

# 科技部補助專題研究計畫成果報告

(期中進度報告/期末報告)

(運輸永續性與運輸生活品質之評估)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：MOST 102-2410-H-019-020-SSS

執行期間：102年8月1日至103年7月31日

執行機構及系所：國立臺灣海洋大學河海工程學系

計畫主持人：蕭再安 教授

共同主持人：

計畫參與人員：黃宇辰、何冠霖

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 1 份：

執行國際合作與移地研究心得報告

出席國際學術會議心得報告

期末報告處理方式：

1. 公開方式：

非列管計畫亦不具下列情形，立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權，一年 二年後可公開查詢

2. 「本研究」是否已有嚴重損及公共利益之發現：否 是

3. 「本報告」是否建議提供政府單位施政參考 否 是，交通部\_\_\_\_\_（請列舉提供之單位；本部不經審議，依勾選逕予轉送）

中 華 民 國 103 年 9 月 20

## 目錄

中文摘要.....	V
英文摘要.....	VI
一、 前言.....	1
二、 研究目的.....	1
三、 文獻探討.....	1
四、 研究方法.....	4
五、 結果與討論.....	6
參考文獻.....	31

## 表目錄

表 1 運輸永續性指標之衡量方式-運具個別衡量	9
表 2 運輸生活品質指標之衡量方式-運具個別衡量	10
表 3 運輸永續性指標之衡量方式-總體衡量	12
表 4 乘載率衡量結果	13
表 5 運輸容量衡量結果	14
表 6 土地利用衡量結果	15
表 7 產業關聯效果衡量結果	16
表 8 噪音衡量結果	17
表 9 CO <sub>2</sub> 排放量衡量結果	17
表 10 能源密集度衡量結果	18
表 11 低碳能源百分比衡量結果	18
表 12 空氣污染排放量衡量結果	19
表 13 肇事率衡量結果	20
表 14 運輸成長與脫鈎衡量結果	21
表 15 低碳運具百分比衡量結果	21
表 16 再生能源使用情形衡量結果	21
表 17 小汽車使用率衡量結果	22

表 18 主觀衡量結果.....	22
表 19 運輸永續性指標之權重 .....	28
表 20 運輸生活品質指標之權重 .....	28

## 圖目錄

圖 1. 第一年計畫之研究流程圖.....	5
圖 2. 運輸永續性與運輸生活品質之初始指標.....	6
圖 3. SCOT 運作流程圖 .....	7
圖 4. 運輸永續性與運輸生活品質之指標架構.....	8
圖 5. 指標衡量架構圖.....	8
圖 6. 運具之運輸永續性評比.....	24
圖 7. 運具之運輸生活品質評比.....	25
圖 8. 運輸永續性指標之影響關圖.....	26
圖 9. 運輸生活品質指標之影響關圖.....	27
圖10. 各運具之運輸永續性.....	29
圖11. 各運具之運輸生活品質.....	29
圖12. 運輸永續性與運輸生活品質的共同指標.....	30
圖 13. 運輸永續性與運輸生活品質的改善略.....	31

## 中英文摘要

### 中文摘要

運具移轉是提升運輸永續性的有效方法；本研究擬建立以運具為基礎之運輸永續性與運輸生活品質指標系統；此套指標系統可做為研擬改善策略的依據。短期改善策略將著重在能夠同時提升運輸永續性與運輸生活品質的方案，長期改善策略則是進一步考量可提升運輸永續性，而民眾不認為可提升運輸生活品質的方案。

本研究分為二年期計畫進行探討，第一年計畫針對城際旅客運輸，第二年計畫針對都市旅客運輸進行研究。應用研究方法包括權益關係人分析(Stakeholder analysis)、結合決策實驗室法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) 與網絡分析法(Alytic Network Process, ANP)，簡稱 DANP、以及 D-S 理論(Dempster-Shafer Theory, DST)。

以台北至高雄的城際旅客運輸為案例，分析結果顯示，無論從運輸永續性或運輸生活品質來評估，大眾運輸皆優於私人運輸，且軌道運輸具有絕對優勢。因此「鼓勵使用大眾運輸、抑制私人運具使用」之運輸政策對於城際旅客運輸而言，不僅具有正當性(永續性觀點)，同時也具有可行性(生活品質觀點)。

本研究另一個重要成果是找到運輸永續性與運輸生活品質的共同指標，包括負擔能力、城際運輸基礎建設的妥適性、噪音、CO<sub>2</sub> 排放量、空氣污染排放量、肇事率、路網分佈程度、旅行時間與無障礙運輸普及性。這 9 個指標可作為擬訂改善策略的依據，俾同時提升運輸永續性與運輸生活品質。

關鍵詞：運輸永續性、運輸生活品質、權益關係人分析、決策實驗室法、網絡分析法、D-S 理論

## 英文摘要

Mode shifting is an effective solution to improve transport sustainability. This study attempts to develop an indicator system for measuring mode-based transport sustainability and transport quality of life, and the results provided a basis for evaluating the proposed improvement solutions. The common parts between the transport sustainability indicators and the transport quality of life indicators were planned to guide the evaluation of improving strategies in the short run. These strategies are expected not only to improve transport sustainability, but also can enhance transport quality of life. The strategies, which can improve transport sustainability, but are recognized to be unrelated to transport quality of life, are evaluated to implement in the long run.

The first year of this study focuses on evaluating the transport sustainability and the transport quality of life regarding intercity passenger transportation. The second year of this study focuses on evaluating the transport sustainability and the transport quality of life regarding intra-city passenger transportation. The approaches, including stakeholder analysis, decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL) incorporates analytic network process (ANP), which is termed as DANP, and Dempster-Shafer theory (DST) are used to analyze the indicator systems.

A case study of intercity passenger transportation from Taipei to Kaohsiung was illustrated. The results show that public transportation modes have comparative advantage regarding transport sustainability and the transport quality of life, particularly for rail transportation modes. Therefore, the policies to enhance the use of public transportation modes and reduce the use of private cars were proved to have justifiability (the viewpoint of transport sustainability) and feasibility (the viewpoint of transport quality of life).

The common parts between the transport sustainability indicators and the transport quality of life indicators are also important results to guide the initiation of improving strategies. Nine common indicators were found, including affordability, intercity transport infrastructure, noise, CO<sub>2</sub> emissions, air pollution, accident rate, network structure, travel time and universal design.

**Key words:** Transport sustainability; transport quality of life; stakeholder analysis; decision making trial and evaluation laboratory (DEMATEL); analytic network process (ANP); Dempster-Shafer theory (DST)

## 一、 前言

永續運輸所考慮的層面一般可分為經濟、環境以及社會層面，在經濟效率方面，要求資源必須有效率地使用與維護，資源不可以任意無約束的使用，並追求替代資源，以滿足世世代代的運輸需求；在環境保育方面，政府與民間在進行運輸方面的決策時，必須考慮到運輸的外部效果；在社會公平方面，要求運輸的改善須公平顧及各層面的民眾利益。因此，在永續運輸指標建構上，必須確保運輸活動能在環境、經濟以及社會層面中平衡發展。

就目前的社會氛圍，大部分民眾可能認為永續運輸之概念較為理想化，民眾在選擇運具時，通常會選擇使自己效用極大化之運具，極少會選擇較符合永續之運具。政府政策重點在於提升公共運輸服務品質，對於私人運具之持有與使用，則偏向任其自然發展(Business as usual, BAU)，也導致運輸系統背離永續發展。運輸生活品質除涵括個人效用，也包含部分可感受之環境外部性；如果先從運輸生活品質與運輸永續性的交集部分提出先導政策以促進運輸部門之永續發展與民眾之運輸生活品質，政策推動比較容易獲得民眾支持。

## 二、 研究目的

本研究為二年期計畫，探討對象為旅客運輸，第一年及第二年計畫分別針對台灣城際運輸及都市運輸進行運輸永續性與運輸生活品質指標建構及衡量，並且針對建構之指標系統擬定及評估相關運輸政策，期能透過政策引導，進而提升城際運輸之運輸永續性與運輸生活品質。

第一年計畫以台灣西部走廊(台北-高雄)為例，探討對象包含高鐵(有或無)、台鐵、國道客運、以及小汽車。主要研究目的可歸納如下：

1. 建立不同城際運具之運輸永續性與運輸生活品質指標；
2. 衡量不同城際運具之運輸永續性與運輸生活品質指標；
3. 分析城際運具在運輸永續性與運輸生活品質方面之共通性與差異性；
4. 擬定及評估城際運輸政策，俾改善城際運輸之運輸永續性與運輸生活品質。

## 三、 文獻探討

運輸永續性已成為國際上相繼討論之議題，Shiau and Chuang (2012)應用SEEbalance (Social-Eco-Efficient)的架構以及敏感度分析來評估台灣東砂北運的永續性，評估結果顯示鐵路及海公路複合運輸比單純公路貨運更具永續性。如何透過永續運輸指標引導運輸系統之發展已成為國際趨勢(Steg and Gifford, 2005)；而永續運輸指標建構時需要關注三點，第一點是針對個人(含弱勢)進行基本訪問，來確保指標是符合公平原則。第二點是要選擇經濟實惠、高效運行的運具，提供多元之運具供民眾選擇，以便帶動當地城市的經濟。第三點是要限制當地城市中的排放廢棄物，並且減少消耗不可再生資源，以及限制再生資源消耗量，將其重複使用和循環利用，最後則要以最大限度地減少噪音排放(Gilbert et al., 2003)。其中，Castillo and Pitfield (2010)針對英國的永續運輸指標進行探討時，建構之永續運輸指標的框架中，包含了永續運輸屬性以及目標，屬性的部份包含了適合居住的街道、環境保護、社會之公平性、健康與安全以及高效能經濟，目標的部分根據不同文獻，分別含有各個屬性之目標項目。因此，在指標的研擬中，必須考慮其屬性以及目標，因擬定不同屬性之指標，其目標也不

盡相同。而國內外之研究，除了以屬性以及目標來進行指標之區隔外，在永續運輸最常使用之架構，不外乎就是環境、經濟以及社會三個構面，由於當今環境不斷改變，這也讓世界各國著重在許多環境面的評估方法，Zanella et al. (2012)認為，環境績效評估方法通常伴隨著環境指標進行，在研究中利用了新的資料包絡分析 (Data Envelopment Analysis, DEA)，針對單一國家進行環境績效措施之分析。而永續運輸指標評估方法也不斷創新，Shiau et al. (in press)發展一個指標產生器，產生出89個永續運輸指標，接著利用概略集合理論(Rough Sets Theory, RST)選擇了26個關鍵指標進行探討。Sopsuk et al. (2011)則發展環境生活品質表，將其應用於泰國南部工業區，文中利用問卷調查，調查了三個不同工業區的人民，並且加以比較其環境所造成之生活品質的差異。

建構永續運輸指標之目的，不外乎就是期能引導政府相關當局制定完善之運輸政策；一個政策的決定往往影響未來的發展，因此在初期制定指標的時候就必須進行全面之考量。Gudmundsson and Sorensen (2012)利用指標來形成永續運輸政策；Pasimani (2011)則是將其指標進行量化，並且將其指標用於衡量以及監測國家的整體競爭力。永續之概念屬於長期計畫，民眾在乎的往往是自己之感受，對於永續概念大多較不重視，因此國際上逐漸開始研究另一項議題，就是生活品質。生活品質架構有三種特徵，第一，它反映了個人的生活情況與對生活之看法，第二，它是一個多維概念，涵蓋了生活的多個領域，如住房條件、運輸、教育、就業、工作與生活的平衡，以及它們的相互作用，第三，它匯集了生活條件與主觀的意見和態度，並且以客觀的信息在社會的整體福祉提供參考訊息(Shucksmith et al., 2009)。而生活品質總體來講，就是關於許多公共政策之主要目標(Zorondo-Rodríguez, 2012)。生活品質的概念除了促進公共政策之形成外，它也反映了人們主觀以及客觀之基本需求(Guillen-Royo et al., 2011)。儘管可以從不同的角度來看待生活品質，但那其中有一個顯著的特點，就是用共同角度來看待不同生活品質的可能性提高。而生活品質與永續發展的關聯是非常顯著的(Bell and Morse, 1999)，因生活品質除了包含使用者的觀點外，也結合了永續之概念；雖然生活品質是可以反映使用者在城市當中的生活，而完善的政策也的確可以提升民眾的生活品質(Shucksmith et al., 2009)。目前台灣地區不符合永續運輸的現象還是層出不窮，許添本 (2002)指出，目前我國交通系統蘊藏了許多不符合永續發展之情況，包含了私人運具持有率過高，並造成安全、污染、環境破壞，以及大眾運輸不符合現代化之需求，除台北都會區以外，台灣目前其他都市公車的準點率低、空間設計不良等。而這些現象都可能降低民眾的生活品質，因此必須制定完善之指標系統，進而形成運輸政策，以提升人民的運輸生活品質。而運輸生活品質往往是能了解民眾選擇運具之原因，因此本研究希望將永續運輸概念，結合運輸生活品質進行指標建構，而運輸生活品質包含了永續性以及個人觀點，其中就能了解民眾對於不同運具之看法，在針對建構完成之永續運輸與運輸生活品質指標，進行政策之建立與評估，期能引導政府相關政策之訂定。

