

「電信資費管制政策暨電路出租成本
模型」
公眾諮詢文件

計畫委託機關：國家通訊傳播委員會
中華民國 112 年 03 月

目錄

第一章 計畫緣起	1
第二章 電路出租成本模型計算原則	3
第一節 長期增支成本法成本表達方式	3
第二節 長期增支成本法計算流程	5
第三節 綜合比較與我國計算方式建議	7
第三章 電路出租成本模型計算說明	10
第一節 電路出租成本模型總論	10
第二節 模型計算結果說明	17
第三節 電路出租成本模型架構說明	19
第四節 市場狀況模組說明	30
第五節 網路設計模組說明	43
第六節 路由因子計算原理說明	87
第七節 經濟折舊模組說明	88
第八節 採購成本與營運成本設定	92
第九節 加權平均資金成本率設定	93
第四章 電路出租成本模型法規建議條文草案	96
第一節 電路出租批發服務價格監理之法源依據	96
第二節 《電信管理法》下特定市場認定流程建議	97
第三節 模型計算結果與法規整合	99
第五章 附錄	101
第一節 電路出租設計參數設定	101
第二節 路由因子參數設定	111
第三節 CAPEX 與 OPEX 參數設定	117

圖次

圖 1-1 我國電信資費價格管制調整係數 X 值 (106 年至 113 年)	1
圖 2-1 Top-down LRIC 方法	5
圖 2-2 Bottom-up LRIC 方法	6
圖 2-3 電信監理成本模型計算方向差異與團隊建議作法	7
圖 2-4 Hybrid 成本計算方式	8
圖 2-5 LRIC 模型計算方法建議	9
圖 3-1 電路出租成本研究範圍	11
圖 3-2 EPMU 加價計算方式範例	12
圖 3-3 網路成本計算切點說明	15
圖 3-4 電信服務單位使用成本計算公式推導	16
圖 3-5 網路傳輸路徑之示意	17
圖 3-6 理想網路架構之假設	20
圖 3-7 電路出租模型之接取網路設定構想	24
圖 3-8 電路出租模型之核心網路設定構想	25
圖 3-9 電路出租模型整體架構	26
圖 3-10 電路出租模型市場狀況推估	27
圖 3-11 網路服務計算流程	30
圖 3-12 國發會人口推計資料 (中推估)	31
圖 3-13 我國家戶數推估資料	32
圖 3-14 我國營業公司登記數推估資料	32
圖 3-15 語音通話服務量推算流程	33
圖 3-16 模型語音用戶數推估結果	34
圖 3-17 模型各年度總通話分鐘數推估結果	35
圖 3-18 固接專線數據服務量推算流程	36
圖 3-19 專線數據服務總用戶數推估	38
圖 3-20 寬頻上網服務量推算流程	39
圖 3-21 寬頻上網服務總用戶數推估	40
圖 3-22 IPTV 服務量推算流程	41
圖 3-23 IPTV 服務量推算流程	41
圖 3-24 理想業者服務市占率計算	42
圖 3-25 技術轉移比例設定	43
圖 3-26 模型建設時程設定	44
圖 3-27 接取網路架構類型	46
圖 3-28 各國接取網路架構整理	47
圖 3-29 光纖普及之示意	47
圖 3-30 接取線路布建推估方式	48
圖 3-31 地區抽樣回推我國整體接取網路佈建規模	49
圖 3-32 地區分群之步驟	50
圖 3-33 地理抽樣類別維度區分	51
圖 3-34 地理抽樣之樣本地區	52
圖 3-35 固網核心網路模型整體架構	53
圖 3-36 NGN IMS 細分化元件設計	54
圖 3-37 節點採計概念圖	56
圖 3-38 節點認定方式與概念	57
圖 3-39 固網市場主導業者與其他電信業者介接 POI 分布	58
圖 3-40 NGN 的網路節點建設百分比設定	60
圖 3-41 各地理類別之光纖占比	61
圖 3-42 RSX 元件數量計算	62
圖 3-43 交換機元件數量計算	63

圖 3-44 MGW 元件數量計算.....	64
圖 3-45 E1 線路數量計算	65
圖 3-46 光纖線路接口計算.....	66
圖 3-47 DSLAM 元件數量計算	67
圖 3-48 MSAN 元件數量計算	68
圖 3-49 NGN DSLAM 元件數量計算	69
圖 3-50 L2S 元件數量計算	70
圖 3-51 L3ER 元件數量計算	71
圖 3-52 BR 元件數量計算.....	72
圖 3-53 A-SBC 元件數量計算	73
圖 3-54 CR 元件數量計算.....	74
圖 3-55 Core Switch 元件數量計算	75
圖 3-56 I-SBC 元件數量計算.....	76
圖 3-57 TGW 元件數量計算.....	77
圖 3-58 Call Sever 元件數量計算	78
圖 3-59 HSS 元件數量計算.....	78
圖 3-60 DNS 元件數量計算.....	79
圖 3-61 VMS 元件數量計算	79
圖 3-62 BRAS 與 RADIUS 元件數量計算.....	80
圖 3-63 IN/VAS 元件數量計算.....	81
圖 3-64 WBS 元件數量計算	81
圖 3-65 NMS 元件數量計算	82
圖 3-66 SDH 元件數量計算.....	83
圖 3-67 長途局 STM-4 元件數量計算.....	84
圖 3-68 WDM 元件數量計算.....	85
圖 3-69 每年須增購之網路元件數量	88
圖 3-70 網路元件總服務傳輸量.....	89
圖 3-71 各年度設備購入金額演算方式	89
圖 3-72 因購買成本產生之服務成本演算方式	90
圖 3-73 各年度設備維運總成本演算方式	90
圖 3-74 因維運費用產生之成本演算方式	91
圖 3-75 服務成本結果演算方式	91
圖 3-76 加權平均資金成本率(WACC)計算公式.....	93
圖 3-77 資本資產定價模型(CAPM)計算公式	94
圖 3-78 風險溢酬計算流程.....	94
圖 4-1 《電信管理法》市場顯著地位者相關子法	97

表次

表 3-1 福利經濟原則下之服務使用成本推導公式	13
表 3-2 電路出租成本模型初始設定	22
表 3-3 電路出租成本模型初始設定	23
表 3-4 固接專線數據服務調查表	37
表 3-5 接取節點採計結果	58
表 3-6 網路節點設定 (TDM)	59
表 3-7 NGN 其他節點採計結果	59
表 3-8 WACC 各項參數計算結果	95
表 4-1 電路出租計算結果產品服務籃	99
表 5-1 TDM 網路設計參數列表	101
表 5-2 NGN 網路設計參數列表	103
表 5-3 NGA 網路設計參數列表	109
表 5-4 核心網路路由因子表	111
表 5-5 接取網路路由因子表	116
表 5-6 網路元件成本參數列表	117
表 5-7 接取網路元件成本參數列表	125

第一章 計畫緣起

電信管理法已於109年7月1日施行，依電信管理法第33條及市場顯著地位者資費管理辦法規定，我國電信資費價格上限之管制係依採取價格調整上限制。然而在電信管理法施行後至主管機關完成認定市場顯著地位者前，將依電信管理法第85條規定，比照過往電信法之管制措施，對於第一類電信事業市場主導者主要資費進行價格調整上限之管制，透過設定價格調整係數 X 值與採用拉式價格指數公式（ $\Delta\text{CPI-X}$ ），計算出我國整體物價上漲環境下之合理電信資費調整幅度。通傳會於第六次價格調整上限制調整係數 X 值分別設定為 7.48%（批發價格）與 2.15%（零售價格），實施期間為 109 年 4 月 1 日至 113 年 3 月 31 日，而考量近年創新資通訊科技之蓬勃發展，帶動各種數位服務不斷推陳出新，對於我國電路出租市場帶來之影響亦應重新檢視，進而有效訂定出合理價格調整上限制之調整係數 X 值，以維護整體電信市場公平之競爭環境。

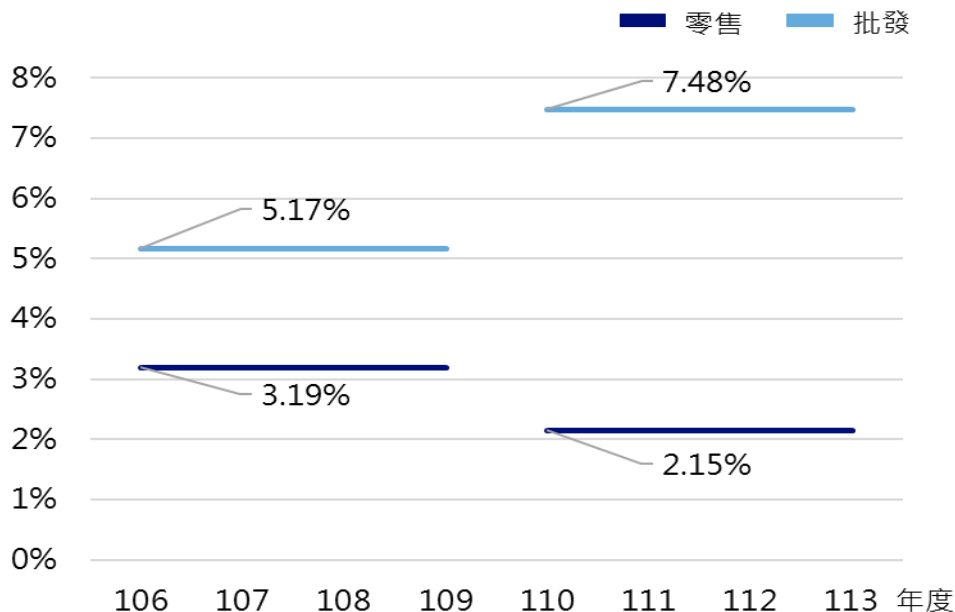


圖 1-1 我國電信資費價格管制調整係數 X 值（106 年至 113 年）

資料來源：本團隊製作

本次國家通訊傳播委員會(NCC)委託台灣野村總研諮詢顧問股份有限公司(台灣野村)協助建置電路出租成本模型，係參考 NCC 先前委託台灣野村建置行動通信網路及固定通信網路接續費成本模型經驗，導入由下而上(Bottom-up)之全元件長期增之成本法(TELRIC)模型設計；除帶動批發服務成本下降使市場更具競爭力之效益外，亦協助推動我國固定通信網路傳統分時多工網路(Time-Division Multiplexing, TDM)轉往至次世代網路(Next Generation Network, NGN)之政策目標。另考量我國整體電信環境發展朝向固網與行網全面 IP 化之規劃，我國亦長期持續推動偏鄉寬頻服務普及之計畫，在參考過往電信領域監理議題上多以 Bottom-up LRIC 之理想化成本計量模型作為政策推動效率化網路之依據，本次電路出租成本模型亦應比照同樣作法，建構理想網路成本模型，以扣合我國整體電信市場推動目標。故本計畫中將探討如何推動我國 IP 化網路與普及偏遠地區光纖網路布建等情境設計。

第二章 電路出租成本模型計算原則

第一節 長期增支成本法成本表達方式

我國當前法令¹規定依照全元件長期增支成本法(Total Element Long Run Incremental Cost, TELRIC)為計算基礎，但國際上有另一種計算方式稱之為全服務長期增支成本法(Total Service Long Run Incremental Cost, TSLRIC)。目前的模型設計方式雖未多作說明，但各國基本上已經不採用 TSLRIC 模式，下面會對此做出說明。

一. 全服務長期增支成本法(TSLRIC)

全服務長期增支成本法之概念大約在民國 69 年至 79 年（西元 1970 至 1980 年）之間形成，起初是協助具多樣化產品之廠商進行成本計算之工具，將製造時的共同成本均分給各項產品。顧名思義，TSLRIC 保有 LRIC 的所有特徵，包含採用前瞻性成本預測、具備增支成本之計算特性等等。在一開始，TSLRIC 主要應用於製造業的成本計算，拆分不同產品線的增支成本，有助於業者評估引進或製造特定產品是否有益於收益，也可以做為產品訂價的指標之一。

TSLRIC 第一次引進電信事業的成本計算，來自民國 85 年（西元 1996 年）美國聯邦通信委員會（Federal Communication Commission, FCC）所制定的電信法，此方式隨之被澳洲競爭與消費者委員會所採用。簡單來說，若一個電信業者提供兩項產品：產品 A 與產品 B。個別的成本為 C_A 、 C_B ，而共同成本為 F 。然而若公司僅單獨生產 B，只需要較少的共同成本 F_B ，則我們可以說 A 產品的總合 TSLRIC 就是 $F + C_A + C_B$ 減去 B 單獨生產下的總成本 $F_B + C_B$ ，也就是 $C_A + (F - F_B)$ 。

¹ 參見《市場顯著地位者互連管理辦法》第 14 條以及《市場顯著地位主導者會計制度及會計處理準則》第 13 條

二. 全元件長期增支成本法(TELRIC)

前述提及 FCC 在民國 85 年（西元 1996 年）年第一次提出 TSLRIC 作為監理方式，在提出之後不久，FCC 於民國 90 年（西元 2001 年）修改 TSLRIC，改為採用全元件長期增支成本法。FCC 發現當時在用戶銅線網路之上同時有許多不同服務，又因為服務特性，並非每項服務都會使用到所有的網路元件（如：市內電話相較於長途電話，不使用長途交換機）。為了協調各個元件的成本，FCC 修改 TSLRIC 以使其可以應用到網路上的單一元件(element)而非服務(service)。FCC 亦出下列定義：「TELRIC 是一家電信業者長期在網路元件上的增支成本，計算網路元件或設施的分離訂價，例如市內用戶迴路或交換機。」。

三. 全元件與全服務長期增支成本法的差異

FCC 在當年提出的 TELRIC 是與 TSLRIC 完全不同的計算方法。儘管兩者都是為了計算電信網路的服務成本，兩者除了計算的基礎不同，計算出來的數值也不會相同。TELRIC 與 TSLRIC 的主要差異又可以分為理論差異與實務差異兩者。

理論差異來說，我們可以發現 TELRIC 與 TSLRIC 共同成本的基礎不同，主要體現在分配共同成本時候的計算差異，由於 TSLRIC 按照服務類別拆分共同成本，如果該共同成本（如：用戶查詢）與該服務（如：語音服務）有關，則需要被計入。但 TELRIC 是按照網路元件的訊務量拆分共同成本，所以共同成本如果與訊務無關則不會被計入成本中。然而以實務差異上面來說，其實兩模型之間實際較無差異。TELRIC 模型計算範圍，會先匡列電信業者提供應包含的服務藉此推算元件的涵蓋範圍。而 TSLRIC 則是先決定整體網路的規模，藉此推估網路上的所有服務。在限定網路範圍之下，實際上兩者採計的元件與服務會一致。又因 Pure LRIC 的引入，非訊務線性敏感之成本已經被排除。在此前提之下，TELRIC 由於具備更為清楚的計算邏輯，以元件為計算基礎更方便使監理機關與電信業者進行討論，且較無爭議。結果自民國 92 年（西元 2003 年）之後，監理機關使用 TELRIC 的數量大幅提升。

二. 由下而上法(Bottom-up)

Bottom-up 法假設新業者進入市場時，建立理想網路，模型中可計算出因技術進步帶來的合理網路元件數量或配置，促使既有業者增進經營效率，建造競爭的效率環境。加上使用大量公開市場資訊，或使用國外較有效率的業者進行評估，透明性高，也易進行假設變更，彈性較大。

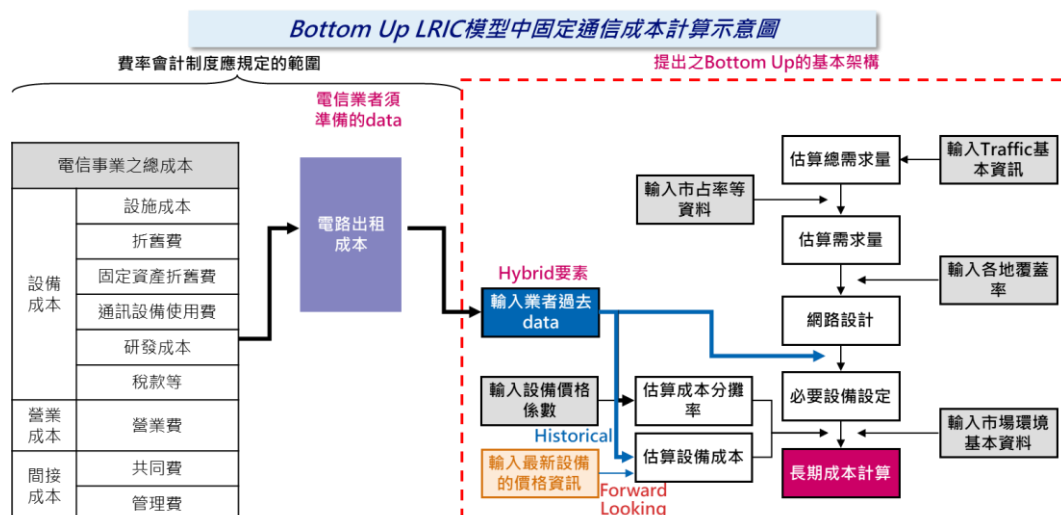


圖 2-2 Bottom-up LRIC 方法

資料來源：研究團隊整理

綜合各國調研分析所研究的各國電信資費管制方式，可發現多數國家皆已透過 BU-LRIC 作法計算其核心網路服務使用成本，而接取網路端在型態多樣而導致其成本難以精確估計，亦或是各國監理議題不同情況下，所採取之模型計算作法有所不同。然而根據 BEREC 2021年報告指出，納入規管的接取端產品在成本計算上，歐洲各國電信監理機關有逐漸轉往使用 BU-LRIC 作法之趨勢²，足見 BU-LRIC 模型設計作法仍普遍被認為較為有效之推動電信市場發展之重要工具。回歸探討我國電信監理環境，仍應比照此作法來推動我國固網與行網皆全面 IP 化、偏鄉光纖基礎設施普及等政策目標。

我國之相關網路成本模型皆以全元件長期增支成本法為基礎，建立行網與固網核心網路成本模型，而由於本次計畫之目標乃希望制定符合公平競爭、可推動電信市場技術進步之電路出租模型，亦同

² BEREC (2021.12.09): BEREC Report Regulatory Accounting in Practice 2021

時期望能以此模型作為政策推動之依據，故研究團隊認為本次電路出租模型應依循過去成本模型建立之原則，使無論與行網、固網之核心和接取端不同網路成本計算中，與本次電路出租共同推動之固行網 IP 化、偏鄉光纖基礎設施普及之重要議題能夠扣合。另外，研究團隊建議採用全元件增支成本法進行模型設計與建立，係基於《市場顯著地位者會計制度及會計處理準則》之元件細分化原則，以及過往通傳會成功與凝聚業者共識，根據 BU-LRIC 建立作法之細節決議，若於電路出租模型採用相同概念與方法，電信業者應能夠快速理解並接受。

理論的特徵		國外情況	臺灣情況	NRI建議
Bottom-up	- 效率性、彈性、透明度較高 - 因為根據假設的網路，可對應未來及新技術等情況 - 從理想網路出發，強調電信業者應建構效率化網路，有效推動電信技術效率化	- 多國採用 Bottom-up 作為核心網路成本計量模型之原則（如接續費成本模型） - 本案建議之參考標準國家已有 Bottom-up 建立接取網路成本模型之實績，如挪威、英國 - Bottom-Up 計算方式設定理想且有效率網路前提下，有促進公共事業競爭及提高社會整體利益的許多實際經驗	- 研究團隊過去推動 Bottom-up 固、行網接續費模型，電信業者已廣為接受 - 於行網與固網接續費研究案協助推動我國全網 IP 化之電信監理目標	建議核心網路與接取網路一致採用 Bottom-up 計算，可適度參考實際業者經營現況調整
	- 計算容易，回收過去投資的可能性較高 - 效率性與透明度較低： - 既有資訊包括非效率性的可能性較高 - 業者有資訊的優越性	- 接取網路樣態多樣，在成本難以精確估計情況下，監管單位以業者現有會計資料為成本推估依據 - ITU 建議在業者資料非常詳細且可有效利用的前提下使用	- 我國會計處理準則中，要判斷業者提供資料是否有效率較困難 - 過往 Top-down 作法在無導入理想網路設計下，難以促進市場競爭與推動我國電信監理目標與政策	

圖 2-3 電信監理成本模型計算方向差異與團隊建議作法

資料來源：研究團隊整理

第三節 綜合比較與我國計算方式建議

LRIC 理論基本概念即為假設新電信業者加入時，會以最佳技術與最新設備進入市場，以建構出的最具效率之電信網路；同時透過假設長時間的成本估算時固定成本可變成更新費用，藉此計算增支成本。以此具前瞻性的成本計算法則，可以維持市場的競爭性及效率性。另外依《市場顯著地位者會計制度及會計處理準則》中的第13條與第14條成本分離原則，市場顯著地位者應將個體會計之各項營運成本組成項目細分化為「各種電信服務」、「網路元件」、「支援功能」和「一般管理功能」，而網路元件項目應先按功能細分為市內用戶迴路、中繼線、交換設備等再予以服務細分，因此 TELRIC 符合法規針對元件細分化之原則，且在 TELRIC 與 TSLRIC 之間並無差異，單純

在於模型計算後，是否再進行一次路由因子表格之轉換，將各個元件的成本費率再度轉為各項服務的費率。

在 Top-down 法與 Bottom-up 法比較上面，由於 Top-down 法過於依靠電信業者提供之會計資訊，且因為電信業佔有內部資料，因此容易與消費者有資訊不對稱之問題，現今無論在歐盟國家或韓國，都已經採用 Bottom-up 方式進行作為 LRIC 的計算原則進行成本試算，以瞭解電信普及政策目標之成本差距。再加上我國在固網與行網核心網路成本上已經採用 Bottom-up 之方式建立核心網路成本模型，基於對等監理之原則，研究團隊仍建議採用 Bottom-up 方式製作 LRIC 模型。

而在成本計算部分，最理想情況應採用 Forward Looking Cost 成本計算方式，除推估有效率布建方式之元件數量外，也對其價值進行估算，方能符合 Bottom-up 從無到有建設理想網路之精神，但實行上具有相當難度，由於設備成本屬商業機密，研究團隊於固網與行網核心網路成本模型之建立過程中也發現設備成本難以自設備商取得，因此研究團隊仍提倡採用 Hybrid 方式進行成本推估與計算。

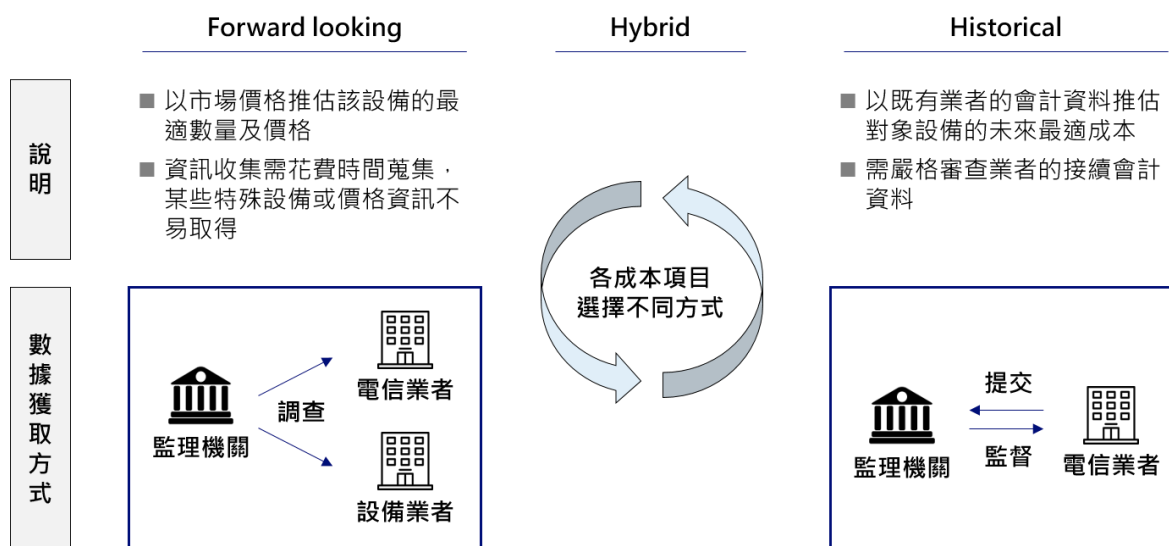


圖 2-4 Hybrid 成本計算方式

資料來源：研究團隊整理

如上圖所示，在較易取得的設備價格上，由監理機關向電信業者或設備業者進行調查而取得，如線路成本等等，但若為不易取得之電信關鍵設備的各項成本數據，則由監理機關的監督底下，由電信業者

進行填答。如電信核心網路設備價格、交換機價格等等。綜整以上結論，可將研究團隊建議之方法歸納如下：

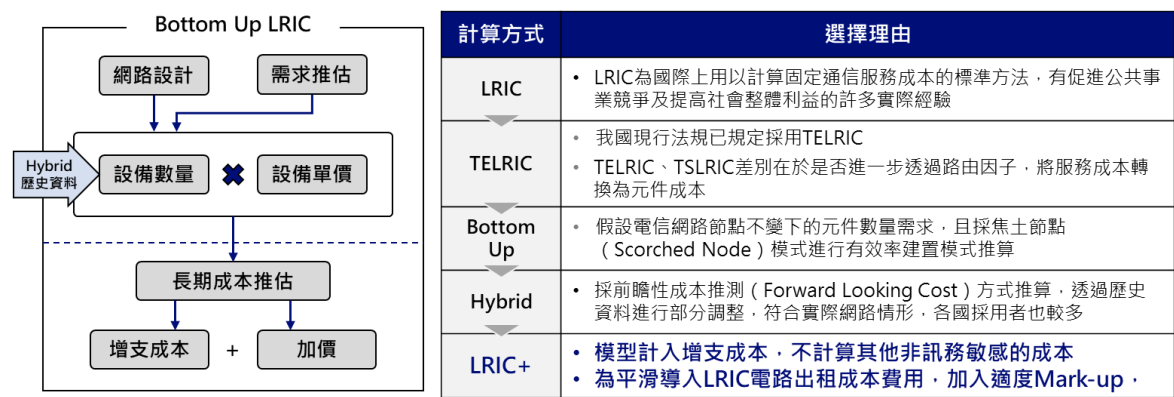


圖 2-5 LRIC 模型計算方法建議

資料來源：研究團隊整理

問題一：

是否同意本模型採用上述 LRIC+（模型考慮加價）、TELRIC、Bottom-up 與 Hybrid 進行網路成本計算？

第三章 電路出租成本模型計算說明

第一節 電路出租成本模型總論

固網電信業者所擁有的電信網路、電信用戶以及提供之電信服務，具有不可替代之特性，因此在電信業者間或網路服務提供業者與電信業者出租電路以提供使用者網路服務時，此市場易造成獨占或寡占等價格擠壓之情形；因此監理機關藉由管制電路出租的費率價格，減少因市場主導者而造成之不公平之市場機制發生，並達到鼓勵網路建設以及持續推動技術進步之發展願景。

因此本研究旨在透過固定通信網路之電路出租成本模型，計算整體電路出租之服務成本；而模型在監理機制中之定位，應作為監理機關與電信業者間之溝通平台，使雙方於相通之利基點上針對服務成本與監理模式間進行有效的討論。因此，LRIC 模型在計算上將採用理想化網路架構作為主要情境假設，無論在設備選擇或網路設計上皆採取最新且最有效率之方法作為模型假設，藉此瞭解達成最佳化電信網路發展所需要之單位成本，此為 Pure LRIC 之成本模型計算原則；然而模型作為監理機關與電信業者交涉之公平平台，監理機關在推動相關政策措施時，需考量並掌握與業者之談判籌碼，在既有的 Pure LRIC 成本模型之外加入一定比例的加價(Mark-ups)，可作為監理機關在推動普及服務或技術進步之協商手段，藉由調整加價的比例做為整體政策的驅使因子。因此本研究將透過 Pure LRIC 的方式計算電路出租服務之成本，並同時討論成本模型外之加價比例，以相關參數設計於模型之中，建立 LRIC+之成本模型。

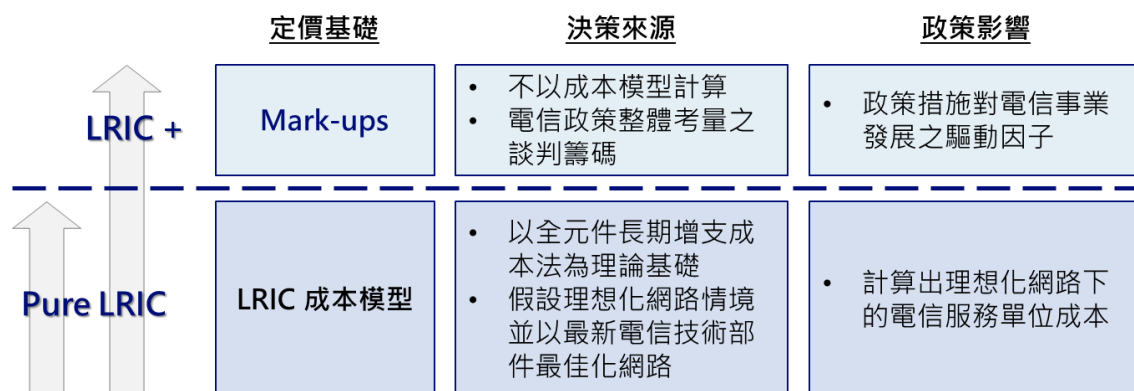


圖 3-1 電路出租成本研究範圍

資料來源：研究團隊整理

在加價概念上，LRIC+除了計算與電信服務相關之元件或接取數量增支成本外，亦適度納入共同設備成本、間接成本部分，作為 Mark-up 幅度依據；Pure LRIC 作法則僅計入與電信服務相關之元件或接取數量增支成本，其餘共同設備成本、間接成本皆不計入。目前各國電信監理機關在電路出租批發之成本計算基準上，仍多根據其關注之監理議題，來決定是否在批發服務價格加入一定比例之加價幅度。考量我國近年電信市場之快速演進，且如團隊前述建議於模型中導入 TDM 移轉 NGN 網路、偏鄉光纖設施普及等情境設定，因此團隊建議可納入適度的加價空間，以此貼近理想網路與實際市場概況在成本計算上落差。在加價原則選擇上，各國在考量評估實施可行性後多採用等比例加價原則 (Equi-proportional Mark-ups, EPMU)³，因此團隊亦建議比照採用此加價原則。

³ IndoDev2000：Telecommunications Regulation Handbook

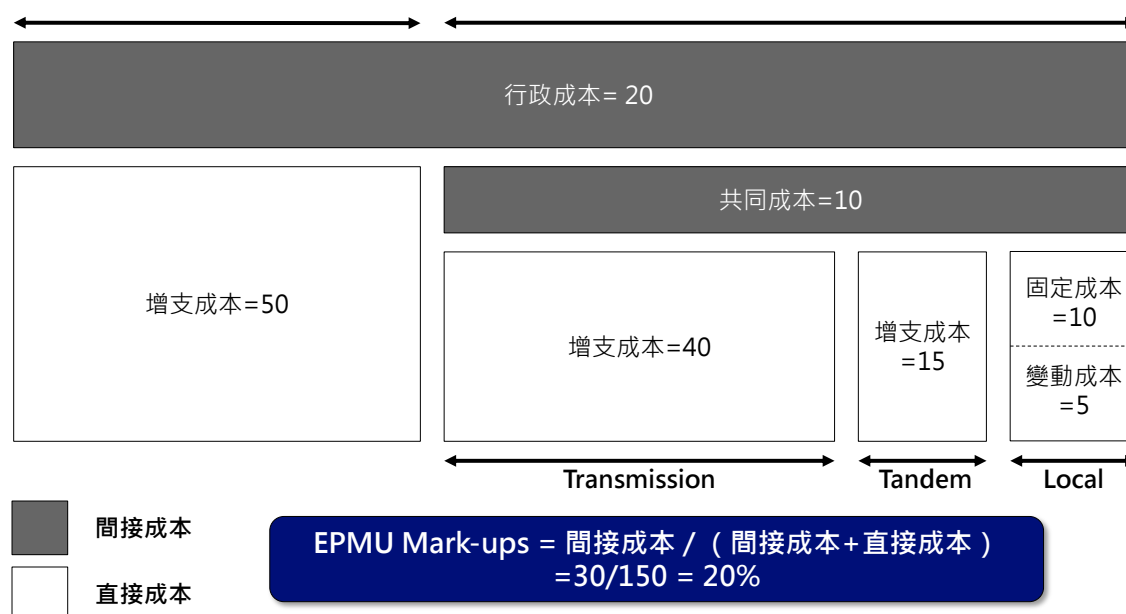


圖 3-2 EPMU 加價計算方式範例

資料來源：研究團隊整理

LRIC 模型另一重要概念為福利經濟（Economic Depreciation）下的現金流概念。福利經濟的概念與一般會計處理機器的折舊概念不同，一般會計上處理機器折舊的目的是因為在商品生產時導致機器耗損，故以一定期間進行機器設備的攤提。電信事業的網路設備因為技術的快速提升導致機器的殘存價值下降過快，所以在設定期間內計算當時點該設備所剩餘的經濟折舊，其實際計算的公式如下表。透過假設電信事業為具效率的完全競爭市場，故假設現時點的總成本經濟折舊與總營收的經濟折舊相同， $PV(\text{總成本}) = PV(\text{總營收})$ 的方式推導出單位增支成本計算公式，其詳細推導過程整理於下表。

表 3-1 福利經濟原則下之服務使用成本推導公式

步驟	公式	說明
步驟一	$\alpha_i = \Omega p_i$	α_i表示 i 年度的某網路元件 Y 的單位增支成本（CAPEX 部分） p_i表示 i 年度的網路元件 Y 設備單價 Ω為常數
步驟二	$\sum_{t=1}^r \delta_t x_t \alpha_t = \sum_{t=1}^r \delta_t E_t$	δ_t表示 t 年度的某網路元件 Y 的折現因子 x_t表示 t 年度的某網路元件 Y 的總服務量 E_t表示 t 年度的某網路元件 Y 的總 CAPEX 支出 - r 為模型之計算區間
步驟三	$\sum_{t=1}^r \delta_t x_t \Omega p_t = \sum_{t=1}^r \delta_t E_t$	將前兩步驟所得之公式，進行公式替換
步驟四	$\Omega = \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t p_t}$	經過移項，得到Ω的計算式
步驟五	$\frac{\alpha_t}{p_t} = \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t p_t}$	將步驟一結果帶入步驟四的Ω計算式
步驟六	$\frac{\alpha_t}{p_0 \cdot \tilde{p}_t} = \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t (p_0 \cdot \tilde{p}_t)}$	- 將p_t轉為基準年元件單價乘以第 t 年 CAPEX index 之結果，其中p_0為基準年之元件單價 $\tilde{p}_t$表示 t 年度的某網路元件 Y 的 CAPEX index
步驟七	$\alpha_t = \tilde{p}_t \cdot \frac{\sum_{t=1}^r \delta_t E_t}{\sum_{t=1}^r \delta_t x_t \tilde{p}_t}$	移項後可得到α_t之計算公式

資料來源：A note on economic depreciation, (2011/06), Telenor R&D N,

研究團隊整理

首先，第 i 年之服務使用成本(a_t)與網路元件設備單價(p_t)存在比例關係，其係數為 Ω 。第二步驟為 $PV(\text{總營收})=PV(\text{總成本})$ 概念轉換而來之數學式， $\sum_{t=1}^r \delta_t x_t a_t$ 為模型計算年度內的總營收，計算方式是加總各年度的折現因子 δ_t 、總服務量 x_t （單位為分鐘）、該年度單位增之成本 a_t 之乘積。 $\sum_{t=1}^r \delta_t E_t$ 則為模型計算年度內的總成本，加總各年度的折現因子 δ_t 、總 CAPEX 支出 E_t 的乘積； r 表示模型計算多少年度，單位為年。

