

考慮屬性門檻的多屬性效用方案 評選模式

MULTI-ATTRIBUTE UTILITY PROJECT EVALUATION MODELS WITH ATTRIBUTE THRESHOLDS

周宏彥 Hung-Yen Chou¹
段良雄 Liang-Shyong Duann²

(91 年 10 月 24 日收稿，92 年 1 月 20 日第一次修改，92 年 4 月 15 日
第二次修改，92 年 12 月 31 日定稿)

摘 要

本研究利用敘述偏好數據建立多屬性效用模式進行運輸替選方案之評選，在模式的構建過程同時探討屬性的可接受門檻與無異門檻問題。研究結果發現利用線性羅機模式所建立之多屬性效用函數解釋能力尚可，大部分屬性均相當顯著。此結果表示利用敘述偏好數據建立多屬性效用模式確實可找出各屬性間的交互損益關係。在考慮同一決策者之決策具一致性，而不同決策者間具異質性之假設下，所建立的可接受門檻或無異門檻模式均可大幅增加模式的解釋能力，由於大部分的屬性都有適用於部分決策者的可接受門檻或無異門檻，故對各屬性間的交互損益關係有相當大的影響。無異門檻模式的解釋能力優於可接受門檻模式。同時考慮兩種門檻的整合模式的解釋能力最佳，所有係數均相當顯著且符號正確，各屬性係數值間之交互損益關係也相當合理。

-
1. 私立長榮大學航運管理系助理教授 (聯絡地址：711 台南縣歸仁鄉長榮路一段 396 號長榮大學航運管理系；電話：06-2785123 轉 2254；E-mail：chou9611@mail.cju.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 53222；E-mail：lsduann@mail.ncku.edu.tw)。

關鍵詞：方案評選；多屬性效用；敘述性偏好；可接受門檻；無異門檻

ABSTRACT

This research established multi-attribute utility models with stated preference data to evaluate transportation projects. We discussed the attribute thresholds of acceptance and indifference. The results showed that the multi-attribute utility function of linear logit model had relatively good explanatory ability and most attributes were significant. This means that multi-attribute utility model established with stated preference data can indeed find the tradeoff between attributes. Assuming that an individual should behave consistently and different individuals may behave heterogeneously, we found that the threshold models could greatly increase explanatory power. Due to the fact that most attributes had threshold of acceptance and/or indifference, the tradeoff between attributes were greatly affected. Of the two threshold models, the threshold of indifference model had better explanatory power. The integrated model with both thresholds had best explanatory power. Its coefficients of all attributes were significant and had the correct signs. The tradeoffs between attributes were reasonable.

Key Words: *Project evaluation; Multi-attribute utility; Stated preference; Threshold of acceptance; Threshold of indifference*

一、緒 論

方案評選方法是一種評定方案等級或選擇最佳方案的技術，也就是比較許多方案中間的優劣關係，據以評斷及選擇。常用的方案評選方法有成本效益分析法、多準則評估法、與多屬性效用法。

成本效益分析法將所有的成本與效益項目貨幣化。效用貨幣化之理論源自於新古典經濟理論中的消費者理論，以相等變量 (equivalent variation)、補償變量 (compensating variation) 或消費者剩餘等方法求得^[1,2]。運輸計畫除了產出使用者效益外，一般而言亦會製造外部性問題。經濟學者提出一些直接與間接的方法來衡量這些外部性影響，如防治成本法、損害成本法、生產率法、特徵價格法、直接評價法、與條件評價法等^[3]。最常應用於外部性或非市場財貨的估價方法是條件評價法 (contingent valuation)^[4,5]。所謂條件評價法係安排與設計若干假設性問題，以問卷調查方式，就環境資源供給量的部分，詢問受訪者所願支付或接受補償之價格，藉以導出個人對某種非市場財貨的偏好與評價。條件評價法因為是在假設性的市場情況下，由調查者提供之願付價格詢問受訪者，受訪者為維護本身利益可能不願顯示出真正之偏好，或者因資訊不足無法正確填答。

成本效益分析法在運輸計畫評估方面之應用相當多。如 Odeck^[6]，Souza 等人^[7,8] 等。Hayashi 和 Morisugi^[9] 彙整英國、法國、日本、美國與德國等五個國家運輸計畫評估之相

關資料後，發現各國在計算成本效益時所採用之時間價值、生命安全價值、環境影響或區域經濟之貨幣化價值有很大之差異。亦即成本效益分析時，貨幣化價值並無一致性或客觀性之尺度轉換基準。

多準則評估法可改進成本效益分析法無法處理非貨幣化因素之缺點。其評估決策程序的主要內容為構建決策問題，評估方案的可能影響，找出決策者的偏好與權重，與進行方案評估比較^[10,11,12]。多準則評估法使用許多不同的方法進行評估。其中預期值列等法^[13]在進行評估時，首先給予準則權重，再將各方案對準則之達成程度給予等級。將各方案在各準則之等級值乘以該準則之權重值，加總後再乘上該方案之實現機率，即可得到各方案的評估分數。此方法操作簡單，但方案影響程度與權重值均由決策者主觀給定。簡單加權法^[10]利用標準化的各準則值與其相對權數乘積之和來表示各替選方案之分數。此標準化數值可以反映出方案影響程度之基準，但相對權重仍由決策者主觀給定。

目標達成矩陣法^[14]將方案的影響效果以序分方式表現，亦即當某方案屬性之影響效果較現況為佳時，以 +1 表示，無差異時為 0，較現況為差為 -1。此法將方案屬性之影響效果在同等級內之影響程度視為相同，處理方式過於簡化，且序分處理方式過於主觀。滿足法、滿意分析法或一般化滿意法等方法^[15,16]以滿意指標作為衡量方案優劣之依據。滿足法假設決策者對每一個準則均設定滿意水準值，並作為方案評選之依據。某方案之屬性值必須優於滿意水準，才可列入評選。此方法之滿意水準值由決策者主觀認定。滿意分析法或一般化滿意法，則假設決策者對每一個準則會設定滿意或不滿意水準值作為比較衡量基準，以成對比較方式計算滿意與不滿意分數，作為方案評選之依據。此滿意水準值亦由決策者主觀決定。

多準則評估方法在計算綜合評分時，權重值代表準則或目標之加權重要程度。求取權重常用的方法有直接評分、加權最小平方法、分派方式、階層程序分析法 (analytic hierarchy process) 等方法^[17,18]。權重值之獲得，除了階層程序分析法利用決策偏好，以成對比較方式求取外，其他方法多由決策者主觀給定後，以統計原理或數學計算方式求得。階層程序分析法^[19,20]利用目標層級結構關係，將複雜問題由高層次往低層次逐步分解，由專家或有關決策人員進行評估。但運用階層程序分析法時，在訂定目標、標的、準則與衡量標準的過程中，有些準則可能被遺漏，有些相關性高的準則可能會重複列舉。由於 AHP 法在評估過程中並無統計指標或統計檢定可反映準則間之相關性，當規劃者設計不當時，可能會產生人為因素之疏失而不自知。

多屬性效用理論是由期望效用觀念發展而來，也就是將效用函數以效用之期望值來表示^[21]。當決策者的偏好結構滿足偏好獨立性與效用獨立性時，多屬性效用函數可表示為單維屬性效用之函數組合。此函數組合一般假設為加法型或乘法型，當方案整體效用與屬性的偏好效用具單調性時，加法型較乘法型簡單有效^[21,22]。

建立多屬性效用函數最簡單的方法是直接問卷法^[21,23]，此法以問卷直接詢問受訪者對於方案偏好之主觀評價與權重認定。Morisugi^[24]利用問卷調查衡量道路使用者之效益，以評估各投資方案之優劣。Pearman 等人^[25]則以評點方式構建單一屬性效用函數，並以線

性可加成方式建立多屬性效用函數，應用在公路投資計畫評估。但此法所獲得之評價與權重皆由決策者主觀認定。

Keeney 和 Raiffa^[26]在評估墨西哥市機場之最佳區位時，利用機率測度聯立求解法求取多屬性效用函數。此法先決定某屬性的最低與最高水準值，將最高水準值時之效用訂為 1，最低水準值時之效用訂為 0。然後找出效用值為 1/2 之主觀中點屬性水準值，再依序求得 1/4, 3/4 等值之屬性水準值，再利用曲線近似法構建出該屬性之偏好函數。在計算各屬性之權重時，係利用成對比較的方式，不斷改變各屬性不同組合之水準值，並詢問受訪者在效用感受度相同下，各屬性效用水準之機率值。求解多屬性效用函數之聯立方程式，即可獲得各屬性之權重值。鄧振源、曾國雄^[23]對單屬性效用函數之構建方法及多屬性效用分解之條件與方式有深入的討論。此法直接調查受訪者對屬性之評價與偏好感受（即效用），受訪者較難填答，且屬性多時有操作上的困難^[27]。

敘述偏好法的應用在文獻中已有多年的歷史，早期所使用的較知名方法有聯合分析 (conjoint analysis)、函數衡量 (functional measurement)、交互損益分析 (trade-off analysis)、與移轉價格法 (the transfer price method) 等。早期的敘述偏好法之應用受限於研究工具，多採用評分或排序的方法來蒐集數據，其共同缺點為數據的精確度受到懷疑^[28,29]。前述多屬性效用函數的相關研究亦屬敘述偏好法之研究領域，這些研究的主要困難同樣是決策者的偏好（效用值）蒐集困難，係數值（權重）求取不易。

隨著機率選擇模式的廣泛應用，近期利用敘述偏好法的相關研究在蒐集決策偏好時，皆僅要求決策者在不同方案中選取其最偏好的方案，不需回答其對各屬性或方案之主觀評價或對各屬性之權重感受，受訪者較為容易填答。這種做法解決了前述研究無法客觀決定效用的問題。部分學者^[30,31]利用多項羅機模式^[32]與敘述偏好數據進行運輸方案的評選。以多項羅機模式為基礎建立多屬性效用函數，具有完備之理論基礎，可以利用最大概似法校估參數，實務操作非常簡易。鄒克萬^[22]利用多項羅機模式所構建之評估模式於效用函數屬性上導入了門檻值的觀念，但其模式中之門檻值為決策認知屬性，需事先給定，並非由模式內生校估。

