106-201-1376
MOTC-IOT-104-PEB021

都市軌道運輸系統型式發展之研究

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 106 年 11 月

106

都市軌道運輸系統型式發展之研究

交通部運輸研究所

ISBN 978-986-05-3886-1

9 789860 538861

GPN：1010601764

定價 750 元

106-201-1376
MOTC-IOT-104-PEB021

都市軌道運輸系統型式發展之研究

著者：蘇振維、張舜淵、楊幼文、呂怡青、陳昭堯、李書孝、吳雅惠、于新源、王清湑、鍾敦沛、李建昌、許苑、梅舜

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 11 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

都市軌道運輸系統型式發展之研究 / 蘇振維等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民106.11
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-3886-1(平裝)

1.都市交通 2.運輸系統

557 106020307

都市軌道運輸系統型式發展之研究

著　　者：蘇振維、張舜淵、楊幼文、呂怡青、陳昭堯、李書孝、吳雅惠、于新源、王清湣、鍾敦沛、李建昌、許苑、 梅舜

出版機關：交通部運輸研究所

地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)

電　　話：(02)23496789

出版年月：中華民國 106 年 11 月

印 刷 者： 承亞興圖文印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 80 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定　　價：750 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010601764　　ISBN：978-986-05-3886-1 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：都市軌道運輸系統型式發展之研究</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-05-3886-1 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010601764</td><td>運輸研究所出版品編號
106-201-1376</td><td>計畫編號
104-PEB021</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸計畫組
主管：張舜淵
計畫主持人：蘇振維(前任主管)
研究人員：張舜淵、楊幼文、
呂怡青
聯絡電話：(02)23496802
傳真號碼：(02)25450428</td><td colspan="2">合作研究單位：台灣世曦工程顧問股份有限公司
計畫主持人：吳雅惠
計畫督導：陳昭堯
研究人員：李書孝、于新源、王清湋、鍾敦沛、
李建昌、許苑、梅舜
地址：臺北市內湖區陽光街 323 號 9 樓
聯絡電話：(02)87973567</td><td>研究期間

自 104 年 12 月
至 105 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：都市軌道建置門檻；系統評選準則；新型軌道系統；整體路網規劃</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：

「低碳、樂活、永續」環境是每個現代化都市的發展願景，鑑於臺北與高雄捷運興建營運後，在發揮疏運交通功能的同時，也改善沿線周邊都市景觀與環境，其他都會區也都希望透過都市軌道的興建，提供良好的公共運輸服務，紓解汽機車交通量不斷成長所造成的道路壅塞與空氣品質惡化問題。惟都市軌道建設除需投資巨大的沉沒成本，後續的系統營運管理與維護，更是重大的課題。本計畫蒐集國內外軌道運輸系統發展經驗、案例與相關研究文獻，透過定性與定量分析，釐訂軌道系統、路線推動相關門檻與評選準則，並針對國內大眾運輸系統推動程序與審議要點、新型軌道系統適用法規、延伸路線採購法規等研提建議，最後並研析提出我國都市軌道運輸系統發展策略。茲將重要研究成果摘錄如下：

1. 都市軌道建置門檻：本計畫蒐集臺北及高雄捷運公司營運資料，建立營運收入、支出平衡的運量密度門檻，可供未來捷運/輕軌路廊先行檢視其運量是否得以支撐營運成本之參考。爰建議在可行性研究與綜合規劃階段，計畫營運後中間年之運量預測結果，捷運系統(Metro)須達到每日 9,000 人次/公里，中運量捷運運量為每日 6,000 人次/公里，輕軌運輸為每日 3,500 人次/公里。為避免運量預測的情境過於樂觀，依沿線二側 500-800 公尺，現況的人口數及公共運輸的使用比例，作為潛在的捷運運量。爰建議現況公共運輸旅客量須達營運收支平衡運量密度值 1/2，捷運系統(Metro)須達到每日 4,500 人次/公里，中運量捷運為每日 3,000 人次/公里，輕軌運輸為每日 1,750 人次/公里。

2. 軌道系統型式評選建議分為兩階段：第一階段以尖峰小時站間運量進行路權型式選擇與系統初步篩選。第二階段就「都市交通」、「都市發展」、「工程條件」、「營運採購產業」、「環境影響」、「成本」六個層面十二個項目進行評估。

以上研究成果可提供交通部及地方政府了解軌道運輸系統型態發展趨勢，亦有助於地方政府推動都市軌道運輸系統施政及調整策略之依循。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>106 年 11 月</td><td>610</td><td>750</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密 □機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
☑普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Study on Type Development of Urban Rail Transit Systems

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-05-3886-1 (pbk.)	1010601764	106-201-1376	104-PEB021

DIVISION: Transportation Planning Division
DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng-Wei Su
PROJECT STAFF: Shuen-Yuan Chang ,Yu-Wen Yang, Yi-Ching Lu
PHONE: 886-2-23496802
FAX: 886-225450428

PROJECT PERIOD
FROM December 2015
TO December 2016

RESEARCH AGENCY: CECI Consultants Inc.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yai-Hui Wu
PROJECT SUPERVISION: Chao-Yao Chen
PROJECT STAFF:Su-Hsiao Lee, Hsin-Yuan YU, Ching-hsu Wang, Tun-Pei Chung, Gropius Lee, Yuan Hsu, Shun Mei
ADDRESS: 9F, No. 323, Yangguang St., Naihu District, Taipei 11491, Taiwan
PHONE: 886-2-87973567

KEY WORDS: intercity transportation, travel survey, sampling

ABSTRACT:

"Lower carbon emissions, Lifestyle of Health and Sustainability (LOHAS) and Sustainable Development" have increasingly become the development vision for every modern city. In Taipei and Kaohsiung, Mass Rapid Transit (MRT) systems are not only providing high-quality transit service, but have also contributed to relieving traffic congestion and improving the urban landscapes considerably. With these representative examples in mind, other metropolises of Taiwan are also devoted to proposing urban rail transportation projects, and to mitigate the negative effects of continuous growth in vehicle volumes, such as traffic congestion and air quality deterioration. Many local governments are, however, concerned about the significant sinking costs, as well as the enormous follow-up system operation and maintenance expenses, with which they will be faced once they embark upon urban rail transit projects.

This project collected both domestic and international cases of urban rail and determined references among construction thresholds, evaluation criteria, deliberation regulations, and development strategies by quantitative and qualitative analysis.

1. The construction threshold for urban rail systems with different capacity requirements:
   The public transportation passenger volume should achieve the threshold of 4,500persons /km-day for high-capacity systems; 3,000 persons /km-day for medium-capacity systems; and 1,750 persons /km-day for low-capacity systems, respectively in the primary study stage.
   The public transportation passenger volume should achieve the threshold of 9,000persons /km-day for high-capacity systems; 6,000 persons /km-day for medium-capacity systems; and 3,500 persons /km-day for low-capacity systems, respectively in the comprehensive study stage.
2. Two stages for urban rail system evaluation:
   The first stage is to select the suitable rail system by peak hour passenger volume. The Second stage is to evaluate rail system by "Urban transportation", "Urban development", "Processing conditions", "Crafting pickup product industry", and "Environmental impact".

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
November 2017	610	750	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ☑UNCLASSIFIED

1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

目　錄

第一章 緒論 1-1

1.1 研究緣起 1-1

1.2 研究範圍 1-1

1.3 研究內容與工作項目 1-2

第二章 國內都市軌道運輸發展現況 2-1

2.1 上位計畫與發展政策 2-1

2.1.1 運輸政策白皮書 2-1

2.1.2 交通建設部門綱要計畫(106～109 年) 2-3

2.1.3 軌道運輸系統總體規劃(2/2)－我國軌道運輸系統發展政策之研究 2-5

2.1.4 都會捷運路網政策規劃與績效 2-7

2.1.5 城際及都會鐵道運輸政策規劃芻議 2-9

2.2 國內都市軌道運輸系統發展現況 2-12

2.2.1 國內都市軌道運輸系統現況及發展 2-12

2.2.2 國內都市軌道建設與營運成本分析 2-36

2.2.3 大臺北地區捷運系統實際運量與規劃運量比較分析 2-45

2.3 六都與次級都市發展現況 2-49

2.4 軌道建設經費資源分析 2-58

2.5 小結 2-61

第三章 國外都市軌道運輸發展現況 3-1

3.1 國外都市軌道運輸發展案例選擇 3-1

3.2 亞洲地區 3-6

3.2.1 埃斯基謝希爾(Eskişehir) 3-6

3.2.2 仙臺市(Sendai) 3-8

3.2.3 北九州市(Kitakyushu) 3-10

3.2.4 多摩市至東大和市(Tama to Higashiyamato) 3-12

3.2.5 那霸市(Naha) 3-14

3.2.6 古魯葛拉姆 (古爾岡)(Gurgaon).....3-16
3.2.7 瑪斯達市(Masdar City) 3-18
3.2.8 杜拜(Dubai).....3-20
3.2.9 吉隆坡(Kuala Lumpur).....3-24
3.2.10 大邱廣域市(Daegu).....3-27
3.3 美洲地區 3-30
3.3.1 庫里提巴(Curitiba) 3-30
3.3.2 溫哥華(Vancouver).....3-32
3.3.3 蒙特婁(Montreal).....3-36
3.3.4 丹佛(Denver).....3-38
3.3.5 休士頓(Houston).....3-40
3.3.6 拉斯維加斯(Las Vegas).....3-42
3.3.7 紐華克(Newark).....3-44
3.3.8 傑克遜維爾(Jacksonville).....3-48
3.3.9 鳳凰城(Phoenix) 3-50
3.3.10 摩根鎮(Morgantown).....3-52
3.4 歐洲地區 3-54
3.4.1 阿利坎特(Alicante).....3-54
3.4.2 巴黎(Paris) 3-56
3.4.3 史特拉斯堡(Strasbourg) 3-63
3.4.4 米盧斯(Mulhouse) 3-66
3.4.5 馬賽(Marseille) 3-68
3.4.6 圖爾(Tours) 3-71
3.4.7 漢斯(Reims) 3-73
3.4.8 莫斯科(Moscow).....3-75
3.4.9 倫敦(London).....3-79
3.4.10 鹿特丹(Rotterdam).....3-85
3.4.11 薩爾布魯根(Saarbrücken) 3-90
3.5 國外都市軌道運輸系統彙整 3-92

3.6 國外都市軌道系統建置案例分析 3-95
3.6.1 法國都市軌道建置制度 3-95
3.6.2 日本都市軌道建置制度 3-106
3.6.3 美國都市軌道建置制度 3-110
3.6.4 英國都市軌道建置制度 3-115
3.7 小結 3-120
第四章 國內都市軌道引進新型系統型式研析 4-1
4.1 都市軌道運輸系統發展趨勢 4-1
4.2 都市軌道運輸系統技術型式發展與演進 4-7
4.2.1 都市軌道運輸系統技術型式分類 4-7
4.2.2 都市軌道技術型式演進 4-8
4.3 適用條件 4-18
4.3.1 單軌捷運系統 4-18
4.3.2 輕軌系統(LRT) 4-22
4.3.3 公車捷運系統(BRT) 4-28
4.3.4 個人捷運系統(PRT)、團體捷運系統(GRT) 4-32
4.3.5 Tram-Train 系統 4-35
4.4 市場分析 4-39
4.4.1 單軌系統 4-39
4.4.2 輕軌系統 4-46
4.4.3 個人捷運系統 4-52
4.4.4 公車捷運系統 4-53
4.5 技術評估 4-57
4.5.1 單軌捷運系統 4-57
4.5.2 輕軌系統 4-63
4.5.3 公車捷運系統 4-66
4.5.4 個人與團體捷運系統(PRT/GRT) 4-66
4.6 後續維運 4-68
4.6.1 維修體制 4-68

4.6.2 營運體制 4-70
4.6.3 新型都市軌道系統維運評析 4-71
4.7 小結 4-73

第五章 研訂國內都市軌道運輸系統建置門檻及評選作業準則 5-1
5.1 都市軌道運輸系統型式建置門檻探討 5-1
5.1.1 都市軌道運輸系統特性比較 5-1
5.1.2 都市軌道運輸系統建置門檻探討 5-5
5.2 軌道系統型式評選作業準則研析 5-17
5.2.1 軌道系統型式考量因素 5-17
5.2.2 最適軌道系統型式評選階段探討 5-24
5.2.3 軌道系統型式評選關鍵因素分析 5-26
5.2.4 軌道系統型式評選準則 5-27
5.3 小結 5-32

第六章 國內都市軌道運輸課題評析 6-1
6.1 國內都市軌道運輸推動層面探討 **6-1**
6.1.1 行政審議層面 6-1
6.1.2 規劃階段 6-11
6.1.3 設計、施工階段 6-20
6.1.4 營運階段 6-23
6.2 國內都市軌道運輸產業層面探討 **6-27**
6.2.1 國內軌道運輸系統產業發展現況 **6-27**
6.2.2 國內軌道運輸系統產業發展課題 **6-34**
6.3 小結 6-43

第七章 國內都市軌道運輸系統推動建置與產業發展相關法規探討 7-1
7.1 國內都市軌道推動建置相關法規分析 7-1
7.1.1 現況相關法規分析 7-1
7.1.2 引進新型都市軌道運輸系統可能遭遇之法規問題 7-13
7.1.3 都市軌道運輸系統後續擴充可能遭遇的法規問題 7-35

7.2 國內軌道運輸系統產業發展相關法規分析 7-39
7.3 法規研析與修正建議 7-41
7.4 小結 7-49

第八章 研析國內都市軌道運輸系統發展策略 8-1
8.1 軌道發展與公共運輸整合策略 8-1
8.1.1 引入都市軌道對都市公共運輸影響分析 8-1
8.1.2 都市軌道與公共運輸整合策略分析 8-5
8.2 國內都市軌道運輸系統發展策略 8-12
8.2.1 六都軌道運輸系統發展策略 8-12
8.2.2 六都以外都市軌道運輸系統發展策略 8-31
8.3 國內軌道運輸系統產業發展策略 8-37
8.3.1 訂定國家未來短中長期的軌道運輸系統發展策略 8-37
8.3.2 成立國內軌道技術研究暨驗證中心 8-37
8.3.3 國內軌道產業技術移轉建議 8-38
8.3.4 軌道運輸技術研發之供需 8-39
8.4 小結 8-42

第九章 結論與建議 9-1
9.1 結論 9-1
9.2 建議 9-7

參考文獻

附錄 1 期中報告審查會議紀錄與處理情形

附錄 2 第一次學者專家座談會會議紀錄

附錄 3 第二次學者專家座談會會議紀錄

附錄 4 期末報告審查會議紀錄與處理情形

附錄 5 期末簡報

附錄 6 輕軌系統中長期規劃建設

表 目 錄

表 2.1-1　運輸政策白皮書關於都市軌道之發展策略與行動方案及措施.....2-2
表 2.1-2　交通建設部門綱要計畫(106～109 年)都市軌道發展相關課題.....2-4
表 2.1-3　交通建設部門綱要計畫(106～109 年)軌道交通中程計畫目標.....2-5
表 2.1-4　軌道運輸系統總體規劃-六大政策方針與二十項政策主軸.....2-6
表 2.1-5　都會捷運路網政策規劃之八大策略.....2-8
表 2.1-6　都會軌道發展政策.....2-11
表 2.2-1　臺北都會區軌道系統現況彙整表.....2-15
表 2.2-2　臺北捷運路線營運資料表.....2-17
表 2.2-3　臺北市未來軌道系統發展規劃彙整表.....2-19
表 2.2-4　新北市軌道系統(興建中)現況彙整表.....2-20
表 2.2-5　新北市未來軌道系統發展規劃彙整表.....2-20
表 2.2-6　桃園市未來軌道系統發展規劃彙整表.....2-22
表 2.2-7　臺中市軌道系統(興建中)現況彙整表.....2-25
表 2.2-8　高雄都會區軌道系統現況彙整表.....2-29
表 2.2-9　高雄捷運路線營運資料表.....2-29
表 2.2-10　高雄市未來軌道系統發展規劃彙整表.....2-30
表 2.2-11　捷運公司問卷調查回饋表.....2-34
表 2.2-12　臺北捷運公司主要資產項目之經濟年限或汰換週期.....2-35
表 2.2-13　高雄捷運公司主要資產項目之經濟年限或汰換週期.....2-36
表 2.2-14　國內都會區捷運建設已完工(民國 85 年～104 年)路線建設經費統計.....2-37
表 2.2-15　國內都會區捷運建設興建中路線建設經費統計.....2-38
表 2.2-16　國內軌道建設計畫單位公里建設成本彙整表.....2-41
表 2.2-17　臺北大眾捷運股份有限公司近 10 年(95 年-104 年)營運收支資料表.....2-42
表 2.2-18　臺北大眾捷運股份有限公司 104 年輸儲成本(運輸費用)組成比例.....2-43
表 2.2-19　高雄捷運股份有限公司 99 至 104 年營運收入與支出表.....2-44

表 2.3-1　國內各縣市土地面積及人口彙整表.....2-50
表 2.3-2　國內各縣市都市計畫區土地使用分區面積彙整表.....2-51
表 2.3-3　國內各縣市公路長度與面積彙整表.....2-52
表 2.3-4　國內各縣市地方財政歲入歲出決算彙整表.....2-53
表 2.3-5　國內各縣市交通費用、汽機車數彙整表.....2-54
表 2.3-6　國內各縣市可支配所得、消費支出及儲蓄彙整表.....2-55
表 2.3-7　國內各種運具之市占率－按縣市別分.....2-57
表 3.1-1　國外都市軌道運輸案例之系統型式表.....3-5
表 3.5-1　重軌捷運城市之人口與路線資料.....3-92
表 3.5-2　輕軌系統城市之人口與路線資料.....3-93
表 3.5-3　單軌捷運城市之人口與路線資料.....3-94
表 3.6-1　東京都會區通勤鐵路補貼項目彙整表.....3-107
表 3.7-1　國內外都市軌道系統建置差異彙整表.....3-122
表 4.2-1　都市軌道運輸系統關鍵因子與分類.....4-7
表 4.3-1　單軌捷運系統適用條件分析.....4-21
表 4.3-2　輕軌運輸系統適用條件分析.....4-27
表 4.3-3　不同建造型式興建成本與運能比較.....4-29
表 4.3-4　公車捷運系統適用條件分析.....4-31
表 4.3-5　個人或團體捷運系統(PRT/GRT)適用條件分析.....4-34
表 4.3-6　Tram-Train 系統適用條件分析.....4-38
表 4.4-1　單軌系統製造商一覽.....4-40
表 4.4-2　重慶單軌系統供應鏈廠商一覽.....4-46
表 4.4-3　龐巴迪集團輕軌市場佔有狀況.....4-47
表 4.4-4　阿爾斯通(Alstom)輕軌市場占有狀況.....4-49
表 4.4-5　西門子集團輕軌市場占有狀況.....4-50
表 4.4-6　CAF 集團輕軌市場占有狀況.....4-50
表 4.4-7　日本車輛集團輕軌市場占有狀況.....4-51
表 4.4-8　目前商轉營運之 PRT 系統.....4-53
表 4.4-9　目前商轉營運之 BRT 系統(1/3).....4-54

表 4.4-9　目前商轉營運之 BRT 系統(2/3) 4-55
表 4.4-9　目前商轉營運之 BRT 系統(3/3) 4-56
表 4.5-1　單軌捷運系統之技術特性分析 4-57
表 4.5-2　單軌列車救援方式 4-61
表 4.5-3　輕軌捷運系統之技術特性分析 4-63
表 4.5-4　公車捷運系統之技術特性分析 4-66
表 4.5-5　個人與團體捷運系統之技術特性分析 4-67
表 5.1-1　都市軌道系統技術型式特性比較彙整 5-4
表 5.1-2　都市財政與經營環境永續性指標和各類型軌道系統之關聯 5-5
表 5.1-3　Pushkarev 等人分析軌道系統門檻指標 5-8
表 5.1-4　德國輕軌交通顧問公司 GmbH (LRTC)輕軌運輸系統應用範圍及設計數據 5-9
表 5.1-5　日本都市軌道運輸系統特性分析 5-10
表 5.1-6　系統設置參考門檻 1-最大合理班距損益平衡之運量密度計算 5-13
表 5.1-7　系統設置參考門檻 2-配合運量規模班距損益平衡之運量密度計算 5-14
表 5.1-8　臺北都會區捷運路線路廊沿線兩側 500 公尺廊帶人口密度 5-16
表 5.1-9　都市軌道系統發展建議參考門檻值 5-17
表 5.2-1　捷運三鶯線系統技術型式綜合評估表 5-19
表 5.2-2　桃園棕線(桃園-龜山-迴龍段)系統評選綜合性評估項目 5-22
表 5.2-3　輕軌系統、公車捷運系統、傳統公車 5-23
表 5.2-4　最適軌道系統評估階段方案 5-26
表 5.2-5　第二階段系統評選指標與評估方式 5-29
表 5.2-6　五股泰山線系統評選案例分析 5-31
表 6.1-1　國內都市軌道運輸行政審議相關法規彙整 6-2
表 6.1-2　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」整體路網規劃作業程序建議修正 6-6
表 6.1-3　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」辦理可行性研究之申請計畫書作業程序建議修正 6-8
表 6.1-4　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要

點」計畫核定後之財務追蹤、檢討機制建議修正.....6-9
表 6.1-5 大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(1/4).....6-11
表 6.1-5 大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(2/4).....6-12
表 6.1-5 大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(3/4).....6-13
表 6.1-5 大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(4/4).....6-14
表 6.1-6 都市軌道運輸系統規劃階段重要課題.....6-18
表 6.1-7 「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」中央補助經費評估建議修正.....6-19
表 6.1-8 都市軌道運輸系統設計、施工階段重要課題.....6-21
表 6.1-9 設計施工階段招標策略評估.....6-22
表 6.1-10 都市軌道運輸系統營運階段重要課題.....6-25
表 6.1-11 臺北與高雄大眾捷運系統服務指標.....6-26
表 6.2-1 工業合作需求項目清單(優先等級).....6-32
表 6.2-2 中華民國國家標準分類目錄(105 年).....6-35
表 6.2-3 國內大學高中軌道產業相關教育技職體系.....6-42
表 7.1-2 大眾捷運法與公路法有軌電車相關規定逐條比較.....7-29
表 8.1-1 臺北都會區平均每日公共運輸旅次統計.....8-2
表 8.1-2 高雄都會區平均每日公共運輸旅次統計.....8-4
表 8.2-1 新北市各行政區間捷運路線服務狀況.....8-23
表 8.2-2 臺灣各都市近 5 年公共運輸使用比例.....8-31
表 8.2-3 臺灣各都市人口密度分析表.....8-32
表 8.2-4 落實 TOD 效益的配套措施.....8-35
表 8.3-1 車輛零組件發展需求.....8-40
表 8.3-2 軌道車輛工業技術能力分級.....8-41
表 8.4-1 六都及其他中小型都市軌道運輸系統發展策略.....8-43
表 9.1-1 國內外都市軌道系統建置差異彙整表.....9-2
表 9.1-2 都市軌道系統發展建議門檻值.....9-4
表 9.1-3 國內軌道產業短中長期發展策略.....9-8

圖 目 錄

圖 2.1-1　交通建設部門綱要計畫(106～109 年)之交通建設發展願景.....2-3
圖 2.2-2　臺北都會區捷運建設願景圖.....2-14
圖 2.2-3　桃園都會區軌道路網示意圖.....2-21
圖 2.2-4　竹竹苗輕軌路線示意圖.....2-23
圖 2.2-5　臺中都會區軌道路網示意圖.....2-24
圖 2.2-6　臺南市中心區先進運輸路廊示意圖.....2-26
圖 2.2-7　高雄捷運與幹線公車路網圖.....2-28
圖 2.2-8　「大眾捷運系統整體路網評估計畫」完成情形統計圖.....2-30
圖 2.2-9　考慮其他新型運輸系統統計圖.....2-31
圖 2.2-10　捷運系統型式評估考慮因素統計圖.....2-31
圖 2.2-11　推動捷運系統建設計畫時遭遇之困難(規劃作業階段)統計圖.....2-32
圖 2.2-12　推動捷運系統建設計畫時遭遇之困難(計畫特性)統計圖.....2-32
圖 2.2-13　軌道規劃教育訓練課程建議之課程內容統計圖.....2-33
圖 2.2-14　興建完工之捷運系統平均單位公里造價分析(計畫年期幣值).....2-39
圖 2.2-15　興建中之捷運系統平均單位公里造價分析(計畫年期幣值).....2-40
圖 2.2-16　文湖線規劃與實際站間運量比較圖.....2-45
圖 2.2-17　淡水信義線規劃與實際站間運量比較圖.....2-46
圖 2.2-18　松山新店線規劃與實際站間運量比較圖.....2-47
圖 2.2-19　新蘆中和線規劃與實際站間運量比較圖.....2-48
圖 2.2-20　板南線規劃與實際站間運量比較圖.....2-49
圖 2.3-1　國內各縣市公共運輸使用率統計圖.....2-57
圖 2.4-1　近 10 年來交通部主管公共建設預算編列.....2-59
圖 2.4-2　交通部軌道次類別都會捷運與其他單位經費數.....2-60
圖 2.4-3　交通部軌道次類別各都會捷運歷年經費數.....2-61
圖 2.4-4　交通部軌道次類別各都會捷運預算經費累積.....2-61
圖 3.1-1　亞洲地區軌道捷運城市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌捷運).....3-2
圖 3.1-2　美洲地區軌道捷運城市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌捷運).....3-3
圖 3.1-3　歐洲地區軌道捷運城市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌捷運).....3-3

圖 3.1-4　非洲地區軌道系統城市分布示意圖(重軌、輕軌與傳統鐵路).....3-4
圖 3.1-5　大洋洲地區軌道系統城市分布示意圖(重軌、輕軌、單軌捷運與傳統鐵路) 3-4
圖 3.2-1　埃斯基謝希爾輕軌系統路線示意圖.....3-7
圖 3.2-2　埃斯基謝希爾輕軌系統車輛圖.....3-7
圖 3.2-3　仙臺市重軌捷運路線示意圖.....3-9
圖 3.2-4　仙臺市重軌捷運車輛圖.....3-9
圖 3.2-5　北九州市單軌捷運路線示意圖.....3-11
圖 3.2-6　北九州市單軌捷運車輛圖.....3-11
圖 3.2-7　多摩都市單軌線之路線示意圖.....3-13
圖 3.2-8　多摩都市單軌線車輛圖.....3-13
圖 3.2-9　那霸市單軌捷運路線示意圖.....3-15
圖 3.2-10　那霸市單軌捷運車輛圖.....3-15
圖 3.2-11　德里都會區捷運路網示意圖.....3-17
圖 3.2-12　古爾岡重軌捷運車輛圖.....3-17
圖 3.2-13　瑪斯達市 PRT 路線示意圖(圖中紅線處).....3-19
圖 3.2-14　瑪斯達市 PRT 車輛圖 3-19
圖 3.2-15　杜拜軌道捷運運輸路網示意圖.....3-21
圖 3.2-16　杜拜重軌捷運車輛圖.....3-21
圖 3.2-17　杜拜單軌捷運與輕軌系統路線示意圖.....3-23
圖 3.2-18　杜拜單軌捷運車輛圖.....3-23
圖 3.2-19　杜拜輕軌系統車輛圖.....3-23
圖 3.2-20　吉隆坡重軌與單軌捷運路線示意圖.....3-25
圖 3.2-21　吉隆坡重軌捷運車輛圖.....3-26
圖 3.2-22　吉隆坡單軌捷運車輛圖.....3-26
圖 3.2-23　大邱重軌與單軌捷運路線示意圖.....3-28
圖 3.2-24　大邱重軌捷運車輛圖.....3-29
圖 3.2-25　大邱單軌捷運車輛圖.....3-29

圖 3.3-1　庫里提巴公車捷運與公車路線示意圖 3-31
圖 3.3-2　庫里提巴公車捷運車輛圖 3-31
圖 3.3-3　溫哥華重軌捷運路線示意圖 3-33
圖 3.3-4　溫哥華重軌捷運車輛圖 3-33
圖 3.3-5　溫哥華重軌與公車捷運路線示意圖 3-34
圖 3.3-6　溫哥華公車捷運 97 B-Line 與 99 B-Line 路線示意圖 3-35
圖 3.3-7　溫哥華公車捷運車輛圖 3-35
圖 3.3-8　蒙特婁重軌捷運路線示意圖 3-37
圖 3.3-9　蒙特婁重軌捷運(膠輪系統型式)車輛圖 3-37
圖 3.3-10　丹佛輕軌系統路線示意圖 3-39
圖 3.3-11　丹佛輕軌系統車輛圖 3-39
圖 3.3-12　休士頓輕軌系統路線示意圖 3-41
圖 3.3-13　休士頓輕軌系統車輛圖 3-41
圖 3.3-14　拉斯維加斯單軌捷運路線示意圖 3-43
圖 3.3-15　拉斯維加斯單軌捷運車輛圖 3-43
圖 3.3-16　紐華克單軌捷運路線與車站示意圖 3-45
圖 3.3-17　紐華克單軌捷運車輛圖 3-45
圖 3.3-18　紐華克輕軌路線與車站示意圖 3-46
圖 3.3-19　紐華克輕軌車輛圖 3-47
圖 3.3-20　傑克遜維爾單軌捷運與街車路線示意圖 3-49
圖 3.3-21　傑克遜維爾單軌捷運車輛圖 3-49
圖 3.3-22　鳳凰城輕軌與自動導軌系統路線示意圖 3-51
圖 3.3-23　鳳凰城輕軌系統車輛圖 3-51
圖 3.3-24　摩根鎮 PRT 路線示意圖 3-53
圖 3.3-25　摩根鎮 PRT 車輛圖 3-53
圖 3.4-1　阿利坎特輕軌系統與 tram-train 路線示意圖 3-55
圖 3.4-2　阿利坎特輕軌系統與 tram-train 車輛圖 3-55
圖 3.4-3　巴黎重軌捷運路線示意圖 3-57
圖 3.4-4　巴黎重軌捷運車輛圖(鋼軌鋼輪系統型式) 3-58

圖 3.4-5　巴黎重軌捷運運車輛圖(膠輪系統型式) 3-58
圖 3.4-6　巴黎輕軌系統與 tram-train 路線示意圖 3-60
圖 3.4-7　巴黎輕軌系統車輛圖 3-61
圖 3.4-8　巴黎 tram-train 車輛圖 3-61
圖 3.4-9　巴黎公車捷運路線示意圖 3-62
圖 3.4-10　巴黎公車捷運車輛圖 3-62
圖 3.4-11　史特拉斯堡輕軌系統與公車捷運路線示意圖 3-64
圖 3.4-12　史特拉斯堡輕軌系統車輛圖 3-65
圖 3.4-13　史特拉斯堡公車捷運車輛圖 3-65
圖 3.4-14　米盧斯輕軌與 tram-train 系統路線示意圖 3-67
圖 3.4-15　米盧斯輕軌與 tram-train 系統車輛圖 3-67
圖 3.4-16　馬賽重軌捷運與輕軌系統路線示意圖 3-69
圖 3.4-17　馬賽重軌捷運車輛圖 3-69
圖 3.4-18　馬賽輕軌系統車輛圖 3-70
圖 3.4-19　圖爾輕軌系統路線示意圖 3-72
圖 3.4-20　圖爾輕軌系統車輛圖 3-72
圖 3.4-21　漢斯輕軌系統路線示意圖 3-74
圖 3.4-22　漢斯輕軌系統車輛圖 3-74
圖 3.4-23　莫斯科重軌與單軌捷運路線示意圖 3-76
圖 3.4-24　莫斯科重軌捷運車輛圖 3-76
圖 3.4-25　莫斯科單軌捷運車輛圖 3-77
圖 3.4-26　莫斯科輕軌系統路線示意圖 3-78
圖 3.4-27　莫斯科輕軌系統車輛圖 3-78
圖 3.4-28　倫敦重軌捷運與港區輕型捷運路線示意圖 3-80
圖 3.4-29　倫敦重軌捷運車輛圖 3-81
圖 3.4-30　港區輕型捷運車輛圖 3-81
圖 3.4-31　倫敦輕軌系統路線示意圖 3-82
圖 3.4-32　倫敦輕軌系統車輛圖 3-83
圖 3.4-33　倫敦希斯洛機場 PRT 路線示意圖 3-84

圖 3.4-34　倫敦希斯洛機場 PRT 車輛圖 3-84
圖 3.4-35　鹿特丹重軌捷運路線示意圖 3-86
圖 3.4-36　鹿特丹重軌捷運車輛圖 3-86
圖 3.4-37　鹿特丹重軌捷運與輕軌路線示意圖 3-88
圖 3.4-38　鹿特丹輕軌系統車輛圖 3-88
圖 3.4-39　鹿特丹 GRT 路線示意圖 3-89
圖 3.4-40　鹿特丹 GRT 車輛圖 3-89
圖 3.4-41　薩爾布魯根 tram-train 系統路線示意圖 3-91
圖 3.4-42　薩爾布魯根 tram-train 系統車輛圖 3-91
圖 3.6-1　運輸系統選擇須達「運輸需求」、「服務品質」與「成本」間之平衡 3-98
圖 3.6-2　圖爾輕軌路線示意圖 3-101
圖 3.6-3　Reims 輕軌系統香檳酒杯車造型與彩色識別 3-102
圖 3.6-4　圖爾(Tours)輕軌系統車節造型與色彩呼應古城區特色.....3-103
圖 3.6-5　左側車輛為圖爾(Tours)公車統一為藍色.....3-103
圖 3.6-6　圖爾(Tours)輕軌舖面設計 3-104
圖 3.6-7　圖爾(Tours)輕軌系統沿線景觀藝術.....3-104
圖 3.6-8　日本都會區鐵路演化發展歷程.....3-109
圖 4.1-1　捷運系統營運永續概念圖 4-5
圖 4.2-1　大眾運輸系統分類示意圖(服務特性分類).....4-6
圖 4.2-2　都會區大眾運輸系統功能示意圖 4-6
圖 4.2-3　都市軌道發展系統技術型式演進.....4-8
圖 4.2-4　重/高運量捷運系統.....4-9
圖 4.2-5　輕軌運輸系統 4-10
圖 4.2-6　中運量鋼輪鋼軌系統(LRRT).....4-10
圖 4.2-7　單軌捷運系統 4-12
圖 4.2-8　中運量 AGT 系統.....4-13
圖 4.2-9　中運量線性馬達系統.....4-14
圖 4.2-10　中運量磁浮系統.....4-14

圖 4.2-11 個人捷運系統 4-15
圖 4.2-12 團體捷運系統 4-16
圖 4.2-13 公車捷運系統 4-16
圖 4.3-1 重慶單軌 2 號線 4-18
圖 4.3-2 單軌系統與高架捷運系統結構物寬度比較 4-19
圖 4.3-3 單軌系統與一般捷運高架結構差異與成本差別分析 4-20
圖 4.3-4 單軌系統與一般捷運高架結構遮蔽影響與視覺量體比較 4-20
圖 4.3-5 平面輕軌斷面需求布設案例一(單側側式月臺) 4-22
圖 4.3-6 平面輕軌斷面需求布設案例二(島式月臺) 4-23
圖 4.3-7 法國里昂輕軌透過 T4 線道路斷面調整與都市發展結合 4-24
圖 4.3-8 法國波爾多河岸區引進輕軌前後對照圖 4-25
圖 4.3-9 Tram-Train 系統 4-35
圖 4.3-10 德國 Vogtlandbahn 於 Zwickau 市的 Train-Tram 系統 4-36
圖 4.4-1 阿拉伯利雅德 INNOVIA 300 系統 4-41
圖 4.4-2 巴西聖保羅 INNOVIA 300 系統 4-41
圖 4.4-3 日立 3000 系列單軌系統 4-42
圖 4.4-4 Intamin P30 單軌系統影像模擬圖 4-43
圖 4.4-5 Scomi 單軌系統 4-44
圖 4.4-6 重慶軌道 3 號線單軌系統 4-45
圖 4.5-1 荷載列車之預力鋼筋混凝土軌道梁 4-58
圖 4.5-2 一般軌道梁尺寸 4-58
圖 4.5-3 軌道梁伸縮縫 4-59
圖 4.5-4 單軌道岔依功能分類 4-60
圖 4.5-5 單軌電聯車轉向架構造 4-61
圖 4.5-6 法國波爾多輕軌應用地面供電系統與兩軌間的供電軌 4-64
圖 4.5-7 高雄輕軌環狀線輕軌車輛與車站屋簷下有供電軌供車輛快速充電 4-65
圖 4.6-1 都市軌道系統維修架構與維修流程 4-69
圖 4.6-2 鹿特丹的 GRT 系統維修廠與捷運車站共構 4-73

圖 5.1-1　法國克萊蒙費朗 Translohr 膠輪輕軌系統 5-2
圖 5.1-2　軌道自動化分類可分為四等級 5-3
圖 5.1-3　臺灣地區各縣市人口數 5-7
圖 5.1-4　軌道系統達到損益平衡之活動人口密度關係圖 5-11
圖 5.1-5　臺北捷運與高雄捷運每列車公里營運成本 5-12
圖 5.1-6　臺北捷運與高雄捷運旅客平均搭乘里程 5-12
圖 5.1-7　都市軌道運輸發展人口密度與公共運輸市占率參考值(最大合理班距) 5-15
圖 5.1-8　都市軌道運輸發展人口密度與公共運輸市占率參考值(配合運量規模班距) 5-15
圖 5.2-1「三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書」軌道系統型式評選準則 5-18
圖 5.2-2　桃園棕線系統評選作業流程 5-21
圖 5.2-3　軌道系統評估階段(方案一)作業流程 5-24
圖 5.2-4　軌道系統評估階段(方案二)作業流程 5-25
圖 5.2-5　第一階段系統評選架構圖 5-28
圖 5.2-6　第二階段系統評選架構圖 5-28
圖 6.1-1　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」流程圖 6-3
圖 6.1-2　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」流程圖(建議修訂) 6-10
圖 6.2-1　軌道產業範疇-1 6-27
圖 6.2-2　軌道產業範疇-2 6-28
圖 6.2-3　全球軌道產業商機 6-30
圖 6.2-4　未來 15 年內國內軌道運輸系統產業商機 6-30
圖 7.2-1　國際鐵路互通互聯整合示意圖 7-8
圖 8.1-1　臺北都會區公共運輸成長趨勢圖 8-3
圖 8.1-2　臺北都會區公共運輸市占率分析 8-3
圖 8.1-3　都市軌道與公共運輸整合策略 8-5
圖 8.1-4　公共運輸系統層級架構示意圖 8-6

圖 8.2-1　需求反應式公共運輸系統(DRTS)服務路網型態示意圖 8-13
圖 8.2-2　高雄市捷運路網與臺鐵關係圖 8-14
圖 8.2-3　桃園市捷運路網與臺鐵關係圖 8-14
圖 8.2-4　臺中市都市軌道與臺鐵整合願景圖 8-15
圖 8.2-5　檢討案例-松山新店線站間運量預測與現況之差異分析.....8-21
圖 8.2-6　桃園市都市空間發展構想 8-26
圖 8.2-7　混合型都市發展型態 8-27
圖 8.2-8　臺南市捷運整體路網 8-28
圖 8.2-9　高雄市捷運整體路網 8-30
圖 8.2-10　TOD-3D 之土地開發規劃理念示意圖.....8-34
圖 9.1-1　第二階段系統評選架構圖 9-4

第一章　緒論

1.1　研究緣起

軌道運輸系統具有高安全性、快速、可靠、便利、低污染、省能源及運量大等營運特性，為目前永續運輸發展之國際趨勢。目前國內軌道運輸系統依其功能定位可分為「城際/區域軌道運輸系統」及「都會軌道運輸系統」，城際/區域軌道運輸系統部分已藉由臺鐵及高鐵提供幹線路網服務，且兩者之間亦透過臺鐵支線或公路客運提供點對點公共運輸轉乘服務。都會軌道運輸系統則包含臺鐵都會通勤鐵路及都會捷運、輕軌系統，屬高鐵、環島臺鐵聯外之軌道系統，提供城際銜接都會之運輸服務。

「低碳、樂活、永續」環境是每個現代化都市的發展願景，鑑於臺北捷運與高雄捷運興建營運後，在發揮疏運交通功能的同時，也改善沿線周邊都市景觀與環境，其他都會區也希望透過都市軌道的興建，提供良好的公共運輸服務，紓解汽機車交通量不斷成長所造成的道路壅塞與空氣品質惡化問題。惟鑒於軌道運輸系統投資成本龐大，若運量不如預期造成營運虧損，對地方政府亦是財政重大負擔。爰地方政府提報軌道運輸新路廊時，應整體檢視都市內人口社經發展狀況及現行公共運輸服務之缺口，評估是否尚有容納軌道運輸系統的空間。以永續營運之觀點，對於郊區運量較低之路廊如何破除興建軌道系統之迷思，尋求適合之公共運輸系統並與目前新型運輸服務方式(如 U-Car 等)結合等，亦為地方主管機關考量重點。

臺灣六都與其他中小規模都市仍存有嚴峻之交通壅塞問題及興建軌道系統之需求，囿於部分市區道路狹窄交通繁雜，即使採較低規格之輕軌系統及市區公車亦陷入難以推動之困境。因此，如何藉由國外軌道運輸系統發展經驗，尋找具有「定線靈活」、「佔地小」、「環保佳」、「成本低」、「工期短」等優勢之都市軌道運輸系統，實刻不容緩。本計畫蒐集國內外軌道運輸系統發展經驗、案例與相關研究文獻，透過定性與定量分析，釐訂都市軌道系統推動相關門檻與評選準則，並針對國內大眾運輸系統推動程序與審議要點及適用法規等研提建議，以提出我國都市軌道運輸系統發展策略，提供中央審議及地方提報軌道運輸系統之參考

1.2　研究範圍

本計畫研究範圍界定為適合都市運輸型態之軌道運輸系統型式，其中國內傳統區域/通勤鐵路(如臺鐵)路網已大致完成，暫不列入討論。包括重軌捷運、中運量捷運、單軌捷運、輕軌捷運、個人捷運(PRT)、團體捷運(GRT)、具導引或專用車道之公車捷運系統等。

1.3 研究內容與工作項目

本計畫主要工作內容包括蒐集分析國內外都市軌道運輸發展現況與趨勢，探討適合國內都市運輸型態之軌道運輸系統型式，並研議都市軌道運輸系統型式評選作業準則、研析我國都市軌道運輸系統發展策略，以及辦理都市軌道運輸系統規劃教育訓練，增進中央及地方相關規劃人員之傳承與交流，工作項目如圖1.3-1，並說明如下：

一、蒐集分析國內外都市軌道運輸發展現況

(一)國內都市軌道運輸發展現況

1.相關軌道運輸系統之上位計畫、發展政策、歷年經費資源探討。

2.國內都市軌道運輸系統發展現況：國內都市軌道運輸型式、營運、建設與規劃、產業發展現況資料蒐集與分析。

3.六都及次級都市社經、人口、道路、公共運輸與土地使用等發展現況。

4.評析各型都市公共運輸服務缺口，檢討軌道運輸系統引進空間。

(二)國外都市軌道運輸發展現況

1.蒐集國外都市(至少含歐洲、美洲及亞洲等較具代表性都市各 10 個)軌道運輸系統型態(含重軌捷運、單軌捷運及輕軌捷運至少各 10 個、個人捷運、團體捷運與公車捷運及其他新式系統等)發展現況。

2.上述軌道建設型式選擇與該都市整體公共運輸發展、都市軌道政策與永續營運之關聯分析。

(三)完成國內外都市軌道型式比較表(含營運長度、運量、機電系統、建設成本、營運成本等)，並區分高架、平面及地下型式。

二、都市軌道運輸系統型式發展趨勢與政策分析、建置門檻探討

(一)探討國內外都市軌道運輸系統建設發展趨勢。

(二)都市軌道運輸系統技術型式發展與演進、系統特性、應用案例。

(三)綜整各都市軌道運輸型式(例如區分為 A 型、B 型及 C 型路權)，比較其技術型式、導引技術、系統容量、營運特性及社經運輸特性門檻(適用之人口密度、旅次長度)等。

(四)歸納研析重要課題。

三、研析國內都市軌道新型系統型式（例如輕軌捷運、單軌捷運、個人捷運、團體捷運與公車捷運等）之適用條件、市場分析、法令限制、技術評估與後續維運策略。

四、評析國內都市軌道運輸之重要課題，包含可行性分析與綜合規劃階段、興建階段、永續營運階段及整體公共運輸運具消長影響等，並提出後續因應改善策略。

五、都市軌道運輸系統推動建置與產業發展研究

(一)都市軌道運輸系統推動建置法規研析、檢討與條文修正建議(大眾捷運法及其子法、採購法、促參法、國內相關規範)。

(二)都市軌道運輸系統建置發包策略研究。

(三)都市軌道運輸系統產業發展研究(含技術移轉或產業合作模式探討)。

(四)訂定國內都市軌道運輸系統產業合作模式及技術轉移比例。

六、研訂國內都市路廊軌道運輸系統型式之評選作業準則

(一)評析選擇軌道運輸系統之關鍵因素。

(二)以地方政府研議中或規劃中案例為例，提出適合軌道型式之建議。

(三)研提新型軌道系統計畫(含輕軌捷運、單軌捷運、個人捷運、團體捷運等)地方提報與中央機關審查注意事項。

(四)研訂國內都市路廊軌道運輸系統型式之評選作業準則。

七、研析我國都市軌道運輸系統發展策略

(一)引入都市軌道運輸系統對都市公共運輸整合策略之影響。

(二)研提六都及其他中小型都市軌道運輸系統規劃與永續營運發展策略。

八、完成都市軌道運輸規劃建置人才培訓教育訓練 2 場

二場教育訓練已分別於民國 105 年 9 月 23 日與 9 月 30 日辦理，共有地方政府與工程顧問公司共 43 人次參加。

九、研究成果投稿

相關研究成果整理為「國內都市軌道運輸系統建設發展趨勢與課題」論文 1 篇，於民國 105 年 12 月於「中華民國運輸學會 2016 運輸年會暨學術論文研討會」發表。

十、完成 2 場專家學者座談會議

105 年 6 月 21 日與 9 月 22 日辦理 2 場座談會，邀請學者專家進行綜合研討與意見彙集。

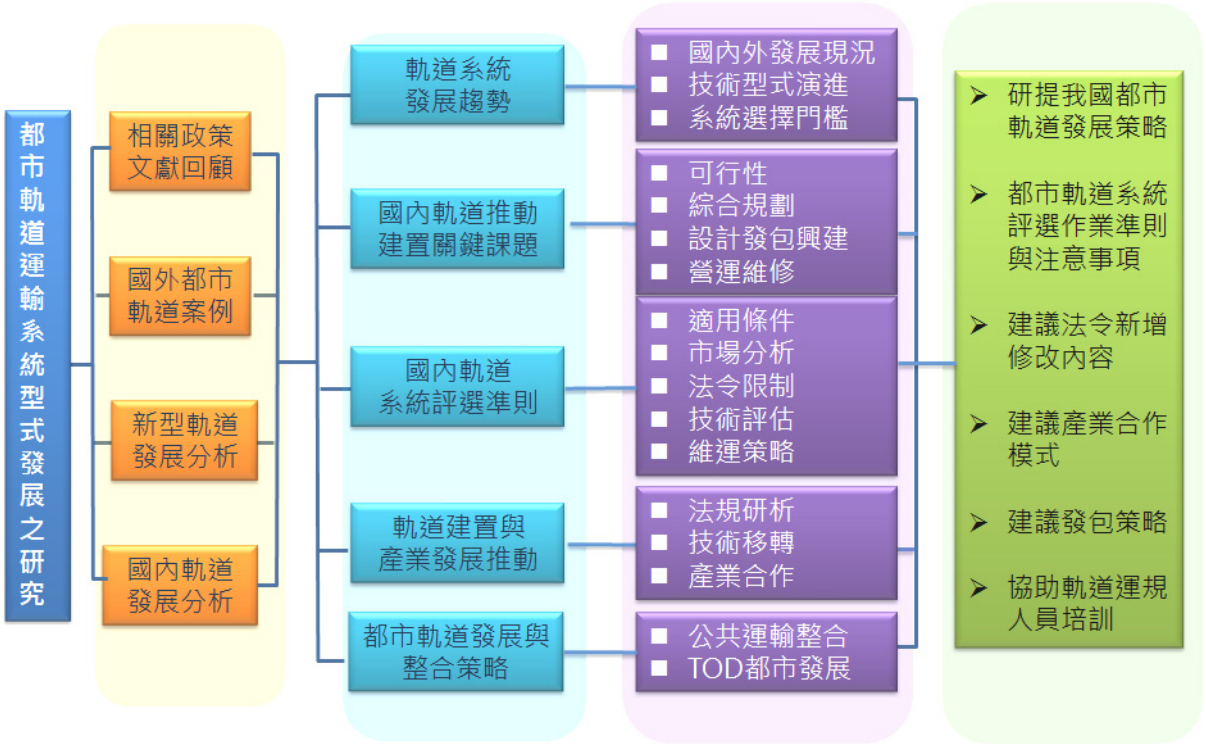


圖 1.3-1 工作項目及流程圖

第二章　國內都市軌道運輸發展現況

軌道系統技術歷經一百多年之發展，因應長程、短程、城際、都會、休閒、通勤等不同之旅運需求，發展多元，包括傳統鐵路、高速鐵路、磁浮系統、捷運系統、街面電車，乃至現代化之輕軌運輸系統等。關於國內軌道運輸系統之上位計畫、各都會區軌道運輸系統發展現況與相關計畫等綜整說明如下：

2.1　上位計畫與發展政策

2.1.1　運輸政策白皮書

交通部於民國 84 年、91 年與 101 年陸續發布運輸政策白皮書，據以為臺灣交通運輸之具體政策與藍圖。其中最近一期為 101 年 7 月頒布之「101 年運輸政策白皮書」，以「永續運輸」為發展願景，設定三大政策目標：

1.「致力環境保育的綠能運輸」；

2.「實現社會公義的人本運輸」；

3.「提升經濟競爭的便捷運輸」。

以及五大發展主軸，提供：

1.「優質的（Great）」；

2.「可靠的（Reliable）」；

3.「環保的（Environmental）」；

4.「公義的（Equitable）」；

5.「無縫網絡的（Networked）」運輸服務。

以打造 GREEN 綠運輸環境，實現永續運輸願景。

其中「總論」分冊之背景、課題及展望等篇章，分別揭示我國目前及未來包括鐵道系統及公路系統-都市公共運輸及複合運輸之整體推動現況、政策、策略及相關措施，可作為我國後續整體交通運輸建設推動之準據。茲整理與鐵道相關之內容如下：

一、**「展望篇」提及「健全城際交通路網，完備都市運輸」與「強化審議評估機制，引導永續發展」策略。**其於都市軌道運輸發展之相關行動方案如表 2.1-1。

表 2.1-1　運輸政策白皮書關於都市軌道之發展策略與行動方案及措施

策 略	行動方案及措施
健全城際交通路網，完備都市運輸	1.重新審視西部都會區域鐵道建設計畫，依據需求規模，務實啟動可行的階段性公共運輸建置方案。
	2.誘導地方政府發展因地制宜且通用化的公共運輸環境,發展「公共運輸」或「市區客運」。
	3.以都市設計角度結合鐵道場站、其他大眾運輸及人行空間之整體規劃。
強化審議評估機制，引導永續發展	1.建構完整的中央與地方運輸計畫體系，加強落實運輸中長程計畫制度。
	2.強化大眾捷運系統之邊際收益(MR)與邊際成本(MC)，確保系統永續發展。
	3.推動交通運輸建設稅金增額財務機制(Tax Increment Financing, TIF)，改善建設財源問題。
	4.建立大型開發計畫與運輸建設整體規劃一次核定的制度

資料來源：運輸政策白皮書，交通部，民國 101 年。

二、在「提升公共運輸運量」上，係以 2025 年公共運輸使用率提升至 30%為長期目標，有關都市軌道之運量目標如下：

- 提升臺北大眾捷運運量：運量於 2020 年提升至 70 億延人公里。
- 提升臺中大眾捷運運量：運量於 2020、2025 年分別提升至 3.1 億與 3.7 億延人公里。
- 提升高雄大眾捷運運量：運量於 2020、2025 年分別提升至 6.3 億與 8.8 億延人公里。
- 提升機場捷運運量：運量於 2020、2025 年分別提升至 6.12 億與 6.76 億延人公里。

2.1.2　交通建設部門綱要計畫(106～109年)[1]

基於交通建設不僅是國家建設之基礎，更是引領國家整體經濟脈動的火車頭，扮演民眾生活連結的關鍵角色，實為我國公共建設中影響範圍最廣的部門。交通部為能有效發揮上位引領功能，協助中長程交通個案計畫穩健布局，並與年度預算叩合俾使預算分配能達成最佳化，茲以 4 年為一期（本期計畫期程為民國 106 至 109 年）研提本「交通建設部門綱要計畫」。其規劃重點方向與願景，以及與都會軌道相關之重要政策歸納如下：

[1]交通建設部門綱要計畫(106～109 年)，交通部，民國 104 年 10 月。

一、4個重點努力方向

(一)開創海空運輸新動能，提升國際運籌實力；

(二)打造完善交通網絡，確保優質生活環境；

(三)推動綠色運輸，提高公共運輸效能；

(四)優化旅遊品質，邁向國際觀光大國。

二、發展願景：「跨域整合新智慧，打造幸福心交通」

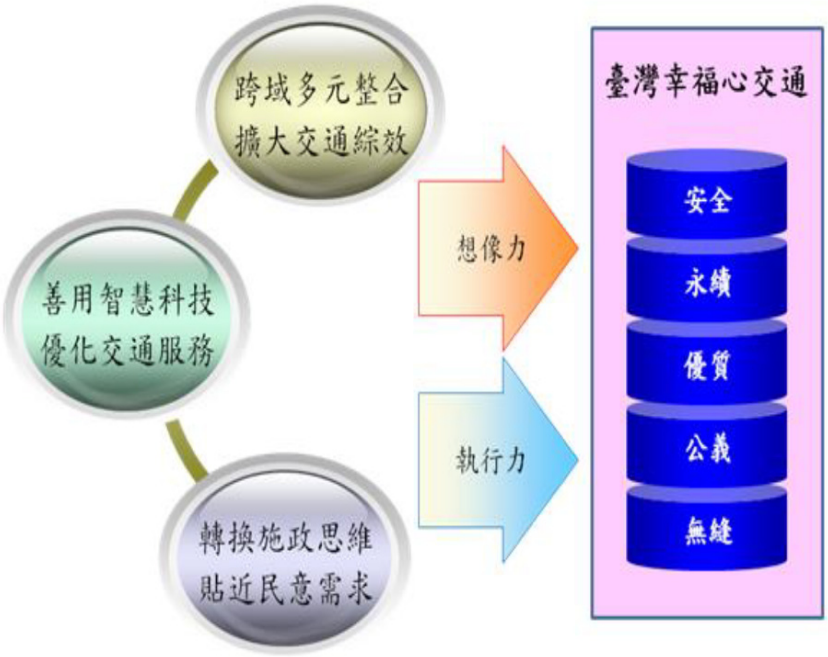


圖 2.1-1　交通建設部門綱要計畫(106-109年)之交通建設發展願景

三、都市軌道發展重要課題

為達成上述願景，綱要計畫共研提十四項課題，擇取其中與都市軌道運輸相關之課題，包括課題五、課題六、課題七如表 2.1-2。

表 2.1-2　交通建設部門綱要計畫(106-109 年)都市軌道發展相關課題

都市軌道相關課題		課題內容
課題五	為健全軌道運輸服務，各類軌道系統應強化	1.系統間服務整合不足且可及性不佳，軌道運輸市場難以大幅躍升。 (1)高鐵部分站區位於郊區，與原市中心之交通聯繫相當不便，為使民眾轉乘便利，高鐵聯外接駁系統必須提升。 (2)高需求旅次之產業發展地區及觀光景點應以軌道系統連結，降低聯外公路負荷量。 (3)既有鐵路支線、特殊用途鐵道轉型營運或活化再利用，有待重新思考如何納入整體軌道運輸服務網。
課題六	為確保軌路運輸安全，鐵路風險管理應明確	2.即時監測及風險管理系統尚未完備，無法發揮系統防災管理效能。
課題七	為創造軌道永續經營，軌道營運體質應提升	1.各軌道運輸系統之定位與整合，應加以思考強化。 2.軌道專業人才培養不易，應配合組織調整與營運轉型綜合改善。

資料來源：交通建設部門綱要計畫(106～109 年)，交通部，民國 104 年 10 月。

四、發展政策

本綱要計畫在軌道與公路運輸建設方面之發展政策，認為應從國土空間階層網絡觀點檢視現行城際鐵公路運輸建設計畫，考量臺灣各區域運輸特性與需求之差異，擘劃以公共綠色運輸為主軸的城際運輸發展政策，包括：

(一)線性主幹服務以鐵道為主，並以公路公共運輸提供面性網狀服務，同時串聯公路系統與重點運輸場站及各主要觀光區之自行車道路網，打造無縫運輸環境；

(二)西部地區以高鐵為主，臺鐵與公路為輔，三大都會區則有捷運，建置都會及都市地區公共運輸的交通環境；

(三)東部地區以臺鐵快速化為骨幹，輔以公路公共運輸之面性網狀服務。

五、中程計畫目標

本綱要計畫訂定 106～109 年軌道運輸關鍵績效指標與目標值如表 2.1-3。

表 2.1-3　交通建設部門綱要計畫(106-109 年)軌道交通中程計畫目標

主要策略	衡量指標	單位	104 年現況值	105 年目標值	106 年目標值	107 年目標值	108 年目標值	109 年目標值
健全城際都市運輸，完備基礎建設	軌道(鐵路+捷運)客運量	每月平均人次(百萬人)	87.4	87.5	87.7	87.8	88.1	88.2
	旅行時間節省(與現況比較)	百萬元	-	34,106	68,212	102,318	136,424	170,531
	捷運路線長度	公里	173.8	224.83	240.23	241.79	282.89	299.6
推展低碳節能運輸，營造環境融合	節能減碳效益(與現況比較)	每年減少百萬元	-	119.6	239.2	358.7	478.3	597.9

資料來源：交通建設部門綱要計畫(106～109 年)，交通部，民國 104 年 10 月。

2.1.3　軌道運輸系統總體規劃(2/2) - 我國軌道運輸系統發展政策之研究[2]

本研究為本所 101 年所進行之軌道運輸系統總體規劃，基於為紓緩國內城際及都會交通，並鼓勵提升大眾運輸系統之使用率，發展軌道運輸系統係交通部門之長期施政重點。研究透過回顧國內、外軌道相關政策文件，並檢視我國國土空間及整體軌道運輸系統發展趨勢，建議以「環島城際運輸雙主軸」、「連繫國土門戶地區的動脈」以及「都會無縫運輸服務主幹線」作為我國軌道運輸系統的三大功能定位。

依據上述功能定位，採「滿足旅客期待、健全國土網絡、管理運輸資源」為核心價值，勾勒我國軌道運輸系統未來的發展願景：

－因優質的服務，讓軌道運輸成為旅客的第一選擇；

－因完善的網絡整合，成就軌道為無縫運輸的主軸；

－因緊密結合城鄉發展，營造軌道廊帶成為國土活動中樞；

－因傳承與創新的文化魅力，讓軌道運輸成為永續發展的運輸方式。

基於邁向上述願景之需要，深入檢視我國軌道運輸發展現況、未來建設計畫以及相關環境機制面之癥結，研提未來我國軌道系統空間網絡藍圖以及基本發展政策。

[2]「軌道運輸系統總體規劃(2/2)-我國軌道運輸系統發展政策之研究」，交通部運輸研究所，民國 102 年。

建議未來循著「建構安全、可靠及舒適快捷的軌道服務」、「打造有序無縫的軌道運輸環境」、「健全城際軌道服務系統」、「穩固都會軌道運輸基礎」、「邁向綠色運輸」、「優化機制環境」等六大政策方針，結合其下計 20 項政策主軸(如表 2.1-4)之推動落實，引導我國運輸環境大步邁向優質軌道新世紀。

表 2.1-4　軌道運輸系統總體規劃-六大政策方針與二十項政策主軸

政策方針	政策主軸
建構安全、可靠及舒適的軌道服務	1.提升系統安全性：降低軌道系統的事故發生率，減少死傷數。
	2.提高服務可靠度：有效降低各類軌道運輸系統的平均延滯時間，提高準點率。
	3.提供舒適便捷的服務：考量旅客舒適度及系統營運效率，提供衡平的軌道服務容量。
打造有序無縫的軌道環境	4.促進運輸市場優勢分工：確認各運具的市場定位，採行優勢分工以創造多贏。
	5.建構友善無縫的軌道運輸服務：打造時間、空間、資訊、服務無縫的運輸環境。
	6.沿軌道系統建構 TOD 走廊：緊密整合軌道建設及空間發展，形構多元機能的 TOD 走廊。
健全城際軌道系統	7.延展、升級臺鐵運輸服務：加速提升臺鐵的路網普及度、運輸效率及服務品質。
	8.整合臺、高雙鐵，落實優勢分工：充分整合臺、高雙鐵並優勢分工，逐年提高城際軌道的市場占有率。
穩固都會軌道基礎	9.建構都會軌道主架構：積極建置基礎路網並健全配套環境，為都會軌道運輸環境紮根。
	10.以重要軌道車站為空間核心及運輸樞紐：重整都市空間發展結構，提升整體公共運輸使用率以改善交通環境，建構低碳永續生活環境。
邁向綠色運輸	11.以軌道運輸帶動綠色運輸的潮流：提高軌道市場的占有率，降低軌道的環境衝擊。
	12.振興臺鐵觀光發展，增進支線永續營運能力：積極開拓臺鐵觀光旅遊市場，創造多元營收來源；改善支線營運虧損狀況，增進永續營運能力。
	13.以國家級觀光文化資產觀點發展阿里山森林鐵路：促進阿里山森林鐵路與阿里山國家森林遊憩區的共生共榮，打造永續的國際觀光旅遊市場。
	14.活化善用臺糖鐵路，發揮資源潛在價值：保存並活化現存的糖鐵軌跡，成為流動的歷史地景。
	15.適度推展臺鐵貨運，發展綠色物流：移轉部分公路貨運至軌道系統，以期降低貨物運輸整體排碳量，並提升公路系統之全體用路人行車安全。
優化機制環境	16.再構合理的組織及事權：確立建、管、營分立的中央事權分工，加強地方賦權及培力。
	17.建構軌道運輸的 PDCA 機制：依據軌道系統的生命週期建構強化 PDCA 的機制。
	18.健全法令規章及政策工具：滿足當前需要、健全政策工具及引導未來發展。
	19.強化財務基礎：開源節流、合理分配、投資未來。
	20.秉持永續經營的基本態度：厚植能力、文化生根、積極行銷。

資料來源：「軌道運輸系統總體規劃(2/2)-我國軌道運輸系統發展政策之研究」，交通部運輸研究所，民國 102 年。

2.1.4 都會捷運路網政策規劃與績效[3]

本文刊於國家發展委員會公共治理季刊 103 年第七期政策規劃與績效管理，為交通部提出因應減碳之世界永續運輸潮流，將推動公共運輸，都會捷運列為其重要政策之一。文中統計臺灣南北二大都會區，捷運之總投資金額共新臺幣 8,772 億元，在運量、服務人口、運量密度及帶動地區繁榮與交通便利上著有績效。經深入研究，綜整我國都會捷運系統發展課題，提出都會捷運具體發展八大策略(如表 2.1-5)，建議各都會區應依人口規模、都市發展及需求特性，選擇適宜之軌道公共運輸系統。

並於結論與建議中，總結國內都會捷運歷年之發展成果與未來發展重點共七點，皆為未來都會軌道發展方向，作為計畫之重要參考，爰摘錄如下：

一、近年來政府投入大量公共建設經費於捷運建設

捷運系統效益為銜接高鐵、臺鐵中長程運輸之地區性運輸，近二十年來政府投入上兆的捷運建設，截至 103 年總投資經費約 10,607 億元(近十年每年約 300 億元），包括臺北捷運約 8,772 億元、高雄捷運約 1,813 億元、臺中捷運約 90 億元及機場捷運約 933 億元。

二、臺北都會捷運已產生具體績效

(一)目前營運長度 121.3 公里，營運績效至 102 年信義線通車平均日運量達 180 餘萬人次。

(二)捷運車站周邊 500 公尺居住人口數概估捷運沿線之服務人口，至 102 年服務人口已成長至 298 萬人，為木柵線通車時的 15 倍。

(三)運量密度從 85 年的 0.35 萬人／日／公里，在 87 年逐年快速成長至 89 年的 1.26 萬人／日／公里，然後緩慢成長至 97 年 1.65 萬人次／日／公里，開始下降至 102 年的 1.5 萬人次／日／公里，這是成長鈍化與衰退的警訊。

三、高雄都會捷運運量仍待提升

高雄捷運營運長度為 42.7 公里，因路網未成長且沿線服務人口數由 97 年的 45.9 萬人至 102 年 45.3 萬人呈稍微下跌趨勢，日運量由通車初期僅 10.9 萬人次，提升到 102 年平均日運量 16.6 萬人次，運量密度亦由 0.26 提升為 0.39 萬人／日／公里，經高雄捷運公司預估至 106 年運量將達 18.5 萬人次，可達損益兩平。為改善高雄捷運公司虧損狀況，高雄市政府近期除修約提前接手高捷資產外，並推動機車退出人行道、民間拖吊上路及取消學生專車等多項交通措施，後續在環狀輕軌加入擴展路網

[3]范植谷、蘇振維等，「都會捷運網政策規劃與績效」，公共治理季刊第 2 卷第 3 期，民國 103 年 9 月，第 53-70 頁。

後，期許高雄捷運運量能有效提升。

表 2.1-5　都會捷運路網政策規劃之八大策略

八大策略		策略內容
策略一	配合一日生活圈目標，重新思考公共運輸路網布局	在高鐵通車(北中與中高 1 小時)與臺鐵功能轉型為區域通勤服務後，臺灣陸路區域旅行時間可縮短至 3.5 小時；建議路廊應配合新市鎮(平價住宅族群)或都市更新(再發展)的需要，研訂路線、系統型式及建設時程，形成 TOD (Transit Oriented Development)走廊，對於具土地開發潛力之走廊則可考慮引進鐵道系統，其餘則應以公車系統為主要服務供給者。
策略二	縮小中央與地方對都會捷運認知差距，強化審議評估機制，以財務健全與永續營運為最高指導原則	依據交通部訂定之「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」，對各地方政府所提需要中央政府補助之軌道計畫，應以財務健全與永續營運做為最高指導原則，除依可行性→規劃→設計→施工等階段循續審核其計畫之可行程度外，應於規劃階段先確認該計畫之營運單位，由其進行深入評估該計畫財務健全程度與確認其可永續營運。
策略三	強化臺鐵都會捷運通勤替代功能，避免平行都會捷運/輕軌路線之新建	由於軌道系統之興建及營運成本龐大，為確保整體軌道系統之健全永續營運，於都會區已有臺鐵系統服務之運輸路廊內，除應確保臺鐵通勤車站之必要待避股道設置，以強化臺鐵系統之通勤服務及整體營運調度功能外，亦應避免於該路廊內再布設捷運或輕軌路線，以免資源重置浪費。
策略四	加強捷運系統與其他鐵道系統之整合，提升時間、距離、服務、資訊無縫與最後一哩之運輸服務	捷運系統在整合不同鐵道系統路網上扮演重要角色，不僅可做為高鐵及臺鐵服務的串聯橋梁，亦可將高品質的鐵道運輸服務展延至都會區內。地方主管機關應積極推動捷運車站最後一哩之服務，利用公車路線及公共自行車等擴大路網服務範圍。
策略五	視地區需求特性採不同捷運型式組合	不同型式之捷運其興建與營運成本差異很高，其設置型式應依人口與社經需求布設，目前僅臺北、桃園、臺中及高雄具都會捷運（重運量 MRT、中運量、輕軌）發展之潛力。至於都會區內主幹線之路網服務外，後續往郊區延伸路線勢必有邊際效益遞減趨勢，應考量中運量、輕軌或 BRT 不同捷運型式組合，並視地區發展及政府財源適時檢討推動，以逐步落實「公共運輸為主，私人運輸為輔」的目標。
策略六	調整都會捷運公共建設資源分布	臺北都會捷運促進臺北都會區之發展，並增進民眾行的便利，但隨邊際效益遞減與避免臺北磁吸效應，臺北都會捷運可不再積極追求長度的擴充，應努力於現有路線之經營。將公共建設預算調整至高雄、臺中與將改制的桃園縣之都會軌道計畫。但高雄都會人口只有 280 萬人，捷運系統需努力於現有路線之經營，若有後續延伸路線則選用中運量以下系統，以兼顧服務水準與財務永續。
策略七	尚未核定之捷運或輕軌系統計畫，宜優先以公車系統培養運量	對於目前尚未奉行政院核定之捷運系統計畫及未核定之捷運／輕軌路線（如臺南市、臺中市等），應優先透過成本負擔較低之公車系統培養運量，待客源達一定規模後，再適時進一步發展捷運系統。引進之系統型式及引進時機應配合需求之成熟度，並考量財源等相關條件因地制宜。
策略八	捷運路線與沿線都市更新結合，將其帶動的房地產增值挹注建設，擴大投資收益	由臺北捷運之發展案例，捷運路線可促進沿線都市更新與發展，建議地方政府新闢捷運路線可將都市發展與大眾運輸系統進行整合，並結合沿線都市更新及土地開發效益等因素，以創造捷運建設與土地開發整合效益，降低政府出資比例。另交通部可配合財政部研議「租稅增額財源機制」，將房屋、土地增值外部效益內部化，以降低政府財政負擔，積極擴大投資，持續增加收益。

資料來源：范植谷、蘇振維等，「都會捷運網政策規劃與績效」，公共治理季刊第 2 卷第 3 期，民國 103 年 9 月，第 53-70 頁。

四、為提升國家整體競爭力，宜整合人口達900萬人之北、北、基、桃為北臺都會區，並評估設立跨縣市都會運輸平臺（機構）

為因應世界巨大化的競爭趨勢，加上北部區域原本之經濟活動就有其密不可分之特性，臺灣宜整合人口達900萬人之北、北、基、桃為北臺都會區，在整合的同時透過跨區域副首長會議平臺，評估籌設跨縣市都會運輸平臺（機構），統籌管理所轄運輸服務與整合都會公共運輸事務。

五、臺中市、臺南市及高雄市（人口介於200～300萬人），適合中運量、輕軌或BRT等系統

臺中市及高雄市已有初步捷運路網，建議以臺鐵及捷運都會核心路網為基礎路網，其餘各路廊應配合發展新市鎮（平價住宅族群）或都市更新（再發展）的需要，重行研議其路線、系統型式及建設時程，循審議程序推動，並逐步發展健全轄區內之公共運輸服務。

六、其他中小型都市，建議以提升公共運輸市占率為目標

由於臺灣數個中小型都市之公共運輸市占率並不高，建議可優先發展轄區內之公路公共運輸系統，搭配輔助之副大眾運輸服務，俟未來公共運輸市占率提升後，再評估是否有發展輕型軌道運輸系統（LRT或BRT）之可能性。

七、為使建設與營運順利接軌達永續營運，營運機構宜於規劃階段確認

依據大眾捷運法第25條規定：「中央主管機關建設之大眾捷運系統，由中央主管機關指定地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。地方主管機關建設之大眾捷運系統，由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。」。

目前國內現存的捷運營運機構包括臺北捷運公司、桃園捷運公司與高雄捷運公司，其中臺北捷運公司及桃園捷運公司為公營機構，高雄捷運公司為民營公司。鑒於臺中捷運及臺北都會區後續之輕軌路網均未決定營運機構，建議後續計畫應於規劃階段先確認營運單位，由其進行深入評估該計畫財務健全程度與確認其可永續營運，以避免後續營運虧損，造成由政府補貼營運之情事。

2.1.5 城際及都會鐵道運輸政策規劃芻議[4]

本所在追求綠色、永續運輸政策發展指導原則下，藉由檢視我國整體鐵道運輸系統之發展趨勢，分析我國城際及都會鐵道運輸發展現況，確認現況所面臨之課題，進而研提整體鐵道系統的初步政策發展方向，以供各界參考。

[4]蘇振維、呂怡青、楊幼文，「城際及都會鐵道運輸政策規劃芻議」，捷運技術第50期，民國104年8月，第23-38頁。

一、鐵道系統定位

各運輸系統有其最適運送距離與服務速率，在基於整體交通網運輸效率觀點下，交通部門必須綜合考量各運具彼此間之特性並妥予規劃與定位，才能發揮綜效。

臺灣整體軌道系統層級依其功能，區分為城際及都會鐵道等 2 層級，城際運輸可區分為 50-150 公里之中途旅次與 150-500 公里之長途旅次，以臺、高雙鐵為主要運具，由高鐵主司城際長程運輸，中程運輸則由高鐵與臺鐵合作分工。都會區大致可區分為 30-50 公里之市郊與 30 公里以下之核心區，建議之運具為臺鐵、捷運與輕軌，因此都會捷運係為高鐵、環島臺鐵聯外之鐵道系統，構建完整之城際鐵道運輸系統骨幹，提供城際銜接都會之運輸服務。

二、都會軌道發展之課題

本文分別研提城際鐵路與都會軌道發展課題，其中分析都會捷運主要面臨都會核心區路網已大致建置完成，後續路網擴充可能面臨營運虧損的挑戰，相關課題摘錄如下：

(一)全臺都會捷運資源分布，有待調整

都會捷運建設興建與營運成本高，致使過去我國鐵道建設投資集中於益本比高的臺北都會區，都會鐵道建設採市場需求導向的建設方向有待檢討調整，應朝提升其他地方政府公共運輸比例為目標。

(二)都會捷運後續延伸路網，會有邊際效益遞減現象，應組合不同捷運型式服務

捷運服務以都會核心區域效益最高，但都會中心房價居高不下，唯有仰賴準點、量大的捷運縮短通勤時間，有助於避免人口過度集中，民眾權益、整體路網績效與政府投資公平性，值得審慎評估。

(三)如何以都會捷運帶來房屋、土地增值，擴大投資收益

都會捷運之發展為地方帶來房屋稅、地價稅、土地增值稅等收益，如何建立制度將外部效益內部化，以降低政府財政負擔，積極擴大投資，持續發展增加收益。

三、都會軌道發展之政策

本文依據行政院與交通部近年運輸政策之發展政策目標，必須符合「環保要求、生態保育的必要條件下，追求經濟發展並滿足社會公平，以達到永續發展目標」的共識，進而以強化配合國家發展需要且能提升營運效率之環島鐵道系統，搭配發展符合地區層級需求，且可永續營運之地區鐵道系統，構建全國整體鐵道系統，其中都會軌道相關政策規劃整理如表 2.1-6。

表 2.1-6　都會軌道發展政策

發展政策		政策概述
1	縮小中央與地方對都會捷運認知差距，強化審議評估機制，以財務健全與永續營運為最高指導原則	依據交通部訂定之「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」，對各地方政府所提需要中央政府補助之鐵道計畫，應以財務健全與永續營運做為最高指導原則，除依可行性→規劃→設計→施工等階段循序審核其計畫之可行程度外，應於規劃階段先確認該計畫之營運單位，由其進行深入評估該計畫財務健全程度與確認其可永續營運。
2	強化臺鐵都會捷運通勤替代功能，避免平行都會捷運/輕軌路線之新建	由於鐵道系統之興建及營運成本龐大，為確保整體鐵道系統之健全永續營運，於都會區已有臺鐵系統服務之運輸路廊內，除應確保臺鐵通勤車站之必要待避股道設置，以強化臺鐵系統之通勤服務及整體營運調度功能外，亦應避免於該路廊內再布設捷運或輕軌路線，以免資源重複浪費。
3	加強捷運系統與其他鐵道系統之整合，提升時間、距離、服務、資訊無縫與最後一哩之運輸服務	捷運系統在整合不同鐵道系統路網上扮演重要角色，不僅可做為高鐵及臺鐵服務的串聯橋梁，亦可將高品質的鐵道運輸服務展延至都會區內。例如臺北捷運系統各車站可便捷轉乘至南港、松山、臺北及板橋等城際運輸路網；臺中捷運烏日文心北屯線 G17 站與高鐵臺中站及臺鐵臺中站共站，G4 站則與臺鐵松竹站共站；高雄捷運則可轉乘至高鐵左營站、臺鐵橋頭、新左營、高雄等城際運輸路網。地方主管機關應積極推動捷運車站最後一哩之服務，利用公車路線及公共自行車等擴大路網服務範圍。
4	視地區需求特性採不同捷運型式組合	不同型式之捷運，其興建與營運成本差異很高，其設置型式應依人口與社經需求布設，目前僅臺北、桃園、臺中及高雄具都會捷運（重運量 MRT、中運量、輕軌）發展之潛力。至於都會區內主幹線之路網服務外，後續往郊區延伸路線勢必有邊際效益遞減趨勢，應考量中運量、輕軌或 BRT (Bus Rapid Transit) 不同捷運型式組合，並視地區發展及政府財源適時檢討推動，以逐步落實「公共運輸為主，私人運輸為輔」的目標。
5	尚未核定之捷運或輕軌系統計畫，宜優先以公車系統培養運量	對於目前尚未奉行政院核定之捷運系統計畫及未核定之捷運/輕軌路線（如臺南市、臺中市等），應優先透過成本負擔較低之公車系統培養運量，待客源達一定規模後，再適時進一步發展捷運系統。引進之系統型式及引進時機應配合需求之成熟度，並考量財源等相關條件因地制宜。
6	捷運路線與沿線都市更新結合，將其帶動的房地產增值挹注建設，擴大投資收益	由臺北捷運之發展案例，捷運路線可促進沿線都市更新與發展，建議地方政府新闢捷運路線可將都市發展與大眾運輸系統進行整合，並結合沿線都市更新及土地開發效益等因素，以創造捷運建設與土地開發整合效益，降低政府出資比例。另交通部可配合財政部研議「租稅增額財源機制」，將房屋、土地增值外部效益內部化，以降低政府財政負擔，積極擴大投資，持續增加收益。

資料來源：蘇振維、呂怡青、楊幼文，「城際及都會鐵道運輸政策規劃芻議」，捷運技術第 50 期，民國 104 年 8 月，第 23-38 頁。

2.2 國內都市軌道運輸系統發展現況

國內都市因工、商業快速發展，居住及就業人口大量湧入，交通問題漸趨嚴重，若在無限增長的私人運具環境下，城市運作終將因龐大的車潮而癱瘓，因此都市軌道運輸的導入，為解決道路交通課題有效辦法之一。

目前國內六都之中，臺北市自民國 77 年開始建設捷運系統，於民國 85 年全臺灣第一條捷運木柵線通車，由於捷運在臺北市的成功營運經驗，讓其他各縣市政府相繼尋求興建捷運。在捷運規劃初期，中央及地方政府對於軌道交通有著樂觀的預估，打算在北高兩直轄市以外的其餘城市，包含桃園、臺中、臺南等都市都興建捷運系統，以降低都市內的生活通勤通學壓力。

然而，近十餘年來各級政府財政狀況日益緊縮，無法大規模興建捷運系統，因此開始研析使用其他軌道系統之替代想法，包括利用既有臺鐵路線增設新站以達成臺鐵捷運化之目標，以及研究輕軌、單軌及個人捷運(PRT)等系統之適宜性，後續章節將對國內軌道發展趨勢進一步探討研析。

2.2.1 國內都市軌道運輸系統現況及發展

一、基隆市

(一)軌道系統現況

基隆市境內軌道運輸系統目前僅有臺鐵服務，連同一等車站至簡易車站共計停靠 5 站，而基隆市緊鄰大臺北生活圈，與臺北都會區之間互動頻繁，通勤運輸需求很高，扣除公路私人運具後，每日利用公共運輸工具往返兩地的人數估算約 16 萬人次。為解決基隆和臺北間大量的通勤旅次，過去基隆市政府曾提出建設輕軌之計畫，但因自償率偏低、運量不足等因素未繼續推動。經重新檢討後，於 105 年推動辦理「臺北捷運延伸至七堵百福社區可行性研究」。

基隆市的軌道建設除了經濟及財務問題以外，基隆市政府對於軌道建設尚有諸多課題，根據本計畫對基隆市政府實地問卷調查結果，在軌道規劃方案欠缺研究經費，並且無專責機構籌劃，加上地方民眾參與意識抬頭，用地取得困難等課題都是目前建設之挑戰。

(二)軌道系統未來發展

依據目前基隆市政府的規劃，臺北捷運延伸至七堵百福社區可行性研究尚辦理中，故軌道系統型式尚需等研究成果確定後，再進行相關研討。

二、臺北市

(一)軌道系統現況

大臺北都市軌道運輸以捷運系統為主，為臺灣第一座投入營運的捷運系統，其規模也是現今國內最龐大之架構，主要功能為紓解臺北交通長期以來的壅塞問題，並藉以改善都市動線和機能，促進臺北市中心和周邊衛星市鎮的繁榮發展。

臺北捷運依其軌道型式區分，目前營運中與興建中之路網主要為鋼輪鋼軌與膠輪系統二種軌道系統型式，後續興建之路網則納入輕軌等系統，營運中與興建中路線所使用之系統型式分類整理如下：

1.採用「鋼輪鋼軌捷運系統」路線

鋼軌鋼輪捷運系統係指列車使用鋼輪，行駛於鋼軌軌道上。目前臺北捷運高運量路線如淡水信義線、松山新店線、中和新蘆線、板南線皆採用鋼輪鋼軌系統，軌距採用標準軌；興建中之環狀線則為中運量之鋼輪鋼軌系統。

2.採用「膠輪捷運系統」路線

膠輪捷運系統的優點因列車行駛速度平緩穩定，噪音較低，加減速較高，可適用於中運量路網。膠輪的摩擦力大，可用於爬坡度高、軌道轉彎半徑較小的路段，目前臺北捷運僅文湖線列車使用本系統，行駛於中運量膠輪系統專用軌道。

臺北捷運自民國85年開始營運以來，目前共有5條主要路線，與2條單站支線，營運路線里程為131.1公里，營運車站共117站，此外，尚有信義線東延段正在興建中，本計畫整理現況臺北都會區捷運已通車之系統特性彙整如表2.2-1及表2.2-2所示。

雖然臺北都會區捷運為目前國內最發達之軌道系統都市，但是根據本計畫調查訪問後，市府單位反映在推動捷運系統規劃作業階段，常面臨到缺乏都市願景目標引導、捷運系統選擇資訊不足、缺乏相關捷運規劃人才、對於推動制度或審議機制不熟悉及缺乏規劃經費等困難。對於捷運計畫特性上也因技術型式難以抉擇、工程條件困難、都市環境景觀(高架或地下)協調、用地取得困難及民眾參與意識抬頭等條件，造成推動上之困難。

圖 2.2-2　臺北都會區捷運建設願景圖

資料來源：臺北市政府捷運工程局，民國 105 年。

表 2.2-1　臺北都會區軌道系統現況彙整表

階段	路線名稱	系統型式	路線長度(KM)	完工年期(民國)	建造成本(億元)							用地徵收(含拆遷補償)	
					土建	機電(系統)	機電(水環)	車輛	軌道	機廠	合計	面積(公頃)	金額(億元)
已通車	木柵線	膠輪 AGT	高架：10.1 KM 地下：0.8 KM 共計：10.9 KM	85 年	124.41	93.59	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	218.00	13.42	28.59
	淡水線	鋼軌鋼輪	地面： 9.50 KM 高架：10.50 KM 地下：3.80 KM 共計： 22.80 KM	86 年	347.41	158.34	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	505.75	139.83	252.55
	新店線	鋼軌鋼輪	地下：12.20 KM 共計：12.20 KM	88 年	369.67	122.43	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	492.10	14.49	73.01
	南港線	鋼軌鋼輪	地面：0.28 KM 地下：12.32 KM 共計：12.60 KM	89 年	435.18	128.19	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	563.37	11.25	111.88
	板橋線	鋼軌鋼輪	地下：7.10 KM 共計：7.10 KM	95 年	150.38	67.95	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	218.33	2.03	48.83
	中和線	鋼軌鋼輪	地下：5.40 KM 共計：5.40 KM	87 年	194.92	72.68	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	267.60	0.93	27.22
	板橋延伸(土城)線	鋼軌鋼輪	地下：5.60 KM 共計：5.60 KM	95 年	149.65	42.47	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	192.12	38.26	109.44
	新莊線	鋼軌鋼輪	地下：14.30 KM 共計：14.30 KM	101 年	677.1	164.0	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	841.10	19.09	188.08
	蘆洲線	鋼軌鋼輪	地下：6.40 KM 共計：6.40 KM	99 年	240.64	46.48	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	287.12	23.58	113.63

階段	路線名稱	系統型式	路線長度(KM)	完工年期(民國)	建造成本(億元)							用地徵收(含拆遷補償)	
					土建	機電(系統)	機電(水環)	車輛	軌道	機廠	合計	面積(公頃)	金額(億元)
	內湖線	膠輪 AGT	高架：10.90 KM 地下：3.90 KM 共計：14.80 KM	98 年	294.16	222	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	516.16	13.93	99.56
	南港東延段	鋼軌鋼輪	地下：2.5 KM 共計：2.5 KM	100 年	86.44	22.38	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	未設置	108.82	0.27	8.30
	信義線	鋼軌鋼輪	地下：6.40 KM 共計：6.40 KM	102 年	198.6	89.7	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	未設置	288.3	0.2	15.15
	松山線	鋼軌鋼輪	地下：8.50 KM 共計：8.50 KM	103 年	294.62	94.88	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	未設置	389.50	1.07	45.03
	土城線延伸頂埔段	鋼軌鋼輪	地下：2 KM 共計：2 KM	104 年	56.53	13.01	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	未設置	69.54	0.12	0.4
興建中	信義線東延段	鋼軌鋼輪	地下：1.41 KM 共計：1.41 KM	111	50.23	16.62	6.46	已納入機電系統	已納入土建	未設置	73.31	辦理中	16.54

備註：1.資料來源：臺北市捷運工程局，民國 105 年 3 月。

2.建造成本僅含直接、間接及物調合計，不含工務行政費、工程預備費及設計費。

3.信義線東延段第一次修正計畫於 103 年 9 月 24 日核定（含 R04 及 R03 二車站），後續因辦理都市計畫變更，無法取得 R04 車站捷運設施用地，無法設站，因不設 R04 車站，其工程建設經費及土地取得費用可予以降低，所填列資料係第二次修正計畫內容，目前報核中。

表 2.2-2　臺北捷運路線營運資料表

填寫單位	路線名稱	系統型式	營運路線長度(KM)	通車年期(民國)	營運區間	平日			例假日			年營運列車班次數	年營運延車公里
						尖峰(分鐘)	離峰(分鐘)	23時以後(分鐘)	6時~9時(分鐘)	9時~23時(分鐘)	23時以後(分鐘)		
臺北大眾捷運股份有限公司	文湖線	膠輪 AGT	25.2	85/98	動物園－南港展覽館	2~4	4~7	12	4~7	4~7	12	207,054 班	5.28 百萬車公里
	淡水、信義線	鋼軌鋼輪	淡水 23.5 信義 6.3	86 年 102 年	淡水－象山	6 次 7~8	8~10	12	8~10	8~10	12	299,442 班 (含新北投支線)	4.83 百萬車公里
					北投－大安	6 次 7~8	8~10	—	—	8~10	—		
					重疊 (北投－大安)	3 次 3.5~4	4~5	12	8~10	4~5	12		
	中和、新莊、蘆洲線	鋼軌鋼輪	中和 5.4 新莊 17.0 蘆洲 6.4	87 年 101 年 99 年	迴龍－南勢角	6 次 7~8	8~10	12	9~10		12	217,305 班	4.52 百萬車公里
					蘆洲－南勢角	6 次 7~8	8~10	12	9~10		12		
					重疊 (大橋頭－南勢角)	3 次 3.5~4	4~5	6	4.5~5		6		

填寫單位	路線名稱	系統型式	營運路線長度(KM)	通車年期(民國)	營運區間	平日			例假日			年營運列車班次數	年營運延車公里
						尖峰(分鐘)	離峰(分鐘)	23時以後(分鐘)	6時~9時(分鐘)	9時~23時(分鐘)	23時以後(分鐘)		
	新店、松山線	鋼軌鋼輪	新店9.3	88年	松山－新店	6次7~8	8~10	12	8~10	8~10	12	260,947班(含小碧潭支線)	3.38百萬車公里
			松山8.5	103年	松山－臺電大樓	6次7~8	8~10	—	—	8~10	—		
					重疊(松山－臺電大樓)	3次3.5~4	4~5	12	8~10	4~5	12		
	南港、板橋、土城線	鋼軌鋼輪	南港13.5 板橋7.1 土城7.6	100年 89年 95年 95年 104年	南港展覽館－永寧	6次7~8	8~10	8~12	8	8~9	8~12	220,022班	5.09百萬車公里
					南港展覽館－頂埔(104.7.6起通車至頂埔)	6次7~8	8~10	8~12	8	8~9	8~12		
					南港展覽館－亞東醫院	6次7~8	8~10	—	—	8~9	—		
					重疊(南港展覽館－亞東醫院)	3次3.5~4	4~5	8~12	8	4~4.5	8~12		

資料來源：臺北捷運公司，民國105年3月。

(二)軌道系統未來發展

臺北捷運系統未來仍持續推動，目前臺北市中心地區已有捷運松山線、板南線及信義線提供東西向運輸走廊之輸運服務，而南北向路廊僅有淡水、新店線及文湖線提供軌道運輸服務，因此未來臺北都會區應可規劃東區南北向捷運路線，除可紓解目前文湖線尖峰負荷外，亦可串聯文湖線、松山線、板南線及信義線，提供內湖、南港、信義區間便捷的軌道串聯服務。

目前已知規劃中之路線包括環狀線北環段及南環段、民生汐止線等，如表 2.2-3 所示。後續因捷運後續路網逐步往郊區擴張，造成邊際效用及營運收入遞減狀況，市府在考量加速建設進度與減少投資成本，將另行評估研究以輕軌等新型軌道系統提供大眾運輸服務。

在營運方面考量捷運後續路網逐步往市中心外圍區域發展，人口聚集及商業活動強度不如市中心區，可能使後續路線客運收入遞減，造成營運單位長期財務負擔。因此捷運局建議可採委託經營方式辦理，經營單位不負責捷運路線之折舊、重置，而由公部門編列預算負責該路線之盈虧。

表 2.2-3　臺北市未來軌道系統發展規劃彙整表

縣市	路線名稱	系統型式	路線長度	車站數	全日上車人數	尖峰小時最大站間運量	現況進度	通車啟用時間
臺北市	環狀線北環段及南環段	鋼軌鋼輪	高架：0.72 KM 地下：19.0 KM	11 座	79.7 萬人	11,700 人/h	綜合規劃	核定後 10 年
	民生汐止線	鋼軌鋼輪	高架：9.42 KM 地下：10.2 KM	18 座	35.2 萬人	19,691 人/h	綜合規劃	核定後 14 年

資料來源：臺北市捷運工程局，民國 105 年 3 月。

三、新北市

(一)軌道系統現況

新北市軌道系統與臺北市密不可分，營運中之路線整理如表 2.2-4 及表 2.2-5 所示。新北市已於民國 104 年完成新北市捷運發展願景與策略計畫，推動捷運三環三線政策，境內將有 5 條捷運路線，總長度 55.68 公里。由於三環三線施工中亟需一級機關監督及辦理，市府遂將二級機關「捷運工程處」自民國 105 年 1 月 1 日改制為一級機關「捷運工程局」，以加速捷運系統之推動，同時在未來營運方面亦已籌備成立專責營運機構負責境內軌道之維運。

據本計畫對於新北市捷運工程局之問卷調查結果，局內對於未來捷運系統亦將評估採用輕軌系統，但在規劃作業期間仍有規劃經費不足之困難，此外，因運量規模不足及用地取得等種種挑戰，也加重了軌道建設推動之難度。

表 2.2-4　新北市軌道系統(興建中)現況彙整表

階段	路線名稱	系統型式	路線長度(KM)	完工年期(民國)	建造成本(億元)							用地徵收(含拆遷補償)	
					土建	機電(系統)	機電(水環)	車輛	軌道	機廠	合計	面積(公頃)	金額(億元)
興建中	環狀線(第一階段)	鋼軌鋼輪	高架：14.2 KM 地下：1.20 KM 共計：15.4 KM	105	437.61	169.28	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	606.89	2.38	39.08
	萬大中和樹林(第一階段)	鋼軌鋼輪	地下： 9.5 KM 共計： 9.5 KM	107	385.03	153	已納入土建	已納入機電系統	已納入土建	已納入土建	538.03	辦理中	137.55
	淡海輕軌(第一階段)	輕軌	9.44 KM	107	26.49	33.81	18.29	7.72	7.2	0	93.51	7.08	11.43
	三鶯線	評估中	14.29 KM	113	123.7	85.4	14.6	55.7	19.1	15.5	314	33.6	56.86
	安坑輕軌	輕軌	7.5 KM	110	40.05	19.43	2.62	20.55	6.25	18.5	107.4	4.37	22.7

備註：1.資料來源：新北市捷運工程局，民國 105 年 3 月。
2.建造成本僅含直接工程成本。

表 2.2-5　新北市未來軌道系統發展規劃彙整表

路線名稱	系統型式	路線長度	車站數	全日上車人數	尖峰小時最大站間運量	現況進度	通車啟用時間
淡海輕軌第二階段	輕軌	平面：4.3KM	平面：6 座	8.4 萬人(整體路網)	5,172 人/h(整體路網)	規劃階段	113 年
深坑線	輕軌	平面： 4.13 KM 高架： 3.90 KM	平面：4 座 高架：3 座	5.9 萬人	6,719 人/h	可行性研究提送交通部審議	-
五股泰山線	輕軌	平面：6.38 KM 高架：5.10 KM	平面：11 座 高架： 3 座	8.53 萬人	雙向 6,306 人/h 單向 4,811/h	可行性研究提送交通部審議	-
萬大線第二期	鋼軌鋼輪	高架：10.52 KM 地下： 2.73 KM	高架：11 座 地下： 2 座	41.17 萬人(整體路網) 18.39 萬人 僅二期較一期增量	20,642 人/h	修正財務計畫	-

資料來源：新北市捷運工程局，民國 105 年 3 月。

四、桃園市

(一)軌道系統現況

桃園都市軌道運輸目前多以高鐵及臺鐵服務為主，捷運系統仍在興建中尚未通車。機場捷運系統已於 106 年 3 月通車，由臺北車站往南經過桃園國際機場至桃園市中壢區全長 51 公里，將可服務橫跨臺北市、新北市及桃園市等三座城市，並在臺北車站等 4 個車站與臺鐵、高鐵、臺北捷運淡水信義線、板南線、中和新蘆線、環狀線等 6 條路網相連，形成便捷之軌道轉乘網絡，除能發揮北部地區之都會捷運功能外，亦提供桃園國際機場便利之聯外交通。

在機場捷運的營運上，為因應不同旅客的需求，機場捷運系統將提供「直達車」及「普通車」兩種不同的服務，並於臺北車站(A1)辦理預辦登機及行李託運，將航廈內的航空公司報到櫃檯延伸至市中心區，旅客可以提早在車站內託運行李，取得登機證。

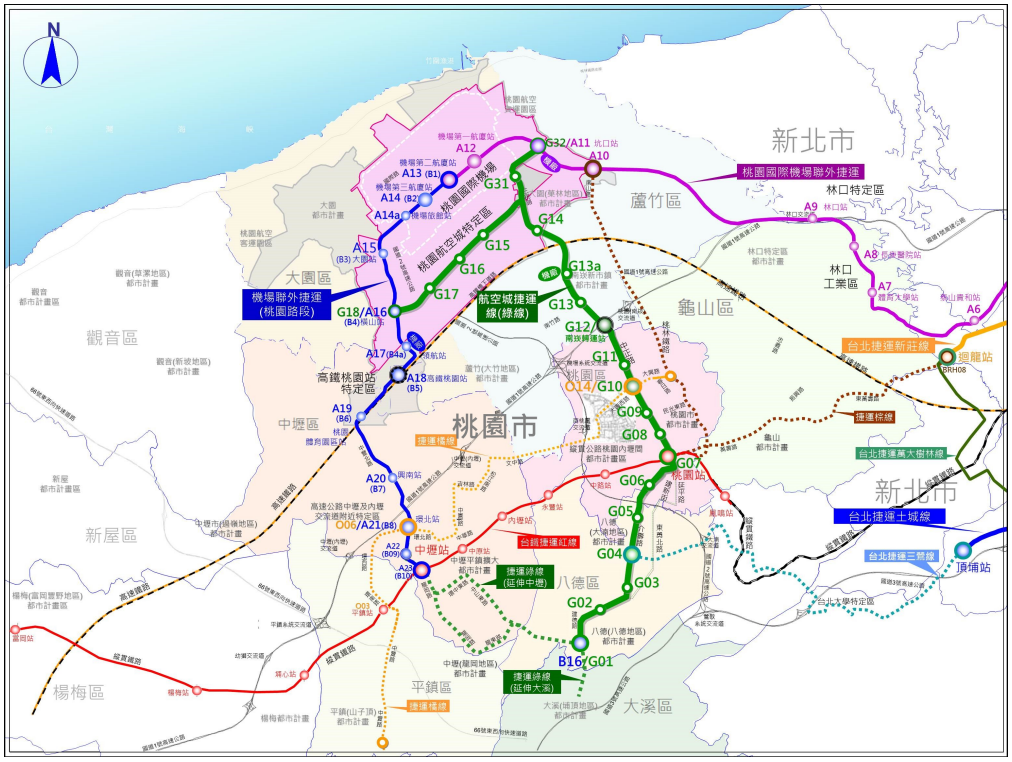


圖 2.2-3　桃園都會區軌道路網示意圖

資料來源：桃園市政府捷運工程處。

桃園市府規劃設計中之捷運綠線(亦稱航空城捷運線)屬中運量捷運系統，捷運棕線則評估規劃使用單軌或是輕軌系統營運。在本計畫與市府交通局之問卷結果，反映出規劃作業階段市府團隊遭遇到了缺乏都市願景目標引導、缺乏相關捷運規劃人才、對於推動制度

或審議機制不熟悉等課題，同時也缺乏規劃經費，造成規劃作業不易推動。此外，因軌道運量規模不足、工程條件困難、都市環境景觀(高架或地下)協調不易、用地取得困難、經濟財務效益不足亦是市府面臨之主要瓶頸問題點。

桃園市捷運營運是由桃園市政府、新北市政府及臺北市政府共同投資的桃園大眾捷運股份有限公司負責經營及維運。

(二)軌道系統未來發展

桃園升格為直轄市後，籌設了「桃園市政府捷運工程處」，在桃園市政府推動下，2016 年 4 月 20 日桃園捷運綠線獲得行政院核定，全長約 27.8 公里、設 21 座車站。根據本計畫調查，後續市府在推動軌道建設時，會優先評估成本、運量規模及都市景觀等課題進行軌道系統之選擇，目前已知桃園捷運規劃中之路線如表 2.2-6 所示。

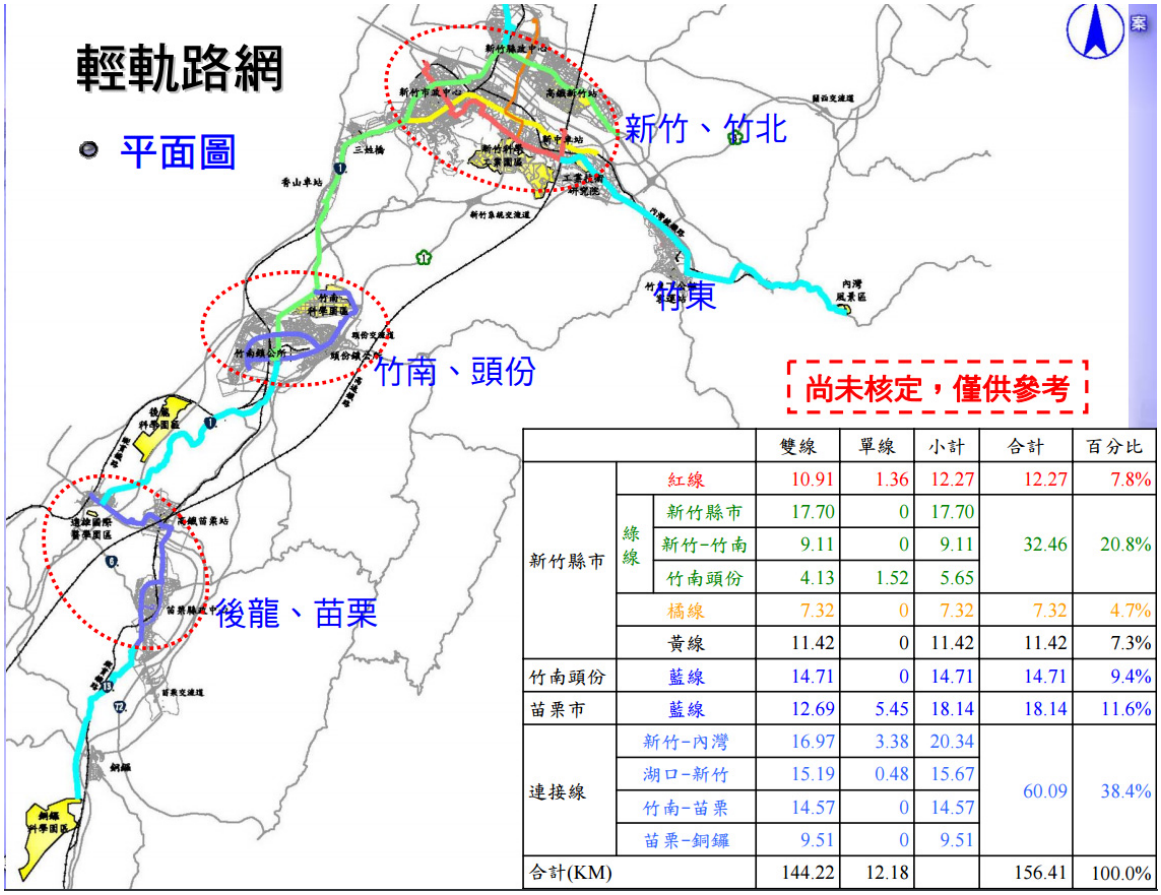
表 2.2-6　桃園市未來軌道系統發展規劃彙整表

縣市	路線名稱	系統型式	路線長度	車站數	全日搭車人數	尖峰小時最大站間運量	現況進度	通車啟用時間
桃園市	航空城捷運線(綠線)	鋼軌鋼輪	高架：15.3 KM 地下：12.5 KM	21 座	25 萬人	9,000 人/h	綜合規劃報告送審	計畫核定後 8 年分段通車
桃園市	棕線	跨座單軌	高架：11.5 KM	8 座	6.0 萬人	3,737 人/h	可行性研究	115 年
桃園市	三鶯延伸線	鋼軌鋼輪	高架：2.95 KM 地下：0.93 KM	2 座	2.4 萬人	2,554 人/h	可行性研究	115 年
桃園市	綠線延伸線	鋼軌鋼輪	高架：1.88 KM 地下：5.74 KM	6 座	4.53 萬人	4,200 人/h	可行性研究	117 年
桃園市	臺鐵地下捷運化	鋼軌鋼輪	地下：17.95 KM	8 座	24.1 萬人	11,054 人/h	可行性研究	114 年

五、新竹市

(一)軌道系統現況

新竹市是北臺灣高科技產業的重鎮，自 1980 年代初期成立的新竹科學工業園區，吸引了大批國內與國際廠商的投資及許多高科技人力移居，因此市內之交通日益加劇。目前境內軌道運輸以臺鐵服務為主，配合臺鐵捷運化政策，也新增三座通勤車站和六家線，以服務大眾運具使用族群。過去市府為了發展大眾運輸，新竹縣市與苗栗縣曾研提竹竹苗輕軌計畫，但由於自償率過低被交通部退回，短期內不興建。



			雙線	單線	小計	合計	百分比
新竹縣市	紅線		10.91	1.36	12.27	12.27	7.8%
	綠線	新竹縣市	17.70	0	17.70	32.46	20.8%
		新竹-竹南	9.11	0	9.11		
		竹南頭份	4.13	1.52	5.65		
	橘線		7.32	0	7.32	7.32	4.7%
	黃線		11.42	0	11.42	11.42	7.3%
竹南頭份	藍線		14.71	0	14.71	14.71	9.4%
苗栗市	藍線		12.69	5.45	18.14	18.14	11.6%
連接線	新竹-內灣		16.97	3.38	20.34	60.09	38.4%
	湖口-新竹		15.19	0.48	15.67		
	竹南-苗栗		14.57	0	14.57		
	苗栗-銅鑼		9.51	0	9.51		
合計(KM)			144.22	12.18		156.41	100.0%

圖 2.2-4　竹竹苗輕軌路線示意圖

資料來源：竹竹苗輕軌地方說明會簡報，民國 97 年。

新竹市的軌道建設現階段除了經濟效益及財務問題以外，市府缺乏公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫，對於軌道建設的發展整體架構仍需進一步研究。根據本計畫對市府方面實地問卷調查結果，新竹市政在軌道規劃方案欠缺研究經費，並且無專責機構籌劃，對於軌道建設的推動制度或審議機制不熟悉等課題，都是目前需逐步克服之困境。

(二)軌道系統未來發展

根據目前市府之規劃，未來新竹市軌道運輸系統仍以輕軌為優先考量，主要是為了提升公共運輸運量、使用率及服務水準前提下，可兼顧都市景觀、提升周邊土地開發效益及提高道路使用效率，另輕軌系統低底盤設計亦方便身障及年長者使用。惟因考慮運量規模不足、用地取得不易等問題，輕軌路線宜再加以評估，以提升計畫經濟及財務效益。

六、臺中市

(一)軌道系統現況

目前臺中市軌道運輸系統以捷運烏日文心北屯線及臺鐵高架捷運化為主。捷運烏日文心北屯線全長約 16.7 公里，東起北屯區松竹路二號橋附近，南至高鐵臺中站區，沿線共計 18 站，預定 107 年 11 月部分路段試營運，預計 109 年全線通車。

臺鐵高架捷運化路線全長21.7公里，北起臺中市豐原站以北1.5公里，南迄大慶站以南 1.4 公里，將現有鐵路及車站改建為高架型式，並增設五處通勤車站。工程依鐵工局表定期程將分為兩階段通車，第一階段為豐原、潭子、太原、臺中、大慶等既有車站五站切換高架，原預計於 104 年 12 月通車，惟工程承商基於安全考量，後續施作方式轉趨保守，已於 105 年 10 月通車；第二階段 106 年啟用栗林、頭家厝、松竹、精武、五權等 5 座高架通勤車站。

除了上述興建中的捷運烏日文心北屯線及臺鐵高架捷運化，市府過去規劃的捷運藍線，也將調整報告內容後再送交通部審議。

圖 2.2-5　臺中都會區軌道路網示意圖

資料來源：臺中市政府交通局。

根據本計畫對臺中市政府交通局調查研究，市府研提軌道建設計畫，在規劃階段並無軌道專責機構，也因缺乏規劃經費，對於捷運系統選擇資訊不足等諸多課題，遇到瓶頸；而在計畫推動期間，也面對都市用地取得困難，民眾參與意識抬頭造成對於都市環境景觀(高架或地下)難以協調。

鑒於臺中捷運綠線工程預計 107 年底試營運、109 年底全線通車，臺中市交通局預計今年底將成立「臺中捷運公司」，負責後續捷運相關營運作業。另於臺中都會區捷運路網中標示捷運紅線，為臺鐵於臺中市路段高架化後加密營運班距，提升鐵路服務捷運化，施工單位為交通部鐵路改建工程局，營運單位為臺灣鐵路管理局。

表 2.2-7　臺中市軌道系統(興建中)現況彙整表

縣市	路線名稱	系統型式	路線長度	車站數	全日搭車人數	尖峰小時最大站間運量	現況進度	通車啟用時間
臺中市	綠線	鋼軌鋼輪	高架：16.71　KM	18 座	12.6 萬人	7,574 人/h	工程進行中	109 年
	臺鐵高架捷運化	鋼軌鋼輪	高架：21.7　KM	10 座	—	—	第一階段完工 第二階段進行中	105 年 106 年

資料來源：1.臺中市交通局，民國 105 年 3 月。
2.本計畫整理。

(二)軌道系統未來發展

大臺中山手線環狀鐵路規劃山線鐵路高架化由大慶延伸至烏日，並將海線鐵路由大甲至追分雙軌高架化，再透過彩虹線由大甲至后里的東西向鐵路，連接臺鐵山線及海線，微笑線成功到追分段鐵路還可與臺中捷運綠線搭配串聯，建立區域外環鐵路系統以完整臺中都會區軌道路網結構。

考量臺中市長期交通問題嚴重，為加速建置大眾運輸系統以解決交通問題，及滿足海線地區民眾之運輸需求，平衡城鄉差距，交通局另規劃雙港輕軌促進海線地區與市中心的串連與發展，另有臺中捷運藍線及臺中捷運綠線延伸彰化，目前路線計畫尚在可行性研究規劃中。

七、臺南市

(一)軌道系統現況

臺南在早期曾規劃完成軌道建設，但礙於中央政府預算以及運輸人口而未實質推動。交通部先以先期方案建置臺鐵沙崙線串連起高鐵車站與市區間之接駁。交通部以沙崙線為「臺南捷運優先辦理路線」，視為興建捷運系統前，培養客源及解決高鐵接駁問題的方案之

一。由交通部鐵路改建工程局興建並於民國 100 年完工，之後移轉給臺鐵經營，行駛往返新市區南部科學工業園區旁的南科車站，經中洲車站至與高鐵臺南站相鄰的沙崙站。

為了讓臺南市民享有更便捷的運輸服務，市政府積極規劃高架輕量化的單軌系統建置，並已完成「綠線-府城橫貫線」與「藍線-中華環線」2 條路線的可行性研究，目前已進入陳報交通部審核階段；考量到臺南的交通與道路特色，預計採高架跨座式單軌系統(Straddle-beam Monorail)，期盼完成「捷運化公共運輸系統」的最後一塊拼圖。

市政府目前規劃的「綠線-府城橫貫線」與「藍線-中華環線」2 條路線，綠線起迄點為平實轉運站-永華市政中心，約 11.9 公里，行經東區、北區、中西區、安平區，規劃設 17 站；藍線起迄點為永華市政中心-平實轉運站，以環狀線路規劃，約 27.3 公里，行經東區、北區、中西區、安平區、南區、仁德區，規劃設 28 站。

圖 2.2-6　臺南市中心區先進運輸路廊示意圖

資料來源：先進公共運輸系統發展計畫(草案)，臺南市交通局。

根據本計畫對於臺南市交通局調查結果，市府目前尚在進行公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫，對於軌道建設的發展整體架構仍需進一步研究。根據本計畫對市府方面實地問卷調查結果，臺南市政在軌道規劃方案欠缺規劃經費，並且無專責機構籌劃，相關捷運規劃人才缺乏，都是未來需著手改善之難題。

(二)軌道系統未來發展

因臺南市政府評估當地運量規模不足，造成軌道建設經濟財務效益不足，且民眾參與意識抬頭，都市環境景觀(高架或地下)協調不易，因此未來系統選擇上會評估團體捷運(GRT)或是公車捷運(BRT)，主要是考量該系統較能滿足臺南的運量規模以及交通環境條件。

八、高雄市

(一)軌道系統現況

高雄都市軌道系統除臺鐵以外，尚有已經通車之高雄捷運及興建中之環狀輕軌。高雄捷運為臺灣第二座大眾捷運系統、首座機場聯絡軌道系統，以高雄市區為中心，同時向高雄市的郊區提供服務，計畫中的延伸路線亦涵蓋屏東縣部分地區。目前高雄捷運系統有紅、橘兩線十字型路網營運中，皆為高運量鋼輪鋼軌系統。

高雄捷運輕軌系統為動力分散式電聯車，採超級電容電池供給方式推進，全線使用鋼輪鋼軌，行駛於1,435公厘之標準軌，為全亞洲第一個採全線無架空線的輕軌系統，預計可於民國108年全線通車。

高雄捷運目前由高雄市政府捷運工程局負責規劃推動，根據本計畫對該單位進行問卷調查，在進行捷運系統型式評估時，規劃階段缺乏規劃經費，相關捷運人才欠缺，對於系統選擇資訊不足，推動時也面臨到用地取得困難，都市環境景觀(高架或地下)不易協調等種種問題尚待處理。

