

國立交通大學

交通運輸研究所

碩 士 論 文

都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究

A Study on the Formulation of Priority Index
for Urban Rail Transportation

研 究 生：廖宏達

指導教授：黃台生 副教授

中 華 民 國 九 十 四 年 六 月

都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究

A Study on the Formulation of Priority Index
for Urban Rail Transportation

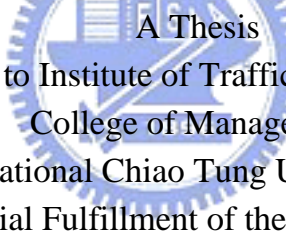
研 究 生：廖宏達

Student：Hon-Da Liao

指導教授：黃台生

Advisor：Tai-Sheng Huang

國立交通大學
交通運輸研究所
碩士論文



A Thesis
Submitted to Institute of Traffic & Transportation
College of Management
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master
in
Traffic & Transportation
June 2005
Taipei, Taiwan, Republic of China

中華民國九十四年六月

都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究

研究生：廖宏達

指導教授：黃台生

國立交通大學交通運輸研究所

摘要

台灣地狹人稠，都市之高密度發展為甚，因此需加強大眾運輸系統之發展。行政院經建會在每年度皆會根據該年度之政府軌道運輸類別之公共建設計畫邀請專家學者進行討論，對於該年度各計畫做出優先順序及經費調整之建議；而在進行計畫討論時，評選委員對各計畫實際內容與當地需求之了解可能極為有限，因此，評選委員如何在有限時間內作出判斷，決定各地都市軌道運輸計畫推動之優先順序，乃一重要之課題。

本研究經由文獻回顧與探討，分析歸納影響都市軌道運輸建設計畫優先性之準則；藉由專家問卷以了解決策人員對準則相對關係之看法以建構初步之優先性指標，並請決策人員對現有規劃推動之都市軌道運輸建設系統進行優先性評選，藉由方案排序結果進行優先性指標建構之修正，以求出一適合實際應用之都市軌道運輸系統優先性指標。

研究結果發現，經濟效益高、財務能力良好、環境影響衝擊小、當地民眾意願認同、配合相關重大建設計畫與促進區域均衡發展為影響計畫優先性之準則，而在指標之應用上，環境影響衝擊與民眾意願認同具有門檻意義，民眾對計畫推動之殷切程度、計畫配合相關重大建設與促進區域發展之表現對經濟效益有放大加成之效果；然在指標建立方面，本研究僅使用影響因素之代表變數建立指標，並未深入討論代表性變數與影響因素間之關係。本研究期能以此一優先性指標之建立，作為決策人員進行都市軌道運輸建設計畫優先性衡量之參考。

關鍵字：都市軌道運輸、捷運系統、經濟效益、指標

A Study of Urban Rail Transportation Project Priority Index

Student: Hon-Da Liao

Advisor: Tai-Sheng Huang

Institute of Traffic and Transportation
National Chaio Tung University

Abstract

Because of Taiwan is a high population density country, so it have to develop our mass transportation. Each year The Council for Economic Planning and Development (CEPD) would invite transportation scholars and experts to decide the priority of annual urban rail transportation projects and allocate budget on it. However, when making the decision, decision maker could hardly get through information of the projects and demand of the regions, therefore, how could decision maker make decion in finite time is an important issue.

This reserch analyze critera of urban rail transportation project priority affection by review reference; apply AHP questionnaire to realize the relative weight of criteria and the priority of several planning projects; use these results to construct a priority index to fit the consideration of decision makers.

According to this study, the priority criteria of urban rail transportation project are: high economic benefit, good financial ability, less environmetal impact, identification of local resident, good co-ordination of relative projects, and improve the balance of region development. Apply to index, environment impact and local resident identification are essential element; identification of local resident, good co-ordination of relative projects, and improve the balance of region development should amplify project's economic benefit; when establish the index, this research only use key variable of influence factor for the index but not discuss the relationship of the input variable and the influence factor. Hope this study could be a reference for decision makers.

Keywords: Urban rail transportation; Mass Rapi Transit; Economic benefit; index

誌 謝

依據我的認知，在翻閱論文時願意在誌謝上停留閱讀的人有三類：第一類是認識我的人，想看看我的誌謝上到底有沒有幫他記上一筆；第二類是在圖書館裡無所事事翻本論文來隨意看看的人；第三類是為了要寫誌謝所以只好拿起我的這本論文來當文獻回顧的人，我在寫誌謝的這當下手邊也是放了幾本別人的論文翻開誌謝來當參考。不曉得此刻正在看我誌謝的您，是屬於上述的哪一種？

在這北門對面三級古蹟加蓋樓層的交研所碩士班生涯中，首先即要謝謝恩師黃台生教授的指導。黃老師不僅在論文撰寫的過程中給予我最詳盡的指導與建議，使我具備一位碩士所需的思維；老師對事物的看法及思考、對人生的態度與處世的智慧，均一再的開闊了我的視野。這些觀念、思考邏輯與啟發的獲得使我受益無窮，也將是我未來在人生之路上待人處事時最重要的珍寶。在此要誠摯的對黃老師說一聲：謝謝您！

感謝淡江大學陳敦基教授與捷運公司蔡輝昇總經理在論文口試期間耐心的撥冗審閱及殷切指正，你們讓我的論文更為嚴謹，更重要的是更給了我許多思維的啟發與觀念的指正。在論文研討期間汪進財老師與藍武王老師的指導與要求，也在此致上最高的謝意。所上的馮正民老師、徐淵靜老師、黃承傳老師、許鉅秉老師與陳武正老師等對交通專業的指導、曾平毅老師的照顧，學生銘感五內。所辦洪小姐、柳小姐、計畫室何小姐、圖書館陳小姐與收發室邵先生等的互動，更讓我的研究所生涯充滿色彩。此外也特別感謝許瑛珖老師也在我最無助的時候給了我需要的關懷與鼓勵，我將會永記在心。

研究所求學期間承蒙博士班彥衡學長對論文研究的建議、碩士班忠政學長的日常關懷；小黃家族正斌、正仁、嘉文、宏杰與俐霜在桃園案與等待咪挺時發生的點點滴滴；同窗皓庭、力銘、榮顯、永祥、昆達、智偉、仁志等同學的互相扶持；坤霖兄在問卷上的幫忙以及拓

宇、宗弘及彥倫等學弟的協助，謝謝你們，你們帶給我的最美好的一段回憶。

感謝淡江鐵道同好會的竣世、小胖、poki、爪蛙及肉麵，總是在我遇至瓶頸的時候和我一起出去搭火車散心，偉家更是陪我實行每週登一小山運動健身的好伙伴；在台南奮鬥的世勳則是寫論文時互相打氣的對象與我偶爾想離開台北透透氣時最好的去處。大學同學邵儒總願意傾聽我的想法並提出一些中肯的建議，國祥在個人興趣上的交流；還有采風的好友們讓我見到人生的多采多姿。因為有你們，使我這幾年來的生命樂章更加豐富，謝謝你們。

最後，要謝謝我的家人。感謝不辭辛苦養育我的父母，沒有你們無私的付出，我不可能有一個無後顧之憂的求學環境；姊姊的支持與加油，也帶給我許多繼續前行的勇氣。

一件事情的完成，往往需要許多人、地、時、事的配合，因此我必須感謝所有的人。有些人上面沒有提到名字有可能只是我一時遺忘，不論有沒有寫進來，事實上你們都直接或間接的幫助了我，我都該大聲的說一聲：「謝謝你們」！

最後，也感謝把我的誌謝從頭看到尾的您。

廖宏達 謹誌

2005. 7. 12 於交研所四樓計中

目錄

中文摘要	i
英文摘要	ii
誌謝	iii
目錄	v
圖目錄	vii
表目錄	viii
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與動機	1
1.2 研究目的	1
1.3 研究範圍	2
1.4 研究架構	2
1.5 研究方法與流程	3
第二章 文獻回顧	5
2.1 衡量計畫本身績效之相關文獻	5
2.1.1 計畫之技術與系統可行性之文獻回顧	6
2.1.2 計畫之經濟效益與財務自償之文獻回顧	7
2.1.2.1 運輸系統之經濟效益	7
2.1.2.2 運輸系統之財務可行性	10
2.1.3 計畫之政策可行性	11
2.2 決策者衡量各計畫優先性之相關文獻	11
2.2.1 決策者進行計畫優先性考量之文獻回顧	11
2.2.2 區域均衡發展之內涵	13
2.3 多準則評估方法之文獻回顧	16
第三章 都市軌道建設計畫優先性之衡量	21
3.1 都市軌道運輸建設計畫內涵	21
3.2 都市軌道運輸建設經濟效益評估	26
3.2.1 都市軌道運輸建設計畫經濟效益之評估	27
3.2.2 都市軌道運輸建設計畫經濟效益與成本項目	29
3.2.3 都市軌道運輸建設計畫效益及成本之估算	30
3.3 都市軌道運輸建設計畫財務可行性評估	33
3.4 都市軌道運輸建設計畫環境影響評估	38
3.5 都市軌道運輸建設計畫公聽會及意見收集	40
3.6 都市軌道運輸建設計畫優先性考量準則	41
3.7 都市軌道運輸建設計畫優先性考量之相關問題	43

第四章 都市軌道運輸建設計畫優先性指標之擬定	44
4.1 經濟效益指標之擬定	45
4.2 財務可行性指標之擬定	49
4.3 環境影響指標之擬定	51
4.4 民眾意願指標之擬定	52
4.5 相關重大建設指標之擬定	54
4.6 促進區域均衡指標之擬定	55
第五章 都市軌道運輸建設計畫優先性指標之校核	56
5.1 都市軌道運輸建設計畫優先性指標相對關係之了解	56
5.2 各種指標型式之擬定	57
5.3 問卷設計	60
5.3.1 AHP 問卷設計	60
5.3.2 國內計畫興建軌道運輸系統之優先性調查問卷設計	63
5.4 問卷調查結果	63
5.4.1 問卷訪談對象	63
5.4.2 AHP 問卷調查結果	65
5.4.3 方案評選問卷調查結果	69
5.5 優先性指標之校估	71
5.5.1 方案排序之試算	71
5.5.2 民眾意願與配合相關重大建設指標值之尋優	77
第六章 結論與建議	83
6.1 結論	83
6.2 建議	85
參考文獻	86
附錄「都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究」AHP 專家問卷	89

圖目錄

圖 1-1 研究架構圖-----	3
圖 1-2 研究流程圖-----	4
圖 2-1 「前與後」與「有與無」之差異-----	8
圖 2-2 計畫推動時之現金流量關係-----	10
圖 2-3 層級結構圖-----	17
圖 2-4 層級結構圖之比較說明例-----	17
圖 2-3 移轉運量效益之估計-----	21
圖 2-4 客運移轉運量效益之估計-----	21
圖 2-5 層級結構圖-----	26
圖 2-6 層級結構圖之比較說明例-----	27
圖 5-1 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構-----	61



表目錄

表 2-1 大眾捷運法中與規劃作業相關之條文-----	5
表 2-2 名目尺度之權量值劃分表-----	18
表 2-3 隨機指標表-----	20
表 3-1 都市軌道系統特性-----	24
表 5-1 本研究問卷名目尺度之權量值劃分表-----	60
表 5-2 軌道運輸建設計畫優先性指標評估準則體系表-----	63
表 5-3 專家問卷調查份數分配表-----	64
表 5-4 受訪專家社會經濟背景表-----	64
表 5-5 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－高鐵局-----	65
表 5-6 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－學者-----	66
表 5-7 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－問卷總合-----	67
表 5-8 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－不同群組比較-----	69
表 5-9 都市軌道運輸建設計畫優先性權重－高鐵局-----	69
表 5-10 都市軌道運輸建設計畫優先性權重－學者-----	70
表 5-11 都市軌道運輸建設計畫優先性權重－總受訪者-----	70
表 5-12 各計畫之社經變數-----	72
表 5-13 各計畫之經濟效益指標-----	73
表 5-14 各計畫之財務可行性指標-----	73
表 5-15 各計畫之環境影響指標-----	74
表 5-16 各計畫之民眾意願指標-----	74
表 5-17 各計畫之配合相關重大建設計畫指標-----	75
表 5-18 各計畫之促進區域均衡指標-----	75
表 5-19 各方案指標之正規化值-----	76
表 5-20 各方案優先性指標值及排序-----	77
表 5-20 各方案之問卷排序與指標值排序-----	77
表 5-21 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優 第一階段-----	78
表 5-22 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優 第二階段-----	79
表 5-23 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優 第三階段-----	79
表 5-24 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優後 各方案優先性指標值及排序-----	81

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

台灣地狹人稠，都市之高密度發展為甚，因此需加強大眾運輸系統之發展。在過去，交通運輸建設一向以公路為主，而軌道運輸系統在近年來才開始逐漸受到重視。

行政院經建會在每年度皆根據該年度之政府公共建設計畫依公路、觀光、軌道運輸、航空及港埠等次類別邀請專家學者進行討論，除檢討當年度各次類別內之計畫執行情形外，亦對於該年度各先期作業做出優先順序及經費調整之建議。

而在進行此類別之計畫討論時，評選委員可掌握之資訊僅為各部門所提出之計畫名稱，各計畫之實際內容僅為簡略之說明。要在如此之背景下對各部門所提出之計畫做一優先順序之排序，僅以各委員對該地區之認知，輔以計畫本身所提供之初步資料，實在難以進行有把握之判斷。

本研究即在於利用一般可取得之社經指標，輔以各計畫路線及預估經費等之初步資料，建立出一評選各都市軌道運輸系統優先性之指標，以提供專家學者在對各計畫進行優先性評估時一判別工具。

1.2 研究目的

本研究之主要目的在於進行都市軌道運輸系統建設計畫優先性指標之擬定。在此目的之下，本研究將進行之課題如下：

1. 探討都市軌道系統建設計畫之評估項目
2. 探討都市軌道系統建設計畫各評估項目之影響因素
3. 探討能表達評估項目影響因素之指標
4. 藉由專家學者之意見調查，校核指標之權重與型式。

1.3 研究範圍

本研究考量之對象為各主管機關所辦理之都市軌道建設計畫，依據民國九十三年行政院所擬定之「新十大建設」五年五千億之計畫中之「北中南捷運」部分，扣除已實質動工之計畫，以以下之六項計畫為校核或比較之對象：

- (1) 台北都會區大眾捷運系統後續路網信義線建設計畫
- (2) 台北都會區大眾捷運系統後續路網松山線建設計畫
- (3) 民間參與台北捷運系統環狀線建設計畫（BOT 第一階段）
- (4) 中正國際機場聯外捷運系統建設計畫
- (5) 台中捷運優先路線（綠線）計畫
- (6) 高雄臨港輕軌系統 BOT 建設計畫

1.4 研究架構

本研究之研究架構，主要乃藉由對都市軌道運輸建設計畫內涵之了解與文獻回顧了解都市軌道運輸建設計畫可行性分析與計畫核定之考量項目與影響因素，進而構建計畫優先性指標；再利用專家學者對各項考量因素權重之意見，及研究案例優先順序之認定，進行指標權重與型式之校核，最後完成本論文之研究。

研究架構如圖 1-1 所示：

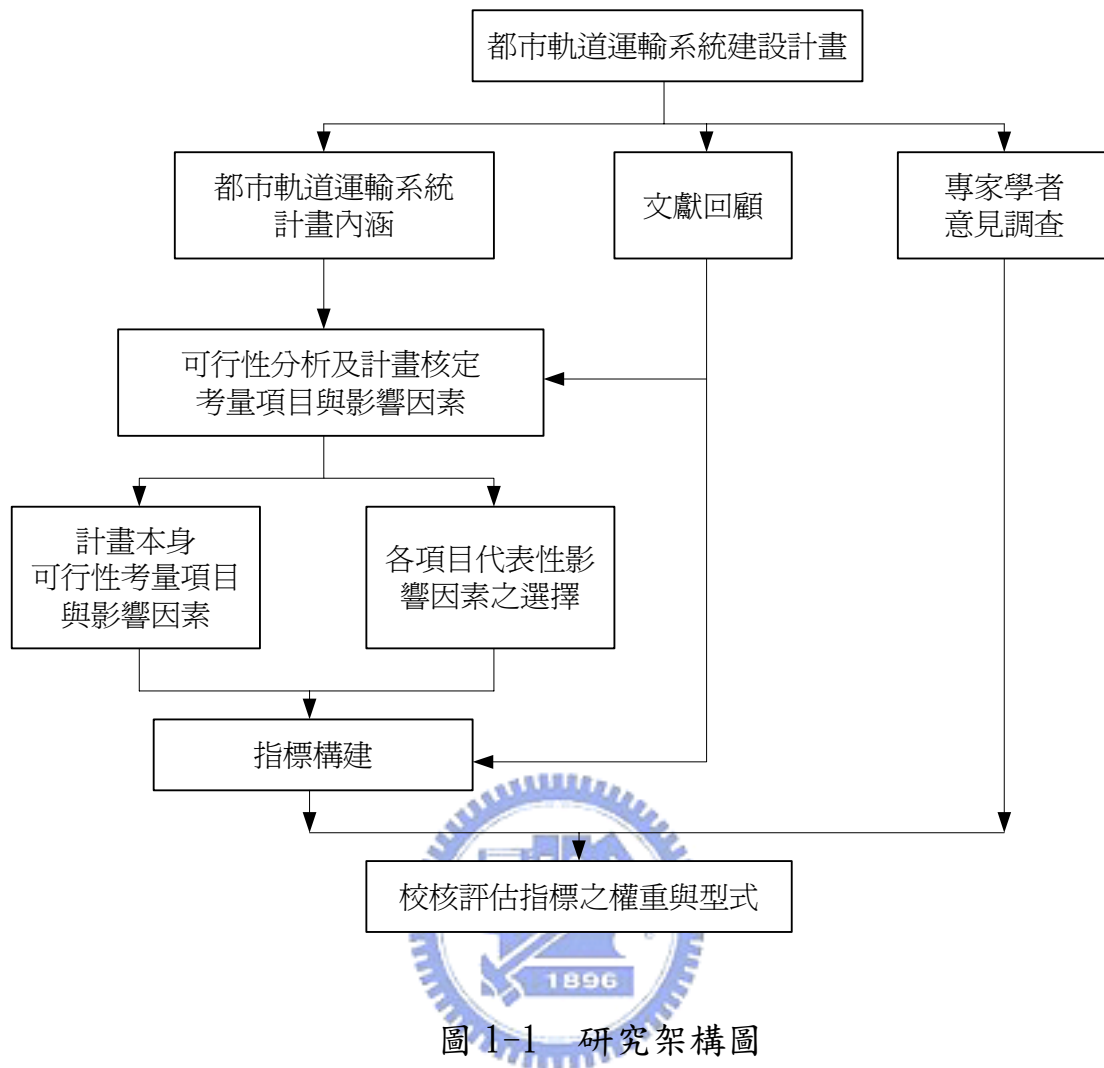


圖 1-1 研究架構圖

1.5 研究方法與流程

本研究首先以都市軌道運輸系統建設計畫可行性分析及計畫核定之考量因素推論表達計畫優先性之因素及其相互關係，並建構指標之可能型式；再利用專家學者對各影響因素權重及研究案例優先性之排序進行指標型式之校核，求出以專家學者權重及案例優先一致性最高者作為最適當之指標型式。研究流程如圖 1-2 所示。

