備之技術標準’規定為基本波功率之相對值之情況，則求得基本波功率及混附發射區域不必要發射測量值之相對值，而規定為混附發射區域不必要發射之絕對值之情況，則記錄不必要發射之測量值。

b）占用頻寬應於低、中、高測量，而子載波間距則於低、高測量。

c）以下表之條件反覆測試。

表 209、混附波輻射量測測試條件

測試頻道	變調方式	RB 切割
低、中、高	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK、 DFT-s-OFDM QPSK、CP-OFDM QPSK[a]	Outer_Full、 Outer_1RB_Left、 Outer_1RB_Right
[a] DFT-s-OFDM 及 CP-OFDM 皆支援之情況		

資料來源:RRA

7. 接收端混附發射強度測試

(1) 測試目的

為測量被測設備於接收條件發生之混附發射強度是否於容許值內。

(2) 測試配置

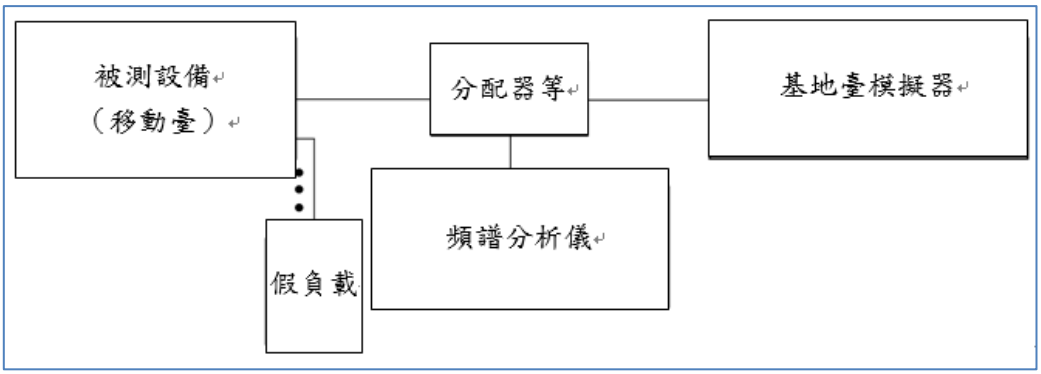


圖 87、韓國 5G NR 接收端混附發射強度量測設置圖

資料來源：RRA

(3) 測試程序

a)若無另別規定之情況,將頻譜分析儀設定為與混附發射區域測試方法之測量儀器相同之條件。

b）將被測設備之 0 RB 或 Tx off 區間同步，並測試各別測試頻道（低、中、高）。不過，不管變調方式、頻道頻寬、子載波間距（SCS）等，針對所有天線端子僅於常溫額定電壓測量 1 次。

(九) 中國大陸

中國大陸 5G NR 行動寬頻終端設備檢測，主要依據工信部核准「YD/T 3627-2019: 5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備技術要求（第一階段）」作為 5G 終端技術標準。而相關設備檢驗項目、合格標準、測試方法及測試規定等相關技術規範，亦遵循參考 3GPP TS 38 系列規範。由於目前中國 5G NR 行動寬頻終端設備的測試方法「2018-2363T-YD_5G 數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備測試方法（第一階段）」[213]仍在制定階段尚未審批通過，因此本研究將參考「YD/T 3627-2019 技術要求」引用之 3GPP TS 38.101-1 NR 終端設備(UE)無線發射和接收技術規範以及 TS 38.521-1 終端設備(UE)符合性測試要求。相關射頻(RF)檢測項目之測試程序，說明如下:

[213] 中國通信標準化協會，行标“5G 数字蜂窝移动通信网 增强移动宽带终端设备测试方法（第一阶段）”报批稿公示,2020-05, http://www.ccsa.org.cn/tc/baopi.php?baopi_id=6002

1. 測試環境與電壓條件

(1) 測試環境條件

終端設備(UE)應符合下表所示之環境條件要求[214]。

表 210、測試環境條件

	溫度範圍	濕度範圍
常態環境(Normal)	+15℃ 至 +35℃	25% 至 75%
極端環境(Etreme)	-10℃至+55℃ （其他規定應符合 IEC 60068-2-1 與 IEC 60068-2-2）	應符合 IEC 60068-2-1 與 IEC 60068-2-2 規定

資料來源: 3GPP TS 38.508-1 Table 4.1.1-1

(2) 測試電壓條件

終端設備(UE)應在整個電壓範圍內（即極端電壓之間的電壓範圍）滿足所有要求。對於可以使用一種或多種電源進行操作的設備，低極端電壓不得高於限制值，高極端電壓亦不得低於下表規定的電壓[215]。

[214] 3GPP, TS 38.508-1, V16.3.1 (2020-03), Table 4.1.1-1, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3384
[215] 3GPP, TS 38.508-1, V16.3.1 (2020-03), Table 4.1.2-1, https://portal.3gpp.org/desktopmodules/Specifications/SpecificationDetails.aspx?specificationId=3384

表 211、測試電壓條件

電源 (Power source)	低極端電壓 (Lower extreme Voltage)	高極端電壓 (Higher extreme Voltage)	常態電壓 (Normal conditions Voltage)
交流電源 (AC mains)	0.9 x nominal	1.1 x nominal	nominal
調節式鉛酸電池 (Regulated lead acid battery)	0.9 x nominal	1.3 x nominal	1.1 x nominal
非調節式電池 (Non regulated batteries)： ● 勒克朗社電池 (Leclanché) ● 鋰電池(Lithium) ● 水銀電池/鎳鎘電池 (Mercury/nickel & cadmium)	0.85 x nominal 0.95 x nominal 0.90 x nominal	nominal 1.1 x nominal 1.1 x nominal	nominal 1.1 x nominal nominal

資料來源: 3GPP TS 38.508-1 Table 4.1.2-1

2. 發射功率測試

3GPP TS 38.521-1 §6.2.1.4 對於終端設備(UE)發射功率之測試，要求終端設備(UE)應依下表之規定檢測低、中、高三個頻道，並分別對最低、中間及最高之工作頻寬進行檢測。

表 212、傳導輸出功率測試方法及規範

預設條件			
測試環境[216]		常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)	
測試頻道[217]		低、中、高	
測試頻道頻寬[218]		最低、中間、最高	
子載波間隔[219]		最低、最高	
測試參數			
測試 ID	**下行結構**	**上行結構**	
	不適用	**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1		DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner Full
2		DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner 1RB Left
3		DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner 1RB Right
4		DFT-s-OFDM QPSK	Inner Full
5		DFT-s-OFDM QPSK	Inner 1RB Left
6		DFT-s-OFDM QPSK	Inner 1RB Right
註1:每一資源區塊(Resource Block, RB)分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1Table 6.1-1之規定。 註2:DFT-s-OFDM PI/2 BPSK測試僅適用於支援half Pi BPSK之FR1終端設備。			

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.2.1.4.2 發射功率之測試程序:

1. 同步訊符(Synchronization Symbol, SS)根據表 6.2.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI[220]發送每個 UL HARQ[221]程序

[216] Test Environment as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.1
[217] Test Frequencies as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.3.1
[218] Test Channel Bandwidths as specified in TS 38.508-1 [5] subclause 4.3.1
[219] Test SCS as specified in Table 5.3.5-1
[220] C-RNTI, Cell Radio Network Temporary Identifier；細胞無線網路暫時識別碼
[221] HARQ, Hybrid Automatic Repeat request；混和式自動重送請求

的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC[222])。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC[223]填充區隔**(** uplink MAC padding bits**)**位元填補。

2. 在每個上行排程資訊(uplink scheduling information)中向 UE 連續發送上行功率控制” up”命令給 UE；在此步驟中，從第一個 TPC 命令開始至少允許 200 毫秒(ms)，以使 UE 達到 P_{UMAX}[224]位準。

3. 在無線接取模式(radio access mode)的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率(mean power)，測量週期應至少為一個 active 子訊框(subframe)（1ms）和上行訊符(uplink symbols)中的連續時間。對於具有暫態週期(transient periods)的 TDD 訊符不在測試中。

4. 對於支援功率等級 2 的 UE，於適用的頻段上重複步驟 1-3。P-Max 的例外狀況訊息(message exception of P-Max)定義在 3GPP TS38.521-1 **表 6.2.1.4.3-2**。

[222] RMC, Reference Measurement Channel；參考量測頻道
[223] MAC, Media Access Control；媒體存取控制
[224] P_{UMAX}, The measured configured maximum UE output power；測量已配置最大 UE 輸出功率

3. 頻率穩定度測試

3GPP TS 38.521-1 §6.4.1.4 對於終端設備(UE)頻率穩定度之測試，要求終端設備(UE)應依下表之規定檢測中頻道，並對最高之工作頻寬進行檢測。

表 213、頻率穩定度測試方法及規範

預設條件				
測試環境			常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)	
測試頻道			中	
測試頻道頻寬			最高	
子載波間隔			最低	
測試參數				
	下行結構		**上行結構**	
測試 ID	**調變方式**	**資源區塊分配**	**調變方式**	**資源區塊分配**
1	CP-OFDM QPSK	Full RB (註1)	DFT-s-OFDM QPSK	REFSENS (註2)
註1: Full 資源區塊(Full RB)分配應符合3GPP 38.521-1 Table 7.3.2.4.1-2規定之每一子載波間隔及頻道頻寬。 註2:參考靈敏度(Reference Sensitivity, REFSENS)應符合3GPP 38.521-1 Table 7.3.2.4.1-3 規定之每一子載波間隔、頻道頻寬、NR 頻段上行資源區塊分配和起始RB 位置。				

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.4.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.4.1.4.2 頻率穩定度之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據表 6.4.1.4.1-1 透過 PDCCH DCI 格式 1_1 為 C_RNTI 發送 PDSCH，以傳送上行參考量測頻道(DL RMC)。

SS 並在 DL RMC 上傳送下行鏈路 MAC 填充區隔位元(MAC Padding Bits)填補。

2. 同步訊符(SS)根據表 6.4.1.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元補齊。

3. 依據表 7.3.2.5-1 定義，將下行鏈路信號位準設定適當 REFSENS 參數值。在 UE 發送的每個上行排程資訊中，向 UE 連續發送上行功率控制的”up”命令，使 UE 在測試期間以 P_{UMAX} 位準進行傳送。在此步驟中，從第一個 TPC 命令開始至少等待 200 毫秒(ms)，以使 UE 達到 P_{UMAX} 等級。

4. 依據 3GPP TS 38.521-1 Annex E（附件 E），使用全局通道內 Tx 測試（Global In-Channel Tx-Test）測量頻率誤差。對於 TDD，僅由 UL 訊符組成的時槽應測試。

4. 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)測試

相鄰頻道洩漏功率比測試分為: NR_{ACLR} 測試和 $UTRA_{ACLR}$ 測試

(1) NR 相鄰頻道洩漏功率比(NR_{ACLR})測試要求

依據 3GPP TS 38.521-1 §6.5.2.4.1 進行 NR 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)之測試，其量測頻寬(measurement bandwidth)應依表 214 之規

定，採矩形濾波器(rectangular filters)，檢測低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依表 215 進行檢測。

表 214、NR_{ACLR} 量測頻寬

NR 頻道頻寬 / NR ACLR 量測頻寬												
	5 MHz	10 MHz	15 MHz	20 MHz	25 MHz	30 MHz	40 MHz	50 MHz	60 MHz	80 MHz	90 MHz	100 MHz
NR ACLR 量測頻寬	4.515	9.375	14.235	19.095	23.955	28.815	38.895	48.615	58.35	78.15	88.23	98.31

資料來源: 3GPP 38.521-1 Table 6.5.2.4.1.5-1

表 215、ACLR 測試方法及規範

預設條件						
測試環境			常態環境常態電壓(Normal)、低極端溫度低極端電壓(TL/VL)、低極端溫度高極端電壓(TL/VH)、高極端溫度低極端電壓(TH/VL)、高極端溫度高極端電壓(TH/VH)			
測試頻道			低、高			
測試頻道頻寬			最低、最高			
子載波間隔			最低、最高			
頻道頻寬測試參數						
測試 ID	**頻率**	**頻道頻寬**	**子載波間隔（SCS）**	**下行結構**	**上行結構**	
		預設	預設		**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1(註3)	Default			不適用	DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full
2(註3)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
3(註3)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
4(註3)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
5(註4)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Inner_Full
6(註4)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
7(註4)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right

8(註4)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
9	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Inner_Full
10	Low				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
11	High				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
12	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full
13	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Inner_Full
14	Low				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
15	High				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
16	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full
17	Low				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
18	High				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
18	Default				DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full
20	Low				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
21	High				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
22	Default				DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full
23	Default				CP-OFDM QPSK	Inner_Full
24	Low				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
25	High				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
26	Default				CP-OFDM QPSK	Outer_Full
27	Default				CP-OFDM 16 QAM	Inner_Full
28	Low				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
29	High				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
30	Default				CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full
31	Low				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
32	High				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
33	Default				CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full
34	Low				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
35	High				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
36	Default				CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full

註1: 每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。

註2: DFT-s-OFDM PI/2 BPSK 測試僅適用支援half Pi BPSK 之FR1終端設備。

註3: 針對功率等級3，操作在TDD 具PI/2 BPSK調變之終端設備及具支援powerBoostingpi2BPSK能力與IE powerBoostPi2BPSK 設定為1且頻段為4400-5000MHz(n79)之終端設備。

註4: 針對功率等級3，操作在FDD 或TDD 但非操作在n40、n41、n77、n78、n79之終端設備，或TDD頻段操作在n40, n77, n78及4400-5000MHz(n79)且IE powerBoostPi2BPSK設定為0之終端設備。

資料來源: 3GPP 38.521-1 Table 6.5.2.4.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.2.4.1.4.2 NR_{ACLR} 之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.4.1.4.1-1** 以PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL

RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。UE 至少需要 200 毫秒(ms)才能達到 P_{UMAX} 等級。

3. 根據測試配置在無線接取模式的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率(mean power)，該功率應滿足 3GPP TS 38.521-1 **表 6.2.2.5-1 和 6.2.2.5-5** 中描述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符(UL symbols)組成的時槽應被測試。

4. 測量配置的 NR 頻道的矩形濾波平均功率(rectangular filtered mean power)。

5. 分別在配置的 NR 通道之下側(lower side)和上側(upper side)，測量第一個 NR 相鄰通道的矩形濾波平均功率。

6. 對上下側的 NR ACLR，分別計算在步驟 4 中測得的值與步驟 5 中測得的值之間的功率比。

7. 對於支援功率等級 2 的 UE，於適用頻段上對 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.4.1.4.1-1** 的測試 ID 22 和 36 重複步驟 1～6。P-Max 的例外狀況訊息定義在 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.2.4.1.4.3-1**]。

(2) UTRA 相鄰頻道洩漏功率比($UTRA_{ACLR}$)要求

依據 3GPP TS 38.521-1 §6.5.2.4.2 進行 UTRA 相鄰頻道洩漏功率比(ACLR)之測試，其量測頻寬應依上表 NR_{ACLR} 量測頻寬之規定，UTRA 採 roll-off factor α = 0.22 與 3.84MHz 頻寬之 RRC (Root Raised Cosine)濾波器，NR 採矩形濾波器，檢測低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依上表 ACLR 測試方法及規範進行檢測。

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.2.4.2.4.2 $UTRA_{ACLR}$ 之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP 38.521-1 **第 6.2.3.4.1 節**中適用的測試配置表(test configuration table)，以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。
2. 向 UE 連續發送功率控制” up”命令，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。 UE 至少需要 200 毫秒(ms)才能達到 P_{UMAX} 等級。
3. 根據測試配置在無線接取模式的頻道頻寬中測量 UE 的平均功率，該功率應適當滿足第 6.2.3.5 節中所述的要求。測量週期至少應為一個 Active 子訊框(1ms)和上行鏈路訊符(uplink symbol)中的連續時間。對於 TDD 時槽，其瞬態週期不在測試中。
4. 測量配置的 NR 頻道的矩形濾波平均功率。
5. 分別在 NR 信道的下側和上側分別測量第一和第二 UTRA 相鄰頻道的 RRC 濾波平均功率(RRC filtered mean power)。

6. 對於較低和較高的 UTRA ACLR，分別計算在步驟 4 中測量的值與步驟 5 中的值之間的功率比。

5. 發射頻譜波罩測試

3GPP TS 38.521-1 §6.5.2.2 對於終端設備(UE)發射頻譜波罩之測試，由於頻譜發射限制值依頻道頻寬及發射頻帶外之偏移頻率(Δ Frequency of Out-of-band emission，Δf_{OOB})而不同，故量測時之解析頻寬應不小於頻譜波罩限值。檢測頻道為低、高二個頻道，並分別對最低及最高之工作頻寬，依下表進行檢測。

表 216、頻譜波罩之頻道頻寬測試參數

預設條件						
測試環境		常態環境常態電壓(Normal)				
測試頻道		低、高				
測試頻道頻寬		最低、最高				
子載波間隔		最低、最高				
頻道頻寬測試參數						
測試ID	**頻率**	**頻道頻寬**	**子載波間隔(SCS)**	**下行結構**	**上行結構**	
		預設	預設	不適用	**調變方式(註2)**	**資源區塊分配(註1)**
1(註3)	Low				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Left
2(註3)	High				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Edge_1RB_Right
3(註3)	Default				DFT-s-OFDM PI/2 BPSK	Outer_Full
4	Low				DFT-s-OFDM QPSK	Edger_1RB_Left
5	High				DFT-s-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
6	Default				DFT-s-OFDM QPSK	Outer_Full
7	Low				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
8	High				DFT-s-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right

9	Default				DFT-s-OFDM 16 QAM	Outer_Full
10	Low				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
11	High				DFT-s-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
12	Default				DFT-s-OFDM 64 QAM	Outer_Full
13	Low				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
14	High				DFT-s-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
15	Default				DFT-s-OFDM 256 QAM	Outer_Full
16	Low				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
17	High				CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
18	Default				CP-OFDM QPSK	Outer_Full
19	Low				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Left
20	High				CP-OFDM 16 QAM	Edge_1RB_Right
21	Default				CP-OFDM 16 QAM	Outer_Full
22	Low				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Left
23	High				CP-OFDM 64 QAM	Edge_1RB_Right
24	Default				CP-OFDM 64 QAM	Outer_Full
25	Low				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Left
26	High				CP-OFDM 256 QAM	Edge_1RB_Right
27	Default				CP-OFDM 256 QAM	Outer_Full
註1:每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。 註2: DFT-s-OFDM PI/2 BPSK 測試僅適用支援half Pi BPSK 之FR1終端設備。 註3:針對功率等級3，終端設備操作在n40, n41, n77, n78 及4400-5000MHz(n79)應分別測試IE powerBoostPi2BPSK 設定為1及0。						

資料來源: 3GPP 38.521-1 Table 6.5.2.2.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.2.2.4.2 發射頻譜波罩之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP 38.521-1 表 6.5.2.2.4.1-1 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，用以調度上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載(payload)和沒有環回(loopback)資訊要發送，因此 UE 在 UL

RMC 上，傳送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 向 UE 連續發送功率控制”up”命令，直到 UE 以 PUMAX 位準發送。UE 至少需 200 毫秒(ms)才能達到 PUMAX 等級。

3. 根據測試配置(test configuration)，在無線接取模式之頻道頻寬中，測量 UE 的平均功率應滿足 3GPP TS 38.521-1 表 6.2.1.5-1 中對 6.2.2.5-1 所述的要求。在連續的 Active 上行鏈路時槽上，測量週期應至少為 1ms 的連續時間。對於 TDD，僅由 UL 訊符組成的時槽應被測試。

4. 根據 3GPP TS 38.521-1 表 6.5.2.2.5-1 使用頻寬測量濾波器測量發射信號的功率。濾波器的中心頻率應按照同一張表格連續步進量測，並應記錄每一步的測量功率。測量週期應占用(capture) Active 的時槽(TS)。

6. 混附發射區域不必要發射測試

3GPP TS 38.521-1 §6.5.3.1 對於終端設備(UE)混附發射區域不必要發射之測試，量測頻率範圍不包含頻道外至表 217 之 F_{OOB} (MHz)間之頻率，量測時之解析頻寬應不小於表 217 之設定值，F_{OOB} 為 NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率。

另檢測頻道為低、中、高三個頻道，並分別對最低、中及最高之工作頻寬，依表 218 進行檢測。

表 217、NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率

頻道頻寬	NR 頻道外與混附發射區域之邊界頻率 (OOB boundary) F_{OOB} (MHz)
$BW_{Channel}$	$BW_{Channel}$ + 5

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.3.1.3-1

表 218、混附發射區域不必要發射測試參數

預設條件			
測試環境		常態環境常態電壓(Normal)	
測試頻道		低、中、高	
測試頻道頻寬		最低、中間、最高	
子載波間隔		最低	
測試參數			
測試 ID	**下行結構**	**上行結構**	
	不適用	**調變方式**	**資源區塊分配(註1)**
1		CP-OFDM QPSK	OuterFull
2		CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Left
3		CP-OFDM QPSK	Edge_1RB_Right
註1：每一資源區塊分配規格結構應符合3GPP TS 38.521-1 Table 6.1-1規定。			

資料來源: 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.3.1.4.1-1

依據 3GPP 38.521-1 §6.5.3.1.4.2 混附發射區域不必要發射之測試程序:

1. 同步訊符(SS)根據 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.3.1.4.1-1** 以 PDCCH DCI 格式 0_1 為 C_RNTI 發送每個 UL HARQ 程序的上行排程資訊，以排序上行參考量測頻道(UL RMC)。由於 UE 沒有酬載

(payload)資訊要傳送，因此 UE 在 UL RMC 上，發送上行鏈路 MAC 填充區隔位元(uplink MAC padding bits)填補。

2. 在上行排程資訊(uplink scheduling information)中向 UE 連續發送上行功率控制”up”命令給 UE，直到 UE 以 P_{UMAX} 位準發送。

3. 根據 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.3.1.5-1**，使用頻寬濾波器(filter of bandwidths)測量發射信號的功率。濾波器的中心頻率應按照 3GPP TS 38.521-1 **表 6.5.3.1.5-1** 連續地步進。測量的功率應在每個步驟中進行驗證(verified)。測量週期應占用(capture) Active 時槽。

4. 對於在 n41 頻段上運作的 UE，請在初始條件的步驟 6 中重新測試 1 GHz≦f <12.75 GHz 頻率範圍內的訊息內容，但 3GPP TS 38.521-1 第 6.5.3.1.4.3 節定義的除外。

二、 互動式感應

(一) 歐盟

根據 ETSI EN 305 550，其測試程序則引用 ETSI EN 303 396 (Short Range Devices; Measurement Techniques for Automotive and Surveillance Radar Equipment)[225]，重要的射頻測試程序其量測的設置如下：

[225] ETSI EN 303 396 (Short Range Devices; Measurement Techniques for Automotive and Surveillance Radar Equipment)

(1) 操作頻段範圍量測：

- 起始頻率：低於允許頻段的低頻邊緣頻率點。
- 終止頻率：高於允許頻段的高頻邊緣頻率點。
- 解析頻寬: 1 MHz.
- 影像頻寬: ≥ 3 MHz.
- 偵測模式: RMS (see Recommendation ITU-R SM.328-11[226]).
- 顯示模式: Maxhold.
- 平均時間: ≥ 1 ms per sweep point.

(2) 峰值等效全向輻射功率(EIRP)：

- 起始頻率：低於允許頻段的低頻邊緣頻率點。
- 終止頻率：高於允許頻段的高頻邊緣頻率點。
- 解析頻寬：1 MHz (frequency sweep rate less than < 1000 MHz/ms)
- 影像頻寬：VBW ≥ RBW.
- 偵測模式：Peak or auto peak detector.
- 顯示模式：Maxhold.
- 平均時間：larger than one 1 ms per sweep point.

[226] RECOMMENDATION ITU-R SM.328-11 Spectra and bandwidth of emissions

- 掃描時間：larger than one EUT cycle time × (Frequency span / RBW)

(3) 平均等效全向輻射功率(EIRP)：

- 起始頻率：低於允許頻段的低頻邊緣頻率點。
- 終止頻率：高於允許頻段的高頻邊緣頻率點。
- 解析頻寬：1 MHz.
- 影像頻寬：VBW ≥ RBW.
- 偵測模式：RMS.
- 顯示模式：clear write.
- 平均時間：larger than one EUT cycle time.
- 掃描時間：averaging time × number of sweep points.

(4) 平均等效全向輻射功率(EIRP)頻譜密度

- 起始頻率：低於允許頻段的低頻邊緣頻率點。
- 終止頻率：高於允許頻段的高頻邊緣頻率點。
- 解析頻寬：1 MHz.
- 影像頻寬：3 MHz.
- 偵測模式：RMS.
- 顯示模式：clear write.

- 平均時間：larger than one EUT cycle time per sweep point.
- 掃描時間：averaging time × number of sweep points.

(5) 功率之工作週期

- 頻率：frequency of the highest peak power.
- 頻率跨度：zero-span mode.
- 解析頻寬：最大有效頻寬大於 3 MHz.
- 影像頻寬：不得小於 RBW.
- 偵測模式：peak.
- 掃描時間：more than one EUT cycle time.
- 功率工作週期為待測物開啟時間與工作週期時間百分比。
- 以下參數應根據待測物射頻特性而定義：
  - 待測物工作週期
  - 待測物開啟發射時間之總和
  - 待測物開啟發射時間總和除以工作週期之功率工作週期

(6) 帶外發射與混附發射之不必要發射：

- 起始頻率：請參閱表 60。
- 終止頻率：請參閱表 60。

- 解析頻寬：
  - 100 kHz between 30 MHz and 1 GHz.
  - 1 MHz above 1 GHz.
- 影像頻寬：≥ 3 MHz.
- 偵測模式：
  - Quasi-peak between 30 MHz and 1 GHz.
  - RMS > 1 GHz.
- 偵測模式：clear write.
- 平均時間：larger than one EUT cycle time.
- 掃描時間：averaging time × number of sweep points.

(二) 美國

互動式感應裝置的發射機測試程序應遵守 IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices[227]的 Procedures for testing millimeter-wave systems 測試章節，而各射頻特性量測項目之測試程序如下：

[227] IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Device

(1) 發射頻寬(Emission Bandwidth, EBW)量測流程

發射頻寬的定義為兩頻率點之間的信號寬度，一個頻率點低於載波中心頻率，另一個頻率點則高於載波中心頻率，兩頻率點以外的所有發射應衰減至低於最大載波功率的特定值，其量測設置圖如下圖所示。

發射頻寬量測流程如下：

(a) 頻譜分析儀設定：

(1) 寬度(Span)應設定為大約兩至三倍的發射頻寬，中心位於載波頻率點上。

(2) 解析頻寬(RBW)，如特定需求。

(3) VBW，如特定需求，若無特定需求，則 VBW ≥RBW。

(4) 掃描時間(Sweep)：自動

(5) 檢波器(Detector)：峰值

(6) 追蹤模式(Trace)：最大值保持；

(b) 待測物應以最大資料傳輸率進行發射，允許追蹤模式至穩定狀態。

(c) 使用標記峰值(Marker-to-peak)功能設定以標記發射峰值，使用標記變量功能(Marker-delta)以量測發射單邊的特定 dB 下降變量。

(d) 重置標記變量功能並移動標記點至另一側發射單邊，直到重置標記變量的振幅與參考標記振幅相同，標記變量功能的頻率點讀值即為特定之發射頻寬。

(e) 若有多種操作模式（資料傳輸率、調變格式等），那對每一種操作模式重複上述測試。

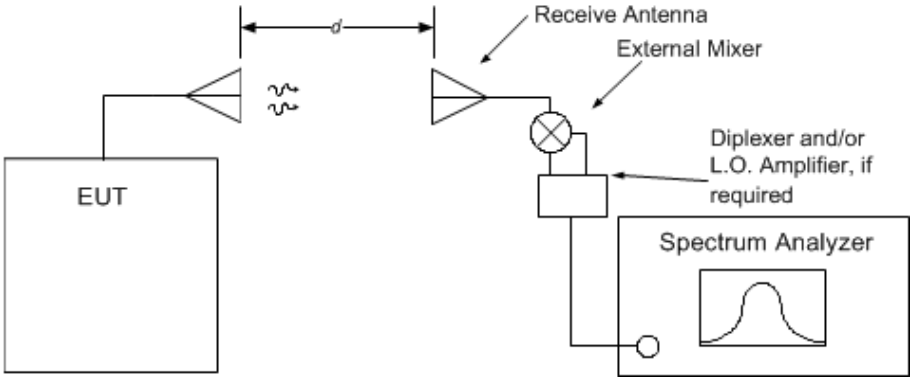


圖 88、發射頻寬量測設置圖

資料來源：IEEE C63.10

(2) 大於 40 GHz 的最大輻射量測距離

定義最大輻射量測距離的步驟如下：

(a) 將儀器設定為合適值以量測周邊系統雜訊基底(Noise Floor)

(b) 根據量測周邊系統雜訊基底結果，且候選量測距離等同於限制值之指定距離，並合適應用於量測的所有程序和方程式。

(c) 如果校正系統雜訊基底水平低於限制值 6 dB 或更多，則經過驗證的最大量測距離是限制值之指定距離。

(d) 否則，計算（或預測）校正系統雜訊基底水平低於限制值 6 dB 的候選距離，並透過以下步驟驗證候選距離：

(1) 根據量測的周邊系統雜訊基底功率，並合適應用於量測的所有程序和方程式（從步驟 a），候選量測距離以外插至限制值之指定距離。

(2) 如果校正系統雜訊基底水平低於限制值 6 dB 或更多，則經過驗證的候選距離即為最大量測距離。

(3) 否則，計算新的候選距離並重複步驟(d)(1)和(d)(2)。

(e) 以峰值和平均值檢測對基頻發射頻率執行以上程序：

(1) 假如距離是小於限制值的指定距離，則於天線與量測儀器之間加入低噪音放大器。

(2) 假如距離是小於限制值的指定距離，且低噪音放大器不可行，請諮詢監管機構。

(f) 對混附發射與諧波發射的涵蓋範圍執行上述程序進行檢查：

(1) 於每個混波器頻段的最低與最高頻率點；

(2) 於每個混波器頻段中的轉換損耗最大的頻率點；

(3) 平均值檢測；

(4) 適用於峰值量測則使用峰值檢測功能。

(g) 注意每種配置的已驗證最大量測距離。

(3) 大於 40 GHz 的最大發射量測過程：

(a) 連接天線至儀器系統；

(b) 放置待測物於連續發射模式；

(c) 設定儀器參數為合適值；

(d) 針對所有測試，測試天線的量測距離小於或等於最大量測距離（定義於上述章節）。

(e) 對待測物之發射執行探索，觀察待測物的每個發射，並定義大概的發射方向，遵守下列步驟：

(1) 建議探索量測的距離應小於所驗證的最大量測距離，但是，請注意不要使測試天線直接指向待測物天線的主波束以避免過載。

(2) 開始手持式量測，使測試天線位於水平極化的位置。

(3) 使用測試天線掃描待測物的所有表面，維持測試天線之間距在所選的量測距離，除非避免量測系統因測試天線指向待測物天線的主波束時造成過載，而得以增加量測距離。

(4) 掃描待測物的表面時，使測試天線指向待測物。

(5) 掃描待測物的表面時，通過旋轉 0 至 180 度改變測試天線的極化以涵蓋所有可能的發射極化。

(6) 對於每個觀察到的發射，請注意出現最大值時測試天線大概的位置。

(7) 在適用的情況下，於頻譜分析儀上使用兩條有效追蹤線（一組用於清除寫入，第二個設置為最大值保持）可以幫助完成該過程。

(f) 對於觀察到的每個發射，執行以下最終量測：

(1) 開始使用測試天線於最大值的大概位置進行探索性掃描。

(2) 如果仍可以在此距離觀察到發射，且信噪比至少有 6 dB，則可將測試天線從待測物移開至最大量測距離；否則，將測試天線移離待測物至信噪比為 6 dB 的距離。

(3) 將測試天線在此位置緩慢掃描，緩慢將測試天線的極化旋轉至少由 0 至 180 度，並改變測試天線的方向（因此並不是一直指向待測物）透過觀察去找到最大值的位置、極化、方向。

(4) 記錄測試天線於最大值之位置、極化、方向時之量測讀值，並記錄此量測距離。

(4) 使用頻譜分析儀量測基頻(Fundamental Mode)發射

A. 使用頻譜分析儀量測基頻發射時，需使用下列各項方程式：

a. 計算與外插場強方程式

由輻射量測可計算得場強，如方程式(19)所示：

$$E=126.8 - 20\log(\lambda) + P - G \quad (19)$$

E 為量測距離下的發射場強(dBuV/m)

P 為測試天線的量測輸出功率(dBm)

λ 為發射波長($300/f_{MHz}$)

G 為測試天線增益(dBi)

b. 轉換特定距離的發射場強限制值

以特定距離進行量測，可轉換場強限制值，如方程式(20)所示：

$$E_{\text{SpecLimit}}=E_{\text{Meas}}+20\log\left[\frac{d_{\text{Meas}}}{d_{\text{SpecLimit}}}\right] \quad (20)$$

$E_{\text{SpecLimit}}$ 為特定距離下的發射場強限制值(dBuV/m)

E_{Meas} 為量測距離下的發射場強(dBuV/m)

d_{Meas} 為量測距離(m)

$d_{\text{SpecLimit}}$ 為特定距離(m)

c. 場強由 dBuV 轉換為 V/m

將場強由 dBuV 轉換為 V/m，如方程式(21)所示：

$$E_{\text{Linear}}=10^{[(E_{\text{Log}}-120)/20]} \quad (21)$$

E_{Linear} 為發射場強(V/m)

E_{Log} 為發射場強(dBuV/m)

d. 計算 EIRP 方程式

由遠場的輻射場強可計算得 EIRP，如方程式(22)所示：

$$\text{EIRP} = E_{\text{Meas}} + 20\log(d_{\text{Meas}}) - 104.7 \quad (22)$$

EIRP 為等效全向輻射功率(dBm)

E_{Meas} 為量測距離下的發射場強(dBuV/m)

d_{Meas} 為量測距離(m)

e. 由傳導功率轉換為 EIRP

將傳導功率轉換為 EIRP，如方程式(23)所示：

$$EIRP = P_{Cond} - G_{EUT} \quad (23)$$

EIRP 為等效全向輻射功率(dBm)

P_{Cond} 為待測物天線饋入點之量測功率(dBm)

G_{EUT} 為輻射單元（天線）的增益(dBi)

f. EIRP 由 dBm 轉換為瓦特

將 EIRP 由 dBm 轉換為瓦特(watt)，如方程式(24)所示：

$$EIRP_{Linear} = 10^{[(EIRP_{Log}-30)/10]} \quad (24)$$

$EIRP_{Linear}$ 為等效全向輻射功率(watt)

g. 計算功率密度方程式

由 EIRP(Watt)可計算得特定距離下的功率密度，如方程式(25)所示：

$$PD = \frac{EIRP_{Linear}}{4\pi d^2} \quad (25)$$

PD 為特定距離下的功率密度(W/m^2)

$EIRP_{Linear}$ 為等效全向輻射功率(watt)

d 為特定距離(m)

h. 由場強計算功率密度方程式

由場強可計算特定距離下的功率密度，如方程式(26)所示：

$$PD=\frac{E_{SpecLimit}^2}{377} \quad (26)$$

PD 為特定距離下的功率密度(W/m^2)

$E_{SpecLimit}$ 為特定距離下的發射場強限制值(dBuV/m)

i. 計算輸出功率方程式

由 EIRP(watt)可計算得傳輸輸出功率(watt)，如方程式(27)所示：

$$P_{cond}=\frac{EIRP_{Linear}}{G_{EUT}} \quad (27)$$

P_{cond} 為傳輸輸出功率(watt)

$EIRP_{Linear}$ 為等效全向輻射功率(watt)

G_{EUT} 為待測物輻射元件（天線）之數值增益

B. 量測流程：

(a) 利用上述公式，並應遵守下列測試流程：

(1) 傳導量測,連接外部混波器或頻譜分析儀至輸出端待測物,並搭配合適的衰減所需以避免傷害或過載量測設備。

(2) 輻射量測，基頻頻段的測試天線串接外部混波器並連接至頻譜分析儀，若設備可支援所需頻率則可直接連接頻譜分析儀。

(b) 所有的量測項目其頻譜分析儀設定如:解析頻寬(RBW)、VBW、探測器(detector)、展頻(span)等可設定為合適值。

(c) 對於輻射量測：

(1) 依據定義最大量測距離

(2) 最大化基頻發射，注意也許會發現多個峰值於不同的波束方向和（或）極化。

(d) 對於所有量測,注意入射頻譜分析儀的最大能量,調整此讀值,假如有必要的話，於該頻率點上，可透過外部混波器的轉換損失以及內部混波器 IF 訊號的纜線損耗來調整。

(e) 對於輻射量測：

(1) 依據方程式(19)於量測距離下計算最大發射場強,並調整與校正測試天線輸出功率。

(2) 依據方程式(22)所得之量測場強計算 EIRP，並依據方程式(24)轉換為線性數值。

(3) 依據方程式(27)計算傳導輸出功率。

(4) 假設量測距離為任意且並非限制值之指定距離，則依據方程式(20)將最大量測場強外插至限制值所指定距離的場強，並依據方程式(21)轉換至線性形式。

(5) 依據方程式(26)，透過限制值所指定距離下的場強計算其指定距離下的功率密度。

(f) 對於傳導量測：

(1) 對於待測物與量測儀器間的任意外部衰減可調整量測功率。

(2) 記錄待測物的傳導輸出功率。

(3) 依據方程式(23)計算 EIRP。

(4) 依據方程式(24)將 EIRP 轉換成線性形式。

(5) 依據方程式(25)計算功率密度。

(g) 重複上述步驟以確定場強、EIRP、傳導功率、和/或根據需要每個檢測器的功率密度（峰值和平均值）。

(h) 對待測物所支援的每種操作配置重複上述順序（如：前視、側視、後視配置，車輛處於靜止和運動狀態）

(5) 頻率穩定度

頻率穩定度應遵守下列量測過程：

(a) 設置待測物與量測儀器如下圖所示，有些溫室(Temperature Chamber)具有窗口或其他可允許的開口以便接收天線伸出。

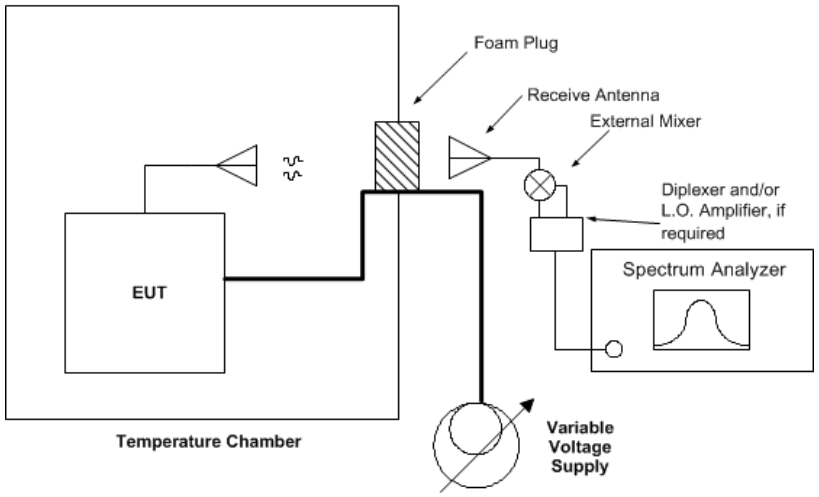


圖 89、頻率穩定度量測設置圖

資料來源：IEEE C63.10

(b) 當待測物位於周邊溫度（約 25˚C）且電壓源設置為正常操作電壓(100%)時，記錄待測物於頻譜分析儀上的發射遮罩。

(c) 變化待測物的正常電源範圍為 85%~115%，並記錄待測物的發射遮罩。

(d) 設定電源供應為正常 100%，並提升待測物操作溫度至 50˚C，記錄待測物的發射遮罩。

(e) 每 10˚C 下降，則重複步驟(d)，至-20˚C 為止。

(三) 日本

互動式感應設備測試方法可依據總務省 TELEC 根據平成通知第 88 號（確定特性的測試方法）於 2020 年 5 月出版的「60 GHz 頻帶移動檢

測傳感器專用低功率設備的特性」測試方法[228]，該測試方法是依據證明規則第 2 條第 1 項第 8 號以及無線設備規則第 49 條之 14 第 1 項特定小電力無線設備之規則，各詳細測試項目如下所示：

(1) 頻率容許差度/佔用頻寬：

A. 頻率容許差度和佔用頻寬量測設置

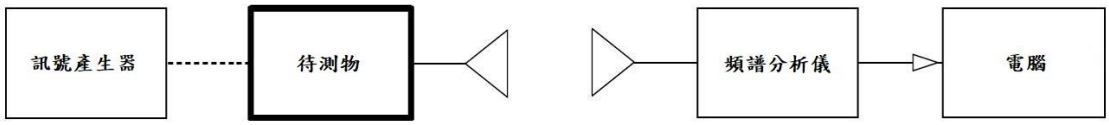


圖 90、頻率容許差度和佔用頻寬量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 量測時頻譜分析儀的設置如下：

- 中心頻率：測試頻率
- 掃描頻段寬度(Span)：約為佔用頻寬允許值的 2~3.5 倍（註）
- 解析頻寬(RBW)：佔用帶寬允許值的 1%以下

[228] 試験方法名称「５７ＧＨｚを超え６６ＧＨｚ以下の周波数の電波を使用する移動体検知センサー用特定小電力無線局に使用するための無線設備」の特性試験方法略称「６０ＧＨｚ帯移動体検知センサー用特定小電力機器」の特性試験方法

- VBW：與解析頻寬相同
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：載波訊號(dB)遠高於頻譜分析儀的雜訊基底(dB)（至少 40 dB 以上）
- 數據點數：400 點以上（如 1001 點）
- 掃描時間(Sweep)：保證量測精度的最短時間，在突發波的情況下，每個樣本至少有一個突發波。
- 掃頻模式：連續掃描（直到波形停止變化）
- 檢波器(Detector)：峰值
- 追蹤模式(Trace)：最大值保持

註：於掃描頻段寬度(Span)的兩端，應由最大功率衰減 35 dB 或更多，若無法達到，應使用更寬的掃描頻段寬度(Span)。

C. 測試設備狀態：

(a) 設置測試頻率並連續發送。

(b) 將傳輸狀態設置為最大佔用頻寬。

(c) 若能使用非調變進行傳輸，則可以使用頻率計量測載波頻率。

B. 測試程序：

(1) 將頻譜分析儀設置為 B 進行掃描。

(2) 重複掃描直到顯示無變化後，將所有的數值都加載到計算機的數組變量中。

(3) 將所有數據的 dB 值轉換為功率單位的精確數值。

(4) 計算所有數據的總功率並記錄。

(5) 從最低頻率開始依次進行功率積分，確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為下限頻率，記錄其數值。

(6) 從最高頻率開始依次進行功率積分，確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為上限頻率，記錄其數值。

(7) 計算其佔用頻寬為（上限頻率-下限頻率）

C. 結果的表示：

(1) 頻率容許差度：

(a) 於調變狀態下進行量測時，以 GHz 為單位顯示上限頻率和下限頻率之設置。

(b) 確認頻率是否於指定頻段內，並顯示為好或壞。

(c) 於不調變的狀態下量測載波頻率時，量測數值以 GHz 為單位顯示，量測值與指定頻率的容許差度以百萬分之一(10^{-6})為單位表示，以(+)或(-)符號顯示。

(2) 佔用頻寬：佔用頻寬以 GHz 為單位顯示。

(2) 不必要發射：

A. 不必要發射量測設置

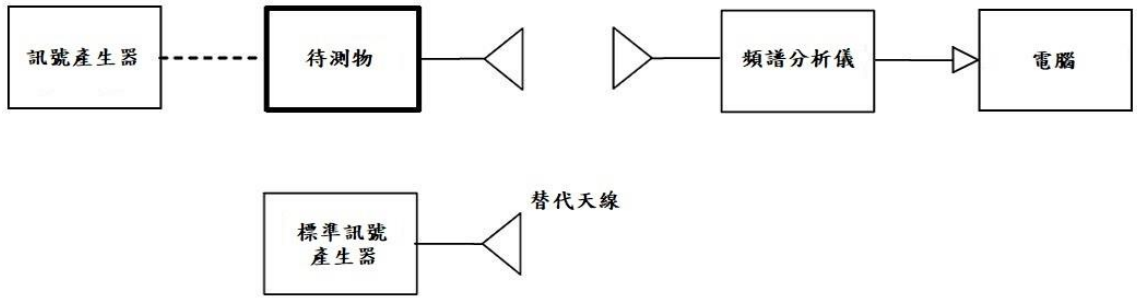


圖 91、不必要發射量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 量測儀器的條件：

(1) 必要時應使用濾波器進行載波抑制。

(2) 搜索指定頻段外的不必要發射時頻譜分析儀的設置如下：

- 掃描頻段寬度(Span)：30 MHz 至大約兩倍的載波頻率（註 1）
- 解析頻寬(RBW)：1 GHz 以下為 100kHz，超過 1 GHz 時為 1MHz
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間（註 2）
- 數據點數：400 點以上（如：1001 點）

- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

註 1：排除指定的頻帶。

如下所示，針對不必要發射的允許值，劃分不同的頻段來執行掃描，從而保證量測精確度。

設備規則第 49-14 條第 1 款第 12 項中指定的無線電設備：

掃描頻段①：30MHz 至 55.62GHz（註 1）

掃描頻段②：55.62 GHz 至 57.0 GHz

掃描頻段③：64 GHz 至 67.5 GHz

掃描頻段④：67.5 GHz 至大約是載波頻率的兩倍

設備規則第 49-14 條第 1 款第 13 項中指定的無線電設備：

掃描頻段①：30MHz 至 55.62GHz（註 1）

掃描頻段②：55.62 GHz 至 57.0 GHz

掃描頻段③：66 GHz 至 67.5 GHz

掃描頻段④：67.5 GHz 至大約是載波頻率的兩倍

註 2：在爆發波的情況下，每個樣本需要一個或多個爆發的時間。然而，為了縮短掃描時間，可以設置掃描時間，只要其等於或大於由

“掃描頻率寬度(MHz) / 解析頻寬(MHz) × 突發週期（秒）”所確定的時間即可。

(3) 量測不必要發射之強度

A. 量測不必要發射之強度的分析儀設置如下：

- 中心頻率：不必要發射的頻率（搜索頻率）
- 掃描頻段寬度(Span)：0 Hz
- 解析頻寬(RBW)：中心頻率為 1 GHz 以下時為 100 kHz，超過 1GHz 時為 1MHz。
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間
- 數據點數：400 點以上（如：1001 點）
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：Sample

B. 待測設備狀態：

(1) 設置測試頻率並連續發射。

(2) 當操作狀態是突發傳輸狀態時，調變天線功率與不必要發射為最大。

C. 測試程序：

(1) 將頻譜分析儀設置為 2(2)，然後執行掃描以搜索不必要發射，其指定頻段的範圍（註 1）被排除在搜索範圍之外。

(2) 當搜索到的不必要發射的強度值滿足限制值時，執行 2(3)的量測。

(3) 如果發現的不必要發射的強度超過限制值，則掃描頻段寬度會逐漸縮小到 1 GHz，100 MHz 和 10 MHz，提高頻譜分析儀的頻率精確度，以確定不必要發射頻率，接著將頻譜分析儀設置為 2(3)，並計算出不必要發射強度的平均值（作為功率對數的平均值量測），並將其用作量測值。

(4) 對於具有多個天線的無線設備，對每個天線進行量測。

D. 結果的表示：

(1) 對於具有不同技術標準的每個頻段，將同時顯示最大不必要發射的功率和以 dBm / MHz 為單位的頻率。

(2) 具有多個天線的無線設備，將每個天線各頻率的量測值，和以 dBm / MHz 為單位的頻率一起顯示。

(3) 如果省略量測，請註明省略的頻段及其原因。

(4) 天線功率容許差度

A. 天線功率容許差度量測設置圖

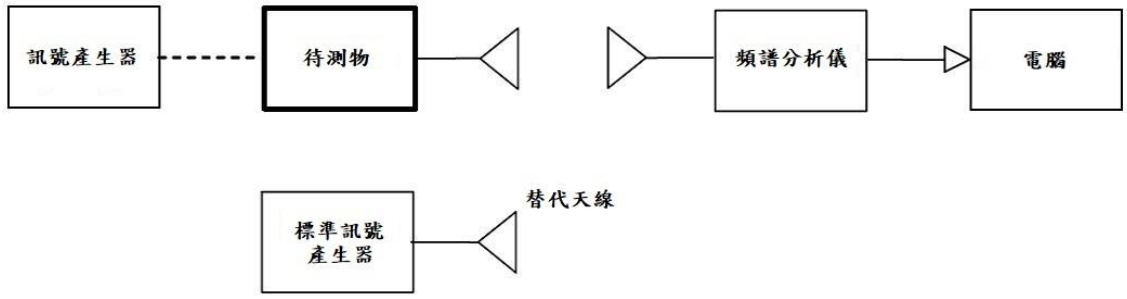


圖 92、天線功率容許差度量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 測量儀器條件

使用頻譜分析儀量測設置：

(1) 天線功率最大值之頻率搜索，其頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：測試頻率
- 掃描頻段寬度(Span)：大於佔用頻寬的規格值
- 解析頻寬(RBW)：可確保量測精確度的解析頻寬（註）
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10 dB /格

- 輸入訊號(dB)：訊號(dB)遠高於頻譜分析儀的雜訊基底(dB)
- 數據點數：400 點以上（如 1001 點）
- 掃頻模式：連續掃描
- 檢波器(Detector)：峰值
- 追蹤模式(Trace)：最大值保持

註：將解析頻寬設置為待測物佔用頻寬的規格值或更大。

(2) 量測天線功率時，設置頻譜分析儀如下：

- 中心頻率：給出最大功率的頻率（搜索頻率）
- 掃頻寬度：0 赫茲
- 分辨率帶寬：可確保量測精確度的解析頻寬（註）
- 視頻帶寬：與分辨率帶寬相當
- Y 軸刻度：10dB /格
- 輸入訊號：將發送訊號的強度設置在混頻器線性區域的最大值附近。
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間，但是，在爆發波的情況下，超過 1 個爆發週期。
- 數據點數：400 點以上（如：1001 點）
- 掃頻模式：單掃
- 檢測方式：樣例

C. 待測設備狀態

(1) 設定測試頻率，並設定為連續發射。

(2) 調變使用標準編碼的測試訊號，如果這很困難，則使用正常調變的連續傳輸狀態。

(3) 當操作狀態是突發發送狀態時，發送長度被設置為最大，以使天線功率最大化。

(4) 如果無線設備具有多個發射天線，並具有執行指向性控制的功能，則當執行指向性組合時，將其設置為在量測天線處的接收強度變為最大的狀態。

D. 測試程序：

(1) 將頻譜分析儀設置掃描為 2(1)，然後搜索最大功率的頻率。

(2) 為了提高頻譜分析儀的頻率量測精確度，逐漸使掃描頻率寬度變窄，並且準確地獲得最大功率的頻率。

(3) 將頻譜分析儀設置為 2(2)，並量測峰值功率或平均功率（對於突發波，則為突發內的平均功率）。

(4) 對於具有多個天線的無線設備，對每個天線進行量測。

D. 結果的表示：

天線功率的絕對值以 W 或 mW 顯示，與天線功率的容許差度則以%表示，並使用(+)或(-)符號表示。

(5) 二次發射限制值

A. 二次發射限制值量測設置

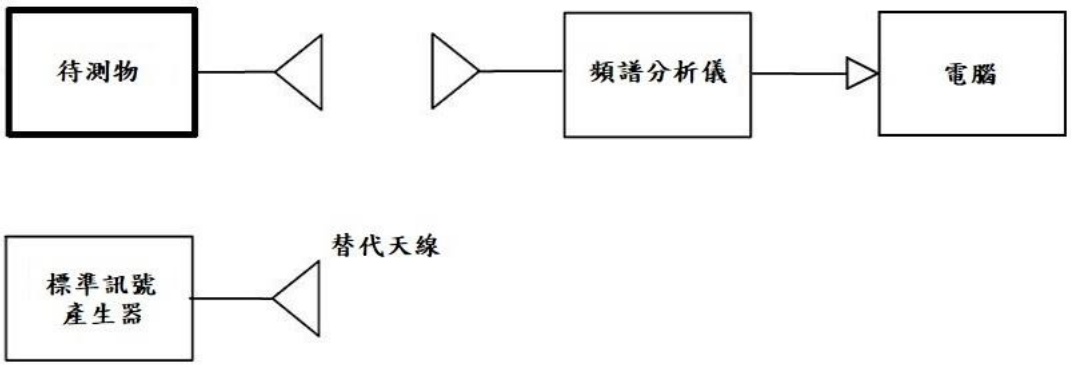


圖 93、二次發射限制值量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 測量儀器的條件

(1) 由於測量目標處於低訊號強度，因此使用低噪聲放大器，或者將至頻譜分析儀所連接路徑的衰減量設置為必要的最小值。

(2) 搜索二次發射的頻譜分析儀設置如下：

- 掃描頻段寬度(Span)：30 MHz 至大約兩倍的載波頻率（註）

- 解析頻寬(RBW)：中心頻率為 1 GHz 以下時為 100 kHz，超過 1GHz 時為 1MHz。
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10dB /格
- 輸入訊號：最大動態範圍。
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間。
- 數據點數：400 點以上（如：1001 點）。
- 掃頻模式：單掃。
- 檢測方式：峰值。

註：針對不必要發射的允許值，劃分不同的頻段來執行掃描，從而保證量測精確度。

C. 測試設備狀態

(1) 設置為測試頻率。

(2) 停止發送，僅執行接收。

D. 測試程序：

(1) 將頻譜分析儀設置為 2(2)，然後執行掃描以搜索二次發射。

(2) 如果搜索結果小於或等於限制值，則將搜索值用作量測值。

(3) 如果發現的二次發射的強度超過限制值，則掃描頻段寬度會逐漸縮小到 1 GHz，100 MHz 和 10 MHz，提高頻譜分析儀的頻率精確度，以確定二次發射頻率，接著將頻譜分析儀設置為 2(3)以進行量測。

(4) 對於具有多個天線的無線設備，對每個天線進行量測。

E. 結果的表示：

(1) 對於每個具有不同技術標準的頻段，如果小於限制值的 1/10，則最大的一個波其頻率以 nW 為單位表示。

(2) 對於具有不同技術標準的每個頻段，如果超過允許值的 1/10，則所有量測值與頻率一起以 nW 單位表示，功率總值以 nW 單位表示。

(3) 對於具有多個天線的無線設備，每個天線的量測值與具有不同技術標準的每個頻段的頻率同時表示並求總和。

(4) 如果省略量測，請描述省略的頻段及其遺漏的原因。

(四) 韓國

互動式感應設備（低功率射頻器材設備）的測試程序可依據無線設備合適性評價試驗方法(KS X 3123:2019)，針對使用 20 GHz 以上頻率的無線設備，進行合適性評價輻射量測的方法，其詳細各測項目別之測試程序如下所示。

(1) 輻射功率量測方法

A. 量測設置圖：

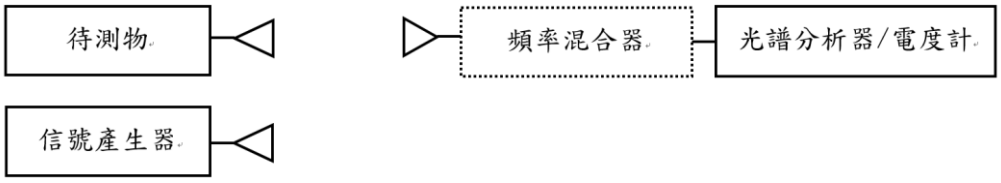


圖 94、輻射功率量測設置圖

資料來源：KS x 3123

B. 頻譜分析儀設置：

1. 量測峰值功率：

(a) 頻譜分析儀設置如下：

表 219、量測峰值功率之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	必要頻寬 2 倍 ~ 3 倍
解析頻寬	必要頻寬的 1%~3%
影像頻寬	與解析頻寬相同值
檢測模式	峰值檢測(Peak Detect)模式
掃描時間	自動
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
電力總計頻寬	與必要頻寬相同的頻寬
備註 若為掃描信號，則掃描頻寬不得為合計頻寬	

資料來源：KS x 3123

(b) 但是，若未使用頻道電力的測量功能進行測量，則將解析頻寬設定為佔有頻寬的 99%以上後測試。

2. 量測平均功率：

(a) 頻譜分析儀設置如下：

表 220、量測平均功率之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	必要頻寬 2 倍 ~ 3 倍
解析頻寬	必要頻寬的 1%~3%
影像頻寬	與解析頻寬相同值
檢測模式	RMS Detect
掃描時間	(發送信號 1 週期 x 掃描點) 最少 1 秒
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
電力總計頻寬	與必要頻寬相同的頻寬
備註 若為掃描信號，則掃描頻寬不得為合計頻寬	

資料來源：KS x 3123

(b) 但是，在不使用頻道電力測量功能進行測量的情況下，將解析頻寬設定為佔有頻寬 99%以上後進行測量

(2) 量測功率密度

1. 量測峰值功率密度

(a) 頻譜分析儀設置如下：

表 221、量測峰值功率密度之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	必要頻寬 2 倍 ~ 3 倍
解析頻寬	技術基準中規定的頻寬
影像頻寬	解析頻寬以上
檢測模式	峰值檢測(Peak Detect)模式
掃描時間	自動
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式

資料來源：KS x 3123

2. 量測平均功率密度

(a) 頻譜分析儀設置如下：

表 222、量測平均功率密度之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	必要頻寬 2 倍 ~ 3 倍
解析頻寬	技術基準中規定的頻寬
影像頻寬	與解析頻寬相同值
檢測模式	RMS Detect
掃描時間	(發送信號 1 週期 x 掃描點) 最少 1 秒
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式

資料來源：KS x 3123

3. 輻射功率(ERP / EIRP)和輸出功率之適用方法：

量測輻射功率並將天線增益除去後，求出輸出功率的值

（輸出功率(Pc) = 輻射功率(Pa) – 天線增益 (AG)）。

(3) 頻率容許差度量測方法

A. 量測設置圖

圖 95、頻率容許差度量測設置圖

資料來源：KS x 3123

B. 測量機器的條件及試驗程序

1. 待測物支援無調變的狀態

(a) 將待測物以無調變狀態運作，使用頻譜分析儀的頻率計功能進行量測，並記錄結果。

(b) 不使用頻譜分析儀的頻率計功能的情況，為了使頻率正確度最佳化，則作以下的設定後進行量測，並紀錄量測結果。

表 223、頻率容許差度之待測物不支援調變時頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	600 kHz 內外
解析頻寬	5 kHz 以下
影像頻寬	和解析頻寬相同值
檢測模式	峰值檢測(Peak Detect)模式
掃描方式	連續(Continue)
掃描時間	自動
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式

資料來源：KS x 3123

2. 待測物支援調變狀態的情況

(a) 將待測物以調變狀態啟動

(b) 為了將頻率的正確度調整為最佳化，將頻譜分析儀之設定如下

表 224、頻率容許差度之待測物支援調變時頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	必要頻率頻寬的 2 倍~3.5 倍
解析頻寬	必要頻率頻寬的 1~3 %
影像頻寬	解析頻寬的 3 倍
檢測模式	峰值檢測(Peak Detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描次數	10 次以上