屬性門檻的觀念在文獻中有相當多的討論^[33-40]。門檻可分為兩類。一類是可接受門檻，即決策者在方案評選時會有一個可接受水準值，當某方案的屬性水準值劣於該水準值時，該方案即不會被選取。另一類是屬性無異門檻，即決策者在評估方案時，當兩方案間某屬性水準值之差落於某範圍內時，決策者會認為該屬性在兩方案間並無差異，其對決策者之效用相同。但相關文獻中並無於同一模式中同時處理兩種門檻者。在運輸計畫評估所使用的目標、標的、準則、標準中，標準之定義為準則的最低可接受水準，此水準值即為可接受門檻。但在前述運輸評估文獻中，僅有少數^[15,16]將可接受門檻或滿意水準值列入考慮，且此值係由主觀決定。在運輸評估中所使用的許多屬性亦可能存有無異門檻。例如，屬性之水準值係由模式預測而得，因此並非定值，而僅係某一分配之平均值。此外，尚有預測不確定的問題。在考慮信賴區間與預測不確定性之影響後，當兩方案某屬性值之差落入某一範圍時，決策者可能判斷兩者間並無差異，此時即表示該屬性之差值落入無異門檻

內。當某些決策者未將某屬性視為決策屬性時，該屬性在不同替選方案間水準值之差異對決策者之決策並不發生作用，此時亦可視為所有方案間之差值均落入無異門檻中。前述文獻中之目標達成矩陣法將方案影響效果在同等級內之影響程度視為相同，事實上即假設屬性間存在有無異門檻。但此法之屬性無異門檻值之設定過於主觀與簡化，並不理想。

古典決策理論^[21,26]對兩效用間比較之假設有兩種情形，即決策者對兩方案無差異，或一方案較另一方案有絕對之偏好。而 Roy 和 Vincke^[41]則認為效用間之比較關係有無差異、絕對偏好、弱偏好、無法比較等四種。成對方案比較的五種偏好組合狀況為無偏好（無差異與無法比較）、偏好（絕對偏好與弱偏好）、推測偏好（弱偏好與無差異）、k 偏好（絕對偏好與無法比較）、優勢偏好（絕對偏好、弱偏好與無差異）等五種。多項羅機模式之方案選擇係以第一偏好法之偏好關係所發展而成，基本上是採取偏好的觀念，對絕對偏好與弱偏好並不加以區別。而無異門檻的觀念則係採取兩效用在某範圍內無偏好的做法，即對無差異與無法比較並不加以區分。此種做法可減少實務上將無偏好與偏好進一步區分的困難。推測偏好、k 偏好、與優勢偏好在實務處理上有其困難，本研究並不採用。

本研究利用多屬性效用函數進行方案之評選。建立效用函數時同時考慮可接受門檻與無異門檻。這在方案評選與運輸研究中均屬新的嘗試，因此必須自行設計由模式內生校估兩種門檻的程式。一般的評估方法（如 PROMETHEE 法^[42]）在考慮各屬性具有不同的偏好時，如線性偏好、階層偏好等，雖已將偏好與無差異的情形納入，但每一屬性只能適用一種偏好狀況。此種做法並未考慮決策者對同一屬性的異質性，即其決策規則未必相同的問題。處理決策者的決策規則具有異質性的標準做法是以市場區隔處理，常用的方法是以社經特性做外生處理。本研究則以內生市場區隔的方式對每一屬性均將可能的決策者分為適用可接受門檻者、適用無異門檻者、兩種門檻皆適用者、與兩種門檻皆不適用者四類。這種方法並無類似研究可供參考，故須自行設計演算法來處理。

由於方案評選的實證機會相當少，故不易取得實際的評估數據。本研究利用敘述偏好數據進行。設計一個可以同時處理可接受門檻與無異門檻的敘述偏好數據是本研究的重點工作之一。本研究利用二擇一羅機模式進行台南都會區捷運系統方案之評選工作。

本文的主要內容如下：第二節以數學式說明本研究所採用的可接受門檻與無異門檻的概念，接著說明校估各類的門檻模式的演算法。第三節對問卷設計的內容與方法做詳細的說明，重點放在水準值及替選方案組合的設計，並說明調查方式與調查對象。第四節對模式的校估結果進行比較分析，除解釋能力與參數顯著水準的比較外，對屬性間的交互損益關係有深入的討論。最後，提出本研究的結論以及可進一步研究的課題。

二、門檻模式與演算法

利用 Keeney 和 Raiffa^[26]所提出之機率測度聯立求解法為基礎來求取多屬性效用函數時，當決策者的偏好結構滿足偏好獨立性與效用獨立性時，多屬性效用函數可表示為單維

屬性效用之函數組合，此函數組合大多假設為加法型或乘法型。當偏好獨立性不存在時，利用機率測度聯立求解法時，因屬性間的偏好感受互相影響，使得加法型之係數值總和不會等於 1，因此無法利用係數值間之聯立方程式求解。Mollaghasemi 和 Pet^[11] 指出在實際應用時，由於乘法型之效用函數結構較為複雜，有附加尺度常數存在，操作較為困難。因此當方案整體效用與屬性的偏好效用具單調性時，加法型較乘法型更為簡單有效。本研究以二擇一羅機為基礎建立方案評選之效用函數。利用羅機模式校估效用函數時，並無機率測度聯立法所遭遇的問題，相關文獻中的效用函數基本上都是由屬性以線性可加成的方式組成，幾無採用乘法型處理者。本研究的效用函數亦由屬性以線性可加成的方式組成，但函數中加入無異門檻與可接受門檻的概念。以下說明本研究採用的門檻模式及其演算法。

2.1 可接受門檻模式^[33]

可接受門檻模式係由決策者對替選方案的各屬性依次進行評估，當某替選方案之各屬性之水準值均達到決策者設定之臨界容忍值時方列入評選之考慮，否則即拒絕該替選方案。因此本研究的可接受門檻的觀念即為拒絕門檻。可接受門檻可用相對值（即相對於該屬性最優方案之水準值）與絕對值（即直接求出門檻值，與各替選方式之屬性水準值並無直接關係）兩種方式表示。本研究利用敘述偏好數據建立模式，每一決策者均面對多種不同的屬性水準組合，故以絕對水準值（即定值）的方式表示。

當屬性 i 產生正效用，且決策者對該屬性存在可接受水準值 $\chi_i^{(Ath)}$ 時，若某替選方案該屬性之水準值大於或等於可接受水準值時，其屬性效用由線性效用函數表示。當某替選方案該屬性之水準值小於可接受水準值時，其屬性效用為負無窮大。數學式為：

$$\text{若 } \chi_{im} \geq \chi_i^{(Ath)}, \text{ 則 } V_{im} = \beta_i \chi_{im}; \quad (1)$$

$$\text{其他情形時, } V_{im} = -\infty。 \quad (2)$$

式中 V_{im} = 方案 m 之第 i 個屬性之效用；

χ_{im} = 替選方案 m 的第 i 個屬性之水準值；

β_i = 屬性 i 之參數（待校估）；

$\chi_i^{(Ath)}$ = 決策者對屬性 i 的可接受門檻（待校估）。

同理，當屬性產生負效用，且決策者對該屬性存在可接受水準值時，若某替選方案該屬性之水準值小於或等於可接受水準值時，其屬性效用由線性效用函數表示。當某替選方案該屬性之水準值大於可接受水準值時，屬性效用為負無窮大。當替選方案有任一屬性之效用為負無窮大時，其選擇機率為零。

2.2 無異門檻模式^[34]

無異門檻模式假設當兩替選方案某屬性之差值在某一範圍內時，決策者會認為此屬性

在兩替選方案間並無差異。無異門檻值亦可分為相對值與絕對值兩種表示方式。本研究利用敘述偏好數據建立模式，故以絕對水準值的方式表示。此時無異門檻為一定值，不隨屬性效用大小而改變。數學式為：

$$\text{若 } |\chi_{im} - \chi_{in}| \leq \delta_i, \text{ 則 } V_{im} = V_{in}; \quad (3)$$

$$\text{其他情形時, } V_{im} = \beta_i \chi_{im}, \quad V_{in} = \beta_i \chi_{in}. \quad (4)$$

式中 δ_i = 決策者對屬性 i 的無異門檻，為正值。其餘變數之定義同前。

(3)式的意義為當兩替選方案某屬性水準值之差小於無異門檻時，該屬性之效用在兩替選方案中並無差異。為計算方便，將該屬性之效用以平均值表示。無異門檻對屬性水準值較差的替選方案較為有利，因可增加其被選擇的機率。

2.3 門檻模式校估的演算法

本研究對門檻模式有兩個假設。第一個假設是同一決策者的決策具有一致性。由於本研究採用敘述偏好數據，同一決策者會面對同一屬性多種不同水準值的組合，一致性指的是若某決策者對某一屬性有可接受（或無異）門檻，則此門檻值必須適用於該決策者所有可行的替選方案組合。第二個假設是不同決策者的決策具有異質性。異質性指的是對某一屬性而言，有些決策者會有屬性門檻（可接受與／或無異），另一些決策者則沒有屬性門檻。為求簡單化，本研究假設有可接受（無異）門檻的決策者的屬性可接受（無異）門檻的水準值相同。這種方式可將決策者分為沒有門檻者、僅適用可接受門檻者、僅適用無異門檻者、與同時適用兩類門檻者等四種市場區隔。

由於屬性可接受門檻與無異門檻在效用函數中均是以隱函數的形式存在，故無法直接由目標函數中求得。本研究先利用試誤法設定各屬性之門檻值，再校估線性效用函數之參數值。為避免屬性選取之順序影響校估結果，必須利用往復的方式求解。以下說明各類門檻模式校估的演算法。

2.3.1 可接受門檻模式校估的演算法

可接受門檻模式的校估步驟如下：

1. 列出所有屬性與水準值。
2. 隨機選取某一屬性，以該屬性相鄰水準值之中間值作為可接受門檻值之設定依據。
3. 由小至大依序選取該屬性之可接受門檻水準值。
4. 依次檢視每一決策者之所有二擇一替選方案組合是否適用於該門檻水準值。當某一替選方案組合中，一替選方案該屬性之水準值優於門檻水準值，而另一替選方案該屬性之水準值劣於門檻水準值，則此替選方案組合可能適用該門檻水準值。若同一決策者在其所有可能適用此可接受門檻水準值之替選方案組合均選擇該屬性的水準值較優的替選方

案，則該決策者在此門檻水準值時適用門檻模式。在其他情形下，該決策者均適用線性羅機模式。分別記錄之。

5. 已指定可接受門檻值之屬性以上述方式處理，尚未指定門檻值之屬性以線性羅機模式處理。利用最大概似法進行模式之校估，算出模式之對數概似函數值，並記錄之。
6. 重複第 3、4、5 步驟，當該屬性的所有替選可接受門檻值均已被選取時，進入步驟 7。
7. 比較該屬性在不同可接受門檻值時的對數概似函數值，函數值最大的門檻水準值即為該屬性的可接受門檻值。
8. 回到步驟 2，當所有屬性均已被選取時，進入步驟 9。
9. 記錄各屬性之可接受門檻值與目標函數值。重複第 2 至第 7 步驟，依序調整各屬性之可接受門檻水準值，計算並記錄最佳之對數概似函數值，直至對數概似函數值收斂為止。

