《人文及社會科學集刊》 第二十五卷第二期 (102/6), pp. 307-344 ©中央研究院人文社會科學研究中心

人力資本與技術效率: 臺灣製造業之實證研究*

張景福

劉錦添

國立臺灣海洋大學 應用經濟研究所助理教授 經濟學系特聘教授

國立臺灣大學

本文係以 1998 至 2003 年的臺灣製造業廠商與勞工合併資料做爲實證基 礎,利用 Battese and Coelli (1995) 所提出的隨機邊界模型,估計製造業 23 個二欄位產業的生產函數與技術效率,並進一步探討人力資本對技術效率的影 響。實證結果發現:1.各產業的平均技術效率約介於0.59~0.83之間。當中, 以皮革、毛皮及其製品製造業最高,化學製品製造業最低。2. 大部分產業之廠 商規模擴張,將有助於技術效率的提升。3. 受僱員工之平均教育程度對廠商的 技術效率有顯著的正向效果,尤以資訊及電子產業的效果更爲強烈,但該效果 將隨著員工平均教育程度的增加而遞減。此外,外籍勞工的僱用對所有產業廠 商的技術效率有所助益。

關鍵字:技術效率、廠商與員工合併資料、人力資本、外籍勞工

壹、前言

在生產理論的領域中,人力資本所扮演的角色一直以來皆爲經濟學家所 探討的重點。從經濟成長的角度出發, Romer (1986) 與 Lucas (1988) 在文

收稿日期:101年2月9日;接受刊登日期:101年10月24日

^{*}作者感謝兩位匿名審查者提供的寶貴意見,使本文修正得更臻完善。文中若仍有疏漏之 處,由兩位作者共同負責。另外,兩位作者亦感謝國科會研究計畫經費補助(計畫編號: NSC 98-2420-H-002-041-DR 與 NSC 98-2410-H-002-035-MY3)。

章中強調人力資本對於經濟成長的重要性。他們認為,一國的勞動力可透過受教育、經驗傳承與邊做邊學等途徑,使勞動的生產力或生產技術得以提升或進步,透過人力資本累積的規模報酬遞增特性,經濟體系將會長期持續的成長。而 Barro(1991)、Mankiw et al.(1992)與 Islam(1995)等文獻則利用跨國資料進行驗證,他們發現人力資本累積較高的國家,確有助於該國經濟的成長。另外,Benhabib and Spiegel(1994)與 Miller and Upadhyay(2000)等文獻亦透過不同國家的比較,發現人力資本的累積會促使技術進步。而近期,更有文章針對個別廠商的生產函數,探討人力資本與生產力的關係,如 Abowd et al.(1999)、Haltiwanger et al.(1999)、Hellerstein et al.(1999)與 Liu et al.(2010)等文獻,他們發現衡量人力資本的變數如:員工年齡、性別與教育程度等,皆對於廠商的產出或勞動生產力存在顯著影響。

然而,這些研究往往是在生產具有完全技術效率或產出極大化的假設下進行分析。但事實上,生產過程可能面臨到技術運用無法完全發揮的效率損失,而當生產者的人力資本有所累積,將可促使技術運用更有效率,進而達到較高的生產力或產出(Coelli, 1995)。如同 Welch (1970)在其研究中指出,當員工的教育程度有所提升,則他們的技術資訊與管理能力也會相對較佳,進而達到較有效率的生產模式。而 Kalaitzandonakes and Dunn (1995) 也發現,廠商內部員工透過受教育或經驗的累積,將能提升生產的技術效率,亦即在既有的資源下,能創造出更多的產出。另外,Maudos et al. (2003) 則認爲,估計生產函數時,忽略技術效率將可能使得人力資本對生產力或經濟成長的影響產生錯誤的統計推論。因此,不同於其他針對人力資本與生產力或經濟成長進行研究的相關文獻,本研究企圖透過廠商的生產函數,針對人力資本與技術效率二者進行分析,藉以探究人力資本的變化是否對於技術效率產生影響。

關於人力資本與技術效率進行研究的相關文獻不勝枚舉,但大多選取農業或畜牧業作爲研究標的,如:Kalirajan and Shand (1985)、Kalirajan (1991)與 Battese and Coelli (1995)針對印度稻作業、Kumbhakar et al. (1991)針對美國的酪農業、Mathijs and Vranken (2001)針對保加利亞與匈牙利的穀物及酪農業、Latruffe et al. (2004)針對波蘭的穀物及家畜業與 Asadullah and

Rahman (2009) 針對孟加拉的稻作業等¹ 進行分析農夫的年齡或教育程度等 人力資本指標對技術效率的影響。至於針對製造業探討人力資本與技術效率 的研究,礙於整體員工的相關特性資訊並不易取得,有部分文獻僅專注在經 營者的人力資本上,例如: Seale (1990) 與 Gokcekus et al. (2001) 分別利用 埃及地磚製造業與迦納木製品的廠商資料,探討經營者的年齡、教育程度、 經驗等特性與技術效率的關聯性。而探討整體員工特性對技術效率影響的相 關文獻至目前爲止仍不多見,有如:Wu(1994)運用中國紡織業 28 家廠商 在 1984 至 1990 年的非平衡縱橫資料 (unbalanced panel) 進行分析。該文結 果顯示,較有效率的廠商,其僱用較高比例的受過職業訓練與有經驗之員 工,同時,對於受過高等教育(受教育年數超過12年)員工的僱用比例也相 對較高。但由於該文僅比較"有效率"(技術效率估計值位於前 10%) 與"無 效率"(技術效率估計值位於後 10%)兩類廠商之特性的差異,故並無法直 接得知各項特性對技術效率的影響。Batra and Tan(2003)則分別利用哥倫 比亞、印尼、墨西哥、馬來西亞、臺灣與瓜地馬拉的製造業廠商之橫斷面資 料,2估計各國的技術效率及其影響因素。他們發現,在印尼、墨西哥、馬來 西亞與瓜地馬拉的樣本中,員工教育程度的提升皆有助於技術效率;但針對 臺灣的分析樣本,由於員工的教育程度資訊從缺,故無法得知該特性與廠商 技術效率之關聯性。另外,Mastromacro and Zago (2009) 則針對義大利 1998 至 2003 年 1,200 家製造業廠商進行研究。該文利用員工的平均教育年數來衡 量各廠人力資本,並針對整體製造業的技術效率進行估計。然而,他們結果 卻發現,員工平均教育程度越高,將會使技術的運用較無效率。對此他們提 出的解釋爲,該資料可能僅掌握到非技術勞動(unskilled labor)平均教育程 度的變化,因此,該變數對技術效率可能會呈現不顯著或負向的影響效果。 至於 Alvarez and Crespi(2003)、Zheng et al. (2003) 與林灼榮等(2007)則

¹ 其他較早期針對農業分析人力資本與技術效率的文章可參考 Lockheed et al. (1980) 與 Bravo-Ureta and Pinheiro (1993)。

² 資料年分與樣本數分別為: 1992 年哥倫比亞 500 家廠商、印尼 300 家廠商與墨西哥 5,072 家廠商、1994 年馬來西亞的 2,200 家廠商、1986 年臺灣的 56,047 家廠商與 1999 年瓜地馬 拉的 300 間廠商。

係以資料包絡分析法估計各廠商的技術效率,再透過 Tobit 模型分析技術效率的影響因素。其中,Alvarez and Crespi(2003)針對智利 1,062 家中小企業廠商分析時發現,員工的工作經驗增加有助於技術效率的提升,但技術員工(skilled labor) 占總員工的比例卻對技術效率沒有顯著影響。而 Zheng et al. (2003) 以 1980 至 1994 年間的 600 家中國國營企業進行研究。他們發現,員工的高中學歷及以上的比例越高,技術效率將會有所提升。林灼榮等(2007)則針對臺灣 1998 至 2003 年臺灣上市上櫃的 58 家紡織業廠商與 22 家通訊業廠商進行分析。該文結果顯示,員工之工作平均年資與高學歷(大學以上)員工比例對技術效率皆呈現正向影響效果,但員工學歷的效果在通訊產業並不顯著。我們也將上述文獻之研究結果摘要整理於表 1。

綜觀這些文獻中,從資料的規模與特性觀之,Wu(1994)、Zheng et al. (2003)、Mastromarco and Zago(2009)與林灼榮等(2007)係利用縱橫資料 (panel data),但資料規模僅分別為 28 家、600 家、1,200 家與 80 家廠商;其餘文獻皆使用橫斷面資料。從這些資訊可看出,由於員工的相關特性資訊不易取得,故可分析的資料規模皆相對較小。另一方面,除了林灼榮等(2007)之外,絕大部分的文獻皆係針對製造業進行分析,並沒有將製造業中不同產業加以區分。由於各項產業擁有不同的生產特性,因此,針對不同的產業,人力資本對技術效率的影響亦可能存在明顯差異。舉例來說,一般傳統的勞力密集產業如:紡織、皮革或木竹製品等產業,其對於員工的勞力或體力需求可能較為強烈,因此,員工的年齡或性別組成對於技術效率可能產生明顯影響,反觀資訊電子產業,其技術密集度相對較高,故員工平均教育程度增加所帶來的技術效率之助益可能較爲顯著。至於林灼榮等(2007)雖探討臺灣紡織業與通訊業中,人力資本對技術效率的影響,但該篇文章僅針對 58 家紡織業與 22 家通訊業廠商進行分析,所得到的結果也將較不具代表性。

有鑒於此,本研究遂針對臺灣整體製造業進行分析,利用隨機邊界法3

³ 隨機邊界法的好處在於,模型中考慮生產的隨機誤差項,亦即可將廠商所遭受到的生產無效率,區分爲無法掌控的外在因素與可掌控的技術效率因素,且由於隨機邊界法必須針對 隨機誤差項與技術無效率項作分配假設,因此,模型的估計亦相對較不受極端値所影響。

表 1:探討員工人力資本與技術效率之相關文獻整理

作者(年分)	資 料	估計方法	人力資本變數	主要發現
Wu (1994)	中國紡織業 28 家廠商縱橫資料	隨機邊界法	員工的工作經驗 與教育程度	員工的經驗累積與教育程 度的提升皆會使廠商生產 較具有效率,但以經驗累 積的效果較大。
Alvarez and Crespi (2003)	智利 1,062 家 中小企業 橫斷面資料	資料包絡分 析法	員工的工作經驗 與技術員工占 總員工比例	員工經驗累積有助於技術 效率提升,但技術員工比 例則無影響。
Zheng et al. (2003)	中國 600 家 國營企業縱橫資料	資料包絡分 析法	員工高中以上 學歷所占比例	員工學歷的增加有助於技 術效率提升。
Batra and Tan (2003)	哥倫比亞 500 家、 印尼 300 家、 墨西哥 5,072 家、 馬來西亞 2,200 家、 臺灣 56,047 家與 瓜地馬拉 300 家 廠商橫斷面資料	隨機邊界法	員工的平均教育 程度與在職訓練	除了臺灣(因無教育資料) 與哥倫比亞之外,員工平 均教育程度上升將有助於 技術效率;而技術員工的 在職訓練對技術效率的提 升亦有顯著影響。
Mastromarco and Zago (2009)	義大利製造業 1,200家 廠商縱橫資料	隨機邊界法	員工平均教育 年數	作者們認為該資料教育變數有衡量誤差,因此員工 平均教育年數增加反而使 廠商技術效率降低。
林灼榮等 (2007)	臺灣 58 家紡織業 與 22 家通訊業 廠商縱橫資料	資料包絡分 析法	員工之大學畢業 所占比例、平均 年齡與工作年資	高學歷員工比例與員工平 均年資的提升皆有助於技 術效率。

探討 23 個二欄位產業的技術效率,並進一步探討人力資本對技術效率所產生的影響。不同於其他相關文獻,本研究的特點主要有下列二項。第一,本研究係以臺灣的製造業進行全盤分析,直至目前爲止,仍未存有針對一個國家的各類別製造業分析人力資本對技術效率影響的文章。至於劉錦添(1995)與黃雅鈴(2008)雖然針對臺灣所有製造業進行研究,但這兩篇文章並未討論到人力資本對技術效率的影響。而全面性分析的好處在於,我們將能看出人力資本對技術效率之間的關係是否因產業的不同而有所改變。另外,我們也未將廠商規模作任何限制,故本研究除了能分析規模對技術效率的影響之

