

國立成功大學
交通管理科學研究所
碩士論文

知識經濟對電信生產力及效率的影響

研究生：楊靜婷

指導教授：王小娥 博士

中華民國九十二年七月

國立成功大學
碩士論文

知識經濟對電信生產力及效率的影響

研究生：楊靜婷

本論文業經審查及口試合格特此證明
論文考試委員

陳文宇 凌瑞賢 廖俊雄 翁明敏

指導教授：王小姐

系(所)主管：陳君高

中華民國九十二年七月四日

摘要

電信是推動知識經濟不可或缺的重要產業，其經營效率的提昇不僅可提供價廉質美之服務，亦可透過產業關聯、促進產業知識經濟化進而帶動國家經濟成長，因此電信生產力、效率受哪些因素影響為重要的研究課題。電信為一高科技產業，必須仰賴大量知識投入，特別是在政府管制解除後，業者更須藉由知識資本累積創新潛力、誘導產出/投入品質的改善以及技術的進步來提昇經營效率。本研究即企圖探討電信產業生產力及效率的變化到底係來自知識的累積、創新誘導品質之改善，抑或來自管制之解除，或二者之混合影響。首先利用隨機邊界(SFA)法，並採用更為彈性化之 translog 生產函數之模式設定，進行中華電信 1968-2002 年整體固網電話及國際電話業務、1981-2002 年市內電話及長途電話業務之技術變動、技術效率之衡量，其中並包含考量影響技術效率因子之模式，之後則進一步建構迴歸模型探討影響技術變動因子。

實證結果顯示：1) 交換機數位化比例、線路光纖化比例以及國際直撥通話比例等技術因子對於整體與各固網電話業務之技術進步有顯著正面影響。2) 員工教育程度的提升、研發及訓練設備投資比例增加以及年資有促使市內電話業務技術進步之效果；研發及訓練設備投資比例、研發人力比例則分別對長途電話業務、國際電話業務有顯著正面影響，顯示知識經濟在電信生產力提升中扮演著重要的角色。3) 在解除管制政策方面，長途電話受到 1997 年行動電話業務開放的影響，其生產力成長率在 1997 年後明顯下降。4) 在 2000 年實施價格上限管制後，中華電信以大幅調降國際電話費率作為因應 2001 年新固網業者加入競爭的策略，故國際電話生產力成長率在 2000 年後顯著下降。

關鍵詞：電信產業、生產力及效率、隨機邊界分析法

Abstract

Telecommunications is an important knowledge-based industry. The importance of its productivity and efficiency can not only provide better services but also promote the economic development through inter-industrial relationships. Therefore, the current performance of our telecommunication industry in terms of productivity and efficiency, as well as the underlying factors which influence the productivity and efficiency become urgent tasks needed to be carefully investigated. Telecommunications is a high-tech industry based on huge knowledge inputs, especially when facing the rising competition after its liberalization; operators must accumulate more knowledge capital to induce the quality improvement of outputs and inputs to promote operations efficiency. This study thus tries to investigate the role of knowledge-based economics and deregulation policies on the productivity and efficiency change in Taiwan telecommunication. We employ stochastic frontier analysis(SFA)and specify flexible translog production function to estimate the technical change and technical efficiency of Chunghwa Telecom's(CHT) ; 1968-2002 fixed-network telephone and international telephone, local telephone(1981-2002) and toll telephone(1981-2002). The SFA models also take the factors which influence efficiency into account, and then construct regression models to analyze the factors that effect the technical change.

The empirical results show that: 1) The percentage of digital switch, optical fiber, international direct dial telephone has positive effects on the technical change of fixed-network telephones. 2) Enhance the degree of education, the investment of research and training equipment and working experience can promote the technical progress of the local telephone. Increase the investment of research and training equipment and the hire of research labors can enhance the technical change of the toll telephone and the international telephone respectively. 3)The deregulation policy in 1996 allowed the introduction of competition in the mobile telephone which caused the significant decrease of productivity in the toll telephone. 4) After performing the price-cap regulation in 2000, CHT adopted the preferential price strategy in

international telephone in response to the deregulation of the fixed-network which also caused the decreased of productivity in international telephone.

Key Words: Telecommunication Industry, Productivity and Efficiency, Stochastic Frontier Analysis (SFA).

誌謝

終於走到終點了，另一個起點的開始。

感謝這一路陪著我走過來的所有人，永遠充滿熱情的恩師小娥老師，讓我明白認真的女人真的最美麗，謝謝您不斷地鼓勵我要精益求精，使我學會了做事正確的態度—認真負責，勇於突破與創新，這也是我研究所生涯中所獲得最大的收穫，對於您的教誨我永遠謹記於心。謝謝擔任論文審查委員的各位老師—做事有原則的讓我覺得很崇拜的凌瑞賢老師、親和力一百分的廖俊雄老師、真的很年輕有為的游明敏老師以及「混」幽默風趣的陳文字老師，真的非常感謝您們所提供的寶貴意見。

在進行論文的過程中最大的困難之一就是在於資料收集的不易，因此實在非常感謝中華電信給予非常大的幫助，感謝行銷處冷台芬處長、副處長，熱心幫忙安排訪問行程的林管理師、劉慶隆先生，在百忙之中還常抽空詳細回答我的問題的周科長，給予我有關電信科技方面很多指導的網路處邱工程師，總是笑臉迎人、和藹可親的會計處吳科長、白組長以及資訊處陳科長，如果沒有您們的協助，論文就無法順利進行，再次感謝您們!!

另外，謝謝 404 & 406 研究室裡的每個人，你們給我像家一樣的溫暖—笑容如陽光般燦爛的志文學長，「鏘鏘」!!、一見她就會充滿活力的 yy 學姐、身邊總是圍著一群女生卻都還沒死會的迷迷學長宥欽和彥青學長、看起來永遠只有十八歲的雪萍學姐，以及總是帶給研究室歡樂的小學妹們素梅、秀亞及瑤清，當然還有一起努力奮鬥的同學—忠厚老實卻很喜歡辣妹的忠岳、電腦總是只聽他的話的嘉升以及常常一起熬夜互相鼓勵的阿芳。

還要再謝謝一起度過這兩年的好朋友，我的好姊妹們小真、詩怡、珮珮、阿芳，一起去大陸實習培養出革命情感的蘭雀、佩芸、美鳳，還有忠岳、柏彰、清喬、淼江、志鴻，以及雖然分隔數地卻會常常一起出來吃飯聊天的逸君、洋鼎、小朱，當然還有很多的同學，我只想說認識你們，真好!!

最後我要感謝的是一直鼓勵我完成學業總是給予我無限關懷與包容的父母與家人，家，真的是永遠最好的避風港，還要感謝總是在背後默默支持我的東杰，真的謝謝大家!!

楊靜婷 2003 年暑期 於成大交管

目錄

第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	4
1.3 研究範圍.....	4
1.4 研究限制.....	4
1.5 研究方法.....	5
1.6 研究流程.....	5
第二章 文獻回顧.....	8
2.1 電信事業背景簡介.....	8
2.1.1 固網產業特性.....	8
2.1.2 我國電信改革政策.....	10
2.1.3 我國電信發展回顧.....	13
2.1.4 電信技術發展.....	14
2.1.5 固網電話業者營運概況.....	22
2.2 生產力、效率衡量方法.....	27
2.2.1 生產力與效率.....	27
2.2.2 衡量方法.....	28
2.3 電信生產力、效率及知識經濟指標相關文獻.....	32
2.3.1 電信生產力、效率實證文獻.....	32
2.3.2 知識經濟指標相關文獻 ⁷	45
第三章 研究方法.....	49
3.1 研究方法的選擇.....	49
3.2 生產力、效率衡量模式.....	50
3.2.1 產出及投入變數的設定.....	50
3.2.2 SFA 模型設定.....	51
3.2.3 生產力的估計與分解.....	53
3.3 影響生產力、效率因子的設定.....	55
第四章 資料分析.....	59
4.1 資料來源.....	59
4.2 產出、投入變數資料分析.....	61
4.2.1 產出變數資料分析.....	61
4.2.2 投入變數資料分析.....	63
4.3 偏要素生產力分析.....	69
4.4 知識經濟變數資料分析.....	71
4.4.1 人力資本分析.....	71
4.4.2 顧客資本分析.....	72

4.4.3 創新資本分析.....	72
4.4.4 流程資本分析.....	74
4.4.5 技術因子分析.....	75
第五章 實證分析.....	77
5.1 SFA 衡量結果.....	77
5.1.1 SFA 估計結果.....	77
5.1.2 生產力成長率、技術變動率及技術效率變動率衡量結果.....	79
5.2 一般迴歸衡量結果.....	90
第六章 結論與建議.....	93
6.1 結論.....	93
6.2 建議.....	94
6.2.1 對電信業者之建議.....	94
6.2.2 對電信政策之建議.....	95
6.2.3 對後續研究之建議.....	96

圖目錄

圖 1-1	研究流程	7
圖 2-1	PSTN 架構圖示.....	15
圖 2-2	(a)用戶間相連 (b) 交換機引入	16
圖 2-3	國際電話費率調降情形	23
圖 2-4	國際去分鐘數成長趨勢	24
圖 2-5	我國主要電信營收比	25
圖 2-6	中華電信與新固網業者收益與通話數比例	26
圖 2-7	單位等量曲線圖	29
圖 4-1	固網電話收入情形	62
圖 4-2	國際電話去話分鐘數	63
圖 4-3	固網電話、市內電話員工數	65
圖 4-4	國際電話、長途電話員工數	65
圖 4-5	市話、長話交換機數	66
圖 4-6	市內電話纜線公里數	67
圖 4-7	長途電話纜線公里數	67
圖 4-8	長途電話電路數	68
圖 4-9	國際電話電路數	68
圖 4-10	員工平均年資變化情形	72
圖 4-11	員工高學歷百分比.....	72
圖 4-12	各年研發人力比例、擴充研發及訓練設備比例支出	73
圖 4-13	各年申請專利數	73
圖 4-14	人力精簡速度	75
圖 4-15	市話、長話數位化比例	75
圖 4-16	參與海纜投資速度	76
圖 4-17	國際直撥通話比例	76
圖 5-1	固網電話 1、2 及國際電話 1、2 生產力成長率變化	88
圖 5-2	市內電話及長途電話 1、2 生產力成長率變化	88
圖 5-3	固網電話 1、2 及國際電話 1、2 技術變動率變化	88
圖 5-4	市內電話及長途電話 1、2 技術變動率變化	89
圖 5-5	固網電話 1、2 及國際電話 1、2 技術效率變動率變化	89
圖 5-6	市內電話及長途電話 1、2 技術效率變動率變化	89

表目錄

表 2-1	我國電信自由化重要時程表	11
表 2-2	各類交換機技術原理	17
表 2-3	我國電話交換機引進歷程	20
表 2-4	國內固網業者簡介	23
表 2-5	國內外電信效率相關文獻研究方法彙整表	31
表 2-6	生產力、效率衡量方法優、缺點比較表	32
表 2-7	國內外電信生產力、效率之相關文獻彙整(續)	39
表 2-8	電信效率生產力相關文獻之各項變數設定彙整	45
表 3-1	各模式產出及投入變數設定	51
表 3-2	影響生產力、效率因子	57
表 4-1	各項變數資料來源及收集年度說明	60
表 4-2	中華電信人力配置比例	64
表 4-3	固網電話偏要素生產力指標	70
表 4-4	市話、長話與國際電話網路光纜比例	76
表 5-1	SFA 係數估計結果	78
表 5-2	生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果	81
表 5-3	與其他研究生產力比較	90
表 5-4	偏要素生產力估計	90
表 5-5	一般迴歸估計結果	92
表 6-1	知識資本指標彙整	95

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

環顧全球之電信環境，在自由化、速度化、數位化、全球化的浪潮下，電信科技快速進步，交換設備由類比技術發展為數位交換，新的替代傳輸技術(如光纖、無線通信)相繼出現，行動通信亦由 2G(第二代行動通信)朝向 3G 邁進，使電信服務走向更多樣化、效率化、智慧化、可視化、個人行動化之方向，而通訊與電腦結合則衍生出許多應用影響了人類未來的活動行為與生活方式，例如通訊上班(telecommuting)、網路行銷(telemarketing)、通訊購物(teleshopping)與視訊會議(video conferencing)就可取代部份的運輸旅次；通訊、資訊與運輸系統結合，則發展成智慧型運輸系統(intelligent transportation infrastructure；ITS)，應用通訊技術可提高現有運輸系統容量，利用及時資訊系統(advanced traveler information system；ATIS)提高使用效率，以及全球衛星定位系統(global positioning system；GPS)與電子地圖，使運輸系統的使用更為方便；而電子資料交換(electronic data interchange；EDI)系統的應用則使得貨櫃運輸從貨物承攬、裝櫃、運送、通關、拆櫃到提貨皆可達到無紙化的要求減少傳送文件與接洽事務的旅次。故電信在我國積極推動知識經濟，建立綠色矽島之際，為一不可或缺之產業，其效率的提昇不僅可提供價廉質美之服務，亦會透過產業關聯帶動國家經濟成長，因此其生產力、效率為何乃一值得探討的重要課題，而在分析電信產業之生產力與效率時，前述種種通訊與運輸之替代、增強與互補的互動關係，通訊與資訊科技的快速翻新與電信產業之需求或供給相關課題，均應予以有系統的釐清並加以考量。

為因應高科技技術進步之挑戰、自由化之浪潮以及達成資訊化社會的願景，我國近年來積極推動電信自由化，從 1987 年用戶終端設備自由化，1989 年放寬對電信網路的利用，到 1996 年 2 月 5 日，立法院三讀通過了具有劃時代意義的電信三法，於同年成立新的電信總局與中華電信公司，以使監理分離，1997 年起加快自由化腳步，陸續開放行動電話、及固網市場，目的即是希望藉由競爭之引入，提昇電信業者之經營效率以及加速應用創新科技，促使電信產業蓬勃發展。

電信自由化政策執行迄今已顯現出可觀績效，各項電信資費不斷調降且服務朝更多元化發展，其中又以行動電話市場的競爭最激烈，所推出之增值服務已由自由化前之 3 項，新增至目前已有 21 項，為了提供無線高速上網服務，業者亦積極建設傳輸速度更快之無線分封數據服務(general packet radio service；GPRS)，並於 2001 年底完成升級正式推出服務。在固網方面，雖然三家新進業者於 2001 年中後才陸續投入市場經營，但市場競爭所造成之降價效應卻已提前 2001 年初呈現，其中以國際電話費率之調降最為明顯。

面對日益競爭的經營環境，電信業者則必須持續創新以提昇其競爭能力，而電信為高科技化之產業，其技術、產品之創新，均有賴大量的知識投入，藉由高素質人力的雇用、研發與人才培育，並透過通信與資訊科技、網際網路的廣泛應用，使知識更快速地分享、擴散、使用以累積人力資本與創新潛力，因此電信生產力、效率變化與知識經濟間應具相當密切之關係。有鑑於產業知識經濟化之重要性，行政院亦於民國 2001 年 1 月核定之「經濟發展計劃」，推動產業、金融、電信、政府的全面 e 化再造，希冀藉由透過知識的善加管理應用來提昇產業生產力，進而帶動國家經濟發展。

欲深入客觀分析電信產業生產技術及生產效率之變化趨勢以及分解其所受之影響因素，上述課題均應納入分析之範疇中。而生產力可做為檢討、比較與評估過去發展趨勢與發展策略間關係之依據，以提供未來發展方向的參考。因此在政府管制解除之後，電信產業其生產力及生產效率的變化到底係來自知識的累積、創新誘導品質之改善，抑或來自管制之去除，或二者之混合影響為一值得研究之課題。鬆綁電信市場管制會因各國經營環境以及政府賦予民營化電信公司自主程度之不同，而對電信事業之經營效率變化情形產生不同影響，雖然許多國外研究均顯示民營化、競爭的引入對於電信經營效率、生產力有正面的影響，但根據 Lee et al.(2000) 針對韓國電信公司 KT 經營效率的研究中指出，民營化後 KT 之管理方式仍受到韓國政府的控制，致使在之後引入競爭後，其技術效率之提昇仍不明顯，由於各國的電信經營環境並不相同，因此我國也應在執行中華電信公司化、陸續開放重要電信業務引入競爭後，進行各項政策對於電信經營效率影響的探討。

再者，為了誘導廠商降低成本與技術改革以提昇經濟效率，交通部於民國 1999 年 11 月 3 日通過電信修正法案，將資費管制改採價格上限(price-cap)管制法，取代傳統的投資報酬率(rate-of-return)管制法，其為誘因管制之一種，在價格上限管制法之電信資費調整公式中，必須計算一效率因子(X 值)作為資費調整之基礎，此效率因子必須能反映業者實際營運特性，才能訂定合理之電信資費標準，故在計算 X 值時也應加以考量電信產業知識經濟化所誘導出之人力素質的提昇以及創新所帶來產業技術進步的特性。

國外過去有關電信生產力之研究不少，反觀國內則極為缺乏，主要文獻有林楚雄(1992)、盧敬植(1995)及鄭秀玲(2000)、林灼榮(2001)，其中，林灼榮收集中華電信 29 個市話營運處之資料，利用 DEA 法與 Tobit 迴歸比較各營運處的經營效率並分析效率影響因子，已是十分大之突破，但模式中僅以時間趨勢代表技術變遷，無法反映各階段技術進步的差異。上述的研究對新科技的發展及知識經濟化方面的涵蓋及探討均尚有所不足。

由於電信事業之產出具相當異質性，因此其生產力極難被精確的衡量。Norsworthy and Jang(1992)在論及電信服務價格上限管制之生產力衡量時提到幾個重點值得參考：在衡量業者或產業生產力時，明確說明及設定投入要素與產出確切的組合是一個非常重要的步驟，而投入與產出水準總和的決定亦受到特定業者或產業之生產技術與資料取得難易之限制。一般而言資料越詳細越個體比加總資料不易產生偏誤，再者，生產力指標極可能因各研究者對投入/產出分類不同而有所不同。其中網路變數在相關研究中經常被忽略，要知道電信服務係透過網路分配或發送，在既有的網路擴張或緊縮產出而有規模經濟或不經濟，進而影響生產力成長。

綜合上述，衡量生產力、效率時合理、正確的設定產出、投入項是十分重要的，而知識經濟對投入品質的改善如人力資源的訓練、革新、經營團隊效率之提升，以及技術研發及創新對於產出品質的提升等皆扮演著相當重要的角色，另外，政府之管制政策亦對電信經營環境有很大之影響，在基於國內有關電信績效評估之研究不足，且未能掌握電信產業知識經濟化之特質下，本研究期望能合理的考慮產出及投入的設定，建構電信生產力、效率衡量模式以及知識經濟指標，探討知識經濟及政府政策對於電信產業生產力、效率變化情形以及影響之原因，以提供政府、業者做為作為

未來發展方向的參考。

1.2 研究目的

根據上述研究動機，本研究的主要目的可歸納為以下三點：

1. 探討電信產業產出、投入、生產技術及知識資本運用情形，判定衡量及分析電信之生產力與效率時所應考慮之各項變數及衡量方法。
2. 收集相關資料，建立電信知識經濟衡量指標。
3. 以公司觀點從事電信業之生產力、效率實證研究，同時進一步探討、比較知識投入與解除管制對生產力、效率之影響。

1.3 研究範圍

我國電信事業可分為二類：第一類電信事業為擁有機線設備的業者，如固定網路、無線網路或衛星網路業者；第二類電信事業為利用第一類業者機線設備的增值網路業者，而各種業務之生產特性及技術進步情形不盡相同，為避免研究範圍過大，將研究範圍設定為第一類電信事業之固網業者。

交通部於 2000 年開放固網業務後，三家新進業者台灣固網、新世紀資通以及東森寬頻在民國 2001 年中陸續加入經營，但三家新進業者目前之市場佔有率甚低，因此不列入研究對象的考慮。故本研究之研究對象為中華電信的三項固網業務—國際電話、長途電話、市內電話業務。

1.4 研究限制

本研究之限制主要有下列幾點：

1. 資料取得之困難

本計畫將研究對象設定為中華電信，但自 1996 年中華電信公司化以及各電信業務陸續開放後，在基於競爭性的考量下，不再對外公佈較詳細的營運資料，因此會遭遇取得資料不連續的情形。

2. 資料不易劃分與不一致之問題

由於中華電信經營多項電信業務，包括行動電話、市內電話、長途電話以及國際電話等，在部分資料統計上可能並無依業務之不同加以細分或有統計項目不一致情形。

3.知識經濟變數設定與取得不易：

許多可反映電信產業知識經濟化程度之相關變數並不易量化，例如電信業者與顧客間關係維持之顧客資本，以及可用以衡量員工素質之人力資本等。且由於過去之會計制度並不重視業者無形資產(智慧資產)之衡量，因此許多可衡量產業知識資本之相關統計資料亦無法取得。

1.5 研究方法

本研究在進行生產力、效率衡量方法與應用之回顧後，決定利用以隨機邊界(SFA)法進行電信效率、生產力之衡量。

在進行生產力、效率衡量前，先與電信業者進行訪談以深入了解電信業務生產特性以、技術進步以及知識資本運用情形，期能在產出、投入以及知識經濟各項變數設定上更為合理。針對中華電信未對外公佈之資料，則與業者以及電信總局進行溝通，在業者以及電信總局評估後，以簽訂保密方式取得。

1.6 研究流程

本研究之流程如圖 1.1 所示，主要步驟說明如下：

- 1.確定研究動機與目的、界定研究範圍與限制，之後進行相關文獻之回顧。
- 2.文獻回顧包含二個部分，其一為電信事業背景之回顧，以初步了解電信產業之經營趨勢，另一部份則是針對生產力、效率方法論及實証研究、知識經濟相關文獻進行回顧，作為選擇生產力、效率衡量方法以及各項變數的參考，之後進行各項變數之初設。
- 3.與電信業者中華電信進行訪談，參酌實務經營者意見後，修正各變數設定並確認未來資料收集方向。
- 4.由公開刊物取得所需各變數資料，未公開資料則與中華電信進行溝通，在其評估後取得部份資料，在確認為可得資料屬於時間序列資料後，選

擇 SFA 法作為衡量生產力、效率變動方法。

5.進行電信業者生產力、效率之衡量，並進一步以一般迴歸探討知識經濟對於生產力變動之影響。

6.綜合實証研究結果，提出結論與建議。

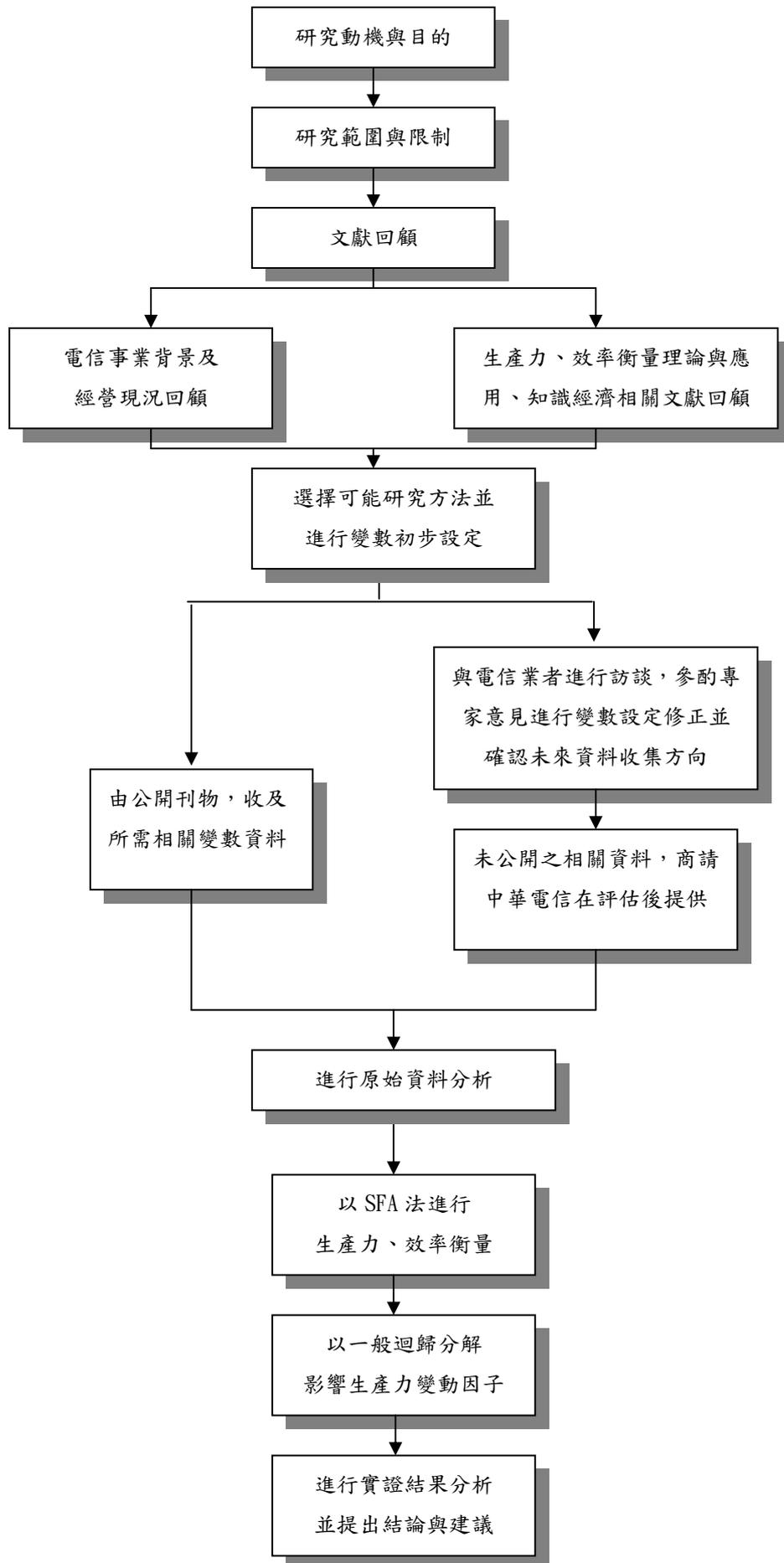


圖 1-1 研究流程

第二章 文獻回顧

本章中首先簡介我國電信事業背景，之後回顧生產力與效率衡量方法以及電信生產力、效率衡量、知識經濟指標的相關文獻，以作為研究方法選擇、變數設定的依據之一。

內容依序為 2.1 節電信事業背景簡介；2.2 節生產力、效率衡量方法 2.3 節電信生產力、效率及知識經濟指標相關文獻。

2.1 電信事業背景簡介

由於本研究之研究範圍設定為固網業者之市話、長話以及國際電話業務，因此以下對於電信事業背景之探討也主要針對固網產業。

2.1.1 固網產業特性¹

固網產業由於其特質受到政府更嚴格的管制，主要原因就是其具有高度的「公共性」、「資本密集」、「高科技」、「自然獨佔」等特質，分述如下：

1. 公共性：電信服務的普及常被視為一國社會經濟發展的重要指標，但是要達到電信普及服務，勢必須要藉助政府的力量，才能以巨額資金投資長期建設。由於建設固網服務網路需龐大資金且資本周轉率太低，投資者意願不足，因此過去多由政府經營此一服務，正因經營者為政府，所以價格訂定及相關服務應該以公共利益為優先，這就是電信事業的公共性。
2. 資本密集性：固網產業所需之基礎設備繁多，需要龐大的資本，且隨著科技日新月異、經濟迅速發展、民眾對於傳輸品質要求提升，使得電信事業必須大量投資，急速擴充網路設備。另一方面，由於固網產業技術的特殊性，電信產業為了進行研發及設備投資，更須長期投入龐大的資金，我國中華電信 2002 年資本額高達 460,865 百萬元，由此可知，

¹ 此節內容節錄王孟平(2002)，「電信固定網路開放對兩岸政經發展影響之研究」。

電信事業乃依賴大量資金供事業運作，而固網產業於建設初期因為必須鋪設網路而投入大量資本，資本密集性更為凸顯。

3. 高科技：近年來傳輸頻道的快速與充裕性的發展，經由資訊網路科技與傳統電信工程技術的整合，發揮高科技的功能，讓固網服務產生本質性的革命，使固網產業成為數位傳輸媒介的一環，藉由高科技的力量，可提升固網服務中各項工程、管理的技術能力。

4. 自然獨佔：自然獨佔是因為產業具規模經濟特別顯著，以致於長期平均成本曲線隨產量不斷下降，因此適合由單一廠商進行生產，固網產業則是因具有規模經濟、範疇經濟以及網路的外部性等特質而長久以來形成自然獨佔性質的產業。

