

都市運輸計畫經濟效益分析之初探

A PILOT STUDY OF ECONOMIC BENEFIT ANALYSIS FOR URBAN TRANSPORTATION INVESTMENT PROJECT

姜渝生 Yu-Sheng Chiang¹

王小娥 Shaw-Er Wang²

張欣聰 Xin-Chong Chang³

(92 年 1 月 27 日收稿，92 年 5 月 13 日修改，93 年 4 月 1 日定稿)

摘 要

長期以來政府在從事運輸投資計畫之經濟效益評估時，往往僅考慮興建與營運成本以及可衡量之效益—通常包括運輸時間節省及運輸成本節省，或者再加上肇事成本減少之效益而已，僅有少數計畫曾企圖將空氣污染及噪音改善方面的效益亦納入，其餘大部分之外部性皆視之為不可貨幣化的成本（效益）而予以忽略，極易造成資源使用之扭曲與錯誤的決策。事實上，未考慮的外部性中，運輸設施對都市空間之阻隔非常重要，因為空間阻隔的去除常為都市運輸投資計畫的原始動機，故如未將之納入評估中時，將導致經濟效益評估與計畫內容脫節的現象。因此，本研究嘗試就運輸設施所造成空間阻隔之貨幣化成本的估計方法作一初探，並試以高雄臨港線鐵路發展成輕軌系統為例，進行一涵蓋較全面外部性之經濟效益之估計，其中包括肇事、空氣污染、噪音及運輸設施對空間之阻隔等外部性。空氣污染、噪音、空間阻隔等係以高雄市之實際資

-
1. 國立成功大學都市計畫學系教授（聯絡地址：701 台南市大學路 1 號成功大學都市計畫學系；電話：06-2757575 轉 54228；E-mail：yschiang@mail.ncku.edu.tw）。
 2. 國立成功大學交通管理科學系教授（聯絡地址：701 台南市大學路 1 號成功大學交通管理科學系；電話：06-2757575 轉 53224；E-mail：shawer@mail.ncku.edu.tw）。
 3. 國立成功大學交通管理科學所碩士。

料透過 Rosen (1974) 的房屋特徵價格法 (hedonic price method) 來求得市民的願付價格，肇事成本則引用過去之相關研究。實證分析結果顯示：(1) 運輸設施所造成空間阻隔對高雄房價的影響相當大，約在 8% 至 24% 之間；(2) 高雄市民對空氣污染的評價以 TSP、PM10 與 CO 為較重視，其房屋價格彈性分別為 -0.455、-0.347 與 -0.132，皆對房價有相當程度的負面影響；(3) 在噪音方面，發現高雄市居民以「靠近市區」與「交通便捷」為購屋首要要素，除非住宅噪音環境大於 67 分貝以上才會有較高的房價跌幅；(4) 臨港環線輕軌之經濟效益評估結果顯示，空氣污染、噪音、肇事、空間阻隔方面獲致改善之效益占輕軌計畫總效益高達 41.2%~42.6%，比重相當大，實不宜輕易忽視之。

關鍵詞：外部性；特徵價格法；空間阻隔；經濟效益分析；輕軌

ABSTRACT

For decades, when conducting cost-benefit analysis on transportation investment projects, the government tends to consider only the construction cost, operating cost and measurable benefits such as travel time, cost savings, and the reduction of traffic accidents. Only few projects try to include benefits on improvement of air and noise pollution control. Most of the other externalities are regarded as non-quantitative costs (benefits) and thus ignored. This would result in the distortion of resource allocation and biased policy decisions. In fact, among the ignored externalities spatial separation caused by transportation facilities is very important. The relief of spatial separation is often the motive for investing in an urban transportation project. Failure to consider the relief of spatial separation will result in the distortion of the cost-benefit analysis and project contents. Thus, this study aims to measure the monetary value of the improvement on spatial separation caused by transportation facilities. Using the light rail project in Kaohsiung as an example, we did an economic benefit analysis which includes a more complete list of externalities. These externalities include traffic accidents, air pollution, noise pollution, and spatial separation caused by transportation facilities. The WTP price for air pollution, noise pollution and spatial separation are estimated using actual data of Kaohsiung through the hedonic price method. Traffic accident costs are estimated using outcomes of past studies. The conclusions of the present study are as follows:

- (1) Spatial separation caused by transportation facilities is about 8%~24%, having a great influence on housing prices.*
- (2) The key factors that inhabitants of Kaohsiung consider in purchasing their houses are "near downtown" and "transportation convenience". However, if the traffic noise exceeds 67dB, it would begin to have negative impact on housing prices.*
- (3) The elasticity of housing price with respect to TSP, PM10 and CO are estimated as -0.455, -0.345 and -0.132, respectively, all have notable negative influences on housing prices.*
- (4) Results of cost-benefit analysis indicated that benefits estimated from the*

improvement of air pollution control, noise pollution control, traffic accident, and spatial separation constitute about 41.2%~42.6% of the total benefit of the light rail project, which is a high percentage and should not be ignored.

Key Words: *Externality; Hedonic price method; Spatial separation; Economic benefit analysis; Light rail transit*

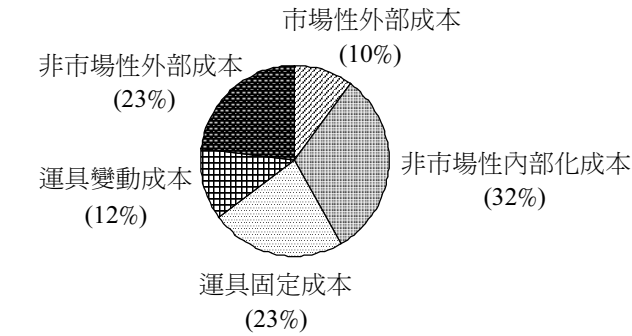
一、前言

行為民生基本需求之一，亦為產業之必要活動。運輸所使用的資源如果以機會成本的觀點計算時，遠較一般的認知為大，而且運輸活動的成本有相當高的比率並未內部化。Litman^[1] 即曾將運輸活動的成本分成內部化與非內部化、固定與變動、市場與非市場性三點來探討個人旅行決策與政府制定政策需要考慮的成本。由圖 1 可看出，都市運輸系統中約有三分之一的外部成本並沒有內部化。Litman 曾估計都市運輸系統使用者必須比平常大約再增加 50% 的使用費用才可能將外部成本內部化。

而從 Nijkamp^[2] 的運輸負面外部成本層面圖（圖 2）也可看出各種運輸負面外部成本影響之範圍，不管是運具之動態活動或靜態活動，甚至是運輸公共設施都會造成生態、社會不同程度的負面影響。Nijkamp 並特別提到生態系統、視覺破壞與阻隔障礙等一般運輸規劃評估時較易忽略或不受重視的運輸設施本身之外部性。

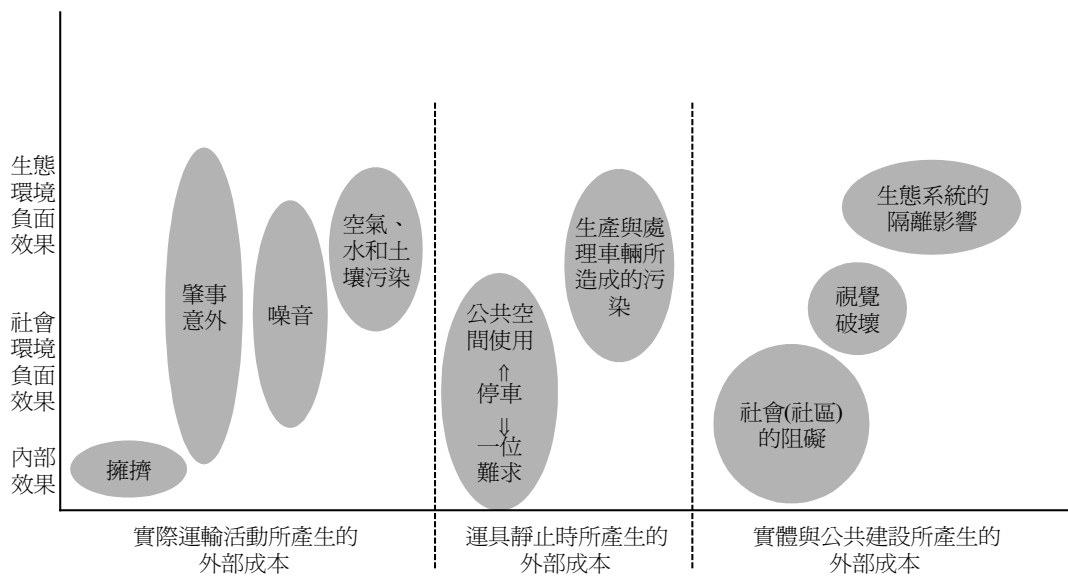
不僅運輸設施的外部性有相當高的比率並未將之內部化，即使在運輸設施投資計畫的經濟效益評估中亦未充分予以考量。參考上述及其他之相關研究中的分類，如果不考慮運具生產及停放過程所產生之外部成本，都市運輸設施之外部性主要可歸類為擁擠、空氣污染、噪音、肇事、土地使用衝擊、視覺破壞、空間阻隔等，這些外部性在一般之都市運輸投資計畫的評估中並未充分予以考慮。表 1 試將都市運輸設施投資計畫之經濟效益評估對這些外部性的涵蓋及處理情形做一概要的彙總。要而言之，擁擠成本一項係透過旅行時間及旅行成本兩個變數來反映，所有的評估案基本上都會涵蓋此一項目，運輸設施使用者及非使用者旅行時間及旅行成本的節省成為投資計畫之最主要效益。肇事成本包括死亡、傷殘、物損等有部分之規劃案中曾納入評估中，而少數的規劃案曾企圖將空氣污染及(或)噪音的改善效益予以貨幣化。空氣污染、噪音、生命價值之貨幣化價值大都係以非市場價值法估計之。對土地使用之衝擊如何評估較為複雜，運輸建設長期而言會對都市土地使用之發展型態有所影響，理論上在完全競爭及充分就業的情況下，其對土地使用衝擊所產生的經濟效益已反映於運輸時間／成本之改變中；而在完全競爭及充分就業並不存在的現實社會，如何計算運輸設計對土地使用衝擊的淨效益，而不包括地區間之轉移效果，並非易事。故除了投資計畫的本質涉及顯著的土地使用改變者外（如鐵路地下化可產生騰空土地），一般規劃案中多半並不企圖計算這方面的效益，以避免陷入所謂「重複計算」(double counting)的問題。都市景觀方面的衝擊尚未見曾納入規劃案之經濟效益評估中，運輸設施在空間阻隔方面的外部性亦尚未見規劃作業甚至研究中曾對其有所探討。事實上，運輸設施對都市

