交　通　學　報
第　八　卷　第　一　期
民國九十七年十二月
頁1～頁26

Journal of Traffic Science
Central Police University
Vol. 8 No. 1
December. 2008, pp. 1~26

市區公車業者及其路線經營效率之研究
—以桃園客運及中壢客運為例

A Study of Operation Efficiency of Both Operators and Routes of City Bus–Case of Taoyuan and Jungli Transit Company

楊志慶　Chih-Ching Yang[1]
魏慶地　Ching-Ti Wei[2]
張新福　Hsin-Fu Chang[3]

摘　要

台灣地區由於私人機動車輛日漸普及，導致大眾運輸工具使用率偏低，而市區公車是重要的都市大眾運輸工具之一。本文的主要目的即在探討市區公車業者及其路線的經營效率，以提供政府主管單位及業者在調整路線規劃、改善經營績效、及研擬如何提高公車系統使用率等策略之參考。本文使用資料包絡分析法(DEA; data envelopment analysis)，以路線別為決策單位，分析桃園地區之桃園客運及中壢客運共53條公車路線，探討不同運輸需求、經營區域、及是否為幹線公車與經營效率的關係，並藉由路線資料的彙整，以分析不同業者的營運表現。結果發現，53條評估路線只有17條相對有效率，所有路線的平均效率為0.736，各路線若其年載客數超過55,000人次時，其載客數愈多者，經營效率將愈高，而路線之經營區域差異及是否為幹線公車與效率無關。兩家業者中，中壢客運的經營效率較高，其競爭優勢，主要是來自非幹線公車路線及於中壢地區營運的路線。如何提高業者的營運績效，本文亦彙整其經營效率不佳的路線提供建議，此外，針對兩業者各路線生產投入的改善量及改善目標

[1] 開南大學 物流與航運管理學系 助理教授。
[2] 開南大學 物流與航運管理學系 助理教授。
[3] 桃園縣政府交通處 副處長。

，本文亦提供具體建議。

關鍵詞：資料包絡分析、市區公車路線、營運績效

Abstract

City buses are one of the important public transit systems, but the public transportation usage in Taiwan is low because private vehicles are used popularly. This study aims to evaluate the operation performance, and provides operators, transportation authorities with best strategies on route planning, adjustment, and improving the operation benefits. In order to evaluate the performance, DEA(data envelopment analysis) is used to analyze 53 routes operated by Taoyuan and Jungli passenger transit company. This study takes every route as the decision making unit to explore the relationship between operation performance and travel demand, operating area or main-road bus routes. The results of this study show that there are only 17 routes reached so-called relatively efficiency; moreover, the average efficiency for all routes is 0.736. Increased passenger volume contributes to the higher operation efficiency when route passenger volume is over 55,000 peoples per year. Jungli company has the better operation efficiency than Taoyuan company, due to operating the non-main-road routes and routes in Jungli area. To those routes with inefficiency, the study provides the two companies advice, which is able to improve their operation efficiency. Besides, the improvement goals of productive inputs for both companies are also provided in this study.

Keywords：*DEA (data envelopment analysis), city buses, operation efficiency*

壹、前言

交通部及運輸研究所的統計資料顯示，過去十年(1996~2005)，台灣地區的總人口數平均每年只增加 0.6%，但自用小汽車及機車的數量分別增加 3.9%及 4.5%。由於機動車輛持有更為普遍，導致大眾運輸系統使用率偏低。以桃園地區為例，1992 年的使用率高達 24%，但根據運輸研究所調查資料顯示，2001 年已下降至 11%【1】。最近桃園縣政府的調查資料【2】更顯示，此使用率僅剩 5.5%。在使用率偏低，營收減少，業者無力增加投資的惡性循環下，公車業者經營環境日益困難。

過去二十年，臺灣地區市區公車的運量大致呈遞減的趨勢，依據運輸研究所的統計資料【3】，1985 年市區公車的年載客數為 1,210,835 千人，十年後(1995 年)，則減少為 759,912 千人，減少的幅度相當大，約近四成。但此大幅減少的趨勢，過去十年未再出現。資料顯示，2005 年市區公車的年運量為 754,489 千人，和十年前十分接近。但必須注意的是，過去十年雖然公車運量未再減少，但營運的車輛數是增加的，資料顯示 1995 年業者提供的車輛數僅 4,291 輛，但 2005 年則增加為 5,636 輛，十年間增加了約三成。由於載客人數未增加，而營運的車輛數卻增加，顯示每輛車的平均載客率是減少的。營運車輛增加，反應業者的成本提高，而載客率減少，反應其每輛車的營收減少，這些簡單的統計數據突顯出市區公車業者所面對日益困難的經營環境。

公車業者營運之成敗與路線規劃的良窳有密切的關係，一般而言，為增加總營收，業者對於高運量及高營收的路線較為重視，而對於低運量、低營收路線，則儘量減少班次，並爭取政府補貼。事實上許多低運量路線是可藉由路線的修正、彈性調整班次及行銷策略的運用，而提高其載客數。此外，低運量、低營收的路線不代表就是無效率的路線，只要業者能有效的調整營運投入(例如：車輛數或班次)，則這些路線仍可能是有效率。因此，路線的經營對業者而言十分重要。路線是業者的實際經營單位，唯有路線規劃得宜，並針對其潛在市場，運用合理的車輛及班次經營，才可提高經營效率及競爭力。目前由於私有運具十分普及，提高業者經營效率及競爭力更顯重要，因為業者不只是要和其他的同業競爭，更要和私有運具競爭。

桃園縣過去由於台北都會區發展日趨飽和，導致許多人口遷移居住，然由於人口及產業的高度集中，使都市土地使用過度，由於公共設施未相對增加，導致嚴重影響生活品質，其中尤以交通建設為甚。以公路運輸為例，桃園縣私人運具數量在近十年間成長了約 76.6%，但道路長度卻僅增加 2.56%【1】。因此，唯有發展及鼓勵民眾使用大眾運輸工具，才是改善桃園縣都市交通的有效方法。市區公車是都市大眾運輸主要系統之一，站在消費者的立場，唯有路線規劃得宜並具備高服務品質，才可吸引其搭乘；而由業者的角度，市區公車目前正面臨日益艱困的經營環境。因此本文的主要目的在分析桃園地區市區公車業者的路線經營效率，以提供縣府主

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館

管單位及業者在調整路線規劃及改善經營成效之參考；其次，由於業者之經營績效是由所屬的路線組成，因此本文亦將藉由路線經營效率的彙整，以探討不同業者的整體營運績效，並以所蒐集桃園及中壢兩家客運業的營運資料為例，進行實證分析。

就業者而言，判斷某一路線是否具經營效率，常以載客量(率)或營收等指標衡量。事實上，公車業的路線各面對不同的營運環境及競爭者，即使不同路線之車輛派遣主要係由各場站調度員「統一調度」，每條路線仍可視為系統底下不同的「次生產單位」。在文獻上也有其他研究是以路線別為生產單位進行分析，如：Chiou and Chen【4】、吳燿旭【5】、Sheth et al.【6】。由於路線各有不同的投入及產出，而載客量或營收均只是路線經營的多項產出之一，不宜以其相對大小判斷是否具有營運績效。在下一節，本文將回顧一些探討客運業或其路線經營效率之相關文獻，以為後續分析之參考，其他各節內容簡述如下：第三節說明所使用的方法，第四節為資料來源與處理，第五節實證分析與討論，最後一節是結論與建議。