(1) 規模經濟：電信事業的規模經濟主要來自基本建設需要大規模的資本投資、規格統一的必要性以及網路設計與管理的規模經濟。

(2) 範疇經濟：固網產業的範疇經濟只要來自兩部分，一是電信設備建設、維修與提供電信服務間所產生的共同成本節省，如同一機房、工程人員互相支援。另一來源是提供長途、市話等不同電信服務間共同網路所形成的共同成本節省。規模經濟與範疇經濟的共同存在使得多數電信業者同時進入市場經營，容易造成重複投資、資源浪費。

(3) 網路的外部性：同一電信網路的使用者越多，可以互相通話的對信越多，對使用者而言所獲得的效益最大，因此由外部性的觀點來看，建設大型網路較維持數個小型的網路，由整體網路運作效率的角度觀察則可提供社會大眾更多的利益。

由於固網產業具有相當程度公用事業的性質，以社會大眾為服務對象，因此必須充分滿足國民需求，另一方面，電信事業也必須在服務中，取得一定程度的合理報酬，以維持事業的生存與發展，故在固網市場開放後，必須在講求效率、更新營運方式、服務態度、管理制度及技術設備，以及同時滿足社會需求，增進社會福祉，並獲得合理利潤間取得一個平衡點。

2.1.2 我國電信改革政策²

一、電信民營化

我國電信事業長期以來均由交通部電信總局以行政官署型態獨占經營，以行政官署獨占經營的體制有其與生俱來的缺點，如單位組織僵硬化、整體組織漸行肥大、效率日益偏低等，以致影響電信事業邁向企業化之腳步。

近年來，為順應自由化、民營化及國際化的趨勢、提昇電信產業競爭能力以及滿足資訊社會之需求，我國已於 1996 年通過具劃時代意義之「電信三法」，根據其中「交通部電信總局組織條例」、「中華電信股份有限公司條例」兩個條例將原交通部電信總局於 1996 年 7 月 1 日一分為二：其一為新成立的國營電信事業經營機構——中華電信公司；其二為負責電信行政及監理事務的電信總局，為其多年來「球員兼裁判」的角色劃上句點，使我國電信體制邁入嶄新的里程碑。

在交通部的規劃中，電信民營化之過程分為兩階段，我國目前已完成第一階段將電信總局改制為國有民營的「國有公司化」型態；第二階段則是透過股票上市轉為民間主控的民營公司，即「公司民有化」型態。

二、電信自由化

我國電信解除管制政策係受到英、美、日等國推行電信自由化政策的影響，為遵守對 WTO 之承諾、推動知識經濟、以及符合資訊化社會之需求，政府於近年來更加速推動各項電信業務自由化的腳步。我國之電信自由化政策採取階段性、漸進式策略，約可分為三大階段(自由化時程參見表 2-1)：

1. 第一階段(1987-1995 年)

此階段開放用戶終端設備，由於用戶可自由選擇終端設備，使得電信服務提供者與電信設備供應者分離，引入競爭機制於電信設備市場，奠定

² 此節內容節錄「電信公司民營化研究報告」(1993)、「交通政策白皮書-電信」(2002)。

表 2-1 我國電信自由化重要時程表

開放時間	業務項目	
第一階段	1987.08	開放用戶終端設備市場
	1989.06	開放電信增值網路服務
	1995.06.24	開放數位低功率無線電話業務
	1995.12	開放網際網路業務及視訊會議業務
第二階段	1997.01.15	開放行動電話業務
	1997.02.05	開放無線電叫人業務
	1997.03.31	開放行動數據通信業務
	1997.05.24	開放中繼式無線電話業務
	1998.05.06	開放衛星廣播電視節目中繼業務
	1998.08.19	開放公司內部網路通信服務
	1998.09.18	開放衛星行動通信業務
1998.12.10	開放衛星固定通信業務	
第三階段	1999.11.23	開放一九〇〇兆赫數位是低功率無線電話業務
	2000.02.14	開放市內、國內長途陸纜電話出租業務
	2000.03.21	開放固定通信綜合網路業務
	2000.12.11	開放國際海纜電路出租業務
	2001.07.25	開放語音轉售業務

資料來源：交通政策白皮書-電信(2002)

電信設備市場之良好基礎，另外，在 1989 年 6 月開放電信增值網路服務後，促使電信增值網路業務市場更趨於多樣化。

2. 第二階段(1996-1998 年)

推動的重點在於電信監理體制的改造與行動通信與衛星通信業務的開放，此階段中，1996 年通過電信三法設定電信改革之基本架構，將電信事業劃分為兩類，第一類電信事業係指設置電信機線設備、提供電信服務之事業，以特許制開放給一些廠商經營，第一類事業以外之電信事業則屬於第二類；同年電信總局完成改制，中華電信公司也完成公司化。

第二階主要為開放行動通信業務，包括行動電話、無線電叫人、行動數據、中繼式無線電話及衛星通信業務，由於競爭機制之引入促使行動電話之資費水準大幅調降，同時刺激行動電話業務的用戶數大幅成長。

3. 第三階段(1999-2001 年)

第三階段之重點在於開放固定通信業務市場，以加速構建寬頻網路，而為了因應開放綜合網路業務後對頻寬之需求大增，因此交通部同時開放電路出租業務，包括市內、國內長途路纜電路出租業務，其主要目的是促進國內電路出租市場之競爭，以降低電路成本，使綜合網路業者可利用既有資源加速布建。

三、資費管制

有鑑於在電信自由化後，電信市場中之新業者逐漸增加，市場競爭更為激烈，為了避免經營效率高之業者在投資報酬率資費管制法下，無法保留超額盈餘，而影響其追求效率之努力，因此交通部乃於 2000 年 7 月 28 日通過電信法修正案(第 26 條)，將第一類電信事業之資費管制改採價格上限管制法，其為誘因管制之一種，其機制是誘導電信業者降低成本與從事技術改革以提昇其經濟效率，價格上限管制下之電信資費調整公式如下：

$$\left[\frac{P^t - P^{t-1}}{P^{t-1}} \right] \leq [CPI - X] \quad (2-1)$$

其中，CPI 為衡量整體經濟產出價格變動，而 X 為一效率因子代表電信產業產力超過整體生產力之部分，其機制在於限制受管制的電信業資費調漲幅度不得超過前一其物價上漲率減去效率因子 X。

除進行資費管制制度之修正外，交通政策白皮書中亦提及在考量電信市場日趨競爭後，市場主導者之影響力將日趨薄弱，從促進競爭與減少管制成本之觀點來看，未來應朝放寬主導者之主要資費之限制，適度縮短資費審核之行政程序的方向前進。

四、開放外資

由於電信為一高科技之產業，需要投入大量資金，因此政府近年來適度放寬外資比率上限，於 1999 年 11 月 3 日電信修正法案通過將第一類電信事業之外資股權上限提高至百分之六十，其中直接外資為百分之二十，到了 2002 年 7 月 10 日，外資之直接投資比例已由百分之二十調升至百分之四十九。其目的是期望吸引外資進入我國電信市場，移轉先進技術以提昇國內電信服務品質。

2.1.3 我國電信發展回顧³

國內電信事業之發展歷程大約可分為下列幾個時期：

1.戰後恢復舊期(1946-1952 年)

- 以自力更生方式，緊急搶修遭戰爭破壞的電信設施
- 爭取美援貸款，重點擴充電信設施，充實電信建設資金

2.發韌成長期(1953-1960 年)

- 結合民間力量，成立擴充電話協會，充實電信基金
- 頒布電信法，規範電信經營方針
- 實施電信中期建設計畫，有系統的擴建各系電信設施，尤其是市內電話與長途通信設備列為優先
- 電話用戶逐年增加，平均成長率達 11.4%

3.穩定成長期(民國 1962-1971 年)

- 向國外籌措建設基金，擴建電信系統，以滿足市場需求
- 著手推廣市內電話自動化，逐步汰換人工電話
- 輔導國內廠商生產縱橫制電話交換機，培養國內電信工業生產能力
- 市內電話用戶達三十萬戶，平均年成長率達 16.9%

4.高速成長期(民國 1972-1981 年)

- 完成鄉鄉有電話、村村有電話、市內電話全面自動化，使電信服務能普及至全區每一角落
- 市內電話用戶高速成長，平均成長率達 24.8%，累計用戶數突破 200 萬戶
- 建立數據通信專責機構，擴大電信服務領域，以應工商社會需求

5.資訊開發期(民國 1982-1991 年)

- 加速電信網路數位化、光纖化，提高通信品質，擴大資訊利用領域
- 開發各項數據通信新穎服務，因應數據通信之需求

³ 此節節錄「電信公司民營化研究報告」(1993)、「交通政策白皮書-電信」(2002)。

- 規劃整體服務數位網路建設與適用，因應資訊社會之到來
- 推展電信終端設備及加值網路業務開放民間經營，因應電信業務自由化之趨勢
- 開發行動通信業務，滿足工商社會即時、個人通信之需求
- 市內電話用戶穩定成長，平均年成長率 9.31%

6.加速建設電信資訊網路(1992-1996 年)

為配合政府建設台灣成為西太平洋金融中心及科技重鎮之目標，加速完成台灣電信網路成為亞洲通信轉接中心，在國建六年計畫期間，積極執行電信第十及十一期中期建設計畫，推動「電信智慧型多元化網路建設計畫」及「資訊電信建設六年計畫」兩個專案計畫。

7.推動電信市場競爭與自由化(1996 年後)

中華電信於 1996 年公司化，之後陸續開放各項重要電信業務以及各項電信改革，促使我國電信產業進入競爭激烈的時代，各項電信業務之資費亦在市場開放後不斷下降，服務也趨向多元化。此時期電信科技發展快速，為因應知識經濟與資訊時代之來臨，政府政策朝促進市場競爭與積極推動寬頻網路建設發展。

2.1.4 電信技術發展⁴

一、電話交換網路架構

「公眾交換電話網路」(public switched telephone network；PSTN)提供國內所有用戶全天候之市內電話、長途電話及國際電話服務，其架構為層級式，如下圖 2-1 所示。

當用戶撥打電話時，首先會接通用戶迴路(subscriber loop)，若收訊者與發訊者屬同一端局時，則該局會立即呼叫收訊用戶，並建立兩用戶間之電話電路；若收訊者與發訊者不屬於同一端局，而屬於鄰近端局，則經由市話彙接局承當端局間之中繼交換功能。國內長途電話系統由長

⁴ 此節內容參考基本通信原理(1994)、電信白皮書(1995)、現代通信原理與實務(2002)以及中華電信網路處所提供資料。

途中心局(TC)所構成，若干端局之集合形成長途中心區，在自此長途中心區擇一適當地點設長途中心局，當用戶撥打長途電話時，必須由端局的局間中繼線轉至長途中心局的長途電話交換機。在國際電話方面，是由端局經由中繼線路傳至國際轉接中心，再經由國際交換機予以處理。

欲達成兩個用戶間的通信就必須解決三個問題：第一是信號的發送與接收，第二是信號的傳輸，第三是信號的交換，因此 PSTN 中最基本之系統設備分為用戶終端設備、交換設備與傳輸設備，用戶終端設備負責將發訊者發出的訊號轉換成可用於網路中運作的訊號；交換設備最大的目的在於降低傳輸的數目，為電信網路之控制樞紐。在電信網路中必須將用戶終端設備、交換設備與傳輸設備三者做最有效之聯繫，在降低線路與維持高通話率之間達成平衡。

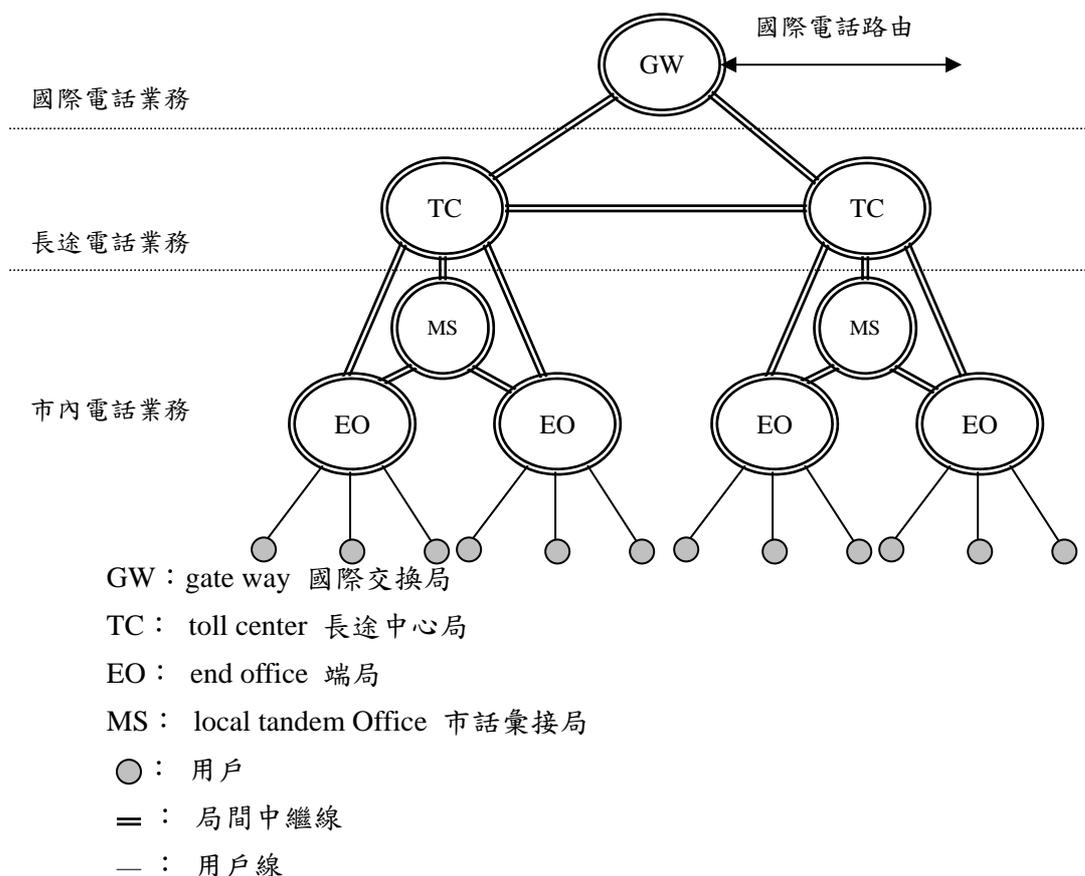


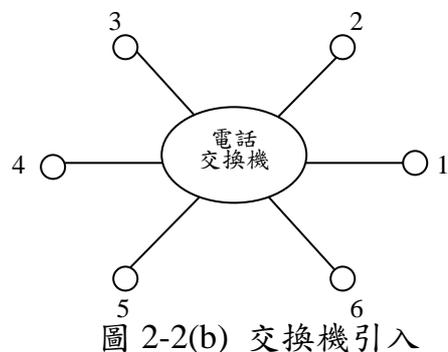
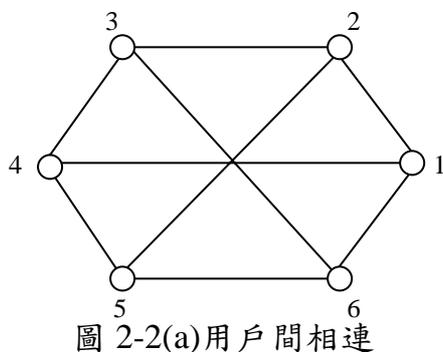
圖 2-1 PSTN 架構圖示

資料來源：電信白皮書(1994)，中華電信

二、交換系統技術發展

1. 交換技術演進

在電話通信的早期，各用戶間的電話是按照對講線的方式一一接通的，如圖 2-2(a)所示，當用戶數增加時所需線路數將急劇增加，使用者發話時亦必須從大量外線中進行選擇，相當不經濟。解決的方式則是在使用者分佈區域的中心設置具備交換功能的設備——交換機，如圖 2-2(b)，來降低傳輸線路的數目。



電話交換機的技術歷經了人工交換、步進自動交換、縱橫式自動交換、類比交換和數位交換幾個發展階段，各類交換機的技術原理如表 2-2 所示。

由於數位通信較類比通信具有下列優點，因此交換機數位化比例被視為電信技術進步的主要指標之一。

1. 抗干擾性強：在類比通信中，雜訊難以把信號與雜訊分開，隨著傳輸距離的增加，雜訊累積越大，將使傳輸品質惡化。數位通信系統在長距離下可採再生中繼方式，將傳輸過程中的信號進行判別再生，消除雜訊累積。
2. 便於加密處理：數位通信中易於採用複雜、長週期的密碼串對信號碼進行串列加密，從而使高度保密性，提升信息傳輸的安全性。

表 2-2 各類交換機技術原理

交換方式	世界首次啟用年代	技術原理
人工式	1878	利用人力操作。
步進式 (機電)	1894	利用電磁機械原理，由撥號脈衝直接控制以選擇出線的接點，為一旋轉式開關，當脈衝進入或停止時，即可步進旋轉交換器到下一個接觸位子，當所有號碼打完時，此一交換器也停在出線接點上完成交換工作。
縱橫式 (機電)	1938	與步進式同為機電裝置，利用移動元件完成電話系統的連接，和步進式不同之處在於共同控制單位的存在，共同控制單位先收存受話號碼、辨認收話號碼之接線位置，決定接通路徑，然後發送控制信號啟動交換矩陣以建立通話路徑。
類比式 (電子)	1965	利用電子計算機儲存程式執行控制功能，可提供用戶許多新服務，如簡縮撥號、話中插接與三方通話等，並具備如話務管理、自動統計、自動記帳等多項系統維護與管理新機能，但交換矩陣仍以電磁機械組成，資訊仍以類比形式傳送。
數位式 (電子)	1976	不僅採用電腦與儲存程式執行控制功能，其交換矩陣更可進一步利用數位電子零件以分時多工方式轉接通話線路，在此系統下，所有訊號均以數位形式傳送，類比的聲音信號經轉換數位信號後，再交由電腦進行交換。

資料來源：林宇庭，「我國電信事業技術進步之經濟分析」(1992)

3.設備更於整合化與小型化：數位通信設備的電路大多由數位電路構成，數位電路具有易於整合的優點，在分時多工⁵的數位通信中不需昂貴、體積較大的濾波器，即可充分利用大型、超大型的積體電路。

⁵ 為了提高通信通道利用率，使多個信號沿同一通道傳輸而互相不干擾，稱多工，一般較常採用的是分頻多工(Frequency Division Multiplexing；FDM)與分時多工(Time Division Multiplexing；TDM)。而分時多工是各路信號在同一通道上佔有不同時間間隙進行通信。

4. 便於和電腦連接：由於數位通信所傳輸的信號與電腦一致，可方便與電腦界面連接，兩者緊密結合可構成長距離、大量且多樣化的通信系統、自動控制系統以及資料處理系統。

數位通信的許多優點都是用比類比通信佔據更寬的系統頻寬而換得的，因此其對通道頻寬的利用率不高，但隨著光纖等寬頻通道的採用和數據壓縮技術的提高，這個缺點則顯得較不重要。

數位交換機的出現則打破了電話交換傳統的類比方式，並使得電話交換技術在電路交換(circuit switching)與分封交換(packet switching)兩個領域內同時發展：

1. 電路交換：指在兩個或多個終端(如電話機)之間建立單向或雙向資訊通路，並在通信的過程中保持該通路。電路交換的優點是為即時通信，整個交換過程不會有時間延遲，雖然傳輸系統的某些部分可能進行話路多工，但使用者並無感覺；缺點則是使用者必須在通信之前完成接續，然後持續維持這個通話路由直到用戶結束通話，在通信話務繁忙下電路交換較不具效率。目前 PSTN 所主要採用的即是此種交換方式。

2. 分封交換：分封交換是採用儲存轉發(store and forward)交換方式，一定必須是數位交換，首先將來自用戶的信息暫存於儲存裝置中，待處理並確定適當路由後轉發送。收到儲存的使用者信號則被劃分為多個封包(packet)，其中包含資訊、控制信號和位址信號，以便使沿路各節點確定對那段封包進行處理，處理的步驟稱為網路規約(procedure)。分封交換不必建立專屬的通話路由，可以使許多使用者共用一條線路，提升網路使用的效率；最大的缺點則在於通信時遭遇延滯之問題，但隨寬頻技術、高速分封交換及非對稱同步傳輸模式(asymmetric transfer mode；ATM)等技術之發展而逐漸克服。分封交換技術目前主要作為數據通信之用。

雖然目前 PSTN 仍主要以電路交換方式，但隨著網際網路的快速發展，利用網際網路為傳輸線路來連接電話機對電話的網際網路語音服務(voice over internet protocol；VoIP)，因為可採用壓縮技術與封包技術大大提升傳輸的效率，可以有效的降低成本，因此被視為最具潛力之電信服務之一，根據 Ovum 公司的估計，到 2005 年 VoIP 將佔全球傳統公用電話網路話務量的 7.2%，顯示語音通訊逐漸往 IP 化發展。而未來衡量電話交換技術進步的指標亦應從交換機數位化比例轉換為採用分封交換技術的比例。

2.我國交換機引進歷程

我國各電話業務交換機引進歷程並不相同，如表 2-3 所示，市內交換機由於過去大量投資，致使汰舊成本過高延緩更新速度，且由於其技術層面較低，較無須採用數位化傳輸方式。但隨著電信需求激增，電信事業必須加速升級、降低生產成本，故在 1989-93 年之「電信第十期中期計畫」中，特別著重提高交換機數位化比例，於此期間市內電話交換機數位化比率由 17% 大幅增加至 77%。

長途交換機專供收容端局、長途中心局等電話機間互通之中繼電路，提供不同話價區內電話用戶之長途通話接續，其建設規模大小則視電路集中的經濟性而定，由於長距離的通信，中繼線的使用成本增加，因此費用也相對提高。長途電話交換機早期以採用縱橫式為主，在 1981 年，因應業務成長需求以及電信網路高級化需求，引進數位式交換機，並無使用類比式交換機，因此其技術引進是屬於跳躍式，且由於長途電話技術層面較高，故數位化之速度較市內電話快。

國際電話交換機之引進情形與長途交換機類似，同屬跳躍式，在 1972 年前全為人工交換機，1972 年 8 月建設完成縱橫式自動國際交換機 1,448 門。國際電話用戶直接撥號則始肇於 1975 年 3 月，開放日本對我國的來號直接撥號，而有鑑於國際電話直撥之需求趨勢，於 1978 年 6 月完成縱橫式國際交換機上擴充國際直撥功能，開放我國國際電話用戶直撥去話業務。隨後 1980 年將原有縱橫式交換機改為國際專用交換機。1991 年 3 月時縱橫式交換機已全面停用，國際交換機數位化比率達百分之百。

表 2-3 我國電話交換機引進歷程

交換機名稱	引進歷程
市內電話交換機	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 1950 年代，普遍採用人工式及步進式交換機 ➢ 1969-1981 年，縱橫式交換機為電信網路骨幹，1987 年起停止裝設 ➢ 1976 年開始引進類比式交換機，1988 年起停止裝設 ➢ 1981 年引進數位式交換機，1999 年數位化比例達 100%
長途電話交換機	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 早期以縱橫式交換機為主 ➢ 民國 1981 年引進數位交換機，1994 年數位化比例達 100%
國際電話交換機	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 1972 年前全為人工交換機 ➢ 1972 年 8 月建設完成縱橫式自動國際交換機 1,448 門 ➢ 1975 年 3 月首次提供國際電話用戶直撥服務 ➢ 1978 年 6 月完成縱橫式國際交換機上擴充國際直撥功能 ➢ 1981 年完成數位式電子交換機 3,114 門 ➢ 1990 年 3 月縱橫式交換機全面停用，數位化比率達 100%。

資料來源：電信白皮書(1994)

二、傳輸系統技術發展

1. 傳輸鏈路的方式

傳輸鏈路是電信網路中網路節點連接的界質，是信號的傳輸道路。使用者與交換機之間的傳輸線路稱為使用者線；交換機之間的傳輸線路稱中繼線。在通信網路中的傳輸鏈路主要有以下幾種。

(1)實線傳輸鏈路方式：主要使用於短距離，以類比基頻信號方式傳輸的鏈路。如電話網路的端局到使用者之間的使用者纜線，或者是端局到端局之間、端局到彙接局之間以及端局到長途局之間的局間中繼電纜等都屬於實線傳輸鏈路方式。

(2)分頻載波傳輸鏈路方式：是指用分頻方式達成多工傳輸的鏈路方式，將每個信號指定不同的載波頻率，調變後的載波頻率利用多工器(multiplexer)結合進行傳輸，在通信鏈路的接收端，再利用解多工器(demultiplexer)依據頻率將頻道分開，並且把它們繞送到適當的終端用戶。一般可分為 12 路、60 路、300 路及 1800 路等系列多工方式。較少路數的系統用於話務量較小地區交換中心到高一級中心的傳輸鏈路，較多路數的載波系統主要用於長途網路中各級路由的傳輸鏈路，分

頻多工傳輸方式主要用於類比通信中。

- (3)電纜分時數位傳輸鏈路方式：當分頻多工(FDM)的使用上在增加系統容量方面有很大優點時，利用分時多工(TDM)可提供更進一步的系統改進，利用各路由信號在同一通道上佔有不同時間間隙(time slot)進行通信。由於 TDM 的傳輸先天上必須是數位的，故必須在時間上對類比信號進行取樣過程，為了傳輸語音必須將類比信號轉為數位信號，傳送後並在接收端回復至類比信號。
- (4)光纜分時數位傳輸鏈路方式：以光導纖維為傳輸界質，以光信號載荷數位信號的傳輸鏈路方式。由數位電子終端機輸出的電信號通過電/光轉換的光電調變電路轉換為光信號，然後經光到纖維傳輸至接收端，再經電/光轉換的光電檢測電路轉換為電信號送入數位電子終端機的傳輸方式。主要用於長距離、大容量的傳輸鏈路。也時也應用於較大容量的市內電話網路的局間中繼傳輸鏈路。
- (1) 數位微波傳輸鏈路方式：直接用經多工的數位信號進行中頻數位調變，然後再經微波頻段的射頻調變，為無線傳輸方式。主要用於長途幹線網路的傳輸。

2. 傳輸介質

傳輸系統可分為「有線」傳輸或「無線」傳輸，有線傳輸是 PSTN 中最常用的傳輸方式，其傳輸性可靠、有線電位低、保密性好，其各項技術也發展得最為成熟。以下分別介紹各類主要傳輸介質。

- (1)明線：由電線桿支撐架設在地面上的一主裸線線路，其導線通常採用 銅線、鋁線或鋼線(鐵線)，線徑 3mm 左右，對於銅、鋁線來說，長距離傳輸的最高允許頻率為 150KHz 左右。明線經常用於有線類比通信中，其載波系統採用分頻多工技術。明線的缺點是易受天氣變化和外界電磁場的影響，通信品質不夠穩定且線路容量小，在一條電線桿路上僅有 200 個話路由，因此已逐漸汰換。
- (2)雙絞線：雙絞線由兩條絕緣銅導線組成，可傳輸類比信號與數位信號，對於類比信號，每隔 5 至 6 公里需要放大器，對於數位信號，每隔 2 或 3 公里要設中繼器。雙絞線常用來連接使用者終端設備，也應用於市話中繼電路、及部分長途線路，相較於其他介質，雙絞線的距離、頻寬

和數據傳輸速率有限，對於干擾和雜訊也相當敏感的缺點。

- (2)同軸電纜：同軸電纜像雙絞線一樣，由兩個導體所組成，但其兩導體成同軸稱狀：一個空心的外圍住面導體包著一條內部線型導體。一般同軸線管往往套在一個的電纜內，其中可能載入一些雙絞線組作為傳輸控制信號之用。同軸電纜抗外界干擾性不如雙絞線，但頻率升高時，外界的干擾將隨頻率升高而減小，因此適用於高頻傳輸，主要應用於長途電話網路中。
- (3)光纜：光纖與銅纜有很大之差異，銅纜是集合銅線，傳送電的訊號；光纜是集合光纖蕊線，傳送光的信號。以光纖作為電信傳輸媒介，具有低損失、寬頻帶、無電磁干擾、徑細質輕等優點，適用於長距離及大容量之數位傳輸需求，可節省市內擁擠之銅線電纜管道空間，因此國內積極引進此種高科技光通訊技術與設備，在引進的時程上，以國內長途電話傳輸最為快速；市內電話線路由於規模龐大，因此汰舊換新不易，故光纖化腳步最為緩慢；在國際傳輸方面，由於國際同軸電纜更換較為困難且使用年限長，因此光纖化進展較國內長途傳輸緩慢。
- (4)無線傳輸：無線傳輸不易受人為因素破壞，適用於偏遠山區及離島等有線電路架設不易之處。微波通信系統是利用地表微波通信方式，提供長途大量公眾通信用之傳輸系統。1965年4月6日，國際電信衛星組織成功地發射第一枚國際商用通信衛星「晨鳥」(Early Bird)，正式開啟全球國際衛星通信新服務，衛星通信存在時間落差，且微波與衛星通信均易受下雨造成之干擾，僅扮演傳輸中第二路徑之角色。

