

我國營建產業共同邊界技術效率之比較

Comparing Metafrontier Technical Efficiencies of Listed Firms for the Industries of Construction and Real Estate in Taiwan

黃台心¹ Tai-Hsin Huang
國立政治大學金融學系

張寶光² Bao-Guang Chang
淡江大學會計學系

¹Department of Money Banking, National Chengchi University and ²Department of Accounting, Tamkang University

(Received May 10, 2011; Final Version December 31, 2013)

摘要：本研究以向具經濟火車頭之稱的營建業為研究對象，採用能比較不同生產技術群體的共同邊界投入導向距離函數，探討經營模式有所差異的營造與建設兩次產業公司的共同邊界技術效率。搜集台灣 2000 年至 2007 年 24 家營造業及 59 家建設業公司不平衡的縱橫資料，共計 561 個樣本點，進行迴歸分析後，主要發現如下：首先，在技術效率、技術缺口比率及共同邊界技術效率等指標，建設業公司均顯著優於營造業公司。其次，營造業公司之規模報酬平均值僅微幅高於建設業公司，兩個次產業之公司若經由購併等方式擴大生產規模，均可降低其長期平均成本且強化公司之競爭力。

關鍵詞：共同邊界投入面距離函數、技術效率、技術缺口比率、規模報酬

Abstract: This paper is to compare technical efficiency of metafrontier with the sample firms of construction and real estate industries having different business model and belonging to sub-industries of construction known as the economic engine. This study adopts a model integrated metafrontier input distance function due to its ability to associate multi-inputs with multi-outputs under different production techniques groups. The research period from 2000 to 2007, 24 firms from construction

industry and 59 firms from real estate industry are collected, total 561 unbalanced panel data. The main results are as follows. First, this study found that technical efficiency, technology gap ratio and technical efficiency of the metafrontier on the firms of real estate industry are significantly better than those on the firms of construction industry. Second, this study found that average value of returns to scale for construction industry's firms only slightly higher than those for real estate industry's firms. Moreover, the companies on two sub-industries could reduce long-term average costs and strengthen their competitiveness if the companies on two sub-industries expand production scale through mergers and acquisitions.

Keywords: Metafrontier Input Distance Function, Technical Efficiency, Technology Gap Ratio, Returns to Scale

1. 緒論

長期以來，工程投資被公認具有帶動國家總體經濟發展、提高生產要素的使用效率及提昇人民生活水準，進而增進整體產值及國家競爭力等多重效益。而工程投資由素有經濟火車頭美譽的營建業及其上下游相關產業所主導，對國家整體經濟貢獻甚大；此外，營建業屬關聯性既廣且深之產業型態，隨景氣循環，對水泥、鋼鐵、機械設備、運輸及電機等產業的需求產生重大影響，進而影響國內勞工失業率及經濟成長，營建業之重要性可見一斑（經濟建設委員會，民 96，民 97）。

對國計民生有如此重大影響的營建業，卻因其本身特性，如存貨比率高、工期長、回收慢和供需調整緩慢等，導致營業風險偏高、營收入帳時點不穩定及業務來源不穩定，能持續經營已屬不易。加諸台灣幅員狹小，營建業之發展在先天條件上受到不少限制，尤其在 2002 年 1 月 1 日，台灣加入 WTO 成為會員國後，世界各國的營建業均能來台灣加入國土建設之競爭行列，使本就競爭激烈且存活不易的營建業，其經營情況更是雪上加霜。台灣各營建業廠商莫不採取各種可能的策略，以利提昇本身的優勢競爭力，如進行多角化及國際化等，追求永續的經營目標。面對產業特性如此特殊且競爭如此激烈的營建業，投資人及債權人如何有效獲悉那個營建次產業公司才是經營優質的好公司，其實並不容易，也增加政府制定相關輔導政策時的困難。

營建業係一總合名稱，主要由營造業、建設業、工程顧問業及建築師事務所等次產業所組成¹。由於工程顧問業及建築師事務所等次產業，其詳確的經營資料不易取得，故在績效評估的

¹ 建設業或建設公司為一般之俗稱，法律上稱為建築投資業，該產業主要依賴房地產之開發獲取利潤，並承擔風險（章定煊，民 94）。

研究文獻中甚為罕見。然而營造業與建設業兩次產業，有許多公司在資本市場上市、櫃交易，有完整的公開資料可得，故營建業的效率評估文獻，多以營造業與建設業為對象進行分析，其中尤以營造業的文獻數量相對較多。

營造與建設兩個次產業，雖同屬營建業之範疇，有其共同的產業特性，亦有其相異的營業模式 (business model)。前者以對外承包工程為主要業務，後者則以自地自建或與地主合建的方式為主要業務，這種不同的營運模式，造就兩種次產業眾多的不同特性，如現金轉換週期、資金需求程度及資產結構等，使得此兩個次產業間之關聯性雖高，然行業特性與經營模式又有差異。建設業屬於不動產投資與開發的產業 (如章定煊，民94；章定煊、張金鶚，民90)，而營造業則屬於工程興建業，此差異隱含它們的生產技術具有異質性。整體而言，在整個完整的營建產業鏈中，營造業及建設業同為製造業，為相似度最高，最具有可比較性的次產業，然而其生產技術仍有些許異質性，屬於同中有異的次產業，可將之併同研究比較其經營績效，以獲取有決策價值的重要資訊。近年來已有文獻將營造及建設兩個次產業併同，並比較其經營效率 (Wong *et al.*, 2012) 或財務績效 (Al-Malkawi and Pillai, 2013)。

在企業績效評估的領域中，由於邊界效率分析法 (frontier efficiency analysis) 通常優於非邊界效率分析法 (Bauer *et al.*, 1998; Cummins and Zi, 1998)，故過去探討營造業與建設業公司經營績效之文獻，大多採用邊界效率分析法為之。有些單獨以營造業為研究對象 (如吳濟華等，民97；Sumardi and Anaman, 2004；You and Zi, 2007)，有些則以建設業為對象 (如洪維延、尚瑞國，民94；章定煊，民94；章定煊、張金鶚，民90)，亦有將營造及建設兩業合併分析者 (如吳金松，民94)。

由於營造業與建設業之生產技術存在異質性，若能同時估計營造業與建設業個別及共同之效率邊界下之生產效率，整合並比較同屬營建業兩個次產業之經營效率，不但可提供個別次產業的技術效率資訊，亦可在共同邊界的基礎上從事兩個次產業經營效率之比較，應能提供更完整及更具決策攸關之資訊，予公司管理者、投資人、債權人及政府當局，進行管理、投資、授信及政策制定等決策之參考，增強理論及實用之價值。而共同邊界技術效率之估計方法，Battese *et al.* (2004) 及 O'Donnell *et al.* (2008) 已提供完整之架構。

基於上述，本文以組成營建業最主要的營造與建設兩次產業為分析對象，考量廠商雇用多種投入與生產多種產出之特性，利用能將廠商面臨不確定經營環境因素，直接納入模型考量的共同邊界投入面隨機距離函數進行分析，除可瞭解營造業與建設業個別次產業之經營效率外，並進一步在共同邊界下，比較與分析兩個次產業之技術缺口比率及共同邊界效率。

2. 文獻回顧

2.1 企業績效衡量方法簡述

衡量企業績效的方式，大體上可區分為邊界效率分析法及非邊界效率分析法，邊界分析法一般而言，優於來自財務報表的財務比率方法，如 ROA 或成本效益比率等，後者常被管制者、金融機構經理人及管理顧問用來評估績效之用 (Bauer *et al.*, 1998)。其原因為邊界效率分析法之指標係使用線性規劃或計量經濟方法，將影響財務比率的價格差異及其他外生變數效果移除，才能獲取經理人真正的績效表現，Cummins and Zi (1998) 亦有類似之見解。

過去文獻以非邊界效率分析法衡量營建業績的方式，大體上可區分為淨值報酬率、銷貨成長率、股價績效等三類。淨值報酬率又稱股東權益報酬率，其意義簡明易懂，但此方法受限於會計原則之規範，不易反映出公司之績效係出於增加資產風險或盈餘操控所致。部份學者則以銷貨收入成長率作為公司績效指標，此雖然避免了盈餘操控的問題，但銷貨收入成長率不僅受到基期高低之影響，且銷貨收入僅考量產出面，缺乏投入面訊息之考量。

股價績效立論於股票報酬係為投資人所直接感受，且能反映公司所有價值之資訊。然此立論一方面受限於證券市場是否為有效率的市場假說，且股票價格所反映的資訊甚多，不一定能及時且不偏地反映出公司之經營資訊，故亦有不足之處。另外，前述三種方法大多以單一因素來進行分析，忽略公司其他投入因素對不同產出的貢獻 (章定煊、張金鶚，民 90)²。至於邊界效率分析法應用於營建業時，主要分成資料包絡分析法及隨機邊界法兩個系列，詳述如下。

