

第一章 緒論

本研究旨在探討台灣製造業 22 個中分類產業在資訊科技的使用方面，自動化與資訊化對其總要素生產力的影響，並觀察當有技術進步產生時，對人力資本需求的變化。本章第一節首先提出本研究最初的動機與目的，而後在第二節說明本文的研究方法並將全文架構的鋪陳做一說明。

第一節 研究動機與目的

研究動機

Robert M. Solow (1985)曾就工業革命以來近兩百年的歷史加以分析。他認為在十八、十九世紀，第一次工業革命終結了長達數千年以來農業創造財富的歷史，在蒸汽機的發明與運用後，奠定了英國的經濟霸權地位。在十九世紀邁入二十世紀之際，電氣化時代來臨，世界發生了第二次工業革命，德國及美國在二十世紀初成為世界經濟龍頭。如今，全世界正在經歷第三次工業革命，因為微電子、電腦、衛星通信、網際網路、光學纖維等等資訊科技的發展，不僅造成社會生活的變遷，也帶動了國家競爭的新形勢。

從一九九〇年代開始的第三次工業革命，其本質就是以資訊科技為基礎，開創出使用新技術的新產業；因此，這是一個以人工智慧產業取勝的時代，所以又稱為「知識經濟時代」。在這樣的時代環境下，資訊知識發展與科技運用成為經濟發展成功的關鍵，只有當科技出現重大突破並開發出具有市場性的新產品，或者是從舊有產品的生產方法中出現革命性的技術突破時，才可能大幅提高生產力，進而提昇產業競爭力。

在知識經濟時代中，資訊技術是科技發展的基礎，一國的資訊科技實力更是影響其全球競爭力的重要關鍵。Michael E. Porter (1985)認為，在當前全球競爭的形勢中，運用資訊技術，創造新競爭優勢，是提昇國家競爭力的重要策略；同時，增強科技實力，是各國政府提昇國家競爭力的主要工作。而 Stephane Garelli¹也表示，即使一個國家的競爭力排名再高，如果不隨時發展最新科技，也將可能被後來的國家所取代。(The World Competitiveness Yearbook, 2001)

因此，世界先進國家均在積極強化國家資訊通信基礎建設，增加資訊科技研發經費，大力培育資訊科技人才，以厚植國家科技實力；而各國政府所推動的「電子化政府」、「網路化都會」以及「電子商務系統」等措施，也都是為了維繫長期的國家競爭優勢，以因應全球競爭壓力。由此可見，資訊科技的發展，已經改變了經濟產業的趨勢，也改變了世界各國的競爭形勢。

研究目的

世界經濟論壇(WEF)在 2003 的年度報告指出，在資訊科技發展的程度方面，台灣位居亞洲第二名，在亞洲國家中僅落後新加坡，全球則排名第九名。可見我國在資訊科技的發展上仍算有不錯的表現。

然在此資訊科技高速發展的年代，正當學界興起討論資訊科技使用的熱潮時，文獻上出現了生產力矛盾(productivity paradox)的說法，即使用資訊科技對於生產力的提升出現了不顯著甚至是負的結果。這與一般的預期是相違背的，是以 Solow (1987)說過：“You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics” 隨即引發熱烈討論。針對此弔詭的結果，後續有許多學者 (David,1990; Berndt and Morrison,1995; Lee and Barua,1999; Oliner,2000; Brynjolfsson and Hitt,2000 等)提出各種解釋生產力矛盾的原因，諸如過度投資(overinvestment)、投入或產出的錯誤衡量(mismeasurement)等。

¹全球競爭力年報 (The World Competitiveness Yearbook)的執筆人。

關於資訊科技的討論，國內並不及美國討論得如此熱烈²，多半集中在個別廠商財務面的探討，若以廠商資料與產業資料比較，產業資料相形之下較具代表性。然而在衡量生產力方面，一般認為衡量製造業的產出與投入比起衡量非製造業（如服務業）的可行性增加，較無衡量誤差的問題。在國內以產業為對象討論的文獻有林惠玲、陳正倉(2000)、蕭家斌(2002)、楊佳勳 (2002)，然此三篇文章皆專注於探討製造業投入自動化生產設備對其產出的影響。而在Daveri and Mascotto (2002)及Gordon (2003)尚未發表的working paper中就提及到美國各州的生產力不同是由於資訊科技產值而非資訊科技投資，然國內尚未有討論資訊科技產值的文獻，於是本研究將歷年的資訊硬體產值加上資訊軟體產值及通訊設備產值作為資訊科技總產值納入討論。

因此，本研究希望能藉由擴大對資訊科技的討論，以生產力指標中的總要素生產力為衡量對象，觀察資訊科技的影響，並探討各方面可能造成影響的變數。另外，觀察當有技術進步時，對人力資本的需求變化。

第二節 研究方法

根據主計處所編製的「多因素生產力趨勢分析報告」中表示，超越對數生產函數(Translog Production Function)較為適合用以估計我國的生產函數模型，原因為其替代彈性並非固定，因此限制條件較一般對數線型模型為少。故以代表超越對數生產函數的Törqvist 指數法估計總要素生產力，並將資本與勞動投入細分予以加權算出台灣製造業的總要素生產力。

本文參考 Bresnahan, Brynjolfsson and Hitt (2002) 的做法，以各項要素投入

² 國內相關討論有以個別廠商為研究對象如陳育伶(1995)、陳美純(2000)、吳昱璟(2001)、陳其妙(2002)、藍如君(2002)、唐永泰(2003)等，探討資訊科技投資對企業生產力變動、生產效率與財務績效的影響。而以製造業整體為對象討論的文獻有林惠玲、陳正倉(2000)、蕭家斌(2002)、楊佳勳(2002)，研究生產自動化對產出的影響。

來解釋生產力，並討論資訊科技投入與人力資本之間的關係，計量模型為 pooling 模型；然而，不同於該篇文章的是本文採用製造業 22 個中分類的資料而非廠商資料作一探討。22 個產業分別為食品業、菸草業、紡織業、成衣、服飾品及其他紡織製品業、皮革、毛皮及其製品業、木竹製品業、家具及裝設品業、紙漿、紙及紙製品業、印刷及其相關事業、化學材料業、化學製品業、石油及煤製品業、橡膠製品業、塑膠製品業、非金屬礦物製品業、金屬基本工業、金屬製品業、機械設備業、電力及電子業、運輸工具業、精密器械業、雜項工業。

第三節 研究限制

資訊科技的衡量應該是多方面的，然而本文礙於資料限制，無法同國外學者以製造業各產業對資訊科技總投入或是電腦投資等作為研究資料，僅能選取資訊科技產值和自動化設備投入作為探討，因而無法呈現資訊科技對製造業影響的全貌，其中產值為總量而自動化設備則分為各行業。在討論生產力矛盾的現象時，有學者認為平減指數並無法反應真正的價值，導致衡量方法出現問題，雖然本研究將各變數以適當的平減值予以平減，但是仍非完美的平減指數，以致於衡量上難免出現誤差。

第四節 研究架構

本文共分為六章節，第一章節說明研究動機、目的及方法。第二章為文獻回顧，分為兩部分，第一部份介紹資訊科技投入對生產力影響的文獻，第二部分則針對人力資本互補性的文獻作探討。第三章首先對台灣整體資訊科技發展及製造業在資訊科技設備的應用情形作介紹，其次介紹各個世界科技先進國家在資訊科技方面發展演進以及針對各國的發展情形作一比較。而第四章為理論模型、實證模型與資料來源的介紹。第五章為實證結果分析。第六章為本文結論與建議。

第二章 文獻回顧

在 1980 年代，資訊科技(information technology)簡稱 IT，被認為是改善公司競爭力優勢的關鍵，所以美國各企業紛紛調整其資本結構，大量投入資訊科技設備，如電腦及週邊設備，通訊設備等，但是隨著電腦功能的日新月異，資訊科技產業與投資的蓬勃發展，學者開始興起討論資訊科技設備對企業績效的影響。

許多實證研究 (Loveman,1994; Berndt and Morrison ,1995; Morrison, 1997) 均指出投入大量資訊科技的公司並未因此獲得相對的報酬，因此出現了生產力矛盾 (productivity paradox)的說法。之後，許多文獻便致力於探討生產力矛盾的原因，Gudmundur (2001)將以往有關解釋生產力矛盾的文獻大致歸納為六類：1.資料本身的問題。因為資訊科技的投資規模近期才顯可觀，早期的研究由於資訊科技投資相當少致無法顯現出對成長正面的影響，此類文獻 (如 Oliner ,2000)認為若使用晚近的資料即可得到正的成長效果。2.學習效果。David (1990) 指出當公司在採用資訊科技設備時，勢必有一段時間學習、調整，所以資訊科技使用的擴散是需要學習成本。3.金額衡量問題。早期美國衡量資訊科技投資的金額過於誇大，許多不應計入的項目通通都計入了，像是打字機和計算機等，造成投資金額浮誇不實，失去其研究價值。4.資訊科技產出面錯誤的衡量。由於資訊科技的使用可提高產品和服務的品質，也創造出許多新的產品，但是這些並無法在統計資料上完全的呈現，造成衡量產出時的誤差。5.資訊科技過度投資。(Morrison,1997) 6.資訊科技投資增加造成企業結構性的改變並未被計入 (Brynjolfsson and Hitt , 2000) 。

而在討論技術改變的同時，以往文獻會針對人力資本的需求變化予以探討，因此，本章文獻整理分為兩個部分，首先介紹資訊科技的使用對生產力的影響，其次，再針對人力資源與資本及技術進步的相關文獻作一探討。

第一節 資訊科技對生產力影響的相關文獻

Berndt and Morrison (1995)分析資訊科技投資與高科技辦公設備對企業績效的影響，得到的結果並不樂觀，他所使用時間為1968-1986年美國製造業二分類的資料，發現在高科技資本所佔比例方面，與產業獲利呈現不明顯的正向關係，但對勞動生產力和總要素生產力的影響為負且有多使用勞力的現象，可能的解釋原因為1986年時，資訊科技的使用不若九〇年代，仍未普及化。

關於生產力矛盾的問題，有學者認為是因為產出錯誤的衡量，像是經濟波動造成的實際與紀錄的產出價格不一致，為了解決這個問題，Siegel (1997) 採用多種預測值、多因素分析模型來設定景氣循環預測值，以控制衡量的偏誤，並且得到電腦投資對生產力的影響為正的結果。

Morrison (1997) 利用動態生產理論模型分析1952-1991美國製造業二分類的資料觀察資訊科技投資對成本減少的影響，結果發現在1980年代中期以後，資訊科技資本的益本比 (Tobin's q) 低於1，表示有過度投資的現象。

Lee and Barua (1999) 利用利潤極大化和成本極小化兩種行為假設來評估1978-1984製造業資訊科技投資的生產力與效率，他得到正向的結果。他指出以往負面的說法是因為資訊科技資本的平減值和模型選取不同所致。然而，由於衡量的方法並未得到滿意的改善，產出衡量不正確的問題也就無法完全解決。

Oliner (2000) 把產出歸因於電腦硬體、軟體、通訊設備、資訊科技以外的其他資本、勞動工時、勞動品質和總要素生產力的貢獻，他將時間分為三個時期1974-1990、1991-1995、1996-1999來分析資訊科技投資的對產出的貢獻，發現相較之下，1996-1999期間資訊科技投資的貢獻的確較前兩期增加。

Brynjolfsson and Hitt (2000) 認為若要計算資訊科技潛在的貢獻，必須將資訊科技投資所造成工作性質上的改變，像是新的處理方式、新技術和企業結構的改變等這些無形資產一併計入。他認為利用廠商資料比起產業資料較能捕捉這方面

的改變，雖然相對的難度也很高，代表性也有疑慮。

在國內的研究方面有藍科正、蔡坤宏 (1992) 以電子零組件業為研究對象，分析整體廠商在民國 80 年間因投入自動化生產設備或技術對生產績效之影響，結果顯示在產量的增加率方面、平均增加率約為 17.9%，但回收資料不足且多集中於規模較大的廠商是其缺失。

林惠玲、陳正倉 (2000) 利用民國 84 年製造業的資料，發現自動化生產設備的生產彈性約為 0.1356，較非自動化設備、其他固定生產設備及研發資本等的生產彈性為大，說明採用自動化生產設備是廠商提高產出的有效方法，不過由於資料僅限於 80 至 84 年，且未能利用 panel data 進行分析在時間過程中自動化的效益及生產彈性的變化，因此得到的結論可能有所限制。

採用動態要素需求模型分析 1990-1999 年台灣 11 個製造業，自動化設備使用的影響，發現自動化資本對產出成長的貢獻度並不大，然而自動化勞動卻是產出成長的主要來源。而且，高科技產業的產出提升較傳統產業高出許多，主要原因是高科技產業在生產方面利用自動化資本與勞動的層面較廣，使用比例較高且經驗也較豐富，所以高科技產業能夠擁有較低的內生調整成本，產出效果自然較傳統產業顯著。

蕭家斌 (2002) 研究 1993-1999 年製造業自動化機器設備投入金額與自動化機器設備採用率對產出的影響，將製造業分為中分類與細分類，發現自動化設備(自動化設備的金額*自動化設備採用率)在中分類產業分組中有正面且顯著的影響，但在細分類產業分組中影響並不顯著，然而若單以投資自動化設備的金額或以自動化設備採用率為解釋變數或是兩者皆一起加入迴歸式討論，則不論分組形式，對產出的影響均不顯著。

第二節 人力資源與資本及技術進步相關文獻

Griliches (1969)首先提出資本與技術互補 (capital-skill complementarity)的概念，在他預測資本與技術性勞工和非技術性勞工之間的關係時，他發現資本似乎有取代非技術性勞工的趨勢，呈現替代的關係，而資本增加對技術性勞工為正的影響，顯示兩者具有互補性。

之後，隨著經濟的發展，經濟學家發現在工業化國家，對技術性勞工的需求有明顯增加的趨勢，於是提出技術進步具有技能偏差的現象 (skill-biased technical change)，即技術改變時對技術性勞工和非技術性勞工有不同的影響，而具明顯偏好前者的，因為技術性勞工對新技術的採用適應能力比較強。這個說法由 Berman, Bound and Griliches (1994)首先提出，他們觀察 1980 年代美國製造業產業內技術升級的情形，以電腦設備投資和 R&D 支出的比例作為技術變革的變數，發現技術變革與非生產勞工的投入成正向關係。

Autor, Katz and Krueger (1998) 觀察技術變革對產業內高學歷勞工的影響，利用的變數有電腦使用率、每人電腦資本量及電腦投資比例，發現 1980 年代美國製造業產業內的技術升級約有 1/3 歸因於上述變數。Autor (1998)觀察 1940-1996 美國勞動供給的教育與薪資的變化，發現在對大學畢業生需求方面有很明顯且持續的成長，而企業快速的技術革新解釋了大部分對大學畢業生需求的原因，尤其在 1970 年代後期，美國工資出現了不同教育程度薪資差異擴大的現象，就是因為電腦化使技術提升更為快速，造成對有技能的員工需求大幅增加所致。

而利用廠商資料觀察的有 Doms, Dunne and Troske (1997)，檢視廠商使用自動化生產設備的影響，資料為 1988 年橫斷面資料，發現採用較多新技術的廠商相對地也雇用較多高學歷的勞工。Hansson (1996)利用瑞典的資料檢視是否也具有技術偏向進步的情形，他發現 R&D 密集和技術密集的產業雇用較多技術性勞

工。

Jorgenson (2001) 認為具有大學學歷的勞力投入較大學以下的勞力投入有明顯的成長趨勢，尤其集中於貿易、金融、服務業等對資訊科技(資訊科技)大量投資的產業，可能的解釋是大學學歷的勞工與資訊科技資本具有互補的關係，所以當資訊科技的價格下降，對資訊科技需求的增加連帶也增加了對大學學歷勞工的需求，促使政府增加對高等教育的重視。

Bresnahan、Brynjolfsson and Hitt (2002)觀察美國 300 家大型廠商，發現技術性勞工與資訊科技資本、內部組織改變和新產品與服務的推出皆有互補的作用，他們藉著把資料分為資訊科技(IT)的高度與低度投資、人力資本的高度與低度投資，結果發現生產力較高的廠商不是在資訊科技與人力資本都高度投資，就是兩者都低度投資，而當一個為高一一個為低度投資時，廠商的生產力就較低，明顯表達出資訊科技資本與人力資本的互補性。

Chun (2003) 使用資訊科技資本存量代表資訊科技使用的變數，他假設所有資本為準固定(即短期(一年內)為固定不變的)，勞動分為高學歷(大學及以上)與低學歷(高中及以下)，發現資訊科技的使用與高學歷勞工具具有互補性，認為高學歷勞工對資訊科技的使用具有相對的優勢，同樣的，他也利用不同模型檢視 R&D 支出，得到相同的結果。

而國內的研究有鄒孟文、劉錦添 (1999)根據廠商使用電腦與五種自動化設備的情形作為衡量先進技術的指標，來探討廠商對先進技術的採用與員工工資報酬之關係，以 1991 年台閩地區製造業的抽樣調查中，1285 家電子業廠商作為研究對象，發現相較於沒有採用任何先進設備的廠商，使用先進設備的廠商支付給技術性勞工的薪資明顯較高，而且，隨著廠商使用先進設備總類的增加，對技術性勞工的薪資也有提高的現象。