空間之阻隔問題相當重要，因其常為都市運輸投資計畫之所以提出的最原始動機。此乃引發本文之研究動機，一方面在了解一般未加以考慮的外部性在都市運輸投資之經濟效益中所占的重要性，同時則對涵蓋較全面的外部性之經濟效益評估的可行性做一初探；其中特別對過去未曾有所探討的運輸設施對空間阻隔方面的影響之貨幣化做一嘗試，以供後續研究的參考。



資料來源：Litman^[1]。

圖 1 都市運輸的成本比率



資料來源：Nijkamp^[2]。

圖 2 運輸負面外部成本層面圖

表 1 都市運輸投資計畫經濟效益評估涵蓋的外部性及處理情形

項目	是否涵蓋	處理情形
擁擠	均涵蓋	就各種運具使用者與非使用者分別計算其旅行時間及旅行成本的改變量，然後估算其貨幣化成本值，成本之降低即為效益。 ^[3,4]
肇事	部分計畫涵蓋	物損可由實際資料估算經濟成本；傷殘亦可由實際醫療及賠償成本估算經濟成本；生命價值主要以條件估價法或人力資本法估算之。然後由各種運具運量的改變估計物損、傷殘、死亡總成本之降低，即這些方面的效益。 ^[5,6]
空氣污染	少數計畫涵蓋	以特徵價格法或空氣淨化成本估計空氣品質焦點變數的貨幣化成本，然後由各種運具運量的改變估計空氣污染總成本之降低，即為這方面的效益。 ^[7,8]
噪音	少數計畫涵蓋	主要以特徵價值法或條件估價法估計噪音的貨幣化成本，然後由各運具運量的改變估計噪音總成本之降低，即為其效益。 ^[9,10]
土地使用	少數計畫涵蓋	1.部分計畫從地價、房價或稅收之增加估算效益。 2.部分計畫將地區消費量或產量的增加估算為效益。 3.由於難以分離淨增加量或地區間之轉移，易產生重複計算問題。 ^[11,12]
視覺破壞	未涵蓋	—
空間阻隔	未涵蓋	—

註：表中文獻為涵蓋所指外部性之實務計畫示例。

二、實證分析背景說明

2.1 臨港線輕軌運輸系統計畫背景及內容簡述

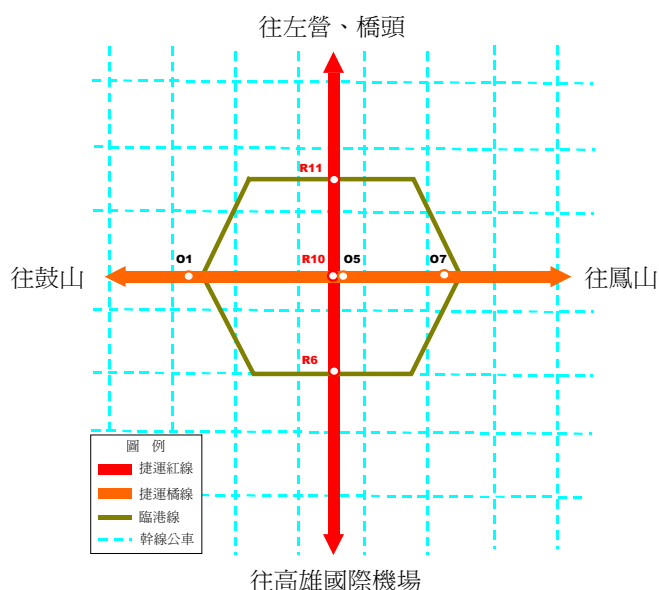
高雄臨港鐵路支線最早可追溯至西元 1898 年 (明治 31 年)，日據時期台灣總督府鐵道部開始鋪設打狗 (今之鼓山南區) 至台南、以及打狗至九曲堂間之鐵路工程，是為其開端，至今已約有一世紀之歷史。在這期間，隨著高雄港之逐漸擴充，以輸運高雄港埠與內陸貨物往來為主要工作之臨港線鐵路亦陸續增修完善。民國 57 年高雄港站停辦高雄至屏東間之客運業務，臨港線之功能轉為僅供貨運使用。

臨港線曾為台灣地區貨物進出高雄港之主要鐵路線，其與高雄市之產業發展與都市發展息息相關。但多年來隨著公路運輸之發達，臨港線所擔負的貨物運輸量逐年下降；而隨著都市發展之快速，臨港線本身漸成為阻隔市中心地區都市空間之屏柵，臨港線之存廢因之逐漸成為高雄市區交通改善與都市發展所必須面對之一首要課題。

臨港線之改善計畫歷經多年來的規劃與調整，目前達成共識之方案為配合高雄都會區

鐵路之地下化工程，將臨港線之貨運作業完全移轉到臨港西線，臨港東線之路權則可釋出做其他使用。高雄市政府因而有「臨港線發展為輕軌運輸系統」之規劃構想，利用臨港東線釋出之路權、市區鐵路地下化釋出之路權、再加上部分市區道路（成功路、五福路、七賢路等），布設環狀的 B 型路權輕軌系統。

上述環線輕軌，就其與高雄正施工中之捷運紅、橘兩線之配置關係而言，適構成南北與東西向兩線十字相交路網之一內環線（如圖 3 所示）；而其行經地區又多為高雄市區已發展或未來將高度發展之主要旅次產生吸引地帶，故若能發展此一臨港線輕軌系統，不只可帶動臨港線周邊大型物流中心與營運中心的發展；並且可將高雄之軌道運輸系統結合為一網狀結構（network），有利於吸引旅客由私人運具轉移至大眾運輸，未來可再增加其他的輕軌路線而形成整體的軌道系統路網。



資料來源：高雄都會區輕軌運輸系統－高雄臨港輕軌建設綜合規劃報告^[13]。

圖 3 臨港線輕軌發展為高雄都會區捷運系統內環線示意圖

2.2 經濟效益評估的關鍵課題

欲評估上述臨港線輕軌運輸系統之經濟效益，必要先掌握此一投資計畫的本質及意義，然後才能決定經濟效益評估應涵蓋的範疇及適用的方法，試簡要說明之如下。

現有之臨港線鐵路對市民而言，最關切的問題在於其所造成對都市空間及交通的阻隔。臨港線為貨運線，雖然其班次不多，但貨車係採長列車編組，列車之長度在 500 公尺

以上，是故列車通過平交道時之時間甚長，在二分鐘以上。因此平交道之交通阻隔頻率雖不高，但時間甚長。更嚴重的是整個環線隔離路權的圍籬形成市中心區的空間阻隔，妨礙了沿線地區的都市發展，長期以來導致了部分地區發展的相對衰頹。

欲評估臨港線輕軌在這方面的改善效益並不容易。平交道方面較簡單，平交道去除時，一方面節省了平交道之維護成本，一方面去除了車輛在平交道紅燈時之延滯時間及成本，這些效益只要透過合理的運輸需求預測及交通量指派的作業，可以合理的估計出來，一般的規劃作業中均已有所考慮。比較困難的為其對空間阻隔方面的改善效益，因為傳統的經濟效益評估中並未考慮這方面的效益。臨港線輕軌係採 B 型路權方式布設，現有臨港鐵路線之圍籬去除後，兩旁之樹木可予以美化的整理，不僅空間之阻隔可去除，尚且可營造成為具有園道意象的道路，因此，這方面效益之貨幣化乃成為經濟效益評估的首要課題。

其次為噪音。高雄市由於工商業區發展快速、人口密集、機動車輛遽增、公共工程四處興建及都市生活型態改變等因素，噪音問題日趨嚴重。高雄市環保局的統計資料顯示，高雄市噪音大於 65 分貝 (dB) 之噪音位準占 37.5% (民國 85 年)，可見高雄市整體來說是屬於高噪音的都市。運輸所產生的噪音除了汽機車所帶來者外，貫穿高雄市區的鐵路路線 (含縱貫線與臨港線)、國際機場往來頻繁的飛機，與高雄港區內外川流不息的貨車，也都是造成高雄市噪音會普遍較高的原因。臨港線現有之調車場即在軌道附近，貨運列車行駛軌道特別是調車作業時之噪音量相當可觀，尤其是夜車時的作業，長期以來即為周邊市民之最詬病。輕軌系統的噪音量不高，低於都市中之背景噪音量，而汽機車使用者之轉移至輕軌亦將降低汽機車之總噪音量，因此臨港線鐵路拆除改建為輕軌時在噪音改善方面的效益須予以評估在內。

再次為安全。一般對 B 型路型輕軌採保留態度者之一主要觀點即在於其對車輛及行人安全上的疑慮。事實上國外的經驗顯示，B 型路權的輕軌如果與車道有輕隔離時，其所產生的肇事率並不比公車為高，因相對於公車而言，輕軌之行駛因有軌道而受到較有規律的限制。欲評估有無輕軌系統時交通肇事成本的改變情形，須從輕軌所導致運輸工具運量分配的改變著手，然後估計肇事量的改變而計算肇事總成本，包括死亡、傷殘及物損，因此，生命價值之估計成為必要。

臨港線鐵路雖然空氣污染方面的問題並不嚴重 (目前只有局部已電氣化)，但其路權發展為輕軌系統時，會導致都市中汽機車交通量的降低，因而對空氣污染的改善有所助益。而空氣污染的改善對高雄市而言，非常重要，因高雄之空氣污染相當嚴重，汽機車為造成高雄市内空氣品質惡化的主要原因之一。近年來由於工商業繁榮且國民所得提高，各類機動車輛遽增，依民國 90 年之統計，汽車有 379,687 輛，機車有 997,578 輛，民國 84 ~ 90 年汽車成長率達 16%，機車成長率更高達 49%。運輸工具排放之主要污染物為一氧化碳 (CO)、碳氫化合物 (HC)、氮氧化物 (NO_x) 及粒狀物 (TSP 與 PM₁₀) 等。根據環保署高雄市各項空氣污染源占空氣污染排放量比率的資料，CO、NO_x 有高達 32.3%、21.4% 來自於車輛的排放；而 TSP、PM₁₀ 則有高達 59.1%、31.1% 來自於車輛的揚塵。因此，輕軌