高雄捷運系統係由高雄捷運股份有限公司負責後續營運維管，本計畫整理現況高雄都會區捷運已通車之系統特性彙整如表2.2-8及表2.2-9所示。

高雄捷運與幹線公車路網圖

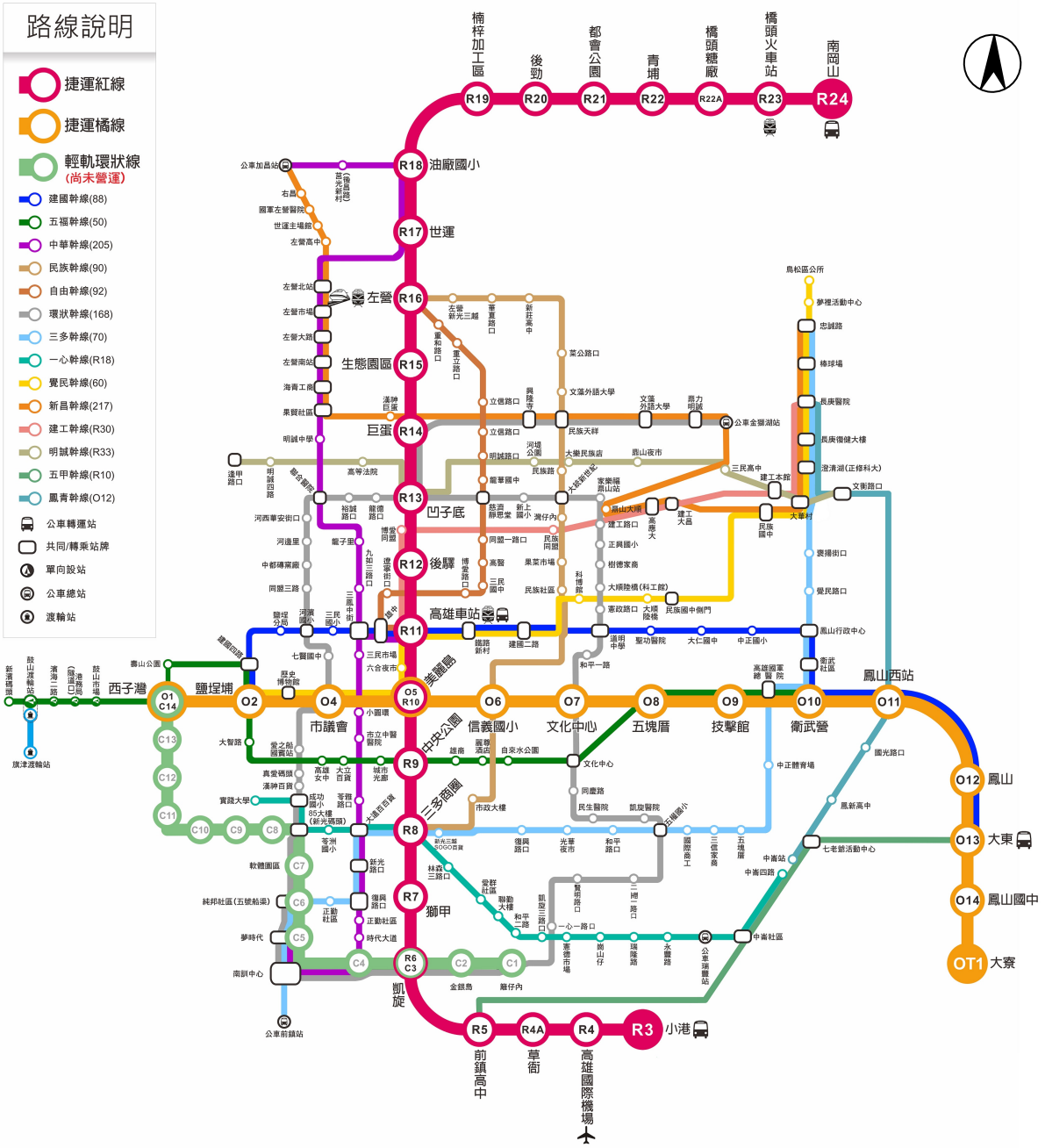


圖 2. 2-7　高雄捷運與幹線公車路網圖

資料來源：高雄捷運股份有限公司。

表 2.2-8　高雄都會區軌道系統現況彙整表

階段	路線名稱	系統型式	路線長度(KM)	完工年期(民國)	建造成本(億元)							用地徵收(含拆遷補償)	
					土建	機電(系統)	機電(水環)	車輛	軌道	機廠	合計	面積(公頃)	金額(億元)
已通車	捷運紅線	鋼軌鋼輪	地面：1.85 KM 高架：10.3 KM 地下：20.3 KM 共計：32.45 KM	97 年	473.33	131.46	63.71	78.9	70.8	40.55	1289.84	134.33	170.38
	捷運橘線	鋼軌鋼輪	地面：0.83 KM 地下：13.1 KM 共計：13.93 KM	97 年	360		35.1			35.99			
興建中	環狀輕軌第一階段	輕軌	地面：8.7 KM 共計：8.7 KM	106 年	15.05	11.05	2.29	17.40	8.04	2.96	56.79	0.52	2.86

資料來源：高雄市捷運工程局，民國 105 年 3 月。

表 2.2-9 高雄捷運路線營運資料表

填寫單位	路線名稱	系統型式	路線長度(KM)	通車年期(民國)	營運區間	平日			例假日			年營運列車班次數	年營運延車公里
						尖峰(分鐘)	離峰(分鐘)	23 時以後(分鐘)	6 時~9 時(分鐘)	9 時~23 時(分鐘)	23 時以後(分鐘)		
高雄捷運股份有限公司	捷運紅線	鋼軌鋼輪	28.3	97 年	小港站－南岡山站	4~6次 4.5	8	20	8	4~8	15	10,202	4,909,869 (104 年)
	捷運橘線	鋼軌鋼輪	14.4	97 年	西子灣站－大寮站	4~6	8	20	8	5~8	15	9,058	

資料來源：高雄市捷運公司，民國 105 年 3 月。

(二)軌道系統未來發展

高雄市政府已於民國 104 年底完成高雄都會區大眾捷運系統整體路網規劃作業計畫，對於高雄市政府將推動高雄都會區大眾捷運系統都會延伸環線（一環及二連結）建設，構建高雄都會區雙軸（紅、橘線）、雙環（環狀輕軌、都會延伸環線）的路網結構。相關規劃考量都會區各計畫之目標年，以捷運系統紅橘線及環狀輕軌營運為基準，將目標年訂於民國 116 年。

表 2.2-10 高雄市未來軌道系統發展規劃彙整表

縣市	路線名稱	系統型式	路線長度	車站數	全日上車人數	尖峰小時最大站間運量	現況進度	通車啟用時間
高雄市	環狀輕軌第二階段	輕軌	地面：13.4 KM	23 座	8.7 萬人	2,557 人/h	工程發包階段	108 年底
	岡山路竹延伸線第一階段	鋼軌鋼輪	高架：1.46 KM	1 座	1.2 萬人	1,360 人/h	綜合規劃階段	109 年底
	岡山路竹延伸線第二階段	鋼軌鋼輪	高架：11.75 KM	7 座	3.7 萬人	3,890 人/h	可行性研究	116 年底

資料來源：高雄市捷運工程局，民國 105 年 3 月。

九、地方政府訪談評析

本計畫以問卷調查方式，針對國內六都、基隆市及新竹市等 8 個都市進行軌道運輸系統之研究，以瞭解各級都市對於軌道建設推動決策過程、系統選擇、面臨課題及後續需協助事項等，茲整理調查結果並綜整說明如下。

(一)「大眾捷運系統整體路網評估計畫」完成情形

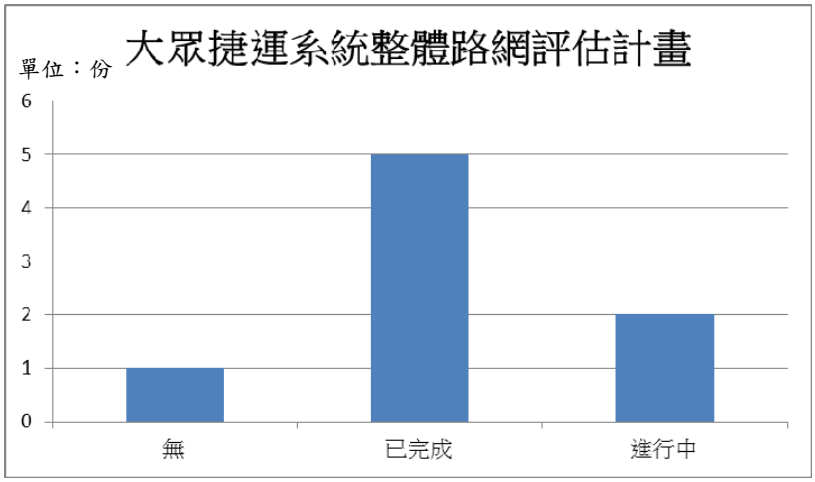


圖 2.2-8 「大眾捷運系統整體路網評估計畫」完成情形統計圖

目前僅新竹市未排定評估計畫以外，其餘都市皆已完成相關計畫或是正在進行中。

(二)考慮其他新型運輸系統(複選)

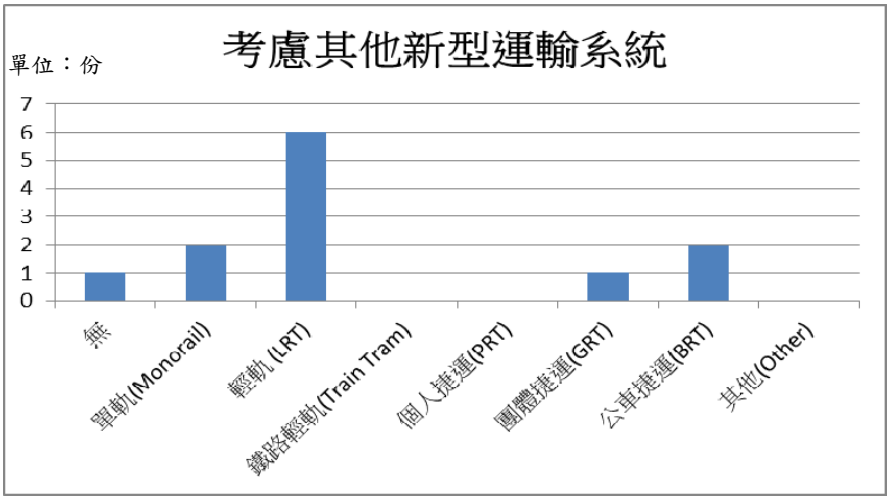


圖 2.2-9　考慮其他新型運輸系統統計圖

由上圖可知，目前調查 8 個都市中有 75%表示未來將考慮將輕軌做為新型運輸系統，直轄市六都更是全部反映會將輕軌納入評估，可預期未來輕軌系統之選擇會是大眾運輸市場主要趨勢；其次為單軌系統及公車捷運。

(三)捷運系統型式評估考慮因素

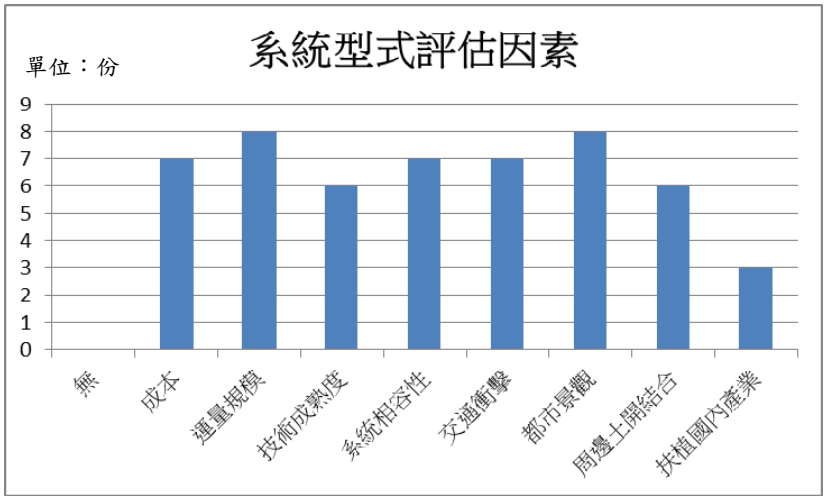


圖 2.2-10 捷運系統型式評估考慮因素統計圖

就調查結果顯示，運量規模會是各都市選擇捷運系統時都會考慮之因素，同時捷運系統是否能和都市景觀融合亦是評估重點，甚至比成本、相容性及交通衝擊還注重一些，可見國人對於軌道系統的

選擇上不再僅僅是注重成本、服務功能，未來還必須將美學等成分納入建設評估之中。

(四)推動捷運系統建設計畫時遭遇之困難(規劃作業階段)

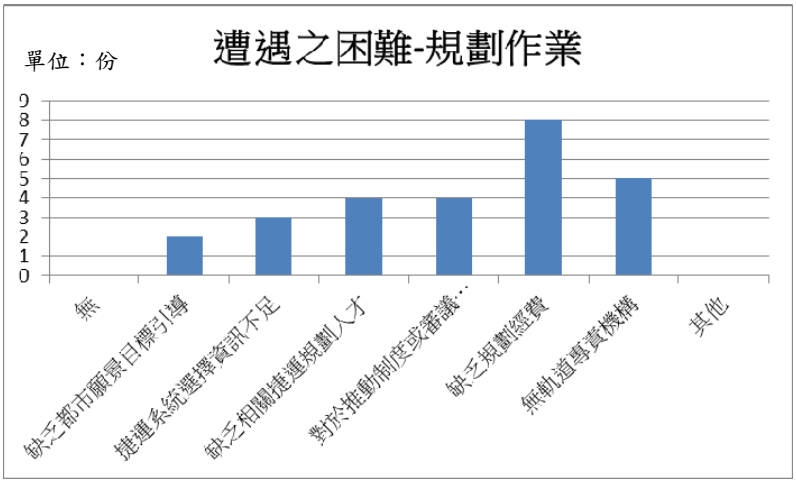


圖 2.2-11 推動捷運系統建設計畫時遭遇之困難(規劃作業階段)統計圖

在捷運系統建設計畫規劃作業期間，所有調查的都市全都反映缺乏規劃經費，因此未來在軌道建設年度預算上應適當酌以放寬，避免規劃作業經費不足而便宜行事或是急就章，造成長遠計畫執行風險增加。其次是缺乏軌道專責機構負責統籌、規劃、審查、執行到工程發包等，也讓軌道建設無法一貫執行而有不確定性。

(五)推動捷運系統建設計畫時遭遇之困難(計畫特性)

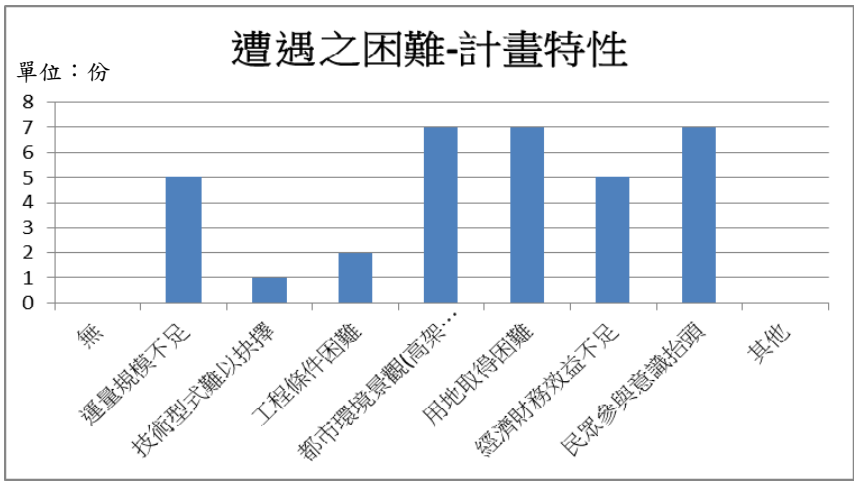


圖 2.2-12 推動捷運系統建設計畫時遭遇之困難(計畫特性)統計圖

相較於運量規模不足及工程條件困難等技術因素外，建設計畫遭遇之困難轉而反映在都市景觀(高架/地下)、用地取得困難及民眾參與意識抬頭。都市景觀議題如先前分析，未來能否融入生活會是主要因素，是故推動時遭遇困難在所難免；用地取得困難在已開發地狹人稠的都市是普遍存在的問題；然而民眾意識的抬頭甚至困難度較技術面更需要克服，顯示正反民意的拉扯對於計畫推動上會是一大難關，未來應有適當之法定機制讓民眾能有表示意見之平臺，並且讓政府執行單位可以有收斂之機制，以避免計畫推動時程一再延宕。

(六)軌道規劃教育訓練課程內容建議

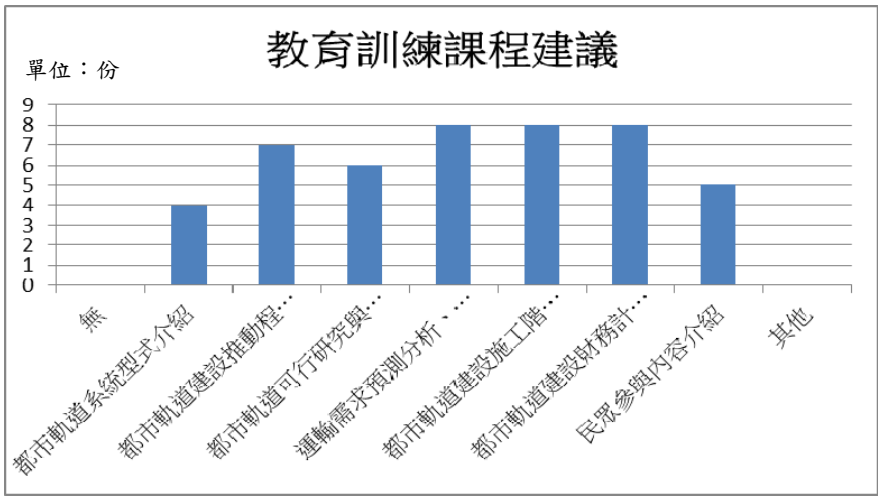


圖 2.2-13 軌道規劃教育訓練課程內容建議統計圖

針對後續軌道規劃教育訓練課程建議之課程內容，各級都市主管機關以「運輸需求預測分析、經濟財務效益之檢視及判讀」、「都市軌道建設施工階段(設計、專案管理、發包策略)」及「都市軌道建設財務計畫(周邊土開、租稅增額)」為主，希冀透過教育訓練培育軌道專業人才，推動辦理未來軌道建設計畫。

十、捷運公司訪談評析

本計畫除了對地方政府進行問卷調查外，同時也針對設有捷運公司的都市進行軌道運輸系統之調查，茲整理調查結果並綜整說明如下表 2.2-11 及表 2.2-12 所示。

表 2.2-11 捷運公司問卷調查回饋表

問項	臺北捷運公司	高雄捷運公司
對於都會區後續捷運路網是否有路線之建議、或是認為潛力發展之路廊為何	目前臺北市中心地區已有捷運松山線、板南線及信義線提供東西向運輸走廊之輸運服務，而南北向路廊僅有淡水、新店線及文湖線提供軌道運輸服務，因此未來臺北都會區應可規劃東區南北向捷運路線，除可紓解目前文湖線尖峰負荷外，亦可串聯文湖線、松山線、板南線及信義線，提供內湖、南港、信義區間便捷的軌道串聯服務	建議儘速完成環狀輕軌路線第一階段工程(前鎮調車場～捷運西子灣站)，並依規劃完成環狀輕軌路線第二階段工程(第一階段以外之路段)
對於都會區後續捷運路網軌道系統會建議採何種型式	視運量規模或路線特性採用其他系統	視運量規模或路線特性採用其他系統
引進其他系統，會建議採何種系統	——	輕軌系統(LRT)
承上題，採用該系統型式之主要原因	——	節省興建成本與時間
對於捷運後續路網逐步往郊區擴張，造成邊際效用及營運收入遞減狀況，請簡述對後續營運狀況不佳路線之營運承接意見及建議	考量捷運後續路網逐步往市中心外圍區域發展，人口聚集及商業活動強度不如市中心區，可能使後續路線客運收入遞減，造成營運單位長期財務負擔。因此建議可採委託經營方式辦理，經營單位不負責捷運路線之折舊、重置，而由公部門編列預算負責該路線之盈虧。	鑒於以 BOT 方式辦理捷運興建營運案，往往使得標企業陷入財務困境，若未來有後續路網，建議比照環狀輕軌模式，由政府出資興建，再委託民間維運
本研究後續將辦理軌道規劃教育訓練課程，建議之課程內容	都市軌道系統型式介紹	都市軌道建設財務計畫(周邊土開、租稅增額)

表 2.2-12 臺北捷運公司主要資產項目之經濟年限或汰換週期

資產項目	經濟年限或汰換週期		備註
	初步預估	依據貴公司經驗	
電聯車	30 年	高運量電聯車推估 50 年，文湖線推估 40 年。	需配合電聯車中期翻新(重置)作業。
號誌系統	20 年	依本公司維修經驗，號誌系統進行延壽計畫，訂定重要零組件 12~15 年進行汰換，故可提高全號誌系統使用年限為 30 年。	
供電系統	20 年	淡新中線主變壓器濾油機 15 年、淡新中線電池組及充電機 15 年、北投及新店機廠塔臺電力電腦 10 年。	
通訊系統	15 年	依維修經驗評估通訊系統主要設備之經濟年限或汰換週期為 8~15 年，包括閉路電視系統 8 年、旅客資訊顯示系統 10 年、數位無線電系統、廣播系統及傳輸系統皆為 15 年。	
廠房設備	20 年	依使用經驗，如車輪壓床、地下車床等廠房重型設備，經妥善維護保養且定期校驗確保精度，可使用 20 年以上。	
車站及路線水電設施	15 年	水電設備：10 年、照明設備：15 年、消防設備：12 年。	
車站收費系統	10 年	10 年。	
軌道工程	20 年	30 年。	
膠輪系統膠輪	12.5 萬公里	汰換方式為依量測輪胎磨耗狀況結果進行更換，無一定之汰換年限。	

表 2.2-13 高雄捷運公司主要資產項目之經濟年限或汰換週期

資產項目	經濟年限或汰換週期		備註
	初步預估	依據貴公司經驗	
電聯車	30 年	NA	電聯車設計使用年限為 30 年，尚未達汰換週期，故無法評估。
號誌系統	20 年	NA	號誌系統設計使用年限為 16 年，尚未達汰換週期，故無法評估。
供電系統	20 年	NA	供電系統設計使用年限為 30 年，尚未達汰換週期，故無法評估。其他耗材截至目前，如供電充電機及不斷電設備用之電池已有老化狀況，進行汰換中。
通訊系統	15 年	資訊電腦經濟年限 5-12 年	
廠房設備	20 年	NA	廠房設備設計使用年限為 30 年，尚未達汰換週期，故無法評估。
車站及路線水電設施	15 年	NA	因本捷運營運履歷目前不到 10 年,故無法評估資產項目之經濟年限或汰換週期。
車站收費系統	10 年	8 年	汰換週期建議依設備的備品供應狀況而定，若備品已開始停產，依備品量及故障頻率編列完成汰換的期限。
軌道工程	20 年	NA	電聯車設計使用年限為 30 年，尚未達汰換週期，故無法評估。
膠輪系統(膠輪)	12.5 萬公里	NA	號誌系統設計使用年限為 16 年，尚未達汰換週期，故無法評估。

2.2.2 國內都市軌道建設與營運成本分析

一、國內都市軌道建設成本分析

(一)總建設成本分析

已完工之捷運建設(如表 2.2-14)包括臺北都會區捷運系統(目前共有 5 條主要路線，與 2 條單站支線，路線里程 131.5 公里，營運車站共 121 站)與高雄捷運紅線及橘線兩條路線共 46.4 公里，38 座車站。建造成本整理如表 3 所示，約 6,247.6 億元，用地徵收約 413 公頃，約 1,292.1 億元，總建設經費約 7,639.7 億元。其中除了臺北都會區木柵線與內湖線(目前合稱為文湖線，惟因兩路線先後興建，故

仍分別分析)為膠輪 AGT 系統外，其他皆為鋼輪鋼軌捷運系統。

興建中捷運路線(如表 2.2-15)於臺北都會區、高雄都會區、臺中都會區共有 8 條，長度共約 83.0 公里，除淡海線、安坑線與高雄環狀線為輕軌系統外，其他皆為鋼輪鋼軌(重軌)捷運系統。總建造成本 2,275.9 億元，用地徵收費用 394.5 億元。

表 2.2-14 國內都會區捷運建設已完工(民國 85 年～104 年)路線建設經費統計

都會區	路線名稱	系統型式	完工年期	路線長度(KM)	平面(KM)	高架(KM)	地下(KM)	用地徵收面積(公頃)	建造成本(億元)	用地徵收費用(億元)	總建設經費小計
臺北	木柵線	膠輪 AGT	85 年	10.9	-	10.1	0.8	13	218.0	28.6	246.6
	淡水線	鋼輪鋼軌	86 年	22.8	9.5	10.5	3.8	140	505.8	252.6	758.4
	新店線	鋼輪鋼軌	88 年	12.2	-	-	12.2	14	492.1	73.0	565.1
	南港線	鋼輪鋼軌	89 年	12.6	0.3	-	12.3	11	563.4	111.9	675.3
	板橋線	鋼輪鋼軌	95 年	7.1	-	-	7.1	2	218.3	48.8	267.1
	中和線	鋼輪鋼軌	87 年	5.4	-	-	5.4	1	267.6	27.2	294.8
	板橋延伸土城線	鋼輪鋼軌	95 年	5.6	-	-	5.6	38	192.1	109.4	301.5
	新莊線	鋼輪鋼軌	101 年	14.3	-	-	14.4	19	841.1	188.1	1,029.2
	蘆洲線	鋼輪鋼軌	99 年	6.4	-	-	6.4	24	287.1	113.6	400.7
	內湖線	膠輪 AGT	98 年	14.8	-	10.9	3.9	14	516.2	99.6	615.8
	南港東延段	鋼輪鋼軌	99 年	2.5	-	-	2.5	0	108.8	8.3	117.1
	信義線	鋼輪鋼軌	102 年	6.4	-	-	6.4	0	288.3	15.2	303.5
	松山線	鋼輪鋼軌	103 年	8.5	-	-	8.5	1	389.5	45.0	434.5
	土城線延伸頂埔段	鋼輪鋼軌	104 年	2.0	-	-	2.0	0	69.5	0.4	69.9
高雄	捷運紅線	鋼輪鋼軌	97 年	32.5	1.9	10.3	20.3	134	1,289.8	170.4	1,460.2
	捷運橘線	鋼輪鋼軌	97 年	13.9	0.8	-	13.1				
合計				177.9	12.5	41.8	124.7	413	6,247.6	1,292.1	7,539.7

註：1.資料來源：臺北市捷運工程局、高雄市捷運工程局。

2. 臺北市捷運工程局提供之建造成本僅含直接、間接及物調合計，不含工務行政費、工程預備費及設計費。

表 2.2-15 國內都會區捷運建設興建中路線建設經費統計

都會區	路線名稱	系統型式	完工年期	路線長度(KM)	平面(KM)	高架(KM)	地下(KM)	用地徵收面積(公頃)	建造成本(億元)	用地徵收費用(億元)	小計
臺北	信義線東延段	鋼輪鋼軌	111 年	1.41	-	-	1.41	辦理中	73.31	16.54	89.85
	環狀線(一階)	鋼輪鋼軌	105 年	15.4	-	14.2	1.2	2.38	606.9	39.1	645.97
	萬大中和樹林(一階)	鋼輪鋼軌	107 年	9.5	-	-	9.5	辦理中	538.0	137.6	675.58
	淡海輕軌(一階)	輕軌	107 年	9.44	4.84	4.6	-	7.08	93.5	11.4	104.94
	安坑輕軌	輕軌	110 年	7.5	3.0	4.1	0.4	4	107.4	22.7	130.1
	三鶯線	鋼輪鋼軌	113 年	14.3	-	14.3	-	34	314.0	56.9	370.86
高雄	環狀輕軌(一階)	輕軌	106 年	-	8.7	-	-	1	56.8	2.9	59.65
臺中	綠線	鋼輪鋼軌	109 年	16.7	0.8	15.9	-	辦理中	485.9	107.4	593.37
合計				83.0	17.3	53.2	12.5	48.0	2,275.9	394.5	2,670.3

註：1.資料來源：臺北市捷運工程局、高雄市捷運工程局。

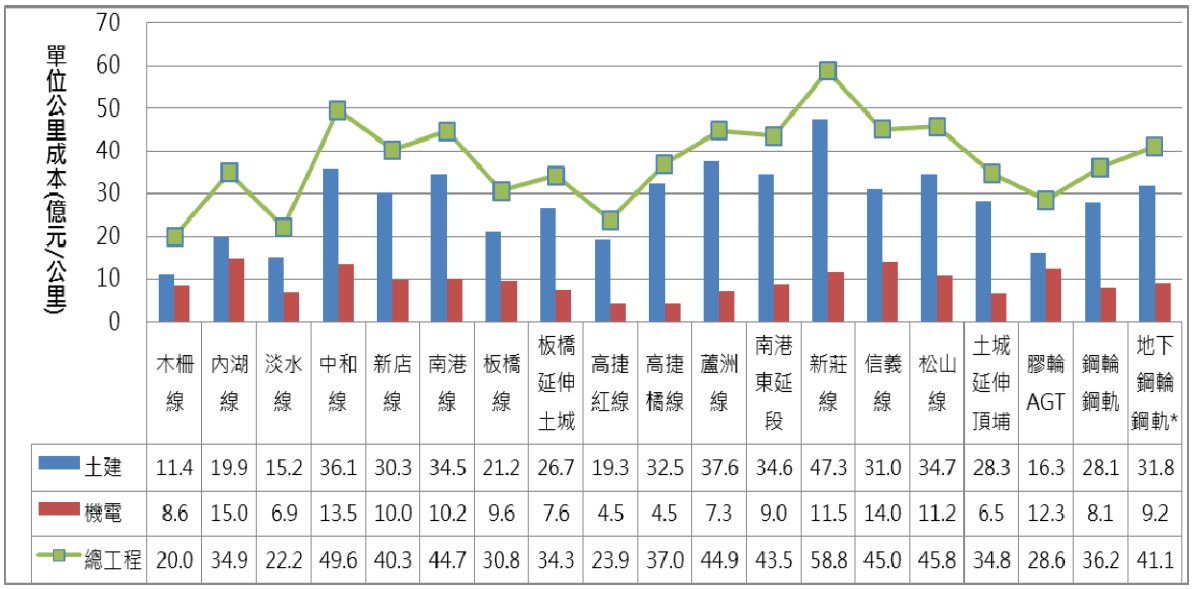
2.臺北市捷運工程局提供之建造成本僅含直接、間接及物調合計，不含工務行政費、工程預備費及設計費。

3.新北市捷運工程局提供之建造成本僅含直接工程成本。

(二)單位公里建造成本分析

1.已完工營運路線

單位成本分析如圖 2.2-14，於已興建完工路線每公里土建成本，鋼輪鋼軌系統每公里土建成本為 15.2 億元/公里(淡水線)～47.3億元/公里(新莊線)，平均為28.1億元，其中淡水線平面與高架路段約占全線 9 成，地下段僅約 1 成，故土建成本較低，新莊線為全線地下化，且因地下化深度較深，單位土建成本較高，若不計新莊線，鋼輪鋼軌地下段土建成本平均造價，為每公里 31.8 億元，膠輪 AGT 系統土建成本為11.4億元/公里(木柵線)～19.9億元/公里(內湖線)，平均每公里16.3億元，故平均而言，目前國內已完工通車之膠輪 AGT 系統單位成本較鋼輪鋼軌系統為便宜，主要原因為膠輪 AGT 系統多半為高架型式，鋼輪鋼軌則以地下化為主。



	木柵線	內湖線	淡水線	中和線	新店線	南港線	板橋線	板橋延伸土城	高捷紅線	高捷橘線	蘆洲線	南港東延段	新莊線	信義線	松山線	土城延伸頂埔	膠輪AGT	鋼輪鋼軌	地下鋼輪鋼軌*
土建	11.4	19.9	15.2	36.1	30.3	34.5	21.2	26.7	19.3	32.5	37.6	34.6	47.3	31.0	34.7	28.3	16.3	28.1	31.8
機電	8.6	15.0	6.9	13.5	10.0	10.2	9.6	7.6	4.5	4.5	7.3	9.0	11.5	14.0	11.2	6.5	12.3	8.1	9.2
總工程	20.0	34.9	22.2	49.6	40.3	44.7	30.8	34.3	23.9	37.0	44.9	43.5	58.8	45.0	45.8	34.8	28.6	36.2	41.1

圖 2.2-14 興建完工之捷運系統平均單位公里造價分析(計畫年期幣值)

註：1.資料來源：本研究彙整分析。

2.造價含直接工程成本、間接工程成本及物價調整費。

於已興建完工路線每公里機電系統成本(如圖 2.2-14)，鋼輪鋼軌系統為 4.5 億元/公里(高雄紅橘線)～14.0 億元/公里(信義線)，平均為 8.1 億元/公里，膠輪 AGT 系統為 8.6 億元/公里(木柵線)～15.0 億元/公里(內湖線)，平均為 12.3 億元/公里，故平均而言，於機電系統之單位造價，目前國內已完工通車之膠輪 AGT 系統單位成本較鋼輪鋼軌系統為高。

於單位總工程成本方面(如圖 2.2-14)，約為 20.0 億元/公里(木柵線)～ 58.8 億元/公里(新莊線)，膠輪 AGT 系統平均單價(28.6 億元/公里)較鋼輪鋼軌系統(36.2 億元/公里)為低。

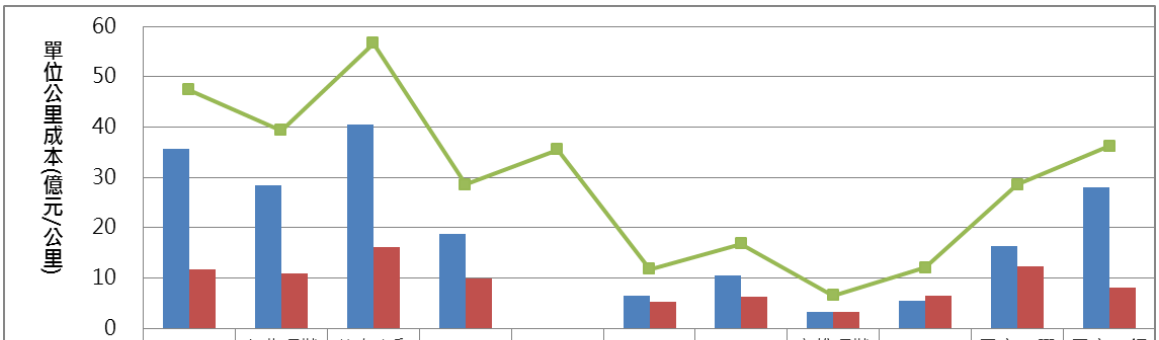
2.興建中路線

興建中路線單位公里建造成本分析如圖 2.2-15，為使各路線有一致之標準，圖 2.2-15 之建造成本資料皆統一調整包含直接工程成本、間接工程成本與物價調整費用。

於圖 2.2-15，除信義東延段延續臺北都會區一期路網，建設高運量鋼輪鋼軌系統外，臺北環狀線(第一階段)、萬大中和樹林線(第一階段)因位於都會區較外圍區，以及都會區之次走廊運量規模較小，朝向發展 4 車編組列車、無人駕駛鋼輪鋼軌系統，單位成本為 39.4 億元/公里(臺北環狀線(第一階段))～56.6 億元/公里(萬大中和樹林線(第一階段))，主要差距仍在於建造型式不同，臺北環狀線(第一階段)以高架為主，萬大中和樹林線(第一階段)

全線為地下化。臺中興建中綠線亦採用 4 車編組列車、無人駕駛鋼輪鋼軌系統，全線高架化，單位公里造價預估約 35.5 億元/公里。

此外北、高兩都會區陸續興建輕軌運輸系統，如臺北都會區之淡海與安坑線，高雄都會區的環狀輕軌，由於皆以行經平面道路與部分高架為主，由司機員駕駛，號誌與控制系統較為單純，故單位成本為 6.5 億元/公里至 16.9 億元/公里，約為其他捷運系統三分之一至二分之一。



	信義線東延段	台北環狀線(一階)	萬大中和樹林(一階)	三鶯線	台中綠線	淡海輕軌(一階)	安坑輕軌	高雄環狀輕軌(一階)	桃園棕線	已完工膠輪AGT平均	已完工鋼輪鋼軌平均
土建	35.6	28.4	40.5	18.7		6.5	10.6	3.3	5.6	16.3	28.1
機電	11.8	11.0	16.1	9.9		5.2	6.3	3.3	6.5	12.3	8.1
總工程	47.4	39.4	56.6	28.6	35.5	11.8	16.9	6.5	12.1	28.6	36.2

圖 2.2-15 興建中之捷運系統平均單位公里造價分析(計畫年期幣值)

註：1.資料來源：本研究彙整分析。
2.造價含直接工程成本、間接工程成本及物價調整費。

(二)綜合分析

由於各計畫執行年期皆不相同，而為綜合評估各系統型式於不同建造型式下之單位成本，茲將各計畫年期建設成本以物價調整率(參考相關計畫採 1.5%)，將各計畫建造成本調整至民國 105 年幣值，並彙整上述各計畫土建與機電成本，估算高運量鋼輪鋼軌、中運量鋼輪鋼軌、中運量膠輪、輕軌運輸系統於不同建造型式下於每公里建造成本如表 2.2-16。

表 2.2-16 國內軌道建設計畫單位公里建設成本彙整表

單位：億元/公里

系統型式	建造型式	土建	機電	小計
高運量鋼輪鋼軌	地下	39.1	10.9	50.0
中運量鋼輪鋼軌	地下	39.3	15.6	54.9
	高架	20.3	10.0	30.3
中運量膠輪	地下	40.7	16.4	57.1
	高架	15.4	11.4	26.8
輕軌	高架	8.3	5.5	13.8
	平面	4.0	5.4	9.4

註：1.資料來源：本研究彙整分析。

2.造價含直接工程成本、間接工程成本及物價調整費。

二、國內都市軌道營運成本分析

本研究進行期間由臺北捷運公司與高雄捷運公司提供近十年成本資料，如表 2.2-17 與表 2.2-19。

由表 2.2-17 中臺北捷運公司輸儲成本(運輸費用)，大致以用人費用、服務費用、材料及用品費與租金與利息費用為大宗，若以中運量與高運量成本組成中(見表 2.2-18)，以民國 104 年為例，臺北捷運中運量系統之材料及用品費約占輸儲成本(運輸費用)15%，而高運量系統之材料及用品費約占輸儲成本(運輸費用)5.5%，租金與利息費用之占比，中運量系統為 38%也高於高運量系統成本 31.7%。

而臺北捷運的租金與利息費用包含設備重置費之提列，參考「臺北捷運公司系統設備重置作業機制建立與檢討」(黃來福、洪志偉、吳念修，2012 年)文中所述，臺北捷運至 2001 年初期路網大致成形，臺北市政府與臺北捷運公司雙方重新議定租金，並於 2001 年簽訂「臺北都會區大眾捷運系統財產租賃契約書」，另為籌措捷運系統設備重置經費及管理重置相關作業，以維持捷運系統之永續經營，臺北市政府依大眾捷運系統運價率計算公式運用準則第 11 點規定：「為確保捷運固定資產汰舊換新之財源，並避免票價中設算之政府固定資產折舊費用移作他用，地方主管機關宜會同其他出資之政府機關共同成立『捷運固定資產重置基金』，負責審議資產重置計畫」，於 2001 年成立臺北市臺北都會區捷運固定資產重置基金。前述租賃契約約定，臺北捷運公司每年需繳交之租金，包含機電系統設備之重置經費，以及營業收入一定比例計收之租金，全數繳入重置基金，作為捷運機電系統設備汰舊換新及設施設備增置改善之財源。

表 2.2-17 臺北大眾捷運股份有限公司近 10 年(95 年-104 年)營運收支資料表

單位:億元

項目\年度		95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年自決數
營業收入(億元)		98.61	103.93	109.11	111.85	123.16	139.71	149.38	157.97	168.45	180.5
運輸收入		83.69	91.25	97.14	98.87	107.11	121.49	131.68	138.51	147.61	156.52
其他營業收入		14.93	12.69	11.97	12.99	16.05	18.22	17.7	19.46	20.84	23.98
營運成本		70.53	77.35	83.24	89.67	98.46	110.03	119.34	128.39	141.41	156.32
輸儲成本(運輸費用)(A)+(B)		67.86	73.95	78.27	83.86	90.83	101.9	110.75	119.39	131.43	144.08
中運量	1 用人費用	2.69	2.74	3.02	4.79	5.35	5.74	6.37	6.66	6.78	7.19
	2 服務費用	1.65	1.67	1.72	3.05	4.35	4.07	4.5	4.51	4.68	4.75
	3 材料及用品費	1.48	1.49	2.15	1.78	1.04	2.88	2.04	3.18	3.43	3.91
	4 租金與利息	3.46	3.13	3.16	7.19	8.9	9.78	8.33	8.1	9.15	9.9
	5 折舊折耗及攤銷	0.28	0.27	0.25	0.25	0.3	0.35	0.33	0.32	0.31	0.29
	6 稅捐與規費	0	0	0	0	0.01	0	0.01	0	0	0.01
	7 會費捐助與分攤	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8 損失與賠償	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9 其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計(A)	9.56	9.31	10.3	17.06	19.94	22.83	21.58	22.78	24.36	26.06
高運量	1 用人費用	19.67	20.79	21.52	22.7	25.11	27.05	29.79	31.41	33.91	36.47
	2 服務費用	13.19	14.89	16.49	17.78	18.26	20.67	23.97	26.88	30.66	33.06
	3 材料及用品費	3.24	4.78	5.09	5.11	5.97	6.29	6.17	6.02	7.13	6.53
	4 租金與利息	20.15	20.81	21	17.33	17.7	21.06	24.99	27.42	30.74	37.44
	5 折舊折耗及攤銷	1.99	3.29	3.8	3.81	3.79	3.92	4.17	4.84	4.58	4.48
	6 稅捐與規費	0.03	0.04	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.05	0.05	0.05
	7 會費捐助與分攤	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8 損失與賠償	0.01	0.03	0.02	0	0.01	0.01	0.01	0	0	0
	9 其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計(B)	58.3	64.64	67.98	66.8	70.9	79.07	89.17	96.61	107.08	118.03
其他營業成本		2.67	3.39	4.96	5.81	7.62	8.13	8.58	9	9.98	12.24
營業費用		19.94	20.73	21.82	22.47	23.09	23.55	24.63	24.99	24.9	24.62
營業外收入		2.28	2.83	3.21	3.93	2.69	3.08	3.62	4.02	6.48	5.8
營業外費用		0.3	0.13	0.13	0.15	0.23	0.23	0.19	0.17	0.2	0.14
稅前純益		10.12	8.57	7.13	3.49	4.07	8.98	8.85	8.44	8.42	5.21
所得稅費用		2.23	1.36	1.02	0.57	0.36	1.12	1.76	1.26	1.33	0.75
本期純益		7.89	7.21	6.11	2.92	3.72	7.86	7.09	7.18	7.09	4.46

備註：

1.資料來源：臺北捷運股份有限公司。

2.營業收入未區分中、高運量，故以全公司表達。

3.營業收入：包含運輸收入(客運收入)及其他營業收入(附屬事業收入，及貓空纜車、小巨蛋、兒童新樂園等受託事業收入)。

4.營業成本：包含輸儲成本(運輸費用)及其他營業成本(附屬事業成本，及貓空纜車、小巨蛋、兒童新樂園等受託事業成本)。

5.營業費用：包含行政管理成本及轉乘行銷費用。

表 2.2-18 臺北大眾捷運股份有限公司 104 年輸儲成本(運輸費用)組成比例

項目	中運量		高運量	
	億元/年	比例	億元/年	比例
1 用人費用	7.19	27.6%	36.47	30.9%
2 服務費用	4.75	18.2%	33.06	28.0%
3 材料及用品費	3.91	15.0%	6.53	5.5%
4 租金與利息	9.90	38.0%	37.44	31.7%
5 其他	0.3	1.2%	4.53	3.8%
合計	26.05	100%	118.03	100%

資料來源：1.臺北捷運股份有限公司。
2.本研究整理。

表 2.2-19 則為高雄捷運公司 99 至 104 年營運收入與支出表，其中與捷運營運直接相關之支出為運輸成本，自民國 102 年起大幅降低，主要原因為高雄捷運自 97 年 9 月捷運全線通車以來，運量逐年穩定成長，惟因民間參與方式，高捷公司於營運期間除須承擔長貸之利息負擔外，尚須逐月攤提折舊、權利金等非現金費用，致虧損嚴重，財務上面臨相當之困難。為改善其經營危機並達高雄捷運永續經營之公益目標，101 年 9 月 27 日高捷公司依照興建營運合約第 1.2.2 之 2 條及促進民間參與公共建設法規定，提出修約要求，高雄市權衡高捷公司經營績效及啟動三方契約之影響，基於維護整體公共利益及減輕政府負擔之考量，經多次討論後，高雄市同意修約，並同意負擔部分固定資產重置費用，並以新臺幣壹拾壹億陸仟萬元為上限，其他仍由高雄捷運公司負擔，故自民國 102 年起，高雄捷運公司減少「折舊」、「權利金」、「利息費用」項目的部分金額，而使運輸成本得由民國 101 年 29.4 億元/年減至民國 104 年 15.4 億元/年。

表 2.2-19 高雄捷運股份有限公司 99 至 104 年營運收入與支出表

單位：元

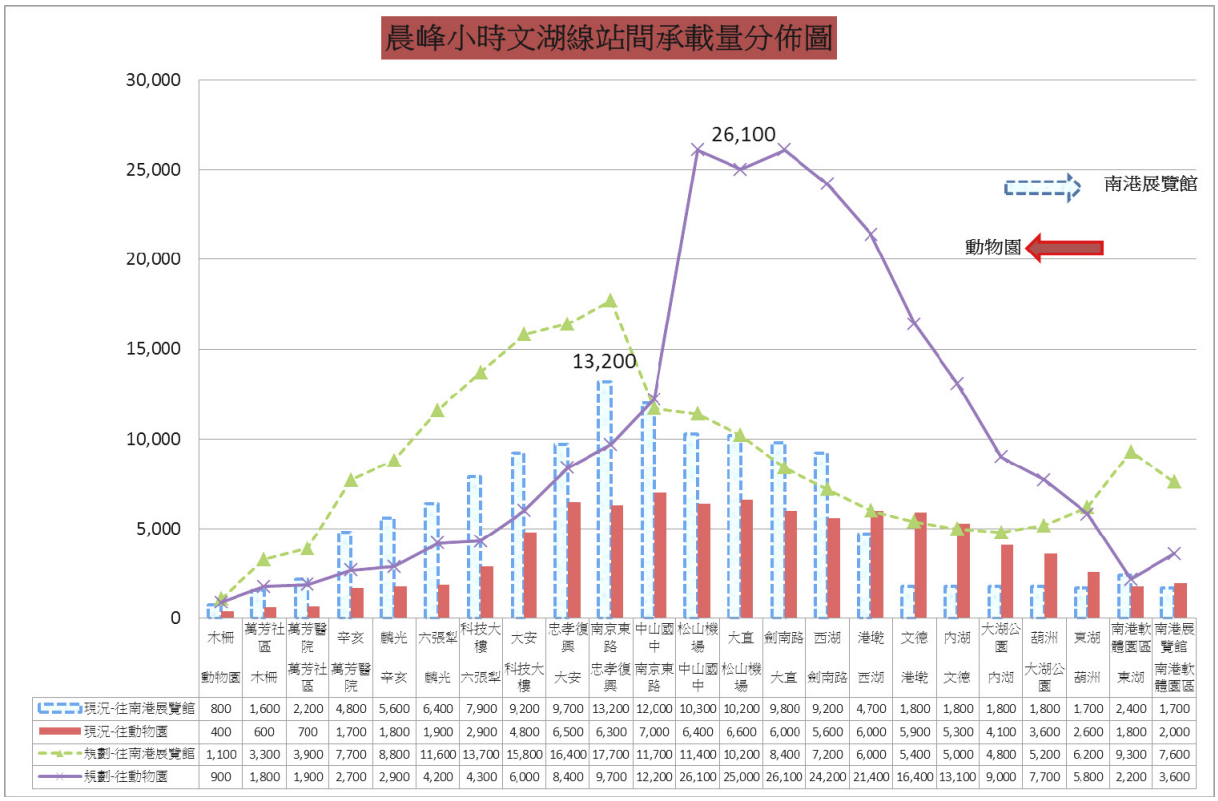
科目名稱	編號	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	104 年
營業收入	4000	1,279,731,197	1,728,045,063	1,934,352,253	1,776,550,401	1,695,504,406	1,844,592,832
銷貨收入	4100	19,567,283	21,415,439	17,903,115	21,799,968	3,687,970	
銷貨收入	4110	19,568,121	21,415,439	17,903,115	21,799,968	3,687,970	
銷貨退回	4170	-838					
運輸收入	4200	1,092,041,723	1,216,444,395	1,305,538,597	1,423,624,529	1,372,694,543	1,434,189,042
運輸收入	4210	1,092,041,723	1,216,444,395	1,305,538,597	1,423,624,529	1,372,694,543	1,434,189,042
租賃收入	4300		0				
租賃收入	4310		0				
附屬及開發事業收入	4400	126,021,345	133,895,861	152,697,924	204,866,836	192,240,402	231,996,181
附屬事業收入	4410	122,404,482	128,864,787	146,372,906	196,184,688	182,320,869	205,376,320
開發事業收入	4430	3,616,863	5,031,074	6,325,018	8,682,148	9,919,533	26,619,861
捷運工程收入	4500	40,397,947	345,465,884	412,084,552	16,372,094	44,853,596	19,031,309
捷運工程收入	4520	40,397,947	345,465,884	412,084,552	16,372,094	44,853,596	19,031,309
勞務收入	4600	1,176,552	10,469,383	45,896,633	109,628,637	81,960,990	159,376,300
勞務收入-技術支援	4611	1,176,552	9,793,105	43,191,521	109,501,018	81,960,990	155,368,106
佣金收入	4614						3,779,623
技術服務收入	4651		676,278	2,705,112	127,619		
其他營業收入	4800	526,347	354,101	231,432	258,337	66,905	
其他營業收入	4881	526,347	354,101	231,432	258,337	66,905	
營業成本	5000	2,929,324,991	3,277,647,000	3,337,852,573	2,288,054,176	1,790,067,125	1,724,699,661
銷貨成本	5110	4,792,148	6,678,001	9,558,567	8,579,077	908,587	
銷貨成本	5111	4,792,148	6,678,001	9,558,567	8,579,077	908,587	
運輸成本	**5200**	**2,851,077,706**	**2,898,671,997**	**2,935,801,176**	**2,130,019,623**	**1,641,828,335**	**1,535,044,183**
運輸成本	5210	2,851,077,706	2,898,671,997	2,935,801,176	2,130,019,623	1,641,828,335	1,535,044,183
附屬及開發事業成本	5400	31,964,117	20,410,103	26,861,460	32,660,085	32,723,321	39,364,839
附屬事業成本	5410	8,029,912	9,174,441	17,342,052	24,131,879	17,695,151	19,235,083
開發事業成本	5430	23,934,205	11,235,662	9,519,408	8,528,206	15,028,170	20,129,756
捷運工程成本	5500	40,397,947	345,465,884	337,338,892	16,372,094	44,853,596	19,031,309
捷運工程成本	5520	40,397,947	345,465,884	337,338,892	16,372,094	44,853,596	19,031,309
勞務成本	5600	1,093,073	6,421,015	28,013,924	100,423,297	69,753,286	131,259,330
勞務成本	5611	1,093,073	6,421,015	28,013,924	100,423,297	66,675,958	76,246,242
						3,077,328	55,013,088
其他營業成本	5800			278,554			
其他營業成本	5881			278,554			
營業毛利(毛損)	5910	-1,649,593,794	-1,549,601,937	-1,403,500,320	-511,503,775	-94,562,719	119,893,171
營業費用	5940	377,071,706	360,012,322	370,434,821	320,994,237	257,009,999	257,322,396
行銷費用	5941	46,728,090	25,728,234	30,954,972	30,457,532	24,998,772	27,046,778
管理費用	5942	316,403,355	321,268,576	327,123,626	281,568,861	232,011,227	230,275,618
員工訓練費用	5944	13,940,261	13,015,512	12,356,223	8,967,844		
營業淨利(淨損)	6900	-2,026,665,500	-1,909,614,259	-1,773,935,141	-832,498,012	-351,572,718	-137,429,225

資料來源：高雄捷運股份有限公司。

2.2.3　大臺北地區捷運系統實際運量與規劃運量比較分析

本小節將比對大臺北地區捷運系統實際運量與規劃運量之差異，其中實際運量以 104 年實際運量數值分析，規劃運量將採用對民國 75 年行政院核定之臺北都會區初期路網運量以及後續各運輸路廊之規劃運量與現況實際運量進行比對分析，整理如下圖表所示。

一、文湖線



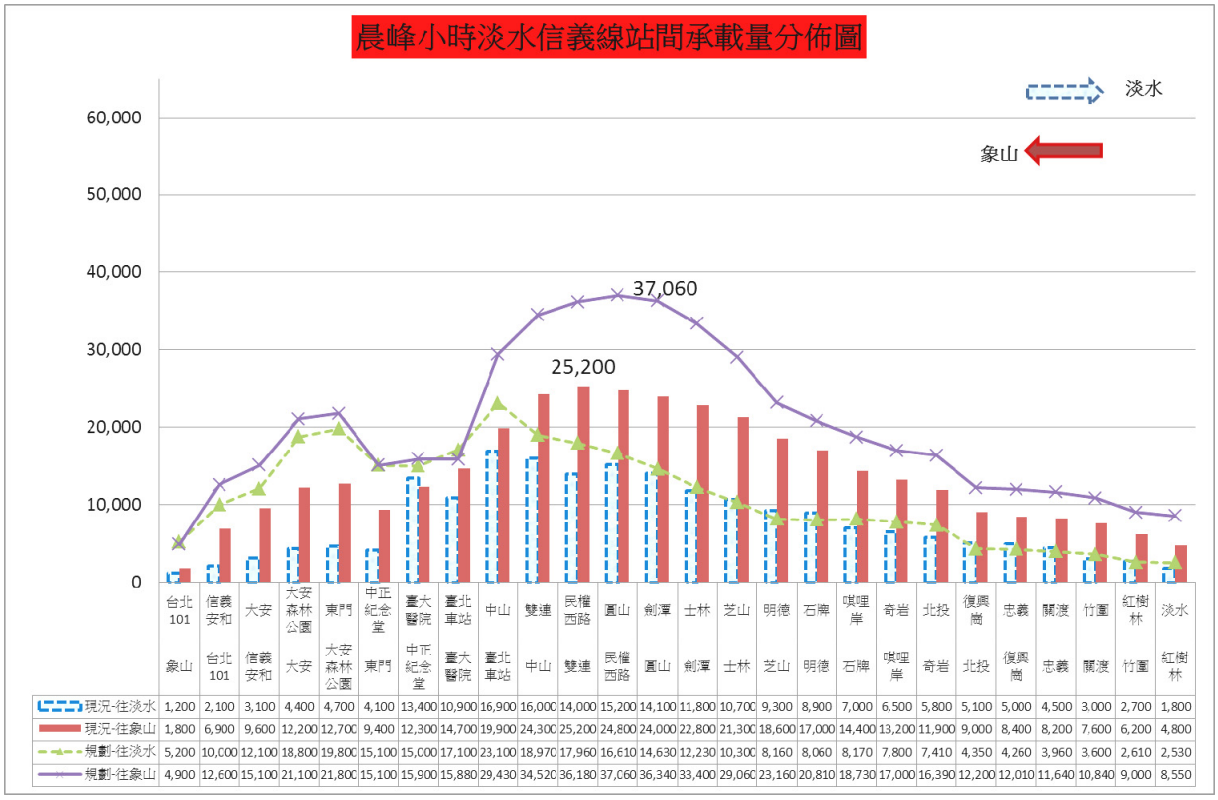
	動物園	木柵	萬芳社區	萬芳醫院	辛亥	麟光	六張犁	科技大樓	大安	忠孝復興	南京東路	中山國中	松山機場	大直	劍南路	西湖	港墘	文德	內湖	大湖公園	葫洲	東湖	南港軟體園區	南港展覽館
		木柵	萬芳社區	萬芳醫院	辛亥	麟光	六張犁	科技大樓	大安	忠孝復興	南京東路	中山國中	松山機場	大直	劍南路	西湖	港墘	文德	內湖	大湖公園	葫洲	東湖	南港軟體園區	南港展覽館
現況-往南港展覽館	800	1,600	2,200	4,800	5,600	6,400	7,900	9,200	9,700	13,200	12,000	10,300	10,200	9,800	9,200	4,700	1,800	1,800	1,800	1,800	1,700	2,400	1,700	
現況-往動物園	400	600	700	1,700	1,800	1,900	2,900	4,800	6,500	6,300	7,000	6,400	6,600	6,000	5,600	6,000	5,900	5,300	4,100	3,600	2,600	1,800	2,000	
規劃-往南港展覽館	1,100	3,300	3,900	7,700	8,800	11,600	13,700	15,800	16,400	17,700	11,700	11,400	10,200	8,400	7,200	6,000	5,400	5,000	4,800	5,200	6,200	9,300	7,600	
規劃-往動物園	900	1,800	1,900	2,700	2,900	4,200	4,300	6,000	8,400	9,700	12,200	26,100	25,000	26,100	24,200	21,400	16,400	13,100	9,000	7,700	5,800	2,200	3,600	

圖 2. 2-16　文湖線規劃與實際站間運量比較圖

資料來源：「都市軌道運輸建置規劃步驟和建議事項－臺北捷運的經驗與檢討」簡報資料，臺北市政府捷運工程局綜規處，民國 105 年。

文湖線規劃往南港展覽館方向之預測量與實際站間運量趨勢相近，但另一向往動物園自東湖站到中山國中站區間，實際運量並不如規劃運量預期之樂觀，有顯著之落差。

二、淡水信義線



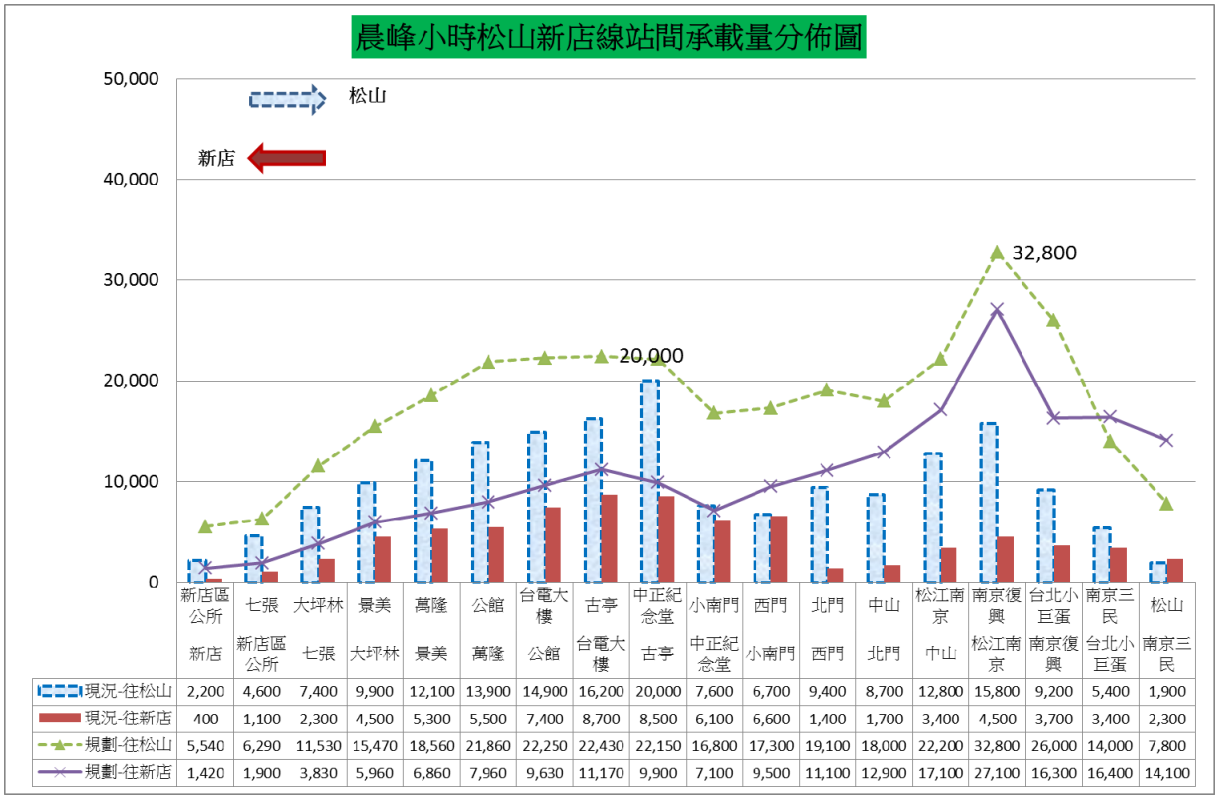
現況-往淡水	1,200	2,100	3,100	4,400	4,700	4,100	13,400	10,900	16,900	16,000	14,000	15,200	14,100	11,800	10,700	9,300	8,900	7,000	6,500	5,800	5,100	5,000	4,500	3,000	2,700	1,800
現況-往象山	1,800	6,900	9,600	12,200	12,700	9,400	12,300	14,700	19,900	24,300	25,200	24,800	24,000	22,800	21,300	18,600	17,000	14,400	13,200	11,900	9,000	8,400	8,200	7,600	6,200	4,800
規劃-往淡水	5,200	10,000	12,100	18,800	19,800	15,100	15,000	17,100	23,100	18,970	17,960	16,610	14,630	12,230	10,300	8,160	8,060	8,170	7,800	7,410	4,350	4,260	3,960	3,600	2,610	2,530
規劃-往象山	4,900	12,600	15,100	21,100	21,800	15,100	15,900	15,880	29,430	34,520	36,180	37,060	36,340	33,400	29,060	23,160	20,810	18,730	17,000	16,390	12,200	12,010	11,640	10,840	9,000	8,550

圖 2.2-17 淡水信義線規劃與實際站間運量比較圖

資料來源：「都市軌道運輸建置規劃步驟和建議事項－臺北捷運的經驗與檢討」簡報資料，臺北市政府捷運工程局綜規處，民國 105 年。

淡水信義線實際運量與規劃運量趨勢相近，但往象山方向在規劃階段預測之運量較為樂觀；往淡水方向就現況運量來說，多與規劃運量相符，惟自象山站起站到東門站之間尚未達到規劃之運量。

三、松山新店線



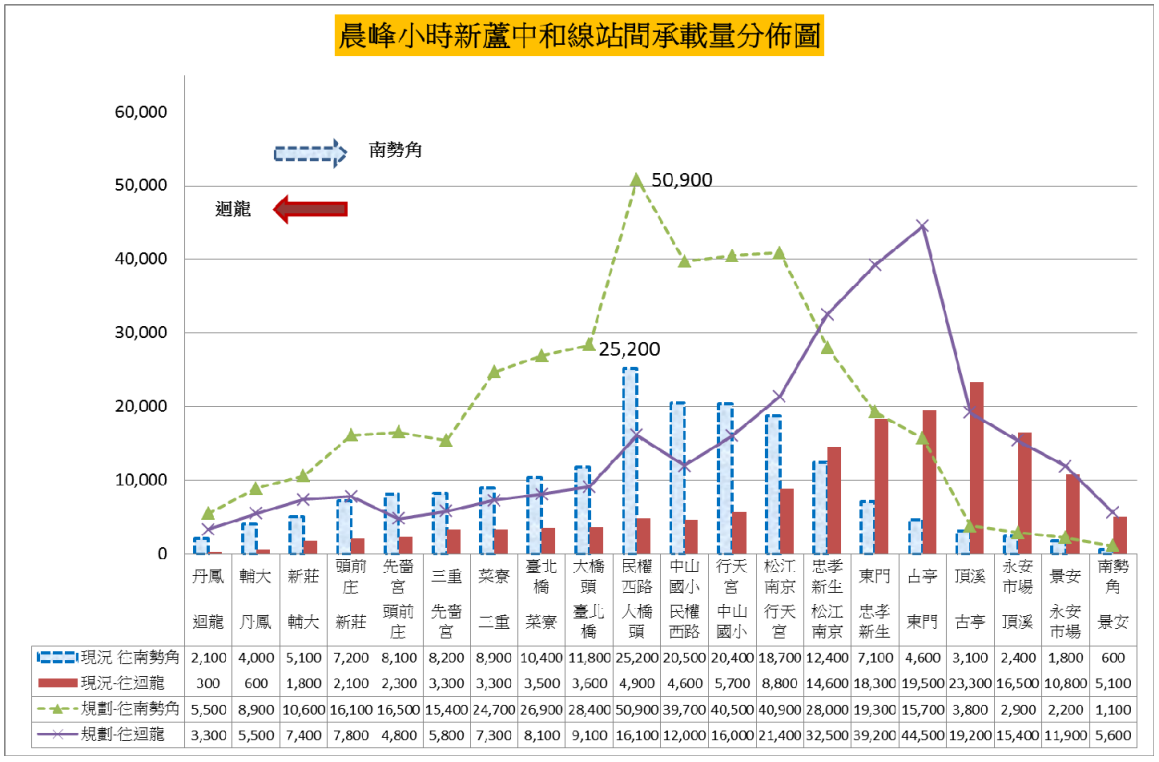
	新店區公所 新店	七張 新店區公所	大坪林 七張	景美 大坪林	萬隆 景美	公館 萬隆	台電大樓 公館	古亭 台電大樓	中正紀念堂 古亭	小南門 中正紀念堂	西門 小南門	北門 西門	中山 北門	松江南京 中山	南京復興 松江南京	台北小巨蛋 南京復興	南京三民 台北小巨蛋	松山 南京三民
現況-往松山	2,200	4,600	7,400	9,900	12,100	13,900	14,900	16,200	20,000	7,600	6,700	9,400	8,700	12,800	15,800	9,200	5,400	1,900
現況-往新店	400	1,100	2,300	4,500	5,300	5,500	7,400	8,700	8,500	6,100	6,600	1,400	1,700	3,400	4,500	3,700	3,400	2,300
規劃-往松山	5,540	6,290	11,530	15,470	18,560	21,860	22,250	22,430	22,150	16,800	17,300	19,100	18,000	22,200	32,800	26,000	14,000	7,800
規劃-往新店	1,420	1,900	3,830	5,960	6,860	7,960	9,630	11,170	9,900	7,100	9,500	11,100	12,900	17,100	27,100	16,300	16,400	14,100

圖 2.2-18 松山新店線規劃與實際站間運量比較圖

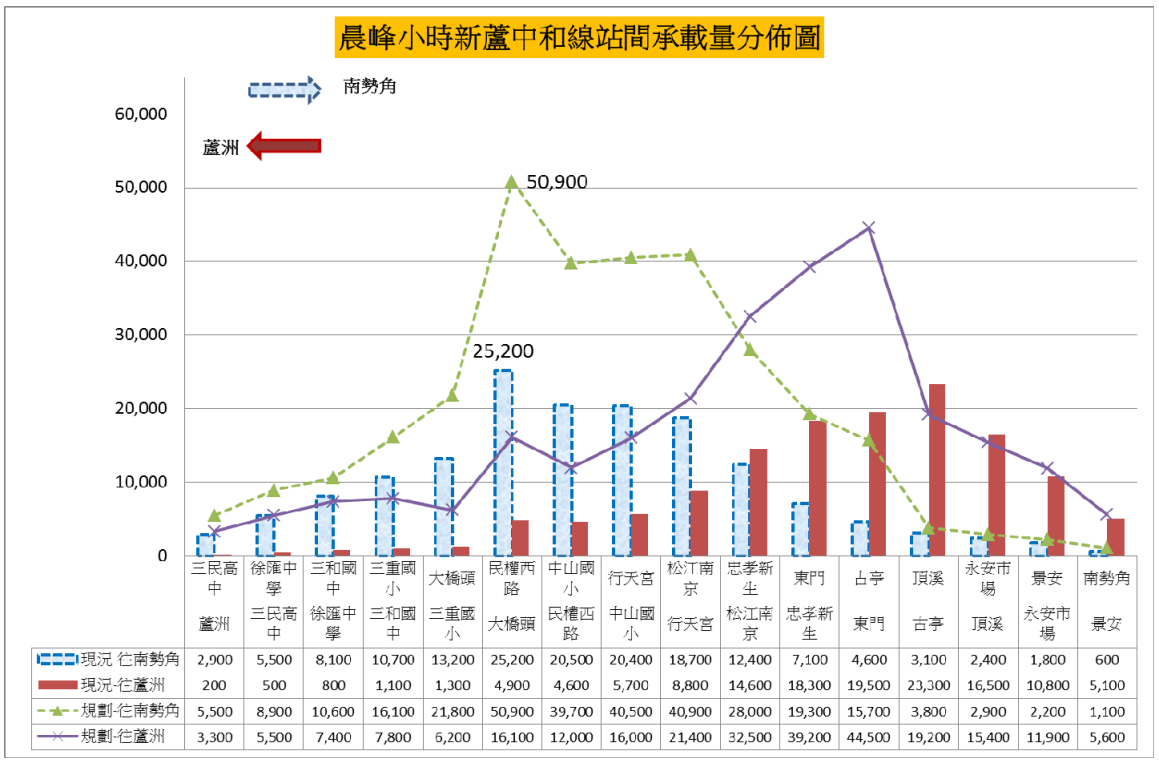
資料來源：「都市軌道運輸建置規劃步驟和建議事項－臺北捷運的經驗與檢討」簡報資料，臺北市政府捷運工程局綜規處，民國 105 年。

松山新店線實際運量和規劃運量趨勢大致相近，但現況運量仍未達到預期之運量，特別是往新店方向在松山站到西門站之運量與規劃差異較大。

四、新蘆中和線



	丹鳳 迴龍	輔大 丹鳳	新莊 輔大	頭前庄 新莊	先嗇宮 頭前庄	三重 先嗇宮	菜寮 二重	臺北橋 菜寮	大橋頭 臺北橋	民權西路 大橋頭	中山國小 民權西路	行天宮 中山國小	松江南京 行天宮	忠孝新生 松江南京	東門 忠孝新生	古亭 東門	頂溪 古亭	永安市場 頂溪	景安 永安市場	南勢角 景安
現況 往南勢角	2,100	4,000	5,100	7,200	8,100	8,200	8,900	10,400	11,800	25,200	20,500	20,400	18,700	12,400	7,100	4,600	3,100	2,400	1,800	600
現況-往迴龍	300	600	1,800	2,100	2,300	3,300	3,300	3,500	3,600	4,900	4,600	5,700	8,800	14,600	18,300	19,500	23,300	16,500	10,800	5,100
規劃-往南勢角	5,500	8,900	10,600	16,100	16,500	15,400	24,700	26,900	28,400	50,900	39,700	40,500	40,900	28,000	19,300	15,700	3,800	2,900	2,200	1,100
規劃-往迴龍	3,300	5,500	7,400	7,800	4,800	5,800	7,300	8,100	9,100	16,100	12,000	16,000	21,400	32,500	39,200	44,500	19,200	15,400	11,900	5,600



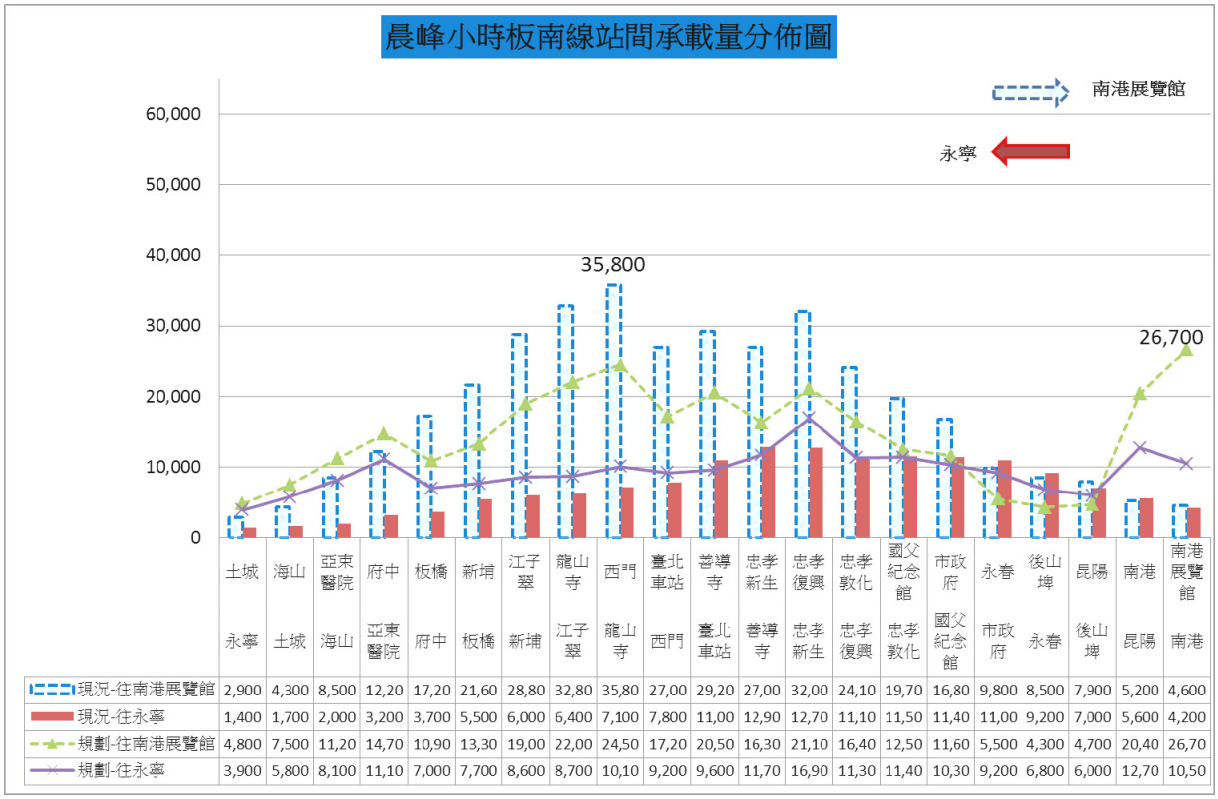
	三民高中 蘆洲	徐匯中學 三民高中	三和國中 徐匯中學	三重國小 三和國中	大橋頭 三重國小	民權西路 大橋頭	中山國小 民權西路	行天宮 中山國小	松江南京 行天宮	忠孝新生 松江南京	東門 忠孝新生	古亭 東門	頂溪 古亭	永安市場 頂溪	景安 永安市場	南勢角 景安
現況 往南勢角	2,900	5,500	8,100	10,700	13,200	25,200	20,500	20,400	18,700	12,400	7,100	4,600	3,100	2,400	1,800	600
現況-往蘆洲	200	500	800	1,100	1,300	4,900	4,600	5,700	8,800	14,600	18,300	19,500	23,300	16,500	10,800	5,100
規劃-往南勢角	5,500	8,900	10,600	16,100	21,800	50,900	39,700	40,500	40,900	28,000	19,300	15,700	3,800	2,900	2,200	1,100
規劃-往蘆洲	3,300	5,500	7,400	7,800	6,200	16,100	12,000	16,000	21,400	32,500	39,200	44,500	19,200	15,400	11,900	5,600

圖 2.2-19 新蘆中和線規劃與實際站間運量比較圖

資料來源：「都市軌道運輸建置規劃步驟和建議事項－臺北捷運的經驗與檢討」簡報資料，臺北市政府捷運工程局綜規處，民國 105 年。

新蘆中和線實際運量和規劃運量趨勢有些差異，僅古亭站到南勢角站區間較為接近，也發現目前有實際運量大於規劃運量的情況產生。

五、板南線



	土城 永寧	海山 土城	亞東醫院 海山	府中 亞東醫院	板橋 府中	新埔 板橋	江子翠 新埔	龍山寺 江子翠	西門 龍山寺	臺北車站 西門	善導寺 臺北車站	忠孝新生 善導寺	忠孝復興 忠孝新生	忠孝敦化 忠孝復興	國父紀念館 忠孝敦化	市政府 國父紀念館	永春 市政府	後山埤 永春	昆陽 後山埤	南港 昆陽	南港展覽館 南港
現況-往南港展覽館	2,900	4,300	8,500	12,20	17,20	21,60	28,80	32,80	35,80	27,00	29,20	27,00	32,00	24,10	19,70	16,80	9,800	8,500	7,900	5,200	4,600
現況-往永寧	1,400	1,700	2,000	3,200	3,700	5,500	6,000	6,400	7,100	7,800	11,00	12,90	12,70	11,10	11,50	11,40	11,00	9,200	7,000	5,600	4,200
規劃-往南港展覽館	4,800	7,500	11,20	14,70	10,90	13,30	19,00	22,00	24,50	17,20	20,50	16,30	21,10	16,40	12,50	11,60	5,500	4,300	4,700	20,40	26,70
規劃-往永寧	3,900	5,800	8,100	11,10	7,000	7,700	8,600	8,700	10,10	9,200	9,600	11,70	16,90	11,30	11,40	10,30	9,200	6,800	6,000	12,70	10,50

圖 2.2-20 板南線規劃與實際站間運量比較圖

資料來源：「都市軌道運輸建置規劃步驟和建議事項－臺北捷運的經驗與檢討」簡報資料，臺北市政府捷運工程局綜規處，民國 105 年。

板南線實際運量與規劃運量趨勢相近，惟往南港展覽館方向自府中站到昆陽站區間，規劃運量皆小於實際運量，而昆陽站到南港展覽館站之運量卻與規劃運量有顯著之差異。

2.3 六都與次級都市發展現況

本節整理六都與次級都市發展現況，包括土地面積及人口、都市計畫區土地使用分區面積、公路長度與面積、地方財政各縣市政府歲入歲出決算數、交通費用、汽車數及機車數、平均每戶可支配所得及公共運輸環境等社經資料。

一、土地面積及人口

臺灣領土面積約為 36,189 平方公里，人口總數已突破 2,300 萬人。在

六都中以高雄市之腹地最廣，占2,947平方公里；設籍戶數最多的直轄市為新北市，同時新北市也是臺灣居住人口最多的都市；臺北市因地狹人稠，人口密度為9,942人/平方公里為全臺最擁擠的都市。

表2.3-1　國內各縣市土地面積及人口彙整表

	土地面積（km^2）	年底戶數（戶）	年底人口數（人）	戶量（人/戶）	人口密度（人/km^2）
臺灣地區	36,009.49	8,342,641	23,293,524	2.79	646.8717
北部區域	7,353.394	3,915,074	10,528,933	2.69	1,431.85
臺北市	271.7997	1,037,402	2,702,315	2.6	9,942.3
新北市	2,052.567	1,497,018	3,966,818	2.65	1,932.61
基隆市	132.7589	150,492	373,077	2.48	2,810.18
新竹市	104.1526	155,139	431,988	2.78	4,147.64
桃園市	1,220.954	733,004	2,058,328	2.81	1,685.84
新竹縣	1,427.537	179,147	537,630	3	376.61
宜蘭縣	2,143.625	162,872	458,777	2.82	214.02
中部區域	10,506.88	1,887,916	5,798,112	3.07	551.84
臺中市	2,214.897	912,305	2,719,835	2.98	1,227.97
苗栗縣	1,820.315	183,124	567,132	3.1	311.56
彰化縣	1,074.396	378,621	1,291,474	3.41	1,202.05
南投縣	4,106.436	176,140	514,315	2.92	125.25
雲林縣	1,290.833	237,726	705,356	2.97	546.43
南部區域	10,005.4	2,333,334	6,408,617	2.75	640.52
高雄市	2,947.616	1,064,667	2,778,992	2.61	942.79
臺南市	2,191.653	668,013	1,884,284	2.82	859.75
嘉義市	60.0256	98,276	270,883	2.76	4,512.79
嘉義縣	1,903.637	181,300	524,783	2.89	275.67
屏東縣	2,775.6	283,161	847,917	2.99	305.49
澎湖縣	126.8641	37,917	101,758	2.68	802.1
東部區域	8,143.824	206,317	557,862	2.7	68.5
花蓮縣	4,628.571	124,243	333,392	2.68	72.03
臺東縣	3,515.253	82,074	224,470	2.73	63.86
福建省	180.456	40,058	140,229	3.5	777.08
金門縣	151.656	37,584	127,723	3.4	842.19
連江縣	28.8	2,474	12,506	5.05	434.24

*資料來源：都市及區域發展統計統計彙編，國家發展委員會，民國104年。

二、都市計畫區土地使用分區面積

臺灣都市計畫區中，北部區域占了總量超過40%，新北市都市計畫區面積124,704公頃為全臺都市計畫最大之縣市；以直轄市而言，都計面積依序由大至小為新北市>臺中市>臺南市>高雄市>桃園市>臺北市。

表 2.3-2　國內各縣市都市計畫區土地使用分區面積彙整表

單位:公頃

	合計	住宅區	商業區	工業區	公共設施用地	農業區	保護區	風景區	其他
臺灣地區	462,812.3	64,213.8	7,894.5	21,629.7	91,258.6	95,966.7	130,953.9	1,885.7	49,009.4
北部區域	209,383.9	20,870.1	2,769.8	8,101.2	30,333.8	18,549.5	108,451.6	1,221.4	19,087.5
臺北市	27,180.0	3,799.6	880.5	411.5	7,341.9	530.7	6,904.8	185.5	7,125.6
新北市	124,704.5	7,222.7	789.5	2,642.4	11,385.4	5,846.9	88,477.0	559.1	7,781.6
基隆市	7,405.8	1,410.2	118.9	236.8	1,929.0	20.2	2,712.3	0.0	978.3
新竹市	4,636.4	1,093.5	190.0	402.0	1,422.3	543.4	336.5	210.1	438.6
桃園市	32,371.3	4,818.6	469.4	3,127.9	5,245.9	8,037.6	8,692.1	254.8	1,725.1
新竹縣	5,429.3	1,183.8	144.8	756.2	1,440.2	1,032.3	517.6	0.0	354.6
宜蘭縣	7,656.6	1,341.8	176.6	524.5	1,569.2	2,538.5	811.4	11.9	683.8
中部區域	97,151.0	17,924.2	1,868.3	4,600.1	22,829.7	32,483.6	5,670.7	401.5	11,373.0
臺中市	53,710.2	9,480.6	960.8	2,533.4	13,595.5	16,804.8	3,084.8	392.5	6,857.9
苗栗縣	7,733.8	1,546.2	161.1	628.5	1,633.7	2,461.5	426.6	0.0	876.2
彰化縣	13,274.7	3,218.6	329.4	682.0	3,044.2	5,659.1	69.1	8.5	263.8
南投縣	12,652.4	1,554.2	174.6	314.4	2,593.0	3,050.2	2,068.7	0.0	2,897.4
雲林縣	9,779.9	2,124.6	242.5	441.8	1,963.4	4,507.9	21.5	0.5	477.7
南部區域	135,388.2	22,834.7	2,956.4	8,365.8	33,665.6	38,686.1	14,526.9	248.0	14,104.8
高雄市	41,719.0	8,641.1	1,529.1	3,201.7	14,926.9	9,218.8	2,235.6	219.9	1,745.9
臺南市	52,513.5	8,155.3	827.6	3,688.3	10,399.1	16,299.1	7,200.7	0.0	5,943.5
嘉義市	5,457.7	1,041.2	145.9	223.1	1,483.6	1,867.2	340.2	9.3	347.3
嘉義縣	18,121.1	2,100.6	189.0	560.8	2,944.1	5,904.2	2,766.6	18.8	3,637.0
屏東縣	16,517.0	2,718.6	228.0	649.9	3,568.7	5,231.0	1,915.2	0.0	2,205.7
澎湖縣	1,059.9	177.9	36.8	41.9	343.2	166.0	68.7	0.0	225.4
東部區域	20,889.2	2,584.8	300.0	562.7	4,430.6	6,247.5	2,304.6	14.9	4,444.1
花蓮縣	12,342.2	1,370.5	212.2	516.6	2,805.9	4,350.0	1,315.1	6.5	1,765.4
臺東縣	8,547.0	1,214.3	87.8	46.1	1,624.8	1,897.5	989.5	8.3	2,678.7
福建省	18,731.0	1,100.6	38.1	141.4	2,283.2	5,154.0	4,942.4	942.8	4,128.6
金門縣	15,537.0	1,038.5	29.6	141.4	1,745.9	5,129.2	2,803.1	775.4	3,874.0
連江縣	3,194.0	62.1	8.5	0.0	537.3	24.8	2,139.3	167.4	254.6

*資料來源：都市及區域發展統計統計彙編，國家發展委員會，民國 104 年。

三、公路長度與面積

表 2.3-3 彙整國內各縣市公路長度與面積，所列公路資料僅包括公路系統中省道、縣道、鄉道及專用道路，不包括一般市區道路。在六都直轄市境內，以臺南市公路長度最長，為 2,022 公里，其次為高雄市。

表 2.3-3　國內各縣市公路長度與面積彙整表

	公路長度（公里）	公路面積（平方公尺）	公路密度	
			以長度計（公里/平方公里）	以面積計（平方公尺/平方公里）
臺灣地區	20,088.3	219,925,071	0.555	6,077.0
北部區域	4,231.8	48,597,803	0.575	6,608.9
臺北市	73.2	1,912,180	0.269	7,035.3
新北市	1,308.1	13,512,325	0.637	6,583.1
基隆市	56.4	1,026,911	0.425	7,735.2
新竹市	67.1	1,397,310	0.644	13,416.0
桃園市	1,133.5	13,895,254	0.928	11,380.7
新竹縣	816.4	8,233,212	0.572	5,767.4
宜蘭縣	776.9	8,620,611	0.362	4,021.5
中部區域	7,344.0	76,829,661	0.699	7,312.3
臺中市	1,234.3	16,739,085	0.557	7,557.5
苗栗縣	1,258.3	10,823,570	0.691	5,946.0
彰化縣	1,619.7	17,049,247	1.508	15,868.7
南投縣	1,403.9	11,156,404	0.342	2,716.8
雲林縣	1,827.8	21,061,355	1.416	16,316.1
南部區域	6,682.2	76,122,471	0.668	7,608.1
高雄市	1,312.2	15,750,841	0.445	5,343.6
臺南市	2,022.1	25,631,572	0.923	11,695.1
嘉義市	40.2	1,046,916	0.67	17,441.2
嘉義縣	1,704.8	16,088,162	0.896	8,451.3
屏東縣	1,408.5	15,766,526	0.507	5,680.4
澎湖縣	194.4	1,838,454	1.533	14,491.5
東部區域	1,830.3	18,375,136	0.225	2,256.3
花蓮縣	945.1	9,644,688	0.204	2,083.7
臺東縣	885.2	8,730,448	0.252	2,483.6
福建省	—	—	—	—
金門縣	—	—	—	—
連江縣	—	—	—	—

*資料來源：都市及區域發展統計統計彙編，國家發展委員會，民國 104 年。

四、地方財政各縣市政府歲入歲出決算數

表 2.3-4 為國內各縣市地方財政歲入歲出決算彙整表，顯示臺灣歲入、歲出最高的縣市為金門縣，而結餘最高之縣市為臺北市，短絀最多之縣市為苗栗縣。

表 2.3-4　國內各縣市地方財政歲入歲出決算彙整表

	平均每人歲入(元)	平均每人歲出(元)
總計	41,895	42,654
臺灣地區	41,485	42,291
北部區域	43,987	43,801
臺北市	69,838	61,985
新北市	35,941	38,941
基隆市	44,692	44,671
新竹市	39,151	39,001
桃園市	27,555	30,491
新竹縣	41,066	43,059
宜蘭縣	42,414	43,097
中部區域	36,577	38,091
臺中市	36,736	38,557
苗栗縣	39,487	46,648
彰化縣	30,900	31,905
南投縣	46,314	42,176
雲林縣	36,919	37,757
南部區域	40,631	42,407
高雄市	41,872	45,436
臺南市	37,989	39,018
嘉義市	41,083	39,283
嘉義縣	40,983	41,744
屏東縣	37,561	36,629
澎湖縣	78,201	82,313
東部區域	55,077	56,114
花蓮縣	50,845	51,263
臺東縣	61,362	63,319
福建省	109,989	103,002
金門縣	96,852	89,352
連江縣	244,161	242,400

*資料來源：都市及區域發展統計統計彙編，國家發展委員會，民國 104 年。

五、交通費用、汽車數及機車數

表 2.3-5 彙整國內各縣市交通費用、汽機車數，顯示臺灣平均每戶全年交通費用占最多之縣市為新竹縣，光交通費用就占家庭收支之 12.7%。在車輛持有方面，小客車持有率最高之縣市為新竹縣，最低之縣市為連江縣。

表 2.3-5　國內各縣市交通費用、汽機車數彙整表

	交通費用		汽車數					機車數	
	平均每戶全年交通費用(元)	交通費用占家庭支出之百分比	合　計	小客車數	大客車、大小貨車	持有率（輛/千人）		機車數	持有率（輛/千人）
						合計	小客車		
臺灣地區	99,079	10.4	7,458,513	6,375,840	1,082,673	320.6	274	13,679,422	587.9
北部區域	107,974	9.9	3,052,071	2,697,973	354,098	290.6	256.9	5,257,394	500.5
臺北市	111,432	8.6	779,401	702,239	77,162	289.3	260.6	980,577	363.9
新北市	92,792	9.7	978,043	862,265	115,778	246.9	217.7	2,191,138	553.2
基隆市	80,702	9.5	93,131	83,969	9,162	249	224.5	180,582	482.8
新竹市	167,997	12.3	144,578	129,682	14,896	336	301.4	256,460	596.1
桃園市	116,749	11	704,267	616,102	88,165	343.3	300.4	1,096,107	534.4
新竹縣	149,456	12.7	203,404	178,633	24,771	380.9	334.5	277,619	519.8
宜蘭縣	109,171	12	149,247	125,083	24,164	325.4	272.7	274,911	599.4
中部區域	95,214	11.1	2,148,132	1,795,450	352,682	370.8	309.9	3,552,419	613.2
臺中市	108,822	11.1	1,008,046	866,282	141,764	371.9	319.6	1,647,752	607.9
苗栗縣	102,147	12.2	210,537	179,545	30,992	371.7	317	327,562	578.4
彰化縣	85,575	11.4	470,992	384,018	86,974	364.1	296.8	824,255	637.1
南投縣	74,912	10.7	202,560	163,665	38,895	392.7	317.3	317,019	614.7
雲林縣	68,401	10.5	255,997	201,940	54,057	362.3	285.8	435,831	616.8
南部區域	89,358	10.6	2,068,037	1,730,479	337,558	322.5	269.9	4,504,217	702.4
高雄市	94,226	10.3	855,709	728,066	127,643	307.9	261.9	2,010,222	723.2
臺南市	93,847	11.2	633,755	537,564	96,191	336.4	285.4	1,289,122	684.3
嘉義市	96,571	10.4	89,675	76,803	12,872	331.1	283.5	181,927	671.6
嘉義縣	76,404	11.1	189,451	148,969	40,482	359.5	282.7	331,987	629.9
屏東縣	69,830	10.3	272,449	216,194	56,255	320.5	254.3	619,211	728.4
澎湖縣	62,900	8.9	26,998	22,883	4,115	267.1	226.4	71,748	709.8
東部區域	76,192	11.5	190,273	151,938	38,335	272.1	272.1	365,392	654.5
花蓮縣	81,952	11.8	116,465	95,115	21,350	349.1	285.1	209,245	627.2
臺東縣	67,487	10.9	73,808	56,823	16,985	328.6	252.9	156,147	695.1
福建省	—	—	34,342	29,938	4,404	251.5	219.2	56,572	414.3
金門縣	—	—	31,570	27,639	3,931	254.1	222.5	50,991	410.5
連江縣	—	—	2,772	2,299	473	224.7	186.4	5,581	452.5

*資料來源：都市及區域發展統計統計彙編，國家發展委員會，民國 104 年。

六、平均每戶可支配所得、消費支出及儲蓄

表 2.3-6 彙整國內各縣市可支配所得、消費支出及儲蓄，顯示臺灣平均可支配所得最高之縣市為臺北市，消費支出最高為新竹市。儲蓄率以澎湖縣為最高。

表 2.3-6　國內各縣市可支配所得、消費支出及儲蓄彙整表

	所得總額	可支配所得	消費支出	儲蓄	儲蓄率(%)
臺灣地區	1,213,703	956,849	755,169	201,680	21.1
北部區域	1,382,675	1,077,275	853,143	224,132	20.8
臺北市	1,684,110	1,292,604	1,014,262	278,341	21.5
新北市	1,211,399	947,670	760,951	186,719	19.7
基隆市	1,005,690	804,007	692,416	111,591	13.9
新竹市	1,648,800	1,245,600	1,036,179	209,420	16.8
桃園市	1,365,949	1,088,867	821,381	267,487	24.6
新竹縣	1,476,722	1,108,941	900,922	208,019	18.8
宜蘭縣	1,103,790	902,604	738,296	164,307	18.2
中部區域	1,088,756	872,180	679,547	192,633	22.1
臺中市	1,205,058	955,599	786,285	169,314	17.7
苗栗縣	1,144,918	913,472	649,705	263,766	28.9
彰化縣	970,387	783,460	594,464	188,995	24.1
南投縣	958,141	782,566	561,412	221,154	28.3
雲林縣	887,400	730,035	518,443	211,592	29.0
南部區域	1,062,284	845,935	672,752	173,183	20.5
高雄市	1,170,138	917,659	722,305	195,354	21.3
臺南市	1,029,059	829,957	674,797	155,160	18.7
嘉義市	1,188,458	958,377	726,313	232,063	24.2
嘉義縣	816,463	667,933	567,649	100,284	15.0
屏東縣	863,173	699,548	547,989	151,559	21.7
澎湖縣	961,641	771,376	543,641	227,734	29.5
東部區域	873,552	708,313	526,121	182,192	25.7
花蓮縣	884,098	715,443	547,353	168,090	23.5
臺東縣	857,616	697,540	494,037	203,503	29.2
福建省	—	—	—	—	—
金門縣	—	—	—	—	—
連江縣	—	—	—	—	—

*資料來源：都市及區域發展統計統計彙編，國家發展委員會，民國 104 年。

七、公共運輸

圖 2.3-1 為交通部統計處民國 104 年調查國內各縣市公共運輸使用率統計圖，民國 104 年臺灣地區公共運輸市占率為 16.0%，與前一年之調查結果相同。各縣市中以臺北市（37.4%）最高，基隆市（33.7%）居次，新北市（31.4%）居第 3，桃園市（13.0%）及臺中市(10.0%)分居第 4 及第 5。六都中以高雄市公共運輸市占率最低，僅 7.9%，全臺灣市占率最低之縣市為花蓮縣及嘉義市，均為 3.7%。

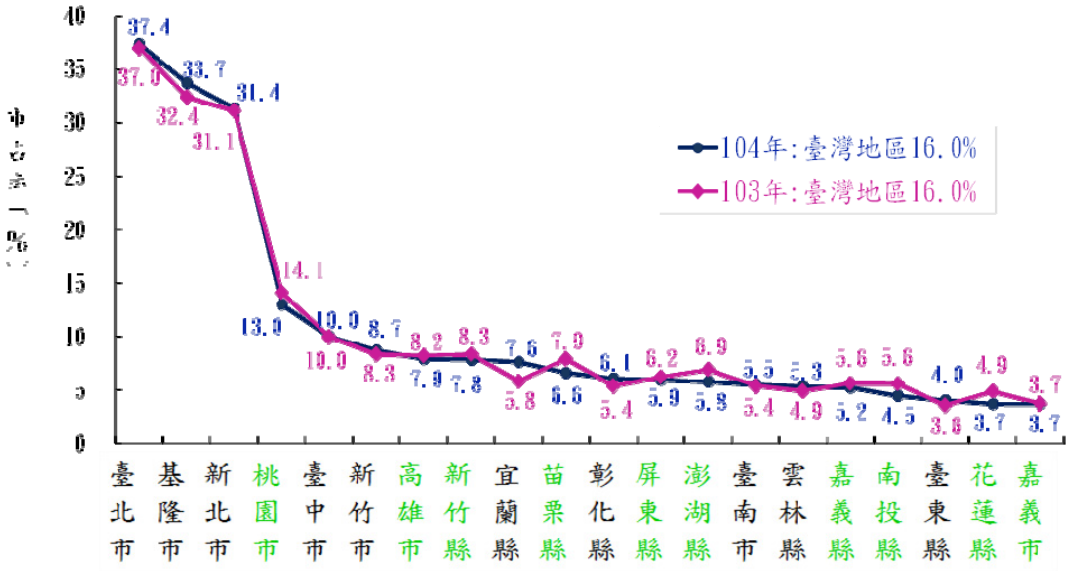


圖 2.3-1　國內各縣市公共運輸使用率統計圖

*資料來源：「民眾日常使用運具狀況調查」，交通部統計處，民國 104 年。

表 2.3-7　國內各種運具之市占率－按縣市別分

運具別 / 縣市別	合計	公共運輸市占率										非機動運具市占率			私人機動運具市占率			
		小計	市區公車	捷運	臺鐵	交通車	計程車	國道客運	公路客運	高鐵	其他	小計	步行	自行車	小計	機車	自用小客車	其他
臺灣地區	**100.0**	**16.0**	**6.2**	**4.8**	**1.5**	**1.2**	**0.7**	**0.6**	**0.6**	**0.3**	**0.3**	**11.1**	**7.1**	**4.1**	**72.8**	**47.5**	**24.2**	**1.1**
臺北市	100.0	37.4	16.3（最高）	16.0	0.4	0.3	2.3	0.6	0.5	0.6	0.3	20.6	15.6（最高）	5.1	42.0	25.9（最低）	16.0（最低）	0.2
基隆市	100.0	33.7	13.1	3.5	4.5	0.7	2.1	4.7	4.8	0.1	0.1	11.4	10.9	0.5（最低）	54.8	35.0	19.6	0.3
新北市	100.0	31.4	12.0	12.9	2.5	0.6	1.1	1.0	0.3	0.2	0.7	12.9	10.4	2.5	55.7	39.2	16.1	0.4
桃園市	100.0	13.0	4.5	1.2	2.8	1.7	0.3	0.6	1.2	0.2	0.4	8.8	6.6	2.2	78.2	46.4	31.3	0.5
臺中市	100.0	10.0	6.1	0.2	1.0	1.3	0.2	0.5	0.4	0.2	0.1	8.1	5.2	2.9	81.9	53.2	28.1	0.6
新竹市	100.0	8.7	2.9	0.4	1.4	1.1	1.0	0.9	0.6	0.4	-	8.9	6.3	2.6	82.4	54.6	27.1	0.7
高雄市	100.0	7.9	2.1	2.2	1.1	1.1	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	8.5	4.3	4.2	83.6	62.3（最高）	20.3	0.9
新竹縣	100.0	7.8	2.1	0.6	1.6	1.9	0.1	0.3	0.7	0.3	0.2	6.9	5.2	1.8	85.2	43.0	40.9（最高）	1.3
宜蘭縣	100.0	7.6	1.5	0.7	2.3	0.3	0.4	1.5	0.6	0.0	0.2	10.7	4.6	6.1	81.7	50.7	29.6	1.3
苗栗縣	100.0	6.6	2.2	0.1	1.9	0.9	0.1	0.2	0.7	0.1	0.3	7.5	4.9	2.7	85.9	43.9	39.1	2.8
彰化縣	100.0	6.1	1.2	-	1.4	2.6	-	0.2	0.5	0.1	0.1	9.6	3.0	6.6	84.3	51.6	30.2	2.5
屏東縣	100.0	5.9	1.6	0.4	1.2	1.5	0.1	0.3	0.5	0.2	0.2	9.2	2.4（最低）	6.8	84.8	60.0	23.0	1.8
澎湖縣	100.0	5.8	3.5	0.3	0.0	0.2	0.2	0.1	-	0.0	1.4	9.8	7.4	2.4	84.4	61.7	22.1	0.6
臺南市	100.0	5.5	1.3	0.2	1.5	1.6	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	8.2	3.6	4.6	86.3	61.8	23.0	1.4
雲林縣	100.0	5.3	0.5（最低）	0.2	0.9	2.1	0.1	0.5	0.6	0.3	0.1	13.0	3.0	10.0（最高）	81.7	45.7	33.1	2.9
嘉義縣	100.0	5.2	1.1	-	0.3	2.5	0.3	0.1	0.6	0.1	0.0	11.1	4.9	6.2	83.7	47.5	32.0	4.1
南投縣	100.0	4.5	1.4	0.1	0.2	0.9	0.0	0.1	1.5	0.1	0.1	10.0	5.3	4.7	85.5	48.2	33.3	4.0
臺東縣	100.0	4.0	1.7	0.2	1.3	0.1	0.2	0.1	0.4	-	0.0	8.9	4.1	4.8	87.1	51.3	31.5	4.3
花蓮縣	100.0	3.7	0.7	0.2	1.7	0.5	0.3	0.1	0.2	-	0.2	10.7	3.9	6.8	85.6	44.8	38.7	2.1
嘉義市	100.0	3.7	0.6	0.0	1.1	1.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	9.3	3.7	5.6	87.0	59.8	26.4	0.8
金馬地區	**100.0**	**8.8**	**4.7**	**0.1**	**0.0**	**0.2**	**0.4**	**0.1**	**0.4**	**-**	**2.9**	**11.1**	**7.7**	**3.4**	**80.1**	**44.8**	**34.3**	**0.9**
連江縣	100.0	11.0	5.0	-	0.1	-	1.2	-	0.1	-	4.6	18.8	16.7	2.1	70.3	40.0	29.4	0.9
金門縣	100.0	8.6	4.7	0.1	0.0	0.3	0.3	0.1	0.4	-	2.7	10.5	7.0	3.5	80.8	45.2	34.7	0.9

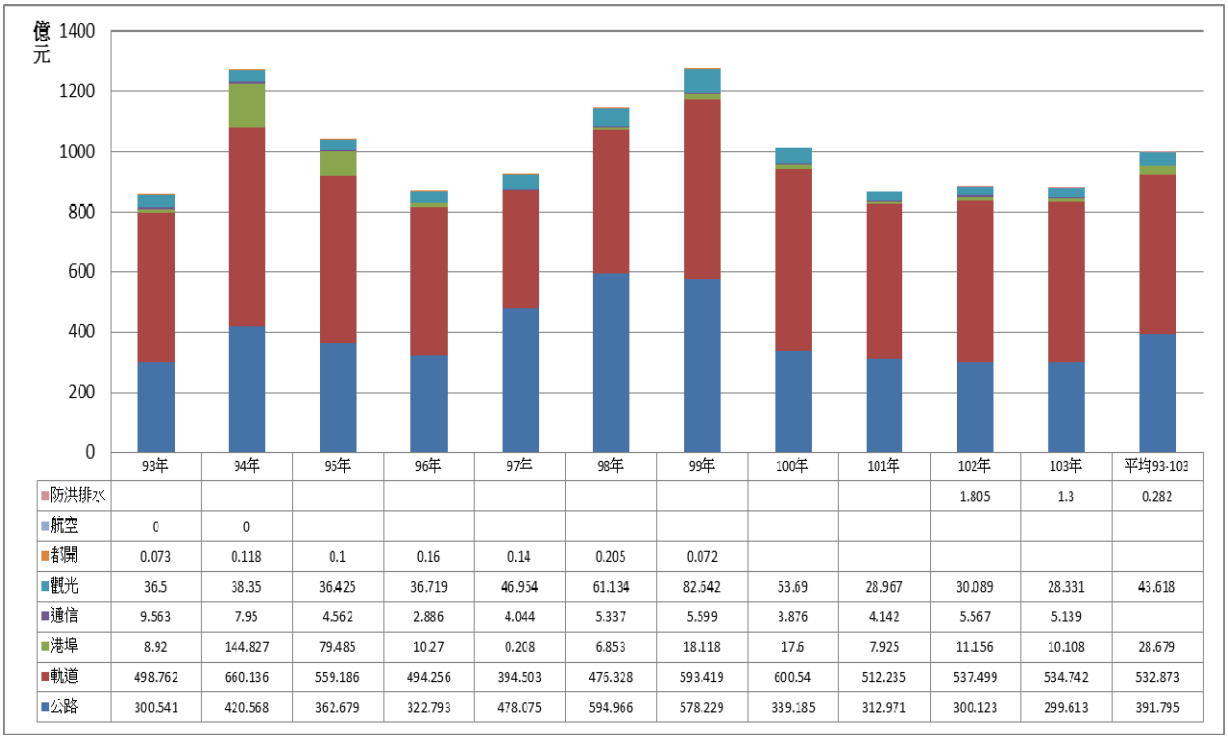
*資料來源：「民眾日常使用運具狀況調查」，交通部統計處，民國 104 年。

2.4 軌道建設經費資源探討

一、歷年軌道建設資源

參考范植谷、蘇振維等發表之「都會捷運網政策規劃與績效」一文中，探討歷年都會捷運投入之預算與績效。中央預算對於都會捷運之預算編列主要歸類在軌道建設計畫項下，綜觀運輸部門公共建設計畫經費以公路及軌道次類別為大宗，過去 30 年偏重能立竿見影支持經濟發展與及戶的公路建設，使得公路系統建設相對健全，導致私人運具使用普遍，造成交通壅塞、空氣污染等負面衝擊。

近年來「綠運輸」開始受到重視，致使政府部門建設重點轉為軌道建設，由圖 2.4-1 可知近 10 年交通部主管公共建設預算，軌道投資（年平均 533 億元）已超越公路建設（年平均 392 億元）。



	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年	101年	102年	103年	平均93-103
防洪排水										1.805	1.3	0.282
航空	0	0										
都開	0.073	0.118	0.1	0.16	0.14	0.205	0.072					
觀光	36.5	38.35	36.425	36.719	46.954	61.134	82.542	53.69	28.967	30.089	28.331	43.618
通信	9.563	7.95	4.562	2.886	4.044	5.337	5.599	3.876	4.142	5.567	5.139	
港埠	8.92	144.827	79.485	10.27	0.208	6.853	18.118	17.6	7.925	11.156	10.108	28.679
軌道	498.762	660.136	559.186	494.256	394.503	475.328	593.419	600.54	512.235	537.499	534.742	532.873
公路	300.541	420.568	362.679	322.793	478.075	594.966	578.229	339.185	312.971	300.123	299.613	391.795

圖 2.4-1　近 10 年來交通部主管公共建設預算編列

軌道建設高鐵、臺鐵具全國一致性由中央負責辦理外，地方之捷運、輕軌系統，因應地區需求進行自辦規劃、建設及營運，中央則協助補助地方推動。軌道系統具有成本巨大、興建期長、營運成本高、票價相對較低、無法及戶服務、需有接駁系統搭配、擴展彈性較小與須具經濟規模始可永續營運等特性，因此須嚴謹評估及妥善規劃，逐步建置。

依據交通部 100 年公布「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與

審查作業要點」第 14 點規定，交通部得準用「中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法」第 7 條規定，補助地方主管機關辦理捷運或輕軌計畫綜合運輸規劃、可行性研究及綜合規劃之作業經費，各地方政府可依上開要點向交通部提出捷運、輕軌等新興計畫先期規劃經費申請。

交通建設計畫在核定時（前）是以必要性、運輸需求、經濟效益等為決定興建與否之關鍵，由地方政府依程序送交通部審議後送行政院核定，已核定之計畫將編列年度特別預算或公務預算據以推動。就目前已核定都會捷運計畫投入預算而言，經檢視近 10 年來交通部軌道次類別經費分配數年平均 533 億元，都會捷運與其他單位(含鐵工局、臺鐵局及高鐵局)之歷年經費如圖 2.4-2，捷運建設經費比例約占 57%，達 3,344 億元（每年約 300 億元），其餘如鐵工局、臺鐵局及高鐵局經費為 2,512.5 億元，佔比約 43%。惟臺北捷運及高雄捷運已陸續完工通車，捷運建設經費需求數比例已逐年下降（如圖 2.4-3），其中各都會捷運累計經費分布如圖 2.4-4，臺北捷運近 10 年來所佔比例最高，約 1,447 億元。

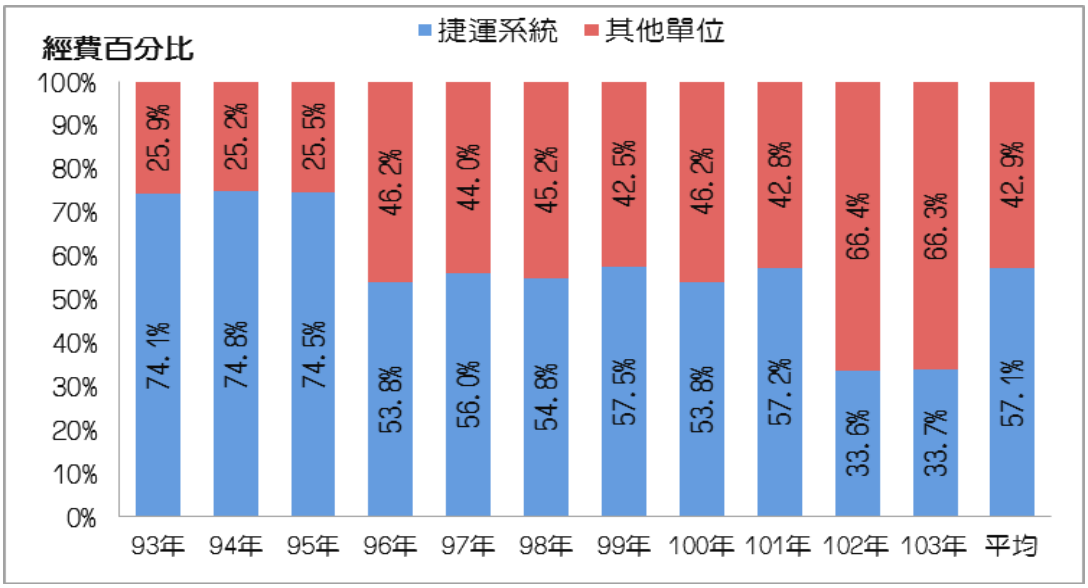
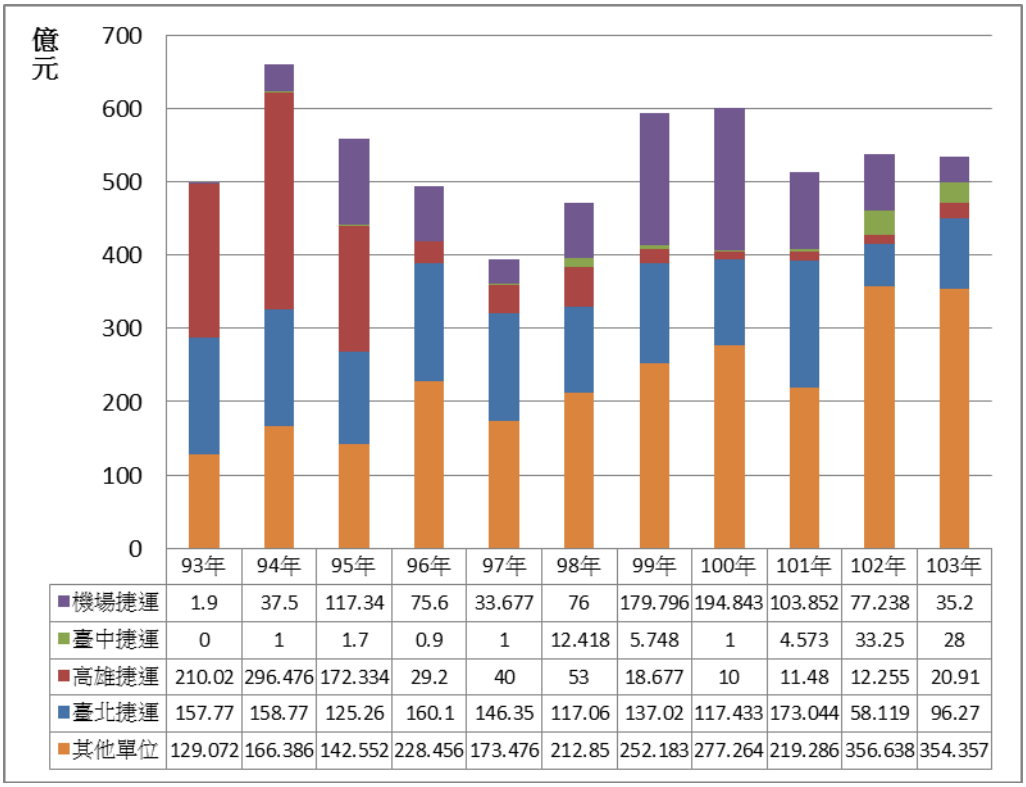


圖 2.4-2　交通部軌道次類別都會捷運與其他單位經費數



	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年	101年	102年	103年
機場捷運	1.9	37.5	117.34	75.6	33.677	76	179.796	194.843	103.852	77.238	35.2
臺中捷運	0	1	1.7	0.9	1	12.418	5.748	1	4.573	33.25	28
高雄捷運	210.02	296.476	172.334	29.2	40	53	18.677	10	11.48	12.255	20.91
臺北捷運	157.77	158.77	125.26	160.1	146.35	117.06	137.02	117.433	173.044	58.119	96.27
其他單位	129.072	166.386	142.552	228.456	173.476	212.85	252.183	277.264	219.286	356.638	354.357