資料來源：KS x 3123

(c) 將待測物的中心頻率，設定為向頻譜分析儀的中心靠近，並維持 Maxhold。

(d) 量測頻譜分析儀標示信號的 Peak 值並記錄

(e) 將 Marker 移至高頻率端， 並量測－X dB 值的頻率， 將其紀錄為 $F_{\max}$

(f) 將 Marker 移至低頻率端，並量測－X dB 值的頻率，將其紀錄為 $F_{\min}$

(g) 根據調變狀態，X 可從 3, 6, 10, 20 中選擇

(h) 測量中心頻率及頻率許可偏差，以下列公式求出：

- 測量中心頻率 $= (F_{max} + F_{min})/2$
- 頻率容許偏差 = 量測中心頻率-指定頻率

(4) 佔有頻寬量測方法

A. 實驗設置圖

圖 96、佔有頻寬量測設置圖

資料來源：KS x 3123

B. 量測儀器的條件及試驗程序

(a) 待測物以調變狀態運作

(b) 頻譜分析儀設定如下：

表 225、佔用頻寬之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	必要頻率的 2 倍-3 倍
解析頻寬	必要頻率的 1 % 以內
影像頻寬	與解析頻寬相同值
檢測模式	峰值檢測(Peak Detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描時間	自動

資料來源：KS x 3123

(c) 利用頻譜分析器的佔有頻寬測量功能,進行測量並紀錄測量值,若為限制在指定頻寬以內的情況,則確認是否在指定頻寬以內。

(5) 不必要發射量測方法

A. 實驗設置圖

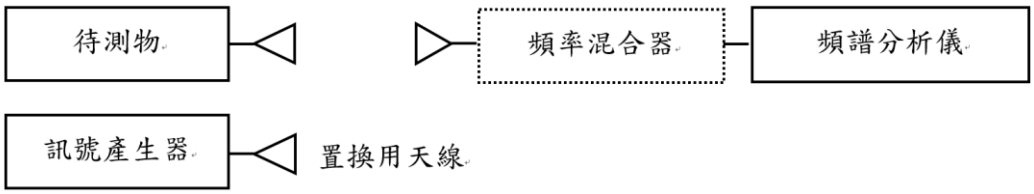


圖 97、不必要發射量測實驗設置圖

資料來源：KS x 3123

B. 量測儀器的條件和試驗程序

1. 帶外發射限制值

(a) 將待測物以調變狀態運作

(b) 將頻譜分析儀設定如下：

表 226、帶外發射限制值之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	指定頻率波段的末端開始，至必要頻寬的± 250 %
解析頻寬	1 MHz 或技術基準中規定的值

影像頻寬	與解析頻寬相同、或解析頻寬的 3 倍
檢測模式	RMS Detect
掃描時間	(受檢測機器 1 週期 x 掃描點),最少 1 秒
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
備註：為了使基本波信號的影響最小化，可適用下列方法： 1. 將 RBW 設定為比基準頻寬小後測量， 將測量結果與基準頻寬對應，以 1 MHz 頻寬的值換算 (例如：將 RBW 設定為 10 kHz, 30 kHz 或 100 kHz) 。 2. 使用頻譜分析器的頻道電力測量功能進行測量。 (將累計的頻寬(頻道)與 1 MHz 基準頻寬設定為一致) 。	

資料來源：KS x 3123

(c) 量測最大發射值並記錄

2. 混附發射限制值

(a) 將待測物以調變狀態運作

(b) 將頻譜分析儀設定如下：

表 227、混附發射限制值之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	3 次諧波至 2 諧波, 最大 300 GHz
解析頻寬	1 MHz
影像頻寬	與解析頻寬相同、或解析頻寬的 3 倍
檢測模式	RMS Detect
掃描時間	(受檢測機器 1 週期 x 掃描點),最少 1 秒
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式

備註：為了將雜音信號的影響最小化，可適用下列方法： 將 RBW 設定為比基準頻寬小後測量，測量信號的佔有頻寬比 RBW 小的情況，則直接適用測量值，若為較大的情況，則與基準頻寬對應，以 1 MHz 頻寬的值換算(例如：將 RBW 設定為 10 kHz, 30 kHz 或 100 kHz) 。 在近距離場所中觀測最大發射點後，在遠距離場所中進行測量。

資料來源：KS x 3123

(c) 量測最大發射值並記錄

(6) 次要電波發射量測方法

E. 實驗設置圖

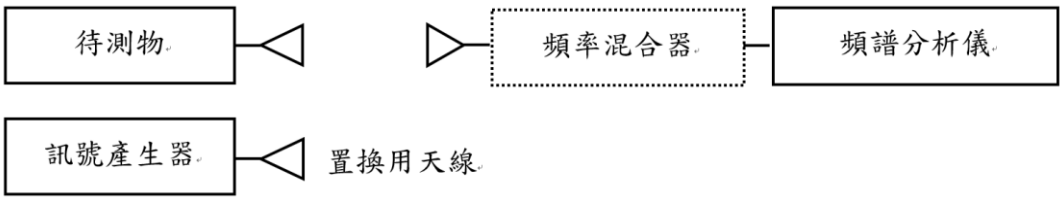


圖 98、次要電波發射量測實驗設置圖

資料來源：KS x 3123

F. 量測儀器的條件及試驗程序

(a) 將待測物以收信狀態運作

(b) 將頻譜分析儀設定如下：

表 228、次要電波發射量測之頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻寬	3 次諧波至 2 諧波, 最大 300 GHz
解析頻寬	1 MHz
影像頻寬	與解析頻寬相同、或解析頻寬的 3 倍
檢測模式	峰值檢測(Peak Detect) 模式
掃描時間	自動
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
備註 為了將雜音信號的影響最小化，可適用下列方法 1.將 RBW 設定為比基準頻寬小後測量，測量信號的佔有頻寬比 RBW 小的情況，則直接適用測量值，若為較大的情況，則與基準頻寬對應，以 1 MHz 頻寬的值換算(例如：將 RBW 設定為 10 kHz, 30 kHz 或 100 kHz) 。 2.在近距離場所中觀測最大發射點後，在遠距離場所中進行測量。	

資料來源：KS x 3123

(c) 量測最大發射值並記錄

(五) 中國大陸

於中國應遵守中華人民共和國通信行業標準-YD/T 2722-2014：60 GHz 無線電設備射頻技術要求及測試方法，各項測試程序如下：

(1) 峰值等效全向輻射功率：

通過適當的衰減器，將被檢測設備連接到一個匹配的二極管檢波器或同等裝置上，二極管檢波器的輸出端應連接到一個示波器或同等功率測量設備的垂直通道上。

二極管的檢波器和示波器的組合應能準確的復現發射機輸出信號的占空比，觀察到的發射機占空比並記錄在測試報告中，就本項測試而言，該被測設備的占空比應不小於 0.1。

使用頻譜儀測量發射機的輸出功率，該頻譜儀的積分因子應該超過發射機重複週期的 5 倍或更多，使用 RMS 檢波方式，此時被測設備應使用最高的功率等級發射。觀察到的值記做 A（以 dBm 表示）。

峰值等效全向輻射功率 P_{peak} 應根據測得的功率輸出 A（以 dBm 表示）和觀察到的占空比（訊號工作週期）X 來計算，需要根據以下公式(1)計算。

$$P_{peak} = A + 10\log(1/x) \quad (1)$$

P_{peak}：峰值等效全向輻射功率，單位(dBm)；

A：測得的輸出功率，單位(dBm)；

X：發射機輸出信號占空比（訊號工作週期）。

(2) 平均等效全向輻射功率：

平均等效全向輻射功率應使用頻譜儀測量發射機的輸出功率，該頻譜儀積分因子應該超過發射機重複週期的 5 倍或更多，使用 RMS 檢波方式，此時被檢測設備應該使用最高的功率等級發射，此時頻譜儀測到的值極為平均等效全向輻射功率 P_{ave}（以 dBm 表示）。

(3) 天線端口輸出功率：

天線端口輸出功率應採用傳導方式進行測量，被測設備的天線端口或天線轉接器匹配阻抗為 50 ohm。通過適當的衰減器，將被測設備連接到一個匹配的二極管檢波器或同等裝置上。二極管檢波器的輸出端應連接到一個示波器或同等功率測量設備的垂直通道上。

二極管檢波器和示波器的組合應能夠準確的復現發射機輸出信號的占空比，觀察到的發射機占空比並記錄在測試報告中。就本項測試而言，該被測設備的占空比應不小於 0.1。

使用頻譜儀測量發射機的輸出功率，該頻譜儀的積分因子應該超過發射機重複週期的 5 倍或更多，使用 RMS 檢波方式，此時被測設備應使用最高的功率等級發射。觀察到的值記做 A（以 dBm 表示）。

天線端口輸出功率 P_{ant} 可以根據公式(2)計算：

$$P_{ant} = A + 10\log(1/x) \quad (2)$$

P_{ant}：天線端口輸出功率，單位(dBm)；

A：測得的輸出功率，單位(dBm)；

X：發射機輸出信號占空比（訊號工作週期）。

如果設備一體化設計無法提供天線接口，可用公式(3)計算得出天線端口輸出功率：

$$P_{ant} = P_{peak} - G \quad (3)$$

P_{ant}：天線端口輸出功率，單位(dBm)；

P_{peak}：峰值等效全向輻射功率，單位(dBm)；

G：設備可以工作的頻段上的最大天線增益（以 dBi 表示）

(4) 發射機混附發射：

若發射機採用將功率對稱分布的天線陣列，在可行的情況下，應只保留一個發射鏈路（天線）而禁用其他發射鏈路（天線），如果不可行，應在測試報告中記錄所採用的方法。

如果僅僅測是一條發射鏈路，應對測試結果進行修正，以便適用於整個系統（所有發射鏈路）。一條發射鏈路的發射功率(mW)需要乘以發射鏈路的數量，從而得到系統的總發射功率。

應對被測設備進行配置，以便使其工作在最大的占空比和最大輸出功率等級的狀態下。

A. 預掃描：

採用以下的測試程序來確定被測設備可能的混附發射，頻譜儀的雜訊基底(dB)應低於表 20 中 6 dB。

在 30 MHz ~ 1 GHz 範圍內測量混附發射，應使用如下設置：

- 分辨帶寬：100 kHz；
- 視頻帶寬：100 kHz；
- 檢波器：RMS；
- 追蹤模式：最大值保持；
- 掃描時間：對於非連續性發射，掃描時間應足夠長，以確保對於 100 kHz 的分辨率帶寬來說，測量時間長於兩次發射時間。

在 1 GHz ~ 128 GHz 範圍內測量混附發射，應使用如下設置：

- 分辨帶寬：1 MHz；
- 視頻帶寬：1 MHz；
- 檢波器：RMS；
- 追蹤模式：最大值保持；
- 掃描時間：對於非連續性發射，掃描時間應足夠長，以確保對於 1 MHz 的分辨率帶寬來說，測量時間長於兩次發射時間。

如果測試設備無法到達 128 GHz，則應記錄測量的最大頻率。

B. 確定混附發射：

應採用以下步驟來準確地測量在上述過程中預掃描測量過程中發現的單個混附發射。

對於連續發射信號，允許採用頻譜分析儀的 Video Average 檢波器進行測量，否則，只應對發射的高電平部分進行測量。

採用以下的頻譜分析儀設置在時域中測量發射水平；

- 中心頻率：在預掃描過程中確定的頻率；
- 分辨帶寬：如果中心頻率小於 1 GHz，為 100 kHz，反之則為 1 MHz；
- 視頻帶寬：如果中心頻率小於 1 GHz，為 100 kHz，反之則為 1 MHz；

- 頻帶寬度：0 Hz；
- 掃描時間：適於捕捉一次突發發射；
- 觸發：視頻觸發；
- 檢波器：Average；
- 追蹤方式：清除寫入；

相應微調中心頻率來捕獲待測突發發射中的最高強度。

更改頻譜分析儀上的檢波方式為 Video average，最少 100 次掃描。

測得值是突發發射平均混附發射功率，應記錄該數值並與表 20 中的限制值進行比較。

(5) 載波頻率容許差度：

發射機應調整為單載波發射模式。

使用頻譜儀讀取信號的最大值 f，按照式(4)計算載波頻率容許差度。

$$\Delta f = (f - f_0) / f_0 \qquad (4)$$

Δf：載波頻率容許差度；

f：信號包絡的最大值 f；

f_0：為標稱中心頻率。

(6) 帶外發射：

本標準帶外發射特指發射機在頻率範圍 57 GHz ~ 59 GHz 及 64 GHz ~ 66 GHz 上的最大功率譜密度。其帶外發射限制值為：-5dBm/MHz。

發射機應設置在所標稱的最大功率等級發射。

頻譜儀設置如下：

- 中心頻率：58 GHz；
- 掃描寬度：2 GHz；
- 分辨帶寬：1 MHz；
- 視頻帶寬：1 MHz；
- 檢波器：RMS；
- 追蹤方式：最大值保持；
- 記錄帶外發射的最大值，其數值不得超過限制值要求。

改變頻譜儀設置如下：

- 中心頻率：65 GHz；
- 掃描寬度：2 GHz；
- 分辨帶寬：1 MHz；
- 視頻帶寬：1 MHz；
- 檢波器：RMS；
- 追蹤方式：最大值保持；

記錄帶外發射的最大值，其數值不得超過限制值要求。

(7) 佔用頻寬：

發射機應在所標稱的最大功率等級發射。

頻譜分析儀應採用以下設置：

中心頻率：被測信號頻道的中心頻率；

- 分辨帶寬：1 MHz；
- 視頻帶寬：1 MHz；
- 掃描寬度：2 倍標稱信號頻道頻寬；
- 檢波器：RMS；
- 追蹤方式：最大值保持；

找到峰值功率下降 6 dB 的頻率點，佔用頻寬計算公式如公式(5)。

$$B_{-6}=f_H - f_L \quad (5)$$

B_{-6}：佔用頻寬；

f_H：下降 6 dB 的頻率最高邊界；

f_L：下降 6 dB 的頻率最低邊界；

(六) ITU

國際電信聯盟主要負責確立國際無線電和電信的管理制度和標準，劃分國際頻譜與制定射頻設備各項限制值，詳細測試程序應遵守其他國際技術規範。

(七) ETSI

歐洲對於近距離射頻設備的頻段劃分可參照歐洲郵電管理委員會(European Conference of Postal and Telecommunications, CEPT)所出版的ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))[229]，詳細的技術規範則可參照 ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)[230]，詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱上述歐洲的測試程序章節。

(八) FCC

互動式感應裝置的管理使用和技術規範是本專案的重點，因我國低功率射頻器材技術規範大部分引用來自於聯邦通信委員會(Federal Communications Commission, FCC)的法規，並應遵守 FCC 47 CFR § 15.255 Operation within the band 57-71 GHz 之規定，詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱上述美國的測試程序章節。

(九) 3GPP

3GPP 的主要目標為制訂全球性的終端技術規範，並不適用於低功率的互動式感應裝置。

---

[229] ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))
[230] ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)

三、 無線充電

(一) 歐盟

1. 測試設置

依據表 83、WPT 系統測試方案與符合性要求，依模式的測試設置分別說明如下：

(1) 模式 1：待機模式

模式 1 的測試設置如下圖：

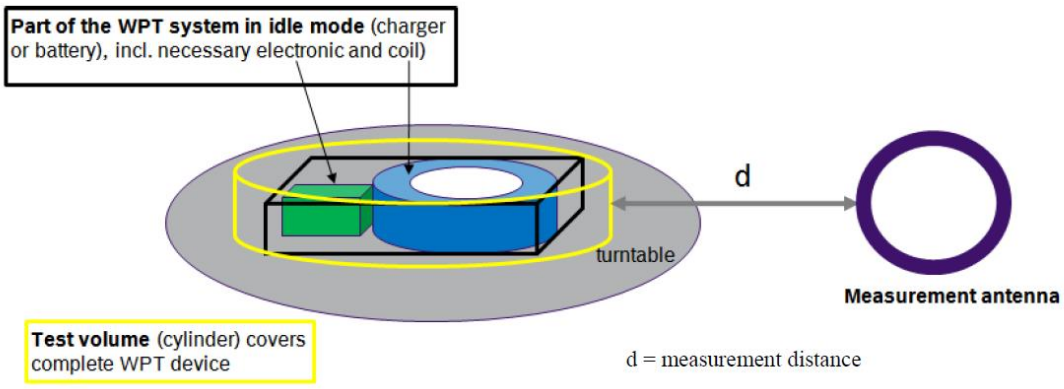


圖 99、模式 1 的測試設置

資料來源：ETSI

- WPT 系統部件在待機模式下工作，且應放在轉盤上。
- 並應測量表 83、WPT 系統測試方案與符合性要求所有列出的要求。

(2) 模式 2：充電調整

模式 2 的測試設置如下圖：

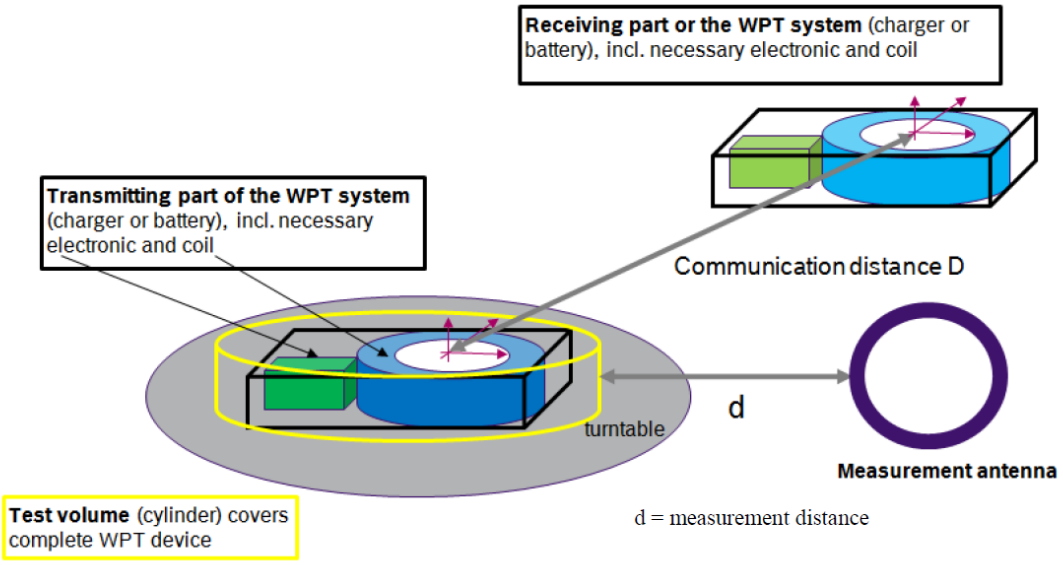


圖 100、模式 2 的測試設置

資料來源：ETSI

- WPT 系統的發射部分應放在轉盤上，並應測量表 83、WPT 系統測試方案與符合性要求所有列出的要求。
- 製造商應聲明最大距離 D，在此距離 D 上，WPT 系統能夠在調整模式下開始通訊。
  - 如果距離 D <1 公尺，則應使用模式 3 與 4 中所述的設置對 WPT 系統進行測試。
  - 如果距離 D> 1 公尺，則應分別測試每個發射部分。

- 如果在調整模式下 WPT 系統的兩個部件都能傳輸，則製造商應聲明可以用哪種方式測量每個部件的發射（例如特定的測試模式）。

(3) 模式 3 與 4：功率傳輸配置

模式 3 與 4 的測試設置如下圖：

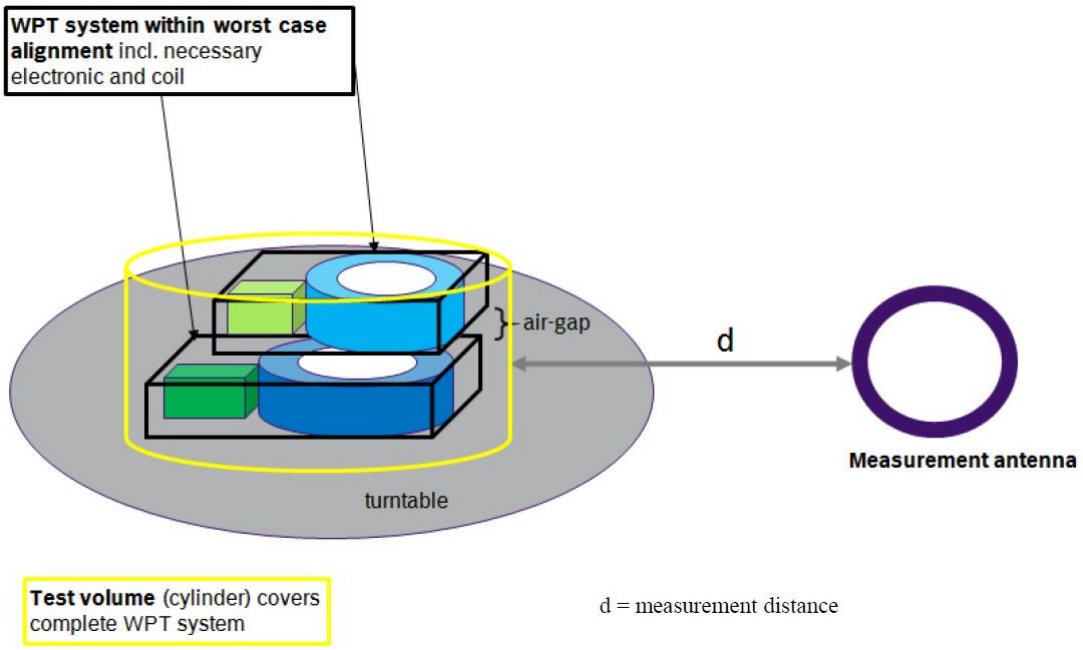


圖 101、模式 3 與 4 的測試設置

資料來源：ETSI

- WPT 系統的所有相關部件或整個 WPT 系統應放在一起，在最差的情況下，應對齊排列，並放在轉盤上。
- 應測量表 83、WPT 系統測試方案與符合性要求所有列出的要求。

- 製造商應聲明區分 WPT 系統模式 3 和模式 4 的可能性，例如使用特定的測試軟體。每種模式應分開測試。
- 模式 3 的雙向通訊期間應視為一次傳輸。

2. 發射部件的測試方法

- WPT 系統應根據上段測試設置的工作模式進行校準，每種模式的設置可能會有所不同。
- WPT 系統應使用每種模式的典型配置方式進行配置，例如通信、充電與查驗，必須使用 WPT 系統的內部配置（internal modulation）。
- 在適用的情況下，被測設備應依配置進行工作，如果不適用，例如充電，則應在測試報告中說明。
- 傳輸測試應在上述測試設置小節中規定的測試現場進行，任何測量值均應至少比環境噪音高 6 dB。
- 輻射傳輸應使用連接到測試接收機的屏蔽環形天線（shielded loop antenna）進行測量，測試接收機的測量頻寬和探測器類型應符合測試接收機的相關規定。
- 最大輻射發射是記錄 WPT 系統最大輻射方向上，從屏蔽環形天線的三個可能正交方向（x / y / z）發出的最大發射。
- 用於測試 30 MHz 以下不必要輻射發射（unwanted radiated emissions）的測試接收機，應在 9 kHz 至 30 MHz 的頻率範圍內進行調諧（be tuned），但 WPT 系統所在的 OFR 除外。

- 在檢測到相關不必要輻射的每個頻率上，被測設備和測試天線應進行旋轉，直到在測試接收機上顯示最大場強為止，並且應註明該場強。
- 針對 30 MHz 以上不必要輻射發射的特定測試程序，應使用下述 WPT 系統 30 MHz 以上不必要輻射的測試程序進行測試。
- 頻譜分析儀的 OBW 功能應使用 99%的限制，以確定工作頻率範圍。

(1) WPT 系統 30 MHz 以上不必要輻射的測試程序

測試天線的方向應要垂直極化，測試天線的輸出應連接到測試接收器。

- 步驟 1：發射機應以正常調變（normal modulation）方式開啟，測試接收機應在 30 MHz 至 1000 MHz 的頻率範圍內進行調諧（be tuned）。
- 步驟 2：在檢測到相關混附分量（spurious component）的每個頻率上，應在規定的高度範圍內升高和降低測試天線，直到在測試接收機檢測到最大信號值為止。
- 步驟 3：之後將發射機在水平面旋轉 360°，直到測試接收機檢測到最大信號值為止。
- 步驟 4：應記錄測試接收機檢測到的最大信號值。
- 步驟 5:之後將受測設備替換為替代天線(substitution antenna)，替代天線的方向應為垂直極化，並應根據檢測到混附分量（spurious component）的頻率進行校準。

- 步驟 6：校準信號產生器（signal generator）的頻率時，應設置為檢測到的混附分量之頻率。如有必要，應調整測試接收機的輸入衰減器（input attenuator）設置，以增加測試接收機的靈敏度。
- 步驟 7：應調整替代天線的輸入信號，直至其信號值與步驟 4 測試接收機測得 WPT 發射機的信號值相同為止。
- 步驟 8：替代天線的輸入信號應記錄為功率值，並針對測試接收機的輸入衰減器設置的各種變化進行校正。
- 步驟 9：將測試天線定向為水平極化，並重複步驟 1 至步驟 8。
- 步驟 10：不必要發射有效輻射功率（effective radiated power）的測試是在替代天線輸入端記錄每個混附分量的兩個功率值，並取其中較大的一個，如果有必要，須對替代天線的增益進行校正。

(2) WPT 系統不必要傳導幅射

應使用下圖所述的測試設置，以測量離線（off board）電源供應和初級線圈（primary coil）之間電纜上的共同模式（common mode）電流。

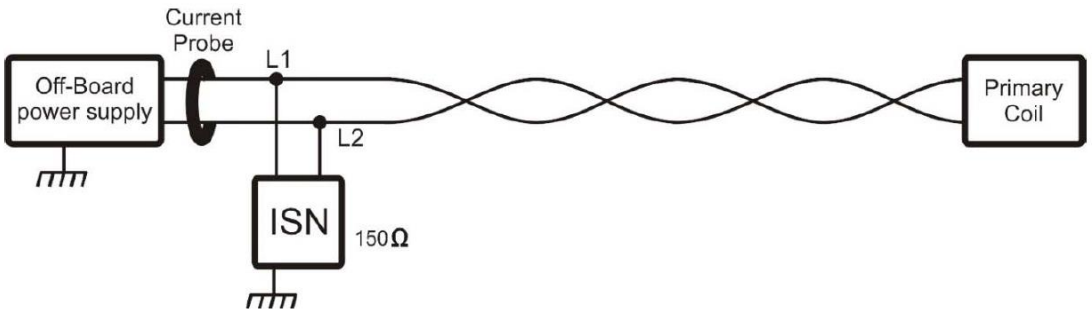


圖 102、WPT 系統不必要傳導幅射的測試設置

資料來源：ETSI

阻抗穩定網路（Impedance Stabilization Network, ISN）必須以 150Ω 的阻抗提供接地的共同模式路徑。下圖提供一個案例，如果使用另一個 ISN，則應在測試報告中註明。

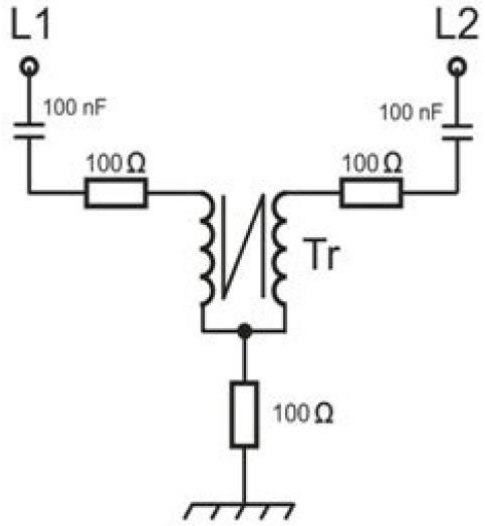


圖 103、150Ω ISN 案例

資料來源：ETSI

(二)　美國

1. 程序配置

免執照的無線設備在測試站點桌面上的典型佈置如下圖所示，桌面上的設備應放置在表面尺寸為 1 公尺 x 1.5 公尺的非導電平台上。對於 1 GHz 或更低頻率的發射測試，工作台高度應比參考接地平面高 80 公分。對於 1 GHz 以上的輻射測量，工作台高度應為 1.5 公尺。被測設備和發射天線應置於轉盤中心。對於具有多個同時啟動的天線設備，被測設備的位置應盡可能使天線均勻地分佈在設備中心周圍，確切的設置應記錄在測試報告中。[231]

[231] American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices. C63.10 part6.

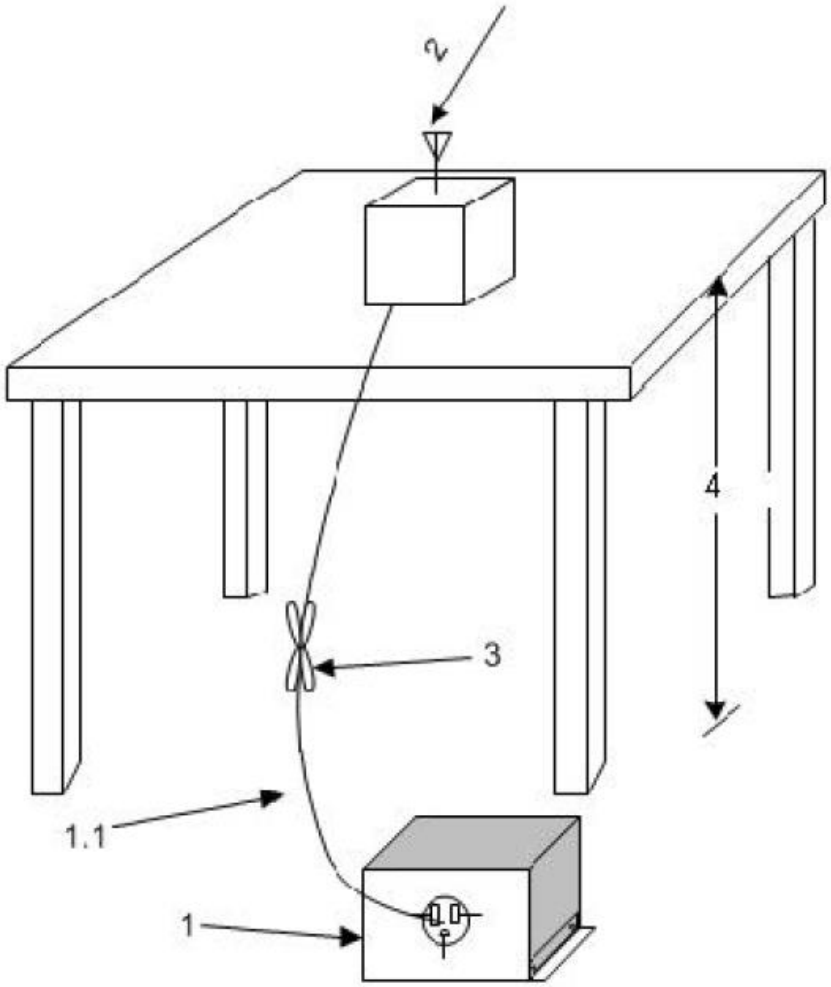


圖 104、輻射發射的測試配置

資料來源：FCC

1. 線阻抗穩定網路（line impedance stabilization network, LISN）對於在 30 MHz 和 1000 MHz 之間的輻射測量是可選的，但不允許用於 30 MHz 以下和 1000 MHz 以上的測量。如果使用，則將被測設備連接到一個 LISN。未使用的 LISN 測量接口連接器應連接 50Ω 負載。LISN 可以放置在參考接地平面的上方，或被測設備正下方。

1.1 -LISN 與被測設備機箱的最近距離應至少相隔 80 公分。

2. 天線可以是一體的,也可以是可拆卸式的,具體取決於被測設備。

3. 距離地面 40 公分處的垂懸互連電纜應在中央處來回折疊，形成一束 30 公分至 40 公分長的線束。

4. 對於 1 GHz 或低於 1 GHz 的輻射測量，工作台高度應為 80 公分。對於高於 1 GHz 的輻射測量，除非另有規定，否則工作台的高度應為 1.5 公尺。

任何控制設備（例如筆記型電腦、膝上型計算機或台面式計算機）的放置位置均應不會對測量結果產生重大影響。除非正在進行無線電作為筆記型電腦或 PDA 認證的測試，否則不需其他外圍設備連接到此測試的控制設備。

外部天線應放置在最大輻射範圍內。如果被測設備配備或使用可調式天線，則應在探索性測試（exploratory testing）期間透過典型的位置和長度操控被測設備天線,以最大程度地提高發射能量。對於高增益天線或未在被測設備結構上支撐的天線，應使用非金屬支撐結構。

被測設備的整合式天線（integral antennas）應在其正常方向上進行評估,如果將被測設備設計為以兩個方向之一安裝,例如可以水平放置在桌上或垂直安裝在牆上的無線接取點，則應在兩個方向上測試這些設備。可以在多個方向上操作的被測設備，例如手持式、可攜式，或模組化設備，應在三個方向上進行測試,但所有案例均應調整天線，並調整被測設備的方向,以允許測量被測設備的最大發射值,例如在正常操作中向下輻射的設備，應在允許向下測量輻射的最大值之方向進行測試，如下圖所示。

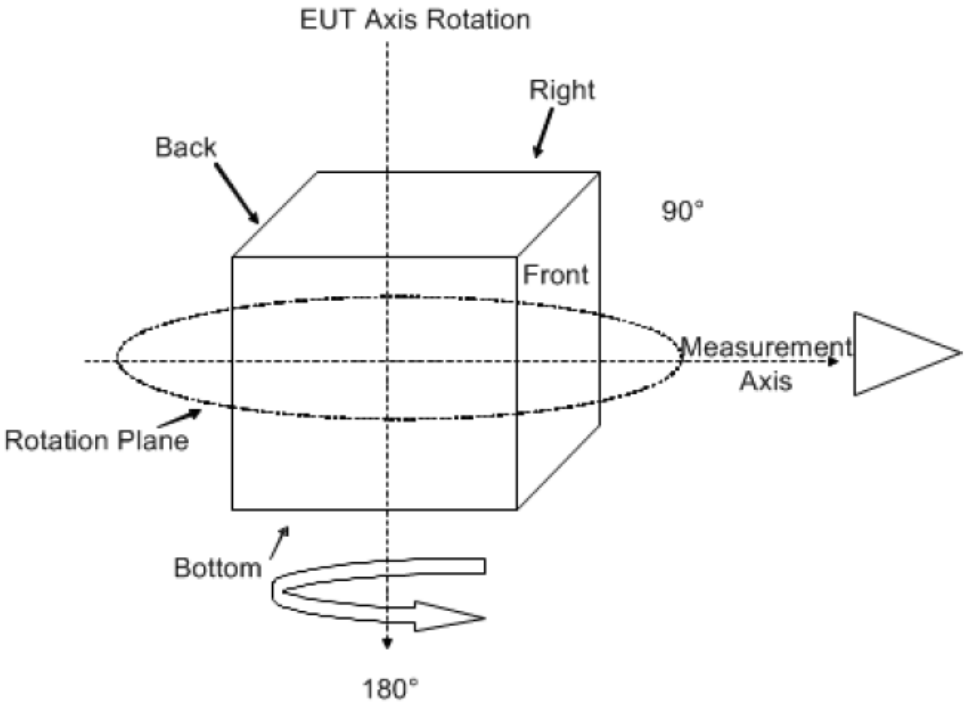


圖 105、從接收天線的方向面對被測設備

資料來源：FCC

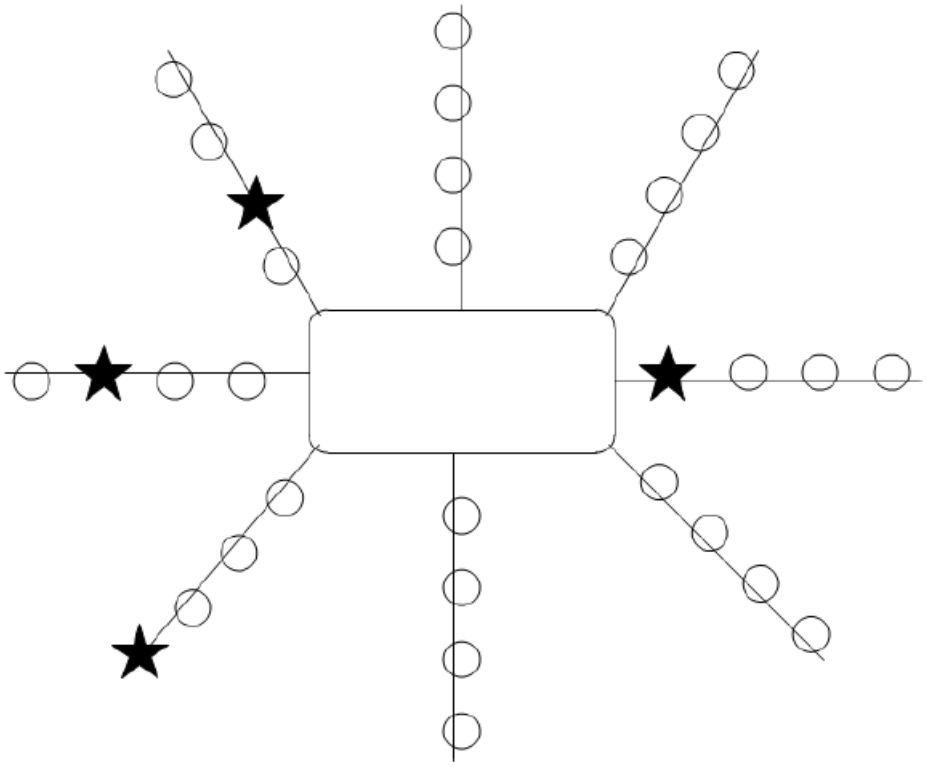


圖 106、沿著八條幅射路徑在離被測設備不同距離處測試場強

資料來源：FCC

旋轉被測設備時，必須在旋轉過程中的某些點，達成被測設備與測量天線之間的最大天線耦合（antenna coupling）。

當在適當位置使用線阻抗穩定網路（line impedance stabilization network, LISN），在符合圖 104 驗證要求的測試點上，測試桌面設備時，LISN 可以保留在原位，否則應將 LISN 刪除。低於 30 MHz 時，除非位於接地平面下方，否則應將 LISN 移除。未使用的 LISN 測量接口連接器應連接 50Ω 負載。

落地式設備的典型佈置如下圖所示，位於接地平面上方的 LISN 必須被移除以進行輻射測量。被測設備的天線應位於地板上方 1.5 公尺 m 的高度，意圖性輻射器的電路應位於系統內距地板至少 0.8 公尺的高度。

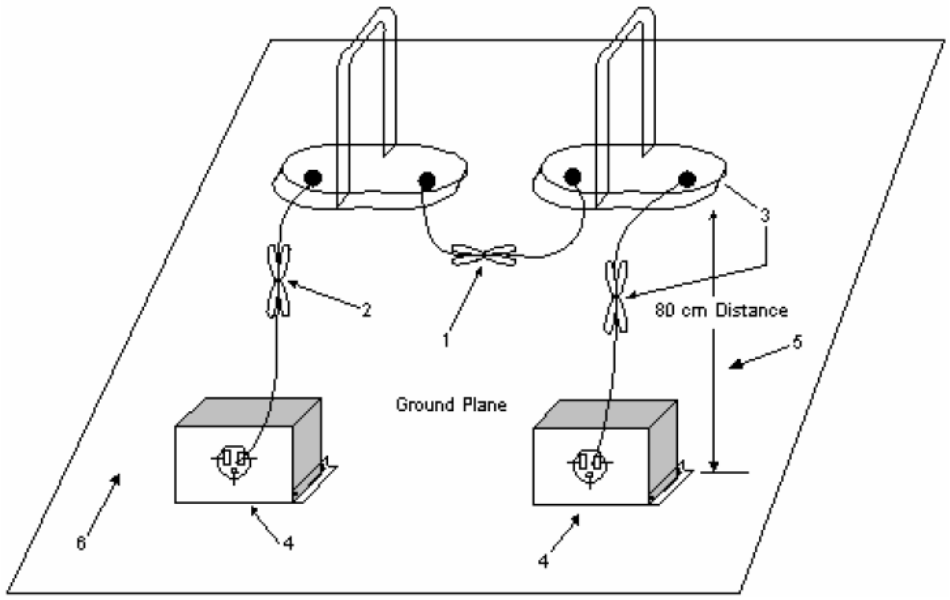


圖 107、落地式免執照無線設備的輻射和傳導發射的測試配置

資料來源：FCC

距離地面 40 公分處垂懸的互連電纜應在中央來回折疊，形成 30 公分至 40 公分長的線束。

被測設備應在其依設計的頻率運作時測試該設備。對於可以在多個頻率運作的被測設備，除非個別測試中另有規定，否則應在每個工作頻段將被測設備設置為一個或多個頻率進行測試，另應最大化被測設備的控制。如果合適，另應執行以下步驟：

- 將免執照無線設備設置為在連續傳輸模式下進行運作，對於在測試模式下無法配置為 100%工作週期（duty cycle）的免執照無線設備，請將系統配置為最大工作週期。
- 對於每個被允許的頻段，應最小化所需通道數進行測試。測試應在適用的法規要求下在所有允許的頻段進行測試。
- 應在免執照無線設備透過可用的模組化(available modulation)，對每個頻段所產生的最大發射進行測試。不同的數據傳輸速率也可能導致不同的輻射曲線。測試報告應表明已經收集，並提報最大的輻射值。
- 測試應使用每種天線類型的最高增益（highest gain）。如果被測設備使用同類型天線的較低增益天線，但呈現較高的輸出功率，則應在相同類型的較低增益天線上重複測試。

在被測設備周圍進行測量時，應調查測量天線的方向以確定最大的輻射發射值。電纜或電線應操控在可能的佈置範圍內，以使測試的最大的輻射值。

2. 在 30MHz 至 1000MHz 頻率範圍內免執照無線設備輻射發射

(1) 最終輻射發射測試

使用量測設備情況下方向以及設備布置，並根據探索性輻射測試時發現的量測結果，適當調變及操作模式產生相對於限制值具有最大幅度發射量測應遵守測試安排所有程序，並按量測設備情況下發射頻段

中測試的基本頻率數，對於每個模式選擇記錄最高主波發射的頻率、振幅以及頻率相對應限制值六種最高混附發射的幅度。

在設備量測情況下從 0° 旋轉到 360° ，在 1 公尺及 4 公尺之間掃描天線高度，並旋轉天線重複進行水平及垂直天線極化的量測。除非監理機關另有規定，否則應使用 CISPR 準峰值檢測器及平均檢測器。

3. 1GHz 以上免執照無線設備的輻射發射

(1) 最終輻射量測

根據初步探索性量測中發現的結果，適當調變及操作模式產生相對於限制值具有最大幅度發射量測應遵守測試安排所有程序，並按量測設備情況下發射頻段中測試的基本頻率數，對於每個模式選擇記錄最高主波發射的頻率、振幅以及頻率相對應限制值六種最高混附發射的幅度。

在以下情況進行量測：

- 在設備量測情況下從 0° 旋轉到 360°
- 根據桌面設備、地面設備或多方向使用的設備掃描天線高度
- 旋轉天線重複量測水平及垂直方向
- 垂直天線極化：應探索電纜或電線布置的變化，測得輻射最大化

發射訊號應保持在天線 3dB 波束寬度的照明區域內，以便量測設備情況下的最大發射，可通過天線指向發射源的角度或通過測試實驗按照多方向使用的設備量測。

如一般量測所述，進行量測時應確認整個系統及靈敏度，若靈敏度不足，應使用低雜訊前置放大器、更近的量測距離、更高的天線增益、使用天線或窄頻。如果使用更近的量測距離或更高的天線增益，則量測天線的波束寬度與物理 應考慮 EUT 的尺寸，將 EUT 尺寸的物理尺寸包含在測量天線的波束寬度中；另外，在使用前置放大器時，應確定測量系統過載保護是足夠的。如果進行頻寬變化，應確定使用與規定頻寬不同的頻寬量測的發射值。在測量報告中應說明與特定測量條件的任何變化。

除非監理機關另有規定，否則應使用 CISPR 準峰值檢測器及平均檢測器的頻寬，對於脈衝波應使用脈衝發射平均值的程序。

NOTE 1：在法規為平均值和峰值檢測均規定了限制值的情況下，如果最大峰值量測值符合平均值限制值，則無需執行平均值測量。

NOTE 2：在高於 10GHz 的頻率上可能需要使用波導和柔性波導，要求的量測距離上獲得可用的訊號雜訊比。

NOTE 3：用於 EMC 量測的典型喇叭天線的波束寬度相比，大多數引起高於 10GHz 發射的設備在物理上都較小。對於此類 EUT 和頻率，可能會通過電氣方式改變 EUT 的高度和極化，而不是改變接收天線，以最大化測得發射。

4. 佔用頻寬測試

(1) 佔用頻寬-量測程序

佔用頻寬以調變訊號的頻譜振幅寬度進行量測，振幅等級從參考值降低指定比率(或以 dB 為單位，從參考值降低到指定 dB 數)。用 dB 表

示為-6dB、-20dB 及-26dB，分別對於 6dB BW、20dB BW 及 26dB BW。在佔用頻寬測試比率以-xx dB 表示。如上所述適用要求，參考值為為調變載波電平，且是調變訊號頻譜振幅的最高電平。其中要求可能為-xx dB 頻寬指定特定最大值或最小值；要求也可能指定-xx dB 頻寬完全包含在授權或指定頻段內。[232]

a. 頻譜分析儀中心頻率設定為量測設備情況下通到中心頻率

b. EMI 接收器或頻譜分析儀的寬度範圍應為 OBW 兩倍至五倍

c. 除非適用要求另有規定，則中頻率波器頻寬(3 dB RBW)應在 OBW 的 1%至 5%範圍內，而是 VBW 約為 RBW 三倍。

d. 根據設定儀器參考電平，防止訊號超線性運作的最大輸入混頻器電平。一般頻譜振幅的峰值應比頻譜儀低[10 log(OBW/RBW)]以上。

e. 上述 a 至 c 可能需要反覆運算才能在指定容許誤差內進行調整

f. 在選定的 RBW 處，儀器動態範圍應比-xx dB 低 10dB 以上

g. 將檢測模式設定為峰值，將顯示模式設定保持最大

h. 確定參考值：設定量測設備況下發送為調變載波或調變訊號，使顯示軌跡穩定，將頻譜分析儀設定為顯示軌跡最高等級(也是參考值)

i. 使用[(參考值 -xx)]確定-xx dB 降低振幅，另使用儀器標記增量功能進行運算

---

[232] 47 CFR 15.215(c) and 7.2.6 of RSS-Gen Issue 3.

j. 如果參考值確定由未調變載波，量測設備情況下調變，清除現有量測軌跡或頻譜分析儀上啟動新的量測軌跡並新的量測軌跡穩定，否則從 g 開始的軌跡用於 j

k. 放置兩個標記，一個標記於頻譜顯示振幅的最低頻率，另一個標記於最高頻率，將每個標記處等於或低於 h 中確定-xx dB 降低幅度。若標記低於-xx dB 降低的值，可能接近此值。佔用頻寬是兩個標記之間的頻率差，將標記設定為振幅最低頻率標記顯示在頻譜中,將標記處等於或低於 h 中確定-xx dB 降低幅度。重置標記增量功能並將標記移至發射另一側，直到標記增量與參考標記振幅於同一水平，將此時的標記增量頻率數為指定發射頻寬。

l. 佔用頻寬應通過量測儀器顯示螢幕提供圖與數據，圖的軸以及每格刻度單位應清楚標出。

5. 特定設備附加測試及要求

(1) 週期性運作免執照無線設備量測程序

週期性運作免執照無線設備量測程序規定一項是否符合某些法規要求方法不受傳輸週期限制的非授權無線設備。[233]例如：在 40.66MHz 至 40.70MHz 以及 70MHz 以上頻段中運作的免執照無線設備僅限於週期性操作，操作條件要求可透過製造商提供證明操作細節的描述。

為了評估週期性操作特性，使用以下程序：

[233] 47 CFR 15.231 and 15.240(b).

- 在免執照無線設備的 RF 波型上觸發頻譜分析儀掃描時間
- 將頻譜分析儀掃描時間設定大於指定定期運作時間
- 手動啟動及停用免執照無線設備，確認在指定停用時間停止傳輸
- 記錄測試結果
- 驗證並記錄不存在定期傳輸，除非法規要求允許以輪詢或監督傳輸(包含數據)來確定系統完整性
- 免執照無線設備週期性發射限制評估

免執照無線設備運作週期發射應滿足以下要求：

適用於基本輻射及混附輻射法規要求，提供設備發射與適當限制值進行比較的方法。[234]

A. 確定混附及基本發射

為了確定符合規定，對於免執照無線設備的規定來計算免執照無線設備基本及混附發射的限制。因此，免執照無線設備發射輻射電場應確認基本頻率及混附發射符合規定。符合規定評估過程如下：

- 識別免執照無線設備基本頻率
- 確認基本頻率沒有落在任何受限頻段內
- 對於設備基本頻率適當法規要求，在 3 公尺混附發射限制

[234] See 47 CFR 15.231(b).

- 量測設備的基本頻率，並使用工作週期比校正來計算發射的平均值
- 記錄結果

B. 有效限制值計算

使用熟悉的斜率公式：y=mx+b 進行線性差補法，找到頻率上有效限制值，公式如下：

$$\text{Limit}\left[\frac{\mu\text{V}}{\text{m}}\right] = Lim_{lower} + \Delta F\left[(Lim_{upper} - Lim_{lower})/(f_{upper} - f_{lower})\right]$$

Lim_{lower}預期工作頻段較低的限制

Lim_{upper}預期工作頻段上限的限制

f_{upper}預期工作頻段的上限頻段

f_{lower}預期工作較低的頻段

ΔF為$f_c - f_{lower}$

f_c發射訊號中心頻率

使用$[20log(\text{Limit}[\mu\text{V/m}])]$找到以 dBμV/m 為單位有效限制值。

(三) 日本

1. 6.78 MHz 用於行動設備的電磁耦合 WPT 系統

(1) 測量位置的溫度和濕度

測量應在 5-35°C 的溫度範圍內進行，並應在 45-85%的濕度範圍內進行。

(2) 功率傳輸頻率範圍

功率傳輸頻率應在 PTU 開始傳輸後測量 15 分鐘。

(3) 輸出功率

提供功率傳輸部件（Power Transmitting Part）功率放大器（power amplifier）的功率定義為輸出功率，並應參考下圖所示的輸出功率測量系統圖進行測量。

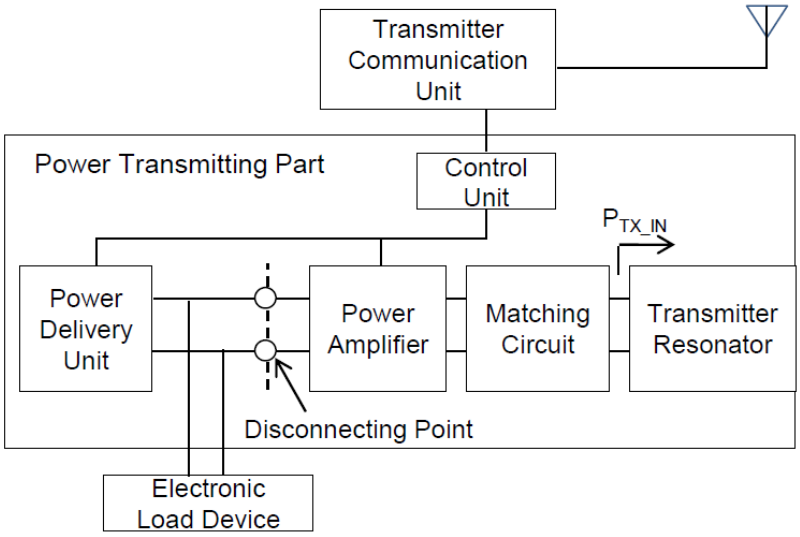


圖 108、輸出功率測量系統圖

資料來源：ARIB

將功率傳輸單元（power delivery unit）的輸出從 PTU 功率放大器切換到電子負載設備（electronic load device），以進行測量。

當電子負載設備模擬 PTU 最大傳輸功率的負載狀況時，測量電子負載設備的功率。

2. 用於行動設備的微波電磁場表面耦合 WPT 系統

(1) 測量位置的溫度和濕度

測量應在 5-35°C 的溫度範圍內進行，並應在 45-85%的濕度範圍內進行。

(2) 電源供應

當測量需要電源時，使用市上可用電源。

(3) 高頻輸出功率

高頻輸出功率的測量系統如下圖所示。

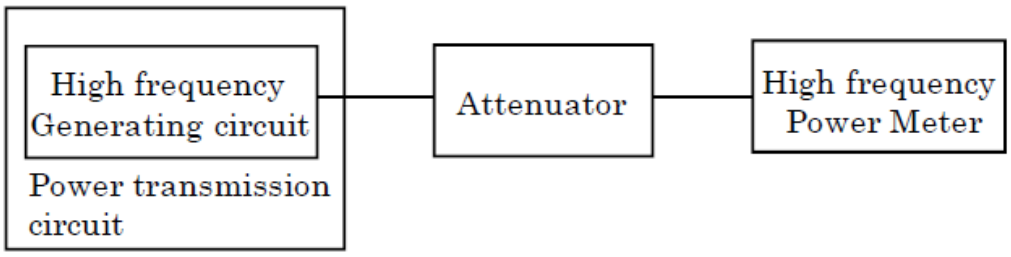


圖 109、高頻輸出功率的測量系統

資料來源：ARIB

- 高頻產生電路（high frequency generating circuit）的輸出端子通過衰減器（attenuator）連接到功率計。
- 高頻輸出應在傳輸最大功率時由高頻功率計進行測量。
- 確認測得的功率符合高頻輸出限值。此外，當並聯使用多個高頻產生電路時，所有功率的總和被視為高頻。

(4) 功率傳輸頻率範圍

功率傳輸頻率測量系統如下圖所示，在接通電源 15 分鐘後，測量電源的輸電電路頻率。

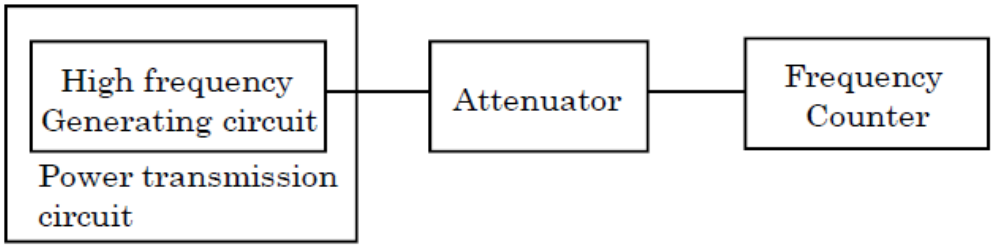


圖 110、功率傳輸頻率測量系統

資料來源：ARIB

- 使用頻率計數器（frequency counter）或頻譜分析儀測量頻率。
- 高頻產生電路的輸出端子通過衰減器連接到頻率計數器。
- 傳輸電路的頻率由頻率計數器測量。
- 確認測得的頻率在功率傳輸頻率範圍內。

(5) 中頻誤差

接通電源 15 分鐘後，測量電源送電電路的頻率。

(6) 輻射發射

- 測量功率傳輸部件或功率接收部件時，此兩個部件必須一起工作，並以最大容量傳輸功率。

- 此外，必須將功率傳輸部件或功率接收部件放置在輻射發射量最大的位置。

(7) 輻射洩漏功率

測量功率傳輸部件或功率接收部件時，此兩個部件必須一起工作，並以最大容量傳輸功率。

(8) 功率傳輸裝置的回波損耗

功率傳輸裝置的回波損耗測量系統如下圖所示，網路分析儀（network analyzer）連接功率傳輸裝置的輸入單元，以測量反射特性（S11）。

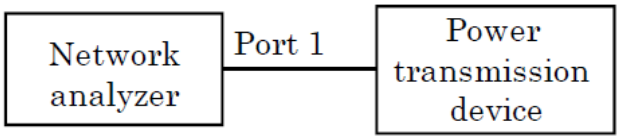


圖 111、功率傳輸裝置的回波損耗測量系統

資料來源：ARIB

S11 和回波損耗（return loss, RL）之間的關係可以表示為：

RL = -10log（abs（S11）^ 2）（單位：dB）。

(9) Q 因子

功率接收設備放在功率傳輸設備頂部時，傳輸係數的測量系統如下圖所示。必須使用功率接收設備放在功率傳輸設備頂部的網路分析儀

來測量功率接收設備和功率傳輸設備之間的傳輸係數 S21，Q 因子應使用測得的 S21 計算。

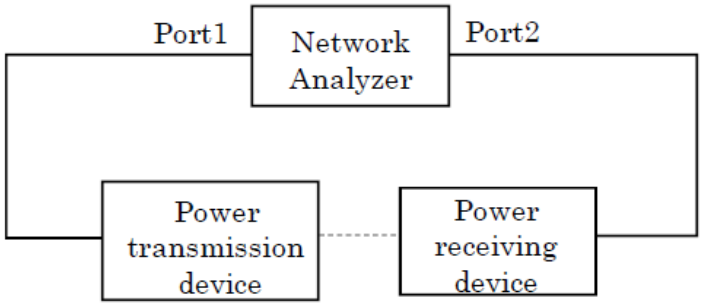


圖 112、傳輸係數的測量系統

資料來源：ARIB

(四) 韓國

依據韓國無線設備合規性評估測試方法（KS X 3123:2019）[235]的規定，其附件 L 訂定電場強度及磁場強度無線設備的測試方法，相關測試程序說明如下。

1. 被測設備的條件

(1) 供電條件

無線設備使用蓄電池或充電電池的情況，須為完全充電狀態，若為使用乾電池的情況，則替換為新的乾電池。

[235] KS X 3123 무선설비 적합성평가 시험방법, available at: https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=notice&file_parentseq=2337&file_seq=1

(2) 測試頻率

根據無線設備的使用頻寬，改變測試的選擇頻率，若使用頻寬為中心頻率的±10%以上時，選擇最初、中間、及最終的頻率進行測試；若使用頻寬為中心頻率的±10%以內時，則選擇最初和最終的頻率進行測試。對於上述以外的單一頻率，則在該頻率中進行測試。