劉瑞文 (2001)以產業關聯表及其附帶之雇用表，利用結構分解法，分析 1991-1996 年間影響就業人力變動的因素，主要的發現為，隨著產業轉型，近五年來就業人口在產業間的配置大致遵循產業結構的調整方向而改變，而生產技術

進步使得勞動生產力提升，雖然對就業產生縮減的作用，但是由於經濟繼續地成長，對擴張就業的效果相對較大，以致整體上就業人力的需求仍為上升的趨勢。此外，技術進步也使得不同職業間的就業人口產生替代的作用，隨著產業升級，操作性體力工與佐理人員的需求減少，而以專技人員增加最多，顯示就業人力的內在結構呈現良性的變化。

楊佳勳 (2002)再分析 1990-1999 年台灣 11 個製造業對自動化設備的採用時，他發現自動化相關人員對產出成長的貢獻度皆大於自動化資本對產出的貢獻度，尤其是非金屬礦物製造業及電力電子業的自動化勞動的貢獻度最大。

蕭家斌 (2002)分析 1993-1999 年製造業採用自動化設備的資料，當把製造業分為勞力密集產業與資本密集產業時，他發現投資自動化生產設備對於勞力密集產業的生產力提升有很大的貢獻，因此，他表示自動化設備要能夠對製造業生產力有正面的影響，不能只靠投入金額的增加或採用比率的提升，必須加入其他的條件像是經驗與技術的交流等才能顯現出來。

第三節 小結

在第一節所探討的文獻中，為國外學者針對生產力矛盾的情形所作的相關討論，於是，本研究希望能檢驗台灣製造業使用資訊科技的情形，是否也有此現象。

而國內相關文獻（林惠玲、陳正倉2000；蕭家斌，2002；楊佳勳，2002）僅有對自動化設備投入作影響製造業產出的探討，屬於「資訊科技投入」的面向，而根據Daveri and Mascotto (2002)及Gordon (2003)尚未發表的working paper中，提到美國各州的生產力不同是由於「資訊科技產值」而非「資訊科技投入」，於是本研究將歷年的資訊科技總產值納入討論，希望能擴大對資訊科技的討論。

另外，由第二節技術進步對人力資本影響的文獻中，可以發現當新的技術產生時，必須搭配人力資源的提升，兩者相輔相成，為互補的關係，故本文也將此部分納入討論。

第三章 台灣產業資訊科技化現況與跨國比較

本章節主要介紹我國資訊科技的發展現況及其應用於製造業與服務業的情形，其次再針對資訊科技對我國製造業，對其生產製程所帶來的影響作一介紹，最後再作一跨國分析比較各國資訊科技發展情形。

第一節 我國產業資訊科技化現況

資訊科技(information technology)一詞雖然傳統看法僅狹義地包含電腦硬體及軟體產業，但近年來其發展早已擴大至電子相關高科技產業如電腦、通訊、消費電子等領域。以領導高科技產業的美國為例，對「資訊科技產業」的定義範圍包括硬體產業(含半導體、電子零組件等)³、軟體/服務產業⁴、通訊設備產業⁵、及通訊服務產業，因此將上述範圍產業統稱為資訊與通訊科技 (information and communications technology, ICT)產業。

資訊工業為我國明定的策略性工業，資訊硬體、資訊軟體、電腦網路、資訊家電及通訊等五個產業總產值在 2002 年高達 571 億美元，其中資訊硬體工業在 2002 年產值達 478 億美元，較 2001 年成長約 11.9%，僅次於美國、中國大陸與日本，位居全球第四大生產國。(經濟部工業局，2002)由圖 3-1 可看出我國資訊硬體產業除了 2001 年受到全球景氣不佳及美國 911 事件影響以致產值下降外，大致上呈現遞增的趨勢。

³資訊硬體產品如:筆記型電腦、桌上型電腦、主機板、伺服器、監視器、光碟機、音效卡、視訊卡、滑鼠、數位相機等。

⁴軟體產業方面，主要三大區隔包括套裝軟體與轉鑰系統(產品類)、系統整合與專業服務(專業類)、網路服務與處理服務(服務類)。

⁵通訊產品方面，有線終端產品包括數據機、電話機、傳真機等；無線通訊產品主要包括類比式/數位式行動電話、數位無線電話、呼叫器、無線電對講設備、中繼式行動電話、GPS、VSAT 與無線區域網路等。

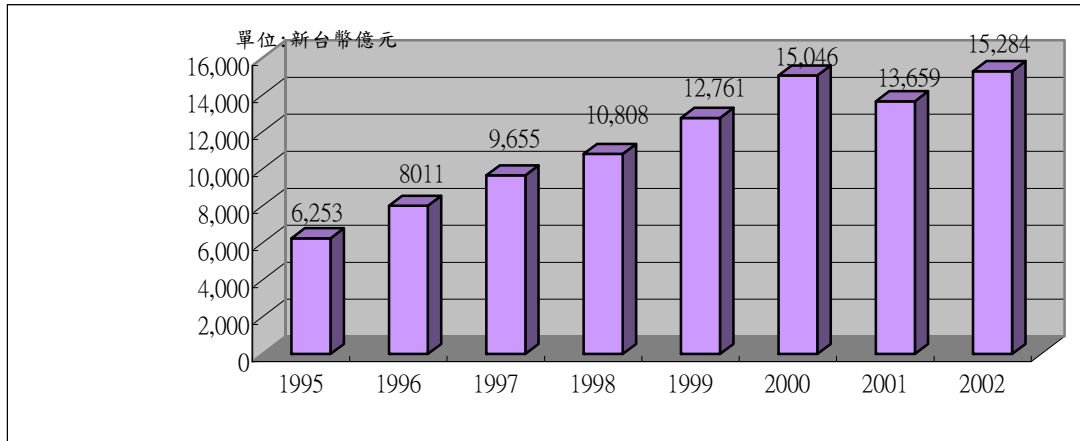


圖 3-1 我國資訊硬體產業發展趨勢

資料來源:本研究整理及資策會 MIC，ITIS 計畫，2002 年 12 月

而表 3-1 則顯示出我國資訊硬體產業各年度的成長率。

表 3-1 我國資訊硬體產業各年度產值的成長率

單位:新台幣億元

年度	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
產值成長率(%)	34	28.1	20.5	11.9	18.1	17.9	-9.2	11.9

資料來源:本研究整理及資策會 MIC，ITIS 計畫，2002 年 12 月

而我國的資訊軟體產業從 1996 年開始到 2000 年是高成長期，(參見圖 3-2 與表 3-2)每年的成長除 1998 年僅有 10%的成長率外，都維持 20%左右的高成長率。然而，由於全球經濟景氣轉差，國內的經濟亦受波及，從 2001 年開始，我國資訊軟體產業明顯不如以往，成長率僅達 12%，而 2002 年更是創歷年來的新低為 7%。

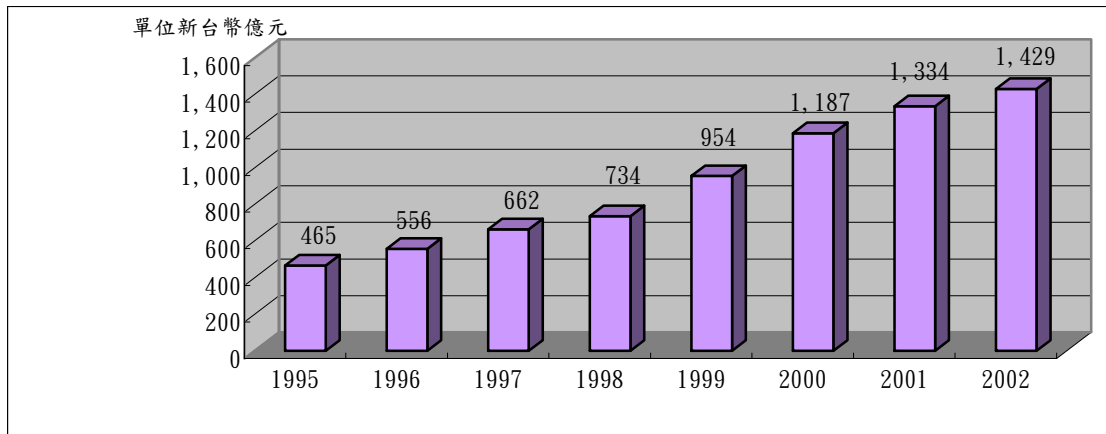


圖 3-2 我國資訊軟體產業發展趨勢

資料來源:本研究整理及資策會 MIC, IT IS 計畫, 2002 年 12 月

表 3-2 我國資訊軟體產業各年度產值的成長率

單位:新台幣億元

年度	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
產值成長率(%)	16.1	21.9	19.1	10.8	29.9	24.4	12.3	7.1

資料來源:本研究整理及資策會 MIC, ITIS 計畫, 2002 年 12 月

而隨著網際網路日益普及, 通訊幾乎成為後 PC 時代最重要的產業, 語音不再是唯一的通訊傳輸內容, 數據多媒體通訊比例愈來愈高, 寬頻和無線通訊成為必然趨勢。雖我國通訊產業的起步較先進國家為慢, 然從 1999 年開始, 就邁向高度成長階段 (參見圖 3-3 與表 3-3)。2002 年雖不若前幾年成長幅度大, 究其結構分析, 發現乃有線通訊⁶呈現負成長所致, 其無線通訊⁷的成長率仍高達 20%。

⁶有線通訊包括:區域網路、有線傳輸設備、有線用戶端設備、局用交換機等項。

⁷無線通訊包括:手機、無線區域網路、全球衛星定位系統、藍芽產品等項。

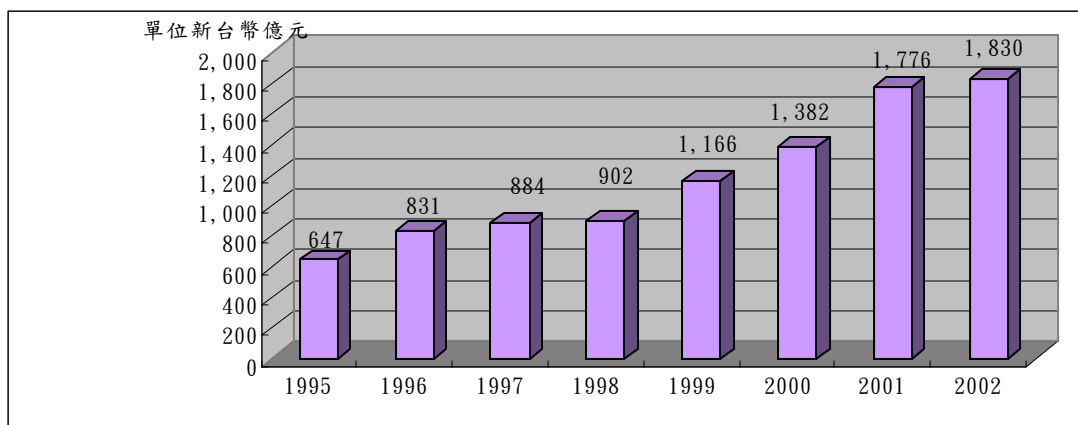


圖 3-3 我國通訊產業發展趨勢

資料來源:本研究整理及資策會 MIC，ITIS 計畫，2002 年 12 月

表 3-3 我國通訊產業各年度產值及其成長率

單位:新台幣億元

年度	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
產值成長率(%)	11.1	28.4	6.3	2.1	29.2	18.5	28.5	3.1

資料來源: 本研究整理及資策會 MIC，ITIS 計畫，2002 年 12 月

由於資訊科技的蓬勃發展，應用資訊科技以提升整體競爭力已是世界各國政府與民間企業的普遍共識。但根據資策會 MIC 調查發現 (ITIS 計畫，2002)，我國資訊工業產值雖達國內生產毛額 (GDP) 的 20%，但在企業資訊科技投資方面，卻僅約 GDP 的 1%，遠遠落後歐美等國。以下則依電腦設置概況、網路建置暨應用概況及資訊投資金額來看我國各行業運用資訊科技的情形。

一、電腦設置概況

根據 2002 年出版的「電腦應用概況調查」，在 2002 年底農林漁牧業、工業部門⁸、服務業部門⁹電腦使用的普及率平均約為 74.33%，較 2001 年底增加了 6

⁸工業部門包括礦業及土石採取業、製造業、水電燃氣業及營造業

⁹服務業部門包括有批發及零售業、住宿及餐飲業、運輸、倉儲及通信業、金融及保險業不動產及租賃業、專業、科學及技術服務業、教育服務業、醫療保健及社會福利服務業、文化、運動及休閒服務業、其他服

個百分點，其中農林漁牧業的普及率為 69.19%，工業部門為 71.9%，而以服務業部門的 75.27%最高。工業部門中電腦使用最普及的為水電燃氣業達 89.91%，而服務業部門中金融及保險業、專業、科學及技術服務業、教育服務業、醫療保健及社會福利服務業及公共行政業的電腦使用普及率皆高達 90%以上；其中公共行政業更高達 100%。圖 3-4 顯示我國 16 個行業分別在 2002 年使用電腦的概況。

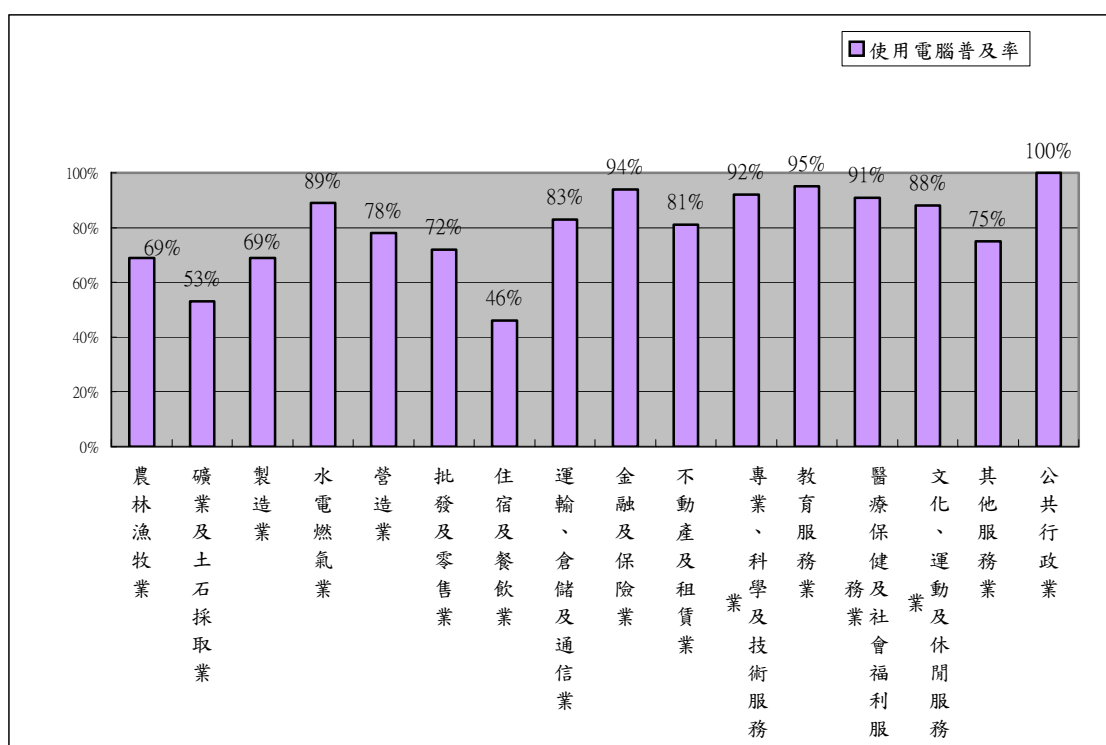


圖 3-4 我國各行業電腦使用概況

資料來源：本研究整理及行政院主計處電子處理資料中心(2002)，「電腦應用概況調查」

二、網路建置暨應用概況

2002 年底我國各行業電腦用戶有 78.8% 已連上網際網路，比 2001 年年底增加 5 個百分點。其中農林漁牧業為 69.22%，工業部門為 78.59%、服務業部門為 78.86% 最高，工業部門中以營造業最高達 83.13% 的連線比率，而服務業部門則以公共行政業連網比率 100% 為最高，金融及保險業達 91.9% 次之，醫療保健及