2.1.5 固網電話業者營運概況

固網業務於2000年3月開放市場後，目前經營業者包括中華電信、台灣固網、東森寬頻與新世紀資通，各固網業者簡介參考表2-4。雖然三家新進業者於2001年中才陸續加入市場經營，但市場競爭所造成之降價效應卻已提前在民國2001年初就呈現出來，例如中華電信國際直撥美國的費率從1999年之每分鐘17元，2000年後為每分鐘10元，降至2001年初之每分鐘5.9元，國際電話之費率調降趨勢參見圖2-3；由於費率大幅調降，也使國際電話之去分鐘數亦呈現明顯成長趨勢(參見圖2-4)。

表 2-4 國內固網業者簡介

業者	主要股東	設備供應廠商	競爭優勢
中華電信	交通部	阿爾卡特、思科網路、北電網路、朗訊科技	1.綿密的全島骨幹光纖網路、用戶迴路 2.具客戶數、市話佔有率優勢 3.公司資源與人才多
台灣固網	太電、大陸工程、富邦、國巨、長榮、台電、東訊、震旦行等	西門子、思科網路	1.台電全島輸電網路 2.台灣大哥大經營經驗 3.整合有線與無線通訊實力
東森寬頻電信	力霸集團、台鐵、交銀、中鋼、彰銀、宏泰集團、鍊德科技、德國電信等	阿爾卡特、思科網路、Bellcore	1.台鐵環島光纖網路 2.東森有線電視家戶網路(區域光纖網路)
新世紀資通	遠紡、亞泥、中華開發、統一、台電、何信、遠傳電信、新加坡電信等	北電網路、朗訊科技、思科網路	1.台電全島輸電網路 2.遠傳電訊經營經驗 3.統一超商與震旦行全省通路

資料來源：王孟平(2001)，「電信固定網路開放對兩岸政經發展影響之研究」
林志田(2001)，「電信業購併策略之效益分析」(2001)

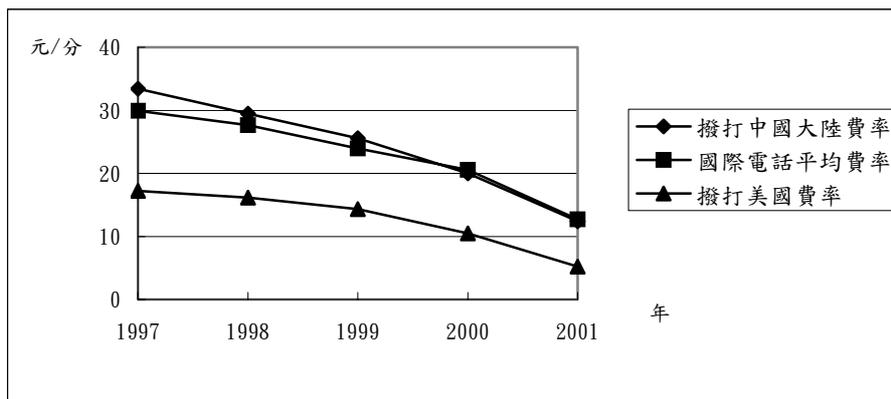


圖 2-3 國際電話費率調降情形

資料來源：交通部統計處

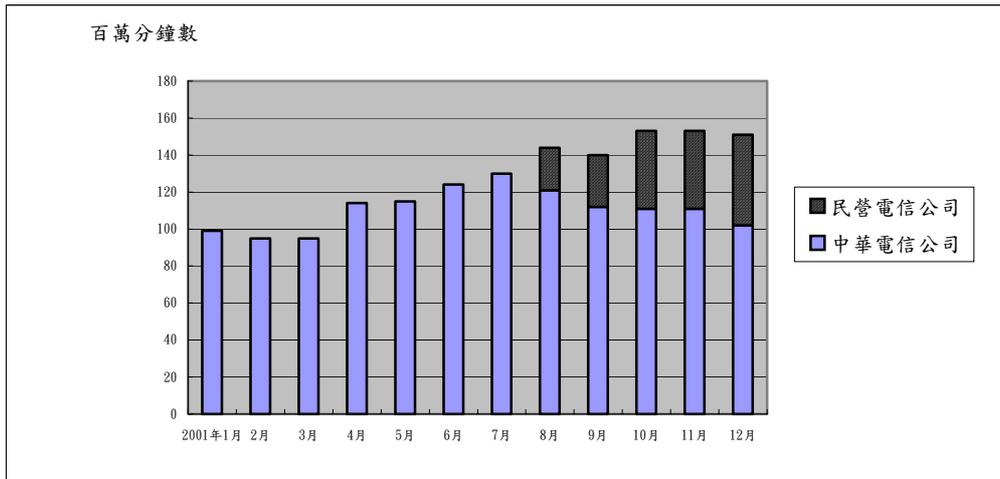


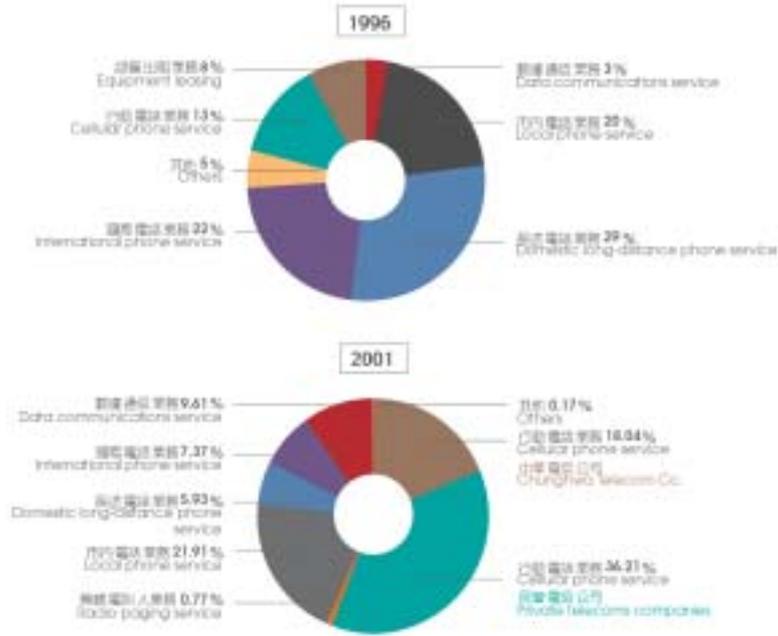
圖 2-4 國際去分鐘數成長趨勢

資料來源：交通部電信局

事實上，各固網業者目前均將經營重點放置於利潤較高之長途電話、國際電話以及數據通信業務上，但近年來，長途電話業務由於受到行動電話快速成長之影響，其營收值大幅下降，佔電信總收益比率由 1996 年之 29% 劇降至 2001 年之 5.9%(參見圖 2-5)，在長途電話市場大幅萎縮以及網際網路語音服務技術尚未普及前，國際電話業務仍是固網業者兵家必爭之地，在市場競爭激烈下，國際電信費用勢必一再降價，未來撥打國際電話之選擇將更具多元化，至於市內電話市場則可預期競爭有限，中華電信與新固網業者各電話業務之營收、通話分鐘數比例，如圖 2-6 所示。

在未來固網業務發展上，將走向整合於同一平台的整合式服務，而各業者均具不同競爭優勢，因此哪一家業者能善用本身優勢、有較高能力從事技術與服務的創新將是決定固網業者未來經營績效的重要關鍵，故欲從激烈競爭中勝出，勢必需提昇經營管理效率並且累積研發、創新潛力。

我國主要電信營收比分析
Revenues Analysis of Telecoms Services in Taiwan



備註：在 2001 年總 電信市場總額接近 2,190 億元，佔我國國內生產毛額 GDP 的 3.31%。
Note: Total revenues in Taiwan's telecoms market during the year 2001 approached NT\$115 billion, accounting for 3.31% of gross domestic product (GDP).

圖 2-5 我國主要電信營收比

資料來源：交通部電信總局

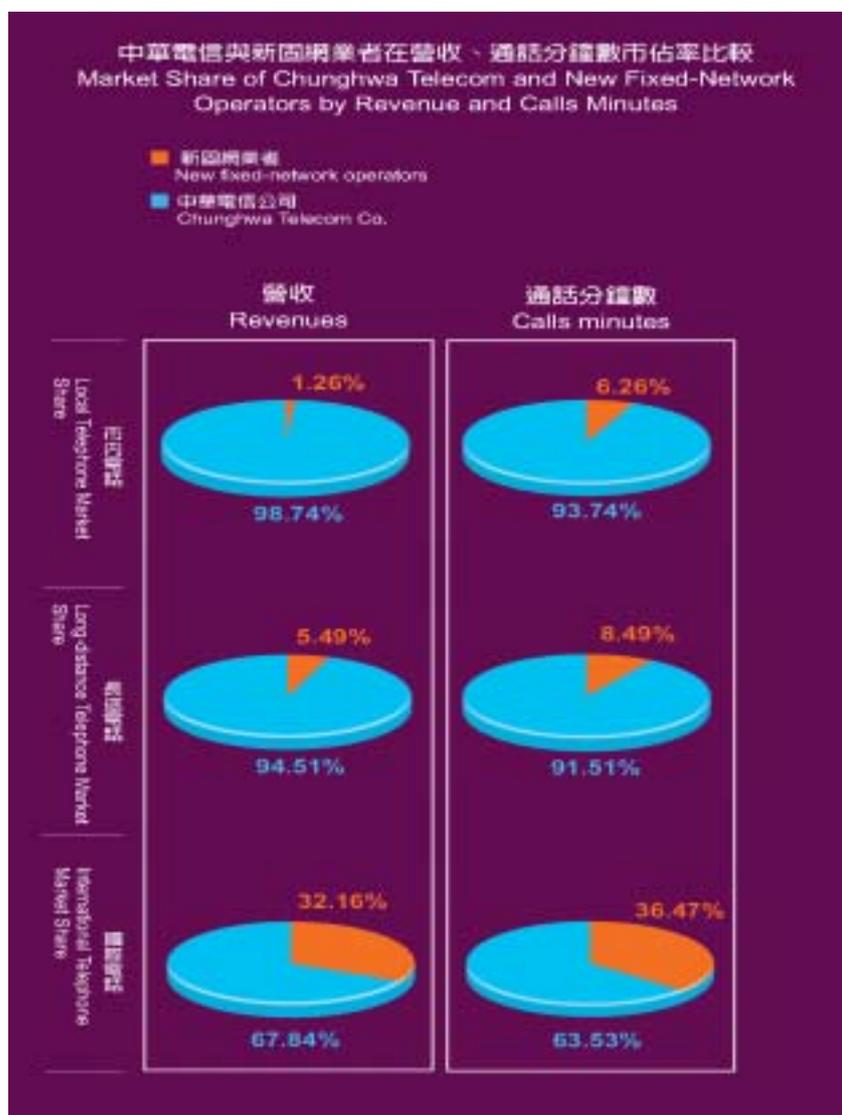


圖 2-6 中華電信與新固網業者收益與通話數比例

資料來源：交通部電信總局

2.2 生產力、效率衡量方法

本節中首先敘述生產力與效率的概念，接著簡介常用於實務上之生產力、效率衡量方法，主要是希望能比較不同方法之優缺點，以供本研究選擇衡量電信生產力及效率方法時之參考，在第三章研究方法中則會進一步就所選擇之方法進行較詳細之說明。

2.2.1 生產力與效率

生產力為產出與生產投入的一種比率，由生產過程中所涵蓋生產要素的範圍來觀察，又可分為「偏要素生產力」(partial factor productivity; PFP)，與「總要素生產力」(total factor productivity; TFP)。偏要素生產力為衡量單一投入對總產出之影響，其衡量公式如下：

$$PFP_t = \frac{y_t}{x_t} \quad (2-2)$$

式中 y_t 代表第 t 期產出； x_t 代表第 t 期產出； PFP_t 及代表第 t 期偏要素生產力。由於偏要素生產力指標相當易於計算與了解，故常使用在實務應用上，例如勞動生產力、設備生產力等，其缺點是隱含了生產要素間替代彈性為零之假設，無法真正呈現廠商之生產力特性。

總要素生產力 TFP 考慮多種投入對總產出之影響，如(2-3)式所示：

$$TFP_t = \frac{y_t}{\sum a_{it} x_{it}} \quad (2-3)$$

式中 y_t 代表第 t 期產出； x_{it} 代表第 t 期第 i 種投入； a_{it} 代表第 t 期第 i 種投入的權重。當存在多元產出與多元投入時，還必須另以權重加權求得單一總計產出指數，不同的生產力衡量方法即是使用不同方法加以衡量產出與投入的權重。生產力可用於比較廠商間或同一廠商不同時間之生產表現，影響生產力改變的因素除了要素投入增加的直接貢獻外，尚包含：知識進步(包含技術與管理層面)、規模經濟、外部經濟、生產要素品質改良以及生產要素組合等。

效率的觀念則是源自 Farrell(1957)所提出以生產邊界衡量生產效率概念，生產效率主要可分為技術效率(technical efficiency)、配置效率(allocative

efficiency)兩部分，技術效率係指生產於等量曲線上，過度使用投入將會造成技術無效率；配置效率為兩要素之邊際替代率等於投入要素價格比率，假使使用不恰當之投入要素比例則導致配置無效率。

2.2.2 衡量方法

此節中將簡介幾種常見的電信生產力、效率衡量方法：指數法、生產函數或成本函數法、資料包絡分析(data envelopment analysis；DEA)法、Malmquist 生產力指數法(Malmquist productivity index)以及隨機邊界分析法(stochastic frontier analysis；SFA)。

1.指數法

指數法衡量生產力的基本觀念是將產出量除以投入量，當廠商存在多元產出以及投入的特性時，必須以權重加權求得單一總計產出指數以及總計投入要素指數，而權重則有不同之方法加以衡量。其中，Divisia 指數法是以各產出收益份額為權數加總產出，以各投入要素成本份額做為權數加總投入，為傳統上最常見的指數法之一。

由於指數法具有簡便計算之特性，因此常使用於電信生產力之衡量(參見表 2-5)。但指數法隱含固定規模報酬、邊際成本定價之假設，若違反其中任一假設，則其估計將有偏誤。

2.生產函數與成本函數法

生產函數法與成本函數法都是事先設定一函數型態，再根據資料校估函數中之參數，以找出產出與投入或成本的函數關係，由校估所得的函數分析成本結構並衡量技術進步。由於利用成本函數較易估計規模彈性，可將規模效果與技術進步效果予以分離，並且可處理多元產出，相較於只能處理單一產出之生產函數，更為受用，因此許多文獻中都採用此法進行電信生產力之相關研究。但由於成本資料涉及隱密性與敏感性，取得十分不易，故近年來許多研究偏向使用不須取得成本資料之方法。

3.資料包絡分析法(DEA 法)

資料包絡分析法由最早由 Charnes, Cooper, and Rhodes(CCR 模式)(1978)所提出，並首創以決策單位(decision making unit；DMU)代表有共同投入、產出項之受評估效率單位。DEA 法採用數學規劃方式來分析所有

DMU 產出投入組合，找出最佳解形成效率邊緣，如圖 2-7 所示，假設廠商生產單一產出(y)，使用兩種投入要素(x_1 、 x_2)，DEA 評估效率的方法則是將最靠近原點之觀測點包絡起來，形成一等量曲線(isoquant)，等產量曲線上之各點為每單位產出下最有效率的投入組合(如 B 點)，而沒有位在等量曲線上之 A 廠商其技術效率值 $TE = \frac{OB}{OA}$ 。

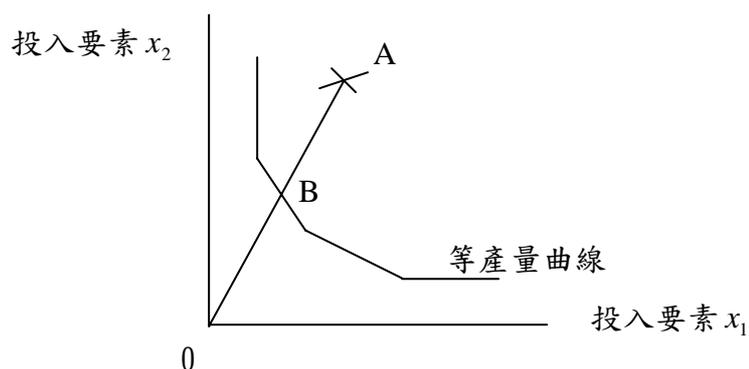


圖 2-7 單位等量曲線圖

DEA 法由於具有可處理多元產出、投入，不必預先設定投入、產出項之權重、假設函數型態等優點，而且不一定要使用價格、成本資料就能求得效率值，因此近年來常被用於電信效率相關實証研究上。

4. Malmquist 生產力指數

Malmquist 生產力指數最早由 Malmquist 於 1953 年時提出，一開始應用在消費者理論上。之後 Charnes, Cooper, and Diwert(簡稱 CCD)(1982)引用 Malmquist 理論，配合距離函數應用在生產力衡量上。

Malmquist 生產力指數是利用距離函數的概念，在說明產出距離函數的觀念前必須先定義生產技術，假設以 m 種投入生產 n 種產出，投入向量 x^t ，產出向量 y^t 下，第 t 期之生產技術可表示為：

$$S^t = \{ (x^t, y^t) \mid x^t \text{ 能生產 } y^t \} \quad (2-4)$$

S^t 即代表可將投入 x^t 轉換為產出 y^t 的技術，當 S^t 滿足非空、封閉、凸集合，

且假設為固定規模報酬(constant return of scale)下，則可得第 t 期的產出距離函數(output distance function)：

$$D_0^t(x^t, y^t) = \min \left\{ \theta : \left(x^t, \frac{y^t}{\theta} \right) \in S^t \right\} \leq 1 \quad (2-5)$$

其中， θ 為投入產出組合至生產邊界之距離；產出距離函數為衡量在給定產出 y^t 、投入 x^t 下與最大可能產出的比，

在 1994 年時，Fare, Grosskopf, Norris, and Zhang(簡稱 FGNZ)提出修正的 Malmquist 生產力指數，即 CCD 所提兩個 Malmquist 生產力指數的幾何平均，如(2-8)式所示，以避免涉及基期選擇不同所造成的偏誤，之後 FGNZ 的 Malmquist 生產力指數⁶被後來學者大量採用。

$$M_0^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = \left[\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2-6)$$

5. 隨機邊界分析法(SFA 法)

隨機邊界分析法考量造成廠商效率差異之因素，可能並非完全為廠商所能控制，故每家廠商之邊界應不盡相同，因此 Aigner, Lovell 與 Schmidt(1977)及 Meeusen 與 van den Broeck(1977)同時提出在衡量廠商效率時，應再考慮一人為不可控制項，一般化之隨機邊界生產函數可表示如下：

$$Y_{it} = f(X_{it}\beta)\exp(V_{it} - U_{it}) \quad (2-7)$$

其中， Y_{it} 表 i 廠商於 t 時間的產出； X_{it} 表 i 廠商於 t 時間之投入要素及其他解釋變數； β 表待估計之未知參數； V_{it} 為一誤差項，假設其為平均值 0 標準差 σ_v^2 之獨立且相同(iid)的常態分配；而 $U_{it} \geq 0$ 代表 I 廠商於 t 時間之生產無效率，一般稱為技術無效率效果(technical inefficiency effects)

而 $Y_{it}^* = f(X_{it}\beta)\exp(V_{it})$ 具隨機性

因此得技術效率指標

$$TE = \frac{Y_{it}}{Y_{it}^*} = \frac{f(X_{it}\beta)\exp(V_{it} - U_{it})}{f(X_{it}\beta)\exp(V_{it})} = \exp(-U_{it}) \quad (2-8)$$

由於 SFA 法不事先假設廠商都是有效率的，與實際較為符合，因此近

年來應用 SFA 法於實証研究上之比例增加許多。

本研究所收集之國內外電信相關文獻，依研究方法彙整理於表 2-5，由表 2-5 中可看出，DEA 法、成本函數與 Divisia 指數法常被使用於衡量電信事業之生產力與效率，但自電信市場開放後，基於競爭性許多成本資料不易由公開資料取得，因此近幾年來所採用之生產力、效率方法都偏向不須涉及成本資料之方法，如 DEA、SFA 及 Malmquist 指數等。上述各種生產力、效率衡量方法之優缺點，整理於表 2-6 中。

表 2-5 國內外電信效率相關文獻研究方法彙整表

研究方法	相關文獻	研究對象(期間)
Divisia 指數法	1.Fuss (1994 年)	加拿大電信公司 Bell Canada 與 B.C.tel(1980-1989 年)
	2.Oniki et al. (1994 年)	日本電信業者 NTT (1958-1987 年)
	3.Rushdi (2000 年)	澳洲電信公司 Telstra (1980-1997 年)
	4.黃秋香 (1999 年)	中華電信 (1971-1998 年)
成本函數法	1.Oniki et al. (1994 年)	日本電信業者 NTT (1958-1987 年)
	3.Resende (1999 年)	美國地區性電話公司 (1989-1994 年)
	4.林楚雄 (1992 年)	我國電信局 (1956-1990 年)
	5.林宇庭 (1996 年)	我國電信局 (1961-1993 年)
DEA 法	1.Sueyoshi (1998 年)	日本電信公司 NTT (1953-1994 年)
	2.Lee et al. (2000 年)	韓國電信公司 KT (1982-1996 年)
	3.Uri (2001 年)	美國區域 Bell 營運公司 19 個區域電話 業者(1985-1998 年)
	4.Uri (2001 年)	美國區域 Bell 營運公司 19 個 LECs (1988-1998 年)

	5.陳益華 (1996年)	34家國際電話公司(1992年) 我國40個電信目標局(1993-1994年)
	6.林灼榮、李智隆 (2001年)	中華電信公司29個營運處 (1991-1999年)
隨機 邊界法	Uri (2001年)	美國區域Bell營運公司19個LECs (1988-1998年)
Malmquist 指數法	Madden and Savage (1999年)	74個國家之主要電信經營業者 (1991-1995年)

表 2-6 生產力、效率衡量方法優、缺點比較表

方法	優點	缺點
指數法	➤ 計算簡單、觀念易懂	➤ 隱含固定規模報酬、邊際定價之假設
生產 函數法	➤ 可將生產力分解為技術 進步與規模效果	➤ 僅能處理單一產出 ➤ 產出成本彈性不易估計
成本 函數法	➤ 易於估計規模彈性 ➤ 可處理多元產出及投入	➤ 成本資料不易取得
DEA 法	➤ 可處理多元產出及投入 ➤ 不須預設函數型態	➤ 無法進行假設檢定 ➤ 對資料之增減較為敏感
Malmquist 指數法	➤ 可處理多元產出及投入 ➤ 不須預設函數型態	➤ 無法進行假設檢定 ➤ 對資料之增減較為敏感

2.3 電信生產力、效率及知識經濟指標相關文獻

此節中之實證文獻回顧分為兩部分，第一部份 2.3.1 中回顧電信生產力、效率衡量的相關文獻，主要強調各文獻如何設定電信產出、投入變數的設定以及實證結果。在第二部份 2.3.2 中則是有關知識經濟指標設定的文獻。

2.3.1 電信生產力、效率實證文獻

由於政府政策對於電信經營之環境有深遠的影響，因此近年來許多電信生產力、效率研究均著重於探討解除管制政策、價格上限管制政策對電信生產力、效率的影響，以下就依文獻探討主題分類進行回顧，並加以整

理比較之。

1.探討解除管制對電信生產力、效率影響

Kwoka(1993)試圖探討解體/民營化、競爭效果對美國電信公司 AT&T(1978-1987 年)與英國 BT 電信公司(1965-1987 年)生產力之影響。研究中沿用過去文獻所計算出之 TFP，重新建構一 log-linear 迴歸模式，利用所校估出之係數進一步將總要素生產成長率分解，而求得規模經濟(以產出代表)、解體/民營化(以解體、民營化年代虛擬變數代表)、競爭效果(以市場佔有率代表)個別對 TFP 成長之貢獻。實證結果顯示規模經濟為 AT&T 與 BT 生產力成長之主要因素，而 AT&T 面臨競爭對其生產力有 17%之貢獻，BT 生產力成長 25%來自於民營化效果，至於 1984 年 AT&T 解體則不利於其生產力成長。

Oniki et al.(1994)以日本電信業者 NTT 為研究對象，探討自由化政策對 NTT 生產力的影響。首先以 Törnqvist 指數計算 NTT 在 1958-1987 年之 TFP，並指出 1982 年自由化前之 TFP 平均年成長率為 3.51%，低於 1982-1987 年之 5.08%。另一方法是將資本視為準固定成本，利用動態變動 Translog 成本模型所校估出之參數求出彈性值，做為計算 TFP 規模、技術、產能以及自由化等效果的權數，再分別求出其效果，成本模型中以長途直接撥號設備用戶線路之比例、數位化新式交換設備之比例成長率代表技術因子；政策變數則以 1983 年自由化政策虛擬變數代表，研究結果指出 NTT 在 1977-1982 年間之年成長率僅為 0.26%，在 1982-1987 年間卻提高至 5.12%，故可知日本政府引入競爭之自由化政策確實改善了 NTT 的生產效率。

Sueyoshi(1998)利用 DEA 法衡量日本電信業者 NTT 的經營效率，探討 NTT 於 1985 年民營化對其經營效率是否有影響，研究期間為 1953-1994 年。研究中設定產出為總收入，投入為員工數、總資產以及總線路數，並分別求出各投入變數的價格以求算配置效率。實證結果指出對於 NTT 部分民營化的政策，有助於其經營效率的提升，而主要的原因是由於在民營化後其員工數大量削減，但在配置效率上卻無明顯的提升，最主要是並未給予 NTT 充分對於資源分配的自主權。針對實證結果，Sueyoshi 所提出的政策建議是日本政府必須降低對於 NTT 的控制，提供其有更高的自主權

Lee et al.(2000)以 DEA 法探討競爭引入對於韓國電信公司 KT 的影

響，研究期間選擇以 KT 民營化之 1982 年開始至 1996 年，由於韓國政府於 1991 年時開始陸續開放各項電信業務市場引入競爭，而 KT 在 1990、1994 及 1995 年間有重大之結構性改革，故研究中將 1991 年設定為引入競爭前後的分界點。作者認為效率衡量模型中變數的選擇對於結果之影響相當大，研究中各項投入變數的設定是參考 OECD 對電信服務衡量所設立的標準，包含員工人數、總資產以及總線路數，產出變數則為總收益(代表經濟產出)及通話數(代表實質產出)。

實證研究結果顯示(1)以偏要素生產力衡量結果發現在引入競爭後，KT 之勞動生產力與資本生產力均提昇，而物料生產力卻呈現下降，由於影響整體生產力之因素眾多，以偏要素生產力難以結論 KT 整體生產力之變化；(2)以 DEA 法衡量結果顯示 KT 整體效率之提昇大部分來自配置效率，代表其投入資源之分配得當；(3)KT 的技術效率變化相當不明顯，造成此一結果之主要原因是由於 KT 並非完全民營化，其預算及人力自主性以及內部管理仍必須受到政府之控制。

作者並根據 KT 效率衡量之實證結果，提出相關之政策建議(1)為使電信生產力呈現顯著提昇，政府必須使市場條件更加為競爭，降低進入障礙以及鬆綁價格管制；(2)由於原有業者可能會藉由控制垂直網路、市話迴路來阻礙新進業者進入，因此政府必須採取適當保護措施例如網路平等接續、合理取價等；(3)賦予現有業者更多經營管理上之自主權，民營化以及解除管制之效果才能真正呈現。

林灼榮、李智隆(2001)利用 DEA 法探討中華電信 1991-1999 年 29 個市話營運處之經營效率。研究中首先以 DEA 法求得效率值，探討電信自由化、人口密度、規模報酬對經營效率之影響，實證結果表示(1)29 個營運處之平均整體效率為 79.52%，尚有 20%改善空間；(2)1996 年電信產業解除管制後，中華電信市話之經營效率顯著提昇，顯示電信自由化政策，對市話經營機構之績效表現帶來正面效益；(3)人口密度高低也顯著影響經營效率，高密度人口之營運處效率值最高，因此建議在評估各營運處績效時，宜將人口密度納入考量；(4)處於規模報酬固定(CRS)之營運處其經營效率相對高於規模報酬遞增(IRS)、規模報酬遞減者(DRS)，建議應著手調整未在 CRS 下經營之營運處，以提昇其經營效率。