在空氣污染改善方面的效益必須予以衡量在內，可透過空氣品質的願付價值之合理估計，經由運量的演算予以計算。

一般對 B 型（及 C 型）路權輕軌系統之另一關心課題為其供電線對都市景觀的衝擊。這方面的社會成本要加以貨幣化較為困難，可能需使用條件估價法，以願付價格或願受補償的概念透過問卷設計求算之。類似的需要以條件估價法來估計的效益為臨港線圍籬去除後在景觀改善上的效益。一般說起來條件估價法之主觀性較強，容易產生的可能偏誤甚多，過去已有許多這方面的論述。為避免估計偏誤時可能產生的誤導，上述兩個景觀方面的成本／效益均擬不予考量在內，其對總成本／效益之影響應該不大。而且，由於二者一為成本、一為效益，彼此之間亦可能互相抵消一部分。

綜合上述，臨港線輕軌預期所產生的外部性中，未考慮者尚有其對都市土地使用發展之衝擊，這方面的效益已有部分包含在空間阻隔之去除中。是否尚應估計其他方面的效益，在方法上及資料上均有所困難，而且易產生重複計算問題，且並非本文在方法上欲探討的主題，故予以忽略而不企圖再作進一步的衡量及評估。

三、運輸外部成本之估計

本研究係透過通用的都市運輸規劃程序的演算來估算臨港線輕軌運輸系統之經濟效益，有無臨港線輕軌會回饋到土地使用、旅次分佈、運量分配、交通量分派等預測作業中，而可據以估算其各項成本／效益值。估算時須先求得空間阻隔、噪音、空氣污染等之隱含願付價格及生命之價值。由於本研究在方法上主要欲探討者為運輸設施對空間阻隔的外部性之評估，使用的方法為特徵價格法，而一般在估計空氣污染及噪音的願付價格時亦大多使用特徵價格法，故雖然有關空氣污染與噪音之相關研究已甚多，本研究亦一併將之納入特徵價格函數中，以避免產生遺漏變數之估計偏誤。對於生命價值由於一般而言並無地區性的差異，故係直接引用其他相關研究中之資料，不另行估計。本節說明特徵價格函數之估計情形及結果。

3.1 特徵價格法相關研究

特徵價格法的應用最早可以追溯到 Court (1939) 用以研究汽車價格與其性能間的關聯。之後 Adelman 與 Criliches 首先將住宅價格視為住宅各種屬性之隱含價格的總和，而 Lancaster^[14] 則進一步將其應用在各種財貨價格的決定上，Ridker 與 Henning^[15] 用以分析美國聖路易北區住宅價格與鄰里環境品質的關係。至此時期，特徵價格法仍缺乏一嚴謹的理論模型，其後經 Criliches^[16] 至 Rosen^[17] 始奠定了特徵價格法的完整理論與實證分析方法的基礎。

Rosen 提出在完全競爭下，具有某一特徵數量組合之差異性財貨，其價格 $P(Z)$ 係由眾

多生產此組合之廠商與消費者透過彼此的出價 (bidding) 與要價 (offering) 之行為所產生的均衡而決定，其中 Z 為影響其價格之各種屬性向量。其特徵價格理論之應用須符合下述前提：(1) 市場是完全競爭的，每個人都是產品價格的接受者；(2) 財貨的價格，由其所具備屬性的組合對效用之貢獻決定，而且各屬性皆可量化；(3) 消費者追求效用最大化，生產者追求利潤最大化。當消費者與生產者決定之價格與數量一致時，便是市場均衡之價格與數量；(4) 市場上存有大量的差異性財貨，所以財貨可有連續不同的組合；(5) 二手貨市場不存在，財貨可完全消費不予轉售；(6) 環境品質特徵和其他特徵間不具有強可分離性 (strong separability)。

在上述前提下，Rosen 利用家計生產函數和效用理論推導出特徵價格理論。其推導過程如下：

$$\begin{aligned} \text{Max } U(X, Z_1, Z_2, \dots, Z_n) \\ \text{s.t. } X + P(Z) = Y \end{aligned} \quad (1)$$

其中 U 為效用； X 為複合財貨，其價格令為 1； $P(Z)$ 為差異性財貨的價格； Z_i 為屬性 i ，其中包括環境品質變數， $i = 1, 2, \dots, n$ ； Y 為所得。由拉氏乘數法可求得屬性之邊際價格 $P_i = [(1/\lambda) \times (\partial U / \partial Z_i)]$ ， λ 為所得的邊際效用。在完全競爭的前提下，可得 $P(Z) = \sum P_i \times Z_i$ ，意即差異性財貨之價格為所有屬性價格之總和。

特徵價格理論最適於應用在差異性財貨上，因房屋即為一種差異性財貨，其價格受房屋本身屬性、鄰里屬性與環境屬性等之影響。故國內外以特徵價格法探討房屋價格與環境屬性間之關係的研究非常多，空氣污染、噪音等即為常探討之環境品質變數，其中以空氣污染方面之相關研究最多，其所探討之空氣污染物、特徵價格函數之型式、及研究結果等參見表 2。

國內外亦不乏以特徵價格法探討噪音之相關研究。Nelson^[18]等比較了北美用特徵價格法來估算交通噪音的研究，發現其對房價之影響大約為每 dB(A) 下跌 0.16% ~ 0.63% 的幅度，平均為 0.4%，且其遞減超過一門檻時才發生，大約為 50dB(A) 以上。Palmquist^[19]之研究顯示當噪音超過 55dB(A) 時對房價產生負面影響，每 2.5dB(A) 之影響在 0.2% ~ 1.2% 之間。Vaughan 與 Huckins^[20]曾分析芝加哥快速道路噪音對房價的影響，其結論顯示對房價兩萬美元 (1970) 之住宅，55dB(A) 之影響為 3.31%，65dB(A) 之影響為 10.24%，75dB(A) 之影響則為 17.65%；而對四萬美元之住宅，55dB(A) 之影響為 3.30%，65dB(A) 之影響為 10.24%，75dB(A) 之影響為 17.65%。而國內區科會^[21]曾以特徵價格法估計台鐵、高速公路、機場等之噪音對房價的影響，噪音邊際隱含價格之估計值分別為每分貝新台幣 11,000 元、49,000 元及 39,000 元。廖仲仁^[22]亦曾估計松山機場噪音對房價的影響，每 dBA 之平均影響為 0.683%。

表 2 空氣污染與房產價值研究之相關文獻

作者與研究年期	研究城市	污染物	函數型式	結 果
Ridker 與 Henning(1967) ^[23]	St. Louis	硫化物 (sulfation levels) 之年幾何平均數	直線型 (linear)	在最佳方程式係數值下， $0.25\mu\text{m}/100\text{m}^2/\text{day}$ 之硫化物增加時，將使財產價值降低 186.5 ~ 245.0 美元。
Crocker(1970)	Chicago	硫化物年幾何平均數、微粒算術平均數	雙邊對數型 (log-linear)	微粒係數為負且顯著，範圍在 0.2 ~ 0.5 間；而硫化物係數為負且不顯著。 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之微粒增加與 1ppm 的 SO_2 增加，將降低財產價值 350 ~ 600 美元。
Harrison 與 Rubinfeld(1978) ^[24]	Boston	微粒 (particulate) 與氧化氮 (NO_x) 濃度	半對數型 (semi-log linear)	在 1% 水準下顯著，且污染變數之係數值不小。
Barton(1978)	Chicago	微粒	直線型	在 10% 顯著水準下，懸浮微粒與房價成負相關。
Nelson(1978) ^[25]	Washington D.C.	懸浮微粒 (suspended particulate) 月幾何平均數、氧化物算術平均數	直線型、半對數、逆半對數型 (inverse semi-log linear) 與雙邊對數型	微粒係數介於 0.049 ~ 0.116 間，氧化物係數介於 0.007 ~ 0.019 間， $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之微粒增加，將降低平均財產價值 576 ~ 596 美元；而氧化物每增加 0.01ppm 時，將降低平均財產價值 141 ~ 152 美元。
Sonstelie 與 Portney(1980)	San Mateo	氧化劑濃度 (oxidant concentration)	Box-Cox 轉換函數	在 5% 顯著水準下，空氣品質對房價存在負面影響。
Bender, Gronberg 和 Hwang(1980) ^[26]	Chicago	微粒	Box-Cox 二次轉換函數	價格彈性 = 0.262 所得彈性 = 0.07
Palmquist(1984) ^[27]	Atlanta, Denver, Houston, Louisville*, Miami, Oklahoma*, Seattle*	總懸浮微粒 (TSP)	直線型、半對數、雙邊對數、逆半對數	除了打*之地區外，皆在 5% 顯著水準下，TSP 對房地產價格有負面影響。
Bender 與 Hwang (1985)	Chicago	微粒	Box-Cox 轉換函數	對全部樣本而言，微粒與房價存在負相關。對部分樣本而言，微粒與房價關係不明確。
Cassel 與 Mendelsohn (1985) ^[28]	Los Angeles	懸浮微粒、能見度 (visibility)、 NO_2 、 SO_2	直線型、Box-Cox 轉換函數、Box-Cox 二次轉換函數	只有能見度在 5% 顯著水準下，對房價有負面影響。
Graves, Murdoch, Thayer 和 Waldman (1988) ^[29]	Los Angeles, Orange, Riverside, San Bernardino	能見度、TSP	Box-Cox 二次轉換函數	在 5% 顯著水準下，TSP 對房價存在負面影響，能見度則時正時負，關係不明確。
Huh 與 Kwak (1996)	Seoul	TSP	直線型、半對數、雙邊對數、Box-Cox 轉換函數	八種函數型態中，有六種函數型態空氣污染對房價在 5% 顯著水準下有負面影響。

表 2 空氣污染與房產價值研究之相關文獻 (續)