務業、公共行政業

社會福利服務業僅約 40.3% 為最低。(電腦應用概況調查，2002 年)圖 3-5 描繪了我國各行業於 2002 年網際網路連線概況。

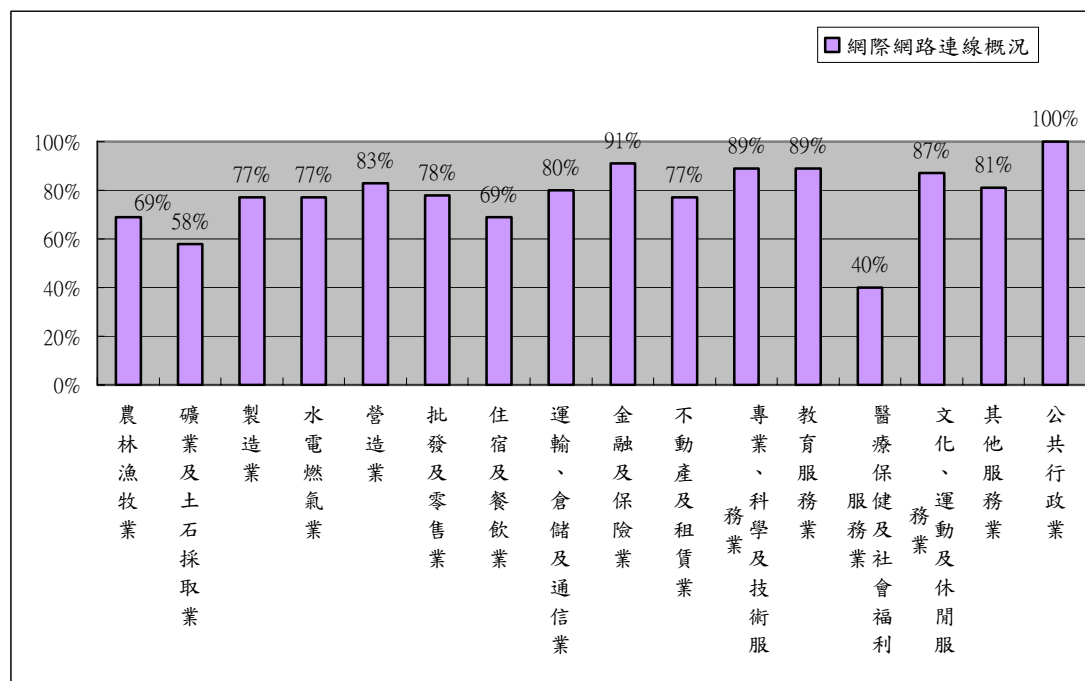


圖 3-5 我國各行業網路建置暨應用概況

資料來源：本研究整理及行政院主計處電子處理資料中心(2002)，「電腦應用概況調查」

三、資訊之投資

2002 年我國資訊經費支出總金額為 1,054 億元，較 2001 年減少 7.9%，占國內生產毛額(GDP)約 1.1%；圖 3-6 顯示製造業資訊經費支出占整體資訊總金額 21.8%，居各行業之首，批發及零售業為 17.5% 次之，與金融及保險業和公共行政業均達 10% 以上。而農林漁牧業、工業部門中的礦業及土石採取業以及服務業部門中的住宿及餐飲業、不動產及租賃業占整體資訊總金額均不及 1%。(電腦應用概況調查，2002 年)

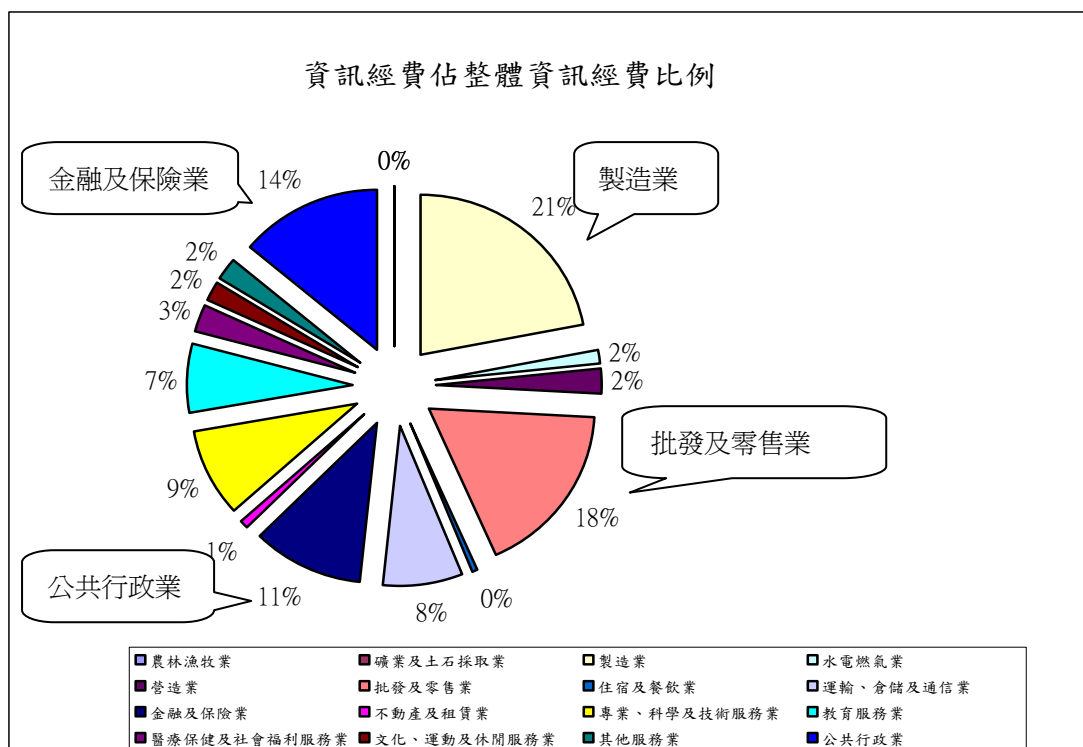


圖 3-6 各行業資訊經費支出占整體資訊總金額的比例 (%)

資料來源：本研究整理及行政院主計處電子處理資料中心(2002)，「電腦應用概況調查」

圖 3-7 則對 2002 年與 2001 年我國資訊經費支出結構消長加以比較。在支出結構方面，2002 年硬體費用支出比率較 2001 年降低約 26 個百分點，而軟體及人事費用則相對顯著地成長；究其原因，應為硬體價格下滑及市場競爭激烈及政府大力倡導使用合法軟體所致。

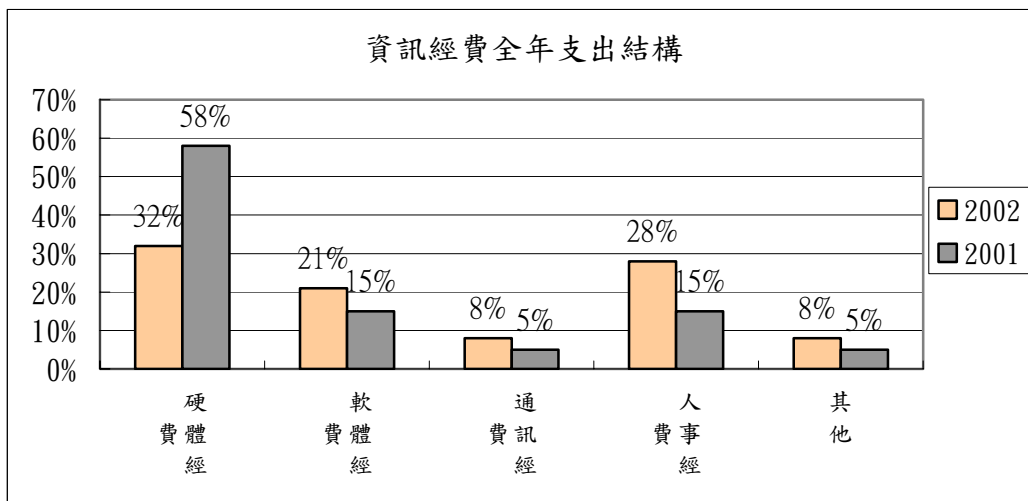


圖 3-7 2002 年與 2001 年我國資訊經費支出結構的比較

資料來源: 本研究整理及行政院主計處電子處理資料中心(2002), 「電腦應用概況調查」

另由圖 3-8 看出, 我國 2002 年各行業資訊經費支出結構的比較。發現就整體而言, 硬體經費佔總資訊經費的比例為最大, 其次是軟體支出和人事支出。但以行業別來看, 則發現在工業部門並非如此, 像是礦業及土石業、製造業和水電燃氣業人事經費均為總資訊經費支出比例最高的。而服務業部門就如整體所呈現的, 硬體經費花費最大, 其中教育服務業的資訊硬體經費比例甚至高達一半以上。

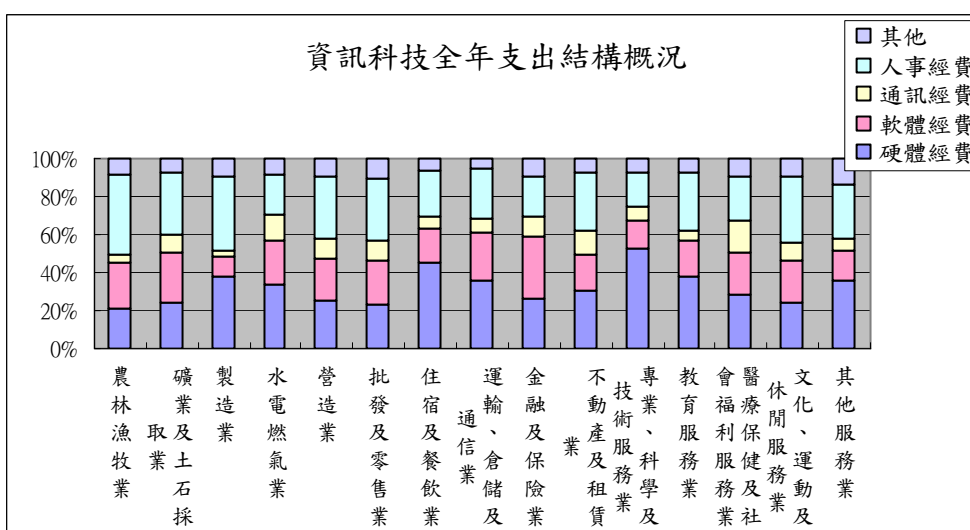


圖 3-8 2002 年各行業資訊經費支出結構的比較

資料來源: 本研究整理及行政院主計處電子處理資料中心(2002), 「電腦應用概況調查」

從以上幾點分析可以看出，在電腦使用普及率與網際網路使用比率，皆以服務業部門最高，而在資訊經費支出占整體資訊總金額的比例方面則以製造業居冠，占整體總金額 1/5 以上，其餘占 1/10 以上的還有批發及零售業、金融及保險業和公共行政業。

然我國資訊經費支出占國內生產毛額(GDP)僅約 1%，可見我國的資訊科技應用仍有待加強；而在支出結構上，根據 2003 年資策會 MIC 與經濟部技術處智慧資本專案 (ITIS) 調查顯示，由於我國過於集中於硬體投資，而在教育訓練投資上僅占總資訊科技投資的 2%，這將導致員工的知識僅止於原先資訊設備的運用方式，而無法與新技術接軌，而人力資源為產業是否具有競爭力的關鍵，因此企業應多加強人才的培訓，政府也應多開設教育訓練課程，竭力培養專業人才。

第二節 資訊科技應用於我國製造業生產製程的情形

隨著國際經濟情勢的轉變與資訊科技的快速發展，國內社經環境亦產生結構性的變遷，致製造業在經營環境上，面臨低層次勞力嚴重不足、高科技人才欠缺、投資土地取得不易等問題，產業競爭日益加重；因此，政府於民國 71 年推動第一階段之「生產自動化八年計畫」，並陸續在民國 79 年推動第二階段之「產業自動化十年計畫」，以瞭解自動化現況及其面臨之問題，作為輔導、規劃各行業生產自動化之依據。並從民國 71 年開始由經濟部工業局自動化執行小組負責，每兩年作一次自動化調查報告，而自民國 79 年開始改由經濟部統計處辦理，至今共 11 次調查報告。

在最新一份調查報告裡(經濟部統計處，2002)，將 22 個製造業歸納為四大行業：民生工業、化學工業、資訊電子工業及金屬機械工業¹⁰，分析其自動化設

¹⁰ 金屬機械工業：凡從事金屬基本工業、金屬製品業、機械設備業、運輸工具業等均屬之。資訊電子工業：凡從事電腦、通信及視聽電子產品業、電子零組件業、電力機械器材及設備業、精密、光學、醫療器材及鐘錶業等均屬之。化學工業：凡從事皮革、皮衣及其製品業、紙漿、紙及紙製品業、印刷及其輔助業、化學材料業、化學製品業、石油及煤製品業、橡膠製品業、塑膠製品業。

備之投資金額¹¹，則分別為民生工業約 138 億、化學工業約 137 億、資訊電子工業約 1108 億、金屬機械工業約 122 億；其中，資訊電子工業的投資金額佔了全體 74%。若以自動化設備值比來看，已實施自動化之製造業者，在 2002 年底其自動化設備值比¹²為 71.42%，較 2001 年底增加 0.6 個百分點。其中資訊電子工業與化學工業之自動化設備值比均較 2001 年增加 0.4 個百分點，金屬機械工業和民生工業則是比上年度減少，而資訊電子工業自動化設備值比已達 82.15%，其餘工業約為 60%左右。由於資訊產品汰換率較高，生產線彈性需求也較大，有此水準表示我國在自動化設備引進與技術應用能力已達先進國家 75%的應用水準。圖 3-9 即為我國製造業自動化設備的比率，可以看出各個工業採用自動化設備的比率大致呈現上升的趨勢。

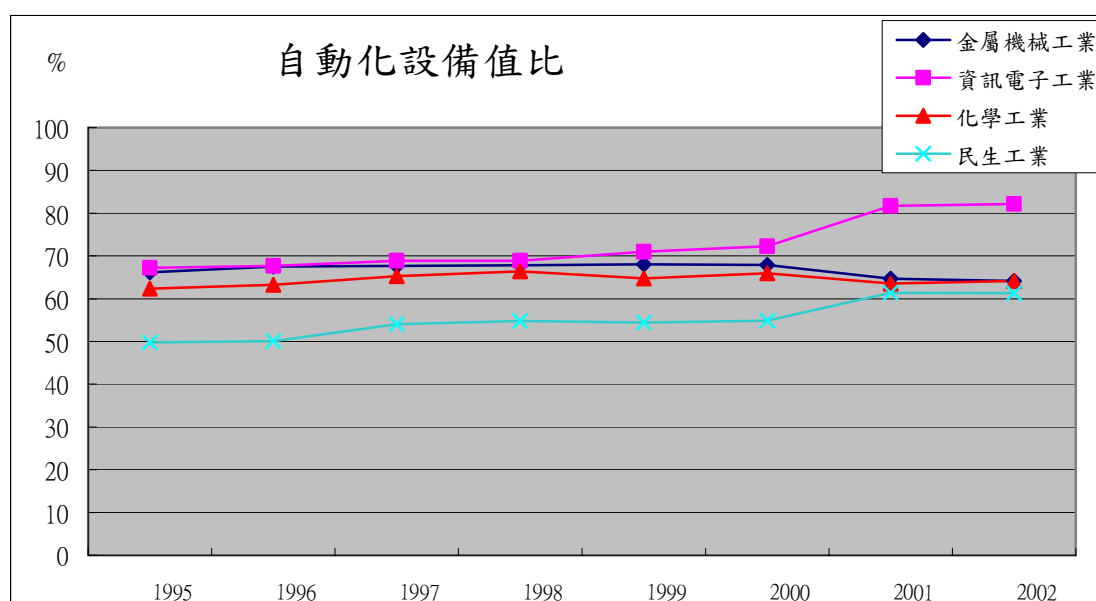


圖 3-9 製造業自動化設備值比

資料來源：本研究整理及經濟部統計處(2002)，「製造業自動化及電子化調查」

業等均屬之。民生工業：凡從事食品及飲料業、菸草業、紡織業、成衣、服飾品及其他紡織製品業、木竹製品業、家具及裝設品業、非金屬礦物製品業、其他工業製品業等均屬之。

¹¹自動化設備投資如：電腦輔助設計(CAD)、電腦輔助製造(CAM)、生產製程自動化、線上品管檢測自動化、裝配工程自動化、倉儲物流系統自動化等。

¹²自動化設備值比=自動化軟體生產設備購入金額佔全部軟體生產設備購入金額之比率

若細分為 22 個中分類產業來看，以 2002 年跟 1995 年二年的自動化設備採用比率相比較(參見表 3-4)，製造業當中只有金屬基本工業和機器設備業的自動化投入設備呈現不增反減的情形，而增加幅度最高的為皮革、毛皮及其製品業，其自動化設備投資增加幅度高達 43%；其餘如木竹製品業、家具及裝設品業以及雜項工業都有高達 20%以上的成長，可見我國的製造業部門確實有逐漸仰賴自動化機器設備的趨勢。

表 3-4 我國製造業各行業自動化設備投入表

產業	1995 年	2002 年	成長率
食品及飲料業	0.52	0.68	0.16
菸草業	0.56	0.64	0.08
紡織業	0.54	0.65	0.11
成衣及服飾品業	0.46	0.47	0.01
皮革毛皮及其製品業	0.27	0.7	0.43
木竹製品業	0.45	0.77	0.32
家具及裝設品業	0.54	0.79	0.25
紙漿紙及紙製品業	0.58	0.65	0.07
印刷及其輔助業	0.59	0.73	0.14
化學材料業	0.65	0.67	0.02
化學製品業	0.59	0.69	0.1
石油及煤製品業	0.5	0.52	0.02
橡膠製品業	0.59	0.64	0.05
塑膠製品業	0.58	0.67	0.09
非金屬礦物製品業	0.36	0.42	0.06
金屬基本工業	0.71	0.66	-0.05
金屬製品業	0.65	0.69	0.04
機械設備業	0.57	0.56	-0.01
電力及電子業	0.67	0.82	0.15
運輸工具業	0.54	0.59	0.05
精密器械業	0.52	0.66	0.14
雜項工業	0.48	0.72	0.24