貳、文獻回顧

探討市區公車或都市運輸系統營運效率的文獻十分普遍。國內方面，顧志遠與張國平【7】、Chang and Kao【8】、陳俊杰與孫遜【9】曾先後以DEA評估台北市公車之經營績效。此外，Chu et al.【10】、Kerstens 【11】、Husain et al. 【12】及Jorgensen et al.【13】分別評估比較美國、法國、馬來西亞及挪威大眾運輸業者的經營績效。方法上，前三者使用的是非參數 DEA 模型，後者則運用參數隨機成本邊界模型(stochastic cost frontier model)；此外，Tone and Sawada【14】分析比較公營及民營客運業的服務效率(service efficiency)、成本效率(cost efficiency)及所得效率(income efficiency)； Carotenuto et al.【15】亦針對公民營客運業的純技術效率(pure technical efficiency)、規模效率(scale efficiency)及整體效率(overall efficiency)進行比較，此二者所使用的方法亦均為DEA模型。

公民營客運業者營運效率之比較是許多文獻共同關心的課題，除上述Tone and Sawada【14】與Carotenuto et al. 【15】的研究外，尚包括Chang and Kao【8】、Odeck【16】、Starr McMullen and Noh【17】、Viton【18】及

Cowie and Asenova【19】等，但結論並不一致，例如：Odeck【16】及 Viton【18】發現兩者表現並無差別，但其他多數的研究則發現(如：Cowie and Asenova【19】; Chang and Kao【8】)，民營業者較有效率。其中，Chang and Kao【8】是針對台北市五家公車業進行比較，其研究發現，台北市公車在自由化的過程中，市營系統的經營績效曾一度提高，但平均而言，其營運表現仍不如其他民營業者。

上述的回顧顯示，DEA 是文獻評估大眾運輸系統營運績效偏好的方法，且多數的研究均僅運用 Shephard 距離函數【20】為技術效率衡量工具。同樣是分析運輸業之營運績效，Starr McMullen and Noh【17】的評估內容則更為周詳，他們考慮到運輸工具所排放的廢氣，由於這些廢氣屬非期望產出(undesirable output)，相對於營收或延人公里等期望產出(desirable output)，非期望產出愈少愈好，期望產出則愈多愈好，因此 Shephard 距離函數在運用上便較受限制，此研究仍採用 DEA 模型，但運用較一般化的方向距離函數(directional distance function)為效率衡量工具。在實證方面，該研究以美國 43 家巴士運輸業者為對象，這些業者包括公營及民營運輸系統，其研究亦發現，民營系統的績效高於公營系統。

以上的文獻均是藉由系統的比較，以分析其經營成效及改善方向。由於運輸業的經營是藉由不同的路線形成，且這些路線各面對不同的消費者、競爭廠商及營運環境。因此，不同的路線宜具備不同的營運計畫及管理策略，始能契合其所面對的經營管理課題，但本文的回顧發現，探討運輸業經營績效的研究雖多，曾考慮以路線為評估單位者，就所蒐集的資料，僅有 Chiou and Chen【4】、吳燿旭【5】及 Sheth et al.【6】等少數幾篇。Chiou and Chen【4】以 DEA 探討台灣某航空公司 15 條路線的經營績效。其研究是基於過去三十年台灣地區經濟快速發展，造成航空運輸需求急速增加，因政府對於航空運輸業之加入採管制政策，造成供給不足。1987 年，政府仍實施「開放天空」政策，允許新的航空公司加入，此政策使經營國內航線的航空公司由原來的四家增加為九家，營運的路線亦由原來的 20 條增加為 41 條。市場開放及競爭的結果，使一些規模較小的航空公司逐漸失去市場而被併購，此外，由於地面運輸系統服務水準的提高，至 2004 年止，台灣地區國內航線不僅萎縮至僅 26 條，其平均載客率也由 1987 年的 82%下降至 53%。面對更為競爭的市場，航空公司若可藉由分析其路線

的營運績效，不但可了解各路線的經營成果，亦可藉此研析提高競爭力的營運修正策略。該文依據 Fielding【21】的分析結構，探討 15 條路線的成本效率(cost efficiency)、成本有效性(cost effectiveness)及服務有效性(service effectiveness)，結果發現，15 條路線中，10 條具成本效率、5 條具成本有效性、4 條具服務有效性，該文並以差額分析(slack analysis)、Tobit 迴歸分析(Tobit regression)及群落分析(clustering analysis)檢討無效率經營路線的改善方向及目標。

吳燿旭【5】同樣使用 DEA 分析南部某汽車客運業 36 條路線之經營績效，其分析結構也是採用成本效率、成本有效性及服務有效性等構面，並使用理想解類似度偏好順序評估法(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution；簡稱 TOPSIS)確認標竿路線及其排名。其研究發現，在成本效率方面，各路線的績效表現差異頗大，某些路線的效率十分不理想；在成本有效性方面，發現路線之無效率來源主要是生產規模運用不當；而服務有效性方面，各路線的技術及純技術效率平均值高達 0.95 以上，顯示各路線在服務有效性的表現較令人滿意。

綜合上述回顧，有以下三點結論：1. DEA 是文獻上評估運輸業各種經營效率所偏好的方法；2.多數的文獻是藉由業者間的比較以評估其相對經營績效，由於市區公車(或客運業)的經營是藉由不同的路線形成，這些路線各面對不同的營運環境及競爭者，因此藉由業者間比較的評估方式，並無法針對其路線營運調整改善提供較具體的建議；3.文獻上評估運輸業路線經營績效之研究並不多見，就本文所蒐集的資料，目前僅有 Sheth et al.【6】曾探討公車路線營運績效，但該文之研究資料是以模擬產生，此外，該文與過去的研究一樣，均是只針對單一業者評估，無法進行業者間的比較。

基以上述的回顧與整理，將業者的營運路線視為不同的決策單位，同樣以 DEA 評估比較是值得嘗試的。此評估模式不但可分析同一業者不同路線的營運績效，亦可進行業者間的比較。此外，其分析結果尚可提供政府主管單位及業者在調整路線規劃及改善經營成效之參考，或提供業者爭取路線補貼及政府執行補貼之參考。

參、研究方法

DEA 是採用數學規劃問題求解之績效評估方法，傳統的 DEA 模型【22】【23】使用 Shephard 距離函數【20】，僅可由投入(input-orientated measures)或產出導向(output-orientated measures)估計效率值。往後有一些較一般化的模型，運用曲線或方向距離函數(hyperbolic or directional distance function)【24】【25】，可同時由投入及產出面的改善估計效率值。本文所探討的市區公車業，其產出水準受限於外在運輸需求，此時，業者即使運用更多的投入，其所能開拓的客源亦極其有限，因此僅宜採投入導向衡量即可。此效率反應的是維持產出水準不變下，使用最少投入的能力。若方法所計算的路線效率值為 1，表此路線相對有效率；若效率值小於 1，表其經營相對無效率。