自步驟二逐步移項並代入步驟一之公式可得步驟五，步驟五的 p_t （第 t 年之元件單價）可代換為 p_0 （即基準年之元件單價）經技術進步率($\tilde{p}_t$)轉換而得，因此步驟六左右邊可同乘 p_0 ，原公式中之 p_t 可轉換為技術進步率($\tilde{p}_t$) 即 Capex Index。移項後即可以推導出步驟七，即經濟折舊下 a_t 之計算公式。

LRIC 利用福利經濟折舊概念估算不同時點設備購入的增支成本，將該成本分攤至各年的成本中，在計算上需要引入折現利率，用以推算若模型起始年作為基準年，各年度增支成本折現回基準年之現值，LRIC 模型習慣上以加權平均資金成本（Weighted Average Cost of Capital, WACC）作為折現利率。WACC 反映一家企業現有資產應有之投資報酬率，包含舉債所得之債務利率及股票市場籌措之資金報酬率。全元件長期增支成本法計算時，以元件別進行下列公式計算得各元件單位使用成本後，最後再以加總的元件費率透過路由因子表轉換為服務成本。

需注意的是因電路出租市場橫跨接取網路與核心網路，兩種網路切分處大致落於地區之接取節點，如下圖所示，核心網路在成本計算上為訊務導向，意即納入成本計算之元件具備因訊務上升而直接連動提升元件建置數量之特性，該網路成本計算初始點為用戶流量首次彙聚之處；接取網路之成本計算則為用戶接取線路數導向，網路建置成本推估上係以用戶端與地方節點機房間之接取線路數作為成本計算之依據，與核心網路係以市場整體訊務量推估之特性有所區別。

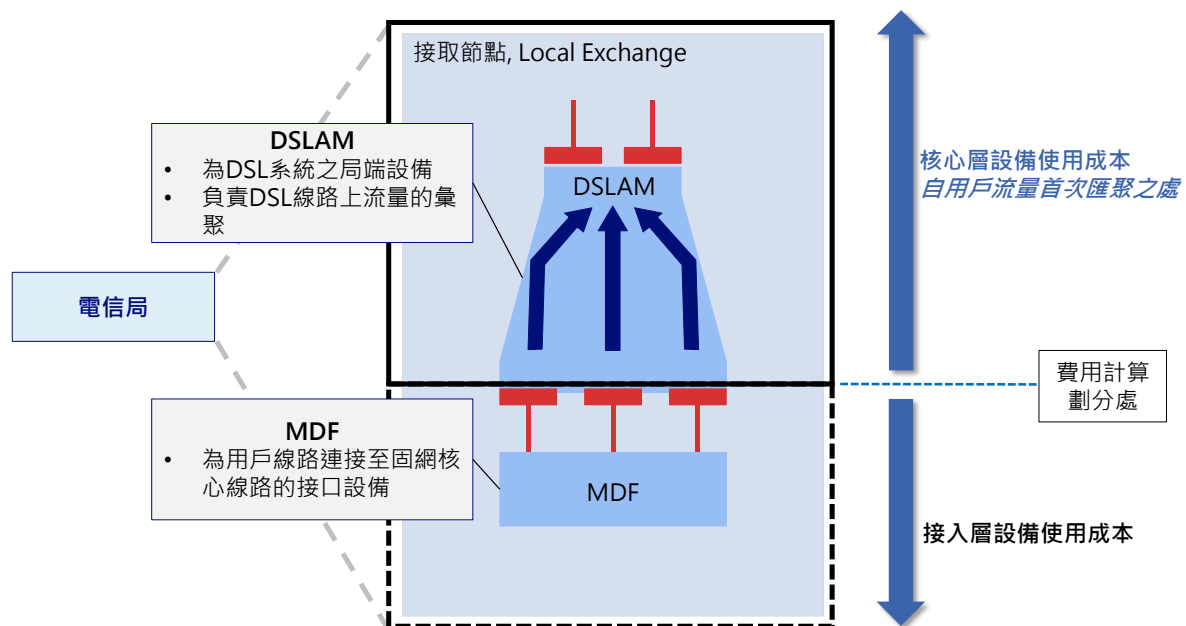


圖 3-3 網路成本計算切點說明

資料來源：EU Commission Recommendation, 研究團隊整理

根據上述兩種網路在成本計算上具備不同特性，故其電信服務單位使用成本計算方式亦有所不同。核心網路因同時經營數種電信服務，訊務流量將彙聚在共同之網路元件，參考過往相關固網模型研究案建構經驗，應先計算核心網路上個別網路元件所需攤分之共同使用成本，再以路由因子設定（詳見後續路由因子設定說明）拆分出欲計算之電信服務使用成本，其服務使用成本為單位流量增支成本；接取網路之成本計算上則需分析建物與地方電信局機房連接樣態，以盤點出該區機房與用戶建物間之線路總數等用於計算接取網路建置成本之地理信息，其服務使用成本為單位接取線路數增支成本。

核心網路成本為訊務導向：

單位流量增支成本

長期元件投資之總價值

$$a1_i = \text{Index} \cdot \frac{\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \cdot E1_t}{\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \cdot x_t \cdot \text{Index}_t}$$

成本趨勢

元件總服務量

- $E1$ ：骨幹網路元件投資成本
- $E2$ ：接取網路元件投資成本
- t ：年度
- x ：元件傳輸量
- y ：接取線路數
- r ：折現率

接取網路成本為接取線路數導向：

單位連接數量增支成本

長期元件投資之總價值

$$a2_i = \text{Index} \cdot \frac{\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \cdot E2_t}{\sum_t \frac{1}{(1+r)^t} \cdot y_t \cdot \text{Index}_t}$$

成本趨勢

接取總線路數

圖 3-4 電信服務單位使用成本計算公式推導

資料來源：研究團隊整理

問題二：

是否同意本模型採用經濟折舊法作為成本估算的前提設定以及加價計算方式？

第二節 模型計算結果說明

我國電路出租服務市場涵蓋電信局端至用戶端之接取網路，亦包含固網骨幹與核心網路範圍，因此預計個別產出市內（接取網路）電路出租與長途（核心網路）電路出租之成本計量模型。本次電路出租成本模型預計以挪威 Nkom 公告的2018年接取批發產品（歐盟執委會於2020年前所定義之 Market 3a、Market 3b 與 Market 4）網路模型⁴作為主要標竿案例，另外也將參考其他標竿國家電路出租相關服務之模型以及研究團隊過往開發之固網核心網路成本模型之設計，以建立符合我國電路出租市場經營環境之理想網路模型。

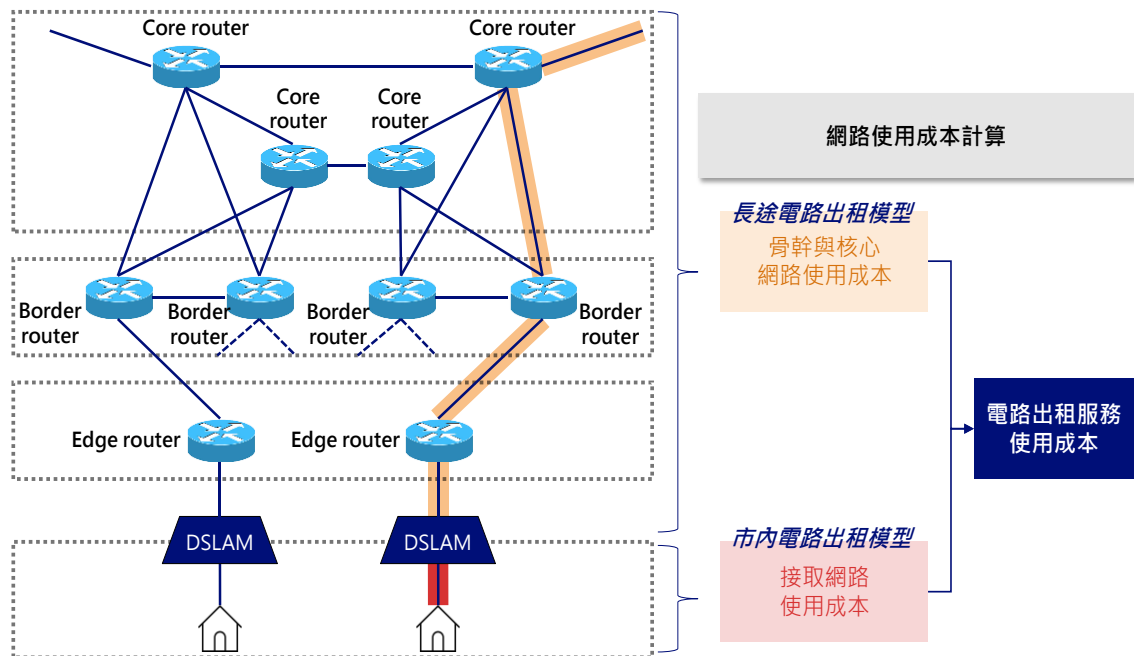


圖 3-5 網路傳輸路徑之示意

資料來源：研究團隊整理

問題三：

是否同意本次電路出租成本計算中，以長途（核心網路）和市內（接取網路）模型為基礎反映電路出租成本之計算模式？

⁴ Analysys Mason (August 2018): Documentation of Nkom's vAcc2.3 model, Report for the Norwegian Communication Authority

一. 總體經濟參數調整

我國通貨膨脹幅度一般以主計處編製之消費者物價指數(CPI)年增率來衡量，由於主計處不會對未來 CPI 指數做預測，本模型以監理期間物價指數成長作為長期趨勢進行推估。由於我國央行對我國物價長期控制於一相對穩定區間：以模型開始年度至今(87年至110年)的平均物價成長率約為0.96%，建議我國最終電路出租成本可以下列公式調整，因本期之基準年度為113年，調整後之費率。調整公式如下：

$$\bullet \text{ 電路出租成本}_{113}(\text{調整後}) = \text{電路出租成本}_{113}(\text{調整前}) * (1.0096)^1$$

$$\bullet \text{ 電路出租成本}_{114}(\text{調整後}) = \text{電路出租成本}_{114}(\text{調整前}) * (1.0096)^2$$

.

.

.

$$\bullet \text{ 電路出租成本}_{117}(\text{調整後}) = \text{電路出租成本}_{117}(\text{調整前}) * (1.0096)^5$$

最後以民國117年與113年之成本差距比例，作為本次模型產出之 X 值之建議模式。

問題四：

是否同意於導入考量總體經濟變動進行調整以及 X 值之計算方式？

第三節 電路出租成本模型架構說明

一. 基本情境設定

本次所開發之固定通信網路電路出租成本模型同前述將採用 Bottom-up Hybrid LRIC+ 方式進行設計，並持續因應期間內可能之社會、經濟或技術變化進行模型參數上的調整與修改。本模型涵蓋之網路技術分別為分時多工或劃時多路(Time Division Multiplex, 以下簡稱 TDM)⁵、次世代網路(Next Generation Network, 以下簡稱 NGN)以及次世代接取網路 (Next Generation Access, NGA)，依照歐盟執委會之建議，固網電信服務成本計量模型內應採用的網路技術應為 NGN 網路，然而因應各國國情不同，亦有監理機關將 PSTN 中的 TDM 技術納入模型設計中，如挪威電信監理機關 NKOM⁶。研究團隊認為選用網路技術時，需考量我國電信市場現況，以及各種技術的替代性。由於 TDM 網路當中仍有許多語音與窄頻電信服務尚未能夠被取代，如我國市話服務、來電轉接、企業級電話網路等服務，雖然針對上述服務 NGN 皆已訂有相關標準，但仍須一定時間以完成移轉規劃，因此團隊提出在本次的電路出租模型中應考量我國現固網發展現況，採用 TDM 模型作為起始技術後逐步轉移到 NGN 模型之設定。

在接取網路端，根據電子通傳監管機構 (Body of European Regulators for Electronic Communications, BEREC) 報告⁷中指出，為順應歐盟提出數位發展目標計畫，以推動寬頻服務之普及與覆蓋率等整體數位發展規劃，建構下世代接取網路成本模型應考量銅線產品逐漸轉換如光纖等下世代接取產品之設定。回歸探討我國電信網路發展進程，在我國已長期推動強化偏鄉地區寬頻服務普及與涵蓋等前瞻計畫下，研究團隊亦建議納入歐盟建議作法，在模型加入接取網路光化之情境設定。

固網電路出租成本模型共包含核心網路與接取網路成本之計算，整體模型之計算區間為民國87年至民國149年，時間跨度共為63年。此為參考挪威模型 (民國80年至民國140年，跨度59年) 以及我國過往在固定通信網路之核心網路成本模型 (民國87年至民國149年，跨

⁵ 雙語詞彙，國家通訊傳播委員會

⁶ Analysys Mason (2019.03): Nkom's cost model of fixed core networks version 2.3F (Final)

⁷ BEREC Report (2021): Regulatory Accounting in Practice 2021

度63年），原則上設定至少60年之時間跨度。我國在核心網路端之TDM 為已經完整建設之網路，本模型中盡力回溯建設成本，以交通部電信總局開始紀錄電信業者經營實績之年度（民87年）設定為模型起始年。另外以 HiNet 為例，我國數據網路最早可回溯至民88至民90年開始，以此開始計算60年，設定模型結束於民149年，以估計電信建設成本之回收，而根據前段所述應同時考量 NGA 之建設以因應 NGN 完成之時段，且由於希望將我國之固網接取網路成本模型與核心網路成本模型之時間跨度設計一致，因此本次電路出租成本模型之計算區間設計為民國87年至民國149年。

依照歐盟執委會所提出的指導原則，在計算電信網路相關成本時應考慮並反映整體網路之「效率成本」，及在理想情況下的網路設計模式，在網路初始以及建置時即須考量最符合成本效益之情況來進行。因此，本次模型在計算時也以「理想網路架構」作為網路設計假設，在核心網路的規劃上，以單一套 IP 核心網路提供所有網路服務為假設，建置一個統一的核網設備作為最有效率之網路架構設計；而在接取端的網路設計，其採用 NGN DSLAM 元件，其可以僅透過此設備讓不同的終端服務一併接入到 NGN 網路當中，以作為最符合效益之設備採購。

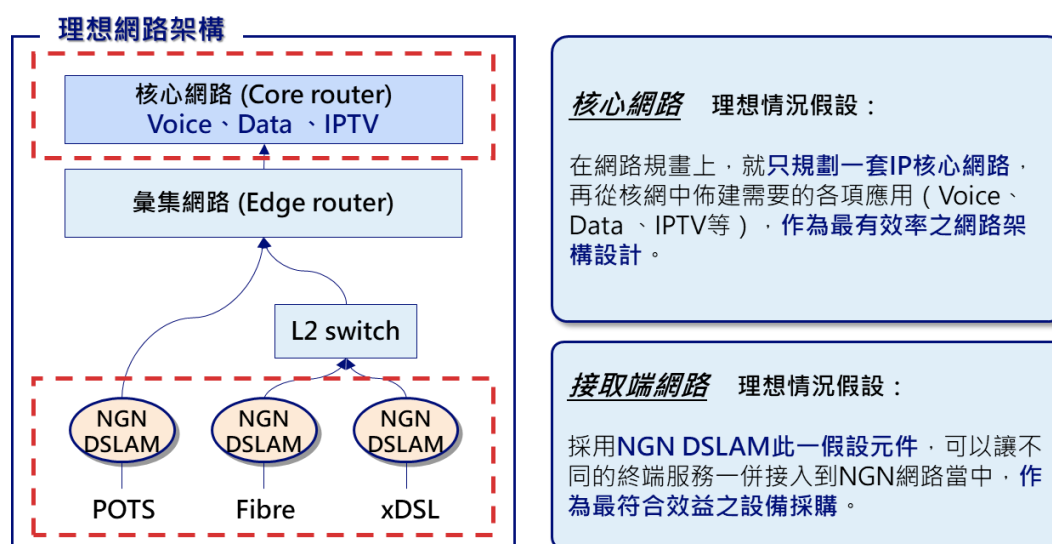


圖 3-6 理想網路架構之假設

資料來源：研究團隊整理

另外「效率成本」同時也假設為一理想業者完整覆蓋我國固網市場所需之最小網路規模。因此本模型並非反映我國市場主導者之實際網路，而是具備規模化、效率化特質之理想網路。本模型將會納入我國固定通信市場主導者，作為效率化網路之參考業者，計算進行未來市場之推估時，以市場主導者（中華電信）之市場佔有率作為網路服務量之採計依據。模型中將假設經營效率化網路之理想電信業者，該假想業者除在市場上須具備一定經濟規模，其網路架構須採用最新技術且考量未來市場趨勢，進而產生效率化之網路經營成本，以符合最佳效率之假設。經由 HHI⁸指數衡量我國固網寬頻市場，可得知民國110年之指數約落在8000以上，因 HHI 指數遠高於一般界定獨占市場參考基準3000而可將其視為獨占業者。在我國僅市場主導業者具備大於20%之用戶市占率與較為完整之固網基礎建設與接取設施下，本次模型建議以市場主導業者-中華電信之市場佔有率作為網路服務量與網路架構設計之採計依據。由於核心網路上經營服務多樣且網路訊務量彙集在共用網路元件，因此須計算個別服務項目之市佔率以後續乘上市場整體服務量，計算出理想業者的服務量。市占率計算方式為透過服務用戶推估各年度之理想業者市占率，如下所示：

理想業者市占率_{113年} = 中華電信用戶人數_{113年} / 用戶總人數_{113年}

在計算理想業者用戶未來人數時，主要採用收集的五年用戶數目之年複合成長率(Compound Annual Growth Rate, CAGR)進行未來預估，而市場用戶總人數則按照前述之預估方式計算。此差異在於市場主導者會受到市場競爭影響，而 CAGR 能夠更真實的反映用戶加入或流失的趨勢。但市場總人數較容易受總體經濟參數影響，因此透過人口參數去預估會更準確。

由於 TDM 在我國可視為獨占網路，僅中華電信一家有進行完整之網路建設，後續近來之固網業者大多採用較為精簡之架構（受限於客戶基礎以及經營規模），研究團隊認為 TDM 網路之網路拓樸可視為效率化網路，因此將直接沿用中華電信之節點建設之數量，然而節點內的網路元件需求數量，由本模型的「網路設計模組」計算之，並非全部採用市場主導者之建設現況。NGN 網路部分，除可沿用 TDM

⁸ HHI 指數(Herfindahl-Hirschman Index, HHI): 為一種測量產業集中度之指標

網路之接取節點設定，其餘的網路元件、節點數將重新計算。而 NGA 的部分也屬於中華電信獨佔接取端電信網路之情況，因此同前所述沿用相關網路建設和元件之設計計算之。

表 3-2 電路出租成本模型初始設定

項目	範疇
模型計算方法	Bottom-up Hybrid LRIC+
模型涵蓋技術	TDM 網路、NGN 網路、NGA 網路
模型計算區間	民國 87 年至民國 149 年（共 63 年）
列入模型計算業者	中華電信（市場主導者）

資料來源：研究團隊整理

問題五：

是否同意本模型設定自 87 年到 149 年之時間跨度？是否同意本模型採用之理想業者應具備與市場主導者相同競爭力，故採取市場主導者之市占率作為經濟規模之假設並估算理想網路成本？

本模型中採計之增支成本以直接成本為主，可分成購買建置費用以及維運費用兩大部分；其他間接成本、非增支成本之成本費用，由於成本發生並非為直接服務所投資，因此將不被列入 LRIC 模型計算。有關直接成本及間接成本之具體範疇，請參閱表 3-3。

表 3-3 電路出租成本模型初始設定

項目	範疇
納入計算 增支成本項目 (直接成本)	1. 網路元件主體設備 2. 支援設備 3. 網路管理設備 4. 軟體設備等當年度購買費用與建置費用，以及模型計算期間每年的維運費用 (維運費用包含直接相關網路元件設備的土地與設施之租金、維運人力包含委外人力與某網路元件設備直接相關的公司內的維運人力薪資、維運所需之電源、冷氣、耗材支出等)
不納入計算 增支成本項目 (間接成本)	一般行政管理人員的薪資費用、研發費用與研發人員薪資、一般支援(與機房設備不相關的辦公室租金、土地購買或租金、辦公室設備)、行銷或銷售費用、帳務成本、客服服務等。

資料來源：研究團隊整理

二. 模型架構設定

由於接取網路與核心網路在成本計算上具備不同特性，因此團隊預計需針對個別網路採用不同網路設定。在接取網路服務範圍將部分參考挪威電信主管機關 NKom 與英國 Ofcom 作法與考量我國政策推動方向，在接取網路設定光纖普及之目標，以及在網路成本計算上排除政府針對電信業者佈建偏鄉寬頻基礎設施之補助，方反映我國實際經營環境。

	挪威 接取批發產品模型	英國 接取批發產品模型	電路出租模型 接取網路假設
市場狀況	固網市場為大業者獨佔， 收集市場電信業者服務量， 設定單一理想業者	依地區別 市場競爭概況個別監管	我國固網市場為大業者獨佔， 應採用單一理想業者設定
網路設計	- 分析基準年地方機房與建物連接概況後，沿用銅線線路與光纖線路之比例 - 偏鄉寬頻接取基礎建設之補助自整體網路成本排除	設定20年完成全光纖之普及	- 建議採銅線轉往光纖之設定，以順應我國政策推動方向 - 偏鄉寬頻接取基礎建設之補助自整體網路成本排除
路由因子	由網路路徑設定	由網路路徑設定	可參考標竿作法與接續費模型但依實際電路出租服務之路由進行調整

圖 3-7 電路出租模型之接取網路設定構想

資料來源：研究團隊整理

在核心網路範圍，亦將適度參考挪威模型設定，以及過往在與電信業者已達共識之網路設定，納入 TDM 網路移轉 NGN 網路之設定，以順應我國推動全網 IP 化之規劃。

	挪威 接取批發產品模型	NCC 2020 固網接續費模型	電路出租模型 骨幹網路假設
市場狀況	固網市場為大業者獨佔， 收集市場電信業者服務量， 設定單一理想業者	固網市場為大業者獨佔， 收集市場電信業者服務量， 設定單一理想業者	我國固網市場為大業者獨佔， 應採用單一理想業者設定
網路設計	TDM過渡至 NGN 網路	TDM過渡至 NGN 網路	採TDM過渡至NGN之網路 設計
路由因子	由網路路徑設定	由網路路徑設定	可參考挪威與接續費模型但 依實際電路出租服務之路由 進行調整

圖 3-8 電路出租模型之核心網路設定構想

資料來源：研究團隊整理

問題六：

是否同意本模型所設定本模型設定於民國118年完成之 NGN 以及 NGA 轉換之網路100%IP 化設定，是否同意光纖接取網路布建時程參考英國設定為20年？

研究團隊預計將電路出租模型整體架構，依接取網路與核心網路，劃分為資料輸入、模型演算、模型數值輸出以及 X 值計算四大部分。市場狀況、網路設計、路由因子用來計算各網路元件每年所需的總服務傳輸量、每年線路總接取數、每年需額外增購之元件與線路數量；成本趨勢和加權平均資金成本率則用來計算經過經濟折舊概念所計算出之投資成本（CAPEX）和維運成本（OPEX）；最後則透過路由因子得出因電路出租服務所產生的單位增支成本，整體架構如下圖3-9。

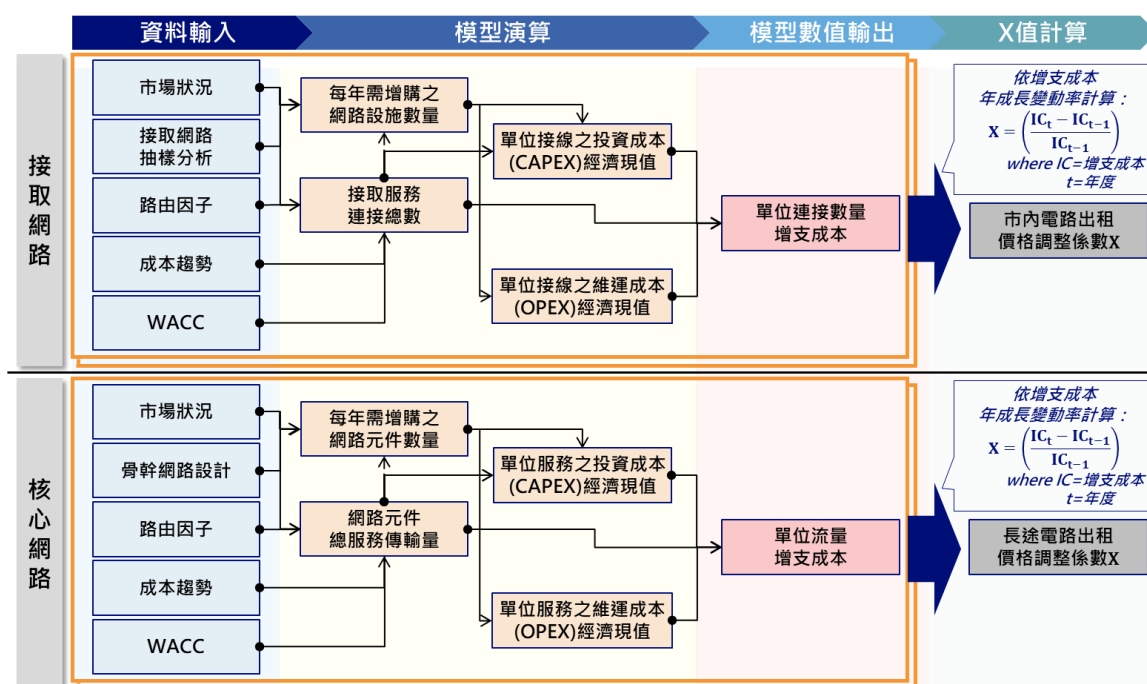


圖 3-9 電路出租模型整體架構

資料來源：研究團隊整理

在資料輸入部分有五塊主要參數：

(一) 市場狀況

市場狀況模組將針對各項網路服務用戶數與服務用量進行計算與未來推估。在接入網路範圍需統計銅線與光纖之線路數與服務傳輸量，並考量銅線線路逐漸升級為光纖線路之演變情形。核心網路端則需要考量在整體市場個別電信服務之用戶數以及服務傳輸量，並在考量網路技術移轉情境下將服務傳輸量分配至 TDM 網路與 NGN 網路。接入網路產出包含9種不同距離、速率之電路出租產品，提出對應之之服務接入總數成本；核心網路則為包含6種不同距離、速率之電路出租產品與其他固網服務之總傳輸量成本。

研究團隊預期收集資料包含國發會對於我國人口未來成長趨勢、經濟部統計處統計之我國企業登記數、內政部不動產資訊平台與營建署公布之建物數量與類型比例，並透過通傳會協助取得電信業者經營資料，其中包含電信業者各地區接入線路連接樣態與基礎設施佈建數，電信業者服務用戶數、各類電信

服務（市話服務、寬頻上網、企業專線、IPTV 等）之訊務量等資訊。

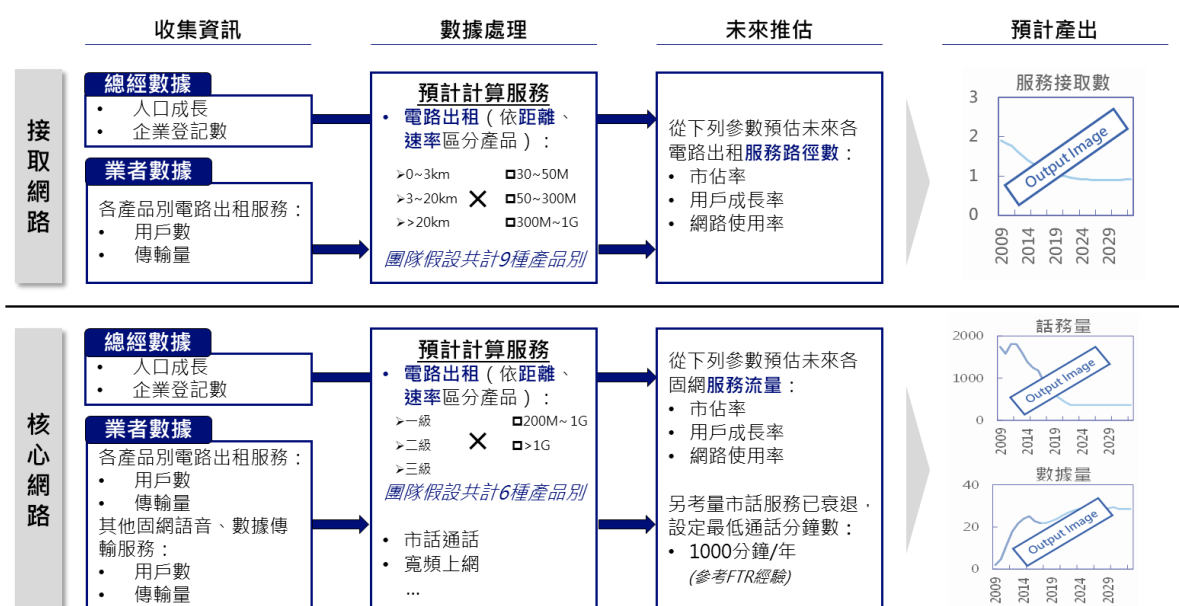


圖 3-10 電路出租模型市場狀況推估
資料來源：研究團隊整理

(二) 網路設計

在接取網路布建成本是以地方業者機房節點至終端用戶間之接取線路總數進行推估，各國之地理樣態皆不相同，較難以統一之理想網路型態作為模型假設，因此多數國家在接取網路之估算皆以實際網路布建做計算。藉此團隊將採用地區抽樣分析方式統計我國各地區的電信交換局與建物連接情況後，再回推我國整體接取網布建規模以及 NGA 網路布建之推算，作為後續市內電路出租成本之計算基礎。

在核心網路模組部分，此模組將會設定 TDM 網路與 NGN 網路之架構、參數以及所包含的採計元件，根據所計算出的各年度網路服務量數值，來推估各年度所需要的網路元件。經由各年度所需要的網路元件，可進一步計算各年度所需花費的購買設備支出與維護網路元件之成本，作為後續長途電路出租成本之計算基礎。

(三) 路由因子

路由因子 (Routing Factor) 設定為衡量增加網路服務單位流量或線路數之邊際成本，等同於多少特定網路元件單位流量或線路數之邊際成本，其中服務與元件使用成本上之轉換比例。設定方式為單一服務在電信網路中的路由而定，在英國與挪威的批發接取成本模型中已經有完整的 TDM、NGN 網路以及接取網路之路由因子設定。

在計算的模型系統中，設計將各個網路元件提供傳統固接專線和乙太固接專線和不同的接取網路樣態與語音服務分開計算服務比重，整理成路由因子表，作為拆分的依據。

由於各項設備可以語音與數據服務共用，並不完全只為特定電信服務所使用，實務上許多網路元件都是語音話務與數據訊務共用傳輸設備，因此界定時確實是一個挑戰。此外，在考量電信市場演進之技術進步率與經濟折舊對於一網路元件在單價上的影響，將難以直接針對電信服務類別進行影響評估，因此需要路由因子轉換並細分拆出網路元件，以市場趨勢影響參數對個別元件單價進行調整。路由因子方式最大的好處是判斷標準明確，因此各國電信網路成本模型在拆分計算個別電信服務成本時，多使用此作法。研究團隊除了參考各國模型中路由因子表，亦將與我國電信服務實際傳輸路徑進行路由設定之調整。

(四) 成本趨勢

成本趨勢包含 CAPEX、OPEX、CAPEX Index 與 OPEX Index，CAPEX 為各項網路元件的購買成本，主要依照設備業者、電信業者提供之元件成本進行設定，另外由於技術進步以及採購量增加，CAPEX 應該每年呈現降價趨勢，故設定 CAPEX Index 為設備降價趨勢。另外為計算各個年度維運的支出成本，稱為 OPEX，OPEX 以 CAPEX 的百分比做為計算依據，使用的參數稱為 OPEX Index，後續章節將會列舉成本趨勢參數值。

(五) WACC

計算經濟折舊所使用的折現比率，於第三章第九節詳述計算流程。

第四節 市場狀況模組說明

在歐盟所公布的固定通信網路成本計算規則當中，指出在計算相關成本時應考慮固網各項服務中之成本共用，並針對不同服務分離相關使用成本，此精神與 LRIC 上計算僅用目標服務所需之成本相同。依此本模型設定四項主要的網路服務：語音通話服務、固接專線數據服務、寬頻上網數據服務、IPTV 數據服務，每個通話服務都會先收集歷史數據以及業者數據，並通過人口情況或其他參數，推估出 87 年至 149 年各年度的服務推估數值，下方將分別說明各項服務的設計方式。

在推估未來的整體固定通訊市場之網路服務需求時，分為三大部分：服務用戶數、平均需求量及整體服務量推估，如下圖所示。首先推估計算各項服務用戶數，並從用戶數量之推估轉換推算出未來之用戶數。再來分別處理各項服務平均來說每個用戶之服務量，最終可推導出整體服務量。

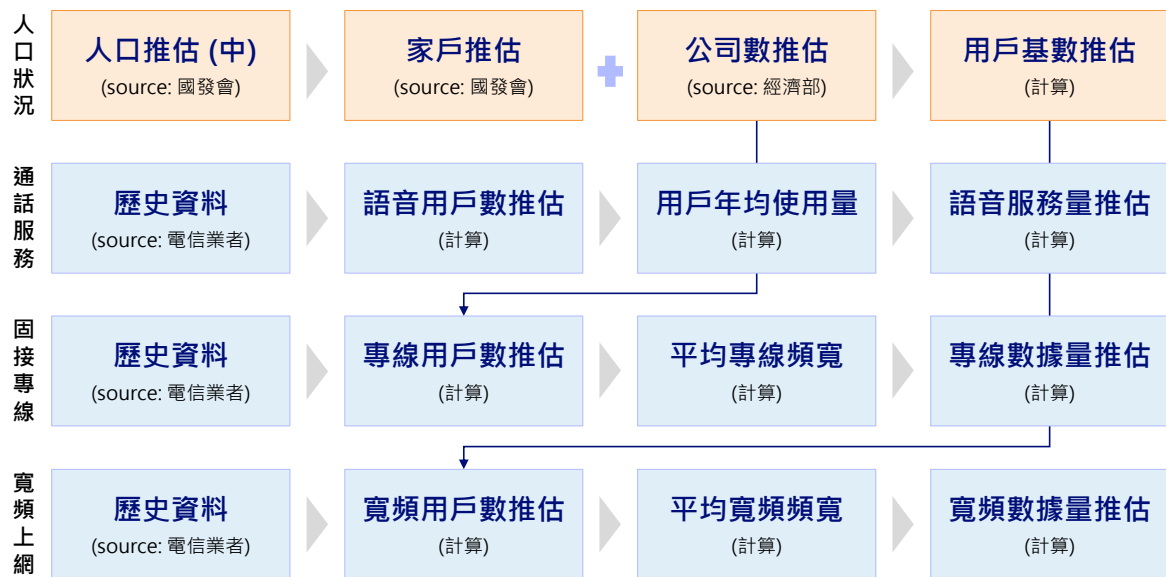


圖 3-11 網路服務計算流程

資料來源：研究團隊整理

一. 人口情形推估

本模型採用國發會推估人口數⁹作為未來模型推估各項服務時的基底，該系統針對最新出生、死亡及遷徙狀況，更新未來長期人口推估趨勢，本次使用之指標為2022年12月所公告之中推估總人口數。

