

99-88-1273

MOTC-IOT-97-PBB008

交通建設經濟效益評估 作業規範暨技術手冊



交通部運輸研究所

中華民國 99 年 7 月

99-88-1273

MOTC-IOT-97-PBB008

交通建設經濟效益評估 作業規範暨技術手冊

著者：林國顯、蘇振維、張舜淵、張瓊文
陳雅琴、王勤銓、康書嫻、簡偉崙

交通部運輸研究所

中華民國 99 年 7 月

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：交通建設經濟效益評估作業規範暨技術手冊			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-02-4293-5(平裝)	政府出版品統一編號 1009902016	運輸研究所出版品編號 99-88-1273	計畫編號 97-PBB008
本所主辦單位：運輸計畫組 主管：林國顯 計畫主持人：林國顯 研究人員：蘇振維、張舜淵、張瓊文 聯絡電話：(02)23496806 傳真號碼：(02)25450428	合作研究單位：財團法人臺灣經濟研究院 計畫主持人：陳雅琴 研究人員：王勤銓、康書嫻、簡偉崙 地址：臺北市中山區德惠街 16-8 號 7 樓 聯絡電話：(02)25865000 ext. 821 傳真號碼：(02)25981122		研究期間 自 97 年 4 月 至 97 年 12 月
關鍵詞：經濟效益評估、作業規範、成本效益、交通建設計畫			
<p>摘要：</p> <p>由於交通系統屬於動態複雜系統需要考量因素甚多，以及國內交通建設計畫中的經濟效益評估作業長期以來缺乏客觀且一致性的作業標準規範。因此交通部運輸研究所在民國96年委託臺灣經濟研究院進行「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」，建立相關評估作業規範並且開發評估軟體及編製使用手冊。本作業規範暨技術手冊為前揭研究之部分成果，主要針對國內各類型交通建設計畫建立一套合宜的經濟效益實務評估作業規範，以提供交通部運研所及相關工程顧問公司等評估分析者決策之參考依據。其中規範內容除了基本的經濟效益評估參數設定及定義說明外，更包含公路、軌道、航空及港埠四種不同運輸系統下的經濟效益評估準則及方法規範。最後，本套作業規範除了可搭配本計畫中相關手冊來參考外，也提供在評估過程中可能產生問題之解答，以期提升實務操作之效用。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
99 年 7 月	252	100	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: The Technical Handbook of Economic Analysis for Transportation Projects			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-02-4293-5(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009902016	IOT SERIAL NUMBER 99-88-1273	PROJECT NUMBER 97-PBB008
DIVISION: Planning Division DIVISION CHIEF: Kuo-Shian Lin PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kuo-Shian Lin PROJECT STAFF: Cheng-Wei Su, Shuen-Yuan Chang , Chiung-Wen Chang PHONE: 886-2-23496806 FAX: 886-2-25450428			PROJECT PERIOD FROM April 2008 TO December 2008
RESEARCH AGENCY: Taiwan Institute of Economic Research PRINCIPAL INVESTIGATOR: Ya-Chin Chen PROJECT STAFF: Chin-Chuan Wang, Shu-Mam Kang, Wei-Lun Chien ADDRESS: 7F., No. 16-8, Tehui St., Taipei , Taiwan., R.O.C. PHONE: 886-2-2586-5000 ext. 821 FAX: 886-2-2598-1122			
KEY WORDS: Economic Evaluation, Standard Procedure, Cost-benefit Analysis, Transport projects			
ABSTRACT: Due to the transport system being commonly recognized as a type of dynamic and complex system, it requires all aspects of consideration and evaluation. Furthermore, the economic analysis for transportation projects lacked of an impersonal and universal economic analysis standard procedure. Hence, according to the Institute of Transportation (IOT) and Taiwan Institute of Economic Research (TIER) cooperation project, which is “The study on the procedure of economic analysis for transportation projects, 2007”, this research established a standard analysis procedure and developed the Economic Evaluation Software for Transportation Projects with a user guidebook. This handbook mainly focuses on all variety of national transportation development projects to establish a suitable economic analysis standard. In order to provide IOT and other consultants a reference for analyzing economic benefits, the handbook included the basic parameter setting and definition introduction and also highway, railway, aviation and maritime economic analysis. Finally, expecting to improve the practical effectiveness of using this handbook, it could be referenced by other related guidebooks in this cooperation project and also provide solutions for issues which might occur during the analysis process.			
DATE OF PUBLICATION July 2010	NUMBER OF PAGES 252	PRICE 100	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

第一章 前言	1-1
1.1 背景說明	1-1
1.1.1 國內現有交通建設的經濟效益評估作業手冊	1-1
1.1.2 交通部運輸研究所推動的經濟效益評估	1-1
1.1.3 本研究計畫所執行的經濟效益評估	1-2
1.2 作業規範目標與內容	1-2
1.2.1 「交通建設計畫經濟效益評估作業規範」的內容特色	1-2
第二章 經濟效益評估基本觀念與理論基礎	2-1
2.1 交通建設的經濟特性	2-1
2.1.1 交通運輸系統的基本特性	2-1
2.1.2 交通運輸系統的分類	2-1
2.1.3 交通運輸系統的供給與需求特性	2-2
2.1.4 各類型交通運輸系統的供給面構成要素與需求面構成要素	2-3
2.2 交通運輸系統的影響層面	2-4
2.2.1 交通建設在經濟層面的影響效果—文獻回顧	2-4
2.2.2 交通建設計畫在經濟、環境、社會層面的影響—文獻回顧	2-6
2.2.3 交通建設計畫的評估範圍與分類項目—文獻回顧	2-7
2.3 交通建設計畫的經濟效益評估	2-8
2.3.1 經濟效益評估的目標	2-8
2.3.2 經濟效益評估的原則	2-9
2.3.3 經濟效益的衡量	2-9
2.3.4 交通建設計畫的經濟效益評估常見方法	2-9
2.3.5 經濟效益評估的主軸方法—成本效益分析	2-10
2.4 成本效益分析的基本架構	2-11
2.5 成本效益分析的重要步驟	2-12

2.6	成本效益分析的步驟(1)—成本評估.....	2-12
2.6.1	交通基礎建設的生命週期成本.....	2-12
2.6.2	規劃設計階段的成本.....	2-13
2.6.3	施工階段的施工建造成本.....	2-13
2.6.4	營運階段的營運維修成本.....	2-14
2.6.5	結束階段的重建或變現成本.....	2-15
2.6.6	成本評估的準則.....	2-15
2.6.7	名目價格與實質價格.....	2-16
2.7	成本效益分析的步驟(2)—使用者效益的評估.....	2-16
2.7.1	交通建設的使用者.....	2-16
2.7.2	使用者效益的範疇.....	2-17
2.7.3	使用者效益的評估項目.....	2-17
2.7.4	使用者效益的評估—消費者剩餘「二分之一法則」	2-18
2.8	成本效益分析的步驟(3)—外部效益的評估.....	2-21
2.8.1	經濟層面的外部效益評估.....	2-21
2.8.2	經濟層面的外部效益—圖形解析.....	2-21
2.8.3	經濟層面的外部效益—產業關聯模型的應用	2-24
2.8.4	環境層面的外部效益評估.....	2-25
2.8.5	社會層面的外部效益評估.....	2-26
2.9	成本效益分析的步驟(4)—基本方案的設定.....	2-27
2.9.1	基本方案的設定.....	2-27
2.9.2	基本方案 vs. 交通建設計畫的成本效益分析	2-27
2.10	成本效益分析的步驟(5)—成本效益的折現與調整	2-28
2.10.1	貨幣化的成本與效益轉化年度的成本與效益流量	2-28
2.10.2	評估基準年與評估年期的設定.....	2-29
2.10.3	成本與效益的折現值.....	2-29
2.11	成本效益分析的步驟(6)—成本效益評估指標.....	2-30
2.11.1	淨現值.....	2-30
2.11.2	益本比.....	2-31
2.11.3	內部報酬率.....	2-31

2.11.4 成本效益指標以外的效益評估.....	2-31
第三章 經濟效益評估的成本與效益範疇.....	3-1
3.1 國內公共建設計畫經濟效益評估成本與效益範疇.....	3-1
3.1.1 經建會評估手冊的成本效益範疇.....	3-1
3.1.2 經建會評估手冊成本效益範疇的檢討.....	3-2
3.2 國外經濟效益評估手冊成本與效益範疇.....	3-3
3.2.1 美國聯邦公路總署的 HERS-ST 評估手冊.....	3-3
3.2.2 美國聯邦公路總署的 STEAM 評估手冊.....	3-4
3.2.3 美國加州運輸部的 Cal-B/C 評估手冊.....	3-5
3.2.4 美國公路和運輸官員協會 AASHTO 評估手冊.....	3-7
3.2.5 美國聯邦航空總署 FAA 評估手冊.....	3-8
3.2.6 加拿大運輸部成本效益分析作業手冊的項目與範疇....	3-9
3.2.7 日本國土交通省與總合研究所的評估項目與範疇.....	3-11
3.2.8 英國環境運輸區域部成本效益分析的項目與範疇.....	3-14
3.2.9 德國交通部大眾運輸交通投資的標準化評估.....	3-15
3.2.10 紐西蘭陸地運輸局的成本效益評估項目.....	3-16
3.2.11 歐盟會員國成本效益評估項目的彙整.....	3-17
3.3 國內外評估手冊的成本效益範疇比較.....	3-19
3.3.1 國內外評估手冊的成本項目範疇比較.....	3-19
3.3.2 國內外評估手冊的效益項目範疇比較.....	3-21
3.4 國內交通建設計畫經濟效益評估實例.....	3-22
3.4.1 國內交通建設實例成本評估項目之異同.....	3-22
3.4.2 國內交通建設實例使用者效益範疇之異同.....	3-23
3.4.3 國內交通建設實例外部效益範疇之異同——經濟層面外部效 益.....	3-23
3.4.4 國內交通建設實例外部效益範疇之異同——環境層面外部效 益.....	3-24
3.5 本作業規範所設定的成本效益範疇.....	3-25
第四章 經濟效益評估參數設定說明.....	4-1

4.1 折現率參數.....	4-1
4.1.1 折現率概念.....	4-1
4.1.2 社會折現率.....	4-1
4.1.3 交通建設計畫的折現率.....	4-1
4.1.4 折現率 vs. 物價上漲率.....	4-2
4.1.5 折現率文獻回顧—國外學術文獻.....	4-2
4.1.6 折現率文獻回顧—國外評估手冊.....	4-3
4.1.7 折現率文獻回顧—國內評估手冊.....	4-4
4.1.8 折現率文獻回顧—國內交通建設案例.....	4-4
4.1.9 折現率參數訂定建議值.....	4-6
4.2 物價上漲率參數.....	4-7
4.2.1 物價上漲率概念.....	4-7
4.2.2 物價指數的歷年波動.....	4-7
4.2.3 物價上漲率參數建議值.....	4-7
4.3 時間價值參數.....	4-7
4.3.1 時間價值概念.....	4-7
4.3.2 時間價值參數的特性與評估方法.....	4-8
4.3.3 時間價值的劃分方式與參數設定—國外評估手冊.....	4-9
4.3.4 時間價值的劃分方式與參數設定—國內評估手冊.....	4-11
4.3.5 時間價值的劃分方式與參數設定—國內交通建設案例.....	4-11
4.3.6 國內交通建設計畫引用時間價值參數的適用性.....	4-13
4.3.7 時間價值參數的調查.....	4-13
4.3.8 時間價值參數的校估模型.....	4-13
4.3.9 時間價值參數的校估結果.....	4-14
4.3.10 時間價值參數的建議值.....	4-16
4.4 行車成本參數.....	4-18
4.4.1 行車成本概念.....	4-18
4.4.2 行車成本參數的項目與評估方法—國外評估手冊彙整.....	4-19
4.4.3 行車成本參數的項目與評估方法—國內行車成本資料彙整.....	4-19

4.4.4	行車成本參數設定的實務原則.....	4-20
4.4.5	行車成本參數的項目與評估方法建議值—燃料成本	4-20
4.4.6	行車成本參數的項目與評估方法建議值—非燃料成本	4-23
4.4.7	行車成本參數的輸入建議值—油價.....	4-24
4.5	肇事成本參數.....	4-24
4.5.1	交通建設的肇事成本.....	4-24
4.5.2	肇事率的概念.....	4-25
4.5.3	肇事率的評估.....	4-25
4.5.4	公路肇事率的建議值與推估方式.....	4-25
4.5.5	鐵路肇事率的建議值與推估方式.....	4-27
4.5.6	捷運肇事率的建議值與推估方式.....	4-27
4.5.7	公路大眾運輸肇事率的建議值與推估方式	4-27
4.5.8	肇事成本的概念.....	4-29
4.5.9	死亡肇事成本與受傷肇事成本.....	4-29
4.5.10	死亡肇事成本與受傷肇事成本的估算方法	4-29
4.5.11	肇事成本參數的設定—國外文獻彙整.....	4-30
4.5.12	肇事成本參數的設定—國內文獻彙整.....	4-31
4.5.13	肇事成本參數的設定—國內交通建設評估報告數據彙整	4-32
4.5.14	肇事成本參數的設定建議值.....	4-33
4.6	產業關聯參數.....	4-33
4.6.1	交通建設計畫的經濟外部效果.....	4-33
4.6.2	交通建設經濟外部效果與產業關聯.....	4-34
4.6.3	產業關聯模型的理論與應用.....	4-35
4.6.4	產業關聯參數的建議值.....	4-36
4.7	空氣污染參數.....	4-37
4.7.1	交通建設計畫與空氣污染.....	4-37
4.7.2	空氣污染的貨幣化評估方法比較與檢討	4-37
4.7.3	空氣污染的評估項目	4-38
4.7.4	空氣污染排放參數建議值.....	4-40

第五章	公路建設計畫的經濟效益評估.....	5-1
5.1	公路建設計畫的基本資料	5-1
5.1.1	公路運輸的定義	5-1
5.1.2	公路的等級	5-1
5.1.3	公路建設的工程建設分類	5-2
5.2	公路建設計畫的成本評估	5-3
5.2.1	成本評估的基本概念	5-3
5.2.2	增額成本的估算原則	5-3
5.3	公路建設計畫的成本評估項目	5-4
5.3.1	公路建設計畫的生命週期階段—規劃階段	5-4
5.3.2	公路建設計畫的生命週期階段—施工階段	5-4
5.3.3	公路建設計畫的生命週期階段—營運階段	5-5
5.3.4	公路建設計畫的生命週期階段—結束階段	5-5
5.3.5	公路建設的生命週期成本項目彙整	5-7
5.4	公路建設計畫成本評估的注意事項	5-7
5.4.1	不計入「成本」範疇的項目	5-7
5.5	公路建設計畫成本流量輸入的範例說明	5-8
5.5.1	「新建型」公路建設計畫的成本流量輸入範例	5-8
5.5.2	「改善型」公路建設計畫的成本流量輸入範例	5-11
5.5.3	「新建+改善型」公路建設計畫的成本流量輸入範例	5-14
5.6	公路建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現	5-14
5.6.1	公路建設計畫各年度成本流量的物價調整	5-14
5.6.2	公路建設計畫各年度成本流量的折現	5-15
5.6.3	公路建設計畫評估基準年折現值的調整	5-16
5.7	公路建設計畫的使用者效益範疇	5-17
5.8	公路建設計畫的使用者效益—旅行時間節省	5-18
5.8.1	公路建設計畫旅行時間節省的影響範圍	5-18
5.8.2	公路建設計畫旅行時間節省效益的評估基礎	5-19
5.8.3	公路建設計畫旅行時間節省效益的計算公式	5-21

5.8.4	公路建設計畫旅行時間節省效益評估的資料輸入介面	5-22
5.8.5	公路建設計畫旅行時間節省效益流量的年度物價調整	5-23
5.8.6	各年度旅行時間節省效益流量的輸入—幾何法的應用	5-24
5.8.7	公路建設計畫各年度旅行時間節省效益流量的折現值	5-24
5.9	公路建設計畫的使用者效益—行車成本節省	5-24
5.9.1	行車成本的定義與參數應用	5-24
5.9.2	公路建設計畫行車成本節省效益的計算公式	5-25
5.9.3	旅行時間節省效益與行車成本節省效益的比較說明	5-26
5.9.4	公路建設計畫行車成本節省效益評估的資料輸入介面	5-26
5.9.5	公路建設計畫行車成本節省效益流量的年度物價調整	5-26
5.9.6	各年度行車成本節省效益流量的輸入—幾何法的應用	5-27
5.9.7	公路建設計畫各年度行車成本節省效益流量的折現值	5-27
5.10	公路建設計畫的使用者效益—肇事成本節省	5-27
5.10.1	肇事成本的定義與參數應用	5-27
5.10.2	公路建設計畫肇事成本節省效益的計算公式—死亡肇事成本	5-28
5.10.3	公路建設計畫肇事成本節省效益的計算公式—受傷肇事成本	5-28
5.10.4	公路建設計畫肇事成本節省效益的計算公式—財產損失肇事成本	5-29
5.10.5	公路建設計畫肇事成本節省效益評估的資料輸入介面	5-29
5.10.6	公路建設計畫肇事成本節省效益流量的年度物價調整	5-29
5.10.7	各年度肇事成本節省效益流量的輸入—幾何法的應用	5-30
5.10.8	公路建設計畫各年度肇事成本節省效益流量的折現值	5-30
5.11	公路建設計畫的使用者效益—營運成本節省效益	5-30
5.11.1	公路建設計畫的營運成本節省效益	5-30

5.12 公路建設計畫的外部效益範疇	5-31
5.13 公路建設計畫的外部效益—經濟層面外部效益	5-31
5.13.1 施工建造期間經濟外部效果	5-32
5.13.2 施工建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用 ..	5-32
5.13.3 營運期間誘發旅次的經濟外部效果	5-33
5.13.4 營運建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用 ..	5-33
5.13.5 產業關聯模型的實證應用討論	5-34
5.13.6 公路建設計畫經濟外部效益流量的年度物價調整	5-34
5.13.7 各年度經濟外部效益流量的輸入—幾何法的應用	5-35
5.13.8 公路建設計畫各年度經濟外部效益流量的折現值	5-35
5.14 公路建設計畫的外部效益—環境層面外部效益	5-35
5.14.1 空氣污染的環境外部效果評估	5-36
5.14.2 公路建設計畫空氣污染外部效益的計算公式	5-36
5.14.3 二氧化碳排放的環境外部效果評估	5-37
5.14.4 公路建設計畫二氧化碳排放外部效益的計算公式	5-38
5.14.5 公路建設計畫環境外部效益流量的年度物價調整	5-38
5.14.6 各年度環境外部效益流量的輸入—幾何法的應用	5-39
5.14.7 公路建設計畫各年度環境外部效益流量的折現值	5-39
5.15 公路建設計畫的外部效益—社會層面外部效益	5-39
第六章 軌道建設計畫的經濟效益評估	6-1
6.1 軌道建設計畫的基本資料	6-1
6.1.1 軌道運輸的定義	6-1
6.1.2 軌道的分類	6-1
6.1.3 軌道建設的工程建設分類	6-2
6.2 軌道建設計畫的成本評估	6-2
6.2.1 成本評估的基本概念	6-2
6.2.2 增額成本的估算原則	6-3
6.3 軌道建設計畫的成本評估項目	6-3
6.3.1 軌道建設計畫的生命週期階段—規劃階段	6-3

6.3.2	軌道建設計畫的生命週期階段—施工階段	6-3
6.3.3	軌道建設計畫的生命週期階段—營運階段	6-5
6.3.4	軌道建設計畫的生命週期階段—結束階段	6-5
6.3.5	軌道運輸建設的生命週期成本項目分析	6-7
6.4	軌道建設計畫成本評估的注意事項	6-7
6.5	軌道建設計畫成本流量輸入的範例說明	6-8
6.5.1	「新建型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例	6-8
6.5.2	「改善型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例	6-11
6.5.3	「新建+改善型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例	6-14
6.6	軌道建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現	6-15
6.6.1	軌道建設計畫各年度成本流量的物價調整	6-15
6.6.2	軌道建設計畫各年度成本流量的折現	6-15
6.6.3	軌道建設計畫評估基準年折現值的調整	6-16
6.7	軌道建設計畫的使用者效益範疇	6-17
6.8	軌道建設計畫的使用者效益—旅行時間節省	6-18
6.8.1	軌道建設計畫旅行時間節省的影響範圍	6-18
6.8.2	軌道建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—旅客運輸	6-19
6.8.3	軌道建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—貨物運輸	6-20
6.8.4	軌道建設計畫旅行時間節省效益評估的資料輸入介面	6-21
6.8.5	軌道建設計畫旅行時間節省效益流量的年度物價調整	6-22
6.8.6	各年度旅行時間節省效益流量的輸入—幾何法的應用	6-22
6.8.7	軌道建設計畫各年度旅行時間節省效益流量的折現值	6-22
6.9	軌道建設計畫的使用者效益—肇事成本節省	6-23
6.9.1	肇事成本的定義與參數應用	6-23
6.9.2	軌道建設計畫肇事成本的推估方式	6-23
6.9.3	城際軌道建設計畫肇事成本的計算公式	6-24
6.9.4	都會軌道建設計畫肇事成本的計算公式	6-25
6.9.5	軌道建設計畫肇事成本節省效益評估的資料輸入介面	6-25

6.9.6 軌道建設計畫肇事成本節省效益流量的年度物價調整	6-25
6.9.7 各年度肇事成本節省效益流量的輸入—幾何法的應用	6-26
6.9.8 軌道建設計畫各年度肇事成本節省效益流量的折現值	6-26
6.10 軌道建設計畫的使用者效益—營運成本節省效益	6-27
6.10.1 軌道建設計畫的營運成本節省效益.....	6-27
6.10.2 軌道運輸服務業者各年度營運成本節省效益流量的折現值	6-28
6.11 軌道建設計畫的外部效益範疇	6-28
6.12 軌道建設計畫的外部效益—經濟層面外部效益	6-29
6.12.1 施工建造期間經濟外部效果.....	6-29
6.12.2 施工建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用 ..	6-29
6.12.3 營運期間誘發旅次的經濟外部效果.....	6-29
6.12.4 營運建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用 ..	6-30
6.12.5 產業關聯模型的實證應用討論.....	6-30
6.12.6 軌道建設計畫經濟外部效益流量的年度物價調整	6-30
6.12.7 各年度經濟外部效益流量的輸入—幾何法的應用	6-31
6.12.8 軌道建設計畫各年度經濟外部效益流量的折現值	6-31
6.13 軌道建設計畫的外部效益—環境層面外部效益	6-31
6.13.1 二氧化碳排放的環境外部效果評估.....	6-32
6.13.2 軌道建設計畫二氧化碳排放外部效益的計算公式	6-33
6.13.3 軌道建設計畫環境外部效益流量的年度物價調整	6-33
6.13.4 各年度環境外部效益流量的輸入—幾何法的應用	6-34
6.13.5 軌道建設計畫各年度環境外部效益流量的折現值	6-34
6.14 軌道建設計畫的外部效益—社會層面外部效益	6-34

第七章 航空建設計畫的經濟效益評估..... 7-1

7.1 航空機場建設計畫的基本資料	7-1
7.1.1 航空運輸的定義	7-1
7.1.2 航空運輸的分類.....	7-1
7.1.3 航空機場建設的特性.....	7-2
7.2 航空機場建設計畫的成本評估	7-2

7.2.1 成本評估的基本概念.....	7-2
7.2.2 增額成本的估算原則.....	7-2
7.3 航空機場建設計畫的成本評估項目	7-2
7.3.1 航空機場建設計畫的生命週期階段—規劃階段	7-2
7.3.2 航空機場建設計畫的生命週期階段—施工階段	7-3
7.3.3 航空機場建設計畫的生命週期階段—營運階段	7-3
7.3.4 航空機場建設計畫的生命週期階段—結束階段	7-4
7.4 航空機場建設計畫成本流量輸入的範例說明	7-4
7.4.1 「新建型」航空機場建設計畫的成本流量輸入範例	7-4
7.4.2 「改善型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例	7-5
7.4.3 「新建+改善型」航空機場建設計畫的成本流量輸入範例	7-6
7.5 航空運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現	7-6
7.5.1 航空運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整	7-6
7.5.2 航空運輸建設計畫各年度成本流量的折現	7-7
7.5.3 航空運輸建設計畫評估基準年折現值的調整	7-7
7.6 航空運輸建設計畫的使用者效益範疇	7-8
7.7 航空運輸建設計畫的使用者效益—旅行時間節省	7-8
7.7.1 航空運輸建設計畫旅行時間節省的影響範圍	7-8
7.7.2 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—旅客運 輸.....	7-9
7.7.3 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—貨物運 輸.....	7-10
7.7.4 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益評估的資料輸入介面	7-11
7.7.5 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益流量的年度物價調整	7-12
7.7.6 各年度旅行時間節省效益流量的輸入—幾何法的應用	7-12
7.7.7 航空運輸建設計畫各年度旅行時間節省效益流量的折現值	7-12

8.1.1 港埠運輸的定義	8-1
8.1.2 港埠運輸的分類	8-1
8.1.3 港埠運輸建設的特性	8-2
8.2 港埠運輸建設計畫的成本評估	8-2
8.2.1 成本評估的基本概念	8-2
8.2.2 增額成本的估算原則	8-2
8.3 港埠運輸建設計畫的成本評估項目	8-3
8.3.1 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—規劃階段	8-3
8.3.2 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—施工階段	8-3
8.3.3 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—營運階段	8-3
8.3.4 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—結束階段	8-5
8.4 港埠運輸建設計畫成本流量輸入的範例說明	8-5
8.4.1 「新建型」港埠運輸建設計畫的成本流量輸入範例 ...	8-5
8.4.2 「改善型」港埠運輸建設計畫的成本流量輸入範例 ...	8-5
8.4.3 「新建+改善型」港埠運輸建設計畫的成本流量輸入範例	8-6
8.5 港埠運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現	8-7
8.5.1 港埠運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整	8-7
8.5.2 港埠運輸建設計畫各年度成本流量的折現	8-7
8.5.3 港埠運輸建設計畫評估基準年折現值的調整	8-8
8.6 港埠運輸建設計畫的使用者效益評估	8-8
8.6.1 港埠運輸建設計畫的路網分析	8-9
8.6.2 港埠運輸建設計畫的旅行時間節省效益	8-9
8.6.3 港埠建設計畫的行車成本節省效益	8-9
8.6.4 港埠運輸建設計畫的肇事成本節省效益	8-10
8.6.5 港埠運輸建設計畫的業者營運成本節省	8-10
8.7 港埠運輸建設計畫的外部效益分析	8-11
8.7.1 港埠運輸建設計畫經濟層面的外部效益評估	8-11
8.7.2 港埠運輸建設計畫環境層面的外部效益評估	8-12
8.7.3 港埠運輸建設計畫外部效益評估綜論	8-13

**附錄 1 交通建設計畫經濟效益評估作業規範問答集..... 附
1-1**

1.1 交通建設經濟效益評估的緣起與目的	附 1-1
2.1 交通建設經濟效益評估的理論基礎	附 1-1
3.1 評估參數研擬的相關問題	附 1-5
4.1 各類型建設計畫經濟效益評估的相關問題	附 1-6
5.1 經濟效益評估軟體操作的相關問題	附 1-7

表目錄

表 2-2 運輸建設經濟外溢效果表	2-6
表 2-3 英國政府交通建設計畫的 5 大評估準則	2-8
表 2-4 道路建設投資影響層面及項目表	2-8
表 2-5 使用者效益項目表	2-18
表 2-6 成本流量及折現值計算列表	2-29
表 2-7 效益流量及折現值計算列表	2-30
表 3-1 經建會評估作業手冊成本效益評估項目列表	3-1
表 3-2 美國聯邦公路總署 HERS-ST 成本與效益評估項目列表	3-3
表 3-3 美國聯邦公路總署 STEAM 成本與效益評估項目列表	3-5
表 3-4 美國加州運輸部 Cal-B/C 成本與效益評估項目列表	3-6
表 3-5 美國 AASHTO 成本與效益評估項目列表	3-7
表 3-6 美國聯邦航空總署 FAA 生命週期成本評估項目列表	3-8
表 3-7 加拿大運輸部成本效益分析項目列表	3-10
表 3-8 加拿大運輸部成本效益分析項目列表	3-11
表 3-9 日本國土交通省交通運輸建設成本效益項目構成表	3-12
表 3-10 日本綜合研究所評估成本及效益項目列表	3-12
表 3-11 日本綜合研究所選出之無法直接貨幣化之項目列表	3-13
表 3-12 英國環境運輸區域部 TAG 的成本效益分析表	3-14
表 3-13 德國交通部 ÖPNV 標準化評估手冊的成本與效益項目 ...	3-15
表 3-14 紐西蘭陸地運輸局簡化型經濟評估成本與效益項目列表	3-17
表 3-15 紐西蘭陸地運輸局完整型經濟評估的成本與效益項目列表	3-17

表 3-16 歐盟成本效益分析項目列表	3-18
表 3-17 國內外成本評估項目比較表	3-20
表 3-18 國內外效益評估項目比較表	3-21
表 3-19 國內各類型交通建設計畫的外部效益項目彙整表	3-25
表 3-20 本作業規範所設定之成本效益範疇項目表	3-25
表 4-1 近年來公路建設計劃折現率設定值列表	4-4
表 4-2 近年來城際軌道建設計劃折現率設定值列表	4-5
表 4-2 近年來都會軌道建設計劃折現率設定值列表	4-5
表 4-3 近年來航空機場建設折現率設定值列表	4-6
表 4-4 近年來港埠建設計劃折現率設定值列表	4-6
表 4-5 資源成本(機會成本)考量下之時間價值影響項目表	4-8
表 4-5 負效用之考量下之時間價值影響項目表	4-8
表 4-6 公路建設案例採用之時間價值參數表	4-11
表 4-7 城際軌道建設案例採用之時間價值參數表	4-11
表 4-8 城際軌道建設案例採用之時間價值參數表	4-12
表 4-9 航空機場建設案例採用之時間價值參數表	4-12
表 4-10 港埠建設案例採用之時間價值參數表	4-13
表 4-11 時間價值較估結果表	4-15
表 4-12 不同旅次目的設定的時間價值參數建議表	4-16
表 4-13 時間價值與工資率比對表	4-16
表 4-14 時間價值參數建議表	4-17
表 4-15 機車車速別反應燃料成本表	4-21
表 4-16 小客車車速別反應燃料成本表	4-21
表 4-17 小貨車車速別反應燃料成本表	4-22
表 4-18 大貨車車速別反應燃料成本表	4-23

表 4-19 車種別平均每公里非燃料成本與折舊列表	4-23
表 4-20 油價參考表	4-24
表 4-21 各公路類型肇事死亡及受傷率比較表	4-25
表 4-22 鐵路軌道及平交道肇事死亡及受傷率比較表	4-27
表 4-23 捷運肇事死亡及受傷率比較表	4-27
表 4-24 公路大眾運輸肇事死亡及受傷率表	4-28
表 4-25 都會及城際客運肇事死亡及受傷率表	4-29
表 4-26 國內肇事成本相關文獻匯整表	4-31
表 4-27 國內交通建設評估報告數據彙整	4-32
表 4-28 國外評估手冊常見的交通建設空氣污染評估項目	4-39
表 4-29 環保署 TEDS6.1 車輛排放空氣污染係數	4-40
表 4-30 空氣污染排放係數列表	4-40
表 5-1 公路基礎建設類型表	5-3
表 5-2 公路建設依生命週期階段之成本項目彙整表	5-7
表 5-3 公路建設計劃使用者效益項目表	5-17
表 5-4 公路建設計畫「旅行時間節省效益」涵蓋範圍	5-18
表 5-5 公路建設計畫可能影響之路網與運具表	5-19
表 5-6 公路路網的運量資料(基本方案/Without Project)輸入表格 ..	5-22
表 5-7 公路路網的運量資料(交通建設計畫/With Project)輸入表格	5-23
表 5-8 各年度旅行時間節省效益流量折現值輸入格式	5-24
表 5-9 公路建設計畫「行車成本節省效益」範圍	5-25
表 5-10 各年度行車成本節省效益流量折現值輸入格式	5-27
表 5-11 公路建設計畫「肇事成本節省效益」範圍	5-28
表 5-12 各年度肇事成本節省效益流量折現值輸入格式	5-30

表 5-13 公路建設計畫「營運成本節省效益」範圍	5-31
表 5-14 各年度經濟外部效益流量折現值輸入格式	5-35
表 5-15 公路建設計畫「空氣污染外部效益」範圍	5-36
表 5-16 公路建設計畫「二氧化碳排放外部效益」範圍	5-37
表 5-17 各年度環境外部效益流量折現值輸入格式	5-39
表 6-1 我國 3 種軌道系統比較表	6-2
表 6-2 軌道運輸建設的生命週期成本項目表	6-7
表 6-3 新建型軌道建設計畫規劃期間的成本輸入格式	6-8
表 6-4 新建型軌道建設計畫施工期間成本輸入格式	6-9
表 6-5 新建型軌道建設計畫營運期間輸入格式	6-10
表 6-6 新建型軌道建設計畫結束期間輸入格式	6-11
表 6-7 改善型軌道建設計畫規劃期間輸入格式	6-11
表 6-8 改善型軌道建設計畫施工期間輸入格式	6-12
表 6-9 改善型軌道建設計畫營運期間輸入格式	6-13
表 6-10 改善型軌道建設計畫結束期間輸入格式	6-14
表 6-11 各年度成本流量折現值輸入格式	6-16
表 6-12 各年度成本流量估算方式	6-17
表 6-13 各年度成本流量折現值估算方式	6-17
表 6-14 軌道建設計畫使用者效益實務評估項目表	6-18
表 6-15 軌道建設計畫「旅行時間節省效益」範圍	6-18
表 6-16 軌道建設計畫可能影響路網與運具列表	6-19
表 6-17 軌道運輸之運量資料(基本方案/Without Project)輸入表格	6-21
表 6-18 軌道運輸之運量資料(軌道建設計畫/With Project)輸入表格	6-21

表 6-19 各年度旅行時間節省效益流量折現值計算公式表	6-23
表 6-20 軌道建設計畫「肇事成本節省效益」範圍	6-23
表 6-21 各年度肇事成本節省效益流量折線計算公式表	6-26
表 6-22 各年度營運成本節省效益流量折現值計算公式表	6-28
表 6-23 各年度經濟外部效益流量折現值計算公式表	6-31
表 6-24 軌道運輸建設計畫環境外部衝擊來源表	6-32
表 6-25 各年度環境外部效益流量折現值計算公式表	6-34
表 7-1 新建型軌道建設計劃成本輸入表	7-4
表 7-2 改善型航空機場建設成本輸入表	7-5
表 7-3 各年度成本流量折現值計算公式表	7-7
表 7-4 航空運輸建設計畫使用者效益實務評估項目表	7-8
表 7-5 航空運輸建設計畫可能影響路網與運具表	7-9
表 7-6 航空運輸運量輸入(基本方案/Without Project)表	7-11
表 7-7 航空運輸運量(軌道建設計畫/With Project)輸入表	7-11
表 7-8 各年度旅行時間節省效益流量計算公式表	7-13
表 7-9 航空運輸服務業者營運成本項目表	7-14
表 7-10 各年度營運成本節省效益流量折現值計算公式表	7-15
表 7-11 各年度經濟外部效益流量折現值計換公式表	7-17
表 7-12 航空運輸建設計畫環境外部衝擊項目表	7-18
表 7-13 各年度環境外部效益流量折現值計算公式表	7-21
表 8-1 臺灣各類型港埠歸納表	8-1
表 8-2 新建型港埠建設計畫成本輸入表	8-5
表 8-3 改善型港埠建設成本輸入表	8-6
表 8-4 各年度成本流量折現值計算公式表	8-8
表 8-5 港埠建設成本效益分析影響項目表	8-11

表 8-6 港埗建設計畫之環境外部衝擊來源項目分析表.....	8-12
附表 1 經濟評估與財務評估之比較表	附 1-2

圖目錄

圖 2.2 運輸系統經濟市場特性解說圖	2-3
圖 2.3 交通建設影響經濟層面關係圖	2-4
圖 2.4 總體經濟下交通市場內外部效果關係圖	2-5
圖 2.5 交通建設總體影響關係圖	2-7
圖 2.6 成本效益分析基本架構圖	2-11
圖 2.7 消費者剩餘「二分之一法則」示意圖	2-19
圖 2.8 誘發旅次與變動運量下之「二分之一法則」	2-20
圖 2.9 經濟層面之外部效益關係圖	2-22
圖 2.10 基本方案 vs.交通建設計畫方案之成本效益示意圖.....	2-28
圖 4.1 交通建設造成空氣污染過程圖	4-37
圖 5.1 新建公路路段旅行時間節省效益範圍	5-19
圖 5.2 改善公路路段的旅行時間節省效益範圍	5-20
圖 5.3 既有公路路段的旅行時間節省效益範圍	5-20
附圖 1 多內部報酬率數值發生情況示意圖	附 1-11

第一章 前言

1.1 背景說明

經濟發展是維繫國家競爭力的命脈，而交通運輸則是推動經濟發展的主要動力。為了提升臺灣整體經濟競爭力，並且兼顧全民環境生活品質，政府必須要在有限的財政資源下，透過客觀的經濟效益評估方法，促使交通建設計畫的資源達到最適化的配置。

在交通基礎建設方面，由於交通運輸系統屬於多層次、多目標、與多管道的動態複雜系統，因此交通建設計畫的經濟效益評估不僅要顧及點、線、面的聯通功能，還要考量到經濟發展、環境衝擊、以及區域土地規劃。但國內長期以來，對於交通建設的經濟效益評估缺乏一套客觀、一致性的作業標準規範，以致於所評估得出的成本效益分析指標很難在決策過程提供作為各項交通建設計畫的參考比較依據。

1.1.1 國內現有交通建設的經濟效益評估作業手冊

- 行政院經建會制訂出版的「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫手冊」乃是針對「一般公共建設」所開發的評估作業手冊外，屬於通案性質。
- 國內實有必要針對交通運輸特有的領域類型進一步研擬更為精確、詳盡、具有實務可操作性的評估作業手冊並且搭配實務且周延的評估作業規範，以作為交通運輸建設投資決策的準則。

1.1.2 交通部運輸研究所推動的經濟效益評估

- 交通部運輸研究所在 2007 年委託臺灣經濟研究院進行「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」，共分 2 個年度進行研究，主要目的在於依公路、鐵路、捷運、高鐵、航空、港埠等類別，分別建立經濟效益評估作業規範，並且開發評估軟體及編擬使用手冊。

1.1.3 本研究計畫所執行的經濟效益評估

- 本研究計畫「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」在第 1 年度從經濟理論的角度建構交通建設的成本效益分析模型，廣泛蒐集國外先進國家的經濟效益評估作業手冊，彙整國內各類型交通建設的經濟效益評估實際案例，藉此界定出交通建設的成本與效益項目與範疇，並且針對各種類型的交通建設建構評估的實務操作方法。
- 第 2 年度則是延續第 1 年度的研究成果，除了檢討修正成本效益評估的相關參數，包括時間價值參數、行車成本參數、肇事成本參數、以及環境外部損害的貨幣化參數等之外，最重要的是依據交通建設計畫類別，編擬經濟效益評估作業規範，並且套入實際案例的運量推估數據以及本研究建議的評估參數值，作為開發經濟效益評估軟體的基礎。最後，經濟效益評估軟體的開發將配合技術手冊與操作手冊的編製以及評估軟體操作的訓練課程。

1.2 作業規範目標與內容

- 本套「交通建設計畫經濟效益評估作業規範」主要目的在於針對國內各類型交通建設計畫建立客觀、系統化、具有公信力的經濟效益評估原則與方法以及簡潔易操作的實務評估作業規範，以提供作為交通部運研所以及相關工程顧問公司的評估分析者及決策者在進行交通建設經濟效益評估時的參考依據。
- 本套作業規範除了搭配相關的軟體使用手冊(另編製使用手冊)外，也針對評估分析者在進行經濟評估過程所可能產生的常見問題提供問答集(Q&A)，以期使交通建設計畫的經濟效益評估過程更具實務操作性，同時也促使交通運輸建設的決策更加客觀、透明化。

1.2.1 「交通建設計畫經濟效益評估作業規範」的內容特色

- 簡潔條理地說明介紹交通建設計畫經濟效益評估的基本概念與理論基礎。
- 詳細說明效益評估過程所使用的參數設定與應用方式。

- 將經濟效益評估的理論基礎與參數設定套入各類型的交通建設計畫中，以進行實務的評估分析。
- 針對評估過程的理論與實務疑問，提供深入的解答。

第二章 經濟效益評估基本觀念與理論基礎

本章將針對交通建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的基本概念與理論基礎提供系統化、標準化、簡潔易懂的解釋與說明。至於詳細的文獻探討與理論推導內容已詳述在「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

2.1 交通建設的經濟特性

2.1.1 交通運輸系統的基本特性

- 交通運輸系統的基本組成元素：
 - ☐ 基礎設施(Infrastructure)
 - ☐ 車輛或載運工具(Vehicle)
 - ☐ 營運者/消費者(Operator/Consumers)
- 交通建設基礎設施的基本要素：
 - ☐ 場站
 - ☐ 路線
 - ☐ 控制系統

2.1.2 交通運輸系統的分類

- 交通運輸系統依據運具來分，可分為公路(Highway)、軌道(Rail)(捷運、鐵路、與高鐵)、航空(Airport)、港埠(Port)等類型。
- 交通運輸系統依據區域來分，可分為國際(International)運輸系統、城際(Intercity)運輸系統、以及都會(Urban)運輸系統。

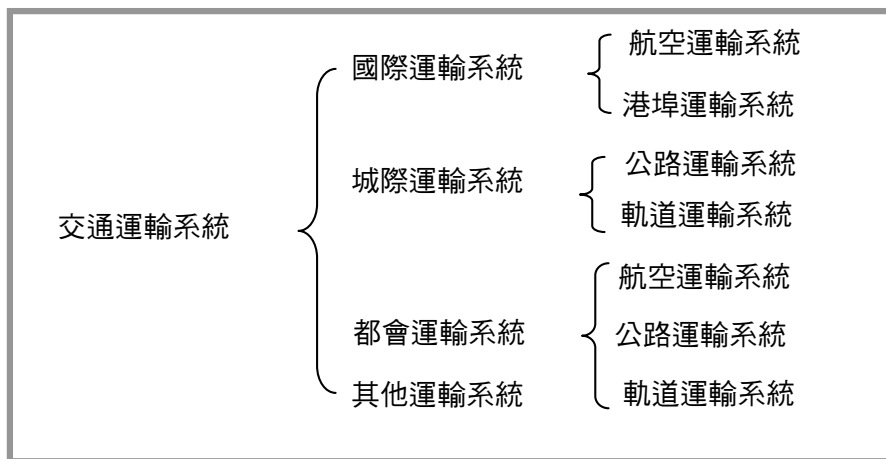


圖 2.1 交通運輸系統分類方式示意圖

2.1.3 交通運輸系統的供給與需求特性

- 交通運輸系統依據經濟市場的特性來劃分，可分為「供給面」(Supply Side)與「需求面」(Demand Side)。
- 「供給面」指的是交通運輸的基礎設施，提供基礎設施的政府或私人部門稱為供給者(Supplier)。
- 需求面指的是交通運輸建設的使用者(其中包括旅運者/交通運輸服務者)對交通運輸建設的需求。
- 旅運者即為消費者(Consumers)對交通運輸的需求乃是從原始需求—購物、通勤、旅遊、洽公等目的引伸而來，稱為引伸需求(derived Demand)。
- 運輸服務營運者(Operator)配合消費者的需求提供運輸服務，並從中賺取營業收入。

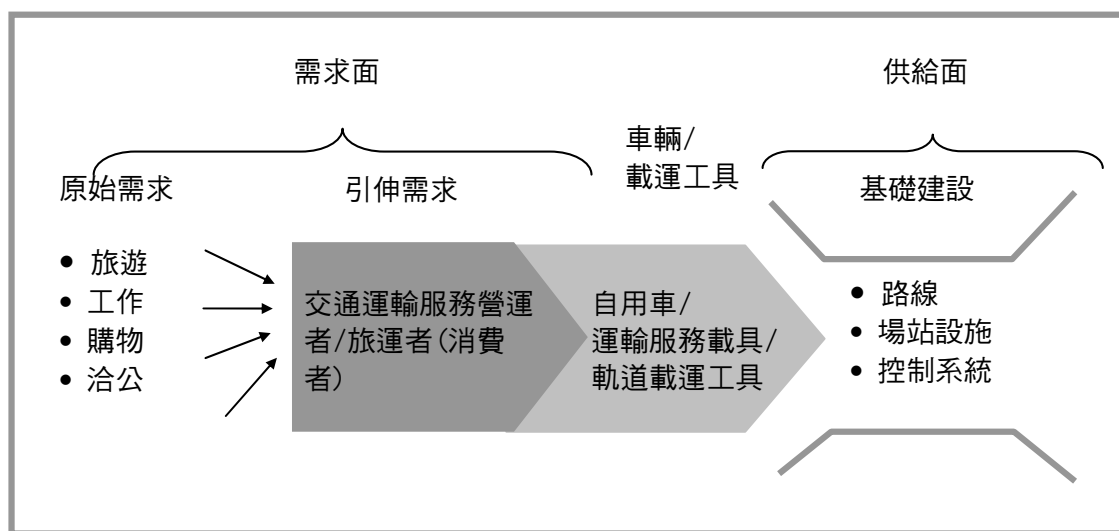


圖 2.2 運輸系統經濟市場特性解說圖

2.1.4 各類型交通運輸系統的供給面構成要素與需求面構成要素

表 2-1 各類型運輸系統構成要素表

交通運輸系統		供給面			車輛/ 運輸工具	需求面	
		路線	場站設施	控制系統		營運者	消費者
國際運輸	航空建設	機場跑道、機場聯外道路	機場航廈、停車場	機場導航系統、空中交通管制系統	客機	航空公司	國際旅客
					貨機	航空公司	國際貨運
	港埠建設	港口聯外道路	碼頭、港區	水上導航系統	貨輪、貨櫃	貨輪公司	國際貨運
城際運輸	公路建設	國道高速公路、省道、縣道、快速道路、交流道	停車場、收費站、休息站	號誌、標誌、標線	一般汽車	加油修車業者	長途旅客
					客運巴士	客運公司	長途旅客
					貨車	加油修車業者	長途貨運
	軌道建設	鐵路軌道、鐵路地下化	鐵路車站、停車場、調車場	行車控制系統	載客列車	鐵路公司	長途旅客
	航空建設	機場跑道、機場聯外道路	機場航廈、停車場	機場導航系統、空中交通管制系統	貨運列車	鐵路公司	長途貨運
					客機	航空公司	長途旅客
都會運輸	公路建設	快速道路、主要道路、次要道路、匯集道路、地方道路	停車場	號誌、標誌、標線	客機	航空公司	長途貨運
					貨機	航空公司	長途旅客
					步行		行人
					腳踏車		短程旅客
					機車	加油、修車業者	短程旅客
					小汽車		短程旅客
					貨車		短程貨運
					計程車	計程車行	短程旅客
					公共汽車	客運公司	短程旅客
					無軌電車	客運公司	短程旅客

	軌道建設	捷運軌道、輕軌軌道	捷運車站、輕軌車站、	行車控制系統、自動導引系統	輕軌電車 捷運電車	捷運公司	短程旅客
其他運輸系統	纜車路線 水運觀光路線	纜車收費站、港口	纜車控制系統 航運控制系統	纜車 遊艇	經營業者	遊客	

2.2 交通運輸系統的影響層面

2.2.1 交通建設在經濟層面的影響效果—文獻回顧

- 英國環境運輸與區域發展部提出交通運輸市場與其他經濟市場的互動關係：
 - 交通運輸市場的引伸需求主要來自於其他經濟市場的原始需求，包括：購物、通勤、洽公、休閒旅遊或個人私事等。
 - 政府投資的交通建設可滿足交通運輸市場內部的引伸需求，也會對交通運輸部門以外的其他經濟市場產生外溢效果 (Spillpver Effect)。
 - 其他經濟市場，包括產品市場、勞動市場、資本市場、與土地市場等。

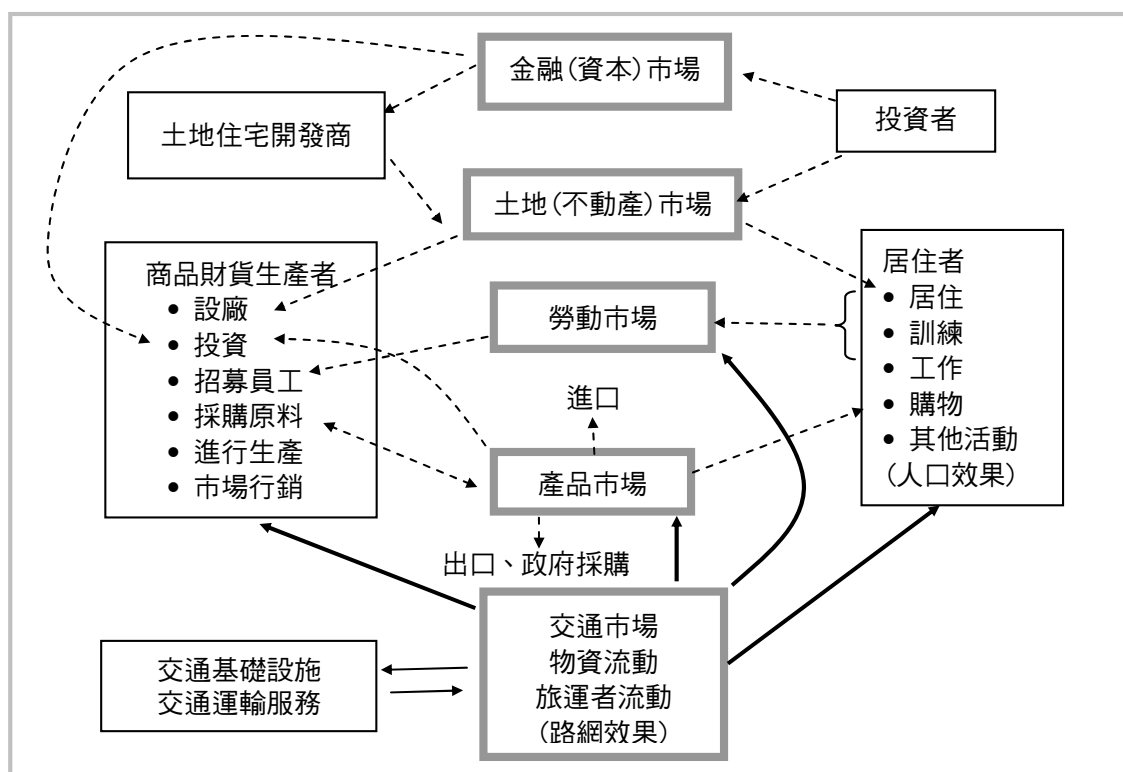


圖 2.3 交通建設影響經濟層面關係圖

- 日本道路投資評價研究會「道路投資之社會經濟評價」提出：交通運輸市場內部效果與外部效果的關係：
 - 道路運輸市場內部的效果包括道路收費、道路設施使用的時間節省、其他替代道路的交通紓解等。
 - 由道路運輸市場所衍生出來對其他經濟市場的的影響還包括：勞動市場的就業、土地市場的資產價值、產品市場的產值、甚至擴及到生活機能以及環境品質的變化。
 - 交通建設在交通運輸部門以外的勞動市場、土地市場、產品市場所產生的外溢效果，此一部份通稱為經濟外部效果。
 - 以總體經濟的觀點來看，交通運輸市場的經濟外部效果可能有重複計算的問題，其中還包含有區域間的移轉效果。