資料來源：本研究整理及經濟部統計處(1995)，「製造業自動化調查報告」與經濟部統計處(2002)，「製造業自動化及電子化調查」

在自動化成效的指標方面，根據經濟部調查顯示(參考表 3-3)，業者對於近二年投資自動化所產生之效益均給予正面評價。在節省人力方面，業者表示投資自動化約可節省一成左右的人力；在產能提升方面，業者估計自動化後產能約可增加 17%，而以資訊電子工業產能增加率達 20.63%，居四大行業之冠。在降低產品不良率方面，業者認為投資自動化後不良率約可減少 8%，由於現階段之市場競爭激烈，且市場型態已由生產者導向改為消費者導向，消費者對於產品之要求愈趨嚴格，所以產品不良率的降低，可提升產品品質的可靠度，有助於市場競爭力的提高。

綜合觀之，採用自動化設備，以產能增加方面助益最多，其次才是節省人力與降低不良率。

表 3-5 製造業近兩年來投資自動化之效益

	近兩年自動化之效益			近兩年平均每家所獲得之效益		
	節省 人力(%)	產能 增加 (%)	降低 不良率 (%)	節省 人力(萬 元)	產能 增加(萬 元)	降低 不良率(萬 元)
製造業	9.81	17.27	8.02	928	7,860	1,034
金屬機械業	8.49	15.33	10.29	347	5,462	407
資訊電子業	10.4	20.63	7.39	360	12,000	1,606
化學工業	9.99	16.6	9.03	828	5,937	925
民生工業	9.4	13.39	4.79	986	4,409	731

資料來源:本研究整理及經濟部統計處(2002)，「製造業自動化及電子化調查」

第三節 跨國比較

根據 IMD 發行「2003 年世界競爭力年報」(*The World Competitiveness Yearbook*) (參見表 3-6)，台灣在行動電話用戶數、新資訊科技及企業間技術合作方面的表現甚佳；其中新資訊科技的衡量為資訊設備能否符合商業的需要，而企業間技術合作的衡量則如電子商務的發展情形。惟相形之下，我國在電腦的使用

比例、每千人電腦數及每千人網際網路使用數方面則顯不足，反映出我國 ICT 基礎設施仍然缺乏，這對目前發展知識經濟的願景是很大的阻礙。

表 3-6 IMD 統計台灣技術基礎設施相對於先進國之差距

項目	世界排名第一 的國家	台灣排名	台灣相對於世界排名 第一位國家之比例(%)
使用電腦數比(%)	美國	25	3.3
每千人電腦數	美國	28	42.5
每千人網際網路使用數	瑞典	19	69.4
企業間技術合作	芬蘭	18	77.5
新資訊科技	芬蘭	23	81.4
每千人固定電話線用戶數	盧森堡	15	75.8
每千人行動電話用戶數	以色列	9	96.8
R&D 支出佔 GDP 比	瑞典	13	59.1

資料來源：本研究整理及 IMD (2003), *The World Competitiveness Yearbook*

本節以下即介紹美國與鄰近各國資訊科技的發展演進：¹³

新加坡

新加坡政府近年來積極的在部署網路資訊建設，從「IT2000」、「智慧島」
「Singapore ONE」口號到「ICT21」計畫，都可明顯看出新加坡對掌握新世紀資
訊優勢以成為 21 世紀全球資訊中心的企圖。

而在歷經政府相關行政單位的改制以及國家電腦局與電信局的合併之後，

¹³參考資策會 FIND 資訊網 <http://www.find.org.tw/>之各國政策。

MCIT 於 1999 年正式宣佈了為期十年的 21 世紀資訊與通訊技術國家性計畫 (Information and Communication Technologies 21, ICT 21)，預期在 2001 至 2010 年間衝刺發展新加坡 ICT 產業；並設立目標要在三年內推動新加坡成為繼美國後，全球第二大資訊主導經濟成長國家。

韓國

韓國資訊通訊產業總產值 2002 年達 1,575 億美元，排名世界第四，僅次於美國、日本與大陸，已領先台灣。

能有如此出色的表現，政府的大力推動是主要因素，在 1995 年韓國政府推行 Informatization Promotion 計畫後，又在 1999 年公布「二十一世紀韓國網路發展計畫」(Cyber Korea 21)，宣示將建設韓國成為二十一世紀最具創意的知識經濟大國。目前的政策為 2002 年所公佈的 e-Korea 國家發展計畫，主要規畫如何在新興的資訊通訊架構之下，發展資訊化社會，並期望在五年內，使韓國成為全球經濟領導者，與全世界接軌。

日本

根據 2002 年世界經濟論壇 (WEF) 的統計，日本在資訊及通訊科技 (ICT) 方面的投資高達 40 多億美元，僅次於美國，名列世界第二。而在消費類電子和通信產品方面，因為擁有大量的產品技術，在全球競爭中佔有大部分市場。

但日本的 IT 高效活用狀況並不是很理想，WEF (2002) 統計為全球排名第 20 位，代表日本的 IT 技術在推動其商業發展方面的表現仍顯不足。日本政府已經意識到了這一點，視提高 IT 高效活用率為當前日本產業政策努力的方向。所以在 2003 年日本政府推行的 e-Japan 戰略 II，即以提高 IT 高效活用為重點，目標是進行 IT 應用的結構改革、提高國民生活品質與增強企業競爭力。

香港

聯合國電信組織 ITU 在 2002 年根據世界 200 個經濟體的行動及網路科技表現進行評比，香港以 65.88 的分數(滿分 100 分)居世界第一，該評比的標準主要是根據各國的行動及網路科技表現及對科技相關的應用情形進行比較，分為實體網路建設、網路應用情形以及市場條件三大類。而香港之所以能成為亞太地區寬頻發展領先國家 (Broadband Leaders) 主要是因為電信市場的高度競爭，促使寬頻上網普及化。

中國

中國一直到近五年才開始發展資訊及通訊科技 (ICT)，不過憑恃著工資及土地廠房價格低廉，很快的便成為世界主要的 ICT 硬體生產中心，然大部分的投資仍來自台灣。

中國大陸改革開放幾年來，經濟發展十分迅速，再加上大陸於 2001 年年底加入世界貿易組織(World Trade Organization, WTO)後，與全球經濟的接軌，未來網際網路的發展可望隨著經濟發展扶搖直上。不過目前的發展仍處於初期，因此大陸的網際網路發展不像日韓等先進國家，具有一個明確的政策架構，現階段大陸政府在網際網路發展政策的努力，主要以健全網際網路相關法令為主，藉此助於網際網路市場秩序之發展。

美國

自 1997 年美國柯林頓總統發表「全球電子商務的基礎架構」(A Framework for Global Electronic Commerce)作為數位化商務環境發展、資訊科技研發以及消費者與企業權益保障的行動政策與原則後，引發了全球多邊國際組織與雙邊會談熱烈的討論與回應。1998 年美國政府電子商務工作小組，發表了第一次的綜合報告「The Emerging Digital Economy」，報告指出由於網際網路及其相關應用的快速成長，資訊科技產業的成長佔全美總經濟成長的已達 1/3 以上，提供超過 7 百萬個工作機會，並減緩了通貨膨脹。

「數位經濟 2000」 (Digital Economy 2000)的政策白皮書是美國商務部所發表的第三份年度報告，此份報告論述的主軸幾乎完全側重在資訊科技所帶來革命性改變，以及對於美國經濟層面造成的深刻影響。文中指出美國經濟之所以快速成長，主要歸功於電腦、通訊與軟體元件在生產成本上的大幅降低。根據美國商務部統計，在 1987 到 1994 年間個人電腦價格以平均 12%的速率下降，1995 到 1999 年間下降速率更高達 26%。不過新經濟的形成，最重要的還是仰賴更為普及的網際網路上線比例，在過去，透過網路連線進行流程自動化，花費相當高昂，而網際網路的出現即扭轉了此不利局勢，透過共通平台與公開標準，讓所有的企業都能以更便捷且更便宜的費用進行網路交易與資料交換。

綜合上述各國的 ICT 發展程度，本文以固定電話用戶數、行動電話使用人數、擁有個人電腦人數比例、上網人數及上網主機數等指標來進行跨國的比較，結果如表 3-7 與表 3-8：

表 3-7 各國固定電話線路用戶數及行動電話使用人數發展情況

項目 年度 國家	固定電話線路 (每百人)					行動電話使用人數 (每百人)				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
香港	57.6	58.1	57.9	56.4	55.5	63.6	63.6	85.9	94.2	105.7
韓國	43.8	46.4	48.5	48.8	47.2	50.1	56.7	62.1	67.9	69.3
新加坡	48.2	48.5	47.1	46.2	46.9	41.9	68.4	72.4	79.5	79.5
台灣	54.5	56.8	57.3	58.1	59.1	52.2	80.3	96.5	106.1	110.8
中國大陸	8.6	8.6	13.7	16.6	20.9	3.4	6.7	11.1	16.1	21.4
日本	55.8	55.8	57.6	55.8	55.8	44.9	52.6	58.7	63.6	67.9
美國	66.4	67.3	67.1	64.5	62.1	31.2	40.1	45.1	48.8	54.3

資料來源：本研究整理及 ITU Telecommunication Indicators website
(<http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>)

表 3-8 各國於個人電腦、網路主機數及網路用戶數成長情形

	個人電腦(每百人)			網路主機數(每萬人)			網路用戶數(每萬人)		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003	2001	2002	2003
香港	38.6	42.2	42.2	576	586	864	3868	4301	4691
韓國	48.1	49.3	55.5	148	85	52	5210	5518	6034
新加坡	50.8	62.2	62.2	479	812	1155	4115	5043	5043
台灣	36.4	39.4	39.4	764	963	1226	3490	3814	3900
中國大陸	1.9	2.7	2.7	0.68	1.22	1.28	256	460	632
日本	35.8	38.2	38.2	559	726	1016	3841	4488	4488
美國	62.5	65.8	65.8	3728	3998	6013	5014	5513	5513

資料來源: 本研究整理及 ITU Telecommunication Indicators Website
(<http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>)

由上表可知，台灣在固定電話用戶數以及行動電話使用人數方面的表現相當出色，不過在網路用戶數方面就稍顯不足，可以看出 IT 的基礎設施仍有待改進。而美國在固定電話用戶數、個人電腦數以及網路主機數均為最出色的，不愧為 IT 發展的首屆指標。另外，韓國在網路用戶數方面最為搶眼，新加坡則在個人電腦數以及網路主機數方面表現出色，可見其 IT 發展程度相當之高。中國大陸因為仍屬起步階段，在各方面的指標仍有相當大的落差，未來須看政府當局的因應措施而定。

第四節 小結

在第一節中，本文介紹了我國資訊科技產業的發展演進，可知在短短六、七年間資訊軟、硬體及通訊設備的產值成長了 2~3 倍，可見國內外需求量之大與

增加之迅速，但在企業資訊科技投資方面，卻遠遠落後歐美等國。在自動化設備應用方面，我國已達先進國家 75% 的應用水準，在製造業四大行業中大致呈現擴增的趨勢。而在第三節跨國比較中，可知資訊科技的發展均為各國政府努力不懈的目標。於是，經由本章，可對我國資訊科技的發展有所了解，而本研究欲探討的變數(資訊科技產值、自動化設備)，也可藉由本章節的介紹，知曉其變化與應用的情形。

第四章 研究方法及資料來源

本研究主要在探討資訊科技應用，對台灣製造業22個行業生產力的影響。所以本章將首先介紹研究方法，包括三部分，一為生產力的衡量方法，二為計量模型，三為本研究的估計模型，最後再對資料的來源加以介紹。

第一節 研究方法

一、總要素生產力的衡量

生產力為衡量某一生產活動其投入與產出之間的比率，若投入為單一要素，此種比率稱為偏要素生產力(partial factor productivity)；¹⁴若考慮所有要素投入，則此種比率稱為總要素生產力(total factor productivity, TFP)，或稱多要素生產力(multifactor productivity)、技術進步率(technical progress)等等。生產力可用於比較產業間或同一產業不同時間之生產表現。由於依賴要素投入增加所創造的經濟成長終會遭遇瓶頸，唯有仰賴生產技術改進才能有效降低生產成本，持續經濟發展。因此總要素生產力主要在衡量產出增加中來自技術進步、投入品質提升與市場結構轉變之非要素投入量的變動部分。(黃泉興，1986)。

常見的幾種衡量生產力方法有單位投入產出法、Solow幾何指數法、Johansen Approach、CES生產函數法、超越對數生產函數法等，本節將針對本研究所使用

¹⁴偏要素生產力為衡量特定要素投入對總產出的影響即平均要素生產力，如勞動生產力及資本生產力，其衡量公式為：

$$AP_t^K = Y_t / K_t, AP_t^L = Y_t / L_t$$

其中， Y_t 為第 t 期產出； K_t 和 L_t 為第 t 期資本與勞動的投入。此種指標相當容易計算且易於了解，故常用於理論性之研究或實務上之應用。然以單一特定要素衡量生產力並不能完整顯現出產業生產力特性，因總產出亦受到其他生產要素之影響，故使用考慮全部生產要素投入之總要素生產力指標來加以衡量較佳。

的超越對數生產函數法加以介紹，其他方法則參考附錄A。¹⁵

根據行政院主計處第四局所作「多因素生產力趨勢分析報告」，報告中指出超越對數生產函數較為一般化，而且廣泛使用。因此，本研究選用該函數作為生產力的衡量方法。

超越對數生產函數法 (Translog Production Function approach)

超越對數生產函數(Transcendental Logarithmic Production Function)簡稱 Translog 生產函數，是由 Christensen、Jorgenson and Lau (1971)三人所提出，由於此一生產函數比 Cobb-Douglas 生產函數及 CES 生產函數更具伸縮性，不再受要素替代彈性固定的限制且為任何可以二次微分函數之二次漸近式(second order approximate)，廣為學者們使用。

首先，對一個包含單一產出 Y，n 種生產要素投入 X，並考慮時間 t 的 Translog 生產函數而言，可以下式表示：

$$\ln Y = \alpha_0 + \alpha_t t + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln X_i + \sum_{i=1}^n \beta_{it} \ln X_i \cdot t + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n X_i X_j + \frac{1}{2} \beta_{tt} \cdot t^2 \quad (4.15)$$

$$i=1, 2, \dots, n$$

$$j=1, 2, \dots, n$$

α 、 β 為參數

在固定規模報酬的假設下，生產函數須滿足下列限制式

$$\sum_i \alpha_i = 1 \quad i=1, 2, \dots, n$$

$$\sum_i \beta_{ij} = 0 \quad i=1, 2, \dots, n \quad , \quad j=1, 2, \dots, n$$

$$\sum_i \beta_{it} = 0 \quad i=1, 2, \dots, n$$

且各生產要素投入佔產出的份額 S_i ，可以下式表示：

¹⁵考慮製造業多元投入要素之特性，總要素生產力指標即為總計之產出指數與總計之投入要素指數之比率，而不同的總要素生產力衡量方法可能產生不同的解釋及結果。

$$S_i = \partial \ln Y / \partial \ln X_i = \alpha_i + \beta_u \cdot t + \sum_j \beta_{ij} \ln X_j$$

則技術變動率可表示為

$$\partial \ln Y / \partial t = \alpha_i + \beta_u \cdot t + \sum_i \beta_{iu} \ln X_i \quad (4.16)$$

當我們使用指數法衡量總要素生產力，各種指數背後則隱含有一個特定型態的生產函數與之對應。在定義上，若某一個生產力指數與其對應的生產函數具有一對一的關係時，則稱此函數為正合(exact)指數；若此正合指數所隱含的生產函數其二階齊次可微分性質時，此正合指數便是最優(superlative)指數。通常當生產函數型態為線型齊次超越對數生產函數時，可用來估計總要素生產力方法為 Divisia Törqvist 指數法。(Diewert, 1976)。其方法如下：

假設有 i 個產業，則第 i 個產業的生產函數可表示如下

$$Y^i = F^i(X^i, K^i, L^i, t) \quad (4.18)$$

其中令 F^i 為一固定規模報酬之函數； Y^i 為產出之集合； X^i 為第 i 個產業的中間投入； K^i 及 L^i 分別為第 i 個產業資本與勞動投入； t 表示時間。

以 p^i, p_X^i, p_K^i, p_L^i 分別表示 Y, X, K, L 的價格， s_X^i, s_K^i, s_L^i 分別表示 X, K, L 佔產出的份額，則

$$\begin{aligned} s_X^i &= p_X^i X^i / p^i Y^i \\ s_K^i &= p_K^i K^i / p^i Y^i \\ s_L^i &= p_L^i L^i / p^i Y^i \end{aligned}$$

而生產者均衡，應使該投入之分額等於產出對該投入之彈性，即

$$\begin{aligned} s_X^i &= \partial \ln Y^i / \partial \ln X^i \\ s_K^i &= \partial \ln Y^i / \partial \ln K^i \\ s_L^i &= \partial \ln Y^i / \partial \ln L^i \end{aligned}$$

