國立政治大學地政學系
私立中國地政研究所

碩士論文

以生命週期永續發展評估法（LCSA）結合多評準決策進行軌道建設場站開發之營運效益評估

Use the Life Cycle Sustainability Assessment（LCSA）combined with Multiple Criteria Decision Making（MCDM）to evaluate the operational benefits of the railway constructions development

指導教授：白仁德 博士
甯方璽 博士
研 究 生：彭文亭 撰

中 華 民 國 一 〇 九 年 六 月

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

目 錄

第一章 緒論……1

第一節 研究動機與目的……1

第二節 研究對象與範疇……3

第三節 研究方法……4

第四節 研究流程……5

第二章 文獻回顧……6

第一節 生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）……6

第二節 LCSA 評估架構……9

第三節 現有軌道建設效益評估工具……15

第四節 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構……23

第三章 研究設計……26

第一節 研究架構……26

第二節 研究方法……28

第四章 建立評估架構與案例分析……35

第一節 建立評估架構……35

第二節 篩選評估指標……40

第三節 評估指標關聯度分析……50

第四節 案例分析……64

第五章 結論與建議……73

第一節 結論……73

第二節 建議……74

參考文獻……75

附錄

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

圖目錄

圖 1-1 本文研究流程圖.....5
圖 2-1 LCSA 模型示意圖.....8
圖 2-2 ISO14040 評估架構.....9
圖 2-3 三版本生命週期成本運用範圍圖.....11
圖 2-4 經濟效益評估流程圖.....16
圖 2-5 經濟效益評建議分類方式.....19
圖 2-6 全生命週期主要階段及主要工作項目.....21
圖 3-1 本研究之研究架構圖.....27
圖 3-2 Max-Min 預測分佈.....31
圖 3-3 傳統模糊德爾菲法與模糊德爾菲法共識區間示意圖.....31
圖 3-4 LCST 示意圖.....33
圖 4-1 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構.....39
圖 4-2 LCSA 模型示意圖.....40
圖 4-3 最保守認知值與最樂觀認知之三角模糊數圖.....43
圖 4-4 指標關聯性示意圖.....50
圖 4-5 LCST 示意圖.....53
圖 4-6 本研究之評估架構 LCST 圖（全體）.....55
圖 4-7 本研究之評估架構 LCST 圖（Regulator）.....56
圖 4-8 本研究之評估架構 LCST 圖（Operator）.....57
圖 4-9 本研究之評估架構 LCST 圖（Government）.....58
圖 4-10 本研究之評估架構 LCST 圖（Academic）.....59
圖 4-11 本研究之評估架構 LCST 圖（NGO）.....60
圖 4-12 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標架構.....63
圖 4-13 基隆火車站都市更新站區遷移計畫圖.....64
圖 4-14「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」評估結果圖.....72

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

表目錄

表 2-1 LCA 觀念與架構的發展歷程.....7
表 2-2 經濟效益評估項目與內容.....17
表 2-3 國外文獻經濟效益與成本項目.....19
表 2-4 軌道建設場站開發之營運效益評之估面向與指標.....23
表 4-1 焦點團體訪談對象.....35
表 4-2 本研究預擬評估架構之指標.....36
表 4-3 焦點團體訪談結果—擬新增至本研究評估架構之指標.....38
表 4-4 焦點團體訪談結果—本研究不同類型之利害關係人.....38
表 4-5 FDM 問卷發送對象.....41
表 4-6 本研究 FDM 問卷第一部份重要程度量值表.....42
表 4-7 本研究 FDM 問卷第一部份填寫範例.....42
表 4-8 FDM 問卷結果統計表（依指標順序）.....45
表 4-9 FDM 問卷結果統計表（依共識值 Gi 大小排序）.....46
表 4-10 本研究 FDM 問卷篩選出之指標.....47
表 4-11 本研究 FDM 問卷第二部份關聯度量值表.....51
表 4-12 本研究 FDM 問卷第二部份填寫範例.....51
表 4-13 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果(全體).....54
表 4-14 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果(全體).....54
表 4-15 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果(Regulator)..56
表 4-16 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果(Regulator)..56
表 4-17 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Operator）….....57
表 4-18 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Operator）.....57
表 4-19 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Government）…58
表 4-20 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Government）58
表 4-21 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Academic）……59
表 4-22 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Academic）…59
表 4-23 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（NGO）……60
表 4-24 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（NGO）……60
表 4-25 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（綜合比較）...61
表 4-26 案例分析地區評估指標訪談結果.....65
表 4-27 案例分析地區評估指標與標準.....66

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

摘要

軌道建設為重要重大公共建設計畫，若其開發無法達成原先預期之效益且未考量生命週期的績效，會導致投入資源無效率並影響國家未來整體發展。生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）是一種全方位的評估工具；其近年與生命週期成本（Life Cycle Costing, LCC）及社會生命週期評估（Social Life Cycle Assessment, SLCA）整合為生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA)方法，包含環境、經濟及社會面向之效益評估，目的為評估全生命週期各階段之效益以達到符合永續性概念；本研究以軌道建設為研究對象，評估其全生命週期之營運階段各面向之效益，以 LCSA 應用於軌道建設場站開發之營運效益評估，作為後續相關政策研擬或制度建立之參考。

本研究運用 LCSA 擬出軌道建設場站開發之營運效益評估指標基本架構，再透過焦點團體訪談歸納出專家學者建議可列入之各面向評估指標後，建立 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構；再運用多評準決策（Multiple Criteria Decision Making, MCDM）中的模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）與專家調查權重法（Expert Investigation Weight Method, EIWM），分析專家學者對於軌道建設場站開發之營運效益評估指標之感受與重視程度後建立新評估架構；再以其對基隆火車站都市更新站區遷移計畫進行案例分析，並藉由深度訪談利害關係人後，提出針對軌道建設場站開發之營運效益評估方法與政策之結論與建議。

研究結果顯示軌道建設之營運效益評估項目僅著重在經濟效益以及財務效益等量化效益，惟缺乏社會公共效益與自然環境效益評估之項目。除了可量化之經濟價值可評估，應加入環境價值與社會價值之效益評估面向與內容，以 LCSA 拓展評估面向，能以較準確且較多元之面向評估軌道建設場站開發計畫對地區環境衝擊及當地發展；且應更重視並具體化軌道建設場站開發計畫之各種類型利害關係人與相關行政或執行單位之實際需求，加強探討其重視項目，以作為日後相關單位執行資源分布之參考。本研究研擬之 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標群，可供相同類型公共建設提升其營運效益之參考指標，作為優先著手改善或重點加強之項目。

關鍵字：公共建設計畫、軌道建設開發、生命週期永續性評估、營運評估、多評準決策

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

Abstract

Railway construction is an essential public investment. If the railway development cannot achieve expected benefits and the life cycle's performance is not considered, it will lead to the input resources' inefficiency and affect the country's overall future development. Life Cycle Assessment (LCA) is a comprehensive assessment tool. In recent years, it has been integrated with Life Cycle Costing (LCC) and Social Life Cycle Assessment (SLCA) into the Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA), which assesses environmental, economic, and social benefits to evaluate the benefits of each stage of a whole life cycle, conforming to the concept of sustainability. This study evaluates the benefits of railway construction in all aspects of its Whole Life Cycle operation and uses LCSA applications in the development of railway construction stations as a reference for subsequent policy-making or system establishment.

This study proposes a basic structure of operational benefit evaluation index for railway construction station development through LCSA and summarizes the evaluation indicators recommended by experts and scholars through Focus Groups, establishing an operational benefit evaluation index structure for rail construction station development under the LCSA framework. Furthermore, the Fuzzy Delphi Method (FDM) and the Expert Investigation Weight Method (EIWM) of Multiple Criteria Decision Making (MCDM) are used in this study to establish a new evaluation framework based on the analyses of experts' perception and emphases on the operational benefit evaluation index of railway construction station development. Based on the case study of the Relocation and Renovation Project of Keelung Train station and the in-depth interviews with relevant stakeholders, conclusions and suggestions on the methods and policies for the evaluation of the operational benefits of railway construction station development are proposed.

The results show that railway construction's operational benefit evaluation projects only focus on quantitative benefits, as in economic and financial benefits, while social and public benefits and natural environment benefit evaluation projects are lacking. Apart from quantifiable economic value assessment, the benefit evaluation of environmental and social value should be added, and that the use of LCSA for evaluation extension facilitates a more accurate and diversified assessment of the impact of the railway construction station development on the regional environment and local development. Moreover, more attention should be paid to various stakeholders' actual needs and relevant administrative or executing units in the development plan of railway construction stations. The items to which they attach importance should be discussed to establish a future reference for relevant units to distribute resources. The evaluation indices of the benefits of railway construction station development under the LCSA framework developed in this study can be used as a reference index for the same type of public construction to improve operational benefit and a prioritized improvement or key strengthening project.

Keywords: Government infrastructure project, Railway constructions development, Life Cycle Sustainability Assessment, Operation evaluation, Multiple Criteria Decision Making

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

第一章 緒論

第一節　研究動機與目的

壹、 研究動機

軌道運輸系統因有安全、承載量大等優勢，重大交通建設以軌道建設為最重要公共投資（黃心怡、張韶容，2019）。臺灣前瞻建設計畫[1]經費比例最高之項目為軌道建設計畫；若軌道建設場站開發無法達成原先預期之效益且未考量生命週期的績效，會導致投入資源無效率並影響國家未來整體發展。

生命週期（Life Cycle）源起於生物學；1960 年代當環境開始惡化，尤其是資源有限成為全球難題之一時，生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）想法開始出現。發展至今，LCA 應用在企業管理、產品生產、能源系統、環境保護、建築物、農業、城市基礎設施等各種跨領域的應用上， LCA 為全方位的評估工具；近年從生命週期觀點的 LCA、生命週期成本（Life Cycle Costing, LCC）及社會生命週期評估（Social Life Cycle Assessment, SLCA）整合，稱為生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA)方法，包含環境、經濟及社會面向之效益評估，目的為評估全生命週期各階段之效益以達到符合永續性概念。儘管 LCSA 已應用於各種產品或服務之效益評估，惟尚未應用於公共建設效益之評估，故本研究將以 LCSA 評估方法概念，應用於軌道建設場站開發之營運效益評估。

故本研究將以 LCSA 評估方法之內涵，考量公共建設全生命週期之營運階段效益評估準則與指標，以作為後續相關政策研擬或制度建立之參考；以提升軌道建設場站開發之效益，減少資源配置錯誤與浪費並達成永續發展目標。

[1] 前瞻基礎建設計畫為政府積極規劃與擴大全面性之基礎建設投資；目標為打造未來 30 年國家發展需要的基礎建設。共包含八大建設計畫：建構安全便捷的軌道建設、因應氣候變遷的水環境建設、促進環境永續的綠能建設、營造智慧國土的數位建設、加強區域均衡的城鄉建設、因應少子化友善育兒空間建設、食品安全建設，以及人才培育促進就業建設（國家發展委員會，2019）。

DOI:10.6814/NCCU202100154

貳、 研究目的

一、探討現有軌道建設場站開發效益評估方法

瞭解我國軌道建設場站開發效益評估相關法規與方式，並與國內外之研究成果與案例進行分析比較，以研析其中差異性並剖析其問題所在。

二、建立應用生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）方法於軌道建設場站開發效益評估面相與指標

以軌道建設場站開發營運效益為主軸，應用 LCSA 概念建立評估架構；探討新興評估制度應用於軌道建設場站開發效益評估的可能性。

三、應用 LCSA 架構建立未來在軌道建設場站開發之營運效益評估之策略與建議研擬

為評估軌道建設場站開發效益是否達到原訂目標值與避免效益不如預期造成資源浪費或錯置的狀況；本研究擬提出軌道建設場站開發之營運效益相關評估策略，並作為未來相關效益評估方法改善建議之參考。

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

第二節 研究對象與範疇

一、 研究對象

重大交通建設以軌道建設為最重要公共投資，且目前於臺灣前瞻建設計畫中，共列出 38 項軌道相關計畫[2]；預算高達 4,241 億元，為總預算 8,824 億之 48%；軌道建設已為公共建設計畫之重點施政項目，且軌道建設常與周邊土地相互利用，對於城市發展有一定重要程度，故本研究以軌道建設為研究對象，評估其全生命週期之營運階段各面向之效益。

二、 研究範疇

（一）空間範疇

軌道建設常以車站站體為核心，由周邊土地開發吸附商務活動與休閒娛樂活動等共同發展，從而集聚人流形成都市之高度發展地區。Bertolini & Spilt（1998）指出車站為運輸節點（Node）外，亦與周邊地區發展形成城市中的場所（Place）。故本研究以軌道建設與周邊土地之場站開發為空間範疇。

（二）時間範疇

考量軌道建設場站開發營運階段後之效益為可量測或可調查，而非營運階段前之假設情境式之效益評估，本研究以軌道建設場站開發之營運階段為時間範疇。

[2]「前瞻基礎建設-軌道建設」於 106 年 3 月 23 日提行政院第 3541 次會議報告。依未來 30 年軌道運輸發展願景，就未來 4 年內可完成或可啟動之軌道計畫納入前瞻基礎建設，共計 38 項計畫（行政院，2018）。

DOI:10.6814/NCCU202100154

第三節 研究方法

一、 文獻分析法

本研究透過探討公共建設效益評估方法以分析現有評估制度的內容與缺乏面相；再藉由蒐集國內外文獻對於效益評估的思維、理論及工具，研究其方法的實際應用。

二、 焦點團體訪談（Focus group）

焦點團體訪談可透過參與者間的互動，彼此腦力激盪後得出新的意見與想法，焦點團體訪談會比單獨進行的深入訪談更快速地獲得較多元的想法與觀點。進行自由、互動式討論，以蒐集較深入的真實意見與想法，屬於質性調查研究方法之一。

三、 深度訪談法（In-Depth Interview）

Malhotra（1993）認為深度訪談法是使用非結構性但直接的方式與受訪者互動以發覺受訪者基本的動機、信念或態度等。藉由訪談公共建設利害關係人得到與本研究有關的現況課題、改進方向以及策略應用；有助於本研究研擬軌道建設營運效益評估各項指標。

四、 多評準決策方法（Multi-Criteria Decision-Making, MCDM）

多評準決策方法（Multiple Criteria Decision-Making, MCDM）因其合理化的觀念與分析技巧，已廣泛地應用於各領域複雜的資源分配問題（Keeney and Raiffa，1976）。MCDM 可協助決策者在多個可行方案中，依每一方案的屬性特徵，從數個可行的方案之中，將每個方案依其優劣程度作排序；評估後選擇較符合決策者理想的方案（Yoon and Hwang, 1985）。

五、 模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）

德爾菲法（Delphi Method）係一專家預測法，以各專家學者專業知識與判斷為基礎，以反覆問卷回饋從複雜的議題中，從專家學者的意見中得到共識而非妥協的方法（Westbrook, 1997），以作為全體決策的方法之一，以系統化的方式呈現專家群體意見，並經由問卷整合專家意見進一步獲取共識。

DOI:10.6814/NCCU202100154

第四節 研究流程

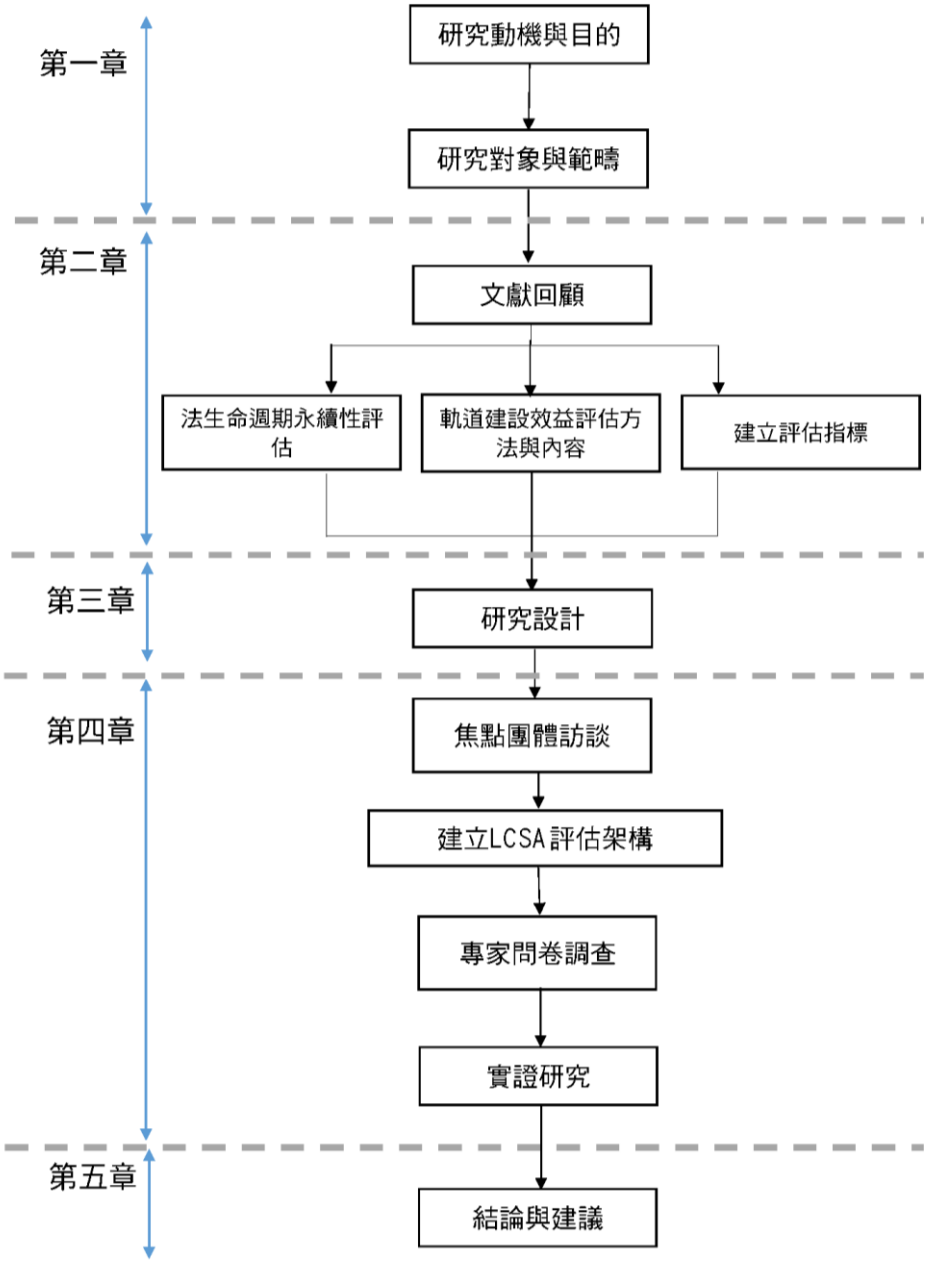


圖 1-1 本文研究流程圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

第二章 文獻回顧

第一節 生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）

生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA)是以生命週期的角度整合環境、經濟及社會三大面向用以評估永續發展的工具；應用於需要被評估永續性的產品、系統或技術（Finkbeiner, M., Schau, E.M., Lehmann, A., Traverso, M., 2010）；以下就生命週期評估方法之發展沿革與 LCSA 各面向評估方法與內涵之相關文獻作研析。

壹、生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）發展沿革

生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）的觀念及應用，一般認為開始於 1960 年代末期；當時環境開始惡化，特別是資源短缺成為一個嚴重問題時，開始出現生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）；LCA 早期研究主要集中在能源利用和一些廢棄物排放。在 1970 年代沉默期，1980 和 1990 年代看到越來越多大學在科學方法、發展方法的發展上和國際合作與協調。隨著方法論基礎的鞏固，LCA 的應用擴大至涵蓋快速增長的產品系統；工業界和政府部門委託進行的研究範圍擴大，越來越多學術論文和工業界與政府報告出現，LCA 方法與其標準化受到越來越多的關注；此時期許多影響評估方法改變，試著量化所有有關連性的環境影響，此時發展的 LCA 是以經濟學家 Wassily Leontief（1970）提出的「輸出/輸入分析（input-output analysis）」由下而上為開發基礎的評估方式。

國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）1997 年發布了為 LCA 之準則與框架的 ISO 14040；1998 年又發布了有關目標和範圍定義的 ISO 14041；2000 年發布了生命週期衝擊評估（Life Cycle Impact Assessment ）的 ISO 14042 與生命週期闡釋（life cycle interpretation）的 ISO 14043；直到 2006 年，ISO 正式建立了一般方法論的框架以及 LCA 的指導原則 IOS14040（2006 年版）和 IOS14044。2008 年，Klöpffer 正式建立了生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）的框架；2011 年聯合國環境規劃署（United Nations Environment Programme, UNEP）依循 IOS 14040 的原則下，發行了《邁向生命週期永續性評估（Towards a Life Cycle Sustainability Assessment）》一書，提

DOI:10.6814/NCCU202100154

出一套生命週期永續性評估的方法；而由聯合國環境署（United Nations Environment Programme, UNEP）與環境毒物學與化學學會（Society of Environmental Toxicology and Chemistry, SETAC）成立的生命週期倡議組織（Life Cycle Initiative, LCI）於。有關生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）觀念與架構的發展歷程，可參考表 2-1。

表 2-1　LCA 觀念與架構的發展歷程

內容	年份	來源
第一個 LCA 思考導向案例出現：化學產品生產過程中的能源需求。	1963	世界能源大會（World Energy Conference, Harold Smith）
「生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）」正式被提出。	1990	SETAC (1991)
ISO 訂定 LCA 的原則和框架	1997	ISO 14040
ISO 訂定 LCA 目標和範圍定義	1998	ISO 14041
ISO 訂定 LCA 影響評估	2000	ISO 14042
ISO 訂定 LCA 釋義	2000	ISO 14043
生命週期倡議組織（Life Cycle Initiative, LCI）成立	2002	UNEP/SETAC
ISO 建立方法論框架及指導原則	2006	IOS 14040/ ISO14044
發行《生命週期影響評估全球指導原則第一版（Global Guidance for life cycle impact assessment indicators Volume 1）》	2006	UNEP/ SETAC（LCI）
LCSA 作業框架發表	2008	Klöpffer (2008)
發行《邁向生命週期永續性評估（Towards a Life Cycle Sustainability Assessment）》	2011	UNEP/ SETAC（LCI）
發行《全球環境生命週期影響評估指標訂定原則（Global Guidance on environmental life cycle impact assessment indicators volume 2）》	2016	UNEP/ SETAC（LCI）

資料來源：本研究整理

DOI:10.6814/NCCU202100154

貳、生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）內涵

LCSA 係以 ISO14040（2006）架構為基礎，結合 LCA、LCC 和 SLCA 三面向評估，以互相輔助的方式處理永續性的三個要素：環境、經濟和社會，合併這些技術後，創造一個涵蓋三個面向的生命週期永續性評估方法。Klöpffer（2008）認為運用生命週期思考（Life Cycle Thinking, LCT）最直接的評估技術即為生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA)，但現行的 LCA 注重於行銷生命週期(Marketing life cycle)，而不是從搖籃到墳墓生命週期（Life Cycle From Cradle to Grave）；LCA 不應只是行銷生命週期（Marketing life cycle），僅評估至終端市場之週期；而是要考量到產品或服務對於整體生命週期之影響。此外，生命週期評估技術應用於不同面向，具有能讓個人和企業透過價值鏈各個不同的面向，評估購買準則和生產方法所產生的影響。舉例來說，環境面向的生命週期評估則探討萃取資源、運輸、生產、使用、回收、產品廢棄時，對環境帶來的潛在衝擊；生命週期成本（Life Cycle Costing, LCC）則用來評估該生命週期對成本產生的影響；社會面向的生命週期評估檢驗對社會產生的影響。Klöpffer 整合這三項技術時，將此概念導入一個概念性算式（(Klöpffer, 2008； Finkbeiner et al., 2010)，強調與其他技術結合產生的各項結果之後，再解讀結果之重要性；用以獲得以生命週期思考（Life Cycle Thinking）為基礎的整合性決策，亦將永續性的三面向納入考量，在原有生命週期評估加入了經濟與社會兩個面相的評估，正式建立了生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）的模型：

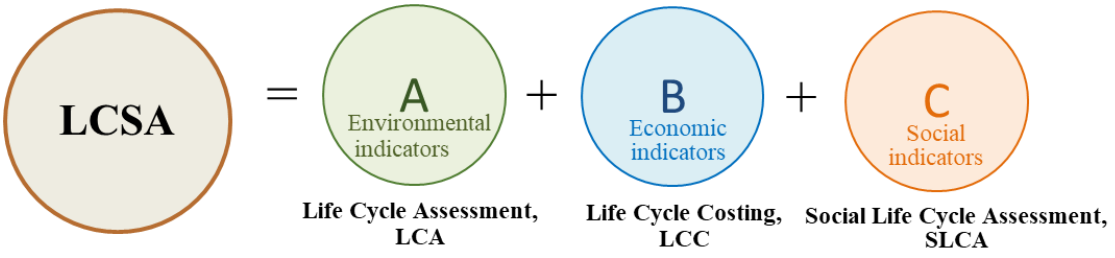
LCSA = LCA + LCC + SLCA

**LCA = 生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）*

**LCC = 生命週期成本（Life Cycle Costing, LCC）*

**SLCA = 社會生命週期評估（Social Life Cycle Assessment, SLCA）*

使用 LCSA 可以幫助現在與未來的決策者，更適當地選擇更具永續性的產品或服務；並協助尋找參與在完整的產品或服務生命週期永續性評估方法當中的各方利害關係人，以他們觀點找尋降低環境衝擊、防止對社會帶來負面影響，在產品或服務生命週期中，能提高社會效益和經濟效益的項目。



資料來源：本研究繪製

圖 2-1　LCSA 模型示意圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

第二節　LCSA 評估架構

生命週期永續性評估是為了解決目前全球已公認越來越複雜之系統，而被進行發展，其主要評估基準為 ISO14040（2006）和 ISO14044（2006）；即不論環境、經濟或是社會面向皆必須在此規範下進行評估，UNEP 於《邁向生命週期永續性評估（Towards a Life Cycle Sustainability Assessment）》中說明，使用 LCSA 必須使 LCA、LCC 和 SLCA 在同一個架構下進行；其評估架構如圖 2-2：