Carse (2011)以運具為基礎進行運輸生活品質的探討，文中以 Glasgow 與 Manchester 兩城市之運具為例，依調查之乘客偏好，利用統計方法對運輸生活品質指標進行評比，以及建構新的運輸生活品質指標架構，目的為探討運輸經驗與運輸生活品質的關係，並且將兩城市中的不同運具進行運輸生活品質評比。而運輸生活品質指標通常包含許多面向(Pullen, 1993)，因此，Carse (2010)以永續運輸架構為基礎，加上個人觀點建構初始指標架構，包含了經濟、環境、社會以及個人感受當作指標的主要面向，最後則利用因素分析(Factor Analysis)將主要面向指標重新定義為可行性與可及性、環境、永續運輸、個人安全以及運輸成本。而訂定運輸生活品質指標可做為政府訂定相關政策時之參考依據，進而確保未來公共運輸之發展以及促進公共運輸服務改善。而指標系統之建構方法，除了層級分析法(Antyctic Hierarchy Process, AHP)、一般問卷調查等常用之方法外，也結合多元方法去處理指標與政策之問題，如結合決策實驗室法(Decision Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) 與網絡分析法

(Analytic Network Process, ANP), 簡稱 DANP、D-S 理論(Dempster-Shafer Theory, DST)以及權益關係人分析(Stakeholder Analysis)等。Liou et al. (2007) 運用 DANP, 以管理、作業、維修及事故率四大構面進行飛航安全評估改善之研究; Deng and Chan (2011)將 DST 應用於供應商之評選; Awasthi and Chauhan (2011)則是利用 DST 結合 AHP, 評估運輸措施對於環境之衝擊。Maguire et al. (2012)利用權益關係人分析, 探討海洋計畫的開發與後續之執行, 文中認為權益關係人之參與, 確實是此海洋計畫能夠成功執行的關鍵。

Baohua et al. (2009)針對中國的城際運輸進行探討, 文中提到中國在21世紀會看到城際運輸結構之調整, 包括公路和航空網絡的建設, 並且說明了城際運輸發展時必須關注的事項, 包括關注特定之族群, 以及能源、土地, 和其他資源的使用。而由於都市中生活之居民日益增多, 已經到過度擁擠的程度, 因此, 民眾可能會選擇到郊外居住, 更凸顯出城際運輸的重要性(Roca-Riu et al., 2012)。

城際運輸帶來之經濟效益是不可忽視的, 除了對環境、經濟以及社會的關注外, 對於民眾的觀點也必須重視, 包括了準時以及轉乘便利等, 因此必須建構結合民眾觀點之指標系統, 也就是以運具為基礎進行運輸永續性與運輸生活品質指標建構。而在台灣城際運輸指標之研究中, 馮正民等(2002)針對公平面與經濟面兩個角度進行探討, 首先彙整各相關指標, 再分別依據「模糊推論」及「模糊綜合評判」兩方法整合各項指標, 據以建立「城際運輸永續發展指標系統」, 促使瞭解我國目前城際運輸系統在這兩向度上之永續性。另外, 孫以濬等 (2005)則嘗試以永續發展相關指標評估與構建之城際運輸需求模式相結合, 建立一個可衡量以及評估的臺灣地區現況及未來永續運輸發展之城際運輸需求模式與評量機制, 並研訂各城際運輸系統未來發展計畫之分析平台。許添本 (2002)則針對臺灣地區主要都市之交通系統架構, 檢視現況面臨的不永續問題, 並提出都會區永續運輸發展的願景, 以台灣城際運輸之運具為基礎, 研擬永續運輸發展的評估指標。

另外, 在指標的評估中, Seik (2000)針對新加坡進行整體生活滿意度, 利用了大規模的調查取得民眾對於當前生活的看法。Morais and Camanho (2011)則利用DEA評估城市的生活品質。該研究定義了城市概況, 對206個城市的生活品質進行評估, 並且建立一個綜合的生活品質指標, 促進地方當局在政策上進行改善。建構運輸生活品質的技術與建構永續運輸指標的技術是大同小異的, 而運輸生活品質的部分理當也能夠使用同樣之方法建構指標。而在衡量民眾生活品質時, 通常也會從主觀及客觀指標進行探討, 主觀指標主要是考量心理反應, 如生活滿意度, 工作滿意度, 和個人幸福。客觀指標則是考量物理反應, 例如生活水準, 身體健康狀態, 以及個人收入(Malkina-Pykh and Pykh, 2008)。促進了永續的城際運輸環境, 伴隨而來的期望就是能提高民眾的城際運輸生活品質, 所以運輸生活品質是我們必須多加關心的一個環節。

都市化程度的增加和汽車大量的使用導致擁擠程度以及未來環境的問題不斷增加(Litman, 2008)。Shiau (2012)以台北市為研究案例, 結合AHP與DST整合資訊的方法來探討台北市的永續運輸策略。而在永續運輸指標方面, Haghshenas and Vaziri (2012)針對不同國家的都市永續發展進行比較, 包含了非洲、北美洲、拉丁美洲、亞洲已開發國家、亞洲開發中國家、歐洲以及大洋洲。指標研擬必須考量容易理解、合理的、可衡量的、可量化的、可訪問的、全面性的、可隨時間而改變的原則, 並且能掌握長期的發展過程(Zhang and Guindon, 2006; Li et al., 2009; Litman, 2009)。)針對新德里以及斯德哥爾摩兩個城市的永續運輸議題, Thynell et al. (2010)認為需要關注的關鍵問題, 包括城市的密度, 城市的流動性, 是否造成傷害和死亡等。Shiau and Peng (2012)則發展了一個適用於地方層級的永續運輸指標系統, 並且提供台北市與高雄市在永續運輸方面的改善策略。

促進都市生活品質的提升的原因, 不外乎就是帶給人民優質的生活或者是吸引旅次前來; Morais et al. (2013)針對歐洲都市之生活品質進行評估, 文中認為提升生活品質也能提升當地都市之競爭力。該

研究利用DEA進行指標之建構，並且針對歐洲246個城市進行生活品質之排序。Litman (2008)指出，為了提升當地城市的運輸生活品質，就必須先訂定完善的指標系統來促使制定運輸政策。

在運輸投資計畫之研究中，Palma et al. (2010)利用成本效益分析進行運輸投資計畫之評估，文中探討之項目為，客運成本、貨運成本、基礎建設成本、稅收以及外部成本。Gutierrez et al. (2010)利用指標系統及地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)進行進行運輸基礎建設投資之評估，Shi and Zhou (2012)針對公平面以及效率面進行運輸投資計畫之評估，考量之利益團體包括道路使用者、路旁居民、計畫承包商以及當地政府，研究中藉以取得不同利益團體對於運輸投資計畫之看法。並且認為目前評估運輸投資計畫之方法，主要為成本效益分析；此種方法是以經濟效率為主要考量，因缺乏公平性衡量可能會導致不當投資。Bocarejo and Oviedo (2012)指出，在評估運輸投資計畫時，有沒有具體的指標來衡量不同族群是重要課題，因此在訂定指標系統時，適當結合使用者的觀點，可確保藉由此指標系統研擬之政策，能夠減少與民眾認知之差距。

#### 四、 研究方法

本研究在第一年期計畫將分為兩個部分，第一個部分先針對相關文獻進行回顧，建立初始之城際運輸指標系統，並且利用權益關係人分析建構完整的指標系統，再針對完整的指標系統，利用 DANP 分析法與民眾訪談進行衡量，並且針對不同城際運具進行永續性與運輸生活品質評比。第二部分為根據先前所衡量之城際運輸指標，利用權益關係人分析建構相關之城際運輸政策，並且在後續利用 DST 進行政策之衡量，進而引導政府訂定相關政策。圖 1 為第一年計畫之研究流程圖。