作者進一步以 Tobit 迴歸模型探討設備利用率、技術因子、人口密度

與經營績效之關係，其中市話交換機、主幹電纜及用戶配線利用率代表設備利用率，此外模型中以時間趨勢變數反映技術變遷，並放入解除管制虛擬變數與人口密度變數。研究結果顯示(1)電信解除管制變數對純技術效率之係數具有顯著正向係數，表示政府推動自由化政策，已達到促使電信機構提昇純技術效率的目的；(2)在設備利用率方面，三項變數皆對各項效率之係數呈現正向影響力且係數值不小，故可知各項電信設備之利用率對於各營運處之各項效率影響甚大；(3)年度變數對配置效率呈現顯著正面影響，純技術效率則有負面影響，顯見經營環境的改變已促使中華電信市話經營朝最適投入比率生產方向，但各營運處在投入與產出之經營管理能力未逐年改善，仍有改進空間；(4)人口密度對整體效率、技術效率、配置效率皆有正面影響，該研究指出這是由於人口密度高之區域工商活動較為繁榮，因此對通信需求較高所致；而在人口密度與規模效率呈現負面關係，則反映了部分都會區之營運處，其經營規模已超出最適經營規模。

2. 探討誘因管制對電信生產力、效率影響

Uri(2001)利用 DEA 法衡量美國區域 Bell 營運公司 19 個區域電話業者 (LECs) 1985-1998 年間之生產效率，探討 1991 年 FCC 對 LECs 州際接續市話迴路服務採行誘因機制管制，是否影響 LECs 之生產效率。研究中受限於資料型態，無法求得 LECs 在州際接續市話迴路服務之個別投入，因此 DEA 模式中之產出項仍設定為市話、州際接續市話迴路服務、州內長話，投入項為勞工、資本、原料。實證結果顯示 1993 年後之技術效率呈現一致性之改善，Uri 認為這是因為大眾對於網路需求的增加，以及誘因機制管制政策所帶來的效益；而分配效率自 1985 年開始有往上增加之趨勢，因此無法判定分配效率之改進是來自誘因機制管制之實行，亦或來自於 AT&T 解體的緣故。

Uri(2001)在另一研究中，同樣以美國區域 Bell 營運公司 19 個 LECs 為研究對象，並以二種方法：DEA 法與隨機前緣生產函數法，分析誘因機制管制對 LECs 生產效率之影響，研究期間則為 1988-1998 年，由於在此研究取得更詳細之資料，因此僅以州際接續市話迴路服務為產出項，投入項仍為員工、資本、原料。利用 DEA 法衡量各 LECs 效率之結果顯示：(1) 大部分 LECs 同時存在技術效率與規模效率；(2) 部分 LECs 自 1996 年開始規模效率方面表現不佳，應是大量投資先進交換機、光纖等新設備所致。Noel 進一步利用 DEA 所求得之技術效率值，與誘因機制管制政策變數

(1991 年)、時間趨勢變數、光纖線路總公里數(反映實施誘因機制管制誘導 LECs 提昇技術)等變數，建構一簡單線性迴歸模型，分析管制政策對技術效率之影響，分析結果發現誘因機制管制政策對於技術效率並無顯著影響。另外，利用隨機前緣生產函數法衡量技術效率時，採用 Cobb-Douglas 生產函數型態，產出投入設定與 DEA 模型中相同，以時間趨勢變數、光纖線路總公里數、管制政策虛擬變數衡量技術無效率效果，利用最大概似法校估之，研究結果亦顯示在研究期間技術效率並無顯著改變，可知誘因機制管制實行並未達到提昇 LECs 技術效率的目的。

Uri 上述二個實證研究所得之結果完全不同，可能是由於 DEA 法對於產出投入項之選擇十分敏感，不同之要素組合即會產生不同之結果，而若以產出投入項設定之合理性來判斷，後者之結論應較為正確。

3.其他文獻

Madden and Savage(1999)進行 74 個國家主要電信經營業者 1991-1995 年之生產力研究時，首先以偏要素生產力指標比較各國生產力之表現，另以 Malmquist 生產力指數探討各國生產力之改變到底係來自技術變動(創新)或技術效率改善，研究結果顯示工業化國家之平均 TFP 成長最高，且成長主要來自於創新，而電信發展程度低之國家可透過技術效率改善來提昇 TFP。研究中認為創新受到下列因素之影響：(1)市場的規模越大，業者會較願意投入更多的資源在研發上，因此具有較強、較快之技術創新能力；(2)市場佔有率高之業者有較佳之創新能力，並從創新中獲取利潤；(3)民營企業之經營效率較公營企業為高，因此在民營化程度越高的企業，其創新能力也就越高。為了驗證上述論點，該研究建立一迴歸模型加以分析，結果指出市場規模、民營化程度之提昇的確有助於創新，而市場佔有率與創新間並無顯著關係。

陳益華(1996)首先將 DEA 法應用於國內電信業效率之分析，其研究對象有二組：一為包括我國之國際 34 家知名電信公司(國際組)；另一為我國 40 個目標局(國內組)。國際組以員工人數、固定資產為產出項，另以市內電話用戶數、營運收益、行動電話用戶數為投入項，比較我國與各國 1992 年之經營效率，實證結果指出我國電信總局之整體效率排名第 12，雖不比歐美大電信公司遜色，但卻不如新加坡、香港的表現，在規模、技術、配置效率皆表現不佳，極待改善。國內組以市內電話用戶數、公用電話話機

數、營業收入衡量產出；員工人數、營業支出、交換機門號數、外線成端數為投入評估各目標局 1993-1994 年之效率，結果顯示部份位於偏遠地區之目標局，雖外在環境不佳，但其技術效率仍位於前緣，而部份條件不錯之目標局卻效率不佳，顯見管理效能的差異。該研究最後指出 DEA 方法雖不必主觀設定權重，較為客觀公平，但投入產出項的選擇，對 DMU 效率值之變化影響甚鉅，因此投入產出之設定必須經由一定的程序慎重篩選，才不致誤導效率值的判斷。

林宇庭(1996)利用短期 translog 變動成本函數探討 1961 年-1993 年間使用先進技術對我國電信局成本結構之影響，成本函數中以市話電子式交換機門號數比例、國際直撥通話比例為技術指標，並將二者設定為產出擴大型指標。實證研究結果顯示(1)隨著電信技術之使用，電信局於研究期間之成本結構，由早期之規模、密度經濟優勢，轉變為規模及密度不經濟，已喪失其自然獨占特性；(2)於研究期間，每增加 1% 電信線路長度，則其變動成本約增加 0.4% 左右；(3)引進新技術可降低電信局之變動成本，對電信局之績效有正面之影響。

黃秋香(1999)以指數法進行中華電信價格上限管制中 X 值之估算，研究期間為 1971-1988 年。研究中之產出變數設定為國際電話去話分鐘數、國內電話去話分鐘數，投入變數則是以員工數代表勞動投入、折舊費用與利息費用加總作為資本投入、總成本扣除薪資及折舊費用後作為物料投入。作者參考 FCC 的計算方式共建立四個生產力衡量模式，實證結果則以其中未將土地納入資本之 Fisher Index 模型為例，顯示因數位交換機之引進，使 1990-1993 年之平均生產力成長率躍升至 6.38%，而 1984-1998 年間隨電信科技進步與國內電信市場逐漸開放，其平均成長率更高達 9.91%。

總結上述國內外電信生產力、效率相關研究，依年代將其衡量效率方法、各項變數設定及實証結果彙整如表 2-7。

表 2-7 國內外電信生產力、效率之相關文獻彙整

作者	Kwoka. (1993)	Fuss (1994)	Oniki et al. (1994)	Starkey and Van (1995)
研究對象	美國電信公司 AT&T、英國電信公司 BT	加拿大電信公司 Bell Canada 與 B.C.tel	日本電信業者 NTT	非技術性檢視美國市內電話 (LECs)價格上限(Price-Cap)管制中，適當之總生產力衡量
研究期限	AT&T：1947-1987 年資料 BT：1965-1987 年資料	1980-1989 年資料	1958-1987 年資料	
衡量方法	利用過去研究之 TFP，以 log-linear 迴歸法分析影響生產力之因子	Törnqvist 指數法，其中以成本份額取代收益份額	1.Törnqvist 指數法 2.動態 Translog 成本模型	在決定 Price-Cap 公式內之生產力補償 X 時，認為 Törnqvist 指數法是衡量總要素生產力成長最適當的方法
產出變數		地區型服務營收、長途型服務營收、其他營收	地區型服務營收、長途電話及公共電話營收、私人線路營收、電報及傳真交換營收、其他營收	
投入要素		勞工、資本、原料	勞動、物料、資本(準固定投入)	
網路及其他變數	以產出成長率代表規模經濟；市場佔有率代表競爭之變數	無	政策變數；1983 年自由化政策變數	
技術變動因子	技術變動率定義為 TFP 減去規模經濟以及邊際成本定價對產出成長影響之殘值		長途直接撥號設備用戶線路之比例，數位化新式交換設備之比例	
實證結果	1.規模經濟為二者生產力成長之主要來源。 2.近年來 AT&T 面臨競爭以及 BT 民營化，有助於提昇其生產力。 3.解體效果顯然不利於 AT&T 之生產力成長，而競爭因子對 BT 之影響目前尚無法得知。	加拿大電信業者在管制下，長途服務收費超過邊際成本，而地區型服務收費則低於邊際成本，若以收益份額做權數來計算產出成長率時會產生高估，應以成本份額為權數較為合理。	競爭及民營化的確顯著改善 NTT 之生產效率。	Price-Cap 管制之成功與否，依公式內適當之生產力補償(X)而定，總要素生產力 Törnqvist 指數為計算 X 之適當方法。故 1.須使用整個產業之生產力資料；2.生產力補償應反映長期生產力成長；3.審慎認定所有有關投入成本，特別是資本與勞力投入項；4.必須不受各方(業者、消費者)策略性操作之影響。

表 2-7 國內外電信生產力、效率之相關文獻彙整(續)

作者	Sueyoshi (1998)	Resende (1999)	Madden and Savage (1999)	Rushdi (2000)
研究對象	日本電信公司 NTT	美國地區性電話公司	74 個國家之主要電信 經營業者	澳洲電信公司
研究期限	1953-1994 年資料	1989-1994 年資料	1991-1995 年資料	1980-1997
衡量方法	DEA 法	1.Trnaslog 成本函數 2.以迴歸模型評估管制 之影響	1.偏要素生產力法 2.Malmquist 生產力指 數	Divisia 指數法
產出變數	地區型電話服務營 收、長途型電話服務營 收、其他收入	市話服務營收、長話服 務營收、接續費與其他 營收	國際電話營收、國內電 話營收、產出品質(個別 國家電話線路數/74 國 電話線路數總和)	電話通話數、電話出租數、先 的接續服務、電報服務數、電 報撥打數、國際電話與其他服 務
投入要素	勞動、資本、通話線路	勞動、資本、物料及其 他	勞動、資本、電話線路 數目	勞動、資本、其他要素
網路及其 他變數	無	平均迴路長度(網路變 數)、採用 Price-cap 之 比例(管制變數)	以線路數/員工數、產出 收益/員工數、產出收益 /線路數為偏要素生產 力指標	無
技術變動 因子	無	光纖電纜長度比例	無	無
實證結果	1..NTT 在 1953-61 和 1985-94 年期間具有較 高之效率值，前者為第 二次世界大戰後，後者 為民營化後之現象。 2.若 NTT 分解後，長途 電話使用受惠程度將 大於地方電話使用 者，因此涉及資源分配 問題。	1.網路現代化有助於投 入勞力之節省 2.TFP 校估結果指出採 用 Price-cap 制度和 Rate-of-return 制度所 得之效率值無顯著差 異	1.工業化國家之平均 TFP 成長最高，且成長 主要來自於創新，而電 信發展程度低之國家可 透過技術效率改善來提 昇 TFP。 2.利用迴歸模型探討市 場規模、市場集中度、 民營化程度與對創新之 影響，發現市場規模與 民營化程度之提高有助 於提昇創新，而市場集 中度則對創新無顯著影 響。	1.在 1991 年競爭者進入後促使 成長率提昇 2.在競爭壓力下所產生之效率 會回饋給業者 3.整體而言，該公司市場佔有 率下降，但公司銷售卻逐年提 昇 4.勞動之節省有助於提高該公 司生產力

表 2-7 國內外電信生產力、效率之相關文獻彙整(續)

作者	Uri (2001)	Lee et al. (2000)	Uri(2001)
研究對象	美國區域 Bell 營運公司 19 個 市內電話業者(LECs)	韓國電信業者 KT	美國區域 Bell 營運公司 19 個 LECs
研究期限	1985-1998 年資料	1982-1996 年資料	1988-1998 年資料
衡量方法	DEA 法	DEA 法	1.DEA 法 2.隨機前緣生產函數
產出變數	州內長話/接續服務、州際間 接續市話迴路服務、市內電話 (以上皆以分鐘數為單位)	總收入、通話數	州際接續市話迴路服務(分鐘 數)
投入要素	勞動、資本、物料	勞動、資本、物料	勞動、資本、物料
網路及其他 變數	無	無	實施誘因管制政策變數
技術變動 因子	無	無	時間趨勢、光纖線路總公里 數
實證結果	<p>1.1993 年後之技術效率呈現 一致性之改善，故實行誘因機 制之管制政策確實對技術效 率之改善有其貢獻。</p> <p>2.自 1985 年開始則其分配效 率有往上加強之趨勢，但很難 說此分配效率之改進純粹是 由於實行此誘因機制管制之 關係，可能是 AT&T 之分離扮 演著催化作用。</p>	<p>1.利用偏要素生產力法衡 量 KT 生產力，結果顯示 勞動生產力及資本生產力 在競爭引入均提昇，但物 料生產力則呈現下降。</p> <p>2.以 DEA 法衡量效率，實 證結果指出 KT 效率之提 昇主要來自配置效率，技 術效率由於受到 KT 仍非 完全民營化之影響，其管 理上之自主權仍須受到政 府之控制，因此變化並不 明顯。</p>	<p>1.由 DEA 法比較各 LECs 之 效率，結果顯示大部分之 LECs 在 1988-1998 年間具有 技術效率；而比較 1988-1998 年間之技術效率發現顯著改 善。</p> <p>2.另以生產函數法所得之結 果亦指出在研究期間，技術 效率並無明顯改變，顯示誘 因管制政策未達其所期望提 昇 LECs 技術效率之目的。</p>

表 2-7 國內外電信生產力、效率之相關文獻彙整(續)

作者	陳益華 (1996)	林宇庭 (1996)
研究對象	國際組：34 家國際電話公司 國內組：國內 40 個電信目標局	我國電信局
研究期限	國際組：1992 年 國內組：1993-1994 年	1961-1993
衡量方法	DEA 法	Translog 短期變動成本函數
產出變數	國際組：市內電話用戶數、營運收益、 行動電話用戶數 國內組：市內電話用戶數、公用電話話機數、 營業收入	國內電話名目收益、國際電話 名目收益
投入要素	國際組：員工人數、固定資產 國內組：員工人數、營業支出、交換機門號數、外線成 端數	勞動、資本(準固定要素)、物 料
網路及其他變數	無	電話線路長度
技術變動因子	無	市話電子式交換門號數比 例、國際直撥電話通話比例
實證結果	國際組： 1.電信事業受規模效率影響很大，而我國處於規模相對 無效率且內部仍存在 X 無效率，需加強管理。 2.電信公司經營效率受外在環境因素影響小，受其他因 素如公司管理良否較大。 3.我國需增加市內、行動電話用戶數才可居於效率前 緣，但並無人力過剩之現象。 國內組： 1.各目標局在電信總局統一的規章及人事、預算分配下 配置效率的差異不大。 2.就技術效率分析來看，部分位於偏遠地區環境不佳之 目標局，其效率值卻高於條件不錯之目標局，顯見管理 效能之差異 3.傳統電話市場已趨於飽和，有待採取電話新功能行銷 或降價促銷等活動。 4.投入與產出要素項目必需經由一定程序慎重篩選，才 不致誤導效率值之判斷。	1.隨電信新技術之採用，電信 局之成本結構已轉變為規 模、密度不經濟，失去其自然 獨占特性。 2.整個樣本期間，電信線路長 度每增加 1%，將使變動成本 增加 0.4% 左右。 3.電信局平均每年可使變動成 本下降約 0.1%，引進新科技明 顯降低電信局之變動成本。

表 2-7 國內外電信生產力、效率之相關文獻彙整(續)

作者	黃秋香 (1999)	林灼榮、李智隆 (2001)
研究對象	中華電信公司	中華電信公司 29 個營運處
研究期限	1971-1998 年資料	1991-1999 年資料
衡量方法	分二法估計 X 值：1.參考美國 FCC 之作法；參考香港 OFTA 之倒推法	DEA 法
產出變數	國際電話、國內電話去話分鐘數	市話客戶數、市話營收
投入要素	勞動、資本、物料	員工人數、交換機門號建設數、電纜建設數、用戶配線建設數
網路及其他變數		Tobit 迴歸模型中以時間趨勢代表技術變遷
技術變動因子		
實證結果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究結果顯示 FCC 決定 X 值之作法較為合理。 2. 未將土地納入資本之模型所得之 TFP 成長率成逐年上升趨勢 3. 未將土地納入資本之 Fisher Index 模型為例，顯示因數為交換機之引進，使 1990-1993 年之平均生產力成長率躍升至 6.38%，而 1984-1998 年間隨電信科技進步與國內電信市場逐漸開放，其平均成長率更高達 9.91%。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電信解除管制後，中華電信市話經營效率顯著提昇。 2. 高密度人口之營運處效率值最高，中密度地區次之，低密度地區最低。 3. 不同規模報酬型態確會影響經營效率，故對未在 CRS 下經營之營運處應著手加以調整以提昇其經營效率。 4. 以 Tobit 迴歸評估影響效率之因素，分析結果顯示：電信業解除管制促使電信機構提昇純技術效率；市話交換機、主幹電纜及用戶配線利用率三變數對各項效率之係數，呈現正向關係且係數不小，代表各項電信設備利用率對於各營運處之經營效率影響甚大。

4.文獻比較

在此針對所收集之國內外電信生產力、效率相關研究，就其研究對象、衡量生產力、效率方法、各項變數設定以及實證研究加以比較，歸納整理為下述幾點：

(1)研究對象選擇

電信產業的產出具有相當異質性，固網電話、行動電話以及數據通信等所使用的技術都不相同，因此在進行生產力、效率衡量時，較詳細的個體資料比加總資料不易產生偏誤，故近年來的研究在資料收集上也有從總體趨向個體的趨勢，如 Noel (2001)以美國區域 Bell 營運公司 19 個市內電話業者為研究對象；陳益華(1996)衡量我國電信總局 40 個目標局之經營績效；而林灼榮(2001)收集中華電信 29 個市話營運處之資料，探討我國市話業務之經營效率。

但在上述研究中，作者均提及個體資料之收集相當困難，部份重要變數因資料不足或業者不願釋放，而無法加以考量在模式中以反映業者真實經營情形，另外，亦可能遭遇產出、投入設備不易劃分的問題，例如：Noel(2001)在對於美國區域 Bell 營運公司 19 個 LECs 的兩份研究中，第一份研究中由於無法取得市話的個別產出資料，故仍將產出項設定為市話、州際接續市話迴路服務、州內長話的總計資料，在第二份研究中則已取得市話之個別產出資料，而兩份研究之實證結果即因產出項之設定不同而有差異，因此在各項變數的設定上務必須謹慎檢視資料之合理性。

(2)生產力、效率衡量方法選擇

在電信業者生產力、效率衡量方法選擇上，以成本函數法與 DEA 法最常被使用，但由於成本資料涉及敏感性與隱密性並不易取得，因此近年來許多研究都偏向採用不須取得成本資料之生產力、效率衡量方法，如資料包絡分析法、隨機邊界生產函數法等方法。

(3)各項變數設定

整理各文獻對於各項變數之設定彙整如表 2-8。產出變數一般被設定為各類電信業務的收入，只有在少數研究中使用通話分鐘數，最主要

的原因是收入的資料較為完整，另外，由於市內電話、長途電話的費率調整次數與幅度都不大，因此利用收入進行生產力、效率衡量，結果不會受費率影響太大；在費率變動較大的國際電話業務，雖然其收入受價格影響甚大，但是由於撥打不同國家的費率都不相同，以去話分鐘數亦無法真正代表其產出，因此大部分研究仍以收入為其產出。

投入變數大致可分為勞動、資本與物料三項，勞動均以員工數代表，在資本與物料的設定上，各研究根據其效率衡量方法不同以及資料收集情形而有不同的設定。採用傳統指數法、成本函數法的研究中，資本一般以固定資產代表，物料則是將總成本扣除薪資與折舊費用；採用DEA法、Malmquist指數法的研究中，由於不需成本與價格資料，因此在投入項中以設備數例如交換機數、纜線數代表資本與物料投入。而在影響電信效率與成本至鉅的技術進步因子，一般是以新式交換機比例、光纖網路比例等變數來代表交換設備與傳輸設備的進步。

(4)實證結果

各文獻之實證結果，大部分顯示各國電信市場之開放、競爭之引入的確促使電信業者提昇經營效率，但 Lee et al.(2000)對於韓國電信公司KT之實證結果指出，由於KT尚未完全民營化，其管理上之自主權仍受到政府控制，導致在引入競爭後其技術效率之提昇仍不明顯，此與我國電信業者中華電信之情形頗為相似，因此KT之經驗可作為我國電信發展的借鏡。

將技術因子考量在衡量電信業者效率模型中的相關研究，其研究結果均顯示新技術之利用(如新式交換機、光纖網路)有亦助於效率之提昇。

但在費率管制改採誘因管制方面，根據 Noel(2001)之研究結果表示，美國區域 Bell 營運公司的 19 個 LECs 其經營效率，並無因政府在 1991 年後改採誘因管制而有顯著改善。

表 2-8 電信效率生產力相關文獻之各項變數設定彙整

產出變數	各類電信業務之營收、各類電信業務服務分鐘數
投入變數	勞動(員工數)、物料、資本
技術因子	新式交換機之比例、光纖線路長度比例、長途直撥設備比例、時間趨勢
網路變數	平均迴路長度
政策變數	自由化政策變數、實施誘因管制之政策變數

2.3.2 知識經濟指標相關文獻⁷

1. 知識經濟之意涵

「知識經濟」的相關概念落實於政策與管理層面的思考始於 90 年代初期，至目前為止，知識經濟則尚未有統一的定義，以下則列舉各家學者的看法。

1996 年 OECD(經濟合作與發展組織)所發表的「知識經濟報告」(Knowledge-Based Economy Report)中，將知識經濟定義為「在一個經濟體系中，以知識的擁有、配置、創造與應用作為最重要的生產投入要素」，認為依附在人力資本和技術中的知識將是經濟發展的核心，而此種新經濟將改變全球經濟發展的型態。

高希均在「知識經濟的核心理念」一文中則提出科技與創新正以幾何技術的速度在改變，政治、商業、社會的變化，則是以遞增的方式進行，因科技與創新所帶來的巨大變化，有時被稱為擾亂定理出擾亂定理使得知識經濟的快速崛起，面對擾亂，不斷的創新是求生存的唯一方式。

吳思華(2001)綜合各家學者說法，認為「知識經濟」指的是「在足量的市場需求及良好社會基礎設的支撐下，以知識資本為主要生產要素，透過

⁷ 本節內容主要參考高希均(2000)，「知識經濟指標」；吳思華(2001)，「知識型產業評價之研究」、尤克強(2001)，「知識管理與創新」

持續不斷的創新，提昇產品或服務的附加價值，並善用資訊科技的產業或企業活動」，而構建知識經濟之要素包括：知識資本、創新能力、資訊科技、足量市場及知識社會基礎建設等五大要素。

在電信業中，美國電話電報公司 AT&T 則是由傳統產業成功轉型至知識經濟產業之重要個案之一，其花費兩年時間建構六個知識社群來服務全球兩千六百家以上的客戶企業。支持知識社群運作的支柱是 AT&T 的知識庫—IKE(Information & Knowledge Exchange)系統，每個社群均有一味全值編輯人員，負責和各相關專家討論溝通之後，過濾、刊載、公佈最有價資訊，這個計畫使 AT&T「全球業務處」營業額成長率高於前年 4-6%之成長。

2.知識經濟指標

有鑑於知識經濟對國家發展之重要性，許多國家於近年來積極從事國家層級知識指標之研究，美國在 1998 年提出「新經濟指標」作為新經濟之衡量工具，以觀察美國經濟的結構改變與檢視各項基本指標的進步情形。吳思華則在其「知識經濟社會總體指標」研究中，提出針對台灣經濟社會發展需求分別從「知識資本」、「創新能力」、「資訊科技應用」及「知識社會基礎建設」等四大構面所發展之 41 項知識經濟衡量指標。

在企業知識資本衡量方面，1995 年 5 月北歐最大保險與金融服務公司斯勘地亞集團(Skandia AFS)的智慧資本總監列弗·艾文森(Leif Edvinsson)所領導的會計與財務專家，發展出第一套知識資本衡量指標，其衡量知識資本的計算公式如下所示：

$$\begin{aligned}\text{知識資本} &= \text{人力資本} + \text{結構資本} \\ &= \text{人力資本} + [\text{顧客資本} + \text{組織資本}] \\ &= \text{人力資本} + \text{顧客資本} + [\text{創新資本} + \text{流程資本}] \\ &= \text{人力資本} + \text{顧客資本} + \text{創新資本} + \text{流程資本}\end{aligned}$$

由上述公式可知，企業的知識資本主要包含人力資本與結構資本，結構資本可進一步拆分為顧客資本與組織資本，組織資本則可再進一步拆分為創新資本以及流程資本，而各項知識資本定義如下：

人力資本：公司所有員工與管理者個人能力、知識以及經驗的加總。

結構資本：公司將人力資本具體化、權力化以及組織化的基礎結構與能力。

顧客資本：公司與顧客關係維持的強度和持久度，包含滿意度、持續性、價格敏感性以及重要顧客的財務健全度。

組織資本：公司針對知識系統、工具、知識流通與傳播管道的投資。

創新資本：公司新能力與保護商業權利、智慧財產權、開發新產品和服務的能力。

流程資本：公司工作程序、特殊方法獲改善生產謝錄的員工計畫，亦即公司維持運作效率的基本能力。

針對各項資本所建立之指標，則列舉於表 2-9。斯堪地亞集團指出其所發展之知識經濟衡量指標衡量具有共通性與比較性，可跨過營利機構、非營利機構的鴻溝，使得公司、組織、企業、機構甚至政府部門間都可以做「知識資產」的比較，而不同的產業可再各自加入一些其他指標來反映產業之獨特性。

表 2-9 斯勘地亞集團之知識資本衡量指標

人力資本指標	流程資本指標
✓ 員工每人每年訓練、通訊、支援計畫之成本	✓ 資訊科技設備 投資變化率
✓ 員工變動率	✓ 管理費用/每名員工
✓ 經理人高學歷百分比	✓ 資訊科技費用/每名員工
✓ 領導力指數、動機指數數、授權指數	✓ 管理錯誤成本/管理營收
✓ 員工人數	✓ 管理錯誤之成本/管理營收
✓ 平均年資	✓ 管理費用/保費收入毛額
✓ 經理人數	✓ 公司表現/品質目標
✓ 員工平均年齡	✓ 未能持續使用的資訊科技設備增訊科技設備
✓ 每年訓練時數	✓ 尚未啟用的資訊科技設備/資訊科技設備
✓ 員工平均年資	✓ 管理費用/總營收
✓ 員工每年離職人數	✓ 額外付出的處理時間
✓ 臨時員工人數與年資	✓ 合約管理無失誤
✓ 平均聘期	✓ 個人電腦數/每員工
	✓ 資訊科技容量、績效
	✓ 公司品質目標
創新資本指標	顧客資本指標
✓ 對新產品支援與設備的投資	✓ 年度銷貨/每顧客
✓ 新市場開發投資	✓ 資訊科技投資/每名銷售人員
✓ 行銷費用/每名顧客	✓ 資訊科技投資/每名服務與支援人員
✓ 訓練費用/每名員工	✓ 支援費用/每名顧客
✓ 非關產品費用/每名顧客	✓ 服務費用/每年每顧客
✓ 訓練時間比率	✓ 市場佔有率
✓ 開發時間比率	✓ 顧客滿意指數
✓ 研發費用/管理費用	✓ 顧客數/員工數
✓ 四十歲以下員工所佔比例	✓ 顧客數
✓ 資訊系統開發費用/資訊科技費用	✓ 損失顧客數
✓ 資訊科技訓練費用/資訊科技費用	✓ 顧客訪問公司次數
✓ 研發資源/總資源	✓ 外場銷售人員數
✓ 滿意員工指數	✓ 外場銷售管理人員數
✓ 顧客水準(年歲、教育程度、收入)	
✓ 公司專利平均年報	
✓ 尚未申請通過的專利科技	

資料來源：尤克強(2001)，「知識管理與創新」，

第三章 研究方法

本章中主要說明研究方法的選擇與內容，並進行產出、投入變數以及可能影響生產力、效率因子的設定。主要內容依序為 3.1 節研究方法的選擇；3.2 節 生產力、效率衡量模式；3.3 節影響生產力、效率因子的設定。