作者與研究年期	研究城市	污染物	函數型式	結 果
陸雲(1987) ^[30]	台北都會區	CO、NO ₂ 、NO _x	雙邊對數、半對數、逆半對數	在 10% 顯著水準下，空氣污染對租金有顯著正的影響。
翁淑貞(1992) ^[31]	台北都會區	TSP	Box-Cox 轉換函數	在 5% 顯著水準下，TSP 對房價有負面影響，TSP 之邊際價格為 0.56 萬元。
林祖嘉、林素菁(1993) ^[32]	台灣地區	空氣污濁異性情形(以虛擬變數處理)	直線型	在 5% 顯著水準下，環境變數對房價呈現負面影響。
葉宏興(1993) ^[33]	台北、台中、高雄	PM10	Box-Cox 轉換函數	除台中外，PM10 濃度對每坪單價有顯著的負面影響。
楊重信(1993) ^[34]	台北都會區	TSP	Box-Cox 轉換函數	TSP 對台北都會區有顯著影響，改善 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之 TSP，每戶 WTP 為 0.9 萬元。
吳錫政(1995) ^[35]	台北都會區	TSP	直線型、半對數、逆半對數、雙邊對數	在 5% 顯著水準下，TSP 對房價有負面影響。
姜渝生、王小娥、林月麗(2000) ^[36]	高雄都會區	TSP、CO、NO _x	半對數、逆半對數、雙邊對數	在 5% 顯著水準下，改善 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之 TSP，每戶 WTP 為 1.9 萬元；改善 1ppm 之 CO，每戶 WTP 為 50.0 萬元；NO _x 則不顯著。
孫立群(1999)	台北信義區	TSP	Box-Cox 轉換函數	可能由於住商混合的緣故，空氣品質並不會顯著影響房價的高低。

資料來源：本研究彙整。

3.2 特徵價格函數設定及變數說明

(一) 住宅價格資料來源

實證分析之住宅價格資料取自民國八十七年房屋仲介商業同業公會彙集各家公司成交紀錄而成的「台灣地區不動產成交行情公報」中之高雄市地區房價資料。由「成交行情公報」經篩選符合本研究範圍的資料共有 892 筆，經去除包括資料記載不全與重複登錄之資料 291 筆，共計有效樣本 601 筆，其地區分布如表 3。

由於房屋交易是將住宅單元整體進行移轉，而住宅成交總價係直接計算住宅全部產權的價值，較能反映整體房屋屬性的特徵優劣，故本研究以成交總價作為特徵住宅價格函數之應變數，而不採用單位面積價格。

表 3 原樣本數與剔除後樣本數一覽表

單位：筆

行政區	新興	前金	苓雅	鹽埕	鼓山	前鎮	三民	楠梓	小港	左營	總筆數
原樣本數	45	28	157	9	69	79	273	72	25	135	892
剔除後樣本數	35	22	124	8	47	59	196	25	20	65	601

(二) 解釋變數及函數設定

解釋變數可大別分為戶、棟、鄰里小環境、鄰里大環境、空氣污染、噪音與空間阻隔等七項特徵，分別說明如下：

1. 戶的特徵

戶的特徵考慮的變數包括：(1) 面積坪數：以住宅面積坪數之大小為單位；(2) 房間數：以房間個數為單位；(3) 廳數：以廳的個數為單位；(4) 衛浴套數：以衛浴套數為單位。

2. 棟的特徵

影響住宅價格之棟的特徵屬性分類及變數設定情形說明如下：

- (1) 住宅類型：分成中／西／日獨棟式、雙併／連棟式透天厝、5 樓(含)以下公寓、6～11 層大廈、12～16 層大樓與 17 層以上大樓等五類，分別以虛擬變數表示之。
- (2) 住宅用途：包括住家專用、住家兼店鋪及住家兼其他用途三類，以虛擬變數表示之。
- (3) 屋齡：以年為單位來表示。
- (4) 位於一樓：是否位於一樓或包含一樓，以虛擬變數表示之。

表 4 顯示房屋樣本資料之分類統計，平均房價為新台幣 469 萬元，平均坪數為 41.9，平均屋齡為 8.3 年。高雄市住宅之坪數較台北為大，台北超過四成之住宅的坪數在 25～35 坪之間(吳錫政，1995；王宋民^[37]，1999)，此與高雄市屋價低於台北甚多，且民眾偏好透天厝有關。

3. 鄰里小環境

鄰里小環境主要是呈現住戶附近的公共設施可及性水準與住戶居家附近的環境品質水準。其中在環境品質方面的空氣污染、噪音與空間阻隔等屬性為本研究探討的焦點變數所在，另說明之於後。

表 4 樣本資料之住宅類型分類統計表

住宅類型	筆數	坪數(坪)	成交價(萬元)	房間數(間)	廳數(廳)	衛浴套數(套)	屋齡(年)
獨棟	12	59.51	818.17	4.7	2.1	3.3	8.66
透天	89	51.20	883.58	4.1	2.1	2.8	15.22
五樓以下公寓	160	31.90	288.65	3.1	2.0	1.9	11.15
6～11 樓大廈	82	39.80	397.66	2.9	1.9	1.8	7.01
12～16 大樓	165	42.16	409.48	3.0	1.8	1.8	5.62
17 以上大樓	93	49.38	506.31	3.3	1.9	2.0	4.23
總樣本平均		41.91	469.05	3.3	2.0	2.1	8.30

影響房價的鄰里小環境變數，本研究係考慮至國中(小)學、公園、公車站與市場之距離影響等。由於高雄市公園綠地分布相當廣泛，其品質不齊，大小也不一，故本研究依據實地考察後，將公園再行區分為一般公園與具有腹地廣大、吸引人潮與觀光用途之特定公

園來分析；另外在公車站方面，由於公車站牌數量眾多且彙整分類不易，故本研究以行經住宅步行範圍內之公車路線數來作為其交通便利性的指標。

一般研究調查台灣民眾的可忍受步行距離大約為介於 200 ~ 500 公尺左右，故本研究以 200 公尺與 500 公尺兩種可及性距離作為高雄居民可忍受步行至學校、市場、一般公園與特定公園等變數的距離標準，且均以虛擬變數來反映之。

4. 鄰里大環境

除了考慮住宅至市中心與火車站等之可及性距離變數外，另將鄰里行政區人口密度、金融業密度、醫院密度之變數加入，以企圖反映大環境對住宅價格之影響程度。

一般從事房屋特徵價格分析之相關研究，大都會把市中心列為一個重要指標，但對於何謂市中心，並沒有一個明確的定義。有的以火車站作為市中心，如翁淑貞 (1992) 即以台北火車站作為中心點來計算距離；有的則使用多核心的觀念，如葉宏興 (1993) 係使用火車站鄰近區與信義區兩個市中心區。本研究參酌葉宏興之觀點並考量高雄都會區市中心分散發展的特性，將高雄市市中心分成五福商圈、三多商圈與漢神商圈等三處市中心區來考量。

5. 空氣品質

本研究共考慮 TSP、PM10、CO 等三種主要空氣污染排放物對住宅價格的影響，此外尚有 SO₂、NO₂ 等工業污染源，對於以重工業掛帥之高雄市來說，不能忽略其對住宅品質的影響，故本研究將這些其他污染物合稱為混合性污染源，產生地區主要包括高雄楠梓中油石化、台泥等工業區；前鎮南端之中油、亞硫酸石化區；小港中鋼、中船等重工業區等三處，以「住宅至高雄市主要污染源聚集地距離」之變數反映之。

高雄縣市共有 29 個空污測站，本研究使用應用軟體 ArcView-Spatial Analysis，以 IDW (Inverse Distance Weighted) 法將各測站監測值內插而求得高雄市之空氣污染分布情形，進而畫出各污染源之等值線，由每筆住宅樣本資料僅有一條等值線通過的特性可得知各住宅對應的污染值。表 5 示樣本資料之空氣污染與環境品質標準值比較表，樣本平均值與高雄市環保局全市平均值之資料接近，其值高出行政院環保署之空氣品質標準值甚多，顯示高雄市空氣品質的低落。

表 5 樣本資料之空氣污染與環境品質標準值比較表

污染源		PM10($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TSP($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO(ppm)	SO ₂ (ppm)	NO ₂ (ppm)	O ₃ (ppm)
樣本資料	最大值	85.75	177.00	0.0170	1.302	0.0340	0.0259
	最小值	59.00	109.50	0.0060	0.562	0.0258	0.0213
	平均值	75.14	139.96	0.0107	0.958	0.0293	0.0237
	標準差	4.07	9.21	0.0018	0.128	0.0019	0.0008
高雄市環保局資料		75.15	142.29	0.813	0.0110	0.0226	0.0241
行政院環保署 空氣品質標準值		65	130	9*	0.03	0.05	0.06*

註：1.() 內為測量單位。

2.* 表示 8 小時之平均值，其餘為年平均值。

3.資料年期為民國 87 年。

6. 噪音

以分貝 (dB) 來衡量其大小，資料來源為民國八十七年高雄市環保局之監測站資料，全市共有 19 個監測站，各住宅樣本之噪音值亦係以 ArcView-Spatial Analysis 軟體內插而得。

7. 空間阻隔

一般運輸計畫之經濟效益評估中，大都將此列為不可衡量之項目，但事實上都市中運輸設施常在空間阻隔上造成不小的衝擊，也因此影響了週遭住宅的價格水準，故本研究試圖估計此一外部成本之貨幣價值，以明瞭其嚴重性。唯欲量化衡量運輸設施對都市空間的阻隔並非易事，本研究嘗試以虛擬變數的方式進行一初探。針對各住宅樣本至高速公路、交流道、高架陸橋、車行地下道、鐵軌與平交道等之距離是否超過一臨界距離值來設定虛擬變數之為零或壹，此一虛擬變數之設定方式會受預設之臨界值的影響。臨界值的決定係透過樣本地點之勘察及調查而得，並在模型校估時經過敏感度之分析而決定，請參見下文之說明。

上述各項變數之設定情形、單位、參數之預期符號、資料來源等如表 6 所示。

3.3 特徵價格函數的估計與結果分析

本研究採用 Rosen 所建議之不同函數形態測試法，進行逆半對數型 (Inverse Semi-Log)、半對數型 (Semi-Log) 與雙邊對數型 (Double-Log) 等三種函數型態之參數校估並比較其結果，而以雙邊對數之結果較好，其估計結果如表 7。