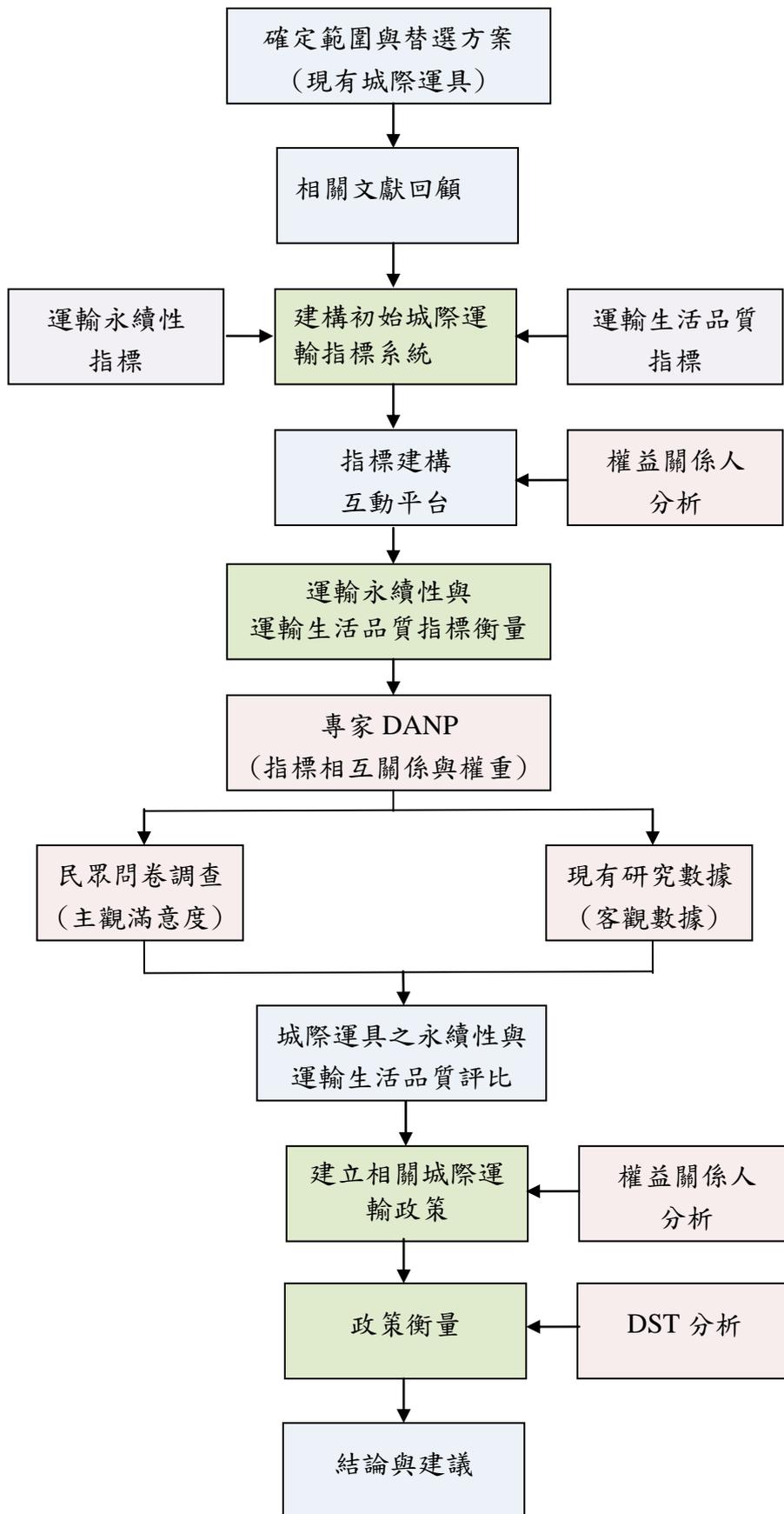


圖 1. 第一年計畫之研究流程圖

## 五、 結果與討論

### 5.1 運輸永續性與運輸生活品質指標之建構

#### 5.1.1 初始指標建構

經由文獻回顧，本研究彙整運輸永續性與運輸生活品質之初始指標，如圖2所示；以星號\*標示之指標代表運輸永續性與運輸生活品質之共同指標。

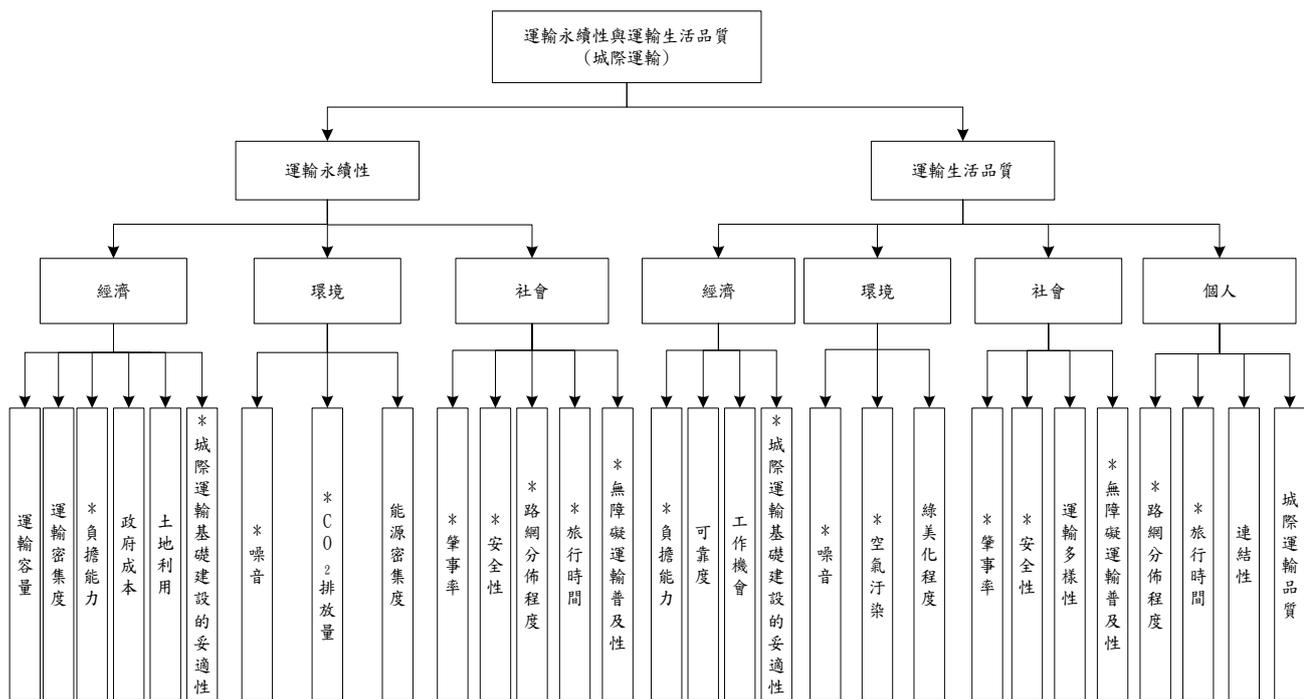


圖2 運輸永續性與運輸生活品質之初始指標

#### 5.1.2 科技社會建構論(SCOT)的應用

科技社會建構論強調由社會群體來決定科技的應用方式，應用在建構運輸永續性與運輸生活品質指標時，重點在於考量相關權益關係人(Stakeholder)的看法，本研究邀集運輸產業代表、政府部門代表、學者專家代表及一般民眾來針對指標建構表示意見。運輸永續性為專業之議題，本研究邀集 6 位運輸產業代表、6 位政府部門代表及 11 位學者專家代表來填答問卷；運輸生活品質為民生議題，本研究除了邀集 96 位一般民眾外，6 位運輸產業代表、6 位政府部門代表及 11 位學者專家代表也是一般民眾身分，也同時被邀集來填答問卷；運輸永續性指標的問卷調查總計有 23 份有效問卷，運輸生活品質指標的問卷調查總計有 119 份有效問卷。

問卷設計含封閉式題項及開放式題項；封閉式題項係針對初始指標的重要性分為 0-10 分，分數愈高代表該指標愈重要；開放式題項則引導填答者提出新的指標。

封閉式題項部分，考量不同身分之權益關係人代表人數不均等，因此先將各個身分的代表所勾選的重要性分數取其平均值，再把代表各個身份之平均值予以平均，得到各個初始指標之重要性分數，該分數為群體決策的結果。本研究定門檻值為 5 分，超過 5 分之初始指標才納入後續分析。開放式題項部分，只要有受訪者提出新的指標，就會針對新的指標進行第 2 次的 SCOT 應用；圖 3 為 SCOT 運作流程圖。

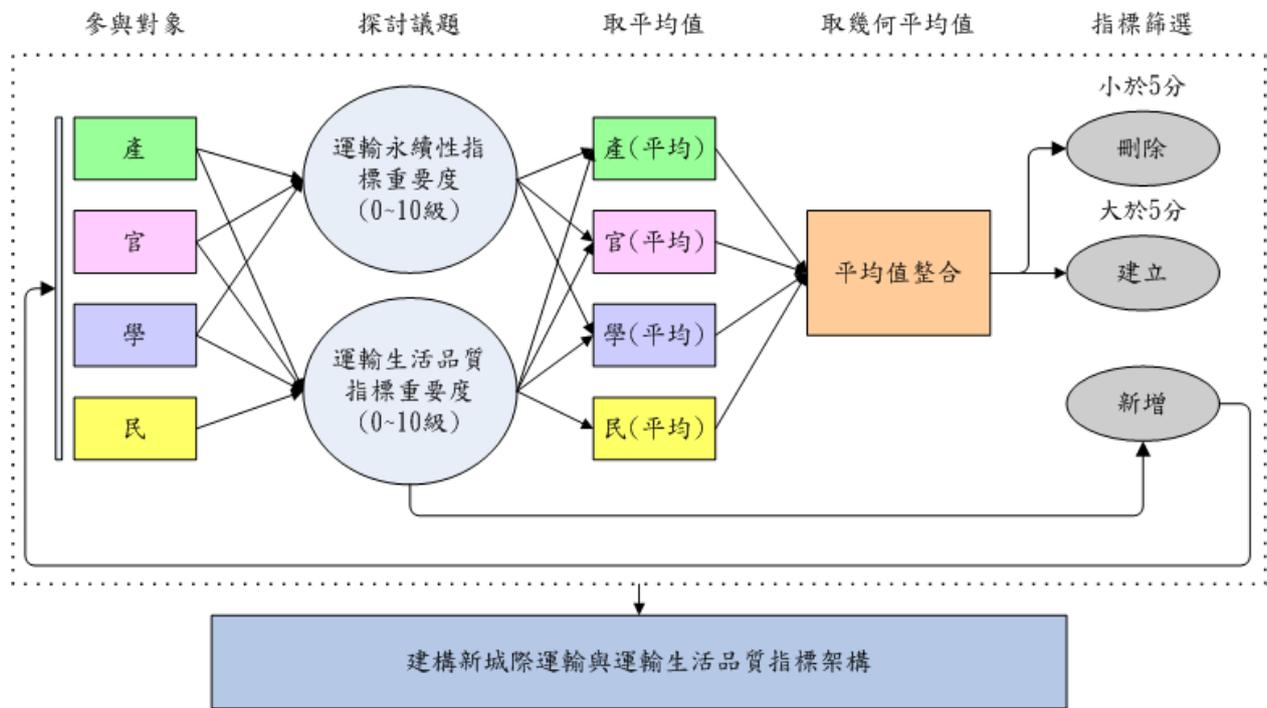


圖 3. SCOT 運作流程圖

經由第 1 階段 SCOT 分析，運輸永續性指標之重要性分數未達 5 分者共計「運輸密集度」1 個指標，而受訪者提出之新指標共計「產業關聯效果」、「低碳能源百分比」、「低碳能源百分比」、「乘載率」及「低碳運具百分比」5 個指標；其中「低碳運具百分比」屬於總體指標，非屬個別運具指標。運輸生活品質指標之重要性分數未達 5 分者共計「工作機會」和「運輸差異度」2 個指標，而受訪者提出之新指標共計「服務人員態度」、「運具舒適性」及「運輸資訊健全性」3 個指標。新增指標再進行第 2 階段 SCOT 分析，結果顯示重要性分數皆超過 5 分而納入指標系統。

### 5.1.3 指標檢核

針對 SCOT 分析後的指標，本研究進一步檢視其是否有重覆情形。在運輸永續性部分，考量「產業關聯效果」包含政府所興建的基礎建設成本，因此將「政府成本」指標剔除；而「安全性」指標與「肇事率」指標相似，且「肇事率」為具體可衡量指標，因此剔除「安全性」指標。另外，在運輸生活品質指標部分，剔除了「城際運輸品質」與「安全性」兩項指標，其中「城際運輸品質」為所有指標的總體概念，而「安全性」指標與「肇事率」指標相似。

指標檢核後，最後得到 18 個運輸永續性指標(含 4 個總體衡量指標)及 14 個運輸生活品質指標，如圖 4 所示。

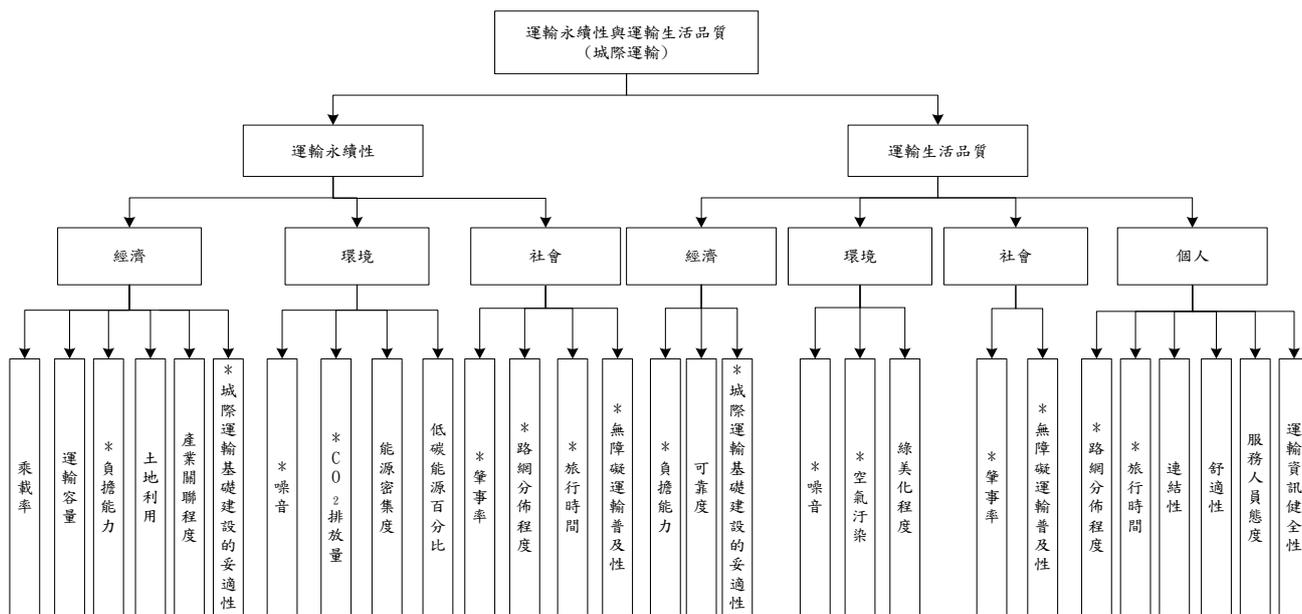


圖 4. 運輸永續性與運輸生活品質之指標架構

## 5.2 運輸永續性與運輸生活品質之指標衡量

### 5.2.1 指標衡量方式

指標衡量方式包括質化與量化，質化指標根據相關權益關係人代表的主觀看法來衡量，量化指標則是根據調查數據來衡量。質化指標的衡量分數為1-5分，分數愈高愈好；量化指標為客觀衡量，數字大小的好壞依方向性決定；因此最後要整合質化與量化指標時，須經由正規化(Normalization)過程，將分數轉換為0-1，如圖5所示。