外,所使用的資料也相當具有代表性。第二,本研究資料係 25,301 家廠商在五年期間的廠商與員工合併資料(employer-employee matched data),該資料不僅提供廠商的相關特性資訊,同時擁有豐富的廠商內部個別與整體員工之相關特性變數,包含:員工年齡、性別、教育程度、薪資分散程度與是否僱用外籍勞工。因此,本研究除了能探討廠商規模與廠齡對技術效率的影響之外,藉由豐富的員工特性變數,我們將可深入的探討人力資本對技術效率的關聯性。另值得一提的是,目前尚未有研究針對內部員工薪資分散程度以及外籍勞工僱用與技術效率的關聯性進行討論,但這兩種特性往往會對於廠商的生產效率有所影響,4 故本研究的分析將可塡補相關實證文獻上的不足之處。

經過實證分析後,本研究發現全體製造業的勞動產出彈性約介於 0.75 至 0.94 之間;資本產出彈性約在 0.12 至 0.33 左右。當中,以資訊電子業的平均規模報酬最高。而各產業的平均技術效率估計値約介於 0.59 至 0.83 之間。另外,就技術效率影響因素的估計方面,對勞力或體力密集的產業(如民生工業、運輸工具與機械設備製造修配業),僱用較高比例的年輕員工,將可增加其生產技術效率,此結果顯示在這些勞力或體力密集的產業中,員工工作經驗累積所造成的技術效率提升可能並不明顯,反而員工在體力的優勢下,將有助於技術效率的提昇;而相較於僱用年長員工,所有產業的廠商僱用較高比例的年輕或中年員工,皆會使該廠的技術效率上升,此結果可能隱含,針對技術效率層面,員工年齡的增長所造成的技術落後效果終究會大於工作經驗累積所得的學習效果,故年長員工(55 歲以上)的僱用比例增加,將使得生產的技術效率有所降低。至於員工的平均教育程度則有助於技術效率的提升,但此助益將隨著員工平均教育程度的增加而遞減。其中,又以電腦、通信及視聽電子產品製造業以及電子零組件製造業甚爲顯著,此也顯示

⁴ Lazear and Rosen(1981)認為員工薪資若較為分散,隱含廠商對員工的賞罰分明,進而提供員工努力誘因,使得員工的生產效率較佳;Akerlof and Yellen(1990)指出,薪資分布的不均,將可能造成員工之間的妒忌與間隙而使團隊渙散,使得生產效率低落。而 Peri(2009)發現外籍勞工的移入將增加本國勞工的競爭,因此,僱用外籍勞工的廠商理應有較佳的技術運用效率。

高科技產業中,技術人才對於生產效率提昇的重要性。另值得注意的是,食品及飲料製造業、成衣、服飾品及其他紡織製品製造業以及印刷及其輔助業等傳統產業,其高教育程度員工的增加對於傳統產業之技術效率亦有相當大的幫助,推測當傳統產業的廠商面臨轉型而使得其對於專有技術與創意知識的需求增加時,高教育人才的聘用將使生產更具效率。除此之外,外籍勞工的僱用對所有產業廠商的技術效率皆有助益,顯示外籍勞工可填補一般國人較不願意從事的工作職缺,且增加國內勞工的相對競爭性。最後,針對多數的產業而言,員工的薪資分散程度越高,將會促使員工產生努力工作的誘因,進而使廠商生產的技術效率有所提昇。

本文章的架構安排如下。第貳節說明隨機邊界模型的相關設定;第參節描述資料來源與變數定義;第肆節討論實證分析結果;最後一節爲結論。

貳、模型設定

本文的實證方法係根據 Battese and Coelli (1995) 所提出的隨機生產邊界模型,該模型的主要特點在於能夠同時估計廠商的技術效率與該效率值的決定因素,並允許廠商的技術效率可隨著時間的變動而改變。

假設在產業 j 的廠商中存在一個隨機邊界的生產函數,即:

$$Y_{ijt} = \exp(f(A_{ijt}, L_{ijt}, K_{ijt}) + \varepsilon_{ijt})$$
(1)

其中,Y代表廠商的產出,L 爲勞動投入,K 則爲實體資本投入,而 A 則爲廠商的生產技術,i 代表不同的廠商,t 代表不同的年分,故 Y_{it} 即表示在 t 年產業 j 中的 i 廠商之產出。而關於廠商的生產技術,在此假設同一產業中的廠商皆爲相同,但隨著時間的變化,廠商的生產技術會有所進步,故我們將生產技術 A 設定如下:

$$\ln A_{iit} = \gamma_0 + t \tag{2}$$

當中,t 爲一時間趨勢變數,主要係衡量產業的技術進步。將(2)式帶入(1)式並取對數後,我們參考 Christensen et al. (1973) 的模型設定,並將 $f(\cdot)$ 設

定爲一個 Translog 的函數型式, 5 亦即:

$$\ln Y_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \cdot t + \beta_2 \ln L_{ijt} + \beta_3 \ln K_{ijt} + \frac{1}{2}\beta_4(t)^2 + \frac{1}{2}\beta_5 (\ln L_{ijt})^2 + \frac{1}{2}\beta_6 (\ln K_{ijt})^2 + \beta_7 \ln K_{ijt} \cdot \ln L_{ijt} + \beta_8 \cdot t \cdot \ln L_{ijt} + \beta_9 \cdot t \cdot \ln K_{ijt} + \varepsilon_{ijt}$$
(3)

其中,誤差項 ε_{ijt} 可分成兩部分,一爲隨機誤差 v_{ijt} ,是廠商無法掌握但卻足以影響產出的因素;一爲技術無效率 u_{ijt} ,是廠商本身能控制但卻無法達成的技術無效率部分。因此,我們將誤差項表示爲:

$$\varepsilon_{ijt} = v_{ijt} - u_{ijt} \tag{4}$$

由(4)式中的設定我們可得知 u_{ij} 應爲正值,亦即當技術無效率存在時,廠商在固定的要素投入之下,實際產出將低於最適產出。換言之,當生產效率達到最理想狀態時, $u_{ij}=0$ 。由於技術無效率的變化可反映在廠商特性的差異,因此,我們更進一步將 u_{ij} 設定爲:

$$u_{iit} = \mathbf{h}_{iit} \delta + w_{iit} \tag{5}$$

$$w_{iit} \sim truncated \quad N(0, \sigma_u^2)$$
 (6)

其中, \mathbf{h}_{ijt} 爲影響技術效率的廠商相關特性向量, $\boldsymbol{\delta}$ 則爲其對應的參數向量。 w_{ijt} 爲截斷性常態分配(truncated normal distribution)假設,且其截斷點爲 $-\mathbf{h}_{ijt}\boldsymbol{\delta}$,而平均數與變異數則分別爲0與 σ_u^2 。透過(5)式與(6)式的設定,我們即可得知, u_{ijt} 的平均數爲 $\mathbf{h}_{ijt}\boldsymbol{\delta}$ 、變異數爲 σ_u^2 且截斷點爲零的截斷性常態分配。

另外,廠商無法控制的隨機誤差項 v_{ij} ,我們則設定其平均值爲零,變異數爲 σ_v 的常態分配,亦即

$$v_{ijt} \sim N(0, \sigma_{v}) \tag{7}$$

⁵ 將函數設定為 Translog 型式的好處在於其一般化的設定,以(3)式為例,當 $\beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = 0$ 時,則函數將轉變成 Cobb-Douglas 型式,除此之外,在 Translog 生產函數的設定之下,要素產出彈性將隨著其他要素的變化而有所改變,同時,此設定也允許非中性的技術進步。

且 v_{ijt} 與 u_{ijt} 互爲獨立分配。藉由 v_{ijt} 與 u_{ijt} 的聯合機率密度函數,可求出 Y 的對數概似函數如下:

$$L(\ln Y|\theta) = -\frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^{N} T_{i} \right) [\ln 2\pi + \ln (\sigma_{u}^{2} + \sigma_{v}^{2})]$$

$$-\frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T_{i}} [(\ln Y_{ijt} - f(A_{ijt}, L_{ijt}, K_{ijt}) + \mathbf{h}_{ijt} \boldsymbol{\delta})^{2} / (\sigma_{u}^{2} + \sigma_{v}^{2})]$$

$$-\sum_{i=1}^{N} \sum_{t=1}^{T_{i}} [\ln \Phi(d_{ijt}) - \ln \Phi(d_{ijt}^{*})]$$
(8)

其中, θ 代表 $\alpha \setminus \beta \setminus \delta \setminus \sigma_u$ 與 σ_v 的參數向量, $\Phi(\cdot)$ 為標準常態分配機率密度函數,且:

$$d_{iit} = \mathbf{h}_{iit} \delta / \sigma_u \tag{9}$$

$$d_{ijt}^* = u_{ijt}^* / \sigma_* \tag{10}$$

$$u_{ijt}^* = \frac{\left[\sigma_v^2 \mathbf{h}_{ijt} \mathbf{\delta} - \sigma_u^2 (v_{ijt} - u_{ijt})\right]}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \tag{11}$$

$$\sigma_*^2 = \frac{\sigma_u^2 \sigma_v^2}{\sigma_u^2 + \sigma_v^2} \tag{12}$$

針對(8)式進行參數的一階與二階導數,經運算後即可得到各參數的最大概似估計值。至於各廠商技術效率估計值的衡量,可依照 Battese and Coelli (1988)的建議,以條件期望值求得,亦即:

$$E(\exp(-u_{ijt}|\hat{\varepsilon}_{ijt}) = \left\{ \exp\left[-\hat{u}_{ijt}^* + \frac{1}{2}\hat{\sigma}_*^2\right] \right\} \left\{ \Phi[(\hat{u}_{ijt}^*/\hat{\sigma}_*) - \hat{\sigma}_*] / \Phi(\hat{u}_{ijt}^*/\hat{\sigma}_*) \right\}$$
(13)

在上述的分析架構之下,我們即可針對各產業j進行分析廠商的技術效率,並衡量出不同產業的平均技術效率與要素規模報酬估計值,同時,我們亦可探討各產業的生產函數型式是否屬於 Translog 或是 Cobb-Douglas 型式。最後,我們也能觀察在各產業之間的技術效率,其受到該產業的人力資本與廠商相關特性的影響是否有所不同。至於影響技術效率的人力資本相關特性變數,本文考慮了員工的年齡、性別、教育程度分布、是否僱用外籍勞工與員工薪資分散度等特性變數,除此之外,廠商的規模與廠齡等基本特性亦有

納入分析之中,詳細的變數建構與對技術效率影響的預期將在下小節與資料 來源一同進行說明。

參、資料來源與變數預期

本研究所使用的資料,係來自第二位作者於 2006 年政府委託研究計畫中所取得的廠商與員工合併資料,該資料係以經濟部「工廠校正暨營運調查」 爲基礎,再佐以勞委會的外籍勞工聘僱檔、勞工保險檔與內政部的戶籍檔資料。合併後的資料橫跨 1998 至 2003 年,然而 2001 年爲主計處工商普查年,因此經濟部的工廠校正資料從缺。

此合併資料的特性在於,資料內容不僅提供廠商的要素投入與營運資訊 (如:廠商的營運年數、營業收入、僱用員工總人數、固定資產與投資金額、 薪資、原物料與電力支出金額等),同時,也擁有廠商內部員工的相關特性資料(如員工的年齡、性別、教育程度、投保薪資與該工廠是否僱用外勞等)。 因此,我們以生產函數來估計技術效率時,將可進一步檢視廠商內部的人力 資本對技術效率的影響,而這部分的討論在製造業的效率文獻仍尚未見到。 另外,由於此資料庫具有個別員工的資訊,故除了員工特性的平均指標之 外,我們還可以區分出不同的年齡階層以及員工內部薪資的變異等變數。

爲了探討個別產業的技術效率,我們依照二欄位產業分類標準⁶將樣本進行切割,資料中總共有 24 個二欄位產業,但由於菸草業的樣本數過於稀少,故我們忽略該產業的樣本。此外,我們也剔除在資料期間中,存有不同產業類別的廠商,並刪除資料不齊全的樣本。經過上述處理後,我們可得到 25,301 家廠商在五年間的平衡縱橫 (balanced panel)⁷ 資料,以下將針對各變