3.1 研究方法的選擇

根據第二章文獻回顧中的探討，可知道在生產力、效率衡量方法的選擇以及變數的設定上，除了必須考量電信產業的生產特性外，亦受到資料取得型態的限制。本研究在確認取得中華電信固網業務各年度營運資料(屬於時間序列資料)後，決定採用 SFA 法作為衡量固網電話生產力變動的方法，主要原因有下列幾點：

- 1.SFA 法係進行生產函數的估計，並不需價格與成本資料即可進行生產力及效率之衡量，故採用此方法正好可克服本研究在資料取得上之困難⁸。
- 2.過去國內有關電信生產力的研究中，並未使用過 SFA 法，本研究嘗試使用不同的生產力衡量方法，並與過去研究結果進行比較。
- 3.本研究在 SFA 法的生產函數模式設定中加入時間趨勢，因此可將生產力進一步分解為技術變動率以及技術效率變動率，另外，SFA 法進行效率衡量時加以考量一人為不可控制項以反應廠商不可控制的因素，與實際的生產情形較為符合。

在以 SFA 進行生產函數之估計後計算固網電話生產力變動後，則進一步構建迴歸模型，探討影響中華電信固網業務生產力變動的因素。

生產力、效率衡量模式中的產出、投入變數，以及可能影響生產力、效率變動因子的設定上，則是首先參考相關文獻初步設定各項數，之後再

⁸ 由於中華電信於 2002 年才開始採用分離會計制度，因此並無法取得固網電話業務之個別成本資料。

與中華電信行銷處、網路處、會計處、資訊處以及人事處主管進行訪談，參酌實務經營者意見以及了解各變數資料是否能取得後，再進行變數設定的修正。

3.2 生產力、效率衡量模式

3.2.1 產出及投入變數的設定

由於電信產業的產出具有相當的異質性，固網電話中之市內電話、長途電話及國際電話業務的生產特性及技術層次並不相同，因此本研究首先設定一涵蓋各固網電話業務的「固網電話」模式，之後則在假設市話、長話及國際電話不具共同成本下，獨自構建模式，各模式中的產出及投入變數設定如表 3-1 所示，並說明如下：

1. 產出

在產出的設定上，過去相關研究中大部分是以收入作為產出變數，只有少部分研究中設定為分鐘數，主因是由於收入資料較易取得，而且長途與國際電話在不同話價區下有不同費率，以分鐘數亦無法真正代表其實際產出情形，本研究也基於上述因素，將產出變數設定為各電話業務的收入。

2. 投入

在投入的設定上，參酌相關文獻設定、中華電信的建議以及考量資料取得情形下，以員工數作為勞動投入，以各電話業務之主要通信設備作為資本與物料的投入，由於各電話業務之使用技術層次不同，因此主要的通信設備也不相同⁹，市內電話及長途電話業務的主要通信設備包含交換機以及纜線設備；而國際電話則主要是以電路方式進行傳輸。

⁹ 各項固網電話業務技術參見 2.1.4。

固網電話及國際電話模式的研究期間為 1968-2002 年，市內電話以及

長途電話之研究期間則為 1981-2002 年，主要原因是由於在 1979 年之前市內電話收入的統計中包含「國內自動制長途電話撥號(STD)通話收入」，而無法將 STD 收入自市內電話收入統計中分離，且市內電話、長途電話在 1981 年後才有各電話業務個別員工數統計資料，因此市內電話與長途電話之研究期間較短，而在長途電話員工數中包含行動電話員工數，可能造成長途電話效率、生產力之低估。

表 3-1 各模式產出及投入變數設定

模式名稱	研究期間 ¹	產出變數	投入變數
固網電話	1968-2002 年	國內電話收入 ² 國際電話收入	市內電話、長途電話、國際電話總計員工數 市內電話、長途電話交換機總計建設數 市內電話、長途電話纜線總計公里數
國際電話 1	1968-2002 年	國際電話收入	國際電話員工數 國際電話電路數
市內電話	1981-2002 年	市內電話收入	市內電話員工數 市內電話交換機建設數 市內電話纜線公里數
長途電話	1981-2002 年	長途電話收入	長途電話員工數 長途電話交換機建設數 長途電話纜線公里數

- 註：1.固網電話、國際電話模式之研究期間設定為 1968-2002 年，是由於此為本研究可取得資料最長期間。市內電話、長途電話模式之研究期間設定為 1981-2002 年，則是因為 1981 年後才有各電話業務個別員工數之資料。
- 2.長途電話與市內電話業務之收入在 1979 年前無法分開估計，因此在固網電話模式中之產出設定為國內電話以及國際電話收入，國內電話收入即為市內電話與長途電話收入的加總。

3.2.2 SFA 模型設定

一般化之隨機邊界生產函數可表示如下：

$$\begin{aligned}
 Y_K &= f(X_K; \beta) \exp(v_K - u_K) = f(X_K; \beta) \times \exp(v_K) \times \exp(-u_K) \\
 &= f(X_K; \beta) \times \exp(v_K) \times TE_K \quad K = 1, 2, \dots, N \quad (3-1)
 \end{aligned}$$

其中， Y_K 表廠商於第 K 年的產出； X_K 表廠商於第 K 年之投入要素及其他解釋變數； β 表待估計之未知參數；而 v_k 為一隨機誤差項，假設其為平均值 0 標準差 σ_v^2 之獨立且相同(iid)的常態分配； $u_k \geq 0$ 代表技術無效率效

果，用以衡量廠商之技術無效率。

本研究在以 SFA 法進行生產函數估計時，係將生產函數設定為較具彈性之 translog 生產函數，其中以時間趨勢 t 代表技術進步，在單一產出、 n 種投入共 k 年資料下如(3-2)式所示：

$$\ln Y_k = \alpha_0 + \alpha_t * t + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_{i,k} + \sum_{i=1}^n \beta_{it} \ln X_{i,k} * t + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \beta_{ij} \ln X_{i,k} * \ln X_{j,k} + \frac{1}{2} \beta_{tt} * t^2 + v_k - u_k \quad (3-2)$$

其中， Y 代表產出； t 代表時間； X_i 代表各項投入，

在「固網電話」模式中 $i=L、I、F$ ，分別代表勞動投入、交換機數、纜線數；在「國際電話」模式中 $i=L、T$ ，分別代表勞動投入、電路數；在「市內電話」模式中 $i=L、I、F$ ，分別代表勞動投入、交換機數、纜線數，在「長途電話」模式中 $i=L、I、F$ ，分別代表勞動投入、交換機數、纜線數；而 v_k 為一隨機誤差項，假設其為平均值 0 標準差 σ_v^2 之獨立且相同(*iid*)的常態分配； $u_k \geq 0$ 代表技術無效率效果，本研究中之 u_k 有兩種設定：

(1) u_k 服從半常態分配，即 $u_k \sim N^+(0, \sigma_u^2)$

(2) $u_k \sim N^+(m_k, \sigma_u^2)$

$$m_k = \delta_0 + \delta_1 D_{1,k} + \delta_2 D_{2,k} + \delta_3 D_{3,k}$$

其中， D_1 代表 1996 年中華電信公司化政策的虛擬變數； D_2 代表 1997 年開放行動電話業務的虛擬變數； D_3 代表 2000 年實施價格上限管制及開放固網業務的虛擬變數。

在進行生產函數以及 u_k 之假設後即可進行參數以及技術無效率效果之估計，根據 Aigner et al.(1977)推倒出邊際密度函數 $f(\varepsilon)$ 如下：

$$f(\varepsilon) = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[1 - \Phi\left(\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right)\right] \times \exp\left(-\frac{\varepsilon^2}{2\sigma^2}\right) = \frac{2}{\sigma} \phi\left(\frac{\varepsilon}{\sigma}\right) \Phi\left(-\frac{\varepsilon\lambda}{\sigma}\right) \quad (3-3)$$

其中 $\sigma = (\sigma_v^2 + \sigma_u^2)^{1/2}$ ， $\varepsilon = v - u$ ， $\lambda = \frac{\sigma_v}{\sigma_u}$ ， $\phi(\cdot)$ 、 $\Phi(\cdot)$ 分別代表標準常態分配

之密度函數及累積分配函數，而 $f(\varepsilon)$ 的概似函數如下(3-4)式所示：

$$\ln L = \text{const} - N \ln \sigma + \sum_{k=1}^N \ln \Phi\left(-\frac{\varepsilon_k \lambda}{\sigma}\right) - \frac{1}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^N \varepsilon_k^2 \quad (3-4)$$

Jondrow et al.(1982)利用最大概似法求解導出下列公式：

$$E(u_k | \varepsilon_k) = \mu_{*k} + \sigma_* \left[\frac{\phi(-\mu_{*k} / \sigma_*)}{1 - \Phi(-\mu_{*k} / \sigma_*)} \right] = \sigma_* \left[\frac{\phi(\varepsilon_k \lambda / \sigma)}{1 - \Phi(\varepsilon_k \lambda / \sigma)} \right] - \left(\frac{\varepsilon_k \lambda}{\sigma} \right) \quad (3-5)$$

其中 $\mu_{*k} = \frac{-\varepsilon \sigma_u^2}{\sigma^2}$ ， $\sigma_* = \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma^2}$ ，由於 u_i 、 ε 的條件期望值已知因此即可估計 $TE_k = \exp(-\hat{u}_k) = \exp(-E(u_k | \varepsilon_k))$ 。

3.2.3 生產力的估計與分解

本研究在利用 SFA 進行生產函數係數及效率的估計後，根據衡量結果進一步求算中華電信固網電話業務之生產力，並將生產力分解為技術變動、技術效率變動以及規模效果，以下則介紹由生產函數進行生產力估計的觀念。

在產出 Y 、 i 種投入要素下生產函數如下式所示， t 則代表時間：

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n; t) \quad (3-6)$$

將(3-6)式對時間 t 微分則

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\partial f}{\partial X_1} \frac{dX_1}{dt} + \frac{\partial f}{\partial X_2} \frac{dX_2}{dt} + \dots + \frac{\partial f}{\partial X_n} \frac{dX_n}{dt} + \frac{\partial f}{\partial t} \quad (3-7)$$

令 $\dot{Y} = \frac{\partial f}{\partial t} \frac{1}{Y}$ ， $\dot{X}_i = \frac{dX_i}{dt} \frac{1}{X_i}$ ，則

$$\dot{Y} = \frac{\partial f}{\partial X_1} \frac{dX_1}{dt} \frac{X_1}{Y} \frac{1}{X_1} + \frac{\partial f}{\partial X_2} \frac{dX_2}{dt} \frac{X_2}{Y} \frac{1}{X_2} + \dots + \frac{\partial f}{\partial X_n} \frac{dX_n}{dt} \frac{X_n}{Y} \frac{1}{X_n} + \dot{A} \quad (3-8)$$

其中， $\dot{A} = \frac{\partial f}{\partial t} \frac{1}{f}$ 帶即所謂的技術進步率。

假設廠商追求成本極小化：

$$\begin{cases} \text{Min } C = \sum W_i X_i \\ \text{s.t. } Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n; t) \end{cases} \quad (3-9)$$

利用 Lagrangian 法求解，則

$$\frac{\partial C}{\partial X_i} = W_i - \lambda \frac{\partial f}{\partial X_i} = 0, \text{ 即 } \frac{W_i}{MPP_i} = \frac{W_j}{MPP_j} = \lambda \quad (3-10)$$

其中， MPP_i 表第 i 種要素的邊際生產力，在完全競爭市場中則

$$P = MR = MC = \frac{W_i}{MPP_i}, \text{ 即 } MPP_i = \frac{W_i}{MC} \quad (3-11)$$

故 $\frac{\partial f}{\partial X_i} = MPP_i = \frac{W_i}{\partial C / \partial Y}$ ，因此(3-8)式可改寫為

$$\begin{aligned} \dot{Y} &= \frac{\partial f}{\partial X_1} \frac{X_1}{Y} \dot{X}_1 + \frac{\partial f}{\partial X_2} \frac{X_2}{Y} \dot{X}_2 + \dots + \frac{\partial f}{\partial X_n} \frac{X_n}{Y} \dot{X}_n + \dot{A} \\ &= \frac{W_1}{\partial C / \partial Y} \frac{X_1}{Y} \dot{X}_1 + \frac{W_2}{\partial C / \partial Y} \frac{X_2}{Y} \dot{X}_2 + \dots + \frac{W_n}{\partial C / \partial Y} \frac{X_n}{Y} \dot{X}_n + \dot{A} \\ &= \frac{W_1 X_1}{Y} \frac{\partial Y}{\partial C} \dot{X}_1 + \frac{W_2 X_2}{Y} \frac{\partial Y}{\partial C} \dot{X}_2 + \dots + \frac{W_n X_n}{Y} \frac{\partial Y}{\partial C} \dot{X}_n + \dot{A} \\ &= \frac{W_1 X_1}{C} \frac{C}{Y} \frac{\partial Y}{\partial C} \dot{X}_1 + \frac{W_2 X_2}{C} \frac{C}{Y} \frac{\partial Y}{\partial C} \dot{X}_2 + \dots + \frac{W_n X_n}{C} \frac{C}{Y} \frac{\partial Y}{\partial C} \dot{X}_n + \dot{A} \\ &= \frac{W_1 X_1}{C} \varepsilon_{cy}^{-1} \dot{X}_1 + \frac{W_2 X_2}{C} \varepsilon_{cy}^{-1} \dot{X}_2 + \dots + \frac{W_n X_n}{C} \varepsilon_{cy}^{-1} \dot{X}_n + \dot{A} \\ &= \sum \varepsilon_{cy}^{-1} \frac{W_i X_i}{C} \dot{X}_i + \dot{A} \end{aligned} \quad (3-12)$$

令 $\dot{F} = \sum \frac{W_i X_i}{C} \dot{X}_i$ ， \dot{X}_i 表第 i 種投入要素之成長率

則 $\dot{Y} = \varepsilon_{cy}^{-1} \dot{F} + \dot{A}$ ，即 $\dot{A} = \dot{Y} - \varepsilon_{cy}^{-1} \dot{F}$

所以，總要素生產力變動率 $TFP = \dot{Y} - \dot{F} = \dot{A} + (\varepsilon_{cy}^{-1} - 1)\dot{F}$ (3-13)

(3-13)式為 TFP 在瞬間的變動率，但真正的資料為間斷而非連續性質，故以間斷逼近(Tornquist approximation)可改為：

$$\Delta TFP = \Delta \ln Y - \Delta \ln X = \ln\left(\frac{Y_{k+1}}{Y_k}\right) - \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \ln Y_k}{\partial X_{i,k}} + \frac{\partial \ln Y_{k+1}}{\partial X_{i,k+1}} \right) \ln\left(\frac{X_{i,k+1}}{X_{i,k}}\right) \quad (3-14)$$

本研究即根據上述觀念在以 SFA 進行生產函數係數估計後進一步求得生產力變動率(生產力成長率)，生產力成長率可依下列公式進一步分解為技術變動率、技術效率變動率以及規模效果：

$$\Delta TFP = \Delta \ln Y - \Delta \ln X = \dot{A} + \Delta TE + \Delta SE$$

其中， $\dot{A} = \frac{\partial \ln \hat{Y}}{\partial t} = \hat{\alpha}_t + \sum_{i=1}^n \hat{\beta}_{it} \ln X_{i,k} + \hat{\beta}_n * t$ ； $\Delta TE = \ln TE_{K+1} - \ln TE_K$ ； ΔSE 即可由 $\Delta TFP - \dot{A} - \Delta TE$ 求得。

3.3 影響生產力、效率因子的設定

進行固網電話生產力衡量後，本研究進一步利用迴歸模型探討影響生產力變動的因素。在此將影響生產力因子分為三大類：知識經濟變數、政策變數、其他變數，如表 3-2 所示。以下進行各項變數的說明：

1. 知識經濟變數

知識經濟變數的設定是參考斯勘地亞集團所發展的智慧資本衡量指標，分為人力資本、顧客資本、創新資本、流程資本，再加入反映固網電話產業獨特性的技術因子。

在知識經濟變數資料的收集中，部分變數雖有資料但因統計年度太短造成樣本不足問題或資料不完整，而無法考慮於迴歸模型中，但仍會進行資料分析探討對於中華電信經營績效的可能影響，這些變數為：員工訓練費用/員工數、行銷費用/總收入、研發費用/總收入、申請專利數。各項知識經濟變數設定說明如下：

- (1) 人力資本：包含年資、高學歷百分比以及每員工訓練費用。年資代表經驗的累積，高學歷百分比以及每員工訓練費則用以衡量人力素質的改變。
- (2) 顧客資本：以行銷費用佔總收入比例衡量中華電信與顧客關係維持的強度。
- (3) 創新資本：以研發費用佔總收入比例、研發及訓練擴充設備支出、研發

人力比例以及申請專利數作代表創新資本的累積。另外，由於電信產業具有高科技的特性，創新資本的變動會較其他資本快速且產生的效果更為明顯，因此另以研發人力比例變動、研發及訓練擴充設備支出變動衡量創新資本的變動對於生產力、效率的影響。

- (4)流程資本：是否能透過資訊科技加速知識的累積以及傳遞、分享的速度，是代表產業知識經濟化程度的重要指標之一，一般可以利用電腦數/員工數、資訊科技使用量如知識庫中所包含的功能、文件數來衡量，但中華電信並無相關統計資料。中華電信已於 2000 年建立「知識庫」，因此本研究設定虛擬變數，未成立知識庫的年度設為 0，已成立知識庫的年度設為 1，來代表成立知識庫進行知識分享對於經營績效的影響，但由於知識庫剛成立不久其影響可能尚無法看出。另外，電信過去為公營事業，在公營制度下人力不易視經營情形而裁減，因此往往有冗員存在、組織肥大的問題而影響管理效率，本研究以人力精簡速度來代表電信經營者對於人力配置的授權程度，反應其可以改善經營流程效率的能力，人力精簡速度的計算公式如下：

$$G_t = \frac{-(N_t - N_{t-1})}{N_{t-1}}$$

$$S_t = G_t - G_{t-1}$$

其中 N_t 代表第 t 年員工數， G_t 為第 t 年人力精簡率， S_t 則為人力精簡速度。以人力精簡速度作為代表流程資本的變數之一，是認為過去的電信經營者對於人力配置的自主權較低，因此並無能力藉由將人力合理化來改善生產流程效率，但在中華電信公司化後，經營者雇用人力的彈性會增加，可視實際經營情形進行調整，因此人力精簡速度也可以被視為公司化政策所產生的效果之一。

- (5)技術因子：本研究所設定的技術因子與一般研究大致相同，都是利用交換機數位化比例、線路光纖化的比例以及國際直撥通話比例來代表電信技術進步，並以交換機數位化比例變動、線路光纖化比例變動以及國際直撥通話比例變動代表技術進步的速度。另外，在國際電話業務方面，我國自 1979 年即開始參與投資同軸與光纖海纜的建設，由於海纜具有在特定年度進行大量布建的特性，使其投資變動劇增劇減，若直接以參與投資海纜數作為變數較不適當，因此本研究以參與投資海纜速度

作為衡量國際電話技術進步的指標，計算方式與人力遞減速度相同。

2.政策變數

根據第二章實証研究的研究結果，可知政府政策在電信生產力、效率的變化中扮演著相當重要的角色，對於不同電信業務的影響也不相同。民營化(中華電信目前仍處於公司化階段)政策一般而言均被認為有助於電信業者生產力、經營效率的提升，但是我國與其他國家政策較不同之處，是緊接著在中華電信公司化後，陸續開放各項重要電信業務、改變費率管制制度，由於各項政策的執行年度相當接近，因此各項政策對於生產力、效率的影響會較不容易釐清。政策變數將考量於SFA模式中之技術無效率效果項直接進行估計。

3.其他變數

其他可能影響固網電話生產力、效率的變數包括經濟成長率、市話用戶數、擴充各電話設備支出比例以及各電信建設時期。其中，市話用戶數代表經營規模對於經營績效的影響，正值電信建設時期的年度以及擴充各電話設備支出比例增加，則可能因為通信設備的大量投入而使其生產力、效率表現較差。

表 3-2 影響生產力、效率因子

類別		知識經濟指標		
知識 經濟 變數	人力資本	員工平均年資、高學歷(專科以上)百分比、員工訓練費用/員工數*		
	顧客資本	行銷費用/總收入*		
	創新資本	(1)研發費用/總收入*、研發及訓練擴充設備支出/總資本支出、研發人力/總人力、申請專利數* (2) 研發及訓練擴充設備支出/總資本支出變動、研發人力/總人力變動		
	流程資本	2000年中華電信建立「知識庫」、人力精簡速度		
	技術因子	市話、長話	(1)交換機數位化比例、纜線光纖化比例 (2) 交換機數位化比例變動、纜線光纖化比例變動	
		國際電話	國際直撥通話比例、參與投資海纜速度	
政策變數 (虛擬變數)	1978年7月開辦行動電話業務 1996年7月中華電信公司化 1997年1月開放行動電話業務 2000年3月開放固網業務 2000年7月費率改採價格上限管制			

其他變數	經濟成長率、市話用戶數、擴充各電話設備資本/總資本支出 1981-1989 年電信中程計畫 1991-1996 年資訊開發時期
------	-----------------------------------------------------------------------

註：標有「*」代表該變數由於資料年度不足，無法考量於迴歸中，但仍會進行資料分析。

第四章 資料分析

本章中首先說明本研究所設定各項變數之資料來源，之後則進行產出、投入以及知識經濟變數資料分析，初步探討中華電信固網電話業務產出、投入的變化趨勢，以及知識資本運用情形。

內容依序為 4.1 節資料來源；4.2 節產出、投入變數資料分析；4.3 節偏要素生產力分析；4.4 節知識經濟變數資料分析。

4.1 資料來源

本研究在生產力、效率衡量模式以及迴歸模式所設定的各項變數資料，其資料來源主要可分為兩大類，說明如下：

1. **由公開發行之各項統計刊物取得：**包含交通部所出版之電信相關刊物、中華電信財務年報及中華電信、交通部統計處網站。其中，「電信統計要覽」中包含最詳細的各項電信統計資料，但已於 1996 年中華電信公司化後停止出版，因此許多變數在 1995 年後之資料並無法由公開刊物取得。
2. **由中華電信、電信總局提供：**中華電信在公司化後，基於競爭性考量，部分重要變數資料未再對外公開，故本研究以簽署保密條約方式，經中華電信各處室評估之後，取得部分重要變數資料並承諾不公開原始資料。部分產出資料由電信總局提供，亦為機密資料不對外公開，本研究也予以保密。

本研究所取得之變數資料型態為中華電信各年營運資料，屬於時間序列資料。各項變數可得之原始資料年度並不一致，最長涵蓋 1968 年至 2002 年(共計 35 年)，本研究所設定的各項變數，其資料來源及收集年度整理如表 4-1 所示，表 4-1 中之保密資料年度是指由中華電信及電信總局所提供，此部分資料本研究將遵守保密原則，在之後進行資料分析時不公開原始數據。下一節的資料分析中，所有涉及收入、費用以及成本之資料均利用 GDP 平減指數(以 1996 年為基期)進行平減，將名目資料轉換為實質資料以消除物價變動之影響。

表 4-1 各項變數資料來源及收集年度說明

	變數名稱	資料收集年度	保密資料年度	資料來源	
產出	市內電話收入	1978-2002 年	1996-1998 年	電信統計要覽、中華電信財務年報、交通統計月報	
	長途電話收入	1978-2002 年	1996-1998 年		
	國內及國際電話收入	1968-2002 年	1996-1998 年		
	國際電話去話分鐘數	1968-2002 年	無		
投入	市話、長話員工數	1981-2002 年	1996-2002 年	電信統計要覽、中華電信財務年報、交通部統計處、中華電信	
	國際、國內電話員工數	1968-2002 年	無		
	市話、長話交換機數	1968-2002 年	1999-2002 年		
	市話、長話及國際電話纜線、電路設備	1968-2002 年	1999-2002 年		
知識經濟變數	人力資本	年資	1977-2001 年	1996-2001 年	電信統計要覽、中華電信財務年報、交通部統計處、中華電信、電信研究所二十年、中華電信研究所三十年紀念
		高學歷百分比	1968-2001 年	1996-2001 年	
		員工訓練費用	1992-2002 年	1992-2002 年	
	顧客資本	行銷費用	1992-2002 年	1992-1998 年	
	創新資本	研發費用	1992-2002 年	1992-1998 年	
		研發人力	1968-2002 年	無	
		擴充研發及訓練設備支出	1968-2002 年	無	
		申請專利權	1973-2000 年 (缺 1989-1994 年)	無	
	技術因子	市話、長話數位交換機數	1981-2002 年	無	
		市話、長話光纖線路公里數	1981-2002 年	無	
		國際電話直撥比例	1981-2002	無	
		國際電話參與投資海纜數	1979-2002 年	無	
	其他變數	市話用戶數	1968-2002 年	2002 年	
經濟成長率		1968-2002 年	無		
擴充電話設備資本支出		1968-2002 年 (缺 1996 年資料)	無		

註：表 4-1 中所列出的知識經濟變數為原始變數資料，部分變數尚未轉換為用以分析生產力、效率變動的指標

4.2 產出、投入變數資料分析

本節中根據在第三章所設定的各模式產出、投入變數，就其研究期間進行資料分析。

4.2.1 產出變數資料分析

在電信統計要覽中將電信收入細分為「市內電話收入」、「自動制長途電話收入」以及「國際電話收入」等項目，但「國內長途自動制直撥電話(STD)收入」統計於市內電話收入中。本研究是利用由交通統計月報中所取得的 1968-2002 年「自動制長途電話通話分鐘數」，將其換算為收入後，將 STD 收入由市內電話收入中分離，而得到真正的市話與長話收入。另外，1995 年之前的市話收入還包含公用電話收入，但因其比例小所以影響應不大。

1968-2002 年國際電話與國內電話收入、1981-2002 年市內電話、長途電話收入情形如圖 4-1 所示，並分析如下：

1. 「國內電話收入」為市內電話收入以及長途電話收入的加總，其自 1971 年政府開始推行「鄉鄉有電話、村村有電話」電信普及計畫，促使市話用戶數高度成長後，在 1971-1981 年間呈快速成長趨勢，之後則一直都是穩定成長，但在 2000 年時開始大幅下降，主要是受到行動電話業務開放後快速成長的影響，之後會在市內電話、長途電話收入分析中進行說明。
2. 國際電話可分為用戶直撥與人工轉接兩種撥接方式，「國際電話收入」自 1978 年開始提供用戶直撥服務後，其收入逐年提高，且在 1989 年後呈更快速成長，主要原因是電信總局於當年開放兩岸通信業務，另外亦包含近十年來經濟型態由國家經濟發展至全球經濟，各國間的貿易更加頻繁，使民眾與企業對於國際通訊的需求更大的影響。國際電話收入在 2000 年後也開始大幅度地逐年遞減，這是由於在 2000 年政府開放固網市場以及費率改採價格上限管制後，中華電信以數度調降國際電話費率作為因應新固網者加入市場競爭的策略，另外亦與新固網業者在 2001 年中開始營運後分食國際電話市場有關。
3. 「長途電話收入」在 1997 年行動電話業務開放後隨即呈逐年大幅下降趨

勢，在 1997 年開放行動電話市場開放後，行動電話用戶數即呈戲劇性地成長，目前普及率已超過 100%，由於行動電話可提供與固網電話相同之服務，且具更機動、更方便，另一方面在激烈市場競爭下，行動電話業者不斷推出各項費率優惠、促銷方案以及創新服務，刺激消費者提高使用行動電話之頻率、誘使消費者改變通訊習慣，使固網電話市場大幅萎縮，長途電話因費率與行動電話差距不大，故受到衝擊最大。

4. 「市內電話收入」的計算中包含電話撥接上網的收入，隨著近年來網際網路的快速發展，市話收入開始快速成長，但在 2000 年後則其成長漸趨緩甚至下降，最主要的原因有兩個，一是由於受到行動電話的取代，雖然市內電話與行動電話的費率差距大，因此在 1997 年行動電話開放後其所受衝擊並不大，但隨著行動電話普及率逐漸提高，民眾對於通信的習慣改變，市話收入也開始受到影響，第二是由於寬頻上網的比例快速提高，由於寬頻上網較電話撥接上網有較高的傳輸品質，因此近年來逐漸有取代電話撥接上網的趨勢，而寬頻上網的收入並非列於市話收入中，而是列於數據通信收入。雖然 2001 年固網開始加入經營，但對於經營利潤較低的市內電話業，影響可能不大。