運輸永續性與運輸生活品質指標之意義、衡量方式及方向性如表1至表3所示。

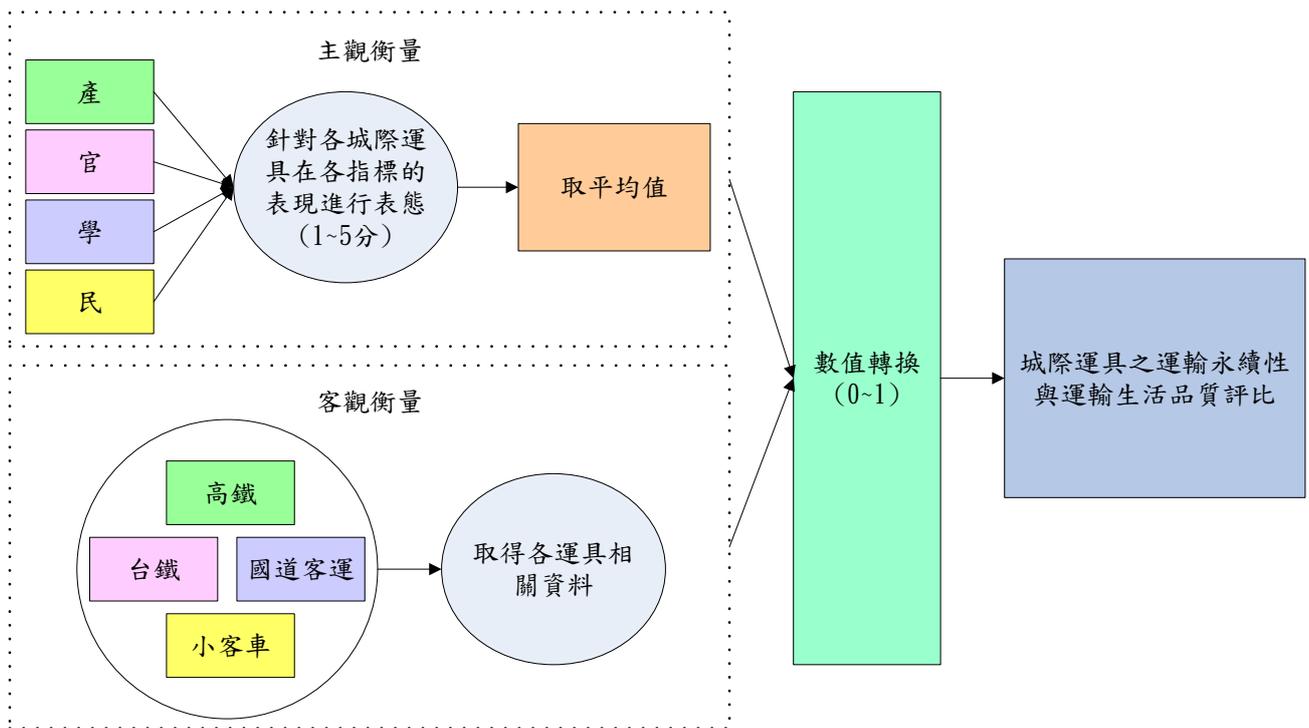


圖5 指標衡量架構圖

表 1 運輸永續性指標之衡量方式-運具個別衡量

構面	指標	意義	衡量方式	方向性
經濟面	負擔能力*	負擔的起運輸行為所產生之費用。	公共/私人城際運具：民眾進行城際運輸時，對於所需負擔費用的接受程度	越大越好
	乘載率	乘載率又稱使用率，乃指運輸系統的生產力，被使用或消費的程度。	公共/私人城際運具：延人公里/座位公里	越大越好
	運輸容量	在某一特定期間或區間內，城際運輸系統最多能載運之旅客數量。	公共/私人城際運具：一車輛最大能載運的乘客數	越大越好
	產業關聯效果	旅客運輸服務除了能提供使用者「移動」的效益外，對於其他產業而言，亦能產生衍生效益，即產業關聯效果。此指標將加入益本比的概念，探討興建城際運輸基礎建設能夠帶動多少產業關聯效果。	公共城際運具： $(\text{運具購買金額} \times \text{運具製造向後關聯係數} + \text{營運收入} \times \text{運輸營運向後關聯係數} + \text{運輸基礎建設成本} \times \text{公共工程向後關聯係數} + \text{旅行服務效益} \times \text{旅行服務向後關聯係數} + \text{維修成本} \times \text{維修服務向後關聯係數}) / \text{公共城際運輸基礎建設成本}$ (國道客運則須取得其須分擔高速公路之建設成本) 私人城際運具： $(\text{運具購買金額} \times \text{運$	越大越好

			具製造向後關聯係數+運輸基礎建設成本×公共工程向後關聯係數+旅行服務效益×旅行服務向後關聯係數+維修成本×維修服務向後關聯係數)/小汽車須分擔高速公路之建設成本 附註：國道客運與小汽車須分擔的高速公路建設成本，則利用運具本身占用道路的比例來取得(國道客運轉換為小客車當量)。	
	土地利用	藉由旅次轉移概念，減少運具行駛數量，並且確保延人公里維持或提升，以降低運具對土地的使用。	公共/私人城際運具：城際運輸基礎建設占用土地的程度/延人公里	越小越好
	城際運輸基礎建設的妥適性*	各城際運輸基礎建設的投資效益程度。	公共/私人城際運具：專家認為各城際運輸基礎建設投資的效益程度。	越大越好
環境面	噪音*	城際運具行駛所產生之噪音。	火車、高鐵：取得運具行駛的平均噪音 客運、小汽車：取得各運具噪音監測結果的標準值(以運具加速與原地噪音的平均值為代表)	越小越好
	CO <sub>2</sub> 排放量	城際運具行駛所產生的CO <sub>2</sub> 排放量。	公共/私人城際運具：CO <sub>2</sub> 總排放量/延人公里	越小越好
	能源密集度	城際運具的能源使用效率。	公共/私人城際運具：公升油當量/延人公里	越小越好
	低碳能源百分比	低碳能源是指在利用的過程中產生較少二氧化碳等溫室氣體的能源，而此處將了解各城際運具使用低碳能源之比例。	公共/私人城際運具：使用低碳能源的各運具數/各運具總數 補充：此運具所使用的動力能源包含油電混合、瓦斯、生質酒精、電力，及歸納為五期環保的客運都屬於低碳運具。	越大越好
社會面	肇事率*	城際運具行駛所造成的肇事情形，其中包含A1(死亡)、A2(受傷)及A3(財損)事故。	公共/私人城際運具：總肇事當量/延人公里 補充：依照美國運輸工程學會出版的「運輸與交通工程手冊」建議對於死亡、受傷、及財物損失之權重分別訂為12、3、1，與各肇事次數進行運算，換算成總肇事當量。	越小越好
	路網分佈	個人或團體為達其活動之目的	公共/私人城際運具：民眾認為各	越大

	程度*	的，由一地至另一地之便捷程度。	城際運具由一地至另一地之便捷程度	越好
	旅行時間*	個人或團體為達其活動之目的，使用運輸設施旅行的容易程度，可利用個人或團體使用運輸設施行駛於道路之行駛速率或旅行時間來衡量。	公共/私人城際運具：民眾認為各城際運具的易行程度(到達迄點的快速程度)	越大越好
	無障礙運輸普及性*	城際運具的無障礙運輸程度。	公共/私人城際運具：社福團體認為各城際運具的無障礙運輸普及性為何。	越大越好

附註：\*代表運輸永續性與運輸生活品質的共同指標

表 2 運輸生活品質指標之衡量方式-運具個別衡量

構面	指標	意義	衡量方式	方向性
經濟面	負擔能力*	負擔的起運輸行為所產生之費用。	公共/私人城際運具：民眾進行城際運輸時，對於所需負擔費用的接受程度	越大越好
	可靠度	運具準點或依照預期時間到達的程度	火車、高鐵：民眾認為火車及高鐵的準點程度	越大越好
			客運、小汽車：民眾認為客運及小汽車行駛與預期到達時間之落差的程度	越小越好
	城際運輸基礎建設的妥適性*	城際運輸基礎建設的投資效益程度。	公共/私人城際運具：專家認為各城際運輸基礎建設投資的效益程度。	越大越好
環境面	噪音*	城際運具行駛所產生之噪音。	火車、高鐵：取得運具行駛的平均噪音 客運、小汽車：取得各運具噪音監測結果的標準值(以運具加速與原地噪音的平均值為代表)	越小越好
	空氣汙染	城際運具行駛所造成 CO、PB、NO <sub>x</sub> 、NMHC、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>x</sub> 的排放程度。	公共/私人城際運具：CO、PB、NO <sub>x</sub> 、NMHC、PM <sub>10</sub> 、SO <sub>x</sub> 排放量(公噸)/延人公里	越小越好
	綠美化程度	場站及路線週圍的綠美化程度。	公共/私人城際運具：民眾認為各場站及行駛路線的綠美化程度。	越大越好
社會面	肇事率*	城際運具行駛所造成的肇事情形，其中包含A1(死亡)、A2(受傷)及A3(財損)事故。	公共/私人城際運具：總肇事當量/延人公里 補充：依照美國運輸工程學會出	越小越好

			版的「運輸與交通工程手冊」建議對於死亡、受傷、及財物損失之權重分別訂為12、3、1，與各肇事次數進行運算，換算成總肇事當量。	
	無障礙運輸普及性*	城際運具的無障礙運輸程度。	公共/私人城際運具：社福團體認為各城際運具的無障礙運輸普及性為何。	越大越好
個人面	路網分佈程度*	個人或團體為達其活動之目的，由一地至另一地之便捷程度。	公共/私人城際運具：民眾認為各城際運具由一地至另一地之便捷程度	越大越好
	旅行時間*	個人或團體為達其活動之目的，使用運輸設施旅行的容易程度，可利用個人或團體使用運輸設施行駛於道路之行駛速率或旅行時間來衡量。	公共/私人城際運具：民眾認為各城際運具的易行程度(到達迄點的快速程度)	越大越好
	連結性	運輸服務的可及程度	公共/私人城際運具：民眾認為各城際運具與其餘運具的無縫轉乘程度	越大越好
	運具舒適性	搭乘城際運具時的舒適性。	公共/私人城際運具：民眾認為搭乘各城際運具的舒適程度	越大越好
	服務人員態度	服務人員的服務態度。	公共城際運具：民眾在進行公共運輸行為時，所感受到的服務人員態度。 例如買票時、等候搭乘時、搭乘運具時、場站購物時及享受場站其餘服務時。 私人城際運具：民眾在進行開車行為時，所感受到的服務人員態度。 例如加油、高速公路局所提供的服務、休息站購物及享受休息站其餘服務時。	越大越好
	運輸資訊健全性	進行城際運輸時，所接收到相關資訊的完整程度。	公共城際運具：民眾認為相關單位所提供的運輸資訊之完整性 例如 1. 先進大眾運輸系統(APTS)：透過網路與其他媒介，將班表、費率、轉乘等資訊方便提供給使用者 2. 緊急事故處理系統(EMS)：	越大越好

			<p>能夠將緊急事件自動通報，並且將資訊提供給使用者</p> <p><b>私人城際運具：</b>民眾認為相關單位所提供的運輸資訊之完整性</p> <p>1.先進大眾運輸系統(APTS)： 透過網路與其他媒介，將班表、費率、轉乘等資訊方便提供給使用者</p> <p>2.緊急事故處理系統(EMS)： 能夠將緊急事件自動通報，並且將資訊提供給使用者</p> <p>3.先進旅行者資訊系統(ATIS)： 提供目前交通狀況的正確資訊，供使用者調整出發時間、路徑、運具</p>	
--	--	--	---	--

附註：\*代表運輸永續性與運輸生活品質的共同指標

表 3 運輸永續性指標之衡量方式-總體衡量

構面	指標	意義	衡量方式	方向性
經濟面	運輸成長與脫鉤 (Transport growth and decoupling)	在 GDP 的成長中，避免運輸需求的無效率成長，並且達到運具移轉效果。	<b>總城際運具：</b> 延車公里數/GDP	越小越好
環境面	再生能源使用	再生能源使用量	<b>總城際運具：</b> 再生能源使用量/總能源使用量	越大越好
	低碳運具百分比	所有城際運具使用低碳能源之比例。	<b>總城際運具：</b> 低碳運具總數/城際運具總數 補充：此運具所使用的動力能源包含油電混合、瓦斯、生質酒精、電力，及歸納為五期環保的客運都屬於低碳運具。	越大越好
社會面	小汽車使用率	民眾使用小汽車數量的比例。	<b>私人城際運具：</b> 小汽車行駛數量/人口數	越小越好

