

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

總計畫暨子計畫一：城際永續運輸的願景與發展策略(II)

計畫類別：整合型計畫

計畫編號：NSC91-2621-Z-009-001-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：國立交通大學交通運輸研究所

計畫主持人：馮正民

共同主持人：林楨家

計畫參與人員：郭奕姝、陳蕙怡、謝惠棟

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 92 年 9 月 17 日

摘要

「永續發展」一般在追求社會公平、經濟效率與環境保護等三個向度的目標，因為運輸部門在這三個向度均可能會產生負面效果，其中城際運輸系統具有運輸距離長、轉運行為普遍等特性，所以城際運輸永續發展實為一重要之研究課題。本研究針對社會公平面、經濟效率面以及環保面三個部分，建立「城際運輸永續發展指標系統」，瞭解我國目前城際運輸系統的永續發展狀況與變化趨勢，並依據評估結果提出發展課題與對策作為政府未來制訂相關政策的參考。

本研究根據三個向度在本質上的差異，分別採用「模糊推論」與「模糊綜合評判」兩種方法設計指標整合方法。社會公平面的評估結果顯示，我國目前的永續發展程度為「中等」；經濟效率面的評估結果顯示，公路大眾運輸歷年來呈現不永續的趨勢，鐵路運輸除了最近兩年表現略為下滑之外，長期而言呈現永續的趨勢；環境保育面的評估結果顯示，歷年來呈現背離永續的趨勢，惟最近有轉好跡象。

關鍵詞：永續發展、城際運輸、評估、策略，模糊多準則評估。

Abstract

“Sustainable Development” is generally discussed by three objectives: social equity, economic efficiency, and environmental preservation. Since transportation sector may generate some negative effects on these three objectives and intercity transportation has some special characteristics, the sustainable development of intercity transportation becomes an important issue. This study aims to develop assessment systems to evaluate the sustainable development of intercity transportation in the aspects of social equity, economic efficiency and environment protection. Based on the case study of Taiwan, the sustainability of intercity transportation is measured and the development strategies are recommended.

The *fuzzy inference* and *fuzzy comprehensive evaluation method* are applied to the integration of indicators. The results of social equity analysis show that the degree of sustainable development for intercity transportation in Taiwan is “medium level” now. The case study of economic efficiency annually evaluated the sustainability of highway public transportation and railway transportation in Taiwan from 1987 to 1996. The results indicate that in highway public transportation, the integrated result shows an unsustainable trend. In railway transportation, the integrated result shows a sustainable trend. The assessment of environment protection shows an unsustainable trend, and the trend is getting better recently.

Key words: sustainable development, intercity transportation, assessment, strategy, fuzzy multiple criteria evaluation.

目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	I
第一章 緒論	
1.1 研究動機與目的.....	1
1.2 研究對象與範疇.....	1
第二章 城際永續運輸之評估	
2.1 評估指標	2
2.2 評估結果	6
第三章 課題與對策	
3.1 社會公平面.....	15
3.2 經濟效率面.....	17
3.3 環境保育面.....	18
第四章 結論與建議	19
參考文獻.....	20

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

永續發展是目前國內外各部門具共識且極力推動的發展方向，它的意義一般是指在不犧牲下一代滿足其需求之能力的條件下，追求現在人們需求之滿足，化為具體的方向，則指在追求經濟、環境與社會所謂三E (Economic, Environment, Equity) 之永續均衡發展。運輸部門因為在經濟效益、環境衝擊以及社會公平上均有產生負面效果的可能，因此「永續運輸」一直是非常被重視的發展課題。

在國外，永續運輸已被廣泛地討論與研究，例如：Nijkamp and Vleugel (1995) 探討荷蘭永續運輸發展的方向與策略；The World Bank (1996) 說明永續運輸之意涵與政府扮演角色之調整方向；ECMT (1995) 研討永續運輸相關主題；OECD (1997) 則提出永續運輸之意義、發展原則、願景、策略與發展阻礙；John (1995) 探討歐洲各種運輸系統的外部效果與未來永續發展方向；Duncan and Hartman (1996) 探討加拿大都市永續運輸發展策略；Brindle (1998) 探討永續運輸在永續發展中的角色；Day (1998) 探討道路與運輸規劃過程中所需考慮的社會課題；Tibbs (1998) 提出運輸部門未來短期發展方向在減少不永續的作為、長期發展方向在推動永續性作為；Davis (1996) 與 Bonsall (2000) 探討英國永續運輸發展之方向與作法。國內亦有許多研究針對永續運輸進行探討，例如：馮正民(1997, 1999)、張芳旭與朱珮芸(1998)、李永展(1998)等。

經由國內外文獻回顧可以發現，永續運輸尚存在幾個研究課題：一是過去多著眼於對整體運輸系統的探討，忽略個別運輸系統間的差異性；二是國內尚未有系統化且完整的發展策略構建過程；三是雖然永續發展指標已被廣泛地建立與討論，例如 Atkinson et al (1997)、Faucheux and O'Connor (1998)、Bell and Morse (1999)、Moldon et al (1997) 等，但用於評量永續運輸發展的指標系統尚未被完整地建立。

城際運輸系統由於具有運距長、轉運行為普遍、運具依賴性強以及受國土整體規劃影響等特性，其在永續發展上所需考量與重視的內容自是與其它運輸系統有所不同。本研究為「台灣永續運輸(綠色交通)的遠景與發展」整合型計畫下之子計畫，目的在以城際運輸系統為對象，系統化且深入地探討城際永續運輸的願景與發展策略。第一年度(90 年度)已完成城際永續運輸在經濟效率與社會公平兩個面向之評估指標系統，本年度(91 年度)進一步完成環境保育面向評估指標系統，並整合三個面向的評估結果，討論台灣城際運輸系統之發展課題與對策，可提供政府部門、民間業界以及學術研究機構等單位之參考。

1.2 研究對象與範圍

1. 運輸系統

城際運輸探討對象為地區間(都市與都市間、鄉村與鄉村間或是都市與鄉村間)的旅運行為，應納入分析的運輸工具將包括：航空、水運、公路、鐵路等系統，並包括客運與貨運系統，如圖 1 所示。惟因資料受限，本研究在實際評估時，將以陸運之公路與鐵路系統為主。

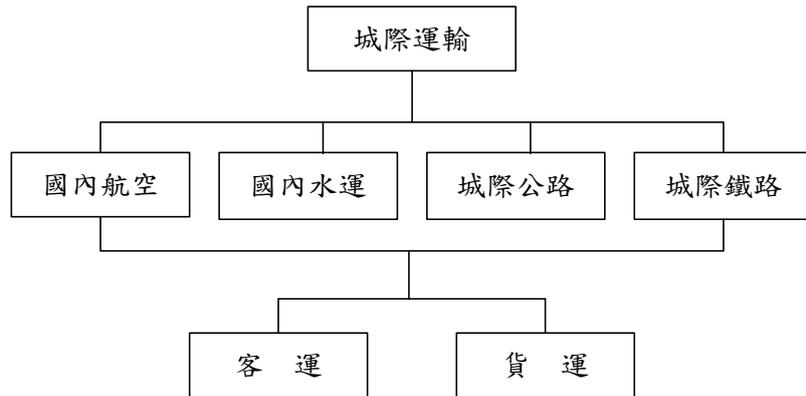


圖 1 運輸系統研究對象

2. 空間尺度

城際運輸行為的空間分析單元尺度將會較大，配合第一年度之研究成果與經驗，以「整個台灣地區」為分析對象。

3. 內容項目

本研究在第一年度已完成社會公平與經濟效率兩個面向之評估指標系統，本年度則繼續完成環境保育面向之評估指標系統，並據以提出發展課題與對策。

第二章 城際永續運輸之評估

本研究所建構之城際永續運輸評估指標系統，主要是從社會公平面、經濟效率面及環境保育面等三個層面分析，其中第一年度成果報告中已詳細地說明社會公平面及經濟效率面所屬指標系統之建構過程，讀者可參閱馮正民（2002），在此僅摘錄所選取之關鍵指標與指標整合結果。本章內容將著重於環境保育面之關鍵指標選取過程及指標整合結果，並對台灣地區進行實例分析，裨利後續判斷國內城際永續運輸發展所存在之課題，並研擬相關對策以為因應。