2.3.2 無異門檻模式校估的演算法

無異門檻模式的校估步驟如下：

1. 列出所有屬性與水準值。
2. 隨機選取某一屬性，以該屬性各水準值間之差值作為該屬性無異門檻值之設定依據。
3. 由小至大依序選取該屬性之無異門檻水準值。
4. 依次計算每一決策者之所有二擇一替選方案組合中該屬性水準值之差值。若同一決策者在所有該屬性水準值之差值小於無異門檻值的替選方案組合中，均選擇水準值較差的替選方案，則該決策者在這些替選方案組合中適用無異門檻模式。在其他情形下，該決策者均適用線性羅機模式。分別記錄之。
5. 已指定無異門檻值之屬性以上述方式處理，尚未指定門檻值之屬性以線性羅機模式處理。利用最大概似法進行模式之校估，算出模式之對數概似函數值，並記錄之。
6. 重複第 3、4、5 步驟，當該屬性的所有替選無異門檻值均已被選取時，進入步驟 7。
7. 比較該屬性在不同無異門檻值時的對數概似函數值，函數值最大的門檻水準值即為該屬性的無異門檻值。
8. 回到步驟 2，當所有屬性均已被選取時，進入步驟 9。
9. 記錄各屬性之無異門檻值與對數概似函數值。重複第 2 至第 7 步驟，依序調整各屬性之無異門檻水準值，校估模式並記錄最佳之對數概似函數值，直至對數概似函數值收斂為止。

2.3.3 可接受門檻與無異門檻整合模式校估的演算法

此種模式校估的演算法可分為四種：

1. 先求出所有屬性的可接受門檻值，再求出所有屬性的無異門檻值，不斷往復直至收斂為止。

2. 先求出所有屬性的無異門檻值，再求出所有屬性的可接受門檻值，不斷往復直至收斂為止。
3. 先求出某一屬性的可接受門檻值，再求出該屬性的無異門檻值，如此依序求出所有屬性的可接受門檻與無異門檻值，不斷往復直至收斂為止。
4. 先求出某一屬性的無異門檻值，再求出該屬性的可接受門檻值，如此依序求出所有屬性的無異門檻與可接受門檻值，不斷往復直至收斂為止。

上述四種演算法均可利用可接受門檻模式與無異門檻模式所得出之門檻值做為起始值，以節省校估之時間。若四種演算法所得出之收斂值不同，則以最佳解為模式之校估結果。若四種演算法所得出的結果相同，則表示該收斂解為一穩定的最佳解。

三、問卷設計與調查

3.1 評估屬性之選定

本研究考量交通建設評選之實用價值，以台南都會區捷運系統方案評選為例進行實證研究。以規劃者的立場，在路網方案研擬時，評估各種可行路網方案之優劣，並選出最佳路網方案供政府決策者之參考。本研究所界定的評估決策階段為捷運路網研擬與可行方案之評估階段。原規劃單位^[43]係利用分析階層程序法處理，共訂出四項評選目標與 13 項評估屬性。本研究參考其目標與評估屬性，重新整理並加入執行可行性之考量後，以財務經濟、運輸效能、環境影響、與計畫執行等四個層面選定了 11 個評估屬性，各屬性及其定義如表 1 所示。為使不同年期之貨幣價值能有一致性之比較基準，與貨幣值有關之屬性值均以現值表示。Keeney 和 Raiffa^[26]指出多屬性效用之屬性選取原則有完備性 (completely)、可操作性 (operationally)、可分解性 (decomposablely)、無重複性 (nonredundantly)、最小規模性 (minimal size) 等五項原則。上述評估屬性之選取以 4 個指標層級結構列舉 11 項影響屬性，此作法可將決策問題之重要特性涵蓋，符合完備性原則。所選定之屬性均有意義且能明確執行，符合可操作性原則。將複雜影響因素分解，使評估過程得以簡化，具有可分解性。選定之屬性對於偏好效用有不同之影響效果，沒有重複性。選定之屬性均具有代表性，沒有冗長過多，符合最小規模之原則。

本研究選定之評估屬性與原規劃報告所列之屬性有少許差異，說明如下：

1. 財務經濟指標由建造成本、營運成本、以及旅行時間與旅行成本節省的效益等屬性組成。財務指標是真實的貨幣價值感受，是投資者與經營者所需直接面對的投資與經營問題，因此以建造成本與營運成本代表。原規劃所使用之營運收入屬性僅是財務對象之轉移，且與乘客數高度相關，故未列入。旅行時間與旅行成本的節省則屬經濟效益，代替原規劃所列之節省旅行時間。

表 1 評估屬性與水準值設計說明

指標	屬性名稱	單位	屬性說明	水準值個數	最劣與最佳水準值	水準值最大與最小差距
財務經濟指標	建造成本	億元	土木、機電、車輛、土地建物拆遷補償成本	10	2100, 1700	400, 5
	營運成本	億元／年	每年維修與管理成本	6	35, 25	10, 1
	旅行時間與旅行成本節省的效益	億元／年	每年旅行時間與旅行成本節省所獲得的效益 (時間價值以每小時 150 元為計算基準)	6	85, 115	30, 2
運輸效能指標	承載旅客數	萬人次／日	捷運每日承載旅客數	6	40, 55	15, 1
	需轉車之比率	%	捷運轉車旅客數／捷運總旅客數	5	60, 30	30, 2
	服務人口數	萬人	捷運路網市區車站 500 公尺半徑及郊區車站 800 公尺半徑內服務之總人口數 (目標年台南都會區人口約為 258 萬人)	6	50, 70	20, 2
環境影響指標	噪音影響	公里	高架式之捷運列車輪軌噪音 (產生 84 分貝，類似煩躁喧嘩聲) 通過住宅、商業區之路線長度。(捷運全線長度約為 60 公里)	5	45, 20	25, 2
	古蹟景觀影響	個	路線經過一級、二級、三級古蹟會影響整體形貌或阻塞古蹟景點動線之加權個數。加權方式為：個數 * 古蹟類型之權重 (一級 3、二級 2、三級 1)。(規劃區內之古蹟一級有 7 個、二級有 7 個、三級有 40 個)	5	30, 3	27, 2
	施工交通干擾	處	明挖車站 (嚴重阻礙交通) 施工數目(捷運車站總數約為 45 個)	5	35, 5	30, 2
計畫執行指標	地下化程度	%	捷運地下化路線長度占捷運全部路線之百分比與地下車站數占捷運全部車站數百分比之加權平均	8	25, 70	45, 1
	民眾反對人數	人	民眾陳情反對的人數	4	1000, 0	1000, 100

- 運輸效能指標由承載旅客數、需轉車之比率、服務人口數等屬性組成。原規劃所列之吸引私人運具與服務重大建設地區兩屬性，因有定義模糊與數值相關兩問題，故捨棄不用。本研究選定之運輸效能指標係以能增進運輸服務之便利性與易行性的衡量指標為主。
- 環境影響指標由噪音影響、古蹟景觀影響、施工交通干擾等屬性組成。捷運對空氣污染

之減少有正面意義，因其可減少汽機車排放之污染量，但原規劃報告並未列入評估指標，因其假設捷運路線方案間對於空氣污染改善影響沒有太大差異，故不列入評估屬性。原規劃報告將環境影響指標之屬性值，均以質化準則給點，但此作法較為主觀且無共通性之認定標準。本研究檢討修正後以能客觀量化之數值來表示噪音影響、古蹟景觀影響、與施工交通干擾等屬性。

4. 計畫執行指標由工程地下化程度與民眾反對程度兩屬性組成。工程地下化程度為工程技術面之考量，其值高低直接影響捷運之造價成本，同時也對未來都市發展、土地利用、與環境衝擊有關。民眾陳情反對人數為執行面之考量，以陳情人數之多寡表示民眾反對之程度，此屬性可以反映出計畫執行之難易程度。

本文將屬性分成財務經濟、運輸效能、環境影響、計畫執行等四個層面的主要目的在於說明方便。各個屬性之歸類可有不同的做法。例如，評估指標的設計亦可由使用者效益（經濟）、營運者效益（財務）、非使用者效益（環境）、政府執行者（計畫執行）的四個層面來思考。但本研究的效用函數主要是以屬性為基礎所建立，屬性如何歸類並不影響多屬性效用函數的建立。在 3.3 節替選方案之組合設計中將說明如何處理相關性較高屬性之處理方法。

3.2 屬性水準值之設計

本研究以整合可接受門檻與無異門檻的多屬性效用函數進行運輸方案的評選，在設計評估屬性之水準值時，須滿足下列條件：

1. 每一屬性預設水準值之範圍需包含實際待評選替選方案之最大值與最小值，以確保方案評估結果位於可行區間內。
2. 每一屬性預設之水準值之數目須不小於實際待評選替選方案之數目，以增加效用函數區隔各替選方案之能力。
3. 設計屬性水準值時，各水準值間之差值應設計為不同的數值（但須考慮該屬性於實際待選方案間之差值），以提供更多的屬性間交互損益關係與屬性的門檻值供決策衡量。如此較能反映決策者對於方案評選時不同偏好程度之差異感受，並可增加模式校估參數之顯著程度。

依上述前兩個條件之設計原則，在最大與最低的水準值間配置不同尺度影響作用的水準值 2 個，使得每個屬性至少有 4 個水準值。由於某些屬性之最大與最小水準值之差距太大，若僅採用 4 個水準值將使各水準值的間距範圍過大，而導致無法得出該屬性之無異門檻。為了探討無異門檻對決策之影響，必須增列部分屬性之水準值。以建造成本為例，由於建造成本是效用函數的連結屬性，與其他屬性間之組合情形較多，且建造成本與其他屬性間的交互損益關係範圍相當廣，必須設計較多的水準值。例如，建造成本與環境屬性組合時之水準值之差距應與建造成本與運輸效能屬性組合時之水準值之差距有所不同。故將建造成本再細分並增列水準值，以獲取較正確的屬性間權衡關係。依此原則調整後，建造

成本之水準值個數增為 10 個，此過程同時決定了建造成本各水準值間的最小差距。其他各屬性水準值之個數與水準值最小差距均依上述原則同時決定，其結果列於表 1。

3.3 替選方案組合之設計

本研究採用了 11 個評估屬性進行大眾捷運路網方案的評選，當決策者同時面對如此眾多的屬性時，將難以有效且正確的評選出最佳方案，故必須簡化問題並以系統化的程序來處理。敘述偏好法之實驗設計可分為二因素法與整體輪廓法兩大類^[44]。二因素法每次只對兩個屬性之不同水準值進行評估，本研究將面對替選方案組合過多的問題，故本研究以對所有屬性的不同水準值進行評估的整體輪廓法進行。本研究因評估屬性及水準值眾多，故實驗設計方法無法採用完整的整體輪廓法進行實驗設計，改以此法的部分要因設計進行^[45]。採用敘述偏好法的相關文獻均指出受訪者一般僅能同時比較二至三個屬性之差異，故為了符合決策者在方案評選時判斷能力之限制，替選方案的個數與屬性變數均不宜太多^[46]。本研究試調結果亦顯示三個屬性的方案組合較適合受訪者填答。故本研究以兩個替選方案，每個替選方案三個屬性之不同替選方案組合供決策者評選。