2.2 營造業與建設業效率評估之文獻

過去文獻，針對營建業進行效率評估者並不多見，使用的方法以資料包絡分析法 (data envelopment analysis) 為主，隨機邊界法 (stochastic frontier approach) 相對較少。

首先，以營造業為效率評估對象者，You and Zi (2007) 針對韓國營造業於 1997 年金融風暴前後，其營造業的經濟效率、技術效率及配置效率的變動情況，進行探討。而吳濟華等 (民 97) 分析我國 2001 年至 2005 年 29 家列入 500 大服務業排行榜的營造業公司，分析其總效率及跨期生產力的變動情形。前面兩篇文獻均以資料包絡法，估計各公司的技術效率；Dzeng and Wu (2012) 及 Dzeng and Wu (2013) 則以成本函數分析台灣營造業之技術效率。Sumardi and Anaman (2004) 則以產業層級的資料，且以隨機邊界法估計汶萊國家營建業由 1971 年至 2001 年的總和效率 (aggregate efficiency)，發現該國整體之技術無效率約為 26.6%。

其次，以建設業為效率評估對象者，分析方法全部採資料包絡分析法。章定煊、張金鶚 (民 90) 針對國內 1999 年底以前之 34 家上市櫃建設公司為效率分析對象，除探討其技術效率外，並

² 此一系列文獻絕大多數均為碩士論文，故本研究未予以深論。

發現設立年限、董監事持股比例、董監事設質比例及市場貝他均與技術效率有顯著關聯性。之後，章定煊（民 94）則以屬房地產不景氣的 1999 年至 2003 年期間，探討建設業之技術效率、純粹技術效率及規模效率等。洪維延、尚瑞國（民 94）另以 2003 年台灣地區 28 家上市櫃建設公司為對象，以四階段資料包絡分析法排除經營環境的影響後，發現在不同推案區域及不同市場交易的建設公司，其純粹管理效率不再具顯著差異，即 28 家上市櫃建設公司資源利用的效率並無不同，Anderson *et al.* (1998) 與 Zheng *et al.* (2011) 則分別以美國及中國的建設公司為對象，分析其技術效率。

最後，早期的文獻甚少將營造與建設兩個次產業合併起來比較其經營績效，然近年來已有論文加以探討，例如，Wong *et al.* (2012) 以 DEA 方法分析及比較伊朗的營造與建設業的經營效率，Al-Malkawi and Pillai (2013) 則比較阿拉伯聯合大公國的營造與建設業在全球金融危機前後的各種財務績效，至於台灣的相關文獻則甚少，僅有吳金松（民 94）利用隨機邊界法以成本函數，衡量台灣 1998 年至 2004 年間 54 家上市櫃營造與建設兩產業公司之成本效率與規模經濟。值得注意的是，前述文獻雖將營造業與建設業併同分析，然均未以共同邊界的概念加以分析，仍係個別生產邊界的分析邏輯。

綜合前述所有使用效率評估的方法對營建業進行的績效分析，其針對營建業所屬的營造業或建設業等次產業所進行的個別分析，均屬單一產業邊界分析法的領域，欲將經營模式或生產技術具異質性的次產業置於同一分析架構下，以進行效率比較時，在方法上應延伸至共同邊界的效率評估法，方能致之，其觀念及相關文獻則於次節加以說明。

2.3 共同邊界效率評估方法之相關文獻

本文係使用共同邊界函數進行實證分析，所謂共同生產函數的概念，首由 Hayami (1969) 和 Hayami and Ruttan (1970, 1985) 等提出，而 Mundlak and Hellinghausen (1982) 和 Lau and Yotopoulos (1989) 相繼採用，進行跨國資料實證分析；後來，Boskin and Lau (1992) 和 Kim and Lau (1994) 改變生產函數型態，使用共同函數概念進行實證分析，Sharma and Leung (2000) 和 Gunaratne and Leung (2001) 加入隨機的概念。最近，Battese and Rao (2002) 和 Battese *et al.* (2004) 提出隨機共同邊界函數 (stochastic metafrontier function)，後者利用線性與非線性規劃法，估計共同生產函數，比較印尼五個地區成衣業生產效率，使共同函數的發展愈趨成熟，得以衡量不同生產技術廠商的生產效率。

共同生產函數適合用來同時研究不同群組（國家或地區）的投入與產出關係，在定義投入變數時，常因各群組採行標準不同，導致同一變數在不同群組間差異頗大。所以，Boskin and Lau (1992)、Hayami and Ruttan (1970)、Kim and Lau (1994)、Lau and Yotopoulos (1989) 和 Mundlak and Hellinghausen (1982) 的研究方法，是將各群組間要素投入的差異以一定比例轉換，將轉換後的

要素投入，代入生產函數，藉由差分來降低估計參數個數，同時刪除為常數的轉換因子和各國的個別差異，再將異質變異轉為齊質變異，方能比較各國的效率差異。但此方法，會使得轉換因子在差分後被刪除，而存在無法估計和解釋的問題。

Boskin and Lau (1992) 將要素投入函數和生產函數改為指數型態，讓函數型式較具彈性，更能包含各國間的差異，接著比較分析法國、西德、日本、英國和美國（合稱 G5）的生產效率，發現 G5 的生產技術有趨於一致的現象。Kim and Lau (1994) 將要素投入函數改為隨時間以固定速度增加的型態進行效率評估，針對亞洲四小龍（香港、台灣、南韓和新加坡）和 G5 進行組外和組內效率分析，發現亞洲四小龍經濟成長的因素來自資本累積，而 G5 經濟成長主要來自技術進步，這兩組國家的生產技術沒有趨於一致的現象。

文獻上最先使用隨機共同邊界函數，進行多國生產效率分析者首推 Sharma and Leung (2000) 和 Gunaratne and Leung (2001)。前者採用 Kim and Lau (1994) 的共同生產函數和 Battese and Coelli (1995) 的無效率模型，發展成隨機邊界法，分析南亞各國鯉魚產業的生產效率。後者也利用隨機邊界法，但採 Hayami and Ruttan (1970) 共同生產函數再加入 Lau and Yotopoulos (1989) 建議的虛擬變數，進行亞洲黑虎蝦產業的生產力分析。值得一提者，隨機共同邊界法的誤差項亦包含隨機誤差和非負的技術無效率誤差兩項。

為解決轉換因子無法估計的問題，Battese and Rao (2002) 採用線性與非線性規劃法估計共同生產函數的參數，不再使用轉換比例和差分方式估計參數，俾能更客觀及完整地分析跨國資料。而 Battese *et al.* (2004) 更進一步利用共同生產邊界函數，採 Battese and Rao (2002) 模型，計算個別廠商的技術效率以及分屬不同技術群組廠商間效率差異，亦稱技術缺口。最後，O'Donnell *et al.* (2008) 正式提出以實體、人力與金融性資本存量、經濟基礎建設 (economic infrastructure)、先天資源稟賦及其他之差異等，辨認群組邊界的準則後，使得共同邊界函數的觀念及技術更為完整。此一方法近年逐漸受到學者的重視，如 Bos and Schmiedel (2007) 運用隨機共同成本與利潤邊界函數，估計並比較西歐 15 國銀行業技術效率，Moreira and Bravo-Ureta (2010) 應用於南美三個國家（阿根廷、智利及烏拉圭）乳酪業共同邊界技術效率的比較。而在台灣，共同邊界法大多應用於金融產業，如黃台心等 (民 98a)，黃台心等 (民 98b) 及黃台心等 (民 99) 等。

3. 研究方法

本文以 Battese *et al.* (2004) 提出之共同邊界效率估計法，做為實證分析基礎，由於距離函數與生產函數均在於描述相同的廠商生產特性，以下從生產函數角度，簡要說明。

假設有 R 群組廠商，每群組廠商使用不同生產技術，第 j 群組包含 N_j 家廠商，每家廠商觀察到 T 年資料。對於第 j 群第 i 家公司於第 t 年資料，其隨機邊界生產函數定義為：

$$Y_{it(j)} = e^{x'_{it(j)}\beta_{(j)} + V_{it(j)} - U_{it(j)}} \quad (1)$$

$$i=1, \dots, N_j \quad t=1, \dots, T \quad j=1, \dots, R$$

$Y_{it(j)}$ 代表第 j 群中第 i 家公司在第 t 期的產出變數； $x_{it(j)}$ 是第 j 群中第 i 家公司在第 t 期之投入變數向量， $\beta_{(j)}$ 是對應的參數向量； $V_{it(j)}$ 假定為相同且獨立的常態分配隨機變數，表為 $N(0, \sigma_{v(j)}^2)$ ； $U_{it(j)} = u_{i(j)} e^{\eta_{(j)}(t-T)}$ ，其中 $u_{i(j)}$ 為相同且獨立的半常態分配隨機變數，表為 $|N(0, \sigma_{u(j)}^2)|$ ， $\eta_{(j)}$ 代表效率的時間趨勢。(1) 式取自然對數，即為第 j 群組對數線性生產邊界。