圖 2.4-3　交通部軌道次類別各都會捷運歷年經費數

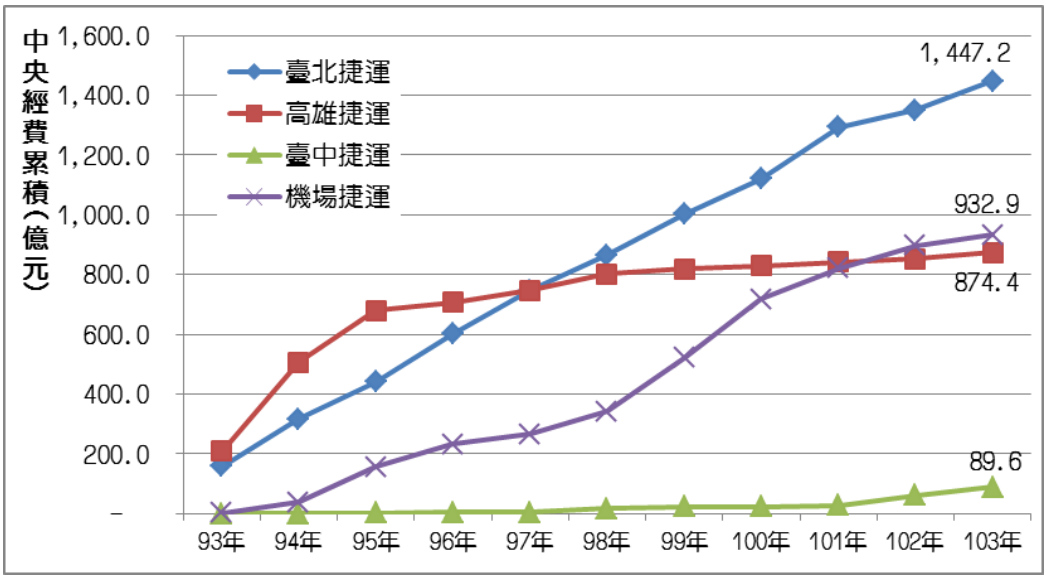


圖 2.4-4　交通部軌道次類別各都會捷運預算經費累積

2.5 小結

一、軌道建設地下化程度越高，建造成本越高，其次為高架，平面鋪設最為節省，且軌道總建設經費涉及用地徵收費用，徵收面積越大，負擔越沉重，部分用地若無法取得，路線勢必得採取高架或地下通過，也加遽了計畫推動的難度。因此本計畫訪談的 8 個地方政府交通主管機關(六都、基隆市及新竹市)，未來在系統的選擇上，多數都考慮平面式的輕軌。建議未來各縣市提出鐵路及捷運延伸路廊，如經評估沿線的土地使用及運量不足以支撐營運及建設的費用，建議：

(1)優先推動公路公共運輸服務，並俟運量需求增加後，再評估路廊延伸。

(2)各種運具適用的條件與時機不同，應考量全生命週期成本審慎評估。

二、目前在捷運系統建設計畫規劃作業期間，所有調查的都市全都反映缺乏規劃經費，其次是缺乏軌道專責機構負責統籌、規劃、審查、執行到工程發包等，也讓軌道建設無法一貫執行而有不確定性。

三、建設計畫遭遇之困難在都市景觀(高架/地下)、用地取得困難及民眾參與意識抬頭。都市景觀議題未來能否融入生活會是建設考量因素之一；在已開發的都市因為地狹人稠，用地取得困難是普遍存在的問題，推動前必須預留更多的時間溝通處理；現今民眾意識的抬頭甚至困難度較技術面更高，需要地方主管機關耐心因應。

第三章　國外都市軌道運輸發展現況

3.1　國外都市軌道運輸發展案例選擇

世界各城市與都會區隨著人口的發展與聚集，為了解決都市交通問題與促進城市發展，採用各種不同的運輸方式提供都市交通運輸服務，系統型式包括重軌捷運、單軌捷運、輕軌系統、公車捷運，以及個人與團體捷運(PRT 與 GRT)等。

大都市中心的重軌捷運路線發展完成，就會在郊區或與重軌捷運路廊連接上採用單軌捷運、輕軌系統或公車捷運等；重軌捷運路線主幹還沒發展完成的城市，就有可能會新建或延伸重軌捷運，或採用單軌捷運、輕軌系統或公車捷運繼續路網發展。在都會區非核心的城市，也常使用重軌捷運、單軌捷運或輕軌系統，將路線與都會區主幹路線連接，提升旅運量；非位於都會區的城市，則常會建立重軌捷運或輕軌系統與傳統鐵路相連結。除此之外，也會因著該地有機場、港口、重點地區、地形條件、地方特色或運輸需求等，建立一些特別路線。

簡單來說，城市主幹建立好，接著就建設次要幹道，然後逐步往下發展，至於主幹、次要與支線等要採用何種軌道運輸方式，不是一個容易處理的問題，全世界各城市都會有不完全相同的方式。因此藉由蒐集世界各地捷運路線資料，並從中篩選出適合國內都市發展的參考案例(例如考慮都市人口規模，如國內各都會人口規模約一百萬至三百萬，中小型都市人口約 10 萬至 30 萬人)，以協助國內都市依據需求提出適當的規劃。

目前全世界軌道捷運城市分布示意圖如圖 3.1-1 至圖 3.1-5 所示，重軌捷運約有 90 多個城市採用，輕軌系統約有 440 多個城市採用，而單軌捷運則約 17 個城市採用。本研究須蒐集歐洲、美洲及亞洲至少 10 個城市，且重軌捷運、單軌捷運及輕軌系統各至少 10 個，爰需訂定一些條件來篩選適合的城市，以進行後續的研析。

一、單軌捷運城市案例

單軌捷運雖然有 17 個城市採用，但部分是屬於懸吊式系統，惟目前已無興建路線採用懸吊式(詳細原因請詳第四章)，爰納入人口較多城市(如莫斯科)。選擇的單軌捷運城市如表 3.1-1。

二、重軌捷運城市案例

重軌捷運部分，希望遴選較適於國內參考之案例，故考量人口規模與運量密度進行篩選，以選擇人口 3 百萬以下的城市為主，並參考以國內臺北與高雄捷運日運量，臺北捷運的每公里的日運量為 14,994 人，而高雄捷運的每公里的日運量為 4,191 人，因高雄捷運近年透過資產移轉公部門，故顯示日運量小於 4,000 人可能有營運上之困難，故先以每公里的日運量大於 4,000 人之城市優先選用。另考量臺北捷運的數據應屬於國內高標，每公里的日運

量高於 15,000 人之城市也較不適於國內其他都會或中小型都市參考，除此之外，還要考慮人口密度，國內除了臺北市人口密度 9,950 人/km^2，其他城市比此數值低；另考量該城市有其他系統時，亦優先納入參考。選擇的重軌捷運城市如表 3.1-1。

三、輕軌系統城市案例

輕軌系統部分，除了選擇人口 3 百萬以下的城市，部分輕軌系統屬於有軌電車(為高底盤)，而現代化輕軌系統為低底盤，以方便旅客上下車，因此建議選擇現代化低底盤輕軌系統；此外，部分輕軌路線因資料取得不易，以現在網路資訊發達的程度，建議先選擇路線資料較多的城市；此外，該城市有其他系統時，亦建議先選用。選擇的輕軌系統城市如表 3.1-1。

四、個人與團體捷運(PRT 與 GRT)案例

個人與團體捷運(PRT 與 GRT)案例僅有 4 個，故均納入如表 3.1-1。

五、公車捷運(BRT)案例

公車捷運部分，除了考量城市的人口與密度適合國內城市外，也採用公車捷運的著名城市(庫里提巴)，當在選擇其他系統之城市案例時，也將有無 BRT 納入考量。選擇的公車捷運城市如表 3.1-1。

圖 3.1-1　亞洲地區軌道捷運城市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌捷運)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/asia.htm

圖 3.1-2　美洲地區軌道捷運城市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌捷運)

資料來源：http://www.urbanrail.net/am/america.htm

圖 3.1-3　歐洲地區軌道捷運城市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌捷運)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/euromet.htm

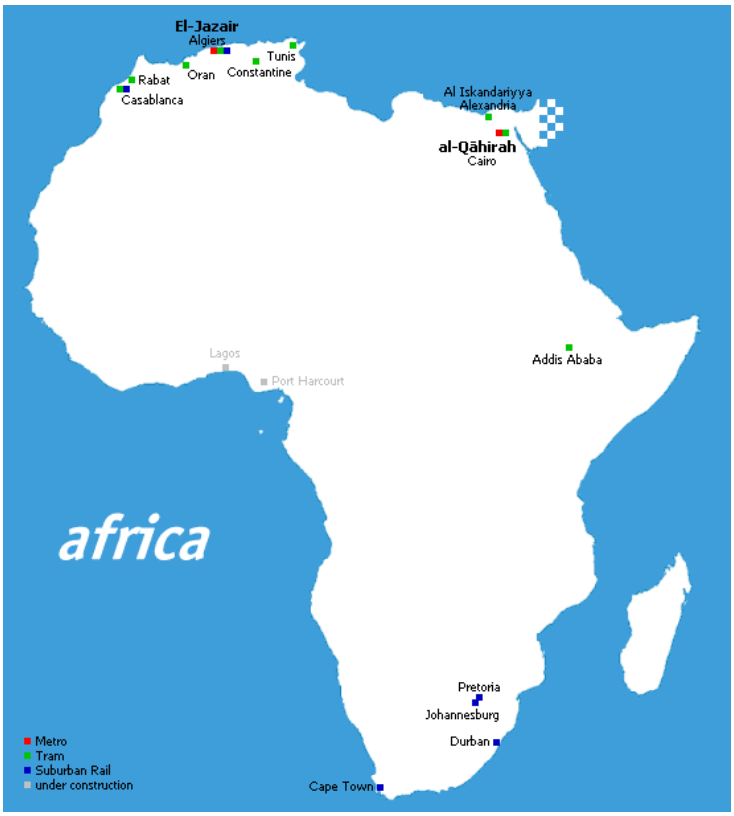


圖 3.1-4　非洲地區軌道系統城市分布示意圖(重軌、輕軌與傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/af/africa.htm

圖 3.1-5　大洋洲地區軌道系統城市分布示意圖
(重軌、輕軌、單軌捷運與傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/au/oceania.htm

表 3.1-1　國外都市軌道運輸案例之系統型式表

洲別	編號	國家	都市/地區	人口	密度 (人/km²)	重軌捷運					輕軌					單軌					PRT/GRT					BRT					tram- train				
						採用	路線數	路線長度 (km)	車站數	日運量 (萬人)	採用	路線數	路線長度 (km)	車站數	日運量 (萬人)	採用	路線數	路線長度 (km)	車站數	日運量 (萬人)	採用	路線數	路線長度 (km)	車站數	日運量 (萬人)	採用	路線數	路線長度 (km)	車站數	日運量 (萬人)	採用	路線數	路線長度 (km)	車站數	日運量 (萬人)
亞洲	1	土耳其	埃斯基謝希爾	685,135	236						V	7	45	61	10.0																		
	2	日本	仙台市	1,063,103	1,309	V	2	28.7	30	16.0																							
	3		北九州市	961,815	1,955											V	1	8.8	13	3.2													
	4		多摩至東大和	1,152,787	N/A											V	1	16	19	12.0													
	5		那霸市	319,449	8,073											V	1	12.9	15	3.5													
	6	印度	古爾岡	876,824	1,198	V	1	5.1	6	3.2																							
	7	阿拉伯聯合大公國	瑪斯達市	N/A	N/A																V	1	1.5	2	0.5								
	8		杜拜	2,459,068	463	V	2	74.6	49	45.5	V	1	10.6	11	2.7	V	1	5.45	4	2.3													
	9	馬來西亞	吉隆坡	1,768,000	6,891	V	2	91.5	75	39.7						V	1	8.6	11	6.8													
	10	韓國	大邱	2,492,994	2,800	V	2	57.3	59	36.7						V	1	23.9	30	36.7													
美洲	11	巴西	庫里提巴	1,764,540	4,062																					V	7	84	127	83.9				
	12	加拿大	溫哥華	603,502	5,249	V	3	68.6	47	39.0																V	3	47	45	7.7				
	13		蒙特婁	1,649,519	4,518	V	4	69.2	73	124.6																							
	14	美國	丹佛	682,545	4,044						V	7	76	53	8.7																	
	15		休士頓	2,099,451	1,399						V	3	36.5	37	4.4																	
	16		拉斯維加斯	583,756	1,660											V	1	6.3	7	1.4													
	17		紐華克	281,944	4,253						V	2	14.1	16	0.9	V	1	4.8	8	3.3													
	18		傑克遜維爾	853,382	1,142											V	2	4	8	0.5													
	19		鳳凰城	1,563,025	3,025						V	1	42	35	4.4											V	14	128	92	0.2				
	20		摩根鎮	31,073	2,916																V	1	13.2	5	1.6								
歐洲	21	西班牙	阿利坎特	328,648	1,600						V	3	70	53	10.0															V	1	14.5	15	19.4
	22	法國	巴黎	2,249,975	21,000	V	16	214	303	418.0	V	9	103.8	186	421.0										V	1	19.68	32	6.6	V	1	7.9	11	3.5
	23		史特拉斯堡	275,718	3,500						V	6	57.5	75	31.7										V	1	5.2	12	0.9				
	24		米盧斯	112,063	4,959						V	3	19	30	7.2															V	1	22	18	—
	25		馬賽	855,393	3,555	V	2	21.5	28	21.9	V	3	11.5	32	10.0																		
	26		圖爾	134,978	3,900						V	1	15	29	5.5																		
	27		漢斯	188,078	3,837						V	2	11	23	4.5																		
	28	俄羅斯	莫斯科	12,330,126	4,899	V	12	333.3	200	670.0	V	50	416	40	58.7	V	1	4.7	6	1.6													
	29	英國	倫敦	8,673,713	5,518	V	11	402	270	360.0	V	4	29	39	8.8						V	1	3.8	3	—	V	2	—	15	0.9				
	30	荷蘭	鹿特丹	619,879	2,969	V	5	78.3	23	30.0	V	12	75	322	14.5						V	1	1.8	5	0.3									
	31	德國	薩爾布魯根	177,201	1,080																										V	1	44	43	—
合計						12					16					10					4					6					4				

資料來源：本計畫整理

3.2 亞洲地區

3.2.1 埃斯基謝希爾(Eskişehir)

一、城市基本資料

(一)區位：埃斯基謝希爾是土耳其西北部的一座城市。

(二)都市位階與特色：為埃斯基謝希爾省的省會，為金屬加工工業的中心。

埃斯基謝希爾在土耳其語中的意思是老城的意思，1000 年前左右佛里吉亞人便在這裡開始生產第一座城市，古代地理學家稱埃斯基謝希爾為安那托利亞最美麗的城市之一，以海泡石製品聞名於世。

(三)人口、密度：人口約 68 萬人，密度約 236 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	EsTram
系統型式	輕軌系統
路線資料	目前有 7 條路線，共設置 61 座車站，路線總長度 45 公里[1]
建設/營運公司	埃斯謝希爾輕軌系統公司(Eskişehir Hafif Raylı Sistem İşletmesi, ESTram)
運量	年運量為 3,150 萬人次，日運量為 10 萬人次
車隊編組	採用德國龐巴迪運輸 FLEXITY OUTLOOK 型列車，以 5 節車廂為一列，共有 36 列，每列可乘載 160 位乘客[2]，採用 750 伏特架空式供電，軌距為 1,435 毫米標準軌寬；最高時速 70 km/h
營運班距	約 8-15 分鐘一班

[1] 埃斯謝希爾輕軌維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/EsTram

[2] 龐巴迪運輸官網:埃斯謝希爾
http://www.bombardier.com/content/bombardiercom/en/transportation/projects/project.flexity-eskisehir-turkey.html?f-region=middle-east-and-africa&show-by-page=50&page=1&f-country=tr&f-segment=all&f-type=all&f-name=all

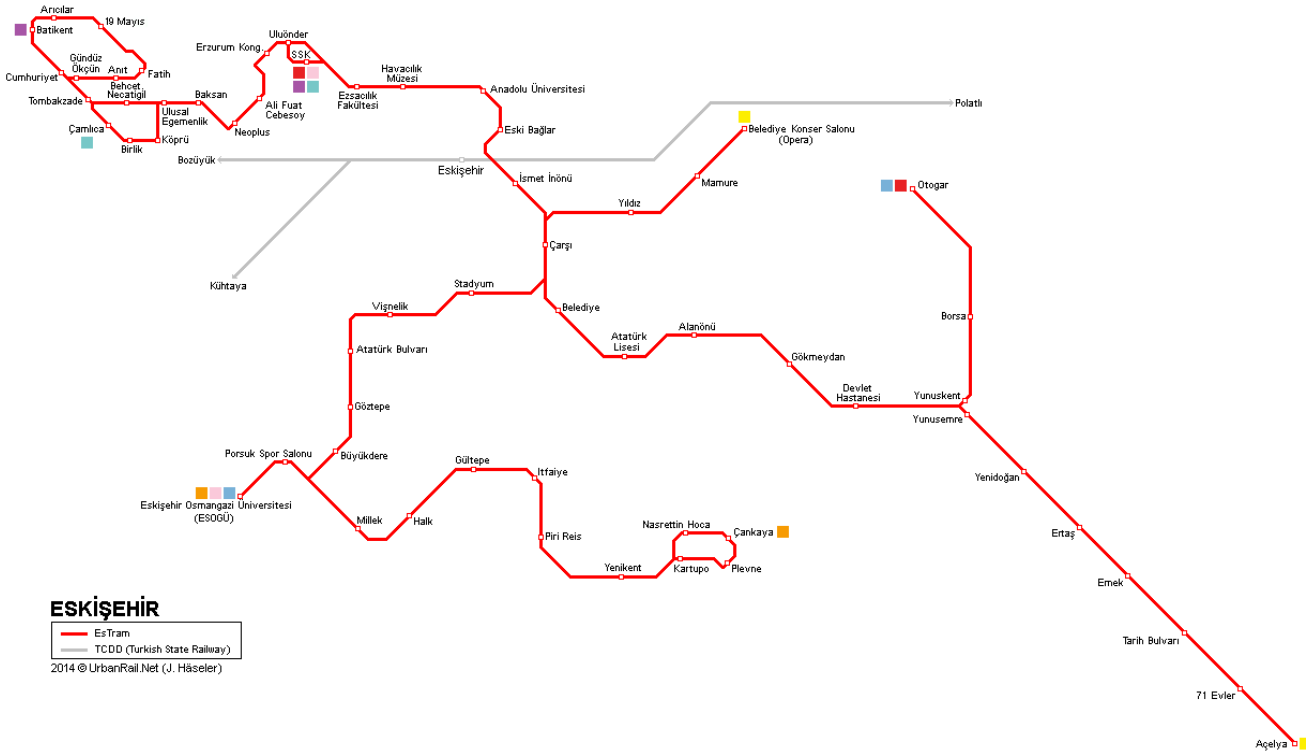


圖 3.2-1　埃斯基謝希爾輕軌系統路線示意圖

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/tr/eskisehir/eskisehir.htm

圖 3.2-2　埃斯基謝希爾輕軌系統車輛圖

資料來源：https://www.flickr.com/photos/30389998@N03/16580494338

3.2.2 仙台市(Sendai)

一、城市基本資料

(一)區位:仙台市位在日本本州東北地方，東臨太平洋，橫貫宮城縣。

(二)都市位階與特色: 仙台市是日本宮城縣縣廳所在地。東北地方最大的城市，20 個政令指定都市(人口達 50 萬以上的城市)之一，也是中國文豪魯迅留學的地方。

(三)人口、密度:人口約 106 萬人，密度約 1,309 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	仙台市地下鉄
系統型式	重軌捷運
路線資料	2 條路線，30 座車站，分南北線和東西線，東西線 13 站，南北線 17 站，路線總長度 28.7 公里
建設/營運公司	仙台市交通局高速電車部(Sendai City Transportation Bureau)
運量	年運量為 5,870 萬人次，日運量為 16 萬人次
車隊編組	東西線採用仙台地鐵 2000 系列，以 4 節為一列，共有 15 列，每列可乘載 398 位乘客，為 1500 伏特架空式供電系統，軌距為 1,435 毫米寬，最高時速 70km/h 南北線採用仙台地鐵 1000 系列，以 4 節為一列，共有 21 列，每列可乘載 576 位乘客；為 1500 伏特架空式供電系統，軌距為 1,067 毫米寬，最高時速 75km/h[3]
營運班距	尖峰時段 5-6 分鐘一班，離峰時段 7-8 分鐘一班

[3] 仙台地鐵官方網站: https://www.kotsu.city.sendai.jp/subway/index.html
仙台地鐵維基百科: https://ja.wikipedia.org/wiki/%E4%BB%99%E5%8F%B0%E5%B8%82%E5%9C%B0%E4%B8%8B%E9%89%84

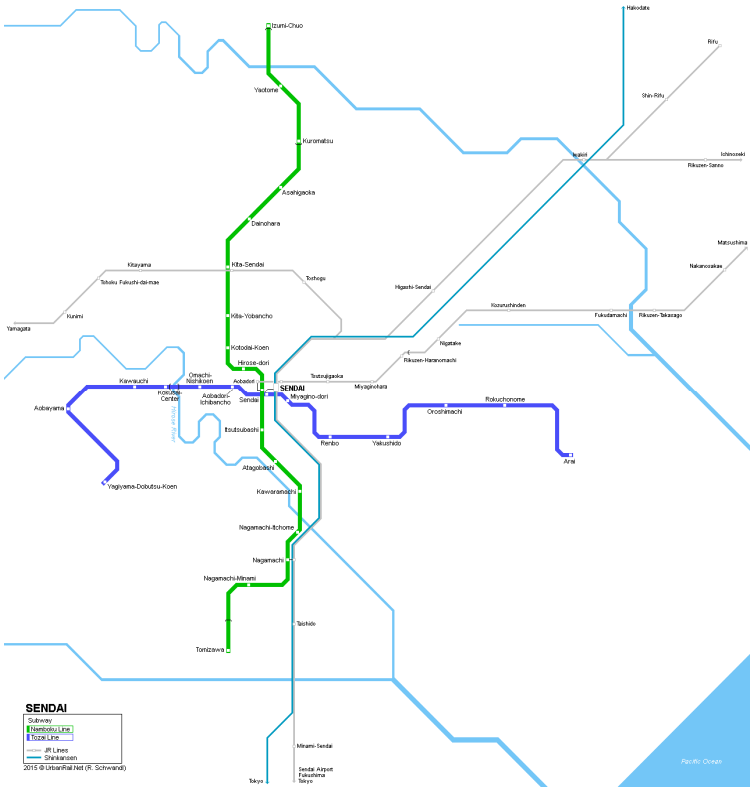


圖 3.2-3　仙台市重軌捷運路線示意圖
(藍與綠色路線為重軌捷運，灰色路線則為鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/jp/sendai/sendai.htm

圖 3.2-4　仙台市重軌捷運車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Sendai_Subway_T%C5%8Dzai_Line

3.2.3 北九州市(Kitakyushu)

一、城市基本資料

(一)區位:北九州市位於日本的九州島最北端，屬於福島縣。

(二)都市位階與特色:為聯絡日本本州和九州的重要要衝，也是第一個位於日本三大都會圈以外的政令指定都市，是九州地方最具規模的都市之一。

(三)人口、密度:人口約 96.18 萬人，密度約 1,955 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	北九州高速鉄道
系統型式	跨座式單軌捷運
路線資料	1 條路線，設置 13 座車站，路線長度 8.8 公里。在小倉站和日本新幹線 JR 相連接
建設/營運公司	北九州高速鐵道株式會社(Kitakyushu Urban Monorail Co. Ltd)
運量	年運量為 1,157 萬人次，日運量為 3.27 萬人次
車隊編組	使用北九州高速鉄道 1000 形電車，由日本川崎重工生產，以 4 節為一列，共有 10 列，每列可乘載 478 位乘客；最高時速 65km/h[4]
營運班距	尖峰 7 分鐘一班，離峰 10 分鐘一班

[4] 北九州高速鐵道官網:
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%97%E4%B9%9D%E5%B7%9E%E9%AB%98%E9%80%9F%E9%89%84%E9%81%931000%E5%BD%A2%E9%9B%BB%E8%BB%8A
北九州高速鐵道維基百科:
https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%97%E4%B9%9D%E5%B7%9E%E9%AB%98%E9%80%9F%E9%89%84%E9%81%93

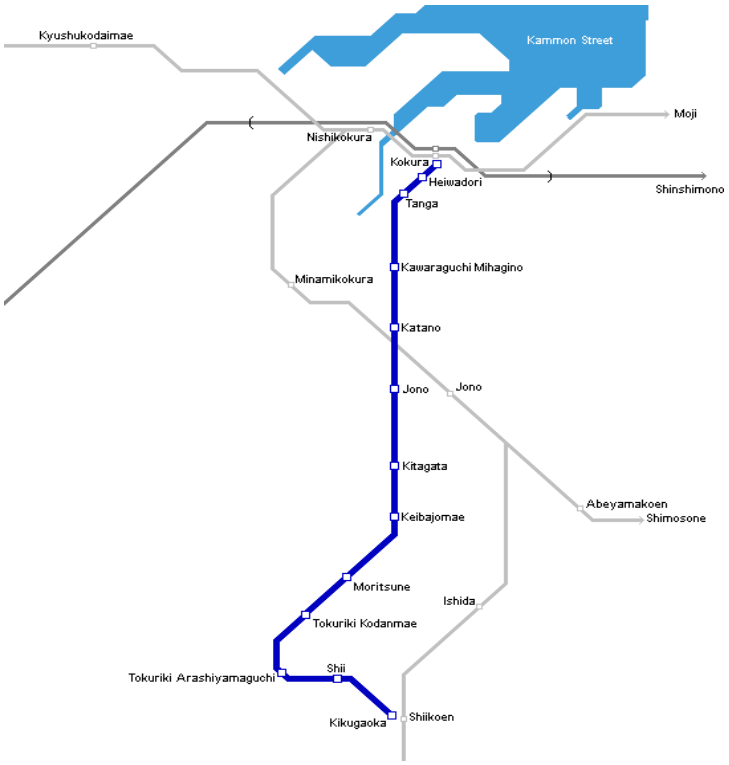


圖 3.2-5　北九州市單軌捷運路線示意圖
(藍色路線為單軌捷運，灰色路線則為鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/jp/kitakyushu/kitakyushu.htm

圖 3.2-6　北九州市單軌捷運車輛圖

資料來源：http://schwandl.blogspot.tw/2016/04/japan-kitakyushu-monorail.html

3.2.4 多摩市至東大和市(Tama to Higashiyamato)

一、城市基本資料

(一)區位:多摩市和東大和市皆位於東京都多摩地方的城市。

(二)都市位階與特色: 多摩市和東大和市皆位在東京都行政區之內，都是東京都市部之一。多摩市為業務核都市，為了解決東京都市飽和的問題，在業務上有各種功能以解消都市飽和並當其樑柱的衛星都市。

(三)人口、密度:多摩市人口約 14.6 萬人，密度約 6,978.9 人/km²，東大和市人口約 8.5 萬人，密度約 6,346.27 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	多摩都市モノレール線
系統型式	為跨座式單軌捷運
路線資料	位在東京都西部，行經過東京都的 5 座市級城市，分別為多摩市、八王子市、日野市、立川市與東大和市等。路線長度 16 公里，共設置 19 座車站，稱之為多摩都市單軌線
建設/營運公司	多摩都市單軌電車株式會社 (Tokyo Tama Intercity Monorail Co., Ltd.)
運量	年運量為 4,398 萬人次，日運量為 12 萬人次
車隊編組	使用多摩都市モノレール 1000 系電車，由日本川崎重工生產，以 4 節為一列，共有 15 列，每列可乘載 415 位乘客；最高時速 65km/h[5]
營運班距	尖峰時段約 10 分鐘一班，離峰時段約 15-17 分鐘一班

[5] 多摩市單軌電車維基百科
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%9A%E6%91%A9%E9%83%BD%E5%B8%82%E5%8D%95%E8%BD%A8%E7%94%B5%E8%BD%A6%E7%BA%BF
多摩市單軌官網
http://www.tama-monorail.co.jp/

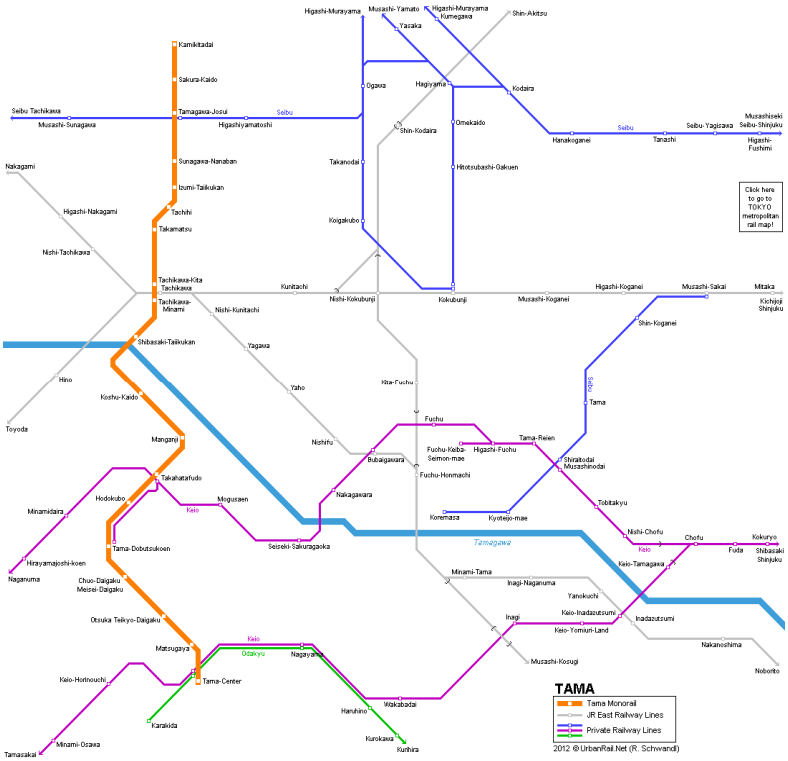


圖 3.2-7　多摩都市單軌線之路線示意圖

(多摩都市單軌線為橘色路線，其他顏色路線則為傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/jp/tama/tama.htm

圖 3.2-8　多摩都市單軌線車輛圖

資料來源：http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=998449&page=15

3.2.5 那霸市(Naha)

一、城市基本資料

(一)區位:那霸市位於沖繩本島南部西海岸。

(二)都市位階與特色:為沖繩縣縣廳所在地，為沖繩縣的政治、經濟中樞，也是琉球列島上最大的城市，同時也是全日本人口密度最高的城市。

(三)人口、密度:人口約 32 萬人，密度約 8,073 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	沖繩都市モノレール線
系統型式	跨座式單軌捷運
路線資料	1 條路線，設置 15 座車站，路線長度 12.9 公里，平均每個車站距離 0.93 公里。路線端點連接那霸機場，可讓旅客迅速至市區
建設/營運公司	沖繩都市單軌株式會社(Okinawa Urban Monorail Incorporated)
運量	年運量為 1,280 萬人次，日運量為 3.5 萬人次
車隊編組	使用沖繩都市モノレール 1000 形電車，由日本川崎重工生產，以 2 節為一列，共有 13 列，每列可乘載 165 位乘客；最高時速 65km/h[6]
營運班距	尖峰時刻 5-6 分鐘一班，離峰時刻 8-12 分鐘一班

[6] 那霸市單軌維基百科:
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B2%96%E7%B9%A9%E9%83%BD%E5%B8%82%E5%96%AE%E8%BB%8C%E9%9B%BB%E8%BB%8A
那霸市單軌官網:http://www.yui-rail.co.jp/index.html

圖 3.2-9　那霸市單軌捷運路線示意圖

資料來源：http://www.oki-islandguide.com/getting-here-and-around

圖 3.2-10　那霸市單軌捷運車輛圖

資料來源：http://www.monorailsaustralia.com.au/urban_monorail.html

3.2.6 古魯葛拉姆 (古爾岡)(Gurgaon)

一、城市基本資料

(一)區位:為印度北部的城市，距離首都新德里西南部 30 公里。

(二)都市位階與特色:在哈里亞納邦管轄內，是印度主要的經濟和工業城市之一，是印度的第三大資本流入城市，被譽為「印度的新加坡」。

(三)人口、密度:人口約 87.6 萬人，密度約 1,198 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	古爾岡快速捷運(Rapid MetroRail Gurgaon)
系統型式	重軌捷運
路線資料	1 條路線，設置 6 座車站，路線長度為 5.1 公里
建設/營運公司	營運公司由快速捷運古爾岡公司(Rapid MetroRail Gurgaon Ltd., RMGL)經營
運量	年運量為 1,168 萬人次，日運量為 3.2 萬人次
車隊編組	列車由西門子公司轉包株洲電力機車廠生產；以 3 節為一列，共有 5 列，最高時速 80km/h[7]
營運班距	4-5 分鐘一班

[7]古爾鋼捷運維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Rapid_MetroRail_Gurgaon
古爾鋼捷運官網: http://rapidmetrogurgaon.com/home/index.html

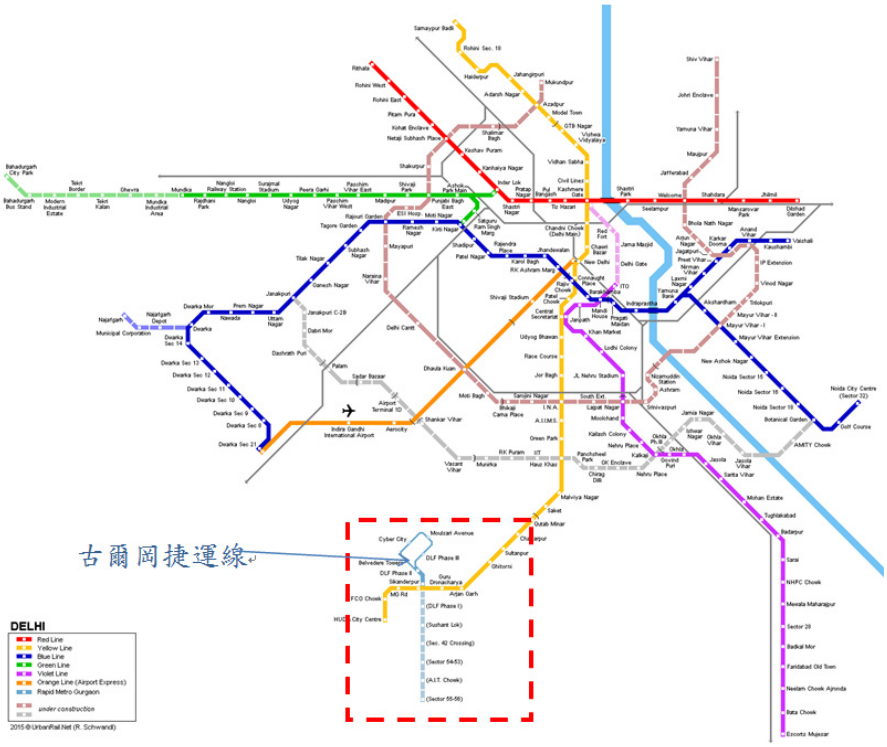


圖 3.2-11 德里都會區捷運路網示意圖

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/in/delh/delhi.htm

圖 3.2-12 古爾岡重軌捷運車輛圖

資料來源:
http://www.thehindu.com/news/cities/Delhi/rapid-metro-phaseii-chugs-on-the-fast-track/article7548595.ece

3.2.7 瑪斯達市(Masdar City)

一、城市基本資料

(一)區位:位於阿拉伯聯合大公國首都阿布達比附近的一座規劃新城。

(二)都市位階與特色:這座城市斥資 220 億美元，為了建立全球首座綠色未來之城；將完全依靠太陽能和可再生能源，全城禁止汽機車通行，全部只能以大眾運輸作為交通工具，是全球首個「零碳排」、「零廢棄」、「零輻射」的城市，預計 2025 年完工。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	Cyber Cab
系統型式	PRT 系統
路線資料	路線長度 1.5 公里，目前共設 2 座車站，為瑪斯達市北側停車場至第一階段發展區馬斯達爾學院。
建設/營運公司	由荷蘭捷運系統商 2getthere 公司生產與建設[8]
運量	預估日運量達 5,000 人次
車隊編組	為太陽能電動車，可乘載 2-6 名乘客，1,600 公斤最大載荷，目前共有車輛 10 臺，最高時度 40km/h
營運班距	為無人化自動控制車輛，它不像捷運或輕軌一般，採用固定發車班表，PRT 是採用旅客到站按服務鈴，等有旅客運輸需求時才發車

[8] 2getthere 公司官網:http://www.2getthere.eu/projects/masdar-prt/
瑪斯達爾城維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Masdar_City

圖 3.2-13 瑪斯達市 PRT 路線示意圖(圖中紅線處)

資料來源：PRT 系統應用研究及評估計畫

圖 3.2-14 瑪斯達市 PRT 車輛圖

資料來源：http://www.greenprophet.com/2011/05/interview-with-masdar-citys-pod-car-makers/

3.2.8 杜拜(Dubai)

一、城市基本資料

(一)區位:杜拜位於波斯灣、阿拉伯聯合大公國首都阿布達比的東北方。

(二)都市位階與特色:杜拜是阿拉伯聯合大公國中七個酋長國的其中一個，也是國內的最大城市，另外也是中東地區的經濟和金融中心。

(三)人口、密度:人口約 250 萬人，密度約 463.27 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	杜拜地鐵 (Dubai Metro)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	2 條路線，紅線和綠線，共設置 49 座車站，路線總長度 74.6 公里
建設/營運公司	信佳集團(Serco)
運量	年運量為 1.6 億人次，日運量為 45.5 萬人次
車隊編組	為無人駕駛的列車系統，列車由日本近畿車輛株式會社生產，以 5 節為一列，約有 16 列，每列可乘載 643 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；750 伏特第三軌供電；最高時速 90km/h[9]
營運班距	尖峰時段 3 分 45 秒一班，離峰時段 7 分鐘一班

[9] 杜拜捷運維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Dubai_Metro
杜拜捷運官網; http://www.rta.ae/dubai_metro/

圖 3.2-15 杜拜軌道捷運運輸路網示意圖
(粗紅與粗綠色路線為重軌捷運)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/dub/dubai.htm

圖 3.2-16 杜拜重軌捷運車輛圖

資料來源：http://dubaimetro.eu/video/10671/supersonic-dubai-metro-train-ride

項目	內容
系統名稱	杜拜棕櫚島單軌(Palm Jumeirah Monorail)
系統型式	跨座式單軌系統
路線資料	1 條路線，設置 4 座車站，路線長度 5.45 公里
建設與營運公司	建設公司為丸紅株式會社負責建設，營運公司為信佳集團(Serco)[10]
運量	N/A
車隊編組	N/A
營運班距	23 分鐘 1-2 班

項目	內容
系統名稱	杜拜電車(Dubai Tram)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	1 條路線，設置 11 座車站，路線長度 10.6 公里
建設/營運公司	信佳集團(Serco)
運量	年運量約 185 萬人次，日運量約為 2.7 萬人次
車隊編組	法國阿爾斯通 Citadis 402 型電車，以 7 節為一列，共有 11 列，每列可乘載 408 位乘客；軌距為 1,435 標準軌寬；為 750 伏特地面供電系統；最高時速 50km/h[11]
營運班距	尖峰時段每 10 分鐘，離峰時段每 12 分鐘一班

[10]杜拜棕櫚島單軌維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Palm_Jumeirah_Monorail

[11] 杜拜電車維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Dubai_Tram

杜拜電車官網:

https://www.rta.ae/wps/portal/rta/ae/home/!ut/p/z1/dc1BC4JAEAXgX-PVGVkz66YEmli0opV7iZXWdVFU1q3-fkadoub2Ht9jgMEZWM_vSnKjhp53cy6Zd9kjuhG6ThoVHmJQZJQek4zgZgknYMBe5OD4cYh0iiQPZ0LzhK6SbeyQD8A_FyAkwGQ3VO93QV8RXwLTohZaaPum57oxZpzWF1ooevuhWjWKq-L2oKWFv0bNMBk4f1sY27bemUX5BPekqyI!/dz/d5/L0lDUmlTUSEhL3dHa0FKRnNBLzROV3FpQSEhL2Fy/

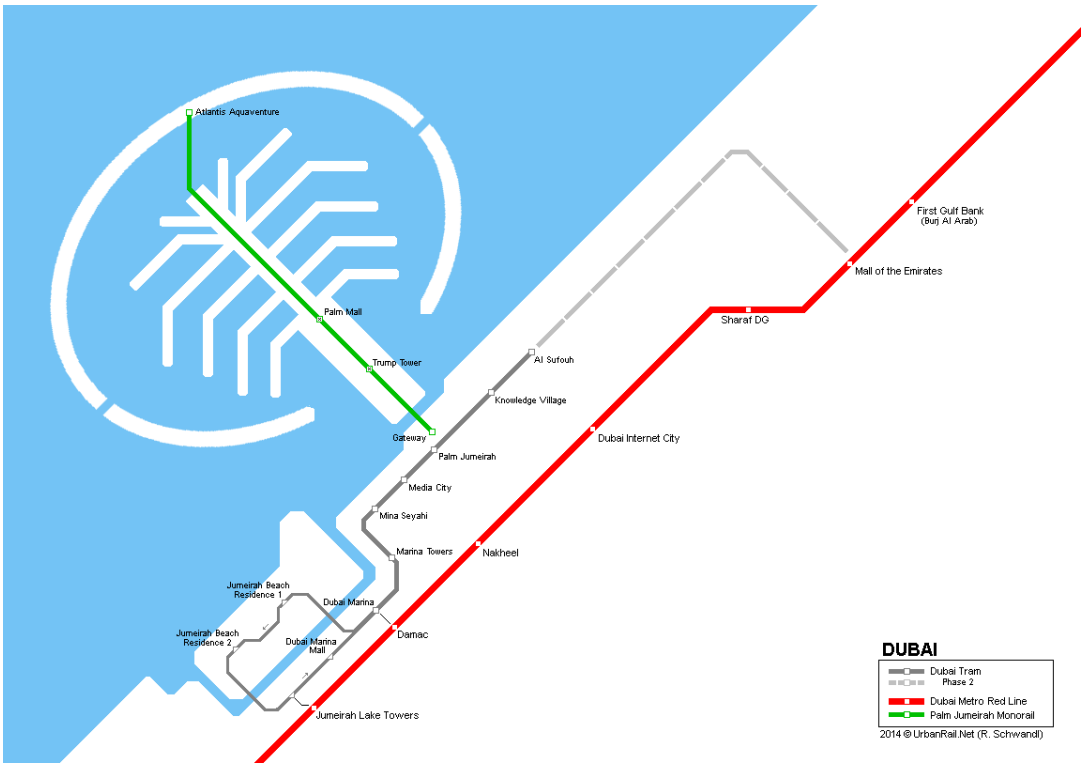


圖 3.2-17 杜拜單軌捷運與輕軌系統路線示意圖

(綠色路線為單軌捷運，灰色路線為輕軌，紅色路線為重軌捷運紅線)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/dub/dubai-tram.htm

圖 3.2-18 杜拜單軌捷運車輛圖

圖 3.2-19 杜拜輕軌系統車輛圖

資料來源：http://thedubaitram.com/category/dubai-monorail/

資料來源：
http://www.arabianbusiness.com/dubai-tram-guide-the-latest-addition-the-city-s-transport-network-571484.html#.VzK-Tphf1-Y

3.2.9 吉隆坡(Kuala Lumpur)

一、城市基本資料

(一)區位:吉隆坡地處馬來半島西岸，臨麻六甲海峽，為巴生河和鵝麥河的交會處。

(二)城市位階與特色: 吉隆坡是馬來西亞的首都兼最大城市，吉隆坡都會區是馬來西亞人口和經濟成長最快速的都會區。

(三)人口、密度:人口約有 176.8 萬人，密度約 6,891 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	快捷通軌道(Rapid Rail)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	2 條路線，安邦線和格拉納再也線； 安邦線車站總數 38 站，總長 45.1 公里；格拉納再也線車站總數 37 線，總長 46.4 公里[12]
建設/營運公司	快捷通軌道有限公司(Rapid Rail Sdn Bhd)
運量	兩線總和年運量為 1.46 億人次，日運量為 39.7 萬人次
車隊編組	格拉納再也線:共有 210 節德國龐巴迪 Innovia Metro ART 200 系統列車，以 2-4 節為一列，，每列最高可乘載 950 位乘客；採用 750 福特第三軌供電；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；最高時速 80km/h 安邦線:共有 30 節澳大利亞沃爾克斯公司 Adtranz-Walkers EMU 型列車，以 6 節車廂為一列，每列可乘載 1,200 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；750 伏特第三軌供電；最高時速 90km/h
營運班距	格拉納再也線:尖峰時段 3 分鐘一班，離峰時段 5-7 分鐘一班 安邦線:尖峰時段 6-8 分鐘一班，離峰時段 10-14 分鐘一班

[12] 吉隆坡捷運格拉納再也線:https://en.wikipedia.org/wiki/Kelana_Jaya_Line
吉隆坡捷運安邦線:https://en.wikipedia.org/wiki/Ampang_Line
吉隆坡捷運官網: http://www.spad.gov.my/

項目	內容
系統名稱	吉隆坡單軌(KL Monorail)
系統型式	跨座式單軌系統
路線資料	1 條路線，設置 11 座車站，路線長度 8.6 公里[13]
建設/營運公司	建設公司為吉隆坡基建公司(KL 集團)，營運公司為快速軌道有限公司(Rapid Rail Sdn Bhd)
運量	年運量為 2,506 萬人次，日運量約為 6.8 萬人次
車隊編組	馬來西亞史格米鐵路公司 SUTRA 型列車，共有 20 輛，以 4 輛為一列，每列可乘載 430 位乘客；最高時速 60km/h
營運班距	尖峰時段 5 分鐘一班，離峰時段 6-7 分鐘一班

圖 3.2-20 吉隆坡重軌與單軌捷運路線示意圖
(紅、黃與綠色路線為重軌捷運，橘色路線為單軌捷運，淺色路線為傳統鐵路與快鐵)

資料來源：http://www.metroeasy.com/rapid-rail-malaysia.html

[13] 吉隆坡單軌捷運維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/KL_Monorail

圖 3.2-21 吉隆坡重軌捷運車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Bombardier_Innovia_Metro

圖 3.2-22 吉隆坡單軌捷運車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Scomi_Rail

3.2.10 大邱廣域市(Daegu)

一、城市基本資料

(一)區位:位於韓國的慶尚北道，西鄰日本海，在首都首爾的西南方。

(二)都市位階與特色:大邱廣域市(簡稱大邱)是韓國第四大城市，為韓國的直轄市，主要發展工業包括紡織、冶金和機械。歷史上曾是朝鮮半島的南部商業中心（首爾是中部中心、平壤是北部中心）。

(三)人口、密度:人口約 249.2 萬人，密度約 2,800 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	大邱都市鐵道(Daegu Metro)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	2 條重軌捷運路線，為 1 號線(紅線)和 2 號線(綠線)，共設置 59 座車站[14]
建設/營運公司	大邱都市鐵道公社(Daegu Metropolitan Transit Corporation)
運量	大邱重軌捷運和單軌捷運合計，年運量為 1.2 億人次，日運量為 36.7 萬人次
車隊編組	1 號線採用韓國韓進重工大邱都市鐵道公社 1000 EMD 列車，以六節為一列，每列可乘載 970 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；1,500 伏特架空式供電；最高速度 80km/h 2 號線採用韓國現代 Rotem 大邱都市鐵道公社 2000 EMD 列車，以六節為一列，每列約可乘載 720 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；1,500 伏特架空式供電；最高速度 80km/h
營運班距	1 號線:尖峰時刻約 5 分鐘一班，離峰時刻約 6-8 分鐘一班 2 號線:尖峰時刻約 5-6 分鐘一班，離峰時刻約 7-8 分鐘一班

[14]大邱都市鐵道維基百科: https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%A7%E9%82%B1%E9%83%BD%E5%B8%82%E9%90%B5%E9%81%93
大邱都市軌道官網: http://www.dtro.or.kr/

項目	內容
系統名稱	大邱都市鐵道 3 號線(Daegu Metro Line 3)
系統型式	跨座式單軌系統
路線資料	1 條路線，設置 30 座車站，路線長度 23.9 公里[15]
建設/營運公司	大邱都市鐵道公社(Daegu Metropolitan Transit Corporation)
運量	大邱重軌捷運和單軌捷運合計，年運量為 1.2 億人次，日運量為 36.7 萬人次
車隊編組	大邱都市鐵道公社 3000 EMD 型列車，由日本日立所生產，以 2 節為一列，每列可乘載 365 位乘客；最高時速 70km/h
營運班距	尖峰時刻約 5-6 分鐘一班，離峰時刻約 7-8 分鐘一班

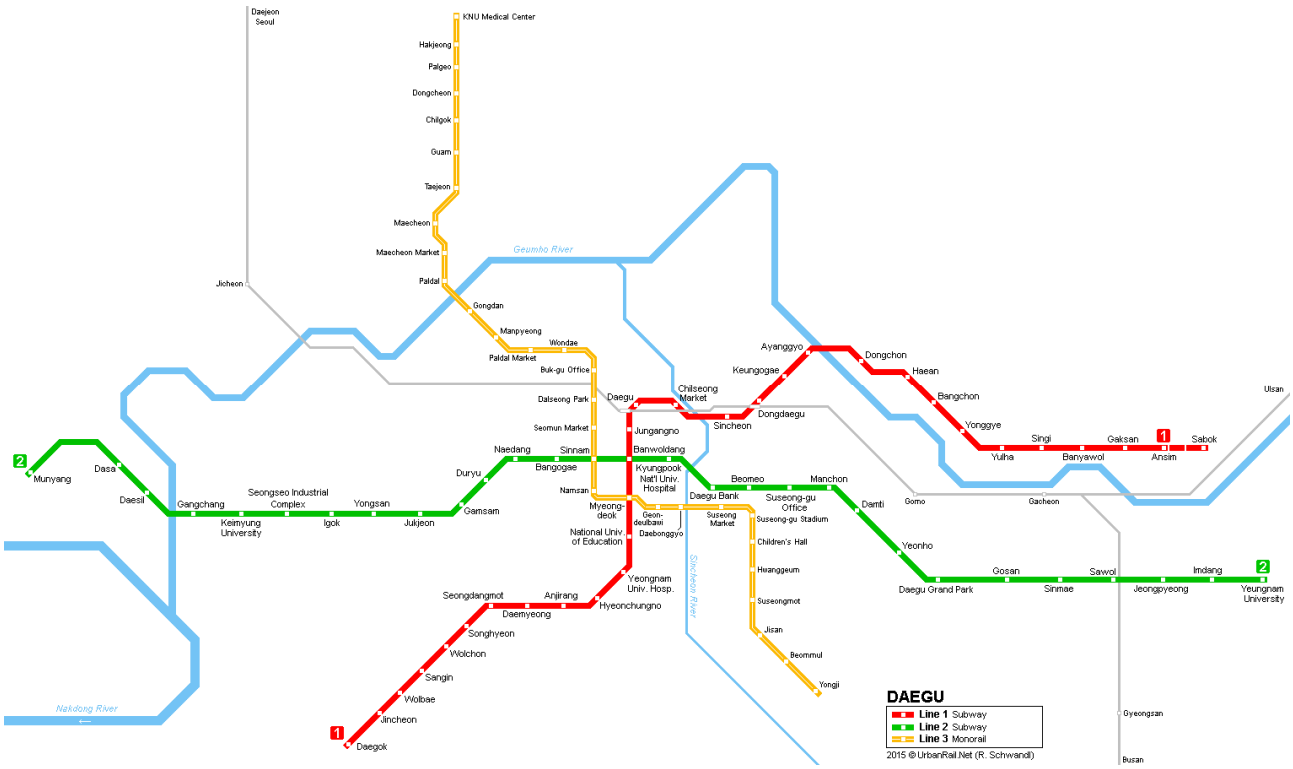


圖 3.2-23 大邱重軌與單軌捷運路線示意圖

(紅色與綠色路線為重軌捷運，黃色路線為單軌捷運)

資料來源：http://www.urbanrail.net/as/kr/daegu/daegu.htm

[15] 大邱單軌維基百科
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%A4%A7%E9%82%B1%E9%83%BD%E5%B8%82%E9%90%B5%E9%81%933%E8%99%9F%E7%B7%9A

圖 3.2-24 大邱重軌捷運車輛圖

資料來源：
https://namu.wiki/w/%EB%8C%80%EA%B5%AC%20%EB%8F%84%EC%8B%9C%EC%B2%A0%EB%8F%84%201%ED%98%B8%EC%84%A0

圖 3.2-25 大邱單軌捷運車輛圖

資料來源：http://globaldaegu.blogspot.tw/2015/01/tour-recommended-tour-spots-near-3rd_19.html

3.3 美洲地區

3.3.1 庫里提巴(Curitiba)

一、城市基本資料

(一)區位:庫里提巴位於巴西南部的巴拉那州。

(二)都市位階與特色:是巴西第七大城市而且是公車捷運的發源地，公車皆使用生質能源。

(三)人口、密度:人口約 176.4 萬人，密度約 4,062 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	Rede Integrada de Transporte
系統型式	公車捷運(BRT)系統
路線資料	6 條路線，設置 21 座候車站，路線總長度 81.4 公里[16]
建設/營運公司	庫里提巴城市運輸公司(Urbanização de Curitiba S/A, URBS)
運量	年運量為 1.85 億人次，日運量為 61.9 萬人次
車隊編組	公車數量：1,320 輛
營運班距	N/A

[16] 庫里提巴 BRT 維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Rede_Integrada_de_Transporte

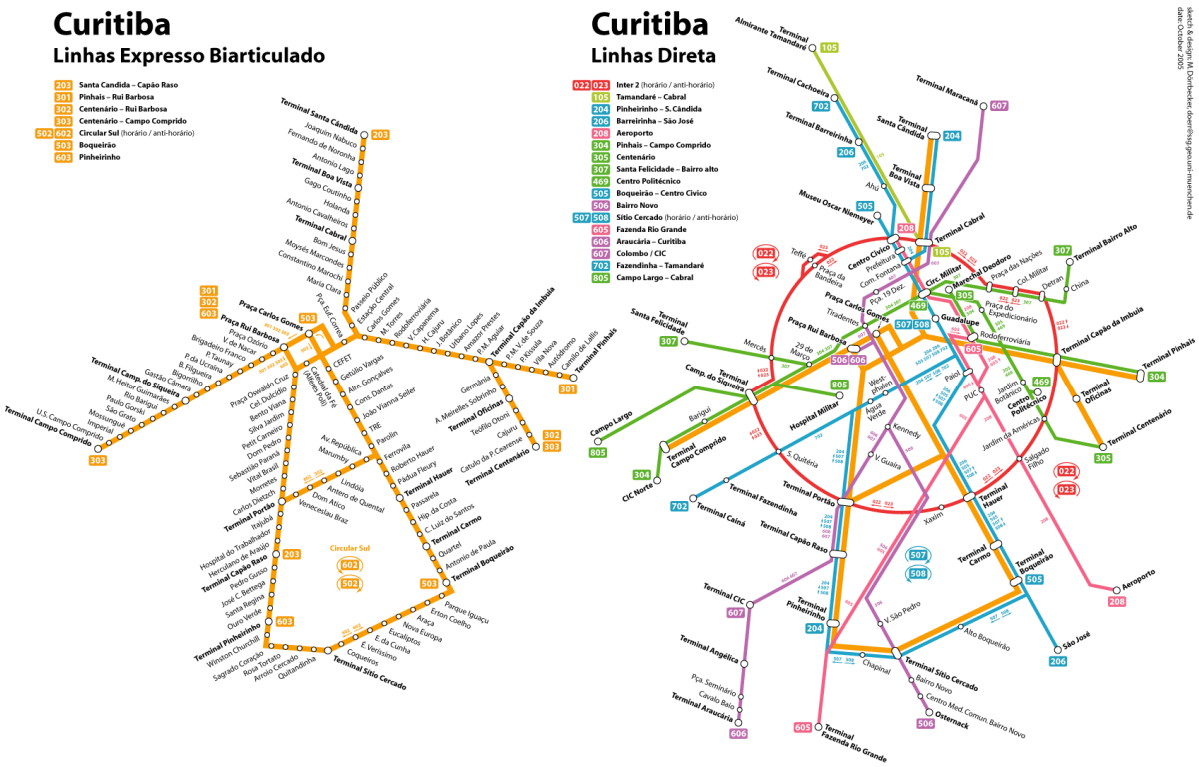


圖 3.3-1　庫里提巴公車捷運與公車路線示意圖

(左圖為公車捷運路線，右圖為公車捷運與公車路線)

資料來源：https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/16/Curitiba_PublicTransport.png

圖 3.3-2　庫里提巴公車捷運車輛圖

資料來源：http://oregionalpr.com.br/2013/07/entra-em-vigor-reducao-da-passagem-em-curitiba/

3.3.2　溫哥華(Vancouver)

一、城市基本資料

(一)區位:溫哥華位在加拿大的西岸，為英屬哥倫比亞省中的一個城市。

(二)都市位階與特色:溫哥華是一座加拿大西岸的沿岸城市，是加拿大最大和最繁忙的港口，聯絡遠東、英國和美洲東岸，也是北美第四大港，溫哥華和美國舊金山同為華人在北美最集中的地區。

溫哥華和其他城市聯合成的大溫哥華地區，人口超過 230 萬，是加拿大西部最大的都會區，以及全國第三大都會區。

(三)人口、密度:人口約 60 萬人，密度約 5,249 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	溫哥華高架列車(Vancouver Skytrain)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	3 條路線，為博覽線、千禧線和加拿大線，共設置 47 座車站，3 路線總長度 68.6 公里，其中博覽線和千禧線有部分是重疊在一起[17]
建設/營運公司	博覽線和千禧線由英屬哥倫比亞捷運公司(British Columbia Rapid Transit Company)經營；加拿大線由 PROTRANS BC 私人公司經營
運量	三線年運量為 1.177 億人次，日運量約為 39 萬人次
車隊編組	博覽線和千禧線: 加拿大 UTDC 公司 ICTS Mark I 型列車，以 4-6 節為一列，每列最高可乘載 480 位乘客；最高時速 90 km/h 加拿大龐巴迪運輸 ART Mark I 型列車，以 2-4 節為一列，每列最高可乘載 520 位乘客；最高時速 90 km/h 加拿大龐巴迪運輸 ART Mark II 型列車，以 2-4 節為一列，每列最高可乘載 580 位乘客；最高時速 90 km/h 加拿大線: 南韓現代 Rotem 型列車，以 2 節為一列，共有 20 列，每列可乘載 334 位乘客；最高時速 80 km/h 軌距皆為 1,435 毫米標準軌寬；皆採用 750 伏特第三軌供電
營運班距	博覽線和千禧線尖峰時段 1.8 分鐘一班，離峰時段 3-4 分鐘一班 加拿大線尖峰時段 3.5 分鐘一班，離峰時段 3.5-10 分鐘一班

[17]溫哥華高架列車維基百科:https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BA%AB%E5%93%A5%E8%8F%AF%E6%9E%B6%E7%A9%BA%E5%88%97%E8%BB%8A
溫哥華高架列車博覽線:https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%9A%E8%A6%BD%E7%B7%9A
溫哥華高架列車千禧線:https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8D%83%E7%A6%A7%E7%B7%9A
溫哥華高架列車加拿大線: https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8A%A0%E6%8B%BF%E5%A4%A7%E7%B7%9A
溫哥華高架列車官網: http://tripplanning.translink.ca/hiwire?.a=iScheduleLookupSearch&LineName=999&LineAbbr=999

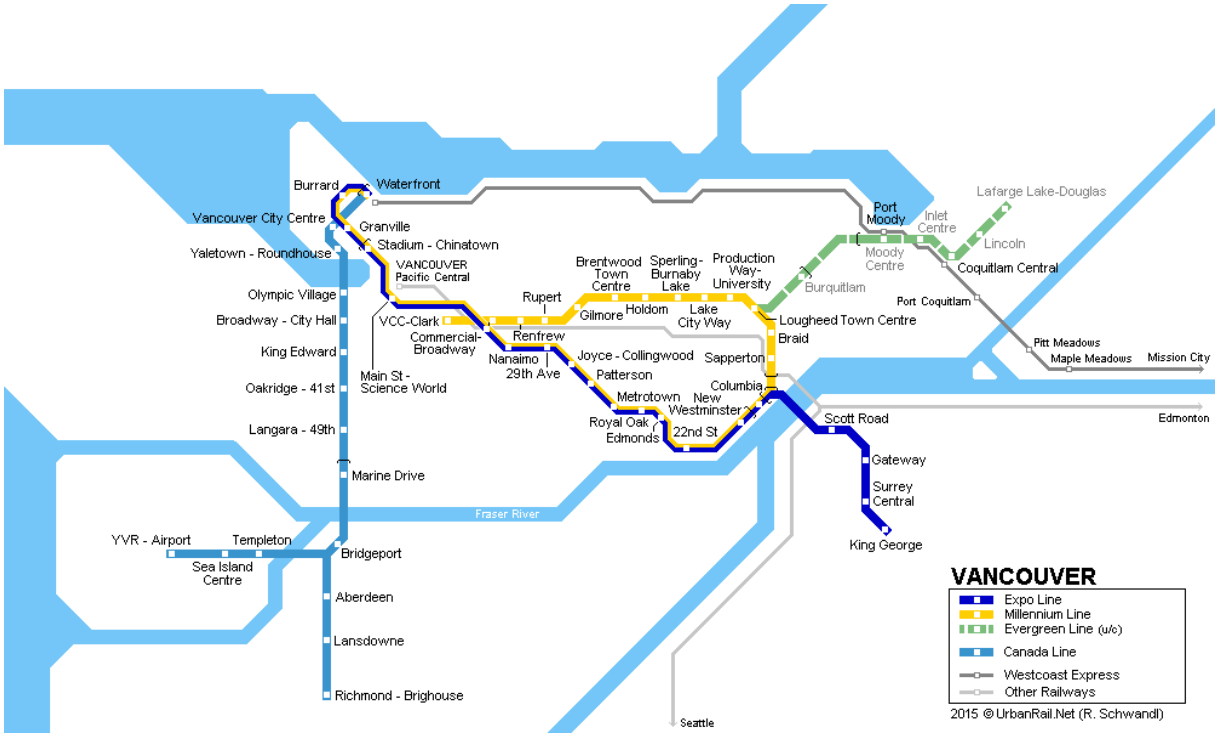


圖 3.3-3　溫哥華重軌捷運路線示意圖

(深藍、淡藍與黃色路線為營運中的重軌捷運，淡綠色路線則是興建中的重軌捷運，灰色路線為傳統鐵路與快鐵)

資料來源：http://www.urbanrail.net/am/vanc/vancouver.htm

圖 3.3-4　溫哥華重軌捷運車輛圖

資料來源：http://thecanadaline.com/

項目	內容
系統名稱	B-Line[18]
系統型式	公車捷運系統
路線資料	3 條路線(96 B-Line、97 B-Line 與 99 B-Line)，共設置 45 座車站，路線總長度為 47 公里[19]
建設與營運公司	Translink 公司
運量	年運量為 2,794 萬人次，日運量為 7.66 萬人次
車隊編組	N/A
營運班距	5-7 分鐘一班

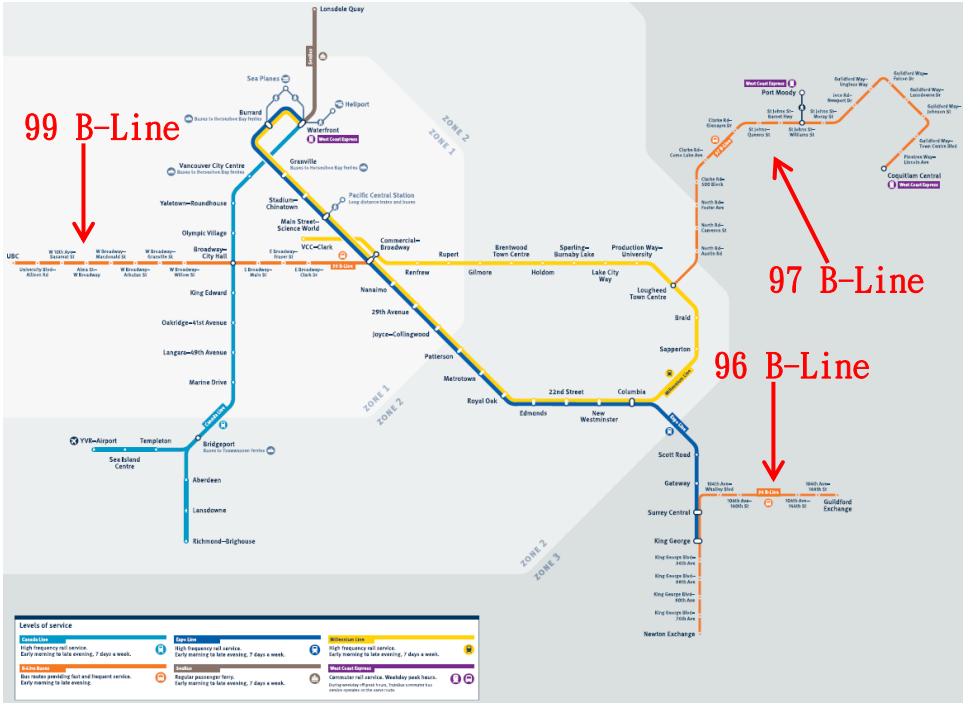


圖 3.3-5　溫哥華重軌與公車捷運路線示意圖

(公車捷運 96、97 與 99 B-Line 如圖中標示)

資料來源：http://www.translink.ca/en/Schedules-and-Maps/Transit-System-Maps.aspx

[18] B-LINE 維基百科 https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_bus_routes_in_Greater_Vancouver#B-Lines

[19] 99 B-Line:https://en.wikipedia.org/wiki/99_B-Line
96 B-Line:https://en.wikipedia.org/wiki/96_B-Line
97 B-Line:https://en.wikipedia.org/wiki/97_B-Line

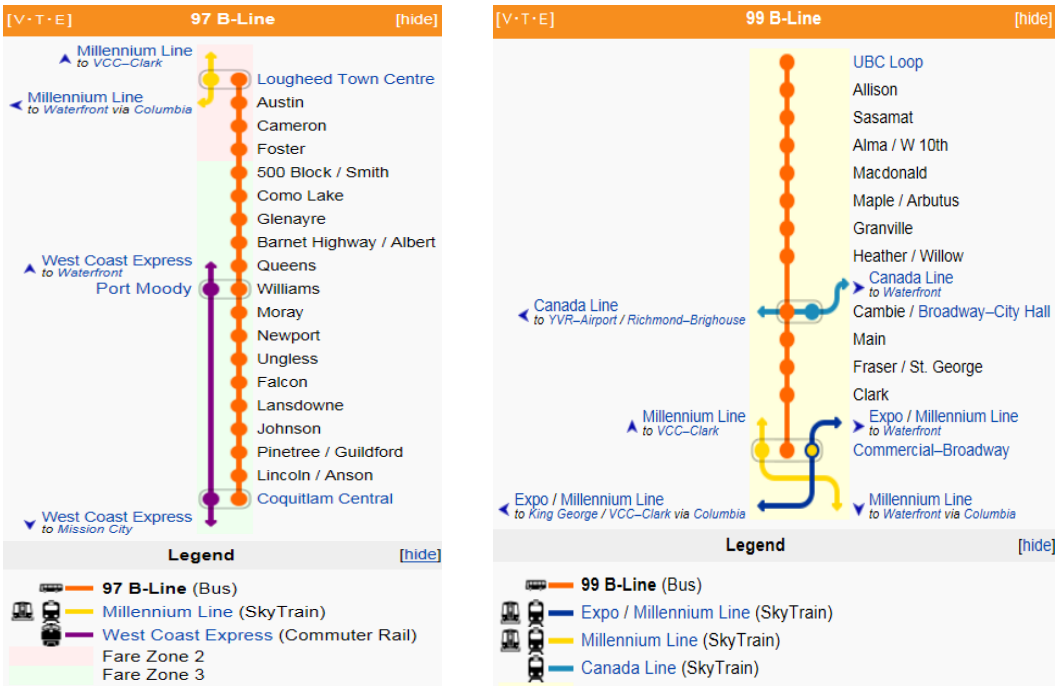


圖 3.3-6　溫哥華公車捷運 97 B-Line 與 99 B-Line 路線示意圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/97_B-Line；https://en.wikipedia.org/wiki/99_B-Line

圖 3.3-7　溫哥華公車捷運車輛圖

資料來源：http://brtdata.org/location/northern_america/canada/vancouver

3.3.3 蒙特婁(Montreal)

一、城市基本資料

(一)區位:蒙特婁位在加拿大的西岸聖羅倫斯河和渥太華會合處的蒙特婁島上，為加拿大魁北克省西南部的城市。

(二)都市位階與特色:是加拿大第二大城市，也是僅次於多倫多的第二大的商業中心；蒙特婁也是加拿大東部最重要的海運中樞，是世界上最大的內陸港，也是加拿大的鐵路樞紐。其航空、金融、設計業發達，尤其航空業產值是世界第二大，僅次於西雅圖。

法語是蒙特婁的官方語言，也是城市裡最常用的語言，也是僅次於法國巴黎的第二大法語城市。

(三)人口、密度:人口約 165 萬人，密度約 4,518 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	蒙特婁地鐵(Métro de Montréal)
系統型式	重軌捷運系統 (車輛是膠輪系統，但行駛路面及鋼軌併用之特殊系統)
路線資料	4 條路線，共設置 73 座車站，路線總長度為 69.2 公里
建設/營運公司	蒙特婁交通局(Société de transport de Montréal)
運量	年運量為 3.56 億人次，日運量為 124.57 萬人次
車隊編組	共有 336 節 MR-63、423 節 MR-73 和 468 節 MPM-10 系列膠輪列車，皆由德國龐巴迪運輸和法國阿爾斯通公司生產，每節約可乘載 160 位乘客，以 3 節、6 節或 9 節為一列；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；採用 750 伏特第三軌供電方式；最高時速皆約 70km/h[20]
營運班距	2～5 分鐘一班

[20]蒙特婁地鐵維基百科 https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%92%99%E7%89%B9%E5%88%A9%E5%B0%94%E5%9C%B0%E9%93%81

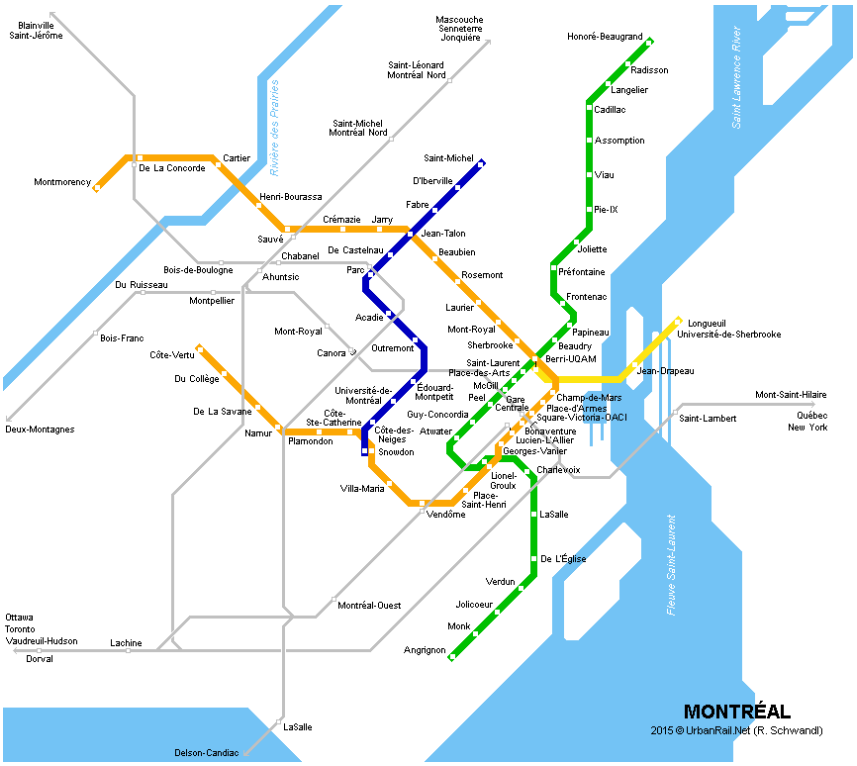


圖 3.3-8　蒙特婁重軌捷運路線示意圖

(藍、綠、黃與橘色路線為重軌捷運，灰色路線為傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/am/monr/montreal.htm

圖 3.3-9　蒙特婁重軌捷運(膠輪系統型式)車輛圖

資料來源：https://www.pinterest.com/pin/429812358168317748/

3.3.4 丹佛(Denver)

一、城市基本資料

(一)區位:丹佛位於美國西部科羅拉多州，西面洛磯山脈、東面北美大平原。

(二)都市位階與特色: 是科羅拉多州的最大城市和首府，也是丹佛-奧羅拉大都會區的核心，為美國第 23 大的都會區，光丹佛都會區就包括該州半數以上人口。

(三)人口、密度:人口約 68 萬人，密度約 4,044 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	丹佛輕軌(RTD Rail)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	7 條路線，共設置 53 座車站，路線總長度為 76 公里[21]
建設/營運公司	丹佛交通局(Regional Transportation District, RTD)
運量	年運量約 3,170 萬人次，日運量為 8.69 萬人次
車隊編組	德國西門子公司 SD-100 型列車，以 2 節為一列，每列可乘載 185 位乘客；採用 750 伏特架空線供電方式；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；最高時速約 80km/h
營運班距	約 15-30 分鐘一班

[21] 丹佛輕軌維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/RTD_Bus_%26_Light_Rail#Light_rail
丹佛輕軌: http://lrt.daxack.ca/Cities/Denver/index.html

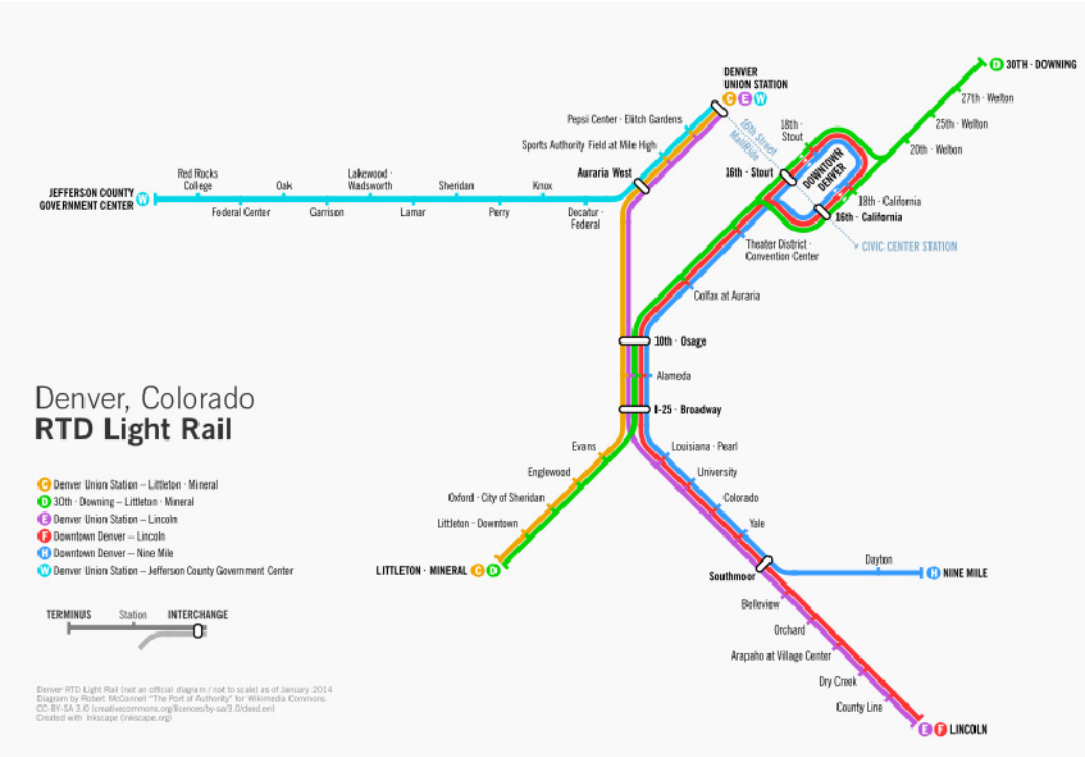


圖 3.3-10 丹佛輕軌系統路線示意圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/RTD_Bus_%26_Light_Rail#Light_rail

圖 3.3-11 丹佛輕軌系統車輛圖

資料來源：http://www.railpictures.net/viewphoto.php?id=439641

3.3.5 休士頓(Houston)

一、城市基本資料

(一)區位: 休士頓位在美國南部德克薩斯州的西南部，且南臨墨西哥灣。

(二)都市位階與特色:休士頓是美國德克薩斯州的第一大城，也是全美國第四大城，是墨西哥沿岸最大的經濟中心。休士頓以其能源（特別是石油）、航空工業和運河聞名世界，而休士頓港是世界第六大港口，也是美國最繁忙的港口和世界第二的外運噸位進出港口。此外它也是美國航空暨太空總署的控制中心所在，也是指導太空人上月球的阿波羅計畫管理中心。

(三)人口、密度:人口約 209.9 萬人，密度約 1,399 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	休士頓輕軌(METRORail)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	3 條路線，共設置 37 座車站，路線總長度為 36.5 公里[22]
建設/營運公司	哈里斯郡都會捷運局(Metropolitan Transit Authority of Harris County, METRO)
運量	年運量為 1,650 萬人次，日運量為 6.06 萬人次
車隊編組	37 節德國西門子公司 S70 型列車，以兩節為一列，每列可容納 250 位乘客；最高時速為 100km/h 39 節西班牙 CAF 公司 Urbos 3 型列車，以兩節為一列，每列可容納 242 位乘客；最高時速 90km/h 皆採用 750 伏特高架供電方式；軌距為 1,435 毫米標準軌寬
營運班距	6-20 分鐘[1]

休士頓輕軌維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/METRORail
休士頓輕軌官網:http://www.gometrorail.org/go/doc/2491/1508071/

圖 3.3-12 休士頓輕軌系統路線示意圖

資料來源：http://www.ridemetro.org/Pages/Rail.aspx

圖 3.3-13 休士頓輕軌系統車輛圖

資料來源：http://photo.proaktiva.eu/digest/2008_usa_trip_part_1.html

3.3.6 拉斯維加斯(Las Vegas)

一、城市基本資料

(一)區位:位於美國西部的內華達州的南部。

(二)都市位階與特色:拉斯維加斯是美國內華達州克拉克郡的郡治，也是內華達州人口最多的城市，也是世界知名的度假地和知名賭城。

(三)人口、密度:人口約 58.3 萬人，密度約 1,660 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	拉斯維加斯單軌電車(Las Vegas Monorail)
系統型式	跨座式單軌捷運
路線資料	1 條路線，設置 7 座車站，路線長度 6.3 公里[23]
建設/營運公司	拉斯維加斯單軌公司(Las Vegas Monorail Company)
運量	年運量為 500 萬人次，日運量約為 1.4 萬人次
車隊編組	德國龐巴迪 MVI 列車，共有 36 節，以 4 節為一列，每列可乘載 200 位乘客，採用 750 伏特第三軌供電，最高時速 80km/h
營運班距	4-8 分鐘一班[1]

拉斯維加斯單軌電車:
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%8B%89%E6%96%AF%E7%B6%AD%E5%8A%A0%E6%96%AF%E5%96%AE%E8%BB%8C%E9%9B%BB%E8%BB%8A
拉斯維加斯單軌官網: http://www.lvmonorail.com/

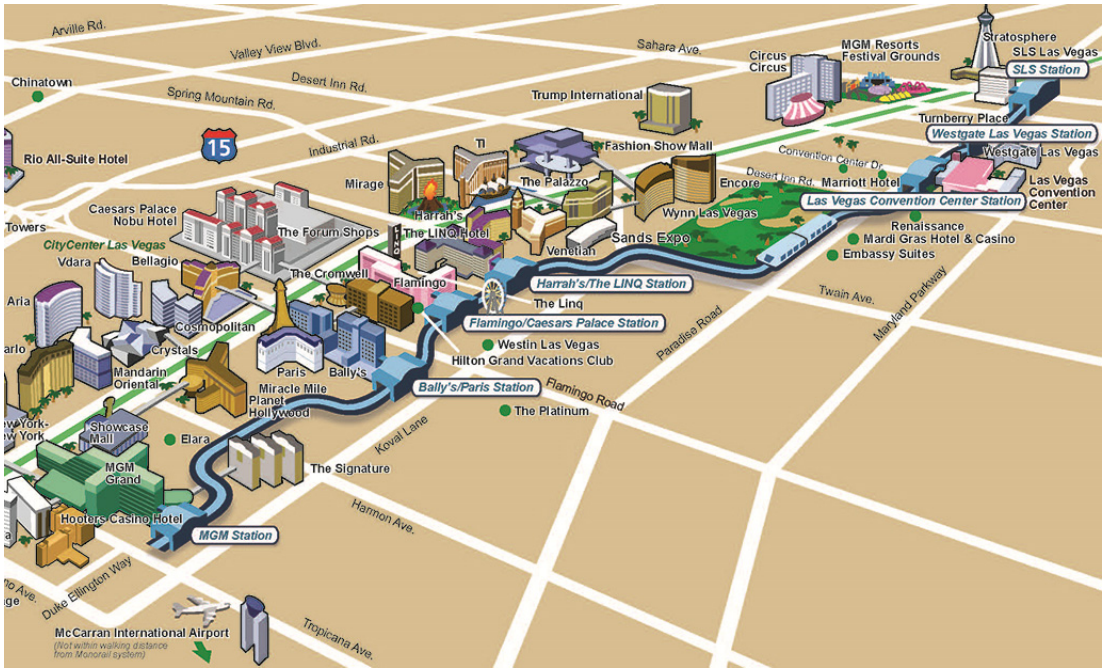


圖 3.3-14 拉斯維加斯單軌捷運路線示意圖

資料來源：http://www.lvmonorail.com/route-map/

圖 3.3-15 拉斯維加斯單軌捷運車輛圖

資料來源：http://lasvegasweekly.com/as-we-see-it/2011/feb/23/monofail/

3.3.7 紐華克(Newark)

一、城市基本資料

(一)區位:紐華克是美國東岸紐澤西州艾塞克斯郡的一座城市。

(二)都市位階與特色:是紐澤西州第一大城，紐華克與紐約市的曼哈頓島僅有哈德遜河一水之隔，很多在紐約市工作的人口實際上居住在此地區，此外紐華克也是全美第三大保險業基地，紐華克機場是紐約都會區最早的一座機場，每年有接近 3 千萬人次的進出旅客。

(三)人口、密度:人口約 28.1 萬人，密度約 4,253 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	AirTrain Newark
系統型式	跨座式單軌捷運
路線資料	1 條路線，為服務紐華克機場航廈與鐵路之間的運輸，路線設置 8 座車站，路線長度 4.8 公里[24]
建設/營運公司	龐巴迪運輸(Bombardier Transportation)公司
運量	紐華克單軌捷運年運量約為 220 萬人次，日運量為 25,000 人次
車隊編組	瑞士 Von Roll Mk III 行號列車，共有 18 列，以 6 節為一列，採用 750 伏特第三軌供電
營運班距	約每 5 分鐘一班

[24] 紐華克單軌維基百科: https://en.wikipedia.org/wiki/AirTrain_Newark
紐華克單軌官網: http://www.panynj.gov/airports/ewr-airtrain.html

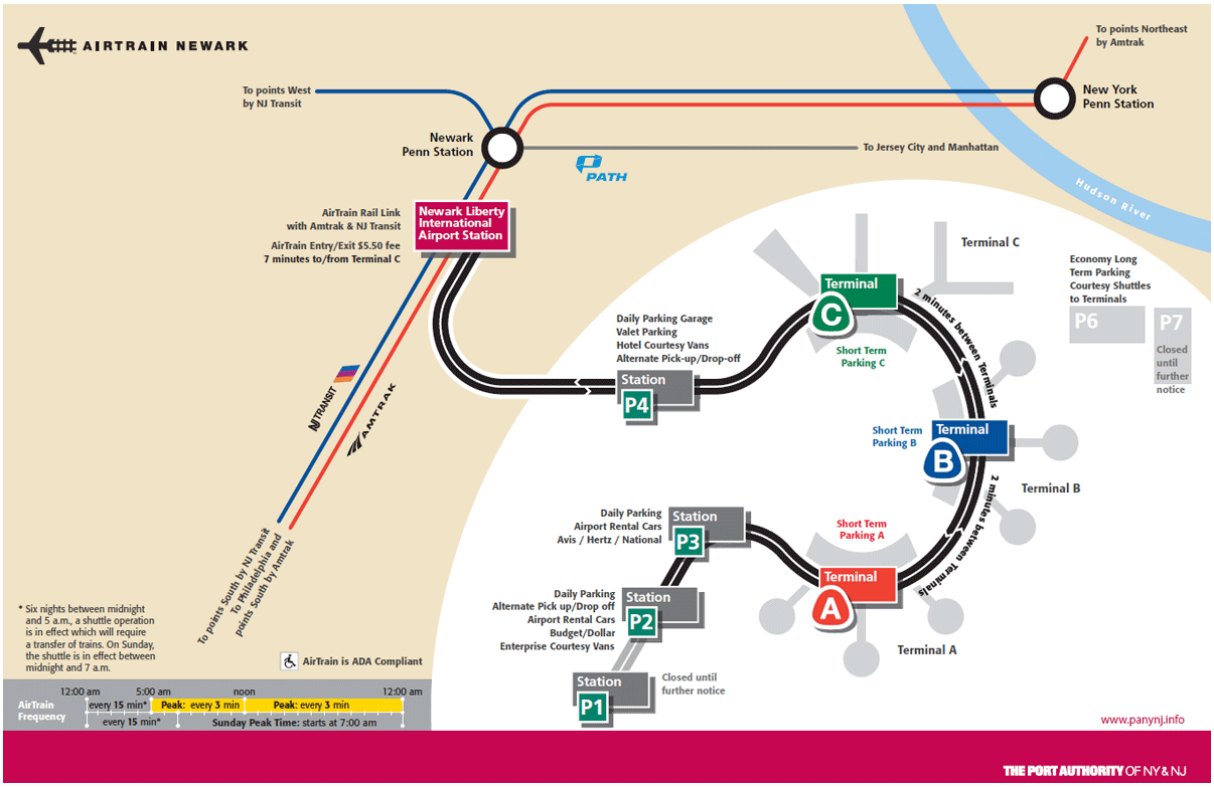


圖 3.3-16 紐華克單軌捷運路線與車站示意圖

資料來源：http://www.nyctourist.com/travel_newark.htm

圖 3.3-17 紐華克單軌捷運車輛圖

資料來源：http://www.jcdecauxna.com/airport/news/american-express-rides-airtrain-newark-airport

項目	內容
系統名稱	紐華克輕軌(Newark Light Rail)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	2 條路線，共設置 16 座車站，路線總長度 14.1 公里[25]
建設/營運公司	紐澤西運輸巴士營運公司(New Jersey Transit Bus Operations)
運量	年運量為 550 萬人次，日運量約為 19,000 人次
車隊編組	日本近畿車輛 Kinki Sharyo LRVs 型列車，共有 10 列，以 2 節為一列，每列可容納 192 位乘客；使用 750 伏特架空線；軌距為 1,435 毫米寬
營運班距	尖峰時段 10 分鐘一班，離峰時段 15 分鐘一班

圖 3.3-18 紐華克輕軌路線與車站示意圖

資料來源：http://www.njtransit.com/hp/hp_servlet.srv?hdnPageAction=HomePageTo

[25] 紐華克輕軌維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Newark_Light_Rail
紐華克輕軌官網: http://www.njtransit.com/sf/sf_servlet.srv?hdnPageAction=LightRailTo

圖 3.3-19 紐華克輕軌車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org

3.3.8 傑克遜維爾(Jacksonville)

一、城市基本資料

(一)區位:位在美國東南部佛羅里達州的東北方，西臨大西洋。

(二)都市位階與特色:傑克遜維爾屬杜瓦爾郡，也是其郡治所在。是美國佛羅里達州人口最多的城市，比邁阿密高了約 40 萬人口，是全美第十三大城市。

(三)人口、密度:人口約 85.33 萬人，密度約 1,142 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	Jacksonville Skyway
系統型式	跨座式單軌系統
路線資料	2 條路線，共設置 8 座車站，路線總長度 4 公里。[26]
建設/營運公司	傑克遜維爾交通局 (Jacksonville Transportation Authority, JTA)
運量	年運量為 120 萬人次，日運量約為 4,000 人次
車隊編組	法國馬特拉公司 VAL 256 型膠輪列車，以 2-6 節為一列；採用第三軌供電方式；最高時速 56 公里
營運班距	尖峰時段 3 分鐘一班，離峰時段 3-6 分鐘一班

[26]傑克遜維爾單軌:https://en.wikipedia.org/wiki/Jacksonville_Skyway
傑克遜維爾單軌官網: http://www.jtafla.com/schedules/skyway/

圖 3.3-20 傑克遜維爾單軌捷運與街車路線示意圖

(橘色路線為單軌捷運，藍、綠與紅色路線則為街車)

資料來源：http://www.appeldesign.com/drBOBsJAXpicks/

圖 3.3-21 傑克遜維爾單軌捷運車輛圖

資料來源：

http://www.metrojacksonville.com/article/2012-aug-jta-skyway-to-remain-fare-free-for-another-year

3.3.9 鳳凰城(Phoenix)

一、城市基本資料

(一)區位:位在美國西南部亞利桑那州的中部。

(二)都市位階與特色:鳳凰城是美國亞利桑那州的首府也是最大城市，排行全美第六大城市，其鳳凰城天港國際機場更是美國西南部航空樞紐。

(三)人口、密度:人口約 156.3 萬人，密度約 3,025 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	鳳凰城輕軌(Valley Metro Rail)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	1 條路線，共設置 35 座車站，路線長度 42 公里[27]
建設/營運公司	Valley Metro 公司
運量	年運量為 1,590 萬人次，日運量為 4.35 萬人次
車隊編組	日本近畿車輛 LF LRV 型列車，共有 50 節，以 3-6 節為一列，為 750 伏特架空式供電;1,435 毫米標準軌距;最高時速 93km/h
營運班距	平日白天 12 分鐘一班，周六白天 15 分鐘一班，周日及晚上時段皆 20 分鐘一班

[27]鳳凰城輕軌維基百科: https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%87%A4%E5%87%B0%E5%9F%8E%E8%BD%BB%E9%93%81
鳳凰城輕軌官網:https://en.wikipedia.org/wiki/Valley_Metro_Rail

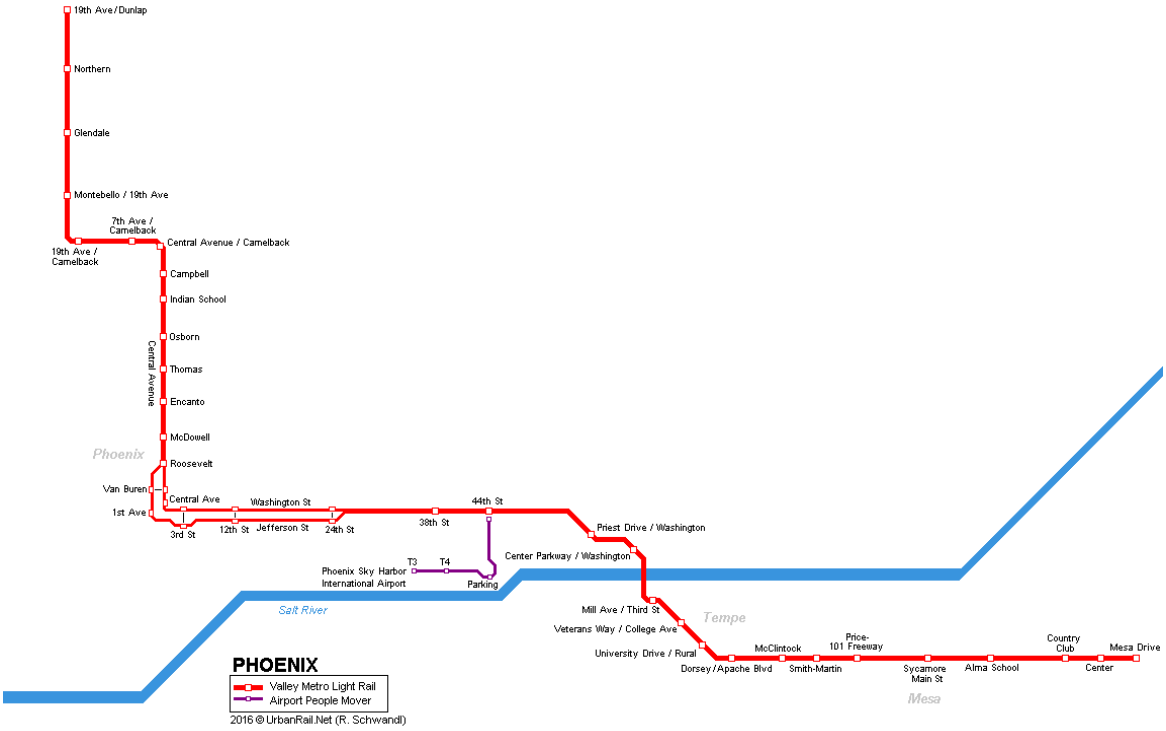


圖 3.3-22 鳳凰城輕軌與自動導軌系統路線示意圖

(紅色路線為輕軌系統，紫色路線為自動導軌系統)

資料來源：http://www.urbanrail.net/am/phoenix/phoenix.htm

圖 3.3-23 鳳凰城輕軌系統車輛圖

資料來源：http://www.tempe.gov/city-hall/public-works/transportation/light-rail

3.3.10 摩根鎮(Morgantown)

一、城市基本資料

(一)區位:摩根鎮是美國東北部西維吉尼亞州的一座城市。

(二)都市位階與特色:是西維吉尼亞州中北部的最大城市，也是莫農加利亞縣的縣治，西維吉尼亞大學亦設於該城。

(三)人口、密度:人口約 3.1 萬人，密度約 2,916 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	摩根鎮個人捷運(Morgantown Personal Rapid Transit)
系統型式	個人捷運系統
路線資料	一條路線，連接西維吉尼亞大學的不同處校區，路線長度 13.9 公里，目前共設 5 座車站[28]
建設/營運公司	西維吉尼亞大學
運量	日運量約 1.6 萬人次
車隊編組	由美國波音公司負責生產，共有 73 列車廂，每列最高可容納 8 人，最高時速達 50km/h
營運班距	它的營運分成 3 種方式，第一種按旅客需求：乘客選擇目的地後，最晚五分鐘內派車，而超過 15 個人，會派另一部車；第二種採固定班次，每站停車；第三種為按照客流規律，在特定的路線下以預定的頻次運送乘客

[28]摩根敦個人捷運維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Morgantown_Personal_Rapid_Transit
摩根敦個人捷運官網:http://transportation.wvu.edu/prt

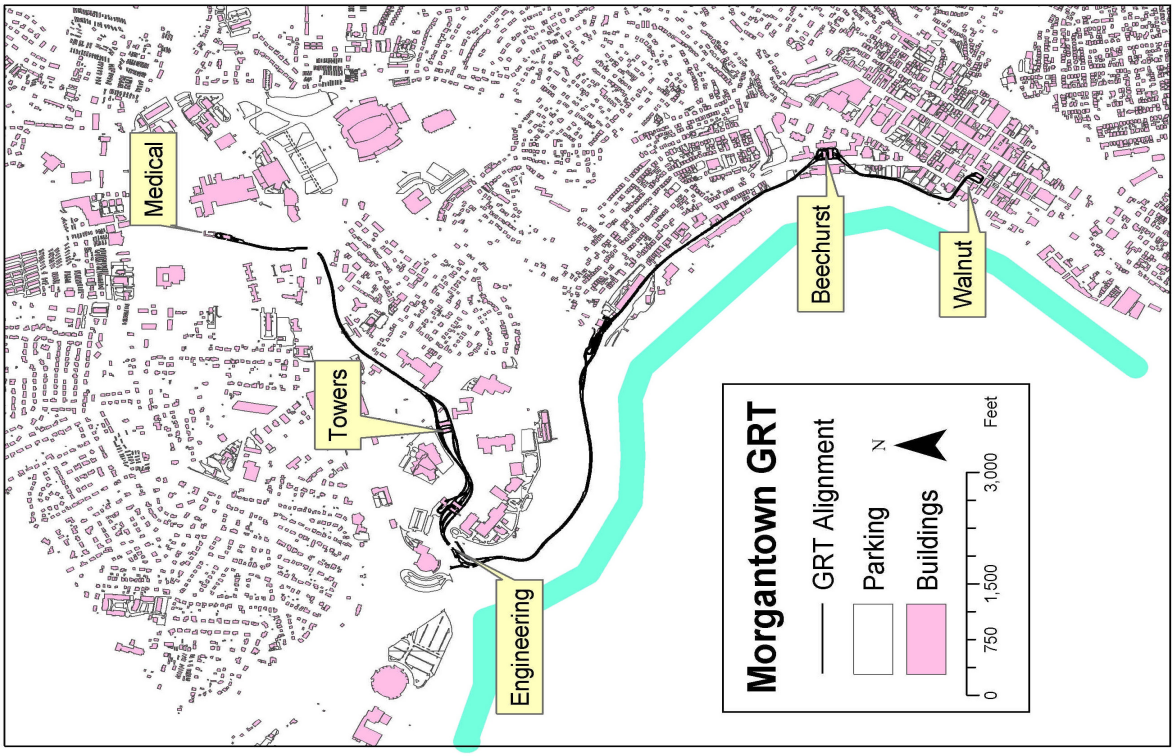


圖 3.3-24 摩根鎮 PRT 路線示意圖

資料來源：PRT 系統應用研究及評估計畫

圖 3.3-25 摩根鎮 PRT 車輛圖

資料來源：https://fatherpitt.wordpress.com/2013/02/08/a-ride-on-the-prt-in-morgantown/

3.4 歐洲地區

3.4.1 阿利坎特(Alicante)

一、城市基本資料

(一)區位:在西班牙東南部巴倫西亞自治區的南邊，東面地中海。

(二)都市位階與特色:阿利坎特是西班牙巴倫西亞自治區阿利坎特省的首府並位於地中海旁，是個重要海港，以旅遊、造酒、服務業和行政為主。

(三)人口、密度:人口約 32 萬人，密度約 1,600 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	阿利坎特電車(Alicante Tram)
系統型式	輕軌系統與 tram-train 系統
路線資料	3 條輕軌路線，分別為 L2、L3 與 L4 號線，1 條 tram-train 路線，L1 線；共設置 53 個車站，總長約 70 公里[29]
建設/營運公司	FGV 公司
運量	年運量約 1,000 萬人次
車隊編組	L1 號線採用西班牙 Vossloh 公司 4100 系列，共有 9 節，以 3 節為一列，每列可乘載 315 位乘客；最高時速達 100km/h L2、3、4 號線採用德國龐巴迪運輸 Flexity Outlook 4200 型列車，共有 25 節，以 2 節為一列，每列可乘載 554 位乘客；最高時速達 70km/h 皆採用 750 伏特架空式供電；軌距皆為 1000 毫米寬[30]
營運班距	L1 和 L4 約 30 分鐘一班 L2 約 15 分鐘一班 L3 約 15-30 分鐘一班

[29]阿立坎特電車維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Alicante_Tram
阿立坎特電車官網:http://www.tramalicante.es/page.php

[30] L1 號線: https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_1_del_TRAM_Metropolitano_de_Alicante
L2 號線:https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_2_del_TRAM_Metropolitano_de_Alicante
L3 號線: https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_3_del_TRAM_Metropolitano_de_Alicante
L4 號線: https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_4_del_TRAM_Metropolitano_de_Alicante

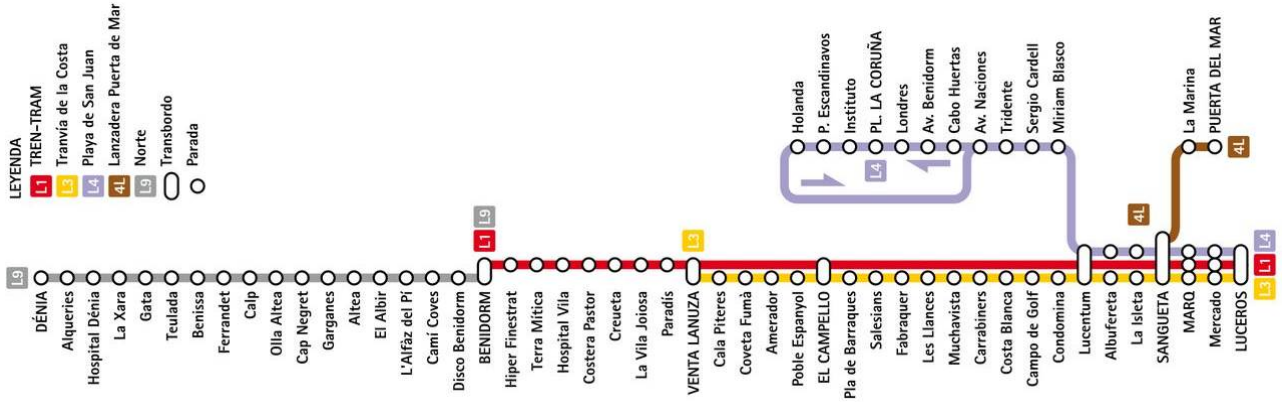


圖 3.4-1　阿利坎特輕軌系統與 tram-train 路線示意圖

(紅色路線為 tram-train，黃、淡紫與棕色路線為輕軌路線，灰色路線為傳統鐵路)

資料來源：https://www.pinterest.com/pin/530510031075630028/?from_navigate=true

圖 3.4-2　阿利坎特輕軌系統與 tram-train 車輛圖

(右邊 L1 線 tram-train，左邊 L3 線輕軌)

資料來源：
http://laredcomarcal.com/not/10842/fgv-licita-el-mantenimiento-de-las-unidades-de-las-lineas-1-2-3-y-4-del-tram-de-alicante-

3.4.2 巴黎(Paris)

一、城市基本資料

(一)區位:巴黎處於法國北部巴黎盆地的中央，市區位於塞納河沿岸。

(二)都市位階與特色:巴黎是法國的首都和最大的城市，也是法國的政治、教育與文化中心，也是世界知名的觀光勝地；隸屬於法蘭西島大區之下的巴黎省。巴黎市和周邊城市合成的巴黎都會區人口則逾1,229 萬，是歐洲最大的都會區之一。巴黎也是法國的公路、鐵路及航空樞紐，是歐洲交通最繁忙的城市之一。

(三)人口、密度:人口約 225 萬人，密度約 21,000 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	巴黎地鐵(Paris Métro)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	14 條主線、2 條支線，合計有 303 座車站，其中 62 座為交會站，路線總長度 214 公里[31]
建設/營運公司	巴黎大眾運輸公司(Régie Autonome des Transports Parisiens, RATP)
運量	年運量 15.26 億人次，日運量 418 萬人次
車隊編組	鋼軌捷運路線主要採用 MF 01 系列列車，德國龐巴迪運輸、法國阿爾斯通公司都有生產；目前共有 800 節以 5 節為一列，每列共可乘載 557 位乘客，軌距為 1,435 毫米標準軌寬，採用第三軌供電方式，最高時速可達 70km/h 膠輪列車路線主要採用法國阿爾斯通公司生產 MP 05 型列車，共有 65 節以 6 節為一列，每列可乘載 722 位乘客，軌距為 1,435 毫米標準軌寬，採用第三軌供電方式，最高時速為 80km/h
營運班距	平均 2 分鐘一班，但若是運量較大的路線平均 1 分半一班；離峰時段約 4 分鐘一班；深夜時段約 8 分鐘一班

[31] 巴黎地鐵維基百科: https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tro_de_Paris
巴黎地鐵官網: http://www.ratp.fr/

圖 3.4-3　巴黎重軌捷運路線示意圖

資料來源：http://www.plandeparis.info/metro-paris/metro-paris.html

圖 3.4-4　巴黎重軌捷運車輛圖(鋼軌鋼輪系統型式)

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Paris_M%C3%A9tro

圖 3.4-5　巴黎重軌捷運運車輛圖(膠輪系統型式)

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Paris_M%C3%A9tro

項目	內容
系統名稱	巴黎路面電車(Tramways in Île-de-France)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	9 條路線，而其中主要的路線是 1 號線、2 號線及 3A 線，另外還有一條 Tram-train 系統的 4 號線。目前共設置 186 座車站，路線總長度 103.8 公里[32]
建設/營運公司	巴黎大眾運輸公司(Régie Autonome des Transports Parisiens, RATP)
運量	年運量約 15.4 億人次，日運量約 421 萬人次
車隊編組	1 號線:採用法國阿爾斯通公司 TFS 系列列車，目前共有 35 節，以 2 節為一列，每列可容納 252 位乘客；最高時速達 70km/h 2 號線:採用法國阿爾斯通公司 Citadis 302 列車，共有 60 節，以 5 節為一列，每列可容納 213 乘客；使用 750 伏特架空式供電；最高時速達 70km/h 3A 線:採用法國阿爾斯通公司 Citadis 402 列車，共有 21 節，以 7 節一列，每列可乘載 304 位乘客；使用 750 伏特架空式供電；最高時速達 70km/h 皆為 750 伏特架空式供電，軌距皆為 1,435 毫米標準軌寬
營運班距	1 號線:尖峰時段約 5 分鐘一班，離峰時段約 6-8 分鐘一班 2 號線:尖峰時段約 4 分鐘一班，離峰時段約 7-8 分鐘一班 3A 線:尖峰時段約 4-5 分鐘一班，離峰時段約 6-8 分鐘一班

項目	內容
系統名稱	巴黎路面電車 4 號線(Île-de-France tramway Line 4)
系統型式	Tram-train 系統
路線資料	1 條路線，巴黎電車的第 4 號線，總長約 7.9 公里，共設有 11 個站[33]
建設/營運公司	法國國家鐵路公司(Société nationale des chemins de fer français, SNCF)
運量	年運量約 1,060 萬，日運量約 3.5 萬
車隊編組	德國西門子公司 AVANTO U25500 列車，共有 15 節，以 5 節為一列，每列可乘載 242 位乘客；使用 750 伏特架空式供電；最高時速達 100km/h
營運班距	尖峰時段約 6 分鐘一班，離峰時段約 9 分鐘一班

項目	內容
系統名稱	Trans-Val-de-Marne
系統型式	公車捷運系統
路線資料	1 條路線，位於巴黎的東南郊區，用於區域快鐵、捷運與輕軌運輸之連接與接駁，共設置 32 座車站，總長度 19.68 公里[34]
建設/營運公司	巴黎大眾運輸公司(Régie Autonome des Transports Parisiens, RATP)
運量	年運量約 1,680 萬人次，日運量約 6.6 萬人次
車隊編組	採用德國 MAN Lion's City G 型公車 47 輛
營運班距	N/A

[32] 巴黎輕軌維基百科:https://fr.wikipedia.org/wiki/Tramway_d%27%C3%8Ele-de-France
[33]巴黎路面電車 4 號線維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/%C3%8Ele-de-France_tramway_Line_4
[34] 巴黎 BRT:https://fr.wikipedia.org/wiki/Trans-Val-de-Marne

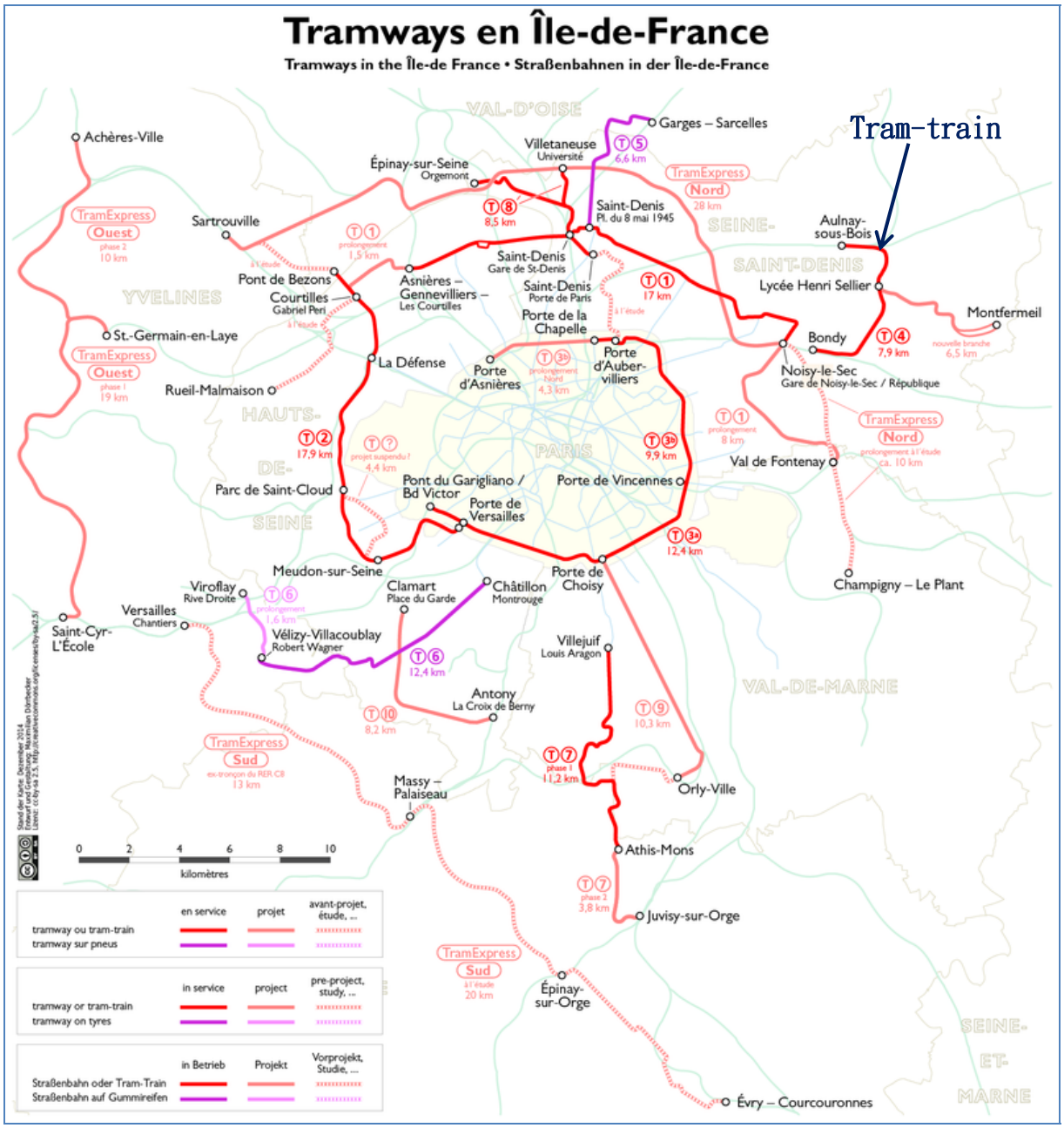


圖 3.4-6　巴黎輕軌系統與 tram-train 路線示意圖

(紅色路線 T4 為 tram-train，其餘紅色路線為輕軌系統，
紫色路線為興建中輕軌路線，淡綠色路線為重軌捷運)

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Tramways_in_%C3%8Ele-de-France

圖 3.4-7　巴黎輕軌系統車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Tramways_in_%C3%8Ele-de-France

圖 3.4-8　巴黎 tram-train 車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/File:U25500_coquetiers_essais2.jpg

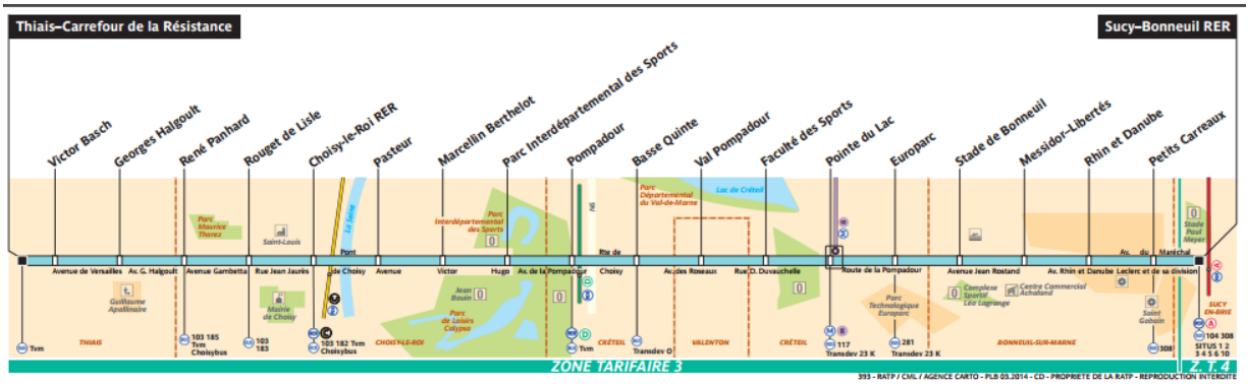


圖 3.4-9　巴黎公車捷運路線示意圖

資料來源：http://www.ratp.fr/informer/pdf/orienter/f_plan.php?nompdf=393&loc=bus_banlieue/300