由於本研究的屬性眾多，故必須對部分要因設計做進一步的處理。其做法是將屬性分組進行替選方案之組合，但各屬性組合中均必須包括一共同的屬性，此共同屬性可做為不同屬性組合中各屬性之連結，如此便可得出效用函數中所有屬性間之交互損益關係^[45]。依本研究之實證特性，此連結屬性以建造成本最為適宜，因其與其他屬性間的交互損益關係較能為決策者所了解。故本研究以建造成本作為連結屬性，在每個替選方案組合中均列入。

在設計方案組合時，為便於決策者得出對各替選方案之認知，以比較方案間整體效用之差異，故將較有關聯性或互有影響之屬性組合在一起。例如，財務經濟指標內之營運成本與旅行時間效益屬性與運輸效能指標之承載人數、轉車率、服務人口屬性之關聯性較高，屬性數值間互有影響且會影響決策者對於方案效用之整體偏好判斷。而此群組內的屬性特性與環境影響與計畫執行指標之關聯性較少。計畫執行指標之地下化程度與民眾反對人數之屬性會與環境影響屬性如噪音、古蹟景觀、施工交通干擾的屬性較有關聯。地下化的程度直接會影響環境之衝擊程度，環境之影響與民眾反對有關。但地下化與民眾反對人數之屬性與營運成本、投資效益、承載人數、轉車率、服務人口等屬性之關聯性較弱。故本研究依其特性將屬性分為四類，再依方案組合特性分成兩類加以組合，以將屬性相關性之問題內部化處理，有效分離屬性值間之效用貢獻，增進模式之解釋能力。

依上述原則將替選方案組合分成兩類，第一類由建造成本與財務經濟指標的營運成本與旅行時間與旅行成本節省的效益兩屬性，以及運輸效能指標的承載旅客數、需轉車的比率、服務人口數三屬性組成。每一替選方案組合均由建造成本與另五個屬性依序選取的兩個屬性組成。依序選取時係將財務經濟指標的兩屬性列為一組，運輸效能指標的三屬性列為一組，每次由兩組中各選取一個屬性，以產生六個不同屬性組合。第二類則由建造成本與環境影響指標的噪音、古蹟景觀、施工交通干擾三屬性，以及計畫執行指標的地下化程

度與民眾反對人數二屬性組成。替選方案組成的方式與第一類相同，亦產生六個不同屬性組合。這種作法可使相關性可能較高的屬性出現在同一替選方案組合中，可利用模式校估直接解決屬性相關的問題。本研究對每位受訪者均提供 12 個替選方案組合供其評選，故除建造成本外之各屬性均至少出現於二替選方案組合中。

屬性水準值之出現以隨機方式處理，先依屬性之水準個數平均分配各水準值位於亂數表之範圍，再由電腦隨機產生亂數，依此選取水準值。此過程由電腦程式處理。隨機組合過程須檢視替選方案組合中各屬性水準值之合理性，以使受訪者填答時能清楚明瞭替選方案組合之意義與屬性間之交互損益關係。替選方案組合中屬性水準值之設計須考慮屬性間交互損益關係的可能範圍。例如，建造成本與環境影響指標之屬性組合時，建造成本之屬性差值應較小，但建造成本與運輸效能指標之屬性組合時，建造成本之屬性差值則可較大。當屬性水準值有關聯性時，需考量方案組合時水準值大小之一致性。例如，地下化程度屬性水準值較高之替選方案，其建造成本之屬性水準值也應較高。此外，組合替選方案時需避免絕對優勢或絕對劣勢之現象，即同一組合中一替選方案三屬性之水準值均優於或劣於另一替選方案，此時將無法獲得各屬性間的交互損益關係。本研究在訂定規則後先由電腦程式選取屬性水準值與組合替選方案，並刪除不合理與無法判別屬性交互損益關係的替選方案組合。然後再以人工方式進行檢核。

3.4 問卷調查

本研究之實證對象是台南都會區捷運路網方案的評選，因此受訪者須具有交通方面之專業智能以及方案評選決策之能力，並對台南都會區的交通與都市建設有相當的了解。為了解專業人士與行政部門的意見，調查對象包括了中央與地方的行政部門以及交通與都市發展有關之專業領域人士。

調查對象為台南市政府（與交通及都市發展有關之市府局室首長、副首長、秘書、課長、區長、區級秘書）、中央單位（與交通部門有關之決策單位，如交通部路政司、運輸研究所、高速鐵路局捷運組、行政院經建會、研考會）、台南地區與都市發展及交通有關的學術團體（成功大學交通管理科學系、都市計劃系、長榮大學航運管理系、崑山科技大學不動產經濟系）、與曾在台南區域從事交通規劃業務的顧問公司（中華、鼎漢、康地、九宜）等。本研究之問卷調查以當面分送填答或以郵寄方式處理。調查與回收情形分別為台南市政府發出 30 份，回收 29 份，中央單位發出 30 份，回收 22 份，學者發出 20 份，回收 16 份，專家發出 20 份，回收 14 份，總計調查 100 份，回收有效問卷 81 份，占 81%。填答樣本數共計 972 筆。

受訪者以男士較多（男 68 份，女 13 份），主要為中年人（25 歲以下 1 份，26 至 35 歲 25 份，36 至 45 歲 28 份，46 至 55 歲 21 份，56 歲以上 6 份），且以高學歷居多（研究所以以上 52 份，大學 24 份，大專以下 5 份）。

四、模式校估結果分析

本研究首先建立作為比較基礎的線性羅機模式，再分別建立可接受門檻模式、無異門檻模式、可接受門檻與無異門檻的整合模式，並比較各模式之績效。各模式均利用 GAUSS 套裝軟體程式，以最大概似法進行校估。

4.1 線性羅機模式

線性羅機模式之校估結果如表 2 所示。模式中各屬性之係數符號均正確。除旅行時間與旅行成本節省的效益屬性之係數較不顯著外，其餘屬性均相當顯著。此結果表示利用敘述偏好數據建立多屬性效用函數確實可找出各屬性間的交互損益關係。但模式之概似比指標 ρ^2 值僅為 0.1197，表示該模式中並未考量許多重要的解釋變數。本研究的替選方案並非固定，故無法得出相對於市場占有率的概似比指標。

表 2 線性羅機模式之校估結果

屬 性	單位	係數值 (t 值)
建造成本	億元	-0.0051 (-4.9)
營運成本	億元／年	-0.0603 (-2.0)
旅行時間與旅行成本節省的效益	億元／年	0.0179 (1.3)
承載旅客數	萬人次／日	0.1048 (4.8)
需轉車之比率	%	-0.0276 (-2.5)
服務人口數	萬人	0.0667 (3.9)
噪音影響	公里	-0.0349 (-2.6)
古蹟景觀影響	個	-0.0570 (-4.7)
施工交通干擾	處	-0.0390 (-3.7)
地下化程度	%	0.0409 (3.4)
民眾反對人數	人	-0.0007 (-2.4)
樣本數		972
$LL(0)$		-673.7418
$LL(\beta)$		-593.1970
ρ^2		0.1197

4.2 可接受門檻模式

可接受門檻模式之校估結果如表 3 所示。由於各屬性的水準值均為離散值，故校估可

接受門檻值時僅能以相鄰二水準值間之某一值做為判斷的標準。表中之可接受門檻值為相鄰二水準值之邊界值。大於(小於)的符號表示當替選方案該屬性的水準值大於(小於)門檻值時，決策者將不會選取該替選方案。表中各屬性的係數值(t 值)係適用線性羅機模式替選方案組合之校估結果。由表中可看出在考慮可接受門檻後，模式的解釋能力有大幅的改進，概似比指標 ρ^2 由 0.1197 增加到 0.2572。線性羅機模式各屬性的係數值也有相當大的改變，大部分屬性的係數值變小，但也有部分屬性的係數值變大。各屬性的顯著程度(t 值)也有類似的改變。這表示考慮可接受門檻後，部分屬性間的交互損益關係有了相當大的改變。

在可接受門檻的校估過程中可能出現下列三種情況：某替選方案組合中之所有屬性對某受訪者均無可接受門檻；某替選方案組合中僅有一屬性對某受訪者有可接受門檻；與某替選方案組合中有兩個以上屬性對某受訪者有可接受門檻。第一與第二兩種情況均不須另行處理。第三種情況時，必然是替選方案組合中被選方案適用可接受門檻屬性之水準值均優於另一方案(如此方能滿足可接受門檻之判定準則)。此時屬性校估的先後次序並不影響模式之校估結果，但可能影響受訪者是否適用某一屬性為可接受門檻之判斷。為解決此問題，本研究在校估出最佳模式後，再將各屬性之可接受門檻值一一代入各受訪者的替選方案組合中，以找出是否存在第三種情況。若有此情況，則將相關屬性均列為該受訪者的可接受門檻。

在 11 個屬性中，除營運成本、旅行時間與旅行成本節省的效益、噪音影響三屬性外，其餘各屬性均可得出可接受門檻。將門檻值代入各受訪者之敘述偏好數據後，可得出適用各屬性可接受門檻的受訪者。各屬性適用可接受門檻的受訪者在 4 人至 17 人之間。學者、專家、市府、中央單位四群體中平均每人有可接受門檻的屬性數比率相當接近，均為略高於 1。有可接受門檻的各屬性中，建造成本與需轉車之比率以中央單位比率最高，承載旅客數、施工交通干擾、地下化程度以市府比率最高，服務人口數以學者比率最低，古蹟景觀影響以學者比率最高，民眾反對人數則適用人數較少。

對適用可接受門檻屬性之門檻值深入觀察後可發現，需轉車之比率、古蹟景觀影響、施工交通干擾、民眾反對人數等四屬性之門檻值均為可能門檻值中之最小值，此結果表示適用這些屬性門檻的受訪者可能是以這些屬性做為決定性的選擇屬性。他們不能容忍過高的轉車比率、對古蹟景觀的影響、施工對交通的干擾、以及任何的民眾反對。