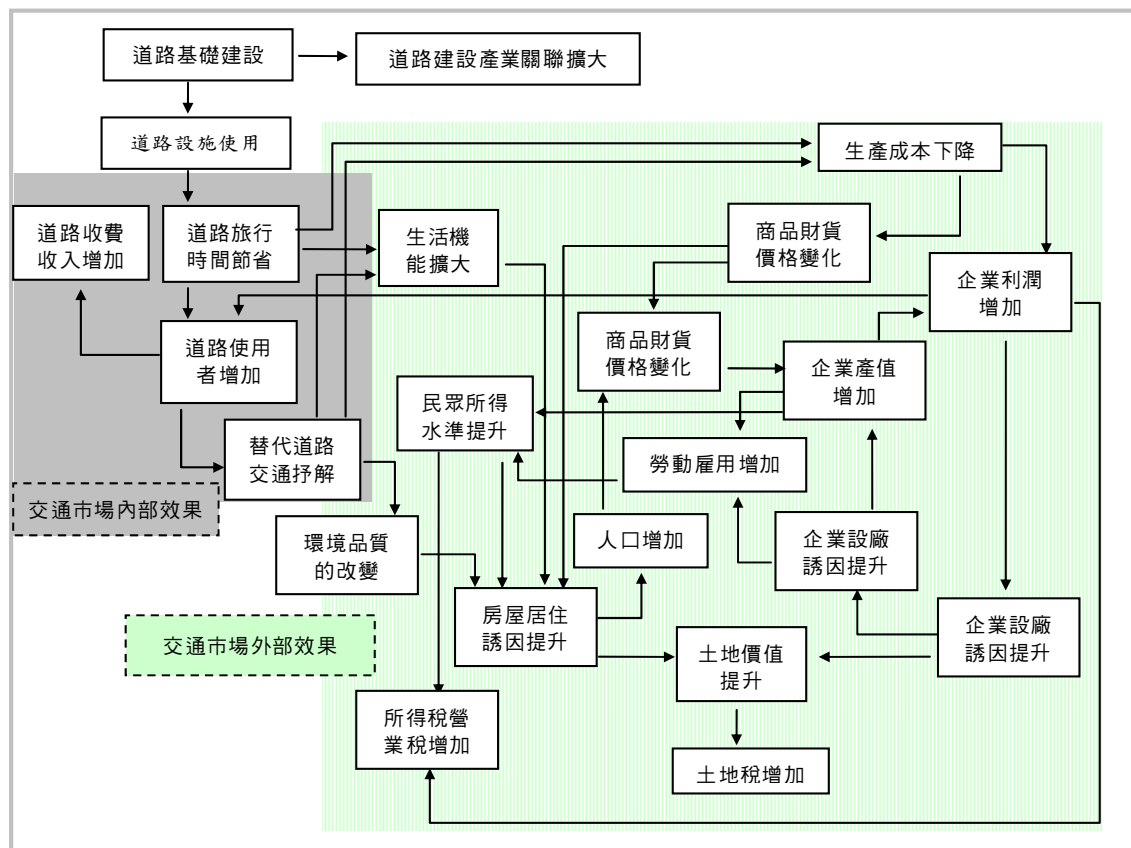


圖 2.4 總體經濟下交通市場內外部效果關係圖

- 美國國家研究委員會(National Research Council)提出交通建設計畫在經濟層面的外部效果效果劃分為「分配面」與「成長面」：
 - 分配面的影響包括就業的分配、個人所得的分配、區域產出與

- 所得的分配、部門產出與所得的分配；
- 成長面的影響包括生產力的成長、經濟產品與產出的成長、經濟總福利的成長等。
- 美國國家運輸研究委員會彙整得出交通建設所產生的經濟外溢效果歸納為 3 大類：成長面、分配面、與財務移轉面。

表 2-2 運輸建設經濟外溢效果表

成長面影響	分配面的影響	財務移轉衝擊
<ul style="list-style-type: none"> • 使用者效益 • 就業與所得成長 • 群聚與都市化效益 • 外部效益 • 社會效益 • 開發成本降低 	<ul style="list-style-type: none"> • 土地開發與重新開發(例如場站附近的密集開發) • 因土地開發所造成的就業與所得移轉 • 道路兩旁增加的經濟活動 	<ul style="list-style-type: none"> • 與交通建造或營運維修有關的就業與所得成長 • 土地開發商繳給地方政府的聯合開發所得 • 財產稅衝擊

- 由社會觀點來看，只有成長面的經濟外溢效果需要計入交通建設的經濟效益中，分配面與財務移轉面的外部衝擊通常不需計入社會淨效益中。

2.2.2 交通建設計畫在經濟、環境、社會層面的影響—文獻回顧

- 美國運輸研究學會提出交通建設計畫的總體影響層面：
 - 交通建設除了影響到供給面的交通建設供給者以及需求面的使用者之外，還會對供需雙方以外的第 3 者產生影響衝擊，稱之為外部性(Externality)。

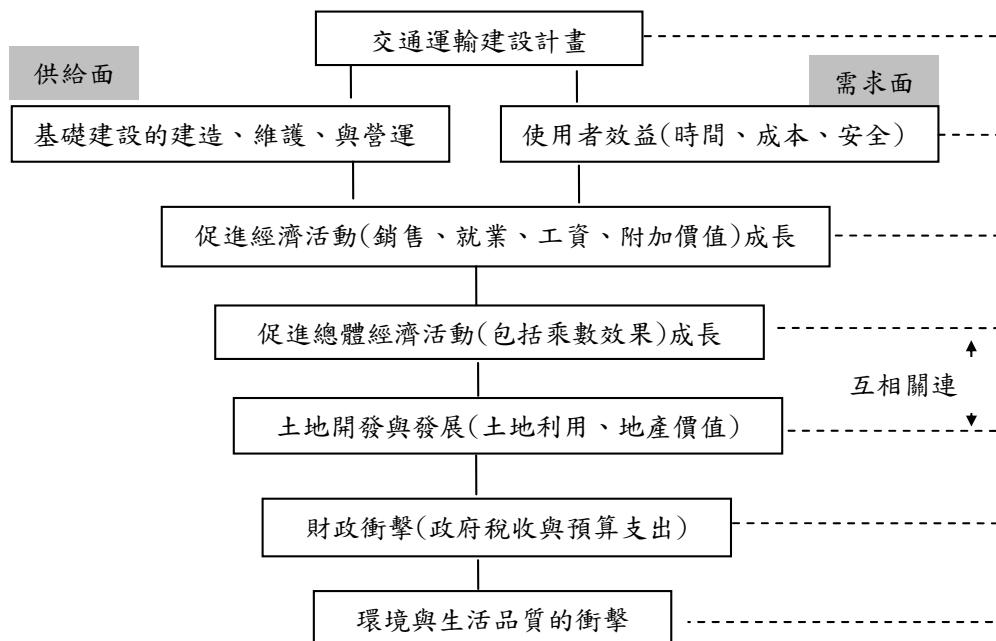


圖 2.5 交通建設總體影響關係圖

- 美國國家研究委員會提估交通建設的影響層面可分為運輸系統層面以及社會與經濟層面：
 - 在運輸系統層面的影響為旅行時間、行車成本、安全與運具多樣選擇等。
 - 在社會經濟層面的影響為社區的協調、經濟的發展、交通噪音、與景觀的品質。

2.2.3 交通建設計畫的評估範圍與分類項目—文獻回顧

- 英國 1998 年所公布的白皮書「*A New Deal for Transport*^[16]」提出政府交通建設計畫的 5 大評估準則，反映出交通建設的衝擊層面。

表 2-3 英國政府交通建設計畫的 5 大評估準則

評估要項	細項
環境 (Environment)	●噪音 ●局部區域空氣污染 ●溫室氣體效果 ●景觀
	●街道格局 ●歷史文化遺產 ●生物多樣性
	●水質 ●健康 ●旅行環境
安全(Safety)	●肇事意外 ●安全性
經濟 (Economy)	●政府公共帳戶
	●交通經濟效率：企業使用者與交通提供者
	●交通經濟效率：消費者
	●可靠性 ●廣泛的經濟影響
可及性 (Accessibility)	●運輸模式選擇的價值
	●交通阻斷 ●公共交通的規劃
綜合 (Integration)	●各運具的聯通與替換
	●土地利用計畫的整合 ●對其他計畫的影響

- 日本總合研究所「道路投資評價指針」將道路建設投資的影響層面劃分為直接效果與間接效果。

表 2-4 道路建設投資影響層面及項目表

影響層面與項目			
直接效果	道路利用者	道路利用	●走行時間縮短 ●行走費用減少
			●交通事故減少 ●走行快適度提升
			●歩行的安全性快適度提升
	道路沿線區域社會	環境	●空氣汚染 ●噪音 ●景觀
			●生態系●地球環境
		民眾生活	●道路空間利用
●災害時的緊急替代道路			
●生活機會、交流機會的擴大			
●公共福務的提升			
間接效果	區域經濟	●建設計畫所創造的需求	
		●產出增加 ●勞動就業、所得增加	
		●人口的安定化	
		●財貨服務價格的降低	
		●資產價值的提升	
	公共部門	財政支出	●公共社疵維護費用的節省
		租稅收入	●地方稅 ●國家稅

2.3 交通建設計畫的經濟效益評估

2.3.1 經濟效益評估的目標

- 由於交通建設計畫大多是由政府挹注投資建設資金，而政府公共

建設的投資資金在有限的預算資源限制下，必須挹注在最具經濟效率的建設投資方案上。

- 經濟效益評估(Economic Appraisal)的目標乃是從社會經濟(Social-Economic)的觀點來評估交通運輸建設投資計畫的經濟效益相對於投資成本的有效性，藉由系統化、科學化、與系統化的方法篩選出最具經濟效率的交通建設投資計畫。

2.3.2 經濟效益評估的原則

- 依據交通建設計畫的目標選擇適當的評估方法。
- 必須將區域之間的移轉效果加以區分，例如交通建設計畫對於一地地區的正效益，可能來自於另一地區的負效益。
- 同時檢視經濟面與非經濟面的影響衝擊，並且強調經濟層面的效益。

2.3.3 經濟效益的衡量

- 交通建設經濟效益的衡量必須從社會的觀點出發，其中效益包括直接的使用者效益與間接的外部效益；成本是指交通建設所投入的社會資源；將效益減去成本所得到的淨效益即為交通建設的經濟效益。
- 經濟效益衡量式

交通建設 經濟效益	=	交通建設 使用者效益	+	交通建設 外部效益	-	交通建設 成本	=	交通建設 淨效益
--------------	---	---------------	---	--------------	---	------------	---	-------------

2.3.4 交通建設計畫的經濟效益評估常見方法

- 總體經濟模型—強調各產業部門間的關聯性，針對交通運輸建設坐全面性的評估，但模型建構與資料蒐集相當耗時。
- 區域運輸-土地利用模型—運輸需求模型的應用，可提供精確、詳細、且綜合性的量化資料，但需要使用複雜的電腦程式與套裝軟體。
-

- 成本效益分析—在運輸需求模式的配合下，可計算得出相當可靠的評估結果且不需要耗費太大的成本，但所有計入成本效益分析的項目都必須要有貨幣化的數值。
- 產業關聯模型—可用於計算交通建設計畫所創造出來的產出、消費、與就業等產業經濟效果，但可能會忽略其他非經濟因素，且並未考慮長期動態的變化。
- 經濟預測與模擬模型—可將交通建設的長期與短期經濟衝擊區分出來，並且搭配其他的評估方法以評估區域衝擊，但成本昂貴且需要由專家來解毒評估結果。
- 多變量迴歸與計量模型—可將各種解釋變數對交通建設的影響拆解出來，但需蒐集完整變數資料，適用於事後(Ex-post)的評估分析。
- 統計與非統計比較法—較為簡單，但無法建立系統化、標準化的經濟評估指標。

2.3.5 經濟效益評估的主軸方法—成本效益分析

- 針對交通運輸建設的規劃與方案篩選，經濟效益評估的方法必須符合下列幾點條件：
 - ☐ 屬於事前(Ex-ante)規劃決策階段的評估；
 - ☐ 優先考量使用者對交通運輸的引伸需求；
 - ☐ 強調社會經濟層面的衝擊效果；
 - ☐ 著重於「增額」效果，也就是指交通建設計畫所額外創造出的影響衝擊。
 - ☐ 提供貨幣化的衡量指標；
- 基於上述幾點原則，本研究提出交通建設經濟效益評估乃是以**成本效益分析**為主軸。
- 成本效益分析乃是將交通建設計畫在未來一段期間內的成本流量與效益流量，分別以特定的折現率計算出折現值，再分別計算出成本效益指標，以作為決策參考的依據。
- 成本效益分析(Cost-Benefit Analysis)的優點在於：所有的成本與效

益項目皆有貨幣化的數值，可以建立客觀的衡量指標。

- 成本效益分析的缺點在於：不具有市場價格(Non-Market Price)或無法加以貨幣化的成本與效益項目，不列入成本效益分析中，因此無法完全周延地考量所有的影響衝擊層面。
- 經濟效益評估除了以成本效益分析為主軸外，也可以搭配其他評估方法，例如產業關聯模型、總體經濟模型等量化方法以及定性分析方法，以便輔助成本效益分析的疏漏之處。

2.4 成本效益分析的基本架構

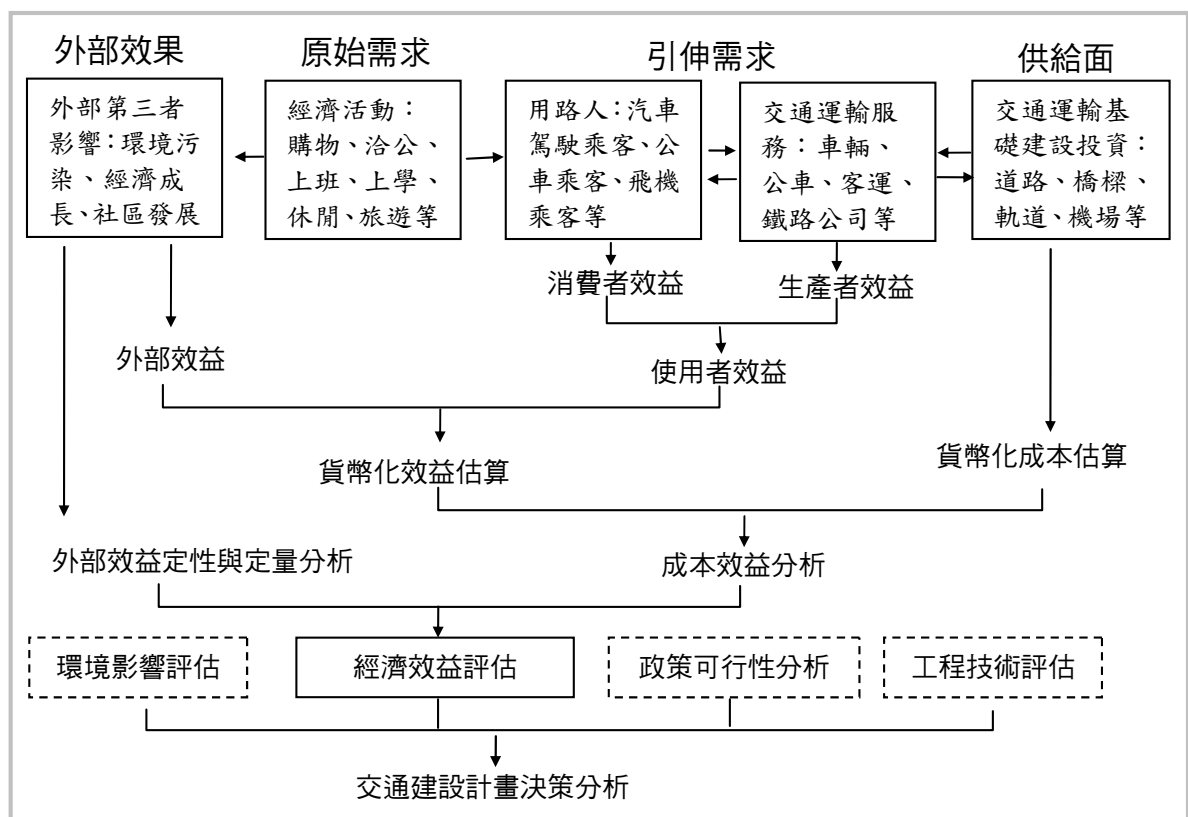


圖 2.6 成本效益分析基本架構圖

- 「成本」的範疇界定在「供給面」，也就是指政府投資交通基礎建設的挹注資金。
- 「效益」的範疇界定在「需求面」，也就是指交通建設的使用者與外部第 3 者效果。
- 交通建設「使用者」指的是直接使用各種交通運具的用路人，使用者效益通常以消費者剩餘(Consumer's Surplus)來衡量。

- 運輸服務提供者指的是運輸服務的營運業者，包括政府部門與私人部門，業者的效益通常以生產者剩餘(Producer's Surplus)來衡量。
- 消費者剩餘＋生產者剩餘＝社會總剩餘，它代表交通運輸建設所帶來的社會福利(Social Welfare)。
- 外部效益指的是對第3者(Third Party)的衝擊，包括經濟、環境、社區生活等方面的影響。
- 成本效益分析的基本公式

交通運輸建設 成本效益	=	交通運輸使 用者效益	+	運輸服務提 供者效益	+	外部 效益	-	基礎建設 投入成本
----------------	---	---------------	---	---------------	---	----------	---	--------------

2.5 成本效益分析的重要步驟

- (1) 從供給面觀點—針對交通基礎建設的投資資金，估算交通建設計畫的成本。
- (2) 從需求面觀點—針對交通建設計畫的使用者，包括交通運輸服務的消費者剩餘與交通運輸服務的生產者剩餘，估算貨幣化的使用者效益。
- (3) 從第3者觀點—針對交通建設計畫的外部影響衝擊，包括經濟、環境、社會等層面，估算貨幣化的外部效益。
- (4) 將貨幣化的成本、使用者效益、與外部效益轉化為年化(Annualize)的成本與效益。
- (5) 利用社會折現率將年化的成本與效益換算為折現值(Present Value)。
- (6) 依據成本與效益的折現值計算成本效益評估指標。

2.6 成本效益分析的步驟(1)—成本評估

2.6.1 交通基礎建設的生命週期成本

- 交通運輸建設的「成本(Cost)」指的是提供交通基礎建設(Infrastructure)的投資成本。

- 交通運輸建設計畫的成本預估可基礎建設的生命週期(Life Cycle)階段作為評估期間的劃分：
 1. 規劃設計階段(Planning Phase)
 2. 施工階段(Construction Phase)
 3. 營運維護階段(Operating Phase)
 4. 結束階段(Ending Phase)

2.6.2 規劃設計階段的成本

- 規劃設計成本指的是交通運輸建設計畫的前置作業成本。
- 主要成本項目：交通路線規劃、GIS 技術、地籍資料、管線資料蒐集、工程顧問費用等。
- 規劃設計階段的成本與費用大多是以市場價格計算。

2.6.3 施工階段的施工建造成本

- 主要成本項目：
 - ☐ 土地取得成本(Right of Way)
 - ☐ 基礎建設建造成本(Construction)
 - ☐ 施工期間的干擾(Disruption)
- 土地取得成本指的是交通基礎建設的用地徵收以及地上建築物的拆遷。
 - ☐ 如果是車站或軌道地下化或高架化，便會出現「土地騰空價值」的項目。
 - ☐ 民間土地徵收可依照公告土地現值計算。
 - ☐ 政府土地的無償撥用或是土地騰空可依照公告土地現值計算。
- 基礎建設建造成本指的是施工建造期間所使用的資本、勞動、與管理費用。
 - ☐ 資本、勞動、與管理費用可按照市價計算。
 - ☐ 如果建造過程的能源使用是經過補貼的價格，則要還原為市場價格。

- 如果建造過程使用先前留下的機器設備，則應當以機器設備的變現市價計算。
- 施工期間的干擾指的是按照環境影響評估的相關規定，施工期間必須要採取特定的防治措施或補償措施。
 - 施工期間干擾的防制成本與補償成本通常會併入施工期間的資本、勞動、與管理費用，例如隔音牆、交通維護計畫、與鄰損補償費用。
 - 施工建造期間與營運期間的例行性維修對附近環境所造成的空氣污染與噪音應當計入外部效益的負項。

2.6.4 營運階段的營運維修成本

- 營運維修成本指的是交通基礎設施營運期間的例行性的維護、定期性的維護、重置型的維護等所需花費的費用。
- 交通基礎設施的維護成本 vs. 交通運輸服務業者的營運成本
 - 交通基礎設施的維護成本(Maintenance)歸屬於成本項目
 - 交通運輸服務業者(Operator)的營運成本則歸屬於使用者效益的評估項目，因為交通運輸服務業者屬於「交通基礎設施」的「使用者」而非「提供者」。
- 增額成本(Incremental Cost)的評估：
 - 改善型(Improvement)的建設計畫原本在營運期間已有營運與維修成本，改善計畫完成後營運與維修成本會隨之變動。
 - 改善型計畫的營運與維修成本應當以增額成本為評估基準，也就是說：

改善型建設計畫的營運與維修成本

＝改善型建設計畫的營運期間「增額成本」

＝實施交通建設計畫後的營運與維修成本－未實施交通建設計畫之下的營運與維修成本

2.6.5 結束階段的重建或變現成本

- 在評估期間結束(The Appraisal Period)時，交通基礎設施可能會產生殘值或土地變現價值。
- 長期性的資產在評估期間結束時，使用壽命尚未結束，因而具備殘值。
- 殘值(Residual Value)指的是評估期間以外設施資產所產生的淨效益。

$$\text{交通基礎設施資產殘值 } R = \sum_{t=T+1}^{\omega} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

T 代表評估期間的最後 1 年； ω 代表資產使用壽命最後 1 年

B_t 代表第 t 年資產所提供的效益； C_t 代表 第 t 年資產的維護成本

- 一般情況下，交通建設計畫評估期間土地價值幾乎不會折舊；設施用地若經過重建而具有變現價值。
- 土地變現價值幾乎會與建造初期土地取得成本等值或甚至更高。
- 土地變現價值的評估不確定性相當高，是否要計入要是個案而定。

2.6.6 成本評估的準則

- 在成本評估時，價格的處理必須要採取一致的做法。
- 當交通建設成本因稅率、補貼、或匯率等因素而扭曲時，應當以交通建設資源使用的機會成本為評估基準。
 - 機會成本(Opportunity Costs)指的是任何決策必須作出一定的選擇，被捨棄的選項中價值最高者即為該選擇的機會成本。
 - 因此當政府投入資金挹注交通運輸建設時，如果是政府補貼或無償撥用的資源，仍應當以市場價格為評估依據。
- 在勞工嚴重缺乏或是嚴重過剩的地區，勞工的工資率應當以影子價格為評估基準。
 - 勞動市場的影子價格(Shadow Price)指的是廠商多雇用 1 單位勞工所願意付出的最大價格。
- 沈沒成本(Sunk Costs)：在交通建設計畫評估時，已經發生且無法

再回覆的費用，例如研究設計與探勘費用，不計入成本評估中；但如果可以回復使用且具有市場價格的費用項目，例如土地，則應當計入成本評估中。

2.6.7 名目價格與實質價格

- 在評估期間(The Appraisal Period)各年度的成本流量評估可分為實質價格(固定幣值)與名目價格(當期幣值)2種方式。
- 依據目前臺灣的現況，評估期間各年度的成本流量通常是以當期價格(Current Price)，也就是以名目價格(Nominal Price)作為評估基準。
- 成本評估若採用名目價格(當期幣值)，則必須依據評估期間的預期物價上漲率與預期工資上漲率加以調整。
- 若評估期間各年度的成本流量採取名目價格(當期幣值)，則各年度效益流量評估也必須採取名目價格(當期幣值)。
- 若評估期間各年度的成本流量與效益流量採取名目價格(當期幣值)，則所選定的折現率(Discount Rate)也應採取名目折現率，也就是固定幣值折現率加上預期平均物價上漲率。
- 有關折現率參數、物價上漲率參數、與工資上漲率參數的設定請詳見作業規範第 4.1 節與第 4.2 節。

2.7 成本效益分析的步驟(2)—使用者效益的評估

2.7.1 交通建設的使用者

- 交通建設的使用者(Users)指的是直接使用交通基礎建設的用路人或消費者以及提供交通運輸服務的業者(生產者)。
- 交通建設的用路人或消費者(Consumers)指的是：
 - ☐ 公路私人運輸(機車、小客車、小貨車、大貨車)的駕駛與乘客
 - ☐ 公路大眾運輸(公車與客運)的乘客
 - ☐ 軌道大眾運輸(捷運與鐵路)的乘客與貨物
 - ☐ 航空運輸的乘客與貨物

- ☐ 港埠運輸的貨物
- 交通運輸服務的生產者(Producers)指的是利用政府的交通基礎設施提供交通運輸服務的私人業者，包括：
 - ☐ 公路大眾運輸(公車與客運)服務的經營業者
 - ☐ 軌道大眾運輸(捷運與鐵路)服務的經營業者
 - ☐ 航空運輸服務的經營業者
 - ☐ 港埠運輸服務的經營業者
- 交通運輸建設的消費者與生產者合稱為使用者(Users)。

2.7.2 使用者效益的範疇

- 交通運輸建設使用者效益的範疇主要包含：
 - ☐ 可透過市場價格加以貨幣化的效益(或負效益)，例如行車成本、純工作性質的時間價值、運輸服務業者的營運成本。
 - ☐ 透過參數設定加以貨幣化的效益(或負效益)，例如肇事成本、非工作性質的時間價值等。
 - ☐ 無法透過市場價格或參數設定加以貨幣化的效益(或負效益)，例如乘客的舒適度、駕駛的疲勞減少等。
- 交通建設的效益範疇除了使用者效益外，還包括對第 3 者的影響衝擊，稱為外部效益(或負效益)。

2.7.3 使用者效益的評估項目

- 使用者效益分為消費者效益與生產者效益。
 - ☐ 消費者效益可利用「消費者剩餘」來衡量。
 - ☐ 生產者效益可利用「生產者剩餘」來衡量。
- 在私人運輸方面，所需要評估的使用者效益項目包括旅行時間節省、行車成本節省、與肇事成本節省，其公式為：

$$\begin{aligned} \text{使用者效益(增額)} &= \text{消費者剩餘變動} + \text{生產者剩餘變動} \\ &= \text{旅行時間節省} + \text{行車成本節省} + \text{肇事成本節省} \end{aligned}$$

- ☐ 私人運輸的運輸服務市場趨近於完全競爭，業者超額利潤趨近

於零，或者路網中業者利潤的變動會相互抵銷，因此生產者剩餘的變動幾乎可以忽略。

- 在公共運輸方面，所需要評估的使用者效益項目包括旅行時間節省、行車成本節省、與肇事成本節省，其公式為：

$$\begin{aligned} \text{使用者效益(增額)} &= \text{消費者剩餘變動} + \text{生產者剩餘變動} \\ &= \text{消費者旅行時間節省} + \text{消費者肇事成本節省} \\ &\quad + \text{公共運輸服務業者的營運成本節省} \end{aligned}$$

□ 公共運輸業者可能會有超額利潤或政府補貼的因素存在，但業者的票價收入會與消費者的票價支出相抵銷。

□ 生產者剩餘的變動等於大眾運輸業者營運成本節省。

- 使用者效益實務評估的項目解析

表 2-5 使用者效益項目表

	使用者效益				
	消費者效益			生產者效益	
公路私人運輸	旅行時間節省	行車成本節省	肇事成本節省	加油業者、修車業者、拖吊業者的利潤變動。	
公路、軌道、航空大眾運輸	旅行時間節省	票價支出變動	肇事成本節省	票價收入變動	運輸服務營運成本節省

2.7.4 使用者效益的評估—消費者剩餘「二分之一法則」

- 消費者剩餘(Consumer's Surplus)指的是消費者對某商品的願付價格與實付價格之間的差額總和。
- 從交通運輸的角度來看，交通運輸的價格稱為旅行成本(Travel Cost)，其中包含旅行時間成本、行車成本或票價、以及肇事成本等。
- 消費者剩餘的「二分之一法則」

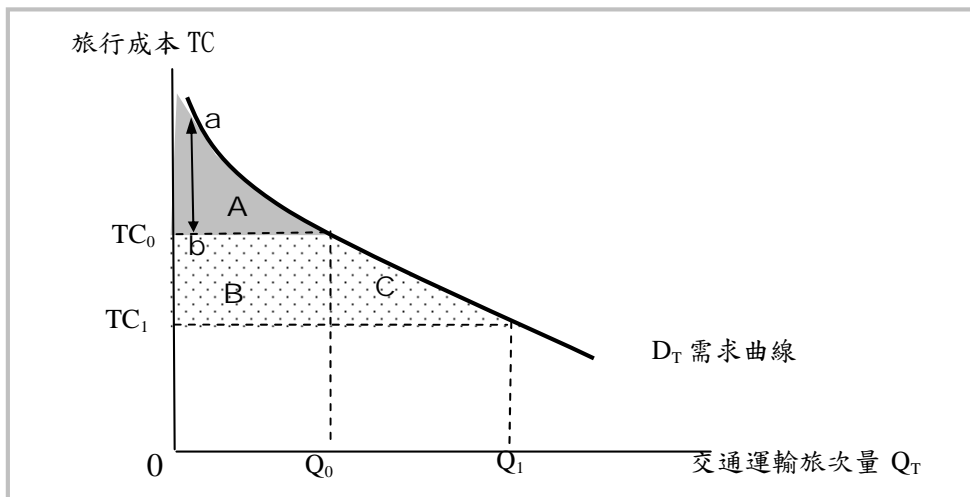


圖 2.7 消費者剩餘「二分之一法則」示意圖

- 消費者對於交通運輸的需求量(旅次量/ Q_T)決定於交通運輸的價格—旅行成本 TC 。
- 當交通運輸的旅行成本為 TC_0 時，消費者對交通運輸的需求量為 Q_0 ；當旅行成本下降至 TC_1 時，消費者對交通運輸的需求量為 Q_1 。
- 交通運輸的需求曲線 D_T 代表的是消費者對於每單位「交通運輸」的「願付價格」(Willingness To Pay, WTP)。
- 當交通運輸的旅行成本為 TC_0 時，消費者對交通運輸的「願付價格」(WTP)大於或等於實付價格—旅行成本 TC_0 ；願付價格與實付價格之間的差額即為消費者剩餘(Consumer's Surplus)=線段 \overline{ab} 。
- 將每單位消費者剩餘加總，即為交通運輸量 Q_0 所帶給消費者的福利，如圖中的陰影面積 A 。
- 當旅行成本由 TC_0 降低為 TC_1 時，消費者剩餘總額會由區域面積 A 增加為區域面積 $A+B+C$ 。
- 區域面積 $B+C$ 所代表的是交通建設所創造出來的社會福利，屬於交通建設的使用者效益，可視為「梯形面積」。
- 在評估效益時，可利用梯形面積的公式計算，也就是將旅行成本的差額($TC_0 - TC_1$)乘上交通運輸量的平均值($(Q_0 + Q_1)/2$)，稱為消費者剩餘「二分之一法則」(Rule of Half, ROH)。

- 誘發旅次與變動運量下的消費者剩餘「二分之一法則」

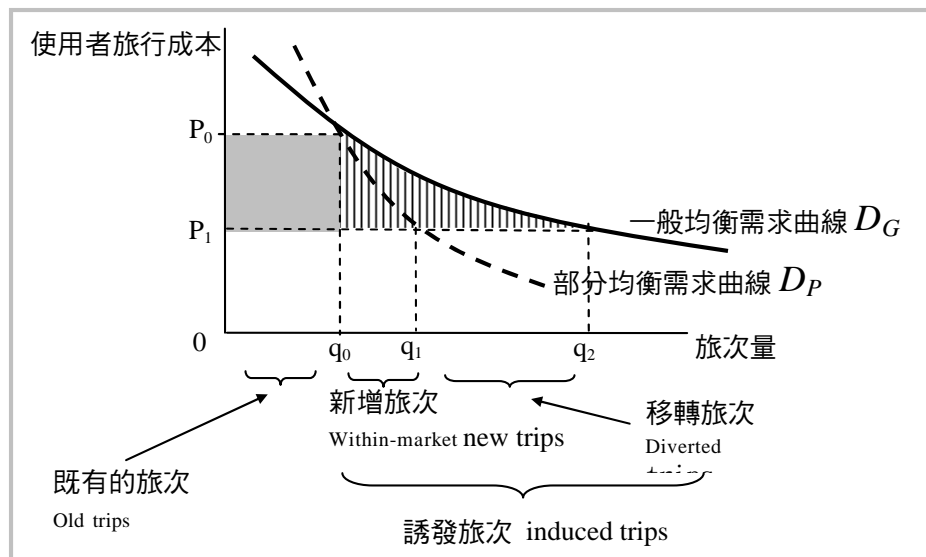


圖 2.8 誘發旅次與變動運量下之「二分之一法則」

- 假設在沒有其他替代路線或其他運具選擇的情況下，消費者對交通運輸的旅次量與旅行成本之間的關係如圖中的需求曲線 D_p —當交通狀況改善使得旅行成本下降時，原本使用該運具或該路線的消費者會額外增加交通旅次。
 - 考慮各種運具或路線之間的替代關係，則消費者對交通運輸的使用量與旅行成本之間的關係如圖中需求曲線 D_G —當旅行成本下降時，除了原本使用該運具或該路線的消費者會額外增加交通旅次之外，還有其他替代路線或運具的旅次也會移轉過來，稱為「轉移旅次」(Diverted Trips)。
 - 既有路線的新增旅次(q_0q_1)加上其他路線或運具所轉移過來的轉移旅次(q_1q_2)，即稱為誘發旅次(Induced Trips)= q_0q_2 。
 - 在實務上，旅行成本(P_0)與需求量(q_0)，以及交通建設計畫實施之後的旅行成本(P_1)與需求量(q_2)，便可利用「二分之一法則」計算出交通建設計畫的使用者效益。
- 採用「二分之一法則」的優點在於不論運量推估模型採用「固定運量」假設或「變動運量」假設，都不會造成相互矛盾的效益評估結果，而且具有經濟上的解釋意義。

- 「固定運量」(Fixed Trips)指的是路網各路段的總運量設為固定所推估出來的各路段運量；
- 「變動運量」(Variable Trips)則是指路網各路段的運量設為變動，也就是考慮誘發旅次所推估出來的運量。

2.8 成本效益分析的步驟(3)—外部效益的評估

2.8.1 經濟層面的外部效益評估

- 交通建設計畫在經濟方面的外部效益主要呈現在：
 - 施工時間的投入公共建設資金所創造出來的就業與所得效果；
 - 交通建設完成後增加車流量所帶來的人潮對於地區產業的商品與勞務銷售、勞動就業、土地與房地產所產生的影響衝擊。
 - 這些影響衝擊彼此間會有相互加乘或相互抵銷的效果，如果單獨就其中某個或某些項目計算並且加總的話，便可能產生遺漏或重複計算的問題。
- 到目前為止，各國評估手冊皆未針對這方面提出完整詳細的實證應用方法，主要原因在於：許多經濟層面的效果屬於區域間的移轉效果，會相互抵銷，可能對實質經濟層面沒有顯著影響。

2.8.2 經濟層面的外部效益—圖形解析

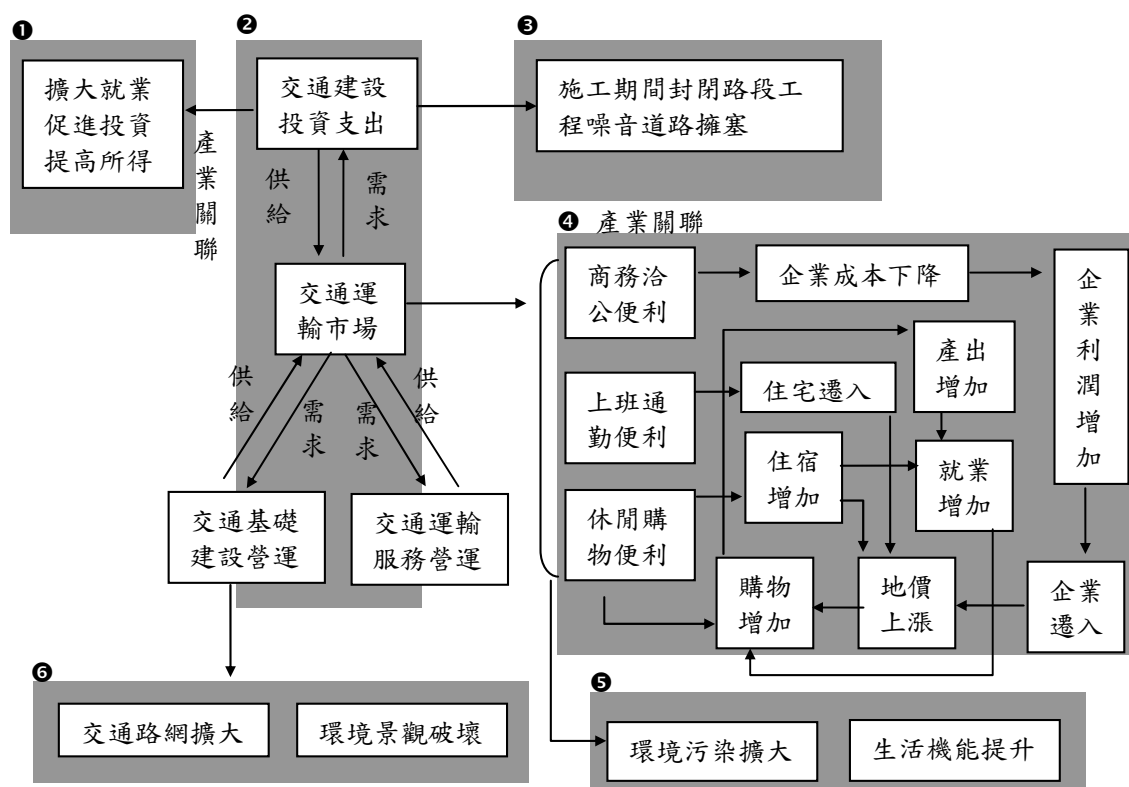


圖 2.9 經濟層面之外部效益關係圖

- 區塊①所顯示的是交通建設計畫施工期間投入建設資金後，透過施工勞動力的雇用、施工材料設備的購置等經由產業關聯效果後，所創造出來的擴大就業、提高所得、促進相關產業投資等外溢效果。
 - 在「未充分就業」的條件下，政府挹注資金會帶動交通基礎建設產業的就業與所得；
 - 在「充分就業」的條件下，則可能產生排擠的效果。
- 區塊②所顯示的是從施工建造到營運維修過程的交通運輸供給(包括基礎設施與運輸服務)與交通運輸需求。
 - 此一部份屬於基礎建設成本與使用者效益，全部已計入「內部化」(Internalized)的成本與效益分析中，而不屬於外部效益的範疇。
- 區塊③所顯示的是交通施工建造期間封閉路段對周邊環境所造成的噪音、塞車、與塵土飛揚等負面衝擊。
 - 若施工單位採取隔音牆、灑水設施、或其他補償措施，則可將

外部成本加以內部外，計入施工期間的成本項目。

- ☐ 如果施工單位未將這些外部成本加以內部外，則應將其計為施工期間的外部負效益。
- 區塊④所顯示的是在交通建設營運期間使用交通基礎設施所造成的經濟外部效果。
 - ☐ 商務旅次的外部效果：商務洽公便利，可降低企業成本，提高企業利潤，促使企業遷入，增加該區域的就業機會，提高該區域的土地價值，同時企業的利潤提高也會增加產出，進而促使就業機會增加。
 - ☐ 通勤旅次的外部效果：上班通勤便利，可誘使通勤民眾移入此區域，增加此區域的消費購物，提高此區域住宅需求，促使土地價格上漲。
 - ☐ 休閒旅次的外部效果：休閒購物便利，誘使更多的民眾投入休閒旅遊購物或私人活動，因而使得該區域住宿、餐館、娛樂業等產業的產出增加就業擴大，土地價值上漲。
 - ☐ 上述 3 種旅次目的外部效果對該區域的產品市場、勞動市場、與土地(或不動產)市場分別會造成衝擊，並且透過產業關聯產生所得乘數效果、就業乘數效果、與產出乘數效果。
- 在評估這些經濟外部效益時必須考量的是：
 - ☐ 這些經濟外部效果是否屬於區域性的移轉。
 - ☐ 如何衡量這些經濟外部效果而不至於遺漏或重複計算。
- 針對不同的旅次目的探討對經濟層面的外部影響：
 - ☐ 商務洽公旅次的需求彈性相當低，因此設定商務洽公旅次所造成的經濟外溢效果乃是屬於區域間的移轉效果，對於整體社會經濟效益的提升沒有實質的助益。
 - ☐ 通勤旅次的需求彈性相當低，絕大多數上班通勤旅次所造成的經濟外溢效果應當是屬於區域間的移轉效果；交通建設計畫導致該區域的房租上漲正好抵銷他地的房租損失，對於整體社會經濟效益的提升沒有實質的助益。

- 休閒旅遊購物旅次的需求彈性相當高，新誘發(非移轉)旅次透過在該區域的住宿、餐館、娛樂業等經濟活動所產生的就業乘數效果、所得乘數效果、產出乘數效果可藉由產業關聯分析評估其外部效果。
- 區塊⑤所顯示的是在交通建設營運期間使用交通基礎建設所造成的環境與社會層面外部效果。
 - 交通建設開闢後湧入更多的車潮人潮帶來環境吵雜、空氣污染等問題，但同時也使得生活機能更加便利。
- 區塊⑥所顯示的是交通基礎設施對於環境景觀、水資源、或歷史古蹟等環境層面，以及社區發展等社會層面所產生的正面或負面外部效果。
- 從整體社會的觀點來看，區域之間的效益移轉效果會相互抵銷而不應計入效益範疇中，只有交通建設計畫所額外誘發的經濟外部效益才能計入經濟層面的外部效益中。
 - 在實務上，必須透過系統化的評估模式，才能將所有經濟外部效益周延的全部考量計入而不會產生重複計算的問題。

2.8.3 經濟層面的外部效益—產業關聯模型的應用

- 產業關聯模型(Input-Output Model)將交通建設計畫對於經濟體系投入產出的誘發效果解析出來，
 - 利用經濟循環流程的「三面等價」原理，將產出面、要素面、所得面的經濟效益視為等價的效益，只需要評估出其中的產出面效益，便可反映出整體經濟面的外溢效果，而不會有重複計算的問題。
 - 有關產業關聯模型應用在公路、軌道、航空機場、港埠交通建設計畫的實務操作方法請參考作業規範第五章、第六章、第七章、與第八章。
- 儘管產業關聯模型可以輔助成本效益分析在經濟外部效益評估方面的不足，但產業關聯模型也有其限制。
 - 產業關聯模型只著重於產業間或部門間的互動，而沒有考慮到

個別消費者或家計單位的行為—個別使用者的旅行成本或行車成本節省下來的可支配所得可能會對區域經濟產生衝擊但卻沒有被產業關聯模型考慮在內。

- 產業關聯模型屬於靜態的分析方法，對於長期的經濟、產業、與人口變遷趨勢較無法確實反映出來。

2.8.4 環境層面的外部效益評估

- 交通建設所造成的環境影響衝擊主要可分為 2 個來源：
 - 由交通基礎建設的設施建物所造成的自然景觀、歷史古蹟破壞。
 - 由交通運輸使用者所造成之人潮與車輛所帶來的噪音、空氣污染、與二氧化排放等問題。
- 交通建設計畫的環境外部衝擊彙整：

	環境衝擊來源		損害衝擊
	交通基礎建設	交通運輸使用者與車輛	
噪音與震動		運具行駛所造成的噪音及震動	人體健康受損、周邊建物結構受損
空氣污染		運具行駛排放空氣污染 (CO、NMHC、SO ₂ 、NO _x)、微粒物質	人體健康受損、物質損害、作物損害、能見度降低
氣候變遷		交通運具使用排放能源副產品 CO ₂ 、CFC 等造成全球污染	臭氧破壞、溫室效應
水資源	交通路線開闢破壞地表水及地下水文或改變河道		水資源污染與流失
土地資源	交通基礎結構之土地取得；道路建設之土方移除		土壤資源污染與流失
固體廢氣物	交通建設工程所產生的碎石及廢土、廢棄車輛		有礙觀瞻、破壞民眾生活環境
生物多樣性	社區、野生動植物棲息地的隔離與破壞		生物物種消失
自然景觀	交通路線開闢破壞草原、森林、溪流景觀		民眾欣賞景觀的興致遭到破壞
歷史古蹟	道路軌道用地侵入歷史古蹟		文化古蹟的價值遭到破壞

- 這些環境外部衝擊都是屬於負面的影響，因此我們通常以「負值」的外部效益來表示環境面的外部衝擊；
 - 如果交通建設計畫的開闢使得環境負面衝擊減少，則外部效益的「增額」為正值；
 - 如果交通建設計畫的開闢會使得環境負面衝擊加劇，則外部效益的「增額」為負值。
- 在實務上，各國評估手冊大多是針對需求面的運具使用過程所造成噪音、空氣污染、與二氧化碳排放進行貨幣化評估。
- 本研究依據各國評估手冊外部效益評估項目範疇的彙整，並且考量國內交通建設的實際現況，設定環境層面的外部效益評估項目為：空氣污染與二氧化碳排放。
 - 空氣污染屬於地區性的污染，主要成分包括 NO_x 與 SO_x。
 - 二氧化碳排放則屬於全球性的環境衝擊。
 - 有關公路、軌道、航空機場、港埠交通建設計畫環境外部效益評估的實務操作方法請參考作業規範第五章、第六章、第七章、與第八章。

2.8.5 社會層面的外部效益評估

- 交通建設計畫在社會層面的外部效益包括社區協調、街道格局、自然景觀、土地利用與政策整合、以及公共服務品質的提升等項目。
- 這些社會層面的外部效益大多是因為交通建設設施，例如道路、軌道、車站、橋樑等硬體設施所構成對使用者以外的第3者影響。
- 社會層面的外部效益無法套用既定的經濟模型或評估公式，而是必須視各類型交通建設計畫在各區域的特性來決定適用的評估範疇。
- 社會層面的外部效益很難有明確的市場價格或是普遍可以接受的評估公式來衡量，因此在評估方面，通常必須應用非市場價值的評估方法(Non-Market Valuation)來衡量其貨幣化的效益。
 - 社會層面外部效益不同於空氣污染、二氧化碳等環境外部效益

之處在於，社會層面的外部效益無法依據車流量或旅次量的變化來估算影響程度，

- 即使利用非市場價值評估法估算得出貨幣化的評估值，也很難將各種社會層面的外部效益項目加以區隔，也因此很可能會產生重複計算的問題。
- 這類社會層面的外部效益通常只能有定性的分析說明或是量化的指標加以描述，這些定性說明或量化分析結果通常會獨立在成本效益分析之外。

2.9 成本效益分析的步驟(4)—基本方案的設定

2.9.1 基本方案的設定

- 「未實施交通建設計畫」的情況稱為「基本方案」(Base Case)或稱為「零方案」。
- 「實施交通建設計畫」的情況則稱為「壹方案」。
- 基本方案或零方案乃是在成本效益分析中作為比較的基準，藉以衡量交通建設計畫所增加的成本與增加的效益——「增額成本」與「增額效益」。
- 基本方案通常是假設「什麼情況都沒發生」(Nothing Happen)或是「沒有實施新的投資計畫」(Do Nothing)。
 - 另一種可能的情況是：基本方案是先前已決定實施的交通建設改善方案，而所要評估的方案則是比基本方案更為積極的建設方案。

2.9.2 基本方案 vs. 交通建設計畫的成本效益分析

- 在評估交通建設計畫的成本與效益時，通常會有 2 種假設狀況(Scenarios)：
 - 「沒有新的交通建設計畫方案」(Without Project)的基本方案。
 - 「規劃中的新交通建設計畫方案」(With Project)，也就是待評估的交通建設計畫。

- 基本方案的設定與成本效益分析之評估原則：

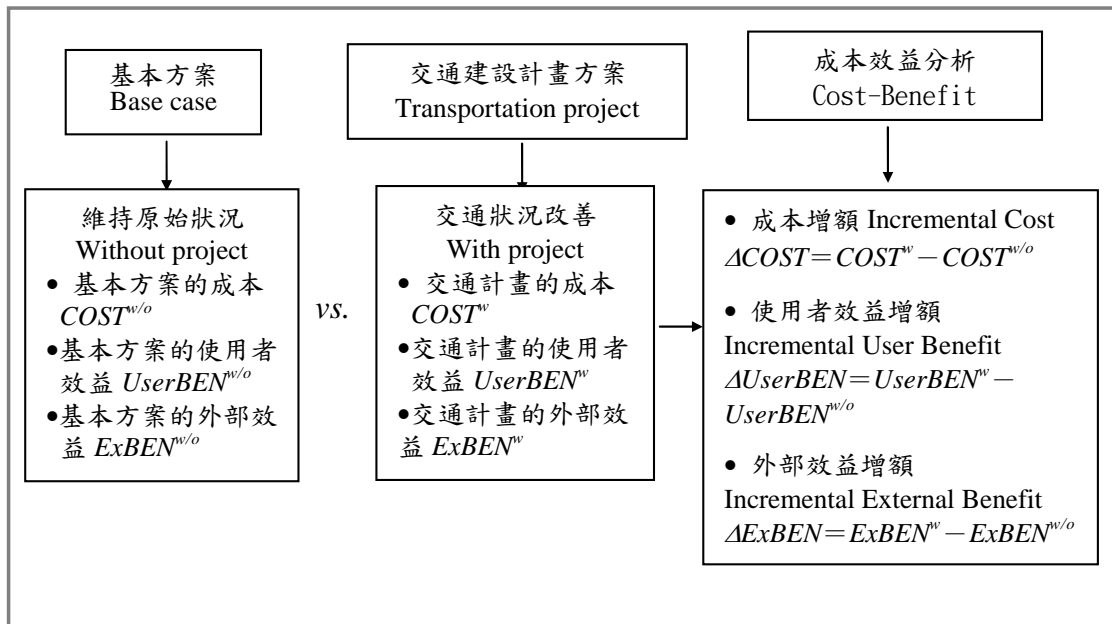


圖 2.10 基本方案 vs. 交通建設計畫方案之成本效益示意圖

- 成本效益中的成本增額 $= \Delta COST = COST^w - COST^{w/o}$ 。
- 成本效益分析中的使用者效益增額 $= \Delta UserBEN = UserBEN^w - UserBEN^{w/o}$ 。
- 外部效益增額 $= \Delta ExBEN = ExBEN^w - ExBEN^{w/o}$ 。

2.10 成本效益分析的步驟(5)—成本效益的折現與調整

2.10.1 貨幣化的成本與效益轉化年度的成本與效益流量

- 根據作業規範第 2.6 節到第 2.9 節的步驟，成本與效益的貨幣化評估值估算出來以後，接著必須轉化為年化的成本與效益。
 - 各年度的成本與效益評估值會牽涉不同年度的幣值調整的問題。
- 在實務上，成本與效益的貨幣化評估結果通常很難將物價上漲的因素剔除而以實質價格來計算。
 - 各年度的成本與效益評估值通常是當期幣值來表示。
 - 計算折現值時所採取的折現率水準通常也已隱含預期的物價膨

脹率或與工資上漲率。

- 在本套作業規範中，各年度的年化成本與年化效益通常指的是當期的名目幣值，而折現率也是指包含物價膨脹率與工資上漲率的社會折現率。

2.10.2 評估基準年與評估年期的設定

- 假設評估基準年為 $t=0$ ，規劃設計與施工建造期間為第 $t=0$ 年到第 $t=j$ 年，營運期間為 30 年，則評估期間為第 $t=0$ 年到第 $t=j+30$ 年。
- 一般來說，交通建設的營運期間可能為 30 年、40 年、甚至 50 年以上，依據目前國內評估研究的慣例，營運期間通常設定為 30 年。

2.10.3 成本與效益的折現值

- 假設折現率為 r ，各年度的折現因子(Discount Factor) $DF_t = 1/(1+r)^t$ 。
- 將各年度的成本流量與效益流量分別乘上該年度的折現因子便可算出各年度成本流量與效益流量的折現值。
- 成本流量與折現值(單位：百萬新臺幣)