圖 3.4-10 巴黎公車捷運車輛圖

資料來源：http://brtdata.org/location/europe/france/paris

3.4.3 史特拉斯堡(Strasbourg)

一、城市基本資料

(一)區位:史特拉斯堡位於法國國土的東端，與德國隔萊茵河相望。

(二)都市位階與特色:是法國亞爾薩斯大區和下萊茵省的首府，是法國東北部人口最多的城市；史特拉斯堡也是眾多國際組織總部所在地的城市，駐有歐盟和歐洲的許多重要機構，被譽為歐盟的「第二首都」。

史特拉斯堡是法國乃至西歐公路、鐵路和內河航運的重要中心，其史特拉斯堡港乃是萊茵河沿線的第二大港口。

(三)人口、密度:人口約 27 萬人，密度約 3,500 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	史特拉斯堡電車(Strasbourg tramway)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	6 條路線，共設置 75 座車站，路線總長度 57.5 公里[35]
建設/營運公司	史特拉斯堡運輸公司(Compagnie des Transports Strasbourgeois, CTS)
運量	年運量為 10,950 萬人次，日運量為 31.7 萬人次
車隊編組	53 節德國龐巴迪 FLEXITY 展望 E 系列，以 3-4 節為一列，每列可乘載 270 位乘客；最高時速 60km/h 41 節法國阿爾斯通 Citadis 403 系列，以 5 節為一列，每列可乘載 288 位乘客；最高時速 60km/h 皆採用 750 伏特高架式供電，軌距皆為 1435 毫米標準軌寬
營運班距	平均 5-10 分鐘一班

項目	內容
系統名稱	史特拉斯堡 BRT(BHNS de Strasbourg)
系統型式	公車捷運系統
路線資料	1 條路線，設置 12 座車站，路線長度 5.2 公里
建設/營運公司	史特拉斯堡運輸公司(Compagnie des Transports Strasbourgeois, CTS)
運量	年運量為 285 萬人次，日運量為 9,000 人次
車隊編組	11 輛 Mercedes-Benz Citaro 型公車，每輛可容納 120 位乘客；最高時速 75km/h
營運班距	尖峰時段 5-6 分鐘一班，離峰時段 15 分鐘一班

[35]史特拉斯堡電車維基百科:https://fr.wikipedia.org/wiki/Tramway_de_Strasbourg
史特拉斯堡電車:http://www.strasbourg-tramway.fr/index.html

圖 3.4-11 史特拉斯堡輕軌系統與公車捷運路線示意圖

(bus G 路線為公車捷運，tram A 至 F 路線為輕軌系統)

資料來源：https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Strasbourg_-_Stra%C3%9Fenbahn_-_Netzplan.png

圖 3.4-12 史特拉斯堡輕軌系統車輛圖

資料來源：http://www.rue89strasbourg.com/greve-la-cts-trafic-perturbe-le-jour-de-lan-77662

圖 3.4-13 史特拉斯堡公車捷運車輛圖

資料來源：http://brtdata.org/location/europe/france/strasbourg

3.4.4 米盧斯(Mulhouse)

一、城市基本資料

(一)區位:米盧斯位於法國東部，鄰近德國與瑞士交界。

(二)都市位階與特色:是阿爾薩斯大區僅次於史特拉斯堡的第二大城市，城市人口在法國排名第二十五位，和臨近的德國、瑞士保持著密切的往來。

(三)人口、密度:人口約 11 萬人，密度約 4,959 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	米盧斯電車(Mulhouse tramway)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	3 條路線，共設置 30 座車站，總長 19 公里
建設/營運公司	Soléa 公司
運量	日運量 7.2 萬人次
車隊編組	法國阿爾斯通 Citadis 403 系列，以 5 節為一列，採用 750 伏特架空式供電；1,435 毫米標準軌寬；最高時速 70km/h[36]
營運班距	每 15 分鐘一班[1]

項目	內容
系統名稱	Tram-train Mulhouse Vallée de la Thur
系統型式	tram-train 系統
路線資料	1 條路線，由米盧斯車站(Gare Central)至坦恩(Thann)，為共用輕軌 1 號、2 號與 3 號路線，總長 22 公里，設有 18 個站[37]
建設/營運公司	Soléa 公司與法國國家鐵路公司(SNCF)
運量	年運量約 292 萬人次
車隊編組	共有 12 列德國西門子 AVANTO U2550 系列列車,每列可乘載 242 位乘客;採用 750 伏特架空式供電;最高速度 100km/h
營運班距	N/A

米盧斯電車維基百科:https://fr.wikipedia.org/wiki/Tramway_de_Mulhouse.
米盧斯電車官網:http://www.mulhouse-alsace.fr/
[37]米盧斯 tram-train 系統維基百科: https://fr.wikipedia.org/wiki/Tram-train_Mulhouse_Vall%C3%A9e_de_la_Thur

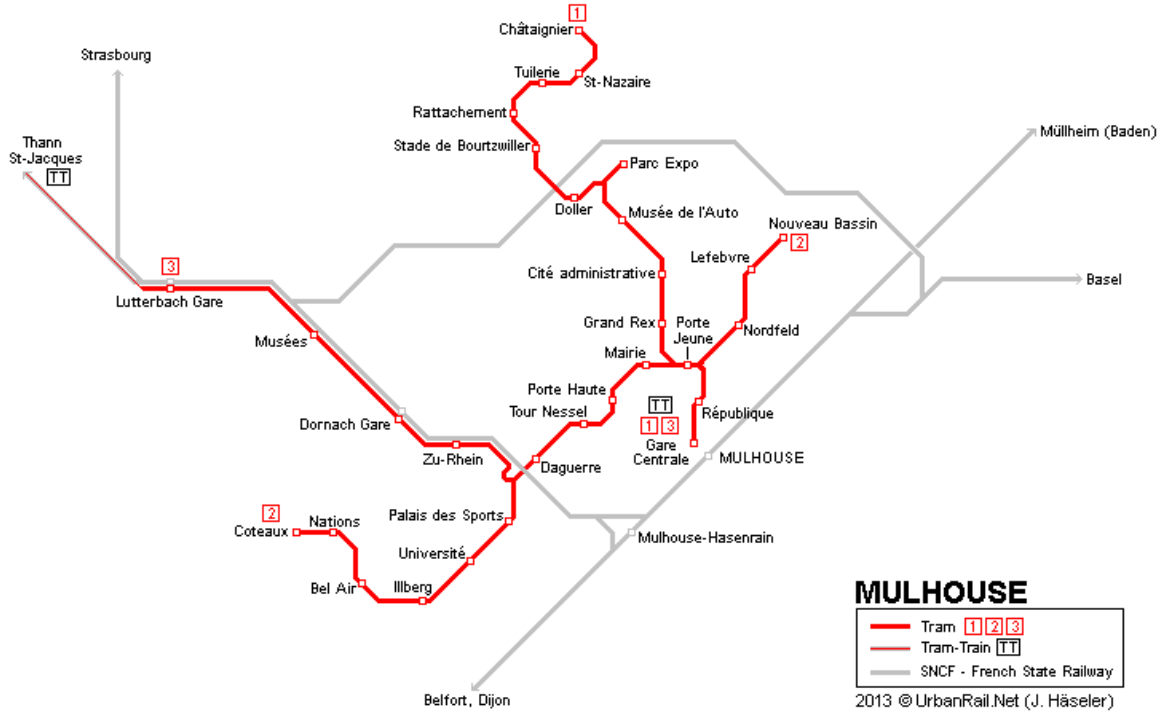


圖 3.4-14 米盧斯輕軌與 tram-train 系統路線示意圖

(紅色路線為輕軌路線，紅灰色路線為 tram-train，灰色路線為傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/fr/mulhouse/mulhouse-tram.htm

圖 3.4-15 米盧斯輕軌與 tram-train 系統車輛圖

(右邊為輕軌，左邊為 tram-train)

資料來源：http://petervelthoen.nl/mulhouse/

3.4.5 馬賽(Marseille)

一、城市基本資料

(一)區位:位於法國的東南方，地中海沿岸。

(二)都市位階與特色: 馬賽是法國第二大城市，是普羅旺斯-阿爾卑斯-藍色海岸大區的首府，也是隆河河口省的首府。馬賽也是法國最大的海港，亦為地中海地區的重要港口。

(三)人口、密度:人口約 85 萬人，密度約 3,555 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	馬賽地鐵(Métro de Marseille)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	2 條路線，共設置 28 座車站，路線總長度約 21.6 公里[38]
建設與/營運公司	馬賽交通運輸管理局(Régie des transports de Marseille, RTM)
運量	年運量為 7,985 萬人次，日運量為 21 萬人次
車隊編組	法國阿爾斯通 MPM 76 系列膠輪列車，以 4 節為一列，共有 36 列，每列可乘載 472 位乘客；最高速度 80km/h
營運班距	尖峰時段以 3 分鐘一班，離峰時段 10 分鐘一班

項目	內容
系統名稱	馬賽電車
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	3 條路線，共設置 32 座車站，路線總長度 11.5 公里
建設/營運公司	馬賽交通運輸管理局(Régie des transports de Marseille, RTM)
運量	年運量約 7,985 萬人次，日運量 10 萬人次
車隊編組	德國龐巴迪運輸 FLEXITY 展望 C 系列，以 5 節為一列，共 26 列，每列可乘載約 200 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；750 伏特架空式供電；最高時速 70km//h
營運班距	尖峰時段 5-6 分鐘一班，離峰時段 12-15 分鐘一班

[38]馬賽地鐵維基百科:https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tro_de_Marseille
馬賽地鐵官網:
http://www.rtm.fr/nous-connaitre/tout-savoir-sur-lentreprise/fiche-didentite/fiche-d%E2%80%99identite-de-l%E2%80%99entreprise#251

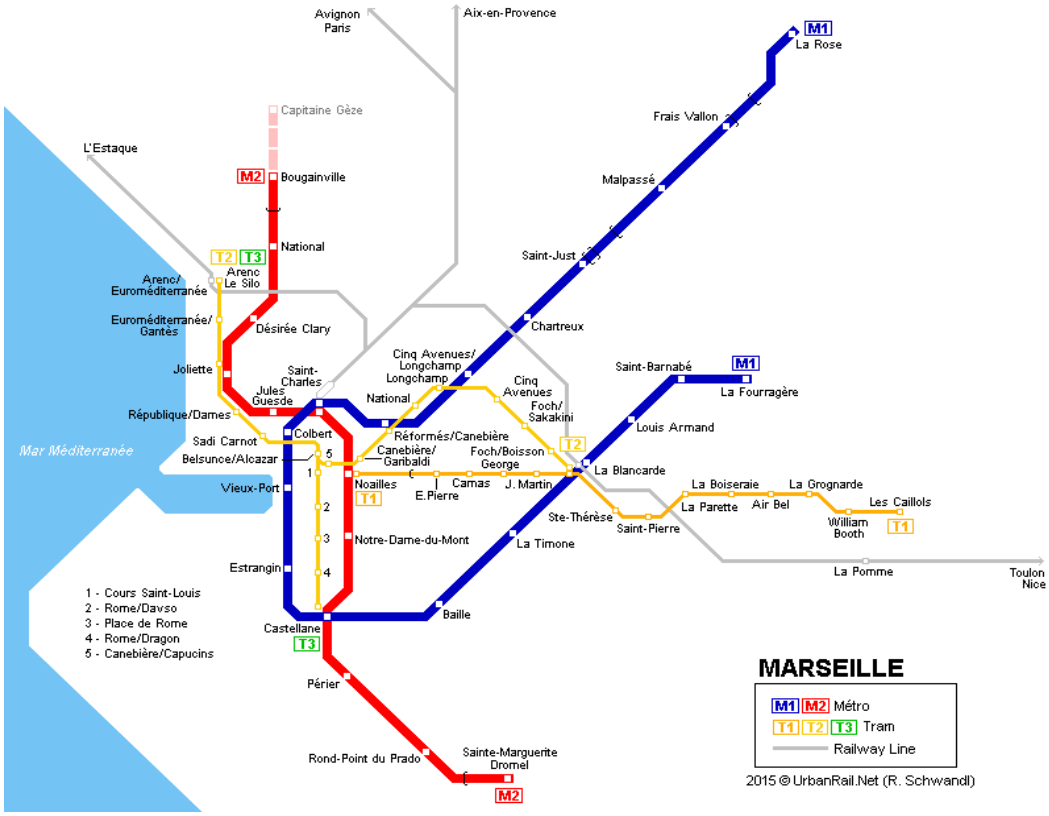


圖 3.4-16 馬賽重軌捷運與輕軌系統路線示意圖

(紅與藍色路線為重軌捷運，黃色路線為輕軌系統，灰色路線為傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/fr/marseille/marseille.htm

圖 3.4-17 馬賽重軌捷運車輛圖

資料來源：https://www.youtube.com/watch?v=hNioifXCXbs

圖 3.4-18 馬賽輕軌系統車輛圖

資料來源：http://www.trams-in-france.net/reload.htm?marseille.htm

3.4.6 圖爾(Tours)

一、城市基本資料

(一)區位:位在法國中部，安德爾-羅亞爾省的中央。

(二)都市位階與特色:圖爾為法國安德爾-羅亞爾省首府，是法國一座古老城市，也是當地的鐵路、公路交通樞紐。

(三)人口、密度:人口約 13.49 萬人，密度約 3,900 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	圖爾電車
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	1 條路線，設置 29 座車站，路線長度 15 公里
建設/營運公司	Keolis 公司
運量	年運量為 2,000 萬人次，日運量為 5.5 萬人次
車隊編組	法國阿爾斯通 Citadis 402 型列車，以 7 節為一列，共有 21 列，每列可乘載 291 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；750 伏特架空式供電[39]
營運班距	平均 6 分鐘一班

[39] 圖爾電車維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Tours_tramway
圖爾電車官網: https://www.filbleu.fr/

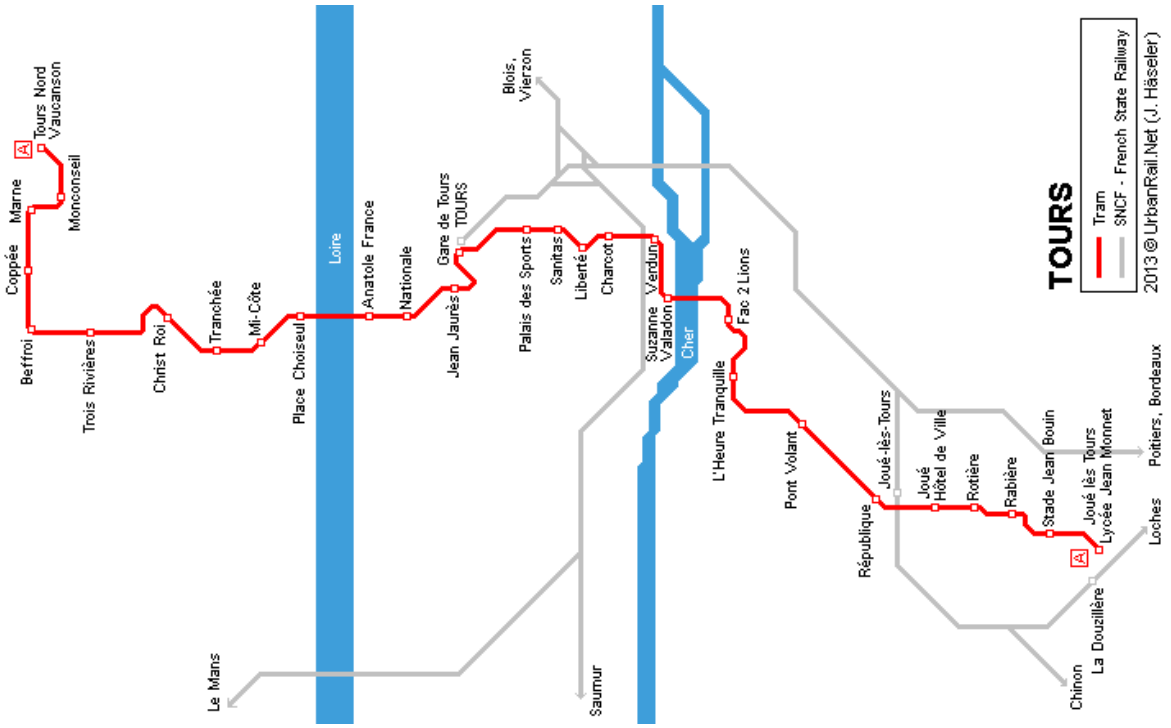


圖 3.4-19 圖爾輕軌系統路線示意圖

(紅色路線為輕軌路線，灰色路線為傳統鐵路)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/fr/tours/tours.htm

圖 3.4-20 圖爾輕軌系統車輛圖

資料來源：

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tramway_de_Tours_11_%E2%80%93_gare_SNCF.JPG

3.4.7 漢斯(Reims)

一、城市基本資料

(一)區位:位於法國東北部香檳-阿登大區馬恩省中的城市。

(二)都市位階與特色:漢斯是自羅馬時期便存在的城市，是法國的歷史文化名城，有許多法國國王在此加冕，也是世界著名的香檳城。

(三)人口、密度:人口約 18.8 萬人，密度約 3,837 人/km²。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	漢斯輕軌(Reims tramway)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	2 條路線，共設置 23 座車站，路線總長度 11 公里
建設/營運公司	Transdev 公司
運量	年運量為 1,640 萬人次，日運量為 4.5 萬人次
車隊編組	法國阿爾斯通 Citadis 302 型列車，以 5 節為一列，共有 18 列，每列可乘載 205 位乘客；軌距為 1,435 毫米標準軌寬；750 伏特架空式供電；最高時速 70km/h 車身的造型與當地特色相結合，車頭作成酒杯的形狀，而車身則五顏六色、色彩繽紛[40]
營運班距	平均 5-6 分鐘一班

[40]漢斯輕軌維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Reims_tramway
漢斯輕軌官網: http://www.mars-reims.fr/

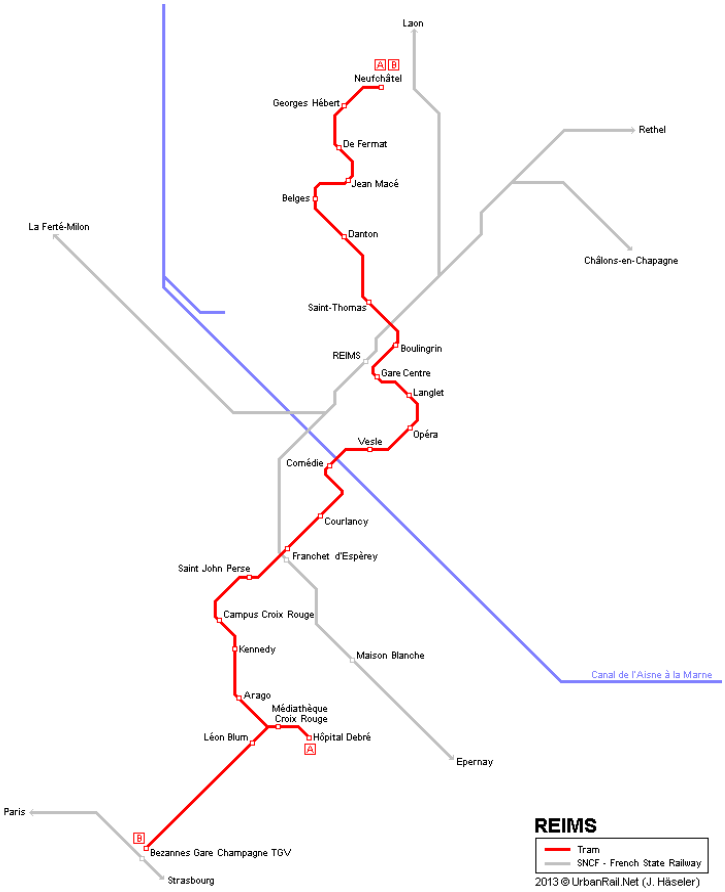


圖 3.4-21 漢斯輕軌系統路線示意圖

(紅色路線為輕軌路線，灰色路線為傳統鐵路，藍色線是運河)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/fr/reims/reims.htm

圖 3.4-22 漢斯輕軌系統車輛圖

資料來源：https://www.youtube.com/watch?v=6Y1DQS-Ni6o

3.4.8 莫斯科(Moscow)

一、城市基本資料

(一)區位:地處俄羅斯平原中部，在奧卡河和伏爾加河兩河間的中俄羅斯高地。

(二)都市位階與特色:莫斯科是俄羅斯聯邦和前蘇聯的首都，是俄羅斯聯邦的政治、經濟、科學、文化及交通中心，也是聯邦第一大城，匯集了具有紀念意義的歷史建築及紀念碑及眾多知名世界遺產。

(三)人口、密度:人口約 1.23 千萬人，密度約 4,899 人/km^2。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	莫斯科地鐵(Moscow Metro)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	共 12 條主線，設置 200 座車站，路線總長度約 333.4 公里[41]
建設/營運公司	莫斯科捷運公司(Moskovsky Metropoliten)
運量	年運量為 24.5 億人次，日運量為 670 萬人次。
車隊編組	81-717/714 型列車，由俄羅斯地鐵車節機械生產廠，以 3-8 節為一列，每列最高可乘載 330 位乘客；最高時速 900km/h 81-720/721 型列車，由俄羅斯地鐵車節機械生產廠，以 6-8 節為一列，每列最高可乘載 330 位乘客；最高時速 100km/h 81-740/741 型列車，由俄羅斯地鐵車節機械生產廠，以 8 節為一列，每列可最高乘載 370 位乘客；最高時速 90km/h 81-760/761 型列車，由俄羅斯地鐵車節機械生產廠，以 2-8 節為一列，每列最高可乘載 320 位乘客；最高時速 90km/h 皆使用 825 伏特第三軌供電；軌距為 1,520 毫米寬
營運班距	尖峰時段 1-2 分鐘一班，離峰時段 4-7 分鐘一班

項目	內容
系統名稱	莫斯科單軌(Moscow Monorail)
系統型式	單軌捷運系統
路線資料	1 條路線，為莫斯科地鐵 13 號路線，長度約 4.7 公里，有 6 座車站[42]
建設/營運公司	莫斯科捷運公司(Moskovsky Metropoliten)
運量	年運量 560 萬人次，日運量約為 1.6 萬人次
車隊編組	瑞士 EPS INTAMIN P30 型電車，以 6 節為一列，每列可乘載 290 位乘客，採用第 3 軌供電；最高時速 60km/h
營運班距	約 6 分鐘一個班次

[41]莫斯科地鐵維基百科:
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BD
莫斯科地鐵:http://www.urbanrail.net/eu/ru/mos/moskva.htm
莫斯科地鐵官網:http://www.mosmetro.ru/

[42] 莫斯科單軌維基百科；
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81
莫斯科單軌:http://www.monorails.org/tMspages/Moscow01.html

圖 3.4-23 莫斯科重軌與單軌捷運路線示意圖

(單軌路線如圖中標示之 M1 線)

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Moscow_Metro

圖 3.4-24 莫斯科重軌捷運車輛圖

資料來源：http://metro-photo.ru/img12297

圖 3.4-25 莫斯科單軌捷運車輛圖

資料來源：http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=828892

項目	內容
系統名稱	莫斯科路面電車(Moscow tramway)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	約有 50 條路線，總長度約 416 公里
建設/營運公司	莫斯科公共交通公司(Mosgortrans)
運量	日運量約 58.7 萬人次
車隊編組	主要有 3 種系列車節 71-608KM 型列車，由俄羅斯 UKVZ 生產，共有 121 節，每節最高可乘載 197 位乘客；最高時速 75km/h 71-619KT 型列車，由俄羅斯 UKVZ 生產，共有 416 節，每節最高可乘載 126 位乘客，最高時速 75km/h Tatra T3 型列車，由捷克 CKD 生產，共有 225 節，每節最高可乘載 157 位乘客，最高時速 65km/h 軌距皆為 1,524 毫米寬；550 伏特架空式供電
營運班距	N/A

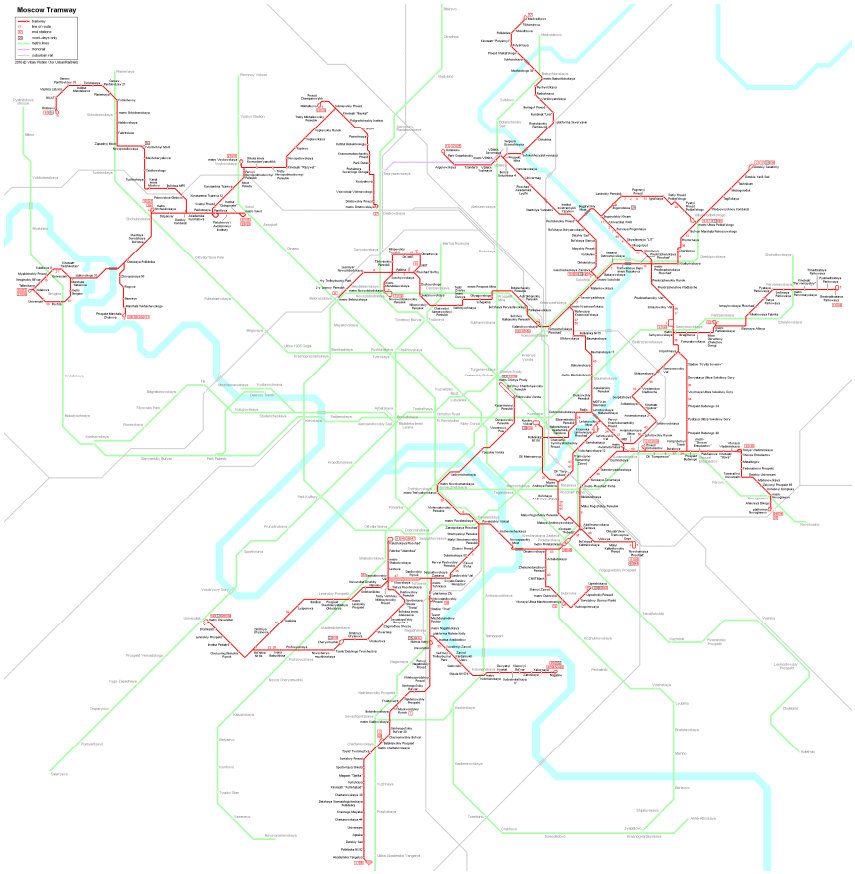


圖 3.4-26 莫斯科輕軌系統路線示意圖

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/ru/mos/tram/mos-tram-map.htm

圖 3.4-27 莫斯科輕軌系統車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Moscow

3.4.9 倫敦(London)

一、城市基本資料

(一)區位: 位於整個大不列顛島的東南方的泰晤士河流域。

(二)都市位階與特色: 倫敦是英國歷代的首都，為英國的政治、文化、教育、經濟和交通中心，是歐洲最大的城市，和紐約並列世界金融中心之一，眾多企業總部皆設於此地；倫敦也是知名的觀光大城，一年近 1,400 萬國際遊客；倫敦地鐵為世界上最古老和第二長的地鐵，其希斯洛機場是全球交通量最高的機場。

(三)人口、密度:人口約 867.4 萬人，密度約 5,518 人/km^2。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	倫敦地鐵(London Underground)
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	倫敦地下捷運共有 11 條路線，共有 270 座車站，路線總長度 402 公里 港區輕型捷運共有 7 條路線，共有 45 座車站，路線總長度 34 公里[43]
建設/營運公司	分成倫敦地下捷運(London Underground)與港區輕型捷運(Docklands Light Railway) 倫敦地下捷運由 AGO 公司經營，港區輕型捷運由 DLR 公司經營
運量	倫敦地下捷運年運量 13 億人次，日運量 360 萬人次，港區輕型捷運年運量 1.1 億人次，日運量 30.2 萬人次
車隊編組	倫敦地下鐵: 1972 Stock 列車，由法國阿爾斯通公司生產，以 7 節為一列，每列可乘載 730 位乘客 S7/S8 Stock 列車，由德國龐巴迪運輸生產，S7 以 7 節為一列，每列可容納 865 位乘客，S8 以 8 節為一列，每列可容納 1,003 位乘客 2009 Tube Stock 型列車，由德國龐巴迪運輸生產，以 8 節為一列，每列可乘載 1,164 位乘客 皆採用 630 伏特第四軌供電方式；軌距為 1,435 標準軌寬；平均時速 33km/h 港區輕型捷運: 主要使用 B90 型列車，由德國龐巴迪運輸生產，以 2-3 節為一列，每列可乘載 700 位乘客；採用 750 伏特第三軌供電；軌距為 1,435 毫米標準軌寬，最高時速 100km/h
營運班距	3-5 分鐘為一班

[43] 倫敦地鐵維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/London_Underground
倫敦地鐵官網:https://tfl.gov.uk/tube/
倫敦港區輕型捷運維基百科:https://de.wikipedia.org/wiki/Docklands_Light_Railway

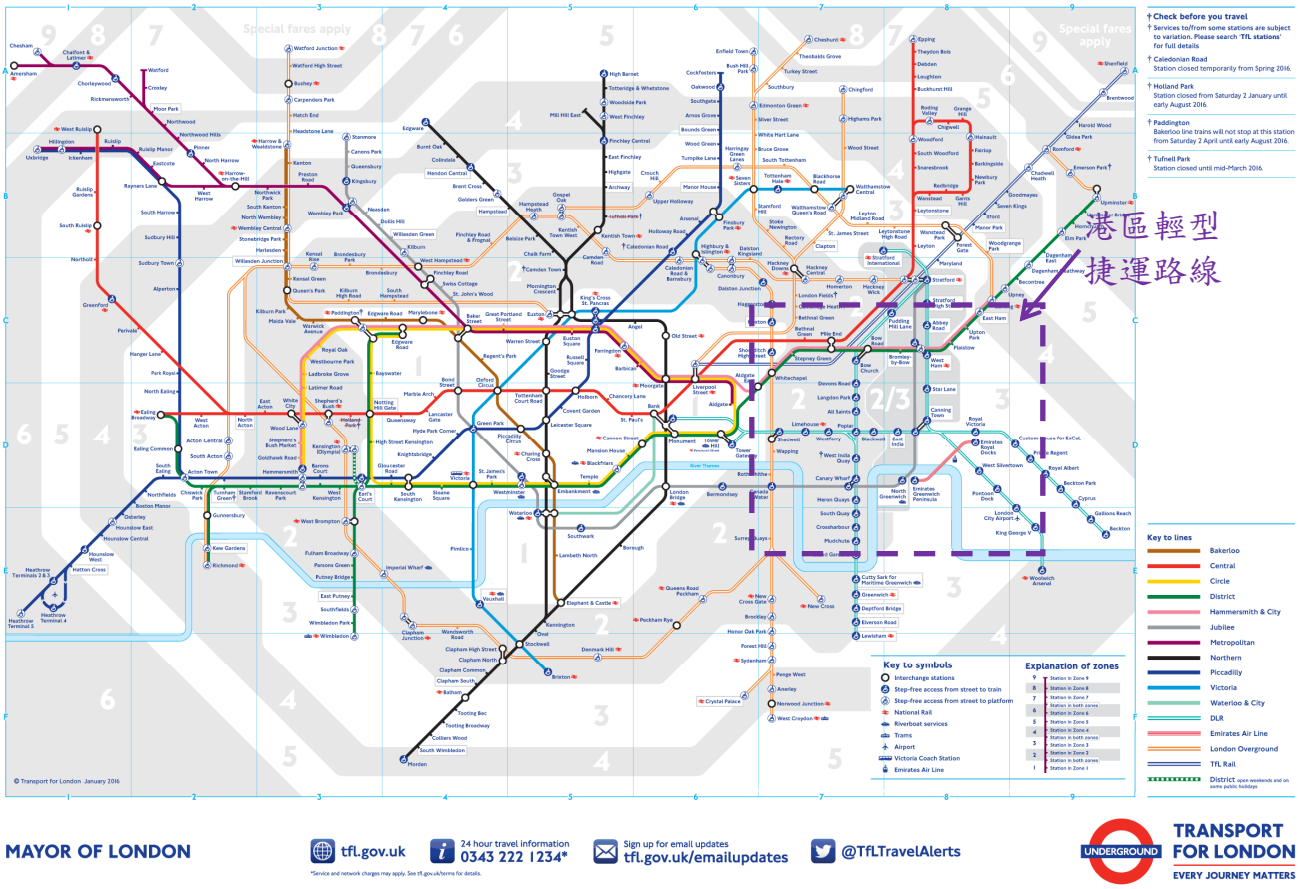


圖 3.4-28 倫敦重軌捷運與港區輕型捷運路線示意圖

資料來源：https://tfl.gov.uk/maps/track/tube

圖 3.4-29 倫敦重軌捷運車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/London_Underground

圖 3.4-30 港區輕型捷運車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Docklands_Light_Railway

項目	內容
系統名稱	倫敦電車連線(London Tramlink)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	4 條路線，共設置 39 座車站，路線總長度 28 公里[44]
建設/營運公司	FirstGroup 公司
運量	年運量為 2,700 萬人次，日運量為 8.8 萬人次
車隊編組	德國龐巴迪運輸 CR4000 型列車，以 2 節為一列，每列可乘載 208 位乘客；為 1,435 毫米標準軌寬；採用 750 伏特架空式供電；最高時速 80km/h
營運班距	7-15 分鐘為一班

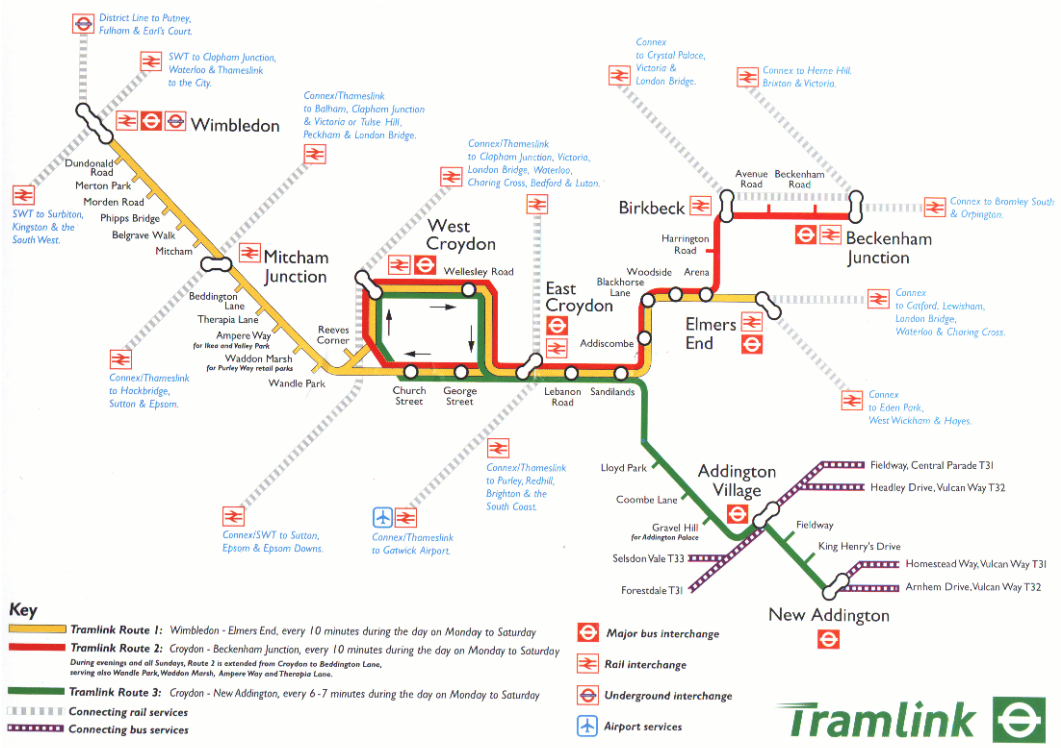


圖 3.4-31 倫敦輕軌系統路線示意圖

資料來源：http://clondoner92.blogspot.tw/2016/04/more-tram-services-for-south-london.html

[44] 倫敦電車連線維基百科: https://en.wikipedia.org/wiki/Tramlink
倫敦電車連線官網:https://tfl.gov.uk/modes/trams/

圖 3.4-32 倫敦輕軌系統車輛圖

資料來源：https://www.flickr.com/photos/dwbphotos/sets/72157640187585975/

項目	內容
系統名稱	ULTra
系統型式	個人捷運系統
路線資料	倫敦的個人捷運(PRT)為用於倫敦希斯洛機場旅客接駁，連接第 5 航廈至遠端 N3 停車場，路線長度 3.8 公里，目前共設 3 座車站[45]
建設/營運公司	倫敦希斯洛機場
運量	800 人/日
車隊編組	目前共有 22 輛，由英國 ULTra 公司設計與生產，每節共有 4 個座位，可負荷 500 公斤的重量，最高時速 40km/h
營運班距	採用旅客到站按服務鈴，等有旅客運輸需求時才發車，平均等候時間為 10 至 15 秒，約 80%以上旅客無須等候，總運行時間(第五航廈與停車場間)為 5 分鐘

[45]倫敦 ULTra 維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/ULTra_(rapid_transit)
[45]倫敦 ULTra 官網:http://www.ultraglobalprt.com/

圖 3.4-33 倫敦希斯洛機場 PRT 路線示意圖

資料來源：PRT 系統應用研究及評估計畫

圖 3.4-34 倫敦希斯洛機場 PRT 車輛圖

資料來源：
http://austin.blog.statesman.com/2015/08/17/poll-what-do-you-think-of-a-proposed-personal-rapid-transit-system-at-ut/

3.4.10 鹿特丹(Rotterdam)

一、城市基本資料

(一)區位:位於荷蘭的西南部，西臨大西洋，為萊茵河的出海口。

(二)都市位階與特色: 鹿特丹位於荷蘭人口最稠密、工業化最高的南荷蘭省，是荷蘭第二大城市，且是歐洲最大的海港，與上海港關係密切。

(三)人口、密度:人口約 61.9 萬人，密度約 2,969 人/km^2。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	鹿特丹地鐵
系統型式	重軌捷運系統
路線資料	5 條路線，共設置 62 座車站，總長度約 78.3 公里[46]
建設/營運公司	鹿特丹輕軌公司(RET)
運量	年運量為 8,200 萬人次，日運量為 23 萬人次
車隊編組	德國龐巴迪運輸 Flexity Swift 5300 系列，以 2 節為一列，每列可乘載 136 位乘客；為 750 伏特第三軌供電;軌距為 1,435 毫米標準軌寬;最高時速 100km/h
營運班距	尖峰時刻 5 分鐘一班，離峰時刻 10 分鐘一班

[46]鹿特丹地鐵維基百科:https://de.wikipedia.org/wiki/Metro_Rotterdam
鹿特丹地鐵官網:http://www.ret.nl/

圖 3.4-35 鹿特丹重軌捷運路線示意圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Rotterdam_Metro

圖 3.4-36 鹿特丹重軌捷運車輛圖

資料來源：https://www.youtube.com/watch?v=aDtjnW8Pv_Y

項目	內容
系統名稱	鹿特丹電車(Rotterdam tramway)
系統型式	輕軌捷運系統
路線資料	9 條主線及 3 條特殊線(為特定季節、比賽或節慶運行)，總長度約 75 公里，共有 322 個站[47]
建設/營運公司	鹿特丹輕軌公司(RET)
運量	年運量為 4,200 萬人次，日運量為 14.5 萬人次
車隊編組	法國阿爾斯通 Citadis 302 型電車；為 600 伏特架空式供電；軌距為 1,435 標準軌寬；最高時速 60km/h
營運班距	尖峰時段 10 分鐘一班，離峰時段 15 分鐘一班

項目	內容
系統名稱	ParkShuttle
系統型式	群體捷運系統(GRT)
路線資料	一條路線，長度約 1.8 公里，設置 5 座車站[48]
建設/營運公司	公共交通巴士公司(Connexxion)
運量	日運量約 2,500 人
車隊編組	荷蘭 2getthere 公司設計，為全自動無人駕駛，目前共有 6 輛，每節可乘載 24 位乘客
營運班距	GRT 系統從早上 6 點營運至晚上 9 點，以民眾呼叫車節方式運送，尖峰時間約 2.5 分鐘發車，最長等待時間為 6 分鐘

[47]鹿特丹電車維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Rotterdam
[47]鹿特丹電車官網:http://www.ret.nl/en/homepage.html
[48] ParkShuttle 群體捷運維基百科: https://nl.wikipedia.org/wiki/ParkShuttle
2getthere 公司官網:http://www.2getthere.eu/

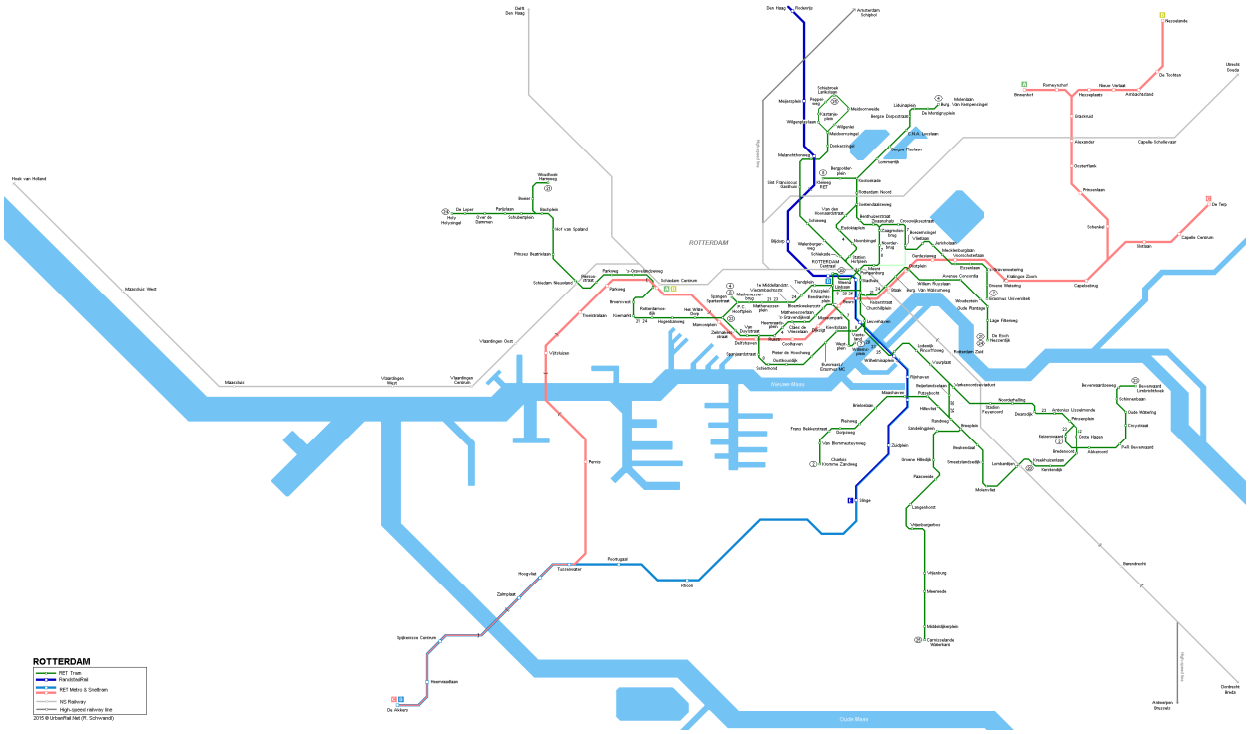


圖 3.4-37 鹿特丹重軌捷運與輕軌路線示意圖

(綠色路線為輕軌系統，藍與紅色路線為重軌捷運)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/nl/rot/rotterdam-map.htm

圖 3.4-38 鹿特丹輕軌系統車輛圖

資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Trams_in_Rotterdam#cite_note-figures-1

圖 3.4-39 鹿特丹 GRT 路線示意圖

資料來源：考察國外公車捷運系統規劃及營運機制報告書

圖 3.4-40 鹿特丹 GRT 車輛圖

資料來源：
http://www.walzar.com/wp-content/uploads/2016/04/ParkShuttle-GRT-vehicle-heading-towards-the-Rivium-bridge.jpg

3.4.11 薩爾布魯根(Saarbrücken)

一、城市基本資料

(一)區位:位於德國的西南方，和法國摩澤爾省相連接。

(二)都市位階與特色: 薩爾布魯根是德國薩爾蘭邦的首府，薩爾布魯根曾經是一個巨大煤層的工業和運輸中心，也是過去德法兩國所爭奪的地方。

(三)人口、密度:人口約 17.7 萬人，密度約 1,080 人/km^2。

二、軌道系統介紹

項目	內容
系統名稱	Saarbahn
系統型式	tram-train 系統
路線資料	1 條路線，設置 43 座車站，路線總長度 44 公里[49]
建設/營運公司	Stadtbahn Saar GmbH 公司
運量	N/A
車隊編組	採用德國龐巴迪運輸 FLEXITY Link 型列車，以三節為一列，每列可乘載 298 位乘客；為 750 伏特架空式供電；軌距為 1,435 標準軌寬；最高時速 100km/h
營運班距	尖峰時段 7.5 分鐘一班，離峰時段 15 分鐘一班

[49]薩爾布魯根 tram-train 系統維基百科:https://en.wikipedia.org/wiki/Saarbahn
薩爾布魯根 tram-train 系統官網: http://www.saarbahn.de/

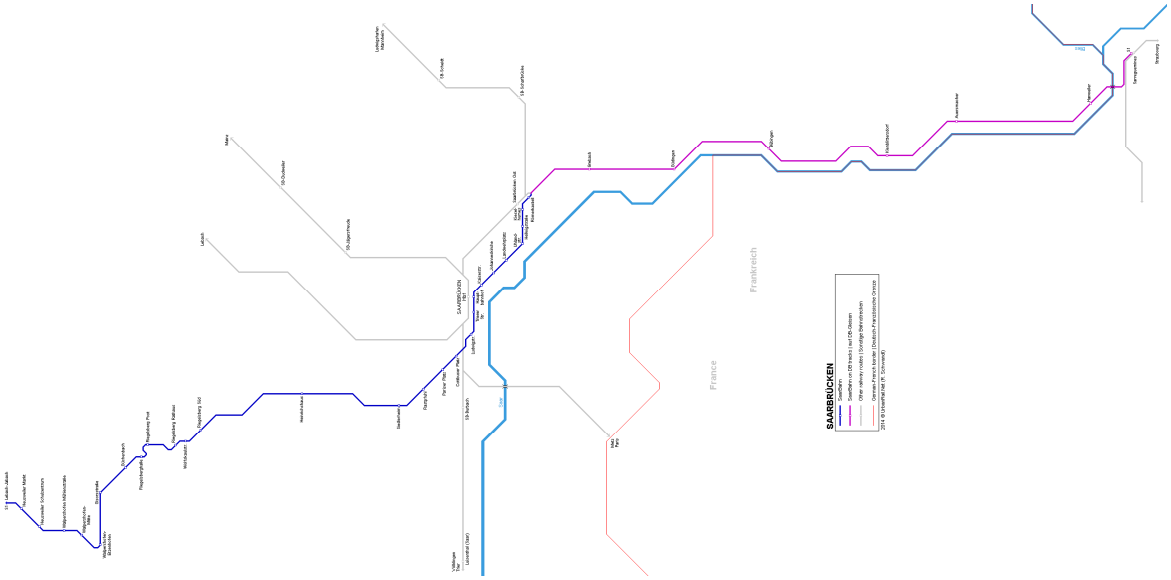


圖 3.4-41 薩爾布魯根 tram-train 系統路線示意圖

(深藍色路線為輕軌，紫色路線為 tram-train，灰色路線為傳統鐵路，淡藍色線為運河)

資料來源：http://www.urbanrail.net/eu/de/sb/saarbruecken-map.htm

圖 3.4-42 薩爾布魯根 tram-train 系統車輛圖

資料來源：
http://www.bahnbilder.de/name/galerie/kategorie/Deutschland~S-Bahnen+und+Regionalstadtbahnen~Saarbahn/digitalfotografie/168.html

3.5 國外都市軌道運輸系統彙整表

茲將上述亞洲、美洲、歐洲之都市軌道相關案例之人口與路線資料依照軌道系統型式彙整如表 3.5-1～表 3.5-3，後續將針對運量與人口或密度等相關資料進行進一步分析，作為國內都會軌道發展之參考。

表 3.5-1 重軌捷運城市之人口與路線資料

洲別	國家	都市	人口	密度(人/平方公里)	通車年	里程(公里)	日運量(人次)	日運量/里程
亞洲	日本	仙台市	1,063,103	1,309	1987	28.7	160,822	5,604
	臺灣	臺北	2,704,495	9,950	1996	131.1	1,965,753	14,994
	臺灣	高雄	2,778,729	940	2008	42.7	178,975	4,191
	印度	古爾岡	876,824	1,198	2013	5.1	32,000	6,275
	阿拉伯聯合大公國	杜拜	2,459,068	463	2009	74.6	455,000	6,099
	韓國	大邱	2,492,994	2,800	1997	57.3	366,849	4,518
	馬來西亞	吉隆坡	1,768,000	6,891	1996	91.5	397,133	5,756
美洲	加拿大	溫哥華	603,502	5,249	1985	68.6	322,466	4,701
	加拿大	蒙特利爾	1,649,519	4,518	1966	69.2	980,000	14,162
歐洲	法國	馬賽	855,393	3,555	1977	21.5	218,630	10,169
	法國	巴黎	2,249,975	21,000	1900	214	4,180,822	19,537
	俄羅斯	莫斯科	12,330,126	4,899	1935	333.3	6,715,068	20,147
	英國	倫敦	8,673,713	5,518	1890	402	3,575,342	8,894
					1987	34	301,918	8,880
	荷蘭	鹿特丹	619,879	2,969	1968	78.3	300,000	3,831

資料來源：本計畫整理。

表 3.5-2　輕軌系統城市之人口與路線資料

洲別	國家	都市	人口	密度(人/平方公里)	通車年	里程(公里)	日運量(人次)	日運量/里程
亞洲	土耳其	埃斯基謝希爾	685,135	236	2004	45	100,000	2,222
	阿拉伯聯合大公國	杜拜	2,459,068	463	2014	10.6	10,300	972
美洲	美國	丹佛	682,545	4,044	1994	76	86,900	1,143
		紐華克	281,944	4,253	2006	14.1	9,000	638
		休士頓	2,099,451	1,399	2004	36.5	43,900	1,203
		鳳凰城	1,563,025	3,025	2008	42	43,543	1,037
歐洲	西班牙	阿利坎特	328,648	1,600	1999	70	—	—
	法國	巴黎	2,249,975	21,000	1992	103.8	450,000	4,286
		史特拉斯堡	275,718	3,500	1994	57.5	300,000	5,217
		米盧斯	112,063	4,959	2010	19	—	—
		圖爾	134,978	3,900	2013	15	55,000	3,667
		馬賽	855,393	3,555	2007	11.5	50,000	4,348
		漢斯	188,078	3,837	2011	11	45,000	4,091
	俄羅斯	莫斯科	12,330,126	4,899	1872	416	587,000	3,243
	英國	倫敦	8,673,713	5,518	2000	29	88,493	3,160
	荷蘭	鹿特丹	619,879	2,969	1878	75	145,000	1,933

資料來源：本計畫整理。

表 3.5-3　單軌捷運城市之人口與路線資料

洲別	國家	城市	人口	密度 (人/平方公里)	通車年	里程 (公里)	日運量 (人次)	日運量 /里程
亞洲	日本	北九州市	961,815	1,955	1985	8.8	31,700	3,602
		多摩至東大和	1,152,787	—	1998	16	120,494	7,531
		那霸市	319,449	8,073	2003	12.9	35,000	2,713
	阿拉伯聯合大公國	杜拜	2,459,068	463	2009	5.45	—	—
	馬來西亞	吉隆坡	1,768,000	6,891	2003	8.6	68,679	7,986
	韓國	大邱	2,492,994	2,800	2015	23.9	—	—
美洲	美國	拉斯維加斯	583,756	1,660	2004	6.3	13,924	2,210
		紐華克	281,944	4,253	1996	4.8	33,000	6,875
		傑克遜維爾	853,382	1,142	1997	4	5,000	1,250
歐洲	俄羅斯	莫斯科	12,330,126	4,899	2004	4.7	16,000	3,404

資料來源：本計畫整理。

3.6 國外都市軌道系統建置案例分析

3.6.1 法國都市軌道建置制度

一、法國都市軌道建置制度

參考溫代欣[50]「觀光鐵道特性之研究」分析法國公共運輸制度之變更，與法國軌道工程顧問公司(SYSTRA)提供法國都市運輸系統評估與規劃之相關資料，整理法國都市軌道評選建置單位與制度如下：

(一)法國都市軌道建置單位

法國交通建設計畫的推動原本由「運輸、設備、觀光與海洋部」負責，但 2007 年後改名為「生態、發展與永續規劃部」，從中不難發現法國交通建設未來的推動方向。該部亦設立國土競爭力與規劃跨部會委員會（Comité Interministériel d' Aménagement et de Compétitivité des Territoires，以下簡稱 CIACT），負責決定各項計畫優先次序及對各區域的補助金額。

主要是因為法國在 1982 年頒布國內運輸法（Loi d'Orientation des Transports Interieurs, LOTI）後，其重點在賦予各市鎮籌組都市交通管理委員會（Autorité organisatrice de transport urban,AOTU）管理與規劃大眾運輸系統的權力，中央則根據各 AOTU 所提經費需求予以補助。

法國最基本的行政單位為市鎮，具有組織與管理城市公共運輸的權責。惟大部分的市鎮規模很小，未達獨自承擔公共運輸推動與營運管理的經濟規模，因此，組成市鎮共同體，以跨市鎮規劃與經營地方公共運輸系統。

市鎮共同體內各相關市鎮議員依各自生活圈(Agglomération)或幾個生活圈，共同組成"區域交通委員會"(Autorité organisatrice de transport urban,AOTU)，從各市鎮政府中分離出來，對城市的公共運輸網路的規劃、新建與營運，實施統一管理。AOTU 的成員除了當地議會議員之外，也會邀請當地社團、行政官署指派代表或專家加入。在 AOTU 下還設立有行政機構，專門負責研擬與執行交通政策；而 AOTU 負責決策。所以，AOTU 是具有實際行政權的組織。

目前 3,600 個法國 Agglomération 生活圈中組織共同性質的城市交通管理機構 AOTU 者，達到 135 個，有 61 個市鎮自組 AOTU 獨立管理，獨立發展各自市鎮的公共運輸網路。

[50] 溫代欣，「觀光鐵道特性之研究」，交通部鐵路改建工程局，民國 104 年 12 月

依據法國法律規定，AOTU 在其所轄範圍內，負責組織一般性的城市公共運輸服務，實際負責的事項，包括：

1.選擇交通管理的型態(包括在部分業務上，選擇自行管理或委外管理)，並草擬營運契約。

2.決定交通建設及營運所應達成的總目標。

3.決定交通費率政策，同時必須考慮低收入民眾的搭乘權益及財務平衡。

4.提供公共運輸系統財務支撐，包括徵收交通稅。這是一種向轄區內，僱員 10 人以上的公私立機構徵收的費用，計算的基礎是根據總工資的百分比。徵收之後以用在公共運輸的用途為限，專款專用。

5.建設交通系統基礎設施及無障礙設施。

超過十萬人的生活圈，AOTU 還要多做以下數項工作：

1.準備交通相關的建設及營運資金帳戶；

2.提供各項不同運具及其轉乘的資訊；

3.提供上班通勤族出勤方式的建議；

4.研擬城市交通規劃報告(PDU)。

(二)相關公共運輸法規變革-強化了城市規劃與交通系統的連結

1982 年 12 月 30 日，法國通過了一個叫做「LOTI」(Loi d'orientation surles transports intérieurs')的內陸運輸法案之後，法國各級政府交通管理的權責有了大幅的改變，主要是強化了城市規劃與交通系統的連結，並規定當地政府單位，有權選擇及管理當地的交通運具及政策。法律也規定所有的民眾(含低收入戶的票價優惠政策及行動不便人士)都有使用公共運輸的權利。伴隨著 LOTI 之後的相關法律，也應運而出，其中重要的法規，包括：

1.1996 年 12 月 30 日施行「大氣保護與節能」法(loi sur l'air etl'utilisation rationnelle de l'énergie, LAURE)，提出法國必須進一步強化城市交通規劃的實質能力，而 10 萬人以上的人口聚集區(Agglomeration)，必須研擬「城市交通規劃」報告(Plan dedéplacements urbains, PDU)。

2.2000 年 12 月 13 日施行「調合與都市更新」法(solidarité etrenouvellement urbains, SRU)，此法加強了公共運輸與其他交通策略之間的連結，以強化公共運輸推動的主體性。實質內容包括研擬 PDU (AOTU 的城市規劃報告)、PLU (市鎮級的交通規劃)、PLH (區域住宅政策規劃，由於法律規定 20 年內，每一個城市都要建

25% 社會住宅，否則城市要繳給中央代金。)

3.2005 年 2 月 11 日實施「公共運輸系統應設置無障礙設施的法規」，強化了人行道、低地板車節、站臺的可及性(accessible)，含電梯、電扶梯等各項無障礙設施設置的必要性。

之後還有許多與推動公共運輸有關的法規陸續通過，一直到了 2010 年 12 月 16 日，通過地方行政部門的重建法案，即使不是單獨針對交通方面，但因為再次強化並擴張了城市交通管理機構 AOTU 的實權，對城市交通影響重大。

(三)城市交通規劃報告(plan de deplacements urbains-PDU)-公共運輸發展藍圖

1.相關法規對於 PDU 之要求與規定

(1)LOTI 法(The Domestic Transport Orientation Law)

法國 1982 年通過的 LOTI 法中提出制定 PDU 的概念，PDU 報告內容包括如何處理所轄區域內旅客及貨物的方法，其目的是在：

- 降低機動車輛的使用。
- 擴大公共交通領域及提升低能源、低污染的交通運具，特別是自行車及人行空間。
- 對區內所有公共交通運具，建立一個整合的費用及電子票證系統。
- 廣設充電點，促進電動交通運具的使用。

(2)LAURE 法案(The law on air and rational energy use)

1996 年的 LAURE 法案，再次明訂了 PDU 的必要性，目標是在交通與可及性的需要上，達到永續平衡；另一方面促進民眾健康及環境保護。故對於 PDU 上述的目的之外，還包括有：

- 合理分配現有道路空間，以滿足不同交通方式需要。
- 合理規劃公共停車場，加強停車需求管理。
- 合理管理城市內的貨運運輸方式。
- 鼓勵企業參與解決員工的通勤需求，特別是提倡小汽車共乘制。

(3)SRU 法案(The Urban Solidarity and Renewal Law)

2000 年通過的 SRU 法案，規定了停車政策，包括停車場的設置、停車費率等等，對運具選擇會造成影響的交通策略。SRU 法案另外提出新的地區計畫的文件，促進都市計畫、住宅與交通政策的和諧，包括在省級的區域整合發展計畫(SCoT)；及在市鎮級的地區發展計畫(PLU)。

2.PDU 研擬步驟

(1)診斷交通問題：包括蒐集資料、相關的都市計畫、環境與交通路網，對於交通系統進行全面性評估。

(2)提出可行的替選交通方案：這個階段要提出幾個不同的可行性交通替選方案，包括路網、路權重分配或使用費率等。

(3)基於上述替選方案，提出城市交通規劃報告(PDU)初稿。內容必須實際可行的執行計畫，確認相關的投資成本及時程。

2011 年 6 月 1 日，68 個主要城市的 PDU 報告，已有 58 個被核定。

(四)都市軌道系統型式評估

法國軌道工程顧問公司(SYSTRA)長期為法國以及其他國際都市進行都市軌道運輸需求之評估，就其於法國規劃工作經驗，提出法國對於都市軌道系統型式評估之考量因素與評估方法。

1. 運輸系統選擇主要於三個方面得到最佳平衡，如圖 3.6-1。

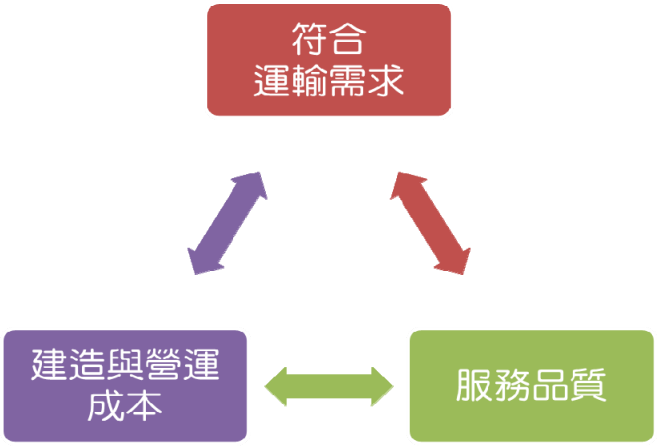


圖 3.6-1　運輸系統選擇須達「運輸需求」、「服務品質」與「成本」間之平衡

(1)符合運輸需求：不同運輸系統有其服務運能範圍(包括其班次與頻率)。

(2)建設與營運成本：不同國家經濟狀況可能影響其運輸模式提供的經濟效益。

(3)運輸系統提供服務品質與水準。

2.運輸系統需求界定

於規劃或系統評估前，首先要指認辨識運輸系統之需求性，運量規模、系統特性、要解決什麼樣的問題或滿足什麼需求。包括須釐清下列幾點：

(1)都市環境：交通流量、目前運輸系統運作情形。

(2)過去發展經驗或實施計畫：都市與交通規劃、城市交通網絡的類型，區域內交通運輸發展經驗。

(3)運輸走廊或路網需求為何？容量、服務水準、績效？

(4)有哪些是可行的系統方案？

(5)決策者想要的是什麼？

3.運輸系統選擇評估項目

(1)必要考慮因素

A.系統容量：依據旅客量需求預測。

B.總成本與效益分析：

.生產成本(基礎建設、設施、車節)，以及其生命週期與重增置。

.營運成本(能源費用、人員薪資、維護費用)。

C.業主財務考量。

D.工程條件：環境限制、坡度、轉彎半徑、地質條件等。

(2)次要考慮因素

A.具吸引力(現代化、體現城市與經濟重建的能力，辨識度高)。

B.風險考量（失敗的案例，系統的可信度、可靠度）。

C.系統競爭性高（由多家廠商提供的系統）。

D.系統可擴充性。

E.環境影響(空氣污染、噪音、視覺衝擊) 。

F.其他服務品質相關考量：可及性(水平或垂直移動方便性)、舒適度等。

4.成功的關鍵要素與風險的避免

(1)成功的關鍵要素

A.系統型式選擇是一個計畫成功關鍵因素，應審慎評估。

B.系統評選準則之權重應符合決策者需求。

C.技術評估為決策重要輔助工具，需周延完整，相關情境模擬與假設必須務實並確實反映計畫成果與具體影響。

(2)相關風險的避免

對於評估工作應避免以下情形，降低計畫執行之風險：

A.未考量財務與投入預算額度，選擇過於昂貴的系統。

B.運量需求預測過高或過低。

C.面對公眾質詢，不夠充分的論述觀點，將會削弱計畫之公信力。

D.新系統型式之技術風險。

E.依賴具高專利性之系統(採購受限、供應商破產停產等)。

二、法國圖爾市輕軌發展案例

圖爾市(TOURS)是位於法國中心區位的古城，為安德爾 - 盧瓦爾省的省府，圖爾市約 13.6 萬人，包含周圍地區人口約 39 萬人。

圖爾市(TOURS)為古城，擁有豐富的歷史遺跡，為解決衛星聚落間日益增加之交通需求，希望透過公共運輸服務提升，吸引與鼓勵民眾使用公共運輸，減少私人運具的使用，提升公共運輸覆蓋率，改善市中心密集地區，以及周邊衛星聚落之連結，並且促進地區之都市復甦與更新。

(一)輕軌系統興建歷程

圖爾輕軌系統是圖爾城市交通整體規劃的交通解決方案之一，於 2003 年由圖爾市區域委員會批核，經過規劃、設計與施工，於 2013 年完工通車。

(二)輕軌系統路線概況

圖爾輕軌路線南北貫穿圖爾市，連接圖爾北側行政區，行經市中心商業區，與 Deux Lyons(新發展之科技園區與購物中心)，往南至 Chambray-Les-Tours，路線長 15 公里，設置 29 個車站(如圖 3.6-2)，尖峰班距 6 分鐘，目前每日運量約 5.5 萬人。列車長度 43 公尺，每列

車可乘坐 280 人，共 21 組列車。

因沿線經過部分地區為聯合國教科文組織登錄為世界遺產，為維持景觀，故部分路段採無架空線-地面供電方式。

圖 3.6-2　圖爾輕軌路線示意圖

(三)圖爾輕軌系統發展特色

1.多元運輸系統整合發展

目前圖爾市公共運輸包括輕軌、BRT 與公車系統，而在原來規劃中原有兩條輕軌路線，後來評估運量不足後，改以發展有公車專用道之 BRT 系統，並且為利於輕軌與公車之間之轉乘，部分路段輕軌與公車共用路權，並且有五處車站是共同設置，但分為前後設置，以公車站在前，輕軌車站在後的方式布設。

2.輕軌系統與都市景觀之結合

法國現代化輕軌經長期推動，已發展出與都市景觀、發展緊密結合之模式，輕軌系統不僅是交通工具，更是都市移動之地標與風景，甚至成為都市特色之代言，或是為都市帶來更鮮明之形象與標幟，如香檳酒產地之 Reims 即將車節造型設計為香檳酒杯(圖 3.6-3)，且與公車系統整體設計有多彩顏色之車身，創造都市繽紛熱鬧的形象。

圖 3.6-3　Reims 輕軌系統香檳酒杯車造型與彩色識別

圖爾於十一世紀時圖賴訥公國首都，故有許多貴族或皇室所蓋的建築物，多為白色建物與黑色屋頂，也成為圖爾城市主色調，圖爾公共運輸系統也採用簡單統一之色調，輕軌車節以銀色車身搭配車頭黑色色塊(如圖 3.6-4)，與城市色調呼應，公車則統一為藍色，但於車頭之顯示板會配合各路線編號呈現不同顏色。如圖 3.6-5 之 2 號線即為 BRT 路線。

圖 3.6-4　圖爾(Tours)輕軌系統車節造型與色彩呼應古城區特色

圖 3.6-5　左側車輛為圖爾(Tours)公車統一為藍色

輕軌系統的建置，不僅為路線本身的建置，也考量整個都市景觀之設計，不僅顏色、建材融合，例如行經行人徒步區，輕軌鋪面採用地磚設計，於市郊住宅區則採綠色草坪軌道，為郊區增加綠色廊帶，沿線並邀請藝術家設計 7 個地景藝術，不僅使人易於辨認所在位置，對於旅客、地區居民都有新的視覺體驗與樂趣。

a.商店行人徒步區

b.郊區/住宅區綠色草坪軌道

圖 3.6-6　圖爾(Tours)輕軌舖面設計

a.圓環地景藝術

b.圖爾火車站通往輕軌車站彩色門

圖 3.6-7　圖爾(Tours)輕軌系統沿線景觀藝術

3.公共運輸永續發展策略

由前述法國公共運輸推動相關機制與法令，可知法國極為重視公共運輸之推廣，除了引進現代化輕軌系統，提高公共運輸服務品質外，並配合公車路線之整合、資訊提供(路線、班表、即時資訊顯示)，輕軌行經路口配合輕軌優先號誌，提高輕軌運輸效率，也宣示輕軌優先、公共運輸優先之政策。除此外還有相關配套：

(1)財務補貼

為提供一般民眾皆有能力搭乘輕軌，公共運輸費率並不高。票收通常僅占財務收入的 20%，其餘則由區域交通委員會(AOTU)透過徵收企業(10 人以上)運輸稅補貼大眾運輸(40~45%)、地區政府與州政府補助(35%~40%)。

(2)營運方式

法國公共運輸大部分由政府(包括區域交通委員會(AOTU))興建後委外由專業營運單位經營，營運單位通常負責系統運作、服務水準、可靠度之維持，不負責營收，每幾年政府或區域交通委員會(AOTU)可視營運績效等重新招標營運單位，營運

單位不需負擔系統重增置之費用，故可以專注於經營。

(3)其他配套措施

A.轉乘設施與停車政策配合

為鼓勵民眾搭乘公共運輸，除了公車、自行車道提供最後一哩服務外，也會配合提高市區停車收費，設置 P+R 停車轉車設施與優惠，鼓勵郊區民眾把車停在輕軌車站附近停車場，搭乘輕軌進入市區。

B.地方藝術結合，提高民眾認同感

圖爾輕軌由計畫開始，便與民眾保持聯繫，舉辦 50 多場說明會，並設置辦公室，隨時傾聽民意，並與當地藝術工作者合作生產藝術品，於 21 臺列車上把手處皆裝有民眾創意生產之藝術品。於車節上之資訊顯示屏幕，會播映營運單位(filbleu)舉辦之民眾輕軌攝影比賽作品，相當有親和力，且興建期間透過學校教育宣導，也培養學童成為解說員，成為推廣輕軌系統之助力，爭取民眾對輕軌之共識。

(四)圖爾輕軌之啟示與借鏡

圖爾輕軌對於圖爾市不僅是交通工具，也是文化藝術的展現，其獲得民眾支持之作法，可做為國內都市軌道系統推動之參考。

另值得關注為目前之營運單位於系統設計之初即已確認，並加入設計討論，可及早就營運與旅客需求提出建議，並且因為公車與輕軌是同一營運單位，也可及早進行公車路線整合與相關配套措施。

營運單位及早加入的好處是可以負擔一些與民眾溝通之工作，因為營運觀點說服民眾，且培養長期服務之關係，建設單位常常於工程結束便結束，民眾無法獲得其意見可被接納之保證，而這種作法於巴黎也是相同，RATP 也是新的捷運路線或輕軌路線設計規劃期間便加入，協助對民眾之說明與事務之協調。

反觀臺灣因建設與營運是分由不同機構或公司負責，故相關政策沒有連貫性，營運單位於後期加入，也無法先將營運需求提供給建設單位。

3.6.2 日本都市軌道建置制度

一、日本都市軌道建置制度

(一)都市軌道建置或推動組織

參考國發會前身經濟建設委員會之「研析軌道建設計畫經費補助方案」等相關文獻撰述，國土交通省係在 2001 年 4 月中央政府機關改造重組時，合併原運輸省、建設省及國土開發廳而成立。該省主要任務係為促進國土綜合性的開發及使用，並推動其所需之社會基礎建設及交通政策，發展健全的氣象業務，以及確保海上的安全及治安。

掌管業務除國土計畫的規劃、立案之外，還包括河川、都市、住宅、道路、港灣及官方廳舍之建設等硬體面，以及國土量測、交通、觀光政策、氣象業務、防災對策、日本領海內之治安、安全等軟體面。

國土交通省下設立總合政策局負責研擬各項交通發展政策，每年提出國土交通白皮書揭示許多交通問題並設定短、中、長程目標，每 2 年則由審議會辦理各項先期作業計畫之審議作業，而日本全國各都會區鐵路政策的主管機關則為國土交通省的鐵道局。

(二)相關法規與規劃理念

日本軌道建設已經有 138 年的歷史，它考量其海島地理環境及能源短缺等因素積極發展軌道運輸。綜合其軌道建設具有以下之特徵:

1.城際及新幹線鐵路之興建必須與國土計畫作整合考量。

2.都市鐵道建設必須與都市計畫作整合考量。

3.軌道建設必須與地區發展及土地有效使用相結合。

4.軌道建設與管理必須有長期經營之配套措施。

5.補助制度必須考量社會之公平性。

日本軌道建設計畫之補助制度散見於鐵道事業法、地下鐵整備事業費補助、新市鎮鐵路等整備事業費補助、都會區鐵路無息貸款、幹線鐵路等活化補助、鐵路車站綜合改善事業、單軌電車整備事業、LRT 綜合整備事業補助等法規。值得注意的是 2005 年通過之都會區鐵路使用便利改善事業補助相關法律，其主要內容為:

1.適用改善都會區鐵路使用便利性、強化車站設施及其周邊設施的交通節點功能相關改善計畫。

2.中央與地方分別負擔總經費的 33%。

(三)財務機制

日本國土交通省為因應都會通勤鐵路建設，將中央建設補助與地方自治體一般會計補助相結合，以東京都會區為例，中央政府與地方政府針對軌道系統共有 11 項重要補助，且一般而言地方政府與中央政府補助同等額度甚或多於中央政府補助金額。各項相關補貼機制彙整於表 3.6-1。

表 3.6-1　東京都會區通勤鐵路補貼項目彙整表

補助項目	補助機制
地下鐵整備事業費補助	● 適用於地下鐵建設 ● 可補助額度之基準為總經費扣除車節費、建設利息及其他建設成本 ● 中央及地方政府各補助可補助額度基準之 35%
新市鎮鐵路等整備事業費補助	● 適用於為服務新市鎮居民而開發興建之新市鎮區域鐵路，或為服務機場旅客而興建的機場聯外鐵路建設 ● 可補助額度之基準為除車節費、建設利息、開發者自行負擔額度及其他間接成本 ● 中央及地方政府各補助可補助額度基準之 15%，機場聯外鐵路則由中央及地方政府各補助 18%
都會區鐵路無息貸款	● 適用於地下鐵、都會區鐵路及雙複線化建設 ● 貸款額度為中央負擔總經費的 40%，地方負擔與中央同額或以上
幹線鐵路等活化補助	● 適用於幹線鐵路高速化所需的鐵路建設、大都會周邊貨運線改建客運線所需的鐵路建設、改善轉乘便利性的鐵路改善建設 ● 中央與地方分別對補助對象總經費補助 20%
鐵路車站綜合改善事業	● 適用於為強化車站轉乘及安全功能的各項改善建設 ● 中央與地方最高分別補助總經費之 20%
單軌電車整備事業	● 適用於東京都交通局與第三部門所興建之單軌電車、新交通系統 ● 中央與地方分別補助基礎設施總經費之 30%
道路改建事業	● 適用於路面電車或輕軌所行駛路面的道路改建工程，以及架空線、站臺等整體交通改建工程 ● 道路改建工程由中央與地方分別補助總經費的 50%，整體交通改建工程分別負擔總經費的 33%
連續立體交叉事業	● 適用於消除平面平交道、鐵路立體化所需工程費 ● 中央與地方分別負擔總經費扣除鐵路營運機構受益額度後的 50%
機場、港灣整備預算之轉用	● 適用於位於機場/港區範圍內的都會區鐵路區間，其建設工程得以轉用機場/港灣整備預算
都會區鐵路使用便利改善事業補助	● 適用改善都會區鐵路使用便利性、強化車站設施及其周邊設施的交通節點功能相關改善計畫 ● 中央與地方分別負擔總經費的 33%
LRT 綜合整備事業補助	● 適用於為配合都市計畫開發而引進之 LRT 事業所購買或建設之低底盤車節、站臺、軌道、變電站、IC 卡系統 ● 由中央補助總經費之 25%

資料來源：1.日本國土交通省提供資料。

2.陳武正，「研析軌道建設計畫經費補助方案」，經濟建設委員會，民國 99 年。

基本上，日本對於軌道運輸系統可能面臨到的各種相關建設皆提出相關的補貼機制，不僅扶植國家整體軌道運輸系統發展、穩固大眾運輸系統服務、提升大眾運輸系統服務品質，亦給予軌道運輸系統經營或建設業者較無後顧之憂的生存環境。

(四)日本都會區鐵路運輸發展背景概況

日本都會區鐵路發展建設自1872年興建第一條鐵路─新橋至橫濱至今係依照「都會區鐵路建設主計畫」，鐵路路線之興建係基於運輸政策委員會(藍絲絨顧問小組)所給予的建議。運輸政策委員會設置於日本國土交通省內，該委員會之任務為調查及商議運輸政策之相關重要事項，並對各部長給予相關報告、意見與建議。而鐵路路線之興建財源一直由國家預算及按鐵路商業法案取得特許營運權之私人企業共同出資。

日本都會區鐵路演化發展可分為三大階段如圖3.6-8。

1. 第一階段

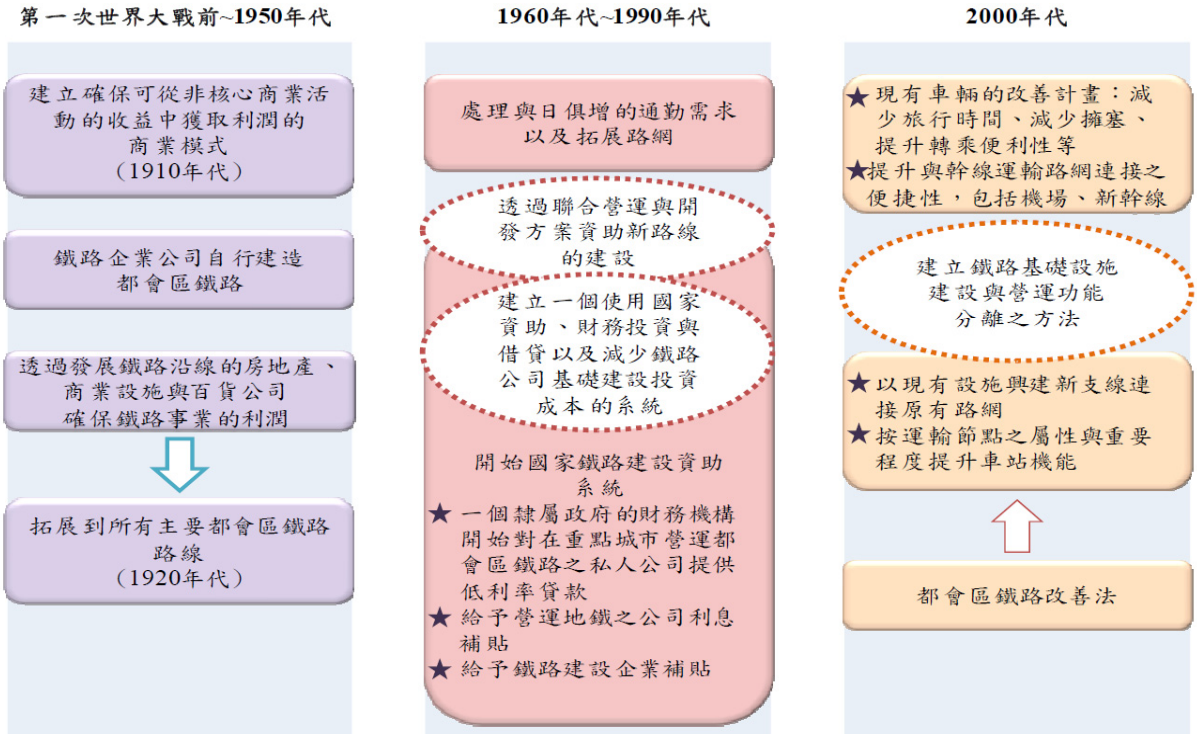
第一次世界大戰戰前至1950年代，1910年代時鐵路發展之主要目標為建立確保可從非核心商業活動的收益中獲取利潤的商業模式，爾後鐵路企業公司便開始自行生產都會區鐵路，而鐵路事業的利潤亦藉由結合房地產業、商業設施與百貨公司在鐵路沿線的發展建設得以獲取。1920年代至1950年代全日本各大城市的都會區鐵路便依照上述模式順利推展。

2. 第二階段

1960年代至1990年代，隨著當時經濟逐漸起飛，都會區鐵路發展之主要任務即為處理與日俱增的通勤需求以及拓展路網。此時各條新路線之開發除了可藉由聯合營運與開發方案的方式投資，日本政府亦建立啟用國家鐵路建設資助系統，透過此系統，一個隸屬政府的財務機構可針對在重點城市營運都會區鐵路之私人公司提供低利率貸款，並給予營運地下鐵路之公司及鐵路建設之企業補貼。

3. 第三階段

2000年代，目前日本對都會區鐵路運輸所執行的各項改善計畫即依據運輸政策委員所提出的第18號建議，包括減少旅行時間、減少擁擠程度與增加轉乘便利性等針對現有車節與服務水準的改善計畫，以及提升都會區鐵路與各種幹線運輸路網(機場、新幹線)連接之便捷性改善計畫等。



資料來源：1. Regional Commuter Railway System in Japan, 發展區域通勤鐵路系統之國際經驗研討會，民國 98 年 7 月 1 日。

2.陳武正，「研析軌道建設計畫經費補助方案」，經濟建設委員會，民國 99 年。

圖 3.6-8　日本都會區鐵路演化發展歷程

二、多摩單軌-新市鎮開發結合都市軌道建設案例

(一)多摩單軌發展背景與現況

多摩市為東京西側之新市鎮，位於京王相摩原線、小田急多摩線、多摩單軌電車交匯點的多摩站，是東京都為分散中心城區過度密集都市人口所開發的新市鎮，計畫人口約 40 萬人，從 1960 年代起開始建設。

多摩單軌株式會社自 1986 年成立，為加強多摩地區的公共交通便利性，以形成一個交通網絡提供便捷和舒適的移動，與東京都政府合作推動了多摩都市單軌系統興建計畫。第一期路線上北臺-立川北於 1998 年開始營運，第二期路線至多摩市中心於 2000 年營運。

多摩單軌電車路線自多摩市中心站到上北台站全長 16 公里，營運速率達每小時 27 公里，最高行車速度可達時速 60 公里，尖峰時間運轉班距約 6 分鐘，全系統計有 10 列車在運行，每日乘客可達十萬人。全程所需時間為 36 分。多摩單軌電車串連多摩市重要景點，藉著單軌電車與東京其它鐵道及地鐵系統連結，促進多摩市的便利與繁榮。

(二)多摩單軌發展特色

如同日本其他都會捷運發展特色，是車站與周邊緊密結合開發，多摩單軌中心站是多摩新市鎮業務、商業集中的「都市中心」地區。也是小田急多摩線、京王相模原線及多摩都市單軌三條路線之轉乘站。

多摩單軌中心站前之巴特農大道是將人工地盤架於車道上，上方只許行人及自行車通行，並與附近社區的人行步道相連接，下方為車節使用，實現人車分離動線，並與地區環境紋理契合。車站附近為商業、娛樂、公共設施，引進百貨公司、美術館、大型飯店等，為多摩市發展核心。

多摩市引進單軌系統具有現代化單軌車節造型與輕巧的橋梁結構，配合新市鎮都市設計與現代化意象。另外單軌系統噪音、震動較小，行經住宅區影響降至最低。另具有爬坡度較大，適合多摩市之地形。

3.6.3 美國都市軌道建置制度

一、都市軌道建置或推動組織

美國交通建設推動採層級管理制度，聯邦政府、州政府、地方政府均設有權責單位，負責規劃與擬定不同層級的交通建設計畫。此外，為擬定跨行政區域的發展計畫，當 1 個或數個鄰近都市人口達 5 萬人以上時，則設立都會區規劃組織（Metropolitan Planning Organization，以下簡稱 MPO），負責推動區域內各項交通建設，並以此組織名義向州政府或中央政府爭取預算。

二、相關法規與規劃理念

運輸建設計畫雖然是行政部門的施政手段，但美國的運輸建設均必須經過國會的同意，由國會通過法案完成立法程序，並經總統簽署生效之後，行政部門方能據以實行。

早期聯邦政府對美國都市交通或地方交通採取放任的態度，一切由地方政府因地制宜全權負責，直到 1944 年制定「公路法案（Federal-Aid Highway Act, FAHA）」後，方開始有計畫的補助各項交通計畫推動，並因應時代背景陸續推出許多主導國家交通建設發展方向的法案。例如 1964 年通過的「都市大眾運輸法案（Urban Mass Transportation Act, UMTA）」，將大眾運輸系統之建設與管理列為都市運輸規劃的重點；1974 年制定的「公路節約能源法案（Emergency Highway Energy Conservation Act）」，要求都市運輸規劃中須從事能源權變計畫（Energy Contingency Plan）；1982 年制定的「大眾運輸法案」則開始鼓勵民間參與

交通建設計畫；1991 年制定的「地面複合運輸效率法案(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, ISTEA）」[71]，則開始重視智慧型運輸系統及運輸需求管理等課題；1998 年的「二十一世紀運輸公平法案（Transportation Equity Act for the 21st Century，TEA-21）強調各部門之整合，宗旨為改善安全與環境維護等目標；美國國會在 2004 年通過新的運輸法案─安全、負責、靈活、有效率的運輸平等法案（Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users, SAFETEA-LU）由總統於 2005 年 8 月 10 日簽署。該法案強力賡續 ISTEA 與 TEA21 之核心計畫並更強調：安全、公平、創新財務、紓解壅塞、機動力與生產力、效率與環境保護。

除了擬定相關法案外，政府投資建設的事後評估亦是美國政府加強投資決策管理、提高投資效益的重要工具。該工作主要由美國會計總署負責，其事後評估機構總部設在華盛頓特區，在各地設有 14 個地區事後評估辦公室，在國外則設有兩個海外辦公室。會計總署對投資建設進行事後評估時，主要從下列幾個方面進行評估：

(一)建設決策評估

建設決策評估是透過投資營運情況的分析，來評估決策的合理性。包括建設的施工效率、工程質量、設備採購、工藝流程、投資預算計畫情況。主要採取對比分析方法進行評估，即將投資可行性研究結果與建設營運的實際結果進行比較，以確定建設實施過程是否發生變化，並找出發生變化的原因，繼而作出該計畫決策是否合理的評估。

(二)財務評估

財務評估主要進行計畫盈利能力和清償能力的分析。

(三)影響評估

評估投資營運對地區行業經濟發展的影響，計畫實施對周邊自然環境的影響，計畫完成後對就業、脫貧、移民、團結等社會環境的影響等。

(四)持續性評估

評估是否已經達到預測的目標，建設是否可以持續發揮作用等。評估所考慮的因素包括政府所制定的經濟、社會政策、外部經濟形式、計畫單位的管理水準等。

為了保證事後評估工作的獨立性、客觀性、準確性和精確性，事後評估工作很少涉及對未知事件的推測，亦很少將專家的意見作為支持某個評估論點的主要依據，而是根據其蒐集的數據資料作為主要依據。

此外，美國會計總署可以藉由各地的職員，進行直接調查，蒐集評估所需的原始數據，並有法定權力要求政府機構提供其所掌握的任何紀錄以利後續作業的進行。當事後評估機構發現計畫在設計與實施過程中存在問題時，則會尋找並提出一個或多個解決問題的可行性方案與建議，供國會或政府決策機構參考。再者，除非涉及國家機密，這些意見和建議及相關論證都會向大眾公開。

三、計畫推動辦法

美國交通計畫的推動辦法因當時法案規定而有所不同，各類預計執行的計畫經由法案的審視，可依據政策需要排定優先順序，例如聯邦大眾運輸總署（Federal Transit Administration，以下簡稱 FTA）於 2007 年依據 SAFELU-LU 法案內容制定新興計畫評選的規範時，便說明評選重點為機動性改善（Mobility Improvements）、環境利益（Environmental Benefits）、成本效益（Cost Effectiveness）與支援運輸的土地使用政策及未來規劃（Transit Supportive LandUse Policy and Future Pattern），各指標評分結果則區分為五個等級，分別是高（High）、中高（Medium-High）、中（Medium）、中低（Medium-Low）、低（Low）。

除了 FTA 之外，其他州政府或 MPO 亦因地制宜建立各自的評選方式，例如愛荷華州迪摩因都會組織（DMAMPO）將交通建設區分為主要建設、次要建設、養護維持、替代交通、自行車和人行道設施、歷史性保存、風景和環境等類別研擬評分標準，其中次要建設內容包括定點交通改善計畫，例如道路街口管線及號誌改善、橋梁修復、或鐵路交叉口號誌改善計畫等。

四、美國聯邦大眾運輸署補助制度

聯邦大眾運輸署(Federal Transit Administration，FTA)係美國聯邦政府主管大眾運輸系統的機構。根據 2005 立法的 Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users (SAFETEA-LU) 所授予的職權，FTA 提供多項的財務補助以幫助各地方政府推動大眾運輸系統的建設。

(一)FTA 補助軌道運輸財務補助計畫分類

目前 FTA 提供 19 項與大眾運輸系統研究、規劃、設計、生產、營運、維護、潔淨能源等有關的財務補助計畫。其中與軌道運輸有直接關係的財務補助計畫有下列二項：

1.Urbanized Area Formula Funding Program(都市化地區補助計畫)

都市化地區(Urbanized Area)係指一個有超過 50,000 人口的地區。當一個都市化地區有超過 200,000 人口時，由這個財務補助計劃所核可的補助款將撥給該地區提出申請的單位。若一個都市化

地區的人口少於 200,000，則該筆核定的補助款將直接撥給各州州長，由州長統籌分配運用。

此財務補助計畫下，對於規劃項目(planning project)以及需投入資金的計畫項目(capital project)；包括土地徵收、生產、改善、以及維護公共運輸設施及設備，聯邦政府的補助款是該淨計畫成本(net project cost)的 80%，地方自籌其餘的 20%。所謂淨計畫成本係指在總成本內無法合理地由營收來支付的部分。

(1) Americans with Disabilities Act(ADA)：聯邦政府補助 90% 在車節有關的設備以滿足 ADA 的要求。

(2) Clean Air Act(CAA)：聯邦政府補助 90%在車節有關的設備以滿足 CAA 的要求。

(3) Bicycle Facilities：聯邦政府補助 90% 在下列腳踏車有關的計畫：

A.提供腳踏車進入公共運輸設施的連接道路

B.提供公共運輸設施周邊的腳踏車停車設施

C.安裝腳踏車固定架在公共運輸車節上

在人口少於 200,000 的都市化地區，這個補助計畫的補助款亦可用於補助公共運輸有關的營運成本(operating cost)，惟在這種情況下，聯邦政府的補助款將不得多於該營運成本的 50%。在 Urbanized Area Formula Funding Program 這個補助計畫下可獲得四年的補助款。

2.Major Capital Investments(New Starts & Small Starts) (重大投資計畫，包括新開工和小型計畫啟動)

此財務補助計畫下，聯邦政府對某一計畫的最高補助款是該淨計畫成本的 80%，除非補助申請人僅申請較低比例的政府補助。在 2007 年度，美國聯邦政府在 Major Capital Investment Program 的補助，有超過百分之八十三的補助款是用於補助人口超過一百萬的都會區，人口少於二十萬的都市只分配到少於百分之七的補助款。另超過百分之八十五的財源是用於補助與軌道建設有關的工程，只有不到百分之十五用於與公車有關的建設。

(二)補助程序與評估準則

申請聯邦 New Starts 補助的條件是很嚴苛而且過程是很冗長的。任何一個欲申請聯邦政府補助的計畫都必須遵循 FTA 所規定的計畫發展程序去推動。

1.計畫發展階段

可歸納為如下五個關鍵的範疇：

(1) 地區性的系統規劃：選定優先的運輸走廊或地區。

(2) 運輸走廊的方案分析：在選定的優先運輸走廊內，決定運具和路線設定。

(3) 初步工程研究：集中在決定最終的計畫範圍和成本。

(4) 最終設計：結束計畫發展的工作。

(5) 施工建造：設定聯邦補助款之條件及金額，並開始施工建造。

2.評估準則

FTA 審核 New Starts projects 是一個持續性的過程。根據法定的要求，FTA 主要依據下面兩個大方向的評估準則：

(1) 計畫的正當性 (project justification)

(2) 地方政府對自籌款的承諾(local financial commitment) ：地方政府對自籌款的承諾是 FTA 決定是否要給予補助的一個重要考慮因素。雖然法令僅規定至少需有 20%的地方自籌款，但事實上，地方政府分擔了幾乎 50%的計畫成本。一個計畫如果沒有堅強的地方自籌款的承諾，其將幾乎不可能獲得聯邦政府的補助。地方提出的自籌款必須是穩健、可信賴的，而且在提案計畫的時程表內是可動支的。

3.聯邦補助款之條件及金額

聯邦大眾運輸署(FTA)制定聯邦補助款之條件及金額，即相關計畫必須充充分滿足下列三個條件，才會設定聯邦補助金額：

(1) 所有的地方自籌款必須都已承諾而且可以動支。

(2) 該計畫必須已推進到最終設計的階段，而且有關成本、效益、環境以及財務的衝擊等不確定因素，都已減至最小的程度。

(3) 該計畫必須通過 FTA 所設定的準備度(readiness)以及技術能力(technical capacity)的測驗，以確保沒有仍然存在的成本、計畫範圍、以及地方自籌款承諾的問題。

美國各州的州稅制度各自獨立，因此各州政府可根據其稅收或透過公投的方式來決定公共建設的投資策略。另 FTA 在審核補助計畫時會要求地方政府必須持續透過價值工程的實作，尋求方案以改善計畫效益，俾能隨時獲致可能降低成本的方案。此種強調價值工程操作的制度可作為國內政府進行軌道建設補助計畫審核的參考。

3.6.4 英國都市軌道建置制度

一、都市軌道建置或推動組織

英國交通建設推動方式與我國相似，主要採中央與地方分權管理，其中國家級的鐵路與公路建設由交通部（Department for Transport，以下簡稱 DfT）負責推動，地區或都市級的道路及輕軌系統則由地方規劃組織（Local Planning Authority, LPA）、地方公路組織(Local Highway Authority, LHA）或地方運輸組織（Local Transport Authority, LTA）等地方機構負責推動。除此之外，英格蘭亦設有區域發展機構（Regional Development Agencies, RDAs），綜合考量區域的發展願景以提出適合該區域的交通建設計畫。

二、相關法規與規劃理念

英國交通計畫的推動流程大致可分為三個階段：

(一)預算法案編列作業

掌管交通建設與規劃的 DfT 於計畫預計執行年度的 2 年前進行計畫彙整作業，期間將統整 DfT 提出的建設計畫以及各區域與地方政府所提出的補助需求，參酌各交通領域所訂定的發展政策決定年度推行計畫與預算需求，並納入財政部統籌指揮的「公共支出調查」（Public Expenditure Survey）。

英國預算法案的編列由財政部主導，過程中「支出委員會」扮演關鍵的角色，該委員會由財政部長與專家所組成，對各部門公共支出計畫進行調查，最後編列初步的預算後，便開始進行中央與地方行政部門協商的「雙邊會談」，主要讓地方對中央編列的預算提出意見並進行調整，待會談結束取得共識或裁決後，於計畫執行前 2 年度的 11 月份將資源分配的初步方向與內容公佈於「前預算報告（Pre-budget）」或稱為「綠色預算（Green-budget）」提交國會，該報告書的主要內容為新年度的經濟展望及未來 3 年的重要支出計畫概要，其目的是為了讓民眾初步檢視新年度及未來 3 年預算配置的情況並提出看法，據以調整修正後，於計畫執行前 1 年度的 3 月份正式將預算法案提交議會。

(二)預算法案審議作業

財政部完成的財政法案將先送交下議會審議，財政部長必須進行為期 4～5 天的報告並接受議員質詢，並就爭議性的預算或計畫進行辯論，待報告完畢後（一讀），由全數委員表決通過（二讀），相關委員會將檢視法案各項條文，其中具有爭議性的條文須再經全體議員審議，其餘條文則僅由專責委員會審議（三讀），如此便完成下議

院審查作業，進入到上議院審查，惟上議院僅能對法案提出意見，無法否決或修正，因此屬於形式上的審查，最後法案由國王同意後正式頒佈實施。

(三)預算法案通過後

法案通過後，後續經費動支的情形由獨立的單位負責審查監督，以英格蘭為例，財政監督係由審計委員會（Audit Commission）負責，而蘇格蘭、威爾斯、北愛爾蘭則有各自的財政監督機構。審計委員會設立於 1982 年，負責確保地方政府之公款正確地支出，審計委員會指派所屬審計官執行任務，或委由私人機構之會計專業人員負責執行。審計官之職責在監督地方政府以確保支出合法且適當，現今的審計官則還要確認預算支出符合經濟、效率、效能之原則。審計官會提出報告給地方政府指出應改進之重要部分，該報告並應公開於地方政府網站，以監控地方政府的服務績效。

三、計畫推動辦法

英國目前交通建設計畫的推動乃依據中央政府研擬的運輸發展政策，例如 2007 年制定的軌道發展白皮書（White Paper）－實現永續的鐵路運輸，即說明英國第 4 期軌道發展計畫（2009～2014）所欲達到的目標（例如個別路線軌道容量的提升等），再根據這些目標研擬改善方法作為計畫推動順序的考量。除了中央依據發展政策據以推動各項計畫外，地方亦可根據各自 5 年一期的運輸規劃（Local Transport Plans，以下 LTPs）因地制宜提出計畫需求，並評估計畫效益來向中央申請補助經費或引進民間資金辦理。

英國要求地方每 5 年進行一期規劃的制度乃從 2001 年開始，目前屬於第二期（2006～2010）階段，除了此一 5 年計畫外，每年度亦要求地方於 7 月前提出年度推展報告（Annual Progress Reports, APRs），說明當年度的執行狀況並檢視是否符合當初制定的 LTPs 內容，作為來年經費補助的考量因素之一。

英國地方補助款可大致區分為兩類，一類屬於專案補助性質，限制地方政府經費的支用範圍，可藉此主導地方支出；另一種為一般性的補助，即中央政府給予地方政府補助，但並不限定其支用範圍，地方可自行依政策優先順序決定，較具有彈性；除了這兩類中央補助的款項外，亦有引進民間資金推動交通建設的辦法。整體來說，目前英國交通建設計畫的推動經費主要有以下四個來源：

(一)地方運輸款項（Local Transport Settlement）

此項經費乃每年度固定由中央撥交給地方的一筆經費，為地方最主要的交通建設經費來源，其額度衡量方式乃將地方人口數量代入

公式計算，並考量地方 LTPs 內容以及過去推動計畫的成效來調整實際撥交經費。經費項目主要包括以下三項：

1.主要建設計畫經費：超過 5 百萬英鎊的建設計畫，例如新建道路等。

2.次要建設計畫經費：少於 5 百萬英鎊且不屬於養護的新建計畫，例如步行或腳踏車設施的新建計畫。

3.養護經費：各項交通設施的養護經費，例如路面養護費用。

(二)交通改善基金（Transport Innovation Fund，以下簡稱 TIF）

此一基金起源於 2004 年英國交通白皮書的規劃，要求中央政府每年額外編列一筆經費，用以進行各項交通改善計畫，其款項區分為地方專用的 Congestion TIF 與中央使用的 Productivity TIF，以 2007～2008 年的 TIF 總經費為 2 億 9 千萬英鎊為例，Congestion TIF 便佔了其中的 2 億，惟 TIF 的功能已於 2010 年 3 月由都市挑戰基金(Urban Challenge Fund）取代。

雖然 TIF 經費相較地方運輸款項來說較少（2007～2008 年地方運輸款項約 12 億 5 千萬英鎊），但 TIF 並非統一分配給各個地方機構，而是由 DfT 根據整體交通發展政策訂定審查重點，要求地方機構提出經費申請報告書（Proposals），審核後方決定是否撥付經費。此一審查機制會隨當時交通發展方向與關注議題而作調整，以下條列 2005 年 TIF 所公布的審查原則：

1.申請單位應提供地區的社會背景與經濟發展等資料，作為評斷能否改善擁擠的依據。

2.申請單位如何搭配需求管理來發展大眾運輸將是審查的重點。

3.前述「需求面的管理」指的是透過費率或管制的手段減少私人運具的使用量。雖然各類方法都有其效益，但基於該基金設立的目的，審查時相較於採行停車管理計畫或採用類似鼓勵共乘等「軟性」的管制而言，直接徵收道路使用費的計畫將更受到青睞。

4.如果計畫中涉及公車改善或建置計畫，應提出未來旅客的成長率，並提供各項數據佐證。

5.如果計畫涉及停車管制措施，應設定目標以驗證改善程度，並說明可超越過去的執行成效，且該目標應屬於 LTPs 之外的範疇。

6.對於需求管制範圍較大，亦即能夠解決較大擁擠範圍的計畫會相對受到青睞。

7.對於計畫中所欲執行的改善措施或方案，經評估移植到其他區域也適用時，該計畫會得到較高的分數。

8.若申請單位能提出資料佐證後續服務足以達到自給自足的財務永續時，該計畫會較受到青睞，但這並不表示需要補貼的計畫會遭到排除，惟計畫中對於補貼情形需要加以說明。

9.可說明計畫執行範圍中涵蓋過去政府補助的成效，將納入評選的考量。

(三)區域發展經費（Regional Funding Allocation，以下簡稱 RFA）

此一經費起源於 2004 年開始，英國政府研擬一個新的辦法，要求英格蘭地區內除了大倫敦區域外的 8 個區域，能整合考量區域內交通、經濟與空間發展策略，提出未來 10 年的發展建議報告書，中央政府將審視報告書內容決定分配經費補助的額度，並據以檢視各區域的發展是否符合政策方向。該經費目前為止已運作兩期，第一期於 2005 年 7 月公告，各區域於 2006 年 7～8 月間提交規劃報告書；第二期於 2008 年 7 月公告，各區域於 2009 年 2 月前提交規劃報告書。

以下條列第二期 RFA 中央政府公告的說明書中，後續審查的原則：

1.資料佐證（Evidence based）

報告書中應清楚說明區域的社經概況並指出所面臨的挑戰，且以足夠的資料佐證報告書中所提出各項發展建議之原因，必須符合區域一直以來的發展方向。

2.可行性（Realistic）

報告書中應對各項建議進行風險評估，並設想各項風險發生的因應策略。

3.金錢價值（Value for money）

報告書中應對提出的建議方案進行金錢價值的衡量，並根據綠皮書（Green Book）所提的方法進行評估，至於尚未進行金錢價值評估的建議方案，報告書中應詳細說明其列入優先執行的理由。

4.一致性（Consistent）

報告書所建議的優先方案應該與過去已經執行及預計未來將會執行的計畫互相整合。

5.反映國家重視的議題（Reflect National Priorities）

報告書所提的建議方案必須反映國家重視的議題，也就是大眾服務協議（Public Service Agreements，以下簡稱 PSAs）的內容，包括但不限於以下這些範圍：

PSAs 第一條：提昇英國經濟生產力。

PSAs 第五條：實現可靠與效率的運輸網路以支援經濟的成長。

PSAs 第七條：改善各區域經濟成長績效，並消弭區域之間經濟成長率的差異。

PSAs 第二十八條：建構永續安全健康的環境。

6.反映多重地區協議中的優先性（Reflect the priorities emerging in Multi Area Agreements）

由於許多地區已簽署或正在發展多重地區協議（Multi Area Agreements，以下簡稱 MAAs），因此報告書中所提的建議須反映 MAAs 所提的優先性，同時也應該對不同地區的計畫有所取捨，無論這些計畫是否涵蓋於 MAAs 中。

(四)民間融資提案（Private Finance Initiative，以下簡稱 PFI）

英國政府近年來為了減少公共預算開支、提高工程質量、改善服務水準，許多政府計畫都相繼私有化或公私合營，大力推行民間融資提案（PFI）的作業方式。英國目前擴大規模採用之 PFI，係運用私人資本作為供應公共部門設備及服務的資金來源，財務負擔與風險從政府轉到包商，政府則給予包商長期穩定的合約為保障，其涵蓋之範圍較 BOT 更廣泛。

3.7 小結

1. 本章節回顧目前全世界軌道捷運城市，約有 90 多個城市採用重軌捷運，約有 440 多個城市採用輕軌系統，另約 17 個城市採用單軌捷運。依據本研究計畫的需求，於歐洲、美洲及亞洲各選擇至少 10 個城市，其中採用重軌捷運城市 12 個、單軌捷運 10 個及輕軌系統 16 個、PRT 或 GRT 與 tram- train 系統各 4 個、公車捷運 6 個，分析以上城市之都市發展，人口、人口密度、運量需求等，並分析與其採用系統之關聯性。並就軌道發展強度較高之代表國家，如法國、日本、美國與英國之都市軌道評選建置制度，進行回顧與探討，作為國內都市軌道評選建置之參考。

2. 就都市位階與軌道路網、系統發展關係，由國外城市之發展案例，可歸納如三類：

   (1)大都會區(如法國巴黎、英國倫敦)市中心：

   大都會區市中心以發展重軌捷運路線為主幹線，主幹線發展完成，繼而會在郊區或與重軌捷運路廊連接上採用單軌捷運、輕軌系統或公車捷運等。部分大都市主幹除了重軌捷運路線外，亦有可能會新建或延伸重軌捷運，或採用單軌捷運、輕軌系統或公車捷運繼續路網發展。

   (2)都會區非核心城市(如日本多摩市)：

   都會區非核心城市常使用重軌捷運、單軌捷運或輕軌系統，將路線與都會區主幹路線連接，提升旅運量。

   (3)非位於都會區的城市(如法國圖爾、西班牙阿利坎特)：

   非位於都會區的城市常會建立重軌捷運或輕軌系統與傳統鐵路(或高速鐵路)相連結。除此之外，也會因著該地有機場、港口、重點地區、地形條件、地方特色或運輸需求等，建立一些特別路線，如法國圖爾結合地區歷史特色與藝術設計打造具特色的輕軌系統，吸引旅客前往參訪搭乘，以及西班牙阿利坎特利用舊有鐵路發展 Tram-Train 系統。

3. 本計畫透過整理國外軌道運輸系統案例及國外都市軌道系統型式評選與建置案例，歸納國內外軌道系統自規劃到營運階段包括財源收入等之差異如下表 3.7-1 所示。

   (1)日本多摩市興建的單軌系統具有流線的車輛造型與輕巧的橋梁結構，可配合新市鎮都市設計與發揮現代化意象，加上單軌系統噪音、震動較小，將行經住宅區之影響降至最低。此外，系統本身爬坡能力較大，也適合一些地形變化大的國內新興都市借鏡。

   (2)法國－向轄區內僱員 10 人以上的公私立機構徵收交通稅制度，徵收之後的稅收以用於公共運輸的用途為限，專款專用，實現“取之於社會，用之

於社會”的循環理念。

(3)美國－聯邦大眾運輸署(FTA)在審核補助計畫之評估準則為計畫的正當性 (project justification)及地方政府對自籌款的承諾(local financial commitment)，且必須滿足以下 3 條件，才會設定聯邦補助金額。(1)所有的地方自籌款必須都已承諾而且可以動支。 (2)計畫有關成本、效益、環境及財務衝擊等都已減至最小的程度。(3)計畫必須通過 FTA 所設定的準備度(readiness)以及技術能力(technical capacity)的測驗， FTA 會要求地方政府必須持續透過價值工程的實作，尋求方案以改善計畫效益，俾能隨時獲致可能降低成本的方案。

(4)英國－除了中央依據發展政策據以推動各項計畫外，地方亦可根據各自 5 年一期的運輸規劃因地制宜提出計畫需求，並評估計畫效益來向中央申請補助經費或引進民間資金辦理。另每年度亦要求地方於 7 月前提出年度推展報告，說明當年度的執行狀況並檢視是否符合當初制定的內容，作為來年經費補助的考量因素之一。我國可參考英國的做法將滾動檢討機制落實到軌道建設執行單位之相關作法。

表 3.7-1　國內外都市軌道系統建置差異彙整表

都市	臺灣	法國	日本	美國	英國
規劃建設階段	中央機關、地方政府、民間機構	區域交通委員會 AOTU	政府	各級政府 都會區規劃組織	各級政府 地方規劃組織
經費核定單位	國家發展委員會	國土競爭力與規劃跨部會委員會	國土交通省	聯邦大眾運輸署	交通部
營運單位	地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運	AOTU 委託經營	公營與準公營單位、私鐵單位	政府、民間機構	政府、民間機構
興建營運財源	1. 票箱收入 2. 地方政府負擔興建與營運 3. 中央政府只補助興建	1. 票箱收入 2. 交通稅 3. 地方政府負擔興建與營運 4. 中央政府只補助興建	一、公營與準公營單位 1. 票箱收入 2. 地方政府負擔 3. 國家政府補助興建與前 6 年之營運 4. 附屬事業(出租車站空間與廣告) 二、私鐵單位 1. 票箱收入 2. 房地產事業 3. 周邊產業(百貨公司、飯店等)	1. 票箱收入 2. 廣告、出租車站空間及停車場收入 3. 州政府補助興建與營運 4. 聯邦政府只補助興建 5. 地方縣級政府資金	1. 票箱收入 2. 地方政府負擔興建與營運 3. 中央政府補助款 4. 民間融資提案

資料來源：本計畫整理。

第四章　國內都市軌道引進新型系統型式研析

臺灣地區目前已營運，以及計畫核定進入興建階段之都市軌道系統，包括鋼軌鋼輪系統系統(臺北捷運 2~5 號線、高雄捷運紅橘線、臺北捷運環狀線、臺中捷運綠線)，膠輪自動導引捷運系統(臺北捷運 1 號文湖線)及輕軌運輸系統(淡海輕軌、安坑線)，上述系統皆依大眾捷運法進行推動。近來相關地方政府基於地區環境限制或運量考量等因素，提出引進單軌系統或是個人捷運系統(PRT)、團體捷運系統(GRT)之可行性，由於國內尚未有推動經驗，基此，本章首先探討都市軌道建設目前與未來之發展趨勢，以及都市軌道運輸系統技術型式發展與演進，繼而研析國內引進都市軌道相關新型系統型式(例如輕軌捷運、單軌捷運、個人捷運、團體捷運與公車捷運)，進行相關適用條件、市場分析、法令限制、技術評估與維運策略之探討。另歐洲發展一種結合輕軌與鐵路營運的系統 Tram-Train，屬於較新的系統型式，目前納入基隆輕軌捷運及恆春鐵路支線可能發展方案討論，亦納入本研究進行探討。

4.1　都市軌道運輸系統發展趨勢

交通問題一直是現代都市的通病，依據國外學者 Vuchic 論述，一個都市的成長將經歷聚落(Sparse Settlement)、城鎮(Town)、中型都市(Medium-Size City)、大都市(Large City)等四個階段，而在這四個階段中配合著每一個階段不同的發展特色，運輸需求型態亦隨著改變，同時需引進新的都市運具或運輸系統以為因應。

通常在聚落內散布著住宅社區、工廠、以及一些辦公建築。聚落內的交通行為係經由其間的道路達成，短程的以步行，較長程或離散的旅次則以小汽車服務；其間為服務不能開車或無法擁有自己小汽車的人，則以計程車服務。因此，私人小汽車及計程車構成低密度發展的小聚落的運輸系統。

當聚落逐漸發展成城鎮時，小汽車的旅運開始頻繁，狹窄的街道也經常擁擠，運輸系統的容量已不足以應付日益增加的運輸需求，因應之道分別為拓寬現有的道路為多車道街路，或者闢建主要幹道以發展街道網路，以及引進大型的路面式公共運輸工具(公共汽車)。

城鎮進一步發展成為中型都市，小汽車造成的道路擁擠，使既有運輸系統的服務水準低落，如何運用交通管理的原理與方法來分隔不同種類車輛的路權(Right-of-Way)，以避免車輛彼此間或車輛與行人間的衝突，順暢都市道路之車流與人流。

中型都市成長為大都市後，由於地域範圍的大幅成長，再加上大量的運輸需求沿著運輸走廊移動發展，必須有更高績效的軌道運輸系統才足以因應需

要。因而在人口達到百萬以上的大都市，旅運講求高容量、快速度，以及具可靠度高的要求下，只有在私人運具(小汽車)與路面式公共運具運行主要路線上提供全面管制的「專用路權」才能達改善之目標，快速道路系統與軌道運輸便在這種高績效旅運要求下構成大都市的運輸系統。

綜上，就都市發展層面而言，由聚落而城鎮再發展成中型都市，再發展成為大都市甚至成為都會區，在這個發展的過程中，配合每一階段的運輸需求的改變，都市運輸系統亦須作調整，隨著都市的發展及運量的增長，必須引進相對應的適當運具以為因應，這種互動對一個都市的發展及其競爭優勢相當重要。

現代都市隨著居住的需求及工作機會的增加，其規模不斷的發展與擴大，在都市的發展過程中發現，發展大量的私人運具無法解決大量的運輸需求，無限制的發展私人運具將必然產生了都市道路擁擠及空氣嚴重污染之問題，嚴重的影響居住的生活品質及造成都市機能大幅下降。

發展大眾運輸以有效利用都市有限的空間及提昇運輸效率，才能再次的活化都市機能，滿足居民行的需求進而促進都市的再發展。軌道運輸相對公路運輸有著較高的空間使用效率，尤其在空間相對擁擠的都市地區更是明顯。另外，軌道運輸係以電力作為動力系統，可以避免汽車運具的引擎在都會地區大量燃燒石化燃料所產生的空氣污染現象。

世界各地區包括臺灣在都市化的趨勢潮流下，大量的交通運輸需求，造成都市交通擁塞及空氣污染等問題，為改善此一都市發展的負面效應，也都走向規劃興建都市軌道運輸系統。軌道運輸規劃需要有地域性、階段性以及層次性的發展，換言之，發展新思維應該是「因地制宜、循序漸進、永續發展」，都會區內的軌道運輸發展需要針對不同地域條件，不同使用特性，植入不同的運輸系統，例如城市地區民眾的生活特性與偏遠地區的民眾是不相同，所推動的軌道運輸策略也應該有差異。