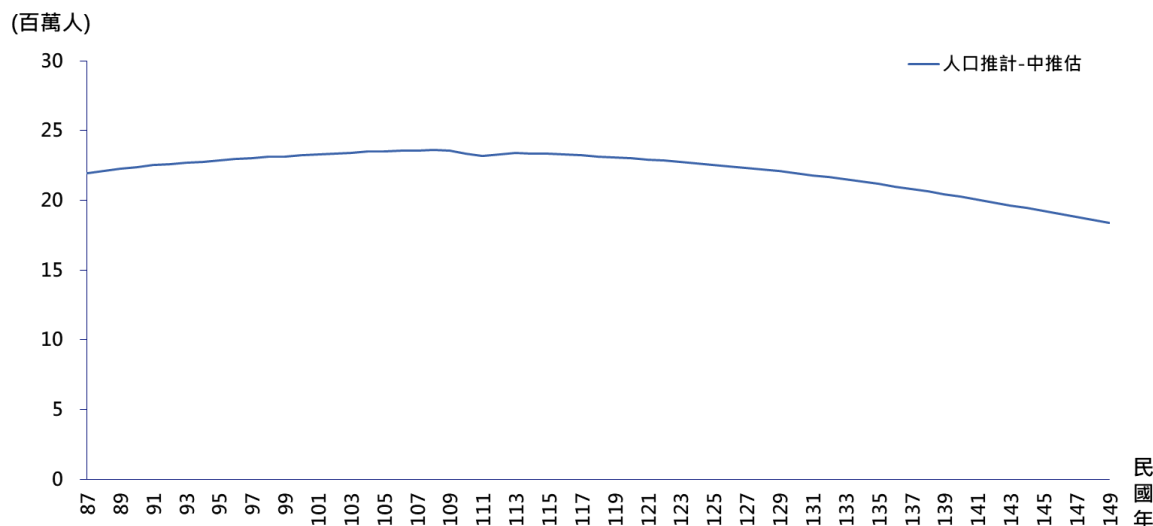


圖 3-12 國發會人口推計資料 (中推估)

資料來源：國發會，研究團隊整理

為了推估電話線路或寬頻上網之用戶數量，這類固網服務用戶數量與家戶數較為相關，在推算上採用家戶數進行推估會更為精準，因此需要從上述總人口數進一步推算家戶數。為了進行總家戶數的推估，本模型採用國發會研究報告「我國家庭結構發展推計（106年至115年）」所推算的每戶平均人口數¹⁰作為參考值，然後以該參數與上述的人口推計資料計算未來我國的總家戶數。

從下圖的結果中可以看到，根據國發會推估的平均人口數會緩慢下降，因此在未來數年，家戶數會緩慢上升，直到民國133年後才會受到人口負成長的影響慢慢下降。

⁹ 國家發展委員會 人口推估查詢系統 (<https://pop-proj.ndc.gov.tw/index.aspx>)

¹⁰ 「我國家庭結構發展推計（106年至115年）」2010-2030年家戶數推計結果，採固定推計每戶平均家戶量，119年後採用5年CAGR進行推估。

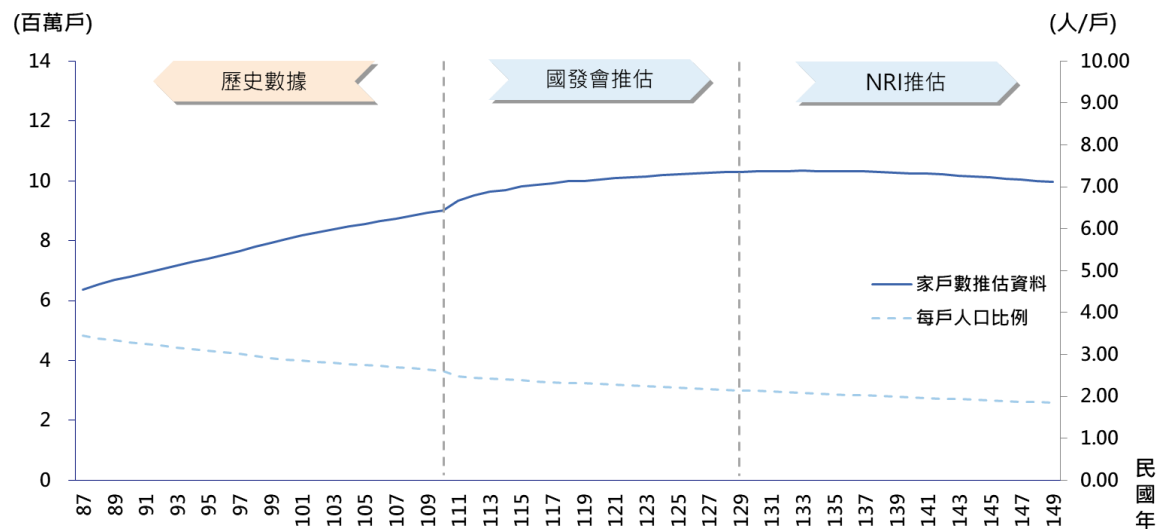


圖 3-13 我國家戶數推估資料

資料來源：國發會，研究團隊整理

由於需要推算固接專線的未来用戶數，該服務通常都是為營業公司所使用，因此本模型按照經濟部所提供的公司營業登記數為主，依照人口成長率推估未來的營業公司登記數¹¹，該推估結果如下圖所示。

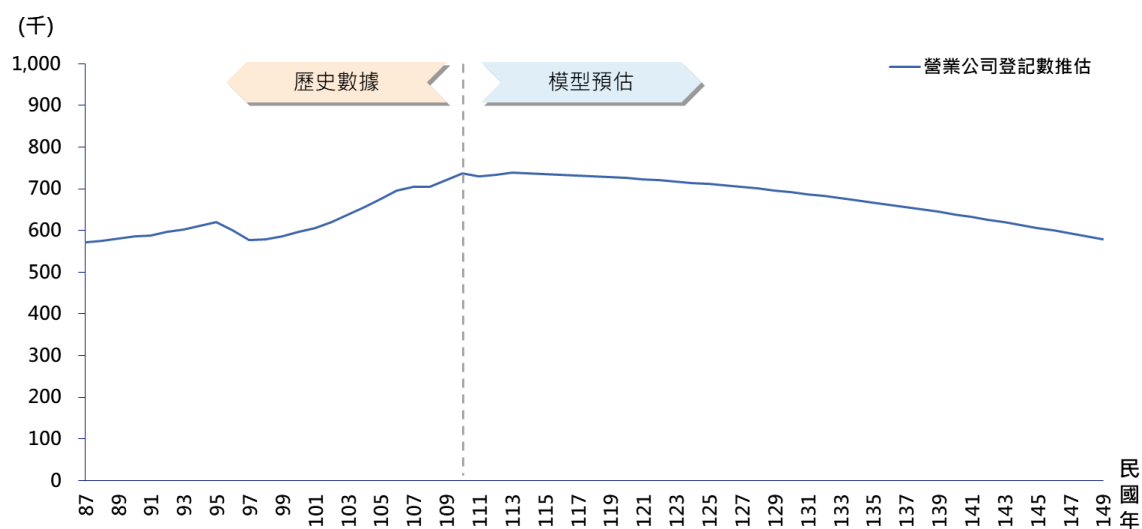


圖 3-14 我國營業公司登記數推估資料

資料來源：經濟部，研究團隊整理

¹¹ 參考挪威模型之營業公司登記數推估方式：透過人口成長率的預測值來推估未來營業機構的成長率，作為未來公司數的推估

二. 語音通話服務量推估

在計算語音通話分鐘數及寬頻上網帳號數時候，由於一般用戶與法人都可以申請，所以推估時採用的會是營業公司登記數加上家戶數，稱為「用戶基數」，再以此參數推估相關服務的用戶人數。

推估語音通話服務量之流程如下圖所示，首先輸入自電信業者及通傳會所回收之語音通話用戶資料，並依照固網語音用戶以及用戶基數的七年 CAGR 數值來進行用戶之推估。透過歷史語音通話分鐘數的輸入推估未來各項通話型態的語音通話分鐘數。

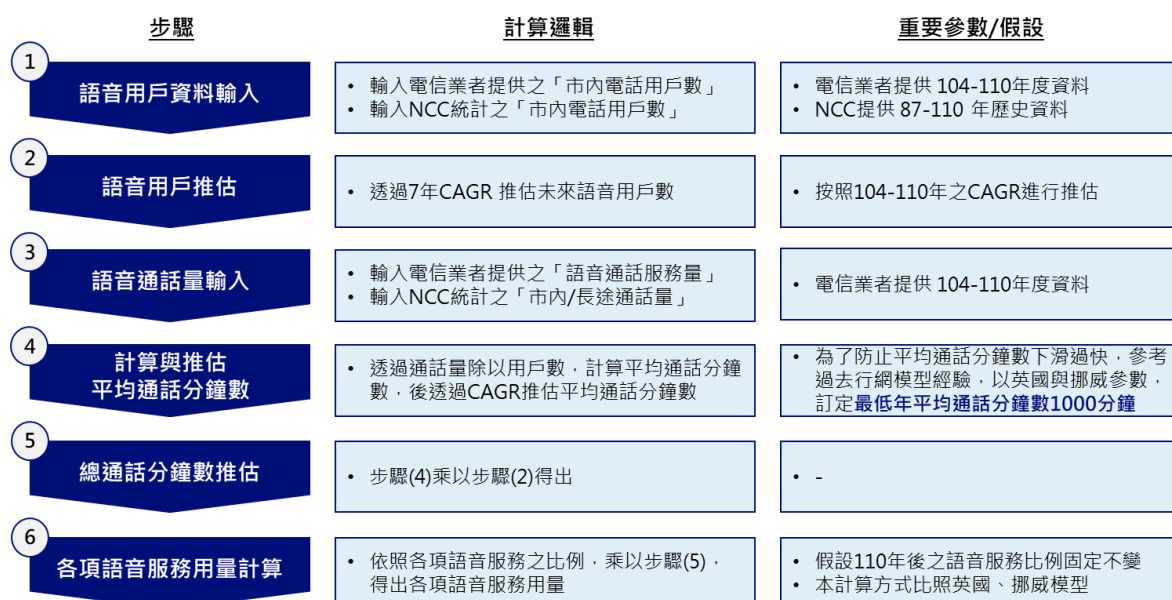


圖 3-15 語音通話服務量推算流程

資料來源：經濟部，研究團隊整理

在語音用戶數資料調查方面，首先分為固網通話線路數與 ISDN 語音通話分鐘數進行調查。由通傳會歷史資料也可以獲得民國87年起之兩項數據。推估未來的用戶數的時候，同時公式如下：

$$\text{次年用戶數} = \text{前一年用戶數} * (1 + \text{七年語音用戶數 CAGR})$$

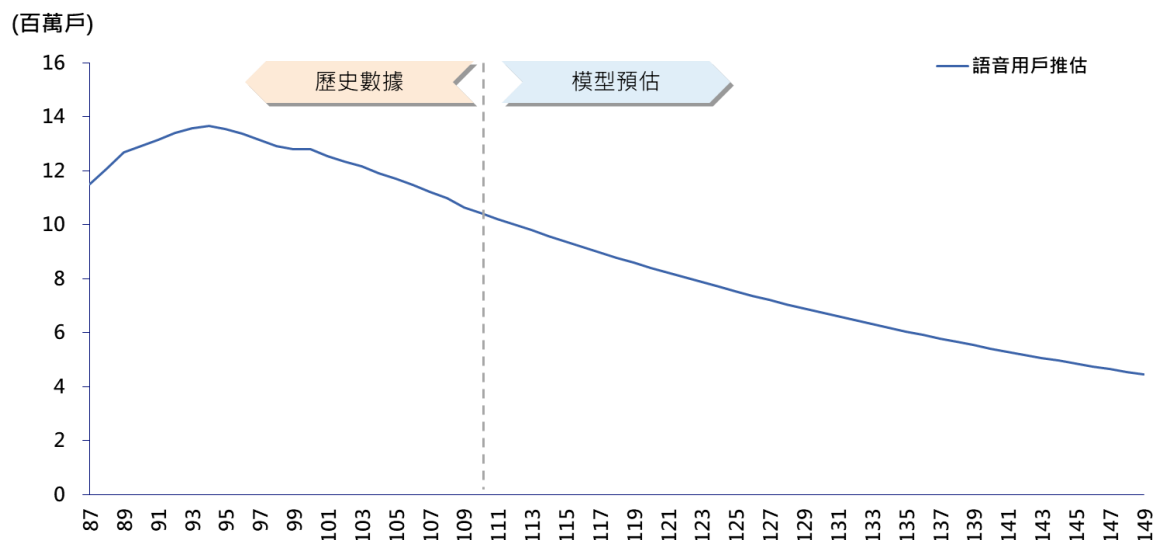


圖 3-16 模型語音用戶數推估結果

資料來源：研究團隊整理

總用戶數確定之下，一般語音通話與 ISDN 線路比例按照 110 年之固定比例進行分配，該參數分別為 99.93% 與 0.07%，接下來進行語音通話服務量之採計與推估，語音通話服務採計時根據發話與受話型態進行採計，主要可分為市話-市話、市話-長途、市話-行動、市話-國際以及市話-070 網路電話等五種通話型態，在採計表格中定義發話方以及受話方以及兩者的路由為市內或是長途。

070 語音通話服務也需要進行分類，其分配原理類似於上面的傳統電話網路，考量到類 NGN 的網路架構當中只有核網會有 PoI，因此話務量不至於太過複雜，僅區分為網內發受話、網外發話、網外受話三個類別。

經過整理後可進行下一步計算，將收集回的各年度話務量相加，除以上一步的模型語音通話線路，可得到各年度平均語音通話分鐘數。110 年以後的話務量推估，依照固定通信用戶近年來語音使用之習慣採用估算方式推估，首先假設如下：

110 年之後整體用戶平均年通話量維持 104 至 110 年之 CAGR 以 -8.1% 持續下降；再假設用戶平均年通話量最低為 1,000 分鐘，換言之每名用戶平均一個月會有約 83 分鐘之基本通話需求，此參數主要參考英國模型之通話習慣與通話分鐘數進行設

定。以此推估未來之用戶平均年通話量，一旦該數值低於1,000分鐘，會自動鎖定在1,000，之後以用戶平均年通話量推估值乘上用戶數，推估未來各年度的總語音通話分鐘數。

根據業者本次提供的資料，推估於112年起我國用戶平均通話量已低於1,000分鐘，因此自112年起整體用戶通話量為1,000分鐘乘以當年度推估用戶數。

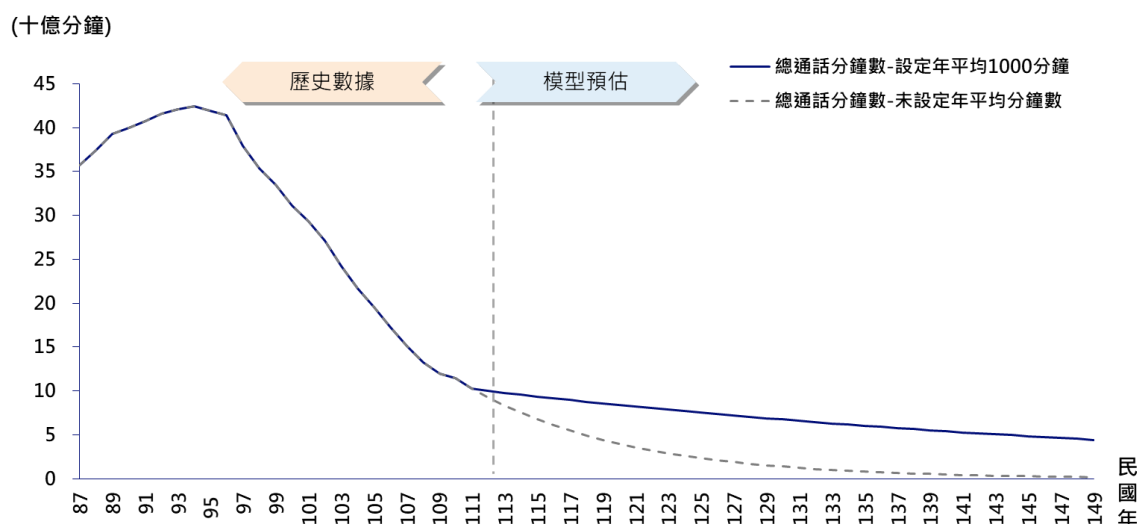


圖 3-17 模型各年度總通話分鐘數推估結果

資料來源：研究團隊整理

三. 固接專線數據流量推估

推估固接專線之流程如下圖所示，首先輸入自電信業者及通傳會所回收之固接專線用戶資料，並依照公司營業登記數的年成長率來進行總用戶數之推估。並透過加權平均法計算固接專線服務之平均頻寬，乘以總用戶數而得到計算用固接專線總頻寬。

步驟	計算邏輯	重要參數/假設
1 固接專線用戶資料輸入	- 輸入電信業者提供之「固接專線用戶數」 - 輸入NCC統計之「數據通信出租電路數」	- 電信業者提供之民108-110年度資料 - NCC提供民87-110年之歷史資料
2 固接專線總用戶數推估	透過「公司營業數」，推估未來固接專線總用戶數	按照每年營業公司登記數成長率推估
3 計算乙太專線用戶移轉	採用「TDM到NGN移轉參數」設定	-
4 計算各專線頻寬用戶數	各頻寬之用戶數，以108-110年各服務CAGR並配合總用戶數來推估	-
5 計算用戶專線平均頻寬	依照各頻寬專線用戶數，加權平均得到「單一用戶專線平均頻寬」	分固接專線與乙太專線計算
6 計算固接專線總頻寬	由步驟(5)乘以步驟(3)固接專線與乙太專線用戶數，得到專線總頻寬	-

圖 3-18 固接專線數據服務量推算流程

資料來源：研究團隊整理

收集固接專線之調查表呈現如下，首先分為服務分為固接專線與乙太專線用戶來進行收集。由通傳會歷史資料也可以獲得民國87年起之數據出租電路總數。收集的固接專線服務項目按照速率區分，可分為14.4K 以下(含14.4K)、14.4K~2M(含2M)、2M~30M(含30M)、30M~50M(含50M)、50M~155M(含155M)、155M~200M(含200M)、200M~300M(含300M)、300M~500M(含500M)、500M~1G(含1G)及1G 以上。

表 3-4 固接專線數據服務調查表

固網專線服務	專線服務類型
固接專線	14.4K 以下(含 14.4K)
	14.4K~2M(含 2M)
	2M~30M(含 30M)
	30M~50M(含 50M)
	50M~155M(含 155M)
	155M~200M(含 200M)
	200M~300M(含 300M)
	300M~500M(含 500M)
	500M~1G(含 1G)
	1G 以上
乙太專線	14.4K 以下(含 14.4K)
	14.4K~2M(含 2M)
	2M~30M(含 30M)
	30M~50M(含 50M)
	50M~155M(含 155M)
	155M~200M(含 200M)
	200M~300M(含 300M)
	300M~500M(含 500M)
	500M~1G(含 1G)
	1G 以上

資料來源：研究團隊整理

回收網路用戶數據後，先進行未來的總用戶數與兩種專線用戶數推估，設定固接專線與乙太專線各別服務用戶數以108年度至110年度 CAGR 推估，並根據各服務比例乘以該年總用戶數得到各別服務推估用戶數。在模型設定中，固接專線是屬於 TDM 網路所提供之服務，而乙太專線是由 NGN 提供，因此會受到 TDM 往 NGN 網路過渡設定影響，固接專線設定在118年會關閉，用戶會轉往乙太專線。另在設定上，NGN 服務為97年開始，因此乙太專線服務設定97年開始提供服務。

接下來，計算各項速率下專線服務的用戶數，根據110年度固接專線、乙太專線各個速率用戶的比例，並乘以上述的總用戶數預估各年度各項數據專線用戶數，如下圖所示。

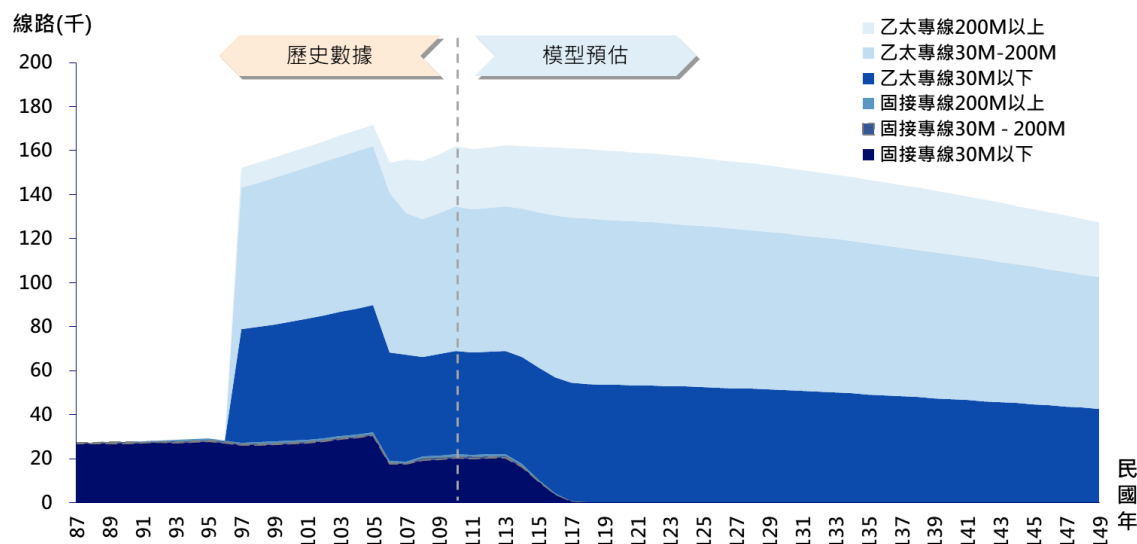


圖 3-19 專線數據服務總用戶數推估

資料來源：研究團隊整理

接下來計算固接專線的的平均頻寬，透過各頻寬之用戶數與該頻寬區間的最高頻寬來計算加權平均，公式如下：

$$\text{平均頻寬} = \frac{\sum(\text{頻寬用戶數} * \text{頻寬})}{\text{總頻寬用戶數}}$$

最後將平均頻寬乘上總用戶數，得到計算用之固接專線頻寬數值，分為固接專線數據服務量與乙太專線數據服務量。

由於研究團隊在平均用戶使用頻寬上計算作法為，採計民國108年至110年各固定寬頻服務業者填寫之固定寬頻總通訊量與用戶帳號總數後進行平均計算。採用之數據為用戶實際使用之頻寬用量，故研究團隊之推估數值應貼近實際平均用戶使用之頻寬。

四. 寬頻上網數據流量推估

本次模型之市場主導者為中華電信，因此在寬頻上網部分產品類別為 FTTx 和 xDSL，推估寬頻上網之流程如下圖所示，首先輸入自電信業者及通傳會所蒐集之寬頻上網用戶資料，考量近年雖整體寬頻服務用戶數上升，但有線電視系統台業者提供之 Cable Modem 資費相較於傳統 ADSL 與 FTTx 寬頻服務較為優惠，用戶數多成長於 Cable Modem，ADSL 與 FTTx 之總用戶反而呈現衰退趨勢。本模型中寬頻服務範疇僅納入 ADSL 與 FTTx，在整體 ADSL 與 FTTx 服務市場一同萎縮情況下，假設業者將不再增資擴建相關設備，因此設定自民國110年起市場主導者市占率維持不變。接下來計算平均頻寬後，乘以總用戶數而得到計算用頻寬。

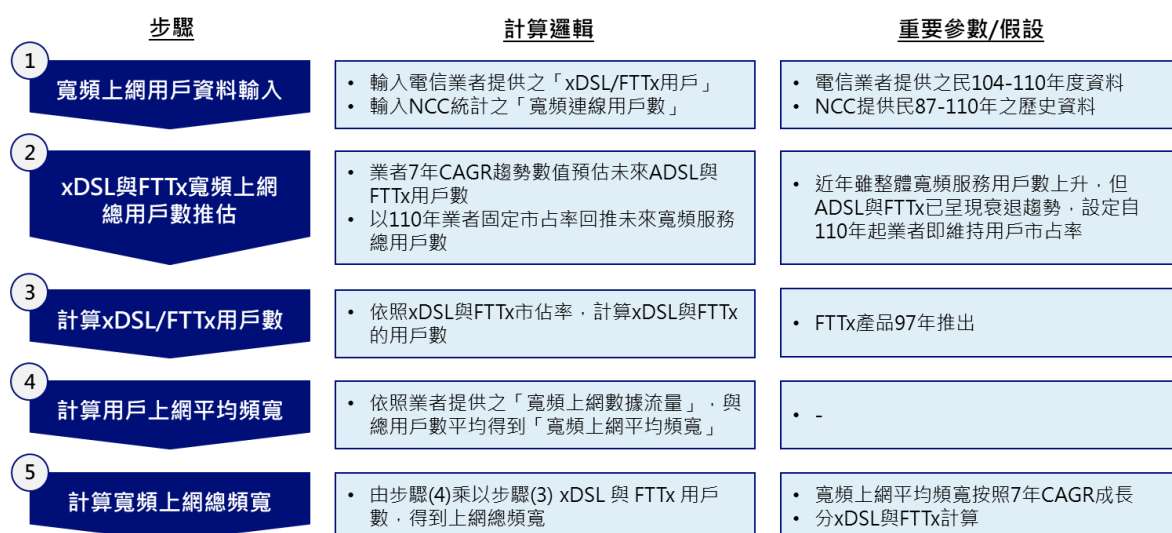


圖 3-20 寬頻上網服務量推算流程

資料來源：研究團隊整理

收集寬頻上網服務之調查表紀錄 xDSL 服務（包含 ADSL、VDSL 等服務），與 FTTx 服務（包含 FTTH、FTTP、FTTB）之用戶數以及零售寬頻上網服務頻寬。首先預估未來總用戶數的部分，以七年 CAGR 推估主導業者之未來用戶數，並根據主導業者之市占率回推總用戶數。接著在兩種寬頻上網服務之用戶比例方面，假設未來用戶比例趨於穩定，以110年度之用戶比例向後推估。將總用戶數乘上兩種寬頻服務之用戶比例推估未來兩種服務之個別用戶數量。

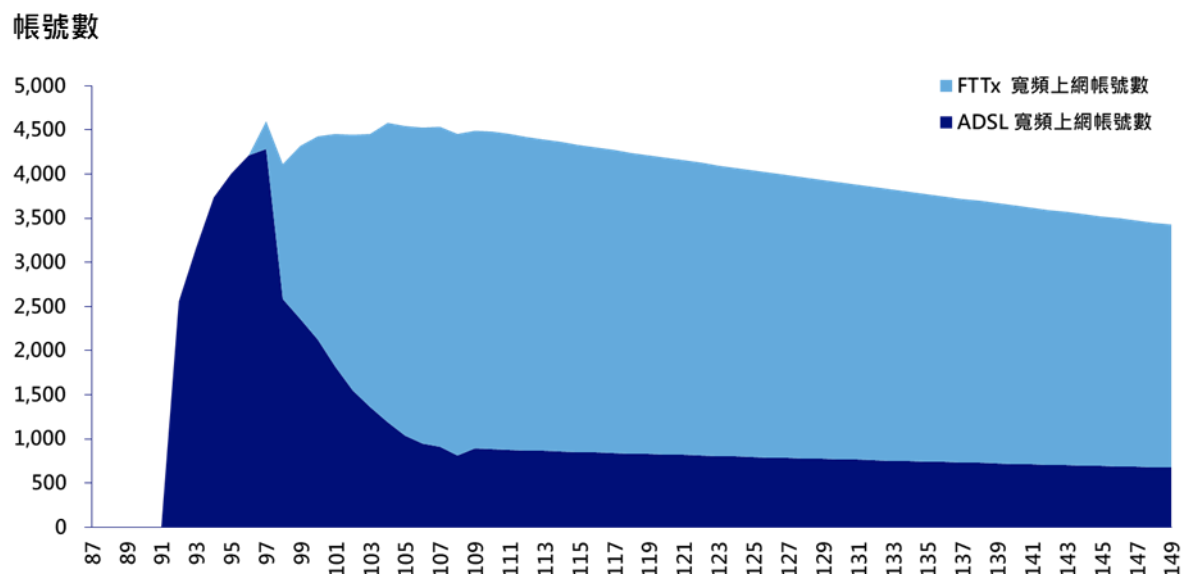


圖 3-21 寬頻上網服務總用戶數推估

資料來源：研究團隊整理

接著透過調查的零售寬頻上網服務總頻寬各別除以我國寬頻上網用戶數。可以計算 xDSL 與 FTTx 的單一用戶上網平均頻寬數值。用該平均頻寬數值推估未來的上網服務頻寬，推估時候採用該平均頻寬的七年 CAGR 成長率進行推估。

最後將各年度的 xDSL 與 FTTx 用戶數乘上各服務各年度平均上網服務頻寬，就可以得到每年提供寬頻上網服務所需之頻寬。

五. IPTV 數據流量推估

推估 IPTV 數據流量之流程如下圖所示，首先輸入自電信業者及通傳會所回收之 IPTV 用戶資料，並依照公司營業數的年成長率來進行總用戶數之推估。並計算平均頻寬後，乘以總用戶數而得到計算用頻寬。

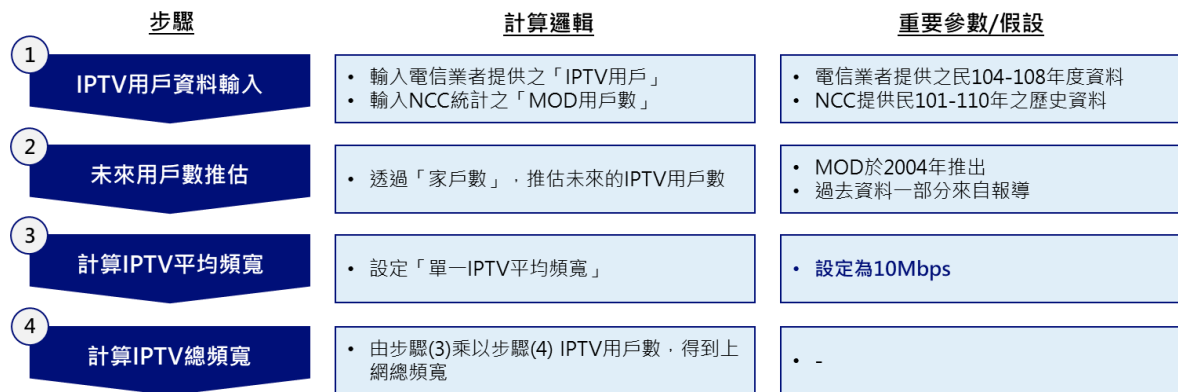


圖 3-22 IPTV 服務量推算流程

資料來源：研究團隊整理

收集 IPTV 服務之用戶數後，首先預估未來總用戶數的部分，採家戶數之成長率進行推估，設定 IPTV 之頻寬為10Mbps¹²，以各年度總用戶數乘上頻寬，推估 IPTV 數據服務流量。

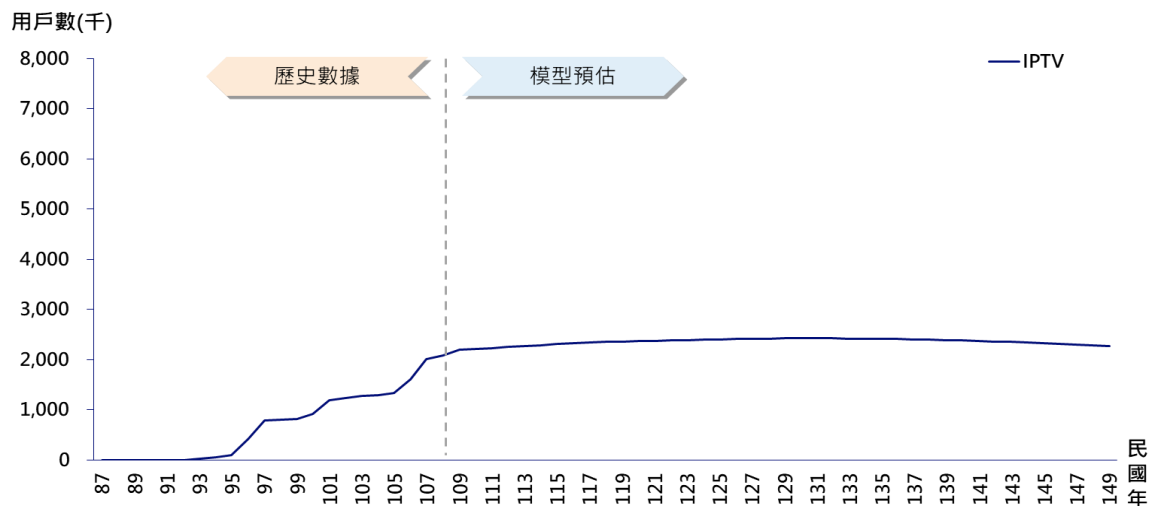


圖 3-23 IPTV 服務量推算流程

資料來源：研究團隊整理

¹² 由 IPTV 解決方案提供商提供之參考數值，考量 HD 畫質之下之 IPTV 傳送用頻寬數值。

六. 市占率數值推估

為了反映單一理想業者之服務量，針對上述所計算的市場總服務量設定理想業者的市占率之後，將服務量乘上理想業者市占率，得到後續進行計算所使用的理想業者服務量。

市占率設定方式分為四個項目設定：語音服務市占率、專線服務市占率、寬頻服務市占率及 IPTV 服務¹³市占率。各服務透過用戶人數計算各年度的理想業者市占率，市占率公式如下：

$$\text{理想業者市占率} = \text{市場主導者用戶人數} / \text{市場用戶總人數}$$

在計算市場主導者用戶未來人數時，除專線採用收集的三年用戶數目之 CAGR 進行推估，其餘服務採用收集的七年用戶數目之 CAGR 進行未來預估，而市場用戶總人數則按照前述之預估方式計算。此差異在於市場主導者會受市場競爭影響，而 CAGR 能夠更真實的反應用戶加入或流失的趨勢。但市場總人數較容易受總體經濟參數影響，因此由人口參數預估會更準確。

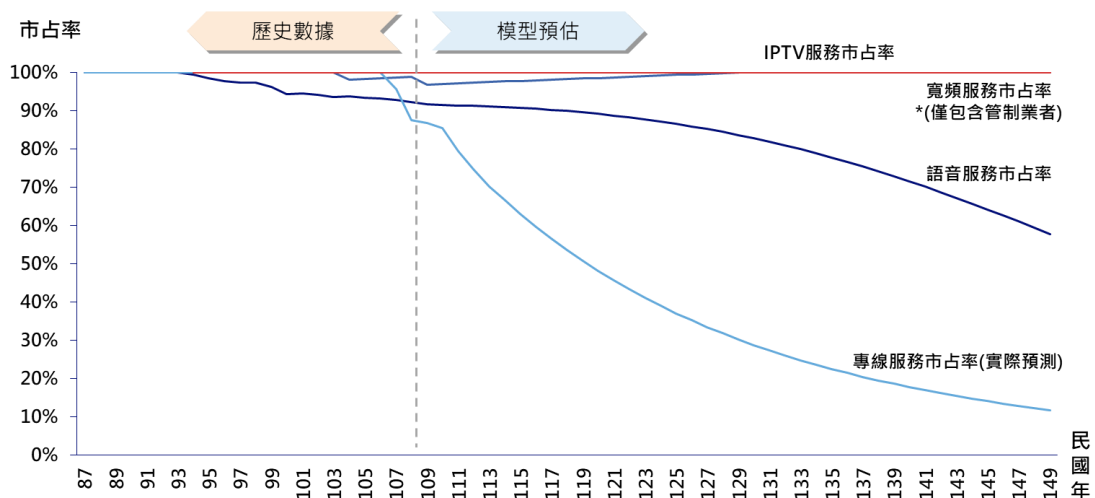


圖 3-24 理想業者服務市占率計算

資料來源：研究團隊整理

問題七：

是否同意本模型的理想業者各項服務市占率推估方式？

¹³ IPTV 服務在進行服務量調查時，僅中華電信有經營 IPTV 服務，因此本服務設定上反映市場狀況設定為 100%。

七. 路由比例設定

因模型設計中包含了技術轉換之設定，在核心網路中會計算從民國113年開始到民國118年完全轉移之 TDM 與 NGN 移轉比例；而在接取網路則是計算銅線(ADSL/ FTTC)完全光化之光纖網路(FTTH/ FTTB)移轉比例。及設定方式會將經過路由比例之分派，將服務進一步細分為與路由相關服務的各項數值後，由於模型採 TDM 過渡至 NGN 之設定，各固網服務量會漸漸從 TDM 網路轉移到 NGN 網路，且 TDM 網路於118年關閉；而銅線與光纖的轉移比例與上述相同，從民國98年開始將相關銅線網路之服務量依比例等比轉移至光纖接取網路，同時於118年完成所有轉換，有關時程設定會於下一節中詳細解釋。