表 2-6 成本流量及折現值計算列表

評估年期		折現因子 DF_t	成本		
			規劃與建造成本 當期幣值	營運成本 當期幣值	成本折現值
$t=0$	規劃與 建造	1	$COST_0$		$COST_0$
$t=1$		$1/(1+r)^1$	$COST_1$		$COST_1 / (1+r)^1$
$T=2$		$1/(1+r)^2$	$COST_2$		$COST_2 / (1+r)^2$
...			
$t=j$		$1/(1+r)^j$	$COST_j$		$COST_j / (1+r)^j$
$t=j+1$	開始 營運	$1/(1+r)^{j+1}$		$COST_{j+1}$	$COST_{j+1} / (1+r)^{j+1}$
$t=j+2$		$1/(1+r)^{j+2}$		$COST_{j+2}$	$COST_{j+2} / (1+r)^{j+2}$
...	
...	
$t=j+28$		$1/(1+r)^{j+28}$		$COST_{j+28}$	$COST_{j+28} / (1+r)^{j+28}$
$t=j+29$		$1/(1+r)^{j+29}$		$COST_{j+29}$	$COST_{j+29} / (1+r)^{j+29}$
$t=j+30$		$1/(1+r)^{j+30}$		$COST_{j+30}$	$COST_{j+30} / (1+r)^{j+30}$

- 效益流量與折現值(單位：百萬新臺幣)

表 2-7 效益流量及折現值計算列表

評估年期		折現因子 DF_t	效益		
			使用者效益 當期幣值	外部效益 當期幣值	效益折現值
$t=0$	規劃建造	1			
$t=1$		$1/(1+r)^1$		$ExBEN_1$	$ExBEN_1 / (1+r)^1$
$T=2$		$1/(1+r)^2$		$ExBEN_2$	$ExBEN_2 / (1+r)^2$
...					
$t=j$		$1/(1+r)^j$		$ExBEN_j$	$ExBEN_j / (1+r)^j$
$t=j+1$	開始營運	$1/(1+r)^{j+1}$	$UserBEN_{j+1}$	$ExBEN_{j+1}$	$[UserBEN_{j+1}+ExBEN_{j+1}] / (1+r)^{j+1}$
$t=j+2$		$1/(1+r)^{j+2}$	$UserBEN_{j+2}$	$ExBEN_{j+2}$	$[UserBEN_{j+2}+ExBEN_{j+2}] / (1+r)^{j+2}$
...	
...	
...	
$t=j+28$		$1/(1+r)^{j+28}$	$UserBEN_{j+28}$	$ExBEN_{j+28}$	$[UserBEN_{j+28}+ExBEN_{j+28}] / (1+r)^{j+28}$
$t=j+29$		$1/(1+r)^{j+29}$	$UserBEN_{j+29}$	$ExBEN_{j+29}$	$[UserBEN_{j+29}+ExBEN_{j+29}] / (1+r)^{j+29}$
$t=j+30$		$1/(1+r)^{j+30}$	$UserBEN_{j+30}$	$ExBEN_{j+30}$	$[UserBEN_{j+30}+ExBEN_{j+30}] / (1+r)^{j+30}$

2.11 成本效益分析的步驟(6)—成本效益評估指標

2.11.1 淨現值

- 當各年度的成本與效益的折現值計算出來以後，將各年度的成本折現值加總，即等於成本的折現值(Present Value of Cost)

$$PVC = COST_0 + \frac{COST_1}{(1+r)^1} + \frac{COST_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{COST_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{COST_t}{(1+r)^t}$$

- 將各年度的效益折現值加總，即等於效益的折現值(present value of benefit)

$$PVB = BEN_0 + \frac{BEN_1}{(1+r)^1} + \frac{BEN_2}{(1+r)^2} + \cdots + \frac{BEN_n}{(1+r)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{BEN_t}{(1+r)^t}$$

□ BEN_t 代表使用者效益 $UserBEN_t$ 加上外部效益 $ExBEN_t$ 。

- 將效益的折現值減去成本的折現值即為成本效益分析的淨現值(Net Present Value, NPV)：

$$NPV = PVB - PVC$$

- 淨現值如果大於零代表該項交通建設計畫具有經濟效率 (Economically Efficient)。
- 各項交通建設計畫可以按照淨現值的大小決定排序的優先順序，但由於淨現值反映出來的是絕對金額的大小。
- 對於不同類型、不同投資規模的交通建設計畫如果純粹以淨現值的大小作為決策的準則，可能會使得小規模的計畫方案居於劣勢。

2.11.2 益本比

- 將效益的折現值除以成本的折現值即可計算得出成本效益分析的益本比(Benefit Cost Ratio, B/C ratio)：

$$B/C = PVB / PVC$$

- B/C 值代表每 1 元投資所得到的效益。
- 如果益本比(B/C)大於 1 代表該項交通運輸建設方案具有經濟效率，值得投資。

2.11.3 內部報酬率

- 交通建設投資的內部報酬率(Internal Rate of Return, IRR)：

$$\begin{aligned} COST_0 + \frac{COST_1}{(1+IRR)^1} + \frac{COST_2}{(1+IRR)^2} + \cdots + \frac{COST_n}{(1+IRR)^n} &= \sum_{t=0}^n \frac{COST_t}{(1+IRR)^t} \\ &= BNE_0 + \frac{BEN_1}{(1+IRR)^1} + \frac{BEN_2}{(1+IRR)^2} + \cdots + \frac{BEN_n}{(1+IRR)^n} = \sum_{t=0}^n \frac{BEN_t}{(1+IRR)^t} \end{aligned}$$

- 內部報酬率 IRR 如果大於折現率 r ，代表該項交通建設計畫具有經濟效率，也就是說其投資的內部報酬率大於社會折現率，因此可以列入可行的決策考量範圍。

2.11.4 成本效益指標以外的效益評估

- 在成本效益評估指標之外，對於無法貨幣化的外部效益可以考慮加以定性分析與定量評分，用以作為輔助成本效益評估指標的加註意見，以整合為完整的經濟分析。

- 對於無法貨幣化的外部效益項目，可採取「評分」的方式，透過專家會議將評分標準設立後，以表格呈現。
 - 有些很難明確地劃分該項目是屬於環境層面、社會層面、或其他，但各詳細項目仍可透過專家會議建立共識性的評分標準。
 - 例如以「－」表示負面效益，以「＋」表示正面效益，以「0」表示對外部效果沒有影響。
 - 這些評分的結果可以進一步與成本效益分析指標相結合，以作為經濟效益評估的決策依據。

第三章 經濟效益評估的成本與效益範疇

本章將針對交通建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的成本與效益範疇提供各國評估手冊文獻簡要彙整以及界定成本與效益的重要作業規範。至於詳細的成本效益文獻內容請參考「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

3.1 國內公共建設計畫經濟效益評估成本與效益範疇

3.1.1 經建會評估手冊的成本效益範疇

- 目前，國內對於交通建設計畫經濟效益評估的最主要參考準則為行政院經濟建設委員會所提出的「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」。
- 經建會評估作業手冊之成本效益項目：

表 3-1 經建會評估作業手冊成本效益評估項目列表

項目		財務評估項目	經濟評估項目
成本項目	直接成本	資本成本(建造、設備、土地)	√
		營運成本	√
		重置成本	--
	社會成本	--	√
收益	票箱收入	√	--
	業外收入	√	--
效益項目	直接效益	時間節省	√
		公車成本節省	√
		私人運具成本節省	√
	社會效益	肇事減少	√
		空氣污染減少	√
		土地增值	√
		就業機會增加	√

- 經濟效益評估的成本項目可分為「直接成本」及「社會成本」。
- 直接成本指的是建造成本、營運及維修成本、以及重置成本等必須實際支付的財貨和勞務價值，但並不包括因財務性支出所產生之利息費用、折舊費用、營業稅費用及所得稅費用。
- 社會成本指的是經濟學所謂的「外部不經濟」(External

Diseconomy)，也就是所謂的「外部性」(Externality)。

(1) 技術的外部性：指的是投資計畫對其他個人或團體非經由市場機能所產生的實質影響；

(2) 貨幣的外部性：指的是投資計畫對他人經由市場機能所產生的影響，例如提高生產要素的使用率、降低產品本身的價格、降低替代性產品的價格及提高補助性產品的價格等；

(3) 無形的影響：指的是不易衡量與確認的成本及效益，例如一條高速公路通過會將人口集中地區分隔為二，對當地發展造成不良影響。

- 經濟效益評估的效益項目指的是公共建設的產出及使用對整體社會所產生的效益，包含「直接效益」與「社會效益」。
 - 直接效益指的是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，包括時間節省、行車成本節省、私人運具成本節省等。
 - 社會效益指的是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，包括肇事的減少、空氣污染的減少、土地增值、就業機會等。

3.1.2 經建會評估手冊成本效益範疇的檢討

- 成本效益項目界定的理論基礎：
 - 成本與效益項目應當進一步透過嚴謹的理論基礎來說明如何從社會福利的觀點來界定這些成本與效益的範疇與項目。
- 社會成本與社會效益的一體兩面：
 - 經建會的經濟效益評估作業手冊中所謂的「社會成本」指的是外部不經濟。
 - 經濟學上的外部經濟指的是因某人生產或消費造成其他人獲利而其他人卻不需要付出代價的情況。
 - 外部不經濟和外部經濟實為一體兩面；
 - 交通建設計畫的外部效果若無法明確歸類為成本或效益項目，會連到影響到成本效益指標(益本比)的評估結果無法統一。

- 成本與效益的歸類應當透過經濟理論分析，明確劃分成本與效益的項目歸類，以作為評估作業的統一標準。
- 成本效益項目的涵蓋範疇：
 - 不同類型的交通建設計畫所影響的效益範圍會有所差異。
 - 同一類型的交通建設也可能會有成本與效益項目重複計算的問題。
 - 應當透過國外評估手冊的文獻回顧與彙整分析，考量國內交通建設的實際案例，進一步提出更具周延性與互斥性的成本與效益範疇。

3.2 國外經濟效益評估手冊成本與效益範疇

3.2.1 美國聯邦公路總署的 HERS-ST 評估手冊

- 美國聯邦公路總署(Federal Highway Administration, FHWA)所開發「公路經濟需求系統」(Highway Economic Requirements System, HERS)，適合用於區域型公路建設計畫的經濟評估。
- HERS-ST 模型操作手冊的成本與效益項目：

表 3-2 美國聯邦公路總署 HERS-ST 成本與效益評估項目列表

成本與效益項目			原文說明
成本項目	路權與土地徵收成本		Initial right-of-way acquisition
	施工建造成本		Construction costs
效益項目	使用 者 的 成 本 節 省	旅行時間的變動	Changes in user travel times
		行車成本的變動(包 括燃料、潤滑油等、 輪胎、維修、折舊)	Changes in vehicle operating costs (fuel, oil, tires, maintenance, depreciation)
		安全成本的變動	Changes in collisions
	營運業者的公路營運與維護成 本變動		Changes in agency costs for highway maintenance and operations
	空氣污染排放的變化(包括一氧 化碳、氮氧化物、懸浮微粒子、 有機揮發物、硫氧化物、道路灰 塵)		Changes in emissions (combined costs of CO, NO _x , PM ₁₀ , VOC, SO _x , and road dust)
	殘值的變化		Changes in highway residual values
益本比			B/C Ratio

- HERS-ST 評估手冊的成本項目：
 - ☐ 有關公路鋪面、改善、與拓寬的成本都歸類為期初的資本投資。
 - ☐ 除了取得路權與土地徵收成本外，其餘的土木工程、排水工程、護欄整建等相關成本全部計入施工建造成本。
- HERS-ST 評估手冊的效益項目：
 - ☐ 使用者的成本節省—旅行時間節省、行車成本節省、肇事成本(行車安全成本)的節省。
 - ☐ 業者營運成本的變動
 - ☐ 空氣污染排放的變化
 - ☐ 殘值
- HERS-ST 評估手冊將公路運輸業者的營運與維修成本歸類為效益項目。
- 在 HERS 評估手冊中，所謂殘值(Residual Value)指的是在評估期間結束後，因該項公路改善計畫使得下一階段改善計畫的成本降低的價值。

3.2.2 美國聯邦公路總署的 STEAM 評估手冊

- 美國聯邦公路總署(FHWA)所開發出來的「陸路運輸效益分析模型」(Surface Transportation Efficiency Analysis Model, STEAM)所適用的運具種類包括汽車、共乘(Carpool)、卡車、地區巴士、快速公車、輕軌、重軌等 7 種。

- 美國聯邦公路總署 STEAM 評估手冊的成本與效益項目

表 3-3 美國聯邦公路總署 STEAM 成本與效益評估項目列表

成本與效益項目			原文說明
成本項目		基礎建設投資	Infrastructure investments
		營運成本	Operating costs
效益項目	使用者效益	旅行時間	Travel times
		現金支出成本節省	Out of pocket cost
		行車成本	Vehicle operating costs
		肇事成本	Accidents
	政府收入移轉	燃料稅	Fuel taxed
		過路費	Tolls
		停車費	Fares
	外部效益	肇事成本	Accidents
		噪音	Noise
		污染排放	Emission(CO, NO _x , PM ₁₀ , VOC)
		氣候變遷	Global warming (CO ₂)
		其他非關里程的效益	Other non-mileage
		就業便利性	Access to jobs

- STEAM 評估手冊的成本項目
 - ☐ 包括基礎設施建造的投資成本與營運成本，都是屬於政府公共建設的支出。
- STEAM 評估手冊的效益項目
 - ☐ 使用者效益指的是旅行成本的節省，包括旅行時間節省、行車成本節省、現金支出成本的節省、以及使用者認知的肇事成本節省等。
 - ☐ 過路費、停車費、燃料稅等現金支出成本(Out-Pocket Costs)視為收入移轉(Revenue Transfer)。
 - ☐ 有進行貨幣化的外部效益項目包括：肇事成本、噪音損害、空氣污染、與溫室氣體排放。
 - ☐ 肇事成本分為內部成本與外部成本，內部肇事成本指的是由公路用路人所負擔的肇事意外損失；外部肇事成本則是指肇事意外造成警察、消防、醫護人員出勤、周邊交通秩序混亂等。

3.2.3 美國加州運輸部的 Cal-B/C 評估手冊

- 加州生命週期效益成本分析模型(California Life-Cycle Benefit/Cost

Analysis Model, 簡稱 Cal-B/C 模型)是由加州交通運輸局 (Californai Department of Transportation, 簡稱 Caltrans)開發，適用於公路與公共(大眾)運輸建設計畫的經濟評估。

- 美國加州運輸部 Cal-B/C 評估手冊的成本與效益項目

表 3-4 美國加州運輸部 Cal-B/C 成本與效益評估項目列表

成本與效益項目			原文說明
成本項目	直接成本	計畫支援成本	Project support
		路權取得成本	Right-of-way
		建造成本	Construction
		營運及維修成本	Maintenance/Operation
		重置成本	Rehabilitation
	施工干擾處理成本		Mitigation costs
	其他成本		Other costs
效益項目	使用者效益(旅行時間節省)		User bebefits(Time saving)
	行車成本降低(只適用公路使用者)		Reduced vehicle operating costs(only for highway users)
	肇事減少(適用公路使用者與大眾運輸乘客)		Accident reduction (both highway and transit)
	空氣污染減少(選擇性項目)		Reduced emission(CO, NO _x , PM ₁₀ , VOC, SO _x) (optional output)

- Cal-B/C 評估手冊的成本項目：
 - ☐ 直接成本包括施工建造期間的路權取得成本與建造成本，以及營運期間的維護成本與重置成本等。
 - ☐ 施工干擾的處理成本指的是為減緩施工期間干擾所採取的隔音牆、交通維持計畫等成本。
- Cal-B/C 評估手冊的效益項目：
 - ☐ 包括旅行時間節省，行車成本節省、肇事減少、以及空氣污染排放的減少；
 - ☐ 行車成本的節省只適用公路私人運輸的使用者，肇事減少的效益則適用公路私人運輸與公共大眾運輸的乘客。
 - ☐ 外部效益僅有空氣污染排放的減少效果。
 - ☐ 其餘有關噪音、危險物質外洩、上游燃料儲存問題等，因為外部效果不顯著而不予考慮。
 - ☐ 溫室氣體排放的問題則因資料不足而不予評估。

3.2.4 美國公路和運輸官員協會 AASHTO 評估手冊

- 美國公路和運輸官員協會(American Association of State Highway & Transportation Office, AASHTO)在 1977 年出版「公路與大眾運輸使用者效益分析操作手冊」(A Manual on User Benefit Analysis of Highway and Bus-Transit Improvements)適用公路改善計畫與公共大眾運輸(客運巴士)的改善計畫。
- 美國 AASHTO 評估手冊的成本與效益項目：

表 3-5 美國 AASHTO 成本與效益評估項目列表

成本與效益項目			原文說明
成本項目	事前規劃成本		Advance Planning
	前置工程成本		Preliminary Engineering
	完成設計		Final Design
	路權取得成本		Right-of-Way Acquisition and Preparation
	建造成本		Construction
	維修成本		Maintenance
	營運成本		Operations
成本減項	殘值		Residual Value
使用者效益	私人運輸	基本路段成本節省	Basic section cost saving
		肇事成本節省	Accident cost saving
		過渡成本節省	Transition cost saving
		延遲成本節省	Intersection delays reduction
	公共運輸	車內時間節省	In-vehicle travel time saving
		車外時間節省	Waiting, walking, and transferring time saving
		票價變動	Change in Fares
		營運成本變動	Change in Operating costs

- AASHTO 評估手冊的成本項目：
 - ☐ 事前規劃成本、前置工程成本、完成設計成本、路權取得成本、施工建造成本、維護成本、以及營運成本
 - ☐ 評估期間結束階段該項建設計畫的殘值為成本的減項。
- AASHTO 評估手冊的效益項目：
 - ☐ 私人運輸的使用者效益指的是用路人的旅行成本節省(包括行車時間與行車成本)、肇事成本、路段間變化車速的轉換成本、以及路口的延遲成本。
 - ☐ 公共運輸的使用者效益指的是公共運輸乘客的旅行成本節省，包括乘客的車內旅行時間、車外旅行時間（步行時間、等車時

間、與轉車時間)、以及票價。

- ☐ 票價收入的變動會與公共運輸的營運成本抵銷一部份。
- ☐ AASHTO 評估手冊並未評估空氣污染與噪音等外部效益。

3.2.5 美國聯邦航空總署 FAA 評估手冊

- 美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, FAA)在 1999 年開發出 FAA 機場成本效益分析綱領 (FAA, Airport Benefit-Cost Analysis Guidance) 適用範圍為航空機場建設計畫，包括停機坪、機場大樓及機場聯外交通周邊的建設。
- 美國 FAA 評估手冊的生命週期成本項目

表 3-6 美國聯邦航空總署 FAA 生命週期成本評估項目列表

成本項目		原文說明
成本項目	規劃、研究、與發展成本	Planning and Research & Development
	投資成本	Investment Cost
	土地成本	Land Cost
	建造成本	Construction Cost
	設備成本	Equipment, Vehicle, and Provisionong Costs
	訓練成本	Initial Traning Cost
	過渡成本	Transition Cost
	營運與維修成本	Operations and Maintenance Cost(O&M)
	人事成本	Personnel Cost
	物料成本	Materials
	設施成本	Utilities
	結束成本	Termination Cost
	設備退役成本	Dismantling Cost
	場地重建成本	Site Restoration
	殘值	Salaveg Value

- FAA 評估手冊的成本項目
 - ☐ 生命週期第 1 階段為規劃與研發成本
 - ☐ 生命週期第 2 階段為投資成本
 - ☐ 生命週期第 3 階段為營運維修成本包括人事成本、物料成本、與設施成本。
 - ☐ 生命週期第 4 階段為結束成本包括設施使用壽命結束時的拆除成本以及機場場地的重建成本。
 - ☐ 預期生命週期結束時的殘值(Salvage Value)可以作為成本項目

的減項，也可以作為效益項目的加項。

- FAA 評估手冊的效益項目
 - ☐ 降低飛機、乘客、貨物的延遲時間
 - ☐ 提高班次準確率
 - ☐ 改善交通流量的效率
 - ☐ 降低飛機的營運成本
 - ☐ 改善飛航安全
 - ☐ 降低噪音
 - ☐ 降低飛機的污染排放
- FAA 評估手冊中無法貨幣化或量化的效益項目：
 - ☐ 地區性機場延遲所造成的系統性延遲
 - ☐ 旅客的舒適度與方便性
 - ☐ 無關飛航的總體經濟與生產力衝擊
- 在總體經濟效益方面，FAA 評估手冊認為航空機場建設計畫的直接就業效果可透過產業調查或產業關聯分析評估得出，但其前提是：
 - ☐ 該區域的預估失業人數(非充分就業狀態)應當大於該計畫所預期誘發的直接與間接就業效果，
 - ☐ 這些誘發的就業機會不會與其他地區的就業產生移轉或替代效果。
 - ☐ 利用產業關聯分析所估算出來的誘發就業效果會受限於當地的失業狀態。

3.2.6 加拿大運輸部成本效益分析作業手冊的項目與範疇

- 加拿大運輸部(Transport Canada)又特別針對交通建設計畫的經濟評估提供一套專門適用的成本效益分析作業手冊(Guide To Benefit-Cost Analysis in Transport Canada)以補足一般性原則所沒有顧及到的交通運輸領域特性。

- 加拿大運輸部成本效益分析作業手冊的成本項目：

表 3-7 加拿大運輸部成本效益分析項目列表

成本項目		原文說明
成本項目	規劃階段	Planning phase
	規劃	Planning
	計畫工程	Project engineering
	計畫設計	Project design
	建造/發展階段	Construction/Development phase
	土地取得成本 (或土地利用的機會成本)	Land acquisition cost (Opportunity cost of land use)
	建造成本	Construction Costs
	設備購買/租賃成本	Equipment purchase/lease
	計畫相關訓練成本	Project-related training Cost
	過渡成本(含施工期間干擾)	Transition Cost
	(飛機、船艦)退役成本	Decommissioning costs
	建造管理	Construction Management
	偶發成本	Contingencies
	營運階段	Operational phase
	直接營運成本	Direct operating cost
	維護成本	Maintenance
	經常費用	Overhead and other supporting costs
	定期資本支出	Period capital outlays
	後期預測階段	Post forecast phase
	殘值(成本的減項)	Residual value

- 加拿大運輸部 Transport Canada 評估手冊將交通建設計畫的主要效益劃分為 3 類：
 - ☐ 安全效益—安全性的提高可以降低肇事意外的風險，
 - ☐ 運輸效率的效益—交通運輸系統的運作效率改善後，受益者包括運輸服務的營運者(航空公司、貨運公司、海運船舶公司)以及運輸服務的消費者，可轉化為下列幾種衡量單位：
 - (1) 旅客旅行時間節省
 - (2) 短暫的旅行時間節省
 - (3) 貨物轉運的時間節省
 - (4) 營運成本節省
 - ☐ 生產力的利得—企業成本的節省、人力資源的重新配置、服務水準的改善效果、以及其他無形的效益。

- 加拿大運輸部成本效益分析作業手冊的效益項目：

表 3-8 加拿大運輸部成本效益分析項目列表

交通運輸建設 效益項目	機場建設計畫		航空運輸建設		航運建設	
	溫哥華國際機場新建跑道	哈利法克斯機場航廈	加拿大自動航空交通系統	安裝機場助航設備	蒙特婁港埠更換雷達監視系統	採購聖路士河探測艇
安全效益	--	--	--	降低肇事風險	降低撞船風險	降低船舶擱淺風險
運輸效率效益						
旅客旅行時間節省	√	√	√	√	--	--
貨物轉運時間節省	--	--	--	--	√	--
營運成本節省	√	√	√	√	√	√
生產力利得	--	--	節省航控成本、改善收入	--	--	降低船舶操作成本
環境效果	增加噪音	--	--	--	避免船舶漏油	避免污染外洩
過渡期間效果	施工期間造成干擾	--	--	--	--	--

- 加拿大運輸部評估手冊列出幾項較難加以貨幣化評估的衝擊項目：
 - ☐ 條件效益—條件效益指的是某項交通建設計畫的效益必須在其他條件存在的前提下才會成立。
 - ☐ 環境效果—(1)土壤、空氣、或水污染，(2)噪音，(3)生物棲息的破壞，(4)自然景觀的破壞，(5)污染土石的棄置。
 - ☐ 過渡期間的效果—交通建設設施在更新汰換或施工改建期間，可能會造成其他旅客旅行時間的延遲或對附近居民造成噪音空氣污染等。
 - ☐ 經濟衝擊效果—交通建設計畫所造成的直接效果會進一步產生「間接的乘數效果」，例如成本節省會轉化為個人所得的增加，而個人所得的增加會透過消費提升而使得總體經濟的產值提高，進而產生第 2 層的乘數效果。

3.2.7 日本國土交通省與總合研究所的評估項目與範疇

- 日本國土交通省 (Ministry of Land, Infrastructure, Transport and

Tourism)之國土交通政策研究所提出一般性交通運輸建設成本效益項目：

表 3-9 日本國土交通省交通運輸建設成本效益項目構成表

主體 成本效益項目	政府＝交通基 礎設施所有者	交通運輸服務 生產者	交通運輸服務 使用者	合計
交通建設投資額的變化	$-\Delta I$	--	--	--
交通建設維修費用的變化	$-\Delta M$	--	--	--
交通建設貸款金額的變化	$\Delta \delta$	$-\Delta \delta$	--	0
交通運輸服務生產成本	--	$-\Delta C$	--	--
交通價格的變化	--	$\Delta \phi$	$-\Delta nX$	--
交通運輸旅行時間的變化	--	--	$-\Delta nX\omega$	--
補助金的變化	$-\Delta T$	ΔT	--	0
稅金的變化	$\Delta \tau$	$-\Delta \tau$	--	0
合計	--	--	--	SNB

- 日本總合研究所(Japan Research Institute, JRI) 在 1999 年出版的「道路投資評價指針」第 1 冊的成本與效益項目：

表 3-10 日本總合研究所評估成本及效益項目列表

成本與效益項目			原文說明
成本項目	投資成本		Investment cost
		建造成本	Construction cost
		土地成本	Land cost
		補償成本	Compensation cost
	營運與維修成本		Maintenance and operation cost
成本減項	土地的最終價值		Terminal value of land
效益項目	使用者	旅行時間節省	Travel time saving
	效益	行車成本節省	Vehicle operating cost saving
	交通安全效益(肇事意外減少)		Traffic safety benefit (Reduction of accidents)
	環境效益		Environment benefit
		空氣污染(含氣候變遷)	Air pollution
		噪音	Noise

- 日本總合研究所在「道路投資評價指針」第 1 冊的成本項目：
 - ☐ 成本項目分為投資成本與營運維修成本；
 - ☐ 投資成本又分為建造成本、土地取得成本、與補償成本；☐ 補償成本指的是施工期間既有的隔音牆、交通維護計畫等防護措施，以及對於民宅或附近農漁業所造成的負面損失所必須支付的補償成本。
 - ☐ 由於土地價值不會折舊，因此最初投資期間的土地成本應當要

扣除結束時土地價值的折現值，才是真正的土地成本。

- 在營運期間的大規模整建或設施重應當視為另一個獨立的建設計畫，而不是屬於維修成本。
- 日本總合研究所在「道路投資評價指針」第 1 冊的效益項目：
 - 效益項目包括使用者效益、交通安全效益、與環境效益。
 - 使用者效益涵蓋旅行時間節省與行車成本節省 2 個項目。
 - 環境效益部份則是將空氣污染(含二氧化碳排放)與噪音列為貨幣化評估的項目。
- 日本總合研究所「道路投資評價指針」第 2 冊篩選出無法直接貨幣化的項目：

表 3-11 日本綜合研究所選出之無法直接貨幣化之項目列表

效益範疇分類			效益詳細項目	非市場價值	外部波及效果	適用的評估方法
直接效果	道路利用者	道路利用	走行時間縮短	--	--	--
			行車費用減少	--	--	--
			交通事故減少	--	--	--
			走行快適度提升	✓	--	CVM
			歩行的安全性快適度提升	✓	--	
	道路沿線區域社會	環境	空氣污染	--	--	--
			噪音	--	--	--
			景觀	✓	--	TCM、CVM 以土地價值衡量
			生態系	✓	--	代替法、CVM
			地球環境	--	--	
		民眾生活	道路空間利用	✓	--	代替法、CVM 以土地價值衡量
			災害時的緊急替代道路	✓	--	代替法、CVM
			生活機會、交流機會擴大	✓	--	TCM、CVM
			公共福務的提升	✓	--	CVM
			區域經濟	建設計畫所創造的需求	--	✓
產出增加	--	✓		--		
勞動就業、所得增加	--	✓		--		
人口的安定化	--	✓		--		
財貨服務價格的降低	--	✓		--		
資產價值的提升	--	✓		--		
公共部門	財政支出	公共社疵維護費用的節省		--	✓	--
	租稅收入	地方稅		--	✓	--
		國家稅	--	✓	--	

3.2.8 英國環境運輸區域部成本效益分析的項目與範疇

- 英國環境運輸區域部所推出的交通建設分析手冊(Transport Analysis Guideline, TAG) 作為所有政府交通建設計畫的評估指南。其中所提出之成本效益分析項目如表 3-12。

表 3-12 英國環境運輸區域部 TAG 的成本效益分析表

噪音	Noise
當地空氣污染	Local air quality
溫室氣體	Greenhouse gases
旅遊環境氣氛	Journey ambience
肇事意外	Accidents
消費者使用者效益	Consumer users
企業使用者與提供者效益	Business users and providers
可靠性	Reliability
交通運輸模式選擇價值	Option Value
效益現值(PVB)	
政府帳戶	Public accounts
成本現值(PVC)	

- 英國環境運輸區域部 TAG 的成本項目
 - ☐ 英國 TAG 評估手冊將政府投資的支出視為成本項目。
 - ☐ 「政府公共帳戶」代表的是政府部門收支帳戶的變動情況，也就是指地方政府與中央政府提供交通建設基礎設施所支付的成本。
- 英國環境運輸區域部 TAG 的效益項目
 - ☐ 英國 TAG 評估手冊將交通運輸的消費者(包括個人與企業)、運輸服務的提供者、以及外部環境的影響計入效益的項目。
 - ☐ 使用者效益除了旅行時間節省與行車成本節省外，還包括使用者收費(User Charges)。
 - ☐ 使用者收費例如過路費與停車費(私人運輸)或票價(公共運輸)等現金支出成本都是屬於交通運輸消費者的認知成本(Perceived Cost)
 - ☐ 但使用者收費的部分會與政府帳戶收入相抵銷，對社會整體效益沒有影響。

- 在施工建造與維護期間的干擾衝擊也會對既有的用路人造成影響，例如都會道路的施工造成擁塞會對引起用路人的旅行時間延遲，也計入使用者效益項目中。
- 英國財政部所出版的綠皮書中特別提及，如果成本效益分析指標是以「淨現值」為主要依據的話，究竟哪些項目應歸類為成本或效益相對而言並不重要。
- 由於尚有一些重要但可能無法完全貨幣化的成本與效益項目並未計入，並英國 TAG 評估手冊中也特別提及，成本效益分析指標不能單獨作為交通運輸建設計畫決策的唯一準則。

3.2.9 德國交通部大眾運輸交通投資的標準化評估

- 德國聯邦交通部(ÖPNV)在 2000 年發行「大眾運輸交通投資的標準化評估」作業手冊(以德文撰寫)中，針對道路與公共運輸建設的投資決策建立標準化評估原則。
- 其中德國聯邦交通部所提出之標準化成本與效益評估項目如表 3-13。

表 3-13 德國交通部 ÖPNV 標準化評估手冊的成本與效益項目

成本與效益項目	衡量單位	評估方法		
		貨幣化(E1)	量化(E2)	定性分析(E3)
建造成本	€/年	E1	E2	--
營運及維修成本	€/年	E1	E2	--
其他成本項目	€/年	E1	E2	--
私人運具行車成本	€/年	E1	E2	--
旅行時間差異	小時/年	E1	E2	--
二氧化碳排放	噸/年	E1	E2	--
其他有毒物質排放	€/年	E1	E2	--
噪音	附近居民數	E1	E2	--
交通意外				
-死亡	人/年	E1	E2	--
-重傷	人/年	E1	E2	--
-輕傷	人/年	E1	E2	--
-財產損失	€/年	E1	E2	--
主要能源使用變化量	千兆焦耳/年	--	E2	--
全國可及性				
-都會內	10 ³ •居民•分鐘	--	E2	--
-城際間	10 ³ •居民•分鐘	--	E2	--
土地需求				
-建設地區內	英畝	--	E2	--
-建設地區外	英畝	--	E2	--

舒適度評估				
-車次頻率	10 ³ 分鐘/年	--	E2	--
-路線遠近	10 ³ 公里/年	--	E2	--
-轉運頻率	10 ³ 轉運次數/年	--	E2	--
其他評估項目				
-跨區域網絡連結	文字說明	--	--	E3
-休閒價值	文字說明	--	--	E3
-水源涵養	文字說明	--	--	E3
-隔離效果	文字說明	--	--	E3
-區域經濟及社會結構影響	文字說明	--	--	E3
-自然風景保護區想	文字說明	--	--	E3
-國家整體影響	文字說明	--	--	E3

- 德國交通部 ÖPNV 標準化評估手冊的成本項目：
 - ☐ 建造成本、營運及維修成本、以及其他成本項目。
- 德國交通部 ÖPNV 標準化評估手冊的效益項目：
 - ☐ 旅行時間節省、私人運具行車成本節省、肇事成本節省、噪音、空氣污染、與二氧化碳排放變化等。
- 成本與效益項目可分 3 類
 - ☐ E1 代表可貨幣化的項目，可進一步計算出益本比。
 - ☐ E2 代表可計算效用值的項目。
 - ☐ E3 代表無法貨幣化或量化的項目，因此僅能以定性分析。

3.2.10 紐西蘭陸地運輸局的成本效益評估項目

- 紐西蘭陸地運輸局(Land Transport New Zealand)在 2005 及 2006 年發行了經濟評估手冊 (Economic Evaluation Manual) 2 冊，作為紐西蘭陸地運輸局審核計畫時的參考準則。
- 紐西蘭評估手冊對於小規模的改善型交通建設計畫與大規模的新建型交通建設計畫分別有不同的處理方式。
- 紐西蘭陸地運輸局評估手冊簡化型經濟評估程序的成本與效益項目如表 3-14

表 3-14 紐西蘭陸地運輸局簡化型經濟評估成本與效益項目列表

道路運輸建設類型		成本項目	效益項目
SP1	道路更新	<ul style="list-style-type: none"> • 計算不同方案的維護成本 • 計算成本節省的現值 PV of cost saving 	
SP2	結構橋樑更新	<ul style="list-style-type: none"> • 投資成本 • 維護成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 重型商用車行車成本節省 • 橋樑關閉時的其他道路使用者成本
SP3	一般道路改善	<ul style="list-style-type: none"> • 投資成本 • 維護成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 旅行成本節省 • 行車成本 VOC 與 CO₂ 節省 • 肇事成本節省
SP4	道路拓寬	<ul style="list-style-type: none"> • 投資成本 • 維護成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 旅行成本節省 • 行車成本 VOC 與 CO₂ 節省 • 肇事成本節省
SP5	單獨路口改善	<ul style="list-style-type: none"> • 投資成本 • 維護成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 旅行成本節省 • 行車成本 VOC 與 CO₂ 節省 • 肇事成本節省

表 3-15 紐西蘭陸地運輸局完整型經濟評估的成本與效益項目列表

成本項目	效益項目	
規劃、調查及設計成本	旅行成本的節省	其他外部效益：噪音、土壤破壞、水質、生態、特別地區(例：特殊歷史或文化價值區域)、土地景觀、社區破壞、社區隔離等。
財產權成本	行車成本的節省	
建設成本	事故成本的節省	
更新及維持成本	降低損害風險的效益	
營運成本	二氧化碳減少的效益	國家策略因素：包含安全（如地震時橋樑斷掉，興建替代公路可以帶來效益）及國家未來投資擴充計畫的效益
風險管理成本	新建道路帶來的生產力及舒適度效益	
減輕外部衝擊的成本	減少駕駛者沮喪的效益	
暫定性成本	減少駕駛者沮喪的效益	
偶發成本	益	

- 紐西蘭評估手冊完整型經濟評估的貨幣化效益項目仍是集中在旅行成本節省、行車成本節省、與肇事事務成本的節省 3 個項目。
- 紐西蘭評估手冊完整型經濟評估仍有許多成本效益項目無法加以貨幣化：
 - ☐ 生產力及舒適度效益。
 - ☐ 減少駕駛者沮喪效益。
 - ☐ 二氧化碳排放以外的其他外部效益、以及國家策略因素等。

3.2.11 歐盟會員國成本效益評估項目的彙整

- 歐盟目前積極推動協調性的歐洲交通建設成本與方案評估 (Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment, HEATCO)，以期發展出協調一致的交通建設計畫決

策指導原則，並且建構一致性的貨幣化評估架構。

- HEATCO 的研究報告將交通建設計畫歸納為道路(Road Transport)、軌道(Railway)、航空(Aviation)、內陸水運(Inland Waterway)、海洋運輸(Maritime)等 5 大類。
- 歐盟會員國成本效益分析的項目範疇

表 3-16 歐盟成本效益分析項目列表

成本與效益項目			原文說明
成本項目	建造成本		Construction costs
	規劃成本		Planning costs
	土地與財產權成本		Land and property costs
	營運與維修成本		Operating costs and maintenance
	施工期間的干擾		Disruption from construction
	殘值		Residual value
效益項目	使用者效益	旅行時間節省	Trevel time savings
		行車成本節省	Vehicle operating costs savings
		肇事成本	Accidents
		使用者收費	User chagres
	外部效益	噪音	Noise
		地區空氣污染	Air pollution(local/regional)
		氣候變遷	Global warming (CO ₂)
		間接社會經濟效益	Social economic benefit

- HEATCO 彙整歐盟會員國的成本項目
 - ☐ 成本項目主要包括建造成本(包含土地取得成本)、營運維修成本、以及施工期間的干擾成本等。
 - ☐ 其他還包括法令方面的交易成本、行政管理成本、以及建造成本誤差的調整等項目。
 - ☐ 施工期間的干擾主要是指施工期間所造成的交通延遲(Delay)與肇事成本變化，但此一成本項目在歐盟會員國之間並沒有很大的共識。
 - ☐ 在殘值項目的處理方面，有些國家將殘值計入成本效益分析中；有少數國家因為將評估期間設定為無限長，因此不需要處理殘值問題；另有少數國家完全未考慮殘值的處理。
- HEATCO 彙整歐盟會員國的效益項目
 - ☐ 在使用者效益項目方面，旅行時間的節省、行車成本節省、與

交通安全效益是歐盟會員國交通建設計畫效益評估的主要項目。

- 歐盟會員國有相當多的國家將使用者收費計入成本效益分析中；此處的使用者收費指的是支付運輸服務成本的票價，而不是指政府與消費者之間的收入移轉——例如燃料稅或通行費。
- 外部效益方面，歐盟會員國所處理的環境外部效益的項目主要包括噪音、空氣污染、氣候變遷與其他環境衝擊。
- 間接的社會經濟效果方面，可能涵蓋的項目包括施工階段的短期就業效果，以及營運服務期間的長期就業效果
- 義大利利用產業關聯矩陣的方式評估經濟的外部效果，但並未計入成本效益分析中。
- 雖然交通建設的間接社會經濟效果對於政府投資決策相當重要，但在實務上要其貨幣化並計入成本效益分析中則顯得相當困難。

3.3 國內外評估手冊的成本效益範疇比較

3.3.1 國內外評估手冊的成本項目範疇比較

- 各國評估手冊的成本項目彙整如表 3-17 所示：
 - 表中標示「◎」表示此項目被該評估手冊計入效益項，而非成本項。

表 3-17 國內外成本評估項目比較表

成本項目 評估手冊(適用的建設類型)	規劃設計研發	施工建造階段					營運階段			結束		殘值、土地最終價值	社會成本
		路權與土地成本	施工建造成本	基礎建設投資	設施、人事訓練	施工期間干擾	營運成本	維護成本	重置成本	設備退役成本	場地重建成本		
美國 HERS-ST(公路改善建設)	--	√	√	--	--	--	◎	◎	--	--	--	◎	--
美國 STEAM(陸路運輸建設)	--	--	--	√	--	--	√	--	--	--	--	--	--
加州 Cal-B/C(公路、大眾運輸)	√	√	√	--	--	√	√	√	√	--	--	--	--
美國 AASHTO(公路、大眾運輸)	√	√	√	--	--	--	√	√	--	--	--	√	--
美國 FAA(航空機場建設)	√	√	√	--	√	√	√	√	--	√	√	√	--
加拿大運輸部評估手冊	√	√	√	--	√	√	√	√	√	--	--	√	--
日本總合研究所道路投資評價	--	√	√	--	--	√	√	√	--	--	--	√	--
英國 TAG(各類型運輸建設)	--	--	--	√	--	--	√	--	--	--	--	--	--
紐西蘭陸地運輸局(陸地運輸)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	--	--	--	--
德國交通部(道路大眾運輸)	--	--	√	--	--	--	√	√	--	--	--	--	--
歐盟 HETCO(各類型運輸建設)	√	√	√	--	--	√	√	√	--	--	--	√	--
經建會評估手冊(公共建設)	--	√	√	√	--	--	√	--	√	--	--	--	√

- 各國評估手冊所界定的成本評估項目歸納出共通的趨勢：
 - 在規劃階段的相關成本占整體建設投資的金額比重較小，因此有些國家會將其併入建造階段成本。
 - 建造階段的成本主要為土地(路權)取得成本與施工建造成本，有些國家會將建造階段的成本合併為基礎設施投資成本；另外，也有不少國家特定提列施工期間的干擾與補償成本。
 - 在營運階段主要的成本為營運成本與維修成本。
 - 另有重置成本指的是資本設備的定期更新汰換的成本，以有別於例行性的維護支出。
 - 在結束階段的設備退役成本與場地重建成本只有出現在美國聯邦航空總署(FAA)的評估手冊中，顯示航空機場建設類型的基礎設施具有其特殊性。
 - 當基礎設施的使用壽命超過評估期間時，有些評估手冊會將其視為殘值而計入成本的減項，有些評估手冊則不考慮殘值的處理。

- 以社會觀點來看，成本項目應當排除收入的移轉，例如稅收、補貼、使用者收費等，這些收入移轉並不影響社會福利效果。

3.3.2 國內外評估手冊的效益項目範疇比較

- 各國評估手冊的效益項目彙整如表 3-18 所示。

表 3-18 國內外效益評估項目比較表

效益項目 評估手冊(適用的建設類型)	使用者效益					外部效果							
	旅行時間節省	行車成本節省	肇事成本節省	駕駛與旅客舒適度	業者營運成本	噪音	空氣污染	氣候變遷	土地增值	就業機會增加	產業生產力	區域產業經濟發展	其他外部效果
美國 HERS-ST(公路改善建設)	√	√	√	--	√	--	√	--	--	--	--	--	--
美國 STEAM(陸路運輸建設)	√	√	√	--	--	√	√	√	--	√	--	--	√
加州 Cal-B/C(公路、大眾運輸)	√	√	√	--	--	--	√	--	--	--	--	--	--
美國 AASHTO(公路、大眾運輸)	√	√	√	--	√	--	--	--	--	--	--	--	--
美國 FAA(航空機場建設)	√	--	√	--	√	--	--	--	--	--	√	√	--
加拿大運輸部評估手冊	√	--	√	--	√	√	--	--	--	--	√	--	√
日本總合研究所道路投資評價	√	√	√	--	--	√	√	√	--	--	--	--	--
英國 TAG(各類型運輸建設)	√	√	√	--	--	√*	√*	√*	--	--	--	--	√
紐西蘭陸地運輸局(陸地運輸)	√	√	√	√	--	--	--	√	--	--	--	--	√
德國交通部(道路大眾運輸)	√	√	√	--	--	√	√	√	--	--	--	--	√
歐盟 HETCO(各類型運輸建設)	√	√	√	--	--	√	√	√	--	√	--	√	√
經建會評估手冊(公共建設)	√	√	√	--	√	--	√	--	√	√	--	--	--

- 各國評估手冊所界定的效益評估項目歸納出共通的趨勢：
 - 在使用者效益方面，主要項目包括旅行時間節省、行車成本節省(私人運輸)、肇事成本節省，以及營運成本節省(大眾運輸)。
 - 駕駛疲勞減少或是用路人舒適度及便利性等使用者效益很難加以貨幣化。
 - 在外部效益方面，各國評估手冊最常見的貨幣化項目為噪音、空氣污染、與溫室氣體(二氧化碳排放)，以及就業機會增加。
 - 其他的外部效益大多僅能有定量或定性的分析，而很難有實質的貨幣化評估值。
 - 經建會評估作業手冊中所列出的土地增值效益，在其他各國的

評估手冊並沒有出現此項目。

- 大多數國外評估手冊認為土地市場的增值效益雖然有市場價格可供參考，但其效益會與其他使用者效益重複計算，因此幾乎沒有任何國外評估手冊將土地增值效益列入貨幣化的效益評估項目。

3.4 國內交通建設計畫經濟效益評估實例

3.4.1 國內交通建設實例成本評估項目之異同

- 成本項目大多依據交通建設生命週期來劃分，主要包括規劃階段、施工建造階段、及營運階段 3 個階段。
 - 結束階段幾乎沒有實際案例評估殘值或其他成本項目。
- 規劃階段主要成本為測量、探勘、顧問設計費用等，有些案例的規劃設計成本為直接工程成本的某一特定比例。
- 施工建造階段主要成本為用地取得拆遷補償以及工程建造成本。
 - 工程建造成本依據交通計畫類型不同而有所差異，主要項目為土木工程、機電工程、與其他相關費用。
 - 這些成本必須依據物價逐年調整。
- 營運階段主要成本為薪資、維修、與營運管理費用。另有一項較為重要的是重置成本。
 - 目前為止國內有特別提及重置成本的案例大多為航空機場建設個案與都會型軌道建設，主要原因在於航空機場與捷運軌道的建設經費相當龐大，所牽涉到的重置費用也較無法忽略。
- 港埠建設營運階段成本和其他類型建設略有差異。
 - 港埠建設會帶來政府的港灣收入及商港服務費；
 - 政府屬於港埠建設支出者，因此將港灣收入中政府所得部分和商港服務費等列入成本項目中的減項。
- 有些案例提及建設過程中帶來的負面效果。

- 例如水質汙染、噪音、生態景觀及市容或歷史文物破壞、施工期的交通或營運不便等，大多以定性文字說明。
- 這些負面外部效果在國內交通建設案例中會將其視為外部社會成本，而將其列入成本減項，但依據國外評估手冊的彙整，這些項目應當歸類為外部效益的減項。

3.4.2 國內交通建設實例使用者效益範疇之異同

- 旅行時間節省是所有效益項目中最為顯著且最為重要的項目。
 - 旅行時間節省計算方式乃是以路網為基礎，計算交通計畫開通前與開通後的總旅行時間節省，再乘上時間價值參數。
 - 航空機場與港埠建設除了考慮旅客的旅行時間外，也會進一步估算貨物的旅行時間節省，
 - 例如貨物出入關時間節省以及貨物轉運時間節省等；另外，港埠建設還會計入船舶等待時間節省的效益。
- 目前彙整的國內案例絕大部分都有計算行車成本節省效益。
 - 行車成本節省效益主要反映出公路路網的行車成本。
 - 對於軌道、航空機場、港埠建設而言，行車成本節省效益乃是指替代公路路網的汽車使用減少或怠速耗油減少等。
- 目前國內案例對於肇事成本的計算方法因建設類型不同而有很大的差異，肇事成本的參數設定也缺乏統一的標準。
 - 本作業規範在第四章詳細列出肇事機率與肇事成本的計算方法與參數設定。

3.4.3 國內交通建設實例外部效益範疇之異同——經濟層面外部效益

- 經濟層面當中最常被提及效益項目為土地增值效益。
 - 土地增值效益是否應當計入交通建設的效益中仍有很大的爭議。
- 土地騰空效益會出現在軌道立體化的案例中。

- 土地騰空和土地增值不同處在於：土地騰空為新增土地之利用，騰空後多為公共建設，因此必須估算其價值。
- 但土地騰空的價值應當歸類為成本項目的減項，而非如國內案例將其計入外部效益項目。
- 國土新生地效益則屬於港埠建設特有的效益項目，但國土新生地會反映在港灣收入及棧埠收入中，必須避免重複計算問題。
- 產業效果、觀光效益、施工期地方繁榮等效益計算多出現在大型公路建設案例以及整體航空建設規劃案例中。
- 由於大型交通建設計畫會帶來建設周圍區繁榮，因此必須考慮此一外部經濟效果。
- 在評估時必須注意應以全國新增效益為基礎，並且要扣除區域間的移轉效果，才不致於造成效益的高估。

3.4.4 國內交通建設實例外部效益範疇之異同——環境層面外部效益

- 空氣污染及噪音污染減少效益是所有案例中最常見的貨幣化外部效益項目。
- 其他環境層面的外部效益項目很少有貨幣化的評估結果，大多是以定性方式說明。
- 國內各類型交通建設計畫的外部效益項目經彙整後如下表 3-19 所示。

表 3-19 國內各類型交通建設計畫的外部效益項目彙整表

交通類型 效益項目	公路	城際型軌道	都會型軌道	航空	港埠
外部效益項目 (有貨幣化)	1.產業增值東移 效益 2.施工期增加地 方經濟效益 3.觀光效益 4.土地增值效益	1.使用者效益 2.土地騰空效益* 3.空氣污染減少	1.土地增值效益 2.空氣污染減少 3.噪音污染減少	1.噪音污染減少 2.空氣污染減少 3.產業衍生效益 4.機場與自由貿 易港區淨收益 5.地方增加收益	1.國土新生地 效益* 2.港灣收入* 3.棧埠收入*
其他效益項目 (未量化及未 貨幣化)	1.促進區域均衡 發展 2.社會政策方面 貢獻	1.國家政策效益 2.部份產業可學 習新技術 3.公路養護效益 4.能源有效利用 5.間接稅收增加 6.利用土地之經 濟發展 7.景觀改善 8.減少噪音	1.空氣污染減少 2.提升營建水準 3.增加就業機會 4.加速經濟發展 5.創造大眾運輸系 統之發展環境 6.提高該地區國際 地位	1.提高飛航安全 2.促進社會公平 3.加強地方發展 4.減少公路負荷 5.提升營運品質 6.土地增值效益 7.建設符合國際 標準之機場	X

3.5 本作業規範所設定的成本效益範疇

- 本作業規範所設定的成本效益範疇涵蓋目前所有各國評估手冊文獻所提及的項目，同時也參酌國內當前交通建設計畫經濟評估案例的現況進展與未來預期目標，並且經過詳細的歸類分析後將其作業規範之成本效益範疇設定為表 3-20 所列之項目。

表 3-20 本作業規範所設定之成本效益範疇項目表

成本項目	規劃設計階段 Planning phase 規劃成本 Preliminary planning and design 施工階段 Construction phase 建造成本 Construction cost 設備成本 Equipment purchase or lease 人事費用&人員訓練成本 Personnel expenses 施工管理成本 Construction management 路權與土地取得成本 Right-of-way acquisition 營運階段 Operating phase 營運成本 Operating cost 行政管理成本 Administration management 人事費用&人員訓練成本 Personnel expenses 維護成本 Maintenance 重置成本(定期資本支出) Rehabilitation (Periodic capital replacements) 結束階段 Ending phase 場地重建成本 Restoration cost 清運成本 Clearance 殘值 Residual value 土地最終價值 Land value
------	--

效益項目	使用者效益 User benefits
	旅行時間節省 Travel time savings
	行車成本節省 Vehicle operating cost savings
	肇事成本節省 Accident cost savings
	業者營運成本節省 Operating cost saving
	外部效益 External costs
	經濟層面 Economic impacts
	土地租金提升 Land value increase
	勞動就業提升 Employment increase
	商品勞務價格提升 Goods and service price increase
	企業利潤提升 Business profit increase
	環境層面 Environmental impacts
	噪音 Noise
	空氣污染 Air pollution
	氣候變遷 Climate change
	水資源污染 Water resources pollution
	生物棲息與生物多樣性 Wildlife habitat and biodiversity
	社會層面 Social impacts
	社區協調 Community coordination
	街道格局 Townscape
	自然景觀 Natural landscape
	歷史古蹟 Historical site
	公共服務品質 Public service quality
	交通阻斷的影響 Severance
	交通運具的多樣選擇價值 Options value
	土地利用與規劃 Land use and planning

第四章 經濟效益評估參數設定說明

本章將針對交通建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的評估參數，提供資料來源、參數研擬、以及參數建議值的解釋與說明。至於詳細的文獻探討與彙整分析內容已詳述在「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