假設有 N 條受評估路線，每條路線均以 M 種投入生產 S 種產出，第 k 條路線的投入以 M×1 之向量 x_k 表示，$x_k \in R_+^M$；產出則以 S×1 之向量 y_k 表示，$y_k \in R_+^S$，則路線 k 之經營效率 θ 可由下列數學規劃問題求得：

$$\begin{aligned} \underset{\theta,\lambda}{MIN} \quad & \theta \\ & -y_k + Y\lambda \geq 0 \\ s.t. \quad & \theta x_k - X\lambda \geq 0 \\ & I\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned} \tag{1}$$

式中 θ 為純量，Y 為 $S \times N$ 之產出矩陣、X 為 $M \times N$ 之投入矩陣；λ 為 $N \times 1$ 之強度變數(intensity variables)向量、I 為由 1 所組成 $1 \times N$ 之行向量，$I\lambda = 1$ 可形成凸的生產集合。所求得之 θ 值(≤ 1)表第 k 條路線的經營效率。若 $\theta = 1$，表該路線是有效率的，所有具效率之路線則形成生產邊界【26】。

假設受評估路線的投入產出分佈如圖 1，則效率邊界為 abc，圖中 k 為不具經營效率的路線，採投入導向衡量時，其效率值 θ 定義為 AB/Ak，其中 kB 為該路線維持產出不變下，投入達效率邊界可減少的射線改善量(RM；radial movement)。圖中路線 c 雖位於效率邊界，但相對於 b 路線，bc 的投入量為 c 路線維持產出水準不變下，投入可減少的差額變量(SM；slack movement)。射線改善量及差額變量均為受評估路線維持產出不變下，

投入可改善的空間。

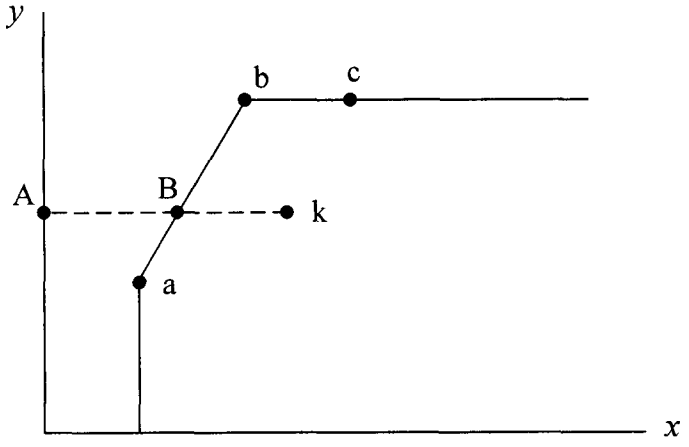


圖 1　投入產出關係圖

第 k 條路線之投入射線改善量 RM_k^i 及差額變量 SM_k^i 估計式分別如下：

$$RM_k^i = (1-\theta)x_k \tag{2}$$

$$SM_k^i = x_k - X\lambda \tag{3}$$

當採投入導向衡量時，由(1)式及圖 1 可發現，產出面只有差額變量 SM_k^o，而無射線改善量，其估計式為 $SM_k^o = Y\lambda - y_k$ 。

肆、資料來源與處理

本文的實證資料是取自桃園縣政府交通局「大眾運輸工具使用率調查」報告【27】。這份報告蒐集 94 年 6 月~95 年 5 月桃園及中壢兩家客運業共 53 條市區公車路線的月營運資料(兩家業者的營運路線共 55 條，其中 102 路，即中壢-太子鎮，由兩家業者共同經營，因缺乏完整的月營運資料，不納入評估)，將這些月營運資料合併計算，可取得兩業者不同路線的年營運資料。所評估之路線明細詳如表 2。

使用 DEA 估計效率必須設定適當的投入產出變數，本文設定的投入變

數包括：車輛數、總班次及總里程；產出變數包括：載客數及營收，說明如下。

一般而言，生產投入包括人力及資本，由於運輸業具有聯合生產的特性，同一業者在不同路線的投入通常是「不可追蹤的(untraceable)」，因此欲蒐集各路線使用的人力及資本資料頗為困難。但是，無論是人力或資本，其投入量通常和運輸工具的使用量成正比，因此本文以各路線的年平均使用車輛數為投入變數。但投入車輛數仍無法完全代表各路線的相對投入量，因為同樣是使用一部車，一天行駛一個班次及行駛兩個班次的投入規模並不相同，因此本文另使用年總投入班次為第二項投入，以彌補投入車輛數代表性的不足。但類似地，同樣是一天行駛兩個班次的兩條路線，若兩路線的行駛里程不同，其投入規模(例如油料的消耗)亦將不同，因此本文再引用年總行駛里程數為第三項投入，以加強投入變數的代表性。

在產出方面，客運業的產出通常以「延人公里」衡量，計算此產出必須蒐集各路線的服務載客數及每一位旅客的搭乘距離，在資料取得上同樣有其困難性。本文是以載客數及營收衡量產出。由於營收是來自票價，而給付的票價愈高，通常表搭乘的距離愈長，因此所設定的產出變數中，載客數反應的是各路線的服務量，而營收則進一步隱含有搭乘距離的產出效果。各投入產出變數的敘述統計資料如表 1。

表 1 顯示 53 條路線的生產規模差異頗大，就使用的車輛數而言，某些路線只有 1 部車，規模最大的路線則約有 40 部車在營運。平均而言，每條路線分配 5.45 輛車。

不同路線使用的車輛數可反應該路線是否為熱門營運路線，因為投入車輛數愈多，表示該路線有較高的運輸需求。業者取得這些路線，將可更容易取得相對較多的載客數及營收，但如果投入過多車輛或班次，仍無法保證該路線為高效率經營路線。

本文所評估路線共 53 條，每條均以 3 種投入生產 2 種產出(如表 1)。將所蒐集的資料建立各路線的投入及產出向量(例如：第 k 條路線的投入向量 x_k、產出向量 y_k)，以及所有路線的投入矩陣(X)與產出矩陣(Y)。再藉由(1)式的 DEA 模型，分別針對各路線求解，即可估得其相對經營效率。

表 1　投入產出敘述統計量

投入/產出	單位	最小值	最大值	平均數	標準差
投入					
車輛數	輛/年	1.00	40.67	5.45	6.87
總班次	班/年	1,444	151,620	19,652	27,933
總里程	公里/年	9,097	1,864,926	224,125	346,049
產出					
載客數	人/年	8,933	8,463,496	659,171	1,409,174
營收	元/年	91,002	86,771,309	7,532,077	15,216,909

伍、實證結果分析

5.1 各路線經營效率與排序

各路線的經營效率及排序之估計結果如表 2。53 條路線只有 17 條是有效率的。所有路線的平均經營效率為 0.736，表示就目前的產出水準，各路線的生產投入尚約有 2~3 成的節省空間。17 條具經營效率的路線中，屬桃園客運者 8 條，屬中壢客運者 9 條。由於 53 條路線中，桃園客運經營者有 35 條，中壢客運者僅 18 條，兩相比較，似顯示中壢客運的平均經營效率高於桃園客運，在後續的內容中，本文將再針對兩業者的經營效率彙整比較。