運輸系統的選擇應具有層次性，並非僅有公車與捷運的選擇，因為公車與捷運不論在系統服務效能以及成本面向都差異頗大，此兩種系統間仍有公車捷運(BRT)與輕軌的選擇。區域公共運輸規劃更廣義而言應整體考慮區域鐵路(臺灣的臺鐵捷運化)、公共自行車等。

軌道運輸發展不僅僅是解決人民兩地移動的需要，更是區域變遷與文明累積的要素，如何創造軌道運輸發展與都市意象、區域特性的協調性，以爭取民眾對於軌道運輸的認同感更是政府當務之急，這方面除了加入區域元素於運輸規劃之外，還可透過在地文化與公共運輸設施的結合，讓民眾搭乘軌道運輸系統變成一場優質的文化饗宴。世界各主要都市軌道運輸系統發展趨勢整理如后：

一、配合都市運輸需求，完備主要廊帶軌道建設

「路網完整帶動旅次行為的改變，旅次需求引導運輸服務的提升」，都會區軌道運輸發展趨勢與旅次特性、人口分布與公共運輸發展有密切關聯。一般而言，隨著都市發展擴張，市中心會開始對軌道運輸產生需求，隨著都市發展繼續往外延伸，軌道運輸也開始延伸至城市邊陲地帶。

為強化都會區內各地區的連結性，特別是郊區與市區的廊帶連結。依據不同的地區（市中心、近郊地區與遠郊地區）發展出不同模式的運輸工具，使都會區的運輸網絡能滿足多數旅客的需求。

以巴黎為例，大巴黎都會區的公共運輸路網即是以軌道為主幹，在市中心地區建構綿密的軌道運輸路網，郊區則透過軌道運輸或公車捷運系統（BRT）串聯特定區域路廊，另以公車路網為輔助，強化軌道運輸的橫向與末端接駁以及偏遠地區的運輸服務。

二、強化軌道服務不足次要廊帶服務

都市軌道路網漸趨完善後，對於公共運輸部分廊帶的服務水準不佳者，要提升公共運輸使用則必須強化服務不足的路廊，例如郊區間環狀廊帶的公共運輸服務，以及郊區人口密集處的公共運輸供給等。一般選擇透過輕軌系統以及公車捷運系統或團體捷運系統(GRT)強化郊區特定路段連結。

三、推動複合運輸轉乘、整合公共運輸網路

有鑑於公共運輸建設經費龐大，路網布設實在難以遍布都會區各個角落，如何透過不同運具的整合與轉乘是大型都會區現行發展的挑戰。複合運輸轉乘概念推動（Intermodal transport）是近年都會區公共運輸發展主軸之一，透過不同運具整合（含汽機車），創造區域內實質的無縫運輸路網。

從現在的巴黎、多倫多等城市軌道交通網絡結構來看，軌道運輸系統與公車網路建立了複雜的節點聯繫，同時部分公車網路歸屬於地鐵公司運營管理。其中多倫多 TTC 除了管理三條地鐵線（長度 61.5km）、十條有軌電車線路（全長 76km）之外，還運營管理 141 條地面公車線路中的 132 條，與地鐵網路構成了 196 個聯運站。

公共運輸網路化的成功，它不僅為企業提供高速度和低成本，而且對於各種變化既保持高度靈活性、適應性，又保持穩定性和可靠性。在未來，顧客的需求要比成本因素更為重要，所以整合公共運輸網路為未來提升都市軌道效能之重要發展趨勢。

四、賦予舊鐵道新使命

「舊鐵道、新思維」的創意構想，充分發揮郊區已荒廢的舊鐵道（林業、工業用鐵道），結合現代輕軌系統的運行與優先號誌的引導，連結郊區間的軌道路線，以補強運輸路網的不足。

例如，大巴黎都會區郊區的T4輕軌-鐵路聯運系統(Tram-Train)即是透過舊軌道（舊伐木鐵道）加上新型輕軌的營運模式，串聯區域鐵路(RER)B線與E路線，強化公共運輸在郊區間的服務水準。日本富山港輕軌則是將原本西日本旅客鐵道(JR西日本)經營鐵路路線－富山港線輕軌化。台灣於高雄興建中之水岸環狀輕軌第一階段，亦是使用臺鐵廢棄不用之鐵道路線，賦予鐵道新的生命與功能。

五、軌道運輸系統智慧化

軌道運輸系統設置通訊或號誌控制等系統，是較早應用資訊科技與智慧化科技的運輸系統，隨著網路、資訊，甚至能源等科技不斷更新演進，國際軌道智慧化趨勢是朝向「Smart Rail」發展，在追求「高速」、「節能」、「可靠」的目標下，配合科技發展與市場需求趨勢，於旅客資訊系統(PIS)、貨物資訊系統、安全監測系統、通信系統、票務系統、分析系統朝向智慧化發展。

依照軌道運輸發展特性，軌道智慧化可朝向以下面向發展：

- 「智慧運輸管理系統」（Smart Transportation Manangemnet System）包含資源分配與績效管理及智慧化調度指揮系統
- 「智慧列車控制與安全系統」（Smart Train Control Safty System）包含行車安全與營運控制、先進號誌控制系統、監控與資訊擷取系統
- 「智慧化旅客資訊服務系統」（Smart Traveler Information System）包含乘客資訊與服務系統、先進軌道通信系統、軌道資訊網路系統(多媒體資訊、娛樂解決方案、網路連接解決方案)
- 「智慧化緊急救援系統」（Emergency management System, EMS）包括列車自動監測與診斷系統、地面監測與診斷系統、自然災害診斷系統與環境控制系統
- 「電子付費系統」（Electronic Payment System,EPS）則分為自動收費系統與智慧型票務
- 「智慧化貨運管理系統」（Smart Freight Management Sysetm,AFMS）包括貨物追蹤與管理運用

例如台灣高速鐵路公司即以「台灣高鐵智慧運輸服務系統」，獲得2016 ITS World Congress「世界ITS產業成就獎」，而其「高鐵智慧運輸服務系統」內容即包括「智慧化列車運行管理」（Smart Train Operation）、「智慧化安全與應變管理」（Smart Safety & Emergency Management）、「智慧化訂位購票服務」(Smart Ticketing System)、「智慧化旅客服務」(Smart Passenger Service）、「智慧化旅遊資訊服務」（Integrated i-Traveling Information），透過智慧運輸科技，讓每一位旅客從訂位、購票開始，銜接乘車服務、營運安全、線上購物（T Shop）以及後續轉乘接駁，全程享受

「智慧運輸」所帶來便捷、舒適及安全的優質高鐵服務。

軌道運輸系統智慧化利用先進的管理決策、通訊、自動控制的技術，透過對於資訊的蒐集、處理、傳輸與高度共享，使得軌道運輸系統不論行車保全、列車控制、乘客資訊系統、票證系統、列車行車監控上都有革新與升級。發展 IRS 的目的，在於提升軌道運輸的安全、效率、環保與服務品質，以保持軌道運輸事業與其他運具之競爭性。

六、軌道互通互聯發展

由於軌道運輸的持續發展，為整合相關資源，提供旅客更直捷之服務，不同軌道間的互通互聯發展，跨系統，甚至跨國軌道運輸發展形成新的發展趨勢，包括歐洲稱為輕軌-鐵路聯運系統(Tram-Train)、日本的「直通運轉」，乃至於歐盟成員國之間的跨國鐵路系統。而為達到軌道系統間互通互聯，必須要建立統一化及一致化之標準。如 2014 年為了讓歐盟成員國之間的鐵路可以互通互用，由 EUAR(European Union Agency for Railways)頒布 TSI(互通互連性技術規範 Technical Specifications for Interoperability)，內容主要包括成立「跨歐洲鐵路網(包括鐵路及高速鐵路)」、「24 小時營運」、「多系統介面整合協同作業」。而為達成上述目標及解決不同的鐵路標準及跨國鐵路運輸阻礙，提高鐵路市場的運輸效率，達到鐵路市場和標準統一化及一致化的目標。於軌距、供電、號誌等採用統一標準，目前 EUAR 制訂 TSI 制度之主要成員國及組織，包括 European Representative Bodies of the Railway sector (RBs)、The Intergovernmental Organization for International Carriage by Rail (OTIF)、National Safety Authorities of EU Member-States。

七、軌道營運永續

近年來，「永續發展」(Sustainable Development)已成為全球發展最重要課題，強調文明發展與環境生態共存，「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」亦規定大眾捷運系統於規劃階段應提出營運永續計畫書。永續內容主要考量達到以下目標，整體概念如圖 4.1-1 所示:

1. 達到建設發展與自然環境共生共存的永續發展目標。
2. 達到經濟效益上之永續發展目標。
3. 達到經營財務上之永續發展目標。

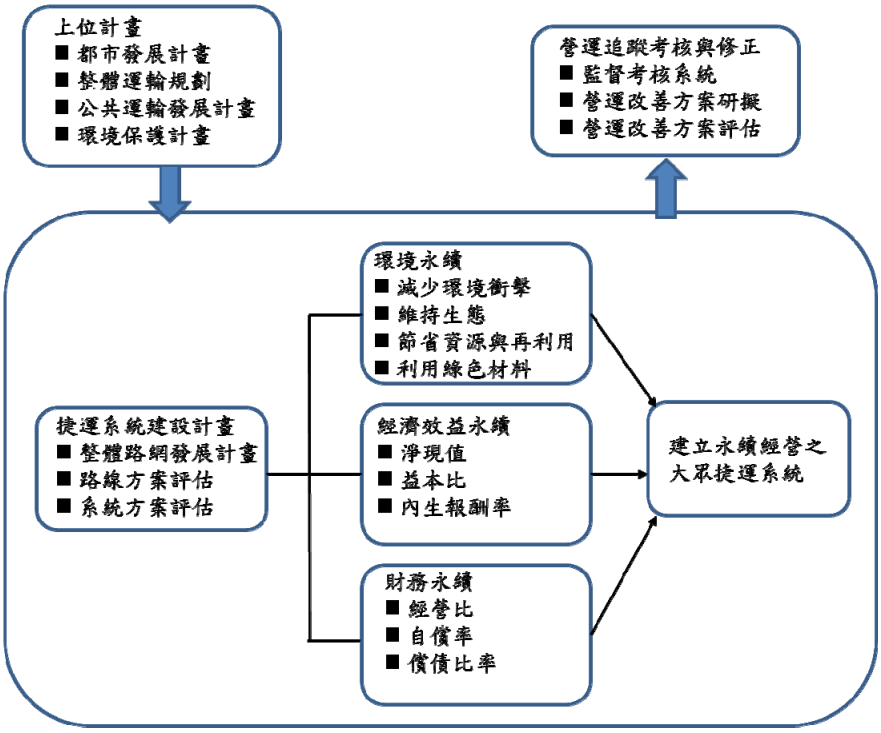


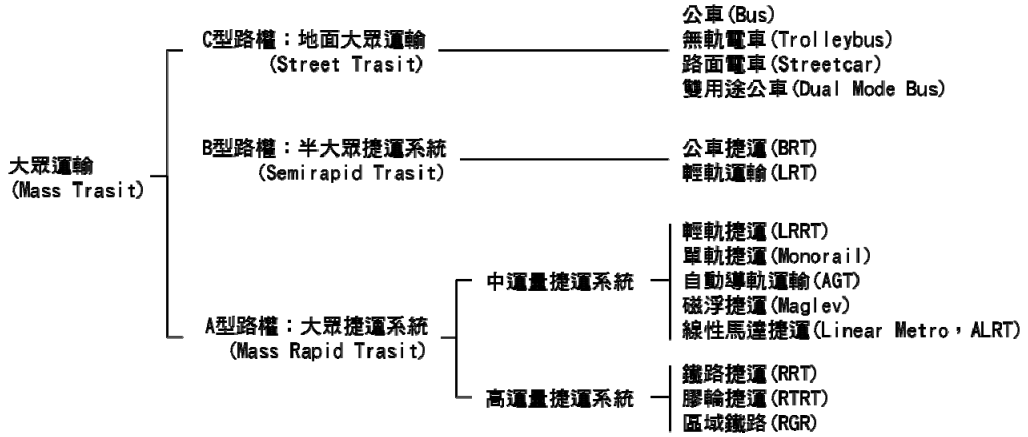
圖 4.1-1　捷運系統營運永續概念圖

資料來源：淡水捷運延伸線綜合規劃報告，交通部高速鐵路工程局，民國 102 年 2 月。

4.2 都市軌道運輸系統技術型式發展與演進

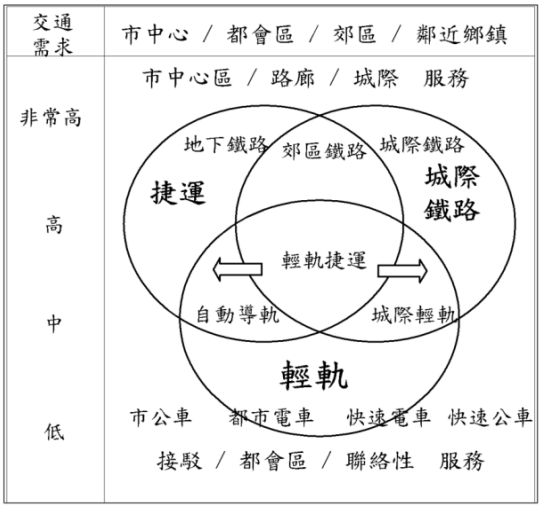
4.2.1 都市軌道運輸系統技術型式分類

都市軌道運輸的系統型式分類方式很多，可由路權、服務運能或是系統技術型式加以分類，一般而言，從規劃角度，會以都會區大眾運輸系統依載運能力及服務功能之差異性，進行分類如下，主要與服務頻次、速率與運能有關，也影響適用之範圍與服務型態(如圖 4.2-1 及圖 4.2-2)：



資料來源: 1.蘇昭旭，世界捷運與輕軌圖鑑，人人出版社，民國 98 年。
2.桃園都會區大眾捷運系統綠線(航空城捷運線)暨土地整合發展可行性研究，桃園縣政府委託臺北市政府捷運工程局辦理，民國 100 年。

圖 4.2-1 大眾運輸系統分類示意圖(服務特性分類)



資料來源: 桃園都會區大眾捷運系統綠線(航空城捷運線)暨土地整合發展可行性研究，桃園縣政府委託臺北市政府捷運工程局辦理，民國 100 年。

圖 4.2-2 都會區大眾運輸系統功能示意圖

其次，影響軌道系統之服務特性，一般與其技術型式有關，不同技術型式影響工程條件、服務水準、營運調度方式，組成軌道系統特性的關鍵技術或因子可分為路權、支撐、導引、推進、控制方式五個方面，系統廠商於此五方面發展不同技術型式，整理如表 4.2-1。

表 4.2-1　都市軌道運輸系統關鍵因子與分類

關鍵因子	定義	技術型式
路權	與其他車輛或交通工具隔離狀態	•A 型 •B 型 •C 型
支撐	車輛與承載面垂直接觸之承載方法	•膠輪行駛於路面 •鋼輪行駛於鐵軌 •磁浮式 •懸掛式
導引	引導車輛循一定軌跡前進	•鋼輪輪緣導引 •側面側輪導引-膠輪 •中央導引-膠輪 •內側側輪接觸軌道梁 •懸掛裝置側輪導引 •非接觸導引
推進	車輛動力之來源	•電動馬達 •線型感應馬達
控制	管制一部分或所有車輛行駛之方法 或控制車輛之間距	•人工駕駛 •半自動 •全自動

資料來源：本研究整理。

4.2.2　都市軌道技術型式演進

都市軌道起源來自 1863 年倫敦出現了舉世第一條地下都市捷運(Metropolitan Railway)，起初採用蒸汽動力，但在隧道通風並不便利，因此發展受到阻礙，後來隨著電動牽引方式的引進，1890 年南倫敦有了第一條電力牽引鐵路/捷運。後來，這項技術迅速地應用在歐洲與美洲的城市。隨著科技的進步，捷運系統的自動化程度越來越高。

為適應各都市不同發展規模、服務特性的需求，以及隨著工業技術發展與提升、應用，各國陸續於支撐、導引、控制、推進等關鍵因子，發展不同解決方案，軌道系統也朝向多元化之發展，將都市軌道技術型式發展歷程整理如圖 4.2-3，並大致依發展期程說明如下：

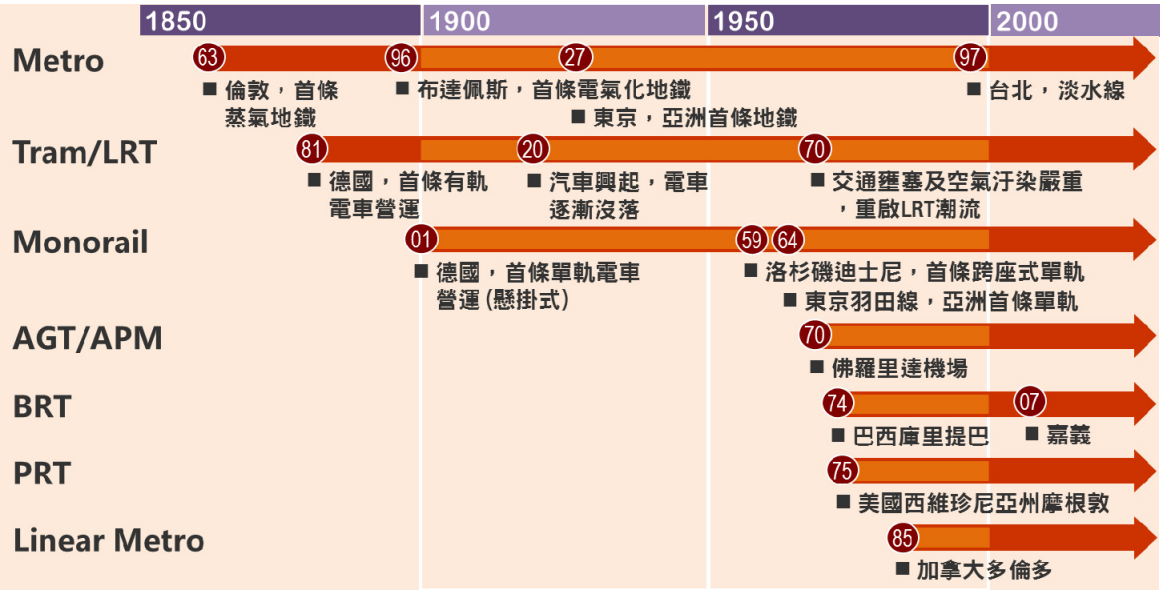


圖 4.2-3　都市軌道發展系統技術型式演進

資料來源：本研究整理。

一、重/高運量捷運(Metro)

重/高運量捷運(Mass Rapid Transit, Rail rapid transit,Metro, Subway)的起源，來自 1863 年倫敦出現了舉世第一條地下都市捷運(Metropolitan Railway)，起初採用蒸汽動力，但在隧道通風並不便利，因此發展受到阻礙，後來隨著電動牽引方式的引進，1890 年南倫敦有了第一條電力牽引鐵路/捷運。後來，這項技術迅速地應用在歐洲與美洲的城市。隨著科技的進步，捷運系統的自動化程度越來越高。

截至 2014 年 4 月，共有 55 個國家或地區，168 條捷運系統。目前開通運行里程數位居前三位的分別是上海捷運（548 公里）、北京捷運（527 公里）以及倫敦捷運（408 公里）。重/高運量捷運系統每小時單方向之運能約在 20,000 至 80,000 人次。臺灣臺北都會區 2～5 號線(淡水信義、松山新店、中和新蘆、板南線)，與高雄捷運紅橘線皆屬於重軌捷運與重/高運量捷運系統。

後續出現 LRRT(Light rail rapid transit)，仍是屬於鋼輪鋼軌，但是將車體縮小，車長較短、車身較窄，透過提升自動化控制，縮短班距，雖然每列車載運人數較少，但是透過較密的車班，單方向之運能約在 20,000 至 30,000 人次，較短的車長，可以精簡車站部分量體。新北市興建中之捷運路線如環狀線、萬大線、三鶯線，以及臺中捷運綠線，都屬於此系統。

臺北重/高運量捷運

巴黎重/高運量捷運

圖 4.2-4　重/高運量捷運系統

資料來源：維基百科

二、輕軌運輸系統(Tram/LRT)

現代軌道運輸創始於 1800～1825 年之英國倫敦市，為由馬拉軌道車的基礎上發展出來的都市交通工具。到 1881 年由德國 Lichterfelde 展開第一條以電力為動力的有軌電車(Street Car)營運，其後輕軌電車各大都市扮演重要角色。

在 1920 年代後，由於汽車工業的發展與傳統重軌捷運系統(MRT)的興盛，以及全球性的經濟大衰退，使得路面電車逐漸衰落，至 1946 年美國受到二次世界大戰的影響，景氣低迷，私人運具興盛，加上舊有電車的加減速性能無法提升等因素，舊有輕軌電車跌至谷底。當 1952 年捷運系統發源地倫敦將其電車路網完全淘汰時，使得輕軌幾乎喪失在公共運輸服務的地位，取而代之的是高速公路及捷運系統。

同一時期，歐洲開始改良舊型有軌電車，將原先速度較慢的路面電車改為單一化路權、服務效率較高的輕軌運輸系統(Light Rail Transit，LRT)，才使得此系統能延續下去。1970 年代末期，汽車數量迅速增加，使得都市汽車密度不斷增加反而產生了擁擠，同時也帶來交通安全和環境污染等問題，各都市為解決這些問題，規劃持續擴大都市軌道運輸路網。

由於 MRT 系統興建成本昂貴，因此輕軌系統具有經濟又高效率的優勢更被突顯出來，原先在北美及日本被冷落的路面電車，都以先進的 LRT 系統型態重現於都市運輸系統之中。往後更發展出將營運路權提升為 A 型專有路權的輕軌捷運系統(Light Rapid Rail Transit，LRRT)，此後，LRT 及 LRRT 系統在各大城市蓬勃發展，成為一波都市公共交通的新潮流。

輕軌系統大多為五～七節車以關節聯結器串聯，長度以 32m～45m 為標準尺寸，載客量 200～300 人左右，每小時單方向之運能約在 2,000 至 20,000 人次。

法國里昂輕軌捷運

法國蘭斯輕軌捷運

馬德里輕軌捷運

圖 4.2-5　輕軌捷運系統

三、中運量系統

中運量捷運服務運能介於高運量捷運系統與半大眾捷運系統之間，行駛於 A 型路權，其衍生之系統型式甚多，應用上也甚具彈性，包括輕軌捷運(Light Rail Rapid Transit，LRRT)、單軌捷運(Monorail Rapid Transit)、自動導軌運輸(Automated Guideway Transit，AGT)、線性馬達捷運(Linear Metro)等。單向路線服務運能約為 5,000～25,000 人次/小時。

(一)LRRT (Light rail rapid transit)

LRRT(Light rail rapid transit)為中運量鋼輪鋼軌，但是將車體縮小，車長較短、車身較窄，透過提升自動化控制，縮短班距，雖然每列車載運人數較少，但是透過較密的車班，單方向之運能約在 20,000 至 30,000 人次，較短的車長，可以精簡車站部分量體。丹麥哥本哈根捷運即為中運量鋼輪鋼軌系統，臺北都會區後續路網，興建中之捷運路線如環狀線、萬大線、三鶯線，以及臺中捷運綠線，都屬於此系統。

哥本哈根中運量鋼輪鋼軌系統

臺北環狀線中運量鋼輪鋼軌系統

圖 4.2-6　中運量鋼輪鋼軌系統(LRRT)

(二)單軌捷運 (Monorail)

單軌系統最早之雛型是1820年俄國莫斯科附近的Myachkovo，以馬為動力拉動車廂在單一軌道上行走運送貨物。

1821 年英國工程師 Henry Robinson Palmer 申請取得單軌專利權，於1824年在倫敦Deptford碼頭區建造一條單軌鐵路運送貨物，並於1825年再於英國哈特福郡的Cheshunt建造世界上第一條客運單軌鐵路載送旅客，從此單軌系統邁向載送人們的時代。

1893 年德國人 EugenLangen 發明了懸掛式單軌系統，並於 1901 年在德國伍珀塔爾修建了 13.3km 的懸掛式單軌鐵路，這是世界上最早、歷史最悠久的懸掛式單軌，目前系統仍在營運。

1952 年瑞典人 Axel Lennart Wenner-Gren 博士在德國科隆附近建造一條 1.9 公里實驗、測試性質的單軌路線，並將此單軌稱為 ALWEG 型跨座式單軌系統。很快地，ALWEG 公司的技術被世界最大兩家單軌製造商日立 Hitachi 及龐巴迪 Bombardier 採用。1959 年美國加州洛杉磯迪士尼樂園一條單線 ALWEG 成為首次商業運轉之單軌系統路線。1962年西雅圖1.9公里之中央單軌系統通車則是世界第一條雙向的ALWEG型跨座式單軌系統。惟之後ALWEG公司陷入財政危機，最終北美業務由龐巴迪接手，日本日立則買走ALWEG型跨座式單軌系統之專利權，致使後來世界各地之跨座式單軌系統製造，由龐巴迪與日立占據市場極大的比例。

另一方面1960年法國國鐵及巴黎捷運局與廠商SAFEGE共同努力發展下，在巴黎南方奧爾良附近Chateauneut完成一條1.4公里長之懸掛式單軌的測試軌，有別於ALWEG型跨座式單軌系統，稱為SAFEGE型懸掛式單軌系統。ALWEG型與SAFEGE型後成為單軌系統的兩大技術主流。

早期單軌系統之建置，不管是歐美或日本，多數都是應用在觀光地區、校園、機場、商場等距離短、載運量少之路線為主，其中可搭配造型列車的著名主題樂園，更是單軌系統主要的應用市場。單軌系統真正作為城市捷運軌道，具有通勤運輸功能，則至 1964 年日本為迎接東京奧運，才建造 13.1 公里長「東京單軌羽田機場線」，提供東京市區至羽田機場之旅客運送服務，將單軌系統邁向都市公共運輸，並成為世界上最繁忙之單軌捷運系統之一。

單軌系統列車聯掛輛數多在 6 輛以內，單向尖峰小時運量約為 5,000～30,000 人次。圖 4.2-7 為巴西聖保羅單軌捷運與重慶單軌捷運，巴西聖保羅單軌捷運採七輛車編組，單方向服務尖峰小時運量達 40,000 人次，重慶單軌 3 號線採六或八輛車編組，單方向服務尖

峰小時運量達 29,000 人次。

巴西聖保羅單軌捷運

重慶單軌捷運

圖 4.2-7　單軌捷運系統

資料來源：「單軌捷運系統在台灣應用研究及評估計畫」期中報告，民國 104 年 7 月，財團法人中華顧問工程司。

(三)AGT/APM 系統

AGT /APM 系統(Automatic Guided Transit/Automatic People Mover)，指無人駕駛並行駛於專用軌道上的運輸系統，一般都屬於膠輪系統。大眾運輸無法與私人運具競爭，往往是因速率慢或是班距長，等待時間久，造成整體旅行時間不具競爭力，故專用路權可以提高行車速率，加密班次可以提高便利性，惟增加司機員成本，提高營運費用，AGT /APM 系統為無人駕駛，理論上可減少司機員費用。

早期AGT /APM系統通常應用於機場或新的活動區域，如佛羅里達機場的旅客運輸系統，目前除了美國外，許多都市都應用在幹線服務上，包括法國里爾、加拿大溫哥華與臺灣的臺北市文湖線，日本的百合海鷗號、金澤線皆屬於此系統，單向運輸能量介於每小時5,000 至 25,000 人次。

在列車設計方面，列車長度較高運量為少，且車廂較高運量為小，通常只有二至六節車廂。由於中運量系統的車輛轉彎半徑較高運量為小，所以定線的設計更為靈活；而較短的月台長度與較輕的車重，可降低車站的建造及維護成本。

臺北中運量 AGT 系統

日本東京百合海鷗號中運量 AGT 系統

圖 4.2-8　中運量 AGT 系統

資料來源：維基百科

(四)線性馬達捷運 (Linear Metro)

線性馬達捷運係採用鋼輪鋼軌支撐技術，捨棄傳統的車下轉向架(Bogie)掛軸旋轉馬達，改採線性感應馬達(Linear Induction Motor)，將線圈(電磁鐵)裝置於軌道中央，透過線圈產生的磁力「吸引」列車轉向架，使列車前進，車體只需負擔乘客及供電、行車安全系統的重量，可增加載客量，更可以減少爬坡時的下滑力，提升列車速度並提升行車安全。線性馬達捷運因捨棄掛軸馬達，車下空間及車輪輪徑可以縮小，降低車輛高度，減少車廂斷面，若應用在地下捷運系統，可減少隧道開挖面。此外，爬坡能力可提升至 6%以上，最小轉彎半徑約可達 35～70m，並可以自動駕駛(ATO)。

列車一般由 2～8 車廂組成，最高時速可達 100 公里/小時，採自動駕駛(ATO)，平均營運速度為 25～40 公里/小時，單向尖峰小時運量為 15,000～40,000 人次。

目前使用線性馬達的捷運系統有：加拿大溫哥華 Sky Train、多倫多 Scarborough RT、馬來西亞吉隆坡 Putra 線、美國紐約 JFK 機場 Air Train、中國北京捷運機場快線(以上為加拿大 Bombardier 建造，為線性馬達捷運技術創造者)。日本亦有多項案例，但主要應用於高運量捷運上，如東京都營地下鐵大江戶線、大阪市營地下鐵今里筋線等，主要廠商包括 Hitachi(日立)、Kawasaki(川崎)、Nippon Sharyo(日車)等。

加拿大溫哥華 Sky Train

馬來西亞吉隆坡 Putra 線

圖 4.2-9　中運量線性馬達系統

資料來源：維基百科

(五)磁浮系統 (Maglev system)

磁浮系統是一種靠磁浮力(即磁的吸力和排斥力)來推動的列車。由於其軌道的磁力使之懸浮在空中，行進時不需接觸地面，因此其阻力只有空氣的阻力。磁浮列車較早是應用於高速鐵路，其最高時速理論上可以達每小時 600 公里以上，比較輪軌高速列車的最高時速 574.8 公里更快。日本東海鐵路公司最新型 L0 系高速磁浮列車是全球最快的線路，在山梨磁浮實驗鐵路試行時，錄得 603km/h 的高速。另外在高速磁浮列車的應用之外，還有設計出中低速磁懸浮系統，線路營運時速約 100 公里左右，一般用於城市軌道交通系統中，具有安靜、加速線性、爬坡能力佳、迴轉半徑小、相對（拆遷）成本較低等優點。

世界上首條商業運營的磁浮列車線路是 1984 年英國伯明罕磁浮，但是速度不快之外已經於 2003 年拆除。目前處於運營中的商業磁浮列車路線共有三條，分別為 2002 年開始營運的上海磁浮示範運營線(提供上海浦東機場聯外運輸服務)，另二者為中低速系統，分別是日本愛知縣的東部丘陵線(2005 年)及韓國仁川廣域市的仁川機場磁懸浮線。

上海磁浮示範運營線

日本愛知縣東部丘陵線

圖 4.2-10 中運量磁浮系統

資料來源：維基百科

四、個人捷運

在 40 年前就已經發展出個人捷運(Personal Rapid Transit ,PRT)系統，但是由於當時技術尚未成熟，因此該系統在效率及成本上都無法滿足市場需求。自 20 世紀末，節能環保議題促成了軌道運輸的重新抬頭，個人捷運系統也再次受到重視，新的技術與設計創造了新的應用市場。

個人捷運系統的每輛車約可乘坐 2～6 人，通常提供點至點服務，屬於較為個人化的運輸系統，為以小型輕量化、電腦控制之電動車輛，運行於專用導軌或路網上的捷運系統。其特性為提供最後一哩區域運輸服務，並以服務短程、轉乘與接駁旅客為主。

行駛中車輛須保持 4 秒之安全間距，每小時路段定點可通過 900 部車，若滿座，服務運能為 3,600～5,400 人次/小時。

英國倫敦希斯洛機場

阿布達比 MASDAR 市

韓國順天生態園區

圖 4.2-11 個人捷運系統

資料來源：「PRT 系統應用研究及評估計畫」期中報告，民國 103 年 12 月，財團法人中華顧問工程司。

五、團體捷運

由於 PRT 系統運量仍較為有限，故 ULTra、2getthere、Vectus 三家公司皆展開提升運量之解決方案，其中 2getthere 公司利用 PRT 系統相同概念下發展了團體捷運(Group Rapid Transit, GRT)系統，其車廂較大，約可乘坐 8 至 24 人，目前營運中 GRT 之系統，包括於西維吉尼亞大學營運的摩根鎮 GRT 系統，以及 2getthere 公司於荷蘭鹿特丹市的 Rivium 商業園區試營運的系統。

團體捷運因車廂較大且車輛長度較長，故安全間距亦拉大為 15 秒，尖峰小時之最大運能可達 4,800 人。

摩根鎮團體捷運

荷蘭 Rivium 團體捷運

圖 4.2-12 團體捷運系統

資料來源：「PRT 系統應用研究及評估計畫」期中報告，民國 103 年 12 月，財團法人中華顧問工程司。

六、 公車捷運

公車捷運(Bus Rapid Transit, BRT)系統起源於 1974 年巴西庫里提巴(Curitiba)啟用的整合交通網(Rede Integrada de Transporte, RIT)，以解決嚴重的塞車問題。之後啟發了許多與巴西 RIT 相似的系統，如於 2000 年在哥倫比亞波哥大啟用的 TransMilenio。40 年來，全世界包括中南美洲、亞洲、歐洲、北美洲等許多城市都陸續展開 BRT 系統之研究、規劃、設計、建設與營運。

根據 BRTDATA 網站資料截至 2017 年 5 月止，全世界共有 205 個城市實施了公車捷運系統，路線總長約為 5,568 公里，每天約有 3,417 萬旅次使用。公車捷運系統單向尖峰小時運量約為 2,000～10,000 人次。

巴西庫里提巴公車捷運

哥倫比亞波哥大公車捷運

圖 4.2-13 公車捷運系統

資料來源：維基百科

4.3 新型系統型式適用條件

本節適用條件就「服務與運輸功能」、「斷面需求與影響」、「幾何條件」、「成本經濟性」等方面，分析本研究探討之新型軌道系統引進臺灣都市之適用性。

4.3.1 單軌捷運系統

一、服務與運輸功能

單軌捷運所能承擔的運能一般介於 5,000~30,000 人/小時/單向。早期較常見於遊樂園或遊憩區，或是中小型都市，近期使用在較大型都會區或主要運輸走廊(如巴西聖保羅或中國大陸)，採雙軸轉向架有足夠動力驅動較長車身，可設計出較多載客量尺寸大小之車廂，且加上車廂最多可聯掛至 8 車，並應用移動式閉塞區間號誌操控系統，降低班距時間，運量可達 20,000~50,000 人/小時/單向客運量的運輸需求，可有效符合中運量旅運量需求。

因此都會區間、都會區至觀光景點之觀光路線、或都會區周圍人口較不密集或都會城市與衛星城鎮間運量較小的運輸走廊路線，都是單軌系統適合的範圍。

圖 4.3-1 重慶單軌 2 號線

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

二、斷面需求與影響

單軌系統因為單軌特性，不須較寬的路軌面板，所以包絡淨空所需

空間也小(如圖 4.3-2，高架輕軌橋面版約 8 至 10 公尺寬，單軌兩軌道梁外側寬約 4.5 公尺)，故可適用於一般四線道以上道路，或較小空間之地形，不須額外徵收大量土地建設。高架落墩空間約需 3m，A 型路權對既有交通衝擊小。所以單軌系統是適合沿著市區道路興建的捷運系統，尤其是需要高架建設時，更可顯露出其適合性與價值性。

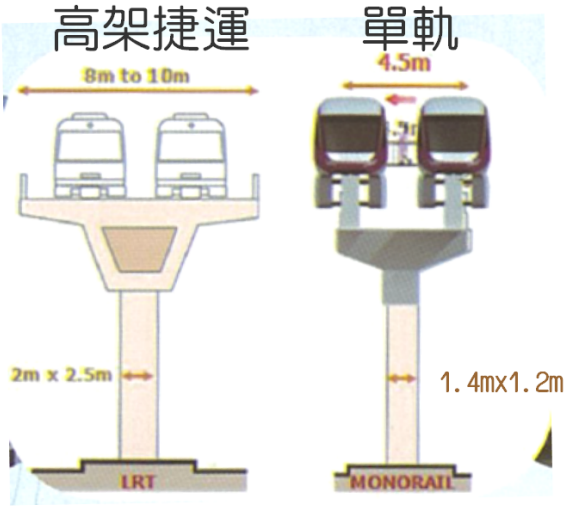


圖 4.3-2　單軌系統與高架捷運系統結構物寬度比較

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

三、幾何條件

單軌系統爬坡性能好，具有 6% 爬坡能力，最小轉彎半徑為 30~50m，可適用起伏較大或變化較多之地形，如台地地形或山坡溪谷地形，比起其他系統而言，單軌系統在此類地形限制下，有更強之優勢。

四、成本經濟性

國外單軌系統由於是以軌道梁為導引，故軌道梁設計較為精密，通常是採預鑄方式，過去廠商是先興建好橋墩，再進行測量與軌道梁設計或修正，再進行軌道梁預鑄，故施工時程較長，近年技術突破，部分廠商在高架橋墩興建時，即將軌道梁預鑄好，當橋墩建好時，即同時將軌道梁安裝，並進行調整，稱為「墩梁並舉」，故可縮減時間，最短在 2 年左右就可完工。

估計高架單軌系統土建費用低於其他高架捷運系統三分之一(其中軌道梁節省 19%、墩柱節省 9%、基座節省 5%。如圖 4.3-3)，機電車輛費用相近(單軌系統車輛轉向系統較複雜且具專利性，一般車輛費用會較鋼軌鋼輪車輛稍貴，以重慶單軌為例，電聯車約貴 10%，電聯車維護費用約多 5%，而其他機電系統費用則差不多)，整體費用似可減少 10%至 20%，

若是平面或地下系統就顯示不出如此優勢，有時甚至費用更高，因為電聯車高度較高，造成土建結構建設花費增大。

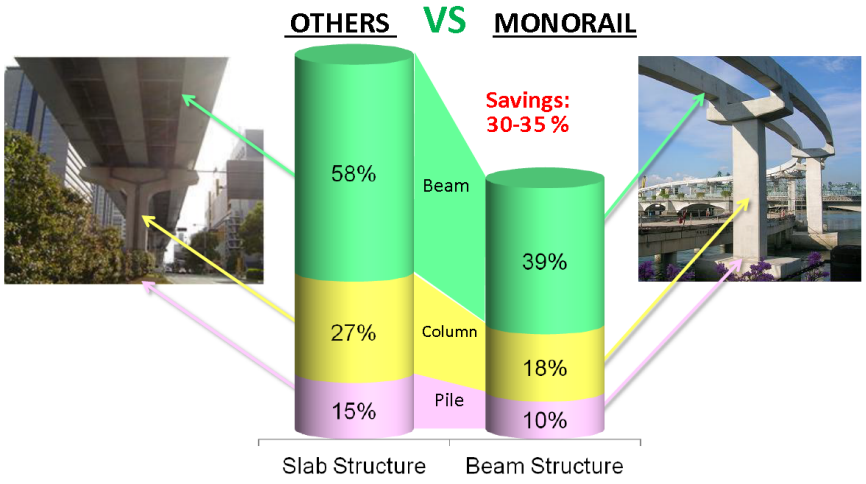


圖 4.3-3　單軌系統與一般捷運高架結構差異與成本差別分析

五、景觀衝擊

單軌系統於高架結構物相較其他系統，少了橋面版的設置，遮蔽性較差，視覺上量體較為輕巧，且因墩柱負荷較小，故墩柱量體也可以縮小，對城市壓迫較小，景觀衝擊減低，甚至在部分地區成為城市特殊景觀與特色。

a.高架捷運系統橋面版　　b.單軌系統無橋面版

圖 4.3-4　單軌系統與一般捷運高架結構遮蔽影響與視覺量體比較

六、優缺點分析

單軌捷運相對於一般中運量捷運系統優缺點整理如下：

■ 優點

- 列車組成彈性，服務各類型、規模都市

- 爬坡度達 6%，適應地形彈性大
- 結構量體較小，占用道路面積小，釋出更多道路空間
- 低噪音、低震動
- 橋下植生、綠化較佳

■ 缺點

- 單軌系統一般以高架型式為主，路段結構量體小之優勢，惟機廠仍須設軌道梁，需求面積較高，建造成本增加。
- 道岔特殊專利技術，成本較高。
- 轉彎半徑視廠商不同，45m 至 100m，相較 AGT 與輕軌系統為大。
- 過去較擔憂緊急逃生方式，目前已有於軌道梁附掛檢修步道之處理方式。

單軌捷運適用條件整理如表 4.3-1。

表 4.3-1　單軌捷運系統適用條件分析

系統型式	**單軌捷運(Monorail)**
運輸功能	■新市鎮聯外系統 ■與既有鐵路或高運量捷運之接駁系統 ■中型城市主要運輸走廊 ■大型都會區次要運輸走廊
服務運能 (單向每小時)	5,000～30,000 人次
斷面需求與 交通衝擊	高架落墩空間約需 3m，A 型路權對既有交通衝擊小
幾何條件限制	最大爬坡度：6~10% 最小轉彎半徑：45~100m
成本經濟性	初期機電、土建投入成本高，宜有足夠運量分攤，營運成本較鋼軌系統高
適用層級	骨幹系統
案例照片	日本沖繩那霸市 monorail

4.3.2 輕軌系統(LRT)

本研究討論之輕軌系統界定以平面或 B 型路權(沿行車方向以緣石、柵欄及高度差等方式與地面交通隔離，但在交叉路口仍與橫向的人車平交混合通行)、C 型路權(與一般車輛混合共用路面)為主，由司機員操作駕駛。

一、服務與運輸功能

輕軌系統的運量可從每小時每方向 2,000 人至 20,000 人。端視所採用列車之容量與行車班距而定。其運輸功能主要為新市鎮區內及聯外系統、與既有鐵路或捷運之接駁系統、中小型城市運輸路網或大型都會區次要運輸走廊。

二、斷面需求與影響

布設平面輕軌系統所需佔用的道路斷面空間約 7~12 公尺(如圖 4.3-5 與圖 4.3-6)。對原來道路斷面配置之影響不可謂不大，也因此將可能限縮原道路之車道數與其他設施，包括停車與人行空間。因此一般國外採行輕軌系統時，絕非單純從興建一新的運輸設施觀點著手，而是需擴大到整體區域都市發展的視野，將其視為都市更新之一部分。

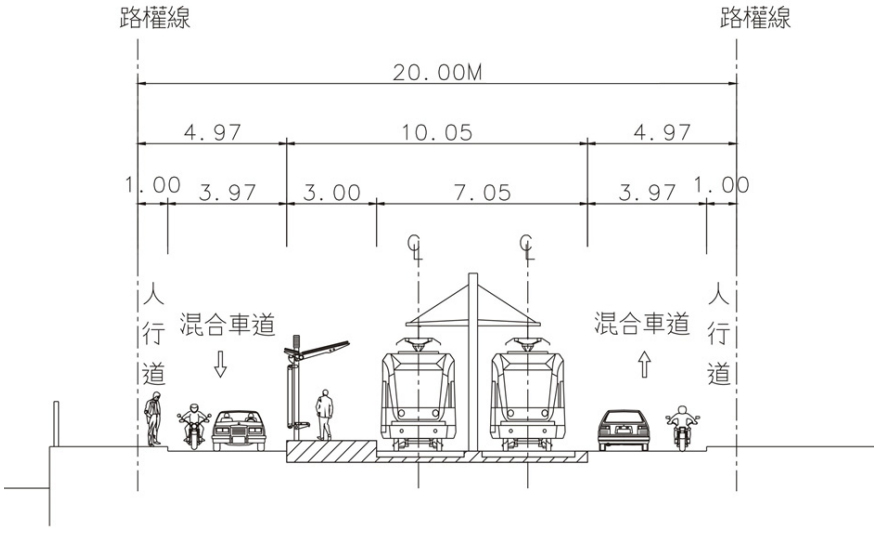


圖 4.3-5　平面輕軌斷面需求布設案例一(單側側式月台)

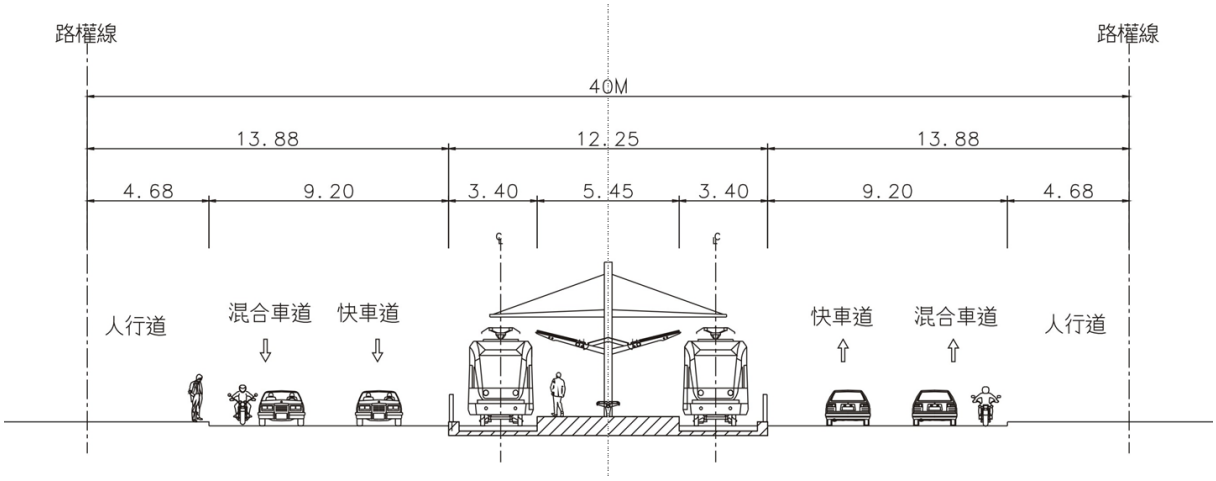


圖 4.3-6　平面輕軌斷面需求布設案例二(島式月台)

例如法國里昂在 1960 年代即為解決經濟發展時帶動住宅需求，於郊區興建大型住宅區計畫，其中位於東南部的 Vénissieux 地區因為缺少了對外的交通聯繫，發展並不成功，故 Vénissieux 地區提出提出了一個都市更新計畫 the Grand Projet de Ville (GPV)，並配合興建輕軌 T4 線可連結市中心與周邊地區，重塑其地區的行政與經濟中心，以 T4 線為引導城市規劃的重點，例如路權的重新分配，如圖 4.3-7 中 T4 線在中央大道上將道路分為三個部分，輕軌電車、一般車輛及腳踏車與行人，讓一般車輛回到馬路上其應存在的空間、讓行人及腳踏車有更多、更安全的空間，輕軌電車也可以在路權上提供便利的大眾運輸服務，除了 Vénissieux，較鄰近里昂市區的 Les Etats-Unis 區也利用道路預留空間布設輕軌並增設自行車道，不僅改善區域至里昂其他地區的可及性，也增加綠地，並帶動更新與發展。

三、幾何條件

選擇適合之系統型式時，應考量系統之工程特性能否符合當地實質地形狀況及地貌環境特性。其中最重要的路線幾何要素中乃是水平定線之最小轉彎半徑及垂直定線之最大爬坡度。輕軌系統最小轉彎半徑可至 18~25 公尺、最大爬坡度在考慮舒適度的情況下可至 6~9%，因此輕軌系統較中高運量軌道系統，更可配合交通運輸與都市紋理，提供貼近需求之軌道服務。

圖 4.3-7　法國里昂輕軌透過 T4 線道路斷面調整與都市發展結合

四、成本經濟性

基本上輕軌系統土建費用通常低於其他系統，如果採取部分路段平面型式之輕軌運輸系統，則土木建造成本可大幅降低。若採高架其用地亦因車站設備較大，定線彈性較小，較有可能侵入民地，增加成本。機電車輛方面，則因系統本身車輛大小、長度、使用材質等不同而異。

依據美國經驗，平面輕軌之建造費用每英哩約 1,000 萬~2,000 萬美金，若依國內經驗，新北市淡海輕軌經驗平面輕軌每公里建造費用約 8 億元新台幣，與其所能提供之運量而言，是相當有吸引力之系統，但一旦高架或地下化，此吸引力將隨之下降。就興建時程而言，若採平面輕軌，依國外經驗從設計到施工，平均 3 年內可完成，對於急需軌道運輸的都市是很有競爭性的系統。

五、景觀衝擊

輕軌系統強調與周遭環境與地景結合，為具低噪音與低汙染之綠色運具，且近年輕軌車輛造型愈趨成熟與優雅，因此一個經過整體考量規劃設計的輕軌系統帶給景觀的影響應正面多於負面，許多系統甚至已成為該都市移動之地標。

如法國波爾多即透過由市中心至郊區輕軌路線建置，提高郊區交通便利性外，沿線原屬於舊倉庫區也透過都市更新重新發展，透果輕軌鋪設，道路路權重新分配，減少停車空間，增加人行道、自行車道與綠廊，使都市展現新風貌，圖 4.3-8 為波爾多輕軌行經河岸區，河岸空間因為大眾運輸提供，可減少停車位供給，騰出空間作為景觀區與親水空間。

另對於架空電線可能影響視覺景觀，目前亦已有無架空線之車輛系統可供選擇，因此與其他系統相較，輕軌對景觀之衝擊相對較少。

圖 4.3-8　法國波爾多河岸區引進輕軌前後對照圖

六、優缺點分析

輕軌系統相對於一般中輕運量捷運系統優缺點整理如下：

■ 優點

- 列車組成彈性，服務各類型、規模都市。
- 爬坡度達 6~9%，轉彎半徑僅 20 公尺，適應地形彈性大。
- 平面輕軌月台設置於街面上，乘客直接由街面上下車，低底盤車輛車門與月台齊高，旅客水平進出車廂，對於高齡、行動不便乘坐輪椅或推娃娃車、攜帶行李之旅客皆最為友善。
- 平面輕軌車站設置於街面，不須另外徵收用地設置出入口與樓梯、電梯、電扶梯等設施，節省用地徵收費用。
- 車輛造型可以依照當地文化或景觀特色設計，形成都市移動地標。
- 輕軌車輛往往設計大面積窗戶，車廂內旅客透過車窗欣賞車外風景，與窗外街景、活動產生互動，不僅使搭乘過程成為愉快、有趣之旅程，旅客隨時看到窗外商店，有需求即可下車購物，故也可促進路線兩側商業活動發展。

- 軌道鋪面搭配綠色植栽，形成都市裡或沿線之綠帶，增加綠地空間。
- 建造與營運成本較捷運系統經濟。
- 提高車道容量使用效率，由乘載旅客數來看，1 車道若以 1,200 小客車當量計，小客車每車乘載 2 人，每車道每小時可輸運 2,400 人，若是由輕軌取代，班距 5 分鐘，每列車載運 250 人，每小時可輸運 3,000 人，則輕軌可增加車道容量使用效率。

■ 缺點

- 平面輕軌布設於道路上可能占據部分車道，減少道路容量。
- 平面輕軌於路口通過時間較長，並且通常會搭配優先號誌，若班次太多，對橫向交通產生相當之衝擊，也是臺灣地區對於引進平面輕軌較有疑慮原因之一。故其班次密度相對有限，雖然可以較多節車廂與較長車輛增加其運量，如部分地區輕軌列車長度會達 50 至 70 公尺，但是相對通過路口時間會更久，對交通影響則更大。
- 平面輕軌與其他車輛或用路人之互動關係較為密切，尤其臺灣機車交通量遠大於其他國家，機車行為難以規範，或是不同於其他國家之交通特性，為臺灣地區對於引進平面輕軌較有疑慮主要原因之二，故如何透過交通工程設計，降低平面輕軌對交通衝擊，提高安全性，以及透過教育、宣傳手段，培養民眾遵守交通規則，消弭民眾或決策者之疑慮，為我國引進輕軌系統需務實面對之課題。

輕軌運輸系統適用條件整理如表 4.3-2。

表 4.3-2　輕軌運輸系統適用條件分析

系統型式	輕軌運輸(LRT)
運輸功能	■新市鎮區內及聯外系統 ■與既有鐵路或捷運之接駁系統 ■中小型城市運輸路網 ■大型都會區次要運輸走廊
服務運能 (單向每小時)	2,000～20,000 人次
斷面需求與 交通衝擊	路段單向占用平面道路約 3.4～3.5m(車站段另需考量車站寬度)，B 型路權對既有交通衝擊較大
幾何條件限制	最大爬坡度：6~9% 最小轉彎半徑：18~25m
成本經濟性	初期機電、土建投入成本低，但須考慮平面拓寬用地成本
適用層級	次骨幹/接駁系統
案例照片	法國史特拉斯堡輕軌

4.3.3 公車捷運系統(BRT)

一、服務與運輸功能

公車捷運 BRT 系統，以公車行駛於專用車道或專用道路上，完整公車捷運 BRT 系統包括軌道捷運服務品質、整合之路線與路網、封閉式車站、登車前收費與驗票、密集班次及快速、優先號誌、現代化清潔能源車輛、鮮明一致之行銷、顧客至上等 8 大要素，其尖峰小時單向運能約介於 2,000～10,000 旅次。

公車捷運系統在公共交通系統中可根據城市規模、特性與交通需求以及城市財政的狀況可以有許多運用的型式，包括：(1)公車捷運為整個大眾運輸的主體；(2)公車捷運應用於地鐵或輕軌的延伸；(3)公車捷運作為未來軌道交通之過渡方式；(4)公車捷運系統與軌道系統混合使用。因此其功能是具備彈性的。

二、斷面需求與影響

同前述輕軌系統對道路之影響，布設 BRT 系統所需佔用的道路斷面空間約 7~12 公尺。對原來道路斷面配置之影響不可謂不大，也因此將可能限縮原道路之車道數與其他設施，包括停車與人行空間。

三、幾何條件

交通部運輸研究所於「公車捷運化設計手冊之研究」中，將公車捷運系統定義如下:「以公車運轉，結合完全專用或部分專用路權以及軌道系統營運方式，提供快速、彈性、低成本的公共運輸服務。」

上述定義中，「完全或專用路權」包含公車專用車道、公車專用道路等實質型式；「軌道系統營運方式」指幹線公車提供密集班次、準點之服務；「彈性」係指組成元素如車道、站台、車輛、智慧化設施等可因應功能考量而採取不同型式之設計；「低成本」係相對於軌道系統之土建、機電與車輛成本。BRT 具備較一般軌道運輸較寬鬆的路線坡度與轉彎半徑限制，其最大爬坡度可達 6 ~10%，最小轉彎半徑為 12~13m。

四、成本經濟性

採用公車捷運系統的最大優勢在於建設維修成本較軌道系統相對低廉，同時建設時程短、效率高。世界各地的地鐵建設投資成本每公里約 5 千萬至 1 億 8 千萬美元，輕軌系統每公里約 1 至 3 千萬美元，而公車捷運系統僅需要約 1 百至 8 百萬美元。

此外，公車捷運系統建置與營運的靈活性高於軌道交通系統，同時可根據城市本身之財政狀況分階段實施。軌道系統則所需資金龐大，且須具備一定的系統規模始能發揮路網效益，時程上亦耗費較長。

就系統容量而言，BRT 在營運與車道配置之合理設計下已有相當可觀的載運量，如表 4.3-3 呈現部分城市實際興建成本及其載運能量統計。此外，龐大的投資興建僅能建設有限的地鐵設施；相同投資金額建設公車捷運系統則可形成一整體公車捷運網，提供舒適便捷的公共交通服務。

五、景觀衝擊

BRT 基本上是一種彈性化、採用膠輪的快速交通工具，並結合車站、車輛、服務、車道與智慧型運輸系統等元素，成為一個具備鮮明識別意象整合的系統。其設計可迎合所服務的市場與實體環境，並可在一個多變的環境中逐步施行。

簡而言之，公車捷運系統是一個整合了設施、服務便利，以及藉由改善速度、可靠度與公車捷運意象等更具親和力之整合系統。因此透過良好的城市發展與運輸系統間之整合規劃，其對景觀之衝擊較其他軌道系統小。

表 4.3-3　不同建造型式興建成本與運能比較

型　式	路　線	興建成本	尖峰容量 (人/小時/方向)
BRT	聖保羅	US$1~8 million/km	61,000
	波哥大		53,000
	阿德雷得		33,000
	庫里提巴		15,000
LRT	墨西哥	US$10~30 million/km	39,000
	吉隆坡		30,000
MRT	香　港	US$50~180 million/km	81,000
	聖保羅東線		60,000
	聖地牙哥		36,000
	倫　敦		25,000

資料來源：Energy Foundation, Bus Rapid Transit (2002)。

六、優缺點分析

公車捷運系統(BRT)相對於一般中輕運量捷運系統優缺點整理如下：

■ 優點

- 不受軌道限制的公車捷運系統，營運具彈性，可及性較高，主要路段行駛於專用道路或車道，但是亦可行駛於一般車道，擴大服務範

圍。

- 爬坡度達 6~10%，轉彎半徑僅 12~13 公尺，適應地形彈性大。
- 公車捷運車站設置於街道，乘客直接由街道上下車，不須經由升降設施至高架或地下月台，若透過規劃設計，搭配低底盤公車，或提高月台(如巴西庫里提巴)，可以讓旅客更快速方便進出車輛。
- 公車捷運車站設置於街面，不須另外徵收用地設置出入口與樓梯、電梯、電扶梯等設施，節省用地徵收費用。
- 公車捷運與輕軌相同，行駛於街面，車廂內旅客透過車窗欣賞車外風景，與窗外街景、活動產生互動，旅客隨時看到窗外商店，有需求即可下車購物，故也可促進路線兩側商業活動發展。
- 建造與營運成本較為經濟，票價較具競爭優勢。
- 施工期短，交通衝擊小。
- 搭配引進清潔能源車輛，可符合節能減碳政策目標。

■ 缺點

- 公車捷運布設於道路上可能占據部分車道，若班次不夠密集，或搭乘人數較少，可能會造成浪費資源或占據道路之爭議
- 需搭配整合交通控制系統，若無法整合提供公車捷運優先號誌，行駛速率可能無法有效提升，降低與其他運具之競爭力
- 依「大眾運輸使用道路優先及專用辦法」，規劃大眾運輸專用道時，道路車道同向至少應為 3 車道，對於中小型都市而言，道路寬度多不足，可能設置會受限
- 傳統公車常會給人振動大，駕駛員急煞急停造成旅客傾倒等不舒適的印象，降低民眾搭乘意願，故公車捷運除須突破印象外，應提升乘坐舒適性，如加強道路平整性，或提升車輛防震或減震性能，加強司機員訓練等。

公車捷運系統適用條件整理如表 4.3-4。

表 4.3-4　公車捷運系統適用條件分析

系統型式	公車捷運(BRT)
運輸功能	■新市鎮區內及聯外系統 ■與既有鐵路或捷運之接駁系統 ■中小型城市運輸路網 ■大型都會區次要運輸走廊
服務運能 (單向每小時)	2,000～10,000 人次
斷面需求與 交通衝擊	路段單向占用平面道路約 3.4～3.5m(車站段另需考慮車站寬度)，B 型路權對既有交通衝擊較大
幾何條件限制	最大爬坡度：6~10% 最小轉彎半徑：12~13m
成本經濟性	初期機電、土建投入成本最低，但須考慮平面拓寬用地成本
適用層級	次骨幹/接駁系統
案例照片	巴西庫里提巴 BRT

4.3.4 個人捷運系統(PRT)、團體捷運系統(GRT)

一、服務與運輸功能

個人捷運系統(PRT)、團體捷運系統(GRT)為無人自動化駕駛車輛，提供了乘客在路網中的任意兩點間個人化、隨到隨叫以及直達的運輸服務。PRT所使用的車輛為小型的電動車，可以搭載2~6個乘客，同時結合了私家轎車(私人的行程及時間)以及大眾運輸系統(沒有擁擠及停車的問題)的優點。系統運能每方向每小時3,200~4,800人。GRT車輛外型類似小型巴士，座位加立位，每車可乘載20人，因安全間距較大(PRT兩車間需間隔4.5秒，GRT兩車間需間隔15秒)，系統運能單向每小時可達4,800人。

因運能較小，以及運輸方式具彈性，可做為大眾運輸系統的支線系統，或者是大型停車場內的轉運系統。系統的應用範圍包含：機場、商業/工業區停車場、主題樂園、渡假村、市中心/住宅區...等。

PRT系統車站由於量體小，轉彎半徑小，概念尚可與建築合建的優勢有利於其在城市商務核心區密集樓宇中的利用，實現"戶到戶"的無縫運輸服務。相較而言，捷運車站無論高架或地下化，由於人流量大，與相關設施等需求，佔用空間大，並且以通廊方式與建築物連結，與建築的結合點往往只是商業空間。

對於PRT或GRT系統而言，其較小的車廂尺度決定了車站尺度的巨大彈性：既可以建設僅容納5輛車的小站，也可以建設容納500輛車的"樞紐站"。在車站在與建築物的結合上充滿了彈性，無論是全民皆宜的商業建築，還是僅針對部分人群使用的辦公、圖書館等建築，均有容納的可能性。

二、斷面需求與影響

PRT、GRT系統斷面需求小，可降低對城市道路的影響，並提高了道路的複合化使用程度。不同於城市高架道路或輕軌線路，PRT 系統的軌道不需要佔用全部道路，可以僅借用中央綠化帶的上部空間，或者是偏居道路的一側。使得 PRT、GRT 系統的高架可以根據道路兩側的實際情況有選擇地進行布置，且施工中佔用的道路空間小，投入使用後對地面各種設施的採光影響也較小。

三、幾何條件

根據 PRT、GRT 系統的運作原理，其運行不受周邊空間條件的限制，因此 PRT、GRT 車廂可運行於地下、地面或高架的軌道系統上。但考慮到造價及減少對其他交通的影響，一般多採用高架軌道型式。由於車廂尺寸小、重量輕，因此對於高架軌道的尺寸、荷載、轉彎半徑等方

面的要求遠遠低於輕軌、地鐵等軌道系統。一般而言其最大爬坡可達10%，最小轉彎半徑為 5 公尺。

四、成本經濟性

由於 PRT、GRT 具車廂尺寸小、重量輕，因此對於高架軌道的尺寸、荷載、轉彎半徑等方面的要求不若其他捷運系統殷切。由於其路權需求低，佔用土地少，容易搭建、改線和擴延可降低用地成本，PRT 彈性之路線規劃及簡單的維修設備需求，系統機廠可規劃於地下或二樓樓層，大幅降低土地成本。PRT 系統依乘客需求派遣車輛，在離峰時段可大幅降低無謂的空車運轉，節省營運成本。其建設成本約為鐵路的 13%，輕軌的 44%；其營運成本約為鐵路的 22%、輕軌的 45%及公車的 88%。

五、景觀衝擊

PRT、GRT 系統結構簡單，車輛輕巧、操控靈活，加上零污染排放及低噪音的優點，可結合生態、商業與文化的規劃理念，並加入綠色環保與美學元素，創造兼具美學、環保與便利的新世代交通系統，可視為都市移動的地標。

PRT、GRT 系統採電力推動，無空氣汙染之虞，低噪音，低能源消耗，A 型路權高架 PRT、GRT 系統僅需佔用平面道路落墩空間，對於平面道路交通的影響輕微。

六、優缺點分析

PRT、GRT 系統相對於一般捷運系統優缺點整理如下：

■ 優點

- 可採定時排班發車或需求反應(on demand)，營運上具有彈性、降低離峰時之空載率、降低營運成本。
- 可提供路網營運模式，最佳最後一哩服務。
- 離線車站設計，提高主線容量，車站可與建築物結合，可及便利性高。
- 高架橋面寬度小(4 米)，維修場站面積小可立體化，建造成本較低，以林口新市鎮引入 PRT 先期研究，平均每公里直接工程成本造價約 5 億元。
- 結合發展國內電動車輛製造與 IT 等產業技術。

■ 缺點

- 目前僅有路線服務案例，尚無路網運作之實際案例。
- PRT 強調私密、個人化，尖峰時間個人搭乘一輛車，效率不佳，共

乘制相對失去特色與快速便捷效率。

- PRT 與 GRT 系統車間安全距離分別為 4.5 秒與 15 秒， PRT 車輛每車坐 4 人~6 人，每小時運能達 3,200 人～4,800 人，GRT 每車乘載 20 位乘客，每小時運能亦能達 4,800 人，惟相對車輛規模龐大，可能需 300 輛 PRT~80 輛 GRT，故理論運能與其系統特色似難達到一致性。
- PRT 與 GRT 涉及無人車或納入相關智慧運輸系統，適用相關法令仍待釐清，或是相關交通與道路管理規則或配套措施仍待建置。

個人或團體捷運系統(PRT/GRT) 適用條件整理如表 4.3-5。

表 4.3-5　個人或團體捷運系統(PRT/GRT)適用條件分析

系統型式	個人捷運系統(PRT)	團體捷運系統(GRT)
運輸功能	■新市鎮區內及聯外系統 ■與既有鐵路或捷運之接駁系統 ■中小型城市運輸路網 ■機場、遊憩區或商業區/工業區內部或停車場、捷運場站接駁線	
服務運能 (單向每小時)	3,200～4,800 人次	4,800 人次
斷面需求與交通衝擊	高架落墩空間約需 1.5m，A 型路權對既有交通衝擊小	高架落墩空間約需 1.5m，A 型路權對既有交通衝擊小;平面採專用道方式，於路口設置柵欄
幾何條件限制	最大爬坡度：10% 最小轉彎半徑：5m	最大爬坡度：10% 最小轉彎半徑：12m
成本經濟性	為新興高科技產品,輕量設計可減少初期成本	對於運量較小的地區具有經濟性
適用層級	次骨幹/接駁系統	次骨幹/接駁系統
案例照片	英國 Heathrow 機場內 PRT 	鹿特丹 Rivium Park Shuttle

4.3.5 Tram-Train 系統

一、服務與運輸功能

Tram-Train 是一種輕軌公共交通系統，讓輕軌列車可以從輕軌列車營運路線經過鐵路營運路線到達另一個城市，中間與傳統鐵路列車共用營運線路。這種結合了輕軌列車的靈活性和可共用性，透過鐵路軌道、橋梁及火車站拉近二邊城市之間的距離，提高路線設備的使用率及路線建設費用，旅客搭車可以從郊區至市中心，或市中心至郊區，一車到底，減少轉乘，如巴黎 T4 線、西班牙阿利坎特 Tram-Train 系統。

另一種 Train-Tram 系統則是以鐵路列車或捷運車輛行駛於輕軌軌道，如德國東側接近捷克的 Zwickau 市，德國民營鐵路 Vogtlandbahn 為延伸鐵路至 Zwickau 市中心之服務，以柴油電車從鐵路 Zwickau 中央車站行駛市區輕軌路權，到達 Zwickau 市的中央市場，Zwickau 市的輕軌軌距 1,000 釐米，Vogtlandbahn 柴油電車則是 1,435 釐米軌距，故為共用路權，於原來輕軌軌道旁增加一軌道，且因 Vogtlandbahn 大部分路網仍非電氣化路網，故其車輛並未用到輕軌的電力，而是以柴油引擎驅動。一般而言 Tram-Train 與 Train-Tram 之間的輕軌列車或鐵路列車，只要符合設計或是經過修改，二者是可以互相共用，一般以 Tram-Train 來代表，故本研究後續統稱為 Tram-Train 系統。

目前國際已完成 Tram-Train 的案例，歐洲計有 14 條路線，美洲計有 4 條路線，合計 18 條路線；目前規劃中的 Tram-Train 路線計有 20 條以上。

依照國內軌道運輸系統軌距，可以區分臺灣鐵路管理局使用 1,067 軌距與國際通用的 1,435 軌距(臺灣高鐵、捷運、輕軌皆使用 1,435 軌距)。若未來可以將國內軌距統一化，對於國內軌道產業發展有極大之助力。

圖 4.3-9 Tram-Train 系統

a.雙軌距軌道

b.鐵路車輛停靠市區街面車站

圖 4.3-10 德國 Vogtlandbahn 於 Zwickau 市的 Train-Tram 系統

二、斷面需求與影響

Tram-Train 系統與平面輕軌系統所需佔用的道路斷面空間相同，約 7~10 公尺。

三、幾何條件

Tram-Train 系統一般有輕軌運輸系統之外觀，但因其需要服務郊區或城際走廊，故在速度上可以較平面輕軌為快，惟其幾何條件應與輕軌相當。

四、成本經濟性

Tram-Train 一般可減少整體路線的興建成本，提高整體路線的使用率。

五、景觀衝擊

Tram-Train 系統景觀衝擊與輕軌系統相當。

六、優缺點分析

由於 Tram-Train 系統是鐵路與輕軌系統之結合，故於都市中之行駛特性與服務與輕軌運輸系統是相當類似的。

■ 優點

- 列車組成彈性，服務各類型、規模都市；以及郊區至市中心直通運輸服務。
- 爬坡度達 6%，轉彎半徑僅 20 公尺，適應地形彈性大。
- 於市區與輕軌月台相同，設置於街道上，乘客直接由街道上下車，低底盤車輛車門與月台齊高，旅客水平進出車廂，對於旅客服務相當友善。

- 輕軌車站設置於街道，不須另外徵收用地設置出入口與樓梯、電梯、電扶梯等設施，節省用地徵收費用。
- 車輛造型可以依照當地文化或景觀特色設計，形成都市移動地標。
- 車輛於市區行駛於街道，旅客與窗外街景、活動產生良好互動。
- 利用既有鐵路，或是與鐵路或輕軌共用路權，降低建造成本。

■ 缺點

- 行駛於市區路段，與平面輕軌相同，相較於捷運系統，可能占據較多道路空間、行經路口對於橫向交通之影響較大、需加強交通安全宣導措施、需加強交通工程設計，避免一般車輛或用路人與其相互衝突。
- 鐵路與輕軌號誌與控制系統、電力系統皆不相同，須加以整合，國內目前無相關經驗。
- 鐵路與輕軌可能屬不同營運單位，所屬法源亦不相同，鐵路屬鐵路法管理，輕軌共用路權路段占全線四分之一以下，屬大眾捷運法管理，輕軌共用路權路段占全線四分之一以上，可能屬公路法管理(公路法包含路面電車，惟國內尚無援引公路法建置輕軌路線之案例)，故 Tram-Train 建置與管理之法源依據仍待釐清。

Tram-Train 系統適用條件整理如表 4.3-6。

表 4.3-6　Tram-Train 系統適用條件分析

系統型式	**Tram-Train**
運輸功能	■新市鎮區內及聯外系統 ■與既有鐵路或捷運之接駁系統 ■中小型城市運輸路網 ■大型都會區次要運輸走廊 ■提供城市中心至外圍區域之無縫運輸
服務運能 (單向每小時)	2,000～20,000 人次
斷面需求與 交通衝擊	路段單向占用平面道路約 3.4～3.5m(車站段另需考量車站寬度)，B 型路權對既有交通衝擊較大
幾何條件限制	最大爬坡度：6% 最小轉彎半徑：18~25m
成本經濟性	初期機電、土建投入成本低，但須考慮平面拓寬用地成本
適用層級	次骨幹/接駁系統
案例照片	法國里昂 Tram-Train(里昂機場至中央車站)

圖片資料來源：https://www.youtube.com/watch?v=fHbn1JYNvSM。

4.4 市場分析

市場分析目的在明瞭新型軌道運輸系統市場狀況，以下蒐集各新型軌道系統之主要廠商、採用之城市，並將以此為基礎分析各系統市場狀況，內容包括:

1.各系統於世界各城市之市場佔有狀況；

2.新型軌道系統之發展趨勢；

3.各系統各主要製造廠商產品之型式、運轉實績與績效；

4.分析市場需求提供臺灣都市軌道運輸系統推動建置與產業發展之參考。

4.4.1 單軌系統

一、世界單軌系統製造廠商一覽

世界單軌系統有許多製造商，有專注製造懸掛式單軌系統的，有的專業於跨座式，有的集中在小型系統市場上，有的則跨足中、大型系統，有的侷限其國內市場，有的已全球行銷。表 4.4-1 可快速地一覽主要單軌系統商及其產品屬性。

二、都市交通跨座式單軌系統主要廠商

單軌系統型式有懸吊式與跨座式，目前發展趨勢以跨座式為主，所以針對現有具規模與實績之跨座式單軌系統廠商，進一步說明如後：

(一)龐巴迪（Bombardier）

龐巴迪公司是一家總部位於加拿大魁北克省蒙特婁的交通運輸設備跨國製造商，集團主要包括龐巴迪航太（Bombardier Aerospace）子公司及龐巴迪運輸（Bombardier Transportation）子公司，主要產品有區域客機、商務噴射飛機、鐵路及高速鐵路機車，以及城際軌道交通裝備製造等。

龐巴迪運輸公司是加拿大龐巴迪集團的軌道設備子公司，為全球軌道設備及服務行業中規模最大的公司之一，其總部設於德國柏林。龐巴迪運輸生產多種產品，包括客運鐵路車輛、機車、轉向架、牽引及控制系統，此外也提供大量服務解決方案。其軌道交通系統包括輕軌、單軌、直線電機、地鐵、城際鐵路與高速鐵路等系統，56 個生產及工程設計基地，工作人員約 35,600 人。

表 4.4-1　單軌系統製造商一覽

製造商	型式	適用運量	運轉實績
空中客車 **Aerobus International, Inc.**	懸掛式單軌系統 纜繩支撐	People Mover	計畫在馬來西亞麻六甲市及厄瓜多 Quito 市建置
龐巴迪 **BombardierTransportation**	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌或混凝土路面上	中、高運量客運及 People Mover	美國 Tampa 國際機場、Jacksonville 市、拉斯維加斯、阿拉伯利雅德及巴西聖保羅等
日立單軌 **Hitachi Monorail**	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌或混凝土路面上	中、高運量客運及 People Mover	東京羽田線、北九州市、大阪市、多摩市、沖繩市 、新加坡聖淘沙、韓國大邱等
Metrail	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌上	中、高運量客運及 People Mover	阿拉伯聯合大公國 City of Arabia
Intamin **Transportation**	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌或混凝土路面上	中、高運量客運及適合樂園、展覽場、購物城之 People Mover	中國深圳、上海、西安、尼日 Harcourt 港、Ashgabat、Bologna、Calabar 等
三菱重工 **Mitsubishi Heavy Industries**	Safege 懸掛式單軌系統，膠輪行駛於鋼梁內側	中、高運量客運及 People Mover	日本湘南市區、千葉市區
Rowin	Y-Beam 式單軌系統 (Urbanaut 技術基礎)	中、高運量客運及 People Mover	韓國利川市 Wolmi 單軌
Severn-Lamb	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌或混凝土路面上	中、高運量客運及 People Mover	吉隆玻 Sunway City、 義大利 Miribilandia 樂園
Scomi Rail	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌或混凝土路面上	中、高運量客運	馬來西亞吉隆坡單軌、 印度孟買單軌
西門子 **Siemens**	Safege 懸掛式單軌系統 膠輪行駛於鋼梁內側	People Mover	德國 Dortmund 大學、 德國 Dusseldorf 國際機場
Tekray	跨座式單軌系統 膠輪行駛於鋼軌	People Mover	土耳其安卡拉中東科技大學全尺寸測試軌

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

龐巴迪目前服務實績已擴展至全球各地，臺北文湖線捷運系統亦屬其一，營業收入 100 億美元，未完成訂單 271 億美元，全球共交付了 100,000 輛車，是全球軌道交通業領袖之一。單軌系統由 INNOVIA Monorail 100、200 發展到最新一代 300 系統，服務城市有美國 Tampa、Jacksonville、拉斯維加斯、阿拉伯利雅德及巴西聖保羅，以歐美地區為主。

INNOVIA 300 單軌系統結合了大運量系統的高運載能力和單軌系統的時尚外觀及高架運行，適用每小時 2,000～48,000 旅客人次之運輸。其講究之主要特色，包括:

. 外型極具流線未來感的空氣動力學設計，時速可達到 80 kph。
. 內裝空間寬敞開放具備時尚感，並提升乘客舒適性，座椅安排具彈性。
. 可 2、4、6、8 節車廂編組，可增加營運靈活及運載能力。
. 車廂貫通，旅客可於各車廂間穿梭，增加安全性。
. 細長現代的軌道梁外觀，降低對城市景觀衝擊。
. 無人駕駛全自動控制，行車間隔可低至 78 秒，提高營運效能。
. 獨特的緊急走道便於乘客安全疏散。
. 車輛使用單軸轉向架，車輛轉彎半徑小、輪胎噪音小、乘坐舒適。

圖 4.4-1　阿拉伯利雅德 INNOVIA 300 系統

圖 4.4-2　巴西聖保羅 INNOVIA 300 系統

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

(二)日立單軌（Hitachi Monorail）

日立公司是全球有名的機電設備製造商，包括電視、冷氣、電腦、手機及鐵路車輛與設備等，總部設置於日本。1964 年日立取得 ALWEG 專利權之後，即在日本各城市提供單軌系統，協助政府解決都市交通問題，其國內有 5 座城市使用該系統。

單軌系統由 1000 系列、2000 系列發展到最新一代 3000 系列，另外，在 2004 年中國重慶營運的 2 號線，是該公司輸出國外第一條跨座式單軌系統。2015 年 4 月完工的韓國大邱系統，是日立日本以外最大的單軌系統合約，採用 3000 系列車輛。

日立單軌系統特色，包括：

. 提供小、中、大三型單軌系統，滿足每小時 2,000～25,000 人次不同旅運量的交通需求。

. 列車轉彎曲率半徑可低於 70 公尺，最大坡度 6~10 %。

. 較小的軌道梁可使城市街道仍有日照及通風，降低環境影響。

. 應用預鑄軌道梁，降低施工與維護成本。

. 列車使用膠輪減少振動與噪音，維護旅客舒適度。

. 列車車廂互通，可增加旅客安全與空氣流通。

. 使用可撓性道岔，進行多型態之轉轍。

圖 4.4-3　日立 3000 系列單軌系統

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

(三)Intamin

瑞士 Intamin 是全球有名的主題樂園遊樂設施製造商，例如雲霄飛車、自由落體、摩天輪及太空船模擬艙等，配合樂園遊樂設施，原先設計了小型 People Mover 系統給樂園、博覽會或短程接駁使用。

1998 年為中國深圳建造市中心觀光單軌系統後，就積極拓展此領域商機（型號 P6、P8），近期計畫建置類似的系統，包括越南峴港、奈及利亞卡拉巴爾、中國上海及西安。

2005 年為俄國莫斯科建造一條短程輕運量的交通運輸單軌系統（型號 P30），並計畫在奈及利亞哈科特港、土庫曼斯坦阿什哈巴特及義大利波隆那，亦建置相同類型的單軌系統。

Intamin 系統其特色為：

. 內部空間大為其特色，不論站立或座位都多，另外車門亦以寬大為設計，讓旅客進出方便。

. 可自動無人駕駛，提高營運效能。

. 列車轉彎曲率半徑可低於 30 公尺，最大坡度 8%～10%。

. 2 車～10 車之列車編組。

. 旅運量每小時可超過 15,000 人次以上。

. 極度自動化減低營運維護成本。

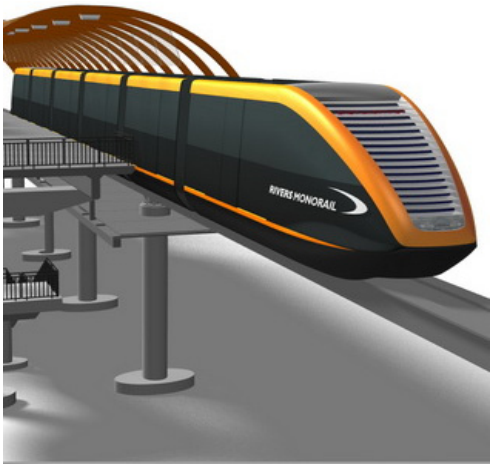


圖 4.4-4　Intamin P30 單軌系統影像模擬圖

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

(四)Scomi

Scomi 是馬來西亞軌道運輸系統製造商，最主要的產品是單軌系統，生產包括車輛、號誌、通訊、監控及收費等單軌系統相關設備，並提供系統整合及專案管理等服務。

1997 年馬來西亞開始計畫建置單軌系統，起初規劃引進日本日立跨座式單軌系統，但 1998 年亞洲金融危機，龐大的建置經費壓力，差點面臨停建。後來馬國政府決定改由當地自行研發製造，發展出 SUTRA (Scomi Urban Transit Rail Application)單軌系統，並在 2003 年完成吉隆坡單軌系統的建置。

2014 年印度的孟買單軌，是該公司輸出國外第一條跨座式單軌系統。目前已在建置中的系統有巴西聖保羅 17 號線及 18 號線，以及巴西瑪瑙斯單軌。

圖 4.4-5　Scomi 單軌系統

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

(五)重慶軌道交通集團

中國大陸重慶市 2000 年以技術合作方式，引進日立單軌系統，生產車輛，建設軌道交通 2 號線，全線 19.5 公里，總投資 43 億元人民幣，平均每公里造價 2.3 億元。在 2011 年 3 號線通車時，其系統自製率已達95%，故決議對外輸出系統設計、製造、施工、驗證、諮詢等技術，以達到其國家軌道交通基礎建設國產化之總體目標。

重慶軌道交通集團整合重慶長客軌道交通車輛公司、重慶軌道交通工程公司、重慶市軌道交通設計院、北京交控科技公司等，形成完整的單軌系統一條龍供應鏈，能快速地在兩、三年完成一條單軌路線。

圖 4.4-6　重慶軌道 3 號線單軌系統

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 104 年 7 月，財團法人中華顧問工程司。

重慶單軌系統特色為：

. 車輛構型分有 A、B 兩型，A 型適合中運量運輸，可 4-6-8 輛/列之編組，行車間距可達 2 分鐘，每小時旅運量超過 3 萬人次。B 型車長較小，且只能 2-3 輛車廂之列車編組，適用小運量系統。

. 單軌車輛具有爬坡 6~10%之能力，轉彎半徑正線 100 公尺，輔助線 50 公尺。

. 車廂寬敞、造型流線。

. 因應地形布設靈活的高架橋墩量體小，可充分利用道路中央安全島，有利環境綠化，減少對管線、房舍拆遷衝擊。

. 軌道梁工廠預鑄生產，採用特殊架梁機架設，對道路交通影響小，且施工週期短。

. 列車運行噪音小(距路線 12 公尺處噪音值 58～64 分貝)，對周邊環

境與居民生活影響小。

. 設備本土化高，工程造價低廉，高架路段每公里 6～8 億新台幣，也約為傳統地鐵造價之 1/3～1/2。

表 4.4-2　重慶單軌系統供應鏈廠商一覽

項次	公司名稱	產　品
1	重慶長客軌道車輛有限公司	單軌車輛
2	重慶單軌交通工程有限公司	單軌系統工程統整施工
3	重慶市軌道交通設計研究有限公司	單軌系統設計、諮詢
4	重慶川儀自動化股份有限公司	月台門、安全門
5	北京交控科技有限公司	CBTC 號誌系統
6	北京縱橫機電技術發展公司	車輛制動系統整合供應
7	中鐵電氣化局集團有限公司	再生制動系統、檢修通道平台、CBTC 號誌系統、多功能單軌作業車
8	中鐵寶僑集團有限公司	單軌道岔
9	重慶市機電工程技術有限公司	自動收費系統、車廠設備、空調系統與監控設備、通訊系統等
10	重慶凱瑞車輛傳動製造有限公司	單軌列車齒輪箱、連軸節、導向及穩定裝置、行走輪等
11	重慶華渝電氣集團有限公司	單軌道岔
12	重慶市捷運工程設備有限公司	軌道設備進出口與技術諮詢
13	重慶捷尚軌道交通科技發展有限公司	軌道交通營運資訊系統

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」期中報告，民國 104 年 7 月，財團法人中華顧問工程司。

4.4.2　輕軌系統

輕軌系統發展已久，且技術門檻值並不高，故製造廠商相當多，目前世界輕軌系統製造商約有一百多家，以歐美系廠商為主，另有少部分日系廠商，本研究主要介紹四大廠商「阿爾斯通(Alstom)」、龐巴迪集團(Bombardier)、西門子集團(Siemens)，西班牙卡夫(CAF)，前三者為中國車輛廠商崛起前，世界最大軌道車輛製造廠商，約占有超過全球市場 50%，西班牙卡夫(CAF)亦曾為世界第五大軌道車輛製造廠商；日本廠商則介紹有製造輕軌車輛廠商為主，這幾家世界大廠軌道交通設備技術代表了世界先進水準。主要廠商分析如下:

一、歐美廠商

(一)龐巴迪運輸(Bombardier Transportation)

是加拿大龐巴迪集團的軌道設備子公司，為全球軌道設備及服務行業中規模最大的公司之一，加拿大集團總部設於加拿大魁北克省蒙特婁，而龐巴迪運輸公司總部則設於德國柏林，主要是由於龐巴迪集團自 1980 年代以後陸續收購德國、英國、瑞士等歐洲的鐵路製造廠，故其軌道車輛製造重心主要在歐洲，將總部設於德國柏林。

龐巴迪運輸生產多種產品，包括客運鐵路車輛、機車、轉向架、牽引及控制系統，並提供大量服務解決方案。於國際軌道交通設備製造公司技術能力評比分級，因其同時具有系統整合、設計、製造、組裝、維修，技術能力，故被評為A級軌道交通設備製造公司。

龐巴迪運輸輕軌車輛主要為 Flexity 系列，有 100%低底盤與 70%低底盤模組化車輛提供各城市選擇符合其需求的系統，並且可配合各城市的文化或風格，量身打造符合該城市外形之車輛，包括配合布魯塞爾(Brussels)的新藝術風格表現主義，馬賽(Marseille)的海港風情，柏林的包浩斯設計以及奧地利林茲(linz)的時尚優雅。

根據市場需求，龐巴迪運輸的輕軌車輛採模組化設計，可以提供 3 車編組或 5 車編組車輛，單向車頭或雙向車頭皆可，並可連結為 4 列車，使單向最大運量達 30,000 人次/小時，並已發展 100%無架空線(catenary-free)車輛。

目前龐巴迪運輸已製造出廠 3,000 列輕軌列車，其市場遍布全球各洲，如表 4.4-3 所示。

表 4.4-3　龐巴迪集團輕軌市場佔有狀況

國家	城市
美國	Minneapolis
德國	柏林、BREMEN、Dessau、dortmund、dresden、Essen、Frankfurt、Halle、Leipzig、Plauen、Schwerin
法國	Marseille
奧地利	Vienna，linz
瑞士	Basel、Geneva
比利時	Ghent and Antwerp、Brussels
波蘭	Krakow、lodz
義大利	Milan、Palermo
澳洲	Gold Coast
土耳其	Eskisehir

資料來源：本研究整理分析。

(二)阿爾斯通(Alstom)

法國阿爾斯通(Alstom)是一家法國的能源及運輸事業跨國公司，最早起源於 1928 年兩家電力工程公司的合併(與美國的通用電力公司(奇異 GE)有關聯)，不久購買法國一家製造鐵路機關車頭的公司而進入運輸產業，後來法國通用電力公司(GEC)成為主要股東後，迅速成為大型的能源及運輸公司。

1978 年開始投入法國高鐵 TGV 的研發，1981 年創造世界最快速的高速列車 TGV。1989 年能源及運輸兩大事業體合併，同時併購英國 GEC 公司成為 GEC-Alsthom(傑卡斯通)，擴大市場規模，並將運輸事業外銷到歐洲各國，1998 年公司更名為阿爾斯通(Alstom)。

阿爾斯通運輸事業(Alstom Transport)的軌道列車系列相當多，包含輕軌(路面)電車、捷運列車、鐵路電聯車/柴聯車(EMU/DMU)、區域或城際列車、高速列車 TGV 系列、以及列車機關車頭等。除此之外，軌道工程相關的機電、訊號、統包工程，運輸計畫、施工及服務遍布全世界。

形狀似蠶寶寶的法國里昂輕軌電車，是阿爾斯通最暢銷的 Citadis 電車(Tram)系列，里昂專屬的車型 Citadis 302 型。阿爾斯通的 Citadis 輕軌電車有許多種型號，且大多外銷到世界許多國家城市。法國第五大城尼斯的第一條路面電車，也是阿爾斯通 Citadis 302 型，專為尼斯設計的電車。這是第一款被引進的兩用供電系統的電車，有集電弓加高架電線以及電車電瓶兩種電力來源方式。

兩用供電系統設計，是為了讓路面電車進入市區後，不要因林立的高架電纜線破壞市容景觀，因此在尼斯鬧區以及市中心車站間，沒有架設高空電線，此時電車收起集電弓，以電瓶供電方式行駛。

其他使用該公司輕軌系統的國家主要包括阿拉伯聯合大公國、阿爾及利亞、摩洛哥、以色列、德國、愛爾蘭、荷蘭、波蘭、西班牙、土耳其與澳洲等國，如表 4.4-4 所示。

於國際軌道交通設備製造公司技術能力評比分級，阿爾斯通(Alstom)同時具有系統整合、設計、製造、組裝、維修，技術能力，故被評為 A 級軌道交通設備製造公司。

高雄環狀線輕軌第二期統包工程由中鋼公司承攬，車輛則是採阿爾斯通(Alstom)超級電容輕軌車輛。

表 4.4-4　阿爾斯通(Alstom)輕軌市場占有狀況

國家	城市
阿拉伯聯合大公國	杜拜
阿爾及利亞	Algiers、Constantine、Oran
摩洛哥	Casablanca、Rabat-Salé、Tunis
以色列	Jerusalem
法國	Angers、巴黎 T3、Aubagne、Bordeaux、Grenoble、Le Havre、Lyon、Montpellier、Mulhouse、Nice、Orléans、Reims、Rouen、Tours、Valenciennes、Strasbourg
德國	Kassel
愛爾蘭	Dublin
荷蘭	Rotterdam
波蘭	Gdańsk、Katowice
西班牙	Barcelona、Jaén、Madrid、Tenerife、Murcia
土耳其	Istanbul
澳洲	Adelaide、Melbourne

資料來源：本研究整理分析。

(三)西門子集團(Siemens)

西門子跨國集團有機電、能源、科技、運輸、自動化工程、金融、醫療等許多事業體，創立於 1847 年，總部在德國的慕尼黑。Siemens Transportation Systems 是該集團交通運輸事業體下的一個專業公司，負責大眾運輸工程的核心機電、訊號、軌道電車製造、統包工程等，服務事業遍布全世界。

Combino 為西門子最暢銷的輕軌電車系列，荷蘭阿姆斯特丹新型路面電車，以及德國波次坦新型路面電車，都是採用西門子的 Combino 系列。Combino 系列路面電車除了低底盤、低噪音、合乎環保等優點外，首創電車模組化的設計，可以客製化電車的車廂連結數，由最短的兩軸三節十八米長到四軸五節三十四米長，任意組合。

Combino 系列的另一款 ULF 車系，則是廣泛運用在奧地利維也納的路面電車，同樣是低底盤、低噪音、平穩舒適，內部全車廂貫通，寬敞又方便殘障旅客，搭配 LED 行先牌以及車內的到站顯示系統，完全提升輕軌電車達到捷運化的服務品質。其輕軌系統市場如表 4.4-5 所示。

表 4.4-5　西門子集團輕軌市場占有狀況

國家	城市
美國	德州休士頓、加州聖地牙哥、波特蘭
荷蘭	阿姆斯特丹
日本	廣島
瑞士	bern、Basel
匈牙利	布達佩斯
義大利	padova
波蘭	poznan
葡萄牙	里斯本
德國	Potsdam、Ulm、Erfurt、Freiburg im Breisgau、Düsseldorf、Nordhausen、Augsburg
澳洲	Melbourne

資料來源：本研究整理分析。

(四)CAF 集團(Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A.)

工廠位於西班牙北部巴斯克的 CAF(鐵路建設和協助公司，西班牙語 Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles, S.A.)，生產軌道運輸產業相關的車輛及系統，包含傳統鐵路、高速鐵路列車及機關車頭、輕軌及路面電車、重運量捷運、區域通勤電車，以及鐵路系統設計、建設與統包工程。

早期市場以西班牙本土軌道運輸需求為主，目前 CAF 電車及機電統包已經擴展到美國、南美洲等國、香港、義大利、比利時等，臺灣第一條營運的高雄環狀線輕軌第一期亦是採 CAF 的超級電容輕軌車輛與核心機電系統。

表 4.4-6　CAF 集團輕軌市場占有狀況

國家	城市
西班牙	ZARAGOZA 、BILBAO 、GRANADA
丹麥	STOCKHOLM
法國	NANTES 、BESANÇON
塞爾維亞	BELGRADE
荷蘭	UTRECHT
加拿大	Vitoria
巴西	CUIABÁ
匈牙利	布達佩斯、DEBRECEN
蘇格蘭	EDINBURGH
臺灣	高雄

資料來源：本研究整理分析。

二、日本廠商

日系輕軌廠商主要為新潟トランシス株式会社（にいがたトランシス、Niigata Transys Co., Ltd.）、近畿車輛、アルナ車輛，主要市場為日本國內城市，如表 4.4-7 所示。

表 4.4-7　日本車輛集團輕軌市場占有狀況

廠商	城市
新潟トランシス 株式会社	富山(TLR0600 型)、福井(F1000 型)、熊本(0800 型)
近畿車輛	広島電鉄 5100 形電車、広島電鉄 1000 形電車 (2 代)
アルナ車輛	鹿兒島市 1000 型、7000 型，長崎市 3000 型、5000 型， 函館市 9600 型，富山市 T100 型、大阪堺市 1001 型

資料來源：本研究整理分析。

三、臺灣廠商-台灣車輛公司

於 90 年代中山科學研究院即研發產製輕軌車輛，發展出輕軌一號與輕軌二號車輛，但仍未達市場商業化製作標準，惟由於軌道建設投資龐大，若能參與工程建設與系統製作提供，不僅可將投資效益留在國內，亦可提高國內產業科技水準，故透過工業合作機制，逐步將部分軌道產業所需零組件由國內生產，或是車輛交由國內廠商組裝。台灣車輛公司(以下簡稱台車公司)配合政府軌道車輛本土化的政策理念而成立，台車公司由唐榮鐵工廠、中國鋼鐵、日本車輛及住友商事四家公司合資組成，是唐榮鐵工廠鐵道車輛事業部民營化而成的公司，所出產之車輛多由臺灣鐵路管理局採購使用。

台車公司成立約 10 年，主要引進日本車輛的車輛生產加工的經驗，承接臺灣鐵路管理局的軌道車輛的改造案、新購案，還有日本車輛和川崎重工業的捷運車輛委外製造案。至於設計與整合方面，台車公司具部分程度的車輛設計整合能力，設計範圍涵蓋車體、外型、內裝、軔機煞車系統、牽引系統、外觀配色、柴油動力系統、旅客資訊系統和轉向架等；各項軌道車輛相關子系統的整合、結構修改與改良，皆具有廣泛且程度不同的實際經驗和專業知識，是臺灣唯一具有設計、整合與製造能量的軌道車輛廠商。

台車公司曾經於 92 年改造 EMU200 型成為 EMU1200 型。96 年至 97 年在日本車輛的支援下，台車公司首度嘗試全列車的自製，此型列車為 EMU700 型。臺鐵新購電聯車 EMU800 型由台車公司與日本車輛合作，分別設計與負責電聯車的不同部分，量產型的 EMU800 型於 102 年至 104 年由台車公司生產與測試。

104 年由經濟部整廠整案產業發展推動小組努力，籌組由中鋼為主之國內軌道旗艦型競標團隊，成功取得第一個國際軌道工程標案-淡海輕軌第一期統包工程案。車輛製造由台車公司與德國福伊特公司跨國合作，完整導入車輛設計與系統整合能力，第一期工程預計於民國 107 年底通車，台車公司將生產提供 15 列車。除了淡海線一期工程外，後續還有淡海線二期、安坑線等輕軌路線，新北市為利於後續長期維修的整合與經濟性，在後續路線興建採購電聯車是以擴充採購方式辦理，若整體輕軌路網均奉核定興建，預計最高需求將達 65 列車。

4.4.3 個人捷運系統

目前營運中的個人捷運系統(PRT)有四個，各系統現況整理如表 4.4-8 所示。

(一)美國西維吉尼亞州摩根鎮(Morgantown, West Virginia)的西維吉尼亞大學，稱為摩根鎮 PRT 系統。

(二)阿聯阿布達比馬斯達爾城(Masdar City, UAE)，為 2getthere 公司發展之 PRT 系統。

(三)英國倫敦希斯洛機場 T5 至停車場之旅客接駁系統，採用 ULTra 公司發展之 PRT 系統。

(四)位於韓國順天市，能於空中俯瞰順天灣庭園美麗風光的小型電動軌道車「Sky Cube」已於 2014 年 4 月 20 日通車。「Sky Cube」為利用高架軌道自動行駛的無人電動軌道車(PRT)。為保護順天灣濕地的生態環境，「Sky Cube」以電力做為能源，避免了廢氣的排放，也減少了噪音。每台「Sky Cube」約可載 6 名乘客，全部 40 台每隔 1 分鐘就有 1 班車，以 40km 的時速來往於順天文學館與順天灣庭園。單程約需 10 分鐘，在出發站與抵達站中間無法下車。

另外尚有英國北安普頓郡達文特里、英國米爾頓凱恩斯、阿聯杜拜杜拜市、阿聯杜拜魯魯島、阿聯杜拜 Bawadi、美國加州聖塔克魯茲等規劃中(以上採 T.B.D 系統)，以及印度哈里亞納邦古爾岡(採 ULTra 系統)推動建置中。

表 4.4-8　目前商轉營運之 PRT 系統

城市或地區	狀態	系統	營運日期	導軌長度	站數/車輛	特點	圖片示意
美國西維吉尼亞州摩根鎮	營運中	WVU PRT	1975 年	13.2 公里	5/73	每車廂最多 20 名乘客，在離峰時間時並非以點到點運行	
阿聯阿布達比馬斯達爾城 (Masdar City)	營運中	2 getthere	2011 年	13.9 公里	5/13	於該市內禁止使用汽車，旅客僅能搭乘唯一的動力交通 PRT 系統	
英國倫敦希斯洛機場	營運中	ULTra	2011 年	3.8 公里	3/21	目前初步連接 5 號客運大樓至遠處的停車場。如果營運成功，BAA 計畫擴大到整個機場	
韓國順天市順天灣 (SKY Cube)	營運中	Vectus	2014 年	5 公里	2/40	連接順天庭園(都會公園)與順天灣自然生態公園	

資料來源：維基百科，http://en.wikipedia.org/wiki/Personal_rapid_transit。

4.4.4　公車捷運系統

公車捷運系統不若軌道運輸有主要之系統廠商，蒐集目前世界各國公車捷運之系統如表 4.4-9。

表 4.4-9　目前商轉營運之 BRT 系統(1/3)

城市名稱	系統名稱	系統長度(公里)	圖示
阿姆斯特丹	Zuidtangent	44.5	
巴黎	TVM， Trans-Val-de-Marne	18.5	
北京	北京 BRT	59	
波哥大	TransMilenio	105	
布里斯班	Busway	27.3	

表 4.4-9　目前商轉營運之 BRT 系統(2/3)

城市名稱	系統名稱	系統長度(公里)	圖示
開普敦	Integrated Rapid Transit，IRT	-	
Calle(巴西)	Mio	34	
利馬	Metropolitano	27.1	
洛杉磯	Orange Line	28.4	
名古屋	Yutorīto Line	6.7	

表 4.4-9　目前商轉營運之 BRT 系統(3/3)

城市名稱	系統名稱	系統長度(公里)	圖示
曼谷	Bangkok BRT	6.6	
伊士坦堡	Metrobus	48.9	
約翰尼斯堡	Rea Vaya	-	
雅加達	Transjakarta	134	
墨西哥城	MetroBus	81.5	

資料來源：本研究整理分析。

4.5 技術評估

本節蒐集單軌捷運、輕軌運輸、公車捷運、個人捷運與團體捷運等系統型式，探討有關運輸功能、路線線形限制等工程條件、技術成熟性、自動化程度、環境相容性與特別專利性或技術等因素，分別說明如后。

4.5.1 單軌捷運系統

單軌捷運系統技術特性彙整如表 5.4-1，因屬膠輪系統，爬坡度較鋼輪鋼軌系統為高，惟因轉向架因素，轉彎半徑較其他鋼輪鋼軌系統為大，設計速率 80 km/hr 較輕軌系統設計速率一般為 70 km/hr 為高，列車編組可採 2~8 節車廂編組，可適應各運量之路線，必要時可採兩列車連結，故容量擴充具彈性，惟於車站設施需預留。以下就單軌捷運較特殊之核心技術，包括軌道梁、道岔與逃生方式分析說明如后：

表 4.5-1 單軌捷運系統之技術特性分析

項目		特性或功能
關鍵因子	路權	A 型專用路權
	支撐方式	膠輪行駛於路面
	導引方式	內側側輪(導向輪)接觸軌道梁
	推進	電動馬達
	控制(自動化程度)	半自動或全自動駕駛(自動化程度中~高)
線形條件	最大爬坡度 (考慮舒適度)	6~10%
	最小轉彎半徑	46~100m
	設計速率	80km/hr
營運調度	列車行駛方向	雙向
	列車編組	2~8 輛車編組
	容量擴充彈性	高
技術特性	特殊性與 專利性	軌道梁與道岔屬特殊技術，專利性高
	成熟性	車輛製造商較少，系統採購與後續維護成本上將受限於製造商，增加採購與維護之困難性
環境相容性	噪音	低
	空氣污染	低
	景觀破壞	中
	交通衝擊	低

資料來源：本研究整理。

一、軌道梁

軌道梁為跨座式單軌系統路線上之重要組成設施，是一種串接車站且能承受列車荷重又能供其行駛於上的結構，同時也是供電、號誌、通訊等線路之載體。軌道梁材料通常採用是預力鋼筋混凝土(Precaseconcrete, PC），但在某些特殊區域或特殊考量(譬如寒冷地帶為加熱融雪)也可使用鋼梁或幾種材料組成之複合材料。軌道梁因預力鋼筋混凝土因素，有時直接簡稱 PC 梁。

圖 4.5-1　荷載列車之預力鋼筋混凝土軌道梁

一般標準尺寸為 80cm 寬×140cm 高。軌道梁跨徑則受到截面構造、梁橋高度及地基深度所影響，一般採用中等跨徑為 20M～30M 之間，小跨徑組合則低於 20M。

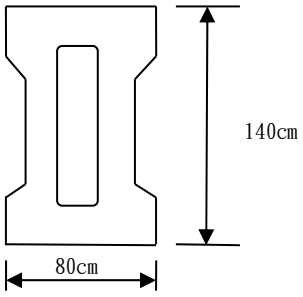


圖 4.5-2　一般軌道梁尺寸

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

軌道梁梁縫處須設有伸縮縫，伸縮縫除保證軌道梁能自由伸縮外，亦要能保證軌道梁間行走輪、導向輪與穩定輪面的平順連接。

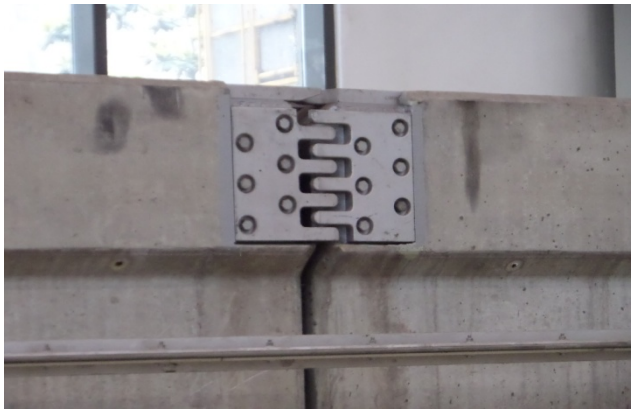


圖 4.5-3　軌道梁伸縮縫

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

二、道岔

軌道系統轉換方向或軌道需透過道岔與轉轍器，而跨座式單軌道岔與轉轍設備與一般軌道交通系統的道岔完全不同，它的梁體是由數節鋼製軌道梁串接而成。若依**結構型式區分**：單軌道岔可以分為**關節型**和**關節可撓型**兩大類型。關節型道岔的導向面、穩定面固定在道岔樑上，轉轍時轉折點前方形成折線線形，因而又稱折線型道岔，列車通過速度限定為 15km/h，一般用在運行速度較低的機廠內。

關節可撓型道岔的導向面、穩定面與箱樑之間為可動連接。道岔移動時，通過箱內的鼓形凸輪機構產生彎曲，使導向面及穩定面可以彎曲成連續的曲線線形，因而又稱為曲線型道岔。關節可撓型道岔的平順性較好，列車通過速度限定為 25km/h，通常使用在正線上。

按功能區分：單軌道岔可以分為單開和對開、三開、五開、單渡線、都是由一組道岔構成。單開道岔可以轉轍為直向或側向，雙開道岔可以向左右兩側對稱轉換，三開道岔可在直向和左右兩側轉換，五開道岔除可直向外，還可在左側和右側各兩個位置轉換，多開道岔通常用於機廠內。此外，還有單渡線、雙渡線和交叉渡線等類型。渡線由兩組或多組道岔組合而成，從一路軌轉轍到另一方向的路軌為單渡線，可在兩方向路軌間相互轉轍為雙渡線或交叉渡線。

由於單軌系統換軌，須將軌道梁移動，所需切換時間約 30 秒，惟轉轍器移動時，車輛須在一定距離外，故可能限制班距密度，若轉轍器設於路線中，對於班距有較大之限制，故一般設在路線端點。單軌系統設計班距於聖保羅最短為 75 秒，營運班距最短為 90 秒，重慶單軌最小班距

則為 150 秒。

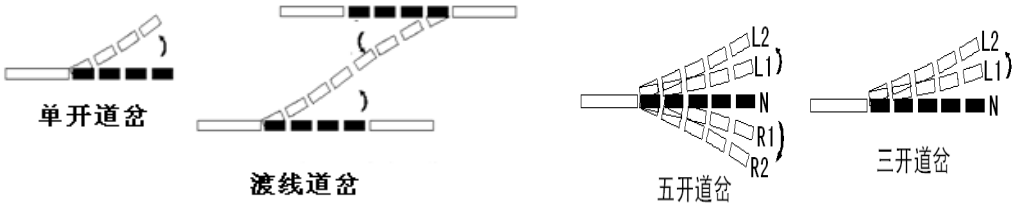


圖 4.5-4　單軌道岔依功能分類

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

三、車輛

單軌車輛於功能與車廂內部設施與一般中運量捷運系統相彷，最大差別在於其轉向架。單軌系統車輛之轉向架，功能亦像其他捷運系統，主要裝設行走裝置，讓馬達驅動的車軸能驅動車輪旋轉，使得列車前行或後退。轉向架主要組成包括:支撐構架、驅動單元(動力轉向架)、行走輪、導向輪、穩定輪、輔助輪、胎壓偵測器及測速器等。目前不同廠商有採用雙車軸轉向架或單軸式之轉向架不同之型式，雙車軸轉向架轉彎曲率半徑較大，動力馬力較大，爬坡力強，車身長度亦可較長，容納更多旅客；單軸式之轉向架，噪音較小，輪胎磨耗亦較小。兩者採用不同各有優缺，其選擇端看業主及系統之需求。單軌車輛之車輪大部分為橡膠輪胎，可有效降低車輛行走時之噪音，輔助輪為鋼鐵實心輪，係穩定輪爆胎時，輔助穩定車身與軌道樑之間密合，以保護行車之安全。

單軌電聯車轉向架構造示意如圖 4.5-5。

軌道梁、道岔、車輛轉向架為單軌捷運發展之核心技術，每家廠商技術不同，皆有其專利性，也代表在後續擴建工程與維修零件上，可能因廠商替代性低，而提高擴建之成本與維運費用。

四、逃生規劃、程序及設施

單軌系統由於軌道特殊性，緊急狀況之救援與逃生方式，常遭到關注，參考財團法人中華顧問工程司「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」(民國 105 年 1 月)，單軌系統逃生救援方式規劃如表 5.4-2。

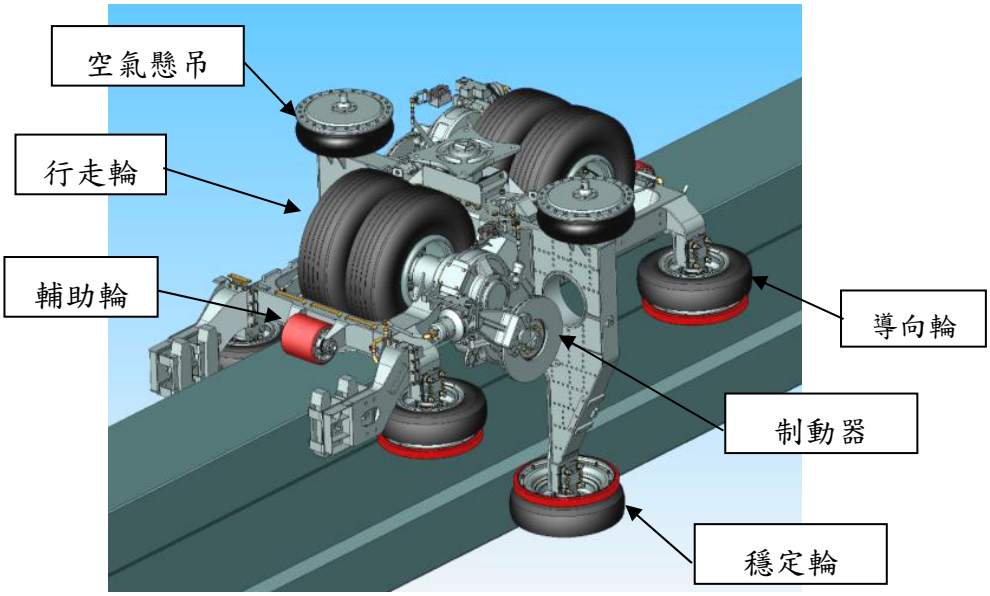
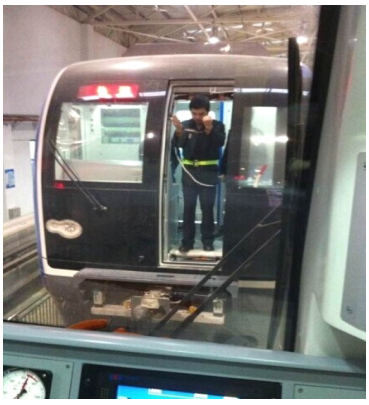
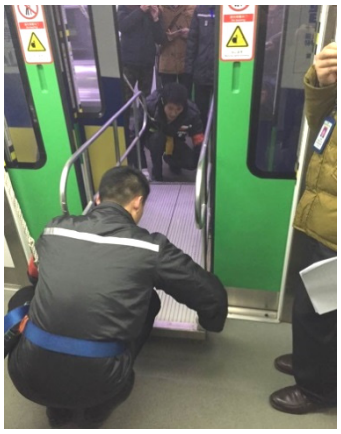


圖 4.5-5　單軌電聯車轉向架構造

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

表 4.5-2　單軌列車救援方式

方式	操作方式	模擬救援圖片	
列車自救	列車上若配置有司機或隨車人員，一旦發生事故時，可嘗試重置設備或將故障設備旁路，以便列車能恢復正常或採降級模式重新啟動，將列車駛往最近之車站疏散旅客，再將故障列車移往避車軌或機廠。若列車故障失去動力無法移動，則可利用坡道滑行方式前進車站。或啟動其它逃生或救援方式。		
同軌(縱向)列車救援	列車失去動力或無法滑行啟動時，可先將同軌最近的列車，在車站讓所有旅客下車，再駛往事故地點與故障列車連結後，拖行故障列車返回車站疏散車上的旅客，此方式亦可使用軌道工程救險車。使用此救援方式有疏散較慢的問題，或遇列車火災，須加派列車至故障列車兩端救援，但通常火災發生，電力也會失去，救援車前往將很困難。		

方式	操作方式	模擬救援圖片	
臨軌(橫向)列車救援	若列車無法由同一軌道救援，可利用另一方向的列車進行救援，運作方式與同軌救援相同，救援列車先讓所有旅客在車站下車，再駛往事故地點，在故障列車車門及救援列車車門間架設救援板。當旅客使用時必須非常小心，需要操作人員的戒護及，以避免發生旅客意外跌出救援板的風險。 使用此救援方式有疏散較慢的問題，或遇列車火災，也無法前往臨軌。		
利用列車逃生設備降至地面，等待消防雲梯車救援	採行垂降地面(垂直)救援，可利用列車上的垂降設備將旅客由高架上的列車垂降至地面。此方式旅客有恐懼心理及不會操作問題，須司機人員/協助。		
設置疏散安全走道	近來新的城市交通跨座式單軌系統，幾乎都會設置維修走道一併當作疏散走道之用，除可讓維修人員維護容易也能較不需冒著危險工作外，亦能保護旅客安全。目前巴西聖保羅單軌、俄國莫斯科單軌及美國拉斯維加斯單軌、中國重慶 3 號線單軌，都已設置緊急疏散通道。		