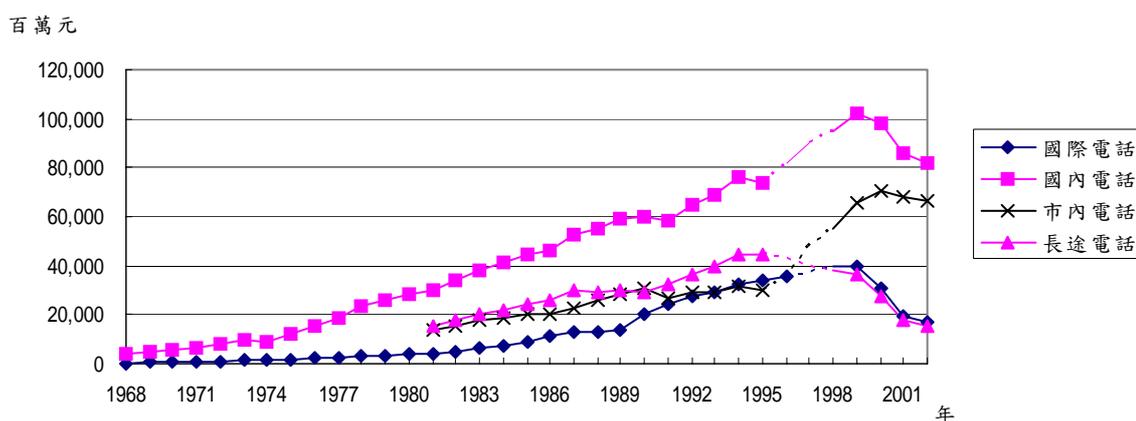


圖 4-1 固網電話收入情形

註:1996-1998 年間為保密資料，僅作趨勢延伸

國際電話還包含一個以去話分鐘數為產出的模式，在此顯示國際電話 1981-2002 年的去話分鐘數概況如圖 4-2，「國際電話去話分鐘數」自 1989 年開放兩岸通信後呈成長較快速的趨勢，但在國際電話收入劇降的 2000 年，國際電話去話分鐘數卻大幅提升，這是由於中華電信採取調降費率後刺激民眾的使用，但自 2001 年新固網業者加入經營後，將經營重點集中於國際電話業務，受到競爭性的影響，中華電信國際去話分鐘數開始下滑。

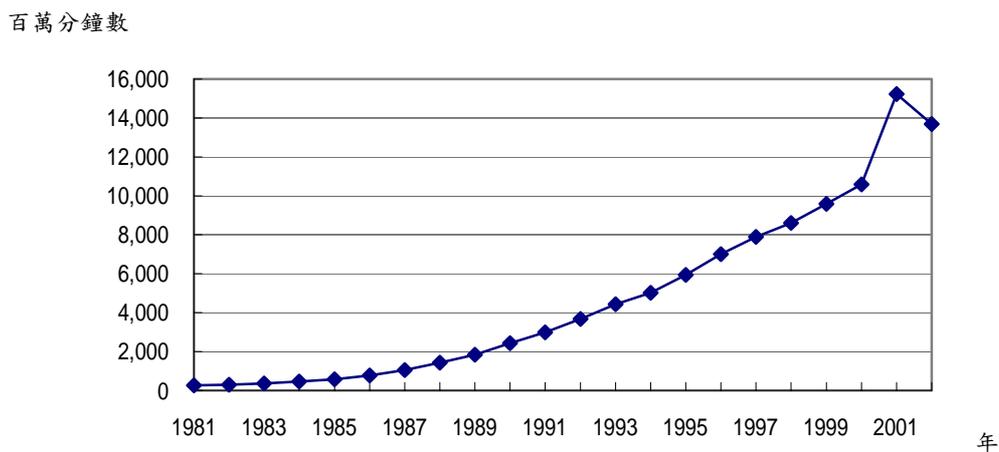


圖 4-2 國際電話去話分鐘數

4.2.2 投入變數資料分析

一、勞動投入分析

中華電信的各業務機構人力配置比例如表 4-2 所示，由表 4-2 可發現：

1. 固網電話員工所佔比例最高，但有逐漸下降趨勢，其中長途電話員工比例呈現上升，是由於其數據統計中包含行動電話員工數。
2. 電信研究所員工比例與數據所員工比例快速地提升，顯示研發部門在電信事業經營中日益受到重視，而數據通信於近年來蓬勃發展，因此其所配置員工比例也提昇許多。

表 4-2 中華電信人力配置比例

機構別	1968-1980 年	1981-1990 年	1991-2002 年
各區分公司(主管市話業務)	90.96%	80.25%	79.16%
長途電信分公司		8.16%	8.47%
1.國際電信分公司	6.55%	5.65%	4.56%
數據通信分公司	-	0.74%	1.45%
電信研究所	0.84%	1.89%	3.63%
電信訓練所	0.53%	1.07%	0.90%
總公司	1.12%	2.24%	1.83%

註：數據通信分公司、長途分公司於 1981 年成立，長途分公司主要經營業務為長途電話與行動電話。

接著針對研究對象固網電話人力配置情形進行分析，1968-2002 年固網電話、1981-2002 市內電話的員工數如圖 4-3 所示，1968-2002 年國際電話、1981-2002 長途電話的員工數則如圖 4-4 所示，各業務的人力變動趨勢可分為幾個階段，說明如下：

1. 在 1981 年前，電信事業人力的需求是以市內電話用戶數成長趨勢作為最主要影響因素，故在 1971-1981 年間隨著市話普及率提昇，電話員工數也逐年遞增。
2. 在 1981-1995 年間人力則呈階梯式成長，這是由於 1981-1995 年間正值 1981-1989 年「電信中程建設計畫」以及 1991-1996 年「資訊開發時期」，電信總局(中華電信前身)預計會有大量人力需求，因此在上述兩個建設時期的初期招募大量員工，一次補足人力，之後幾年則進行人事凍結。
3. 在 1991 年後則開始採用精簡用人政策，且在責任中心制度實施後各機構對於人力之增加紛紛採取成本計量方法，因此自 1991 年後員工數開始緩慢下降。
4. 在 1996 年電信總局公司化成為中華電信公司後，為提昇經營效率開始裁撤不適當的人力，以因應電信競爭時代來臨，因此自 1996 年起電話員

工數則迅速逐年遞減。其中長途電話員工數在 1996 年後卻呈上升趨勢，是由於長途電話員工數中包含行動電話員工數。

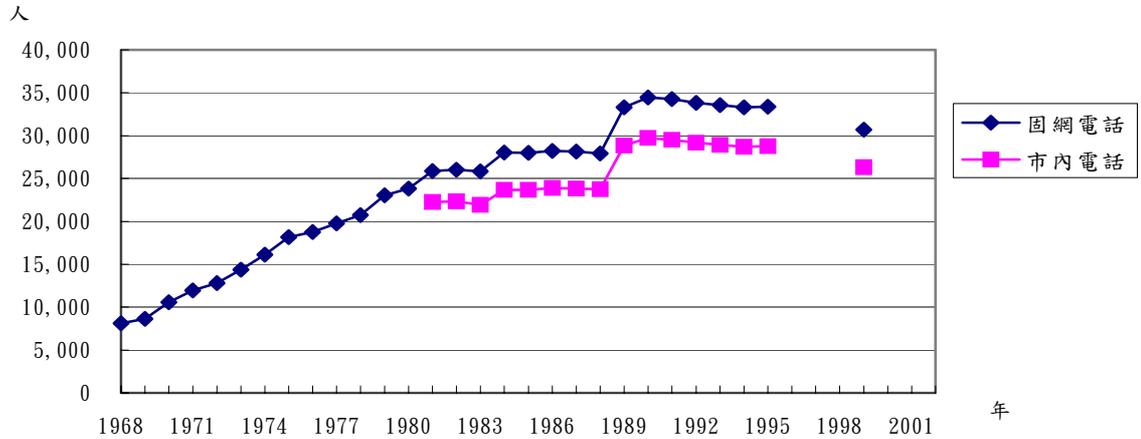


圖 4-3 固網電話、市內電話員工數

註：1996-2002 年為保密資料，以平均數代表

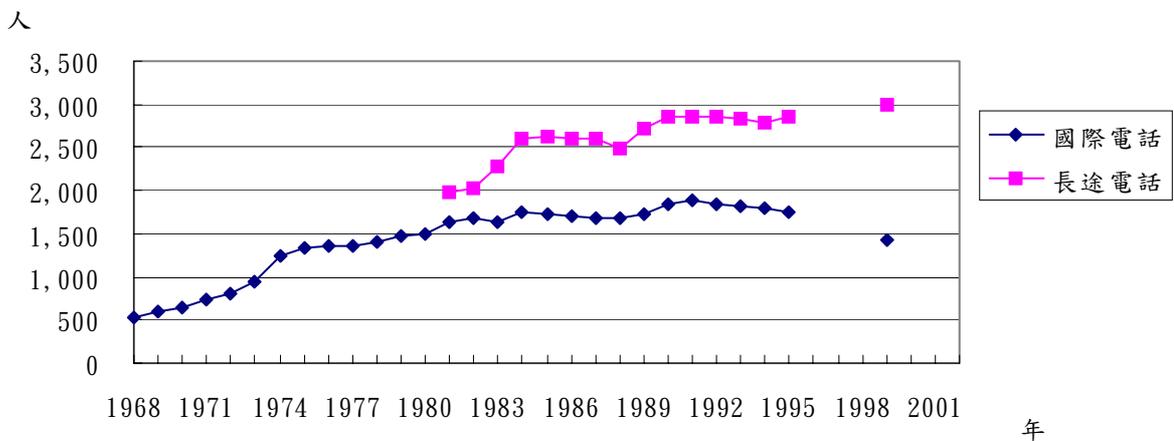


圖 4-4 國際電話、長途電話員工數

註：1996-2002 年為保密資料，以平均數代表

二、設備投入分析

本研究設定各固網電話業務之主要通信設備為其資本與物料投入，故在此節中將進行各電話業務各年之設備投入分析。由於電信設備投入的變動往往與政府所執行的電信建設計畫有關，因此首先說明在本研究研究期

間中，幾個重要電信的建設計畫如下：

- 1.1976-1981 年間之「電信中程發展計畫」，其目的是加速擴充電信設備，以達成「村村有電話」以及電話全面自動化目標。
- 2.1981-1989 年間執行「電信中程建設計畫」，其主要目標是提昇電信設備數位化之比率。
- 3.1991-1996 年間為「資訊開發時期」，大量擴增電信基礎線路。

以下則依序進行各項主要電信投入設備的分析：

1.交換設備

1968-2002 年市內電話及長途電話的交換機數成長趨勢如圖 4-5 所示。從途中可明顯看出市內交換機數在 1976 年執行「電信中程發展計畫」後開始成長，在 1981 年執行「電信中程建設計畫」後成長幅度加大，而長途交換機數則在 1989 年後有較明顯增加趨勢，但市話、長話的交換機投入量均在 2000 年時開始趨緩。

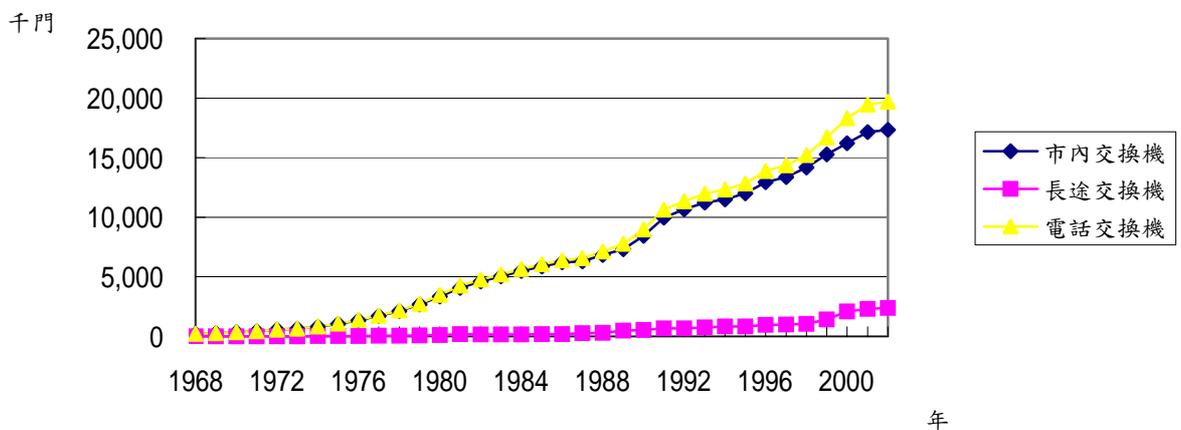


圖 4-5 市話、長話交換機數

註：電話交換機數為市話、長話交換機數加總

2. 纜線設備

1968-2002 年市內電話、長途電話纜線公里數如圖 4-6、圖 4-7 所示。市內電話的纜線公里數明顯在 1991 年後開始大幅增加，主要是由於無論適合種通信方式長途電話、國際電話、行動電話以及數據通信都必須使用到市話網路，因此中華電信在近幾年來大量擴增市話線路，以因應資訊時代來臨對於通信的大量需求。

長途電話纜線公里數則在 1981 年時有巨幅的增加，纜線公里數由 148,058 公里劇增至 700,603 公里，之後則因光纖化比例的提升，由於光纖纜線較一般纜線可以提供更多的電路數，其總纜線公里開始下降。

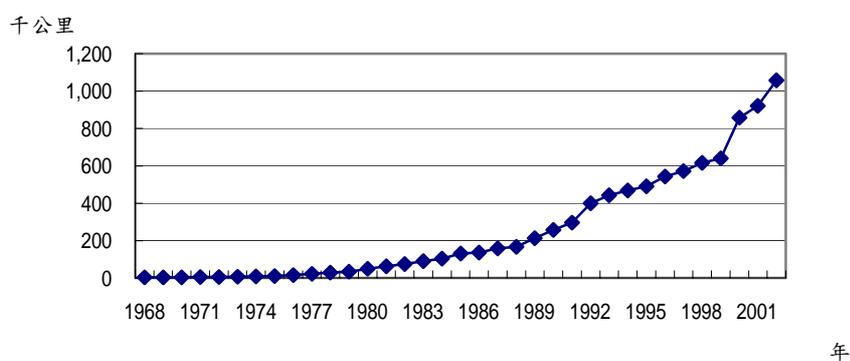


圖 4-6 市內電話纜線公里數

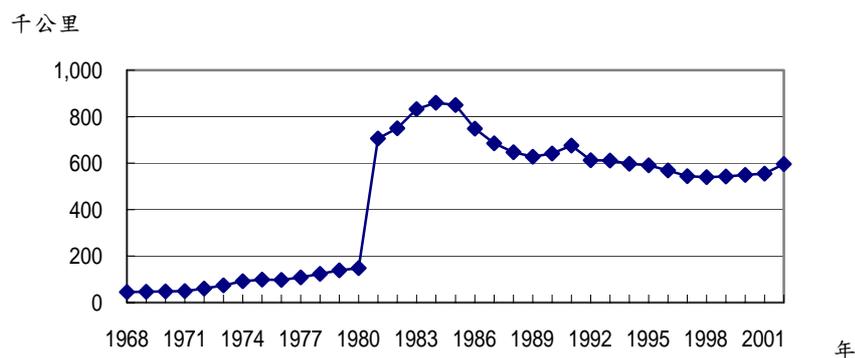


圖 4-7 長途電話纜線公里數

3. 電路設備

1968-2002 年長途電話、國際電話電路數如圖 4-8、圖 4-9 所示。長途電話與國際電話主要是以電路方式傳輸，即是採用分頻多工技術將纜線中劃分為多個電路進行傳輸，以提升話務處理的效率，自 1986 年開始採用頻寬較電纜高出許多的光纖纜線後，長話與國際電話的電路數即呈現大幅的成長。

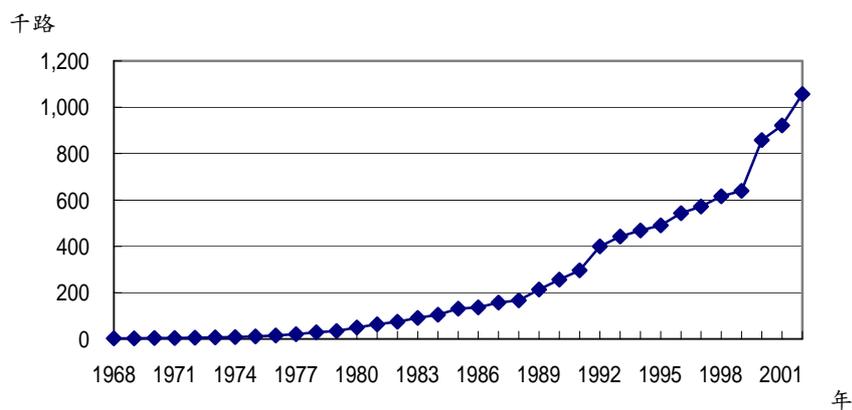


圖 4-8 長途電話電路數

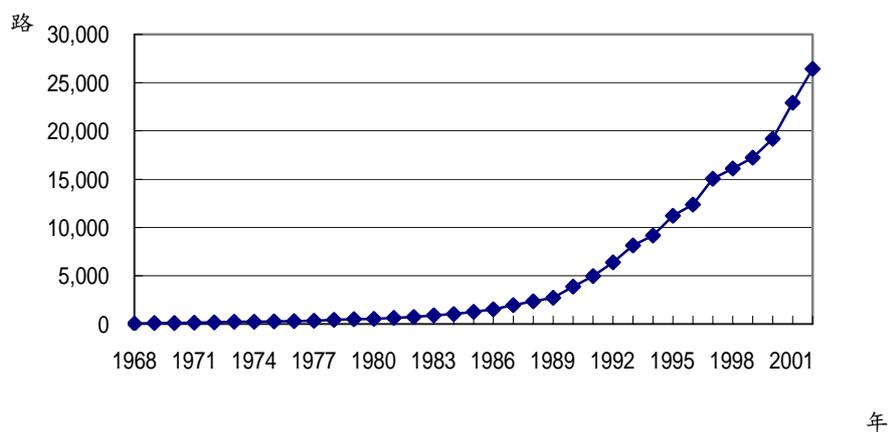


圖 4-9 國際電話電路數

4.3 偏要素生產力分析

在進行中華電信固網電話產出、投入變數之資料分析後，此節中將以偏要素生產力法，初步探討各電話業務各年之經營情形。偏要素生產力可提供個別投入要素對生產力的貢獻，其衡量公式為：

$$PFP_t = Y_t / X_t \dots\dots\dots(4-1)$$

其中 Y_t 代表第 t 年之產出， X_t 代表第 t 年之要素投入，二者相除則為第 t 年之偏要素生產力。由於偏要素生產力僅適用於單一產出的分析，因此本研究並不進行設定為多元產出的固網電話模式之偏要素生產力探討。

各固網電話業務之偏生產力衡量結果如表 4-3 所示，各業務的觀察偏要素生產力變化情形為：

- 1.市內電話勞動生產力有逐年提升趨勢；交換機生產力以及纜線生產力在 1981-1995 年間逐年下滑，但自 1996 年後則又呈逐年提高，可能原因是 1981-1995 年正值電信建設時期，以及 1996 年中華電信公司化經營效率提升的影響。
- 2.長途電話的各項生產力都有逐年下滑的趨勢，只有纜線生產 1991-1996 年間有上升趨勢，在 1981-1995 年可能也是由於正值建設時期，降低生產力，之後應是 1997 年行動電話業務開放所帶來的衝擊。
- 3.國際電話模式的勞動生產力都有逐年提升趨勢，但在電路生產力的變動是逐年降低。

由於偏要素生產力具有投入要素邊際替代彈性為零的假設，因此觀察其衡量結果，相當難以判定各項業務之整體經營效率，但仍可作為未來實證分析的參考依據。

表 4-3 固網電話偏要素生產力指標

年	市內電話			長途電話			國際電話	
	勞動生產力	交換機生產力	纜線生產力	勞動生產力	交換機生產力	纜線生產力	勞動生產力	電路生產力
1981	0.61	2.75	4.81	0.51	5.42	2.21	0.12	2.08
1982	0.69	2.51	3.64	0.57	5.61	2.22	0.15	2.29
1983	0.80	2.29	3.27	0.57	4.49	2.21	0.21	2.38
1984	0.78	1.90	2.51	0.55	2.97	2.30	0.22	2.36
1985	0.84	1.69	1.35	0.59	1.81	0.52	0.26	2.28
1986	0.84	1.51	1.21	0.63	2.40	0.52	0.34	2.43
1987	0.94	1.54	1.22	0.74	2.68	0.55	0.40	2.20
1988	1.05	1.57	1.29	0.75	2.68	0.52	0.40	1.81
1989	0.96	1.64	1.37	0.71	2.56	0.54	0.42	1.70
1990	1.01	1.67	1.44	0.65	2.47	0.59	0.55	1.70
1991	0.88	1.42	1.21	0.72	1.79	0.71	0.66	1.60
1992	0.96	1.42	1.28	0.82	1.83	0.85	0.76	1.42
1993	0.98	1.35	1.25	0.91	1.26	0.97	0.81	1.15
1994	1.08	1.27	1.32	1.02	1.22	1.05	0.92	1.14
1995	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1996	-	1.13	1.10	-	1.02	1.14	-	0.94
1997	-	1.43	1.33	-	0.67	0.82	-	0.75
1998	-	1.63	1.46	-	0.60	0.85	-	0.75
1999	-	1.85	1.57	-	0.65	0.93	-	0.75
2000	-	1.84	1.59	-	0.43	0.74	-	0.52
2001	-	1.70	1.45	-	0.27	0.50	-	0.28
2002	-	1.58	1.36	-	0.21	0.42	-	0.21
平均值								
1981-2002	1.31	1.67	1.74	0.69	2.00	1.01	0.67	1.53
1981-1995	0.89	1.70	1.90	0.72	2.68	1.12	0.48	1.95
1996-2002	2.20	1.60	1.42	0.64	0.55	0.77	1.07	0.64

註：1.以 1995 年為基換算為指標形式

2. 1996 年後資料由中華電信提供，故列出平均值。

4.4 知識經濟變數資料分析

4.4.1 人力資本分析

1. 資料說明

本研究所設定的人力資本變數包含：員工平均年資、高學歷百分比以及每員工訓練費用。在電信統計要覽中，對於員工年資的統計方式是依序列出年資「未滿1年」、「1-5年」～「26-30年」、「30年以上」的員工數，本研究則取年資的平均值作為計算基礎(例如年資為1-5年則取其平均值3年)，計算員工平均年資如下式所示：

$$\text{員工平均年資} = [0.5 \times (\text{年資未滿1年員工數}) + 3 \times (\text{年資1-5年員工數}) + \dots + 28 \times (\text{年資26-30年員工數}) + 35 \times (\text{年資30年以上員工數})] / \text{總員工數}$$

而高學歷百分比則是專科以上員工數佔總員工數的比例。另外，年資與高學歷百分比缺少2002年資料，本研究是以上一年的增加率作為基礎估計其值。

2. 資料分析

本研究將員工年資視為中華電信知識、經驗累積的代表變數，電信過去為公營事業，其人力制度與一般政府機關類似，員工都享有工作的保障，因此其年資如圖4-10所示，呈逐年遞增，在獨占以及公營制度的經營環境下，知識經驗的累積效果可能並不大，但在1996年中華電信公司化以及政府陸續開放各電信業務後，在競爭的環境下，中華電信在多年經營下所累積的專業知識與經驗，則成為其相對於其他新進業者的優勢之一。中華電信員工高學歷百分比如圖4-11所示，呈逐年大幅增加趨勢，而每員工訓練費用⁹在1981-2000年間是逐年增加、2002年後才開始小幅下降，上述資料顯示中華電信的人力素質逐年提升，對於經營績效應有正面影響。

⁹ 本研究所取得1981-2002年員工訓練費用、研發費用、行銷費用資料均屬保密資料，因此涉及上述資料的知識經濟變數僅說明其變化趨勢。

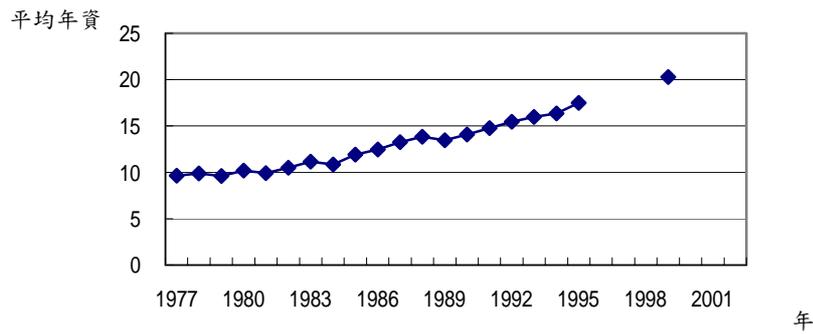


圖 4-10 員工平均年資變化情形

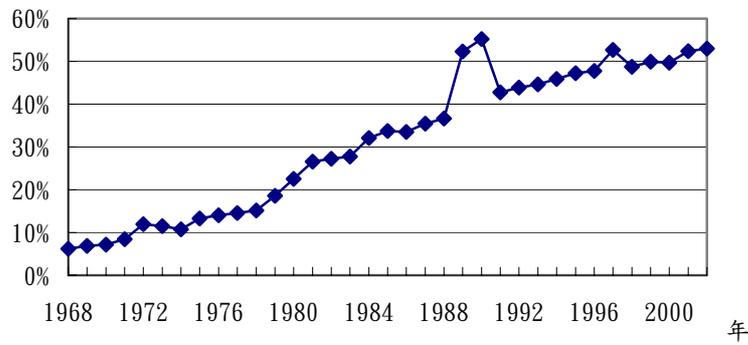


圖 4-11 員工高學歷百分比

4.4.2 顧客資本分析

本研究以行銷費用佔總收入比例衡量中華電信與顧客關係維持的強度，中華電信 1981-2002 年行銷費用佔總收入比例的趨勢是在 1996 年前每年均為 5% 左右，沒有明顯的變化，但在 1996 年後即開始逐年快速遞增趨勢，顯示在 1996 年後政府開始陸續開放行動電話、國際電話業務，引入競爭後，促使業者更加重視與顧客間關係的維持。

4.4.3 創新資本分析

此節中進行中華電信創新資本的分析，本研究所收集可作為衡量創新資本的指標，主要與研發資源有關，中華電信的研發部門為中華電信研究所，所執掌的業務是研究應用電信有關科技、開發設計與建設公司營運所需系統、從事電信科技之品質管理等研究。

中華電信各年研發及訓練擴充設備支出比例、研發人力比例如圖 4-12

所示。研發人力比例是呈逐年快速提升趨勢，在中華電信公司化後開始大幅削減員工數，但研發人力卻仍呈每年遞增，此即顯示了創新對於電信產業的重要性，而訓練擴充設備支出比例也是在近幾年大幅增加，另外，研發費用比例亦是逐年遞增，以上均顯示中華電信相當重視創新資本。

申請專利數代表了創新資本以及創新的成果，中華電信各年專利申請數如圖 4-13 所示，專利申請數在近年來大幅增加，2001 年時高達 44 件，顯示中華電信豐碩的創新成果，由於每一件專利的申請可能是經過數年的研發後再申請，因此較不適宜用於每年的生產力分析中。

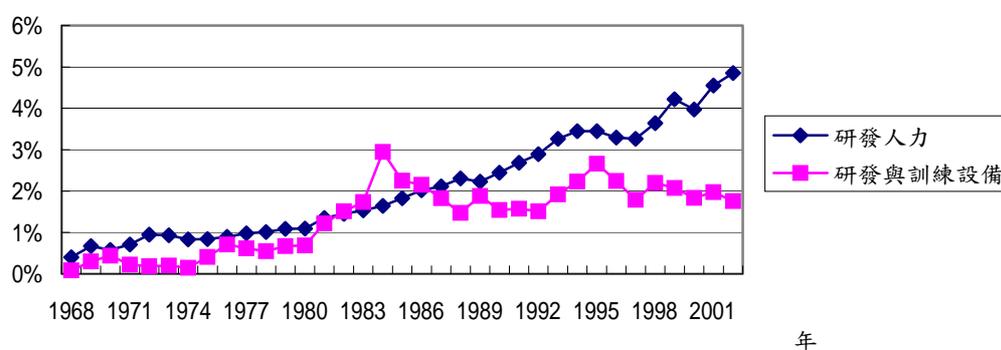


圖 4-12 各年研發人力比例、擴充研發及訓練設備比例支出

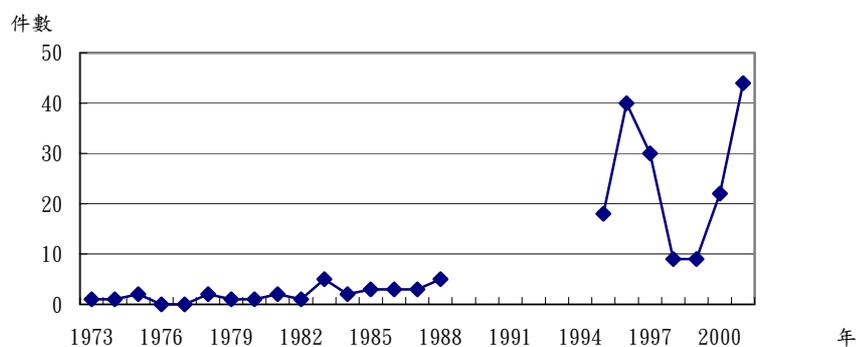


圖 4-13 各年申請專利數

註：缺 1989-1994 年資料

4.4.4 流程資本分析

本研究以人力精簡速度作為衡量中華電信固網電話流程資本的指標，其趨勢如圖 4-14 所示，由圖中可發現在 1981 年電信總局採用力精簡策略後人力精簡速度開始大多為正向的趨勢，代表人力是呈現逐年遞減，在 1996 年公司化後人力精簡速度則加快，顯示中華電信的人力自主權增加，對於生產力、效率應有正面的助益。