2.1 評估指標

1. 社會公平面

(1)目標

永續運輸應尋求在不同運具、不同群體、不同地域以及不同世代間的公平合理性。

(2)選取準則

本研究於第一年度成果報告中，針對社會公平面係以功能重覆性、相對重要性、資料可取得性等作為指標選取準則，並根據專家問卷調查與 AHP 分析結果，逐次篩選初始指標集合，將每一群指標裡相對權重最高者視為該群指標裡的關鍵指標。

(3)關鍵指標

依上述原則及方式判斷後選定關鍵指標，若該群指標只有一項指標，則無須另行選擇關鍵指標來代表這一群指標。經由篩選過程，最後留下如表 2-1 之 15 項關鍵指標。

表 2-1 城際永續運輸之社會公平面關鍵指標

比較對象	運具分類	指標項目	永續性
不同運具	公路	1. 公路私人運具使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
		2. 公路客運使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
		3. 公路貨運使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
	鐵路	4. 鐵路客運使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
		5. 鐵路貨運使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
	航空	6. 航空客運使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
	水路	7. 水路貨運使用者實際與應該支付成本之差距程度	—
不同群體	—	8. 老人的基本運輸需求滿足程度	+
		9. 殘障者的基本運輸需求滿足程度	+
		10. 偏遠地區居民的基本運輸需求滿足程度	+
		11. 一般民眾的基本運輸需求滿足程度	+
不同地域	公路	12. (東部地區每年公路運輸道路面積/每年民營公路客運延人公里)與(西部地區每年公路運輸道路面積/每年民營公路客運延人公里)之差	—
	鐵路	13. (東部地區每年鐵路運輸延座位公里/每年鐵路運輸延人公里)與(西部地區每年鐵路運輸延座位公里/每年鐵路運輸延人公里)之差	—
	航空	14. (東部地區每年航空運輸班次數/每年航空運輸搭乘人數)與(西部地區每年航空運輸班次數/每年航空運輸搭乘人數)之差	—
不同世代	—	15. 每人每年在運輸部門不可再生能源之實際消耗量與合理消耗量之差	—

2. 經濟效率面

(1)目標

永續運輸應充分利用價格的經濟手段來進行需求管理，運輸系統應能促進經濟發展，使資源使用效率最大化，使用數量最小化。而各種社會、經濟與環境外部成本尤其應充分反應使用者應付之成本。

(2)選取準則

本研究於第一年度成果報告中，針對經濟效率面亦以功能重覆性、相對重要性、資料可取得性等作為指標選取準則，並經由專家問卷調查與 AHP 方法求得各個構面的相對權重以及各個構面下之指標的相對權重，權重必須要考慮每個構面與指標的重要性，把相對權重較低的指標予以刪除，篩選出每一群指標裡相對權重最高者為關鍵指標。

(3)關鍵指標

依上述原則及方式判斷後選定經濟效率面之關鍵指標，如表 2-2 所示。

表 2-2 城際永續運輸之經濟效率面關鍵指標

構面 永續性衡量	運輸能源	外部成本	運輸營運	運輸投資
城際公路大眾運輸				
效率 (產出/投入)	P11-總延車公里 /能源消耗量	---	P12-客運延車 公里/車輛數 P14-貨運延車 公里/車輛數	P16-總延車公里/公 路運輸使用之總土 地面積
效果 (結果/產出)	---	---	P13-延人公里/ 客運延車公里 P15-延噸公里/ 貨運延車公里	P17-公路大眾運輸 生產淨值/總延車公 里
環境衝擊性 (衝擊/結果)	---	P18-CO ₂ 當量/延噸公 里當量 (包含二氧化 碳、氧化亞氮、甲烷) P19-環境監測不合格 時段數/總延噸公里 當量 P110-交通事故發生 次數/延人公里 P111-交通擁擠嚴重 路段之長度/公路總 長度	---	---
城際公路私人運輸				
效率 (產出/投入)	P21-總延車公里 /能源消耗量	---	P22-客運延車 公里/車輛數	P24-總延車公里/公 路運輸使用之總土 地面積
效果 (結果/產出)	---	---	P23-延人公里/ 客運延車公里	---
環境衝擊性 (衝擊/結果)	---	P25-CO ₂ 當量/延噸公 里當量 (包含二氧化 碳、氧化亞氮、甲烷) P26-環境監測不合格 時段數/總延噸公里 當量 P27-交通事故發生次 數/延人公里	---	---
城際鐵路運輸				
效率 (產出/投入)	P31-總延車公里 /能源消耗量	---	P32-座位公里/ 車輛數 P34 貨運延車 公里/車輛數	P36-總延車公里/鐵 路運輸使用之總土 地面積
效果 (結果/產出)	---	---	P33-延人公里/ 座位公里 P35 延噸公里/ 延車公里	P37-鐵路運輸系統 生產淨值/總延車公 里

環境衝擊性 (衝擊/結果)	---	P38-CO ₂ 當量/延噸公里當量 (包含二氧化碳、氧化亞氮、甲烷) P39-環境監測不合格時段數/總延噸公里當量 P310-交通事故發生次數/延人公里	---	---
城際航空運輸				
效率 (產出/投入)	P41-營運里程/ 能源消耗量	---	P42-延座位公里/客機數 P44-可載運延噸公里/貨機數	P46-總營運里程/鐵路運輸使用之總土地面積
效果 (結果/產出)	---	---	P43-延人公里/延座位公里 P45 延噸公里/可載運延噸公里	P47-航空運輸系統生產淨值/總延車公里
環境衝擊性 (衝擊/結果)	---	P48-CO ₂ 當量/延噸公里當量 (包含二氧化碳、氧化亞氮、甲烷) P49-環境監測不合格時段數/總延噸公里當量 P410-交通事故發生次數/延人公里	---	---

3. 環境保育面

(1) 目標

永續運輸系統對生態環境、土地資源的消耗最小化，且其廢棄物可被地球吸收分解，形成一可循環的生態系統，維持最適承載力。

(2) 選取準則

本研究在選取環境保育面之永續性指標時，所考量之準則包括資料易取得、指標易應用，且具重要性並避免重覆性等，以選取出具代表性之關鍵指標。

(3) 關鍵指標

有關城際永續運輸環境保育面之關鍵指標，本研究參酌行政院環保署頒布之「開發行為環境影響評估作業準則」，從自然環境及實質環境兩個層面探討之，所選定之環境保育面關鍵指標如表 2-3 所示。

表 2-3 城際永續運輸之環境保育面關鍵指標

層面	類別	指標項目	永續性
自然環境	空氣品質	i ₁ ：空氣污染指標 (PSI > 100 百分比)	-
	噪音	i ₂ ：交通工具噪音量 (不合格百分比)	-
	廢棄物	i ₃ ：廢輪胎回收量 (公噸)	+
	能源使用	i ₄ ：運輸部門能源消耗量 (千公秉油當量)	-
實質環境	土地利用	i ₅ ：道路長度 (公里)	-

2.2 評估結果

前段產生的評估指標必須經過整合，方能產生綜合性的評估結果。指標整合是指將互有關聯的許多指標整合為一個整體表現水準，例如綜合許多經濟表現指標而成的景氣訊號，或是綜合許多種股票交易狀況的加權股價指數；其目的在提供各相關議題之決策者一整體資訊，可比較不同年度的整體結果，以瞭解整體狀況的發展趨勢，如果是愈來愈差，則要進行改善；另一方面，指標整合可以提供國際間的比較，並易於讓民眾瞭解。