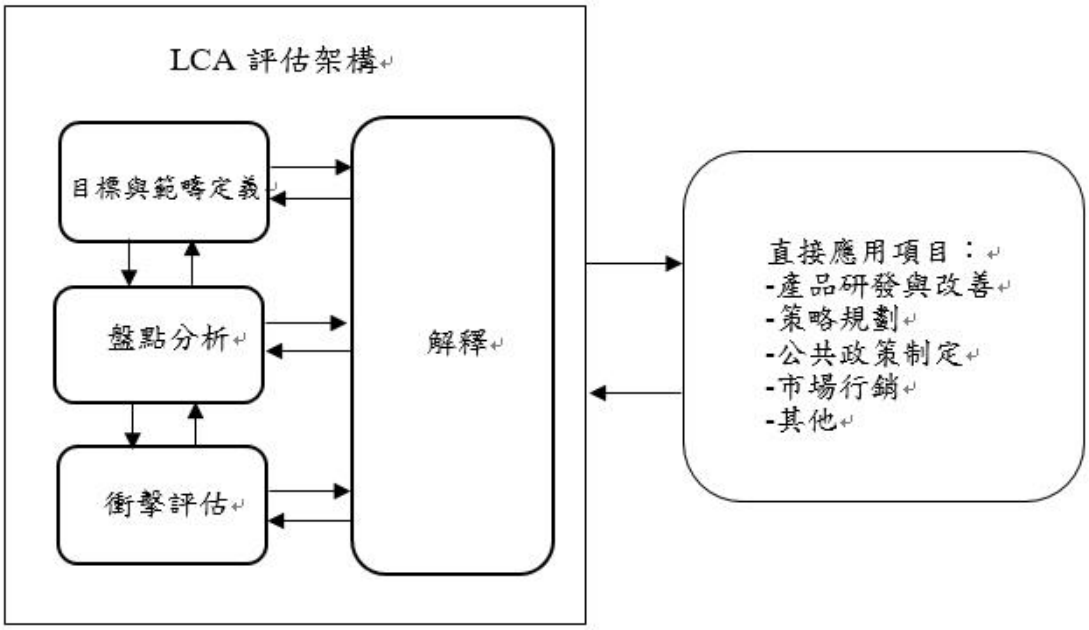


圖 2-2　ISO14040 評估架構
資料來源：ISO14040，本研究繪製

在目標與範疇定義部分；LCA、LCC 及 SLCA 皆有不同的目標，故在整合這三種評估方法時，須先把個別差異納入考量，於執行整合特性的 LCSA 時，需要界定出一個共同的目標和範疇（UNEP, 2001）。

於盤查分析時，係由彙整基本單位與產品或服務之系統組織、導致環境、經濟、社會衝擊外部環境的影響。因考量須維持 LCA、LCC 及 SLCA 三種評估技術一致性之重要性，建議在基本單位與組織層級蒐集相關數據與資訊。

執行衝擊評估時，執行分類和特性化步驟為最低限度的必要性步驟。分類步驟中，盤查資料會被分配到所選取的衝擊類別中，這在 LCSA 中是可行的。根據 SLCA、LCC 和 LCA 的個別架構，在可行的狀態下，可建置一個合併架構以進行衝擊評估。

DOI:10.6814/NCCU202100154

LCSA 的終極目標為針對某項產品或服務系統，進行整合性的評估；評估結果能顯示負面衝擊，亦能顯現正面效益。LCSA 以研究目標與範疇定義為基礎，再以整合性方式解讀評估結果；評估結果有助釐清在經濟、環境和社會效益之間是否發生折抵，透過瞭解該研究產品或服務帶來的影響，並檢視該產品或服務是否對環境、社會與環境有益。

壹、生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）

LCA 是唯一有國際標準化的環境評估方法，具有二個重要特徵為「從搖籃到墳墓（cradle-to grave）」以及使用功能單元的的比較分析（Kloepffer, 2008）。國際標準化組織（International Organization for Standardization, ISO）的 ISO14040 提供 LCA 技術上完整的架構，如圖 2-6；ISO14040 系列發表以來，針對環境生命週期評估為主題發表的研究數量快速增加，環境生命週期評估方法，數十年來不斷發展與日漸成熟。

（一）目標與範疇定義：

此步驟是在進行生命週期評估過程中最為重要之步驟，因為此步驟可能會影響整體生命週期之評估（ISO, 2006），此一步驟包括詳列技術資訊，例如定義功能單位、系統邊界、假設條件、研究界定、影響種類和用於一種以上之產品或功能時，分配環境負擔的方法。

（二）盤點分析：

整個生命週期中，所有排放進入環境的物質和從環境中萃取的資源，被分類、登錄在清單上。進行盤查分析是在整體生命週期過程中，時間最為繁瑣之步驟。研究者往往進行製程盤查時，發現某些原料或製造過程中缺乏相關資料，此時可能涉及到關於數據之品質要求（ISO, 2006）。

（三）衝擊評估：

透過衝擊評估方法的協助，將生命週期盤查分析的結果或環境介入指標（Environmental Interventions）用分類（Classification）、特徵化（Characterization）與標準化（Normalization)轉譯成對環境產生的影響（UNEP, 2011；ISO14040, 2006）。

（四）解釋：

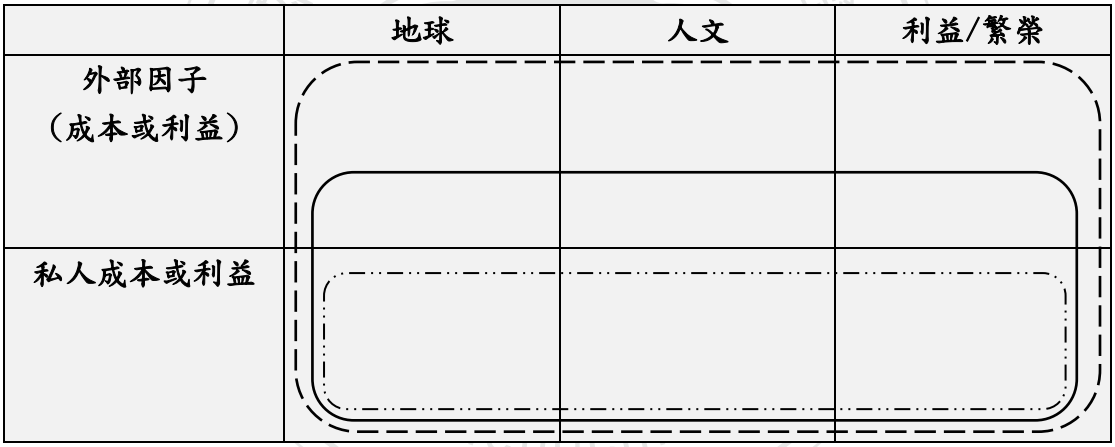
生命週期評估中最後之步驟，此階段在整個生命週期評估流程中，對所有

DOI:10.6814/NCCU202100154

假設與選擇之結果進行完整說明。評估結果（評估之一致性與完整性)、分析結果(不確定分析與敏感度分析等)及結論(研究主要貢獻等)與建議等(ISO14040, 2006)。

貳、生命週期成本（Life Cycle Costing, LCC）

LCC 分析的起源可追溯到 1933 年，當時美國會計總署(U.S. General Accounting Office, GAO) 在招標書中，要求一種將生命週期評估成本納入考量的會計追蹤機制。現在不同「版本」的生命週期評估方法，存在於不同的產業部門和產品中；圖 2-3 特別說明其中三種：傳統生命週期成本混合私人成本和利益；生命週期成本也將外部相關成本和利益納入考量，這些成本和利益預期會被私有化。例如，如果預期在未來會開徵一項新的、針對二氧化碳的稅，或者在兩年內會有補貼雇用非技術人員的津貼，那麼生命週期成本將會在計算式中反應出這些成本和利益；第三種方法是所謂的「社會生命週期成本」(Social LCC，)，所有私人和外部成本和利益都會被貨幣化。



傳統生命週期成本:評估組織外的私人成本和利益

生命週期成本:額外評估外部相關、且預期會私人化的成本和利益

社會生命週期成本:額外評估進一步的外部成本

圖 2-3　三版本生命週期成本運用範圍圖

資料來源：UNEP, 2011，本研究繪製

Kloepffer(2008)研究指出，LCC 是指涵蓋全生命週期所有參與者相關成本(例如：供應商、生產商、用戶/消費者參與以及產品生命期結束等)。在工業化國家中，對 LCC 的需求愈來愈大，包含公部門採購單位和私部門；此外，生命週期成本可被用來評估壽命長產品的全成本(例如建築物、公共基礎設施、鐵路、火車和航空計畫)，這意味著需要長期的養護、使用階段比較久、成本也較高。

DOI:10.6814/NCCU202100154

生命週期成本在國際上並無如同 ISO14040 以及 ISO14044 相同之標準，由於本研究於此處重點介紹 UNEP 之生命週期永續性評估文件，因此於此階段將生命週期成本視為與環境生命週期評估同一標準情況，意即根據 UNEP 對於生命週期成本定義為「集合和一項產品在整個生命週期中，有直接關連性的所有成本─從資源萃取、供應鏈到使用與廢棄。這也將外部、未來預期會私有化的相關成本和利益納入考量」；此外，通常生命週期成本評估方法根據 UNEP 介紹同樣可分為四個步驟：定義目標、範疇和功能單位；成本盤查；按照成本分類的各項整合成本；闡釋結果。以下就這四階段進行相關介紹：

（一）定義目標、範疇和功能單位：

生命週期成本按照 ISO14040 規範，在第一階段定義研究範圍、功能單位、說明系統界線、應用分配程序、折現率等等。在這個階段說明生命週期參與者的觀點也很重要(不論是供應者、製造者、使用者或消費者)。在這個階段，應該建置成本分解結構(Cost Breakdown Structure, CBS)以在整個生命週期中，執行具一致性的資料蒐集，這也會在整個生命週期中得到統計總數。折現率很重要，尤其是對在未來具有成本流的待用品而言。原則上，應用折現率的動機應該有其根據─為了決策而將未來成本轉換成為現在成本。然而，哪些折現率應該使用在生命週期成本上，並沒有一般公定性的做法，因此，建議對不同折現率進行敏感度分析；採用 0%的折現率意味著不進行折抵。生命週期成本是為了某一個特定的、需透過分析系統才能達到的功能而進行，這個功能以功能單位進行量化，功能單位能成為所有產生關聯性之成本與利益的參考值(UNEP, 2011)。

（二）成本盤查：

在此階段，以製程基本單位進行成本盤查。製程基本單位的集成在生命各個週期和各個製程基本單位中，會有極大的差異，因此雖然大部分的企業都生產一個以上的產品，也需要將每一個產品進行成本分配。例如，同時生產兩種金屬，間接成本可以按照這兩種金屬的收入進行分配，也可以按照生產該項金屬產品、以及生產其他產品的工時進行分配。

（三）按照成本分類的各項整合成本：

取得的成本按照成本分類，進行整合；成本分類的定義和盤查的建置，在供應鏈中都特別困難。若對供應者所在的各國或個區域的成本系統有較好的認識，將會有幫助。

DOI:10.6814/NCCU202100154

（四）闡釋結果：

闡釋(得出的成本)是最後一個步驟。可能隨後會進行複審，雖然這並不是常見的做法(Hunkeler et al., 2008)。就生命週期成本而言，未來需要進一步研究、發展的區塊包括成本分類的定義、資料可信度和品質的評估和確認。

參、社會生命週期評估（Social Life Cycle Assessment, SLCA）

SLCA 是一種評估社會影響及潛在影響的技術，考量在產品或服務的生命週期內社會與經濟相關面向可能會直接或間接影響之利害關係人；這些可能與社會經濟的形成過程或社會資本的影響有關，而因為研究範圍的不同，也可能直接或間接影響利害關係人。在理論上，不論任何產品或服務皆可進行 SLCA（LCI, 2009）。

SLCA 與 LCC 具有相同情形，並無如同 LCA 同樣之國際標準(ISO14040 和 ISO14044)，但生命週期倡議組織（Life Cycle Initiative, LCI）出版之《產品社會生命週期評估指導手冊(Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products)》（LCI, 2009）是目前國際上最多人參用之標準，隱約具有國際所認同之標準，而這也是與 LCC 不一樣之處。

SLCA 所評估的面向，也是可能會直接/間接影響利害關係人的面向；通常社會評估結果不同於環境評估結果，其原因在於社會評估結果具有正面以及負面效益。目前國際上對於 SLCA 之應用層面也相當的廣泛。SLCA 簡單而言為「評估社會衝擊(以及潛在衝擊)的技術，目標是評估產品在生命週期中，產生的潛在正面、負面衝擊」(LCI, 2009)。

（一）研究目標和範疇：

此階段也包含描述功能單位、對產品或服務效用進行更細節的描述、第一次審查參與其中的關係利害人、設立研究範圍。原則上應該將所有的生命週期階段納入考慮，除非進行評估的人員能提出充分的理由，說明某一項或某幾項生命週期階段，和某一項社會或社會經濟衝擊觀點不相關。

（二）盤查：

在此階段和發展盤查有關：第一次將執行子範疇的辨識。應和利害關係人商議後再進行選擇、進入盤查階段，因為在商議過程中，可能會發現不同或其他重要的主題。在每一個價值鏈的分佈位置中，社會和社會經濟衝擊可以透過觀察主要的 5 個利害關係人分類而得知：(1)工人/員工 (2)當地社區 (3) 社會

DOI:10.6814/NCCU202100154

(可指一個國家或全球) (4)消費者 (5)價值鏈個因子。一群利害關係人都有共同利益，因為他們與所調查的產品系統都有類似的關係；也可加入其他類型的利害關係人(例如：非政府組織、公共權威/國家和未來的世代)或是進一步進行分類或分成子族群(例如：管理人員、股東、供應者、企業合夥人)。

（三）衝擊評估：

《產品社會生命週期評估指導手冊(Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products)》（LCI, 2009）並未建議衝擊分析方法和模組，也沒有建議進行解釋的方法(UNEP, 2011)。關於社會衝擊類別與其子分類：UNEP（2009）區分利害關係人為：工作者、消費者、地方社區、社會及價值鏈參與者。盤查之數據與特定的社會生命週期類別與社會衝擊類別之關聯，用以決定或計算後續類別與指標之結果。

（四）闡釋結果：

分析結果後得到結論，並解釋此次研究之限制，提供後續建議和完整報告；須包含重大社會議題、評估結果（具全面性、完整性及透明度）、研究結論、後續建議與報告及利害關係人之參與。

肆、利害關係人內涵

利害關係人的概念源自於企業管理，指在組織中會影響組織目標或被組織目標影響的個人或團體，企業組織的相關經營策略對組織內各個成員皆有有不同的利害關係影響；故必須考慮各方關係人的利害權衡，企業組織才得以永續發展（Freeman, 1984；Jones, 1995)。然而跳脫企業組織管理的框架後，利害關係人的概念亦被應用於社會科學領域的研究，Dunn 將此概念引入公共政策領域，將利害關係人的概念應用於政策制定上，認為任一項政策影響層面廣大，將涉及或多或少的利害關係人(William N.Dunn, 1994)。為了釐清利害關係人之間的關係，並衡量各類利害關係人之相對重要性，需進一步指認出不同類型的利害關係人（Jones，1980），然而對於利害關係人的識別和分類仍是一個經驗問題（Carroll and Buchholtz，2012）。

DOI:10.6814/NCCU202100154

第三節　現有軌道建設效益評估工具

本節將先回顧軌道建設之特性以及我國現有軌道建設營運效益評估之工具，由既有的指標中再加上國內外文獻以建立本研究 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構。

壹、軌道建設之特性

軌道建設為公共建設一環，公共建設亦稱公共工程或公共設施，其廣義定義係指都市計畫所稱之公共設施（例如：道路、橋梁、學校、公園、防洪設施、汙水處理設施、垃圾焚化爐、下水道、電力系統、自來水系統、市場、停車場、國民住宅、大眾運輸設施等工程）的興辦，其皆具有公共財特性，而興辦目的係為提供城市居民食、衣、住、行、育與樂等各服務的設施，並與公共安全相關及社會福祉有關之建設，用以滿足大眾需求，居民與使用者共享其利益（王明德、莊春發，1999)。

部分公共建設需與行政管理等措施結合，才能發揮其效益，且公共建設多為實體建設。依 2004 年「中長程公共建設計畫制度與政府資源配置之關連與探討」研究報告中，公共建設性質具有下列五種：

（一）不可替代性：具不可或缺的必要性，具無可替代之迫切需要性。

（二）自償性：能否以自償方式籌措經費並支應相關經費的投入；於編列相關預算時，考量興建後是否具有自償的可能性。

（三）外溢性：公共建設可提供自身的功能運作與服務，同時具有其他外部性，如惠及其他關連或鄰近的公共建設，可支援民間活動或其他非實體的附加價值。

（四）公平與普及性：公共建設須考量公平性與普及性。

（五）排擠性或敵對性：公共建設之消費或使用可能會減少公共建設或民間投資活動的消費或使用，對其他公共建設或民間投資減少其使用或消費而造成排擠效果。

貳、現行軌道建設效益評估方法

一、公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊 (上、下冊)(行政院經建會，2008)

DOI:10.6814/NCCU202100154

此手冊內容係針對公共建設計畫經濟效益及財務效益評估所需之基本內涵、架構與作業流程；制定此一作業手冊，係為提供主辦機關在評估公共建設經濟可行性與研訂財務計畫時供主管機關審核參考。此作業手冊內容以通案性質為主，各計畫若部分具有其特殊性，可視計畫特性調整效益評估內容；另外也因為政府辦理公共建設計畫的規模、性質不同，各類別的計畫各有不同評估技術。本研究僅就手冊訂定之經濟效益評估內容作為本研究效益評估指標擬定之參考。

（一）經濟效益評估流程

先期規劃之經濟效益評估作業，係由計畫主辦單位編製、統籌與協調事項，必要時得聘請或諮詢專家學者意見。而作業時，應參酌執行能力、蒐集充分情報與資料進行內外環境分析與預測，以利進行經濟效益分析與評估。可量化效益藉由基本假設情境與參數設定可列出經濟成本與經濟效益；成本效益分析中，經濟效益分析係以計畫所能創造整體社會之效益為衡量基礎，針對社會效益與社會成本之觀點進行；經濟效益分析乃針對社會效益與社會成本之觀點進行，先期規劃（可行性研究）階段之經濟效益評估流程如圖 2-4 所示。

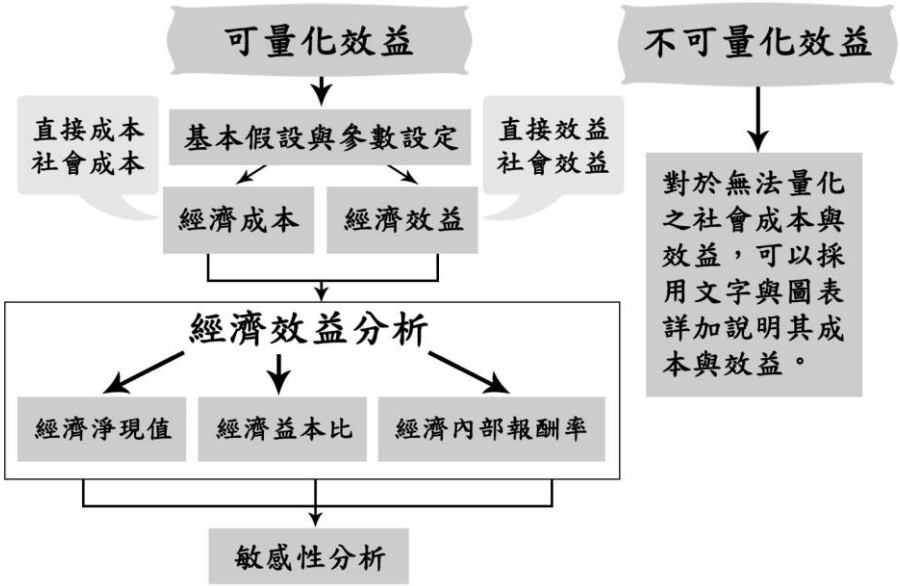


圖 2-4 經濟效益評估流程圖

資料來源:《公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊 (上、下冊)》(行政院經建會，2008)

（二）經濟效益評估項目與內容

有關經濟效益評估項目分為基本假設與參數設定、經濟成本、經濟效益與評估結果；內容整理如表 2-2 所示。

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 2-2 經濟效益評估項目與內容

類別	項目	內容
基本假設與參數設定	評估基礎年	設定基本年期，將各公共建設計畫之經濟成本與效益以設定之評估基礎年幣值為基準推估計算，並配合社會折現率折算為基礎年的價值。
	評估期間	計畫對社會整體可產生經濟效益之年限為依據。
	物價上漲率	參酌行政院經建會「新世紀第三期國家建設計畫」消費者物價指數目標等訂定之。
	社會折現率	常引用政府借款利率、社會機會成本率、同類活動民營企業內部報酬率等。
	經濟成長率	可參酌行政院主計處發布之「國民所得統計及國內經濟情勢展望」及行政院經建會「新世紀第三期國家建設計畫」訂定之。
	工資上漲率	可參酌行政院主計處「薪資與生產力統計」及國民所得成長等因素訂定之。
經濟成本-	可量化-直接成本	直接成本指為建立、維護、經營以及為提供使用或銷售目的，所必須實際支付的財貨和勞務價值直接成本之估算；以預期將來必須實際支付之支出為主。
	可量化-社會成本	經濟學上之「外部性」；社會成本為經濟學上之外部不經濟，係指公共建設之經濟行為，引起有形或無形之資源損耗；其成本係由社會全體所負擔。包含技術外部性、貨幣外部性與無形外部性。
	不可量化-經濟成本	無法量化之經濟成本，可以文字與圖表等方式表達，但仍應詳加說明。
經濟效益	可量化-直接效益	直接效益係指在投入直接成本之後，產出直接財務與勞務之價值，對投資使用者直接產生影響之經濟效益。直接效益之衡量方法，可用市場價格或「影子價格」[1]（shadow price）量化為貨幣價值。
	社會效益(外部經濟)	公共建設對生產者之產出效率及消費者之效用產生有利之影響，此即為社會效益。
	可量化-間接效益[2]	間接效益為計畫源生或衍生活動之結果所產生之價值，其屬間接影響，可歸屬於特定受影響團體之經濟效益。如就業效益與土地利用便利效益等。

[1] 影子價格法(shadow price) ：當市場價格不存在時、市場不完整時及把政治與社會目標也納入評價過程時，為能反映投資計畫的投入(input)對社會的真實成本，及產出(output)對社會的真實效益，乃以影子價格代替市場價格。影子價格的推算方法可用消費者對此計畫之產品所願付出的價格，或用廠商為達相同的政治及社會目標而投入的費用，以近似的貨幣數字估算影子價格。

[2] 蕭代基等人(2019)在「我國政府計畫預算制度及其成本效益分析制度與方法之檢討」一文中表示：「間接效益」中納入土地增值與就業機會等項目不應納入成本效益分析中；因為這兩項只是社會內部的資源重分配，並未對整體社會帶來福利改善的效果。

DOI:10.6814/NCCU202100154

類別	項目	內容
評估結果	建立經濟效益評估指標	辦理公共建設，主要是以經濟性及社會性需要考量，並研擬如何分配有限資源，以獲取最大社會效益為目標因此財務效益是否達到決策準則，並非是計畫取捨唯一的依據，常需以經濟效益評估之結果，做為政府評量是否興建較具社會性公共建設之重要因素。可建立指標有經濟淨現值（Net Present Value, NPV）、經濟內部報酬率（Internal Rate of Return, IRR）、經濟益本比（Benefit-Cost Ratio, B/C ratio）等。
	經濟效益評估指標及敏感性分析	就可量化之經濟性成本及效益，估算各項效益指標，以評估投資計畫是否具有經濟可行性後，如果投資效益符合決策標準，則應進行敏感性分析，以了解影響計畫效益的變數，如成本變動、收益變動、社會折現率變動、或工期延宕等，分析其變動情形對經濟效益的影響程度，藉此分析降低因估計誤差而產生誤導決策的風險。

資料來源:本研究整理自《公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊 (上、下冊)》(行政院經建會，2008)

二、精進公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫委託研究計畫書(國家發展委員會，2018)

此計畫書為為精進前列「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」內容所研擬，研究計畫提出直接效益與間接效益的分類邏輯、經濟效益評估觀點釐清及案例說明、產業外溢效益與土地增值效益之處理建議、折現率之選用觀點釐清、新舊法自償率時機與目的及敏感性分析等精進建議，藉以提升作業手冊可操作性及解決經濟效益重複計算或參數設定選擇等經濟及財務評估作業常見議題。本研究參考其列出經濟效益與成本評估項目，以作為架構研擬之參考。

此計劃書之經濟效益與成本評估建議應著重於衡量公共建設對於國家社會所生之效益與成本，而財務計畫編制則應著重於與現金流量有關之效益與成本項目，其建議分類方式如圖 2-3 所示；經濟效益基於該類公共建設能帶來的成本節省若係源自該類公共建設本身的興辦目的，故宜分類為直接效益；而因投資該類公共建設可帶來的其他效益係源自於其所帶來的生產力提升，此類效益分類為間接效益。

在經濟成本部份，該計劃書歸納出各國主要將其定性為公共建設所帶來的外部性，並彙整各國經濟效益與成本評估項目如表 2-3：

DOI:10.6814/NCCU202100154

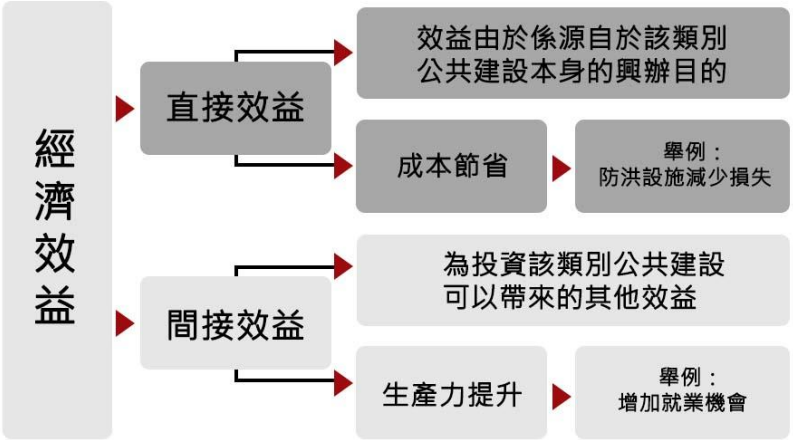


圖 2-5 經濟效益評建議分類方式

資料來源：《精進公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫委託研究計畫書》，2018

表 2-3 國外文獻經濟效益與成本項目

國外文獻	英國綠皮書(2018)	歐盟 Cost-Benefit Analysis (2014)	澳洲 IFA (2018)	紐西蘭 EEM (2013)
直接效益 (節省成本)	節省交通時間 減少溫室氣體排放	減少溫室氣體排放 節省交通成本 節省肇事成本	節省資金成本 節省營運成本 改善便利性 交通時間 減少意外提升安全	減少交通不便
間接效益 (生產力提升)	就業與生產力 附加價值乘數效果 經濟轉移效果 公共建設 土地使用價值 公私合營	總體經濟結構改變	土地使用價值 增加使用彈性 提升服務品質 附加價值收入 增加營運收入	凝聚效果 增加勞力供給
經濟成本	定期資產維護 生命與健康的風險評估 稅負	環境外部性	執行成本 轉換成本 重建與復原成本 環境外部性 規模經濟產生的外部性	遺散成本 環境外部性 拆除復原成本 補貼資金缺口 沉沒成本 計畫成本