各路線的經營效率差異頗大，許多路線的效率值只有 0.2~0.3，例如：桃園客運的桃園 101 路及中壢 9 路，此兩條路線並非偏僻冷門的路線，其中桃園 101 路經過桃園市公所及武陵中學等地標；而中壢 9 路則經過中原大學及南亞技術學院等地，即使如此，這兩條路線是屬於經營相對較無效率的路線。反觀同樣是桃園客運的桃園 10 甲路，此路線由桃園後火車站行駛至鹽務路，屬偏僻路線，其經營效率反而為 1。但是，若干熱門路線的相對效率確實頗高，桃園地區最熱門的路線應屬桃園至中壢線，兩家業者均經營此路線，表 2 的估計結果顯示，兩路線的經營效率均為 1，似顯示經營熱門路線對效率的達成仍有相當程度的幫助。但進一步分析發現，桃客經營的路線中，桃園 2 路(桃園－景雲新村)及中壢 112 路(中壢－士校)

也是屬於熱門路線，這兩路線在尖峰時間甚至不到十分鐘就會發一班車，但表 2 的結果顯示，桃園 2 路的經營效率為 1，中壢 112 路卻只有 0.82。顯示即使是熱門路線，若無法有效控制投入，仍不能保證即可獲得高經營效率。

表 2　路線明細及各路線經營效率及排序

編號	客運別	路線編號	路線名稱	經營效率	排序
1	桃園	桃園 2 路	桃園-景雲新村	1.000	1
2	桃園	桃園 5 路	桃園-大有路	0.754	27
3	桃園	桃園 5 甲	桃園-三聖宮	1.000	1
4	桃園	桃園 7 路	桃園-龜山後站	0.813	25
5	桃園	桃園 9 路	桃園-龍壽街	0.357	49
6	桃園	桃園 10 路	桃園-煉油廠	0.555	37
7	桃園	桃園 10 甲	桃園-鹽務路	1.000	1
8	桃園	桃園 13 路	桃園-幸福新村	0.315	51
9	桃園	桃園 15 路	桃園-同安街	0.926	19
10	桃園	桃園 17 路	桃園-寶慶路	0.882	21
11	桃園	桃園 101 路	桃園-文中路-果菜市場	0.277	52
12	桃園	桃園 103 路	桃園-和平路	0.381	48
13	桃園	桃園 105 路	桃園-敏盛醫院	0.526	41
14	桃園	桃園 106 路	桃園-大竹	0.667	32
15	桃園	桃園 107 路	桃園-中平路	0.747	28
16	桃園	桃園 108 路	桃園-東勇街-桃園	0.680	31
17	桃園	桃園 109 路	桃園-新興高中	0.533	40
18	桃園	中壢 1 路	中壢-桃園	1.000	1
19	桃園	中壢 1 甲	中壢-桃園	1.000	1
20	桃園	中壢 2 路	中壢-中央大學	0.786	26
21	桃園	中壢 5 路	中壢-篤行六村	0.880	22
22	桃園	中壢 6 路	中壢-自立新村	0.581	36
23	桃園	中壢 9 路	中壢-華勛社區	0.262	53
24	桃園	中壢 11 路	中壢-青埔	1.000	1
25	桃園	中壢 15 路	中壢-內壢高中	0.393	47
26	桃園	中壢 18 路	中壢-霄裡	0.342	50
27	桃園	中壢 110 路	中壢-文化路	1.000	1
28	桃園	中壢 111 路	中壢-南勢	0.500	43
29	桃園	中壢 112 路	中壢-士校	0.820	24
30	桃園	中壢 113 路	中壢-環西路	0.682	30
31	桃園	中壢 115 路	中壢-平東路	0.500	44
32	桃園	幹線 301	龜山-楊梅	0.666	33

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館

表 2　路線明細及各路線經營效率及排序（續）

編號	客運別	路線編號	路線名稱	經營效率	排序
33	桃園	幹線 701	龍潭-林口長庚醫院	0.550	38
34	桃園	幹線 702	大溪-林口長庚醫院	0.428	46
35	桃園	專車	中壢-育達高中	1.000	1
36	中壢	中壢 1 路	中壢-桃園	1.000	1
37	中壢	中壢 2 路	中壢-工業區	1.000	1
38	中壢	中壢 3 路	中壢-忠貞	1.000	1
39	中壢	中壢 6 路	中壢-忠愛莊	1.000	1
40	中壢	中壢 7 路	中壢-篤行六村	1.000	1
41	中壢	中壢 10 路	中壢-中央大學	0.838	23
42	中壢	中壢 11 路	中壢-富源	0.981	18
43	中壢	中壢 12 路	中壢-鄉界	0.546	39
44	中壢	中壢 17 路	中壢-青埔王公	0.651	34
45	中壢	中壢平一線	中壢-壢新醫院	1.000	1
46	中壢	中壢平二線	中壢-東勢國小	1.000	1
47	中壢	幹線 301	龜山-楊梅	1.000	1
48	中壢	幹線 701	龍潭-林口長庚醫院	0.730	29
49	中壢	幹線 702	大溪-林口長庚醫院	0.508	42
50	中壢	桃園 6 路	桃園-聯邦社區	0.888	20
51	中壢	桃園 7 路	桃園-忠烈祠	1.000	1
52	中壢	桃園 9 路	桃園-大竹	0.584	35
53	中壢	桃園 10 路	桃園-榮民之家	0.500	45

註：幹線 301、幹線 701、幹線 702 等三路線為桃園客運與中壢客運聯營路線。

5.2 運輸需求與路線經營效率分析

公車路線是否熱門可由幾個方面衡量，通常路線行經的地段若包括商業區或火車站，由於這些地點具有很強的旅次吸引效果，因此較可能成為旅客經常搭乘的熱門路線，但若路線在離開商業區或火車站後是駛往較偏僻的地區，則搭乘的旅客將不會太多。因此，一條熱門路線必須同時具備其行經的地段包括旅次產生及吸引點。通常旅次吸引和當地的土地使用強度或用途有關(如商業區)，而旅次產生則和當地的居住人口有關(如住宅區)。評定一條路線是否熱門可由路線的載運旅客數衡量，若載客數愈多，表示這是一條較受歡迎的熱門路線。事實上路線的載客數即為其產出變數之一，但此變數愈大，不意味其經營愈有效率，必須視其相對投入是否恰當

而定。

圖 2 為 53 條路線之載客數與經營效率分佈圖，由圖中可大致看出，當路線載客數愈多時，其達成經營效率的困難度將愈低，顯示爭取熱門路線，對業者達成經營效率是有幫助的。但圖中亦顯示即使是載客不多的冷門路線，仍有許多是有效率的。為進一步分析運輸需求與效率的關係，將 53 條路線依其年載客數(人/年)分成五群，分別為 55,000 人以下、55,001~80,000、80,001~145,000、145,001~700,000 及 700,001 人以上進行比較，結果如表 3。發現各路線群的平均經營效率分別為 0.807、0.512、0.647、0.775、0.904，顯示除載客數為 55,000 以下者外，載客數愈多，其經營效率明顯較高。當年載客人數超過 700,000 人時，其平均效率將高於 0.9。有趣的是，年載客數在 55,000 人以下者，其平均效率為 0.807，是各路線群中次高的，可能的原因是低運量路線由於其旅客數較易掌握，業者可以更有效率調整班次或營運車輛數，因此亦頗易達成高經營效率。除此低運量路線外，年載客數高於 55,000 之路線，載客數愈多，其達成經營效率的困難度將愈低。表 3 的變異數分析顯示，F 統計量為 5.597，P 值為 0.001，顯示在 1% 顯著水準下，各路線群的平均經營效率差異是顯著的。