1. 社會公平面

選取永續運輸關鍵指標後，則需對每一年度的指標值進行整合，本研究於第一年度成果報告中，針對社會公平面用來整合各項指標與綜合分析的理論架構是「模糊邏輯」(fuzzy logic)。「模糊邏輯」是經由一連串邏輯推演，將傳統數學模型難以表達的部分，透過近似推論或模糊推論的方式，來模擬人類思考決策方式，進而解決問題，因此本研究以所建構之指標數值為輸入，「永續」或「不永續」之語詞變數則為欲得到之輸出結果。

由於本研究於第一年度成果報告內，針對城際永續運輸社會公平面及經濟效率面之指標整合方法及流程已作了詳盡的說明，在此不再贅述，僅摘錄其整合結果，有關社會公平面各比較對象及運具之指標整合結果如表 2-4 所示。

表 2-4 社會公平面整體指標整合結果為『中等，0.32』，顯示民國 90 年我國城際運輸在社會公平面的永續性程度為『中等』。雖然整體分析結果屬於『中等』，但是不同群體類別得到的結果卻不盡理想。顯示政府在滿足不同群體的基本運輸需求，仍然有待改進，尤其以照顧弱勢團體為首要之務。

不同運具與不同地域兩個比較，公路運輸都成為不公平的產生源。尤其是私人運具，與國外一樣，使用了不少社會資源，卻沒有付出相對的成本。國內目前對於不同運具應該支付的成本項目之研究，仍舊十分缺乏。Eran (2002)提及了如何衡量運輸對環境所造成的影響，並探討了一系列的相關政策，或許能夠提供政府未來在制訂相關政策時參考。以德國為例，公路運輸產生的環境衝擊成本佔整體交通運輸所產生的環境衝擊成本之百分比最高，空氣污染佔 91%，噪音佔 64%，土地使用佔 91%，維修佔 56%，交通事故佔 98%。由這些數據可以發現，不同運具的使用者本身要負擔的社會成本應該都不一樣，然而現有的稅收等收費機制卻不見得能夠公平地反映出此一現象。

透過本研究的指標系統，可以瞭解哪些運具是造成不公平的主要原因，政府可以參考 Eran (2002)的研究，改變稅制收取方式，更合理地將每一運具應該支付的成本加以反應於稅收等收費機制。

表 2-4 民國 89 年城際運輸社會公平面指標數值

比較對象	運具分類	指標項目	問卷訪談結果		
			程度	數值	整合結果
不同運具	公路	1. 公路私人運具使用者實際與應該支付成本之差距程度	高	0.82	不公平，0.19 與 尚可，0.36
		2. 公路客運使用者實際與應該支付成本之差距程度	低 尚可	0.36 0.19	
		3. 公路貨運使用者實際與應該支付成本之差距程度	高	0.60	
	鐵路	4. 鐵路客運使用者實際與應該支付成本之差距程度	低	0.87	公平，0.45
		5. 鐵路貨運使用者實際與應該支付成本之差距程度	低 尚可	0.45 0.15	
	航空	6. 航空客運使用者實際與應該支付成本之差距程度	尚可	1.0	尚可，1.0
	水路	7. 水路貨運使用者實際與應該支付成本之差距程度	尚可	1.0	尚可，1.0
不同群體	—	8. 老人的基本運輸需求滿足程度	差	0.77	不公平，0.32
		9. 殘障者的基本運輸需求滿足程度	差	0.865	
		10. 偏遠地區居民的基本運輸需求滿足程度	差 尚可	0.22 0.32	
		11. 一般民眾的基本運輸需求滿足程度	尚可	0.56	
不同地域	公路	12. (東部地區每年公路運輸道路面積/每年民營公路客運延人公里) 與 (西部地區每年公路運輸道路面積/每年民營公路客運延人公里) 之差	不公平 尚可	0.39 0.17	尚可，0.39 公平，0.39
	鐵路	13. (東部地區每年鐵路運輸延座位公里/每年鐵路運輸延人公里) 與 (西部地區每年鐵路運輸延座位公里/每年鐵路運輸延人公里) 之差	公平 很公平	0.4 0.4	
	航空	14. (東部地區每年航空運輸班次數/每年航空運輸搭乘人數) 與 (西部地區每年航空運輸班次數/每年航空運輸搭乘人數) 之差	公平 很公平	0.39 0.41	
不同世代	—	15. 每人每年在運輸部門不可再生能源之實際消耗量與合理消耗量之差	尚可，0.74		

2. 經濟效率面

本研究於第一年度成果報告中，經濟效率面係利用模糊綜合評判方法進行指標整合。由於城際運輸經濟效率之永續性受到諸多因素影響，因而可以透過模糊綜合評判來進行評估；模糊綜合評判所要處理的主要問題是對受到多個因素影響的事物作出全面評價，且模糊綜合評判的運算並不複雜，實用性極高。因此本研究利用模糊綜合評判模式來進行指標之整合。由於模糊數學運算的方法很多，可視實際需要對模式做部分之調整，以賦予整合值意義，其中參數可作敏感度分析。

有關城際永續運輸經濟效率面指標整合方法及流程之詳細內容，請參考本研究第一年度成果報告，在此僅摘錄其整合結果如表 2-5 及表 2-6 所示。

公路大眾運輸經濟效率永續性方面，各個年度整體表現並不是很理想，只有 78 年度表現較佳，年度績效值評等為『尚可』，其他評等均為『無法接受』，85 年度表現最差，年度排序依次為 {78,76,77,82,83,80,81,79,84,85}。

鐵路運輸經濟效率永續性方面，整體而言各個年度表現較鐵路運輸佳，其中以 83 年度表現最佳，年度績效值評等為『可以接受』，81、82、84 以及 85 年度評等則均為『尚可』，其他年度評等則為『無法接受』，尤以 76 年度表現最差，年度排序依次為 {83,81,82,84,85,78,77,79,80,76}。

由變化參數所進行的敏感度分析發現，公路大眾運輸排序變化並不大，排序第八與第九順序互換。鐵路運輸則排序變化較大，但前五名與後五年的年度集合則沒變；評等方面，公路大眾運輸變化不大，只有 78 年度由『尚可』改變為『無法接受』。鐵路運輸 81 年~85 年皆改變，均退一等級；隨著『可以接受』認知的嚴格程度提升，可以發現到整合值愈小，排序亦會有些微變動，但整體趨勢仍大致相同。

表 2-5 公路大眾運輸指標整合結果

年度	模糊整合值*	解模糊化	評等	排序
76	(0.389,0.225,0.386)	0.499	無法接受	2
77	(0.285,0.452,0.263)	0.489	無法接受	3
78	(0.265,0.288,0.447)	0.591	尚可	1
79	(0.3,0.6,0.1)	0.400	無法接受	8
80	(0.229,0.661,0.11)	0.440	無法接受	6
81	(0.257,0.633,0.11)	0.427	無法接受	7
82	(0.215,0.623,0.162)	0.473	無法接受	4
83	(0.207,0.674,0.119)	0.456	無法接受	5
84	(0.335,0.557,0.108)	0.387	無法接受	9
85	(0.635,0.175,0.19)	0.278	無法接受	10

* (無法接受之隸屬度, 尚可之隸屬度, 可以接受之隸屬度)

表 2-6 鐵路運輸指標整合結果

年度	模糊整合值*	解模糊化	評等	排序
76	(0.626,0.146,0.228)	0.301	無法接受	10
77	(0.351,0.465,0.184)	0.417	無法接受	7
78	(0.321,0.517,0.162)	0.421	無法接受	6
79	(0.367,0.451,0.182)	0.408	無法接受	8
80	(0.33,0.609,0.061)	0.365	無法接受	9
81	(0,0.736,0.264)	0.632	尚可	2

82	(0.005,0.729,0.266)	0.631	尚可	3
83	(0,0.498,0.502)	0.751	可以接受	1
84	(0.261,0.298,0.441)	0.590	尚可	4
85	(0.462,0.057,0.481)	0.510	尚可	5

* (無法接受之隸屬度, 尚可之隸屬度, 可以接受之隸屬度)