(3) 輸出信號的調變條件

使用調變信號作為被測設備的輸出信號，若為無法調變的情況，則使用載波，並須在試驗成果書中明確標示。

2. 無線設備使用 30 MHz 頻率以下的電場強度測試程序

無線設備使用 30 MHz 頻率以下的電場強度測試圖如下所示：

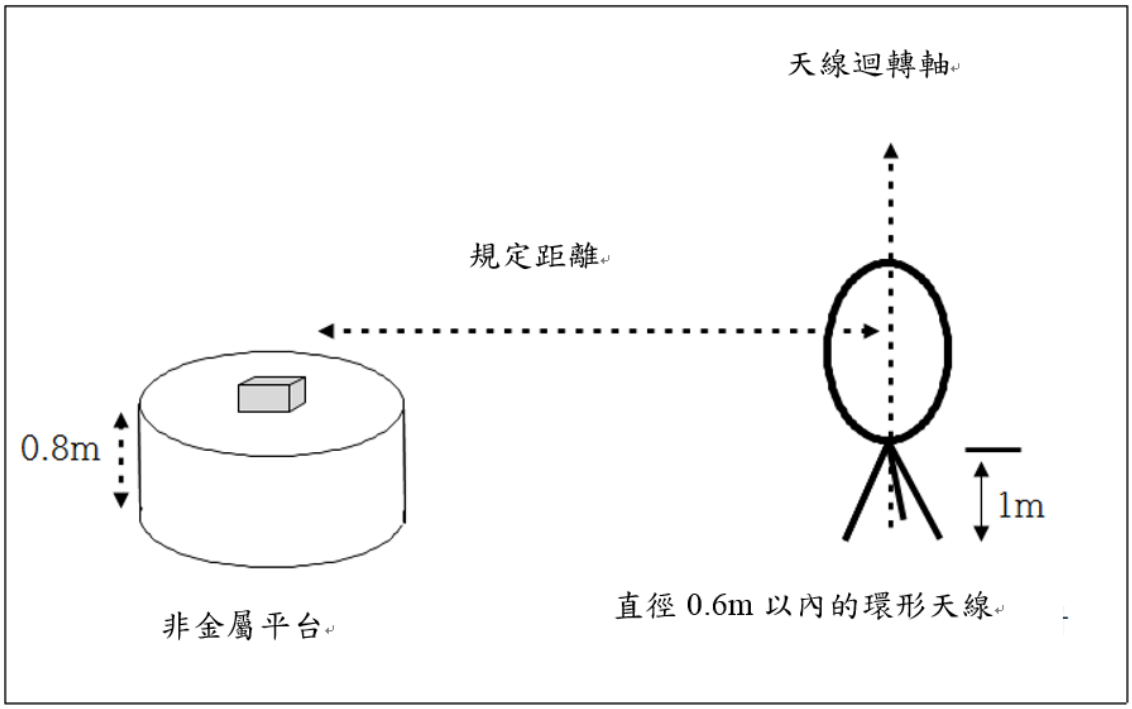


圖 113、無線設備使用 30 MHz 以下頻率的電場強度測試圖

資料來源：KS X 3123:2019

- 放射性干擾的測量地點，為自被測設備的邊界開始，到環形天線的環形中心之間，水平距離符合規定距離的位置。
- 環形天線的底面，在接地面的 1 公尺以上固定。
- 從迴轉平台中心開始，在高度 0.8 公尺的位置設置被測設備。
- 將檢測機設定如下，並測量被測設備 X、Y、Z 軸的最大值。但固定型設備則僅在常使用的 1 個軸中執行。
  - 根據測量頻寬，在 9 KHz ~ 150 KHz 頻率中適用 200 Hz 的解析頻寬，在 150 KHz ~ 30 MHz 頻率中則適用 9 KHz 解析頻寬。

- 檢測模式為準峰值（Quasi-peak）

- 迴轉平台須作 360°迴轉，為了使被測設備和天線的環形面達到水平/直角交叉，將環形天線以上圖的迴轉軸為基準迴轉，並分別進行測量。

- 因基本波的輸出功率低，而難以比較不必要發射電場強度的最大值時，則使用伸縮（Rod）天線等進行確認。

3. 無線設備使用 30 MHz ~ 1,000 MHz 頻率的電場強度測試程序

無線設備使用 30 MHz ~ 1,000 MHz 頻率的電場強度測試圖如下所示：

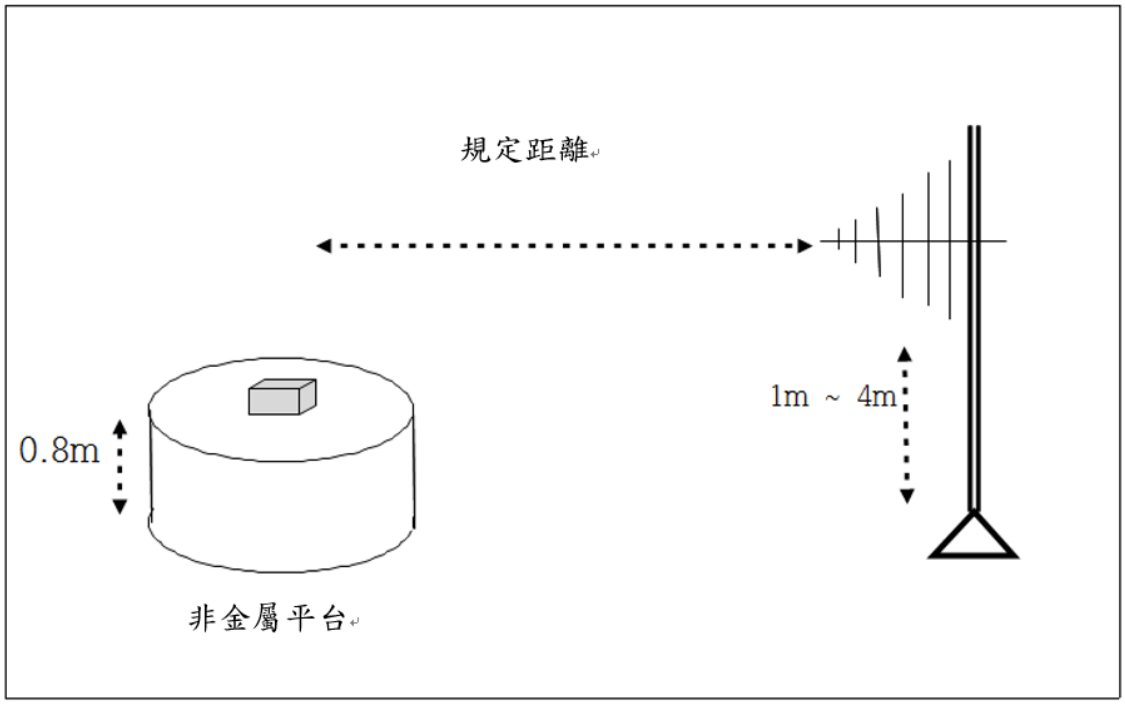


圖 114、無線設備使用 30 MHz ~ 1,000 MHz 頻率的電場強度測試圖

資料來源：KS X 3123:2019

- 在與被測設備邊界間符合規定距離的位置中，測量電場強度。
- 天線的中心點固定在接地面上 1 公尺的位置。
- 從迴轉平台中心開始，在高度 0.8 公尺的位置設置被測設備。
- 將檢測機設定如下，並測量被測設備 X、Y、Z 軸的最大值。但固定型設備則僅在常使用的 1 個軸中執行。
  - 解析頻寬適用 120 KHz。
  - 檢測模式為準峰值（Quasi-peak）。

- 迴轉平台須作 360°迴轉，天線如上圖所示，從 1 公尺至 4 公尺進行水平/垂直變化，並進行測量。

4. 無線設備使用 1,000 MHz 以上頻率的電場強度測試程序

無線設備使用 1,000 MHz 以上頻率的電場強度測試圖如下所示：

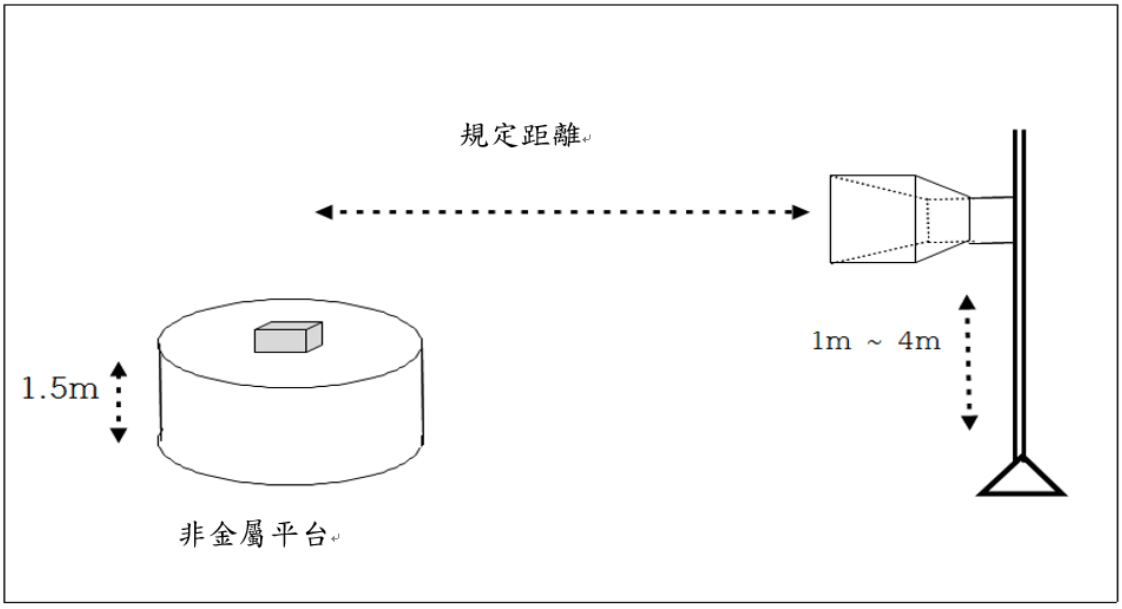


圖 115、無線設備使用 1,000 MHz 以上頻率的電場強度測試圖

資料來源：KS X 3123:2019

- 在與被測設備邊界間符合規定距離的位置中，測量電場強度。
- 天線的中心點固定在接地面上 1 公尺的位置。
- 從迴轉平台中心開始，在 1.5 公尺的位置設置被測設備。
- 將檢測機設定如下，並測量被測設備 X、Y、Z 軸的最大值。但固定型設備則僅在常使用的 1 個軸中執行。

- 解析頻寬適用 1 MHz。
- 檢測模式為準峰值（Quasi-peak）。

- 迴轉平台須作 360°迴轉，天線如上圖所示，從 1 公尺至 4 公尺進行水平/垂直變化，並進行測量。

5. 磁場感應式無線設備使用 9 KHz ~ 30 MHz 頻率的測試程序

磁場感應式無線設備使用 9 KHz ~ 30 MHz 頻率的測試圖如下所示：

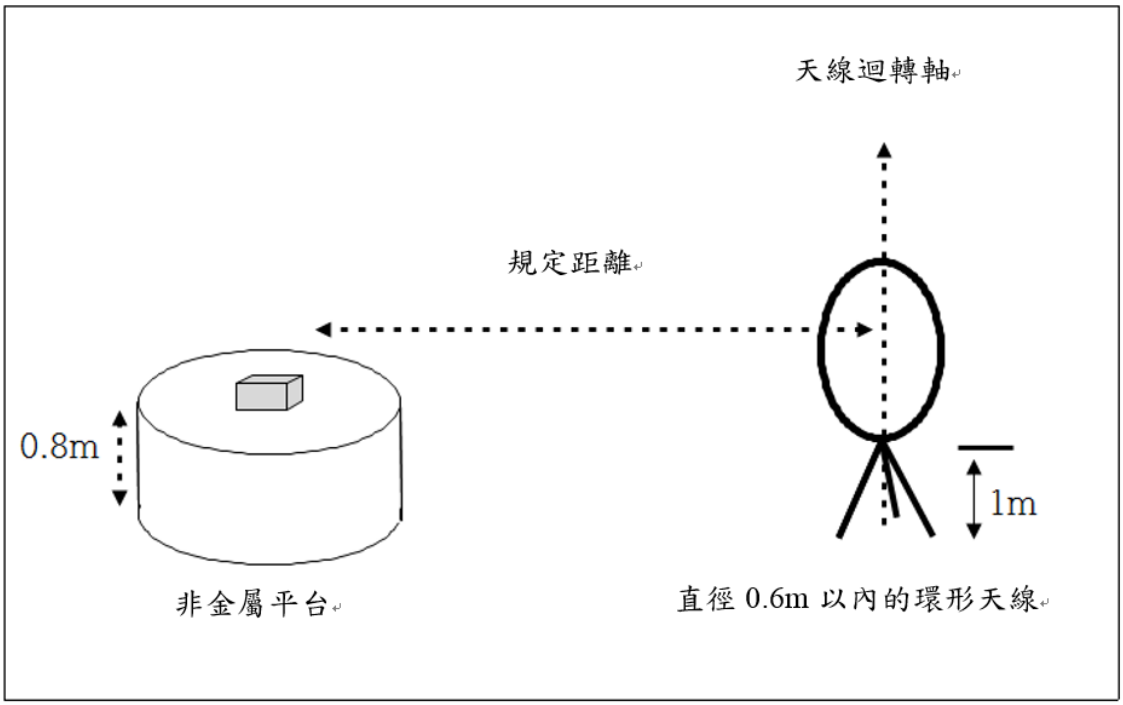


圖 116、磁場感應式無線設備使用 9 KHz ~ 30 MHz 頻率的測試圖

資料來源：KS X 3123:2019

- 磁場強度的測量地點，為自被測設備的邊界開始，到環形天線的環形中心之間，水平距離符合規定距離的位置。

- 環形天線的底面固定在接地面上 1 公尺的位置。
- 從迴轉平台中心開始，在高度 0.8 公尺的位置設置被測設備。
- 將檢測機設定如下，並測量被測設備 X、Y、Z 軸的最大值。但固定型設備則僅在常使用的 1 個軸中執行。
  - 在 9 KHz ~ 150 KHz 頻率中適用 200 Hz 的解析頻寬，在 150 KHz ~ 30 MHz 頻率中則適用 9 KHz 的解析頻寬。
  - 檢測模式為準峰值（Quasi-peak）。
- 迴轉平台須作 360° 迴轉，為了使被測設備和天線的環形面達到水平/直角交叉，將環形天線以上圖的迴轉軸為基準迴轉，並分別進行測量。
- 若磁場感應式無線設備的測試使用電場強度測量裝備，則變化為 dBμA/m 並記錄，變化係數適用 -51.5 dB。

6. 電場強度及磁場強度測量時，適用的距離補償

如果在規定的測量距離 10 公尺中無法測量的情況，則在 3 公尺中進行測量後，適用下圖及下表中的校正因子，將校正因子補償為實測值。在此情況下，須在試驗成果書中明確標示補償過程。

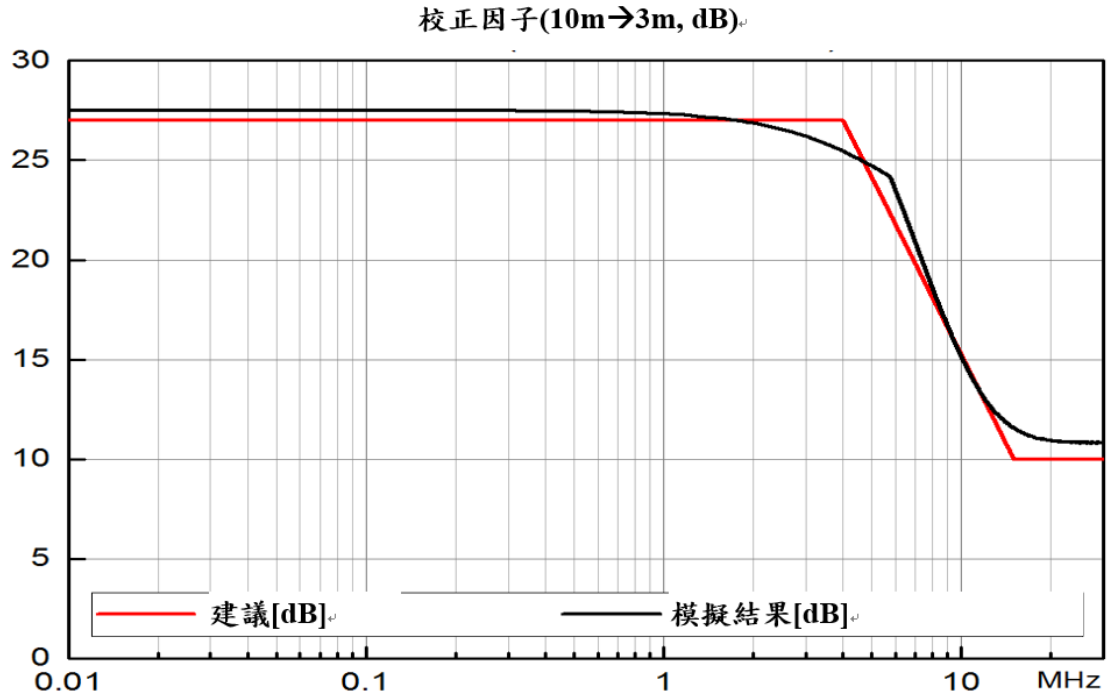


圖 117、距離補償校正因子圖

資料來源：KS X 3123:2019

表 229、距離補償校正因子表

頻率 [MHz]	校正因子 [dB]
0.01 (或 0.009)	27
4	27
4 ~ 15	-29.62 x log(f) + 44.83
30	10

資料來源：KS X 3123:2019

使用 150 kHz 以下頻率的磁場感應式無線設備的基本波，可適用下列方法的距離補償值：

測量磁場強度時，被測設備和接收天線之間的距離以 10 公尺為基準，在 10 公尺中無法測量的情況下，則對距離 d 公尺中的實測值(Hd)，以 $H10 = Hd + 60\log(d/10)$作補償。此時，針對實際測量距離中測量值和補償過程，應在試驗成果書中明確標示。

(五) 中國大陸

1. 環境雜訊

進行型式測試的測試場地應能將被試設備的發射，從環境雜訊中區分出來。這種環境適用性可通過在被試設備不在工作的情況下，測量環境雜訊值來進行確認，要確保環境雜訊值比上述檢測規定的限制值至少低 6dB，以便於測量。

如果環境值加上被試設備的發射後，仍不超過規定的限制值，就沒有必要使環境值減小到規定限制值的 6dB 以下，在這種情況下，可認為被測設備已符合規定的限制值。

在測量電源端子混附電壓時，當地的無線電發射可能使某些頻率上的環境雜訊值增加，此時可在人工電源網路和電源之間插入一個適當的射頻濾波器，或者在遮罩室內進行測量。構成射頻濾波器的元件應封閉在一個金屬遮罩盒內，其外殼直接與測量系統的參考地連接。接入射頻濾波器後，在測量頻率上，人工電源網路的阻抗仍應符合規定的要求。

在測量電磁混附輻射時，如果環境值比限制值低 6dB 的要求無法實現，則可將天線放置在比規定更接近被試設備的距離上。

2. 測量儀器

具有準峰值檢測器的測量接收機和平均值檢波器的測量接收機，均應符合 IEC/CISPR 16-1-1 的規定。[236]兩種檢測器可同時裝入一台接收機內，以便交替使用準峰值檢測器和平均值檢測器進行測量。

測量接收機應具備即使被測混附的頻率發生變化時，不會影響測量結果的特性。

只要能證明被測的混附數值相同時，也可使用具有其他檢波特性的測量儀器。請注意在被試設備運作期間，其工作頻率會有明顯變化的情況下，使用全景接收機或頻譜分析儀是比較方便的。

為避免測量儀器可能錯誤地產生不符合限值的指示，測量接收機不應在接近 ISM 指配頻段的邊緣頻率上進行調諧，即測量儀器調諧頻率 6dB 頻寬的頻點上，不應和指配頻段的某個邊緣相銜接。

在測量大功率 ISM 設備時，應確保測量接收機具有足夠的遮罩效能，以及混附回應抑制特性。對 1GHz 以上頻段的測量，應使用 IEC/CISPR 16-1-1 規定特性的頻譜分析儀。

3. 天線

低於 30 MHz 頻段，應使用 IEC/CISPR 16-1-4 規定的環形天線，天線應支撐在一個垂直平面內，並能環繞垂直軸線旋轉，環的最低點應高出地面 1 公尺。

---

[236] GB 4824-2013, 工業、科學和醫療射頻設備擾動特性、限值和測量方法。參見：http://m.wdfxw.net/Fulltext47299252.htm

4. 頻率測量

應採用固有測量誤差不大於該頻段中心頻率允許偏差十分之一的測量設備檢查其工作頻率。應在設備所有負載範圍內從正常使用時的最小功率，直到最大功率測量該頻率。

5. 電源端子混附電壓測試

電源端子混附電壓的測量可依下列規定進行：

- 在輻射測試場地上測量時，受測設備應具有和輻射測量時相同的配置。
- 受測設備應處在比其邊界周圍至少擴展 0.5 公尺，且最小尺寸為 2 公尺 X2 公尺的金屬接地平面的上方。
- 在遮罩室內測量時，可用地面或遮罩室的任意一壁面作為接地平面。
- 當測試場地具有金屬接地平面時，應選用上述第一種方式。對於上述第二、三種情況下，非落地式受測設備應放在離接地平面 0.4 公尺高處，落地式受測設備應放在接地平面上，接觸點應與接地平面絕緣，但在其他方面應與正常使用時一致。所有受測設備離開其他金屬表面的距離應大於 0.8 公尺。
- V 形網路的參考接地端,應使用儘量短的導線接至接地平面上。
- 電源電纜和信號電纜相對於接地平面的走線情況，應與實際使用情況等效，並應十分小心地佈置電纜，以免造成混附回應。

- 當受測設備裝有專門的接地端子時，應該使用儘量短的導線接地。當沒有接地端子時，設備應在正常連接方式下進行試驗，也就是通過電源接地。

6. 幅射測試

(1) 幅射測試場地

用於 ISM 的幅射測試場地應是一個地勢平坦，無架空纜線，附近無反射結構物，且足夠大的場地，使天線、受測設備和反射結構物之間有足夠的距離。

符合上述要求的輻射測試場地應是一個橢圓場地，其長軸等於兩倍的焦距，其短軸等於根號 3 倍的焦距。

受測設備和測量天線分別處於兩個焦點上，如此從測試場地周界上任一物體反射過來的任何反射波的路徑長度將是兩焦點間直射波路徑長度的兩倍。如下圖所示。

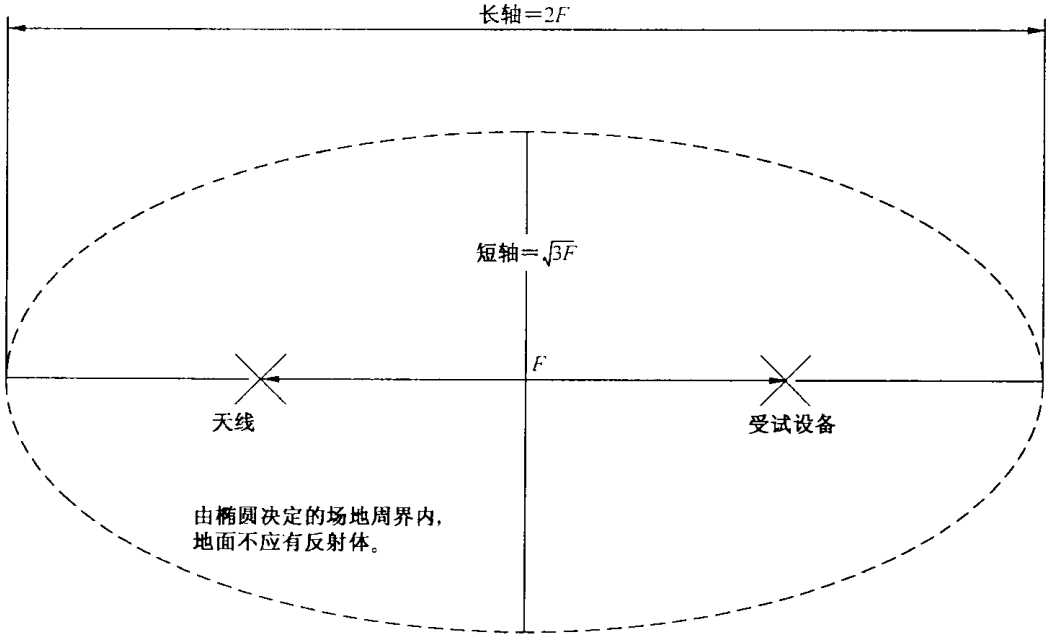


圖 118、幅射測試場地

資料來源：GB 4824-2013

對於 10 公尺測試場地，應在自然的地平面上增設一個金屬的接地平面，其一端應比受測設備的邊界至少擴展出 1 公尺，其另一端應比測量天線及其支架邊界至少擴展出 1 公尺，如下圖所示。接地平面應無超過 1 GHz 的十分之一之一波長（約 30mm）的孔洞或縫隙。

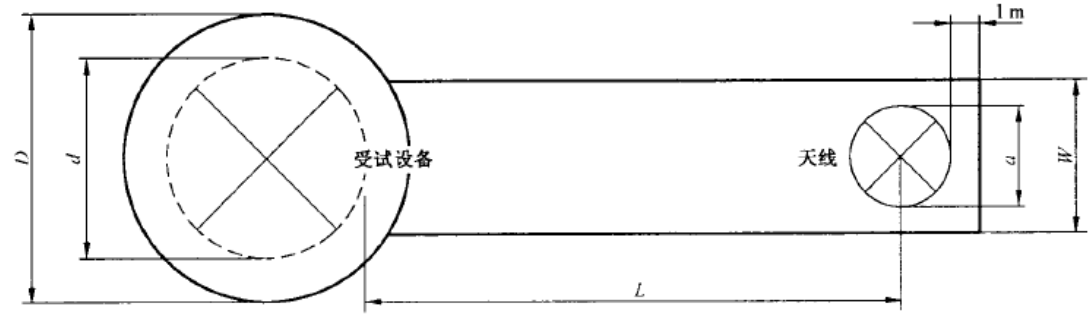


圖 119、金屬接地平面的最小尺寸

資料來源：GB 4824-2013

(2) 輻射測試程序

如果可能，應將受測設備放在轉台上，受測設備和測量天線的距離應為測量天線與受測設備轉一周時的最近部位的水平距離。

天線和受射設備之間的距離應符合檢測限值的相關規定，若因為環境擾動電平過高而不能在某個頻率點上依規定的距離進行場強測量，則該頻點可在更近但不小於 3 公尺的距離上測量。這時應在測試報告中紀錄實測距離及環境噪音。

對於放置在轉台上的受測設備，測量天線處在水平和垂直極化兩種狀態下，轉台都應在所有角度上旋轉，應在每個測量頻率上記錄其輻射擾動的最高電平。

對於不放置在轉台上的受測設備，在水平和垂直極化兩種狀態下，測量天線應放置在各個不同的方位角上，要注意應在最大幅射方向進行測量，並在每個測量頻率上記錄其輻射擾動的最高值。

四、 無線麥克風

(一) 歐盟

(1) 一般測試：

A. 類比系統量測流程：

對於正常測試的音頻調變，音頻頻率應為 500 Hz 的正弦波，且輸入訊號強度應低於發射器的音頻極限值 8 dB。

B. 數位系統量測流程：

所有量測都應使用類比輸入和輸出訊號。製造商應聲明並向測試室提供數位轉類比、類比轉數位的接口。根據製造商聲明的訊號強度並使用 1 kHz 的測試訊號。在所有情況下，定義的遮罩不得超過數位式無線麥克風設備之發射遮罩。

(2) 頻率穩定度：

A. 類比系統量測流程：

應將發射機連接到仿真天線量測載波頻率，沒有 RF 端口的發射機可使用治具連結至仿真天線，並應在正常測試條件和極端測試條件下進行量測，其量測值應與標稱值做對比，無線麥克風還須具備一個 RF 端口以測試其他外部天線。

B. 數位系統量測流程：

對於能夠產生未調變載波的發射機，可使用類比系統量測流程，也可以適用則在包絡線的上側和下側以相同水平所量測兩個頻率的平均值。如果發射機不能產生未經調製的載波，則在發射頻譜遮罩的上側和下側以相同水平所量測兩個頻率的平均值。

(3) 輸出功率：

A. 無整合天線的量測方法：

適用於具有 RF 端口的設備。

發射機應操作在最大輸出功率並連接至仿真天線，至仿真天線的功率應量測，待測物應設置在發射模式，該測項需在正常測試條件和極端測試條件進行量測。

B. 具整合天線的量測方法：

於測試場地，待測物應以下列方式擺放：

具有內置天線的設備，應以垂直方式擺放，其垂直軸心應接近於正常使用時的垂直。

具有固定外部天線的設備，其天線應為垂直。

具有非固定外部天線的設備，應使用非導電的支撐物將天線往垂直方向進行延伸。

發射機應以調變模式開啟，測試用收信機應調整至量測訊號頻率，待測物收信機應設置為發射模式，測試天線應固定為垂直極化，並應升高或降低指定高度直到在測試接收機上檢測到最大訊號強度為止。

發射機應水平旋轉 360°直到收到最大的信號強度。

發射機應替換天線，並根據需要升高或降低測試天線，以確保仍然要接收到最大訊號，並將替代天線輸入訊號的強度，調整至測試接收機由發射機所檢測到的相同或已知的訊號強度。

若有必要應根據已知的關係式，提高載波功率使等同於提供給替代天線的功率。

對於製造商提供的任何備用天線，均應重複測量。

應在極化水平面進行檢查以確保上述所獲得的量測值為最大，並應記錄在測試報告中。

(4) 發射頻寬與主波：

A. 類比系統量測流程：

對於正常測試的音頻調變，音頻頻率應為 500 Hz 的正弦波，且輸入訊號強度應低於製造商所宣稱的發射器的音頻極限值 8 dB。

應量測並記錄解調器相應的音頻輸出強度。

噪聲計(Noise Meter)的輸入阻抗應足夠高，以防止儀表在輸入和輸出之間切換時，輸入訊號(dB)發生超過 0.1 dB 的變化。

音頻輸入訊號應增加 20 dB，即增加到 12 dB（lim），其相對應的輸出訊號變化應該被量測。

必須檢查音頻輸出訊號是否增加了≤10 dB。

如果不滿足該條件，則初始音頻輸入訊號應由-8 dB（lim），以一次增加 1 dB 的方式至上述值，且輸入訊號應記錄於測試報告中，該訊號強度定義為-8 dB（lim）並替換其製造商的聲明。

量測當 12 dB（lim）時的發射機的輸入訊號。

如果發射器包含多個音頻輸入，例如立體聲系統，則第二個及後續聲道應由同一噪聲源同時驅動，並衰減至-6 dB（lim）。

應使用具有以下設置的頻譜分析儀，量測發射機的射頻輸出。

- 中心頻率(fc)：Transmitter (Tx) nominal frequency;
- 展頻 (Span)：fc - 1 MHz to fc + 1 MHz;
- 解析頻寬(RBW)：1 kHz;
- VBW：1 kHz;
- 探測器(detector)：最大值保持(Peak hold)

B. 數位系統量測流程：

應參考 1 GHz 以下與 1GHz 以上的數位式無線麥克風設備之發射遮罩，在任何情況下都不應超出遮罩。

步驟 1：量測載波功率之頻譜分析儀設定：

- 中心頻率 = fc
- 展頻(Span) = Zero span
- 探測器(Detector) = RMS
- 追蹤模式(Trace Mode) = Average
- 解析頻寬(RBW)&VBW = 5 × B
- 掃描時間(Sweep time) ≥ 2 s

步驟 2：使用以下頻譜分析儀設置量測"指定載波偏移處的最大相對電平(dBc)"：

- 中心頻率= fc
- 展頻(Span) ≥ 5 × B
- 探測器(Detector) = RMS
- 追蹤模式(Trace Mode) = Peak Hold
- 解析頻寬(RBW)&VBW = 1 kHz
- 掃描時間(Sweep time) ≥ 2 s

步驟 3：量測"發射機寬頻雜訊基底"：

步驟 3a：量測"低頻發射機寬頻雜訊基底"：

- 起始頻率= fc - 5 × B
- 終止頻率= fc - 1,75 × B

- 探測器(Detector) = RMS
- 追蹤模式(Trace Mode) = Average
- 解析頻寬(RBW)&VBW = 1 kHz
- 掃描時間(Sweep time) = 2 s per 200 kHz

步驟 3b：量測"高頻發射機寬頻雜訊基底"：

- 起始頻率= fc + 1.75 × B
- 終止頻率= fc + 5 × B
- 探測器(Detector) = RMS
- 追蹤模式(Trace Mode) = Average
- 解析頻寬(RBW)&VBW = 1 kHz
- 掃描時間(Sweep time) = 2 s per 200 kHz

(5) 發射機混附發射：

在測試現場，樣品應以指定高度放置於非導電支架上，並進行上述量測輸出功率的設置步驟。

測試天線和接收機應於下述所有頻率範圍檢測任何混附發射的輻射，該頻率範圍不包括以頻道為中心的頻道的 250% (out of band region)頻段。

註：頻率範圍 250% (out of band region)之量測應遵守上述相關遮罩限制值。

於每個混附發射頻率檢測時，應旋轉樣品以獲得最大響應以及通過替代量測確定的該組件的有效輻射功率。

測試天線應在正交極化平面內重複進行量測。

如果發射機允許待機操作，則應在發射機處於待機模式下重複量測。

(6) 接收機混附發射：

在指定負載下量測功率強度的方法：

此方法僅適用於具有外部 RF 端口的設備。

待測接收機應啟動且將外部射頻端口應連接到測試接收機（可參考接收機頻寬設置表）。

測試接收機應在 25 MHz 至 4 GHz 的頻率範圍內進行調諧，以便量測操作在低於 1 GHz 的頻率下運行的設備，或操作在 25 MHz 到 12.75 GHz 的頻段的設備，以及操作於 1 GHz 以上的頻段的設備。

於每個混附發射頻率檢測時，傳遞指定負載的混附發射之功率強度應被記錄。

(7) 量測外殼有效輻射功率的方法：

此方法僅適用於具有外部 RF 端口的設備。

在測試現場，應將設備以製造商宣稱的指定高度放置在不導電支撐上，接收機天線接頭應連接到仿真天線，量測天線的方向應為垂直極化，並且測試天線的長度應選擇為與測試接收機的瞬時頻率相對應。測試天線的輸出應連接到測量接收機，接收機應切換為開啟，於每個混附發射頻率檢測時，測試天線應在規定的範圍內升高和降低，直到測試接收機檢測到最大信號強度為止，然後將接收機在水平方向旋轉 360°直到測試接收機檢測到最大信號強度為止，並應注意測試接收機所探測到的最大強度。

替代天線的方向應為垂直極化，並且替代天線的長度應調整為與檢測到的混附發射之頻率相對應。

替代天線應連接到校正訊號產生器。

校正訊號產生器的頻率應設置為檢測到的混附發射的頻率。

調整測量接收機的輸入衰減器設置，以提高接收器的靈敏度。

測試天線應在規定的高度範圍內升高和降低，以確保收到最大訊號，替代天線所產生的輸入訊號強度應調整到能由測量接收機天線檢測到的強度，等同於量測混附發射時所記錄的強度，校正為改變測試接收機的輸入衰減器設置，替代天線的輸入強度應作為功率強度以記錄，並針對測試接收機的輸入衰減器設置的變化進行校正。

應使用測試天線和替代天線定向重複量測水平極化。

於替代天線輸入端，若對混附發射所量測的有效功率輻射強度大於所記錄的兩個功率強度，必要時可針對天線增益進行校正。

(8)　測量有效輻射功率的方法：

此方法僅適用於帶有內置天線的設備。

量測方法可依據量測外殼有效輻射功率的方法，除了接收機輸入應為連接到內置天線而不是人造天線。

混附發射的功率不得超過下表的限制值。

表 230、接收機混附發射限制值

Receivers and idle/standby transmitters	-57 dBm 9 kHz ≤ f ≤ 1 GHz -47 dBm 1 GHz < f

資料來源：ETSI

(二)　美國

如上述持有執照的麥克風設備需遵守 47 CFR 74.799 ~ 74.882 相關技術規範，而免執照的無線麥克風設備則必須遵守 47 CFR 15.236，其部分限制值與詳細測試方法則需依據 ETSI EN 300 422-1，而現今的 FCC ID 測試報告亦遵守 ETSI EN 300 422-1 測試流程，詳細請見歐洲章節中的測試流程章節。

(三)　日本

無線麥克風的測試程序應依據附表 7《認證規則》第 2 條第 2 款第 1 項第 12 項所列的無線電設備的測試方法[237]，另依據該文件所述，其不必要發射的測試程序則需依照附表 1 混附發射或不必要發射強度的測量方法[238]，詳細相關射頻性能測試方法如下所示：

(1) 頻率容許差度：

A. 量測設置：

圖 120、頻率容許差度量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 測試儀器設置：

頻率分辨率應為設備規範中所規定的容許差度(20 kHz)的 1/10 或更小。

C. 測試儀器狀態：

(1) 設置測試頻率並連續發送。

(2) 調變狀態為非調變狀態。

[237]別表第七 証明規則第２条第１項第１号の 12 に掲げる無線設備の試験方法
[238]別表第一 スプリアス発射又は不要発射の強度の測定方法

D. 量測步驟：

使用頻率計或頻譜分析儀量測頻率。

E. 結果的表示：

量測數值以 MHz 為單位顯示，量測值與指定頻率的容許差度以百萬分之一(10^{-6})為單位表示，以(+)或(-)符號顯示。

(2) 佔用頻寬：

A. 量測設置：

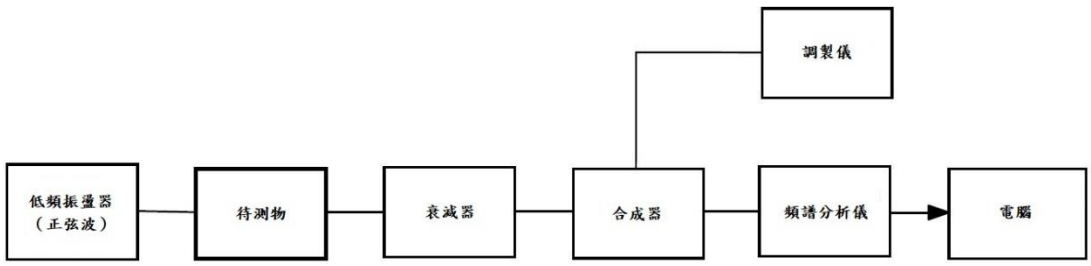


圖 121、佔用頻寬量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 測試儀器設置：

(1) 使用具有電壓設置功能和指示功能的調變訊號源之低頻振盪器，並將振盪頻率設置為 1000 Hz。

(2) 頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：載頻
- 掃描頻段寬度(Span)：無線設備規則附表 2 所指定的允許值之 2 倍至 3.5 倍
- 解析頻寬(RBW)：設備規則附表 2 規定允許值的 3%以下
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：載波訊號強度比頻譜分析儀的噪聲強度高 50 dB
- 數據點數：400 點以上
- 振幅平均處理次數：5 至 10 次；但頻譜分析儀的幅度不變時則沒有必要。
- 檢波器(Detector)：Sample

(3) 使用頻譜分析儀所獲得的測量值可通過外部或內部計算機進行處理

C. 測試儀器狀態：

(1) 設置測試頻率並連續發送。

(2) 調變訊號如下表中所示。

(3) 當音調具有靜噪時，將使用該音調，且為任意音調頻率。

表 231、無線麥克風各項測試訊號調變訊號表

設備種類 /調變條件	調變訊號源	參考頻率偏差	用於量測不必要發射強度和天線功率的調變輸入	用於量測佔用頻寬，頻率偏差和相鄰頻道洩漏功率時的調變輸入
特定的無線麥克風頻率偏差在 40 kHz 之內	正弦波 1kHz	± 5 kHz	與參考頻率偏差輸入相同	參考頻率偏差輸入增加 36 dB
特定的無線麥克風頻率偏差超過 40 kHz	正弦波 1kHz	± 2.4 kHz	與參考頻率偏差輸入相同	參考頻率偏差輸入增加 36 dB
特定的無線麥克風立體聲傳輸系統	正弦波 1kHz（同時輸入 L 和 R 以及反相訊號）	± 28.5 kHz	與參考頻率偏差輸入相同	參考頻率偏差輸入增加 25 dB

資料來源：ARIB

D. 量測步驟：

(1) 完成掃描後，將所有的數值都加載到計算機的數組變量中

(2) 將所有數據的 dB 值轉換為功率單位的精確數值。

(3) 計算所有數據的總功率並記錄。

(4) 從最低頻率開始依次進行功率積分,確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為下限頻率，記錄其數值。

(5) 從最高頻率開始依次進行功率積分,確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為上限頻率，記錄其數值。

E. 結果的表示：

計算其佔用頻寬為（上限頻率-下限頻率），並以 kHz 單位記錄。

F. 其他：

如果有調變輸入調節器，則將其設定為最大增益。

(3) 不必要發射搜索與強度量測：

A. 不必要發射之量測設置：

進行不必要的發射測量時的調製條件應如下圖所示，不必要發射強度的量測可以被相鄰通道洩漏功率的量測代替。

不必要發射之量測設置如下圖所示。

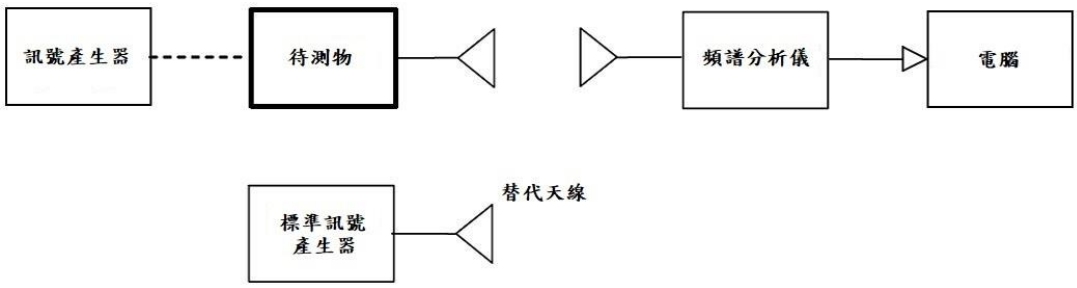


圖 122、不必要發射之量測設置圖

資料來源：日本總務省

B. 量測儀器的條件：

(1) 搜索指定頻段外的不必要發射時頻譜分析儀的設置如下：

- 掃描頻段寬度(Span)：不必要發射之頻段
- 解析頻寬(RBW)：參考頻寬
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間（註）
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

註:在爆發波的情況下,每個樣本需要一個或多個爆發的時間。然而，為了縮短掃描時間，可以設置掃描時間，只要其等於或大於由“掃描頻率寬度(MHz)÷解析頻寬(MHz)×突發週期（秒）”所確定的時間即可。

(2) 不必要發射強度量測之頻譜分析儀的設置如下：

- 中心頻率：所發現不必要發射之載波或頻率點
- 掃描頻段寬度(Span)：0 Hz
- 解析頻寬(RBW)：參考頻寬
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同

- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：Sample

C. 測試儀器狀態：

與佔用頻寬量測相同。

D. 量測步驟：

(1) 使待測物設備的高度和方向與量測天線相互面對。

(2) 將頻譜分析儀設置為 B，掃描搜索不必要發射的頻率。

(3) 為了確定不必要發射的頻率，並提高頻譜分析儀的精確度，逐漸縮小掃描頻段寬度。

(4) 於(3)中搜索不必要發射的頻率，若存在多個頻率點，則通過以下從(5)到(9)的操作來量測每個不必要發射的強度。

(5) 將頻譜分析儀設置為 B，然後旋轉待測物設備以調整角度，以使不必要發射的接收功率最大化。

(6) 將量測天線的離地高度更改為以待測物設備的天線為中心大約 ± 50 cm，並調整量測天線的方向以找到不必要發射的接收功率最大的位置，此時的量測值為 E。

(7) 從工作台上取下待測物設備，將替代天線的開口設置在與待測物設備開口相同的位置，所替代標準訊號產生器發射相同頻率之無線電波的同時，旋轉所替代標準訊號產生器以調整角度，以使接收功率變為最大。

(8) 以相對的待測物設備和所替代天線為中心，將量測天線的離地高度更改為以待測物設備的天線為中心大約 ± 50 cm，並調整量測天線的方向以找到不必要發射的接收功率最大的位置，此時的量測值為 E。

(9) 使用以下方程式()進行功率轉換，並計算出不必要發射的功率。

不必要發射功率(dBm) ＝ PS + GS – GT – LF

PS：標準訊號產生器的輸出 (dBm)

GS：所替代天線之絕對增益 (dBi)

GT：待測物設備的絕對增益 (dBi)

LF：標準訊號產生器和所替代天線之間的功率損耗 (dB)

(4) 天線功率容許差度：

A. 天線功率容許差度設置

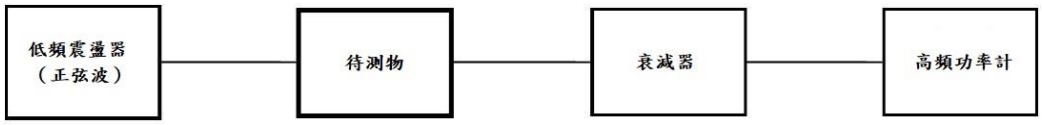


圖 123、天線功率容許差度設置圖

資料來源：日本總務省

B. 測試儀器設置：

(1) 高頻功率計基本上是熱電轉換類型，例如熱電偶或熱敏電阻。

(2) 衰減器的衰減量可為高頻功率計提供最佳工作輸入訊號強度。

C. 測試儀器狀態：

(1) 設置測試頻率並連續發送。

(2) 調變訊號如下圖所示。

D. 量測步驟：

(1) 調整高頻功率計的歸零準位。

(2) 發射傳輸

(3) 使用高頻功率計量測平均功率。

E. 結果的表示：

記錄以 mW 為單位的天線功率之絕對值，並以%的形式記錄與天線設計書中所描述的天線功率之偏差，並以(+)或(-)號表示。

(5) 頻率容許差度：

A. 頻率容許差度設置：

圖 124、頻率容許差度設置圖

資料來源：日本總務省

B. 測試儀器設置：

(1) 設置測試頻率並連續發送。

(2) 調變訊號如上圖所示。

(3) 當音調具有靜噪時，將使用該音調，且為任意音調頻率。

C. 量測步驟：

對於與載波頻率的頻率容許差度，應進行(+)和(-)量測。

D. 結果的表示：

獲得最大的頻率容許差度，並以 kHz 表示(+)和(-)。

(6) 相鄰通道洩漏功率

(1) 相鄰通道洩漏功率設置

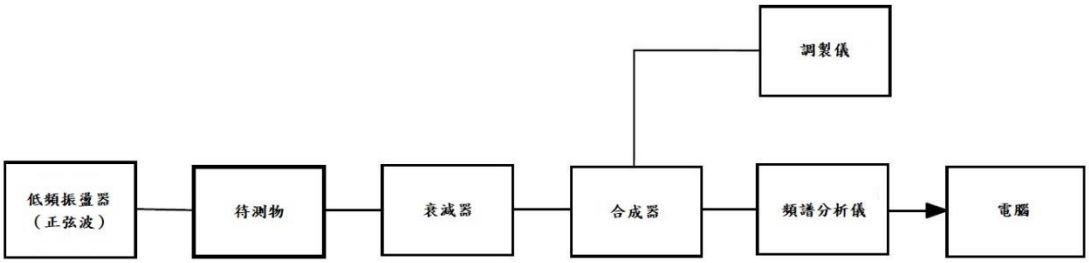


圖 125、相鄰通道洩漏功率設置圖

資料來源：日本總務省

(2) 測試儀器設置：

(1) 使用具有電壓設置功能和指示功能的低頻振盪器，並將振盪頻率設置為 1000 Hz。

(2) 頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：如 D 設置之頻率。

- 掃描頻段寬度(Span)：當頻率容許差度在±40 kHz 內時為 300 kHz，當頻率容許差度超過±40 kHz 時為 500 kHz，使用立體聲傳輸方法時為 500 kHz
- 解析頻寬(RBW)：設備規範第 49-16 條所規定頻寬的 0.5%至 2.5%
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃描點數：400 點以上
- 掃頻模式：連續掃描
- 檢波器(Detector)：Sample
- 振幅平均處理次數：頻譜波動消失

(3) 頻譜分析儀所獲得的量測值由外部或內部計算機處理

(3) 測試儀器狀態：

(1) 設置測試頻率並連續發送。

(2) 調變訊號如表 230 所示。。

(3) 當音調具有靜噪時，將使用該音調，且為任意音調頻率。

(4) 量測步驟：

a. 載波功率量測

(1) 將待測物設備設置於表 230 中所示的調變狀態

(2) 頻譜分析儀的中心頻率是載波頻率。

(3) 執行一次掃描並繪製調變波的頻譜圖。

(4) 將所有數據值填入計算機上的數組變量。

(5) 將所有數據的 dB 值轉換為功率單位的精確數值，計算所有數據的總和，並將其指定為 P_C。

b. 上鄰通道功率量測：

(1) 將待測物設備設置於表 230 中所示的調變狀態

(2) 頻譜分析儀的中心頻率是載波頻率和頻道間隔之和。

頻道間隔如下：

(a) 頻率容許差度在±40kHz 以內時為 250kHz

(b) 頻率容許差度超過±40 kHz 時為 500 kHz

(c) 500kHz，用於立體聲傳輸系統

(3) 執行一次掃描並繪製上鄰通道的頻譜圖。

(4) 將量測頻段內的數據值填入計算機的數組變量。

量測頻段如下：

(a) 頻率容許差度在±40kHz 以內時為 55 kHz

(b) 頻率容許差度超過±40 kHz 時為 165 kHz

(c) ±125 kHz，用於立體聲傳輸系統

(5) 量測上鄰通道的洩漏功率，將所有數據的 dB 值轉換為功率單位的精確數值，計算所有數據的總和，並將其指定為 P_U。

c. 下鄰通道功率量測：

(1) 頻譜分析儀的中心頻率是載波頻率和頻道間隔之差。

(2) 依據上述 b 的操作步驟進行計算，得出 P_L。

(5) 結果的表示：

使用以下公式計算，單位為 dB：

(1) 上鄰通道功率量測（比值）：$10 \log (P_U/P_C)$

(2) 下鄰通道功率量測（比值）：$10 \log (P_L/P_C)$

(四) 韓國

(1) 最大頻率偏移的量測方法

A. 量測目的

量測待測物調變時發生的頻率偏移值，是否在核可的範圍之內

B. 量測設置圖

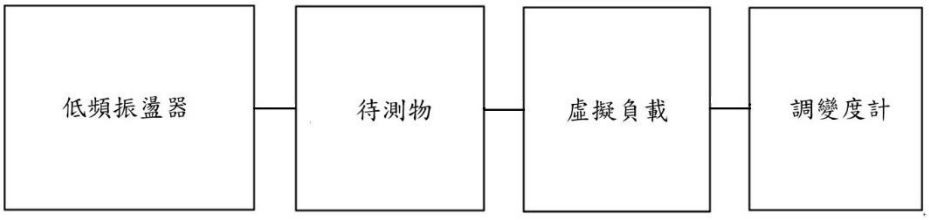


圖 126、最大頻率偏移的量測設置圖

資料來源：KS x 3123

C. 量測儀器的條件

調變分析器為可以試驗綜合特性的裝置，將其作為調變度計使用的情況，應適當地設定低頻濾波器(5 kHz, 15 kHz, 30 kHz 等)。

直線檢波器為可以試驗綜合特性的裝置，將其作為調變度計使用的情況，應將低頻濾波器設定為 20 kHz。

D. 量測程序

(a) 將待測物調整為規定的調變頻率（調變頻率：500 Hz、1000 Hz、3000 Hz 等）。

(b) 將調變輸入更改合計標準輸入水準(－20 dB ～ ＋30 dB)時，求出頻率偏移的最大值（＋側及－側）。

(c) 待測物具備連續亞音靜噪系統(squelch)的情況，則在亞音開啟的（以下簡稱：ON）條件下測量。

(2) 佔用頻寬的量測方法

A. 量測目的

量測待測物發射電波的佔用頻寬，是否在核准的範圍之內。

B. 量測設置圖

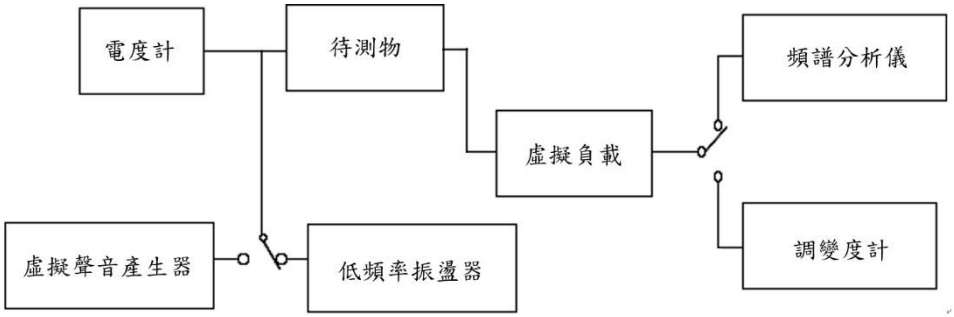


圖 127、佔用頻寬的量測設置圖

資料來源：KS x 3123

C. 量測儀器的條件

頻譜分析儀作以下設定：

表 232、佔用頻寬頻譜分析儀設置表

中心頻率	載波頻率
掃描頻幅	必要頻寬的 2 倍~3 倍
解析寬頻	必要頻寬的 50 分之 1 內外
影像寬頻	自動

檢測模式	峰值檢測(peak detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描回數	10 回以上

資料來源：KS x 3123

D. 量測程序

(a) 待測物使用 1000 Hz 的正弦波信號，進行 70%的調變，以電度計測量調變輸入功率。

(b) 調變信號源切換為虛擬聲音產生器，調變輸入功率則使用試驗方法(a)中求得值，高出 10 dB 的值。

(c) 在此條件下運作對象機器，並使用頻譜分析儀的佔用頻寬量測功能進行量測。若頻譜分析儀並未內建佔有頻寬測量功能，則執行下列各階段的程序：（一般為透過電腦介面的程式）。

(d) 測量各取樣點的電力，並根據掃描次數取平均值。

(e) 求出各取樣點電力的總合（以下簡稱 「全電力」）。

(f) 從上限取樣點中，按照順序加總電力並算出總和後，求出總和佔全電力 0.5%取樣點的頻率（以下簡稱「上限頻率」）。

(g) 從下限取樣點中， 按照順序加總電力並算出總和後，求出總和佔全電力 0.5%取樣點的頻率（以下簡稱「下限頻率」）。

(h) 求出上限頻率和下限頻率的差

(3) 天線功率量測方法

A. 量測目的

量測待測物功率是否符合規定

B. 實驗設置圖

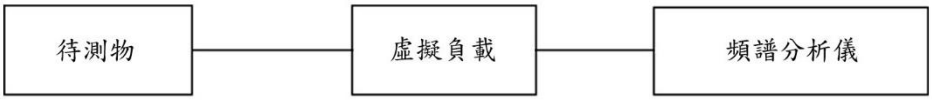


圖 128、天線功率實驗設置圖

資料來源：KS x 3123

C. 量測儀器的條件

從低頻振盪器取得之調變輸入信號水準的變化單位，為 2 dB 以下。

若為使用多重天線的機器，則採用可發送最高電力的調變方式，驅動待測物，並以最高電力控制水準進行運作。

D. 量測程序

(a) 待測物採用無調變進行運作時，則量測平均功率，但僅量測在施加電源後至發信達到穩定之前（具備通訊時間限制功能的情況，則為限制時間之間）的功率。

(b) 若為量測峰值功率的情況，則向待測物施予調變條件，並使用頻譜分析儀進行替換量測，或根據調變波形計算並取得平均功率。

(c) 若為使用多重天線的機器，則根據總天線增益的規定，將向所有天線所供給的電力加總，或在最大的天線端子中進行測量。

(4) 不必要發射的量測方法

A. 量測目的

量測待測物在發射電波時，不必要發射是否在限制值之內。

B. 實驗設置圖

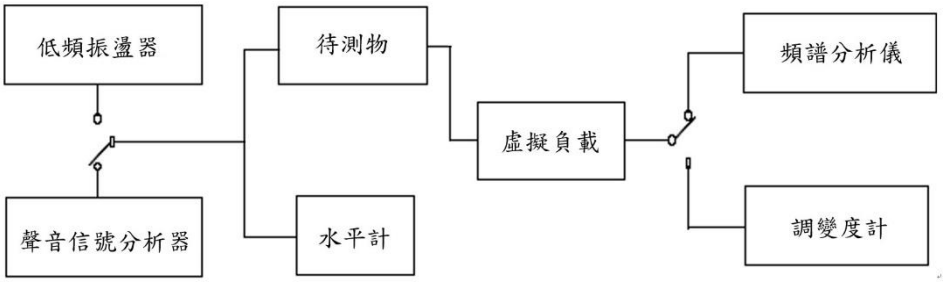


圖 129、不必要發射的量測設置圖

資料來源：KS x 3123

C. 量測儀器的條件

在使用待測物時，編碼產生器須能在調變為最大發信速度、同一發信速度的狀況下，產生編碼信號。

D. 量測程序

(a) 將頻譜分析儀設定如下

表 233、不必要發射的頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻幅	必要頻寬的 7 倍
解析寬頻	必要頻寬的 50 分之 1 上下
影像寬頻	300 Hz 以下
檢測模式	峰值檢測(peak detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描回數	10 回以上

資料來源：KS x 3123

(b) 將試驗對象機器在無調變情況下運作，此時頻譜分析儀的量測值(基準功率)為 P0，若待測物無法在無調變情況下運作，則量測檢驗頻道的平均功率，並使用基準功率(P0)。

(c) 輸入調變信號 1250 Hz 的正弦波，將待測物調變為最大頻率偏移的 60 %，並測量此狀況下的調變輸入功率。

(d) 將低頻振盪器轉換為聲音信號分析器，調變輸入功率則為較(a)中取得值，高出 10 dB 的值

(e) 在切斷調變輸入功率的條件下運作試驗對象機器，使用頻譜分析儀測量載波的功率（基準功率：P0）。

(f) 從必要頻寬的終端至規定的偏離頻率（一般為必要頻寬 250%的偏離頻率）之間，確認各頻率的功率是否在核可值範圍之內。

(5) 混附發射之不必要發射強度量測方法

A. 量測目的

待測物在發射時產生的混附訊號，為了不對於其他無線機器造成干擾等其他影響，量測是否在規定的限制值範圍之內。

B. 量測設置圖

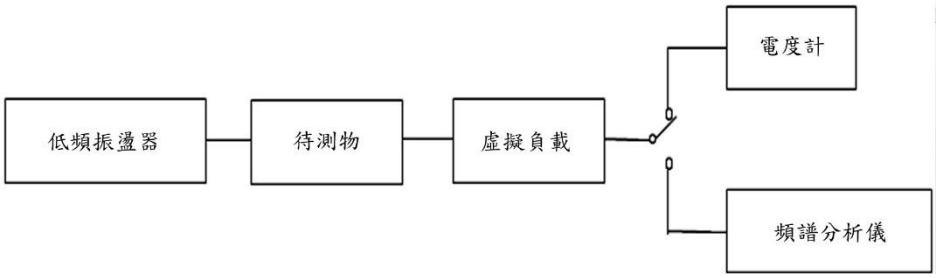


圖 130、混附發射之不必要發射強度量測設置圖

資料來源：KS x 3123

C. 量測儀器的條件

使用寬頻阻擾濾波器，將基本波的成分充分削弱。

A3E 的情況下，將虛擬負載設定為可變容量（最大 100 pF）和 50 歐姆的串聯負荷，藉由額外連接的高頻衰減器，取代具濾波器功能的裝備。

D. 量測程序

(a) 待測物以無調變狀態運作，調整可變容量，並將基本波輸出功率設定為最大後量測。

(b) 頻譜分析儀設定如下：

表 234、混附發射之不必要發射頻譜分析儀設置

中心頻率	載波頻率
掃描頻幅	設定頻率可在 3 次諧波和 3 諧波之間調整。
解析寬頻	根據監測頻率，設定為基準頻寬以上： 9 kHz ~ 150 kHz：1 kHz 150 kHz ~ 30 MHz：10 kHz 30 MHz ~ 1 GHz：100 kHz 超過 1 GHz：1 MHz 太空業務用：4 kHz
影像寬頻	解析頻寬的 3 倍以上 (一般為自動模式)
檢測模式	峰值檢測(peak detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描回數	10 回以上