4.3 無異門檻模式

無異門檻模式之校估結果如表 4 所示。由表中可看出在考慮無異門檻後，模式的解釋能力有大幅的改進，概似比指標 ρ^2 由 0.1197 增加到 0.2967。無異門檻模式之解釋能力顯然優於可接受門檻模式。模式各屬性的係數值有相當大的改變，所有屬性的係數值均變大，但增加的比率並不相同。所有屬性的顯著程度(t 值)也都增加。這表示考慮無異門檻後，部分屬性間的交互損益關係有了相當大的改變。

在無異門檻模式的校估過程中，某替選方案組合中適用無異門檻屬性之數目對適用屬性之判斷並無影響，可由模式校估過程處理。將門檻值代入各受訪者之敘述偏好數據後，可得出適用各屬性無異門檻的受訪者。各屬性適用無異門檻的受訪者在 8 人至 27 人之間。學者、專家、市府、中央單位四群體中平均每人有無異門檻的屬性數比率有相當差異，前兩群體約為 1.5，而後兩群體則約為 2。有無異門檻的各屬性中，營運成本、需轉車之比率、古蹟景觀影響、地下化程度等屬性以市府比率最高，服務人口數、民眾反對人數以中央單位比率最高，其餘各屬性在不同群體間則無太大差異。

最重要的屬性建造成本之無異門檻值為 30 億元，表示替選方案建造成本之差異在 30 億元內時，某些受訪者會認為並無差異。就一個高達 2,000 億的計畫而言，這個數字應屬合理。民眾反對人數之無異門檻值為 900 人，表示適用的受訪者僅對該屬性水準值差異最大的替選方案間有所區別。其餘各屬性之無異門檻值均為本研究所設計的最大可能無異門檻值，此結果表示這些屬性在個別適用的受訪者之替選方案決策中並未被列入考慮。一般的評估研究大都假設決策者在評估時會將所有的評估屬性均列入考慮，上述發現則指出可能有部分決策者並未將某些屬性列入評估之考量中。

4.4 可接受門檻與無異門檻整合模式

整合模式利用不同演算法所得出之校估結果完全相同，其結果如表 5 所示。由表中可看出各屬性係數之符號均正確，且均相當顯著。比較線性羅機模式與三門檻模式各屬性之 t 值後，可發現考慮可接受門檻雖可增加模式之解釋能力，但適用此門檻之替選方案組合在校估線性效用函數時均遭剔除，在樣本數減少的情形下，屬性之顯著水準可能降低。而無異門檻可增加模式之解釋能力，且樣本數並未改變，故屬性之顯著水準因而增加。整合模式的概似比指標 ρ^2 值為 0.3784，較前述三模式均高出很多，表示模式的解釋能力非常好。

比較表 3、4、5 之門檻值後，可發現整合模式各屬性的可接受（無異）門檻值與可接受（無異）門檻模式並無不同，而且適用各屬性門檻值的受訪者亦無不同。這結果表示可接受門檻與無異門檻的校估互為獨立，並不會彼此影響。以下對此加以說明。

就某一屬性而言，受訪者的決策規則可分成不適用門檻、僅適用可接受門檻、僅適用無異門檻、同時適用可接受門檻及無異門檻四種類型。前三種類型的受訪者的可接受門檻值與無異門檻值之校估互不影響。當受訪者同時採用兩種門檻做決策時，則須由門檻決策規則加以說明。由第二節各門檻模式的說明可知，若某替選方案組合之某屬性適用可接受門檻，則受訪者必須是選擇該屬性水準值較優之替選方案。反之，若某替選方案組合之某屬性適用無異門檻，則受訪者必須是選擇該屬性水準值較劣之替選方案。也就是說，就同一受訪者而言，其適用可接受門檻之替選組合與適用無異門檻之替選組合乃互斥，故校估時彼此獨立互不影響。此結果表示整合模式的校估將相當有效率。

表 3 可接受門檻模式之校估結果

屬 性	單 位	係數值 (t 值)	可接受 門檻值	適用門 檻受訪 者個數	適用門檻受訪者之 群體人數 (學者、專 家、市府、中央單位)
建造成本	億元	-0.0040 (-3.5)	> 1900	12	(1, 3, 3, 5)
營運成本	億元／年	-0.0478 (-1.5)	—	—	—
旅行時間與旅行成本 節省的效益	億元／年	0.0323 (2.0)	—	—	—
承載旅客數	萬人次／日	0.0483 (2.0)	< 52	17	(5, 2, 8, 2)
需轉車之比率	%	-0.0227 (-1.9)	> 30	8	(1, 1, 2, 4)
服務人口數	萬人	0.0311 (1.7)	< 65	11	(1, 3, 4, 3)
噪音影響	公里	-0.0268 (-1.9)	—	—	—
古蹟景觀影響	個	-0.0308 (-2.3)	> 3	12	(5, 3, 2, 2)
施工交通干擾	處	-0.0269 (-2.4)	> 5	14	(2, 2, 7, 3)
地下化程度	%	0.0247 (1.8)	< 59	16	(3, 3, 7, 3)
民眾反對人數	人	-0.0007 (-2.6)	> 0	4	(2, 0, 1, 1)
樣本數 $LL(0)$ $LL(\beta)$ ρ^2		972 -673.7418 -500.4478 0.2572	註：受訪者人數 81 人。其中學者 16 人， 專家 14 人，市府 29 人，中央 22 人。		

表 4 無異門檻模式之校估結果

屬 性	單 位	係數值 (t 值)	無異門檻 之水準值	適用門 檻受訪 者個數	適用門檻受訪者之 群體人數 (學者、專 家、市府、中央單位)
建造成本	億元	-0.0106 (-8.5)	30	27	(5, 5, 10, 7)
營運成本	億元／年	-0.1451 (-4.4)	10	17	(2, 2, 10, 3)
旅行時間與旅行成本節 省的效益	億元／年	0.1165 (5.9)	30	27	(5, 4, 8, 10)
承載旅客數	萬人次／日	0.1770 (7.2)	15	8	(3, 0, 1, 4)
需轉車之比率	%	-0.0645 (-4.4)	30	13	(2, 2, 6, 3)
服務人口數	萬人	0.1165 (6.0)	20	9	(2, 1, 1, 5)
噪音影響	公里	-0.0752 (-4.0)	25	9	(1, 2, 2, 4)
古蹟景觀影響	個	-0.0861 (-5.2)	27	8	(1, 0, 6, 1)
施工交通干擾	處	-0.0607 (-4.2)	30	10	(1, 2, 3, 4)
地下化程度	%	0.0964 (6.6)	45	11	(1, 1, 6, 3)
民眾反對人數	人	-0.0010 (-2.8)	900	13	(1, 2, 4, 6)
樣本數 $LL(0)$ $LL(\beta)$ ρ^2		972 -673.7418 -473.8228 0.2967	註：受訪者人數 81 人。其中學者 16 人， 專家 14 人，市府 29 人，中央 22 人。		

表 5 可接受門檻與無異門檻整合模式之校估結果

屬性別	單位	係數值 (t 值)	可接受 門檻值	無異 門檻值	適用各類型模式之受訪者個數 (學者、專家、市府、中央)		
					僅適用可 接受門檻	僅適用 無異門檻	同時適用 可接受與 無異門檻
建造成本	億元	-0.0088 (-6.7)	> 1900	30	7 (1, 2, 2, 2)	22 (5, 4, 9, 4)	5 (0, 1, 1, 3)
營運成本	億元／ 年	-0.1396 (-4.0)	—	10	0	17 (2, 2, 10, 3)	0
旅行時間與旅行成本 節省的效益	億元／ 年	0.1031 (5.0)	—	30	0	27 (5, 4, 8, 10)	0
承載旅客數	萬人次 ／日	0.1294 (4.9)	<52	15	17 (5, 2, 8, 2)	8 (3, 0, 1, 4)	0
需轉車之比率	%	-0.0554 (-3.7)	> 30	30	8 (1, 1, 2, 4)	13 (2, 2, 6, 3)	0
服務人口數	萬人	0.0811 (4.0)	< 65	20	11 (1, 3, 4, 3)	9 (2, 1, 1, 5)	0
噪音影響	公里	-0.0684 (-3.5)	—	25	0	9 (1, 2, 2, 4)	0
古蹟景觀影響	個	-0.0624 (-3.6)	> 3	27	12 (5, 3, 2, 2)	8 (1, 0, 6, 1)	0
施工交通干擾	處	-0.0467 (-3.2)	> 5	30	14 (2, 2, 7, 3)	10 (1, 2, 3, 4)	0
地下化程度	%	0.0815 (4.9)	< 59	45	16 (3, 3, 7, 3)	11 (1, 1, 6, 3)	0
民眾反對人數	人	-0.0010 (-2.9)	> 0	900	4 (2, 0, 1, 1)	13 (1, 2, 4, 6)	0
樣本數 $LL(0)$ $LL(\beta)$ ρ^2		972 -673.7418 -418.7872 0.3784	註：受訪者人數 81 人。其中學者 16 人，專家 14 人，市府 29 人，中央 22 人。				

由表 5 可看出，除建造成本屬性外，其他屬性均無同時採用兩種門檻做決策的受訪者。其可能原因為建造成本出現於替選方案組合的次數較多，每位受訪者均有 12 次，而其餘屬性則僅出現二至三次，故無法有足夠的樣本來反映受訪者所有的決策行為。個別受訪者所適用的各類門檻屬性如附表 1 所示。

表 6 為門檻整合模式（線性效用函數部分）與線性羅機模式各屬性間之交互損益關係，表中之標準誤乃依下式^[47]求出：

兩隨機變數 μ 與 λ 比值之變異數為：

$$\text{var}(\mu/\lambda) = \mu^2/\lambda^2 * (\text{var}(\mu)/\mu^2 + \text{var}(\lambda)/\lambda^2 - 2\text{cov}(\mu, \lambda)/(\mu * \lambda)) \quad (5)$$

表 6 可接受門檻與無異門檻整合模式與線性羅機模式之比較

屬性間之比值	可接受門檻與無異門檻整合模式		線性羅機模式	
	平均值 (標準誤)	95% 信賴區間	平均值 (標準誤)	95% 信賴區間
旅行時間與旅行成本節省的效益／營運成本	0.7 (0.5)	0~1.7	0.3 (0.4)	0~1.1
承載旅客數／營運成本	0.9 (0.9)	0~2.7	1.7 (1.9)	0~5.5
營運成本／建造成本	15.9 (5.9)	4.1~27.7	11.8 (6.7)	0~25.2
需轉車之比率／建造成本	6.3 (3.1)	0.1~12.5	5.4 (3.0)	0~11.4
服務人口數／建造成本	9.2 (8.5)	0~26.2	13.1 (11.5)	0~36.1
服務人口數／承載旅客數	0.63 (0.6)	0~1.83	0.64 (0.8)	0~2.24
噪音影響／建造成本	7.8 (3.2)	1.4~14.2	6.8 (3.5)	0~13.8
古蹟景觀影響／建造成本	7.1 (2.5)	2.1~12.1	11.2 (3.3)	4.6~17.8
施工交通干擾／建造成本	5.3 (2.2)	0.9~9.7	7.6 (3.4)	0.8~14.4
地下化程度／建造成本	9.3 (9.8)	0~28.9	8.0 (8.7)	0~25.4
民眾反對程度／建造成本	0.11 (0.05)	0.01~0.21	0.13 (0.07)	0~0.27