⁶ 該二欄位產業分類係根據主計處第七次修訂(2001年1月)的行業標準分類表。

⁷ 因爲工廠校正暨營運調查屬於非強制填報的資料,故當廠商沒有出現在資料上,並無法確定 該廠商是否爲關廠結束營業或是未填報資料。由於無法區分這兩種原因,在實證中我們排除 了資料期間不完整的廠商。然而,此項作法雖然可能產生樣本的選擇性偏誤,但若未刪除這 些資料不完整的廠商,則在實證上亦會產生其他問題,舉例來說,廠商可能因爲今年的績效 較佳(差)而選擇填報(不填報),故有填報的廠商,可能是績效較佳的廠商。因此,在綜 合考量下,我們仍選擇刪除五年資料期間不完整的廠商,各年刪除的廠商家數分別爲:1998

數的設定進行說明。

廠商產出的衡量,由於各產業之產品特性差異頗大,故我們利用生產附 加價值做爲廠商的產出變數, 8 即是以全年營業收入扣除原物料、電力等相 關營業支出等費用進行計算。至於生產的要素投入,我們則以各廠僱用總人 數作爲勞動投入的衡量指標,並以各廠至年運用的固定資產⁹總值代表資本 投入。而本文旨在探討廠商內部人力資本對生產技術效率的影響,故廠商內 部人力資本的衡量隊爲本文重點之一。在此,我們以廠商內部員工的組成特 性,例如:員工年齡、性別、國籍、教育程度與薪資差異等相關資訊來衡量 廠商的人力資本,並建構出以下的員工組成特件變數,¹⁰分別爲員工30歲以 下占總員工之比例(Age30r)、員工 55 歲以上占總員工之比例(Age55r)、 男性員工占總員工之比例(Male)與廠商是否僱用外籍勞工(FL dummy)。 而員工的教育程度組成,我們使用 Tallman and Wang (1994) 所建構的人力 資本指標(H index)來代表各廠的員工教育水準。該指標的計算是運用各廠 員工在國中學歷以下(Edu low)、國中至專科(Edu mid)和大學與研究所 (Edu high) 的比例, 並根據該比例給予分別為 1、1.4 與 2 的權數進行加總 而得。除此之外,我們亦使用員工薪資分散度(Wdispersion)來檢視員工之 間的相互競爭程度對技術效率的影響,其衡量方式係計算廠內員工薪資變異

年 11,419 家,1999 年 10,471 家,2000 年 7,263 家,2002 年 9,422 家,2003 年 7,301 家,而這些刪除的廠商當中,有 18% 屬於機械設備製造修配業、12% 屬於金屬製品製造業、9% 屬於塑膠製品製造業,紡織業和電力機械器材及設備製造修配業則各占 5%,其餘產業所占比例皆在 5%以下。坦白說,刪除這麼多樣本是有點可惜,但這是不得已的決定。

⁸ Hellerstein et al. (1999) 指出,估計生產函數時,相對於運用營業收入做爲產出的衡量變數,以生產附加價值來表示產出將可避免原物料支出與不可觀察生產力衝擊之間的內生性問題。

^{9 2000} 年以前的工廠校正暨營運調查資料有提供廠商的固定資產總值與投資金額,但在 2000 年以後,問卷中並沒有提供廠商的固定資產總值,僅提供每年度固定資產投資金額。因此,研究中第一年與第二年的固定資產總額係使用 1998 年與 1999 年工廠校正暨營運調查資料所提供的資訊,而之後的固定資產總值係利用恆常資本法(perpetual inventory method)進行建構,亦即 $K_i=I_t+(1-\mu)\cdot K_{t-1}$,當中,K 為固定資產總額,I 為固定資產投資總額, μ 為折舊率,在此我們參考蔡蕙安與陳致綱(2002)的做法,將 μ 設定為 10%。

¹⁰ 本研究因我們無法取得外籍勞工的教育程度資訊,故在計算人力資本指標時,將所有外籍 勞工的教育程度歸類在國中學歷以下(Edu low)的族群。

的標準差,並根據各廠之平均薪資進行標準化而得。

最後,我們分別以取對數後的廠齡(InAge)與廠商規模(Large, Small)等這三個變數來檢視廠商的學習效果與規模效果對技術效率的影響。其中,廠齡係以廠商登記設立年度與調查施行年度之差作衡量;廠商規模則以該廠僱用總人數是否位於所屬產業中的前 25%(Large)與後 25%(Small)的虛擬變數做代表。表 2 提供了各變數的說明與基本統計量。從表中我們可以看出,製造業中的男性員工多於女性員工,而且有七成以上的員工,其年齡界於 30至 55歲之間。至於員工的學歷則大多爲專科或以下,大學畢業或以上的比例僅占 0.3% 左右。另外,有僱用外籍勞工的廠商樣本約占總樣本的 16%。

表 2:變數定義與基本統計量

變數	定義	平均值	標準差
產出			
ln Y	附加價值(千元)取對數	8.9457	1.4873
要素投入			
lnK	固定資產(千元)取對數	9.0200	1.6732
lnL	總僱用勞動人數取對數	2.4739	1.1362
廠商特性變數			
lnAge	廠商營運年數(廠齡)取對數	2.4847	0.6479
Large	=1 廠商在所屬產業中規模係位於前 25%, =0 其他	0.2641	0.4409
Small	=1 廠商在所屬產業中規模係位於後 25%, =0 其他	0.2355	0.4243
員工特性變數			
Age30r	員工30歲以下占總員工之比例	0.1827	0.1814
Age3055r	員工介於 30-55 歲占總員工之比例	0.7170	0.1979
Age55r	員工 55 歲以上占總員工之比例	0.1003	0.1428
Edu_low	國中以下學歷之比例	0.5325	0.2419
Edu_mid	國中到專科之比例	0.4359	0.2309
Edu_high	大學與研究所之比例	0.0315	0.0733
H_index	人力資本指標=(Edu_low+1.4*Edu_mid+2*Edu_high)	1.2059	0.1176
H_index2	人力資本指標平方項	1.4680	0.2938
Male	男性員工占總員工之比例	0.5746	0.1971
FL_dummy	=1 廠商有僱用外籍勞工。 =0 沒有僱用外勞	0.1630	0.3693
Wdispersion	員工之薪資分散程度=員工薪資標準差/員工薪資平均數	0.3504	0.1342

樣本數:126,505 (資料期間爲 1998 至 2001 年以及 2002 至 2003 年,共 25,301 家廠商)。

而表 3 與表 4 則分別爲各產業的廠商與員工等變數之基本統計特性。首 先,我們從表 3 可以發現,石油及煤製品製造業與電子零組件製造業所創造 的生產附加價值相對較高;而木竹製品製造業則偏低。另從要素投入來看, 石油及煤製品製造業、電腦、通信及視聽電子產品製造業以及電子零組件製 造業的勞動規模皆相對較大,木竹製品製造業的平均從業員工則相對較少; 至於資本規模則以石油及煤製品製造業與電子零組件製造業居首。廠齡的部 分,平均來說,木竹製品製造業廠商的廠齡相對較高;電腦、通信及視聽電 子產品製造業以及電子零組件製造業廠商的成立時間則大多較短。

表 3: 各產業之廠商相關特性分布

產業(代碼)	$\ln Y$	lnL	ln <i>K</i>	lnAge	廠商 家數
食品及飲料製造業(8)	8.9945	2.5612	9.3819	2.7100	5,560
紡織業(10)	9.5383	2.9046	9.7910	2.5733	4,460
成衣、服飾品及其他紡織製品製造業(11)	9.0749	2.8629	8.8530	2.5201	2,815
皮革、毛皮及其製品製造業(12)	9.4610	2.9446	9.1145	2.6290	1,470
木竹製品製造業(13)	8.3051	2.0990	8.2903	2.8914	2,525
家具及裝設品製造業(14)	8.8708	2.5374	8.8129	2.5313	1,850
紙漿、紙及紙製品製造業(15)	9.0788	2.6318	9.1759	2.5807	3,055
印刷及其輔助業(16)	8.6323	2.2584	8.9611	2.3397	4,370
化學材料製造業(17)	9.6955	2.7165	9.9191	2.7735	1,140
化學製品製造業(18)	9.4299	2.7153	9.3815	2.7780	2,760
石油及煤製品製造業(19)	10.5291	3.0756	11.1080	2.3529	100
橡膠製品製造業(20)	9.1921	2.7282	9.3207	2.6063	2,070
塑膠製品製造業(21)	8.6438	2.2573	8.7986	2.5149	13,880
非金屬礦物製品製造業(22)	9.3137	2.7800	9.5944	2.7358	4,010
金屬基本工業(23)	9.8635	2.8469	9.9224	2.6053	3,565
金屬製品製造業24	8.7142	2.3068	8.7810	2.4005	19,215
機械設備製造修配業(25)	8.6095	2.1691	8.6798	2.3845	28,750
電腦、通信及視聽電子產品製造業(26)	9.8446	3.1993	9.6923	2.1513	2,335
電子零組件製造業(27)	10.0206	3.3354	10.0774	2.1778	3,705
電力機械器材及設備製造修配業(28)	9.2136	2.7010	9.0399	2.4347	5,710
運輸工具製造修配業(29)	9.1700	2.6912	9.1668	2.5460	6,550
精密、光學、醫療器材及鐘錶製造業(30)	9.2132	2.8000	9.2116	2.4586	1,925
其他工業製品製造業(31)	8.7547	2.4212	8.8116	2.5641	4,685

至於各產業員工特性的分布,從表4我們可觀察到,紙漿、紙及紙製品製造業、化學材料製造業、石油及煤製品製造業、金屬基本工業與機械設備製造修配業的平均男性從業員工比例皆高於六成;而成衣、服飾品及其他紡織製品製造業的平均男性從業員工比例僅約三成。另從員工年齡分布(Age30r與Age55r)的數值進行比較後我們可得知,科技產業如:電腦、通信及視聽電子產品製造業與電子零組件製造業僱用較高比例的年輕員工,而傳統產業如:食品及飲料製造業、木竹製品製造業則僱用較高比例的年長員工。至於僱用員工的平均教育程度,我們可從Edu_low與Edu_high的數值看出端倪。

表 4:各產業之員工相關特性分布

產業(代碼)	Male	Age30r	Age55r	Edu_ low	Edu_ high	FL_ dummy	Wdispersion	廠商 家數
食品及飲料製造業(8)	0.5365	0.1417	0.1578	0.4879	0.0462	0.0890	0.3114	5,560
紡織業(10)	0.4767	0.1685	0.0935	0.6070	0.0228	0.4435	0.3299	4,460
成衣、服飾品及其他紡織製品製造業(11)	0.3220	0.1344	0.1031	0.5714	0.0350	0.1584	0.3269	2,815
皮革、毛皮及其製品製造業(12)	0.4497	0.1471	0.1024	0.5572	0.0363	0.1585	0.3317	1,470
木竹製品製造業(13)	0.5713	0.0842	0.1903	0.6041	0.0199	0.0689	0.3453	2,525
家具及裝設品製造業(14)	0.5892	0.1885	0.1056	0.5816	0.0240	0.1886	0.3480	1,850
紙漿、紙及紙製品製造業(15)	0.6024	0.1532	0.1137	0.5406	0.0229	0.1974	0.3369	3,055
印刷及其輔助業(16)	0.5975	0.2122	0.0965	0.4917	0.0323	0.0322	0.3613	4,370
化學材料製造業(17)	0.6688	0.1536	0.1423	0.4139	0.0724	0.2228	0.2916	1,140
化學製品製造業(18)	0.5320	0.1688	0.1302	0.3485	0.0929	0.1293	0.3012	2,760
石油及煤製品製造業(19)	0.6870	0.1790	0.0946	0.3747	0.0544	0.0500	0.2754	100
橡膠製品製造業(20)	0.5784	0.1647	0.1157	0.5830	0.0288	0.3396	0.3423	2,070
塑膠製品製造業(21)	0.5187	0.1517	0.1041	0.5626	0.0256	0.1439	0.3731	13,880
非金屬礦物製品製造業(22)	0.5953	0.1364	0.1465	0.5552	0.0363	0.2978	0.3098	4,010
金屬基本工業(23)	0.6689	0.1658	0.1277	0.5538	0.0363	0.4118	0.3150	3,565
金屬製品製造業(24)	0.5923	0.1838	0.0931	0.5947	0.0181	0.1890	0.3682	19,215
機械設備製造修配業(25)	0.6796	0.2183	0.0806	0.5074	0.0215	0.0867	0.3729	28,750
電腦、通信及視聽電子產品製造業(26)	0.4356	0.2594	0.0390	0.3732	0.0856	0.1083	0.3074	2,335
電子零組件製造業(27)	0.4445	0.2574	0.0491	0.4429	0.0529	0.2564	0.3186	3,705
電力機械器材及設備製造修配業(28)	0.5133	0.1862	0.0855	0.4956	0.0403	0.1205	0.3417	5,710
運輸工具製造修配業(29)	0.5873	0.1983	0.1039	0.5714	0.0259	0.2333	0.3418	6,550
精密、光學、醫療器材及鐘錶製造業(30)	0.4841	0.1999	0.0807	0.4363	0.0619	0.0846	0.3262	1,925
其他工業製品製造業(31)	0.4840	0.1486	0.1177	0.5126	0.0451	0.1084	0.3479	4,685