表 3 路線群之效率標準差尚提供一些有趣的訊息。即年載客數超過 700,000 人的路線，其平均經營效率不但是最高的，效率標準差也是最小的 (0.093)，反應此高運量路線群達成高效率的情形也是較一致的，而 55,000 人以下之路線，雖然平均效率是次高的，但其標準差為 0.261，為各分群中偏高者，反應此路線群雖亦不難達成高效率，但各路線的表現則較分歧。

5.3 路線經營區域比較

桃園縣截至 2006 年底總人口為 1,911,161 人，其中桃園市 384,803 人，中壢市 355,707 人，為桃園縣人口最多的兩個市。本文的兩家業者，其服務範圍遍及縣內各鄉鎮，甚至各有開往台北縣市其他鄉鎮的班車，但這些行駛路線不屬於市區公車服務範圍，除幹線公車外，不在本文的探討範圍。兩業者所服務的市區公車路線，仍以桃園市及中壢市為主， 53 條路線中，服務區域屬桃園市者 21 條，屬中壢市者 23 條，橫跨兩市者 3 條，其他另有 3 條幹線公車，由兩業者聯營。本小節將比較服務範圍屬桃園市

及中壢市共 44 條路線的營運績效。

估計結果如表 4，44 條路線中，桃園市 21 條之平均效率為 0.685，略低於中壢市的 23 條路線(平均值為 0.772)，但表 4 的變異數分析顯示，此差異並不具統計顯著性。進一步將這 44 條路線再由區域別區分為屬桃園或中壢客運經營的路線，其中，屬桃園客運於桃園市及中壢市經營者分別有 17 及 13 條，屬中壢客運於兩市經營者分別有 4 及 10 條。這些不同路線之平均經營效率如表 5，發現桃園客運於桃園市的 17 條路線之平均效率為 0.671，稍低於中壢客運於同市的 4 條路線(平均值 0.743)。在中壢市方面，桃園客運於該市經營的 13 條路線之平均效率為 0.673，則遠低於中壢客運的於同區的 10 條路線(平均值 0.902)，表 5 的變異數分析顯示，此差異在 10%顯著水準下是顯著的。此分析結果顯示，若純粹只考慮桃園及中壢市區的 44 條路線，中壢客運的經營表現優於桃園客運，而其優勢主要是來自中壢客運於中壢市區的 10 條路線。

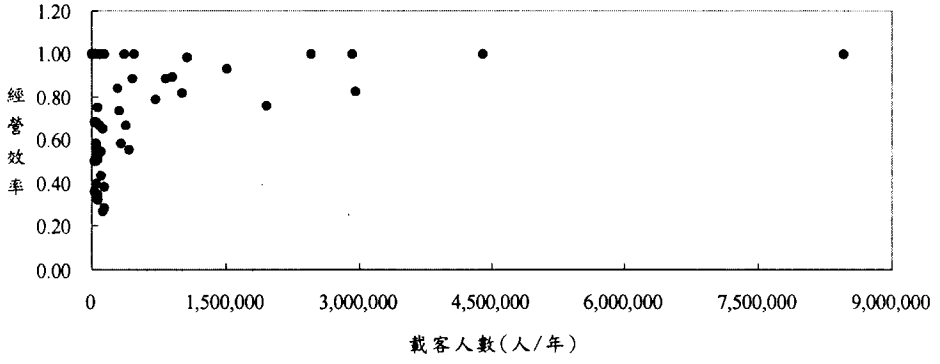


圖 2　各路線載運旅客數與其經營效率分佈圖

表 3　運輸需求與路線經營效率變異數分析

路線載客數(人/年)	路線數	效率平均值	標準差	F 統計量	P 值
55,000 以下	10	0.807	0.261	5.597	0.001
55,001~80,000	10	0.512	0.138		
80,001~145,000	10	0.647	0.272		
145,001~700,000	11	0.775	0.238		
700,000 以上	12	0.904	0.093		

表 4　路線經營區域與經營效率變異數分析

路線經營區域	路線數	效率平均值	標準差	F 統計量	P 值
桃園市	21	0.685	0.242	1.377	0.247
中壢市	23	0.772	0.250		

表 5　客運別路線經營區域與經營效率變異數分析

客運別	路線經營區域	路線數	效率平均值	標準差	F 統計量	P 值
桃園客運	桃園市	17	0.671	0.248	2.361	0.086
	中壢市	13	0.673	0.262		
中壢客運	桃園市	4	0.743	0.239		
	中壢市	10	0.902	0.169		

5.4 幹線公車經營效率分析

桃園縣目前有四條幹線公車，包括 2003 年底營運，由亞通客運經營的 201 路(八德－蘆竹)；2004 年 5 月營運，由桃園、中壢及新竹客運聯營的 701(龍潭－長庚醫院)、702 路(大溪－長庚醫院)；及 2004 年 6 月，同樣由桃園、中壢及新竹客運聯營的 301 路(楊梅－龜山)。幹線公車之規劃主要是考量過去公車路線設計常因遷就於熱門黃金路線而繞行遠路，造成民眾前往不同鄉鎮必須不斷換車，使系統失去競爭力。再者由於「公路法」修正，公車可上國道行駛，因此桃園縣政府仍著手規劃五條幹線公車，以服務跨鄉鎮旅行之民眾。這四條目前營運中的路線，701 路有部份路段行駛於中山高，702 則有部份路段行駛於中山高及北二高。四條路線中，201 路由亞通客運經營，不在本文的探討範圍。

本文評估的兩家業者，均分別經營 201 路以外的三條路線，將其所經營的合計 6 條路線與其他 47 條非幹線路線進行比較，結果如表 6。發現幹線公車的平均效率為 0.647，低於非幹線公車的 0.748，雖然兩者的差異不具統計顯著性，但結果仍頗令人意外。由於幹線公車路線筆直，不似一般市區公車常有彎繞，因此應較受消費者喜愛而更容易成為高效率路線，但表 6 的數據顯示並非如此，可能的原因有二。首先，三條被評估的路線，因是 2004 年中才營業，或許因宣導不夠，許多民眾尚不知道有這些路線可

供選擇，因此無法有效吸引預期的客源。其次，由於這些路線的起訖點分別為龜山、楊梅、龍潭、大溪及林口長庚醫院(位於台北縣)等地，這些地區並非人口集中的主要鄉鎮，由於客源有限，因此各路線的投入車輛及班次可能有過多之嫌。

表 6　幹線公車與非幹線公車經營效率變異數分析

幹線/非幹線公車	路線數	效率平均值	標準差	F 統計量	P 值
幹線公車	6	0.647	0.204	0.905	0.346
非幹線公車	47	0.748	0.248		