資料來源：「單軌捷運系統在臺灣應用研究及評估計畫」，民國 105 年 1 月，財團法人中華顧問工程司。

4.5.2 輕軌系統

輕軌系統發展已上百年，全世界約有 440 多個城市採用，生產製造廠商亦約有上百家，由此可以瞭解其技術門檻並不高，專利性亦不高，輕軌系統技術特性整理如表 4.5-3。

表 4.5-3 輕軌系統之技術特性分析

項目		特性或功能
關鍵因子	路權	B 型或 C 型
	支撐方式	鋼輪行駛於鐵軌
	導引方式	鋼輪輪緣導引
	推進	電動馬達
	控制(自動化程度)	人工駕駛(自動化程度低)
線形條件	最大爬坡度 (考慮舒適度)	6~9%
	最小轉彎半徑	18~25m
	設計速率	70km/hr
營運調度	列車行駛方向	雙向
	列車編組	模組化，約有三種列車長度，20～27 公尺長、32～36 公尺及 42～45 公尺長，可以組合加長，最長約 75 公尺，視各都市運量需求選擇。
	容量擴充彈性	高
技術特性	特殊性與 專利性	一般無特殊專利性，若採無架空線系統，各家供電技術不同，專利性較高
	成熟性	發展成熟，全球使用案例多，且車輛製造商也多，產品採購較具普及性與便利性
環境相容性	噪音	中
	空氣污染	低
	景觀破壞	低
	交通衝擊	中

資料來源：本研究整理。

輕軌系統與其他軌道系統相較之優勢，在於小轉彎半徑，適合於市區街道發展，自動化程度低，由駕駛員駕駛，行駛於街面，可與都市發展融合。近年來輕軌現代化主要朝向兩項技術的改革，一為低底盤車輛發展，有 100%或 75%低底盤，全球亦約有三十多家生產廠商，低底盤車輛需要配合之硬體主要為月台高度，對相關營運、控制系統並無影響；另一為去架空線化或是無架空線系統趨勢，因應此一趨勢，各家廠商發展不同技術，由於其涉及相關鋪面或軌道、車站與維修設備之配合，影響較大，茲整理相關去架空線技術如下：

一、第三軌連續供電(地面供電系統)

以第三軌或相關設備，以接觸式或能量感應方式傳導至車上，提供動力。如世界較大輕軌廠商 ALSTOM 之 APS 地面供電系統，已使用於法國波爾多(Bordeaux)輕軌有 10 多年營運實績(如圖 4.5-6)，其同時包括架空線系統及地面供電系統(APS)，於郊區使用架空線供電，市中心古蹟區則切換將集電弓降下，採用地面供電系統。此外 BOMBARDIER 亦發展 PRIMOVE 地面非接觸感應式供電系統及 ANSALDO STS 之 TRAMWAVE 磁性地面供電系統等。目前採用此類技術的已經商轉的都市仍不多，但近年來有多個地區引用此類不同廠商的技術進入試營運階段。

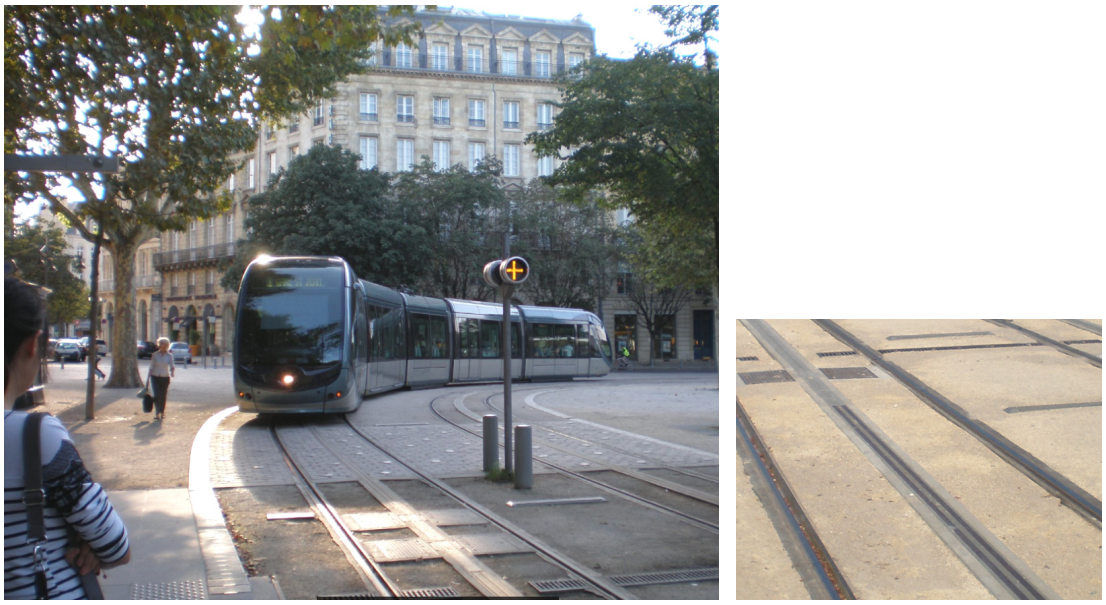


圖 4.5-6　法國波爾多輕軌應用地面供電系統與兩軌間的供電軌

資料來源：臺灣世曦工程顧問有限公司，輕軌系統歐洲參訪報告，民國 100 年 9 月。

二、車載電池與超級電容

以車載電池的方式，在路線上的部分路段，可以不須用架空線供電，如 ALSTOM 於法國尼斯即提供此種車輛，可以在經由市區著名馬斯納廣場，採無架空線方式，保持廣場景觀，但是大容量電池會增加車輛載重，降低可行駛之里程，近年來電池技術突破，發展出超級電容，利用其快速放電的特性，將輕軌列車牽引電力交由車載超級電容來供應。例如 SIEMENS 之 Avenio 新一代輕軌列車，於車站利用乘客上下車之 20 秒充電後可運行至下一站，最長距離可達 2.5 公里，如此可免除於路線上設置架空線及電桿，高雄環狀線輕軌第一期即採用西班牙的 CAF 公司製造之超級電容車輛(如圖 4.5-7)，第二期則由中鋼團隊承攬統包工程，採用 ALSTOM 公司生產之超級電容車輛，相對於第三軌接觸或非接觸的供電方式，專利性較低，採路線擴建所受限制較低。

圖 4.5-7　高雄輕軌環狀線輕軌車輛與車站屋簷下有供電軌供車輛快速充電

資料來源：臺灣世曦工程顧問有限公司，工程影像平台。

4.5.3 公車捷運系統

公車捷運系統是以公車行駛於公車專用車道或公車專用道路，並搭配優先號誌或車外收費系統，以加速上下車，及減少受到橫向交通之影響，以提高營運速率，使其具有像捷運系統快捷與穩定之服務，其技術特性整理如表4.5-4。

公車捷運若採平面B型路權布設於既有道路上，可能占據既有車道，優先號誌相對延長路口橫交道路停等時間，對交通衝擊較高。另公車捷運系統目前完全採電力能源者尚不普及，如採購汽柴油或油電混合車輛，則對環境所產生的空氣汙染較大。

表 4.5-4 公車捷運系統之技術特性分析

項目		特性或功能
關鍵因子	路權	B 型或 C 型
	支撐方式	膠輪行駛於路面
	導引方式	無導引或部分系統採側輪導引
	推進	一般公車汽柴油內燃機引擎或電動公車採電動馬達
	控制(自動化程度)	人工駕駛(自動化程度低)
線形條件	最大爬坡度 (考慮舒適度)	6~10%
	最小轉彎半徑	12~13m
	設計速率	100km/hr
營運調度	列車行駛方向	單向
	列車編組	單節或雙節
	容量擴充彈性	中
技術特性	特殊性與專利性	一般無特殊專利性
	成熟性	發展成熟，全球使用案例多，且車輛製造商也多， 產品採購較具普及性與便利性
環境相容性	噪音	低
	空氣污染	中
	景觀破壞	低
	交通衝擊	中

資料來源：本研究整理。

4.5.4 個人與團體捷運系統(PRT\GRT)

PRT 系統與 GRT 系統技術特性整理如表 4.5-5，PRT 系統與 GRT 系統為以無人駕駛車輛(PRT 系統每車約乘坐 2～6 人、GRT 系統可乘坐 20 人)，行駛於導軌上或採自動導引裝置運行，可提供點至點之服務，車站通常設有停車軌與通過軌，讓車輛可不靠站通過，減少民眾必須被迫停靠非其目的地之車站，減少加減速所衍生之時間與靠站時間，使民眾更有效率，一般仍屬專有

路權。

一般為電動車，可利用靠站時間充電，膠輪與鋼輪系統皆有，如表 4.4-8 英國倫敦希斯洛機場採用 ULTra 公司之 PRT 系統即為膠輪系統，行駛於混凝土導軌上，而韓國於其順天生態園區試營運，由瑞典 Vectus 公司發展之 PRT 系統則為鋼輪系統。

個人與團體捷運系統是以無人駕駛自動車輛，均為單一節車輛進行運輸，無法進行車輛掛聯編組，因此不具有調整之彈性，而運量也因車廂容量而受到侷限。於線形方面，個人與團體捷運轉彎半徑小，較適合中小型城市運輸路網。技術成熟性方面個人與團體快速運輸系統因營運實績與供應廠商數較少，而其系統具有獨特性與專利性，在後續擴充採購與維修備品備件之採購上可能會受限於供應商。

個人與團體快速運輸系統均為全自動無人駕駛，自動化程度高，且皆為電動車，對空氣污染改善程度高，若採高架設計，因其量體小，對景觀衝擊較其他軌道系統低；於交通衝擊與影響，專有路權交通衝擊低，若採平面專用車道方式，仍需進行路口管制，設置柵欄等，交通衝擊較高。

表 4.5-5　個人與團體捷運系統之技術特性分析

項目		特性或功能
關鍵因子	路權	A 型專用路權
	支撐方式	膠輪行駛於路面
	導引方式	非接觸導引或部分系統以鋼輪輪緣導引
	推進	電動馬達
	控制(自動化程度)	全自動駕駛(自動化程度高)
線形條件	最大爬坡度 (考慮舒適度)	10%
	最小轉彎半徑	6~10m
	設計速率	100km/hr
營運調度	列車行駛方向	單向或雙向
	列車編組	單節
	容量擴充彈性	低
技術特性	特殊性與專利性	專利性高，個別廠商技術皆不同
	成熟性	全球使用案例很少，且車輛製造商也很少，系統採購與後續維護成本上將受限於製造商，增加採購與維護之困難性
環境相容性	噪音	低
	空氣污染	低
	景觀破壞	中
	交通衝擊	專有路權交通衝擊低/平面專有車道交通衝擊高

資料來源：本研究整理。

4.6 後續維運

國內都市軌道運輸系統，目前雖然大多是採購或引進國外現有的系統與裝備，如何在引進新型軌道運輸系統的同時，發展出適合臺灣都市軌道運輸系統運作的整合維修體制及營運策略，實為重要課題。

4.6.1 維修體制

整體維修策略依據系統規範與工程資料，訂定「維修策略」及後續的「維修架構」，而其最終目標仍需符合下列原則：

1.符合公司營運策略；

2.最佳化之成本效益；

3.最高的營運可靠度；

4.最低的故障風險度。

依據上述四個原則分別說明如下：

一、維修策略需要滿足營運策略

(一)營運妥善率必須要達到工程系統規劃與設計之目標(系統規範)

(二)行車控制中心(OCC)做為整體營運策劃與管制的樞紐，並作為營運與維修之主要聯繫管道。

(三)維修管理單位及維修站之功能設計，需滿足 OCC 所有具備「時效性」之正常或降級之調度與維修支援等需求。

二、維修策略之規劃需要符合低成本風險與高可行性之策略

(一)利用系統及設備之資產全生命週期，進行維修成本分析，規劃維修策略。

(二)以設備之敏感度區分影響等級，評估維修成本及項目，並策劃可行性之精進或改善方案。

(三)以 SWOT (Strength、Weakness、Opportunity、Threat) 分析評估維修策略之可行性及風險程度。

三、維修策略之規劃可借鏡國內外其他國家或系統之發展經驗

(一)對於關鍵性的系統整合，維修技術與工程資訊之策略掌握

(二)系統成熟穩定前對不預期故障之掌握及處理機制

(三)系統成熟穩定前對不預期故障修護之支援體系規劃與設計

維修架構則是依據維修策略所發展的細部維修作業指導，其內包含了對於人員、機具、材料、技術文件、設施與電腦資訊等的相關整合資料，並以維修計畫書作為其設計之結果。雖然維修架構有概略形態可以參考，但是應針對不同的來源或特性之設備進行整合，亦需要隨工程進度之階段性測試驗證、工程設計變更及維修策略不斷精進調整。

維修策略規劃及維修架構設計不是馬上就可以完成的，必須經歷不同階段的實作測試、驗證與調整才能達成目標。在系統營運初期通常由於新系統之適應尚未到達穩定階段，容易發生不預期之「系統故障」與「妥善率不足」之問題，這個部分屬於正常現象，亦不代表未來會影響系統或設備之可靠度(通常自系統整合測試起至系統穩定階段需要 2~3 年或視系統特性而定)，必須藉助蒐集與記錄系統發生之「不正常現象」或是可能發展成為「潛在不預期故障」的項目與種類，而建立其處理程序的過程，則為修正與精進維修架構的最佳時機。

維修策略與維修架構之流程圖(如圖 4.6-1)，初期維修計畫(PMP)必須於系統建置階段之初期制定完成，並以 PMP 做為籌建及整合維修資源之依據。PMP 必須在測試階段配合系統建置一併納入實施，並完成測試與驗證確認是否符合需求，以供未來營運階段維修計畫之依據。

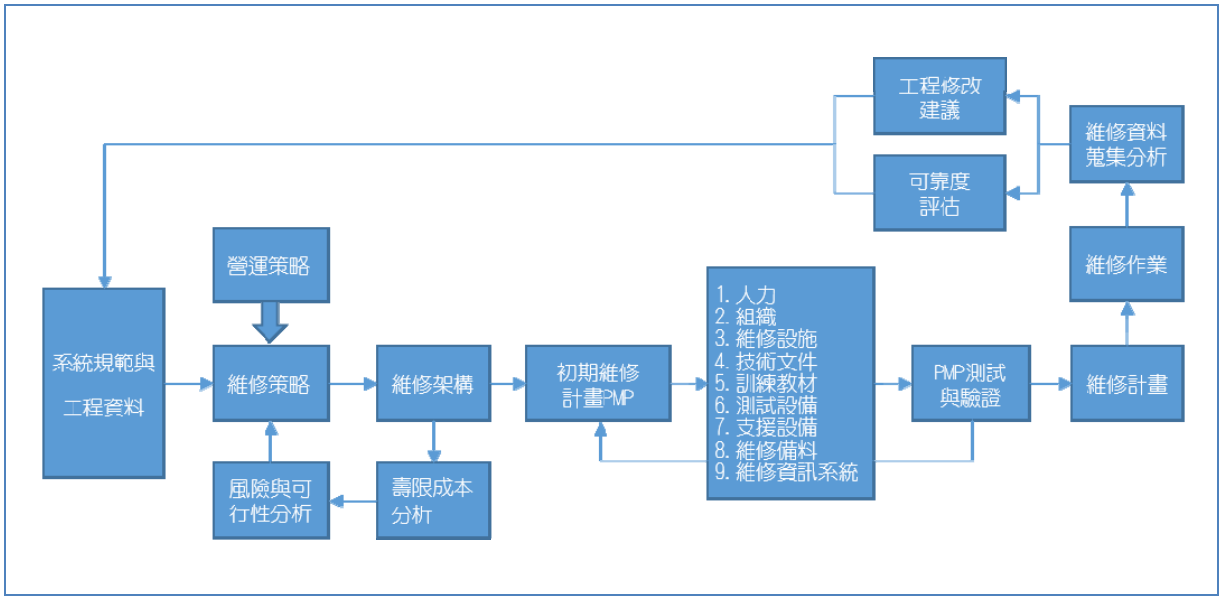


圖 4.6-1　都市軌道系統維修架構與維修流程

資料來源：本研究整理。

制定維修策略時應考量導入維修作業管理系統，對軌道運輸系統進行資料蒐集及分析，產出捷運系統維修人力及成本分析資料，同時管理與監督系統裝備之可靠度，做為制定維修策略與維修架構修改之參考依據。綜上所述

導入維修作業管理系統好處如下：

1.提供系統資產全生命週期管理。

2.建立資產管理知識及技術履歷。

3.系統資產維修成本和績效分析資料產出。

4.與其他系統進行資料整合。

5.可準確統計及追蹤資產狀況。

6.合理的安排設備維修計畫。

7.有效調配資源，降低設備維修及採購成本。

8.依照設備維修排程自動指派工單進行維修作業。

在維修策略規劃與維修架構設計中，設備之「壽限成本分析」可以協助定位出維修策略規劃與維修架構設計之方向，再透過「風險及可行性分析」可以確認維修策略與維修架構之成本效益，相關資料可以做為未來內部稽核及驗證系統可靠度之量化數據。

4.6.2 營運體制

捷運系統運輸營運與服務水準績效之評估，一直都是捷運營運機構、主管機關與社會大眾共同關心的課題，國內外專家學者近幾年從不同角度與層面進行相關探討，由於彼此間國情與環境不同，以及欲解決問題情況之不盡相同，因此對於選擇評估大眾運輸營運服務水準指標之方法準則皆有其考量，而於進行績效評定時，亦各自斟酌所需，因案及因地制宜，以訂定適用之評估辦法與判定標準。營運服務指標是作為衡量服務績效之基礎，也是進行評鑑與修正服務系統之準則依據，為了能讓大眾捷運服務有最基本之要求依據，大眾捷運法和大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法中，對於服務指標項目有所規定，以確保監查機構及營運機構有所遵循。

依據大捷法第 28 條規定：「大眾捷運系統營運機構應擬定服務指標，提供安全、快速、舒適之服務，報請地方主管機關核定，並核轉中央主管機關備查。」，據此規定，大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法第 3 條：「大眾捷運系統營運機構應於開始營業前，依下列項目，訂定服務指標，報請地方主管機關核轉中央主管機關備查，變更時亦同。

一、安全：事故率、犯罪率、傷亡率。

二、快速：班距、速率、延滯時間、準點率。

三、舒適：加減速變化率、平均乘載率、通風度、溫度、噪音。

四、其他經中央主管機關指定之項目。」

一般而言，捷運系統運輸機構服務品質之差異性，並非由服務的提供者來評定，而是取決於乘客的直接感受度，感受度代表業者對服務旅客的用心程度。而消費者同時也是使用者，欲評估一項服務的優劣時，必有其評定之標準，此標準即為構面(dimension)。「服務構面」(services dimension)是研究服務品質學界之通用名詞，亦是一種「評估準則」，可與交通界常用之安全、快速、舒適、便利、可靠等「營運績效目標」等同視之。而每一構面下包含數個子項目，如同衡量大眾運輸之「快速性」：包括列車之「班距」、「速率」、「靠站時間」、「延滯時間」、「轉乘所需時間」等子項目之衡量。因捷運系統運輸服務業品質之認定，有異於實體品質之特性，如服務的無形性、不可儲存性、異質性。要評估其服務品質相較於實體產品是困難許多。

本階段說明營運階段之各項服務指標，包括計畫目標、名詞定義、服務項目及成果規範進行說明與定義，主要依據大眾捷運法和大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法中，規定之各項服務指標項目為基準，考量臺北及高雄捷運公司年報之服務指標、履勘作業要點，以及英國輕軌案例等其他適合之服務項目指標，撰擬各項績效指標，詳如后述。

訂定營運績效指標時，於「系統快速指標」可考量個案之運輸需求分析、功能定位、計畫範疇、計畫路線訂定；「系統安全指標」需考量當時最新之法令訂定。其他項目可依據相關需求，參酌國內其他相關案例訂定之。另考量機電系統於營運階段之初始皆有調適、磨合期，故於初始階段之妥善率可能僅有 70%，且於初始階段，相關操作機電設備之營運人員皆為新手，可考量營運機構特性，設計分階段之績效指標。

4.6.3 都市軌道系統維運評析

由於不同系統技術特性或組成元件皆不相同，故在引進軌道運輸系統的同時，依照維修架構與流程，以及營運目標與服務指標等，制定各系統之維修體制及營運策略，當同一個營運公司需要營運維護數個不同系統，可能須建立不同維修系統、建置個別之維修與營運人力，甚至不同的零組件庫存系統。以下就本研究探討各新型軌道系統維運課題分析如下：

一、單軌捷運系統

於維修機廠方面，單軌捷運系統與其他軌道系統技術型式有相當大之差異，無法與其他軌道系統共用維修機廠，必須另興建維修機廠，而且因為機廠內部仍須有軌道梁之設置，故維修廠用地規模與設施建置成本可能較高。

於維修營運成本方面，單軌捷運系統車輛不論於支撐與導引都是採用膠輪系統，而且屬於中運量系統，故於維修上較接近 AGT(自動導引膠輪系統），與鋼輪鋼軌系統相較，膠輪系統之輪胎約 12.5 萬公里更換一

次，鋼輪則透過車削作業進行維護，不需更換，故單軌捷運營運成本與AGT 接近，較鋼輪鋼軌為高。

另國內目前已有鋼輪鋼軌捷運、AGT 系統，以及輕軌運輸系統實際營運維修經驗，尚無單軌捷運系統營運維修經驗，爰引進單軌捷運系統需培養新的營運維修人員與建立營運維修制度。當都會區內各路線採用不同系統型式，皆須培養不同人才，以及建立不同的維修零件庫存制度，較無法達到軌道運輸所需的規模經濟性。爰建議若考量採用單軌捷運系統，可以結合其他同樣計畫引進單軌捷運系統之縣市，成立統一營運之單軌捷運系統，較能達到營運規模經濟性。

二、輕軌運輸系統

依據國外經驗，輕軌運輸系統車輛零件採定期更換維護，故路線上維修機廠一般以三級維修為主，若車輛有重大故障會送回原廠維修或更新，爰國內生產的輕軌車輛廠商，能夠設立維修機制，接受國內輕軌車輛重大維修時，可以回製造廠維修，路線上只要進行三級及預防性維修，將可使機廠建置成本與營運單位營運維修成本更經濟，有利於永續營運。另外都會區若能整體考量統一系統型式，例如新北市政府進行整體輕軌路網規劃，包括淡海線、安坑線、五股泰山線及深坑線都計畫採輕軌系統，並設立一處共同五級維修機廠，亦可降低機廠設施重複建置與零件庫存的成本，並減少各線需各建大型維修機廠而面對用地徵收的壓力。

三、公車捷運系統

公車捷運以公車系統為主，故於維運上，應該設置公車捷運車輛調度場與車輛維修廠，以及對於相關車站設施、道面養護，以及相關號誌控制或資訊系統之維護作業。國內於公車營運與維修有相當長之歷史與豐富的經驗，對於公車捷運系統維運之人力應該相當充沛。

四、個人與團體捷運系統

個人與團體捷運(PRT/GRT)系統主要是採用全自動無人駕駛電動車輛，可乘坐 4~6 人或 20 人，如同小客車與中型巴士，故車輛維修中心如同一般小汽車維修中心，可以設立在立體化的建築內，例如鹿特丹的GRT 系統維修廠是與鹿特丹捷運的 Kralingsezoom 站共構，上層是車站出入口與公車轉運站，下層是 GRT 維修廠，內部有車輛維修與充電之空間。主要維修人員以車輛技師為主，而營運人員則於監控中心內部監控車輛的運行，爰相對軌道系統的維運，個人與團體捷運(PRT/GRT)系統因規模較小，維運人力較為精簡。

圖 4.6-2　鹿特丹的 GRT 系統維修廠與捷運車站共構

4.7　小結

為達到低碳永續發展之目的，使資源使用發揮最大效益，以及資通訊與科技發展，軌道運輸仍為世界各國所重視與持續推展，系統技術與型式亦不斷推陳出新，包括自動化、智慧化與互通互聯發展，並且重視與都市發展結合，成為都市現代意象表徵。

而因應台灣中小型都市發展，相關新型軌道系統引進，包括對於單軌捷運、輕軌運輸、公車捷運、個人捷運與團體捷運於適用條件、市場分析、法令限制、技術評估與維運策略之探討，綜合結論如下。

一、單軌捷運系統

單軌捷運系統服務運能一般介於 5,000~30,000 人/小時/單向，運量達中運量系統水平，而道路淨空較小的都市或路廊，可視為選項，惟特殊技術型式，生產製造廠商較為有限(相較於輕軌或鋼輪鋼軌系統)，故市場應用並不普及，且因為廠商有限，一旦廠商停產，對於後續維運有較大影響，故部分系統於營運初期即預備十年系統零組件之庫存。

由於單軌捷運核心技術包括軌道梁、道岔與轉轍器與車輛轉向架三大項，屬於精密機械技術，專利性高，市場並不算普及，國內引進單軌系統，雖有提高產業技術之機會，惟因技術門檻高，可能難以如輕軌車輛，達到國車國造之目的。

參考國外單軌捷運之營運經驗，因為單軌捷運常常布設於次要走廊，或是單一路線，非形成路網，無法達到規模經濟，而面臨營運虧損，甚至停駛之情形。目前國內部分都市由於道路寬度有限，而計畫引進單軌捷運

系統，惟單一路線營運，可能不具經濟性，若是未來能夠整合成立跨區之單軌捷運營運公司，形成規模經濟，較能達到永續營運之目的。

二、輕軌運輸系統

輕軌運輸系統運能一般介於 2,000~20,000 人/小時/單向，興建型式具有彈性，一般為平面型式，必要時部分路段亦可興建為高架或地下型式，提高運輸效率，故適於做為新市鎮區內及聯外系統、與既有鐵路或捷運之接駁系統、服務中小型城市運輸路網或大型都會區次要運輸走廊。

輕軌運輸系統發展成熟，全球使用案例多，且車輛製造商也多，產品採購較具普及性與便利性。近年來在國內軌道產業界努力下，已達到國車國造目的，新北市淡海輕軌計畫即採用台車公司與德國合作打造之輕軌車輛，預計 107 年將完成 15 列輕軌車輛。軌道建設計畫若能與產業發展結合，例如採購國內輕軌車輛，可以由國內廠商支援部分維修工作，營運公司僅需負責日常檢查與基本維修，將可降低建置階段機廠建置與用地取得成本，以及營運階段營運維修費用降低，將可提高計畫可行性與營運永續性。

平面輕軌行經一般道路，占用原有車道，以及可能影響橫交道路交通之順暢，導致對於交通衝擊較大，以及輕軌車輛可能會與一般車輛產生衝突，是臺灣地區對於引進平面輕軌較有疑慮二個主要原因，故如何透過交通工程設計，降低平面輕軌對交通衝擊，提高安全性，以及透過教育、宣傳手段，培養民眾良好、規範之交通行為，消弭民眾或決策者之疑慮，為臺灣地區引進輕軌系統需務實面對之課題。

三、公車捷運系統

公車捷運系統發展較為成熟，於全球市場使用案例多，車輛製造商也多，產品採購較具普及性與便利性。公車捷運的型態相當多元，基本上應具備公車專用道，部分城市搭配優先號誌與車外收費系統，臺北市公車專用道也被視為公車捷運系統成功發展案例，採取的方式是以公車專用道提供公車優先權，減少受到其他車輛行駛之干擾，也減少公車停靠車站與駛離車站，對其他車輛之干擾，而且並非提供單一路線營運，多條路線行駛公車專用道，班次密集，充分提高車道使用效率，而且營運速率不會較其他車輛慢而具有競爭力。

由於軌道系統興建成本高且須有一定運量才能支撐營運，對於運量不足以支撐軌道系統，但是希望提升改善公共運輸服務品質之地區，可以考量引進公車捷運系統，包括建置公車專用道，提供行經該路段之公車路線行駛，提高公車營運速率，以及引進節能之低底盤公車，方便旅客上下車，減少靠站，以及加強道路平整性，提升車輛防震或減震性能，加強司機員訓練等，以提升公車乘坐舒適性與便捷性，提高民眾搭乘意願。

四、個人與團體捷運系統

個人與團體捷運(PRT/GRT)系統因運能較小，以及運輸方式具彈性，可做為大眾運輸系統的支線系統，或者是大型停車場內的轉運系統。系統的應用範圍包含：機場、商業/工業區停車場、主題樂園、渡假村、市中心/住宅區...等。惟由於運能有限，不適用於大眾捷運法推動。

就技術成熟性與市場方面，個人與團體捷運(PRT/GRT)系統因營運實績與供應廠商數較少，而其系統具有獨特性與專利性，在後續擴充採購與維修備品備件之採購上可能會受限於供應商。

惟無人駕駛車輛近年來有許多國家與車廠進行研發，主要朝向私人車輛市場發展，而個人與團體捷運(PRT/GRT)系統，其實類似於 U-CAR 即共享車輛與無人駕駛車輛之概念結合。因應無人駕駛車輛快速發展，建議相關單位應及早進行道路交通管理法規的配合研議。

五、Tram-Train 系統

Tram-Train 系統是鐵路與輕軌系統之結合，故在都市中之行駛特性與服務與輕軌運輸系統是相當類似的，其列車組成彈性，服務各種類型及規模都市，以及郊區至市中心直通運輸服務。Tram-Train 系統於國外已有相當多之案例，且車輛製造商也多，產品採購應具普及性與便利性。

Tram-Train 系統係部分路線與傳統鐵路列車共用營運路線，此系統雖可解決旅客一站到底的需求，在國內應用時卻必須面臨分段適用二種法規之問題。因此輕軌列車行駛於都市內之輕軌路線時，依其路權型式及運量之不同，輕軌共用路權路段占全線四分之一以下，屬大眾捷運法管理，輕軌共用路權路段占全線四分之一以上，則屬公路法管理(公路法包含路面電車，惟國內尚無援引公路法建置輕軌路線之案例)；行駛於鐵路路線時，則適用鐵路法之規定。短期而言，仍視兩種系統之介面整合、營運維修權責、系統規範及對交通干擾等課題，同步考量相關配套措施。長期而言，則須由交通部依鐵路法及大捷法/公路法審慎研議後，再進行相關整合修訂。

第五章 研訂國內都市軌道運輸系統建置門檻及評選作業準則

5.1 都市軌道運輸系統型式建置門檻探討

5.1.1 都市軌道運輸系統特性比較

由第四章整理都市軌道運輸系統技術型式種類與演進，以及相關之新型系統型式，進一步進行彙整比較如表 5.1-1。

一、關鍵技術因子

(一)路權型式

軌道運輸系統的路權設計，區分有專用路權(A 型路權)、隔離路權(B 型路權)及共用路權(C 型路權)等三種型式。專用路權多以高架或地下型式建造，具完全獨占性之路權；隔離路權以柵欄或高低差與其他車流隔離之地面車道，具半獨占性；共用路權則以平面方式建於一般道路上，軌道與一般車流混合於街道上，為非獨占性路權。

於表 5.1-1，除了輕軌系統為 B 型與 C 型路權外，大部分都市軌道系統屬 A 型路權，以高架或地下型式建造，無平交道，而團體捷運於西維吉尼亞大學之 GRT 系統也是全面高架，屬於 A 型路權，於鹿特丹試營運之GRT系統則屬B型路權，有平交道。由於輕軌系統為B型與C型路權，雖於平交路口可設置優先號誌，但為避免班次過密影響橫向道路交通，一般班距不宜小於 3 分鐘，使其運能受到一定限制。

(二)支撐方式

傳統以鋼輪、膠輪系統為主，少部分系統使用汽墊式、磁浮式、懸掛式等技術，詳表 5.1-1，採用磁浮式、懸掛式系統都屬於專利性系統。

(三)導引方式

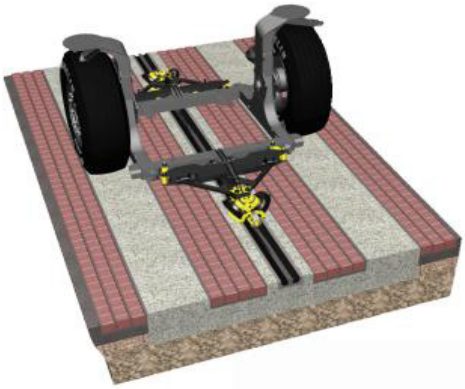
導引是指引導車輛循一定軌跡前進，鋼輪鋼軌系統主要以鋼輪輪緣導引，膠輪系統一般行駛於水泥道面，採側輪導引，如大部分的 AGT 系統，如臺北捷運文湖線:有些採中央導引式，如膠輪輕軌系統，法國克萊蒙費朗 Translohr 發展膠輪輕軌系統如圖 5.1-1，即是採中央導引式。

另外比較特別的是單軌捷運系統，如跨座式單軌，因為以車輛包覆軌道，故以內側側輪接觸軌道梁，以及懸掛式單軌系統，以懸掛

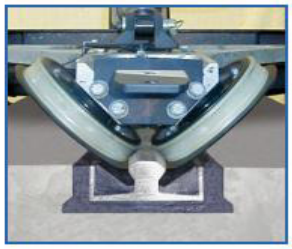
裝置的導輪導引。

此外，在個人捷運 PRT 與團體捷運 GRT 系統部分，韓國樂天生態園區 PRT 為鋼輪鋼軌系統，以及西維吉尼亞大學 GRT 系統採側輪導引，其他的系統主要採用非接觸導引設施，有些是利用於地下埋設線圈，有些則是利用車載系統預先輸入路徑，以電腦控制其路徑。同樣的除了傳統的鋼軌鋼輪系統與 AGT 系統技術較為公開外，特殊導引系統皆屬專利系統。

膠輪輕軌系統車輛配合中央導軌



導軌位置示意圖



中央導軌與導輪構造

資料來源：Translohr the other tramway.,Translohr,2011.

圖 5.1-1　法國克萊蒙費朗 Translohr 膠輪輕軌系統

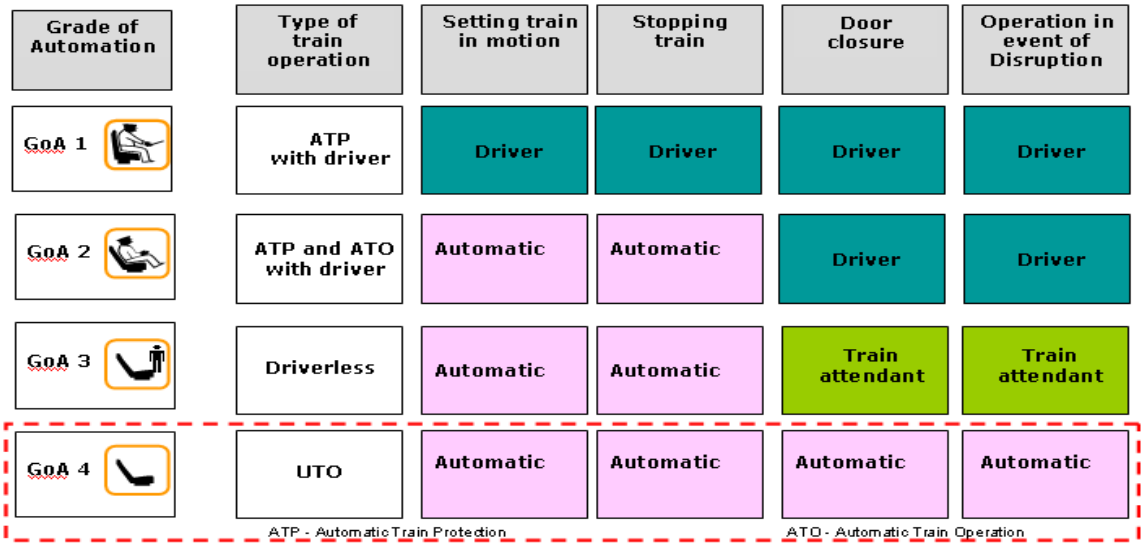
(四)推進

軌道車輛動力來源主要分為電動馬達與線型感應馬達，除了線型馬達捷運系統與磁浮系統推進採線型感應馬達外，其他高運量與中

運量捷運系統普遍採用電動馬達，故可製造廠商應較多。線型感應馬達優點是可降低車身高度，地下化隧道斷面可以較小。

(五)控制系統

控制系統係管制一部分或所有車輛行駛之方法或控制車輛之間距，早期自動化技術不普及，主要以人工駕駛，搭配固定式避塞區間的管制，後隨著科技發展，軌道自動化控制技術越來越高，甚至到全自動無人駕駛階段，軌道自動化分類可分為四等級，而列車運轉種類亦可分為四種，如圖 5.1-2。而目前除了輕軌運輸系統，因為行走於隔離或混和車流，與一般交通有較多之互動，故仍採人工駕駛，專用路權軌道系統慢慢皆朝向自動化軌道系統之發展。



資料來源：METRO AUTOMATION FACTS, FIGURES AND TRENDS：A global bid for automation: UITP Observatory of Automated Metros confirms sustained growth rates for the coming years.UITP, 24 FEB. 2012.

圖 5.1-2　軌道自動化分類可分為四等級

二、營運特性

由於於驅動與控制軌道車輛之關鍵因子的技術不同，也造成不同營運特性，茲就系統運能、最小班距、平均營運速率、營運調度方式進行比較如表 5.1-1。

(一)最小班距：重/高運量捷運(Metro)通常為有人駕駛，最小班距為 3 分鐘，輕軌系統因為平面交通之影響，最小班距為 3 分鐘，單軌捷運則因轉轍時須將軌道梁移動，故所需時間較長，通常最小班距為 2.5 分鐘。其他捷運系統 LRRT、AGT、磁浮系統、PRT 與 GRT 皆為全自動化，最小班距可以在 75 秒，PRT 與 GRT 只要維持適當行車間距，故班距最小。

表 5.1-1　都市軌道系統技術型式特性比較彙整

項目		定義	類別	重/高運量捷運(Metro)	中運量捷運					輕軌運輸	個人捷運	團體捷運
					LRRT	AGT	單軌捷運	線性馬達	磁浮			
關鍵因子	**路權**	**與其他車輛或交通工具隔離狀態**	**A 型** **B 型** **C 型**	✓	✓	✓	✓	✓	✓	 ✓ ✓	✓	✓ ✓
	支撐	車輛與承載面垂直接觸之承載方法	膠輪行駛於路面 鋼輪行駛於鐵軌 磁浮式 懸掛式	✓ ✓	✓	✓	✓ ✓	✓	 ✓	✓ ✓	✓ ✓	✓
	導引	引導車輛循一定軌跡前進	鋼輪輪緣導引 側面側輪導引-膠輪 中央導引-膠輪 內側側輪接觸軌道梁 懸掛裝置側輪導引 非接觸導引	✓ ✓	✓	✓	 ✓ ✓	✓		✓ ✓	✓ ✓	 ✓
	推進	車輛動力之來源	電動馬達 線型感應馬達	✓ ✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	控制	管制一部分或所有車輛行駛之方法或控制車輛之間距	人工駕駛 半自動 全自動	✓	✓ ✓	 ✓	✓ ✓	✓ ✓	 ✓	✓	 ✓	 ✓
營運特性	系統運能(單方向站間運量，人/小時)			20,000 至 80,000	20,000 至 30,000	20,000 至 30,000	20,000 至 30,000	20,000 至 30,000	15,000	2,000 至 20,000	2,000～4,800	2,000～4,800
	最小班距			3 分鐘	75 秒	75 秒	2.5 分鐘	75 秒	75 秒	3 分鐘	4.5 秒	15 秒
	平均營運速率(km/小時)			32[2]	34	27[2]	30[2]	34[2]	32	20～25[2]	35[1]	35[1]
	營運調度		按班表 需求導向(按需)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓ ✓	✓ ✓
服務特性	人口密度 (人/平方公里)			3,200[3]	–	–	3,400[3]	–	–	3,000[3]	–	–
	達到損益平衡運量密度(人/公里) 日本捷運統計[2] 國內捷運統計(詳如表 5.1-9)			12,200 6,719~9,218	–	4,300 4,081~6,089	4,000	12,200	–	2,100 2,362~3,524	–	–

註：1.「PRT (Personal Rapid Transit)在都會區之應用規劃」，中華顧問工程司，民國 103 年 10 月。
2.Akira Nehashi, New Urban Transit Systems Reconsidered, A Better Transport Environment for the Next Century.,1993
3.本研究案例資料整理。

(二)平均營運速率：系統平均營運速率與最高速率、加減速時間、停站上下車時間有關，專有路權捷運系統通常可以達 30~34KM/H，輕軌系統受到平交路口停等、道路速限等影響，速率降至 20~25KM/H。

(三)營運調度：除了 PRT 與 GRT 系統有按需服務(由旅客於車站按選，行控中心即派車)外，其他系統皆是按照預定班表與路線進行營運。

5.1.2 都市軌道運輸系統建置門檻探討

一、相關研究或政策門檻探討

(一)「推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」

都市軌道建置門檻，在過去常以都市規模(人口數)、人口密度、大眾運輸使用比例等為參考，如運研所於民國 98 年「推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」計畫，以「捷運永續營運」為目標，蒐集國內外共 31 個 MRT、LRT 與 BRT 系統案例，整理都市財政與經營環境永續性指標和 MRT、LRT、BRT 軌道系統之關聯如下：

表 5.1-2 都市財政與經營環境永續性指標和各類型軌道系統之關聯

軌道系統 / 指標	MRT	LRT	BRT
運量密度（人/公里/日）	> 7,000	<7,000	< 7,000
人口密度（人/平方公里）	>4,500	1,300～4,000	> 800
GDP（億台幣）	> 40,000	> 15,000	> 10000
地區人口總數（萬人）	> 400	[100～ 400]	[200～ 400]

資料來源：交通部運輸研究所，研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究，民國 98 年 7 月。

(二)「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」

地方主管機關基於地方運輸需求及地方未來發展，常有提出新建大眾捷運系統之需求，惟鑑於捷運建設政府需投入之經費龐大，且對於沿線周邊土地之發展將有顯著影響，為避免捷運建設不當投入，並確保建設後得以永續營運，應由地方政府先行辦理可行性研究，再依交通部頒訂定之「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」進行審查。

前述要點係透過考量都市發展及大運輸系統整合，同時結合沿線

都市更新及土地開發效益等因素，作為審議地方主管機關申請計畫之依據，並期望能共創捷運建設與土地開發整合效益，達成朝向大眾運輸導向發展之目的。相關檢視重點，略以：

1.地方主管機關辦理可行性研究前，應先完成都市發展規劃、綜合運輸規劃(含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫)作業程序。

2.地方主管機關應研提申請計畫書送交通部審核，並應包含下列項目：

(1)都市公共運輸發展情形，包括：

- 過去五年公共運輸預算平均支出比例。
- 都市（會）人口規模適宜性：一百萬人以上。
- 公共運輸使用普遍性：公共運輸平均使用比例過去五年公共運輸佔每日通勤運輸比例數至少百分之五以上。

(2)路廊規劃構想：本計畫路廊辦理大眾捷運系統計畫之必要性，包含採用大眾捷運系統提供公共運輸服務之緣由、說明及永續經營之策略。

(3)路線運量概估：營運目標年沿線廊帶預測運量概估。

(4)土地開發構想：包含捷運路線、場、站或鄰近地區可開發範圍之概述、都市計畫變更構想、土地開發方式及地方政府預估可獲取之開發效益項目。

(5)財務籌措構想：包含可挹注大眾捷運系統建設經費或營運成本之本業票收及附屬收入規劃構想，並註明初步建議中央政府分攤比例，以及推動稅金增額融資或專案融資、地方主管機關成立本計畫之捷運建設基金（或專戶）等構想。

(6)成立營運機構之構想。

(7)其他相關文件：包含申請補助辦理本計畫可行性研究期程及作業費用之概估。

目前審議要點對於捷運系統的推動，係以都會人口規模達 100 萬人和公共運輸市占率達 5%，當作基本的門檻。事實上，都會區範圍的大小、人口集中的程度、公共運輸使用的習慣，都會影響到捷運建設的需求性和必要性。依上述規定，都會區人口須達一百萬人，始能提出可行性研究計畫，而臺灣地區民國 105 年 9

月人口資料如圖 5.1-3，五都人口皆在一百萬人以上，但是其他中小型都市如基隆市、新竹縣市亦有提出軌道建設之需求，由本研究蒐集資料，重\高運量系統(重軌捷運)之都會人口都在一百萬人以上，輕軌系統或單軌捷運之都市案例人口都不到一百萬人，故此指標於操作上無法滿足中小型都市興建捷運系統之需求，應該以集中於路廊之人口作為指標，可能會更為明確。

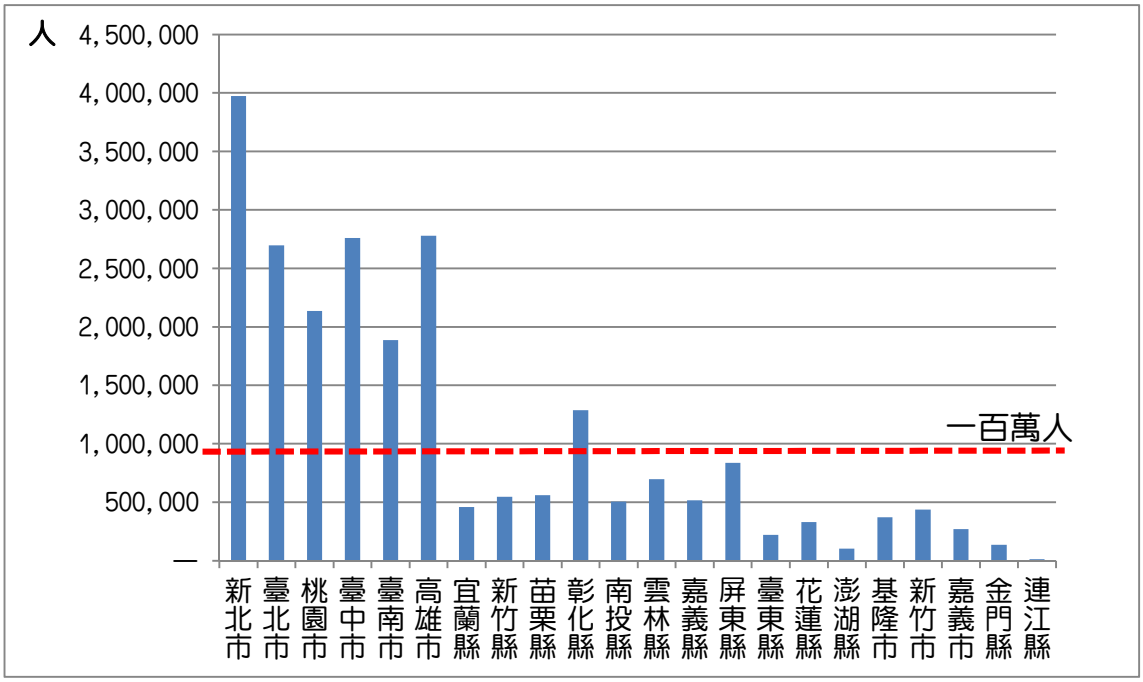


圖 5.1-3　臺灣地區各縣市人口數

(三)國外相關文獻回顧

軌道運輸需投入相當大之建設成本，且具有規模經濟之特性，故部分人士對於要投入龐大建設成本興建軌道系統，其可能獲得的效益，持保留態度，也是相關運輸或區域經濟分析專家等所關心之議題，於美、日、德等國家皆有文獻與專家，經過實際資料蒐集與分析，嘗試建立支撐軌道建設的最小運量資料或是人口密度資料，作為評析軌道建設或系統型式之參考，本研究參考相關文獻後整理如下：

1. The Rail Transit Threshold Analysis，Pushkarev et al. (1982)

美國 Pushkarev 等人於 1982 年透過經濟分析方法，以旅運量(平日每英里路線輸運旅客延人公里數(或英里數)，延人公里/公里/日)做為評估軌道建設之門檻指標，採取此指標的理由是因既是交通相關效益的指標，又是可合理預測的。美國 Pushkarev 等人分析於

合理乘車空間與班次密度下，軌道系統必須要有多少的運量支撐，以使其相對於巴士或其他運輸模式，可以節省勞動力或土地、建造成本相關資源，能與所投入之軌道建設與營運成本間達到平衡。

由於其指標是以每公里之延人公里數，在固定的路線長度下，每位旅客平均旅次長度(ATD)較長，則搭車旅客量得以較小，反之，若每位旅客平均旅次長度(ATD)較短，則搭車旅客量需較大。

其計算分析輕軌、捷運、自動導軌在不同路權或建造型式下的門檻指標如表 5.1-3。

表 5.1-3　Pushkarev 等人分析軌道系統門檻指標

系統	路權型式	門檻指標 (延人公里/ 公里/日)
輕軌 (light rail)	LR-1：共用路權 low-capital light rail line near grade	4,000
	LR-2：隔離路權	7,200
	LR-3：隔離路權-20%隧道	13,600
捷運 (Rapid transit)	RT-1：Rapid transit above ground	15,000
	RT-2：Rapid transit up to one-third in tunnel	24,000
	RT-3：Rapid transit fully in tunnel	29,000
自動導軌 (automated guideway Transit)	DPM-1:A low-capital people mover guideway	5,000
	DPM-2:rubber-tired vehicles	12,000
	DPM-3:高架型式 DPM-3:隧道型式	46,000 67,000

資料來源：Traffic Density Thresholds for Rail Transit: A Retrospective publictransit.us Special Report No. 2, Leroy W. Demery, Jr. • J. Wallace Higgins • Michael D. Setty • February 15, 2005

2.德國輕軌交通顧問公司 GmbH (LRTC)Handbook，1993

德國輕軌交通顧問公司 GmbH (LRTC)於 1993 提出輕軌運輸系統應用範圍及設計數據(如表 5.1-4)，其將輕軌分為四個等級，前三個等級(Level I～Level III)皆有部分共用或隔離路權，非全線專用路權，故類似接近於街面電車，也是本研究所稱之平面輕軌，而 Level IV 因為全線採專用路權，50%為立體化型式(隧道或高架)，故類似接近於捷運系統。各等級輕軌系統每日應達最小運量密度為 2,000～15,000(延人公里/路線公里)。

表 5.1-4　德國輕軌交通顧問公司 GmbH (LRTC)
輕軌運輸系統應用範圍及設計數據

項目			輕軌運輸系統			
			接近街面電車			接近捷運系統
			Level I	Level II	Level III	Level IV
系統標準		最小每天單向運量密度(延人公里/路線公里)	2,000	5,000	10,000	>15,000
都市與旅運需求分類		城市規模	小型城市	中型城市	大型城市	大都會
		服務區人口	20 萬～50 萬	50 萬～100 萬	100 萬～200 萬	200 萬～500 萬
		交通廊道之人口密度(人/km2)	2,000	3,000	5,000	8,000
		15km 長廊道公共運輸需求(乘客/天)	30,000	60,000	100,000	>160,000
		從 feeder traffic 之其他額外需求(乘客/天)	5,000	15,000	25,000	>40,000
設計數據	軌道	路權型態	20% 共用 80% 隔離	80% 隔離 20% 專用	20% 隔離 80% 專用	100% 專用
		縱面線形	地面	5%隧道/高架	20%隧道/高架	>50%隧道/高架
	車站	平均車站間距(m)	500	600	750	1,000
		月台長度(m)	40	60	90	120
		月台高度	低	低及/或高	高	高
	車輛	車箱/車輛	單向/雙向行駛	雙向行駛	雙向行駛	雙向行駛
		長度(m)	40	40/30	30	30
		寬度(m)	≦2.40	2.40/2.65	2.65	2.65
		入口/出口	低底盤	摺疊/無階梯	無階梯	無階梯
		乘客容量/車輛	250	250	250	250
	營運	最大車數/電聯車	1	2	3	4
		最小班距(秒)	90	90	90	90
		最大運量(人/小時/方向)	10,000	20,000	30,000	40,000
		電聯車保護	無、人工控制	部份區間有	大部份有	全部有
		道旁控制路口號誌	大部份	全部	優先通行	與列車保護整合
		營運速率(km/h)	20	25	30	35

資料來源：Traffic Density Thresholds for Rail Transit: A Retrospective publictransit.us Special Report No. 2, Leroy W. Demery, Jr. , J. Wallace Higgins,Michael D. Setty, February 15, 2005

3.New urban transit systems Reconsidered(Akira Nehashi,1998)

1998 年日本鐵道建設公團規劃部 Akira Nehashi 針對因人口增加、汽機車增加導致之環境問題，必須要進行運輸系統之改善，如要增加運輸系統之連結性，惟新建公共運輸系統在日本同樣面

臨用地取得與融資等問題，故要如何引進較適之系統，符合發展需求，而不會過於昂貴無法支撐營運。故其蒐集日本相關之都市運輸系統，包括捷運、AGT、單軌、輕軌、公車捷運等系統，進行成本與優缺點等比較分析。Akira Nehashi 整理日本相關之都市運輸系統建造成本與達到損益平衡運量密度等資料如表 5.1-5。

表 5.1-5　日本都市軌道運輸系統特性分析

項目	重/高運量捷運(Metro)	中運量捷運			輕軌運輸	公車捷運
		AGT	單軌捷運	線性馬達捷運		
達到損益平衡運量密度(人/公里)	12,200	4,300	4,000	12,200	2,100	-
營運速率(公里/小時)	32	27	30	34	20～25	20～25
站間最大運能(人/小時/方向)	64,000	18,000	26,000	35,000	14,000	4,000
每公里營運成本(億圓/公里-年)	6.66	2.33	2.21	6.66	1.13	-
每公里建造成本(含車輛)(億圓/公里)	250～300	系統部分：30～65 設施部分：35～100	系統部分：30～70 設施部分：35～75	200～210	33	33

資料來源：http://www.ejrcf.or.jp/jrtr/jrtr16/f04_nehashi.html。

表 5.1-5 中達到損益平衡之運量密度，係透過假設合理之列車班次(每日營運 17 小時，尖峰 4 小時班距為 5 分鐘，離峰 13 小時，班距為 10 分鐘)乘上日本當時統計之單位列車營運費用(1991)，計算出每日營運費用，再以每日營運費用除以每位旅客平均搭乘支付之票價(150 日圓)獲得每日達到損益平衡之運量。

4.Mass Transit & Mass：Densities Needed to Make Transit Investments Pay Off，Erick Guerra and Robert Cervero, University of California, Berkeley ,2011

加州大學運輸中心 Erick Guerra 與 Robert Cervero 於 2011 年提出「達到大眾運輸投資損益平衡之都市發展密度研究」，文中指出由於軌道建設需要投入龐大金額，成為美國新建軌道計畫推動的最大困難，相關決策者常會面臨「多少活動人口密度足以使大眾捷運投資損益平衡」之問題。Erick Guerra 與 Robert Cervero 透過 59 個案例(包括公車捷運、輕軌與捷運系統)進行分析，觀察居住人口

與及業人口密度增加，可減少平均每位旅客所負擔的投資成本，相對節省效益，而可達到成本效益的平衡，並探討如何透過 TOD 手段，在何時、何處，增加多少都市人口，才達到發展大眾運輸之效益。

其由總建造與營運成本&總效益平衡觀點，推算出輕軌系統（LRT）資本成本 5000 萬美元/英里(約每公里 10.6 億元) 需要車站 800 公尺範圍內活動人口密度(及業+居民)為 60 人/每英畝，相當於車站服務範圍為 3 萬人，平均路線沿線兩側各 500 公尺，每公里活動人口為 1.5 萬人。

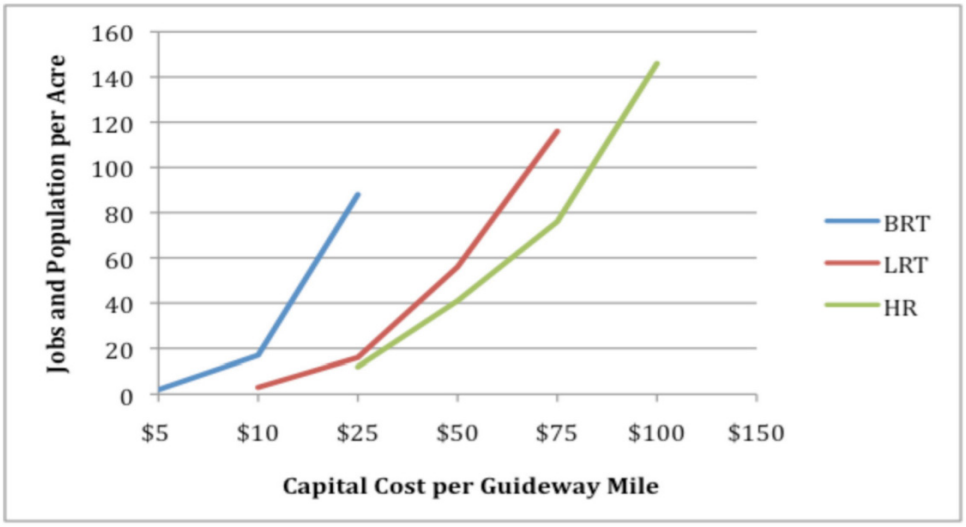


圖 5.1-4　軌道系統達到損益平衡之活動人口密度關係圖

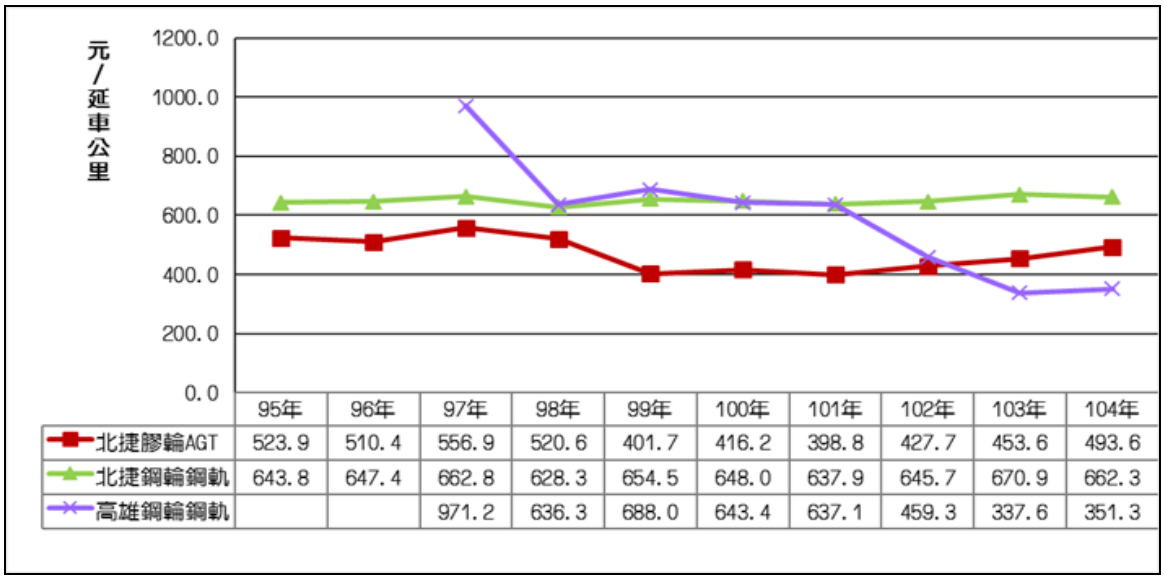
資料來源：Mass Transit & Mass：Densities Needed to Make Transit Investments Pay Off，Erick Guerra and Robert Cervero, University of California, Berkeley ,2011

二、本研究門檻探討

過去研究對於門檻值之探討，以國外捷運系統發展為主，本研究則蒐集臺北捷運與高雄捷運實際營運資料，分析於營運階段達到損益平衡的運量密度，並與國外相關資料比較，作為國內推動軌道計畫之參考。

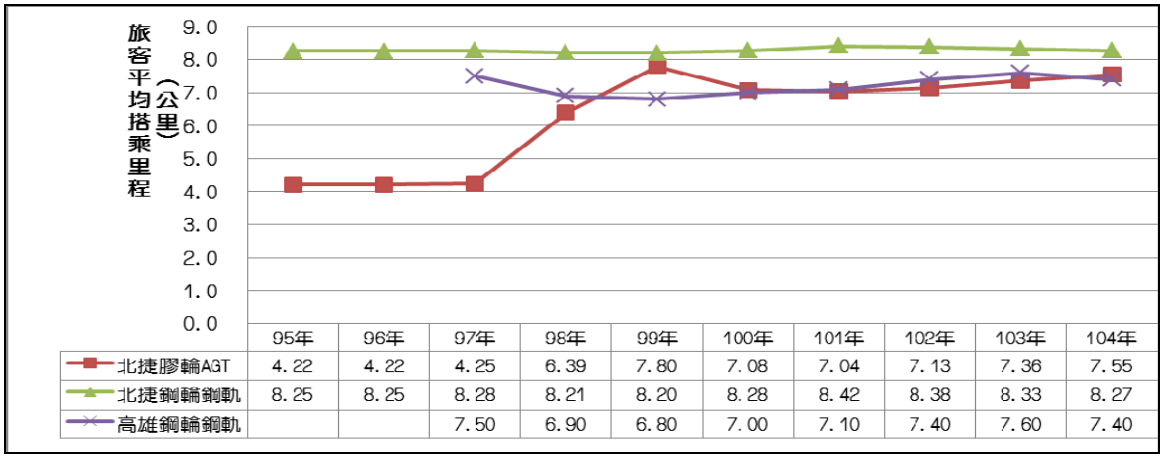
圖 5.1-5 與圖 5.1-6 分別整理臺北捷運與高雄捷運每列車公里營運成本與旅客平均搭乘里程。臺北捷運高運量系統平均每列車營運成本為 637.9 元/延車公里～670.9 元/延車公里，高雄捷運每列車營運成本為 351.3 元/延車公里～697.2 元/延車公里(不計民國 97 年特別高者)，高雄捷運營運成本由於民國 102 年間高雄捷運公司與高雄市政府透過合約修訂，高雄市政府同意負擔部分固定資產重置費用，故使高雄捷運公司減少「折舊」、「權利金」、「利息費用」項目的部分金額，而使得由損益表上運輸成本計算出的單位延車公里成本於民國 102 年以後降低。惟損益平衡計算，必須反

映真實運輸成本(包括人員、電力等能源費用、材料及用品與重增置成本等)，與營收收入(票價與附屬事業)之平衡關係，故後續再引用高運量成本資料，將會以參考臺北捷運高運量系統與民國 102 年以前高雄捷運成本資料為主。



	95年	96年	97年	98年	99年	100年	101年	102年	103年	104年
北捷膠輪AGT	523.9	510.4	556.9	520.6	401.7	416.2	398.8	427.7	453.6	493.6
北捷鋼輪鋼軌	643.8	647.4	662.8	628.3	654.5	648.0	637.9	645.7	670.9	662.3
高雄鋼輪鋼軌			971.2	636.3	688.0	643.4	637.1	459.3	337.6	351.3

圖 5.1-5　臺北捷運與高雄捷運每列車公里營運成本



	95年	96年	97年	98年	99年	100年	101年	102年	103年	104年
北捷膠輪AGT	4.22	4.22	4.25	6.39	7.80	7.08	7.04	7.13	7.36	7.55
北捷鋼輪鋼軌	8.25	8.25	8.28	8.21	8.20	8.28	8.42	8.38	8.33	8.27
高雄鋼輪鋼軌			7.50	6.90	6.80	7.00	7.10	7.40	7.60	7.40

圖 5.1-6　臺北捷運與高雄捷運旅客平均搭乘里程

國內已營運與興建中之捷運路線平均約 14 公里，故以平均路線長度為 14 公里為基礎，並在每日營運 18 小時，尖離峰最大合理班距情形(尖峰 4 小時班距 6 分鐘，離峰 14 小時班距 10 分鐘，一日計 124 班次)，計算每日行車公里數與營運成本，再除以每人平均搭乘里程為 8 公里(利用臺北捷運與高雄捷運延人公里資料除以旅客數得到每人平均搭乘里程為 8 公里)換算得之票價，計算最大合理班距損益平衡之運量密度如表 5.1-6。另外由高雄捷運工程局預估未來輕軌每列車營運成本為 250 元/車公里，以同樣標準計算損益平衡之運量密度於表 5.1-6 內。

V：路線營收平衡每日運量

=每日營運成本(每列車公里成本*合理班次*路線長*2)/
(平均票價*(1+附屬事業收入比例))

註：**附屬事業收入比例一般以票箱收入 5%估計**

POPd：**路廊沿線兩側 500 公尺廊帶活動人口數/公里**

=路線營收平衡每日運量/旅次發生率/路線長度

表 5.1-6　系統設置參考門檻 1-最大合理班距損益平衡之運量密度計算

項目	變數	輕軌運輸系統	AGT 膠輪	高運量鋼輪鋼軌
單位公里營運成本(元/車公里)	C	250	432	654
路線長(km)	L	14	14	14
班次數(次/日)	Q	124	124	124
尖峰小時站間運能(人/小時)		2,500	4,000~6,000	7,000~22,000
每日營業費(元)		86.8	150	227.1
平均里程	AL	8	8	8
票價(元/人)	F	25	25	25
每日旅客數	V	34,720	59,996	90,828
運量密度(旅客數/公里)	Pd	2,362	4,081	6,179
軌道運具比	S	20%	20%	20%
旅次發生率(旅次/人)	T	1.8	1.8	1.8
活動人口/公里	POPd	6,561	11,337	17,163

資料來源：本研究整理分析。

於上表 5.1-6 採用最大合理班距配合每列車乘載人數之假設(輕軌每列

車 250 人/列車，AGT 膠輪 400~600 人/列車，高運量鋼輪鋼軌 700~2,200 人/列車)，計算出之尖峰小時站間運量(人/小時)，分別為(輕軌每列車 2,500 人/小時，AGT 膠輪 4,000~6,000 人/小時，高運量鋼輪鋼軌 7,000~22,000 人/小時)，與表 5.1-1 中各軌道系統提供之運能有相當之差距，故顯示若採最大合理班距計算之運能，與該系統可發揮之運能，有相當之差距，而出現矛盾現象。

故在國際上對於各系統運能之界定(即表 5.1-1)，與參考國內已營運路線之尖離峰列車班距，以及計畫路線之規劃報告，以及各類型軌道系統服務運量規模，規模與列車採購的情形下，一般是以尖峰 4 小時班距 3 分鐘，離峰 14 小時 8 分鐘，一日計 185 班，進行規劃，計算配合運量規模班距之損益平衡之運量密度如表 5.1-7。依此估算之尖峰小時站間運能較能符合一般對於各系統運能之界定，並計算各系統達到損益平衡之活動人口密度。

表 5.1-7 系統設置參考門檻 2-配合運量規模班距損益平衡之運量密度計算

項目	變數	輕軌運輸系統	AGT 膠輪	高運量鋼輪鋼軌
單位公里營運成本(元/車公里)	C	250	432	654
路線長(km)	L	14	14	14
班次數(次/日)	Q	185	185	185
尖峰小時站間運能(人/小時)		5,000	8,000～12,000	14,000～44,000
每日營業費(元)		129.5	2,237.8	3,387.8
平均里程	AL	8	8	8
票價(元/人)	F	25	25	25
每日旅客數	V	51,800	89,510	135,509
運量密度(旅客數/公里)	Pd	3,524	6,089	9,218
軌道運具比	S	20%	20%	20%
旅次發生率(旅次/人)	T	1.8	1.8	1.8
活動人口/公里	POPd	9,788	16,914	25,606

資料來源：本研究整理分析。

於固定之損益平衡運量密度下，利用運量等於旅次發生率(旅次/人)與人口密度(人/公里)、公共運輸比例之乘積，以臺灣地區平均旅次繪製人

口密度與公共運輸比例相對關係圖(圖 5.1-7 與圖 5.1-8)，在固定之損益平衡運量密度下，人口密度越高，公共運輸比例可以較低，若是人口密度越低，公共運輸比例則需要提高。本研究以安坑線、三鶯線與民汐線為例，分別估算民國 103 年，三條路線兩側 500 公尺廊帶之人口密度(如表 4.3-8)，並對照新北市與臺北市公共運輸比例(安坑線、三鶯線以 104 年民眾日常使用運具狀況調查新北市公共運輸比例 31%，民汐線以臺北市公共運輸比例 37%)，安坑線與三鶯線可達接近臺北捷運 AGT 與輕軌運輸量系統發展門檻，民汐線達臺北捷運中運量系統發展門檻。

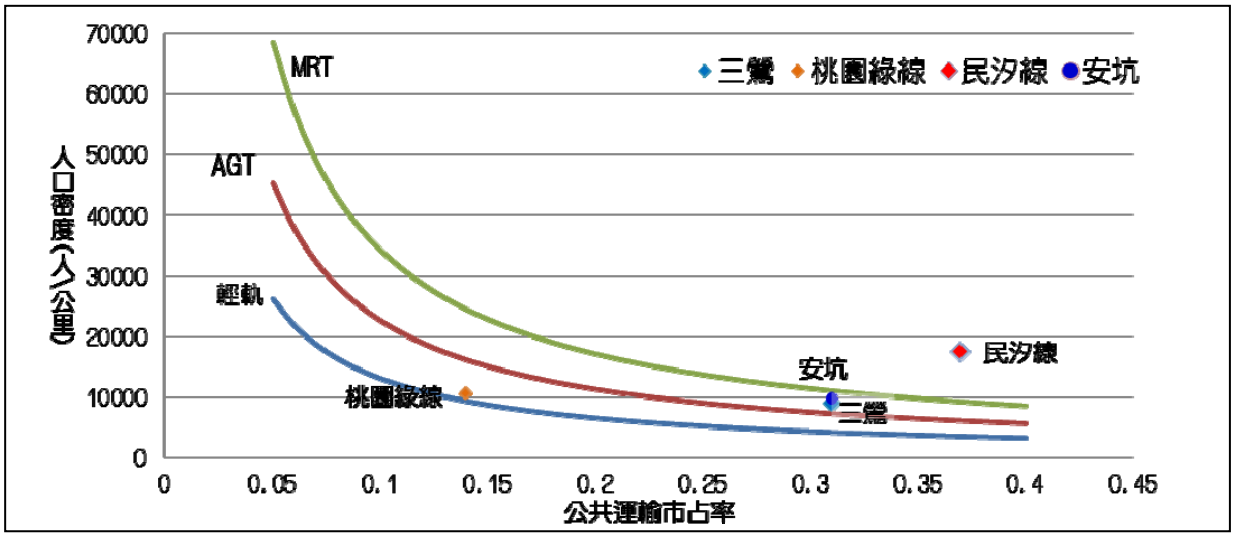


圖 5.1-7　都市軌道運輸發展人口密度與公共運輸市占率參考值(最大合理班距)

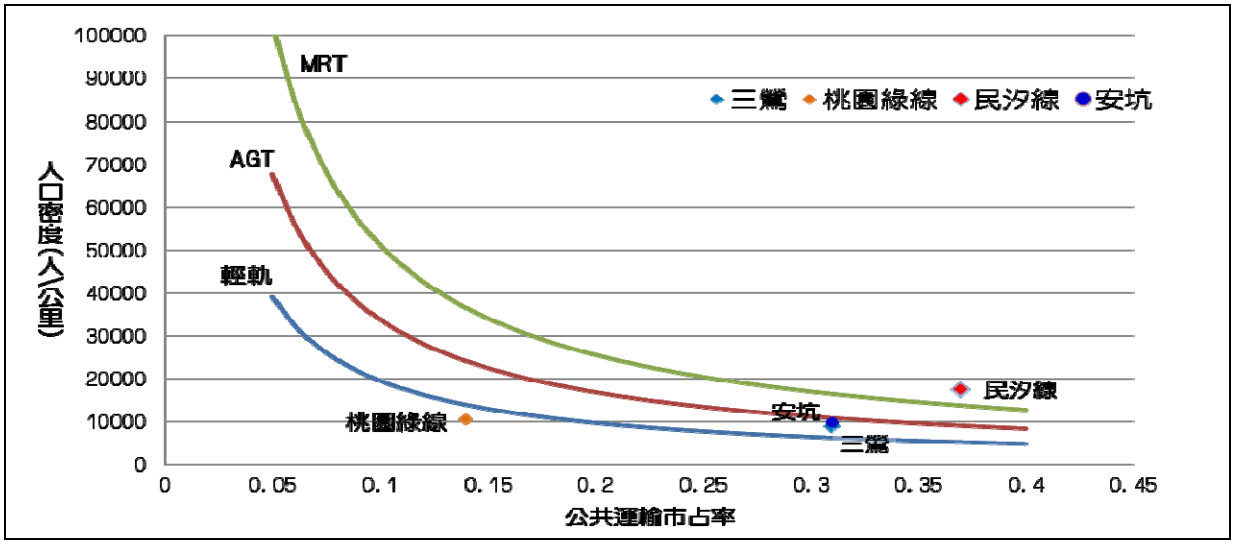


圖 5.1-8　都市軌道運輸發展人口密度與公共運輸市占率參考值(配合運量規模班距)

表 5.1-8　臺北都會區捷運路線路廊沿線兩側 500 公尺廊帶人口密度

	路線長	人口數	人口密度 人/公里	交通部調查 公共運輸比
文湖線	25.7	485,139	18,877	0.374
淡水信義	29.2	559,153	19,149	0.374
松山新店	20.7	517,264	24,989	0.374
中和新蘆	28.7	909,100	31,689	0.374
板南線	24.2	605,708	25,029	0.374
三鶯線	14.3	123,444	8,639	0.314
安坑線	7.5	73,410	9,788	0.314
民汐線	19.623	343,658	17,513	0.314
五股線	11.48	114,774	9,998	0.314
桃園棕線	11.465	97,490	8,503	0.130
桃綠	27.8	244,126	8,781	0.130
桃綠延伸	7.62	80,422	10,554	0.130
淡海輕軌綠山	7.5	31,034	4,138	0.374
淡海輕軌藍海	6.7	29,967	4,473	0.374

資料來源：本研究整理分析。

三、本研究參考門檻值建議

本研究整理國內臺北與高雄捷運實際營運資料，以及蒐集國外研究資料，計算各都市軌道系統型式營運階段，達到損益平衡點之運量密度，並建議運量密度參考門檻，根據臺北捷運與高雄捷運經驗，103 年公共運輸運量約為捷運通車時之 2～3 倍，故考量到捷運通車後，運量仍有成長空間，故建議整體路網規劃階段之現況公共運輸旅客量，重/高運量捷運(Metro)達到 4,500 人/公里，中運量捷運到 3,000 人/公里，輕軌運輸 1,750 人/公里。而可行性研究與綜合規劃階段計畫目標年運量預測，重/高運量捷運(Metro)達到 9,000 人/公里，中運量捷運到 6,000 人/公里，輕軌運輸 3,5000 人/公里。如表 5.1-9。

若潛在的運量需求未達到捷運營支比大於 1 的運量門檻，建議應強化該路廊的土地使用以增加活動人口數，或優先發展公路公共運輸來培養運量需求。對於需求型計畫，地方政府可依運量門檻值，透過現況人口

密度及公共運輸市占率，篩選出具發展潛力之路廊；中央亦可快速檢視地方需求或建議優先發展公路公共運輸，俾使地方財源可以做更有效率之規劃。對於供給型計畫(新市鎮開發)，則考量計畫核定後須待所提都市發展或土地開發等都市計畫程序完備後，才允許進入設計階段，以避免地方政府對未來開發過度樂觀。

表 5.1-9　都市軌道系統發展建議參考門檻值

項目		重/高運量捷運 (Metro)	中運量捷運		輕軌運輸
			AGT	單軌捷運	
達到損益平衡運量密度(人/公里)	日本捷運統計	12,200	4,300	4,000	2,100
	國內捷運統計	6,719~9,218	4,081~6,089		2,362～3,524
可行性研究與綜合規劃階段軌道運量密度建議參考門檻(人/公里)		9,000	6,000		3,500
整體路網階段之公共運輸旅客門檻(人/公里)		4,500	3,000		1,750

資料來源：本研究整理分析。

5.2　軌道系統型式評選作業準則研析

軌道系統投資龐大，系統技術型式之選擇直接影響建造型式、建造及後續營運維修成本。系統技術之選擇亦非單純技術層面可決定，尚須考量整體運輸政策、地區發展、經濟層面等因素，故如何評選適宜發展之軌道系統型式，通常需透過不同層面之整合評估，本節回顧近年相關計畫與研究文獻於軌道系統評選採用之指標或架構，結合本研究對於軌道系統型式發展之研析，研訂軌道系統型式評選作業準則，提供軌道建設於辦理可行性研究或綜合規劃作業時，進行系統型式評選之參考。

5.2.1　軌道系統型式選擇考量因素

一、捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書

(一)系統技術評選考量因素與架構

軌道系統投資龐大，系統技術型式之選擇直接影響建造型式、建造及後續營運維修成本。系統技術之選擇亦非單純技術層面可決

定，尚須考量整體運輸政策、地區發展、經濟層面等因素。因此，系統技術評選考量之因素分兩個層面：

1.政策面：

包括路線是否有扶植與獎勵相關系統技術(車型、導軌、號誌)產業等策略發展計畫、簡化備品採購與庫存管理及設備維修、建立國家系統標準、是否鼓勵開放民間參與等政策。

2.技術面：

包括容量是否適當、技術條件是否合適、技術是否成熟、市場封閉或普遍、成本是否較低、環境是否相容、自動化程度高低等技術因素。

「三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書」採用軌道運輸系統之評選準則如圖 5.2-1 所示。

(二)系統型式綜合評估

其綜整中運量捷運系統及輕軌運輸、公車捷運，有關運輸功能、路線線形限制等工程條件、成本經濟性、技術成熟性、自動化程度、環境相容性等因素後，整理如表 5.2-1 所示。

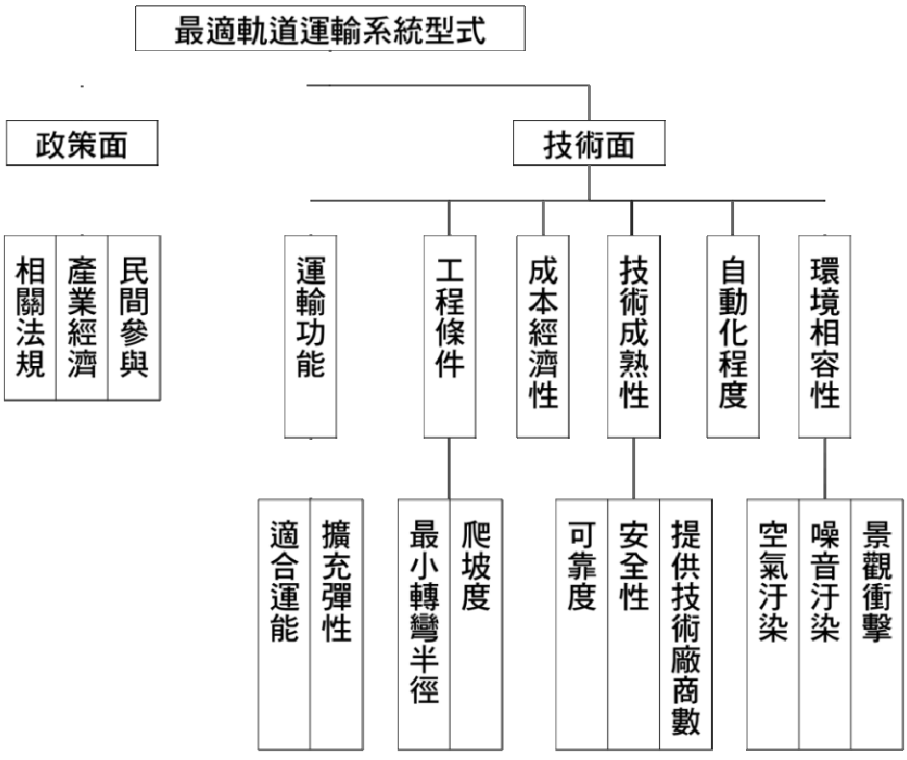


圖 5.2-1 「三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告書」軌道系統型式評選準則

表 5.2-1　捷運三鶯線系統技術型綜合評估表

系統型式	中運量捷運系統		半大眾捷運系統	
	鋼軌鋼輪	膠輪	輕軌運輸(LRT)	公車捷運(BRT)
	■ 輕軌捷運(LRRT) ■ 線性馬達捷運(LIM Metro)	■ 自動導軌運輸(AGT) ■ 單軌捷運(Monorail)		
運輸功能	■ 新市鎮聯外系統 ■ 與既有鐵路或高運量捷運之接駁系統 ■ 中型城市主要運輸走廊 ■ 大型都會區次要運輸走廊		■ 新市鎮區內及聯外系統 ■ 與既有鐵路或捷運之接駁系統 ■ 中小型城市運輸路網 ■ 大型都會區次要運輸走廊	
服務運能(單向每小時)	■ 5,000～25,000 人次 ■ 滿足三鶯線(LB01～LB12)需求 ■ 滿足未來延伸桃園八德段需求		■ 2,000～10,000 人次 ■ 滿足三鶯線(LB01～LB12)需求 ■ 延伸至桃園八德地區後，運能可能不足	
最大爬坡度(考慮舒適度)	6%	6%	6%	6%
最小轉彎半徑	50m	30～50m	18～25m	12～13m
工程條件	■ 平縱面線形符合系統條件 ■ 三鶯地區路幅不足，較適於採高架 A 型路權		■ 平縱面線形符合系統條件 ■ 三鶯地區路幅不足，不適宜採平面 B 型路權	
成本經濟性	■ 土建、機電成本較高，但可由較多旅客量分攤 ■ 營運維修成本較膠輪低	■ 土建、機電成本較高，但可由較多旅客量分攤 ■ 營運維修成本較鋼輪高	■ 土建、機電成本較低 ■ 考量維持平面交通之道路拓寬時，用地取得成本較高	■ 土建、機電成本最低 ■ 考量維持平面交通之道路拓寬時，用地取得成本較高
技術成熟性	■ 發展成熟，輕軌捷運全球使用案例多 ■ 線性馬達具專利技術，營運後勤維修備品較特殊，相對使用案例較少	■ 發展成熟，全球使用案例多 ■ AGT 具專利技術，營運後勤維修備品較特殊	■ 發展成熟，全球使用案例多	■ 發展成熟，全球使用案例多
自動化程度	■ 線性馬達捷運為全自動無人駕駛系統 ■ LRRT 部分案例採全自動化無人駕駛	■ AGT 為全自動無人駕駛系統 ■ Monorail 部分案例採全自動化無人駕駛	中	低
可靠度	高	高	中	低
安全性	高	高	中	中
容量擴充彈性	中	中	高	高
噪音影響(車外)	中 (鋼輪約 88dBA)	低 (膠輪約 72dBA)	中	低
空氣污染	低	低	低	中
景觀相容	低	低	中	高
交通衝擊	低	低	三鶯地區路幅不足，B 型路權交通衝擊高	
綜合評估	**建議方案**	--	--	--

資料來源：本研究整理。

二、 捷運系統安坑線暨周邊土地開發綜合規劃報告書

安坑線暨周邊土地開發綜合規劃報告書主要採論述方式，評估其計畫最適系統方案，主要從下述幾項論述：

(一)安坑地區位處整個大臺北都會區的南側，鄰近多山，屬於山坡住宅地區，目前人口近十萬人，產業以三級產業為主，居民主要的通勤方向以臺北市及新店區為主。

(二)運量預測的結果，安坑線尖峰小時最大站間運量為 6,100 人次/小時，屬於中低運量的水準。

(三)符合安坑線 K1～K5 路段為 B 型路權，K6～K9 為 A 型路權，要能同時在 A 型專用路權以及 B 型路權上運轉的中低運量捷運系統

考量上述三項，同時符合政策性、服務性、經濟性、成熟性，以及衝擊性的原則者，大概僅有輕軌運輸系統，因此前期可行性研究評選出輕軌運輸系統為最適合安坑線的機電系統型式，並已獲行政院核定採用。

三、桃園都會區大眾捷運系統棕線(桃園-龜山-迴龍段)暨周邊土地開發綜合規劃報告書

「捷運系統棕線(桃園-龜山-迴龍段) 暨周邊土地開發綜合規劃報告書」認為桃園棕線系統技術型式的選擇，應做綜合性的考量，並與路網方案評估同時進行。系統技術型式選擇流程，及其與路網方案關係，如圖 5.2-2 所示。進行系統技術型式選擇時除技術面之考量外，應考量政策面因素，包括相關法規及產業策略等國家發展計畫，最後再進行綜合性評估，篩選出符合本路線之最適系統。

桃園棕線(桃園-龜山-迴龍段)軌道系統評選綜合性評估則分從「技術面」、「政策面」、「成本效益考量」、「系統分析」四個層面進行評估。

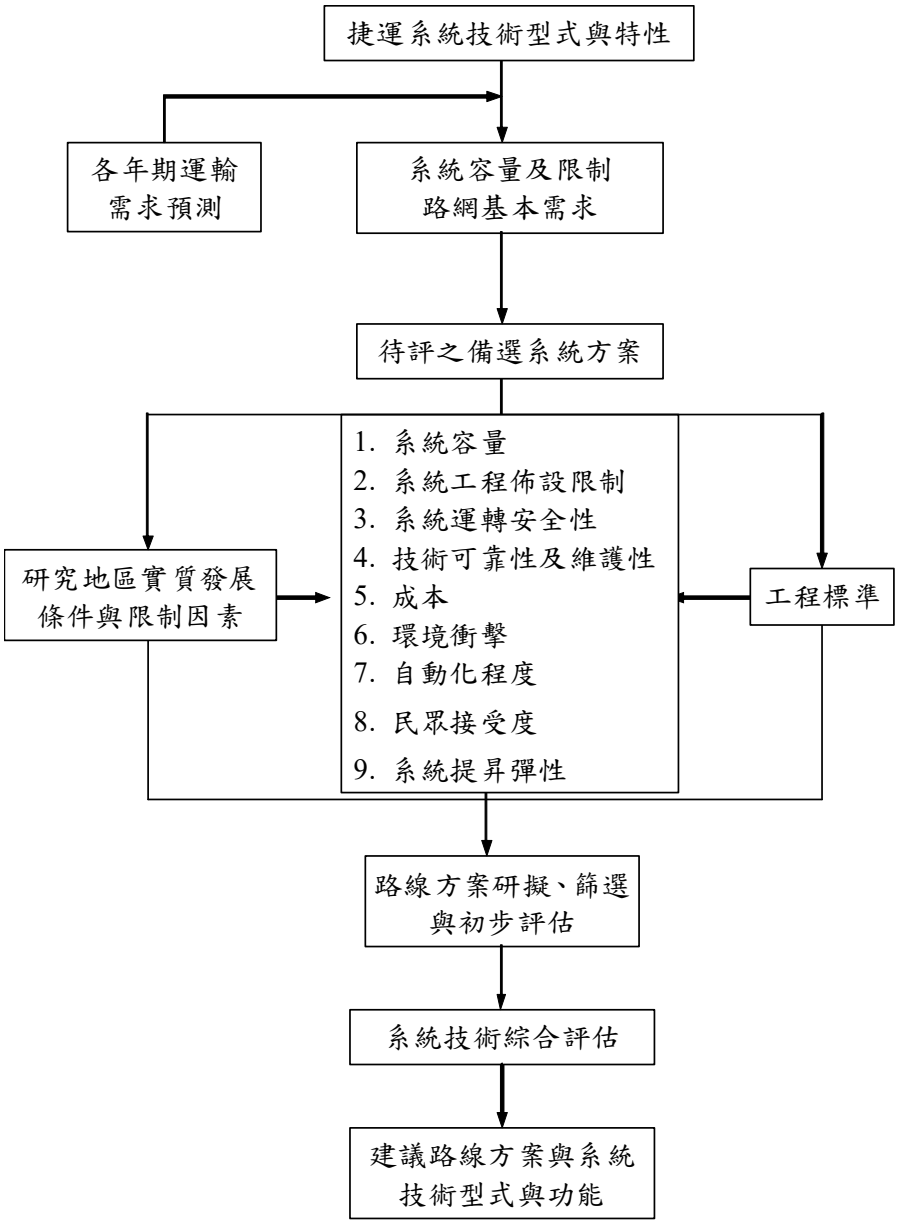


圖 5.2-2　桃園棕線系統評選作業流程

表 5.2-2　桃園棕線(桃園-龜山-迴龍段) 系統評選綜合性評估項目

層面	項目
技術面	• 系統運能滿足 • 服務功能的發揮 • 成本 • 技術成熟性與專利性 • 營運規模適切性 • 工程及環境配合
政策面	• 相關法規之訂定解釋 • 政府經濟財政政策之考量 • 政府推動大眾運輸政策之方針 • 捷運路網系統相容或一致之銜接方式 • 中央政府與地方政府就捷運建設推動之優先順序 • 捷運系統之型式(高架或地下) • 民間投資方式
成本效益考量	• 剩餘車道數之交通衝擊評估
系統分析	• 環境相容性 • 系統能力(爬坡度、運能) • 成本 • 自動化程度

資料來源：桃園都會區大眾捷運系統棕線(桃園-龜山-迴龍段) 暨周邊土地開發綜合規劃報告書，桃園市政府。

四、 臺灣地區都市引進輕軌運輸系統優先性評估方法之建構

交通部高速鐵路工程局民國 95 年辦理「臺灣地區都市引進輕軌運輸系統優先性評估方法之建構」，係針對臺灣地區都市引進輕軌運輸系統之優先順序排序評估，是以引進輕軌運輸系統為前提下，評估那些都市優先推動輕軌運輸系統。

報告中包含從輕運量系統需求角度，進行輕軌系統、公車捷運與傳統公車之比較分析，而其評估項目列表如表 5.2-3，以定性描述為主。

表 5.2-3　輕軌系統、公車捷運系統、傳統公車

	輕軌系統	公車捷運系統	傳統公車
1. 建造成本	高	中	低
2. 車輛及設備成本	高	中	低
3. 營運維修成本	高	低	低
4. 總成本(1+2+3)	高	中	低
5. 施工期	長	中	短
6. 主線優先性	高	中	低
7. 運量	高	中	低
8. 班距	小	中	長
9. 可靠性	高	高	低
10. 舒適度	佳	較差	差
11. 對景觀之負面影響	高	無	無
12. 對環境污染程度	小	中	中

資料來源：臺灣地區都市引進輕軌運輸系統優先性評估方法之建構，交通部高速鐵路局，民國 95 年。

系統評選結論如下：

(一)改善都市交通擁擠，提高都市之居住生活品質，此時公車捷運與輕軌運輸系統在財務負擔壓力不大下，將成為可能選項，尤其此兩種系統均具備有建置成本不高、在路線鋪設具有彈性之優勢。且若該都市已經實施公車專用道，更加容易進行路網整建 。

(二)在公車捷運之建置營運，維修成本均較輕軌運輸系統來的小；而輕軌運輸系統則可提供高品質之大眾運輸，如舒適度、觀光價值、無空氣污染及在市中心不須立體化之優勢。

(三)都市若能在無重運量捷運系統下，以輕軌運輸系統/公車捷運作為主線運輸，輔助以密集之傳統公車路網，將可改善都市交通擁擠之現象，同時若欲以塑造都市新意象，輕軌運輸系統則為較佳之選擇。

5.2.2 最適軌道系統型式評選階段探討

由上述系統評選文獻回顧，以及綜整相關軌道計畫推動經驗，包括各路線個別進行可行性研究，缺乏整體規劃，系統多元，提高營運維修人力與成本，以及分期興建計畫於系統後續擴充採購面臨規模不足或系統專利性問題，難以順利發包之困境，故於系統評選除了考慮個別路線需求外，應由整體路網觀點進行評估。而傳統作業之系統評選一般於可行性階段進行。茲將兩種系統評選階段方案說明如下：

一、方案一：傳統(目前審議要點)可行性研究階段進行系統評選

(一)都會區進行整體軌道路網評估，就潛力路廊，檢視是否符合 5.1「軌道系統建置門檻」，再就符合路廊，考量整體路網建置規模或是各路線分別考量，篩選可行系統方案，進入可行性研究。

(二)於可行性研究階段依「軌道系統評選準則」，進行最適軌道系統評估。

(三)綜合規劃階段就可行性研究階段建議之最適軌道系統進行規劃。

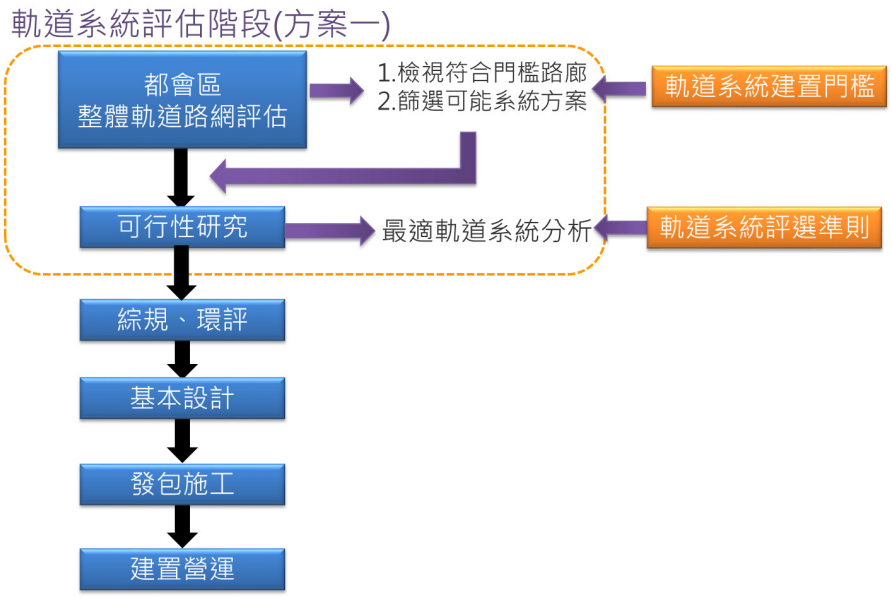


圖 5.2-3 軌道系統評估階段(方案一)作業流程

二、方案二：整體路網階段進行系統評選

(一)都會區進行整體軌道路網評估，就潛力路廊，檢視是否符合「軌道系統建置門檻」，再就符合路廊，考量整體路網建置規模，進行最適系統評估。

(二)可行性研究就整體路網決定之最適系統進行可行性研究。

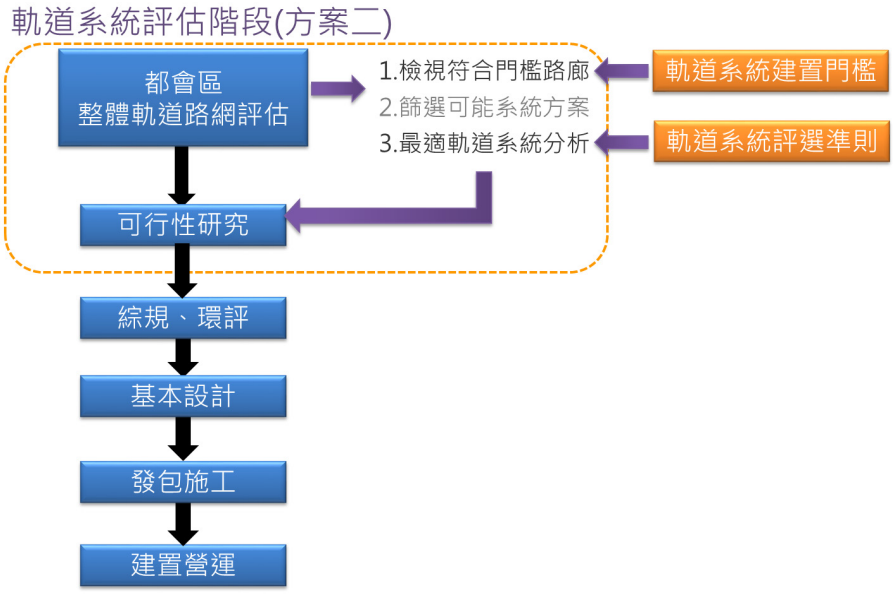


圖 5.2-4　軌道系統評估階段(方案二)作業流程

茲就上述方案一與方案二進行優缺點綜合評析如表 5.2-4，於方案一可行性階段進行最適系統評估，其優點為可行性研究已進行成本估算，可進行財務與經濟效益之評估，對於系統評估準則較為完整；缺點是個別路線進行系統評估，無法有整體性，如一個都會區或營運公司同時須經營好幾個系統，較難達到規模經濟，造成營運者之困難，於機廠設備無法共用，增加建置成本，也難以達到車輛軌道產業生產發展之規模經濟。

於方案二整體路網規劃決定最適系統，優點是都會區各路線採用一致系統，擴大採購規模，降低建置成本，有利國內軌道產業發展，另統一系統型式，維修設施與技術共用，如機廠共用、土地使用、減少徵收阻力、維修人力也可精簡。缺點是系統型式評選需考量工程條件、交通、都市發展等，整體路網規劃精度，難以進行客觀評估。另依大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點，第四點規定，地方政府要提出可行性研究申請書，必須完成整體路網規劃，惟中央政府僅進行整體路網規劃備查，未進行實質審查，無法定地位，系統評估結果難以認定，後續相關法規與制度須配合修改。

表 5.2-4　最適軌道系統評估階段方案

	方案一 可行性階段建議最適系統	方案二 整體路網規劃決定最適系統
優點	● 可行性研究已進行成本估算，能進行財務與經濟效益之評估，對於系統評估準則較為完整。	● 都會區各路線採用一致系統，擴大採購規模，降低建置成本，有利國內軌道產業發展。 ● 統一系統型式，維修設施與技術共用，如機廠共用，土地使用，減少徵收阻力，維修人力也可精簡。
缺點	● 個別路線進行系統評估，無法有整體性，如一個都會區或營運公司同時須經營好幾個系統，較難達到規模經濟，造成營運者之困難。 ● 建置階段因個別系統設施或車輛規格不同，甚至有不同專利，也會提高建置成本。 ● 對國內軌道產業發展不利。	● 系統型式評選需考量工程條件、交通、都市發展等，整體路網規劃精度，難以進行客觀評估。 ● 整體路網規劃目前不須經由中央審核，並無法定地位，系統評估結果難以認定，後續相關法規與制度須配合修改。

資料來源：本研究整理。

5.2.3　軌道系統型式評選關鍵因素分析

都市發展軌道運輸系統之目的，應是藉由都市軌道快速、便捷、穩定之服務特性，達到能與私人運具競爭，轉移私人運具使用之目的，所以應該符合所需之運輸服務需求。

惟軌道運輸系統因設施設備設置需求，可能受到地形地物之限制，所以選擇軌道系統時，需考量環境條件之限制。工程界常言「沒有工程技術解決不了之問題，端視願意付出多少之代價」，而所付出之代價與獲得的效果，是否能達到平衡或符合其成本效益。

故選擇軌道系統之關鍵因子，參考上述國內系統型式評估相關文獻，以及第三章國外於系統評選考量，界定如下：

一、滿足運輸需求與服務

首先須滿足都市運輸需求或決策者想要提供之運輸服務功能，包括需要或需要提供之系統容量、服務水準、績效，如尖峰小時單向可載運人數、班次頻率與旅行速率。

二、符合工程條件

包括環境限制、坡度、轉彎半徑、地質條件、道路空間等。

三、系統整合性

為達到建造與營運規模經濟性，相關資源如機廠設施可以共用，建議以整體路網考量系統最適性，若是在既有路網的新增路線，亦應考量與原有系統相容性或整合性。惟在整體路網架構下，仍可以有分層結構之路網，如主幹線或主要走廊採中高運量系統，次幹線或次要走廊採輕軌運輸系統，惟同一路網系統型式不應超過三種。至於是否有跨縣市系統整合之可能性，例如桃園棕線擬採用單軌捷運系統，臺南市亦計畫有構想採用單軌捷運系統，是否可跨縣市營運，由於目前規定地方政府需自行成立營運機構，但未來亦有可能採用代操作營運維修的方式，惟各縣市路網或計畫是個別提送，相關變數較難以掌握。

三、成本與效益分析

建造成本與營運期間之成本考量，財務效益或經濟效益之考量。

四、財務負擔考量

國家與地方財源皆是有限的，在每年軌道預算額度之下，過於昂貴的計畫可能產生計畫排擠效果。

五、配合國家產業發展政策

交通建設投資金額龐大，且需要國家工業、經濟之大力支撐，若能將相關交通建設配合國家產業之發展，相關資源挹注於產業發展，又可解決交通問題。惟前提為國家軌道車輛產業發展政策，應該明確，例如明確為鋼軌鋼輪或是膠輪，或是輕軌運輸系統等，是系統評選階段，若採用系統是可配合國家產業政策發展，中央政府可補助較高比例，減輕地方政府負擔。

除了上述系統評選關鍵因子，其他次要考慮因子包括：環境影響因素(空氣污染、噪音、視覺衝擊)、都市景觀與發展之結合、系統專利性低或競爭性高(可以有多家廠商提供)等。

5.2.4 軌道系統型式評選準則

軌道系統型式建議分為兩階段

一、第一階段：路權型式選擇與系統初步篩選

首先透過運輸需求功能界定，尖峰小時旅運量、服務水準(班次頻率)，營運速率，道路條件，決定路權型式，採A、B、C哪一種路權。

如果尖峰小時站間運量小於5,000人/時，可以考慮採B型路權，但是因B型路權會占用車道，以及受到平交路口影響，如果對道路交通影響過大，或是要求較高服務水準，班次頻率希望小於3分鐘，即不適於選擇B

型路權，建議採 A 型路權。

於所選定之路權型式之技術型式，就工程條件與環境影響等篩選可能系統，進入第二階段評選。

第一階段：以符合運輸需求(運量、承載量、班距)為基礎準則，評選合適之系統

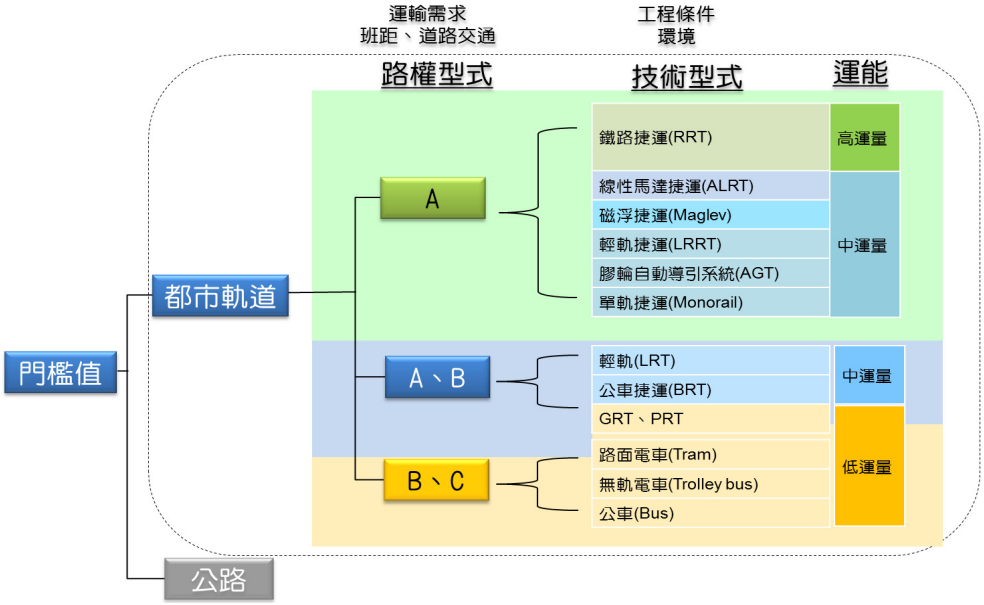


圖 5.2-5　第一階段系統評選架構圖

二、第二階段：系統型式選擇

就進入第二階段評選之系統就「都市交通」、「都市發展」、「工程條件」、「營運採購產業」、「環境影響」、「成本」六個層面十二個項目進行評估。

第二階段：兩套系統以上符合，以多準則進行系統評選

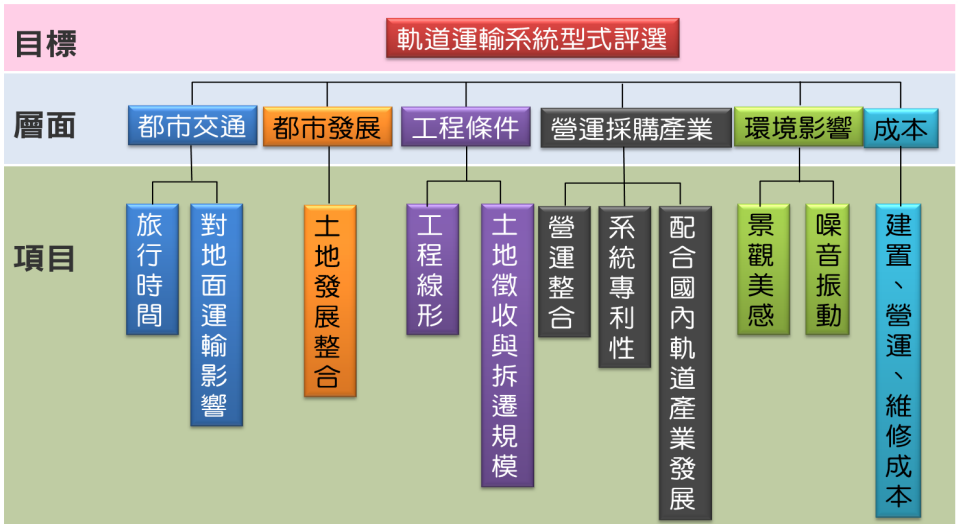


圖 5.2-6　第二階段系統評選架構圖

表 5.2-5　第二階段系統評選指標與評估方式

層面	準則項目	評估方式
都市交通	旅行時間	軌道系統較私人運具旅行時間節省
	對地面運輸影響	道路服務水準
都市發展	土地發展整合	與周邊都市發展之結合
工程條件	工程線形	轉彎半徑與坡度
	土地徵收與拆遷規模	土地徵收面積
營運採購產業	營運整合	與其他路線系統相容、營運整合
	系統專利性	系統廠商數
	配合國內軌道產業發展	與國內軌道產業發展政策相符
環境影響	景觀美感	對都市景觀相容性
	噪音振動	噪音振動大小
成本	建置與營運維修成本	建置與營運維修成本估計

資料來源：本研究整理。

三、綜合評估方法

進入第二階段系統評選，因考量多個準則，建議以多準則評估方法，以 AHP 問卷方式針對地方路線特性，邀請學者專家進行準則權重 AHP 問卷，獲得準則權重，再透過專家評估法，評估各準則項目績效值，再以加權方式，計算獲得最後建議之系統型式。

5.2.5　國內案例評估

本研究以「五股泰山線輕軌運輸系統暨周邊土地開發可行性研究報告書」為案例，以上述系統評選指標與評估方式進行操作。

新北市五股泰山線輕軌運輸路線係為服務五股、泰山及蘆洲主要發展區域而形成連接捷運北環線、蘆洲線與機場捷運線所提供之外圍環線，路線起於三重地區集賢路北側綠帶用地(與南北環線 Y22 站轉乘)，沿蘆洲地區 I-5 號計畫道路銜接 II-14、I-9 號計畫道路至中正路(與蘆洲線蘆洲站轉乘)，再轉至蘆洲線蘆洲站北側公園用地以高架型式跨越三民路後沿三民路南側西行，並跨越成蘆大橋西南側匝道及二重疏洪道右岸堤防，續沿成蘆大橋南側高架布設，於左岸堤防道路轉為平面型式後一路沿堤防道路布設，並於新城三路/新五路三段路口穿越八里新店線高架橋進入洲子洋新五路三段，至新城五路後再轉為高架型式，再於新五路三段與新五路二段交叉口後轉至新五路西側，續南行至五股交流道於國道 1 號與五楊高架橋中間穿越，再沿泰山地區北側農業用地西側行進至楓江路前轉為平面型式，一路沿農業用地西側南行至塭仔圳公園用地，

再轉接貴子坑大排南側 30 公尺都市計畫道路，於公五用地左轉跨越貴子坑大排至泰山地區之新北大道五段西側設置終點站，與機場捷運線 A5a 站轉乘。

路線全長約 11.48 公里，設置 14 座車站，成蘆大橋路段及新五路路段(新城五路至楓江路)為高架段，長約 5.1 公里，其餘路段為地面段，長約 6.38 公里。

一、第一階段：路權型式選擇與系統初步篩選

五股泰山線晨峰站間運量為往蘆洲方向為 4,811 人次/小時，小於 5,000 人次/小時，可以考慮採 B 型路權，惟在部分跨越二重疏洪道與中山高速公路之路段採用高架型式，故可考慮採輕軌或公車捷運系統。

二、第二階段：系統型式選擇

以第一階段初步篩選之系統，五股泰山線系統型式替選方案包括輕軌與公車捷運系統，應用表 5.2-5 第二階段系統評選指標與評估方式，於旅行時間、對地面交通影響、工程線型、用地徵收、建置與營運維修成本之分析結果係參考「五股泰山線輕軌運輸系統暨周邊土地開發可行性研究報告書」對於輕軌與公車捷運系統分析結果；於營運採購與產業發展之評估，則考量新北市整體輕軌路網發展計畫，營運採購可與淡海線與安坑線整合，以及配合鼓勵國內輕軌產業之發展；都市發展與環境影響則以輕軌與公車捷運系統特性比較，分析製作表 5.2-6，至於各項準則之權重與評點，建議未來於實務上，可以 AHP 問卷方式，邀請相關領域專家學者進行評估，本研究暫以平均權重與相對評點方式進行，將兩系統於各項目之評點加總後，輕軌運輸系統總評點得分 23 分，公車捷運總評點得分 17 分，評估五股泰山線以輕軌運輸系統為較佳之系統型式。

表 5.2-6　五股泰山線系統評選案例分析

層面	準則項目	評估方式	輕軌運輸		公車捷運	
			績效值	評點	績效值	評點
都市交通	旅行時間	軌道系統較私人運具旅行時間節省	平均旅行時間 26.14 分鐘 目標年節省 94.7 百萬分鐘	4	平均旅行時間 27.88 分鐘 目標年節省 38.4 百萬分鐘 (本研究以比例換算)	2
	對地面運輸影響	道路服務水準	每一橫交路口，尖峰小時平均約每 1.6 分鐘即通過 1 班輕軌電車，對路口影響相對較小。	2	每一橫交路口，尖峰小時平均約每 0.8 分鐘即通過 1 班公車捷運，對路口影響較嚴重。	0
都市發展	土地發展整合	與周邊都市發展之結合	佳	3	普通	2
工程條件	工程線形	轉彎半徑與坡度	符合	2	符合	2
	土地徵收與拆遷規模	土地徵收面積	14.8 公頃	0	12.9 公頃	1
營運採購產業	營運整合	與其他路線系統相容、營運整合	佳	3	普通	2
	系統專利性	系統廠商數	廠商數多	2	廠商數多	2
	配合國內軌道產業發展	與國內軌道產業發展政策相符	佳	3	差	0
環境影響	景觀美感	對都市景觀相容性	佳	3	普通	2
	噪音振動	噪音振動大小	尚可	1	普通	2
成本	建置與營運維修成本	建置與營運維修成本估計	建造成本 208.40 億元 每延人公里營運成本 4.59 (元/人-公里)	0	建造成本 120.58 億元每延人公里營運成本 3.48 (元/人-公里)	2
綜合評點得分			23		17	

註：評點定義：差 0 分、尚可 1 分、普通 2 分、佳 3 分，優 4 分

資料來源：1.表中績效值來自「五股泰山線輕軌運輸系統暨周邊土地開發可行性研究報告書」，新北市政府。

2.權重與評點實務上可邀請相關領域專家學者進行評估，本表權重與評點為本研究研擬試評。

5.3 小結

本章蒐集參考國內外相關都市軌道發展門檻與之系統型式評選研究文獻與計畫，與國內實際營運之捷運系統營運資料，並考量配合國內軌道建置制度、產業發展需求，研訂國內都市軌道建置門檻與系統型式評選作業準則。

一、 研訂國內都市軌道系統營運收支出平衡之運量密度門檻

本研究蒐集臺北及高雄捷運公司營運資料，建立營運收入、支出平衡的運量密度門檻，可供未來捷運/輕軌路廊先行檢視其運量是否得以支撐營運成本之參考。爰建議在可行性研究與綜合規劃階段，中間年之運量預測結果，捷運系統(Metro)須達到每日 9,000 人次/公里，中運量捷運運量為每日 6,000 人次/公里，輕軌運輸為每日 3,500 人次/公里。為避免運量預測的情境過於樂觀，依沿線二側 500-800 公尺，現況的人口數及公共運輸的使用比例，作為潛在的捷運運量，爰建議現況公共運輸旅客量，捷運系統(Metro)須達到每日 4,500 人次/公里，中運量捷運為每日 3,000 人次/公里，輕軌運輸為每日 1,750 人次/公里。。

二、研訂國內都市軌道系統型式評選作業準則

軌道系統型式評選作業建議分為兩階段

(一)第一階段：路權型式選擇與系統初步篩選

如果尖峰小時站間運量小於 5,000 人/時，可以考慮採 B 型路權，但是因 B 型路權會占用車道，以及受到平交路口影響，如果對道路交通影響過大，或是要求較高服務水準，班次頻率希望小於 3 分鐘，即不適於選擇 B 型路權，建議採 A 型路權。於所選定之路權型式之技術型式，就工程條件與環境影響等篩選可能系統，進入第二階段評選。