至於共同生產函數模型，是將所有群組樣本合併，屬於確定性邊界，表為：

$$Y_{it}^* = e^{x'_{it}\beta^*}, \quad i=1, \dots, N = \sum_{j=1}^R N_j, \quad t=1, \dots, T \quad (2)$$

式中 β^* 代表共同生產函數的參數向量，滿足下列限制條件

$$x'_{it}\beta^* \geq x'_{it}\beta_{(j)} \quad (3)$$

表示共同邊界生產量應不低於群組邊界生產量。

(1) 式可另表為共同邊界的函數如下：

$$Y_{it(j)} = e^{-U_{it(j)}} \frac{e^{x'_{it(j)}\beta_{(j)}}}{e^{x'_{it(j)}\beta^*}} e^{x'_{it(j)}\beta^* + V_{it(j)}} \quad (4)$$

公式 (4) 等號右邊第一個部份為以第 j 群組之生產邊界衡量的技術效率 (Technical Efficiency, TE)，即

$$TE_{it(j)} = \frac{Y_{it(j)}}{e^{x'_{it(j)}\beta_{(j)} + V_{it(j)}}} = e^{-U_{it(j)}} \quad (5)$$

公式 (4) 等號右邊第二個部份代表技術缺口比率 (TGR)，即

$$TGR_{it} = \frac{e^{x'_{it}\beta_{(j)}}}{e^{x'_{it}\beta^*}} \quad (6)$$

TGR應介於零與一之間，其值愈大，代表群組生產邊界愈接近共同生產邊界；反之，其值愈小，群組生產邊界愈遠離共同生產邊界。

若以共同生產邊界為衡量基準，可定義共同邊界技術效率，其公式如下：

$$TE_{it}^* = \frac{Y_{it(j)}}{e^{x'_{it(j)}\beta^* + V_{it(j)}}} \quad (7)$$

共同邊界技術效率係指各群組以共同邊界做為為基準，所衡量的技術效率，是可以直接進行跨群組比較。

公式 (4)–(7) 隱含下列關係：

$$TE_{it}^* = TE_{it(j)} \times TGR_{it} \quad (8)$$

關於 TGR 的估計方法，Battese *et al.* (2004) 提出兩種數理規劃法，簡述如下：

- (1) 極小化絕對距離和 (minimum sum of absolute deviations)，又稱線性規劃法 (linear programming; LP)。

運用線性規劃法，求解下列最適化問題：

$$\min L \equiv \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x'_{it}\beta^* - x'_{it}\hat{\beta}_{(j)}) \quad (9)$$

$$\text{s.t. } x'_{it}\beta^* \geq x'_{it}\hat{\beta}_{(j)} \quad (10)$$

因為此線性規劃問題必須滿足限制條件 (10) 式，(9) 式的目標函數 $(x'_{it}\beta^* - x'_{it}\hat{\beta}_{(j)})$ 一定為正，故不再需要取絕對值。

- (2) 極小化距離平方和 (minimum sum of squares of deviations)，又稱二次規劃法 (quadratic programming; QP)。

目標函數設定為：

$$\min L \equiv \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x'_{it}\beta^* - x'_{it}\hat{\beta}_{(j)})^2 \quad (11)$$

限制條件同 (10) 式。

以上兩種估計方法，皆須透過數理規劃方法求解，至於各參數的估計標準誤，Battese *et al.* (2004) 建議兩種方法，一為模擬 (simulation)，另一為拔靴法 (bootstrap)，本文將採後者³。本研究另將營造及建設業公司樣本全部合併，採用 SFA 法估計，估計結果列於附錄 C 中，藉以了解它們的估計結果，有何主要差異。第六節的實證結果中將利用卡方檢定法，正式檢定兩個次產業的生產技術，是否確實存在差異。

³ 作者們感謝 G.E. Battese 教授慷慨提供求解數理規劃的 GAUSS 程式。

4. 實證模型

由於投入面距離函數具有能適用多產出及多投入特色，以及生產函數無法估算收入份額與成本份額等資訊，本文採用投入面距離函數進行係數估計，接著運用這些係數估計值計算諸如技術效率、技術變動及規模經濟等的生產特性⁴。

根據 Färe and Primont (1995)，投入面距離函數 (D) 針對要素投入向量 x ，具有非遞減、凹性以及線性齊次等性質。以下為精簡符號，將代表廠商的下標省略，某廠商於 $t (= 1, \dots, T)$ 期的投入面距離函數表為頗具伸縮性的 translog 型式如下：

$$\begin{aligned} \ln D_t = & a_0 + \sum_{j=1}^J a_j \ln x_{jt} + \sum_{m=1}^M b_m \ln y_{mt} + t_a t + 0.5 \sum_{j=1}^J \sum_{k=1}^J a_{jk} \ln x_{jt} \ln x_{kt} + 0.5 \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^M b_{mk} \ln y_{mt} \ln y_{kt} \\ & + 0.5 t_b t^2 + \sum_{j=1}^J \sum_{m=1}^M c_{jm} \ln x_{jt} \ln y_{mt} + \sum_{j=1}^J d_{jm} \ln x_{jt} t + \sum_{m=1}^M e_{jm} \ln y_{mt} t \end{aligned} \quad (12)$$

若要加入時間趨勢項，只需視同產出項放入即可，(12) 式中假設廠商雇用 J 種投入，生產 M 種產品。

因為投入面距離函數具有線性齊次和對稱等性質，必須直接在 (12) 式中加以考慮，即：

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^J a_j &= 1 \\ \sum_{k=1}^J a_{jk} &= 0, \quad \forall j \\ \sum_{j=1}^J c_{jm} &= 0, \quad \forall m \\ a_{jk} &= a_{kj}, \quad \forall j \neq k \\ b_{mk} &= b_{km}, \quad \forall m \neq k \end{aligned}$$

一階齊次性質可另採標準化方式放入 (12) 式，任選一個要素投入當作中立財 (numeraire)，例如 x_1 ，則 (12) 式成為：

$$\ln(D_t / x_{1t}) = a_0 + \sum_{j=2}^J a_j \ln(x_{jt} / x_{1t}) + \sum_{m=1}^M b_m \ln y_{mt} + t_a t + 0.5 \sum_{j=2}^J \sum_{k=2}^J a_{jk} \ln(x_{jt} / x_{1t}) \ln(x_{kt} / x_{1t})$$

⁴ 由於在多產出及多投入下，若單純地以個別產出除以個別投入之數值，不易用來比較不同產業間的整體經營效率優劣，故本文係以綜合性指標來判別何產業之經營效率較佳，因其較能明確的以單一效率數值來衡量及比較。

$$\begin{aligned}
& +0.5 \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^M b_{mk} \ln y_{mt} \ln y_{kt} + 0.5 t_b t^2 + \sum_{j=2}^J \sum_{m=1}^M c_{jm} \ln(x_{jt} / x_{1t}) \ln y_{mt} \\
& + \sum_{j=1}^J d_{jm} \ln(x_{jt} / x_{1t}) t + \sum_{m=1}^M e_{jm} \ln y_{mt} t
\end{aligned} \quad (13)$$

依據投入面距離函數的定義， D_t 必須大於或等於一，令 $\ln D_t = U_t$ 必定是一非負值，代表技術無效率，移項至等號右邊並加入隨機干擾項 v_t ，且假設 v_t 與 u_t 統計獨立，得到迴歸方程式：

$$\begin{aligned}
-\ln x_{1t} &= a_0 + \sum_{j=2}^J a_j \ln(x_{jt} / x_{1t}) + \sum_{m=1}^M b_m \ln y_{mt} + t_a t + 0.5 \sum_{j=2}^J \sum_{k=2}^J a_{jk} \ln(x_{jt} / x_{1t}) \ln(x_{kt} / x_{1t}) \\
& + 0.5 \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^M b_{mk} \ln y_{mt} \ln y_{kt} + 0.5 t_b t^2 + \sum_{j=2}^J \sum_{m=1}^M c_{jm} \ln(x_{jt} / x_{1t}) \ln y_{mt} \\
& + \sum_{j=1}^J d_{jm} \ln(x_{jt} / x_{1t}) t + \sum_{m=1}^M e_{jm} \ln y_{mt} t + v_t - U_t
\end{aligned} \quad (14)$$