TDM與NGN移轉比例

87年-112年	113年	114年	115年	116年	117年	118年
0%	0%	20%	40%	60%	80%	100%

銅線與光纖移轉比例

98年	99年	...	116年	117年	118年
0%	5%	...	90%	95%	100%

圖 3-25 技術轉移比例設定

資料來源：研究團隊整理

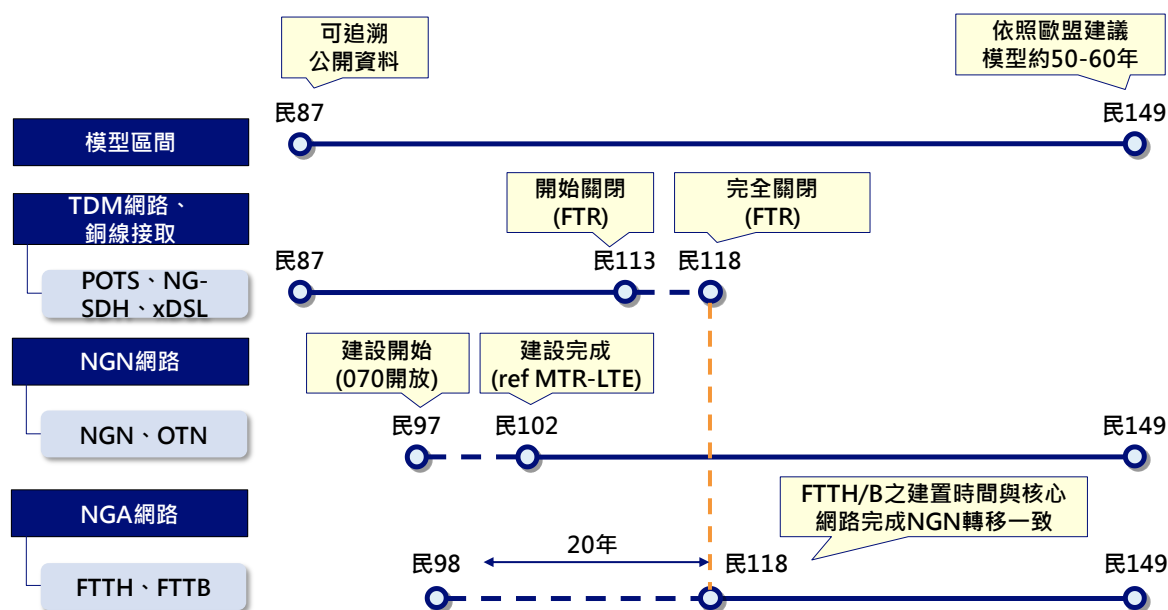
第五節 網路設計模組說明

一. 模型時程設計

本模型包含長途電路出租和市內電路出租兩種網路架構，長途計算的是核心網路之成本，而市內計算的是接取網路之成本。在核心網路的部分則有分為 TDM 與 NGN 兩種不同技術之網路架構，模型中將會加入自 TDM 過渡至 NGN 的時程設定。首先，模型起始年設定為民國87年，此為電信總局公開資料目前可以搜尋的最早年。模型結束在民149年，總跨度為63年，符合現今歐盟執委會建議採用 LRIC 時之50-60年的模型區間，而本模型監理期間為民國114年至117年，可保證至少仍有超過30年的模型監理時間。

在核心網路計算中，模型中需要設定兩種技術網路的存續時間，TDM 網路為原先既有的公眾電信網路，本模型設定自87年起，TDM 模型就已經完全建設完畢，存續至民國113年，隨電信業者宣布3G 網路於此年開始關閉，TDM 網路也隨之逐漸過渡至 NGN 網路，設定用5年時間過渡至 NGN 網路，隨後 TDM 網路完全關閉。5年之過渡時程則參考挪威模型設定。NGN 網路則設定於民國97年開始建置，同年通傳會正式開放070網路電話，參考研究團隊於行網模型設計中，4G 網路用5年完全建設之設定，設定 NGN 網路於102年完成建設，並存續至149年。

而在接取網路的計算中，模型則採用銅線接取網路逐步完全光化汰換成光纖網路之設定，因據歐盟執委會之建議在計算整體 NGN 之固網成本時，同時也要考量接取網路之 NGA 布建，且為配合我國在核網端 NGN 之完成時程，光纖接取網路架構之 NGA 完成時間設定與 NGN 一致在民國118年完成；而開始布建之時間設定，本研究參考英國模型之案例，設定共計20年之建置時間，因此從設定完成年限回推20年至民國98年開始，為 NGA 開始之時程設定。



問題八：

是否同意本模型所設定的 TDM、NGN、NGA 網路建設起始年與中止年，是否同意 NGN 網路的設備建設進度以及覆蓋率之參數？

二. 市內（接取網路）網路架構概述

本模型包含 TDM 與 NGN 兩種網路架構，模型中將會設定自 TDM 過渡至 NGN 的時程設定。首先，模型起始年設定為民國87年，此為電信總局公開資料目前可以搜尋的最早年。模型結束在民國149年，總跨度為62年，符合現今歐盟執委會建議之50-60年的模型區間，而本模型監理期間為民國112年至115年，可保證至少仍有34年的模型監理時間。

在接取網路架構型態多樣情況下，研究團隊參考標竿國家接取網路成本模型，設定本次接取端架構大致可區分為銅線到戶（Copper To The Home, CTTH or ADSL）、光纖到節點（Fiber To The Cabinet/VDSL, FTTC/VDSL）、光纖到大樓（Fiber To The Building, FTTB）以及光纖到戶-被動式光纖網路（Fiber To The Home/passive optical network, FTTH/PON）共4種，接取網路涵蓋範圍為自地方電信機房（Central Office, CO）和銅線網路主配線盤（Main Distribution Frame, MDF）或是光纖網路主配線盤（Optical Line Termination, OLT）為起始點，經由首要配線端點（Distribution Point, DP）與終端配線端點（Final Distribution Point, FDP），最後連接至靠近用戶的網路終端端點。

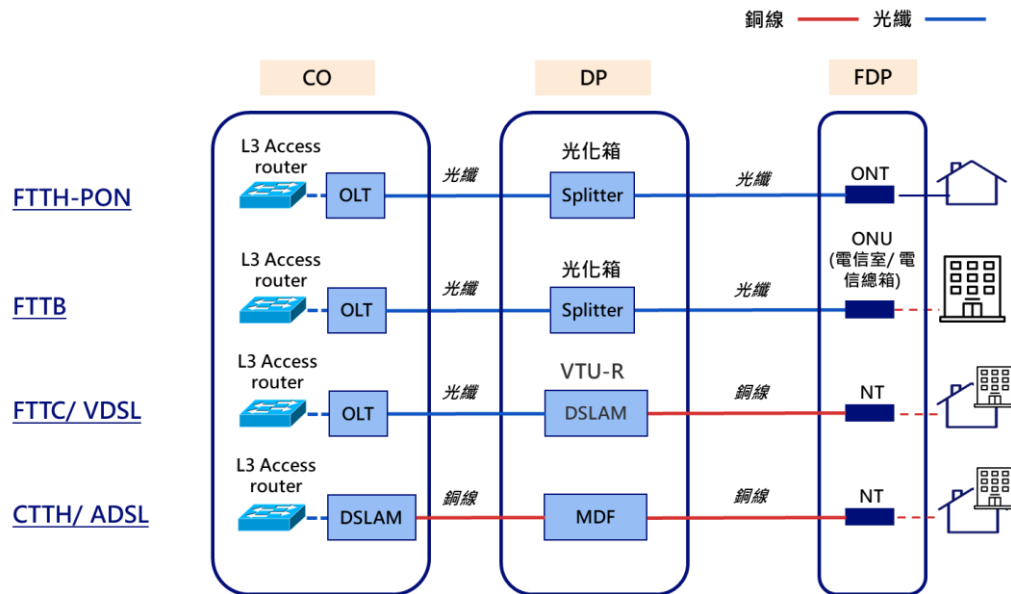


圖 3-27 接取網路架構類型

資料來源：研究團隊整理

上述接取架構中以 CTTH/ ADSL 為傳統接取樣態，為全銅線線路組成之架構；FTTH-PON 以及 FTTB 為全光化的接取樣態，自電信機房端至用戶端皆採用光纖線路；FTTC/ VDSL 則為銅線接取過渡至全光纖接取之型態，自 DP 至 FTP 之間仍待從銅線升級成光纖線路；根據標竿國家之光纖理想樣態計算範圍，多數國家皆採 FTTH 以及 FTTB 兩種技術作為理想接取網路之發展目標；而接取網路之計算距離範圍則依各國之地理情況以及資料完整度有所區別，如韓國之模型在接取線路之計算範圍為到每棟大樓前之終端配線端點，並採取地理抽樣方式推估全國樣態；而英國、法國以及挪威則是計算到每家用戶之網路設備終端，並以全國之實際布建樣態資料進行計算；而因我國在地理資料上無法獲得全國充足之道路及線路資料，因此本研究採取與韓國相同之計算方式，以地理抽樣之方法計算接取線路到每棟大樓前之終端配線端點，以估算全國線路之布建成本。

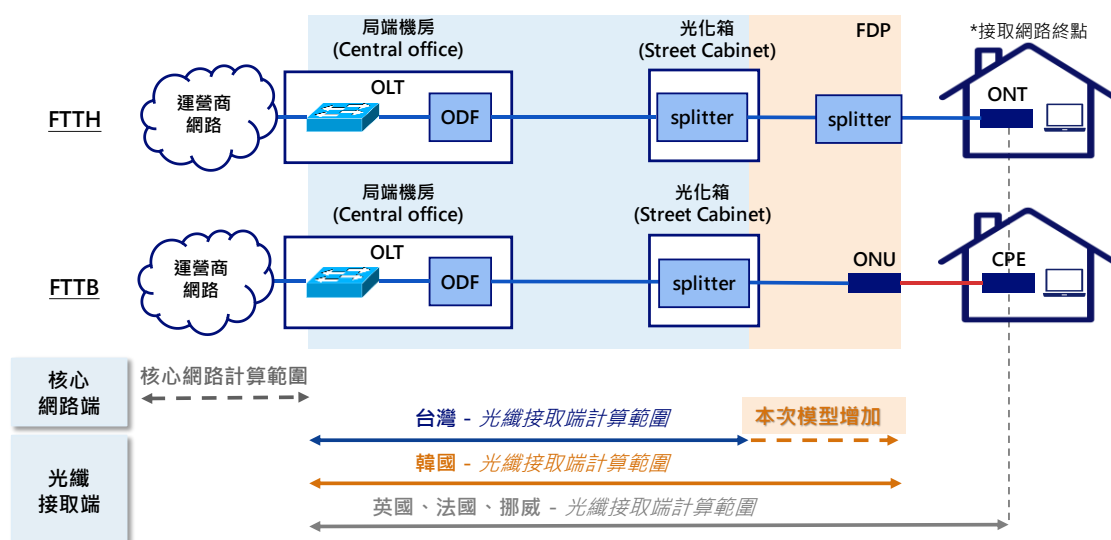


圖 3-28 各國接取網路架構整理

資料來源：Nkom、MSIT、ARCEP 和 Ofcom 研究團隊整理

綜觀標竿國家多有推動整體接取網路光化之構想，以及我國亦有促進普及光纖入戶之政策目標，研究團隊建立之接取網路模型將加入銅線逐漸汰換為光纖之情境設定，盤點市場主導業者既有地區銅線電信箱之數量後，設定為待光化設施之總數並依設定比例逐年轉換。參考標竿國家銅線轉往光纖之期程規劃，團隊初步建議可將移轉年限設定為21年¹⁴。

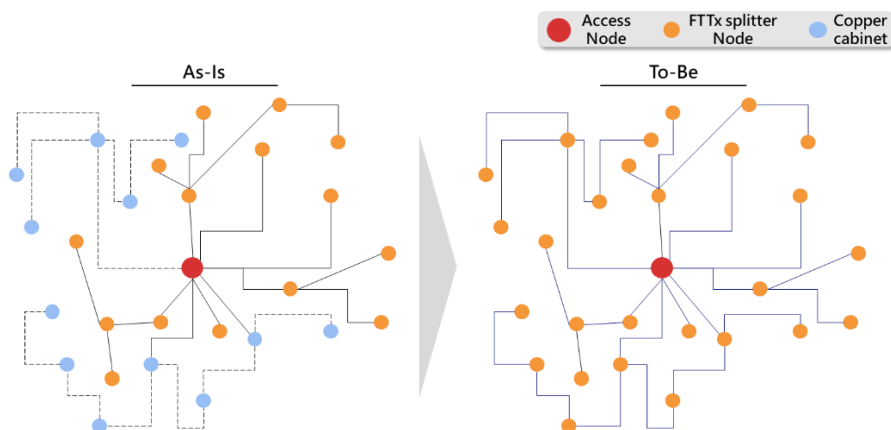


圖 3-29 光纖普及之示意

資料來源：研究團隊整理

¹⁴ Ofcom (2020): Promoting investment and competition in fibre networks: Wholesale Fixed Telecoms Market Review 2021-26

三. 市內（接取網路）模型網路建設之設定

因接取網路之建置情況會因不同地理區域之樣態有不同的建置型態，無法以一個通用的理想線路建置模式來做為計算基礎。標竿國家案例中如挪威、英國和法國等採用 LRIC 模型計算之國家，皆採用實際線路建置之情況做估算，透過實際之地理資料來計算整體接取線路之所需長度，並僅針對線路之技術樣態進行理想化設定；然而我國因無較詳細之地理樣態資料，因此將藉由地理抽樣的方式來推估全國線路布建情況，本研究將以我國三級行政區為最小單位，針對 FTTH-PON、FTTB、FTTC/VDSL 和 CTTH/ADSL 之布建程度進行實際建置情況收集資料，以推估全國之接取線路建置型態來計算市內電路出租之增支成本。

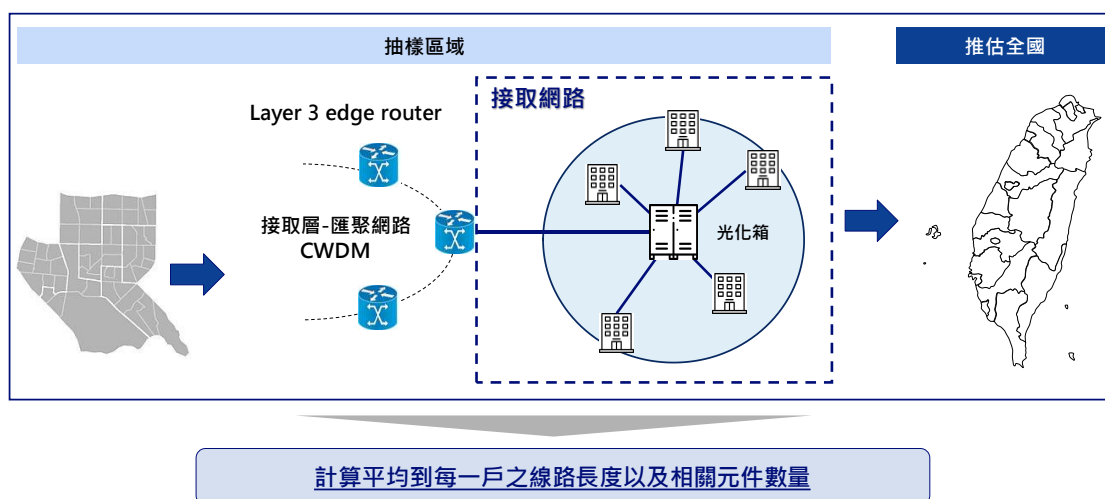


圖 3-30 接取線路布建推估方式

資料來源：研究團隊整理

(一) 接取線路推估方式

接取網路布建規模之推估，本研究預計採用抽樣分析作法，將三級行政區（鄉鎮市區）作為最小抽樣地區單位，設定以地區用戶密度以及山區程度作為抽樣分類區間。為統計抽樣地區數據，將與業者收取該地區之接取線路與基礎設施分布樣態資料，再分別以每群組之平均回推整體網路規模。

自地方局端機房 (Central Office, CO) 至首要配線端點 (Distribution Point, DP)，在光纖線路中主要為共用光纖，而 DP

大多為光化電信箱，因此將 CO 至 DP 分段作為第一段資料收取範圍，並統計 DP 在每區域之數量。而自 DP 至用戶端之終端配線端點(Final Distribution Point, FDP)，則多為獨立光纖線路，因此分為第二段區段分別收取線路距離和基礎設施之資料；根據上述相關資料收集後，即能回推我國整體接取網路之線路總長與相關基礎設施數量，以計算接取線路從局端到每棟建物前之平均距離，以及光纖佔據之比例，以估算 NGA 布建所需之成本。

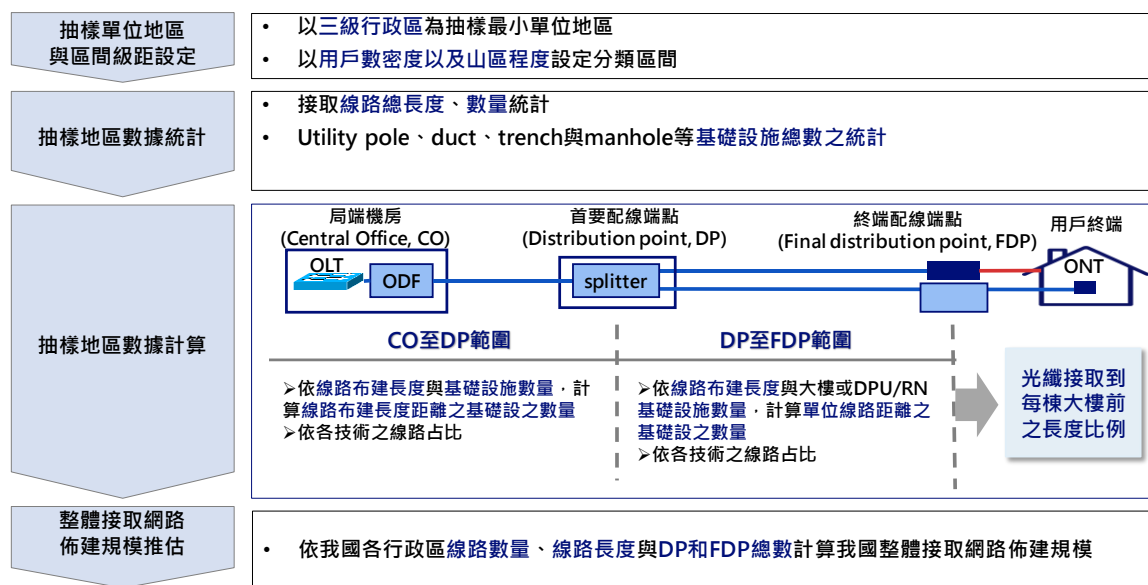


圖 3-31 地區抽樣回推我國整體接取網路佈建規模

資料來源：研究團隊整理

(二) 地理抽樣分析方法

如上段所述，本研究之地理抽樣分析將以我國三級行政區為最小單位，把全國依據用戶數密度以及山區程度的高低作分群分析，並將全國分為九種不同之地理樣態，藉以分析在不同地理形態下光纖布建程度區分，而分群方法如以下分析：一、取得我國共368個三級行政區之人口密度和山區程度之資料。二、依據上述資料先將368個三級行政區依用戶密度樹分為三大樣本類別（區域一共123個、區域二共123個、區域一共122個地區）。三、在將上部之三個區域群組分別依據各群組之山區

程度平均分為三個群組（區域一為例即分為1A、1B、1C），且每一群組之區域數量相同（41個地區，除3C為40個地區）。

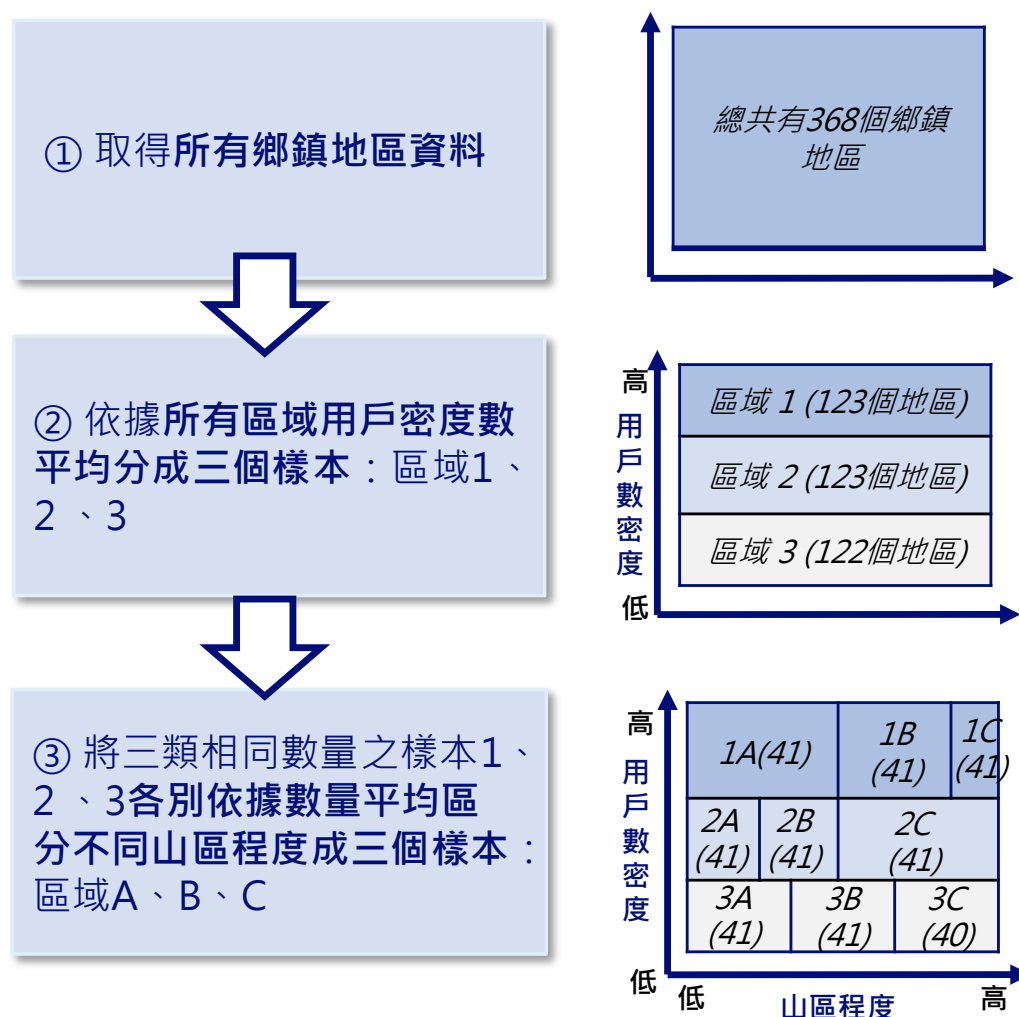


圖 3-32 地區分群之步驟
資料來源：研究團隊整理

透過上述之分群分析後，全國之368個三級行政區將被分群為9個不同樣態之地理類別，且每個地理類別之群組內的地區數量一致（除類別3C）。透過分群分析本研究可根據不同樣態來衡量我國之線路布建情況，在用戶密度高且多為平地之1A，其中地區應較接近都市型區域，布建線路應較為完善；而用戶密度低且多為山地之3C，其中之地區應較為接近偏鄉之定義，為主要推廣普及服務之地區。

得到九種地理類別，且每種類別樣本數量相同



圖 3-33 地理抽樣類別維度區分

資料來源：研究團隊整理

(三) 地理抽樣之樣本採計結果

透過分群分析，本研究將我國368個行政區依序分為九種地理類別，並於各個地理樣態中的所有行政區抽取三個樣本數，分別為第1、第2和第3之四分位距的行政區做為抽樣之樣本，共計抽取27個樣本數以做抽樣推估，抽樣結果也平均分配全國之北中南東以及離島各區域，如下圖所示：

人口密度	山區程度	抽樣地區		
1 (高)	1A (低)	屏東縣 東港鎮	宜蘭縣 宜蘭市	高雄市 前鎮區
	1B (中)	高雄市 林園區	新竹市 東區	台中市 北區
	1C (高)	台中市 沙鹿區	新北市 汐止區	基隆市 信義區
2 (中)	2A	屏東縣 崁頂鄉	澎湖縣 西嶼鄉	雲林縣 土庫鎮
	2B	彰化縣 福興鄉	屏東縣 新園鄉	彰化縣 秀水鄉
	2C	苗栗縣 後龍鎮	金門縣 烈嶼鄉	台中市 后里區
3 (低)	3A	宜蘭縣 三星鄉	連江縣 北竿鄉	嘉義縣 鹿草鄉
	3B	新竹縣 橫山鄉	台東縣 蘭嶼鄉	台東縣 卑南鄉
	3C	南投縣 仁愛鄉	屏東縣 泰武鄉	新北市 雙溪區

抽樣地區分佈

北部：5 個
中部：8 個
南部：7 個
東部：4 個
離島：3 個

共計：27 個

圖 3-34 地理抽樣之樣本地區

資料來源：研究團隊整理

問題九：

是否同意本模型以地理抽樣之方式推估全國接取網路之建置樣態？是否同意抽樣所選擇之 27 個三級行政區作為樣本？

四. 長途（核心網路）網路架構概述

因應逐漸以 IP 化網路架構為固網發展主軸之趨勢，研究團隊建立的固定通信核心網路成本模型可區分為傳統的 TDM 與 IP 化的 NGN 二種網路架構，並設定每年 TDM 移轉至 NGN 之比例參數，以符合網路架構逐漸移轉之發展動向。本模型架構參考標竿國家模型與各公開資料後設定如下。

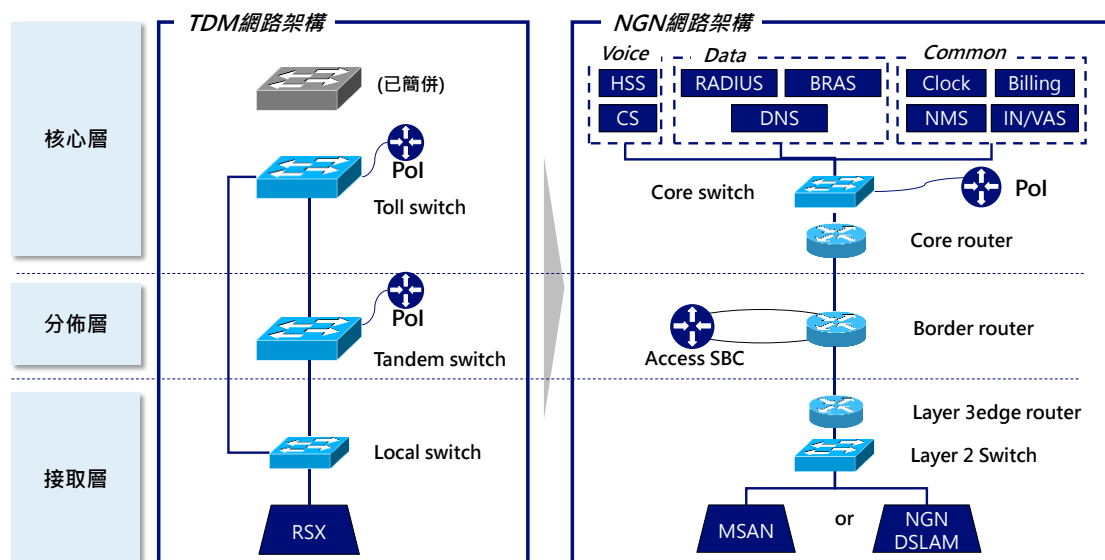


圖 3-35 固網核心網路模型整體架構

資料來源：研究團隊整理

依據成本計算應按照使用之各項細分化網路元件訂定之原則，模型中設備成本採計 TDM 與 NGN 網路元件、區域與骨幹傳輸網路、其他基礎設施等。

TDM 語音網路計算之主要元件為，由遠端集線器(Remote Concentrator, RSX)負責用戶終端設備之接取，再由市內局交換機(Local Switch, LS)依據通話需傳輸之距離轉接至更上層之局端設備。話務傳輸至分佈層及核心層則分別透過彙接局交換機(Tandem Switch, MS)、長途局交換機(Toll Switch, TS)進行語音之轉接，最後透過媒體閘道器(Media Gateway, MGW)完成不同通信技術或網路協定間通訊的轉換。

NGN 網路中接取層主要元件為多重接入網路設備(Multi-Service Access Node, MSAN)與數位用戶線路接取多工機(NGN Digital Subscriber Line Access Multiplexer, NGN-DSLAM)負責接收用戶的網路服務。由 Layer 2 交換機(Layer 2 Switch, L2S)進行訊務轉接後再由 Layer 3 邊緣路由器(Layer 3 Edge Router, L3ER)進行訊務的匯集。

L3ER 將訊務送往分佈層，由邊界路由器(Border Router, BR)將彙集之訊務分配至指定的核心節點，接取會談邊界控制器(Access Session Border Controller, A-SBC)協助語音服務之控管。核心層採計

元件則包含核心路由器(Core Router, CR)串聯核心節點形成 Mesh 架構。核心交換機(Core Switch, CS)負責服務分配與轉接。

NGN 的語音服務功能由 IMS 進行控制，但 IMS 為多種網路元件與功能之整合解決方案，在 TELRIC 當中，我們進一步細分化 IMS 的網路元件，以下列元件進行採計。

語音伺服器(Call Server)，包含電話號碼映射伺服器(E.164 Number URI Mapping, ENUM)與軟交換服務功能(Soft Switch)；互連會談邊界控制器 (Interconnect Session Border Controller, I-SBC)，設置於兩個 IMS 或 SIP 網路之介面，用於不同網域的連結與邊界安全性的控管，確保通訊服務品質 (Quality of Service, QoS)；中繼閘道器 (Trunking Gateway, TGW)負責 NGN 與 TDM 語音互連功能，執行封包交換與電路交換的技術轉換與銜接，其他功能包含語音郵件服務器(Voice Mail Server, VMS)與網域名稱系統(Domain Name System, DNS)。另外呼叫會話控制功能(Call Session Control Function, CSCF)屬於軟體功能，其成本分攤給 IMS 內之網路元件，IMS 伺服器的元件拆分可參考下圖。

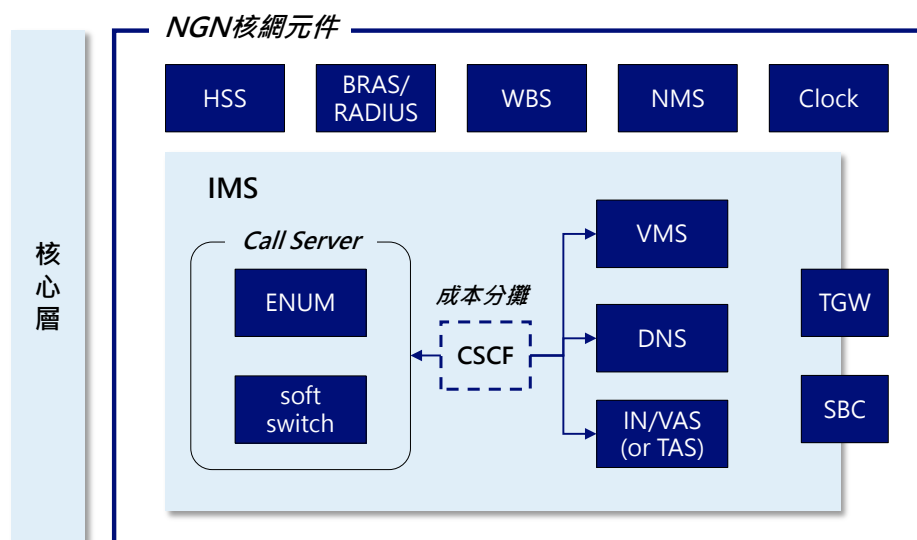


圖 3-36 NGN IMS 細分化元件設計

資料來源：研究團隊整理

NGN 核心網路另外包含用戶服務器(Home Subscriber Server, HSS)、寬頻遠端接入系統(Broadband Remote Access Server, BRAS)、遠端用戶撥入驗證服務(Remote Authentication Dial-In User Service,

RADIUS)、互連計費系統(Wholesale Billing System, WBS)則為電信營運業者用於記錄用戶通聯次數之系統。。

共用元件部分，則有增值伺服器(Intelligent Network/Value-added Server, IN/VAS)、同步時鐘系統(Clock)、網路管理系統(Network Management System, NMS)等設備。本模型當中的 HSS、BRAS、RADIUS、IN/VAS 因具備非訊務敏感之特性，故不列入設備成本之計算考量。

網路架構之區域與骨幹傳輸線路，設定上 TDM 採用次世代同步數位接層 (Next Generation Synchronous Digital Hierarchy, NG-SDH) 標準中繼線路，NGN 在 IP/MPLS 標準下，則採用波長分波多工 (Wavelength Division Multiplexing, WDM) 傳輸設備。基礎設施採計之設備涵蓋佈建於本島與離島之海纜與陸纜，以及使用於電路交換的數位交叉連接系統(Digital Cross Connect System, DCS)等。

五. 長途（核心網路）節點與建設進度設定

在核心網路的模型中，TDM 與 NGN 網路設計最基本之設定為網路節點之採計。網路節點之採計依照 TDM 與 NGN 有所不同，簡言之在 TDM 網路部分，將會以市場主導者已經建設之交換局節點作為網路的計算基礎。NGN 網路中，理想業者之建設方式是將 TDM 網路中的接取節點全部汰換為 NGN 網路元件，但會重新建設核心層以及分布層的節點。以下分別介紹接取節點、TDM 與 NGN 網路的上層節點採計方式。

在 TDM 網路當中，網路分為三層架構，分別是市內局、彙接局以及長途局，市內局包含市內交換機，主要負責同一區的用戶語音通話服務。若同一業者、同一區碼內的用戶互相撥打，但雙方分屬不同的市內交換局，此時由市內交換機將通話轉接彙接局，再轉接給同區碼的另一個市內局進行通話。若用戶有撥打區碼進行跨區通話，此時市內交換局轉接給長途局，再由長途局尋找該區碼之長途局，並轉接通話給當地市內局，完成長途語音通話服務。但是在 NGN 網路中不同，所有的語音通話交換都在核心層發生，接取層以及分布層都僅僅只負責彙集數據量到核心層。

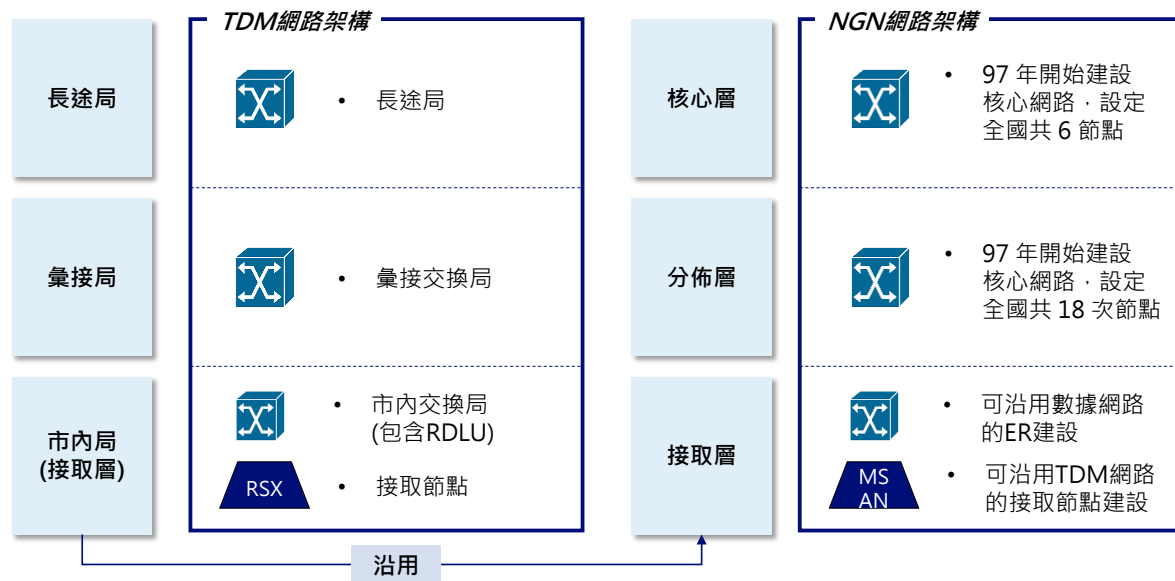


圖 3-37 節點採計概念圖

資料來源：研究團隊整理

(一) 接取節點採計方式

模型中應先分析接取節點的採計方式，由於接取節點是模型成本涵蓋之最末端處，應考慮自交換局到用戶設備之間，成本應涵蓋至何處，以歐盟執委會所發布之準則¹⁵提到：「固網核心網路之成本自用戶訊務第一次匯流之處起算。」以下列出 TDM 或 NGN 網路有可能出現的接取網路建設模式。第一次匯流之處，也可以解釋為「開始因流量而需要增購之設備」，也就是說對於用戶增加才需增加的線路或是元件，不屬於本模型的服務量之敏感設備也就不計入。

下圖紅框之處為本次的元件計算起點，以認定上來說，只有到電信局內的網路元件才會被列入成本計算，但有兩個例外，分別是遠端數位用戶單元(Remote Digital Line Unit, 以下簡稱 RDLU) 以及 VDSL 的光化箱。由於 RDLU 具備基礎交換功能，用戶的語音服務會在這裡匯集，而光化箱則是由於電信公司通常已經預備大容量的光纖線路，此點至電信局的服務基本上可以視為訊務敏感。因此，我們必須將 RDLU 與光化箱視為電信局的延伸，並採計該節點裡面的元件成本。

¹⁵ European Commission, (2009.05): Recommendation on the Regulatory Treatment of Fixed and Mobile Termination Rates in the EU.