(二)第二階段：系統型式選擇評估

進入第二階段評選之系統就「都市交通」、「都市發展」、「工程條件」、「營運採購產業」、「環境影響」、「成本」六個層面十二個項目進行評估。

進入第二階段系統評選，因考量多個準則，建議以多準則評估方法，以 AHP 問卷方式針對地方路線特性，邀請學者專家進行準則權重 AHP 問卷，獲得更準則權重，再透過專家評估法，評估各準則項目績效值，再以加權方式，計算獲得最後建議之系統型式。

第六章　國內都市軌道運輸課題評析

本章針對國內都市軌道運輸於推動層面(包含行政審議及規劃、設計興建、營運等各階段)以及產業發展層面，提出重要課題及後續建議調整構想。

6.1 國內都市軌道運輸推動層面探討

6.1.1　行政審議層面

國內都市軌道運輸計畫於規劃及審議期間之相關法規整理如表 6.1-1，行政審議流程則依據交通部 101 年 5 月 30 日頒布之「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」(以下簡稱「捷運審查作業要點」)辦理，如圖 6.1-1 所示。

都市軌道運輸計畫之審議流程於近年有所改變，主要為因應都市發展、經費分攤及財源挹注，說明如下：

1.軌道建設投資龐大，回收不易，為避免加重財政負擔，排擠其他建設預算，而重新思考中央與地方政府財源分配合理性、財務風險及支出責任的歸屬。

2.結合捷運系統與都市發展，以 TOD(Transit Oriented Development)之公共運輸導向都市發展模式，於捷運規劃階段引入周邊土地開發構想，調整都市計畫，建立以捷運車站為核心，周邊土地高度與混合利用，同時促進公共運輸使用。

3.捷運建設帶動地方發展，提升周邊商業活動及土地、建物價值，將周邊土地開發效益(TOD)及租稅增額財源(TIF)納入軌道建設財務評估之籌措調度策略內，用以挹注公共建設，提高計畫自償性，減輕政府財政負擔，並落實漲價歸公精神。

「捷運審查作業要點」於民國 101 年頒布執行至今，其間如新北市三鶯線與安坑線、桃園捷運航空城線(捷運綠線)綜合規劃已獲行政院核定，部分捷運計畫則尚在規劃或審查階段，如臺北捷運系統民生汐止線、環狀線北環段及南環段、桃園捷運棕線、高雄捷運一環二連結等。

以下就目前軌道審議機制之辦理情形提出課題如后：

表 6.1-1　國內都市軌道運輸行政審議相關法規彙整

法規	主管機關	頒布時間	主要內容、目的
大眾捷運法	交通部	77.07 發布 103.06 最新修正	加強都市運輸效能，改善生活環境，促進大眾捷運系統健全發展，以增進公共福利。
環境影響評估法	環保署	83.12 發布 92.01 最新修正	為預防及減輕開發行為對環境造成不良影響，藉以達成環境保護之目的。
促進民間參與公共建設法	財政部	89.02 發布 90.10 最新修正	為提升公共服務水準，加速社會經濟發展，促進民間參與公共建設
政府公共工程計畫與經費審議作業要點	工程會	89.12 發布 100.05 最新修正	為健全公共工程計畫及經費有關技術及成本估算之審議機制，發揮工程專業審議功效，有效推動中央政府各機關公共工程計畫，並落實永續經營、節能減碳、維護生態環境及民間參與公共建設之政策目標。
行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點	行政院	98.01 發布 103.09 最新修正	建立完整之中長程計畫編審機制
大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點	交通部	100.04 發布 101.05 最新修正	考量都市發展與運輸系統整合，並結合沿線都市更新及土地開發效益等因素，作為地方主管機關申請捷運計畫之審議依據，期能共創捷運建設與土地開發整合效益。
跨域加值公共建設財務規劃方案	行政院	101.07 發布	期以創新思維之財務規劃方式，透過整合型開發計畫，從規劃面、土地面、基金面、審議面等多元面向，籌措及調度營運財源挹注公共建設經費，提高計畫自償性，透過外部效益內部化，達成減輕政府財政負擔、擴大公共建設之動能與效能，並實現中央與地方、政府與民間整合規劃建設的多贏目標。
公共建設計畫及周邊整合規劃申請與審查作業要點	行政院	102.09 發布	為審議中央主管機關及直轄市、縣（市）政府所提出之公共建設及周邊土地、產業整合規劃開發計畫，依據行政院核定「跨域加值公共建設財務規劃方案」訂定本申請與審查作業要點

資料來源：本計畫整理。

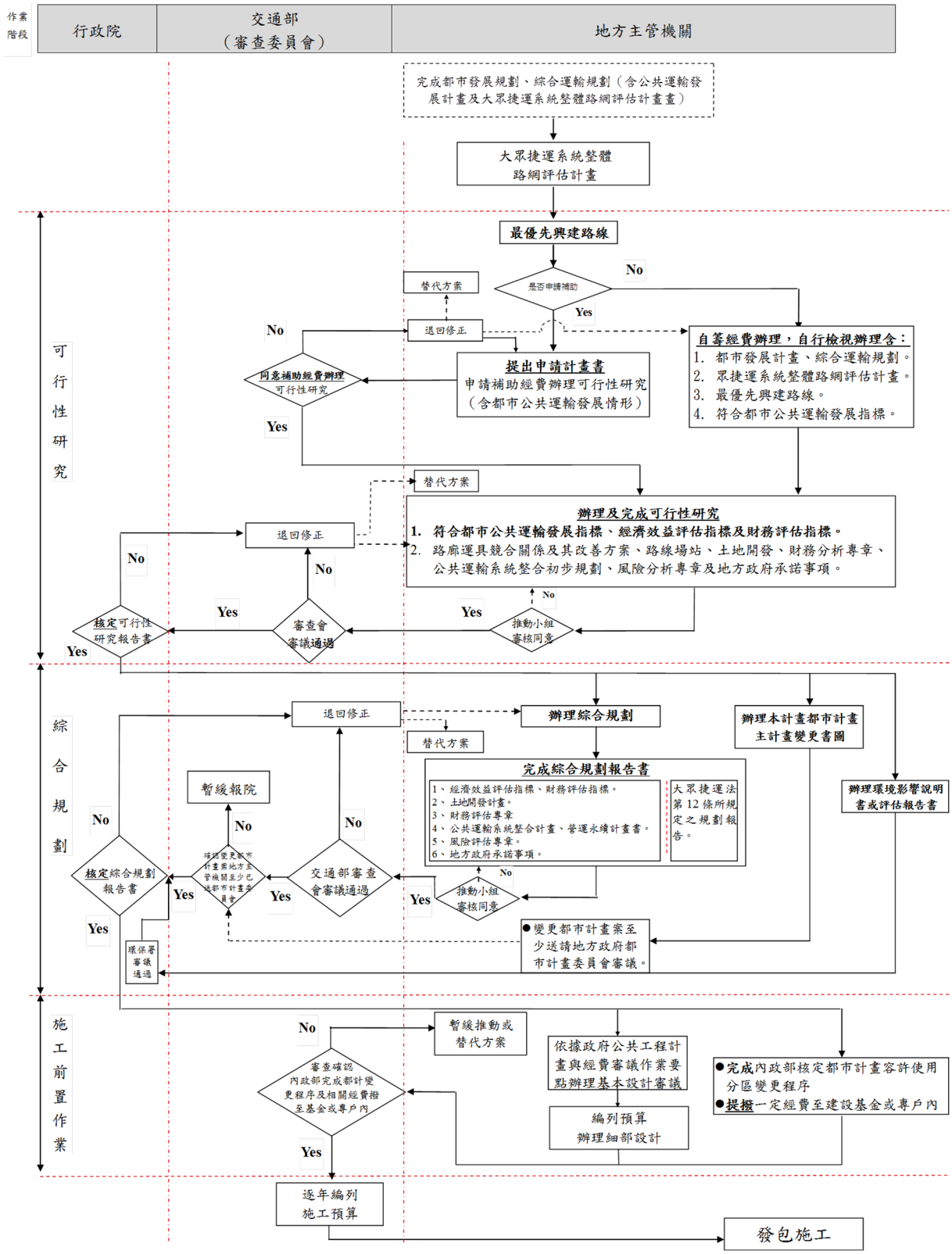


圖 6.1-1　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」流程圖

課題一：「大眾捷運系統整體路網評估計畫」之法定位階及審核、檢討機制

依「捷運審查作業要點」第二點(詳表 6.1-2)，地方主管機關辦理可行性研究前，應先完成都市發展規劃、綜合運輸規劃(含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫)作業程序。

由此可知，都市發展規劃及綜合運輸規劃(含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫)應屬於各捷運建設之上位計畫，地方政府應先行完成，具捷運系統結合都市規劃及公共運輸之政策指導性。執行至今，衍生主要課題及建議調整構想如下：

(一)「大眾捷運系統整體路網評估計畫」缺乏法定位階

一般而言，各級政府均會訂定都市發展規劃之上位計畫，如行政院「國土空間發展策略計畫」、依「區域計畫法」訂定之全國區域計畫(臺灣北、中、南及東部區域計畫)、各地方政府區域計畫，以及具體劃分土地使用分區之都市計畫。「國土計畫法」於 104 年 12 月 18 日通過後，則另依該法辦理，為國土規劃的最高指導原則。此外，各地方政府多另辦理相關之發展綱要計畫及整體運輸規劃，做為短、中、長程都市發展及交通指導政策。

大眾捷運系統整體路網與都市發展及公共運輸政策息息相關，應為前述上位計畫之一環，並依整體路網發展個別捷運建設計畫。惟「捷運審查作業要點」規定地方政府完成作業程序僅為備查性質，未確立「大眾捷運系統整體路網評估計畫」審查、核備之法定位階，以致未能在捷運路網建構階段即由中央、地方充分討論大眾捷運與公共運輸政策、都市發展願景之整合性、必要性，或因其政策指導性不足，與個別捷運計畫實質規劃階段可能產生落差或扞格。

(二)「大眾捷運系統整體路網評估計畫」缺乏檢討修訂機制

各級政府辦理之都市發展上位計畫均有定期或不定期檢討之機制，並均保留遇特定情事時，得隨時、適時檢討變更之。包括：

- 「國土計畫法」第 15 條規定全國國土計畫每十年通盤檢討一次，直轄市、縣(市)國土計畫每五年通盤檢討一次。
- 「都市計畫法」第 26 條規定每三年內或五年內至少應通盤檢討一次。
- 「都市計畫定期通盤檢討實施辦法」第二條規定都市計畫發布實施已屆滿計畫年限或二十五年者，應予全面通盤檢討。

「大眾捷運系統整體路網評估計畫」並未訂定檢討修訂機制，致捷運路網可能未配合社經環境變遷而修訂，或者捷運路線因地方首長異動或政策改變而變更時，未見同步考量其都市發展規劃及綜合運輸規劃。

- **建議調整構想**

(一)建立「大眾捷運系統整體路網評估計畫」之中央審查核定機制，確立其上位指導性之法定位階

路網發展階段依循都市發展、綜合運輸之上位指導計畫，分析其功能定位、運輸需求，並從整體路網觀點初步評估較適系統之選擇與建議，包括系統型式、路權型式、轉乘方式等，有利於同一路網之系統整合，減少機廠用地、預留轉乘空間，降低未來採購與營運維修成本；同時可回饋至都市計畫或新興開發計畫，先行預留適當路權或用地。

由於大眾捷運路網之推動歷程多為中、長程政策，為保留未來都市發展及路網架構的彈性，中央審查核定機制可考慮：

- 整體路網分期發展、分線核定：地方提出整體路網之路廊、系統型式與分階段推動順位，由中央核定，以利中央、地方掌控財政負擔能力。並結合各項都市發展或開發計畫之短中長期規劃進度，以落實大眾運輸導向都市發展(TOD)及車站周邊土地開發財源挹注捷運建設之政策推動方向，核定整體路網與系統型式後，地方須就核定路網，分線完成可行性研究與綜合規劃之核定。
- 核定前提為須達到相關門檻條件：捷運路網中如屬需求導向路線可以人口規模或大眾運具使用率達一定門檻為路網核定前提，參考本研究 4.3 節；如屬供給導向路廊可以相關開發計畫核定進度為路網核定前提。

(二)建立「大眾捷運系統整體路網評估計畫」之定期、不定期檢討機制

建議「大眾捷運系統整體路網評估計畫」呼應都市發展上位計畫，納入定期檢討或有重大情事得隨時檢討變更。

- 參考「國土計畫法」、「都市計畫法」，地方縣(市)約為每 5 年通盤檢討一次，社經預測主要依據的行政院主計總處「工商及服務業普查」亦為每 5 年辦理一次；而捷運建設之計畫目標年則多設定為規劃年之後 20～30 年。初步建議地方政府「大眾捷運系統整體路網評估計畫」每5年配合都市發展上位計畫進行局部檢討，每 10 年進行全面通盤檢討。
- 檢討方式可採用修訂路網計畫報告書、製作變更對照表，或於個別捷運計畫辦理「可行性研究」、「綜合規劃」階段同步檢討等。

對於「捷運審查作業要點」整體路網作業程序建議修訂要點如表6.1-2。

表 6.1-2 「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」整體路網規劃作業程序建議修正

原條文	建議修正
二、地方主管機關辦理可行性研究前，應先完成都市發展規劃、綜合運輸規劃（含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫）作業程序。	二、地方主管機關辦理可行性研究前，應先完成都市發展規劃、綜合運輸規劃（含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫）作業程序，並提出公共運輸發展暨大眾捷運系統整體路網評估報告書，報告書內容應包含下列項目： (一) 都市發展願景-於各縣市區域計畫或國土計畫下空間發展構想與人口發展預測、大眾運輸導向都市發展計畫 (二) 都市整體公共運輸規劃 1.現況都市公共運輸發展情形，包括： (1)過去五年公共運輸預算平均支出比例，其計算公式＝（公車＋捷運預算支出金額）／路線行經之各直轄市、縣（市）政府資本門預算。 (2)公共運輸使用普遍性：公共運輸平均使用比例，過去五年公共運輸佔每日通勤運輸比例數至少百分之五以上，其數據應參考交通部統計處之調查資料或地方政府自行委託調查計畫蒐集。 2.公共運輸發展計畫：說明積極提昇未來公共運輸使用比例之作法，包括公共運具路網、費率與其他提昇公共運輸使用策略等。 (三) 都市整體軌道路網規劃： 提出潛力發展路廊（人口規模或大眾運具使用率達一定門檻）、運量預測、系統型式、路權型式、轉乘節點與營運調度等評選與整合規劃，以及路廊運具競合關係及是否相關替代改善方案改善及其影響。 (四) 整體路網分期發展計畫： 路廊優先順序評估與擬定分期發展計畫 (五) 整體路網經濟效益與財務計畫初步分析：包含整體路網工程經費概估，分期資金需求，以利中央、地方掌控財政負擔能力 (六) 土地開發構想：包含捷運路線、場、站或鄰近地區可開發範圍之概述、都市計畫變更構想、土地開發方式及地方政府預估可獲取之開發效益項目。 (七) 財務籌措構想：包含可挹注大眾捷運系統建設經費或營運成本之本業票收及附屬收入規劃構想，以及推動稅金增額融資或專案融資、地方主管機關成立本計畫之捷運建設基金（或專戶）等構想。 (八) 成立營運機構之構想。
三、地方主管機關完成大眾捷運系統整體路網評估計畫後，始得選擇其中最優先興建路線辦理本計畫可行性研究，其所需經費得由地方政府自籌經費辦理或依本要點規定提出申請計畫書向交通部申請補助。	三、地方主管機關完成大眾捷運系統整體路網評估計畫並經中央核定，始得選擇其中最優先興建路線辦理本計畫可行性研究，其所需經費得由地方政府自籌經費辦理或依本要點規定提出申請計畫書向交通部申請補助。

課題二：申請交通部補助之「申請計畫書」納入路廊沿線地區未來發展願景與公共運輸發展情形、系統與路權型式評估

依「捷運審查作業要點」第三點(詳表 6.1-3)，地方主管機關完成大眾捷運系統整體路網評估計畫後，始得選擇其中最優先興建路線辦理可行性研究，其所需經費得由地方政府自籌經費辦理或依本要點規定提出申請計畫書向交通部申請補助。

另依「捷運審查作業要點」第四點(詳表 6.1-3)，地方政府應完成申請計畫書作業內容，依程序報請交通部審核，決定補助可行性研究與否。

因此，交通部於地方政府提報「可行性研究」之前，即會先初步瞭解計畫內容，並進行實質審核。執行至今，衍生主要課題及建議調整構想如下：

(一)目前「申請計畫書」未要求辦理「可行性研究」提出計畫路廊沿線地區未來發展願景、都市計畫進度

運輸需求為衍伸性需求，配合地區活動或發展需求而產生，故於「申請計畫書」應該要敘明計畫路廊沿線地區未來發展願景，以及相關計畫發展期程，都市發展若能朝向 TOD 發展，預留軌道路廊未來所需之路權或車站發展空間，相對於未來軌道計畫在推動時相關阻力可以降低，目前或是較舊的都市計畫可能未納入相關概念，道路空間或出入口空間並未做相關留設，會影響路線工程條件或用地取得，及相關運量預測等。

(二)目前「申請計畫書」未要求辦理「可行性研究」提報計畫路廊沿線地區人口與公共運輸發展情形

依「申請計畫書」規定之都市公共運輸發展情形係針對都市(會)範圍評估，大致門檻指標為都市(會)人口規模達 100 萬人以上，以及過去 5 年公共運輸平均使用比例佔每日通勤比例至少 5%以上。惟捷運服務範圍主要限於該運輸走廊，都市(會)人口規模及公共運輸使用率無法反映「可行性研究」計畫路廊。

(三)目前「申請計畫書」未要求辦理系統型式初步評選

部分地方政府於提報「申請計畫書」時已有建議及屬意之系統型式，但「捷運審查作業要點」並未規定。

- **建議調整構想**

(一)「申請計畫書」增加「可行性研究」提出計畫路廊沿線地區未來發展願景及都市計畫進度

增加敘明計畫路廊沿線地區未來之發展願景，包括可能引進之人口與活動，都市發展是否朝向 TOD 之發展，是否預留軌道路廊未來

所需之路權或車站發展空間，相關土地計畫是否有配合，若是供給導向計畫，應提供相關都市計畫報核之進度。

表 6.1-3 「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」辦理可行性研究之申請計畫書作業程序建議修正

原條文	建議修正
四、地方主管機關向交通部申請補助辦理本計畫可行性研究之經費需求，應先完成本要點第二點及第三點相關作業程序及計畫後，始得於每年三月底或九月底前提出申請計畫書，報請交通部審核，申請計畫書內容應包含下列項目： (一) 都市公共運輸發展情形，包括： 1.過去五年公共運輸預算平均支出比例，其計算公式＝（公車＋捷運預算支出金額）／路線行經之各直轄市、縣（市）政府資本門預算。 2.都市（會）人口規模適宜性：一百萬人以上。 3.公共運輸使用普遍性。 (1)公共運輸平均使用比例 過去五年公共運輸佔每日通勤運輸比例數至少百分之五以上，其數據應參考交通部統計處之調查資料或地方政府自行委託調查計畫蒐集。 (2)說明積極提昇未來公共運輸使用比例之作法。 (二) 路廊規劃構想：本計畫路廊辦理大眾捷運系統計畫之必要性，包含採用大眾捷運系統提供公共運輸服務之緣由、說明及永續經營之策略。 (三) 路線運量概估：營運目標年沿線廊帶預測運量概估。 (四) 土地開發構想：包含捷運路線、場、站或鄰近地區可開發範圍之概述、都市計畫變更構想、土地開發方式及地方政府預估可獲取之開發效益項目。 (五) 財務籌措構想：包含可挹注大眾捷運系統建設經費或營運成本之本業票收及附屬收入規劃構想，並註明初步建議中央政府分攤比例，以及推動稅金增額融資或專案融資、地方主管機關成立本計畫之捷運建設基金（或專戶）等構想。 (六) 成立營運機構之構想。 其他相關文件：包含申請補助辦理本計畫可行性研究期程及作業費用之概估。地方主管機關自籌經費辦理本計畫可行性研究，應自行檢視辦理包含本要點第二點及第三點相關作業程序及計畫，並應符合都市公共運輸發展指標。	四、地方主管機關向交通部申請補助辦理本計畫可行性研究之經費需求，應先完成本要點第二點及第三點相關作業程序及計畫後，始得於每年三月底或九月底前提出申請計畫書，報請交通部審核，申請計畫書內容應包含下列項目： (一) 提報計畫路廊都市發展現況與願景 (二) 提報計畫路廊公共運輸發展情形，包括：計畫路廊之人口規模與公共運輸平均使用比例，並初步說明積極提升該路廊公共運輸使用比例之做法。 (三) 路廊規劃構想：本計畫路廊辦理大眾捷運系統計畫之必要性，包含採用大眾捷運系統提供公共運輸服務之緣由、說明及永續經營之策略。 (四) 路線運量概估：營運目標年沿線廊帶預測運量概估。 (五) 土地開發構想：包含捷運路線、場、站或鄰近地區可開發範圍之概述、都市計畫變更構想、土地開發方式及地方政府預估可獲取之開發效益項目。 (六) 財務籌措構想：包含可挹注大眾捷運系統建設經費或營運成本之本業票收及附屬收入規劃構想，以及推動稅金增額融資或專案融資、地方主管機關成立本計畫之捷運建設基金（或專戶）等構想。 (七) 相關都市計畫之核定進度 其他相關文件：包含申請補助辦理本計畫可行性研究期程及作業費用之概估。地方主管機關自籌經費辦理本計畫可行性研究，應自行檢視辦理包含本要點第二點及第三點相關作業程序及計畫，並應符合都市公共運輸發展指標。

(二)「申請計畫書」增加「可行性研究」提報計畫路廊之公共運輸發展情形

由於「可行性研究」提報計畫可能為都市(會)次要路廊或周邊衛星城市，其服務人口、旅次特性及路線服務功能不一，建議增加該提報計畫路廊之人口規模與公共運輸平均使用比例，並初步說明提升該路廊公共運輸使用比例之做法。

(三)「申請計畫書」納入整體路網核定之系統及路權型式

本研究建議於可行性研究前應先完成公共運輸發展暨大眾捷運系統整體路網評估報告書，並提出將採用之系統及路權型式，故「申請計畫書」即應納入已經核定系統及路權型式，可進行經費之概估及提出財務籌措構想。

課題三：「捷運審查作業要點」於計畫核定後之財務追蹤、檢討機制

依「捷運審查作業要點」第九點(詳表 6.1-4)，綜合規劃核定後，應依政府公共工程計畫與經費審議作業要點辦理基本設計審議，其變更都市計畫案應於一定時間內，完成內政部都市計畫委員會審定及內政部核定，且地方主管機關應成立捷運建設基金或專戶，再依財務計畫提撥一定經費至該基金或專戶內，經檢具相關證明文件報請交通部審查通過後，始得動支工程預算執行。

綜合規劃核定後，於下一階段之基本設計應提出必要圖說及總工程建造經費之概算、基本資料表，並提送公共工程委員會辦理工程專業審議。計畫設計、施工階段會隨時檢討工程建設經費，降低建設階段執行風險，但財務計畫中之本業收入(票箱、廣告)，以及須由地方政府籌措之車站土地開發及周邊土地的 TOD、TIF 效益，則需要長時間的擬定落實對策及進行滾動式動態檢討。

- **建議調整構想**

建議未來將各軌道建設計畫之地方政府財源負擔建立持續性的追蹤與修正機制，促使地方政府重視財源籌措，務實推動運量提升策略及周邊土地開發，避免因輕忽或為報告加速核定而過於樂觀，造成地方政府財政危機。

由上述建議進行「捷運審查作業要點」流程圖之建議修訂如圖 6.1-2。

表 6.1-4 「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」計畫核定後之財務追蹤、檢討機制建議修正

原條文	建議修正
九、本計畫綜合規劃核定後，應依政府公共工程計畫與經費審議作業要點辦理基本設計審議，其變更都市計畫案應於一定時間內，完成內政部都市計畫委員會審定及內政部核定，且地方主管機關應成立捷運建設基金或專戶，再依財務計畫提撥一定經費至該基金或專戶內，經檢具相關證明文件報請交通部審查通過後，始得動支工程預算執行。	九、本計畫綜合規劃核定後，應依政府公共工程計畫與經費審議作業要點辦理基本設計審議，其變更都市計畫案應於一定時間內，完成內政部都市計畫委員會審定及內政部核定，且地方主管機關應成立捷運建設基金或專戶，再依財務計畫提撥一定經費至該基金或專戶內，經檢具相關證明文件報請交通部審查通過後，始得動支工程預算執行。地方主管機關應每年製作捷運建設基金或專戶之收入支出表，提報中央政府相關單位備查。

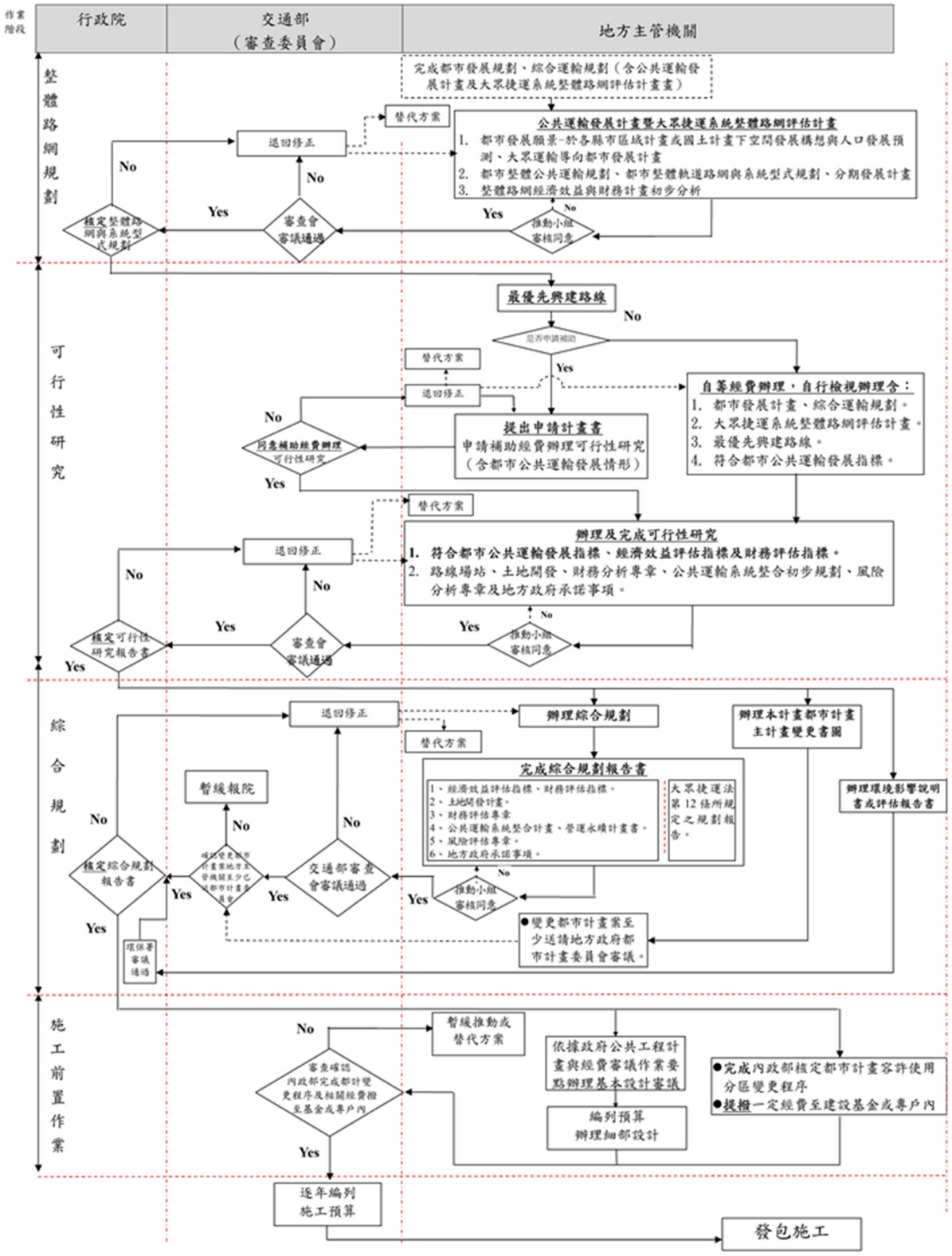


圖 6.1-2　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」流程圖(建議修訂)

6.1.2 規劃階段

目前捷運建設計畫之規劃階段工作包括「可行性研究」及「綜合規劃」，本研究建議修改為三階段「整體路網規劃」、「可行性研究」及「綜合規劃」報請中央審查核定後，方能辦理設計、施工。對於規劃階段相關法規要求之工作項目整理如表 6.2-1。

表 6.1-5 大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(1/4)

法規		規劃階段
大眾捷運法	第 5 條	建設大眾捷運系統所需經費及各級政府分擔比例，應依第十二條第一項規定納入規劃報告書財務計畫中，由中央主管機關報請或核轉行政院核定。 前項建設由民間辦理者，除其他法令另有規定外，所需資金應自行籌措。
	第 10 條	大眾捷運系統之規劃，由主管機關或民間辦理。 辦理大眾捷運系統規劃時，主管機關或民間應召開公聽會，公開徵求意見。
	第 11 條	大眾捷運系統之規劃，應考慮下列因素： 一、地理條件。 二、人口分布。 三、生態環境。 四、土地之利用計畫及其發展。 五、社會及經濟活動。 六、都市運輸發展趨勢。 七、運輸系統之整合發展。 八、採用非完全獨立專用路權路段所經鄰近道路之交通衝擊。 九、其他有關事項。
	第 12 條	大眾捷運系統規劃報告書，應由中央主管機關報請或核轉行政院核定；其內容應包含下列事項： 一、規劃目的及規劃目標年。 二、運量分析及預測。 三、工程標準及技術可行性。 四、經濟效益及財務評估。 五、路網及場、站規劃。 六、興建優先次序。 七、財務計畫。 八、環境影響說明書或環境影響評估報告書。 九、土地取得方式及可行性評估。 十、依第十條第二項規定召開公聽會之經過及徵求意見之處理結果。 十一、其他有關事項。 大眾捷運系統規劃為採用非完全獨立專用路權型態時，前項規劃報告書並應記載非完全獨立專用路權所經鄰近道路之交通衝擊分析及道路交通管制配套計畫。 民間自行規劃大眾捷運系統者，第一項規劃報告書應向地方主管機關提出，經層報中央主管機關核轉行政院核定。
	第 14 條	地方主管機關建設之大眾捷運系統，應由地方主管機關備具下列文書，報請中央主管機關核定後辦理： 一、經核定之規劃報告書。 二、初步工程設計圖說。 三、財源籌措計畫書。 四、工程實施計畫書。 五、大眾捷運系統營運機構之設立計畫及營運計畫書。 六、營運損益估計表。 中央主管機關建設之大眾捷運系統，應備具前項各款文書，報請行政院核定後辦理。

表 6.1-5　大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(2/4)

法規	規劃階段
行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點	五、中長程個案計畫內容如下： （一）計畫緣起 1、依據。 2、未來環境預測。 3、問題評析。 4、社會參與及政策溝通情形。 （二）計畫目標 1、目標說明。 2、達成目標之限制。 3、績效指標、衡量標準及目標值。 （三）現行相關政策及方案之檢討 （四）執行策略及方法 1、主要工作項目。 2、分期(年)執行策略。 3、執行步驟(方法)與分工。 （五）期程與資源需求 1、計畫期程。 2、所需資源說明。 3、經費來源及計算基準。 4、經費需求(含分年經費)及與中程歲出概算額度配合情形。 （六）預期效果及影響 （七）財務計畫 （八）附則 1、替選方案之分析及評估。 2、風險評估。 3、相關機關配合事項。 4、中長程個案計畫自評檢核表及性別影響評估檢視表。 5、其他有關事項。 中長程個案計畫應進行性別影響評估，並視計畫內容所涉之性別影響層面，於前項第二款，訂定性別目標、績效指標、衡量標準及目標值。 各機關依據中長程個案計畫之性質及需要，就下列事項擬訂相關內容： （一）中長程個案計畫屬跨機關性質者，應於第一項第二款，訂定跨機關績效指標。 （二）中長程個案計畫應依據「跨域加值公共建設財務規劃方案」之精神，提具整體規劃構想及財務規劃，並依各類審查作業規定辦理。 （三）中長程個案計畫應強化因應氣候變遷之調適能力，並納入碳中和概念，優先選列節能減碳指標。 （四）中長程個案計畫如涉及空間規劃者，應檢附計畫範圍具座標之向量圖檔，並標註詮釋資料。如涉及政府辦公廳舍興建購置者，應納入積極活化閒置資產及引進民間資源共同開發之理念。 （五）中長程個案計畫之一部或全部屬公共工程或房屋建築者，應納入永續公共工程理念，並敘明落實生態環境保護或節能減碳措施之預期效果及影響。 （六）中長程個案計畫如涉及資訊系統，應將資通安全防護納入規劃。 （七）中長程個案計畫屬延續性者，應詳細評估前期計畫績效，列於第一項第三款所定現行相關政策及方案之檢討中。
	八、中長程個案計畫審議事項如下： （一）計畫需求：政策指示、民意及輿情反映。 （二）計畫可行性：計畫目標、環境、財務、技術、人力、營運管理可行性、社會參與及政策溝通成效。 （三）計畫協調：權責分工、相關計畫之配合。 （四）計畫效果(益)：社會效果、經濟效益、財務效益、成本效益比、前期計畫績效。 （五）計畫影響：國家安全影響、社會經濟影響、自然環境影響、性別影響。

表 6.1-5　大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(3/4)

法規	可行性研究	綜合規劃
政府公共工程計畫與經費審議作業要點	五、主辦機關研擬非屬第三點第二項之新興公共工程計畫，應依工程經費估算手冊之規範，提出先期規劃構想（或可行性評估）及總工程建造經費概估，依下列順序檢討辦理： (一) 民間機構全額投資，並依促參法之規定辦理。 (二) 政府及民間機構共同投（出）資，並依促參法之規定辦理。 (三) 完全由政府編列預算辦理。 前項所稱先期規劃構想（或可行性評估），至少應包括下列項目： (一) 公共工程計畫之目的。 (二) 公共工程計畫之概述及內容。 (三) 基本資料調查及分析（如工址調查、水文氣象、公共管線等）。 (四) 環境影響概述、環境影響說明或環境影響評估。 (五) 土地之取得。 (六) 民間參與之初步可行性評估（含財務效益評估）。 (七) 節能減碳、維護管理之策略及因應措施。 (八) 在地住民意見。 (九) 預期效益。 (十) 結論及建議方案。	八、依前點規定應送工程會辦理個案工程基本設計階段審議之公共工程，應依下列規定辦理： (一) 主辦機關應及早展開綜合規劃，提出基本設計階段之必要圖說、總工程建造經費之概算、基本資料表，主管機關應本於權責審查同意後，至遲於第一年度之預算籌編先期會審會議開始三個月前，先以正本函送工程會辦理工程專業審議。 (二) 由主辦機關辦理綜合規劃者，得就計畫中個別完整之基本設計階段圖說等資料依前款規定，分次函送工程會辦理工程專業審議。 (三) 主辦機關依第一款所提送之必要圖說、總工程經費之概算及基本資料表，應包括書面資料及電子檔案，並應依「公共工程施工綱要規範實施要點」與「公共工程招標文件增列提供標案資料作業要點」之規定辦理，及依第五點第二項第七款之策略或因應措施，研訂執行節能減碳及維護管理之機制。 (四) 工程會就公共工程之計畫審議，得邀主辦機關及主管機關，檢討工程專業相關事宜，並酌情至實地現勘；完成初步審議彙總後，得邀主計處、會審機關、相關主辦機關及主管機關審定各公共工程計畫、實需總經費及第一年之經費後，以正本函送主管機關，並副知行政院秘書處、主計處、會審機關及主辦機關。
公共建設工程經費估算編列手冊	1. 確定建設之目標與需求範圍。 2. 基本資料調查及分析 (含交通量、工址地質、水文氣象、地震、公共管線等)。 3. 研究路線之測量。 4. 方案規劃、替選條件與技術層次優劣比較、工程標準與系統型式評估。 5. 環境說明。 6. 執行程序、設計基準。 7. 估算工程經費、營運及維修成本及工期。 8. 效益評估及財務規劃。 9. 實施計畫。 10. 結論與建議。	1. 規劃目的及規劃目標年。 2. 運量分析及預測。 3. 工程標準及技術可行性(主要有軌道定線、隧道斷面設計、結構設計、防洪設計等各工程項目之標準制定。而在系統技術則包括有電聯車、供電系統、號誌系統、自動收費系統、電梯／電扶梯、通訊系統、環境控制系統、機廠維修設備等。) 4. 效益及財務評估(在成本上應考慮資本成本(包括建造成本、設備成本、土地成本)、營運及維修成本、系統設備折舊費用與重置成本。效益上則應包括營運票收、聯合開發收益、其他營運收入、時間節省效益、公車成本節省、肇事減少效益、就業機會及增加土地增值等各效益之評估。) 5. 路網及場站規劃(考慮因素：(1)車站位置：影響站位因素有運量、站距、地質、地形、管線、軌道半徑、用地取得、聯合開發潛力、都市發展等；(2)站體型式；(3)道路現況；(4)都市計畫；(5)服務範圍；(6)其他事項) 6. 興建優先次序 7. 財務計畫 8. 環境影響評估

表 6.1-5　大眾捷運系統建設計畫規劃階段作業內容規定(4/4)

<table>
<tr><th>法規</th><th>可行性研究</th><th>綜合規劃</th></tr>
<tr><td rowspan="2">大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點</td><td>五、地方主管機關辦理本計畫可行性研究內容應符合「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」、「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」及「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」等相關規定，並應考慮大眾捷運法第十一條規定因素，將下列事項納入報告書：
(一) 路廊運具競合關係及其改善方案，包含路廊與各運具之競合情形、各運具改善成效對本計畫之影響。
(二) 路線場站規劃初步評估分析，包含經濟效益、路線、場、站規劃可行性評估、工程技術可行性分析、運量分析及預測。
(三) 土地開發初步評估分析，包含捷運路線、場、站或鄰近地區可開發範圍之評估、土地取得與地方民意之溝通協調構想、都市計畫變更內容、土地開發方式及期程評估、地方政府預估可獲取之開發效益。
(四) 財務分析專章
1. 財務可行性分析，包含大眾捷運系統建設經費及營運成本、票價收入、附屬事業成本及收入、初估周邊土地開發成本及效益、初估可挹注本計畫之增額或其他可貨幣化之外部效益金額。
2. 財源籌措評估分析及財務策略分析，包含成立基金（如運用現有基金或新成立基金）或專戶之經費來源、運用方式、地方政府估算一定範圍內之租稅增額財源效益、專案融資書面文件或與銀行團融資意願書等相關事項。
3. 新增(含延伸)路線加入對整體捷運路網(含已通車及已核定路線)之營運財務效益初步分析（不含租稅增額財源及土地開發效益），包含：邊際收益、邊際成本、運量密度變化、營運損益平衡點變化等初步分析。
4. 確保整體路網邊際收益大於邊際成本之初步因應構想。
(五) 公共運輸系統整合初步規劃，包含捷運運量培養或提升構想、捷運與其他公共運輸系統整合規劃及相關配套措施之規劃。
(六) 風險分析專章，包含風險項目或情境分析、風險分布、影響程度概估、風險處理構想、風險圖像矩陣及預估殘餘風險初步分析等。
(七) 地方政府承諾事項，包含建議營運機構經營型態、成立營運基金或專戶、自負盈虧、優惠措施，地方政府負擔之經費額度，及地方議會出具同意本計畫之相關文件等。</td><td>六、本計畫可行性研究報告書經核定後，地方主管機關始得辦理本計畫之綜合規劃。綜合規劃報告書內容應包含下列事項：
(一) 大眾捷運法第十二條所規定之規劃報告。
(二) 配合本計畫之都市計畫變更書圖。
(三) 土地開發計畫，包含捷運路線、場、站或鄰近地區可開發範圍之調查與分析、土地取得與地方民意溝通協調計畫、都市計畫變更內容、土地開發方式、步驟、期程及地方政府預估可獲取之具體開發效益。
(四) 財務評估專章
1. 財務計畫，包含大眾捷運系統建設經費及營運成本、票價收入、附屬事業成本及收入、周邊土地開發成本及效益、可挹注本計畫之租稅增額或其他可貨幣化之外部效益金額。
2. 財源籌措計畫及財務策略，包含成立基金（如運用現有基金或新成立基金）或專戶經費來源、運用方式及用途，地方主管機關估算一定範圍內之租稅增額財源效益、專案融資書面文件或與銀行團融資協議書等相關事項。
3. 新增（含延伸）路線加入整體捷運路網（含已通車及已核定路線)之營運財務效益評估(不含租稅增額財源及土地開發效益)，包含：邊際收益、邊際成本、運量密度變化、營運損益平衡點變化等評估。
4. 確保整體路網之邊際收益大於邊際成本之具體因應策略。
(五) 公共運輸系統整合計畫，包含捷運運量培養或提升計畫執行情形、捷運與其他公共運輸系統整合規劃及相關配套措施之規劃。
(六) 營運永續計畫書。
(七) 風險評估專章，包含風險項目或情境評估、風險分布、影響程度評估、風險處理計畫、風險圖像矩陣及預估殘餘風險說明等。
(八) 地方政府承諾事項，包含確定營運機構、成立營運基金、自負盈虧、優惠措施、地方政府負擔之經費額度，及地方議會同意成立本計畫基金之相關文件函等。</td></tr>
<tr><td colspan="2">七、交通部審核第五點可行性研究報告書及第六點綜合規劃報告書，應一併檢視經濟及財務效益，其相關指標計算方式：
（一）經濟效益評估指標：1.淨現值。2.益本比。3.內生報酬率。
（二）財務評估指標：1.自償率。2.經營比。3.負債比例。
前項經濟效益評估指標，應將系統生命週期成本、旅行時間節省效益、行車成本節省效益、肇事成本節省效益、環境污染減少效益、土地增值效益等作為計算項目；另財務評估指標（包含運輸本業、附屬事業及周邊土地開發等）應分別就財務之保守、中估及樂觀情境進行分析。
第一項第二款之自償率，應依內政部「以增額容積籌措重大公共建設財源運作要點」規定計算周邊土地開發淨效益及財政部「租稅增額財源機制作業流程及分工」規定計算租稅增額收入等外部效益金額，並將其納入計算。
中央與地方政府經費分擔依附表之自償率及非自償中央補助比例計算之。
地方主管機關所提之自償率未達附表所列最低值，應以其他替代方式辦理或就財務可行性再評估後另案提報。</td></tr>
</table>

捷運建設計畫規劃階段主要依據「捷運審查作業要點」辦理，以下就目前辦理情形提出主要課題：

課題一：「可行性研究」與「綜合規劃」作業內容及審議要求

整理「可行性研究」及「綜合規劃」之作業內容要求(如表 6.2-1)，主要訂定兩者工作項目者可參考「公共建設工程經費估算編列手冊」及「捷運審查作業要點」。

一般而言，「可行性研究」及「綜合規劃」兩階段之差異為：

(一)「可行性研究」

「可行性研究」(先期規劃)為公共建設的構思發展階段，為計畫可行性的初步評估分析，運用之資料精度要求較低，作業成果及經費概估為主管機關報請中央審查，作為是否興建之依據。

(二)「綜合規劃」

「綜合規劃」(建設計畫)為公共建設的規劃定案階段，於「可行性研究」報告核定後進行，並編製工程經費概算，據以核定建設計畫經費，做為後續辦理設計階段之依據。因此，「綜合規劃」重點是在決定主方案後編列預算進入設計階段，運用之資料精度要求較高。

「捷運審查作業要點」於字義上區隔「可行性研究」屬於初步評估分析，故與「綜合規劃」之主要差異為作業精度。惟近年在實質作業及審查階段逐漸趨於接近，差異性變小而重複性高。

- **建議調整構想**

由於本研究建議未來於規劃作業將「整體路網評估」納入，並需報請中央核定，並依優先順序進行各路線「可行性研究」，「可行性研究」核定後才能進入「綜合規劃」作業。目前都市軌道建設計畫於「可行性研究」開始，經核定進入「綜合規劃」作業階段，同時進行環境影響評估作業與都市計畫變更書圖，再報行政院核定，少則需 5～8 年，多則達十多年，規劃作業與審核過程相當冗長，若再增加「整體路網評估」之作業與報核時間，可能會使計畫推動與資源投入效率低落，甚至延誤與相關重大建設計畫之配合時程，惟若將「可行性研究」、「綜合規劃」兩階段作業合併可能不符「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」之規定(如表 6.2-1)，故本研究建議維持「可行性研究」、「綜合規劃」兩階段作業，惟可調整審議重點。

(一)「可行性研究」之審議重點建議

「可行性研究」目的係確立計畫政策面的方向定位、原則規劃和提出可行方案，同時對於計畫各方面的可行性進行評估，如自然條件、

社會條件和經濟條件，屬於原則性的規劃。建議審議重點放在政策面之上位計畫、計畫必要性、問題需求分析、方案合理性、工程用地可行性、替代方案、經濟效益與財務可行性。

(二)「綜合規劃」之審議重點建議

「綜合規劃」為後續預算編列及設計階段之基礎，故須明列數量、單價、總價、財務等項目，並規劃工程分年分期的經費、項目與進度，因此建議審議重點放在技術面上所有與財務及設計有關的注意事項與資料。

(三)「可行性研究」與「綜合規劃」之財務計畫審議建議

目前「可行性研究」所估算之計畫經費及財務經費分攤常於中央審查階段視為核定要件，並做為「綜合規劃」階段之評估門檻，即計畫經費與中央補助金額不宜超過「可行性研究」核定金額，地方政府為避免兩階段經費、財務差距過大，而要求兩者報告作業內容趨於一致。

惟考量「可行性研究」作業精度低於「綜合規劃」，又前者核定目的為確認計畫方案可行並同意興建，後者方涉及經費核定及財務分攤等預算編列之核定。建議「可行性研究」以達「捷運自償率門檻及中央補助比例」各級政府財力級次之最低門檻值為進入「綜合規劃」階段之指標，財務自償率提升策略與詳細經費分攤則於「綜合規劃」階段再行評估處理。

(四)訂定「可行性研究」核定後與「綜合規劃」提送中央審議之間隔時間

避免兩階段審查間隔過久造成計畫可行性需要檢討，或「可行性研究」路線方案不符社經發展趨勢，若間隔達一定年期以上，已核定之「可行性研究」仍需修正後重新審查。

課題二：財務計畫以自償率為主要指標，並連動中央補助非自償性經費比例，可能增加財務風險

自償率、經營比為捷運計畫財務評估營運永續性的重要指標，目前執行方式以自償率做為中央補助門檻，並依不同地方財力級次之「捷運自償率門檻及中央補助比例」及工程費自償比計算中央、地方經費分攤。衍生主要課題及建議調整構想如下：

(一)捷運計畫成本項不易完全掌握

國內除高運量捷運系統外，近年陸續推動中運量捷運及平面輕軌系統，並已獲核定及發包興建，如臺北市文湖線、新北市環狀線、三鶯線、淡海輕軌及高雄環狀輕軌，建造成本掌握度較高，營運維護成

本則可參考臺北、高雄營運經驗估計。

惟中運量捷運系統型式多元，地方政府欲引進新型系統時，其建造成本(尤其機電、車輛設備)及營運維護成本較不易估算。

(二)捷運計畫結合都市發展效益之評估預測年期長，易受整體社經環境波動

捷運計畫財務效益於「捷運審查作業要點」增加周邊土地開發(TOD)效益及租稅增額財源(TIF)，惟其預測年期達 30 年，且易受整體經濟景氣及國家政策影響，地方政府難以完全控制變數。

(三)捷運自償率連動中央、地方分攤經費計算，造成財務評估失焦

自償率為評估計畫財務可行性之合理工具，但因捷運建設投資金額龐大，且自償率評估結果用以計算中央、地方經費分攤比例，易致財務評估及審查過程中，中央、地方政府為取得分攤金額最小化而降低計畫經費成本項，或墊高票收、車站開發、周邊土地開發等收入項，造成後續設計施工發包或執行困難，或自償性收入不如預期等計畫風險。

- **建議調整構想**

(一)地方政府辦理捷運計畫欲引進新型系統時，應明確交代其系統評選原因、建造與營運維修成本之評估依據、編列方式，並探討相關案例及國外應用發展趨勢。

(二)調整中央補助經費評估方式，與財務自償率脫鉤

考量自償率計算之諸多不確定性因子，調整中央補助經費之評估方式，避免地方政府為爭取中央補助，或中央考量整體財務減少補助金額，而虛報土地開發效益，反加重財務風險。兩者脫勾後，財務評估較可聚焦於捷運建設計畫本身，做為「綜合規劃」核定與否之依據。

初步建議中央補助經費調整策略如下：

- 依地方政府財力等級、系統路權型式(地下、高架、平面)、服務範圍人口數，設定每公里之固定補助金額或補助上限。
- 依地方推動大眾運輸系統之努力程度(如一定年期內大眾運輸使用比例提升程度、公車系統推動情形)，設定可增加之補助金額獎勵。
- 依其系統選擇型式可鼓勵國內相關產業發展之程度，設定可增加之補助金額獎勵。

(三)增加地方評估財務計畫收益項來源的彈性

除目前本業收入、車站開發及周邊土地開發收益外，可評估納入以交通政策導引運具選擇之衍生性收益，如檢討捷運車站周邊停車費率、調漲牌照稅或燃料稅，或於油價公式中納入公共運輸補貼因子(即私有運具補貼公共運具)，提撥特定比例挹注至軌道建設基金或其他公共運輸建設基金內，以促使中央及地方政府實施整體性的公共運輸政策。

表 6.1-6　都市軌道運輸系統規劃階段重要課題

項次	工作主項目	工作子項目
1	計畫背景與基本資料	● 相關上位計畫 ● 交通運輸、都市發展等現況 ● 環境現況
2	社經與運量預測	● 人口、產業及其他社經項目趨勢預測 ● 運量預測
3	路廊評選與路線規劃	● 路廊遴選 ● 路線方案評選與規劃 ● 替代方案評估 ● 其他公共運輸系統競合關係
4	工程技術	● 工程規劃標準及規範 ● 地下、高架或平面型式之工程可行性 ● 重要工程節點分析
5	系統型式評選	● 系統型式遴選 ● 系統型式規劃標準
6	車站開發及周邊土地開發	● 車站開發模式與財務可行性 ● 周邊土地開發策略及財源挹注估算
7	用地取得與都市計畫變更	● 土地取得必要性、正當性 ● 土地所有權人意見反映及處理 ● 都市計畫變更方式、合理性與民眾意見處理
8	環境影響分析	● 辦理環境影響評估
9	民眾與相關機關意見	● 說明會、公聽會之意見處理 ● 相關單位機關之意見處理
10	工程經費與營運維護成本	● 土建、軌道建造成本估算合理性 ● 機電、車輛採購成本估算合理性 ● 系統營運維護成本估算合理性
11	經濟效益評估	● 旅行時間節省、行車成本節省、肇事減少、空氣汙染節省 ● 淨現值＞0 ● 益本比＞1 ● 內部報酬率＞計畫所要求之必要報酬率
12	財務評估	● 自償率、淨現值、內部報酬率、益本比、營運收支比 ● 「捷運自償率門檻及補助比例」 ● 營運收支比＞1 ● 營運效益：新路線對於整體路網之邊際收益＞邊際成本

表 6.1-7　「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」

中央補助經費評估建議修正

法規	原條文	建議修正
大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點	七、交通部審核第五點可行性研究報告書及第六點綜合規劃報告書，應一併檢視經濟及財務效益，其相關指標計算方式： （一）經濟效益評估指標：1.淨現值。2.益本比。3.內生報酬率。 （二）財務評估指標：1.自償率。2.經營比。3.負債比例。 前項經濟效益評估指標，應將系統生命週期成本、旅行時間節省效益、行車成本節省效益、肇事成本節省效益、環境污染減少效益、土地增值效益等作為計算項目；另財務評估指標（包含運輸本業、附屬事業及周邊土地開發等）應分別就財務之保守、中估及樂觀情境進行分析。 第一項第二款之自償率，應依內政部「以增額容積籌措重大公共建設財源運作要點」規定計算周邊土地開發淨效益及財政部「租稅增額財源機制作業流程及分工」規定計算租稅增額收入等外部效益金額，並將其納入計算。 中央與地方政府經費分擔依附表之自償率及非自償中央補助比例計算之。 地方主管機關所提之自償率未達附表所列最低值，應以其他替代方式辦理或就財務可行性再評估後另案提報。	七、交通部審核第五點可行性研究報告書及第六點綜合規劃報告書，應一併檢視經濟及財務效益，其相關指標計算方式： （一）經濟效益評估指標：1.淨現值。2.益本比。3.內生報酬率。 （二）財務評估指標：1.自償率。2.經營比。3.負債比例。 前項經濟效益評估指標，應將系統生命週期成本、旅行時間節省效益、行車成本節省效益、肇事成本節省效益、環境污染減少效益、土地增值效益等作為計算項目； 另財務評估指標（包含運輸本業、附屬事業及周邊土地開發等）應分別就財務之保守、中估及樂觀情境進行分析。以及另評估納入以交通政策導引運具選擇之衍生性收益，如檢討捷運車站周邊停車費率、調漲牌照稅或燃料稅，或於油價公式中納入公共運輸補貼因子(即私有運具補貼公共運具)，提撥特定比例挹注至軌道建設基金或其他公共運輸建設基金內，以促使中央及地方政府實施整體性的公共運輸政策。 中央補助經費策略如下： (一) 依地方政府財力等級、系統路權型式(地下、高架、平面)、服務範圍人口數，設定每公里之固定補助金額或補助上限。 (二) 依地方推動大眾運輸系統之努力程度(如一定年期內大眾運輸使用比例提升程度、公車系統推動情形)，設定可增加之補助金額獎勵。 (三) 依其系統選擇型式可鼓勵國內相關產業發展之程度，設定可增加之補助金額獎勵。

6.1.3 設計、施工階段

都市軌道運輸系統於設計、施工階段之主要工作包括計畫執行、設計風險管理、施工風險管理、分期分階段設計興建等，整理如表 6.3-1，重要課題則包括：

課題一：品質管理、介面管理、設計管理、施工管理等是否恰當與可行。

都市軌道運輸系統因結合土木、機電、系統、建築等工程，非常複雜，各環節環環相扣，必須加以整合，以確保施工、建設的成果在既定成本與進度控制下，達到安全、效率等預期之目標。故須進行品質管理、介面管理、設計管理與施工管理，而相關程序與管理需恰當與可行。

課題二：採購契約管理是否恰當與完整，考慮持續性與可執行性。

採購契約管理包括招標公平性、參與投標廠商是否不足、契約條文合理性與完整性等。由於國內軌道建設通常採分階段推動，依以往之經驗，如臺北捷運內湖線與機場捷運延伸至中壢車站計畫，皆為路線延伸，原計畫車輛與控制系統與前階段採用同一系統，降低介面整合問題，惟造成受限於原有廠商，使得成本大幅增加，或是難以推動。故於後續建設如淡海輕軌亦是採兩階段推動，已考量保留第二階段採購擴充，避免第二階段建設成本大幅增加或難以推動之風險，故採購契約管理需考量是否適用分階段採購之契約擴充、廠商履約管理等。

課題三：工程成本之管理與控制

造成工程成本波動的原因，包括物價、工資、材料、通貨膨脹等之影響，由於工程成本在政府有限資源下，須受到預算之控制，若工程成本超出原本預期之變動，可能會提高計畫執行之風險。工程成本管理可透過如成本分析與成本會計、現金流量分析、工程經濟之機具折舊成本控制曲線、價值工程與預測方法，以及成本報表等方法進行成本管控。

課題四：與其他工作界面之協調處理

除工程技術面、採購管理與成本管控外，軌道工程的推動涉及層面相當廣，常常包括用地取得、民眾抗爭、環境汙染、交通衝擊、管線遷移等工作介面需進行協調處理。

課題五：廠商財務狀況與經營體質。

為降低計畫推動之風險，對於廠商財務狀況與經營體質，應先予以掌握與評估，故於採購招標時，可要求廠商提供財務狀況相關證明，確認廠商有能力執行與負擔相關之風險。

- **建議辦理方向**

採購契約管理，包括招標公平性、參與投標廠商是否不足、契約條文合理性與完整性、是否適用分階段採購之契約擴充、廠商履約管理等。

軌道建設金額龐大，機電系統多須向國外採購，土建與機電工程介面複雜，故招標方式與契約管理更顯重要。而採取不同招標策略亦會衍生不同風險，整理較常見之招標策略及可能風險如表 6.3-2，應配合計畫特性及主管機關需求，應研擬適當之招標方式，以降低風險。

表 6.1-8　都市軌道運輸系統設計、施工階段重要課題

項次	工作主項目	工作子項目
1	計畫執行	● 招標採購策略與程序 ● 品質與介面管理 ● 設計與施工管理 ● 成本與工期管控
2	設計風險管理	● 規劃成果檢核 ● 土建與機電設計介面整合 ● 設計階段預算編列合理性 ● 系統型式可靠度、安全性、功能性檢核
3	施工風險管理	● 地下工程施工安全與品質 ● 高架工程施工安全與品質 ● 機電工程、水環工程施工品質 ● 其他如土方處理、交通維持、環境衝擊、管線遷移等

表 6.1-9　設計施工階段招標策略建議

招標策略	方案一： 土建/機電分離，土建採先設計後施工傳統模式	方案二： 「機電工程＋土建細設」，土建工程另行發包	方案三： 土建/機電統包(D & B)標模式
優點	● 業主、顧問公司及廠商執行純熟，風險較低 ● 土建工程設計施工分由設計顧問及土建施工廠商完成，設計品質較佳 ● 施工前有完整之設計圖說及規範，工程成本易於掌控 ● 業主為管理模式核心，可掌控各階段之執行狀況	● 土建細部設計交由機電系統廠商辦理，無土機設計參數整合問題 ● 土建招標前有完整之設計圖說及規範，工程成本易於掌控 ● 土建招標仍由業主執行，可控制成本 ● 業主為管理模式核心，可掌握各階段之執行狀況	● 單一統包工程模式辦理，無外部設計及施工界面 ● 整體時程採 Fast-Track 方式，設計及施工採併行作業，設計及施工時程最短 ● 設計施工皆為同一廠商，變更設計較少，施工期程較易掌控
潛在風險	● 土建及機電設計界面相互影響，若機電參數無法準時提供或提供不確實，容易衍生設計契約爭議 ● 土建及機電施工界面多，交付時程及條件皆須協調確認 ● 土建工程若因故延遲，容易衍生機電廠商合約爭議 ● 機電設計/施工時程過長，機電系統成本增加	● 細部設計若皆由同一廠商辦理，須確認設計顧問公司資格及動員能力 ● 細部設計引用之施工標準可能因配合機電廠商設計需求而超越土建工程可達標準，使施工廠商無法達成要求而衍生爭議 ● 土建工期、進場條件及結構型式，因由機電系統廠商主導而採取較嚴格之條件而衍生土建及機電系統廠商間之爭議，並影響整體工程費及時程 ● 土建及機電施工界面多，交付時程及條件皆須協調 ● 土建先期與主體工程間之施工時程及品質界面常衍生爭議	● 細部設計若皆由同一廠商辦理，因國內尚無此案例，需考量廠商動員能量 ● 設計與施工合併，設計成果採用之標準可能低於期望值 ● 招標文件僅採功能性需求，工程不確定因素較高 ● 施工預算難以掌控 ● 統包計價及審查的配套機制較無執行經驗，容易衍生契約爭議
配套措施	● 資格標規定機電系統廠商業績經驗 ● 須規定系統參數提交時程	● 資格標規定機電系統廠商業績經驗 ● 須規定分包土建細設顧問	● 資格標規定團隊須具機電系統整合經驗業績 ● 須規定分包土建細設顧問

6.1.4 營運階段

都市軌道運輸於營運階段之主要工作包括營運機構遴選、營運與財務管理、設施維護管理、營運安全與風險管理、地區整體性交通管理策略，以及規劃階段評估開發財源挹注之落實，整理如表 6.4-1，重要課題則包括：

課題一：各地分別成立營運機構，路線規模有限難達經濟性

大眾捷運系統之營運機構，依據大眾捷運法第二十五條：「中央主管機關建設之大眾捷運系統，由中央主管機關指定地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。地方主管機關建設之大眾捷運系統，由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。」，故地方政府建置捷運路線後，需設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運，如目前國內已有臺北捷運公司與高雄捷運公司，臺北捷運公司因路網完整，以及都會區使用公共運輸比例較高，故相當長的時間是維持盈餘狀態，至近年來才出現虧損，高雄捷運公司則於民國 102 年因通車後持續虧損，而與高雄市政府透過修約，減少部分的權利金與折舊的提撥，而轉虧為盈。而後續臺中都會區捷運、桃園都會區捷運與新北市新建的三環三線，也會面臨營運公司成立的問題，由於後續都會區捷運路線規模有限，各地個別分別成立營運機構，可能難達營運之規模經濟。

- **建議對策：**

考量營運永續性，避免人力重複投入，以及地方政府須負擔各自成立之捷運營運機構，建議可以引入 PFI 制度，如法國採用 PFI 制度，由建商與營運單位合組的團隊，負責興建與一定期間的營運維護，並且在初期政府並不需投入巨額建設成本，以逐年給付方式，減輕財務之壓力，而且建營合一方式，於建設期間及考慮未來營運之需求，營運的單位在建設期間也可協助處理民意協調等軟性工作，提早與民眾建立良好關係；或是採營運委外或代維修操作的方式，委託國內已有經驗之捷運公司經營，降低營運風險與成本。

課題二：維修養成體系不足，缺乏認證機制，營運維修人員短缺

國內對於捷運專業維修養成體系不足，缺乏認證機制，近年來捷運路線持續建設完成與營運，大學與技職體系設置軌道或相關專業維修科系相當有限，而有營運維修人員短缺之問題，不利安全與營運管理。

- **建議對策：建立維修人員培養培訓制度**

參照鐵路法第 56-4 條、大眾捷運法第 30 條及第 42 條均規定：

「軌道運輸系統營運所需之行車人員、系統設施及設備之操作及維護人員等，應予有效之訓練與管理，使其確切瞭解並嚴格執行法令之規定，

並對其行車人員之技能、體格，應施行定期及臨時檢查等。」

建議鼓勵國內大專院校與技職體系，可以觀察捷運系統建設計畫持續推動，對於營與維修人才需求殷切，設立相關科系，透過產學合作，培養營運維修專業人才。另外交通部目前正推動之「軌道技術研究暨驗證中心」，建議建立人才證照認證體系與制度。並建議參考國際鐵道工程師協會(Institution of Railway Signal Engineers)標準、英國 NSARE(The National Skills Academy for Railway Engineering)或國內的技師或技術士認證方式或制度，區分出設計、測試及維修…等認證方式，建立人才資料庫及個人認證制度，並提供雇主求才參考及個人進入職場的職能證明。一方面使國內維修人才無所匱乏，提供國內就業機會，亦達到維護捷運營運與安全之目的。

課題三：如何達到新型系統之營運安全管理

對於本研究探討之可能引進之新型軌道系統，國內無實際營運或維修之經驗，如何達到新型系統之營運安全管理。

- **建議對策：依據不同軌道系統特性及旅客需求，訂定營運服務指標，包括安全、快速、舒適等指標**

根據「大眾捷運法」第 28 條規定：「大眾捷運系統營運機構應擬訂服務指標，提供安全、快速、舒適之服務，以及便於身心障礙者行動與使用之無障礙運輸服務，報請地方主管機關核定，並核轉中央主管機關備查。」

另依「大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法」第 3 條：「大眾捷運系統營運機構應於開始營業前，依左列項目，訂定服務指標，報請地方主管機關核轉中央主管機關備查，變更時亦同。一、安全：事故率、犯罪率、傷亡率。二、快速：班距、速率、延滯時間、準點率。三、舒適：加減速變化率、平均承載率、通風度、溫度、噪音。四、其他經中央主管機關指定之項目。」

以上說明了軌道系統應提供的服務指標，指標量化數值一般由營運單位提出並經主管機關核定。參考臺北捷運系統與高雄捷運系統，兩者的服務指標不完全相同，如表 6.4-2。

目前國內尚無實際營運之都市軌道系統如中運量鋼軌鋼輪捷運、單軌捷運、平面輕軌運輸系統、個人捷運等，均應於營運前訂定其營運服務指標。以單軌為例，其逃生方式與一般高架捷運不同，應有不同的安全指標，平面輕軌運輸在快速指標上會與現行捷運系統不同。

課題四：除臺北都會區都市大眾運輸使用率較高，其他都會區大眾運輸使用率仍有成長空間，應加強提升，以達到永續營運目的

由圖 2.3-1 國內各縣市公共運輸使用率統計圖，可以看出臺北都會區

公共運輸使用率達到 31.4%～37.4%，桃園都會區次之，達到 14.1%，其他皆在 10.0%以下，由臺北都會區與高雄都會區之發展經驗，捷運系統若能整合其他公共運輸，提供接駁服務，有助於提升大眾運輸使用率與捷運之運量，而且各公共運輸系統間為互相輔助之關係，透過良好整合規劃可以達到雙贏或多贏之目的。

- **建議對策：整合公共運輸、維持服務品質及票價策略，提升使用率及運量**

故建議都會區應提出整合公共運輸政策，透過服務品質維持與票價策略，如捷運與公車轉乘優惠等，提升整體的公共運輸使用，以及運量，以穩定票收健全財務計畫，才能達到永續營運之目的。

表 6.1-10　都市軌道運輸系統營運階段重要課題

項次	工作主項目	工作子項目
1	營運管理	● 營運管理制度與規章 ● 營運計畫 ● 旅客服務 ● 票務系統 ● 專業人員培養培訓
2	財務管理	● 營運成本 ● 維護與重增置成本 ● 票價政策 ● 附屬事業管理 ● 政府補助策略
3	設備設施維護管理	● 機車車輛維護保養 ● 路線維護保養 ● 車站廠房維護保養
4	營運安全與風險管理	● 行車安全管理 ● 行車事故事件管理機制 ● 核心設備(列車、供電、通訊)風險危害管控 ● 緊急應變計畫
5	地區整體性交通管理策略	● 與其他公共運輸系統之轉運、票價整合 ● 提升大眾/公共運輸使用率 ● 大眾/公共/私有運具管理政策
6	財務計畫 TOD(周邊土地開發)、TIF(租稅增額融資)之落實	● TOD 於都市計畫(如分區變更、增額容積)之落實 ● TIF 稅基分析、增額稅收驗證與校正 ● TOD、TIF 替代財源

表 6.1-11　臺北與高雄大眾捷運系統服務指標

指標類型		臺北捷運	高雄捷運
安全指標	行車事故率	● 重大：0 件/百萬車公里 ● 一般：≦4 件/百萬車公里	● 重大：0 件/百萬車公里 ● 一般：≦4 件/百萬車公里
	非行車事故率	● 重大：0 件/百萬人次 ● 一般：≦0.04 件/百萬人次	--
	犯罪率	● ≦0.1 件/百萬旅人公里	--
	傷亡率	● 死亡及重傷率：0 人/百萬人旅次 ● 輕傷率：≦1.5 人/百萬人旅次	● 死亡及重傷率：0 人/百萬人旅次 ● 輕傷率：≦1.5 人/百萬人旅次
快速指標	班距	文湖線 ● 尖峰平均≦3 分鐘 ● 離峰平均≦7 分鐘 ● 深夜平均≦15 分鐘 淡水信義線/松山新店線/中和新蘆線/板南線 ● 尖峰平均 3～6 分鐘 ● 離峰平均 5～10 分鐘 ● 深夜平均≦15 分鐘	● 尖峰≦6 分鐘 ● 離峰≦8 分鐘 ● 深夜≦20 分鐘
	速率	≧30 公里/小時	≧35 公里/小時
	延滯時間	≦5 秒/每列車	≦30 秒
舒適指標	加減速變化率	特定時間內，單方向列車之加、減速率瞬間變化值不超過 0.8 公尺/立方秒之班次數與總量測班次數之比率	● 列車之加速率能達 1.0m/sec^2，但其急衝率不得超過 0.8m/sec^3。 ● 列車之正常煞車減速率在 1.0m/sec^2 以內，但其緊急煞車之減速率應達 1.3 m/sec^2 以上
	平均乘載率	尖峰小時平均≦6 人/平方公尺	≦5 人/平方公尺
	通風度	≧0.32 立方公尺/分鐘/人	≧7.5 公升/秒/人
	溫度	車廂內為 22℃-26℃之間為合格，平均高於 95%	● 列車溫度合格率≧95% ● 車站溫度合格率≧85%
	噪音	● 隧道段：平均低於 85dB(A) ● 高架段：平均低於 80dB(A) ● 地面段：平均低於 78dB(A)	● 隧道段：最大音量 86dB(A)以內 ● 高架段：最大音量 78dB(A)以內 ● 車外噪音：最大音量低於 85dB(A)
可靠指標	準點率	實際到達時間與預定到達時間之正負差距在 90 秒以內者，平均高於 95%	實際到達時間與時刻表預訂到達時間正差距 3 分鐘內者，≧97%
	發車率	--	實際發車班次與依時刻表預訂班次的比值，≧97%
其他指標	旅客申訴比率	≦3 件/百萬人旅次	--
	票證失效比率	單程票≦20ppm	≧5,000 次發生一次故障

資料來源：1.臺北大眾捷運股份有限公司。

2.2014 高雄捷運公司年報，高雄捷運股份有限公司，2015 年 8 月。

6.2 國內都市軌道運輸產業層面探討

6.2.1 國內軌道運輸系統產業發展現況

一、 軌道產業範疇

軌道產業的範疇，依據軌道系統由推動、建置至完工營運、維護之全生命週期的過程，包括評估研究規劃、設計(概念設計、細部設計)及專案管理、監造，進入軌道實體建設，再區分機電工程(車輛系統、供電系統、號誌系統、通訊系統、機廠設備及自動收費系統)及土建工程(勘測、軌道工程、橋梁/隧道/車站/機廠、建築物附屬設施)，建設完成後，進入營運維修(系統維修、營運管理、設備重置)，最後進行設備重增置，形成一個完整軌道產業鏈，如圖 7.1-1。

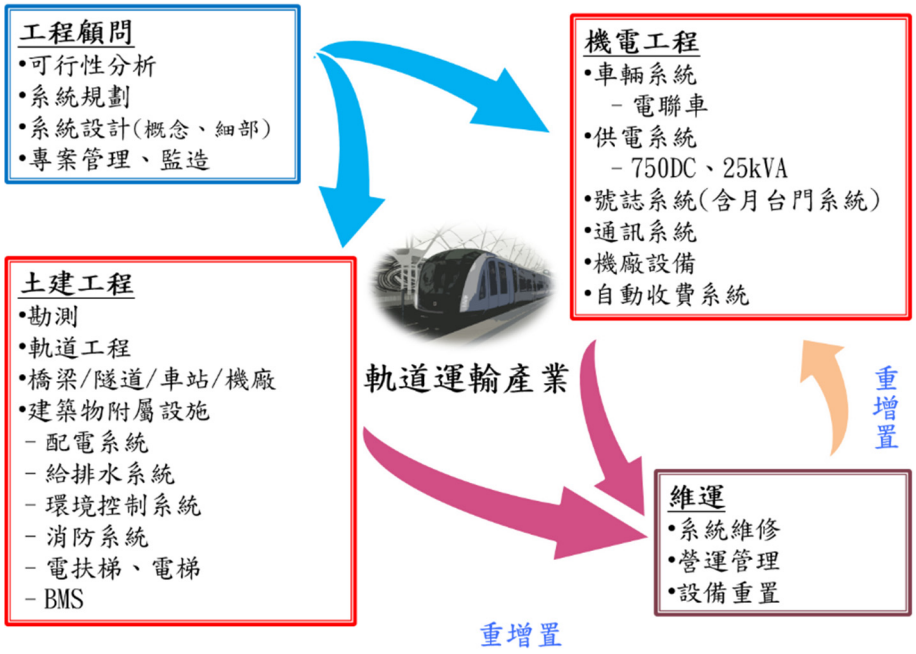


圖 6.2-1 軌道產業範疇-1

資料來源：1.參考台灣軌道工程學會資料

2.本研究整理繪製

由上述軌道產業範疇可以瞭解整個軌道運輸架構，並依照上述範疇再細分之後，可以區分為「土建工程」、「車輛系統」、「通訊系統」、「號誌系統」、「供電系統」、「自動收費系統」、「維修機廠」七個主系統，其下之子系統再分類如圖 7.1-2 所示。

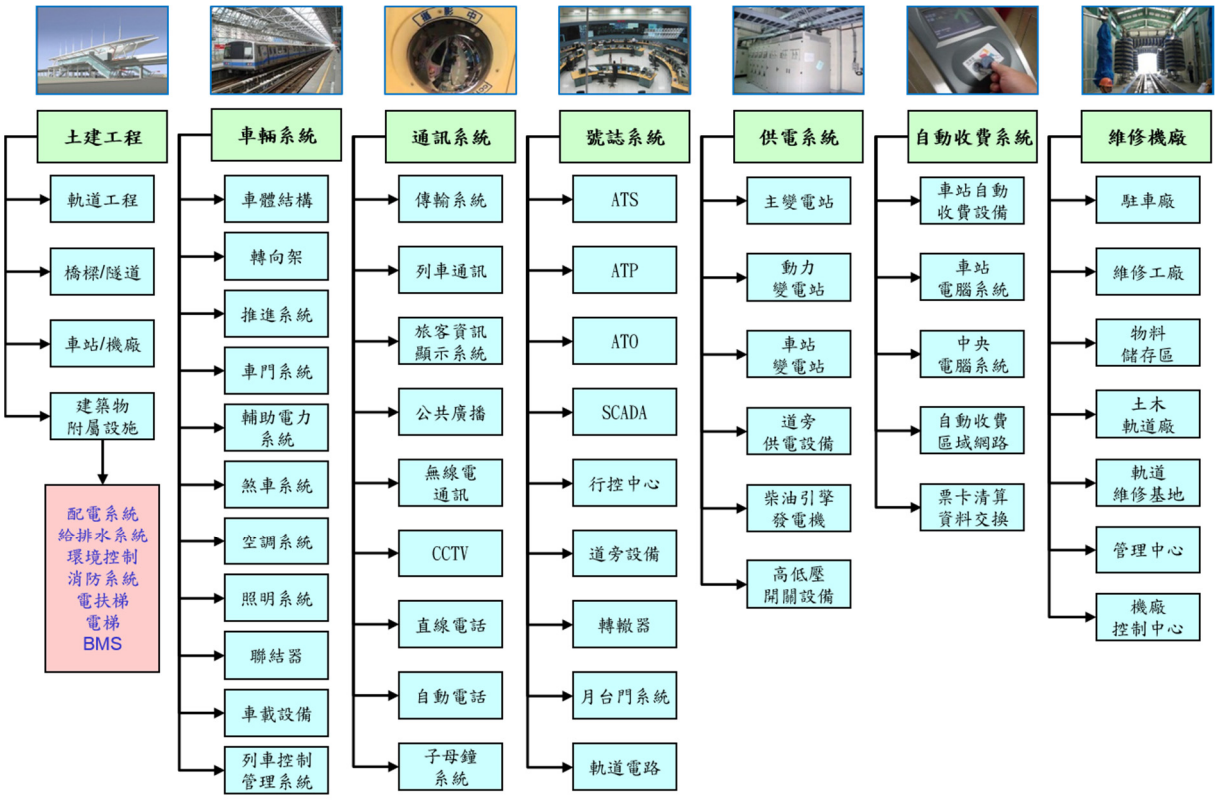


圖 6.2-2　軌道產業範疇-2

資料來源：本研究整理繪製

二、國內軌道產業發展概況

政府為促進我國軌道車輛工業整體發展，提升相關工業技術層次，發展歷程與現況如下：

(一) 民國 80 年第四次全國科技會議將「捷運及鐵路車輛工程技術」列為「國家科學及技術發展六年中程計畫」之應用科技發展重點。

(二) 民國 81 年 6 月行政院第十三次科技顧問會議決定結合產、研各界輔導成立產業策略聯盟體系，並訂定軌道車輛工業發展政策及輔導與獎勵等措施。

(三) 民國 82 年通過「振興經濟方案—促進民間投資行動計畫」，建設國內的軌道車輛工業廠商與國外廠商建立工業合作制度，有效引進國外技術。

(四) 民國 83 年經濟部工業局成立軌道車輛工業合作推動小組，以整合國內軌道工業資源，運用國建六年計畫採購合約，建立技術引進管道，協助政府與民間共同參與並落實軌道工業發展。

(五) 於國建六年計畫期間，為因應軌道產業發展需求，教育部與經濟部

於民國 86 年規劃「軌道系統教育中成改善計畫」與「軌道系統技術人才培訓計畫」以培訓軌道系統人才。

(六) 民國 89 年行政院為促進軌道車輛及零組件工業發展,帶動關聯工業,核定「軌道車輛工業發展推動方案」，並由經濟部成立「軌道車輛工業發展推動小組」，跨部會共同推動軌道車輛工業之發展。推動軌道車輛工業期間，

(七) 民國 100 年前透過工業合作機制，引進國外軌道產業技術，以提升國內車輛、軌道、供電等系統及零組件廠之技術能力。民國 100 年我國簽署政府採購協定(GPA)後，工業合作機制全面受限，為能集中資源，把握可執行工業合作之購案，經濟部「軌道車輛工業發展推動小組」朝向推動軌道車輛製造與其行銷服務業務並重，逐步轉進成推動整廠輸出業務，以軌道車輛整廠輸出（利用工程顧問技術服務業帶動軌道車輛產業輸出國際市場）成果為基礎，衍生至其他產業之整廠輸出。後於民國 101 年 1 月轉型為整廠整案產業推動小組。

(八) 直至民國 104 年，國內軌道相關產業生產廠家數 160 家，從業人數 1.5 萬人，產值 700 億元，廠家分布，以北部為最多約 70.2%、中部 18.2%、南部 11.6%,代表性廠商有台灣車輛、唐榮車輛、中鋼機械、大同公司、台塑重工、國祥空調等。

三、軌道產業商機

依據 UNIFE 研究顯示，因應世界性之都市化、節能減碳趨勢，軌道運輸系統及高速鐵路運輸需求持續成長。帶動軌道運輸產業之電聯車系統、土建工程及供電、號誌等其他系統之需求。

預估 2015 年至 2017 年全球總產值將達 1,699 億歐元，年複合成長率(CAGR)約 2.1%～3.0%，細部分析整理如下：

1. 採購需求多為土建、供電、高速/鐵路電聯車組。
2. 亞太地區尤以軌道運輸系統、高速鐵路之需求增長比例為高。
3. 各國積極簽署貿易協定，貿易自由化(GPA+)為軌道運輸產業帶來衝擊。

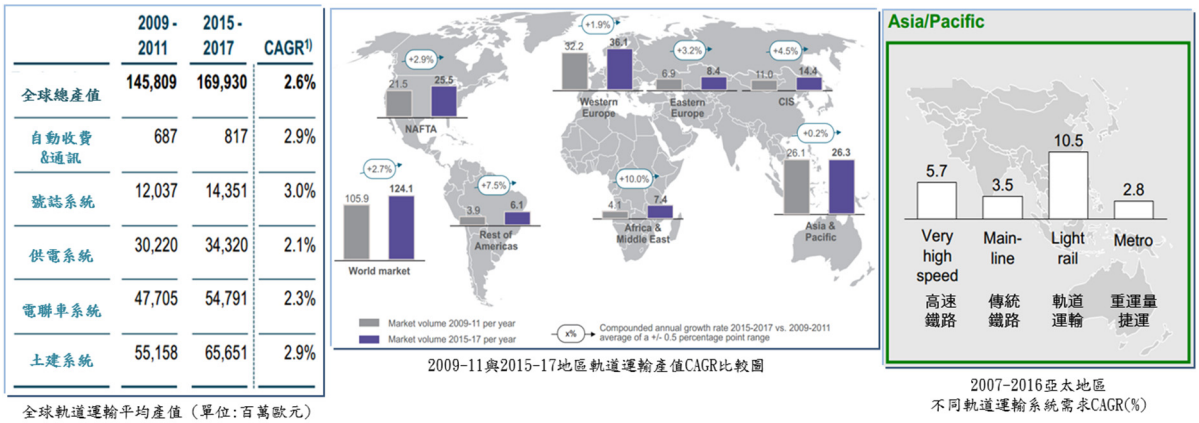


圖 6.2-3　全球軌道產業商機

資料來源：台灣軌道工程學會提供

據行政院經建會(國發會前身)統計，國內重大公共建設投資屬軌道運輸經費，從 98 年 476 億元成長至 102 年 538 億元。以臺鐵捷運化、中運量捷運及輕軌運輸投資為主，現有軌道運輸系統設備重置需求為輔。

依國內軌道機電工程購案金額統計分析，電聯車系統所占比例最大(30%)，其次為號誌(22%)、供電(20%)。

國內軌道運輸產業於 101 年達到 349.65 億元(參考軌道協會統計資料)，未來 15 年內國內軌道運輸系統市場商機預估達 8,651 億元。可見未來 15 年內整個國內外軌道產業仍然持續成長。

系統別	經費(億)	土建工程	機電工程
台鐵捷運化	1,902.63	1,522.10	380.53
中運量	4,989.31	3,392.73	1,596.58
輕軌	3,661.60	732.32	2,929.28
總計(億)	8,650.91	4125.05	4,525.86

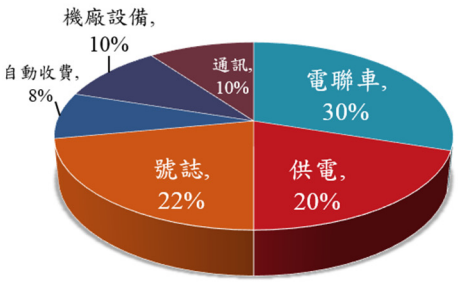


圖 6.2-4　未來 15 年內國內軌道運輸系統產業商機

四、 工業合作計畫對於國內軌道產業的影響

我國成為世界貿易組織(WTO)之政府採購協定(GPA)簽署國後，我國產品、服務及廠商，已得以順利參與其他簽署國依據 GPA 所開放之採購案件，但外國廠商亦得挾其技術、工法、管理、經驗、資金等優勢，與本國廠商共同分食各國 GPA 開放門檻以上之市場。

為降低簽署政府採購協定之影響，我國爭取保留若干項目以實施工業合作計畫，包含軌道產業等重大運輸項目，因此，自我國加入世界貿易組織起 10 年內(即 91 年 1 月 1 日至 100 年 12 月 31 日)，軌道產業尚可依據工業合作計畫進行國產化措施。

(一)經濟部工業局工業合作計畫目的

工業合作源自政府對外採購案的衍生性經貿活動，國際間一般稱為補償交易，其目的在利用對外採購案之時機，以政府協議或商業條款，強制要求國外承商以採購案總金額一定比例為衡量基準，估算其必須在國內執行工業合作計畫的承諾額度，而非實質貨幣回饋，以協助我國從事技術引進、採購、訓練、研發、行銷協助及投資等工商業活動。

推動工業合作是政府為加速達成「促進產業升級，提升國際競爭力」產業發展目標之有力政策工具，期能藉由國防部對外重大採購的機會，與得標之國際企業簽署工業合作協議，運用技術移轉、國際認證、國內採購、人員訓練、國際行銷及貿易推廣協助、國內投資、共同研發及聯合承攬等方式，引進關鍵技術，促使跨國企業協助國內業者進入高、新科技領域，進而改善產業結構及促進產業升級，提升國際競爭力。

(二)工業合作推動流程

工業合作推動流程有七：1.訂定工業合作之需求項目。2.簽署工業合作承諾書。3.簽署工業合作協議書及計畫書。4.召開購案廠商說明會。5.召開個案廠商說明會。6.國外承商提案。7.個案執行與管考。關於工業合作的個案執行方式，大致有技術移轉、國際認證、國內採購、共同研發、人員訓練、國內投資及國際行銷及貿易推廣協助等七種，但其他有助於國內產業升級的方式，經工業合作推動小組通過後，亦得執行之[1]。

(三)工業合作計畫實施成效

經濟部推動工業合作計畫網列出的工業合作需求項目當中，優先

1 經濟部工業局推動工業合作計畫網。

等級清單共 41 項產業，軌道產業占了 7 項，僅次於航太產業及能源產業。其中動力轉向架、電聯車車體及驅動系統之齒輪箱已與日本的日本車輛、川崎重工、三菱電機及加拿大的龐巴迪廠商進入執行的階段，執行方式包含技術移轉及國內採購等；其他軌道產業項目則尚與日本、韓國、德國、美國、加拿大等廠商洽談中。可知，工業合作計畫仍在推動與實施中，惟其執行結果對於軌道產業升級與發展是否確有助益及其成效，仍尚待觀察。

表 6.2-1　工業合作需求項目清單(優先等級) [2]

項次	產業	項目名稱	執行方式	國外可能合作廠商	狀態
1	軌道	動力轉向架	技術移轉	1.日本車輛(日) 2.川崎重工(日) 3.龐巴迪(加拿大)	執行中
2	軌道	TCMS 列車行車監控資訊系統	技術移轉 國內採購	亞世通(美)	洽談中
3	軌道	門機系統/月台門系統	技術移轉 國際認證	1.宇利(韓) 2.Semec(加拿大) 3.Nabtesco(日)	洽談中
4	軌道	捷運用浮動式道床軌道	技術移轉 國內採購	GERB(德)	洽談中
5	軌道	電聯車車體	技術移轉	1.日本車輛(日) 2.川崎重工(日) 3.龐巴迪(加拿大)	執行中
6	軌道	驅動系統之齒輪箱	技術移轉 國內採購	三菱電機(日)	執行中
7	軌道	低底盤輕軌車輛設計及系統整合技術	技術移轉	Voith Engineering Services GmbH(德)	洽談中

[2] 表格整理自經濟部工業局推動工業合作計畫網，工業合作需求項目資料庫，更新日期 2016/08/10。

五、國內發展軌道產業現況問題分析

目前國內發展軌道產業面臨之問題可分從「市場面」、「技術面」、「環境面」三個層面探討。

(一) 市場面問題：

1. 國際市場為具備機電標主標商資格之國際大廠壟斷。
2. 工程採購漸採統包成趨勢，國內業者目前僅具備供電系統主標商資格與實績。
3. 業者無法針對國外市場商機投入大量資源進行長期佈局，需借重駐外機構人員提早掌握標案商情。

由於軌道工程龐大且複雜，包含土木、車站建築、機電等介面整合問題，且投資金額龐大，故對於投標廠商資格限定一向相當之嚴格，對於技術成熟與業績豐厚之國際大廠一向較為有利，故出現國際市場為具備機電標主標商資格之國際大廠壟斷之情形。未來國內軌道計畫也漸有採統包方式趨勢，國內業者目前僅具備供電系統主標商資格與實績，如何組成符合資格之團隊，一直是較難突破之困境。

民國 101 年經濟部成立「整廠整案產業推動小組」協助業者整合，以淡海輕軌統包工程案為例，即由經濟部協助籌組由中鋼領航的國內軌道旗艦型競標團隊，並成功取得標案，為第一次由國內業者主導建造之案例，未來也朝向建構軌道產業完整供應鏈體系，朝向整廠輸出發展。

另一市場面問題為對於國外市場商機的掌握，由於業者無法針對國外市場商機投入大量資源進行長期佈局，在政府有意發展軌道產業整廠輸出的政策下，或許可以借重駐外機構人員提早掌握標案商情。

(二) 技術面問題：

1. 電聯車整車設計能量不足。
2. 號誌與通訊系統考量營運安全因素，技術門檻高。
3. 關鍵零組件開發技術不易取得(如：牽引馬達、轉向架)。

軌道系統關鍵技術仍在於機電與車輛，包括電聯車整車設計、號誌與通訊系統、關鍵零組件如牽引馬達、轉向架等，由於國內車輛廠商雖具備組裝能力，惟仍缺乏電聯車整車設計能力與經驗，主要也是因為產業研發需要投入相當大之資金，必須有一定市場需求規模為誘因，才能吸引廠商投入。以淡海輕軌為例，新北市政府採取整體輕軌路網發展策略(於淡海輕軌統包商招標案保留後續擴充採購安坑、八里、五股輕軌路線之車輛之條件)，使整體車輛採購達到投入研發設計之市

場規模，也使台灣車輛公司投入數十億台幣研發設計預算，與德國軌道車輛設計公司 Voith Engineering Services 技術合作，完成打造國內首輛自產的輕軌電車，而距離民國 92 年台灣輕軌二號之設計發展與完成動態功能展示，已有十多年之時間，故技術發展關鍵也在於市場需求與市場之機會。

(三) 環境面問題：

1. 業主在資格標中對實績之規範。
2. 電聯車國產化之衛星供應鏈體系仍待強化。
3. 業者爭取國際標案中，對於融資及保證之需求額度高，需要資金融通配合。

於內部環境面，國內業者目前僅具備供電系統主標商資格與實績，在淡海輕軌案，雖突破實績規範，但仍屬少數，未來各計畫是否能突破實績規範，對於國內軌道產業仍屬挑戰。

目前在國內相關軌道系統產業發展項目中，較成熟具備主標商實力之項目包括軌道、供電、土建與機廠，而在號誌通訊與電聯車方面，前者受限於專利及營運安全性方面，切入門檻高，國內尚無具備主標商資格之廠商，後者目前僅於區間客車製作與組裝能量，取得主標商資格，於其他捷運電聯車上下游零組件之衛星供應鏈體系仍待強化。

另軌道建設投資金額龐大，故於國際標案中，對於融資及保證之需求額度高，需要資金融通配合。

6.2.2 國內軌道運輸系統產業發展課題

根據國際鐵道聯盟(UIC)及經建會評估顯示，國內外軌道運輸市場需求仍持續發展，而國內發展軌道產業在國際市場激烈競爭與本身發展條件下，由上述發展現況與問題分析，綜整相關課題與建議對策如下：

課題一、國內軌道產業標準與規範亟待建立

參考標準經濟部標準檢驗局 CNS 相關規範可以得知(表 7.2-1)，目前國內僅有鐵路相關 CNS 規範，尚無高鐵、捷運、輕軌等適用規範，參考經濟部標準檢驗局資料顯示目前沒有正在研訂或審查中有關高鐵、捷運、輕軌等適用規範標準草案。

主要原因系統有其特殊性、必須有配套的檢驗機構/設備、市場未達具體經濟規模、目前均為國外原廠製造進口等。

表 6.2-2　中華民國國家標準分類目錄(105 年)

標準類別	細分類	項目	頁次索引		標準總數	廢止總數
			項目頁次	類別頁次		
軌道工程	E1	材料	128	128	89	1
	E2	檢驗	129			
	E3	一般	129			

另外責任歸屬及認證問題，由於國內沒有一套可以參考的國家標準，因此造成在從可行性分析、系統規劃、系統設計(概念、細部)、專案管理、監造統包商興建及後續交由營運機構進行營運及重增置，皆需依賴原廠供應的限制，相對也帶來高昂的零組件及若未使用原廠零組件即失去保固的困境。

歸納上述瓶頸與難處說明如下：

1.國內所採用系統型式不一，差異性大

2.國內尚無足夠經濟規模吸引廠商投入

3.國內尚無機關/廠商/單位提出制訂需求

4.國內目前欠缺完整的檢驗測試機構、制度、設備

5.使用非認可之其他組件衍生的責任歸屬問題

- **建議對策與方向**

1. 建議整合各都市軌道系統需求與統一發展型式：軌道產業發展需有一定之市場規模，過去對於地方政府提出軌道建設之系統型式，未有一致之標準與規範，雖然以因地制宜方式，由各地方政府提出適合其需求或都市發展特性之系統型式，造成系統型式紛雜，使廠商無法專注開發單一系統或產品，無法形成市場之規模，建議整合各都市軌道系統需求與統一發展型式，或選定發展目標系統，透過補貼機制，鼓勵地方政府採用特定系統，形成有利產業發展之條件。

2. 成立國內軌道技術研究暨驗證中心，設置符合國際標準之認證實驗室

   訂定軌道相關產品標準與規範，是發展軌道產業的第一步，以確保產品之安全與品質，也是未來產品邁向國際市場之必要條件。國內尚無負責統籌軌道系統安全與品質之專責單位，缺乏安全與品質一致性要求，因此軌道系統採購多為採購單位於合約內要求廠商出具檢驗測試報告及驗證之相關證明文件。亦因國內未具有檢測及驗證能力之機構，以致國內軌道產業難以發展，而需仰賴國外技術，建議成立國內軌道技術研究暨驗證中心，並設置符合國際標準之認證實驗室。

課題二、掌握因應國際軌道標準發展趨勢

為了提昇列車行車安全及達到互通互用之目標，國際鐵路市場頒布相關的標準或規範，除實現列車跨國與跨洲通行或聯運，也使鐵路與軌道產業市場相對的開放與競爭，國內軌道產業標準目前也在建置當中，應有相關因應與配套，以使國內軌道產業具有國際競爭力。

(一)國際鐵路標準互通互用發展

2014 年為了讓歐盟成員國之間的鐵路可以達到互通互用的目標，由 EUAR 頒布 TSI(互通互連性技術規範)，說明以下內容:

1.主要內容

(1)成立跨歐洲鐵路網(包括鐵路及高速鐵路)

(2)系統可以 24 小時營運

(3)跨系統及多介面整合協同作業

2.相關標準

為達成上述目標及解決不同的鐵路與軌道標準及跨國鐵路運輸阻礙，提高鐵路市場的運輸效率，達到軌道產業市場標準統一化及一致化的目標。採用下列標準:

(1)軌距 1,435mm

(2)供電 25KV/750DCV

(3)號誌 ETCS Level 1,2 and 3

3.互通互連性技術規範定義的設備跟系統

依據上述原則互通互連性技術規範定義的設備跟系統如下:

(1)Rolling Stock 車輛

(2)TSI LOC &PAS(機車及客車)、TSI WAG(貨車)、TSI NOI(噪音)

(3)COMMON 通用

(4)TSI CCS(號誌及通訊)、TSI PRM(行動不便人士)、TSI SRT(隧道安全)

(5)Functional(功能)

(6)TSI OPE(營運)、TSI TAF(車載系統-貨運)、TSI TAP(車載系統-客車)

(7)Fixed Installations(固定安裝)

(8)TSI INF(基礎設備)、TSI ENE(供電)

4.目前參與 EUAR 制訂 TSI 制度之主要成員國及組織

目前參與 EUAR 制訂 TSI 制度之主要成員國及組織如下：

(1)European Representative Bodies of the Railway sector (RBs)

(2)The Intergovernmental Organization for International Carriage by Rail (OTIF)

(3)National Safety Authorities of EU Member-States

依照目標方向及發展結果歐盟規劃最終將 TSI 發展成為一個 National Rules。

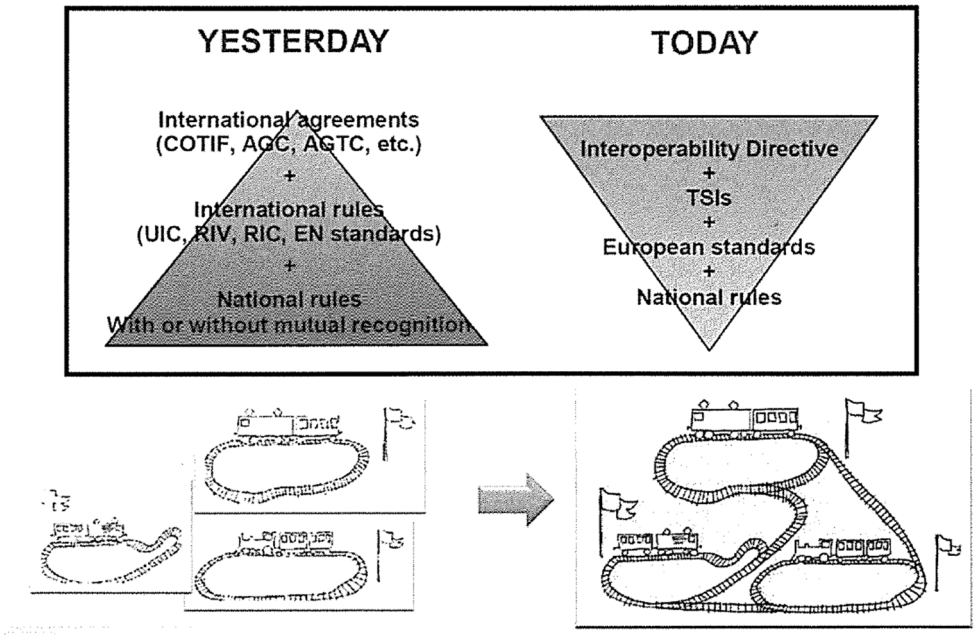


圖 6.2-5　國際鐵路互通互聯整合示意圖

註 1:EUAR(European Union Agency for Railways)

註 2:TSI(互通互連性技術規範 Technical Specifications for Interoperability)

資料來源: http://www.era.europa.eu/

(二)國際鐵路品質標準認證

隨著全球經濟高速發展與競爭下，世界各國軌道交通特別是先進國家鐵路系統為不斷提高速度及運輸需求，積極引進採用新技術，大幅度提高了鐵路現代化的設備水準。然而在新型技術系統不斷開發的同時，國際仍不斷發生重大的鐵路事故，例如：1998 年德國艾雪德高速鐵路發生列車出軌事故、2003 年大邱地鐵縱火案、2011 年大陸溫州鐵路列車追撞、2016 年 2 月 9 日德國發生兩列通勤火車在同一軌道上迎面對撞的嚴重事故，不禁讓大家驚覺，軌道交通運輸系統的品質與安全更是不可輕忽。

軌道交通運輸包括城市內的軌道交通（捷運及輕軌）和城際間的鐵路(鐵路及高速鐵路)兩種形式。為了提高軌道交通產品的品質，減少交通事故的發生頻率，因此有了國際軌道行業標準的產生，統一對軌道交通行業進行指導和管理，以方便國際間的技術和商業合作。

IRIS 是國際鐵路行業標準英文 International Railway Industry Standard 的縮寫，是由歐洲鐵路行業協會（UNIFE）制定的鐵路行業品質評估（管理）系統。

面對未來鐵路行業高速發展和目前鐵路行業統一管理停滯的問題，為了提高鐵路產品的品質，減少交通事故的發生頻率，強化鐵路行業統一化和規範化管理,提升整個行業的管理水準,推進國際大廠合作，促進鐵路工業發展。

IRIS 鐵路行業管理系統是在 ISO 9001 基礎上發展起來的一套管理標準，它汲取了 ISO 9001 標準和其他管理標準的精華，採用系統方法，通過全員參與，實現全部過程的管理與控制。

1.對於整個軌道運輸行業的好處

(1) 統一鐵路行業的品質管理規範

(2) 提高鐵路行業的品質水準和效率

(3) 降低鐵路行業供應鏈的風險

2.對於設備供應商的益處

(1) 與世界先進管理方法接軌，提高管理水準

(2) 整合不同顧客需求，降低評估成本

(3) 提高產品品質，降低生產成本

(4) 參與全球競爭，提供更多合作機會

經由上述分析，由於對鐵路裝備的要求越來越高，而安全性、可靠性、經濟性、可用性和維護的便利性等等要求也愈來愈高,參與 IRIS 認證的運營商、系統整合商和零件供應商，皆與軌道交通系統的品質與安全息息相關，依據 IRIS 官方資料臺灣已有六家公司通過 IRIS 認證標準成為國際鐵路行業供應鏈一員，台灣車輛公司目前亦積極導入 IRIS 朝向海外輸出目標前進入，

- **建議對策與方向**

1. 發展符合國際之標準及規範，建立國際鐵路品質標準認證

基於軌道產業發展需具規模與永續性，相關之國家標準及規範應國際化，參考歐、日軌道技術先進國家，均積極推動軌道系統國

際標準化，故建議相關國家軌道規範之制定，亦應將國際標準化一併納入考量，建議經濟部 CNS 小組沿用或參考國際標準，制訂 CNS 標準與國際接軌，而相關捷運工程要求廠商採用符合國際標準之 CNS 認證產品。

2. 輔導國內軌道運輸產業加入國際認證

若政府想要推動國內產業向國外輸出，建議可以透過輔導臺灣軌道運輸國內產業加入 IRIS 認證，當成為國際鐵路零件供應商之後，就可以逐漸達到軌道運輸產業向海外輸出及國內自主的目標。

課題三、政府採購協定(GPA)或採購法對於國內軌道產業影響

民國 101 年以後，我國爭取保留若干重大運輸項目不受政府採購協定(GPA)拘束的期限業已屆滿，自此，重大運輸項目採購案無法再繼續採行補償交易的政策，政府採購法第 43 條補償交易及優先決標的規定，亦因政府採購協定的拘束而無法適用。

從此以後，國內的軌道建設採購案，將依照政府採購協定(GPA)開放市場，進行公開、公平的採購程序。問題在於，就軌道產業而言，國外廠商在技術、工法、管理、經驗、資金上，均較國內廠商享有相對的優勢，而國內廠商受限於政府採購協定與政府採購法的精神與規範，導致技術發展及產業提升恐受阻礙。

- **建議對策與方向**

至於國內軌道產業在政府採購法的框架之下所承擔的風險、政府採購法對軌道產業發展的影響，及其緩解之道，於本研究第七章詳細探討，並簡摘如下：

1. 於個案招標計畫中訂定有利條件或放寬國內廠商資格限制

於個案招標時，從軌道系統全生命週期考量，於最有利標評選項目增列一定使用壽命期間之廠商履約責任及費用等，納入評選項目，提高投標廠商與我國廠商合作意願、或使用我國產品或投資我國廠商，對於帶動國內軌道產業發展應有一定效果。

2. 營造一個健全的產業發展環境

法令面建議可參照 99 年制定公布的產業創新條例，以促進產業創新，改善產業環境，提升產業競爭力；政策面可著眼於市場的拓展(如加速國際連結、強化國際合作)、制定產品或服務的技術標準與指標體系、推動產業聯盟、建立軌道產業公開資料管理平台、推廣專業人才認證、強化人才訓用等，透過營造一個健全的產業發展環境，促進軌道產業發展。

課題四、軌道運輸人才發展及產學合作

臺灣目前對於在承商或是企業界的軌道工程人才沒有一套完整或是標準的在職技能教育管道，通常都是透過興建中的專案或是於平常的維修作業中，進行在職技能教育，當進行作業熟練至某個程度後，卻沒有一套完整的認證制度可以選出或是評斷個人的技能發展程度，造成人才及技術能力的浪費。

- **建議對策與方向**

1. 建立人才資料庫及個人認證制度

建議參考國際鐵道工程師協會(Institution of Railway Signal Engineers)標準、英國 NSARE(The National Skills Academy for Railway Engineering)或國內的技師或技術士認證方式或制度，區分出設計、測試及維修…等認證方式，建立人才資料庫及個人認證制度，並提供雇主求才參考及個人進入職場的職能證明。

2.設立軌道技術訓練與認證中心、研究機構

參照鐵路法第 56-4 條、大眾捷運法第 30 條及第 42 條均規定：

軌道運輸系統營運所需之行車人員、系統設施及設備之操作及維護人員等，應予有效之訓練與管理，使其確切瞭解並嚴格執行法令之規定，並對其行車人員之技能、體格，應施行定期及臨時檢查等。

參考交通部高速鐵路工程局「軌道技術訓練暨研究中心設置計畫」說明，隨著軌道運輸系統的成長與規模的擴增，監督強化軌道營運安全、建立訓練檢定專業機構，躍然為監理機關為維護軌道營運安全所必要之作為。此外，既往國內車輛及系統機電等關鍵技術大都須仰賴國外軌道運輸先進國家之供給，軌道建設所需之軌道、機電系統及車輛等設備亦都以向國外採購為主，以至當軌道運輸系統營運遭遇重大問題、或發生重大安全事故(如甲仙地震高鐵列車出軌、臺鐵集電弓扯斷電力線等)時，事實緣由之調查釐清，或現況缺失改善之研究建議，均有仰賴海外技術、必須委請國外專家協助之必要。再者，我國對於軌道系統設施設備之規範標準、技術研發、測試檢驗與驗證等，亦尚缺乏一專責單位，以協助國內軌道技術之提升與產業之研發。

諸此，倘能仿傚日、韓、英等國成立專業訓練與研究機構，統籌辦理相關業務，將有助於提升及整合軌道安全技術標準及產業研究發展能力。爰此，應就國內軌道運輸事業發展培育興建、營運、維修、研發及監理等軌道專業人才，並為培植國內軌道系統關鍵技術與設備之自主研發能力，籌劃建置一可協助軌道監理及驗證作業

之專門技術機構，顯有其必要性。

3.建立軌道產業相關教育技職體系與產學合作制度

第一線的人員常常在高壓力下工作，因此人員流動率非常高，加上國內對於軌道運輸人才培育之管道少之又少，常常發現都是由非軌道運輸學科之人才，在進入高鐵、臺鐵或捷運公司之後，才培養其個人之軌道運輸方面專長，依照專長及屬性區分如下：

(1)軌道工程(Track)

(2)號誌通訊(Signal & Communications)

(3)供電系統(E&P)

(4)牽引及車輛系統 (T&RS)

如果軌道運輸人才要達到立即可用之程度，則必須要經過 1～2 年培養及實際經驗磨練之後，才可達到營運之標準投入線上作業。如果可以在高中或大學階段仿效世界各國建立專門之科系，同時推動研發替代役，或是認證制度除了可以減少企業的訓練成本，又可以培養出企業的低、中、高階人才，建立職涯管道提高就業率。

表 6.2-3　國內大學高中軌道產業相關教育技職體系

校名	相關科系
國立臺灣大學	軌道科技研究中心
國立臺灣科技大學	電機工程系
國立臺北科技大學	車輛工程系
國立交通大學	運輸與物流管理學系
國立成功大學	軌道運輸中心
國立高雄第一科技大學	運輸系統實驗室
國立雲林科技大學	電機工程系軌道電力系統
國立高雄餐旅大學	航空暨運輸服務管理系
國立高雄應用大學	電機工程系
私立逢甲大學	運輸科技與管理學系
私立中華大學	運輸科技與物流管理學系
私立義守大學	軌道運輸系統機電整合
私立開南大學	運輸研究中心
私立萬能科技大學	軌道專業學程
私立德明財經科技大學	運輸科技與物流管理學系
私立長榮大學	航運管理學系
私立東南科技大學	進修部
私立樹德科技大學	運籌管理系
私立清華高中	軌道車輛科
市立南港高工	汽修科及產學合作
市立木柵高工	汽修科及產學合作
市立大安高工	汽修科及產學合作
縣立花蓮高工	汽修科及產學合作

6.3 小結

本章分別就國內都市軌道於推動層面與產業層面面臨之相關課題進行探討，小結如下：

一、國內都市軌道於推動層面探討：

由全生命週期觀點，從國內都市軌道運輸於行政審議及規劃、設計興建、營運等各階段，提出重要課題及後續建議調整構想，詳如 6.1 節，摘錄如下：

(一)整體行政推動與審議程序：

建議於地方政府在推動捷運建設前應先完成「大眾捷運系統整體路網評估計畫」，並建立中央審查核定機制，另建議維持「可行性研究」、「綜合規劃」兩階段作業，並調整審議重點，對於各軌道建設計畫之地方政府財源負擔建立持續性的追蹤與修正機制。

(二) 規劃作業階段：

建議可行性研究與綜合規劃階段規劃作業應有不同審議重點，且考量規劃階段財務評估具不確定性易衍生風險，建議 1.地方政府辦理捷運計畫欲引進新型系統時，應明確交代其系統評選原因、建造與營運維修成本之評估依據、編列方式；2.調整中央補助經費評估方式，與財務自償率脫鉤，例如依地方政府財力等級、系統路權型式、服務範圍人口數，設定每公里之固定補助金額或補助上限；3.增加地方評估財務計畫收益項來源的彈性，除目前本業收入、車站開發及周邊土地開發收益外，可評估納入以交通政策導引運具選擇之衍生性收益，如檢討捷運車站周邊停車費率、調漲牌照稅或燃料稅等。

(三) 設計施工階段

建議辦理方向，包括採購契約管理，包括招標公平性、參與投標廠商是否不足、契約條文合理性與完整性、是否適用分階段採購之契約擴充、廠商履約管理等。配合計畫特性及主管機關需求，應研擬適當之招標方式，以降低、控制設計與施工風險。

(四) 營運階段

都市軌道運輸於營運階段之主要工作包括營運機構遴選、營運與財務管理、設施維護管理、營運安全與風險管理、地區整體性交通管理策略，以及規劃階段評估開發財源挹注之落實。

二、國內都市軌道產業層面探討

(一)軌道發展需求帶來產業商機

世界性之都市化、節能減碳趨勢，軌道運輸系統及高速鐵路運輸需求持續成長,預估 2015 年至 2017 年全球總產值將達 1,699 億歐元，另預估未來 15 年內國內軌道運輸系統市場商機預估計將達 8,651 億元，顯示軌道產業具有龐大商機，須由建築、土木、機電、車輛、通訊、號誌等專業與廠商投入，可帶動上、中、下相關產業之發展。

(二)國內軌道產業發展面臨「市場面」、「技術面」與「環境面」之問題

於「市場面」面臨之問題，包括統包漸成國內外公共工程採購之主流，惟國內業者目前具備主標商資格與實績有限，而國際市場為具備機電標主標商資格之國際大廠壟斷，另業者無法針對國外市場商機投入大量資源進行長期佈局，需借重駐外機構人員提早掌握標案商情。

於「技術面」面臨之問題，包括電聯車整車設計能量不足、號誌與通訊系統考量營運安全因素，技術門檻高，以及關鍵零組件開發技術不易取得(如：牽引馬達、轉向架)等。

於「環境面」面臨之問題包括業主大部分會在資格標規範中要求投標商具有實績、電聯車國產化之衛星供應鏈體系仍待強化，以及業者爭取國際標案中，對於融資及保證之需求額度高，需要資金融通配合。

(三)國內軌道運輸系統產業發展建議對策與方向

建議整合各都市軌道系統需求與統一發展型式，以形成規模經濟與產業鏈，吸引業者願意投入研發與生產，發展符合國際之標準及規範，建立國際鐵路品質標準認證，並輔導國內軌道運輸產業加入國際認證，以利廠商朝向國際市場發展，擴大產業經濟規模；另應於個案招標計畫中訂定有利條件或放寬國內廠商資格限制，以使國內廠商能過有機會參與與累積實績；而產業發展需要人才培育與投入，建議可建立人才資料庫及個人認證制度、設立軌道技術訓練與認證中心、研究機構，以及建立軌道產業相關教育技職體系與產學合作制度，綜合而言，目標是營造一個健全的產業發展環境，促進軌道產業發展。

第七章　國內都市軌道運輸系統推動建置與產業發展相關法規探討

7.1 國內都市軌道推動建置相關法規分析

7.1.1 現況相關法規分析

國內軌道運輸建設法規主要為大眾捷運法，目前國內各都市建設之捷運系統及輕軌運輸系統皆是依據大眾捷運法推動建設，該法及其子法業已發展得相當完備。此外我國公路法亦有規範有軌電車及電車運輸業，然國內迄今尚未有以有軌電車作為都市公共運輸系統的實例，所以公路法中有軌電車的相關子法及制度仍有待建立及發展。

軌道運輸系統之路線除了使用獨立專用路權外，一旦使用道路，將涉及道路建設及交通管理，是目前國內推動路面輕軌運輸系統需克服的問題。關於道路建設依道路性質分別受市區道路條例、公路法規範。在交通管理方面主要為道路交通管理處罰條例，其有二項重要子法，一為道路交通安全規則，規範車輛型式及檢驗、汽車駕駛人執照考驗，管制使用道路之各類運具標準及其駕駛人資格；二為道路交通標誌標線號誌設置規則，制定道路上各式標誌、標線、號誌之樣式及效力，作為規範各類運具在使用道路時應遵守之秩序。

另地方政府為推動軌道建設，除了預期之自償性經費外，目前皆仍須向中央政府申請補助，而交通部面對各地方政府提出興建大眾捷運系統之需求，及考量捷運系統後續營運永續之情況下，於民國 100 年訂定「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」，期能共創捷運建設與土地開發整合效益，作為申請計畫之審議依據，為目前國內軌道運輸建設是否能夠推動之重要依據。

以下即針對上揭軌道運輸建設主要相關法規進行分析，探討其適用對象，對國內發展新型都市軌道運輸系統之優勢及侷限性。並於第六章針對審查作業要點進行檢討分析。

一、大眾捷運法及其特色

大眾捷運法於民國 77 年 7 月 1 日制定公布。當初制定大眾捷運法，係因國內都會區工、商業快速發展，居住及就業人口大量湧入，交通問題漸趨嚴重，若私人運具無限增長，城市運作終將因龐大的車潮而癱瘓，因此推動大眾捷運系統的建設，以解決都會區日益嚴重之交通壅塞問題。