其中 U_t 就是 (1) 式中的 $U_{it(j)}$ ，而 $e_t = v_t - U_t$ 就是出現於一般生產函數中的組合誤差。職是之故，可將 (14) 式當作生產函數進行估計。由於本文之產出變數有兩個，故 (14) 式之 $M=1, 2$ 。上式分別對 $\ln y_{1t}$ 與 $\ln y_{2t}$ 偏微分後加總，其和再乘以負一，即得規模報酬估計值 (*RTS*) 之倒數，故再取倒數成為規模報酬估計值。表為：

$$\begin{aligned}
RTS^{-1} &= - \sum_{m=1}^M \frac{\partial \ln D_t(y, x, t)}{\partial \ln y_m} \\
&= - \left\{ \left[b_1 + b_{11} \ln y_{1t} + \sum_{j=2}^J c_{j1} \ln(x_{jt} / x_{1t}) \right] + \left[b_2 + b_{22} \ln y_{2t} + \sum_{j=2}^J c_{j2} \ln(x_{jt} / x_{1t}) \right] \right\}
\end{aligned} \quad (15)$$

RTS 大於一代表規模報酬遞增，等於一代表固定規模報酬，小於一代表規模報酬遞減。

最後，依據 Battese and Coelli (1992) 之模型，可以替每個樣本廠商計算出以群組邊界為基礎的技術效率值 $TE_{it(j)}$ 。因為本研究使用 Frontier 4.1 軟體進行估計，它會自動計算每個樣本的技術效率值，計算公式同 Battese and Coelli (1992)。

5. 資料來源與投入產出變數

5.1 資料來源

本文實證資料取自台灣經濟新報資料庫，列在營造業及建設業類別的公司，於 2000 年至 2007

年間，具有本研究所需的投入與產出項目資料者。其中，營造業有 24 家公司，建設業有 59 家公司，共計 83 家公司，總共有 561 個樣本觀測值，屬於不平衡的縱橫資料。樣本期間約當為台灣經濟由谷底翻身至高峰的過程，故由樣本公司經營效率的時間變動趨勢大致亦可對應到台灣整體經濟由谷底到高峰之成長軌跡。

O'Donnell *et al.* (2008) 將不同生產技術群組邊界定義為：「受限制技術集合形成之邊界」，其所稱的限制，係源自於下述因素，包括實體、人力與金融性等資本存量之差異、經濟基礎建設 (economic infrastructure)、先天資源稟賦及其他之差異等。由於營造業係以大量的機器設備及人力來從事建造私有及公共工程的建造工作，其與建設業以少量人力與高財務槓桿方式，專業從事於土地及不動產之開發，以及成屋之銷售活動，在生產及營運模式上有所差異。其間的主要差異展現在人力數量、資本結構及市場類型上，準此，本研究之對象雖同為營建業，然其生產與營運模式呈現異質性，對廠商之經營形成限制，導致營造與建設業之群組邊界亦有不同。

O'Donnell *et al.* (2008) 另將共同邊界定義為：「不受限制技術集合形成之疆界 (boundary)」，且要求共同邊界必須包絡所有群組邊界，同時估計群組與共同生產邊界後，分別計算技術效率並進行群組間之比較，可兼顧群組邊界之差異以及技術效率之可比較性。

5.2 投入與產出變數

在投入與產出項目的選擇上，本文將蒐集到進行效率評估的營造業公司及建設業公司論文，選用之投入與產出表列於附錄 A 中，供做對照。可發現無論營造或建設業，共同性最高的產出變數為營業收入淨額，投入變數則為員工人數，至於其餘變數則較為紛歧不一，且有大幅改善之空間。

本文基於經濟學所揭櫫的生產四大要素 (勞動、資本設備、土地及企業家精神)，搭配營造或建設兩產業共通且具可比較性的項目為選擇依歸，針對產出選取兩個互斥變數：營業收入淨額及營業外收入；投入部份則選出三個變數，分別為：營業成本、員工人數及固定資產淨額等。由此看來，本研究選用之要素投入，較過去文獻更符合經濟學之定義，各變數詳細定義彙總於表 1。

另外，由於樣本期間長達八年，為使得各年度金額變數具有相同實質購買力，本研究利用行政院主計處公佈的營造工程物價指數，基期為 2006 年，平減各公司各年度之投入與產出項中屬於金額變數者。

5.3 投入產出變數樣本統計量

營造業與建設業之個別產業在 2000 年至 2007 年的敘述統計，分別如表 2 及表 3 所示。如前所述，營造業係以對外承包工程為主要業務，建設業則以自地自建或與地主合建的方式為主要業務，此一不同之營運模式展現在投入與產出的變數時亦有其個別之特性。

表 1 本研究使用的投入與產出項目一覽表

類別	投入產出項目	定義
產出類	營業收入淨額 (千元) (Y_1)	年度營業收入總額減退回與讓價後之淨額。
	營業外收入 (千元) (Y_2)	損益表上所列示營業外收入之合計數。
投入類	營業成本 (X_1)	損益表上之營業成本加上營業費用，且扣除用人費用後之淨額。
	員工人數 (X_2)	年底之員工總人數。
	固定資產淨額 (X_3)	年底資產負債表上固定資產之成本減除累計折舊後之淨額。

表 2 營造業投入產出變數敘述統計量

年	產出變數			投入變數	
	營業收入淨額	營業外收入	營業成本	員工人數	固定資產淨額
2000	4,131,663 (3,547,843)	165,457 (249,296)	3,950,166 (3,773,5138)	424 (3929)	835,991 (1,412,047)
2001	4,444,459 (3,396,871)	146,733 (203,072)	4,230,196 (3,413,871)	458 (462)	833,716 (1,397,944)
2002	4,923,950 (4,279,183)	114,338 (158,808)	4,431,128 (3,960,343)	429 (426)	889,995 (1,536,996)
2003	4,595,396 (4,151,191)	224,276 (380,731)	4,081,073 (3,762,023)	384 (331)	900,186 (1,531,243)
2004	4,836,369 (4,608,500)	214,403 (291,383)	4,338,145 (4,130,374)	303 (196)	1,067,078 (1,930,939)
2005	4,301,002 (3,432,926)	209,728 (402,099)	4,104,505 (3,188,723)	281 (210)	769,586 (1,707,301)
2006	4,336,757 (3,669,982)	311,881 (590,887)	4,081,237 (3,349,099)	330 (261)	757,543 (1,732,286)
2007	4,738,236 (3,982,141)	206,681 (353,395)	4,334,413 (3,666,365)	370 (326)	690,4741 (1,488,722)
平均	4,527,160	201,132	4,189,825	371	835,015

註：1.樣本個數：155。

2.除員工人數以人為單位外，其餘變數單位皆為仟元。

3.括弧內為標準差。

表 3 建設業投入產出變數敘述統計量

年	產出變數		營業成本	投入變數	
	營業收入淨額	營業外收入		員工人數	固定資產淨額
2000	2,094,125 (2,133,095)	110,135 (149,148)	2,063,396 (1,931,530)	103 (152)	959,936 (1,606,087)
2001	1,660,401 (1,905,675)	164,384 (357,261)	1,758,716 (1,921,777)	71 (88)	1,043,238 (1,635,543)
2002	1,477,705 (1,869,416)	158,750 (380,505)	1,614,111 (2,161,280)	59 (73)	788,859 (939,169)
2003	1,452,615 (1,809,600)	265,990 (894,244)	1,457,248 (1,756,407)	56 (75)	809,014 (995,628)
2004	1,696,742 (2,352,064)	112,721 (152,863)	1,478,930 (1,984,414)	62 (103)	865,371 (1,204,508)
2005	1,709,866 (2,125,884)	122,429 (188,252)	1,431,510 (1,785,244)	58 (106)	834,618 (1,190,639)
2006	2,485,615 (3,510,4575)	168,203 (272,897)	2,007,385 (2,815,102)	58 (109)	762,521 (1,129,253)
2007	2,641,695 (3,340,871)	164,260 (259,1967)	2,066,380 (2,574,036)	62 (110)	811,182 (1,180,459)
平均數	1,916,543	159,440	1,753,106	65	873,448

註：1.樣本個數：406。

2.除員工人數以人為單位外，其餘變數單位皆為仟元。

3.括弧內為標準差。

綜合表 2 及表 3 之資訊可知，營造業的營運規模均較大，無論是營業收入淨額、營業成本及員工人數等，均遠大於建設業，至於營業外收入及固定資產淨額則約略相當。至於這些變數間是否具有顯著之差異性，依據表 4，營造業與建設業投入與產出變數均數差異性的 t 檢定結果可知，除了營業外收入與固定資產淨額未具顯著差異外，其餘營業收入淨額、營業成本及員工人數等，均達到 1% 顯著水準，表示具有顯著之差異性。