資料來源：KS x 3123

(c) 若為 J3E 電波的情況,則將待測物設定為 1400 Hz 正弦波信號、80%調變條件(對於發信器的輸出功率,施加額定輸出功率 80%的調變輸入功率條件)。

(d) 若為 H3E 電波的情況,則將待測物設定為 1400 Hz 正弦波信號、80%調變條件(使用頻譜分析儀比較邊帶和載波的振幅,並將調變條件設定在邊帶振幅為載波振幅 80%的情況)。

(e) 除了上述條件之外,若為技術基準或標準有另外規定的情況,則遵循該規定。

(f) 使用頻譜分析儀,測量混附發射不必要發射的功率。

- 將頻譜分析儀的測量頻率頻寬(SPAN),設定為 ITU-R SM.329 中規定的全體範圍後,測量雜亂領域不必要發射的最大值。
- 在必要的情況下,將頻譜分析儀的中心頻率設定為不必要發射頻率的最大值,並藉由降低量測頻寬,進行精密的測量。
- 若技術基準中的基本波電力是以相對值規定的情況,則求出基本波電力和混附發射不必要發射量測值的相對值,若雜亂領域不必要發射是以絕對值規定的情況,則紀錄不必要發射的量測值。

(五) 中國大陸

中國至今並無低功率射頻設備(「微功率(短距離)無線電設備的技術要求－信部無[2005]423 號」)的測試方法,而現今中國無線麥克

風的測試報告亦遵守 ETSI EN 300 422-1 測試流程，詳細請見歐洲章節中的測試流程章節。

(六) ITU

國際電信聯盟主要負責確立國際無線電和電信的管理制度和標準，劃分國際頻譜與制定射頻設備各項限制值，詳細測試程序應遵守其他國際技術規範。

(七) ETSI

歐洲對於近距離射頻設備的頻段劃分可參照歐洲郵電管理委員會(European Conference of Postal and Telecommunications, CEPT)所出版的 ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))，詳細的技術規範則可參照 ETSI EN 300 422 (Wireless Microphones; Audio PMSE up to 3 GHz; Part 1: Class A Receivers; Harmonised Standard covering the essential requirements of article 3.2 of Directive 2014/53/EU)，詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱上述歐洲的章節。

(八) FCC

我國無線麥克風相關技術規範大部分引用來自於聯邦通信委員會(Federal Communications Commission, FCC)的法規，持有執照之無線麥克風設備必須遵守美國 FCC Part 74 Subpart H (Low Power Auxiliary

Stations)中 74.779-74.882 中相關技術規範，免執照的無線麥克風設備則必須遵守 47 CFR 15.236 (Operation of wireless microphones in the bands 54-72 MHz, 76-88 MHz, 174-216 MHz, 470-608 MHz and 614-698 MHz)，詳細的檢測規定與測試程序討論與說明請參閱上述美國的章節。

(九) 3GPP

3GPP 的主要目標為制訂全球性的終端技術規範，並不適用於低功率的無線麥克風設備。

五、 433MHz 頻段

(一) 歐盟

1. 測試程序

根據 ETSI EN 300 220-1，其測試程序則引用 ETSI EN 300 220-1 (Short Range Devices(SRD) operating in the frequency range 25 MHz to 1000 MHz；Part1：Technical characteristics and methods of measurement)[239]，重要的射頻測試程序其量測的設置如下：

[239] ETSI EN 300 220-1(Short Range Devices(SRD) operating in the frequency range 25 MHz to 1000 MHz；Part1：Technical characteristics and methods of measurement)

(1) 工作頻率

工作頻率就是 OCW 寬度通道的中心,顯示資料記錄在測試報告中,如下表。

表 235、測試報告中記錄資訊用於工作頻率測試

Value	Notes
工作頻段	由製造商聲明
一般工作頻率或多頻率	由製造商聲明
工作通道頻寬 - OCW	由製造商聲明

資料來源：ETSI EN300 220-1

(2) 有效輻射功率

A. 有效輻射功率(傳導量測)

有效輻射功率(effective radiated power, E.R.P.)在任何調變以及指定量測條件下方向像上的最大輻射功率。對於具有永久或臨時天線連接設備，在考慮天線增益情況下，將視為從連接器提供的功率。

發射器應按人造天線(也稱虛擬負載)連接，並根據量測接收器(頻率選擇電壓表或頻譜分析儀)所輸送的傳導功率。

在非固定振幅數位調變情況下應使用峰值檢測器。

輻射功率限制值適用於透過天線增益(Perp=最大量測傳導功率+天線增益)調整最大量測傳導功率值，如下表。

表 236、測試報告中記錄傳導有效輻射功率資料

Value	Notes
測試環境	正常運作或未調變的載波
中心頻率	也稱工作頻率
實測有效輻射功率	透過天線增益調整最大量測傳導功率值(相對於一個偶極)
NOTE：對於專用天線、天線增益(以 dB 為單位，也相對於一個偶極)由製造商聲明	

資料來源：ETSI EN300 220-1

B. 有效輻射功率(輻射量測)

根據測試地點，按照 OTAS 或 SAR 中量測輻射；FAR 中量測輻射以及替代量測等順序進行。在非固定振幅數位調變情況下應使用峰值檢測器。顯示資料應記錄在測試報報中如表 245。量測輻射應如圖 131 測試地點中，量測程序如下：

a. OTAS 或 SAR 中量測輻射

- 在發射測試中，量測天線用於量測的一個階段測試 EUT 的電場，並在另一階段測試替代天線的磁場。當使用測試站點測量接收器特性時，將天線用作傳輸設備。測量天線應安裝在能夠使天線水平或垂直極化的支架上。
- 另，在 OATS 或 SAR 上，天線中心在地面上方的高度應在指定範圍內變化（通常為 1m 至 4m）。在 30MHz 至 1000MHz 頻寬

中，建議使用雙圓錐或對數週期偶極天線（logarithmic periodic dipole antennas, LPDA）；在 1GHz 以上，建議使用喇叭天線或對數週期偶極天線。但是，對於混附發射測試，可以使用雙錐形天線（也稱為“雙錐”）和對數週期偶極陣列天線（也稱為“對數週期”）的組合來覆蓋整個 30MHz 至 1000MHz 頻寬。

- 除非另有說明，否則量測天線如圖 132 設備 2 應以定向為垂直極化，並 EUT 如圖 132 設備 1 應以標準位置放在支架上並打開。
- 量測設備如圖 132 設備 3 應連接量測天線並按照規範進行設置。

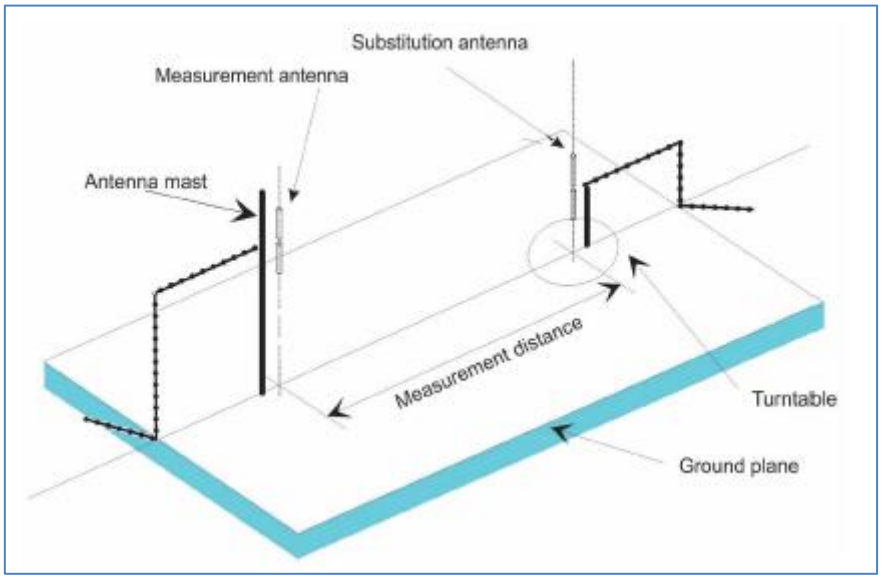


圖 131、典型開放區域測試地點

資料來源：ETSI EN300 220-1

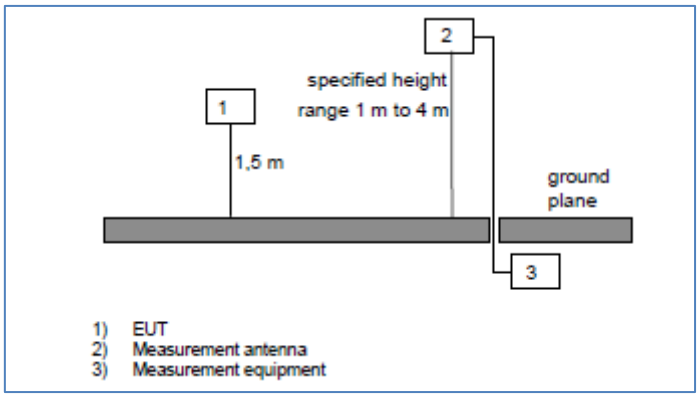


圖 132、一號量測裝置

資料來源：ETSI EN300 220-1

b. FAR 輻射量測

對於使用 FAR 量測輻射，量測程序與上述過程相同，不同於省略高度掃描。

c. 替代量測

對於確保絕對量測值，將執行替代量測，應如下步驟：

- 如圖 132 設備 1 所替換天線替換 EUT。替換天線具有垂直極化
- 將校準後的訊號產生器連接到替代天線，並調整量測頻率
- 若使用 OATS 或 SAR，應提高或降低量測天線確保量測上接收到最大訊號
- 應調節產生器上功率，直到量測設備上取得與 EUT 相同水平為止

- 輻射功率等於訊號發射器提供的功率，由替代天線增益減去電纜損失增加(以 dB 為單位)
- 該量測應在水平極化下重複進行

表 237、測試報告中記錄有效輻射資訊

Value	Notes
測試環境	正常運作或未調變的載波
中心頻率	也稱工作頻率
實測有效輻射功率	水平和垂直量測等效輻射功率加上設備天線增益獲得的數值
NOTE：對於可移動天線、天線增益(以 dB 為單位，也相對於一個偶極)由製造商聲明	

資料來源：ETSI EN300 220-1

(3) 最大等效功率頻譜密度

A. 測試程序如下：

- 將 EUT 連接到頻譜分析儀，並使用以下設置
- 中心頻率：測試工頻段的中心頻率
- 掃描頻率寬度：足以覆蓋 EUT 訊號的完整振幅功率(≥ 佔用頻寬)
- 解析頻寬：100kHz

- 影像頻寬：100kHz
- 掃描時間：1 分鐘
- 檢測器：RMS
- 顯示模式：保持最大模式

(4) 功率之工作週期

工作週期是在觀察間隔 T_{obs} 內以傳輸累積持續時間 T_{on_cum} 的百分比表示比率。觀察頻寬 F_{obs} 上為 DC=$(\frac{T_{on\_cum}}{T_{obs}})_{Fobs}$。

除非另有說明，則 T_{obs} 為 1 小時，觀察頻寬 F_{obs} 為工作頻段。每次傳輸都由一個 RF 發射組成或藉由間隔<T_{Dis} 分開 RF 發射序列。

設備可能會同時在多個頻段上運作(也稱多次傳輸)，每個單一頻段的工作週期限制應用於該頻段內的傳輸。

在頻段中多載波調變情況下，工作週期適用於傳輸整個訊號(如：OFDM)。

觀察頻寬代表超過觀察頻寬的代表時期

整個工作週期應對 T_{obs} 的代表期間為整個觀察頻寬 F_{obs} 做評估。除非另有說明，則 T_{obs} 為 1 小時，觀察頻寬 F_{obs} 為工作頻段。

代表期間應為設備正常使用中最頻繁。設備之運作壽命期間 99%的傳輸行為被當作一般使用。

例如設定程序，試驗及維護之程序不同不被認為正常操作的部份。

在使用回應情況下，只允許接收一次訊號回應。

(5) 佔用頻寬

頻譜分析儀配置參數，如下表。

表 238、最大佔用頻寬量測的測試參數

Setting	Value	Notes
中心頻率	工作頻率	製造商聲明最高或最低的頻率
解析頻寬(RBW)	OCW的1％ 至 3％ ，且不低於100kHz	
VBW	3x(Resolution BandWidth, RBW)	可用分析儀設定為 3xRBW
掃描頻率寬度(Span)	至少 2 x 工作頻率寬度	寬度足以包含所有訊號及主要頻段
檢測器模式	均方根(Root Mean Square, RMS)	
顯示	保持最大	

資料來源：EN 300 220-1

若設備能產生未調變載波且執行頻率誤差中測試，僅需要在一般測試條件下進行 OBW 量測。通過測試結果中獲得的頻寬，將上限及下限頻率誤差結果相加且相減，得極端條件下最大 OBW 所要的結果。

A. 步驟 1：

運作情況下，以製造商聲明的最高工作頻率開始，並適當的測試訊號。

當調整訊號衰減，確保訊號功率振幅高於分析儀雜訊，避免量測結果中含功率振幅兩側雜訊。

B. 步驟 2：

當完成峰值顯示，將峰值標記於分析儀。

C. 步驟 3：

頻譜分析儀 99%佔用頻寬功能用於量測信號佔用頻寬。

(6) 頻率誤差

A. 步驟 1：

在極端高溫及極端電壓條件下，應以製造商聲明的頻率情況下開始運作。應量測並記錄未調變載波的頻率。

B. 步驟 2：

在極端低溫及極端電壓條件下，應以製造商聲明的頻率情況下啟動。應量測並記錄未調變載波的頻率。

(7) Tx 帶外發射

定義兩個 OOB 區域，一個用於 OC 圖 133，另一個用於工作頻段圖 134。兩個 OOB 的頻譜遮罩可能重疊。

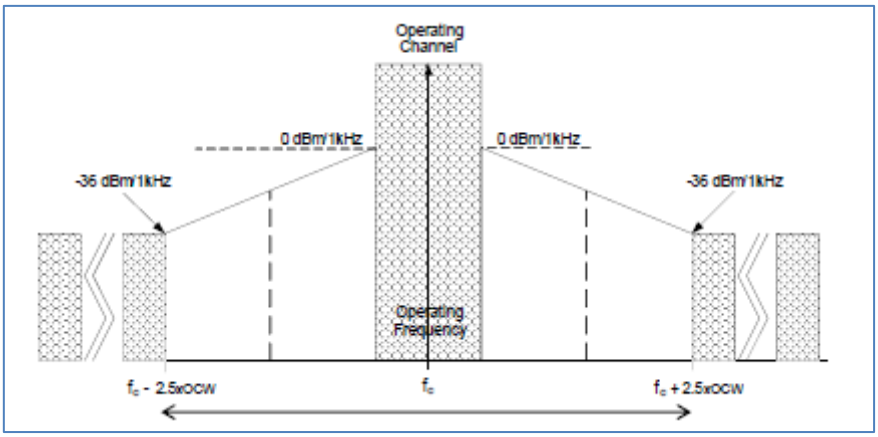


圖 133、參考工作頻段的帶外域

資料來源：EN 300 220-1

帶外域中的不必要發射指在工作頻段較低和較高頻率之外頻率範圍內的雜訊。OOB 域包括工作頻段範圍內以及工作頻段以外的頻率的工作頻段。相關的帶外域如圖 133 所示，並適用於工作頻段內。

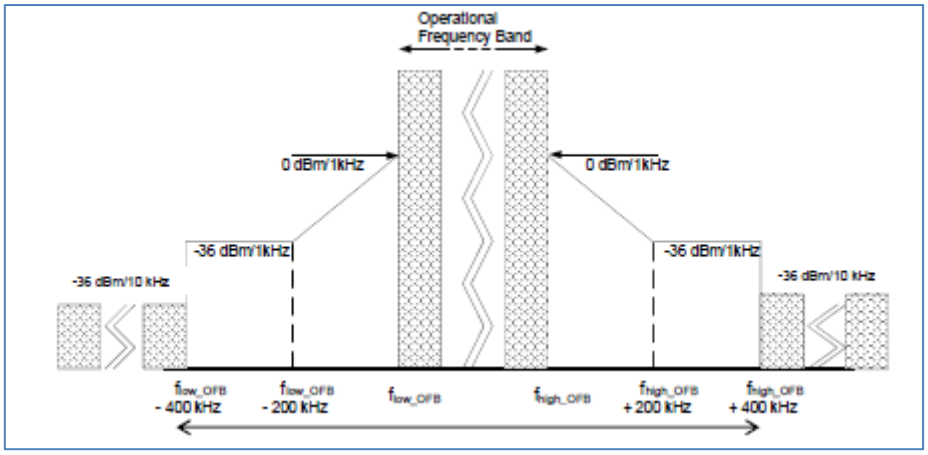


圖 134、參考工作頻段的帶外域

資料來源：EN 300 220-1

特定限制適用於工作頻段上方和下方的頻率，如圖 134。

注意：f_{low_OFB} 是工作頻段的下邊緣。

f_{high_OFB} 是工作頻段的上邊緣。

(8) 混附域中不必要發射

A. Tx 模式必要發射

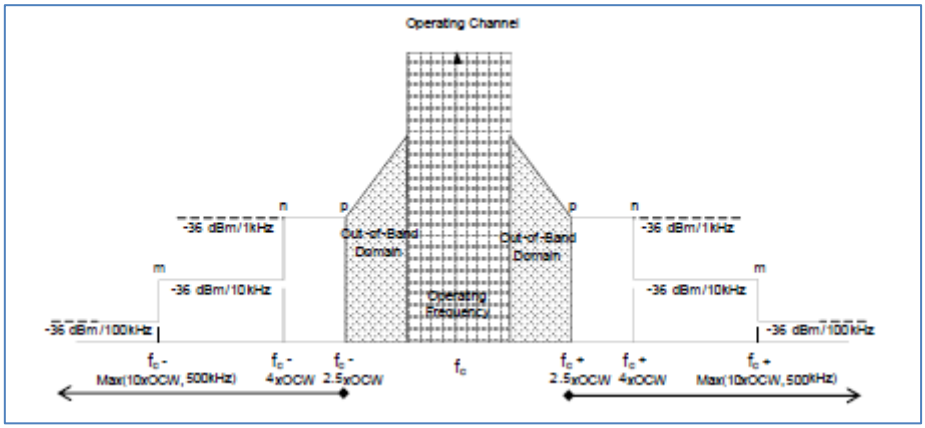


圖 135、混附域中不必要發射頻譜遮罩，參考頻寬

資料來源：EN300220-1

混附發射是混附域中除工作頻段及帶外域之外其他頻率不必要發射，相關混附域如下表所示。

EUT 的天線接口應連接到虛擬負載，虛擬負載的輸出連接到量測接收器。

設備啟動情況下測試。

對於 TX 模式，於下表。

表 239、混附輻射量測參數

操作模式	頻率範圍	RBW_{REF} (see note 2)
發送方式	9 kHz ≤ f < 150kHz	1kHz
	150 kHz ≤ f < 30MHz	10kHz
	30 MHz ≤ f < f_c - m	100kHz
	f_c - m ≤ f < f_c - n	10kHz
	f_c - n ≤ f < f_c - p	1kHz
	f_c + p < f ≤ f_c + n	1kHz
	f_c + n < f ≤ f_c + m	10kHz
	f_c + m < f ≤ 1GHz	100kHz
	1GHz < f ≤ 6GHz	1MHz

NOTE 1: f是測量頻率。
fc是工作頻率。
m為10 x OCW或500 kHz，以較大者為準。
n為4 x OCW或100 kHz，以較大者為準。
p是2.5 x OCW。
NOTE 2：如果用於測量的RBW值與RBW_{REF}不同，請使用分析頻率的頻寬校正。

資料來源：EN300220-1

測量接收器應在下表所示的頻率範圍內。

表 240、傳導混附發射量測頻率範圍

頻率範圍
9kHz to 6GHz
NOTE:如果在1.5GHz和4GHz之間的指定限制的10dB之內檢測到發射，則僅需要在4GHz至6GHz頻率範圍內執行量測。

資料來源：EN300 220-1

在檢測每個頻率的混附組成，應量測並記錄功率電平。

(9) 傳輸功率

設備量測情況下輸出應連接到頻譜分析儀或等效量測設備。量測應在零寬度模式下進行。分析儀的中心頻率應設定為工作中心頻率的偏移量，偏移量的直應對下表。

表 241、RBW 用於暫態量測

量測點：偏離中心頻率	Analyser RBW	RBW_{REF}
-0,5 x OCW - 3kHz 0,5 x OCW + 3kHz 不適用OCW < 25kHz	1kHz	1kHz
±12,5kHz or ±OCW 以較大者為主	Max (RBW pattern 1,3,10kHz) ≤ 偏移頻率/6 (see note)	1kHz
-0,5 x OCW - 400kHz 0,5 x OCW + 400kHz	100kHz	1kHz
-0,5 x OCW -1 200kHz 0,5 x OCW + 1 200kHz	300kHz	1kHz
NOTE: 最大（RBW 模式 1、3、10 kHz）是指頻譜分析儀一般使用的 1、3、10kHz RBW 濾波器頻寬增量模式的最大頻寬。 EXAMPLE:如果 OCW 為 25kHz，對於一個 OCW 偏移頻率的 RBW 值為 3kHz。表 242 中列出了其餘分析儀設定，如果 OCW 為 250kHz，對於一個 OCW 偏移頻率的 RBW 值為 30kHz。		

資料來源：EN300 220-1

表 242、暫態量測參數

頻譜分析儀設定	Value	Notes
VBW/RBW	10	在更高的RBW值時，VBW可能會被截為最大值。
掃描時間	500ms	

RBW 濾波器	Gaussian	
顯示檢測器功能	RMS	
顯示模式	Max hold	
掃描點	501	
量測方式	Continuous sweep	
NOTE: 如果使用不同的掃描點，掃描點與掃描時間之間的比率應與上述比率相同。		

資料來源：EN300 220-1

使用的調變為 D-M3。分析儀應設定為表 242 的設定，並針對每個偏移頻率開始量測 EUT 至少發送五個 D-M3 測試訊號,並且應在表 241 中提到的每個偏移頻率處重複量測。

(10) 相鄰通道功率

表 243、相鄰通道功率測試參數

Setting	Value	Notes
中心頻率	工作頻率	
RBW	100Hz	
VBW	≥3×RBW	
掃描頻率寬度	至少 5×工作頻道寬度	寬度包含相鄰頻道及備用頻道
檢測模式	RMS	
顯示模式	線性平均	僅適用量測設備狀態下產生 D-M2 測試訊號 應取適當數量樣本平均值，得到穩定數值
	保持最大	僅適用量測設備狀態下產生 D-M2a 或 D-M3 測試訊號
NOTE:最高及最低工作頻率由製造商聲明		

資料來源：EN300 220-1

A. 步驟 1：

針對量測設備情況下，依照製造商聲明的功頻率開始運作，使用的調變如下表進行設定。

表 244、測試訊號

Requirement with clause number	Test Signal
有效輻射功率	D-M1, D-M2, D-M2a, D-M3
最大等效功率頻譜密度	D-M3
工作週期	D-M3
功週期模板	D-M3
佔用頻寬	D-M2, D-M2a, D-M3
頻率誤差	D-M1, D-M2, D-M2a, D-M3
Tx 帶外輻射	D-M2, D-M2a, D-M3
混附波中不必要發射	D-M1, D-M2, D-M2a, D-M3
傳輸功率	D-M3
相鄰通道功率	D-M2, D-M2a, D-M3
低電壓條件下TX行為	D-M1, D-M2, D-M2a, D-M3
適應功率控制	D-M3
RX 靈敏度等級	D-M3
相鄰通道選擇性	D-M3
相鄰通道的接收器飽和	D-M3
假訊號響應	D-M3
封閉	D-M3

資料來源：EN300220-1

當調整訊號衰減，確保訊號功率不會使頻譜分析儀輸入端飽和。

B. 步驟 2：

顯示完成後，依照下表規定，對於中心頻率偏移為中心，在 RBW_{REF} 頻寬上讀取積分功率。使用頻譜分析儀的 ACP 特性或積分標註。若使用頻譜分析儀 ACP 特性可以將積分頻寬上附加濾波禁用。

表 245、偏移及 RBW_{REF} 參數

Measurement	中心頻率的偏移	RBW_{REF}
相鄰頻道	±OCW	0,7xOCW
備用頻道	±2xOCW	0,7xOCW

資料來源：EN300220-1

對於極端測試條件，僅在正常條件下執行量測，則對於設備量測情況下，D-M1 的測試訊號，可以在偏離中心頻率上進行量測：

- +OCW-|負頻率誤差|/-OCW+|正頻率誤差|適用於相鄰通道
- +2xOCW-|負頻率誤差|/-2xOCW+|正頻率誤差|適用於備用相鄰通道。

從相鄰通道和備用通道的正負偏移中獲取較高的功率值。

(11) 低電壓條件下 Tx 行為

A. 步驟 1：

在製造商聲明的工作頻率下，使用適當的測試訊號並在設備量測以及工作電壓運作情況下，開始設備量測。

必須量測並記錄發射訊號的中心頻率。

B. 步驟 2：

透過適當的步驟降低工作電壓，直到電壓達到零為止。

必須量測並記錄發射訊號的中心頻率。

應注意任何異常行為。

(12) Rx 封閉

訊號產生器 A 在設備測量情況下接收器的工作頻率設定為調變訊號，訊號產生器 B 為未調變。

量測應在不必要訊號頻率上進行，頻率應近似於技術要求中定義的偏移頻率，以避免出現混附響應的頻率。技術要求可能要求其他量測點。

如果設備使用了幾個工作頻段，至少執行一個頻段的封閉量測。

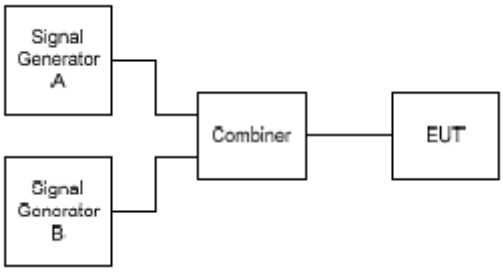


圖 136、量測封閉安排

資料來源：EN300220-1

A. 步驟 1：

訊號產生器 B 應關閉電源。訊號產生器 A 設定為輸出設備量測情況下所需功能標準或如下圖參考最小水平，以較高者為準。然後將產生器 A 的輸出水平增加 3dB，除非技術要求中另有規定。

$$S = 10\log RB_{kHz} - 4 \quad dB\mu V\ emf;\ \text{or}$$

$$S_p = 10\log RB_{kHz} - 117 dBm$$

where:

- S_p is the sensitivity in dBm.
- RB is the declared receiver bandwidth in kHz.

圖 137、接收器靈敏度限制

資料來源：EN300220-1

B. 步驟 2：

訊號產生器 B 通電並設定一般工作頻率為偏移頻率，然後打開訊號產生器 B，並將訊號幅度調整到無法達到所需最小水平的功能標準。

在訊號產生器 B 設定不變的情況下，使用合適的 RF 功率量測設備替換接收器，並量測、記錄進入量測設備的功率，然後封閉等級是在量測設備情況下天線連接端從產生器 B 接收的傳導功率。

在天線連接端上進行量測傳導測試，也計算出以進行輻射測試。

封閉等級應高於或等於技術要求的封閉功率等級。

C. 步驟 3：

將所需頻率的訊號偏移重複步驟 1 至 3 的測量。

D. 步驟 4：

下表顯示的訊息應記錄在測試報告中有關每個得到訊號電平及不必要訊號偏移的資訊。

表 246、測試報告中記錄的資訊

Value	Notes
工作頻率	接收器稱中心頻率
訊號產生器 A	訊號產生器 A 的功率電平
封閉等級	訊號產生器 B 的功率電平

資料來源：EN300220-1

針對使用 CCA 設備，不管接收器類別都應重複步驟 1 至步驟 4，並調整訊號產生器 A 的電平，比上述說明量測值高 13dB。

(二) 美國

1. 測試程序

工作頻率為 40.66MHz 至 40.70MHz 及大於 70MHz 進行，用於傳送控制訊號者應遵守 IEEE C63.10 American National Standard of

Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices[240]的測試章節，而各射頻特性量測項目之測試程序如下：

(1) 在 30MHz 至 1000MHz 頻率範圍內免執照無線設備輻射發射

A. 最終輻射發射測試

使用量測設備情況下方向以及設備布置，並根據探索性輻射測試時發現的量測結果，適當調變及操作模式產生相對於限制值具有最大幅度發射量測應遵守測試安排所有程序，並按量測設備情況下發射頻段中測試的基本頻率數，對於每個模式選擇記錄最高主波發射的頻率、振幅以及頻率相對應限制值六種最高混附發射的幅度。

在設備量測情況下從 0° 旋轉到 360° ，在 1 公尺及 4 公尺之間掃描天線高度，並旋轉天線重複進行水平及垂直天線極化的量測。除非監理機關另有規定，否則應使用 CISPR 準峰值檢測器及平均檢測器。

(2) 1GHz 以上免執照無線設備的輻射發射

A. 最終輻射量測

根據初步探索性量測中發現的結果，適當調變及操作模式產生相對於限制值具有最大幅度發射量測應遵守測試安排所有程序，並按量測設備情況下發射頻段中測試的基本頻率數，對於每個模式選擇記錄最

[240] IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Device

高主波發射的頻率、振幅以及頻率相對應限制值六種最高混附發射的幅度。

在以下情況進行量測：

- 在設備量測情況下從 0° 旋轉到 360°
- 根據桌面設備、地面設備或多方向使用的設備掃描天線高度
- 旋轉天線重複量測水平及垂直方向
- 垂直天線極化：應探索電纜或電線布置的變化，測得輻射最大化

發射訊號應保持在天線 3dB 波束寬度的照明區域內，以便量測設備情況下的最大發射，可通過天線指向發射源的角度或通過測試實驗按照多方向使用的設備量測。

如一般量測所述，進行量測時應確認整個系統及靈敏度，若靈敏度不足，應使用低雜訊前置放大器、更近的量測距離、更高的天線增益、使用天線或窄頻。如果使用更近的量測距離或更高的天線增益，則量測天線的波束寬度與物理 應考慮 EUT 的尺寸，將 EUT 尺寸的物理尺寸包含在測量天線的波束寬度中；另外，在使用前置放大器時，應確定測量系統過載保護是足夠的。如果進行頻寬變化，應確定使用與規定頻寬不同的頻寬量測的發射值。在測量報告中應說明與特定測量條件的任何變化。

除非監理機關另有規定，否則應使用 CISPR 準峰值檢測器及平均檢測器的頻寬，對於脈衝波應使用脈衝發射平均值的程序。

NOTE 1：在法規為平均值和峰值檢測均規定了限制值的情況下，如果最大峰值量測值符合平均值限制值，則無需執行平均值測量。

NOTE 2：在高於 10GHz 的頻率上可能需要使用波導和柔性波導，要求的量測距離上獲得可用的訊號雜訊比。

NOTE 3 —用於 EMC 量測的典型喇叭天線的波束寬度相比，大多數引起高於 10GHz 發射的設備在物理上都較小。對於此類 EUT 和頻率，可能會通過電氣方式改變 EUT 的高度和極化，而不是改變接收天線，以最大化測得發射。

(3) 佔用頻寬測試

A. 佔用頻寬-量測程序

佔用頻寬以調變訊號的頻譜振幅寬度進行量測，振幅等級從參考值降低指定比率(或以 dB 為單位，從參考值降低到指定 dB 數)。用 dB 表示為-6dB、-20dB 及-26dB，分別對於 6dB BW、20dB BW 及 26dB BW。在佔用頻寬測試比率以-xx dB 表示。如上所述適用要求，參考值為為調變載波電平，且是調變訊號頻譜振幅的最高電平。其中要求可能為-xx dB 頻寬指定特定最大值或最小值；要求也可能指定-xx dB 頻寬完全包含在授權或指定頻段內。[241]

- 頻譜分析儀中心頻率設定為量測設備情況下通到中心頻率
- EMI 接收器或頻譜分析儀的寬度範圍應為 OBW 兩倍至五倍

[241] See 47 CFR 15.215(c) and 7.2.6 of RSS-Gen Issue 3.

- 除非適用要求另有規定，則中頻率波器頻寬(3 dB RBW)應在 OBW 的 1%至 5%範圍內，而是 VBW 約為 RBW 三倍。
- 根據設定儀器參考電平，防止訊號超線性運作的最大輸入混頻器電平。一般頻譜振幅的峰值應比頻譜儀低[10 log(OBW/RBW)]以上。
- 上述 a 至 c 可能需要反覆運算才能在指定容許誤差內進行調整
- 在選定的 RBW 處，儀器動態範圍應比-xx dB 低 10dB 以上
- 將檢測模式設定為峰值，將顯示模式設定保持最大
- 確定參考值：設定量測設備況下發送為調變載波或調變訊號，使顯示軌跡穩定，將頻譜分析儀設定為顯示軌跡最高等級(也是參考值)
- 使用[(參考值 -xx)]確定-xx dB 降低振幅，另使用儀器標記增量功能進行運算
- 如果參考值確定由未調變載波，量測設備情況下調變，清除現有量測軌跡或頻譜分析儀上啟動新的量測軌跡並新的量測軌跡穩定，否則從 g 開始的軌跡用於 j
- 放置兩個標記，一個標記於頻譜顯示振幅的最低頻率，另一個標記於最高頻率，將每個標記處等於或低於 h 中確定-xx dB 降低幅度。若標記低於-xx dB 降低的值，可能接近此值。佔用頻寬是兩個標記之間的頻率差，將標記設定為振幅最低頻率標記顯示在頻譜中，將標記處等於或低於 h 中確定-xx dB 降低幅度。重置標記增量功能並將標記移至發射另一側，直到標記增量與

參考標記振幅於同一水平，將此時的標記增量頻率數為指定發射頻寬。

- 佔用頻寬應通過量測儀器顯示螢幕提供圖與數據，圖的軸以及每格刻度單位應清楚標出。

(4) 特定設備附加測試及要求

A. 週期性運作免執照無線設備量測程序

週期性運作免執照無線設備量測程序規定一項是否符合某些法規要求方法不受傳輸週期限制的非授權無線設備。[242]例如：在 40.66MHz 至 40.70MHz 以及 70MHz 以上頻段中運作的免執照無線設備僅限於週期性操作，操作條件要求可透過製造商提供證明操作細節的描述。

為了評估週期性操作特性，使用以下程序：

- 在免執照無線設備的 RF 波型上觸發頻譜分析儀掃描時間
- 將頻譜分析儀掃描時間設定大於指定定期運作時間
- 手動啟動及停用免執照無線設備，確認在指定停用時間停止傳輸
- 記錄測試結果
- 驗證並記錄不存在定期傳輸，除非法規要求允許以輪詢或監督傳輸(包含數據)來確定系統完整性

[242] See 47 CFR 15.231 and 15.240(b).

B. 免執照無線設備週期性發射限制評估

免執照無線設備運作週期發射應滿足以下要求：

適用於基本輻射及混附輻射法規要求，提供設備發射與適當限制值進行比較的方法。[243]

a. 確定混附及基本發射

為了確定符合規定，對於免執照無線設備的規定來計算免執照無線設備基本及混附發射的限制。因此，免執照無線設備發射輻射電場應確認基本頻率及混附發射符合規定。符合規定評估過程如下：

- 識別免執照無線設備基本頻率
- 確認基本頻率沒有落在任何受限頻段內
- 對於設備基本頻率適當法規要求，在 3 公尺混附發射限制
- 量測設備的基本頻率，並使用工作週期比校正來計算發射的平均值
- 記錄結果

b. 有效限制值計算

使用熟悉的斜率公式：y=mx+b 進行線性差補法，找到頻率上有效限制值，公式如下：

$$\text{Limit}\left[\frac{\mu\text{V}}{\text{m}}\right] = Lim_{lower} + \Delta F\left[(Lim_{upper} - Lim_{lower})/(f_{upper} - f_{lower})\right]$$

[243] See 47 CFR 15.231(b).

Lim_{lower}預期工作頻段較低的限制

Lim_{upper}預期工作頻段上限的限制

f_{upper}預期工作頻段的上限頻段

f_{lower}預期工作較低的頻段

ΔF為$f_c - f_{lower}$

f_c發射訊號中心頻率

使用$[20log(\text{Limit}[\mu V/m])]$找到以 dBμV/m 為單位有效限制值。

(三) 日本

1. 測試程序

根據附表 22-1 無線電規則第 2 條第 1 款 1 項所列無線電設備的測試方法，另依據該文件所述，其不必要發射的測試程序則需依照附表 1 混附發射或不必要發射強度的測量方法，詳細相關射頻性能測試方法如下所示[244]：

[244] MIC, The Radio Use Web Site,特定無線設備、特別特定無線設備一覽表 https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/type/index.htm

(1)　佔用頻寬：

A. 量測設置：

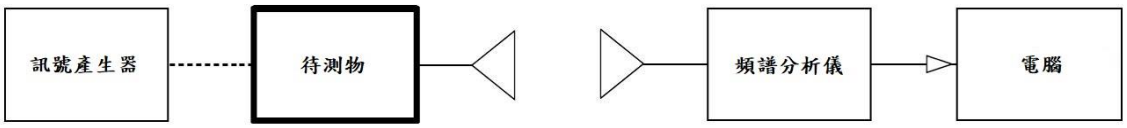


圖 138、佔用頻寬量測設置圖[245]

資料來源：ARIB(2007)

B. 測試儀器設置：

a. 頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：測試頻率
- 掃描頻率寬度：設備允許值之 2 倍至 3.5 倍
- 解析頻寬：設備法規中低於 3%允許值
- 影像頻寬：與解析頻寬相同
- 輸入訊號：載波訊號高於頻譜分析儀的噪聲訊號
- 掃描時間：確保量測準確度的最短時間
- 掃頻模式：連續掃描模式值到波形停止
- 檢測方式：峰值

[245] MIC, The Radio Use Web Site,
別表第二十二 証明規則第２条第１項第８号に掲げる無線設備の試験方法
https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/type/index.htm

- 顯示模式：保持顯示最大模式

C. 測試儀器狀態

a. 設定測試頻率以連續傳輸或連續突發傳輸進行

b. 調變訊號用標準訊號的測試訊號進行調變。當不能設定標準訊號時，使用通訊操作模式下，將佔用頻寬最大化之調變訊號。

D. 量測步驟：

a. 完成掃描後，將所有的數值都加載到計算機的數組變量中。

b. 將所有數據的 dB 值轉換為功率單位的精確數值。

c. 計算所有數據的總功率並記錄。

d. 從最低頻率開始依次進行功率積分，確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為下限頻率，記錄其數值。

e. 從最高頻率開始依次進行功率積分，確定佔總功率 0.5%的下限頻率，該頻率點為上限頻率，記錄其數值。

E. 結果的表示：

計算其佔用頻寬為（上限頻率-下限頻率），並以 MHz 單位記錄。

F. 其他

如果有調變輸入調節器，則將其設定為最大增益。

(2)　不必要發射搜索與強度量測：

A. 不必要發射之量測設置：

不必要發射之量測設置如下圖所示。

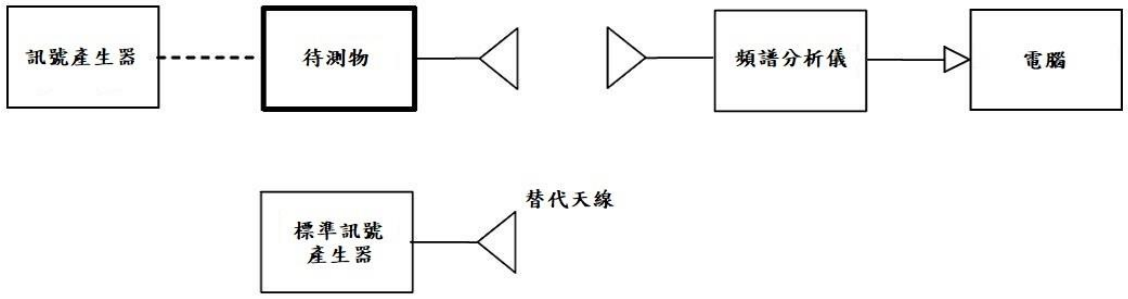


圖 139、不必要發射之量測設置圖[246]

資料來源：ARIB(2007)

B. 量測儀器的條件：

a. 搜索指定頻段外的不必要發射時頻譜分析儀的設置如下：

- 掃描頻段寬度(Span)：不必要發射之頻段
- 解析頻寬(RBW)：參考頻寬
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- 掃描時間：保證測量精度的最短時間（註）
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍

[246]別表第一 スプリアス発射又は不要発射の強度の測定方法

- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：峰值

註：在爆發波的情況下，每個樣本需要一個或多個爆發的時間。然而，為了縮短掃描時間，可以設定掃描時間，只要其等於或大於由“掃描頻率寬度(MHz)÷解析頻寬(MHz)×突發週期（秒）”所確定的時間即可。

b. 不必要發射強度量測之頻譜分析儀的設置如下：

- 中心頻率：所發現不必要發射之載波或頻率點
- 掃描頻段寬度(Span)：0 Hz
- 解析頻寬(RBW)：參考頻寬
- VBW：與解析頻寬(RBW)相同
- Y 軸刻度：10 dB /格
- 輸入訊號(dB)：最大動態範圍
- 掃頻模式：單次掃頻
- 檢波器(Detector)：Sample

C. 測試儀器狀態：

與佔用頻寬量測相同。

D. 量測步驟：

a. 使待測物設備的高度和方向與量測天線相互面對。

b. 將頻譜分析儀設定為 B，掃描搜索不必要發射的頻率。

c. 為了確定不必要發射的頻率，並提高頻譜分析儀的精確度，逐漸縮小掃描頻段寬度。

d. 於(3)中搜索不必要發射的頻率，若存在多個頻率點，則透過以下從(5)到(9)的操作來量測每個不必要發射的強度。

e. 將頻譜分析儀設定為 B，然後旋轉待測物設備以調整角度，以使不必要發射的接收功率最大化。

f. 將量測天線的離地高度更改為以待測物設備的天線為中心大約± 50 cm，並調整量測天線的方向以找到不必要發射的接收功率最大的位置，此時的量測值為 E。

g. 從工作台上取下待測物設備，將替換天線的開口設定在與待測物設備開口相同的位置，所替換標準訊號產生器發射相同頻率之無線電波的同時，旋轉所替換標準訊號產生器以調整角度，以使接收功率變為最大。

h. 以相對的待測物設備和所替換天線為中心，將量測天線的離地高度更改為以待測物設備的天線為中心大約 ± 50 cm，並調整量測天

線的方向以找到不必要發射的接收功率最大的位置，此時的量測值為 E。

i. 使用以下方程式()進行功率轉換，並計算出不必要發射的功率。不必要發射功率(dBm) ＝ PS + GS – GT – LF

PS：標準訊號產生器的輸出 (dBm)

GS：所替換天線之絕對增益 (dBi)

GT：待測物設備的絕對增益 (dBi)

LF：標準訊號產生器和所替換天線之間的功率損耗 (dB)

(3) 天線功率容許誤差

A. 天線功率容許誤差設置：

a. 使用頻譜分析儀進行功率量測設置，如下圖。

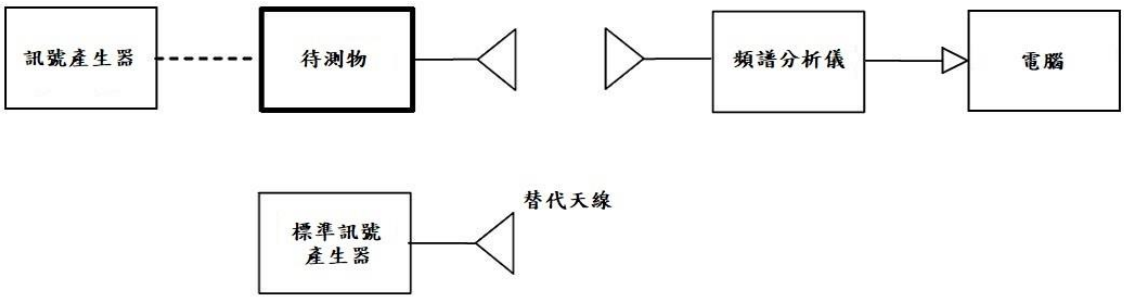


圖 140、使用頻譜分析儀進行功率量測設置圖

資料來源：ARIB(2007)

b. 直接連接到功率計的功率量測設置，如下圖。

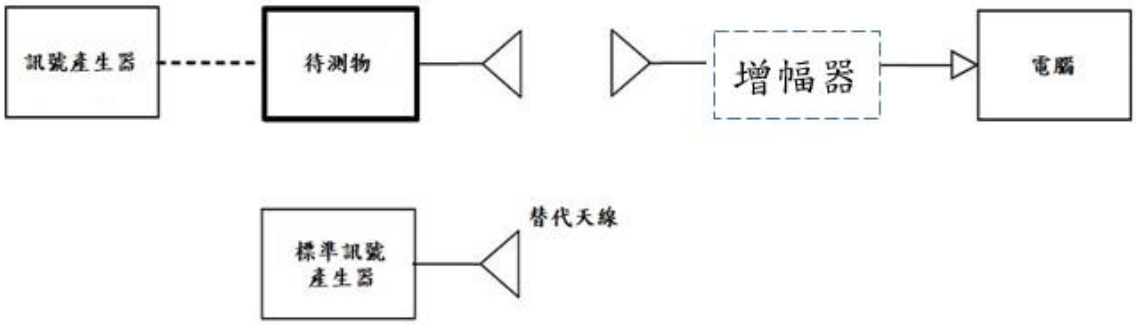


圖 141、直接連接到功率計的功率量測設置圖

資料來源：ARIB(2007)

B. 量測設置：

a. 在天線一體成型情況下搜尋最大功率時，頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：獲得第二個中心頻率
- 掃描頻率寬度：約佔用頻寬 10 倍
- 解析頻寬：1MHz
- 影像頻寬：解析頻寬 3 倍以上
- 掃描時間：確保量測準確度的最短時間
- 觸發條件：自由執行
- 掃頻模式：連續掃描
- 檢測方式：峰值

b. 若天線為整合型，將功率計連接到頻譜分析儀的 IF 點輸出端。

C. 測試儀器狀態：

a. 設置測試頻率並連續發送。

b. 用標準訊號的測試訊號進行調變。若無法設定標準訊號，請使用正常操作之調變訊號。

c. 若無法設定連續傳輸，則設定連續突發傳輸狀態。在天線一體成型情況下，可以設定搜尋最大輻射方向的發送暫停時間。

D. 量測步驟：

a. 使用頻率分析儀時：

- 根據天線功率容許誤差設定，量測天線應垂直極化，測試設備和測量天線高度及方向大致相反。
- 將頻譜分析儀設定為 B，接收天線功率最大化。
- 旋轉測試設備調整到接收功率最大化的方向。
- 將量測天線地面高度從 1 公尺調整為 4 公尺，並調整量測天線的方向找到最大功率位置。
- 從工作台上取下待測物設備，將替換天線的開口設置在與待測物設備開口相同的位置，所替換標準訊號產生器發射相同頻率之無線電波的同時，旋轉所替換標準訊號產生器以調整角度，以使接收功率變為最大。
- 旋轉備用天線調整到最大功率方向。

- 將量測天線地面高度從 1 公尺調整為 4 公尺，並調整量測天線的方向找到最大功率位置。
- 使用以下方程式計算天線功率(等效同向輻射功率)。

PO＝ PS + GS － LF

PS：標準訊號產生器的輸出 (dBm)

GS：所替換天線之絕對增益 (dBi)

LF：標準訊號產生器和所替換天線之間的功率損耗 (dB)

- 天線功率應如下：

對於連續波：透過 h 所獲得的值

對於突發波：根據 h 所獲得的值以及傳輸時間比，透過突發中的平均功率而獲得的值

$$\text{突發平均功率}=\frac{\text{透過 } h \text{ 所獲得的值}}{\text{傳輸時間率}}$$

$$\text{傳輸時間率}=\frac{\text{突發傳輸時間}}{\text{突發重複週期}}$$

- 在平均功率量測中，若突發週期長，則使用頻譜分析儀的作為獲得中心頻率並量測突發內的平均功率。
- 將量測天線設置為水平極化，重複以上步驟將最大值設為量測結果。

b. 直接連接到電錶時：

- 根據天線功率容許誤差設定，量測天線應垂直極化，測試設備和測量天線高度及方向大致相反。

- 將頻譜分析儀設定為 B，接收天線功率最大化。
- 旋轉測試設備調整到接收功率最大化的方向。
- 將量測天線地面高度從 1 公尺調整為 4 公尺，並調整量測天線的方向找到最大功率位置。
- 從工作台上取下待測物設備，將替換天線的開口設置在與待測物設備開口相同的位置，所替換標準訊號產生器發射相同頻率之無線電波的同時，旋轉所替換標準訊號產生器以調整角度，以使接收功率變為最大。
- 旋轉備用天線調整到最大功率方向。
- 將量測天線地面高度從 1 公尺調整為 4 公尺，並調整量測天線的方向找到最大功率位置。
- 使用以下方程式計算天線功率(等效同向輻射功率)。

PO＝ PS + GS － LF

PS：標準訊號產生器的輸出 (dBm)

GS：所替換天線之絕對增益 (dBi)

LF：標準訊號產生器和所替換天線之間的功率損耗 (dB)

- 天線功率應如下：

對於連續波：透過 h 所獲得的值

對於突發波：根據 h 所獲得的值以及傳輸時間比，透過突發中的平均功率而獲得的值

$$\text{突發平均功率}=\frac{\text{透過 } h \text{ 所獲得的值}}{\text{傳輸時間率}}$$

$$\text{傳輸時間率}=\frac{\text{突發傳輸時間}}{\text{突發重複週期}}$$

- 在平均功率量測中，若突發週期長，則使用頻譜分析儀的作為獲得中心頻率並量測突發內的平均功率。
- 將量測天線設置為水平極化，重複以上步驟將最大值設為量測結果。

E. 結果表示：

記錄以 μW 為單位的天線功率之絕對值，並以%的形式記錄與天線設計書中所描述的天線功率之偏差，並以(+)或(-)號表示。

(4) 二次發射限制值

A. 二次發射限制值量測設置：

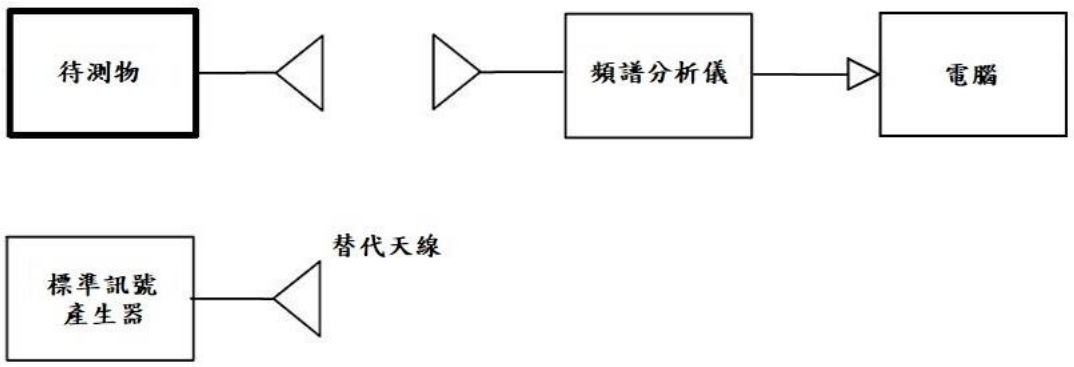


圖 142、二次發射限制值設置圖

資料來源：ARIB(2007)

B. 量測儀器的條件

a. 在搜索做為二次發射的無線電波極限(稱二次發射)時的頻譜分析儀設置如下：

- 掃描頻段寬度：搜索二次發射頻率為 30MHz 至 3GHz
- 解析頻寬：中心頻率為 1GHz 以下時為 100kHz，超過 1GHz 為 1MHz
- 影像頻寬：與解析頻寬相同
- 掃描時間：保證量測精度的最短時間
- 掃頻模式：單掃

b. 二次發射頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：搜索二次發射頻率
- 掃描頻段寬度：0Hz
- 解析頻寬：中心頻率為 1GHz 以下時為 100kHz，超過 1GHz 為 1MHz
- 影像頻寬：與解析頻寬相同
- 掃描時間：保證量測精度的最短時間
- 掃頻模式：單掃
- 檢測方式：峰值

C. 測試設備狀態：

a. 設定可以在整個時間內連續接收的狀態

b. 如果無法設定連續接收，則設定間歇性接收。在頻譜分析儀設定為 B(a)，將掃描模式設定為連續掃描，將顯示模式保持為最大化，執行測量至波形不浮動為止。透過縮小頻寬獲得二次發射頻率，在頻率分析儀設定 B(b)中將掃描頻寬設為 10MHz，將掃描模式為連續掃描，將顯示模式保持為最大化，計算等效各向同性輻射功率

D. 量測程序：

a. 搜索二次發射

- 量測天線為垂直極化，測試設備及量測天線的高度及方向大致相反
- 將頻譜分析儀設定為 B(a)，然後執行掃描以搜索二次發射

b. 二次發射水平測量

針對搜索二次發射的頻率，透過以下步驟紀錄最大值，使用以下公式量測得到該數值並量測值比法規定訂允許值低 10dB。

- 將頻譜分析儀設定 B(b)
- 旋轉量測設備，以調整為二次發射發射的接收工率最大化
- 將量測天線高度 1 公尺改為 4 公尺並調整天線二次發射接收功率最大化方向做量測

- 透過以下公式獲得二次發射功率(等效全向輻射功率 dBm)

二次發射功率=PSA-GSA + LFA-13.3 + 20log F

PSA：頻譜分析儀量測值(dBm)

GSA：絕對量測增益(dBi)

LFA：頻譜分析儀及量測天線之間的饋線損失(dB)

F：二次發射頻率(MHz)

- 若經由二次發射功率強度設備規則法規中允許值低 10dB 或更多，則獲得量測值。若不低於 10dB，請按照以下步驟獲得量測值
- 從工作台上取下待測物設備，將替換天線的開口設置在與待測物設備開口相同的位置，所替換標準訊號產生器發射相同頻率之無線電波的同時用瓦特計接收。替換天線的極化平面與量測天線的極化平面相同
- 旋轉備用天線來調整最大功率方向
- 將量測天線高度 1 公尺改為 4 公尺並調整天線二次發射接收功率最大化方向做量測
- 調整標準訊號產生器的輸出，且記錄等於 E 的功率 PS 或將 E 的差轉為接近 E 的值(±1dB 以內)並記錄 PS。
- 透過以下公式計算二次發射功率(等效各向同性輻射功率 dBm)

二次發射功率=PS + GS – LF

PS：標準訊號產生器輸出(dBm)

GS：替換天線的絕對增益(dBi)

LF：標準訊號產生器極備用天線之間的饋線損失(dB)

c. 偏振面的變化

將量測天線設置為水平極化，重複 a 與 b 步驟將最大值為量測結果。

E. 結果的表示

在低於 1GHz 頻率下，應以 Nw/100kHz 為單位；在高於 1GHz 頻率上，應以 nW/MHz 為單位。

F. 其他

a. 當從外部測試設備發出控制訊號以設定連續接收狀態時，確認再 30MHz 或更高的量測頻率範圍內，從外部測試設備發出的訊號不超過設備規定中指定允許值

b. 若設備為不帶接收器的單向通訊系統，則不測二次發射

c. 若無法指定測試設備天線的極化平面，則在測量值上增加 3dB 並將作為量測結果

d. 當無法將測試設備設定為連續發射時，間歇接收時間短，並將測試設備間歇接收週期設定為最短，確保量測準確度。每項設備至少量測一個週期將可量測分析儀的掃描時間。

e. 在天線一體成形情況下，僅執行 B(b)項代替電源電壓波動測試狀態下，第一次量測結果比設備法規中指定的允許值低 10dB 或更多，可以省略第二次及第三次量測。

f. 若量測設備無法連續接收，可將設備設定為間歇接收，但在 B(a)中將掃描模式設定為連續掃描，將顯示模式設定為最大化且執行量測直到波形不動為止。在 B(a)中，將掃描頻段寬度設定約

10MHz，將掃瞄模式設定連續掃描並顯示模式設定最大化，透過D(b)的公式計算二次發射功率作為量測值。

(5) 控制傳輸時間

A. 量測設置：

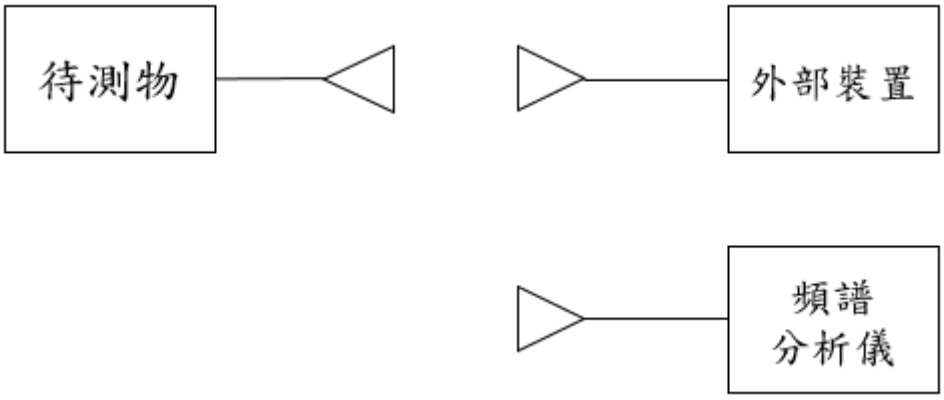


圖 143、控制傳輸時間量測設置圖

資料來源：ARIB(2007)

B. 測量儀器的條件：

a. 頻譜分析儀設置如下：

- 中心頻率：測試頻率
- 掃描頻寬：0Hz
- 解析頻寬：約 1MHz
- 影像頻寬：與解析頻寬相同
- 掃描時間：約 10 秒(手動發射約 100 秒)

- 掃頻模式：單掃
- 檢測方式：正峰

C. 測試設備狀態：

a. 設定測試頻率，可以接收外不測試設備的啟動訊號

b. 使用外部測試設備設定最大傳輸時間及最小傳輸暫停時間

c. 在手動發送或未從外部測試設備接收控制情況下，設定發送時間最大的狀態及發送暫停時間最小狀態

D. 測試程序：

a. 進行定期傳輸的無線電設備

- 若無線設備從外部測試設備接收到激活訊號時發出無線電波，請使用頻譜分析儀確認已接收到激活訊號並發射無線電波
- 對於沒有外部測試設備的啟動訊號情況下，發出無線電波的無線電設備，請使用頻譜分析儀確認是否正在發射無線電波
- 量測最大傳輸時間及最小暫停時間

b. 不進行定期傳輸的無線電設備

- 使用頻譜分析儀確認手動操作或從外部測試設備接收到啟動訊號時發出無線電波
- 手動操作或外部測試設備接收一次啟動訊號，來量測最大傳輸時間。另，請確保無線電波的發射時間不超過最大允許傳輸時間

