

# 研究發展外溢之產出成長效果與 動態調整過程 ——台灣電力電子業之實證研究

蔡蕙安

國立中山大學經濟研究所教授

陳致綱\*

國立政治大學國際貿易學系博士班研究生

本文以動態要素需求模型檢視研究發展外溢之產出成長效果及其動態調整過程，實證對象為台灣 1987-1995 年電力電子機械業小分類之廠商。實證結果發現：一、台灣電力電子業之產業間與產業內外溢效果對產出成長之影響顯著，外溢效果因產業結構不同，須取決於各要素投入與外溢間交互影響之總效果；二、廠商在準固定要素—物質資本及 R&D—的動態調整上，調整速度相對高於國外高科技產業，顯示台灣電力電子業廠商在面對環境衝擊時有較彈性的調整；三、台灣電力電子業在本研究期間存在顯著的規模報酬遞增，並處於穩定成長。

關鍵詞：研究發展、外溢效果、產業動態模型、台灣電力電子業

---

\* 作者分別為國立中山大學經濟研究所教授及國立政治大學國際貿易學系博士班研究生，作者感謝編輯及兩位匿名審查人對本文的修正並給予珍貴的改進意見。本文初稿曾發表於全國第二屆實證經濟研討會，承蒙會中陳忠榮教授、胡勝正教授、黃宗煌教授及與會學者許多建設性的批評及建議，在此一併致謝。作者也感謝國科會研究計畫編號 NSC89-2415-H-110-007 之贊助。文中若仍有任何遺誤，當由作者負責。

## 1. 前言

晚近的內生成長理論與創新理論皆強調研究發展 (R&D) 之非敵對、不可排他的性質，與研究發展技術擴散之外溢效果，此外溢效果在高科技產業尤其顯著。Romer (1986) 提出知識具有非敵對 (non-rival) 的特性，沒有任何一家廠商能被拒絕來使用這些知識，亦即知識具有不可排他 (non-excludable) 的特性；由於這兩種特性，使得 R&D 的社會報酬與私人報酬相背離，整個經濟體呈現規模報酬遞增的現象。1990 年代初期，Romer (1990)、Grossman & Helpman (1990, 1991) 與 Aghion & Howitt (1990) 則進一步提出 R&D 部門有兩種產出：第一為“一般知識”，並不具有專屬性 (non-appropriate)，且會外溢至其他廠商；第二為新產品的計劃或新製程，可透過專利權或保密來避免其他廠商使用；因之廠商依然存在從事 R&D 的動機，進而於市場中擁有競爭力或獨占力。同時由於 R&D 資本的累積與外溢效果的結合，使得產品市場規模擴大並增加了產品的產出成長率；因此，廠商之 R&D 投資實為影響產業內生技術變動之主要根源。本文進一步探討研究發展外溢之動態調整過程及其產出成長效果，實證分析台灣 1987-1995 年電力電子機械業小分類之廠商資料，利用動態要素需求模型探討研究發展外溢對廠商之產出成長效果及其動態調整過程。

探討 R&D 及外溢效果之實證文獻中，大部分採生產函數法，將 R&D 與外溢效果視為一種內生投入進而影響廠商或產業之技術 (如 Adams, 1999; Bernstein, 1988; Bernstein & Nadiri, 1988 等)。Bernstein & Nadiri (1991) 之研究指出：R&D 存量的存在是由於現今的 R&D 支出會增加未來的獲利；外溢效果的存在暗示著一家廠商過去 R&D 的選擇，同時也影響其他廠商產品的價格與生產成本。<sup>1</sup> 因此，探討 R&D 之外溢對產業或廠商行為之影響，實應以動態均衡為基礎，考量產業或廠商各種投入與生產行為之動

---

1 許多其他的公共財也都具有相似的外部性。例如道路、機場、路橋等都是一些與 R&D 資本相同的特性。

態調整。然而，過去文獻此類的研究架構十分罕見，僅 Suzuki (1993) 與 Srinivason (1995) 以極小化廠商或產業之未來成本貼現值為出發點，視 R&D 為一內生投入，於成本函數中加入一產業間外溢變數，探討其對產業或廠商生產行為之影響；但此二文獻亦與多數文獻一般忽略產業內外溢效果產生之技術變動。<sup>2</sup> 本文則將外溢效果區分為產業間與產業內之外溢，以動態均衡為基礎，分析廠商受產業間與產業內外溢效果影響之差異，對產業或廠商各種投入與生產行為之動態調整。

近年來我國高科技產業蓬勃發展，對台灣經濟發展的貢獻有目共睹，由台灣經濟研究院的統計中顯示，資本密集度高與技術密集度高的產業在我國出口總額所佔的比重快速上升。<sup>3</sup> 高科技產業的發展有賴大量的 R&D 投資，以維持其國際競爭力。我國為提升產業的技術層面，R&D 的努力亦有明顯增加的趨勢；由 R&D 經費支出占 GDP 的比率來看，1981-1986 年之年平均 0.95% 上升至 1996 年的 1.85%，此比率已逐漸接近其他歐美高度工業化國家的水準。<sup>4</sup> 同時，政府為鼓勵高科技產業的發展，制定了『工業園區設制管制條例』，使得台灣高科技產業呈現集中化的現象。台灣高科技產業內或產業間因 R&D 投資所產生的外溢或廠商間的學習效果可能因之更加強烈。然而，由於 R&D 具有非專屬性，使得廠商或產業無法獨享 R&D 帶來的報酬，從而減低其 R&D 的意願；因此，外溢效果之存在與否及其大小，對於廠商或產業從事 R&D 投資決策有很大的影響。再者，當產業間抑或廠商間存在著某種程度的相關性，則 R&D 之投資即可能產生外溢效果。在高科技產業中，由於 R&D 支出比率通常大於其他傳統產業，且 R&D 之投資亦為其重要之決策，故此種外溢效果之影響更加值得探索。

2 過去探討 R&D 外溢效果之文獻中，絕大部分皆僅考慮單一型態之外溢，如 Srinivason (1995)，莊奕琦、許碧峰 (1999)，Adams (1999) 僅探討高科技產業間之外溢效果；而同時探討產業間與產業內外溢者有 Bernstein (1988) 與蔡光第、楊浩彥 (1995)，但此兩研究皆以靜態均衡為基礎。

3 高科技產品佔總出口的比率由 1989 年的 33.92% 上升至 1997 年的 48%。

4 1996 年歐美其他重要工業化國家 R&D 經費佔 GDP 之比率如下：日本 (2.07%)、美國 (2.52%)、德國 (2.28%)、英國 (2.05%)，詳細資料請參見民國 86 年版之中華民國科學技術統計要覽。

綜觀國內文獻，絕大部分台灣產業研究發展之文獻依然偏重於技術進口對廠商行為之探討。少數國內外溢效果分析的文獻中，陳忠榮、陳威勳（1992）針對台灣自動化產業新廠商，由利潤極大之觀點，以三種 R&D 外溢指標——Spence（1984）外溢指標、Jaffe（1986）加權外溢指標與修正後 Spence（1984）的外溢指標，分別搭配廠商規模、R&D 活動、外人投資比率等解釋變數對廠商利潤進行最小平方估計；實證結果發現 R&D 外溢指標對廠商之利潤績效具有正面之效果。<sup>5</sup> 蔡光第、楊浩彥（1996）針對 1981-1990 年製造業中分類產業以 R&D 資本密集度區分為高科技、中科技與低科技三個部門，利用生產函數法進行整體製造業與三科技部門之外溢效果；實證結果發現各部門產業內外溢對產出之影響多不顯著，高科技部門外溢對其他兩部門有較顯著且正面的影響，但對自身部門有負面影響。莊奕琦、許碧峰（1999）則針對 1981-1996 年間之製造業中分類產業資料區分為輕、重化工業與高低 R&D 產業，以生產函數法來探討產業間外溢效果；研究結果發現不論是輕、重化工業或高、低 R&D 產業均存在顯著之產業間外溢效果，重化工業之外溢效果高於輕化工業，高 R&D 產業之外溢效果高於低 R&D 產業。

上述文獻存在以下缺失：1. 蔡光第、楊浩彥（1996）之分析產業內溢效果的架構中，不僅未將 R&D 視為內生投入，且忽略了產業自身研發與產業內外溢變數間嚴重的共線性；2. 莊奕琦、許碧峰（1999）在其分析架構中僅考慮產業間外溢效果，而忽略產業內之外溢現象；3. 上述兩文獻在分析個別部門外溢效果時，僅進行個別部門估計，並未將各部門同時估計來反應部門間之“同時性”（simultaneity）；4. 陳忠榮、陳威勳（1992）所採用之外溢指標僅考慮 R&D 累積所產生之外溢，未能反應出折舊或新舊知識之替代，可能低估（高估）新（舊）廠商所接受之外溢效果；5. 再者，傳統上資本與 R&D 皆被定位為準固定要素，<sup>6</sup> 由於準固定要素於短期間不能作瞬間變動，因此要素

5 陳忠榮、陳威勳（1992）所採用的三種外溢指標中，Jaffe（1986）加權外溢指標與修正後 Spence（1984）外溢指標可允許不同廠商存在特定效果（specific effects），不同廠商之學習能力或外溢接收能力可以不同，而其估計結果亦較 Spence（1984）外溢指標顯著。

6 本文中準固定要素共包含兩種不同形態之資本，一為一般資本，如廠房、設備等，以資本簡稱之，另一為 R&D 資本，由廠商於 R&D 投資所累積而來，以 R&D 稱之。

需求的調整通常慢於欲調整的幅度，此間的差距即為調整成本。高科技產業為一資本與技術密集之產業，於調整過程中勢必產生調整成本。

基於前述理由，本文以製造業中 R&D 投入比例最高之電力電子機械業（以下簡稱電力電子業）為研究對象，<sup>7</sup> 分析其下小分類產業之廠商所受產業間與產業內外溢效果之影響；同時將製造業中其他產業之 R&D 外溢歸類為外生技術變動，以降低模型偏誤。本文模型設定上利用內生化調整成本之概念，假設廠商之目標為求預期未來成本貼現值極小，以動態要素需求模型來分析台灣電力電子業，探討外溢效果對廠商行為之影響，及短、中、長期之動態調整過程。本文以下章節安排如下：第二節為理論與實證模型之設定；第三節說明資料來源與變數；第四節為台灣電力電子業之實證分析；第五節則為結論與建議。

## 2. 理論與實證模型

### 2.1 基礎理論模型

本文引用之動態要素需求模型於產業組織與生產力分析上之應用已相當普遍，<sup>8</sup> 如 Nadiri & Prucha (1986, 1999)、Suzuki (1993) 及 Srinivasan (1996) 等。此種模型以動態最適為基礎，考慮要素需求短、中、長期之動態調整，反應出準固定要素變動所產生之調整成本。

假設一廠商結合  $n$  種變動要素  $V$ ， $V=(V_1, V_2, \dots, V_n)'$  與  $k$  種準固定要素  $X$ ， $X=(X_1, X_2, \dots, X_k)'$ ，生產  $m$  種產品  $Y$ ， $Y=(Y_1, Y_2, \dots, Y_m)'$  以作為當期銷售之用。另外，假設當準固定要素存量改變時，將會產生內生調整成本；準固定要素投入至實際用於生產過程之間，會有一期或多期的落後

7 蔡光第、楊浩彥 (1996) 利用 R&D 資本集度區分台灣製造業為高科技、中科技、低科技三部門，而高科技部門包含化學製品、機械、電力電子與運輸工具；莊奕琦、許碧峰 (1999) 則依 R&D 支出、產出比將製造業中分類產業區分為高、低 R&D 產業；由於電力電子業之 R&D 經費、R&D 人員佔台灣製造業六成以上，故本文以電力電子業為研究對象。

8 動態要素需求模型之發展大致可分為四個階段，本文即採第四階段較為完整之動態模型架構；有關動態要素需求模型之發展參見 Berndt, Morrison & Watkins (1981)、Nadiri & Prucha (1999)、蔡蕙安 (1999)。