資料來源：《精進公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫委託研究計畫書》，2018

DOI:10.6814/NCCU202100154

三、交通建設計畫經濟效益評估手冊與應用軟體更新（交通部運輸研究所，2018）

該手冊沿續自 2007 年起辦理之一系列交通建設計畫經濟效益評估作業相關研究，進一步依據當前社經發展特性、運輸政策目標及交通建設計畫型態等轉變，以實務應用觀點重新檢討及更新經濟效益評估手冊之各項參數，並對評估軟體進行改版。

參酌國內最新社經發展趨勢與交通部運研所歷年相關研究成果，重新檢視「102 年交通建設計畫經濟效益評估手冊」(以下簡稱 102 年評估手冊)之內容與重要參數之合適性並提出修正建議。包括：

1.評估對象與評估年期(區分公路、軌道、航空及港埠建設)。
2.成本與效益範疇。
3.重要參數，包括：
（1）物價上漲率；
（2）社會折現率；
（3）工資率與工資調整比例；
（4）乘載率；
（5）旅行時間價值參數(每人/每車單位時間價值)；
（6）行車成本參數(單位燃料成本、油價)；
（7）肇事成本參數(死亡、受傷、財損及其衍生成本)；
（8）空氣污染參數；
（9）二氧化碳參數(CO2 排放係數、CO2 損害參數、碳價)；
（10）其他建議新增參數。

此外，因應近年來結合跨域加值策略之整合型交通建設計畫以及自行車建設計畫日增之趨勢，本計畫針對上述兩類計畫之經濟效益評估方法進行探討。較特別的是，乃針對不同運輸系統提供營運年期設定參考值。針對軌道建設計畫成本效益分析實務操作方法重點：

1.列車車廂運具的購置成本依據預算編列的時程計入生命週期施工階段的建造成本或是營運階段的重增置成本。

2.軌道建設計畫常會出現土地騰空項目，此一騰空資本收入歸屬政府，因此乃將土地騰空的價值計入成本的減項。

3.軌道建設計畫的使用者效益包括旅行時間節省、肇事成本節省以及業者營運成本的節省。

DOI:10.6814/NCCU202100154

4.軌道大眾運輸有固定的班次與專用路權，其旅行時間節省主要利用站點間的旅行時間與旅次運量來進行評估。

5.肇事成本節省必須視城際運輸與都會運輸的性質不同而分開計算。

6.軌道運輸服務業者大多屬於獨占經營，其定價策略與邊際成本的對應關係會決定營運成本節省的評估結果。

參、重大公共建設計畫全生命週期主要階段

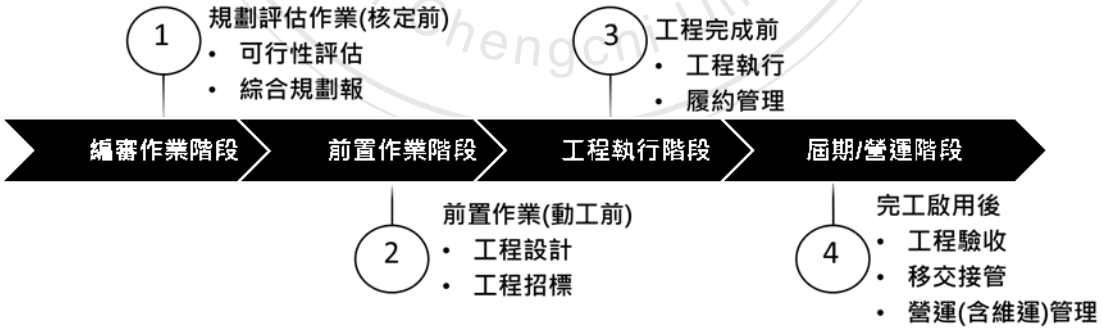
依國家發展委員會 2019 年「政府重大公共建設計畫全生命週期績效管理手冊（法規篇）」界定，重大公共建設計畫全生命週期主要階段主要分為四個階段；分別為編審作業階段、前置作業階段、工程執行階段、屆期/營運階段，各作業階段界定說明如下：

一、編審作業階段：係指中長程個案計畫報奉行政院核定前，重要工作包括環評、編擬可行性研究、綜合規劃報告等。

二、前置作業階段：係指公共建設類中長程個案計畫報奉行政院核定後至計畫所屬工程動工前，重要工作包括辦理工程設計、工程招標等。

三、工程執行階段：係指計畫所屬工程動工前至工程完工或啟用前，重要工包括工程執行、履約管理等。

四、屆期/營運階段：係指工程完工或啟用後，重要工作包括工程驗收、移交接管、營運(含維運)管理等。



資料來源:本研究繪製

圖 2-6 全生命週期主要階段及主要工作項目

在公共建設計畫全生命週期的 4 個階段中，「編審作業」是在計畫核定前階段，換言之，即是在計畫核定推動前，完整分析研究後提報前述的「中長程個案

DOI:10.6814/NCCU202100154

計畫審議」，並於審議通過時核定計畫據以推動，這個階段也就是「預評估」的階段；接續的前置作業、工程執行及屆期/營運等階段皆在計畫期程內，且計畫執行期間均納入計畫管制、評核結果及執行成效納入先期作業審查，以評估該計畫的執行量能及籌編下一年度預算的合理性，也就是「過程評估」作業，至於計畫完成後，針對計畫執行成果以及營運狀況評估，即為「結果評估」，如此形成一個循環式改善的審議執行過程。

公共建設為國家發展基礎，對政府財政、地方發展與公共利益影響深遠，為提升公共建設績效管理，2016 年國家發展委員會規劃中長程個案計畫「公共建設計畫全生命週期績效管理制度」；同年 12 月報院函頒「公共建設計畫審議、預警及退場機制」；2019 年發布「重大公共建設計畫全生命週期績效管理手冊」；公共建設全生命週期依其共區分為編審作業階段、前置作業階段、工程執行階段、屆期/營運階段等四個階段，惟此手冊現在僅有各階段法規適用規定，並無運用全生命週期評估準則、項目與方法；因此若能在公共建設計畫期間以全生命週期觀點建立檢視準則與指標，各階段評估改善，有助於找出問題協助計畫順利執行並達到計畫目的促進國家發展。考量公共建設全生命週期篩選各階段效益評估準則與指標，以作為後續政策研擬或制度建立之參考；以提升我國公共建設之績效，達成引導國家發展之目標並減少國家資源配置錯誤與浪費。

張育哲(2016)認為中長程個案計畫全生命週期績效管理機制是將個案計畫績效管理的精神貫穿到整個計畫期程，從先期作業整合規劃的綜效，到計畫執行階段的定期檢討，再到屆期分析及營運評估的整個計畫生命週期中，透過不間斷的滾動式分析、評估與回饋，盡可能減少效率與效能上的損失。也就是在計畫執行前即針對整個計畫作整體性的全盤考量，以免執行階段遭遇可預期的執行障礙而影響計畫進度，並於計畫執行階段掌控作業流程，使計畫能夠順利執行。全生命週期績效管理可被視為一種以「政策評估」為主軸的專案管理做法，由於政策評估本質深入政策循環（立論、目標、評價、監測、評估、回饋）每一環節，並未侷限於政策執行後的評估，也包含政策執行前與執行中的評估，因此全生命週期績效管理非指單一階段的評估做法或工具，而是具有循環管理特性，透過滾動式分析、評估及回饋，不間斷地檢視計畫內涵，以於整個中長程個案計畫生命週期中，及時減少執行效率與效能的損失。

DOI:10.6814/NCCU202100154

第四節　LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構

經由各國文獻回顧、政府單位相關評估手冊，研擬出應用生命週期永續性評估法（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）三個指標面向，擬建立軌道建設場站開發之營運效益評之估面向與指標架構，共有 18 項評估指標；整理如表 2-4 所示。

表 2-4 軌道建設場站開發之營運效益評之估面向與指標

評估面向與指標類別	評估指標	指標敘述	資料來源
A. Life Cycle Assessment, LCA 生態效益 Environmental Indicators 環境指標	A1. 減少能源消耗	興建前後造成的各項初級能源消耗量，煤、石油與天然氣等化石燃料。	Miranda and Silva (2012)；Abdallah et al. (2013); Hidalgo and Huizenga (2013)； ISO 14040 (2006) 蕭再安、林重昌(2012)
	A2. 自然資源消耗	興建前後造成的各項自然資源消耗量。如土地資源的利用。	Miranda and Silva (2012)；Hidalgo and Huizenga (2013)； ISO 14040 (2006) 蕭再安、林重昌(2012)
	A3. 空氣品質衝擊	二氧化碳、其他氣體或汙染物排放量變化。	ISO 14040 (2006) 蕭再安、林重昌(2012)
	A4. 水品質衝擊	地下水或民生用水品質或表面排水變化。	ISO 14040 (2006) 蕭再安、林重昌(2012)
	A5. 土壤衝擊	地面或地下層土層結構變化、沖蝕或挖填方影響。	ISO 14040 (2006)；蕭再安、林重昌(2012)
	A6. 噪音衝擊	噪音強弱變化。	馮豐隆(1988)
	A7. 生態潛勢衝擊	動植物生存環境之變化。	馮豐隆(1988)；蕭再安、林重昌(2012)

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估面向 與 指標類別	評估指標	指標敘述	資料來源
	A8. 公共健康	興建前後對公眾身體或心理健康之影響。	馮豐隆(1988)
B. Life Cycle Costing, LCC 經濟效益 Economic Indicators 經濟指標	B1. 興建成本	包括原用地取得及拆遷補償費、設計與工程建造費等。	行政院經濟建設委員會(2008)
	B2. 營運及維護成本	對外提供服務或提供勞務的支出成本以及維護成本。	行政院經濟建設委員會(2008)
	B3. 重置成本	指相關工程及設備硬體因到達耐用年限或自然損壞後，重新添置相關設備以維持正常營運之成本。	行政院經濟建設委員會(2008)
	B4. 營運收入	進出站及票箱收入。	行政院經濟建設委員會(2008)
	B5. 營運外收入	商場、停車場等租金收入或如廣告之其他收入。	行政院經濟建設委員會(2008)
	B6. 肇事成本減少之效益	軌道建設為例，平交道之拆除作業減少人事、維護設備與事故賠償之費用，以及減少交通滯留之時間。	交通部運輸研究所(2018)
	B7. 土地騰空開發效益	軌道建設計畫常會出現土地騰空項目，此一騰空資本收入歸屬政府，因此乃將土地騰空的價值計入成本的減項。	交通部運輸研究所(2018)
	B8. 增加地方消費效益	使用者或鄰近居民生活消費的效益。	交通部運輸研究所(2018)

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估面向 與 指標類別	評估指標	指標敘述	資料來源
C. Social Life Cycle Assessment, SLCA 社會效益 Social Indica-tors 社會指標	C1. 強化都市公共空間交通系統整合	公共空間得以連結，以及各項交通公共建設緊密結合。	Miranda and Silva (2012)；Hidalgo and Huizenga (2013)
	C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	連結其他大眾運輸系統之便利性與轉乘舒適度。	Miranda and Silva (2012)

資料來源：本研究彙整

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

第三章 研究設計

本章共分二小節；第一節為研究架構，針對本研究之研究架構與內容進行說明；第二節為研究方法，分別為焦點團體訪談（Focus group）之訪談設計；運用多評準決策（Multiple Criteria Decision Making, MCDM）方法中的模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）與專家調查權重法（Expert Investigation Weight Method, EIWM）計算軌道建設場站開發之營運效益評估指標排列與各評估面向權重計算；以及為案例分析研究之個別深入訪談法之訪談設計說明。

第一節 研究架構

本研究以生命週期永續性評估法（LCSA）用於軌道建設場站開發之營運效益評估指標架構；先以本研究中文獻回顧既有評估指標為基本架構，再透過焦點團體訪談歸納出各個專家學者建議可列入之各面向評估指標，建立出本研究 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構；再透過 MCDM 方法中的 FDM 與 EIWM，依各專家學者依其對於軌道建設場站開發之營運效益評估指標之感受與重視之指標項目評分計算後；歸納評估指標之不同排名，再分析出重要指標並建立新評估架構。以其評估架構針對後續案例分析地區進行評估並分析，再藉由深度訪談利害關係人後，最終提出針對軌道建設場站開發之營運效益評估方法與政策之結論與建議。本研究架構如圖 3-1：

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

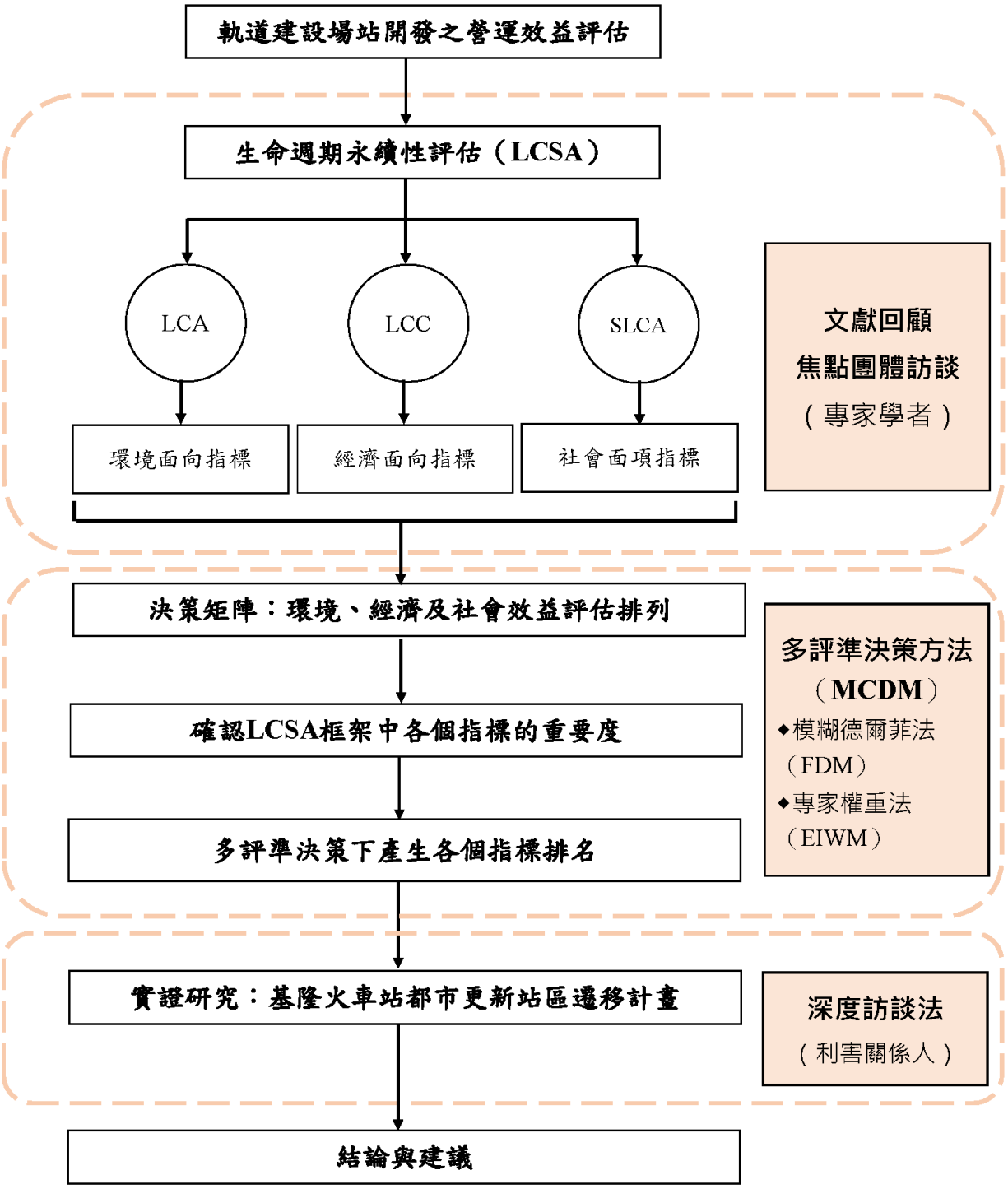


圖 3-1 本研究之研究架構圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

第二節　研究方法

壹、焦點團體訪談（Focus group）

因生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA)方法為近十年來才發展出的評估工具，它可以用來評估任何產品或服務，惟永續性三面向（LCA，LCC 和 SLCA）可能會遇到跨領域專業評估，且評估過程中可能會有阻擋分析情況出現（Keller et al., 2015），由於 LCSA 尚未被應用於公共建設效益評估上，本研究先回顧相關文獻資料可能會有未能取得的部份資料，且依第二章節建立之指標架構，其三個面項指標數量並不均衡，恐缺少其中 LCSA 面向的評估，故除了既有的文獻回顧找尋相關評估資訊外，本研究加入質性研究方法；利用專家們的專業與知識，蒐集 LCSA 應用於公共建設效益評估上可能的重要資訊與評估內容，以獲得更完善的重要評估參考資料。

焦點團體訪談法（Focus group）係由 1 位主持人帶領著團體訪談，為非常普遍的一種質性研究資料蒐集方法。每一次團體焦點訪談常為 4 至 12 人（Krueger & Casey，2003），但可彈性調整，焦點團體訪談可夠過參與者間的互動，彼此腦力激盪後得出新的意見與想法，焦點團體訪談會比一對一的深入訪談可以更快速地得到多元的想法與答案。進行自由、互動式討論，以蒐集到比較深入的真實意見與看法，屬於質性調查研究方法之一。

焦點團體訪談執行步驟如下（王梅玲，2012）：

1. 確定研究問題：需釐清研究者需要的是什麼資料並清楚陳述。對於問題瞭解與掌握是很重要的，並用以界定何者為受訪者。
2. 確認主持人及設計訪談大綱：確定主持人以及訪談大綱中問題的類型與形式。
3. 召募焦點團體受訪者：召募受訪者通常、主持人的確認及設計訪談大是同時進行作業。過程中要確認時間與地點；地點對受訪者而言為適中之處；受訪者會被事先告知訪談主題，激發興趣並增加參與可能性，亦可提供受訪者誘因以提高參與意願。
4. 進行焦點團體訪談：主持人引導受訪者討論訪談大綱之問題，並促使所有受訪者討論。過程可能被錄音或錄影紀錄，以利於日後的分析。

DOI:10.6814/NCCU202100154

5. 資料分析、解釋與撰寫報告：資料分析、解釋以及撰寫報告，從此次焦點團體訪問中得到寶貴研究資料。

貳、多評準決策方法（Multiple Criteria Decision Making, MCDM）

多評準決策方法（Multiple Criteria Decision Making, MCDM）為解決多目標與多評準之複雜問題的決策方法。在多準則決策方法中，朱筱嵐(2005）依資料性質區分為量化、質化及混合型三種評估方法；亦歸納出多準則評估方法能夠處理的資料型態共可分為四大類別：

1.質化準則評估法：處理質化資訊評估問題。

2.質量中介評估法：介於質化與量化準則評估方法間，其評量方案以分數量表進行評估。

3.量化準則評估法：用於可量化之評估準則。

4.質化與量化準則評估法：可兼顧質化與量化準則。

多評準決策方法可針對決策本身不同的特性，解決不同的決策問題，而多數決策問題具下列特性（朱筱嵐，2005）：

1.多評準或多目標：決策者會列舉多項選取判定標準；亦決策者在選取的過程中，不止一個欲滿足的限制條件。

2.不同測量單位：各選項目標價值的測量單位不同。

3.不確定：歸因於多目標本質，因決策者資訊不完整，須於不確定的情況下作決策。

MCDM 因有合理化的觀念及分析技巧，已被廣泛地應用於各領域較複雜的資源分配問題（Keeney and Raiffa，1976），MCDM 可協助決策者在多個可行方案中，依每一方案的屬性特徵，從數個可行的方案之中，將每個方案依其優劣程度作排序；評估後選擇較符合決策者理想的方案（Yoon and Hwang, 1985）。因 MCDM 為能同時考量多種層面與因素有較佳的表現，故開始受到大家的重視，被廣泛地用作決策分析工具，至今亦被提出多種分析法。永續性（Sustainability）評估係具有整合性的複雜概念，永續性評估架構為同時容納多元面向，亦含有定性、定量方法的綜合體（劉豐瑞，2006）。本研究之研究範疇分為三個評估面向：生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）屬環境面向的生態效益、生命週期成本評估（Life Cycle Costing, LCC）屬經濟面向的經濟效益與社會生命週期評估（Social Life Cycle Assessment,

DOI:10.6814/NCCU202100154

SLCA）屬社會面向的社會效益，牽涉範疇廣大，建立三個面向準則與各面向的指標系統，將其納入本研究評估架構，形成一個階層式結構，且因其評估架構部分準則具有模糊性及複雜概念，不容易被完整定義或確切量測，因此不適用傳統數學方法，故本研究使用 MCDM 為本研究之研究方法。

一、模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）

德爾菲法（Delphi Method）係一專家預測法，以各專家學者專業知識與判斷為基礎，以反覆問卷回饋從複雜的議題中，從專家學者的意見中得到共識而非妥協的方法（Westbrook, 1997），以作為全體決策的方法之一。其以系統化的方式呈現專家群體意見，並經由問卷整合專家意見進一步獲取共識，傳統的模糊德爾菲法強調下列五項原則（Dunn, 1994）：

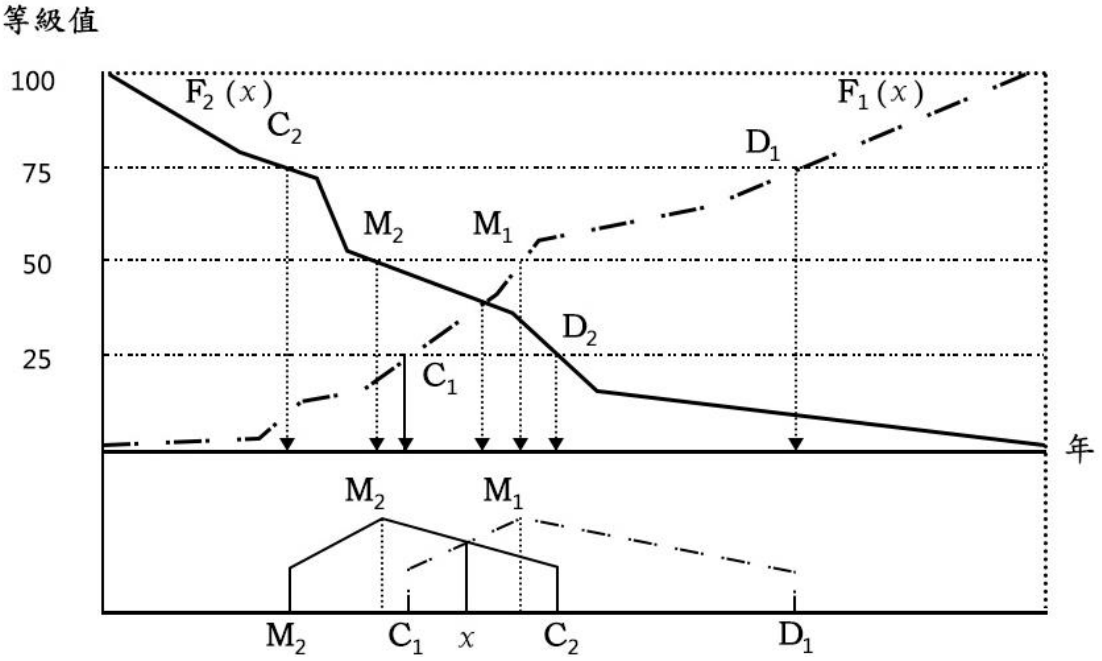
1. 匿名回應（Anonymity）：受訪者皆以個別身分表達意見，嚴謹遵守匿名原則，不揭露各個受訪者身分。
2. 複述原則（Interation）：由主持人獲得受訪者的意見並公布給其他受訪者，重複進行數個回合。
3. 控制回饋（Controlled Feedback）：每回合皆需使受訪者回答事先設計之問卷，且以其分析結果做為下一次評量之參考。
4. 團體回答統計（Statistical Group Response）：所有的意見統計後再次進行綜合判斷。
5. 專家共識（Expert Consensus）：最終要以達成專家學者意見之共識為最後目標。

然而，傳統德爾菲法仍有部分研究限制，如反覆進行將導致成本增加且影響反應率、先入為主地過濾正確的專家學者意見、問卷回收率較低、以中位數及中間 50%代表專家意見易忽略其他專家學者意見，同時也難以處理語意模糊的問題（葉晉嘉、翁興利、吳濟華，2007）。在 Mullen（2003）整理近 20 年關於德爾菲法的研究後發現，德爾菲法依其操作步驟與計分方式的不同，共可歸納出 23 種不同類型；而 Ishikawa, Amagasa, Tamizawa, Totsuta, 與 Mieno（1993）為解決傳統德爾菲法缺點，在傳統德爾菲方法中引入最大-最小值法（Max-Min）和模糊積分法（Fuzzy integration），在理論架構上，Max-Min 的概念如圖 3-2，$F_1(X)$為「最可能」之值，以認同程度最大值之累積次數函數，$F_2(X)$為「最不可能」之值，以認同程度最小值之累積次數函

DOI:10.6814/NCCU202100154

數；再計算出$F_1(X)$的四分位數C_1、M_1、D_1與$F_2(X)$之四分位數C_2、M_2及D_2交集所形成的灰色區域(Gray Zone)，並找出灰色區域之最大值 X，即$F_1(X)$與$F_2(X)$之交錯點，以其作為預測值基準；而模糊積分概念（Fuzzy integration）與 Max-Min 類似，包含預測函數最可能之$h_t(X)$」與最不可能之$h_u(X)$」，且定義兩者合成函數為$h_i(X)=\min(h_t(X),h_u(X))$，之後以去模糊化過程得到最大值，此為最終預測值。