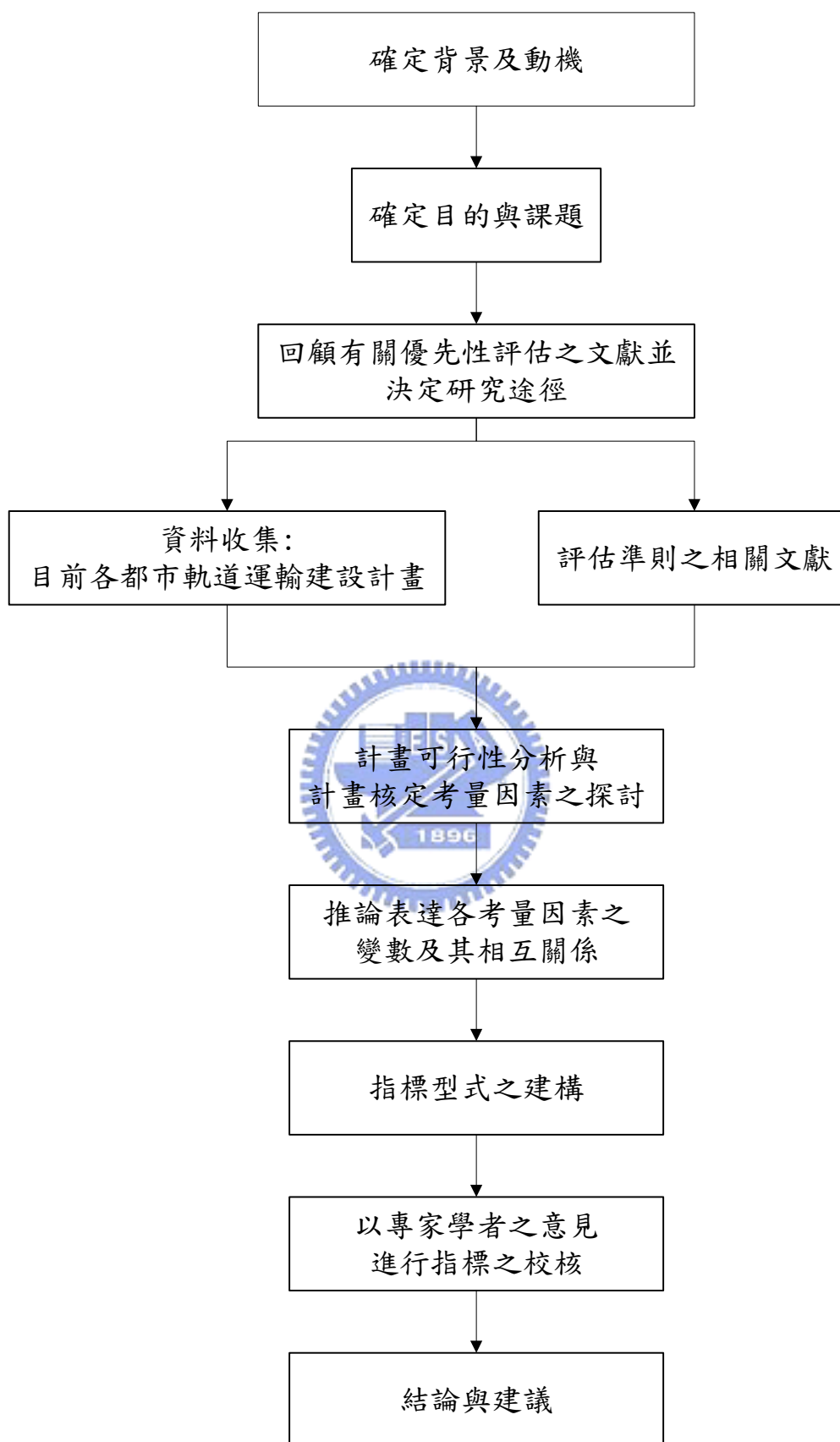


圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻回顧

本章將整理都市軌道建設計畫之規劃及既有計畫排序之相關文獻，了解在規劃都市軌道運輸建設及進行計畫排序中所需考量之面向及所使用之方法。在架構方面，先回顧有關於計畫推動本身優先性之衡量；其次進行決策者對其他類別中同性質交通計畫優先性衡量之文獻回顧；最後再對本研究所採用之計畫績效衡量方法進行說明。

2.1. 衡量計畫本身績效之相關文獻

為了解計畫優先性之意涵，需先了解可代表計畫本身重要性之因素為何。在本節中將藉由依據法規規定在進行都市軌道運輸建設計畫之規劃時所需考量之項目，從中整理出可代表都市軌道運輸建設計畫本身重要性之項目。

依據大眾捷運法第十二條之規定，大眾捷運系統規劃報告書，應中所需包含之內容如下：

表 2-1 大眾捷運法中與規劃作業相關之條文

第十二條	<p>大眾捷運系統規劃報告書，應由中央主管機關報請或核轉行政院核定，內容應包含左列事項：</p> <ol style="list-style-type: none">一、規劃目的及規劃目標年。二、運輸分析及預測。三、工程標準及技術可行性。四、經濟效益及財務評估。五、路網及場、站規劃。六、興建優先次序。七、財務計畫。八、環境影響說明書或環境影響評估報告書。九、土地取得方式及可行性評估。十、依第十條第二項規定召開公聽會之經過及徵求意見之處理結果。
------	--

	<p>十一、其他有關事項。</p> <p>民間自行規劃大眾捷運系統，前項規劃報告書應向地方主管機關提出經層報中央主管機關核轉行政院核定。</p>
--	--

資料來源：大眾捷運法

由以上大眾捷運法之規定觀察，可知一都市軌道運輸建設計畫之計畫書內容及工作重點即為進行計畫本身之可行性分析，而該計畫之經濟效益、財務評估結果可反映反映推動計畫後之成果及計畫本身之必要性。以地方政府或提出建設計畫之單位觀點所擬定之單一計畫，評估結果可反映該地區對計畫之需要性及迫切性，亦為提計畫之單位向中央爭取經費建設之主要依據。

下列三小節即對影響計畫本身之技術可行性、計畫本身經濟效益與財務評估與計畫本身之政策可行性之因素進行文獻回顧。

2.1.1 計畫之技術與系統可行性之文獻回顧

一般而言在進行都市軌道運輸建設計畫技術可行性之分析上，主要可以工程面及系統面進行評估及衡量。工程面上之評估，其工作項目主要為在路網方案研擬時，依據路線佈設形態及路網影響範圍內之地層狀況，依據減少對環境衝擊污染、易掌握工期之施工技術、以及可接受之工程經費（新竹都會區大眾捷運系統規劃，1997）等原則，選出適合之工法。

在系統面方面，都市軌道運輸建設計畫技術形式之選擇主要考量主要可分為社經運輸特性、運轉因素及其他因素（台南都會區大眾捷運系統規劃，1993），考慮系統容量、工程限制、操作方便性、技術成熟性及市場性、成本、環境相容性、系統提升彈性後（台南都會區大眾捷運系統規劃，1993；新竹都會區大眾捷運系統規劃，1997），自目前已有之各種系統技術型式，選出最適之系統作為建議之系統技術型式。

由於一般都市軌道運輸建設所採用之工程技術多為在國內外已相當成熟之工法，在工程可行性之決定上較無爭議，且工法之選擇為土木工程上相當專業之領域；系統面之選定在計畫評估上亦已廣為應用而無太多疑義，因此在本研究中，技術可行性並不為進行都市軌道運輸建設優先性指標建立時之主要考量。

2.1.2 計畫之經濟效益與財務自償之文獻回顧

在進行都市軌道運輸建設計畫之績效衡量時，主要考量為計畫在經濟效益與財務可行性上之表現。以下針對此兩部分進行回顧及整理。

2.1.2.1 運輸系統之經濟效益

趙捷謙（1977）認為，運輸系統之經濟效益中之各項成本及效益項目，可依其影響層面分為直接效果及間接效果，其各類影響如下：

一、直接效果

（一）資本成本及經常成本：

工程之成本包含建造成本、維修成本、行政費用及使用者成本（表示該工程進行當中使用該設施者所增加的成本）。

土地成本之支出通常視為歷史成本（Historical Cost），與資本成本無關，因資本成本所列者為資源當期使用（Immediate Use）之代價，但土地所示為土地使用代價（稱為租金）之資本化價值，因此在運輸設施的任一年所感受到的只有土地成本的一個百分率而已。

（二）行車成本：

行車成本之節省乃為運輸投資計畫之主要產品，在計算時，需使用「有與無」之方法來計算行車成本降低後之效益。「有與無」之方法乃與「前與後」方法相對。「前與後」法乃考慮在新設施未建立前行車成本多少，而建設後之行車成本又是多少；「有

與無」法則考慮有新設施時行車成本與無新設施時行車成本間之關係。與「有與無」之方法相比，利用「前與後」法會導致效益之嚴重低估。如下圖所示 ACDG 之面積為使用「前與後」法所估計之效益，而 ACDF 之面積為「有與無」法所估計之效益，前者低估之部分為 AGF。

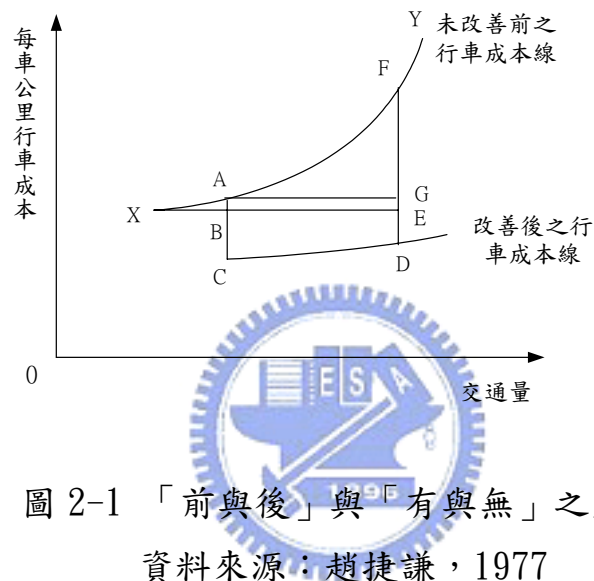


圖 2-1 「前與後」與「有與無」之差異
資料來源：趙捷謙，1977

行車成本包含燃料消耗、潤滑油、輪胎折耗、車輛維修，此四項為車輛行駛才發生之行車成本（Running Cost），另兩項為資本折耗（Capital Consumption）及工資（Wage）。

（三）時間價值

在時間價值部分，由傳統經濟理論之論點，工資率與時間價值呈正相關，而工資率又與平均家戶所得呈正相關，因此可得出時間價值與平均家戶所得呈正相關。

（四）肇事成本

肇事成本可分為：包含指若車禍不發生時，車主可以避免的

身體及財產的損傷及損失之貨幣價值之直接有形成本（Direct Tangible Costs）；如警察、保險及行政費用等對整個社會影響的間接成本（Indirect Costs to the Community as a Whole）；與如疼痛、受罪、非傷及失事之恐懼感等無形的社會成本（Intangible Social Costs）等。

二、間接效果

（一）對財產價值之影響

運輸設施之改善可提高到達某一地方之可及性，將影響該地區之土地價格。但財產價值之影響通常不列入運輸評估中，理由之一為財產價值為土地資本化之價值，已把運輸之直接成本及間接成本變動考慮進來，因此若把財產價值計入時，將發生運輸成本及效益之重複計算。

另一理由為，以財產價值之變動作為衡量淨效益的資本化價值乃為非常粗略的方法，因土地的自由市場價格在實際上不能應用，實際之土地價格受到供給方面之限制，如信用管制、所得稅之影響，另外為折現率不同，社會折現率與私人折現率有所不同，因此社會的財產評價常與私人之折現值有所不同。

（二）運輸需求之增加

運輸設施改善後會發生由其他路線或運輸方式轉移而來之轉移運量。

（三）乘數效果(Multiple Effect)及加速效果(Accelerator Effects)

乘數效果主要是研究一項投資對總需求所引發的影響，加速效果是研究消費與投資之間之關係。

就計畫評估而言，乘數及加數效果的重要性只有在次級消費（Secondary Consumption）引發一些次級消費者剩餘才有用，因

此只有在次級消費發生在資源未充分利用的地區，即市價不等於社會機會成本或不完全競爭的場合，才會發生次級消費者剩餘，在此情況下才需估計此類效果。

（四）環境影響之效果（Effects on the Ecology）

可預期的環境影響效果可在直接效果中加以計列，而推測性或難以估計之影響，經常放棄而不加以估計。

2.1.2.2 運輸系統之財務可行性

一般而言，常使用計畫本身之自償率作為衡量計畫本身財務可行性之依據。依據交通部所頒定之「政府對民間機構參與交通建設補貼利息或投資部分建設辦法」之第二條，將自償率定義為「自償能力係指營運評估年期內建設計畫與附屬事業各年現金淨流入現值總額，除以工程興建年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比值」。現金流入與流出之關係，如圖所示。

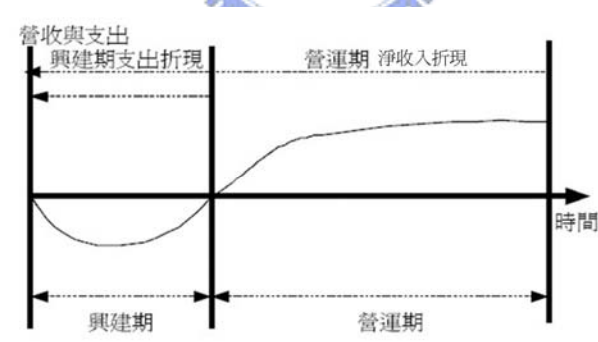


圖 2-2 計畫推動時之現金流量關係

當計畫之自償率大於 1 時，表示計畫於營運期之收入除可支付興建期及營運期成本外，尚有盈餘，故計畫在財務上具有完全自償能力；反之當自償率小於 1 時，表示計畫在財務上不具有完全自償能力。若自償率介於 0 與 1 之間，表示計畫僅有部分財務自償能力，自償率

為負，即營運收支平衡亦不可保，計畫即不具財務可行性。

2.1.3 計畫之政策可行性

政策可行性之部分，主要之重點為環境影響評估之進行及公聽會之召開。都市軌道運輸建設之環境影響評估依據為經由三次修正，目前最新之版本為民國 92 年 01 月 08 日所修訂而成環境影響評估法。依據環境影響評估法之規定，開發單位應將勘察現場紀錄、公聽會紀錄及評估書初稿送請主管機關審查，主管機關應於六十日內作成審查結論，經認可通過後才可進行其開發行為。

而依據環境影響評估法及大眾捷運法之規定，在進行都市軌道運輸建設計畫時，需參酌主管機關、目的事業主管機關、有關機關、學者、專家、團體及當地居民所提意見（環境影響評估法第十一條）及召開公聽會（大眾捷運法第十條第二項），以公開徵求意見並進行處理。

2.2 決策者衡量各計畫優先性之相關文獻

計畫本身之經濟效益與財務可行性為計畫本身之表現，然上位之決策者在進行優先性評比中往往除計畫本身之表現為仍須考量其他因素，因此本節將對以往決策者考量各計畫優先性之部分進行探討；此外，由於近年來促進區域均衡已成推動公共建設之一大考量因素，因此本部分將會對區域均衡之定義進行文獻回顧。

2.2.1 決策者進行計畫優先性考量之文獻回顧

有關公部門在一定資源情形之下對所推動之公共建設排序及經費分配之文獻部分，李信佑（2003）針對宜蘭縣公路建設計畫排序之研擬，依據宜蘭縣綜合發展計畫歸納分析宜蘭縣之產業、經濟、環境及交通的現況及未來發展，根據宜蘭縣之特性，研擬出評定宜蘭縣公路新建及改善之優先順序之目標、標的及準則之架構。其目標體系，以「促進宜蘭產業經濟觀光之發展」、「創造優質交通運輸系統」及

「提升建設之順利執行」作為其評估系統之三大目標。其中在「促進宜蘭產業經濟觀光之發展」之目標中以「道路建設方案之服務範圍」、「配合產業、經濟之發展」與「配合觀光之發展」作為考量標的；在「創造優質交通運輸系統」之目標中以「提升道路服務水準」、「增進宜蘭縣路網整合發展構想」、及「增進宜蘭縣各鄉鎮之可及性」作為考量標的；在「提升建設之順利執行」目標中以「計畫之建設經費」、「用地費與工程費之比較」、「符合地方民意之需求」及「與環境之相容」作為考量之標的。在訂定目標體系後，以 AHP 及 Delphi 法問卷調查方法求出各評估準則之權重，再運用簡單加權法計算各計畫建設方案之總得分，依此排定初步之優先順序後利用群落分析法列出建議。

在內政部營建署於民國九十一年所進行之生活圈道路系統建設計畫修正機制之研究中，為求建立一個合理、可行的補助方式與機制，以縮短計畫修正與核定之時程，使國家財政資源做最有效的運用，並建立出計畫項目優先順序之評估模式，在此課題下，訂定出「促進生活圈發展，達成生活圈劃設之發展構想」、「創造優質的交通運輸系統」、「提昇建設之順利執行」為生活圈道路系統建設計畫之補助分配機制之目標。其中在「促進生活圈發展，達成生活圈劃設之發展構想」目標下以「道路建設方案之服務範圍」、「與重要交通集結點之聯繫」與「配合大眾運輸系統及智慧運輸系統(ITS)之發展」作為衡量之標的；在「創造優質的交通運輸系統」目標下以「提升道路的服務水準」、「增進生活圈路網整合發展構想」與「增加達成生活圈道路系統之目標」作為衡量標的；在「提昇建設之順利執行」中以「計畫之建設經費」、「用地取得之困難度」、「符合地方民意之需求」與「與環境之相容」作為衡量之標的。

交通部運輸研究所於民國九十二年所進行之鐵路立體化建設推動優先順序之研究中，以「促進都市發展」、「改善都市交通」、「改善環境品質」、「財務可行性」及「工程可行性」做為評估現有各都市鐵路立體化方案之排序考量。在「促進都市發展」標的下之考量準

則為「都市空間阻隔減少」、「沿線土地使用價值與效率增加」、「都市發展用地增加」；在「改善都市交通」標的下之準則為「旅行成本節省」、「平交道延滯減少」、「平交道安全改善」、「運輸系統整合與協調」；在「改善環境品質」標的下之準則為「都市景觀美感改善」、「居民隱私權改善」、「空氣污染改善」、「噪音、振動改善」；在「財務可行性」標的下之準則為「鐵路營運衝擊」、「場站聯合開發收益」與「建造與土地取得成本」；在「工程可行性」標的下之準則為「施工所需時間」與「工程建造困難度」。

與上述衡量公路建設計畫優先性之目標體系相比，都市軌道運輸建設計畫在優先性考量之主要部分除計畫之經濟效益、符合地方民意需求及與環境之相容外，尚需衡量計畫推動後之財務營運表現，以及計畫推動後對區域均衡之影響。都市軌道運輸建設財務衡量亦即 2.1 節中財務可行性之介紹，本節將繼續對區域均衡之部分進行說明。

2.2.2 區域均衡發展之內涵

在提及促進區域均衡發展，需先了解區域之定義。Anthoy (1979) 認為，在經濟地理學中，區域為人類經濟活動所占據的空間範圍。在進行具體的區域經濟問題研究時，區域為一具有明確的地理界線的經濟空間活動範圍，同時具有明顯的要素稟賦、經濟活動、範圍大小的特徵。

馮正民 (1995) 指出，在區域發展的概念之下，區域為一種空間尺度的代稱，並無絕對之規模大小，而是一種相對於都市 (Urban)、國家 (Nation) 間之空間意義。而區域的劃定，其大小完全依研究目標及問題性質而定 (于宗先，1986)

而在經濟地理學中，區域的內涵如下 (戴安蕙，2002)：

1. 區域的本質就是「空間」，而此空間是經濟活動賴以活動的依託。
2. 區域有大小之分，有層次或等級的不同，如台中區域或北美洲區。

3. 區域有自己的結構及功能。區域的結構主要有空間結構及經濟結構。區域的功能，對內表現為組織區域內的資源配置和經濟活動，對外表現為國民經濟系統中的一個重要組成部分，在國民經濟系統的運行中扮演某個角色。
4. 區域可分為同質（均質）區域（uniform, homogeneous, region）、集結區域（nodal region）；前者是依據某一自然或人文要素，將鄰近相同或相近地區結合而劃分的區域；後者是依據經濟活動的內在功能聯繫強弱程度而劃分的區域，例如台中地區即是根據與台中市互動較為頻繁的鄰近地區結合而劃分之區域。

由區域計畫法第3條之內容：「本法所稱區域計畫，係指基於地理、人口、資源、經濟活動等相互依賴及共同利益關係，而制定之區域發展計畫。」可知區域為基於地理、人口、資源、經濟活動等相互依賴及共同利益關係而形成之地理架構。

根據以上之定義，可知區域為一空間尺度中，基於地理、人口、資源、經濟活動之互動而結合而成之空間結構。依據相互依賴程度的不同，而具有不同層級之區域定義，而各層級之區域在其空間範圍中必能滿足某程度或某種機能的自足。

以交通運輸系統對區域發展之影響來看，交通運輸與區域發展之關係，為一種互動的「雞蛋關係」（Chicken-and-Egg Relationship）。一方面交通運輸系統之改善會增加運輸服務地區之交通可及性，因而促成空間競爭的相對優勢與劣勢，這種空間競爭的優劣勢會引起人口與產業的重分佈（Redistribution），進而促進土地使用發展形態的改變。交通運輸對區域發展的影響，並非產生劑而是「催化劑」，不會自動產生區域發展的改變，但會促進其改變（馮正民，1995）。

運輸與區域發展之間有密切的關係，人口及產業數量及區位分佈決定運輸之需求，而區位之機能則藉運輸的服務而得以完成，故運輸

系統之發展與區域之發展應互相配合（姜渝生，1995）。而由於運輸建設為地方發展的必要條件（王英泰，1997），交通建設的興闢具有改變區域結構的潛力，同時亦是引導區域發展先驅，並對都市之發展型態產生直接的影響（賴廷彰，1991）。運因此，交通建設對產業生產投入要素帶來的技術革新效果，應可視為產業結構變動以及區域發展相對優勢的潛在驅動力（林建元，1999）。

我國自 1970 年代以後，隨著經濟的發展與成長，城鄉之間的差距因此而逐漸擴大，為能解決國土發展中的集中化失衡趨勢，因而開始強調空間政策上「區域均衡」之重要性。（馬久惠，2000）