高科技產業如化學材料製造業、化學製品製造業、電腦、通信及視聽電子產品製造業與精密、光學、醫療器材及鐘錶製造業等皆僱用較高比例的大學或研究所畢業之員工;而生產技術較爲傳統的木竹製品製造業的員工學歷在國中或以下的比例較高。另外,從 FL_dummy 的數值我們可以發現,紡織業、橡膠製品製造業與金屬基本工業僱用外籍勞工的廠商占總廠商的比例皆超過三成,顯示這些產業對於辛苦勞力的需求相對較高。最後,員工的薪資分散程度以石油及煤製品製造業最低;塑膠製品製造業與機械設備修配製造業相對較高。透過上述基本的統計描述我們可概略看出各產業僱用員工的相關特性,而這些結果亦與現實狀況相符合,顯示本文所使用的資料具有相當的代表性。

關於各項特性變數對技術效率的預期影響方向,我們將分點進行說明:

- (1)員工年齡組成(Age30r, Age55r): Herdt and Mandac(1981)指出員工組成 越年輕,可能對於新技術採用的適應力較強,且學習能力相對較高,因此 技術效率將會有所提升;但另一方面,Wilson et al.(1998)則認為年長員 工卻有著較豐富的經驗累積,且對於製造流程或品質皆較為熟稔,有助於 提升技術效率。
- (2)員工性別組成(Male):性別對於技術效率的影響,在不同產業的反應可能不盡相同。若該產業的生產技術屬於體力密集,則男性比例相對較高的廠商其生產的技術效率將會提升;反之,若該產業的勞動需求爲非體力員工,則男性比例對技術效率將可能呈現負向或是無顯著影響。
- (3)員工教育程度組成(H_index): Kumbhakar et al. (1991)與 Batra and Tan (2003)等文獻皆指出員工的教育程度若越高,技術能力與組織管理能力也將提高,使得生產技術效率提高。因此,教育程度對技術效率影響的預期將爲正向。另外,爲了探討此正向效果是否隨著教育程度的升高而遞減,我們在分析中亦加入 H index 的平方項。
- (4)廠商是否僱用外籍勞工(FL_dummy):我國外籍勞工主要引入的目的在於 填補一般國人較不願意從事的工作職缺,且 Peri(2009)指出外籍勞工的 移入將增加本國勞工的競爭,因此,僱用外籍勞工的廠商理應有較佳的技 術運用效率。但另一方面,外籍勞工係存在管理與溝通的問題,若這些問

題造成顯著的負面影響,則將會減弱技術效率提升所帶來的好處。

- (5)員工薪資分散度(Wdispersion):目前仍未有相關文獻直接討論薪資分散度與技術效率的關聯,我們係根據 Lazear and Rosen(1981)與 Akerlof and Yellen(1990)兩篇文章的論點,前者認為員工薪資若較為分散,隱含廠商對員工的賞罰分明,進而提供員工努力誘因,使得員工的生產效率較佳;後者則認為薪資分布不均,將可能造成員工之間的妒忌與間隙而使團隊渙散,使得生產效率低落。因此我們仍無法確定其影響方向,端看上述哪種論點較符合實際情形而定。
- (6)廠齡 (InAge): Pitt and Lee (1981) 指出,廠商在生產過程中,隨著該廠營運年數的增加,透過時間的學習將會得到較佳的生產效率。但另一方面,廠齡較長的廠商,也可能因爲生產設備老舊,且替換設備的成本相對高昂,因而使得生產效率相對較差。Batra and Tan (2003) 則針對五個國家的製造業廠商進行技術效率分析,他發現由於各國經濟體系與廠商結構有所差異,因此廠齡與技術效率的關聯性並非完全一致。
- (7)廠商規模虛擬變數(Large, Small): Seale (1990)指出,大規模廠商由於享有規模經濟,因此平均技術效率應高於其他中小型廠商;然而 Zheng et al. (2003)卻認為大型廠商較不易倒閉,反而減弱了其競爭性,而中小型廠商因汰換速度較快,故存活下來的廠商其技術效率將會相對較佳。故規模對技術效率的影響方向無法確定。

總的來說,除了員工教育程度組成之外,各變數對生產技術效率的預期 影響皆不明確,端視正負兩面之效果強弱而定。況且,我們係針對製造業中 23個二欄位產業進行分析,各產業的勞動需求與生產技術等皆存在著明顯差 異,故這些變數在不同的產業中的影響效果也不盡相同。因此,我們在下一 小節將利用實證的估計結果,檢視不同產業的各項特性變數中,何種效果對 技術效率的影響較爲強烈。

肆、實證結果

一、各產業技術效率與規模報酬估計

由於本研究的生產函數設定為 Translog 函數,為了觀察各產業之間的函 數型式是否屬於較爲簡化的 Cobb-Douglas 函數,我們先以概似比率檢定 (LR test) 來做測試, 11 檢定統計量列於附表 1。從表中的統計量我們可看出,除 了成衣、服飾品及其他紡織製品製造業與石油及煤製品製造業之外,其他產 業的檢定皆拒絕虛無假設, 12 換言之, 成衣、服飾品及其他紡織製品製造業 和石油及煤製品製造業這兩個產業的生產函數較適合 Cobb-Douglas 函數型 態, 13 而其他產業則仍以 Translog 函數較爲恰當,故以下的函數型式設定即 按照上述的檢定結果進行估計。表5爲23個產業利用Battese and Coelli (1995) 隨機邊界模型所得到的要素產出彈性估計值。¹⁴ 針對勞動產出彈性,其數 值約介於 0.75 至 0.94,表示勞動要素投入增加 1%,總產量將增加 0.75% 至 0.94%之間。而該數值以食品及飲料製造業最高,石油及煤製品製造業則相 對較低。另將產業分成四大類別來看,資訊電子產業的平均勞動產出彈性最 高,其次爲民生工業,化學工業則居末座。顯示民生工業與資訊電子產業 中,勞動投入所帶來的產出效益較爲明顯;而化學工業則偏重於資本與技術 的應用,因此相對於其他產業,勞動僱用增加所帶來的效益較爲偏低。至於 資本產出彈性,估計數值約介於 0.12 至 0.33 之間,該數值以石油及煤製品 製造業居首,木竹製品製造業則最低。若從四大類別來看,化學工業的平均 資本產出彈性爲 0.2382 達最高,其次依序爲資訊電子產業(0.2334)、金屬

¹¹ 虛無假設;爲(3)式中的 $H_0: \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = \beta_7 = \beta_8 = \beta_9 = 0$ 。

¹² 卡方檢定的臨界值為 x201(6)=16.81。

¹³ 成衣、服飾品及其他紡織製品製造業的 Cobb-Douglas 函數估計值為: β_0 =5.1990 (0.0718)、 β_1 =0.0009 (0.0087)、 β_2 =0.9062 (0.0134)、 β_3 =0.1917 (0.0095)。而石油及煤製品製造業的 Cobb-Douglas 函數估計值為: β_0 =5.4256 (0.4675)、 β_1 =-0.0953 (0.0472)、 β_2 =0.7481 (0.1004)、 β_3 =0.3297 (0.0597)。至於技術效率估計式則同列於表 6。

¹⁴ 本模型的估計係利用 Frontier 4.1 版程式,該軟體可從下列網址:http://www.uq.edu.au/eco-nomics/cepa/frontier.htm 下載。

機械產業(0.2270)以及民生工業(0.2143)。顯示化學工業中,資本投入所帶來的產出效益較佳,而民生工業的資本產出效益則相對較低。另外,透過勞動與資本產出彈性相互比較後我們也可發現,相對於其他產業,化學工業屬於資本較為密集之產業,而民生工業則傾向於勞力密集產業。

將勞動與資本產出彈性進行加總,我們即可得到各產業的規模報酬彈性。從表 5 的數值來看,除了化學材料製造業之外,所有產業皆呈現規模報酬遞增,且數值介於 1.01 至 1.22 之間。當中,以食品及飲料製造業的規模報酬最高。顯示平均而言,各產業廠商仍存有擴大規模的空間,透過規模報酬的助益,將使長期生產成本降低。而若針對四大類別的平均規模報酬彈性,則以資訊電子業 1.13 達最高,金屬機械產業則相對較低。

關於各產業的技術效率,從表 5 我們可得知,整體而言,技術效率估計値介於 0.59 至 0.83 之間,顯示製造業廠商的實際產出水準達到最有效率產出水準的 59% 至 83%。而從各產業來看,以皮革、毛皮及其製品製造業的技術效率居冠,化學製品製造業則最低。若觀察四大類產業,則以資訊電子產業的平均技術效率相對較高,民生工業的平均技術效率則偏低。另外,Forsund and Jansen(1977)在其文章中指出,資本勞動比越高的廠商,一般來說較具有生產效率。因此,我們也把各產業的平均資本勞動比率列於表 5。從技術效率估計値與資本勞動比率相對照後,我們可發現技術效率確實與資本勞動比之間存在著顯著正向關聯性,¹⁵ 與 Forsund and Jansen(1977)所提出的見解一致。

針對前述規模報酬與技術效率之結果,我們可進一步與劉錦添(1995) 及黃雅鈴(2008)針對臺灣製造業的實證結果相比較。其中,劉錦添(1995) 係利用 1990 年的工廠校正暨營運調查資料進行分析,其所得到的規模報酬 彈性約落在 0.99 至 1.93 之間,以金屬製品及機械製造修配業最高,而此結 果也反映出資料期間不同所產生的差異,因在 90 年代初期,技術相對較低 的金屬機械製造業仍是促進經濟發展的主要產業,而後在臺灣的科技與專有