由圖 2-1 與圖 2-2 之趨勢線 (圖中直線), 可以發現到公路大眾運輸之績效值趨勢線斜率為負的, 以長期的角度來看, 並沒有趨向愈來愈好的發展, 因此公路大眾運輸在經濟效率方面並非朝向永續的方向發展。

究其非朝向永續的方向發展的原因為, 運輸客運效果指標、運輸貨運效果指標以及環境外部性指標皆有逐年表現不佳的趨勢, 且其權重亦高, 再加上其他指標歷來表現平平, 唯一歷年來明顯表現較好的指標為運輸投資效果指標。因此, 公路大眾運輸長期而言其績效值表現, 呈現較不永續的趨勢。

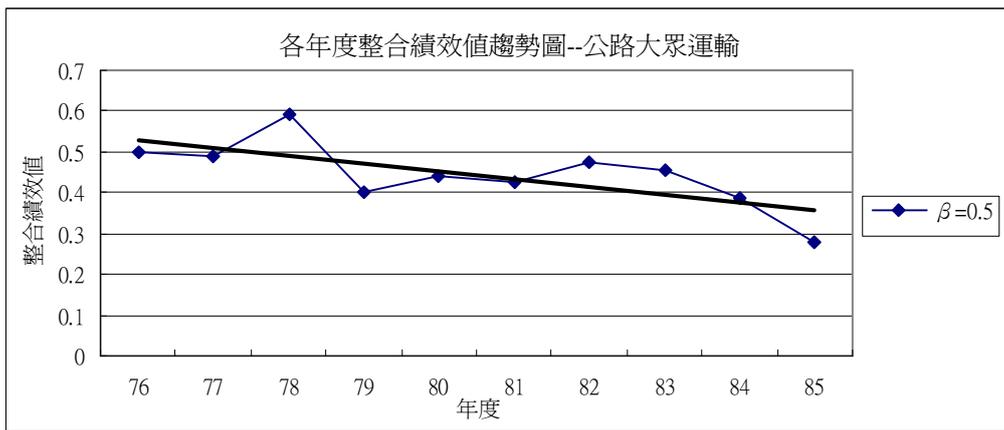


圖 2-1 民國 76-85 年公路大眾運輸指標整合績效值變化趨勢 ($s=0.5$)

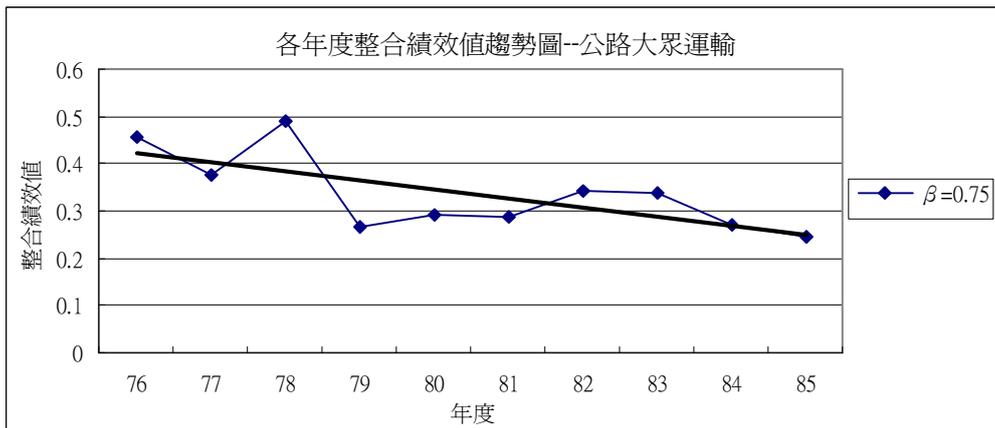


圖 2-2 民國 76-85 年公路大眾運輸指標整合績效值變化趨勢 ($s=0.75$)

鐵路運輸整合值趨勢圖如圖 2-3 ($s=0.5$) 以及圖 2-4 ($s=0.75$) 所示。隸屬函數改變後, 雖然排序略有不同, 但從圖中可以發現, 整體趨勢依然是很相似的。

由趨勢線 (圖中直線), 可以發現到鐵路運輸之績效值趨勢線斜率為正的, 雖然後面幾年有略微下滑的趨勢, 但以長期的角度來看, 為趨向愈來愈好的發展, 因此鐵路運輸在經濟效率方面為朝向永續的方向發展。

究其朝向較永續的方向發展的原因為，運輸客運效率指標、運輸客運效果指標、運輸貨運效果指標以及運輸投資效果指標逐年表現為較佳的趨勢，且其權重亦高，其他指標歷來表現起伏不大，歷年來明顯表現較差的指標為運輸投資效率指標，而運輸能源效率指標則是最後幾年有下滑的趨勢。因此，鐵路運輸整體績效值在 84 年以及 85 年有些微下滑，但長期而言其績效值表現，呈現較永續的趨勢。

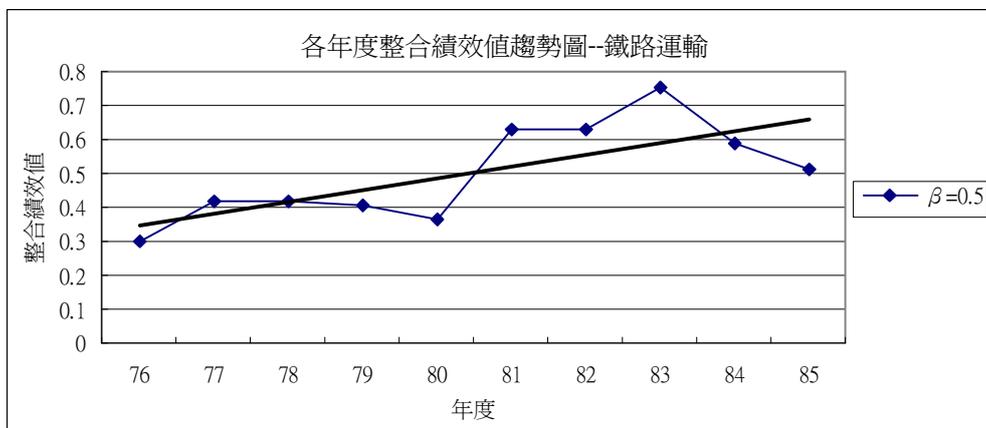


圖 2-3 民國 76-85 年鐵路運輸指標整合績效值變化趨勢($s=0.5$)

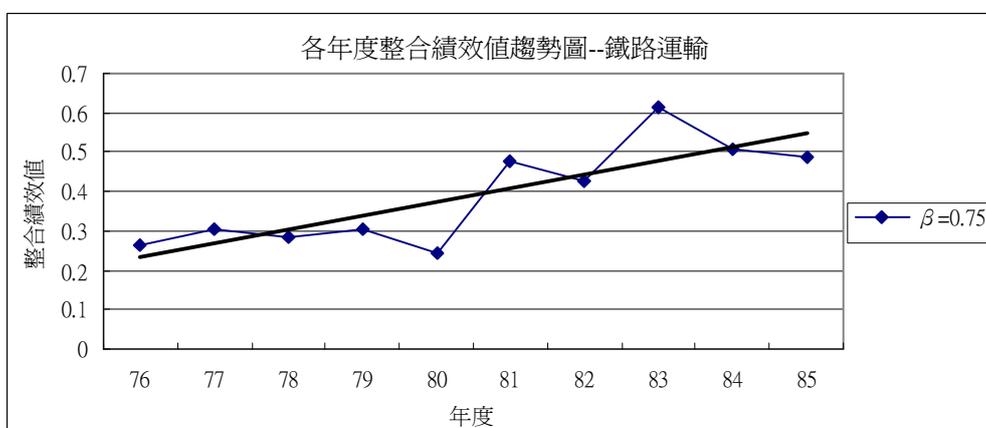


圖 2-4 民國 76-85 年鐵路運輸指標整合績效值變化趨勢($s=0.75$)