表 4 中尚值得注意者，固定資產淨額在營造與建設業間雖未具顯著不同，兩產業固定資產之組成卻有重大差異，營造業之固定資產主要由不同之營造機械所組成，而建設業之固定資產包括土地、自用辦公大樓與生財設備等不動產存貨 (章定煊，民 94)。

表 4 營造業與建設業投入產出變數均數檢定結果

變數	營造業均數	建設業均數	t 統計量 (p value) (營造業-建設業)
營業收入淨額 (Y_1)	4,527,160	1,916,543	7.9860 ($p < 0.001$)
營業外收入 (Y_2)	201,132	159,440	1.2130 ($p = 0.2260$)
營業成本 (X_1)	4,189,825	1,753,106	8.0270 ($p < 0.001$)
員工人數 (X_2)	371	65	11.1120 ($p < 0.001$)
固定資產淨額 (X_3)	835,015	873,448	-0.2170 ($p = 0.8280$)

註：除員工人數以人為單位外，其餘變數之單位皆為仟元。

6. 實證結果分析

首先使用 SFA 法個別估計營造業與建設業公司的投入面距離函數，個別估計之結果列於附錄 B，至少達到 10% 顯著水準的係數個數超過半數，估計結果尚佳⁵。由於兩種產業的 η 係數估計值均為正值且達統計顯著，表示隨時間經過，廠商的技術效率有逐年改善的趨勢。

再根據這些係數估計值以線性和二次規劃法 (QP)，估計共同邊界投入面距離函數的係數，估計結果整理於附錄 C 中，由於線性規劃法估計結果與二次規劃法極為近似，故不另列示以節省篇幅。承襲數理規劃法的缺點，無法直接估計各係數的估計標準誤。對此，本研究採用拔靴法 (bootstrapping) 估計各係數的標準誤，針對樣本資料以抽後放回方式重複抽樣 5000 次，依據這 5000 次的係數估計值計算各係數之標準差。

本文亦將營造業與建設業公司資料合併，採用 SFA 法估計(2)式隨機邊界距離函數，估計結果亦整理於附錄 C 中，不難發現隨機邊界模型與 QP 模型之係數估計結果差異頗大。這種將兩群組資料合併後進行估計的做法，忽略營造業與建設業公司生產技術的潛在差異，且無法包絡個別群組的生產邊界。營造業與建設業公司的生產技術是否存在差異？為釐清此點，本文採用對數概似比檢定法進行檢測，檢定統計量為 $\lambda = -2\{\ln[L(H_0)] - \ln[L(H_1)]\}$ ，其中 $\ln[L(H_0)]$ 為合併兩群組資料估計得到的對數概似函數值， $\ln[L(H_1)]$ 是個別估計兩群組資料得到的最大

⁵ 本文有分別對 Y 及 X 進行偏微分，X 的偏微分均數均為正，Y 在乘上負號後其均為正，故符合理論預期。

概似函數值之加總。如此，得到 λ 值等於 188，自由度為 24，達到 1% 顯著水準，顯示營造業與建設業公司間的確存在技術差異，應在分析模型中予以考慮。換言之，採用共同邊界模型有其必要性。

接下來，利用營造業與建設業公司隨機距離邊界模型的參數值，分別估計營造業與建設業所有樣本公司的技術效率 (TE)，使用 QP 規劃法估計的共同距離函數參數估計值，可以計算共同邊界技術效率 (TE^*)，進而根據 (8) 式計算 TGR 估計值。整理營造業與建設業公司每年平均的 TE 、 TGR 與 TE^* 等之估計值，分別置於表 5 中⁶。

6.1 營建業技術效率分析

根據表 5，營造業公司技術效率平均值等於 0.7164，表示營造業公司若要達到生產效率，在維持相同的產出水準下，尚需減少 28.36% 的投入。TGR 平均值等於 0.7704，代表此群組邊界函數偏離共同邊界，營造業公司如能使用最佳技術從事生產，可以再節省 22.96% 的投入。 TE 與 TGR 相乘後得到總效率值 0.5448，代表若在共同邊界上生產，營造業公司平均投入總共可以減少 45.52%。

建設業公司的 TE 平均值為 0.7733，指建設業公司若達到生產效率，在維持相同的產出水準下，還需減少 22.67% 的投入。TGR 平均值等於 0.9122，代表此群組邊界函數相對於營造業較接近共同邊界，建設業公司如能使用最佳技術，可以再節省 8.78% 的投入。 TE 與 TGR 相乘後得到總效率值 0.7114，代表若在共同邊界上生產，建設業公司平均投入總共可以減少 28.86%。

綜合上述，表面上，根據營建兩產業個別生產邊界估得之平均技術效率值相差不大，唯值得注意者，兩者不適合直接比較，有必要進行共同邊界之估計。建設業公司之 TGR 平均值高於營造業公司，表示此產業之生產邊界與共同邊界之距離，較營造業公司為近，亦即此產業使用較高之生產技術。 TGR 與 TE 之乘積為總效率值，可用來進行比較，由於建設業公司之平均值等於 0.7114，遠大於營造業公司的 0.5448，表示建設業公司的生產效率平均而言的確優於營造業公司，造成此差距之主因，在於前者採用較先進之生產技術；易言之，為大幅提昇生產效率，建議營造業公司宜致力提升生產技術，期能在一定之產出水準下，持續降低要素投入量，以提昇生產效率。

另外，為進一步瞭解營建業公司技術效率、技術缺口比率及共同邊界技術效率的時間變動趨勢，其趨勢圖分別列示如圖 1 至圖 3。

⁶ 本研究另以單一產出，與原採用之三投入，重新執行共同邊界效率分析，各類經營效率之平均數如下表，其與原先採兩產出三投入之估計結果相較時發現，營造業公司的群組技術效率及技術差距比率均相對較低，致共同邊界效率低估程度更多，建設業公司的群組技術效率相對較高，技術差距比率則相對較低，使得共同邊界效率差異不大。

表 5 營建業每年共同邊界效率指標彙總表⁷

年別	營造業			建設業		
	TE	TGR	TE*	TE	TGR	TE*
2000	0.6110 (0.2047)	0.7258 (0.1439)	0.4383 (0.1757)	0.7150 (0.1456)	0.8414 (0.1233)	0.6131 (0.1821)
2001	0.6397 (0.1950)	0.7481 (0.1316)	0.4763 (0.1750)	0.7270 (0.1394)	0.8939 (0.1135)	0.6598 (0.1787)
2002	0.6705 (0.1897)	0.7722 (0.1209)	0.5065 (0.1359)	0.7467 (0.1317)	0.9262 (0.0889)	0.6958 (0.1563)
2003	0.6964 (0.1790)	0.7789 (0.0879)	0.5300 (0.1291)	0.7686 (0.1279)	0.9362 (0.0823)	0.7238 (0.1524)
2004	0.7063 (0.1611)	0.7884 (0.0896)	0.5467 (0.1008)	0.7803 (0.1227)	0.9316 (0.0819)	0.7311 (0.1478)
2005	0.7588 (0.1451)	0.7964 (0.0863)	0.5967 (0.0991)	0.8020 (0.1194)	0.9300 (0.0828)	0.7491 (0.1438)
2006	0.7791 (0.1386)	0.7690 (0.0983)	0.5884 (0.0734)	0.8172 (0.1097)	0.9057 (0.1418)	0.7432 (0.1666)
2007	0.7984 (0.1288)	0.7927 (0.1039)	0.6221 (0.0647)	0.8268 (0.1056)	0.9241 (0.0783)	0.7663 (0.1289)
平均	0.7164 (0.1765)	0.7704 (0.1092)	0.5448 (0.1353)	0.7733 (0.1309)	0.9122 (0.1033)	0.7114 (0.1643)

註：1. TE：技術效率值，TGR：技術缺口比率，TE*：共同邊界技術效率。

2. 括號內數值是標準差。

3. 樣本數：營造業為 155，建築業為 406。

如圖 1 顯示在 2000 至 2007 年的樣本期間，營造業 *TE* 大約從 0.61 開始持續緩步向上攀升，至 2007 年達到 0.80 左右。建設業與營造業 *TE* 在樣本期間的成長趨勢相當類似，然而均在營造業之上緣往上移動，其 *TE* 大約從 0.72 開始亦逐年持續穩定向上攀升，至 2007 年到 0.83 左右。由於前述之 *TE* 係依據營造業與建設業公司個別群組邊界計算而得，故不能直接比較它們的效率值。然圖 2 及圖 3 所呈現的技術缺口比率及共同邊界技術效率趨勢圖，可直接用來比較兩種產業的效率分數，因為它們都是依照共同邊界為基準測量得到。