(lags)，在此假定為一期。令  $M_t = V_{t1}$ ，而  $L_t = (V_{t2}, V_{t3}, \dots, V_{tn})'$ ；亦即  $M_t$  代表第一種變動要素，而  $L_t$  代表其餘變動要素組成之向量。因此廠商的生產技術可以下列的要素需要函數 (factor requirement function) 表之：

$$M_t = M(Y_t, L_t, X_{t-1}, \Delta X_t, T_t) \quad (1)$$

其中： $\Delta X_t = X_t - X_{t-1}$ ，代表內生調整成本的存在，即準固定要素存量的變動將導致產出  $Y_t$  的減少；<sup>9</sup>  $X_{t-1}$  表示準固定要素從投資至具有生產力之間有一期之落後； $T_t$  則表示為外生技術的指標。<sup>10</sup> 準固定要素  $X_t$  的累積則根據以下的投資方程式進行：

$$X_t = I_t + (I - \delta_t)X_{t-1} \quad (2)$$

其中  $I_t$  為準固定要素  $X_t$  所對應的毛投資向量； $I$  為單位矩陣； $\delta_t$  則為一折舊率的對角線矩陣，並假設折舊率為外生。

假設廠商以極小化其預期未來成本現值之加總為生產目標，廠商的目標函數為：

$$E_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \{M(Y_{\tau}, L_{\tau}, X_{\tau-1}, \Delta X_{\tau}, T_{\tau}) + (p_{\tau}^L)' L_{\tau} + (p_{\tau}^X)' [X_{\tau} - (I - \delta_{\tau})X_{\tau-1}]\} \prod_{s=t}^{\tau} (1 + r_s)^{-1} \quad (3)$$

9 本文假設置調整成本乃是由準固定要素存量變動所引起，置換投資不會產生調整成本。

10 多數對台灣高科技產業研究發展之研究著重於“技術進口”及其“國外影響”，並視之為一種影響生產行為之要素，因為平均而言，產業之技術購買支出占 R&D 支出的極大比重（約 40%）。本文則著重於整體研究發展之外溢效果，並未將“技術進口”獨立成一解釋變數，而是僅以時間趨勢變數來涵蓋可能的國外影響，原因有二：1. 廠商進行研究發展時，除了自行研發外，可能亦利用購買來的技術進行改良，或再加以創新，故技術購買亦應視為研究發展活動的投入之一；高科技廠商的“技術進口”，有某種程度會反應在廠商的研究發展上，若我們直接將兩種變數放進模型中，會產生某種程度的線性相關。2. 再者，技術進口對高科技產業之影響應為多期，故必須進一步轉為存量變數，轉換的公式及折舊率的估計皆是實證上的課題。故為簡化模型，本研究並未將技術進口視為一解釋變數涵蓋於模型之中。

其中  $E_t$  代表預期因子，受限於  $t$  期時廠商可獲得的資訊集合； $r_s$  表實質貼現率； $p_t^L$  表示變動要素  $L_t$  之標準化價格； $p_t^X$  為準固定要素新投資的標準化價格；<sup>11</sup> 並假設廠商所面對的要素市場為完全競爭，亦即要素價格皆視為外生給定。

假設廠商依據一種隨機閉路迴圈回饋政策 (stochastic closed loop feedback control policy) 極小化其預期未來成本之現值的加總，<sup>12</sup> 即(3)式。同時，在此廠商的動態最適問題之中，價格、產出及貼現率都假設成外生變數。根據 Berndt, Fuss & Waverman (1981) 及 Berndt, Morrison & Watkins (1981)，令  $\hat{L}_t$  表示給定  $X_{t-1}$ 、 $\Delta X_t$ 、 $T_t$  下生產  $Y_t$  所需要之極小變要素投入，則可得出標準化限制成本函數 (normalized restricted variable cost function)：

$$\begin{aligned} G_t &= G(p_t^L, Y_t, X_{t-1}, \Delta X_t, T_t) \\ &= \hat{M}_t + (p_t^L)' \hat{L}_t \end{aligned} \quad (4)$$

其中： $\hat{M}_t = M(Y_t, \hat{L}_t, X_{t-1}, \Delta X_t, T_t)$ 。此外，此外， $G(\cdot)$  必須符合以下的理論限制：為一連續且可二次微分、 $p^L$  之一次齊次函數、 $Y$ 、 $|\Delta X|$  及  $p^L$  的非遞減函數、 $X_{-1}$  的非遞增函數、 $p^L$  的凹函數、 $X_{-1}$ 、 $\Delta X$  的凸函數。將(4)式代入，(3)式之極小化最適控制問題則成為：

$$\text{Min } E_t \sum_{\tau=t}^{\infty} \{G(p_\tau^L, Y_\tau, X_{\tau-1}, \Delta X_\tau, T_\tau) + (p_\tau^X)' [X_\tau - (I - \delta_\tau) X_{\tau-1}]\} \prod_{s=t}^{\tau} (1 + r_s)^{-1} \quad (5)$$

根據控制理論，(5)式之隨機封閉回饋控制政策的極小化解—— $\{\hat{X}_\tau\}_{\tau=t}^{\infty}$  必須滿足以下的隨機尤拉方程式 (Euler equations)：<sup>13</sup>

11  $p_t^L$ 、 $p_t^K$ 、 $p_t^R$  為以  $p_t^M$  標準化的相對價格。

12 在隨機閉路迴圈回饋政策政策下， $t$  期時廠商會選擇其當期投入  $L_t$  及  $X_t$  的最適值，同時廠商也會根據對外生變數的觀察及過去對於準固定要素的選擇來決定一個可能的計劃來決定  $L_t$  與  $\tau = t+1, t+2, \dots$ 。假若給定  $L_t$ 、 $X_t$  的最適值，則可透過(1)式得到  $M_t$  的最適值。有關隨機閉路迴圈回饋政策之詳細探討參見 Rausser & Hochman (1981)。

13 其隱含意義為最後一單位準固定要素帶給廠商預期利益的淨效果等於零。

$$\begin{aligned}
 -E_{\tau} \frac{\partial G_{\tau+1}}{\partial X_{\tau}} (1+r_{\tau+1})^{-1} &= [(\mathbf{p}_{\tau}^X)' - E_{\tau}(\mathbf{I} - \boldsymbol{\delta}_{\tau}) \mathbf{p}_{\tau+1}^X (1+r_{\tau+1})^{-1}] \\
 &\quad + \frac{\partial G_{\tau}}{\partial \Delta X_{\tau}} - E_{\tau} \frac{\partial G_{\tau+1}}{\partial \Delta X_{\tau+1}} (1+r_{\tau+1})^{-1} \\
 &\quad \text{for } \tau = t, t+1, \dots \quad (6)
 \end{aligned}$$

廠商的決策依據隨機閉路迴圈回饋政策，因此隨機尤拉方程式也必須滿足此種政策。此外，廠商對於  $L_{\tau}$  的最適選擇亦經由  $G_{\tau}$  包含於隨機尤拉方程 (stochastic Euler equation) 之中；因此，廠商  $L_{\tau}$  的最適值則利用 Shephard Lemma 求得。

$$\hat{L}_{\tau} = \left( \frac{\partial G_{\tau}}{\partial \mathbf{p}_{\tau}^L} \right)' \quad (7)$$

其中  $G_{\tau}$  為經由最適控制求解後的標準化變動成本函數，亦即  $G_{\tau}$  中的  $X_{\tau}$  為 (6) 式的最適解。然而，由於隨機閉路迴圈回饋政策下必須掌握所有外生變數分配的資訊，往往無法從隨機尤拉方程中得出準固定要素之最適選擇。因此，我們假設廠商乃根據一種確定相等回饋控制政策 (certainty equivalence feedback control policy) 來進行要素投入的決策；於此政策下，廠商於每一期皆會於極小化預期未來生產成本貼現值的前提下訂定其最適的要素投入計劃；同時，廠商於未來的每一期都會根據其所得到的新訊息變動其預期與最適的選擇。因此，於求解上只需掌握外生變數一階動差 (均數) 之資訊即可，在確定相等回饋控制政策下廠商之目標函數成爲：

$$\begin{aligned}
 \text{Min} \sum_{\tau=t}^{\infty} \{ &G(E_t \mathbf{p}_{\tau}^L, E_t Y_{\tau}, X_{\tau-1}, \Delta X_{\tau}, T_{\tau}) \\
 &+ (E_t \mathbf{p}_{\tau}^X)' [X_{\tau} - (\mathbf{I} - \boldsymbol{\delta}_{\tau}) X_{\tau-1}] \} \prod_{s=t}^{\tau} (1+r_s)^{-1} \quad (8)
 \end{aligned}$$

根據確定相等原則 (certainty equivalence property)，在廠商技術爲線性二次式的假設下，此目標函數的解與在隨機閉路迴圈回饋政策下廠商之最適選擇無異。因此，實證時將利用此性質，以求出準固定要素之最適封閉解 (closed form solution)。



## 2.2 涵括外溢效果之理論與實證模型

本節根據前節之理論模型，將 R&D 與外溢效果引入模型之中，並予以計量化。假設一電力電子業廠商使用兩種變動要素——中間投入 ( $M$ ) 與勞動 ( $L$ ) 及兩種準固定要素——資本 ( $K$ , physical capital) 與 R&D ( $R$ ) 來生產單一產出 ( $Y$ ) 以作為當期銷售之用途。此外，廠商之生產行為受到產業內與產業間其他廠商 R&D 外溢的影響，其生產技術以如下之要素需要函數 (factor requirement function) 表示：

$$M_t = M(Y_t, L_t, K_{t-1}, R_{t-1}, \Delta K_t, \Delta R_t, T_t, S_{1,t}, S_{2,t}) \quad (9)$$

其中  $S_{1,t}$  代表產業間的 R&D 外溢變數，為其他相關產業之廠商前期 R&D 存量之加總； $S_{2,t}$  代表產業內的 R&D 外溢變數，為該廠商所屬產業內其他廠商前期 R&D 存量之加總。<sup>14</sup>

14 有關外溢變數之設定，綜觀國內外相關文獻，大致可區分為三種：1) 針對產業內其他廠商研究發展支出費用進行加總，相關文獻可見 Griliches (1964), Evenson & Kislev (1973) 及 Levin & Reiss (1984,1988)；2) 與前種方法類似，但其乃是針對研究發展的存量來進行加總，相關文獻有 Bernstein (1988), Bernstein & Nadiri (1989), Raut (1995), Spence (1984)；3) 將各廠商或產業之研究發展支出或存量加權後再進行加總，相關文獻可見莊奕琦與許碧峰 (1999), Scherer (1982), Griliches & Lichtenberg (1984), Jaffe (1986) 及 Adams (1999, 2000)。誠如莊奕琦與許碧峰 (1999) 所提到，2) 之設定方式較 3) 簡易，但隱含每家廠商所接受的外溢效果相同 (equal weight)，於實證上若欲區分外溢效果程度理應採 3) 之方式為佳。然而，與 Bernstein (1988)、Raut (1995) 相似的是，本文之研究樣本數量龐大，若欲以各廠商之投入一產出表資訊進行外溢效果的加權平均，必須面臨資料缺乏之困難，亦將使研究樣本大幅減少，影響估計結果之準確性。有鑑於此，本文採取 2) 之設定方式。

產業間的外溢變數  $S_{1,t}$ ，產業內的外溢變數  $S_{2,t}$  計算如下： $S_{1,t} = \sum_{j \neq k} R_{t,jk}$ ， $S_{2,t} = \sum_{j \in A} R_{t,j}$ ；而外溢效果的程度則透過模型估計後計算下式得之：

$$\frac{\partial G}{\partial S_{jt}} = Y_t^{1/\rho} \beta_{sjL} P_L + \beta_{ksj} K_{t-1} + \beta_{Rsj} R_{t-1}。$$

由上式外溢效果之估計方式，可以衡量出產業間或產業內整體 R&D 存量改變對於廠商之影響，同時此種估計亦因產業而異。

假設廠商依據確定相等回饋控制政策來決定其投入，(8)式之目標函數成爲：

$$\sum_{\tau=t}^{\infty} \{G(E_t p_{\tau}^L, E_t Y_{\tau}, K_{\tau-1}, R_{\tau-1}, \Delta K_{\tau}, \Delta R_{\tau}, T_{\tau}, S_{1,\tau}, S_{2,\tau}) + (E_t p_{\tau}^K) [K_{\tau} - (1 - \delta_t^K) K_{\tau-1}] + (E_t p_{\tau}^R) [R_{\tau} - (1 - \delta_t^R) R_{\tau-1}] \} \prod_{s=t}^{\tau} (1 + r_s)^{-1}, \quad (10)$$

其中  $p_{\tau}^L$ 、 $p_{\tau}^K$ 、 $p_{\tau}^R$  分別爲勞動、資本與 R&D 新投資之標準化價格； $\delta_{\tau}^K$ 、 $\delta_{\tau}^R$  分別爲資本與 R&D 之外生折舊率。