4.1 折現率參數

4.1.1 折現率概念

- 折現率(Discount Rate)的概念即為貨幣時間價值的轉換，其意謂將未來 1 元的價值轉換為現在 1 元價值的轉換比率。
- 折現率所反映的是貨幣的時間價值，藉由折現率可以將未來的價值或成本轉換為現在的價值，即所謂的現值(Present Value)。

4.1.2 社會折現率

- 從社會觀點看，折現率代表社會願意以目前消費來換取未來消費的比例，也就是指放棄消費的機會成本(機會成本的定義請參考第二章第 2.6.6 節)。
- 從社會觀點所採用的社會折現率(Social Discount Rate)還必須考慮跨世代永續經營與國家投入之外部性的效果。

4.1.3 交通建設計畫的折現率

- 公共建設的成本與效益評估所採用的社會折現率必須有效反映公共建設投資的社會成本與社會效益。
- 交通建設在不同時間點所產的成本與效益必須透過折現率將這些成本與效益流量折現為同一時間點的現值。
- 折現率的訂定對交通建設成本效益分析的結果敏感度甚高，不當的折現率參數訂可能會導致錯誤的公共建設投資選擇。

4.1.4 折現率 vs. 物價上漲率

- 交通建設的成本與效益流量如果是以當期幣值來表示，則成本與效益流量應當是經過物價上漲率或工資上漲率調整過的名目價格。
- 在實務上，交通建設的年化成本與年化效益通常指的是當期的名目幣值，而折現率也是指包含物價上漲率與工資上漲率的社會折現率。

4.1.5 折現率文獻回顧—國外學術文獻

- 美國聯邦預算管理局 OMB(Federal Office of Management and Budget)
 - 折現率 \approx 私部門平均投資的邊際稅前利率報酬，適用於公共建設投資的成本效益分析。
 - 在 1993 年以前，美國 OMB 建議折現率訂在 10%。
 - 在 1993 年以後，調降為 7%，維持至今。
- 英國財政部綠皮書(Green Book)
 - 折現率參數的設定採取社會時間偏好率(The Social Time Preference Rate, STPR)；STPR 折現率公式所考量的因素包括：災難風險、純粹時間偏好、邊際消費效用彈性、與每人平均消費成長率。
 - 在 2003 年 3 月以前所建議的折現率為 6%。
 - 在 2003 年 4 月以前所修正的折現率為 3.5%。
- Emile Quinet(2006)發表關於法國交通建設成本效益評估
 - 折現率參數的設定建立在時間偏好率與總體經濟風險(包括經濟成長與風險趨避效果)的基礎上。
 - 社會折現率估計值為 3.92，近似於 4%。
- David J Evans and Haluk Sezer(2005)利用英國 STPR 折現率公式計算歐洲國家的折現率
 - 折現率參數的設定建立在時間偏好率與總體經濟風險(包括經濟成長與風險趨避效果)的基礎上。

- 大多數歐洲國家的折現率是訂在 3% 至 5.5% 的區間範圍。
- 愛爾蘭、波蘭、斯洛伐克的折現率超過 6%。
- 丹麥、瑞士的折現率低於 3%。
- 丹麥運輸研究機構(Danish Transport Research Institute)在 2007 針對交通基礎建設評估發表北歐國家評估方法(Appraisal methods in the Nordic Countries)
 - 挪威運用在交通部門建設計畫的折現率參數設定為 4.5%。
 - 北歐各國的折現率基本上集中在 4% 至 5% 的區間。
 - 折現率基本上可分成 2 個參數，一個為無風險利率，另一個為風險益酬部分。
- 國外學術文獻彙整可看出，政府公共建設計畫折現率包含 3 個要素：
 - 政府借款利率—政府發行公債或向金融機構融資的利率。
 - 社會機會成本—公共投資邊際報酬率。
 - 社會時間偏好率—反映個人對未來消費所要求的折現率加上消費支出成長率。

4.1.6 折現率文獻回顧—國外評估手冊

- 美國 STEAM 評估手冊與 HERS-ST 評估手冊採用美國 OMB 所建議的利率水準 7% 作為折現率的參考參數。
- 美國 StartBENCOST 評估手冊提出 3 種參考值作為選擇：
 - 公路建設計畫則可以採用 AASHTO Red Book(1977)與德州運輸研究院(Texas Transportation Institute, TTI)建議的 5% 作為折現率參數值。
 - 採用美國聯邦運輸部所建議的 5% 至 7% 的折現率。
 - 採用 NCHRP 針對平均風險計畫建議的利率區間 6% 至 10%。
- 美國加州 Cal-B/C 評估手冊參考美國聯邦運輸部所建議的 6% 至 7% 利率水準，將社會折現率參數定在中間值 6%。
- 英國 TAG 評估手冊於 2004 發佈 Transport User Benefit

Calculation，其折現率參考英國財政部綠皮書所設定的利率水準：第 0 年至第 30 年可使用的折現率為 3.5%。

- 紐西蘭陸路運輸局(Land Transport New Zealand)於 2006 年發表的經濟評估手冊(Economic Evaluation Manual)第 1 冊，利用公部門國債所設定的利率水準，其折現率參數設定為 10%。
- HEATCO 的研究報告整理了歐盟 25 個國家的折現率參數水準，大部分國家所設定的折現率仍集中在 4% 至 7% 的區間範圍內。
 - 有 4 國所設定的折現率參數低於 4%；
 - 有 17 國所設定的折現率參數介於 4% 至 7%；
 - 有 3 國所設定的折現率參數高於 7%。
- 美國 AASHTO(1977)參考美國 OMB 建議的折現率 10%(1993 年以前)，提出折現率的參數設定值範圍為 8%—12%。
- 日本總合研究所 2000 年所出版的「道路投資評價指針」第 1 冊依據日本銀行長期蒐集各國經濟指標資訊，選取適當的折現率參數為 4%。

4.1.7 折現率文獻回顧—國內評估手冊

- 行政院公共工程委員會於 2003 年通過之交通建設計畫統一折現率訂定為 6%。
- 行政院經建會 2006 年「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」中指出，公共建設計畫之折現率目前仍未達成共識，通常會使用政府借款利率，而經濟效益分析之折現率，則建議可參酌中長期政府公債平均殖利率。

4.1.8 折現率文獻回顧—國內交通建設案例

- 公路建設計畫的折現率訂在 6% 至 8% 之間，主要參考 10 年期政府公債票面利率，或是近年銀行利率變化趨勢；近年折現率參數有下修趨勢。

表 4-1 近年來公路建設計劃折現率設定值列表

評估年度	計畫名稱	折現率設定值
民國 85 年	國道東部公路	8%
民國 86 年	中橫快速道路	8%
民國 92 年	國道 1 號基隆汐止段	8%
民國 92 年	臺北特 2 號	7%
民國 93 年	國道 3 號南延	6%
民國 95 年	國道 2 號拓寬	6%
民國 96 年	南科周邊道路	6%

- 城際軌道建設計畫的折現率在民國 90 以前皆定在 8% 以上，民國 90 年以後則定在 6%。

表 4-2 近年來城際軌道建設計劃折現率設定值列表

評估年度	計畫名稱	折現率設定值
民國 79 年	臺灣高速鐵路	8%
民國 81 年	南迴鐵路雙軌化	8%、10%、12%
民國 84 年	南港宜蘭鐵路	8%
民國 88 年	臺南鐵路地下化	8%
民國 94 年	嘉義鐵路高架化	6%
民國 96 年	鳳山鐵路立體化	6%

- 都會軌道(捷運)建設計畫的折現率範圍在 5% 至 8% 間，參考來源包括經建會中長期資金優惠貸款近 10 年平均值、近 3 年發行中長期公債平均利率水準，或最近 5 年政府建設公債平均殖利率。

表 4-2 近年來都會軌道建設計劃折現率設定值列表

評估年度	計畫名稱	折現率設定值
民國 79 年	桃園都會捷運	8%
民國 92 年	中正國際機場聯外捷運	5.5%
民國 92 年	臺北捷運系統環狀線	8%
民國 93 年	臺中都會捷運	7.5%
民國 93 年	高雄都會捷運	6%
民國 95 年	高雄臨港輕軌建設	6%
民國 95 年	大眾捷運系統三鶯線走廊	5%
民國 96 年	捷運民生汐止線	5%
民國 96 年	淡海新市鎮聯外輕軌	6%

- 航空機場建設計畫的折現率訂定主要參考近年銀行利率變化趨

勢，或以政府公債票面利率為依據。

表 4-3 近年來航空機場建設折現率設定值列表

評估年度	計畫名稱	折現率設定值
民國 91 年	高雄國際機場主計畫	8%
民國 91 年	臺中水湳及清泉崗機場	6%
民國 92 年	南部國際空港	6%
民國 94 年	金門尚義機場	6%
民國 95 年	中部國際機場	6%
民國 96 年	臺東豐年機場	6%
民國 96 年	綠島機場	6%

- 港埠建設計畫的折現率訂定以政府資金成本取得為考量，選擇研究期間公債發行利率為折現率。

表 4-4 近年來港埠建設計劃折現率設定值列表

評估年度	計畫名稱	折現率設定值
民國 87 年	基隆外海新港區擴建	6%、8%、10%
民國 89 年	北部港之商港規模整體規劃	8%

4.1.9 折現率參數訂定建議值

- 我國交通建設計畫折現率參數與政府公債中長期平均利率水準大約有 1.6% 至 1.9% 的區間差距。
- 政府公債利率為我國公共建設折現率的重要參考依據，它代表政府借款利率，亦可作為反映社會機會成本，但因我國公債發行量不夠持續穩定且市場交易量不足，因此要作些許調整，才能作為折現率參數參考值。
- 本研究建議依循日本模式，採用政府公債 10 年期之 10 年區間平均水準 3.6% 作為折現率參數設定基準值。
- 利用交通建設折現率與政府公債平均利率水準的歷史差距作為調整依據，建議交通建設計畫的折現率參數可設定在 5.2% 與 5.5% 的區間範圍內。

4.2 物價上漲率參數

4.2.1 物價上漲率概念

- 物價上漲率(Inflation Rate)指的是某一段期間物價指數(例如消費者物價指數)較前一段時期上漲的比例。
- 交通建設計畫的成本與效益流量必須考量未來物價波動的影響，因此必須設定物價上漲率參數作為物價波動的調整基準。

4.2.2 物價指數的歷年波動

- 我國物價指數的編製由行政院主計處負責執行與公布。
- 長期以來，除了能源危機與全球通貨膨脹時期外，我國物價水準呈現非常平穩的狀態。

4.2.3 物價上漲率參數建議值

- 物價上漲率的推估為避免受到某一特定年度短期物價巨幅波動影響，建議參考臺灣過去 10 年移動平均水準作為物價上漲率的參考值。
- 本研究建議採取各年度過去 10 年平均物價上漲率作為參考值，再以民國 87 年至民國 96 年之參考值平均 1.81% 作為物價上漲率參數設定值。

4.3 時間價值參數

4.3.1 時間價值概念

- 旅行時間(Travel Time)指的是旅客與貨物在交通運輸過程中所花費的旅行時間，包括進入交通路線、等車、停車、行車等時間。
- 時間價值(Value of Time)指的是每單位旅行時所能換算的貨幣價值，其單位為元/延人分鐘或元/延人小時。
- 旅行時間價值節省(Travel Time Saving, TTS)指的是交通建設計畫改善交通後，促使旅運者的旅行時間縮短，這些旅行時間的節省

乃成為交通建設計畫的使用者效益。

- 旅行時間價值節省效益＝旅行時間節省×單位時間價值參數。

4.3.2 時間價值參數的特性與評估方法

- 時間價值參數的推估通常可從 2 個觀點來分析：
 - 第 1 是從資源成本(Resource Cost)或機會成本(Opportunity Cost)的觀點；
 - 第 2 是從負效用(Disutility)的觀點。
- 旅行時間的資源成本(機會成本)代表的是用路人利用旅行時間來從事其他活動(例如工作)所獲得的價值。影響時間價值的因素包括：

表 4-5 資源成本(機會成本)考量下之時間價值影響項目表

影響因素	說明
所得高低	高所得族群的時間價值通常會較低所得族群高。
旅次目的	商務洽公或上班通勤旅次的時間價值通常會較旅遊休閒的時間價值高
旅次長度	城際長途用路人通常必須搭配食宿，費用較為昂貴，故城際旅行時間的節省價值會較高。
時間節省(浪費)程度	零碎的旅行時間節省較不具價值，連貫的旅行時間節省較具價值。

- 負效用(Disutility)指的是旅行過程的不舒適、無聊、或其他負面效果。影響時間價值的因素包括：

表 4-5 負效用之考量下之時間價值影響項目表

影響因素	說明
壅塞程度	短程用路人的旅行負效用主要為塞車(Congestion)，尖峰時段的旅行時間節省會比非尖峰時段的时间節省較為值錢；大眾運輸用路人的負效用為車廂壅塞。
用路人身份	乘客不須要承擔開車的壓力，因此旅客的時間價值通常會較駕駛低。
運輸服務與等車步行	搭乘大眾運輸工具較自行開車不具隱私性且需提物負重，但不須承擔駕駛的壓力，且乘車過程中尚可作其他事情，因此很難區分兩者時間價值的差別。

4.3.3 時間價值的劃分方式與參數設定—國外評估手冊

- 美國聯邦運輸部(USDOT)提出時間價值參數設定的準則：
 - ☐ 航空運輸 > 陸路運輸 > 貨車駕駛的時間價值
 - ☐ 地方旅次 ≈ 城際旅次的時間價值
 - ☐ 商務目的 > 個人目的的時間價值
- 美國聯邦公路總署 HERS-ST 評估手冊參考美國運輸部 USDOT 旅行時間評估作業規範：
 - ☐ 小型車 ≈ 中型汽車 ≈ 4 輪貨車 > 6 輪貨車 ≈ 3-4 軸貨車 ≈ 4 軸聯結車 ≈ 5 軸聯結車的時間價值
 - ☐ 商務目的 > 個人目的的時間價值
- 美國聯邦公路總署 STEAM 評估手冊：
 - ☐ 車外時間價值 > 車內時間價值
 - ☐ 商務貨車的車內時間價值 > 個人旅次車內時間價值
- 加州運輸部 Cal-B/C 評估手冊依循美國運輸部(USDOT)的作業規範：
 - ☐ 公共運輸的車內時間價值 ≈ 等車、步行、與汽車的車外時間價值
 - ☐ 貨車 > 汽車與大眾運輸的非工作旅次時間價值
- 美國州際公路及運輸官員協會 AASHTO 評估手冊觀察用路人的運具與路線選擇，估算出貨幣化的時間價值：
 - ☐ 時間節省長度超過 15 分鐘以上的時間價值 > 節省 0-5 分鐘之

內零碎時間的時間價值

- ☐ 工作目的用路人 > 一般用路人的時間價值
- 美國聯邦航空總署 FAA 評估手冊依據美國聯邦運輸部的時間價值參數加以調整。
- 英國環境、運輸、區域部的評估手冊 TAG 評估手冊認為時間價值會反映在工資率上：
 - ☐ 工作時間 > 非工作時間的時間價值
 - ☐ 計程車小客車乘客 > 鐵路乘客 > 地鐵乘客 > 步行行人 > 汽車駕駛 > 機車騎士 > 自行車騎士 > 公車乘客 > 汽車乘客 > 公車駕駛 \approx 貨車乘客或駕駛的時間價值
 - ☐ 以市場價格估算的時間價值 > 資源成本 \approx 認知成本的時間價值
- 日本總合研究所「道路投資評價指針」對時間價值參數的設定採用 2 種方法：
 - ☐ 資源價值衡量法假設旅行時間的節省可用於從事生產，因此以邊際產值來計算時間價值。
 - ☐ 行為價值衡量法假設旅行時間的節省可從事任何事，因此在不同時點所願意支付的價格不同。
 - ☐ 公車 > 一般貨車 > 小貨車 > 小客車的每車時間價值
 - ☐ 假日乘客 > 平日乘客的時間價值
- 紐西蘭陸地運輸局的時間價值參數：
 - ☐ 商務旅次 > 通勤旅次 > 其他非工作旅次的時間價值
 - ☐ 汽機車駕駛乘客 > 輕型商用車駕駛乘客 > 中重型商用車駕駛乘客 > 公車與火車乘客 \approx 行人與腳踏車騎士的時間價值
 - ☐ 工作天時段 > 週末假日時段的时间價值
 - ☐ 白天一般時段 > 早上通勤尖峰 > 下午通勤尖峰 > 晚上凌晨時段的時間價值
- 德國交通部的時間價值參數：
 - ☐ 10 分鐘以上的時間節省 > 1-2 分鐘零碎時間節省的時間價值
 - ☐ 成人 > 學生的時間價值

- 法國交通部的時間價值參數：

- ☐ 長運輸距離 > 短運輸距離的時間價值
- ☐ 航空與長途鐵路 > 短距離公路或鐵路運輸的時間價值
- ☐ 專業工作與家計工作旅次 > 購物休閒旅次的時間價值
- ☐ 鐵路貨物運輸 > 其他貨物運輸的時間價值

4.3.4 時間價值的劃分方式與參數設定—國內評估手冊

- 經建會「公共建設計畫經濟評估及財務計畫作業手冊」的時間價值建議值
 - ☐ 2002 年每人每小時的時間價值為 119.1 元。
 - ☐ 2008 年每人每小時的時間價值為 147.9 元。
 - ☐ 2031 年每人每小時的時間價值為 258.3 元。

4.3.5 時間價值的劃分方式與參數設定—國內交通建設案例

- 公路建設計畫：

表 4-6 公路建設案例採用之時間價值參數表

評估年度	計畫名稱	時間價值參數
民國 86 年	中橫快速道路	小客車乘客每人小時 120 元 大客車乘客每人小時 120 元 小貨車司機每人小時 83.03 元 大客車司機每人小時 133.08 元 大貨車司機 87.83 元
民國 92 年	國道 1 號基隆汐止段	每車每小時 147.96 元
民國 93 年	國道 3 號南延	小型車每車每小時 325 元 大型車每車每小時 2956 元 機車每車每小時 177 元
民國 95 年	國道 2 號拓寬	每車每小時 145.2 元
民國 96 年	南科周邊道路	採薪資的 60%計算，每小客車每小時 220.5 元

- 城際軌道建設計畫：

表 4-7 城際軌道建設案例採用之時間價值參數表

評估年度	計畫名稱	時間價值參數
------	------	--------

民國 79 年	臺灣高速鐵路	時間價值參數分為工作目的與非工作目的；接著再進一步分為小汽車、大客車、飛機、臺鐵移轉高鐵。
民國 81 年	南迴鐵路雙軌化	每人每小時 84 元(民國 77 年幣值)
民國 84 年	南港宜蘭鐵路	時間價值依車種及使用者不同區分，使用者包含司機、乘客、貨物等
民國 88 年	臺南鐵路地下化	
民國 94 年	嘉義鐵路高架化	每車每小時 245 元(民國 90 年幣值)
民國 96 年	鳳山鐵路立體化	每人每小時 157.2 元(民國 99 年幣值)

- 都會軌道(捷運)建設計：

表 4-8 城際軌道建設案例採用之時間價值參數表

評估年度	計畫名稱	時間價值參數
民國 79 年	桃園都會捷運	小客車每人每小時 133 元；公路客運每人每小時 108 元(民國 77 年幣值)；
民國 92 年	中正國際機場聯外捷運	工資率的 70%
民國 93 年	臺中都會捷運	工資率的 70%
民國 93 年	高雄都會捷運	工資率的 56.67%，每人每小時為 157.2 元(民國 99 年幣值)
民國 95 年	大眾捷運系統三鶯線走廊	分為大眾運具與私人運具；接著分為車內與車外時間；最後再劃分晨峰、昏峰、全日；約每分鐘 2.5 元~5.0 元。
民國 96 年	捷運民生汐止線	

- 航空機場建設計畫的折現率訂定主要參考近年銀行利率變化趨勢，或以政府公債票面利率為依據。

表 4-9 航空機場建設案例採用之時間價值參數表

評估年度	計畫名稱	時間價值參數
民國 92 年	南部國際空港	貨物轉運價值等於貨物價值的利息(市場報酬率)
民國 95 年	中部國際機場	旅客時間價值參考主計處「受雇員工薪資調查統計指數」之平均薪資，將基礎年(民國 95 年)旅客旅行時間價值定為每人每小時 239 元，並依工資成長率做調整。貨物時間價值以基準年(民國 95 年)每車每小時 118.5 元逐年調整。

- 港埠建設計畫的折現率訂定以政府資金成本取得為考量，選擇研究期間公債發行利率為折現率。

表 4-10 港埤建設案例採用之時間價值參數表

評估年度	計畫名稱	時間價值參數
民國 89 年	北部港之商港規模整體規劃	參考運研所 77 年之資料訂定旅行時間價值等於工資率的 60%，並假設每月工時為 200 小時，小客車承載率為每車 1.84 人，大客車乘載率為每車 8.5 人，物價上漲率 3.5%調整。

4.3.6 國內交通建設計畫引用時間價值參數的適用性

- 國內交通建設案例所經常引用的民國 77 年運研所「城際客運時間價值之研究」的參考資料來源年代久遠，很難充分反映目前國內的經濟現況與交通建設特性。
- 為確保時間價值參數更為精確、更具實用價值，應當針對國內各類型交通建設計畫的特性進行深入廣泛的研究調查。

4.3.7 時間價值參數的調查

- 時間價值可透過個體選擇模式，取得運具選擇行為的「選擇性偏好 PR」問卷調查資料，再藉由「羅吉特模型」進行校估後，求得旅行時間及旅行成本參數之比值，即為旅運者的時間價值。
- 運具選擇調查可分為城際旅次與都會旅次。
- 城際旅次調查地點為場站，包含航空、高鐵、臺鐵、客運、計程車、汽車、機車等 7 種運具。城際旅次時間價值僅考慮往來城際間主要運具的時間價值，不考慮短點轉乘運具之時間價值。
- 都會旅次調查採用以電話訪問方式，車外時間佔總旅運時間比例較高，故將旅運時間分為車內時間與車外時間，設定運具為臺鐵、公車、計程車、汽車、機車。都會運輸不考慮轉乘，若有轉乘僅計主要運具的旅途。

4.3.8 時間價值參數的校估模型

- 時間價值參數的校估模型為「羅吉特模型」(Logit Model)：
 - 以經濟學的效用函數為基礎，假設消費者為理性的選擇者，亦

即個體旅運者會選擇帶給他效用最大的替選方案。

- 根據效用最大化原則之假設，個體旅運者選擇某替選方案之機率為該方案所產生效用最大之機率。
- 效用函數可分為可衡量的效用與不可衡量的效用 2 部份。
- 假設無法觀測而得的隨機誤差項為獨立且相同之岡勃分配 (Gumnel Distribution)，藉此可推導得到個體旅運者選擇某替選方案之選擇機率為羅吉特分配，此即為多項羅吉特模型 (Multinomial Logit, MNL) 之架構。
- 城際長程旅次採取巢式羅吉特模式 (Nested Multinomial Logit, NMNL) 進行校估；城際中短程採取多項羅吉特模式 (Nested Multinomial Logit, NMNL) 進行校估。
 - 巢式羅吉特模式主要目的在於解決多項羅吉特模式中不相關方案獨立性的問題 (IIA)，其概念是將某種具有相關性的替選方案，歸納於另一獨立之巢狀結構中，並利用包容值將每一巢狀結構中相關替選方案建立共同效用函數，之後再與其他獨立替選方案利用多項羅吉特模式進行選擇機率評估。
 - 城際長程旅次可將飛機與高鐵至於同一巢層；城際中短程因找不出巢層 (因無飛機運具)，故採用多項羅吉特。
- 都會區旅次利用二項羅吉特模式進行校估。
 - 二項羅吉特模式將可替選運具劃分為：1. 實際使用運具—指的是受訪者在最近一次旅次的實際使用運具；2. 主要替代運具—指的是前項運具無法使用時，使用者最常使用或尚可利用之替代運具。
 - 都會區因無法提供完整路網值，故在進行調查時，以主運具與次運具的調查資料，作為校估模式使用。
 - 依據都會區特性分別建立臺北都會區、桃園都會區、臺中彰化都會區、嘉義臺南都會區、及高雄都會區等 5 個運具選擇模式。

4.3.9 時間價值參數的校估結果

- 城際旅次的時間價值高低分別為：

- 洽公旅次 > 非商務旅次
- 長程旅次 > 中短程旅次的時間價值，且差異甚大，主要原因在於中短程旅次包含許多都會外圍短程旅次的零碎旅行時間，因此拉低時間價值的校估結果。
- 城際旅次：洽公商務旅次之時間價值為 308 元/小時，高於非商務旅次時間價值之 204 元。
- 洽公商務約為非商務旅次時間價值之 1.5 倍。依據行政院主計處統計之 96 年全臺工業及服務業受僱員工平均月薪資為 45,112 元、換算時薪為 248 元。
- 本次調查結果之洽公商務旅次時間價值約為工資率之 124%，非商務旅次約為 82%。
- 都會區旅次的時間價值高低分別為：
 - 各都會區之時間價值以洽公商務、上班旅次最高，其次為上學旅次，除嘉南地區為其他>上學外。
 - 洽公商務、上班目的之時間價值介於 115~178 元/小時，地區別排序為臺北>桃竹>高屏>中彰>嘉南，此結果與主計處公布之各縣市平均家戶所得高低一致。
 - 上學目的之時間價值介於 51~105 元/小時，地區別排序與洽公商務、上班相同。
 - 其他目的之時間價值介於 48~76 元/小時，地區別排序為一臺北>嘉南>高屏>桃竹>中彰。
- 匯整以上時間價值結果，如表 4-11 所示。

表 4-11 時間價值較估結果表

旅次目的	城際旅次	臺北都會區	高雄屏東都會區	桃園新竹都會區	臺中彰化都會區	臺南嘉義都會區
洽公商務、上班	308	178	171	175	164	115
非商務	204	—	—	—	—	—
上學	—	105	71	76	61	51
其他	—	76	53	51	48	63

(單位：元/小時)

4.3.10 時間價值參數的建議值

- 城際旅次的洽公商務與非商務旅次之時間價值佔工資率之比例皆高於都會區之比例。
- 由於城際旅次距離長，相對更加重視時間節省，因此，時間價值高於都會區內之旅次行為，此為合理之現象。
- 所建議之各旅次目的時間價值參數設定合理範圍如表 4-12。

表 4-12 不同旅次目的設定的時間價值參數建議表

旅次目的	時間價值參數合理範圍	第 1 年計畫建議之時間價值(每人/元/hr)
商務、洽公(Business)	工資率×80%~ 120%	工資率×100%
通勤(Commute)	工資率×40%~ 60%	工資率×50%
休閒購物(Leisure)	工資率×30%~ 50%	工資率×30%

- 五個都會區旅次目的別之時間價值詳表 4-13。

表 4-13 時間價值與工資率比對表

旅次目的	時間價值 合理範圍	城際 旅次		臺北 都會區		高雄屏東 都會區		桃園新竹 都會區		臺中彰化 都會區		臺南嘉義 都會區	
平均時薪	工資率	248		179		155		165		139		134	
洽公商務、上班	工資率×80%~ 120%	308	124%	178	100%	171	110%	175	106%	164	118%	115	86%
非商務	工資率×30%~ 70%	204	82%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
上學	工資率×40%~ 60%	-	-	105	59%	71	46%	76	46%	61	44%	51	38%
其他	工資率×30%~ 50%	-	-	76	42%	53	34%	51	31%	48	35%	63	47%

(單位：元/小時)

□ 平均時薪之計算，城際旅次是依據行政院主計處統計之 96 年全

臺工業及服務業受僱員工平均月薪資，以月工作時數 182 小時，計算而得。

□ 都會區旅次是依據行政院主計處統計之 96 年各縣市家戶年經常性收入換算而得。

- 此建議值未來年期在使用上需進行調整換算。
- 為利於後續時間價值參數之使用與各計畫間效益值具有一致性時間價值參數之比較，建議後續時間價值之使用上，可分為城際、5 大都會區、其他地區等 3 類，以本作業規範建議之不同旅次目的與工資率之比例值換算而得當年之時間價值，詳表 4-14。

表 4-14 時間價值參數建議表

旅次目的 旅次分類	洽公商務、上班	非商務	上學	其他
城際旅次	工業及服務業受僱員工平均時薪×125%	工業及服務業受僱員工平均時薪×80%	-	-
臺北都會區	臺北縣市、基隆市個人年經常性收入換算時薪×100%	-	臺北縣市、基隆市個人年經常性收入換算時薪×60%	臺北縣市、基隆市個人年經常性收入換算時薪×40%
高雄屏東都會區	高雄縣市、屏東縣個人年經常性收入換算時薪×110%	-	高雄縣市、屏東縣個人年經常性收入換算時薪×45%	高雄縣市、屏東縣個人年經常性收入換算時薪×35%
桃園新竹都會區	新竹縣市、桃園縣個人年經常性收入換算時薪×105%	-	新竹縣市、桃園縣個人年經常性收入換算時薪×45%	新竹縣市、桃園縣個人年經常性收入換算時薪×30%
臺中彰化都會區	臺中縣市、彰化縣個人年經常性收入換算時薪×120%	-	臺中縣市、彰化縣個人年經常性收入換算時薪×45%	臺中縣市、彰化縣個人年經常性收入換算時薪×35%
嘉義臺南都會區	嘉義縣市、臺南縣市個人年經常性收入換算時薪×85%	-	嘉義縣市、臺南縣市個人年經常性收入換算時薪×40%	嘉義縣市、臺南縣市個人年經常性收入換算時薪×50%
其他地區	地區個人年經常性收入換算時薪×100%	-	地區個人年經常性收入換算時薪×50%	地區個人年經常性收入換算時薪×30%

4.4 行車成本參數

4.4.1 行車成本概念

- 行車成本(Vehicle Operating Cost, VOC)指的是隨著車輛使用而變化的成本。
- 與行車里程有關的成本才能計入行車成本，例如燃料、油料、輪胎損耗、維修、以及與里程數有關的車輛折舊。
- 其他與行車里程無關的成本，例如保險、車庫費用、融資費用、以及時間所造成的折舊等，都不屬於行車成本。
- 影響行車成本的因素：
 - 車輛種類：不同等級車輛的燃油消耗、車輛零件、保養維修的成本皆不相同，而且隨著車輛生產技術與油價的變化，行車成本參數也必須隨時更新。
 - 車速：通常行車成本會隨車速增加而遞減，到達最佳車速點之後再隨著車速增加而遞增。
 - 車速變化：通常車速愈高，速率循環的額外成本也會愈高。
 - 路面坡度：路面坡度提高會增加燃料成本，同時引擎負擔增加也會使得維修成本提高。
 - 道路曲度：道路曲度增加使得路面與輪胎的摩擦增加，因而消耗較多的燃油與維修成本。
 - 路面平整度：路面不平整會造成車輛燃油消耗、減緩車速、輪胎磨損，因而增加行車成本。
- 就私人運輸而言，行車成本的節省直接影響到用路人的現金支出成本；就軌道與航空等公共運輸系統而言，行車成本屬於交通運輸服務者的支出，因此應歸類為業者營運與維修成本的節省。
- 交通建設計畫可改善道路設計與交通狀況，進而減少車輛行車成本，例如經由減少車速變化、降低路面坡度、改善路面平整、拓寬彎道、或是縮短路線距離等方式。

4.4.2 行車成本參數的項目與評估方法—國外評估手冊彙整

- 行車成本組成項目：
 - 國外評估手冊對於行車成本的項目的設定大多是劃分為燃料成本與非燃料成本。
 - 燃料成本指的是汽油、柴油等加油費用。
 - 非燃料成本指的是潤滑油、輪胎磨損、保養維修、與折舊等費用。
 - 停車費、燃料稅、過路費、清潔費、靠行費等項目，與行車里程無關，僅能算是收入移轉，並不會出現在國外評估手冊的行車成本參數項目中。
- 行車成本參數的設定值：
 - 有些國外評估手冊是以計算公式的方式呈現，再搭配詳細的公式係數來計算行車成本參數。
 - 有些國外評估手冊則是以詳細表格列出不同車輛種類、不同路況、不同區域(城際或都會)、以及不同車速之下的各項行車成本參數，在進行實務評估時，可直接查表得出所需參數。
- 車速與行車成本的關係：國外評估手冊所設定的行車成本參數皆是以車輛種類與車速以主要考量，另外還可能包括道路的曲度、坡度、與鋪面平整度等因素。

4.4.3 行車成本參數的項目與評估方法—國內行車成本資料彙整

- 行車成本組成項目：國內的公路行車成本參數所引用的數據，除了燃料、潤滑油、維修、與折舊項目外，還包括停車費、燃料稅、過路費、清潔費、靠行費等項目。
- 行車成本參數的設定值：國內交通建設評估實例所參考的行車成本調查資料雖然是採取詳細表列的方式，但行車成本的分類方式與國外評估手冊所採行的項目不同，而且也未考量未來各年度行車成本的不確定性與調整機制。

- 車速與行車成本的關係：國內行車成本調查並未考慮車速與行車成本之間的關係，或其他路況因素。

4.4.4 行車成本參數設定的實務原則

- 行車成本參數(元/延車公里)要適當的處理方式是行車成本項目劃分為燃料成本與非燃料成本。
- 燃料成本主要決定於不同車輛種類在不同車速下的燃料消耗率(Fuel Consumption Rate)以及油價。
 - 不同車速下的燃油消耗率可參考公路車輛行車成本調查。
 - 未來油價則必須考量油價波動的趨勢加以設定調整因子。
- 非燃料成本可依據公路車輛行車成本調查，擷取其中的油料保養費、輪胎維修費、引擎維修費、鈑金維修費、其他維修費、定期保養費等。

4.4.5 行車成本參數的項目與評估方法建議值—燃料成本

- 機車的燃料成本：
 - 參考財團法人工業技術研究院「機車車速對燃料經濟性差異比較研究」估算式推估整理出機車的燃料經濟性。
 - 燃油經濟性(機車) = $3.27 \times V - 0.0663 \times V^2 + 0.000364 \times V^3$ 。
 - 分別以速度 $V=20、30、40、50、60$ 公里以上帶入公式。
 - 以燃油經濟性最高時的車速 50 公里為基準，計算不同車速下的燃料經濟性除以基準的燃料經濟性可得出各種車速下的燃料經濟性比。
 - 再以「公路車輛行車成本調查」中平均每公升行駛里程數乘以燃料經濟性比，得出依車速不同情況下「每公升汽油可行駛里程數」。
 - 以當年「油價」除以「每公升汽油可行駛里程數」可推估出依車速、油價變動的燃料成本。

表 4-15 機車車速別反應燃料成本表

車種	車速(km)	燃料經濟性比 (%)	每公升汽油可 行駛里程數 (km/公升)	燃料成本 (依油價變動) (元/公升)
機車	20-30	86.9%	19.86	油價/19.86
	30-40	100.0%	22.85	油價/22.85
	40-50	98.8%	22.58	油價/22.58
	50-60	87.8%	20.06	油價/20.06
	60 以上	71.5%	16.34	油價/16.34

• 小客車的燃料成本：

- 參考經濟部能源局「使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫（第 3 年度）」估算式推估整理出小客車燃料經濟性。
- 燃油經濟性(小客車) = $0.857 \times V - 0.0119 \times V^2 + 0.000047 \times V^3$ 。
- 分別以車速 $V=30、40、50、60、70、80、90$ 以上帶入上述公式。
- 以燃油經濟性最高時的車速 50 公里為基準，計算不同車速下的燃料經濟性除以基準的燃料經濟性可得出各種車速下的燃料經濟性比。
- 再以「公路車輛行車成本調查」中平均每公升行駛里程數乘以燃料經濟性比，得出依車速不同情況下「每公升汽油可行駛里程數」。
- 以當年「油價」除以「每公升汽油可行駛里程數」可推估出依車速、油價變動的燃料成本。

表 4-16 小客車車速別反應燃料成本表

車種	車速(km)	燃料經濟性比 (%)	每公升汽油可行 駛里程數 (km/公升)	燃料成本 (依油價變動) (元/公升)
小客車	30-40	85.7%	7.15	油價/7.15
	40-50	96.2%	8.02	油價/8.02
	50-60	100.0%	8.34	油價/8.34
	60-70	98.7%	8.23	油價/8.23
	70-80	93.8%	7.82	油價/7.82
	80-90	86.8%	7.24	油價/7.24
	90 以上	79.1%	6.60	油價/6.60

- 小貨車的燃料成本：
 - 小貨車部分因國內無與車速相關燃料效率的資訊，故燃料經濟性部分以商用車計算式替代小貨車。
 - 參考經濟部能源局「使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫（第3年度）」估算式推估整理出小客車燃料經濟性。
 - 燃油經濟性(商用車) = $0.730 \times V - 0.0107 \times V^2 + 0.000043 \times V^3$ 。
 - 分別以車速 $V=30、40、50、60、70、80、90$ 以上帶入上述公式。
 - 以燃油經濟性最高時的車速 50 公里為基準，計算不同車速下的燃料經濟性除以基準的燃料經濟性可得出各種車速下的燃料經濟性比。
 - 再以「公路車輛行車成本調查」中平均每公升行駛里程數乘以燃料經濟性比，得出依車速不同情況下「每公升汽油可行駛里程數」。
 - 以當年「油價」除以「每公升汽油可行駛里程數」可推估出依車速、油價變動的燃料成本。

表 4-17 小貨車車速別反應燃料成本表

車種	車速(km)	燃料經濟性比(%)	每公升汽油可行駛里程數(km/公升)	燃料成本(依油價變動)(元/公升)
小貨車	30	88.8%	9.47	油價/9.47
	40	98.1%	10.46	油價/10.46
	50	100.0%	10.66	油價/10.66
	60	96.3%	10.27	油價/10.27
	70	88.7%	9.46	油價/9.46
	80	78.9%	8.41	油價/8.41
	90 以上	68.6%	7.31	油價/7.31

- 大貨車的燃料成本：
 - 由於大貨車因國內缺乏與車速相關的燃料效率資訊，因此參考國外資料「英國 TAG 評估手冊」中大貨車各種車速下推估的燃油經濟性。
 - 燃油經濟性(商用車) = $0.730 \times V - 0.0107 \times V^2 + 0.000043 \times V^3$

- 分別以車速 $V=30、40、50、60、70、80、90$ 以上帶入上述公式。
- 以燃油經濟性最高時的車速 50 公里為基準，計算不同車速下的燃料經濟性除以基準的燃料經濟性可得出各種車速下的燃料經濟性比。
- 再以「公路車輛行車成本調查」中平均每公升行駛里程數乘以燃料經濟性比，得出依車速不同情況下「每公升汽油可行駛里程數」。

表 4-18 大貨車車速別反應燃料成本表

車種	車速(km)	燃料經濟性比 (%)	每公升汽油可 行駛里程數 (km/公升)	燃料成本 (依油價變動) (元/公升)
大貨車	30-40	77.70%	2.47	油價/2.47
	40-50	92.18%	2.93	油價/2.93
	50-60	100.00%	3.18	油價/3.18
	60-70	99.83%	3.18	油價/3.18
	70-80	94.41%	3.00	油價/3.00
	80-90	87.58%	2.79	油價/2.79
	90 以上	82.04%	2.61	油價/2.61

4.4.6 行車成本參數的項目與評估方法建議值—非燃料成本

- 非燃料成本參考運研所的「公路車輛行車成本調查報告」^[4]，將折舊與其他非燃料費(包括油料保養費、輪胎維修費、引擎維修費、鈑金維修費、其他維修費、定期保養費等)加總，並以主計處物價指數年增率換算以 96 年幣值計算所得平均每公里非燃料成本與折舊。

表 4-19 車種別平均每公里非燃料成本與折舊列表

車種	平均每公里非燃料成本與折舊 單位：元(96 年幣值)
機車	1.68
小客車	8.84
小貨車	4.29
大貨車	5.85

4.4.7 行車成本參數的輸入建議值—油價

- 鑒於油價於行車成本密切相關，配合國內汽、柴油浮動油價調整機制，本作業規範設定行車成本將隨各計畫案評估年期不同，油價輸入值會有所差異。
- 本系統目前根據臺灣中油股份有限公司資料^[8]設定，自 1999 年至今的平均油價設定無鉛汽油油價為\$25.17，柴油油價為\$20.66，詳表 4-20。

表 4-20 油價參考表

參數項目	原始設定值	單位
機車油價(無鉛汽油)	25.17	元/公升
小客車油價(無鉛汽油)	25.17	元/公升
小貨車油價(無鉛汽油/柴油)	22.92	元/公升
大貨車油價(柴油)	20.66	元/公升

- 未來各類交通建設計畫案可再針對油價調整作修正，建議至少以 10 年平均值計算較為恰當；另除大貨車大都使用柴油外，小貨車是柴汽各半，惟目前小客車使用柴油比例甚低，但仍建議未來各計畫案輸入油價時，可先針對各車輛使用柴油與汽油之比例再作調整。

4.5 肇事成本參數

4.5.1 交通建設的肇事成本

- 肇事成本(Crash Costs)指的是交通運具因為撞擊、意外、事故等而衍生的損失成本，其中受傷與死亡事件合稱為傷亡(Casualty)，其餘則為財物損失(Property Damage Only, PDO)。
- 交通建設計畫的主要效益項目之一是提高交通安全，也就是減少肇事意外次數(肇事率)或降低肇事成本。

4.5.2 肇事率的概念

- 影響交通肇事率的因素主要包括氣候、當地路況、運輸建設類型、運輸設施狀況、車輛種類、交通流量、時間早晚、駕駛人特性、與肇事嚴重度等。
- 肇事率參數應當要能反映出不同車輛種類、不同路況、不同車速下發生肇事意外的機率大小。
- 肇事事件紀錄依據嚴重程度可劃分為死亡(Fatalities)、受傷(Injuries)、與財產損失(Property Damage Only, PDO)等3類，其中受傷的部份又可分為重傷與輕傷。

4.5.3 肇事率的評估

- 各國評估手冊對於肇事率的推估有很大的差異。
- 有些評估手冊會以相當複雜的公式推估車流量變化與肇事率的關係，例如美國 HERS-ST 評估手冊、英國 COBA 評估手冊、紐西蘭陸地運輸局評估手冊等；
- 有些評估手冊則是以相當詳細的表格提供肇事率的設定數據，例如美國 STEAM 評估手冊、加州 Cal-B/C 評估手冊。
- 這些手冊不論其推估肇事率的過程為何，最終皆會針對各種不同的運具類型，例如都會道路、鄉村道路、公車、輕軌、載客火車等提供肇事率參數資料以作為評估的參考。

4.5.4 公路肇事率的建議值與推估方式

表 4-21 各公路類型肇事死亡及受傷率比較表

道路類型	肇事率 (件/百萬延車公里)	肇事死亡率 (人/百萬延車公里)	肇事受傷率 (人/百萬延車公里)
國道	0.0379	0.0045	0.0493
省道	0.3301	0.0219	0.4296
縣道	0.9008	0.0342	1.3011
一般道路	0.9008	0.0342	1.3011

- 國道肇事率：
 - 國道肇事率統計依交通部臺灣區國道高速公路局公佈的高速公路統計年報資料為依據。
- 省道肇事率：
 - 省道肇事率統計部分因無統計資訊，故以其他相關資訊推估其值。
 - 省道延車公里依交通部公路總局公佈的公路平均每日交通量統計資料，將全國省道各路段延車公里合計加總後乘上 365(天)推估全年省道延車公里數。
 - 肇事件數依內政部警政署公佈的警政統計年報資訊為準。
 - 因省道肇事死亡人數無直接統計資料，故以省道肇事件數乘上總肇事死亡率(人/件)推估。
 - 省道肇事受傷人數以省道肇事件數乘上總肇事受傷率(人/件)推估。
 - 民國 91-95 年間資料取其平均值。
- 縣道肇事率：
 - 縣道肇事率統計因無統計資訊故以其他相關資訊推估其值。
 - 縣道延車公里依交通部公路總局公佈的公路平均每日交通量統計資料，將全國各路段縣道延車公里合計加總後乘上 365 推估全年縣道延車公里數。
 - 肇事件數依內政部警政署公佈的警政統計年報資訊為準。
 - 因縣道肇事死亡人數無直接統計資料，故以縣道肇事件數乘上總肇事死亡率(人/件)推估。
 - 縣道肇事受傷人數以縣道肇事件數乘上總肇事受傷率(人/件)推估。
 - 依民國 91-95 年間資料取其平均值。
- 一般道路肇事率：
 - 一般道路因無總延車公里的相關統計資料，因其道路型式與縣道較為接近，故以縣道資訊替代，待未來有更精確的統計資料後再更新。

4.5.5 鐵路肇事率的建議值與推估方式

- 鐵路肇事率區分為 2 部分，一為在平交道處發生的肇事事事件，二為一般行車狀況下發生的肇事事事件。

表 4-22 鐵路軌道及平交道肇事死亡及受傷率比較表

鐵路肇事率	肇事率 (件/百萬延車公里)	肇事死亡率 (人/百萬延車公里)	肇事受傷率 (人/百萬延車公里)
鐵路軌道肇事	0.0140	0.0063	0.0081
	肇事率(件/個)	肇事死亡率(人/個)	肇事受傷率(人/個)
平交道肇事	0.1432	0.0462	0.0423

- 平交道肇事率統計部分依交通部臺灣鐵路管理局公佈的臺灣鐵路統計年報資料為準。
- 鐵路行車肇事率統計部分依交通部臺灣鐵路管理局公佈的臺灣鐵路統計年報資料為準。

4.5.6 捷運肇事率的建議值與推估方式

- 捷運肇事率統計依臺北市交通局公佈的臺北市交通統計年報資料為依據，但其死亡與受傷人數合併計算，故僅記為肇事傷亡率。

表 4-23 捷運肇事死亡及受傷率比較表

捷運肇事參數	肇事率 (件/百萬延車公里)	肇事傷亡率 (人/百萬延車公里)
捷運	0.0017	0.0006

4.5.7 公路大眾運輸肇事率的建議值與推估方式

- 公路大眾運輸(客運)行車肇事率
 - 大眾運輸(客運)行車肇事率依交通部統計處公佈的 95 年交通統計要覽為依據。
 - 因客運肇事死亡人數、受傷人數並無直接統計資料，故以內政部警政署公佈的警政統計年報資訊總肇事死亡率(人/件)、受傷

率(人/件)推估，依其於民國 91-95 年間資料取其平均值。

表 4-24 公路大眾運輸肇事死亡及受傷率表

都會與城際客運肇事率	肇事率 (件/百萬延人公里)	肇事死亡率 (人/百萬延人公里)	肇事受傷率 (人/百萬延人公里)
客運	0.0651	0.0037	0.0847

- 大眾運輸客運依其行經路線可分為都會客運、城際客運 2 類，因警政統計年報資訊並未將客運肇事事事件區分為都會客運或城際客運，故以假設方式作加權調整。
- 城際客運行車肇事率。
 - 城際客運依其國道及省道行駛延車公里比重加權再各自乘上省道與國道道路類型別肇事率，可推估出城際客運肇事調整值。
 - 依據城際客運與都會客運佔總客運行駛里程比例不同，推估「城際客運肇事調整率」＝

$$\frac{\text{城際客運肇事調整值} \times \text{城際客運延車公里}}{\text{城際客運肇事調整值} \times \text{城際客運延車公里} + \text{都會客運肇事調整值} \times \text{都會客運延車公里}}$$

- 都會客運依據省道、縣道及一般道路行駛延車公里比重加權再各自乘上省道、縣道與一般道路道路類型別肇事率可推估出都會客運肇事調整值。
- 依據城際客運與都會客運佔總客運行駛里程比例不同，推估「都會客運肇事調整率」＝

$$\frac{\text{都會客運肇事調整值} \times \text{都會客運延車公里}}{\text{城際客運肇事調整值} \times \text{城際客運延車公里} + \text{都會客運肇事調整值} \times \text{都會客運延車公里}}$$

- 總客運肇事事事件數、死亡件數、受傷件數各自乘上「城際客運肇事調整率」與「都會客運肇事調整率」可得推估後城際與都會客運肇事事事件數、死亡件數、受傷件數。

表 4-25 都會及城際客運肇事死亡及受傷率表

都會與城際客運肇事率	肇事率 (件/百萬延人公里)	肇事死亡率 (人/百萬延人公里)	肇事受傷率 (人/百萬延人公里)
都會客運	0.1126	0.0064	0.1464
城際客運	0.0356	0.0020	0.04621

4.5.8 肇事成本的概念

- 交通事故所引發的肇事成本可分為 2 部份，一為內部成本，一為外部成本。
- 肇事的內部成本指的是交通事故對於交通運輸用路人所產生的有形與無形損失，包括：身體上的痛苦(包括喪失功能)、個人損失(工資損失、家計生產力損失、財產損失)、法律訴訟成本、醫療成本、保險與行政成本、緊急服務成本、職業復健成本、交通旅行延遲成本等，依據肇事意外的嚴重程度不同而有所差異。
- 肇事的外部成本指的是交通事故造成附近居民交通不便、動用交通警察、醫療救護的成本、以及交通基礎設施的損毀等並非直接由用路人所負擔的成本。
- 交通建設的使用者效益評估通常會將肇事事務的內部成本計入貨幣化效益中。

4.5.9 死亡肇事成本與受傷肇事成本

- 死亡肇事事件代表的是人身壽命的損失，因此在評估死亡肇事的損失時，必須要先估計死者的預期壽命，再計算其損失的壽命，並將壽命損失成本折現為現值。
- 受傷肇事事件代表的卻是工作能力喪失以及身體的痛苦，因此必須要考慮復原期間的工資率損失。

4.5.10 死亡肇事成本與受傷肇事成本的估算方法

- 肇事意外中的死亡與受傷事件的肇事成本都會牽涉到非市場價格的評估。

- 直接評估法：
 - 只評估肇事意外造成的有形支出，包括清理肇事現場損毀的成本、受傷者的醫治成本、損毀財物的重置與修復成本、工作場所的衝擊、保險的理賠手續與相關成本。
 - 心理層面的無形成本則不予考慮。
 - 此方法問題在於重傷的肇事成本往往會高於死亡的肇事成本。
- 人力資本評估法：
 - 只考慮有形的支出以及家計工作與職場工作的損失，因此肇事成本可視為薪資的函數，
 - 婦女與兒童的傷亡成本會低於男性；但此方法同樣未考慮心理層面的無形成本。
- 壽命損失加上直接評估法：
 - 壽命損失加上直接評估法包含 2 類成本，第 1 為死亡肇事的壽命損失以及受傷肇事的生產力損失；第 2 為受傷醫療的貨幣成本。
 - 這兩類成本不能相加總，也就是說不能以加總的成本作為比較的基準。
 - 但此種方法可解決重傷的肇事成本高於死亡肇事成本的問題。
- 綜合評估法：
 - 綜合評估法又稱為願付價格法，它所評估的是當交通安全提高肇事風險較低時，民眾所願意支付的價格。
 - 通常此一價格會與直接評估法所計算出來的成本相加，以視為肇事總成本。
 - 此方法是傳統成本效益分析中最常被採用的方法，包括美國聯邦公路總署、國家安全委員會(National Safety Council)、美國管理及預算局(Office of Management and Budget)都建議採用這種方法。

4.5.11 肇事成本參數的設定—國外文獻彙整

- 對於肇事成本參數的設定，各國評估手冊的共同點是將肇事類型

分為死亡、受傷、財產損失 3 大類。

- 各國評估手冊的差異點則是這 3 大類肇事的損害成本參數設定值有很大的認定空間。
- 目前各國評估手冊中對於肇事損害成本參數的設定較為一致的參考資料來源是美國各州政府交通部對於肇事成本所提供的參數設定標準，其數據大致符合美國國家安全委員會所提供的生命價值參數：
 - ☐ 其中道路肇事的每人死亡肇事成本為\$1,150,000(美元)。
 - ☐ 每人受傷(非死亡)的肇事成本為\$52,900。
 - ☐ 財產損失(包括非傷殘的受傷)的肇事成本為每件\$7,500。
 - ☐ 此套參數主要是以綜合評估法考量死亡或受傷的工資或生產力損失，再加上心理層面的非市場價值之後反映出來民眾對於避免生命與健康損害所願付的價格。