區域均衡在計畫理論上主要是以「經濟計畫」及「區域政策」作為其骨幹，而以「區域計畫」及「國土規劃」作為空間政策上之策略，在這樣的思考模式之下，國家可以透過對特定之地區進行差別性或選擇性之建設方案，以平衡不同區域間的經濟落差（馬久惠，2000），以帶動特定地區的經濟發展達成區域均衡的目標（蔡明哲，1981）。

因此，區域均衡主要即在於透過區域經濟的概念，發達資本主義的經濟成長，以透過區域經濟的政策引導而帶動特定地區的發展。而除需對特定地區進行差別性及選擇性之計畫方案外，尚需以規劃城鄉發展、教育資源分配及社會生態之角度來進行考量（馬久惠，2000），因區域背景、特性、區位等綜合考量，據以研擬各區域發展策略，透過良好的建設投入時序安排以謀求各區域之全面發展，使原本的區域發展差距能合理而自然的縮小（洪雙臨，1992）才能真正達成區域均衡之目標。

羅啓宏（1991）指出，均衡地方（區域）發展的真義，不是在於追求每個區域均有相同的所得或公共設施服務水準，或有相同的產業發展與就業機會，而是在於針對各區域的發展條件與潛力，予以適當的開發利用，使其能有充分發展機會，並藉各項公共設施的提供，以滿足居民的需求並進而縮小各區域間生活品質的差距。

因此可知，區域均衡之目的即為「促進土地及天然資源之保育利用，人口及產業活動之合理分布，以加速並健全經濟發展，改善生活

環境，增進公共福利」，藉由資源、人口、產業之合理分配，避免上述三者少數地區之過度集中，尋求各區域依其適合之特性發展，以縮小各區域間生活品質及每人所得之差距。

2.3 多準則評估方法之文獻回顧

由前述之文獻回顧中可知，在進行優先性評估時常需依據評估對象之特性，訂定出反映推動優先性之目標體系，再依據該目標體系配合多準則評估方法釐清各影響優先性因素之相對權重關係，訂立出完整之優先性評估方法。

一般而言在進行多準則評估時，常用之評估方法為分析階層程序法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)。AHP 法在 1971 年由 Thomas L. Saaty 所發展出來，適用於處理質化資訊之評估問題。在面對複雜之問題時，常有許多交互影響之因素，決策者必須去評估及決定各因素相對之重要性，而分析階層程序法將複雜的問題由高層次往低層次進行逐步分解，並運用成對比較之概念，建立因素間相對之權重關係，以條理化解決複雜之決策問題。AHP 法之作業程序主要包括下列六個步驟，分別進行說明如下：

1. 建立層級關係

先將一個複雜之評比問題分成數個層級；包含解決問題的目標 (goal)、如何達成目標的標的 (objective)、衡量標的達成程度之準則 (criteria) 及擬考慮之方案 (alternative)。下圖為一層及結構之例；其中之 O_1 及 O_2 為兩個標的在目標下之權重，其和為 1； C_1 及 C_2 為標的一之兩個準則權重，其和為 1； C_3 、 C_4 及 C_5 為標的二之三個準則權重，其和為 1； X_{1k} 及 X_{2k} 為兩個方案 (A_1 及 A_2) 在準則 k ($k=1\sim5$) 上的表現優劣程度，對每個 k 而言，二者之和為 1。

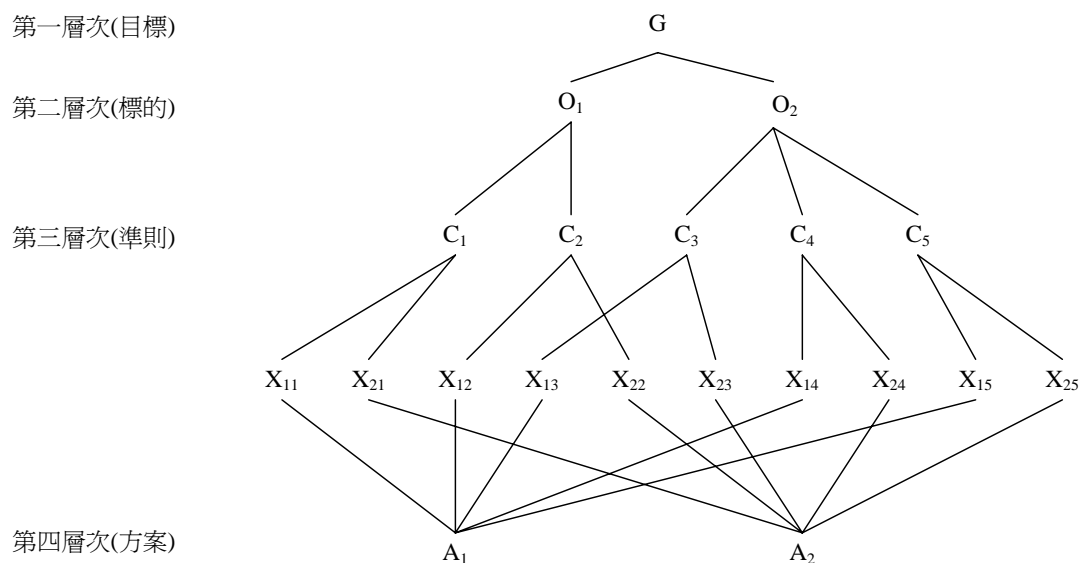


圖 2-3 層級結構圖

資料來源：馮正民、林楨家，2000，都市及區域分析方法

2. 建立各層級之成對比較矩陣

某一層級的要素，以上一層級某一要素作為評估基準下，進行要素間的成對比較。以上圖為例，它包括了如下圖之 8 個單元。

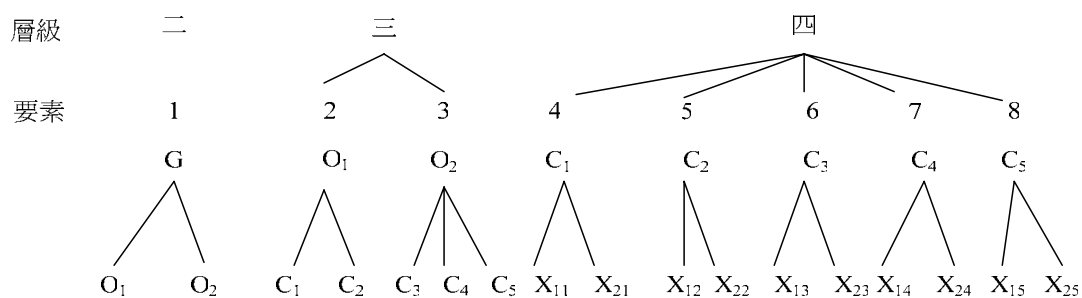


圖 2-4 層級結構圖之比較說明例

資料來源：馮正民、林楨家，2000，都市及區域分析方法

成對比較為以名目尺度 (nominal scale) 分為數個尺度進行量化，Saaty 建議優勢比較名目尺度可劃分為等強 (equal string)、稍強 (weak strong)、強 (strong)、極強 (very strong)、絕強 (absolute strong)，以及上述五個尺度間之四個折衷水準，評點由 1 到 9 之整數依序遞增。反之劣勢比較亦可比照劃分為九個尺度，分別給予 1~1/9 之權重值，如下表所示。

表 2-2 名目尺度之權量值劃分表

尺度	等強	等強與 稍強間	稍強	稍強與 強間	強	強與極 強間	極強	極強與 稍絕間	絕強
權量值	1	2	3	4	5	6	7	8	9

尺度	等弱	等弱與 稍弱間	稍弱	稍弱與 弱間	弱	弱與極 弱間	極弱	極弱與 稍弱間	絕弱
權量值	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9

當有 n 個要素時，即需進行 $n(n-1)/2$ 個成對比較。將 n 個要素比較結果的衡量置於成對比較矩陣 A 的上三角形部分（主對角線為要素自身的比較，故均為 1），而下三角形的部分的數值為上三角形部分相對位置數值之倒數，即 $a_{ji}=1/a_{ij}$ 。

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

3. 求解各層級之權重

成對比較矩陣得到後，即可求取各層要素的權重。使用數值分析中常用之特徵值 (Eigenvalue) 解法，找出特徵向量或稱優勢向

量 (Priority Vector)。

4. 檢定其一致性

當成對比較矩陣 A 為正倒值矩陣時，要求決策者在進行成對比較時能達到前後一貫性是相當困難的，因此而要一致性檢定做成一致性指標 (Consistency Index, C. I.)，檢查決策者回答所構成的成對比較矩陣是否為一致性矩陣。一致性指標的提出主要是告訴決策者在評估過程中所做的判斷合理程度為何，是否有不太一致或矛盾現象，以便及時修正避免造成不良之決策。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

式中 λ_{\max} = 最大特徵值

n = 矩陣的階數



當 C. I. = 0 時，表示前後判斷具完全一致性；而 C. I. > 0 則表示前後判斷不連貫，故 Saaty 建議 C. I. ≤ 0.1 為可容許的偏誤。

一致性的檢定除用於評量決策者之判斷外尚可用於整個層級架構。由於各層級間之要性不同，所以要測試整個層級架構是否具一致性。AHP 利用一致性比率 (Consistency Ratio, C. R.) 來衡量比較矩陣的一致性。

一致性比率 (C. R.) 為一致性指標 (C. I.) 與隨機指標 (Random Index, R. I.) 之比值，如下式所示：

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

其中 C. R. = 一致性比率

C. I. = 一致性指標

R. I. = 隨機指標

此外隨機指標 (R. I.) 可由隨機指標表查得，如下表。

表 2-3 隨機指標表

階 數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.58

5. 計算整體層級權重

在通過一致性檢定後，可求得各層級要素之相對權重，並可以此為基礎由高層級至低層級之順序推算出整體層級權重。

6. 計算各方案之優勢比重值

經過一致性檢定通過後，即可依各替代方案在各層級要素間之表現搭配各層級之權重進行計算，決定最終目標之最適方案。



第三章 都市軌道建設計畫優先性之衡量

本章之目的在於藉由了解計畫本身之內涵、特點及各項評估方式，以從中了解影響都市軌道運輸建設計畫各項特性之因素，進而找出影響計畫優先性之準則。

3.1 都市軌道運輸建設計畫內涵

依據第二章對大眾捷運法之文獻回顧中，一份都市軌道運輸建設計畫，在執行工作上需包含以下工作項目：

一、路網及場、站規劃

本項之內容在於確定路網型態、路線分佈、路線型式、機廠、車站位置等硬體項目。

在同一都市軌道建設計畫中，往往因財政因素、技術能力及執行困難度，無法一次執行完整之軌道建設計畫路網，故需對路網進行分期規劃及建設，方能為達成計畫目標而兼顧可行性之權宜措施。在進行路網分期時，所需考量之因素及依據如下，能滿足下列條件之路線為優先建設之路線：

1. 包含主機廠
2. 滿足路網營運連續性
3. 相鄰其他重大建設
4. 較高之成本效益

其中第1項為必要條件，其他路線則視其餘項目之綜合評估績效之高低進行路線或路網規模之排序。

二、技術型式

不同的技術型式適合不同的環境及需求，具有不同的營運特性，對於建設成本及營運成本上也有差別。由於技術型式對於土建構造成有相當程度之影響，因此不同之技術型式同樣會造成不同之土建成本。

在發展大眾捷運系統之可考量技術形式，依其不同大致上

可分為通勤鐵路、都會捷運系統及輕軌運輸系統三類。以下分別對此三種型式進行簡述。

1. 通勤鐵路

通勤鐵路之主要服務對象為往來於衛星市鎮與都會區的短距離乘客。通常採用鐵路系統之營運管理方法，在市區商業中心僅有一、二個車站。通勤鐵路每節車廂約為 25 公尺，列車以 4~10 節為一列運行，由於站距長達 2.7~5.1 公里，因此最大速率可至 90~140kph，平均營運速度可至 33.8~72.4kph。

通勤鐵路通常運轉於鐵路幹道的地面專有路權上，每小時單向運量在 20000 至 60000 人次，其旅次之分佈可能具高尖峰小時運量及乘客具方向性之特質。

2. 都會捷運系統

都會捷運系統為以地下、高架或地面方式，採用專用路權行駛之軌道運輸系統。由於捷運系統行駛於專屬路權，並具較高之行駛速度，因此都會捷運系統可提供高效率、高容量、高準點率、高安全性、易於上下等特性。

在都會捷運系統中，依其硬體特性不同又可分為鋼軌鋼輪系統及自動導軌系統，分述如下：

鋼軌鋼輪系統：傳統之鋼軌鋼輪系統經過上百年來的技術演進，已經可以針對不同之需求而發展出適合該環境之軌道系統。運用於都會捷運系統之軌道系統，通常以立體交叉方式設計以避免平面交叉所造成之安全問題。

都會捷運系統車輛尺寸通常介於 16 至 25 公尺之間，高度自 3.2 公尺至 4.3 公尺間，寬度自 2.4 公尺至 3.2 公尺。列車車廂數可由單節營運至 10 節營運，一般而言以 4 至 8 節為一列車營運居多。列車容量視車廂數及車內配置之不同，為 260 至 2090 人間，因都會捷運系統之車站站距通常為 0.7~3.4 公里，在站距不大的情形之下，系統之最大速率約在 75~130kph，平均營運速率為 25.4~59.5kph 間。

3. 自動導軌系統

自動導軌系統 (Automated Guideway Transit System, AGT) 一般指以無人駕駛之車輛在專用路權，以自動化控制之運輸系統。自動導軌系統係為針對鋼軌鋼輪系統之缺點及興建需求而生之系統。自動導軌系統具有低造價、低工期、易於適應地形、低人事成本等優點，然而和鋼軌鋼輪系統相比亦具運量較小、專利系統等缺點。

4. 輕軌運輸系統

輕軌運輸系統 (Light Rail Transit, LRT) 是一種介於公車及重軌鐵路之間的中運量運輸系統 (3)。本系統可以 A 型、B 型或 C 型路權佈設，列車以 1~4 節編組，一列車可搭載 350~640 人左右，由於站距短，約為 0.46 至 1.7 公里間，因此最高速率及營運速率皆較其它二者為低，分別為 70~85kph 及 12.9~13.9kph。



表 3-1 都市軌道系統特性

特性	都會捷運系統	輕軌運輸系統	區域鐵路
路軌	立體交叉	與道路混合或 立體交叉	兩側地面上， 具有安全措施
車廂長 (m)	16~25	22	25
車廂高 (m)	3.2~4.3	3.3	3.9~4.3
車廂寬 (m)	2.4~3.2	2.7	3.0~3.2
路權寬度 (雙軌) (m)	11.3	9.0	20
列車車廂數	1~10	1~4	4~10
列車容量 (人)	260~2090	350~640	750~1000
最大速率 (公里/ 小時)	75~130	70~85	90~140
平均營運速率 (公里/小時)	25.4~59.5	12.9~38.6	33.8~72.4
最短列車班距 (分鐘)	1.5	1.0	3.0
車站間距 (公里)	0.7~3.4	0.46~1.7	2.7~5.1
載客量 (人次/ 小時)	15000~60000	3000~18000	20000~60000
每日運量 (美國系統平均 值)	220000	27000	40000

資料來源：台中都會區大眾捷運系統規劃，台灣省政府住宅及都市發展局

三、土地取得方式

在都市軌道運輸建設計畫中，土地亦為成本項中一相當大之支出，鑑於土地價格日益升高，為使土地取得成本得以降低，並在相同土地面積上進行更具效率及多功能之運用，可視情形對沿線之土地進行區段徵收及聯合開發之運用。

四、財務計畫

都市軌道建設計畫為一重大公共建設計畫，所需之建設經費亦相當龐大，不論是成本項之興建成本、營運成本或收入項之營業收入及業外收入，均需有一套完善之規劃。

由於目前政府面臨財政較為吃緊，交通建設支出與其他項目之預算產生排擠效應，因此藉由引進民間對重大公共建設投資之BOT模式已成另一可供考慮之方向，而在BOT之財務計畫中，聯合開發及特定區開發為財務計畫中相當重要之一環。

五、路網及路線之興建優先次序

在同一路網中，往往因運量需求不同或財務來源有限，為使計畫及早推動以達成規劃目標，需對路網或路線擬定分期建設計畫。在分期建設計畫中，通常及行經主要走廊及主機廠之路線或路段為優先推動之路網或路線。

上述為五項都市軌道建設計畫之實質項目，而為了評定都市軌道建設計畫之重要性及可及性，在規劃工作中需有以下之工作項目：

一、經濟效益評估

本評估之目的為將公共投資計畫所引發之成本及效益自整體社會之觀點加以比較，以評定投資計畫之可行性及不同投資方案之優劣。

二、財務可行性評估

本評估在於針對都市軌道建設計畫中之財務計畫進行審核及可行性分析，評估本計畫之財務成本及財務收益中之資金需求、預估收入、現金流量等項目是否合理，自償率是否達到一可接受之標準。

三、環境影響評估

本評估用於探討都市軌道系統對其沿線環境(含噪音、景觀、古蹟及交通干擾等)造成大小不等、暫時性或永久性之負面衝擊及影響。

四、公聽會之召開及意見之蒐集

都市軌道建設計畫不能僅是地方政府、中央政府及投資者之考量評估即可決定是否推動及如何推動，應舉行公聽會，邀請當地民眾以及學者專家，以了解各方意見，當地民眾之支持程度以及對計畫之立場。

經過前述之效益評估，方能對都市軌道計畫之作出優先性排序之工作。以下將對於前述之分項作更進一步之說明。

3.2 都市軌道運輸建設經濟效益評估

在都市軌道運輸建設計畫中，其計畫本身之經濟效益為計畫擬定及進行經濟效益評估時之重要項目。在此一部分之主要工件即為檢視資源投入與產出效益之間之關係。

在進行經濟效益評估時，所考量之兩大方向為產生之經濟效益及投入之經濟成本。經濟效益係指該計畫所產出之效果，在此之下包含直接效益及間接效益。直接效益之定義為該計畫所促使之財貨或勞務之增加、資源消耗之節省及生產成本之降低；間接效益則為該計畫所衍生或導生，對其他部門或地區產生之利益。

經濟成本為該計畫中之投入，在此之下包含直接成本及次級成本。直接成本可定義為為建立、維護和經營公共投資計畫所必須支付的財貨和勞務價值；間接成本則為該計畫所衍生或導生之成本，為實行該計畫所附帶產生的一切成本（王慶瑞，2001）。

因此，以經濟學之觀點，在進行經濟效益之考量時即為檢視推動計畫時可獲得之機會成本（opportunity cost）。效益愈高之計畫表示投資時機會成本愈高。而在都市軌道運輸系統重要性之評估考量之

角度而言，該計畫之效益及成本往往是影響其重要性及優先性之主要參考因子之一。效益愈高、成本愈低之計畫，亦表示該計畫之機會成本愈高，愈容易在方案評選中獲得決策者之青睞。

都市軌道運輸系統具有提高地區可及性、可同時大量運送、高安全性、低污染、促進地區均衡等效益，然而也具有高成本、長工期、景觀影響等成本因素。關於都市軌道建設計畫之效益及成本項目類別，將於本節中整理列出。

3.2.1 都市軌道運輸建設計畫經濟效益之評估

經濟效益評估之主要目的在於了解量化之後之經濟效益關係，藉以社會總體面之角度，進而檢視推動該計畫是否具效益性。以本研究在都市軌道建設計畫經濟可行性之影響因素中之整理，都市軌道運輸計畫中之經濟效益評估中，建造成本及社會成本為成本項；使用者、非使用者效益為計畫之效益項目。在了解其成本及效益項目後，將其可量化之部分進行其加總整理再進行評估。

一般而言經濟效益評估方法可分為成本效果分析法 (Cost-Effectiveness Analysis) 及成本效益分析法 (Cost-Benefit Analysis) 兩種。成本效果分析法為針對將各方案達成各效益之程度進行評分，再將各效益之權重進行加權，以求出其總得分以評估方案之優劣。成本效果分析法之優點在於可評定計畫中之可量化及不可量化項目，得出一較全面性之評估結果。然而其缺點在於針對不可量化之部分難以取得一眾人皆可認同之標準。成本效益分析法之目的在於將成本及效益項目予以貨幣化及進行不同方案之比較，雖然此法無法將不可量化之項目列入考量，然而因其結果較易使人瞭解並接受，故本研究以此法作為經濟效益評估之評估方法。關於成本效益評估之常用評估指標為淨現值及益本比，以下針對此指標進行說明：

一、淨現值 (Net Present Value, NPV)

淨現值主要之目的為衡量效益本身之大小。本值為將效益折

現後之總值減去成本折現後之總值所得之，若淨現值為正，則表示該計畫為可行。

淨現值之計算公式如下：

$$NPV = \sum_{t=1}^n (B_t - C_t) / (1+i)^t$$

其中 NPV：淨現值

B_t：各年期效益

C_t：各年期成本

i：折現率

n：評估年期



二、益本比 (Benefit-Cost Ratio, B/C)