模式校估結果須進行異質性之檢定，異質性之檢定使用 White's General Test，先計算最小平方估計式之殘差值，然後以殘差項 (e_i^2) 為應變數，進行其與變數 (x_{il}) 及相乘項變數 ($x_{il}x_{ij}$) 的模式校估，如式 (2)：

$$e_i^2 = \lambda_0 + \sum_{l=1}^{k-1} \lambda_l \cdot x_{il} + \sum_{l=1}^{k-1} \sum_{j=1}^{k-1} \lambda_{lj} \cdot x_{il}x_{ij} + u_i \quad (2)$$

而由式(2)之 R^2 值，藉由 $nR^2 \sim \chi^2(m)$ 來檢測其是否有異質性 (m 為自由度)。計算之結果 $nR^2 = 312.88$ ，小於 $\chi_{0.05}^2(314) = 356.04$ ，顯示不能拒絕無異質性之虛無假設。而從殘差圖(圖 4) 中也可看出其散布相當具隨機性，看不出有系統性的關聯。

依變數屬性分類說明模式校估之結果如下：

一、房屋及鄰里環境屬性

住宅之戶、棟及鄰里環境變數之估計結果均與先驗知識相符。戶的特徵中，在住宅類型方面，係數均相當顯著 (顯著水準 20% 下)，在其他條件相等下，透天厝價格為獨棟的 1.13 倍，5 樓以下公寓價格則比獨棟低了 32.66%。在住宅用途方面，“住家兼店鋪”房價是“純住家”的 1.23 倍，且係數值在 1% 顯著水準下相當顯著。而就屋齡來說，以平均房價 469.05 萬元而言，每老舊 1 年，房價折損為 2.32 萬，且相當顯著 (在 95% 信賴區間下)。

表 6 特徵價格函數屬性分類及變數一覽表

屬性分類名稱		變數設定與單位	預期符號	資料來源
應變數-房價 (PH)		萬元		成交公報
戶	面積坪數 (SM)	坪	+	成交公報
	房間數 (RO)	房	+	成交公報
	廳數 (LN)	廳	+	成交公報
	住宅類型			
棟	獨棟	基底		成交公報
	透天	D1=1, 其他=0	+	
	五樓以下公寓	D2=1, 其他=0	-	
	6~11 樓大廈	D3=1, 其他=0	-	
	12~16 樓大廈	D4=1, 其他=0	-	
	17 樓以上大廈	D5=1, 其他=0	-	
	住宅用途			成交公報
	住家	基底		
	住家兼店鋪	D6=1, 其他=0	+	
	住家兼其他	D7=1, 其他=0	± ^{註1}	
	屋齡 (YR)	年	-	成交公報
	一樓	D8=1, 其他=0	+	成交公報
鄰里小環境	至國中／小學距離 500m 以內	D9=1, 其他=0	+	高雄地區百科全圖+ARCVIEW 軟體
	至公園距離 200m 以內	D10=1, 其他=0	+	高雄地區百科全圖+實地調查+ARCVIEW 軟體
	至特定公園 ^{註2} 500m 以內	D11=1, 其他=0	+	
	市區公車交通便利性 ^{註3}	D12=1, 其他=0	+	高雄巿公車路網圖+ARCVIEW 軟體
	至市場距離 200m 以內	D13=1, 其他=0	-	高雄巿市場管理處資料+ARCVIEW 軟體
鄰里大環境	至火車站距離 (STAT)	公尺	-	台灣交通路網數值地圖 (運研所 87)
	至市中心距離 1 公里以內	D14=1, 其他=0	+	特定市中心 ^{註4} +ARCVIEW 軟體
	平均人口密度 (DOP)	千人／平方公里	+	高雄巿民政局第一科
空氣污染	PM ₁₀ (PM10)	μg/m ³	-	高雄巿環保局技術室與行政院環保署之監測資料經 ARCVIEW-spatial analysis 軟體內插而得
	TSP (TSP)	μg/m ³	-	
	CO (CO)	ppb	-	
	至污染源距離 800m 以內	D15=1, 其他=0	-	特定污染源聚集地 ^{註5} +ARCVIEW 軟體
噪音污染	一般噪音			高雄巿環保局技術室與行政院環保署之監測資料經 ARCVIEW-spatial analysis 軟體內插而得
	未滿 57dB	D16=1, 其他=0	-	
	57 ~ 62dB	基底		
	62 ~ 67dB	D17=1, 其他=0	-	
	67dB 以上	D18=1, 其他=0	-	
	機場噪音			民航局小港機場噪音監測資料(87)+民政局鄰里資料
	第二級管制區	D19=1, 其他=0	-	
	第三級管制區	D20=1, 其他=0	-	
空間阻隔 ^{註6}	至高速公路沿線距離 100m 以內	D21=1, 其他=0	-	台灣交通路網數值地圖 (運研所 87) + ARCVIEW 軟體
	至交流道距離 200m 以內	D22=1, 其他=0	±	
	至高架陸橋距離 100m 以內	D23=1, 其他=0	-	高雄巿百科全圖+實地調查+ARCVIEW 軟體
	至車行地下道距離 100m 以內	D24=1, 其他=0	-	高雄巿百科全圖+實地調查+ARCVIEW 軟體
	至鐵軌沿線距離 50m 以內	D25=1, 其他=0	-	高雄巿百科全圖+實地調查+ARCVIEW 軟體
	至平交道交會區 100m 以內	D26=1, 其他=0	±	高雄巿百科全圖+實地調查+ARCVIEW 軟體

註：1. ±表示符號可正可負。

2. 高雄都會公園、蓮池潭風景區、科工館、高美館、中正文化中心、中山體育場 (中央公園、扶輪公園)、仁愛公園、勞工公園等八處。

3. 指住宅 500 公尺內經過公車路線 7 條以上。

4. 即五福商圈、三多商圈、漢神商圈三處。

5. 即楠梓工業區、前鎮石化區、小港工業區三處。

6. 各變數臨界距離值係經過敏感度分析後之數值。

表 7 特徵價格函數估計結果

因變數—ln(房價)		LNTS		
屬性分類	自變數名稱	變數代號	係數值	t-statistic
	常數項	C	7.457	5.088**
戶	面積坪數	LNSM	0.869	23.498**
	房間數	RO	0.023	1.467
	廳數	LN	0.075	2.325*
棟	透天厝	D1	0.122	1.386
	5 樓以下公寓	D2	-0.395	-4.459**
	6 ~ 11 樓大廈	D3	-0.309	-3.209**
	12 ~ 16 樓大廈	D4	-0.282	-2.972**
	17 樓以上大廈	D5	-0.216	-2.228*
	住家兼店鋪	D6	0.213	4.826**
	住家兼其他	D7	-0.069	-1.282
	屋齡	YR	-0.005	-2.473*
	1 樓	D8	0.104	2.953**
鄰里小環境	至國中／小學距離 500m 以內	D9	0.095	2.921**
	至公園距離 200m 以內	D10	0.069	2.263*
	至特定公園 500m 以內	D11	0.080	2.593**
	公車方便程度	D12	0.046	1.600
	至市場距離 200m 以內	D13	-0.056	-2.396*
鄰里大環境	火車站距離	LNSTAT	-0.023	-0.862
	至市中心距離 1 公里以內	D14	0.121	3.106**
	人口密度	DOP	0.003	3.554**
空氣污染	PM10	LNPM10	-0.347	-1.431
	TSP	LNTSP	-0.455	-2.230*
	CO	LNCO	-0.132	-1.215
	至污染源聚集地距離 800m 以內	D15	-0.105	-1.383
噪音污染	未滿 57Db	D16	-0.340	-4.096**
	62 ~ 67Db	D17	-0.026	-0.947
	67dB 以上	D18	-0.109	-2.088*
	第二級管制區 (65 ~ 75dB)	D19	-0.108	-0.957
	第三級管制區 (75dB 以上)	D20	-0.192	-1.525
空間阻隔	至高速公路沿線距離 100m 以內	D21	-0.233	-1.987*
	至交流道距離 200m 以內	D22	-0.066	-1.108
	至高架陸橋距離 100m 以內	D23	-0.141	-1.709*
	至車行地下道距離 100m 以內	D24	-0.273	-1.963*
	至鐵軌沿線距離 50m 以內	D25	-0.079	-1.357
	至平交道交會處 100m 以內	D26	0.289	1.716*
R ²		0.8451		
Adj-R ²		0.8355		

註：**為在 1% 顯著水準下，該係數顯著地異於 0。

*為在 10% 顯著水準下，該係數顯著地異於 0。

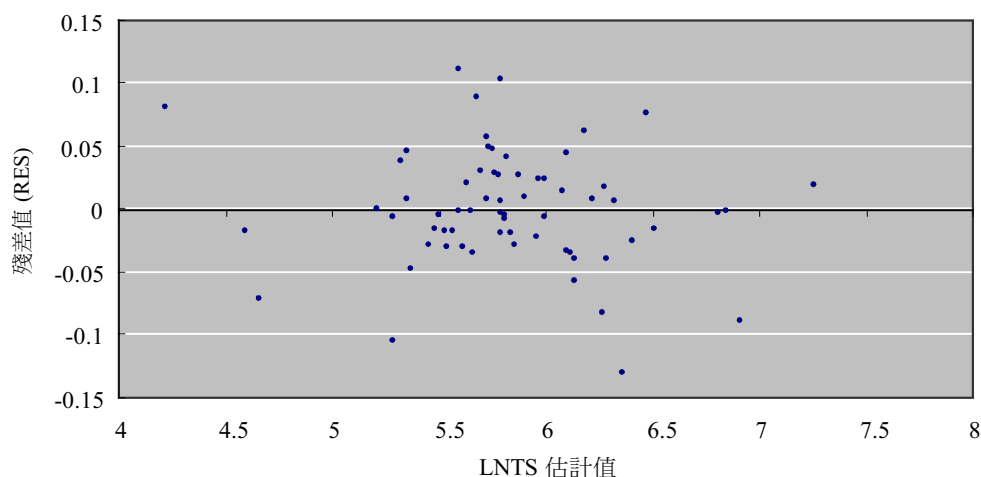


圖 4 雙邊對數型函數殘差圖

鄰里環境變數中，距國中／小學近的住宅係數為 0.095 (房價比其他住宅高 1.10 倍)，而近市場的住宅係數為 -0.056 (房價比其他住宅少了 5.46%)，兩者皆相當顯著 (5% 顯著水準下)，前者是反映就學的可及性和住宅的單純性，後者是反映週遭環境的雜亂性，都符合一般住宅選擇區位的習性。公園方面，特定公園之影響略高於一般公園。公車站交通便利性方面，公車路線多的地方 (7 條以上) 代表其大眾運輸發達，其房價平均可高出約 1.047 倍。而離火車站愈遠，平均而言房價相對較便宜些 (彈性為 -0.023)，但 t 值不甚顯著 ($t = -0.862$)。