4.5.12 肇事成本參數的設定—國內文獻彙整

- 國內肇事成本參數的設定，不管是相關文獻或是實際案例的設定均呈現相當大的不一致性，與國外評估手冊的參數設定範圍相比則差距更為明顯。

表 4-26 國內肇事成本相關文獻匯整表

國內文獻	生命價值估計值		
	項目	當年貨幣	2007 年貨幣
陳敦基、黃俊霖(1993)	主觀生命價值	2000 萬至 5000 萬元	2453 萬至 6133 萬元
	客觀生命價值	640 萬至 2300 萬元	785 萬至 2821 萬元
	生命價值(肇事成本法)	770 萬至 2300 萬	944 萬至 2821 萬
王榮德、楊銘欽、陳立慧(1993)	意外事故致死生命價值	553 萬元	756 萬元
謝尚行、邱沛俊(1997)	肇事者願意賠償	最高金額約 245 萬元	最高金額約 268 萬元
	受害人願意接受賠償	最低金額約 321 萬元	最低金額約 351 萬元
劉錦添、許績天(1998)	工廠工人殘廢價值損失	225 萬元	246 萬元
陳敦基、張婉君(1999)	生命損失綜合平均值	721 萬元	773 萬元
	基本責任險	291 萬元	312 萬元

	人身壽險及意外險	430 萬元	461 萬元
陳高村、許志誠(2000)	損害賠償金額	受傷：72 萬元至 533 萬元	受傷：76 萬元至 565 萬元
		死亡：376 萬元	死亡：398 萬元
	事故成本	受傷：45 萬元至 807 萬元	受傷：48 萬元至 855 萬元
		死亡：1060 萬元	死亡：1123 萬元
陳高村、許志誠(2003)	財產損失	受傷：266 萬元至 540 萬元	受傷：283 萬元至 575 萬元
		死亡：175 萬元至 859 萬元	死亡：186 萬元至 915 萬元
	非財產損失	受傷：601 萬元	受傷：640 萬元
		死亡：229 萬元	死亡：244 萬元

4.5.13 肇事成本參數的設定—國內交通建設評估報告數據彙整

- 國內各類型交通運輸建設評估案例所引用的肇事成本數據不僅沒有一致性的參考依據。
- 對照於國外評估手冊所設定的參數標準以及國內研究文獻所推估的結果，不論從人力資本的角度或是願付價格的角度來看，即使經過物價上漲率的調整後仍然明顯偏低，而且偏低的程度相當大。

表 4-27 國內交通建設評估報告數據彙整

實例研究報告	肇事成本引用數據		
	肇事程度	一般公路	高速公路
2003 年北縣特 2 號道路建設計畫	車輛損壞	26,000 元	26,000 元
	醫療	55,000 元	55,000 元
	死亡	392,000 元	432,000 元
	受傷	226,000 元	366,000 元
	死亡	800,000 元	
1990 年臺灣高速鐵路可行性評估	重傷	200,000 元	
	1992 年南迴鐵路雙軌化可行性評估		
同「北縣特 2 號道路建設計畫」的數據			
1995 年南港至宜蘭截彎取直可行性評估計畫	死亡	343,000 元	
	重傷	60,000 元	
1999 年臺南鐵路地下化可行性研究--參考陳敦基「城際旅行者生命價值之研究」	死亡	3,619,000 元	
	重傷	7,700,000 元	
2006 年大眾捷運系統三鶯線走廊研究	死亡、受傷、財物損毀	1,490,000 元(2021 年幣值)	
1990 年桃園都會區大眾捷運系統可行性研究	死亡、受傷、財物損毀	700,000 元	
2003 年中正國際機場聯外捷運系統建設計畫	死亡、受傷、財物損毀	1,360,000 元(1997 年幣值)	
2003 年臺中都會區大眾捷運系統 2007 年淡海新市鎮聯外輕軌運輸系統可行性	死亡、受傷、財物損毀	13,196,400 元	

研究報告--參考陳高村與曾昭雄之研究		
2003 年南部國際空港暨自由貿易港區可行性評估	死亡	7,700,000 元(1995 年幣值)
	受傷	362,000 元(1995 年幣值)
	財物損失	67,000(1995 年幣值)

4.5.14 肇事成本參數的設定建議值

- 死亡肇事成本參數設定的建議值：
 - ☐ 以相關文獻之數值為依據。
 - ☐ 經過綜合評估國內各文獻所設定之數值，於各區間平均值求取相對平均數值作為死亡肇事成本參數中間值，並給予正負 50% 作為區間範圍。
 - ☐ 本研究建議死亡肇事成本參數設定中間值為 1,255 萬元，範圍值為 627 萬元至 1,883 萬元。
- 傷殘肇事成本參數設定的建議值：
 - ☐ 採用國外評手冊與國內相關文獻研究之下限值。
 - ☐ 考量國內實際交通建設評估案例之上限值作為調整以求出中間值，並給予正負 50% 作為區間範圍。
 - ☐ 本研究建議傷殘肇事成本參數中間值為 91 萬元，範圍值為 45.5 萬元至 136.5 萬元。
- 財產損失肇事成本參數設定建議值：
 - ☐ 採用國外評手冊下限值以及國內實際交通建設評估案例之上限值之平均值作為財產損失肇事成本參數中間值，並給予正負 50% 作為區間範圍。
 - ☐ 本研究建議財產損失肇事成本參數設定中間值為 5.5 萬元，範圍值為 2.75 萬元至 8.25 萬元。

4.6 產業關聯參數

4.6.1 交通建設計畫的經濟外部效果

- 交通建設計畫在經濟方面的外部效益主要呈現在：
 - ☐ 施工時間的投入公共建設資金所創造出來的就業與所得效果。

- 在交通建設完成後增加車流量所帶來的人潮對於地區產業的商品與勞務銷售、勞動就業、土地與房地產所產生的影響衝擊。
- 這些影響衝擊彼此間會有相互加乘或相互抵銷的效果，如果單獨就其中某個或某些項目計算並且加總的話，便可能產生遺漏或重複計算的問題。
- 施工期間的產業關聯效果：
 - 交通建設計畫施工期間投入建設資金後，透過施工勞動力的雇用、施工材料設備的購置等經由產業關聯效果後，可創造出擴大就業、提高所得、促進相關產業投資等外溢效果。
 - 此一部份的效益可列為「施工期間的勞工就業」項目。
 - 由產業關聯的角度來看，在「未充分就業」的條件下，政府挹注的交通建設資金會帶動交通基礎建設產業的就業與所得。
 - 但在「充分就業」的條件下，則可能產生排擠的效果，相互競爭政府經費的同類型交通建設透過產業關聯模型所創造出來的經濟外溢效果會相同。
- 施工完成後運輸旅次的產業關聯效果：
 - 不同目的的運輸旅次會透過產品市場、勞動市場、與不動產市場產生經濟外部效果，但這些外部效果會進一步透過經濟體系的循環流程產生乘數效果。
 - 這些經濟外部效益時可能包含 2 種效果：首先，這些經濟外部效果可能屬於區域性的移轉。另外則是這些經濟外部效果可能會遺漏或重複計算(Double Counting)。

4.6.2 交通建設經濟外部效果與產業關聯

- 商務洽公旅次的需求彈性相當低，因此，可設定商務洽公旅次所造成的經濟外溢效果乃是屬於區域間的移轉效果，對於整體社會經濟效益的提升沒有實質的助益。
 - 需求彈性低代表旅行成本的降低不太可能誘發更多的商務與洽公旅次。
 - 根據經濟學的差別取價理論，商務與洽公旅次的機票價格與住

宿費用往往遠高於非商務洽公旅次，原因即在於商務洽公旅次的需求彈性相當低。

- 通勤旅次的需求彈性相當低，絕大多數上班通勤旅次所造成的經濟外溢效果應當是屬於區域間的移轉效果，對於整體社會經濟效益的提升沒有實質的助益。
 - 需求彈性低代表旅行成本的降低不太可能誘發更多的上班通勤旅次。
 - 交通建設計畫的新建或改善可能誘使更多的上班通勤族由他地遷移到該區域，該區域的房租上漲可能抵銷他地的房租損失。
- 休閒旅遊購物旅次的需求彈性相當高，交通建設所誘發出來的休閒購物旅次可產生非移轉性的經濟外部效果。
 - 需求彈性高代表旅行成本的下降會誘使更多的民眾投入休閒旅遊購物或其他私人活動。
 - 新誘發(非移轉)出來的旅次透過在該區域的住宿、餐館、娛樂業等經濟活動對土地市場、勞動市場、與產品市場所產生的經濟外部效果可透過產業關聯模型反映出來。
- 利用產業關聯模型(Input-Output Model)衡量經濟外部效果：
 - 產業關聯模型利用經濟循環流程的「三面等價」原理，將產出面、要素面、所得面的經濟效益視為等價的效益。
 - 只需要評估其中的產出面效益，便可反映出交通建設計畫對整體經濟面的外溢效果，而不會有重複計算的問題。

4.6.3 產業關聯模型的理論與應用

- 所謂產業關聯模型(Input-Output Model)乃是經濟體系各產業間的投入產出關係利用矩陣與係數加以數量化。
 - 產業關聯表的矩陣的行(Column)與列(Row)分別代表不同的產業部門，矩陣中的每個格位係數則是代表不同產業部門間的生產與消費關係。
 - 產業關聯表可以用來描述區域經濟內的各產業與部門間的經濟互動關係。

- 將交通建設的投入變數輸入產業關聯表中，可用來衡量交通建設對某一產業部門的變化透過經濟體系循環流程後所產生的總變化。
- 產業關聯模型可用來分析地區性的經濟體系特性，並且預測交通建設等變數對區域經濟所產生的衝擊效果。
- 以交通建設計畫所誘發出來的休閒購物旅次為基準，可透過產業關聯矩陣計算出產業關聯外部效果。
 - 將交通建設計畫所誘發的休閒購物旅次變化量 ΔX 乘上每旅次的每人在各產業的消費金額，再代入產業關聯矩陣進行運算，即可推估出這些產業的最終需求每增加 1 單位所帶動的產出水準的變化。
 - 透過休閒購物誘發旅次的消費金額帶動，會促使該地區的商品與勞動服務銷售提升，進而帶動勞動就業機會的擴大與土地價值的提升。
 - 較為直接的評估方式是：將交通建設計畫所誘發的休閒購物旅次變化量 ΔX 乘上產業關聯參數，即可推估出產業關聯的經濟外部效果。

4.6.4 產業關聯參數的建議值

- 由產業關聯表計算出產業關聯參數。
 - 界定休閒購物誘發旅次所影響的產業部門主要包括商品零售業(產業代碼 121)、旅館服務業(產業代碼 124)、餐飲服務業(產業代碼 125)、旅行服務業(產業代碼 131)、與文化服務業(產業代碼 151)等。
 - 根據交通部觀光局「中華民國 95 年國人旅遊狀況調查」的統計數據，平均每旅次每日旅遊花費在零售消費、住宿、餐飲、旅行、藝文活動的花費分別為新臺幣 524 元、1,231 元、915 元、150 元、319 元。
 - 將上述數據代入 161 個部門的外生變數向量的其中 5 個部門，另外 156 個部門的外生變數則設定為 0，再利用行政院主計處

所公布的 161 部門 $(I-A)^{-1}$ 矩陣，便可計算得出產業關聯參數。

□ 根據民國 93 年行政院主計處最新公布的產業關聯表，代入外生變數向量後，計算得出產業關聯參數為 5,553。

- 產業關聯參數為 5,553 代表的是每一誘發旅次透過產業關聯效果平均每年所創造出來的總產值增加的經濟效益為新臺幣\$5,553。
- 依據總體經濟的三面等價原理，此一經濟效益同時也反映出就業增加與所得增加的效益。

4.7 空氣污染參數

4.7.1 交通建設計畫與空氣污染

- 交通建設計畫會促使運輸旅次、車流量、與車速產生變化。接著，交通運具會排放出各種污染物質，這些污染物質釋放至大氣中會影響環境空氣品質，因此對民眾生命財產產生衝擊與威脅。
- 交通建設造成空氣污染的過程

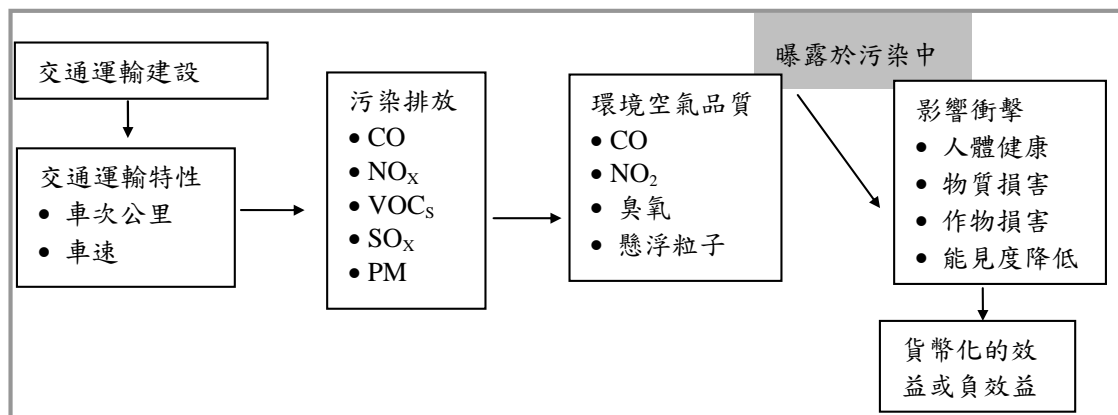


圖 4.1 交通建設造成空氣污染過程圖

4.7.2 空氣污染的貨幣化評估方法比較與檢討

- 國外評估手冊對空氣污染外部效果的評估方法
 - 選定空氣污染的評估項目
 - 計算各類車輛每延車公里的空氣污染排放克數(噸數)
 - 設定每噸(每克)空氣污染損害的貨幣化評估值，在不同人口密

度地區(都會或鄉村地區)的空氣污染外部損害價值會不相同。

- 每延車公里的空氣污染排放單位×每單位空氣污染的外部損害價值＝每公里每車次的空氣污染排放的外部損害損害價值。
- 依據交通建設造成延車公里的變化×每延車公里的空氣污染外部損害價值＝交通建設計畫在空氣污染方面所造成的外部負效果的增減程度。

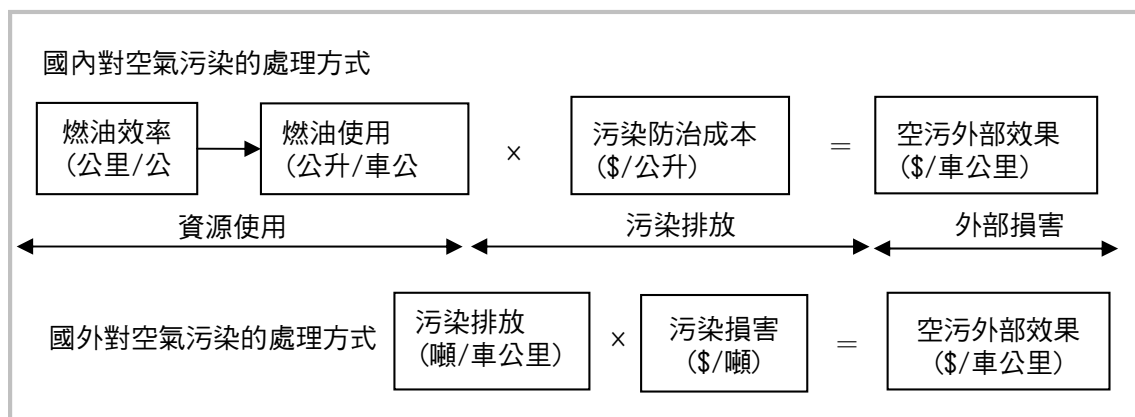
- 國內經建會評估手冊對空氣污染外部效果的評估方法為：

- 私人運具的空氣污染＋大眾運輸的空氣污染

私人運具移轉旅次長度(延人公里)÷私人運具燃油效率(車公里/公升)×每公升汽油之空氣污染成本(元/公升)÷私人運具乘載率(人/車)＋

大眾運輸移轉旅次長度(延人公里)÷公車燃油效率(車公里/公升)×每公升柴油之空氣污染成本(元/公升)÷大眾運輸乘載率(人/車)

- 國內與國外評估手冊推估空氣污染外部損害的方式比較：



- 國內傳統計算空氣污染的方法是假設空氣污染排放與車輛的燃料使用有直接關係。
- 國外評估手冊皆是直接由車輛的污染排放係數推估空氣污染量，不需要與燃油資源使用掛勾，較能準確反映空氣污染排放的問題。

4.7.3 空氣污染的評估項目

- 行政院環境保護署空氣污染排放清冊指出空氣污染源，可廣泛分成移動污染源及固定污染源。
 - 移動污染源為因本身動力而改變位置之污染源，包括：車輛、

火車、飛機、船舶、施工機具等。

- ☐ 移動污染源以外之污染源統稱為固定污染源，包括工商廠場等集中之固定點源(例如：工商業用鍋爐、焚化爐、油庫、加油站)及較分散之固定面源(例如：土木施工、道路揚塵、露天燃燒)。
- ☐ 交通運輸的空氣污染大都以移動污染源為主。
- 交通各運具排放之氣體造成的空氣污染主要包含一氧化碳 CO、氮氧化物 NO_x、揮發性有機化合物、懸浮粒子 PM₁₀ 以及硫氧化物 SO_x 等。一般國外所認定之空氣污染項目，詳表 4-28。

表 4-28 國外評估手冊常見的交通建設空氣污染評估項目

國內外空氣污染評估手冊	空氣污染項目
美國 StartBENCOST 與 STEAM	HC、CO、NO _x
美國加州 CAL-B/C 與加拿大 VTPI	CO、NO _x 、PM ₁₀ 、SO _x 、VOC
歐洲 CAFE	NH ₃ 、NO _x 、PM _{2.5} 、SO _x 、VOC
日本綜合研究所	NO _x
英國 TAG	NO _x 、PM ₁₀

- ☐ 國外評估手冊所評估的空氣污染項目大多以 CO、NO_x 以及 SO_x 為主。
- ☐ 目前國內環保署的空污費開徵以 NO_x 與 SO_x 為主要對象。
- 交通建設各種車輛的空氣污染成分
 - ☐ 每延車公里的 NO_x 排放量大，每單位 NO_x 排放量對環境的影響效果大。
 - ☐ 每延車公里的 SO_x 排放量大，但每單位 SO_x 排放量對環境的影響效果小。
 - ☐ 每延車公里的 CO 排放量大，每單位 CO 排放量對環境的影響效果相當微小。
- 本研究建議以 NO_x 以及 SO_x 為空氣污染主要評估成分。

4.7.4 空氣污染排放參數建議值

- 根據環保署[TEDS6.1]版空氣污染排放量資料庫統計車輛所排放之空氣污染係數：

表 4-29 環保署 TEDS6.1 車輛排放空氣污染係數

TEDS6.1	柴油排放係數(克/公里.輛)		汽油排放係數(克/公里.輛)					
	公車客運	大貨車	小貨車		小客車		機車	
			柴油	汽油	自用	營業	輕型	重型
車輛登記數					5254	121	8271	4507
SO _x 平均	0.0904	0.0870	0.0322	0.0098	0.0083	0.0095	0.0039	0.0039
NO _x 平均	16.8102	18.2407	1.3922	1.9803	0.9848	0.7510	0.1698	0.8378

- ☐ 環保署資料庫統計所列之空氣污染排放單位為：延車公里。
 - ☐ 環保署資料庫統計所列之車輛登記種類差異較大，包括營業小汽車與自用小汽車、以及輕型機車與重型機車。
 - ☐ 依據上表將公車/客運乘以 2002~2006 平均承載率轉為延人公里作計算。
 - ☐ 依據上表，小客車與機車則以 2002~2006 平均車輛數目作調整後。
- 空氣污染排放係數建議值

表 4-30 空氣污染排放係數列表

運具種類	公車/客運(單位 g/延人公里)	大貨車(單位 g/延車公里)	小貨車(單位 g/延車公里)	小客車(單位 g/延車公里)	機車(單位 g/延車公里)
SO _x 排放係數	0.0065	0.0870	0.0371	0.0083	0.0039
NO _x 排放係數	1.2007	18.2407	1.6863	0.9818	0.6556

第五章 公路建設計畫的經濟效益評估

本章將針對公路交通建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的評估方法與評估步驟進行詳細的說明。至於詳細的文獻探討與彙整分析內容已詳述在「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

5.1 公路建設計畫的基本資料

5.1.1 公路運輸的定義

- 公路(Highway)指的是符合政府規定之公路設計規範的道路，例如高速公路、快速道路、市區道路等，都有相關的管理法令與設計規格。
- 道路(Road)泛指各類型的公路以及不符合公路規格但允許機動車輛通行的路線與基礎設施。
- 公路運輸的範圍涵蓋城際運輸系統與都會運輸系統，同時也包含私人運輸與公共運輸。

5.1.2 公路的等級

- 國道，亦即高速公路(Freeway)：
 - 目前臺灣高速公路系統幾乎全部屬於國道等級，具有收費系統。
- 快速道路(Expressway)：
 - 省道等級：在城際運輸方面有西濱快速道路與 12 條東西向快速道路。
 - 非省道的快速道路：都會運輸方面有臺北市的環東快速道路(堤頂大道、環東大道、基隆路高架道路)、環西快速道路(洲美、環河南北、水源快速道路)、東西向快速道路(市民大道、基隆路正氣橋改建工程)、南北向快速道路(新生高架、建國高架)，臺北縣特 2 號快速道路，以及高雄都會快速道路。

- ☐ 快速道路的運輸功能是承擔都會或主要地方中心之間的交通，出入口設有交流道或簡易匝道，或設有號誌管制交通。
- 省道：
 - ☐ 省道標誌以盾牌為型，目前大約 90 餘條。此類公路不設交流道，而是以號誌管制或立體交叉的方式聯絡幹道與幹道。
 - ☐ 環島公路系統、橫貫公路系統、縱貫公路系統、濱海公路系統、高鐵聯外公路、聯絡公路系統、以及高架非快速公路(省道臺 63 線)等。
- 縣道：
 - ☐ 連接縣市地方中心之間的聯絡線，或縣市內主要公路的聯絡道。
 - ☐ 路中央大多不設分隔島，與其他公路平面相處設置號誌管制。
- 一般道路：
 - ☐ 包含鄉道與市區道路。
 - ☐ 指的是一般鄉鎮市區與村里間之聯絡線、都市化地區的道路巷弄、以及地區出入之道路等。

5.1.3 公路建設的工程建設分類

- 公路建設計畫的建設工程可分為「新建型」(New)與「改善型」(Improvement)2 大類。
- 「新建型」建設工程包括：新建道路開闢與延伸、新建交流道、新建停車場、與新建轉運站。
- 「改善型」道路建設工程项目包括道路拓寬、道路結構改建、道路結構補強、其他道路工程改善、以及交通工程改善等。
- 規模較小且定期發生的公路維護與修復工程都歸類在公路營運與維修階段的項目，而不是視為獨立的公路建設計畫。
 - ☐ 例如路面加鋪、護欄檢修、照明更換等都歸類為例行性的道路維護(Maintenance)與修復(Rehabilitation)工程。
- 公路基礎建設工程的分類彙整：

表 5-1 公路基礎建設類型表

工程建設分類	工程建設類型	主要工程項目
新建(New Construction)	新建道路開闢或延伸	土地建物拆遷、開闢車道、設立護欄、建造跨越橋、交流道匝道、建造收費站、服務區、路邊停車場、公車停車灣、避車道、外側路肩、交通控制系統、人行道、安全島分隔島
	新建交流道	土地建物拆遷、開闢車道、設立護欄
	新建停車場	土地建物拆遷、其他相關工程
	新建場站設施	土地建物拆遷、其他相關工程
改善(Improvement)	拓寬道路	增加車道數、車道拓寬
	道路結構改建	高架橋改橋樑、高架橋改平面道路、坡度曲度改善
	道路結構補強	護欄補強、橋樑補強
	道路改善工程	道路整建修復
	交通改善工程	號誌系統、交通管制系統改善
	交流道改善	拓寬或改建、坡度曲度改善

5.2 公路建設計畫的成本評估

5.2.1 成本評估的基本概念

- 公路建設計畫的「成本」指的是政府投入公路基礎建設所挹注的資金。
□「成本」項目應當反映出社會資源的機會成本。

5.2.2 增額成本的估算原則

- 交通建設計畫成本效益分析中的成本與效益，指的是「增額成本」(Incremental Cost)與「增額效益」(Incremental Benefits)。
- 「增額成本」(Incremental Cost)指的是未實施公路建設計畫(基本方案或零方案) vs. 實施公路建設計畫(壹方案)的成本差額。
- 公路建設成本
＝實施公路建設計畫(壹方案)的成本
－未實施公路建設計畫(基本方案或零方案)的成本

5.3 公路建設計畫的成本評估項目

5.3.1 公路建設計畫的生命週期階段—規劃階段

- 規劃與設計成本(Preliminary Planning and Design)：
 - 在採購建材與進行道路施工之前的所有相關成本，包括 GIS 技術、路線規劃設計、地籍資料、管線資料等工作項目的費用，以及聘用工程顧問團隊的費用。
 - 如果牽涉到公路建設工程的新技術，便可能會有成本評估的不確定風險。
 - 成本評估的不確定性對交通建設經濟效益評估指標的影響可參考敏感性分析。

5.3.2 公路建設計畫的生命週期階段—施工階段

- 建造成本(Construction Cost)
 - 公路的新建、拓寬、改建所使用的資本設備、勞動、與管理成本。
 - 有些公路交通建設會沿用先前留下的一些機具設備來進行建造工程，這些留下來的機具設備如果沒有其他用途的話，就不必計入成本項目，但如果這些機器設備尚有其他用途的話，就必須以重新銷售的市場價格來計算。
 - 有些工程建造所使用的原物料價格是經過政府補貼後的價格，這種補貼後的價格無法反應真實的建設資源成本，因此必須以真實的市場價格來計算。
- 施工期間的干擾成本(Disruption Cost)：
 - 在施工期間，施工單位為了避免對附近居民或交通秩序造成負面衝擊影響，依據法令必須採取隔音牆、灑水設施、或交通維持計畫，這些因應施工期間干擾所支出的成本全部計入施工期間的建造成本。
 - 如果在施工單位所採取的干擾防制措施(Mitigation)之外產生的

施工噪音或煙塵空氣污染等外部效果，則列為外部效益的減項。

- 土地取得成本(Right-of-Way Acquisition and Preparation)：
 - ☐ 新建公路或是公路拓寬所需要的用地通常需要透過徵收或無償徵用的方式取得土地取得並且進行建物拆遷。
 - ☐ 如果公路建設用地是政府閒置土地的無償撥用，應當計入土地的市價。
 - ☐ 如果是向地主徵收，則必須計入徵收的土地價格；土地市價可依據土地公告現值來計算。

5.3.3 公路建設計畫的生命週期階段—營運階段

- 營運操作成本(Operating Cost)
 - ☐ 指的是公路營運期間的水電照明設施、號誌控制、安全控制成本，其中包括行政管理經營成本以及人事費用與人員訓練成本。
- 維護成本(Maintenance Cost)
 - ☐ 指的是維護檢修公路基礎設施的費用成本；維護成本通常會與營運成本合併為營運維修成本 (Operation and Maintenance, O&M)。
- 重置成本(Rehabilitation/ Periodic capital replacements)
 - ☐ 指的是公路建設的固定資本設備在營運期間消耗損毀而必須重新購置的成本。

5.3.4 公路建設計畫的生命週期階段—結束階段

- 場地重建成本與清運成本。
 - ☐ 場地重建成本：公路停止使用後的公路用地重建復原成本。
 - ☐ 清運成本：公路停止使用後的相關場站設施與號誌的清運成本。
 - ☐ 在不確定狀況下，土地變現價值不予評估。
- 土地變現價值。
 - ☐ 土地價值不會隨著時間折舊。
 - ☐ 公路用地經重建後所產生的土地變現價值經地價上漲率與折現

率的折算，仍可能高過最初投資的土地成本。

- 土地變現價值的評估不確定性相當高，僅能列為選擇性 (Optional) 的評估項目。
- 只有在公路土地未來決策相當確定的情況下才進行此項成本的評估，否則土地取得成本應視為沈沒成本。
- 在不確定狀況下，土地變現價值不予評估。

- 殘值(Residual Value)的評估原則

- 殘值指的是土地、設備、與設施在評估期間結束時的市場價值。
- 殘值的計算是以評估期間以外設施資產所產生的淨效益為基準。

- 設施資產殘值 $R = \sum_{t=T+1}^{\omega} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$

- T 為評估期的最後 1 年
- ω 為資產使用壽命最後 1 年
- B_t 代表第 t 年資產所提供的效益
- C_t 代表第 t 年資產的維護成本

- 通常殘值的應當與成本效益分析的評估指標分開呈現。

- 殘值的實務評估建議方法

- 在計算殘值時，AASHTO 建議可以採取幾種方式：
 - a. 將路權土地的推估成本 + 設備設施的推估成本 × 設施設備在評估期間結束時所剩餘的使用壽命百分比。
 - b. 將評估期間延續到無限長，因此成本與效益的流量有無限多期，而設備與設施的使用價值便可延續到使用壽命結束。
 - c. 完全忽略不計土地、設備、與設施的殘值，只有在幾項計畫方案的評估指標不分軒輊時，才以殘值的評估結果作為決策的關鍵。
 - d. 在不確定狀況下，土地變現價值不予評估。

5.3.5 公路建設的生命週期成本項目彙整

表 5-2 公路建設依生命週期階段之成本項目彙整表

生命週期階段	成本項目
1. 規劃設計階段 Planning Phase	A. 規劃成本 Preliminary Planning and Design
2. 施工階段 Construction Phase	A. 建造成本 Construction Cost 含施工期間的干擾成本
	B. 土地取得與建物拆遷成本 Right-of-Way Acquisition and Preparation
3. 營運階段 Operating Phase	A. 營運操作成本 Operating Cost
	B. 維護成本 Maintenance
	C. 重置成本(定期資本支出) Rehabilitation (Periodic Capital Replacements)
4. 結束階段 Ending Phase	A. 場地重建成本 Restoration Cost
	B. 清運成本 Clearance

5.4 公路建設計畫成本評估的注意事項

5.4.1 不計入「成本」範疇的項目

- 使用者收費(User Charge)：
 - ☐ 公路建設常見的使用者收費名目包括過路費、過橋費、汽車燃料稅、交通擁塞費等名目。
 - ☐ 過路費(Toll)與過橋費通常屬於行政規費性質，主要目的在於融通道路基礎建設的資本支出或是營運的費用，已計入的「成本」的加項，使用者收費只是政府與消費者之間的所得重分配，不需再計入成本或效益項目中。
 - ☐ 汽車燃料稅(Tax)與交通擁塞費(Fee)通常屬於經濟誘因性質，主要目的在於解決交通擁塞或空氣污染等問題，在實務上，可將其視為政府與消費者之間的所得重分配，不計入成本或效益項目中。
- 折舊攤提：
 - ☐ 在財務會計上，資本設備的費用會以折舊方式分年攤提在年度財務報表，剩餘價值則是指所購設備使用折舊後可再變現的價

值金額。

- 資本支出：
 - 在經濟評估的成本效益分析中，資本支出成本是以未來的現金支出流量為計算基準，不應計入，以避免重複計算。
- 利息費用：
 - 公路建造的融資資金的利息費用已經隱含在折現率中，不計入成本或效益項目中。
- 其他項目例如營業稅等名目都不是真正消耗資源的成本，而是社會所得的重分配效果，不計入成本項目。

5.5 公路建設計畫成本流量輸入的範例說明

5.5.1 「新建型」公路建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」公路工程建設的成本
 - ＝新建公路建設計畫(壹方案)的成本
 - －未新建公路建設計畫(基本方案或零方案)的成本
 - ＝公路新建工程的全額成本(Full Cost)。
- 新建型公路建設計畫規劃期間的成本輸入格式

評估期間		規劃設計成本	
	年度	規劃成本	設計成本
規劃期間	t=0	XXX	XXX
	t=1	XXX	XXX
	t=2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=P	XXX	XXX
	t=P+1		
	...		

- 規劃期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.1 節。
- 規劃期間各年度的成本可分別輸入規劃成本與設計成本，也可選擇將規劃成本與設計成本合併為規劃設計成本。
- 規劃期間的成本＝規劃成本＋設計成本＝規劃設計成本
- 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。

- ☐ 在規劃期間之後仍可持續輸入規劃設計成本的流量。
- ☐ 規劃期間的成本通常占整體建設工程成本的比例相當低，且通常會按照工程建造成本的某一比例計算，因此可能會將規劃設計成本併入施工階段成本。
- 新建型公路建設計畫施工期間的成本輸入格式：

評估期間		施工成本	
	年度	建造成本	土地取得成本
規劃期間	t=0		
	t=1		
	t=2		
	...		
	t=P		
施工期間	t=P+1	XXX	XXX
	t=P+2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=S	XXX	XXX
	t=S+1		
	...		

- ☐ 施工期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.2 節。
- ☐ 施工期間各年度的成本可分別輸入建造成本與土地取得成本，也可選擇將建造成本與土地取得成本合併為施工成本。
- ☐ 施工期間的成本＝建造成本＋土地取得成本＝施工成本。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 在施工完成之後仍可持續輸入施工成本或土地取得成本的流量。
- ☐ 在施工期間，施工單位所採取的干擾防制措施，包括隔音牆、灑水設施、或交通維持計畫等所支出的成本全部計入施工期間的建造成本。
- ☐ 施工單位所採取的干擾防制措施之外產生的施工噪音或煙塵空氣污染等外部效果，列為環境外部效果的減項。

• 新建型公路建設計畫營運期間的成本輸入格式：

評估期間		營運維修成本	
	年度	營運成本	維修成本
規劃期間	t=0		
	t=1		
	t=2		
	...		
	t=P		
施工期間	t=P+1		
	t=P+2		
	...		
	t=S		
營運期間	t=S+1	XXX	XXX
	t=S+2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=M	XXX	XXX
	...		

- ☐ 在一般情況下，新建型公路建設計畫的營運期間設定為施工期間完成後的 30 年期間；如果有特殊狀況可另行設定。
- ☐ 營運期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.3 節。
- ☐ 營運期間各年度的成本可分別輸入營運成本與維修成本，也可選擇將營運成本與維修成本合併為營運維修成本。
- ☐ 營運期間的成本＝營運成本＋維修成本＝營運維修成本。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率或工資上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 新建型公路建設計畫的營運維修成本指的是公路開通後，政府維持公路建設使用運作所需支付的成本。

• 新建型公路建設計畫結束期間的成本輸入格式：

評估期間		結束成本		
	年度	土地清運成本	土地變現價值	殘值
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1			
	t=P+2			
	...			
	t=S			
營運期間	t=S+1			
	t=S+2			
	...			
	t=M			
結束期間	t=E	XXX	XXX	XXX

- 結束期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.4 節。
- 結束期間的成本包括公路用地的土地清運成本、土地變現價值、與公路基礎建設的殘值，例如高架路段拆遷後的鋼筋所具備的市場價值。
- 在不確定狀況下，結束成本不予輸入。

5.5.2 「改善型」公路建設計畫的成本流量輸入範例

- 「改善型」公路工程建設的成本＝改善公路建設計畫(壹方案)的成本－未改善公路建設計畫(基本方案或零方案)的成本＝公路改善工程相較於原始狀況的增額成本(Incremental Cost)。
- 改善型公路建設計畫規劃期間的成本輸入格式：

評估期間		規劃設計成本	
	年度	規劃成本	設計成本
規劃期間	t=0	XXX	XXX
	t=1	XXX	XXX
	t=2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=P	XXX	XXX
	t=P+1		
	...		

- 改善型公路建設計畫的規劃期間指的是既有的公路建設在營運一段時間以後再進行改善工程的計畫規劃期間。
- 規劃期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.1 節。
- 規劃期間各年度的成本可分別輸入規劃成本與設計成本，也可選擇將規劃成本與設計成本合併為規劃設計成本。
- 規劃期間的成本＝規劃成本＋設計成本＝規劃設計成本。
- 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- 在規劃期間之後仍可持續輸入規劃設計成本的流量。
- 規劃期間的成本通常占整體建設工程成本的比例相當低，且通常會按照工程建造成本的某一比例計算，因此可能會將規劃設計成本併入施工階段成本。

• 改善型公路建設計畫施工期間的成本輸入格式：

評估期間		施工成本	
	年度	建造成本	土地取得成本
規劃期間	t=0		
	t=1		
	t=2		
	...		
	t=P		
施工期間	t=P+1	XXX	XXX
	t=P+2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=S	XXX	XXX
	t=S+1		
	...		

- ☐ 改善型公路建設計畫的施工期間指的是既有的公路建設在營運一段時間以後再進行改善工程的計畫施工期間。
- ☐ 施工期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.2 節。
- ☐ 施工期間各年度的成本可分別輸入建造成本與土地取得成本，也可選擇將建造成本與土地取得成本合併為施工成本。
- ☐ 施工期間的成本＝建造成本＋土地取得成本＝施工成本。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 在施工完成後仍可持續輸入建造成本或土地取得成本的流量。
- ☐ 在施工期間，施工單位所採取的干擾防制措施，包括隔音牆、灑水設施、或交通維持計畫等所支出的成本全部計入施工期間的建造成本。
- ☐ 施工單位所採取的干擾防制措施之外產生的施工噪音或煙塵空氣污染等外部效果，列為環境外部效果的減項。

- 改善型公路建設計畫營運期間的成本輸入格式：

評估期間		營運維修成本	
	年度	營運成本	維修成本
規劃期間	t=0		
	t=1		
	t=2		
	...		
	t=P		
施工期間	t=P+1		
	t=P+2		
	...		
	t=S		
營運期間	t=S+1	XXX	XXX
	t=S+2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=M	XXX	XXX
	...		

- ☐ 改善型建設計畫的營運期間指的是公路建設在營運一段期間後，經過改善工程施工完成後，又重新開始進行營運的時間。
- ☐ 在一般情況下，改善型公路建設計畫的營運期間設定為改善工程施工期間完成後的 30 年期間；如果有特殊狀況可另行設定。
- ☐ 營運期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.3 節。
- ☐ 營運期間各年度的成本可分別輸入營運成本與維修成本，也可選擇將營運成本與維修成本合併為營運維修成本。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 改善型公路建設計畫的營運維修成本指的是公路改善後重新開始營運，政府維持公路營運運作所需支付的成本相較於未改善狀態下的營運維修成本的增額成本。

- 改善型公路建設計畫結束期間的成本輸入格式：

評估期間		結束成本		
	年度	土地清運成本	土地變現價值	殘值
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1			
	t=P+2			
	...			
	t=S			
營運期間	t=S+1			
	t=S+2			
	...			
	t=M			
結束期間	t=E	XXX	XXX	XXX

- ☐ 結束期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.4 節。
- ☐ 結束期間的成本包括公路用地的土地清運成本、土地變現價值、與公路基礎建設的殘值，例如高架路段拆遷後的鋼筋所具備的市場價值。
- ☐ 在不確定狀況下，結束成本不予輸入。

5.5.3 「新建＋改善型」公路建設計畫的成本流量輸入範例

- 公路路段的開闢可能會搭配公路的拓寬與延長，其中新開闢的路段屬於「新建型」建設計畫，公路的拓寬與延長屬於「改善型」建設計畫。
- 「新建型」公路建設計畫與「改善型」公路建設計畫可同時存在。
- 「新建型」公路建設路段適用於第 4.5.1 節的成本輸入範例。
- 「改善型」公路建設路段適用於第 4.5.2 節的成本輸入範例。

5.6 公路建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現

5.6.1 公路建設計畫各年度成本流量的物價調整

- 從公路建設計畫的規劃期間、施工期間、營運期間、到營運結束的各年度成本評估可分為基期幣值與當期幣值。
- 基期幣值是以評估基準年當年度的物價水準作為各年度成本流量

評估的基準。

- 當期幣值是以各年當年度的物價水準作為成本流量評估的基準，因此，在基準年之後各年度的成本流量必須依據物價上漲率與工資上漲率的預估進行調整。
- 假設成本評估所設定的物價上漲率為 2%，則公路建設計畫的成本項目中有關原物料、資本、設備方面的成本當期幣值必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 假設成本評估所設定的工資上漲率為 2%，則公路建設計畫的成本項目中有關勞動與人力資源方面的成本當期幣值必須隨著工資上漲率逐年向上調整 2%。
- 通常工資上漲率會隨著物價上漲的比率調整，因此，工資上漲率可與物價上漲率設定為同一預估值。
- 有關物價上漲率的參數設定建議值請參考第 3.2.3 節。

5.6.2 公路建設計畫各年度成本流量的折現

- 公路建設計畫成本評估流量在不同年度的基期幣值與當期幣值無法作為比較，必須折算為同一基準年的基期幣值與當期幣值。
- 公路建設計畫各年度成本評估流量折算為評估基準年的折現值，其計算公式為：

$$\text{第 } t \text{ 年成本折現值} = Cost_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = Cost_t \times DF_t$$

；其中評估基準年為第 0 年

$$\text{； } DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)} DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

- 各年度成本流量折現值輸入格式：

評估期間	年度		成本流量 $Cost$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PVCost_t$
規劃期間	t=0	評估基準年			
	t=1		$Cost_1$	$1/(1+r)^1$	$Cost_1 \times DF_1$
	t=2		$Cost_2$	$1/(1+r)^2$	$Cost_2 \times DF_2$

	t=P		$Cost_P$	$1/(1+r)^P$	...
施工期間	t=P+1		$Cost_{P+1}$	$1/(1+r)^{P+1}$	...
	t=P+2		$Cost_{P+2}$	$1/(1+r)^{P+2}$	...

	t=S		$Cost_S$	$1/(1+r)^S$	...
營運期間	t=S+1		$Cost_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	...
	t=S+2		$Cost_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	...

	t=M		$Cost_M$	$1/(1+r)^M$	...
結束期間	t=E		$Cost_E$	$1/(1+r)^E$	...

5.6.3 公路建設計畫評估基準年折現值的調整

- 評估基準年由第 t=0 年調整至第 t=n 年的方式是：將各年度的成本流量乘上第 t=0 年至第 t=n 年的歷史物價上漲率。
- 假設第 t=0 年至第 t=1 年的歷史物價上漲率為 $Inflation_1$ ，第 t=1 年至第 t=2 年的歷史物價上漲率為 $Inflation_1$ ，依此類推，第 t=n-1 年至第 t=n 年的歷史物價上漲率為 $Inflation_n$ 。
- 評估基準年由第 t=0 年調整至第 t=n 年的方式是：將各年度的成本流量乘上 $Inflation_1 \times Inflation_2 \times \dots \times Inflation_n$ 。
- 評估基準年由第 t=0 年往後延至第 t=n 年時，成本流量各年度成本流量的方式為：

年度	成本流量 $Cost_t$	調整後的成本流量 $Cost_{t+n}$
t=0	評估基準年	
...		
t=n		評估基準年
t=1+n	$Cost_1$	$Cost_{1+n}$ $= Cost_1 \times Inflation_1 \times Inflation_2 \times \dots \times Inflation_n$
t=2+n	$Cost_2$	$Cost_{1+n}$ $= Cost_1 \times Inflation_1 \times Inflation_2 \times \dots \times Inflation_n$
...

- 評估基準年由第 $t=0$ 年往後延至第 $t=n$ 年時，成本流量折現值的計算方式為：

評估期間	年度		成本流量 $Cost$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PV Cost_t$
	$t=0$				
	...				
規劃期間	$t=n$	基準年			
	$t=1+n$		$Cost_{1+n}$	$1/(1+r)^{1+n}$	$Cost_{1+n} \times DF_1$
	$t=2+n$		$Cost_{2+n}$	$1/(1+r)^{2+n}$	$Cost_{2+n} \times DF_2$

	$t=P+n$		$Cost_{P+n}$	$1/(1+r)^{P+n}$	...
施工期間	$t=P+1+n$		$Cost_{P+1+n}$	$1/(1+r)^{P+1+n}$	...
	$t=P+2+n$		$Cost_{P+2+n}$	$1/(1+r)^{P+2+n}$	...

	$t=S+n$		$Cost_{S+n}$	$1/(1+r)^{S+n}$	...
營運期間	$t=S+1+n$		$Cost_{S+1+n}$	$1/(1+r)^{S+1+n}$	...
	$t=S+2+n$		$Cost_{S+2+n}$	$1/(1+r)^{S+2+n}$	...

	$t=M+n$		$Cost_{M+n}$	$1/(1+r)^{M+n}$	...
結束期間	$t=E+n$		$Cost_{E+n}$	$1/(1+r)^{E+n}$	...