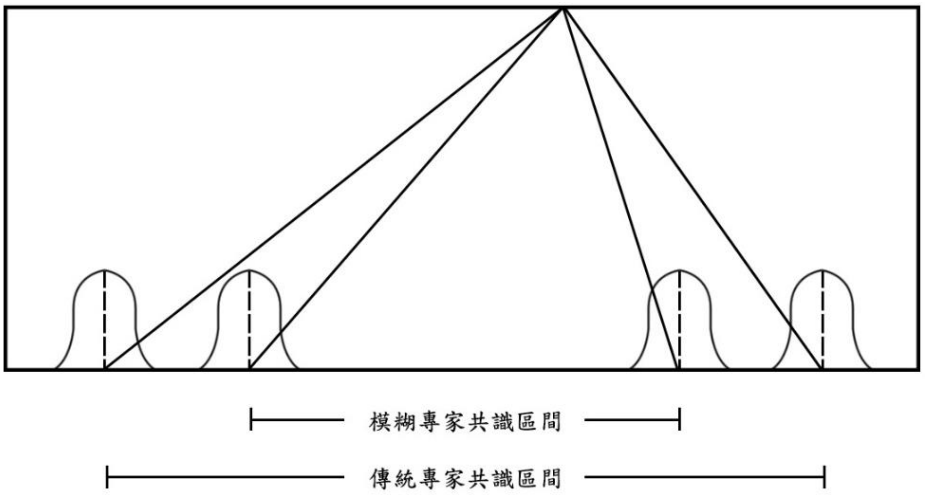
將專家學者的意見整合為模糊數，把模糊理論概念結合德爾菲法中，其被稱為模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）。模糊德爾菲法之專家共識區間，係由所有專家學者在該題繪製的模糊數，右側與左側範圍分開求取算術平均數，以得出共識區間值；而傳統德爾菲法之專家共識區間係由專家學者填寫之最大與最小值作為共識區間範圍（葉晉嘉等 3 人，2007）；模糊德爾菲法有較高之收斂度，如圖 3-3 所示。



資料來源：Ishikawa et al.（1993）

圖 3-2　Max-Min 預測分佈

DOI:10.6814/NCCU202100154



資料來源：葉晉嘉等 3 人（2007）

圖 3-3 傳統模糊德爾菲法與模糊德爾菲法共識區間示意圖

陳昭宏（2001）修改 Ishikawa 等人（1993）提出之模糊德爾菲法；應用了三角模糊數，加入可能性範圍的最大值與最小值觀念，整合專家學者認知；並以灰色地帶檢定法檢定專家學者認知是否有達到收斂，而使模糊德爾菲法分析結果更加合理與嚴謹。其後鄭滄濱（2001）進一步改良陳昭宏（2001）作法，提出之模糊德爾菲法係採用「雙三角模糊數」取得專家共識重要程度值 Gi，透過「灰色地帶檢定法」之方式檢驗專家學者意見是否達到共識並且收斂，其與一般使用單三角模糊數所求取之幾何平均值相比更為客觀。

不斷被修正德菲法技術其目的為更能接近專家學者意見，且可更快速產生具有共識的結果。葉晉嘉等人（2007）指出模糊德爾菲法具有下列幾項特性：

1. 模糊德爾菲法可以針對語意比較模糊之問題進行意見表達。
2. 模糊德爾菲法具有較好的訊息保留程度。
3. 採取模糊德爾菲法可較迅速達到專家共識。

DOI:10.6814/NCCU202100154

二、專家調查權重法（Expert Investigation Weight Method, EIWM）與生命週期永續三角形（Life Cycle Sustainability Triangle, LCST）

EIWM 是一個科學方法，集合專家的專業和經驗，運用數理統計進行檢驗與修正。專家調查權重法（Expert Investigation Weight Method, EIWM）主要係依（Delphi Method）基本原理，請研究領域的專家學者採取獨立填表，依其專業與經驗填寫各評估面向或指標之權數的形式，再以其各自填寫之權數進行整理與統計分析；針對各種決策中專家權重的問題，透過評分矩陣以確定專家的客觀權重，並通過此權重來修正主觀權重，使最後計算的權重同時反映主觀和客觀程度(王明文，1999)，最後確定出各因素，各評估面向或指標的權重。其計算步驟公式與如下：

（一）步驟一：確定取值範圍，可設定為定值供專家學者勾選，或是給予一個取值範圍，製表並說明填表方式，由專家學者自行依主觀填入。

（二）步驟二：計算結果，依下列公式計算。

$$\overline{\chi} = \frac{\sum \chi_i f_i}{\sum f_i}$$

$\overline{\chi}$= 評估面向或指標權重係數
χ_i= 各位專家選取或填寫之權重係數
f_i= 權重係數選取或填寫出現次數

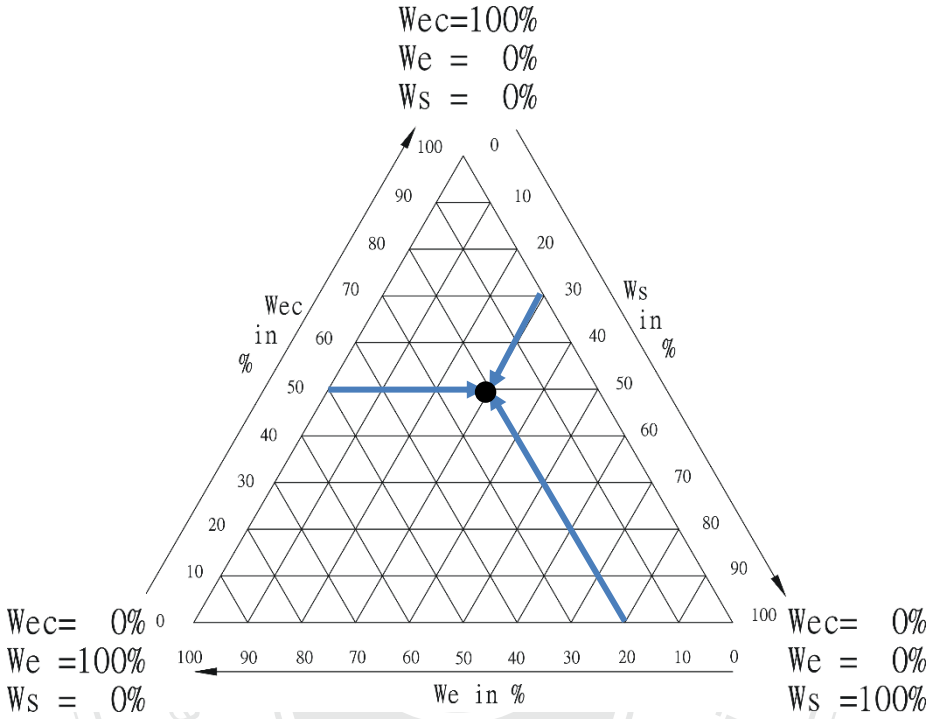
生命週期永續三角形（Life Cycle Sustainability Triangle, LCST）適用於不同面相間加權的配適問題（Matthia, Erwin, Annekatrin 與 Marzia, 2010），LCST 係由 Hofstetter, Braunschweig, Mettier, Müller-Wenk 與 Tietje（1999）建立之圖型化決策，係用以表現不同面向參數綜合性的權重配適圖，LCST 可以適用於任何具有三個參數權重的模型，其三個參數相加必為 100%。永續性效用值的總效用值是以這三個權重參數乘以權重因子後一起計算；其權重參數被命名為 W_e（環境面相權重參數），W_s（社會面相權重參數）以及 W_{ec}（經濟面相權重參數）此三項權重參數被命名為加權集；W_e 是為了計算環境效益（Environmental value）、W_s 是為了計算社會效益（Social value、W_{ec} 是為了計算經濟效益（Economic value），三個參數具有以下關係：

$$W_e + W_s + W_{ec} = 100\% \quad \text{and} \quad W_e\ ,\ W_s\ ,\ W_{ec} > 0$$

而本研究欲以專家調查權重法，設計於模糊德爾菲問卷第二部分，計算各個指標分別占三個評估面向之重要程度，再以 LCST 展現各部門專家認為

DOI:10.6814/NCCU202100154

各面相指標之重要程度與其權重，以利後續分析各評估面向之權種與重要程度。若計算出某專家對於三個評估面相權重分別為 W_e=20%、W_s=30%、W_{ec}=50%，以圖 3-4 所示；LCST 呈現方法被視為可以供專業者或其他非專業之利害關係人較容易閱讀理解相互溝通的圖像呈現方法（Matthia et al., 2010）。



資料來源：Matthia et al.（2010）

圖 3-4 LCST 示意圖

參、深度訪談法（In-Depth Interview）

深度訪談法亦為質性研究常用來蒐集資料的方法之一，深度訪談法是一種對話及社會互動，目的為蒐集受訪者的想法、經驗與感受等深度資訊，同時也具較開放與低結構性等特性（王仕圖、吳慧敏，2003；陳雅琪、吳永明與方欽葳，2017）。本研究除了應用前面 MCDM 方法獲得之 LCSA 框架下軌道建設場站開發效益之評估指標架構於案例分析案例計算其相關指標數值外，更欲瞭解案例分析案例之利害關係人對於「效益」之相關感受。雖然團體焦點訪談法可以一次訪問多位利害關係人，惟考量團體討論可能會造成受訪者面臨相關團體壓力，而無法真實反映出自己的真實感受，故最後案例分析分析時，本案使用深度訪談法，用以獲得利害關係人對軌道建設場站開發效益之真實感受與想法。

DOI:10.6814/NCCU202100154

第四章 建立評估架構與案例分析分析

本章共分四小節；第一節為建立本研究效益評估架構；本研究焦點團體訪談法之訪談大綱與內容，針對第二章文獻回顧後選取之 LCSA 三個面向之指標數量不平衡，故除了先前已選取之 18 個評估指標外，以團體訪談法（Focus group）激盪相關領域專家之意見，補足 LCSA 三個面向之指標加入文獻回顧既有之評估指標架構中，以建立本研究後續在 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標架構。第二節為使用 FDM 篩選評估指標，並計算關聯性權重；第三節與第四節則為案例分析研究成果與分析。

第一節 建立評估架構

壹、焦點團體訪談（Focus group）

焦點團體訪談法（Focus group）係由 1 位主持人帶領團體作訪談，為被廣為使用的一種質性研究資料蒐集方法。本研究邀請 10 位參與者針對在 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標，進行自由且互動的討論，以蒐集較深入的真實想法與觀點，屬於質性調查研究方法之一。

一、焦點團體訪談對象

焦點團體訪談之人數通常為 4 至 12 人（Krueger & Casey，2003），但可彈性調整，焦點團體訪談可夠過參與者間的互動，彼此腦力激盪後得出新的意見與想法，焦點團體訪談會比單獨的深入訪談可以更快速地得到較多元的想法與答案。本研究邀請之同質性之參與者，為交通運輸、都市計畫、土地開發以及不動產相關公部門與私部門之專家與學者，本研究焦點訪談對象如表 4-1。

表 4-1 焦點團體訪談對象

序號	專業	單位
1	交通運輸、軌道建設發展	國立○○大學
2	交通運輸管理、效益評估	國立○○大學
3	交通建設政策研擬與評估	交通部○○○○○
4	都市計畫、都市設計	私立○○大學
5	財務分析、經濟效益評估	國立○○大學
6	都市計畫、財務分析	國立○○大學

DOI:10.6814/NCCU202100154

序號	專業	單位
7	公共建設效益評估	財團法人○○○○○○院
8	公共建設營運管理	國立○○大學
9	土地開發效益評估	○○○○股份有限公司
10	公共工程財務計畫	○○企業管理股份有限公司

二、焦點團體訪談內容與結果

王梅玲（2012）指出訪談成功與否的關鍵是完善的準備工作，而焦點團體訪談事前守要準備工作界定訪談目的、訪談大綱問題類型以及訪談進行方式。訪談目的為提出在 LCSA 框架之 LCA、LCC 與 SLCA 三個面向下之軌道建設場站開發效益之評估指標與界定可能之利害關係人;除了本研究原有擬定之軌道建設場站開發效益之評估指標，如表 4-2，有無不建議列入之指標?各面向是否有可以再新增項目？本研究可能之不同類型利害關係人為誰？故本次訪談大綱即以此三個提問為主軸，進行討論與交流。

本次焦點團體訪談進行方式為由主持人統一說明本研究目的與介紹研究架構，之後提問，每位參與者輪流發言，主持人由參與者發言中，整理出可能的指標，最後在所有參與者皆同意情況下，將該指標列入本研究預擬之評估架構中以利後續研究作業。本次訪談記錄請參考附錄一。

經焦點團體訪談後，各個參與人皆同意原本指標予以保留；而具共識之新增評估指標共有 8 個，如表 4-3 所示。而本研究不同類型之利害關係人，經討論歸納結果如表 4-4。

表 4-2 本研究預擬評估架構之指標

評估面向	指標類別	評估指標	內容
Life Cycle Assessment, LCA 環境效益	Environmental Indicators 環境指標	A1. 減少能源消耗	興建前後造成的各項初級能源消耗量，煤、石油與天然氣等化石燃料。
		A2. 自然資源消耗	興建前後造成的各項自然資源消耗量。如土地資源的利用。
		A3. 空氣品質衝擊	二氧化碳、其他氣體或汙染物排放量變化。

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估面向	指標類別	評估指標	內容
		A4. 水品質衝擊	地下水或民生用水品質或表面排水變化。
		A5. 土壤衝擊	地面或地下層土層結構變化、沖蝕或挖填方影響。
		A6. 噪音衝擊	噪音強弱變化。
		A7. 生態潛勢衝擊	動植物生存環境之變化。
		A8. 公共健康	興建前後對公眾身體或心理健康之影響。
Life Cycle Costing, LCC 經濟效益	Economic Indicators 經濟指標	B1. 興建成本	包括原用地取得及拆遷補償費、設計與工程建造費等。
		B2. 營運及維護成本	對外提供服務或提供勞務的支出成本以及維護成本。
		B3. 重置成本	指相關工程及設備硬體因到達耐用年限或自然損壞後，重新添置相關設備以維持正常營運之成本。
		B4. 營運收入	進出站及票箱收入。
		B5. 營運外收入	商場、停車場等租金收入或如廣告之其他收入。
		B6. 肇事成本減少之效益	軌道建設為例，平交道之拆除作業減少人事、維護設備與事故賠償之費用，以及減少交通滯留之時間。
		B7. 土地騰空開發效益	軌道建設計畫常會出現土地騰空項目，此一騰空資本收入歸屬政府，因此乃將土地騰空的價值計入成本的減項。
		B8. 增加地方消費效益	使用者或鄰近居民生活消費的效益。
Social Life Cycle Assessment, SLCA 社會效益	Social Indicators 社會指標	C1.強化都市公共空間交通系統整合	公共空間得以連結，以及各項交通公共建設緊密結合。
		C2.大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	連結其他大眾運輸系統之便利性與轉乘舒適度。

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-3 焦點團體訪談結果—擬新增至本研究評估架構之指標

評估面向	指標類別	評估指標	內容
Life Cycle Assessment, LCA 環境效益	Environmental Indicators 環境指標	環境與景觀變動	土地使用類型變化與周遭景觀改變。
Life Cycle Costing, LCC 經濟效益	Economic Indicators 經濟指標	站區土地開發效益	辦理商場開發，作為多目標開發使用等土地增值效益以及周邊商場之效益。
Social Life Cycle Assessment, SLCA 社會效益	Social Indicators 社會指標	強化聯外都市發展軸的意象	新開發站體傳達之嶄新的都市樣貌。
		提供都市更新整合資源	開發計畫提供都市生活機能便利並釋放出之開放空間，以利鄰近街廓都市更新案。
		生活水準平衡發展效益	有助於鄰近區域都市發展，發揮鐵路捷運化的效益，提升生活水準。
		整體營運管理之情形	管理制度、創新性營運管理作為以及其他特殊貢獻或足以為示範推廣。
		設施服務水準	設施清潔與安全維護的情況，緊急及意外事件的防範與處理，及設施配置的適宜性。
		設施服務滿意度	使用者對於各項服務的滿意感受程度。

表 4-4 焦點團體訪談結果—本研究不同類型之利害關係人

序號	1	2	3	4	5
類型	Regulator 監督者	Operator/Government 操作者	User 使用者	Non-User 非使用者	NGO 其他單位
內容	制定相關規定者或管理者。	營運單位或建造單位。	直接使用軌道建設者。如：乘客或消費者。	未使用軌道建設但為鄰近直接或間接受影響者。如：附近店家或居民。	非政府機構等私人機構。

DOI:10.6814/NCCU202100154

三、建立本研究評估架構

由焦點團體訪談法（Focus group）10 位參與者之討論與交流，本研究 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構表，由本研究第二章之文獻回顧與相關評估手冊擬列之 18 項指標，加上本次焦點團體訪談結論之 8 項指標，本研究以 26 項 LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估指標為後續就之基礎，如圖 4-1 所示。

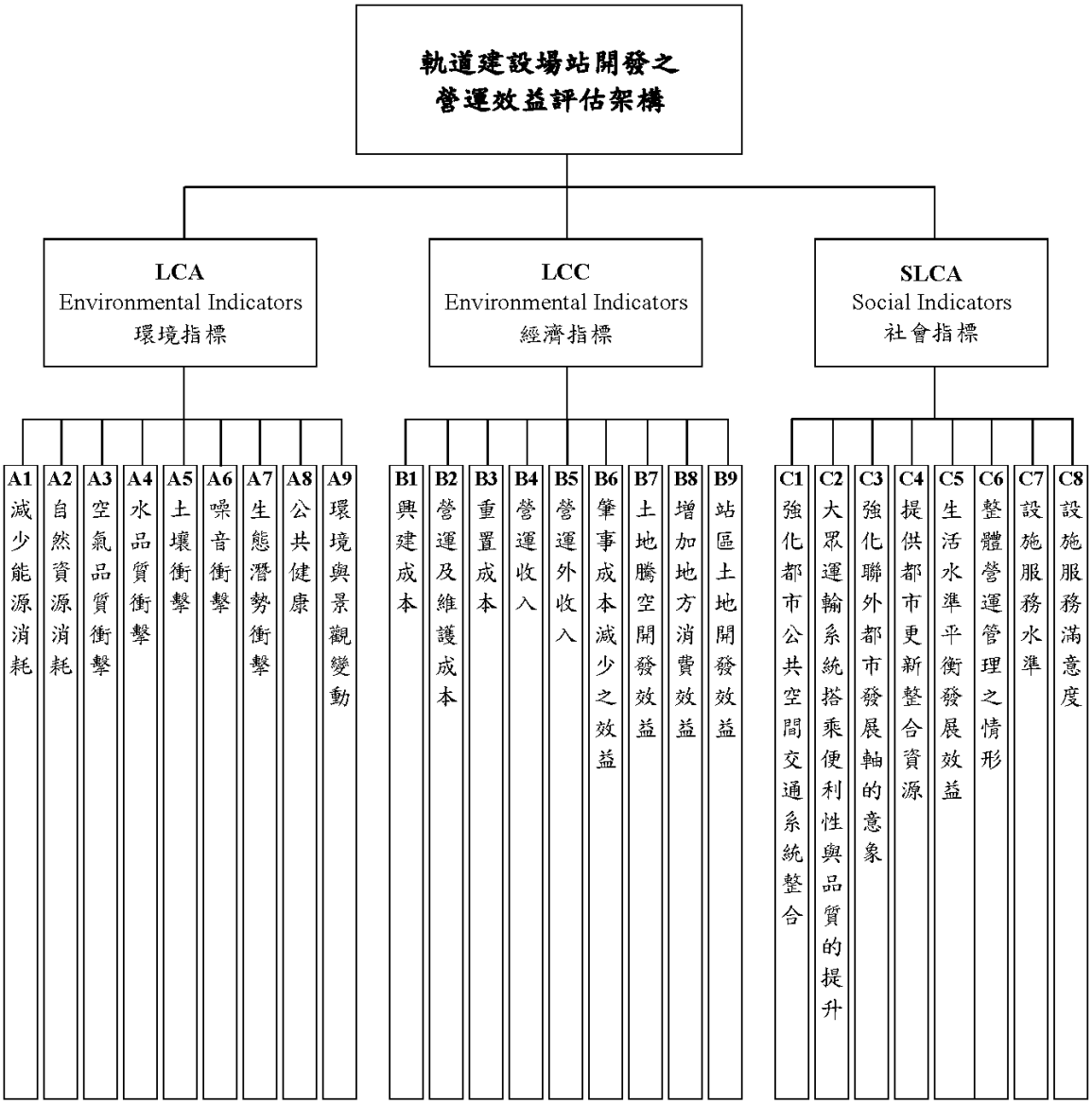


圖 4-1　LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構

DOI:10.6814/NCCU202100154

第二節　篩選評估指標

本節為篩選評估指標，先以模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）之專家問卷針對本研究選取之 26 個評估指標進行問卷調查後篩選出專家共識值較高的評估指標作為後續研究之重要評估指標；之後為 FDM 之專家問卷第二部分，針對可能跨面相之評估指標，依專家學者填入之關聯度，計算出本研究架構之生命週期永續三角形（Life Cycle Sustainability Triangle, LCST）。

本研究經由各國文獻回顧、政府單位相關評估手冊以及焦點團體訪談整理，研擬出應用生命週期永續性評估法（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）三個指標面向（如圖 4-2），建立軌道建設場站開發之營運效益評之估面向與指標架構，共有 26 項評估指標；再以模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）之專家問卷進行調查，在通過專家共識值（Gi）的計算後，建立本次研究之門檻值後，刪除低於門檻值之較不重要評估指標，進一步篩選出較重要的指標群以建立較具客觀性之評估指標架構，並以其作為後續案例分析研究暨針對軌道建設場站開發之營運效益評估方法與其相關政策建議之研究基礎。

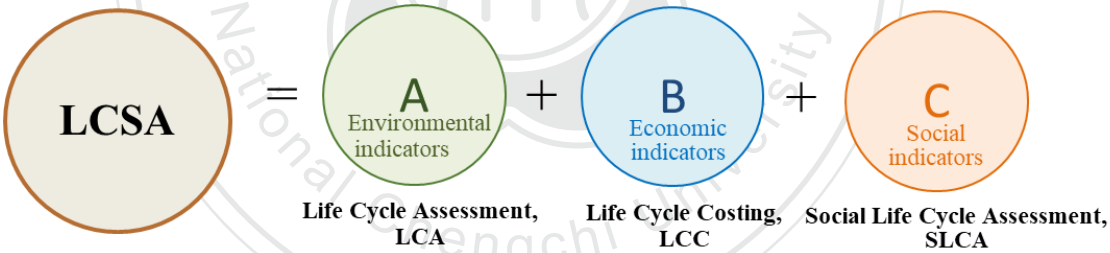


圖 4-2　LCSA 模型示意圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

壹、問卷發送對象

德爾菲法（Delphi Method）係以各專家學者專業知識與判斷為基礎，以反覆問卷回饋從複雜的議題中，從專家學者的意見中得到共識的方法(Westbrook, 1997)。Rowe and Wright（1991）指出專家問卷研究之專家群必須具備對該特定之研究領域具備足夠專業的知識與技術。本研究 FDM 問卷發放對象主要為考量專家學者對於軌道建設場站開發以及其相關評估之知識與經驗，選取 9 名專家兼後續研究案例分析案例之利害關係人與交通運輸、土地開發和公共建設效益評估領域之學者為本研究問卷發送對象；分別為中央政府監督者（Regulator）、中央政府執行者（Operator）、地方政府（Government）、學界（Academic）與業界（NGO）；詳如表 4-5。

本研究之 FDM 專家問卷發放日期為 2020 年 5 月 6 日至 2020 年 5 月 22 日；共發放 9 份問卷，回收計 9 份問卷，其中有效問卷為 9 份，回收率 100%；廢卷率為 0%。

表 4-5 FDM 問卷發送對象

序號	類別	利害關係人屬性	單位
1	中央政府	Regulator	財政部推動促參司（政策法制）
2			財政部推動促參司（推動輔導）
3	中央政府	Operator	交通部鐵道局北部工程處
4			交通部臺灣鐵路管理局
5	地方政府	Government	基隆市都市發展處
6	學界	None（Academic）	國立○○大學
7			國立○○大學
8	業界	NGO	○○國際財務顧問有限公司
9			○○工程顧問有限公司

資料來源：本研究繪製

貳、問卷內容

模糊德爾菲法係整合專家學者的專業知識與經驗，藉由問卷調查對特定議題來建立彼此的共識。在模糊德爾菲法專家問卷中，主要為篩選本研究透過各國文獻回顧、政府單位相關評估手冊以及焦點團體訪談整理後，研擬之軌道建設場站開發之營運效益 26 項評估指標，並且請專家依照各個指標的重要性程度進行篩選，藉由中央政府、地方政府、學界與業界之專家學者填答問卷並回

DOI:10.6814/NCCU202100154

收計算後，可以用較客觀且科學化的方法整合各個專家的意見，詳細問卷內容請參考附錄一。

參、問卷填答說明

本研究評定方式分為 0 至 10 分的等級評定指標的重要性次序，分數越高者代表其重要性愈高，依專家學者的專業知識與經驗，評估各指標對於軌道建設場站開發營運效益之重要性程度，其中可分為下列三種數值；本研究 FDM 問卷第一部份之重要程度量值表與填寫範例如表 5-2 與表 5-3。

一、專家判定最佳值：您主觀認定該項目指標重要性的**最佳數值**。

二、專家可接受之最小值：您主觀認定該指標的重要性判定可接受範圍內之**最小值**。

三、專家可接受之最大值：您主觀認定該指標的重要性判定可接受範圍內之**最大值**。

表 4-6 本研究 FDM 問卷第一部份重要程度量值表

極不重要	不重要	比較不重要	普通	比較重要	重要	非常重要
0	1~2	3~4	5	6~7	8~9	10

資料來源：本研究繪製

表 4-7 本研究 FDM 問卷第一部份填寫範例

面向	類別	評估指標	重要性程度評分（0-10）		
			最小值	最佳值	最大值
LCA 生態效益	Environmental Indicators	A1. 能源消耗	4	5	7

資料來源：本研究繪製

肆、問卷結果計算與分析

一、問卷結果計算

本研究使用鄭滄濱（2001）改良之模糊德爾菲法為研究方法基礎，計算過程如下：

DOI:10.6814/NCCU202100154

步驟一：統計最小值 C^i 與最大值 O^i

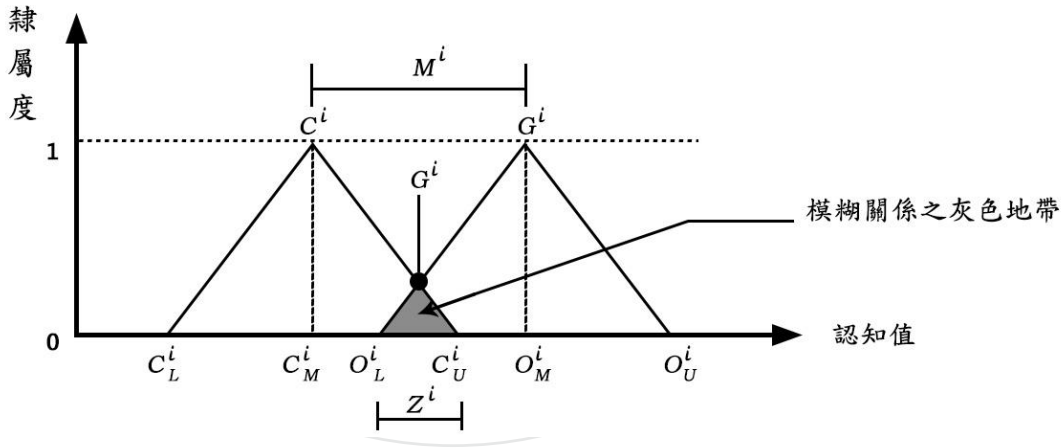
請每一位專家學者針對各評估項目給予一個可能區間數值。該區間數值的「最小值 C^i」即為此位專家對該評估項目量化數值之「最保守認知值」；而此區間數值的「最大值 O^i」即為此位專家對該評估項目量化數值的「最樂觀認知值」。