## 5.2.2 客觀衡量

### 一、 運具個別衡量

#### 1. 經濟面

##### (1) 乘載率

乘載率指標的衡量結果如表 4 所示。

表 4 乘載率衡量結果

乘載率		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	延人公里：9,118,060,276 座位公里：16,702,803,216	0.55
台鐵	延人公里：7,322,954,008 座位公里：11,071,899,014	0.66
國道客運	延人公里：43,547,232,011 座位公里：72,578,720,018	0.60
自用小客車	延人公里：41,137,754,487 座位公里：120,993,395,550	0.34

資料來源：交通部(2013、2014)經本研究整理而得

##### (2) 運輸容量

運輸容量衡量結果如表 5 所示。

表 5 運輸容量衡量結果

運輸容量		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	每車最多搭乘人數：989	989
台鐵(西)	每車最多搭乘人數：624	624
國道客運(西)	每車最多搭乘人數：35	35
自用小客車(西)	每車最多搭乘人數：5	5

資料來源：交通部(2014)經本研究整理而得

### (3) 土地利用

土地利用的衡量結果如表 6 所示。

表 6 土地利用衡量結果

土地利用		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	鐵道長度(雙向)：690,000 公尺 鐵道寬度(雙向)：2.87 公尺 延人公里：9,118,060,276	0.00022
台鐵(西)	鐵道長度(雙向)：716,000 公尺 鐵道寬度(雙向)：2.134 公尺 延人公里：7,322,954,008	0.00020
國道客運(西)	占用國道比例：0.23 小客車當量數：734,515,320 國道長度(雙向)：1,431,400 公尺 國道寬度(雙向)：7.3 公尺 延人公里：43,547,232,010	0.00010
自用小客車(西)	占用國道比例：0.67 車輛數：4,469,018,500 國道長度(雙向)：1,431,400 公尺 國道寬度(雙向)：7.3 公尺 延人公里：41,137,754,487	0.00024

資料來源：交通部(2014)經本研究整理而得

### (4) 產業關聯效果

產業關聯效果的衡量結果如表 7 所示。

表 7 產業關聯效果衡量結果

產業關聯效果		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	運具購買總金額：595,900,800,000 運具購買係數：1.6	3.9323
	營運收入：33,980,000,000 營收係數：2.33	
	基礎建設成本：600,000,000,000 建設成本係數：2.21	
	維修成本：453,940,995 維修成本係數：1.62	
台鐵(西)	運具購買總金額：805,265,022,963 運具購買係數：1.6	4.6040
	營運收入：17,995,843,150 營收係數：2.33	
	基礎建設成本：563,064,000,000 建設成本係數：2.21	
	維修成本：10,802,461,794 維修成本係數：1.62	
國道客運(西)	運具購買總金額：292,386,766,216 運具購買係數：1.94	10.5822
	營運收入：10,436,515,211 營收係數：1.57	
	基礎建設成本：69,709,492,105 建設成本係數：2.21	
	維修成本：4,942,166 維修成本係數：1.73	
自用小客車(西)	運具購買總金額：4,607,070,828,717 運具購買係數：1.94	22.0458
	基礎建設成本：424,134,121,320 建設成本係數：2.21	
	維修成本：610,765,204 維修成本係數：1.73	

資料來源：主計處(2012); 台灣高鐵年報(2012); 交通部(2014)經本研究整理而得

## 2. 環境面

### (1) 噪音

噪音衡量結果如表 8 所示。

表 8 噪音衡量結果

噪音		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	行駛平均噪音：71	71
台鐵(西)	行駛平均噪音：77.75	77.75
國道客運(西)	加速與原地平均噪音：96.5	96.5
自用小客車(西)	加速與原地平均噪音：92	92

資料來源：行政院環境保護署(2012)

### (2) CO<sub>2</sub> 排放量

二氧化碳排放量的衡量結果如表 9 所示。

表 9 CO<sub>2</sub> 排放量衡量結果

CO <sub>2</sub> 排放量		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	每延人公里排放：0.031	0.031
台鐵(西)	每延人公里排放：0.0279	0.028
國道客運(西)	每延人公里排放：0.057	0.057
自用小客車(西)	每延人公里排放：0.087	0.087

資料來源：台灣高鐵企業責任白皮書 (2012)

### (3) 能源密集度

能源密集度指標的衡量結果如表 10 所示。

表 10 能源密集度衡量結果

能源密集度		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	每延人公里消耗能源：0.013	0.013
台鐵(西)	每延人公里消耗能源：0.011	0.011
國道客運(西)	每延人公里消耗能源：0.024	0.024
自用小客車(西)	每延人公里消耗能源：0.037	0.037

資料來源：台灣高鐵企業責任白皮書 (2012)

(4) 低碳能源百分比

低碳能源包括油電混合、瓦斯、生質能源及電力，衡量結果如表 11 所示。

表 11 低碳能源百分比衡量結果

低碳能源百分比		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	低碳運具數：360 各運具總數：360	1
台鐵(西)	低碳運具數：1,231 各運具總數：1,360	0.9047
國道客運(西)	低碳運具數：230 各運具總數：29,239	0.0079
自用小客車(西)	低碳運具數：56,187 各運具總數：5,420,083	0.0104

資料來源：本研究自行整理

(5) 空氣污染排放量

空氣污染物包括 CO、PB、NO<sub>x</sub>、NMHC、PM<sub>10</sub>、SO<sub>x</sub>，空氣污染排放量的衡量結果如表 12 所示。

表 12 空氣污染排放量衡量結果

空氣汙染		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	CO(克/公里)：0 延車公里：16,034,710	0
台鐵(西)	CO(克/公里)：0.002 Nox(克/公里)：0.02 延車公里：25,002,126	0.0001
國道客運(西)	CO(克/公里)：11.18 Nox(克/公里)：1.43 NMHC(克/公里)：1.06 PM10(克/公里)：0.005 延車公里：2,073,677,715	0.6512
自用小客車(西)	CO(克/公里)：2.61 Nox(克/公里)：0.044 NMHC(克/公里)：0.054 PM10(克/公里)：0.005 延車公里：24,198,679,110	1.5959

資料來源：行政院環境保護署 (2014)

### 3.社會面

#### (1)肇事率

依照美國運輸工程學會出版的「運輸與交通工程手冊」建議，對於死亡、受傷、及財物損失之權重進行加總，可換算成總肇事當量。肇事率指標的衡量結果如表 13 所示。

表 13 肇事率衡量結果

肇事率		
運具	考量因素(以年為基礎)	衡量結果
高鐵	死亡人數：0; 權重：12 受傷人數：7; 權重：3 財損個數：20; 權重：1 延人公里：9,118,060,276	$4.5 \times 10^{-9}$
台鐵(西)	死亡人數：54; 權重：12 受傷人數：31; 權重：3 財損個數：40; 權重：1 延人公里：7,322,954,008	$1.067 \times 10^{-7}$
國道客運(西)	死亡人數：70; 權重：12 受傷人數：70; 權重：3 財損個數：65; 權重：1 延人公里：43,547,232,011	$2.56 \times 10^{-8}$
自用小客車(西)	死亡人數：70; 權重：12 受傷人數：70; 權重：3 財損個數：65; 權重：1 延人公里：41,137,754,487	$2.71 \times 10^{-8}$

資料來源：交通部 (2013)

## 二、 總體衡量

### 1. 經濟面

#### (1) 運輸成長與脫鉤

運輸成長與脫鉤屬於總體的衡量指標，該指標是為了反映在追求經濟成長中，避免運輸需求的無效率成長。衡量結果如表 14 所示。

表 14 運輸成長與脫鈎衡量結果

運輸成長與脫鈎	
考量因素(以年為基礎)	衡量結果
延車公里數：26,313,393,660 GDP：14,582,974,000,000	0.0018

資料來源：主計處 (2013); 交通部 (2013)

## 2. 環境面

### (1) 低碳運具百分比

低碳運具百分比衡量結果如表 15 所示。

表 15 低碳運具百分比衡量結果

低碳運具百分比	
考量因素(以年為基礎)	衡量結果
低碳運具總數：58,007 運具總數：5,451,042	0.0106

資料來源：本研究自行整理

### (2) 再生能源使用情形

再生能源使用情形的衡量結果如表 16 所示。

表 16 再生能源使用情形衡量結果

再生能源使用	
考量因素(以民國 100 年為基礎)	衡量結果
柴油量(千公秉油當量)：4347.2 生殖柴油(千公秉油當量)：86.9 總能源量(千公秉油當量)：15245.1	0.0057

資料來源：交通部運輸研究所 (2013); 本研究自行整理

### 3. 社會面

#### (1)小汽車使用率

小汽車使用率的衡量結果如表 17 所示。

表 17 小汽車使用率衡量結果

小汽車使用率	
考量因素(以年為基礎)	衡量結果
小汽車持有數：6,555,776	0.2056
私人運具使用百分比：0.733	
人口數：23,373,517	

資料來源：主計處 (2013); 交通部 (2013)

#### 5.2.3 主觀衡量

主觀衡量指標分為兩個部分，「城際運輸基礎建設的妥適性」及「無障礙運輸普及性」兩個指標涉及專業判斷，由產(10 人)、官(11 人)及學界代表(18 人)衡量；其他主觀衡量指標涉及民眾感受，由一般民眾(608 人)衡量。主觀衡量結果如表 18 所示。

表 18 主觀衡量結果

指標	運具	產	官	學	民	平均
城際運輸基礎建設的妥適性*	高鐵	4.2500	4.4000	4.2222	-	4.2900
	台鐵	4.5500	4.3058	4.6667	-	4.5050
	高速公路	3.8667	4.0897	3.9500	-	3.9677
負擔能力*	高鐵	-	-	-	2.2895	2.2895
	台鐵	-	-	-	4.1384	4.1384
	國道客運	-	-	-	4.2587	4.2587
	自用小客車	-	-	-	2.7688	2.7688
可靠度	高鐵	-	-	-	4.1823	4.1823
	台鐵	-	-	-	2.4158	2.4158
	國道客運	-	-	-	3.6875	3.6875
	自用小客車	-	-	-	3.8097	3.8097
綠美化程度	高鐵	-	-	-	3.8756	3.8756
	台鐵	-	-	-	3.3778	3.3778
	國道客運	-	-	-	2.2657	2.2657
路網分佈程度*	高鐵	-	-	-	1.6873	1.6873

	台鐵	-	-	-	3.7375	3.7375
	國道客運	-	-	-	3.7888	3.7888
	自用小客車	-	-	-	4.3063	4.3063
旅行時間*	高鐵	-	-	-	4.6897	4.6897
	台鐵	-	-	-	4.1300	4.1300
	國道客運	-	-	-	3.0463	3.0463
	自用小客車	-	-	-	3.4375	3.4375
無障礙運輸普及性*	高鐵	4.1289	-	-	-	4.1289
	台鐵	4.3333	-	-	-	4.3333
	國道客運	2.9444	-	-	-	2.9444
	自用小客車	2.8333	-	-	-	2.8333
連結性	高鐵	-	-	-	3.3512	3.3512
	台鐵	-	-	-	3.6043	3.6043
	國道客運	-	-	-	3.7410	3.7410
	自用小客車	-	-	-	4.4800	4.4800
運具舒適性	高鐵	-	-	-	4.0326	4.0326
	台鐵	-	-	-	3.5823	3.5823
	國道客運	-	-	-	3.4850	3.4850
	自用小客車	-	-	-	2.7813	2.7813
服務人員態度	高鐵	-	-	-	4.2438	4.2438
	台鐵	-	-	-	4.0628	4.0628
	國道客運	-	-	-	3.4813	3.4813
	自用小客車	-	-	-	3.6750	3.6750
運輸資訊健全性	高鐵	-	-	-	4.3456	4.3456
	台鐵	-	-	-	4.0817	4.0817
	國道客運	-	-	-	2.9438	2.9438
	自用小客車	-	-	-	2.8028	2.8028