5.7 公路建設計畫的使用者效益範疇

- 公路建設計畫的使用者效益乃是利用生產者剩餘與消費者剩餘的觀念來衡量社會福利。
- 公路建設計畫使用者效益實務評估的項目解析：

表 5-3 公路建設計劃使用者效益項目表

	使用者效益				
	消費者剩餘			生產者剩餘	
私人運輸	旅行時間節省	行車成本節省	肇事成本節省	加油業者、修車業者、拖吊業者的利潤變動。	
公共運輸(公車、客運)	旅行時間節省	票價支出變動	肇事成本節省	票價收入變動	運輸服務營運成本節省

- 公路建設的使用者可分為 2 類：
 - ☐ 私人運輸—公路私人運具的駕駛人與乘客。
 - ☐ 公共(大眾)運輸—公車或客運的乘客。
- 公路私人運輸的使用者效益可分為消費者剩餘與生產者剩餘。

- 消費者剩餘反映在旅行時間節省、行車成本節省、與肇事成本節省 3 個項目。
- 生產者剩餘反映在加油業者、修車業者、拖吊業者等公路私人運輸服務業者的利潤，但因這些產業趨近於完全競爭市場，業者的利潤變動並不顯著，故不予計算。
- 公路大眾運輸的使用者效益可分為消費者剩餘與生產者剩餘。
 - 消費者剩餘反映在旅行時間節省、與肇事成本節省 2 個項目。
 - 消費者搭乘大眾運輸的票價支出與運輸服務業者的票價收入會相互抵銷。
 - 大眾運輸服務業者的「行車成本節省效益」併入「運輸服務營運成本節省」的效益項目中。

5.8 公路建設計畫的使用者效益—旅行時間節省

5.8.1 公路建設計畫旅行時間節省的影響範圍

- 公路建設計畫改善交通狀況，可促使用路人旅行時間節省，稱為「旅行時間節省效益」，其涵蓋範圍如表 5-4。

表 5-4 公路建設計畫「旅行時間節省效益」涵蓋範圍

公路建設計畫規劃施工的公路	私人運輸	詳見第 5.8.2 節
	大眾運輸	詳見第 6 章
公路建設計畫周邊路網	私人運輸	詳見第 5.8.2 節
	大眾運輸	詳見第 6 章
公路建設計畫周邊軌道(捷運或鐵路)路線	大眾運輸	詳見第 6 章
公路建設計畫周邊高鐵路線	大眾運輸	詳見第 6 章
公路建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	詳見第 7 章

- 公路建設計畫所可能影響的路網與運具：

表 5-5 公路建設計畫可能影響之路網與運具表

	都會 區公路 私人運 輸系統	都會 區公車 運輸系統	捷運 大眾 運輸系統	城際 公路 私人 運輸 路網	城際 客運 運輸系統	臺灣鐵路運輸系統		高速 鐵路 運輸系統	航空運輸系統	
						客運	貨運		客運	貨運
都會公路 建設計畫	✓	✓	✓							
城際公路 建設計畫				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

5.8.2 公路建設計畫旅行時間節省效益的評估基礎

- 新建公路路段的旅行時間節省效益：

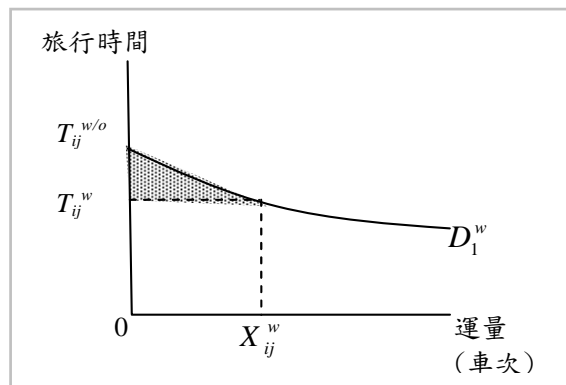


圖 5.1 新建公路路段旅行時間節省效益範圍

- ☐ $T_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的旅行時間。
- ☐ T_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的旅行時間。
- ☐ 0 代表基本方案下路段 i 運具 j 的原始運量。
- ☐ X_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的運量。
- ☐ 新建或新開闢路段的計算旅行時間節省效益在經濟意義上所隱含的消費者剩餘效果如圖所顯示的陰影面積。

- 改善公路路段的旅行時間節省效益：

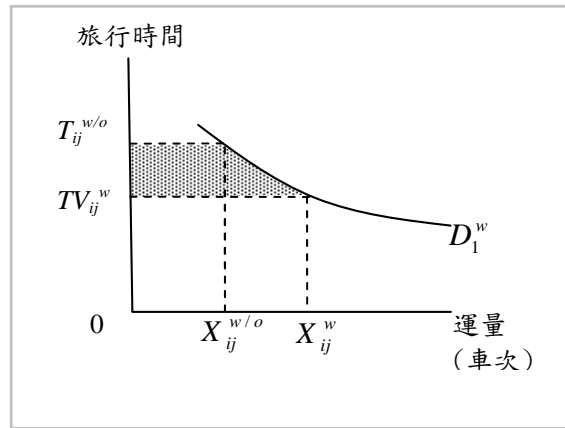


圖 5.2 改善公路路段的旅行時間節省效益範圍

- $T_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的旅行時間。
 - T_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的旅行時間。
 - $X_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的運量。
 - X_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的運量。
 - 改善交通狀況的路段，在公路建設完公路運量增加，旅行時間比原先更縮短。旅行時間節省效益在經濟意義上所隱含的消費者剩餘效果如圖所顯示的陰影面積。
- 既有公路路段的旅行時間節省效益：

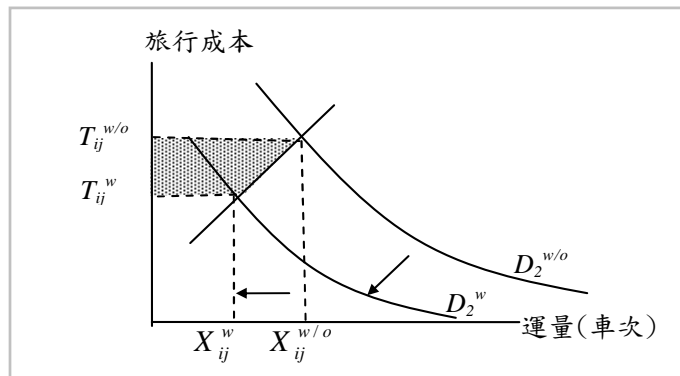


圖 5.3 既有公路路段的旅行時間節省效益範圍

- $T_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的旅行時間。
- T_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的旅行時間。
- $X_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的運量。
- X_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的運量。

- 既有路段在公路建設計畫完成後，部份運量移轉到其他路段，且旅行時間比原先更縮短。旅行時間節省效益在經濟意義上所隱含的消費者剩餘效果如圖所顯示的陰影面積。

5.8.3 公路建設計畫旅行時間節省效益的計算公式

- ① 推估基本方案(Without Project)下運具 j 路段 i 的旅行時間

$$T_{ij}^{w/o}$$

- ② 推估公路建設方案(With Project)之下，運具 j 路段 i 的旅行時間 T_{ij}^w

- ③ 將①與②相減，計算得出運具 j 路段 i 的旅行時間節省

$$= ① - ② = TTS_{ij} = (T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)$$

.....每車次旅行時間節省(分鐘/車次)

- ④ 每車次旅行時間節省×運具 j 路段 i 的平均運量

$$= TTS_{ij} \times \text{平均運量}$$

$$= [(T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)] \times [(X_{ij}^{w/o}) + (X_{ij}^w)] / 2$$

.....二分之一法則計算出延車小時

- ⑤ 將各路段的車內旅行時間節省相加總=運具 j 的旅行時間

$$\text{節省} = \sum_i \{ [(T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)] \times [(X_{ij}^{w/o}) + (X_{ij}^w)] / 2 \}$$

- ⑥ 將⑤的計算結果分別乘上運具 j 的時間價值參數(TV_j)

$$= \text{運具 } j \text{ 的旅行時間節省效益}$$

$$= \{ \sum_j \{ [(T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)] \times [(X_{ij}^{w/o}) + (X_{ij}^w)] / 2 \} \} \times TV_j$$

.....旅行時間節省的貨幣化

- ⑦ 重複①至⑥的步驟，將各種運具的旅行時間節省效益相加

$$\text{總} = \sum_j \{ \sum_i \{ [(T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)] \times [(X_{ij}^{w/o}) + (X_{ij}^w)] / 2 \} \} \times TV_j$$

.....旅行時間節省總效益(Travel Time Saving

Benefits)。

- 對於新開闢路段：

- 在計算步驟①時，所擷取的路段運量資料為 0，其相對應的旅行時間資料 $T_{ij}^{w/o}$ 也為 0，因此在計算步驟③時，無法計算出旅行

時間節省 $TTS_{ij} = (T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)$ 的數據。

- 解決方法是：將其他既有路段平均旅行時間節省 $TTS_{ij} = (T_{ij}^{w/o}) - (T_{ij}^w)$ 計算出來以後，再代入新開闢路段作為旅行時間節省的替代值，
- 理由：公路路網中各路段的運量會依據交通狀況隨時作動態調整，因此在達到均衡狀態時，各路段的旅行時間節省可以大致相同。
- 依據步驟①至步驟⑦的計算公式，可計算出每日的旅行時間節省效益；接著，再將每日的旅行時間節省效益換算為年度效益。

5.8.4 公路建設計畫旅行時間節省效益評估的資料輸入介面

- 公路路網的運量資料(基本方案/Without Project)輸入介面：

表 5-6 公路路網的運量資料(基本方案/Without Project)輸入表格

路段 ID	平均車速	公路等級碼	路段距離	運具：機車		小客車		小貨車		大貨車	
				旅行時間(分鐘)	路段運量(車次)	旅行時間(分鐘)	路段運量(車次)	旅行時間(分鐘)	路段運量(車次)	旅行時間(分鐘)	路段運量(車次)
i	S_i	H_i	L_i	$T_{iM}^{w/o}$	$X_{iM}^{w/o}$	$T_{iP}^{w/o}$	$X_{iP}^{w/o}$	$T_{iS}^{w/o}$	$X_{iS}^{w/o}$	$T_{iL}^{w/o}$	$X_{iL}^{w/o}$
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- i 代表路段 ID， S_i 代表路段 i 的平均車速(公里/小時)， H_i 代表路段 i 的公路等級碼(請參考第 4.1.2 節的定義)， L_i 代表路段 i 的距離(公里)。
- $T_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的旅行時間(分鐘)。
- $X_{ij}^{w/o}$ 代表基本方案下路段 i 運具 j 的運量(車次/日)。
- M 代表機車、 P 代表小客車、 B 代表大客車、 S 代表小貨車、 L 代表大貨車。

- 公路路網的運量資料(交通建設計畫/With Project)輸入介面：

表 5-7 公路路網的運量資料(交通建設計畫/With Project)輸入表格

路段 ID	平均 車速	公路 等級 碼	路段 距離	運具：機車		小客車		小貨車		大貨車	
				旅行 時間 (分鐘)	路段 運量 (車次)	旅行 時間 (分鐘)	路段 運量 (車次)	旅行 時間 (分鐘)	路段 運量 (車次)	旅行 時間 (分鐘)	路段 運量 (車次)
i	S_i	H_i	L_i	T_{iM}^w	X_{iM}^w	T_{iP}^w	X_{iP}^w	T_{iS}^w	X_{iS}^w	T_{iL}^w	X_{iL}^w
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- i 代表路段 ID， S_i 代表路段 i 的平均車速(公里/小時)， H_i 代表路段 i 的公路等級碼(請參考第 4.1.2 節的定義)， L_i 代表路段 i 的距離(公里)。
- T_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的旅行時間(分鐘)
- X_{ij}^w 代表公路建設計畫下路段 i 運具 j 的運量(車次/日)
- M 代表機車、 P 代表小客車、 B 代表大客車、 S 代表小貨車、 L 代表大貨車。

5.8.5 公路建設計畫旅行時間節省效益流量的年度物價調整

- 公路建設計畫的旅行時間節省效益評估公式中，貨幣化評估參數—時間價值必須隨著年度時間調整。
- 時間價值參數(元/分鐘)是以公路建設開始營運當年度的物價水準作為計算的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則時間價值參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的時間價值乘上當年度的旅行時間節省，即為當年度的旅行時間節省效益貨幣化評估值。

5.8.6 各年度旅行時間節省效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的旅行時間節省效益與第 $n+m$ 年度的旅行時間節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

5.8.7 公路建設計畫各年度旅行時間節省效益流量的折現值

- 公路建設計畫各年度旅行時間節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值：

第 t 年旅行時間節省效益折現值＝

$$TTSV_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = TTSV_t \times DF_t$$

；其中 $TTSV_t$ 代表第 t 年的旅行時間節省效益評估值； DF_t 為折現因

子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

表 5-8 各年度旅行時間節省效益流量折現值輸入格式

評估 期間	年度	旅行時間節省 效益流量(當 期幣值) $TTSV$	折現因子 DF_t	旅行時間節省效益 折現值 $PV TTSV_t$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$TTSV_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$TTSV_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$TTSV_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$TTSV_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$TTSV_M$	$1/(1+r)^M$	$TTSV_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$TTSV_E$	$1/(1+r)^E$	$TTSV_E \times [1/(1+r)^E]$

5.9 公路建設計畫的使用者效益—行車成本節省

5.9.1 行車成本的定義與參數應用

- 行車成本的定義請參考第三章第 3.4 節。

□ 行車成本(Vehicle Operating Cost, VOC)指的是使用私人運具過

程中所需負擔的燃料費、潤滑油、折舊費、維修保養費、輪胎損耗費等。

- 各種運具 j 的行車成本參數建議值請參考第 3.4.5 節與第 3.4.6 節。
- 公路建設計畫的「行車成本節省效益」涵蓋範圍：

表 5-9 公路建設計畫「行車成本節省效益」範圍

公路建設計畫規劃施工的公路	私人運輸	詳見第 4.9.2 節
	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊路網	私人運輸	詳見第 4.9.2 節
	大眾運輸	不適用

5.9.2 公路建設計畫行車成本節省效益的計算公式

- ① 根據各路段的平均車速可分別對應出基本方案(Without Project)之下運具 j 路段 i 的行車成本參數 $VC_{ij}^{w/o}$
- ② 根據各路段的平均車速可分別對應出交通建設計畫(With Project)之下運具 j 路段 i 的行車成本參數 VC_{ij}^w
- ③ 計算基本方案(Without Project)運具 j 的總行車成本=運量(車次/日或旅次/日)×路段 i 距離(km)×(\$/延車公里)= $[\sum_i (X_{ij}^{w/o} \times L_i) \times VC_{ij}^{w/o}]$
.....(運具 j 的延車公里)×(延車公里行車成本)
- ④ 公路建設計畫方案(With Project) 運具 j 的總行車成本=運量(車次/日或旅次/日)×路段 i 距離(km)×(\$/延車公里)= $[\sum_i (X_{ij}^w \times L_i) \times VC_{ij}^w]$
.....(運具 j 的延車公里)×(延車公里行車成本)
- ⑤ 將③與④的計算結果相減，可算出運具 j 的行車成本節省= $[\sum_i (X_{ij}^{w/o} \times L_i) \times VC_{ij}^{w/o}] - [\sum_i (X_{ij}^w \times L_i) \times VC_{ij}^w]$
- ⑥ 重複①至⑤的步驟，將各種運具的行車成本節省相加總
= $\sum_j \{ [\sum_i (X_{ij}^{w/o} \times L_i) \times VC_{ij}^{w/o}] - [\sum_i (X_{ij}^w \times L_i) \times VC_{ij}^w] \}$
.....總行車成本節省效益(Vehicle Operation Cost Saving Benefits)。

5.9.3 旅行時間節省效益與行車成本節省效益的比較說明

- 在計算行車成本節省效益時，必須將行車成本與旅行時間成本脫鉤：
 - 在運輸規劃需求模型中，假設私人運輸的用路人在決定運量需求時，只考慮選擇旅行時間較為節省的路線，而未考慮行車距離遠近所耗費的成本多寡。
- 用路人的運輸需求直接反映在需求曲線中。
 - 旅行時間節省效益應當採取二分之一法則，其背後所隱含的理論基礎符合可經濟模型的推導。
 - 但行車成本參數必須隨著車速、路況、或車速變化而調整。

5.9.4 公路建設計畫行車成本節省效益評估的資料輸入介面

- 公路路網的運量資料輸入介面請參考前述第 4.8.4 節。
- 第 4.8.4 節輸入介面所讀取的資料可直接套入計算行車成本節省效益。

5.9.5 公路建設計畫行車成本節省效益流量的年度物價調整

- 公路建設計畫的行車成本節省效益評估公式中，貨幣化評估參數—燃料成本與非燃料成本必須隨著年度時間調整。
- 燃料成本參數(元/延車公里)是以公路建設開始營運當年度的油價水準作為計算公式的基準。
- 非燃料成本參數(元/延車公里)是以公路建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的油價或物價上漲率為 2%，則燃料成本與非燃料成本參數必須隨著油價或物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的行車成本乘上當年度的延車公里節省，即為當年度的行車成本節省效益貨幣化評估值。

5.9.6 各年度行車成本節省效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的行車成本節省效益與第 $n+m$ 年度的行車成本節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

5.9.7 公路建設計畫各年度行車成本節省效益流量的折現值

- 公路建設計畫各年度行車成本節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值：

- 第 t 年行車成本節省效益折現值 $= VOCS_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = VOCS_t \times DF_t$

；其中 $VOCS_t$ 代表第 t 年的行車成本節省效益評估值； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

表 5-10 各年度行車成本節省效益流量折現值輸入格式

評估期間	年度	行車成本節省 效益流量(當 期幣值) $VOCS_t$	折現因子 DF_t	行車成本折現值 $PVVOCS_t$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$VOCS_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$VOCS_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$VOCS_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$VOCS_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$VOCS_M$	$1/(1+r)^M$	$VOCS_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$VOCS_E$	$1/(1+r)^E$	$VOCS_E \times [1/(1+r)^E]$

5.10 公路建設計畫的使用者效益—肇事成本節省

5.10.1 肇事成本的定義與參數應用

- 肇事成本的定義請參考第三章第 3.5 節。
- 各種運具 j 在各公路路段的肇事率參數建議值請參考第 3.5.5 節。
- 各種肇事類型(死亡、受傷、財產損失)的肇事成本參數建議值請參考第 3.4.5 節與第 3.4.6 節。
- 公路建設計畫的「肇事成本節省效益」涵蓋範圍：

表 5-11 公路建設計畫「肇事成本節省效益」範圍

公路建設計畫規劃施工的公路	私人運輸	詳見第 4.10.2 節至第 4.10.4 節
	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊路網	私人運輸	詳見第 4.10.2 節至第 4.10.4 節
	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊軌道(捷運或鐵路)路線	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊高鐵路線	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	詳見第 6 章

5.10.2 公路建設計畫肇事成本節省效益的計算公式—死亡肇事成本

① 基本方案(Without Project)路段 i 運具 j 的延車公里

$$= \text{交通運量(車次/日或旅次/日)} \times \text{路段 } i \text{ 距離(km)} = [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)]$$

② 基本方案(Without Project)路段 i 運具 j 的死亡肇事成本

$$= \text{交通運量(車次/日或旅次/日)} \times \text{路段 } i \text{ 距離(km)} \times \text{死亡肇事率(件/延車公里)} \times \text{平均每件肇事死亡人數} \times \text{平均每人死亡肇事成本} \\ = [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] \times CR_{ij} \times \#(D) \times CC(D)$$

③ 基本方案(Without Project)的總死亡肇事成本

$$= \sum_j \sum_i \{ [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] \times CR_{ij} \times \#(D) \times CC(D) \}$$

④ 公路建設計畫方案(With Project) 的總死亡肇事成本

$$= \text{交通運量(車次/日或旅次/日)} \times \text{路段 } i \text{ 距離(km)} \times \text{死亡肇事率(件/延車公里)} \times \text{平均每件肇事死亡人數} \times \text{平均每人死亡肇事成本} \\ = \sum_j \sum_i \{ [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \times CR_{ij} \times \#(D) \times CC(D) \}$$

⑤ 計算③－④

$$= \text{死亡肇事成本節省效益(Accident Cost Saving for Fatality)}$$

5.10.3 公路建設計畫肇事成本節省效益的計算公式—受傷肇事成本

• 重複第 4.10.3 節步驟①至步驟⑤的計算過程

□ 將平均每件死亡肇事人數 $\#(D)$ 置換為平均每件受傷肇事人數

$\#(J)$ 。

- 將每人死亡肇事成本參數 $CC(D)$ 置換為每人受傷肇事成本參數 $CC(J)$ 。

5.10.4 公路建設計畫肇事成本節省效益的計算公式—財產損失肇事成本

- 重複第 4.10.3 節步驟①至步驟⑤的計算過程
 - 將平均每件死亡肇事人數 $\#(D)$ 置換為 1。
 - 將每人死亡肇事成本參數 $CC(D)$ 置換為每件財物損失肇事成本參數 $CC(P)$ 。

5.10.5 公路建設計畫肇事成本節省效益評估的資料輸入介面

- 公路路網的運量資料輸入介面請參考前述第 4.8.4 節。
- 第 4.8.4 節輸入介面所讀取的資料可直接套入計算肇事成本節省效益。

5.10.6 公路建設計畫肇事成本節省效益流量的年度物價調整

- 公路建設計畫的肇事成本節省效益評估公式中，貨幣化評估參數—肇事率與各類型肇事成本必須隨著年度時間調整。
- 肇事成本參數(死亡肇事成本/每人、受傷肇事成本/每人、財產損失成本/每人)是以公路建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則肇事成本參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的肇事成本參數乘上當年度的延車公里節省，即為當年度的肇事成本節省效益貨幣化評估值。

5.10.7 各年度肇事成本節省效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的肇事成本節省效益與第 $n+m$ 年度的肇事成本節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

5.10.8 公路建設計畫各年度肇事成本節省效益流量的折現值

- 公路建設計畫各年度肇事成本節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值：

$$= \text{VOCS}_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = \text{VOCS}_t \times DF_t$$

；其中 VOCS_t 代表第 t 年的肇事成本節省效益評估值；

$$DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)} DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

表 5-12 各年度肇事成本節省效益流量折現值輸入格式

評估期間	年度	肇事成本節省 效益流量 ACS_t	折現因子 DF_t	成本折現值 $\text{PV}(\text{ACS}_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	ACS_{S+1}	$1/(1+r)^{S+1}$	$\text{ACS}_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	ACS_{S+2}	$1/(1+r)^{S+2}$	$\text{ACS}_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	ACS_M	$1/(1+r)^M$	$\text{ACS}_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	ACS_E	$1/(1+r)^E$	$\text{ACS}_E \times [1/(1+r)^E]$

5.11 公路建設計畫的使用者效益—營運成本節省效益

5.11.1 公路建設計畫的營運成本節省效益

- 「營運成本節省效益」指的是公路建設計畫改善交通對公路運輸服務業者的營運成本的影響。

- 公路運輸服務業者指的是公路大眾運輸業者包括客運與公車業者。
- 公路建設計畫的「營運成本節省效益」涵蓋範圍：

表 5-13 公路建設計畫「營運成本節省效益」範圍

公路建設計畫規劃施工的公路	私人運輸	不適用
	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊路網	私人運輸	不適用
	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊軌道(捷運或鐵路)路線	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊高鐵路線	大眾運輸	詳見第 5 章
公路建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	詳見第 6 章

5.12 公路建設計畫的外部效益範疇

- 交通建設計畫的外部效益主要可分為 3 個層面，包括經濟層面、環境層面、社會層面(包含交通路網可及性)。
- 經濟層面的外部效果指的是交通建設對該區域的商品與服務、勞動就業、土地不動產、區域產業經濟所產生的影響衝擊。
 - 經濟層面的影響衝擊雖然可以透過市場價格的變化加以衡量，但因經濟市場間相互影響的複雜關係往往造成評估效益的重複計算。
- 環境層面的外部效果雖然都是非市場價值的項目，但經過適當的貨幣化評估後，也能有效反映出外部效果的衝擊程度。
 - 絕大多數交通建設經濟效益評估手冊所界定的貨幣化評估外部效益項目集中在環境層面的噪音、空氣污染、與二氧化碳排放。
- 社會層面(包含交通路網可及性)的外部效益項目大多屬於非市場價格，且目前尚無統一的評估方法，大多僅能量化或定性說明。

5.13 公路建設計畫的外部效益—經濟層面外部效益

- 經濟層面的外部效益可分為施工建造階段與營運階段。

5.13.1 施工建造期間經濟外部效果

- 施工期間的經濟外部效果指的是政府投入建設資金，藉由公路基礎建設的建造所創造出來的就業機會與相關的所得效果。
- 在「未充分就業」的條件下，施工建造階段由政府挹注的建設資金會促進短期的就業效果，並且透過產業關聯促成經濟發展的目標。

5.13.2 施工建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用

- 施工期間的經濟外部效果可利用產業關聯模型分析架構
 - 依據行政院主計處所公布的 161 部門 $(I-A)^{-1}$ 矩陣，乘上施工期間每年投入該項公路工程的建造金額，但其中不包括購置土地路權的成本。

- 產業關聯模型如下所示：

$$\begin{bmatrix} \Delta F_1 \\ \Delta F_2 \\ \Delta F_3 \\ \Delta F_4 \\ \vdots \\ \Delta F_{161} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} Expen_{constru} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}$$

- $Expen_{constru}$ 代表公路運輸建設每年投入的施工建造投資資金。
- 適用範圍包括鐵路工程、道路工程、港埠工程、機場工程、水利工程、環保工程…等。
- 將 $Expen_{constru}$ 代入矩陣運算後可得出公路建設計畫的投入資金對該區域各產業部門產出的變動向量，將 ΔF 向量中的元素相加總 $\Delta F_1 + \Delta F_2 + \dots + \Delta F_{161} =$ 公路建設計畫施工建造期間所產生的就業與產業提升效果貨幣化評估值。
- 公路建設工程與鐵路、港埠、機場工程等建設所輸入的產業部門別同樣為：「公共工程及其他營造工程」，因此透過產業關聯模型所計算出來的產業關聯效果會相同。
- 從嚴謹的總體經濟分析角度來看，施工期間的短期就業效果只有

在不景氣時期有嚴重失業的地區才會創造出額外的就業。

- 如果施工期間正好在景氣時間，則除了透過產業關聯模型所創造出來的經濟外部效果會產生排擠作用，而且還要考量物價膨脹的負面效果。

5.13.3 營運期間誘發旅次的經濟外部效果

- 營運階段的經濟外部效果包括運輸服務產業創造出來的就業與相關產業效果以及用路人所創造出來的區域產業經濟繁榮。
- 在公路建設計畫完成後，可能會促使該公路所聯通的區域旅次運量增加：
 - 商務洽公旅次與上班通勤旅次對於交通運輸的需求彈性相當低，其所創造出來的經濟外部效果絕大多數是屬於區域間的移轉效果，而非社會總效益的增加。
 - 休閒購物旅次對於交通運輸需求的彈性較高，休閒購物誘發旅次所創造的產業關聯效果並不會被區域間的移轉效果相抵銷，而是屬於額外創造出來的產業經濟效益。

5.13.4 營運建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用

- ① 透過運量模型推估出誘發車次為 ΔX_j (j 代表運具)，其中休閒購物旅次目的所佔的比例為 R_r ，因此在路網所有路段中，運具 j 的誘發休閒車次為 $\Delta X_{rj} = \Delta X_j \times R_r$ 。
 - ② 依據運具 j 的平均乘載率為 AO_j ，計算出新增的誘發休閒「旅次」 $\Delta Y_r = \sum \Delta X_{rj} \times AO_j$ 。
 - ③ 將公路建設所誘發新增的休閒購物旅次變化量乘上產業關聯參數即可計算出經濟外部效果。
- 產業關聯參數代表的是每一誘發旅次透過產業關聯所帶動的商品與勞動服務銷售提升、勞動就業機會擴大、與土地價值提升等經濟外部效果。

5.13.5 產業關聯模型的實證應用討論

- 在實證上，國內運輸需求模型通常會假設都會運輸總運量沒有改變(只隨著人口結構變遷)，因此無法求解出公路運輸建設的旅次誘發效果，也因而不需要再透過產業關聯模型處理外部經濟效果，因為所有的外部經濟效果都可歸類為移轉效果。
- 城際運輸型的公路建設計畫可透過運量模型求解出旅次誘發效果，再透過產業關聯模型處理外部經濟效果。
- 當所有的誘發性外部經濟效果透過產業關聯模型處理後，接著便可進一步檢視無法透過產業關聯捕捉到的環境與社會層面的外部效果。
- 利用產業關聯模型來分析經濟外部效果的先決條件在於產業關聯矩陣本身的係數為已知且為固定值，因此適用的範圍主要是中小規模的公路建設計畫。
- 全國性的大規模公路建設可能會造成產業關聯矩陣的變化，因此，應當要進一步推估全國性的生產函數。
 - 所謂全國性的生產函數乃是以運輸服務能量與土地資源為生產函數的變數，藉此推估公路建設造成運輸服務能量改變所引起的全國土地資源調整。
 - 利用全國性的生產函數所估算出來的經濟效益其中除了包含經濟外部效益，也囊括使用者效益。
 - 針對大規模公路建設計畫，除了原有的成本效益分析外，也應以特定專案的方式處理全國性生產函數的推估，以便更精確地推估出該項建設的經濟效益。

5.13.6 公路建設計畫經濟外部效益流量的年度物價調整

- 公路建設計畫的經濟外部效益評估公式中，貨幣化評估參數—產業關聯參數必須隨著年度時間調整。
- 產業關聯參數(元/每人每年)是以公路建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。

- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則產業關聯參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的產業關聯參數乘上當年度休閒誘發旅次，即為當年度的經濟外部效益貨幣化評估值。

5.13.7 各年度經濟外部效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的肇事成本節省效益與第 $n+m$ 年度的肇事成本節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

5.13.8 公路建設計畫各年度經濟外部效益流量的折現值

- 公路建設計畫各年度經濟外部效益評估流量折算為評估基準年的折現值；

$$= EXIO_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = EXIO_t \times DF_t$$

；其中 $EXIO_t$ 代表第 t 年的經濟外部效益評估值；

$$DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)} DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

表 5-14 各年度經濟外部效益流量折現值輸入格式

評估期間	年度	經濟外部效益 效益流量 $EXIO_t$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PV(EXIO_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$EXIO_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$EXIO_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$EXIO_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$EXIO_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$EXIO_M$	$1/(1+r)^M$	$EXIO_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$EXIO_E$	$1/(1+r)^E$	$EXIO_E \times [1/(1+r)^E]$

5.14 公路建設計畫的外部效益—環境層面外部效益

- 經濟層面的外部效益可分為空氣污染與二氧化碳。

5.14.1 空氣污染的環境外部效果評估

- 空氣污染的定義請參考第三章第 3.5 節。
- 空氣污染 NO_x 與 SO_x 的污染排放參數建議值請參考第 3.7.4 節至第 3.7.5 節。
- 空氣污染 NO_x 與 SO_x 的污染損害參數建議值請參考第 3.7.6 節。
- 公路建設計畫的「空氣污染外部效益」涵蓋範圍：

表 5-15 公路建設計畫「空氣污染外部效益」範圍

公路建設計畫規劃施工的公路	私人運輸	詳見第 4.14.2 節
	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊路網	私人運輸	詳見第 4.14.2 節
	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊軌道(捷運或鐵路)路線	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊高鐵路線	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	不適用

5.14.2 公路建設計畫空氣污染外部效益的計算公式

① 推估基本方案 vs. 公路建設計畫的延車公里變化

= 交通運量(車次/日) × 路段 i 距離(km)

= $\sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \}$

(i 代表路段、 j 代表公路運具種類)

② 推估公路建設計畫造成的空氣污染量變化

= 延車公里變化 × 空氣污染排放參數(噸/延車公里)

= $\sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \} \times \text{AR}_j$; AR_j 代表運具 j 的空氣污染的排放參數(噸/延車公里)

③ 按照公路建設的區域分別乘上都會因子或城際因子

= (延車公里變化) × (噸/延車公里) × (元/噸)

= $\sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \} \times \text{AR}_j \times \text{FC}$

; FC 代表都會因子或城際因子，其中都會因子設定為 1，城際因子設定為 0.5

④ 計算空氣污染外部效益貨幣化評估值

$$= \text{延車公里變化} \times \text{噸/延車公里} \times \text{元/噸}$$

$$= \sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \} \times AR_j \times FC \times AC$$

；AC 代表每噸空氣污染的貨幣化評估值(元/噸)

- 上式第④步驟所計算得出的結果若為正值，代表公路建設計畫會造成空氣污染減少，計為「正值」的空氣污染減少外部效益。
- 上述第④步驟所計算得出的結果若為負值，代表公路建設計畫會增加空氣污染問題，計為「負值」的空氣污染減少外部效益。

5.14.3 二氧化碳排放的環境外部效果評估

- 空氣污染與溫室氣體的本質並不相同。
 - 二氧化碳並非有毒的污染氣體，而是屬於會破壞臭氧層，形成溫室效應，造成全球氣候變遷的溫室氣體，因此二氧化碳排放的問題屬於全球性的環境污染問題。
 - 公路車輛廢氣排放則歸類為局部性的空氣污染問題。
 - 局部性的空氣污染例如 NO_x 、 SO_x 等污染排放會透過污染防制設備大幅減少。
 - 二氧化碳排放問題卻無法透過車輛的空氣污染防治設備加以消弭，也使其問題相對凸顯。
- 二氧化碳排放的定義請參考第三章第 3.8 節。
- 二氧化碳排放 CO_2 的排放參數建議值請參考第 3.8.4 節至第 3.8.5 節。
- 二氧化碳排放 CO_2 的污染損害參數建議值請參考第 3.8.6 節。
- 公路建設計畫的「二氧化碳排放外部效益」涵蓋範圍：

表 5-16 公路建設計畫「二氧化碳排放外部效益」範圍

公路建設計畫規劃施工的公路	私人運輸	詳見第 4.14.4 節
	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊路網	私人運輸	詳見第 4.14.4 節
	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊軌道(捷運或鐵路)路線	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊高鐵路線	大眾運輸	不適用
公路建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	不適用

5.14.4 公路建設計二氧化碳排放外部效益的計算公式

① 推估基本方案 vs. 公路建設計畫的延車公里變化

$$= \sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \}$$

(i 代表路段、 j 代表公路運具種類)

② 計算公路建設計畫造成的二氧化碳排放量變化

$$= \text{延車公里變化} \times \text{二氧化碳排放參數(噸/延車公里)}$$

$$= \sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \} \times COH_j$$

(COH_j 代表運具 j 的二氧化碳排放參數，單位為噸/延車公里)

③ 計算二氧化碳排放外部效益貨幣化評估值

$$= \text{延車公里變化} \times \text{二氧化碳排放參數(噸/延車公里)} \times \text{二氧化碳污染損害參數(元/噸)}$$

$$= \sum_j \{ \sum_i [(X_{ij}^{w/o}) \times (L_i)] - [(X_{ij}^w) \times (L_i)] \} \times COH_j \times CO$$

(CO 代表每噸空氣污染的貨幣化評估值，單位為元/噸)

- 由於二氧化碳溫室氣體是全球性的暖化問題，因此不論是都會公路或城際公路建設計畫，都必須要進行效益評估。
- 上式第④步驟所計算得出的結果若為正值，代表公路建設計畫會造成二氧化碳排放減少，計為「正值」的二氧化碳排放減少外部效益。
- 上述第④步驟所計算得出的結果若為負值，代表公路建設計畫會增加二氧化碳排放問題，計為「負值」的二氧化碳排放減少外部效益。

5.14.5 公路建設計畫環境外部效益流量的年度物價調整

- 公路建設計畫的環境外部效益評估公式中，貨幣化評估參數—空氣污染與二氧化碳損害參數必須隨著年度時間調整。
- 空氣污染與二氧化碳損害參數(元/噸)是以公路建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則空氣污染與二氧化碳損害參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。

- 將調整過的空氣污染損害參數乘上當年度的延車公里節省以及空氣污染排放參數，即為當年度的空氣污染外部效益貨幣化評估值。
- 將調整過的二氧化碳損害參數乘上當年度的延車公里節省以及二氧化碳排放參數，即為當年度的二氧化碳外部效益貨幣化評估值。

5.14.6 各年度環境外部效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的環境外部效益與第 $n+m$ 年度的環境外部效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

5.14.7 公路建設計畫各年度環境外部效益流量的折現值

- 公路建設計畫各年度環境外部效益評估流量折算為評估基準年的折現值；

$$= EXEN_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = EXEN_t \times DF_t$$

；其中 $EXIO_t$ 代表第 t 年的環境外部效益評估值；

$$DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)} DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

表 5-17 各年度環境外部效益流量折現值輸入格式

評估期間	年度	環境外部效益 效益流量 $EXEN_t$	折現因子 DF_t	空氣污染或二氧化碳排放外部 效益折現值 $PV(EXEN_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$EXEN_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$EXEN_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$EXEN_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$EXEN_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$EXEN_M$	$1/(1+r)^M$	$EXEN_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$EXEN_E$	$1/(1+r)^E$	$EXEN_E \times [1/(1+r)^E]$

5.15 公路建設計畫的外部效益—社會層面外部效益

- 扣除經濟與環境層面的外部效益以外，公路基礎建設的基礎設施本身對於社區格局、區域景觀、路網聯通、土地利用規劃等層面都會造成衝擊影響。

- 例如公路建設對水資源、生物棲息、自然景觀、歷史古蹟、街道格局、社區整合、社會服務、偏遠地區聯絡等，都可能造成某種程度的影響。
- 這些社會層面外部效果通常無法以貨幣化的數據來衡量，無法建立通則性的參數，以作為實務操作的評估方法。
- 社會層面外部效果的評估可採取「評分」，透過專家會議將評分標準設立後，以表格呈現。

第六章 軌道建設計畫的經濟效益評估

本章將針對軌道交通建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的評估方法與評估步驟進行詳細的說明。至於詳細的文獻探討與彙整分析內容已詳述在「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

6.1 軌道建設計畫的基本資料

6.1.1 軌道運輸的定義

- 軌道運輸系統(Rail Transport System)指的是透過軌道型運具沿著軌道運送旅客與貨物的運輸系統。典型的軌道具有 2 條平行的鋼製鐵軌，並且由軌枕支承鋼軌，以保持軌距並將列車荷載傳布於道床。
 - 在英國，軌道通稱為” Railway”，美國則將其稱為” Railroad”，一般在國際間，2 種名詞皆可交替使用。

6.1.2 軌道的分類

- 臺灣傳統鐵路：
 - 臺灣傳統鐵路運輸系統屬於城際運輸。
 - 我國目前傳統鐵路運輸路線網已相當完備，傳統鐵路的新建路線計畫案例在近年幾乎已相當少見，取而代之的是既有鐵路軌道路線的改善及擴建。
- 高速鐵路：
 - 高速鐵路運輸系統（High Speed Rail, HSR）屬於城際運輸。
 - 臺灣高速鐵路正式全線通車，從臺北到高雄全長約 345 公里，沿途連接臺灣西部主要大城市，負擔城際旅客長途運輸的功能。
- 大眾捷運系統：
 - 大眾捷運系統(Mass Rapid Transit Systems)指的是在都會地區以專用軌道電聯車運送旅客的運輸系統。

- 目前在世界各主要都市所興建營運的捷運主要可分為 6 類，包括重軌捷運系統(高運量)、自動導引捷運(中運量)、輕軌捷運系統(中運量)、單軌捷運(中運量)、膠輪捷運系統(中運量)、都會磁浮捷運系統(中運量)。
- 國內所規劃興建的捷運系統則包括臺北與高雄都會區內的高運量捷運系統與中運量捷運系統，以及高雄舊臨港線規劃興建的輕軌捷運系統。
- 臺灣 3 種軌道運輸類型的比較：

表 6-1 我國 3 種軌道系統比較表

	傳統鐵路	高速鐵路	捷運系統
運輸功能	城際運輸	城際運輸	都會運輸
車速	120-130 km/h	200 km/h 以上	35-80km/h
載運對象	旅客、貨物	旅客	旅客
路權型態	專用路權	專用路權	專用路權
動力來源	柴油、電力	電力	電力
站距里程	約 3 公里至 5 公里	平均站距 29 公里	約 0.8 至 1 公里不等
替代運具	高鐵、航空、高速公路、快速道路	臺鐵、航空、高速公路、快速道路	都會快速道路、都會主要幹道、都會街道

6.1.3 軌道建設的工程建設分類

- 軌道建設計畫的建設工程可分為「新建型」(New)與「改善型」(Improvement) 2 大類。
- 「新建型」建設工程包括：軌道路線鋪設、站區設施、車廂購置與機電系統建置等，全部屬於整套發包工程。
- 「改善型」道路建設工程项目包括雙軌化、地下化、高架化、立體化等。

6.2 軌道建設計畫的成本評估

6.2.1 成本評估的基本概念

- 軌道建設計畫的「成本」指的是軌道基礎建設計畫所使用的社會資源的機會成本。

6.2.2 增額成本的估算原則

- 交通建設計畫成本效益分析中的成本與效益，指的是「增額成本」(Incremental Cost)與「增額效益」(Incremental Benefits)。
- 「增額成本」(Incremental Cost)指的是未實施軌道建設計畫(基本方案或零方案) vs. 實施軌道建設計畫(壹方案)的成本差額。
- 軌道建設成本
＝實施軌道建設計畫(壹方案)的成本
－未實施軌道建設計畫(基本方案或零方案)的成本

6.3 軌道建設計畫的成本評估項目

6.3.1 軌道建設計畫的生命週期階段—規劃階段

- 規劃與設計成本(Preliminary Planning and Design)：
 - 在採購建材與進行道路施工之前的所有相關成本，包括 GIS 技術、路線規劃設計、地籍資料、管線資料等工作項目的費用，以及聘用工程顧問團隊的費用。
 - 如果牽涉到軌道建設工程的新技術，便可能會有成本評估的不確定風險。
 - 成本評估的不確定性對交通建設經濟效益評估指標的影響可參考敏感性分析。

6.3.2 軌道建設計畫的生命週期階段—施工階段

- 建造成本(Construction Cost)：
 - 軌道的新建、拓寬、改建所使用的資本設備、勞動、與管理成本。
 - 新建型計畫會包含列車車輛的購置成本，改善型的建設計畫視情況不同，有時會牽涉到列車車廂的購置，有時則不會。
 - 有些軌道建設會沿用先前留下的一些機具設備來進行建造工程，這些留下來的機具設備如果沒有其他用途的話，就不必計入成本項目，但如果這些機器設備尚有其他用途的話，就必須

以重新銷售的市場價格來計算。

- ☐ 有些工程建造所使用的原物料價格是經過政府補貼後的價格，這種補貼後的價格無法反應真實的建設資源成本，因此必須以真實的市場價格來計算。
- 施工期間的干擾成本(Disruption Cost)：
 - ☐ 在施工期間，施工單位為了避免對附近居民或交通秩序造成負面衝擊影響，依據法令必須採取隔音牆、灑水設施、或交通維持計畫，這些因應施工期間干擾所支出的成本全部計入施工期間的建造成本。
 - ☐ 如果在施工單位所採取的干擾防制措施(Mitigation)之外產生的施工噪音或煙塵空氣污染等外部效果，則列為外部效益的減項。
- 土地取得成本(Right-of-Way Acquisition and Preparation)：
 - ☐ 新建軌道或是軌道延伸工程所需要的用地通常需要透過徵收或無償徵用的方式取得土地取得並且進行建物拆遷
 - ☐ 如果軌道建設用地是政府閒置土地的無償撥用，應當計入土地的市價。
 - ☐ 如果是向地主徵收，則必須計入徵收的土地價格；土地市價可依據土地公告現值來計算。
- 土地騰空價值
 - ☐ 有些改善型的軌道建設，例如鐵路地下化工程，其最明顯的效果在於工程完成後地面土地騰空的市場價值。
 - ☐ 鐵路地下化工程必定是出現在人口密集的都會區，鐵路地下化之後所騰空出來的土地價值會與周邊土地開發利用緊密相連，形成相互加成的效應。
 - ☐ 土地的騰空相當於提早將結束階段的軌道路線土地變現，因此可以在施工階段完成後將預計騰空的土地變現價值折算為評估基準年的現值，並且列為成本的減項，以抵銷一部份的基礎建設成本。
 - ☐ 騰空土地的變現價值應當就土地本身的機會成本來計算其市場價；至於土地開發商可能取得騰空土地並與周邊市區土地共同

開發所額外創造出來的土地增值效益則不在成本評估範圍內。

6.3.3 軌道建設計畫的生命週期階段—營運階段

- 營運操作成本(Operating Cost)
 - 指的是軌道營運期間的水電照明設施、號誌控制、安全控制成本，其中包括行政管理經營成本以及人事費用與人員訓練成本。
 - 軌道運輸營運服務的角度來看，鐵路車廂的購置數量、內部裝潢、照明設備、供電設備、空調設備、清潔維護、定期檢修、列車駕駛的雇用、服務人員的調度、以至班次的調度與售票系統的配合，都與軌道運輸的旅次運量有直接關聯；當旅次運量需求愈多時，相關的建設與營運費用也會隨之調整。
- 維護成本(Maintenance Cost)
 - 指的是軌道路線、車站、與控制系統等相關基礎設施的維修保養成本，例如車站營運維修成本、車站機電設備、消防用水及建築物修繕成本、隧道維修成本、引道維修成本等。
 - 維護成本通常會與營運成本合併為營運維修成本 (Operation and Maintenance, O&M)。
- 重置成本(Rehabilitation / Periodic Capital Replacements)
 - 指的是軌道建設的固定資本設備在營運期間消耗損毀而必須重新購置的成本。

6.3.4 軌道建設計畫的生命週期階段—結束階段

- 場地重建成本與清運成本：
 - 場地重建成本：軌道停止使用後的軌道用地重建復原成本
 - 清運成本：軌道停止使用後的相關場站設施與號誌的清運成本。
 - 在不確定狀況下，土地變現價值不予評估。
- 土地變現價值：
 - 土地價值不會隨著時間折舊。
 - 軌道用地經重建後所產生的土地變現價值經地價上漲率與折現

率的折算，仍可能高過最初投資的土地成本。

- 土地變現價值的評估不確定性相當高，僅能列為選擇性的評估項目。
- 只有在軌道土地未來決策相當確定的情況下才進行此項成本的評估，否則土地取得成本應視為沈沒成本。
- 在不確定狀況下，土地變現價值不予評估。
- 殘值(Residual Value)的評估原則
 - 殘值指的是土地、設備、與設施在評估期間結束時的市場價值。
 - 殘值的計算是以評估期間以外設施資產所產生的淨效益為基準。
 - 設施資產殘值 $R = \sum_{t=T+1}^{\omega} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$
 - T 為評估期間的最後1年，
 - ω 為資產使用壽命最後1年，
 - B_t 代表第 t 年資產所提供的效益，
 - C_t 代表第 t 年資產的維護成本。
 - 通常殘值的應當與成本效益分析的評估指標分開呈現。

殘值(Residual Value)的實務評估建議方法可參考第四章第 4.3.4 節。

6.3.5 軌道運輸建設的生命週期成本項目分析

表 6-2 軌道運輸建設的生命週期成本項目表

生命週期階段	成本項目
1.規劃設計階段(Planning Phase)	規劃成本(Preliminary Planning and Design)
2.施工階段(Construction Phase)	建造成本(Construction Cost)
	土地取得與建物拆遷成本 (Right-of-Way Acquisition and Preparation)
	土地騰空的市場價值(－) (Land Value of Extra Space After Rail Tunneling)
3.營運階段(Operating Phase)	營運操作成本 (Operating Cost)
	維護成本 (Maintenance)
	重置成本(定期資本支出) Rehabilitation (Periodic capital replacements)
4.結束階段(Ending Phase)	場地重建成本 (Restoration Cost)
	清運成本 (Clearance)

6.4 軌道建設計畫成本評估的注意事項

- 折舊攤提：
 - ☐ 在財務會計上，資本設備的費用會以折舊方式分年攤提在年度財務報表，剩餘價值則是指所購設備使用折舊後可再變現的價值金額。
 - ☐ 在經濟評估的成本效益分析中，資本支出成本是以未來的現金支出流量為計算基準，不應計入，以避免重複計算。
- 利息費用：
 - ☐ 軌道建造的融資資金的利息費用已經隱含在折現率中，不計入成本或效益項目中。
- 其它項目例如營業稅等名目都不是真正消耗資源的成本，而是社會所得的重分配效果，不計入成本項目。

6.5 軌道建設計畫成本流量輸入的範例說明

6.5.1 「新建型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」軌道工程建設的成本＝新建軌道建設計畫(壹方案)的成本－未新建軌道建設計畫(基本方案或零方案)的成本＝軌道新建工程的全額成本(Full Cost)。

表 6-3 新建型軌道建設計畫規劃期間的成本輸入格式

評估期間		規劃設計成本	
	年度	規劃成本	設計成本
規劃期間	t=0	XXX	XXX
	t=1	XXX	XXX
	t=2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=P	XXX	XXX
	t=P+1		
	...		

- ☐ 規劃期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 5.3.1 節。
 - ☐ 規劃期間各年度的成本可分別輸入規劃成本與設計成本，也可選擇將規劃成本與設計成本合併為規劃設計成本。
 - ☐ 規劃期間的成本＝規劃成本＋設計成本＝規劃設計成本。
 - ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
 - ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
 - ☐ 在規劃期間之後仍可持續輸入規劃設計成本的流量。
 - ☐ 規劃期間的成本通常占整體建設工程成本的比例相當低，且通常會按照工程建造成本的某一比例計算，因此可能會將規劃設計成本併入施工階段成本。
- 新建型軌道建設計畫施工期間的成本輸入格式，詳表 6-4。

表 6-4 新建型軌道建設計畫施工期間成本輸入格式

評估期間		施工成本		
	年度	建造成本	土地取得成本	土地騰空價值
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1	XXX	XXX	
	t=P+2	XXX	XXX	
	...	XXX	XXX	
	t=S	XXX	XXX	XXX
	t=S+1			
	...			

- ☐ 施工期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 5.3.2 節。
- ☐ 施工期間各年度的成本可分別輸入建造成本與土地取得成本，也可選擇將建造成本與土地取得成本合併為施工成本。
- ☐ 施工期間的成本＝建造成本＋土地取得成本＝施工成本。
- ☐ 施工建造完工後的土地騰空價值列為成本的減項。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 在施工完成之後仍可持續輸入施工成本或土地取得成本的流量。
- ☐ 在施工期間，施工單位所採取的干擾防制措施，包括隔音牆、灑水設施、或交通維持計畫等所支出的成本全部計入施工期間的建造成本。
- ☐ 施工單位所採取的干擾防制措施之外產生的施工噪音或煙塵空氣污染等外部效果，列為環境外部效果的減項。
- 新建型軌道建設計畫營運期間的成本輸入格式：

表 6-5 新建型軌道建設計畫營運期間輸入格式

評估期間		營運維修成本		
	年度	營運成本	維修成本	重增置成本
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1			
	t=P+2			
	...			
	t=S			
營運期間	t=S+1	XXX	XXX	
	t=S+2	XXX	XXX	XXX
	...	XXX	XXX	
	t=M	XXX	XXX	
	...			

- ☐ 在一般情況下，新建型軌道建設計畫的營運期間設定為施工期間完成後的 30 年期間；如果有特殊狀況可另行設定。
- ☐ 營運期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 5.3.3 節。
- ☐ 營運期間各年度的成本可分別輸入營運成本與維修成本，也可選擇將營運成本與維修成本合併為營運維修成本。
- ☐ 營運期間的成本＝營運成本＋維修成本＝營運維修成本。
- ☐ 營運期間列車或車廂的購置可單獨列為重增置成本項目，也可列入營運與維修成本項目。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率或工資上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 新建型軌道建設計畫的營運維修成本指的是公路開通後，政府維持軌道建設使用運作所需支付的成本。
- 新建型軌道建設計畫結束期間的成本輸入格式：

表 6-6 新建型軌道建設計畫結束期間輸入格式

評估期間		結束成本		
	年度	土地清運成本	土地變現價值	殘值
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1			
	t=P+2			
	...			
	t=S			
營運期間	t=S+1			
	t=S+2			
	...			
	t=M			
結束期間	t=E	XXX	XXX	XXX

- ☐ 結束期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.4 節。
- ☐ 結束期間的成本包括軌道用地的土地清運成本、土地變現價值、與軌道基礎建設的殘值，例如高架路線拆遷後的鋼筋所具備的市場價值。
- ☐ 在不確定狀況下，結束成本不予輸入。

6.5.2 「改善型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例

- 「改善型」軌道工程建設的成本
 = 改善軌道建設計畫(壹方案)的成本
 - 未改善軌道建設計畫(基本方案或零方案)的成本
 = 軌道改善工程相較於原始狀況的增額成本(Incremental Cost)。
- 改善型軌道建設計畫規劃期間的成本輸入格式：

表 6-7 改善型軌道建設計畫規劃期間輸入格式

評估期間		規劃設計成本	
	年度	規劃成本	設計成本
規劃期間	t=0	XXX	XXX
	t=1	XXX	XXX
	t=2	XXX	XXX
	...	XXX	XXX
	t=P	XXX	XXX
	t=P+1		
	...		

- ☐ 改善型軌道建設計畫的規劃期間指的是既有的軌道建設在營運一段時間以後再進行改善工程的計畫規劃期間。
- ☐ 規劃期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 5.3.1 節。
- ☐ 規劃期間各年度的成本可分別輸入規劃成本與設計成本，也可選擇將規劃成本與設計成本合併為規劃設計成本。
- ☐ 規劃期間的成本＝規劃成本＋設計成本＝規劃設計成本。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 在規劃期間之後仍可持續輸入規劃設計成本的流量。
- ☐ 規劃期間的成本通常占整體建設工程成本的比例相當低，且通常會按照工程建造成本的某一比例計算，因此可能會將規劃設計成本併入施工階段成本。
- ☐ 改善型軌道建設計畫施工期間的成本輸入格式：

表 6-8 改善型軌道建設計畫施工期間輸入格式

評估期間		施工成本		
	年度	建造成本	土地取得成本	土地騰空價值
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1	XXX	XXX	
	t=P+2	XXX	XXX	
	...	XXX	XXX	
	t=S	XXX	XXX	XXX
	t=S+1			
	...			

- ☐ 改善型軌道建設計畫的施工期間指的是既有的軌道建設在營運一段時間以後再進行改善工程的計畫施工期間。
- ☐ 施工期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 5.3.2 節。
- ☐ 施工期間各年度的成本可分別輸入建造成本與土地取得成本，也可選擇將建造成本與土地取得成本合併為施工成本。
- ☐ 施工期間的成本＝建造成本＋土地取得成本＝施工成本。
- ☐ 施工建造完工後的土地騰空價值列為成本的減項。

- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上漲率的預估所調整過的幣值。
- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 在施工完成後仍可持續輸入建造成本或土地取得成本的流量。
- ☐ 在施工期間，施工單位所採取的干擾防制措施，包括隔音牆、灑水設施、或交通維持計畫等所支出的成本全部計入施工期間的建造成本。
- ☐ 施工單位所採取的干擾防制措施之外產生的施工噪音或煙塵空氣污染等外部效果，列為環境外部效果的減項。
- 改善型軌道建設計畫營運期間的成本輸入格式：

表 6-9 改善型軌道建設計畫營運期間輸入格式

評估期間		營運維修成本		
	年度	營運成本	維修成本	重增置成本
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1			
	t=P+2			
	...			
	t=S			
營運期間	t=S+1	XXX	XXX	
	t=S+2	XXX	XXX	XXX
	...	XXX	XXX	
	t=M	XXX	XXX	
	...			

- ☐ 改善型建設計畫的營運期間指的是公路建設在營運一段期間後，經過改善工程施工完成後，又重新開始進行營運的時間。
- ☐ 在一般情況下，改善型公路建設計畫的營運期間設定為改善工程施工期間完成後的 30 年期間；如果有特殊狀況可另行設定。
- ☐ 營運期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 5.3.3 節。
- ☐ 營運期間各年度的成本可分別輸入營運成本與維修成本，也可選擇將營運成本與維修成本合併為營運維修成本。
- ☐ 營運期間列車或車廂的購置可單獨列為重增置成本項目，也可列入營運與維修成本項目。
- ☐ 所輸入的各年度成本流量為當期幣值，也就是根據未來物價上

漲率的預估所調整過的幣值。

- ☐ 所輸入的成本單位為：新臺幣千元。
- ☐ 改善型軌道建設計畫的營運維修成本指的是軌道改善後重新開始營運，政府維持軌道營運運作所需支付的成本相較於未改善狀態下的營運維修成本的增額成本(Incremental Cost)。
- 改善型軌道建設計畫結束期間的成本輸入格式：

表 6-10 改善型軌道建設計畫結束期間輸入格式

評估期間		結束成本		
	年度	土地清運成本	土地變現價值	殘值
規劃期間	t=0			
	t=1			
	t=2			
	...			
	t=P			
施工期間	t=P+1			
	t=P+2			
	...			
	t=S			
營運期間	t=S+1			
	t=S+2			
	...			
	t=M			
結束期間	t=E	XXX	XXX	XXX

- ☐ 結束期間所涵蓋的成本項目與內容請參考第 4.3.4 節。
- ☐ 結束期間的成本包括軌道用地的土地清運成本、土地變現價值、與軌道基礎建設的殘值，例如高架路段拆遷後的鋼筋所具備的市場價值。
- ☐ 在不確定狀況下，結束成本不予輸入。

6.5.3 「新建＋改善型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」軌道建設計畫與「改善型」軌道建設計畫可同時存在。
- 「新建型」軌道建設路段適用於第 5.5.1 節的成本輸入範例。
- 「改善型」軌道建設路段適用於第 5.5.2 節的成本輸入範例。

6.6 軌道建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現

6.6.1 軌道建設計畫各年度成本流量的物價調整

- 從軌道建設計畫的規劃期間、施工期間、營運期間、到營運結束的各年度成本評估可分為基期幣值與當期幣值。
- 基期幣值是以評估基準年當年度的物價水準作為各年度成本流量評估的基準。
- 當期幣值是以各年當年度的物價水準作為成本流量評估的基準，因此，在基準年之後各年度的成本流量必須依據物價上漲率與工資上漲率的預估進行調整。
- 假設成本評估所設定的物價上漲率為 2%，則軌道建設計畫的成本項目中有關原物料、資本、設備方面的成本當期幣值必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 假設成本評估所設定的工資上漲率為 2%，則軌道建設計畫的成本項目中有關勞動與人力資源方面的成本當期幣值必須隨著工資上漲率逐年向上調整 2%。
- 通常工資上漲率會隨著物價上漲的比率調整。因此，工資上漲率可與物價上漲率設定為同一預估值。
- 有關物價上漲率的參數設定建議值請參考第 3.2.3 節。

6.6.2 軌道建設計畫各年度成本流量的折現

- 軌道建設計畫成本評估流量在不同年度的基期幣值與當期幣值無法作為比較，必須折算為同一基準年的基期幣值與當期幣值。
- 軌道建設計畫各年度成本評估流量折算為評估基準年的折現值，其計算公式為：

$$\text{第 } t \text{ 年成本折現值} = \text{Cost}_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = \text{Cost}_t \times \text{DF}_t$$

；其中評估基準年為第 0 年； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $\text{DF}_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度成本流量折現值輸入格式：

表 6-11 各年度成本流量折現值輸入格式

評估 期間	年度		成本流量 $Cost$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PV Cost_t$
規劃 期間	t=0	評估基準年			
	t=1		$Cost_1$	$1/(1+r)^1$	$Cost_1 \times DF_1$
	t=2		$Cost_2$	$1/(1+r)^2$	$Cost_2 \times DF_2$

	t=P		$Cost_P$	$1/(1+r)^P$	...
施工 期間	t=P+1		$Cost_{P+1}$	$1/(1+r)^{P+1}$	...
	t=P+2		$Cost_{P+2}$	$1/(1+r)^{P+2}$	...

	t=S		$Cost_S$	$1/(1+r)^S$	...
營運 期間	t=S+1		$Cost_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	...
	t=S+2		$Cost_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	...

	t=M		$Cost_M$	$1/(1+r)^M$	...
結束 期間	t=E		$Cost_E$	$1/(1+r)^E$	...