公路大眾運輸經濟效率面永續指標，由指標值趨勢圖觀察，歷年來明顯表現愈來愈差的指標有運輸營運客運效果指標、運輸貨運效果指標以及環境外部性指標。表示公路大眾運輸的利用率並不理想，雖然本研究無法收集到公路私人運輸的資料，但可以推想與小汽車的過度使用有關。另外從環境外部性指標可得知，公路運輸相對於鐵路運輸為污染性較高的運輸方式，而且歷年來有愈來愈差的趨勢，因此政府須對污染加以管制，如：加重稅金或加強排氣檢測，讓污染性太高或使用年限已久的車子予以汰換，並發展替代性之低污染能源。

鐵路運輸經濟效率面永續指標，由指標值趨勢圖觀察，歷年來明顯表現愈來愈差的指標有運輸投資效率指標以及能源效率指標後四年些微下滑。就運輸投資效率指標來看，表示其單位土地面積，產生的延車公里數愈來愈低，也就是投資的土地，其利用率並不佳。從另一個角度來看，如果單位土地面積，產生的延車公里數高到某一個程度，可能就會有擁擠與安全的顧慮，就公路運輸（包含大眾運輸與私人運輸）而言，當尖峰時段，土地的利

用程度最高，但也常常造成擁擠與安全的問題。台鐵歷年來運安記錄算是良好，但其運輸投資效率指標的表現歷年來確是愈來愈差，因此其有資源浪費的現象發生。就運輸能源效率指標來看，鐵路運輸對於能源的使用效率還應有所加強，包括對太老舊的運具進行汰換或是要注意運具的定期維修。

值得注意的是環境污染性指標，公路大眾運輸運行的污染性遠高於鐵路運輸，因此軌道運輸可以說是環境親和力較佳的運具。鐵路運輸如果能加強其接駁轉運功能，讓其可及性提升，必定更能吸引大眾的利用。另外從能源效率指標來看，鐵路運輸亦優於公路大眾運輸，但鐵路運輸在後面四年能源效率指標值有逐漸下滑的趨勢，因此鐵路運輸在能源的消耗上有浪費的現象。

3. 環境保育面

在評估城際運輸環境保育面之永續性時，本研究將利用模糊理論作為指標整合的方法。所謂模糊理論，並非是模糊不清的理論，而是積極承認模糊的存在，而且努力達到追求精確的目標。所謂模糊性是指客觀事物的差異，在中介過渡時所呈現的『亦此亦彼』性，此事件的發生與否是確定的，但由於概念本身沒有明確的界限，使得我們難以確定一個對象是否符合這個概念，因此若以傳統二值邏輯的觀點，來判定評估指標表現的隸屬度時，由於其忽略模糊事實的存在，累積起來是很有可能造成很大的誤差，評估結果也不易為一般大眾所瞭解。

由於城際運輸環境保育面之永續性受到諸多因素影響，本研究選取之指標均為量性，適合以 Feng and Xu (1999) 之模糊綜合評判方法來分析，因此本研究以此方法作為指標整合方法，分析過程概述如下：

(1) 集合定義

以下先說明各個集合之定義：

- (a) A 為所欲評估年度之集合，假設有某 m 個年度的資料，比較 m 個年度中每一年城際運輸環境保育之永續性。

$$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \quad (1)$$

- (b) U 為所有永續指標之集合，包含 p 個不可分割的子集合，即代表 p 個構面下的指標集合。

$$U = \bigcup_{k=1}^p U_k, U_t \cap U_w = \emptyset, t \neq w \in \{1, 2, \dots, p\}$$

(2)

- (c) 指標系統之層級如圖 2-5 所示。

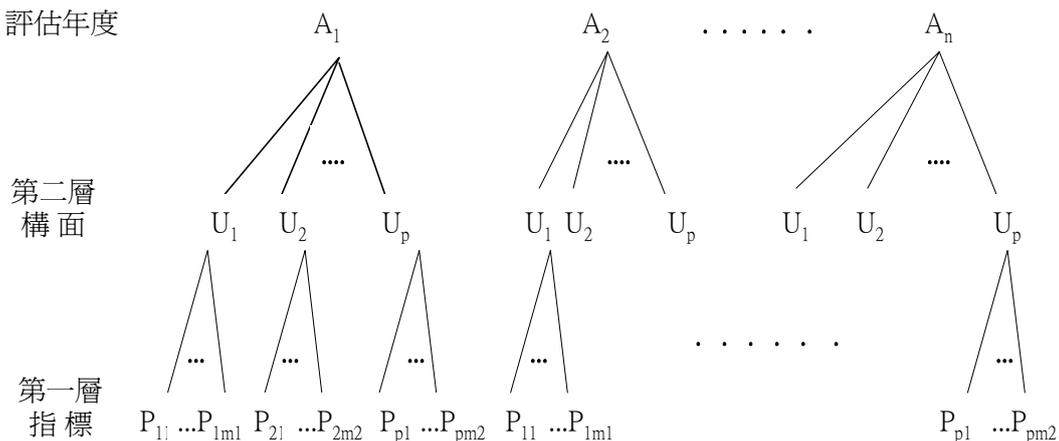


圖 2-5 指標系統之層級

(2) 指標整合步驟

步驟一：建立原始指標矩陣

首先建立 m 個年度原始指標值矩陣，如(3)式，

$$R_k = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n_k 1} & \cdots & r_{n_k m} \end{bmatrix}_{n_k \times m} \quad (3)$$

步驟二：原始指標值正規化

(a) 效益型態

當該指標值愈大愈好，即效益型態，則使用(4)式，

$$E_{jk} = \frac{X_{jk} - X_{\min,k}}{X_{\max,k} - X_{\min,k}} \quad (4)$$

其中， $E_{jk} \in [0,1]$ ，為年度 j 在指標 k ，經過正規化之後的評估值， X_{jk} 為年度 j 在指標 k 的原始評估值， $X_{\min,k}$ 為各年度在指標 k 之評估值之最小值， $X_{\max,k}$ 為各年度在指標 k 之評估值之最大值。

(b) 成本型態

當指標值愈小愈好，即成本型態，則使用(5)式，

$$E_{jk} = \frac{X_{\max,k} - X_{jk}}{X_{\max,k} - X_{\min,k}} \quad (5)$$

指標值正規化後之矩陣如(6)式，

$$\tilde{R}_k = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1m} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n_k 1} & \cdots & r_{n_k m} \end{bmatrix}_{n_k \times m} \quad (6)$$

步驟三：賦予各指標權重之建立

權重可由 AHP 求得。假設第 k 個子集合 U_k 中各指標之權重為 \tilde{W}_k 。

$$\tilde{W}_k = [a_{11} \quad a_{12} \quad \cdots \quad a_{in_k}]_{1 \times n_k} \quad (7)$$

步驟四：根據 $\tilde{B}_k = \tilde{W}_k \circ \tilde{R}_k$ 之模糊運算求出綜合評語 \tilde{B}_k

$$\tilde{B}_k = \tilde{W}_k \circ \tilde{R}_k = [a_{k1} \quad a_{k2} \quad \dots \quad a_{kn_k}] \circ \begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{1m} \\ \dots & \dots & \dots \\ r_{n_k1} & \dots & r_{n_km} \end{bmatrix} = [u_{k1} \quad \dots \quad u_{km}] \quad (8)$$

, $k = 1, 2, L, p$

其中模糊運算共有四種 Rule :

(a)Rule1 : Considers every single factor overall

$$u_{k1} = \sum_{m=1}^{n_k} (a_{km} \cdot r_{m1}) \quad (9)$$

(b)Rule2 : Considers only those important factors

$$u_{k1} = \max_k \left\{ \min_k \{a_{km}, r_{m1}\} \right\} \quad (10)$$

(c)Rule3 : Emphasizes important factors

$$u_{k1} = \max_k \{a_{km} \cdot r_{m1}\} \quad (11)$$

(d)Rule4 : Considers overall as well as emphasizes important factors

$$u_{k1} = \lambda \sum_{m=1}^{n_k} (a_{km} \cdot r_{m1}) + (1 - \lambda) \max_m \{a_{km} \cdot r_{m1}\} \quad (0 \leq \lambda \leq 1) \quad (12)$$