步驟二：剔除兩倍標準差以外之極端值

統計分析所有專家學者給予每個評估項目 i 之「最保守認知值」與「最樂觀認知值」，剔除落於「2 倍標準差」以外之極端值，再分別計算未被剔除之「最保守認知值」中的最小值C^i_L、幾何平均值C^i_M、最大值C^i_U，及「最樂觀認知值」中之最小值O^i_L、幾何平均值O^i_M、最大值O^i_U。

步驟三：建立三角模糊數

建立由上一個步驟所求之每個評估項目 i 之「最保守認知值」的三角模糊數$C_i=(C^i_L,C^i_M,C^i_U)$，及「最樂觀認知值」之三角模糊數$O^i=(O^i_L,O^i_M,O^i_U)$



資料來源：鄭滄濱（2001）

圖 4-3 最保守認知值與最樂觀認知之三角模糊數圖

步驟四：以灰色地帶檢定法來判斷專家學者之意見是否有達共識

1. 以最樂觀認知值與最保守值計算出此兩三角模糊數無模糊關係之灰色地帶（$C^i_U \le O^i_L$）：則其表示各專家學者意見區間值有共識區段，且意見趨於此共識區段範圍。故該評估項目 i 的「共識重要程度值G^i」等於C^i_M與O^i_M之算術平均數。計算公式如下：
$G^i=(C^i_M+O^i_M)/2$……（5-1）

DOI:10.6814/NCCU202100154

2. 若兩三角模糊數有模糊關係之灰色地帶（C_U^i>O_L^i），且模糊關係之灰色地帶Z^i=$C_U^i - O_L^i$小於專家對該評估項目「最樂觀認知值之幾何平均值」與「最保守認知之幾何平均值」之區間範圍M^i=O_M^i−C_M^i（即Z^i<M^i）：則其表示各專家學者意見區間值雖無共識區段，但給予極端值意見的兩位專家（保守認知值中之最保守值C_U^i及樂觀認知值中之最樂觀值O_L^i），並沒有與其他專家的意見相差過大而導致意見分歧發散。故令該評估項目 i 的「共識重要程度值G^i」等於兩三角模糊數之模糊關係交集（min）運算所得之模糊集合，再求得該模糊集合之最大隸屬度值的量化分數；此情形可參照圖 5-2。

$$F^i(x_j) = \{\int_x \{min[C^i(x_j), O^i(x_j)]\}dx\} \quad (5\text{-}2)$$

$$G^i = \{x_j | max\mu_{F^i}(x_j)\} \quad (5\text{-}3)$$

3. 若兩三角模糊數有模糊關係之灰色地帶（C_U^i>O_L^i），且模糊關係之灰色地帶Z^i=C_U^i＞O_L^i大於專家對該評估項目「最樂觀認知值的幾何平均值」與「最保守認知的幾何平均值」之區間範圍M^i=$O_M^i - C_M^i$（即Z^i>M^i），則表示各專家意見區間值既無共識區段，且給予極端值意見的兩位專家（保守認知值中之最保守值C_U^i及樂觀認知值中之最樂觀值O_L^i），與其他的專家的意見相差過大導致意見分歧發散。因此，將這些意見未收斂之評估項目「最樂觀認知值之幾何平均值O_M^i」與「最保守認知值之幾何平均值C_M^i」供專家參考，並重覆步驟一至四進行下一次問卷調查，直到所有評估項目皆達到收斂後，求出「共識重要程度值G^i」為止。

本研究 FDM 問卷結果統計表（依指標順序）如表 4-8，而當專家們意見若有達到收斂則表示專家們對該指標已有共識；故由上述計算出之 Gi 值為該次評選指標之重要程度，重視程度愈高則 Gi 值愈高。本研究在篩選指標時係以「專家共識值」大於或等於「界定之門檻值」來操作，本次指標評選中，門檻值為共識程度 Gi 值 6，在界定門檻值時係依專家共識值由小而大排列之後，篩選出 Gi 值大於門檻值之指標，如表 4-9 所示。

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-8　FDM 問卷結果統計表（依指標順序）

評估指標	最小值幾何平均 Ci	最佳值幾何平均 M	最大值幾何平均 OM	最保守認知值最小值 CiMIN	最保守認知值最大值 CiMAX	最樂觀認知值最小值 Omin	最樂觀認知值最大值 Omax	檢定值 Zi	專家共識值 Gi
A1. 減少能源消耗	4.43	6.00	7.00	2	7	5	9	0.57	5.88
A2. 自然資源消耗	4.57	5.86	6.63	3	5	4	9	1.05	4.86
A3. 空氣品質衝擊	4.25	5.88	6.89	3	6	5	9	1.64	5.52
A4. 水品質衝擊	3.88	5.22	6.33	1	6	4	9	0.46	5.05
A5. 土壤衝擊	3.11	4.56	5.78	2	5	4	8	1.67	4.48
A6. 噪音衝擊	4.86	6.44	7.56	3	6	5	10	1.70	5.69
A7. 生態潛勢衝擊	4.00	5.56	7.33	2	5	4	9	2.33	4.77
A8. 公共健康	4.63	6.50	7.11	2	7	5	10	0.49	5.94
A9. 環境與景觀變動	5.00	7.00	8.33	3	6	7	10	4.33	6.43
B1. 興建成本	6.22	8.00	9.33	4	9	8	10	2.11	8.32
B2. 營運及維護成本	6.38	8.00	9.11	4	8	7	10	1.74	7.57
B3. 重置成本	5.14	6.22	7.44	4	7	5	10	0.30	6.14
B4. 營運收入	5.38	7.33	8.78	1	7	5	10	1.40	6.40
B5. 營運外收入	5.50	6.89	8.22	5	7	5	10	0.72	6.36
B6. 肇事成本減少之效益	5.50	7.11	8.44	4	8	6	10	0.94	6.99
B7. 土地騰空開發效益	5.17	6.22	7.56	4	7	5	10	0.39	6.16
B8. 增加地方消費效益	5.57	6.67	7.78	4	7	5	10	0.21	6.32
B9. 站區土地開發效益	6.00	7.00	8.22	4	7	6	10	1.22	6.69
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	6.25	7.67	8.89	4	8	6	10	0.64	7.25
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	6.44	7.78	8.67	4	8	6	10	0.22	7.26
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	5.33	6.22	7.33	4	7	5	10	0.00	6.17
C4. 提供都市更新整合資源	5.86	6.78	8.00	5	7	6	10	1.14	6.64
C5. 生活水準平衡發展效益	5.71	6.67	7.89	4	8	6	10	0.17	6.90
C6. 整體營運管理之情形	4.88	6.22	7.44	4	6	6	10	2.57	6.00
C7. 設施服務水準	5.50	6.89	8.00	4	8	6	10	0.50	6.89
C8. 設施服務滿意度	5.44	7.00	8.11	3	8	6	10	0.67	6.90

資料來源：本研究繪製

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-9　FDM 問卷結果統計表（依共識值 Gi 大小排序）

評估指標	最小值幾何平均 Ci	最佳值幾何平均 M	最大值幾何平均 OM	最保守認知值最小值 CiMIN	最保守認知值最大值 CiMAX	最樂觀認知值最小值 Omin	最樂觀認知值最大值 Omax	檢定值 Zi	專家共識值 Gi	篩選結果
B1.興建成本	6.22	8.00	9.33	4	9	8	10	2.11	8.32	通過
B2.營運及維護成本	6.38	8.00	9.11	4	8	7	10	1.74	7.57	通過
C2.大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	6.44	7.78	8.67	4	8	6	10	0.22	7.26	通過
C1.強化都市公共空間交通系統整合	6.25	7.67	8.89	4	8	6	10	0.64	7.25	通過
B6.肇事成本減少之效益	5.50	7.11	8.44	4	8	6	10	0.94	6.99	通過
C5.生活水準平衡發展效益	5.71	6.67	7.89	4	8	6	10	0.17	6.90	通過
C8.設施服務滿意度	5.44	7.00	8.11	3	8	6	10	0.67	6.90	通過
C7.設施服務水準	5.50	6.89	8.00	4	8	6	10	0.50	6.89	通過
B9.站區土地開發效益	6.00	7.00	8.22	4	7	6	10	1.22	6.69	通過
C4.提供都市更新整合資源	5.86	6.78	8.00	5	7	6	10	1.14	6.64	通過
A9.環境與景觀變動	5.00	7.00	8.33	3	6	7	10	4.33	6.43	通過
B4.營運收入	5.38	7.33	8.78	1	7	5	10	1.40	6.40	通過
B5.營運外收入	5.50	6.89	8.22	5	7	5	10	0.72	6.36	通過
B8.增加地方消費效益	5.57	6.67	7.78	4	7	5	10	0.21	6.32	通過
C3.強化聯外都市發展軸的意象	5.33	6.22	7.33	4	7	5	10	0.00	6.17	通過
B7.土地騰空開發效益	5.17	6.22	7.56	4	7	5	10	0.39	6.16	通過
B3.重置成本	5.14	6.22	7.44	4	7	5	10	0.30	6.14	通過
C6.整體營運管理之情形	4.88	6.22	7.44	4	6	6	10	2.57	6.00	通過
A8.公共健康	4.63	6.50	7.11	2	7	5	10	0.49	5.94	刪除
A1. 減少能源消耗	4.43	6.00	7.00	2	7	5	9	0.57	5.88	刪除
A6.噪音衝擊	4.86	6.44	7.56	3	6	5	10	1.70	5.69	刪除
A3.空氣品質衝擊	4.25	5.88	6.89	3	6	5	9	1.64	5.52	刪除
A4.水品質衝擊	3.88	5.22	6.33	1	6	4	9	0.46	5.05	刪除
A2.自然資源消耗	4.57	5.86	6.63	3	5	4	9	1.05	4.86	刪除
A7.生態潛勢衝擊	4.00	5.56	7.33	2	5	4	9	2.33	4.77	刪除
A5.土壤衝擊	3.11	4.56	5.78	2	5	4	8	1.67	4.48	刪除

資料來源：本研究繪製

DOI:10.6814/NCCU202100154

二、問卷結果分析

經過 FDM 計算後，共刪除 8 項評估指標，留下 18 項指標；其中生態效益之環境評估指標僅保留了 A9 環境與景觀變動，計 1 項；經濟面向評估指標與社會面向評估指標全被保留，計 17 項；詳表 4-10。

表 4-10 本研究 FDM 問卷篩選出之指標

面向	類別	評估指標	內容
LCA 環境效益	環境指標	A9. 環境與景觀變動	土地使用類型變化與周遭景觀改變。
LCC 經濟效益	經濟指標	B1. 興建成本	包括原用地取得及拆遷補償費、設計與工程建造費等。
		B2. 營運及維護成本	對外提供服務或提供勞務的支出成本以及維護成本。
		B3. 重置成本	指相關工程及設備硬體因到達耐用年限或自然損壞後，重新添置相關設備以維持正常營運之成本。
		B4. 營運收入	進出站及票箱收入。
		B5. 營運外收入	商場、停車場等租金收入或如廣告之其他收入。
		B6. 肇事成本減少之效益	軌道建設為例，平交道之拆除作業減少人事、維護設備與事故賠償之費用，以及減少交通滯留之時間。
		B7. 土地騰空開發效益	軌道建設計畫常會出現土地騰空項目，此一騰空資本收入歸屬政府，因此乃將土地騰空的價值計入成本的減項。
		B8. 增加地方消費效益	使用者或鄰近居民生活消費的效益。
		B9. 站區土地開發效益	辦理商場開發，作為多目標開發使用等土地增值效益以及周邊商場之效益。

DOI:10.6814/NCCU202100154

面向	類別	評估指標	內容
SLCS 社會效益	社會指標	C1. 強化都市公共空間交通系統整合	公共空間得以連結，以及各項交通公共建設緊密結合。
		C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	連結其他大眾運輸系統之便利性與轉乘舒適度。
		C3. 強化聯外都市發展軸的意象	新開發站體傳達之嶄新的都市樣貌。
		C4. 提供都市更新整合資源	開發計畫提供都市生活機能便利並釋放出之開放空間，以利鄰近街廓都市更新案。
		C5. 生活水準平衡發展效益	有助於鄰近區域都市發展，發揮鐵路捷運化的效益，提升生活水準。
		C6. 整體營運管理之情形	管理制度、創新性營運管理作為以及其他特殊貢獻或足以為示範推廣。
		C7. 設施服務水準	設施清潔與安全維護的情況，緊急及意外事件的防範與處理，及設施配置的適宜性。
		C8. 設施服務滿意度	各項服務對於使用者的滿意感受程度。

資料來源：本研究製表

環境效益之環境評估指標僅保留了 1 項，且為焦點團體訪談討論出共識評估指標：環境及景觀變動，也就是專家學者們於環境面向較重視土地使用類型變化與周遭景觀改變，而較不重視其他有關能源或是對當地自然因素（如水、土壤與生態潛勢等等），推測與我國重大公共建設計畫於先期計畫階段，依環境影響評估法第 5 條規定，若有相關重大建設開發行為對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估，而本研究為營運階段之效益評估，專家學者更重視的環境面向評估項目為環境與景觀變動，與景觀視覺有關，比起需要長期監測的其他項目（如水、土壤與生態潛勢等等），專家學者更重視軌道建設場站開發營運時的環境與景觀變動。

經濟效益之經濟指標保留了全部 9 項，為本次指標保留數量與比率最高之面向。由此顯現專家學者們還是偏好於與現在既有的評估內容相似經濟指

DOI:10.6814/NCCU202100154

標，他們選出本架構所列之所有營運成本與營運收入指標，顯現出專家偏好可量化之經濟效益與相關財務指標；此外，亦重視軌道建設立體化後肇事成本減少之效益、周邊場站開發增加地方消費效益與整體站區之土地開發效益。

社會效益之社會指標保留了全部 8 項，主要為都市公共空間與軌道建設之連結度、大眾運輸系統搭乘便利性與品質、軌道建設帶來的都市更新整合資源機會與平衡鄰近區域間的都市發展，提升居民生活水準；此外，亦重視軌道建設設施本身提供的服務水準與品質。

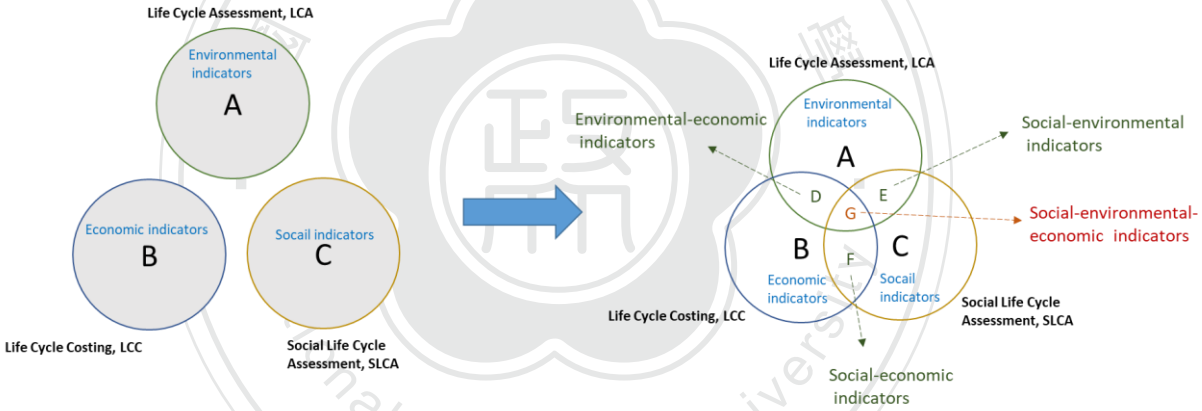
問卷結果可以顯現，目前我國評估軌道建設之經濟面向指標尚稱完備，惟若再加入環境面向與社會面向之效益評估，方能擴展軌道建設場站開發營運評估之面向，以呈現較完整之效益評估。

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

第三節 評估指標關聯度分析

Kua（2017）提出了生命週期永續性一致分析（Life cycle sustainability unified analysis, LiCSUA）提出了存在交叉連結的指標，各面向間的應有反彈效應以及指標的潛在轉變。永續性評估框架與架構係由三大面向（環境、經濟、社會）支柱構成，在 MECE （Mutually Exclusive Collectively Exhaustive）原則下，指標與指標之間應相互排斥且應具窮舉性，選擇指標時應使指標之間不存在重疊，並且共同代表了所有可能的永續發展影響。惟指標間應有相互聯繫作用（Halog and Manik, 2011），三個面向獨立作業下，被確認和優先考量（加權）最關鍵的指標時；交叉連結的指標沒有被明確指出或是被忽略其相關性，可能導致無法得到最佳評估結果；故本研究擬找出有相互連結、跨面向的指標，並計算出彼此關聯之權重關係，以利後續研究分析；如圖 4-4 所示。



資料來源：修改自 Kua（2007）

圖 4-4　指標關聯性示意圖

壹、問卷內容

此節為模糊德爾菲法專家問卷中第二部份填答題組，主要為請專家依照各個指標的於三個面向重要性程度進行評分，藉由中央政府、地方政府、學界與業界之專家學者填答問卷並回收計算後，可以用較客觀且科學化的方法計算各個專家的意見，詳細問卷內容請參考附錄一。

DOI:10.6814/NCCU202100154

貳、問卷填答說明

本研究評定方式分為 0 至 9 分的等級評定指標的關聯程度，分數越高者代表其關聯性以及佔該面向重要度愈高，依專家學者的專業知識與經驗，評估各指標於三個面向之關聯性與重要性程度；每個指標皆可填入 0 至 9 的關聯度暨重要程度，惟三個面向之關聯度評分相加必須要為 9，本研究 FDM 問卷第二部份之關聯程度量值表與填寫範例如表 4-11 與表 4-12。

表 4-11 本研究 FDM 問卷第二部份關聯度量值表

完全無相關	一點相關	稍微相關	有相關	非常相關	完全相關
0	1~2	3~4	5~6	7~8	9

資料來源：本研究繪製

表 4-12 本研究 FDM 問卷第二部份填寫範例

面向	類別	評估指標	指標關聯度評分(1~9)		
			A 環境	B 經濟	C 社會
LCA	Environmental Indicators	A1. 能源消耗	9	0	0
		A2. 自然資源消耗	8	1	0

資料來源：本研究繪製

參、問卷結果計算與分析

一、計算方式

專家調查權重法（Expert Investigation Weight Method, EIWM）是一個科學方法，集合專家的專業和經驗，運用數理統計進行檢驗與修正。EIWM 主要係依（Delphi Method）基本原理，請研究領域的專家學者採取獨立填表，依其專業與經驗填寫各評估面向或指標之權數的形式，再以其各自填寫之權數進行整理與統計分析；針對各種決策中專家權重的問題，透過評分矩陣以確定專家的客觀權重，並通過此權重來修正主觀權重，使最後計算的權重同時反映主觀和客觀程度(王明文，1999)，最後計算出各評估面向或指標的權重。其計算步驟公式與如下：

DOI:10.6814/NCCU202100154

步驟一：確定取值範圍，可設定為定值供專家學者勾選，或是給予一個取值範圍，製表並說明填表方式，由專家學者自行依主觀填入。

步驟二：計算結果，依下列公式計算。

$$\bar{\chi} = \frac{\sum \chi_i f_i}{\sum f_i}$$

$\bar{\chi}$= 評估面向或指標權重係數

χ_i= 各位專家選取或填寫之權重係數

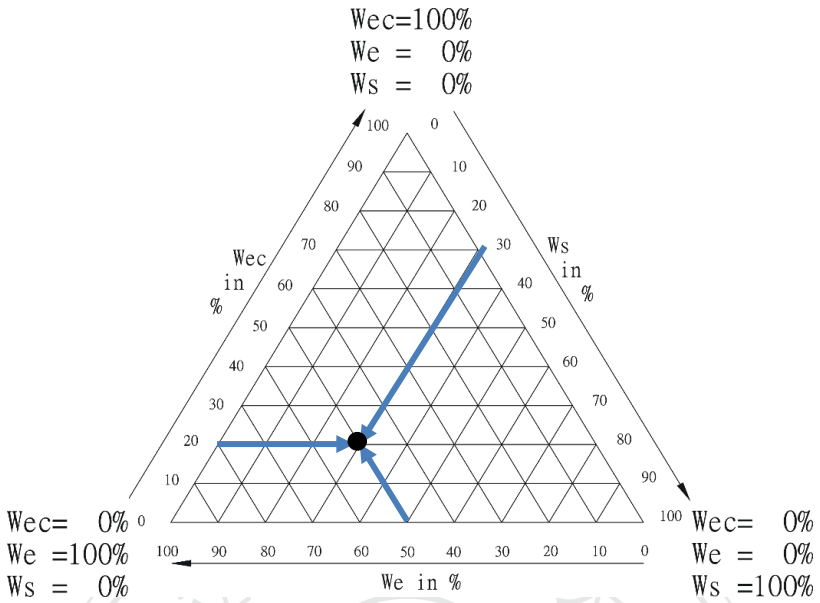
f_i= 權重係數選取或填寫出現次數

計算出三個面向相關權重後，以生命週期永續三角形（Life Cycle Sustainability Triangle, LCST）表現其權重分布。LCST 適用於不同面相間加權的配適問題（Matthia, Erwin, Annekatrin 與 Marzia, 2010），LCST 係由 Hofstetter, Braunschweig, Mettier, Müller-Wenk 與 Tietje（1999）建立之圖型化決策，係用以表現不同面向參數綜合性的權重配適圖，LCST 可以適用於任何具有三個參數權重的模型，其三個參數相加必為 100%。永續性效用值的總效用值是以這三個權重參數乘以權重因子後一起計算；其權重參數被命名為 W_e（環境面相權重參數），W_s（社會面相權重參數）以及 W_{ec}（經濟面相權重參數）此三項權重參數被命名為加權集；W_e 是為了計算環境效益（Environmental value）、W_s 是為了計算社會效益（Social value、W_{ec} 是為了計算經濟效益（Economic value），三個參數具有以下關係：

$$W_e + W_s + W_{ec} = 100\% \quad \text{and} \quad W_e\ ,\ W_s\ ,\ W_{ec} > 0$$

而本研究欲以專家調查權重法計算出篩選的指標分別占三個評估面向之關聯度暨重要程度後，再以 LCST 展現各專家學者認為各面相指標之重要程度與其權重，可得到本次篩選後指標架構之 LCST，以利後續分析。若計算出某專家對於三個評估面相權重分別為 W_e=50%、W_s=30%、W_{ec}=20%，以圖 4-6 所示。

DOI:10.6814/NCCU202100154



資料來源：Matthia et al.（2010）

圖 4-5 LCST 示意圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

二、問卷結果與分析

問卷結果依篩選後各個指標之關聯度暨重要程度計算如表 4-13 所示，而本研究依 FDM 篩選出評估指標架構於三個面向之重要程度權重值如表 4-14 所示：

表 4-13 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（全體）

評估指標	環境	經濟	社會
A9. 環境與景觀變動	54.3%	23.5%	22.2%
B1. 興建成本	9.9%	72.8%	17.3%
B2. 營運及維護成本	8.6%	75.3%	16.0%
B3. 重置成本	13.6%	70.4%	16.0%
B4. 營運收入	11.1%	72.8%	16.0%
B5. 營運外收入	12.3%	67.9%	19.8%
B6. 肇事成本減少之效益	16.0%	49.4%	34.6%
B7. 土地騰空開發效益	18.5%	56.8%	24.7%
B8. 增加地方消費效益	12.3%	59.3%	28.4%
B9. 站區土地開發效益	18.5%	59.3%	22.2%
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	19.8%	34.6%	45.7%
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	17.3%	32.1%	50.6%
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	17.3%	32.1%	50.6%
C4. 提供都市更新整合資源	17.3%	37.0%	45.7%
C5. 生活水準平衡發展效益	21.0%	32.1%	46.9%
C6. 整體營運管理之情形	11.1%	34.6%	54.3%
C7. 設施服務水準	14.8%	32.1%	53.1%
C8. 設施服務滿意度	14.8%	32.1%	53.1%

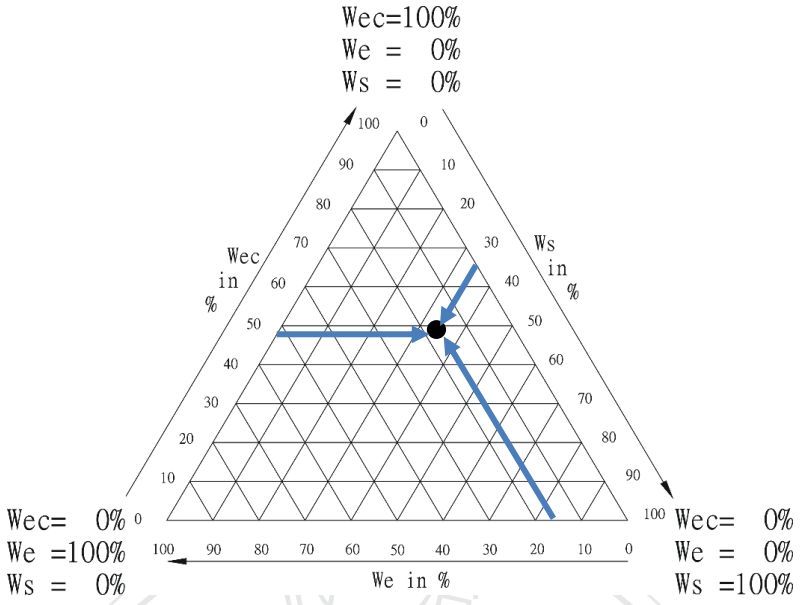
資料來源：本研究繪製

表 4-14 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（全體）

項目	環境	經濟	社會
本研究之評估指標架構	17.1%	48.6%	34.3%

資料來源：本研究繪製

DOI:10.6814/NCCU202100154



資料來源：修改自 Matthia et al.（2010）

圖 4-6　本研究之評估架構 LCST 圖（全體）

本研究之評估架構依前開計算，結果分別為 W_e = 17.7%、W_{ec} = 48.6%、W_s = 33.7%，以圖 4-6 所示。由 LCST 可以看出，雖然環境面向指標僅被專家學者篩選出一個重要指標，但其在 LCSA 之環境評估面向權重為 17.7%，雖然為三個評估面向權重較低之比率，但還是佔有其份量，為不可忽視之評估面向之一；而篩選後最多數量共識值較高之經濟面向指標，其數量雖然佔了評估架構 50%，但 LCST 權重呈現卻略低於 50%，為 48.6%，表示三個評估面向指標互相影響彼此權重關係，而全體受訪者對於環境面向是最不重視的，認為經濟面向效益大於社會面向效益，最後才為環境面向效益。