¹⁵ 以技術效率對資本勞動比進行迴歸分析後,所得到的估計結果為 0.0002 (0.00004), t 值為 4.92。

表 5:各產業生產因素產出彈性與規模報酬

行業類別	產業(代碼)	勞動產 出彈性	資本產 出彈性	規模報 酬彈性	技術效率	資本 勞動比
	食品及飲料製造業(8)	0.9365	0.2789	1.2154	0.7247	3435.65
	紡織業(10)	0.8163	0.2546	1.0709	0.6941	1741.58
	成衣、服飾品及其他紡織製品製造業(11)	0.9062	0.1917	1.0979	0.7093	882.33
民生工業	木竹製品製造業(13)	0.8849	0.1236	1.0085	0.7871	1130.27
工業	家具及裝設品製造業(14)	0.9167	0.1896	1.1063	0.6955	1102.65
	非金屬礦物製品製造業(22)	0.8728	0.2696	1.1424	0.7090	2577.47
	其他工業製品製造業(31)	0.9228	0.1918	1.1146	0.7245	1313.04
	平均	0.8937	0.2143	1.1180	0.7206	1740.43
	皮革、毛皮及其製品製造業(12)	0.9133	0.2468	1.1601	0.8277	1136.59
	紙漿、紙及紙製品製造業(15)	0.8864	0.2278	1.1142	0.7183	1349.73
	印刷及其輔助業(16)	0.8798	0.1911	1.0709	0.7581	1518.83
化	化學材料製造業(17)	0.8805	0.2679	1.1484	0.8010	2492.06
化學工業	化學製品製造業(18)	0.8348	0.2301	1.0649	0.5884	1524.40
業	石油及煤製品製造業(19)	0.7481	0.3297	1.0778	0.6266	9291.92
	橡膠製品製造業(20)	0.8675	0.2090	1.0765	0.7844	1211.84
	塑膠製品製造業(21)	0.8261	0.2028	1.0290	0.7690	1298.91
	平均	0.8545	0.2382	1.0927	0.7341	2478.04
	金屬基本工業(23)	0.8640	0.3010	1.1650	0.7026	2568.69
金	金屬製品製造業(24)	0.8057	0.2226	1.0282	0.7719	1160.34
金屬機械	機械設備製造修配業(25)	0.8956	0.1652	1.0608	0.7590	1231.37
械	運輸工具製造修配業(29)	0.8912	0.2191	1.1104	0.7431	1260.40
	平均	0.8641	0.2270	1.0911	0.7441	1555.20
	電腦、通信及視聽電子產品製造業(26)	0.8843	0.2904	1.1747	0.7312	1354.68
資	電子零組件製造業(27)	0.9030	0.2415	1.1445	0.7566	1790.24
資訊電子	電力機械器材及設備製造修配業(28)	0.8761	0.2242	1.1003	0.7535	1155.30
子	精密、光學、醫療器材及鐘錶製造業(30)	0.9231	0.1773	1.1004	0.7392	1135.60
	平均	0.8966	0.2334	1.1300	0.7451	1358.96

註:資本勞動比的單位爲(千元/人)。

技術迅速發展之下,整體製造業的發展主力遂逐漸轉向於資訊電子產業,故相較之下,劉錦添(1995)文中所得到的平均規模報酬彈性以金屬機械產業較高,而本研究則是以資訊電子產業居首。至於在劉錦添(1995)文中所估計的各產業技術效率,其分布於 0.56 至 0.82 之間,與本研究的估計值相仿。而黃雅鈴(2008)主要使用 1992 年至 2005 年的工廠校正暨營運調查資料做分析。該文的規模報酬彈性與技術效率估計結果的分布頗爲相似,然而,該文在進一步討論影響技術效率因子時,並未考量廠商內部人力資本的特性,而誠如 Abowd et al. (1999) 所述,¹⁶ 人力資本在廠商的績效表現上所扮演的角色確不容忽視,故此也爲本研究最大的貢獻之處。

二、技術效率的決定因素

表 6 係為不同業別技術效率之決定因素估計結果。由於利用程式估計時 的被解釋變數爲技術無效率,爲了利於觀察各項特性對技術效率的影響,在 此我們將所有估計結果都乘上負號,換言之,被解釋變數將轉換爲技術效 率,也因此,估計結果若符號呈現正向則代表有助於技術效率的提升,反 之,則使技術效率降低。首先,我們從員工特性來觀察,關於員工特性對技 術效率的影響效果,以員工年齡組成來看,幾乎所有的民生工業(產業代碼 8、10、13、14、22 與 31)與橡膠製品製造業、皮革、毛皮及其製品製造業、 印刷及其輔助業、化學材料製造業、化學製品製造業、運輸工具製造修配業 及機械設備製造修配業中,僱用較高比例年輕員工(Age30r)的廠商,其技 術效率將會相對較佳。而另一方面,除了木竹製品製造業之外,年長員工比 例(Age55r)與技術效率在所有產業中皆呈現負向關係,換言之,大多數的 製造業中,廠商若僱用較高比例年長員工,其生產的技術效率將會相對較 差,而木竹製品製造業推測可能大多屬於傳統工藝,因此,在技術變遷相對 較少之下,員工因年齡增加所得到的學習效果將更爲明顯。將上述結果歸納 後,我們可預期,對勞力或體力密集的產業,僱用較高比例的年輕員工,將 可增加其生產技術效率;而針對所有產業,相較於僱用年長員工,僱用較高

¹⁶ 請參閱 Abowd et al. (1999) 文中的 251-253 頁。

表 6:技術效率估計結果

產業代碼	8	10	11	12	13	14
行業名稱	食品及飲料	紡織	成衣、服飾品及 其他紡織製品	皮革、毛皮 及其製品	木竹製品	家具及 裝設品
constant	-24.2581***	4.5731***	-23.4497***	-1.9901***	-0.8793	13.6569***
	(1.2523)	(0.6287)	(3.9602)	(0.8363)	(1.8568)	(1.3435)
員工特性變數	t					
Age30r	2.2828***	0.2942	3.3680***	2.5366***	1.4973***	6.1578***
	(0.4170)	(0.2723)	(0.6249)	(0.4949)	(0.3464)	(0.6798)
Age55r	-0.1391	-2.2041**	-5.9748***	-6.1291***	0.2225**	2.0565
	(0.6392)	(1.0063)	(0.5611)	(1.6381)	(0.1129)	(1.6197)
Male	-0.6274	0.9115***	-0.0110	3.5248***	1.0461***	-4.1643***
	(0.5612)	(0.3036)	(0.6104)	(0.7020)	(0.1969)	(0.7479)
H_index	63.1131***	0.1109	59.8795***	6.2692***	4.9462*	1.7551**
	(3.1469)	(1.1974)	(9.2087)	(1.2192)	(2.7296)	(0.8488)
H_index2	-23.2464***	-0.4537	-21.8487***	-0.8433**	-2.2161**	-0.1398
	(1.2405)	(0.5228)	(3.6408)	(0.4014)	(1.0975)	(0.4765)
FL_dummy	0.5022***	2.9218***	2.4693***	1.3203***	1.4607***	2.2369***
	(0.1861)	(0.2605)	(0.8571)	(0.2561)	(0.5396)	(0.3570)
Wdispersion	-2.3051***	0.5350	-2.4586***	-1.6420	-0.1882	3.9834***
	(0.4920)	(0.4541)	(0.9526)	(1.3296)	(0.1255)	(0.8798)
廠商特性變數	t					
lnAge	-0.2194	-0.0176	-0.4966***	0.3115	-0.5320***	-0.6264***
	(0.1637)	(0.0418)	(0.1556)	(0.3460)	(0.0762)	(0.1414)
Large	1.1495***	0.6927***	0.4222*	0.0340	0.9187***	-0.7198***
	(0.3649)	(0.1421)	(0.2247)	(0.2483)	(0.2916)	(0.1726)
Small	-6.2714***	-2.4794***	-3.9075***	-0.1164	-1.0327***	-4.2881***
	(0.2872)	(0.4082)	(0.5541)	(0.3088)	(0.1695)	(0.3803)
γ	0.9421***	0.8462***	0.9529***	0.8340***	0.5344***	0.9609***
	(0.0022)	(0.0044)	(0.0063)	(0.0064)	(0.0487)	(0.0041)
σ_{S}^{2}	6.2302***	1.6080***	6.1792***	1.4974***	0.6649***	5.4950***
	(0.2143)	(0.0013)	(0.7487)	(0.0029)	(0.0581)	(0.4640)
樣本數	5,560	4,460	2,815	1,470	2,525	1,850

註:1. * 、 ** 與 *** 分別表示 10%、5% 與 1% 之水準下顯著,括弧內估計爲標準誤。 2. $\sigma_s^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$, $\gamma = \sigma_u^2/\sigma_s^2$ 。

表 6:技術效率估計結果(續1)

產業代碼	15	16	17	18	19	20
行業名稱	紙漿、紙 及紙製品	印刷	化學材料	化學製品	石油及 煤製品	橡膠製品
constant	14.8395***	-26.0457***	1.3137	-0.1347	0.5976	0.8205
	(1.1321)	(3.0025)	(1.0631)	(0.0862)	(1.2086)	(0.6056)
員工特性變數						
Age30r	-0.5528	0.8716***	2.7074***	0.0919***	-1.0793	2.1741***
	(0.7388)	(0.3583)	(0.5008)	(0.0335)	(0.8053)	(0.4843)
Age55r	-3.9578***	-3.7089***	0.1834	-0.1868***	0.5410	-1.9360***
	(1.0987)	(0.5016)	(1.2474)	(0.0239)	(0.9962)	(0.2969)
Male	-1.0053	3.8350***	4.5299***	0.7125***	0.8137	4.3986***
	(0.6719)	(0.5078)	(0.6325)	(0.0405)	(0.6570)	(0.2812)
H_index	4.5885***	52.8813***	5.4708***	0.9123***	-1.4386	1.2298
	(0.8706)	(4.5470)	(0.8799)	(0.3635)	(2.3167)	(0.8340)
H_index2	-3.3395***	-18.9525***	-2.0881***	-0.2442	0.2829	-0.6750*
	(0.5919)	(1.5293)	(0.6078)	(0.1723)	(1.0407)	(0.3764)
FL_dummy	2.2288***	0.7421**	0.0707	0.1967***	3.8692	3.5139***
	(0.2958)	(0.3457)	(0.4717)	(0.0283)	(2.5910)	(0.1256)
Wdispersion	13.5451***	2.5913***	-3.4676***	-0.1671	0.7891	1.5717***
	(0.7509)	(0.7036)	(0.8982)	(0.1279)	(0.7575)	(0.3774)
廠商特性變數						
lnAge	-0.8878***	-0.0065	-0.8728***	-0.1173***	-0.1333	-0.0197
	(0.1458)	(0.1942)	(0.2719)	(0.0108)	(0.2465)	(0.0667)
Large	-4.0920***	1.3007***	-0.0253	0.1046***	1.8021**	-0.4220***
	(0.1904)	(0.3910)	(0.9197)	(0.0249)	(0.8249)	(0.1112)
Small	-3.2768***	-3.9818***	-1.3059***	-0.2013***	-0.3650	-1.0984***
	(0.2491)	(0.2033)	(0.3088)	(0.0275)	(0.3569)	(0.0981)
γ	0.9795***	0.9618***	0.7897***	0.1663***	0.4609**	0.9085***
	(0.0013)	(0.0025)	(0.0153)	(0.0023)	(0.2051)	(0.0076)
σ_S^2	6.8198***	4.3148***	1.4219***	0.2737***	0.4378***	1.6044***
	(0.2938)	(0.2650)	(0.0024)	(0.0019)	(0.1367)	(0.1017)
樣本數	3,055	4,370	1,140	2,760	100	2,070

註:1. * 、 ** 與 *** 分別表示 10% 、 5% 與 1% 之水準下顯著,括弧內估計爲標準誤。 2. $\sigma_s^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$, $\gamma = \sigma_u^2/\sigma_s^2$ 。

表 6:技術效率估計結果(續 2)