E. 結果的表示

以 s 或 ms 為單位描述所量測的最大傳輸時間及最小暫停時間，以上情況下，不進行週期性發送的無線設備情況下，描述不執行週期性發送而不是暫時發送暫停時間的量測值。

F. 其他

若解析時間不足，可以使用視訊觸發器量測掃描時間，以便知道最大傳輸時間及最小暫停時間。

(四)　韓國

1.　測試程序

A. 最大頻率偏移

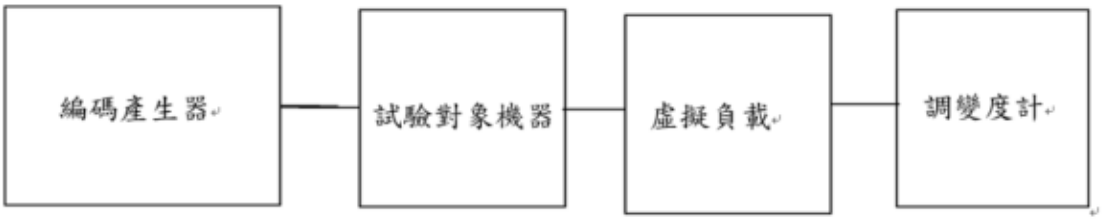


圖 144、最大頻率偏移設置圖

資料來源：KS X3123：2019

a. 將試驗對象機器施加標準編碼規定的調變後進行運作

b. 將調變輸入更改為合計標準輸入水準(－20dB~＋30dB)時，求出頻率偏移的最大值(＋側及－側)

B. 佔用頻寬

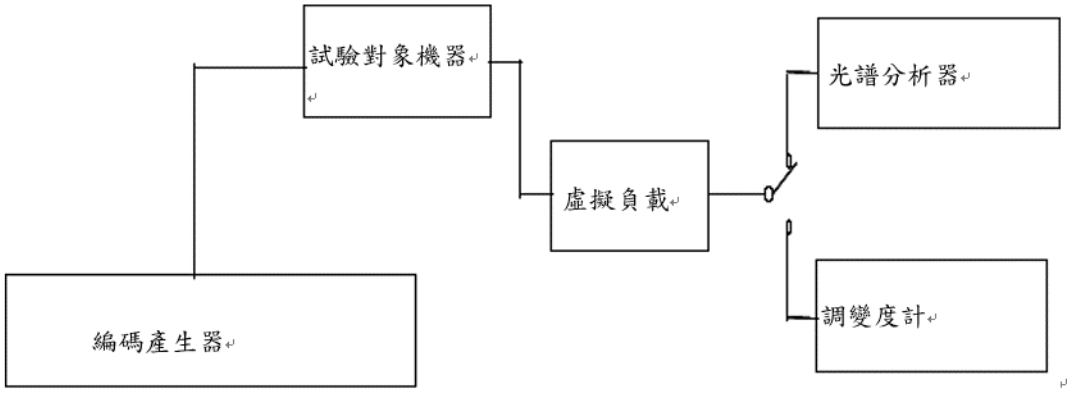


圖 145、佔用頻寬設置圖

資料來源：KS X3123：2019

a. 在此條件下運作對象機器，並使用頻譜分析器的佔有頻寬測量功能進行測量。若頻譜分析器並未內建佔有頻寬測量功能，則執行下列各階段的程序：(一般為透過電腦介面的程式)

b. 測量各取樣點的電力，並根據掃描次數取平均值

c. 求出各取樣點電力的總合(以下簡稱「全電力」)

d. 從上限取樣點中，按照順序加總電力並算出總和後，求出總和佔全電力 0.5%取樣點的頻率(以下簡稱「上限頻率」)。

e. 從下限取樣點中，按照順序加總電力並算出總和後，求出總和佔全電力 0.5%取樣點的頻率(以下簡稱「下限頻率」)。

f. 求出上限頻率和下限頻率的差

g. 將試驗對象機器設定為規定的調變度(規定的調變輸入功率水準)

h. 以下套用 a-f

C. 頻段區域不必要發射

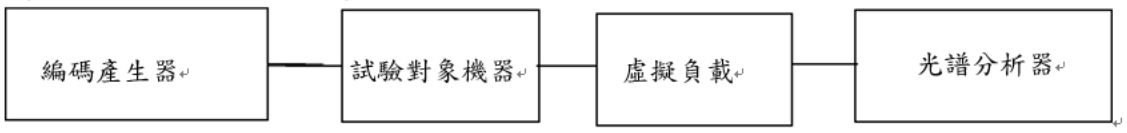


圖 146、頻段區域中不必要發射

資料來源：KS X3123：2019

a. 將頻譜分析器設定如下

表 247、頻譜分析儀設定

中心頻率	載波頻率
掃描頻幅	必要頻寬的 7 倍
解析寬頻	必要頻寬的 50 分之 1 上下
影像寬頻	300 Hz 以下
檢測模式	峰值檢測(peak detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描次數	10 次以上

資料來源：KS X3123：2019

b. **將**試驗對象機器在無調變情況下運作，此時頻譜分析器的測量值(基準電力)為 P0，若試驗對象機器無法在無調變情況下運作，則測量檢驗頻道的平均電力，並使用基準電力(P0)。

c. 輸入調變信號 1250 Hz 的正弦波，將試驗對象機器調變為最大頻率偏移的 60 %，並測量此狀況下的調變輸入功率。

d. 將低頻振盪器轉換為聲音信號分析器，調變輸入功率則為較 a 中取得值，高出 10dB 的值

e. 在切斷調變輸入功率的條件下運作試驗對象機器，使用頻譜分析器測量載波的電力(基準電力:P0)。

f. 若為傳送數據資訊的裝置，則使用脈衝編碼產生器，產生最大發信速度的標準編碼信號，並向試驗對象機器施加後維持規定的調變度。

- **移動加入無線電話裝置的監測音頻頻率偏移為±2kHz，信號音的頻率偏移則為±8kHz**
- **使用編碼分割的多重連接方式時，則為標準 CDMA 信號**

g. 若為傳送數據資訊的裝置，則使用脈衝編碼產生器產生最大發信速度的標準編碼信號，並向試驗對象機器施加後維持規定的調變

度。若為內建調變信號的機器，則將內建調變信號源設定為最大發信速度。

h. 從必要頻寬的終端至規定的偏離頻率(一般為必要頻寬 250%的偏離頻率)之間，確認各頻率的電力是否在核可值範圍之內。

D. 混附區域不必要發射強度

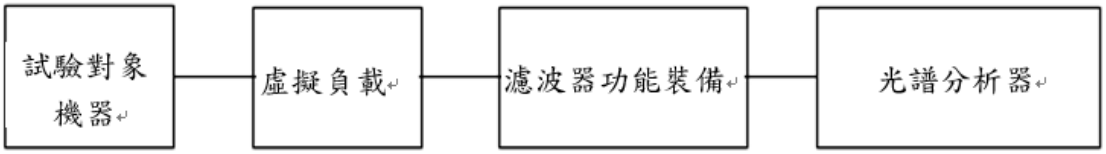


圖 147、混附區域不必要發射強度

資料來源：KS X3123：2019

a. 試驗對象機器以無調變狀態運作，調整可變容量，並將基本波輸出功率設定為最大後測量。

b. 頻譜分析器設定如下：

表 248、頻譜分析儀設定

中心頻率	載波頻率
掃描頻幅	設定頻率可在 3 次諧波和 3 諧波之間調整。
解析寬頻	根據監測頻率，設定為基準頻寬以上： 9 kHz ~ 150 kHz: 1 kHz 150kHz~30MHz:10kHz

	30MHz~1GHz:100kHz 超過 1GHz :1MHz 太空業務用:4kHz
影像寬頻	解析頻寬的 3 倍以上 (一般為自動模式)
檢測模式	峰值檢測(peak detect)模式
標示模式	維持最大值 (Max Hold)模式
掃描次數	10 次以上

資料來源：KS X3123：2019

c. 若為 J3E 電波的情況，則將試驗對象機器設定為 1400Hz 正弦波信號、80%調變條件(對於發信器的輸出功率，施加額定輸出功率 80%的調變輸入功率條件) 。

d. 若為 H3E 電波的情況，則將試驗對象機器設定為 1400Hz 正弦波信號、80%調變條件(使用頻譜分析器比較邊帶和載波的振幅，並將調變條件設定在邊帶振幅為載波振幅 80%的情況)。

e. 除了上述條件之外，若為技術基準或標準有另外規定的情況，則遵循該規定。

f. 使用頻譜分析器，測量雜亂領域不必要發射的電力。

- 將頻譜分析器的測量頻率頻寬(SPAN)，設定為 ITU-R SM.329 中規定的全體範圍後，測量雜亂領域不必要發射的最大值。
- 在必要的情況下，將頻譜分析器的中心頻率設定為不必要發射頻率的最大值，並藉由降低測量頻寬，進行精密的測量。

若技術基準中的基本波電力是以相對值規定的情況，則求出基本波電力和雜亂領域不必要發射測量值的相對值，若雜亂領域不必要發射是以絕對值規定的情況，則紀錄不必要發射的測量值。

(五) 中國大陸

1. 測試程序

中國至今並無低功率射頻設備（「微功率（短距離）無線電設備的技術要求－信部無[2019]52 號」）的測試方法，而現今中國短距離低功率無線電設備的測試報告亦遵守 ETSI EN 300 220-1 以及 ETSI EN 300 220-2 測試流程，詳細請見歐洲章節中的測試流程章節。

六、 Wi-Fi 6E

(一) 美國

1. 工作週期（Duty Ratio, D），傳輸持續時間（transmission duration, T）和最大功率控制值（maximum power control level）

應使用以下程序確定 U-NII 設備工作週期，傳輸持續時間和最大功率控制值：[247]

所有的測量均應在被測設備以其最大功率控制值的情況下，並以100%的工作週期傳輸時進行，但如果無法達到 100%的工作週期，則

[247] American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices. C63.10.

每種測試工作模式都需要對工作週期(D)和最大功率傳輸持續時間(T)進行測量：

- T 是指發射機處於開啟狀態，並以其最大功率控制值進行傳輸，以進行測試操作模式的最短傳輸持續時間。
- 工作週期(D)是指發射機打開，並以其最大功率控制值進行傳輸時間的一部分。
- 最大功率控制值的目的是區分被測設備的工作功率值和某些調變類型（例如正交幅度調變（quadrature amplitude modulation, QAM））出現各種信號（symbols）功率值之間的差異。
- 在測試期間，被測設備不需要以最高信號功率值連續發射，而是其應發射所有信號，並應以被測設備的最高功率控制值進行傳輸。

工作週期和傳輸持續時間的測量應使用以下技術之一來進行：

- 二極管檢測器（diode detector）和示波器（oscilloscope）一起具有足夠短的響應時間，以精確測量發射信號的 ON 和 OFF 時間。
- 如果頻譜掃描儀（spectrum analyzer）或電磁干擾（Electro Magnetic Interference, EMI）接收機上的響應時間和間隔足以允許精確測量發射信號的 ON 和 OFF 時間，則為零跨度模式(zero-span mode）：
  - 將儀器的中心頻率設置為傳輸的中心頻率。

- 盡可能設置 RBW≥ 發射頻寬（emission bandwidth, EBW），否則將 RBW 設置為最大可用值。
- 設置 VBW≥RBW。
- 設置檢測器=峰值。
- 除非 RBW 和影像頻寬 VBW 均大於 50/T，並且持續時間 T 的掃描點數超過 100，否則不得使用零跨度測量方法。VBW 或 RBW 限制為 3 MHz，如果 T≤16.7 μs，則不應使用零跨度測量工作週期。

2. 最大傳導輸出功率

根據以下條件選擇正確的測試方法：

（A）如果滿足以下任一條件，則應採用方法 SA-1 或 SA-1A（替代）：

- 被測設備連續發射（或 D≥98%）。
- 觸發掃頻（sweep triggering）的實現方式是在設備以最大功率控制值進行傳輸時，將每次儀器掃頻的持續時間作平均。如果掃頻的持續時間等於或小於每次發射的持續時間 T，以及被測設備在整個傳輸持續時間顯示全功率，則通常可以透過觸發頻譜分析儀的掃頻來實現此條件。

（B）如果不能達到前述（A）的條件，並且在測量期間發射顯示出恆定的工作週期，則應採用方法 SA-2 或 SA-2A（替代）。如果偏差小於±2%，則工作週期被認為是恆定的。

（C）如果不能符合前述（A）和（B）的條件，則應採用方法 SA-3 或 SA-3A（替代）。

(1) 方法 SA-1

方法 SA-1 隨著被測設備在每次掃頻期間均以全功率發射的情況下，使用軌跡平均法（trace averaging），此方法的過程如下：

- 設置跨度(span)以涵蓋整個 26 dB 發射頻寬(emission bandwidth, EBW）或 99%OBW 的信號。
- 設置 RBW= 1 MHz。
- 設置 VBW≥ 3 MHz。
- 掃描點數≥[2x跨度/RBW]。（如此使窗口（bin）到窗口的間隔≤RBW/2，因此窄頻信號不會在頻率窗口之間遺失。）
- 掃描時間=自動。
- 檢測器= RMS（功率平均）（如果有）。否則，請使用樣品檢測器模式。
- 如果發射工作週期<98%，請使用影像觸發器（video trigger），並設定觸發值能達到觸發全功率脈衝（full power pulses）。在每次掃頻的過程中，發射機應以最大功率控制值進行工作，如果被測設備連續發射信號或工作週期≥98%，並且如果每次發送信號完全處於最大功率控制值，則應將觸發器設置為自由運作（free run）。

- 在功率平均（RMS）模式下，軌跡平均至少需要 100 條軌跡。
- 使用儀器的頻譜功率測量功能，透過對 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99% OBW 上的頻譜進行積分來計算功率，其頻段限制設置為等於 EBW 或 OBW 頻段邊緣。如果儀器不具有頻段功率功能，則以 1 MHz 的間隔將頻譜值（以功率為單位）求和，該頻譜範圍將橫跨 26 dB EBW 或 99%OBW 的頻譜。

(2) 方法 SA-1A（替代）

方法 SA-1A 使用慢速掃頻的 RMS 檢測，並且被測設備以全功率連續發射。此方法的過程如下：

- 設置跨度(span)以涵蓋整個 26 dB 發射頻寬(emission bandwidth, EBW）或 99%OBW 的信號。
- 設置 RBW= 1 MHz。
- 設置 VBW≥ 3 MHz。
- 掃描點數≥[2x跨度/RBW]。（如此使窗口（bin）到窗口的間隔≤RBW/2，因此窄頻信號不會在頻率窗口之間遺失。）
- 手動設置掃描時間≥[10x(掃頻點數)x(發送信號的信號週期)]，但不小於自動默認的掃頻時間。
- 檢測器= RMS（功率平均）。
- 被測設備應以 100%的工作週期運作。

- 執行一次單一掃描。
- 使用儀器的頻譜功率測量功能，透過對 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99% OBW 上的頻譜進行積分來計算功率，其頻段限制設置為等於 EBW 或 OBW 頻段邊緣。如果儀器不具有頻段功率功能，則以 1 MHz 的間隔將頻譜值（以功率為單位）求和，該頻譜範圍將橫跨 26 dB EBW 或 99%OBW 的頻譜。

(3) 方法 SA-2

方法 SA-2 使用被測設備在傳輸 ON 和 OFF 的時間之間的軌跡平均，然後進行工作週期校正。此方法的過程如下：

- 測量發射機輸出信號的工作週期 D。
- 設置跨度(span)以涵蓋整個 26 dB 發射頻寬(emission bandwidth, EBW）或 99%OBW 的信號。
- 設置 RBW= 1 MHz。
- 設置 VBW≥ 3 MHz。
- 掃描點數≥[2x跨度/RBW]。（如此使窗口（bin）到窗口的間隔≤RBW/2，因此窄頻信號不會在頻率窗口之間遺失。）
- 掃描時間=自動。
- 檢測器= RMS（功率平均）（如果有）。否則，請使用樣品檢測器模式。

- 請勿使用掃頻觸發。允許掃描設置為自由運作（free run）。
- 在功率平均（RMS）模式下，軌跡平均至少需要 100 條軌跡。但要平均的軌跡數量應根據需要增加到 100 條以上，以使該平均值準確地代表發射機的 ON 和 OFF 期間的真實平均值。
- 使用儀器的頻譜功率測量功能，透過對 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99% OBW 上的頻譜進行積分來計算功率，其頻段限制設置為等於 EBW 或 OBW 頻段邊緣。如果儀器不具有頻段功率功能，則以 1 MHz 的間隔將頻譜值（以功率為單位）求和，該頻譜範圍將橫跨 26 dB EBW 或 99%OBW 的頻譜。
- 在測量的功率上加上[10 log（1/D）]，其中 D 是工作週期，以計算實際傳輸時間內的平均功率（因為測量值代表該設備的 ON 和 OFF 時間的平均值）。例如，如果工作週期為 25%，則添加[10 log（1/0.25）] = 6 dB。

(4) 方法 SA-2A（替代）

方法 SA-2A 使用慢速掃頻的 RMS 檢測，並且隨著每個頻譜窗口（bin）平均橫跨被測設備傳輸 ON 和 OFF 的時間，然後進行工作週期校正。此方法的過程如下：

- 測量發射機輸出信號的工作週期 D。
- 設置跨度（span）以涵蓋整個 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99%OBW 的信號。

- 設置 RBW= 1 MHz。
- 設置 VBW≥ 3 MHz。
- 掃描點數≥[2x跨度/RBW]。（如此使窗口（bin）到窗口的間隔≤RBW/2，因此窄頻信號不會在頻率窗口之間遺失。）
- 手動設置掃描時間≥[10x（掃頻點數）x（發送信號的總 ON / OFF 週期）]。
- 檢測器= RMS（功率平均）。
- 執行一次單一掃描。
- 使用儀器的頻譜功率測量功能，透過對 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99% OBW 上的頻譜進行積分來計算功率，其頻段限制設置為等於 EBW 或 OBW 頻段邊緣。如果儀器不具有頻段功率功能，則以 1 MHz 的間隔將頻譜值（以功率為單位)求和，該頻譜範圍將橫跨 26 dB EBW 的頻譜。
- 在測量的功率上加上[10 log（1/D）]，其中 D 是工作週期，以計算實際傳輸時間內的平均功率（因為測量值代表該設備的 ON 和 OFF 時間的平均值）。例如，如果工作週期為 25%，則添加[10 log（1/0.25）] = 6 dB。

(5) 方法 SA-3

方法 SA-3 使用最大 RMS 檢測，此方法的過程如下：

- 設置跨度(span)以涵蓋整個 26 dB 發射頻寬(emission bandwidth, EBW）或 99%OBW 的信號。
- 設置 RBW= 1 MHz。
- 設置 VBW≥ 3 MHz。
- 掃描點數≥[2x跨度/RBW]。（如此使窗口（bin）到窗口的間隔≤RBW/2，因此窄頻信號不會在頻率窗口之間遺失。）
- 掃描時間≤[（掃描點數）xT]，其中每次發射的持續時間為 T。如果掃描時間小於儀器的自動掃描時間，則不得使用方法 SA-3A。（此步驟的目的是使每個 bin 中的平均時間小於或等於傳輸的最短時間。）。
- 檢測器= RMS（功率平均）。
- 追蹤模式=最大保持（max hold）。
- 根據需要允許最大值至少持續 60 秒或更長時間，以使軌跡穩定。
- 使用儀器的頻譜功率測量功能，透過對 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99% OBW 上的頻譜進行積分來計算功率，其頻段限制設置為等於 EBW 或 OBW 頻段邊緣。如果儀器不具有頻段功率功能，則以 1 MHz 的間隔將頻譜值（以功率為單位)求和，該頻譜範圍將橫跨 26 dB EBW 的頻譜。

(6) 方法 SA-3A（替代）

方法 SA-3A 使用降低的 VBW（最大保持），此方法的過程如下：

- 設置跨度(span)以涵蓋整個 26 dB 發射頻寬(emission bandwidth, EBW）或 99%OBW 的信號。
- 掃描設置為自由運作（free run）。
- 設置 RBW= 1 MHz。
- 設置 VBW≥ 1/T，其中每次發射的持續時間為 T。
- 掃描點數≥[2x跨度/RBW]。（如此使窗口（bin）到窗口的間隔≤RBW/2，因此窄頻信號不會在頻率窗口之間遺失。）
- 掃描時間=自動。
- 檢測器=峰值。
- 如果可能，應將影像過濾（Video filtering）應用於平方電壓（voltage-squared）或功率信號（例如 RMS 模式），否則應將其設置為在線性電壓信號上運作（這可能需要使用線性顯示模式（linear display mode））。日誌模式（Log mode）不得使用：
  - 在某些儀器上，透過將平均 VBW 型式(average-VBW type）設置為 Power 或 RMS，可以選擇首選的平方電壓模式（voltage-squared mode）。
  - 如果 RMS 模式不可使用，則在部分分析儀（analyzers）上，透過將顯示模式設置為線性來選擇線性電壓模式。其他儀器

的平均 VBW 型式（average-VBW type）都可設置為電壓（voltage），而不管顯示模式如何。

- 追蹤模式=最大保持（max hold）。
- 根據需要，允許最大保持運作至少 60 秒或更長時間，以使軌跡穩定。
- 使用儀器的頻譜功率測量功能，透過對 26 dB 發射頻寬（emission bandwidth, EBW）或 99% OBW 上的頻譜進行積分來計算功率，其頻段限制設置為等於 EBW 或 OBW 頻段邊緣。如果儀器不具有頻段功率功能，則以 1 MHz 的間隔將頻譜值（以功率為單位）求和，該頻譜範圍將橫跨 26 dB EBW 或 99%OBW 的頻譜。
- 如果使用線性模式，則在最終結果中增加 1 dB，以補償線性平均（linear averaging）和功率平均（power averaging）之間的差異。

3. 發射頻寬

發射頻寬測試方法的過程如下：

- 設置 RBW =發射頻寬的大約 1%。
- 設置 VBW> RBW。
- 檢測器=峰值。
- 追蹤模式=最大保持（max hold）。

- 測量比發射峰值低 26 dB 處的發射最大頻寬。將此與儀器的 RBW 設置進行比較，重新調整 RBW，並重複測量直到 RBW/EBW 的比率約為 1%為止。

注：頻譜分析儀或 EMI 接收機的自動頻寬測量功能可以被配置，如果它實現前面各項描述的功能，則使用此方法。

4. 峰值 PSD

儘管某些法規要求參考峰值 PSD，但在某些情況下，其目的是在連續傳輸期間測量功率頻譜密度平均時間的最大值。此方法的過程如下：

- 為被測設備運作模式創建平均功率頻譜（average power spectrum），依上述第（2）小節的方法以使用頻譜分析儀或 EMI 接收機測量最大傳導輸出功率，也就是說，選擇適當的測試方法（SA-1，SA-2，SA-3 或它們各自的替代方法），並將其應用於（但不限於）標有“計算功率……（Compute power…）”的步驟。
- 使用儀器上的峰值搜尋功能找到頻譜的峰值。
- 對頻譜的峰值進行以下調整（如果適用）：
  - 如果使用方法 SA-2 或 SA-2A，則將[10 log（1/D）]添加到頻譜的峰值，其中 D 是工作週期。
  - 如果使用方法 SA-3A，並且使用線性模式，則在最終結果中增加 1 dB，以補償線性平均和功率平均之間的差異。
- 則結果是峰值 PSD。

- 上述的方法過程要求使用 1 MHz 的 RBW，以符合某些監管機關指定的 1 MHz 測量帶寬。如果有標註”整合以顯示測量頻寬的總功率（provided that the measured power is integrated to show the total power over the measurement bandwidth）”（即 1 MHz），則該要求允許使用小於 1 MHz 的 RBW。如果使用降低的 RBW，並在 1 MHz 頻寬上整合進行測量，則對過程進行以下調整：
  - 設置 RBW≥1/T，其中 T 是指發射機處於開啟狀態，並以其最大功率控制值進行傳輸，以進行測試操作模式的最短傳輸持續時間。
  - 設置 VBW≥[3×RBW]。
  - 應注意在連續傳輸期間進行測量，或在工作週期上進行校正。

5. 不必要發射測量（Unwanted emissions measurement）

對於高於 1000 MHz 的傳導測量，應計算 EIRP，然後應按以下方法計算場強：

- E [dB μ V/ m] = EIRP [dBm]-20 log（d [m]）+ 104.77，其中 E 是場強，d 是適用要求中指定場強限值的距離。
- 如果 d = 3 公尺，E [dB μ V/ m] = EIRP [dBm] + 95.2

如果執行輻射測量，則將場強轉換為 EIRP，如以下公式：

- EIRP = $(Ed)^2 / 30$，其中：
- E 是場強，單位為 V/m。
- d 是以 m 為單位的測量距離。
- EIRP 是等效各向同性（equivalent isotropically）輻射功率，單位為 W。

若以 dB 為單位，則使用以下公式：

- EIRP [dBm] = E [dB μ V/ m] 20log（d [m]）− 104.77
- 如果 d 為 3 mm，則公式如下：

  EIRP [dBm] = E [dB μ V/ m] − 95.2 EIRP [dBm] = E [dB μ V/ m] − 95.2

(1) 工作週期

被測設備工作週期的不必要發射要求如下：

- 除以下一步驟所述之外，應將被測設備配置或修改為連續發射，目的是在 100％工作週期情況下進行測試。但是如果被測設備有振幅控制（amplitude control）的需求，則允許將工作週期略微降低（不低於 98％）。製造商應向測試實驗室提供軟體，以允許此種連續發射模式。

- 如果因為被測設備的硬件限制（例如過熱），而無法實現連續傳輸（或至少 98%的工作週期），則需要在測試和報告程序中添加以下內容：
  - 被測設備必須配置為以最大可達到的工作週期進行工作。
  - 測量發射機輸出信號的工作週期 D。
  - 調整測試程序（例如增加測試時間和平均軌跡數量），應按照指定的程序進行。
  - 測試報告應包括以下附加資訊：
    - 工作週期限制的原因。
    - 測試所達到的工作週期，以及相關的傳輸持續時間和傳輸間隔。
    - 在最大保持（max-hold）測量期間，用於峰值發射測試的掃描時間（sweep time）和軌跡穩定（trace stabilization）所需的時間。
- 考量工作週期以降低測得的發射振幅（emission amplitude）值是不被允許的。符合性的判定是基於傳輸過程中發生的發射值，也就是說，其不是依據發射機 ON 和 OFF 時間的平均值。

(2) 輻射最大化

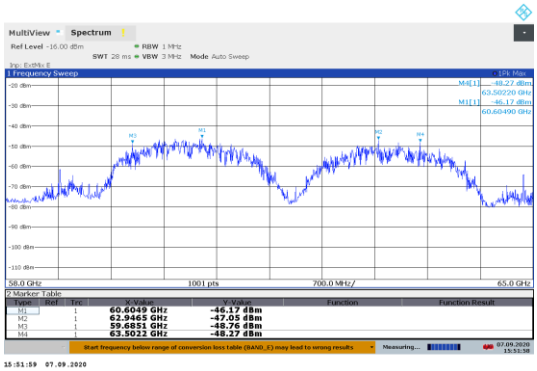
對於所有輻射發射測試，測量時須對應於每個測量最大發射值的方向。

(3)　頻段邊緣（band edge）測量

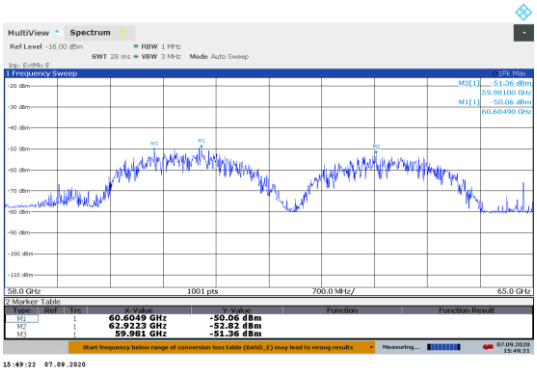
可以使用標記增量（marker-delta）或積分（integration）的方法測量在頻段邊緣 2 MHz 以內的不必要發射，前提是 99%占用頻寬的邊緣位於頻段邊緣的 2 MHz 之內，否則所有不必要的發射測量均應使用標準的方法進行。

附錄二、互動式干擾實驗相關量測數據

一、　XR 700 主波發射量測圖



(a) XR 700 主波水平極化

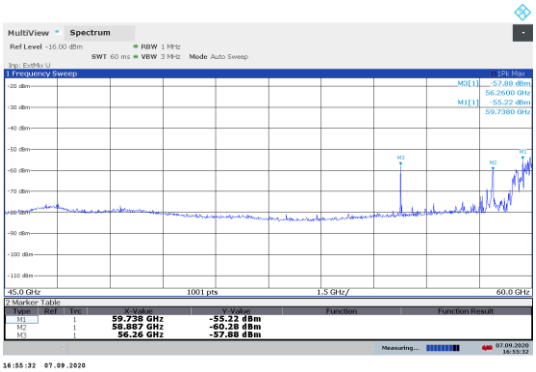


(b) XR 700 主波水平極化

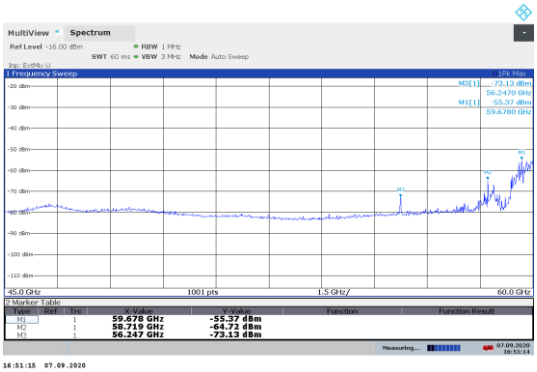
圖 148、XR 700 主波發射量測圖

資料來源：本研究整理

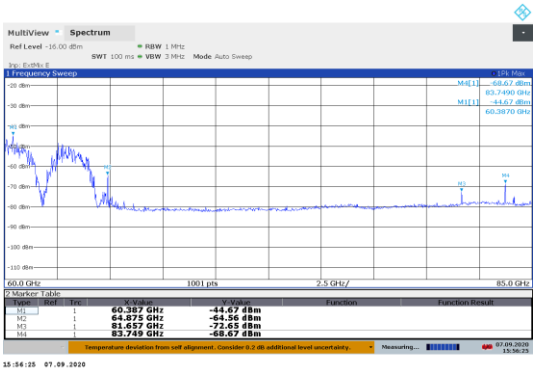
二、　XR 700 帶外發射量測圖



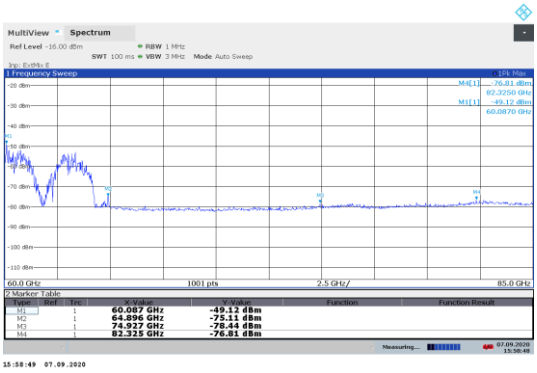
(a) XR 700 @ 45~60 GHz 帶外發射水平極化



(b) XR 700 @ 45~60 GHz 帶外發射垂直極化



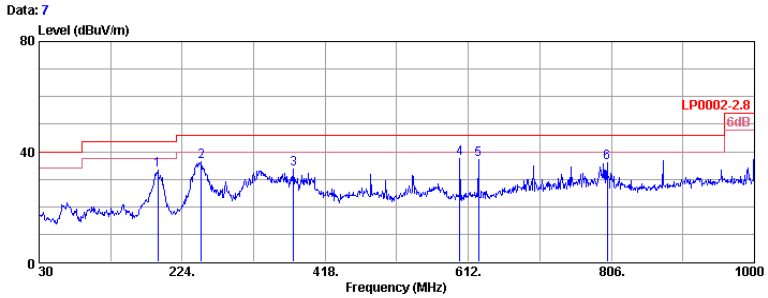
(c) XR 700 @ 60~85 GHz 帶外發射水平極化



(d) XR 700 @ 60~85 GHz 帶外發射垂直極化

圖 149、XR 700 帶外發射量測圖

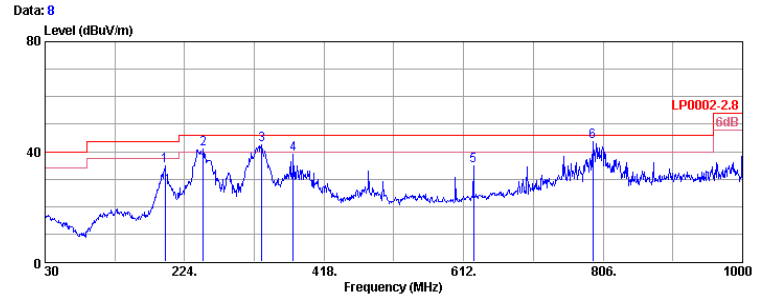
資料來源：本研究整理



Condition : LP0002-2.8 3m VERTICAL
eut : XR700
memo :

		Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
		MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1		191.02	45.79	-12.61	33.18	43.50	-10.32	Peak	---	---
2		250.19	46.00	-9.71	36.29	46.00	-9.71	Peak	---	---
3		375.32	39.89	-6.21	33.68	46.00	-12.32	Peak	---	---
4	@	600.36	40.63	-3.09	37.54	46.00	-8.46	Peak	---	---
5		625.58	39.25	-1.98	37.27	46.00	-8.73	Peak	---	---
6		800.18	36.31	-0.25	36.06	46.00	-9.94	Peak	---	---

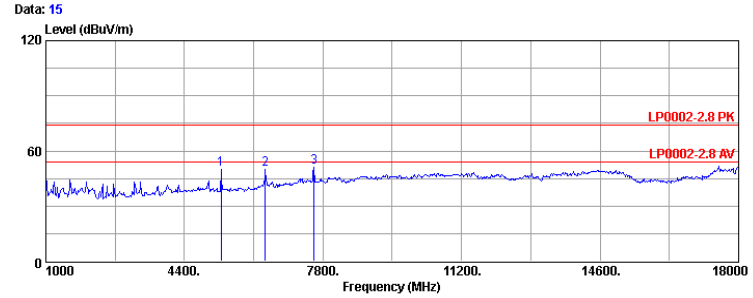
(a) XR 700 below 1 GHz (Vertical)



Condition : LP0002-2.8 3m HORIZONTAL
eut : XR700
memo :

		Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
		MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1		196.84	46.89	-12.23	34.66	43.50	-8.84	Peak	---	---
2	!	250.19	50.53	-9.71	40.82	46.00	-5.18	Peak	---	---
3	!	331.67	49.64	-7.28	42.36	46.00	-3.64	Peak	---	---
4		375.32	45.42	-6.21	39.21	46.00	-6.79	Peak	---	---
5		625.58	36.99	-1.98	35.01	46.00	-10.99	Peak	---	---
6	@	791.45	44.00	-0.28	43.72	46.00	-2.28	Peak	---	---

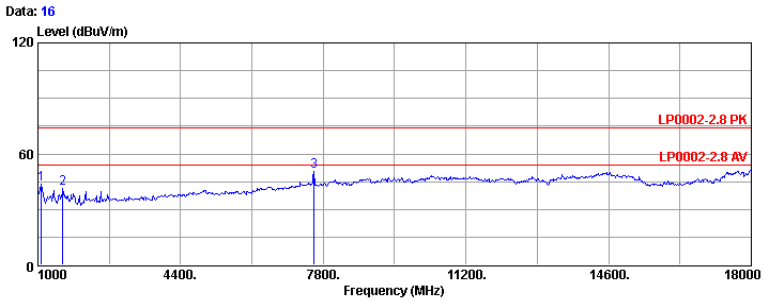
(b) XR 700 below 1 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002-2.8 PK 3m VERTICAL
eut : XR700
memo :

		Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
		MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1		5301.00	64.63	-14.92	49.71	74.00	-24.29	Peak	---	---
2		6389.00	62.58	-12.86	49.72	74.00	-24.28	Peak	---	---
3	@	7579.00	61.46	-10.33	51.13	74.00	-22.87	Peak	---	---

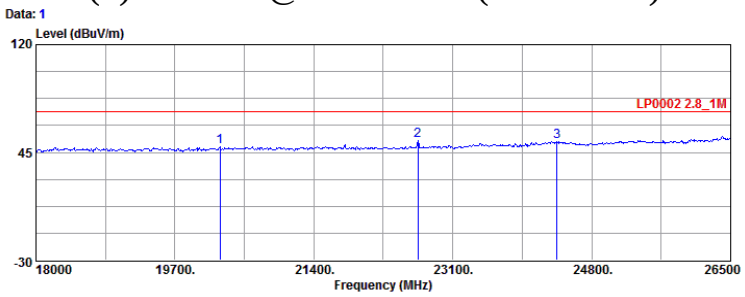
(c) XR 700 @ 1~18 GHz (Vertical)



Condition : LP0002-2.8 PK 3m HORIZONTAL
eut : XR700
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	1085.00	68.75	-25.26	43.49	74.00	-30.51	Peak	---	---
2	1595.00	65.10	-23.83	41.27	74.00	-32.73	Peak	---	---
3 @	7579.00	61.05	-10.33	50.72	74.00	-23.28	Peak	---	---

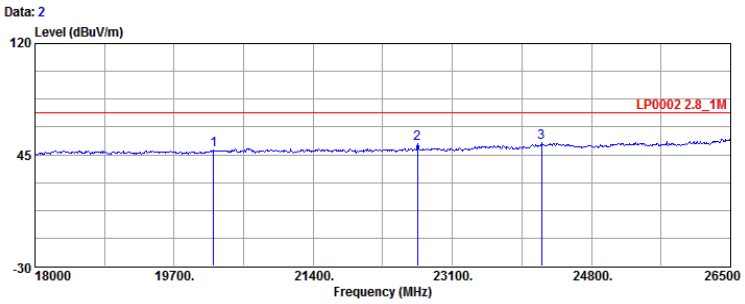
(d) XR 700 @ 1~18 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m VERTICAL
eut : XR700
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	20252.50	39.46	9.20	48.66	73.06	-24.40	Peak	---	---
2 @	22675.00	40.90	12.29	53.19	73.06	-19.87	Peak	---	---
3	24375.00	37.69	14.94	52.63	73.06	-20.43	Peak	---	---

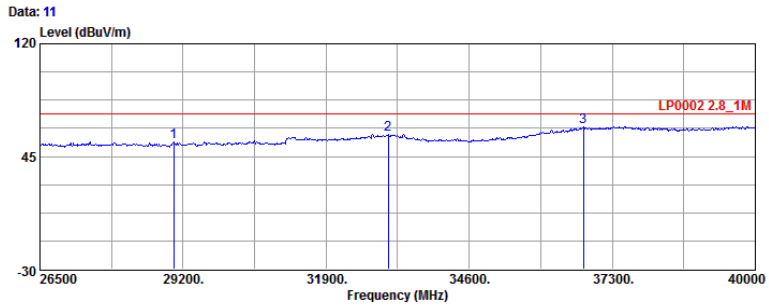
(e) XR 700 @ 18~26.5 GHz (Vertical)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m HORIZONTAL
eut : XR700
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	20184.50	38.81	9.14	47.95	73.06	-25.11	Peak	---	---
2	22675.00	40.50	12.29	52.79	73.06	-20.27	Peak	---	---
3 @	24188.00	38.36	14.69	53.05	73.06	-20.01	Peak	---	---

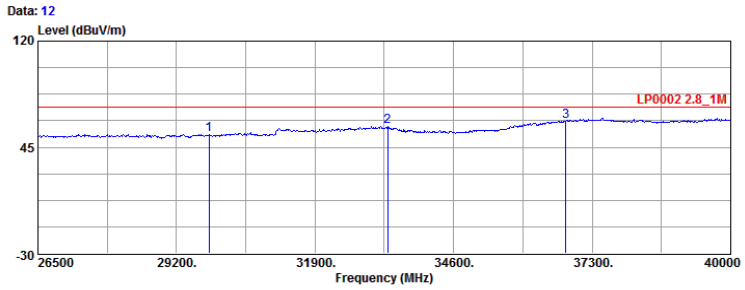
(f) XR 700 @ 18~26.5 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m VERTICAL
eut : XR700
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	29024.50	36.61	18.25	54.86	73.06	-18.20	Peak	---	---
2	33074.50	42.40	17.23	59.63	73.06	-13.43	Peak	---	---
3 @	36760.00	46.49	18.15	64.64	73.06	-8.42	Peak	---	---

(g) XR 700 @ 26.5~40 GHz (Vertical)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m HORIZONTAL
eut : XR700
memo :

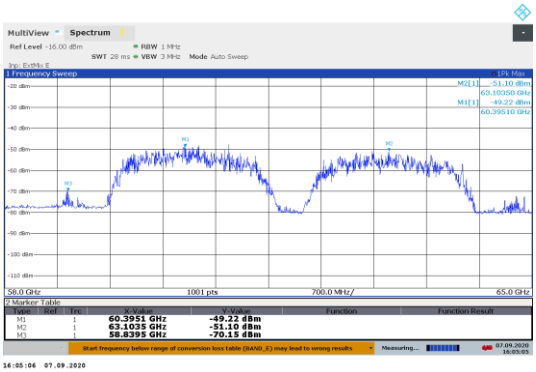
	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	29834.50	36.12	18.08	54.20	73.06	-18.86	Peak	---	---
2	33317.50	42.47	17.05	59.52	73.06	-13.54	Peak	---	---
3 @	36787.00	45.41	18.18	63.59	73.06	-9.47	Peak	---	---

(h) XR 700 @ 26.5~40 GHz (Horizontal)

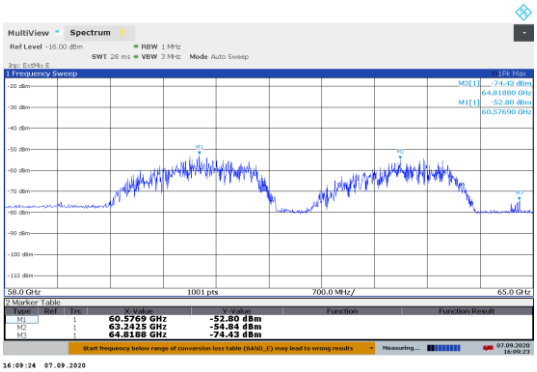
圖 150、XR 700 帶外發射量測圖

資料來源：本研究整理

三、 MG 360 主波發射量測圖



(a) MG 360 主波水平極化

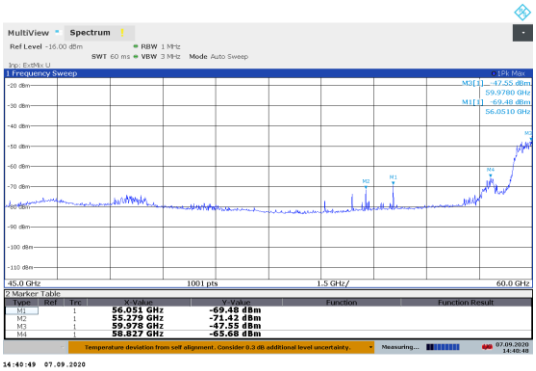


(a) MG 360 主波垂直極化

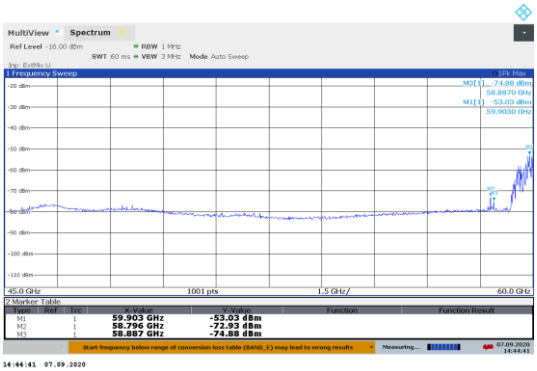
圖 151、MG 360 主波發射量測圖

資料來源：本研究整理

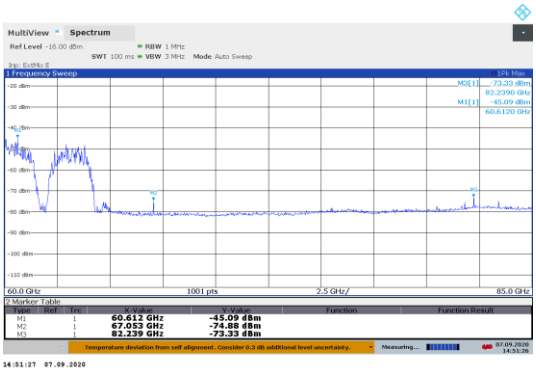
四、 MG 360 帶外發射量測圖

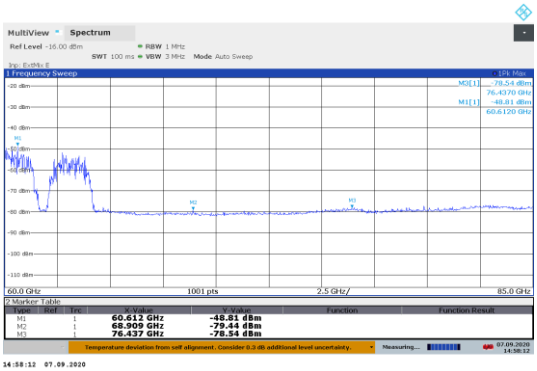


(a) MG 360 @ 45~60 GHz 帶外發射水平極化



(b) MG 360 @ 45~60 GHz 帶外發射垂直極化

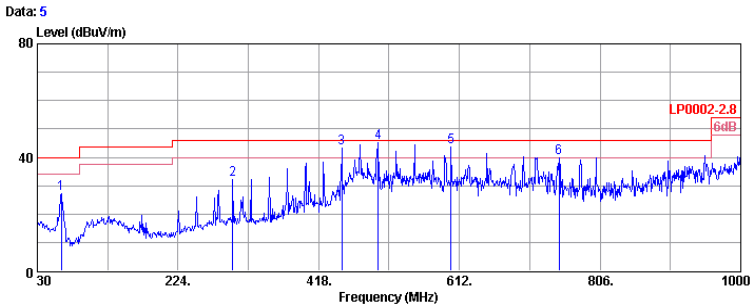




(c) MG 360 @ 60~85 GHz 帶外發射水平極化　(d) MG 360 @ 60~85 GHz 帶外發射垂直極化

圖 152、MG 360 帶外發射量測圖

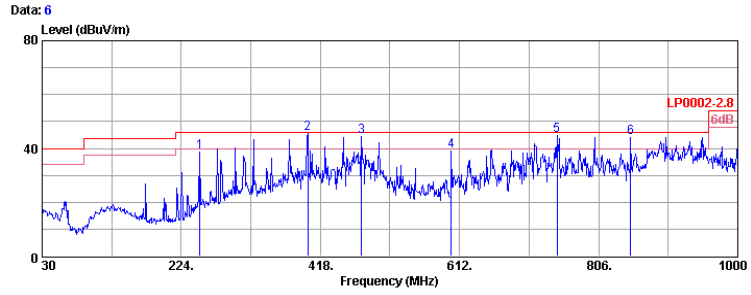
資料來源：本研究整理



Condition : LP0002-2.8 3m VERTICAL
eut : MG360
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	62.98	40.75	-13.68	27.07	40.00	-12.93	Peak	---	---
2	299.66	39.82	-7.85	31.97	46.00	-14.03	Peak	---	---
3 !	450.01	48.01	-4.82	43.19	46.00	-2.81	Peak	---	---
4 @	500.45	49.61	-4.32	45.29	46.00	-0.71	Peak	---	---
5 !	600.36	46.67	-3.09	43.58	46.00	-2.42	Peak	---	---
6	749.74	40.45	-0.54	39.91	46.00	-6.09	Peak	---	---

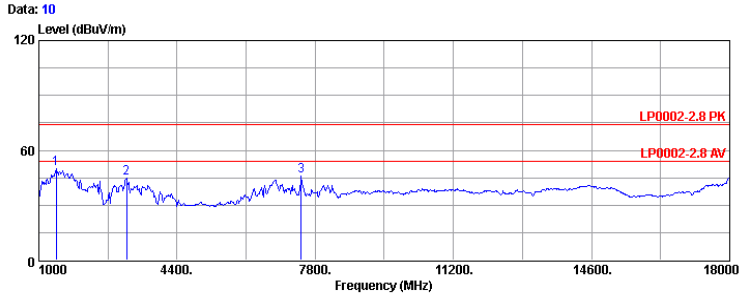
(a) MG 360 below 1 GHz (Vertical)



Condition : LP0002-2.8 3m HORIZONTAL
eut : MG360
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	250.19	48.53	-9.71	38.82	46.00	-7.18	Peak	---	---
2 @	400.54	50.93	-5.50	45.43	46.00	-0.57	Peak	---	---
3 !	475.23	48.87	-4.47	44.40	46.00	-1.60	Peak	---	---
4	600.36	42.24	-3.09	39.15	46.00	-6.85	Peak	---	---
5 !	747.80	45.26	-0.63	44.63	46.00	-1.37	Peak	---	---
6 !	850.62	42.66	1.37	44.03	46.00	-1.97	Peak	---	---

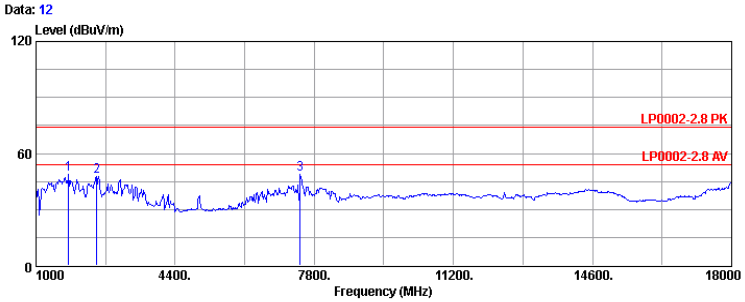
(b) MG 360 below 1 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002-2.8 PK 3m VERTICAL
eut : MG360
memo : Average

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1 @	1425.00	73.58	-23.59	49.99	74.00	-24.01	Peak	---	---
2	3159.00	63.14	-18.52	44.62	74.00	-29.38	Peak	---	---
3	7460.00	56.31	-10.30	46.01	74.00	-27.99	Peak	---	---

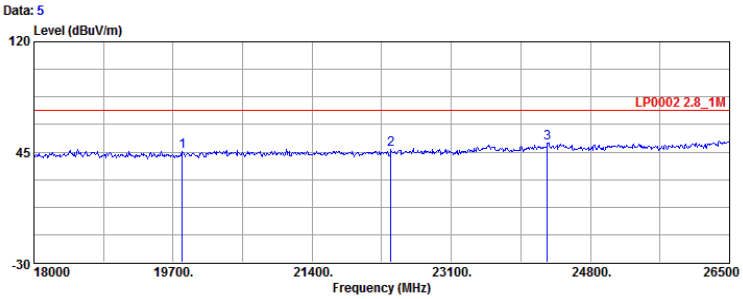
(c) MG 360 @ 1~18 GHz (Vertical)



Condition : LP0002-2.8 PK 3m HORIZONTAL
eut : MG360
memo : Average

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1 @	1799.00	72.45	-23.64	48.81	74.00	-25.19	Peak	---	---
2	2479.00	68.48	-20.92	47.56	74.00	-26.44	Peak	---	---
3	7460.00	59.07	-10.30	48.77	74.00	-25.23	Peak	---	---

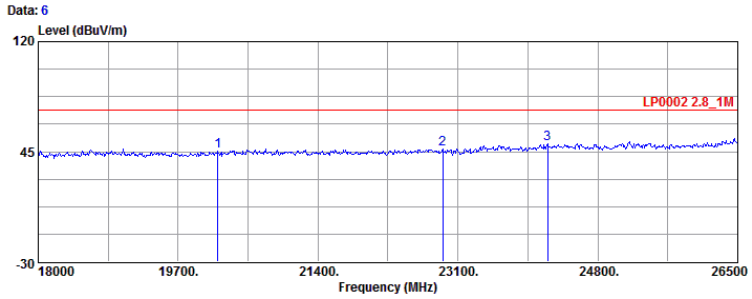
(d) MG 360 @ 1~18 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m VERTICAL
eut : MG360
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	19810.50	36.08	9.13	45.21	73.06	-27.85	Peak	---	---
2	22360.50	34.66	11.84	46.50	73.06	-26.56	Peak	---	---
3 @	24273.00	36.17	14.79	50.96	73.06	-22.10	Peak	---	---

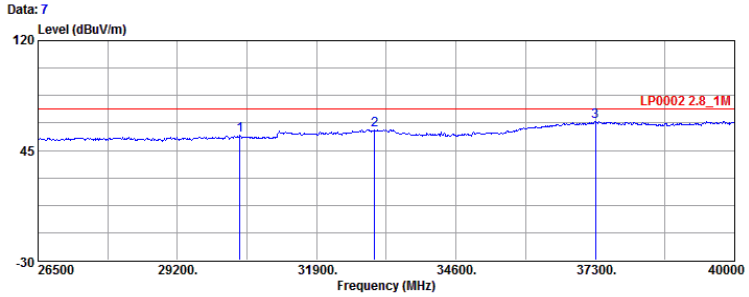
(e) MG 360 @ 18~26.5 GHz (Vertical)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m HORIZONTAL
eut : MG360
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	20184.50	35.95	9.14	45.09	73.06	-27.97	Peak	---	---
2	22913.00	33.99	12.45	46.44	73.06	-26.62	Peak	---	---
3 @	24188.00	35.74	14.69	50.43	73.06	-22.63	Peak	---	---

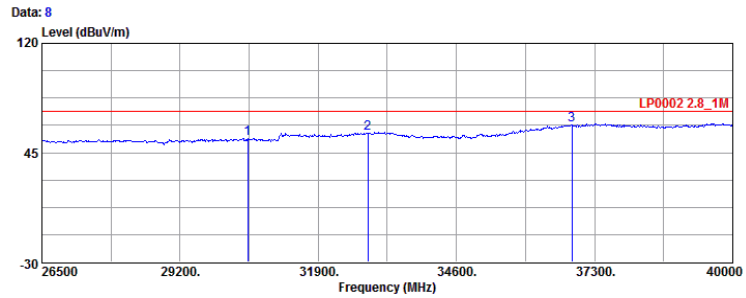
(f) MG 360 @ 18~26.5 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m VERTICAL
eut : MG360
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	30415.00	37.15	18.00	55.15	73.06	-17.91	Peak	---	---
2	33020.50	41.88	17.30	59.18	73.06	-13.88	Peak	---	---
3 @	37300.00	45.87	19.12	64.99	73.06	-8.07	Peak	---	---

(g) MG 360 @ 26.5~40 GHz (Vertical)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m HORIZONTAL
eut : MG360
memo :

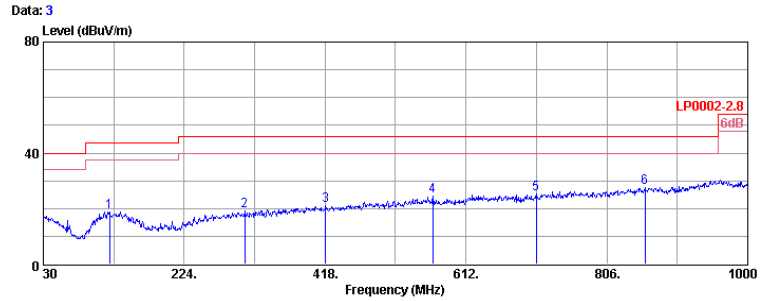
	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	30523.00	36.83	17.99	54.82	73.06	-18.24	Peak	---	---
2	32872.00	41.12	17.41	58.53	73.06	-14.53	Peak	---	---
3 @	36854.50	45.83	18.35	64.18	73.06	-8.88	Peak	---	---

(h) MG 360 @ 26.5~40 GHz (Horizontal)

圖 153、MG360 帶外發射量測圖

資料來源：本研究整理

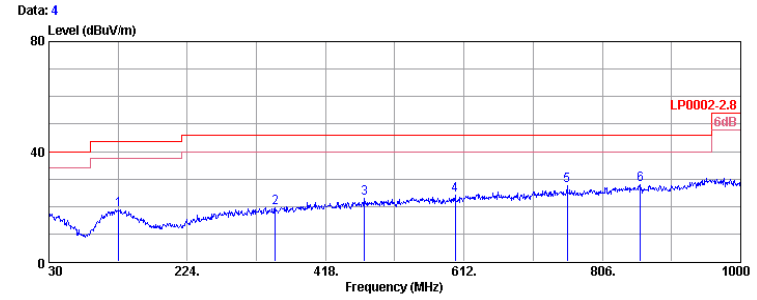
五、 Google Pixel 4 帶外發射量測圖



Condition : LP0002-2.8 3m VERTICAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	121.18	26.89	-7.98	18.91	43.50	-24.59	Peak	---	---
2	307.42	27.21	-7.90	19.31	46.00	-26.69	Peak	---	---
3	418.97	26.18	-5.28	20.90	46.00	-25.10	Peak	---	---
4	566.41	27.62	-3.27	24.35	46.00	-21.65	Peak	---	---
5	709.00	26.82	-1.40	25.42	46.00	-20.58	Peak	---	---
6 @	858.38	26.22	1.42	27.64	46.00	-18.36	Peak	---	---

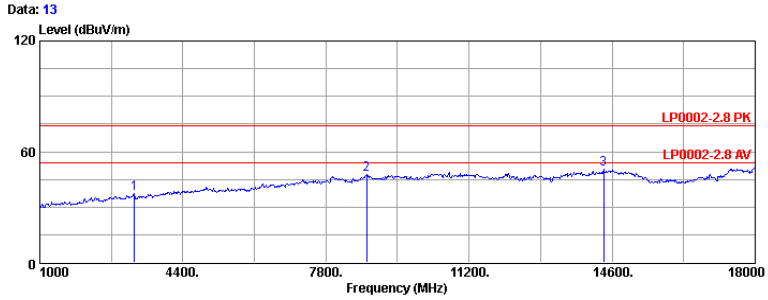
(a) Google Pixel 4 below 1 GHz (Vertical)



Condition : LP0002-2.8 3m HORIZONTAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	127.97	26.65	-7.81	18.84	43.50	-24.66	Peak	---	---
2	347.19	26.19	-6.84	19.35	46.00	-26.65	Peak	---	---
3	472.32	27.54	-4.60	22.94	46.00	-23.06	Peak	---	---
4	599.39	27.37	-3.12	24.25	46.00	-21.75	Peak	---	---
5	756.53	27.81	-0.14	27.67	46.00	-18.33	Peak	---	---
6 @	859.35	26.56	1.40	27.96	46.00	-18.04	Peak	---	---