爲利用確定相等原則，本文以線性二次的型式假設標準化限制成本函數，並限制當  $\Delta K_t = \Delta R_t = 0$  時邊際調整成本爲零：<sup>15</sup>

$$\begin{aligned} & G(p_t^L, K_{t-1}, R_{t-1}, S_{1,t}, S_{2,t}, \Delta K_t, \Delta R_t, T_t, Y_t) \\ &= Y_t^{-1/\rho} \left\{ \alpha_0 + \alpha_L p_t^L + \frac{1}{2} \gamma_{LL} (p_t^L)^2 + \beta_{S1L} p_t^L S_{1,t} + \beta_{S2L} p_t^L S_{2,t} + \beta_{LT} p_t^L T_t \right\} \\ &+ \{ \alpha_K K_{t-1} + \alpha_R R_{t-1} + \beta_{KL} p_t^L K_{t-1} + \beta_{RL} p_t^L R_{t-1} + \beta_{KS1} K_{t-1} S_{1,t} \\ &+ \beta_{RS1} R_{t-1} S_{1,t} + \beta_{KS2} K_{t-1} S_{2,t} + \beta_{RS2} R_{t-1} S_{2,t} + \beta_{KT} K_{t-1} T_t + \beta_{RT} R_{t-1} T_t \} \\ &+ Y_t^{-1/\rho} \left\{ \frac{1}{2} \gamma_{KK} (K_{t-1})^2 + \frac{1}{2} \gamma_{RR} (R_{t-1})^2 + \beta_{KR} K_{t-1} R_{t-1} + \frac{1}{2} \gamma_{\dot{K}\dot{K}} (\Delta K_t)^2 \right. \\ &\left. + \frac{1}{2} \gamma_{\dot{R}\dot{R}} (\Delta R_t)^2 \right\}, \quad (11) \end{aligned}$$

此函數須爲連續函數，可二次微分， $p_t^L$  之一次齊次函數， $Y_t$ 、 $|\Delta K_t|$ 、 $|\Delta R_t|$  及  $p_t^L$  的非遞減，及  $K_{t-1}$ 、 $R_{t-1}$  之非遞增函數， $p_t^L$  之凹函數， $K_{t-1}$ 、 $R_{t-1}$ 、 $\Delta K_t$ 、 $\Delta R_t$  之凸函數 ( $\gamma_{KK} > 0$ 、 $\gamma_{RR} > 0$ 、 $\gamma_{KK}\gamma_{RR} - \beta_{KR}^2 > 0$ 、 $\gamma_{\dot{K}\dot{K}} > 0$ 、 $\gamma_{\dot{R}\dot{R}} > 0$ 、 $\gamma_{LL} < 0$ )。內生調整成本則爲：

$$Y_t^{-1/\rho} \left\{ \frac{1}{2} \gamma_{\dot{K}\dot{K}} (\Delta K_t)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{\dot{R}\dot{R}} (\Delta R_t)^2 \right\} \quad (12)$$

15 根據 Denny, Fuss & Waverman (1981)。

為簡化模型，假設對相對價格、產出水準及技術為靜態預期，且貼現率為固定常數；因此廠商最適準固定要素投入必須滿足以下的非隨機尤拉方程式 ( $\tau=0, 1, 2, \dots$ )：

$$-\gamma_{\dot{K}\dot{K}}K_{t+\tau+1} + [\gamma_{KK} + (2+r_s)\gamma_{\dot{K}\dot{K}}]K_{t+\tau} - (1+r_s)\gamma_{\dot{K}\dot{K}}K_{t+\tau-1} + \beta_{KR}R_{t+\tau} \\ = -Y_t^{1/\rho}\{\alpha_K + \beta_{KL}p_t^L + \beta_{KS1}S_{1,t} + \beta_{KS2}S_{2,t} + \beta_{KT}T_t + (r_s + \delta_K)p_t^K\}, \quad (13)$$

$$-\gamma_{\dot{R}\dot{R}}R_{t+\tau+1} + [\gamma_{RR} + (2+r_s)\gamma_{\dot{R}\dot{R}}]R_{t+\tau} - (1+r_s)\gamma_{\dot{R}\dot{R}}R_{t+\tau-1} + \beta_{KR}K_{t+\tau} \\ = -Y_t^{1/\rho}\{\alpha_R + \beta_{RL}p_t^L + \beta_{RS1}S_{1,t} + \beta_{RS2}S_{2,t} + \beta_{RT}T_t + (r_s + \delta_R)p_t^R\}, \quad (14)$$

假設外生變數成長的指數階小於  $(1+r)^{1/2}$ ，以排除不穩定根，<sup>16</sup> 並應用重新參數法可得出(13)、(14)式的解為準固定要素需求式：<sup>17</sup>

$$\Delta K_t = d_{KK}[\alpha_K + \beta_{KL}p_t^L + \beta_{KS1}S_{1,t} + \beta_{KS2}S_{2,t} + \beta_{KT}T_t + (r_s + \delta_K)p_t^K] \hat{Y}_t^{1/\rho} \\ + d_{KR}[\alpha_R + \beta_{RL}p_t^L + \beta_{RS1}S_{1,t} + \beta_{RS2}S_{2,t} + \beta_{RT}T_t + (r_s + \delta_R)p_t^R] \hat{Y}_t^{1/\rho} \\ + [C_{KK}/\gamma_{\dot{K}\dot{K}}]K_{t-1} + [C_{KR}/\gamma_{\dot{K}\dot{K}}]R_{t-1}, \quad (15)$$

$$\Delta R_t = d_{KR}[\alpha_K + \beta_{KL}p_t^L + \beta_{KS1}S_{1,t} + \beta_{KS2}S_{2,t} + \beta_{KT}T_t + (r_s + \delta_K)p_t^K] \hat{Y}_t^{1/\rho} \\ + d_{RR}[\alpha_R + \beta_{RL}p_t^L + \beta_{RS1}S_{1,t} + \beta_{RS2}S_{2,t} + \beta_{RT}T_t + (r_s + \delta_R)p_t^R] \hat{Y}_t^{1/\rho} \\ + [C_{KR}/\gamma_{\dot{R}\dot{R}}]K_{t-1} + [C_{RR}/\gamma_{\dot{R}\dot{R}}]R_{t-1}, \quad (16)$$

除限制成本函數之參數限制外，同時必須符合以下重新參數化之限制式，此限制為計量上之參數轉化限制：

$$\gamma_{KK} = C_{KK} - (1+r)[\gamma_{\dot{K}\dot{K}} - (\gamma_{\dot{K}\dot{K}})^2(\gamma_{\dot{R}\dot{R}} + C_{RR})/f]; \\ \gamma_{RR} = C_{RR} - (1+r)[\gamma_{\dot{R}\dot{R}} - (\gamma_{\dot{R}\dot{R}})^2(\gamma_{\dot{K}\dot{K}} + C_{KK})/f]; \\ \beta_{KR} = C_{KR} - (1+r)(\gamma_{\dot{K}\dot{K}}\gamma_{\dot{R}\dot{R}}C_{KR})/f; \\ f = (\gamma_{\dot{K}\dot{K}} + C_{KK})(\gamma_{\dot{R}\dot{R}} + C_{RR}) - C_{KR}^2;$$

16 詳見 Epstein & Yatchew (1983)。

17 詳見 Madan & Prucha (1989)，推導過程則詳於蔡蕙安、陳致綱 (2002) 之附錄。

$$\begin{aligned}
 d_{KK} &= 1/\gamma_{\dot{K}\dot{K}} + (1+r) [c_{RR} - r\gamma_{\dot{R}\dot{R}}]/e; \\
 d_{RR} &= 1/\gamma_{\dot{R}\dot{R}} + (1+r) [c_{KK} - r\gamma_{\dot{K}\dot{K}}]/e; \\
 d_{KR} &= -(1+r)c_{KR}/e; \\
 e &= (c_{KK} - r\gamma_{\dot{K}\dot{K}})(c_{RR} - r\gamma_{\dot{R}\dot{R}}) - c_{KR}^2. \quad (17)
 \end{aligned}$$

利用 Shephard Lemma 得出確定相等原則政策下廠商變動要素之估計式：

$$\begin{aligned}
 \hat{L}_t &= Y_t^{1/\rho} (\alpha_L + \beta_{S1L}S_{1,t-1} + \beta_{S2L}S_{2,t-1} + \beta_{LT}T_t + \gamma_{LL}p_t^L) \\
 &\quad + (\beta_{KL}K_{t-1} + \beta_{RL}R_{t-1}), \quad (18)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \hat{M}_t &= Y_t^{1/\rho} \left\{ \alpha_0 - \frac{1}{2} \gamma_{LL} (p_t^L)^2 \right\} + \left\{ \alpha_K K_{t-1} + \alpha_R R_{t-1} + \beta_{KS1} K_{t-1} S_{1,t-1} \right. \\
 &\quad + \beta_{RS1} R_{t-1} S_{1,t-1} + \beta_{KS2} K_{t-1} S_{2,t-1} + \beta_{RS2} R_{t-1} S_{2,t-1} + \beta_{KT} K_{t-1} T_t \\
 &\quad + \left. \beta_{RT} R_{t-1} T_t \right\} + Y_t^{-1/\rho} \left\{ \frac{1}{2} \gamma_{KK} (K_{t-1})^2 + \frac{1}{2} \gamma_{RR} (R_{t-1})^2 \right. \\
 &\quad + \left. \beta_{KR} K_{t-1} R_{t-1} + \frac{1}{2} \gamma_{\dot{K}\dot{K}} (\Delta K_t)^2 + \frac{1}{2} \gamma_{\dot{R}\dot{R}} (\Delta R_t)^2 \right\}. \quad (19)
 \end{aligned}$$

完整之實證模型包括準固定要素需求方程式(15)、(16)及變動要素需求式(18)、(19)，以充分訊息最大概似估計法 (FIML) 聯立估計。

### 3. 變數設定與資料分析

本文之主要目的在於探討 R&D 外溢對產業本身及其他產業影響之動態調整過程。由莊奕琦、許碧峰(1999)之研究顯示，電力及電子機械業之 R&D 存量與 R&D 支出／產出比率為台灣製造業中最高者，<sup>18</sup> 故本文以此產業為研究對象，研究樣本期間為 1987-1995 年。資料主要來源為經濟部工廠校正暨營運調查與財團法人經濟資訊推廣中心之「AREMOS 經濟統計資料庫」。

18 由莊奕琦、許碧峰 (1999) 之研究顯示，電力及電子機械業為台灣製造業中高研發之產業；於 1981-1996 年間，R&D 存量年平均為 51660 百萬元，佔製造業總 R&D 存量的 44.6%；而 R&D 支出／產出比則為 61.14%，兩者皆高出其他產業許多。

於工廠校正暨營運調查報告中，製造業小分類 (three-digit) 電力及電子機械業包含 9 個標準產業分類 (SIC) 之產業：電子機械業 (311)、電子器具與家庭用電子業 (312)、照明設備製造業 (313)、資料處理儲存週邊設備業 (314)、影視設備產品及零件業 (315)、通訊設備儀器業 (316)、電子元件業 (317)、電池製造業 (318) 與其他電力電子機械業 (319)。然而，於原始資料中並非每家廠商之資料皆具完整性，本文乃假設這些遺失資料於產業、廠商及技術的分配上是隨機的，再進一步將其刪除，而透過剩餘之樣本估計得出代表性的指標。<sup>19</sup> 是故，資料處理儲存週邊設備業 (314)、通訊設備儀器業 (316)、電池製造業 (318) 三個產業因完整資料之樣本數過少，故僅就其餘六個產業 2340 家廠商進行實證。<sup>20</sup> 其中相關變數之來源與設定詳述如下：