益本比為總效益現值與總成本現值之比值，本指標之意義在於檢視單位成本所能衍生之效益。若此值大於 1，則表示該計畫在經濟上為可行。

益本比之計算公式如下：

$$B/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

其中 B/C ：益本比

B_t ：於時間 t 之產出效益

C_t ：於時間 t 之投入成本

i ：折現率

3.2.2 都市軌道運輸建設計畫經濟效益與成本項目

依效益受惠之對象不同，都市軌道運輸系統可產生各不同類別之效益。依據本研究第二章中對計畫對經濟效益分類，推行計畫之主要之效益項目及成本項目如下：

一、都市軌道運輸建設計畫效益項目

1. 使用者效益

為無都市軌道運輸建設計畫情境下使用各種運具，在有計畫情境下轉移至軌道運輸系統之使用者，在運具轉移後之時間節省。

2. 非使用者效益

為不論有無都市軌道運輸建設計畫之情境下皆不使用軌道運輸系統之使用者，因部分旅次轉移至軌道運輸系統，導致道路交通因而順暢所造成之旅行時間節省。

3. 空間效益：

都市軌道運輸建設系統本身快速、便捷及準確之特性，將擴大影響範圍內地區之空間可及性。

4. 其他效益：

(1) 環境品質提升

由於都市軌道運輸系統路線採用電力為動力，不會排放廢氣及有害物質，可減少空氣污染，提升都市生活環境品質。

(2) 減少肇事率

由於都市軌道運輸系統具有專用路權，並採自動行車控制，其肇事率較行駛於道路之汽車為低，因此可減少肇事，

進而減少因肇事所引發資源、時間的損失及對警力與醫藥服務之需求。

二、都市軌道運輸建設計畫成本項目

依據民國八十五年台灣省政府住宅及都市發展局之「台中都會區大眾捷運系統規劃」對計畫對成本之分類，都市軌道運輸建設之主要成本項目包括建造成本及不可量化成本：

一、 建造成本

包含總顧問費用、測量鑽探、發包施工及試車等。

二、 不可量化成本

主要是對環境影響所引發之外部社會成本，包括施工期間之噪音、塵土及對交通之干擾。

3.2.3 都市軌道運輸建設計畫效益及成本之估算

為估算都市軌道運輸建設計畫能為一地區帶來多少之效益，一般均需使用運輸規劃模型進行量化計算，求出其值後再與推動計畫所需之成本加以比較，以了解該計畫本身之經濟效益。

一、都市軌道運輸建設計畫效益之估算

（一）軌道運輸使用者效益及非使用者效益之估算：

推行計畫可產生多少使用者及非使用者效益，需先求出在有計畫及無計畫情境下，使用各運具旅次之旅運時間總和。軌道運輸使用者效益之計算為無計畫情境中使用各種運具、而在有計畫情境中將轉移至使用軌道系統之旅次，在兩種情境下總旅運時間之差；非使用者效益之計算則為不論有無計畫皆不使用軌道系統之旅次，在兩種情境下總旅運時間之差。使用者效益與非使用者效益之和即為推動計畫之時間節省效益。

目前運輸規劃模型，多採用循序性集體需求模式（Sequential Aggregate Demand Model）進行預測。一個完整之運輸循序性集體需求模式需包含旅次產生、旅次分佈、運具

選擇及交通量指派四項步驟。旅次產生之分析主要即探討旅次產生量、吸引量與土地使用、社會經濟特性間之關係，並建立其關係函數。

一般而言，在進行旅次產生之資料收集時，常採用之社經變數如下：

- (1) 人口資料：人口數、住戶數及學校學生數
- (2) 經濟資料：就業人口、及業人口、平均家戶所得、車輛持有數
- (3) 土地使用資料：二三級產業土地使用面積、二三級產業樓地板面積

在取得上述之社經資料後，再以迴歸分析法，探討上述社經變數與旅次產生之關係，並藉由目前各交通分區之旅次產生現況以估算出未來各交通分區之旅次產生量及吸引量。藉由旅次分佈分析，估計各交通區間之流動旅次量，建立出未來各交通分區之起迄點關係。一般而言通常以引力模式進行旅次分佈分析。

在預測都市地區之總旅運需求及其在各交通分區間之空間分佈型態後，需藉由運具分配之工作以估計各種運輸工具之旅次分配量。若以過去之研究檢視運具分配中社經資料對使用大眾運具或自有運具之影響關係，可發現與影響大眾運具使用率之因素為住戶所得、車輛持有率、二三級產業人口、小汽車與大眾運輸工具之旅運時間比。另外使用者對運具之選擇亦受各種競爭運具之相對服務水準特性之影響，如及門旅運時間(Door to Door Travel Time)、旅運成本、便利度及舒適度等特性。運具之選擇行為可利用消費者行為理論，以各運具間之相對一般化成本評量各種運具之相對服務效用或非效用。而在進行都市軌道運輸建設規劃中，在運具選擇即需建立有計畫與無計畫之兩種情境進行分析，以了解有計畫及無計畫時之運具分配情

形。

最後再依兩種情境分別進行交通量指派，將交通區間之旅運需求依據交通流特性、運輸路網特性及旅次發生者之選線行為等因素分派到合理路線。在一般常用之均衡指派法中，係將旅次以使用者均衡法則，依使用者認為最少旅運成本之方式將旅次分派於路網中。而此一「旅運成本」為泛指所有會影響使用者對路線選擇之因素，如旅運距離、旅運時間、旅運費用及旅運安全等；通常以旅運時間與距離之線性函數表示，統稱為「一般化成本」(Generalized Cost)。

藉由兩種情境中各交通分區之指派交通量配合分區間交通系統路網本身之容量，可求出公路服務流率與道路容量之比值；並依此比值導出路網中各路段之平均行駛速率，配合空間距離即可得出各單一旅次之平均旅運行時間。有計畫之情境下使用軌道系統之旅次，則依軌道系統之平均營運速率配合路線距離得出各使用軌道系統之旅次之平均旅運時間。

(二) 空間效益

都市軌道運輸建設系統本身快速、便捷及準確之特性將擴大空間之可及性。可及性之基本形式如下：

$$A_i = \frac{Q_i}{\sum_j f(C_{ij})}$$

其中

A_i ：分區 i 之整體可及性

C_{ij} ： i 分區與 j 分區間之空間阻抗

Q_i ：分區 i 之重要性

i 分區至 j 分區之空間阻抗主要受一般化成本之影響，而都市軌道運輸建設計畫之推動將可降低 i 分區間至 j 分區間之一般化成本。由於分區可及性之提高，故可提升分區之土地發展潛力。然而由於一般化成本之降低所造成之效益已反映於使用者及非使用者效益中，且土地發展潛力之提升並非易於估算，故此部分效益之增加無法量化列入成本效益分析中。

（三）其他效益

在其他效益方面，環境品質之提升及資源使用效率之提高難以進行量化之計算，肇事率之減少所造成之效益亦不易計算，故通常在計畫評估時予以忽略不計。

二、都市軌道運輸建設計畫成本項目

依據民國八十五年台灣省政府住宅及都市發展局之「台中都會區大眾捷運系統規劃」對計畫之經濟效益分類，如 3.2.2 所示，都市軌道運輸建設之主要成本項目包括建造成本及營運成本及不可量化成本等。

3.3 都市軌道運輸建設計畫財務可行性評估

在都市軌道運輸建設計畫中除經濟可行性評估之外，尚須進行財務可行性評估。經濟可行性評估之意義在於了解該計畫所展現之效益是否大到具推動之價值，而財務可行性分析之意義在於檢視計畫之收入與支出，以了解計畫在未來營運時之營運收入是否足以支付營運成本。

目前在計畫之推動方式上已可分為政府自建及民間投資之兩大類，投資者之不同亦對計畫之財務表現有其不同之要求。以政府之角度而言，在國家財政充裕時，在進行評估時財務可行性之重要性往往不如經濟效益；而在財政較為困難時，對於計畫之表現將著重於其自償能力之表現，自償能力到達一定程度之計畫才可能獲得推動之機

會。

而對於民間參與之計畫而言，對於計畫之財務表現不單單僅是投資之成本可完全回收，更積極追求可藉由計畫而獲得相當之財務收益。因此在進行財務可行性評估時將相當注重計畫之投資報酬能力，報酬能力愈高之計畫，對民間參與者而言具有更高之推動誘因。

都市軌道運輸建設計畫之另一財務特性為計畫進入營運階段之前，為僅有成本支出而無收入之狀態，在此時期更須有健全之財務能力以及完善之財務計畫，方能支應施工期之財務需求，否則將可能面臨計畫尚未完工即無力推動之結果。

在財務計畫對於分為成本項及收入項，以下將依興建期及營運期之不同依序說明。都市軌道運輸建設計畫之成本如下：

一、興建期之支出及成本

（一）興建期之成本

興建期之成本除 3.2.2 所列之成本之外，尚包含用地取得與拆遷補償、利息。

（二）資本來源

在興建都市軌道建設計畫時，所需之資金來源因興建單位之不同而有不同之資本來源。

由政府興建之計畫，主要之資金來源為政府歲入編列預算、部分發行公債或借款支應及以衍生開發收益款三種。說明如下：

1. 政府歲入編列預算

政府歲入編列預算為一具條件、年限、經費總額及配額限制之支出，由於近年來公共支出大幅擴張，因此造成預算通過之日益困難。由預算支出之優點為政府部門對計畫本身具操控性，然而由於財政吃緊，因此若預算佔資本成本之比例較高，對計畫之推動恐為不利。

2. 部分發行公債或借款支應

此部分為依中央政府建設公債及借款條例第五條之規定，依非自償比例之部分支出，發行甲類公債或甲類借款，或依自償比例部分之支出，發行乙類公債支應。

3. 以衍生開發收益款挹注

本部分可以聯合開發收益回饋金、提供民間開發土地之權利金及光纖電纜鋪設之權利金作為資本成本。

若為民間參與之計畫，主要之資金來源則為自有資金及融資兩項。分述如下：

1. 自有資金：

自有資金除民間投資者本身所具有之資金之外，尚可由發行股票加以籌措。為協助參與公共建設之民間機構取得長期資金，目前已完成修法程序，特許公司可經由申請上市上櫃而自公開市場募集資金。

2. 融資：

依據新台幣融資及外幣融資範疇可分如下：

A. 台幣融資：行政院經建會中長期基金、行政院開發基金、政府策略優惠性貸款、發行公司債、國內商業銀行融資等。

B. 外幣融資：輸出融資或保證、發行海外公司債、國外銀行團聯貸及聯保。

由於特許公司自有資金之多寡往往也會影響融資之結果，當特許公司之自有資金比率較高，表示該公司財務較為健全，便具有較高之融資成功機會。

3. 以衍生開發收益款挹注

如同政府自建之計畫，本部分可以聯合開發收益、提供開發土地之權利金及光纖電纜鋪設之權利金作為資本成本。

資金之來源及進入時機為資本成本之重要因素，公債及

銀行貸款之資金來源均有利息之成本所需負擔。若資金無法配合工程進度適時進入，將使工程中斷而造成計畫失敗。

二、營運期之支出及收入

（一）營運成本

本項包含能源成本、人事成本、維修成本及營業成本四部分。

能源成本主要為軌道系統營運時車輛、場站、環控、號誌營運所需之水電支出，以電力支出為大宗；人工成本主要單價由薪資、年終獎金、考績獎金、保險及退休金等所組成；維修成本包含車輛、場站、環控、號誌系統在營運期間，進行故障排除、定期檢修及組件更新所需之費用；營業費用主要為業務費用及管理費用，其中包含服務費用、器材用品之費用及規費等。

（二）折舊及重置費用

都市軌道運輸系統內之設施及設備均有其使用年限，經過不同之時間之後，其殘值會隨之變化，故需以合理而有系統的方法，將固定資產的成本按估計的耐用年限，分攤給使用的各期負擔。

重置成本係考慮資產設備之耐用年限，當設備到達使用年限時，需要投入更新之重置成本。不同設備具有不同之使用年限，估算後可得到各分期分年之重置成本。

都市軌道運輸建設計畫之收益部分可分為票款收入、及附屬事業收入等兩項，以下針對此分別說明：

一、票款收入

本項收入指都市軌道運輸系統使用者所付費用，在估算時應配合系統本身在營運時之運量預測及費率水準予以估算。

二、附屬事業收入

本項目所指為大眾捷運法第三十七條所規定「經地方主管機關核准兼營其他附屬事業」之收入。

在確定計畫之成本項目及支出項目後，尚須進行現金流量分析。現金流量分析之意義在於在一客觀之評估假設條件之下，了解計畫在工程期、營運期之資金需求及預估收入，以了解計畫本身之現金流量。

由於都市軌道運輸建設計畫之投資方式依據政府自建或民間參與方式之不同，在現金流量上也會有不同。

以成本面來看，一般而言政府自建計畫之最大經費來源為歲入預算，預算之特點在於資金來源穩定，因而在推動計畫時，在進入施工期後，也較不易因資金問題而導致工期之延誤；而在收益方面，政府自建之計畫通常較以包含公平性或福利政策等整體社會之角度加以考量，以及法律限制，可能因此在收入上產生較為不利之結果；而民間參與者為了能儘快回收其龐大之投資及達成其獲利之目的，因此在爭取各項收入上之態度及作法均較為積極。

財務可行性主要目的在於單以計畫本身之角度探討該計畫在財務上之表現，藉以指標了解該計畫在財務面上之狀況。

而因計畫為政府自建或民間參與之不同，對財務可行性之考慮亦有不同。因此，需依政府自建或民間參與之不同分別進行討論。

一、政府自建

當政府之財政充裕時，政府對推動重大公共工程計畫之最主要考量在於計畫本身對國家整體之貢獻程度，即以整體之經濟效益做為推動之主要考量。即使計畫本身之財務表現可能不佳，而計畫之經濟效益高，以政府之觀點仍可能選擇推動該計畫，以促進國家之整體發展。當政府之財政狀況較為不佳時，為了避免計畫在推動後造成國家財政上之負擔，成為財務上之重大包袱，因此除非該計畫

之經濟效益十分高或另有其政策之考量，否則計畫本身之財務表現將成為推動與否之重要因素，而計畫之自償能力即成為推動與否之重要參考指標。自償能力係指營運評估年期內建設計畫與附屬事業各年現金淨流入現值總額，除以工程興建年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比例，所稱營運評估年期係指交通建設計畫之財務計畫中，可產生營運收入及附屬事業收入之設算年期。其公式之表達上可以自償率(Self-Liquidating Ratio, SLR)表示之。

另一方面值得探討之處，在於都市軌道運輸建設計畫往往為一造價昂貴之系統，即使計畫本身具有相當之經濟效益或在財務可行性上為可行，然而在進行預算編列時將會於其他政府施政項目產生排擠，因此推動計畫所需之預算總額及每年所需提撥之經費亦不能不為進行計畫優先性之財務可行性評估時一必須考慮之因素。

二、民間參與

而民間參與之計畫在財務上除要求營運收入能支付營運成本之外，尚須在特許營運期內可將建造成本完全回收；不僅計畫本身需達到損益平衡，更需有相當程度之獲利，若計畫具有如此之財務表現，對民間投資者而言才有參與之誘因。因此民間參與之計畫，在計畫財務面上之要求較政府興建之計畫為高。若計畫之財務表現不能帶來額外之收益，將無法吸引民間願意投資推動。

民間參與之計畫在財務面上所重視的即是計畫本身之投資報酬表現。當計畫之投資報酬率愈高，表示相同之投入可帶來更多收益，對投資者而言即為更大之投資誘因。所謂投資報酬率係指淨收益之於總成本之比值。

3.4 都市軌道運輸建設計畫環境影響評估

環境影響評估之意義在於了解計畫實施對於環境所造成之變化與衝擊種類及其影響程度，並根據評估該計畫對環境衝擊之結果決定是否核可計畫之推動，或需對計畫內容進行修改，

以降低計畫對環境之衝擊。

都市軌道運輸建設計畫所造成之環境影響依其影響層面可分為生態類別、生活類別及生產類別三類，各類別所包含之項目如下：

1. 生態類別：

地理地質、氣象水文、生物體系。

2. 生活類別

空氣品質、噪音振動、景觀遊憩、文化史蹟。

3. 生產類別

都市計畫概況、人口結構、經濟環境、相關計畫及交通運輸等。

依據施工期及營運期之不同，都市軌道運輸系統對環境之影響類別亦有所不同，不同時期所包含之類別如下：

1. 施工階段

空氣品質、噪音振動、社經環境、生物環境、文化史蹟、景觀遊憩、交通干擾、施工災害。

2. 營運期間

生活環境、社經環境、景觀遊憩、交通運輸等。

依時期來看，雖然可分為施工階段及營運期間對環境所造成之影響，然就環境之整體影響程度而言，在施工期之環境影響有可能隨工程之完工而消失，但營運期間之環境影響卻是持續而長久，所造成之影響層面更為廣大，因此計畫在營運期對環境所造成之影響為環境影響評估中較為重要之部分。

一項都市軌道運輸建設計劃經環境影響評估之分析後，可知該計劃對環境之影響依其程度不同可能有下列兩種影響：若計畫內容對環境之衝擊在可忍受之範圍或影響不大、影響層面到達一定程度但可以環境保護對策加以改善，則可依原先規劃

推動；若對環境之影響為造成重大衝擊而無法回復，則需考慮替代方案甚或不推動。

而以上位者之整體考量角度而言，可將計畫是否通過環境影響評估視為推動與否之門檻；若計畫通過環境影響評估，即代表計畫可納入推動之考量。

3.5 都市軌道運輸建設計畫公聽會及意見收集

環境影響評估所考慮之層面為都市軌道建設計畫所造成之一般性衝突，而一個計畫即使在規劃時期經過規劃人員之精心研擬，仍可能有其未竟考量周全之處。舉辦公聽會及意見收集之目的即在於藉此了解計畫本身之考量是否足夠完整，由公聽會及意見收集之結果對計畫本身進行修正，以使計畫之推動能符合規劃者及當地眾之訴求。

公聽會及意見收集之功能有三：了解計畫對個人權益之影響、對當地風俗民情之衝擊以及計畫目標和民眾之發展預期是否抵觸。

由於計畫之實施對於許多人之生活權益將造成重大影響，包含居住及就業等等層面，而受影響者對於這些影響層面、程度及補償措施是否能夠接受，即是計畫本身須面臨之問題。例如因路線或場站設置而使聚落必須拆遷、地下路段通過民宅下方、高架路段鄰近民宅等，皆為對個人權益影響重大之事件，是否有使當事人權益不受損害之方法，或所損害之權益該如何補償，皆可利用此機會進行了解及溝通。

在計畫擬定及推行時，規劃者常自計畫本身之角度去擬定問題，而忽略計畫與當地之關係。例如因路線行經而需遷移老樹或拆遷古廟等，可能導致當地民意之反彈；計畫實施後可能對當地之原有產業造成影響，造成傳統產業及風俗民情消失及改變。而這些會被改變之事物可能會是當地民眾非常珍視之資產，當地民眾是否能夠接受如此現象之發生，是否在計畫及資

產保護中取得一個平衡，同時兼顧計畫推動與當地文物資產之保存，亦是必須努力之方向。

一項都市軌道運輸建設計畫可能具備多個計畫目標，然而是否這些計畫目標都能切合當地民眾之需要，也必需透過公聽會及意見收集之方式加以了解。例如計畫本身可能肩負新市鎮之開發或地區之更新發展而使路線有所配合，然而當地民眾可能要求的是一快速便捷不彎繞之路網規劃；或者該計畫在特定地區進行站區開發，而開發區之民眾並不希望該地區產生如此大之變化等，如此一來即產生計畫目標和民眾需求有落差之狀況。

針對上述三種在計畫之規劃過程中所可能產生之盲點，規劃單位宜利用公聽會及意見收集之管道加以了解，並與民眾進行溝通，需求問題之解決，增進民眾對計畫之了解及支持，降低計畫推動之阻力，進而提高該計畫優先推動之誘因。

3.6 都市軌道運輸建設計畫優先性考量準則

當各都市軌道運輸建設計畫送至行政院經建會供決策人員進行審查，以決策者之觀點，在進行其優先順序之評定時，所需考量之依據不僅僅只是計畫本身之各項表現，除此之外尚須在各計畫間進行比較，以求判斷不同計畫間之重要性，進而決定各計畫間之優先性。因此，在此一前提之下，決策者需以整體宏觀之角度及考量，以尋找出主要影響都市軌道運輸建設優先性考量之因素，進而藉由各因素之考量而訂定出優先性之準則。

本章前述各項章節為推動一項都市軌道建設計畫時，執行單位在擬定並報請行政院核定時所應包含之事項，而對排定都市軌道建設計畫之決策者而言，3.2 各節中之評估結果及 3.3 節之分析即為考慮各都市軌道建設計畫之優先時一具相當價值之參考資料，有助於形成決策者對於都市軌道建設計畫優先性考量準則。

根據前述各節之整理，對於都市軌道運輸建設計畫之優先性準

則，依其分類整理如下：

一、計畫本身之重要性

此部分之主要考量為計畫本身之各項表現，在此部分之考量中，經濟效益高、財務能力良好、環境影響衝擊小、當地民眾意願認同之計畫，代表計畫本身之各項層面較無問題，在推動上亦將較為順利，故具有較高之優先性。