技術變動率 v_i^i 可表示為，在 X, K, L 固定下，產出對時間之增加率，即以產出的自然對數值，對時間 t 做全微分，可得

$$d \ln Y_i / dt = (\partial \ln Y_i / \partial \ln X_i) \cdot (d \ln X_i / dt) + (\partial \ln Y_i / \partial \ln K_i) \cdot (d \ln K_i / dt)$$

$$\begin{aligned}
& +(\partial \ln Y_i / \partial \ln L_i) \cdot (d \ln L_i / dt) + (\partial \ln Y_i / \partial t) \\
& = s_X^i (d \ln X_i / dt) + s_K^i (d \ln K_i / dt) + s_L^i (d \ln L_i / dt) + v_t^i \quad (4.19)
\end{aligned}$$

上式表示產出的增加率等於中間投入、資本、勞動的增加率，分別以其分額予以加權平均，並加上技術變動率。其中

$$d \ln X_i / dt = \sum_{j=1}^n s_{X_j}^i dX_{ji} / dt$$

$$d \ln K_i / dt = \sum_{k=1}^p s_{K_k}^i dK_{ki} / dt$$

$$d \ln L_i / dt = \sum_{l=1}^q s_{L_l}^i dL_{li} / dt$$

分別表示中間投入、資本及勞動之增加率，為其所使用的n個子中間投入，p個子資本及q個子勞動的增加率，並以其分額加權平均之，即所謂的Divisia指數。

以Divisia指數分別定義總計產出變動率 \dot{Y} 、總計投入要素變動率 \dot{X} ，得到

$$\begin{aligned}
\dot{Y} &= \sum_j \frac{P_j Y_j}{R} \dot{Y}_j \\
\dot{X} &= \sum_i \frac{W_i X_i}{C} \dot{X}_i \quad (4.20)
\end{aligned}$$

其中， P_j 、 W_i 分別為產出 j 、要素的價格， \dot{Y}_j 、 \dot{X}_i 分別為產出 j 、投入 i 的變動率， R 、 C 則為總收入與總成本。即總計產出變動率為以各產出之收益分額為權數的加總，而總計投入要素變動率則為以各投入要素成本分額為權數的加總。

而總要素生產力的變動率定義如下：

$$TFP = \dot{Y} - \dot{X} \quad (4.21)$$

其中 $TFP = \frac{dTFP}{dt} \cdot \frac{1}{TFP}$, $\dot{Y} = \frac{dY}{dt} \frac{1}{Y}$, $\dot{X} = \frac{dX}{dt} \frac{1}{X}$

Y 為產出之總計指數； X 為投入要素之總計指數； \dot{Y} 為產出之幾何變動率； \dot{X} 為投入要素之幾何變動率； t 為時間

由於(4.21)為總要素生產力在瞬間的變動率。但真正的資料為間斷而非連續性質，故以間斷逼近 (Törnqvist approximation)，上式可改為：

$$\Delta \ln Y = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_j (R_{j,t-1} + R_{j,t}) \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) \quad (4.22)$$

式中， $R_{jt} = P_j Y_{jt} / R$ ，為第 t 年產品 j 的收益分額，所使用的權數即是產品 j 兩期收益分額 R_{jt} 的平均。同理：

$$\Delta \ln X = \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) = \frac{1}{2} \sum_i (S_{i,t-1} + S_{i,t}) \ln\left(\frac{X_t}{X_{t-1}}\right) \quad (4.23)$$

式中， $S_{it} = W_{it} X_{it} / C$ ，為第 t 年要素 i 的成本分額，所使用的權數即是要素 i 兩期成本分額的平均，故 Divisia-Törnqvist 指標之總要素生產力變動率即為：

$$\Delta TFP = \Delta \ln Y - \Delta \ln X \quad (4.24)$$

本研究將採用較具一般化，且被廣泛使用之超越對數生產函數為基礎，利用 Divisia Törnqvist 指數法，將要素投入區分為八個項目並予以加權，可求得我國製造業中分類 22 個產業的總要素生產力如下：

$$g_t \equiv \Delta \ln TFP_t \equiv \Delta \ln Y_t - \Delta \ln X_t \quad t=1996, \dots, 2002$$

總投入 X 共分為自動化設備資本、非自動化設備資本、廠房設備資本、中間投入、國中及以下畢業全職員工、高中職畢業全職員工、專科畢業全職員工、大學及研究所全職員工。將此八項投入加權可得：

$$\Delta \ln X_t = \sum_{i=1}^8 \overline{S_{i,t}} \Delta \ln X_{i,t}$$

其中，每一項加權指數為當期與前期第 i 項投入佔該期總投入的比例估算得出

$$\overline{S_{i,t}} = \frac{1}{2} \left(\frac{W_{i,t-1} X_{i,t-1}}{\sum_{k=1}^n W_{k,t-1} X_{k,t-1}} + \frac{W_{i,t} X_{i,t}}{\sum_{k=1}^n W_{k,t} X_{k,t}} \right)$$

W_i 為要素投入 i 的價格。

二、計量分析方法

本研究的對象為我國製造業的 22 個產業，研究時間為 1995-2002，因此資料結合時間序列(Time-series)與橫斷面(Cross-section)。

Hsiao(1986)及 Baltagi (2001)認為 Panel Data 模型有下述幾項優點：

(1)對於個體的異質性(individual heterogeneity)能有效的掌控。利用追蹤資料分析中固定效果模型，其模型中加入代表個體間差異的虛擬變數 (dummy variable) 可以包含質化變數，使模型在估計時，可以避免因模型不完整而產生的偏誤問題。

(2)追蹤資料包含橫斷面個體的差異及時間差異，因此對於個體本身的動態變化具有更好的解釋能力，可以提供更多更完整的訊息。

(3)對於一些單純由橫斷面分析或時間序列分析不容易定義、測量的效果，追蹤資料分析有更好的分析能力，並可建構出更為複雜行為的模型。

對大多數的時間序列資料而言，總存在著自由度太少及共線性 (multicollinearity) 高的問題，若使用時間序列結合橫斷面資料，不但可以增加樣本自由度，且由於它具有橫斷面的性質，可以減少變數之間共線性的問題。

而其估計方法隨著對常數項和係數認知的不同，共有四種估計方法：總合效果模型(pooling effect model)、組間效果(或中間效果)模型(between effect model)、固定效果(或組內效果)模型(fixed or within effect model)和隨機效果模型(random effect model)。¹⁶

(一) 總合效果模型

總合效果分析將橫斷面與時間序列特性的資料放入模型中進行估計，模型假設在每一個時點每一個產業都是同質的，所以模型中估計的參數 α_{it} 及 β_{it} 不會隨國家不同而異，也不會隨時間的不同而異。因此可得以下之迴歸式

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.25)$$

其中 $i=1, \dots, n$ 代表在同一時間，橫斷面上不同的產業； $t=1, \dots, T$ 代表樣本的時間範圍； y_{it} 為第 i 個產業在第 t 期時應變數的值； x_{it} 為第 i 個產業在第 t 期時所對應的解釋變數的值； ε_{it} 為 i 產業在第 t 期時的誤差，且符合 $E(\varepsilon_{it})=0$ ，

$\text{var}(\varepsilon_{it}) = \sigma^2$ 。因此利用最小平方法可得

¹⁶在面對選取傳統迴歸分析抑或固定/隨機效果模型分析時，使用 Lagrange Multiplier (LM)來檢定孰者較佳。如果結果顯示使用固定/隨機效果模型較佳，便需再使用 Hausman 檢定來區分固定效果模型與隨機效果模型何者最為適合。LM 檢定與 Hausman 檢定的介紹請見附錄 A

$$\hat{\beta}_{PE} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})^2}$$

$$\hat{\alpha}_{PE} = \bar{y} - \bar{x} \hat{\beta}_{PE}$$

$$\text{其中 } \bar{x} = \frac{1}{N} \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{it}, \quad \bar{y} = \frac{1}{N} \frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T y_{it} \text{。}$$

(二) 組間效果模型

組間效果分析類似橫斷面資料分析，用於比較產業間差異對產業生產力的影響，模型中不考慮時間對個別產業的影響，因此對個別產業的資料取其各年的平均值，估計式為

$$\bar{y}_i = \alpha + \beta \bar{x}_i + \varepsilon_i \quad (4.26)$$

其中 $\bar{x}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T x_{it}$, $\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_{it}$ ，符合一般簡單迴歸假設。利用最小平方法可得：

$$\hat{\beta}_{BE} = \frac{\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})^2}$$

$$\hat{\alpha}_{BE} = \bar{y} - \bar{x} \hat{\beta}_{BE}$$

(三) 固定(組內)效果模型

固定效果主要分析一段期間內各解釋變數對產業生產力的影響，模型中加入一虛擬變數(dummy variable)用以衡量未被觀察變數(unobserved variable)對模型的影響，因此又稱為虛擬變數模型(Least Square Dummy Variable Model, LSDV)其估計式為

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.27)$$

產業間的差異只在截距項 α_i ，並不會隨著時間改變；迴歸式分成兩個部分，第一部份的截距項純粹顯示因產業不同所產生的影響，另一部份即反應抽離產業差異後，解釋變數和被解釋變數之群組內的關係，因為考慮被解釋變數中，若含有產

業差異效果，可能會使得被解釋變數和殘差項相關，造成估計上的無效率，因此可以改為以虛擬變數組成的模型：

$$y_{it} = \sum_1^N \alpha_i d_{ij} + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

$d_{ij} = 0$ ；當 $i = j$, $d_{ij} = 1$ ；當 $i \neq j$, $d_{ij} = 0$

上式最小平方估計式，可表示如下：

$$\hat{\beta}_{FE} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i)}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2}$$

$$\hat{\alpha}_i = \bar{y}_i - \bar{x}_i \hat{\beta}_{FE}, \quad i = 1, \dots, N$$

(四) 隨機效果模型

隨機效果模型，又稱誤差成分模型(error components model)，其與固定效果模型的差別在於此模型強調資料的整體關係，而非個別變數的差異。各迴歸式的截距項 α_i 是隨機產生且不會因時間而改變， α_i 由兩部分所組成：

$$\alpha_i = \alpha + \gamma_i$$

其中 μ 代表母體平均值的截距(population mean intercept)的未知參數，即各個產業對解釋變數影響的平均數，而 γ_i 為不同產業間個別行為差異之無法觀測到的隨機誤差，因此 γ_i 有一個隨機的機率分配，符合 $E(\gamma_i) = 0$ 和 $Var(\gamma_i) = \sigma_\gamma^2$ 。

將 (4.3.11) 帶入 (4.3.7) 式中可得：

$$\begin{aligned} y_{it} &= \alpha_i + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \\ &= (\alpha + \gamma_i) + \beta x_{it} + \varepsilon_{it} \\ &= \alpha + \beta x_{it} + v_{it} \\ \varepsilon_{it} &\sim iid(0, \sigma_\varepsilon^2), \quad \gamma_i \sim iid(0, \sigma_\gamma^2) \end{aligned}$$

其中 $v_{it} = \gamma_i + \varepsilon_{it}$ ， γ_i 為個別的特定誤差反映個別產業的差異， ε_{it} 為整體誤差，並假設同一產業的誤差是序列相關，不同產業的誤差則不相關。因此以最小平方法

估計並不適合，需以一般化最小平方法（generalized least squares, GLS）來估計，估計值如下：

$$\hat{\beta}_{RE} = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)(y_{it} - \bar{y}_i) + \Psi T \sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})(\bar{y}_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 + \Psi T \sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})^2} \quad (4.28)$$

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \bar{x} \hat{\beta}_{RE}$$

$$\Psi = \frac{\sigma_{\varepsilon}^2}{\sigma_{\varepsilon}^2 + T\sigma_{\gamma}^2}$$

若 $T \rightarrow \infty$ ，則 $\Psi \rightarrow 0$ ，如此隨機效果和固定效果所估計的結果是相同的。但如果 $\Psi \rightarrow 1$ ，則 GLS 等同於 OLS 估計。(4.28) 式可改寫如下：

$$\hat{\beta}_{RE} = \Delta \hat{\beta}_{BE} + (1 + \Delta) \hat{\beta}_{FE} \quad (4.29)$$

$$\Delta = \frac{\Psi T \sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x}_i)^2 + \Psi \sum_{i=1}^N (\bar{x}_i - \bar{x})^2}$$

其中 Δ 代表加權的權數。因此隨機效果可以說是組間效果和固定效果的結合。由於組間效果模型忽略組內效果之資訊，而固定效果模型忽略組間效果之資訊，因此相對於固定效果模型而言，隨機效果模型是一有效率之估計模型，然而前提必須要解釋變數和 v_{it} 互相獨立。

三、實證模型

本研究以總要素生產力為被解釋變數，以自動化生產設備(KC)、資訊科技產值(IT)、人力資本(S,W,O)、研發投入(PRD)、貿易依存度(TR)及基礎設施(E)為解釋變數，資料時間為1995-2002年，使用最小平方法其估計模型如下：

$$g_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1,i,t-1} + \sum_{k=2}^K \beta_k x_{k,i,t} + \varepsilon_{it}$$

其中 $i=1,2,\dots,22$ 代表製造業22個產業， $t=1,2,\dots,7$ 共7期，解釋變數除自動化生

產設備以落後一期處理外，其餘皆為當期。由於本研究所採取的樣本資料為製造業22個中分類產業，屬於特定樣本，而非隨機抽取樣本，故選用揉合資料(pooling data)中的固定效果模型來進行分析。

本研究實際估計模型為：

$$g_{it} = \alpha_i + \beta_1 KC_{i,t-1} + \beta_2 IT_t + \beta_3 S_{i,t} + \beta_4 W_{i,t} + \beta_5 O_{i,t} + \beta_6 PRD_{i,t} + \beta_7 TR_t + \beta_8 E_t + \varepsilon_{it}$$

第二節 資料來源

本研究旨在探討資訊科技應用於我國製造業中分類22個產業¹⁷，對其總要素生產力的影響，研究樣本期間為1995-2002年，資料來源主要為經濟部統計處出版的「製造業自動化調查報告」和「工業統計調查報告」、主計處所出版的「職業別薪資調查報告」和「受雇員工動向調查報告」以及主計處之下國科會出版的「中華民國科學統計要覽」。相關變數的來源與定義如下：

一、產值(Y)

由於製造業各產業所包含的產品十分繁雜，故模型設定為單一產出，因此在計算Divisia Törquvist 指數時並無權數值。其資料來源為主計處第三局所作「國內生產各業產值雙面平減表」，取表中經平減的生產總額一值。

二、自動化軟硬體生產設備(KC)

資料來源為經濟部統計處所作的「製造業自動化調查報告」，由於民國82年以前所作的調查與民國84年相比，生產設備總值在某些產業上相差懸殊，甚達10倍以上，因此選取時間範圍由民國84年開始，不能往前延伸也是迫於資料無法相容的無奈。資料並以機械設備物價指數予以平減。

三、非自動化機械生產設備(KM)

與自動化軟硬體生產設備同樣來源於經濟部統計處所作的「製造業自動化調查報告」，即以全部軟硬體生產設備減去自動化軟硬體生產設備得出，同樣以機械設備物價指數予以平減。

四、廠房設備(KS)

取經濟部統計處所出版的「工業統計調查報告」中的固定資本一值減去自

¹⁷製造業中分類22個產業包括有食品業、菸草業、紡織業、成衣、服飾品及其他紡織製品業、皮革、毛皮及其製品業、木竹製品業、家具及裝設品業、紙漿、紙及紙製品業、印刷及其相關事業、化學材料業、化學製品業、石油及煤製品業、橡膠製品業、塑膠製品業、非金屬礦物製品業、金屬基本工業、金屬製品業、機械設備業、電力及電子業、運輸工具業、精密器械業、雜項工業

動化生產設備與非自動化生產設備得出廠房資本。

五、勞動力(L)

主計處每年出版的「受雇員工動向調查報告」，其中有對製造業各業受雇員工人數作一調查，分別對受教育程度、年齡來作一區分，由於其區分較細，故經由整理將受雇員工依其受教育程度分為四種：國中及以下、高中職、專科、大學及以上；依其年齡分為20-30、30-40、40-50、50以上，另外，根據主計處所出版的「職業別薪資調查報告」中將員工職業分為主管及監督人員、事務工作人員、專技人員、技術工、非技術工及體力工。本文則取大學以上、30-50歲、專技人員代表人力資本。

六、勞動薪資(WL)

主計處所出版的「職業別薪資調查報告」，其中有對製造業各業員工依其受教育程度所作的薪資調查，將其平減後再與同是依受教育程度的受雇員工人數相乘得到勞動投入值。

七、中間投入(I)

與產值一樣，同樣來源於主計處第三局所作「國內生產各業產值雙面平減表」，經民國85年價格平減。中間投入包含原物料與燃料。

八、每人研發經費(PRD)

來源自主計處國科會每年所作「中華民國科學統計要覽」調查中的每人平均研發經費一值。

九、資訊科技產值(IT)

以資策會MIC，ITIS計畫每年統計的各項資訊科技產品產值加總，包括有資訊硬體、資訊軟體及通訊設備。

十、貿易依存度(TR)

利用主計處所出版的「中華民國統計年鑑」，將出口值加上進口值得出貿易總值在除以國內生產毛額(GDP)，代表貿易依存度。

十一、電力使用量(E)