### (1) 產出

由於電力及電子機械器材製造業中所包含之產品十分繁多，故本文模型中設定為單一產出。此外，由於國內相關單位並未對產品價格進行統計，此

- 
- 19 本文將資料不完整之廠商予以刪除，而不考慮進行 unbalanced panel 估計，其原因如下：
- 1) 由於各廠商所回報的資料良莠不齊，且並非年年回報；本文所能得到之時間序列樣本亦不長，是故必須採用具有完整年份之樣本，利用“大樣本特性”來得出較準確之估計值；
  - 2) 雖然計量方法上可以允許我們進行 unbalanced panel 的資料估計，但實證時卻有相當之困難。因為本文取得之資料庫中，廠商資料完整性大致可分為以下四種情形：a) 八年資料皆完整；b) 有八年資料，但其中有些變數資料缺少；c) 少於八年，但資料完整；d) 少於八年，同時有些變數資料缺乏。然而根據 unbalanced panel 的資料處理，本文最多亦僅能採用情況(a)(c)與部分情況(b)中的資料；另外，由於估計前皆先進行資料標準化之處理，若是將未含八年完整資料廠商納入，則易產生資料處理的偏誤。再者，對於情況(c)與(d)，其包含的資料多低於 4 年，若採用之可能造成估計上的偏誤；
  - 3) 主計處每四年進行一次工廠校正調查統計，但每次之產業分類卻皆有所出入；因此某廠商本次調查雖納入電子業中，但可能下次調查時卻被摒除在外。是故，若採用完整八年資料之廠商，可使資料具有較優良的齊質性。
- 20 基於如附註 18 說明之原因，經過篩選出包含八年與資料完整之廠商後，由於資料處理儲存週邊設備業 (314)、通訊設備儀器業 (316) 及電池製造業 (318) 具完整資料之樣本數過少，故本文不列入研究對象之中，僅就其餘六大電力電子業之廠商資料進行實證。其中電子機械業 (311) 包含 439 家，電子器具與家庭用電子業 (312) 為 309 家，照明設備製造業 (313) 為 268 家，影視設備產品及零件業 (315) 為 293 家，電子元件業 (317) 為 717 家，其他電力電子機械業 (319) 為 456 家。

乃是實證上所面臨之難題。因此，本文中乃以 AREMOS 資料庫中各行業之躉售物價指數為其價格；而將經濟部工廠校正暨營運調查中各工廠之銷貨收入加總，再以相對之價格除之，得出產出值。

## (2) 勞動

本文中採用之勞動成本為經濟部工廠校正暨營運調查中之員工薪資支出，再以 AREMOS 資料庫之薪資指數予以平減後除以勞動人數，即為勞動價格；而勞動人數即為勞動投入值。

## (3) 中間投入

本文所指之中間投入包含原材料物料與燃料。而中間投入成本為工廠營運調查中之原材料物料及燃料支出值，而以 AREMOS 資料庫提供之各行業之躉售物價指數為其價格平減，即為中間投入值。

## (4) 資本

由於國內相關統計中並無各行業資本價格之資料，故本文乃假設所分析之六大產業之資本價格無異，而以行政院主計處所提供之電力電子業資本價格指數代替之。將各工廠之營運資產總值予以加總後除以資本價格指數則得出資本投入值。而資本之折舊率，本文乃依據工廠校正暨營運調查中有折舊資料之年分計算，即以資本投入除以折舊，得出各產業之折舊率皆接近 0.1，故以此值設定之。<sup>21</sup>

## (5) R&D 存量

R&D 通常並無統計資料，因此本文採取傳統之計算方式以求得 R&D 之存量，其計算方式如下：

---

21 大多數動態產業模型研究皆以 10% 定義資本折舊率，如 Bernastein & Nadiri (1991)，Nadiri & Prucha (1994)，Manuneas (1999) 等。

$$R_t = \sum_{\tau=0}^{\infty} (1 - \delta_R)^\tau (RE_{t-\tau}) \quad (20)$$

其中  $R_t$  為當期之 R&D 存量， $\delta_R$  為折舊率， $RE$  則為 R&D 支出。此種方式乃是以 R&D 支出為其投資進行計算，而 R&D 之初期存量則以下列方式得之：<sup>22</sup>

$$R_0 = \frac{R_1}{g + \delta_R} \quad (21)$$

其中， $R_0$  與  $R_1$  分別為第 0 期與第 1 期之 R&D 存量，而  $g$  為 R&D 之成長率，以 R&D 經費之平均成長率代替之。R&D 支出乃以 AREMOS 資料庫中各行業躉售物價指數為其平減價格指數。此外，R&D 之折舊率同時包含了機械設備損壞與技術過時而作廢等相關因素，由 Bernstein (1988) 與 Griliches & Mairesse (1984) 之研究顯示，雖現實中難以推估 R&D 之折舊率，於實證上不同折舊率對外溢效果之估計影響效果極小；因此，本文乃依據莊奕琦、許碧峰 (1999) 將 R&D 之折舊率設定為 0.15。<sup>23</sup>

## (6) 外生技術進步指標

技術變動之定義有二：一為內生 (endogenous) 之技術變動，此乃源於產業之自身研發或創新 (innovation)；其二則為外生 (exogenous) 之技術變動，亦即源自產業外之因素所導致之技術變動，諸如政府管制、產業組織、經濟制度之改變等。由於外生技術的改變難以衡量，因此於實證上大多利用時間趨勢 (time trend) 變數或時間虛擬變數來作參數估計。例如 Nadiri & Prucha (1990) 即於估計式中以線性項 (linear term) 來代表之；然而，由於外生技術變動對廠商技術的影響可能反應在不同的方面 (如要素的使用上)，Mamuneas & Nadiri (1996) 即允許時間趨勢與其他變數有交互影響

22 詳見 Srinivasan (1996)。

23 莊奕琦、許碧峰採用之 R&D 折舊率是引用 Griliches & Mairesse (1984)、Griliches (1986) 之設定；蔡光第、楊浩彥 (1996) 則是引用 Goto & Suzuki (1989) 設定為 14.5%，兩者十分接近。

(interaction)。因此，本文將產業本身之 R&D 與外溢以外之技術變動視為外生技術變動，並依據傳統之設定方式以時間趨勢來代理之，並允許外生技術與其他因數間存在交互作用。

## 4. 實證分析

本研究建構了一個包含台灣電力電子業下六個小分類產業的追蹤資料庫 (panel dataset)，估計樣本為 1986-1995 年間 2340 家公司之營運資料，完整實證模型包含了資本與 R&D 需求式(15)、(16)、勞動需求式(18)及中間投入需求式(19)。估計時於每一要素需求式皆加入一隨機干擾項為模型之最適化偏誤 (optimization errors)，並假設此誤差項於時間上及各產業間為 i.i.d (independent, identically distributed)。估計方法乃採用“充分訊息最大概似估計法”(FIML) 聯立估計準固定要素需求方程式(15)、(16)以及變動要素需求式(18)、(19)，並利用重新參數法所得之參數限制式代入相對之要素需求式，得以同時估計產業內與產業間的研究發展外溢效果。

此外，本文模型中使用產業虛擬變數來代表某些隨產業而異的固定效果，以反應出個別產業之生產結構特色；並假設調整成本參數  $\gamma_{KK}$ 、 $\gamma_{RR}$ ，及參數  $C_{KK}$ 、 $C_{RR}$ 、 $C_{KR}$ 、 $\beta_{LT}$ 、 $\beta_{KT}$ 、 $\beta_{RT}$  於產業間為無異的，亦即產業間之固定效果 (fixed effects)，以降低模型之共線性影響。個別產業的外生技術改變效果則因準固定要素與勞動投入之存量多寡而有不同。<sup>24</sup> 再者，對於可能發生的異質變異的問題上，於估計上允許模型中常數項  $\alpha_0$  隨產業之不同而變異，因此異質變異的假設亦隱含於模型之中，模型中允許殘差項中存在著產業間之隨機變異項，而此隨機變異亦同時為常數項  $\alpha_0$  所吸收。

### 4.1 參數估計

充分訊息最大概似估計法之參數估計結果詳列於表 1 與表 2。表 1 列出

24 由標準化變動成本函數與準固定要素需求式中得知，外生技術的變動乃是透過與準固定要素、勞動之交互作用以影響成本或要素之需求；因此，外生技術變動對各個產業之影響取決於準固定要素及勞動投入之存量而定。



產業間隨機效果之參數，表 2 則為產業間固定效果之參數。一般而言，在 95% 顯著水準下，絕大部分之參數皆十分顯著。<sup>25</sup> 各產業之估計係數  $\alpha_L > 0$ ，代表變動成本隨相對要素價格之上升而提高，亦驗證標準化變動成本為變動要素價格之非遞減函數； $\alpha_K, \alpha_R < 0$  表隨著準固定要素——資本 ( $K$ ) 與 R&D ( $R$ ) 之存量增加，變動成本亦隨之下降，符合標準化變動成本為準固定要素存量之非遞增函數之設定。另外，透過重新參數式(17)則可估計出  $\gamma_{KK}$ 、 $\gamma_{RR}$ 、及  $\beta_{KR}$ ，結果列於表 3。

另外，理論上要求  $G(\cdot)$  為  $p_t^i$  之凹函數、 $K_{t-1}$ 、 $R_{t-1}$ 、 $\Delta K_t$ 、 $\Delta R_t$  之凸函數，因此標準化限制成本函數之參數有如下之限制： $\gamma_{KK} > 0$ 、 $\gamma_{RR} > 0$ 、 $\gamma_{KK}\gamma_{RR} - \beta_{KR}^2 > 0$ 、 $\gamma_{\dot{K}\dot{K}} > 0$ 、 $\gamma_{\dot{R}\dot{R}} > 0$ 、 $\gamma_{LL} < 0$ ；本文估計結果皆符合以上之理論限制，其中  $\gamma_{\dot{K}\dot{K}} > 0$ 、 $\gamma_{\dot{R}\dot{R}} > 0$  則印證了調整成本遞增之假設。

## 4.2 產出成長之來源

由於本文之研究重點在於 R&D 與其外溢效果，故產出成長來源之分析除傳統的投入如勞動、中間投入、資本外，加入 R&D、產業間與產業內之外溢效果探討個別來源的貢獻。再者，本文亦考量基於準固定要素無法於短期間進行瞬間調整，可能對產出成長造成某種程度的影響。依據 Mohnen, Nadiri & Prucha (1986), Nadiri & Prucha (1990a, b) 及 Srinivasan (1996) 的定義將產出成長來源分解如下：

$$\Delta \ln Y_t = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^8 [\varepsilon_{YZ_i}(t) + \varepsilon_{YZ_i}(t-1)] \Delta \ln Z_{it} + \frac{1}{2} [\lambda_Y(t) + \lambda_Y(t-1)], \quad (22)$$

其中  $Z_1 = L$ ； $Z_2 = M$ ； $Z_3 = K_{t-1}$ ； $Z_4 = R_{t-1}$ ； $Z_5 = \Delta K$ ； $Z_6 = \Delta R$ ； $Z_7 = S_{1,t-1}$ ； $Z_8 = S_{2,t-1}$ 。而  $\varepsilon_{YZ_i}$  代表相對應之產出彈性， $\lambda_Y(t) = (1/Y_t) (\partial Y_t / \partial t)$  為

25 於 95% 顯著水準下估計結果不顯著之隨機效果參數包含：SIC311 之  $\beta_{KS2}$ ，SIC312 之  $\beta_{RL}$ 、 $\beta_{RS1}$ 、 $\beta_{KS2}$ 、 $\beta_{RS2}$ ，SIC313 之  $\beta_{KL}$ 、 $\beta_{RS2}$ ，SIC315 之  $\beta_{S2L}$ 、SIC317 之  $\beta_{RS1}$ 、 $\beta_{S2L}$ ，SIC319 之  $\beta_{RL}$ 、 $\beta_{RS1}$ 、 $\beta_{RS2}$ ；而固定效果之參數中則僅  $\beta_{RT}$  呈現不顯著。

表 1：FIML 估計結果——勞動、中間投入、資本與 R&amp;D 需求之聯立估計

參數	個別產業估計值		
	電子機械業 (311)	電子器具與家庭用 電子業 (312)	照明設備製造業 (313)
$\rho$	2.1563* (50.8873)	2.0709* (46.4356)	1.9978* (42.4760)
$\alpha_0$	1.2000* (116.022)	1.20846* (89.1160)	1.2505* (91.9664)
$\alpha_L$	0.6785* (5.2167)	1.2096* (36.0981)	1.2950* (45.4145)
$\alpha_K$	-0.2496* (-17.0708)	-0.2405* (-36.4223)	-0.2381* (-41.2675)
$\alpha_R$	-0.2099* (-23.9324)	-0.2330* (-61.5755)	-0.2386* (-72.3991)
$\gamma_{LL}$	-0.1961* (-20.9234)	-0.2210* (-16.2516)	-0.1780* (-14.7448)
$\beta_{KL}$	-0.0053* (-2.8227)	-0.0064* (-2.5997)	0.3198 (1.3501)
$\beta_{RL}$	-0.0026* (-2.1982)	-0.0021 (-1.3918)	-0.3383* (-2.3398)
$\beta_{KS1}$	0.0406* (2.3695)	0.0210* (2.5157)	0.0118* (2.0637)
$\beta_{RS1}$	-0.0289* (-1.9936)	-0.0009 (-0.1828)	0.0101* (3.0231)
$\beta_{KS2}$	-0.0113 (-0.7392)	-0.0001 (-0.0323)	-0.0028* (-2.3345)
$\beta_{RS2}$	0.0081* (2.5824)	0.0001 (0.0400)	-0.0039 (-0.6992)
$\beta_{S1L}$	1.1139* (4.7512)	0.2242* (3.3948)	-0.2415* (-2.4040)
$\beta_{S2L}$	-0.4771* (-4.0537)	-0.0907* (-1.7846)	0.2415* (2.2803)