將桃園客運及中壢客運經營的幹線及非幹線公車進行比較，結果如表 7。發現桃園客運的幹線公車平均效率為 0.548，非幹線公車為 0.692；中壢客運幹線公車的平均效率為 0.746，非幹線公車為 0.866。結果和表 6 的估計類似，兩家業者的非幹線公車平均效率均高於幹線公車。至於兩業者的表現差異方面，表 7 的結果顯示，無論是幹線或非幹線公車，中壢客運均優於桃園客運，此分析結果則又和表 5 的結果類似。表 7 的變異數分析顯示上述的平均值差異在 10%顯著水準下是顯著的。必須注意的是，即使幹線公車的表現普遍不如非幹線公車，但中壢客運幹線公車的平均效率(0.746)仍高於桃園客運的非幹線公車(0.692)，唯兩者的差異並不大。中壢客運的競爭優勢主要仍是來自非幹線公車路線，對照於表 5 的結果，這些非幹線公車應指位在中壢地區的路線。

表 7　客運別幹線/非幹線公車經營效率變異數分析

客運別	幹線/非幹線公車	路線數	效率平均值	標準差	F 統計量	P 值
桃園客運	幹線公車	3	0.548	0.119	2.559	0.066
	非幹線公車	32	0.692	0.255		
中壢客運	幹線公車	3	0.746	0.246		
	非幹線公車	15	0.866	0.193		

5.5 桃園客運及中壢客運經營效率比較

使用 DEA 估計經營效率，依據經驗法則，受評估單位的個數至少必須是投入產出個數合的兩倍，若評估單位不足，或設定的投入產出數過多，將造成多數的單位都是有效率，而無法達到鑑別的目的。本文的評估路線計 53 條，設定的投入產出變數共 5 項，因此符合前述的經驗法則。由另外的角度，如果被評估的單位是客運業者，以本文只有兩家業者，將無法進行估計比較。由於本文是以路線為受評估單位，將兩業者所屬路線之經營效率彙整比較，則可達到評估業者相對經營效率的目標。

雖然前數小節由經營區域及路線是否為幹線公車的比較發現，中壢客運的平均效率均高於桃園客運，但整體而言，此差異是否存在，仍需藉由統計檢定驗證。表 8 為兩業者不同路線經營效率彙整計算的平均效率值，發現桃園客運為 0.680，中壢客運為 0.846。以不同的無母數統計方法檢定兩者的差異，變異數分析顯示 F 統計量為 6.009，P 值為 0.018，表 5%顯著水準下其差異是存在的。另以 Mann-Whitney U 針對效率排序進行差異檢定，發現在 5%顯著水準下，中壢客運的經營效率同樣高於桃園客運，以 Kruskal-Wallis H 檢定，亦得到類似的結果。

表 2 顯示桃園客運欲改善其經營效率必須針對其桃園 9 路、13 路、101 路、103 路、及中壢 9 路、15 路、18 路、以及幹線公車 702 路的車輛投入及班次進行檢討，本文的研究發現，這些路線的生產投入至少尚有五成的改善空間；另外，桃園 10 路、105 路、106 路、108 路、109 路及中壢 6 路、111 路、113 路、115 路、幹線 301 路、幹線 701 路等的生產投入尚有三~五成的改善空間，亦是業者必須注意改善的。中壢客運的平均效率雖高於桃園客運，但所經營的中壢 12 路、17 路、701 路、702 路、及桃園 9 路、10 路仍約有二~五成的改善空間，若可改善這些路線的效率，將可擴大其經營優勢。

表 8　桃園客運及中壢客運經營效率比較

客運別	路線數	效率平均值	標準差
桃園客運	35	0.680	0.248
中壢客運	18	0.846	0.200

表 9　桃園客運及中壢客運經營效率差異性檢定

ANOVA F 統計量 (P 值)	Mann-Whitney U Z 統計量 (P 值)	Kruskal-Wallis H Chi-Square 統計量 (P 值)
6.009 (0.018)	-2.311 (0.021)	5.341 (0.021)

5.6 投入改善分析

對於無效率的經營路線，DEA 的估計結果提供其具體的改善量及改善目標，以所有路線最無效率的中壢 9 路為例(經營效率為 0.262)，其原始生產投入資料如表 10 第二欄。由於本文是由投入導向估計效率值，此效率反應的是若維持目前的產出水準，當投入量減少 0.738 倍時，此路線的經營便可達到相對有效率。依此比率換算，此路線可在維持目前產出水準下，減少的生產投入量將如表 10 第三欄，將原始的投入量扣除可減少的投入量，即為該路線的生產投入改善目標。必需進一步說明的是，第三欄的可改善量包括「射線改善量」及「差額變量」。由表 10 的結果顯示，若維持目前的產出水準，中壢 9 路的投入車輛數必須由目前的 7 輛減少到約 2 輛，其總發車班次亦必須由目前的 16,606 班/年減少至 4,350 班/年，才可達到相對有效率。

表 10　桃園客運桃園 101 路可改善量及改善目標

投入	原始資料	可改善量	改善目標
車輛數	7.00	-5.17	1.83
總班次	16,606.00	-12,256.47	4,349.53
總里程	117,903.00	-87,021.20	30,881.80

由於各路線的投入規模不一，效率表現亦不相同，將兩業者所屬路線之投入可改善量分別彙整如表 11 及表 12，可提供業者調整車輛運用及班次之參考。整體而言，桃園客運的 35 條路線，目前平均每條分配 6.2 輛車，每條全年的平均行駛班次為 19,568 班，表 11 的可改善投入量顯示，就目前的產出水準，其中的 1.412 輛及 4,151 班是過多的投入，如果可減少這

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館

些投入並維持目前的產出水準，便可達到相對有效率。中壢客運的平均表現雖優於桃園客運，但仍有許多路線經營不盡理想，整體而言，若其每條路線的平均使用車輛量數可減少 0.47 輛，年發車班次可減少 2,772 班，並維持目前的產出水準，則可達到相對有效率。

表 11　桃園客運各路線投入可改善量

編號	路線編號	路線名稱	車輛數	總班次	總里程
1	桃園 2 路	桃園-景雲新村	0	0	0
2	桃園 5 路	桃園-大有路	3.567	12,610	147,542
3	桃園 5 甲	桃園-三聖宮	0	0	0
4	桃園 7 路	桃園-龜山後站	1.964	7,792	36,791
5	桃園 9 路	桃園-龍壽街	2.359	3,571	31,070
6	桃園 10 路	桃園-煉油廠	0.890	2,577	17,521
7	桃園 10 甲	桃園-鹽務路	0	0	0
8	桃園 13 路	桃園-幸福新村	3.083	7,536	44,465
9	桃園 15 路	桃園-同安街	0.937	7,656	18,406
10	桃園 17 路	桃園-寶慶路	0.570	1,576	10,562
11	桃園 101 路	桃園-文中路-果菜市場	4.700	14,616	102,313
12	桃園 103 路	桃園-和平路	2.476	6,704	70,390
13	桃園 105 路	桃園-敏盛醫院	0.948	2,744	21,132
14	桃園 106 路	桃園-大竹	0.666	1,683	14,810
15	桃園 107 路	桃園-中平路	0.380	1,465	7,617
16	桃園 108 路	桃園-東勇街-桃園	0.480	1,853	12,784
17	桃園 109 路	桃園-新興高中	1.168	2,759	29,780
18	中壢 1 路	中壢-桃園	0	0	0
19	中壢 1 甲	中壢-桃園	0	0	0
20	中壢 2 路	中壢-中央大學	1.712	5,486	30,171
21	中壢 5 路	中壢-篤行六村	0.720	2,203	44,907
22	中壢 6 路	中壢-自立新村	0.838	1,815	15,610
23	中壢 9 路	中壢-華勛社區	5.166	12,255	87,012
24	中壢 11 路	中壢-青埔	0	0	0
25	中壢 15 路	中壢-內壢高中	1.821	4,383	31,993
26	中壢 18 路	中壢-霄裡	2.303	5,223	84,472
27	中壢 110 路	中壢-文化路	0	0	0