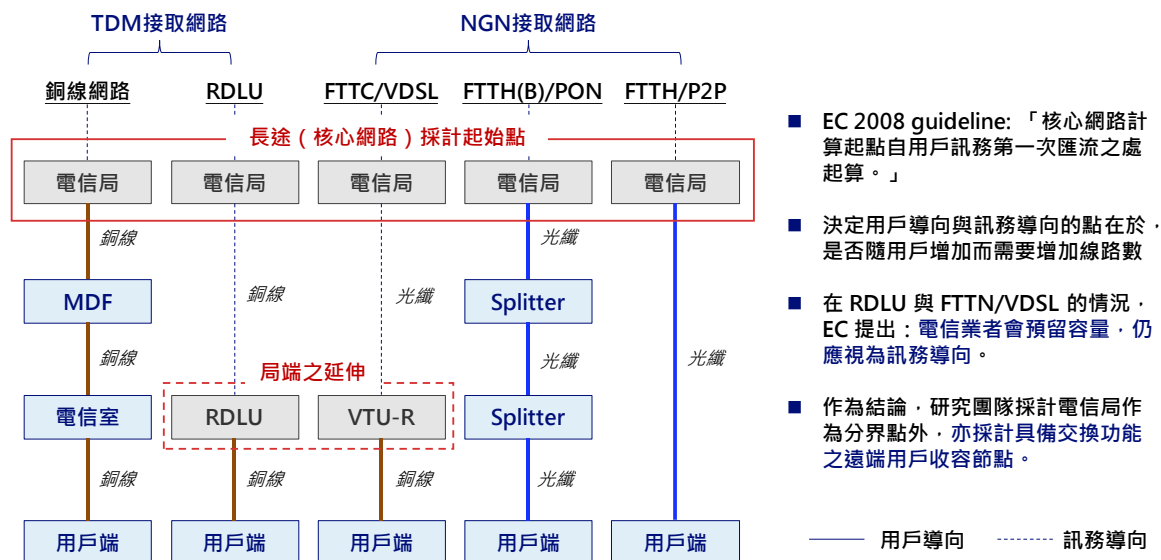


圖 3-38 節點認定方式與概念

資料來源：研究團隊整理

接取節點的採計，按照焦土節點法之設定，依我國固網市場主導者所建設之具備接取能力之節點作為節點數量，這類節點包含實際放置於電信局的骨幹機房節點，放置於骨幹機房延伸，具備接取功能之小型機房，以及上述提到的 RDLU 這邊稱之為遠端節點。採計時候會按照收容線路多寡區分級距，包含：收容線路<9,999、10,000<收容線路<49,999、50,000<收容線路<99,999、100,000<收容線路。區分是為了更精準反映每個級距不同的收容設備佈建數量。下表為接取節點設定：

表 3-5 接取節點採計結果

節點節點級距	電信局節點 (有交換能力)	局端延伸 (無交換能力)
收容線路<9,999	103	175
10,000<收容線路<49,999	228	25
50,000<收容線路<99,999	53	0
100,000<收容線路	22	0
總計	406	200

資料來源：研究團隊整理

(二) TDM 節點採計結果

延續上述的接取節點，TDM 的其他節點都根據焦土節點法，採用市場主導者的網路建設作為效率化理想網路的節點，經調查後彙整如下圖為主導業者與其他電信業者 POI 介接之現況：

中華與固網業者之網路POI介接數量

局階	新世紀		台固		亞太	
	MS	TS	MS	TS	MS	TS
台北	8	2	8	2	8	2
桃園	2	-	2	1	2	2
新竹	2	-	2	-	2	-
苗栗	2	-	2	-	2	-
台中	6	2	6	2	6	2
彰化	2	-	2	-	2	-
南投	1	-	1	-	1	-
雲林	2	-	2	1	2	-
嘉義	2	-	2	-	2	-
台南	2	-	2	1	2	-
高雄	2	2	2	2	2	2
屏東	2	-	2	-	2	-
宜蘭	2	-	2	-	2	-
花蓮	2	-	2	-	2	-
台東	1	-	1	-	1	-
澎湖	1	-	1	-	1	-
金門	1	-	1	-	1	-
馬祖	1	-	1	-	1	-

中華與行網業者之網路POI介接數量

局階	遠傳	台哥大	亞太	台灣之星
	TS	TS	TS	TS
台北	9	9	2	2
桃園	2	1	-	-
新竹	2	1	-	-
苗栗	1	1	-	-
台中	5	4	2	2
彰化	2	1	-	-
南投	1	1	-	-
雲林	1	1	-	-
嘉義	1	1	-	-
台南	2	1	-	-
高雄	4	5	2	2
屏東	1	1	-	-
宜蘭	1	1	-	-
花蓮	1	1	-	-
台東	1	1	-	-

圖 3-39 固網市場主導業者與其他電信業者介接 POI 分布

資料來源：電信業者，研究團隊整理

按照調查上述結果，彙整並排除共佔節點機房數量，設定模型採計長途局以及彙接局節點數量之結果如下：

表 3-6 網路節點設定 (TDM)

長途局節點	27
彙接局節點	44

資料來源：研究團隊整理

(三) NGN 節點採計結果

NGN 採計的除了節點，也包含接取層當中用於訊務彙集設備的節點數，此節點與後續計算網路設備相關，以下為採計之結果，有關設備之相關設定將會於網路設計中詳細描述。

核心層與分佈層的節點數，為理想網路業者按照我國訊務量之狀況與備援相關考量來決定，需要注意的是，並非是上一段的長途局及彙接局直接沿用，當然有可能在原長途局或彙接局的機房大樓建設節點，但不會將45個節點都轉為 NGN 節點。在 NGN 的理想網路設計之下，自 TDM 汰換完畢且後續不再使用的節點將會關閉。

表 3-7 NGN 其他節點採計結果

核心層節點(NRI 設定)	6
分佈層節點(NRI 設定)	18
Edge router 節點數	347

資料來源：研究團隊整理

問題十：

是否同意 TDM 網路採市場主導者之佈建網路節點為理想網路，並沿用接取節點作為 NGN 的接取網路節點，但是在 NGN 網路當中分佈層與核心層為重新佈建之設定方式？是否同意節點的設定數量？

(四) 節點佈建進度設定

依據上述的時間軸設定，設定 TDM 以及 NGN 各項設備的節點佈建進度，TDM 網路在模型開始年就已經是完全建設之狀態。而 NGN 網路則因服務需求會分成兩部分，由於 NGN 網路為數據網路演變而來，以我國電信市場歷史資料來看，數據網路建設自91年開始，以提供 xDSL 相關服務。而 NGN 的語音網路自97年開始建設。

而 NGN 接取網路建設部分同上所述，首先在91年開始，以 TDM 網路的接取節點為基礎，開始建設 DSLAM 接取設備，提供 xDSL 網路。自97年開始建設 NGN 網路，將 DSLAM 設備汰換為 NGN 相容之語音接取設備，目前網路採用「NGN DSLAM」設備，該設備為虛擬的設備，代表可以接取光纖、xDSL 以及語音服務的特定接取設備。

建設進度設定為線性，亦即按照我國設定的建設開與結束年依照每年建設固定比例，至結束年達到100%的設定方式，依照過去相關模型的設定方式，佈建新網路時候，在流量較大的地區與節點應可以在5年內建設完成，惟偏遠網路的建設較為困難，因此設定由10年建設完成。各類接取節點的網路建設進度設定如下：

DSLAM 覆蓋率	民88	民89	民90	民91	民92	民93	民94	民95	民96	民97
收容線路<9,999	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
10,000<收容線路<49,999	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
50,000<收容線路<99,999	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
100,000<收容線路	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

NGN DSLAM 替換率	民98	民99	民100	民101	民102	民103	民104	民105	民106	民107
收容線路<9,999	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
10,000<收容線路<49,999	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
50,000<收容線路<99,999	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
100,000<收容線路	20%	40%	60%	80%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

圖 3-40 NGN 的網路節點建設百分比設定

資料來源：研究團隊整理

問題十一：

是否同意移轉至 NGN 網路後，針對各類型網路接取服務統一採用假設元件 NGN DSLAM 進行接取之設定？

六. NGA 線路計算

因接取端線路採實際線路布建之抽樣推估，因此理想化網路樣態之假設僅針對接取線路之技術類別進行設定，本研究針對 NGA 網路之技術假設採 FTTH-PON 以及 FTTB 兩種樣態，將銅線網路逐漸光化之上述光纖線路建置。在線路和元件推估上，透過地理抽樣分析取得個地理類別在銅線和光纖兩種接取技術上之占比，以及各地理樣態所需布建之接取線路總總長度和元件數量，以計算平均到每棟建物所需之光纖線路距離和元件數量。各地理類別之抽樣結果如下：

樣本類別	1A	1B	1C	2A	2B	2C	3A	3B	3C
xDSL、FTTC 接取帳號數量	45,410	117,192	63,265	5,501	11,841	12,716	4,656	5,797	4,087
FTTH、FTTB 接取帳號數量	7,335	18,854	12,670	642	2,110	1,863	392	385	633
xDSL、FTTC 占比	86.09%	86.14%	83.31%	89.55%	84.88%	87.22%	92.23%	93.77%	86.59%
FTTH、FTTB 占比	13.91%	13.86%	16.69%	10.45%	15.12%	12.78%	7.77%	6.23%	13.41%

以樣本推估該類別所有區域之光纖布建占比，
進而計算全台光纖線路布建之程度

圖 3-41 各地理類別之光纖占比

資料來源：研究團隊整理

七. TDM 網路元件計算

(一) RSX 元件數量計算

RSX 係指匯聚 PSTN 及 ISDN 等舊式線路之接取設備。其相關設備之計算方法為，將業者統計之 PSTN 與 ISDN 用戶線路數，分別依照線路卡規格進行線路接口數目與線路卡數目之轉換，再加總得出所需線路卡總數量後，即可依照

RSX 層架與機櫃規格依序轉換得出最終所需設置 RSX 機櫃總數目，其計算流程如下圖。

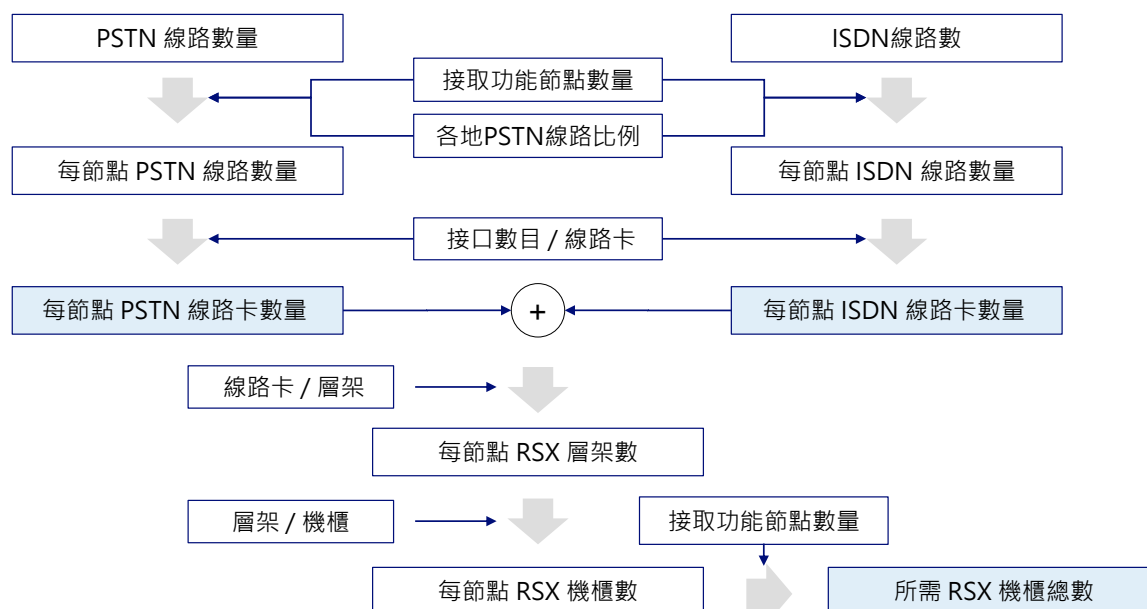


圖 3-42 RSX 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(二) 交換機元件數量計算

參照市場主導者實際 TDM 網路的架構，模型設定交換機設備採階層式架構佈建，由下層至上層設備依序為 Local Switch（以下簡稱 LS）、Tandem Switch（以下簡稱 MS）以及 Toll Switch（以下簡稱 TS）等局端交換機，依據預定之通話連線路徑來提供用戶通訊路由的轉接。

前述交換機元件的數量計算，是以業者統計的整體網路所需負載之 Busy Hour Call Attempt（以下簡稱 BHCA）及 Busy Hour Erlang（以下簡稱 BHE 語音服務量），分別除上單一交換機元件 BHCA 及 BHE 的處理能力和使用率之積，以兩種計算方法算出所需之交換機數量，再與設定之最小應設置數量比較，最後取三者結果較大值作為交換機應設置數目，演算方式如下。

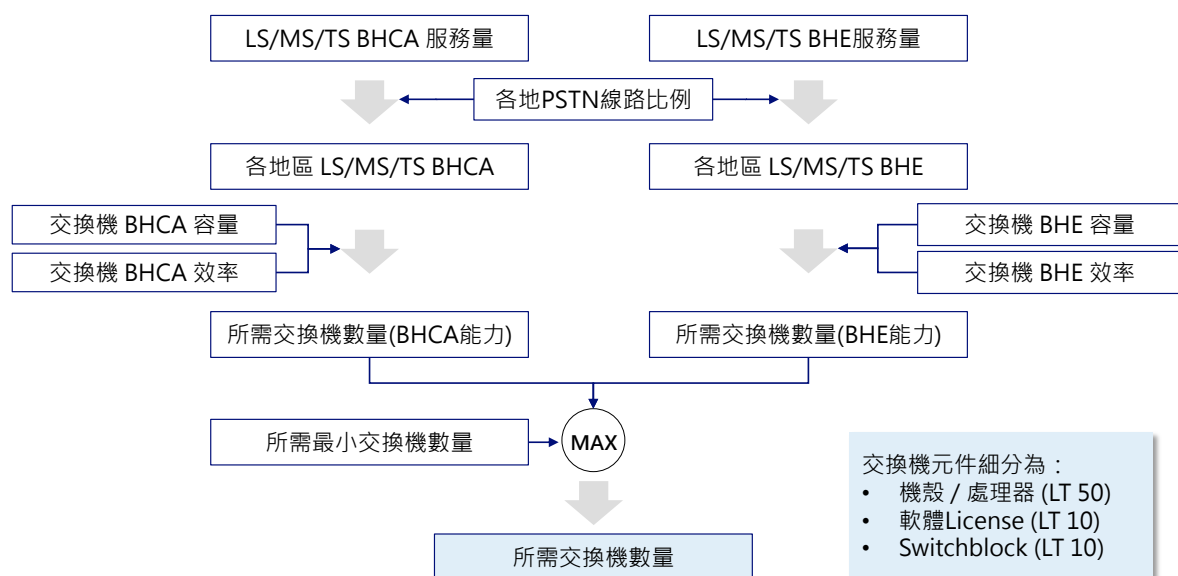


圖 3-43 交換機元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(三) MGW 元件數量計算

MGW 係指提供不同通信技術或網路協定間通訊服務轉換功能之設備。考量用戶語音通話可經由 MS 或 TS 轉接他網業者之情況，故設定於 MS 與 TS 節點層皆有 MGW 設置之必要性；也因此 MGW 元件數量之計算方式需採計與 MS 或 TS 互連間之總傳輸服務量，再除以單一元件話務處理能力，即可得出應設置之元件數量，計算流程如下圖所示。

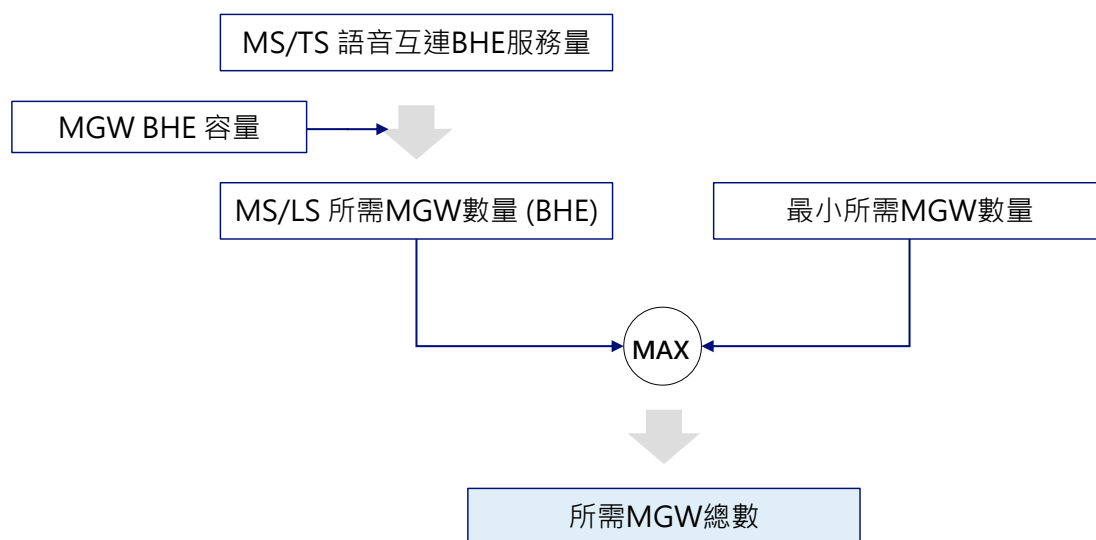


圖 3-44 MGW 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(四) E1 線路數量計算

E1中繼電路為模型中設定用於 MGW 設備連接各局端交換機間之傳輸線路。計算所需 E1線路數量時，由於用戶語音通話可經由 MS 或 TS 轉接他網業者之情況，因此分別採計從 MS 或 TS 轉接之可能路由的語音服務總量，再依據來話與去話的話務分鐘比例以及單一 E1線路可傳輸之服務量，即可拆分出於 MS 及 TS 來話、去話各別所需之線路數量。

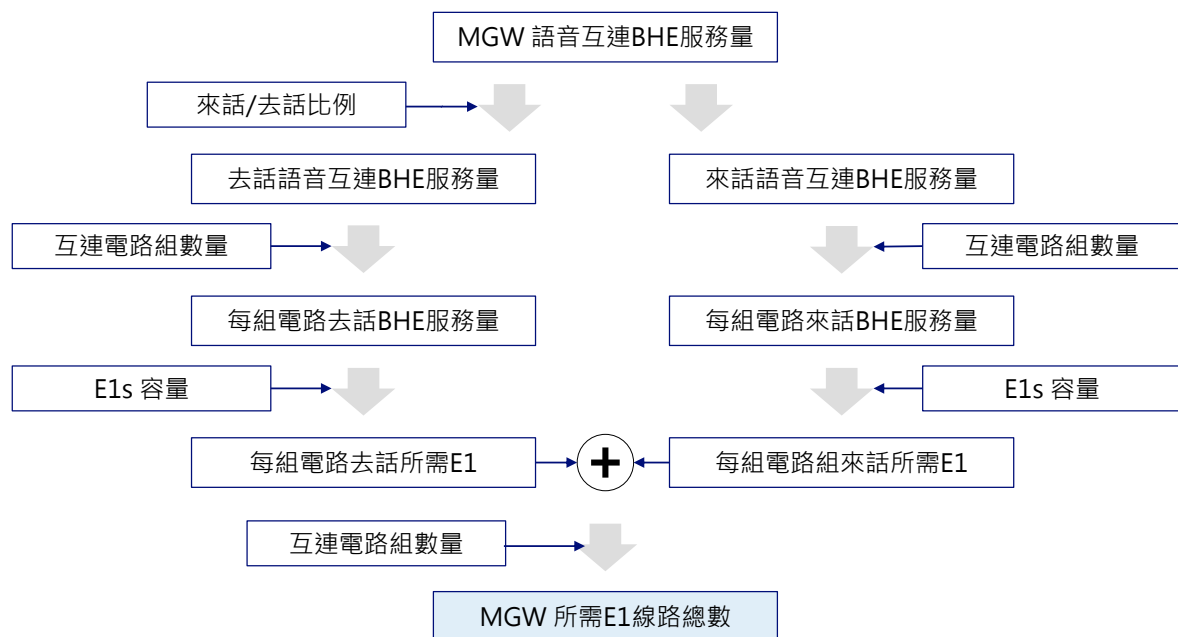


圖 3-45 E1 線路數量計算

資料來源：研究團隊整理

八. NGN 網路元件計算

(一) 光纖接口數量計算

本計算適用於 NGN 各項元件在計算 Gigabit Ethernet (以下簡稱 GE) 傳輸標準之乙太線路的接口(Port)使用，接口用於連接各局端元件以及核心層元件。GE 線路之計算原則為先以總訊務量除以單一線路之有效傳輸能力，並依備援機制決定是否需額外增加佈建數目；之後再考量不同規格線路(1GE、10GE)之成本、設備間之傳輸距離、傳輸速率之要求等因素設定需配置之線路規格。

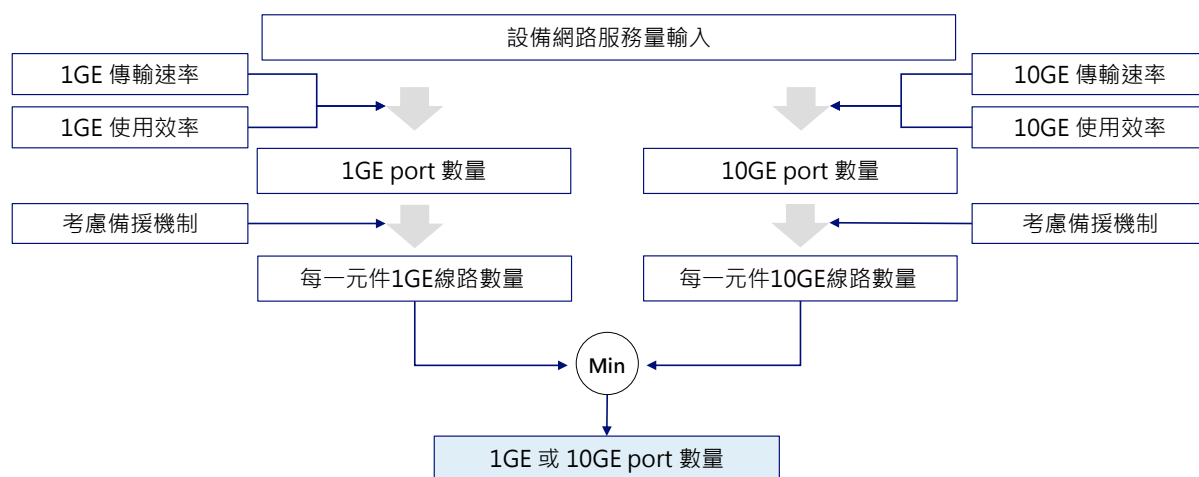


圖 3-46 光纖線路接口計算

資料來源：研究團隊整理

(二) DSLAM 元件數量計算

DSLAM 定義為負責接取 xDSL 技術之收容設備，其計算邏輯類似於前述之 RSX 接取設備，先統計 xDSL 之用戶線路數量後再依序進行線路接口對線路卡、線路卡對層架、層架對機櫃之設備數目轉換；值得注意的是基於 xDSL 為語音電話線路與寬頻數位訊號共線之傳輸技術，因此於每一線路皆需設置一個負責拆分語音與數據傳輸的分離器(Splitter)。

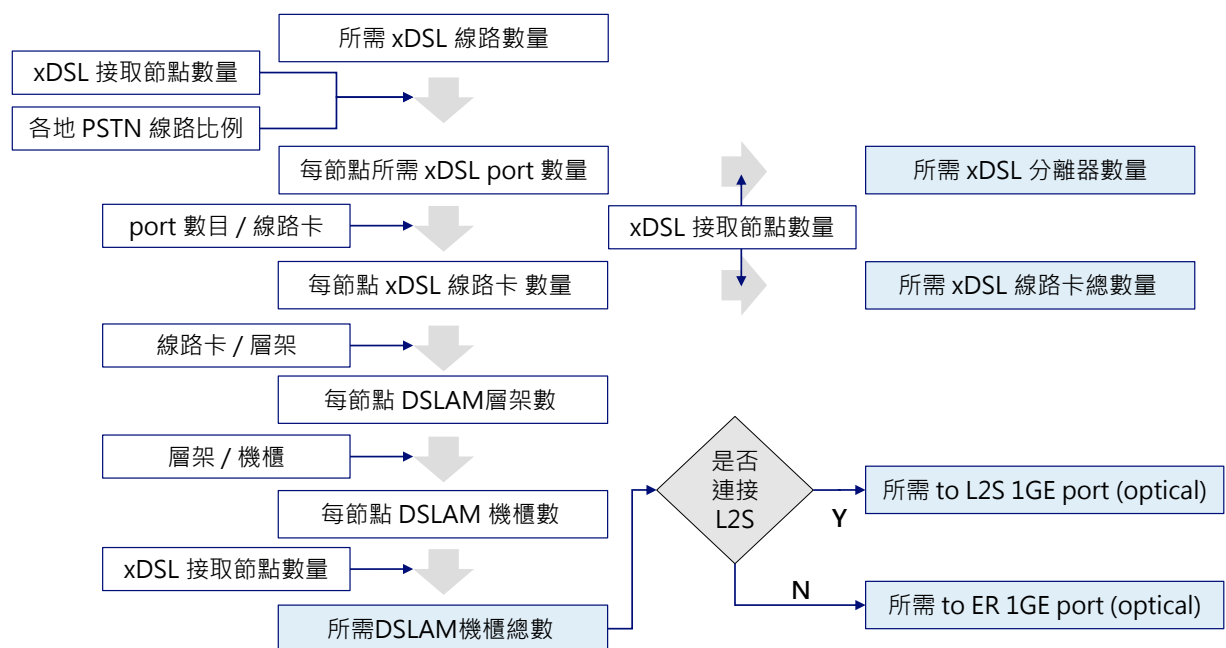


圖 3-47 DSLAM 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(三) MSAN 與 NGN-DSLAM 元件數量計算

MSAN 與 NGN DSLAM 支援多種技術線路接入之收容設備，模型設定上此兩專用元件皆提供 POTS 與 xDSL 服務之接入，NGN DSLAM 更支援 FTTx 服務。

MSAN 與 NGN DSLAM 元件數量計算。兩者數量需求之演算流程相似，首先分別計算出各服務接取線路需求，再如前述的接取設備計算進行設備規格轉換；由於此處之單一 Splitter 線路卡包含不同技術所能接入之端口，故推估所需 Splitter 數量時取自於技術規格線路卡數量計算較大者。

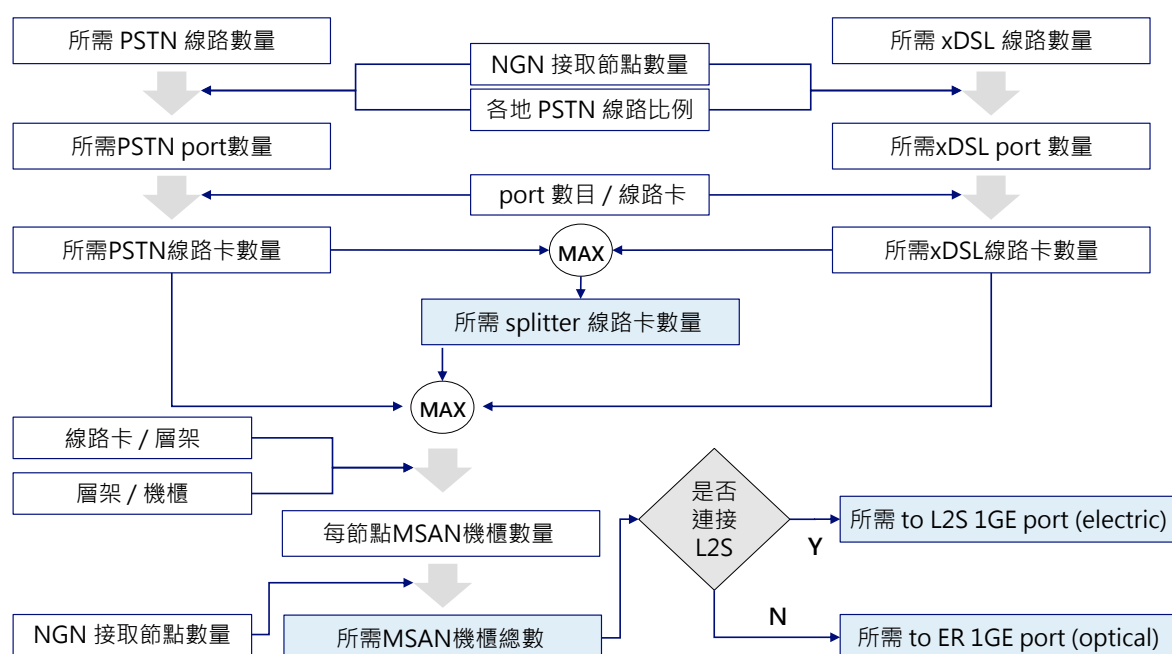


圖 3-48 MSAN 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

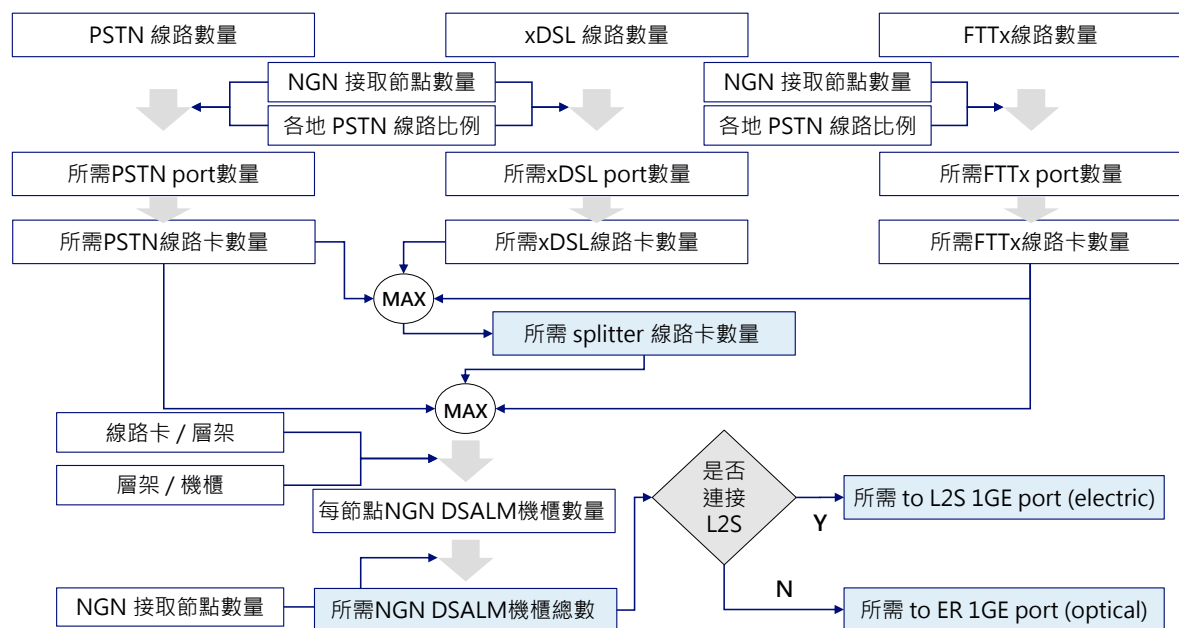


圖 3-49 NGN DSLAM 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(四) L2S 元件數量計算

Layer 2 Switch(以下簡稱 L2S)為介於 Layer 3 Edge Router(以下簡稱 L3ER)與接取設備間之中繼轉接元件，其設備數量之計算方式可參照光纖設備接口之計算方式，依訊務需求決定向上層彙接設備連接所需之傳輸線路接口數量，再與下層接取設備互連之線路數目加總得出 L2S 傳輸線路之總數目。

考量 L2S 未與 L3ER 共佔之情形需另增設 Adapter 以負責電子訊號與光訊號之轉換，因此採計 L2S 所需之線路卡總數乘以 L2S 座落於樹狀拓樸節點之比例，即可得出光纖 Adapter 之設置需求。