由表 6 可得出以下較重要的屬性間之交互損益關係之比較：

1. 整合模式與線性羅機模式在信賴水準為 95% 時均無法拒絕旅行時間與旅行成本節省的效益與營運成本兩屬性間係數之比值為一假設。表示決策認知中效益貨幣價值與財務支出之營運成本貨幣價值無顯著差異，此結果與預期相符。但由係數比值的平均值與信賴區間可看出整合模式之結果顯然較佳。
2. 整合模式承載旅客數與營運成本兩屬性係數之比值為 0.9，表示決策者願意每年增加 0.9 億元的營運成本，來每日多服務 1 萬人的旅客。此表示票價約為 25 元，營運收支才會平衡。線性羅機模式所推估之票價約為 47 元。由標準誤可看出整合模式比值之精確度較線性羅機模式高出甚多。
3. 營運成本與建造成本兩屬性係數之比值為 15.9。依建造成本與營運成本之現金流量關係，可以推計兩者係數比值的倒數為決策認知的折現率與折舊率之和^[48]。本研究營運成本與建造成本均以現值表示，已將折現率列入考慮，故此值應為平均折舊率之決策認知。兩屬性比值的倒數為 0.06 (標準誤為 0.02，信賴區間為 0.02~0.10)。假設營運期為 30 年，依直線法方式所求之折舊率為 0.03，落入上述之信賴區間內，表示整合模式之結果相當合理。線性羅機模式之結果則偏高 (折舊率平均值為 0.09)，且精確度較差 (信賴區間為 0~0.19)。
4. 需轉車之比率與建造成本間兩屬性係數之比值為 6.3，表示決策者願意增加 6.3 億元的建造成本，來減少 1% 的旅客轉車比率。此數字與當每日有 65 萬人旅客量，1% 旅客的轉車時間平均為 7.5 分鐘時，30 年的時間價值相近。線性羅機模式之結果與此相近。

5. 服務人口數與建造成本兩屬性係數之比值為 9.2，表示決策者願意增加 9.2 億元的建造成本，來增加 1 萬人的服務人口。此值較線性羅機模式為低，且精確度較高。
6. 服務人口數與承載旅客數之比值為 0.63，與應小於 1 之預期相符。此值與線性羅機模式之結果相近，但精確度較佳。
7. 環境指標中的噪音影響與建造成本兩屬性係數之比值為 7.8 (標準誤為 3.2，信賴區間為 1.4~14.2)。古蹟景觀與建造成本之係數比值為 7.1 (標準誤為 2.5，信賴區間為 2.1~12.1)。施工交通干擾與建造成本之係數比值為 5.3 (標準誤為 2.2，信賴區間為 0.9~9.7)。三種環境指標之價值認知似乎都偏高，可能是受到龐大的建造經費成本影響，決策者對環境價值的感受相對的增多。一般而言，線性羅機模式之結果偏高程度較大。
8. 地下化程度與建造成本兩屬性係數之比值為 9.3 (標準誤為 9.8，信賴區間為 0~28.9)，表示決策者願意增加 9.3 億元之建造成本，來增加地下化程度 1%。以 60 公里規模之捷運系統而言，表示每增加 1 公里之地下化工程需增加 15.5 億元。依據台南都會區大眾捷運系統規劃報告^[43]內容所列，每公里路線實際造價地下成本較高架成本約多出 11 億元，1 個地下車站之造價成本較高架車站約多 5.5 億元 (1.2 至 1.5 公里約有 1 個車站)。上述決策認知價值與實際之造價成本相近。線性羅機模式之每公里地下化工程成本之推估值約為 13.3 億元。
9. 民眾反對人數與建造成本兩屬性係數之比值為 0.11 (標準誤為 0.05，信賴區間為 0.01~0.21)。本比值反映因民眾反對而使工程延誤所需增加的機會成本的決策認知。0.11 表示有 1000 人嚴重反對時，需增加 110 億元之成本。此成本相近於年利率為 6%，建造經費為 1800 至 2000 億元時，一年之利息或機會成本。線性羅機模式之結果較高。

由以上分析可看出整合模式的校估結果相當良好，各屬性間的交互損益關係也相當合理，表示加入可接受與無異門檻的整合模式可大幅增進線性羅機模式的解釋能力，且屬性係數值也較為合理。

五、路網方案之評選

由第二節所述可知本研究所假設之決策者對第 i 個路網方案的線性效用函數型態可表示為：

$$U_i = \sum_{j=1}^n \beta_j \chi_{ij} \quad (6)$$

其中 n 為屬性之數目，本研究共採用 11 個屬性依序為建造成本、營運成本、旅行時間與旅行成本節省的效益、承載旅客數、需轉車之比率、服務人口數、噪音影響、古蹟景觀影響、施工交通干擾、地下化程度、民眾反對人數。 β_j 為第 j 個屬性待校估之參數，其係數值如表 5 所示。 χ_{ij} 為第 i 個方案第 j 個屬性之水準值。

當決策者對所有評估屬性均無可接受門檻或無異門檻時，(6)式即為其對第 i 個路網方案之效用。但當決策者對某些屬性有門檻時即須對效用函數加以修正。以下依可接受門檻與無異門檻分別說明。首先討論可接受門檻的情況。當決策者對某些屬性有可接受門檻，而某一路網方案這些屬性的水準值中有任何一個劣於該屬性的可接受門檻值時，此屬性與該方案對決策者的效用均為負無窮大，此時決策者選擇該方案的機率為零。若某路網方案的所有屬性均優於該決策者的可接受門檻時，該方案對決策者之效用如(6)式所示。

當決策者對某些屬性有無異門檻，且面對的是多方案的選擇情境時，處理的方法則較為複雜。以下分別就各種情況說明。第一種情況是當決策者對某些屬性有無異門檻，但各方案間屬性水準值之差均大於無異門檻值時，此時無異門檻並不發生作用，各方案各屬性之效用值均如(6)式所示，不須做任何修正。第二種情況是當決策者對某些屬性有無異門檻，而所有各方案間屬性水準值之差均小於無異門檻值時，此時須將所有方案有無異門檻屬性的水準值依(3)式修正為相同，此時這些屬性在評估時將不發生作用。第三種則是其他情況，此時須面對可能的矛盾現象。例如，可能出現甲乙兩方案間某屬性之水準值並無差異（水準值之差小於無異門檻），乙丙兩方案間某屬性之水準值亦無差異，但甲丙兩方案間某屬性之水準值則有差異之矛盾現象。本研究假設決策者之目的在於評選出最佳的路網方案，故採用下述方法處理。首先在多個路網方案中任意選取兩方案，依(3)式與(4)式得出此兩方案中有無異門檻之屬性之水準值，並計算出兩方案在考慮各屬性無異門檻下的個別選擇機率。再由此兩方案中選取選擇機率較高的方案與尚未選取的另一路網方案進行評選，如此不斷進行至評選出最佳方案為止。然後再以最佳方案為基準，依次得出其他路網方案有無異門檻之屬性之水準值，再依此修正後之屬性水準值代入多項羅機模式，得出各路網方案的被選機率。若決策者對各屬性均無無異門檻，或雖有無異門檻，但各方案間屬性水準值之差均大於無異門檻值時，該方案各屬性之效用值如(6)式所示。

本研究利用上述方法所建立的多屬性效用方案評選模式，進行台南都會區捷運路網方案之評選。原規劃單位^[43]規劃捷運路網時，考量旅次分布狀況、路線服務範圍、建造方式、環境影響干擾等因素研擬出 4 個可行路網方案。其中 A 方案之捷運路線有 4 條，紅線以穿越式路線銜接台南安平區和高速鐵路台南站，綠線聯結安定鄉和台南市南區，並布設一支線連接永康交流道，藍線則以環狀線圍繞台南市中心區，黃線以輻射線聯結台南市中心和安南區。全長 61 公里，其中高架段 25.5 公里，地下段 35.5 公里。車站有 46 座，其中高架車站為 17 座。B 方案是由三條路線組合而成的路網，紅線服務台南市安南區至高速鐵路台南站，綠線聯結新化鎮和台南市南區，藍線則聯結安定鄉至台南市安平區。全長 60.4 公里，其中高架段 38 公里，地下段 22.4 公里。車站有 45 座，其中高架車站為 24 座，因轉運需要，另設置 4 座轉車站。C 方案亦係由三條路線組合而成的路網，紅線、綠線、藍線起迄關係與方案 B 相同，此方案與 A、B 方案之不同點在於路線的穿越方式與外環線聯結方式的差異。全長 62.6 公里，其中高架段 45 公里，地下段 17.6 公里。車站有 44 座，其中高架車站為 29 座。D 方案亦係由三條路線組合而成的路網，紅線、綠線、藍線之規劃起迄關係與方案 B 與 C 相同，但路線繞行與興建方式有些差異。全長 64.6 公里，

其中高架段 38.9 公里，地下段 25.7 公里。車站有 45 座，其中高架車站為 24 座。依據四個方案特性，規劃報告列舉了建造成本、營運成本、載客人數、服務人口、環境影響等多個屬性供決策評估參考。

4 個路網方案之屬性特性互有優劣，不易判定最佳之方案。如 A 方案的地下化程度最高、噪音的影響最小、但建造成本最多。B 方案具有營運成本最少、服務人口最多等特性。C 方案具有建造成本最少、承載旅客數最多、地下化程度最少等特性。D 方案則具有轉車比率最高等特性。故須利用方案評選方法進行最佳方案的評選。

本研究利用表 5 之結果與前述之效用函數修正原則，依規劃單位之規劃數據，依次計算每一位受訪者對 4 個路網方案的選擇機率。將每個決策者對各路網方案之選擇機率加總平均，即可得出各路網方案總計的平均選擇機率。機率加總的方式有兩種，一種是機率和，即將決策者各路網方案之選擇機率值直接加總。另一種是單位加權，即將各受訪者對各路網方案之選擇機率值最大者之機率定為 1，其餘路網方案之機率定為零。各路網方案之選擇機率與選擇人數如表 7 所示。由表中可看出不論是依機率和或單位加權方式，各決策群體之選擇均有相同的結果，依序為方案 C、方案 B、方案 A、方案 D。其中方案 C 亦為原規劃單位利用 AHP 法評選出之最佳方案。