Log of Likelihood Function = -56955.0

估計樣本數 = 16380

註 1：括號內之值為參數之 t 檢定統計值。

註 2：\* 表示於 95% 顯著水準下，該估計值顯著異於零。

表 1：FIML 估計結果——勞動、中間投入、資本與 R&amp;D 需求之聯立估計(續)

參數	個別產業估計值		
	影視設備產品及 零件業(315)	電子元件業(317)	其他電力電子機械業 (315)
$\rho$	2.0992* (42.3813)	2.0223* (65.7727)	2.2194* (50.0553)
$\alpha_0$	1.2620* (98.3360)	1.2431* (148.667)	1.1974* (112.786)
$\alpha_L$	1.3885* (31.3882)	1.3349* (16.2380)	1.1691* (13.4045)
$\alpha_K$	-0.2281* (-34.8826)	-0.2511* (-29.6067)	-0.2304* (-21.5960)
$\alpha_R$	-0.2383* (-61.6331)	-0.2114* (-42.9973)	-0.2243* (-34.7048)
$\gamma_{LL}$	-0.1451* (-12.1999)	-0.1658* (-20.7781)	-0.2109* (-20.3984)
$\beta_{KL}$	-0.0039 (-1.6299)	-0.0047* (-3.0001)	-0.0069* (3.4495)
$\beta_{RL}$	-0.0027* (-1.8519)	-0.0031* (-3.0853)	-0.0013 (-1.0033)
$\beta_{SK1}$	-0.0177* (-2.0541)	0.0137* (2.2446)	0.0523* (3.3049)
$\beta_{RS1}$	0.0202* (3.8137)	-0.0051 (-0.4538)	-0.0042 (-0.4322)
$\beta_{KS2}$	0.0243* (4.0616)	0.0169* (1.9818)	-0.0405* (-2.1946)
$\beta_{RS2}$	-0.0145* (-3.9790)	-0.0159* (-3.0272)	-0.0040 (-0.3493)
$\beta_{S1L}$	-0.1737* (-2.5456)	-0.3607* (-2.4093)	-0.5089* (-2.0863)
$\beta_{S2L}$	0.0115 (0.2362)	0.2874 (1.6547)	0.6614* (3.2330)

註 1：括號內之值為參數之 t 檢定統計值。

註 2：\* 表示於 95% 顯著水準下，該估計值顯著異於零。

表 2：FIML 估計結果——產業間固定效果之係數

參數	估計值
$C_{KK}$	-0.002103* (-4.9576)
$C_{RR}$	-0.012621* (-30.6039)
$C_{KR}$	0.000085* (3.8108)
$\gamma_{\dot{K}\dot{K}}$	0.002188* (4.7740)
$\gamma_{\dot{R}\dot{R}}$	0.022898* (28.2171)
$\beta_{LT}$	-0.096292* (-4.6691)
$\beta_{KT}$	-0.018492* (-7.2155)
$\beta_{RT}$	-0.002072 (-1.3444)

註 1：括號內之值為參數之 t 檢定統計值。

註 2：\* 表示於 95% 顯著水準下，該估計值顯著異於零。

表 3：矩陣 A 之估計值

參數	產業間無異之參數估計值
$\gamma_{KK}$	0.0572 (20.2981)
$\gamma_{RR}$	0.0189 (24.0709)
$\beta_{KR}$	-0.0053 (-5.6706)

註：括號內之值為參數之 t 檢定統計值。

外生技術變動之貢獻；<sup>26</sup> 此外，由於實證資料為間斷性（discrete）資料，故彈性值乃是取本期與前期之平均彈性值。

由(22)式得出對產出成長之來源與各解釋因子貢獻列於表 4，表中各值為研究期間產出成長率及因子貢獻度之年平均值。對照明設備製造業（313）、影視設備產品及零件業（315）、電子元件業（317）及其他電力電子機械業（319）而言，以中間投入對產出成長之貢獻最為顯著；而對電子機械業（311）與電子器具與家庭用電子業（312）而言，產出成長之來源中則以資本之貢獻為最大。在外生技術的變動上，在六大電力電子業中皆對產出之成長存在著一定程度且正面之影響。此外，R&D 雖然對產出成長之貢獻不大，約在 2%~6%之間，但仍然呈現正面的影響；此種結果與莊奕琦、許碧峰（1999）及蔡光第、楊浩彥（1996）之研究結果相類似。另外，產業間與產業內之外溢效果對產出成長之影響亦十分顯著，尤其產業間外溢效果比較投入產出表的投入產出係數顯著，亦可證明產業間存在非線性、而非如投入產出表的線性關係。<sup>27</sup> 然而，外溢效果也並非一定對產出成長有正面的提升，由表 4 中得出電子機械業（311）與電子器具與家庭用電子業（312）之產業間外溢與照明設備製造業（313）、影視設備產品及零件業（315）、電子元件業（317）及其他電力電子機械業（319）之產業內外溢對廠商之產出成長存在著負面的影響，其餘皆存在正面的貢獻；而正的外溢效果中，電子機械業（311）與電子器具與家庭用電子業（312）之產業內外溢與照明設備製造業（313）、電子元件業（317）及其他電力電子機械業（319）之產業間外溢對產出之貢獻皆大於廠商自行從事 R&D 之效果，而影視設備產品及零件業（315）之產業間外溢效果則與廠商自行進行 R&D 之效果接近。因此，外溢效果對於產業或廠商之影響可能因產業結構的不同而相異，仍須取決於各種要素投入與外溢間交互影響後之總效果。此外，準固定要素——資本與 R&D——於調整所引發之

26 解釋因子對產出成長之貢獻乃是將因子之成長透過產出彈性加總而來，而產出彈性乃根據對偶理論，透過估計之標準化變動成本函數間接得出，

$$\varepsilon_{Yz_i} = \left( \frac{\partial G}{\partial Z_i} \right) \left( \frac{\partial G}{\partial Y_t} \right)^{-1} \left( \frac{Z_i}{Y_t} \right) \text{ for } i=1, 2, \varepsilon_{Yz_i} = - \left( \frac{\partial G}{\partial Z_i} \right) \left( \frac{\partial G}{\partial Y_t} \right)^{-1} \left( \frac{Z_i}{Y_t} \right) \text{ for } i=3, 4, \dots, 8.$$

27 詳見 Tsai & Norsworthy (1996), Norsworthy & Tsai (1998, Ch. 7) 更深入分析此論點。

調整成本對產出成長之影響並不大，但仍為一負面的影響，此與理論相符。

電子機械業 (311) 與電子器具與家庭用電子業 (312) 之產業間外溢存在著負外溢效果，與照明設備製造業 (313)、影視設備產品及零件業 (315)、電子元件業 (317) 及其他電力電子機械業 (319) 之產業內外溢存在著負外溢效果，則就其個別產業之特質分析如下。電子機械業 (311) 為上游之生產設備、機具供應產業，若中、下游需求之 R&D 增加，可能使得設備與機具之需求改變，而在電子機械業更新與調整產品結構之過程中，則可能產生產業間負面外溢效果。電子器具與家庭用電子業 (312) 則因相對於其他電力電子業，屬於生產元件與設備之需求者；當其他產業 R&D 上升，伴隨著新電子零件產生，家電業勢必進行新產品改良與創新，而在其過渡期間可能產生產業間負面外溢效果。

照明設備製造業(313)在電力電子業中屬 R&D 較低者，然而當競爭廠商研發成功申請專利，可能使本廠商之產品市場受到影響，進而產生負面之產業內外溢效果，亦即競爭廠商市場擴張效果，此應為一短期效果。對影視設備產品及零件業 (315) 而言，則當其競爭對手之 R&D 增加，進而創新產品問世，則廠商若欲吸收其外溢或保持相對優勢，必須從事相當之 R&D 與資本投入，進而必須面臨較長時間之調整，因而伴隨著可能存在之負面產業內外溢效果。以近來 LCD 廠商為例，初期僅有少數幾家廠商有能力生產大尺寸 LCD 面板，直至今年下半年，方有其餘競爭廠商之大尺寸面板生產廠房完工，有能力投入此一市場分食大餅。電子元件業 (317) 之智慧財產權保護通常相對較高，故產業內之外溢通常隱含著負面效果，亦即當競爭廠商研發成功，本廠商唯有自行研發，方能與之競爭，較難從中得利，其現象可由國內某些晶片設計廠商獨大之情形窺之。

Griliches (1979) 亦曾提出對負面外溢效果的一般解釋，他認為負面外溢效果的存在可能是反映高科技產業間或產業內 R&D 資本與產品均存在著高度替代性；當某一產業或廠商從事 R&D 投資時，透過產品交易的進行而取代其他產業或廠商現有之 R&D 資本，導致其他產業或廠商產出減少的現象。(譬如電腦全自動設備掌控系統出現後，取代傳統人力操控之機械設備)。負的外溢效果亦有可能由於：(1)廠商之 R&D 透過新產品或新製程的

表 4：六大電力電子業之產出成長來源(年平均値，百分比)

	電子機械業 (311)	電子器具與 家庭用電子業 (312)	照明設備製造 業(313)	影視設備產品 及零件業 (315)	電子元件業 (315)	其他電力電子 機械業(315)
產出成長	5.4808	6.6188	5.0880	6.3660	5.7181	4.8927
勞動效果	0.7639	0.8622	1.2220	1.1339	0.9095	0.7394
中間投入效果	1.3312	2.2501	1.8518	2.4305	1.6750	2.0312
物資資本效果	2.0877	2.3891	0.7823	1.2575	1.2812	1.0777
R&D效果	0.2106	0.1754	0.1215	0.2341	0.2506	0.2286
資本調整成本 效果	-0.0029	-0.0127	-0.0250	-0.0551	-0.0012	-0.0681
R&D調整成本 效果	-0.0058	-0.0792	-0.0193	-0.0106	-0.0012	-0.0078
產業間R&D外 溢效果	-0.6765	-0.5329	0.3782	0.2210	0.3459	0.4162
產業內R&D外 溢效果	0.5930	0.4485	-0.3133	-0.0645	-0.1975	-0.5543
外生技術變動 效果	1.1505	1.0849	1.0709	1.1805	1.4312	0.9954

發展，降低生產成本、增加市場占有率，進而使其他廠商之相對成本、市場占有率、產出（利潤或銷售）減少；(2)其他廠商可能透過購買其他廠商之產品，從事“學習性”研發，然而“學習失敗”的效果，使得廠商在沒有充分之技術或研發背景下，採用其他廠商之研發成果時，亦可能產生負的外溢效果。

#### 4.3 準固定要素之調整過程與調整係數

表 1 中之調整成本估計係數  $\gamma_{KK}$ 、 $\gamma_{RR}$  雖然都很小，但仍十分顯著；倘若於產業之成本結構中將此兩種調整成本忽略掉，將會造成對資本與 R&D 投資設定上的模型偏誤。換言之，調整成本係數於準固定要素投資行為上扮演著重要的地位，同時也有助於瞭解其調整過程。由附錄 (A.1) 式中我們亦可

將準固定要素之最適解表示為下列之加速方程式：<sup>28</sup>

$$\begin{aligned} K_t &= K_{t-1} + m_{KK}(K_t^* - K_{t-1}) + m_{KR}(R_t^* - R_{t-1}) \\ R_t &= R_{t-1} + m_{RK}(K_t^* - K_{t-1}) + m_{RR}(R_t^* - R_{t-1}) \end{aligned} \quad (23)$$

透過重新參數法可得出其估計結果列於表 5。理論上，調整係數代表期初廠商準固定要素之投入與長期最適之準固定要素數量水準間之差異，亦即調整係數為廠商準固定要素投入後第一期所能夠調整之比例。換言之，調整參數代表廠商之資本或 R&D 存量調整至長期均衡狀態 (steady state) 之速度，調整速度快意味著廠商對於此兩種準固定要素之投資決策優良，使其能迅速達到其最適值。就本文之估計結果而言，自身調整係數  $m_{KK}$ 、 $m_{RR}$  與交叉調整係數  $m_{KR}$ 、 $m_{RK}$  皆顯著地異於零；其中準固定要素交叉調整係數雖不