同樣出自於主計處所出版的「中華民國統計年鑑」，以製造業歷年用電量一值代表基礎設施。

表4-1 本研究各變數與其資料來源

變數	代號	資料來源
產出	Y	主計處第三局「國內生產各業產值雙面平減表」中的生產總值
自動化生產設備	Kc	經濟部統計處「製造業自動化調查報告」中的自動化軟體生產設備總值
非自動化生產設備	Km	經濟部統計處「製造業自動化調查報告」中，將全部軟體生產設備減去自動化軟體生產設備得出
廠房設備	Ks	以主計處調查的固定資本形成毛額減去全部軟體生產設備得出，即固定資本中除去機器及設備後的資本財
勞動投入	L1~L4	主計處「受雇員工動向調查報告」依教育程度區分的受雇員工人數
每人研發經費	PRD	主計處國科會「中華民國科學統計要覽」中的每人平均研發經費
資訊科技產值	IT	資策會MIC，ITIS計畫每年統計的資訊科技產值，包括有資訊硬體、資訊軟體及通訊設備。
大學以上員工比例	S	主計處每年出版的「受雇員工動向調查報告」
專技人員比例	W	主計處所出版的「職業別薪資調查報告」
30-50歲員工比例	O	主計處每年出版的「受雇員工動向調查報告」
貿易依存度	TR	主計處92年出版的「中華民國統計年鑑」
電力使用量	E	主計處92年出版的「中華民國統計年鑑」

第五章 實證結果與分析

本章為實證結果的分析探討。首先將要分析的對象作一概略的資料整理與比較，其次，針對實證結果作探討。在第二節裡，本文以台灣製造業整體作為研究對象進行實證分析，接著在第三節中將製造業分為四大工業分別進行迴歸模型的討論。最後以第四小節作一總整。

第一節 資料分析

本節針對台灣製造業在 1995-2002 年間的產業基本資料作一分析，表 5-1 列出製造業 22 個中分類產業的基本統計特徵。經由第四章所介紹的 Divisia Törqvist 指數法計算出 1995-2002 年台灣製造業整體平均總要素生產力為 0.02，其中總要素生產力平均為正成長的產業有菸草業、紙漿業、化學材料業、化學製品業、石油及煤製業、金屬基本業和雜項工業；其餘皆呈現些微的負成長。

而在採用自動化設備方面，整體而言約略佔製造業總固定資本的 1/3 左右，以紡織業、紙漿業、化學材料業、塑膠業、金屬基本業、金屬製品、機械設備業及電力及電子業所佔的比例較高。

在雇用員工的學歷分佈方面，學歷在大學以上的年平均比例佔製造業整體的 8% 左右，其中在平均以上較為顯著的產業有菸草業、化學材料業、化學製品業、石油及煤製業及電力及電子業。

若以專技人員雇用比例來看，製造業整體年平均約為 12%，各業中以食品及飲料業、皮革業、家具業、紙漿業、石油及煤製業、塑膠業及金屬製品業明顯高於平均。

若以年齡層分佈來看，整體製造業年齡介於 30 歲及 50 歲的平均比例在一半以上為 59%，其中以紡織業、印刷業、塑膠業、金屬製品業、機械設備業、電力及電子業、運輸業及精密機械業所雇用的員工較為年輕化，而菸草業、木竹業

及石油及煤製業所雇用的員工相較於整體而言較為高齡化。

在每人研發金額分配方面，製造業整體的年平均值為 245 萬元，其中高於平均較多的產業有菸草業、皮革業、石油及煤製業、及運輸業。

表 5-1 製造業中分類產業之基本資料（平均值）：1995-2002 年

	總要素 生產力(gt)	自動化 設備比(kc/k)	大學以上	專技人員	30-50	每人研發金額 (千元)
製造業	0.02	0.34	0.08	0.12	0.59	1596 (185.15)
食品及飲料	-0.27	0.27	0.08	0.15	0.57	1898.6 (193.77)
菸草	0.39	0.18	0.17	0.07	0.65	4825.7 (900.16)
紡織	-0.88	0.41	0.04	0.09	0.57	2021.4 (298.74)
成衣	-1.86	0.21	0.03	0.13	0.60	1764.3 (872.89)
皮革	-1.26	0.19	0.06	0.18	0.59	3941.4 (2610.44)
木竹	-0.97	0.33	0.03	0.12	0.58	1287.1 (671.88)
家具	-0.88	0.31	0.04	0.18	0.57	2168.6 (577.25)
紙漿	0.09	0.48	0.04	0.15	0.61	1491.4 (534.83)
印刷	-0.05	0.36	0.07	0.12	0.57	1098.6 (343.14)
化學材料	0.25	0.49	0.14	0.04	0.60	2948.6 (454.37)
化學製品	0.38	0.31	0.16	0.14	0.58	1722.9 (285.58)
石油及煤	2.40	0.11	0.22	0.18	0.69	7418.6 (2989.82)
橡膠	-1.21	0.46	0.05	0.06	0.59	1755.7 (522.39)

表 5-1 製造業中分類產業之基本資料 (平均值): 1995-2002 年(續)

	總要素 生產力(gt)	自動化 設備比(kc/k)	大學以上	專技人員	30-50	每人研發金額 (千元)
塑膠	-0.43	0.49	0.05	0.16	0.58	2778.6 (816.32)
金屬製品	-1.26	0.45	0.04	0.15	0.58	1614.3 (295.06)
機械設備	-0.71	0.43	0.06	0.12	0.57	1564.3 (204.52)
電力及電子	-1.11	0.46	0.15	0.10	0.52	2317.1 (266.63)
運輸	-1.15	0.22	0.08	0.11	0.60	3065.7 (534.19)
精密器械	-0.32	0.28	0.09	0.14	0.53	1671.4 (222.29)
其他(雜項)工 業	0.10	0.29	0.06	0.12	0.59	1834.3 (187.25)

註 1：計價單位為新台幣(NT)

註 2：括號內為標準差(STDEV)

資料來源：本研究。

第二節 台灣製造業整體實證結果

根據胡勝正、詹維玲 (1999) 提出影響台灣總要素生產力的因素有人力資本、國際貿易、外人直接投資、研究發展及政府及政策等，而 Parham (2004) 也指出生產力會因技術提升、資訊科技、研發支出、人力資本、貿易依存度、基礎建設等因素而提升。綜合上述，本研究採取的變數包括以自動化設備投入代表的技術提升，以資訊科技產值代表的資訊科技、以每人研發金額代表的研發支出、以學歷、技能和年齡代表的人力資本、以進出口除以 GDP 代表的貿易依存度，及以電力使用量代表的基礎建設。

本研究以 1995-2002 年台灣製造業 22 個中分類產業為對象，先以 Divisia

Törqvist 指數法將投入分為八項，其中資本區分為自動化設備資本、非自動化設備資本、廠房設備資本，而勞動投入則依學歷區分為國中及以下、高中職、專科、大學及研究所畢業的全職員工，另外加上中間投入，再依加權法算出台灣製造業中分類 22 個產業的總要素生產力。

以總要素生產力為被解釋變數，以自動化生產設備(KC)、資訊科技產值(IT)、人力資本(S,W,O)、研發投入(PRD)、貿易依存度(TR)及基礎設施(E)為解釋變數，資料時間為1995-2002年，以揉合資料 (pooling data) 中的固定效果模型來進行分析。實際估計模型為：

$$g_{it} = \alpha_i + \beta_1 KC_{i,t-1} + \beta_2 IT_t + \beta_3 S_{i,t} + \beta_4 W_{i,t} + \beta_5 O_{i,t} + \beta_6 PRD_{i,t} + \beta_7 TR_t + \beta_8 E_t + \varepsilon_{it}$$

本文先觀察當技術進步時，對人力資本的需求方程式，即以自動化設備金額取自然對數為被解釋變數，討論其對學歷、技能、年齡層員工的需求，驗證其與人力資本之間是否有互補的關係。再者，檢視自動化設備投入、資訊科技產值、每人研發金額、人力資本、貿易依存度、電力使用量各變數對製造業總要素生產力的影響，其中，自動化生產設備採落後一期，其餘皆以當期值做為討論。迴歸估計結果參見表 5-2 與 5-3。

一、資本與技術互補

將取自然對數後的自動化設備金額作為被解釋變數，分析其與人力資本的關係。其中，人力資本分為學歷、技能、年齡三項作為討論。藉由表 5-2 的實證結果，發現自動化設備金額與各變數之間確實存在互補的關係，即自動化機械設備金額愈高對大學以上員工、專技人員和 30-50 歲員工的需求比例也愈高，結果符合預期，支持資本與技術互補的理論 (capital-skilled complementarity)。

表 5-2 製造業整體實證結果

解釋變數	被解釋變數：自動化機械設備 (lnKC)
大學以上員工(S)	21.944*** (3.748)
專技人員(W)	16.507*** (5.101)
30-50 歲 員工(O)	3.837*** (2.722)
F 值	1275.6
D-W 值	1.52
Adj.R ²	0.94

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% **:顯著水準 5% *:顯著水準 10%

二、各變數對總要素生產力的影響

自動化設備

由於表 5-2 以自動化設備投入金額與人力資本作迴歸分析得出顯著的實證結果，為避免共線性的問題，在分析對總要素生產力的影響時，本研究改採自動化設備佔總資本的比例作為變數討論，實證結果如表 5-3 示得出顯著的負值，表示有生產力矛盾(productivity paradox)的情形。此結果與國外文獻如 Berndt and Morrison (1995)、Loveman (1994)、Morrison (1997)相同。

表 5-3 台灣製造業整體實證結果

解釋變數	被解釋變數：總要素生產力(GT)
自動化機械 設備比(KC/K)	-0.896*** (-3.790)
資訊科技產值 (IT)	4.83E-05*** (3.665)
大學以上員工 比例(S)	35.902*** (3.837)
專技人員比例 (W)	4.102 (0.768)
30-50 歲 員工比例(O1)	4.542* (1.812)
每人研發金額 (PRD)	0.0002*** (3.505)
貿易依存度(TR)	2.53E-06 (0.877)
電力使用量(E)	17.828* (1.824)
F 值	18.75
D-W 值	1.90
Adj.R ²	0.41

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

資訊科技

探討資訊科技的文章中幾乎都在檢驗資訊科技投資對生產力的影響，而在 Daveri and Mascotto (2002)及 Gordon (2003)尚未發表的working paper中就提及到美國各州的生產力不同是由於資訊科技產值而非資訊科技投資，然國內尚未有討論資訊科技產值的文獻，於是本研究將歷年的資訊硬體產值加上資訊軟體產值及通訊設備產值作為資訊科技總產值納入討論。實證結果顯示，果真如前述三位學者提到，資訊科技的產值對我國製造業的總要素生產力有顯著正向的影響。

人力資本

在人力資本方面，本文以學歷為大學以上、職業為專技人員、年齡為 30-50

歲的員工來代表人力資本，得出學歷在大學以上的員工對總要素生產力的影響最為明顯，然而專技人員的影響則不顯著，以年齡別來看也有明顯的關係。這結果支持了文獻上技術偏向進步（skill-biased technical complementarity）的概念，視為人力資本的員工由於具備專業技能，從事工作層級較高，其帶來的附加價值自然較高，這點在學歷的比較下最為明顯，學歷在大學以上的員工由於所受教育年限較長，經由知識學習過程，累積了自我學習的能力，於是在新知識的吸收方面，擁有的管道較多，學習速度也較快，自然生產力也提高。在年齡別方面，由於三十歲以下的員工工作經驗不足，需藉由培訓與一段時間摸索才能將工作上手，而屆臨退休五十歲以上的員工，在心態上較不積極促使其在新知識的學習上相對不足，於是本文將 30-50 歲的員工視為人力資本，並經由實證結果獲得與預期相符的答案。這同胡勝正、詹維玲（1999）和 Parham（2004）所提出的論點，即人力資本會影響到生產力的成長。

研發支出

研發金額方面，本研究採每人研發金額為代表變數，考慮研發密集度對總要素生產力的影響，得到的估計值顯著為正，表示研發是台灣總要素生產力提升的重要因素，而討論研發對生產力影響的文章，無論在國內外都很豐富，大致是支持正面的影響（Griliches, 1986; Lichtenberg and Siegel, 1991），在國內像是莊奕琦、許碧峰（1999）利用台灣製造業中分類的產業資料，無論是以研發經費支出或是研發的資本存量作為解釋變數，對生產力的貢獻除了輕工業外，均為正向的關係；而李雅玲（2002）則是以經濟部所屬事業協助中小企業為對象，得出公司研發經費對其生產力的影響比政府補助的影響為大。的確，研發的投入對於廠商新產品與新技術的開發，縮短生產流程，改善要素投入的品質均有所幫助，經由研發的外溢效果，生產力的提升更為快速。

國際貿易

當論及國際貿易的影響，相關研究大多使用不同的貿易政策指標來進行實證研究，本研究以進出口值相加除以各業之 GDP 作為貿易依存度的指標，由表 5-3

可知結果並不顯著。在文獻上，雖然有許多實證研究支持國際貿易能促進經濟成長，但是對技術進步的影響至今仍未獲一致的結論(Van and Wong,1997)。國內胡勝正、詹維玲 (1999)分別以進、出口和貿易依存度來分析其對台灣總要素生產力的影響，然而，隨著迴歸模型改變，結果並無法一致，因此仍未獲得定論。

基礎建設

基礎建設包括有水力、電力、通訊設備、運輸等，本研究擬用製造業對電力的使用量來代表該業的基礎建設，實證結果由表 5-3 所示，電力使用量確實對製造業總要素生產力有顯著正的影響。

第三節 台灣製造業四大產業實證結果

本節另將製造業分為四大項產業（民生工業、金屬工業、化學工業、電機工業）來討論，如第二節所討論，先探討自動化設備與人力資本的關係，再分析各業總要素生產力與要素投入之間的關係。

一、民生工業

(一) 資本與技術互補

表 5-4 為自動化機械設備對人力資本的關係，顯示出當技術進步時，民生工業會增加對人力資本的需求，然而自動化設備與職業和年齡的互補性較為顯著跟學歷之間的互補性卻不顯著，根據生產自動化及電子化調查報告(2002)的資料顯示，民生工業所採用的自動化設備大多屬於一般控制及數值控制，為較低技術層次，於是對高學歷的需求相較之下並不高。

表 5-4 民生工業整體實證結果

解釋變數	被解釋變數：自動化機械設備 (lnKC)
大學以上員工(S)	-1.224 (-0.079)
專技人員(W)	18.162*** (3.846)
30-50 歲 員工(O)	6.008*** (2.841)
F 值	509.39
D-W 值	1.71
Adj.R ²	0.94

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

(二) 各變數對總要素生產力的影響

以民生工業各業為對象作分析，表 5-5 中顯示自動化機械設備的比例對總要素生產力的影響顯著為負，有生產力矛盾(productivity paradox)的情形。

資訊科技產值對民生工業總要素生產力的影響則不明顯，可見資訊科技的發展對民生工業的影響並不大。的確，民生工業屬於勞力密集產業，技術方面的進步對該工業的影響必然不大。

在人力資本方面，大學學歷以上以及 30-50 歲的員工比例對總要素生產力有顯著正面的影響，而專技人員的影響並不明顯。三個項目相比之下，以年齡作為民生工業的人力資本代表較為適合，可知民生工業對學歷和技術的需求並不高。

而每人研發金額對總要素生產力也是顯著的正值，藉由研發民生工業可以開發新產品，縮短生產流程，讓生產力的提升更為快速。

而貿易依存度和電力使用量的估計係數則不顯著。

表 5-5 民生工業實證結果

解釋變數	被解釋變數：總要素生產力(GT)
自動化機械 設備比(KC/K)	-1.207*** (-3.543)
資訊科技產值 (IT)	2.12E-05 (1.036)
大學以上員工 比例(S)	42.967* (1.815)
專技人員比例 (W)	6.812 (0.933)
30-50 歲 員工比例(O1)	9.902** (2.615)
每人研發金額 (PRD)	0.0002** (2.096)
貿易依存度(TR)	2.89E-06 (0.669)
電力使用量(E)	20.111 (1.395)
F 值	8.51
D-W 值	1.80
Adj.R ²	0.44

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

二、金屬工業

(一) 資本與技術互補

表 5-6 中以自動化機械設備作為被解釋變數，自動化設備只與年齡具有互補性餘仍與預期相符，而與學歷和職業之間的互補性卻不顯著，同樣地，根據生產自動化及電子化調查報告(2002)的資料顯示，金屬工業所採用的自動化設備也屬較低技術層次，於是對高學歷或是技術的需求並不高。

表 5-6 金屬工業整體實證結果

解釋變數	被解釋變數：自動化機械設備 (lnKC)
大學以上員工(S)	26.531 (0.771)
專技人員(W)	11.758 (1.138)
30-50 歲 員工(O)	9.002** (2.589)
F 值	102.73
D-W 值	1.85
Adj.R ²	0.88

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

(二) 各變數對總要素生產力的影響

以金屬工業各業為對象作分析，得出結果為自動化機械設備對總要素生產力的影響不顯著，不若民生工業有顯著的負向關係，但仍為生產力矛盾(productivity paradox)的情形。