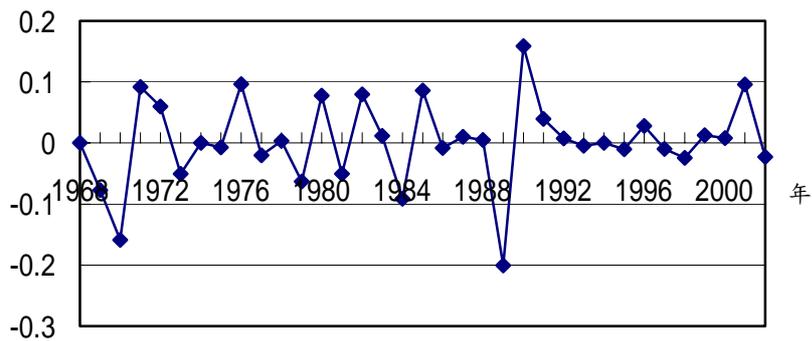


圖 4-14 人力精簡速度

4.4.5 技術因子分析

技術因子的設定因業務不同而不同，在市內電話與長途電話方面是以交換機數化比例、線路光纖化比例代表，國際電話則是國際直撥電話比例、海纜光纖化比例以及參與海纜投資速度。

數位市話與長話交換機自民國 1981 年時引入，市話、長話各年數位化比例如圖 4-15 所示，長話、市話數位化比例分別在 1994、1998 年達 100%。光纖線路於 1986 年時引進，各固網業務之光纖化比例如表 4-4 所示，可發現長話在各類的設備更新速度均較市話、國際電話快，這是由於市話網路太過龐大，因此進行汰舊換新時須投入大量資本與人力，而國際海纜的光纖化速度較慢則是因其更新方式較為困難。各年國際電話投資海纜速度、國際通話直撥比例情形則如圖 4-16、圖 4-17 所示，投資海纜速度在近年來都是正的趨勢，代表投資海纜速度增加。

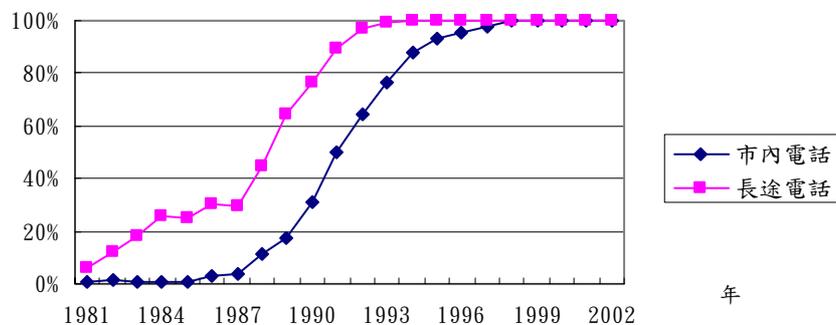


圖 4-15 市話、長話數位化比例

表 4-4 市話、長話與國際電話網路光纜比例

年	市話纜線	長話纜線	國際海纜
1986	0.01%	0.35%	0.01%
1987	0.01%	0.59%	0.02%
1988	0.01%	1.62%	0.04%
1989	0.02%	3.07%	0.08%
1990	0.05%	5.12%	0.14%
1991	0.10%	11.37%	0.29%
1992	0.21%	17.50%	0.44%
1993	0.30%	20.29%	0.54%
1994	0.40%	22.13%	0.64%
1995	0.49%	22.88%	0.72%
1996	0.63%	28.27%	0.88%
1997	0.73%	36.80%	1.03%
1998	0.90%	40.24%	1.20%
1999	1.12%	42.84%	1.43%
2000	1.62%	45.64%	1.93%
2001	1.92%	47.91%	2.23%

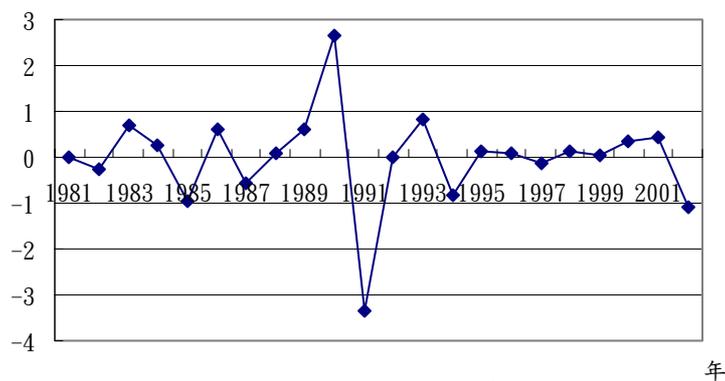


圖 4-16 參與海纜投資速度

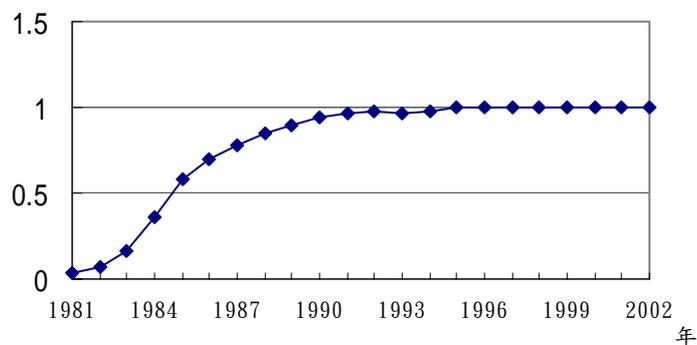


圖 4-17 國際直撥通話比例

第五章 實證分析

本章中進行中華電信固網電話生產力、技術效率及技術變動率之衡量，並利用一般迴歸探討影響技術變動因子，根據實證結果進行分析。

內容依序為 5.1 節 SFA 衡量結果；5.2 節一般迴歸衡量結果。

5.1 SFA 衡量結果

5.1.1 SFA 估計結果

本研究中除將各固網電話業務合併於同一模式(簡稱「固網電話」模式)外，另將市內電話、長途電話及國際電話分開獨自進行生產力、效率的衡量，所採用的估計軟體為 Coelli(1996)的 FRONTIER Version 4.1，各模式設定的詳細說明參見 3.2 節。

以 SFA 估計 translog 生產函數中各項變數係數值的結果如表 5-1 所示，其中「固網電話 2」、「國際電話 2」及「長途電話 2」為加以考量影響技術效率因子的模式，市內電話因各項影響技術效率因子並不顯著，故僅有一個模式。技術無效率效果衡量結果顯示：

1. 整體固網業務之技術效率在 1997 年行動電話市場開放，以及 2000 年實行價格上限管制、開放固網業務後顯著降低。
2. 國際電話業務由於在 2000 年後由於費率改採價格上限管制，中華電信對於國際電話的定價自主權提高，使其可以採取調降國際電話費率，作為因應 2001 年新固網業者加入經營的策略，造成國際電話收入受到費率調整的影響而大幅下降，因此其效率在 2000 年後呈顯著降低情形。
3. 長途電話之效率在 1997 年行動電話業務開放後其效率值呈顯著下降，顯示行動通訊的快速成長對於長途電話產生相當大的衝擊。另外，自 1989 年開辦行動電話業務後，長途電話的效率估計結果亦有降低趨勢，這是由於本研究所採用的長途電話勞動投入資料中包含行動電話員工數所致。
4. 市內電話之技術無效率效果項均不顯著，顯示各項電信解除管制政策對於市內電話效率值影響並不大。

表 5-1 SFA 係數估計結果

業務名稱	固網電話 1	固網電話 2	國際電話 1	國際電話 2	市內電話 1	長途電話 1	長途電話 2
研究期間	1968-2002	1968-2002	1968-2002	1968-2002	1981-2002	1981-2002	1981-2002
$\hat{\alpha}_0$	-1.81717 (-0.051)	-1.60523 (-1.532)	-9.78620 (-9.986)	-9.77476 (-10.059)	-735.62092 (-737.859)	-218.57245 (-4353.220)	-218.18619 (-207.419)
$\hat{\alpha}_t$	1.72159 (1.743)	1.81904 (10.934)	1.63030 (10.073)	1.64068 (9.834)	-5.01859 (-27.499)	-0.55483 (-1.093)	-1.29145 (-1.685)
$\hat{\alpha}_L$	29.86290 (2.770)	31.02914 (14.726)	13.29080 (17.613)	13.32147 (21.201)	-48.90943 (-56.466)	-3.13830 (-4.235)	-0.38817 (-0.510)
$\hat{\alpha}_I$	-10.62382 (-1.334)	-11.54739 (-8.089)	-	-	51.95751 (94.297)	21.00397 (27.345)	25.48100 (8.729)
$\hat{\alpha}_F$	-7.73692 (-4.195)	-7.71896 (-9.209)	-	-	71.89042 (96.697)	17.78510 (21.832)	12.11657 (4.390)
$\hat{\alpha}_T$	-	-	-10.76369 (-12.207)	-10.73596 (-5.863)	-	-	-
$\hat{\beta}_{Li}$	-	-	-0.23377 (-5.844)	-0.23576 (-5.863)	-	0.16916 (3.698)	0.07940 (2.377)
$\hat{\beta}_{It}$	-0.11380 (-1.567)	-0.12087 (-9.878)	-	-	-	-0.03870 (-1.537)	0.06767 (1.011)
$\hat{\beta}_{Fi}$	-	-	-	-	0.29564 (33.060)	-	-
$\hat{\beta}_{Li}$	-	-	-	-	3.07242 (69.515)	-	-
$\hat{\beta}_{LF}$	1.75236 (5.097)	1.74895 (14.119)	-	-	-	-1.34339 (-26.246)	-0.97156 (-1.750)
$\hat{\beta}_{LT}$	-	-	2.12164 (6.821)	2.14775 (5.927)	-	-	-
$\hat{\beta}_{IF}$	-	-	-	-	-4.78962 (-128.178)	-	-
$\hat{\beta}_{LL}$	-2.91209 (-3.658)	-2.96488 (-16.917)	-1.68976 (-20.205)	-1.70496 (-14.675)	-	-	-0.51626 (-2.137)
$\hat{\beta}_{It}$	0.41064 (1.365)	0.44370 (8.573)	-	-	-	-0.10933 (-1.940)	-
$\hat{\beta}_{FF}$	-0.30779 (-4.623)	-0.30723 (-11.738)	-	-0.30739 (-1.74)	-	-	-
$\hat{\beta}_{TT}$	-	-	-0.28475 (-2.156)	-	-	-	-
$\hat{\beta}_{tt}$	0.00441 (1.109)	0.00478 (5.322)	0.00365 (0.608)	0.00440 (0.692)	0.00305 (1.236)	-0.00774 (-2.575)	-0.00625 (-1.807)
技術無效率效果							
C	/	-0.01968 (-0.210)	/	-0.03802 (-0.315)	/	/	-0.93329 (-1.877)
開辦行動電話業務 1989 年以後=1, 其他=0	/	-	/	-	/	/	0.84397 (1.450)
開放行動電話業務 1997 年以後=1, 其他=0	/	0.10367 (1.158)	/	-	/	/	0.70875 (1.450)
實施價格上限管制 開放固網電話業務 2000 年以後=1, 其他=0	/	0.17809 (1.508)	/	--0.25862 (1.503)	/	/	-
sigma-squared	0.00558 (1.546)	0.00350 (1.194)	0.01069 (2.092)	0.00837 (1.752)	0.01569 (2.849)	0.99741 (1.803)	0.84397 (1.450)
gamma	0.80687 (4.184)	0.87257 (4.489)	0.89011 (1.513)	0.86576 (0.894)	0.99979 (2709.283)	0.06773 (40.393)	0.70875 (4.927)

註：標示為"1"的模式其技術無效率效果項為本研究中的第一種設定，標示為"2"的模式其技術無效率效果項為本研究中的第二種設定，即包含各項政策虛擬變數的設定。

5.1.2 生產力成長率、技術變動率及技術效率變動率衡量結果

根據 SFA 係數估計結果可進行各固網電話業務生產力成長率、技術變動率之估算，由 SFA 法衡量出各年的技術效率值則可進一步換算為技術效率變動率，結果如表 5-2 所示，並以圖 5-1~圖 5-6 表現各模式生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率之變化情形。以下則依序進行各模式生產力、技術變動及技術效率變動情形之分析：

1. 在技術無效率項考量管制政策效果之固網模式 2，其生產力成長率的估計結果較固網模式 1 為低，但二者之趨勢一致，均顯示在中華電信固網業務 1968-1979 年間的生產力成長較為快速；在 1980-1995 年間由於時值較龐大的電信建設且此期間電話普及率已相當高，因此生產力成長較為緩慢；而 1996 由於中華電信公司化使得當年生產力成長率較高，但 1997 年由於行動電話業務得開放導致當年生產力劇降，2000 年也因改採價格上限管制後大幅調降國際電話費率而使生產力有顯著降低情形，但在 2002 年生產力又開始呈較大幅度的成長。將生產力成長率分解為技術變動率、技術效率變動率以及規模效果顯示出固網電話產業的生產力成長主要來自於技術變動率，技術效率的影響較小，而規模效果也因電信的日趨普及影響漸小。
2. 國際電話模式結果亦顯示生產力成長主要來自於技術進步的貢獻，且在 1996 年中華電信公司化後技術有更明顯的進步，技術效率則因 2000 年價格上限管制的實施、2001 年新進固網業者加入經營後將國際電話視為重點經營業務而有明顯下降趨勢，但至 2002 年則呈大幅度提升，顯示競爭的引入有助於效率的提升。
3. 市內電話由於受到各項重點電信業務逐漸開放的衝擊較小，因此其生產力呈逐年成長趨勢，技術效率在 1996 年中華電信公司化後也有明顯的提升。
4. 由於本研究所採用的長途電話勞動投入中，包含行動電話員工的統計，因此在長途電話 2 模式中設定 1989 年開辦行動電話業務後之虛擬變數來進行調整，因此比較長途電話 1 模式與長途電話 2 模式可發現，經過調整後的長途電話 2 模式的技術變動率均為正，與事實較為相符。長途電話 2 模式之衡量結果顯示長途電話技術效率在 1997 年後成相當大幅

度的下降，下降了 46% 左右，代表了行動電話成長對於長途電話有高度的取代性，是主要造成長途電話近幾年來生產力成長低落的原因。

將固網電話業務的生產力成長率衡量結果(固網電話 2 模式)，與國內相關研究文獻進行比較如表 5-3 所示，由於各研究所採用的生產力衡量方法以及產出、投入變數的設定並不相同，因此很難有一致的結果。另外，其他研究是以中華電信整體電信業務為研究對象，而本研究是設定為固網電話業務，因此在生產力成長率的變化趨勢上也不相同，黃秋香(2000)的實證結果顯示中華電信的生產力成長率在 1994-1998 年間大幅提高，主要是行動電話市場開放所帶來的效益，在本研究中則由於固網電話業務受到行動電話快速成長的衝擊頗大，因此 1994-1998 年間的生產力成長率並無明顯的提高且 1999-2002 年間有下降的趨勢。

另外，再根據 SFA 的估計結果計算各固網電話模式的偏要素生產力如表 5-4 所示，計算偏要素生產力的結果指出各固網電話業務模式之勞動生產力在 1996 年中華電信公司化後均呈明顯的提升，而其他投入生產力如交換機生產力、電路生產力以及纜線生產力都有下降的趨勢，其中較值得注意的是長途電話的線路生產力在近幾年呈現上升，這是由於長途電話是線路光纖化時程最快的業務，光纖線路較一般纜線可容納更多的電路，因此長話之纜線公里數逐年下降使其生產力提高。在長途電話的勞動生產力方面，在未經調整的長途電話模式 1 中其勞動生產力為負值，但在長途電話模式 2 中已經過調整其生產力為正值。

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果

年	固網電話 1				大事紀
	生產力 成長率	技術 變動率	技術效率 變動率	規模效果	
1968	-	0.3476	-	-	
1969	0.2386	0.3288	-0.0222	-0.0680	
1970	0.3576	0.3046	0.0103	0.0427	
1971	0.3055	0.2866	0.0003	0.0186	
1972	0.2752	0.2652	0.0023	0.0076	
1973	0.3599	0.2600	0.0129	0.0870	
1974	0.0487	0.2400	-0.0897	-0.1016	
1975	0.3692	0.2171	0.0779	0.0742	
1976	0.1955	0.1961	-0.0053	0.0047	
1977	0.2312	0.1769	0.0109	0.0434	
1978	0.2225	0.1613	0.0047	0.0565	1978 年開始提供國際電話直撥服務
1979	0.1182	0.1422	-0.0061	-0.0180	
1980	0.0750	0.1230	-0.0246	-0.0234	
1981	0.1645	0.1075	0.0048	0.0522	1981 年-1989 年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.1552	0.1038	0.0160	0.0355	
1983	0.1722	0.1030	0.0101	0.0591	
1984	0.0503	0.1021	-0.0082	-0.0437	
1985	0.1005	0.1037	-0.0009	-0.0022	
1986	0.0822	0.1068	-0.0068	-0.0178	
1987	0.1426	0.1129	0.0087	0.0210	
1988	0.0657	0.1127	-0.0140	-0.0329	
1989	0.1502	0.1115	0.0117	0.0270	1989 年 6 月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.1025	0.1038	-0.0008	-0.0006	1990 年後採精簡用人策略
1991	0.0835	0.0929	-0.0069	-0.0024	1991 年擴增市話與長話纜線
1992	0.1218	0.0947	0.0073	0.0197	
1993	0.1194	0.0977	0.0041	0.0176	
1994	0.1246	0.1036	0.0033	0.0178	長途電話數位化比例達 100%
1995	0.0534	0.1085	-0.0120	-0.0431	
1996	0.1465	0.1084	0.0092	0.0289	1996 年 7 月中華電信公司化
1997	0.0474	0.1138	-0.0201	-0.0464	1997 年 1 月開放行動電話業務 市話數位化比例達 100%
1998	0.1398	0.1164	0.0100	0.0134	
1999	0.2116	0.1147	0.0165	0.0804	
2000	0.0172	0.1133	-0.0159	-0.0802	2000 年 3 月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	0.1008	0.1155	-0.0043	-0.0103	2001 年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.1526	0.1234	0.0105	0.0186	
平均值					
1969-2002	0.1559	0.1549	-0.0002	0.0013	
1996-2002	0.1116	0.1162	-0.0005	-0.0041	

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果(續)

年	固網電話 2				大事紀
	生產力 成長率	技術 變動率	技術效率 變動率	規模效果	
1968	-	0.4286	-	-	
1969	0.3189	0.4026	-0.0485	-0.0352	
1970	0.2443	0.3690	0.0327	-0.1574	
1971	0.1664	0.3442	0.0019	-0.1797	
1972	0.2611	0.3146	0.0019	-0.0554	
1973	0.2748	0.3083	0.0183	-0.0518	
1974	-0.1794	0.2807	-0.1421	-0.3180	
1975	0.1671	0.2489	0.1181	-0.1999	
1976	-0.0260	0.2198	-0.0029	-0.2429	
1977	0.1234	0.1933	0.0138	-0.0837	
1978	-0.0671	0.1721	0.0139	-0.2530	1978 年開始提供國際電話直撥服務
1979	-0.0895	0.1458	-0.0200	-0.2153	
1980	-0.1934	0.1193	-0.0711	-0.2416	
1981	-0.4213	0.0982	0.0448	-0.5642	1981 年-1989 年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.0254	0.0940	0.0244	-0.0930	
1983	0.0669	0.0940	0.0204	-0.0475	
1984	0.0119	0.0940	-0.0118	-0.0703	
1985	0.0424	0.0974	-0.0059	-0.0490	
1986	0.0526	0.1030	-0.0197	-0.0307	
1987	0.1181	0.1131	0.0213	-0.0163	
1988	0.0305	0.1139	-0.0505	-0.0328	
1989	0.1651	0.1133	0.0593	-0.0075	1989 年 6 月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.0671	0.1035	-0.0078	-0.0286	1990 年後採精簡用人策略
1991	-0.1043	0.0889	-0.0178	-0.1754	1991 年擴增市話與長話纜線
1992	0.0312	0.0927	0.0161	-0.0776	
1993	0.0342	0.0982	0.0092	-0.0731	
1994	0.0682	0.1079	0.0057	-0.0454	長途電話數位化比例達 100%
1995	-0.0289	0.1161	-0.0276	-0.1174	
1996	0.0863	0.1171	0.0168	-0.0476	1996 年 7 月中華電信公司化
1997	-0.0063	0.1261	-0.0850	-0.0474	1997 年 1 月開放行動電話業務 市話數位化比例達 100%
1998	0.1037	0.1311	0.0162	-0.0435	
1999	0.1567	0.1298	0.0676	-0.0407	
2000	-0.0253	0.1289	-0.0936	-0.0606	2000 年 3 月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	-0.0243	0.1332	-0.1109	-0.0466	2001 年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.0607	0.1459	-0.0470	-0.0383	
平均值					
1969-2002	0.0445	0.1711	-0.0076	-0.1190	
1996-2002	0.0442	0.1325	-0.0421	-0.0462	

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果(續)

年	國際電話 1				大事紀
	生產力 成長率	技術 變動率	技術效率 變動率	規模效果	
1968	-	0.1681	-	-	
1969	-0.0488	0.1487	-0.1679	-0.0296	
1970	0.3302	0.1399	0.1572	0.0331	
1971	0.1938	0.1151	0.0246	0.0541	
1972	-0.0755	0.1018	-0.1208	-0.0565	
1973	0.2125	0.0730	0.1005	0.0390	
1974	-0.1017	0.0148	-0.1186	0.0021	
1975	0.1398	0.0079	0.1086	0.0233	
1976	-0.0144	0.0102	-0.0169	-0.0077	
1977	0.0627	0.0176	0.0311	0.0140	
1978	0.0456	0.0181	0.0105	0.0170	1978 年開始提供國際電話直撥服務
1979	-0.1892	0.0129	-0.1536	-0.0485	
1980	0.1618	0.0161	0.1263	0.0194	
1981	-0.0613	0.0026	-0.0579	-0.0060	1981 年-1989 年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.0820	0.0050	0.0629	0.0141	
1983	-0.0237	0.0179	-0.0256	-0.0161	
1984	0.0608	0.0081	0.0329	0.0197	
1985	-0.0490	0.0185	-0.0449	-0.0226	
1986	0.0471	0.0292	0.0193	-0.0014	
1987	-0.0404	0.0396	-0.0645	-0.0156	
1988	-0.0209	0.0488	-0.0578	-0.0118	
1989	0.2914	0.0475	0.1696	0.0743	1989 年 6 月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.0121	0.0394	-0.0076	-0.0197	1990 年後採精簡用人策略
1991	0.0084	0.0414	-0.0130	-0.0200	1991 年擴增市話與長話纜線
1992	-0.0188	0.0553	-0.0484	-0.0257	
1993	0.0755	0.0655	0.0129	-0.0029	
1994	0.0837	0.0765	0.0102	-0.0031	長途電話數位化比例達 100%
1995	0.0881	0.0891	0.0042	-0.0051	
1996	0.0720	0.1053	-0.0200	-0.0133	1996 年 7 月中華電信公司化
1997	0.1417	0.1237	0.0217	-0.0037	1997 年 1 月開放行動電話業務 市話數位化比例達 100%
1998	0.1692	0.1404	0.0225	0.0063	
1999	0.1922	0.1566	0.0149	0.0207	
2000	-0.1248	0.1689	-0.2176	-0.0761	2000 年 3 月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	0.2694	0.2236	0.0652	-0.0195	2001 年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.4267	0.2661	0.1425	0.0180	
平均值					
1969-2002	0.0705	0.0719	0.0001	-0.0015	
1996-2002	0.1638	0.1692	0.0042	-0.0097	

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果(續)

年	國際電話 2				大事紀
	生產力 成長率	技術 變動率	技術效率 變動率	規模效果	
1968	-	0.1675	-	-	
1969	-0.0439	0.1494	-0.1593	-0.0339	
1970	0.3358	0.1419	0.1538	0.0402	
1971	0.2059	0.1183	0.0223	0.0653	
1972	-0.0661	0.1064	-0.1002	-0.0723	
1973	0.2295	0.0787	0.0914	0.0594	
1974	-0.0842	0.0215	-0.0890	-0.0167	
1975	0.1457	0.0160	0.0868	0.0430	
1976	-0.0064	0.0197	-0.0098	-0.0163	
1977	0.0660	0.0287	0.0149	0.0225	
1978	0.0587	0.0306	0.0057	0.0224	1978 年開始提供國際電話直撥服務
1979	-0.1770	0.0267	-0.1252	-0.0786	
1980	0.1692	0.0314	0.1072	0.0307	
1981	-0.0477	0.0193	-0.0494	-0.0175	1981 年-1989 年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.0941	0.0231	0.0494	0.0217	
1983	-0.0061	0.0376	-0.0209	-0.0228	
1984	0.0765	0.0291	0.0238	0.0236	
1985	-0.0299	0.0410	-0.0402	-0.0307	
1986	0.0665	0.0532	0.0147	-0.0014	
1987	-0.0128	0.0652	-0.0593	-0.0187	
1988	0.0020	0.0759	-0.0593	-0.0145	
1989	0.3114	0.0761	0.1577	0.0776	1989 年 6 月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.0649	0.0693	-0.0015	-0.0030	1990 年後採精簡用人策略
1991	0.0469	0.0727	-0.0061	-0.0198	1991 年擴增市話與長話纜線
1992	0.0231	0.0882	-0.0279	-0.0373	
1993	0.1186	0.1000	0.0146	0.0040	
1994	0.1057	0.1124	-0.0003	-0.0064	長途電話數位化比例達 100%
1995	0.1272	0.1266	0.0037	-0.0031	
1996	0.0915	0.1444	-0.0271	-0.0259	1996 年 7 月中華電信公司化
1997	0.1824	0.1644	0.0186	-0.0006	1997 年 1 月開放行動電話業務 市話數位化比例達 100%
1998	0.1841	0.1827	0.0057	-0.0042	
1999	0.2071	0.2005	0.0069	-0.0003	
2000	-0.1006	0.2143	-0.2840	-0.0309	2000 年 3 月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	0.3126	0.2709	0.0605	-0.0188	2001 年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.4638	0.3152	0.1477	0.0009	
平均值					
1969-2002	0.0916	0.0956	-0.0022	-0.0018	
1996-2002	0.1916	0.2132	-0.0102	-0.0114	

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果(續)

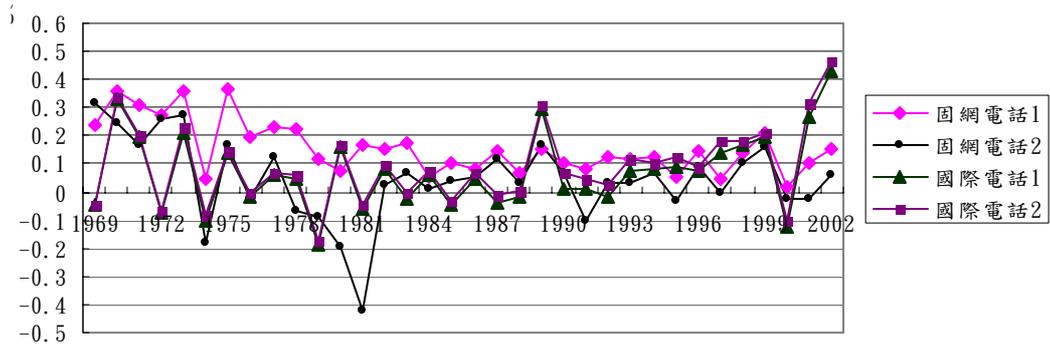
年	市內電話				大事紀
	生產力 成長率	技術 進步率	技術效率 變動率	規模彈性	
1981	-	-0.0269	-	-	1981年-1989年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.0260	0.0159	0.0315	-0.0214	
1983	0.1166	0.0498	0.0838	-0.0170	
1984	0.1407	0.0719	0.0798	-0.0111	
1985	0.0846	0.0933	0.0020	-0.0107	
1986	0.0395	0.1078	-0.0610	-0.0073	
1987	0.1207	0.1212	0.0063	-0.0067	
1988	0.1115	0.1347	-0.0165	-0.0067	
1989	0.2125	0.1520	0.0691	-0.0086	1989年6月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.0330	0.1669	-0.1265	-0.0075	1990年後採精簡用人策略
1991	0.2103	0.2339	0.0099	-0.0335	1991年擴增市話與長話纜線
1992	0.3329	0.2686	0.0816	-0.0173	
1993	0.2703	0.3020	-0.0150	-0.0166	
1994	0.2477	0.3261	-0.0664	-0.0120	長途電話數位化比例達100%
1995	0.1805	0.3610	-0.1631	-0.0174	
1996	0.4964	0.3828	0.1245	-0.0108	1996年7月中華電信公司化
1997	0.4932	0.4044	0.0995	-0.0107	1997年1月開放行動電話業務 市話數位化比例達100%
1998	0.4008	0.4250	-0.0140	-0.0102	
1999	0.5026	0.4503	0.0649	-0.0126	
2000	0.3959	0.4699	-0.0642	-0.0097	2000年3月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	0.5559	0.4932	0.0740	-0.0113	2001年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.2076	0.5070	-0.2924	-0.0071	
平均值					
1982-2002	0.2466	0.2637	-0.0044	-0.0127	
1996-2002	0.4361	0.4475	-0.0011	-0.0103	