1. 經濟效益高

計畫之經濟效益為政府對計畫本身推動與否之重要考量，當益本比愈大時，表示愈具經濟效益。因此，經濟效益分析結果愈佳之計畫，對決策者而言愈具吸引力，亦愈具優先性。

2. 財務能力良好

若計畫本身有民間願意參與，以上位者之角度而言，即代表民間投資者可由計畫本身獲利，因此即可視為該計畫無財務之問題。在政府自建之計畫部分，由於目前政府之財力不若以往，因此在進行計畫之優先性評估時，應優先推動較高自償率之方案，以減輕日後該計畫對政府財政上之負擔。

3. 環境影響衝擊小

由於都市軌道運輸系統對環境有相當程度且長遠之影響，因此環境影響評估結果將成為推動優先順序之重要參考項。一個通過環境影響評估之計畫，才能列入計畫優先性之考量。

4. 當地民眾意願認同

都市軌道建設計畫之本質為地區性之交通建設，為一與當地民眾切身相關之公共工程，故從計畫擬定開始就須適時收集當地民眾對該計畫之相關意見作為計畫推動之參考。而就決策者而言，一個當地民眾對其內容較為認同之計畫，將可減少在推動上所面臨之民眾抗爭問題，計畫之進行較為容易，因此其優先性較高。

二、計畫支援之作用性

本部分之思考層面為計畫與總體環境上之整體考量，畢竟都

市軌道運輸系統不僅只擔負交通運輸之功能，計畫之實施尚會對其區域造成影響，因此必須考慮與區域之間之互動關係。可與相關重大建設計畫配合、促進區域均衡發展之計畫，表示計畫之實施對區域之發展有正面助益，因此具有較高之優先性。

1. 配合相關重大建設計畫

在一個區域之中，相鄰或相關之重大建設計畫若能互相配合，對於計畫之效益將有放大及加成之效果。具有相鄰或相關重大建設計畫，而其他交通系統無法有效負擔其所需運輸功能之都市，對於軌道系統之需求將比無相鄰或相關重大建設之都市要來的高，應具有較高之優先性。

2. 促進區域均衡發展

軌道系統不單僅具有促進可及性之功能，尚具有促進都市發展及促進區域均衡之作用。具有促進區域均衡發展作用愈佳之計畫應有較高之優先性。

3.7 都市軌道運輸建設計畫優先性考量之相關問題

本章上節已針對推動都市軌道運輸建設計畫優先性考量準則進行一說明與整理，作為建立都市軌道運輸建設計畫優先性指標之依據。然而依據本準則，在建立優先性指標時仍有一些問題，說明如下：

1. 各優先性準則之指標化

在訂定各優先性準則後，需就現有可取得之資料進行各準則之指標化，藉以找出可適切反映該優先準則之指標。

2. 不同準則指標間之關係

在訂定出各準則之指標後，需對各指標進行整合，以確定各指標間之相對關係及運用方式。

以上兩項，將在本研究後續之第四及第五章進行討論。

第四章 都市軌道運輸建設計畫優先性指標之擬定

由於本研究之背景為在對於各都市軌道運輸推行計畫時，常常因為僅具路網規模、建設經費等初步之規劃資料，而未有其他更詳實及客觀之變數做為優先性判斷之參考，因此在探討影響都市軌道運輸建設之重要性因素，除利用已知之資料及變數進行指標化之工作外，在可得之資料不足以做為判斷依據時（如經濟效益面之討論），須自都市特性之觀點，以都市發展之角度找出可表達影響都市軌道運輸建設各準則優先性之影響因子。

在進行都市軌道運輸建設計畫優先性指標之選取時，須先了解指標選取之原則。

指標之功用為一測量之工具，是參數所得之數值，在選取時應考慮之原則如下（楊詠凱，2002）（袁君秋，2001）：

（一）具完備性

亦稱為代表性，指其評估準則得以包含問題之所有重要性。

（二）具可操作性

對決策者而言有意義，並且可以公開研究。

（三）具取得容易性

在不需耗費過多之金錢及時間成本之下即可取得。

（四）具客觀性

在指標產生過程時，應盡可能以量化之方式進行衡量，盡可能排除以主觀之判斷，以求得較為公正之結果。

（五）具易讀性

指標之意義需容易為評估者所判讀，無需進一步之思考即能了解該指標所代表之內涵。

（六）獨立性

不同之指標應各具代表之獨立性，以避免因指標所代表之內涵相似，而導致效益之重複計算，造成評估結果之偏誤。

影響都市軌道運輸計畫優先性之因素如第三章所述，可以計畫本身重要性及計畫間之其他考量二大面向進行評估，因此本章即以此觀點對不同面向之評估指標進行探討。

4.1 經濟效益指標之擬定

經濟效益中包含使用者效益、非使用者效益、空間效益及其他效益等，其效益之表示方式如下所述。

1. 經濟效益中使用者效益指標之擬定

軌道運輸使用者效益為在未來之交通狀況下，無方案情境中使用各運具之使用者在有方案之情境中使用軌道運輸之使用者，其總旅行時間之節省。

未來使用軌道運輸建設系統之使用者與未來之人口狀況有其相關，而未來之人口狀況需由現今之社經資料進行推估，在進行推估時常用之社經資料為人口、人口密度、及業人口、就業人口、就學人口等。基本上以上之指標皆與未來之人口呈現正向之關係。而在變數中，及業人口及就業人口可反映家工作旅次、就學人口可反映家就學旅次，然本研究並不考慮旅次目的之不同對經濟效益之差異，且都市軌道運輸系統之服務範圍並非可及於區內所有範圍，選用如人口數等總量性指標將可能產生高估效益之情形，因此以該地區之人口密度與計畫路線長度進行反映未來與計畫有關旅次之考量。

而在未來之總旅次中選擇軌道運輸之量，則需由運具選擇之理念進行探討。影響運具選擇之主要考量因素為各運具間之一般化成本比較，而總旅運時間為影響一般化成本之重要因素。因此若軌道運輸可比其他運具節省更多之旅次時間，則將有更高比例之旅次將轉移之軌道運輸，由於軌道運輸系統皆具有固定營運速度之特性，因此原有道

路擁擠程度將成為有多少旅次轉移至軌道運輸系統之關鍵。道路之擁擠程度將可由該地區之車輛登記數與道路面積之比值代表。

而運具選擇及時間節省皆與一般化成本之比較，即軌道運輸旅運時間與道路旅運時間之比值有關。

使用者效益指標如下：

$$B_T \propto P_D \times L \times \frac{V}{A_R}$$

其中 B_T =軌道運輸使用者效益指標

P_D =人口密度

L =計畫路線長度

V =登記車輛數

A_R =道路面積



2. 經濟效益中非使用者效益指標之擬定

非使用者效益為在未來不論有無方案之情境下皆不使用軌道運輸之使用者在兩情境下之旅運時間節省。未來包含各旅次目的之旅次可藉由人口反映；在運具分配方面，已持有車輛之使用者較不容易轉為使用軌道運輸系統，而此類使用者為推行軌道運輸系統時非使用者之大宗，因此非使用者之旅次可以車輛持有率反映。

至於有方案及無方案之時間節省部分則如使用者效益，以該地區車輛登記數與道路面積比值表示。

因此非使用者效益指標如下：

$$B_p \propto P \times p_o \times \frac{V}{A_R}$$

其中 B_p =非使用者效益

P =人口數

p_o =車輛持有率

I =登記車輛數

A_R =道路面積

3. 經濟效益中空間效益指標之擬定

都市軌道運輸建設計畫之空間效益即為提高該地區之空間可及性。此一可及性之提高可促使該地區之土地使用強度，提高土地利用價值。

由 3.2.3 所述，一交通分區之空間可及性及為該地區空間阻抗之倒數。影響一交通分區空間阻抗之主要變因為其他分區至該分區之旅運時間，而兩分區間之旅運時間與兩分區間之道路擁擠程度有關，若道路較為擁擠，表示在計畫推動後可節省較多之旅運時間，意即可提升較多之空間可及性。如前所述，道路擁擠程度可以登記車輛數與道路面積之比值表示。

因此，空間效益指標可以下列形式表達：

$$B_s \propto \frac{V}{A_R}$$

其中 B_s =空間效益

I =登記車輛數

A_R =道路面積

4. 經濟效益中其他效益指標之擬定

在其他效益之部分，環境品質提升之影響牽涉到計畫推動後所減少之交通分區內車流量及因減少交通擁擠而隨之減少之廢氣排放；在肇事減少之方面影響肇事之因素眾多，若將肇事之減少完全歸功於都市軌道運輸建設計畫之推行，似難具有其說服力。因此本研究認為，在經濟效益中之其他效益部分，或可由其他效益項目代替，或尚有爭議，可不列入優先性評比之指標中。

5. 經濟效益指標之整合

推行都市軌道運輸建設系統之經濟效益為上述各效益之和，因此指標之整合即為將各效益相加。而由於實際上各效益經過計算後之相對關係可能與本研究所建立之指標關係有所不同，因此在不同效益間須以係數進行調整。

在成本方面，都市軌道運輸建設計畫之成本可分為建造成本及不可量化成本。其中建造成本為依基年及各年之各種成本預估值所直接計算而得，且在本研究之研究背景中，此項成本為已知之值，因此不需再另行尋找具代表性之因子加以表示。不可量化成本則因估算不易，在一般經濟效益分析中常略而不計。

效益與成本之比值即為推動計畫之成本效益關係。整合之經濟效益優先性指標如下：

$$I_{EC} \propto \frac{B_T + B_P + B_S}{C}$$

其中

I_{EC} ：經濟效益指標

B_T ：軌道運輸使用者效益

B : 非使用者效益

B_s : 空間效益

C : 建造成本

4.2 財務可行性優先性指標之擬定

如本研究 3.2.2 所述，依興建期與營運期之不同，計畫本身具不同之成本及收入項。興建期僅具有成本之支出而無收入之挹注，此時期之成本包含用地成本、工程建造費用兩大類；在營運期之部分，營運期之成本包含營運成本、折舊及重置費用兩大項，收入則包含票款收入及附屬事業收入兩大項。不論是興建期或營運期之成本與收入，皆不易自其他易取得之社經變數因子加以反映。

由於目前計畫推動方式可分政府完全自辦、民間部分參與以及完全由民間投資等三大類；以上位者之角度而言，若計畫本身為完全由民間投資，表示該計畫在財務上應具可行，可視為該計畫之財務能力良好，不需納入本研究優先性指標之考量；除非該計畫對其他如環境影響、民眾接受度等層面具有重大而負面之影響，否則及政府上位決策者通常對此類計畫皆抱持樂觀其成之角度。因政府對此類計畫僅需作其他政策上之配合或協助，因此此類計畫在具有最高之財務優先性。

而政府自辦或民間部分參與之計畫，政府本身是否有足夠之財源可供支應此一經費之支出，對推動建設時之財務具有重大影響；而計畫本身在財務方面表現之好壞，亦將影響政府單位對此一計畫推動之意願。一般而言，除非有另外非財務面之考量，否則計畫本身成本愈低或財務表現愈好之計畫，較易獲得上位者之青睞而優先推動。以下即對政府自建或民間部分參與之計畫優先性指標進行說明。

由於都市軌道運輸建設為一造價昂貴之運輸系統，因此在進行財務可行性評估時，需考慮其財務成本之高低。而以財務面之觀點而言，政府每年對於軌道運輸建設計畫之預算有一定之限制，過高之經費需求亦將造成對其他計畫之排擠，因此若計畫本身所需之建設經費

相當龐大，造成其他計畫因此而無法推動，以上位者之角度而言，寧可選擇建設經費較少而可立即推動之計畫，避免因推行計畫而造成國家財政之沉重負擔，並影響其他計畫之推行。因此，本研究以該計畫平均每年所需支付之預算額度表示。

除比較計畫本身之預算需求額度外，在財務可行性上亦需以計畫本身之財務表現進行比較。一般而言常以計畫之自償能力作為評定都市軌道運輸建設系統財務表現，而表達自償能力之指標為自償率。自償率之計算方式如下：

$$\text{自償率} = \frac{\text{營運評估期內建設計畫與附屬事業各年現金淨流入現值總額}}{\text{工程興建期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額}}$$

由於在財務上而言，自償率不足之部分需以政府預算進行支應，當計畫之自償率愈高，代表政府在未來財務上之補貼程度愈少，因此在比較相近預算需求之計畫時，應以自償率作為檢視財務可行性之考量因素。

整合平均年度預算需求及自償率之財務可行性指標如下：

$$I_F \propto \frac{SLR}{C_{yr}}$$

其中

I_F ：財務可行性指標

SLR ：計畫平均每年所需支付之預算額度

C_{yr} ：建造成本

4.3 環境影響指標之擬定

如第三章所述，若該計畫在本身環境影響範圍愈小、影響層面愈少、或可透過環境保護對策及替代方案減輕對環境影響之計畫，此計畫將較可順利推動，以決策者而言此一計畫便具有較高之優先性。

一般而言，在推動計畫時，了解計畫本身對環境影響衝擊之步驟如下：

一、 進行環境現況說明

此部分為收集評估地區內之各項環境現況，包含生態類別之地理地質、氣象水文、生物體系；生活類別之空氣品質、噪音振動、景觀遊憩、文化史蹟及生產類別之都市計畫概況、人口結構、經濟環境、相關計畫及交通運輸等。

二、 預估推動計畫後對環境可能造成之影響。

對於推動計畫可能對環境所造成之各類影響，依影響類別、影響項目、影響期間（施工期或營運期）、影響範圍及程度進行各項說明及整理。

三、 環境影響減輕對策之擬定

對於推動計畫所造成之各項影響，擬定各項對策，以降低計畫推動對環境所造成之衝擊。

若以第三章所述推動計畫時對環境之生態、生活及生產三項類別之影響觀之，一般而言都市軌道運輸建設計畫之推行時，在生產類別方面之較為重要部分亦與本研究之促進區域均衡發展準則較為相關，此部分將在本章後續小節討論之，因此在本部分中主要考量仍為生活類別之影響較為具大之空氣品質、噪音振動、景觀遊憩、文化史蹟，以及生態類別中之地理地質、氣象水文、生物體系等數項類別。

本部分主要即為觀察都市軌道運輸建設計畫是否會對上述之兩大類別造成重大而不可逆之影響，在此兩大類別中，計畫本身對生活

類別之空氣品質較難具有負面之影響，噪音振動則為一複雜而精細之計算；其他之影響類別中除景觀遊憩、文化史蹟或可為質化之評估外，其餘皆難以使用簡單之變數或易取得之資料進行判斷，因此在此一部分之指標設定方式將不同於經濟效益優先性等前述指標以相關已知之特定變數進行判斷之方式。

由於本研究之研究背景是以較上位之角度之決策者進行都市軌道運輸系統建設計畫對環境影響之考量，因此考量之重點不在於個別類別對環境衝擊之程度，而是計畫對環境之總體衝擊大小，以及是否將對當地之環境造成重大甚至不可逆之環境衝擊。若計畫將對當地之環境造成重大甚至不可逆之環境衝擊，則該計畫無法列入優先性之評估；而當主管機關審查認定不應開發者，或環境保護團體進行自救及抗爭行為而成為全國性之討論議題，即代表該計畫可能造成重大不可逆之環境衝擊議題，即成為指標意義上之門檻值。

此外，該計畫是否已經通過環境影響評估亦為考量其推動優先性之重點。若計畫本身通過環境影響評估，即表示計畫本身對環境之衝擊影響不大，或可藉由環境影響對策之擬定將其衝擊降至一可接受之範圍內，則該計畫在環境層面上即無推動與否之爭議，可給予較高之優先性。

若計畫在宣佈後並無發生上述之爭議，而又已通過環境影響評估，則以對環境影響之層面上此計畫自然較具有較高之優先性；若計畫引發上述之環境爭議，或計畫仍未通過環境影響評估，則上位者即不能將此一計畫列為優先推動。

4.4 民眾意願指標之擬定

一般而言，在計畫擬定時，為了解當地民眾對此計畫之態度，常使用問卷之方式進行調查分析，或舉辦進行公聽會。

通常計畫容易造成當地民意反彈之原因有三：

（一）計畫本身對個人權益造成重大影響：

如配合用地取得而需大規模拆遷民房、地下路線穿越一定數量之

民房下方等。

(二) 計畫對當地風土民情產生衝擊

如當地之歷史建築等重要地標，或老樹古廟等精神中心需配合路線而進行拆遷；路線將造成地區之景觀破壞；特有之風俗習慣及產業將因計畫推動而受到衝擊等。

(三) 計畫目標和民眾之發展預期相互抵觸

例如計畫需肩負新市鎮之開發或地區之更新發展而使路線彎繞，與當地民眾要求之直捷路線不同；或該計畫在特定地區進行站區開發或朝某種型態或程度之發展，而該狀態並不為該地區民眾所樂見。

當發生上述三項情形時，若貿然推行該計畫將可能遭遇極大之阻力，造成資源及社會成本之耗損。因此在進行民眾意願了解時，主要所需注意及考量之重點即為計畫本身是否在上述三項對民眾造成嚴重之影響或衝突。

當地民意對於該計畫之認同程度，以及地方政府對於計畫之看法，皆可做為當地民眾意願之反映。若計畫之推行導致當地民眾進行自救及抗爭行為而成為全國性之討論議題，代表該計畫可能造成重大不可逆之衝擊，即成為指標意義上之門檻值，在此一爭議未解除之前，該計畫不宜貿然優先推動。因此在民眾意願指標中須訂定一具門檻性質之指標值：當計畫造成當地民眾進行自救及抗爭行為時為 0，無此狀況則為 1。

然而在實際狀況下，各地對當地計畫之歡迎程度亦有程度上之差異，因此可另以一質化指標表示該地區對當地計畫之歡迎程度。當某地區對推動該計畫之推動已成共識並強烈要求時，可以一大於 1 之數值表示民眾對該計畫之高度支持。

4.5 相關重大建設指標之擬定

某些性質之重大建設開發計畫必須藉由都市軌道運輸系統之配

合才可發揮或增加預期之效益。另一方面，若一都市軌道運輸建設計畫僅為配合該地區本身之運輸需求而推動，未來可產生之效益將較為有限；反之若都市軌道建設計畫可與其他計畫相互配合，將可能對計畫本身之經濟效益具有放大加成之效果，。因此若該都市有需都市軌道系統配合之相關重大建設，應有較高之優先性。

一般而言，若都市軌道運輸建設與下列兩種類別之重大建設產生聯結時，計畫之推動將具更多放大效益之可能，計畫間也更能因此聯結而相輔相成：

（一）與運輸系統之聯結

都市軌道運輸建設路線進入國際機場，以軌道系統本身之高準點率特性，可使出入境旅客更能掌握時間，減少出境前預留之時間成本。此外，一個規劃完善、高服務水準之機場軌道運輸系統更能使國外觀光客對我國產生良好之第一印象，此與將具有提升國際能見度及提高國家形象之無形效益。

都市軌道運輸系統與高速鐵路之共站連結，可提高高速鐵路之可及性，提高高速鐵路建設成功之機會，目前已被政府視為主要之施政方向，將提高其建設之優先性。

（二）與開發計畫之聯結

若新市鎮之開發時引入都市軌道運輸系統，將可提高新市鎮之空間可及性，吸引更多人口及產業至新市鎮，對推動發展新市鎮將有顯著之助益。

某些特定性質之開發計畫(如大型運動場、大學城或科技園區等)若能引進都市軌道運輸系統，將可提高民眾往來該地區休閒、就學或就業之意願，也可降低因開發計畫對該地區交通可能造成之衝擊。

在指標之應用上，可使用一質化值上以表示該計畫對相關重大建設上之配合程度。

4.6 促進區域均衡指標之擬定

由第二章文獻回顧中可知，區域均衡之目的即為藉由資源、人

口、產業之合理分配，避免上述三者少數地區之過度集中，尋求各區域依其適合之特性發展，以縮小各區域間生活品質及每人所得之差距。

而應用於相關指標之確立時，即可以平均每戶可支配所得表示不同地區所得之關係。而由於此一所得之高低與區域均衡之迫切性為反向之關係，因此在指標之應用上應以平均每戶可支配所得之倒數表示之。因此本指標之計算方式如下：

$$I_{RE} \propto \frac{1}{I_{Hyr}}$$

其中

I_{RE} ：區域均衡指標

I_{Hyr} ：平均每戶可支配所得



第五章 都市軌道運輸建設計畫優先性指標之校核

在第四章中，本研究已就影響都市軌道運輸建設計畫優先性之考量因素予以進行指標化之工作；本章之工作即為了解各指標之相對關係並進行整合，再利用方案評選結果之分析求出適用之都市軌道運輸建設計畫優先性指標以為本研究之研究成果。

5.1 都市軌道運輸建設計畫優先性指標相對關係與計畫推動優先順序之了解

在第四章中，本研究已就影響都市軌道運輸建設計畫優先性之考量因素予以進行指標化之工作，然而各指標間之相對關係，仍需經一嚴謹之程序予以決定，如此才具有更高之參考價值。因此，本研究以AHP法進行專家問卷之方式以求出各準則相對之權重；同時對現有預計推動之都市軌道運輸建設進行專家問卷，以了解專家學者對不同都市軌道運輸建設優先性之考量，並與準則權重問卷中各準則之相對關係進行檢視及比較，作為優先性指標校核之依據。