\*代表運輸永續性與運輸生活品質之共同指標

## 5.2.4 城際運具評比

將指標衡量結果予以正規化，可以得到各城際運具之永續性評比結果(圖 6)及生活品質評比結果(圖 7)。圖 6 顯示在運輸永續性的評比方面，高鐵在運輸容量、噪音、低碳能源百分比、肇事率及旅行時間等指標具有優勢；台鐵是在乘載率、城際運輸基礎建設的妥適性、CO<sub>2</sub>排放量、能源密集度及無障礙運輸普及性的表現最好；國道客運在負擔能力及土地利用的表現優於其他運具；而自用小客車則具備較佳的產業關聯效果及路網分佈程度。圖 7 顯示在運輸生活品質的評比方面，高鐵在可靠度、噪音、空氣污染、綠美化程度、旅行時間、運具舒適性、服務人員態度及運輸資訊健全性等指標優於其他運具；台鐵的優勢在於無障礙運輸的普及性；國道客運在負擔能力及城際運輸基礎建設的妥適性的表現最佳；而自用小客車在城際運輸基礎建設的妥適性、肇事率、路網分佈程度及連結性最具優勢。

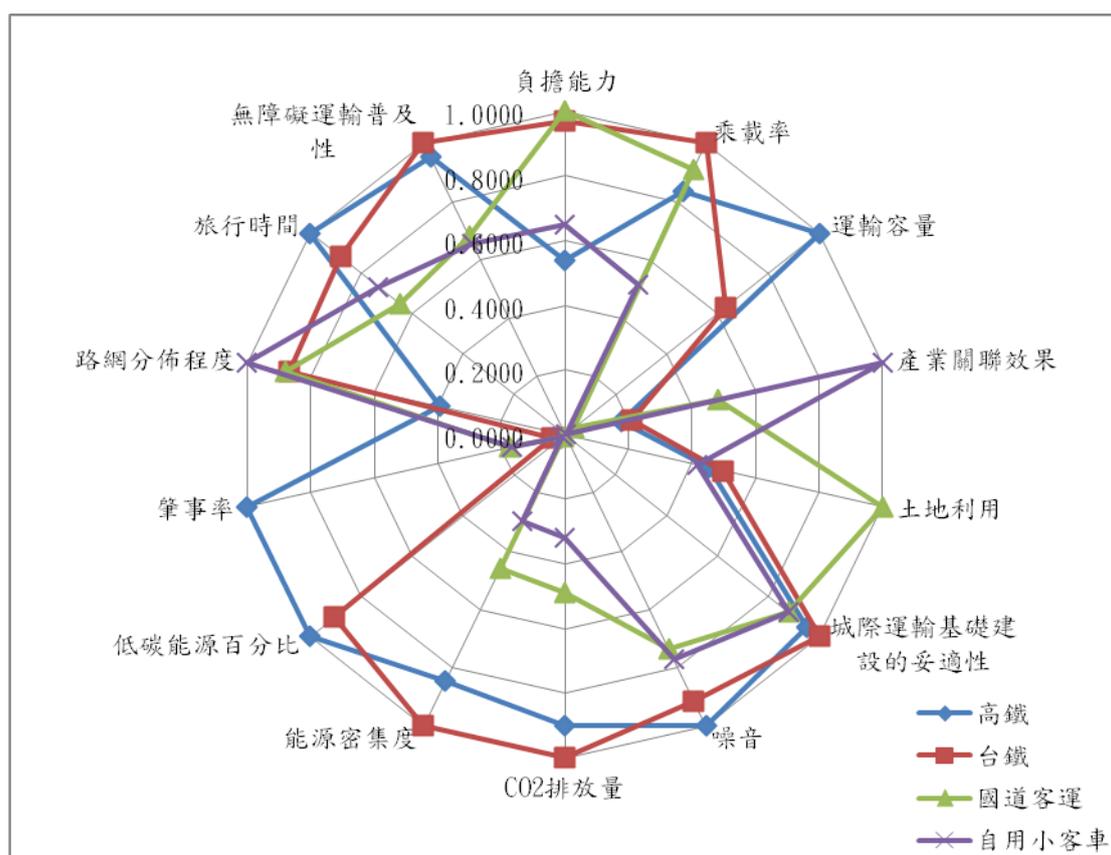


圖 6 運具之運輸永續性評比

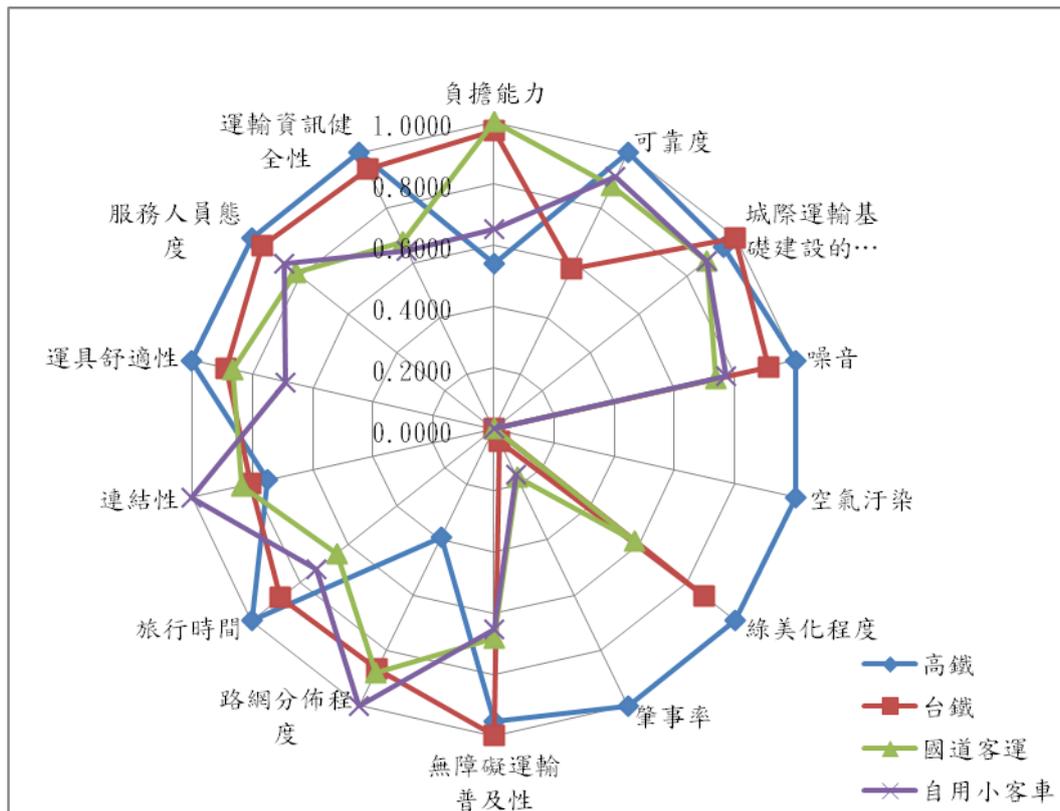


圖 7 運具之運輸生活品質評比

### 5.3 運輸永續性與運輸生活品質之指標整合

#### 5.3.1 指標之間相互影響關係

考量指標之間具有相互影響關係，本研究以問卷調查方式取得產、官、學界代表的看法，同時應用DEMATEL系統結構模型來建構因果結構圖，結果如圖8(運輸永續性)與圖9(運輸生活品質)所示。圖中的紅色線表示為高度影響，藍色線表示為中度影響。以運輸永續性而言，被影響最多的指標為乘載率，包括負擔能力、運輸容量、土地利用、城際運輸基礎建設的妥適性、路網分佈程度、旅行時間及無障礙運輸普及性等指標皆可影響乘載率；以運輸生活品質而言，被影響最多的指標為連結性，包括可靠度、城際運輸基礎建設的妥適性、無障礙運輸普及性、路網分佈程度及旅行時間等指標皆可影響連結性。