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果(續)

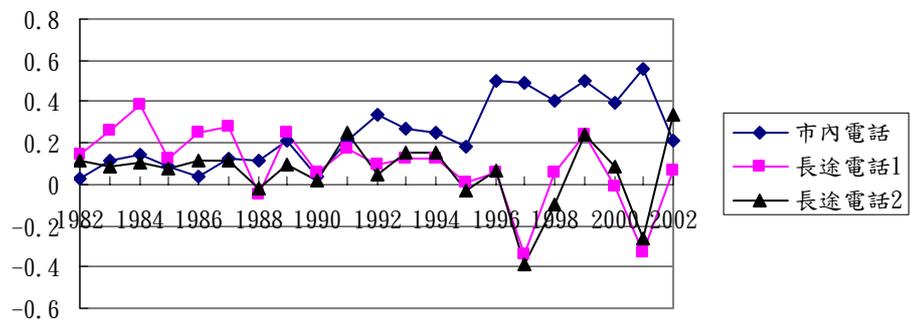
年	長途電話 1				大事紀
	生產力 成長率	技術 進步率	技術效率 變動率	規模彈性	
1981	-	0.2540	-	-	1981 年-1989 年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.1426	0.2428	-0.0965	-0.0038	
1983	0.2591	0.2424	0.0196	-0.0029	
1984	0.3817	0.2448	0.1359	0.0010	
1985	0.1271	0.2246	-0.1118	0.0143	
1986	0.2538	0.2044	0.0305	0.0189	
1987	0.2823	0.1753	0.0820	0.0251	
1988	-0.0505	0.1460	-0.2189	0.0224	
1989	0.2515	0.1310	0.1041	0.0165	1989 年 6 月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.0539	0.1160	-0.0773	0.0152	1990 年後採精簡用人策略
1991	0.1747	0.0927	0.0608	0.0212	1991 年擴增市話與長話纜線
1992	0.0950	0.0714	0.0011	0.0225	
1993	0.1197	0.0484	0.0445	0.0268	
1994	0.1282	0.0243	0.0740	0.0299	長途電話數位化比例達 100%
1995	0.0069	0.0078	-0.0301	0.0292	
1996	0.0558	-0.0182	0.0367	0.0373	1996 年 7 月中華電信公司化
1997	-0.3394	-0.0350	-0.3386	0.0342	1997 年 1 月開放行動電話業務 市話數位化比例達 100%
1998	0.0555	-0.0355	0.0602	0.0308	
1999	0.2395	-0.0587	0.2542	0.0440	
2000	-0.0102	-0.0871	0.0309	0.0459	2000 年 3 月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	-0.3318	-0.1164	-0.2584	0.0430	2001 年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.0696	-0.1857	0.1869	0.0683	
平均值					
1969-2002	0.0936	0.0683	-0.0005	0.0257	
1996-2002	-0.0373	-0.0767	-0.0040	0.0434	

表 5-2 生產力成長率、技術變動率、技術效率變動率估計結果(續)

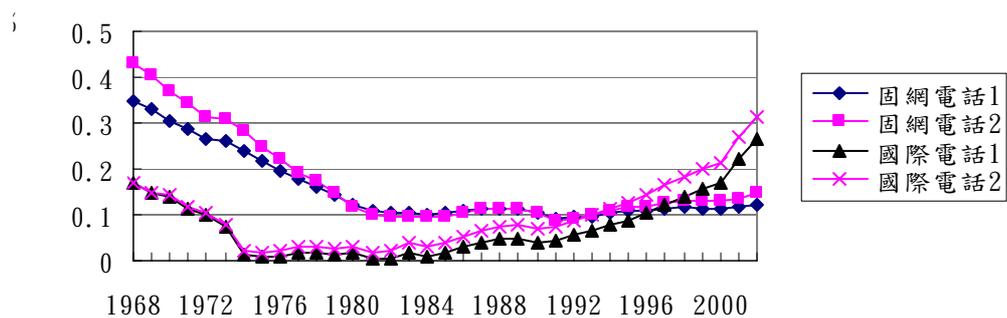
年	長途電話 2				大事紀
	生產力 成長率	技術 進步率	技術效率 變動率	規模彈性	
1981	-	0.1247	-	-	1981 年-1989 年執行「電信中程建設計畫」，目標提昇電信設備數位化、光纖化比例
1982	0.1113	0.0992	-0.0001	0.0121	
1983	0.0848	0.0990	-0.0020	-0.0121	
1984	0.1065	0.0951	0.0014	0.0100	
1985	0.0775	0.0888	-0.0023	-0.0090	
1986	0.1132	0.0759	0.0042	0.0331	
1987	0.1131	0.0919	0.0023	0.0189	
1988	-0.0197	0.0824	-0.0208	-0.0814	
1989	0.0923	0.1090	-0.0384	0.0217	1989 年 6 月開放兩岸通信、開辦行動電話業務
1990	0.0145	0.1091	-0.0885	-0.0060	1990 年後採精簡用人策略
1991	0.2542	0.1104	0.1252	0.0186	1991 年擴增市話與長話纜線
1992	0.0451	0.0983	-0.0448	-0.0084	
1993	0.1487	0.0915	0.0420	0.0151	
1994	0.1517	0.0862	0.0201	0.0454	長途電話數位化比例達 100%
1995	-0.0277	0.0749	-0.0541	-0.0486	
1996	0.0668	0.0705	-0.0052	0.0015	1996 年 7 月中華電信公司化
1997	-0.3887	0.0623	-0.4689	0.0179	1997 年 1 月開放行動電話業務 市話數位化比例達 100%
1998	-0.0939	0.0640	-0.1480	-0.0099	
1999	0.2395	0.0734	0.1613	0.0048	
2000	0.0815	0.0860	0.0019	-0.0064	2000 年 3 月開放固網市場、實施價格上限管制
2001	-0.2589	0.0764	-0.3208	-0.0146	2001 年中新進固網業者陸續加入經營
2002	0.3330	0.0434	0.2579	0.0317	
平均值					
1982-1995	0.0593	0.0851	-0.0275	0.0016	
1996-2002	-0.0146	0.0676	-0.0861	0.0039	



生產力成長率
圖 5-1 固網電話 1、2 及國際電話 1、2 生產力成長率變化



生產力成長率
圖 5-2 市內電話及長途電話 1、2 生產力成長率變化



技術變動率
圖 5-3 固網電話 1、2 及國際電話 1、2 技術變動率變化

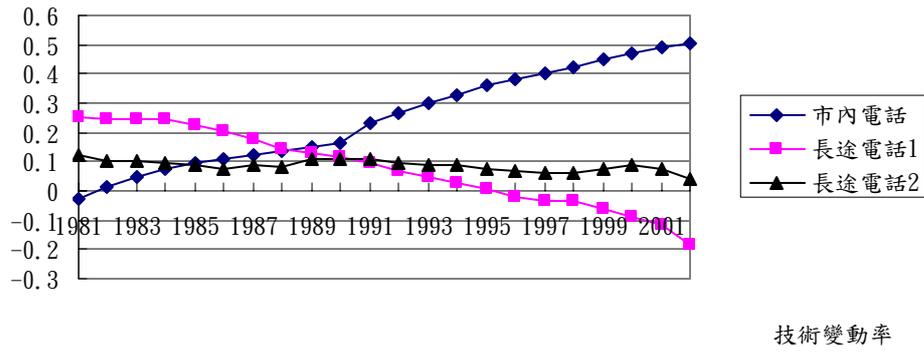


圖 5-4 市內電話及長途電話 1、2 技術變動率變化

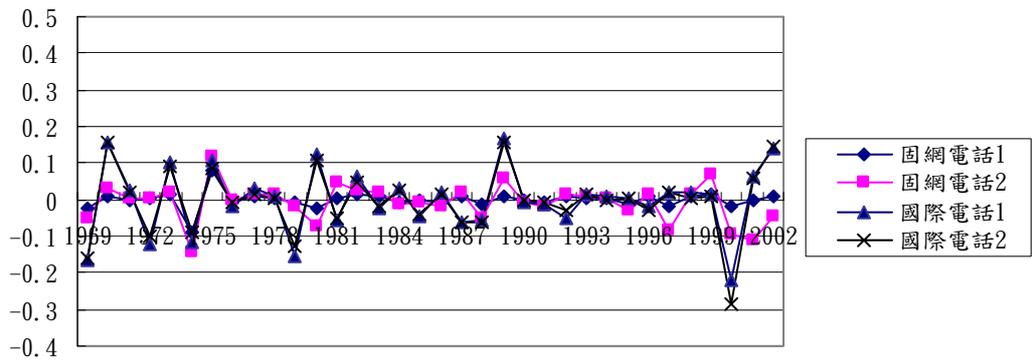


圖 5-5 固網電話 1、2 及國際電話 1、2 技術效率變動率變化

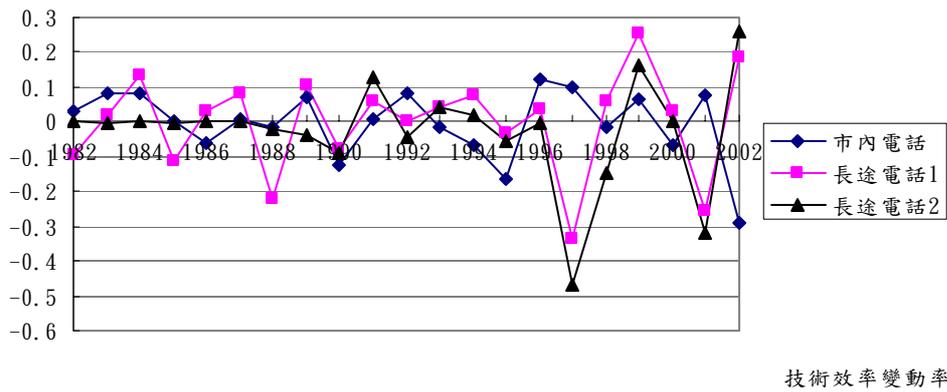


圖 5-6 市內電話及長途電話 1、2 技術效率變動率變化

表 5-3 與其他研究生產力比較

作者	期間	生產力成長率
林楚雄(1992)—成本函數	1976-1990 年	1.9%
盧敬植(1995)—成本函數	1977-1993 年	5.0%
黃秋香(2000)-指數法	1977-1993 年	6.0%
	1994-1998 年	9.9%
本研究(2003)—SFA 法	1969-1993 年	4.5%
	1994-1998 年	4.5%
	1999-2002 年	4.2%

表 5-4 偏要素生產力估計

模式名稱	固網電話 1			固網電話 2			國際電話 1		國際電話 2	
	勞動 生產力	交換機 生產力	纜線 生產力	勞動 生產力	交換機 生產力	纜線 生產力	勞動 生產力	電路 生產力	電路 生產力	電路 生產力
1969-2002 年	434	3.378	1.172	399	3.001	0.914	2187	6744	1839	6882
1996-2002 年	5972	0.148	0.211	4475	0.336	0.069	47467	2895	47551	2883
模式名稱	市內電話			長途電話 1			長途電話 2			
投入	勞動 生產力	交換機 生產力	纜線 生產力	勞動 生產力	交換機 生產力	纜線 生產力	勞動 生產力	交換機 生產力	纜線 生產力	
1969-2002 年	464	9.045	0.191	-12864	1189	336	5806	1756	209	
1996-2002 年	4224	1.259	0.111	-11006	404	378	11284	627	234	

註：勞動生產力單位：千元/人；交換機生產力單位：千元/門；纜線生產力單位：千元/公里；電路生產力：千元/路。

5.2 一般迴歸衡量結果

由 SFA 生產力衡量結果的分析中可知固網電話業務之生產力成長主要是來自於技術的變動，而由衡量結果大致可以從其趨勢判斷電信政策的影響，但卻難以分析知識資本所產生的效果，故本節中將進一步利用一般迴歸釐清影響技術變動的因素，在 5.1 中的模式包含不將政策變數納入技術無效率效果項的模式 1，以及考量政策變數效果的模式 2，在此節中是以模式 2 所求得之技術變動率來建構迴歸模型。本研究在迴歸模型的估計過程中，是在考量各變數之意義與顯著程度後，將部分變數剔除後留下有顯著影響的變數，實證結果顯示：

1. 年資、高學歷百分比、擴充研發與訓練設備支出比例對於市內電話之技

術變動率有顯著正面影響，顯示人力素質的提升有助於市內電話技術之提升。

2. 研發人力比例、擴充研發與訓練設備支出的變動分別對國際電話、長途電話之技術變動率有顯著正面影響，代表創新資本的增加有促進長途、國際電話效率提升的效果。
3. 在技術因子方面，(1) 交換機數位化比例對於整體固網電話、長途電話之技術變動有顯著正面影響；(2) 線路光纖話比例則對整體固網電話、市內電話以及國際電話之技術變動有顯著正面影響，以上均顯示創新設備技術的引入確實是各固網電話效率提升的主要因素之一；而長途電話由於在光纖線路的引進時程上較其他固網電話業務快速，因此光纖化比例變動對其效率有負面影響，代表進行通信設備更新時往往需投入大量資本或人力，當其投入速度大於因技術提升產生效益的速度時，會造成效率的降低。
4. 在其他變數方面，經濟成長率對於國際電話之技術變動有正面影響，市話與長話之技術變動則與經濟成長無顯著關係，這是由於在市話與長話模式的研究期間 1981-2002 年間電話普及率已相當高，市話、長話服務已被視為一種民生必需品，因此與經濟成長率間關係並不大。市話用戶數在整體固網電話模式中呈現顯著，顯示出經營規模對於技術變動仍有顯著影響，但其顯著性並不大且在其他研究期間較晚的模式中並不顯著。

表 5-5 一般迴歸估計結果

模式名稱		固網電話	國際電話	市內電話	長途電話
研究期間		1968-2002 年	1968-2002 年	1981-2002 年	1981-2002 年
常數項		0.3943 (20.679)	0.0429 (1.042)	-0.2463 (-5.038)	0.0861 (12.615)
人力 資本	年資			0.0227 (5.723)	
	高學歷比例 (大專以上)			0.0619 (1.103)	
研發 資本	研發人力佔 總人力比例		1.1792 (0.730)		
	擴充研發與訓練設備支 出佔總支出比例			1.7621 (2.292)	
	擴充研發與訓練 設備支出比例變動				0.5215 (0.846)
技術 因子	交換機 數位化比例	0.1827 (4.077)			0.0250 (1.886)
	線路 光纖化比例	40.6349 (9.136)	0.1511 (3.003)	2.3965 (2.4780)	
	光纖化比例變動	-48.2230 (-3.296)	-0.2281 (-2.730)		-1.1009 (-4.091)
市話用戶數		0.22120E-07 (1.630)			
經濟成長率			0.2810E-02 (1.145)		
擴充電話設備支出		-0.3179E-02 (-2.660)	-0.4800 (-1.323)		
資訊開發時期 1991-96 年=1，其他=0		-0.0406 (-2.015)	-0.1103 (-3.995)		
R ²		0.896	0.739	0.995	0.597
Adj- R ²		0.873	0.682	0.994	0.526

註：1.括弧內為 t 值

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究主要探討知識經濟及解除管制政策，對中華電信固網電話生產力、效率的影響。考量各固網電話業務之經營性質並不同，分別建立數個生產力衡量模型，其中「固網電話」模式涵蓋各類固網電話業務，「市內電話」、「長途電話」以及「國際電話」等模式則是依業務不同分開獨自建立，上述各模式之產出設定為收入、投入則為各業務之主要通信設備，各模式之研究期間因資料收集情形不同而不同，固網電話以及國際電話模式的研究期間為 1968-2002 年，其他模式則為 1981-2002 年。首先利用 SFA 法並採用更為彈性化之 translog 生產函數之模式設定，進行各模式之生產力成長率衡量，並將其分解為技術變動率、技術效率變動率以及規模效果，其中並包含考量影響技術效率因子之模式，之後則進一步建構迴歸模型探討影響技術變動因子。由實証結果分析得到下列幾點主要結論：

1. 市內電話、長途電話以及國際電話的效率、生產力變動趨勢並不一致，而涵蓋整體固網電話業務的固網電話模式，則較易受到各類業務的混合影響較無法真正表現出各電信業務因經營性質不同所造成的差異。
2. 在技術無效率效果項考量政策變數的模式衡量結果顯示國際電話在 2000 年改採價格上限管制後，利用大幅調降費率因應 2001 年新進固網業者加入競爭使得收入下降，造成技術效率顯著降低；長途電話則因受到 1996 年行動電話市場開放的衝擊，使其技術效率在 1996 後顯著下降；各項解除管制政策對於市內電話效率的影響則不顯著。
3. 直接觀察生產力、效率的衡量結果進行分析，大致可從其趨勢判斷解除管制政策的影響，但卻難以分析知識資本所產生的效果，因此必須進一步透過迴歸模型來進行探討。
4. 各項模式估計結果均顯示固網電話業務之生產力成長主要來自於技術的變動，而一般迴歸的實証結果則指出多項知識經濟變數對於中華電信固網電話業務之技術變動有顯著正面影響，顯示知識經濟在電信生產力的提升中扮演著重要的角色。各項知識資本變數對於各固網電話模式的影

響則視其業務的經營性質不同而有所差異：高學歷百分比、研發及訓練設備投資比例以及年資之提升有促使市內電話業務技術進步之效果；研發及訓練設備投資比例、研發人力比例則分別對長途電話業務、國際電話業務有顯著正面影響。

- 5.實證結果亦指出交換機數位化比例、線路光纖化比例等技術因子對於固網業務之技術進步有顯著的貢獻，顯示創新科技的應用是促進固網電話業務生產力成長的要因之一。
- 6.在 Lee et al.(2000)探討競爭引入對於韓國電信公司 KT 影響的研究中，指出在引入競爭後由於 KT 並非完全民營化，且由於預算及人力的自主性不高使其技術效率變化在競爭引入後沒有明顯提升；而中華電信與 KT 相同仍處於公司化階段，但根據本研究的實證結果顯示中華電信的人力在 2000 固網市場開放後有明顯的下降，且在 2000 年改採價格上限管制後可以採用價格策略來因應競爭的引入。比較我國與韓國的情形可驗證在競爭引入的同時，也必須配合相關政策授予經營業者較高的自主權，提高其經營彈性才能產生預期的效益。

6.2 建議

本節中根據本研究所得的實證結果，分別提出對於固網業者經營、電信政策發展方向以及後續研究之建議。

6.2.1 對電信業者之建議

- 1.根據本研究的實證結果顯示多項知識資本如人力素質的提升、增加研發與訓練設備投資的比例以及提高研發人力的比例對於固網業務之技術進步有顯著的貢獻，因此建議固網業者若欲提升的固網電話業務之生產力，就必須雇用高素質人力、積極進行訓練與培育，並不斷從事創新、研究開發新的技術與服務。
- 2.有鑑於知識經濟對於電信生產力、效率的提升有顯著的影響，而且各類知識資本對於不同業務的影響會因其生產技術、經營性質的不同而有所差異，因此若無法正確判斷對於各類電信業務經營績效有顯著影響的知識經濟變數有哪些，則容易造成各類知識資源分配的不當，因此建議業者應建立本身的知識經濟資料庫，有系統的檢視各項知識資本對於各類

業務的影響，在進行本研究的過程中參酌相關研究，提出如表 6-1 所示之適用於衡量電信產業之知識資本指標提供電信業者作一參考。

表 6-1 知識資本指標彙整

人力資本指標	流程資本指標
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 員工變動率 ✓ 高學歷百分 ✓ 平均年資 ✓ 員工平均年齡 ✓ 訓練時數 ✓ 員工平均年資 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資訊科技設備 投資百分比 ✓ 管理費用/每名員工 ✓ 資訊科技費用/每名員工 ✓ 管理費用/總營收 ✓ 資訊科技容量、績效 ✓ 員工平均上網時數 ✓ 知識庫之資料件數
創新資本指標	顧客資本指標
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 新市場開發投資 ✓ 行銷費用/每名顧客 ✓ 訓練費用/每名員工 ✓ 訓練時間比率 ✓ 開發時間比率 ✓ 研發費用/管理費用 ✓ 四十歲以下員工所佔比例 ✓ 資訊系統開發費用/資訊科技費用 ✓ 資訊科技訓練費用/資訊科技費用 ✓ 研發資源/總資源 ✓ 公司專利平均年數 ✓ 尚未申請通過之專利科技 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 年度銷貨/每顧客 ✓ 資訊科技投資/每名銷售人員 ✓ 支援費用/每名顧客 ✓ 服務費用/每名顧客 ✓ 市場佔有率 ✓ 顧客滿意度 ✓ 損失顧客數

3. 在本研究之資料收集過程中由於涉及資料的機密性，並無法取得各營運處之營運資料，本研究之研究方法不僅適用於衡量整體業務各年之生產力表現，亦適用於利用 panel 資料於進行各營運處之生產力、效率評估，建議業者可採用本研究探討知識資本對於技術進步之方法與架構進行各營運處之效率衡量，以了解各營運處之資源配置是否得當。

6.2.2 對電信政策之建議

1. 根據實證結果指出 2000 年開放固網市場後、競爭引入的效果會因各業務

競爭性的不同而有差異，固網業者均將經營的重點放在高利潤國際電話業務，在有限的資源分配下，競爭性有限的市內電話業其品質可能下降，因此建議電信管制者應採取相關政策促進市話的競爭性或是進行品質的管制。

- 2.研究結果顯示知識經濟在電信產業生產力的提升扮演著重要的角色，因此建議電信管制者應加強誘導業者運用各項知識資本，另外，在價格上限管制法中進行 X 值的估算時也應考量知識經濟對於業者生產力的影響。

6.2.3 對後續研究之建議

- 1.本研究是以中華電信的固網電話業務為研究對象，建議後續研究可以探討知識經濟對於其他電信業務的影響，並比較影響各業務之知識資本因子是否相同。
- 2.本研究是採用時間序列資料，但部分知識資本需橫斷面比較才能衡量其影響，建議後續研究可收集包含橫斷面的資料來探討知識經濟對電信產業經營效率的影響。
- 3.由於固網開放政策執行的時間太短，本研究尚無法探討競爭引入後對於電信業者之生產力是否有顯著的影響，建議可以再經過一段時間後，再進行相關研究予以探討。

參考文獻

中文文獻：

- 1.王孟平(2000)，「電信固定網路開放對兩岸政經發展影響之研究」，行政院經濟建設委員會委託研究計畫案。
- 2.尤克強(2001)，知識管理與創新。
- 3.交通部電信總局(1994)，電信白皮書。
- 4.交通部電信總局(1995)，電信白皮書。
- 5.交通部電信公司民營化小組(1993)，電信公司民營化研究報告。
- 6.交通部電信總局(2001)，交通政策白皮書—電信。
- 7.吳思華(2001)，「知識型產業評價之研究」，知識經濟之產業研發暨創新衡量與評估國際研討會論文集，頁 9-1~9-14。
- 8.林楚雄(1992)，「科技進步對我國電信產業總要素生產力影響之研究」，成功大學交通管理研究所碩士論文。
- 9.林宇庭 (1993)，「台灣電信業者技術變動之經濟分析」，台灣大學經濟研究所碩士論文。
- 10.林灼榮、林智隆(2001)，「中華電信室內電話經營效率與影響因子分析」，生產力與效率學術研討會論文集 B2，頁 36-66。
- 11.林志田(2001)，「電信業購併策略之效益分析」，義守大學資訊工程系碩士論文。
- 12.高希鈞(2000)，知識經濟之路。
- 13.郝樹聲(2002)，現代通信原理與實務。
- 14.黃秋香(1999)，「電信業價格上限管制之調整係數 X 值的分析」，國立臺灣大學經濟學研究所碩士論文。
- 15.陳益華(1996)，「我國電信事業經營績效評估—資料包絡分析法之應用」，中山大學企業管理系碩士論文。
- 16.廣磁資訊股份有限公司(1994)，基本通信原理。
- 17.盧敬植(1995)，「台灣電信之成本結構及生產力成長」台大經濟研究所碩士論文。

英文文獻：

1. Aigner, D. J., C. A. K. Lovell, and P. Schmidt, (1977) , “Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models,” *Journal of Economics*, 6, 21-37.
2. Caves, D. W., L. R. Cristensen and W. E. Diewert(1982),”The Economic Theory of Index Numbers of the Measurement of Input, Output and Productivity”, *Econometric*, 50(6), 1393-1414.
3. Charns, A., W. W., Cooper, and E., Rhoades(1978) “Measuring the Efficiency of Decision Making Units”, *European Journal of Operational Research*, 2, 429-444.
4. Coelli, T. J.(1996) , “A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation ” CEPA Working Paper 96/07, Centre for Efficiency and Productivity Analysis of New England.
5. Farrell, M. J.(1957), “The Measurement of Productivity Efficiency”, *Journal of the Royal Statistical Society*, 129(A), 253-351.
6. Fare, R., S. Grosskopf, M. Norris and Z. Zhang(1994), “Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries”, *The American Economic Review*, 84, 66-83.
7. Fuss, M. A.(1994), “Productivity Growth in Canadian Telecommunications”, *Canadian Journal of Economics*, 2, 371-392.
8. Jondrow, J., C. A. K. Lovell, I.S. Materov, and P. Schmidt(1982), “On the Estimation of Technical Inefficiency in the Stochastic Frontier Production Function Model ”, *Journal of Econometrics*, 19, 233-238.
9. Madden, G. and S. Savage(1999), “Telecommunications productivity, catch-up and innovation”, *Telecommunication Policy* 23, 1999,65-81.
10. Kwoka, J., “The effects of divestiture, Privatization, and Competition on productivity in U.S. and U.K. Telecommunications”, *Review of Industrial Organization*. 8, 1993, pp. 49-61.
11. Lee, Y.Y., Y.T. Park and H.S. Oh(2000), “The Impact of Competition on the Efficiency of Public Enterprise: The Case of Korea Telecom”, *Asia Pacific Journal management*, 17, 423-442.

- 12.Malmquist, S.(1953), “Index Numbers and Indifference Surfaces”, *Trabajos de Estadística* , 4, 209-242.
- 13.Meeusen, W. van den, J. Broeck, (1977) , “Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Function with Composed Error,” *International Economic Review*, 18, 435-444.
- 14.Norsworthy, J.R. and S.L. Jang(1992), “Measurement of Productivity for Price Cap Regulation of Telecommunications Services”, *Empirical Measurement and Analysis of Productivity and Technological Change*.
- 15.Oniki, H., T.H. Oum ,R. Stevenson and Y. Zhang(1994), “The Productivity Effects of the Liberalization of Japanese Telecommunication Policy”, *The Journal of Productivity Analysis*, 5(1), 63-79.
- 16.Resende, M.(1999), “Productivity Growth and Regulation in U.S. Local Telephone”, *Information Economics and Policy*, 11, 23-44.
- 17.Rushdi, A. A.(2000), “Total Factor Productivity Measures for Telstra”, *Telecommunication Policy*, 143-154.
- 18.Starkey, M. Z., and Van Pelt, J.W., “Productivity measurement and price cap regulation”, *Telecommunication Policy*, 19, No.2, 1995, pp. 151-160.
- 19.Sueyoshi, T.(1996), “Divestiture of Nippon Telegraph & Telephone”, *Management Policy*, 19(9), 1326-1351.
- 20.Uri, N. D.(2001), “Technical Efficiency, Allocative Efficiency, and The Impact of Incentive Regulation in Telecommunications in the United States”, *Structural Change and Economic Dynamics* ,12, 59-73.
- 21.Uri, N. D.(2001), “The Effect of Incentive Regulation on Productive Efficiency in Telecommunications ”, *Journal of Policy Modeling*, 23, 825-846.