λ 部分為強調考慮所有因素的重要性； $(1 - \lambda)$ 部分為強調最重要因素。

(3)分析過程

依據所建立之城際運輸永續發展環境保育面評估指標以及整合方法，運用於台灣地區之實例分析。基於國內量化資料之可取得性，本文主要分析公路運輸之環境保育面指標，時間範疇為民國 86 年至 90 年，資料分別自取得環境保護統計年報及交通部統計處統計要覽，資料彙整於表 2-7，以下主要說明指標整合過程。

表 2-7 民國 86~90 年間城際運輸環境保育面指標數值

層面	類別	指標項目 年度	指標數值				
			86	87	88	89	90
自然環境	空氣品質	i ₁ : 空氣污染指標 (PSI > 100 百分比)	5.23	4.62	4.68	5.18	3.42
	噪音	i ₂ : 交通工具噪音量 (不合格百分比)	6.25	3.65	7.87	6.16	8.19
	廢棄物	i ₃ : 廢輪胎回收量 (公噸)	939	2305	3965	10717	19719
	能源使用	i ₄ : 運輸部門能源消耗量 (千公秉油當量)	13166.3	13809.4	14522	14737.7	14622.9
實質環境	土地利用	i ₅ : 道路長度 (公里)	33628	34901	35775	35931	36678

資料來源：環境保護統計年報及交通部統計處統計要覽

指標整合所需要的權重值係以 AHP 方法對學術背景學者調查綜整而得，回答內容均通過一致性檢定，權重值如表 2-8 所示，顯示公路運輸環境

保育面五個指標的重要性，分別為運輸部門能源消耗量、空氣污染指標、交通工具噪音量、廢輪胎回收量及道路長度，運輸部門能源消耗量被認為是最重要的，而道路長度則排最末。

表 2-8 指標權重

層面	類別	指標項目	權重值
自然環境	空氣品質	i_1 : 空氣污染指標 (PSI>100 百分比)	0.274
	噪音	i_2 : 交通工具噪音量 (不合格百分比)	0.163
	廢棄物	i_3 : 廢輪胎回收量 (公噸)	0.148
	能源使用	i_4 : 運輸部門能源消耗量 (千公秉油當量)	0.324
實質環境	土地利用	i_5 : 道路長度 (公里)	0.091

分別利用四種 *Rule* 計算指標整合績效表現，其中 *Rule4* 設定 $\lambda=0.5$ ，茲將各種方法計算所得之模糊綜合評判結果整理如表 2-9，歷年趨勢變化則如圖 2-2 所示。

表 2-9 模糊綜合評判四種 *Rule* 計算所得結果

年度	86	87	88	89	90
<i>Rule1</i>	0.4842	0.5102	0.1899	0.1798	0.4456
<i>Rule2</i>	0.3235	0.3235	0.1611	0.1480	0.1480
<i>Rule3</i>	0.3235	0.1911	0.0444	0.0771	0.0236
<i>Rule4</i>	0.4038	0.3507	0.1172	0.1284	0.2346

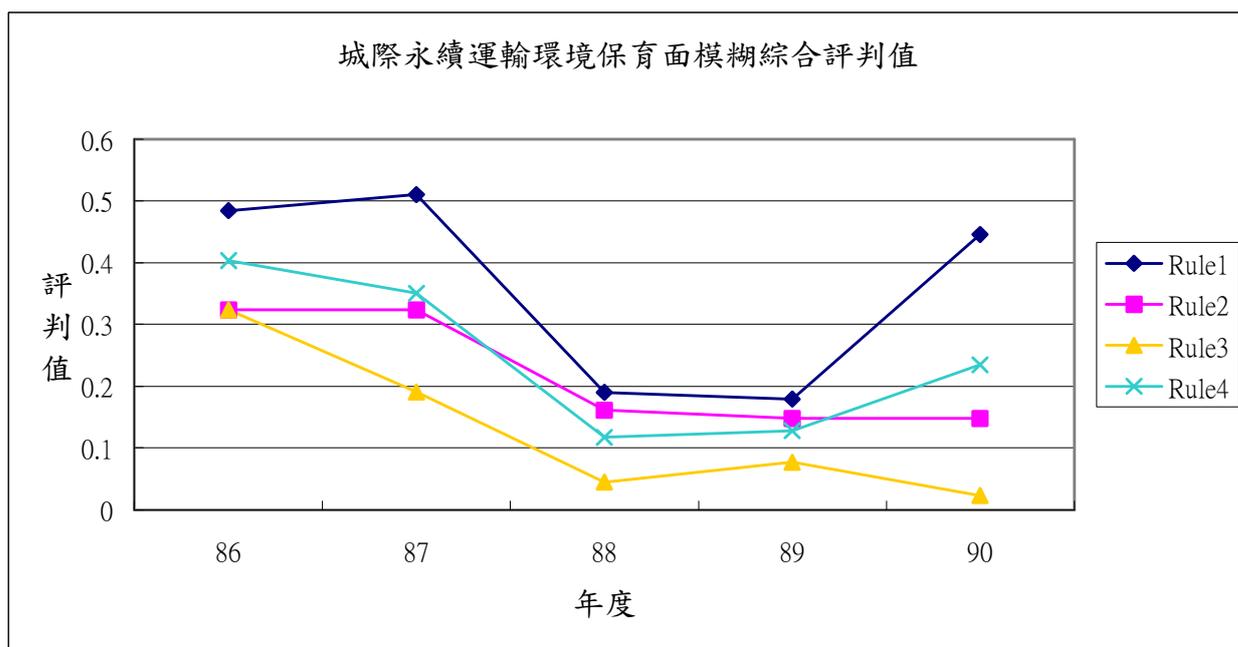


圖 2-6 民國 86-90 年城際永續運輸環境保育面之模糊綜合評判值變化趨勢

(4) 結果討論

在對台灣本島城際公路運輸之實例分析中發現，在民國 86 年到 90 年間，根據不同的 *Rule* 計算，整體來看公路運輸環境保育面永續性在 86 年表現最佳，88~89 年表現最差，90 年以 *Rule1* 計算所得表現則由明顯改善趨勢，*Rule4* 計算結果稍有改善，但該年度以 *Rule3* 計算所得之表現則仍漸惡化，*Rule2* 計算結果與 89 年相同，顯示若僅考量部分重要的指標，城際永續運輸

環境保育近五年來有明顯背離永續性的表現。

觀察圖 2-6 之變化趨勢，以長期的角度來看，可以發現公路運輸之環境保育績效為負成長趨勢，惟於民國 90 年稍有轉好的跡象，因此近年來公路運輸在環境保育面並未朝向永續的方向發展。由個別指標表現可知，其背離永續方向發展的原因，應在交通工具噪音量、運輸部門能源消耗量以及道路長度等指標，它們皆有逐年表現不佳的趨勢，且其中交通工具噪音量、運輸部門能源消耗量兩項的合計權重約佔一半，歷年來唯一明顯表現較好的指標為廢輪胎回收量指標。

由個別指標變化情形來看(如圖 2-7)，公路運輸環境保育面歷年來明顯表現愈來愈差的指標有：交通工具噪音量、運輸部門能源消耗量以及道路長度指標，據此可判斷公路運輸之小汽車使用量逐年增加，由於公路運輸為污染性較高之運輸方式，因此相對地其所產生的噪音量、消耗的能源量及所需的道路長度均增加，且歷年來有愈來愈差的趨勢，因此政府須對污染加以管制，如：加重稅金或加強排氣檢測，讓污染性太高或使用年限已久的車子予以汰換，並發展替代性之低污染能源，以及其他著重於大眾運輸之發展策略。