二、空氣污染

PM10 之彈性估計為 -0.347，且相當顯著 (20% 顯著水準下)，可見高雄居民對此等污染的厭惡程度。而 TSP 其彈性亦為負 (-0.455)，其影響程度較 PM10 為大。從測量物來看，雖然 TSP 包含了 PM10，但從樣本資料中二者的相關係數可顯示，其相關性並不高 ($r = 0.203$)，可說明兩個屬性的影響並不相同。PM10 顆粒小，容易被人體吸入，造成呼吸系統的疾病；而 TSP 平均顆粒較大，易形成落塵與能見度的下降，故市民在視覺感官上厭惡 TSP 的程度會較高，故其對房價下降的影響幅度較大可以理解。CO 之彈性估計為 -0.132， t 值較小 (-1.215)，但尚顯著。而在混合污染源方面，距污染源聚集地 800 公尺內其房價有負面的衝擊，比同條件下位於範圍外的住宅價格低了 9.97%。PM10、TSP、CO 之邊際願付價格值、願付價格平均值、及平均價格彈性可以式(3)至式(5)估算之：

1. 邊際願付價格值

$$\text{PM10} : -\frac{\partial(P_H)}{\partial(\text{PM10})} = \frac{0.347 * P_H}{\text{PM10}}$$

$$\text{TSP} : -\frac{\partial(P_H)}{\partial(\text{TSP})} = \frac{0.455 * P_H}{\text{TSP}} \quad (3)$$

$$\text{CO} : -\frac{\partial(P_H)}{\partial(\text{CO})} = \frac{0.132 * P_H}{\text{CO}}$$

其中， P_H ：住宅樣本房屋價格（萬元）；

PM10：PM10 濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）；

TSP：TSP 濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）；

CO：CO 濃度（ppb）。

2. 邊際願付價格平均值

$$\begin{aligned} \text{PM10} : \overline{WTP}_{\text{PM10}} &= -\sum_{i=1}^N \frac{\partial(P_H)_i}{\partial(\text{PM10})_i} / N = 2.1633 \text{ (萬元)} \\ \text{TSP} : \overline{WTP}_{\text{TSP}} &= -\sum_{i=1}^N \frac{\partial(P_H)_i}{\partial(\text{TSP})_i} / N = 1.5272 \text{ (萬元)} \\ \text{CO} : \overline{WTP}_{\text{CO}} &= -\sum_{i=1}^N \frac{\partial(P_H)_i}{\partial(\text{CO})_i} / N = 0.0643 \text{ (萬元)} \end{aligned} \quad (4)$$

其中， $\overline{WTP}_{\text{PM10}}$ ：PM10 之邊際願付價格平均值；

$\overline{WTP}_{\text{TSP}}$ ：TSP 之邊際願付價格平均值；

$\overline{WTP}_{\text{CO}}$ ：CO 之邊際願付價格平均值；

i ：住宅樣本；

N ：樣本數目（601 筆）。

3. 平均價格彈性

$$\begin{aligned} \text{PM10} : -\overline{WTP}_{\text{PM10}} \times \left(\frac{\text{PM10之平均濃度}}{P_H\text{之平均值}} \right) &= -0.347 \\ \text{TSP} : -\overline{WTP}_{\text{TSP}} \times \left(\frac{\text{TSP之平均濃度}}{P_H\text{之平均值}} \right) &= -0.455 \\ \text{CO} : -\overline{WTP}_{\text{CO}} \times \left(\frac{\text{CO之平均濃度}}{P_H\text{之平均值}} \right) &= -0.132 \end{aligned} \quad (5)$$

由式(4)所估計 PM10 下降 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之邊際願付價格平均為 21,633 元、TSP 下降 $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之邊際願付價格平均為 15,272 元，CO 下降 1ppb (1ppb = 0.001ppm) 之邊際願付價格平均為 643 元。在平均價格彈性方面，PM10 為 -0.347、TSP 為 -0.455、CO 為 -0.132，與國內其他相關研究（如表 8）相比較下均屬合理範圍。

表 8 空氣品質濃度之邊際願付價格及平均價格彈性比較

項目 研究者	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		CO (ppm)	
	邊際願付價格 平均值(萬元)	平均價格 彈性	邊際願付價格 平均值(萬元)	平均價格 彈性	邊際願付價格 平均值(萬元)	平均價格 彈性
翁淑貞* (1992)	—	—	—	-0.009	—	—
葉宏興 (1993)	0.38 ~ 2.92	—	—	—	—	—
吳錫政* (1995)	—	—	0.45 ~ 7.15	-0.61 ~ -0.07	—	—
姜渝生等 (2000)	1.94	-0.372			50.00	-0.170
本研究 (2001)	2.16	-0.347	1.53	-0.46	64.29	-0.132

註：*表以台北都會區為調查範圍，其餘為高雄都會區。

三、噪音

噪音變數之設定係分為五類，一般噪音分為 57dB 以下、57 ~ 62dB、62 ~ 67dB、67dB 以上四等，而以三個虛擬變數反映之。此外，針對高雄市之特殊情境（小港機場接近市區），另加入機場噪音的變數，以民航局 (87) 公告之「高雄國際機場周圍地區航空噪音管制區」監測報告所區分之噪音管制區為依據，依住宅樣本所在鄰里之噪音等級來分類，考慮第二級與第三級管制區域，因此二種管制區之噪音高達 65dB 以上，且機場間歇性的噪音遠比同等值之一般噪音更難以忍受。表 9 為樣本資料之噪音分類統計，由表中資料可顯示接近 57dB 以及 67dB 以下地區之平均房價較低，而航空管制區之房價相對更低。其中 57dB 以下住宅大都位於鼓山區靠山坡寧靜區，住宅也較老舊，故住宅單價偏低，而“67dB 以上”大都位於楠梓與小港等以工業為主的行政區，繁忙的交通與工業噪音造成居住品質的不良，故住宅單位平均價格更低。

噪音之邊際願付價格值、邊際願付價格平均值及平均價格彈性之計算方法與上述空氣污染之計算方法相同。一般噪音所引起住宅價格之變化的估計結果，可整理如表 9，噪音水準為 62 ~ 67 分貝時其對房價下降之影響的樣本平均值為 12.2 萬元，噪音水準為 67 分貝以上時，其影響平均為 148.64 元。57 分貝以下之估計結果顯示對房價有正面影響，似乎與常理相違，此係因高雄地區噪音水準在 57dB 以下者甚少，如上述多位於鼓山區之山坡區，住宅老舊，價格偏低所致。

四、空間阻隔

由於不易量化評估運輸設施對都市空間阻隔的影響，本研究係嘗試以距離虛擬變數反映之，並於模型校估過程中針對不同的距離臨界值分析其結果。各空間阻隔變數中高速公路沿線、鐵路沿線、高架陸橋、車行地下道等由於其負面影響明確，各臨界值之設定在現

場勘察時大都已相當清楚，各變數之參數校估結果與預期亦相符，由敏感度分析亦顯示參數值隨著距離臨界值的變化有頗為顯著的轉折點，即當變數設定的臨界值如果大於最終模型中所使用的臨界值時，參數之符號仍舊為負，但絕對值有漸小的趨勢；而當臨界值大於最終模型中所使用的臨界值時，參數之符號亦仍舊為負，但絕對值開始明顯的快速增大。

表 9 高雄市一般噪音區噪音與住宅價格之關係

一般噪音分類	和 52 ~ 62 分貝區住宅平均房價 相比較下之跌幅	樣本平均房價下損失之價格 (萬元)
57 分貝以下	28.82%	135.19
57 ~ 62 分貝	—	—
62 ~ 67 分貝	2.60%	12.20
67 分貝以上	10.37%	48.64

高速公路交流道對一個都市而言，提供了聯外的快速運輸孔道，故對土地使用而言，提高了其可及性，因此對地價房價理論上會有正面的效益。唯如果較微觀的來比較其對各不同區位的影響時，距離交流道較近的區位會比較遠的區位可及性較大，因之地價房價相對會較高，但如距離交流道太近時，其交通混亂與噪音之負面效果實際上相當大，而使其可及性會比距離略遠之相鄰地點反而相對較低。因之預期距高速公路交流道距離之虛擬變數所設定的臨界值會影響參數之校估結果，而且可能會有符號上的變動。實際之模擬結果與上述預期相符，當臨界值大於 400 公尺時，參數之符號為正值，而當臨界值小於 200 公尺時，參數之符號為負值。由於本研究之主題在探討運輸設施對空間阻隔的影響，而非其所提供之可及性，故選擇 200 公尺做為此一虛擬變數設定的標準，200 公尺之數值亦與高雄各高速公路交流道附近之現場勘察情形大致相符。此一虛擬變數之 t 值為-1.108，顯著水準較其他各虛擬變數相對為低，可能即係受上述空間阻隔及可及性之雙向影響所致，此一問題，有待在後續研究再進行更進一步之分析與探討。

以上各變數對房價的負面影響模型校估結果以車行地下道最高、高速公路沿線其次，和其他地方平均房價相比，分別低了 23.86% 與 20.79%，推論其原因可能是民眾不能忍受穿越空氣污濁、密閉空間且有壓迫感的地下道與其所造成商業空間的阻隔，而高速公路對兩岸空間的嚴重阻隔會顯著影響其可及性所致。而距交流道距離太近時 (200 公尺以內)，對房價也有負面影響，房價比其他地區較低 (平均低約 6.35%)；高架陸橋近距離內亦有負面影響，房價平均低約 13.12%。上述的負面影響都相當可觀，值得未來從事相關運輸建設規劃時之注意。

在鐵路方面，鐵軌沿線的房價比條件相同而位於他處的房屋相比平均低了 7.59%，可見其有相當程度的阻隔效果。值得一提的是鐵路平交道交會處的影響係為正，可能原因是高雄臨港線南邊工業區段內住宅甚少，而縱貫線鐵路平交道亦大多已有地下道與高架橋之處理，故樣本中受鐵路平交道影響者大都位於臨港線東側高雄—鳳山主要運輸幹道上，這