表 5：準固定要素之調整速度(係數)——資本與 R&D

參數	產業間無異之估計值
$m_{KK}$	0.9612 (125.365)
$m_{RR}$	0.5592 (78.0518)
$m_{KR}$	-0.0388 (-5.982)
$m_{RK}$	-0.0038 (-3.7482)

註：括號內為檢定統計量 t 值

28 本研究利用“certainty equivalence property”與“non-stochastic Euler equation”將三階差分方程組解成一加速模型的形式，進而得出封閉解 (closed form solution)，其相關推導可參見 Epstein & Yatchew (1985)、Madan & Prucha (1989) 或蔡蕙安與陳致綱 (2002)；同時，由於本文未限制加速矩陣為對稱，故使  $m_{KR}$ 、 $m_{RK}$  並不相同，其中準固定要素交叉調整係數  $m_{KR}$  代表期初廠商 R&D 之投入與長期最適 R&D 水準之差異對資本調整之影響，而  $m_{RK}$  則代表期初廠商資本之投入與長期最適資本數量水準之差異對 R&D 調整之影響。換言之，本研究假設資本調整受期初 R&D 之影響與 R&D 調整受期初資本之影響是不相同的。



大，但其負值乃表示此兩種準固定要素於動態上存在某種程度的替代性。此外，我們比較其他相關研究所得之調整係數於表 6。表 6 中發現台灣電力電子業之準固定要素自身調整速度遠高於其他國家，可能的原因有三：第一、此乃台灣電力電子業之特質，對於準固定要素投資擁佳的決策與反應，得以使調整成本降低；亦即台灣電力電子業面對不確定性或衝擊時，將能夠有較快速的調整與適應。第二、在樣本期間內台灣有許多中小型電力電子公司，相對於大型公司，因相對規模較小，常較能迅速反應市場的變化而調整。第三、相對於其他研究利用產業資料，本文乃是採用廠商營運資料進行估計，因資料處理方式之差異，導致反應出的特性可能會有所不同。深言之，當使用產業別的資料時，如資本或 R&D，多半是產業下各廠商之加總（或加權加總）；然而，在某一時間內，廠商的投資行為並不可能全部一致，可能有些廠商投資比率高，有些投資比率低（甚至逆投資），故會導致在產業各變數資料加總時效果的相互抵消。本文利用廠商的資料，就各廠商資料作確實的估計，則排除了產業資料各效果已相互抵銷的結果，是故調整係數較其他產業別文獻高，但亦較能反映廠商真正的調整速度，此亦本文利用廠商營運資料之優點之一。

表 6：其他相關研究所得之準固定要素調整係數

研究者	產業別	$m_{KK}$	$m_{RR}$	$m_{KR}$	$m_{RK}$
本文	台灣電力電子業	0.96	0.55	0.039	0.004
Mohnen, Nadiri & Prucha (1986)	美國製造業	0.32	0.15	*	*
	日本製造業	0.49	0.26	*	*
	德國製造業	0.53	0.26	*	*
Nadiri & Prucha (1990a)	美國電力機器業	0.236	0.152	-0.017	-0.011
	日本電力機器業	0.227	0.125	0.03	-0.006
Nadiri & Prucha (1990b)	美國電信業	0.94	0.23	*	*
Srinivasan (1996)	美國高科技產業	0.12	0.11	-0.01	-0.04

註：\* 表示該模型並未考慮準固定要素之交叉調整，故無交叉調整係數。

#### 4.4 價格彈性與產出彈性

動態要素需求模型之優點之一乃是能明確描述廠商或產業於短、中、長期面對外生變數之變動所作出之反應。我們修正 Mohnen, Nadiri & Prucha (1986) 之彈性定義，並將準固定要素之調整納入使其更加完整而有意義。變動要素短、中、長期的價格彈性定義如下：<sup>29</sup>

$$\varepsilon_{Vq}^s = \frac{\partial \widehat{V}_{it}}{\partial q} \frac{q}{\widehat{V}_{it}} = \frac{q}{\widehat{V}_{it}} \left[ \frac{\partial \phi_i}{\partial q} + \frac{\partial \phi_i}{\partial \Delta \widehat{X}_t} \frac{\partial \widehat{X}'_t}{\partial q} \right]; \quad (24)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_{Vqj}^i = & \frac{\partial \widehat{V}_{i,t+1}}{\partial q} \frac{q}{\widehat{V}_{i,t+1}} = \frac{q}{\widehat{V}_{i,t+1}} \left[ \frac{\partial \phi_i}{\partial q} + \frac{\partial \phi_i}{\partial \Delta \widehat{X}_t} \frac{\partial \widehat{X}'_t}{\partial q} \right. \\ & \left. + \frac{\partial \phi_i}{\partial \Delta \widehat{X}_t} \left( \frac{\partial \widehat{X}'_{t+1}}{\partial q} - \frac{\partial \widehat{X}'_t}{\partial q} \right) \right]; \end{aligned} \quad (25)$$

$$\varepsilon_{Vq}^L = \frac{\partial V_{it}^*}{\partial q} \frac{q}{V_{it}^*} = \frac{q}{V_{it}^*} \left[ \frac{\partial \phi_i}{\partial q} + \frac{\partial \phi_i}{\partial \mathbf{X}^*} \frac{\partial \mathbf{X}^*}{\partial q} \right]; \quad (26)$$

其中  $\frac{\partial \phi}{\partial \Delta \mathbf{X}} = \left[ \frac{\partial \phi}{\partial \Delta K}, \frac{\partial \phi}{\partial \Delta R} \right]$ ;  $\frac{\partial \mathbf{X}}{\partial q} = \left[ \frac{\partial K}{\partial q}, \frac{\partial R}{\partial q} \right]$ ;  $\frac{\partial \phi}{\partial \mathbf{X}} = \left[ \frac{\partial \phi}{\partial K}, \frac{\partial \phi}{\partial R} \right]$ 。

短期彈性之目的在於測量第一期之反應，亦即當準固定要素之存量仍於期初之數量時，廠商試圖調整準固定要素之數量，其中亦伴隨調整成本之產生。中期彈性指的是第二期之反應，即當準固定要素的數量經由第一期的調整後，廠商仍在調整準固定要素之存量。而長期彈性指的是在完整的調整過程後，準固定要素已達到最適之反應。所得出之價格彈性與產出彈性列於表 7-1 至表 7-6 與表 8。由表 7-1 至表 7-6 發現以下四點各產業特性：第一、除了產業照明設備製造業 (313) 外，<sup>30</sup> 其餘產業之勞動與中間投入皆與其他要素間存在著某種程度的替代關係；第二、一般而言，長期價格彈性皆大於短期與中期價格彈性；然而本研究中，勞動對中間投入價格之短期彈性卻大於

29 推導與說明詳見於附錄。另外，Madan & Prucha (1989) 亦有類似模型之推導與說明。

30 產業 SIC313 所求得之勞動之資本價格彈性  $\varepsilon_{LPK}$  或資本之勞動價格彈性  $\varepsilon_{KPL}$  為負，顯示其間存在互補性。

表 7-1：短、中、長期自身價格彈性與交叉彈性——電子機械業(311)

	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LP_L}$	-0.2246	-0.2247	-0.2247
$\varepsilon_{LP_M}$	0.1841	0.1729	0.1645
$\varepsilon_{LP_K}$	*	0.0196	0.0203
$\varepsilon_{LP_R}$	*	0.0322	0.0400
$\varepsilon_{MP_L}$	0.1874	0.1994	0.2024
$\varepsilon_{MP_M}$	-0.9781	-1.2442	-1.3919
$\varepsilon_{MP_K}$	0.2528	0.2680	0.2743
$\varepsilon_{MP_R}$	0.4881	0.6823	0.7914
$\varepsilon_{KP_L}$	0.0960	0.1044	0.1090
$\varepsilon_{KP_M}$	0.3431	0.3880	0.4172
$\varepsilon_{KP_K}$	-0.9752	-1.0311	-1.0508
$\varepsilon_{KP_R}$	-0.2006	-0.2971	-0.3762
$\varepsilon_{RP_L}$	0.1770	0.2800	0.4442
$\varepsilon_{RP_M}$	0.1538	0.2457	0.4072
$\varepsilon_{RP_K}$	-0.1576	-0.2551	-0.4248
$\varepsilon_{RP_R}$	-0.4358	-0.6954	-1.1515

註：\* 表示此要素並不受相對之價格所影響。

表 7-2：短、中、長期自身價格彈性與交叉彈性  
——電子器具與家庭用電子業(312)

	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LP_L}$	-0.0239	-0.0239	-0.0239
$\varepsilon_{LP_M}$	0.11989	0.2032	0.2113
$\varepsilon_{LP_K}$	*	0.0224	0.0230
$\varepsilon_{LP_R}$	*	0.0275	0.0342
$\varepsilon_{MP_L}$	0.2341	0.2352	0.2331
$\varepsilon_{MP_M}$	-0.9761	-1.2401	-1.4028
$\varepsilon_{MP_K}$	0.2501	0.2658	0.2743
$\varepsilon_{MP_R}$	0.4860	0.6777	0.7958
$\varepsilon_{KP_L}$	0.1107	0.1192	0.1232
$\varepsilon_{KP_M}$	0.3444	0.3894	0.4181
$\varepsilon_{KP_K}$	-0.9826	-1.0381	-1.0563
$\varepsilon_{KP_R}$	-0.2024	-0.2995	-0.3787
$\varepsilon_{RP_L}$	0.1384	0.2022	0.2828
$\varepsilon_{RP_M}$	0.1386	0.2026	0.2862
$\varepsilon_{RP_K}$	-0.1414	-0.2098	-0.2984
$\varepsilon_{RP_R}$	-0.3921	-0.5725	-0.8083

註：\* 表示此要素並不受相對之價格所影響。

表 7-3：短、中、長期自身價格彈性與交叉彈性——照明設備製造業(313)

	短期	中期	長期
$\epsilon_{LP_L}$	-0.1985	-0.1986	-0.1986
$\epsilon_{LP_M}$	0.1847	0.1746	0.1755
$\epsilon_{LP_K}$	*	-0.0081	-0.0075
$\epsilon_{LP_R}$	*	0.0321	0.0398
$\epsilon_{MP_L}$	0.1773	0.1874	0.2086
$\epsilon_{MP_M}$	-0.9640	-1.2215	-1.3762
$\epsilon_{MP_K}$	0.2556	0.2700	0.2775
$\epsilon_{MP_R}$	0.4792	0.6668	0.7797
$\epsilon_{KP_L}$	-0.0446	-0.0433	-0.0452
$\epsilon_{KP_M}$	0.3638	0.4101	0.4106
$\epsilon_{KP_K}$	-0.9932	-1.0511	-1.0703
$\epsilon_{KP_R}$	-0.2046	-0.3033	-0.3838
$\epsilon_{RP_L}$	0.1543	0.2368	0.3472
$\epsilon_{RP_M}$	0.1366	0.2115	0.3147
$\epsilon_{RP_K}$	-0.1395	-0.2192	-0.3284
$\epsilon_{RP_R}$	-0.3870	-0.5985	-0.8900

註：\* 表示此要素並不受相對之價格所影響。

表 7-4：短、中、長期自身價格彈性與交叉彈性  
——影視設備產品及零件業(315)

	短期	中期	長期
$\epsilon_{LP_L}$	-0.1661	-0.1661	-0.1662
$\epsilon_{LP_M}$	0.1293	0.1320	0.1422
$\epsilon_{LP_K}$	*	0.0153	0.0159
$\epsilon_{LP_R}$	*	0.0328	0.0407
$\epsilon_{MP_L}$	0.1528	0.1334	0.1236
$\epsilon_{MP_M}$	-0.9417	-1.2064	-1.3598
$\epsilon_{MP_K}$	0.2507	0.2665	0.2736
$\epsilon_{MP_R}$	0.4800	0.6716	0.7837
$\epsilon_{KP_L}$	0.0732	0.0805	0.0847
$\epsilon_{KP_M}$	0.3520	0.3986	0.4281
$\epsilon_{KP_K}$	-0.9933	-1.0524	-1.0716
$\epsilon_{KP_R}$	-0.2044	-0.3033	-0.3837
$\epsilon_{RP_L}$	0.1599	0.2414	0.3605
$\epsilon_{RP_M}$	0.1423	0.2160	0.3457
$\epsilon_{RP_K}$	-0.1454	-0.2240	-0.3602
$\epsilon_{RP_R}$	-0.4030	-0.6113	-0.9770