在方案比較之部分，本研究參考依據民國九十三年行政院所擬定之「新十大建設」五年五千億之計畫，其中在「北中南捷運」部分，扣除已進入實質動工之階段之計畫後，計有以下六項計畫：

- (1) 台北都會區大眾捷運系統後續路網信義線建設計畫（以下簡稱台北信義線）
- (2) 台北都會區大眾捷運系統後續路網松山線建設計畫（以下簡稱台北松山線）
- (3) 民間參與台北捷運系統環狀線建設計畫(BOT 第一階段)(以下簡稱台北環狀線)
- (4) 中正國際機場聯外捷運系統建設計畫（以下簡稱中正機場線）
- (5) 台中捷運優先路線（綠線）計畫（以下簡稱台中綠線）

(6) 高雄臨港輕軌系統 BOT 建設計畫（以下簡稱高雄臨港線）

其中台北捷運系統環狀線及高雄臨港輕軌雖名列 BOT 方式推動之計畫，但由於目前仍未有民間團隊確定參與，因此在保留政府自建之可能下一併列入評比。問卷中亦將各方案進行兩兩比較，以了解決策人員對上述不同計畫間推動優先順序之認知。

5.2 各種指標型式之擬定

在本研究之第四章中，已建立各優先性準則下之優先性指標，然而各指標間之相對關係尚需進行討論，故本研究在建立都市軌道運輸建設計畫優先性指標時，在考量各準則間之相對關係後擬出數種可能之指標型式；再藉由各準則指標之輸入，將計算結果之排序與方案在問卷上之排序進行比較，利用 MSE 進行計算方法之尋優以找出最能反映實際情形之指標計算方式。以下對各項指標型式進行說明：

(一) 指標型式一，簡單加權計算

$$I = P_{ECn} W_{EC} + P_{Fn} W_F + P_{ENn} W_{EN} + P_{Pn} W_P + P_{Cn} W_C + P_{REn} W_{RE}$$

其中

I = 優先性指標

P_{ECn} ：經濟效益指標正規化值

W_{EC} ：經濟效益準則權重

P_{Fn} ：財務可行性指標正規化值

W_F ：財務可行性準則權重

P_{ENn} ：環境影響指標正規化值

W_{EN} ：環境影響準則權重

P_{Pn} ：民眾意願指標正規化值

W_P ：民眾意願準則權重

P_{Cn} ：配合相關重大建設指標正規化值

W_C ：配合相關重大建設準則權重

P_{REn} ：促進區域均衡發展指標正規化值

W_{RE} ：促進區域均衡發展準則權重

說明：此計算方法即為 AHP 計算方法，假設所有影響準則皆為相互平行之互補關係。

(二) 指標型式二，環境影響與民眾意願為必要條件，其他準則以簡單加權計算

$$I = P_{ENe} \times P_{Pe} (P_{ECn} W_{EC} + P_{Fn} W_F + P_{Pn} W_P + P_{Cn} W_C + P_{REn} W_{RE})$$

其中

I =優先性指標

P_{ENe} ：環境影響門檻值（環評未過為 0，環評通過為 1）

P_{Pe} ：民眾意願門檻值（有重大抗爭為 0，無重大抗爭為 1）

其他參數與型式一相同

說明：此計算方法納入環境影響及民眾意願之門檻值概念，其餘部分與指標型式一相同。

(三) 指標型式三，環境影響與民眾意願為必要條件，準則內民眾意願、配合相關重大建設及促進區域均衡指標直接加增量值

$$I = P_{ENe} \times P_{Pe} (P_{ECn} W_{EC} + P_{Fn} W_F + P_{Pn\Delta} + P_{Cn\Delta} + P_{REn\Delta})$$

其中

I =優先性指標

$P_{Pn\Delta}$ ：民眾意願指標增量值

$P_{Cn\Delta}$ ：配合相關重大建設指標正規化後增量值

$P_{REn\Delta}$ ：促進區域均衡發展指標正規化後增量值

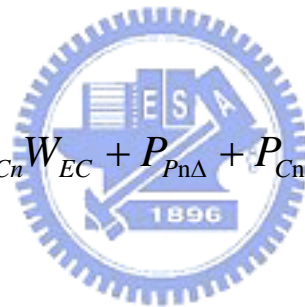
其他參數與指標型式一相同

說明：此計算方法與指標型式二相異之處，為民眾意願、配合相關重大建設及促進區域均衡發展之輸入變數為此三項指標之正規化後，與同指標項方案中最低正規化值之增量值。

(四) 指標型式四，財務可行性、環境影響與民眾意願為必要條件，準則內民眾意願指標、相關重大建設指標及區域均衡指標直接加增量值

計算方法如下：

$$I = P_{ENe} \times P_{Pe} \times P_{Fn} (P_{ECn} W_{EC} + P_{Pn\Delta} + P_{Cn\Delta} + P_{REn\Delta})$$



其中

I =優先性指標

其他參數與指標型式一、指標型式三相同

說明：與指標型式三相比，此計算方法將財務可行性與其他指標之關係由和轉為積，其餘部分與算法 3 相同。

(五) 指標型式五，環境影響與民眾意願為必要條件，準則內民眾意願指標、相關重大建設指標及區域均衡指標為經濟效益之放大係數
計算公式：

$$I = P_{ENe} \times P_{Pe} \times (P_{ECn} W_{EC} \times P_P \times P_C \times P_{REr} + P_{Fn} W_F)$$

其中

I = 優先性指標

P_P : 民眾意願指標值

P_C : 配合相關重大建設指標值

P_{REr} : 該方案促進區域均衡發展指標值與最低值之比

其他參數與指標型式一相同

說明：與指標型式三相比，此計算方法將民眾意願指標、配合相關重大建設指標與促進區域均衡指標三者與經濟效益指標之關係由和轉為積，其餘部分與指標型式三相同。

5.3 問卷設計

本研究所進行之問卷調查主要有兩項目的：一是了解都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構下各準則之相對關係；二是藉由現有各都市軌道運輸建設計畫推動之優先順序之了解，校核指標型式之說明程度。因此，在問卷之架構設計方面，本問卷包含標的及準則權重問項、方案優先性之排序與受訪者之基本資料此三項架構。

在進行各準則或方案之評比部分，本研究採用採用成對比較，以名目尺度依優劣勢劃分為七個尺度，分別給予 $7 \sim 1/7$ 之權重值，如下表所示：

表 5-1 本研究問卷名目尺度之權量值劃分表

項 目	強度												項 目
	強←-----→弱												
	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7
A					V								B

5.3.1 AHP 問卷設計

本研究所建立之都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構如下：

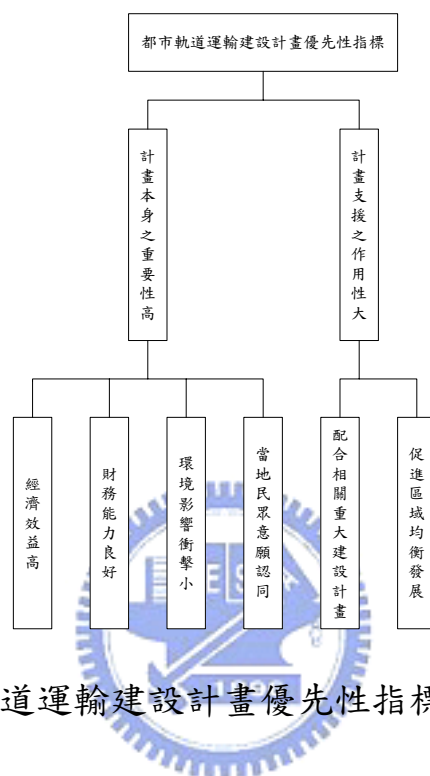


圖 5-1 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構

以下針對各標的及準則進行說明。

一、標的一：計畫本身之重要性高

當地對都市軌道運輸建設計畫之需求及可承受之負荷，為是否在此推行都市軌道運輸建設計畫之本質。一個對該地區而言是否在各方面皆能滿足其需求及限制之都市軌道運輸建設，為計畫推動優先性之重要關鍵。

(一) 準則一：經濟效益高

說明：推動計劃所帶來之經濟效益為影響地區對計畫之需求與否之根本。經濟效益分析結果愈佳之計畫，對決策者而言愈具吸引力。

(二) 準則二：財務能力良好

說明：就政府自建之計畫，由於目前政府之財力不若以往，造價較少

自償率較高之方案，對政府財政上之負擔較小。

(三) 準則三：環境影響衝擊小

說明：都市軌道運輸系統對環境有相當程度且長遠之影響，一個通過環境影響評估、且對環境影響衝擊較小之計畫，具有更高之永續性，將較受到歡迎。

(四) 準則四：當地民眾意願認同

說明：都市軌道建設計畫之本質為地區性之交通建設，為一與當地民眾切身相關之公共工程，在推動上應盡量爭取民眾之認同及配合，避免造成民眾之抗爭。

二、標的二：計畫支援之作用性大

除當地對都市軌道運輸建設計畫本身之需求及負荷外，計畫與其他計畫、計畫及區域之關係亦應加以審視，計畫與該地區之互動程度，為影響計畫推動優先性與否之外部因素。

(一) 準則一：配合相關重大建設計畫

說明：同一區域內不同計畫間往往具有程度不一之互動關係，都市軌道運輸建設計畫之推動將對某些特定之計畫效益具放大及加成之效果。

(二) 準則二：促進區域均衡發展

說明：某些特定地區區域本身之條件與特性下，依據國土發展計畫及區域計畫對各區域之發展策略、規劃後，可藉由都市軌道運輸建設計畫之推動，使該區域依其適合之特性發展。

在此架構之下所建立之評估準則體系如下頁表所示：

表 5-2 軌道運輸建設計畫優先性指標評估準則體系表

目標	標的	準則
都市軌道運輸建設計畫優先性	計畫本身之重要性高	經濟效益高
		財務能力良好
		環境影響衝擊小
		當地民眾意願認同
	計畫支援之作用性大	配合相關重大建設計畫
		促進區域均衡發展

除優先性指標之目標評估體系外，本研究之問卷亦將 5.1 節所示目前預計推動之都市軌道運輸建設計畫，請問卷對象進行各計畫間優先性排序，以了解實際決策時對目前預計推動方案之優先順序及其考量，並藉此對目標體系進行回饋，檢視目標體系與實際決策行為中是否有偏誤。

5.3.2 國內計畫興建軌道運輸系統之優先性調查問卷設計

此部分之問卷設計即為考量 5.1 節所列國內計畫興建之六項都市軌道運輸系統，使用七尺度之名目尺度權量值劃分表，請受訪者進行不同計畫之兩兩比較，經由分析以得出受訪者對各計畫推動優先性之排序結果。

5.4 問卷調查結果

5.4.1 問卷訪談對象

在訪談對象之選擇之部分，本研究針對相關政府官員及經濟、交通運輸、都市設計等相關學者，針對都市軌道運輸建設計畫優先性指標之看法進行問卷之訪問。一般而言，為使問卷結果不致產生偏誤，在進行專家訪談之問卷通常以約 30 份之樣本數以進行分析；然以本

問卷之問題背景而言，需要對此一議題有較深認知之受訪者，其意見才有參考價值；由於不易找到一般進行專家問卷所需之樣本數，為避免為追求樣本數反而造成分析結果之偏誤，因此本研究僅對與本決策較有相關或了解之人員進行問卷分析。

此次計發出 9 分問卷，回收 9 分，回收率為 100%。經一致性指標及一致性檢定共通過 7 分為有效問卷。專家問卷份數之分配如下：

表 5-3 專家問卷調查份數分配表

問卷調查對象	問卷調查份數
公部門（高鐵局）	5
教授及講師	4

壹、受訪者社會經濟背景分析

在受訪之 7 位專家中任職高鐵局有 4 人，佔 57.1%；從事教職有 3 人，佔 42.9%。在任教（職）年數方面，有 3 人任教（職）在 10 至 20 年間，佔 42.9%；其次有 2 人任教（職）在 10 年之內，佔 28.6%；有 2 人任教（職）在 20 年以上，佔 28.6%。

表 5-4 受訪專家社會經濟背景表

受訪者社會經濟背景 項目	社會經濟背景資料分類	樣本數	百分比（%）
任職地點	公部門（高鐵局）	4	57.1
	學校機構	3	42.9
任職年資	10 年以下	3	42.9
	11~20 年	2	28.6
	21 年以上	2	28.6

以下分別就不同領域之專家學者對問卷之回覆進行說明。

5.4.2 AHP 問卷調查結果

一、高鐵局專家問卷結果

高鐵局專家之問卷發出 5 份，回收 5 份，其中有 4 份通過一致性檢定。各項階層權重顯示如下：

表 5-5 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－高鐵局

標的	權重	排名	準則	權重	對應第一層級之權重	整體排名
計畫本身之重要性高	0.733	1	經濟效益高	0.426	0.312	1
			財務能力良好	0.246	0.180	2
			環境影響衝擊小	0.143	0.105	5
			當地民眾意願認同	0.185	0.136	4
計畫支援之作用性大	0.267	2	配合相關重大建設計畫	0.368	0.098	6
			促進區域均衡發展	0.632	0.168	3

(一) 標的層級權重分析

由表 5-6 得知在標的層級中，在計畫本身之重要性高及計畫支援之作用性大兩個標的下，高鐵局專家較重視「計畫本身之重要性高」。

(二) 準則層級權重分析

1. 「計畫本身之重要性高」標的權重分析

在「計畫本身之重要性高」之標的下，受訪之專家認為以「經濟效益高」為最高之準則（42.6%）；其次為「財務能力良好」（24.6%）及「當地民眾意願認同」（18.5%），「環境影響衝擊小」（14.3%）則為最低。

2. 「計畫支援之作用性大」標的權重分析

在「計畫支援之作用性大」之標的下，受訪之專家認為以「促進區域均衡發展」為最高之準則（63.2%）；其次為「配合相關重大建設計畫」（36.8%）。

（三）整體標的權重分析

就整體標的而言，以受訪專家所考量之權重關係中，由表 5-4 可知「經濟效益高」、「財務能力良好」及「促進區域均衡發展」為進行不同計畫間優先性比較之主要考量項目，其中「經濟效益高」及「財務能力良好」又落在「計畫本身之重要性高」之標的下，可見受訪之專家對於評估都市軌道運輸建設計畫之優先性時仍以計畫本身之重要性作為考量。

二、學者問卷結果

學者之問卷發出 4 份，回收 4 份，其中有 3 份通過一致性檢定。各項階層權重顯示如下：

表 5-6 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－學者

標的	權重	排名	準則	權重	對應第一層級之權重	整體排名
計畫本身之重要性高	0.634	1	經濟效益高	0.503	0.319	1
			財務能力良好	0.194	0.123	5
			環境影響衝擊小	0.206	0.131	4
			當地民眾意願認同	0.097	0.061	6
計畫支援之作用性大	0.366	2	配合相關重大建設計畫	0.458	0.167	3
			促進區域均衡發展	0.542	0.198	2

（一）標的層級權重分析

由表 5-6 得知在標的層級中，在計畫本身之重要性高及計畫支援之作用性大兩個標的下，學者較重視「計畫本身之重要性高」。

（二）準則層級權重分析

1. 「計畫本身之重要性高」標的權重分析

在「計畫本身之重要性高」之標的下，受訪之學者認為以「經濟效益高」為最高之準則（50.3%）；其次為「環境影響衝擊小」（20.6

％)及「財務能力良好」(19.4％)，「當地民眾意願認同」(9.7％)則為最低。

2. 「計畫支援之作用性大」標的權重分析

在「計畫支援之作用性大」之標的下，受訪之學者認為以「配合相關重大建設計畫」(54.2％)為最高之準則；其次為「促進區域均衡發展」(45.8％)。

(三) 整體標的權重分析

就整體標的而言，以受訪學者所考量之權重關係中，由表 5-4 可知「經濟效益高」、「配合相關重大建設計畫」及「促進區域均衡發展」為進行不同計畫間優先性比較之主要考量項目，其中「配合相關重大建設計畫」及「促進區域均衡發展」又落在「計畫支援之作用性大」之標的下，可見受訪之專家學者對於評估都市軌道運輸建設計畫之優先性時以計畫支援之作用性作為考量。

三、問卷總合統計結果

統計所有問卷之各項階層權重顯示如下：

表 5-7 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－問卷總合

標的	權重	排名	準則	權重	對應第一層級之權重	整體排名
計畫本身之重要性高	0.698	1	經濟效益高	0.462	0.322	1
			財務能力良好	0.217	0.151	3
			環境影響衝擊小	0.205	0.143	4
			當地民眾意願認同	0.117	0.081	6
計畫支援之作用性大	0.302	2	配合相關重大建設計畫	0.410	0.124	5
			促進區域均衡發展	0.590	0.178	2

（一）標的層級權重分析

由表 5-6 得知在標的層級中，在計畫本身之重要性高及計畫支援之作用性大兩個標的下，總體受訪者較重視「計畫本身之重要性高」。

（二）準則層級權重分析

1. 「計畫本身之重要性高」標的權重分析

在「計畫本身之重要性高」之標的下，受訪對象認為以「經濟效益高」為最高之準則（46.2%）；其次為「財務能力良好」（21.7%）及「環境影響衝擊小」（20.5%），「當地民眾意願認同」（11.7%）則為最低。

2. 「計畫支援之作用性大」標的權重分析

在「計畫支援之作用性大」之標的下，總體受訪者認為以「促進區域均衡發展」（59.0%）為最高之準則；其次為「配合相關重大建設計畫」（41.0%）。

（三）整體標的權重分析

就整體標的而言，以受訪專家所考量之權重關係中，由表 5-4 可知「經濟效益高」、「促進區域均衡發展」及「財務能力良好」為進行不同計畫間優先性比較之主要考量項目，其中「經濟效益高」及「財務能力良好」又落在「計畫本身之重要性高」之標的下，可見總體受訪者對於評估都市軌道運輸建設計畫之優先性時以「計畫本身之重要性高」作為考量。

整理上述三種群組取樣對目標體系之看法，可將各不同群組對層級架構之看法表列如下：

表 5-8 都市軌道運輸建設計畫優先性指標層級架構之權重－不同群組比較

標的	標的權重			準則	對應第一層級後之準則權重		
	高鐵局	學者	總受訪者		高鐵局	學者	總受訪者
計畫本身之重要性高	0.733	0.634	0.698	經濟效益高	0.312	0.319	0.322
				財務能力良好	0.180	0.123	0.151
				環境影響衝擊小	0.105	0.131	0.143
				當地民眾意願認同	0.136	0.061	0.081
計畫支援之作用性大	0.267	0.366	0.302	配合相關重大建設計畫	0.098	0.167	0.124
				促進區域均衡發展	0.168	0.198	0.178

5.4.3 方案評選問卷調查結果

在方案評選之部分，以下分就不同領域之專家學者對問卷對各方案推動優先性之偏好進行說明，

一、高鐵局專家問卷結果

高鐵局受訪專家對各方案優先性之得點如下：

表 5-9 都市軌道運輸建設計畫優先性得點－高鐵局

計畫名稱	優先性得點	排序
台北信義線	0.176	3
台北松山線	0.110	4
台北環狀線	0.181	2
中正機場線	0.377	1
台中綠線	0.080	5
高雄臨港線	0.076	6

由上表可知，高鐵局專家對前述計畫推動優先順序之排序依序為中正機場線、台北環狀線、台北信義線、台北松山線、台中綠線及高雄臨港線。

二、學者問卷結果

學者受訪者對各方案優先性之得點如下：

表 5-10 都市軌道運輸建設計畫優先性得點－學者

計畫名稱	優先性得點	排序
台北信義線	0.326	1
台北松山線	0.170	3
台北環狀線	0.124	4
中正機場線	0.262	2
台中綠線	0.066	5
高雄臨港線	0.052	6

資料來源：本研究整理

由上表可知，學者對前述計畫推動優先順序之排序依序為台北信義線、中正機場線、台北松山線、台北環狀線、台中綠線及高雄臨港線。

三、總受訪對象問卷結果

總受訪者對各方案優先性之得點如下：

表 5-11 都市軌道運輸建設計畫優先性得點－總受訪者

計畫名稱	優先性得點	排序
台北信義線	0.258	2
台北松山線	0.146	4
台北環狀線	0.148	3
中正機場線	0.309	1
台中綠線	0.074	5
高雄臨港線	0.065	6

由上表可知，總受訪人員對前述計畫推動優先順序之排序依序為中正機場線、台北信義線、台北環狀線、台北松山線、台中綠線及高雄臨港線。

5.5 優先性指標之校估

在得出受訪者對優先性指標層級架構之權重後，即可進行各指標型式之試算，並將各型式之試算而得之推動優先性結果與總受訪者直接對各方案優先性之排序結果進行比較，即可檢視指標排序結果與受訪者對方案排序結果之一致性，並作為指標修正之參考。