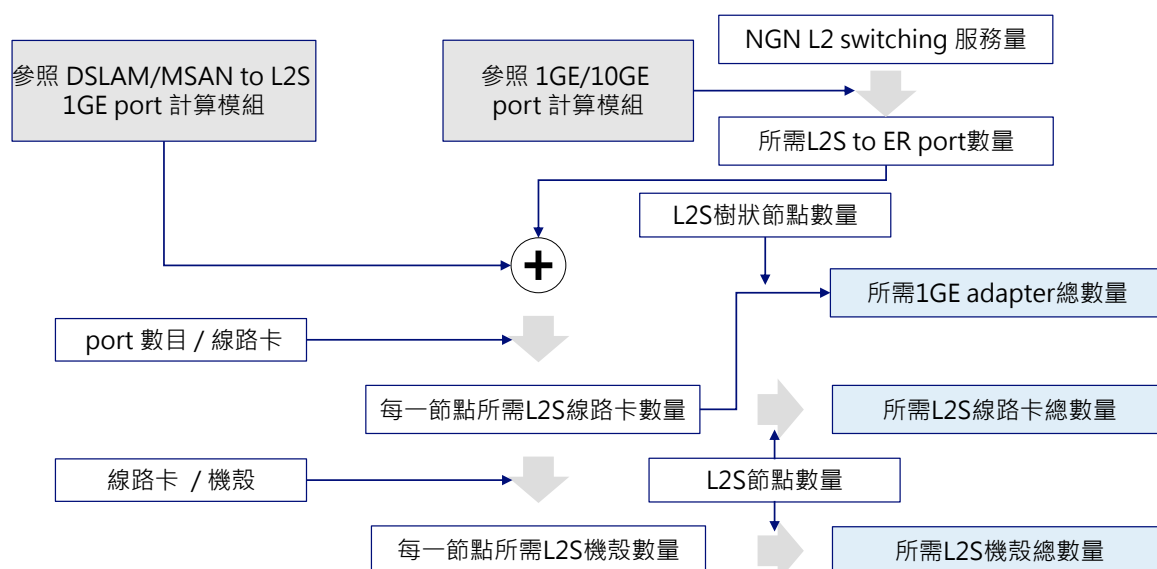


圖 3-50 L2S 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(五) L3ER 元件數量計算

L3ER 設備於接取網路與分佈層網路間執行閘道器的功能，由下層設備彙集接取網路之數據後承轉至上層的邊界路由器 (Border router，以下簡稱 BR)。

參照我國主要電信業者 L3ER 之互連規劃，設定 L3ER 僅存在於環狀拓樸結構上之接取節點機房，其數量為與 L2S 設備以及 BR 設備共佔之節點總數。推算 L3ER 相關設備時則需採計與下層 L2S、接取設備以及與上層 BR 連接線路接口總數量，再進行線路卡、機殼之規格轉換。

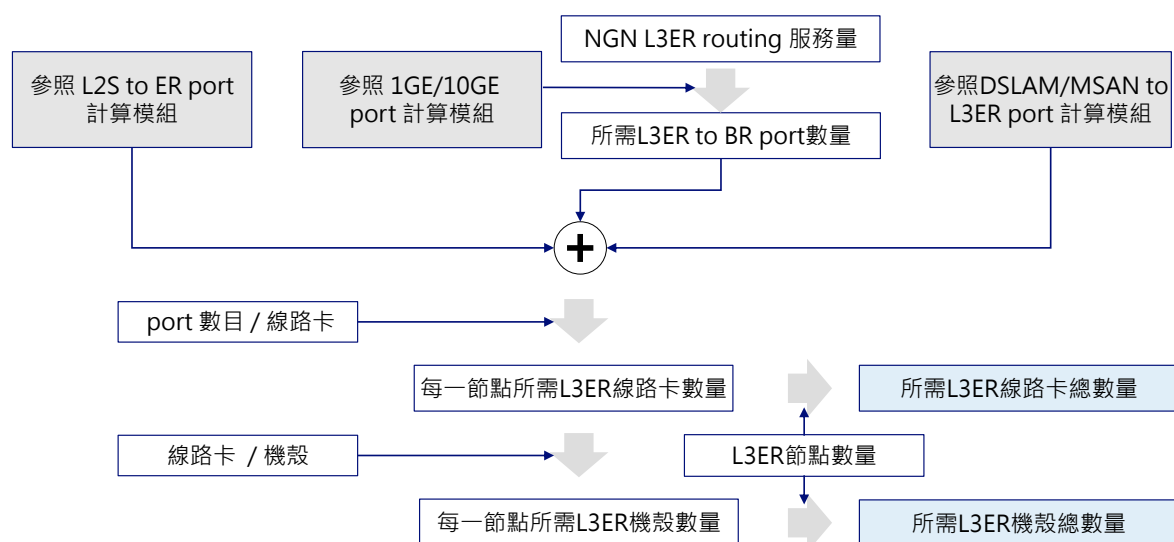


圖 3-51 L3ER 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(六) BR 元件數量計算

BR 設備於分布層網路與核心網路間執行閘道器的功能，自下層 ER 承接之數據，依服務類別將數據疏轉至 PoI 以連接網路服務提供者（Internet Service Provider, ISP）網路，亦或是上層之 NGN IP 骨幹網路。

元件數量計算時需採計與 A-SBC 雙向互連之線路接口數、依訊務需求向上連接核心路由器(Core router, 以下簡稱 CR)之線路數以及與下層 L3ER 連接之線路數，再依設備規格換依序算出所需線路卡與機殼數量。

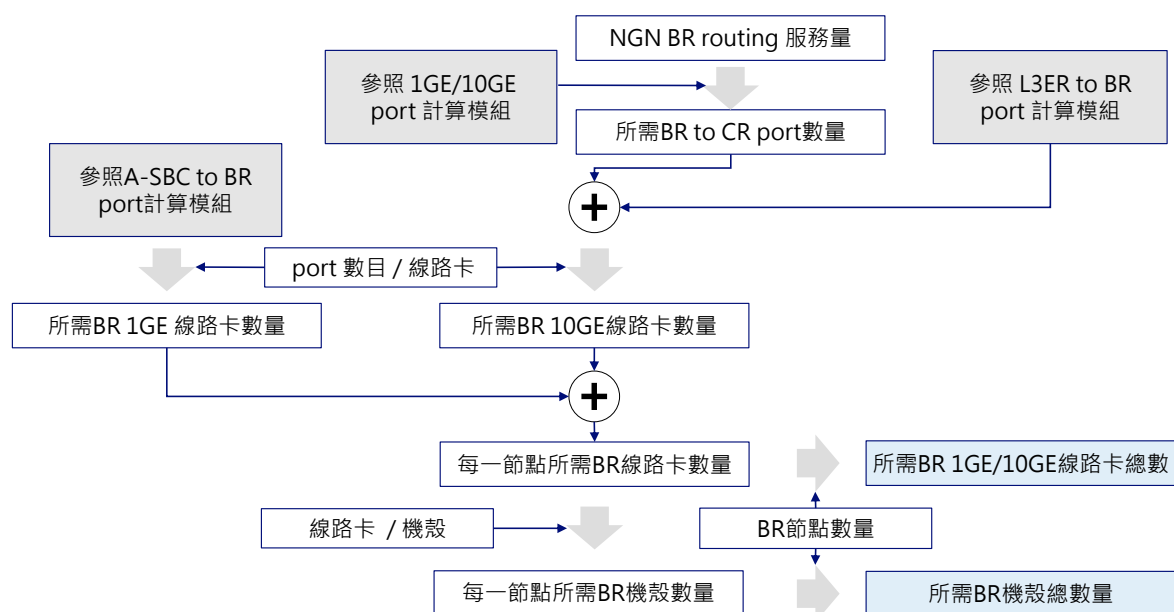


圖 3-52 BR 元件數量計算
資料來源：研究團隊整理

(七) A-SBC 元件數量計算

為了確保確保電信業者在不同網域提供 VoIP 語音通話服務時候的資安考量，在 BR 處設置 A-SBC 提供語音服務接取核心網路時使用。計算該元件數量時，設定上只考慮1GE 作為連接線路，以所需承載之服務量除以1GE 傳輸線路，並考量其來話與去話需求設置雙向接連，進而得出 A-SBC 之 GE 光纖線路與設備設置需求數量。

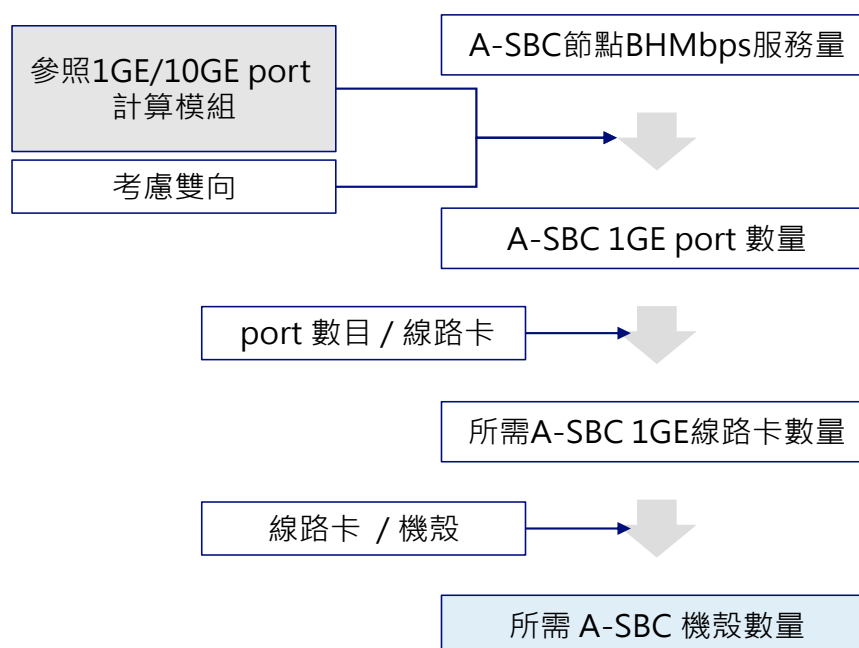


圖 3-53 A-SBC 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(八) CR 元件數量計算

Core Router (以下簡稱 CR)係指於骨幹核心網路分配數據傳輸路徑之路由器，一般具較大之網路吞吐量能力。參照我國電信業者之預計建設規劃，於模型設有6個核心節點機房，並設定採納完全網狀拓樸(Fully-meshed)之架構完成 CR 間之雙向互連。CR 元件計算上先計算連接至 BR、其他 CR 及 Core Switch 的線路接口數量，進而推導出核心節點所需收容線路卡及機殼總數量。

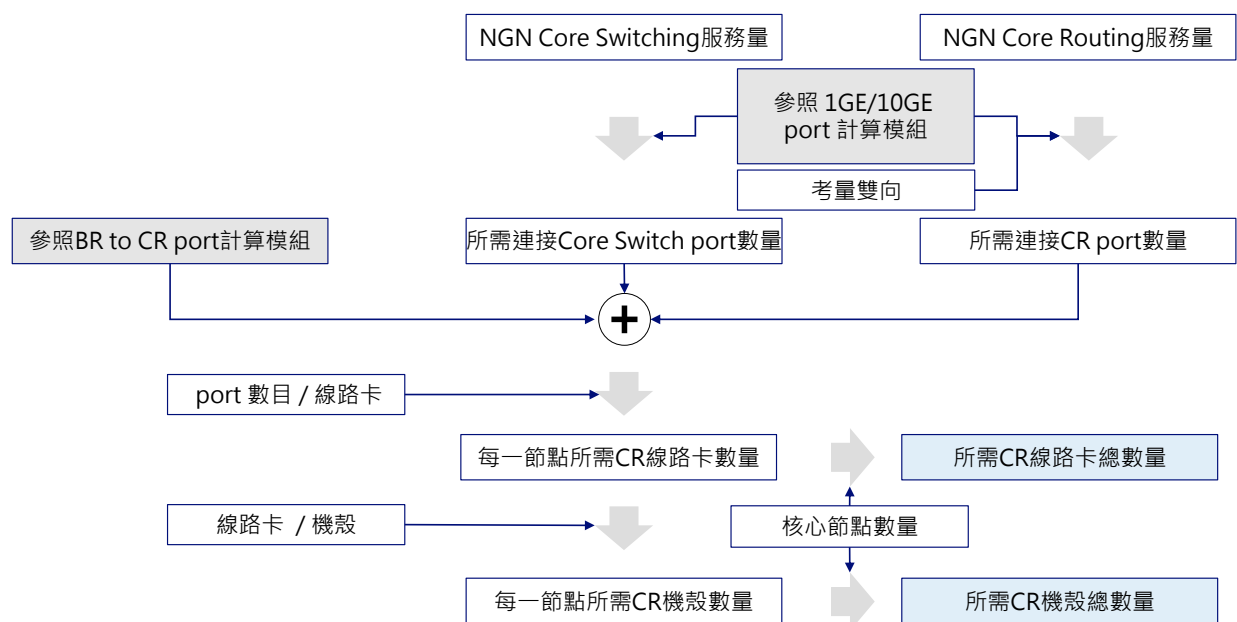


圖 3-54 CR 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(九) CS 元件數量計算

Core switch (以下簡稱 CS) 較一般交換機具更高數據疏轉能力與網路吞吐量，其計算流程為，以核心節點所需承載之總服務量除以單一 I-SBC、TGW、Call Server 元件可處理的訊務量，推估出上述元件之 GE 線路連接至 Core Switch 之情形，再加上 DNS 的 GE 連接數量(設定單一核心節點設置2個 DNS、單一 DNS 含有2個 GE 接入端口)以及下層 CR 之10GE 線路連接數量，以此計算 Core Switch 設備需求數量。

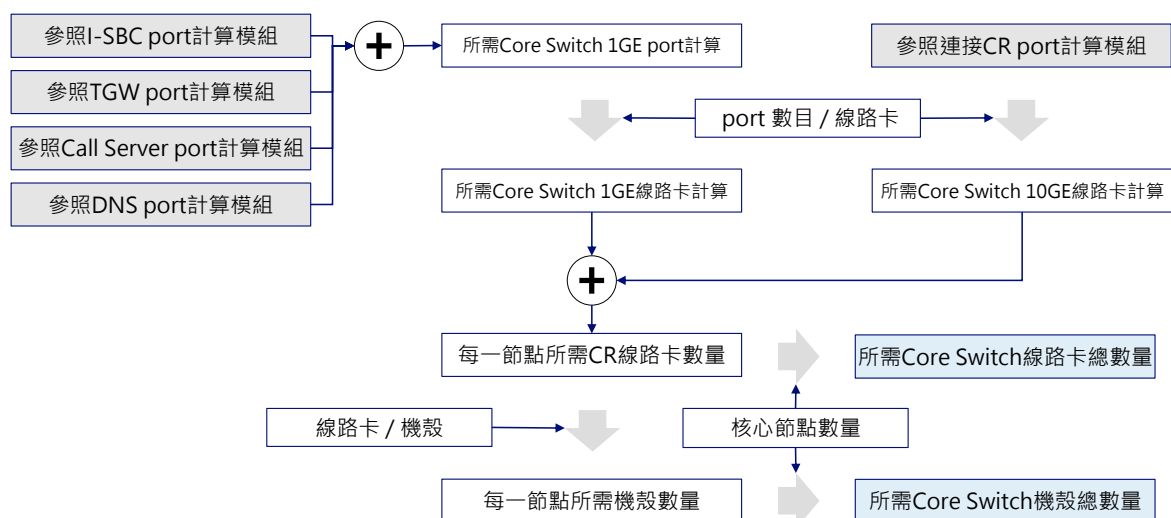


圖 3-55 Core Switch 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(十) I-SBC 元件數量計算

I-SBC 為控管採用 SIP 通訊協定之語音服務的核心設備，因此推測該設備設置需求時計算 SIP 語音服務量除以 GE 線路之傳輸能力，以此推估出 I-SBC 所需配置之線路數量。

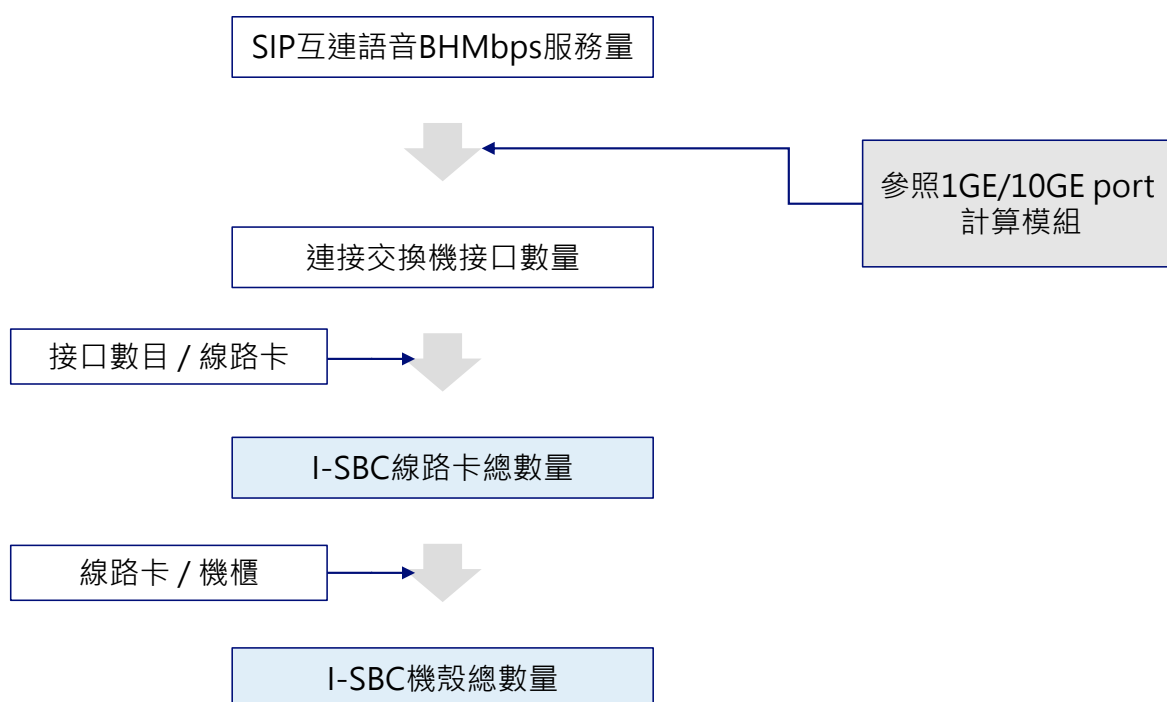


圖 3-56 I-SBC 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(十一) TGW 元件數量計算

TGW 負責轉譯與介接 NGN 之 SIP 信令協定與 TDM 之 SS7信令協定間之通訊服務。計算 TGW 相關設備時，先計算從其他 TDM 網路傳輸過來之 SS7的語音話務量除以單一 E1線路之傳輸能力，得到所需配置之 E1總數量；依據模型規格設定「TGW 設有63條 E1傳輸接口」及「1GE 線路接口（連接 NGN 核心網）」因此可經由 E1線路總數量依序推導出應配置之 TGW 數量及 GE 線路總數量。

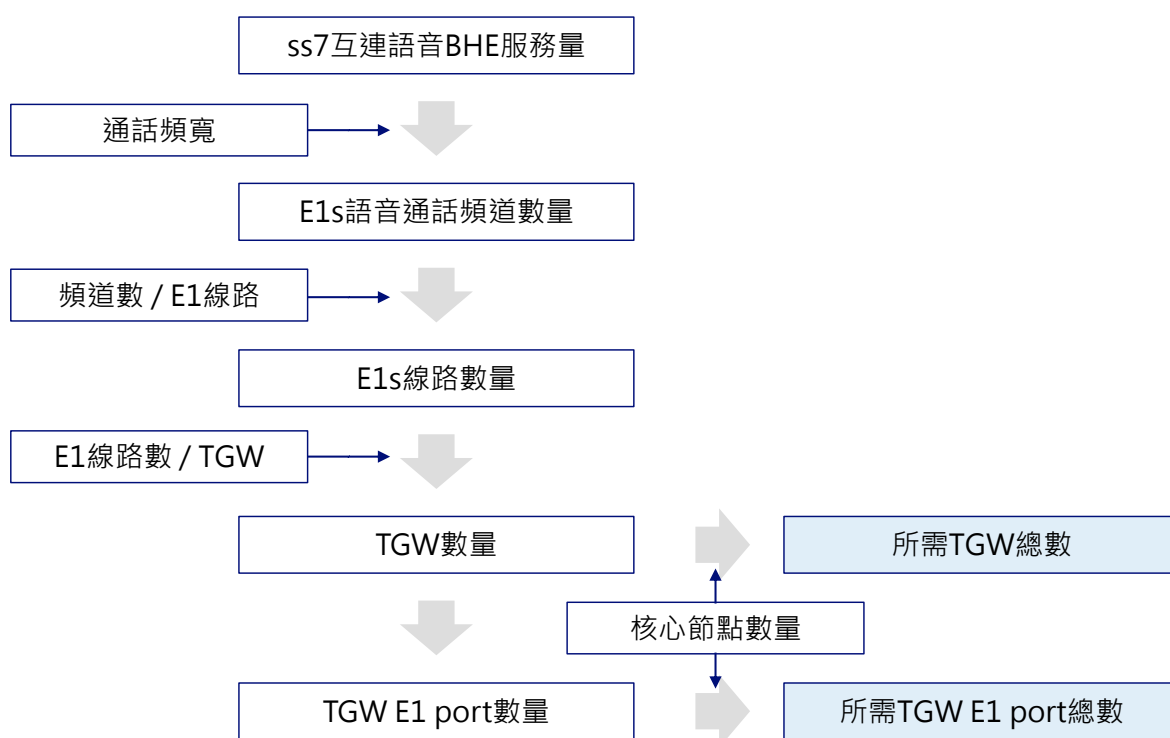


圖 3-57 TGW 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(十二) 其他核心元件數量計算

NGN 其他元件可分為三個部分：語音處理設備、用戶認證之設備以及 TDM 與 NGN 的共用設備。NGN 的語音處理設備為 Call Server，設置數量時先計算忙時通話總次數除以單一元件可乘載容量，再參照設定之最低設置數量後取較大值。

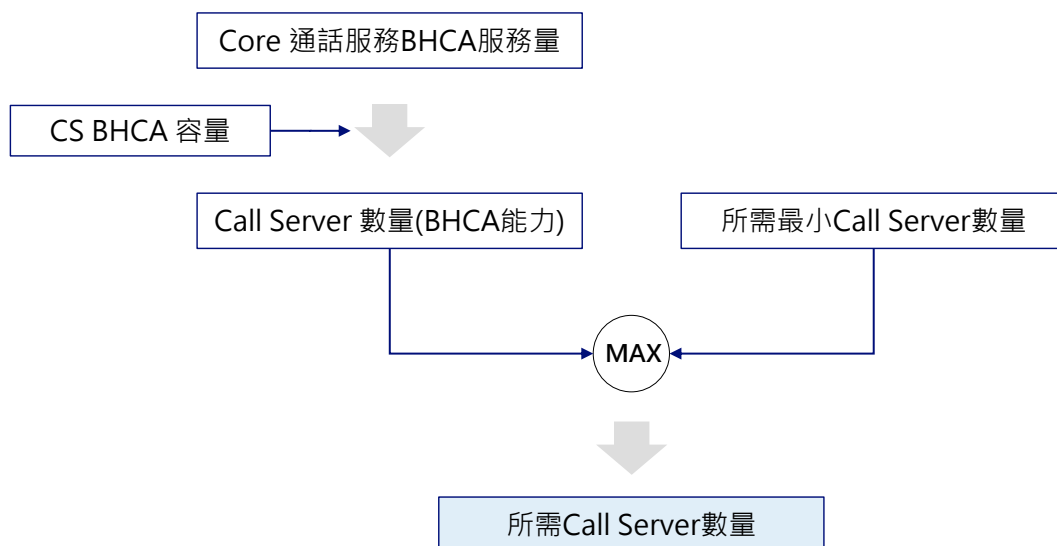


圖 3-58 Call Sever 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

HSS 採計業者統計之通話用戶線路數除以單一 HSS 設備之服務能力，即可得出所需設置數量。計算流程如下圖所示。

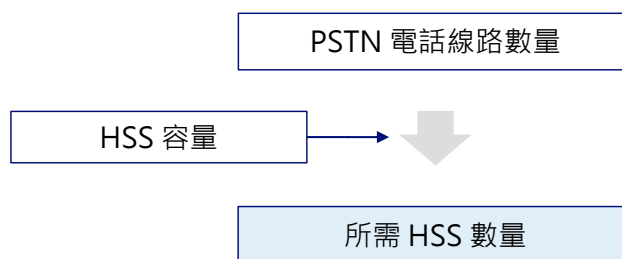


圖 3-59 HSS 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

DNS 系統負責網路服務之命名，藉由參照國外模型設定單一節點機房所需設置數量。

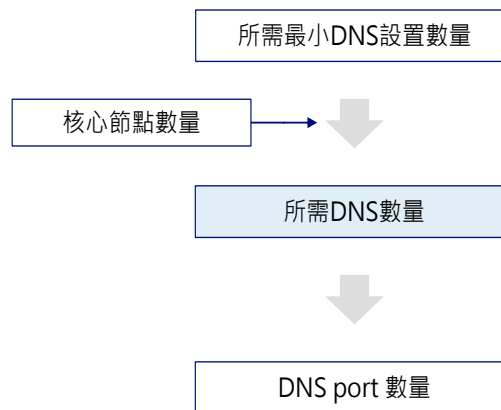


圖 3-60 DNS 元件數量計算
資料來源：研究團隊整理

VMS 系統負責語音信箱功能，採計 PSTN 用戶線路數及設備容量來決定配置數量。

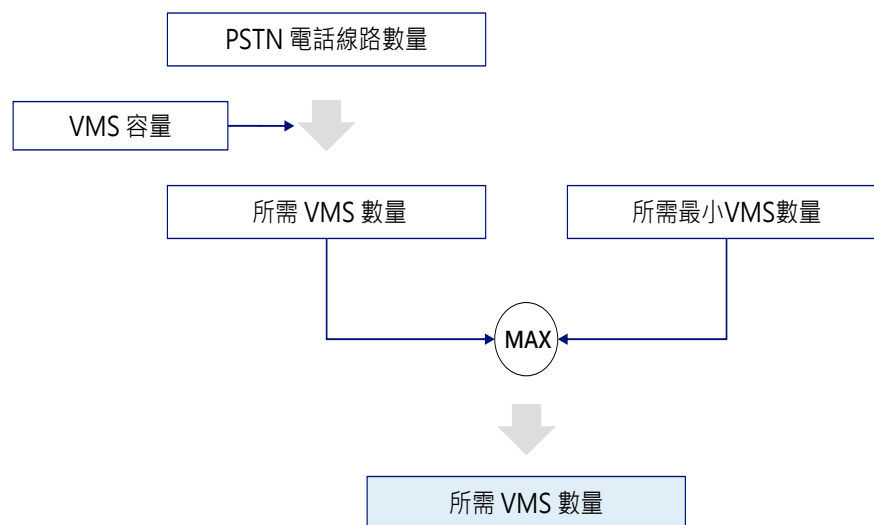


圖 3-61 VMS 元件數量計算
資料來源：研究團隊整理

BRAS 透過寬頻遠端接入設備對流量進行路由，RADIUS 則負責控管網路存取及浮動 IP 服務，設備數量之計算順序為先以寬頻用戶數及 BRAS 乘載能力得出應設置數量，再參照國外模型所設定之比例進行 RADIUS 設備的數量配置。

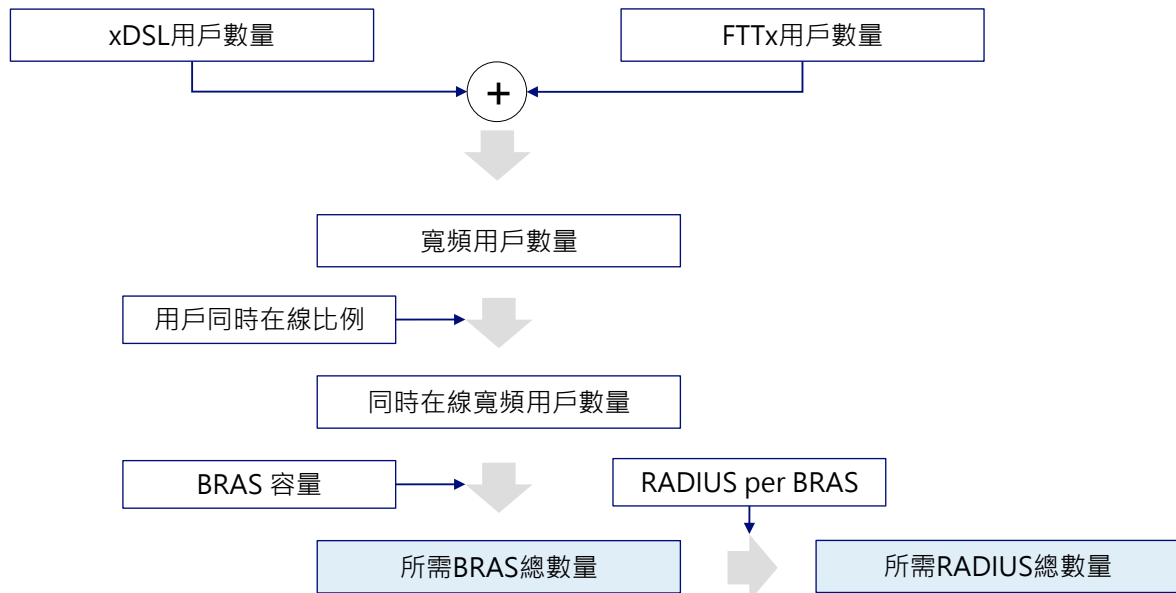


圖 3-62 BRAS 與 RADIUS 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

共用元件的部分包括 IN/VAS、WBS 及 NMS。IN 為一套獨立網路設備，主用於提高固網之傳輸性能與使用效率，並透過 VAS 提供額外增值服務，計算上需以 PSTN 用戶線路數及設備容量決定配置數量。

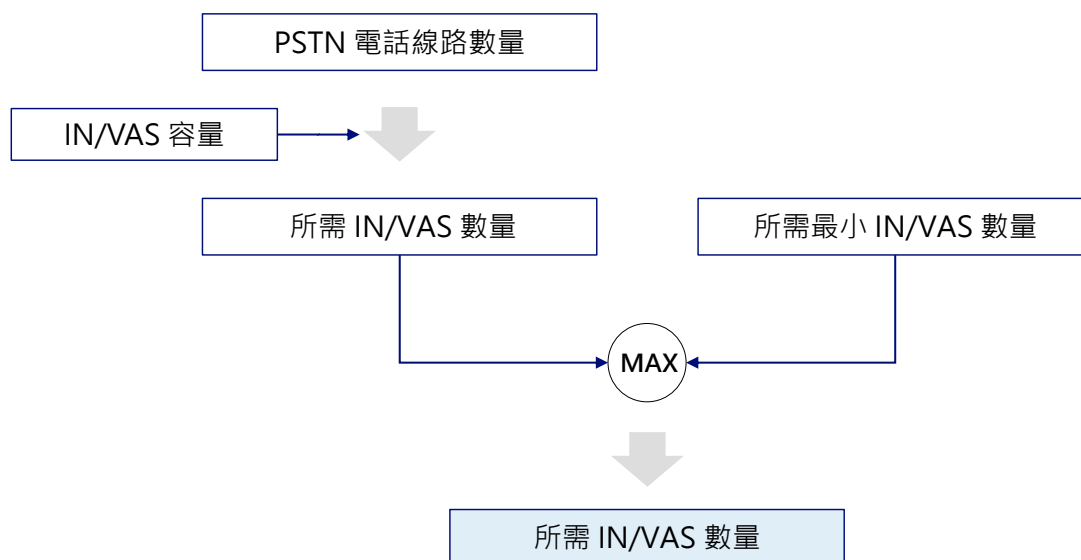


圖 3-63 IN/VAS 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

WBS 系統用於紀錄用戶通聯次數，設備設置需求需從統計之忙時通聯次數及設備處理能力進行計算。

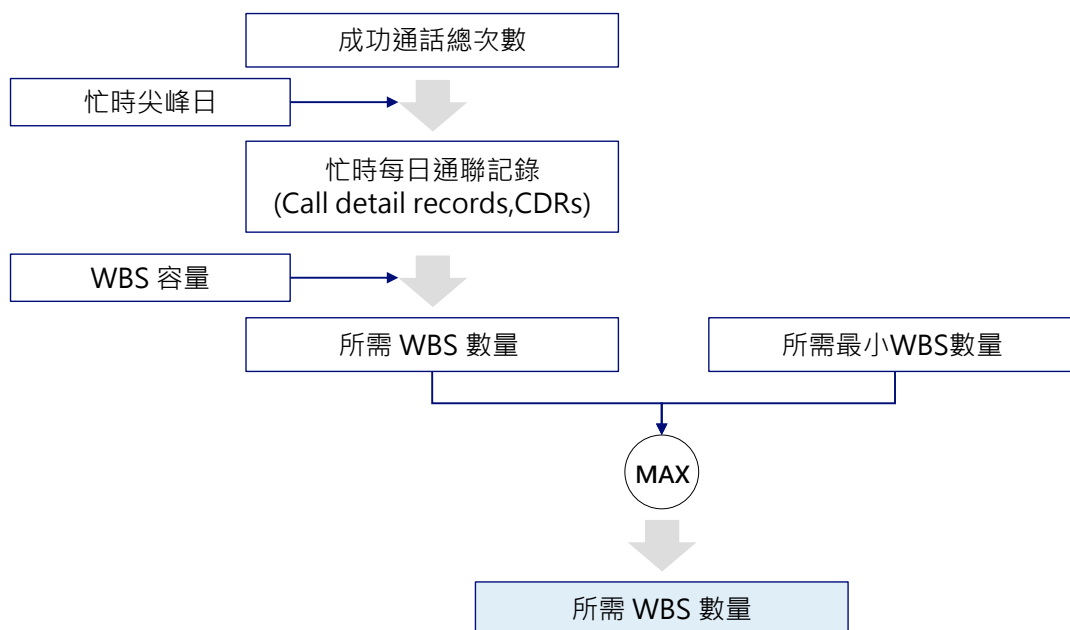


圖 3-64 WBS 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

NMS 設備數目依照所需管控之網路系統數量設定。

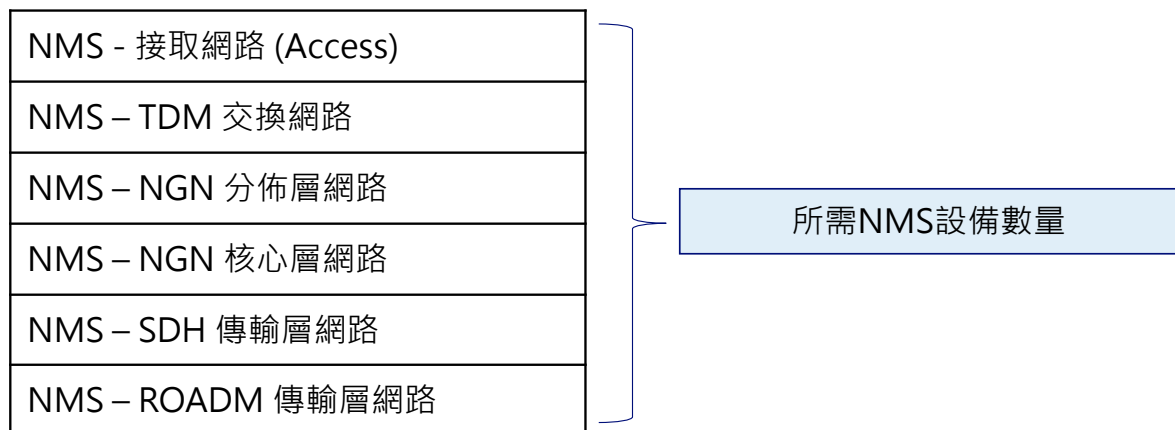


圖 3-65 NMS 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

九. 傳輸層網路元件計算

(一) SDH 元件數量計算

TDM 網路架構之區域與骨幹傳輸線路設定採用 NG-SDH 之傳輸標準，計算原則為採計分攤設備間傳輸服務量所需設置之 E1 線路數量，再依設定之技術升級門檻決定是否將 E1 之配置依序升級為 E3、STM-1、STM-4、STM-16、STM-32、STM-64 之傳輸設備。