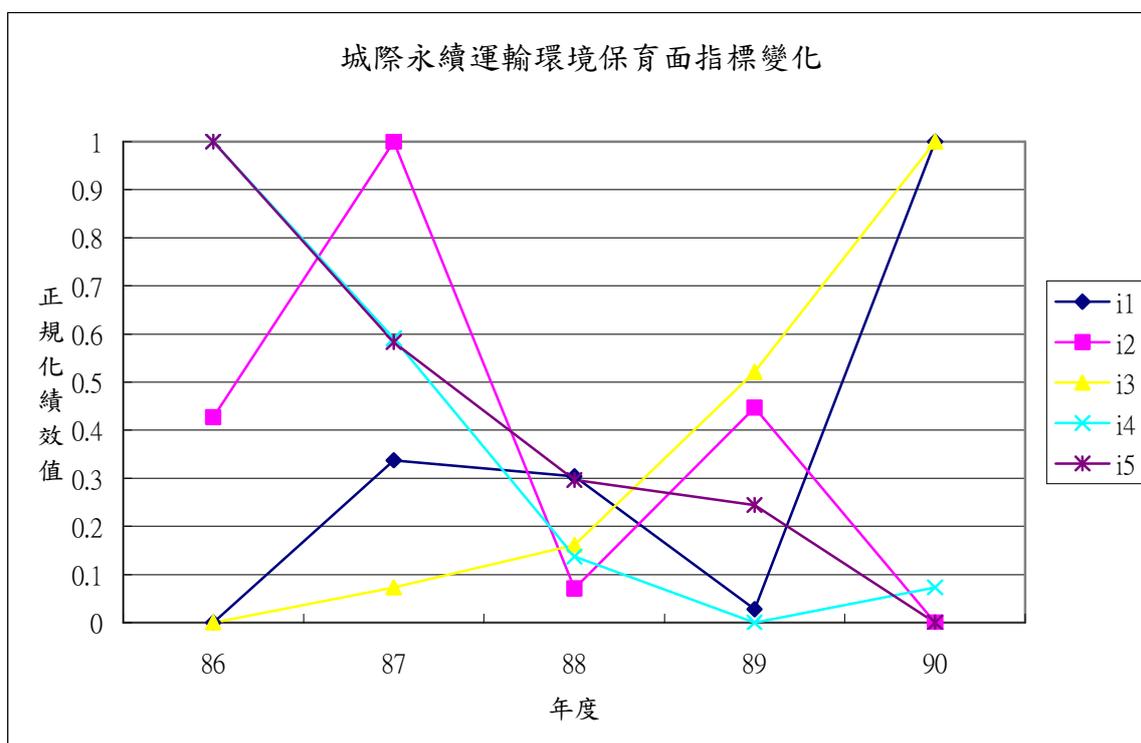


圖 2-7 民國 86-90 年城際永續運輸環境保育面評估指標績效變化趨勢

第三章 課題與對策

透過城際永續運輸關鍵指標的選取、整合及資料實際分析結果，本研究分別針對社會公平面、經濟效率面及社會公平面等三個層面探討台灣地區城際永續運輸所存在的課題，並研擬相關對策。

3.1 社會公平面

課題一：資源分配不均，忽視少數群體之需求。

說明：

1. 不健全之大眾運輸設施，使得非私人運具使用者之需求未獲得滿足。

- 2.對偏遠地區所提供的大眾運輸服務過低。
- 3.無障礙設施規劃不完善，殘障同胞之旅運需求未獲滿足。
- 4.政府對於弱勢團體的照顧還不夠完善，不能享受到和一般人相同的服務。
- 5.老年人口快速增加，造成老年人之運輸問題。

對策：

- 1.提供更為完整的大眾運輸服務網，降低民眾使用私人運具的機會。
- 2.增加私人運具的使用限制，抑制私人運具的發展。
- 3.政府應該擬定更完善的政策，提供偏遠地區更合理之運輸與通訊方式。
- 4.增加適量之無障礙運輸設施。
- 5.注意弱勢團體的需求，並且提供相關搭乘大眾運輸的優惠。

課題二：運輸對於民眾的生活習慣有很大的影響。

說明：

- 1.交通肇事，造成龐大社會成本，顯示運輸安全水準低落。
- 2.運輸產生之污染，破壞環境，影響人體健康。
- 3.城際與都市大眾運輸之使用仍待提升。

對策：

- 1.提供更為完整的大眾運輸服務網，降低民眾使用私人運具的機率。
- 2.優先發展大眾運輸及鼓勵使用腳踏車及步行。
- 3.增加私人運具的使用限制，抑制私人運具的發展。
- 4.加強交通安全教育及宣導工作，並嚴格取締、重罰不良駕駛行為。
- 5.改善道路設施之建設與使用管理。
- 6.以政策與科技手段減少運輸所帶來之負面效果。

課題三：永續發展價值觀尚未普及化，未受到普遍的重視。

說明：

- 1.一般民眾對於運輸的觀念尚停留在以自我為中心的階段。
- 2.政策及建設不具永續發展精神。
- 3.運輸行為不具永續發展的精神。

對策：

- 1.推廣永續運輸的相關政策，並訂定目標努力實行。
- 2.將永續運輸的觀念向下紮根，為下一代的未來鋪路。
- 3.訂定運輸系統安全設計規範，改善運輸設計與建設。
- 4.改善交通工程設計，以減少易肇事路段危險性。
- 5.建立永續運輸之量化目標體系與計畫評選制度。
- 6.建立永續運輸之推動機制。

課題四：運輸供應和需求失調。

說明：

- 1.運輸供需不平衡，未能符合實際需求。
- 2.尖離峰時間之運量差距甚大，運輸設施所提供的服務難以符合所有時段之要

求。

對策：

- 1.合理並公平地分配運輸資源。
- 2.土地（教育）政策與運輸政策之整合。
- 3.均衡地區發展，合理分配土地使用。
- 4.加強旅運需求管理，獎勵共乘與高乘載車輛的使用，推廣尖離峰差別定價及建立彈性上下班制度。

3.2 經濟效率面

課題一：私人運具造成之外部成本未充分反映於市場機制中。

說明：

- 1.私人運具運輸過程產生的環境成本，未能藉由訂價合理反映，使得旅運需求大量增加，造成污染。
- 2.私人運具使用者並未支付足以支持道路建設、維修或環境保護等成本。
- 3.每年私人運具的成長速度不減反增。
- 4.導致社會成本增加，政府財政負擔加重。

對策：

- 1.訂定合理的賦稅制度，執行稅費的徵收與補貼，降低社會成本並減少私人運具的使用率。
- 2.研擬管制私人運具之使用並鼓勵政策。
- 3.提高機車、小汽車與重型車之使用成本。

課題二：運輸機構的財務問題。

說明：

- 1.運輸建設所需的成本過高，能夠負擔的企業有限，導致無法大力推動。

對策：

- 1.政府應擬定適合的策略，例如：BOT 方案，以幫助運輸建設的推行。
- 2.獎勵民間投資。

課題三：運輸系統之組織與營運管理效率未充分發揮。

說明：

- 1.在自由市場的競爭之下，廠商之間經常會演變成惡性競爭。
- 2.大眾運輸之營運效率低，營運虧損。
- 3.旅運需求管理不當，造成道路擁擠，服務水準降低，路網效率未充分發揮。
- 4.傳統運輸業之營運組織制度過於僵化，營運效率低落，造成虧損。
- 5.交通擁擠造成時間的損失，使得用於生產與休閒的時間相對減少。

對策：

- 1.適當的管制以遏止此不良的風氣。
- 2.推動公營事業民營化，提昇經營效率。
- 3.對旅運需求管理做有效率之規劃。
- 4.運輸系統之妥善管理。
- 5.應用電訊通信及資訊之科技於交通運輸。

課題四：運輸對各項經濟資源之損耗，超過自然生態系統之再生供給。

說明：

- 1.為建築路網與場站設施，對運具及材料之需求增加。
- 2.佔用更多土地以建造路網與場站。
- 3.運輸部門所佔用的資源逐年增加，造成資源分配不均的問題。
- 4.道路交通用地及運輸設施供給有限，現有供給設施須作有效率的使用。