計算出全體受訪者心目中對於各面相指標之重要程度與其權重後，接著依不同類型之本研究受訪者；專家兼後續研究案例分析案例之利害關係人：分別為中央政府-監督者（Regulator），其計算結果如表 4-15 與 4-16、LCST 如圖 4-7；中央政府-執行者（Operator），其計算結果如表 4-17 與 4-18、LCST 如圖 4-8；、地方政府（Government），其計算結果如表 4-19 與 4-20、LCST 如圖 4-9；、學界（Academic），其計算結果如表 4-21 與 4-22、LCST 如圖 4-10；業界（NGO），其計算結果如表 4-23 與 4-24、LCST 如圖 4-11；分別計算其心目中指標分別占三個評估面向之關聯度暨重要程度與其權重。

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-15 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Regulator）

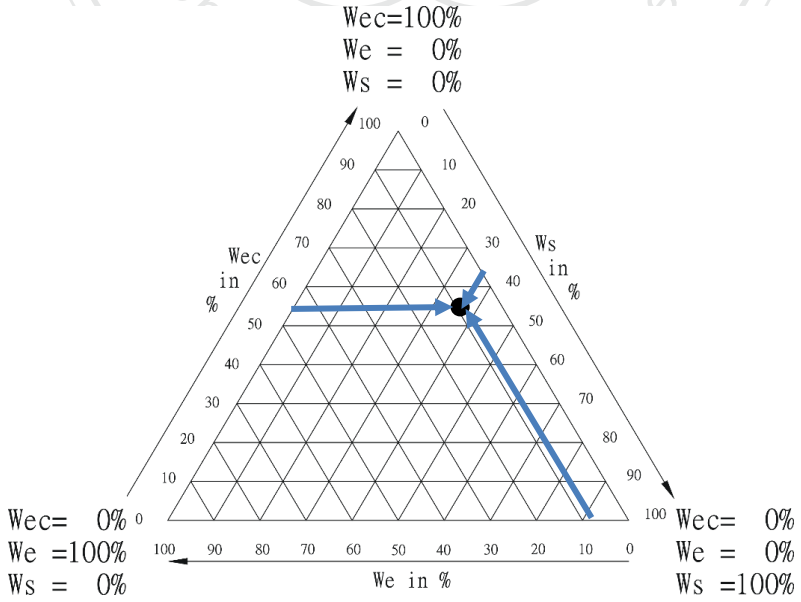
評估指標	環境	經濟	社會
A9. 環境與景觀變動	72.2%	22.2%	5.6%
B1. 興建成本	5.6%	94.4%	0.0%
B2. 營運及維護成本	0.0%	100.0%	0.0%
B3. 重置成本	0.0%	100.0%	0.0%
B4. 營運收入	0.0%	94.4%	5.6%
B5. 營運外收入	0.0%	88.9%	11.1%
B6. 肇事成本減少之效益	11.1%	61.1%	27.8%
B7. 土地騰空開發效益	11.1%	61.1%	27.8%
B8. 增加地方消費效益	0.0%	66.7%	33.3%
B9. 站區土地開發效益	11.1%	66.7%	22.2%
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	16.7%	38.9%	44.4%
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	5.6%	22.2%	72.2%
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	5.6%	27.8%	66.7%
C4. 提供都市更新整合資源	16.7%	38.9%	44.4%
C5. 生活水準平衡發展效益	16.7%	33.3%	50.0%
C6. 整體營運管理之情形	0.0%	22.2%	77.8%
C7. 設施服務水準	0.0%	22.2%	77.8%
C8. 設施服務滿意度	0.0%	22.2%	77.8%

資料來源：本研究繪製

表 4-16 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Regulator）

項目	環境	經濟	社會
本研究之評估指標架構	9.6%	54.6%	38.8%

資料來源：本研究繪製



資料來源：修改自 Matthia et al.（2010）

圖 4-7 本研究之評估架構 LCST 圖（Regulator）

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-17 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Operator）

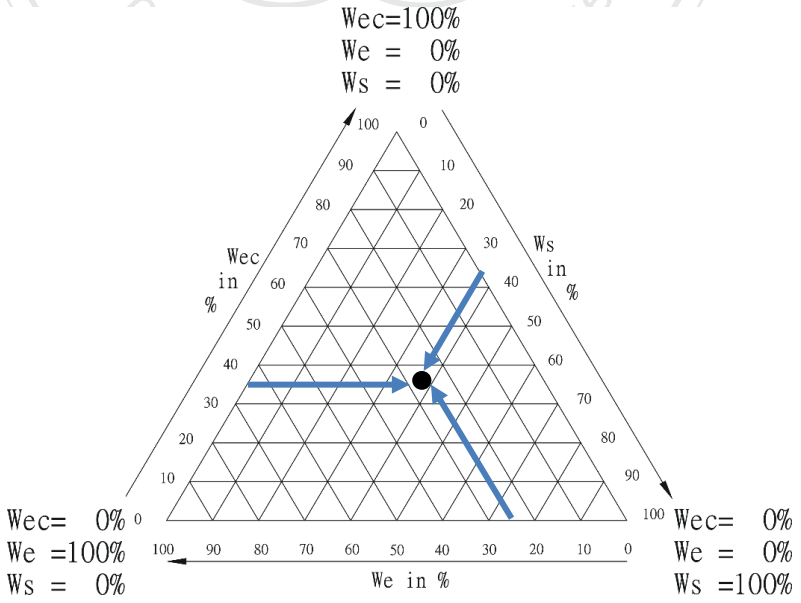
評估指標	環境	經濟	社會
A9. 環境與景觀變動	33.3%	33.3%	33.3%
B1. 興建成本	22.2%	44.4%	33.3%
B2. 營運及維護成本	22.2%	44.4%	33.3%
B3. 重置成本	22.2%	44.4%	33.3%
B4. 營運收入	22.2%	44.4%	33.3%
B5. 營運外收入	27.8%	38.9%	33.3%
B6. 肇事成本減少之效益	27.8%	33.3%	38.9%
B7. 土地騰空開發效益	27.8%	44.4%	27.8%
B8. 增加地方消費效益	27.8%	44.4%	27.8%
B9. 站區土地開發效益	27.8%	44.4%	27.8%
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	27.8%	27.8%	44.4%
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	27.8%	33.3%	38.9%
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	27.8%	33.3%	38.9%
C4. 提供都市更新整合資源	27.8%	33.3%	38.9%
C5. 生活水準平衡發展效益	27.8%	33.3%	38.9%
C6. 整體營運管理之情形	27.8%	33.3%	38.9%
C7. 設施服務水準	27.8%	33.3%	38.9%
C8. 設施服務滿意度	27.8%	33.3%	38.9%

資料來源：本研究繪製

表 4-18 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Operator）

項目	環境	經濟	社會
本研究之評估指標架構	26.9%	37.7%	35.4%

資料來源：本研究繪製



資料來源：修改自 Matthia et al.（2010）

圖 4-8 本研究之評估架構 LCST 圖（Operator）

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-19 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Government）

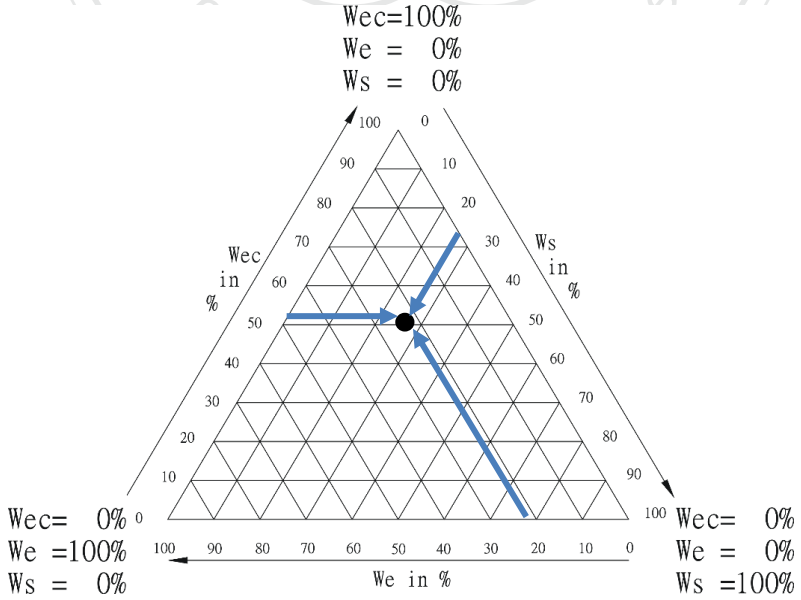
評估指標	環境	經濟	社會
A9. 環境與景觀變動	55.6%	22.2%	22.2%
B1. 興建成本	11.1%	77.8%	11.1%
B2. 營運及維護成本	11.1%	77.8%	11.1%
B3. 重置成本	22.2%	55.6%	22.2%
B4. 營運收入	11.1%	77.8%	11.1%
B5. 營運外收入	11.1%	66.7%	22.2%
B6. 肇事成本減少之效益	22.2%	33.3%	44.4%
B7. 土地騰空開發效益	22.2%	55.6%	22.2%
B8. 增加地方消費效益	11.1%	44.4%	44.4%
B9. 站區土地開發效益	22.2%	66.7%	11.1%
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	44.4%	44.4%	11.1%
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	22.2%	44.4%	33.3%
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	33.3%	22.2%	44.4%
C4. 提供都市更新整合資源	11.1%	55.6%	33.3%
C5. 生活水準平衡發展效益	33.3%	33.3%	33.3%
C6. 整體營運管理之情形	11.1%	55.6%	33.3%
C7. 設施服務水準	11.1%	55.6%	33.3%
C8. 設施服務滿意度	11.1%	44.4%	44.4%

資料來源：本研究繪製

表 4-20 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Government）

項目	環境	經濟	社會
本研究之評估指標架構	21.0%	51.9%	27.1%

資料來源：本研究繪製



資料來源：修改自 Matthia et al.（2010）

圖 4-9 本研究之評估架構 LCST 圖（Government）

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-21 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（Academic）

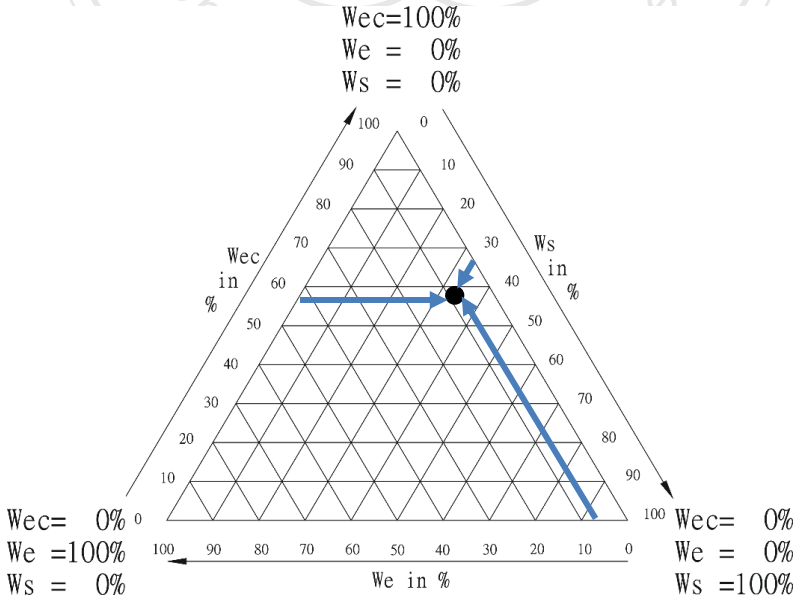
評估指標	環境	經濟	社會
A9. 環境與景觀變動	77.8%	11.1%	11.1%
B1. 興建成本	0.0%	100.0%	0.0%
B2. 營運及維護成本	0.0%	100.0%	0.0%
B3. 重置成本	0.0%	100.0%	0.0%
B4. 營運收入	0.0%	100.0%	0.0%
B5. 營運外收入	0.0%	100.0%	0.0%
B6. 肇事成本減少之效益	0.0%	72.2%	27.8%
B7. 土地騰空開發效益	0.0%	83.3%	16.7%
B8. 增加地方消費效益	0.0%	88.9%	11.1%
B9. 站區土地開發效益	0.0%	83.3%	16.7%
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	0.0%	27.8%	72.2%
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	11.1%	27.8%	61.1%
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	0.0%	27.8%	72.2%
C4. 提供都市更新整合資源	5.6%	27.8%	66.7%
C5. 生活水準平衡發展效益	5.6%	22.2%	72.2%
C6. 整體營運管理之情形	0.0%	27.8%	72.2%
C7. 設施服務水準	11.1%	22.2%	66.7%
C8. 設施服務滿意度	11.1%	22.2%	66.7%

資料來源：本研究繪製

表 4-22 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（Academic）

項目	環境	經濟	社會
本研究之評估指標架構	6.8%	58.0%	35.2%

資料來源：本研究繪製



資料來源：修改自 Matthia et al.（2010）

圖 4-10 本研究之評估架構 LCST 圖（Academic）

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 4-23 篩選後指標於三個面向之關聯暨重要性權重計算結果（NGO）

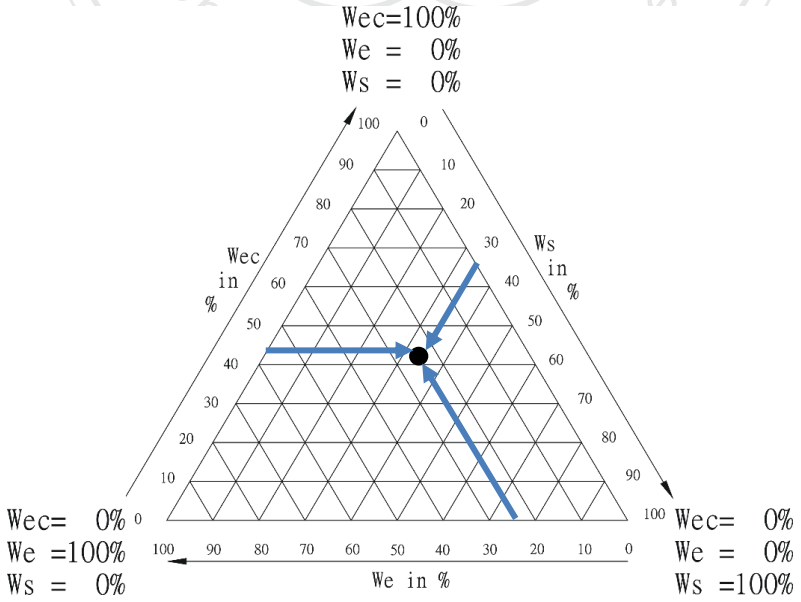
評估指標	環境	經濟	社會
A9. 環境與景觀變動	33.3%	27.8%	38.9%
B1. 興建成本	11.1%	50.0%	38.9%
B2. 營運及維護成本	11.1%	55.6%	33.3%
B3. 重置成本	27.8%	44.4%	27.8%
B4. 營運收入	22.2%	50.0%	27.8%
B5. 營運外收入	22.2%	44.4%	33.3%
B6. 肇事成本減少之效益	22.2%	38.9%	38.9%
B7. 土地騰空開發效益	33.3%	38.9%	27.8%
B8. 增加地方消費效益	22.2%	44.4%	33.3%
B9. 站區土地開發效益	33.3%	38.9%	27.8%
C1. 強化都市公共空間交通系統整合	22.2%	38.9%	38.9%
C2. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	22.2%	38.9%	38.9%
C3. 強化聯外都市發展軸的意象	27.8%	44.4%	27.8%
C4. 提供都市更新整合資源	22.2%	38.9%	38.9%
C5. 生活水準平衡發展效益	27.8%	38.9%	33.3%
C6. 整體營運管理之情形	16.7%	44.4%	38.9%
C7. 設施服務水準	22.2%	38.9%	38.9%
C8. 設施服務滿意度	22.2%	44.4%	33.3%

資料來源：本研究繪製

表 4-24 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（NGO）

項目	環境	經濟	社會
本研究之評估指標架構	23.5%	42.2%	34.3%

資料來源：本研究繪製



資料來源：修改自 Matthia et al.（2010）

圖 4-11 本研究之評估架構 LCST 圖（NGO）

DOI:10.6814/NCCU202100154

本研究受訪之中央政府-監督者（Regulator）對於指標之關聯度暨重要程度以經濟面向為最，大於 50%，推測與中央政府掌握相關重大軌道建設計劃之預算審查與核定有關，其認為經濟面向的重要程度大於環境面向與社會面向之總和；而社會面向之重要程度又大於環境面向，環境面向僅占了 9.6%，為權重最低之面向。各個類型之受訪者皆較重視經濟面向，惟中央政府-執行者，對於三個面向權重較為平均，推測為實際操作軌道建設場站營運之執行者對於每個面向的重視程度較為平等且彼此相互影響感受程度較大。

表 4-25 本研究之指標架構於三個面向之關聯暨重要性計算結果（綜合比較）

受訪者	環境	經濟	社會
全體	**17.1%**	**48.6%**	**34.3%**
中央政府-監督者（Regulator）	9.6%	54.6%	38.8%
中央政府-執行者（Operator）	26.9%	37.7%	35.4%
地方政府（Government）	21.0%	51.9%	27.1%
學界（Academic）	6.8%	58.0%	35.2%
業界（NGO）	23.5%	42.2%	34.3%

資料來源：本研究繪製

本研究以生命週期永續發展評估法（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）結合多評準決策（Multiple Criteria Decision Making, MCDM）研擬軌道建設場站開發之營運評估架構，以利後續針對案例分析地區之營運效益評估作業。本章以模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Method, FDM）之專家學者問卷調查結果，經過三個面向指標篩選後，依專家共識值留下共 18 個較重要之評估指標，並研擬出一個新的評估架構表，如圖 4-7 所示。

而 FDM 問卷第二部份，以專家調查權重法（Expert Investigation Weight Method, EIWM）計算出本研究 LCSA 評估架構之三個評估面向內涵比重後，以生命週期永續三角形（Life Cycle Sustainability Triangle, LCST）方法呈現；此方法可以一目了然各個評估架構或方案之 LCSA 三個評估面向之權重;並可以直接計算其永續性效益。在有特殊門檻之其他研究案或評估案時，LCST 呈現方法可以供專業者或其他非專業之利害關係人較容易閱讀理解相互溝通的圖像呈現方法（Matthia et al., 2010）。本研究 LCSA 評估架構表之 LCST 可以看出，雖然環境面向指標僅被專家學者篩選出一個指標，但其在 LCSA 之環境評估面向權重為 17.7%，雖然為三個評估面向權重較低之比率，但還是佔有其份量，為不可忽視之評估面向；而篩選後最多數量共識值較高之經濟面向指標，

DOI:10.6814/NCCU202100154

其數量雖然佔了評估架構 50%，但 LCST 權重呈現卻略低於 50%，為 48.6%，表示三個評估面向指標互相影響彼此權重關係。

後續本研究將以運用 FDM 後研擬之評估架構表，於下一節節進行案例分析研究，嘗試以此架構評估用以估計軌道建設場站開發之營運效益。

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

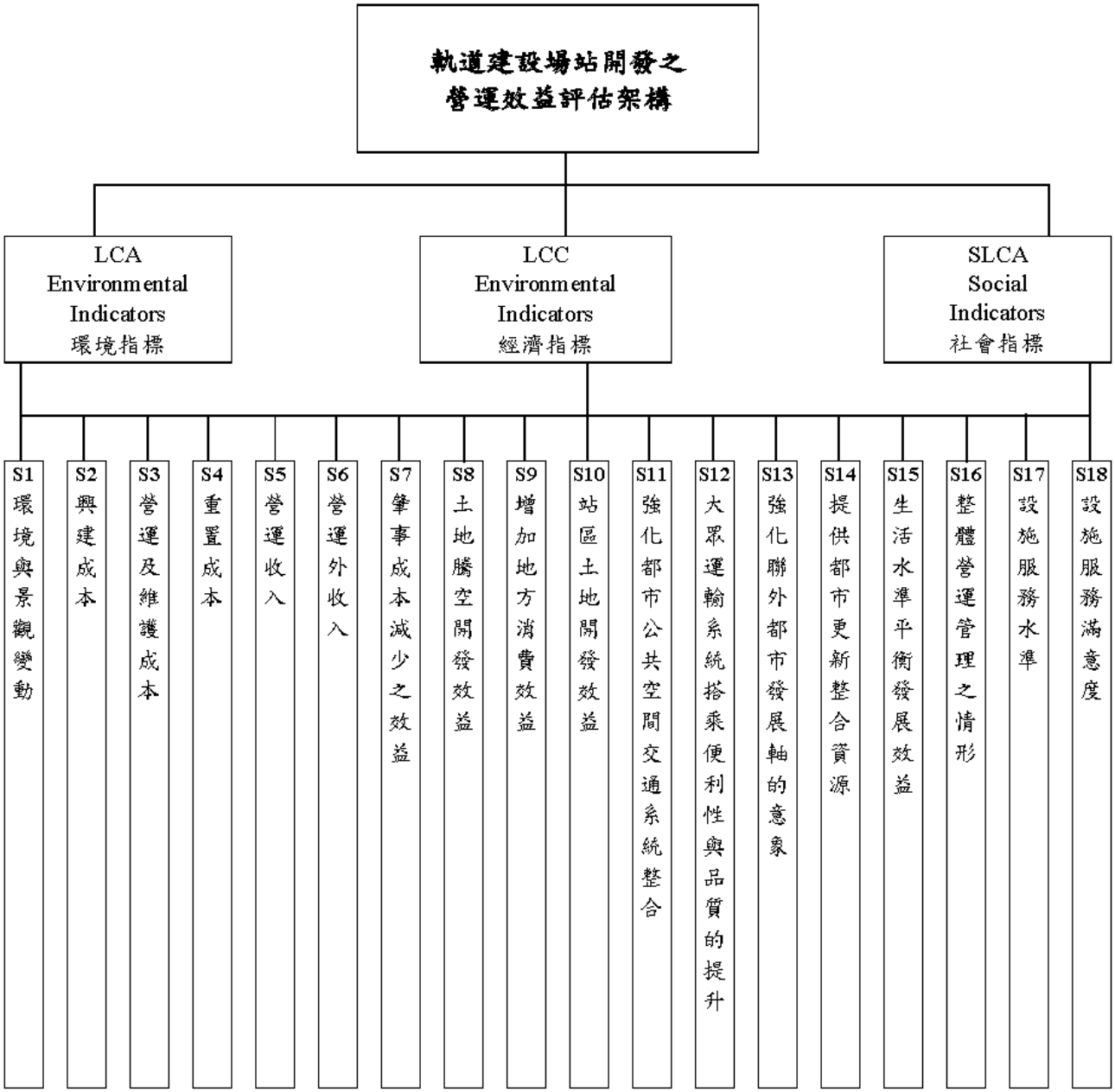


圖 4-12　LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標架構

DOI:10.6814/NCCU202100154

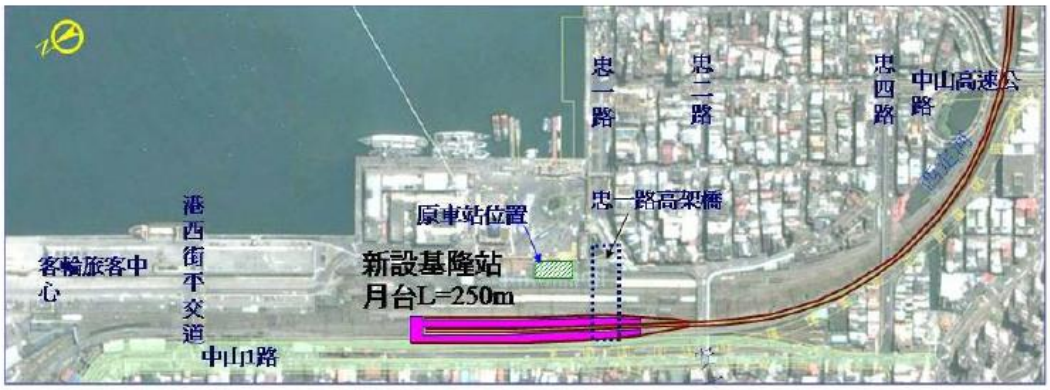
第四節 案例分析

本節共分四部份；第一部份為案例分析對象與範圍簡介；第二部份為訪談案例地區利害關係人之訪談結果；第三部份為應用本研究 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標架構於本研究案例分析地區，以本研究擬訂之評估架構評估「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」案進行各個指標之評估，進而檢視評估指標之內涵與實作性；最後為本節小結。

壹、案例分析對象與範圍

本研究選取「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」之範圍為本研究之案例分析範圍。因基隆火車站都市更新站區遷移計畫案（簡稱本案）為軌道建設結合都市更新案，其目的係為騰空舊有的基隆火車站站區內之軌道，以提供更多土地供都市更新開發使用，並遷建現有基隆火車站，以提供更智慧、現代與便捷的乘車環境。本案亦被列為愛台十二項建設之一，為重大軌道建設場站開發案；且其已於 2017 年 6 月完工，營運至今逾 3 年，為評估軌道建設場站開發之營運效益之最佳分析案例。其遷移計畫位置詳圖 4-13。其計畫目標（基隆火車站都市更新站區遷移計畫綜合規劃報告，2009）為：

1. 提供都市更新整合資源、加速都市發展升級、強化都市空間結構系統及促進「聯外都市發展軸」之景觀發展。
2. 滿足臺鐵未來營運需求，提昇旅客服務品質及多目標使用。
3. 結合公車、臺鐵、長途巴士、輕軌及客輪等運具，打造基隆市交通轉運中心新契機，提供旅客便捷運輸服務。
4. 有效提昇基隆火車站及周邊地區之開發利用，促進地區產業發展及增加公共設施空間。帶動基隆港轉型為觀光親水性港口，強化基隆市的海洋城市意象。



資料來源：《基隆火車站都市更新站區遷移計畫竣工專輯》，2018

圖 4-13 基隆火車站都市更新站區遷移計畫圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

貳、分析案例地區利害關係人訪談結果

主要以深度訪談無法量化之評估指標，例如 S1. 環境與景觀變動、S13.設施服務水準與 S14.設施服務滿意度；前列指標牽涉到利害關係人之觀感，本次訪談對象為：交通部（Regulator）、基隆市政府觀光及城市行銷處（Government/ Operator）人員、基隆市政府都市發展處（Government/ Operator）、基隆新站通勤使用者（User）以及臺灣鐵路局（Operator）站長。表格 4-26 針對受訪者有說明之效益感受結果整理，訪談紀錄詳見附錄三。