表 7 各替選方案之選擇機率與人數表

		機 率				人 數			
		A 方案	B 方案	C 方案	D 方案	A 方案	B 方案	C 方案	D 方案
單 位 加 權	學者 (16 人)	0.063	0.313	0.625	0	1	5	10	0
	專家 (14 人)	0.071	0.214	0.714	0	1	3	10	0
	市府 (29 人)	0.103	0.138	0.759	0	3	4	22	0
	中央 (22 人)	0.045	0.318	0.636	0	1	7	14	0
	合計 (81 人)	0.074	0.235	0.691	0	6	19	56	0
機 率 和	學者 (16 人)	0.072	0.339	0.573	0.016	1.2	5.4	9.2	0.2
	專家 (14 人)	0.074	0.367	0.551	0.008	1.0	5.1	7.7	0.1
	市府 (29 人)	0.110	0.309	0.573	0.008	3.2	9.0	16.6	0.2
	中央 (22 人)	0.056	0.396	0.538	0.010	1.2	8.7	11.8	0.2
	合計 (81 人)	0.082	0.349	0.559	0.010	6.6	28.2	45.3	0.8

本研究之評估結果與原規劃報告之評估結果相同，部分原因是原規劃報告所列的 4 個路網方案之優劣特性太明顯，即最佳方案明顯優於次佳方案。大體而言，本研究採用的方法有幾個優點。首先，本研究採用效用函數的觀念，並非對固定水準值的路網方案進行評估。當評估過程中出現新的路網方案時，只要該新路網方案各屬性的水準值位於該屬性原設計最大與最小水準值之範圍內時，可直接利用所校估的效用函數與原有路網方案進行

比較，不必重新進行調查。當新方案的屬性水準值超出原設計範圍時（此時可能產生較大的預測誤差），或出現新的評估屬性時，僅須針對新的水準值與屬性進行小規則的補調，即可與原調查數據合併進行模式之校估與方案之評估。因此，採用本研究的方法可大幅減少評估所需的時間與成本。

其次，本研究的方法可針對不同的需要進行評估。例如，若決策者僅重視財務，則在評估路網方案時可僅考慮與財務有關的屬性。此時相當於將其他屬性的無異門檻視為無窮大。另外，本研究所提供之決策資訊亦較其他的評估方法多。例如，屬性間之交互損益關係可界定決策價值認知之範圍；個體決策判斷之思考層面與偏好感受可作為不同決策群組間對方案意見溝通協調之依據；屬性門檻與無異門檻可作為決策接受程度與偏好的分析依據。

六、結論與建議

本研究利用台南都會區捷運系統路網方案之數據進行實證分析，以敘述性偏好法蒐集可能決策者的偏好數據，並建立多屬性效用模式以進行路網方案之評選，在模式的構建過程同時探討評估屬性的可接受門檻與無異門檻問題。研究結果發現利用線性羅機模式所建立之多屬性效用函數解釋能力尚可，大部分屬性均相當顯著，此結果表示利用敘述偏好數據建立多屬性效用函數確實可找出各屬性間的交互損益關係。在考慮同一決策者之決策具一致性，而不同決策者間具異質性之假設下所建立的可接受門檻或無異門檻模式均可大幅增加模式的解釋能力，由於大部分的屬性都有適用於部分決策者的可接受門檻或無異門檻，故對各屬性間的交互損益關係有相當大的影響。無異門檻模式的解釋能力優於可接受門檻模式。同時考慮兩種門檻的整合模式則大幅增加了模式的解釋能力，所有係數均相當顯著且符號正確，各屬性係數值間之交互損益關係也相當合理。本研究亦發現可接受門檻與無異門檻的校估互為獨立，並不會彼此影響，這也大幅減少了校估的困難。

本研究的結果顯示考慮了可接受門檻與無異門檻的多屬性效用模式在方案評選上有相當大的潛力，但本研究也發現了一些有待進一步研究的課題。首先，本研究由於面對多屬性的方案評選問題，在考慮受訪者填答容易的因素下，大部分屬性均僅出現在每一受訪者的兩至三個路網方案組合中。這可能造成無法得出部分受訪者在某些屬性上的門檻值。如何在多屬性的方案評選問題上，利用適當的實驗設計方法（例如路網方案組合中放入更多的屬性或更多的路網方案），使每一屬性的不同水準值均能出現在路網方案組合中，且不會造成受訪者的填答困難，值得進一步的研究。

其次，在最佳方案的評選上，本研究發現各屬性的無異門檻值均為該屬性水準值間的最大差距，此表示對某屬性有無異門檻的決策者並不重視該屬性，在計算路網方案的選擇機率時並未考慮該屬性。但若研究發現無異門檻值較屬性水準值間之最大差距為小時，在計算兩個以上路網方案之選擇機率時即須特別處理。因為此時可能出現甲乙兩方案間某屬

性之水準值並無差異(水準值之差小於無異門檻),乙丙兩方案間某屬性之水準值亦無差異,但甲丙兩方案間某屬性之水準值則有差異之矛盾現象。本研究假設決策者之目的在於評選出最佳的路網方案,故建議可採下述方法處理。首先在多個路網方案中任意選取兩方案,算出兩方案在考慮無異門檻下的個別選擇機率。再由此兩方案中選取選擇機率較高的方案與尚未選取的另一路網方案進行評選,如此不斷進行至評選出最佳方案為止。然後再以最佳方案為基準,算出各路網方案的被選機率。除上述方法外,有無其他更佳的方法可解決多方案無異門檻模式的選擇機率問題,有待進一步的研究。

第三,本研究假設決策者具異質性,即部分決策者對某屬性有門檻,部分決策者則對該屬性沒有門檻。基本上,這是將決策者區隔為兩個市場。若能將決策者區隔為多個市場(例如將決策者分為無門檻者、高門檻者、低門檻者),應更能反映決策者的決策行為。這種做法對模式的解釋能力、模式校估的演算法、與數據的要求之影響也相當值得進一步研究。

最後,本研究在替選方案組合水準值的設計時,並未直接採用實際路網方案的水準值,而係以其為參考數據重新設計水準值。此種做法的優點是水準值的組合較多,較能找出決策者的決策偏好與可能的門檻值。且在面對評估過程所產生的新替選方案時,可直接適用。其缺點則為替選方案組合並非實際的路網方案,可能影響決策者的決策偏好。何種評估情境較適合採用本研究的水準值設計方法,何種評估情境較適合採用實際路網方案的水準值,亦值得進一步的研究。

參考文獻

1. Mishan, E. J., *Cost-Benefit Analysis: An Informal Introduction*, 4th ed., Unwin Hyman, London, 1988.
2. Brent, R. J., *Applied Cost-Benefit Analysis*, Edward Elgar, Brookfield, 1996.
3. Gastaldi, M., Pradayrol, J. P., Quinet, E., and Rega, M., "Valuation of Environmental Externalities: From Theory to Decision-Making", *Transportation Planning and Technology*, Vol. 19, 1996, pp. 207-219.
4. Bennett, R. and Tranter, R., "The Dilemma Concerning Choice of Contingent Valuation Willingness-to-Pay Elicitation Format", *Journal of Environmental Planning and Management*, Vol. 41, 1998, pp. 253-257.
5. 林元興、劉文棚,「地下水資源價值之研究—條件評價法之應用」,臺灣土地金融季刊,第三十五卷,第三期,民國八十七年,頁 33-67。
6. Odeck, J., "Ranking of Regional Road Investment in Norway", *Transportation*, Vol. 23, 1996, pp. 123-140.
7. Souza, P. D., Everett, J., Gardner, B., and Culp, M., "Total Cost Analysis: An Alternative to Benefit-Cost Analysis in Evaluating Transportation Alternatives", *Transportation*, Vol. 24, 1997, pp. 107-123.

8. Souza, P. D., Cohen, H., Haling, D., and Hunt, J., "Using STEAM for Benefit-Cost Analysis of Transportation Alternatives", *Transportation Research Record*, No. 1649, 1998, pp. 63-71.
9. Hayashi, Y. and Morisugi, H., "International Comparison of Background Concept and Methodology of Transportation Project Appraisal", *Transport Policy*, Vol. 7, 2000, pp. 73-88.
10. Hwang, C. L. and Yoon, K., *Multiple Attribute Decision Making Methods and Application*, Springer-Verlag, New York, 1981.
11. Mollaghasemi, M. and Pet, E. J., *Making Multiple-Objective Decision*, IEEE Computer Society Press, California, 1997.
12. 鄧振源, **計畫評估—方法與應用**, 運籌規劃與管理研究中心, 民國九十一年。
13. Schlager, K., "The Rank Based Expected Value Method of Plan Evaluation", *Highway Research Record*, No. 238, 1968.
14. Hill, M., "A Goal Achievement Matrix for Evaluating Alternative Plans", *Journal of the American Institute of Planners*, Vol. 44, No. 1, 1968.
15. Roy, B., "Problems and Methods with Multiple Objective Functions", *Mathematical Programming*, Vol. 1, No. 2, 1971, pp. 239-266.
16. 馮正民、江俊良, 「計畫評估方法之評述」, **規劃學報**, 第十五期, 民國七十七年, 頁 65-86。
17. Schoemaker, P. J. H. and Waid, C., "An Experimental Comparison of Different Approaches to Determining Weights in Additive Utility Models", *Management Science*, Vol. 28, No. 2, 1982, pp. 182-196.
18. Zhu, S. H. and Anderson, N. H., "Self-Estimation of Weight Parameter in Multiattribute Analysis", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 48, 1991, pp. 36-54.
19. Saaty, T. L., "A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structure", *Journal of Mathematical Psychology*, Vol. 15, 1977, pp. 234-281.
20. Zahedi, F., "The Analytic Hierarchy Process—A Survey of the Method and Its Applications", *Interfaces*, Vol. 16, No. 4, 1986, pp. 96-108.
21. Fishburn, P. C., *Utility Theory for Decision Making*, John Wiley & Sons, New York, 1970.
22. 鄒克萬, 「屬性效用評估模式 (EBAU) 之發展」, **規劃學報**, 第十五期, 民國七十七年, 頁 117-134。
23. 鄧振源、曾國雄, 「多屬性效用理論之回顧及其在運輸投資規劃之應用」, **交通運輸**, 第十三期, 民國八十年, 頁 173-200。
24. Morisugi, H., Miyatake, N., and Katoh, A., "Measurement of Road User Benefits by Means of Multi-Attribute Utility Function", *Papers of the Regional Association*, Vol. 46, 1981, pp. 31-34.
25. Pearman, A. D., Mackie, P. J., May, A. D., and Simon, D., "The Use of Multicriteria Techniques to Rank Highway Investment Proposals", in: Lockett, A. G. and Idlei, G., (eds.) *Improving Decision Making in Organizations*, Springer-Verlag, London, 1989, pp. 157-165.
26. Keeney, R. L. and Raiffa, H., *Decision with Multiple Objectives: Preference and Value Trade Offs*, John Wiley & Sons, New York, 1976.