資訊科技產值一項對金屬工業有顯著的正向影響，表示資訊科技的進步可帶來該工業總要素生產力的增加。

除此之外，大部分的估計係數均不顯著。

表 5-7 金屬工業實證結果

解釋變數	被解釋變數：總要素生產力(GT)
自動化機械 設備比(KC/K)	-2.801 (-1.355)
資訊科技產值 (IT)	3.39E-05** (2.301)
大學以上員工 比例(S)	89.491* (1.729)
專技人員比例 (W)	21.076 (0.536)
30-50 歲 員工比例(O1)	8.884 (0.807)
每人研發金額 (PRD)	-0.0002 (-0.216)
貿易依存度(TR)	-2.97E-06 (-0.245)
電力使用量(E)	14.867 (0.446)
F 值	2.37
D-W 值	1.90
Adj.R ²	0.36

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

三、化學工業

(一) 資本與技術互補

表 5-8 可得出自動化設備與專技人員明顯的關係，而與學歷和年齡的關係較不顯著，由此可知自動化設備的需求方程式，符合文獻上資本與技術互補理論 (capital-skilled complementarity)。

表 5-8 化學工業整體實證結果

解釋變數	被解釋變數：自動化機械設備 (lnKC)
大學以上員工(S)	4.476 (0.588)
專技人員(W)	18.994*** (4.094)
30-50 歲 員工(O)	0.539 (0.238)
F 值	333.67
D-W 值	1.74
Adj.R ²	0.92

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% **:顯著水準 5% *:顯著水準 10%

(二) 各變數對總要素生產力的影響

表 5-9 以化學工業各業為對象作分析，與金屬工業相同，自動化機械設備對總要素生產力的影響也不明顯。

而資訊科技的產值也對總要素生產力有顯著的影響。可見化學工業的生產力提升也須藉助資訊科技的發展。

人力資本當中以大學以上學歷的員工比例最為顯著，高學歷的員工對總要素生產力的貢獻較大，故以學歷作為人力資本的代表最為合適。

而每人研發金額方面也是顯著為正，可見研發對化學工業有很重要的影響，其餘貿易開放程度和電力使用量的影響則不明顯。

表 5-9 化學工業實證結果

解釋變數	被解釋變數：總要素生產力(GT)
自動化機械 設備比(KC/K)	-0.553 (-1.513)
資訊科技產值 (IT)	5.52E-05** (2.331)
大學以上員工 比例(S)	39.328*** (3.056)
專技人員比例 (W)	-7.678 (-0.727)
30-50 歲 員工比例(O1)	2.781 (0.691)
每人研發金額 (PRD)	0.0002* (1.936)
貿易依存度(TR)	1.84E-06 (0.351)
電力使用量(E)	4.442 (0.226)
F 值	7.38
D-W 值	1.88
Adj.R ²	0.40

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

四、電機工業

(一) 資本與技術互補

接下來以電機工業各業為對象作分析，表 5-10 中自動化設備對大學及以上學歷和專技人員的雇用需求較為顯著，尤其是學歷的需求方面更為顯著。支持自動化機械設備與資訊科技產值對人力資本的互補性說法。根據生產自動化及電子化調查報告(2002)的資料顯示，電機工業所採用的自動化設備屬於人工智慧、電腦整合製造方面較高技術層次，於是增加對高學歷和技術的需求。

表 5-10 電機工業整體實證結果

解釋變數	被解釋變數：自動化機械設備 (lnKC)
大學以上員工(S)	62.137*** (9.239)
專技人員(W)	6.715* (2.085)
30-50 歲 員工(O)	-14.425 (-1.484)
F 值	645.53
D-W 值	1.78
Adj.R ²	0.96

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% **:顯著水準 5% *:顯著水準 10%

(二) 各變數對總要素生產力的影響

再看表 5-11，同樣得出自動化機械設備對總要素生產力為不顯著的關係，仍是生產力矛盾(productivity paradox)的情形。

而資訊科技產值的影響則為顯著正值的結果。而電機工業也是生產資訊科技最主要的行業，資訊科技的進步自然提升本身的生產力。

在人力資本方面以大學以上學歷較為顯著，故以學歷為該業人力資本的代表，同化學工業一般，高學歷對技術提升的影響最大。

而在研發方面，利用每人研發金額得出的估計值並不顯著，這可能與台灣在電子業方面從事代工普遍，從事研發效果不足所致，而這也是台灣發展資訊科技產業最大的詬病。

其餘貿易依存度和電力使用量兩變數的估計係數則不顯著。

表 5-11 電機工業實證結果

解釋變數	被解釋變數：總要素生產力(GT)
自動化機械 設備比(KC/K)	-1.634 (-0.906)
資訊科技產值 (IT)	9.46E-05** (2.213)
大學以上員工 比例(S)	192.72* (1.765)
專技人員比例 (W)	-3.402 (-0.130)
30-50 歲 員工比例(O1)	-14.731 (-1.076)
每人研發金額 (PRD)	-0.0002 (-0.636)
貿易依存度(TR)	1.04E-05 (1.267)
電力使用量(E)	35.945 (1.001)
F 值	3.64
D-W 值	2.17
Adj.R ²	0.35

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

第四節 小結

本節針對第二節以及第三節所得到的實證結果，彙整如表5-12至表5-14。表5-12為模型一以自動化機械設備為被解釋變數的實證結果，從該表中可看出不論在學歷、職位與年齡方面，人力資本皆與自動化機械設備呈現正向互補的關係，在製造業整體及四大行業中，均可獲得資本與技術互補（capital-skilled complementarity）的印證。

而表5-13為模型二以總要素生產力為被解釋變數的實證結果，可以發現自動化機械設備在整體製造業為負的影響，若細分為四項工業來看，發現只有民生工

業呈現負項的關係，其餘皆為不顯著的關係，這點可由下圖5-1看出端倪，在四大工業中，民生工業的自動化設備比例一直是最少的，可見其自動化設備的需求並不殷切，並無法發揮最大的規模效益。

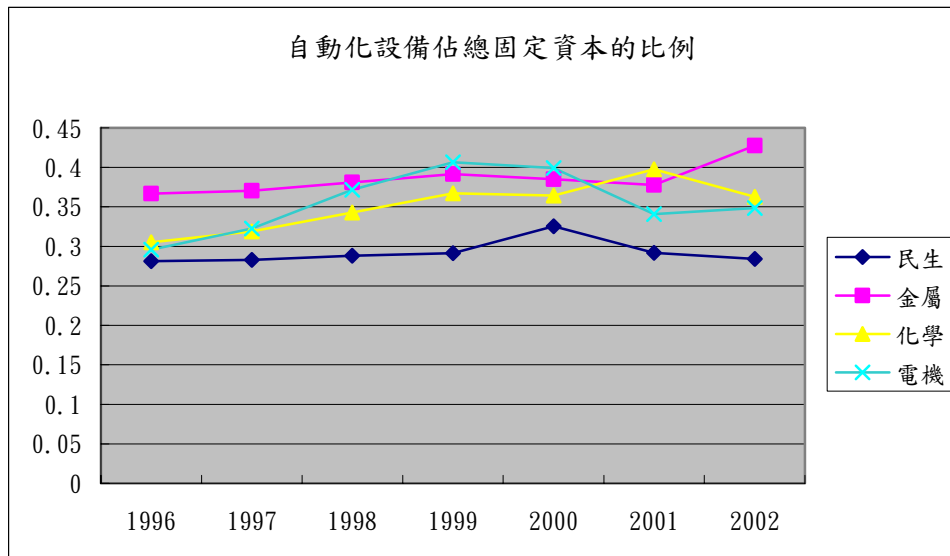


圖5-1 自動化設備佔總固定資本的比例

而資訊科技產值對製造業整體的影響很顯著，分項來看僅民生工業為不明顯外其餘皆為正向顯著的關係，表示資訊科技的進步著實對製造業各業有正面的影響。

觀察人力資本則以大學以上學歷員工對總要素生產力的影響最為明顯，可見學歷是生產力提升一項很重要的變數。另外，每人研發金額對總要素生產力的影響也很顯著，可見研發也是提升生產力的重要方法。

表5-12 以自動化設備為被解釋變數的實證結果

模型一 被解釋變數:自動化機械設備(lnKC)					
	製造業	民生	金屬	化學	電機
大學學歷以上 員工(S)	顯著*** (+)	不顯著	不顯著	不顯著	顯著*** (+)
專技人員(W)	顯著*** (+)	顯著*** (+)	不顯著	顯著*** (+)	顯著* (+)
30-50 歲 員工(O)	顯著*** (+)	顯著*** (+)	顯著** (+)	不顯著	不顯著

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

表5-13 以總要素生產力為被解釋變數的實證結果

模型二 被解釋變數:總要素生產力					
解釋變數	製造業	民生	金屬	化學	電機
自動化機械 設備比(KC/K)	顯著*** (-)	顯著*** (-)	不顯著	不顯著	不顯著
資訊科技產值 (IT)	顯著*** (+)	不顯著	顯著** (+)	顯著** (+)	顯著** (+)
大學學歷以上 員工(S)	顯著*** (+)	顯著* (+)	顯著* (+)	顯著*** (+)	顯著* (+)
專技人員 (W)	不顯著	不顯著	不顯著	不顯著	不顯著
30-50歲員工 (O)	顯著* (+)	顯著** (+)	不顯著	不顯著	不顯著
每人研發金額 (PRD)	顯著*** (+)	顯著** (+)	不顯著	顯著* (+)	不顯著
貿易依存度 (TR)	不顯著	不顯著	不顯著	不顯著	不顯著
電力使用量 (E)	顯著* (+)	不顯著	不顯著	不顯著	不顯著

註:括號內為標準差。

***:顯著水準 1% ** :顯著水準 5% * :顯著水準 10%

第六章 結論與建議

第一節 結論

本研究以台灣地區製造業中分類22項產業為對象，分析1995-2002年間製造業各項要素投入與其總要素生產力間的關係，檢視資訊科技對台灣製造業的影響是否有如國外文獻所得出的生產力矛盾結果以及觀察人力資本的變化探討是否有技術偏向進步(skill-biased technical change)的情形，並檢視要素投入間是否有資本與技術互補(capital-skilled complementarity)的現象。

本文先以 Divisia Törquvist 指數法計算台灣製造業 22 個中分類產業的總要素生產力，再探討各項變數包括自動化設備投入、資訊科技產值、每人研發金額、人力資本、貿易依存度，及以電力使用量對製造業總要素生產力的影響。並觀察資訊科技投入與人力資本之間的關係，計量模型為揉合資料(pooling)的模式，分別以自動化生產設備及總要素生產力為被解釋變數來作探討，依序對製造業整體及再細分為四項工業進行分析。

當以總要素生產力為被解釋變數時，自動化設備對製造業整體的估計值為顯著的負值，但細分為四項工業來看，只有民生工業呈現顯著負向的結果，其餘各業皆呈現不顯著的關係。而資訊科技產值、人力資本和每人研發金額方面均與製造業整體的總要素生產力呈現顯著的正向關係，細分來看，也大致為顯著的影響。故本文認為台灣製造業在技術提升時，對自動化生產設備連帶增加對人力資本的需求，為一種資本與技術互補(capital-skilled complementarity)的現象。而在分析製造業總要素生產力的貢獻時，則有自動化設備的應用出現生產力矛盾(productivity paradox)的情形，然而，觀察人力資本的改變則可發現人力資本對總要素生產力的貢獻十分顯著，具有技術偏向進步(skill-biased technical change)的情形。於是由本文實證結果可推論：單獨增加自動化設備並無法提升總要素生產

力，唯有透過自動化設備投資與人力資本的配合，在兩者互補之下，以提升台灣製造業生產力。

第二節 建議與未來研究方向

就本研究所獲得之結論，提供以下建議：在生產設備投入方面，雖然採用自動化設備是趨勢，但是必須與人力資本相配合，一味的投入大量的設備，對生產力並無助益；而在產業的發展方面，資訊科技產值增加能提升台灣製造業的生產力，所以政府應多鼓勵資訊產業的發展，並幫助資訊科技產業從事研發設計，以面對全球化的競爭趨勢。

而在未來研究方面，本研究欲探討資訊科技對台灣製造業的影響，但資訊科技的影響應該是多面向的，然而由於資料的缺乏，無法同國外學者以製造業各產業對資訊科技總投入或是電腦投資等作為研究資料，而僅使用自動化生產設備和資訊科技產值來分析資訊科技對製造業生產力的影響。因此，希望未來有更完整包含資訊科技設備的資料以捕捉產業投入資訊科技的全貌。

另外，本研究在解釋總要素生產力時，雖然已經考慮了新技術、資訊科技、人力資本、研發金額、貿易依存度和基礎建設各方面的影響，然而所得的R值並不高，希望未來研究可以更完整的解釋台灣製造業總要素生產力的變化。

參考文獻

一、中文文獻

行政院主計處電子處理資料中心 (2002)，《台閩地區電腦應用概況調查》，臺北，臺灣：行政院主計處。

行政院主計處(1995-2002)，《職業別薪資調查報告》，臺北，臺灣：行政院主計處。

行政院主計處(1995-2002)，《受雇員工動向調查報告》，臺北，臺灣：行政院主計處。

行政院主計處 (2003)，《中華民國統計年鑑》，臺北，臺灣：行政院主計處。

行政院主計處 (2003)，《多因素生產力趨勢分析報告》，臺北，臺灣：行政院主計處。

行政院主計處國科會(1995-2002)，《中華民國科學統計要覽》，臺北，臺灣：行政院主計處。

李雅玲(2002)，《研究發展支出與企業生產力之實證分析—以經濟部所屬事業協助中小企業推動研究發展計畫為例》，國立台灣科技大學企業管理系碩士論文。

林惠玲、陳正倉 (2001)，「工廠自動化與經濟效益關係之研究--台灣製造業之實証研究」，《國家科學委員會研究彙刊:人文及社會科學》，11(3)，256-270。

胡勝正、詹維玲 (1999)，「台灣總要素生產力決定因素之研究」，《自由中國之工業》，89(9)，1-50。

莊奕琦、許碧峰 (1999)，「研究發展對生產力的貢獻及產業間的外溢效果：台灣製造業實證」，《經濟論文》27(3)，407-432。

黃泉興(1986)，《總要素生產力—我國製造業之實證研究》，國立政治大學經濟研究所碩士論文。

鄒孟文、劉錦添 (1999)，「先進技術與工資報酬:台灣電子業之實證」，《經濟

- 論文叢刊》，27(3)，285-309。
- 經濟部統計處 (1995)，《中華民國台灣地區製造業第七次生產自動化調查報告》，臺北，臺灣：經濟部統計處。
- 經濟部統計處 (1997)，《中華民國台灣地區製造業第八次生產自動化調查報告》，臺北，臺灣：經濟部統計處。
- 經濟部統計處 (2000)，《中華民國台灣地區製造業第九次生產自動化及電子化調查報告》，臺北，臺灣：經濟部統計處。
- 經濟部統計處 (2002)，《中華民國台灣地區製造業第十次生產自動化及電子化調查報告》，臺北，臺灣：經濟部統計處。
- 經濟部統計處 (2002)，《中華民國台閩地區工業統計調查報告》，臺北，臺灣：經濟部工業統計調查聯繫小組。
- 經濟部工業局 (2002)，《中華民國工業發展年鑑》，臺北，臺灣：經濟部工業局。
- 資策會MIC與經濟部技術處智慧資本專案(ITIS) (2002)，《資策會MIC，ITIS計畫》，臺北，臺灣：資策會MIC、經濟部技術處。
- 楊佳勳 (2002)，《資訊與通訊科技(ICT)對台灣製造業生產力影響分析》，國立中山大學經濟研究所碩士論文。
- 劉瑞文 (2001)，「產業結構變遷對國內就業與所得分配的影響」，《經濟論文叢刊》，29(2)，203-233。
- 藍科正、蔡坤宏 (1992)，「政府獎勵自動化生產對電子零組件業廠商生產績效的影響」，《臺北市銀行月刊》，22(8)，2-9。
- 蕭家斌 (2002)，《自動化生產技術對於生產力之影響--台灣製造業之實証研究》，國立清華大學經濟研究所碩士論文。

二、英文文獻

- Abramovitz, M. (1962), "Economic Growth in the United States," *American Economic*

Review, 52, 762-82.

Arrow, K. J., H. B. Chenery, B. S. Minhas, and R. M. Solow (1961), "Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency," *The Review of Economics and Statistics*, 43, 225-250.

Autor, D. H., L. F. Katz, and A. B. Kreuger (1998), "Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?" *Quarterly Journal of Economics*, 113(4), 1169-1213.

Baltagi, B. H. (2001), *Econometric analysis of panel data*, 2nd ed., New York: Wiley.

Berndt, E. R. and C. J. Morrison (1995), "High-tech capital formation and Economic Performance in U.S. manufacturing industries: An exploratory analysis," *Journal of Econometrics*, 65, 9-43.

Berman, E. B. and J. Griliches (1994), "Changes in the Demand for Skilled Labor within U.S. Manufacturing: Evidence from the Annual Survey of Manufactures," *Quarterly Journal of Economics*, 109(2), 367-97.

Bresnahan, T., E. Brynjolfsson and L. Hitt (2002), "Information Technology, Workplace Organization, and the Demand for Skilled Labor: Firm Level Evidence," *Quarterly Journal of Economics*, 117(1), 339-376.

Breusch, T. and A. Pagan (1980), "The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics," *Review of Economic Studies*, 47, 239-253.

Brynjolfsson, E. (1993), "Information Technology and the Productivity Paradox: Review and Assessment," *Communications of the ACM*, 35, 66-77.