產業代碼	21	22	23	24	25	26
行業名稱	塑膠製品	非金屬 礦物製品	金屬 基本工業	金屬製品	機械設備	電腦、通信及 視聽電子產品
constant	0.6654	-5.4976***	5.2904***	-9.6644***	-14.5614***	-41.1588***
	(0.9686)	(1.2091)	(1.3115)	(0.5390)	(2.1075)	(5.1556)
員工特性變數						
Age30r	-0.3204	2.1734***	-3.6854**	0.0814	0.5086***	1.6658***
	(0.2735)	(0.5359)	(1.7477)	(0.0873)	(0.1492)	(0.3598)
Age55r	-1.7317***	-4.9381***	-9.6005***	-1.9145***	-4.9533***	-6.1917***
	(0.2104)	(0.5719)	(0.9165)	(0.1209)	(0.1750)	(1.5047)
Male	2.1668***	5.3001***	-0.4232	-0.0244	5.1514***	-0.2099
	(0.2652)	(0.4486)	(0.7481)	(0.0852)	(0.1587)	(0.7055)
H_index	13.9725***	20.0127***	21.9484***	28.7479***	37.0740***	91.8032***
	(1.2969)	(2.2695)	(2.6065)	(0.8900)	(3.1261)	(10.8714)
H_index2	-5.5758***	-6.8828***	-9.6367***	-11.0678***	-13.2130***	-36.5537***
	(0.5161)	(0.9237)	(1.4549)	(0.3651)	(1.1619)	(4.1055)
FL_dummy	3.0979***	2.3031***	4.0943***	4.1819***	1.2183***	0.4182
	(0.2813)	(0.1545)	(0.2520)	(0.1157)	(0.0859)	(0.4821)
Wdispersion	0.4034	0.7560	1.7277	-0.1359	0.0626	6.4392***
	(0.4256)	(0.7243)	(1.1160)	(0.1372)	(0.1582)	(1.3232)
廠商特性變數						
lnAge	-0.2536***	-1.1636***	0.3392	-0.0562**	-0.2382***	0.0209
	(0.0628)	(0.1188)	(0.2813)	(0.0259)	(0.0591)	(0.1232)
Large	0.0211	1.5312***	-3.4282***	-0.0043	-0.0493	0.9625*
	(0.0569)	(0.1435)	(0.2011)	(0.0409)	(0.0401)	(0.4917)
Small	-3.4215***	-1.3224***	-0.1797	-3.3620***	-3.3511***	1.8221***
	(0.2310)	(0.1406)	(0.2512)	(0.1653)	(0.0706)	(0.2942)
γ	0.9356***	0.9413***	0.9570***	0.9327***	0.9563***	0.9469***
	(0.0027)	(0.0065)	(0.0031)	(0.0019)	(0.0012)	(0.0043)
σ_S^2	3.1050***	4.1131***	8.2987***	2.6848***	4.3623***	7.6057***
	(0.1339)	(0.3439)	(0.5757)	(0.0593)	(0.0882)	(0.5289)
樣本數	13,880	4,010	3,565	19,215	28,750	2,335

註:1. * 、 ** 與 *** 分別表示 10% 、 5% 與 1% 之水準下顯著,括弧內估計爲標準誤。 2. $\sigma_s^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$, $\gamma = \sigma_u^2/\sigma_s^2$ 。

表 6:技術效率估計結果(續 3)

產業代碼	27	28	29	30	31
行業名稱	電子零組件	電力機械 器材及設備	運輸工具	精密、光學、 醫療器材及鐘錶	其他工業 製品
constant	-56.3952***	-21.6299***	-2.3314***	3.6422***	5.5172***
	(6.1545)	(0.8952)	(0.6613)	(0.8531)	(0.7454)
員工特性變數					
Age30r	-3.3843***	1.3978***	2.9498***	-2.3686***	2.5876***
	(0.3941)	(0.2812)	(0.4170)	(0.7292)	(0.8660)
Age55r	-8.6716***	-1.6909***	-3.0393***	-3.1030***	-6.1790***
	(0.5780)	(0.6715)	(0.6045)	(1.0310)	(0.7301)
Male	2.9663***	2.5433***	-1.6777***	-2.7065***	-0.9075
	(0.8778)	(0.4288)	(0.3708)	(0.7380)	(0.5518)
H_index	97.9749***	49.3011***	28.9231***	13.5974***	11.1928***
	(9.1097)	(2.7999)	(2.2640)	(2.6194)	(1.1181)
H_index2	-36.9485***	-19.7085***	-11.3686***	-4.7256***	-3.4163***
	(3.3646)	(1.1496)	(1.1479)	(1.0727)	(0.4538)
FL_dummy	1.1689***	1.9458***	1.3529***	2.3947***	2.9298***
	(0.1776)	(0.3014)	(0.2145)	(0.8223)	(0.5119)
Wdispersion	1.1514	-2.4332	3.8469***	-2.3343	4.0874***
	(0.7741)	(1.5941)	(0.4493)	(1.9362)	(0.5886)
廠商特性變數					
lnAge	1.1387***	0.5060***	-0.6240***	-0.8162***	-0.3673***
	(0.2049)	(0.0588)	(0.1062)	(0.1793)	(0.1240)
Large	1.8459***	1.7340***	-1.0980***	3.0001***	0.2625***
	(0.5081)	(0.1331)	(0.1025)	(0.4847)	(0.1081)
Small	1.3726***	-0.4979***	-4.1399***	-1.2439***	-3.0650***
	(0.2303)	(0.1041)	(0.2314)	(0.2501)	(0.1966)
γ	0.9288***	0.9410***	0.9621***	0.9381***	0.9574***
	(0.0049)	(0.0034)	(0.0023)	(0.0081)	(0.0032)
$\sigma_{\scriptscriptstyle S}^2$	4.0675***	4.1650***	5.2593***	3.6066***	5.5741***
	(0.2066)	(0.2859)	(0.2827)	(0.4310)	(0.3153)
樣本數	3,705	5,710	6,550	1,925	4,685

註:1. * 、 ** 與 *** 分別表示 10% 、 5% 與 1% 之水準下顯著,括弧內估計爲標準誤。 2. $\sigma_s^2 = \sigma_u^2 + \sigma_v^2$, $\gamma = \sigma_u^2/\sigma_s^2$ 。

比例的年輕(30歲以下)或中年員工(30至55歲)皆會使該廠的技術效率 有所提升。

至於男性比例(Male)對技術效率的影響,隨著各產業特性的變化,此變數的估計結果也不盡相同。幾乎所有的化學工業(產業代碼 12、16、17、18、20 與 21)、紡織業、木竹製品製造業、非金屬礦物製品製造業、電子零組件製造業、電力機械器材及設備製造修配業與機械設備修配製造業等對於專業技術或勞動的體力需求較高的產業,廠商僱用男性員工的比例越高,該廠的技術效率將會上升。反觀家具及裝飾品製造業、運輸工具製造修配業以及精密、光學、醫療器材及鐘錶製造業中,男性員工比例的增加將使技術效率降低。推測這些產業可能需要較爲細心的勞動力,因此,員工女性比例的增加有助生產技術效率的提升。

而代表員工教育程度組成的人力資本指標(H index)與其平方項(H index2),對大部分產業的技術效率分別皆呈現正向與負向的影響效果。這顯 示廠商僱用較多的高教育員工,有助於技術效率的提升,但此助為將隨著員 工組成的教育程度增加而遞減。另值得注意的是,電腦、通信及視聽電子產 品製造業以及電子零組件製造業中,人力資本指標對技術效率的影響效果較 大,此結果隱含,在高科技產業當中,員工教育程度提升所帶來的技術效率 助益將更爲強烈;而食品及飲料製造業、成衣、服飾品及其他紡織製品製造 業與印刷及其輔助業等較爲傳統的產業,其人力資本指標對技術效率的影響 亦非常顯著,顯示高教育程度員工的增加對於傳統產業之技術效率也有相當 大的助益,推測當傳統產業的廠商面臨轉型時,對於技術與創意的需求增加, 因此,高教育人才的聘用將有助於生產效率。至於紡織業與石油及煤製品製 造業中,人力資本指標及其平方項對技術效率的影響皆不顯著。其中,紡織 業一直以來皆是鮮明的勞力密集產業,因此,員工學歷的高低對於該產業生 產效率的影響可能並不明顯,但此結果卻與林灼榮等(2007)針對臺灣紡織 業探討技術效率的研究結果相左。然而,該篇文章並無控制年輕員工的比例, 推測年輕員工通常平均教育程度也相對較高,故在未控制年輕員工的比例 時,員工高學歷比重的增加將助於技術效率的提升。另外,在石油及煤製品 製造業中,各項員工的特性變數對於技術效率皆無顯著性影響。由於石油及

煤製品製造業係高度資本密集的產業,資本勞動比率爲所有製造業中最高 (請參閱表 5),我們推測該產業的生產過程中實體資本的運用扮演最重要的 角色,相對而言,人力資本在技術效率的提升上所扮演之角色可能較爲輕微。

外籍勞工的聘用對各產業廠商的技術效率皆呈現一致的正向效果。顯示在臺灣的製造業中,外籍勞工因可塡補一般國人較不願意從事的工作職缺,並進一步增加國內勞工的相對競爭性,促使廠商生產的技術效率提升。最後,員工薪資分散度(Wdispersion)與技術效率的關係,隨著產業的不同,所得到的結果亦有明顯差異。觀察 23 個產業中,有 10 個產業其員工的薪資分散度對技術效率有顯著影響,其中,食品及飲料製造業、成衣、服飾品及其他紡織製品製造業與化學材料製造業的估計結果爲負向,顯示這些產業的員工薪資若越分散,將會造成技術效率的損失;而另其他 7 個產業的結果則表示,當員工薪資分散度越高,將有助於技術效率的提升。總的來說,薪資分散程度對技術效率的影響似乎並不明顯,若針對這些有顯著影響的產業來看,Akerlof and Yellen(1990)的薪資公平理論似乎僅反映在部分傳統民生產業上,而大部分的其他製造業皆偏向於 Lazear and Rosen(1981)的薪資競賽理論。

另從廠商特性來觀察,廠齡(InAge)對技術效率的影響,除了電子零組件製造業與電力機械器材及設備製造修配業中,廠齡增加有助於技術效率的提升之外,其餘產業皆對技術效率呈現負向或不顯著的影響效果。推測其原因爲:電子零組件製造業與電力機械器材及設備製造修配業的屬性偏向於高科技產業,故廠商因廠齡增加的技術落後效果可能並不明顯。至於其他大多數的產業,廠齡所反映的技術落後效果皆較學習效果來的強烈。

而廠商的規模變數(Large, Small)對技術效率的影響,針對大部分的產業來說,相較於其他廠商,規模位於後25%的廠商,其生產的技術效率將越差。此外,電腦、通訊及視聽電子產品製造業以及電子零組件製造業中,規模位於前25%與後25%的廠商,其技術效率皆相對較高,電腦、通訊及視聽電子產品製造業以及電子零組件製造業因其係爲獲利較豐的產業,故競爭相對激烈,能存活的小廠商,其生產的技術效率必定相對較佳。整體而言,規模較大的廠商,其技術效率表現越佳,此結果亦與陳忠榮等人(2001)所得到的結果略爲一致。該文的估計對象爲製造業9個四欄位產業,其中有8

個產業類別的大型廠商17之技術效率優於其他中小型廠商。

伍、結論

本研究利用 1998 至 2003 年臺灣製造業的廠商與員工合併資料,分析二欄位產業別的 23 個產業之生產技術效率。估計模型係引用 Battese and Coelli (1995)的隨機邊界模型,並考量各廠商的廠齡、規模、員工薪資分散度與人力資本特性變數,進行各產業的生產技術效率評估。根據本文的分析,我們得到下列結論:

第一,針對要素產出彈性,各產業增加勞動投入對產量的貢獻度皆大於資本投入。全體製造業的勞動產出彈性約介於 0.78 至 0.99 之間;資本產出彈性約在 0.13 至 0.32 左右;而各產業的規模彈性估計値則介於 1.02 至 1.22 之間,故所有產業皆呈現規模報酬遞增,此結果也隱含,平均而言,各產業廠商仍存有擴大規模的空間,透過規模報酬的助益,將使長期生產成本降低。而若將產業類別歸納爲民生工業、化學工業、金屬機械與資訊電子四大類時,以資訊電子產業的平均勞動產出彈性最高,平均資本產出彈性則以化學工業居首。另將四大類產業的規模彈性進行比較,我們發現資訊電子業的平均規模報酬達最高,化學工業的平均規模報酬則相對較低。

第二,各產業的平均技術效率估計値約介於 0.55 至 0.83 之間,而此結果亦與劉錦添 (1995) 及黃雅鈴 (2008) 針對臺灣製造業的實證結果相仿。從各產業來看,以皮革、毛皮及其製品製造業的技術效率居冠,化學製品製造業則最低。另外,技術效率與資本勞動比之間存在著顯著的正向關聯性,與Forsund and Jansen (1977) 所提出的見解一致。

第三,就技術效率影響因素的估計方面,我們分別針對員工年齡、性別、 教育程度組成、廠商是否僱用外籍勞工、員工薪資分散度以及廠商的廠齡、 規模等特性進行討論。從員工特性來觀察,對勞力或體力密集的產業(如民 生工業、運輸工具製造修配業與機械設備製造修配業),僱用較高比例的年輕