註：\* 表示此要素並不受相對之價格所影響。

表 7-5：短、中、長期自身價格彈性與交叉彈性——電子元件業(317)

	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LP_L}$	-0.1909	-0.1911	-0.1912
$\varepsilon_{LP_M}$	0.1478	0.1496	0.1525
$\varepsilon_{LP_K}$	*	0.0186	0.0193
$\varepsilon_{LP_R}$	*	0.0375	0.0466
$\varepsilon_{MP_L}$	0.1439	0.1551	0.1764
$\varepsilon_{MP_M}$	-0.9512	-1.2215	-1.3840
$\varepsilon_{MP_K}$	0.2515	0.2698	0.2773
$\varepsilon_{MP_R}$	0.4807	0.6756	0.7941
$\varepsilon_{KP_L}$	0.0882	0.0965	0.1012
$\varepsilon_{KP_M}$	0.3462	0.3906	0.4191
$\varepsilon_{KP_K}$	-0.9815	-1.0359	-1.0536
$\varepsilon_{KP_R}$	-0.2019	-0.2984	-0.3772
$\varepsilon_{RP_L}$	0.1753	0.2645	0.3837
$\varepsilon_{RP_M}$	0.1348	0.2056	0.3066
$\varepsilon_{RP_K}$	-0.1382	-0.2137	-0.3207
$\varepsilon_{RP_R}$	-0.3825	-0.5828	-0.8686

註：\* 表示此要素並不受相對之價格所影響。

表 7-6：短、中、長期自身價格彈性與交叉彈性  
——其他電力電子機械業(319)

	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LP_L}$	-0.2343	-0.2343	-0.2343
$\varepsilon_{LP_M}$	0.1982	0.1909	0.1857
$\varepsilon_{LP_K}$	*	0.0239	0.0242
$\varepsilon_{LP_R}$	*	0.0196	0.0243
$\varepsilon_{MP_L}$	0.2067	0.2170	0.2395
$\varepsilon_{MP_M}$	-0.9946	-1.2636	-1.4035
$\varepsilon_{MP_K}$	0.2533	0.2678	0.2728
$\varepsilon_{MP_R}$	0.4962	0.6926	0.7963
$\varepsilon_{KP_L}$	0.1163	0.1245	0.1282
$\varepsilon_{KP_M}$	0.3375	0.3827	0.4128
$\varepsilon_{KP_K}$	-0.9653	-1.0226	-1.0439
$\varepsilon_{KP_R}$	-0.1986	-0.2947	-0.3738
$\varepsilon_{RP_L}$	0.1011	0.1608	0.2548
$\varepsilon_{RP_M}$	0.1428	0.2281	0.3686
$\varepsilon_{RP_K}$	-0.1455	-0.2357	-0.3833
$\varepsilon_{RP_R}$	-0.4026	-0.6426	-1.0378

註：\* 表示此要素並不受相對之價格所影響。

表 8：短、中、長期產出彈性值

電子機械業(311)	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LY}$	0.4646	0.4640	0.4637
$\varepsilon_{MY}$	0.5272	0.4796	0.4637
$\varepsilon_{KY}$	0.4279	0.4539	0.4637
$\varepsilon_{RY}$	0.1864	0.2979	0.4637
電子器具與家庭用電子業(312)	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LY}$	0.4836	0.4832	0.4829
$\varepsilon_{MY}$	0.5460	0.4961	0.4829
$\varepsilon_{KY}$	0.4449	0.4725	0.4829
$\varepsilon_{RY}$	0.2293	0.3401	0.4829
照明設備製造業(313)	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LY}$	0.5013	0.5009	0.5006
$\varepsilon_{MY}$	0.5654	0.5139	0.5006
$\varepsilon_{KY}$	0.4604	0.4897	0.5006
$\varepsilon_{RY}$	0.2180	0.3383	0.5006
影視設備產品及零件業(315)	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LY}$	0.4773	0.4767	0.4764
$\varepsilon_{MY}$	0.5428	0.4924	0.4764
$\varepsilon_{KY}$	0.4372	0.4657	0.4764
$\varepsilon_{RY}$	0.2120	0.3238	0.4764
電子元件業(317)	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LY}$	0.4955	0.4949	0.4945
$\varepsilon_{MY}$	0.5619	0.5124	0.4945
$\varepsilon_{KY}$	0.4560	0.4839	0.4945
$\varepsilon_{RY}$	0.2252	0.3430	0.4945
其他電力電子機械業(319)	短期	中期	長期
$\varepsilon_{LY}$	0.4512	0.4508	0.4506
$\varepsilon_{MY}$	0.5175	0.4673	0.4506
$\varepsilon_{KY}$	0.4144	0.4403	0.4506
$\varepsilon_{RY}$	0.1764	0.2847	0.4506

中期與長期值，<sup>31</sup> 此乃反映準固定要素無法立即調整至長期均衡水準，使得有些變動要素在短期內有過度調整（overshoot）的現象。第三、對任一電力電子業而言，勞動之自身價格彈性於短、中、長期皆十分接近；且其彈性值遠小於其他要素之自身價格彈性。這可能是由於勞工福利的提升，受限於相關制度使得廠商面對實質工資的變化時往往無法完全反應於勞動的雇用上。第四、各種要素間的替代關係於各產業間十分相似，得出本研究之六大電力電子產業之產業結構具有許多相同特性之結論。

由表 8 之產出彈性的計算，亦反映出中間投入對於產出的變動在短、中期間存在著過度調整的現象，而各要素之長期產出彈性之倒數與模型估計參數  $\rho$  相符，各產業都得出顯著大於一之值，在此本研究明顯證明台灣電力電子業存在著規模報酬遞增的現象。

## 5. 結論

本文利用動態要素需求模型的架構，假設廠商以極小化預期之未來成本貼現值為目標，並將產業間與產業內外溢變數引進廠商之成本函數中，探討台灣電力電子業之產出成長受外溢效果之影響與動態最適行為之調整過程。實證分析對象為 1987-1995 年台灣電力電子機械製造業六個小分類產業內之廠商資料，模型估計採取各產業與廠商同時以 panel data 方法估計，以充分反應各產業與廠商間動態之交互影響與面臨外溢效果下之反應，所得實證結果歸納如下：

第一、在產出成長方面，台灣電力電子業自身之 R&D 對產出成長貢獻並不大，但依然存在著正面的影響。然而，因廠商進行 R&D 投資而發生的產業間或產業內外溢對產出成長之影響絕大部分皆遠超出自身之 R&D，且產業間外溢往往大於產業內外溢之貢獻。

---

31 在 Srinivasan (1996) 對美國高科技產業的分析中，勞動對中間投入價格彈性亦存在著過度調整的現象。

第二、產業間與產業內之外溢效果對產出成長之影響十分顯著；然而，外溢效果也並非一定對產出成長有正面的提升，電子機械業（311）與電子器具與家庭用電子業（312）之產業間外溢與照明設備製造業（313）、影視設備產品及零件業（315）、電子元件業（317）及其他電力電子機械業（319）之產業內外溢對廠商之產出成長存在著負面的影響，其餘皆存在正面的貢獻；而正的外溢效果中，電子機械業（311）與電子器具與家庭用電子業（312）之產業內外溢與照明設備製造業（313）、電子元件業（317）及其他電力電子機械業（319）之產業間外溢對產出之貢獻皆大於廠商自行從事 R&D 之效果，而影視設備產品及零件業（315）之產業間外溢效果則與廠商自行進行 R&D 之效果接近。因此，外溢效果對於產業或廠商之影響可能因產業結構的不同而相異，仍須取決於各種要素投入與外溢間交互影響後之總效果。

第三、由於本文之研究對象乃是電力電子機械製造業下六個小分類產業之廠商，因此產業間或產業內 R&D 可能存在著高度替代性；當某一產業或廠商從事 R&D 投資時，透過產品交易而取代其他產業或廠商現有之 R&D 資本，導致其他產業或廠商產出減少，而產生負面外溢效果的現象。

第四、在準固定要素的動態調整上，不論在物質資本或 R&D 的調整，台灣電力電子業的調整速度皆十分地迅速。此種現象反應出台灣高科技廠商之投資決策行為十分優良，在面對環境衝擊時應會有較優異之表現。

第五、外生技術變動與產出成長間皆存在正相關。雖然本文中乃是以時間趨勢變數來代理外生技術改變，但依然看出台灣電力電子業在本研究期間處於成長中的階段。由實證結果並得出台灣電力電子業在本研究期間存在著顯著的規模經濟遞增的現象。

本文所估計出之產業間或產業內外溢效果皆呈現顯著，亦即證實 R&D 之投資決策與外溢於產業內及廠商間實為影響技術變動的重要因素。然而，某些電力電子業之產業間或產業內外溢效果對產出存在著負面之影響；因此，本研究之政策意涵冀望政府擬定相關政策，獎勵電力電子業進行 R&D 合



作、R&D 策略聯盟等活動，有效降低負面外溢效果，方能加速產業再升級與加速產業之調整。

本研究雖得出嚴謹的實證結果，但由於現階段考量廠商之生產技術型態十分複雜，且可得之縱斷面資料過少，因此未來將此外溢分析架構一般化，並對外溢效果的來源與相對影響深入探討，是未來研究可再補強之處。此外，本文於動態求解過程中為簡化模型，僅假設廠商對於外生變數為靜態預期；未來建構模型時宜以非靜態預期的方式，以使其更加符合現實廠商之行為。再者，電力電子業透過 R&D 的活動與外溢效果的影響，包含的產品亦十分的多；然而由於資料分類與取得困難，本研究僅假設為單一產出，因此建構一複產品之外溢模型架構以反應新產品或新技術之創新亦是今後可再努力之方向。

## 參考資料

陳忠榮、陳威勳

1992 〈研究發展外溢效果對廠商利潤績效之影響——以自動化新產業為例〉，台大經濟系《經濟論文叢刊》20(2): 155-175。

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〉，中央研究院《經濟論文》27(3): 407-432。

蔡光第、楊浩彥

1996 〈多層次巢覆式 R&D 外溢效果與其對台灣製造業不同部門之貢獻〉，台大經濟系《經濟論文叢刊》24(1): 29-60。

蔡蕙安

1999 〈靜態與非靜態預期下產業動態模型之研究：以台灣電信業為例〉，《亞太經濟管理評論》3(1): 21-40。

蔡蕙安、陳致綱

2002 〈研究發展外溢效果對廠商成本結構之影響——台灣高科技產業之實證分析〉，台大經濟系《經濟論文叢刊》30(2): 175-204。

行政院國家科學委員會

1997 中華民國科學技術統計要覽。

Adams, J.D.