Brynjolfsson, E. and L. Hitt (2000), "Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance," *Journal of Economic Perspectives*, 14, 23-48.

Chun, H. (2003), "Information Technology and the Demand for Educated Workers: Disentangling the Impacts of Adoption Versus Use," *Review of Economics and*

- Statistics*, 85(1), 1-8.
- Daveri, F. and M. Andrea (2002), “ The I.T. Revolution across the U.S. States,”
NBER Working Paper,no. 226
- David, P. A. (1990), “The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on
the Modern Productivity Paradox,”*American Economic Review, Papers and
Proceedings*, 80,355-361.
- Denison, E.F. (1962), “United States Economic Growth,”*The Journal of Business*,
35,109-121.
- Diewert, W.E. (1976), “Exact and Superlative Index Numbers,”*Journal of
Econometrics*, 4, 115-135.
- Doms, M., T. Dunne, and K. Troske (1997), “Workers, Wages, and Technology, ”
Quarterly Journal of Economics, 112, 253-290.
- Fabricant, S. (1959), “Basic Facts on Productivity change,” *NBER
Occasional paper*, no.63.
- Ferguson, C. E. (1965), “Time-Series Production Functions and Technological
Progress in American Manufacturing Industry,”*The Journal of Political Economy*,
73, 135-147.
- Gordon, R. J. (2003), “Hi-Tech Innovation and Productivity Growth:
Does Supply Create Its Own Demand? ”*NBER Working Paper*, no. 9437
- Griliches, Z. (1969), “Capital-Skill Complementarity,”*Review of Economics and
Statistics*, 51, 465-468.
- Griliches, Z. (1986),“Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the
1970s’ ,” *American Economic Review*, 76, 141-154.
- Gudmundur, G., E. Mellander and E. Savvidou (2001), “Is Human Capital the Key to
the IT Productivity Paradox ? ” *IUI Working Paper*, No. 551.
- Hansson, P. (1996), “Technology and Changes in Employment of Skilled Labor

- in Swedish Manufacturing ,” *FIEF Working Paper*, No. 131.
- Hausman, J.A. (1978), “Specification test in Econometrics,” *Econometrica*, 46, 1251-1272.
- Hsiao, C. (1986), “Analysis of Panel Data Econometric Society Monographs,” *Cambridge University Press* , 11.
- IMD (2001), *The World Competitiveness Yearbook*.
- IMD (2003), *The World Competitiveness Yearbook*.
- Johansen, L. (1961), “A Method for Separation the Effect of Capital Accumulation and Shift in Production Functions upon Growth in Labor Productivity,” *Economic Journal*, 71, 775-782.
- Jorgenson, D. W. (2001), “Information Technology and the U.S. Economy,” *American Economic Review*, 91(1), 1-32.
- Laurits R. C., D. W. Jorgenson, and L. J. Lau(1973), “Transcendental Logarithmic Production Frontiers,” *The Review of Economics and Statistics*, 55, 28-45.
- Lee, B. and A. Barua (1999), “An Integrated Assessment of Productivity and Efficiency Impacts of Information Technology Investments: Old Data, New Analysis and Evidence,” *Journal of Productivity Analysis*, 12, 21-43.
- Lichtenberg, F. R. and D. Siegel (1991), “The Impact of R&D Investment on Productivity—New Evidence Using Linked R&D-LRD Data,” *Economic Inquiry*, 29, 203-208.
- Loveman, G. (1994), “Information Technology and the Corporation in the 1990’s,” *MIT Press, Cambridge ,MA*.
- Morrison, C.J. (1997), “Assessing the Productivity of Information Technology Equipment in U.S. Manufacturing Industries,” *Review of Economics and Statistics*, 79(3), 471-481.
- Mundlak, Y. (1978), “Pooling of Time Series and Cross-Sectional Data,”

Econometrics, 46, 69-85.

Oliner, S. D. and D. E. Sichel (2000), “The Resurgence of Growth in the Late 1990s:

Is Information Technology the Story?” *Journal of Economic Perspectives*, 14, 3-22.

Parham, D. (2004), “Sources of Australia’s Productivity Revival,” *Economic Record*, 80(249), 239-257.

Porter, M. E. (1985), “Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance,” *The Free Press, New York*

Siegel, D. (1997), “The Impact of Computers on Manufacturing Productivity Growth: A Multiple-Indicators, Multiple-Causes Approach,” *Review of Economics and Statistics*, 79, 69-78.

Solow, R.W. (1957), “Technical Change and the Aggregate Production Function,” *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.

Solow, R.W. (1985), “Economic History and Economics,” *American Economic Review*, 75(2), 328-31.

Solow, R.W. (1987), “We’d Better Watch Out,” *New York Times Book Review*, 92, 36.

Van, L. and Kar-yiu, W. (1997), “Endogenous Growth and International Trade: A Survey,” *University of Michigan Press*.

三、網站資料

ITU Telecommunication Indicators website (<http://www.itu.int/ITU-D/ict/statistics/>)

行政院主計處第三局國內生產各業產值雙面平減

(<http://www.dgbas.gov.tw/dgbas03/bs4/def.htm>)

資策會FIND資訊網 (<http://www.find.org.tw/>)

附錄A 生產力衡量方法

(一) 單位投入產出法 (The Output Per Unit of Input Approach)

單位投入產出法係指總要素生產力可由產出增加率和投入要素的加權增加率兩者之比值推估而得。此法最早由 Fabricant (1959)及 Abramovitz (1962)等人引用，再由 Denison (1962)等人加以延伸。根據此一方法，TFP 可以下列表示：

$$TFP = \frac{Y_t/Y_0}{(w_0L_t + i_0K_t) + (w_0L_0 + i_0K_0)} \quad (4.1)$$

式中， Y_t 表示第 t 期的產出； L_t 表示第 t 期的勞動要素投入； K_t 表示第 t 期的的資本要素投入； w_0 表示基期的工資率； i_0 表示基期的資本報酬率。

在固定規模報酬下，依據尤拉定理，對式(4.1)取對數後並對時間 t 做全微分，則可導出總要素生產力變動率(\dot{TFP}/TFP)，如下式

$$\frac{\dot{TFP}}{TFP} = \frac{\dot{Y}}{Y} - W_L \frac{\dot{L}}{L} - W_K \frac{\dot{K}}{K} \quad (4.2)$$

式中， $W_L = \frac{w_0L_t}{w_0L_t + i_0K_t}$ 為勞動份額， $W_K = \frac{w_0K_t}{w_0L_t + i_0K_t}$ 為資本份額。

由式(4.1)與式 (4.2) 可知，當產出、勞動及資本要素投入的時間數列資料與基期的工資率、資本報酬率資料已知時，可以直接推估 TFP 與 \dot{TFP} 。

單位投入產出法隱含一生產函數存在，但在實際運算時，其最大優點為不需先確定生產函數型態。由式(4.1)與式(4.2)可知，此法在衡量 TFP 與 \dot{TFP} 時，只有考慮基期工資率與資本報酬率，而未考慮各期工資率與資本報酬率的差異，故雖然計算簡易，但亦是假設不合理所致。

(二) Solow 幾何指數法(Cobb-Douglas Production Function)

Solow (1957) 提出另一種估計總要素生產力的方法，由於具有推論簡單性與形式上的完美性，因此廣為經濟學者所使用，其推導過程說明如下。

假設生產函數 Cobb-Douglas 型態如下:

$$Y = f(L, K, A) \quad (4.3)$$

式中，Y 表示產出水準；L 表示勞動要素投入量；K 表示資本要素投入量；A 表示技術變動。

再假設生產函數可二次微分，且技術變動型態為 Hicksian 中性型態，則式(4.3)可改寫成:

$$Y = A(t)f(L, K) \quad (4.4)$$

式中，A(t) 即 Solow 所謂的中性體制外技術變動因子(neutral disembodied technical change factor)。

為求總要素生產力變動率，將式(4.4)取對數後對時間 t 做全微分，可以得到下式:

$$\frac{dY}{dt} = f \frac{dA}{dt} + \left(\frac{\partial f}{\partial K} \cdot \frac{dK}{dt} + \frac{\partial f}{\partial L} \cdot \frac{dL}{dt} \right) \quad (4.5)$$

若以 "·" 代表對時間 t 的導數，則式(4.5)可改寫如下:

$$\dot{Y} = \dot{f}A + A \frac{\partial f}{\partial K} \dot{K} + A \frac{\partial f}{\partial L} \dot{L} \quad (4.6)$$

將式(4.6)等號兩邊同除以 Y，又因 $Y = A \cdot f$ ，故可得到下式

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Y} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Y} \quad (4.7)$$

又因 $\frac{\partial Y}{\partial K} = A \frac{\partial f}{\partial K}$ ； $\frac{\partial Y}{\partial L} = A \frac{\partial f}{\partial L}$ ，令 $W_L = \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L}{Y}$ 與 $W_K = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y}$ 分別表示勞動與資本

本份額，則式(4.7)可寫成下式

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + W_K \frac{\dot{K}}{K} + W_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (4.8)$$

定義 $\frac{\dot{A}}{A}$ 為總要素生產力變動率(TFP)，則由式(4.8)可以得到下式

$$TFP = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{Y}}{Y} - W_K \frac{\dot{K}}{K} - W_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (4.9)$$

如果進一步假設生產函數為線性齊次，依據尤拉定理，則在總產值對各生產要素投入的邊際產值分配原則下，各生產要素的份額總和等於 1 ($W_K + W_L = 1$)

令 $y = \frac{Y}{L}$ 與 $k = \frac{K}{L}$ ，則 $\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L}$ 且 $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$ ，將 $W_K + W_L = 1$ ， $\frac{\dot{y}}{y} = \frac{\dot{Y}}{Y} - \frac{\dot{L}}{L}$ 與 $\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$ 代入 (4.9) 式，則該式可化簡如下：

$$TFP = \frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{y}}{y} - W_K \frac{\dot{k}}{k} \quad (4.10)$$

由 (4.10) 式可知只要有每單位勞動的產出水準、資本份額及資本與勞動比例，即可估計總要素生產力變動率。

與單位投入產出法比較，Solow 使用的是計算期的要素份額，而單位投入產出法則是使用固定基期要素份額，忽略了各期要素份額之差異，故 Solow 指數法的實證結果，較切合實際生產力之變動。

但其主要的缺點為忽略了體制內(embodied)的技術進步以及使用生產函數來衡量總要素生產力有其困難性，例如生產函數的設定、變數的定義和衡量、加總的問題、估計技術的限制等問題。

(三) Johansen Approach

由於開發中國家對資本資料之統計，往往較難精確，利用 Johansen 方法加以衡量可避免引用資本資料以致 TFP 的衡量產生偏誤，因為其最大的特色在於只須利用勞動生產力、工資率、資本份額等資料而不需使用資本資料。Johansen 方法之公式如下：

$$\frac{q_t}{q_{t-1}} = \frac{A_t}{A_{t-1}} \left(\frac{W_t}{W_{t-1}} \right)^\beta \quad (4.11)$$

將 (4.11) 式兩邊取對數，移項可得

$$\log\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) = \log\left(\frac{q_t}{q_{t-1}}\right) - \beta \log\left(\frac{W_t}{W_{t-1}}\right) \quad (4.12)$$

(4.12) 式中，A 為生產力指數；q 為單位勞動生產淨值(勞動生產力)；W 為單位勞動報酬(工資率)； β 為資本報酬在生產淨值中所佔的百分比(資本份額； $1 - \frac{W_t}{q_t}$)。

利用(4.12)式，如欲求 TFP 的成長率只須將 $\log\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right)$ 取反對數之後減 1 即可。

(四) CES 生產函數法(Constant Elasticity of Substitution)

1961 年 Arrow、Chenry、Minhas 及 Solow 等經濟學者發展出 CES 生產函數，其與 Cobb-Douglas 生產函數不同的是替代彈性不再僵固為 1，而是固定常數，其函數型態如下：

$$Y = \gamma \left[\delta K^{-\rho} + (1-\delta)L^{-\rho} \right]^{-\frac{1}{\rho}} \quad (4.13)$$

式中 Y 為產出； K 為資本投入； L 為勞動投入； γ 為效率參數(用以衡量 TFP 成長率)； δ 為分配參數； ρ 為替代彈性。

Ferguson(1965)利用 CES 生產函數衡量 TFP 成長率，其公式如下：

$$\log v = \frac{-1}{1+\rho} \log(1-\delta) + \frac{1}{1+\rho} \log W + \frac{\rho}{1+\rho} \lambda t + u \quad (4.14)$$

其中 v 為每單位勞動的產出水準； W 為工資率； λ 為 TFP 之成長率的平均值 u 為干擾項。

如果假定效率參數 γ 呈固定的幾何比例，即 $\gamma = e^{\lambda t}$ ，則依據 (4.14) 式，使用普通最小平方法(OLS)，配合每單位勞動的產出水準 λv 、工資率 W 、時間 t ，即可得到替代彈性 ρ 與平均的 TFP 成長率 λ 。

而其優點為相較於 Cobb-Douglas 生產函數，其替代彈性係數可介於零與無限大之間，且無須侷限於固定規模的限制。然其缺點為生產函數型態過於複雜，除了面臨估計的困難，亦有理論上的限制；因為一般而言，生產函數應具有規模報酬遞減的特性，但 CES 生產函數並不符合此條件。

將常用衡量生產力的方法列於表A.1

表A.1 衡量生產力的方法

方法名稱	引用生產函數	使用公式	需要資料
單位投入 產出法	隱含 $V = \frac{b \cdot K \cdot L}{(cL^\rho + dK^\rho)^{1/\rho}}$	$TFP = \frac{X_t / X_0}{W_0 L_t + i_0 K_t / W_0 L_0 + i_0 K_0}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 產出水準 2. 勞動投入 3. 資本投入 4. 基期工資率 5. 基期資本報酬率
Solow幾何 指數法	Cobb-Douglas型	$\frac{\dot{A}}{A} = \frac{\dot{X}}{X} - W_K \frac{\dot{K}}{K}$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每單位勞動產出水準 2. 資本勞動比例 3. 資本份額
Johansen法	Cobb-Douglas型	$\log\left(\frac{A_t}{A_{t-1}}\right) = \log\left(\frac{q_t}{q_{t-1}}\right) - \beta \log\left(\frac{W_t}{W_{t-1}}\right)$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 勞動平均生產力 2. 工資率 3. 資本份額
C.E.S生產 函數法	C.E.S型	$\log V = \frac{1}{1+\rho} \log(1-\delta) + \frac{1}{1+\rho} \log W + \frac{\rho}{1+\rho} \lambda t + u$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每單位勞動產出水準 2. 工資率
超越對數 生產函數 法	Translog型	Törquvist index $= \ln X_t - \ln X_{t-1} - S_L (\ln L_t - \ln L_{t-1}) - S_K (\ln K_t - \ln K_{t-1})$	<ol style="list-style-type: none"> 1. 產出水準 2. 勞動投入 3. 資本投入 4. 勞動份額 5. 資本份額

資料來源：黃泉興(1986)

附錄B 檢定方法

(一) LM Test:

LM 檢定法最早由 Breush and Pagan (1980)所提出，此檢定法可以用來區分傳統最小平方法之迴歸模型與具 Panel data 固定/隨機效果模型何者為佳。檢定之標準為視迴歸模型的截距項有無相關性，以 ε 項涵蓋時間效果與對象別效果之誤差項。

$$H_0 = \text{Corr}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{is}) = 0$$

$$H_1 = \text{Corr}(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{is}) \neq 0$$

若拒絕虛無假設，表示誤差項在模型中有顯著不同，不可加總或是予以忽略，這時使用固定/隨機效果模型會較使用傳統最小平方法為佳。Baltagi and Li (1990) 針對不對稱的 Panel data 修正得到下列模型：

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + v_{it}$$

$$\lambda_{LM} = \frac{nT}{2(T-1)} \left\{ \frac{\sum_i \left(\sum_t v_{it} \right)^2}{\sum_i \sum_t v_{it}^2} - 1 \right\}^2$$

此處 T 代表不對稱的資料，在虛無假設之下， λ_{LM} 是趨近於自由度為 1 的卡方分配，當 LM 值大於卡方臨界值時，則拒絕虛無假設，採用固定/隨機效果模型來作分析。

(二)、Hausman Test:

在固定或隨機模型的選擇上，Mundlak(1978)認為若隨機模型的截距項與解釋變數間具有相關性，則會產生偏誤的情形，此時應使用固定效果模型；若是截距項的誤差項與解釋變數無關，則使用隨機效果模型。在判定模型的選擇上，可利用Hausman(1978)所提出的檢定法做檢測。Hausman 檢定，敘述如下：

$$H_0 = E(\mu_i, x_{it}) = 0$$

$$H_1 = E(\mu_i, x_{it}) \neq 0$$

Wald統計量計算方式為：

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \left[\text{Var}(\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE}) \right]^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})$$

其中 $\hat{\beta}_{FE}$ 代表固定效果模型之估計參數， $\hat{\beta}_{RE}$ 代表隨機效果模型之估計參數，此 Wald 統計量為一近似卡方分配，其自由度為自變數的個數。當檢定結果不拒絕 H_0 時，表示隨機效果和固定效果模型並無顯著差異，則使用隨機效果模型較佳。