表 4-26 案例分析地區評估指標訪談結果

評估指標	內容	訪談結果
S1. 環境與景觀變動	土地使用類型變化與周遭景觀改變。	本案的確提升市容，也改善了舊往車站附近髒亂的臨時攤販市容，惟希望若可再加上更明顯地標意象建物，更增加城市意象。
S3. 營運及維護成本	對外提供服務或提供勞務的支出成本以及維護成本。	本案因站體擴大，且因分為南北站，營運壓力提升；人力與成本皆較之前多；營運成本提升。
S10. 站區土地開發效益	辦理商場開發，作為多目標開發使用等土地增值效益以及周邊商場之效益。	舊站活化與新站擴大，商業空間增多，周邊商場開發空間亦增多，微現在尚未有太多商家進駐。
S13. 強化都市公共空間交通系統整合	公共空間得以連結，以及各項交通公共建設緊密結合。	舊站活化與新建立廣場連接改善整體環境與增加友善步行空間，商業空間亦增多，公共空間整體串聯度提升。
S12. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	連結其他大眾運輸系統之便利性與轉乘舒適度。	新站南北兩站中間鐵軌正上方正在施工轉乘候車空間，而基隆舊站原址將蓋轉運大樓，供台鐵、國道客運、市區公車等轉乘；這將提供使用者舒適的轉乘空間，服務品質提升。
S13. 強化聯外都市發展軸的意象	更新之站體將傳達嶄新的都市樣貌；打造新的城市意象。	新車站建設有提升都市意象，看到天燈造型車站會想到基隆，只是宣傳可能不夠。

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估指標	內容	訪談結果
S16. 整體營運管理之情形	管理制度、創新性營運管理作為以及其他特殊貢獻或足以為示範推廣。	搭乘感受比較好，其他管理制度或營運手段似乎比較無感。
S17. 設施服務水準	設施清潔與安全維護的情況，緊急及意外事件的防範與處理，及設施配置的適宜性。	車站遊客中心遙遠，造成旅客不便。且新站分為兩個南北站出口，距離約有 250 公尺，告示牌不夠清楚，有些旅客候會走錯，應改善。
S18. 設施服務滿意度	使用者對於各項服務的滿意感受程度。	對於新站班次量以及轉乘便利性感到滿意。

參、案例分析地區效益評估

應用本研究 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標架構於本研究案例分析地區「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」之範圍。而各項指標評估標準而相關評估指標與評估標準如表 4-27；評估結果如圖 4-14。各個評估指標有分為可量化與不可量化之項目，本研究僅就可取得之相關資料做以下評估與統整。而本研究案例分析案例由結果顯現，有達成 100%效益之項目為 6 項，相關成本與收入項目，因營運收入未如預期以及尚未有營運外收入，僅節省興建成本有達到效益，而其他有達到效益之項目多為設施服務體驗、都市公共空間整合與都市意象傳達，本案例分析案例雖然在經濟面向表現尚未獲得明顯效益，但對於環境與社會面向之效益已有相當程度的良好展現。

表 4-27 案例分析地區評估指標與標準

評估指標	內容	評估標準與方式
S1. 環境與景觀變動	土地使用類型變化與周遭景觀改變。	可透過第三方調查服務滿意度調查結果(分為直接使用者與間接關係人如在地居民與商家、觀光客及基隆市政府)。

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估指標	內容	評估標準與方式
		訪談利害關係人對基隆車站遷移前後之地景改變與建築物改變喜好程度，並記錄環境與景觀改變之感受程度。
S2. 興建成本	包括原用地取得及拆遷補償費、設計與工程建造費等。	※原用地取得費用 ＋ 拆遷補償費 ＋ 設計與工程建造費 依《基隆火車站都市更新站區遷移計畫綜合規劃報告》之規劃，本案從 2009-2013 年建造成本包括原用地取得及拆遷補償費、設計與工程建造費等，共 26.27 億元。 而依《基隆火車站都市更新站區遷移計畫竣工專輯》，實際總興建成本為 24.61 億元，較原預估成本減少 1.66 億元。
S3. 營運及維護成本	對外提供服務或提供勞務的支出成本以及維護成本。	※人事費用 ＋ 服務費用 ＋ 材料及用品費 ＋ 折舊費用 依臺灣鐵路局提供之基隆火車站費用：用人費用、服務費用、材料及用品費、折舊費用計算。 1.用人費用：員工人數相比較，每年平均員工費用波動不大，隨員工人數增減而變化。 2.服務費用：包含水電費及維護費，據訪談結果，新站體因半地下化之故，為維持其溫度及空氣濃度，因而維持空調及抽風之運作，導致電費增加，臺灣鐵路管理局提供之水電費每年成長率之變動，工程期間及新站啟用翌年確實呈現費用大幅增加之趨勢。 3.材料及用品費：臺灣鐵路管理局表示該項目內容為設備零件及辦公用品，與其他項目相比金額相對較小。 4.折舊費用：折舊費用並未因新站體落成而有大幅增加，新站體之資產似乎帳列其他單位或其他會計項目，臺灣鐵路管理局僅表示台鐵公司就不同項目採用不同之折舊方式，惟未提供

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估指標	內容	評估標準與方式
		資產明細及其分類，就該費用明細之變動推測所列之折舊費用應只有站內之相關設備。
S4. 重置成本	指站體相關工程及設備因到達耐用年限或自然損壞後，重新添置相關設備以維持正常營運之成本。	未屆年期，尚無法得知重置成本為何。
S5. 營運收入	進出站及票箱收入。	由臺灣鐵路管理局提供之基隆車站進站旅客之票箱收入分析，自 2006 年至 2019 年期間，搭乘人次及票箱收入於 2014 年達到頂峰後開始逐年下滑，以 2016 年新落成站體來看，可能有環境或社會因素造所造成之搭乘人次減少而不如預期的事實。
S6. 營運外收入	商場、停車場等租金收入或如廣告之其他收入。	基隆車站目前商場出租受限於用電負載的緣故，目前無營運外收入。
S7. 肇事成本減少之效益	軌道建設為例，平交道之拆除作業減少人事、維護設備與事故賠償之費用，以及減少交通滯留之時間。	基隆車站遷移案減少成功路及文安里兩處平交道。 其效益： 1.減少人事費用及設備維修費(設備成本約 6,000 仟元，每年每處平交道約 500 仟元，費用成長率依物價上漲率調整)。 2.減少事故維護成本(因事故所造成的直接成本，約 180 仟元，費用成長率依物價上漲率調整)。 3.減少肇事賠償成本(以生命價值加以評估，生命價值設定為 1,535 萬元，受傷成本約 721 萬元)。 4.減少交通延滯時間(時間價值為 276/PCU.小時，各年旅行時間節省效益依薪資上漲率調整之)。

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估指標	內容	評估標準與方式
		本案平交道拆除效益因工程亦已施作完成，且原假設尚無不妥之處，故維持原計畫書之規劃設算，惟因新站體實際於 2016 年 6 月 29 日通車啟用，故將原規畫內容產生效益自 2014 年調整為 2016 年。因年期延後致此項效益減少 1,006 萬元。 ※資料來源：（基隆火車站都市更新站區遷移計畫綜合規劃報告，2009）
S8. 土地騰空開發效益	騰空土地(中山段 64 地號)以公告現值 60%估計，假設公告現值以每年 3%成長，加以推估騰空土地的土地現值。	經查詢中山段 64 地號之公告現值於 2009 年 1 月為 37,455 元/平方公尺，2019 年 1 月為 40,300 元/平方公尺，10 年漲幅為 7.60%，換算平均每年僅成長 0.76%，與原預估每年 3%差距頗大。
S9. 增加地方消費效益	使用者或鄰近居民生活消費的效益。	基隆車站遷移案車站站體工程已完工，依計畫書估算公式，尚無法取得工程人員實際年薪，惟若以實際工程人員消費金額亦無法統計。 於實際效益分析中，依實際各年度興建工程投入金額、製造業之平均薪資及平均消費支出更新其消費效益，同時配合興建工程投入時程調整效益年期，於調整後致地方消費效益增加 46,161 仟元。
S10. 站區土地開發效益	辦理商場開發，作為多目標開發使用等土地增值效益以及周邊商場之效益。	辦理商場開發，作為多目標開發使用。為現在尚未開發。 挑選車站周邊 125 公尺內，使用分區為商業區及住宅區之土地，查詢其公告現值與公告地價，平均十年之公告地價皆呈現平盤甚至下跌，而平均十年之公告現值漲幅則約 0.98%~4.53%，推測是因周邊轉運設施及商場尚未完成之故，仍須待整體開發完成之後才會有實質增值效益。

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估指標	內容	評估標準與方式
S11. 強化都市公共空間交通系統整合	公共空間得以連結，以及各項交通公共建設緊密結合。	車站遷移至都市更新區邊陲，車站立體化，可使附近公共空間得以連結，
S12. 大眾運輸系統搭乘便利性與品質的提升	連結其他大眾運輸系統之便利性與轉乘舒適度。	車站立體化後，騰出的空間轉為公車及客運之轉運站，將周遭之各項交通公共建設有效整合。
S13. 強化聯外都市發展軸的意象	更新之站體將傳達嶄新的都市樣貌；打造新的城市意象。	新建之站體傳達嶄新的都市樣貌與意象。
S14. 提供都市更新整合資源	開發計畫提供都市生活機能便利並釋放出之開放空間，以利鄰近街廓都市更新案。	本案雖完成車站騰空部份，但因都市更新計畫案，招商不成功，因此幾乎無本項效益，目前由基隆市政府的轉運站工程等接替。
S15. 生活水準平衡發展效益	有助於鄰近區域都市發展，發揮鐵路捷運化的效益，提升生活水準。	假設基隆車站遷移案將有助於鄰近區域都市發展，發揮鐵路捷運化的效益，可縮短鄰近地區與台北都會區的生活水準。 計算方式： 以基隆市文昌里、中山里與安平里作為計畫影響範圍。* 生活水準平衡發展效益＝影響地區所得人數×（全國平均所得-基隆市之平均所得水準） *範圍來自交通部鐵道改建工程局「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」綜合規劃報告，該計畫影響範圍。
S16. 整體營運管理之情形	管理制度、創新性營運管理作為以及其他特殊貢獻或足以為示範推廣。	目前尚無創新管理制度與創新性營運管理模式；亦無其他特殊貢獻足以為示範推廣。
S17. 設施服務水準	設施清潔與安全維護的情況，緊急及意外	對於設施清潔與安全維護的情況、緊急及意外事件的防範與處理與設施配置的適宜性。

DOI:10.6814/NCCU202100154

評估指標	內容	評估標準與方式
	事件的防範與處理，及設施配置的適宜性。	
S18. 設施服務滿意度	使用者對於各項服務的滿意感受程度。	可透過第三方調查服務滿意度調查結果(分為直接使用者與間接關係人如在地居民與商家、觀光客及基隆市政府)。

資料來源：本研究彙整

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

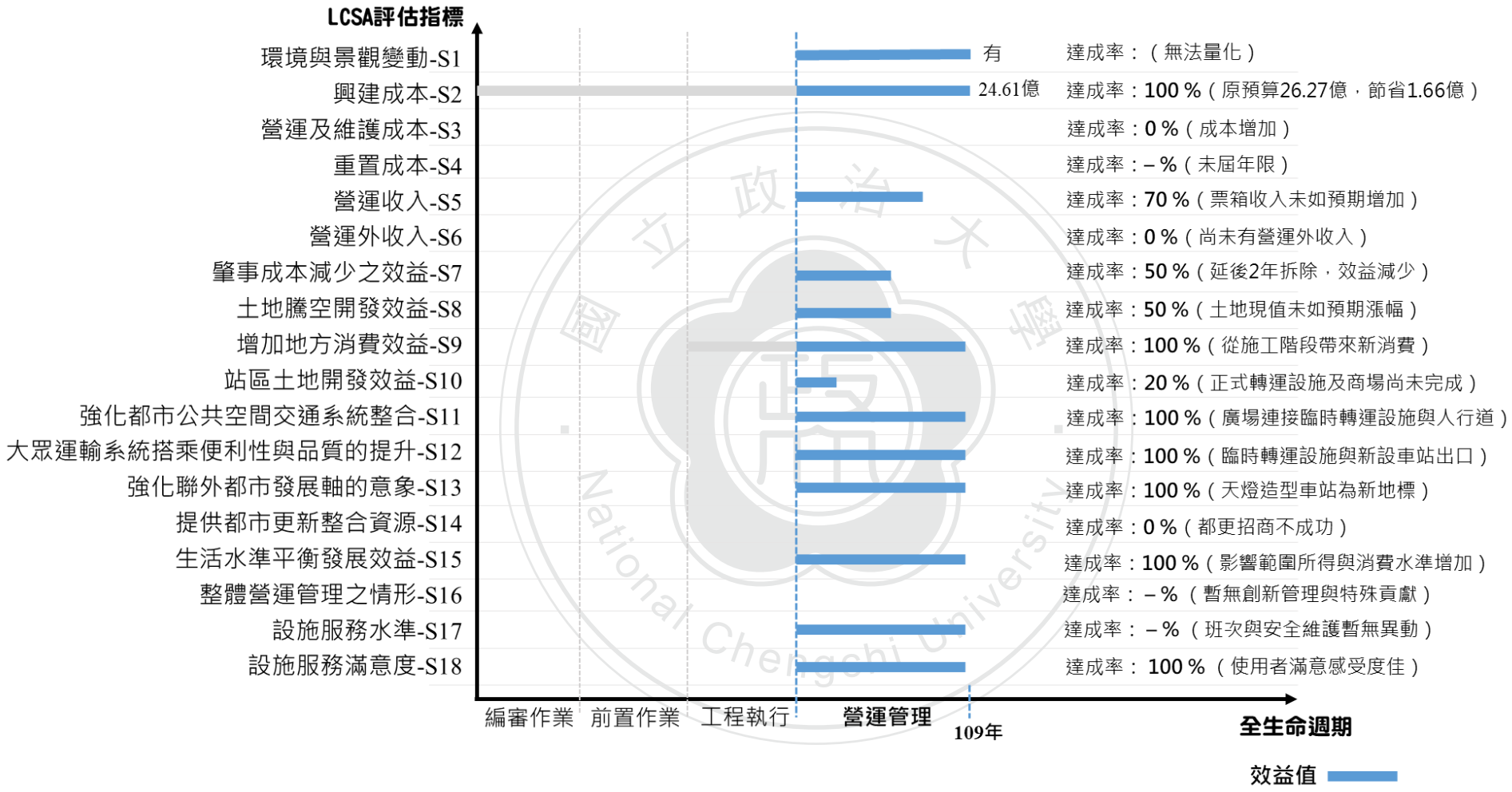


圖 4-14 「基隆火車站都市更新站區遷移計畫」評估結果圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

第五章 結論與建議

本章節就本研究之結果提出結論，共歸納出 2 點結論；而本研究之限制以及可納入後續相關研究之建議如第二節所列舉，共提出 3 點建議。

第一節　結論

軌道建設為投入大量政府預算之重點公共建設之項目，其營運效益評估皆以現行相關評估手冊訂定項目評估，其評估項目僅著重在經濟效益以及財務效益等量化效益，惟缺乏社會公共效益與自然環境效益評估之項目。本研究以生命週期永續性評估(Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA) 方法之內涵結合多評準決策方法，找出其可能缺乏的評估指標加入軌道建設場站營運評估；再以基隆火車站都市更新站區遷移計畫」之範圍為本研究案例分析地區，本研究有以下結論：

一、現有軌道建設場站開發效益評估方法評估策略之改善

軌道建設場站開發計畫案不僅僅帶來交通運輸之效益，更為地區發展重要因子；營運效益評估不僅僅有可量化之經濟價值可以評估，應加入環境價值與社會價值之效益評估面向與內容，以 LCSA 拓展原評估面向，能夠以較準確且較多元之面向評估軌道建設場站開發計畫對地區環境衝擊以及當地發展面貌。

二、歸納可提升軌道建設場站開發計畫案永續性之評估指標

影響軌道建設場站開發營運之效益因素很多，透過本研究研擬之 LCSA 框架下之軌道建設場站開發效益之評估指標群，為軌道建設場站開發效益重視之指標，亦可供未來相同類型公共建設提升其營運效益之參考指標，可為優先著手改善或重點加強之項目。

DOI:10.6814/NCCU202100154

第二節　建議

一、軌道建設場站開發之全生命週期年期界定

重大公共建設計畫全生命週期主要階段主要分為四個階段；分別為編審作業階段、前置作業階段、工程執行階段、屆期/營運階段（國家發展委員會，2019），本研究將時間範疇界定在營運階段，此階段評估後雖可以依照評估成果表現較差或是缺乏的項目進行策略修正，但若是能在各個生命週期階段擬定相關重要評估項目或加強考量因子，則可獲得完整軌道建設場站開發計畫指標策略之擬訂，以適用於其他同類型計畫案之全生命週期；故後續研究可先清楚界定相關年期。

二、再深入探討相關評估指標之評估標準制訂

本研究建立之評估指標由可量化與非量化指標組成，有些資訊需要營運管理者協助取得並提供，尚有些許指標無法有實質評估內容與標準，本研究僅先建立一個新評估架構為主，可再深入探討其指標標準制訂。

三、進一步探討利害關係人與相關單位之重視項目

軌道建設場站開發計畫擁有各個種類利害關係人與相關行政或執行單位；本研究雖有初步分析各利害關係人重視面向之權重分布，惟可再細緻依其類別探討其重視項目之感受，更具體化利害關係人及相關行政或執行單位之實際需求；以做為日後相關單位執行資源分布之參考。

DOI:10.6814/NCCU202100154

參考文獻

壹、中文參考文獻

Krueger, Richard A.著、洪志成、資梅花譯，2003，『焦點團體訪談』，嘉義：濤石文化。

王仕圖、吳慧敏，2003，「深度訪談與案例演練」。頁 145-188，收錄於齊力、林本炫編，『質性研究方法與資料分析』，嘉義：南華大學社教所。

王明文，1999，「群組決策中專家權重確定的主客觀法」，『江西师范大学学报(自然科学版)』，2：138-142。

王明德、莊春發，1999，「公共建設執行績效信號機制建立」，行政院公共工程委員會委託臺大土木工程研究所研究報告。

朱筱嵐，2005，「應用模糊與粗集合理論於多準則決策之研究」，義守大學資訊管理研究所碩士論文：高雄。

行政院，2018，政府公共建設計畫先期作業實施要點。https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=9C7FF1B2BA8C27AD，取用日期：2020 年 4 月 2 日。

行政院經濟建設委員會，2008，97 年版公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊 (上、下冊) 。https://ws.ndc.gov.tw/Down-load.ashx?u=LzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzEwL3JlbGZpbGUvMC85ODYyL2U3ZWU1YTFhLTczZjAtNGViYy1iYmNmLWQ1Y2VhZGQ3NzBmYS5wZGY%3D&n=5YWs5YWx5bu66Kit6KiI55Wr57aT5r%2Bf5pWI55uK6KmV5Lyw5Y%2BK6LKh5YuZ6KiI55Wr5L2c5qWt5omL5YaKKOS4iuW-GiikucGRm&icon=..pdf，取用日期：2020 年 3 月 2 日。

交通部鐵路改建工程局，2009，基隆火車站都市更新站區遷移計畫綜合規劃報告。

安侯企業管理股份有限公司，2018，「精進公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫」，國家發展委員會研究計畫報告。

吳詩賢，2014，「應用模糊層級分析法建構住宿類智慧綠建築評估指標體系之研

DOI:10.6814/NCCU202100154

究」，朝陽科技大學：臺中。

周濟，2004，「中長程公共建設計畫制度與政府資源配置之關連與探討」，行政院經建會委託研究計畫報告。

林佳慧，2018，「生命週期績效管理於我國科技發展計畫審議評估之應用探究」，『臺灣經濟研究月刊』，41(7)：52-59。

國家發展委員會，2019，政府重大公共建設計畫全生命週期績效管理手冊（法規篇）。
https://ws.ndc.gov.tw/Down-load.ashx?u=LzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzEwL2NrZmlsZS81YjNi-YzQzNC1iMDBkLTQ2MGQtYjg5YS05OTh-lYmJjZTM3NGQucGRm&n=5pS%2f5bqc6YeN5aSn5YWs5YWx5bu66Kit6KiI55Wr5YWo55Sf5ZG96YCx5pyf57i%2b5pWI566h55CG5omL5YaKKO-azleimj%2bevhykxMDgxMjA15pu05pawLnBkZg%3d%3d&icon=.pdf，取用日期：2020 年 3 月 2 日。

張育哲，2016，「中長程個案計畫全生命週期績效管理機制」，『國土及公共治理季刊』，4(3)：69-85。

張益城、張瓊文、劉致言，2018，「強化父通建設計畫績效管理與效益評估作法」，『國土及公共治理季刊』，6(3)：60-71。

陳雅琪、吳永明、方欽葳，2017，『社會科學研究法：理解人類社會的工具書』，臺北：雙頁書廊。

陳昭宏，2001，「亞太港埠競爭力與核心能力指標之研究」，『運輸學刊』，13(1)：1-25。

馮豐隆，1988，「環境影響評估方法之比較與網路益本法之提出」，『臺灣林業』，14(7)：24-36。

黃奇偉，2018，『基隆火車站都市更新站區遷移計畫竣工專輯』，新北:交通部鐵路改建工程局。

楊正君、黃心怡、張韶容.，2019，「從全生命週期觀點探討軌道建設計畫之營運評估」，『國土及公共治理季刊』，7(3)：50-59。

DOI:10.6814/NCCU202100154

葉晉嘉、翁興利、吳濟華，2007，「德菲法與模糊德菲法之比較研究」，『調查研究-方法與應用』，21：31-58。

劉豐瑞，2006，「結合多評準決策與模糊邏輯於環境永續性評估」，『科學與工程技術期刊』，2(3)：29-47。

鄭滄濱，2001，「軟體組織提升軟體組織提升人員能力之成熟度模糊評估模式」，國立臺灣科技大學資訊管理研究所碩士論文：臺北。

蕭代基、洪志銘、黃德秀，2019，「我國政府計畫預算制度及其成本效益分析制度與方法之檢討」，『國土及公共治理季刊』，7(3)：26-37。

蕭再安、林重昌，2012，「交通建設計畫生態效益分析法之應用－以淡水北側平面道路建設計畫為例」，『交通學報』，12(1)：71-94。

蘇振維、張舜淵、楊幼文、張益城、吳清如、 陳柏君、戴子純、任雅婷、吳姿瑩、戴婷婷，2018，『交通建設計畫經濟效益評估手冊與應用軟體更新』，台北:交通部運輸研究所。

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

貳、外文參考文獻

Abdallah, K. B., Belloumi. M. and DeWolf, D., 2013, " Indicators for sustainable energy development: A multivariate cointegration and causality analysis from Tunisian road transport sector", *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* 25: 34-43.

Bertolini, L., & Spit, T., 1998, *Cities on rails : the redevelopment of railway station areas.* New York: E & FN Spon.

Buchholtz, A. K. and A. B. Carroll, 2012, *Business & society: Ethics & stakeholder management*, South-Western: Cengage Learning.

D. Costa , P. Quinteiro, A.C. Dias., 2019, "A systematic review of lifecycle sustainability assessment: Curren tstate, methodological challenges, and implementation issues", *Science of the Total Environment,* 686:774-787.

Dunn, W. N. , 1994, *Public Policy Analysis: An Introduction (2nd ed).* New Jersey: Prentice Hall Englewood Cliffs.

Finkbeiner, M., Schau, E., Lehmann, A. and raverso, M., 2010, "Towards life cycle sustainability assessment", *Sustainability*, 2(10):3309-3322.

Hannan, M. T., and J. Freeman, 1984, "Structural Inertia and Organizational Change", *American Sociological Review*, 49:149-164.

Harn Wei Kua, 2017, "On Life Cycle Sustainability Unified Analysis", *Special Issue: Charting the Future of Life Cycle Sustainability Assessment*, 21(6):1488-1506.

Hidalgo, D. and Huizenga, C., 2013, "Implementation of sustainable urban transport in Latin America", *Research in Transportation Economics*, 40(1):66-77.

Hill & Jones., 1995, *Strategic Management Theory :An Integrated Approach*, Boston: Houghton Miffin.

Hofstetter, P.; Braunschweig, A.; Mettier, T.; Müller-Wenk, R.; Tietje, O.,1999, "The Mixing Triangle: Correlation and Graphical Decision Support for LCA-based Comparisons", *Journal of Industrial Ecology*, 3(4): 97-115.

Hunkeler, D., Klöpffer, W., Pesonen, H., Ciroth, A., Swarr, T., Pagan, B. and Itsubo, N., 2008, *Life Cycle Costing*, SETAC World Congress.

DOI:10.6814/NCCU202100154

Hwang, C.L. and Yoon K.,1981, *Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications:A State-of-the-Art Survey*, New York: Springer-Verlag.

Ishikawa, A., Amagasa, T., Tamizawa, G., Totsuta, R. and Mieno, H., 1993, "The Max-Min Delphi Method and Fuzzy Delphi Method Via Fuzzy Integration ", *Fuzzy Sets and Systems*, 55:241-253.

ISO (International Organization for Standardization), 1997, ISO 14040: *Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles And Framework*, Geneva: ISO.

ISO (International Organization for Standardization), 2006, *ISO 14040 Environmental management-Life cycle assessment- Principles and framework*, Geneva: ISO.

Keeney, R.L. and Raiffa, H., 1976, *Decisions with Multiple Objectives: Preference and Value Tradeoffs*, New York: John Wiley & Sons.

Klöpffer, W., 2008, "Life cycle sustainability assessment of products", *International Journal of Life Cycle Assessment*, 13(2):89-95.

Leontief, Wassily., 1970, "Environmental Repercussions and Economic Structure - Input-Output Approach", *Review of Economics and Statistics*, 52(3), 262-271.

LynnWestbrook.,1997, "Information access issues for interdisciplinary scholars: Results of a Delphi study on women's studies research", *The Journal of Academic Librarianship*, 23(3), 211-216

Malhotra, N. K., 1993, *Marketing Research*, New Jersey:Prentice-Hall.

Matthias Finkbeiner, Erwin M. Schau, Annekatrin Lehmann and Marzia Traverso, 2010, "Towards Life Cycle Sustainability Assessment", *Sustainability,* 2(10), 3309-3322.

Michael Z. Hauschild. Ralph K. Rosenbaum. Stig Irving Olsen., 2018, *Life Cycle Assessment Theory and Practice*, Springer

Miranda, H. d. F. and Silva, A. N. R. d., 2012, "Benchmarking sustainable urban mobility: The case of Curitiba", *Transport Policy*, 21:141-151.

Mullen, P. M. 2003, "Delphi: Myths and Reality", *Journal of Health Organization and Management*, 17(1):37-52.

Pullin, A.S., Stewart, G.B., 2006, "Guidelines for systematic review in conservation and environmental management", *Conservation Biology*, 20 (6), 1647–1656.