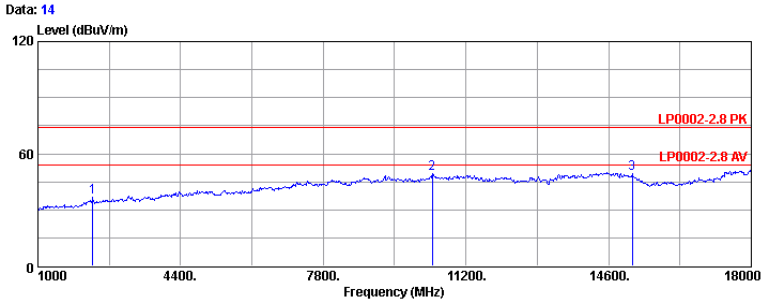
(b) Google Pixel 4 below 1 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002-2.8 PK 3m VERTICAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	3244.00	56.09	-18.86	37.23	74.00	-36.77	Peak	---	---
2	8769.00	55.51	-7.74	47.77	74.00	-26.23	Peak	---	---
3 @	14396.00	49.83	0.41	50.24	74.00	-23.76	Peak	---	---

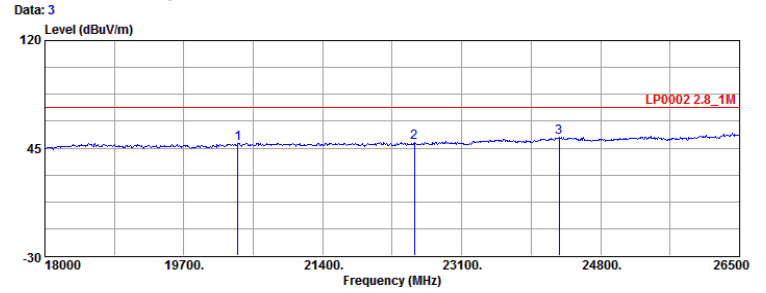
(c) Google Pixel 4 @ 1~18 GHz (Vertical)



Condition : LP0002-2.8 PK 3m HORIZONTAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	2309.00	57.19	-20.69	36.50	74.00	-37.50	Peak	---	---
2 @	10401.00	53.97	-4.52	49.45	74.00	-24.55	Peak	---	---
3	15161.00	49.01	0.28	49.29	74.00	-24.71	Peak	---	---

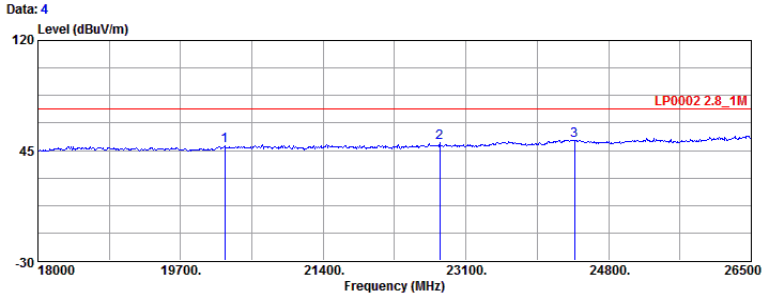
(d) Google Pixel 4 @ 1~18 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m VERTICAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	20363.00	38.99	9.32	48.31	73.06	-24.75	Peak	---	---
2	22522.00	37.12	12.16	49.28	73.06	-23.78	Peak	---	---
3 @	24290.00	37.72	14.82	52.54	73.06	-20.52	Peak	---	---

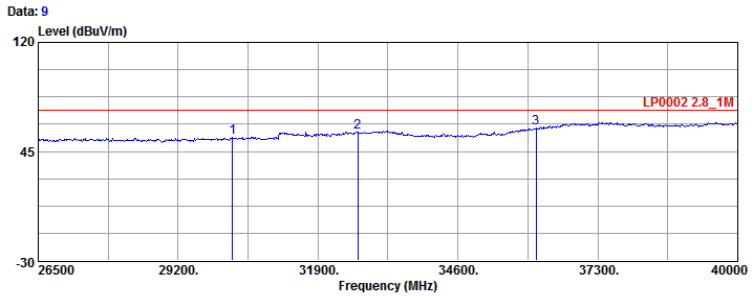
(e) Google Pixel 4 @ 18~26.5 GHz (Vertical)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m HORIZONTAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	20227.00	38.73	9.19	47.92	73.06	-25.14	Peak	---	---
2	22785.50	37.79	12.36	50.15	73.06	-22.91	Peak	---	---
3 @	24392.00	36.98	14.98	51.96	73.06	-21.10	Peak	---	---

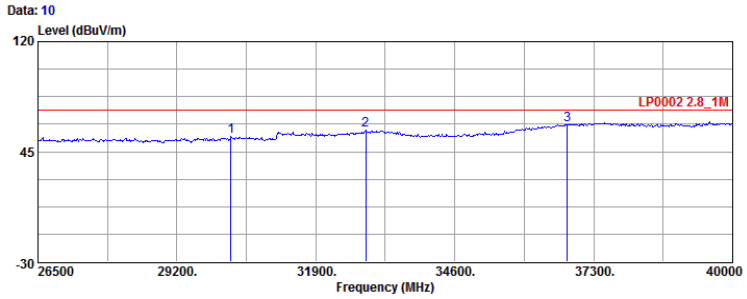
(f) Google Pixel 4 @ 18~26.5 GHz (Horizontal)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m VERTICAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	30253.00	36.47	17.99	54.46	73.06	-18.60	Peak	---	---
2	32669.50	40.92	17.55	58.47	73.06	-14.59	Peak	---	---
3 @	36112.00	42.83	18.07	60.90	73.06	-12.16	Peak	---	---

(g) Google Pixel 4 @ 26.5~40 GHz (Vertical)



Condition : LP0002 2.8_1M 1m HORIZONTAL
eut : Google Pixel 4
memo :

	Freq	Read Level	Factor	Level	Limit Line	Over Limit	Remark	A/Pos	T/Pos
	MHz	dBuV	dB/m	dBuV/m	dBuV/m	dB		cm	deg
1	30253.00	37.13	17.99	55.12	73.06	-17.94	Peak	---	---
2	32872.00	42.59	17.41	60.00	73.06	-13.06	Peak	---	---
3 @	36787.00	45.17	18.18	63.35	73.06	-9.71	Peak	---	---

(h) Google Pixel 4 @ 26.5~40 GHz (Horizontal)

圖 154、Google Pixel 4 終端設備帶外發射量測圖

資料來源：本研究整理

六、 互動式感應設備干擾實驗原始數據

表 249、於 2020 年 9 月 29 日座談會實際場域中，當 60 GHz WiFi 鏈路距離為 380 公分時，互動式感應設備(Pixel 4 終端設備)干擾 WiFi

Dongle 設備之 Iperf 3 軟體所輸出原始統計數據

Interval (sec)	Transfer (KBytes)	Bandwidth (Mbits/sec)	Jitter (ms)	Lost/Total Datagrams
0.00-1.02	208	1.68	66.33	0/26 (0%)
1.02-2.00	0	0	66.330	0/0 (0%)
2.00-3.02	0	0	66.330	0/0 (0%)
3.02-4.01	0	0	66.330	0/0 (0%)
4.01-5.00	0	0	66.330	0/0 (0%)
5.00-6.01	104	0.846	35.428	58/71 (82%)
6.01-7.01	128	1.05	19.954	0/16 (0%)
7.01-8.01	112	0.916	23.005	0/14 (0%)
8.01-9.00	136	1.12	30.731	0/17 (0%)
9.00-10.01	120	0.982	31.145	0/15 (0%)
10.01-11.00	144	1.18	20.926	0/18 (0%)
11.00-12.02	128	1.04	28.622	0/16 (0%)
12.02-13.01	112	0.920	27.207	0/14 (0%)
13.01-14.02	144	1.18	41.336	0/18 (0%)
14.02-15.02	128	1.04	17.713	0/16 (0%)
15.02-16.01	128	1.06	27.712	0/16 (0%)
16.01-17.00	112	0.926	24.782	0/14 (0%)
17.00-18.00	128	1.05	28.204	0/16 (0%)
18.00-19.01	144	1.17	17.639	0/18 (0%)
19.01-20.00	128	1.05	15.965	0/16 (0%)
20.00-21.01	128	1.04	20.365	0/16 (0%)
21.01-22.01	112	0.916	23.9	0/14 (0%)
22.01-23.00	144	1.19	23.612	0/18 (0%)
23.00-24.00	112	0.918	17.343	0/14 (0%)
24.00-25.02	128	1.03	16.733	0/16 (0%)
25.02-26.01	144	1.19	26.403	0/18 (0%)
26.01-27.03	128	1.03	40.445	0/16 (0%)
27.03-28.01	128	1.07	27.531	0/16 (0%)
28.01-29.00	128	1.05	19.513	0/16 (0%)
29.00-30.00	128	1.05	22.41	0/16 (0%)
30.00-31.00	128	1.05	28.551	0/16 (0%)
31.00-32.01	128	1.04	14.235	0/16 (0%)

32.01-33.02	128	1.05	15.413	0/16 (0%)
33.02-34.02	128	1.05	19.877	0/16 (0%)
34.02-35.01	112	0.924	32.182	0/14 (0%)
35.01-36.01	128	1.05	26.147	0/16 (0%)
36.01-37.01	128	1.05	20.915	0/16 (0%)
37.01-38.00	144	1.19	18.705	0/18 (0%)
38.00-39.00	112	0.915	24.082	0/14 (0%)
39.00-40.01	128	1.04	21.384	0/16 (0%)
40.01-41.01	136	1.11	18.934	0/17 (0%)
41.01-42.01	136	1.11	15.724	0/17 (0%)
42.01-43.02	112	0.914	23.388	0/14 (0%)
43.02-44.02	128	1.04	33.875	0/16 (0%)
44.02-45.00	136	1.13	20.787	0/17 (0%)
45.00-46.01	136	1.11	18.526	0/17 (0%)
46.01-47.03	112	0.900	24.748	0/14 (0%)
47.03-48.00	144	1.21	35.385	0/18 (0%)
48.00-49.00	128	1.05	17.834	0/16 (0%)
49.00-50.00	128	1.05	22.29	0/16 (0%)
50.00-51.01	112	0.915	30.977	0/14 (0%)
51.01-52.00	128	1.06	42.088	0/16 (0%)
52.00-53.01	144	1.17	25.601	0/18 (0%)
53.01-54.00	128	1.06	16.378	0/16 (0%)
54.00-55.01	120	0.974	21.568	0/15 (0%)
55.01-56.01	136	1.11	30.993	0/17 (0%)
56.01-57.00	128	1.06	42.859	0/16 (0%)
57.00-58.01	120	0.979	29.442	0/15 (0%)
58.01-59.00	136	1.12	18.98	0/17 (0%)
59.00-60.00	128	1.05	23.911	0/16 (0%)
Statistical Results				
Interval (sec)	**Transfer (MBytes)**	**Bandwidth (Mbits/sec)**	**Jitter (ms)**	**Lost/Total Datagrams**
0.00-60.00	7.51	1.05	23.911	58/961 (6%)

資料來源：本研究整理

表 250、於 2020 年 9 月 29 日座談會實際場域中，當 60 GHz WiFi 鏈路距離為 400 公分時，互動式感應設備(Pixel 4 終端設備)干擾 WiFi Dongle 設備之 Iperf 3 軟體所輸出原始統計數據

Interval (sec)	Transfer (KBytes)	Bandwidth (Mbits/sec)	Jitter (ms)	Lost/Total Datagrams
0.00-1.00	208	1.7	66.106	0/26 (0%)
1.00-2.01	0	0	66.106	0/0 (0%)
2.01-3.01	0	0	66.106	0/0 (0%)
3.01-4.02	0	0	66.106	0/0 (0%)
4.02-5.01	112	0.922	40.314	41/55 (75%)
5.01-6.02	128	1.04	33.991	0/16 (0%)
6.02-7.01	128	1.06	32.793	0/16 (0%)
7.01-8.02	112	0.915	18.891	0/14 (0%)
8.02-9.01	144	1.19	36.884	0/18 (0%)
9.01-10.00	112	0.926	45.273	0/14 (0%)
10.00-11.01	144	1.17	37.85	0/18 (0%)
11.01-12.01	128	1.05	36.893	0/16 (0%)
12.01-13.01	128	1.05	26.885	0/16 (0%)
13.01-14.01	88	0.718	33.401	0/11 (0%)
14.01-15.00	152	1.25	43.049	0/19 (0%)
15.00-16.01	144	1.18	22.081	0/18 (0%)
16.01-17.01	120	0.986	24.234	0/15 (0%)
17.01-18.01	136	1.11	25.62	0/17 (0%)
18.01-19.01	128	1.04	26.567	0/16 (0%)
19.01-20.00	128	1.06	28.349	0/16 (0%)
20.00-21.00	128	1.05	26.237	0/16 (0%)
21.00-22.00	112	0.919	25.026	0/14 (0%)
22.00-23.00	144	1.18	38.444	0/18 (0%)
23.00-24.02	128	1.03	44.875	0/16 (0%)
24.02-25.00	128	1.07	21.88	0/16 (0%)
25.00-26.01	128	1.04	20.605	0/16 (0%)
26.01-27.01	128	1.05	25.957	0/16 (0%)
27.01-28.02	128	1.04	22.419	0/16 (0%)

28.02-29.02	128	1.05	26.336	0/16 (0%)
29.02-30.01	112	0.918	31.507	0/14 (0%)
30.01-31.00	128	1.06	34.131	0/16 (0%)
31.00-32.01	144	1.17	53.568	0/18 (0%)
32.01-33.01	128	1.05	28.374	0/16 (0%)
33.01-34.00	120	0.987	36.039	0/15 (0%)
34.00-35.01	120	0.972	30.039	0/15 (0%)
35.01-36.02	136	1.11	49.585	0/17 (0%)
36.02-37.01	136	1.13	46.585	0/17 (0%)
37.01-38.03	128	1.03	32.598	0/16 (0%)
38.03-39.01	112	0.931	25.73	0/14 (0%)
39.01-40.01	144	1.19	31.95	0/18 (0%)
40.01-41.01	112	0.917	27.986	0/14 (0%)
41.01-42.01	144	1.18	21.346	0/18 (0%)
42.01-43.01	88	0.720	21.761	0/11 (0%)
43.01-44.00	152	1.26	36.451	0/19 (0%)
44.00-45.02	128	1.03	44.456	0/16 (0%)
45.02-46.02	144	1.18	23.691	0/18 (0%)
46.02-47.01	128	1.06	16.365	0/16 (0%)
47.01-48.01	128	1.05	25.83	0/16 (0%)
48.01-49.01	128	1.05	30.226	0/16 (0%)
49.01-50.01	128	1.05	36.926	0/16 (0%)
50.01-51.00	120	0.993	29.959	0/15 (0%)
51.00-52.00	136	1.11	20.547	0/17 (0%)
52.00-53.00	128	1.05	36.507	0/16 (0%)
53.00-54.01	128	1.04	26.235	0/16 (0%)
54.01-55.01	112	0.921	26.544	0/14 (0%)
55.01-56.01	144	1.18	35.227	0/18 (0%)
56.01-57.01	112	0.913	35.706	0/14 (0%)
57.01-58.02	144	1.17	52.348	0/18 (0%)
58.02-59.00	128	1.07	29.38	0/16 (0%)
59.00-60.01	128	1.05	38.671	0/16 (0%)
Statistical Results				
Interval (sec)	**Transfer (MBytes)**	**Bandwidth (Mbits/sec)**	**Jitter (ms)**	**Lost/Total Datagrams**
0.00-60.01	7.51	1.05	38.671	41/961 (4.3%)

資料來源：本研究整理

表 251、於 2020 年 9 月 29 日座談會實際場域中，當 60 GHz WiFi 鏈路距離為 410 公分時，互動式感應設備(Pixel 4 終端設備)干擾 WiFi Dongle 設備之 Iperf 3 軟體所輸出原始統計數據

Interval (sec)	Transfer (KBytes)	Bandwidth (Mbits/sec)	Jitter (ms)	Lost/Total Datagrams
0.00-1.02	304	2.45	46.306	85/123
1.02-2.00	0	0	46.306	0/0 (0%)
2.00-3.01	0	0	46.306	0/0 (0%)
3.01-4.01	0	0	46.306	0/0 (0%)
4.01-5.02	0	0	46.306	0/0 (0%)
5.02-6.02	0	0	46.306	0/0 (0%)
6.02-7.01	0	0	46.306	0/0 (0%)
7.01-8.00	120	0.985	80.336	0/15 (0%)
8.00-9.01	128	1.05	63.699	0/16 (0%)
9.01-10.01	144	1.18	74.349	0/18 (0%)
10.01-11.01	128	1.05	79.563	0/16 (0%)
11.01-12.02	88	0.716	76.803	0/11 (0%)
12.02-13.02	112	0.913	67.687	0/14 (0%)
13.02-14.00	0	0	67.687	0/0 (0%)
14.00-15.00	224	1.83	71.147	0/28 (0%)
15.00-16.00	0	0	71.147	0/0 (0%)
16.00-17.00	160	1.31	96.154	0/20 (0%)
17.00-18.01	224	1.82	73.031	0/28 (0%)
18.01-19.02	200	1.63	80.693	0/25 (0%)
19.02-20.02	88	0.721	81.301	0/11 (0%)
20.02-21.00	144	1.2	71.113	0/18 (0%)
21.00-22.00	80	0.653	89.264	0/10 (0%)
22.00-23.01	200	1.62	79.886	0/25 (0%)
23.01-24.01	144	1.18	82.481	0/18 (0%)
24.01-25.01	112	0.916	76.364	0/14 (0%)
25.01-26.01	80	0.657	75.189	0/10 (0%)
26.01-27.02	80	0.652	101.045	0/10 (error)
27.02-28.00	0	0	101.045	0/0 (error)

28.00-29.02	80	0.644	161.932	0/10 (error)
29.02-30.03	0	0	161.932	0/0 (error)
30.03-31.01	80	0.669	178.012	0/10 (error)
31.01-32.00	0	0	178.012	0/0 (error)
32.00-33.01	0	0	178.012	0/0 (error)
33.01-34.01	0	0	178.012	0/0 (error)
34.01-35.01	0	0	178.012	0/0 (error)
35.01-36.02	0	0	178.012	0/0 (error)
36.02-37.00	0	0	178.012	0/0 (error)
37.00-38.00	0	0	178.012	0/0 (error)
38.00-39.01	0	0	178.012	0/0 (error)
39.01-40.01	0	0	178.012	0/0 (error)
40.01-41.01	0	0	178.012	0/0 (error)
41.01-42.01	0	0	178.012	0/0 (error)
42.01-43.00	0	0	178.012	0/0 (error)
43.00-44.02	0	0	178.012	0/0 (error)
44.02-45.01	0	0	178.012	0/0 (error)
45.01-46.01	0	0	178.012	0/0 (error)
46.01-47.01	0	0	178.012	0/0 (error)
47.01-48.00	0	0	178.012	0/0 (error)
48.00-49.00	0	0	178.012	0/0 (error)
49.00-50.01	0	0	178.012	0/0 (error)
50.01-51.01	0	0	178.012	0/0 (error)
51.01-52.01	0	0	178.012	0/0 (error)
52.01-53.03	0	0	178.012	0/0 (error)
53.03-54.02	0	0	178.012	0/0 (error)
54.02-55.02	0	0	178.012	0/0 (error)
55.02-56.00	0	0	178.012	0/0 (error)
56.00-57.01	0	0	178.012	0/0 (error)
57.01-58.01	0	0	178.012	0/0 (error)
58.01-59.02	0	0	178.012	0/0 (error)
Statistical Results				
Interval (sec)	**Transfer (MBytes)**	**Bandwidth (Mbits/sec)**	**Jitter (ms)**	**Lost/Total Datagrams**
iperf3: error - unable to receive control message: Connection reset by peer				

資料來源：本研究整理

附錄三、座談會與成果發表會照片與簽到表

一、　第一場座談會照片與簽到表

圖 155、第一場座談會照片

資料來源：本研究整理

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
台灣索尼股份有限公司	
台灣三星電子股份有限公司	
台灣樂金電器股份有限公司	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
華碩電腦股份有限公司	
鴻海精密工業股份有限公司	
美商英特爾亞太科技有限公 台灣分公司	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
新加坡商博通亞洲股份有限公司 台灣分公司	
台灣愛立信股份有限公司	
香港商立德國際商品試驗有限公司	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
耕興股份有限公司	
全國公證檢驗股份有限公司	
德凱認證股份有限公司	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
晶復科技股份有限公司	
翔智科技股份有限公司	彭益裕
台灣檢驗科技股份有限公司	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司	
敦吉檢測科技股份有限公司	
倍科檢驗科技有限公司	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

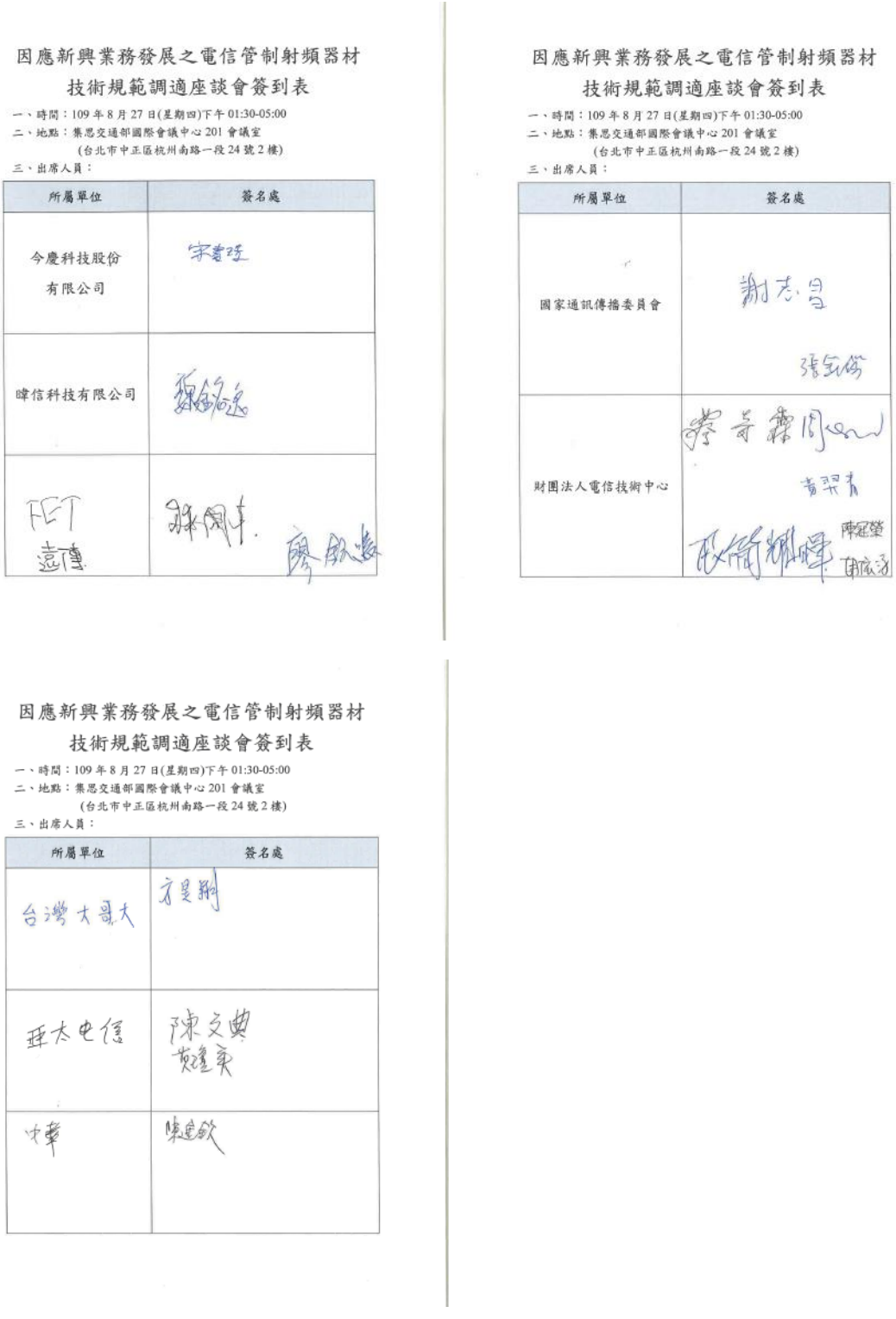
一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
MIPRO 嘉強電子股份有限公司	
財團法人台灣商品檢測驗證中心	
中華電信股份有限公司電信研究院	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
東研信超股份有限公司	
律頻科技股份有限公司	
弘安科技股份有限公司	



因應新興業務發展之電信管制射頻器材
技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
今慶科技股份有限公司	
暐信科技有限公司	
FET	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材
技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
國家通訊傳播委員會	
財團法人電信技術中心	

因應新興業務發展之電信管制射頻器材
技術規範調適座談會簽到表

一、時間：109 年 8 月 27 日(星期四)下午 01:30-05:00
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
台灣大哥大	
遠傳電信	
中華	

圖 156、第一場座談會簽到表

資料來源：本研究整理

二、　第二場座談會照片與簽到表

圖 157、第二場座談會照片

資料來源：本研究整理

圖 158、互動式感應設備實地干擾實測

資料來源：本研究整理

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
NVIDIA 香港商輝達香港控股有限公司台灣分公司		
美商超微半導體股份有限公司台灣分公司	謝美蘭	09[redacted]7
台灣微軟股份有限公司	楊禮謙	09[redacted]20

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
優力國際安全認證有限公司	[illegible]	09[redacted]51
Google_美商科高國際有限公司		
台灣諾基亞股份有限公司		

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
宏達國際電子股份有限公司		
台灣大哥大股份有限公司		
遠傳電信股份有限公司	劉天仕	09[redacted]79

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
亞太電信股份有限公司	陳賢孟	09[redacted]9
台灣之星電信股份有限公司		
台灣艾司摩爾科技股份有限公司		

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
耕興股份有限公司		
全國公證檢驗股份有限公司		
德凱認證股份有限公司	[illegible]	09[redacted]79

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
美商美光亞太科技股份有限公司台灣分公司		
美超微電腦股份有限公司	[illegible] [illegible]	09[redacted]79 09[redacted]31
荷蘭商台灣戴爾股份有限公司		

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司		
敦吉檢測科技股份有限公司		
倍科檢驗科技有限公司	[illegible] [illegible]	095[redacted]63 091[redacted]07

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
新加坡商博通亞洲股份有限公司台灣分公司		
台灣愛立信股份有限公司		
香港商立德國際商品試驗有限公司	[illegible] [illegible]	091[redacted]93 09[redacted]03

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

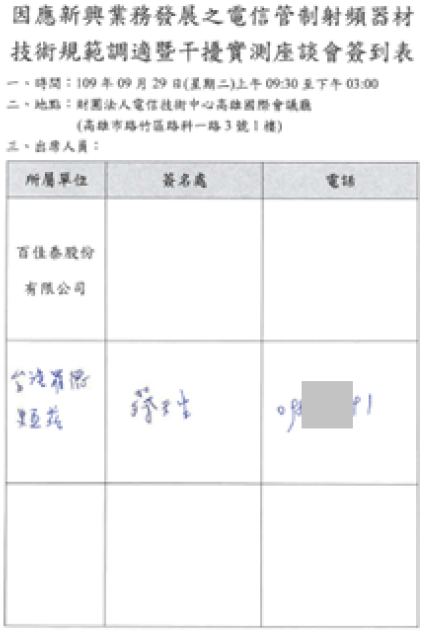
一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
東研信超股份有限公司		
律頻科技股份有限公司	何二林	09[redacted]
弘安科技股份有限公司		

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
MIPRO 嘉強電子股份有限公司	蔡宜男	09[redacted]16
財團法人台灣商品檢測驗證中心		
中華電信股份有限公司電信研究院		



因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處	電話
百佳泰股份有限公司		
台灣電路短花	蔡主生	0[redacted]91

因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適暨干擾實測座談會簽到表

一、時間：109 年 09 月 29 日(星期二)上午 09:30 至下午 03:00
二、地點：財團法人電信技術中心高雄國際會議廳
(高雄市路竹區路科一路 3 號 1 樓)
三、出席人員：

所屬單位	簽名處
國家通訊傳播委員會	謝[illegible]
財團法人電信技術中心	詹勝仲 黃翊峰 李柏憲 鄭維祥 主政機 李秀雲 周[illegible] 陳主修 潘昕昀 高頌評 [illegible] 代理

圖 159、第二場座談會座談會簽到表

資料來源：本研究整理

三、　成果發表會照片與簽到表

圖 160、成果發表會

資料來源：本研究整理

因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究成果發表會簽到表

一、時間：109 年 11 月 26 日(星期四)上午 09:30-12:30
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬處室	簽名處
資源處	謝志昌
南港所	羅華雲
基礎處	周金賢
中區處	林明鴻
北區處	劉育新
南區處	洪惠珠
資源處	張嘉文
綜規處	王文哲
南區處	連俊谷

因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究成果發表會簽到表

一、時間：109 年 11 月 26 日(星期四)上午 09:30-12:30
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬處室	簽名處
法務處	謝益華
〃	劉浩平
〃	李處長
〃	陳科長
〃	王好貞
〃	邱琪雯
資源處	張瑋宸
法務處	張勝騰

因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究成果發表會簽到表

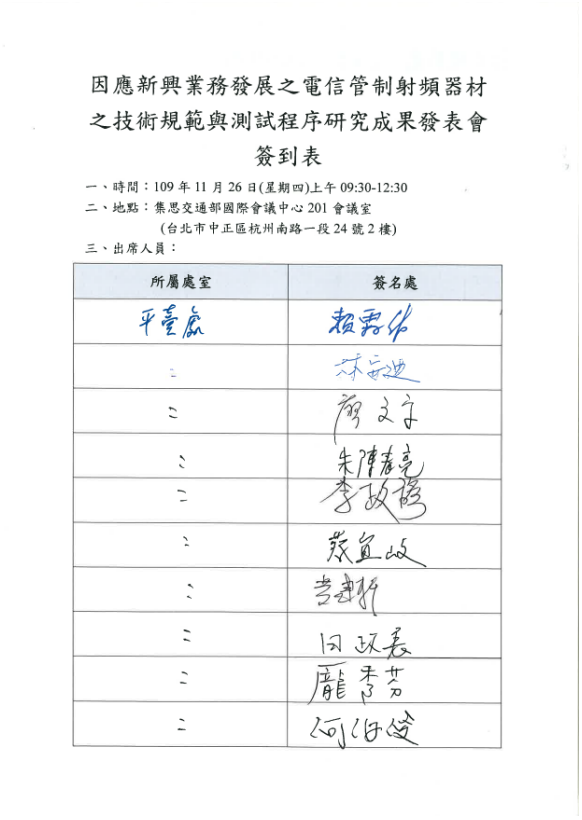
一、時間：109 年 11 月 26 日(星期四)上午 09:30-12:30
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬處室	簽名處
綜規處	吳青
〃	鄭文音

因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究成果發表會簽到表

一、時間：109 年 11 月 26 日(星期四)上午 09:30-12:30
二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室
(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)
三、出席人員：

所屬處室	簽名處
北區監理處	王振凱
主秘室	樂文安
資源處	蔣松林
平台處	李咪格
平台處	陳為國
平台處	周金賢
法制室	李明才
基礎處	劉育新
秘書室	鄭春生
〃	陳紫鳳



因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究成果發表會

簽到表

一、時間：109 年 11 月 26 日(星期四)上午 09:30-12:30

二、地點：集思交通部國際會議中心 201 會議室

(台北市中正區杭州南路一段 24 號 2 樓)

三、出席人員：

所屬處室	簽名處
平臺處	
〃	
〃	
〃	
〃	
〃	
〃	
〃	
〃	
〃	

圖 161、成果發表會簽到表

資料來源：本研究整理

附錄四、期中報告簡報檔

案號: NCCT108035
財團法人電信技術中心
TELECOM TECHNOLOGY CENTER
因應新興業務發展之電信管制射頻器材之
技術規範與測試程序委託研究採購案
期中報告修訂版
109年08月

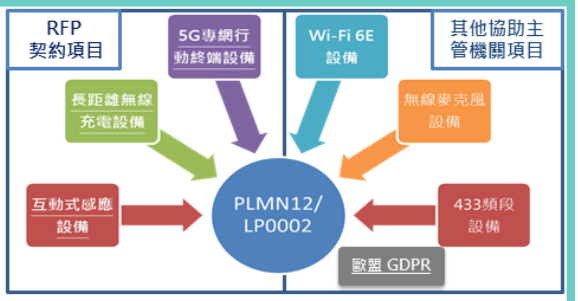
AGENDA
藉由辦理因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究，廣泛蒐集國際組織新興射頻器材技術標準發展趨勢，瞭解各國相關檢測規定現況，將有助主管機關與時俱進掌握國際新興電信管制射頻器材檢測發展脈絡，完備國內技術規範與國際接軌，提升國際競爭力。
01 研究主旨與工作項目
02 專案執行進度
03 期中研究成果
04 後續研究方向

研究主旨與工作項目 01

計畫背景及工作項目

計畫背景

- 隨著通訊科技日新月異，無線通信應用蓬勃發展，因應資通訊、物聯網、穿戴裝置及電動車等新興創新科技應用日益增加；鑑於未來新興行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之質與量亦產生大幅度變化，通傳會爰透過本研究瞭解各國際先進國家對新興業務所發展之**行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材相關技術規範及測試程序**，據以精進我國相關審驗措施，加速該等器材進入市場提供服務及提升相關產業發展效益。



工作項目

一. 蒐集研析 ITU、ETSI、FCC、3GPP等國際、區域標準組織就案關因應新興業務**所發展**之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材建議之**檢測規定(含使用電波頻率範圍、功率、不必要發射等限制值之射頻特性)及相關測試程序。**

二. 蒐集、彙整、歸納並分析歐、美、日、韓、中國大陸等主管機關因應新興業務**所訂定之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之檢測規定及相關測試程序。**

三. 參酌國際發展經驗，辦理座談會議2場次，邀請國內上市、上櫃或相關新興廠商、及NCC認可之測試實驗室或驗證機構(每場次需邀請15家以上，並至少10家以上出席)，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，針對我國電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討相關技術規範具體修訂或增訂建議。

四. 提出相關行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之技術規範修訂(或研擬)草案具體建議，至少需含**電波感測(低功率雷達等器材)、長距離(10公分以上)無線充電及5G專網**等器材；若開放器材干擾疑慮時，應邀集相關業者及主管機關協助實測，並提交測試結果說明，以確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。

五. 辦理「研究成果發表會議」至少1場次，供NCC長官同仁分享研究成果。

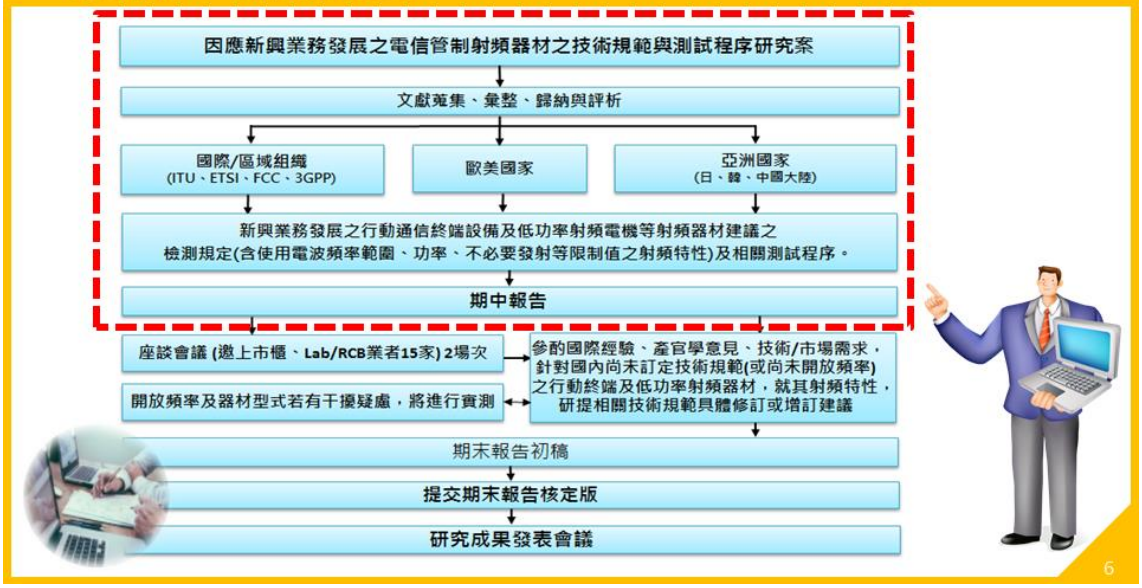
4

專案執行進度

02

5

研究架構　甘特圖及執行進度



6

研究架構

甘特圖及執行進度

工作項目	D+30	D+60	D+90	D+120	D+150	D+180	D+210	D+240
1. 蒐集研析國際組織新興射頻器材檢測規定								
2. 蒐集研析案例國家新興射頻器材檢測規定								
3. 辦理座談會議: 二場次								
4. 研提相關技術規範修訂或研擬草案具體建議								
5. 辦理研究成果發表會議: 一場次								
工作進度估計百分比(累積數)	10	25	40	50	65	75	85	100
預定查核點	1.自契約生效次工作日起120日內交付期中成果報告。 2.自契約生效次工作日起240日內交付期末成果報告初稿。 3.期末審查完成後，依通傳會指定期限內提出完整期末報告。							

第一場座談會 8/27(四)

第二場座談會暨干擾實驗 9/25(五)(暫)

期中報告6/30

期末報告10/28

期中報告　期末報告　座談會議

7

期中研究成果

03

- 相關設備研究發現與綜合比較
  - 5G專網終端設備
  - 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - 長距離無線充電設備
  - 無線麥克風設備
  - Wi-Fi 6E 設備
  - 433頻段設備
  - 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

8

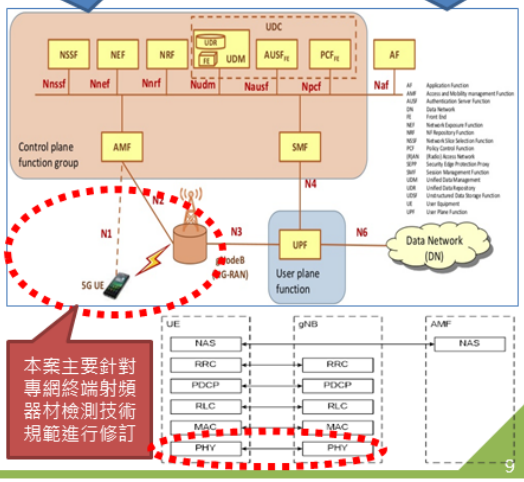
相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 5G專網終端設備

國際行動通信標準組織

- 為滿足IMT-2020應用場景及新接取技術需求，3GPP於2016年陸續完成5G NR技術標準的制定。在行動終端射頻檢測規定方面，3GPP於2018年6月規定FR1運行之**5G用戶設備的最低射頻特性和最低性能要求(TS 38.101-1)**：並在2018年9月發布**5G終端射頻測試標準(TS 38.521-1) 定義5G NR用戶設備一致性測試與終端射頻測試方法等。**
- 另3GPP規劃3.3 GHz ~ 4.2 GHz和4.4 GHz ~5.0 GHz兩個新的5G NR頻段範圍，並將頻段編號定義為n78及n79。其中，國內指配之4.8 ~ 4.9 GHz專網頻段屬3GPP頻段n79範圍。**由於5G專網終端設備所採用之技術種類，同為3GPP 5G NR 公布之技術規格，5G專網終端設備與其他5G終端設備相同，均須遵循3GPP制定之5G NR行動終端規格 (射頻效能、測試規格等)進行檢測，以確保終端設備品質和及系統端基地臺的互通性。**
- 各國亦爰引3GPP制定5G NR相關技術要求及定義之**檢測規定、檢驗項目、合格標準及測試方法等，調和納入成為國家技術法規標準**，確保射頻器材之標準符合性。如:歐、日、韓、中國大陸均引用3GPP 5G NR相關技術規範及定義將其納入國家法規標準，**作為製造商產品符合性評估的技術規範**。國內亦於2020年4月21日正式公告「行動寬頻業務新無線電寬頻終端設備技術規範(PLMN12)」及「行動寬頻業務新無線電基地臺射頻設備技術規範(IS2051)」相關規格亦依循3GPP之技術規格訂定。

「5G垂直應用場域實證規劃及法規研析」專網網路/營運管理

「建構彈性化頻譜監理機制之研究補助計劃」頻譜共享機制研析



本案主要針對專網終端射頻器材檢測技術規範進行修訂

9

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 5G專網終端設備

各國專網頻譜與檢測規定差異比較

		歐盟	美國	日本	韓國	中國大陸	國內
法源依據		RED指令	聯邦規則(47 CFR)	電波法 電信通信事業法	無線電波法	《無線電管理條例》 《电信设备进网管理办法》	電信法 電信管理法
專網頻譜指配		➢ 德國(3.7-3.8GHz) ➢ 瑞典(3.72-3.8 GHz) ➢ 英國(3.8GHz、共享頻譜: 1.8/2.3/26GHz)	CBRS共享頻段 (3.5GHz) ➢FCC定位為創新頻段;技術中立; 2019年9月授權業者使用CBRS頻譜部署專用LTE網路。	4.6-4.8GHz 28.2-29.1GHz ➢用於垂直場域或本地執照使用;於2019年12月接受申請。	未指配 ➢SK 業者為特定客戶設置專網提供5G服務，如軍事訓練等。	未指配 ➢工信部2020年3月發布49號公告，推動5G專網試點應用。 ➢規劃1.8(商)、1.4(政)及5.9-7.1GHz作為5G專網試點頻段	4.8-4.9GHz ➢供各界申請進行場域實驗。
專網申請限制		德國排除既有業者申請主要用於工業物聯網	未設限	排除全國性電信營運商申請	未開放	未開放	研議中
5G終端設備檢測規定		➢ ETSI TS 138.101-1 ➢ ETSI TS 138.521-1 ➢ EN 301 908-25 for 5G NR UE (制訂中)	➢ FCC Part 2 Subpart J ➢ FCC Part 96.49	➢ MIC「第五代移動通信系統（5G）的技術條件」 ➢ 《設備規則》第49-6-12條第1款/第3款規定	➢ 電信業務無線設備技術標準(RRA 2018-20號通知，第4條（8）	➢ 「YD/T 3627-2019: 5G數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備技術要求（第一階段）」	➢ 5G行動終端設備(PLMN12) ➢ 5G專網設備技術規範(研議中)
5G終端設備測試程序			➢ FCC KDB 971168 D01v03r01 ➢ ANSI C63.26-2015	➢ MIC第88號公告技術規範 ➢ 「設備證明規則」第2條第1項第11之30號規定(制訂中) ➢ MIC省令暫定測試方法	➢ 行動通訊無線設備傳導測試方法(KS X 3270：2019)	➢ 「2018-2363T-YD_5G數位蜂窩移動通信網 增強移動寬頻終端設備測試方法(第一階段）」(制訂中)	
引用標準		3GPP	FCC	3GPP	3GPP	3GPP	3GPP
RF檢測範圍		發射機性能 接收機性能	發射機性能	發射機性能 接收機性能	發射機性能 接收機性能	發射機性能 接收機性能	發射機性能
共同測項	TX	工作頻段、最大發射輸出功率、頻率誤差、傳導性混附波輻射、佔用頻道頻寬(國內除外)、鄰頻道洩漏功率比(美除外)、發射頻譜波置(美韓除外)					
指定測項	TX	最小輸出功率 輻射性混附波輻射	峰值平均功率比(PAPR) 頻率邊緣符合性 調變特性	發射互調變 傳輸關閉時的功率限值	NA	最小輸出功率 頻率向量幅度(EVM) 發射互調變	NA
	RX	RX參考靈敏度水平 RX相鄰頻道選擇性 RX阻塞特性 RX雜散反應 RX互調特性 RX雜散輻射	NA	RX副次輻射限制	RX副次輻射限制	RX參考靈敏度水平 RX相鄰頻道選擇性 RX阻塞特性 RX雜散反應 RX互調特性 RX雜散輻射	NA

10

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 5G專網終端設備

國內射頻檢測規定與3GPP n79差異比較

◆ 行政院於2019年指配4.8 GHz至4.9 GHz頻段供行動寬頻專網使用，鼓勵各領域業者發展創新應用。該頻段同屬3GPP規範之5G NR頻段號n79的頻率範圍：4.4GHz ~5.0 GHz。3GPP TS 38.521-1定義，頻段n79使用TDD雙工模式，支援載波頻寬分別為: 40MHz、50MHz、60MHz、80MHz、100MHz等，與國內現行5G行動終端設備檢測之射頻性能規定比較如下表所示。

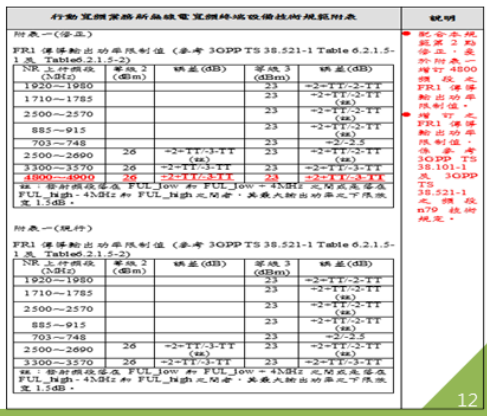
		PLMN 12		3GPP N79
頻段		700MHz(n28)、900MHz(n8)、1800MHz(n3)、2100MHz(n1)、2500MHz(n7)、2600MHz(n41)	2500MHz(n7)、2600MHz (n41)、3500MHz(n78)	4.4GHz-5GHz (n79)：國內專網頻段:4.8G-4.9GHz
多工屬性		FDD	TDD	TDD
調變方式		π/2-BPSK、QPSK、16QAM、64QAM、256QAM		
頻道頻寬		● n1、n7、n8、n28: 5/10/15/20 MHz ● n3: 5/10/15/20/25/30 MHz ● n41: 10/15/20/30/40/50/60/80/90/100 MHz ● n78: 10/15/20/40/50/60/70/80/90/100 MHz		● n79: 40/50/60/80/100MHz
發射功率限制	限值	● n1、n3、n7、n8終端設備: 功率等級3(誤差)：23dBm (+2+TT/-2-TT) ● n28終端設備: 功率等級3(誤差)：23dBm (+2/-2.5) ● n41終端設備: 功率等級2：26dBm (+2+TT/-3-TT)；功率等級3：23dBm (+2+TT/-2-TT) ● n78終端設備: 功率等級2：26dBm (+2+TT/-3-TT)；功率等級3：23dBm (+2+TT/-3-TT)		● n79終端設備: ➢ 功率等級2：26dBm (+2+TT/-3-TT) ➢ 功率等級3：23dBm (+2+TT/-3-TT)
	測試誤差 (TT)	● BW ≤40MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (0.7 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (1.0 dB) ● 40MHz<BW ≤100MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (1.0 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (1.0 dB)		● BW ≤40MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (1.0 dB) ● 40MHz<BW ≤100MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (1.0 dB)
頻率穩定度		載波頻率應在頻道之主波頻率±0.1 PPM以內。		
NR_ACLR	限值	▪ 終端設備功率等級2：31-TT dBm ▪ 終端設備功率等級3：30-TT dBm		
	測試誤差 (TT)	● BW ≤100MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (0.8 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (0.8 dB)		● BW ≤100MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (0.8 dB)
UTRA_ACLR	限值	● $UTRA_{ACLR1}$ 終端設備功率等級3：30-TT dBm ● $UTRA_{ACLR2}$ 終端設備功率等級3：36-TT dBm		
	測試誤差	TT = 0.8 dB		
發射頻譜波罩	限值	參照PLMN12附表15、FR1頻譜波罩規範值		(Ref. 3GPP TS 38.521-1 Table 6.5.2.2.5-1)
	測試誤差 (TT)	● BW ≤100MHz ➢ f ≤ 3.0GHz (1.5 dB) ➢ 3.0GHz < f ≤ 4.2GHz (1.8 dB)		● BW ≤100MHz ➢ 4.2GHz <f ≤ 6.0GHz (1.8 dB)
混附發射區域不必要發射		● 9 kHz ≤ f < 150 kHz → Max. level: -36 dBm (解析頻寬1kHz) ● 150 kHz ≤ f < 30 MHz → Max. level: -36 dBm (10 kHz) ● 30 MHz ≤ f < 1000 MHz → Max. level: -36 dBm (100 kHz) ● 1 GHz ≤ f < 12.75 GHz → Max. level: -30 dBm (1 MHz) ● 1 GHz ≤ f < 12.75 GHz → Max. level: -25 dBm (1 MHz)(適用n41頻段) ● 12.75GHz≤f<UL 最高工作頻率之5倍諧波 → Max. level: -30 dBm (1 MHz) ● 12.75 GHz < f < 26 GHz → Max. level: -30 dBm (1 MHz)		

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 5G專網終端設備

修正條文	現行條文	說明
2.適用範圍 本規範適用於行動寬頻業務新無線電(New Radio，簡稱 NR)寬頻手持式、桌開或移動式終端設備及固定式無線接取(Fixed Wireless Access)終端設備型式認證。依設備多工屬性可區分為分頻雙工(Frequency Division Duplex，簡稱 FDD)與分時雙工(Time Division Duplex，簡稱 TDD)兩類，其適用頻段如下： 2.1分頻雙工： 2.1.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段(上行703 MHz～748 MHz；下行758 MHz～803 MHz)、900 MHz 頻段(上行885 MHz～915 MHz；下行930 MHz～960 MHz)、1800 MHz頻 段（上行 1710 MHz ～ 1785MHz ； 下 行 1805 MHz ～ 1880 MHz)、2100 MHz 頻段(上行1920 MHz ～ 1980 MHz ； 下 行 2110 MHz～2170 MHz)、2500 MHz 與2600 MHz 頻段(上行2500 MHz～2570 MHz ； 下 行 2620 MHz ～ 2690MHz)。 2.2分時雙工： 2.2.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 2500 MHz 與2600 MHz 頻段(2500 MHz～2570 MHz、2570 MHz～2620 MHz、2620MHz ～ 2690MHz) 、 3500 MHz 頻 段(3300 MHz～3570 MHz)、**4800 MHz 頻 段(4800 MHz～4900 MHz)**。	2.適用範圍 本規範適用於行動寬頻業務新無線電(New Radio，簡稱 NR)寬頻手持式、桌開或移動式終端設備及固定式無線接取(Fixed Wireless Access)終端設備型式認證。依設備多工屬性可區分為分頻雙工(Frequency Division Duplex，簡稱 FDD)與分時雙工(Time Division Duplex，簡稱 TDD)兩類，其適用頻段如下： 2.1分頻雙工： 2.1.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段(上行703 MHz～748 MHz；下行758 MHz～803 MHz)、900 MHz 頻段(上行885 MHz～915 MHz；下行930 MHz～960 MHz)、1800 MHz頻 段（上行1710 MHz ～ 1785MHz ； 下 行 1805 MHz ～ 1880 MHz)、2100 MHz 頻段(上行1920 MHz ～ 1980 MHz ； 下 行 2110 MHz～2170 MHz)、2500 MHz 與2600 MHz 頻段(上行2500 MHz～2570 MHz ； 下 行 2620 MHz ～ 2690MHz)。 2.2分時雙工： 2.2.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 2500 MHz 與2600 MHz 頻段(2500 MHz～2570 MHz、2570 MHz～2620 MHz、2620MHz ～ 2690MHz) 、 3500 MHz 頻 段(3300 MHz～3570 MHz)。	● 配合行政院指配4.8～4.9GHz 頻 段 之100MHz頻寬為5G專網頻譜，爰增訂4800頻段 (4800 MHz～ 4900 MHz)於第2.2.1節分時雙工FR1頻段內。 ● 4800 MHz 頻 段（ 4800 MHz ～4900MHz) 定義係參考3GPP技術規範TS 38.101-1 及 TS 38.521-1之5G NR頻段n79規定。
6.測試項目及合格標準 6.1發射功率限制 6.1.1 FR1： 6.1.1.1傳導輸出功率限制值： 6.1.1.1.1終端設備功率等級2： 26分貝毫瓦特(dBm)。 6.1.1.1.2 終端設備功率等級3：23dBm。 6.1.1.1.3功率等級適用頻段與容許誤差應符合**附表1**之規定，其中測試誤差(Test Tolerance,TT)如附表2。	6.測試項目及合格標準 6.1發射功率限制 6.1.1 FR1： 6.1.1.1傳導輸出功率限制值： 6.1.1.1.1終端設備功率等級2： 26分貝毫瓦特(dBm)。 6.1.1.1.2 終端設備功率等級3：23dBm。 6.1.1.1.3功率等級適用頻段與容許誤差應符合**附表1**之規定，其中測試誤差(Test Tolerance,TT)如附表2。	● 配合本規範第2點修正，修正第6.1.1.1.3節之**附表1**。 ● 第6.1.1.1.3 節規定之功率等級，係參考3GPP TS 38.101-1及3GPP TS 38.521-1之頻段n79技術規定。

國內法規修訂建議:

鑑於國內指配4.8 ~ 4.9 GHz頻段作為5G專網頻譜，而該頻段屬3GPP規範之5G NR頻段號n79的頻率範圍(4.4GHz ~5.0 GHz)，故本研究將參照國際規格（ITU及3GPP等）所規定之RF技術特性參數及測試方法，將頻段n79相應之專網頻率範圍、載波頻寬要求等技術參數，補充增列於「行動寬頻業務新無線電寬頻終端設備技術規範」，據以完備國內行動寬頻終端審驗措施。


行動寬頻業務新無線電寬頻終端設備技術規範附表

附表一(修正)

FR1 傳導輸出功率限制值 (參考 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table6.2.1.5-2)

NR 上行頻段 (NR Band)	等級 2 (dBm)	容差 (dB)	等級 3 (dBm)	容差 (dB)
1920～1980			23	+2-TT/-2-TT
1710～1785			23	+2-TT/-2-TT (註)
2500～2570			23	+2-TT/-2-TT (註)
885～915			23	+2-TT/-2-TT (註)
703～748			23	+2/-2.5
2500～2690	26	+2-TT/-3-TT (註)	23	+2-TT/-2-TT (註)
3300～3570	26	+2-TT/-3-TT	23	+2-TT/-3-TT
4800～4900	26	+2+TT/-3-TT	23	+2+TT/-3-TT

註：發射頻段落在 FUL_low 和 FUL_low + 4MHz 之間或高落在 FUL_high - 4MHz 和 FUL_high 之間者，其最大輸出功率之下限放寬 1.5dB。

附表一(現行)

FR1 傳導輸出功率限制值 (參考 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table6.2.1.5-2)

NR 上行頻段 (NR Band)	等級 2 (dBm)	容差 (dB)	等級 3 (dBm)	容差 (dB)
1920～1980			23	+2-TT/-2-TT
1710～1785			23	+2-TT/-2-TT (註)
2500～2570			23	+2-TT/-2-TT (註)
885～915			23	+2-TT/-2-TT (註)
703～748			23	+2/-2.5
2500～2690	26	+2-TT/-3-TT (註)	23	+2-TT/-2-TT (註)
3300～3570	26	+2-TT/-3-TT	23	+2-TT/-3-TT

註：發射頻段落在 FUL_low 和 FUL_low + 4MHz 之間或高落在 FUL_high - 4MHz 和 FUL_high 之間者，其最大輸出功率之下限放寬 1.5dB。

說明

- 配合本規範第2點修正，爰於附表一增訂4800頻段之FR1傳導輸出功率限制值。
- 增訂之FR1傳導輸出功率限制值，係參考3GPP TS 38.101-1及3GPP TS 38.521-1之頻段n79技術規定。

期中研究成果

- 相關設備研究發現與綜合比較
  - 5G專網終端設備
  - 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - 長距離無線充電設備
  - 無線麥克風設備
  - Wi-Fi 6E 設備
  - 433頻段設備
  - 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

03

13

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 互動式感應設備 (Motion Sensor)

Google Soli Motion Sensor

Pixel 4 & IC

Google 於 ET Docket No. 18-70 獲得豁免

第68次一致性會議以 ET Docket No. 18-70 結論暫時開放，未來增修LP0002技術規範

- ✓ 針對豁免內容所放寬的發射功率進行互動式感應設備與現有射頻設備的干擾實驗。
- ✓ 提出所增修的LP0002技術規範草案

ET Docket No. 18-70 豁免內容（放寬發射功率與使用情境）

- ➢ 47 CFR §15.255 (c)(3)，該條款被豁免，並允許設備以最大等效全向輻射功率+13 dBm (EIRP)、+10 dBm發射機傳導輸出功率和+13 dBm/MHz功率密度操作於57～64 GHz頻段。

  原固定式互動感應設備之峰值輸出功率不得超過10 dBm，峰值EIRP不得超過10 dBm

  Google所爭取豁免功率參照出處為歐盟短距離技術規範ETSI EN 305 550
- ➢ 47 CFR §15.255 (b)(2)，該條款被豁免，當設備不屬於內部封閉的專用機載通信網路時，允許設備可在飛機上操作，但是Google Soli傳感器應遵守47 CFR §15.255(b)(2)(i)和(ii)中指定的禁止使用規定。

  原條文於機載（飛機上使用）時，僅開放在飛機內部的封閉式專用機載通信網路。
- ➢ 在任何33毫秒(ms)的時間間隔內，Google Soli傳感器的最大發射工作週期(Maximum Transmit Duty Cycle)應為10%（即在任何33 ms的時間段內，Soli傳感器的傳輸總時間不得超過3.3 ms）。
- ➢ 該設備進行認證時應附上此豁免文件副本。
- ➢ 此豁免條件僅適用於此處所述的Google Soli傳感器，不應認為適用於其他一般場強干擾傳感器。

14

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 互動式感應設備 (Motion Sensor)

	美國	歐盟	日本	韓國	中國
技術規範	FCC 47 CFR §15.255 & ET Docket No. 18-70 使用豁免，法規並無增修訂	REC 70-03 Annex 1 Band n1	修訂《無線電執法條例》一部分的部級條例（內政和通信部條例，第2年第4號） 日本於2020年最新針對互動式感應之公告專法	可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準[科學技術部信息和通信部公告2019年12月23日第2019-105號部分修改]	微功率（短距離）無線電設備的技術要求一信部無[2005]423號」，以及「關於60 GHz頻段微功率（短距離無線電技術應用有關問題的通知信無函[2006]82號
設備類別	僅適用於Google Soli	非特定SRD	移動檢測傳感器	UWB和未指定的無線設備	
標準規格	IEEE C63.10 American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices	ETSI EN 305 550 Short Range Devices (SRD) 40 GHz to 246 GHz frequency range	TELEC根據平成總務省通知第88號（確定特性的測試方法於2020年5月出版的「60 GHz頻帶移動檢測傳感器專用低功率設備的特性」 最新專屬量測技術	無線設備合格評定測試方法KS X 3123：2019	60 GHz無線電設備射頻技術要求及測試方法(YD/T 2722-2014)
頻段	57 ~ 64 GHz	57~ 64 GHz	57~ 64 GHz	57 ~ 66 GHz	59~ 64 GHz
輸出功率	10 dBm	10 dBm ➢ 美國參照歐盟的限制值（Google爭取） ➢ 日本則參照美國限制值開放 ➢ 需注意美國對歐盟的EIRP下修	10 dBm	小於500 mW（指向性、點對點）、小於100 mW（全向性	10 dBm 雖為短距離射頻設備但仍可觀察未來EIRP是否會增修
功率密度	13 dBm/MHz	13 dBm/MHz		13 dBm / MHz	
EIRP	13 dBm	20 dBm	13 dBm	43 dBm（指向性、點對點） 57 dBm（全向性）	47 dBm (Peak) 44 dBm (Average)
其他	在任何33 毫秒的時間間隔內Google Soli傳感器的最大發射工作週期應為10%。	若待測物有自動開關機制避免干擾，應詳細記錄測試方法。	天線以外的高頻部分和調變部分無法輕易打開。 高頻部分和調變部分被裝設在不同的外殼裡時，必須有發射機的維護措施使其不易被打開 Duty Cycle 另行公告！	仍屬固定式設備	微功率（短距離）無線電設備的生產廠商應聲明該設備正常使用時的極限、環境條件，在該條件下發射功率和頻率容限應滿足本規定的要求。