27. 曾國雄、蕭再安，「運輸路線選擇行為之研究—多屬性效用理論之應用」，*地理學研究*，第十二期，民國七十七年，頁 173-188。
28. Kroes, E. P. and Sheldon, R. J. 'Stated Preference Methods: An Introduction', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, 1988, pp. 11-25.
29. Hensher, D. A., 'Stated Preference Analysis of Travel Choice: The State of Practice', *Transportation*, Vol. 21, 1994, pp. 107-133.
30. Daniels, R. F. and Hensher, D. A., 'Valuation of Environmental Impacts of Transport Projects', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 34, No. 2, 2000, pp. 189-214.
31. Adamowicz, W., Swait, J., Louviere, J., and Williams, M., 'Perceptions Versus Objective Measures of Environmental Quality in Combined Revealed and Stated Preference Models of Environmental Valuation', *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 32, 1997, pp. 65-84.
32. Ben-Akiva, M. E. and Lerman, S. R., *Discrete Choice Analysis Theory and Application to Travel Demand*, The MIT Press, Cambridge, 1985.
33. Tversky, A., 'Elimination by Aspects: A Theory of Choice', *Psychological Review*, Vol. 79, No. 4, 1972, pp. 281-299.
34. Krishnan, K. S., 'Incorporating Thresholds of Indifference in Probabilistic Choice Models', *Management Science*, Vol. 23, No. 11, 1977, pp. 1224-1233.
35. Lioukas, S., 'Threshold and Transitivity in Stochastic Consumer Choice: A Multinomial Logit Analysis', *Management Science*, Vol. 30, 1984, pp. 110-122.
36. 段良雄、吳英亮，「不可補償性運具選擇模式之研究」，*運輸計劃季刊*，第十四卷，第二期，民國七十四年，頁 169-186。
37. Young, W. and Bertran, D., 'Attribute Thresholds and Logit Mode Choice Models', *Transportation Research Record*, Vol. 1037, 1985, pp. 153-170.
38. Young, W., 'The Role of Thresholds in Transport Choice', *Behavioural Research for Transport Policy*, VNU Science Press, Utrecht, The Netherlands, 1986, pp. 153-170.
39. 張新立、鍾志成，「屬性門檻多項羅吉特模式之研究」，*運輸計劃季刊*，第二十卷，第二期，民國八十年，頁 103-126。
40. 段良雄、張淳智、胡琬珮、劉怡慧，「運具選擇無異門檻模式」，*運輸計劃季刊*，第二十五卷，第四期，民國八十五年，頁 565-595。
41. Roy, B. and Vincke, P., 'Relational Systems of Preference with One or More Pseudo-Criteria: Some New Concepts and Results', *Management Science*, Vol. 30, 1984, pp. 1325-1335.
42. Brans, J. P. and Vincke, P., 'A Preference Ranking Organization Method, the PROMETHEE Method', *Management Science*, Vol. 31, 1985, pp. 647-656.
43. 臺灣省政府住宅及都市發展局，*台南都會區大眾捷運系統規劃報告*，民國八十二年。
44. 段良雄、劉慧燕，「敘述偏好設計之實驗設計與校估方法」，*運輸計劃季刊*，第二十五卷，第一期，民國八十五年，頁 1-44。

45. Kroes, E. P. and Sheldon, R. J., 'Stated Preference Methods: An Introduction', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, 1988, pp. 11-25.
46. Bradley, M., 'Realism and Adaptation in Designing Hypothetical Travel Choice Concepts', *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, 1988, pp. 121-137.
47. Fowkes, T. and Wardman, M., 'Non-Orthogonal Stated Preference Design', Proceedings of PTRC 21st Summer Annual Meeting, Seminar D, 1993, pp. 91-97.
48. Beggs, S. D. and Cardell, N. S., 'Choice of Smallest Car by Multi-Vehicle Households and the Demand for Electric Vehicles', *Transportation Research*, 14A, 1980, pp. 389-404.

附表 1 適用可接受門檻與無異門檻之受訪者分類

受訪者		可接受門檻		無異門檻	
序號	群體	個數	適用屬性	個數	適用屬性
1	學者	1	交通干擾	2	古蹟影響、地下程度
2	學者	1	古蹟影響	0	—
3	學者	2	承載旅客、古蹟影響	2	建造成本、營運成本
4	學者	0	—	0	—
5	學者	3	轉車比率、服務人口、反對人數	0	—
6	學者	0	—	2	建造成本、節省效益
7	學者	2	承載旅客、反對人數	1	建造成本
8	學者	2	承載旅客、地下程度	0	—
9	學者	2	建造成本、古蹟影響	6	節省效益、承載旅客、轉車比率、服務人口、噪音影響、交通干擾
10	學者	2	承載旅客、地下程度	3	建造成本、營運成本、節省效益
11	學者	0	—	2	節省效益、服務人口
12	學者	2	承載旅客、古蹟影響	0	—
13	學者	2	古蹟影響、地下程度	2	節省效益、承載旅客
14	學者	1	交通干擾	1	建造成本
15	學者	0	—	3	承載旅客、轉車比率、反對人數
16	學者	0	—	0	—
17	專家	1	建造成本	2	節省效益、服務人口
18	專家	2	服務人口、古蹟影響	1	反對人數
19	專家	2	建造成本、地下程度	3	節省效益、噪音影響、交通干擾
20	專家	2	承載旅客、服務人口	1	建造成本
21	專家	0	—	0	—
22	專家	0	—	4	轉車比率、噪音影響、交通干擾、反對人數
23	專家	1	轉車比率	0	—
24	專家	0	—	1	建造成本
25	專家	0	—	2	轉車比率、地下程度
26	專家	2	建造成本、交通干擾	2	建造成本、節省效益
27	專家	3	服務人口、古蹟影響、地下程度	1	營運成本
28	專家	1	古蹟影響	1	建造成本
29	專家	2	交通干擾、地下程度	1	節省效益

附表 1 適用可接受門檻與無異門檻之受訪者分類 (續 1)

受訪者		可接受門檻		無異門檻	
序號	群體	個數	適用屬性	個數	適用屬性
30	專家	1	承載旅客	2	建造成本、營運成本
31	市府	3	承載旅客、服務人口、地下程度	0	—
32	市府	1	交通干擾	1	建造成本
33	市府	0	—	3	轉車比率、古蹟影響、地下程度
34	市府	3	轉車比率、古蹟影響、交通干擾	1	建造成本
35	市府	0	—	1	地下程度
36	市府	3	承載旅客、交通干擾、地下程度	2	建造成本、營運成本
37	市府	0	—	3	建造成本、營運成本、節省效益
38	市府	3	承載旅客、轉車比率、服務人口	1	建造成本
39	市府	0	—	2	營運成本、節省效益
40	市府	1	承載旅客	2	建造成本、營運成本
41	市府	0	—	1	交通干擾
42	市府	0	—	0	—
43	市府	1	建造成本	3	節省效益、噪音影響、反對人數
44	市府	0	—	1	古蹟影響
45	市府	1	地下程度	2	營運成本、節省效益
46	市府	0	—	2	古蹟影響、地下程度
47	市府	1	建造成本	2	建造成本、節省效益
48	市府	0	—	9	節省效益、承載旅客、轉車比率、服務人口、噪音影響、古蹟影響、交通干擾、地下程度、反對人數
49	市府	3	承載旅客、古蹟影響、交通干擾	1	建造成本
50	市府	2	交通干擾、地下程度	3	營運成本、節省效益、轉車比率
51	市府	3	承載旅客、交通干擾、地下程度	1	營運成本
52	市府	1	承載旅客	2	營運成本、轉車比率
53	市府	1	服務人口	1	建造成本
54	市府	1	承載旅客	0	—
55	市府	2	地下程度、反對人數	3	建造成本、營運成本、轉車比率
56	市府	3	服務人口、交通干擾、地下程度	1	營運成本
57	市府	0	—	1	轉車比率
58	市府	1	建造成本	5	節省效益、古蹟影響、交通干擾、地下程度、反對人數
59	市府	0	—	3	古蹟影響、地下程度、反對人數
60	中央	2	承載旅客、交通干擾	0	—
61	中央	0	—	4	轉車比率、交通干擾、地下程度、反對人數
62	中央	0	—	1	服務人口
63	中央	1	轉車比率	2	節省效益、地下程度
64	中央	2	轉車比率、服務人口	1	建造成本
65	中央	1	轉車比率	1	建造成本
66	中央	2	建造成本、古蹟影響	2	建造成本、節省效益
67	中央	3	建造成本、古蹟影響、交通干擾	2	建造成本、節省效益
68	中央	2	建造成本、反對人數	2	節省效益、承載旅客

附表 1 適用可接受門檻與無異門檻之受訪者分類 (續 2)

受訪者		可接受門檻		無異門檻	
序號	群體	個數	適用屬性	個數	適用屬性
69	中央	0	—	4	營運成本、節省效益、噪音影響、反對人數
70	中央	0	—	1	節省效益
71	中央	2	服務人口、地下程度	3	噪音影響、交通干擾、反對人數
72	中央	1	地下程度	7	節省效益、承載旅客、轉車比率、服務人口、噪音影響、交通干擾、反對人數
73	中央	4	建造成本、轉車比率、服務人口、地下程度	1	建造成本
74	中央	0	—	4	服務人口、噪音影響、交通干擾、反對人數
75	中央	0	—	3	節省效益、承載旅客、反對人數
76	中央	0	—	2	營運成本、節省效益
77	中央	0	—	1	服務人口
78	中央	0	—	0	—
79	中央	2	建造成本、交通干擾	6	節省效益、承載旅客、轉車比率、服務人口、古蹟影響、地下程度
80	中央	0	—	1	建造成本
81	中央	1	承載旅客	2	建造成本、營運成本

註：受訪者人數 81 人。其中學者 16 人，專家 14 人，市府 29 人，中央 22 人。

- 同時適用於可接受門檻與無異門檻模式者有 43 人 (學者 7 人，專家 9 人，市府 16 人，中央 11 人)。
- 僅適用於可接受門檻模式者有 8 人 (學者 4 人，專家 1 人，市府 2 人，中央 1 人)。
- 僅適用於無異門檻模式者有 25 人 (學者 3 人，專家 3 人，市府 10 人，中央 9 人)。
- 不適用門檻模式者有 5 人 (學者 2 人，專家 1 人，市府 1 人，中央 1 人)。