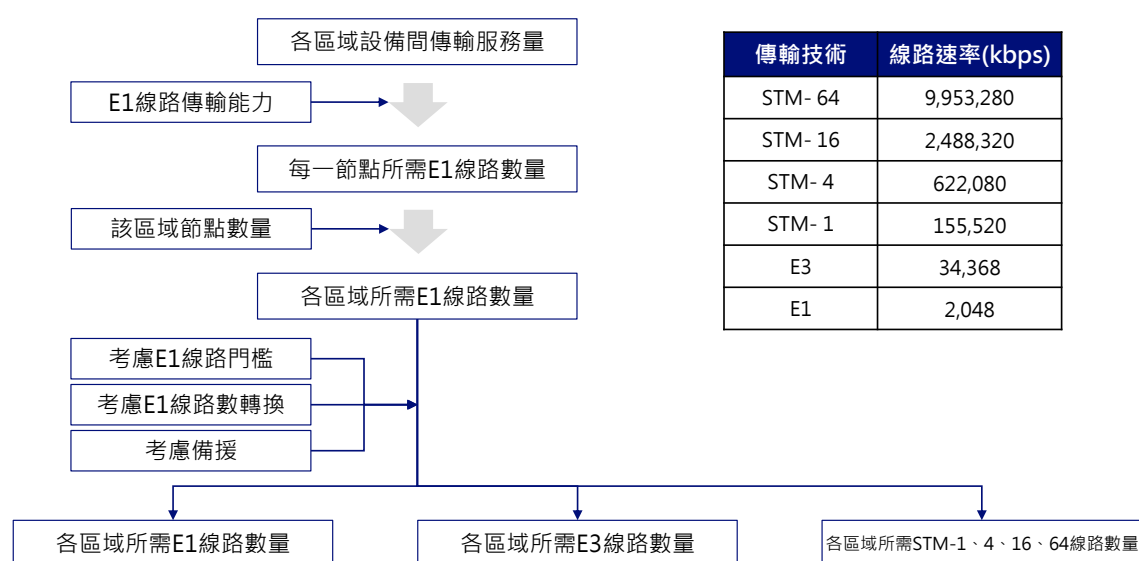


圖 3-66 SDH 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

TDM 網路之長途局之語音傳輸採完全網狀拓樸規劃，因此網狀局端交換機架構可能之邏輯路徑數量為 $n*(n-1)$ ， n 為 TS 機房數量；如前述之作法得出應設置之 E1 線路數後，再依序進行「單一邏輯路徑之電路組包含3條 E1」、「單一 STM-4 ATM 鏈路包含252條 E1」的設備數目轉換，最後考量於鏈路兩端皆需設置線路卡，進而推估出於網狀拓樸之長途局交換機的設備需求數量。

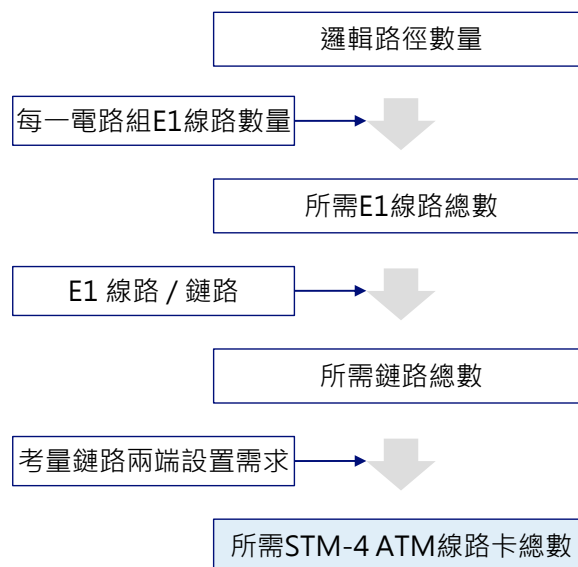


圖 3-67 長途局 STM-4 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

(二) WDM 元件數量計算

NGN 網路架構之區域與骨幹傳輸線路設定採用 WDM 之傳輸技術，得以在單一光纖線路傳輸不同波長之訊號。

WDM 相關設備主用於接取層與分佈層中之環狀拓撲線路，計算數量時可參照 L3ER 連接 BR、BR 連接 CR 之接入端口計算模組，再扣除 ER 與 BR、BR 與 CR 設備共佔比例後，得出環狀上不共佔設備之端口總數量，此即為所需設置之光塞取多工器（Optical add/Drop Multiplexer, OADM）設備數目。此外，設定於 WDM 環上單一傳輸路徑之 GE 線路環共用一 TERM 設備，因此計算單一不共佔設備之接口數目再乘以設定之 WDM 環總數，即可得出 TERM 設備之數量需求。

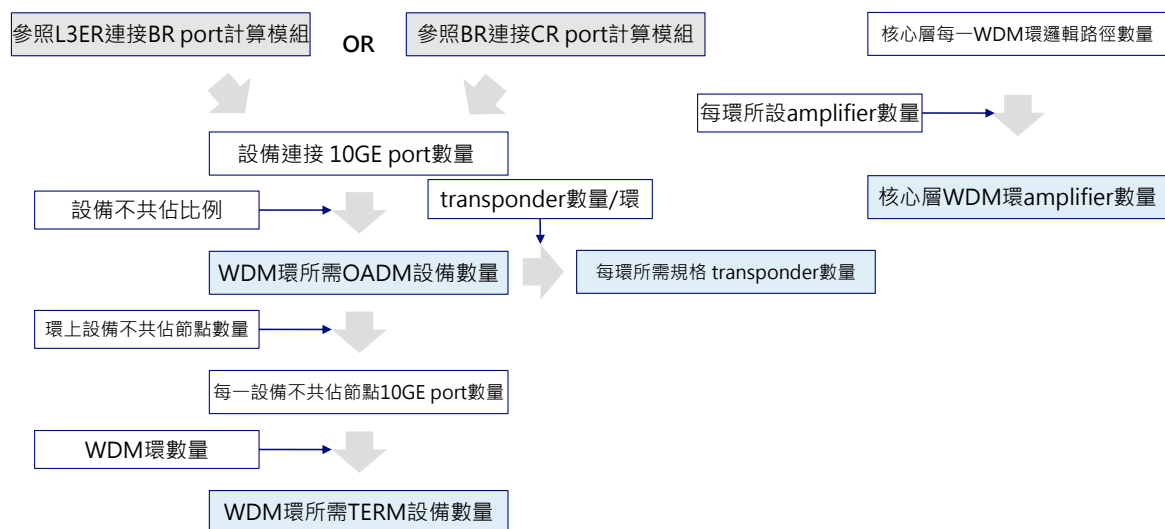


圖 3-68 WDM 元件數量計算

資料來源：研究團隊整理

一〇. 基礎設施元件計算

(一) 光纖實體網路建設輸入

光纖佈線成本參考我國市場主導之電信業者佈建之區域與全國骨幹光纜。模型內輸入之光纜約總長度為38,000公里，另包含國內海纜總長約佔1,350公里，主要用於連接本島與離島之數據網路。我國本島骨幹光纜之成本考量主要參照國外相關設備之單價以及電信業者實際佈建情形進行估算。

(二) Digital Cross Connect System, DCS 設備計算

DCS 為電路交換網路的轉換設備，用於將 TDM 舊式傳輸線路連接至 DS1或是 SDH 傳輸線路，並負責提供固接專線等數據應用服務，本設備僅供 TDM 網路使用並會隨 TDM 移轉而逐漸關閉。ODF 則為佈建於機房之光纖線路配線架。上述設備所需數量計算皆採計節點機房之數量。

問題十二：

是否同意 TDM 與 NGN 以及 NGA 接取網路之網路架構，以及本模型認列的網路元件列表，對於各項網路元件計算方式是否有其他意見？

問題十三：

是否同意 TDM 與 NGN 以及 NGA 接取網路之參數設計（附錄一，第一節），對於各項網路元件計算方式是否有其他意見？

第六節 路由因子計算原理說明

模型計算至此，透過網路服務量推算理想網路須乘載的服務量後，針對個別元件所乘載的服務量多寡，進而計算出網路元件的數量。

然而，本模型設計之目的在於計算電信業者提供電路出租服務時，屬於專線電路出租服務的使用成本，並作為固網寬頻批發服務資費價格上限的制定依據。因此，模型需要有效分離不同網路（TDM/NGN 以及銅線/光纖）的網路服務量當中的兩大服務（語音服務、數據服務）之服務量，此種拆分方法稱為路由因子。

問題十四：

是否同意本次路由因子表之參數（參考附錄一、第二節）對於 TDM、NGN 與 NGA 網路元件成本參數，若有不同意見，請提出相關建議值與其論述。

第七節 經濟折舊模組說明

延續上一節提到之模型輸入，本節將描述整體模型演算之方式。

一. 每年須增購之網路元件數量

由網路設計可計算出每年為滿足服務量所需的元件數量，將第 N+1 年之元件需求量減去第 N 年之元件需求量即可得出第 N 年需增購之元件數量。除考量需求變動之購買外，亦需檢查設備已達使用年限須額外添購之情形。

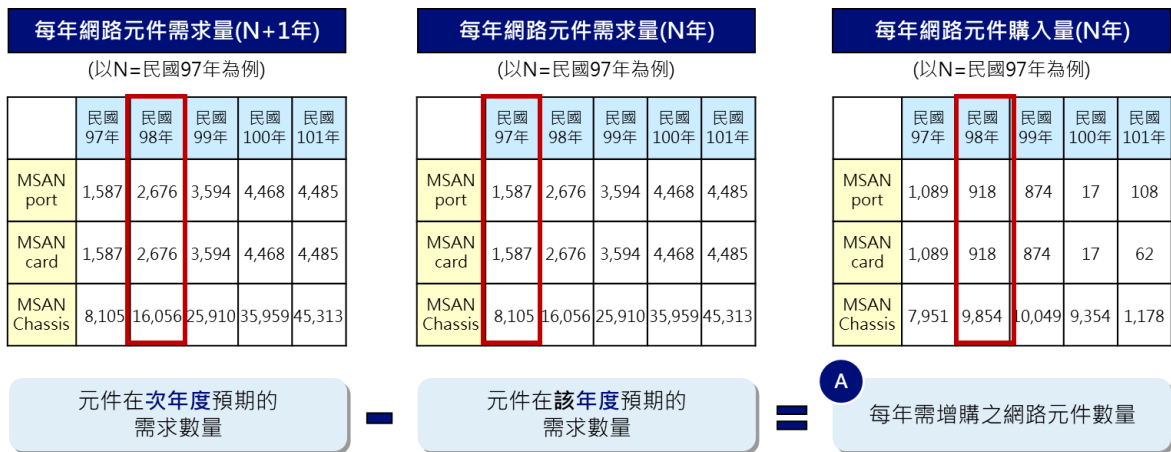


圖 3-69 每年須增購之網路元件數量

資料來源：研究團隊整理

二. 網路元件總服務傳輸量

依照各年服務內容進行分類計算（語音、資料傳輸、專線），再透過路由因子將市場狀況中各服務使用量進行單位之轉換及統一，可加總出各設備之服務使用總量。



圖 3-70 網路元件總服務傳輸量

資料來源：研究團隊整理

三. 單位服務之投資成本(CAPEX)經濟折舊

為計算投資成本(CAPEX)之經濟折舊，需先使用每年設備部署總量乘上其每年設備單價，加總得出每年度設備購入金額。之後便可以按照 LRIC 計算公式，結合設備投資成本、WACC 以及總服務量，計算每年的投資費用攤分金額。

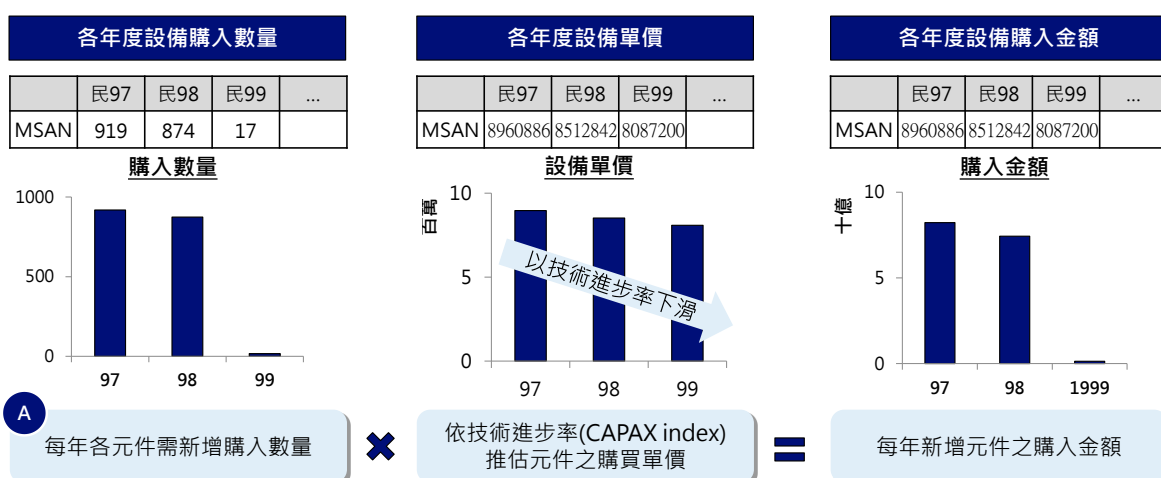


圖 3-71 各年度設備購入金額演算方式

資料來源：研究團隊整理

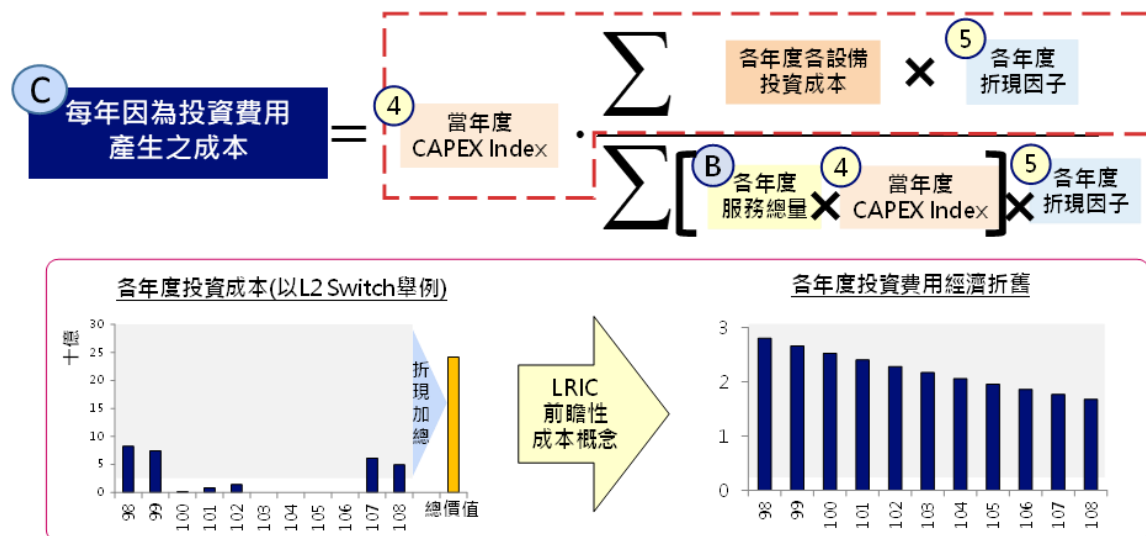


圖 3-72 因購買成本產生之服務成本演算方式

資料來源：研究團隊整理

四. 單位服務之維運成本(OPEX)經濟折舊

為計算維運成本(OPEX)之經濟折舊，需先使用每年設備部署總量乘上維運單價，加總得每年度設備維運總成本。之後按照 LRIC 計算公式，結合設備維運成本、WACC 以及總服務量，計算每年的維運費用所產生之經濟折舊成本。

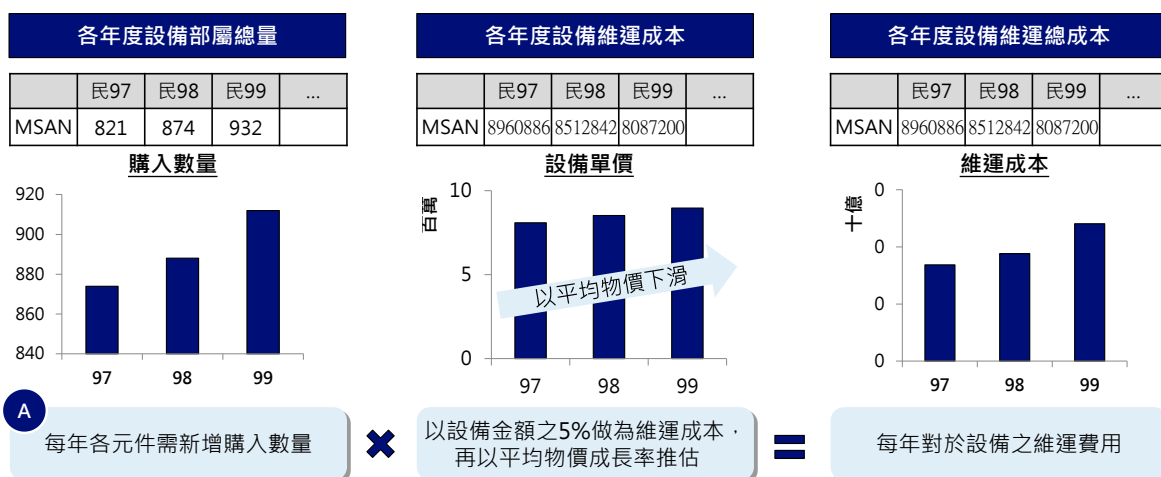


圖 3-73 各年度設備維運總成本演算方式

資料來源：研究團隊整理

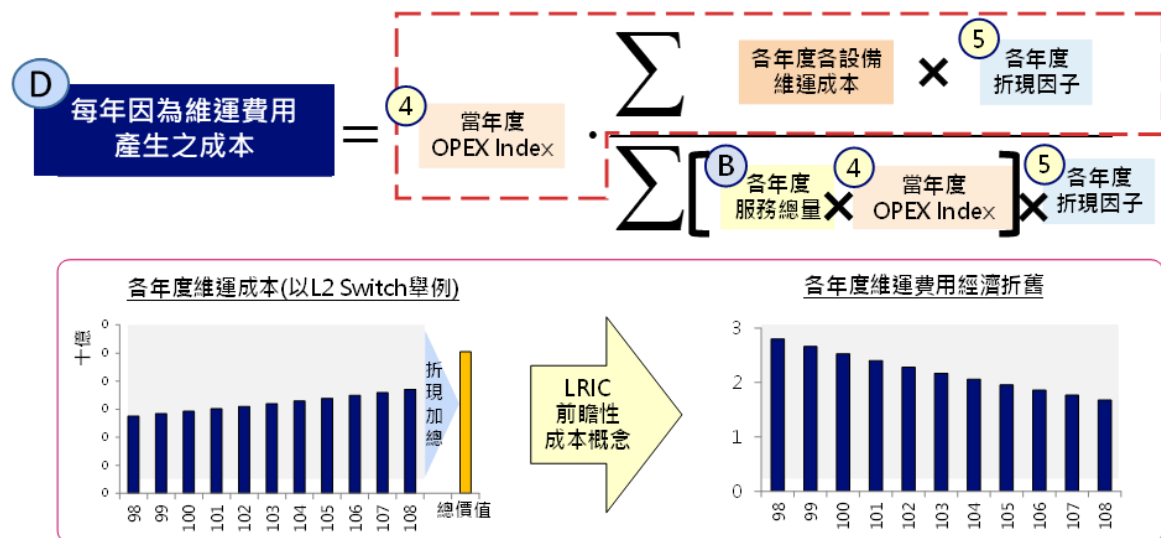


圖 3-74 因維運費用產生之成本演算方式

資料來源：研究團隊整理

五. 服務成本結果計算

加總購買成本與維運成本經過經濟折舊方式計算的現值，再經由因子轉換後，得出各網路技術下各業者之不同類型固網服務之成本。

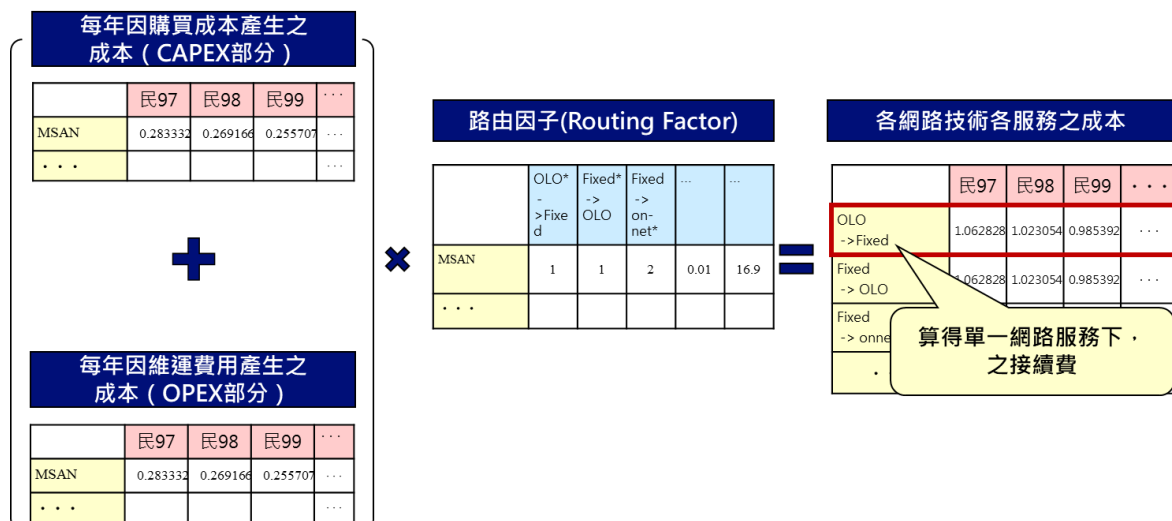


圖 3-75 服務成本結果演算方式

資料來源：研究團隊整理

第八節 採購成本與營運成本設定

本節說明採購成本(CAPEX)、技術進步率(CAPEX Index)、營運成本(OPEX)、營運成本變化率(OPEX Index)之設定。CAPEX Index，代表CAPEX 每年價格因技術進步關係而下降之比例，考慮技術進步率，即相同等級之設備以長期平均來看，每年應會有一定比例之價格跌幅，於此延續行網接續費模型之設定，將網通設備的價格下跌幅度設定為每年 5%。網路元件成本(CAPEX)以挪威與過往我國相關模型的參考價格設定。

OPEX 為維運成本，延續行網接續費模型，設定為 CAPEX 的 5%；OPEX Index 設定按照則依照我國 87 年至 110 年之年平均物價成長率設定為 0.96%，詳細設定見附錄一，第三節部分。

問題十五：

是否同意本模型各項技術參數（如：元件壽命、元件處理效率）與元件成本之設定，對於上述元件技術參數、元件成本之參數設定，若有不同意見，懇請提出相關建議值與其論述。

問題十六：

是否同意沿用行網接續費模型以-5%作為本模型元件技術進步率(CAPEX Index)之參數，是否同意以元件成本之 5%作為我國各項元件的維運成本(OPEX)，對於上述元件成本之參數，若有不同意見，懇請提出相關建議值與其論述。

第九節 加權平均資金成本率設定

根據我國「第一類電信事業會計制度及會計處理準則」以及「第一類電信事業經營者資金成本計算實施要點」第 2 點規定，電信事業整體之加權平均資金成本率(Weight Average Cost of Capital, 以下簡稱 WACC)，應同時考量專案借款利率、一般負債資金成本率及自有資金成本率，並以下圖所示之公式計算。在電信管理法下，法令依據為「市場顯著地位者會計制度及會計處理準則」之附件三，相關會計成本計算規定並無變動。

稅後WACC計算公式

$$WACC_{post-tax} = \frac{E}{D+E} (r_E) + \frac{D}{D+E} (r_D) (1-T)$$

D : 付息負債總額
E : 股東權益總額
 r_E : 權益資金成本率
 r_D : 債務資金成本率
T : 有效所得稅率

參考國際慣例，計算稅前WACC

稅前WACC計算公式

$$WACC_{pre-tax} = WACC_{post-tax} / (1-T)$$

圖 3-76 加權平均資金成本率(WACC)計算公式

資料來源：研究團隊整理

其中 E 為股東權益總額、D 為付息負債總額、 r_E 為權益資金成本率、 r_D 則是債務資金成本率，T 表示所得稅率。權益資金成本率(r_E)有多種計算方式，而我國模型則採國際電信業者間常見作法，透過資本資產定價模型(Capital Asset Pricing Model, 以下簡稱 CAPM)進行計算。

CAPM 用於協助投資人決定資本資產之價值。假設在市場均衡之時，資產要求報酬率與資產市場風險（系統性風險）乃呈現線性關係。此時投資人僅須考慮不可分散的風險（市場風險）對資產要求報酬率之影響，而市場風險係數是用 β 值來衡量。其已假定投資人可作完全多角化的投資來分散可分散的風險（公司特有風險），故此時只有無法分散的風險，才是投資人所關心的風險，因此也只有這些風險，可以獲得風險貼水¹⁶。CAPM 之計算公式，為以無風險的資產報酬率(R_f) 加上對電信產業投資的風險溢酬。電信產業投資的風險溢酬是以投資組合的系統風險之風險係數 β 乘上市場投資風險溢酬($ER_m - R_f$)，其計算式如下圖所示。

¹⁶ 風險貼水 (risk premium) 又稱風險溢酬

CAPM計算公式

$$ER = R_f + \beta \times (ER_m - R_f)$$

ER : 預期報酬率
 ER_m : 市場預期收益率
 R_f : 無風險報酬率

圖 3-77 資本資產定價模型(CAPM)計算公式

資料來源：研究團隊整理

此公式中， β 採用 Bloomberg 資料庫 2 年期調整後 BETA 值¹⁷（104 個樣本點）；預期市場報酬(ER_m)採計 2012 年到 2021 年各年，由當年回推十年的各年臺灣證券交易所編製之「發行量加權股價報酬指數」進行幾何平均；而無風險報酬(R_f)採計中央銀行公布之「十年期政府公債殖利率」¹⁸，並採計中華民國總體統計資料庫（條目：利率統計-資本市場利率-年）之政府公債殖利率數值。將各年度的數值兩者相減，計算當年度之風險溢酬($ER_m - R_f$)，最後再把過去十年計算出的風險溢酬進行算數平均，期能減少股票市場數值浮動造成的誤差。

預期市場報酬 (ER_m)		無風險報酬 (R_f)		風險溢酬 ($ER_m - R_f$)	
計算年分	計算十年報酬率幾何平均	計算年分	年初與年末平均報酬	計算年分	當年數值相減
2012	9.15%	2012	1.21%	2012	7.94%
2013	7.47%	2013	1.53%	2013	5.94%
2014	8.11%	2014	1.61%	2014	6.50%
2015	6.28%	2015	1.38%	2015	4.90%
2016	5.65%	2016	0.89%	2016	4.76%
2017	6.40%	2017	1.05%	2017	5.35%
2018	11.70%	2018	0.96%	2018	10.74%
2019	8.27%	2019	0.72%	2019	7.55%
2020	9.43%	2020	0.43%	2020	9.01%
2021	14.27%	2021	0.45%	2021	13.82%
				算數平均	7.65%

圖 3-78 風險溢酬計算流程

資料來源：研究團隊整理

¹⁷ Bloomberg, Linear adjusted BETA, 2020/1 – 2021/12/31

¹⁸ 中央銀行，政府公債十年期，2011-2021

在計算理想業者之資金成本率時，由於本次模型中，將理想業者設定為具備全國建設，得與市場主導者公平競爭、同時具備規模經濟與效率化網路之假想電信業者。在 WACC 計算時，該公司之資金成本也應對標我國市場主導者。在固網市場有市場主導者的情況之下，WACC 由市場主導者之資金成本率進行計算。將上述參數放入 WACC 進行計算，得出我國固網市場主導者（即中華電信）之 WACC，做為 LRIC 模型當中理想業者之 WACC 使用。

表 3-8 WACC 各項參數計算結果

計算項目	中華電信	資料來源
$r_E (=ER)$	3.460%	(計算)
無風險利率(R_f)	0.445%	10 年期公債殖利率 (民國 110 年)
Adjusted Beta	0.394	Bloomberg DB
風險溢酬(R_m-R_f)	7.651%	10 年(R_m-R_f)算數平均
股東權益 (E)	903,742,576	民國 110 年 12 月 31 日市值
r_D	0.521%	(計算)
利息支付	149,198	民國 110 年報 金融機構+公司債+其他利息費用
付息負債 (D)	28,644,073	民國 109/110 年平均
稅率 (T)	19.259%	(計算)
所得稅費用	8,871,745	民國 110 年報
稅前淨利	46,066,624	民國 110 年報
WACC	3.366%	(計算)
pre-Tax WACC	4.169%	(計算)

資料來源：研究團隊整理

經過帶入參數計算後，於公式可推導出我國理想業者之 WACC 為 4.169%，以此作為固網電路出租成本模型中之 WACC 參數。

問題十七：

是否同意本模型的 WACC 計算方式，是否同意以我國市場主導者之 WACC 數值作為本模型之經濟折舊所使用的折現率？

第四章 電路出租成本模型法規建議條文草案

本計畫團隊依照《電信法》、《電信管理法》之架構，研析是否存在需進行修改之處，並據此作為民國 113 年至民國 117 年（西元 2024 年至西元 2028 年）之電路出租批發價格法源依據，對於相關法規（包含：《電信法》、《電信事業網路互連管理辦法》、《電信管理法》、《市場顯著地位者互連管理辦法》等）進行檢視並且提出相關建議。

於民國 109 年（西元 2020 年）7 月 1 日正式施行的《電信管理法》是我國實施電信監理法規環境之重大變革，與原《電信法》相比，針對電信事業之經營樣態、權益及義務，整體電信市場監理架構多有變更，故研究團隊將據此研議本期新面臨之課題，進行法規層面的探討。整體而言，《電信管理法》大幅鬆綁現有架構制度，旨在降低電信市場經營門檻，使電信市場能開放更多新進業者參與之進而促進市場競爭。

第一節 電路出租批發服務價格監理之法源依據

《電信管理法》因應電信事業更改為登記制度，再無原《電信法》中第一類電信事業與第二類電信事業之分別，此架構之下需重新研擬管制方式。《電信管理法》第 27 條第 1 項中：「為確保電信服務市場有效競爭，主管機關於必要範圍內，得對特定電信服務市場之市場顯著地位者採取特別管制措施。」，對於特定電信事業進行管制規範，主管機關並非直接規範須監管之業者，而是先行認定「特定電信服務市場」，再行認定特定市場內之「市場顯著地位者」，於必要範圍內施行特別管制措施以確保電信服務市場之有效競爭。

就時程而言，《電信管理法》第 83 條第 5 項「自本法施行之日起三年內，尚未申請登記之第一類或第二類電信事業，應由主管機關依原有法令管理。」亦即未換照之第一類或第二類電信事業，仍依照《電信法》進行管理。第 85 條亦規範「本法施行前依《電信法》所公告第一類電信事業市場主導者及其管制措施，於本法施行後至主管機關依本法完成認定市場顯著地位者及採取相關特別管制措施前，主管機關依《電信法》及其

管制措施為之。」則是讓《電信管理法》在完成特定市場認定之前，可沿用《電信法》管制。

盤點目前《電信管理法》子法訂定情形，通傳會於民國 109 年 11 月 26 日已經公告施行《市場顯著地位者認定及解除認定實施辦法》、《市場顯著地位者互連管理辦法》、《市場顯著地位者資費管理辦法》與《市場顯著地位者會計制度及會計處理準則》，已經明確化認定特定電信服務市場與市場顯著地位者的管制流程與方式，以及資費價格的監理措施與會計制度。

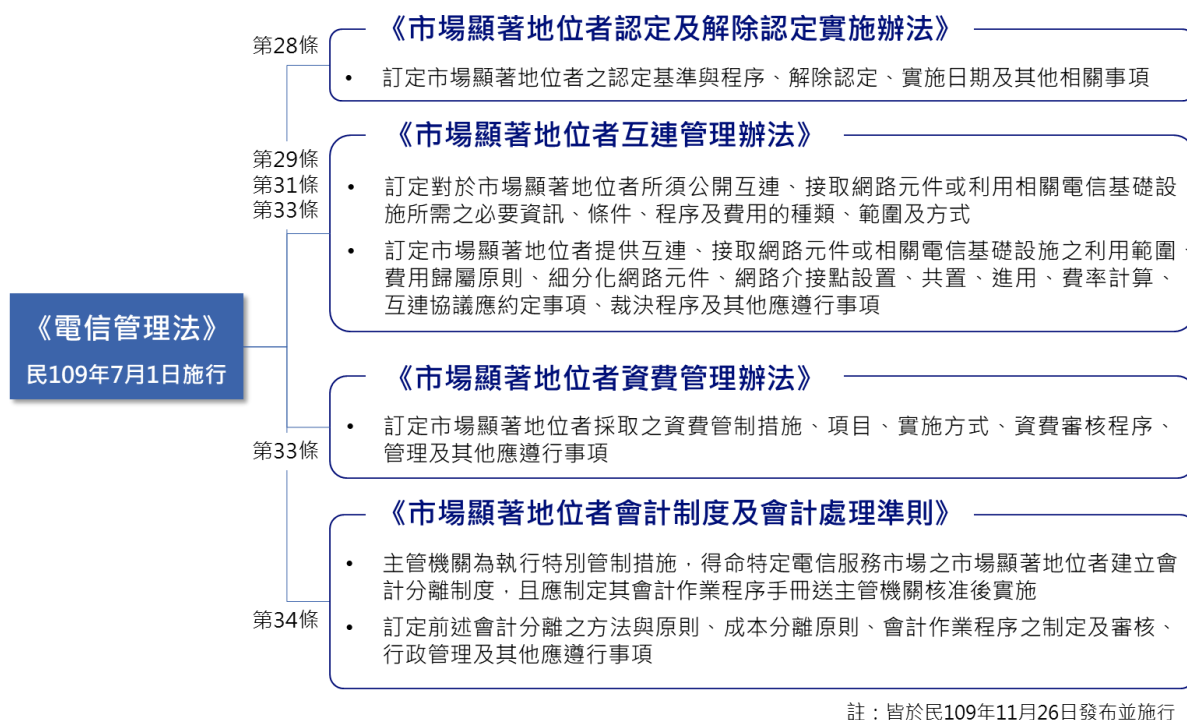


圖 4-1 《電信管理法》市場顯著地位者相關子法
資料來源：通傳會、全國法規資料庫，研究團隊整理

第二節 《電信管理法》下特定市場認定流程

國際上，歐洲監理機關大多依據歐盟執委會（Europe Commission）於民國 91 年（西元 2002 年）所頒佈《電信架構規範（2002 Regulatory Framework）》之架構進行市場認定，透過界定特定市場服務，並規範特定市場具有市場顯著地位（Significant Market Power, SMP）之業者，再進行不對稱管制，頒布針對具有顯著市場力量之市場主導者相關的事前監

管方式（ex-ante Regulation）。歐盟於該架構中指出應依照三個步驟進行市場分析並決定必須進行管制之特定電信市場：定義相關市場(Relevant Markets)、市場分析並辨認顯著市場力量，以及對具有顯著市場力量者進行管制。