些區位之住宅皆離平交道尚有適度的距離，故受平交道之影響相對而言較小，而且鐵路平交道亦並無龐大的實體設施阻隔空間；房價反面會偏高的原因可能是因其位於高雄－鳳山兩地間交通要道，其商業、文教設施匯集，加上臨港線鐵路近年來有廢掉改成主要道路的計畫，已造成這些地區房價的上升（參見表 10）。

表 10 高雄市運輸設施空間阻隔與住宅價格之關係

空間阻隔項目	和一般非阻隔地區的住宅相比下 房價之跌幅	樣本平均房價下損失之價格 (萬元)
高速公路沿線 100 公尺內	20.79%	97.53
交流道距離 200 公尺內	6.35%	29.77
高架陸橋 100 公尺內	13.12%	61.55
車行地下道 100 公尺內	23.86%	111.90
鐵軌距離 100 公尺內	7.59%	35.59

四、臨港環線輕軌經濟效益之估計

本節就上述的方法，說明包括了空氣污染、噪音、肇事、空間阻隔等外部性在內之臨港環線輕軌效益之評估。評估作業係就「高雄都會區輕軌運輸系統－高雄臨港輕軌建設綜合規劃報告」中所建構之路網及社經、運輸需求等資料進行。該規劃中所研擬之路線替選方案有四，其差異僅在西段有所不同，方案一在西段係布設於鐵路路權上，因此係與鐵路貨運共軌；方案二、三與四則在西段改布設於道路上，三個方案間之差異為在鹽埕區因道路寬度較小而有局部路線之不同。評估之年期包括建造年期與營運年期，建造年期含設計設為四年（民國 90 年至 93 年）開始可以局部通車，全線通車則需 10 年；營運年期依國內相關運輸計畫評估之慣例，以局部開始運轉後之 30 年為計算基準，即民國 94 年至 123 年。茲就評估結果與本文主題有關者說明之於本節。

4.1 效益計算方法

經濟效益之範疇包括旅行時間節省、旅行成本節省、空氣污染減少、噪音減少、肇事成本減少、空間阻隔去除等六大項，其中旅行時間節省、旅行成本節省兩項為一般實務規劃作業主要考量的效益，本文所使用之評估方法與一般所使用之方法相同，故不贅言。其餘各項之評估方法簡述如下。

1. 空氣污染減少效益

由於輕軌營運後道路之交通量將減少，使用石油能源所造成的空氣污染物將會相應減

少，此為臨港環線輕軌通車後在空氣污染方面之正效益。從交通量分派後各種運具之運量乘上各種運具之空氣污染排放係數（如表 11 所示）可估算出各種污染減少之淨量，透過此淨量可換算出輕軌營運後之污染濃度，再藉由上節所估計之邊際願付價格即可求算其貨幣化效益量。在資料之囿限下，計算時僅考慮粒狀物（TSP 和 PM10）一氧化碳（CO）的影響。

表 11 大、小客車空氣污染排放係數

單位：公克／車公里

運具 \ 污染源	粒狀物	一氧化碳
小客車	0.245	16.51
大客車	3	5.07

註：民國 81 年幣值。

資料來源：高速鐵路對區域發展影響之研究（交通部高鐵局，1997）。

計算空氣污染減少之效益的方法可分下列三步驟說明之：

- (1) 利用輕軌建設各方案與零方案之比較，可算出空氣污染的減少量，進而算出建設後的污染濃度。
- (2) 以式(6)之積分法計算濃度改善前後每戶平均得到之改善效益：

$$B_i = \int_{X_i^0}^{X_i^1} WTP_i dX_i \quad (6)$$

其中， i ：空氣污染種類，1 為 PM10；2 為 TSP；3 為 CO；

X_i ：第 i 種污染之濃度；

X_i^0 ：零方案之污染濃度；

X_i^1 ：輕軌建設後之污染濃度；

WTP_i ：污染 i 之邊際願付價格；

B_i ：污染 i 減少所帶給每戶住宅平均效益。

- (3) 估計高雄市空氣品質改善的總效益，其計算式為：

$$TB = H \times \sum_{i=1}^3 B_i \quad (7)$$

其中， TB ：空氣污染改善總效益；

H ：高雄市總戶數預測值。

上述之計算係以每戶之平均效益乘上高雄市各年總戶數而估計之，較合理之估計須考

慮污染擴散後，各地區之污染程度會有所不同的問題。由於臨港線鐵路改建為輕軌後其在空氣污染改善方面的效益來自部分原使用汽機車旅次之改用軌道大眾運輸工具，這些可能的旅次其起迄可能遍布整個都會區，亦包括部分界外旅次在內，故甚難估計其空氣改善效益之地區分布問題，至於本模型中特定污染源變數之污染源並未因臨港線鐵路之改善而有所變化，故並無空氣污染改善之效益，因此本研究係假設以各戶平均效益進行式(7)中之概估。

2. 噪音降低效益

噪音量減少之效益主要係估計輕軌營運後，原臨港線鐵路噪音量顯著降低所造成的效益，而汽機車轉換至輕軌後其噪音減少之效益因平均噪音水準的降低不大，故可假設其對房屋並無影響。

「高雄都會區輕軌運輸系統－高雄臨港輕軌建設綜合規劃報告」中指出，在距離輕軌系統中心線 15 公尺處，其早、日、晚及夜間等各時段之均能音量 (Leq) 分別為 54.0dB(A)、55.2dB(A)、54.0dB(A) 及 48.6dB(A)，均可符合行政院環保署規定之「大眾捷運系統交通噪音標準」。而目前臨港線鐵路大都由柴電貨車行駛，貨車型式為乙種貨車，每小時限制速度為 65km/h，故引用姚惠祥 (1990) 鐵路交通噪音型態特性預測模式，可估計其噪音水準。然後考量噪音水準隨音源之距離而遞減之特性及臨港線周界之人口分布，可估計臨港線周邊噪音改善之效益。

表 12 鐵路 (貨車) 距離與噪音之關係

鐵軌距離	分貝 (dB)	適用特徵價格函數中之噪音分類
20 公尺	81.42	67 分貝以上
30 公尺	74.52	67 分貝以上
40 公尺	67.62	67 分貝以上
50 公尺	60.72	57 ~ 62 分貝

透過 ArcView 軟體可估算臨港線鐵路沿線不同距離下之受影響家戶數，如表 13。

表 13 臨港線鐵路沿線受影響之戶數 (民國 87 年)

範圍	戶數 (戶)
臨港線 20 公尺以內	2800.7
臨港線 20 ~ 30 公尺	1167.5
臨港線 30 ~ 40 公尺	1176.4
臨港線 40 ~ 50 公尺	1186.4
100 公尺內總計戶數	6331.0

3. 肇事成本節省效益

肇事之改善係由於輕軌營運使道路交通量減少之後，道路交通肇事率之相應減少，此需減去輕軌所可能發生之肇事，即為輕軌在肇事改善方面之淨效益。肇事所產生之成本可分三方面，一為車禍所導致之死亡，二為車禍所導致之傷殘，第三則為車禍產生之物損，其中死亡之成本即所謂生命價值。本研究參考相關研究所計算之數值後，引用陳高村與曾招雄 (2000) 的研究結果，其研究藉由對當事人傷亡、財物損失、醫療支出、工作損失等實際 (有形、直接) 成本與生活品質降低、精神負擔、名譽折損等無形成本的估算，廣泛與全面的量化肇事成本，較能真實的反映外部成本內部化的價值。生命價值假設為新台幣 1,650 萬元 (1999 年幣值)、傷殘成本假設為 980 萬元、而物損成本則假設為 290 萬元。

依上述之肇事成本可計算臨港線輕軌在肇事成本節省上之效益，如下式：

$$B_t = \sum_{i=1}^5 (D_{it} \times L + I_{it} \times H + V_{it} \times C_i) \quad (8)$$

其中 B_t ：t 年肇事成本節省之效益；

i ：運具別 (公路 = 1、大客車 = 2、鐵路 = 3、捷運 = 4、輕軌 = 5)；

D_{it} ： i 運具 t 年死亡人數之減少；

I_{it} ： i 運具 t 年受傷人數之減少；

V_{it} ： i 運具 t 年財損事故次數之減少；

L ：死亡生命價值；

H ：受傷生命價值；

C_i ： i 運具財損事故成本。

4. 空間阻隔消失效益

空間阻隔去除之效益的計算方法與噪音改善效益之估算方法相似，即求算出所受影響之住宅戶數，然後由特徵價格函數所估計之邊際願付價格，計算因空間阻隔去除所可產生的效益。

須說明者為上述空間阻隔改善效益與空氣污染、噪音改善效益之計算方式相同，均係僅計算一次，而不可逐年計算。因特徵價格函數中之應變數為房屋交易時之房價而非單位時間之使用成本，故空間阻隔改善對房價提升之效益僅能計算乙次，而不能像在計算運輸成本減少效益時之逐年計算而累加。

4.2 經濟效益評估結果

各路線方案經濟效益 (經濟效益包括運輸時間節省、運輸成本節省、空氣污染減少、噪音減少、肇事改善、空間阻隔去除等項) 之現值如表 14 所示。由表 14 可看出一般規劃作業中所主要考慮的旅行時間節省與旅行成本節省效益占總效益的比率為最大，分別有

29.95% ~ 31.88% 與 26.80% ~ 27.42% 之多；空氣污染節省效益所占比率為總效益之 4.47% ~ 4.56%；噪音節省效益為 10.71% ~ 12.50%；肇事成本節省效益為 15.16% ~ 16.91%；空間阻隔去除效益則為 9.00% ~ 10.50%。應說明者為上述之經濟效益係反映高雄臨港線現有台鐵貨運線拆除後改建為輕軌運輸系統之效益，其效益事實上包括「現有臨港鐵路線拆除之效益」及「興建輕軌系統之效益」在內，並非完全是興建輕軌系統之效益。而且更進一步來說，臨港線拆除後其土地應如何利用以創造最高效益則為另一課題，亦非本研究所欲探討之主題。