6.6.3 軌道建設計畫評估基準年折現值的調整

- 評估基準年由第 t=0 年調整至第 t=n 年的方式是：將各年度的成本流量乘上第 t=0 年至第 t=n 年的歷史物價上漲率。
- 假設第 t=0 年至第 t=1 年的歷史物價上漲率為 $Inflation_1$ ，第 t=1 年至第 t=2 年的歷史物價上漲率為 $Inflation_1$ ，依此類推，第 t=n-1 年至第 t=n 年的歷史物價上漲率為 $Inflation_n$ 。
- 評估基準年由第 t=0 年調整至第 t=n 年的方式是：將各年度的成本流量乘上 $Inflation_1 \times Inflation_2 \times \dots \times Inflation_n$ 。
- 評估基準年由第 t=0 年往後延至第 t=n 年時，各年度成本流量的計算方式詳表 6-12。

表 6-12 各年度成本流量估算方式

年度	成本流量 $Cost_t$	調整後的成本流量 $Cost_{t+n}$
t=0	評估基準年	
...		
t=n		評估基準年
t=1+n	$Cost_1$	$Cost_{1+n} = Cost_1 \times Inflation_1 \times Inflation_2 \times \dots \times Inflation_n$
t=2+n	$Cost_2$	$Cost_{2+n} = Cost_2 \times Inflation_1 \times Inflation_2 \times \dots \times Inflation_n$
...

- 評估基準年由第 t=0 年往後延至第 t=n 年時，成本流量折現值的計算方式為：

表 6-13 各年度成本流量折現值估算方式

評估期間	年度		成本流量 $Cost$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PV Cost_t$
	t=0				
	...				
規劃期間	t=n	基準年			
	t=1+n		$Cost_{1+n}$	$1/(1+r)^{1+n}$	$Cost_{1+n} \times DF_1$
	t=2+n		$Cost_{2+n}$	$1/(1+r)^{2+n}$	$Cost_{2+n} \times DF_2$

	t=P+n		$Cost_{P+n}$	$1/(1+r)^{P+n}$	...
施工期間	t=P+1+n		$Cost_{P+1+n}$	$1/(1+r)^{P+1+n}$	...
	t=P+2+n		$Cost_{P+2+n}$	$1/(1+r)^{P+2+n}$	...

	t=S+n		$Cost_{S+n}$	$1/(1+r)^{S+n}$	...
營運期間	t=S+1+n		$Cost_{S+1+n}$	$1/(1+r)^{S+1+n}$	...
	t=S+2+n		$Cost_{S+2+n}$	$1/(1+r)^{S+2+n}$	...

	t=M+n		$Cost_{M+n}$	$1/(1+r)^{M+n}$	...
結束期間	t=E+n		$Cost_{E+n}$	$1/(1+r)^{E+n}$	...

6.7 軌道建設計畫的使用者效益範疇

- 軌道建設計畫的使用者效益乃是利用生產者剩餘與消費者剩餘的觀念來衡量社會福利。

- 軌道建設計畫使用者效益實務評估的項目解析(詳表 6-14)：

表 6-14 軌道建設計畫使用者效益實務評估項目表

	使用者效益				
	消費者剩餘			生產者剩餘	
公共運輸(公車、客運)	旅行時間節省	票價支出變動	肇事成本節省	票價收入變動	運輸服務營運成本節省

- 軌道建設的使用者可分為 2 類：
 - ☐ 旅客運輸—都會捷運、城際鐵路、或高速鐵路的乘客。
 - ☐ 貨物運輸—城際鐵路的運輸貨物。
- 軌道建設的使用者效益可分為消費者剩餘與生產者剩餘。
 - ☐ 消費者剩餘反映在旅行時間節省與肇事成本節省 2 個項目。
 - ☐ 消費者搭乘大眾運輸的票價支出與運輸服務業者的票價收入會相互抵銷。
 - ☐ 軌道運輸服務業者的「行車成本節省效益」併入「運輸服務營運成本節省」的效益項目中。
- 公路大眾運輸包括都會公車與城際客運也同樣可適用本節使用者效益的評估。

6.8 軌道建設計畫的使用者效益—旅行時間節省

6.8.1 軌道建設計畫旅行時間節省的影響範圍

- 軌道建設計畫改善交通狀況，可促使用路人旅行時間節省，稱為「旅行時間節省效益」。
- 軌道建設計畫的「旅行時間節省效益」涵蓋範圍(詳表 6-15)：

表 6-15 軌道建設計畫「旅行時間節省效益」範圍

軌道建設計畫規劃施工的路線 (捷運、臺鐵、高鐵)	大眾運輸	詳見第 5.8.2 章
軌道建設計畫周邊公路路網	私人運輸	詳見第 4.8.2 節
	大眾運輸	詳見第 5.8.2 章
軌道建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	詳見第 6 章

- 軌道建設計畫所可能影響的路網與運具(詳表 6-16)：

表 6-16 軌道建設計畫可能影響路網與運具列表

	都會區 公路私人 運輸系統	都會區 公車運輸 系統	捷運 大眾運輸 系統	城際 公路私人 運輸路網	城際 客運運輸 系統	臺灣 鐵路運輸 系統		高速 鐵路大眾 運輸系統	航空 運輸系統	
						客運	貨運		客運	貨運
城際軌道建設計畫(經都會區)	✓	✓	✓							
臺灣鐵路運輸建設計畫				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
高速鐵路運輸建設計畫				✓	✓	✓		✓	✓	

6.8.2 軌道建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—旅客運輸

- ① 推估基本方案(Without Project)之下站點間 mn 的旅行時間 $T_{mn}^{w/o}$ 。
- ② 推估得知軌道建設計畫(With Project)之下站點間 mn 的旅行時間 T_{mn}^w 。
- ③ 將①與②相減，可得出站點間 mn 的旅行時間節省 = ① - ②

$$TTS_{mn} = (T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)。$$

………，每旅次旅行時間節省(分鐘/旅次)
- ④ 每旅次旅行時間節省×站點間 mn 的旅次運量

$$= TTS_{mn} \times \text{平均運量} = [(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(P_{mn}^{w/o}) + (P_{mn}^w)] / 2$$

………二分之一法則。
- ⑤ 將各站點間的旅行時間節省相加總=所有站點的旅行時間節省

$$= \sum_{mn} \{ [(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(P_{mn}^{w/o}) + (P_{mn}^w)] / 2 \} \dots\dots\dots \text{延人分鐘}。$$
- ⑥ 將⑤的計算結果分別乘上軌道旅客的時間價值參數(V_p)，即可將旅行時間價值加以貨幣化，計算結果=旅客的旅行時間節省

$$\text{效益} = \{\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(P_{mn}^{w/o}) + (P_{mn}^w)] / 2\}\} \times V_P。$$

- 軌道運輸有固定的班次與發車量，因此改善型的軌道建設計畫在站點與站點之間旅行時間可能不會有變化，因此估算出來的旅行時間節省效益為 0，此時，軌道建設的旅行時間節省效益主要來自公路路網運量減少所帶來的旅行時間節省效益。
- 新建型的軌道建設計畫，在基本方案下站點間的旅行時間為 0，因此在進行旅行時間必須輸入推估的站點間旅行時間，才能計算出正確的旅行時間節省效益。
- 旅客時間價值參數 V_P 可參考第三章參數說明。

6.8.3 軌道建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—貨物運輸

- ① 推估基本方案(Without Project)之下站點間 mn 的旅行時間 $T_{mn}^{w/o}$ 。
 - ② 推估軌道建設計畫(With Project)之下站點間 mn 的旅行時間 T_{mn}^w 。
 - ③ 將①與②相減，可得出站點間 mn 的旅行時間節省 = ① - ②
 $TTS_{mn} = (T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)$ 。……………每噸貨物旅行時間節省(分鐘/噸)
 - ④ 每噸貨物旅行時間節省×站點間 mn 的貨物運量 = $TTS_{ij} \times$ 平均運量
 $= [(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(K_{mn}^{w/o}) + (K_{mn}^w)] / 2$ ……………二分之一法則。
 - ⑤ 將各站點間的貨物旅行時間節省相加總 = 所有站點的旅行時間節省 = $\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(K_{mn}^{w/o}) + (K_{mn}^w)] / 2\}$ ……………延噸分鐘。
 - ⑥ 將⑤的計算結果分別乘上應用的時間價值參數(V_K)，即可將旅行時間價值加以貨幣化，計算結果 = 貨物旅行時間節省效益
 $= \{\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(K_{mn}^{w/o}) + (K_{mn}^w)] / 2\} \times V_K。$
- 軌道貨物道運輸有固定的班次與發車量，因此改善型的軌道貨運在站點與站點之間旅行時間可能不會有變化，因此估算出來的旅行時間節省效益為 0，此時，軌道建設的旅行時間節省效益主要來

自公路路網大貨車與小貨車運量減少所帶來的旅行時間節省效益。

- 新建型的軌道建設計畫，在基本方案下站點間的旅行時間為 0，因此在進行旅行時間必須輸入推估的站點間貨物運輸時間，才能計算出正確的貨物旅行時間節省效益。
- 貨物時間價值參數 V_k 乃是依據每噸貨物的價值在 1 年內所能夠提供的報酬率，換算為分鐘後所得出的結果，可參考第三章參數說明。

6.8.4 軌道建設計畫旅行時間節省效益評估的資料輸入介面

- 軌道運輸的運量資料（基本方案/Without Project）輸入介面：

表 6-17 軌道運輸之運量資料(基本方案/Without Project)輸入表格

站點 A 識別碼	站點 B 識別碼	A-B 站點 間的距離 (公里)	A-B 站點間的 旅行時間 (分鐘)	A-B 站點間的 旅次 (人次)	A-B 站點間的 貨物(噸數)
m	n	L_{mn}	$V_{mn}^{w/o}$	$P_{mn}^{w/o}$	$Y_{mn}^{w/o}$
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

- 軌道運輸的運量資料（軌道建設計畫/With Project）輸入介面：

表 6-18 軌道運輸之運量資料(軌道建設計畫/With Project)輸入表格

站點 A 識別碼	站點 B 識別碼	A-B 站點間 的距離 (公里)	A-B 站點間 的旅行時間 (分鐘)	A-B 站點間 的旅次 (人次)	A-B 站點間 的貨物 (噸數)
m	n	L_{mn}	T_{mn}^w	P_{mn}^w	Y_{mn}^w
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

- 軌道建設的 K 個站點，可分別列出 $m-n$ 的站點間運量資料，其中 $m=1, 2, \dots, K, n=1, 2, \dots, K$ ，站點 m 與站點 n 之間的距離為 L_{mn} 。
- 在基本方案下，站點 m 與站點 n 之間的旅行時間為 $T_{mn}^{w/o}$ 。
- 在軌道建設計畫下，站點 m 與站點 n 之間的旅行時間為 T_{mn}^w 。
- 鐵路運輸會出現旅客的旅次 P_{mn}^w 與貨運的噸數 Y_{mn}^w 資料輸入介面。
- 都會捷運與高鐵的軌道運輸不會出現貨物運輸的運量 Y_{mn}^w 資料輸入介面。

6.8.5 軌道建設計畫旅行時間節省效益流量的年度物價調整

- 軌道建設計畫的旅行時間節省效益評估公式中，貨幣化評估參數—旅客與貨物的時間價值必須隨著年度時間調整。
- 時間價值參數(元/分鐘)是以軌道建設開始營運當年度的物價水準作為計算的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則時間價值參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的時間價值乘上當年度的旅行時間節省，即為當年度的旅行時間節省效益貨幣化評估值。

6.8.6 各年度旅行時間節省效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的旅行時間節省效益與第 $n+m$ 年度的旅行時間節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

6.8.7 軌道建設計畫各年度旅行時間節省效益流量的折現值

- 軌道建設計畫各年度旅行時間節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值；第 t 年旅行時間節省效益折現值

$$= TTSV_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = TTSV_t \times DF_t$$
 ；其中 $TTSV_t$ 代表第 t 的旅行時

間節省效益評估值； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度旅行時間節省效益流量折現值輸入格式：

表 6-19 各年度旅行時間節省效益流量折現值計算公式表

評估期間	年度	旅行時間節省效益流量(當期幣值) $TTSV$	折現因子 DF_t	旅行時間節省效益折現值 $PV TTSV_t$
	t=0			
營運期間	t=S+1	$TTSV_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$TTSV_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	t=S+2	$TTSV_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$TTSV_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	t=M	$TTSV_M$	$1/(1+r)^M$	$TTSV_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	t=E	$TTSV_E$	$1/(1+r)^E$	$TTSV_E \times [1/(1+r)^E]$

6.9 軌道建設計畫的使用者效益—肇事成本節省

6.9.1 肇事成本的定義與參數應用

- 肇事成本的定義請參考第三章第 3.5 節。
- 各種運具 j 在各公路路段的肇事率參數建議值請參考第 3.5.5 節。
- 各種肇事類型(死亡、受傷、財產損失)的肇事成本參數建議值請參考第 3.4.5 節與第 3.4.6 節。
- 軌道建設計畫的「肇事成本節省效益」涵蓋範圍：

表 6-20 軌道建設計畫「肇事成本節省效益」範圍

軌道建設計畫規劃施工的路線 (捷運、臺鐵、高鐵)	大眾運輸	詳見第 5.8.2 章
軌道建設計畫周邊公路路網	私人運輸	詳見第 4.8.2 節
	大眾運輸	詳見第 5.8.2 章
軌道建設計畫周邊航空路線	大眾運輸	詳見第 6 章

6.9.2 軌道建設計畫肇事成本的推估方式

- 對於城際軌道(鐵路)建設來說，目前國內所採用的推估公式為：
總肇事成本 = 平交道數量 × 平均死傷人數 × 單位死傷成本
□ 城際軌道(鐵路)的肇事主要發生在平交道路口，因此肇事成本

的估算要由平交道路口的數量著手。

- 對於城際軌道(鐵路)建設來說，目前國內所採用的推估公式為：
肇事成本節省效益＝平均肇事率×平均每次肇事損失×延車公里之節省量
- 都會軌道(捷運)幾乎沒有平交道路口的設置，因此肇事成本的評估乃是由整個軌道路段延車公里的肇事率推估著手。

6.9.3 城際軌道建設計畫肇事成本的計算公式

① 推估基本方案 vs. 軌道建設計畫的延人公里變化

$$= \sum_m \{ [(L_m^{w/o}) \times (P_m^{w/o})] - \sum_m \{ [(L_m^w) \times (P_m^w)] \} \}$$

.....所有站點的總延人公里變化。

② 計算城際軌道的死亡肇事成本變化

$$\begin{aligned} &= \text{延人公里變化} \times \text{死亡肇事率} \times \text{每次死亡肇事人數} \times \text{每人死亡肇事成本} \\ &= \{ \sum_m \{ [(L_m^{w/o}) \times (P_m^{w/o})] - \sum_m \{ [(L_m^w) \times (P_m^w)] \} \} \} \times CR(D) \times \#(D) \times CC(D) \end{aligned}$$

③ 計算城際軌道的受傷肇事成本變化

$$\begin{aligned} &= \text{延人公里變化} \times \text{受傷肇事率} \times \text{每次受傷肇事人數} \times \text{每人受傷肇事成本} \\ &= \{ \sum_m \{ [(L_m^{w/o}) \times (P_m^{w/o})] - \sum_m \{ [(L_m^w) \times (P_m^w)] \} \} \} \times CR(I) \times \#(I) \times CC(I) \end{aligned}$$

④ 平交道的肇事成本＝平交道數量×平均死傷人數×單位死傷成本。

⑤ 計算②＋③＋④的結果即為城際軌道建設計畫的肇事成本節省效益(Accident Cost Saving)。

- 單位死傷成本包括死亡肇事成本參數與受傷肇事成本參數，請參考第三章第 3.5.14 節。
- 財務損失的肇事成本涉及到軌道運輸肇事的龐大財務損失金額，計入鐵路運輸業者的營運成本中，請參考第 5.10 節。

6.9.4 都會軌道建設計畫肇事成本的計算公式

- ① 推估基本方案 vs. 軌道建設計畫的延人公里變化

$$= \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)]$$

……………所有站點的總延人公里變化。

- ② 計算都會軌道的死亡肇事成本變化

= 延人公里變化 × 死亡肇事率 × 每次死亡肇事人數 × 每人死亡肇事成本

$$= \{ \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)] \} \times CR(D) \times \#(D) \times CC(D)$$

- ③ 計算都會軌道的受傷肇事成本變化

= 延人公里變化 × 受傷肇事率 × 每次受傷肇事人數 × 每人受傷肇事成本

$$= \{ \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)] \} \times CR(I) \times \#(I) \times CC(I)$$

- ④ 計算② + ③的結果即為都會軌道建設計畫的肇事成本節省效益 (Accident Cost Saving)。

- 單位死傷成本包括死亡肇事成本參數與受傷肇事成本參數，請參考第三章第 3.5.14 節。
- 財務損失的肇事成本涉及到軌道運輸肇事的龐大財務損失金額，計入捷運運輸業者的營運成本中。

6.9.5 軌道建設計畫肇事成本節省效益評估的資料輸入介面

- 軌道運輸的運量資料輸入介面請參考前述第 5.8.4 節。
- 第 5.8.4 節輸入介面所讀取的資料可直接套入計算肇事成本節省效益。

6.9.6 軌道建設計畫肇事成本節省效益流量的年度物價調整

- 軌道建設計畫的肇事成本節省效益評估公式中，貨幣化評估參

- 數—肇事率與各類型肇事成本必須隨著年度時間調整。
- 肇事成本參數(死亡肇事成本/每人、受傷肇事成本/每人、財產損失成本/每人)是以軌道建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則肇事成本參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的肇事成本參數乘上當年度的延人公里變化，即為當年度的肇事成本節省效益貨幣化評估值。

6.9.7 各年度肇事成本節省效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的肇事成本節省效益與第 $n+m$ 年度的肇事成本節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

6.9.8 軌道建設計畫各年度肇事成本節省效益流量的折現值

- 軌道建設計畫各年度肇事成本節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值；

$$= \text{VOCS}_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = \text{VOCS}_t \times DF_t$$

；其中 VOCS_t 代表第 t 年的肇事成本節省效益評估值

； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度肇事成本節省效益流量折現值輸入格式：

表 6-21 各年度肇事成本節省效益流量折線計算公式表

評估期間	年度	肇事成本節省 效益流量 ACS_t	折現因子 DF_t	肇事成本節省效益 折現值 $\text{PV}(\text{ACS}_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	ACS_{S+1}	$1/(1+r)^{S+1}$	$\text{ACS}_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	ACS_{S+2}	$1/(1+r)^{S+2}$	$\text{ACS}_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	ACS_M	$1/(1+r)^M$	$\text{ACS}_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	ACS_E	$1/(1+r)^E$	$\text{ACS}_E \times [1/(1+r)^E]$

6.10 軌道建設計畫的使用者效益—營運成本節省效益

6.10.1 軌道建設計畫的營運成本節省效益

- 軌道大眾運輸服務業者包括鐵路、捷運、與高鐵運輸服務經營業者的收入來源來自於乘客消費者所支出的票價，其生產者剩餘指的是收入減去生產成本所到的利潤。
- 軌道運輸的服務市場與其他交通運輸服務市場最大的差別在於：
 - 軌道運輸必須要在專用路權的軌道上行駛，
 - 提供軌道運輸服務所需投入的固定成本投資相當龐大。
- 為了達到規模經濟(Economy of Scale)，每個路線的軌道運輸服務通常會由一家業者(不論是公營或私營企業)來經營，也因而會形成自然獨占(Natural Monopoly)的現象。
- 在自然獨占的市場環境下，軌道運輸的經營模式在世界各國主要可分 3 種：
 - 由政府或自治團體來營運，被稱為公營；
 - 由民營企業來營運，稱為民營；
 - 經營者為民營企業，但出資者為政府或公營團體。
- 當軌道建設計畫完工後，軌道運輸服務業者的使用者效益在於營運效率提高、維修成本降低、行車成本降低、設備汰換的頻率降低、或者是肇事機率降低等效益。
 - 對於民營的軌道運輸服務業者來說，這些效益全部計入業者營運成本節省的效益項目中。
 - 評估方法則是比照前述第 5.2 節的成本評估方式。
 - 公路大眾運輸服務業者包括公車業者、客運業者、與遊覽車業者的營運成本節省效益也可比照相同的方式進行評估。
 - 在實務上，軌道運輸服務業者營運成本變動的評估結果可能為正或負或零。

6.10.2 軌道運輸服務業者各年度營運成本節省效益流量的折現值

- 軌道建設計畫各年度營運成本節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值；第 t 年營運成本節省效益折現值

$$= OPS_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = OPS_t \times DF_t; \text{ 其中 } OPS_t \text{ 代表第 } t \text{ 年的營運成本}$$

$$\text{節省的評估值；} DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)} DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

- 各年度營運成本節省效益流量折現值輸入格式：

表 6-22 各年度營運成本節省效益流量折現值計算公式表

評估期間	年度	營運成本節省效益流量(當期幣值) OPS_t	折現因子 DF_t	營運成本節省效益折現值 $PV(OPS_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	OPS_{S+1}	$1/(1+r)^{S+1}$	$OPS_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	OPS_{S+2}	$1/(1+r)^{S+2}$	$OPS_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	OPS_M	$1/(1+r)^M$	$OPS_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	OPS_E	$1/(1+r)^E$	$OPS_E \times [1/(1+r)^E]$

6.11 軌道建設計畫的外部效益範疇

- 交通建設計畫的外部效益主要可分為 3 個層面，包括經濟層面、環境層面、社會層面(包含交通路網可及性)。
- 經濟層面的外部效果指的是交通建設對該區域的商品與服務、勞動就業、土地不動產、區域產業經濟所產生的影響衝擊。
 - 經濟層面的影響衝擊雖然可以透過市場價格的變化加以衡量，但因經濟市場間相互影響的複雜關係往往造成評估效益的重複計算。
- 環境層面的外部效果雖然都是非市場價值的項目，但經過適當的貨幣化評估後，也能有效反映出外部效果的衝擊程度。
 - 絕大多數交通建設經濟效益評估手冊所界定的貨幣化評估外部

效益項目集中在環境層面的噪音、空氣污染、與二氧化碳排放。

- 社會層面(包含交通路網可及性)的外部效益項目大多屬於非市場價格，且目前尚無統一的評估方法，大多僅能量化或定性說明。

6.12 軌道建設計畫的外部效益—經濟層面外部效益

- 經濟層面的外部效益可分為施工建造階段與營運階段。

6.12.1 施工建造期間經濟外部效果

- 施工期間的經濟外部效果指的是政府投入建設資金，藉由公路基礎建設的建造所創造出來的就業機會與相關的所得效果。
- 在「充分就業」的條件下，由於公共投資經費具有排擠與移轉的效果；且同類型的交通建設計畫透過相同的產業關聯矩陣表所評估得出的擴大就業與促進投資的乘數效果相同。
- 在「未充分就業」的條件下，施工建造階段由政府挹注的建設資金會促進短期的就業效果，並且透過產業關聯促成經濟發展的目標。

6.12.2 施工建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用

- 可參考第四章第 4.13.2 節。

6.12.3 營運期間誘發旅次的經濟外部效果

- 營運階段的經濟外部效果包括運輸服務產業創造出來的就業與相關產業效果以及用路人所創造出來的區域產業經濟繁榮。
- 在公路建設計畫完成後，可能會促使該公路所聯通的區域旅次運量增加：
 - 商務洽公旅次與上班通勤旅次對於交通運輸的需求彈性相當低，其所創造出來的經濟外部效果絕大多數是屬於區域間的移轉效果，而非社會總效益的增加。
 - 休閒購物旅次對於交通運輸需求的彈性較高，休閒購物誘發旅

次所創造的產業關聯效果並不會被區域間的移轉效果相抵銷，而是屬於額外創造出來的產業經濟效益。

6.12.4 營運建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用

- ① 基本方案之下的 OD 總旅次量為 $P_{OD}^{w/o}$ ，在軌道建設方案之下的總旅次量為 P_{OD}^w ，因此可計算出軌道建設計畫的新增旅次為 $P_{OD}^w - P_{OD}^{w/o}$ 。
 - ② 將軌道建設計畫的新增誘發旅次 $[P_{OD}^w - P_{OD}^{w/o}]$ 乘上休閒購物的比例 R_r ，即為軌道建設計畫的實際誘發旅次 $\Delta X = [P_{OD}^w - P_{OD}^{w/o}] \times R_r$ 。
 - ③ 將誘發旅次 ΔX 乘上休閒購物旅次相對應的產業關聯參數，即可計算出軌道建設計畫的經濟外部效果。
- 這些經濟外部效果已經扣除區域間的移轉效果，但是將勞動市場、產品市場、以及土地市場的誘發效果與互動影響全部考量整合在內，因此不會有重複計算的問題。
 - 產業關聯參數代表的是每一誘發旅次透過產業關聯所帶動的商品與勞動服務銷售提升、勞動就業機會擴大、與土地價值提升等經濟外部效果。

6.12.5 產業關聯模型的實證應用討論

- 請參考第 4.13.5 節。

6.12.6 軌道建設計畫經濟外部效益流量的年度物價調整

- 軌道建設計畫的經濟外部效益評估公式中，貨幣化評估參數—產業關聯參數必須隨著年度時間調整。
- 產業關聯參數(元/每人每年)是以軌道建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則產業關聯參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的產業關聯參數乘上當年度休閒誘發旅次，即為當年度

的經濟外部效益貨幣化評估值。

6.12.7 各年度經濟外部效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的肇事成本節省效益與第 $n+m$ 年度的肇事成本節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

6.12.8 軌道建設計畫各年度經濟外部效益流量的折現值

- 軌道建設計畫各年度經濟外部效益評估流量折算為評估基準年的折現值；

$$= EXIO_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = EXIO_t \times DF_t$$

；其中 $EXIO_t$ 代表第 t 年的經濟外部效益評估值

； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度經濟外部效益流量折現值輸入格式：

表 6-23 各年度經濟外部效益流量折現值計算公式表

評估期間	年度	經濟外部效益流量 $EXIO_t$	折現因子 DF_t	經濟外部效益折現值 $PV(EXIO_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$EXIO_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$EXIO_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$EXIO_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$EXIO_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$EXIO_M$	$1/(1+r)^M$	$EXIO_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$EXIO_E$	$1/(1+r)^E$	$EXIO_E \times [1/(1+r)^E]$

6.13 軌道建設計畫的外部效益—環境層面外部效益

- 軌道運輸建設計畫的環境外部衝擊來源。

表 6-24 軌道運輸建設計畫環境外部衝擊來源表

	軌道運輸建設計畫	
	軌道基礎建設	軌道運輸使用者
噪音與震動	施工期間的噪音	軌道沿線列車行駛產生噪音及震動
空氣污染	施工期間的空氣污染(以煙塵為主)	柴油火車行駛會產生 CO、SO ₂ 、NO _x 、微粒物質等地區性空氣污染，電力火車則不會。
氣候變遷		柴油火車行駛會直接排放 CO ₂ ，電力火車需視發電來源而定
水資源	軌道與隧道開闢破壞地表水及地下水文或改變河道	
土地資源	軌道基礎結構之土地取得；軌道與車站建設之土方移除	
固體廢氣物	軌道工程所產生的碎石及廢土、廢棄車輛	
生物多樣性	軌道開闢對野生動植物棲息地的隔離與破壞	
自然景觀	軌道開闢破壞草原、森林、溪流景觀	
歷史古蹟	軌道或車站用地侵入歷史古蹟	

- 軌道建設計畫的空氣污染環境外部效果不予評估。

6.13.1 二氧化碳排放的環境外部效果評估

- 空氣污染與溫室氣體的本質並不相同
 - 二氧化碳並非有毒的污染氣體，而是屬於會破壞臭氧層，形成溫室效應，造成全球氣候變遷的溫室氣體，因此二氧化碳排放的問題屬於全球性的環境污染問題。
- 二氧化碳排放 CO₂ 的排放參數建議值請參考第 3.8.4 節至第 3.8.5 節。
- 二氧化碳排放 CO₂ 的污染損害參數建議值請參考第 3.8.6 節。
- 軌道建設計畫的二氧化碳排放主要來自柴油火車或電力火車能源使用，其中電力能源不論是來自核能、太陽能、火力發電、或煤油發電，同樣都會產生二氧化碳排放的問題。

6.13.2 軌道建設計二氧化碳排放外部效益的計算公式

- ① 推估算基本方案 vs. 軌道建設計畫的延人公里變化

$$= \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)]$$

……………所有站點的總延人公里變化。

- ② 計算軌道建設計畫造成的二氧化碳排放量變化

$$= \text{延人公里變化} \times \text{二氧化碳排放參數(噸/延人公里)}$$

$$= \{ \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)] \} \times \text{CORail}$$

CORail 代表軌道運輸的二氧化碳排放參數(噸/延人公里)

- ③ 計算二氧化碳排放外部效益貨幣化評估值

$$= \text{延人公里變化} \times \text{二氧化碳排放參數(噸/延人公里)} \times \text{二氧化碳損害參數(元/噸)}$$

$$= \{ \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})]$$

$$- \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)] \} \times \text{CORail} \times \text{C0} ; \text{C0 代表每噸二氧化碳排放的貨幣化評估值(元/噸)}。$$

- 上式第③步驟所計算得出的結果若為正值，代表二氧化碳排放減少，計為「正值」的二氧化碳排放減少外部效益。
- 上述第③步驟所計算得出的結果若為負值，代表二氧化碳排放增加，計為「負值」的二氧化碳排放減少外部效益。

6.13.3 軌道建設計畫環境外部效益流量的年度物價調整

- 軌道建設計畫的環境外部效益評估公式中，二氧化碳損害貨幣化評估參數必須隨著年度時間調整。
- 二氧化碳損害參數(元/噸)是以軌道建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則二氧化碳損害參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的二氧化碳損害參數乘上當年度的延車公里節省以及二氧化碳排放參數，即為當年度的二氧化碳外部效益貨幣化評估值。

6.13.4 各年度環境外部效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的環境外部效益與第 $n+m$ 年度的環境外部效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

6.13.5 軌道建設計畫各年度環境外部效益流量的折現值

- 軌道建設計畫各年度環境外部效益評估流量折算為評估基準年的折現值；

$$= EXEN_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = EXEN_t \times DF_t$$

；其中 $EXEN_t$ 代表第 t 年的環境外部效益評估值

； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度環境外部效益流量折現值輸入格式：

表 6-25 各年度環境外部效益流量折現值計算公式表

評估期間	年度	二氧化碳排放減少效益流量 $EXEN_t$	折現因子 DF_t	二氧化碳排放減少效益折現值 $PV(EXEN_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$EXEN_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$EXEN_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$EXEN_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$EXEN_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$EXEN_M$	$1/(1+r)^M$	$EXEN_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$EXEN_E$	$1/(1+r)^E$	$EXEN_E \times [1/(1+r)^E]$

6.14 軌道建設計畫的外部效益—社會層面外部效益

- 扣除經濟與環境層面的外部效益以外，軌道基礎建設的基礎設施本身對於社區格局、區域景觀、路網聯通、土地利用規劃等層面都會造成衝擊影響。
 - 例如軌道建設對水資源、生物棲息、自然景觀、歷史古蹟、街道格局、社區整合、社會服務、偏遠地區聯絡等，都可能造成某種程度的影響。

- 這些社會層面外部效果通常無法以貨幣化的數據來衡量，無法建立通則性的參數，以作為實務操作的評估方法。
- 社會層面外部效果的評估可採取「評分」，透過專家會議將評分標準設立後，以表格呈現。

第七章 航空建設計畫的經濟效益評估

本章將針對航空機場建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的評估方法與評估步驟進行詳細的說明。至於詳細的文獻探討與彙整分析內容已詳述在「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

7.1 航空機場建設計畫的基本資料

7.1.1 航空運輸的定義

- 狹義之航空運輸業係指經營定期商業航空客、貨、郵件之民用航空業。
 - 依照主計處第 8 次修訂之中華民國行業標準分類系統，航空運輸業亦可區分為民用航空運輸業(Civil Air Transportation)、普通航空業(General Aviation)。

7.1.2 航空運輸的分類

- 以營業性質來劃分，常見的航空運輸分類項目可分為：
 - 民用航空運輸(又稱商務航空，Commercial Aviation)；
 - 普通航空運輸業(從事空中遊覽、勘察、測照、消防搜尋、救護、拖吊、噴灑及其他經專案核准)。
 - 商業航空(不定期、依客戶需求提供專屬之飛行服務)、
 - 其他飛行(包括工業、農牧業、林業、公務、通勤、體育和娛樂等方面的飛行)。
- 以飛航的路線與市場來劃分，臺灣航空業市場可分為：
 - 國際航線，由華航及長榮航空主導，
 - 國內航線，以遠東、華信等小型航空公司為主。
- 對應於飛航路線的分類，航空運輸的基礎建設—機場主要可分為：
 - 本島機場，又可分為國際機場、國內機場，
 - 離島機場則只有國內機場。

7.1.3 航空機場建設的特性

- 航空建設主要指的是機場整體建設，包括硬體或軟體機場設施，以及聯外交通系統。
 - 航空建設計畫有別於公路、鐵路，並沒有「路線」的建設。
 - 機場聯外接駁交通系統建設可參考第五章與第六章之公路和軌道建設的作業規範。

7.2 航空機場建設計畫的成本評估

7.2.1 成本評估的基本概念

- 航空機場建設計畫的「成本」指的是航空機場基礎建設計畫所使用的社會資源的機會成本。

7.2.2 增額成本的估算原則

- 交通建設計畫成本效益分析中的成本與效益，指的是「增額成本」(Incremental Cost)與「增額效益」(Incremental Benefits)。
- 「增額成本」(Incremental Cost)指的是未實施航空機場建設計畫(基本方案或零方案) vs. 實施航空機場建設計畫(方案壹)的成本差額。
- 航空機場建設成本
 - = 實施航空機場建設計畫(方案壹)的成本
 - 未實施航空機場建設計畫(基本方案或零方案)的成本

7.3 航空機場建設計畫的成本評估項目

7.3.1 航空機場建設計畫的生命週期階段—規劃階段

- 規劃與設計成本(Preliminary Planning and Design)：
 - 機場航空站整體規劃藍圖，所必要之規劃設計、顧問費用，占航空運輸建設成本之一定比例。

7.3.2 航空機場建設計畫的生命週期階段—施工階段

- 建造成本(Construction Cost)
 - 土木工程成本—以機場結構工程為主體，包含整地排水、跑道、滑行道、道路、停車場、客運機坪、隔夜機坪、維修機坪、滑行道跨越橋及其他相關工程項目。
 - 建築工程成本—包含客運站屋、貨運站屋、維修棚場、消防站、塔臺、區臺、航警局、員工宿舍及其他相關工程項目。
 - 機電設備成本—包括航線空調及衛生消防工程、航廈電機工程、航廈中控工程、航廈電梯工程、空橋、機械設備、儲油及輸油工程等。
 - 助導航、通訊及氣象設施成本—包括定位台、滑降台、測距儀、進場燈、跑道、燈光系統、通訊系統、氣象系統、雷達及其他相關工程。
 - 雜項工程成本—包括污水處理廠、垃圾焚化爐、圍牆工程、景觀工程及其他相關工程。
- 土地取得成本(Right-of-Way Acquisition and Preparation)：
 - 指的是土地購置、徵收費、作物清除補償費、用地拆遷補償費、地質土壤改善費用。
 - 如果機場建設用地是政府閒置土地的無償撥用，應當計入土地的市價。
 - 如果是向地主徵收，則必須計入徵收的土地價格；土地市價可依據土地公告現值來計算。

7.3.3 航空機場建設計畫的生命週期階段—營運階段

- 營運與維修成本(Operating & Maintenance Cost)
 - 維修成本—包括各項設施之維修贍養費用。
 - 業務費用—包含文具、郵電、印刷、保險及其他業務相關費用。
 - 人事費用—包含薪資、工作及考績獎金、退休及資遣撫卹等費用。
 - 行政管理費—包括機場營運等行政管理費。

□ 重置成本—包含設備的重新購置支出。

7.3.4 航空機場建設計畫的生命週期階段—結束階段

- 結束階段的詳細成本項目可參考第五章第 5.3.5 節與第六章第 6.3.5 節。
- 結束階段可能計入的成本為場地重建、清運成本。一般而言，航空建設營運期限長，甚至無限期，不可估計，故在經濟效益評估中，大都忽略此階段之成本。

7.4 航空機場建設計畫成本流量輸入的範例說明

7.4.1 「新建型」航空機場建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」軌道工程建設的成本
 = 新建航空機場建設計畫(壹方案)的成本
 - 未新建航空機場建設計畫(基本方案或零方案)的成本
 = 航空機場新建工程的全額成本(Full Cost)。
- 新建型軌道建設計畫的成本輸入格式(詳表 7-1)：
 - 各階段成本詳細內容與輸入項目可參考第 5.3 節。

表 7-1 新建型軌道建設計劃成本輸入表

評估期間		生命週期成本		
	年度	規劃階段成本	施工階段成本	營運階段成本 與結束階段成本
規劃期間	t=0			
	t=1	XXX		
	t=2	XXX		
	...	XXX		
	t=P	XXX		
施工期間	t=P+1		XXX	
	t=P+2		XXX	
	...		XXX	
	t=S		XXX	
營運期間	t=S+1			XXX
	t=S+2			XXX
	...			XXX
	t=M			XXX
結束期間	t=E			XXX

7.4.2 「改善型」軌道建設計畫的成本流量輸入範例

- 「改善型」航空機場工程建設的成本
 = 改善航空機場建設計畫(壹方案)的成本
 — 未改善航空機場建設計畫(基本方案或零方案)的成本
 = 航空機場改善工程相較於原始狀況的增額成本(Incremental Cost)。
- 改善型航空機場建的成本輸入格式：

表 7-2 改善型航空機場建設成本輸入表

評估期間		生命週期成本		
	年度	規劃階段成本	施工階段成本	營運階段成本 與結束階段成本
規劃期間	t=0			
	t=1	XXX		
	t=2	XXX		
	...	XXX		
	t=P	XXX		
施工期間	t=P+1		XXX	
	t=P+2		XXX	
	...		XXX	
	t=S		XXX	
營運期間	t=S+1			XXX
	t=S+2			XXX
	...			XXX
	t=M			XXX
結束期間	t=E			XXX

- ☐ 各階段成本詳細內容與輸入項目可參考第 5.3 節。
- ☐ 改善型航空機場建設計畫指的是既有的航空機場建設在營運一段時間以後再進行改善工程的計畫。
- ☐ 改善型航空機場建設計畫的營運維修成本指的是機場改善完工後重新開始營運，政府維持機場營運運作所需支付的成本相較於未改善狀態下的營運維修成本的增額成本(Incremental Cost)。
- ☐ 民航業者的運輸服務成本變動列入使用者效益的營運成本節省效益，而非成本項目。
- ☐ 在不確定狀況下，結束成本不予輸入。

7.4.3 「新建＋改善型」航空機場建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」航空機場建設計畫與「改善型」航空機場建設計畫可同時存在。
- 「新建型」航空機場建設路段適用於第 7.4.1 節的成本輸入範例。
- 「改善型」航空機場建設路段適用於第 7.4.2 節的成本輸入範例。

7.5 航空運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現

7.5.1 航空運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整

- 從航空機場建設計畫的規劃期間、施工期間、營運期間、到營運結束的各年度成本評估可分為基期幣值與當期幣值。
- 基期幣值是以評估基準年當年度的物價水準作為各年度成本流量評估的基準。
- 當期幣值是以各年當年度的物價水準作為成本流量評估的基準，因此，在基準年之後各年度的成本流量必須依據物價上漲率與工資上漲率的預估進行調整。
- 假設成本評估所設定的物價上漲率為 2%，則軌道建設計畫的成本項目中有關原物料、資本、設備方面的成本當期幣值必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 假設成本評估所設定的工資上漲率為 2%，則航空機場建設計畫的成本項目中有關勞動與人力資源方面的成本當期幣值必須隨著工資上漲率逐年向上調整 2%。
- 通常工資上漲率會隨著物價上漲的比率調整，因此，工資上漲率可與物價上漲率設定為同一預估值。
- 有關物價上漲率的參數設定建議值請參考第 4.2.3 節。

7.5.2 航空運輸建設計畫各年度成本流量的折現

- 航空機場建設計畫成本評估流量在不同年度的基期幣值與當期幣值無法作為比較，必須折算為同一基準年的基期幣值與當期幣值。
- 航空機場建設計畫各年度成本評估流量折算為評估基準年的折現值，其計算公式為：

$$\text{第 } t \text{ 年成本折現值} = Cost_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = Cost_t \times DF_t$$

；其中評估基準年為第 0 年

$$\text{； } DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)： } DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

- 各年度成本流量折現值輸入格式：

表 7-3 各年度成本流量折現值計算公式表

評估期間	年度		成本流量 $Cost$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PV Cost_t$
規劃期間	t=0	評估基準年			
	t=1		$Cost_1$	$1/(1+r)^1$	$Cost_1 \times DF_1$
	t=2		$Cost_2$	$1/(1+r)^2$	$Cost_2 \times DF_2$

	t=P		$Cost_P$	$1/(1+r)^P$	...
施工期間	t=P+1		$Cost_{P+1}$	$1/(1+r)^{P+1}$	...
	t=P+2		$Cost_{P+2}$	$1/(1+r)^{P+2}$	...

	t=S		$Cost_S$	$1/(1+r)^S$	...
營運期間	t=S+1		$Cost_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	...
	t=S+2		$Cost_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	...

	t=M		$Cost_M$	$1/(1+r)^M$	...
結束期間	t=E		$Cost_E$	$1/(1+r)^E$	...

7.5.3 航空運輸建設計畫評估基準年折現值的調整

- 評估基準年折現值的調整方式可參考第五章第 5.6.3 節或第六章第 6.6.3 節。

7.6 航空運輸建設計畫的使用者效益範疇

- 航空機場建設計畫的使用者效益乃是利用生產者剩餘與消費者剩餘的觀念來衡量社會福利。
- 航空運輸建設計畫使用者效益實務評估的項目解析：

表 7-4 航空運輸建設計畫使用者效益實務評估項目表

	使用者效益				
	消費者剩餘			生產者剩餘	
公共運輸(航空客運或貨運)	旅行時間節省	票價支出變動	肇事成本節省	票價收入變動	運輸服務營運成本節省

- 航空機場建設的使用者可分為 2 類：
 - ☐ 旅客運輸—客用航空的旅客。
 - ☐ 貨物運輸—貨機的運輸貨物。
- 航空機場建設的使用者效益可分為消費者剩餘與生產者剩餘。
 - ☐ 消費者剩餘反映在旅行時間節省與肇事成本節省 2 個項目。
 - ☐ 消費者搭乘大眾運輸的票價支出與運輸服務業者的票價收入會相互抵銷。
 - ☐ 民航業者的營運成本變動歸屬於生產者剩餘，以「運輸服務營運成本節省」的效益項目呈現。

7.7 航空運輸建設計畫的使用者效益—旅行時間節省

7.7.1 航空運輸建設計畫旅行時間節省的影響範圍

- 航空機場建設計畫改善交通狀況，可促使旅客或貨物旅行時間節省，稱為「旅行時間節省效益」。

- 航空運輸建設計畫所可能影響的路網與運具：

表 7-5 航空運輸建設計畫可能影響路網與運具表

	都會區 公路私人 運輸路網	都會區 公車運輸 系統	捷運 大眾運輸 系統	城際 公路私人 運輸路網	城際 客運運輸 系統	臺灣 鐵路運輸 系統		高速 鐵路運輸 系統	航空 運輸系統	
						客運	貨運		客運	貨運
航空運輸建設計畫				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

7.7.2 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—旅客運輸

① 推估基本方案(Without Project)之下航站點間 mn 的旅行時間 $T_{mn}^{w/o}$

② 推估航空機場建設計畫(With Project)之下航站點間 mn 的旅行時間 T_{mn}^w

③ 將①與②相減，

可得出航站點間 mn 的旅行時間節省 = ① - ②

$$TTS_{mn} = (T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)$$

.....每旅次旅行時間節省(分鐘/旅次)。

④ 每旅次旅行時間節省×航站點間 mn 的旅次運量

$$= TTS_{mn} \times \text{平均運量}$$

$$= [(T_{mn}^{w/o}) - (T_{mn}^w)] \times [(P_{mn}^{w/o}) + (P_{mn}^w)] / 2$$

.....二分之一法則。

⑤：將各航站點間的旅行時間節省相加總

= 所有航站點的旅行時間節省

$$=\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o})-(T_{mn}^w)] \times [(P_{mn}^{w/o})+(P_{mn}^w)]/2\}$$

.....延人分鐘。

- ⑥ 將⑤的計算結果分別乘上航空旅客的時間價值參數(V_A)，即可將旅行時間價值加以貨幣化，計算結果＝旅客的旅行時間節省效益

$$=\{\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o})-(T_{mn}^w)] \times [(P_{mn}^{w/o})+(P_{mn}^w)]/2\}\} \times V_A。$$

- 航空旅客的旅行時間價值參數 V_A 可參考第三章參數說明。

7.7.3 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益的計算公式—貨物運輸

- ① 推估基本方案(Without Project)之下航站點間 mn 的旅行時間 $T_{mn}^{w/o}$ 。

- ② 推估航空機場建設計畫(With Project)之下航站點間 mn 的旅行時間 T_{mn}^w 。

- ③ 將①與②相減，可得出航站點間 mn 的旅行時間節省

$$=① - ②$$

$$TTS_{mn}=(T_{mn}^{w/o})-(T_{mn}^w)$$

.....每噸貨物旅行時間節省(分鐘/噸)。

- ④ 每噸貨物旅行時間節省×站點間 mn 的貨物運量

$$=TTS_{mn} \times \text{平均運量}$$

$$=[(T_{mn}^{w/o})-(T_{mn}^w)] \times [(K_{mn}^{w/o})+(K_{mn}^w)]/2$$

..... 二分之一法則。

- ⑤ 將各航站點間的貨物旅行時間節省相加總

$$=\text{所有站點的旅行時間節省}$$

$$=\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o})-(T_{mn}^w)] \times [(K_{mn}^{w/o})+(K_{mn}^w)]/2\}$$

.....延噸分鐘。

- ⑥ 將⑤的計算結果分別乘上應用的時間價值參數(V_K)，即可將旅行時間價值加以貨幣化，計算結果＝貨物旅行時間節省效益

$$=\{\sum_{mn} \{[(T_{mn}^{w/o})-(T_{mn}^w)] \times [(K_{mn}^{w/o})+(K_{mn}^w)]/2\}\} \times V_K。$$

- 貨物旅行時間價值參數 V_K 乃是依據每噸貨物的價值在 1 年內能夠提供的報酬率，換算為分鐘後所得出的結果；可參考第四章參數研擬與說明。

7.7.4 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益評估的資料輸入介面

- 航空運輸的運量資料(基本方案/Without Project)輸入介面：

表 7-6 航空運輸運量輸入(基本方案/Without Project)表

站點識別碼	站點識別碼	站點間的距離(公里)	站點間的旅行時間(分鐘)	站點間的旅次(人次)	站點間的貨物(噸數)
m	n	L_{mn}	$V_{mn}^{w/o}$	$P_{mn}^{w/o}$	$Y_{mn}^{w/o}$
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

- 航空運輸的運量資料(軌道建設計畫/With Project)輸入介面：

表 7-7 航空運輸運量(軌道建設計畫/With Project)輸入表

站點識別碼	站點識別碼	站點間的距離(公里)	站點間的旅行時間(分鐘)	站點間的旅次(人次)	站點間的貨物(噸數)
m	n	L_{mn}	T_{mn}^w	P_{mn}^w	Y_{mn}^w
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

- 航空機場建設所連接的 K 個航站點，可分別列出 $m-n$ 的航站點間運量資料，航站點 m 與航站點 n 之間的距離為 L_{mn} 。
- 在基本方案下，航站點 m 與航站點 n 之間的旅行時間為 $T_{mn}^{w/o}$ ，旅客運輸的運量資料為 $P_{mn}^{w/o}$ ，貨物運輸的運量資料 $Y_{mn}^{w/o}$ ；

- 在航空建設計畫下，航站點 m 與航站點 n 之間的旅行時間為 T_{mn}^w ，旅客運輸的運量資料為 P_{mn}^w ，貨物運輸的運量資料 Y_{mn}^w 。

7.7.5 航空運輸建設計畫旅行時間節省效益流量的年度物價調整

- 航空機場建設計畫的旅行時間節省效益評估公式中，貨幣化評估參數—旅客與貨物的時間價值必須隨著年度時間調整。
- 時間價值參數(元/分鐘)是以機場開始營運當年度的物價水準作為計算的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則時間價值參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的時間價值乘上當年度的旅行時間節省，即為當年度的旅行時間節省效益貨幣化評估值。

7.7.6 各年度旅行時間節省效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的旅行時間節省效益與第 $n+m$ 年度的旅行時間節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

7.7.7 航空運輸建設計畫各年度旅行時間節省效益流量的折現值

- 航空機場建設計畫各年度旅行時間節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值：第 t 年旅行時間節省效益折現值

$$= TTSV_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = TTSV_t \times DF_t$$

；其中 $TTSV_t$ 代表第 t 的旅行時間節省效益評估值

； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度旅行時間節省效益流量折現值輸入格式：

表 7-8 各年度旅行時間節省效益流量計算公式表

評估 期間	年度	旅行時間節省 效益流量(當 期幣值) $TTSV$	折現因子 DF_t	旅行時間節省效益 折現值 $PV TTSV_t$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$TTSV_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$TTSV_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$TTSV_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$TTSV_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$TTSV_M$	$1/(1+r)^M$	$TTSV_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$TTSV_E$	$1/(1+r)^E$	$TTSV_E \times [1/(1+r)^E]$

7.8 航空運輸建設計畫的使用者效益—肇事成本節省

7.8.1 肇事成本的定義與參數應用

- 肇事成本的定義請參考第四章第 4.5 節。
- 肇事率參數建議值請參考第 4.5.5 節。
- 各種肇事類型(死亡、受傷、財產損失)的肇事成本參數建議值請參考第 4.4.5 節與第 4.4.6 節。

7.9 航空運輸建設計畫的使用者效益—營運成本節省 效益

7.9.1 航空運輸建設計畫的營運成本節省效益

- 航空運輸的服務業者指的是各家公營或私營的航空公司，其收入來源來自於乘客消費者所支出的票價。
- 目前國內的航空業者必須經過政府的管制，一般企業無法隨意進入經營，因此其產業競爭型態屬寡占。

- 航空運輸服務業者的營運成本項目：

表 7-9 航空運輸服務業者營運成本項目表

成本分類	成本項目
直接旅客服務費用	旅客餐點、旅客用品、旅客保險
間接旅客服務費用	薪津、辦公費用、運輸費用、稅捐、財務費用、招考訓練等
飛行組員費用	飛行組員津貼、飛行組員加給、飛行組員差旅費、飛行組員餐點、人事費用、保險費、招考會議費
油料	飛機用燃油、飛機用機油
直接修護費用	修護薪津、外修費用、修護材料
間接修護費用	間接人員薪津、其他
直接場站及運務費用	機場勤務費、場站使用費
間接場站及運務費用	薪津、其他
空服員費用	空服員津貼、飛行加給、旅費、餐點、腎費用、保險費、招考及會議費
保險	飛機機體保險、兵險、第 3 責任險、
折舊／租金	飛機引擎折舊、其他設備折舊
營業費用	薪津、佣金、其他
管理費用	薪津、其他

- 當航空機場建設計畫完工後，對於航空運輸服務業者的效益在於營運效率提高、維修成本降低、貨物轉運成本降低、設備汰換的頻率降低、或者是飛航安全提高等，這些效益全部計入業者營運成本節省的效益項目中。
- 航空機場建設完成後會使航空運輸服務業者的成本變動，若業者成本減少應計為效益的增加，業者成本增加既為效益的減項。