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 互動式感應設備 (Motion Sensor)

修正條文	現行條文	說明
3.13.工作頻率為57 GHz~66 GHz者：	3.13工作頻率為57 GHz～66 GHz者：	一、於3.13.1器材型式新增互動式感應設備。
3.13.1 器材型式：任何發射型式之器材，但不包括非固定操作之場強擾動感測器(field disturbance sensors)及使用於航空器或人造衛星上的器材，但互動式感應設備(interactive motion sensing)則不在此限。	3.13.1器材型式：任何發射型式之器材，但不包括非固定操作之場強擾動感測器(field disturbance sensors)及使用於航空器或人造衛星上的器材。	二、於3.13.1.3新增互動式感應設備操作頻段（57 GHz～64 GHz），並新增峰值傳導輸出功率（應小於或等於10 dBm）、EIRP峰值功率（應小於或等於13 dBm）與功率密度限制值（應小於或等於13 dBm/MHz）。
3.13.1.1 在57 GHz～66 GHz 者，須符合下列之有效等向輻射功率（EIRP）：	3.13.1.1在57 GHz～66 GHz者，須符合下列之有效等向輻射功率（EIRP）：	三、因應第69次一致性會議之結論（提案編號：10801394），新增3.13.1.1(4)(A)之平均功率與峰值功率限制值。
(1)固定式場強擾動感測器主波占用頻寬小於或等於 500 MHz且全部位於61.0 GHz～61.5 GHz者：	(1)固定式場強擾動感測器主波占用頻寬小於或等於500 MHz且全部位於61.0 GHz～61.5 GHz者：	四、考量FCC豁免互動式感應設備之射頻條件，新增3.13.1.5適用於互動式感應設備的其他規定。
(A) 在發射期間所測得任何發射之主波平均功率應小於或等於 40 dBm，任何發射之主波峰值功率應小於或等於43 dBm。	(A)在發射期間所測得任何發射之主波平均功率應小於或等於 40 dBm，任何發射之主波峰值功率應小於或等於43 dBm。	
(B) 57 GHz～61.0 GHz與61.5 GHz～66.0 GHz之發射，其平均功率應小於或等於10 dBm，而峰值功率應小於或等於13 dBm。	(B) 57 GHz～61.0 GHz與61.5 GHz～66.0 GHz之發射，其平均功率應小於或等於10 dBm，而峰值功率應小於或等於13 dBm。	
(2)固定式場強擾動感測器除(1)情況外，發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於-10 dBm，且其EIRP的峰值功率應小於或等於10 dBm。	(2)固定式場強擾動感測器除(1)情況外，發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於-10 dBm，且其EIRP的峰值功率應小於或等於 10 dBm。	
(3)互動式感應設備操作於57 GHz～64 GHz，其發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於 10 dBm，EIRP的峰值功率應小於或等於 13 dBm，且功率密度應小於或等於13 dBm/MHz。		

修正條文：	現行條文：
(4)除固定式場強擾動感測器和互動式感應設備外之器材，發射期間EIRP值應符合下列規定：	(3)除固定式場強擾動感測器外之器材，發射期間EIRP值應符合下列規定：
(A)位於室外之發射機，其天線增益(G；dBi)大於51 dBi的任何發射之平均功率≦82 dBm，峰值功率≦82 dBm，峰值功率≦85 dBm；天線增益小於51 dBi≦85 dBm；天線增益小於51 dBi時，平均功率≦82-2x(51-G) dBm，峰值功率≦85-2x(51-G) dBm，惟前述等量意義之限制值計算至平均功率≦40 dBm，峰值功率≦43 dBm止。	(A)位於室外之發射機，其天線增益(G；dBi)大於51 dBi的任何發射之平均功率≦82 dBm，峰值功率≦82 dBm，峰值功率≦85 dBm；天線增益小於51 dBi時，平均功率≦82-2x(51-G) dBm，峰值功率≦85-2x(51-G) dBm。
(B)除本款(A)的情形外，任何發射之平均功率應小於或等於40 dBm，任何發射之峰值功率應小於或等於43 dBm。	(B)除本款(A)的情形外，任何發射之平均功率應小於或等於40 dBm，任何發射之峰值功率應小於或等於43 dBm。
3.13.1.2 混附發射：無修正。	3.13.1.2 混附發射：無修正。
3.13.1.3 峰值傳導輸出功率：無修正。	3.13.1.3 峰值傳導輸出功率：無修正。
3.13.1.4 頻率穩定度：無修正。	3.13.1.4 頻率穩定度：無修正。
3.13.1.5 其他規定：互動式動作感應設備在任何33 毫秒的時間間隔內最大發射工作週期應為10%。	

詳細增修條文請參閱期中審查報告內文

期中研究成果

■ 相關設備研究發現與綜合比較

- 5G專網終端設備
- 互動式感應設備 (Motion Sensor)
- 長距離無線充電設備
- **無線麥克風設備**
- Wi-Fi 6E 設備
- 433頻段設備
- 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

03

17

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 無線麥克風

無線麥克風干擾議題

家庭式與消費者個人所使用的無線麥克風，以目前LP0002所制定(510 ~ 530 MHz) 操作頻段已經足夠使用，但是**大型集會場合中無線麥克風設備仍有頻段不敷使用產生干擾之情形。**

⇩

2019年5月10日討論會議

NCC 邀集郵電司、TTC、國內無線麥克風廠商等，共同商討國內目前頻譜使用現況，是否能暫時開放頻段（如：614 MHz ~ 703 MHz）讓無線麥克風使用。

⇩

- ✓ 交通部於會議中表示贊同，並於下次規劃無線電頻率分配表時，會依決議將該頻段納入無線麥克風設備的使用頻段
- ✓ 日前確定開放該頻段給無線麥克風使用

說明：

一、依據國家通訊傳播委員會(以下簡稱通傳會)103年7月29日通傳資技字第10300499730號函轉貴公會103年7月21日(103)貿綜業字第01020號函辦理。

二、有關我國470-900MHz頻段使用規劃情形及其與低功率無線電麥克風干擾可能性，說明如下：

(一) 470-485MHz頻段：本頻段已供機場地勤單位使用，若開放供低功率無線電麥克風使用，恐造成電視臺於機場採訪時，其無線電麥克風與地勤單位之無線電對講機相互干擾。

(二) 485-530MHz頻段：本頻段已指配供警、消、計程車業者及政府等單位專用電信使用，尚有部分空餘頻道可供低功率無線電麥克風使用。

(三) 530-608MHz頻段：本頻段供數位無線電視使用，目前已核發6張執照，惟其餘頻道通傳會業已納為第二階段數位無線電視釋照及其他規劃使用，無空餘頻道可供低功率無線電麥克風使用。

(四) 608-698MHz頻段：本頻段目前已有美國規劃供行動寬頻(即4G)業務使用，我國將視美國處理結果及國際電信聯合會(ITU)後續建議，亟可能規劃供行動寬頻業務使用，故目前不宜開放。

MHz

585.0000 - 1215.0000

ITU 無線電規劃	中華民國規定	
第三區域	頻段業務分配	備註
585.0000 - 610.0000 固定（主） 行動（主） 廣播（主） 無線電助航（主）	585.0000 - 610.0000 固定（主） 行動（主） 廣播（主） 無線電助航（主）	530 - 596 供數位電視廣播業務使用 596 - 608 供數位電視使用
610.0000 - 890.0000 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	610.0000 - 890.0000 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	703 - 803 供行動寬頻業務使用 790 - 960 WRC-07 決議可供 IMT 使用 748 - 758 - 794 - 806 供低功率無線電麥克風及無線耳機於不得干擾行動寬頻業務且須忍受行動寬頻業務干擾之條件下使用 825 - 845, 870 - 890 供第三代行動通信業務使用，期限至 107 年 12 月

目前600~700 MHz頻段
並無主要業務使用

■ 建議修正低功率射頻電機技術規範（LP0002）第4.6 節，增列低功率無線電麥克風及無線耳機操作於該頻段之規定，並規定須具手動切換頻道功能，以避免干擾合法通信。

■ 依行政程序法第93 條第2 項第3 款規定，得附負擔作成行政處分。爰建議於該節增列申請前項器材型式認證證明，應附負擔如於該頻段開放給其他通訊業務時，即廢止其型式認證證明；其他通訊業務開始使用時，案關設備應停止使用，以核發型式認證證明。

■ 前項附負擔應**檢附切結書**，申請者應切結同意於該頻段開放供其他通訊業務使用時，本會或原驗證機構得廢止其型式認證證明，並應於器材**本體**、說明書及包裝盒**載明「該頻段供其他通訊業務使用時，無線電麥克風（或無線耳機）應即停止使用。」**。

18

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 無線麥克風

	美國	歐盟	日本	韓國	中國
技術規範	持有執照麥克風：Part 74 Subpart H 74.779-74.882 免執照麥克風：47 CFR Part 15 Subpart C 15.236	ECC ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))	ARIB STD-T112 (Specified Radio Microphone for Land Mobile Radio Station)、無線設備規則第49之16條	其他業務的無線設施技術標準第十四條、免執照的無線電台的無線電設備技術標準第七條	微功率（短距離）無線電設備的技術要求一信部無[2005]423號
設備類別	低功率輔助無線電站(Low Power Auxiliary Stations, LPAS)	PMSE (Program Making and Special Events Applications)	無線麥克風	無線麥克風	無線傳聲器
標準規格	ETSI EN 300 422-1 美國FCC技術規範引用且依據ETSI EN 300 422-1相關測試流程與技術規範	ETSI EN 300 422-1	平成總務省通知第88號（確定特性的測試方法）附表7《認證規則》第2條第2款第1項第12項	Standard KS X 3123 Conformity assessment test methods for radio equipment	ETSI EN 300 422-1
發射功率&操作頻段	持有執照麥克風： 470 ~ 608 MHz：250 mW； 653-657 MHz (duplex gap)：20 mW 600 MHz其餘頻段已禁用 免執照麥克風： 470～608 MHz：50 mW；614-616 MHz (guard band)：20 mW；657-663 MHz (duplex gap)：20 mW 詳細請見表191	470 ~ 694 MHz：50 mW(e.r.p) 694 ~ 790 MHz：20 mW(e.r.p) 694 ~ 790 MHz：80 mW(e.r.p) 詳細請見表177 不推薦使用Guard Band相關類似共存頻段	TVWS頻段： 470 MHz ~ 700 MHz：10 mW 特定無線麥克風的專屬頻段： 700 MHz ~ 714 MHz：50 mW 詳細請見表192、表193、表194	其他業務： 類比麥克風(e.r.p)： 470～698 MHz頻段：250 mW 數位麥克風(e.r.p)： 470～698 MHz頻段：250 mW 免執照麥克風(e.r.p)：10 mW以下 詳細請見表200	470 ~ 510 MHz、630 ~ 787 MHz：50 mW(e.r.p)
其他	於2008年美國FCC成功拍賣了700 MHz相關操作頻段，此操作頻段包含698~806 MHz總共108 MHz的操作頻寬，並已於2010年公佈禁用法令。	694~790 MHz無線麥克風需與行動通訊服務(MFCN)和諧共同使用，請參閱本報告或ECC Report 221、CEPT Report 60等相關技術規範。	日本之無線麥克風設備於470~714 MHz頻段為持有執照之頻段（白頻段與特定無線麥克風專屬頻段）。	我國並無執照使用的管理機制，宜參考使用免執照的發射功率，並以較嚴格之限制值為主。	

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 無線麥克風

修正條文	現行條文	說明	修正條文	現行條文
4.6 低功率無線電麥克風及無線耳機（Low-Power Wireless Microphone and Wireless Earphone）：係以無線發射設備利用無線電波（radio wave）傳送語音或音樂至無線接收設備。	4.6 低功率無線電麥克風及無線耳機（Low-Power Wireless Microphone and Wireless Earphone）：係以無線發射設備利用無線電波（radio wave）傳送語音或音樂至無線接收設備。	一、於4.6.1使用頻率範圍新增無線麥克風設備操作頻段。	**4.6.3.7 在測量頻道寬度時的主波功率測量，須按下表設定值操作。**	4.6.3.6 在測量頻道寬度時的主波功率測量，須按下表設定值操作。
4.6.1 使用頻率範圍（frequency range）：227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz、510 MHz～530 MHz、614 MHz～703 MHz、748 MHz～758 MHz、803 MHz～806 MHz、1790 MHz～1805 MHz。	4.6.1 使用頻率範圍（frequency range）227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz、510 MHz～530 MHz、748 MHz～758 MHz、803 MHz～806 MHz、1790 MHz～1805 MHz。	二、於4.6.3主波發射功率（ERP）新增4.6.33無線麥克風操作頻段（操作於614～703 MHz者：50 mW以下），並考量條款之頻段位置，將原操作於748.0 MHz～758.0 MHz者：10 mW以下、操作於803.0 MHz～806.0 MHz者：10 mW以下、操作於1790.0 MHz～1805.0 MHz者：10 mW以下之條號進行調整。	**4.6.4、4.6.5、4.6.6、4.6.7、4.6.8、4.6.9：無修正。**	4.6.4、4.6.5、4.6.6、4.6.7、4.6.8、4.6.9：無修正。
4.6.2 必需頻帶寬度（necessary bandwidth）：無修正。	4.6.2 必需頻帶寬度（necessary bandwidth）：無修正。	三、新增4.6.10章節及4.6.10.1~4.6.10.4說明操作於無線麥克風頻段614～703 MHz頻段之使用限制。	4.6.10 操作於614 MHz～703 MHz頻段之其他規定：	
4.6.3 主波發射功率（ERP）：	4.6.3 主波發射功率（ERP）：	四、其餘未異動。	4.6.10.1 其必需頻帶寬度應小於或等於1 MHz，並符合4.6.2.1之遮罩標準。	
4.6.3.1 操作於227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz者：	4.6.3.1 操作於227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz者：		4.6.10.2 無線麥克風設備必須具手動切換頻道功能（以避免干擾合法通信）。	
4.6.3.2 操作於510.0 MHz～530.0 MHz者：50 mW以下。	4.6.3.2 操作於510.0 MHz～530.0 MHz者：50 mW以下。		4.6.10.3 依行政程序法第93條第2項第3款規定，得附負擔作成行政處分，應附負擔知於該頻段開放給其他通訊業務時，即停止其型式認證證明；其他通訊業務開始使用時，須設備應停止使用，以核發型式認證證明。	
4.6.3.3 操作於614 MHz～703 MHz者：50 mW以下。			4.6.10.4 前項附負擔應檢附切結書，申請者應切結同意於該頻段開放供其他通訊業務使用時，本會或原驗證機構得廢止其型式認證證明，並應於各材本體、說明書及包裝盒載明「該頻段供其他通訊業務使用時，無線電麥克風（或無線耳機）應即停止使用。」。	
4.6.3.4 操作於748.0 MHz～758.0 MHz者：10 mW以下。	4.6.3.3 操作於748.0 MHz～758.0 MHz者：10 mW以下。			
4.6.3.5 操作於803.0 MHz～806.0 MHz者：10 mW以下。	4.6.3.4 操作於803.0 MHz～806.0 MHz者：10 mW以下。			
4.6.3.6 操作於1790.0 MHz～1805.0 MHz者：10 mW以下。	4.6.3.5 操作於1790.0 MHz～1805.0 MHz者：10 mW以下。			

詳細增修條文請參閱期中審查報告內文

期中研究成果

- 相關設備研究發現與綜合比較
  - 5G專網終端設備
  - 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - **長距離無線充電設備**
  - 無線麥克風設備
  - Wi-Fi 6E 設備
  - 433頻段設備
  - 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

03

21

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 長距離無線充電設備

- ITU於2019年提出無線充電設備的**建議頻段**外，各國正針對長距離無線充電的規範進行討論與協調。目前**歐盟與日本訂有無線充電的專用法規**，其他如韓國與中國大陸目前均以**低功率相關法規對無線充電設備進行規管**，並且暫時均以**輻射限值**及**不必要發射限值**做為主要設備規範。

	美國	歐盟	日本	韓國	中國大陸
技術規範	KDB 680106 FCC 47 CFR §15 & §18	EN 303 417 EN 55011	ARIB STD-T113	Radio Waves Act weak electric field strength	微功率短距離無線電發射設備目錄和技術要求
設備類別	Unlicensed Wireless Devices ISM設備	Wireless Power Transfer	Wireless Power Transfer	ISM設備	ISM設備 短距離設備
頻段	符合各頻段規定，且避免禁用頻段，通常可用於9 kHz以上Part15規定的頻段。 符合各頻段規定，且避免禁用頻段，通常可用於Part18規定的ISM頻段。	19-300 kHz 6.765-6.795 MHz	400 kHz (<1cm) 6.765-6.795 MHz 2497-2499MHz	100-205 kHz 6.765-6.795 MHz	9-190 kHz 6.675-6.795 MHz
輻射限值	依使用頻率的不同，Part15輻射限值從2400/頻率(kHz) 至 500 uV/m。Part18-5沒有輻射限值(詳細資訊請參考美國章節)	依使用頻率的不同，輻射限值從至72 dBμA/m。(詳細資訊請參考歐盟章節)	6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz：44 dBμA/m 6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz：64 dBμA/m 2497-2499MHz：283mV/m	100-205 kHz 500 uV/m 6.765-6.795 MHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m	9-190 kHz 72dBμA/m 6.675-6.795 MHz 42dBμA/m
不必要發射	Part15不必要發射限值皆不得大於主波發射強度。Part18不必要發射限值從25×SQRT（功率/500）至 25 uV/m。(詳細資訊請參考美國章節)	9 kHz ≤ f < 10 MHz，27 dBμA/m at 9 kHz descending 10 dB/dec 10 MHz ≤ f < 30 MHz，-3.5 dBμA/m (詳細規範見各章節)	6.765-6.795 MHz： 6.765 MH ≤ f ≤ 6.776 MHz 44 dBμA/m 6.776 MHz < f ≤ 6.795 MHz 64 dBμA/m 2497-2499MHz： 應小於或等於283mV/m (詳細規範見各章節)	100-205 kHz： 應小於或等於500 uV/m 6.765-6.795 MHz： 9-150 kHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m (RBW：200Hz) 150-10000 kHz 78.5 - 10log(f in kHz/9) dBμV/m (RBW：9kHz) (詳細規範見各章節)	9-150 kHz 27dBμA/m (RBW：200Hz) 150-10000 kHz 27dBμA/m (RBW：9kHz) (詳細規範見各章節)

22

美國長距離無線充電

- FCC以無線充電設備的要求指引(KDB)規範美國的無線充電設備，對於長距離的無線充電採用依特性作**事先核准**的審核，當通過審核，仍須依相關規範之輻射限值及RF暴露要求進行規範。
- 無線充電可能具有兩種傳輸模式：**充電(part 18)**與**數據通信(part 15)**。其中數據通信模式是指對**設備傳輸圖片及音頻資訊**等，而充電管理資訊包括:**過充切斷、充電狀態回饋和充電設備識別**等。
- 美國目前針對無線充電設備的規範，主要是依據**FCC KDB 680106（無線充電設備要求指引）**，並依產品特性可申請FCC part 15 or/and 18。
  - ➢ 當無線充電設備能夠同時滿足part 15和18的技術規範，且每種工作模式是獨立的，數據通信可適用 part 15 進行認證，充電模式則可適用 part 18 進行認證。
  - ➢ 若無線充電設備使用其他頻率進行多個負載阻抗(client)管理，且必須具有安全及效率操作（如：過電壓的快速關閉等）和回報充電狀態與辨識失效的設備(client)，對此類無線充電設備，必須同時對part 15與 18進行認證。
- Part 18允許設備操作於ISM頻段，**並使用本地 (locally)產生的RF能量**(Section 18.107(c))，**對用戶端設備(client)進行充電，操作時必須在極接近的距離，且RF能量不能用於通訊（如：資料、音樂、影像等）**。
- **無線充電設備與client設備具有一定距離(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)（長距離）傳輸之系統，必須符合上述本地RF能量之要求(一公尺以內)，故須取得FCC事先核准。同時，該設備必須符合Part 18的輻射及不必要發射限制值，且須通過RF暴露評估，才可進行授權許可。**
- 對於未來一定距離（長距離）的無線充電設備，業者建議應透過更多案例建立完善的KDB資料庫。

我國法規修訂建議

- 美國**相關業者**考量避免限制一定距離充電設備的發展，**建議不應立即制定Part 18的相關增修條文，而暫時以無線充電設備的要求指引規範美國無線充電設備；**對於一定距離的無線充電採用依特性作事先核准，當通過核准，仍須依相關規範之輻射限值及射頻暴露要求進行規範。
- 若國內需立即制定一定距離無線充電設備相關條文，研究團隊建議增訂低功率射頻電機技術規範**第4.13節**一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)。相關之增訂條文建議如下表，其中主要包括: **一定距離無線充電設備定義、使用頻率、禁用頻段、主波發射功率、不必要發射限制值、電源傳導限制值，以及電波暴露量之評估**等。

修正條文	現行條文	說明
4.13 一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)：使用本地產生的射頻能量對用戶端(client)進行充電，傳輸距離必須超過 10 公分且不得大於 1 公尺。		參考美國 Part 18 與本採購案的一定距離無線充電定義。
4.13.1 使用頻率：		參考我國工業科學醫療用電波輻射性電機的使用頻率。(我國與美國 Part 18 差異頻段為：6.78 MHz、915 MHz、61.25 GHz、122.50 GHz 及 245.00 GHz)

主波頻率	頻率容(tolerance)
13560kHz	±7kHz
27120kHz	±163kHz
40680kHz	±20kHz
2450MHz	±50MHz
5800MHz	±75MHz
24125MHz	±125MHz

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 長距離無線充電設備

4.13.2 禁用頻段：不得妨害下列無線電助航或其他安全業務使用之頻段。 禁用頻段 490 至 510kHz 2170 至 2194kHz 8354 至 8374kHz 121.4 至 121.6MHz 156.7 至 156.9MHz 242.8 至 243.2MHz		參考美國 Part 18 與我國工業科學醫療用電波輻射性電機的禁用頻段。
4.13.3 主波發射功率：電場輻射強度不受限制。		參考美國 Part 18 及我國工業科學醫療用電波輻射性電機的場強限制值。
4.13.4 不必要發射限制值：		參考美國 Part 18 不必要發射限制值。

頻率範圍	主波發射功率	電場強度限制值（uV/m）	測距（公尺）
4.13.1 頻段	500W 以下	25	300
	500W 以上	25×SQRT（功率/500）	300
除 4.13.1 之頻段	500W 以下	15	300
	500W 以上	15×SQRT（功率/500）	300

備註：SQRT 為平方根。

4.13.5 電源傳導限制值：應符合 2.3 之規定。		參考美國 Part 18 及本規範第 2.3 節的傳導功率限制值。
4.13.6 電波暴露量評估：應符合 5.20 電波暴露量評估之相關規定與限制值。		依據本規範第 5.20 節電波暴露量評估之相關規定與限制值。
4.13.7 其他規定：不得用於通訊傳輸（如：聲音、影像及資料等）。		參考美國 Part 18 的使用規定。

25

期中研究成果

- ■ 相關設備研究發現與綜合比較
  - ➢ 5G專網終端設備
  - ➢ 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - ➢ 長距離無線充電設備
  - ➢ 無線麥克風設備
  - ➢ **Wi-Fi 6E 設備**
  - ➢ 433頻段設備
  - ➢ 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

03

26

Wi-Fi 聯盟（Wi-Fi Alliance）

- Wi-Fi 聯盟提出新的技術Wi-Fi 6E，以區分能夠在6GHz頻段上運作的Wi-Fi 6設備。6GHz頻段是免執照頻譜的重要組成部分。
- Wi-Fi 6E使用的6GHz頻段適合用於促進Wi-Fi在這領域的進一步發展，因為6GHz頻段與Wi-Fi已經使用的5GHz頻段相鄰，如此可提供更多更寬的頻寬，以及可以提供比傳統Wi-Fi 4或Wi-Fi 5設備干擾較少的乾淨頻譜。

美國

- FCC首先於2018年10月發布法規制定通告（Notice of Proposed Rulemaking, NPRM），建議擴大使用5.925-7.125 GHz（6 GHz）頻段並展開公眾諮詢。美國開放6G頻段的措施，除擴大頻譜的使用，為農村和服務欠缺的地區提供寬頻連接外，並期望能補充擴大5G服務。
- FCC於**2020年4月23日通過6GHz頻段（5.925-7.125 GHz）使用規則草案，以免執照方式釋出1,200MHz頻寬供Wi-Fi 6E，以及其他免執照設備使用，並提出相關措施以保護該頻段內原既有執照業者之使用。**
- 美國6GHz頻段目前主要由公用事業、公共安全，以及無線後置迴路以微波鏈路方式提供服務等業者。藉由設置保護既有執照服務之規範，將可讓免執照設備與既有執照業者共享該頻段。(我國5925-6425MHz現供公眾通信中繼網路服務使用，6425-7125MHz則為其他中繼站微波電臺使用。)
- 透過**自動頻率協調（Automated Frequency Coordination, AFC）**系統，將可避免「**標準功率接取點**」運作於可能導致既有服務干擾之區域。
- 目前允許免執照設備在**室內低功率運作**的情況下，可使用全部1200MHz頻寬，如為標準功率之免執照設備，則可使用850MHz頻寬。

27

美國Wi-Fi 6E 使用頻段與功率限制

設備分類	運作頻段 (註4)	最大EIRP (註5)	最大功率頻譜密度(power spectral density) EIRP
標準功率接取點和固定用戶端設備(需使用AFC系統) (註1)	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875 GHz)	36 dBm	23 dBm/MHz
用戶端設備使用標準功率接取點 (註2)		30 dBm	17 dBm/MHz
室內接取點與其從屬設備 (註3)	U-NII-5 (5.925-6.425 GHz) U-NII-6 (6.425-6.525 GHz) U-NII-7 (6.525-6.875 GHz) U-NII-8 (6.875-7.125 GHz)	30 dBm	5 dBm/MHz
用戶端設備使用室內接取點		24 dBm	-1 dBm/MHz

- 註1：對於室外設備，任何高於地平線30度仰角的最大EIRP不得超過125 mW（21 dBm）。
- 註2：設備的功率必須低於其連結之標準功率接取點所授權發射功率的6 dB以下。
- 註3：必須使用永久連接的集成天線。
- 註4：設備在5.925至7.125 GHz頻段內的最大發射頻寬為320 MHz。
- 註5：帶外發射之EIRP應小於或等於 -27 dBm/MHz。

28

AFC系統相關規定

- AFC系統：在5.925-6.425 GHz和6.525-6.875 GHz頻段中，**根據FCC資料庫自動確定並提供**標準功率接取點可以使用的**頻率列表**。
- AFC系統的一般用途包括：1.**訂定**AFC系統運營商的所有政策和程序。2.**註冊、認證，以及授權**標準功率接取點和固定用戶端設備的操作。3.使用**定義**的傳播模型和**干擾保護標準**，為標準功率接取點和固定用戶端設備在其位置的每個頻率範圍內提供**允許的頻率和最大允許功率**。4.從FCC資料庫中取得最新**受保護站點的資訊**。
- 在授權接取點開始運作之前，AFC系統必須**驗證**任何尋求接取其服務的標準功率接取點和固定用戶端設備的**FCC標識（FCC ID）**之有效性。並**從FCC的設備授權系統**取得具有有效FCC ID標準功率接取點的**列表**。
- 標準功率接取點和固定用戶端設備必須包含**內部地理位置功能或整合功能**，以安全地連接到外部地理位置設備或服務，以自動確定標準功率接取點的地理坐標和位置的不確定性（以公尺為單位），95%的信賴水準。
- AFC系統必須在以5.925-6.425 GHz和6.525-6.875 GHz頻段運作的固定微波接收器周圍**建立基於位置和基於頻率的禁區(exclusion zones)**（同頻道和相鄰頻道）。
- AFC系統必須使用-6 dB I/N作為干擾保護標準，以確定同頻道禁區的大小，其中I（干擾）是來自標準功率接取點或固定用戶端設備對固定微波服務接收機的同頻道信號，N（噪訊）是固定微波服務接收機的背景噪訊。

其他相關規定

- 在5.925-7.125 GHz頻段中運作的標準接取點、固定用戶端設備和室內接取點，**禁止在石油平台、汽車、火車、輪船和飛機上運作，但當在10,000英尺以上飛行時的大型飛機上，室內接取點被允許運作在5.925-6.425 GHz頻段。**
- 在5.925-7.125 GHz頻段內**操作發射機控制無人飛機系統或與之通訊是禁止的。**
- 在5.925-7.125 GHz頻段內運作的室內接取點，從屬設備和用戶端設備**必須採用競爭的原則(contention-based protocol)。**

我國法規修訂建議

- 若國內交通部開放5.925-7.125 GHz頻段供Wi-Fi 6E設備使用，本團隊建議可參考美國開放Wi-Fi 6E設備的使用規則，修訂低功率射頻電機技術規範**第4.7節無線資訊傳輸設備(Unlicensed National Information Infrastructure)**：使用寬頻數位調變技術，提供個人、商業及相關機構高資料傳輸速率之行動及固定通信相關規範。
- 相關之增修條文建議如下表，其中主要包括: **配合交通部開放5.925-7.125 GHz頻段，增訂使用頻率範圍：增訂AFC的定義：增訂5.925～6.425 GHz頻段、6.425～6.525 GHz頻段、6.525～6.875 GHz頻段及6.875～7.125 GHz頻段各頻段的功率限制；以及增訂5.925～7.125 GHz頻段不必要發射之限制值等**。

修正條文	現行條文	說明
4.7.1 使用頻率範圍：5.15 GHz～5.25 GHz、5.25 GHz～5.35 GHz、5.470 GHz～5.725 GHz、5.725 GHz～5.85 GHz、5.925～6.425 GHz、6.425～6.525 GHz、6.525～6.875 GHz 及 6.875～7.125 GHz。	4.7.1 使用頻率範圍：5.15 GHz～5.25 GHz、5.25 GHz～5.35 GHz、5.470 GHz～5.725 GHz 及 5.725 GHz～5.85 GHz。	參考美國通過使用 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz），並配合交通部開放 5.925-7.125 GHz 頻段，增訂使用頻率範圍。
4.7.2.17 自動頻率協調（Automated Frequency Coordination, AFC）系統：在 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段中，根據適用的資料庫自動確定並提供標準功		參考美國增訂 AFC 的定義。

期中研究成果

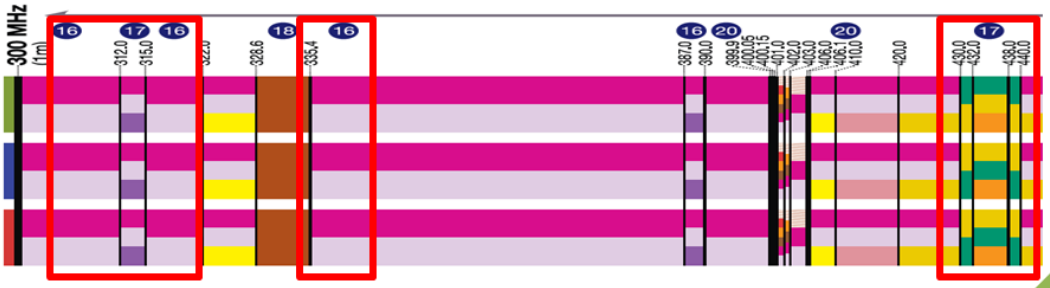
- 相關設備研究發現與綜合比較
  - 5G專網終端設備
  - 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - 長距離無線充電設備
  - 無線麥克風設備
  - Wi-Fi 6E 設備
  - **433頻段設備**
  - 一致性會議相關提案
  - 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

03

31

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 433頻段設備

- 由於SRD在全球範圍內被廣泛應用，其可作為獨立裝置或作為其他系統不可分割的組成部分，但許多SRD設備可能會對無線通信業務造成**潛在的有害干擾**。隨著SRD應用急速增長，可能導致新的或非協調的SRD設備類別的出現，同時個人跨境攜帶或使用不可識別的SRD類別，也可能對於一些國家造成困擾。
- 各國針對SRD避免干擾，各國訂定**傳輸時間的限制**以及其他**防干擾機制**，例如歐盟要求設備採Duty Cycle、LBT或LBT結合AFA等；日本要求設備需具有防干擾及傳輸時限功能；韓國則要求傳輸時限與停止裝置；中國為頻率調整適用頻段。各國應規管不同，針對SRD干擾也有不同防干擾機制來做管理。
- ITU頻譜分配：車庫門遙控裝置與汽車遙控開鎖(RKE)使用頻段312MHz至315MHz、335MHz及430MHz至440MHz；此設備日常受到廣泛使用，國際對於規管狀態詳細說明如比較表。



資料來源：FCC，Tektronix引用

32

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 433頻段設備

國家	歐盟	美國	日本	韓國	中國大陸
檢測規範	• EN 300220-1 • EN 300220-2	• FCC 47 CFR§15.231	• 315MHz低功率無線標準規範之規定為STD-T93	• 可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準[科學技術部信息和通信部公告2019年12月23日第2019-105號，部分修改]	• 微功率（短距離）無線電設備的技術要求 - 信部無[2019]452號」
標準規格	• EN 300220-1 • EN 300220-2	• IEEE C63.10-2013 - American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices	• TELEC根據平成總務省通知第42號（特定低功率無線電臺用於數據傳輸遙控測試方法）	• 無線設備合格評定測試方法 KS X 3123：2019	• EN 300220-1 • EN 300220-2
頻段	433,050MHz至434,790MHz	314MHz至316MHz、433MHz至435MHz	312 MHz至315.25MHz (Ps. 433.67至434.17MHz用於無線電波國際物流)	433.795至434.045MHz	314-316MHz、430-432MHz及433.05至434.79MHz
設備類別	非特定短距離設備類型	用於傳送控制訊號者	用於量測、控制以及數據傳輸設備	僅限用於汽車輪胎壓力警告裝置、車輛開啟關閉以及停放裝置	各類民用設備的無線控制裝置
輻射功率	10mW(e.r.p.)，dutycycle 10% 1mW，工作週期沒限制	3750-12500 uV/m	25μW(e.i.r.p.)	3mW(e.r.p.)	10mW(e.r.p.)
傳輸時間限制	• 發送機的最小關閉時間定義為特定發送機在傳輸或通訊之後應保持關閉的週期 • 發送機的最小關閉時間之限制值應大於100ms(1秒)。設備供應商應在測試報告中宣告發送機的最小關閉時間	• 手動發射開關，按下並釋放此開關後5秒內應自動停止發射 • 自動發射者，每次發射時間應少於5秒 • 不得使用預設固定間隔(regular predetermined interval)之週期性傳輸。但用於保全(security)或安全(safety)業務之輪詢(polling)或監督(supervision)訊號者，每一器材每小時傳輸期間總和應小於或等於2秒，不限次數傳輸	• 在無線電波發射後下一個指定傳輸時間內停止無線電波發射，並且僅在經過傳輸暫停時間之後才恢復後續的傳輸或自動將傳輸時間限制在下一個指定時間內傳輸，除非通訊結束後經過傳輸暫停時間，否則不會恢復通訊	• 除非在無線電波開始發射後40秒內停止發射且經過1秒時間，否則不能在發送 • 訊號控制頻率的傳輸時限制應在無線電波發射開始後0.2秒內	• 自動控制裝置，使週期性操作無線遙控設備電波發射持續時間不超過1秒 • 非週期性操作的設備每次電波發射持續時間不超過5秒
防干擾機制	自適應頻率靈活性是無線電發送機用來避免在已佔用頻道中進行傳輸的技術以避免造成干擾		控制器特性：防干擾功能主要為無線電設備主要用於同一場所，並具有自動發送或接收識別碼之功能	在手動操作下：停車裝置應具有在無線電干擾情況下停止停車裝置功能	對當地聲音、電視廣播電臺接收產生干擾時，應立即停止使用，等待消除干擾或調整到無干擾頻段率後可重新使用

36

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 433頻段設備

- 觀察國際間對於**技術已成熟穩定、具短距離傳輸及發射功率低、且操作於免執照頻段的433MHz** 頻段多用於遙控、傳送控制訊號、警告裝置或國際物流等器材設備；雖然各國訂定輻射功率不盡相同，但均附帶相關技術規管條件如：傳輸時間限制或防干擾機制，以減少設備間之干擾。
- 例如，中國大陸於2019年11月公告的**低功率短距離無線電發射設備與技術要求，針對使用**433MHz等頻段之**通用無線遙控設備**新增相關規定，除要求設備應具**自動控制**功能(用於發射週期控制)外，並**要求防干擾機制**，即若設備使用頻率與當地聲音、電視廣播電臺頻率相同時，不得在當地使用；若對當地聲音、電視廣播接收產生干擾時應立即停止使用，待消除干擾或調整到無干擾頻率後才能重新使用。
- 目前國內對於**433MHz** 頻段設備，主要遵循FCC Part 15.231技術規範；為增進國內頻譜和諧使用，並提高市場上低功率射頻電機設備之品質，建議未來國內若調整該頻段設備規管時，主管機關可參考研究團隊研析國際間防干擾機制之規定，以及案例國家433MHz頻段設備之管理措施，調適我國低功率射頻技術規範以避免該設備干擾其他現行電信管制射頻設備。

34

期中研究成果

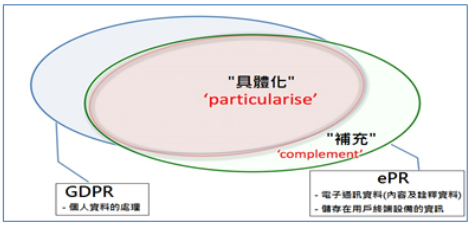
- 相關設備研究發現與綜合比較
  - 5G專網終端設備
  - 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - 長距離無線充電設備
  - 無線麥克風設備
  - Wi-Fi 6E 設備
  - 433頻段設備
  - 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

03

35

相關設備研究發現與綜合比較 ➢ 歐盟RED指令有關個資及電子通訊隱私保護規定

- 歐盟RED指令除要求無線設備須健康安全、符合EMC及有效利用無線頻譜，避免有害干擾外，另隨著網路科技、電子商務蓬勃發展，歐盟刻正協議於相關領域採用新的授權法案， 包括與RED第3.3(e) 和(f) 條有關的欺詐、個人資料和隱私；與RED第3.3(i) 和/或第4條 有關的軟體與無線電設備組合等議題。
- 歐盟在個人資料保護及電子隱私立法方面，與RED指令有關之主要法案包括:
  - 通用資料保護規則(GDPR)與相關電子隱私立法(E-privacy Legislation)。
  - GDPR是歐盟保護個人資料和隱私的主要立法，也是處理與保護歐盟居民個人資料而建立的新架構，於2018年5月正式生效。GDPR適用於任何涉及處理個人資料之機關、組織、事業，以統一法令作為法制框架；因GDPR受規範對象未區分特定事業類別，故歐盟輔以其他特別法，共同形成一個聚合(cohesive)的資料保護監理框架，例如EU於2002 年公告《電子隱私指令 ePrivacy Directive, ePD》。
  - 歐盟為涵蓋新興技術服務擬議擴大ePD範圍，於2017年1月提出無需轉化直接實施的《電子隱私規則 ePrivacy Regulation, ePR) 》(草案)取代ePD指令。ePR適用於提供與使用電子通訊服務的電子通訊資料處理，及有關最終使用者終端設備的資訊。
  - ePR立法精神與GDPR相同，但整體目標著重在電子通訊服務；關注用戶設備上資料的處理、存儲和接取；業者向用戶發送直接行銷之電子通訊行為，須以獲得同意為基礎；並須註明發送的性質及實體。廣義而言，GDPR為個人資料提供保護，並透過ePR提供管理電子通信的特定規則，對GDPR個人資料處理一般規則進行補充，共同形成一個統合的資料保護框架。
- 目前《ePR》草案於歐洲議會及歐洲理事會審理過程中，在適用範圍與定義、同意豁免、防止嚴重虐待兒童和其他嚴重犯罪等方面尚未達成共識，故ePR法案審議仍持續進行中。



	GDPR	ePR
資料保護涵蓋範圍	個人資料；特定且可識別的自然人有關的資料，包括：名字、地點、健康狀況、ID號碼及其他註明個人文化、體格、遺傳經濟或社會身份的資訊。	透過電子通信建立和傳輸的所有資料內容和註釋資料，如：電話和網路通話內文、語音、視訊、圖片和聲音資訊、針對性廣告等。
適用實體	適用位於歐盟的個人或組織對個人資料的所有處理。以及不在歐盟的個人和組織，包括： ➢ 處理的資料屬於歐盟人民； ➢ 處理是為出於銷售商品和服務或監視其行為的目的。	➢ 用戶位於歐盟內的所有電子通信服務提供商； ➢ 歐盟用戶電子通訊資料的處理；和 ➢ 向歐盟民眾發送的直接市場行銷內容
相關罰則	最高1000~2000萬歐元或占全球年度總營業額2~4%	最高1000~2000萬歐元或占全球年度總營業額2~4%

36

後續研究方向

04

37

後續研究方向

辦理座談會議及設備干擾實驗，匯集各界意見

- 研究團隊後續將邀請國內上市櫃廠商**舉辦座談會議**，針對國內電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討匯集相關技術規範具體修訂或增訂建議。
- 另研究團隊也將邀集相關業者及主管機關針對互動式感應設備**進行干擾實驗**，以確保後續研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。

研提國內相關設備器材檢測技術規範、具體修訂建議

- 研究團隊將參酌國際發展經驗，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，**研提相關技術規範具體修訂或增訂建議**，作為國內未來施政之參考。
- 研究團隊另將配合通傳會指定時間地點辦理「**研究成果發表會議**」，提供通傳會長官同仁分享研究成果。

38

後續研究方向-座談會(1/2)

辦理座談會

- 本研究團隊後續將辦理2場次座談會議，規劃邀請國內上市、上櫃或相關新興廠商、及通傳會認可之測試實驗室或驗證機構，蒐集國內現況及各界專家學者之意見，針對我國電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討相關技術規範具體修訂或增訂建議。
- 第一場次「**因應新興業務發展之電信管制射頻器材技術規範調適座談會**」，規劃邀請MIPRO嘉強電子、Google、各家測試實驗室RCB、各家行動終端設備商(華碩、愛立信、諾基亞等)、無線充電廠商(Sony、Samsung)及Wi-Fi 6E廠商等各界先進與會討論。
- 第一場座談會時間規劃在109年8月27日(四)下午兩點於集思交通部201室。
- 第二場座談會時間預計為109年9月25日(五)(暫定)辦理。

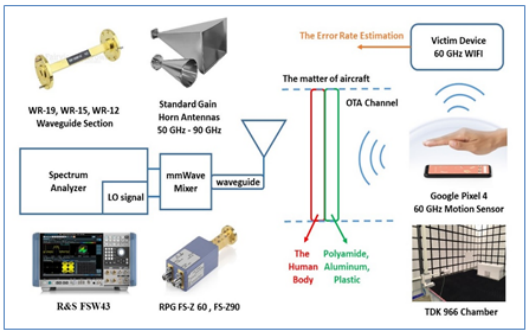
後續研究方向-座談會(2/2)

討論議題	**議題一** **互動式感應**	● 因應新興器材互動式感應設備國際技術規範之研析 ● 因應新興器材互動式感應設備國際技術規範之我國低功率技術規範增修訂
	議題二 **無線麥克風**	● 因應大型集會之無線麥克風設備之操作頻段（600 MHz ~ 700 MHz）增修訂
	議題三 **5G專網終端設備**	● 3GPP有關5G專網(n79)技術發展情形 ● 因應國內指配5G專網頻譜之終端技術規範增修訂
	議題四 **GDPR**	● 歐盟無線電設備(RED)指令有關個資及電子通訊隱私保護規定
	議題五 **長距離無線充電設備**	● 國際長距離無線充電設備技術規範研析 ● 我國長距離無線充電設備低功率技術規範增修訂建議
	議題六 **Wi-Fi 6E設備**	● 美國Wi-Fi 6E設備技術規範發展情形 ● 我國交通部若開放6GHz頻段，Wi-Fi 6E設備低功率技術規範增修訂建議
	議題七 **433MHz頻段設備**	● 433MHz頻段設備之國際技術規範研析 ● 433MHz頻段設備防干擾機制研析與我國相關建議

後續研究方向-干擾實測與研提規範建議

設備干擾實驗

◆ 為研究互動式感應設備於60GHz頻段之干擾程度，干擾實驗設置如圖所示，將以互動式感應設備作為主要干擾源，進行設備干擾實測驗證。



研提技術規範與修訂建議

◆ 研究團隊後續將參酌國際發展經驗與檢討國內法規調整方向，透過座談會議匯集產官學等意見，並配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，研提**電波感測、長距離無線充電、5G專網行動終端設備、Wi-Fi 6E及無線麥克風等相關設備之具體規範修訂或增訂建議**，以完備國內相關技術規範及審驗措施，加速產品進入市場提供服務，提升相關產業發展效益。

41

附錄五、期末報告簡報檔

案號: NCCT108035
財團法人電信技術中心
TELECOM TECHNOLOGY CENTER
因應新興業務發展之電信管制射頻器材之
技術規範與測試程序委託研究採購案
期末報告審查會議
109年11月

AGENDA
藉由辦理因應新興業務發展之電信管制射頻器材之技術規範與測試程序研究，廣泛蒐集國際組織新興射頻器材技術標準發展趨勢，瞭解各國相關檢測規定現況，將有助主管機關與時俱進掌握國際新興電信管制射頻器材檢測發展脈絡，完備國內技術規範與國際接軌，提升國際競爭力。
01 工作項目與專案執行情形
02 研究發現與建議事項
03 座談實測執行情形
04 結論

工作項目
與
專案執行情形

01

計畫背景及工作項目

計畫背景

■ 鑑於未來新興行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之質與量亦產生大幅度變化，通傳會在維持電波秩序及保障國民權益前提之下，秉持與時俱進原則，爰透過本研究瞭解各國際先進國家對新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材相關技術規範及測試程序，**據以精進我國相關審驗措施**，加速該等器材進入市場提供服務及提升相關產業發展效益。

工作項目

一. 蒐集研析 ITU、ETSI、FCC、3GPP等國際、區域標準組織就案關因應新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材建議之檢測規定(含使用電波頻率範圍、功率、不必要發射等限制值之射頻特性)及相關測試程序。

二. 蒐集、彙整、歸納並分析**歐、美、日、韓、中國大陸**等主管機關因應新興業務所訂定之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之檢測規定及相關測試程序。

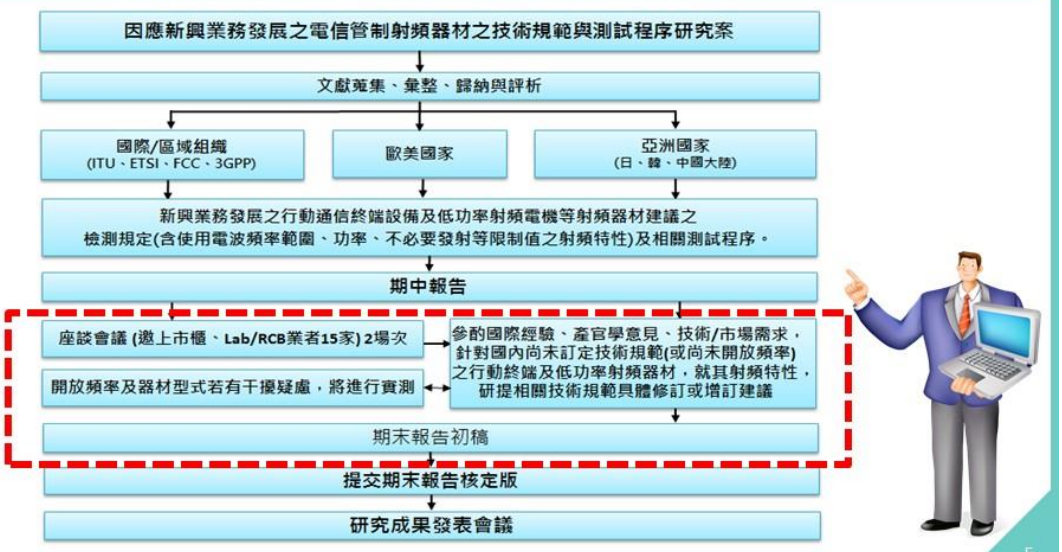
三. 參酌國際發展經驗，**辦理座談會議2場次**，邀請國內上市、上櫃或相關新興廠商、及NCC認可之測試實驗室或驗證機構(每場次需邀請15家以上，並至少10家以上出席)，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，針對我國電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討相關技術規範具體修訂或增訂建議。

四. 提出相關行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之技術規範修訂(或研擬)草案具體建議，至少需含**電波感測**(低功率雷達等器材)、**長距離(10公分以上)無線充電及5G專網**等器材；若開放器材干擾疑慮時，應邀集相關業者及主管機關協助**實測**，並提交測試結果說明，以確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。。

五. 辦理「**研究成果發表會議**」至少1場次，供NCC長官同仁分享研究成果。

4

專案執行進度



專案甘特圖

工作項目	D+30	D+60	D+90	D+120	D+150	D+180	D+210	D+240
1. 蒐集研析國際組織新興射頻器材檢測規定								
2. 蒐集研析案例國家新興射頻器材檢測規定								
3. 辦理座談會議: 二場次								
4. 研提相關技術規範修訂或研擬草案具體建議								
5. 辦理研究成果發表會議: 一場次								
工作進度估計百分比 (累積數)	10	25	40	50	65	75	85	100
預定查核點	1.自契約生效次工作日起120日內交付期中成果報告。 2.自契約生效次工作日起240日內交付期末成果報告初稿。 3.期末審查完成後，依通傳會指定期限內提出完整期末報告。							

第一場座談會 8/27(四)

第二場座談會暨干擾實驗 9/29(二)

期中報告6/30

期末報告10/28

期中報告　期末報告　座談會議/干擾實測

專案執行情形

工作項目	規劃時程	進度現況
一. 蒐集研析國際電信聯合會（ITU）、歐洲電信標準協會（ETSI）、美國聯邦通信委員會（FCC）、第三代合作夥伴計劃（3GPP）等國際、區域標準組織或單位就案關因應新興業務所發展之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材建議之檢測規定(含使用電波頻率範圍、功率、不必要發射等限制值之射頻特性)及相關測試程序。	期中報告	已完成
二. 蒐集、彙整、歸納並分析至少但不限於歐、美、日、韓與中國大陸等主管機關因應新興業務所訂定之行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之檢測規定(含使用電波頻率範圍、功率、不必要發射等限制值之射頻特性)及相關測試程序。	期中報告	已完成
三. 參酌前項國際發展經驗，辦理座談會議至少2場次，邀請國內上市、上櫃或相關新興廠商、及本會認可之測試實驗室或驗證機構(每場次需邀請15家以上，並至少10家以上出席)，蒐集國內現況及產官學等意見，配合通訊傳播技術匯流與市場發展需要，針對我國電信管制射頻器材尚未開放之頻率及器材型式，就其射頻特性，探討相關技術規範具體修訂或增訂建議，必要時本會得要求加開前述座談會。	期末階段	已完成
四. 為開放新頻率及器材型式進入市場提供服務，向本會提出相關行動通信終端設備及低功率射頻電機等射頻器材之技術規範修訂(或研擬)草案具體建議，至少需含電波感測(低功率雷達等器材)、長距離(10公分以上)無線充電及5G專網等器材，必要時本會得視國際趨勢適時要求調整案關技術規範。若開放頻率及器材型式有干擾疑慮時，應邀集相關業者及主管機關協助實測，並提交測試結果說明，以確保研擬技術規範之射頻特性得與其他合法通信和諧共用頻率。	期末階段	已完成
五. 辦理「研究成果發表會議」至少1場次，以簡報投影片方式，配合本會於指定時間地點報告，供本會長官同仁參與。	期末階段	將於期末審查後依鈞會指示辦理

期末報告章節

- 中文摘要
  - 一、研究緣起
  - 二、研究方法及過程
  - 三、重要發現
  - 四、主要建議事項
- Abstract
- 第一章 緒論
  - 第一節 研究緣起與背景
  - 第二節 研究議題與項目
  - 第三節 研究方法與執行步驟
    - 一、研究方法
    - 二、研究計畫架構
    - 三、研究計畫施行步驟
  - 第四節 研究進度與效益
    - 一、執行進度
    - 二、研究預期成果
- 第二章 國際組織與案例國家新興射頻器材之檢測規定及測試程序
  - 第一節 5G專網行動通信終端
  - 第二節 互動式感應
  - 第三節 無線充電
  - 第四節 無線麥克風
  - 第五節 433MHz頻段
  - 第六節 其他
    - 一、一致性會議相關提案
    - 二、Wi-Fi 6E
    - 三、歐盟無線電設備(RED)指令有關個資及電子通訊隱私保護
- 第三章 新興射頻器材技術規範調適座談會與干擾實測驗證
  - 第一節 第一場座談會
  - 第二節 第二場座談會
  - 第三節 設備干擾實測與測試結果說明
- 第四章 研究重要發現
  - 第一節 5G專網行動通信終端
  - 第二節 互動式感應設備
  - 第三節 長距離無線充電
  - 第四節 無線麥克風設備
  - 第五節 433MHz頻段
  - 第六節 Wi-Fi 6E
  - 第七節 歐盟RED設備個資與電子通訊隱私保護規定及資安要求
- 第五章 主要建議事項
  - 第一節 立即可行之建議
    - 一、「行動通信電信終端設備技術規範」草案修訂建議
    - 二、互動式感應設備增修修文建議
    - 三、長距離無線充電增修修文建議
    - 四、Wi-Fi 6E增修修文建議
    - 五、無線麥克風增修修文建議
  - 第二節 中長期性建議
    - 一、參考國際間防干擾機制規定，增進頻譜和諧使用
    - 二、因應電子通訊隱私保護需求，提案精進無線設備管理規則
- 附錄
  - 附錄一、測試程序
    - 一、5G專網行動通信終端
    - 二、互動式感應
    - 三、無線充電
    - 四、無線麥克風
    - 五、433MHz頻段
    - 六、Wi-Fi 6E
  - 附錄二、互動式干擾實驗相關量測數據
  - 附錄三、中英對照
- 參考書目

重要發現與建議事項

02

- **相關設備研究發現與建議事項**
  - 5G專網行動終端設備
  - 互動式感應設備 (Motion Sensor)
  - 無線麥克風設備
  - 長距離無線充電設備
  - Wi-Fi 6E 設備
  - 433頻段設備
  - EU RED個資及電子通訊隱私保護規定

9

5G專網行動終端設備：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現：

- 為滿足IMT-2020應用場景及新接取技術需求，3GPP將各種**垂直領域**應用相關之服務場景與技術要求(TR)，整合成為**TS 22.261技術規範**用以定義5G系統服務功能與需求；並在§6.25.1章節定義**「非公共網路（NPN）」**僅供**專用實體(如企業)使用**，業者可利用虛擬和實體元件進行各種配置部署。
- 5G專網終端設備所採技術種類，因同屬3GPP 5G NR 公布之技術規格， 故5G專網終端設備須遵循3GPP制定之5G NR行動終端規格進行檢測，以確保終端設備品質和及系統端基地臺的互通性。專網行動終端與基站設備之一致性測試測量程序，主要依循**3GPP TS 38.521、TS 38.141**技術規範作為射頻特性檢測標準。**各國亦爰引3GPP制定之5G NR相關技術要求、檢測規定、檢驗項目、合格標準及測試方法等，調和納入成為國家技術法規標準，作為製造商產品符合性評估的技術規範，以確保射頻器材之標準符合性。**
- 經與國內現行5G行動終端及基站設備檢測規定對比，研究發現在**頻道頻寬、發射功率限制、發射頻譜波罩測試誤差及傳導式/輻射式測試**等技術參數規定上，現行5G射頻技術規範(PLMN All、IS All)仍有須補充修訂之處。

建議事項：

- 觀察國際對於5G專網終端或基站設備所採用技術標準係依3GPP 5G NR 公布之技術規格，各國對於5G專網終端設備與其他5G終端設備相同，均遵循3GPP制定之5G NR行動終端規格 (射頻效能、測試規格等)進行檢測，以確保合規性。
- 目前國內指配4.8 ~ 4.9 GHz頻段作為5G專網頻譜，該頻段因同屬3GPP規範之5G NR頻段編號n79的頻率範圍(4.4GHz ~5.0 GHz)，故本研究建議參照國際標準組織（ITU及3GPP等）規定之RF技術特性參數及測試方法，將頻段**n79相應之專網頻率範圍**、載波頻寬要求、發射功率限制等技術參數，補充增列於**「行動通信電信終端設備技術規範」**、**「行動通信基地臺射頻設備技術規範」**，據以完備國內行動寬頻終端與基站射頻設備審驗規定。相關技術規範草案修訂建議，詳見期末報告第五章第一、(一)節說明。