圖 2 中建設業公司的平均 *TGR* 值，均高於營造業公司，圖 3 更可明顯地觀察到建設業公司

⁷ 2003 年的 SARS 風暴期間，兩個次產業的各項效率分數均未大幅下降，其原因可由本文表 2 及表 3 的投入產出資訊獲悉。觀察 2002 到 2003 年之兩種產出中，營業收入淨額小幅下降，但營業外收入有所增加。另外，三個要素投入中，營業成本與員工人數有一定幅度的減少，固定資產淨額微幅增加（亦即兩項產出雖有減少，但三項投入亦呈相對減少）。故整體而言，此可能是造成 2003 年兩個次產業公司之效率分數持平或仍上升的原因。

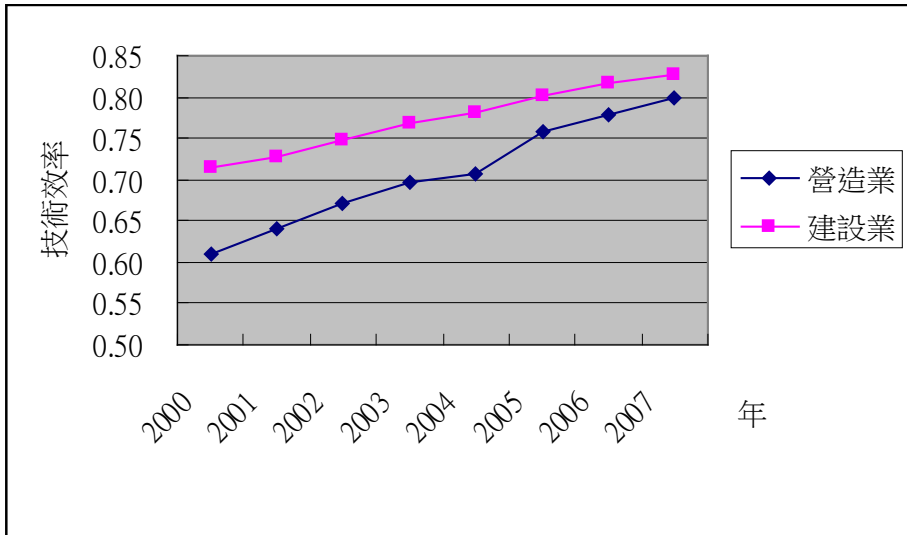


圖 1 營造與建設業技術效率之趨勢圖

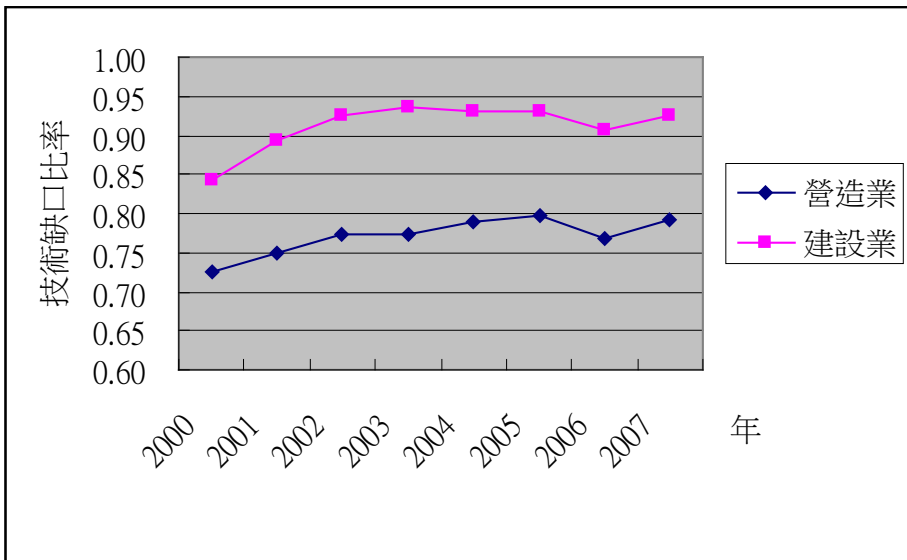


圖 2 營造與建設業技術缺口比率之趨勢圖

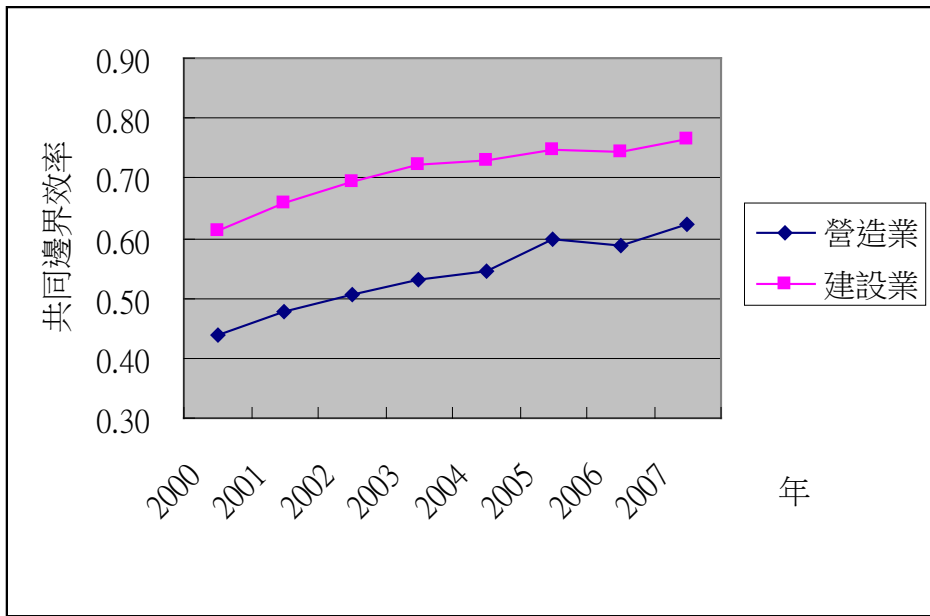


圖 3 營造與建設業共同邊界技術效率之趨勢圖

總效率值的趨勢線，其成長型態雖與營造業公司類似，然均位於營造業公司總效率值趨勢線的上方，其間共同邊界技術效率的平均差距約有 0.17 之多，顯示在相同的產出水準下，建設業公司使用相對較少之要素投入量。

各項效率指標在營造業與建設業公司間是否具有顯著差異，檢定結果列示於表 6⁸。TGR 平均值差異的 t 檢定值為 -13.208 (p 值 < 0.001)，故營造業公司平均 TGR 值顯著小於建設業公司。根據共同邊界算得之總效率值 TE^* ，營造業與建設業公司間平均值差異的 t 檢定值為 -12.396 (p 值 < 0.001)，營造業公司總效率平均值亦顯著小於建設業公司。整體檢定結果顯示，建設業公司之經營效率指標均顯著優於營造業公司。

表 6 營造與建設業技術缺口比率與共同邊界效率差異檢定結果

指標名稱	營造業 平均數	建設業 平均數	t 值 (營造-建築)	p 值
技術缺口比率(TGR)	0.7704	0.9122	-14.208	<0.001
共同邊界技術效率(TE^*)	0.5448	0.7114	-12.257	<0.001

⁸ 由於營、建兩產業個別生產邊界並不相同，兩者不適合直接比較，故表 7 中沒有檢定 TE 平均值的差異。

綜合營造業與建設業公司比較結果，由於建設業公司的 TGR 值為 0.9122，顯著大於營造業公司的 0.7704，其群組邊界較營造業公司邊界更靠近共同邊界，故技術缺口較小，營造業與建設業公司若能使用最佳技術生產，營造業公司可節省較多之要素投入。其次，建設業公司的總效率值 0.7114，顯著高於營造業公司的 0.5448，故若在共同邊界上生產時，營造業公司應可減少相對較多之投入⁹。

6.2 營造與建設業規模報酬分析

為瞭解營造業與建設業公司之規模報酬情況，究屬固定、遞增或遞減之情況，俾提供更多決策資訊，使用各群組對數投入面距離函數的係數估計值，利用(15)式計算規模報酬值。營造業與建設業公司規模報酬平均值分別為 1.445 與 1.348，顯示兩產業平均而言仍處在規模報酬遞增階段，採用諸如購併等方式擴大公司生產規模，可以進一步降低長期平均成本。