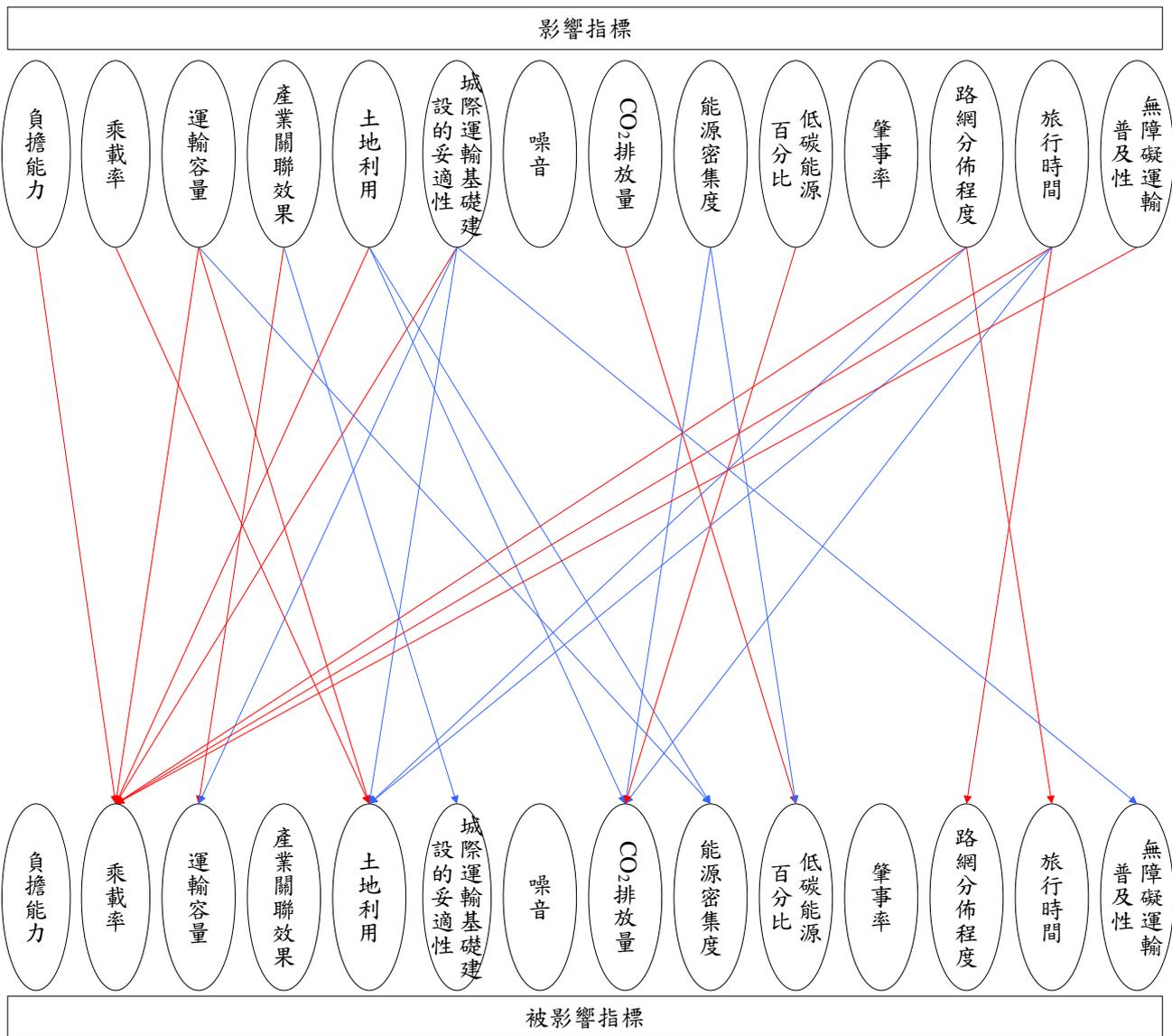


圖 8 運輸永續性指標之影響關係圖

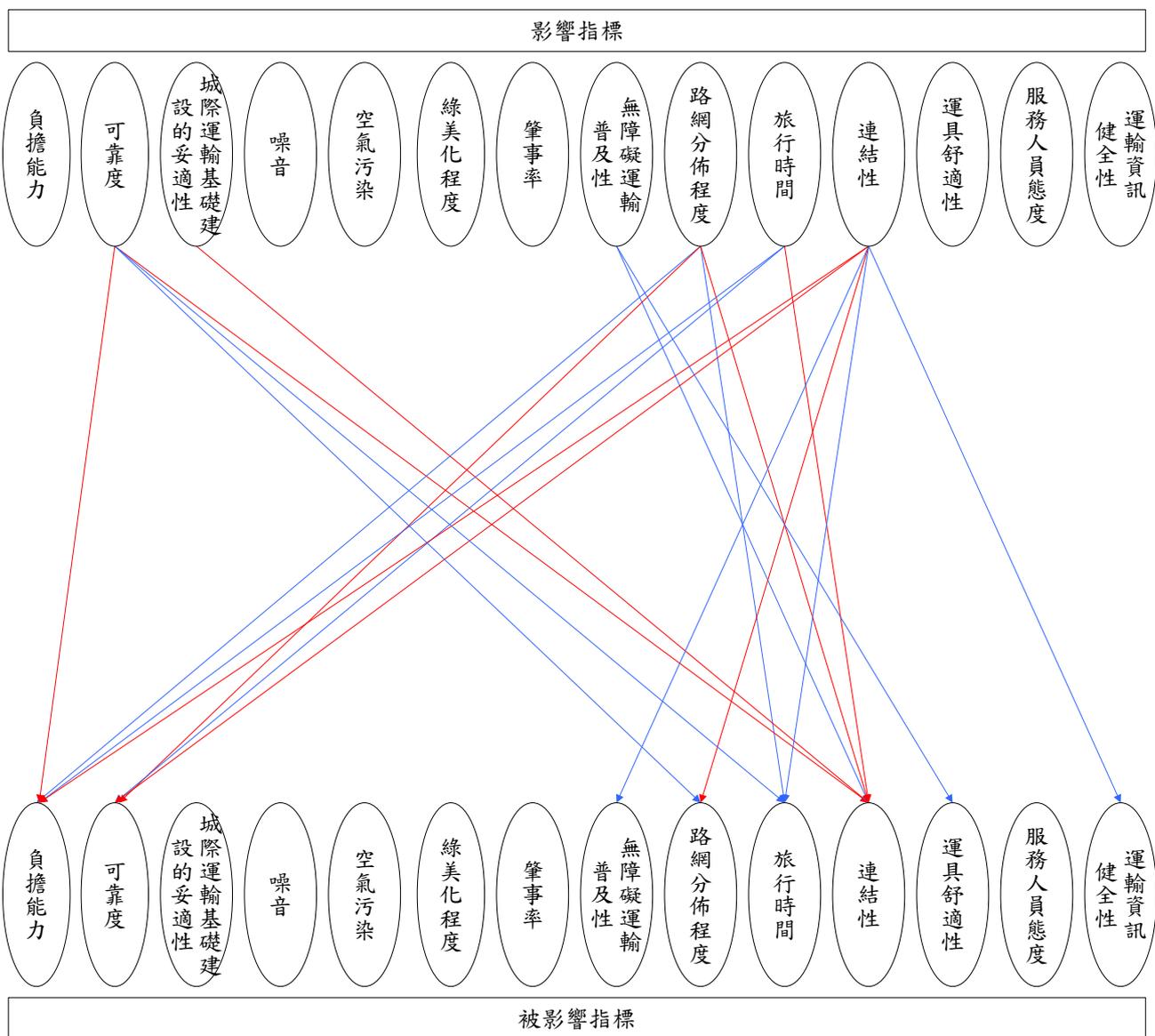


圖 9 運輸生活品質指標之影響關係圖

### 5.3.2 指標整合

考量指標之間具有相互影響關係，本研究以問卷調查方式取得產、官、學界代表的偏好結構，同時應用DANP來獲得各評估準則之權重，結果如表19(運輸永續性)與表20(運輸生活品質)所示。表19顯示，就運輸永續性而言，專家群最重視的5個評估準則，分別為路網分佈程度(權重值為0.0890)、旅行時間(權重值為0.0866)、無障礙運輸普及性(權重值為0.0835)、CO<sub>2</sub>排放量(權重值為0.0833)及能源密集度(權重值為0.0779)。表20顯示，就運輸生活品質而言，專家群最重視的5個評估準則，分別為無障礙運輸普及性(權重值為0.1297)、可靠性(權重值為0.1082)、肇事率(權重值為0.1003)、城際運輸基礎建設的妥適性(權重值為0.0925)及負擔能力(權重值為0.0794)。

表 19 運輸永續性指標之權重

構面名稱	構面權重	指標名稱	指標權重	排序
經濟面	0.38	負擔能力	0.0626	10
		乘載率	0.0625	11
		運輸容量	0.0679	7
		產業關聯效果	0.0674	8
		土地利用	0.0605	13
		城際運輸基礎建設的妥適性	0.0591	14
環境面	0.30	噪音	0.0642	9
		CO <sub>2</sub> 排放量	0.0833	4
		能源密集度	0.0779	5
		低碳能源百分比	0.0745	6
社會面	0.32	肇事率	0.0609	12
		路網分佈程度	0.0890	1
		旅行時間	0.0866	2
		無障礙運輸普及性	0.0835	3

表 20 運輸生活品質指標之權重

構面名稱	構面權重	指標名稱	指標權重	排序
經濟面	0.28	負擔能力	0.0794	5
		可靠度	0.1082	2
		城際運輸基礎建設的妥適性	0.0925	4
環境面	0.17	噪音	0.0496	11
		空氣汙染	0.0640	7
		綠美化程度	0.0564	10
社會面	0.23	肇事率	0.1003	3
		無障礙運輸普及性	0.1297	1
個人面	0.32	路網分佈程度	0.0615	8
		旅行時間	0.0603	9
		連結性	0.0792	6
		運具舒適性	0.0442	12
		服務人員態度	0.0362	14
		運輸資訊健全性	0.0386	13

合併指標衡量結果與指標權重，應用加權總和法即可求得各運具之總分，如圖10(運輸永續性)與圖11(運輸生活品質)所示。圖10顯示高鐵與台鐵表現的運輸永續性幾乎相同且優於其他運具；圖11顯

示在運輸生活品質的表現，優先次序為高鐵(1)、台鐵(2)、國道客運(3)及小客車(4)。

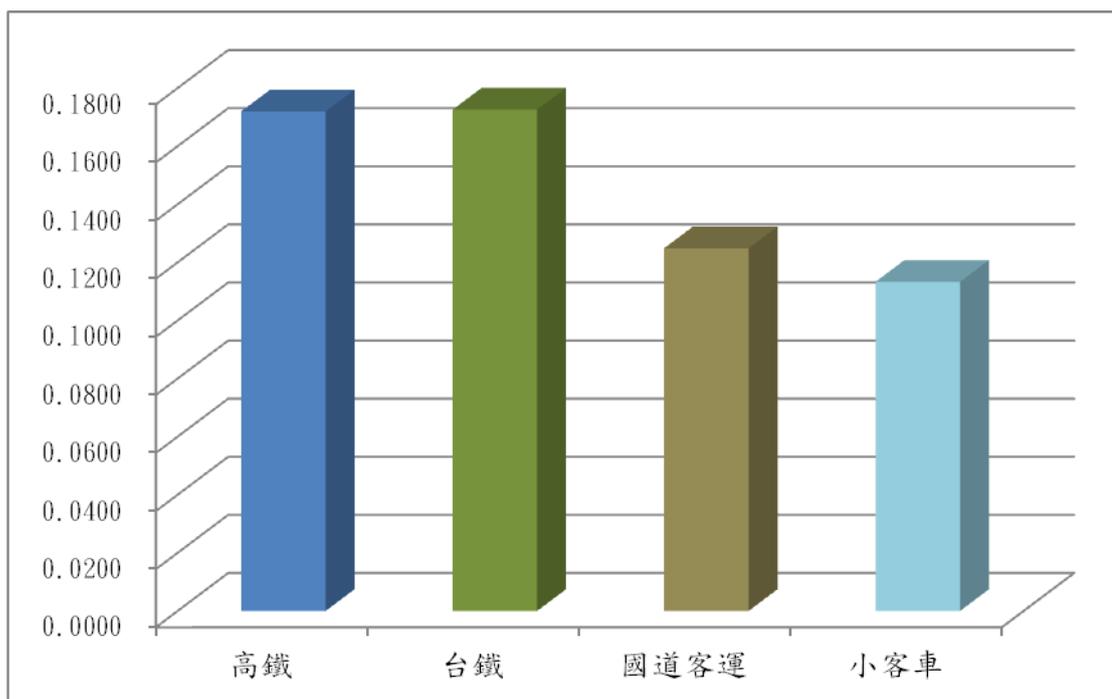


圖10 各運具之運輸永續性

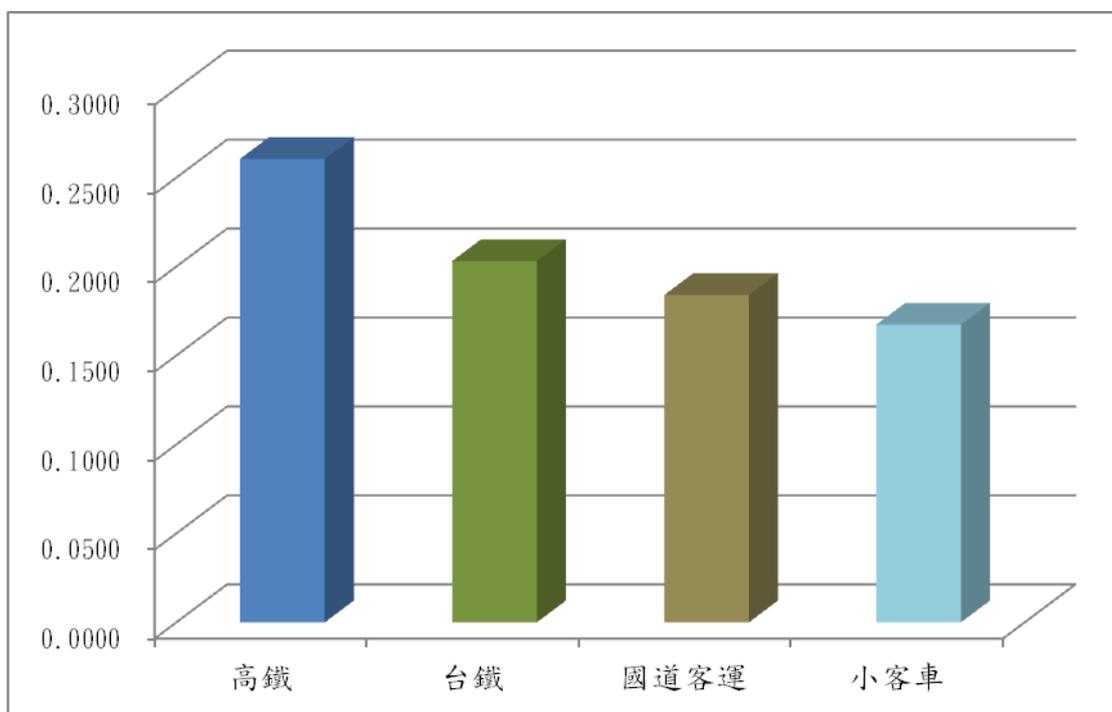


圖11 各運具之運輸生活品質

## 5.4 討論與結論

本研究以台北至高雄的城際旅客運輸為案例，分析結果顯示，無論從運輸永續性或運輸生活品質來評估，大眾運輸皆優於私人運輸，且軌道運輸具有絕對優勢。因此「鼓勵使用大眾運輸、抑制私人運具使用」之運輸政策對於城際旅客運輸而言，不僅具有正當性(永續性觀點)，同時也具有可行性(生活品質觀點)。

本研究另一個重要成果是找到運輸永續性與運輸生活品質的共同指標，包括負擔能力、城際運輸基礎建設的妥適性、噪音、CO<sub>2</sub>排放量、空氣污染排放量、肇事率、路網分佈程度、旅行時間與無障礙運輸普及性，如圖12所示。這9個指標可作為擬訂改善策略的依據，俾同時提升運輸永續性與運輸生活品質。本研究擬訂改善策略如圖13所示。