¹⁷ 該文的大型廠商定義爲人數 100 人以上之廠商。

員工,將可增加其生產技術效率;而相較於僱用年長員工,所有產業(除了木竹製品製造業)的廠商僱用較高比例的年輕或中年員工,皆會使該廠的技術效率上升。另外,對專業技術需求較高的產業(如:電子零組件製造業、電力機械器材及設備製造修配業與機械設備製造修配業),廠商僱用男性員工的比例越高,該廠的技術效率將會上升。至於員工教育程度對技術效率的影響,由於教育程度越高的勞工,其技術能力與組織管理能力也相對較好,因此,若廠商僱用較多的高教育勞工,有助於技術效率的提升,但此助益將隨著員工平均教育程度的增加而遞減,而其中,又以電腦、通信及視聽電子產品製造業以及電子零組件製造業等資訊產業,員工教育程度對於技術效率的提昇甚爲明顯。除此之外,外籍勞工的僱用對所有產業廠商的技術效率皆有助益,顯示外籍勞工可填補一般國人較不願意從事的工作職缺,且增加國內勞工的相對競爭性。最後,薪資分散程度對技術效率的影響似乎並不明顯,但較多數的估計結果仍符合 Lazear and Rosen (1981) 薪資競賽理論的預期,顯示員工的薪資分散程度越大,將會激勵員工的相互競爭,進而得到較佳的生產技術效率。

至於廠商特性對技術效率的影響效果,從廠齡來看,新興產業如:電子 零組件製造業與電力機械器材及設備製造修配業等產業,由於廠商的學習效 果大於技術落後效果,因此,當廠商的營運時間越長,生產的技術效率越 佳。而針對大部分的產業而言,廠商的規模對技術效率係呈現正向影響,亦 即規模的提升有助於技術效率。

由於本研究之主軸旨在呈現製造業中各產業的人力資本對技術效率之影響,針對我們實證結果的發現,將可延伸出以下的政策意涵:(1)員工平均教育程度的增加不僅提昇了資訊電子產業的技術效率,對於大多數傳統產業的技術效率也皆有幫助。而一般來說,具有大學以上教育程度的員工對研發之貢獻最大,¹⁸且研發能力又是公司成長的主要動力,因此,公司增加高學歷

¹⁸ 從我們的資料中可觀察到,教育程度為大學以上之員工比率與廠商的研發支出兩者之間的相關係數為 0.1732,且在 1%的顯著水準下顯著(異於零);而教育程度為大學以下之員工比率與廠商的研發支出兩者之間的相關係數則為 -0.0755,此結果也間接隱含"廠商的研發"與"教育程度為大學以上之員工"兩者呈現互補關係。

研發人才的僱用,將會使得整體的生產更具效率。(2)外籍勞工的聘用皆有助於各產業技術效率的提昇,然而,臺灣的外籍勞工仍是屬於限制性開放的勞動力,單純就製造業生產效率的層面來看,外籍勞工的聘用,將會使臺灣廠商在生產層面更具有競爭力。(3)本研究所使用的"員工薪資分散程度"變數,主要係探討差異化薪資對於員工努力程度的誘因機制,而在研究結果中,多數的產業仍支持"薪資分散程度越高,生產的技術效率越佳"之論證,故廠商在員工薪資給付的層面,採用賞罰分明的機制將不失爲一個有效提昇產能的良好對策。

最後,本研究僅針對廠商與內部員工特性進行效率差異比較,並未探討 外在環境變數如產業或地理集中度等特性,以及人力資本外溢效果是否對於 製造業的技術效率產生明顯影響。此外,本文僅探討規模對技術效率的影響, 並未進一步將樣本以規模區分進行分析,而這些都是我們未來的研究重點。

參考資料

A. 中文部分

林灼榮、蔡榮德、邱敬貿、康家維

2007 〈研發投入與人力資本對台灣紡織業與通訊產業生產效率攸關性之研究〉,《東吳經濟商學學報》 58: 89-120。(Lin, Jwu-rong, Jung-rong Tsai, Jun-mauo Chiu, and Chiawei Kang, 2007, "The Effects of R&D and Human Capital on Production Efficiency—The Case of Taiwan Textile and Communication Industries," *Soochow Journal of Economics and Business* 58: 89-120.)

陳忠榮、劉錦添、孫佳宏

2001 〈中小企業與大企業技術效率之估計與比較——臺灣電子業四欄位產業之實證研究〉,《國家科學委員會研究彙刊:人文及社會科學》11(4): 401-413。(Chen, Jongrong, Jin-tan Liu, and Chia-hung Sun, 2001, "An Empirical Study on Technical Efficiency of Small and Median Enterprises and Large Firms in Taiwanese Electronic Industry," *Proceedings of the National Science Council, Republic of China, Parc C: Humanities and Social Sciences* 11(4): 401-413.)

黃雅鈴

2008 〈台灣製造業二欄位產業生產效率分析——共同生產函數之應用〉,國立中央大學經濟學研究所碩士論文。(Huang, Ya-ling, 2008, "An Examination on Technical Efficiency of Taiwan's Two-Digit Manufacturing Industries: A Metafrontier Function

Approach," Master Thesis, Department of Economics, National Central University.)

劉錦添

1995 〈台灣製造業技術效率之實證分析〉,《經濟論文叢刊》23(2): 149-169。(Liu, Jin-tan, 1995, "Technical Efficiency in Taiwan Manufacturing Industries," *Taiwan Economic Review* 23(2): 149-169.)

蔡蕙安、陳致綱

2002 〈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〉, 《人文及社會科學集刊》14(3): 289-327。(Tsai, Diana H. and Jhih-gang Chen, 2002, "Dynamic Adjustments of the Intra- and Inter- Industry R&D Spillovers: Evidence from Taiwanese Electronics Plant Level Data," *Journal of Social Sciences and Philosophy* 14(3): 289-327.)

B. 外文部分

Abowd, John M., Francis Kramarz, and David N. Margolis

1999 "High Wage Workers and High Wage Firms," *Econometrica* 67(2): 251–333.

Akerlof, George A. and Janet L. Yellen

1990 "The Fair Wage-Effort Hypothesis and Unemployment," *The Quarterly Journal of Economics* 105(2): 255–283.

Alvarez, Roberto and Gustavo Crespi

2003 "Determinants of Technical Efficiency in Small Firms," *Small Business Economics* 20(3): 233–244.

Asadullah, Mohammad and Shafiur Rahman

2009 "Farm Productivity and Efficiency in Rural Bangladesh: The Role of Education Revisited," *Applied Economics* 41(1): 17–33.

Barro, Robert J.

1991 "Economic Growth in a Cross Section of Countries," *The Quarterly Journal of Economics* 106(2): 407–443.

Batra, Geeta and Hong Tan

2003 "SME Technical Efficiency and Its Correlates: Cross-National Evidence and Policy Implications," Working Paper, World Bank Institute.

Battese, George E. and Tim J. Coelli

1988 "Prediction of Firm-Level Technical Efficiencies: With a Generalized Frontier Production Function and Panel Data," *Journal of Econometrics* 38(3): 387–399.

1995 "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data," *Empirical Economics* 20(2): 325–332.

Benhabib, Jess and Mark Spiegel

"The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-Country Data," *Journal of Monetary Economics* 34(2): 143–173.

Bravo-Ureta, Boris and Antonio Pinheiro

1993 "Efficiency Analysis of Developing Country Agriculture: A Review of the Frontier Function Literature," *Agricultural and Resource Economics Review* 22: 88–101.

Christensen, Laurits, Dale Jorgenson, and Lawrence Lau

1973 "Transcendental Logarithmic Production Frontiers," *The Review of Economics and Statistics* 55(1): 28–45.

Coelli, Tim J.

1995 "Recent Developments in Frontier Modeling and Efficiency Measurement," *Australian Journal of Agricultural Economics* 39(3): 219–245.

Forsund, Finn R. and Eilev S. Jansen

1977 "On Estimating Average and Best Practice Homothetic Production Functions via Cost Function," *International Economic Review* 18(2): 463–476.

Gokcekus, Omer, Kwabena Anyane-Ntow, and T. R. Richmond

2001 "Human Capital and Efficiency: The Role of Education and Experience in Micro-Enterprises of Ghana's Wood-Products Industry," *Journal of Economic Development* 26(1): 1-12.

Haltiwanger, John C., Julia I. Lane, and James R. Spletzer

1999 "Productivity Differences across Employers: The Roles of Employer Size, Age, and Human Capital," *American Economic Review* 89(2): 94–98.

Hellerstein, Judith, David Neumark, and Kenneth Troske

1999 "Wages, Productivity, and Worker Characteristics: Evidence from Plant-Level Production Functions and Wage Equations," *Journal of Labor Economics* 17(3): 409-446.

Herdt, R. W. and A. M. Mandac

1981 "Modern Technology and Economic Efficiency of Philippine Ricer Farmers," *Economic Development and Cultural Change* 29: 375–399.

Islam, Nazrul

1995 "Growth Empirics: A Panel Data Approach," *The Quarterly Journal of Economics* 110(4): 1127–1170.

Kalaitzandonakes, N. G. and E. G. Dunn

1995 "Technical Efficiency, Managerial Ability and Farmer Education in Guatemalan Corn Production: A Latent Variable Analysis," *Agricultural and Resource Economics Review* 24: 36-46.

Kalirajan, K. P.

1991 "The Importance of Efficient Use in the Adoption of Technology: A Micro Panel Data Analysis," *Journal of Productivity Analysis* 2: 113–126.

Kalirajan, K. P. and R. T. Shand

1985 "Types of Education and Agricultural Productivity: A Quantitative Analysis of Tamil Nadu Rice Farming," *The Journal of Development Studies* 21(2): 232–243.

Kumbhakar, Subal C., Soumendra Ghosh, and J. T. McGuckin

1991 "A Generalized Production Frontier Approach for Estimating Determinants of Inefficiency in U. S. Dairy Farm," *Journal of Business and Economic Statistics* 9: 279-286.

Latruffe, Laure, Kelvin Balcombe, Sophia Davidova, and Katarzyna Zawalinska

2004 "Determinants of Technical Efficiency of Crop and Livestock Farms in Poland,"

Applied Economics 36(12): 1255-1263.

Lazear, Edward and Sherwin Rosen

1981 "Rank-Order Tournaments as Optimum Labor Contracts," *The Journal of Political Economy* 89(5): 841–864.

Liu, Jin-tan, Meng-wen Tsou, and Ping Wang

2010 "Workforce Composition and Firm Productivity: Evidence from Taiwan," *Economic Inquiry* 48(4): 1032–1047.

Lockheed, Marlaine E., Dean T. Jamison, and Lawrence J. Lau

1980 "Farmer Education and Farm Efficiency: A Survey," *Economic Development and Cultural Change* 29(1): 37–76.

Lucas, Robert E., Jr.

1988 "On the Mechanics of Economic Development," *Journal of Monetary Economics* 22(1): 3-42.

Mankiw, N. Gregory, David Romer, and David N. Weil

1992 "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *The Quarterly Journal of Economics* 107: 407–437.

Mastromarco, Camilla and Angelo Zago

2009 "Technology Shape, Distance to Frontier, or Frontier Shift? Modeling the Determinants of TFP Growth," Working Paper Series, No. 57, University of Verona.

Mathijs, Erik and Liesbet Vranken

2001 "Human Capital, Gender and Organisation in Transition Agriculture: Measuring and Explaining the Technical Efficiency of Bulgarian and Hungarian Farms," Post-Communist Economies 13(2): 171-187.

Maudos, Joaquin, Jose M. Pastor, and Lorenzo Serrano

2003 "Human Capital in OECD Countries: Technical Change, Efficiency and Productivity," *International Review of Applied Economics* 17(4): 419–435.

Miller, Stephen and Mukti Upadhyay

2000 "The Effect of Openness, Trade Orientation and Human Capital on Total Factor Productivity," *Journal of Development Economics* 63(2): 399-423.

Peri, Giovanni

2009 "The Effect of Immigration on Productivity: Evidence from US States," NBER Working Papers, No. 15507, National Bureau of Economic Research.

Pitt, Mark M. and Lung-fei Lee

"The Measurement and Sources of Technical Inefficiency in the Indonesian Weaving Industry," *Journal of Development Economics* 9(1): 43–64.

Romer, Paul M.

1986 "Increasing Returns and Long-Run Growth," *The Journal of Political Economy* 94(5): 1002–1037.