《電信管理法》相較於《電信法》放寬對於我國電信市場的整體管制，但仍然可以藉由第 27 條使得特定電信服務市場接受管制，作為電路出租批發服務管制的法源依據。於《電信管理法》第 27 條，主要透過技術及服務之發展程度、於整體電信服務市場之重要性、從事競爭之區域或範圍及該服務之需求或供給替代性、電信服務市場之結構及競爭情形，對於特定電信服務市場進行界定以採取特別管制措施。通傳會於民國 111 年 3 月 23 日委員會議審議通過、4 月 15 日公告「特定電信服務市場 SMP 認定及特別管制措施」，認定五個特定電信服務市場：固定通信網路語音零售服務市場、固定通信網路寬頻零售服務市場、固定通信網路批發服務市場、固定通信網路語音接續市場、行動通信網路語音接續市場，並認定各市場相應的 SMP 業者，後續於採取特別管制措施前，就 SMP 之認定及擬採取管制措施之規劃提出說明，並藉由公聽會以聽取各界意見作為最終決議之參考。

第三節 模型計算結果與法規整合

本模型計算結果是按照各項產品服務籃計算出相關成本，並依照成本變動提出價格調整上限之 X 值，模型分為兩個電路出租類型進行提出，分別為長途電路專線和市內電路專線，而最終產品服務籃設計依照現行電信業者主要之產品類別，依據線路距離和速率進行分類，長途電路專線之距離包含三種（一級、二級、三級）和兩種速率（200 Mbps-1Gbps、>1Gbps）共六種產品類別；而市內電路專線則包含三種距離（0-3 公里、3-20 公里、>20 公里）和三種速率（30-50Mbps、50-300Mbps、300 Mbps-1Gbps）共九種產品類別。

表 4-1 電路出租計算結果產品服務籃

電路出租類型	產品服務籃
長途電路專線	一級, 200 Mbps -1Gbps
	一級, >1Gbps
	二級, 200 Mbps -1Gbps
	二級, >1Gbps
	三級, 200 Mbps -1Gbps
	三級, >1Gbps
市內電路專線	0-3公里, 30-50Mbps
	0-3公里, 50-300Mbps
	0-3公里, 300Mbps-1Gbps
	3-20公里, 30-50Mbps
	3-20公里, 50-300Mbps
	3-20公里, 300Mbps-1Gbps
	>20公里, 30-50Mbps
	>20公里, 50-300Mbps
	>20公里, 300Mbps-1Gbps

資料來源：研究團隊整理

接取網路與核心網路在服務成本計算上作法不同，接取網路將透過分析我國各地區電信業者局端機房至建物範圍之接取線路與相關基礎設施，以抽樣作法回推母體網路佈建規模與成本；核心網路則是依照固網市場服務需求推估出建置依理想網路架構下所需之網路元件數量。網路成

本在計算上皆需考量技術進步率與物價成長率對於設備投資成本與維運成本之影響，並在考量市場整體接取線路數與服務量下，加入經濟折舊概念，以此就不同網路元件個別計算出單位增支成本。由於模型中將設定各網路服務理想傳輸路徑，因此經由路由因子表轉換，可擷取出各網路下與電路出租服務相關之增支成本。

問題十八：

是否同意本次所提出之電路出租服務籃設計（距離、速率）？以及針對資費相關法規之管制是否有建議？

第五章 附錄

第一節 電路出租設計參數設定

本模型主要參考國外挪威與英國電路出租成本模型進行開發，部分參數沿用我國過去已開發之固網網路成本模型之開發概念。本模型羅列網路設備元件參數如下。

表 5-1 TDM 網路設計參數列表

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-TDM-1	RSX	PSTN ports per line card	48	95%	挪威模型
NW-TDM-2		ISDN ports per line card	20	95%	挪威模型
NW-TDM-3		line cards per shelf	18	90%	挪威模型
NW-TDM-4		shelves per rack	3	100%	挪威模型
NW-TDM-5	Local switch	TDM Local Switch BHCA 容量	800,000	80%	挪威模型
NW-TDM-6		TDM Local Switch BHE 容量	1,500	80%	挪威模型
NW-TDM-7		TDM Local Switch 單一節點最小需求數量	1	-	挪威模型
NW-TDM-8	Tandem switch	TDM Tandem Switch BHCA 容量	800,000	80%	挪威模型
NW-TDM-9		TDM Tandem Switch BHE 容量	50,000	80%	挪威模型
NW-TDM-10		TDM Tandem Switch 單一節點最少需求	2	-	挪威模型
NW-TDM-11		TDM 傳輸電路組(Trunk Circuit)	4	-	NRI 設定

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-TDM-12	Media gateway	TDM Media gateway BHE 容量	50,000	80%	挪威模型
NW-TDM-13		TDM 彙接局 國內互連電路組 (Trunk Circuit)	656	-	挪威模型
NW-TDM-14		TDM 長途局 國內互連電路組 (Trunk Circuit)	600	-	挪威模型
NW-TDM-15		TDM Media gateway 單一節點最小需求數量	1	-	挪威模型
NW-TDM-16	E1 線路	E1 線路容量 (BHE)	30	65%	挪威模型
NW-TDM-17		E1 線路速率 (Mbps)	2.048	-	國際標準
NW-TDM-18		E1 線路通話頻寬 (kbps)	95	-	國際標準
NW-TDM-19		Erlang Table column	1	-	挪威模型

資料來源：研究團隊整理

表 5-2 NGN 網路設計參數列表

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGN-1	DSLAM	xDSL ports per line card	48	95%	挪威模型
NW-NGN-2		line cards per shelf	18	90%	挪威模型
NW-NGN-3		shelves per rack	3	100%	挪威模型
NW-NGN-4		1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	75%	挪威模型
NW-NGN-5	MSAN	PSTN ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-6		xDSL ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-7		splitter ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-8		line cards per shelf	16	90%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-9		shelves per rack	3	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-10		1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	70%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-11	NGN DLSAM	PSTN ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-12		xDSL ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-13		FTTx ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-14		splitter ports per line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-15		line cards per shelf	16	90%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-16		shelves per rack	3	100%	挪威、2020 FTR 模型

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGN-17		1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	70%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-18	Layer 2 switch	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	40%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-19		10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	40%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-20		port 備援參數	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-21		ports per 1 GE Line card	48	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-22		ports per 10 GE Line card	12	95%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-23		line cards per chassis	6	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-24	Layer 3 edge router	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	40%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-25		10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	40%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-26		port 備援參數	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-27		ports per 1 GE Line card	4	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-28		ports per 10 GE Line card	2	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-29		line cards per chassis	12	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-30	Border router	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	70%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-31		10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	70%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-32		port 備援參數	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-33		ports per 1 GE Line card	2	100%	挪威、2020 FTR 模型

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGN-34		ports per 10 GE Line card	2	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-35		line cards per chassis	12	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-36	Access SBC	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	75%	葡萄牙模型
NW-NGN-37		1 GE port 備援參數	2	-	葡萄牙模型
NW-NGN-38		1 GE port 雙向參數	2	-	葡萄牙模型
NW-NGN-39		ports per 1 GE Line card	2	-	葡萄牙模型
NW-NGN-40		line cards per chassis	12	-	葡萄牙模型
NW-NGN-41	Core router	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	80%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-42		10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	80%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-43		Core router-Core router 備援參數	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-44		Core router-Core router 雙向參數	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-45		Core router-Core switch port 備援參數	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-46		Core router-Core switch port 雙向參數	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-47		ports per 1 GE Line card	-	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-48		ports per 10 GE Line card	4	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-49		line cards per chassis	8	100%	挪威、2020 FTR 模型

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGN-50	Core switch	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	80%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-51		10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	80%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-52		ports per 1 GE Line card	48	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-53		ports per 10 GE Line card	12	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-54		line cards per chassis	6	100%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-55	Interconnection SBC	1 GE port 傳輸速率 (Mbps)	1,024	60%	葡萄牙模型
NW-NGN-56		10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	60%	葡萄牙模型
NW-NGN-57		ports per 1 GE Line card	2	100%	葡萄牙模型
NW-NGN-58		ports per 10 GE Line card	-	100%	葡萄牙模型
NW-NGN-59		line cards per chassis	2	100%	葡萄牙模型
NW-NGN-60	Trunk gateway	E1 port 容量(E1)	63	50%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-61		1GE port per TGW	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-62	NGN call server	NGN call server BHCA 容量	200,000	90%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-63		NGN call server 單一節點最少需求	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-64		1GE port per NGN call server	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-65	NGN DNS	NGN DNS 單一節點最少需求	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-66		1GE port per NGN DNS	2	-	挪威、2020 FTR 模型

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGN-67	NGN BRAS	寬頻上網用戶同時間在 線比例	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-68		NGN BRAS 可容納用戶 數量	48,000	40%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-69	NGN RADIUS	NGN RADIUS per NGN BRAS	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-70	NGN HSS	NGN HSS 可容納用戶 數量	500,000	75%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-71	NGN VMS	NGN VMS 可容納用戶 數量	5,000,000	75%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-72		NGN VMS 單一節點最 少需求	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-73	IN/VAS	IN/VAS 可容納用戶數 量	1,000,000	80%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-74		IN/VAS 單一節點最 少需求	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-75	WBS	WBS 可容納用戶數量	12,000,000	75%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-76		WBS 單一節點最少需 求	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-77	Clock	時鐘同步設備 (Clock and synchronisation equipment)	27	-	挪威模型
NW-NGN-78	NMS	網路管理設備 (Network Management System, NMS)-Access	1	-	挪威模型
NW-NGN-79		網路管理設備 (Network Management System, NMS)-PSTN	1	-	挪威模型
NW-NGN-80		網路管理設備 (Network Management System, NMS)-NGN Distribution	1	-	挪威模型
NW-NGN-81		網路管理設備 (Network Management System, NMS)-NGN Core	1	-	挪威模型
NW-NGN-82		網路管理設備 (Network Management System, NMS)-SDH	1	-	挪威模型

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGN-83		網路管理設備(Network Management System, NMS)-ROADM	1	-	挪威模型
NW-NGN-84	CWDM	Access CWDM 環路數量	25	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-85		Access CWDM regenerator 數量	9	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-86		Access CWDM transponders per ring	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-87	DWDM	Distribution DWDM 環路數量	8	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-88		Distribution DWDM regenerator 數量	12	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-89		Distribution DWDM transponders per ring	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-90		Core DWDM 10 GE port 傳輸速率 (Mbps)	10,240	60%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-91		Core DWDM 40 GE port 傳輸速率 (Mbps)	40,960	60%	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-92		Core DWDM 10 GE port 所需最小數量	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-93		Core DWDM 40 GE port 所需最小數量	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-94		Core DWDM transponder per wavelength	1	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-95		Core DWDM wavelength per system	40	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-96		Core DWDM TERM system per link	2	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-97		需要 amplifier 的最小距離(Km)	80	-	挪威、2020 FTR 模型
NW-NGN-98		平均 Core ring 距離 (Km)	200	-	挪威、2020 FTR 模型

資料來源：研究團隊整理

表 5-3 NGA 網路設計參數列表

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGA-1	Copper	Copper cable - 2 pairs	2	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-2		Copper cable - 4 pairs	4	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-3		Copper cable - 10 pairs	10	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-4		Copper cable - 20 pairs	20	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-5		Copper cable - 50 pairs	50	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-6		Copper cable - 100 pairs	100	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-7		Copper cable - 200 pairs	200	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-8		Copper cable - 400 pairs	400	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-9		Copper cable - 600 pairs	600	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-10		Copper cable - 800 pairs	800	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-11		xDSL line cards per rack (Central Office)	16	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-12		xDSL Line cards per rack (Remote)	8	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-13	Fiber	Fibre cable - 2 strands	2	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-14		Fibre cable - 12 strands	12	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-15		Fibre cable - 24 strands	24	-	挪威、丹麥模型
NW-NGA-16		Fibre cable - 48 strands	48	-	挪威、丹麥模型

編號	元件	項目名稱	數值	效率	來源
NW-NGA-17		Fibre cable - 96 strands	96	-	挪威、丹麥 模型
NW-NGA-18		Fibre cable - 192 strands	192	-	挪威、丹麥 模型
NW-NGA-19	Other access network parameters	street cabinet 涵蓋戶數	384	-	挪威、丹麥 模型

資料來源：研究團隊整理

第二節 路由因子參數設定

路由因子概念是由於各個網路元件有可能提供包括網外受話、網外發話、及網內發受話、簡訊服務及數據傳輸等服務。在計算的模型系統中，設計將各個網路元件提供各項數據服務分開計算服務比重，整理成路由因子表，作為拆分的依據。

表 5-4 核心網路路由因子表

元件	固接專線	乙太專線	xDSL 傳輸 (直接)	xDSL 傳輸 (間接)	Fiber 傳輸 (直接)	Fiber 傳輸 (間接)
AN - Common - site rental - PSTN	1	2	1	1	1	1
AN - TDM - MDF Split cards	-	-	1	1	-	-
AN - IP - DSLAM line card - xDSL	-	-	1	1	1	1
AN - IP - DSLAM - rack	-	-	1	1	1	1
AN - IP - DSLAM 1GE port - electrical	-	-	1	1	1	1
AN - IP - DSLAM 1GE port - optical	-	-	1	1	1	1
AN - IP - MSAN line card - xDSL	-	-	1	1	1	1
AN - IP - MSAN line card - splitter	-	-	1	1	1	1
AN - IP - MSAN - rack	-	2	1	1	1	1
AN - IP - MSAN 1GE port - electrical	-	2	1	1	1	1
AN - IP - MSAN 1GE port - optical	-	2	1	1	1	1
AN - IP - NGN DSLAM line card - xDSL	-	-	1	1	1	1
AN - IP - NGN DSLAM line card - Fibre	-	-	-	-	1	1
AN - IP - NGN DSLAM line card - splitter	-	-	1	1	-	-
AN - IP - NGN DSLAM - rack	-	2	1	1	1	1
AN - IP - NGN DSLAM 1GE port - electrical	-	2	1	1	1	1
AN - IP - NGN DSLAM 1GE port - optical	-	2	1	1	1	1

元件	固接專線	乙太專線	xDSL 傳輸 (直接)	xDSL 傳輸 (間接)	Fiber 傳輸 (直接)	Fiber 傳輸 (間接)
AN - IP - Layer 2 switch - 48x1GE line card	-	2	1	1	1	1
AN - IP - Layer 2 switch - 1 GE optical adaptor	-	2	1	1	1	1
AN - IP - Layer 2 switch - 12x10GE line card	-	2	1	1	1	1
AN - IP - Layer 2 switch - Chassis	-	2	1	1	1	1
AN - IP - Layer 3 edge router - 4x1GE line card	-	2	1	1	1	1
AN - IP - Layer 3 edge router - 2x10GE line card	-	2	1	1	1	1
AN - IP - Layer 3 edge router - Chassis	-	2	1	1	1	1
Access transmission - Submarine fibre cables (km)	1	2	1	1	1	1
Access transmission - Terrestrial fibre cables (km)	1	2	1	1	1	1
Access transmission - Wireless trasmission	1	2	1	1	1	1
Access transmission - ODF (12-Fibre)	1	2	1	1	1	1
Access transmission - Digital Cross Connet System	1	-	-	-	-	-
Access transmission- SDH - E1 Terminal	1	-	-	-	-	-
Access transmission- SDH - E3 Terminal	1	-	-	-	-	-
Access transmission - SDH - STM-0 ADM	1	-	-	-	-	-
Access transmission - SDH - STM-1 ADM	1	-	-	-	-	-
Access transmission - SDH - STM-4 ADM	1	-	-	-	-	-
Access transmission - SDH - STM-16 ADM	1	-	-	-	-	-
Access transmission - SDH - STM-64 ADM	1	-	-	-	-	-
Access transmission - CWDM - OADM	-	2	1	1	1	1
Access transmission - CWDM - 1GE transponder	-	2	1	1	1	1

元件	固接專線	乙太專線	xDSL 傳輸 (直接)	xDSL 傳輸 (間接)	Fiber 傳輸 (直接)	Fiber 傳輸 (間接)
Access transmission - CWDM - 10GE transponder	-	2	1	1	1	1
Access transmission - CWDM - TERM	-	2	1	1	1	1
DN - Common - site rental - PSTN	1	2	1	2	1	2
DN - IP - Border router - 2x1GE line card	-	2	1	2	1	2
DN - IP - Border router - 2x10GE line card	-	2	1	2	1	2
DN - IP - Border router - Chassis	-	2	1	2	1	2
Distribution transmission - Submarine fibre cables (km)	1	2	1	2	1	2
Distribution transmission - Terrestrial fibre cables (km)	1	2	1	2	1	2
Distribution transmission - ODF (48-Fibre)	1	2	1	2	1	2
Distribution transmission - Digital Cross Connet System	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission- SDH - E1 Terminal	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission- SDH - E3 Terminal	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission - SDH - STM-0 ADM	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission - SDH - STM-1 ADM	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission - SDH - STM-4 ADM	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission - SDH - STM-16 ADM	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission - SDH - STM-64 ADM	1	-	-	-	-	-
Distribution transmission - DWDM - OADM	-	2	1	2	1	2

元件	固接專線	乙太專線	xDSL 傳輸 (直接)	xDSL 傳輸 (間接)	Fiber 傳輸 (直接)	Fiber 傳輸 (間接)
Distribution transmission - DWDM - 1GE transponder	-	2	1	2	1	2
Distribution transmission - DWDM - 10GE transponder	-	2	1	2	1	2
Distribution transmission - DWDM - TERM	-	2	1	2	1	2
CN - Common - site rental - PSTN	1	2	1	2	1	2
CN - IP - Core router 1GE line card	-	2	1	2	1	2
CN - IP - Core router 10GE line card	-	2	1	2	1	2
CN - IP - Core router chassis	-	2	1	2	1	2
CN - IP - Core switch 1GE line card	-	-	1	1	1	1
CN - IP - Core switch 10GE line card	-	-	1	1	1	1
CN - IP - Core switch chassis	-	-	1	1	1	1
CN - IP - NGN DNS	-	-	1	1	1	1
CN - IP - BRAS	-	-	1	1	1	1
CN - IP - RADIUS	-	-	1	1	1	1
CN - Common - Clock anc Synchronisation equipment	1	1	1	1	1	1
CN - Common - Network Management System	1	1	1	1	1	1
Core transmission - Terrestrial fibre cables (km)	1	1	-	1	-	1
Core transmission - ODF (96 Fibre)	1	1	-	1	-	1
Core transmission - Digital Cross Connect System	1	-	-	-	-	-
Core transmission- SDH - E1 Terminal	1	-	-	-	-	-
Core transmission- SDH - E3 Terminal	1	-	-	-	-	-
Core transmission - SDH - STM-0 ADM	1	-	-	-	-	-
Core transmission - SDH - STM-1 ADM	1	-	-	-	-	-

元件	固接專線	乙太專線	xDSL 傳輸 (直接)	xDSL 傳輸 (間接)	Fiber 傳輸 (直接)	Fiber 傳輸 (間接)
Core transmission - SDH - STM-4 ADM	1	-	-	-	-	-
Core transmission - SDH - STM-16 ADM	1	-	-	-	-	-
Core transmission - SDH - STM-64 ADM	1	-	-	-	-	-
Core transmission - DWDM OADM	-	1	-	1	-	1
Core transmission - DWDM 40GE Transponders	-	1	-	1	-	1
Core transmission - DWDM signal amplifier	-	1	-	1	-	1

資料來源：研究團隊整理

表 5-5 接取網路路由因子表

元件	固接專線	乙太專線	CTTH/ADS L	FTTC/VDS L	FTTB	FTTH-PON
Access.CO-DP copper.Copper cable - 200 pairs.length	1	-	1	-	-	-
Access.DP-FDP copper.Copper cable - 200 pairs.length	1	-	1	1	-	-
Access fibre.Fibre cable - 96 strands (CO- DP).length	-	-	-	-	1	1
Access fibre.Fibre cable - 24 strands (DP- FDP).length	-	-	-	-	1	1
Access fibre.Fibre duct - Standard (DP- FDP).length	-	1	-	-	1	1
Access fibre.Fibre duct - Standard (CO-DP).length	-	1	-	-	1	1
Access fibre.Fibre splitter (1:32).# of splitters	-	1	-	-	1	1
Access Street Cabinet - 384 subscribers.# of cabinets	-	1	-	1	1	1
Civil infrastructure.Copper trenches (copper cable).length	1	-	1	1	-	-
Civil infrastructure.Fibre trenches (CO-DP).length	-	-	-	-	1	1
Civil infrastructure.Fibre trenches (DP- FDP).length	-	-	-	-	1	1
leased- Access.copper.Copper cable - 200 pairs.length	1	-	-	-	-	-
PTP-Access fibre.Fibre cable - 96 strands.length	1	1	-	-	-	-

資料來源：研究團隊整理

第三節 CAPEX 與 OPEX 參數設定

本節說明採購成本(CAPEX)、技術進步率(CAPEX Index)、營運成本(OPEX)、營運成本變化率(OPEX Index)之設定。

CAPEX Index，代表 CAPEX 每年價格因技術進步關係而下降之比例，考慮技術進步率，即相同等級之設備以長期平均來看，每年應會有一定比例之價格跌幅，於此延續行網接續費模型之設定，將網通設備的價格下跌幅度設定為每年 5%。網路元件成本(CAPEX)以挪威與葡萄牙模型的參考價格設定，交換機設備按照行網接續費模型之交換機價格設定。

OPEX 為維運成本，延續行網接續費模型，設定為 CAPEX 的 5%；OPEX Index 設定按照則依照我國 87 年至 110 年之年平均物價成長率設定為 0.96%，詳細設定數值於本節後方段落表列說明。

表 5-6 網路元件成本參數列表

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-1	site rental – 市內 局	100	-	-	6,500,000	0.96%	2019 行網 接續費模型
NWP-2	RSX line card- PSTN	10	18,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-3	RSX line card- ISDN	10	18,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-4	RSX rack	10	1,350,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-5	MDF Split cards	10	300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-6	DSLAM line card-xDSL	8	18,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-7	DSLAM-rack	8	435,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-8	DSLAM 1GE port-electrical	8	6,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-9	DSLAM 1GE port-optical	8	60,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-10	MSAN line card- PSTN	8	15,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-11	MSAN line card- xDSL	8	120,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-12	MSAN line card- splitter	8	300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-13	MSAN rack	8	675,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-14	MSAN 1GE port- electrical	8	6,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-15	MSAN 1GE port- optical	8	60,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-16	NGN DSLAM line card-PSTN	8	21,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-17	NGN DSLAM line card-xDSL	8	21,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-18	NGN DSLAM line card-Fibre	8	25,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-19	NGN DSLAM line card-splitter	8	300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-20	NGN DSLAM- rack	8	210,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-21	NGN DSLAM 1GE port- electrical	8	6,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-22	NGN DSLAM 1GE port-optical	8	60,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-23	Local Switch chassis / processor	10	16,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-24	Local Switch switchblock	10	6,600,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-25	Local Switch software	10	1,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-26	Layer 2 switch- 48x1GE line card	8	75,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-27	Layer 2 switch-1 GE optical adaptor	8	75,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-28	Layer 2 switch- 12x10GE line card	8	225,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-29	Layer 2 switch- Chassis	8	225,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-30	Layer 3 edge router-4x1GE line card	8	150,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-31	Layer 3 edge router-2x10GE line card	8	750,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-32	Layer 3 edge router-Chassis	8	150,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-33	Access transmission- Submarine fibre cables (km)	10	255,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-34	Access transmission- Terrestrial fibre cables (km)	20	36,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-35	Access transmission- Wireless trasmission	10	4,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-36	Access transmission- ODF (12-Fibre)	10	15,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-37	Access transmission- Digital Cross Connet System	8	255,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-38	Access transmission-E1 Terminal	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-39	Access transmission-E3 Terminal	8	45,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-40	Access transmission-STM-0 ADM	8	120,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-41	Access transmission-STM-1 ADM	8	1,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-42	Access transmission-STM-4 ADM	8	4,300,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-43	Access transmission-STM-16 ADM	8	12,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-44	Access transmission-STM-64 ADM	8	28,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-45	Access transmission-OADM	8	1,830,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-46	Access transmission-1GE transponder	5	105,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-47	Access transmission-10GE transponder	5	231,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-48	Access transmission-TERM	8	1,830,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-49	site rental – 彙接局	100	-	-	13,000,000	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-50	Tandem Switch chassis / processor	8	50,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-51	Tandem Switch switchblock	8	6,600,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-52	Tandem Switch software	8	30,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-53	Media Gateway	8	24,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-54	Interconnection E1s	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-55	Border router-2x1GE line card	8	100,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-56	Border router-2x10GE line card	8	750,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-57	Border router-Chassis	8	150,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-58	Access SBC-2x1GE line card	8	1,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-59	Access SBC-Chassis	8	3,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-60	Distribution transmission-Submarine fibre cables (km)	10	255,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-61	Distribution transmission-Terrestrial fibre cables (km)	20	36,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-62	Distribution transmission-ODF (48-Fibre)	10	36,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-63	Distribution transmission-Digital Cross Connet System	8	600,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-64	Distribution transmission-E1 Terminal	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-65	Distribution transmission-E3 Terminal	8	45,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-66	Distribution transmission-STM-0 ADM	8	120,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-67	Distribution transmission-STM-1 ADM	8	2,200,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-68	Distribution transmission-STM-4 ADM	8	5,100,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-69	Distribution transmission-STM-16 ADM	8	13,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-70	Distribution transmission-STM-64 ADM	8	34,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-71	Distribution transmission-OADM	8	3,700,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-72	Distribution transmission-1GE transponder	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-73	Distribution transmission-10GE transponder	8	330,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-74	Distribution transmission-TERM	8	3,700,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-75	site rental – 核心局	100	-	-	13,000,000	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-76	Toll Switch chassis / processor	8	50,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-77	Toll Switch switchblock	8	6,600,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-78	Toll Switch software	8	30,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網接續費模型
NWP-79	Media Gateway	8	24,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-80	Interconnection E1s	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-81	Core router 1GE line card	8	330,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-82	Core router 10GE line card	8	3,300,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-83	Core router chassis	8	4,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-84	Core switch 1GE line card	8	110,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-85	Core switch 10GE line card	8	330,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-86	Core switch chassis	8	1,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-87	Interconnection SBC 1GE line card	8	900,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-88	Interconnection SBC 10GE line card	8	-	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-89	Interconnection SBC chassis	8	3,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-90	Interconnection TGW E1 port	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-91	Interconnection TGW	8	1,200,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-92	NGN Call server	8	150,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-93	NGN DNS	8	750,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-94	BRAS	8	3,300,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-95	RADIUS	8	750,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-96	HSS	8	30,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-97	VMS	8	18,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-98	IN/VAS	8	150,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-99	WBS	8	60,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-100	Clock and Synchronisation equipment	8	10,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-101	Network Management System	8	450,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-102	Core transmission- Terrestrial fibre cables (km)	10	36,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-103	Core transmission- ODF (96 Fibre)	10	60,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-104	Core transmission- Digital Cross Connect System	8	1,950,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-105	STM-4 ATM Card	8	285,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-106	Core transmission-E1 Terminal	8	33,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-107	Core transmission-E3 Terminal	8	45,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-108	Core transmission- STM-0 ADM	8	120,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-109	Core transmission- STM-1 ADM	8	2,200,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網 接續費模型
NWP-110	Core transmission- STM-4 ADM	8	5,100,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網 接續費模型
NWP-111	Core transmission- STM-16 ADM	8	13,500,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網 接續費模型
NWP-112	Core transmission- STM-64 ADM	8	34,000,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	2019 行網 接續費模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWP-113	Core transmission OADM	8	2,625,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-114	Core transmission 40GE Transponders	8	525,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型
NWP-115	Core transmission signal amplifier	8	1,560,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威、2020 FTR 模型

資料來源：研究團隊整理

表 5-7 接取網路元件成本參數列表

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWA-1	Access fibre.Fibre drop cable.length	35	71,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-2	Access fibre.Internal installation.# of installations	35	7,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-3	Access fibre.Fibre cable - 2 strands (DP- FDP).length	35	42,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-4	Access fibre.Fibre cable - 12 strands (DP- FDP).length	35	41,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-5	Access fibre.Fibre cable - 24 strands (DP- FDP).length	35	52,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-6	Access fibre.Fibre cable - 48 strands (DP- FDP).length	35	88,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-7	Access fibre.Fibre cable - 96 strands (DP- FDP).length	35	90,600	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWA-8	Access fibre.Fibre cable - 192 strands (DP- FDP).length	35	158,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-9	Access fibre.Fibre cable - 2 strands (CO- DP).length	35	71,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-10	Access fibre.Fibre cable - 12 strands (CO- DP).length	35	55,600	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-11	Access fibre.Fibre cable - 24 strands (CO- DP).length	35	71,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-12	Access fibre.Fibre cable - 48 strands (CO- DP).length	35	64,200	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-13	Access fibre.Fibre cable - 96 strands (CO- DP).length	35	88,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-14	Access fibre.Fibre cable - 192 strands (CO- DP).length	35	110,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-15	Access fibre.Fibre PDP - out 48 strands.# of DPs	30	79,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-16	Access fibre.Fibre PDP - out 192 strands.# of DPs	30	52,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-17	Access fibre.Fibre PDP - out 576 strands.# of DPs	30	126,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-18	Access fibre.Fibre PDP - out 1152 strands.# of DPs	30	251,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-19	Access fibre.Fibre SDP - out 48 strands.#	30	62,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
	of DPs						
NWA-20	Access fibre.Fibre SDP - out 192 strands.# of DPs	30	94,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-21	Access fibre.Fibre SDP - out 576 strands.# of DPs	30	104,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-22	Access fibre.Fibre SDP - out 1152 strands.# of DPs	30	229,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-23	Access fibre.Fibre splitter (1:32).# of splitters	30	15,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-24	Access fibre.Fibre joint - 2 strands.# of joints	35	14,600	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-25	Access fibre.Fibre joint - 4 strands.# of joints	35	19,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-26	Access fibre.Fibre joint - 12 strands.# of joints	35	15,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-27	Access fibre.Fibre joint - 24 strands.# of joints	35	23,200	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-28	Access fibre.Fibre joint - 48 strands.# of joints	35	41,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-29	Access fibre.Fibre joint - 96 strands.# of joints	35	40,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-30	Access fibre.Fibre joint - 192 strands.# of joints	35	62,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWA-31	Access fibre.Fibre duct - Standard (DP- FDP).length	35	119,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-32	Access fibre.Fibre duct - Standard (CO- DP).length	35	139,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-33	Access fibre.Fibre duct - Final SDU drop.length	35	29,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-34	Access fibre.Fibre - MDU equipment.# of MDUs	30	27,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-35	Access fibre.GPON OLT rack.# of racks	8	107,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-36	Access fibre.GPON OLT card.# of cards	8	122,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-37	Access fibre.GPON OLT port.# of ports	8	1,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-38	Access fibre.PTP MSAN rack.# of racks	8	138,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-39	Access fibre.PTP MSAN card.# of cards	8	49,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-40	Access fibre.PTP MSAN port.# of ports	8	800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-41	Access fibre.ODF - 500 lines.# of ODFs	20	271,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-42	Access fibre.ODF - 1000 lines.# of ODFs	20	525,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-43	Access fibre.ODF - 2000 lines.# of ODFs	20	1,350,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWA-44	Access fibre.ODF - 5000 lines.# of ODFs	20	2,769,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-45	Access fibre.ODF - 10000 lines.# of ODFs	20	4,057,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-46	Access fibre.ODF - 20000 lines.# of ODFs	20	9,197,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-47	Access copper.Copper Street Cabinet - 192 subscribers.# of cabinets	20	80,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-48	Access copper.Copper Street Cabinet - 384 subscribers.# of cabinets	20	113,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-49	Access copper.Copper drop cable.length	35	71,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-50	Access copper.Copper cable - 2 pairs.length	35	55,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-51	Access copper.Copper cable - 4 pairs.length	35	71,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-52	Access copper.Copper cable - 10 pairs.length	35	63,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-53	Access copper.Copper cable - 20 pairs.length	35	93,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-54	Access copper.Copper cable - 50 pairs.length	35	154,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-55	Access copper.Copper cable - 100 pairs.length	35	161,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWA-56	Access copper.Copper cable - 200 pairs.length	35	351,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-57	Access copper.Copper cable - 400 pairs.length	35	389,200	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-58	Access copper.Copper cable - 600 pairs.length	35	617,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-59	Access copper.Copper cable - 800 pairs.length	35	1,275,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-60	Access copper.Copper duct - standard.length	35	157,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-61	Access copper.Copper DP - 5 pairs.# of DPs	20	3,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-62	Access copper.Copper DP - 10 pairs.# of DPs	20	2,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-63	Access copper.Copper DP - 20 pairs.# of DPs	20	6,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-64	Access copper.Copper DP - 50 pairs.# of DPs	20	11,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-65	Access copper.Copper DP - 100 pairs.# of DPs	20	20,600	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-66	Access copper.Copper DP - 500 pairs.# of DPs	20	54,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-67	Access copper.Copper DP - 1000 pairs.#	20	91,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
	of DPs						
NWA-68	Access copper.Copper DP - 2000 pairs.# of DPs	20	114,600	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-69	Access copper.Copper joint - 10 pairs.# of joints	35	2,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-70	Access copper.Copper joint - 50 pairs.# of joints	35	3,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-71	Access copper.Copper joint - 100 pairs.# of joints	35	3,200	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-72	Access copper.Copper joint - 300 pairs.# of joints	35	4,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-73	Access copper.MDF - 250 subscribers.# of MDF	20	64,600	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-74	Access copper.MDF - 500 subscribers.# of MDF	20	98,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-75	Access copper.MDF - 2000 subscribers.# of MDF	20	246,900	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-76	Access copper.MDF - 12000 subscribers.# of MDF	20	860,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-77	Access copper.MDF - 48000 subscribers.# of MDF	20	4,754,700	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
NWA-78	Access copper.MSAN - Rack (Remote).# of racks	8	216,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-79	Access copper.MSAN - Rack (Central Office).# of racks	8	68,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-80	Access copper.MSAN - xDSL Card .# of cards	8	26,100	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-81	Access copper.MSAN - Port.# of ports	8	90	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-82	Access copper.Fibre Cable.length	35	72,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-83	Access copper.Copper - MDU equipment.# of MDUs	35	23,000	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-84	Civil infrastructure.Co pper trenches (copper cable) - Suburban.length	35	1,027,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-85	Civil infrastructure.Co pper trenches (fibre cable) - Suburban.length	35	1,027,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-86	Civil infrastructure.Co pper trenches - Road crossings.length	35	2,012,400	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-87	Civil infrastructure.Fib re trenches (DP- FDP) - Suburban.length	35	1,641,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-88	Civil infrastructure.Fib re trenches (CO- DP) -	35	1,417,500	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

編號	項目名稱	壽命 (年)	2021 CAPEX (新臺幣元)	CAPEX Index	2021OPEX (新臺幣元)	OPEX Index	來源
	Suburban.length						
NWA-89	Civil infrastructure.Fibre trenches (DP- FDP) - Road crossings.length	35	2,921,800	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-90	Civil infrastructure.Joi nting hole - Copper.# of holes	35	14,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-91	Civil infrastructure.Ma nhole - Copper.# of holes	35	37,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-92	Civil infrastructure.Joi nting hole - Fibre.# of holes	35	14,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-93	Civil infrastructure.Ma nhole - Fibre.# of holes	35	37,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-94	Civil infrastructure.Joi nting hole - Coax.# of holes	35	14,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型
NWA-95	Civil infrastructure.Ma nhole - Coax.# of holes	35	37,300	-5.0%	5% of CAPEX	0.96%	挪威模型

資料來源：研究團隊整理