對策：

- 1.提昇能源使用效率。
- 2.推動省能源之運輸工具、設施與能源。
- 3.多向開發替代能源。
- 4.切實執行各項回收作業。

課題五：都市空間有限，各項設施分配比例不均

說明：

- 1.台灣地區地小人稠，各項設施在都市內的服務容量不足。
- 2.道路之長度與密度逐年增加，剝奪人民生活空間。
- 3.大眾運輸發展速度與私人運具成長速度相差甚大，造成越來越不平均的狀態。

對策：

- 1.積極發展較為有效率的大眾運輸系統，提倡使用大眾運輸的習慣，降低較不具效率的私人運具使用。
- 2.確實執行都市發展的規劃，對於較不具有效率性的運輸設施，設置較高的使用門檻。
- 3.發展跨區域之大眾運輸系統，建構一套完整之整體運輸系統以及相關之接駁系統，提高民眾的使用意願。

3.3 環境保育面

課題一：能源的消耗速度大於再生速度，導致能源不足的窘境。

說明：

- 1.運輸所需的能源數量龐大，導致資源逐年短缺。
- 2.於環境敏感地區提供運輸系統，超過環境生態可負荷的水準，造成環境生態的破壞。
- 3.資源回收後再利用情形不明。

對策：

- 1.多發展再生率高的資源或是天然能源，以解決有限資源短缺問題。
- 2.檢討產業發展的必要性。
- 3.限制開發強度。
- 4.視地區真正需求，調整運輸系統的服務。
- 5.積極處理回收後的可再利用之資源，減少新資源之消耗。

課題二：運輸所造成的環境污染問題嚴重。

說明：

- 1.空氣污染物質之排放比率增加。

- 2.運輸部門之污染有待降低。
- 3.運輸產生之噪音，使得機場及道路周圍居民不勝其擾，對居住環境產生影響。
- 4.廢棄汽機車數量雖有增加，但是後續處理問題仍需加強

對策：

- 1.研發低污染的能源，以維護民眾的健康。
- 2.各種污染防制研究與各項標準之訂定。
- 3.應訂定一套完整的廢棄物回收及後續處理程序。
- 4.推動低污染之運輸工具、設施與能源。
- 5.推廣綠色運具。
- 6.減討修改現行車輛稅賦規定。
- 7.加強取締與執法。

課題三：運輸建設對生態環境、動植物棲地、生物多樣性的破壞。

說明：

- 1.為構建區域運輸路網，往往會破壞動植物原有的生活方式，造成動植物棲息環境的破壞。
- 2.路網構建過度密集，使得棲地遭受切割。
- 3.交通運輸建設與營運可能會造成文化古蹟與景觀美質的破壞。

對策：

- 1.政府對於建設開發前的環境影響評估應該嚴格把關，將傷害降到最低。
- 2.設置生態保護區，加強環境管制措施及強制執法具體行動。
- 3.結合土地使用與交通運輸之規劃，有效率整合及有計畫地規劃路網，避免經過生態或古跡保護區。

第四章 結論與建議

在有限的環境資源下，為滿足不斷增加的旅運需求，實有必要調整運輸政策的重點方向、研擬永續運輸政策，以順應永續發展的世界潮流，發展成為省能源、低污染及智慧化的運輸系統，期能確實提高運輸服務水準及提昇生活品質，達到運輸之永續性。

本研究依據指標產生架構與社會公平、經濟效率與環境保育面等意義之探討，研擬城際永續運輸發展在各層面之評估指標，並以 AHP 方法決定指標權重，利用模糊理論進行指標之整合，並透過資料之分析釐清各層面所產生之城際永續運輸發展課題，整個評估方法可協助政府明確地掌握永續發展積效與趨勢，並據以研擬妥善對策。

針對本研究城際永續運輸發展實例研究分析及後續研究方向，本文提出以下建議事項：

1. 就城際永續運輸環境保育面來看，交通工具噪音量及空氣污染指標整體有愈來愈差的趨勢，因此，建議政府應發展低污染運具或實施更嚴格的管制手段，以遏止此不良之發展趨勢；而運輸部門能源消耗量、道路長度指標明顯有愈來愈差之趨勢，政府應該多鼓勵公路大眾運輸的使用與路權的利用，並加強轉運服務功能，以提高可及性與利用意願。
2. 在資料蒐集方面，並非每一項指標均能有城際運輸之分類資料，且部門指標資料僅限於近幾年，因此就目前而言，資料完整性還不夠，無法看出較長期的變

化趨勢。建議相關單位未來資料統計可以作較細緻的區分，以確保評估結果的正確性。

3. 本研究所建立之城際永續運輸發展指標系統，建議未來可再擴充指標之構面、架構或是部門，以進行更完整之評估。
4. 本研究主要在建立城際永續運輸發展指標系統並以模糊理論整合進行指標之整合，並對分析結果進行評等，對於各個指標之門檻值設定並沒有進行探究，因此無法瞭解到底指標值至少要達到多少或低於多少，才算是好的，未來可對語意變數之隸屬函數進行更深入之檢討比較。

參考文獻

1. Atkinson, G., R. Dubourg, K. Hamilton, M. Munasinghe, D. Pearce, C. Young (1997), *Measuring sustainable development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
2. Bell, S. and S. Morse (1999), *Sustainability Indicators: measuring the immeasurable?*, Earth Scan Publications Ltd., London, England.
3. Bonsall, P. (2000), "Legislating for modal shift: background to the UK's new transport act," *Transport Policy*, Vol. 7, No. 3, pp. 179-184.
4. Brindle, R. (1998), "Sustainable transport- cause or effect of a sustainable future?," *Road & Transport Research*, Vol. 7, No. 3, pp. 66-75.
5. Davis, A. L. (1996), "Promoting sustainable transport in English: principles and practice," *Journal of Transport Geography*, Vol. 4, No. 1, pp. 67-70.
6. Day, A. (1998), "Meeting the needs of the community: social issues in road and transport planning," *Road & Transport Research*, Vol. 7, No. 4, pp. 64-74.
7. Dunvan, B., J. Hartman (1996), "Sustainable urban transportation initiatives in Canada", presented in the APEC Forum on Urban Transportation, Seoul, Korea.
8. ECMT (1995), *Sustainable Transport in Central and Eastern European Cities*, Proceedings of the workshop on transport and environment in Central and Eastern European cities, Bucharest, Romania.
9. Faucheux, S. and M. O'Connor, ed. (1998), *Valuation for sustainable development*, Edward Elgar, Cheltenham, UK.
10. Feng, S. and D. Li (1999), "Decision support for fuzzy comprehensive evaluation of urban development", *Fuzzy Sets and Systems* 105, pp. 1-12.
11. John, W. (1995), *Transport for a sustainable future: the cost for Europe*, Belhaven Press, New York, US.
12. Moldon, B., S. Billharz, R. Matravers (1997), *Sustainability indicators: a report on the project on indicators of sustainable development*, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, England.
13. Nijkamp, P. and J. Vleugel (1995), *In search of sustainable transport systems, European Transport and Communications Networks: Policy Evolution and Change*, Edited by D. Banister, pp. 287-299.
14. OECD (1997), *Towards sustainable transportation*, Conference highlights and overview of issues, Vancouver, British Columbia, Canada.
15. The World Bank (1996), *Sustainable transport-priorities for policy reform*, The World Bank, Washington, D.C., US.
16. Tibbs, H. (1998) "Global change and the future of transport," *Road & Transport Research*, Vol. 7, No. 2, pp. 70-83.
17. 李永展 (1998), 道路規劃與城鄉永續發展：二個案例的省思，中華民國道路協會年會學數研討會。
18. 張芳旭、朱珮芸 (1998), 永續策略的規劃與策略的研擬，環境與能源研討會。
19. 馮正民 (1997), 城鄉永續發展—永續交通運輸，國家永續發展論壇，第 1-19 頁。

20. 馮正民 (1999), 邁向永續運輸, 看守台灣, 第 1 卷, 第 2 期, 第 16-23 頁。