6.3 實證結果之意涵

本研究的實證結果對投資人，公司管理階層及對政府管制言均具有一定之管理意涵，說明如下：

- (1) 對投資人言，可以由本文之研究結果，將投資資金進行較佳的配置，由於大部份建設業公司之經營效率均高於營造業公司，故在投資標的，相對上可以資優的建設業公司為首選，易獲致較佳之投資報酬。此外，除財務指標外，亦可有更多的非財務指標，如經營效率，來做為決策之參酌，以更提昇投資決策品質，提高投資報酬率
- (2) 對經營者言，可以更加瞭解公司所處產業的特性，營造及建設次產業間之差異，做為強化公司競爭優勢決策的額外資訊。此外，營造業所使用之技術距離潛在技術邊界較遠，此點可供營造業公司管理階層在經營決策上之參酌。
- (3) 對政府言，營造業公司之規模報酬平均值 (1.445) 微幅高於建設業公司 (1.348)，兩個次產業之公司若經由購併等方式擴大生產規模，均可降低其長期平均成本且強化公司之競爭力，政府或可以政策方式引導及鼓勵營建業公司進行合併，以發揮規模經濟之效益。

另外，對學術文獻而言，過去甚少將屬性相近，但生產技術有差別的營造業及建設業同時進行效率評估，本文不但提供可在共同邊界下對營造業及建設業公司進行效率比較的分析方法，獲致之實證證據亦可使相關文獻更為豐富。

⁹ 本文亦提供營造及建設兩個次產業的技術變動率比較資訊，兩個次產業的技術變動率定義為 $\ln(D)$ 對 t 的偏導數即為技術變動率，若大於 0 則為技術進步，反之則為技術退步。經計算後，樣本期間營造業公司平均每年的技術變動率為 -3.7994%，建設業則為 3.8990%，營造業公司呈現小幅退步，建設業公司則呈現小幅度技術進步，檢定兩產業技術變動率的平均數是否有顯著差異， t 統計值等於 23.303 (p 值 < 0.001)，兩者有顯著差異。

7. 結論與建議

本研究以具有經濟火車頭之稱的營建業為研究對象，探討營造業與建設業公司生產效率的差異情況，由於營造業與建設業公司在營業收入與各要素投入組合上有重大差異，隱含兩群組公司間存有潛在異質的生產技術。本研究採取能比較不同生產技術群體的共同邊界投入導向距離函數，分析兩種產業生產效率。另外，為了隔離隨機因素對不同公司之衝擊，本研究以隨機邊界法衡量營造業與建設業公司之技術效率，主要之發現彙述如下。

首先，營造業公司的平均技術效率、技術缺口比率及共同邊界技術效率等，均顯著小於建設業公司；故整體而言，建設業公司之經營效率顯著優於營造業公司。其次，在技術變動率方面，樣本期間內營造業公司處在技術退步的狀態，建設業公司則處在技術進步的情況，兩者差異達到統計顯著。最後，兩種產業之規模報酬平均值皆超過一，顯示樣本廠商的生產規模須進一步擴大，可降低其長期平均成本，提升廠商競爭力。

至於未來可能的研究方向上，若資料足夠時，則以營造與建設業單一產業的上市及上櫃公司，比較公司多數建案屬於不同區域的經營效率應是深具實務意涵的課題。其次，營造與建設業公司之共同邊界生產力變動，或進行生產力要素拆解，以瞭解生產力變動之深層原因，亦是值得深入探討的課題。另由於營造與建設業公司通常均有較高之負債比例，其短期財務流動能力及經理人員的風險態度對公司經營效率之影響，亦為有趣的研究議題。

附錄 A 營造與建設業效率評估文獻上使用的投入與產出項目一覽表

類別	投入產出項目	營造業					建設業				
		A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5
產出類	國內生產毛額	●									
	營業收入淨額		●	●	●	●	●	●	●		●
	營業毛利							●			
	稅後純益			●							
	資產報酬率			●							
	股東權益報酬率			●							
	員工產值			●							
	獲利率			●							
	1-負債比率			●							
	存貨周轉率(次)								●		
	投入類	員工人數	●	●	●	●	●	●	●		●
存貨									●		
固定資產淨額							●				
固定資產			●							●	
機器價值		●									
中間資本投入		●									
資本額				●	●	●					
股東權益				●				●			
負債總額								●			
資產總額				●							
短期財務風險(1 減速動比率)							●				
長期財務風險 (負債比率)							●				
營業成本			●						●	●	●
1/(負債比率)									●		
速動比率									●		

註：表內各文獻係以英文字母及編號來代表，分別如下：A1: Sumardi and Anaman 2004，A2: You and Zi (2007)，A3: 吳濟華等 (民 97)，A4: Dzeng and Wu (民 101)，A5: Dzeng and Wu (2013)；B1: 章定煊、張金鶚 (民 90)，B2: 章定煊 (民 94)，B3: 洪維延、尚瑞國 (民 94)，B4: Anderson *et al.* (1998)，B5: Zheng *et al.* (2011)。

附錄 B 營建業隨機邊界法投入面距離函數估計結果

	營造業估計結果		建設業估計結果	
	係數估計值	t 值	係數估計值	t 值
Constant	-12.9160	-2.0813	-5.1479	-5.2428
$\ln(x_{2t} / x_{1t})$	-0.3552	-0.5094	0.8535	3.9065
$\ln(x_{3t} / x_{1t})$	0.2442	0.5741	0.0284	0.3898
$\ln(y_{1t})$	0.1724	0.2113	0.3470	3.8219
$\ln(y_{2t})$	0.0968	0.3133	-0.1770	-2.1277
t	0.4950	3.1036	0.3173	5.4286
$0.5 \times \ln(x_{2t} / x_{1t})^2$	-0.1192	-2.5193	-0.0558	-1.4554
$0.5 \times \ln(x_{3t} / x_{1t})^2$	-0.0041	-0.1362	0.0199	3.3157
$0.5 \times \ln(y_{1t})^2$	-0.0835	-1.7992	-0.1654	-11.8435
$0.5 \times \ln(y_{2t})^2$	-0.0207	-1.9793	-0.0237	-3.8732
$0.5 \times t^2$	0.0049	2.1323	-0.0014	-0.3204
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times \ln(x_{3t} / x_{1t})$	0.1461	4.3899	0.0190	1.6603
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times \ln(y_{1t})$	-0.0494	-0.9846	-0.0905	-4.4103
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times \ln(y_{2t})$	0.0293	1.0773	0.0091	0.8764
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times t$	0.0146	1.8960	-0.0115	-1.4736
$\ln(x_{3t} / x_{1t}) \times \ln(y_{1t})$	0.0921	2.6357	0.0166	2.2728
$\ln(x_{3t} / x_{1t}) \times \ln(y_{2t})$	0.0020	0.1082	-0.0029	-0.8866
$\ln(x_{3t} / x_{1t}) \times t$	-0.0207	-2.5310	0.0048	1.6352
$\ln(y_{1t}) \times \ln(y_{2t})$	0.0247	1.4493	0.0375	5.1629
$\ln(y_{1t}) \times t$	-0.0325	-2.6944	-0.0235	-4.3665
$\ln(y_{2t}) \times t$	0.0037	3.8586	-0.0052	-1.4574
σ^2	0.0850	1.9297	0.0989	3.9929
Gamma	0.9161	18.9868	0.7179	9.4280
η	0.1143	2.6613	0.0644	2.0362
Log-likelihood	118.1472		84.5995	

註：樣本數：營造業為 155 個公司年，建設業為 406 個公司年。

附錄 C 隨機邊界法與共同邊界投入面距離函數估計結果

	SFA	估計標準誤	QP	估計標準誤
Constant	-4.8883	0.9944	-4.6359	0.8803
$\ln(x_{2t} / x_{1t})$	1.1583	0.1909	0.7723	0.1764
$\ln(x_{3t} / x_{1t})$	0.1547	0.0662	0.0175	0.0531
$\ln(y_{1t})$	0.5583	0.0697	0.2318	0.2320
$\ln(y_{2t})$	-0.1697	0.0764	-0.2044	0.0423
t	0.2394	0.0594	0.3151	0.0271
$0.5 \times \ln(x_{2t} / x_{1t})^2$	0.0444	0.0217	0.0412	0.0225
$0.5 \times \ln(x_{3t} / x_{1t})^2$	0.0261	0.0055	0.0258	0.0024
$0.5 \times \ln(y_{1t})^2$	-0.1196	0.0098	-0.0839	0.0223
$0.5 \times \ln(y_{2t})^2$	-0.0234	0.0057	-0.0227	0.0030
$0.5 \times t^2$	0.0027	0.0040	0.0028	0.0030
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times \ln(x_{3t} / x_{1t})$	0.0461	0.0092	0.0542	0.0089
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times \ln(y_{1t})$	-0.0241	0.0119	-0.0029	0.0103
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times \ln(y_{2t})$	-0.0007	0.0076	0.0110	0.0077
$\ln(x_{2t} / x_{1t}) \times t$	-0.0240	0.0061	-0.0313	0.0036
$\ln(x_{3t} / x_{1t}) \times \ln(y_{1t})$	0.0311	0.0057	0.0456	0.0095
$\ln(x_{3t} / x_{1t}) \times \ln(y_{2t})$	-0.0030	0.0032	-0.0015	0.0017
$\ln(x_{3t} / x_{1t}) \times t$	0.0011	0.0027	-0.0001	0.0014
$\ln(y_{1t}) \times \ln(y_{2t})$	0.0288	0.0057	0.0399	0.0052
$\ln(y_{1t}) \times t$	-0.0297	0.0044	-0.0407	0.0030
$\ln(y_{2t}) \times t$	-0.0061	0.0030	-0.0045	0.0016
σ^2	0.0880	0.0195	-	-
Gamma	0.6894	0.0747	-	-
η	0.1275	0.0260	-	-
Log-likelihood		107.9388	-	