在一致性之績效衡量方面，通常針對預測模式時最常使用預測誤差平方和做為評估預測模式績效之準則。因此本研究以均方誤差 (Mean-Square Error, MSE) 做為績效尋優之判斷依據，均方誤差之計算公式如下：

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{iA} - y_{iB})^2$$

其中

MSE=均方誤差

n=評估方案數

y_{iA} =以專家學者估計 i 方案之績效結果

y_{iB} =以優先性指標估計 i 方案之績效結果



MSE 為一望小值之衡量指標，當各群專家學者之排序與優先性指標排序結果之 MSE 值愈小，表示兩種結果愈接近一致，即表示優先性指標之表現愈佳。

5.5.1 方案排序之試算

將上述交六項計畫依第四章中所建立各準則之評估指標代入社經變數進行計算，再予以進行正規化後依各準則之權重計算總和，比較不同計畫之計算結果以進行優先性之排序，以期與 5.4.2 問卷中直接對方案排序之結果進行比較，以做為指標修正之參考。

一、各計畫指標之輸入變數

依可取得之資料所示，各計畫之社經變數如下：

表 5-12 各計畫之社經變數

	台北信義線	台北松山線	台北環狀線	中正機場線	台中綠線	高雄臨港線
路線長度(km)	6.4	8.5	15.8	51.5	16.5	17
路線範圍人口 密度(人/km ²)	24064	22427.5	21110.48	4568.93	7071.625	18383.75
車輛/道路面 積(輛/m ²)	80.50	80.50	95.15	31.75	41.64	49.02
總預算數(億)	338.6	561.6	503.8	935.7	287.4	133.3
工期(年)	8	9	7	5	6	3
自償率(%)	18	16	15	9	10	7
平均每戶可支 配所得(元)	1237777	1237777	882634	934030	919646	940086

資料來源：內政部戶政司人口統計月報、交通部交通統計資料、
本研究整理

二、各指標之計算

將上述之社經變數代入第四章之指標後即可進行各指標之計算。各計畫在各指標之計算結果依序如下：

1. 經濟效益指標計算

由於高雄臨港輕軌之技術型式為與道路交通平面交織之系統，其營運速率較其他採完全隔離路權技術型式之計畫為低，平面交織之設計將影響使用者、非使用者效益及空間效益，因此必須對其計算出之經濟效益做一折減，方能客觀反映是否完全隔離路權之技術型式對經濟效益之影響；在本研究中，參考第三章中不同技術型式之營運速度，將輕軌系統之折減係數設為 0.7，該計畫所計算出之經濟效益須乘此折減係數後才能與建造成本相除計算出經濟效益指標。經濟效益指標計算結果如下：

表 5-13 各計畫之經濟效益指標

計畫名稱	經濟效益折減係數	經濟效益指標值
台北信義線	1	425475.79
台北松山線	1	261777.73
台北環狀線	1	566651.47
中正機場線	1	143558.95
台中綠線	1	134644.82
高雄臨港線	0.7	444346.98

2. 財務可行性指標計算

財務可行性指標為自償率與平均每年所需預算數之比值表示，各計畫之財務可行性指標計算結果如下：

表 5-14 各計畫之財務可行性指標

計畫名稱	財務可行性指標值
台北信義線	4.25×10^{-3}
台北松山線	2.56×10^{-3}
台北環狀線	2.08×10^{-3}
中正機場線	4.81×10^{-4}
台中綠線	2.09×10^{-3}
高雄臨港線	1.58×10^{-3}

3. 環境影響指標計算

由於此六項計畫皆未有重大而不可逆之環境衝擊，故本指標皆給予相同之量化值：

表 5-15 各計畫之環境影響指標

計畫名稱	環境影響指標值
台北信義線	1
台北松山線	1
台北環狀線	1
中正機場線	1
台中綠線	1
高雄臨港線	1

4. 民眾意願指標計算

由於此六項計畫皆未有當地民眾進行自救及抗爭行為而成為全國性之討論議題，因此在門檻值部分皆給予相同之量化值；而實際上因中正機場線為一當地強力要求推動且以凝聚共識之計畫，因此在民眾意願指標中可給予較高之質化值，在本次試算中假設其質化值為 2：

表 5-16 各計畫之民眾意願指標

計畫名稱	民眾意願門檻值	民眾意願指標值
台北信義線	1	1
台北松山線	1	1
台北環狀線	1	1
中正機場線	1	2
台中綠線	1	1
高雄臨港線	1	1

5. 配合相關重大建設計畫指標計算

台北信義線、台北松山線、台北環狀線、台中綠線及高雄臨港線在本項中至少皆具有與其他捷運路線或台鐵、高鐵車站等大眾運輸系統之接駁服務，因此皆給予相同之指標值；中正機場線為連接國家大門之重要建設，因此應給予更高之質化值，在本次試算中假設其為 2，表列如下：

表 5-17 各計畫之配合相關重大建設計畫指標

計畫名稱	配合相關重大建設計畫指標值
台北信義線	1
台北松山線	1
台北環狀線	1
中正機場線	2
台中綠線	1
高雄臨港線	1

6. 促進區域均衡指標計算

促進區域均衡指標為各地區平均家戶所得之倒數；因此各計畫在此指標之值如下：

表 5-18 各計畫之促進區域均衡指標

計畫名稱	促進區域均衡指標值
台北信義線	8.08×10^{-7}
台北松山線	8.08×10^{-7}
台北環狀線	1.13×10^{-6}
中正機場線	1.07×10^{-6}
台中綠線	1.09×10^{-6}
高雄臨港線	1.06×10^{-6}

三、各計畫指標之正規化

由於各指標之結果量度不同，為使各不同指標能在相同量度下以不同權重進行計算，需對各指標之計算結果轉化為 0 與 1 間之值，此即為正規化（Normalize）。

各指標經由正規化後之結果如下頁所示：

表 5-19 各方案指標之正規化值

方案指標 正規化值	經濟效益	財務可行性	環境衝擊	民眾意願	重大建設	區域均衡
台北信義線	0.473677571	0.708051	0.408248	0.333333333	0.333333333	0.32848
台北松山線	0.291434302	0.426898	0.408248	0.333333333	0.333333333	0.32848
台北環狀線	0.630846927	0.346993	0.408248	0.333333333	0.333333333	0.46065
中正機場線	0.159822621	0.080069	0.408248	0.666666667	0.666666667	0.435302
台中綠線	0.149898617	0.347579	0.408248	0.333333333	0.333333333	0.44211
高雄臨港線	0.494686664	0.262288	0.408248	0.333333333	0.333333333	0.432498

四、各計畫優先性指標之計算及排序

將上表中各計畫之各項優先性指標正規化值，配合 5.3.1 中間卷所得出之不同單位受訪者與總受訪者給予之各準則權重關係代入不同指標型式予以計算，即可得不同訪群組下，各方案在不同指標型式中之優先性指標值，依此結果即可對方案進行優先性之排序。

不同群組及不同指標型式之排序結果如下頁表所示：



表 5-20 各方案優先性指標值及排序

	指標型式一 排序結果			指標型式二 排序結果			指標型式三 排序結果		
受訪對象	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合
計畫名稱									
台北信義線	2	2	2	2	2	2	3	3	3
台北松山線	4	4	4	4	4	4	6	6	6
台北環狀線	1	1	1	1	1	1	1	1	1
中正機場線	6	6	6	6	6	6	5	5	5
台中綠線	5	5	5	5	5	5	4	4	4
高雄臨港線	3	3	3	3	3	3	2	2	2
MSE	6	6	6.33	6	6	6.33	6.33	8	7
備註	最佳一致性			最佳一致性					
	指標型式四 排序結果			指標型式五 排序結果			方案排序		
受訪對象	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合
計畫名稱									
台北信義線	2	2	2	2	3	2	3	1	2
台北松山線	5	5	5	4	4	4	4	3	4
台北環狀線	1	1	1	1	1	1	2	4	3
中正機場線	6	6	6	6	6	6	1	2	1
台中綠線	4	4	4	5	5	5	5	5	5
高雄臨港線	3	3	3	3	2	3	6	6	6
MSE	6.33	6.67	6.67	6	7.67	6.33			
備註									

5.5.2 民眾意願與配合相關重大建設指標值之尋優

由上表之結果，可知在五種指標型式中，以指標型式一及指標型式二對方案問卷排序結果之一致性為最高；然而其 MSE 值結果表示此

二指標型式與方案問卷排序結果之一致性仍有相當之差距。

指標型式排序與優先性指標排序之不一致性，有可能係來自指標值之代表性不夠，其中尤以民眾意願指標與配合相關重大建設指標值較明顯。因此本研究以尋優方法尋找此二指標之最佳代表值，在第一階段先固定兩指標值中之其中一項，另一項值再以不同值代入優先性指標計算，檢視 MSE 表現最好之組合；再固定第一階段之變數指標，改變第一階段之固定指標進行計算，檢視 MSE 表現最好之組合；如此周而復始，直至找出表現最佳之組合為止。

民眾意願指標與配合相關重大建設指標值之尋優過程如下：

表 5-21 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優 第一階段

第一階段(民眾意願指標值為 2)				
民眾意願 指標值	配合相關重大建設計畫 指標值	群組	MSE	備註
2	2	高鐵局	4. 67	
		學者專家	4. 67	
		總受訪者	5	
2	3	高鐵局	3. 67	
		學者專家	467	
		總受訪者	4	
2	4	高鐵局	3. 67	最佳結果
		學者專家	3. 33	
		總受訪者	4	
2	5	高鐵局	3. 67	已收斂
		學者專家	3. 33	
		總受訪者	4	

表 5-22 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優 第二階段

第二階段(配合相關重大建設計畫指標值為 4)				
民眾意願 指標值	配合相關重大建設計畫 指標值	群組	MSE	備註
3	4	高鐵局	4. 67	
		學者專家	4. 67	
		總受訪者	5	
4	4	高鐵局	3. 67	
		學者專家	467	
		總受訪者	4	
5	4	高鐵局	3. 67	最佳結果
		學者專家	3. 33	
		總受訪者	4	
6	4	高鐵局	3. 67	
		學者專家	3. 33	
		總受訪者	4	

表 5-23 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優 第三階段

第三階段(民眾意願指標值為 5)				
民眾意願 指標值	配合相關重大建設計畫 指標值	群組	MSE	備註
5	2	高鐵局	4. 67	
		學者專家	4. 67	
		總受訪者	5	
5	3	高鐵局	3. 67	
		學者專家	467	
		總受訪者	4	
5	4	高鐵局	3. 67	最佳結果
		學者專家	3. 33	
		總受訪者	4	
5	5	高鐵局	3. 67	已收斂
		學者專家	3. 33	
		總受訪者	4	

經由尋優後，可知當民眾意願指標值為 5，配合相關重大建設計畫值為 4 時，指標型式排序與方案問卷排序間之一致性最佳。

將此一尋優後之指標值代入各指標型式進行計算，將其計算結果與方案問卷排序再進行一次一致性之比較，可得如下頁之比較結果：



表 5-24 民眾意願指標值與配合相關重大建設指標值之尋優後 各方案優先性指標值及排序

	指標型式一 排序結果			指標型式二 排序結果			指標型式三 排序結果		
受訪對象 計畫名稱	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合
台北信義線	2	2	2	2	2	2	4	4	4
台北松山線	5	5	5	5	5	5	6	6	6
台北環狀線	1	1	1	1	1	1	2	2	2
中正機場線	3	3	3	3	3	3	1	1	1
台中綠線	6	6	6	6	6	6	5	5	5
高雄臨港線	4	4	4	4	4	4	3	3	3
MSE	2	3.33	2.33	2	3.33	2.33	2.33	5.33	3
備註									
	指標型式四 排序結果			指標型式五 排序結果			方案排序		
受訪對象 計畫名稱	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合	高鐵局 專家	學者	問卷 總合
台北信義線	3	3	3	3	4	3	3	1	2
台北松山線	6	6	6	5	5	5	4	3	4
台北環狀線	2	2	2	2	2	2	2	4	3
中正機場線	1	1	1	1	1	1	1	2	1
台中綠線	5	5	5	6	6	6	5	5	5
高雄臨港線	4	4	4	4	3	4	6	6	6
MSE	1.33	3.67	1.67	1	4.67	1.33			
備註	最佳一致性								

經由表 5-24 可知，指標型式四在高鐵局與總受訪者兩群體中均表現最優；在高鐵局專家群體表現雖不及指標型式一、指標型式二，問卷總合群體表現雖不及指標型式五，但其不及之差距不若其他方法

在其他兩群體與指標型式四之差距要大，因此本研究建議採用指標型式四作為衡量都市軌道運輸建設計畫優先性之指標。



第六章 結論與建議

本研究之目的為決策人員在僅對各計畫概略了解而無法取得完整資訊之背景下，應用於衡量不同都市軌道運輸建設計畫優先性之指標擬定。為達成研究目的，需了解都市軌道運輸建設計畫內涵，探討都市軌道運輸系統建設計畫所需考量之因素，找出影響都市軌道運輸系統建設計畫重要性之因素及優先性考量準則，進而建立軌道運輸系統建設計畫優先性指標。

本研究之結論及建議如下：

6.1 結論

一、都市軌道運輸建設計畫評估準則

1. 經過相關文獻分析及歸納，得出衡量都市軌道運輸建設計畫重要性之準則可依計畫本身之表現及計畫對外在之互動影響分為「計畫本身之重要性」及「計畫支援之作用性」兩大方向。
2. 其中與「計畫本身之重要性」較為相關之準則為「經濟效益高」、「財務能力良好」、「環境影響衝擊小」及「當地民眾意願認同」等四項準則；與「計畫支援之作用性」較為相關之準則為「促進區域均衡發展」等兩項。

二、都市軌道運輸建設計畫優先性指標之建構

經本研究之研究分析，認為各優先性準則所建立之優先性指標如下：

1. 經濟效益指標之使用者效益以該地區「人口密度」、「計畫路線長度」、「登記機動車輛數」除以「道路面積」而得；非使用者效益為該地區之「人口數」、「車輛持有率」、「登記機動車輛數」除以「道路面積」而得；空間效益則以該地區、「登記機動車輛數」除以「道路面積」而得；三者之和

即為經濟效益指標。

2. 財務可行性指標以該計畫「自償率」與「平均每年建造成本」之商表示。
3. 環境影響指標為一具門檻意義之指標，計畫對環境有重大衝擊時為 0，無重大衝擊時為 1
4. 民眾意願指標具考慮門檻意義與當地民眾對計畫之歡迎程度。在門檻值部分，發生重大抗爭為 0，無重大抗爭時為 1；另可以一質化值表示當地民眾要求計畫儘速推動之程度。
5. 配合相關重大建設指標值以一質化值表示計畫對相關重大建設配合之程度。
6. 促進區域均衡指標以各地區平均每戶可支配所得之倒數表示之。

三、都市軌道運輸建設計畫優先性指標建構與校核

1. 優先性指標擬定之兩大工作，一為了解納入本次計畫優先性排序之計畫中，民眾意願指標與配合相關重大建設指標之擬定，由於在本次排序中僅中正機場捷運系統中在此二項準則與其他計畫之差異較為明顯，因此以不同之質化值配合 AHP 之績效評估方法進行試算，並與受訪者對方案排序之實際看法進行比較及修正。研究結果顯示，當其他計畫在「民眾意願指標值」與「配合相關重大建設計畫指標值」之表現為 1 時，中正機場捷運在「民眾意願指標值」為 5、「配合相關重大建設計畫指標值」為 4 時可得到最接近實際排序結果之表現。
2. 由於計畫對環境影響無重大不可逆之結果與當地民眾對計畫無重大抗爭行為之表現為推動計畫之先決條件；而各準則間之相對關係是否為平行之互補關係亦或加成之關係均須詳加界定，因此在本研究在實際指標建構上採用數種不同表達組合之計算方式與實際排序結果比較，計算各種組合之 MSE 值

衡量與方案問卷之一致程度，以求出最佳指標計算方法。研究結果顯示，當財務可行性、環境影響與民眾意願為以積為表示之必要條件，與準則內民眾意願指標、相關重大建設指標及區域均衡指標直接加正規化後之增量值和經濟效益指標相加結果之和相乘時，此一得出之指標應用方式最接近 AHP 問卷受訪者直接對方案排序之結果。

6.2 建議

1. 本研究在指標型式之建構上採用以一次 AHP 問卷之方式，檢視受訪者對優先性準則與方案排序之結果進行指標型式之校核。建議後續研究者可嘗試使用 Delphi 法進行多次問卷之統計，以得出準則權重與方案排序更為一致性之結果。
2. 本研究之研究結果僅能作為在無其他外在影響因素下對各計畫之優先性比較；然而實際上影響各計畫預算分配與推動優先性之外在因素甚多，此一部分可供後續研究者進行更進一步之討論。
3. 本研究以各地區平均每戶可支配所得之倒數表示作為促進區域均衡指標之判斷依據，由於「區域均衡」除減少所得之差距外另有其他之意義，是否有更具代表性之指標為後續研究者可加以探討之課題。
4. 本研究在進行指標之建構時，採用選取代表影響因素之變數進行指標之建立。實際上變數與各影響因素往往為函數之關係，直接以各變數進行計算之結果與影響因素之影響程度相比恐有偏差。建議後續研究者可再就各指標代表性變數之選取進行更進一步之研究。

參考文獻

- (1) 王慶瑞，「運輸系統規劃」，亞聯工程顧問公司，2001 年 2 月
- (2) 中華顧問工程司，「台中都會區大眾捷運系統規劃」，台灣省政府住宅及都市發展局，1996 年 1 月
- (3) 內政部營建署，「生活圈道路系統建設計畫修正機制之研究」，2002 年 6 月
- (4) 內政部營建署網站，台灣地區自然保育區系之分類，
http://www.cpami.gov.tw/pwi/cp/cp_detail.php?pageno=1&nqano=43
- (5) 內政部營建署網站，都市及區域發展指標
<http://www.bp.ntu.edu.tw/cpis/devindex/89/Main.HTM>
- (6) 內政部戶政司，人口統計電子報
- (7) 台北市政府捷運工程局 <http://www.dorts.gov.tw/net/net.htm>
- (8) 交通部高速鐵路工程局
<http://www.hsr.gov.tw/homepage.nsf/b8871e16146185904825688c0019d93f/19ee11ef542ebb7d48256e8c0030a2e7?OpenDocument>
- (9) 行政院主計處普查局，八十四年人口及居住調查統計結果表
- (10) 高雄市政府捷運工程局
<http://www.kcg.gov.tw/~mtbu/html/lightrail/routemap.php>
- (11) 陳世圯、馮正民、涂維穗，桃園縣大眾運輸路網發展策略之研究，財團法人國家政策研究基金會，2002 年 9 月
- (12) 行政院經濟建設委員會，新十大建設規劃報告書，2004 年 2 月
- (13) 交通部統計處網站統計資料，
<http://www.motc.gov.tw/service/index.htm>
- (14) 亞新工程顧問公司，「桃園都會區大眾捷運系統規劃」，台灣

省政府住宅及都市發展局，1994 年 2 月

- (15) 林榮政，「捷運路網建設分期方法之研究」，國立台灣大學土木工程學研究所碩士論文，1997 年 6 月
- (16) 林建元，「重大開發計畫對城鄉發展及區域均衡影響之研究 子計畫五 工業部門」，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告，2000
- (17) 李信佑，「宜蘭縣公路建設計畫優先順序之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，2003 年 6 月
- (18) 袁君秋，「臺灣地區空氣品質指標之探討」，國立臺灣大學環境工程學研究所碩士論文，2001 年
- (19) 溫皓平，「北迴鐵路建設前後東部各縣發展狀況之分析」，國立台灣大學土木工程研究所碩士論文，1996 年 6 月
- (20) 張志榮，「都市捷運：發展與應用」，胡氏圖書/建築情報雜誌社，1994 年 11 月
- (21) 張志榮，「都市捷運：規劃與設計」，三民書局，1999 年 5 月
- (22) 馮正民、林楨家，「都市及區域分析方法」，建都文化事業股份有限公司，2000 年 12 月。
- (23) 馮正民，「交通運輸與區域發展之迷思」，跨世紀台灣運輸、防災與區域發展（上），1995 年 5 月
- (24) 姜渝生，「台灣地區運輸建設區域分配之檢討」，跨世紀台灣運輸、防災與區域發展（上），1995 年 5 月
- (25) 馬久惠，「國家政策與臺灣戰後的城鄉發展（1945-1999）」，暨南國際大學公共行政與政策學系碩士論文，2000 年 6 月
- (26) 楊詠凱，「台灣地區主要航空站營運與財務之績效評估」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，2002 年 6 月
- (27) 劉馨隆，「公共工程建設計畫時序性組合規劃之研究」，國立中央大學土木工程學系博士論文，2000 年 6 月。
- (28) 鼎漢國際工程顧問股份有限公司，「台鐵深澳支線輕軌化之可