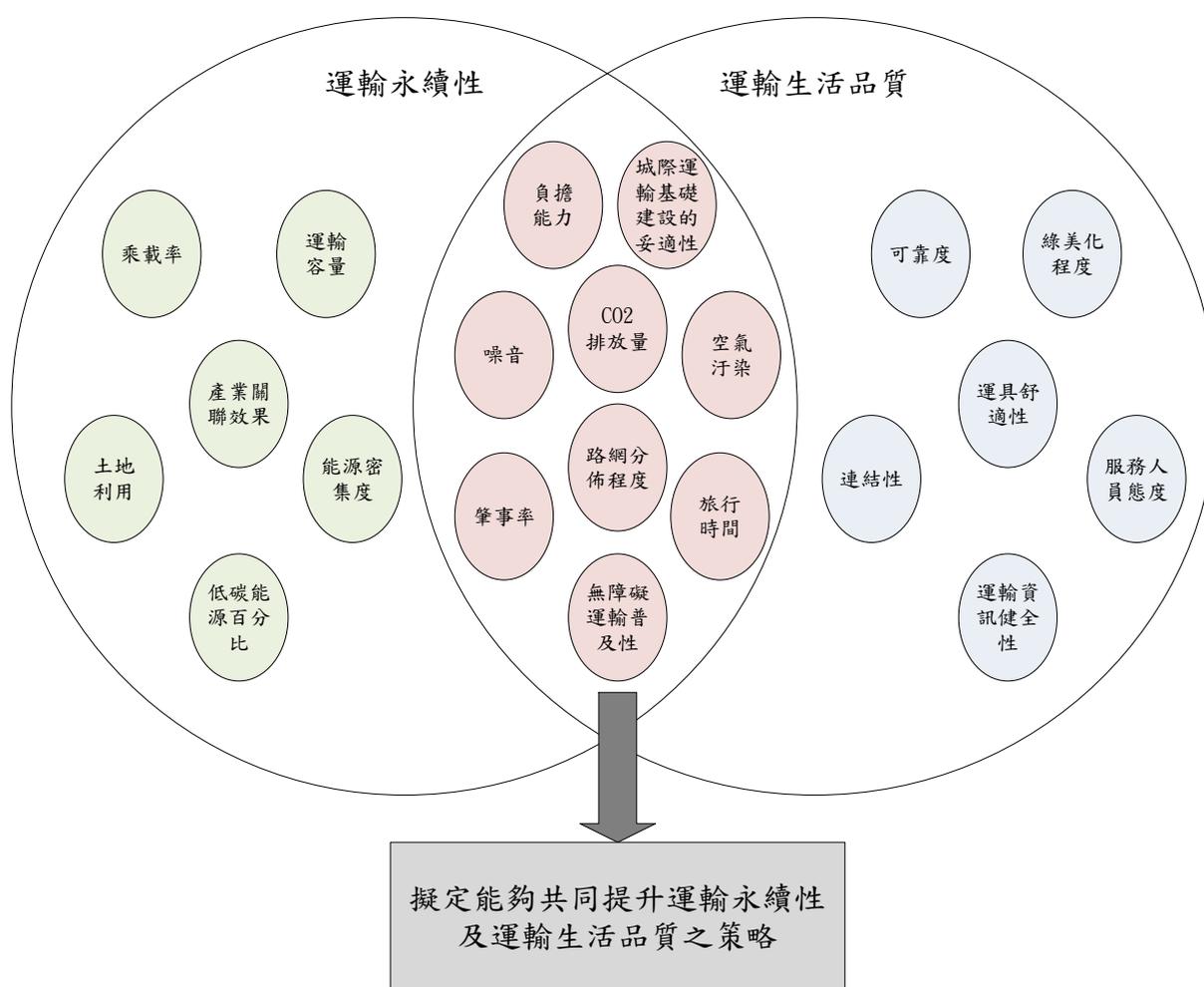


圖12 運輸永續性與運輸生活品質的共同指標

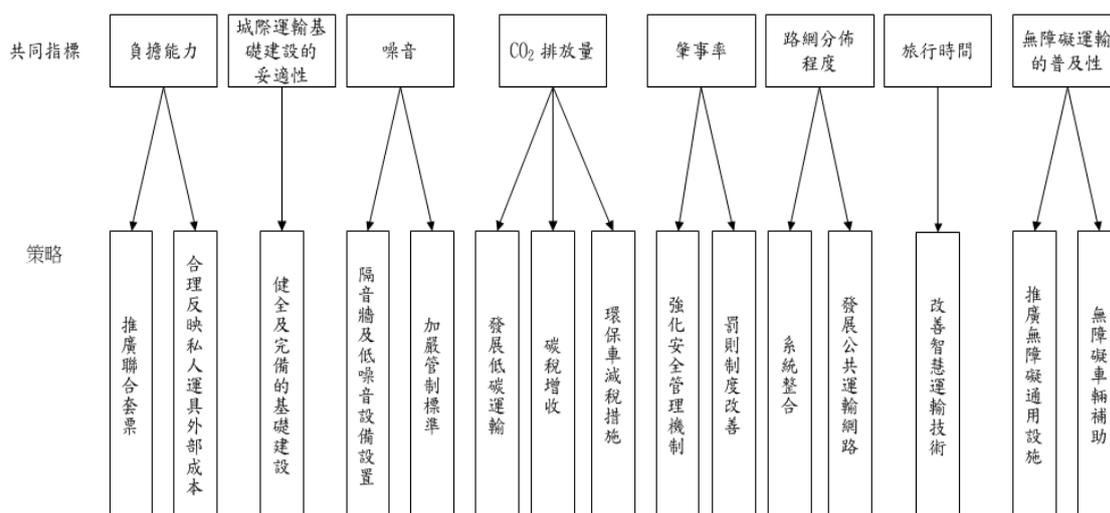


圖 13 運輸永續性與運輸生活品質的改善策略

後續研究可針對改善策略進行詳細的評估。短期而言，圖 13 所示之改善策略可同時提升運輸永續性與運輸生活品質，具有較高的可行性；長期而言，一方面提升運輸永續性，另一方面卻損及運輸生活品質的策略仍要進行規劃。

## 參考文獻

### 【中文部分】

1. 台灣高鐵(2012)，「台灣高鐵企業社會責任白皮書」。
2. 孫以濬，姜渝生，鍾慧諭，蕭再安，李宗益，周諺鴻，陳柏君，許美惠，鍾智林，張凌偉，楊蕙如，蘇志哲，林國顯，蘇振維，張瓊文，呂蕙美，張舜淵(2005)，「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究」，交通部運輸研究所。
3. 許添本(2002)，「綠色交通發展策略規劃—台灣永續美好家園的交通發展方式」，中國土木水利工程學會論文集，pp. 51-94。
4. 馮正民，林偵家，陳正杰，蔡琮宇(2002)，「城際永續運輸的願景與發展策略(一)」，國立交通大學交通運輸研究所，國科會計畫。

### 【英文部分】

1. Awasthi, A., Chauhan, S.S. (2011). Using AHP and Dempster-Shafer theory for evaluating sustainable transport solutions. *Environmental Modelling & Software*. 26, 787-796.
2. Baohua, M., Quanxin, S., Shaokuan, C. (2009). Structural Analysis on 2008 Intercity Transport System of China. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*. 9, 10-18.

3. Bell, S., Morse, S. (1999). *Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable*. Earthscan Publication. London.
4. Bocarejo, J.P., Oviedo, D.R. (2012). Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments. *Journal of Transport Geography*. 24, 142-154.
5. Carse, A. (2010). *Development of an Alternative Transport Appraisal Technique: The Transport Quality of Life Model*. Ph. D. thesis. University of Glasgow.
6. Carse, A. (2011). Assessment of transport quality of life as an alternative transport appraisal technique. *Journal of Transport Geography*. 19, 1037-1045.
7. Castillo, H., Pitfield, D.E. (2010). ELASTIC – A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. *Transportation Research Part D*. 15, 179-188.
8. Deng, Y., Chan, F.T.X. (2011). A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection. *Expert Systems with Applications*. 38, 9854-9861.
9. Gilbert, R., Irwin, N., Hollingworth, B., Blais, P. (2003). *Sustainable Transportation Performance Indicators (STPI)*. Transportation Research Board (TRB).
10. Gudmundsson, H., Sorensen, C.J. (2013). Some use—Little influence? On the roles of indicators in European sustainable transport policy. *Ecological Indicators*. 35, 43-51.
11. Guillen-Royo, M., Velazco, J., Camfield, L. (2013). Basic Needs and Wealth as Independent Determinants of Happiness: An Illustration from Thailand. *Social Indicators Research*. 110, 517-536.
12. Gutierrez, J., Condeço-Melhorado, A., Martín, J. (2010). Using accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment. *Journal of Transport Geography*. 18, 141-152.
13. Haghshenas, H., Vaziri, M. (2012). Urban sustainable transportation indicators for global comparison. *Ecological Indicators*. 15, 115-121.
14. Li, F., Liu, X., Hu, D., Wang, R., Yang, W., Li, D., Zhau, D. (2009). Measurement indicators and an evaluation approach for assessing urban sustainable development: a case study for China's Jining City. *Landscape and Urban Planning*. 90, 134-142.
15. Liou, J.H., Tzeng, G.H., Chang, H.C. (2007). Airline safety measurement using a hybrid model. *Journal of Air Transport Management*. 13, 243-249.
16. Litman, T. (2008). *Sustainable transportation indicators*. Sustainable Transportation Indicators Subcommittee of the Transportation Research Board.
17. Litman, T. (2009). *Sustainable transportation indicator data quality and availability*. Victoria Transport Policy Institute.
18. Maguire, B., Potts, J., Fletcher, S. (2012). The role of stakeholders in the marine planning process—Stakeholder analysis within the Solent, United Kingdom. *Marine Policy*. 36, 246-257.
19. Malkina-Pykh, I. G., Pykh, Y.A. (2008). Quality-of-life indicators at different scales: Theoretical background. *Ecological Indicators*. 8, 854-862.
20. Morais, P., Camanho, A.S. (2011). Evaluation of performance of European cities with the aim to promote quality of life improvements. *Omega*. 39, 398-409.
21. Morais, P., Miguéis, V.L., Camanho, A.S. (2013). Quality of Life Experienced by Human Capital: An Assessment of European Cities. *Social Indicators Research*. 110, 187-206.
22. Palma, A., Proost, S., Loo, S. (2010). *Assessing transport investments – Towards a multi-purpose tool*.

- Transportation Research Part B. 44, 834-849.
23. Pasimeni, P. (2013). The Europe 2020 Index. *Social Indicators Research*. 110, 613-635.
  24. Pullen, W.T. (1993). Definition and measurement of quality of service for local public transport management. *Transport Reviews*. 13, 247-264.
  25. Roca-Riu, M., Estrada, M., Trapote, C. (2012). The design of interurban bus networks in city centers. *Transportation Research Part A*. 46, 1153-1165.
  26. Seik, F.T. (2000). Subjective assessment of urban quality of life in Singapore (1997-1998). *Habitat International*. 24, 31-49.
  27. Shi, J., Zhou, N. (2012). A quantitative transportation project investment evaluation approach with both equity and efficiency aspects. *Research in Transportation Economics*. 36, 93-100.
  28. Shiau, T.A. (2012). Evaluating sustainable transport strategies with incomplete information for Taipei City. *Transportation Research Part D*. 17, 427-432.
  29. Shiau, T.A., Chuang, Y.R. (2012). Evaluating gravel transport sustainability: A case study of Taiwan's northeast corridor. *Transportation Research Part D*. 17, 287-292.
  30. Shiau, T.A., Huang, M.W., Lin, W.Y. (2015). Developing an indicator system for measuring Taiwan's transport sustainability. *International Journal of Sustainable Transportation*. 9, 81-92.
  31. Shiau, T.A., Peng, Q.K. (2012). Mode-Based Transport Sustainability: A Comparative Study of Taipei and Kaohsiung Cities. *Journal of Sustainable Development*. 5, 68-76.
  32. Shucksmith, M., Cameron, S., Merridew, T., Pichler, F. (2009). Urban-Rural Differences in Quality of Life across the European Union. *Regional Studies* 43, 1275-1289.
  33. Sopsuk, J., Chongsuvivatwong, V., Sornsrivichai, V., Hasuwanakit, S. (2013). Development and Application of Environmental Quality of Life Scale among People Residing Near Three Types of Industrial Areas, Southern Thailand. *Social Indicators Research*. 110, 863-872.
  34. Steg, L., Gifford, R. (2005). Sustainable transportation and quality of life. *Journal of Transport Geography*. 13, 59-69.
  35. Thynell, M., Mohan, D., Tiwari, G. (2010). Sustainable transport and the modernisation of urban transport in Delhi and Stockholm. *Cities*. 27, 421-429.
  36. Zanella, A., Camanho, S., Dias, T.G. (2012). Benchmarking countries' environmental performance. *Journal of the Operational Research Society*. 16, 1-13.
  37. Zhang, Y., Guindon, B. (2006). Using satellite remote sensing to survey transport related urban sustainability Part 1: methodologies for indicator quantification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 8, 149-164.
  38. Zorondo-Rodríguez, F. (2012). Social learning across the life cycle: cultural knowledge acquisition for honey collection among the Jenu Kuruba, India. *Evolution and Human Behavior*. 33, 460-47