10

「行動通信電信終端設備技術規範」草案修訂建議

修正條文	現行條文	說明
2.適用範圍 本規範適用於行動寬頻業務新無線電(New Radio，簡稱 NR)頻譜手冊式、車用或移動式終端設備及固定式無線接取(Fixed Wireless Access)終端設備型式核驗，依設備多工屬性可區分為分頻雙工(Frequency Division Duplex，簡稱 FDD)與分時雙工(Time Division Duplex，簡稱 TDD)兩類，其適用頻段如下： 2.1分頻雙工： 2.1.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段(上行703 MHz～748 MHz；下行758 MHz～803 MHz)、900 MHz 頻段(上行885 MHz～915 MHz；下行930 MHz～960 MHz)、1800 MHz頻 段(上行 1710 MHz ～ 1785MHz ；下行 1805 MHz ～ 1880 MHz)、2100 MHz 頻段(上行1920 MHz ～ 1980 MHz ；下行 2110 MHz～2170 MHz)、2500 MHz 與2600 MHz 頻段(上行2500 MHz～2570 MHz ；下行 2620 MHz ～ 2690MHz)。 2.2分時雙工： 2.2.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 2500 MHz 與2600 MHz 頻段(2500 MHz～2570 MHz、2570 MHz～2620 MHz、2620MHz ～ 2690MHz)、3500 MHz 頻 段(3300 MHz～3570 MHz)、4800 MHz 頻 段(4800 MHz～4900 MHz)。	2.適用範圍 本規範適用於行動寬頻業務新無線電(New Radio，簡稱 NR)頻譜手冊式、車用或移動式終端設備及固定式無線接取(Fixed Wireless Access)終端設備型式核驗，依設備多工屬性可區分為分頻雙工(Frequency Division Duplex，簡稱 FDD)與分時雙工(Time Division Duplex，簡稱 TDD)兩類，其適用頻段如下： 2.1分頻雙工： 2.1.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 700 百萬赫(下稱 MHz) 頻段(上行703 MHz～748 MHz；下行758 MHz～803 MHz)、900 MHz 頻段(上行885 MHz～915 MHz；下行930 MHz～960 MHz)、1800 MHz頻 段(上行1710 MHz ～ 1785MHz ；下行 1805 MHz ～ 1880 MHz)、2100 MHz 頻段(上行1920 MHz ～ 1980 MHz ；下行 2110 MHz～2170 MHz)2500 MHz 與2600 MHz 頻段(上行2500 MHz～2570 MHz ；下行 2620 MHz ～ 2690MHz)。 2.2分時雙工： 2.2.1 FR1頻段(Frequency Range 1)： 2500 MHz 與2600 MHz 頻段(2500 MHz～2570 MHz、2570 MHz～2620 MHz、2620MHz ～ 2690MHz)、3500 MHz 頻 段(3300 MHz～3570 MHz)。	● 配合行政院指配4.8～4.9GHz 頻段之100MHz頻寬為5G專網頻譜，爰增訂4800頻段(4800 MHz～4900 MHz)於第2.2.1節分時雙工FR1頻段內。 ● 4800 MHz 頻段(4800 MHz～4900MHz)定義係參考3GPP技術規範TS 38.101-1 及 TS 38.521-1之5G NR頻段n79規定。
6.測試項目及合格標準 6.1發射功率限制 6.1.1 FR1： 6.1.1.1傳導輸出功率限制值： 6.1.1.1.1終端設備功率等級2： 26分貝毫瓦特(dBm)。 6.1.1.1.2 終端設備功率等級3：23dBm。 6.1.1.1.3功率等級適用頻段與容許誤差應符合附表1之規定，其中測試誤差(Test Tolerance,TT)如附表2。	6.測試項目及合格標準 6.1發射功率限制 6.1.1 FR1： 6.1.1.1傳導輸出功率限制值： 6.1.1.1.1終端設備功率等級2： 26分貝毫瓦特(dBm)。 6.1.1.1.2 終端設備功率等級3：23dBm。 6.1.1.1.3功率等級適用頻段與容許誤差應符合附表1之規定，其中測試誤差(Test Tolerance,TT)如附表2。	● 配合本規範第2點修正，修正第6.1.1.1.3節之附表1。 ● 第6.1.1.1.3節規定之功率等級，係參考3GPP TS 38.101-1及3GPP TS 38.521-1之頻段n79技術規定。

行動寬頻業務新無線電頻譜終端設備技術規範附表

附表一(修正)

FR1 傳導輸出功率限制值 (參考 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table6.2.1.5-2)

NR 上行頻段 (N-Hz)	等級 2 (dBm)	容忍度(dB)	等級 3 (dBm)	容忍度(dB)
1920～1980			23	+2-TT/-2-TT
1710～1785			23	+2-TT/-2-TT (註)
2500～2570			23	+2-TT/-2-TT (註)
885～915			23	+2-TT/-2-TT (註)
703～748			23	+2-TT/-2-TT (註)
2500～2690	26	+2-TT/-3-TT (註)	23	+2-TT/-2-TT (註)
3300～3570	26	+2-TT/-3-TT	23	+2-TT/-3-TT
4800～4900	26	+2-TT/-3-TT	23	+2-TT/-3-TT

註：發射頻段落在 FUL_low 和 FUL_low + 4NHz 之間或落在 FUL_high - 4NHz 和 FUL_high 之間者，其最大輸出功率之下限放寬 1.5dB。

附表一(現行)

FR1 傳導輸出功率限制值 (參考 3GPP TS 38.521-1 Table 6.2.1.5-1 及 Table6.2.1.5-2)

NR 上行頻段 (N-Hz)	等級 2 (dBm)	容忍度(dB)	等級 3 (dBm)	容忍度(dB)
1920～1980			23	+2-TT/-2-TT
1710～1785			23	+2-TT/-2-TT (註)
2500～2570			23	+2-TT/-2-TT (註)
885～915			23	+2-TT/-2-TT (註)
703～748			23	+2-TT/-2-TT (註)
2500～2690	26	+2-TT/-3-TT (註)	23	+2-TT/-2-TT (註)
3300～3570	26	+2-TT/-3-TT	23	+2-TT/-3-TT

註：發射頻段落在 FUL_low 和 FUL_low + 4NHz 之間或落在 FUL_high - 4NHz 和 FUL_high 之間者，其最大輸出功率之下限放寬 1.5dB。

說明

● 配合本規範第2點修正，爰於附表一增訂4800頻段之FR1傳導輸出功率限制值。

● 增訂之FR1傳導輸出功率限制值，係參考3GPP TS 38.101-1及3GPP TS 38.521-1之頻段n79技術規定。

「行動通信基地臺射頻設備技術規範」草案修訂建議(1/2)

修正條文	現行條文	說明
3.適用範圍 3.1.2 TDD： 3.1.2.1 FR1頻段： 2500 MHz與2600 MHz頻段(2500 MHz～2690 MHz)、3500 MHz頻段（3300 MHz～3570 MHz）、4800 MHz頻段 (4800 MHz～4900 MHz)。	**3.適用範圍** 3.1.2 TDD： 3.1.2.1 FR1頻段： 2500 MHz與2600 MHz頻段(2500 MHz～2690 MHz)、3500 MHz頻段（3300 MHz～3570 MHz）。	• 配合行政院指配4.8～4.9 GHz頻段之100MHz頻寬為5G專網頻譜，爰增訂4800頻段(4800 MHz～4900 MHz)於第3.1.2.1節FR1頻段內。 • 4800 MHz頻段（4800 MHz～4900MHz)定義係參考3GPP技術規範TS 38.104、TS 38.141-1及TS 38.141-2之5G NR頻段n79規定。
6.1.2功率限制 6.1.2.2.1.1.3於常態環境常態電壓下，BS之最大載波輸出功率與額定載波輸出功率(Prated,c,TRP)之差值，BS Type 1-O (fs3吉赫(GHz))應落在3.4 dB內，BS Type 1-O (3GHz<fs4.2GHz) 應落在3.5dB內，BS Type 1-O (4.8GHz<fs4.9GHz) 應落在3.5dB內，限制值得依附表42放寬；BS Type 2-O應落在5.1dB內，限制值得依附表43放寬。	**6.1.2功率限制** 6.1.2.2.1.1.3於常態環境常態電壓下，BS之最大載波輸出功率與額定載波輸出功率(Prated,c,TRP)之差值，BS Type 1-O (fs3吉赫(GHz))應落在3.4 dB內，BS Type 1-O (3GHz<fs4.2GHz) 應落在3.5dB內，限制值得依附表42放寬；BS Type 2-O應落在5.1dB內，限制值得依附表43放寬。	• 於6.1.2.2.1.1.3之常態環境常態電壓下，BS之最大載波輸出功率與額定載波輸出功率之差值，新增4800 MHz 頻段之功率限制值。 • 6.1.2.2.1.1.3之限制值，係參考3GPP TS 38.141-2第6.3.5.1節 BS 1-O之規定。
6.1.4.1傳導式測試 6.1.4.1.1.1.3 操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表15之規定。 6.1.4.1.1.1.2中程範圍BS (31 分貝毫瓦特(dBm) < Prated,x ≤ 38 dBm)： 6.1.4.1.1.1.2.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表16之規定。 6.1.4.1.1.1.2.2 操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表17之規定。 6.1.4.1.1.1.3中程範圍BS (Prated,x ≤ 31 dBm)： 6.1.4.1.1.1.3.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表18之規定。 6.1.4.1.1.1.3.2 操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表19之規定。 6.1.4.1.1.1.4區域範圍BS： 6.1.4.1.1.1.4.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表20之規定。 6.1.4.1.1.1.4.2 操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表21之規定。	**6.1.4.1傳導式測試** 6.1.4.1.1.1.3操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表15之規定。 6.1.4.1.1.1.2中程範圍BS (31 分貝毫瓦特(dBm) < Prated,x ≤ 38 dBm)： 6.1.4.1.1.1.2.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表16之規定。 6.1.4.1.1.1.2.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表17之規定。 6.1.4.1.1.1.3中程範圍BS (Prated,x ≤ 31 dBm)： 6.1.4.1.1.1.3.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表18之規定。 6.1.4.1.1.1.3.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表19之規定。 6.1.4.1.1.1.4區域範圍BS： 6.1.4.1.1.1.4.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表20之規定。 6.1.4.1.1.1.4.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表21之規定。	• 於6.1.4.1.1.1.1.3、6.1.4.1.1.1.2.2、6.1.4.1.1.1.3.2及6.1.4.1.1.1.4.2之等傳導式測試規定，新增4.8GHz至4.9GHz操作頻段。

「行動通信基地臺射頻設備技術規範」草案修訂建議(2/2)

修正條文	現行條文	說明
6.1.4.2輻射式測試 6.1.4.2.1.2.2.1.3操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表25之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2中程範圍BS (40 dBm < Prated,c,TRP≤47 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.2.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表26之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表27之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3中程範圍BS (Prated,c,TRP≤40 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.3.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表28之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表29之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4區域範圍BS： 6.1.4.2.1.2.2.4.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表30之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4.2操作頻帶高於3GHz至4.2GHz、4.8GHz至4.9GHz者應符合附表31之規定。	**6.1.4.2輻射式測試** 6.1.4.2.1.2.2.1.3操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表25之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2中程範圍BS (40 dBm < Prated,c,TRP≤47 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.2.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表26之規定。 6.1.4.2.1.2.2.2.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表27之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3中程範圍BS (Prated,c,TRP≤40 dBm)： 6.1.4.2.1.2.2.3.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表28之規定。 6.1.4.2.1.2.2.3.2操作頻帶於3GHz至4.2GHz者應符合附表29之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4區域範圍BS： 6.1.4.2.1.2.2.4.1操作頻帶低於3GHz者應符合附表30之規定。 6.1.4.2.1.2.2.4.2操作頻帶高於3GHz至4.2GHz者應符合附表31之規定。	• 於6.1.4.2.1.2.2.1.3新增4.8GHz至4.9GHz操作頻段，並修正附表25。 • 於6.1.4.2.1.2.2.2.2新增4.8GHz至4.9GHz操作頻段，並修正附表27。 • 於6.1.4.2.1.2.2.3.2新增4.8GHz至4.9GHz操作頻段，並修正附表29。 • 於6.1.4.2.1.2.2.4.2新增4.8GHz至4.9GHz操作頻段，並修正附表31。
6.1.5混附發射區域不必要發射 6.1.5.1傳導式測試 6.1.5.1.1限制值： 6.1.5.1.1.1 BS Type 1-C與BS Type 1-H 6.1.5.1.1.1.1一般限制值應符合附表33之規定。 6.1.5.1.1.1.2額外限制值應符合附表34之規定。	**6.1.5混附發射區域不必要發射** 6.1.5.1傳導式測試 6.1.5.1.1限制值： 6.1.5.1.1.1 BS Type 1-C與BS Type 1-H 6.1.5.1.1.1.1一般限制值應符合附表33之規定。 6.1.5.1.1.1.2額外限制值應符合附表34之規定。	• 配合第3.1.2.1點新增4800MHz頻段，修正第6.1.5.1.1.1.2節之附表34規定。 • 第6.1.5.1.1.1.2節之限制值規定，係參考3GPP TS 38.141-1 Table 6.6.5.5.1.3-1及Table C.1-1規定。
6.1.5.2輻射式測試 6.1.5.2.1 BS Type 1-O： 6.1.5.2.1.1不必要發射限制值應符合附表36之規定，量測頻段不包含附表40之下行操作頻帶外最大偏移頻率ΔfOBUE。 6.1.5.2.1.2測試方法： 6.1.5.2.1.2.1應於常態環境常態電壓下，依附表35規定，設定頻道頻寬與子載波間隔，採QPSK調變方式，檢測單一載波模式之低、高二個頻道。 6.1.5.2.1.2.2額外限制值應符合附表37之規定。	**6.1.5.2輻射式測試** 6.1.5.2.1 BS Type 1-O： 6.1.5.2.1.1不必要發射限制值應符合附表36之規定，量測頻段不包含附表40之下行操作頻帶外最大偏移頻率ΔfOBUE。 6.1.5.2.1.2測試方法： 6.1.5.2.1.2.1應於常態環境常態電壓下，依附表35規定，設定頻道頻寬與子載波間隔，採QPSK調變方式，檢測單一載波模式之低、高二個頻道。 6.1.5.2.1.2.2額外限制值應符合附表37之規定。	• 配合第3.1.2.1點新增4800MHz頻段，修正第6.1.5.2.1..2.2節之附表37規定。 • 第6.1.5.2.1.2.2節之限制值規定，係參考3GPP TS 38.141-2 Table 6.7.5.4.5-1及Table C.1-1規定。

13

互動式感應設備：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現：

- 美國與日本已經對互動式感應設備提出專用技術規範，歐盟仍是以非特定短距離傳輸設備為主，日本於令和2年所公布的移動檢測傳感器技術規範之射頻限制值主要參考來源為美國。
- 歐盟所規範的發射限制值(EIRP)較為寬鬆，Google則引用歐盟技術規範請求美國FCC豁免，FCC允許輸出功率應小於或等於 10 dBm，功率密度應小於或等於 13 dBm/MHz，並透過限制設備的**工作週期**來降低干擾的疑慮。
- 於互動式感應設備干擾實測中，Pixel 4終端設備所造成的干擾使 60 GHz WiFi 設備的極限操作距離減少約 40 cm，而在斷線前所造成的干擾約有4%~6%的封包損失。

建議事項：

- 建議主管機關將互動式感應設備的工作週期作為重要之參數，並參考美國所豁免之電場強度EIRP與其他各項射頻限制值，未來仍應適時更新互動式感應設備射頻特性之相關射頻內容。
- 由於WiFi鏈路操作於極限距離時環境因素影響連線品質極為劇烈，所造成的影響遠大於Pixel 4終端設備的干擾，考慮到低功率射頻器材應能忍受干擾，且上述短少的60 GHz WiFi鏈路極限距離使用者應可相當容易克服（如：調整Pixel 4擺放位置或角度，或直接放置於桌上即可），是以未來主管機關可參考本研究所建議互動式感應設備草案之增修訂，並追蹤後續國際技術規範之更新，以及利用後市場稽核等相關辦法維護市場上射頻設備之品質。

14

互動式感應設備增修條文草案

修正條文	現行條文	說明
4.13.工作頻率為57 GHz~66 GHz者：	4.13.工作頻率為57 GHz～66 GHz者：	一、於4.13.1器材型式新增互動式感應設備。
4.13.1 器材型式：任何發射型式之器材，但不包括非固定操作之場強擾動感測器(field disturbance sensors)及使用於航空器或人造衛星上的器材，<u>但互動式感應設備(interactive motion sensing)則不在此限</u>。	4.13.1器材型式：任何發射型式之器材，但不包括非固定操作之場強擾動感測器(field disturbance sensors)及使用於航空器或人造衛星上的器材。	二、於4.13.1.3新增互動式感應設備操作頻段（57 GHz～64 GHz），並新增峰值傳導輸出功率（應小於或等於10 dBm）、EIRP峰值功率（應小於或等於13 dBm）與功率密度限制值（應小於或等於13 dBm/MHz）。
4.13.1.1 在57 GHz～66 GHz 者，須符合下列之有效等向輻射功率（EIRP）：	4.13.1.1在57 GHz～66 GHz者，須符合下列之有效等向輻射功率（EIRP）：	三、因應第69次一致性會議之結論（提案編號：10801394），新增4.13.1.1(4)(A)之平均功率與峰值功率限制值。
(1)固定式場強擾動感測器主波占用頻寬小於或等於 500 MHz且全部位於61.0 GHz～61.5 GHz者：	(1)固定式場強擾動感測器主波占用頻寬小於或等於500 MHz且全部位於61.0 GHz～61.5 GHz者：	四、考量FCC豁免互動式感應設備之射頻條件，新增4.13.1.5適用於互動式感應設備的其他規定。
(A) 在發射期間所測得任何發射之主波平均功率應小於或等於 40 dBm，任何發射之主波峰值功率應小於或等於43 dBm。	(A)在發射期間所測得任何發射之主波平均功率應小於或等於 40 dBm，任何發射之主波峰值功率應小於或等於43 dBm。	
(B) 57 GHz～61.0 GHz 與61.5 GHz～66.0 GHz 之發射，其平均功率應小於或等於10 dBm，而峰值功率應小於或等於13 dBm。	(B) 57 GHz～61.0 GHz與61.5 GHz～66.0 GHz之發射，其平均功率應小於或等於10 dBm，而峰值功率應小於或等於13 dBm。	
(2)固定式場強擾動感測器除(1)情況外，發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於-10 dBm，且其EIRP的峰值功率應小於或等於10 dBm。	(2)固定式場強擾動感測器除(1)情況外，發射機峰值傳導輸出功率應小於或等於-10 dBm，且其EIRP的峰值功率應小於或等於 10 dBm。	
<u>(3)互動式感應設備峰值傳導輸出功率應小於或等於 10 dBm，EIRP的峰值功率應小於或等於 13 dBm，且功率密度應小於或等於13 dBm/MHz。</u>		

修正條文：	現行條文：
<u>(4)除固定式場強擾動感測器和互動式感應設備</u>外之器材，發射期間EIRP值應符合下列規定：	(3)除固定式場強擾動感測器外之器材，發射期間EIRP值應符合下列規定：
(A)位於室外之發射機，其天線增益(G；dBi)大於51 dBi的任何發射之平均功率≦82 dBm，峰值功率≦85 dBm；天線增益小於51 dBi≦85 dBm；天線增益小於51 dBi時，平均功率≦82-2x(51-G) dBm，峰值功率≦85-2x(51-G) dBm，<u>惟前述等量意波之限制值計算至平均功率≦40 dBm，峰值功率≦43 dBm止。</u>	(A)位於室外之發射機，其天線增益(G；dBi)大於51 dBi的任何發射之平均功率≦82 dBm，峰值功率≦85 dBm；天線增益小於51 dBi≦85 dBm；天線增益小於51 dBi時，平均功率≦82-2x(51-G) dBm，峰值功率≦85-2x(51-G) dBm。
(B)除本款(A)的情形外，任何發射之平均功率應小於或等於40 dBm，任何發射之峰值功率應小於或等於43 dBm。	(B)除本款(A)的情形外，任何發射之平均功率應小於或等於40 dBm，任何發射之峰值功率應小於或等於43 dBm。
4.13.1.2 混附發射：無修正。	4.13.1.2 混附發射：無修正。
4.13.1.3 峰值傳導輸出功率：無修正。	4.13.1.3 峰值傳導輸出功率：無修正。
3.13.1.4 頻率穩定度：無修正。	3.13.1.4 頻率穩定度：無修正。
<u>4.13.1.5 其他規定：互動式動作感應設備在任何33 毫秒的時間間隔內最大發射工作週期應為10%。</u>	

詳細請參閱期末審查報告第五章增修條文建議

15

無線麥克風設備：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現：

- 美國的無線麥克風設備於 600 MHz ~ 700 MHz 頻段已禁止使用，歐盟的無線麥克風操作於700頻段需與其他設備共存使用。
- 我國家庭式與消費者個人所使用的無線麥克風設備(510 MHz ~ 530 MHz)，但是大型集會場合中無線麥克風設備仍有頻段不敷使用產生干擾之情形，而我國 614 MHz ~ 703 MHz 頻段尚無主要業務且至今已經閒置許久，是以通傳會欲先暫時性的開放頻段給無線麥克風設備使用（交通部的頻率分配表已開放），未來若該頻段分配給具有執照的通訊服務設備，則需規劃良好且周全的無線麥克風設備退場機制等使用限制。

建議事項：

- 考慮到我國無線麥克風設備均為**免執照使用**，且並無劃分無線麥克風設備的專屬頻段，主管機關可參考各國免執照無線麥克風的發射功率採用較嚴格之技術規範與標準；**建議增列**低功率無線電麥克風及無線耳機可操作於614~703 MHz頻段，採用該節該頻段附近之主波發射功率50 mW（ERP）為限制值。
- 規定須具**手動切換頻道功能**，以避免干擾合法通信。
- 依行政程序法第93 條第2 項第3 款規定，得附負擔作成行政處分。爰建議於該節增列申請前項器材型式認證證明，應附負擔如於該頻段開放給其他通訊業務時，即廢止其型式認證證明；其他通訊業務開始使用時，案關設備應停止使用，以核發型式認證證明。
- 前項附負擔應檢附切結書，申請者應切結同意於該頻段開放供其他通訊業務使用時，本會或原驗證機構得廢止其型式認證證明，並應於器材本體、說明書及包裝盒載明「該頻段供其他通訊業務使用時，無線電麥克風（或無線耳機）應即停止使用。」。

16

無線麥克風增修條文草案

修正條文	現行條文	說明	修正條文	現行條文
5.6 低功率無線電麥克風及無線耳機（Low-Power Wireless Microphone and Wireless Earphone）：係以無線發射設備利用無線電波（radio wave）傳送語音或音樂至無線接收設備。	5.6 低功率無線電麥克風及無線耳機（Low-Power Wireless Microphone and Wireless Earphone）：係以無線發射設備利用無線電波（radio wave）傳送語音或音樂至無線接收設備。	一、於5.6.1使用頻率範圍新增無線麥克風設備操作頻段。	**5.6.3.7 在測量頻道寬度時的主波功率測量，須按下表設定值操作。**	5.6.3.6 在測量頻道寬度時的主波功率測量，須按下表設定值操作。
5.6.1 使用頻率範圍（frequency range）：227.1MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz、510 MHz～530 MHz、614 MHz～703 MHz、748 MHz～758 MHz、803 MHz～806 MHz、1790 MHz～1805 MHz。	5.6.1 使用頻率範圍（frequency range）：227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz、510 MHz～530 MHz、748 MHz～758 MHz、803 MHz～806 MHz、1790 MHz～1805 MHz。	二、於5.6.3主波發射功率（ERP）新增5.6.33無線麥克風操作頻段（操作於614～703 MHz者：50mW以下），並考量條款之頻段位置，將原操作於748.0MHz～758.0 MHz者：10mW以下、操作於803.0 MHz～806.0MHz者：10 mW以下、操作於1790.0MHz～1805.0MHz者：10mW以下之條統進行調整。	**5.6.4、5.6.5、5.6.6、5.6.7、5.6.8、5.6.9：無修正。**	5.6.4、5.6.5、5.6.6、4.6.7、4.6.8、4.6.9：無修正。
5.6.2 必需頻帶寬度（necessary bandwidth）：無修正。	5.6.2 必需頻帶寬度（necessary bandwidth）：無修正。	三、新增5.6.10並節及5.6.10.1~5.6.10.4說明操作於無線麥克風頻段614～703 MHz頻段之使用限制。	**5.6.10 操作於614 MHz～703 MHz頻段之其他規定：**	
5.6.3 主波發射功率（ERP）：	5.6.3 主波發射功率（ERP）：		**5.6.10.1 其必需頻帶寬度應小於或等於1 MHz，並符合5.6.2.1之總量標準。**	
5.6.3.1 操作於227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz者：	5.6.3.1 操作於227.1 MHz～227.4 MHz、229.4 MHz～230.0 MHz、231.0 MHz～231.9 MHz者：	四、其餘未異動。	**5.6.10.2 無線麥克風設備必須具手動切換頻道功能（以避免干擾合法通信）。**	
5.6.3.2 操作於510.0 MHz～530.0 MHz者：50 mW以下。	5.6.3.2 操作於510.0 MHz～530.0 MHz者：50 mW以下。		**5.6.10.3 依行政程序法第93條第2項第3款規定，得附負擔作成行政處分，應附負擔加於頻段開放給其他通訊業務時，即廢止其型式認證證明；其他通訊業務開始使用時，須前設備應停止使用，以核發型式認證證明。**	
5.6.3.3 操作於614 MHz～703 MHz者：50 mW以下。			**5.6.10.4 前項附負擔應檢附切結書，申請者應切結同意於該頻段開放供其他通訊業務使用時，未會成原驗證機構得廢止其型式認證證明，並應於器材本體、說明書及包裝盒敘明「該頻段供其他通訊業務使用時，無線電麥克風（或無線耳機）應即停止使用。」。**	
5.6.3.4 操作於748.0 MHz～758.0 MHz者：10 mW以下。	5.6.3.3 操作於748.0 MHz～758.0 MHz者：10 mW以下。			
5.6.3.5 操作於803.0 MHz～806.0 MHz者：10 mW以下。	5.6.3.4 操作於803.0 MHz～806.0 MHz者：10 mW以下。			
5.6.3.6 操作於1790.0 MHz～1805.0 MHz者：10 mW以下。	5.6.3.5 操作於1790.0 MHz～1805.0 MHz者：10 mW以下。			

詳細請參閱期末審查報告第五章增修條文建議

17

長距離無線充電設備：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現

- ITU-R於2019年8月發布移動可攜式裝置非波束無線充電系統的操作頻率範圍指引（Recommendation ITU-R SM.2129-0），為減緩WPT設備對無線電通信業務的操作產生影響，一些解決方案建議使用工業、科學和醫療（ISM）的頻段。
- FCC以無線充電設備的要求指引(FCC KDB 680106)規範美國的無線充電設備，對於長距離的無線充電採事先核准的審核，審核通過後仍須依相關規範之輻射限值及RF暴露要求進行檢測。
- FCC Part18允許設備操作於ISM頻段，並使用本地 (locally)產生的RF能量(Section 18.107(c))，對用戶端設備(client)進行充電，操作時必須在極接近的距離，且RF能量不能用於通訊。

建議事項

- 美國暫時以無線充電設備的要求指引規範美國無線充電設備，對於一定距離的無線充電採事先核准，當通過核准，仍須依相關規範之輻射限值及射頻暴露要求進行規範。
- 若國內需立即制定一定距離無線充電設備相關條文，研究團隊建議參考美國，**增訂低功率射頻器材技術規範第5.13節** 一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)。其中主要包括：一定距離無線充電設備定義、使用頻率、禁用頻段、主波發射功率、不必要發射限制值、電源傳導限制值，以及電波暴露量之評估等。

18

長距離無線充電設備增修條文建議

修正條文	現行條文	說明
5.13 一定距離無線充電設備(Wireless Power Transfer at-a-distance Device)：使用本地產生的射頻能量對用戶端(client)進行充電，傳輸距離必須超過 10 公分且不得大於 1 公尺。		參考美國 Part 18 與本採購案的一定距離無線充電定義。
5.13.1 使用頻率： 主波頻率 / 頻移量(tolerance) 13560kHz / ±7kHz 27120kHz / ±163kHz 40680kHz / ±20kHz 2450MHz / ±50MHz 5800MHz / ±75MHz 24125MHz / ±125MHz		參考我國工業科學醫療用電波輻射性電機的使用頻率。(我國與美國 Part 18 差異頻段為：6.78 MHz、915 MHz、61.25 GHz、122.50 GHz 及 245.00 GHz)
5.13.2 禁用頻段：不得妨害下列無線電助航或其他安全業務使用之頻段。 禁用頻段 490 至 510kHz 2170 至 2194kHz 8354 至 8374kHz 121.4 至 121.6MHz 156.7 至 156.9MHz 242.8 至 243.2MHz		參考美國 Part 18 與我國工業科學醫療用電波輻射性電機的禁用頻段。

5.13.3 主波發射功率：電場輻射強度不受限制。		參考美國 Part 18 及我國工業科學醫療用電波輻射性電機的場強限制值。
5.13.4 不必要發射限制值： 頻率範圍 / 主波發射功率 / 電場強度限制值（uV/m） / 測距（公尺） 4.13.1 頻段 / 500W 以下 / 25 / 300 4.13.1 頻段 / 500W 以上 / 25×SQRT（功率/500） / 300 除 4.13.1 之頻段 / 500W 以下 / 15 / 300 除 4.13.1 之頻段 / 500W 以上 / 15×SQRT（功率/500） / 300 備註：SQRT 為平方根。		參考美國 Part 18 不必要發射限制值。
5.13.5 電源傳導限制值：應符合 3.3 之規定。		參考美國 Part 18 及本規範第 3.3 節的傳導功率限制值。
5.13.6 電波暴露量評估：應符合 6.20 電波暴露量評估之相關規定與限制值。		依據本規範第 6.20 節電波暴露量評估之相關規定與限制值。
5.13.7 其他規定：不得用於通訊傳輸（如：聲音、影像及資料等）。		參考美國 Part 18 的使用規定。

19

Wi-Fi 6E 設備：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現

- FCC於2020年4月23日通過6GHz頻段（5.925-7.125 GHz）使用規則，以免執照方式釋出1,200MHz頻寬供Wi-Fi 6E，以及其他免執照設備使用。FCC允許免執照設備在室內低功率運作情況下，使用1,200MHz頻寬；如為標準功率之免執照設備，則可使用850MHz頻寬。
- FCC透過自動頻率協調（Automated Frequency Coordination, AFC）系統，避免標準功率設備運作於可能導致既有服務干擾之區域。

建議事項

- 因應交通部未來開放5.925-7.125 GHz頻段供Wi-Fi 6E設備使用，本團隊建議可參考美國開放Wi-Fi 6E設備的使用規則，**修訂低功率射頻器材技術規範第5.7節** 無線資訊傳輸設備(Unlicensed National Information Infrastructure)。其中主要包括配合交通部開放5.925-7.125 GHz頻段，增訂使用**頻率範圍**；增訂AFC、固定用戶端設備和標準功率接取點的**定義**；增訂5.925～6.425 GHz頻段、6.425～6.525 GHz頻段、6.525～6.875 GHz頻段及6.875～7.125 GHz頻段各頻段的**功率限制**；增訂5.925～7.125 GHz頻段**不必要發射之限制值**；以及增訂競爭原則等。

20

Wi-Fi 6E設備增修條文建議

修正條文指引
5.7.1 增訂5.925～7.125 GHz 使用頻率範圍。
5.7.2.17 定義自動頻率協調（Automated Frequency Coordination, AFC）系統。
5.7.2.18 定義固定用戶端（Fixed Client Device）設備。
5.7.2.19 定義標準功率接取點（Standard Power Access Point）。
5.7.2.20 定義室內接取點（Indoor Access Point）。
5.7.3.4 增訂5.925～6.425 GHz頻段功率限制。
5.7.3.5 增訂6.425～6.525 GHz頻段功率限制。
5.7.3.6 增訂6.525～6.875 GHz頻段功率限制。
5.7.3.7 增訂6.875～7.125 GHz頻段功率限制。
5.7.4.8 增訂5.925～7.125 GHz頻段不必要發射之限制值。
5.7.4.9 增訂5.925至7.125 GHz頻段內的最大發射頻寬。
5.7.4.10 增訂5.925至7.125 GHz頻段內的功率頻譜密度的抑制值。
5.7.4.11 增訂5.925至7.125 GHz頻段內的禁止使用情境。
5.7.4.12 增訂5.925至7.125 GHz頻段內操控無人飛機系統的禁止條款。
5.7.4.13 增訂各類設備在5.925至7.125 GHz頻段內允許連接的方式。
5.7.4.14 增訂5.925至7.125 GHz頻段內競爭原則(contention-based protocol)。
5.7.4.15 增訂5.925至7.125 GHz頻段內固定用戶端設備的連接限制。
5.7.7.6 增訂AFC系統必須遵循通傳會資料庫的規定。
5.7.7.7 增訂AFC系統指配頻率的方式。
5.7.7.8 增訂AFC系統的註冊通道。
5.7.7.9 增訂標準功率接取點和固定用戶端設備的地理位置功能。
5.7.7.10 增訂AFC系統營運商的義務。
5.7.7.11 增訂AFC系統為固定微波接收器周圍建立基於位置和基於頻率的禁區。

修正條文	現行條文	說明
5.7.1 使用頻率範圍：5.15 GHz～5.25 GHz、5.25 GHz～5.35 GHz、5.470 GHz～5.725 GHz、5.725 GHz～5.85 GHz、5.925～6.425 GHz、6.425～6.525 GHz、6.525～6.875 GHz 及 6.875～7.125 GHz。	5.7.1 使用頻率範圍：5.15 GHz～5.25 GHz、5.25 GHz～5.35 GHz、5.470 GHz～5.725 GHz 及 5.725 GHz～5.85 GHz。	參考美國通過使用 6GHz 頻段（5.925-7.125 GHz），並配合交通部開放 5.925-7.125 GHz 頻段，增訂使用頻率範圍。
5.7.2.17 自動頻率協調（Automated Frequency Coordination, AFC）系統：在 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段中，根據適用的資料庫自動確定並提供標準功率接取點可以使用的頻率列表。		參考美國增訂 AFC 定義。
5.7.2.18 固定用戶端（Fixed Client Device）設備：旨在永久固定在結構上，僅在 AFC 提供的頻道上運作，具有地理定位功能，並符合天線指向角度要求的用戶端設備。		參考美國增訂固定用戶端設備定義。
5.7.2.19 標準功率接取點（Standard Power Access Point）：根據 AFC 系統的指示，在 5.925-6.425 GHz 和 6.525-6.875 GHz 頻段運作的接取點。		參考美國增訂標準功率接取點定義。
5.7.2.20 室內接取點（Indoor Access Point）：運作在 5.925-7.125 GHz 頻段中的接取點，由有線連接供電，具有整合天線，不是電池供電，並且沒有防風雨外殼。		參考美國增訂室內接取點定義。
5.7.3.4 使用於 5.925～6.425 GHz 頻段 (1) 標準功率接取點和固定用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 36 dBm。		參考美國增訂 5.925～6.425 GHz 頻段功率

Wi-Fi 6E設備增修條文建議

(B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 23 dBm。 (C) 在發射之前，必須使用自動頻率協調（AFC）系統，以確定該地理區域可用的頻率。 (D) 對於室外設備，任何高於地平線 30 度仰角的最大 EIRP 不得超過 125 mW（21 dBm）。 (2) 標準功率用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 17 dBm。 (C) 設備的功率必須低於其連結之標準功率接取點所授權發射功率的 6 dB 以下。 (3) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (4) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 -1 dBm。		限制。
5.7.3.5 使用於 6.425～6.525 GHz 頻段 (1) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (2) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 -1 dBm。		參考美國增訂 6.425～6.525 GHz 頻段功率限制。

5.7.3.6 使用於 6.525～6.875 GHz 頻段 (1) 標準功率接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 36 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 23 dBm。 (C) 在發射之前，必須使用自動頻率協調（AFC）系統，以確定該地理區域可用的頻率。 (D) 對於室外設備，任何高於地平線 30 度仰角的最大 EIRP 不得超過 125 mW（21 dBm）。 (2) 標準功率用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 17 dBm。 (C) 設備的功率必須低於其連結之標準功率接取點所授權發射功率的 6 dB 以下。 (3) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 5 dBm。 (C) 必須使用永久連接的整合天線。 (4) 室內用戶端設備 (A) 最大輸出功率應小於或等於 24 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度應小於或等於 -1 dBm。		參考美國增訂 6.525～6.875 GHz 頻段功率限制。
5.7.3.7 使用於 6.875～7.125 GHz 頻段 (1) 室內接取點 (A) 最大輸出功率應小於或等於 30 dBm。 (B) 在任何 1 MHz 頻帶中最大功率頻譜密度		參考美國增訂 6.875～7.125 GHz 頻段功率限制。

(以上未完部分請參考期末報告第五章第一節之四。)

433MHz頻段設備：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現：

- 觀察國際間對於技術已成熟穩定、具短距離傳輸及發射功率低、且操作於免執照頻段的433MHz 頻段多用於遙控、傳送控制訊號、警告裝置或國際物流等器材設備；雖然**各國訂定輻射功率不盡相同，但均附帶相關技術規管條件**，如：**傳輸時間限制或防干擾機制**，以減少設備間之干擾。國內目前對於433MHz 頻段設備，主要遵循FCC Part 15.231技術規範；為增進國內頻譜和諧使用，並提高市場上低功率射頻電機設備之品質，主管機關可借鑒國際間防干擾機制之規定。

建議事項： **參考國際間防干擾機制規定，增進頻譜和諧使用。**

- 為提高市場上低功率射頻電機設備之品質，增進有效頻譜和諧之使用，建議主管機關可參考研究團隊所研析國際間防干擾機制之規定以及案例國家433MHz頻段設備之管理措施，調適我國低功率射頻技術規範以避免該設備干擾其他現行電信管制射頻設備。相關政策措施建議說明，詳見期末報告第五章第二、(一)節。

23

歐盟RED設備個資及電子通訊隱私保護規定：研究重要發現 & 建議事項

研究重要發現：

- 歐盟RED指令要求無線設備須健康安全、符合EMC及有效利用無線頻譜，避免有害干擾外，並對**網路資安、互操作性、緊急接取及產品安全**等，透過相關**授權行為(delegated act)**補充增訂相關要求。在個人資料保護及電子隱私立法方面，透過「通用資料保護規則(GDPR)」與相關電子隱私立法進行保障。由於GDPR規範的對象**未區分特定事業類別**，故歐盟輔以特別法方式，形成一聚合(cohesive)的資料保護監理框架；亦即GDPR為個人資料提供保護，另透過ePR提供管理電子通信的特定規則，對GDPR個人資料處理一般規則進行補充，共同形成一個統合的資料保護框架。

建議事項： **因應電子通訊隱私保護需求，提案精進無線設備管理規則。**

- 觀察歐盟藉由RED、GDPR及ePR等相關立法措施，共同形成一個統合的資料保護框架，藉以達成保護歐盟民眾健康安全的最高宗旨。隨著國內5G執照陸續釋出與萬物聯網的時代來臨，未來各種行動設備及應用將呈爆炸性成長，故研究團隊建議主管機關依據需求另立研究案，針對國外有關無線設備個資及電子通訊隱私保護規定與立法情形，做深入的檢討研析，並參考歐盟輔以特別法方式，聚合形成國內電子通訊的資料保護監理框架，確保民眾個人資料的安全維護。相關政策措施建議說明，詳見期末報告第五章第二、(二)節。

24

03 座談會與干擾實測執行情形

25

座談會

第一場座談會

- 本次座談會業於109年8月27日(星期四)下午1時30分至下午4時50分，假台北市杭州南路一段24號2樓集思交通部國際會議中心201會議室辦理完畢。
- 第一場座談會共22家廠商出席，主要議題如下。
- 針對國際上是否已有國家對電子產品的資安進行強制性的要求的問題，相關回覆為歐盟RED第3.3條已有相關規範無線設備網路資訊安全的基本要求，歐盟目前RED正就相關領域協議採用新的授權行為。
- 有關在5.925-7.125 GHz頻段運作的室內接取點、從屬設備和用戶端設備必須採用競爭原則，為避免干擾，是否會進行測試問題，相關回覆為因應未來交通部可能開放此頻段，通傳會已建議其須先行進行相關干擾測試。
- 針對國際433MHz頻段設備技術規範研析與國內相關建議部分，專家提出1mW以下無線遙控器免驗的問題。相關回覆為製造商可自願申請審驗，但設備仍須符合低功率電機射頻器材技術規範，如有相關問題時，實驗室及驗證機構應建議廠商逕向通傳會區處詢問。

時間	內容	主持人/主講人
13:30-14:00	報到	
14:00-14:10	開場致詞	主席、長官
14:10-14:50	1. 互動式感應設備技術規範之研析與我國技術規範之調適 2. 因應大型集會之無線麥克風設備之操作頻段（600 MHz～700 MHz）增修訂	財團法人電信技術中心 蔡奇霖 工程師
14:50-15:30	議題三：5G 專網終端設備 議題四：GDPR	財團法人電信技術中心 周傳凱 研究員
15:30-15:50	休息時間	
15:50-16:30	議題五：長距離無線充電 議題六：Wi-Fi 6E 設備	財團法人電信技術中心 張簡耀暉 助理研究員
16:30-16:50	議題七：433MHz 頻段	財團法人電信技術中心 胡依淳 助理研究員

26

座談會

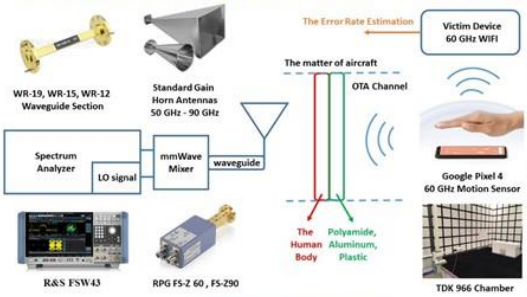
第二場座談會

- 本次座談會業於109年9月29日(星期二)上午10時至下午3時，假高雄市路竹區路科一路3號1樓財團法人電信技術中心高雄國際會議廳辦理完畢。
- 第二場座談會共12家廠商出席，主要議題如下。
- 針對通傳會曾提出手機必須符合基本資安要求的進度為何。相關回覆為目前對終端設備的資安沒有強制性的檢驗要求，僅針對系統端有資安的要求。
- 通傳會通過1mW以下設備免經核准，是否是泛指1mW以下的所有設備。相關回覆為有兩個定量的重點必須符合，即必須符合低功率射頻器材技術規範的要求，且發射功率必須1mW以下。如有相關問題時，實驗室及驗證機構應建議廠商逕向通傳會區處詢問。
- 非販賣供研發測試用之射頻器材管理議題。相關回覆為目前國內標檢局已有商品免驗辦法，引進優良廠商採用免驗制度，希望未來可參考引用。
- 對於國際及國內射頻器材測試費用討論。經查國內是依測試報告件數計價，國外多以測試的模組數量計價，另國內可採用國外MRA檢測機構的測報，再加上可採轉測報等相關措施，故國內射頻器材測試費用已相對較低。

時間	內容	主持人/主講人
9:30-10:00	報到	
10:00-10:10	開場致詞	主席、長官
10:10-10:50	● 3GPP 於 5G NPN 專網及 n79 頻段之國際作法與國內終端基站設備技術規範調適討論。 ● 歐盟無線設備個資與電子通訊隱私保護規定及強制性資安要求。 ● 433MHz 頻段設備研析與我國應經核准之電信管制射頻器材規定。	財團法人電信技術中心 周傳凱 副理
10:50-11:20	● 參考美國 Wi-Fi 6E 設備規範，探討國內規範之適用性。 ● 增訂一定距離無線充電設備規範草案之討論。	財團法人電信技術中心 張簡耀晖 助理研究員
11:20-12:00	● 因應新興技術射頻器材推陳出新，您認為國內相關射頻管理規定是否有應調整之處?理由為何? ● 非販賣供研發用之射頻器材管理議題討論。 ● 國際及國內射頻器材測試費用討論。	財團法人電信技術中心 周傳凱 副理
12:00-13:30	午餐休息	
13:30-15:00	● 互動式感應設備實地干擾實測與增修訂草案之參照驗證。 ● 因應交通部新設 600 MHz 至 700 MHz 頻段之無線參充風設備規範草案宣導。	財團法人電信技術中心 蔡奇霖 工程師

互動式感應設備干擾實驗量測

互動式感應設備與60 GHz WiFi干擾實驗量測



於2020年9月29日座談會當天干擾實測，互動式感應設備(Google Pixel 4)距離 60 GHz WiFi 客戶端 10 cm 時其傳輸距離與干擾程度之關係

Distance	Interval	Transfer	Bandwidth	Jitter	Lost/Total Datagrams
380 cm	0.00-60.00 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	23.911 ms	58/961 (6%)
400 cm	0.00-60.01 sec	7.51 MBytes	1.05 Mbits/sec	38.671 ms	41/961 (4.3%)
410 cm	25秒後斷線	-	-	-	85/420 (20%)
420 cm to 450 cm	Interference with Pixel 4				
460 cm	Out of Range				

結論

- 主要建議事項
- Q&A

04

29

主要建議事項

立即可行之建議

- 「行動通信電信終端設備技術規範(第3點、第6點)」增修條文建議。
- 「行動通信基地臺射頻設備技術規範(第3點、第6點)」增修條文建議。
- 「LP0002低功率射頻器材技術規範(第4.13點、第5.6點、第5.7點、第5.13點)」增修條文建議。
  - 互動式感應設備增修條文建議(第4.13點)
  - 長距離無線充電增修條文建議(第5.13點)
  - Wi-Fi 6E增修條文建議(第5.7點)
  - 無線麥克風增修條文建議(第5.6點)

中長期性建議

- 參考國際間防干擾機制規定，增進頻譜和諧使用，作為國內未來施政之參考。
- 因應電子通訊隱私保護需求，提案精進無線設備管理規則。

30

附錄六、中英對照

英文縮寫	英文全名	中文
3GPP	Third Generation Partnership Project	第三代合作夥伴計劃
AAS	Active Antenna System	主動天線系統
ACS	Adjacent Channel Selectivity	相鄰通道掃描
ACLR	Adjacent Channel Leakage Ratio	相鄰頻道洩漏率
AS	Australian Standards	澳洲標準
ATIS	**Alliance for Telecommunications Industry Standard**	美國電信產業標準聯盟
BS	Base Stations	基地臺
BWA	**Broadband Wireless Access**	無線寬頻接取
CBRS	Citizens Broadband Radio Service	公民寬頻無線電服務
CBSD	**Citizens Broadband Radio Service Devices**	公民寬頻無線電服務設備
CC	Component Carrier	組成載波
CE	Multi-service Customer Equipment	多服務消費者設備
CEPT	**Conference of Postal and Telecommunications Administrations**	歐洲郵政和電信管理局
CENELEC	European Committee for	歐洲電工標準化委員會

	Electrotechnical Standardization	
CEN	European Committee for Standardization	歐洲標準化委員會
47 CFR	The Code of Federal Regulations 47	美國聯邦法規
CPICH	Common Pilot Channel	共同導引通道
DAM	DECT Authentication Module	DECT 認證模組
DC	Dual Connectivity	雙連接
DECT	Digital European Cordless Telecommunications	數位歐洲無線電信
DFS	Dynamic Frequency Selection	動態頻率選擇
DoC	Declaration of Compliance	符合性聲明
DUT	device-under-test	被測設備
EAS	Emergency Alert Systems	緊急警報系統
e-CFR	Electronic Code of Federal Regulations	美國聯邦電子法規
EESS	Earth-Exploration Satellite Services	衛星地球探測
EIRP	equivalent isotropically radiated power	等效全向輻射功率
ERP	effective radiated power	最大有效輻射功率
EVM	Error Vector Magnitude	誤差向量幅度
eMBB	enhanced mobile broadband	超大頻寬
EMC	Electromagnetic Compatibility	電磁相容性
EMI	Electromagnetic Interference	電磁干擾
ERM	Electromagnetic compatibility and Radio spectrum Matters	電磁相容性及無線電頻譜標準
EP	ETSI Project	ETSI 項目組
EPP	ETSI Partnership Project	ETSI 協作專案組
EPC	Evolved Packet Core	系統架構演進
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	歐洲電信標準協會
E-UTRA	Evolved Universal Terrestrial Radio Access	演進通用地面無線接取
E-UMTS	Evolved Universal Mobile Telecommunications System	演進通用行動電信系統
eUTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio ccess Network	演進通用地面無線接取網路
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通訊委員會

FDD	Frequency Division Duplexing	分頻雙工
FRS	Family Radio Service	無線電對講機
FSS	Fixed Satellite Service	固定衛星服務
GMDSS	global maritime distress and safety system	全球水上遇險和安全系統
GSM	Global System for Mobile communications	全球移動通訊系統
ICT	Information Communication Technology	資訊和通訊技術
IEC	International Electrotechnical Commission	國際電工委員會
IDC	International Data Corporation	國際數據資訊
IMT	International Mobile Telecommunication	國際行動電信
IoE	Internet of Everything	萬物聯網
IoT	Internet of Things	物聯網
ITU	International Telecommunication Union	國際電信聯盟
ITU-R	ITU Radiocommunication	國際電信聯盟無線電通信部門
KCC	Korea Communications Commission	韓國國家通訊委員會
KDB	Knowledge Database	知識資料庫
LAA	Licensed-Assisted Access	授權輔助接取
LPWA	Low-Power Wide-Area Network	低功率廣域網路
LTE	Long Term Evolution	長期演進
LWA	LTE WLAN Aggregation	LTE 與 WiFi 聚合
mMTC	massive machine type communications	超大連結
MS	Mobile Stations	行動臺
MSIP	Ministry of Science ICT & Future Planning	未來創造科學部
MSIT	Ministry of Science and ICT	科學技術情報通訊部
MUST	Multi User Superposition Transmission	多用戶疊加傳輸
NFC	ear-field communication	近場通信
NFV	Network Function Virtualization	網路功能虛擬化
NLF	New Legislative Framework	新立法架構
NPN	Non-Public Nnetwork	非公共網路
NR	New Radio	新無線電
NSA	Non-Standalone	非獨立

OBW	Occupied BandWidth	佔用頻寬
OET	Office of Engineering and Technology	工程與技術辦公室
OJEU	Official Journal of the European Union	歐盟委員會官方公報
OOBE	Out Of Band Emission	帶外發射
PCG	Project Coordination Group	專案協調小組
PCS	Personal communication services	個人通信服務
PDCP	Packet Data Convergence Protocol	封包資料匯聚通訊協定
PPDR	Public Protection and Disaster Relief	公共安全與救難應變
PLMN	Public Land Mobile Network	陸地行動通信網路
PSD	Power Spectral Density	功率頻譜密度
RAS	Radio ASstronomy	無線電天文
RBW	Resolution Band Width	解析頻寬
RCB	Registered Certification Bodies	註冊驗證機構
RCM	Regulatory Compliance Mark	法規符合性標誌
RFID	Radio Frequency Identification	射頻識別
RED	Radio Equipment Directive	無線電設備指令
RIT	Radio Interface Technology	候選無線介面技術
RLC	Radio Link Control	無線電連結控制
RMS	root mean square	均方根
RR	Radio Regulations	無線電規則
RRM	Radio Resource Management	無線電資源管理
RTA	Recognised Testing Authority	檢測機構
SA	Standalone	獨立
SAR	Specific Absorption Rate	電磁波能量比吸收率
SDPPI	Directorate General of Resources and Devices of Postal and Informatics	郵政與資訊技術資源及設備局
SDN	Software-Defined Network	軟體定義網路
SGs	Study Groups	研究組
SON	self-optimizing network	自我優化網路
SPL	Maximum Sound Pressure Level	最大聲壓
SRD	Short Range Devices	短距離設備
SRS	Sound Retrieval System	空間研究
SRIT	Set of radio interface technologies	無線介面技術集
TC	Technical Committee	技術委員會
TCB	Telecommunications Certification Body	電信驗證機構

TDD	Time Division Duplex	分時雙工
TDMA	Time division multiple access	分時多重接取
TG	Task Groups	任務組
TPC	Transmit Power Control	發射功率控制
TR	Technical Reports	技術報告
TS	Technical Specifications	技術規範
TSG	Technology Standards Group	技術標準小組
TTE	Telephone Terminal Equipment	電話終端設備
UE	User Equipment	用戶設備
UMFUS	Upper Microwave Flexible Use Service	上層微波彈性使用服務
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	通用行動電信系統
URLLC	ultra-reliable and low-latency communications	超高可靠度低時延通信
UTRA	UMTS Terrestrial Radio Access	UMTS 地面無線電接取
UWB	Ultra Wide Band	超寬頻
WAS	Wireless Access system	無線接取系統
WG	Work Group	工作小組
WISPs	Wireless Internet Service Providers	無線網際網路提供商
WLAN	Wireless Local Area Networks	無線區域網路
WP	Working Parties	工作組
WPT	Wireless Power Transfer	無線充電傳輸
WP 5D	Working Party 5D	5D 工作組
VoLTE	Voice over Long-Term Evolution	LTE 語音

參考書目

[1] 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Release 15 Description; Summary of Rel-15 Work Items(Release 15)

[2] 47 CFR § 15.205 - Restricted bands of operation, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.205

[3] 47 CFR Part 90, Subpart R (Regulations Governing the Licensing and Use of Frequencies in the 763-775 and 793-805 MHz Bands)

[4] American National Standard of Procedures for Compliance Testing of Unlicensed Wireless Devices. C63.10

[5] ARIB, WIRELESS POWER TRANSMISSION SYSTEMS ARIB STD-T113 Version 1.1, available at: https://www.arib.or.jp/english/std_tr/telecommunications/std-t113.html

[6] ARIB(2007), Standard STD-T92 Version1.0 specified low power

[7] ARIB(2007), Standard STD-T93 Version1.0 315MHz-Band telemeter, telecontrol and data transmission radio equipment for specified low-power radio station

[8] CEPT Report 60: "Report B from CEPT to the European Commission in response to the Mandate“to develop harmonised technical conditions for the 6941-790 MHz ('700 MHz') frequency band in the EU for the provision of wireless broadband and other uses in support of EU spectrum policy objectives"

[9] DE NAYER, Compliance verification Of Combined non-radio and Radio equipment, https：
//www.agoria.be/rsevent/presentations/Radio%20Equipment%20Directive/3_PM_RED_FilipNauwelaerts.pdf

[10]DE NAYER, Compliance verification Of Combined non-radio and Radio equipment, https：
//www.agoria.be/rsevent/presentations/Radio%20Equipment%20Directive/3_PM_RED_FilipNauwelaerts.pdf

[11]Decision ECC/DEC/(09)03: "ECC Decision of 30 October 2009 on harmonised conditions for mobile/fixed communications networks (MFCN) operating in the band 790 - 862 MHz "

[12]ECC Strategic Plan for the period 2015-2020 Montreux, 28 November 2014

[13]ECC Report 245: "Compatibility studies between PMSE and other systems/services in the band 1350-1400 MHz"

[14]ECC Report 253: "Compatibility studies on audio PMSE at 1492-1518 MHz and 1518-1525 MHz"

[15]EC Decision 2014/641/EU: "on harmonised technical conditions of radio spectrum use by wireless audio programme making and special events equipment in the Union"

[16]EC Decision 2017/1483 / EU

[17]ERC Recommendation 70-03 (Relating to the use of Short Range Devices (SRD))

[18]ETSI EN 300 422-1 Wireless Microphones; Audio PMSE up to 3 GHz; Part 1: Class A Receivers; Harmonised Standard covering the essential requirements

[19]ETSI EN 303 396 (Short Range Devices; Measurement Techniques for Automotive and Surveillance Radar Equipment)

[20]ETSI EN 303 417, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303400_303499/303417/01.01.01_30/en_303417v010101v.pdf

[21]ETSI, EN300 220-1 Short Range Devices(SRD)operating in the frequency range 25MHz to 1000MHz; Part1:Technical charateristics and methods of measurement

[22]ETSI, EN300 220-2 Short Range Devices(SRD)operating in the frequency range 25MHz to 1000MHz; Part2:Harmonised Standard for access to radio spectrum for non specific radio equipment

[23]ETSI EN 305 550 (Short Range Devices (SRD); Radio equipment to be used in the 40 GHz to 246 GHz frequency range; Harmonised Standard for access to radio spectrum)

[24]ET Docket No. 18 70 (In the Matter of Google LLC Request for Waiver of Section 15.255(c)(3) of the Commission’s Rules Applicable to Radars used for Short Range Interactive Motion Sensing in the 57 ~ 64 GHz Frequency Band)

[25]FCC, RF EXPOSURE CONSIDERATIONS FOR LOW POWER CONSUMER WIRELESS POWER TRANSFER APPLICATIONS,

available at:
https://apps.fcc.gov/kdb/GetAttachment.html?id=Ai9uISYvaQ1Z0wVtOIHXXg%3D%3D&desc=680106%20D01%20RF%20Exposure%20Wireless%20Charging%20Apps%20v03.pdf&tracking_number=41701

[26]FCC, What rules regulate short distance wireless inductive coupled charging pads or charging devices? Available at:
https://apps.fcc.gov/oetcf/kdb/forms/FTSSearchResultPage.cfm?switch=P&id=41701

[27]FCC 14-50 REPORT AND ORDER: In the Matter of Expanding the Economic and Innovation Opportunities of Spectrum Through Incentive Auctions June 2, 2014

[28]GB 4824-2013, 工業、科學和醫療射頻設備擾動特性、限值和測量方法。參見：http://m.wdfxw.net/Fulltext47299252.htm

[29]https://cept.org/ecc/topics/programme-making-and-special-events-applications-pmse

[30]International Telecommunication Union Radio Regulations 2016

[31]ITU-R SM.2153-7 (Technical and operating parameters and spectrum use for short-range radiocommunication devices)

[32]ITU, Radio Regulations, available at:
http://search.itu.int/history/HistoryDigitalCollectionDocLibrary/1.43.48.en.101.pdf

[33]ITU Report SM.2303-2, Wireless power transmission using technologies other than radio frequency beam, available at:
https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2303-2-2017

[34]KS X 3123 무선설비 적합성평가 시험방법, available at: https://rra.go.kr/FileDownSvl?file_type=notice&file_parentseq=2337&file_seq=1

[35]MIC, The Radio Use Web Site,特定無線設備、特別特定無線設備一覧表 https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/type/index.htm

[36]MIC, The Radio Use Web Site,別表第二十二証明規則第２条第１項第８号に掲げる無線設備の試験方法 https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/type/index.htm

[37]Part 15.207 - Conducted limits, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.207

[38]Part 15.209 - Radiated emission limits; general requirements, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/15.209

[39]Part 18.301 Operating frequencies, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/18.301

[40]Part 18.305 - Field strength limits, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/18.305

[41]Protective Order in GN Docket No. 12-268 and WT Docket No. 12-269

[42]Recommendation ITU-R SM.2129-0, available at: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.2129-0-201908-I!!PDF-E.pdf

[43]Part 18.307 - Conduction limits, available at: https://www.law.cornell.edu/cfr/text/47/18.307

[44]RECOMMENDATION ITU-R SM.328-11 Spectra and bandwidth of emissions

[45]Wireless Microphones Are Not Permitted to Operate on Certain Frequencies after June 12, 2010; Users are Urged to Check Their Equipment and Take Necessary Steps to Ensure Compliance, Public Notice, DA 10-1053 June, 2010

[46]工業和信息化部, 微功率短距離無線電發射設備目錄和技術要求, 參見：http://www.gov.cn/xinwen/2019-11/28/content_5456765.htm

[47]中華民國低功率射頻器材技術規範

[48]中華民國無線電頻率分配表

[49]可以不進行報告就打開的無線電台的無線電設備技術標準[執法 2018.12.27。] [科學技術情報通信部公告 2018 年 9 月 90 日，第 12-27。部分修改]

[50]別表第七 証明規則第２条第１項第１号の 12 に掲げる無線設備の試験方法

[51]別表第一 スプリアス発射又は不要発射の強度の測定方法

[52]自適應頻率靈活性（Adaptive Frequency Agility，AFA），參見 http://www.telecomabc.com/a/afa.html

[53]無線電設備規則, 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의기술기준 http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000184833

[54]微功率短距离无线电发射设备目录和技术要求, [2019]52 號

[55]國家通訊傳播委員會電信終端設備與低功率射頻器材審驗一致性第 68 次會議記錄

[56]歐盟 ETSI EN 300 220-1 V2.4.1 規範，參見 http://www.etsi.org/deliver/etsi_en/300200_300299/30022001/02.04.01_40/en_30022001v020401o.pdf

[57]電波法施行規則等の一部を改正する省令（令和 2 年総務省令第 4 号）

[58]試験方法名称「５７ＧＨｚを超え６６ＧＨｚ以下の周波数の電波を使用する移動体検知センサー用特定小電力無線局に使用するための無線設備」の特性試験方法略称「６０ＧＨｚ帯移動体検知センサー用特定小電力機器」の特性試験方法