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館

表 11　桃園客運各路線投入可改善量（續）

編號	路線編號	路線名稱	車輛數	總班次	總里程
28	中壢 111 路	中壢-南勢	1.000	2,455	26,851
29	中壢 112 路	中壢-士校	3.660	12,996	176,154
30	中壢 113 路	中壢-環西路	0.477	1,453	8,720
31	中壢 115 路	中壢-平東路	1.000	4,569	57,338
32	幹線 301	龜山-楊梅	1.336	4,341	195,991
33	幹線 701	龍潭-林口長庚醫院	2.550	8,314	542,943
34	幹線 702	大溪-林口長庚醫院	2.651	4,544	243,525
35	專車	中壢-育達高中	0	0	0
		平均數	1.412	4,151	60,332

表 12　中壢客運各路線投入可改善量

編號	路線編號	路線名稱	車輛數	總班次	總里程
36	中壢 1 路	中壢-桃園	0	0	0
37	中壢 2 路	中壢-工業區	0	0	0
38	中壢 3 路	中壢-忠貞	0	0	0
39	中壢 6 路	中壢-忠愛莊	0	0	0
40	中壢 7 路	中壢-篤行六村	0	0	0
41	中壢 10 路	中壢-中央大學	0.486	5,798	19,793
42	中壢 11 路	中壢-富源	0.114	6,997	6,743
43	中壢 12 路	中壢-鄉界	0.908	4,589	39,007
44	中壢 17 路	中壢-青埔王公	0.698	2,861	28,473
45	中壢平一線	中壢-壢新醫院	0	0	0
46	中壢平二線	中壢-東勢國小	0	0	0
47	幹線 301	龜山-楊梅	0	0	0
48	幹線 701	龍潭-林口長庚醫院	1.406	2,843	241,360
49	幹線 702	大溪-林口長庚醫院	1.519	2,519	165,264
50	桃園 6 路	桃園-聯邦社區	0.672	9,050	36,313
51	桃園 7 路	桃園-忠烈祠	0	0	0
52	桃園 9 路	桃園-大竹	1.664	8,403	73,108
53	桃園 10 路	桃園-榮民之家	1.000	6,830	65,906
		平均數	0.470	2,772	37,554

陸、結論與建議

公車是大眾運輸主要系統之一，其經營成敗與路線規劃的良窳有密切相關，由於路線是業者實際的營運單位，唯有路線規劃得宜，並針對其潛在市場，運用合理的車輛及班次經營，才可提高其經營效率及競爭力。本文使用 DEA 方法，以桃園地區之桃園及中壢兩家客運業者共 53 條公車路線為例，進行實證研究，主要結論與建議如下：

6.1 結論

1. 53 條被評估的路線，只有 17 條是相對有效率的。所有路線的平均經營效率為 0.736，表示就目前的產出水準，各路線的生產投入尚約有 2~3 成的節省空間。17 條具經營效率的路線中，屬桃園客運者 8 條，屬中壢客運者 9 條。
2. 當路線載客數愈多時，其達成經營效率的困難度將愈低，顯示爭取熱門路線，對業者達成效率是有幫助的。將 53 條路線依其年載客數(人/年)分為 55,000 人以下、55,001~80,000、80,001~145,000、145,001~700,000 及 700,001 人以上等五群進行比較。發現各路線群的平均經營效率分別為 0.807、0.512、0.647、0.775、0.904，顯示除載客數為 55,000 以下之路線外，載客數愈多者，其經營效率明顯亦較高。但年載客數在 55,000 人以下者，其平均效率為 0.807，是各路線群中次高的，可能的原因是低運量路線由於其旅客數較易掌握，業者可更有效率調整班次或營運車輛數，因此亦頗易達成高經營效率。
3. 53 條路線中，屬桃園客運者 35 條，其平均經營效率為 0.680；中壢客運者 18 條，平均經營效率為 0.846，統計檢定顯示，中壢客運的平均經營效率高於桃園客運。
4. 評估的路線中，服務區域屬桃園市者 21 條，屬中壢市者 23 條，前者之平均效率為 0.685，略低於後者之 0.772，但此差異不具統計顯著性。將此 44 條路線進一步區分為屬桃園或中壢客運經營者，其中屬桃園客運於桃園市及中壢市經營者分別有 17 及 13 條，屬中壢客運於兩市經營者分別有 4 及 10 條。桃園客運於桃園市的 17 條路線之平均效

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館

率為 0.671，稍低於中壢客運於同市的 4 條路線(平均值 0.743)；在中壢市方面，桃園客運於該市經營的 13 條路線之平均效率為 0.673，則遠低於中壢客運於同區經營的 10 條路線(平均值 0.902)，此差異在 10% 顯著水準下是顯著的。此結果顯示，若只考慮桃園及中壢市區的 44 條路線，中壢客運的經營表現仍優於桃園客運，而其優勢主要是來自中壢客運於中壢市區的 10 條路線。

5. 將兩家業者所經營的合計 6 條幹線公車與其他 47 條非幹線公車路線進行比較，發現前者的平均效率為 0.647，低於後者的 0.748，惟此差異不具統計顯著性。至於兩業者的表現差異方面，無論是幹線或非幹線公車，中壢客運的表現均顯著優於桃園客運，且其競爭優勢，主要是來自非幹線公車。
6. 整體而言，桃園客運的 35 條路線，就目前的產出水準，平均每條每年分別可減少 1.412 輛車及 4,151 發車班次。中壢客運方面，其平均表現雖優於桃園客運，但仍有許多路線經營績效極待改善，整體而言，若每條路線年平均使用車輛量數可減少 0.47 輛，年發車班次可減少 2,772 班，並維持目前的產出水準，則可達到相對有效率。