Seale, James L., Jr.

1990 "Estimating Stochastic Frontier Systems with Unbalanced Panel Data: The Case of Floor Tile Manufactories in Egypt," *Journal of Applied Econometrics* 5(1): 59-74.

Tallman, Ellis W. and Ping Wang

1994 "Human Capital and Endogenous Growth: Evidence from Taiwan," *Journal of Monetary Economics* 34(1): 101-124.

Welch, Finis

1970 "Education in Production," *The Journal of Political Economy* 78(1): 35–59.

Wilson, P., D. Hadley, S. Ramsden, and I. Kaltsas

1998 "Measuring and Explaining Technical Efficiency in U.K. Potato Production," *Journal of Agricultural Economics* 49(3): 294–305.

Wu, Yanrui

1994 "Technical Efficiency and Its Potential Sources: A Case Study of Chinese Rural Textile Firms," *Journal of Rural Studies* 10(3): 291–300.

Zheng, Jinghai, Xiaoxuan Liu, and Arne Bigsten

2003 "Efficiency, Technical Progress, and Best Practice in Chinese State Enterprises (1980–1994)," *Journal of Comparative Economics* 31: 134–152.

附表 1:各產業生產函數之要素估計係數

產業代碼	8	10	11	12	13	14
行業名稱	食品及飲料	紡織	成衣、服飾品及 其他紡織製品	皮革、毛皮 及其製品	木竹製品	家具及 裝設品
constant	5.9612***	6.7818***	6.0632***	4.9522***	6.4584***	6.2719***
	(0.1697)	(0.2915)	(0.2811)	(0.3682)	(0.2959)	(0.3508)
lnL	0.8506***	1.1224***	0.8660***	1.0054***	0.7767***	1.0242***
	(0.0525)	(0.0852)	(0.0868)	(0.1148)	(0.0948)	(0.1061)
$(\ln L)^2$	-0.1563***	0.0443**	-0.0210	0.0139	0.0840***	-0.0121
	(0.0156)	(0.0222)	(0.0179)	(0.0319)	(0.0270)	(0.0288)
$\ln K$	-0.0323	-0.2575***	-0.0030	0.0839	-0.0764	-0.1069
	(0.0376)	(0.0686)	(0.0690)	(0.0837)	(0.0638)	(0.0867)
$(\ln K)^2$	0.0264***	0.0683***	0.0203**	0.0249**	0.0316***	0.0417***
	(0.0050)	(0.0095)	(0.0102)	(0.0118)	(0.0089)	(0.0126)
t	0.0412	0.1003	0.0200	0.0469	0.0891	0.1104
	(0.0450)	(0.0645)	(0.0696)	(0.1137)	(0.0685)	(0.0762)
$(t)^2$	-0.0151	-0.0254*	-0.0101	-0.0036	-0.0168	-0.0309*
	(0.0094)	(0.0139)	(0.0148)	(0.0282)	(0.0147)	(0.0169)
$\ln L^* \ln K$	0.0261*	-0.0467***	0.0082	-0.0161***	-0.0157	-0.0161
	(0.0145)	(0.0128)	(0.0108)	(0.0050)	(0.0125)	(0.0156)
lnL*t	-0.0104	0.0073	0.0070	0.0046	0.0206**	0.0213*
	(0.0076)	(0.0110)	(0.0089)	(0.0142)	(0.0105)	(0.0119)
lnK*t	-0.0010	-0.0061	-0.0010	-0.0055	-0.0097	-0.0096
	(0.0046)	(0.0073)	(0.0069)	(0.0105)	(0.0067)	(0.0084)
LR statistics	127.93	69.38	15.01	94.18	37.85	22.15
樣本數	5,560	4,460	2,815	1,470	2,525	1,850

附表 1:各產業生產函數之要素估計係數(續1)

產業代碼	15	16	17	18	19	20
行業名稱	紙漿、紙 及紙製品	印 刷	化學材料	化學製品	石油及 煤製品	橡膠製品
constant	6.8844***	6.8113***	7.6200***	7.2978***	6.3744***	7.0293***
	(0.2163)	(0.1900)	(0.7757)	(0.3049)	(2.3332)	(0.2958)
lnL	0.8992***	0.7587***	0.7088***	1.1048***	0.3498	0.9380***
	(0.0906)	(0.0598)	(0.2445)	(0.1054)	(0.6073)	(0.0988)
$(\ln L)^2$	0.0646**	0.0022	-0.0373	0.0019	-0.0548	0.0226
	(0.0301)	(0.0187)	(0.0794)	(0.0311)	(0.1904)	(0.0288)
ln <i>K</i>	-0.2220***	-0.1414***	-0.2128***	-0.1343**	0.2016	-0.2354***
	(0.0546)	(0.0425)	(0.0702)	(0.0670)	(0.5401)	(0.0748)
$(\ln K)^2$	0.0592***	0.0369***	0.0355	0.0473***	0.0025	0.0538***
	(0.0092)	(0.0062)	(0.0232)	(0.0101)	(0.0683)	(0.0114)
t	0.1083**	0.0238	-0.1354***	-0.0607	0.1173	0.0505
	(0.0507)	(0.0419)	(0.0518)	(0.0611)	(0.3469)	(0.0601)
$(t)^2$	-0.0354***	-0.0155*	0.0001	0.0200	-0.1094	-0.0219*
	(0.0115)	(0.0090)	(0.0323)	(0.0146)	(0.0732)	(0.0124)
lnL*lnK	-0.0282*	0.0051	0.0286***	-0.0310**	0.0360	-0.0180
	(0.0154)	(0.0090)	(0.0052)	(0.0155)	(0.0869)	(0.0161)
lnL*t	0.0255***	0.0235***	-0.0036	0.0046	0.0026	0.0118
	(0.0102)	(0.0070)	(0.0289)	(0.0114)	(0.0793)	(0.0098)
lnK*t	-0.0066	-0.0031	0.0170	0.0021	0.0109	-0.0027
	(0.0059)	(0.0043)	(0.0164)	(0.0070)	(0.0450)	(0.0070)
LR statistics	172.17	141.42	43.19	38.69	0.49	85.49
樣本數	3,055	4,370	1,140	2,760	100	2,070

附表 1: 生產函數之要素估計係數 (續 2)

產業代碼	21	22	23	24	25	26
行業名稱	塑膠製品	非金屬礦 物製品	金屬基本工業	金屬製品	機械設備	電腦、通信及 視聽電子產品
constant	6.7048***	6.0779***	6.3601***	7.1148***	6.7172***	7.4988***
	(0.1216)	(0.2027)	(0.3202)	(0.1049)	(0.0856)	(0.4008)
lnL	0.6798***	1.0246***	1.3120***	0.7846***	0.7747***	1.0372***
	(0.0381)	(0.0718)	(0.0956)	(0.0344)	(0.0274)	(0.1097)
$(\ln L)^2$	0.0135	-0.0667***	-0.0532*	0.0395***	0.0511***	-0.0261
	(0.0101)	(0.0211)	(0.0318)	(0.0091)	(0.0074)	(0.0294)
ln <i>K</i>	-0.1082***	-0.0804*	-0.1643**	-0.2300***	-0.1027***	-0.3877***
	(0.0302)	(0.0455)	(0.0737)	(0.0255)	(0.0210)	(0.0945)
$(\ln K)^2$	0.0360***	0.0402***	0.0622***	0.0564***	0.0331***	0.0771***
	(0.0044)	(0.0068)	(0.0102)	(0.0037)	(0.0030)	(0.0135)
t	0.0647***	0.0672	0.1063	0.0609***	0.0573***	0.0121
	(0.0260)	(0.0515)	(0.0675)	(0.0217)	(0.0180)	(0.0856)
$(t)^2$	-0.0180***	-0.0194	-0.0170	-0.0205***	-0.0164***	0.0016
	(0.0054)	(0.0120)	(0.0146)	(0.0045)	(0.0037)	(0.0185)
lnL*lnK	0.0062	-0.0040	-0.0387***	-0.0130***	-0.0038	-0.0145
	(0.0057)	(0.0105)	(0.0152)	(0.0049)	(0.0040)	(0.0167)
$\ln L^*t$	0.0204***	0.0241***	0.0291***	0.0146***	0.0142***	0.0238*
	(0.0041)	(0.0091)	(0.0123)	(0.0035)	(0.0028)	(0.0126)
lnK*t	-0.0067***	-0.0081	-0.0139*	-0.0043*	-0.0038*	-0.0076
	(0.0028)	(0.0051)	(0.0072)	(0.0024)	(0.0019)	(0.0091)
LR statistics	361.22	97.31	67.03	569.55	501.01	98.89
樣本數	13,880	4,010	3,565	19,215	28,750	2,335

註:1. *、** 與 *** 分別表示 10%、5% 與 1% 之水準下顯著,括弧內估計爲標準誤。 2. $\chi^2_{0.01}(6)$ =16.81。

附表 1:生產函數之要素估計係數(續3)

產業代碼	27	28	29	30	31
行業名稱	電子零組件	電力機械 器材及設備	運輸工具	精密、光學、 醫療器材及鐘錶	其他工業 製品
constant	6.4579***	6.7379***	6.3807***	6.6467***	6.7254***
	(0.2280)	(0.1765)	(0.1642)	(0.3758)	(0.2323)
lnL	1.1429***	0.9212***	0.8667***	0.8340***	0.8525***
	(0.0741)	(0.0579)	(0.0495)	(0.1152)	(0.0608)
$(\ln L)^2$	0.0015	-0.0337**	-0.0062	-0.0306	-0.0462***
	(0.0193)	(0.0162)	(0.0141)	(0.0259)	(0.0171)
lnK	-0.1757***	-0.1583***	-0.0733*	-0.0804	-0.1330***
	(0.0547)	(0.0427)	(0.0407)	(0.0977)	(0.0544)
$(\ln K)^2$	0.0554***	0.0429***	0.0342***	0.0266*	0.0345***
	(0.0085)	(0.0065)	(0.0060)	(0.0145)	(0.0075)
t	0.0780	0.0400	0.0538	-0.0186	0.0180
	(0.0554)	(0.0412)	(0.0378)	(0.0751)	(0.0489)
$(t)^2$	-0.0208*	-0.0185**	-0.0148*	0.0080	-0.0162
	(0.0123)	(0.0092)	(0.0083)	(0.0159)	(0.0107)
lnL*lnK	-0.0329***	0.0006	-0.0010	0.0116	0.0137
	(0.0116)	(0.0090)	(0.0077)	(0.0165)	(0.0086)
ln <i>L</i> * <i>t</i>	0.0288***	0.0135**	0.0169***	0.0228**	0.0205***
	(0.0086)	(0.0068)	(0.0058)	(0.0107)	(0.0072)
lnK*t	-0.0106*	-0.0024	-0.0062	-0.0065	-0.0041
	(0.0060)	(0.0045)	(0.0041)	(0.0083)	(0.0051)
LR statistics	101.99	141.61	126.38	24.25	85.63
樣本數	3,705	5,710	6,550	1,925	4,685

The Impact of Human Capital on Technical Efficiency: Evidence from Taiwan's Manufacturing Industry

Ching-fu Chang

Assistant Professor Graduate Institude of Applied Economics, National Taiwan Ocean University

Jin-tan Liu

Distinguished Professor Department of Economics, National Taiwan University

ABSTRACT

This paper investigates the relationship between human capital and technical efficiency using a unique employer—employee matched data set of Taiwan's manufacturing plants during 1998 to 2003. Specifically, we apply the stochastic frontier production function proposed by Battese and Coelli (1995) to estimate the level of technical efficiency and examine the determinants of technical efficiency simultaneously for 23 two-digit industries. Our results suggest that the estimates of average technical efficiency are distributed from 0.59 to 0.83, with the highest in the leather products industry and the lowest in the chemical product industry. Moreover, technical efficiency increases with the human capital index (measured by the education composition of the workforce) at a diminishing rate, especially for the electronics industry, which suggests there is a positive concave relationship between technical efficiency and human capital. Finally, for most industries in our sample, increases in plant size and employing foreign workers would both help to improve the technical efficiency.

Key Words: technical efficiency, employer-employee matched data, human capital, foreign worker