1999 "The Structure of Firm R&D, The Factor Intensity of Production, and Skill Bias," *The Review of Economics and Statistics* 81(3): 499-5

- 2000 "Endogenous R&D Spillovers and Industrial Research Productivity," *NBER working paper* NO.7484.
- Aghion, P. and P. Howitt  
 1990 "A Model of Growth through Creative Destruction," *NBER working paper* NO 3223.
- Berndt, E.R., C.J. Morrison and G.C. Watkins, G.  
 1981 "Dynamic models of energy demand: An assessment and comparison," *Measuring and Modeling Natural Resource Substitution*. (ed. E. Berndt and B. Field) Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Bernstein, J.I.  
 1988 "Cost of Production, Intra- and Interindustry R&D Spillovers: Canadian Evidence," *Canadian Journal of Economics* 21: 324-347.
- Bernstein, J.I. and M.I. Nadiri  
 1988 "Interindustry R&D Spillovers, the Rates of Return and Production in High-Tech Industries," *American Economic Review* 78(2): 429-434.  
 1991 "Product Demand, Cost of Production, Spillovers, and the Social Rate of Return to R&D," *NBER working paper* NO. 3625.
- Denny, M., M.A. Fuss, and L. Waverman  
 1981 "Substitution Possibilities for Energy: Evidence from U.S. and Canadian Manufacturing Industries," *Measuring and Modeling Natural Resource Substitution*. (ed. E. Berndt and B. Field) Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Evenson, R.E. and Y. Kislev  
 1973 "Research and Productivity in Wheat and Maize," *Journal of Political Economy* 81: 1309-1329.
- Epstein, L.G. and A. Yatchew  
 1985 "The Empirical Determination of Technology and Expectations: A Simplified Procedure," *Journal of Econometrics* 27: 235-258.
- Goto, A. and K. Suzuki  
 1989 "R&D Capital, Rate of Returns on R&D Investment and Spillovers of R&D in Japanese Manufacturing Industries," *Review of Economics and Statistics* 71: 555-564.
- Griliches, Z.  
 1979 "Issues in Assessing the Contributions of Research and Development to Productivity Growth," *Bell Journal of Economics* 10: 92-116.  
 1986 "Productivity, R&D and Basic Research at the Firm Level in the 1970's," *American Economic Review* 76: 141-154.
- Griliches, Z. and F. Lichtenberg  
 1984 "R&D and Productivity Growth at the Industry Level: Is There Still a Relation?," in Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patent and Productivity*. 465-501. University of Chicago Press.
- Griliches, Z. and J. Mairesse  
 1984 "Productivity and R&D at the Firm Level," in Griliches, Z. (ed.), *R&D, Patent*

- of Productivity*. University of Chicago Press.
- Grossman, G.M. and E. Helpman  
1990 "Comparative Advantage and Long Run Growth," *American Economic Review* 80: 796-815.  
1991 "Quality Ladders in the Theory of Growth," *Review of Economic Studies* 58: 43-61.
- Jaffe, A.B.  
1986 "Technological Opportunity and Spillovers of R&D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value," *American Economic Review* 76(5): 984-1001.
- Levin, R.C., P.C. Reiss, and Z. Griliches  
1984 "R&D, Patents, and Productivity," *NBER Conference Report* 175-204. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Levin, R.C. and P.C. Reiss  
1988 "Cost-reducing and Demand-creating R&D with Spillovers," *Rand Journal of Economics* 19(4): 538-556.
- Madan, D.P. and I.R. Prucha  
1989 "A Note on the Estimation of Nonsymmetric Dynamic Factor Demand Model," *Journal of Econometrics* 42: 275-283.
- Mamuneas, T.P. and M.I. Nadiri  
1996 "Public R&D Policies and Cost Behavior of the U.S. Manufacturing Industries," *Journal of Public Economics* 63(1): 57-81.
- Mohnen, P.A., M.I. Nadiri, and I.R. Prucha  
1986 "R&D Production Structure and Rates of Return in the U.S., Japanese and German Manufacturing Sectors," *European Economic Review* 30: 749-771.
- Nadiri, M.I. and I.R. Prucha  
1986 "A Comparison of Alternative Methods for the Estimation of Dynamic Factor Demand Models Under Non-Static Expectations," *Journal of Econometrics* 33: 187-211.  
1990a "Comparison and Analysis of Productivity Growth and R&D Investment in the Electrical Machinery Industries of the United States and Japan," in C.R. Hulten(ed.), *Productivity Growth in Japan and the United States*. Chicago: University of Chicago Press.  
1990b "Dynamic Factor Demand Models, Productivity Measurement, and Rates of Return: Theory and Application to the US Bell System," *Structural Change and Economic Dynamics* 1(2): 263-289.  
1999 "Dynamic Factor Demand Models and Productivity Analysis," *NBER working paper* No. 7079.
- Norsworthy, J.R. and Diana H. Tsai  
1998 "Macroeconomic Policy as Implicit Industrial Policy: Its Industry and Enterprise Effects," Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.

- Raut, L.  
1995 "R&D Spillover and Productivity Growth: Evidence from Indian Private Firms," *Journal of Development Economics* 48: 1-23.
- Rausser, G. and E. Hochman  
1981 "*Dynamic Agricultural Systems: Economic Prediction and Control*," North Holland.
- Romer, P.M.  
1986 "Increasing Return and Long-Run Growth," *Journal of Political Economy* 94: 1002-1037.  
1990 "Endogenous Technological Change," *Journal of Political Economy* 98: 71-102.
- Schere, F.M.  
1982 "Inter-Industry Technology Flows and Productivity Growth," *The Review of Economics and Statics* 64: 627-637.
- Spence, A.M.  
1984 "Cost Reduction, Competition, and Industry Performance," *Econometrica* 52(1): 101-121.
- Srinivasan, S.  
1995 "Estimation of R&D Spillovers and Exogenous Technical Change in Some U. S. High Technology Industries," Ph.D. Dissertation, University of Maryland.  
1996 "Estimation of Own R&D, R&D Spillovers and Exogenous Technical Change Effects in Some US High-Technology Industries," University of Southampton, Discussion Papers in Economics and Econometrics 9607.
- Suzuki, K.  
1993 "R&D Spillovers and Technology Transfer among and within Vertical Keiretsu Groups: Evidence from the Japanese Electrical Machinery Industry," *International Journal of Industrial Organization* 11: 573-591.
- Tsai, D.H.  
2001 "R&D Spillovers and High-Technology Clustering: An Empirical Analysis Using Taiwanese Microdata," presented at the annual conference of the Western Economic Association, San Francisco, July.
- Tsai, D.H. and J.R. Norsworthy  
1996 "Measuring the Effects of Macroeconomic Policy in Industry Econometric Models: Toward Assessment of Industrial Policy," *Journal of Policy Modeling* 18(3): 289-333.

## 附 錄

動態要素需求模型之優點之一在於能夠明確地估計出廠商於短、中、長期下對外生變數變動之反應。本文所使用之彈性定義乃修正 Mohnen, Nadiri and Prucha (1986) 為基礎，加入準固定要素調整之影響。首先定義準固定要素在調整路徑的數量水準，透過(15)、(16)式可得：

$$\mathbf{X}_t = \mathbf{M}\mathbf{X}_t^* + (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{X}_{t-1} \quad (\text{A.1})$$

因此，我們定義短期、中期準固定要素數量如下：

$$\hat{\mathbf{X}}_t = \mathbf{M}\mathbf{X}_t^* + (\mathbf{I} - \mathbf{M})\mathbf{X}_{t-1}; \quad \hat{\mathbf{X}}_{t+1} = \mathbf{M}\mathbf{X}_t^* + (\mathbf{I} - \mathbf{M})\hat{\mathbf{X}}_t \quad (\text{A.2})$$

且  $\hat{\mathbf{X}}_{t+\infty} = \mathbf{X}^*$  為長期資本的最適數量。因此準固定要素之短、中、長期之彈性定義如下：

$$\begin{aligned} \epsilon_{Xq}^s &= \frac{\partial \hat{\mathbf{X}}_t}{\partial q} \frac{q}{\hat{\mathbf{X}}_t}; \\ \epsilon_{Xq}^I &= \frac{\partial \hat{\mathbf{X}}_{t+1}}{\partial q} \frac{q}{\hat{\mathbf{X}}_{t+1}}; \\ \epsilon_{Xq}^L &= \frac{\partial \mathbf{X}^*}{\partial q} \frac{q}{\mathbf{X}^*}; \end{aligned} \quad (\text{A.3})$$

其中  $q = P_L, P_M, P_K, P_R, Y$  分別為勞動、中間投入價格、資本與 R&D 之使用價格及產出； $\mathbf{X} = [K, R]'$  為準固定要素—資本與 R&D。

假設  $\hat{V}_{i,t+\tau}$  為資本數量為  $\hat{\mathbf{X}}_{t+\tau}$ ， $\tau = 0, 1, \dots, \infty$  下，變動要素最適投入量。Mohnen, Nadiri & Prucha (1986) 中，定義  $\hat{V}_{it}$ ， $\hat{V}_{i,t+1}$ ， $V_{it}^*$  分別代表將  $\mathbf{X}_{t-1}$ ， $\hat{\mathbf{X}}_t$ ， $\mathbf{X}^*$  代入(18)及(19)式得出的變動要素需求量，亦即：

$$\begin{aligned} \hat{V}_{it} &= \phi_i(P_L, P_M, \mathbf{X}_{t-1}, Y_t); \\ \hat{V}_{i,t+1} &= \phi_i(P_L, P_M, \hat{\mathbf{X}}_t, Y_t); \\ V_{it}^* &= \hat{V}_{i,t+\tau} = \phi_i(P_L, P_M, \mathbf{X}^*, Y_t). \end{aligned} \quad (\text{A.4})$$

其中明顯地忽略了變動要素需求式中亦包含了調整成本影響項。因此，本文重新定義  $\widehat{V}_{it}$ ,  $\widehat{V}_{i,t+1}$ ,  $V_{it}^*$  為：

$$\begin{aligned}\widehat{V}_{it} &= \phi_i(P_L, P_M, X_{t-1}, \Delta \widehat{X}_t, Y_t); \\ \widehat{V}_{i,t+1} &= \phi_i(P_L, P_M, \widehat{X}_t, \Delta \widehat{X}_{t+1}, Y_t); \\ V_{it}^* &= \widehat{V}_{i,t+\tau} = \phi_i(P_L, P_M, X^*, Y_t) \circ\end{aligned}\quad (\text{A.5})$$

其中  $\Delta \widehat{X}_{t+\tau} = \widehat{X}_{t+\tau} - \widehat{X}_{t+\tau-1}$ ,  $\tau = 0, 1, \dots, \infty$ 。

如此，調整成本之影響得以正確地納入彈性值的計算中。據此，變動要素短、中、長期的價格彈性定義如下：

$$\epsilon_{Vq}^s = \frac{\partial \widehat{V}_{it}}{\partial q} \frac{q}{\widehat{V}_{it}} = \frac{q}{\widehat{V}_{it}} \left[ \frac{\partial \phi_i}{\partial q} + \frac{\partial \phi_i}{\partial \Delta \widehat{X}_t} \frac{\partial \widehat{X}'_t}{\partial q} \right]; \quad (\text{A.6})$$

$$\begin{aligned}\epsilon_{Vqj}^l &= \frac{\partial \widehat{V}_{i,t+1}}{\partial q} \frac{q}{\widehat{V}_{i,t+1}} = \frac{q}{\widehat{V}_{i,t+1}} \left[ \frac{\partial \phi_i}{\partial q} + \frac{\partial \phi_i}{\partial \widehat{X}_t} \frac{\partial \widehat{X}'_i}{\partial q} \right. \\ &\quad \left. + \frac{\partial \phi_i}{\partial \Delta \widehat{X}_t} \left( \frac{\partial \widehat{X}'_{t+1}}{\partial q} - \frac{\partial \widehat{X}'_t}{\partial q} \right) \right];\end{aligned}\quad (\text{A.7})$$

$$\epsilon_{Vq}^L = \frac{\partial V_{it}^*}{\partial q} \frac{q}{V_{it}^*} = \frac{q}{V_{it}^*} \left[ \frac{\partial \phi_i}{\partial q} + \frac{\partial \phi_i}{\partial X^*} \frac{\partial X^*}{\partial q} \right]; \quad (\text{A.8})$$

其中  $\frac{\partial \phi}{\partial \Delta X} = \left[ \frac{\partial \phi}{\partial \Delta K}, \frac{\partial \phi}{\partial \Delta R} \right]'$ ;  $\frac{\partial X}{\partial q} = \left[ \frac{\partial K}{\partial q}, \frac{\partial R}{\partial q} \right]'$ ;  $\frac{\partial \phi}{\partial X} = \left[ \frac{\partial \phi}{\partial K}, \frac{\partial \phi}{\partial R} \right]'$ 。

# Dynamic Adjustments of the Intra- and Inter-Industry R&D Spillovers: Evidence from Taiwanese Electronics Plant Level Data

Diana H. Tsai

Graduate Institute of Economics,  
National Sun Yat-Sen University

Jhih-gang Chen

Department of International Trade,  
National Cheng-Chi University

## ABSTRACT

This paper studies the dynamic adjustments of the intra- and inter-industry R&D spillovers and exogenous technical change effects on output growth and cost structures for Taiwanese electronics industries. A dynamic production modeling is built up to estimate R&D spillover effects among and within electronics industries to study the dynamic effects of intra- and inter-industry R&D spillovers and exogenous technical changes on output growth for Taiwanese electronics industries. The analysis is performed using the Taiwan government's industrial census of technological activities at the micro level with 2340 plants for the period 1987-1995. The empirical evidence shows the following. 1) Both intra- and inter-industry spillovers have more important contributions on the electronics industry output growth than its own R&D. And the inter-industry R&D spillovers have greater contribution on output growth than intra-industry R&D spillovers. 2) The adjustment speeds in quasi-fixed inputs—R&D and physical capital—are faster than in other high-technology industries in other studies, reflecting Taiwanese electronic industries may have better performance in facing environmental shocks. 3) All six electronics industries are showing significant increasing return to scale and progressing steadily in the growing stage during 1987-1995.

**Key Words:** R&D spillovers, adjustment speed, industry dynamic model, Taiwanese electronics industry