6.2 建議

1. 桃園客運欲改善其經營效率必須針對其桃園 9 路、13 路、101 路、103 路、及中壢 9 路、15 路、18 路、以及幹線 702 路的車輛投入及班次進行檢討。本文的研究發現，這些路線的生產投入至少尚有五成的改善空間；另外，桃園 10 路、105 路、106 路、108 路、109 路及中壢 6 路、111 路、113 路、115 路、幹線 301 路、幹線 701 路等的生產投入尚有三~五成的改善空間，也是業者必須注意改善的路線。中壢客運方面，其平均效率雖高於桃園客運，但所屬的中壢 12 路、17 路、701 路、702 路、及桃園 9 路、10 路仍各約有二~五成的改善空間，若可改善這些路線的經營，將可擴大其優勢。
2. 本文分析結果所建議業者減少的車輛數與班次數，隱含的重要基本假設為服務水準的降低不會造成乘客的減少。此假設成立的可能條件包括：乘客並無其他的替代運具可供選擇，或者是乘客對於公車服務水

準的需求彈性非常低。本文並未蒐集到這些條件成立的佐證資料，因此建議業者在減少這些無效率路線班次時，宜考慮各路線不同營運時段的載客率進行調整，期使受影響的潛在旅客為最少。此外，縣府交通主管單位若欲進行路線班次服務水準管制，亦應考慮高服務水準可能伴隨低經營效率的可能性，而酌以必要的路線營運補貼。

3. 公車屬服務業，因此其路線經營的產出，除本文所設定的載客數及營收外，尚應包含消費者滿意度。未來若可取得各路線的滿意度資料，並將其納入效率衡量模型中估計，將可更符合公車業的服務特性，及估計更精準的路線經營績效。

4. 公車路線因各具不同的投入與產出，因此本文假設路線是獨立的生產單位。但事實上，路線的營運都是由系統統一調度，因此嚴格地說，系統才是實際的生產單位，而路線只是系統底下的「次生產單位」。但無論是生產或次生產單位，營運投入運用不當或無法達成應有的產出，就是一種無效率的生產行為，因此本文的研究結果仍具實務參考價值。本文雖無法分析業者之車輛調度與路線經營效率的確切關係，但從結果來看，中壢客運的路線經營比桃園客運更有效率，表示桃園客運在車輛派遣調度上，有較多改善空間，這是桃園客運管理階層必須審慎檢討改善的。在方法上，本文未針對公車系統的經營效率進行估算，而是以路線的平均效率代表，未來的研究可針對此探討模式設法改善。過去 Amirteimoori and Kordrostami【28】曾提出一個包含「生產」及「次生產」單位的整合 DEA 模型，可同時估計系統內部不同層次生產單位的經營效率，與本文的實證案例頗為類似，未來的研究可針對這類的模型略加修正，以應用在本文的分析案例。

參考文獻

1. 陳世圯、馮正民、涂維穗，2002，桃園縣大眾運輸路網發展策略之研究，國家政策研究基金會國政研究報告。
2. 桃園縣政府交通局，2006，桃園都會區整體運輸系統分析及需求模式之建立與應用規劃，鼎漢國際工程顧問股份有公司。
3. 交通部運輸研究所網站：http://real.iot.gov.tw/。

4. Chiou, Yu-Chiun and Chen, Yen-Heng, 2006, "Route-based performance evaluation of Taiwanese domestic airlines using data envelopment analysis," Transportation Research Part E, 42: 116-127.

5. 吳燿旭，2005，地區型客運業之路線營運與服務績效評估－資料包絡分析法之應用，臺灣海洋大學航運管理學系碩士論文。

6. Sheth, C., Triantis, K. and Teodorovic, D., 2007, "Performance evaluation of bus routes: A provider and passenger perspective," Transportation Research Part E, 43: 453-478.

7. 顧志遠、張國平，1990，數據包絡分析(DEA)效率評估方法之應用－以臺北市公車為例，運輸計劃季刊，19: 27-38。

8. Chang, K.P. and Kao, P.H., 1992, "The relative efficiency of public versus private municipal bus firms: an application of data envelopment analysis," Journal of Productivity Analysis, 3: 67-84.

9.陳俊杰、孫遜，2001，台北市聯營公車營運績效評估之研究，2000 年科技與管理學術研討會論文集，台北科技大學，台北市。

10.Chu, X., Fielding, G.J. and Lamar, B., 1992, "Measuring transit performance using data envelopment analysis," Transportation Research Part A, 26: 223-230.

11.Kerstens, K., 1996, "Technical efficiency measurement and explanation of French urban transit companies," Transportation Research Part A, 30: 431-452.

12.Husain, N., Abdullah, M. and Kuman, S., 2000, "Evaluating public sector efficiency with data envelopment analysis (DEA): a case study in road transport department, Selangor, Malyasia," Total Quality Management, 11 (4/5) : 830-836.

13.Jorgensen, F., Pedersen, P.A. and Volden, R., 1997, "Estimating the inefficiency of the Norwegian bus industry from stochastic cost frontier models," Transportation, 24: 421-433.

14.Tone, K. and Sawada, T., 1991, An efficiency analysis of public versus private bus transportation enterprises. In: Twelfth IFORS International

Conferences on Operational Research, pp. 357-365.

15.Carotenuto, P., Mancuso, P. and Tagliente, L., 2001, Public transportation agencies performance: an evaluation approach based on data envelopment analysis. In: NECTAR Conference no.6 European Strategies in the Globalizing Markets: Transport Innovations, Competitiveness and Sustainability in the Information Age, 16-18 May, Espoo, Finland.

16.Odeck, J., 2006, "Congestion, ownership, region of operation, and scale: Their impact on bus operator performance in Norway," Socio-Economic Planning Sciences, 40: 52-69.

17.Starr McMullen, B. and Noh, D.W., 2007, "Accounting for emissions in the measurement of transit agency efficiency: A directional distance function approach," Transportation Research Part D, 12: 1-9.

18.Viton, P.A., 1997, "Technical efficiency in multi-mode bus transit: a production frontier analysis," Transportation Research Part B, 31: 23-39.

19.Cowie, J. and Asenova, D., 1999, "Organization form, scale effects and efficiency in the British bus industry," Transportation, 26: 231-48.

20.Shephard, R.W., 1970, Theory of Cost and Production Functions, Princeton University Press, Princeton.

21.Fielding, G.J., 1987, Managing Public Transit Strategically, Jossey-Bass Inc., San Francisco.

22.Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., 1978, "Measuring the efficiency of decision making units," European Journal of Operation Research, 2: 215-223.

23.Banker, R.D., Charnes, A. and Cooper, W.W., 1984, "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis," Management Science, 30: 1078-1092.

24.Färe, R., Grosskopf, S. and Lovell, C.A.K., 1985, The Measurement of Efficiency of Production, Boston: Kluwer Academic Publishers.

25.Chung, Y.H., Färe, R. and Grosskopf, S., 1997, "Productivity and

undesirable outputs: a directional distance function approach," Journal of Environmental Management, 51: 229-240.

26.Coelli, T., Rao, D.S.P. and Battese, G. E., 1998, An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Boston: Kluwer Academic Publishers

27.桃園縣政府交通局，2006，大眾運輸工具使用率調查，中華大學科技管理學系。

28.Amirteimoori, A. and Kordrostami, S., 2005, "DEA-like models for multi-component performance measurement," Applied Mathematics and Computation, 163: 735-743.

(96/9/6 收稿，96/12/24 第一次修改，97/1/15 第二次修改，97/8/8 定稿)

NATIONAL CENTRAL LIBRARY 國家圖書館 ROC