註：1. 總樣本數為 561 公司年。

2. QP 的標準差採拔靴法獲得。

參考文獻

- 行政院經濟建設委員會，「我國營建業進軍海外市場拓展業務之利基可行方向研究」，民國 96 年。
- 行政院經濟建設委員會，「建立全球化時代我國營建業進軍海外市場之業務開發資訊平台計畫」，民國 97 年。
- 吳金松，「台灣地區上市上櫃營建公司成本效率之實證研究」，朝陽科技大學財務金融系未出版碩士論文，民國 94 年。
- 吳濟華、何柏正、黃元璋，「台灣地區營造業營運績效與經營策略」，建築學報，第六十四期，民國 97 年，25-48 頁。
- 洪維延、尚瑞國，「台灣地區上市櫃建設公司純粹管理效率評估：四階段資料包絡分析法之應用」，建築學報，第五十三期，民國 94 年，1-20 頁。
- 章定煊，「上市櫃建設公司土地投資與開發策略對經營績效影響之探討」，住宅學報，第十四卷第一期，民國 94 年，41-66 頁。
- 章定煊、張金鵬，「上市櫃建設公司績效評估與影響因素探討」，2001 年中華民國住宅學會第十屆年會論文集，民國 90 年。
- 黃台心、姜麗智、陳冠臻、邱柏豪，「An Application of the Meta-frontier Cost Function to the Study of Bank Efficiencies and Technology Gaps in 16 European Countries」，管理評論，第二十九卷第三期，民國 99 年，25-43 頁。
- 黃台心、張寶光、邱郁芳，「應用共同成本函數探討東亞六國銀行業之生產效率」，經濟論文，第三十七卷第一期，民國 98 年，61-100 頁。
- Al-Malkawi, H. A. N. and Pillai, R., "The Impact of Financial Crisis on UAE Real Estate and Construction Sector: Analysis and Implications," *Humanomics*, Vol. 29, No. 2, 2013, pp. 115-135.
- Anderson, R. I., Fok, R., Zumpano, L. V., and Elder, H. W., "Measuring the Efficiency of Residential Real Estate Brokerage Firms," *Journal of Real Estate Research*, Vol. 16, No. 2, 1998, pp. 139-158.
- Battese, G. E. and Coelli, T. J., "Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India," *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, No. 1-2, 1992, pp. 153-169.
- Battese, G. E. and Coelli, T. J., "A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data," *Empirical Economics*, Vol. 20, No. 2, 1995, pp. 325-332.
- Battese, G. E. and Rao, D. S. P., "Technology Gap, Efficiency and a Stochastic Metafrontier Function," *International Journal of Business and Economics*, Vol. 1, No. 2, 2002, pp. 87-93.
- Battese, G. E., Rao, D. S. P., and O'Donnell, C. J., "A Metafrontier Production Function for Estimation

- of Technical Efficiencies and Technology Gaps for Firms Operating Under Different Technologies,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 21, No. 1, 2004, pp. 91-103.
- Bauer, P. W., Berger, A. N., Ferrier, G. D., and Humphrey, D. B., “Consistency conditions for regulatory analysis of financial institutions: A comparison of frontier efficiency methods,” *Journal of Economics and Business*, Vol. 50, No. 2, 1998, pp. 85-114.
- Bos, J. W. B. and Schmiedel, H., “Is There a Single Frontier in a Single European Banking Market?” *Journal of Banking and Finance*, Vol. 31, No. 7, 2007, pp. 2081-2102.
- Boskin, M. J. and Lau, L. J., “International and Intertemporal Comparison of Productive Efficiency: An Application of the Meta-production Function Approach to the Group-of-five (G-5) Countries,” *Economic Studies Quarterly*, Vol. 43, No. 4, 1992, pp. 298-312.
- Cummins, J. D. and Zi, H., “Comparison of Frontier Efficiency Methods: An Application to the U.S. Life Insurance Industry,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 10, No. 2, 1998, pp.131-152.
- Dzeng, R. J. and Wu, J. S., “The Cost Efficiency of Construction Industry in Taiwan,” *Open Construction and Building Technology Journal*, Vol. 6, 2012, pp. 8-16.
- Dzeng, R. J. and Wu, J. S., “Efficiency Measurement of the Construction Industry in Taiwan: A Stochastic Frontier Cost Function Approach,” *Construction Management and Economics*, Vol. 31, No. 4, 2013, pp. 335-344.
- Färe, R. and Primont, D., *Multi-output production and duality: Theory and applications*, Boston: Kulwer Academic Publishers, 1995.
- Gunaratne, L. H. P. and Leung, P. S., “Asian Black Tiger Shrimp Industry: A Productivity Analysis,” In P. S. Leung and K. R. Sharma (Eds.), *Economics and Management of Shrimp and Carp Farming in Asia: A Collection of Research Papers Based on the ADB/NACA Farm Performance Survey*, Bangkok: Network of Aquaculture Centers in Asia-Pacific (NACA), 2001, pp.55-68.
- Hayami, Y., “Sources of Agricultural Productivity Gap among Selected Countries,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 51, No. 3, 1969, pp. 564-575.
- Hayami, Y. and Ruttan, V. W., “Agricultural Productivity Differences among Countries,” *American Economic Review*, Vol. 60, No. 5, 1970, pp. 895-911.
- Hayami Y. and Ruttan, V. W., *Agricultural Development: An International Perspective*, Revised and Expanded Edition, Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1985.
- Kim, J. L. and Lau, L. J., “The Sources of Economic Growth of the East Asian Newly Industrialized Countries,” *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 8, No. 3, 1994, pp. 235-271.
- Lau, L. J. and Yotopoulos, P. A., “The Meta-production Function Approach to Technological Change in

- World Agriculture,” *Journal of Development Economics*, Vol. 31, No. 2, 1989, pp. 241-269.
- Moreira, V. H. and Bravo-Ureta, B. E., “Technical Efficiency and Metatechnology Ratios for Dairy Farms in Three Southern Cone Countries: A Stochastic Meta-Frontier Model,” *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 33, No. 1, 2010, pp. 33-45.
- Mundlak, Y. and Hellinghausen, R., “The Intercountry Agricultural Production Function: Another View,” *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 64, No. 4, 1982, pp. 664-672.
- O’Donnell, C. J., Rao, D. S. P., and Battese, G. E., “Meta-Frontier Frameworks for the Study of Firm-Level Efficiencies and Technology Ratios,” *Empirical Economics*, Vol. 34, No. 2, 2008, pp. 231-255.
- Sharma, K. R. and Leung, P. S., “Technical Efficiency of Carp Pond Culture in South Asia: An Application of Stochastic Meta-Production Frontier Model,” *Aquaculture Economics and Management*, Vol. 4, No. 3-4, 2000, pp. 169-189.
- Sumardi, R. H. and Anaman, K. A., “Aggregate Efficiency Analysis of Resource Use and Demand for Labour by the Construction Industry in Brunei Darussalam,” *Construction Management and Economics*, Vol. 22, No. 7, 2004, pp. 755-764.
- Wong, W. P., Gholipour, H. F., and Bazrafshan, E., “How Efficient Are Real Estate and Construction Companies in Iran’s Close Economy?” *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 16, No. 4, 2012, pp. 392-413.
- You, T. and Zi, H., “The Economic Crisis and Efficiency Change: Evidence from the Korean Construction Industry,” *Applied Economics*, Vol. 39, No. 14, 2007, pp. 1833-1842.
- Zheng, X., Chau, K. W., and Hui, E. C. M., “Efficiency Assessment of Listed Real Estate Companies: An Empirical Study of China,” *International Journal of Strategic Property Management*, Vol. 15, No. 2, 2011, pp. 91-104.