表 14 各方案經濟效益占總效益比率之比較

效益項目 \ 方案	方案一	方案二	方案三	方案四
旅行時間節省效益	59.645 (29.95%)	69.162 (31.01%)	72.916 (31.88%)	74.084 (31.88%)
旅行成本節省效益	54.602 (27.42%)	60.859 (27.29%)	61.305 (26.80%)	62.623 (26.95%)
空氣污染減少效益	8.907 (4.47%)	10.081 (4.52%)	10.416 (4.55%)	10.592 (4.56%)
噪音減少效益	24.897 (12.50%)	24.897 (11.16%)	24.897 (10.89%)	24.897 (10.71%)
肇事成本減少效益	30.190 (15.16%)	37.123 (16.64%)	38.263 (16.73%)	39.295 (16.91%)
空間阻隔去除效益	20.919 (10.50%)	20.919 (9.38%)	20.919 (9.15%)	20.919 (9.00%)
空氣污染、噪音、肇事、 空間阻隔合計	84.913 (42.63%)	93.020 (41.7%)	94.495 (41.32%)	95.703 (41.18%)
總效益	199.160 (100%)	223.041 (100%)	228.715 (100%)	232.410 (100%)

註：1.民國 90 年現值。

2.折現率為 7%。

3.() 內為單項效益占該方案總效益的比率。

如果將本研究評估包括旅行時間節省、旅行成本節省、空氣污染減少、噪音減少、肇事成本減少、空間阻隔去除等之效益簡稱為「包括」外部性之效益，而將一般所考慮旅行時間節省及旅行成本節省兩項效益簡稱之為「未包括」外部性之效益，二者之比較如表 15 所示。可顯示外部性之效益所占的比率相當高，合計空氣污染、噪音、肇事、空間阻隔等方面改善的效益占總效益之比率在 41.18% ~ 42.63% 之間，占四成以上。因之是否考慮這些外部性時會使評估結果有顯著的不同。就高雄臨港線所造成嚴重之空間阻隔情況而言，以本研究使用特徵價格法估計其空間阻隔去除的改善效益，不失為估計此一運輸投資計畫對土地使用影響之效益的一種可考慮的替代方法。就該規劃案所建議之方案四而言，如考慮外部性時，淨現值從 6.5 億元增加至 102.2 億元，益本比從 1.05 提高至 1.78，而內生報酬率從 7.5% 增加至 17.9%，差異相當大。這可充分顯示都市運輸投資計畫的評估，如果不考慮其外部性時，其經濟可行性的評估結果可能很容易會導致錯誤的結論。

表 15 包括與不包括外部性之效益評估結果的比較

項目	方案一		方案二		方案三		方案四	
	包括	不包括	包括	不包括	包括	不包括	包括	不包括
經濟成本 (億元)	123.8	123.8	128.2	128.2	129.1	129.1	130.2	130.2
經濟效益 (億元)	199.2	114.2	223.0	130.0	228.7	134.2	232.4	136.7
同方案間經濟效益差額 (億元)	0	-84.9	0	-93.0	0	-94.5	0	-95.7
淨效益 (億元)	75.4	-9.6	94.9	1.8	99.6	5.1	102.2	6.5
益本比	1.61	0.92	1.74	1.01	1.77	1.04	1.78	1.05
內生報酬率	17.1%	6.2%	17.6%	7.2%	17.8%	7.4%	17.9%	7.5%

註：1.民國 90 年幣值。

2.折現率為 7%。

五、結論及建議

本文之結論及建議可分兩方面。其一，運輸設施之外部性甚多，在運輸投資計畫的決策程序中，如果不充分考慮運輸設施的外部性，可能會產生錯誤的決定。本研究試以高雄臨港線發展為輕軌為例進行案例之分析，首先藉由特徵價格法來估算空氣污染、噪音、空間阻隔等外部成本的貨幣化價格，然後進一步進行包括這些外部性的經濟效益評估。其結果顯示臨港環線輕軌系統的建設對高雄市在空氣污染、噪音、肇事、空間阻隔等方面改善的效益占總效益的比率確實相當之大，在四成以上，實不可忽視之。其次，本研究嘗試就運輸設施對都市空間阻隔之影響以特徵價格法估計其邊際願付價格，實證分析結果顯示為可行，方法上可供後續相關研究的參考。此外，亦建議後續研究者在以特徵價格法進行環境屬性諸如空氣污染、噪音、空間阻隔對房價影響之研究時，可嘗試跨地區性之研究，以進一步比較與驗證所估計結果之合理性及顯著性。

參考文獻

1. Litman, T., "Software Review – Full Cost Accounting of Urban Transportation: Implications and Tools", *Cities*, 14, 1997, pp. 169-174.
2. Nijkamp, P. and Blaas, E., *Impact Assessment and Evaluation in Transportation Planning*, Kluwer Academic Publishers, 1994.
3. 台灣省政府住宅及都市發展處，**桃園都會區大眾捷運系統規劃報告**，民國八十七年六月。
4. 交通部運輸研究所，**台南都會區大眾捷運系統可行性研究**，民國七十九年七月。
5. 台灣省政府住宅及都市發展處，**台南都會區大眾捷運系統規劃報告**，民國八十七年六月。

6. 高雄市政府工務局新建工程處，**高雄都會區快速道路系統第一期路線新建工程工程規劃**，民國八十七年三月。
7. 台北市政府交通局，**台北市信義計畫區輕軌運輸系統可行性研究－引進輕軌系統服務信義計畫地區**，民國八十九年十二月。
8. 新竹市政府，**新竹市輕軌運輸系統規劃及建設執行計畫**，民國九十年一月。
9. 交通部高速鐵路工程局，**獎勵民間投資中正國際機場至台北捷運系統建設計畫規劃報告書**，民國八十九年四月。
10. 台南縣政府，**台南鐵路地下化工程延伸至新市可行性評估研究**，民國九十年四月。
11. 台灣省政府住宅及都市發展處，**台中都會區捷運路網細部規劃**，民國八十七年七月。
12. 台灣省政府住宅及都市發展局市鄉規劃處，**交通運輸建設對土地使用發展及規劃之影響－捷運系統北淡線引進後對淡水地區土地使用發展及規劃之衝擊研究**，民國七十八年。
13. 高雄市政府捷運工程局，**高雄都會區輕軌運輸系統－高雄臨港輕軌建設綜合規劃報告**，民國九十一年十二月。
14. Lancaster, K., "A New Approach to Consumer Theory", *Journal of Political Economy*, Vol. 74, 1966, pp. 132-157.
15. Pidker, R. A. and Henning, J. A., "The Determinants of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution", *Rev. Econ. Statist.*, Vol. 49, 1967, pp. 246-257.
16. Criliches, Z., eds., *Price Indexes and Quality Change*, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1971.
17. Rosen, S., "Hedonic Price and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition", *Journal of Political Economy*, Vol. 82, 1974, pp. 34-55.
18. Nelson, J. P., "Highway Noise and Property Values", *Journal of Transport Economics and Policy*, May 1985, pp. 117-138.
19. Palmquist, R. B., "Impact of Highway Improvement on Property Values in Washington", WA-RD-37.1. Springfield, Va.: National Technical Information Service, 1980.
20. Vaughan, Robert J. and Larry E. Huckins, "The Cost of Urban Expressway Noise, in Diamond, D. B. and G. S. Tolley eds.", *The Economics of Urban Amenities*, New York, Academic Press, 1982, pp. 125-141.
21. 姜渝生、王小娥等，**高速鐵路營運績效之研究**，交通部高速鐵路工程籌備處委託中華民國區域科學學會辦理，民國八十二年。
22. 廖仲仁，「**機場噪音對住宅價格之影響－以臺北松山機場附近住宅為例**」，國立台灣大學建築與城鄉研究所碩士論文，民國八十三年。
23. Ridker, Ronald and John A. Henning, "The Determinates of Residential Property Values with Special Reference to Air Pollution", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 49, No. 2, 5, 1967, pp. 246-257.
24. Harrison, D., Jr. and D. L. Rubinfeld, "Hedonic Housing Prices and the Demand for Clear Air",

- Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 15, No. 1, 1978, pp. 81-102.
25. Nelson, J. P., "Residential Choice, Hedonic Price, and the Demand for Urban Air Quality", *Journal of Urban Economics*, 5, 1978, pp. 357-369.
 26. Bender, B., Gronberg, T. J., and Hwang, Hae-Shin, "Choice of Functional Form and the Demand for Air Quality", *RE&S*, 62, 1980, pp. 638-643.
 27. Palmquist, R. B., "Estimating the Demand for the Characteristics of Housing", *Review of Economics and Statistics*, Vol. 66, No. 3, 1984, pp. 394-404.
 28. Cassel, E. and Mendelsohn, R., "The Choice of Functional Forms for Hedonic Price Equations: Comment", *Journal of Urban Economics*, Vol. 18, 1985, pp. 135-142.
 29. Graves, Phil, Murdoch, James C., Thayer, Mark A., and Waldman, Don, "The Robustness of Hedonic Price Estimation: Urban Air Quality", *Land Economics*, Vol. 64, No. 3, 8, 1988, pp. 220-233.
 30. 陸雲, 「空氣污染防治效益之探討—以台北都會區為例」, 中國經濟學會年會提會論文, 民國七十六年十二月。
 31. 翁淑貞, 「台北都會區空氣污染對住宅價格影響之研究—應用特徵價格法」, 國立中興大學都市計劃研究所碩士論文, 民國八十一年六月。
 32. 林祖嘉、林素菁, 「台灣地區環境品質與公共設施對房價及房租影響之分析」, *住宅學報*, 第一期, 民國八十二年, 頁 21-45。
 33. 葉宏興, 「空氣污染對房地產價格之影響—特徵價格法之應用」, 國立政治大學財政研究所碩士論文, 民國八十二年。
 34. 楊重信、許道欣、翁淑貞, 「台北都會區空氣污染對房價之影響：特徵價格法之應用」, 蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫, 民國八十二年。
 35. 吳錫政, 「台北都會區空氣污染之價格估算：特徵價格法之應用」, 國立中興大學資源管理研究所碩士論文, 民國八十四年。
 36. 姜渝生、王小娥、林月麗, 「空氣污染防制費對都市空氣品質改善直接效益之評估」, *運輸計劃季刊*, 第二十九卷, 第三期, 民國八十九年九月。
 37. 王宋民, 「都會地區房價之特徵價格分析—以台北市信義區為例」, 國立台灣大學農業經濟研究所碩士論文, 民國八十八年六月。