- 行性暨先期規劃研究」，交通部運輸研究所，2002年3月
- (29) 戴安蕙，「臺灣北部區域空間經濟變遷之研究(1970-1999)」，
中國文化大學地學研究所博士論文，2002年5月
- (30) 廖慧萍，「公有閒置空間再利用評估模式之研究」，朝陽科技
大學建築及都市設計研究所碩士論文，2002年6月
- (31) 陳盛隆，「公共工程採最有利標評選施工廠商作業之研究」，
中華大學營建管理研究所碩士論文，2002年6月
- (32) 林懋州，「台中市水湳機場遷移後土地再利用指標之研究」，
逢甲大學建築及都市計畫研究所碩士論文，2001年6月
- (33) Morisugi，「Evaluation methodologies of transportation
projects in Japan」，Transportation Policy，2000年7月
- (34) Jeffrey R. Kenworthy and Felix B Laube，Automobile
dependence in cities an international comparison of urban
transport and land use patterns with implications for
sustainability，Environmental Impact Assessment Review，，
1996年七月
- (35) Laporte, Gilbert; Mesa, Juan A.; Ortega, Francisco A.，
Optimization methods for the planning of rapid transit
systems，European Journal of Operational Research V，2000
年4月

附 錄

「都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究」專家問卷



「都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究」專家問卷

敬啟者，您好：

本人正從事「都市軌道運輸建設計畫優先性指標之研究」之論文研究，冀能提供論文撰寫及相關單位今後對於擬定都市軌道運輸建設計畫優先性指標之參考依據。您所提供之寶貴意見僅作於論文研究用，衷心期盼您的協助及不吝指正。

國立交通大學交通運輸研究所

研 究 生：廖宏達

指 導 教 授：黃台生


敬啟

聯絡地址：100 台北市中正區忠孝西路一段 114 號 4 樓

聯絡電話：0937-148090

中華民國九十四年五月十六日

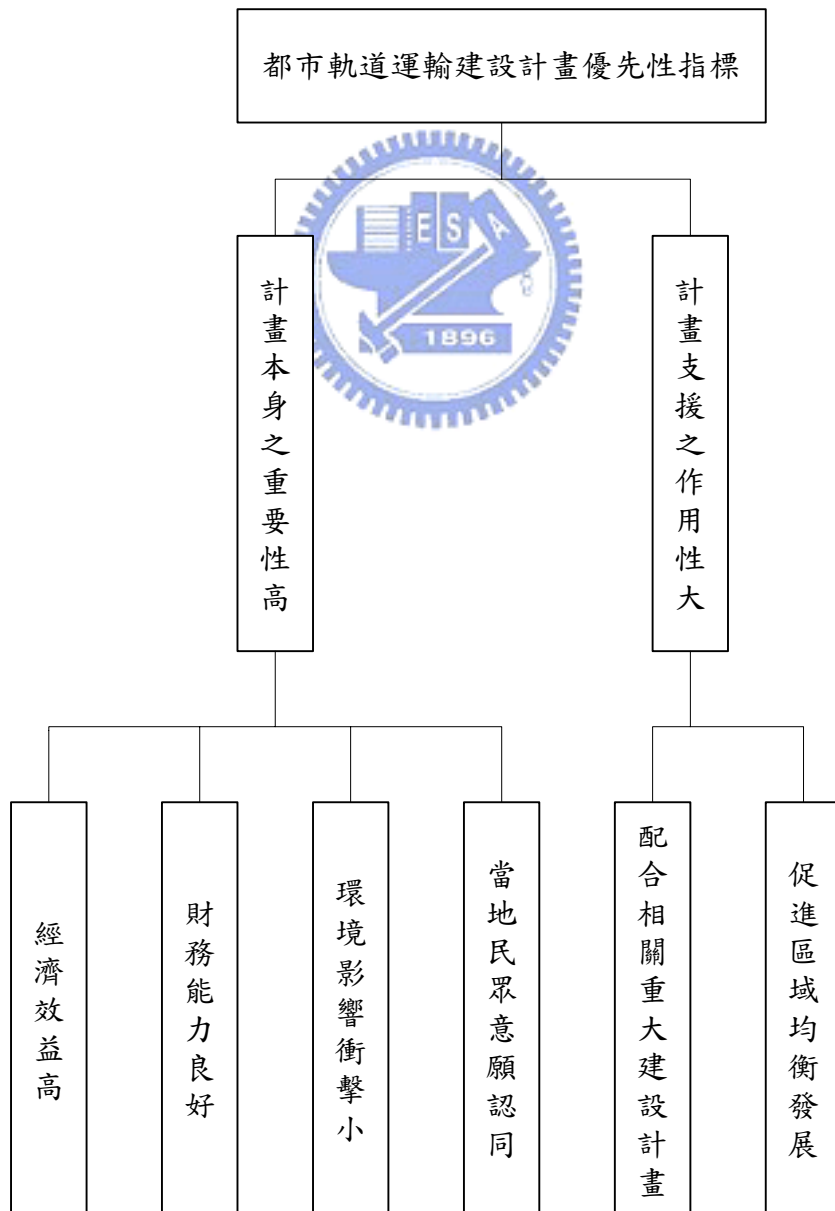
※問卷填寫說明：

- 
- (一) 本問卷將就『目標-標的』、『標的-準則』及『方案』進行調查，請在詳細慎思後，就各標的（或準則、方案）之間之相對權重情形，在其下之方格勾出最適當之比值。
 - (二) 如果您認為：A 標的（或準則、方案）比標的（或準則、方案）重要且其相對比值為 2:1，則請您在 2:1 欄下之方格打 V。
 - (三) 如果您認為：B 標的（或準則、方案）比 A 標的（或準則、方案）重要且其相對比值為 1:3，則請您在 1:3 欄下之方格打 V。
 - (四) 如果您認為：A 標的（或準則、方案）和標的（或準則、方案）同等，則請您在 1:1 欄下之方格打 V。
 - (五) 此種勾選方式必須具有遞移性，即若 A 比 B 重要 ($A > B$)，且 B 比 C 重要 ($B > C$)，則 A 必須比 C 重要 ($A > C$)，同時 $A > B > C$ 必須成立。

※ 問卷填寫範例：如果您認為：A 標的（或準則、方案）比 B 標的（或準則、方案）重要，且其相對比值為 3:1，則請您如下勾選之。

項 目	強度												項 目	
	強←-----→弱													
	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1		
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	
A					V									B

本研究之目標體系層級如下，請您在閱讀完後分別依序作答，謝謝！



問題一：標的及準則之重要順序

本問卷是以 AHP 方式之問卷，希望您對以下五個準則做出優先順序之比較：

步驟一：評估標的之重要順序

項 目	強度												項 目	
	強←-----→弱													
	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1		
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	
計畫本身之重 要性高														計畫支援之作 用性大

步驟二：標的一，在「計畫本身之重要性高」下，評估準則之重要順序

項 目	強度 強←-----→弱												項 目	
	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1		
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	
經濟效益高														財務能力良好
經濟效益高														環境影響 衝擊小
經濟效益高														當地民眾意願 認同
財務能力良好														環境影響 衝擊小
財務能力良好														當地民眾意願 認同
環境影響 衝擊小														當地民眾意願 認同

步驟三：標的二，在「計畫支援之作用性大」下，評估準則之重要順序

項 目	強度												項 目	
	強←-----→弱													
	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1		
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:		
	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	
配合相關重大 建設計畫														促進區域均衡 發展

問題二：方案之優先性評比

請您詳加閱讀所附之資料，再就下列計畫之優先性進行排序。

(一) 評選方案基本介紹

依據民國九十三年行政院所擬定之「新十大建設」五年五千億之計畫，其中在「北中南捷運」部分，扣除已進入實質動工之階段之計畫後，計有以下六項計畫：

- (1) 台北都會區大眾捷運系統後續路網信義線建設計畫
- (2) 台北都會區大眾捷運系統後續路網松山線建設計畫
- (3) 民間參與台北捷運系統環狀線建設計畫 (BOT 第一階段)
- (4) 中正國際機場聯外捷運系統建設計畫
- (5) 台中捷運優先路線 (綠線) 計畫
- (6) 高雄臨港輕軌系統 BOT 建設計畫

其中台北捷運系統環狀線及高雄臨港輕軌雖名列 BOT 方式推動之計畫，但由於目前仍未有民間團隊確定參與，因此在保留政府自建之可能下一併列入評比。各計畫與本研究中優先性指標較為相關之基本資料如下：

(1) 台北都會區大眾捷運系統後續路網信義線建設計畫

1. 所在地區社經變數：所在之台北市沿線人口密度為每平方公里 24064 人、登記小客車及機車車輛數與道路面積之商為平均每

千平方公尺 80.5 輛。

2. 環境現況：本計畫無造成重大不可逆之環境衝擊，當地民眾對計畫無明顯之反對議題或抗爭行為；除原有之捷運路網外，與本計畫較為相關之重大建設為世貿中心（R06）站所服務之世貿中心及台北國際金融中心等。
3. 計畫本身路線長度及預估經費：本計畫路線全長約 6.4 公里，預估經費為 338.6 億元。

（2）台北都會區大眾捷運系統後續路網松山線建設計畫

1. 所在地區社經變數：所在之台北市沿線人口密度為每平方公里 22427.5 人、登記小客車及機車車輛數與道路面積之商為平均每千平方公尺 80.5 輛。
2. 環境現況：本計畫無造成重大不可逆之環境衝擊，當地民眾對計畫無明顯之反對議題或抗爭行為；除原有之捷運路網外，與本計畫範圍內亦無較為相關之重大建設。
3. 計畫本身路線長度及預估經費：本計畫路線全長約 8.5 公里，預估經費為 561.6 億元。

（3）民間參與台北捷運系統環狀線建設計畫（BOT 第一階段）

1. 所在地區社經變數：所在之台北縣沿線人口密度為每平方公里 21110.48 人、登記小客車及機車車輛數與道路面積之商為平均每千平方公尺 95.15 輛。
2. 環境現況：本計畫無造成重大不可逆之環境衝擊，當地民眾對計畫無明顯之反對議題或抗爭行為；除原有之捷運路網外，與本計畫範圍內亦無較為相關之重大建設。
3. 計畫本身路線長度及預估經費：本計畫路線全長約 15.8 公里，預估經費為 503.8 億元。

（4）中正國際機場聯外捷運系統建設計畫

1. 所在地區社經變數：所在地區之沿線人口密度約為每平方公里 4568.93 人、登記之小客車及機車車輛數與道路面積之商為平均每千平方公尺 31.75 輛。

2. 環境現況：本計畫無造成重大不可逆之環境衝擊，路線行經地區之民意希望儘速推動計畫，且該計畫之推動已成全國之共識；本計畫在機場線段之最主要運輸功能為提供台北至中正機場之運輸服務，中正機場視為本計畫最相關之重大建設。
3. 計畫本身路線長度及預估經費：本計畫之路線長度計 51.5 公里，其中約 36 公里位於台北縣境內，16 公里位於桃園縣境內；預估經費為 935.7 億元。

(5) 台中捷運優先路線（綠線）計畫

1. 所在地區社經變數：所在之台中市沿線人口密度為每平方公里 7071.625 人、登記之小客車及機車車輛數與道路面積之商為平均每千平方公尺 41.64 輛。
2. 環境現況：本計畫無造成重大不可逆之環境衝擊，當地民眾對計畫無明顯之反對議題或抗爭行為；較為相關之重大建設為與高鐵台中站之連結。
3. 計畫本身路線長度及預估經費：本計畫路線全長約 16.5 公里，預估經費為 287.4 億元。

(6) 高雄臨港輕軌系統 BOT 建設計畫

1. 所在地區社經變數：所在之高雄市沿線人口密度為每平方公里 18383.75 人、登記之小客車及機車車輛數與道路面積之商為平均每千平方公尺 49.02 輛。
2. 環境現況：本計畫無造成重大不可逆之環境衝擊，當地民眾對計畫無明顯之反對議題或抗爭行為；除原有之捷運路網外，與本計畫範圍內亦無較為相關之重大建設。
3. 計畫本身路線長度及預估經費：本計畫路線全長約 17 公里，預估經費為 133.3 億元。

圖片說明：

- (1) 台北都會區大眾捷運系統後續路網信義線建設計畫
- (2) 台北都會區大眾捷運系統後續路網松山線建設計畫
- (3) 民間參與台北捷運系統環狀線建設計畫 (BOT 第一階段)
- (4) 中正國際機場聯外捷運系統建設計畫

四條路線之相對關係圖：



圖片來源：台北市政府捷運工程局、本研究整理

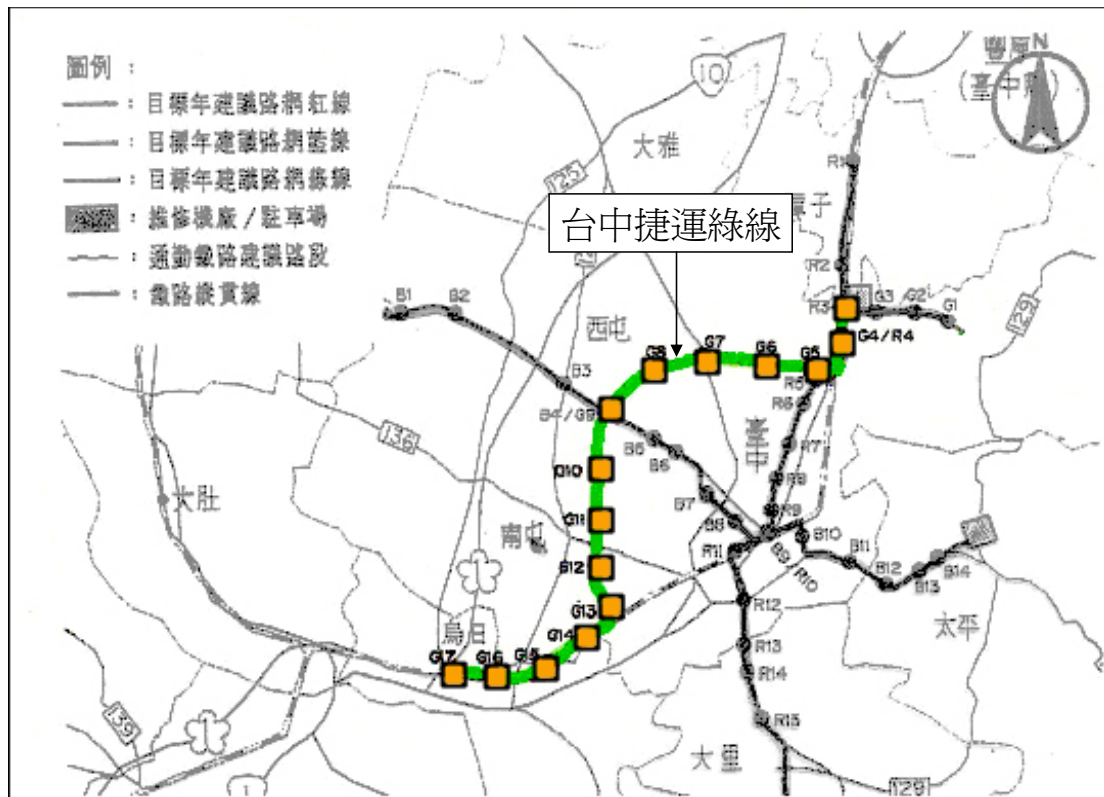
中正國際機場聯外捷運系統建設計畫 CKS International Airport Access MRT System Project

本資料僅供參考，計畫內容以行政院核定為準
All printed information are not affirmed, any forms of use are prohibited and illegal.

交通部高速鐵路工程局 Bureau of High Speed Rail, MOTC

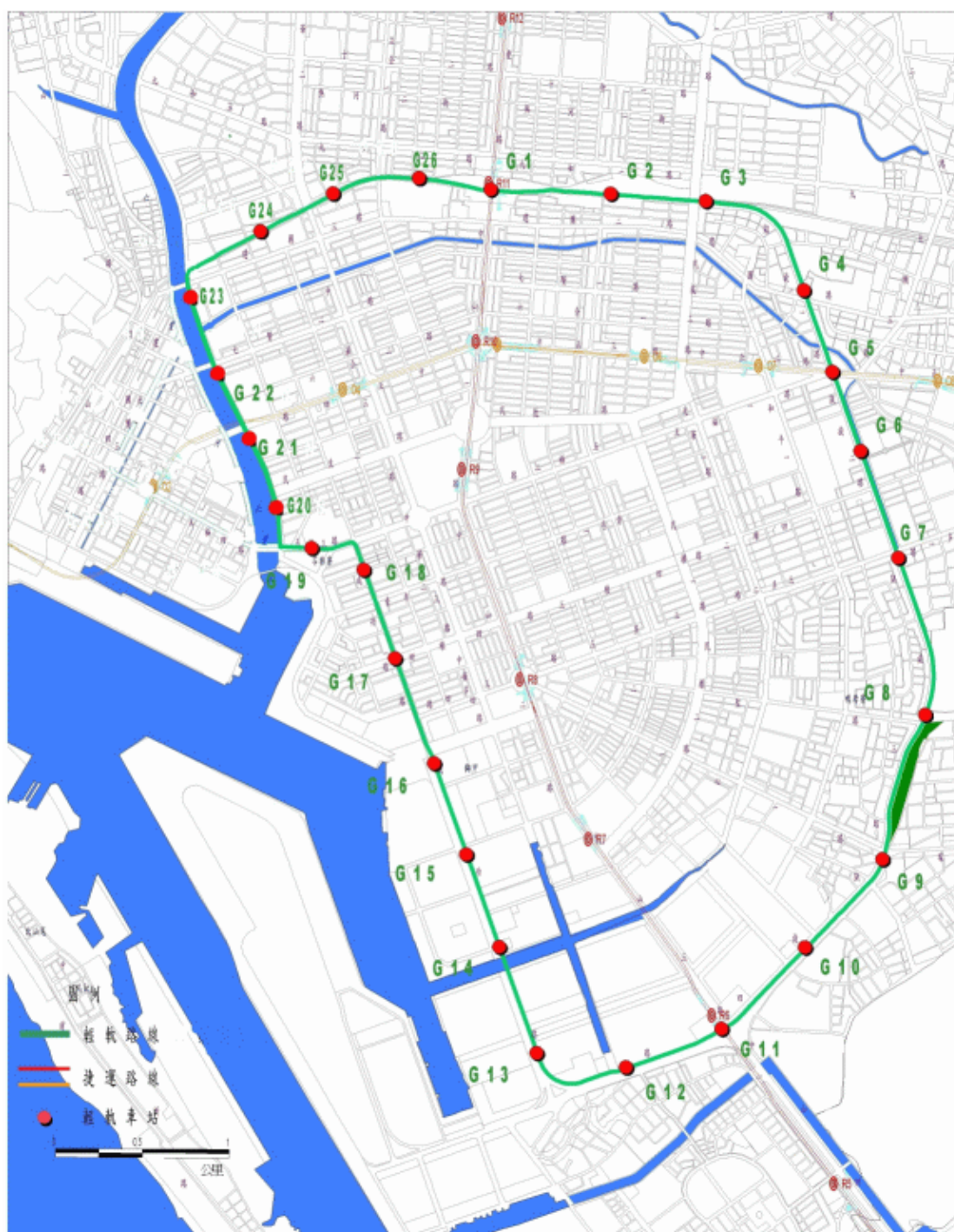
94

(5) 台中捷運優先路線（綠線）計畫



圖片來源：本研究整理

(6) 高雄臨港輕軌系統 BOT 建設計畫



圖片來源：高雄市政府捷運工程局

(二) 方案優先性之評選

本問卷是以成對比較方式之問卷，希望您對以上所述六個都市軌道運輸建設計畫做出推動優先性之比較：

項 目	強度													項 目
	強←-----→弱													
	7	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	1	1	
	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	
	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5	6	7	
台北信義線														台北松山線
台北信義線														台北環狀線
台北信義線														中正機場線
台北信義線														台中綠線
台北信義線														高雄臨港線
台北松山線														台北環狀線
台北松山線														中正機場線
台北松山線														台中綠線
台北松山線														高雄臨港線
台北環狀線														中正機場線
台北環狀線														台中綠線
台北環狀線														高雄臨港線
中正機場線														台中綠線
中正機場線														高雄臨港線
台中綠線														高雄臨港線

※受訪者基本資料

1. 請問您的性別：☐1. 男 ☐2. 女

2. 請問您的年齡：_____歲

3. 請問您任職地點：

- ☐1. 公部門 ☐2. 私部門，單位：_____
- ☐3. 學校機構 ☐4. 其他_____

4. 請問您任職（教）年數：_____年

最後誠摯感謝各位專家的不吝賜教 再次感謝您！



簡 歷

姓名：廖宏達

籍貫：臺灣雲林縣

出生地：臺灣臺北縣板橋市

生日：1979 年 10 月 1 日

學歷：國立交通大學交通運輸研究所畢業（2005）

淡江大學土木工程學系畢業（2002）

臺北市立建國高級中學畢業（1998）

臺北縣立海山國民中學畢業（1995）

臺北縣立海山國民小學畢業（1992）

中仁幼稚園畢業（1985）

電子郵件：provincia@yahoo.com.tw