7.9.2 航空運輸服務業者各年度營運成本節省效益流量的折現值

- 航空機場建設計畫各年度營運成本節省效益評估流量折算為評估基準年的折現值：第 t 年營運成本節省效益折現值

$$= OPS_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = OPS_t \times DF_t$$

；其中 OPS_t 代表第 t 年的營運成本節省的評估值

； DF_t 為折現因子(discount factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度營運成本節省效益流量折現值輸入格式：

表 7-10 各年度營運成本節省效益流量折現值計算公式表

評估 期間	年度	營運成本節省 效益流量(當 期幣值) OPS_t	折現因子 DF_t	營運成本節省效益 折現值 $PV(OPS_t)$
	t=0			
營運期間	t=S+1	OPS_{S+1}	$1/(1+r)^{S+1}$	$OPS_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	t=S+2	OPS_{S+2}	$1/(1+r)^{S+2}$	$OPS_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	t=M	OPS_M	$1/(1+r)^M$	$OPS_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	t=E	OPS_E	$1/(1+r)^E$	$OPS_E \times [1/(1+r)^E]$

7.10 航空運輸建設計畫的外部效益範疇

- 航空機場建設計畫的外部效益主要可分為 3 個層面，包括經濟層面、環境層面、社會層面(包含交通路網可及性)。
- 經濟層面的外部效果指的是航空機場建設對該區域的商品與服務、勞動就業、土地不動產、區域產業經濟所產生的影響衝擊。
- 經濟層面的外部效果指的是航空機場建設所產生的噪音、空氣污染、與二氧化碳排放對該區域的影響衝擊。
- 社會層面(包含交通路網可及性)的外部效益項目大多屬於非市場價格，且目前尚無統一的評估方法，大多僅能量化或定性說明。

7.11 航空運輸建設計畫的外部效益—經濟層面外部效益

- 經濟層面的外部效益可分為施工建造階段與營運階段。

7.11.1 施工建造期間經濟外部效果

- 施工期間的經濟外部效果指的是政府投入建設資金，藉由公路基礎建設的建造所創造出來的就業機會與相關的所得效果。
- 施工期間的就業創造效果必須要在「非充分就業」的條件下基於

政府特定的政策才能適用於進行評估。

7.11.2 施工建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用

- 可參考第五章第 5.13.2 節。

7.11.3 營運期間誘發旅次的經濟外部效果

- 航空機場建設營運期間誘發旅次的經濟外部效益侷限於國內運輸路網的運量推估，並未牽涉到國際運輸路線的影響衝擊。
- 從總體經濟的觀點來看，機場建設如果牽涉到國際航線的開通，便有可能會影響到國際對外貿易、投資交流等活動。
 - 評估航空機場建設在國際經濟活動方面的影響衝擊所牽涉的範圍與層面相當廣泛。
 - 針對大規模的航空機場建設計畫，應當以特定專案的方式處理，並且以全國性的生產函數進行推估，以全面性的評估大型航空或機場建設對總體經濟的外部效果。

7.11.4 營運建造期間經濟外部效果—產業關聯模型的應用

- 航空機場建設營運期間誘發旅次的經濟外部效益的評估方法以及產業關聯模型的應用可參考第五章第 5.12.4 節。

7.11.5 產業關聯模型的實證應用討論

- 請參考第 5.13.5 節。

7.11.6 航空運輸建設計畫經濟外部效益流量的年度物價調整

- 航空機場建設計畫的經濟外部效益評估公式中，貨幣化評估參數—產業關聯參數必須隨著年度時間調整。
- 產業關聯參數(元/每人每年)是以軌道建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則產業關聯參數必須隨

著物價上漲率逐年向上調整 2%。

- 將調整過的產業關聯參數乘上當年度休閒誘發旅次，即為當年度的經濟外部效益貨幣化評估值。

7.11.7 各年度經濟外部效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的肇事成本節省效益與第 $n+m$ 年度的肇事成本節省效益計算出來以後，第 n 年至第 $n+m$ 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

7.11.8 航空運輸建設計畫各年度經濟外部效益流量的折現值

- 航空機場建設計畫各年度經濟外部效益評估流量折算為評估基準年的折現值：

$$= EXIO_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = EXIO_t \times DF_t$$

；其中 $EXIO_t$ 代表第 t 年的經濟外部效益評估值

； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度經濟外部效益流量折現值輸入格式：

表 7-11 各年度經濟外部效益流量折現值計換公式表

評估期間	年度	經濟外部效益 流量 $EXIO_t$	折現因子 DF_t	經濟外部效益折現值 $PV(EXIO_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$EXIO_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$EXIO_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$EXIO_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$EXIO_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$EXIO_M$	$1/(1+r)^M$	$EXIO_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$EXIO_E$	$1/(1+r)^E$	$EXIO_E \times [1/(1+r)^E]$

7.12 航空運輸建設計畫的外部效益—環境層面外部效益

- 航空機場建設對環境層面的外部效果主要可分為 2 大部分，
 - 第一，在航空機場基礎設施方面，在施工建造過程與完工後，可能會對水資源、固體廢棄物、生物多樣性、自然景觀、與歷史古蹟造成永久性的破壞。
 - 第二、在航空運輸使用者方面，飛機的飛航會產生噪音、震動、局部空氣污染、與全球性的溫室氣體排放，這些環境污染問題可以隨班次停駛或減少而使污染下降。
- 航空運輸建設計畫的環境外部衝擊來源：

表 7-12 航空運輸建設計畫環境外部衝擊項目表

	航空運輸建設計畫	
	航空基礎建設	航空運輸使用者
噪音與震動	衝擊不大	機場附近航線產生噪音及震動
空氣污染	衝擊不大	飛機飛航產生 CO、SO ₂ 、NO _x 、微粒物質等地區性空氣污染。
氣候變遷	衝擊不大	飛機飛航直接排放 CO ₂ ，造成全球暖化
水資源	由於機場建設而改變地下水位、河流流向及地表排水	衝擊不大
土地資源	衝擊不大	衝擊不大
固體廢棄物	廢棄的航空器材	衝擊不大
生物多樣性	機場開闢對野生動植物棲息地的隔離與破壞	衝擊不大
自然景觀	機場開闢破壞草原、森林、溪流景觀	衝擊不大
歷史古蹟	機場用地侵入歷史古蹟	衝擊不大

- 航空機場建設計畫的噪音與空氣污染環境外部效果不予評估。

7.12.1 二氧化碳排放的環境外部效果評估

- 空氣污染與溫室氣體的本質並不相同。
 - 二氧化碳並非有毒的污染氣體，而是屬於會破壞臭氧層，形成溫室效應，造成全球氣候變遷的溫室氣體，因此二氧化碳排放的問題屬於全球性的環境污染問題。

- 二氧化碳排放 CO₂ 的排放參數建議值請參考第 3.8.4 節至第 3.8.5 節。
- 二氧化碳排放 CO₂ 的污染損害參數建議值請參考第 3.8.6 節。
- 軌道建設計畫的二氧化碳排放主要來自柴油火車或電力火車能源使用，其中電力能源不論是來自核能、太陽能、火力發電、或煤油發電，同樣都會產生二氧化碳排放的問題。

7.12.2 航空運輸建設計二氧化碳排放外部效益的計算公式

① 推估基本方案 vs. 航空機場建設計畫的延人公里變化

$$= \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)].$$

② 計算航空機場建設計畫旅客飛航造成的二氧化碳排放量變化

$$= \text{延人公里變化} \times \text{二氧化碳排放參數(噸/延人公里)}$$

$$= \{ \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (P_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (P_{mn}^w)] \} \times \text{COAir1}$$

；COAir1 代表旅客飛航的二氧化碳的排放參數(噸/延人公里)

③ 計算航空機場建設計畫貨物飛航造成的二氧化碳排放量變化

$$= \text{延噸公里變化} \times \text{二氧化碳排放參數(噸/延噸公里)}$$

$$= \{ \sum_{mn} [(L_{mn}^{w/o}) \times (K_{mn}^{w/o})] - \sum_{mn} [(L_{mn}^w) \times (K_{mn}^w)] \} \times \text{COAir2}$$

；COAir2 代表貨物飛航的二氧化碳的排放參數(噸/延噸公里)

④ 計算航空機場建設計畫飛機起降的二氧化碳排放量變化

$$= \text{飛機起降次數} \times \text{二氧化碳的排放參數(噸/次)}$$

$$= \{ \sum_{m+n} [(\#F_j^{w/o}) - (\#F_j^w)] \} \times \text{COAir3}$$

； $\#F_j^{w/o}$ 代表基本方案下航空站點的飛機起降班次

； $\#F_j^w$ 代表航空機場建設計畫下的航空站點飛機起降班次

；COAir3 代表飛機起降的二氧化碳排放參數(噸/延噸公里)

⑤ 計算二氧化碳排放外部效益貨幣化評估值

$$\text{將} (② + ③ + ④) \text{的計算結果} \times \text{C0}$$

$$= \text{延噸公里} \times \text{元/噸}$$

；C0 代表每噸二氧化碳排放的貨幣化評估值(元/噸)

- 上式第⑤步驟所計算得出的結果若為正值，代表二氧化碳排放減

少，計為「正值」的二氧化碳排放減少外部效益。

- 上述第⑤步驟所計算得出的結果若為負值，代表二氧化碳排放增加，計為「負值」的二氧化碳排放減少外部效益。

7.12.3 航空運輸建設計畫環境外部效益流量的年度物價調整

- 航空機場建設計畫的環境外部效益評估公式中，二氧化碳損害貨幣化評估參數必須隨著年度時間調整。
- 二氧化碳損害參數(元/噸)是以軌道建設開始營運當年度的物價水準作為計算公式的基準。
- 假設效益評估所設定的物價上漲率為 2%，則二氧化碳損害參數必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 將調整過的二氧化碳損害參數乘上當年度的延車公里節省以及二氧化碳排放參數，即為當年度的二氧化碳外部效益貨幣化評估值。

7.12.4 各年度環境外部效益流量的輸入—幾何法的應用

- 第 n 年度的環境外部效益與第 n+m 年度的環境外部效益計算出來以後，第 n 年至第 n+m 年之間各年度的效益評估值可利用「幾何法」計算出數值。

7.12.5 航空運輸建設計畫各年度環境外部效益流量的折現值

- 航空機場建設計畫各年度環境外部效益評估流量折算為評估基準年的折現值

$$=EXEN_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = EXEN_t \times DF_t$$

；其中 $EXIO_t$ 代表第 t 年的環境外部效益評估值

； DF_t 為折現因子(Discount Factor) $DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$

- 各年度環境外部效益流量折現值輸入格式：

表 7-13 各年度環境外部效益流量折現值計算公式表

評估期間	年度	二氧化碳排放減少效益流量 $EXEN_t$	折現因子 DF_t	二氧化碳排放減少效益折現值 $PV(EXEN_t)$
	$t=0$			
營運期間	$t=S+1$	$EXEN_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	$EXEN_{S+1} \times [1/(1+r)^{S+1}]$
	$t=S+2$	$EXEN_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	$EXEN_{S+2} \times [1/(1+r)^{S+2}]$

	$t=M$	$EXEN_M$	$1/(1+r)^M$	$EXEN_M \times [1/(1+r)^M]$
結束年	$t=E$	$EXEN_E$	$1/(1+r)^E$	$EXEN_E \times [1/(1+r)^E]$

7.13 航空運輸建設計畫的外部效益—社會層面外部效益

- 扣除經濟與環境層面的外部效益以外，航空機場基礎建設的基礎設施本身對於社區格局、區域景觀、路網聯通、土地利用規劃等層面都會造成衝擊影響。
 - 例如軌道建設對水資源、生物棲息、自然景觀、歷史古蹟、街道格局、社區整合、社會服務、偏遠地區聯絡等，都可能造成某種程度的影響。
- 這些社會層面外部效果通常無法以貨幣化的數據來衡量，無法建立通則性的參數，以作為實務操作的評估方法。
- 社會層面外部效果的評估可採取「評分」，透過專家會議將評分標準設立後，以表格呈現。

第八章 港埠運輸建設計畫的經濟效益評估

本章將針對港埠建設計畫經濟效益評估過程所牽涉到的評估方法與評估步驟進行詳細的說明。至於詳細的文獻探討與彙整分析內容已詳述在「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」報告中。

8.1 港埠運輸建設計畫的基本資料

8.1.1 港埠運輸的定義

- 港埠為水陸運輸的樞紐，且為水陸運輸的轉運站。港埠的功能主要分為商務、工業及轉運等功能。
 - ☐ 臺灣屬於海島，地處西太平洋樞紐，港埠運輸尤其重要。
 - ☐ 港埠運輸在經營上因投資額巨大且回收期間長，且可能涉及國際化之經營，因此成本效益評估尤其重要。

8.1.2 港埠運輸的分類

- 國內現有的港埠依據其開放的使用對象，可分為六類(詳表 8-1)：
 - ☐ 國際商港
 - ☐ 國際港輔助港
 - ☐ 國內商港
 - ☐ 專用港
 - ☐ 工業專用港
 - ☐ 地方港

表 8-1 臺灣各類型港埠歸納表

國際商港	基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港
國際港輔助港	臺北港、蘇澳港、安平港
國內商港	布袋港、馬公港、福沃港
專用港	深澳港、興達港、永安港
工業專用港	麥寮港、和平港
地方港	箔子寮港、中芸港、白沙港（琉球）富岡港、鎖港、龍門港、南寮港、開元港、料羅港（子感港）、水頭碼頭、九宮碼頭

8.1.3 港埠運輸建設的特性

- 臺灣目前港埠運輸系統和其他路空運輸系統的差異點：
 - 港埠運輸系統幾乎以貨運為主，消費者多為貨運需求者及少數本島離島間旅客。
 - 運輸服務提供者以貨運及倉儲業為主，並且兼營載客服務。
- 港埠建設目前多以整體性規劃為主，並且涉及國際運輸。
 - 港埠及公路運輸系統的基礎設施皆包括道路建設，但港埠的道路建設類型較單純，專指港區內部道路及對外聯通道路。
 - 場站部份包含港區及碼頭的相關建設，控制系統則以整體水上導引系統為主。
- 港埠營運負責提供運具的生產者為民營貨運業者，交通基礎運輸的提供者則為政府。
 - 在進行成本效益分析時，必須要清楚界定成本與效益的項目。
 - 政府對港埠的資本支出必須計入成本的加項，港埠運輸經營業者的支出則計為效益的減項。
- 港埠建設的類型分為新建型及改善型。
 - 新建型即開闢一個新港埠所必須之所有建設。
 - 改善型則為在暨有港埠進行擴建或相關設施之改建。

8.2 港埠運輸建設計畫的成本評估

8.2.1 成本評估的基本概念

- 港埠建設的成本指的是港埠基礎設施提供者對港埠基礎建設增置或改善支出費用，其中港埠基礎設施提供者指的是政府。

8.2.2 增額成本的估算原則

- 交通建設計畫成本效益分析中的成本與效益，指的是「增額成本」

(Incremental Cost)與「增額效益」 (Incremental Benefits)。

- 「增額成本」 (Incremental Cost)指的是未實施港埠建設計畫(基本方案或零方案) vs. 實施港埠建設計畫(壹方案)的成本差額。
- 港埠建設成本
 - ＝實施港埠建設計畫(壹方案)的成本
 - －未實施港埠建設計畫(基本方案或零方案)的成本

8.3 港埠運輸建設計畫的成本評估項目

8.3.1 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—規劃階段

- 規劃與設計成本(Preliminary Planning and Design)：
 - 目前國內的港埠評估設計及規劃費用參考行政院「各機關委託技術顧問機構承辦技術服務要點」第10條建造費用百分比法規定，以直接工程費的固定比率計算規劃調查及工程設計費用。

8.3.2 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—施工階段

- 建造成本(Construction Cost)：
 - 直接工程費用即為業主發包之材料費及施工費用總和，主要包含防波堤、海堤工程、碼頭工程、航道及船席的浚挖、鄰近水域的抽砂填地、護岸、港埠設施、公共設施等。
 - 公共設施包含道路工程、排水與給水工程、污水處理工程、電力及電信工程、照明及消防工程、美綠化工程等。
 - 另外再加上工程保險費及行政業務費等間接工程費用。
- 土地取得成本(Right-of-Way Acquisition and Preparation)

8.3.3 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—營運階段

- 營運與維修成本(Operating & Maintenance Cost)
 - 主要考量維持港埠正常運轉之港灣維護費及外國轉口櫃衍生之營運維護成本。

- 港灣維護費大致包含防波堤、海堤、碼頭、港池疏浚、公共設施等定期及不定期維護費。
 - 各項目估算方法亦以建造階段該項目之一定比例估算；
- 外國轉口櫃之營運維護成本則包含設施機具購置費、機具維護及營運費、管理及人事費等。
 - 機具之購置即為重置成本。
 - 機具維護及營運費以機具購買成本一定比例計算。
 - 管理及人事費則以平均工資上漲率做逐年調整。
- 港埠建設和其他類型交通建設最大之不同處在於港埠整體服務水準提升後，容量的提升使國外商船可能選擇以國內港埠作為轉口櫃。
 - 轉運類型分為運輸型轉運及加值型轉運 2 種。
 - 運輸型轉運的需求量較難估計。
 - 加值型轉運則是在港口設加工廠再轉運出去，對一國收入相當重要且運量較易估計。
 - 轉口必須進行裝貨及拆卸，使港埠賺取 2 次收益，此舉會帶來政府收益增加，包含商港服務費及港灣收入。
 - 商港服務費主要包含噸稅及港工稅，
 - 港灣收入則包含碼頭碇泊費、浮筒費、曳船費、引水費、解帶纜費等。
- 港埠稅捐及港灣收入僅考慮來自「國外」商船業者之收入。
 - 若收自國內商船也者部份，此收入應為移轉不計入成本之減項。
 - 近年來港灣服務逐漸走向公辦民營方式，因此港灣收入應區分為 2 部分。
 - 營運成本部分的計算僅以「國家收入」為考量。
 - 民營部份收入則必須記入使用者效益中的業者營運成本變動項目。

8.3.4 港埠運輸建設計畫的生命週期階段—結束階段

- 結束階段的詳細成本項目可參考第六章第 6.3.5 節與第七章第 7.3.5 節。
- 結束階段包括清運機具及恢復港埠原貌等所有支出，一般來說對總成本影響極小。

8.4 港埠運輸建設計畫成本流量輸入的範例說明

8.4.1 「新建型」港埠運輸建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」港埠建設的成本
＝新建港埠建設計畫(壹方案)的成本
－未新建港埠建設計畫(基本方案或零方案)的成本
＝港埠新建工程的全額成本(Full Cost)。
- 新建型港埠建設計畫的成本輸入格式：

表 8-2 新建型港埠建設計畫成本輸入表

評估期間		生命週期成本		
	年度	規劃階段成本	施工階段成本	營運階段成本 與結束階段成本
規劃期間	t=0			
	t=1	XXX		
	t=2	XXX		
	...	XXX		
	t=P	XXX		
施工期間	t=P+1		XXX	
	t=P+2		XXX	
	...		XXX	
	t=S		XXX	
營運期間	t=S+1			XXX
	t=S+2			XXX
	...			XXX
	t=M			XXX
結束期間	t=E			XXX

□ 各階段成本詳細內容與輸入項目可參考第 5.3 節。

8.4.2 「改善型」港埠運輸建設計畫的成本流量輸入範例

- 「改善型」港埠工程建設的成本

＝改善港埠建設計畫(壹方案)的成本

－未改善港埠建設計畫(基本方案或零方案)的成本

＝港埠改善工程相較於原始狀況的增額成本(Incremental Cost)。

- 改善型港埠建設的成本輸入格式：

表 8-3 改善型港埠建設成本輸入表

評估期間		生命週期成本		
	年度	規劃階段成本	施工階段成本	營運階段成本 與結束階段成本
規劃期間	t=0			
	t=1	XXX		
	t=2	XXX		
	...	XXX		
	t=P	XXX		
施工期間	t=P+1		XXX	
	t=P+2		XXX	
	...		XXX	
	t=S		XXX	
營運期間	t=S+1			XXX
	t=S+2			XXX
	...			XXX
	t=M			XXX
結束期間	t=E			XXX

- ☐ 各階段成本詳細內容與輸入項目可參考第 5.3 節。
- ☐ 改善型港埠建設計畫指的是既有的航空機場建設在營運一段時間以後再進行改善工程的計畫。
- ☐ 改善型港埠建設計畫的營運維修成本指的是港埠改善完工後重新開始營運，政府維持港埠營運運作所需支付的成本相較於未改善狀態下的營運維修成本的增額成本(Incremental Cost)。
- ☐ 在不確定狀況下，結束成本不予輸入。

8.4.3 「新建＋改善型」港埠運輸建設計畫的成本流量輸入範例

- 「新建型」港埠建設計畫與「改善型」港埠建設計畫可同時存在。
- 「新建型」港埠建設路段適用於第 8.5.1 節的成本輸入範例。
- 「改善型」航空機場建設路段適用於第 8.5.2 節的成本輸入範例。

8.5 港埠運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整與折現

8.5.1 港埠運輸建設計畫各年度成本流量的物價調整

- 從港埠建設計畫的規劃期間、施工期間、營運期間、到營運結束的各年度成本評估可分為基期幣值與當期幣值。
- 基期幣值是以評估基準年當年度的物價水準作為各年度成本流量評估的基準。
- 當期幣值是以各年當年度的物價水準作為成本流量評估的基準，因此，在基準年之後各年度的成本流量必須依據物價上漲率與工資上漲率的預估進行調整。
- 假設成本評估所設定的物價上漲率為 2%，則港埠建設計畫的成本項目中有關原物料、資本、設備方面的成本當期幣值必須隨著物價上漲率逐年向上調整 2%。
- 假設成本評估所設定的工資上漲率為 2%，則港埠建設計畫的成本項目中有關勞動與人力資源方面的成本當期幣值必須隨著工資上漲率逐年向上調整 2%。
- 通常工資上漲率會隨著物價上漲的比率調整，因此，工資上漲率可與物價上漲率設定為同一預估值。
- 有關物價上漲率的參數設定建議值請參考第 4.2.3 節。

8.5.2 港埠運輸建設計畫各年度成本流量的折現

- 港埠建設計畫成本評估流量在不同年度的基期幣值與當期幣值無法作為比較，必須折算為同一基準年的基期幣值與當期幣值。
- 港埠建設計畫各年度成本評估流量折算為評估基準年的折現值，其計算公式為：

$$\text{第 } t \text{ 年成本折現值} = Cost_t \times \frac{1}{(1+r)^t} = Cost_t \times DF_t$$

；其中評估基準年為第 0 年

$$; DF_t \text{ 為折現因子(Discount Factor)} DF_t = \frac{1}{(1+r)^t}$$

- 各年度成本流量折現值輸入格式：

表 8-4 各年度成本流量折現值計算公式表

評估期間	年度		成本流量 $Cost$	折現因子 DF_t	成本折現值 $PV Cost_t$
規劃期間	t=0	評估基準年			
	t=1		$Cost_1$	$1/(1+r)^1$	$Cost_1 \times DF_1$
	t=2		$Cost_2$	$1/(1+r)^2$	$Cost_2 \times DF_2$

	t=P		$Cost_P$	$1/(1+r)^P$	...
施工期間	t=P+1		$Cost_{P+1}$	$1/(1+r)^{P+1}$	...
	t=P+2		$Cost_{P+2}$	$1/(1+r)^{P+2}$	...

	t=S		$Cost_S$	$1/(1+r)^S$	...
營運期間	t=S+1		$Cost_{S+1}$	$1/(1+r)^{S+1}$	...
	t=S+2		$Cost_{S+2}$	$1/(1+r)^{S+2}$	...

	t=M		$Cost_M$	$1/(1+r)^M$	...
結束期間	t=E		$Cost_E$	$1/(1+r)^E$	...

8.5.3 港埠運輸建設計畫評估基準年折現值的調整

- 評估基準年折現值的調整方式可參考第五章第 5.6.3 節或第六章第 6.6.3 節。

8.6 港埠運輸建設計畫的使用者效益評估

- 港埠建設計畫的生產者為民營貨運業者，使用者為貨運需求及少數的旅運需求者。
- 港埠建設的使用者效益即建設前後生產者剩餘變動與消費者剩餘變動總和。
- 對於新建型港埠而言，新港埠的建設會使貨運作更有效的分配，使生產者成本下降。
- 改善型港埠建設完成後會使貨運裝卸及轉口速度提升，亦使生產者成本下降。

- 港埠建設的使用者效益評估仍是以國內運輸路網的替代與移轉效果為主。
- 港埠運輸建設所產生的國際進出口貿易、對外投資、產業生產力的影響衝擊。
- 有一部份僅止於港埠間的移轉效果，外溢效果方面也很難以產業關聯表精確衡量。

8.6.1 港埠運輸建設計劃的路網分析

- 由於港埠運輸屬於城際運輸以及國際運輸，因此其替代的路網與航空運輸系統類似。
- 港埠建設會促使陸海空之路網的運具間造成替代之效果，消費者(以貨運為主)在路網間選擇港埠運輸與其他替代路網的決策依據在於考量兩者的旅行成本。

8.6.2 港埠運輸建設計劃的旅行時間節省效益

- 港埠建設的旅行時間節省效益主要是來自於公路貨運車次因港埠建設完成後，就近載運到附近港埠裝運貨櫃進口或出口，因此使得公路貨車運量減少，造成公路路網小貨車與大貨車旅行時間的節省。
- 計算公式可比照前述公路路網，但只需針對大貨車與小貨車的運量進行估算。
- 鐵路貨物與航空貨運的運量雖然也會隨之調整，但因鐵路與航空貨運的站點班次時間固定，因此不須再進一步計算鐵路貨物時間節省效益。
- 在計算旅行時間節省效益時，港埠貨運的時間價值是以貨物運輸的年化報酬率轉化為每噸每小時的貨幣化評估值，再代入運量資料中計算貨物的旅行時間節省。

8.6.3 港埠建設計劃的行車成本節省效益

- 港埠建設的行車成本節省效益主要是來自於公路貨運車次因港埠

建設完成後，就近載運到附近港埠裝運貨櫃進口或出口，因此使得公路貨車運量減少，造成行車成本節省的效益。

- 在評估港埠建設計畫的行車成本節省時，計算公式可比照前述公路路網的大貨車與小貨車行車成本節省效益計算方式。
- 鐵路貨物與航空貨運的運量雖然也會隨之調整，但因鐵路與航空貨運的站點班次時間固定，因此不須再進一步計算鐵路貨物行車成本節省效益。

8.6.4 港埠運輸建設計劃的肇事成本節省效益

- 港埠建設的肇事成本節省效益主要是來自於公路貨運車次因港埠建設完成後，就近載運到附近港埠裝運貨櫃進口或出口，因此使得公路貨車運量減少，造成肇事成本節省的效益。
 - 在評估港埠建設計畫的肇事成本節省時，可依循公路路網的大貨車與小貨車肇事成本節省效益計算方式。
 - 鐵路貨物與航空貨運的運量也會隨之調整，但其中航空貨運的肇事率相當低，因此不予計算。
 - 鐵路貨運的肇事成本節省可依循鐵路貨運延噸公里的變化進一步計算肇事成本的變化。

8.6.5 港埠運輸建設計劃的業者營運成本節省

- 港埠運輸的生產者指的是港埠貨運的相關業者，包括：
 - 港埠的營運業者(The Port Operator)
 - 船舶公司營運業者(The Ship Operator)
 - 從進出口貨物的業者(The Importer and Exporter)。
- 港埠運輸服務業者生產者主要成本包含固定成本及變動成本 2 方面：
 - (1) 固定成本：海運的固定成本又稱船舶費用。
 - 固定成本分為間接固定成本及直接固定成本；
 - 間接固定成本主要包含船舶折舊費、保險費及利息費用；

- 直接固定成本則包含船員費用、船舶維護修理費、船舶檢驗歲修費、物料配件、潤滑油、行政管理費用等。
- (2)變動成本：所有隨船舶營運變動之成本皆稱為變動成本。
 - 對港埠營運生產者而言，主要包括貨物處理費用、燃料費用及船舶進出港埠對港埠設施及裝備有關服務費用。
- (3)轉口櫃業務：港埠建設完成後吸引國外商船轉口對生產者之收益。
 - 包含裝卸費、機械使用費、場租費、過磅費等棧埠收入，使生產者收益增加。
 - 轉口櫃業務同時帶來政府及生產者收入增加，但收入必須分列成本減項及效益加項。
- 港埠建設帶來國外轉口櫃業務對成本效益分析之影響

表 8-5 港埠建設成本效益分析影響項目表

	轉口業務收入者	成本	效益
港埠稅捐	政府	成本減項	無影響
港灣收入	政府	成本減項	無影響
棧埠收入	生產者	無影響	效益加項

8.7 港埠運輸建設計劃的外部效益分析

- 目前國內港埠建設計畫的主要功能在於提供大宗貨物運輸，但其使用者效益主要顯現在國內運輸路網的貨運車次節省。
- 港埠建設計畫所產生的外部效益主要可從經濟層面、環境層面、與社會層面來分析。

8.7.1 港埠運輸建設計畫經濟層面的外部效益評估

- 港埠建設計畫在施工期間所衍生的經濟外部效果主要在於擴大就業、促進投資，但這些外部效果必須要在非充分就業的條件下基於政府特定的政策才能適用於進行評估。
- 在港埠營運期間所產生的外部效果主要在於貨物運輸的效率提高，間接達到進出口貿易、對外投資、與產業生產力的提升。

- 港埠建設的國際經濟活動的影響評估方式應針對大規模的港埠運輸建設計畫，以特定專案的方式處理，並且以全國性的生產函數進行推估。

8.7.2 港埠運輸建設計畫環境層面的外部效益評估

- 港埠建設對環境層面的外部效果主要可分為 2 大部分：
 - 在港埠基礎設施方面，在施工建造過程與完工後，可能會對水資源、土地資源、固體廢棄物、生物多樣性、自然景觀、與歷史古蹟造成永久性的破壞。
 - 在港埠運輸使用者方面，海運會產生全球性的溫室氣體排放，這類環境污染問題可以船舶隨班次停駛或減少而使污染下降。
- 航空運輸與其他代替路網(公路、軌道、航空)之間的使用者(消費者)有相互移轉的效果。
- 港埠運輸建設計畫的環境外部效果必須要考量到的以下多種環境衝擊來源包括：港埠基礎建設、海運運輸使用者、與其他替代路網使用者。
- 港埠建設計畫的環境外部衝擊來源：

表 8-6 港埠建設計畫之環境外部衝擊來源項目分析表

	港埠運輸建設計畫	
	港埠基礎建設	港埠運輸使用者
噪音與震動	衝擊不大	衝擊不大
空氣污染	衝擊不大	衝擊不大
氣候變遷	衝擊不大	海運航線直接排放 CO ₂ ，造成全球暖化
水資源	建造港灣導致水文改變	衝擊不大
土地資源	基礎結構之土地取得，以及港埠設施的廢棄	衝擊不大
固體廢棄物	廢棄船艦	衝擊不大
生物多樣性	港埠開闢對海洋動植物棲息地的隔離與破壞	港埠運輸造成海洋動植物棲息地的隔離與破壞
自然景觀	港埠建設破壞溪流及海洋景觀	衝擊不大
歷史古蹟	港埠用地侵入歷史古蹟	衝擊不大

- 由於港埠用地廣大，且海運航線本身並不會通過市區，因此港埠建設本身噪音影響不大。
 - 港埠多以貨運為主，會替代國內小貨車、大貨車、軌道貨運及航空貨運，但港埠貨運運輸性質和其他貨運性質差異大，港埠貨運中包含許多國際現貨物運輸，因此港埠建設對國內其他貨運運量影響並不大。
 - 港埠建設噪音影響範圍不大，因此本研究建議不須計算。
- 空氣污染性質屬於局部性，港埠建設後港區本身及船舶航行雖然會排放氣體，但離住宅區有一段距離，因此，港埠運輸建設空氣污染部分不須計算。
- 二氧化碳排放不同於空氣污染，為全球性影響，因此港埠建設及海運航線雖未經過人口稠密區，但仍必須計算，其計算方式必須先評估建設完成後港埠及船舶航行新增二氧化碳排放。
 - 港埠建設計畫在二氧化碳排放方面的外部效益(或負效益)主要來自於它減少其他替代路網(公路、軌道或航空)的運量，這些運量減少會同時減少二氧化碳排放量，其評估步驟可比照作業規範第五章、第六章、與第七章的二氧化碳排放評估模式。

8.7.3 港埠運輸建設計畫外部效益評估綜論

- 港埠運輸的特點在於其基礎建設雖然侷限與「點」的層面，但其影響範圍卻可能擴及到國際貿易與國際金融層面。
- 國際經貿的影響層面有一部份屬於區域間的移轉效果，也很難透過既有的產業關聯模型將誘發的經濟外部效果囊括進去。
- 中小規模或改善型的港埠運輸建設，應當著重於國內城際路網的運量評估。
- 新建型的大規模航空機場與港埠運輸建設，牽涉到全球運籌與國際經貿的影響衝擊層面時，應當根據全國性的生產函數評估，以特定專案進行更深入的評估。

附錄 1 交通建設計畫經濟效益評估作業規範問答集

Q&A

1.1 交通建設經濟效益評估的緣起與目的

1.1-1Q：本套作業規範的開發目的為何？

1.1-1A：交通建設計畫經濟效益評估作業規範的目的在於提供客觀、一致性的評估指標，以作為各項交通建設計畫的審議與評選的參考依據。

1.1-2Q：本套作業規範與行政院經建會「公共建設經濟效益評估及財務計畫作業手冊」有何不同？

1.1-2A：經建會所開發的「公共建設經濟效益評估及財務計畫作業手冊」屬於通案性質，可作為國內公共建設計畫經濟效益評估的重要參考依據。但以交通建設而言，由於各類型交通建設計畫的規模不同、性質迥異，不同類別的交通建設得視計畫特性調整效益評估內容，故本套作業規範乃是針對交通運輸特有的領域類型，研擬精確、詳盡、具有可操作性的評估作業規範。

1.1-3Q：本套作業規範的適用範圍為何？

1.1-3A：本套作業規範適用於公路、軌道、航空機場、與港埠交通建設計畫的經濟效益評估。

1.1-4Q：本套作業規範是否有搭配使用的套裝軟體與使用操作說明？

1.1-4A：本套作業規範已開發出相對應的經濟效益評估軟體系統，並且搭配相關的使用操作手冊，可以直接透過電腦上機操作使用。

2.1 交通建設經濟效益評估的理論基礎

2.1-1Q：經濟效益評估與財務評估有何不同？

2.1-1A：詳附表 1

附表 1 經濟評估與財務評估之比較表

經濟評估	財務評估
以公共建設投資的觀點來看，經濟效益評估乃是將交通運輸等公共建設的社會效益減去社會成本。	以傳統的企業投資觀點來看，財務評估乃是將企業投資後的銷售收入減去營運成本以及最初投資成本。
經濟效益評估反映的是影子價格(Shadow Price)或是機會成本 (Opportunity Cost)，並且將其轉化為貨幣化的市場價格，其中並不包含稅或補貼等移轉性支付。	財務評估強調貨幣化的收入與成本，這些成本收入通常具有市場價格。

2.1-2Q：如何界定交通建設計畫的成本與效益？

2.1-2A：(1) 交通建設的成本與效益範疇界定主要是依據交通運輸的供給面與需求面性質來劃分。

(2) 供給面指的是交通基礎建設的提供者，交通建設的「成本範疇」指的是政府出資挹注交通基礎建設的投資成本。

(3) 需求面指的是交通基礎建設的使用者，包括交通建設的消費者與交通運輸服務的生產者。

(4) 交通建設的「效益範疇」涵蓋使用者效益與外部效益。

(5) 使用者效益乃是從需求面推估「消費者剩餘」與「生產者剩餘」。

(6) 外部效益則包含經濟層面的產業關聯效果、環境層面的空氣污染與二氧化碳排放效果、以及其他無法貨幣化的社會層面效果。

2.1-3Q：「交通運輸服務的生產者」與「交通基礎建設的提供者」差別為何？

2.1-3A：(1) 「交通運輸服務的生產者」指的是私人部門(民營)的交通運輸服務單位，例如公車服務業者、客運業者、航空業者、

海運貨櫃業者等；這些業者的利潤變化屬於生產者剩餘，計入效益範疇。

(2) 「交通基礎建設的提供者」則是指政府挹注交通建設資金的單位，例如高速公路建設、軌道建設、機場建設的施工單位；另外，軌道運輸(包括捷運或鐵路)的營運服務與列車購置皆是由政府出資，因此列入

2.1-4Q：外部效益與外部成本如何劃分？社會效益與社會成本的差異為何？

2.1-4A：(1) 外部效益與外部成本屬於一體兩面，指的是交通建設計畫對於第 3 者的影響衝擊，外部效益屬於正面的衝擊，外部成本屬於負面的衝擊。依據本作業規範的設定，交通建設的外部衝擊效果皆列為外部效益的範疇；若為正面的外部效果則外部效益的估算結果為正值，若為負面的外部效果，則外部效益的估算結果為負值。在本作業規範中，沒有「外部成本」的項目範疇，而視為負面的「外部效益」。

(2) 社會效益與社會成本同樣屬於一體兩面的概念，在本作業規範中，社會效益的範疇涵蓋使用者效益與外部效益。社會成本則視為負面的社會效益。

(3) 本作業規範中，所採用的名詞為外部效益，其他名詞不再列入成本效益分析的項目範疇中，以避免混淆。

2.1-5Q：交通建設計畫的消費者剩餘與生產者剩餘如何實際計算？

2.1-5A：(1) 消費者剩餘指的是消費者「願意支付」與「實際支付」之間的差額。由於交通建設可促使旅行時間縮短，其旅行時間節省的價值代表消費者剩餘的變動(請參考作業規範第 2.7.4 點)。其他包括行車成本節省、肇事成本節省等項目也會反映在消費者剩餘中，可分別拆解進行計算。

(2) 生產者剩餘代表交通運輸服務業者的利潤；在實際評估時，生產者剩餘的變化必須反映出交通運輸服務業者的營運成本(Operation Cost)變動，其中營運成本包含業者的行車成本。

2.1-6Q：何謂二分之一法則？在實際案例中，如何應用二分之一法則來評估效益？

2.1-6A：(1) 從社會福利的觀點來看，二分之一法則指的是交通建設計畫促使交通旅行成本節省以及交通運量的變動，造成消費者剩餘的變動以需求曲線來表示，即會形成接近梯形的面積（請參考作業規範第 2.7.4 點）。此一梯形面積的計算公式為： $(\text{上底} + \text{下底}) \times \text{高} / 2$ ，故稱為二分之一法則。

(2) 在實際應用上，必須先透過運量推估模式找出實施 vs. 未實施交通建設計畫的 2 種情境下的交通運量與旅行時間成本，然後將旅行成本差額乘上平均運量，藉此利用二分之一法則計算出消費者剩餘的變化，也就是代表社會福利的變化。

2.1-7Q：成本效益的敏感度分析所代表的意義為何？

2.1-7A：(1) 交通建設的成本效益分析屬於「事前分析」，所有的成本與效益都是事先評估，因會產生不確定性，例如工程建設成本、營運維護成本、交通運量推估等，都可能因為模型推估而產生誤差。另外，天災與人禍可能造成工程延宕，評估時間與規模因而可能產生誤差，因此必須藉助敏感度分析來瞭解評估變數的不確定性對成本效益分析所造成的影響衝擊。

(2) 敏感度分析可以將特定變數的數值上下調整，以瞭解在特定範圍內，成本與效益的不確定對於經濟效益評估結果所產生的衝擊。

(3) 本作業規範所設定的敏感度分析常用變數有 4 個，分別為物價上漲率、折現率、工程建造成本、與時間價值。其他變數也同樣可進行敏感度分析。

(4) 以工程建造成本為例，透過敏感度分析可以瞭解：當工程建造成本上調 10%、20%、或 30%，以及下調 10%、20%、或 30%，對成本效益分析指標包括淨現值與益本比所造成的影響。

(4) 如果敏感度分析的結果顯示，工程建造成本或折現率的變動對於成本效益分析指標的影響不大，代表此一交通建設較

具穩健性(Robustness)，相對來說，如果敏感度分析的結果顯示，，工程建造成本或折現率的些微變動對於成本效益分析指標的影響很大，則顯示此一交通建設計畫較為脆弱，相對來說風險性也較高。

3.1 評估參數研擬的相關問題

3.1-1Q：時間價值參數如何設定？為何依據旅次目的來劃分，而未依據運具種類來劃分？

3.1-1A：(1) 本作業規範所設定的時間價值參數主要是透過全國性的問卷調查以及羅吉特模型的校估而得出的數據，適用於國內經濟效益評估。

(2) 根據實際調查與校估的結果，不同旅次目的的時間價值有顯著的差異，其中商務洽公旅次目的的時間價值明顯高於通勤上班或是休閒購物，此一結果與其他國家評估手冊與研究文獻的結果相吻合。

(3) 根據實際調查與校估的結果，同一旅次目的不同運具的時間價值並未有顯著的差異；不同運具別的時間價值差異主要反映在不同旅次目的的組成比例不同。舉例來說，航空運具的商務洽公旅次比例較高，因此，在航空旅次中旅行時間節省所代表的價值也相對較高，主要原因在於商務洽公旅次比例較高的緣故。

3.1-2Q：產業關聯參數如何設定？是否適用於所有類型的經濟效益評估？

3.1-2A：(1) 產業關聯參數所代表的是每一誘發旅次對交通建設地區每年所產生的經濟外部效果，其中包括交通建設帶來人潮對當地產品市場、勞動市場、與土地市場的經濟提升效果。為了避免不同市場間的經濟外部效果產生重複計算的問題，乃透過產業關聯模型以及行政院主計處所公告的產業關聯表計算設定產業關聯參數，藉以評估經濟外部效果。詳細說明請參考作業規範第 4.6 節。

(2) 產業關聯參數所反映的是休閒誘發旅次所帶來的經濟外部效果，主要理論依據是：商務洽公與上班通勤的需求彈性相當低，受到交通建設開通誘發的效果並不顯著，因此可視為移轉效果。相對來說，休閒購物旅次的需求彈性較高，受到交通建設開通的誘發效果較為顯著，因此，本作業規範所設定的產業關聯參數乃是針對休閒誘發旅次所計算出來的數據。

(3)如果運量推估模型未推估誘發旅次，則產業關聯參數代入所經濟效益評估軟體所計算出來的經濟外部效果為0。換句話說，在本作業規範中，經濟外部效果的評估建構在誘發運量的推估上。如果交通建設對該地區未產生誘發運量，則所有的經濟外部效果皆視為移轉效果，因此不計入經濟效益中。

4.1 各類型建設計畫經濟效益評估的相關問題

4.1-1Q：公路的等級如何劃分？公路等級劃分對經濟效益評估有何影響？

4.1-1A：(1) 公路等級的劃分在每個國家有不同的分類方式，本作業規範依據國內工程顧問公司所慣用的分類方式，分別劃分為：國道、快速道路、省道、縣道、與一般道路(含市區道路與鄉道)，此一分類方式將城際與都會的公路合併，而以公路運輸的功能作為劃分的依據。

(2)不同的公路等級對應到不同的車速與肇事率，對於肇事成本的評估與行車成本的評估有關鍵性的影響，也因此會影響到經濟效益的評估結果。

4.1-2Q：軌道建設的土地騰空價值應當列為成本或效益？應當如何評估其價值？

4.1-2A：(1) 軌道建設的立體化(包括高架化與地下化)，在工程建設完工後軌道沿線會產生騰空土地。由於軌道建設(或其他交通建設)的評估架構中，交通建設土地的「取得」(包括建物的拆遷與土地的徵收)乃是列入土地取得成本，計入施工期間的建

造成本。因此，相對來說，交通建設土地的「釋放」，依據土地所有權的歸屬認定，應當計入交通建設提供者的收入，因此以負成本的方式計入成本範疇中，而非計入效益範疇中。

(2)騰空土地的價值應當以土地本身的機會成本來計算其市場價值，且由於軌道地下化或高架化大多出現在人口密集的都會區或土地價值較高的地區，因此可以透過週邊土地的土地公告現值來推估其騰空土地的價值。

(3)有關土地騰空價值的詳細說明請參考作業規範第 6.3.2 節。

4.1-3Q：軌道建設的肇事事務除了在軌道沿線外，也會經常出現在平交道，本作業規範是否有考量此一部份？

4.1-3A：(1) 本作業規範將軌道的肇事率劃分為軌道沿線與平交道附近 2 類。軌道沿線的肇事率是以延人公里來計算，平交道附近的肇事率則是以平交道的個數來計算。

(2) 一般來說，平交道的肇事僅會出現在鐵路運輸系統中，其他軌道運輸包括都會捷運與高鐵皆不會出現平交道的肇事問題。

4.1-4Q：航空機場建設與港埠建設經常出現聯外道路，如何將這些聯外道路的經濟效益與航空港埠建設的經濟效益相連結？

4.1-4A：航空機場與港埠建設的聯外道路屬於公路建設的部份，可以套入公路建設的經濟效益評估模式中，並且代入運量推估資料。經濟效益的計算結果可與航空港埠建設所計算出來的經濟效益相合併，彼此間並不衝突，也不會有重複計算的問題。

5.1 經濟效益評估軟體操作的相關問題

5.1-1Q：基本資料設定的聯絡電話是否可以寫手機？

5.1-1A：使用者可以聯絡方便為主選擇填寫室內電話或者手機均可。

5.1-2Q：計畫區域類型若是橫跨都會與城際，則應該填寫哪一種？

5.1-2A：計畫區域類型的選擇，建議可視其計畫建設案的主要旅次是以城際運輸或都市接駁為主，設定計畫區域類型為城際或都會。

5.1-3Q：使用者於建設內容所填入的物價上漲率與工資上漲率，系統會自動計算嗎？

5.1-3A：使用者於建設內容所填入的物價上漲率與工資上漲率，均為於匯入成本前，使用者計算成本項目時所採用的參數值，因此系統並不會計算只於建設內容顯示，方便審查者了解計畫成本所使用之參數。

5.1-4Q：營運建設期間若想改變預設值，是否可以？

5.1-4A：本系統目前預設營運期間為 30 年，但使用者仍可以針對計劃特性更改預設值。

5.1-5Q：系統是否可以計算施工期間的干擾問題？

5.1-5A：目前系統仍可以計算施工期間的外部效益，但使用者必須先計算施工期間的效益，將施工期間各年的路網值匯入計算，

5.1-6Q：何謂殘值？一般如何計算與認定計劃案是否需要填入此項成本？

5.1-6A：殘值為土地、設備、與設施在評估期間結束時的市場價值。表示超出評估期間以外設施資產所產生的淨效益，如交通設施資產的殘值、場地清運成本、與土地變現價值。一般而言，由於交通建設評估期間結束通常於評估基準年以後 30 年至 40 年，不確定性非常高，因此殘值在本研究中設定為選擇性的輸入項目，不確定情況不予輸入。

5.1-7Q：土地重建(變現)價值應該如何估計？

5.1-7A：交通建設用地在評估期間結束後，若有土地重建使之具有變現價值，但土地於評估期間內幾乎不會折舊、甚至有可能地價上漲率超過折現率，反而造成未來土地變現價值抵銷掉當前的土地取得成本的不合理現象。因此，本研究將土地變現價值設定為選擇性輸入項目，不確定情況不予輸入。

5.1-8Q：自動幾何運算要何時使用？如果已經按過一次，是否可以再重新按第二次？

5.1-8A：自動幾何運算是將效益年期內所有空格依照幾何法由系統自動補齊，因此使用者應於輸入完所有效益路網值，最後要補

齊所有空白期間時再使用自動幾何運算即可。

5.1-9Q：假設營運期間 30 年，但若無法預期最後一年的值，則應該如何輸入？

5.1-9A：使用者必須至少輸入營運後第 1 年效益與最後一年的效益，但若使用者無法預期最後一年的值，可以先預設為路網值與最後一年可預期者相同；

5.1-10Q：若認為某幾年的運量是以非幾何法成長，則使用者應如何輸入正確的效益值？如營運期間最後 10 年的效益，是否可以用外插的方式計算？

5.1-10A：由於系統自動幾何運算是以幾何法做運算，若使用者認為營運最後幾年運量是以外差法的成長方式，則使用者必須自行先輸入那幾年以外插計算的運量，而不使用自動幾何運算補齊那幾年的效益。

5.1-11Q：圖表比較的結果是否可以列印或存檔？

5.1-11A：本系統多方案圖表比較與敏感度分析圖均無法存檔，使用者只能於圖表內按右鍵選擇列印。

5.1-12Q：參數設定是否可以更改預設值？

5.1-12A：使用者於參數設定可自行修改預設值，但在列印時，報表上會標示哪些預設值已被更改，建議使用者必須要針對更改的預設值提出適當的解釋與說明。

5.1-13Q：基本資料與建設內容是否一旦儲存後便不能再做更動？

5.1-13A：基本資料與建設內容關於年期以及建設類型的部份，因為這些設定值會影響計算結果，因此使用者一旦存檔後，系統便會設定不能再做更動。

5.1-14Q：在使用列印功能時，需注意到哪些問題？

5.1-14A：(1) 在使用列印功能時，必須注意到軟體上所呈現的是屬於直式或橫式畫面，並且在列印時要注意選擇正確的列印方向，即可避免產生列印不完全的問題。

(2) 若需要列印「總表列印」、「基年調整總表列印」、「成本資料列印」、「使用者效益列印」、「外部效益列印」則

請選擇列印方向為『橫印』。

(3) 若需要列印「敏感度比較列印」、「基本資料列印」、「參數列印」則請選擇列印方向為『直印』。

5.1-15Q：在 CSV 匯入格式中一定要輸入車速嗎？

5.1-15A：(1) CSV 匯入格式不一定要輸入車速欄位，此部分主要用於計算行車成本節省效益。

(2) 在計算行車成本節省效益時，系統將透過運量內容自動由系統進行運算，所以使用者可以不用填寫此欄位。

5.1-16Q：若只想測試其他參數敏感度分析可以嗎？

5.1-16A：(1) 系統除了提供 4 個常用的敏感度參數進行敏感度分析外，所有系統內設的參數均可由使用者透過自行更動進行相關敏感度比較分析。

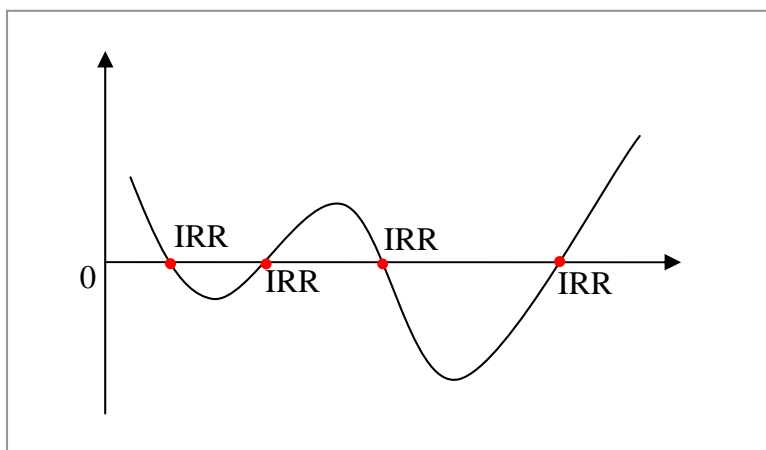
(2) 使用者可以透過主功能表上的「參數設定」進行包括基本參數、使用者效益參數、外部效益參數、歷史物價上漲率等參數敏感度分析。

(3) 值得注意，使用者可以透過另存新檔方式將每個參數變動分析結果以另一個方案方式處理，在將所淤校的結果進行相關分析。

5.1-17Q：為什麼內部報酬率(IRR)會出現不正常的數字？

5.1-17A：(1) 內部報酬率為淨現值(NPV)等於 0 時的折現值。基本上，內部報酬率可能出現非唯一解的情況，系統上即可能產生不正常的數值。

(2) IRR 出現非唯一解的情況在於當各期淨效益(總效益-總成本)出現多個正負符號改變時，則可能產生一個 IRR 解。如附圖 1 所示。



附圖 1 多內部報酬率數值發生情況示意圖