DOI:10.6814/NCCU202100154

Rowe, G., & Wright, G., 1999, “The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis”, *International Journal of Forecasting,* 15: 353-375.

Rowe, G., Wright, G., & Bolger, F., 1991, “A Revaluation of Research and Theory”, *Technological Forecasting and Social Change*, 39: 235-251.

Satty T.L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*, New York: McGraw Hill.

Satty, T.L., 1977, “A scaling method for priorities in hierarchy structures”, *Scandinavian Journal of Forest Research*, 40:9-10.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2011, *Renewable energy: Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*, UNEP.

UNEP (United Nations Environment Programme), 2011, *Towards a Life Cycle Sustainability Assessment*, UNEP.

UNEP/SETAC (Society of Environmental Toxicology and Chemistry), 2011, *Global Guidance Principles for Life Cycle Assessment Databases*, Life cycle Initiative.

UNEP/SETAC, 2011, *Guidelines for Social Life Cycle Assessment of Products*, UNEP/SETAC Life Cycle Initiative.

William N. Dunn, 1994, *Public policy analysis : an introduction, Englewood,* Cliffs: N.J.,Prentice Hall.

國立政治大學 National Chengchi University

參、網頁參考文獻

王梅玲 2012，”焦點團體訪談”。http://terms.naer.edu.tw/detail/1679268/，取用日期：2020 年 3 月 30 日。

DOI:10.6814/NCCU202100154

附 錄

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

附錄一 團體焦點訪談紀錄摘要

受訪者

國立〇〇大學運輸與物流管理學系 教授

國立〇〇大學運輸與物流管理學系 教授

國立交通部運輸研究所

〇〇大學環境設計學院 教授

國立〇〇大學財政學系 教授

國立〇〇大學不動產與城鄉環境學系　教授

財團法人〇〇〇〇研究院　博士

國立〇〇大學土木工程學系　教授

〇〇聯行股份有限公司　總經理

〇〇企業管理股份有限公司　協理

討論議題：

應用生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）方法於建立軌道建設場站開發效益評估指標建。

1. 臺鐵屬國營事業，虧損多年；除了鐵道運輸服務外，應加強延伸性周邊服務，臺鐵車站皆位於城市精華地區，若場站開發無達到最有效效率，很難達到損益平衡，因此站區土地開發為重要評估項目之一。

2. 以鐵道工程來講，鐵道本身效益不大甚至可能有減分效果；但對外部開發效益很大；經建會提出之「跨域整合」把軌道開發效益加入除票箱收入外的商業空間開發與周圍土地開發等外部效益。

3. 評估公共建設效益之指標，應較著重於公共效益部分，還有對於都市整體意象之提升。

4. 外溢財務效果可用來評估公益性，例如周圍商業活動挹注、活絡地方開發、店面租金或人口成長等應可佐證本案開發效益或貢獻。

5. 鐵路系統是「路線」與「系統」，難以用單一站體檢視營運，以日本私鐵為例，鐵路為一條由市中心拉到市郊的路線，為了運量足夠作整體住宅、大學與百貨公司區位規劃。臺灣無法作這種規劃原因可能為「建營分離」，在建設時，不以營運角度設想情境，只想補回財務支出。

DOI:10.6814/NCCU202100154

6. 運量為營運單位實際營運狀況，計算營運成本與收入是否可以打平；若無法達到損益平衡，則當初規劃時是否可加入附屬事業與商業開發收入挹注總收入，協助營運單位永續營運。

7. 可檢視有無達成交通目標與土地開發目標，包含公益性設施等，亦可以討論地方政府與臺鐵的關係；土地開發效益是否用來彌補臺鐵營運虧損，而非讓政府編列預算彌補虧損。

8. 原本建立之評估項目不用刪除，就大家討論內容再增添各個面項指標，平衡各個面向指標數量即可。

9. 需先考量效益的主題為何，有些是中央投資後希望的效益；有些為地方發展的效益，主體不同權重會有不同考量。

10. 評估經濟效益時，通常不會納入營運收入以及業外收入，因為僅需提高票價，即增加營運收入。故一般的交通建設中的經濟效益，可能會以時間節省、增加的產業發展、便利性、景觀……等等為經濟效益；營運收入宜納入財務效益。

11. 車站營運效益與周邊土地開發的效益差距太大，土地開發效益也直接影響車站營運收入；車站應以 TOD 為開發手段，車站周邊的高量體建築物開發及其整體地區發展為車站真正最大效益，亦須考量是可以提供都市更新資源，強化整體地區開發效益。

12. 使用者滿意度的使用者需要區分使用者是搭車的人、使用設施的人或是管理的人，會有不同滿意度。設施服務水準也會影響設施的績效。

國立政治大學 National Chengchi University

結論：

環境指標加入：環境與景觀變動

經濟指標加入：站區土地開發效益

社會指標加入：

強化聯外都市發展軸的意象
提供都市更新整合資源
生活水準平衡發展效益
整體營運管理之情形
設施服務水準
設施服務滿意度

DOI:10.6814/NCCU202100154

附錄二 模糊德爾菲法專家問卷

親愛的專家學者您好：

感謝您撥空填寫「以生命週期永續發展評估法（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）結合多評準決策進行軌道建設場站開發之營運效益評估」專家學者問卷調查。

本研究以軌道建設場站為研究對象，研擬應用生命週期永續性評估法（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）於建立軌道建設場站開發之營運效益評估面向與指標，希冀以模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Methods）問卷調查，透過專家寶貴意見填寫後，篩選出關鍵的評估指標，並應用於研究上，以利後續建立強調永續性相關評估策略的 LCSA 方法在軌道建設場站開發之營運效益評估架構，分析出各指標屬性，後續提出相關應用策略與建議。

本研究純屬學術研究用途，懇請賜教，感謝您！

敬祝 研安

國立政治大學地政學系碩士班
指導教授：白仁德 博士
甯方璽 博士
研 究 生：彭文亭 敬上
Email：106257015@mail2.nccu.tw
Tel：(02)2939-3091#51663

※敬請填寫領據資料，連同本問卷一併放入回郵信封寄回，感謝您的協助!

※填表人資料

姓名：

服務單位：

電子信箱：

填表日期：2020 年_____月_____日

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

壹、問卷內容說明

本問卷目的為評定建立軌道建設場站開發之營運效益評估面向與指標的重要性等級，將採用模糊德爾菲法（Fuzzy Delphi Methods）問卷調查進行，以期合理並客觀地整合專家們的重要意見。

貳、指標評選架構

本研究經由各國文獻回顧、政府單位相關評估手冊以及專家訪談整理，研擬應用生命週期永續性評估法（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）於建立軌道建設場站開發之營運效益評估面向與指標。

生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）係以ISO14040（2006）架構為基礎，結合生命週期評估（Life Cycle Assessment, LCA）、生命週期成本（Life Cycle Costing, LCC）和社會生命週期評估（Social Life Cycle Assessment, SLCA）三面向評估，以互補方式處理永續性的三個要素：環境、經濟和社會，合併這些技術，產生一個包含各個面向的生命週期永續性評估方法。Klöpffer（2008）以生命週期思考為基礎的整合性決策，將永續性的三個面向納入考量，在原有生命週期評估加入了經濟與社會二個面向的評估，正式建立了生命週期永續性評估（Life Cycle Sustainability Assessment, LCSA）的模型（如圖 1）。希冀透過本問卷的調查，建立 LCSA 方法強調永續性相關評估策略在軌道建設場站開發之營運效益評估架構，並提出相關應用策略與建議；各指標之詳細內容說明整理如表 1 至表 3。

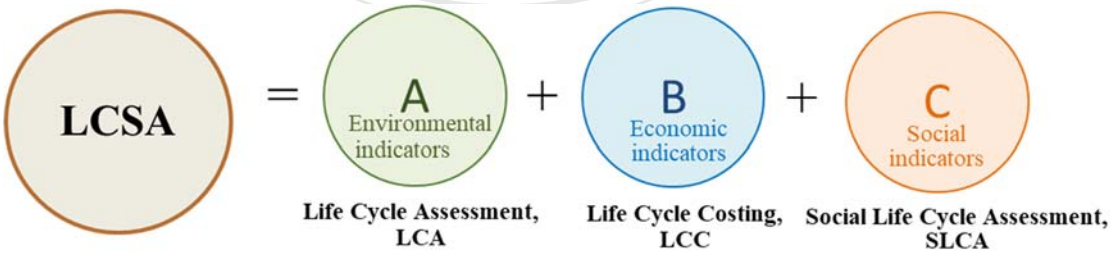


圖 1　LCSA 模型示意圖

DOI:10.6814/NCCU202100154

表 1　指標內容說明表-環境指標

面向	類別	評估指標	指標敘述
A. Life Cycle Assessment, LCA 環境效益	Environmental Indicators 環境指標	A1. 減少能源消耗	興建前後造成的各項初級能源消耗量，煤、石油與天然氣等。
		A2. 自然資源消耗	興建前後造成的各項自然資源消耗量。如土地資源的利用。
		A3. 空氣品質衝擊	二氧化碳、其他氣體或汙染物排放量變化。
		A4. 水品質衝擊	地下水或民生用水品質或表面排水變化。
		A5. 土壤衝擊	地面或地下層土層結構變化、沖蝕或挖填方影響。
		A6. 噪音衝擊	噪音強弱變化。
		A7. 生態潛勢衝擊	動植物生存環境之變化。
		A8. 公共健康	興建前後對公眾身體或心理健康之影響。
		A9. 環境與景觀變動	土地使用類型變化與周遭景觀改變。

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請協助填入。**

表 2　指標內容說明表-經濟指標

面向	類別	評估指標	指標敘述
B. Life Cycle Costing, LCC 經濟效益	Economic Indicators 經濟指標	B1. 興建成本	包括原用地取得及拆遷補償費、設計與工程建造費等。
		B2. 營運及維護成本	對外提供服務或提供勞務的支出成本以及維護成本。
		B3. 重置成本	指相關工程及設備硬體因到達耐用年限或自然損壞後，重新添置相關設備以維持正常營運之成本。
		B4. 營運收入	進出站及票箱收入。
		B5. 營運外收入	商場、停車場等租金收入或如廣告之其他收入。
		B6. 平交道拆除之效益	減少人事、維護設備與事故賠償之費用，以及減少交通滯留之時間。

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

面向	類別	評估指標	指標敘述
		B7. 土地騰空開發效益	騰空出土地之現值總額。
		B8. 增加地方消費效益	使用者或鄰近居民生活消費的效益。
		B9. 站區土地開發效益	辦理商場開發，作為多目標開發使用等土地增值效益以及周邊商場之效益。

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請協助填入。**

表 3　指標內容說明表-社會指標

面向	類別	評估指標	指標敘述
C. Social Life Cycle Assessment, SLCA 社會效益	Social Indicators 社會指標	C1. 強化都市公共空間系統整合	公共空間得以連結，以及各項交通公共建設緊密結合。
		C2. 大眾運輸系統品質的提升	連結其他大眾運輸系統之便利性與轉乘舒適度。
		C3. 強化聯外都市發展軸的意象	新開發站體傳達之嶄新的都市樣貌。
		C4. 提供都市更新整合資源	開發計畫提供都市生活機能便利並釋放出之開放空間，以利鄰近街廓都市更新案。
		C5. 生活水準平衡發展效益	有助於鄰近區域都市發展，發揮鐵路捷運化的效益，提升生活水準。
		C6. 整體營運管理之情形	管理制度、創新性營運管理作為以及其他特殊貢獻或足以為示範推廣。
		C7. 設施服務水準	設施清潔與安全維護的情況，緊急及意外事件的防範與處理，及設施配置的適宜性。
		C8. 設施服務滿意度	使用者對於各項服務的滿意感受程度。

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請協助填入。**

DOI:10.6814/NCCU202100154

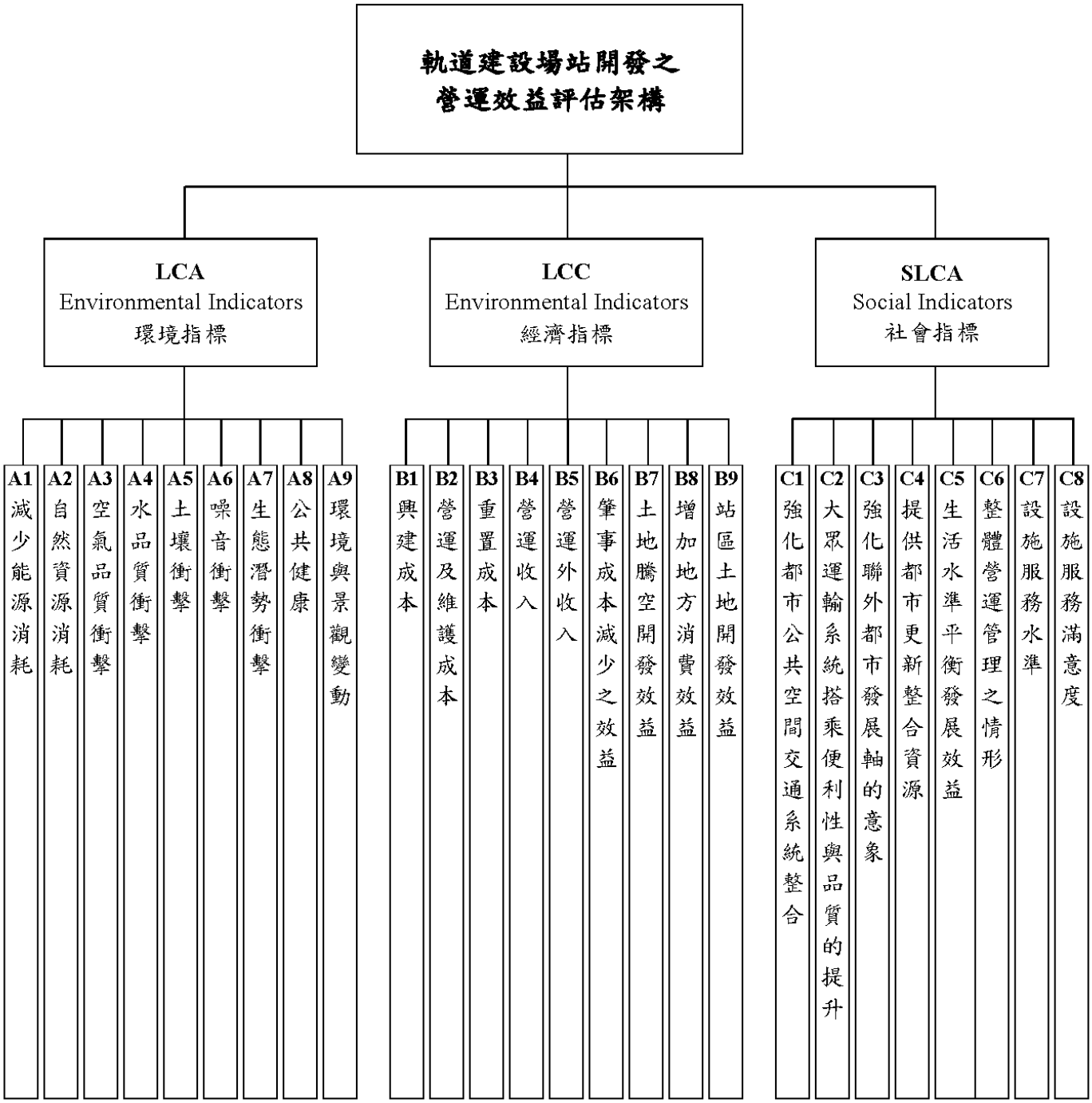


圖 2　LCSA 框架下之軌道建設場站開發營運效益評估面向與指標架構

DOI:10.6814/NCCU202100154

參、FDM 問卷填答說明

本研究欲透過專家問卷方式評定列表指標的重要性次序，評定方式分為 0 至 10 分的等級，分數愈高者代表其重要性愈高，請依您的專業知識與經驗，評估各指標對於軌道建設場站開發營運效益之重要性程度，其中可分為三種數值：

一、專家判定最佳值：您主觀認定該項目指標重要性的**最佳數值**。

二、專家可接受之最小值：您主觀認定該指標的重要性判定可接受範圍內之**最小值**。

三、專家可接受之最大值：您主觀認定該指標的重要性判定可接受範圍內之**最大值**。

重要程度量值表：

極不重要	不重要	比較不重要	普通	比較重要	重要	非常重要
0	1~2	3~4	5	6~7	8~9	10

填寫範例：

面向	類別	評估指標	重要性程度評分（0-10）		
			最小值	最佳值	最大值
LCA 環境效益	Environmental Indicators	A1. 能源消耗	4	5	7

肆、FDM 問卷填答

面向	類別	評估指標	重要性程度評分（0-10）		
			最小值	最佳值	最大值
A. Life Cycle Assessment, LCA 環境效益	Environmental Indicators 環境指標	A1. 減少能源消耗			
		A2. 自然資源消耗			
		A3. 空氣品質衝擊			
		A4. 水品質衝擊			
		A5. 土壤衝擊			
		A6. 噪音衝擊			
		A7. 生態潛勢衝擊			
		A8. 公共健康			
		A9. 環境與景觀變動			

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請填入並評分。**

DOI:10.6814/NCCU202100154

面向	類別	評估指標	重要性程度評分（0-10）		
			最小值	最佳值	最大值
B. Life Cycle Costing, LCC 經濟效益	Economic Indicators 經濟指標	B1. 興建成本			
		B2. 營運及維護成本			
		B3. 重置成本			
		B4. 營運收入			
		B5. 營運外收入			
		B6. 平交道拆除之效益			
		B7. 土地騰空開發效益			
		B8. 增加地方消費效益			
		B9. 站區土地開發效益			

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請填入並評分。**

面向	類別	評估指標	重要性程度評分（0-10）		
			最小值	最佳值	最大值
C. Social Life Cycle Assessment, SLCA 社會效益	Social Indicators 社會指標	C1. 強化都市公共空間系統整合			
		C2. 大眾運輸系統品質的提升			
		C3. 強化聯外都市發展軸的意象			
		C4. 提供都市更新整合資源			
		C5. 生活水準平衡發展效益			
		C6. 整體營運管理之情形			
		C7. 設施服務水準			
		C8. 設施服務滿意度			

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請填入並評分。**

國立政治大學 National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

伍、指標跨面向填答說明

Kua（2017）提出了生命週期永續性一致分析（Life cycle sustainability unified analysis, LiCSUA）提出了存在交叉連結的指標，各面向間的應有反彈效應以及指標的潛在轉變。永續性評估框架與架構係由三大面向（環境、經濟、社會）支柱構成，在 MECE（Mutually Exclusive Collectively Exhaustive）原則下，指標與指標之間應相互排斥且應具窮舉性，選擇指標時應使指標之間不存在重疊，並且共同代表了所有可能的永續發展影響。惟指標間應有相互聯繫作用（Halog and Manik, 2011），三個面向獨立作業下，被確認和優先考量（加權）最關鍵的指標時；交叉連結的指標沒有被明確指出或是被忽略其相關性，可能導致無法得到最佳評估結果；故本研究擬找出有相互連結、跨面向的指標，並計算出彼此關聯之權重關係，以利後續研究分析；如圖 2 所示。

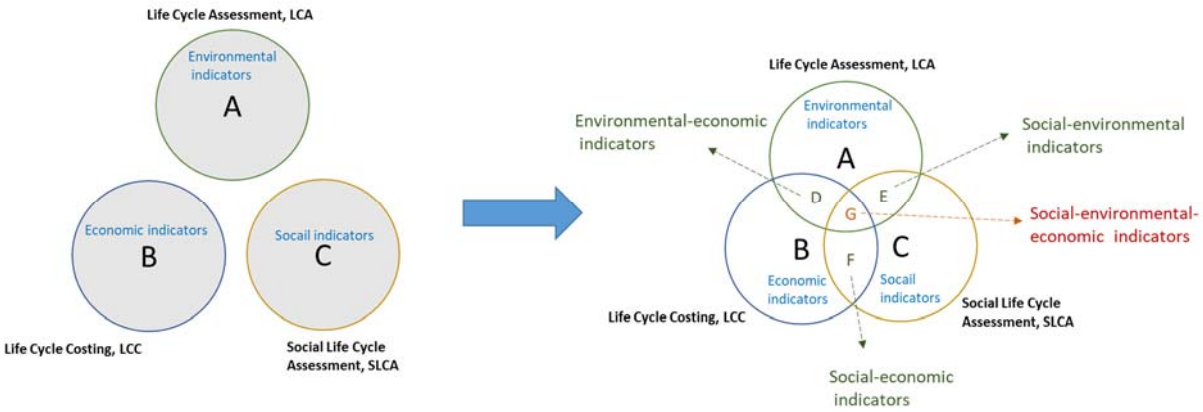


圖 2　指標關聯性示意圖

請給予各指標於三個面向關聯度填入 0~9 分，三面向合計共 9 分之評分。

關聯程度量值表：

完全無相關	一點相關	稍微相關	有相關	非常相關	完全相關
0	1~2	3~4	5~6	7~8	9

填寫範例：

面向	類別	評估指標	指標關聯度評分(1~9)		
			A 環境	B 經濟	C 社會
LCA 環境效益	Environmental Indicators	A1. 能源消耗	9	0	0
		A2. 自然資源消耗	8	1	0

DOI:10.6814/NCCU202100154

陸、關聯性問卷填答

面向	類別	評估指標	指標關聯度評分(1~9)		
			A 環境	B 經濟	C 社會
A. Life Cycle Assessment, LCA 環境效益	Environmental Indicators 環境指標	A1. 減少能源消耗			
		A2. 自然資源消耗			
		A3. 空氣品質衝擊			
		A4. 水品質衝擊			
		A5. 土壤衝擊			
		A6. 噪音衝擊			
		A7. 生態潛勢衝擊			
		A8. 公共健康			
		A9. 環境與景觀變動			

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請填入並評分。**

面向	類別	評估指標	指標關聯度評分(1~9)		
			A 環境	B 經濟	C 社會
B. Life Cycle Costing, LCC 經濟效益	Economic Indicators 經濟指標	B1. 興建成本			
		B2. 營運及維護成本			
		B3. 重置成本			
		B4. 營運收入			
		B5. 營運外收入			
		B6. 平交道拆除之效益			
		B7. 土地騰空開發效益			
		B8. 增加地方消費效益			
		B9. 站區土地開發效益			

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請填入並評分。**

DOI:10.6814/NCCU202100154

面向	類別	評估指標	指標關聯度評分(1~9)		
			A 環境	B 經濟	C 社會
C. Social Life Cycle Assessment, SLCA 社會效益	Social Indicators 社會指標	C1. 強化都市公共空間系統整合			
		C2. 大眾運輸系統品質的提升			
		C3. 強化聯外都市發展軸的意象			
		C4. 提供都市更新整合資源			
		C5. 生活水準平衡發展效益			
		C6. 整體營運管理之情形			
		C7. 設施服務水準			
		C8. 設施服務滿意度			

***空白列為若有其他建議參考指標，敬請填入並評分。**

柒、對本研究內容、問卷整體性的建議或其他建議事項

※※ 本問卷到此結束，再次感謝您的協助與指教！ ※※

DOI:10.6814/NCCU202100154

國立政治大學
National Chengchi University

DOI:10.6814/NCCU202100154

附錄三 訪談紀錄

壹、 交通部

- 訪談內容摘錄：

一、本案可發揮交通營運最佳之效益及建立鐵公路公共運輸之良好接駁動線，以利吸引國際港口旅客樂於運用公共運輸。

二、這裡招商不易。因為海港貨運產業轉移至臺北港，連帶相關產業如報關行、貨運、零售商家等需求減少，人潮因而減少；且車站人潮來源大多為搭乘郵輪觀光客，對於都更招商計畫之影響，致投資廠商進駐意願低落。

三、新車站最終由地面改為半地下化，且因月台層北移、增加出入口、站體變大與基礎電力設備更新等，導致營運成本增加。

四、基隆火車站之運量受成功平交道之影響無法增加營運班次，因原計畫拆除成功平交道遭到地方人士反對，故無法以工程技術解決平交道問題，阻礙運能提升。

五、舊站活化再加上廣場連接改善整體環境與增加友善步行空間，商業空間亦增多。

六、現有市景已經變好了，希望若可再加上明顯地標意象建物，增加城市意象。

貳、 基隆市政府觀光及城市行銷處

- 訪談內容摘錄：

一、 新站南北兩站中間鐵軌正上方正在施工轉乘候車空間，而基隆舊站原址將蓋轉運大樓，供台鐵、國道客運、市區公車等轉乘；這將提供使用者舒適的轉乘空間，服務品質提升。

二、 目前產業轉型中，基隆港自然地形條件較穩定，目前貨運船舶為載運精密貨物的中小型船隻，進港主力由貨輪到遊輪，遊輪產業有助當地觀光發展。

三、 遷移計畫改善候車環境，提升乘車品質，短期提升運量目標不易達成，但中長期而言，配合其他運輸系統改善會達到正面效益擴散，對基隆市發展是有前瞻性的。

DOI:10.6814/NCCU202100154

參、 基隆市政府都市發展處

- 訪談內容摘錄：

一、 基隆開發案應考慮整體首都圈發展，與東區門戶相互配合。建議國家對重大計畫目標定位，加強考慮經濟效益並配合他區策略；

二、 本案可以再考量如何產生新經濟創造新經濟圈與生活圈；遊輪的經濟效益應考慮港的腹地大小，打造優質遊憩空間、提升沿岸發展品質。

三、 本案有建立新的都市公共空間並相互串聯，由提升公共空間品質可以創造人潮的聚集，帶動地方發展。

肆、 基隆新站通勤使用者

- 訪談內容摘錄：

一、 新站場區變大、服務品質提升，雖然通勤時段有加開火車班次，旅次人數有稍微增加；惟旅客結構無改變，依然以通勤為主，故車站營運收入應無明顯增加。

二、 基隆車站旅客以通勤為主，商業空間可能經營不易。

三、 最大效益為民眾觀感、市容景觀改善與強化車站服務品質；中山一路打通後周遭交通便利性亦提升。

四、南北 2 站出口距離約有 200 米，告示牌不夠清楚，有時候會走錯。新站班次對於通勤者而言足夠，轉乘也很便利。

伍、 臺灣鐵路局站長

- 訪談內容摘錄：

一、 新站啟用後因分為南北站，營運壓力提升；人力與成本皆較之前多。

二、 新站啟用因分為南北站、半地下化與設備增多等因素，營運管理變複雜與人力配置增加致營運成本提高。

三、 新站啟用最大受益者為旅客，整體服務、品質提升。

四、 基隆站商業空間於營業時車站會跳電，電力問題難以招商。

五、 臺鐵自民國 85 年後票箱未漲價，債務高，營運本身就困難。

六、 旅客抱怨最多:列車晚點、車站遊客中心遙遠，便利度不太好。

DOI:10.6814/NCCU202100154