大眾捷運系統應具備大量、快速的運輸功能，同時賦予獨立專用路權

特性，與其他大眾運輸系統有別，因當時之法令不足以規範，故特制定大眾捷運法以為因應。為與其他大眾運輸系統區別，大眾捷運法第 3 條對於大眾捷運系統之特性、車輛、路線及路權型式均有明確定義，作為適用大眾捷運法之門檻。

(一)大眾捷運系統定義與沿革

大眾捷運法第 3 條明定：「本法所稱大眾捷運系統，指利用地面、地下或高架設施，使用專用動力車輛，行駛於導引之路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。」

「前項大眾捷運系統，依使用路權型態，分為下列二類：一、完全獨立專用路權：全部路線為獨立專用，不受其他地面交通干擾。二、非完全獨立專用路權：部分地面路線以實體設施與其他地面運具區隔，僅在路口、道路空間不足或其他特殊情形時，不設區隔設施，而與其他地面運具共用車道。」

「大眾捷運系統為非完全獨立專用路權者，其共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限。但有特殊情形，經中央主管機關報請行政院核准者，不在此限。」

「第二項第二款之大眾捷運系統，應考量路口行車安全、行人與車行交通狀況、路口號誌等因素，設置優先通行或聲光號誌。」

上揭大眾捷運系統之定義主要在與公路有軌電車、鐵路運輸系統相區別。強調大眾捷運系統之功能及特性，只要是使用專用動力車輛、行駛於導引之路線，並以密集班次、大量快速輸送旅客，且路權型態除完全獨立專用路權外，於部分區隔、部分共用之非完全獨立專用路權，只要共用路權型態之路線長度不超過全部路線長度之四分之一者，即屬於大眾捷運系統。至於其採用何種技術型態，則非所問，無論係鋼輪鋼軌、膠輪、輕軌、單軌或磁浮系統，均可納入大眾捷運系統之定義[1]。

大眾捷運系統第 3 條歷經二次修正，現行大眾捷運法第 3 條係於 102 年 6 月 5 日修正公布，其歷史法條如下：

1.民國 77 年 7 月 1 日制定公布大眾捷運法第 3 條：「本法所稱大眾捷

[1]大眾捷運法第 3 條 102 年 6 月 5 日修法理由：「一、大眾捷運系統之技術型態眾多，不限於軌道，如膠輪系統、磁浮系統等，其共通特性為具有導引性，故修正第一項大眾捷運系統之定義，增列『行駛於導引之路線』等字。二、輕軌運輸系統因具有因地制宜特性，得混合使用專用、隔離及共用等路權等型式，如其中共用路權路線不超過全部路線長度之四分之一，其功能與捷運系統相當，亦應納入本法規範，爰將現行規定中有關完全獨立專用路權及非完全獨立專用路權之規定移列第二項，詳定其使用路權之型態，並於第三項補充規定非完全獨立專用路權共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限，以資明確。三、第三項所定『四分之一』尚乏立論依據，酌量地區特性，爰增列第三項但書規定。四、為提高非完全獨立專用路權大眾捷運系統之準點率，考量路口行車安全、行人與車行交通狀況、路口號誌等因素，給予非完全獨立專用路權大眾捷運系統較平面車輛優先通行權利，設置優先通行或聲光號誌，爰增列第四項規定。」

運系統，係指利用地面、地下或高架設施，不受其他地面交通干擾，使用專用動力車輛行駛於專用路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。」

2.民國 92 年 5 月 21 日修正公布大眾捷運法第 3 條：「本法所稱大眾捷運系統，係指利用地面、地下或高架設施，不受其他地面交通干擾，採完全獨立專用路權或於路口部分採優先通行號誌處理之非完全獨立專用路權，使用專用動力車輛行駛於專用路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。」[2]

由大眾捷運系統第 3 條之沿革可知，歷次修正之趨勢係放寬大眾捷運法第 3 條對「大眾捷運系統」之定義，尤其以路權型態之放寬最為明顯。民國 77 年立法時，大眾捷運系統之定義限於「不受其他地面交通干擾」以及「行駛於專用路線」(A 型路權)。於民國 92 年，新增「於路口部分採優先通行號誌處理之非完全獨立專用路權」等文字，將 B 型路權納入大眾捷運系統之定義。民國 102 年修法(即現行條文)更開放了共用路權型態，使非完全獨立專用路權於特殊情形時，得不設區隔設施，而與其他地面運具共用車道(C 型路權)，惟共用路權型態之路線長度原則上不得超過全部路線長度之四分之一，以維持運輸效能。

固然共用路權型態之放寬，各界仍有不同見解，恐降低大眾捷運系統大量、快速之功能及準點率，惟因相較於鐵路法、公路法而言，大眾捷運法對土地徵收及經費補助較為優惠，且相關子法及規定等法規環境較為健全，因此，在不影響捷運系統功能之前提下，立法院審查結果仍開放有限度的共用路權型態，使大眾捷運法得以更加廣泛的適用於都市軌道運輸系統。

(二)大眾捷運法相關子法

大眾捷運法全文分八章，共六十四條，其周邊法令亦相當完整，健全規範大眾捷運系統之規劃、建設、營運、監督及安全。茲將該法之結構、重要條文及相關法令規定摘整如表 7.1-1。

大眾捷運法之特色眾多，關於大眾捷運系統建置之重要法令略述如下：

[2]大眾捷運法民國 92 年 5 月 21 日修法理由：「一、由於輕軌運輸系統具有混和採專用、隔離及共用路權之彈性，可分別適用於『大眾捷運法』、『鐵路法』及『公路法』。唯『大眾捷運法』對土地徵收及經費補助較為優惠，且相關子法及規定等法治環境較為健全，茲考量配合輕軌系統路權型式，擴大本法對大眾捷運系統之定義及其適用性，爰修正本條部分文字。二、放寬路權使用型式，將隔離、共用路權納入本法適用範圍。三、隔離路權：係指平行輕軌路線部分以實體隔離，當其他運具必須要穿越或交叉時，則允許用號誌或其他交通管制方式隔離。共用路權：係指無任何實體隔離措施，可與其他運具共用路權。四、仍納入現行法中『不受其他地面交通干擾』之規定，『固定路線』一詞(按：委員提案條文)亦採現行法而修正為「專用路線』。」

表 7.1-1 大眾捷運法重要條文及相關法令規定摘整

章節	規範事項	大眾捷運法	相關法令
總則	大眾捷運系統定義	第 3 條	
	主管機關	第 4 條	
	經費之籌措	第 5 條	
	土地之徵收、撥用與開發	第 6 條、第 7 條	【大眾捷運系統土地開發辦法】
	土地開發基金來源	第 7 條之 1	【臺北市臺北都會區大眾捷運系統土地開發基金收支保管及運用自治條例】
規劃	大眾捷運系統規劃之辦理	第 10 條	【交通部辦理大眾捷運系統規劃案公聽會作業要點】
	大眾捷運系統規劃應考慮之因素	第 11 條	【大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點】
	大眾捷運系統規劃報告書之核定及內容	第 12 條	
建設	工程建設機構之設立	第 13 條	【促進民間參與公共建設法】
	地方及中央主管機關建設大眾捷運系統之文書及程序	第 14 條	
	開工竣工期限核准展期與完工履勘	第 15 條	【大眾捷運系統履勘作業要點】
	他人土地之利用與補償	第 19 條	【大眾捷運系統工程使用土地上空或地下處理及審核辦法】
	建築物或其他工作物之拆除	第 22 條	
	管線溝渠之附掛埋設與養護	第 24 條	
	大眾捷運系統在市區道路或公路之建設及維護	第 24 條之 1	
	大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範之訂定	第 24 條之 2	
營運	營運機構之設置及其工作	第 25 條	【公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例】 【公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例施行細則】
	大眾捷運系統與公路運輸系統之整合	第 31 條、第 32 條	
監督	監督與監督辦法	第 34 條	【大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法】
	營運機構重要事項之先行報請核准核備	第 38 條	
安全	禁限建範圍之公告與管制	第 45 條至第 45 條之 3	【大眾捷運系統兩側禁建限建辦法】
	損害賠償與卹金醫療補助費之酌給	第 46 條	【大眾捷運系統行車及其他事故卹金及醫療補助費發給辦法】
	責任保險	第 47 條	【大眾捷運系統旅客運送責任保險提存保證金辦法】
罰則	賠償與處罰規定	第 48 條至第 51 條之 1	
	處罰機關	第 52 條	
附則	經營辦法之擬定與核定	第 53 條	【臺北市大眾捷運系統旅客運送自治條例】 【臺北市大眾捷運系統行車安全規則】 【臺北市大眾捷運系統修建養護規則】 【臺北市大眾捷運系統車輛機具檢修規則】 【臺北市大眾捷運系統行車人員技能體格檢查規則】 【臺北大眾捷運系統附屬事業經營管理辦法】
	施行日期	第 54 條	

1.各階段管理機關明確

大眾捷運法第 4 條規定大眾捷運系統中央主管機關為交通部，地方則為直轄市政府或縣（市）政府。路網跨越不相隸屬之行政區域者，由各有關直轄市、縣（市）政府協議決定地方主管機關，協議不成者，由交通部指定之。

規劃及建設階段，依第10條、第13條規定得由中央主管機關、地方主管機關或民間辦理大眾捷運系統之規劃及建設；中央或地方主管機關為建設大眾捷運系統，得設立工程建設機構，負責大眾捷運系統之設計及施工。

營運階段，依第 25 條規定，由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運，由地方主管機關設立營運機構者，依「公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例」規定辦理。

2.建設大眾捷運系統之經費補助優惠

大眾捷運法第 5 條規範經費之籌措，建設大眾捷運系統所需經費及各級政府分擔比例，並納入規劃報告書財務計畫中，由中央主管機關報請或核轉行政院核定。由其修法理由可知，地方主管機關辦理大眾捷運系統之規劃及建設者，依行政院訂定之「中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法」第 7 條附表一所明定之中央補助比例辦理補助，除臺北市最高補助比率為 50%之外，其他地方政府依其財力級次，最高補助比率可高達 78%至 90%之間不等。

如由民間辦理大眾捷運系統之建設者，所需資金應由民間自行籌措。而依促進民間參與公共建設法第 29 條規定，就非自償部分得由政府補貼所需貸款利息或投資其建設之一部，其餘自償性經費則應由民間自行籌措[3]。

3.建設大眾捷運系統之土地取得方式多樣

由於「有土斯有財」的觀念長久深植於國人心中，因此政府為興辦公共工程必須強制取得土地，乃成為公共工程建設機構所面臨之最大挑戰。有關大眾捷運系統需用土地之取得，大眾捷運法第 6 條、第 7 條及第 19 條均有相關規範。

(1)取得土地所有權

[3]大眾捷運法第 5 條民國 93 年 5 月 12 日修法理由：「一、由於行政院訂定之『中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法』已就地方辦理大眾捷運建設計畫之中央補助比例有所規範，與原條文第一項規定『經各級政府衡酌財政狀況協議』之經費分擔方式有所出入，茲為臻一致，爰修正部分文字；另鑑於本法均稱『交通部』為『中央主管機關』，及配合第十二條第一項「報請或核轉行政院核定」用語，爰酌予修正部分文字，俾期周延。二、另按『獎勵民間參與交通建設條例』第二十五條及『促進民間參與公共建設法』第二十九條均規定『得由政府就非自償部分補貼所需貸款利息或投資其建設之一部』，與原條文第二項規定有所出入，爰修正部分文字。」

大眾捷運法第 6 條及第 7 條規定需用土地所有權之取得。第 6 條規定：「大眾捷運系統需用之土地，得依法徵收或撥用之。」所謂依法，係指土地法、都市計畫法、國有財產法等有關法律，另外，民國 89 年 2 月 2 日「土地徵收條例」制定公布後，有關私有土地徵收補償程序及標準皆以「土地徵收條例」為依據。

第 7 條第 4 項規定：「大眾捷運系統路線、場、站及其毗鄰地區辦理開發所需之土地，得依有償撥用、協議價購、市地重劃或區段徵收方式取得之；其依協議價購方式辦理者，主管機關應訂定優惠辦法，經協議不成者，得由主管機關依法報請徵收。」準此，大眾捷運系統工程須使用公有土地時，應辦理有償撥用；須使用私有土地時，應先與所有權人協議價購或以其他方式取得（例如簽約參與開發），若所有權人拒絕參與協議或經開會未能達成協議，始能依法辦理徵收取得土地所有權[4]。

值得注意者為，民國 104 年 9 月 25 日公布的司法院大法官釋字第 732 號解釋，認為大眾捷運法第 7 條第 4 項允許主管機關就大眾捷運系統之毗鄰地區土地依法報請徵收，此等徵收土地之範圍，難謂全為捷運交通事業所必須，其徵收非交通事業所必須之土地，於此範圍內，不符憲法第二十三條之比例原則，與憲法保障人民財產權及居住自由之意旨有違，應自本解釋公布之日起不予適用[5]。

(2)取得土地地上權或於土地登記謄本標示部註明「捷運系統工程穿越地」

大眾捷運系統建設，如採高架設施或地下通過之建築方式，

[4]漫談捷運工程需用土地之取得方式，臺北市政府捷運工程局，臺北捷運報導，第 237 期，2007 年 11 月 1 日。

[5]司法院大法官釋字第 732 號解釋理由書節錄：「九十年捷運法第七條第四項規定：『大眾捷運系統……其毗鄰地區辦理開發所需之土地……，得由主管機關依法報請徵收。』（下稱系爭規定一）許主管機關為土地開發之目的，依法報請徵收大眾捷運系統路線、場、站（下稱捷運設施）土地之毗鄰地區土地。所稱依法報請徵收，係指依徵收條例之規定為之。徵收條例第一條第二項規定：『土地徵收，依本條例之規定，本條例未規定者，適用其他法律之規定。』就徵收土地之範圍而言，徵收條例未規定者，應適用其他法律之規定。徵收條例第三條第二款規定：『國家因公益需要，興辦下列各款事業，得徵收私有土地；徵收之範圍，應以其事業所必須者為限：……二、交通事業。……』準此，其徵收除應為興辦該第三條所規定之事業外，其徵收土地之範圍，並應確為興辦該事業所必須。大眾捷運系統屬徵收條例第三條第二款所規定之交通事業，其所得徵收土地之範圍，應為捷運交通事業所必須之土地。依系爭規定一所得報請徵收作為開發用地之毗鄰地區土地，包括與捷運設施用地相連接、與捷運設施用地在同一街廓內且能與捷運設施用地連成同一建築基地、與捷運設施用地相鄰之街廓而以地下道或陸橋相連通等之土地（九十年捷運法第七條第二項參照），此等徵收土地之範圍，難謂全為捷運交通事業所必須，其徵收非捷運交通事業所必須之土地，自已限制人民之財產權，並對其上合法居住者嚴重影響其居住自由。…系爭規定一、二、三以使土地所有權人遭受特別犧牲之方式，徵收非交通事業所必須之土地進行開發，並非達成土地資源有效利用、地區發展並利國家建設經費之取得目的所不得不採之必要手段，且非侵害最小之方式。其許主管機關為土地開發之目的，依法報請徵收非交通事業所必須之土地，於此範圍內，不符憲法第二十三條之比例原則，與憲法保障人民財產權及居住自由之意旨有違，應自本解釋公布之日起不予適用。」

並無需取得土地所有權，大眾捷運法第 19 條第 2 項爰規定：「前項須穿越私有土地及其土地改良物之上空或地下之情形，主管機關得就其需用之空間範圍，在施工前，於土地登記簿註記，或與土地所有權人協議設定地上權，協議不成時，準用土地徵收條例規定徵收取得地上權。」使主管機關於完成補償作業後，得視大眾捷運系統工程穿越之空間範圍有無設定地上權之必要，選擇就需用之空間範圍與所有權人協議設定地上權，協議不成時，準用土地徵收條例規定徵收取得地上權；或由需地機構通知土地所有權人或管理人領取補償費同時副知他項權利人，並列冊送交管轄土地登記機關，於土地登記謄本標示部註明「捷運系統工程穿越地」(大眾捷運系統工程使用土地上空或地下處理及審核辦法第 7 條至第 9 條參照)。

4.建設大眾捷運系統必要性之評估與檢視條件

有鑑於軌道運輸系統投資成本龐大，若運量不如預期造成營運虧損，長期而言，對運輸設施是否有效利用及地方政府財政均是重大負擔。因此，地方政府應檢視都會區人口社經發展狀況及現行公共運輸服務狀況，是否尚有容納軌道運輸系統的空間。簡言之，推動新型軌道運輸系統首先面臨的困境為，因資源有限，並非所有都會區均適合推動軌道運輸系統，因此，應建立一套標準，去檢視各都會區是否有推動軌道運輸系統之必要性。

我國現行大眾捷運法第 11 條即規定規劃大眾捷運系統應考慮之因素：「大眾捷運系統之規劃，應考慮下列因素：一、地理條件。二、人口分布。三、生態環境。四、土地之利用計畫及其發展。五、社會及經濟活動。六、都市運輸發展趨勢。七、運輸系統之整合發展。八、採用非完全獨立專用路權路段所經鄰近道路之交通衝擊。九、其他有關事項。」；第 12 條規定中央、地方主管機關或民間規劃大眾捷運系統時，所應提出之規劃報告書內容及核定程序：「大眾捷運系統規劃報告書，應由中央主管機關報請或核轉行政院核定；其內容應包含下列事項：一、規劃目的及規劃目標年。二、運量分析及預測。三、工程標準及技術可行性。四、經濟效益及財務評估。五、路網及場、站規劃。六、興建優先次序。七、財務計畫。八、環境影響說明書或環境影響評估報告書。九、土地取得方式及可行性評估。十、依第十條第二項規定召開公聽會之經過及徵求意見之處理結果。十一、其他有關事項。(第 1 項)大眾捷運系統規劃為採用非完全獨立專用路權型態時，前項規劃報告書並應記載非完全獨立專用路權所經鄰近道路之交通衝擊分析及道路交通管制配套計畫。(第 2 項)民間自行規劃大眾捷運系統者，第一項規劃報告書應向地方主管機關提出，經層報中央主管機關核轉行政院核定。(第 3 項)」

現行大眾捷運法第11條、第12條之檢視條件係為規劃大眾捷運系統所設置，民國102年6月5日曾配合第3條有關非完全獨立專用路權開放共用路權之修正，增訂第11條第8款及第12條第2項規定，未來因應新型軌道運輸系統之引進，亦應配合作適當之調整。

5.大眾捷運主管機關與公路主管機關之權責劃分

大眾捷運法第24條之1規範大眾捷運主管機關與公路主管機關之權限。大眾捷運法第3條於民國102年6月5日修正，使非完全獨立專用路權大眾捷運系統部分路段得不設區隔設施而與其他地面運具共用車道，因此，非完全獨立專用路權大眾捷運系統部分路段將布設於一般道路上，對原有平面運行之交通必將帶來一定程度之衝擊。為因應上述路權之開放，大眾捷運法第24條之1爰於第3項增列有關非完全獨立專用路權大眾捷運系統地面路線之設置標準、規劃、管理養護及費用分擔原則明確規範之授權依據，第4項並明定共用車道路線維護之責任，應歸屬大眾捷運系統。

為整合大眾捷運系統與公路運輸系統，第31條規範汽車路線之配合、調整，惟因調整辦法涉及汽車運輸業管理權責，宜回歸公路法相關規定辦理，爰於民國102年6月5日修法刪除舊31條第2項授權大眾捷運主管機關訂定調整辦法之規定，因之，臺北市政府於民國85年依大眾捷運法第31條第2項規定訂定之「臺北市大眾捷運系統運輸有效距離內汽車客運業營運路線調整辦法」，依中央法規標準法第21條第3款及第22條規定，應由臺北市政府發布廢止後失效[6]。

6.授權交通部訂定大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範

大眾捷運法第24條之2係有關技術規範之訂定：「大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範，由中央主管機關定之。(第1項) 前項技術規範，應包含無障礙設備及設施之設置與維護方式。(第2項)」對於大眾捷運系統採用之技術型態，法無明文，而係將大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範授權由交通部定之，以落實車路合一。

(三)與道路交通管理法規關係

大眾捷運法第3條將大眾捷運系統定義放寬至非完全獨立專用路權，即大眾捷運系統得在路口、道路空間不足或其他特殊情形與其他地面運具共用車道，不限於獨立專用路權，因而在共用路權路段產生道路交通管理問題。因此道路交通管理處罰條例於104年5月20日配合修正增訂「大眾捷運系統車輛」使用道路之管理。該條例之重要子法

[6] 行政法總論，陳敏，98年9月，六版，第534頁。

「道路交通安全規則」及「道路交通標誌標線號誌設置規則」配合增修完成，完備大眾捷運車輛行駛於道路之交通管理規範。

二、公路法之有軌電車

都市軌道運輸系統除適用大眾捷運法外，在公路法中亦明文規範有軌地面電車，因此都會地區軌道運輸系統引進時，有機會被歸類為軌道電車之一種，適用公路法關於路線規劃、軌道興建及管理等規範，是有必要對現行公路法作說明。

(一)「電車」概念之探討

公路法第 2 條明定「電車」定義為，以架線供應電力之無軌電車或依軌道行駛之地面電車；如以電車經營客運而受報酬之事業，則為電車運輸業。是以，都市軌道運輸系統亦可適用公路法。而公路法中有軌電車與大眾捷運法中之大眾捷運系統有何區別？現行法並無明文規定。

由立法歷程觀之，「電車」係在公路法第二次修正(民國 73 年 1 月 23 日修正公布)時增列，當時行政院提出之公路法修正草案內並無電車一詞，在立法院審議時，有立法委員提議將國外行駛於道路上之「單軌車輛」及「架線電聯車輛」納入公路法規範，行政院遂同意納入電車相關制度，增列電車定義及電車運輸業相關規定[7]，並參考日本道路交通法第 3 條第 13 款，提出公路法第 2 條第 9 款建議條文：「電車：指以架線供應電力之無軌電車，或依軌道行駛之地面電車。」

從上述電車之立法過程可知，有軌電車與大眾捷運系統差異在於使用路權型態的不同，有軌電車以使用地面道路為原則，與其他道路運具同屬車輛，與其他道路運具共享使用道路，不強調獨立路權，僅於必要地點設置標誌、標線、號誌、護欄及行車分隔設施，或視實際需要劃設車輛專用道，以維護公路之安全及暢通(參照公路法第 58 條第 1 項)。大眾捷運系統則以獨立專用路權為原則。

(二)公路法簡介及特色

[7]參照立法院公報第 71 卷第 49 期委員會紀錄第 8 頁，袁委員其炯發言：「(二)本法第二條對汽車的定義為：『指在公路及市區道路上，不依軌道或電力架線，而以原動機行駛之車輛。』但是以日後都市發展的趨勢而言，使用道路的車輛就不僅是汽車而可能有單軌的車輛或架線電聯車，現在本法若不將之納入規定，將來如何管理？本席認為對於這些行駛於公路的車輛，除了在第二條應有名詞釋義以外，本法還應增列條文予以管理。總之，本法對於一切使用公路的車輛，都應納入管理。而且在納入規定以後，由於第三十七條第一項第三款就是所謂的『汽車運輸務業』，各位同仁可以考慮應將單軌車輛，架線電聯車輛置於該款加以規定，或是另列第四款加以規定。」；第 11 頁，袁委員其炯發言：「...公路法的規定，應該隨時代而進步，不宜過於保守。此次既然是公路法全部條文的修正，就應將所有使用道路的車輛都包括在本法的範圍內加以管理。除了汽車以外，單軌車輛及架線電車都應納入本法第三章『公路運輸』的規定中。而且關於權利、義務方面的規定，也應在法律中以明文定之，而不宜只在規程中訂定，否則車行與寄行者之間仍將紛爭迭起。因此希望交通部考慮在第三章「公路運輸」章中，對於權利義務事項加以規定...」

公路法於民國 48 年 6 月 27 日制定公布，歷經 12 次修正，最近一次修正公布為民國 102 年 7 月 3 日。全文分六章，共八十一條，其規範內容包含公路之修建、養護、營運、運輸及安全管理等。

但是，公路法及相關法令中，有關電車的規範卻不甚完備，蓋民國 73 年當時尚無引進電車之規劃，該次修法之目的僅係為將來之適用問題預作規範[8]，迄至目前我國仍未有以有軌電車作為都市公共運輸系統的實例，因此，公路法中關於有軌電車的相關子法及制度至今仍有待建立及發展。

現行公路法中關於電車之規定只有定義性規定(第 2 條)、經營電車運輸業之準用規定(第 57 條)、電車之登記、檢驗、發照、駕駛人及技工之登記、考驗發照之辦理機關(第 61 條)、電車之安全檢驗標準(第 63 條)、電車之安全性調查、召回等事項辦法之訂定(第 63 條 1)、電車運輸業行車事故之損害賠償(第 64 條)、強制汽車責任保險(第 65 條)、電車運輸業遇有行車事故之必要救護措施及申報(第 66 條)、電車運輸業經營符合規定標準之獎助(第 70 條)、電車運輸業相關規則之訂定(第 79 條)及電車證照費用之徵收(第 80 條)，但對於電車之規劃與建設規定均付之闕如，公路法授權主管機關訂定有關電車之子法亦未訂定，提要如下：

1.公路法第 31 條規範公路兼具渠道、堤堰、鐵路等他項用途時，其修建、養護、管理及經費之負擔。電車之電力線、軌道及其他設施需設置於道路上，與道路關係密切，卻未見主管機關或使用機構對其修建、養護、管理及經費有負擔之明文。

2.公路法第 33 條係公路設計、施工、養護及交通工程等各項技術規範之授權規定，惟電車使用道路之情形並未納入。有關電車路線、軌道、隔離設施、電桿及其他附屬工程等之設計及標準技術規範，亦未有如同大眾捷運法第 24 條之 2 授權主管機關訂定之明文。

3.電車運輸業之營運，依公路法第 57 條規定準用經營汽車運輸業之規定，以民營為原則(公路法第 36 條)，但電車運輸業之建造及營運成本較汽車運輸業為高，實應比照大眾捷運法第 25 條之規定由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。而由地方主管機關設立營運機構者，營運機構之設置及管理之法規依據及規範內容，可參考現行「公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例」相關規定定之。

4.經營電車業依公路法第 57 條準用第 38 條規定，公路主管機關為審核經營電車運輸業之申請，交通部應訂定審核細則，惟交通部迄今仍

[8] 參照立法院公報第 71 卷第 94 期委員會紀錄第 105 頁至第 107 頁。

未訂定。

5.有關電車之安全檢測基準、審驗、品質一致性、申請資格、技術資料、安全審驗合格證明書有效期限、類別、安全審驗合格證明書格式、查核、檢測機構認可、審驗機構認可、查核及監督管理等事項之辦法，公路法第 63 條亦授權交通部訂定之，惟交通部迄今亦未訂定。

6.公路法對電車運輸業之管理，於第 79 條第 5 項授權交通部就電車運輸業申請資格條件、立案程序、營運監督、業務範圍、營運路線許可年限及營運應遵行事項與對汽車及電車運輸業之限制、禁止事項及其違反之罰鍰、吊扣、吊銷車輛牌照或廢止汽車運輸業營業執照之要件等事項，訂定管理規則，交通部迄今未訂定。

綜前可知，公路法及其周邊法令對於電車之建設規範並不健全，且電車行駛於道路上，其動態之交通管理問題，尚必須受到道路交通管理處罰條例及相關子法之規範，如配合特殊事故(如道路遊行)道路封閉而停駛、行車時速限制、遵守道路交通號誌、行車事故處理等。因此，在現行的法制環境下，我國對於有軌電車之推動較為困難。

值得一提者為，公路法之修法過程曾有將「捷運系統」納入公路法之之討論，民國 73 年 1 月 23 日修法雖然於公路法第 4 條第 1 項規定「全國公路路線系統，應配合國家整體建設及捷運系統統籌規劃」等文字，惟僅係為與鐵路法第 11 條之捷運系統鐵路之興建相呼應[9]。大眾捷運法民國 77 年制定公布後，為避免鐵路法與大眾捷運法混淆，公路法第 4 條隨即於民國 91 年修法時刪除「及捷運系統」等字，其後鐵路法於民國 103 年 6 月 18 日修法時，亦同時將第 2 條第 6 款有關捷運系統鐵路之定義以及第 11 條捷運系統鐵路之興建規定刪除。至此，大眾捷運系統、公路系統及鐵路系統已明確採取個別立法體例。

(三)與道路交通管理法規關係

公路法雖將有軌電車納入為道路運具之一。但道路交通管理處罰條例卻未將有軌電車納入規範，在道路交通安全規則及道路交通標誌標線號誌設置規則中自然欠缺相應配套措施及規範。所以有軌電車行駛於道路上如何進行交通管理？這是國內適用有軌電車時重大疑義。

三、發展大眾運輸條例

發展大眾運輸條例應是大眾捷運法及公路法之特別法，目的在提升大眾運輸服務水準，建立完善之大眾運輸系統，促進大眾運輸永續發展。適用對象為大眾運輸及大眾運輸事業，當然大眾捷運系統及大眾捷運公司均

[9] 同上註。

有適用。

該條例對於大眾運輸之定義為具有固定路 (航) 線、固定班 (航)次、固定場站及固定費率，提供旅客運送服務之公共運輸。如有軌電車具備前揭要件則應適用。而關於大眾運輸事業之定義則採正面表列方式規範，其中並無列舉有軌電車客運業，恐無法適用該條例。

四、小結

由前述探討可知，大眾捷運系統與有軌電車規範之目的有根本性的不同。

大眾捷運系統係為解決都會地區人口稠密、通勤量大且壅塞之交通問題，因此強調大量、快速之運輸特性，對於運能、班次密集度及準點率均有所要求，故大眾捷運法對於土地徵收及經費補助均較為優惠，期能解決都市的交通問題。

相對的，當初將電車納入公路法體系，係為將國外行駛於道路上之「單軌車輛」及「架線電聯車輛」納入公路法規範，而參考國外現代軌道運輸發展史，依軌道行駛之地面運具可追溯至西元 1881 年德國 Lichterfelde 的街車 (Street Car)，運行於一般街道上，而與其他地面運具甚至行人共用道路。由前述脈絡可知，電車應屬於道路上大眾運輸運具之一種型式，雖然隨著科技進步及路權專用程度提高，而增加運量及車速。但與強調大量、快速運輸功能，並賦予獨立專用路權之捷運系統有本質性差異。

實則，有軌電車行駛於道路上，與其他道路運具共用車道，勢必將限縮既有道路運具之通行權，以我國地狹人稠、市區道路狹窄之狀況，以及國民之用路觀念，均不利於有軌電車之發展。因此，時至今日，我國仍未出現有軌電車之規劃案例，亦導致公路法對於有軌電車之規範密度低，法制環境始終存在缺漏。

因不論是我國的地理條件、國民觀念或法制環境的現況，均對大眾捷運系統之建設較為友善，導致中小型都市爭相興建各式各樣的軌道運輸系統，期待能符合大眾捷運系統之定義而適用大眾捷運法之相關規範。然而，大眾捷運法第 3 條之定義業經二度修法放寬，最近一次修法甚至開放共用路權，過度的放寬大眾捷運系統之定義使大眾捷運系統大量、快速之特性降低，恐導致大眾捷運系統與有軌電車之界線模糊，產生新型的軌道運輸系統定位上的困難，甚至產生大眾捷運法及公路法適用上之競合問題，徒增法律適用上之困擾，且將違背大眾捷運法立法之初係為解決都市交通問題之立法目的。因此，大眾捷運法第 3 條對大眾捷運系統之定義，實不宜再放寬；反而應該針對前面論及公路法對電車規範之缺漏，由立法機關修法補足，或由主管機關進行相關子法之建置工作，使有軌電車之法制環境臻於完滿，而不再空泛淪於法律上的名詞。

7.1.2 引進新型都市軌道運輸系統可能遭遇之法規問題

一、說明

國內軌道運輸建設法規主要為大眾捷運法，目前國內各都市建設之捷運系統及輕軌運輸系統皆是依據大眾捷運法推動建設，該法及其子法業已發展得相當完備。此外我國公路法對有軌電車及電車運輸業亦有規範，然國內迄今尚未有以有軌電車作為都市公共運輸系統的實例，公路法中有軌電車的相關子法及制度亦有待建立及發展。

與軌道運輸系統建設相關法規何其廣泛，軌道運輸系統之路線除了使用獨立專用路權外，一旦使用道路，將涉及道路建設及交通管理問題，這也是目前國內推動路面輕軌運輸系統遭遇的問題。關於道路建設依道路性質分別受市區道路條例、公路法規範。在交通管理方面主要為道路交通管理處罰條例，其有二項重要子法，一為道路交通安全規則，規範車輛型式及檢驗、汽車駕駛人執照考驗，管制使用道路之各類運具標準及其駕駛人資格；二為道路交通標誌標線號誌設置規則，制定道路上各式標誌、標線、號誌之樣式及效力，作為規範各類運具在使用道路時應遵守之秩序。

為與後續探討之法規問題連結，本研究將現行法規之分析範圍集中在大眾捷運法、公路法有軌電車相關規範、發展大眾運輸條例及道路交通管理相關規範。除就分析相關現行法規外，重點將放在法規問題的探討，包含從現行法規定義，探討各種新型都市軌道系統所應適用之建設法規，及其妥適性之問題；進一步，因都市軌道運輸系統除適用大眾捷運法外，在公路法中亦有規範行駛於道路上之有軌電車，因此引進新型都市軌道運輸系統時，亦有機會被歸類為有軌電車，而適用公路法關於路線規劃、軌道興建及管理等規範，有必要對現行公路法作說明，並從現行大眾捷運法與公路法有軌電車規範密度之差異，探討現行公路法有軌電車相關規範之具體缺失，以期立法者正視公路法對有軌電車規範密度不足之問題。

二、分析

(一)各種新型都市軌道系統適用法規之探討

1.大眾捷運系統之定義與公路法有軌電車之定義比較

(1)大眾捷運系統

大眾捷運法於民國 77 年 7 月 1 日制定公布。當初制定大眾捷運法，係因國內都會區工、商業快速發展，居住及就業人口大量湧入，交通問題漸趨嚴重，若私人運具無限增長，城市運作終將因龐大的車潮而癱瘓，因此推動大眾捷運系統的建設，以解決都會區日益嚴重之交通壅塞問題。

大眾捷運系統主要在解決都會區嚴重交通壅塞問題，故強調其應具備大量、快速的運輸功能，同時賦予獨立專用路權特性，與其他大眾運輸系統有別，因當時之法令不足以規範，故特制定大眾捷運法以為因應。

為與其他大眾運輸系統區別，大眾捷運法第 3 條對於大眾捷運系統之特性、車輛、路線及路權型式均有明確定義，作為適用大眾捷運法之門檻。

大眾捷運法第 3 條明定：「本法所稱大眾捷運系統，指利用地面、地下或高架設施，使用專用動力車輛，行駛於導引之路線，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。(第 1 項)前項大眾捷運系統，依使用路權型態，分為下列二類：一、完全獨立專用路權：全部路線為獨立專用，不受其他地面交通干擾。二、非完全獨立專用路權：部分地面路線以實體設施與其他地面運具區隔，僅在路口、道路空間不足或其他特殊情形時，不設區隔設施，而與其他地面運具共用車道。(第 2 項)大眾捷運系統為非完全獨立專用路權者，其共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限。但有特殊情形，經中央主管機關報請行政院核准者，不在此限。(第 3 項)第二項第二款之大眾捷運系統，應考量路口行車安全、行人與車行交通狀況、路口號誌等因素，設置優先通行或聲光號誌。(第 4 項)」

上揭大眾捷運系統之定義主要在與公路有軌電車、鐵路運輸系統相區別。其強調大眾捷運系統之功能及特性，只要是使用專用動力車輛、行駛於導引之路線，並以密集班次、大量快速輸送旅客，且路權型態除完全獨立專用路權外，於部分區隔、部分共用之非完全獨立專用路權，只要共用路權型態之路線長度不超過全部路線長度之四分之一者，即屬於大眾捷運系統。至於其採用何種技術型態，則非所問，無論係鋼輪鋼軌、膠輪、輕軌、單軌或磁浮系統，均可能納入大眾捷運系統之定義[10]。

(2)公路法之有軌電車

公路法第 2 條明定「電車」定義為，以架線供應電力之無軌

[10] 大眾捷運法第 3 條 102 年 6 月 5 日修法理由：「一、大眾捷運系統之技術型態眾多，不限於軌道，如膠輪系統、磁浮系統等，其共通特性為具有導引性，故修正第一項大眾捷運系統之定義，增列『行駛於導引之路線』等字。二、輕軌運輸系統因具有因地制宜特性，得混合使用專用、隔離及共用等路權等型式，如其中共用路權路線不超過全部路線長度之四分之一，其功能與捷運系統相當，亦應納入本法規範，爰將現行規定中有關完全獨立專用路權及非完全獨立專用路權之規定移列第二項，詳定其使用路權之型態，並於第三項補充規定非完全獨立專用路權共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限，以資明確。三、第三項所定『四分之一』尚乏立論依據，酌量地區特性，爰增列第三項但書規定。四、為提高非完全獨立專用路權大眾捷運系統之準點率，考量路口行車安全、行人與車行交通狀況、路口號誌等因素，給予非完全獨立專用路權大眾捷運系統較平面車輛優先通行權利，設置優先通行或聲光號誌，爰增列第四項規定。」

電車或依軌道行駛之地面電車;如以電車經營客運而受報酬之事業,則為電車運輸業。是以,都市軌道運輸系統亦可適用公路法。而公路法中有軌電車與大眾捷運法中之大眾捷運系統有何區別?現行法並無明文規定。

由立法歷程觀之,「電車」係在公路法第二次修正(民國 73 年 1 月 23 日修正公布)時增列,當時行政院提出之公路法修正草案內並無電車一詞,在立法院審議時,有立法委員提議將國外行駛於道路上之「單軌車輛」及「架線電聯車輛」納入公路法規範,行政院遂同意納入電車相關制度,增列電車定義及電車運輸業相關規定[11],並參考日本道路交通法第 3 條第 13 款,提出公路法第 2 條第 9 款建議條文:「電車:指以架線供應電力之無軌電車,或依軌道行駛之地面電車。」

從上述電車之立法過程可知,有軌電車與大眾捷運系統差異在於使用路權型態的不同,有軌電車以使用地面道路為原則,與其他道路運具同屬車輛,與其他道路運具共享使用道路,不強調獨立路權,僅於必要地點設置標誌、標線、號誌、護欄及行車分隔設施,或視實際需要劃設車輛專用道,以維護公路之安全及暢通(參照公路法第 58 條第 1 項)。大眾捷運系統則以獨立專用路權為原則。

(3)小結-大眾捷運系統之定義與公路法有軌電車之定義比較

由立法沿革可知,大眾捷運系統與有軌電車規範之目的有根本性的不同。

大眾捷運系統係為解決都會地區人口稠密、通勤量大且壅塞之交通問題,因此強調大量、快速之運輸特性,對於運能、班次密集度及準點率均有所要求,故大眾捷運法對於土地徵收及經費補助均較為優惠,期能解決都市的交通問題。

相對的,當初將電車納入公路法體系,係為將國外行駛於道路上之「單軌車輛」及「架線電聯車輛」納入公路法規範,而參考國外現代軌道運輸發展史,依軌道行駛之地面運具可追溯至西

11 參照立法院公報第 71 卷第 49 期委員會紀錄第 8 頁,袁委員其炯發言:「(二)本法第二條對汽車的定義為:『指在公路及市區道路上,不依軌道或電力架線,而以原動機行駛之車輛。』但是以日後都市發展的趨勢而言,使用道路的車輛就不僅是汽車而可能有單軌的車輛或架線電聯車,現在本法若不將之納入規定,將來如何管理?本席認為對於這些行駛於公路的車輛,除了在第二條應有名詞釋義以外,本法還應增列條文予以管理。總之,本法對於一切使用公路的車輛,都應納入管理。而且在納入規定以後,由於第三十七條第一項第三款就是所謂的『汽車運輸務業』,各位同仁可以考慮應將單軌車輛,架線電聯車輛置於該款加以規定,或是另列第四款加以規定。」;第 11 頁,袁委員其炯發言:「...公路法的規定,應該隨時代而進步,不宜過於保守。此次既然是公路法全部條文的修正,就應將所有使用道路的車輛都包括在本法的範圍內加以管理。除了汽車以外,單軌車輛及架線電車都應納入本法第三章『公路運輸』的規定中。而且關於權利、義務方面的規定,也應在法律中以明文定之,而不宜只在規程中訂定,否則車行與寄行者之間仍將紛爭迭起。因此希望交通部考慮在第三章「公路運輸」章中,對於權利義務事項加以規定...」

元 1881 年德國 Lichterfelde 的街車(Street Car)，運行於一般街道上，而與其他地面運具甚至行人共用道路。

由前述脈絡可知，電車應屬於道路上大眾運輸運具之一種型式，雖然隨著科技進步及路權專用程度提高，而增加運量及車速。但與強調大量、快速運輸功能，並賦予獨立專用路權之捷運系統有本質性差異。

2.各種新型都市軌道系統在現行法規定義下得適用之建設法規

國內都會地區軌道運輸系統主要分為大眾捷運法及公路法之有軌電車。然而該二者如何區別？在大眾捷運法放寬對於大眾捷運系統路權型態限制，容許非完全獨立專用路權；公路法及發展大眾運輸條例一再優化大眾運輸使用道路之優先及專用制度；再加上都市軌道運輸系統技術的不斷提升，已使得前揭大眾捷運系統與有軌電車之區別更趨向模糊，難以釐清。

目前地方政府有意引進之新型軌道運輸系統，主要包括路面輕軌(LRT)、單軌捷運(Monorail)、個人捷運系統(PRT)、團體捷運系統(GRT)及公車捷運系統(BRT)。從現行法規定義下，依其型式之不同，可從其是否符合大眾捷運系統或有軌電車之定義，探討其分別應適用大眾捷運法或公路法，以作為未來規劃、建設、營運與安全管理之依據。另國外有所謂輕軌列車進入鐵路路線的 Tram-Train 系統，本文亦將試著分析其得適用之現行法規。

(1)輕軌運輸系統(Light Rail Transit, LRT)

A.定義

定義寬鬆，最重要的兩項特性為「因地制宜的彈性」與「不斷成長或變化的可能性」。交通部頒「輕軌系統建設及車輛技術標準規範」定義－輕軌系統係指有人駕駛、使用導引、電力驅動之客運運輸系統，可因地制宜，同一路線可單獨或混合採用專用路權、隔離路權、共用路權；相較於高運量或中運量鋼軌鋼輪捷運，輕軌系統之車輛具軸重較輕、車輛界限較小、轉彎能力較強、爬坡能力較強、制動能力較高之特性。一般而言，輕軌運輸系統之運量[3]可達到每小時單向 2,000 至 20,000 人次。

B.得適用之建設法規

大眾捷運法第 3 條民國 102 年 6 月 5 日之修法理由，認為輕軌運輸系統因具有因地制宜特性，得混合使用專用、隔離及共用等路權等型式，如其中共用路權路線不超過全部路線長度之四分之一，其功能與捷運系統相當，故明文將輕軌運

輸系統納入本法規範。因此，只要輕軌運輸系統共用路權路線不超過全部路線長度之四分之一，並設置優先號誌，即屬於大眾捷運系統而得適用大眾捷運法。

輕軌運輸系統之運能較低，尖峰時段運量為每小時單向2,000 至 20,000 人次，與國內目前中運量捷運系統相較，尚可達大量快速之定義[12]，符合大眾捷運法關於大眾捷運系統之定義。

倘若輕軌運輸系統有超過四分之一路線屬共用路權，則得歸為有軌電車適用公路法。

(2)單軌捷運系統(Monorail)

A.定義

旅客運輸車輛被導引、行駛於單一軌道或梁之軌道交通系統，依其車輛支撐方式可分類為跨座式(Straddle)與懸掛式(Suspended)。

單軌系統早期被應用在樂園或觀光路線，一般運能介於每小時單向 5,000 至 20,000 人次，近期以捷運型式使用在都市交通上，運量可達每小時單向 20,000 至 50,000 人次，可符合中運量的運輸需求。

B.得適用之建設法規

單軌捷運系統行駛於單一軌道或梁之軌道，具有導引性，行駛於獨立專用路權，運量大於每小時單向 5,000 人次。且因單軌捷運系統全程屬於專用路權，故只要達到捷運系統大量快速之要求，適用大眾捷運法應無疑義。

因無論是跨座式或懸掛式之單軌捷運系統均非行駛於地面道路上，故無法歸類為有軌電車適用公路法。

(3)個人捷運系統(Personal Rapid Transit, PRT)

A.定義

PRT 系統車輛每車僅約乘坐 2 至 6 人，係以運輸功能定名。PRT 系統之運行方式係以無人駕駛之小型車輛，行駛於

12 所謂「大量」，依國內目前營運中且適用大眾捷運法之大眾捷運系統運量觀之，運量最小者為中運量的文湖線，大約每小時單向之運量介於 5,000 至 25,000 人次，故本文暫以運量每小時單向 5,000 人次以上作為本條「大量」之判斷標準。以下同。

導軌上或自動導引裝置，對於技術型式並無限制。例如，英國倫敦希斯洛機場 PRT 及阿拉伯瑪斯達市 PRT，係以自動導引方式，行駛於獨立專用道路上；美國摩根敦市 PRT 及韓國順天灣庭園 PRT，則係以軌道方式，行駛於獨立專用路線。因此，PRT 系統的技術型式並非單一。

PRT 系統車站通常設有停車軌與通過軌，讓車輛可不靠站通過，民眾無須被迫停靠非其目的地之車站，同時具備私家轎車(可提供點至點服務)及大眾運輸系統(沒有擁擠與停車問題)的優點。

一般仍屬專有路權，具備小巧、密度與機動性高之特性，運量介於每小時單向 3,200 至 4,800 人次，於大眾運輸系統運量光譜中，屬於中輕量系統。

B.得適用之建設法規

PRT 系統係以無人駕駛車輛，行駛於導軌上或自動導引裝置。惟個人捷運系統目的在提供特定私人類似計程車之點至點服務，對於該趟旅程之服務對象，個人捷運系統固然確實具有捷運系統之特性，然而每趟旅程僅能服務特定私人之特性，必定某程度與大眾運輸所講究之公共利益相悖，且其運量低於每小時單向 5,000 人次，恐難符合大眾捷運系統「大量」運輸之要件。且 PRT 系統通常運輸路線短，亦不符合大眾捷運系統「輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之要件。

故 PRT 系統應無法適用大眾捷運法，由技術型式觀之，若屬導引式的 PRT 系統，較接近享有專用路權之公車系統，適用公路法之客運業，而無須特別修法；若屬行駛於軌道之 PRT 系統，則目前國內恐無可適用之法規。

(4)團體捷運系統(Group Rapid Transit, GRT)

A.定義

由於 PRT 系統運量有限，國外在 PRT 系統基礎上發展出 GRT 系統，其車廂較大，約可乘坐 8 至 20 人，運能可達每小時單向 4,800 人次。

B.得適用之建設法規

GRT 系統除改善 PRT 系統之運量外，其運量小、運輸路線短之特性均與 PRT 系統類似，故亦不適用大眾捷運法。

GRT 系統為達到無人駕駛之功能須配合獨立專用路權，

若係以自動導引方式行駛於道路上，較接近享有專用路權之公車系統，適用公路法之客運業，荷蘭鹿特丹 GRT 系統即為適例。

(5)公車捷運系統(Bus Rapid Transit, BRT)

A.定義

BRT 系統係指將一般公車系統提升至類似軌道捷運系統之進程。依交通部科技顧問室於 92 年委託辦理之「公車捷運化設計手冊之研究」中，將公車捷運系統定義為：「以公車轉運，結合完全專用或部分專用路權以及軌道系統營運方式，提供快速、彈性、低成本的公共運輸服務」。

所謂「完全或專用路權」包含公車專用車道、公車專用道路等實質型式；「軌道系統營運方式」指幹線公車提供密集班次、準點之服務；「彈性」係指組成元素如車道、站台、車輛、智慧化設施等可因應功能考量而採取不同型式之設計；「低成本」係相對於軌道系統之土建、機電與車輛成本。公車捷運系統彈性大，故運量涵蓋範圍差異性也較大，其尖峰時段運量約介於每小時單向 2,000 至 10,000 人次。

B.得適用之建設法規

公車捷運系統定義中所謂「軌道系統營運方式」係指幹線公車提供密集班次、準點之服務，與大眾捷運系統「以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之特性相似，可見國內引進公車捷運系統之目標乃為使公車達到如同捷運般之之效能，即「公車捷運化」。目前運量雖較輕軌捷運系統低，惟此部分應可透過技術層面進行改善。

惟較可議的是，公車捷運系統之路權型態雖結合完全專用或部分專用路權，但實則包含公車專用車道、公車專用道路等不具有導引性的實質路線型式，且是否使用專用動力車輛，亦未有定論，則是否符合大眾捷運法第 3 條第 1 項「使用專用動力車輛，行駛於導引之路線」之要件，則有疑義，亦無法符合電車「依軌道行駛之地面電車」之定義。以我國嘉義的 BRT 系統為例，係以汽車在道路系統內從事大眾運輸業務，屬汽車客運業，應循公路法相關規定辦理[13]，然並不在本研究探討軌道運輸之範圍。

至於有論者主張可將 BRT 系統車道、車站、運具、運行

13 高鐵嘉義站聯外 BRT 執行方案之檢討與建議期末報告，交通部高速鐵路工程局，民國 97 年 9 月，第 334 頁。

方式、服務及智慧型運輸系統等元素整合，形成整體快速的交通運輸系統，倘符合大眾捷運系統定義，應可適用大眾捷運法，則屬後話。

(6)Tram-Train 系統

A.定義

Tram-Train 是一種輕軌列車可以從輕軌路線進入鐵路路線到達另一個城市的系統，而有一部分路線與傳統鐵路列車共用營運路線。

Tram-Train 系統結合了輕軌系統與傳統鐵路，減少旅客轉乘的不便，亦得促進城市周邊郊區的發展。然而亦將面臨諸多實行上的困難，例如：輕軌列車進入傳統鐵路營運路線，在鐵路班次較密集的區域，輕軌列車與鐵路列車班次與間隔的協調，將產生問題；再者，旅客搭乘 Tram-Train 系統之票箱收入，輕軌營運機構與鐵路營運機構如何拆帳，亦有待協商；又，關於駕駛員之訓練，除須同時具備操作二種運輸工具之能力外，因輕軌與鐵路號誌有別，亦須加強相關能力訓練。

B.得適用之建設法規

Tram-Train 系統係輕軌列車由輕軌路線駛入鐵路路線，其概念仍以輕軌系統為主，僅部分路線借用鐵路軌道行駛。

輕軌運輸系統同時可能適用大眾捷運法或公路法之空間，端視其共用路權長度是否達總長四分之一而定；鐵路則適用鐵路法。

因此，直觀來說，Tram-Train 系統行駛於都市內的輕軌路線時，依其路權型式及運量之不同，適用大眾捷運法或公路法有軌電車之規定；行駛於鐵路路線時，則適用鐵路法之規定。

3.以法規定義判斷新型軌道運輸系統應適用之建設法規之妥適性探討-代結論

從技術上而言，不論是輕軌系統、單軌系統、公車捷運(BRT)、團體捷運系統(GRT)及個人捷運系統(PRT)，只要賦予渠等系統全部或大多路線為獨立專用路權，其均能達到一定的載運旅客運量及班次密度，因而符合現行大眾運輸系統定義，得適用大眾捷運法。然而果真應當如此嗎？這符合大眾捷運法之立法目的嗎？大眾捷運法既然能規範重運量捷運系統，用來規範中輕運量運輸系

統，當然可以。但合適嗎？也必要嗎？這值得進一步討論。

就輕軌運輸系統而言，其具有「因地制宜的彈性」與「不斷成長或變化的可能性」之特性，可以作為主線服務、接駁服務或是觀光服務。可以從共用路權的街車，經過不斷的優化路權的獨立專用程度及提高自動系統功能而進化為無人駕駛的捷運系統。由此可知，輕軌運輸系統無法一概而論歸為大眾捷運系統，仍應回歸其規劃之內容及功能，而其規劃之內容及功能則又必須反映當地都市發展現況，避免過度投資。

公車捷運系統與輕軌運輸系統有類似情形，而更接近公車及其路線的優化，發展大眾運輸條例之子法「大眾運輸使用道路優先及專用辦法」即提供解決方案。所以在推動公車捷運系統是否仍要適用大眾捷運法？即依據大眾捷運法辦理規劃報告（第 12 條）；成立工程建設機構（第 13 條）；設立營運機構（第 25 條）；執行高密度的監督及處罰？似乎並無必要。相對的適用公路法之汽車運輸業規範應該更為適當。

團體捷運系統(GRT)及個人捷運系統(PRT)在功能應歸為接駁服務，無法作為主線服務；因為配合無人駕駛，全路線需獨立專用，則對其路線長度有所侷限，其運量小、運輸路線短之特性，不符大眾捷運系統「大量」、「輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之要件，若屬導引式的 PRT 系統，較接近享有專用路權之公車系統，而無需特別修法。若屬行駛於軌道之 PRT 系統，則目前國內恐無可適用之法規。

單軌系統則使用獨立專用路權，無法使用平面道路。如果其運量及班次達到一定程度者，應該屬於大眾捷運系統適用大眾捷運法，交通部可依大眾捷運法第 24 條之 2 訂定單軌系統建設及車輛製造技術規範。倘若單軌系統之設計不具有一定運量及班次者，其不宜適用大眾捷運法，同時其亦不屬於道路車輛，無法適用公路法規定，目前在我國恐無法可資適用。

Tram-Train 系統係輕軌列車進入鐵路路線，而有一部分路線與傳統鐵路列車共用營運路線之系統，此系統雖可解決旅客一站到底的需求，在國內應用時卻必須面臨分段適用二種法規之問題。因此輕軌列車行駛於都市內之輕軌路線時，依其路權型式及運量之不同，輕軌共用路權路段占全線四分之一以下，屬大眾捷運法管理，輕軌共用路權路段占全線四分之一以上，則屬公路法管理(公路法包含路面電車，惟國內尚無援引公路法建置輕軌路線之案例)；行駛於鐵路路線時，則適用鐵路法之規定。短期而言，仍視兩種系統之介面整合、營運維修權責、系統規範及對交通干擾等課題，同步考量相關配套措施。長期而言，則須由交通部依鐵路法及大捷法/公路法

審慎研議後，再進行相關整合修訂。

(二)現行法令對於有軌電車規範密度之不足

承前所述，因引進新型都市軌道運輸系統時，除適用大眾捷運法外，亦有適用公路法有軌電車規範之空間，而適用公路法關於路線規劃、軌道興建及營運管理等規範，因此有必要探討現行法令對大眾捷運系統與有軌電車之規範密度之差異，進而就規範不足之處立法補足，俾使新型都市軌道運輸系統引進時，無論適用哪一種建設法規，均有完善之法令可資依循。

1.現行法令就大眾捷運系統與有軌電車規範密度之比較

(1)大眾捷運法及周邊法令對大眾捷運系統之規範完備

大眾捷運法全文分八章，共六十四條，其周邊法令亦相當完整，健全規範大眾捷運系統之規劃、建設、營運、監督及安全。其周邊法令及特色如下：

A.各階段管理機關明確

大眾捷運法第 4 條規定大眾捷運系統中央主管機關為交通部，地方則為直轄市政府或縣（市）政府。路網跨越不相隸屬之行政區域者，由各有關直轄市、縣（市）政府協議決定地方主管機關，協議不成者，由交通部指定之。

規劃及建設階段，依第 10 條、第 13 條規定得由中央主管機關、地方主管機關或民間辦理大眾捷運系統之規劃及建設；中央或地方主管機關為建設大眾捷運系統，得設立工程建設機構，負責大眾捷運系統之設計及施工。

營運階段，依第 25 條規定，由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運，由地方主管機關設立營運機構者，依「公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例」規定辦理。

B.建設大眾捷運系統之經費補助優惠

大眾捷運法第 5 條規範經費之籌措，建設大眾捷運系統所需經費及各級政府分擔比例，並納入規劃報告書財務計畫中，由中央主管機關報請或核轉行政院核定。由其修法理由可知，地方主管機關辦理大眾捷運系統之規劃及建設者，依行政院訂定之「中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法」第 7 條附表一所明定之中央補助比例辦理補助，除臺北市最高補助比率為 50% 之外，其他地方政府依其財力級次，最高補助比率可高達 78% 至 90% 之間不等。

如由民間辦理大眾捷運系統之建設者,所需資金應由民間自行籌措。而依促進民間參與公共建設法第 29 條規定，就非自償部分得由政府補貼所需貸款利息或投資其建設之一部，其餘自償性經費則應由民間自行籌措[14]。

C.建設大眾捷運系統之土地取得方式多樣

由於「有土斯有財」的觀念長久深植於國人心中，因此政府為興辦公共工程必須強制取得土地，乃成為公共工程建設機構所面臨之最大挑戰。有關大眾捷運系統需用土地之取得，大眾捷運法第 6 條、第 7 條及第 19 條均有相關規範。

(A)取得土地所有權

大眾捷運法第6條及第7條規定需用土地所有權之取得。第 6 條規定：「大眾捷運系統需用之土地，得依法徵收或撥用之。」所謂依法，係指土地法、都市計畫法、國有財產法等有關法律，另外，民國 89 年 2 月 2 日「土地徵收條例」制定公布後，有關私有土地徵收補償程序及標準皆以「土地徵收條例」為依據。

第 7 條第 4 項規定：「大眾捷運系統路線、場、站及其毗鄰地區辦理開發所需之土地，得依有償撥用、協議價購、市地重劃或區段徵收方式取得之；其依協議價購方式辦理者，主管機關應訂定優惠辦法，經協議不成者，得由主管機關依法報請徵收。」準此，大眾捷運系統工程須使用公有土地時，應辦理有償撥用；須使用私有土地時，應先與所有權人協議價購或以其他方式取得(例如簽約參與開發)，若所有權人拒絕參與協議或經開會未能達成協議，始能依法辦理徵收取得土地所有權[15]。

值得注意者為，民國 104 年 9 月 25 日公布的司法院大法官釋字第 732 號解釋，認為大眾捷運法第 7 條第 4 項允許主管機關就大眾捷運系統之毗鄰地區土地依法報請徵收，此等徵收土地之範圍，難謂全為捷運交通事業所必須，其徵收非交通事業所必須之土地，於此範圍內，不符憲法第二十三條之比例原則,與憲法保障人民財產權及

14 大眾捷運法第 5 條民國 93 年 5 月 12 日修法理由：「一、由於行政院訂定之『中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法』已就地方辦理大眾捷運建設計畫之中央補助比例有所規範，與原條文第一項規定『經各級政府衡酌財政狀況協議』之經費分擔方式有所出入，茲為臻一致，爰修正部分文字；另鑑於本法均稱『交通部』為『中央主管機關』，及配合第十二條第一項「報請或核轉行政院核定」用語，爰酌予修正部分文字，俾期周延。二、另按『獎勵民間參與交通建設條例』第二十五條及『促進民間參與公共建設法』第二十九條均規定『得由政府就非自償部分補貼所需貸款利息或投資其建設之一部』，與原條文第二項規定有所出入，爰修正部分文字。」

15 漫談捷運工程需用土地之取得方式，臺北市政府捷運工程局，臺北捷運報導，第 237 期，2007 年 11 月 1 日。

居住自由之意旨有違,應自本解釋公布之日起不予適用[16]。

(B)取得土地地上權或於土地登記謄本標示部註明「捷運系統工程穿越地」

大眾捷運系統建設,如採高架設施或地下通過之建築方式，並無需取得土地所有權，大眾捷運法第 19 條第 2 項爰規定：「前項須穿越私有土地及其土地改良物之上空或地下之情形，主管機關得就其需用之空間範圍，在施工前，於土地登記簿註記，或與土地所有權人協議設定地上權，協議不成時，準用土地徵收條例規定徵收取得地上權。」使主管機關於完成補償作業後，得視大眾捷運系統工程穿越之空間範圍有無設定地上權之必要,選擇就需用之空間範圍與所有權人協議設定地上權，協議不成時，準用土地徵收條例規定徵收取得地上權;或由需地機構通知土地所有權人或管理人領取補償費同時副知他項權利人，並列冊送交管轄土地登記機關，於土地登記謄本標示部註明「捷運系統工程穿越地」(大眾捷運系統工程使用土地上空或地下處理及審核辦法第 7 條至第 9 條參照)。

D.建設大眾捷運系統必要性之評估與檢視條件

有鑑於軌道運輸系統投資成本龐大,若運量不如預期造成營運虧損，長期而言，對運輸設施是否有效利用及地方政府財政均是重大負擔。因此，地方政府應檢視都會區人口社經發展狀況及現行公共運輸服務狀況，是否尚有容納軌道運輸系統的空間。簡言之，推動新型軌道運輸系統首先面臨的困境為，因資源有限，並非所有都會區均適合推動軌道運輸系統，因此，應建立一套標準，去檢視各都會區是否有推動軌道運輸系統之必要性。

16 司法院大法官釋字第 732 號解釋理由書節錄：「九十年捷運法第七條第四項規定：『大眾捷運系統……其毗鄰地區辦理開發所需之土地……，得由主管機關依法報請徵收。』（下稱系爭規定一）許主管機關為土地開發之目的，依法報請徵收大眾捷運系統路線、場、站（下稱捷運設施）土地之毗鄰地區土地。所稱依法報請徵收，係指依徵收條例之規定為之。徵收條例第一條第二項規定：『土地徵收，依本條例之規定，本條例未規定者，適用其他法律之規定。』就徵收土地之範圍而言，徵收條例未規定者，應適用其他法律之規定。徵收條例第三條第二款規定：『國家因公益需要，興辦下列各款事業，得徵收私有土地；徵收之範圍，應以其事業所必須者為限：……二、交通事業。……』準此，其徵收除應為興辦該第三條所規定之事業外，其徵收土地之範圍，並應確為興辦該事業所必須。大眾捷運系統屬徵收條例第三條第二款所規定之交通事業，其所得徵收土地之範圍，應為捷運交通事業所必須之土地。依系爭規定一所得報請徵收作為開發用地之毗鄰地區土地，包括與捷運設施用地相連接、與捷運設施用地在同一街廓內且能與捷運設施用地連成同一建築基地、與捷運設施用地相鄰之街廓而以地下道或陸橋相連通等之土地（九十年捷運法第七條第二項參照），此等徵收土地之範圍，難謂全為捷運交通事業所必須，其徵收非捷運交通事業所必須之土地，自已限制人民之財產權，並對其上合法居住者嚴重影響其居住自由。…系爭規定一、二、三以使土地所有權人遭受特別犧牲之方式，徵收非交通事業所必須之土地進行開發，並非達成土地資源有效利用、地區發展並利國家建設經費之取得目的所不得不採之必要手段，且非侵害最小之方式。其許主管機關為土地開發之目的，依法報請徵收非交通事業所必須之土地，於此範圍內，不符憲法第二十三條之比例原則，與憲法保障人民財產權及居住自由之意旨有違，應自本解釋公布之日起不予適用。」

我國現行大眾捷運法第 11 條即規定規劃大眾捷運系統應考慮之因素：「大眾捷運系統之規劃，應考慮下列因素：一、地理條件。二、人口分布。三、生態環境。四、土地之利用計畫及其發展。五、社會及經濟活動。六、都市運輸發展趨勢。七、運輸系統之整合發展。八、採用非完全獨立專用路權路段所經鄰近道路之交通衝擊。九、其他有關事項。」；第 12 條規定中央、地方主管機關或民間規劃大眾捷運系統時，所應提出之規劃報告書內容及核定程序：「大眾捷運系統規劃報告書，應由中央主管機關報請或核轉行政院核定；其內容應包含下列事項：一、規劃目的及規劃目標年。二、運量分析及預測。三、工程標準及技術可行性。四、經濟效益及財務評估。五、路網及場、站規劃。六、興建優先次序。七、財務計畫。八、環境影響說明書或環境影響評估報告書。九、土地取得方式及可行性評估。十、依第十條第二項規定召開公聽會之經過及徵求意見之處理結果。十一、其他有關事項。(第 1 項)大眾捷運系統規劃為採用非完全獨立專用路權型態時，前項規劃報告書並應記載非完全獨立專用路權所經鄰近道路之交通衝擊分析及道路交通管制配套計畫。(第 2 項)民間自行規劃大眾捷運系統者，第一項規劃報告書應向地方主管機關提出，經層報中央主管機關核轉行政院核定。(第 3 項)」

現行大眾捷運法第 11 條、第 12 條之檢視條件係為規劃大眾捷運系統所設置，民國 102 年 6 月 5 日曾配合第 3 條有關非完全獨立專用路權開放共用路權之修正，增訂第 11 條第 8 款及第 12 條第 2 項規定，未來因應新型軌道運輸系統之引進，亦應配合作適當之調整。

E. 大眾捷運主管機關與公路主管機關之權責劃分

大眾捷運法第 24 條之 1 規範大眾捷運主管機關與公路主管機關之權限。大眾捷運法第 3 條於民國 102 年 6 月 5 日修正，使非完全獨立專用路權大眾捷運系統部分路段得不設區隔設施而與其他地面運具共用車道，因此，非完全獨立專用路權大眾捷運系統部分路段將布設於一般道路上，對原有平面運行之交通必將帶來一定程度之衝擊。為因應上述路權之開放，大眾捷運法第 24 條之 1 爰於第 3 項增列有關非完全獨立專用路權大眾捷運系統地面路線之設置標準、規劃、管理養護及費用分擔原則明確規範之授權依據，第 4 項並明定共用車道路線維護之責任，應歸屬大眾捷運系統。

為整合大眾捷運系統與公路運輸系統，第 31 條規範汽車

路線之配合、調整，惟因調整辦法涉及汽車運輸業管理權責，宜回歸公路法相關規定辦理，爰於民國 102 年 6 月 5 日修法刪除舊 31 條第 2 項授權大眾捷運主管機關訂定調整辦法之規定，因之，臺北市政府於民國 85 年依大眾捷運法第 31 條第 2 項規定訂定之「臺北市大眾捷運系統運輸有效距離內汽車客運業營運路線調整辦法」，依中央法規標準法第 21 條第 3 款及第 22 條規定，應由臺北市政府發布廢止後失效[17]。

F. 授權交通部訂定大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範

大眾捷運法第 24 條之 2 係有關技術規範之訂定：「大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範，由中央主管機關定之。(第 1 項)前項技術規範，應包含無障礙設備及設施之設置與維護方式。(第 2 項)」對於大眾捷運系統採用之技術型態，法無明文，而係將大眾捷運系統建設及車輛製造之技術規範授權由交通部定之，以落實車路合一。

G.與道路交通管理法規之關係

大眾捷運法第 3 條將大眾捷運系統定義放寬至非完全獨立專用路權，即大眾捷運系統得在路口、道路空間不足或其他特殊情形與其他地面運具共用車道，不限於獨立專用路權，因而在共用路權路段產生道路交通管理問題。因此道路交通管理處罰條例於 104 年 5 月 20 日配合修正增訂「大眾捷運系統車輛」使用道路之管理。該條例之重要子法「道路交通安全規則」及「道路交通標誌標線號誌設置規則」配合增修完成，完備大眾捷運車輛行駛於道路之交通管理規範。

H.與發展大眾運輸條例之關係

民國 91 年制定公布的發展大眾運輸條例是大眾捷運法之特別法，目的在提升大眾運輸服務水準，建立完善之大眾運輸系統，促進大眾運輸永續發展，適用對象包含「大眾運輸」及「大眾運輸事業」。該條例對於「大眾運輸」之定義為具有固定路(航)線、固定班(航)次、固定場站及固定費率，提供旅客運送服務之公共運輸，故大眾捷運系統自有其適用；而「大眾運輸事業」之定義則採正面表列方式規範，包含大眾捷運系統運輸業。

(2)公路法及周邊法令對有軌電車之規範密度不足

公路法於民國 48 年 6 月 27 日制定公布，歷經 12 次修正，最近一次修正公布為民國 102 年 7 月 3 日。全文分六章，共八十

17 行政法總論，陳敏，98 年 9 月，六版，第 534 頁。

一條，其規範內容包含公路之修建、養護、營運、運輸及安全管理等。但是，公路法及其周邊法令，對有軌電車的規範卻不甚完備，蓋民國 73 年當時尚無引進電車之規劃，該次修法之目的僅係為將來之適用問題預作規範[18]，迄至目前我國仍未有以有軌電車作為都市公共運輸系統的實例，因此，公路法中關於有軌電車的相關子法及制度至今仍有待建立及發展。

現行公路法中關於電車之規定只有定義性規定(第 2 條)、經營電車運輸業之準用規定(第 57 條)、電車之登記、檢驗、發照、駕駛人及技工之登記、考驗發照之辦理機關(第 61 條)、電車之安全檢驗標準(第 63 條)、電車之安全性調查、召回等事項辦法之訂定(第 63 條 1)、電車運輸業行車事故之損害賠償(第 64 條)、強制汽車責任保險(第 65 條)、電車運輸業遇有行車事故之必要救護措施及申報(第 66 條)、電車運輸業經營符合規定標準之獎助(第 70 條)、電車運輸業相關規則之訂定(第 79 條)及電車證照費用之徵收(第 80 條)，但對於電車之規劃與建設規定均付之闕如，公路法授權主管機關訂定有關電車之子法亦有諸多尚未訂定。

此外，有軌電車行駛於道路上，自然涉及道路交通管理問題。然而，道路交通管理處罰條例卻尚未將有軌電車納入規範，在道路交通安全規則及道路交通標誌標線號誌設置規則中自然欠缺相應配套措施及規範。因此，目前國內並無對有軌電車進行交通管理之法律依據。若日後我國發展有軌電車，如何對其進行交通管理，誠有疑義。

民國 91 年制定公布的發展大眾運輸條例亦為公路法之特別法，適用對象包含「大眾運輸」及「大眾運輸事業」。該條例對於「大眾運輸」之定義為具有固定路(航)線、固定班(航)次、固定場站及固定費率，提供旅客運送服務之公共運輸，故不僅公車有其適用，若有軌電車具備前揭要件亦可適用。然而，因「大眾運輸事業」之定義則採正面表列方式規範，雖包含公路汽車客運業，電車運輸業卻不在列舉範圍，恐無該條例之適用。

(3)小結-現行法令就大眾捷運系統與有軌電車規範密度之比較

綜前可知，大眾捷運法立法之初為解決都市交通問題，有其急迫性，故大眾捷運系統多採地下或高架化的專用路權型式，法制的建置亦非常快速與完善，確實有助於都市交通問題的紓緩。相對的，將電車定義納入公路法之初，尚無實際引進電車系統的規劃，僅係增加了公路法車輛的多樣性，卻全無解決交通問題的

18 參照立法院公報第 71 卷第 94 期委員會紀錄第 105 頁至第 107 頁。

急迫性，故公路法及其周邊法令對於電車之建設規範，遲遲未見立法者積極建置。

更何況，有軌電車行駛於道路上，其動態之交通管理問題，尚必須受到道路交通管理處罰條例及相關子法之規範，如配合特殊事故(如道路遊行)道路封閉而停駛、行車時速限制、遵守道路交通號誌、行車事故處理等。因此，在現行的法制環境下，我國較難推動有軌電車之建設。且有軌電車必須與其他道路運具共用車道，勢必將限縮既有道路運具之通行權，以我國地狹人稠、市區道路狹窄之狀況，及國民之用路觀念，均不利於有軌電車之發展。因此，時至今日，我國仍未出現有軌電車之規劃案例，亦導致公路法及其他周邊法令對於有軌電車之規範密度低，法制環境始終存在缺漏。

2.現行公路法有軌電車相關規範之具體缺失

因大眾捷運法及其周邊法令業已發展完備，故本文以大眾捷運法為基礎，將公路法有軌電車之相關規範與大眾捷運法逐條比較，從大眾捷運法的角度，觀察公路法有軌電車之相關規範的不足之處，探討現行公路法有軌電車相關規範之具體缺失，以期立法者正視公路法對有軌電車規範密度不足之問題。

經由法令的比較與整理，可以清楚的看出有軌電車適用公路法時可能產生之問題、公路法及周邊法令的不完備之處，亦可初步看出立法者應評估及建置法令的方向。至於具體的法令建置建議，將在第 7.3 節詳細列舉。

表 7.1-2 大眾捷運法與公路法有軌電車相關規定逐條比較

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
立法目的	大眾捷運系統健全發展。(第 1 條)	強化公路建設及發展公路運輸事業。(第 1 條)	
法律之適用	大眾捷運系統之規劃、建設、營運、監督及安全，依本法之規定；本法未規定者，適用其他法律之規定。(第 2 條)		
定義	大眾捷運系統之定義。(第 3 條)	本法用詞定義： 電車：指以架線供應電力之無軌電車，或依軌道行駛之地面電車。(第 2 條)	
主管機關	大眾捷運系統主管機關：在中央為交通部；在地方為地方政府。 路網跨越不相隸屬之行政區域者，由各有關地方政府協議決定地方主管機關，協議不成者，由交通部指定。(第 4 條)	公路主管機關：在中央為交通部；在地方為地方政府。(第 3 條) 管理機關：國道、省道由中央公路主管機關管理。市道、區道由直轄市公路主管機關管理；縣道、鄉道由縣（市）公路主管機關管理。(第 6 條)	
經費之籌措	對大眾捷運系統建設所需經費定有明文(第 5 條)。 地方主管機關辦理大眾捷運系統之規劃及建設，依行政院訂定之「中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法」第 7 條附表一所明定之中央補助比例辦理補助。	對道路建設經費之負擔，有明文規定(第 12 條)。依行政院訂定之「中央對直轄市及縣（市）政府補助辦法」第 3 條規定，中央得視地方政府財政收支狀況，由國庫就一般性補助款及計畫型補助款補助事項(包含道路、公路修建經費)酌予補助。 公路主管機關，為公路養護、修建及安全管理所需經費，得徵收汽車燃料使用費。(第 27 條) 公路兼具渠道、堤堰、鐵路等公共工程之用時，其修建、養護、管理及經費之負擔，由公路主管機關與該項工程設施之主管機關協議定之。(第 31 條)	有軌電車之電力線、軌道及其他設施需設置於道路上，與道路關係密切，公路法卻對有軌電車之建設經費並無負擔或補助之明文。依公路法第 57 條準用第 36 條開放民營之政策，似乎應由電車運輸業自行負擔，惟仍宜立法明定。
需用土地之取得	大眾捷運系統需用土地，得依法徵收或撥用之 (第 6 條)。	道路用地得依法徵收或撥用之(第 9 條)。	有軌電車所需場站用地如何取得，並無明文規定。依公路法第 57 條準用第 38 條，似乎應由電車運輸業者自覓，惟仍宜立法明定。
聯合開發	分為自行開發與聯合開發兩類。(第 7 條)	無明文規定。	
設立基金	為辦理土地開發，主管機關得就特定收入來源設置土地開發基金。(第 7 條之 1)	為發展公路建設及維護管理需要，交通部得就特定收入設立基金。(第 28 條)	交通部為發展公路建設及維護管理所設立之基金，是否得用於有軌電車之建設及維護管理，並無明文，宜立法明定。
專用電信之設置	大眾捷運系統工程建設或營運機構，經交通部核准，得設置大眾捷運系統專用電信。(第 8 條)	依電信法之規定，得設置公路專用電信。(第 7 條)	公路法並無設置電車專用電信之明文，宜立法明定。

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
協調會之設置	各級主管機關為促進大眾捷運系統之發展，得設協調委員會，負責規劃、建設及營運之協調事項。(第 9 條)	無明文規定。	有軌電車行駛於道路上，引進規劃之初勢必將壓縮既有道路車輛之使用空間與挑戰國人用路觀念，立法者宜審慎評估是否有設置協調會之必要。
規劃權屬及辦理程序	明定大眾捷運系統之規劃由主管機關或民間辦理，並應召開公聽會，公開徵求意見。(第 10 條) 【交通部辦理大眾捷運系統規劃案公聽會作業要點】	公路路線系統由主管機關配合國家整體建設統籌規劃，核定後公告(第 4 條)，並無應召開公聽會之明文。市區道路之規劃，市區道路條例亦有明文規定。	有軌電車之規劃主體及程序，依公路法第 57 條準用第 37 條，似乎是由電車運輸業自行規劃，惟仍宜立法明定。
規劃應考慮之因素	第 11 條明定規劃大眾捷運系統應考慮之因素共 9 款。	無明文規定。	若有軌電車之規劃係由電車運輸業自行為之，因有軌電車建設成本較一般道路大眾運輸工具為高，亦攸關公共利益，似宜比照大眾捷運法第 11 條規定，立法明文規劃有軌電車應考慮之因素。
規劃報告書之核定及內容	第 12 條明定大眾捷運系統規劃報告書應包含之內容共 11 款，採非完全獨立專用路權者尚應包含所經鄰近道路之交通衝擊分析及道路交通管制配套計畫。 為審議地方主管機關提出之大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫，交通部訂定【大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點】	無明文規定。	
建設權屬及工程建設機構之設立	第 13 條明定大眾捷運系統之建設，得由主管機關或民間辦理。中央或地方主管機關得設立工程建設機構為之，民間辦理者應設立股份有限公司為之。	公路之修建由公路主管機關辦理(第 11 條)，對規模宏大、工程艱鉅之國道，交通部得專設機構興建及管理(第 13 條)。 個人、法人或團體得向公路主管機關申請興建公路(第 14 條)。	有軌電車的建設主體未明文規範。依公路法第 57 條準用第 37 條，似乎是由電車運輸業自行籌備，惟仍宜立法明定。
相關專業技師簽證	明定大眾捷運系統及其附屬設施之公共工程，其設計、監造業務，應由依法登記執業之相關專業技師簽證(第 13 條之 1)。	明定公路工程之設計及監造，在一定工程規模以上，應由依法登記執業之相關專業技師簽證(第 33 條之 1)。	有軌電車相關工程之設計及監造業務，公路法並無規定應由專業技師簽證，應立法明定之。
辦理建設之程序	主管機關辦理大眾捷運系統之建設，應備具經核定之規劃報告書、初步工程設計圖說、財源籌措計畫書、工程實施計畫書、大眾捷運系統營運機構之設立計畫及營運計畫書、營運損益估計表等文書(第 14 條)。	個人、法人或團體申請興建公路時，應備具申請書、興建計畫書、財務計畫書、籌設期間預定表等文書，由公路主管機關依規定審查(第 15 條、第 16 條)。經核准後，在籌設期間內應備具工程計畫書、施工期間預定表等相關文件，申請公路主管機關許可，並繳交許可費後，始得施工(第 17 條)。	有軌電車的建設程序，依公路法第 57 條準用第 38 條，關於電車之車輛、站、場及相關設施、設備似乎應由電車運輸業自行準備，惟仍宜立法明定。
開工及竣工	第 15 條明文規定大眾捷運系統建設開工、竣工期限之核定、核准展期、完工履勘	明文規定公路修建工程開工、竣工、展期及勘驗(第 18、19 條)。	公路法對有軌電車並無開工、竣工、展期及勘驗之相關明文，宜修法納入公路法

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
	與核准營運。		第 18、19 條。
施工應與有關主管機關配合	明文規定大眾捷運系統建設工程之施工，應與有關主管機關配合(第 16 條至第 18 條)。	法無明文。	
他人土地上空或地下之利用方式與補償	明文規定大眾捷運系統因工程上之必要須利用他人土地之上空或地下時，主管機關於完成補償作業後，得視情形選擇設定地上權或於土地登記簿註記「捷運系統工程穿越地」(第 19 條、【大眾捷運系統工程使用土地上空或地下處理及審核辦法】第 7 條至第 9 條)。	公路並無穿越土地上空或地下之情形，故法無此明文，依第 9 條徵收或撥用即可。 有軌電車係依軌道行駛之地面電車，亦無此立法需求。	
附建防空避難設備或法定停車場義務之免除	第 20 條明文規定土地所有人因舖設大眾捷運系統地下設備致無法附建防空避難設備或法定停車空間時，得免除該義務，大眾捷運系統工程建設機構並應補償之。	法無明文。 有軌電車係依軌道行駛之地面電車，亦無此立法需求。	
為修建或維護進入他人土地或建築物之程序	第 21 條定有明文。	公路主管機關對公路及其設施實施必要之巡查或檢測時，有明文規定(第 60 條之 1)。	關於有軌電車之軌道或設施之巡查或檢測，公路法並無明文，宜修法納入公路法第 60 條之 1。
拆除他人建築或工作物	第 22 條定有明文。	無明文規定。	有軌電車與大眾捷運系統具有類似性，其建設或亦有拆除他人建物之需求，宜立法明定。
電能之供應	第 23 條定有明文。	公路系統未明文規定。	電車(無論有軌或無軌)均有電能供應之需求，惟公路法未明文規定，應立法明定。
系統或用地之使用及管線埋設	第 24 條定有明文。	第 30 條、30 條之 1 定有明文。	有軌電車建置於公路上，似亦同有公路法第 30 條、第 30 條之 1 之適用，惟仍宜立法明定。
大眾捷運主管機關與公路主管機關之權責劃分	第 24 條之 1 規範大眾捷運系統在市區道路或公路之建設及維護，大眾捷運主管機關與公路主管機關之權限。	未明文規定。 有軌電車行駛於公路上，並無此問題。	
技術規範之訂定	第 24 條之 2 規範大眾捷運系統建設及車輛製造技術規範之授權規定。	第 33 條規範公路設計、施工、養護及交通工程等各項技術規範之授權規定。	有軌電車並未納入公路法第 33 條規範，故有關電車路線、軌道、隔離設施、電桿及其他附屬工程等之設計及標準技術規範，並無授權主管機關訂定之明文，宜修法納入。
營運機構	法定二種營運機構(第 25 條)： 主管機關設立營運機構。 經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運。	經營汽車運輸業與電車運輸業，均以民營為原則，且均應向公路主管機關申請核准籌備(第 36 條、第 37 條、第 38 條、第 57 條準用)。	在現行公路法第 57 條規定準用第 38 條之體系下，交通部應依第 38 條第 2 項訂定【電車運輸業審核細則】。惟以法的適當性觀之，電車

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
		汽車運輸業之審核內容依公路法第38條共有4款。為審核汽車運輸業之申請，交通部並依第38條第2項訂定【汽車運輸業審核細則】。 電車運輸業之審核內容，依公路法第57條規定準用第38條，為審核電車運輸業之申請，交通部依第38條第2項應訂定審核細則，迄今未訂定。	運輸業之建造及營運成本較汽車運輸業為高，實應比照大眾捷運法第25條之規定設立營運機構，較為適宜。
營運機構形式	限於依公司法設立之股份有限公司。	汽車運輸業依公路法第39條第2項「汽車運輸業應於籌備期間依法辦理公司或商業登記」，其形式並無限制。 電車運輸業之形式依第57條準用之，亦無限制。	
運價補貼	旅客運價如有法定優待，應由其主管機關編列預算補貼。	無此規定。	
服務指標之擬訂	第28條明定大眾捷運系統營運機構應擬訂服務指標。	法無明文。	
運價之擬訂	中央主管機關擬訂計算公式，營運機構依計算公式擬訂運價(第29條)。	汽車運輸業客、貨運之運價，依公路法第42條規定，由汽車運輸業同業公會暨相關之工會按汽車運輸業客、貨運價準則共同擬訂。交通部並依第42條第2項訂定【汽車運輸業客貨運運價準則】。 電車之運價，依第57條準用第42條，應由電車運輸業同業公會暨相關之工會，按電車運輸業客、貨運價準則共同擬訂運價。交通部應訂定【電車運輸業客貨運運價準則】，迄今未訂定。	依公路法第57條準用第42條，交通部應訂定【電車運輸業客貨運運價準則】。
操作及修護人員資格	第30條明定大眾捷運系統設施之操作及修護，應由依法經技能檢定合格之技術人員擔任之。	公路法第61條之1規定，汽車檢驗、汽車駕駛考驗及修護汽車，均應由檢定合格並領有證照之人員為之，交通部並依第61條之1第2項訂定【汽車檢驗員汽車駕駛考驗員檢定及管理辦法】，惟依同條第4項，應會同勞委會訂定汽車修護技工與技術士檢定及管理辦法，迄今尚未訂定。	有軌電車現未納入公路法第61條之1規範，但從第61條規定「汽車及**電車**之登記、檢驗、發照、駕駛人及技工之登記、考驗發照，由中央公路主管機關統一辦理...」觀察，立法者似早有意將汽車與電車之登記發照一併規範。因此，91年新增61條之1時未一併將電車納入規範，似為立法者所遺漏。宜修正公路法第61條之1，將電車之檢驗、駕駛考驗及修護人員納入規範。交通部並應隨同訂定【電車檢驗員電車駕駛考驗員檢定及管理辦法】及會同勞委會訂定電車修護技工與技術士檢定及管理辦法。
大眾捷運系統與公路運輸系	第31條定有明文。	法無明文。	

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
統之整合			
聯運業務之辦理	第 32 條定有明文。	法無明文。	
免費充電設施之提供	第 32 條之 2 定有明文。	法無明文。	
因維修需要而使用進入他人土地等	第 33 條明文準用第 18 條、第 21 條、第 22 條之規定。	同第 60 條之 1。	有軌電車宜立法適用或準用公路法第 60 條之 1。
監督機關與監督辦法	第 34 條明定大眾捷運系統之經營、維護與安全應受主管機關監督，交通部並依第 2 項授權訂定【大眾捷運系統經營維護與安全監督實施辦法】。	公路法第 63 條就汽車及電車之安全檢驗之監督管理定有明文。交通部依本條第 5 項訂定【車輛型式安全審驗管理辦法】，依公路法第 2 條第 9 款，「車輛」包含「電車」，故【車輛型式安全審驗管理辦法】應適用於有軌電車；交通部依第 6 項訂定【汽車委託檢驗實施辦法】，惟關於電車委託檢驗業務之監督管理辦法尚未訂定。 公路法第 63 條之 1 就電車及汽車之安全性調查、召回等事項定有明文。交通部並依公路法第 63 條之 1 第 3 項訂定【汽車安全性調查召回改正及監督管理辦法】，惟就電車安全性調查召回改正及監督管理辦法尚未訂定。 對營運者的管理，公路法採車路分離之管制架構： 對公路經營業之監督管理，第 79 條第 4 項訂有授權規定，交通部並訂定【公路經營業管理規則】；就汽車及電車運輸業之管理監督，第 79 條第 5 項訂有授權規定，交通部並訂定【汽車運輸業管理規則】，惟就電車運輸業則尚未訂定。	交通部應依公路法第 63 條第 6 項訂定【電車委託檢驗實施辦法】。 交通部應依公路法第 63 條之 1 第 3 項訂定【電車安全性調查召回改正及監督管理辦法】。 交通部應依公路法第 79 條第 5 項訂定【電車運輸業管理規則】。
向主管機關報備營運情況	第 35 條訂有明文。	以民營為原則，無此規定。	
主管機關派員檢查必要設備	第 36 條訂有明文。	第 8 條規定，公路事業所有之資產及其運輸物品，非依法律，不得檢查、徵用或扣押。	
營運機構兼營附屬事業	須經地方主管機關核准。	法無明文，即無限制。	
主管機關對經營情形之監督與控管	第 38 條明定，營運重要事項應先行報請主管機關核准，且如有經營不善或其他有損公共利益之重大情事者，主管機關必要時得命其停止營運或廢止營運許可。	公路法採車路分離之管制： 就公路經營業之經營不善，主管機關得命限期改善或停止營業(第 23 條)；就汽車運輸業之經營不善，主管機關亦得為一定之處理(第 47 條)。 電車運輸業依第 57 條準用第 47 條規定。	

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
營運機構向主管機關通報事故	重大事故，應立即通知主管機關，並隨時將經過及處理情形報請查核；一般事故應按月彙報(第 39 條)。	汽車或電車運輸業，遇有行車事故，致人、客重大傷害或死亡時，應將經過情形向主管機關申報(第 66 條)。 第 67 條明定車輛行車事故鑑定及覆議事項之辦理機關，交通部並依第 2 項規定，會同內政部、法務部訂定【車輛行車事故鑑定及覆議作業辦法】，亦適用於有軌電車之行車事故。	依公路法第 66 條規定，似乎僅有重大事故始應向主管機關申報，一般事故則不需要。
設置專業交通警察	第 40 條訂有明文。	法無明文。	
設施應妥善管理維護及安全措施	第 41 條對大眾捷運系統營運機構有規範。	第 58 條規範公路主管機關應於必要地點設置交通安全工程設施，以維護公路之安全及暢通。 第 63 條及第 63 條之 1 規範汽車及電車製造業者就汽車及電車之安全檢驗及安全性調查、召回等事項。 公路法對汽車或電車運輸業並無規範。	
行車人員之訓練及體檢	第 42 條對大眾捷運系統營運機構有規範。	汽車駕駛人訓練機構之設立，依公路法第 62 條由主管機關設立，依第 62 條之 1 由民間設立。 公路法並無有軌電車駕駛人訓練機構設立之規範。 對體檢則均無明文。	有軌電車行車人員與汽車駕駛人專業技術不同，應立法明定另行設置訓練機構。
行車事故之研究與預防	第 43 條定有明文。	法無明文。	
標示安全規定	第 44 條明定大眾捷運系統營運機構應於適當處所標示安全規定。	第 58 條明定公路主管機關應於公路必要地點設置標誌、標線、號誌、護欄及行車分隔設施等交通安全工程設施，並得視實際需要劃設車輛專用道。	
公告禁建或限建範圍	第 45 條明定，主管機關於規劃路線經行政院核定後，應於大眾捷運系統兩側勘定範圍，公告禁建或限建範圍。	第 59 條明定，主管機關得於公路兩側勘定範圍，公告禁止或限制公、私有廣告物及其他建築物之設置或建築。	
禁建範圍內之禁止行為及補償	第 45 條之 1。	交通部依第 59 條第 3 項訂定【公路兩側公私有建築物與廣告物禁建限建辦法】。	
限建範圍之管制行為	第 45 條之 2。	交通部依第 59 條第 3 項訂定【公路兩側公私有建築物與廣告物禁建限建辦法】。	
禁限建範圍管理辦法之訂定	交通部依第 45 條之 3 訂定【大眾捷運系統兩側禁建限建辦法】。	交通部依第 59 條第 3 項訂定【公路兩側公私有建築物與廣告物禁建限建辦法】。	
損害賠償、卹金與醫療補助費之酌	第 46 條明定大眾捷運系統營運機構因行車及其他事故之損害賠償、卹金與醫療補助費之酌給。	第 64 條明定，汽車或電車運輸業遇有行車事故時之損害賠償責任。但無卹金與醫療補助費之酌給之規定。	

	大眾捷運法	公路法(有軌電車)	有軌電車適用公路法時可能產生之問題
給			
責任保險	第 47 條明定就旅客之運送，應依中央主管機關指定金額投保責任保險	第 65 條明定，汽車所有人應投保強制汽車責任保險；電車所有人應依交通部所定之金額，投保責任險；公路汽車客運業、市區汽車客運業與遊覽車客運業，皆應投保乘客責任保險。	
擅自使用或破壞設施之處罰	第 48 條定有明文。	第 72 條、第 74 條就擅自使用、破壞公路用地或設施之處罰定有明文。	有軌電車之路面設施如軌道、號誌等亦有公路法第 72 條、第 74 條適用，但就破壞車輛之處罰則無明文，宜立法明定。
旅客使用無效車票之違約金	第 49 條定有票價 50 倍之違約金。	法無明文。	
旅客之處罰	旅客之處罰規定(第 50 條、第 50 條之 1)。	法無明文。	此為道路交通管理處罰條例及其子法之管理範疇。然而，道路交通管理處罰條例卻未將有軌電車納入規範，在道路交通安全規則及道路交通標誌標線號誌設置規則中自然欠缺相應配套措施及規範。因此目前國內並無對有軌電車進行交通管理之法律依據。
營運機構之處罰	大眾捷運系統營運機構之處罰規定(第 51 條、第 51 條之 1)。	汽車及電車運輸業之處罰規定(第 77 條)。	
處罰機關	第 52 條明定為地方主管機關。	第 78 條明定為該管公路主管機關。	
經營辦法之擬訂與核定	第 53 條明定由營運之地方主管機關擬訂，報請中央主管機關核定	第 79 條，交通部並訂定【公路經營業管理規則】。	
施行日	第 54 條。	第 81 條。	

7.1.3 都市軌道運輸系統後續擴充可能遭遇的法規問題

一、說明

軌道系統產業有高度技術性與專利性，若第一期建設與後續擴充卻分別委由不同系統廠商進行，恐產生新舊系統無法相容的疑慮，而須調整修改技術使其相容；更有甚者，則如同文湖線一般，將舊系統全數更新汰換為新系統以維持相容性。廠商維護成本過高，亦將反映在決標金額上，浪費國家資源。

由此可知，軌道系統後續擴建時，若得委由與第一期建設時相同之廠商進行擴建，則建設成本當可大大降低。是政府採購法針對原有採購之後續擴充，保留政府得向同一廠商為採購之機制，即限制性招標。

然而經研究團隊實際訪談臺北市捷運工程局後[19]，發現政府採購法雖然就後續擴充賦予限制性招標的空間，惟實務運作上，卻因政府採購法施行細則的特殊要求，導致限制性招標的美意無法完全發揮，後續擴充的運作恐亦將產生不必要的侷限。

因此，本節將經由政府採購法及政府採購法施行細則(以下簡稱施行細則)有關後續擴充之相關規定，探討政府辦理後續擴充採購時所面臨的實務操作上的限制，並分析該等限制將產生的問題與其合理性。

二、分析

(一)政府採購法及施行細則就後續擴充採行限制性招標之要件

1.於原招標公告及招標文件敘明「擴充之期間、金額或數量」

按政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款規定：「機關辦理公告金額以上之採購，符合下列情形之一者，得採限制性招標：...七、原有採購之後續擴充，且已於原招標公告及招標文件敘明擴充之期間、金額或數量者。...」本條規定於 91 年 2 月 6 日修正發布時特別增列「擴充之期間、金額或數量」等適用條件，以利機關執行。

依此規定，機關辦理採購，如有後續擴充之需要，於原有採購的招標階段，應於原招標公告及招標文件中，就期間、金額或數量至少擇一敘明其擴充條件。只要達到此要件，即得以限制性招標方式辦理原有採購之後續擴充，機關可以以相當彈性的方式，與廠商洽談供應或承包事項，並以比價(二家以上廠商)或議價(一家廠商)方式，商談相關的價格，不必另外招標。

2.施行細則第 6 條第 3 款要求機關預估擴充項目所需金額

按施行細則第第 6 條第 3 款規定：「機關辦理採購，其屬巨額採購、查核金額以上之採購或小額採購，依採購金額於招標前認定之；其採購金額之計算方式如下：...三、招標文件含有選購或後續擴充項目者，應將預估選購或擴充項目所需金額計入。...」從而，機關辦理採購，如有後續擴充之需要，施行細則第6條第3款要求機關於原有採購階段，必須先行就後續擴充項目所需金額進行預估，並計入原有採購的採購金額內。

就此一規定之效果，行政院公共工程委員會97年1月28日工程企字第09700034290號函釋謂：「...後續擴充之總價應注意不逾原載明後續擴充期間、金額或數量之上限，且不得逾原採購時依政府採購法施行細則第 6 條於招標前所計算之採購金額。」亦即，於原有採購之後續擴充階段時，後續擴充之總價不得超過先前所預估之採購

[19] 研究團隊於 105 年 7 月 18 日赴臺北市捷運工程局，實際訪談前副局長蔡天和，有關於政府採購法與系統相容性實務運作上的問題。

金額。

倘若於原契約金額執行完畢後，擬依原招標文件及招標公告所載辦理原有採購之後續擴充，依限制性招標程序與原廠商辦理議價時，原廠商無法以契約原定條款承作者(包含承作金額超過預估擴充金額)，即可能造成無法決標，而應另案辦理招標，行政院公共工程委員會 95 年 9 月 26 日工程企字第 09500355770 號函釋參照。

綜上，政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款雖就原有採購之後續擴充，定有較為寬鬆的要件，亦即機關僅須選擇期間、金額、數量其中之一為擴充條件之說明，惟機關於計算原有採購之採購金額時，仍應依照施行細則第 6 條第 3 款，而須就擴充項目所需金額為預估，行政院公共工程委員會 98 年 12 月 23 日工程企字第 09800559870 號函釋、96 年 8 月 29 日工程企字第 09600351690 號公告「機關依政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款辦理採購常見錯誤態樣」可資參照。

(二)施行細則要求機關預估擴充項目所需金額於實務運作上的侷限性

政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款規定，機關可選擇期間、金額、數量其中之一為擴充條件之說明，只要擇其一敘明於招標公告及招標文件，即得得與原訂約廠商採議價續約，不必另外招標。

因為擴充金額的預估對機關來說較為困難，依照政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款規定，機關本可較為彈性的選擇擴充之期間或數量作為擴充條件的說明，尤其擴充之數量，例如擴充路線長度、車站數，對機關而言較容易預估。

惟施行細則第 6 條第 3 款的規定，卻等同於強制機關必須預估後續擴充項目所需金額，無形間提高了後續擴充執行的困難度。蓋一來軌道工程物料價格操之於市場機制，二來未來後續擴建時機、財務計畫均仰賴中央政府的決策，三來機關並非專業機電單位，是以，在不確定因素過多的情況下，要求機關於原有採購招標時即必須對未來擴建時所需金額有所預見，實屬過苛，亦容易預估錯誤。

縱使機關確實依照施行細則第 6 條第 3 款的規定，於原有採購招標時預估擴充項目所需金額，並計入採購金額內，然而如前所述，其產生的效果，將對後續擴充的決標總價形成一個最高額度的限制，亦即，未來後續擴充採購決標金額不能超過先前所預估之採購金額，倘若依限制性招標規定與同一廠商議價結果，廠商不同意按照先前預估的擴充金額承作而超過原有採購之預計金額，導致無法決標，而應另案重新辦理招標，則政府採購法賦予原有採購之後續擴充得與原訂約廠商採議價續約、減省重覆性採購作業的美意，即遭泯滅，實屬可惜。

(三)施行細則就後續擴充要求預估所需金額之合理性(代結論)

施行細則第6條係規定採購金額之計算方式，該條第3款將擴充預估金額計入的精神，或係為就有擴充需求之購案金額為通盤考量，以定其應適用之採購程序，又或可從預算編列的角度去理解，而有其存在的必要性。

然而，如前所述，未來擴建所需金額繫諸過多不確定因素，機關亦非專精於估價之單位，如此一來，不僅造成實務運作上的困難，施行細則第6條第3款規定對後續擴充採購造成的限制效果，恐因機關錯估擴充所需金額，使政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款賦予後續擴充得與原訂約廠商採議價續約、減省重覆性採購作業的美意無法發揮，殊非立法之本意。此二規範之立法目的本不相同，然而採購實務運作上，卻產生互相干擾的問題。

從法規現況的合理性觀察，施行細則第6條第3款要求機關預估後續擴充金額並計入原採購金額，於軌道工程之外的其他採購案，或係為就有擴充需求之購案金額為通盤考量，以定其應適用之採購程序，而有其意義及必要。但於軌道工程採購案，因每一期採購金額幾乎均屬巨額採購，故就軌道工程採購案而言，是否有施行細則第 6 條第 3 款適用之必要，即有討論空間。

縱使認為軌道工程採購案仍有事先預估擴充範圍之必要，亦應衡量，倘以「數量」之預估取代「金額」之預估，是否能減緩採購實務運作上之困難，同時亦兼顧施行細則第6條第3款之精神，如此，似不失為一折衷之道。

然而，短期之內，此問題恐怕只能從執行面上去克服，工程會宜就機關所預估之後續擴充金額從寬審查，使機關辦理後續擴充採購時，不至於因施行細則第6條第3款的要求，導致無法採限制性招標的嚴重結果。

7.2 國內軌道運輸系統產業發展相關法規分析

一、說明

軌道產業目前主要的市場分為建設市場與維修市場二大塊，且因軌道建設所需成本龐大，在西部高速鐵路建設與高雄都會區捷運建設計畫後，便無民間投資建設之案例，故軌道產業的需求者即市場所在，仍以政府機關為主。

然而，政府機關辦理規劃、興建軌道運輸系統之招標時，悉受到政府採購法之規範，而必須依公平、公開之採購程序為之，無法自由決定締約對象及締約內容。相較於民間廠商之間有契約自由原則的保障，政府機關辦理軌道興建，因有政府採購法之種種限制，顯得綁手綁腳，廠商承擔不確定風險過高，導致國內軌道產業技術的發展受阻。

本文首先簡述政府採購法對機關選擇締約廠商及締約內容的限制規定，再與坊間人民自行締結的產品研發契約作一比較，以突顯我國軌道產業在政府採購法的框架之下所承擔的風險。

二、分析

(一)政府採購法限制競爭禁止之明文及其特色

政府採購法第 1 條明揭立法宗旨：「為建立政府採購制度，依公平、公開之採購程序，提升採購效率與功能，確保採購品質，爰制定本法。」；第 6 條第 1 項復明定：「機關辦理採購，應以維護公共利益及公平合理為原則，對廠商不得為無正當理由之差別待遇。」揭示機關辦理採購應遵循之原則，機關應建立一個公平、公開之採購平台，立法目的在於提升採購效率與功能並確保採購品質。

具體禁止限制競爭之條文，如政府採購法第 37 條第 1 項為訂定投標廠商資格不得不當限制競爭之規定，及政府採購法第 26 條亦有訂定招標文件不得限制競爭之明文。因技術規格涉及廠商能否投標或得標，為杜絕不法人員藉不當之技術規格妨礙競爭，甚或謀取不法利益，故政府採購法第 26 條明定招標文件所擬定、採用或適用之技術規格，在目的及效果上均不得限制競爭。所謂「在目的及效果上均不得限制競爭」之認定，依「政府採購法第二十六條執行注意事項」第 3 點規定，應以「有無逾機關所必須者」認定之。

綜上可知，目前我國軌道產業的需求者仍以政府機關為主，惟機關選擇建設或維修廠商時，受限於政府採購法之規範，僅得處於被動的地位，必須依照目的及效果的必要性，公開選擇得標廠商，機關無法依照互動感受與過去合作關係自由決定締約之廠商，亦無法經由契約內容的談判以爭取利益或優惠特定廠商，更無法指定採購廠商須為國內廠商，

或採購品項來源須來自臺灣，對國內軌道產業發展有一定程度的侷限。

(二)坊間的產品研發契約特色

坊間人民自行締結的產品研發契約有契約自由原則的適用。所謂契約自由原則，包含契約兩造可自由決定締結契約與否、締約對象、締結何種契約內容(在不違反強制、禁止規定或公序良俗之前提下)、是否變更或廢棄契約，以及契約成立之方式。只要締約過程中無不當外力干擾，他人均不得任意介入當事人之契約內容。

因此，在契約自由原則之下，民間廠商之間可自由決定締約對象、約定產品研發契約之內容。

以某汽車零件新產品研發協議為例，甲方委託乙方進行一汽車零件新產品之研發，契約雙方就乙方應研發之產品，除約明規格、技術要求、研發進度表、智慧財產權歸屬、樣品檢測之外，亦約明乙方研發產品失敗之風險，由乙方自行負擔；而為平衡乙方研發產品所承擔之風險，契約復約定，在研發產品經檢測合格後，甲方就該產品有與乙方簽訂買賣契約之義務，且甲方在一定期間之內，必須保證乙方該產品之銷售量，惟雙方得合理調整產品價格，使甲方得因應市場價格變化以控制成本。

由前可知，坊間的廠商與廠商之間，在契約自由的保障之下，研發產品之銷售量，亦得透過契約約定獲得保障，故乙廠商即使承受研發失敗的風險，卻仍然樂意投資研發。

(三)我國軌道產業在政府採購法的框架之下所承擔的風險(代結論)

由於政府採購法的規範，使機關無法自由決定締約之廠商，亦無法自由決定契約內容，因此，縱使特定廠商有意願研發軌道產品，廠商仍必須透過採購程序取得締約資格。在政府採購法嚴格規範禁止限制競爭、優惠特定廠商的情形下，政府機關僅處於被動選擇得標廠商之地位，無法保證該特定廠商雀屏中選，縱使此次得標，亦無法保證下次仍然得標，故廠商縱然成功研發，亦無法保證產品將穩定銷售，最終獲得利潤。由廠商的角度觀之，軌道產品研發投入成本高、研發後亦無法保證產品銷量，研發軌道產品能否獲得利潤實難以評估，廠商必須承擔之研發風險實屬過高。

尤有甚者，倘若國內軌道產業的軌道技術成熟，尚面臨上述的研發風險；更何況，相較於國外的軌道系統廠商及其穩定合作的下游軌道產業鏈，我國的軌道技術起步較晚，仍處於尚待開發的階段。在政府採購法嚴格要求採購程序公開、公平的現況之下，國內技術尚未成熟的軌道廠商必須與國外技術純熟的軌道廠商立於同一採購平台公平競爭，可想而知，國內廠商得標機率微乎其微，連帶使國內廠商投入軌道產業研發的動力大大降低。

綜上可知，軌道產業的供給(廠商)與需求(政府)之間，有著一條巨大的鴻溝，即政府採購法。政府採購法的存在，固然係為確保市場公平競爭及採購品質，但卻同時成為政府扶持國內軌道廠商的阻力，阻礙了國內軌道產業的發展。

7.3 法規研析與修正建議

延續 7.1 與 7.2 節的問題探討，本節將對前面所提到的法規問題試提出分析與建議，以供修法與行政決策之參考。

大方向上將分為三部分，首先，就各種都市軌道系統適用法規之議題，將跳脫前述現行法規定義的框架，回歸功能性與適用法規的合理性，提出各種新型都市軌道運輸系統應如何歸類與適用建設法規的建議。再者，倘若軌道系統歸類於有軌電車，因現行法令對有軌電車之規範密度尚有不足，故本節將具體臚列公路法、發展大眾運輸條例及道路交通管理相關規範之法規建置建議，以補足有軌電車之法令規範。最後，關於軌道系統後續擴充及產業發展議題均涉及政府採購法，故將於政府採購法之研析一併處理。

一、從合理性探討各種新型都市軌道系統應適用之建設法規

就各種新型都市軌道系統適用法規之議題，回歸功能性與適用法規的合理性，提出各種新型都市軌道運輸系統應如何歸類與適用建設法規的建議如下：

(一)各種新型都市軌道系統應適用之建設法規

我國現行大眾運輸建設法制可以分為三大系統，一為大眾捷運系統(以獨立專用路權為原則，共用路權長度不能超過全線之四分之一，應適用於班次密集、大量快速之運輸系統，該運輸系統須為輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統)；一為公車，適用公路法，路線型式可以優化為專用優先；一為有軌電車，以行駛於地面道路為原則。

1.單軌捷運系統(Monorail)

就現行法而言，因單軌捷運系統全程屬於專用路權，故只要達到捷運系統大量快速之要求，適用大眾捷運法應無疑義，因無論是跨座式或懸掛式之單軌捷運系統，均無使用平面道路的路段，故無法歸類為有軌電車適用公路法。

大眾捷運系統應符合「大量」之要件，故如果其運量及班次達到一定程度，固應屬於大眾捷運系統，適用大眾捷運法；惟若單軌系統之設計無法達到一定運量及班次者，不僅不宜適用大眾捷運法，亦因單軌系統非行駛於道路上，不屬於道路車輛，而無法適用公路法，故不符「大量」要件之單軌捷運系統，恐將欠缺可資適用之法令規範。

單軌捷運系統在適用大眾捷運法時，於規劃、建設、營運、監督均得適用，惟交通部應依大眾捷運法第 24 條之 2 訂定單軌系統建設及車輛製造技術規範。

另國內文獻亦有提及單軌捷運系統安全防護措施之要求與禁限建範圍之界定，謹整理如下供參[20]：

(1)安全防護措施

無論是跨座式或懸掛式之單軌捷運系統，因為沒有可供緊急逃生的步道，故其如何保障旅客及工作人員在特殊時刻能夠安全離開車輛，往往受到質疑。

大眾捷運法第 41 條規範大眾捷運系統設施管理維護與安全措施：「大眾捷運系統營運機構，對行車及路線、場、站設施，應妥善管理維護，並應有緊急逃生設施，以確保旅客安全。其車輛機具之檢查、養護並應嚴格遵守法令之規定(第 1 項)。大眾捷運系統設施及其運作有採取特別安全防護措施之必要者，應由大眾捷運系統營運機構，報請地方主管機關核定之(第 2 項)。」因此，營運機構應參考國外營運中之單軌系統案例，規劃單軌捷運系統之逃生設施及程序，以確保旅客安全。倘認單軌捷運系統有採取特別安全防護措施之必要，營運機構並應依同條第 2 項規定，報請地方主管機關核定之。

(2)禁限建範圍之界定

目前大眾捷運系統兩側禁建範圍起算點，依大眾捷運系統兩側禁限建辦法第 6 條、附件一規定，於高架段係自「捷運設施結構體外緣」起算，於地面段係自「捷運設施圍籬或側牆外緣」起算。而限建範圍起算點，依大眾捷運系統兩側禁限建辦法第 7 條、附件二規定，除機廠及地面段之捷運設施自「圍籬或側牆外緣」起算外，其他捷運設施自「其結構體外緣」起算。

因單軌捷運系統僅有單一軌道或梁，土建結構型式與一般捷運系統不同，界定系統兩側禁限建範圍可能有所落差。例如跨座式單軌系統，以車輛跨座環抱軌道梁，故雙向車廂外側寬度會大於軌道梁兩側寬度，若依現行規定以結構體外緣起算法定禁限建範圍，則車輛經過時，車廂外緣至水平淨空範圍較小，恐增加安全風險。

若考量單軌車輛運行時造成的安全風險，未來可配合單軌系統之引進，將單軌捷運系統禁限建範圍之界定方式做特別規定。

[20] 單軌捷運系統在台灣應用研究及評估計畫，財團法人中華顧問工程司，民國 105 年。

例如，由捷運設施結構體外緣或車廂外緣起算一定距離，取較大值者為單軌捷運系統之禁限建範圍。

2.輕軌運輸系統(LRT)

就現行法而言，輕軌運輸系統有適用大眾捷運法及公路法之空間，端視其共用路權長度是否達總長四分之一而定。

惟因其具有「因地制宜的彈性」與「不斷成長或變化的可能性」之特性，可以作為主線服務、接駁服務或是觀光服務。可以從共用路權的街車，經過不斷的優化路權的獨立專用程度及提高自動系統功能而進化為無人駕駛的捷運系統。

是以，就合理性而言，輕軌運輸系統無法一概歸為大眾捷運系統，仍應回歸其規劃之內容及功能，而其規劃之內容及功能則又必須反映當地都市發展現況，避免過度投資。輕軌運輸系統如為符合「大量」要件者，可歸為大眾捷運系統，適用大眾捷運法；如為不符「大量」要件者，應歸為有軌電車，適用公路法，但公路法、道路交通管理處罰條例及其子法應配合增修。

3.公車捷運系統(BRT)

與輕軌運輸系統有類似情形，而更接近公車及其路線的優化，發展大眾運輸條例之子法「大眾運輸使用道路優先及專用辦法」即提供解決方案。故公車捷運系統似乎並無必要適用大眾捷運法，執行高密度的監督及處罰，適用公路法之汽車運輸業規範應更適當合理。

4.個人捷運系統(PRT)及團體捷運系統(GRT)

PRT 系統及 GRT 系統具有運量小、運輸路線短之特性，不符大眾捷運系統「大量」、「輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之要件。

由其功能與技術型式觀之，若屬導引式的 PRT、GRT 系統，較接近享有專用路權之公車系統，僅須規劃獨立專用道路，而無需特別修法。同時，PRT、GRT 系統因不與其他運具共用路權，亦不發生道路交通管理之問題，相對單純。

若屬行駛於軌道之 PRT、GRT 系統，則目前國內恐無可適用之法規。然而，對於特定區域範圍內(例如機場、工業區、觀光園區)的運輸系統，因根本非屬「公共運輸系統」，故於該特定區域範圍內，得由管理單位自由規劃建設運輸系統，無須法規依據始得為之。我國桃園機場 PMS、臺北木柵動物園遊園車均屬之。

5.Tram-Train 系統

Tram-Train 系統係輕軌列車進入鐵路路線，而有一部分路線與傳統鐵路列車共用營運路線之系統，此系統雖可解決旅客一站到底的需求，在國內應用時卻必須面臨分段適用二種法規之問題。因此輕軌列車行駛於都市內之輕軌路線時，依其路權型式及運量之不同，輕軌共用路權路段占全線四分之一以下，屬大眾捷運法管理，輕軌共用路權路段占全線四分之一以上，則屬公路法管理(公路法包含路面電車，惟國內尚無援引公路法建置輕軌路線之案例)；行駛於鐵路路線時，則適用鐵路法之規定。短期而言，仍視兩種系統之介面整合、營運維修權責、系統規範及對交通干擾等課題，同步考量相關配套措施。長期而言，則須由交通部依鐵路法及大捷法/公路法審慎研議後，再進行相關整合修訂。

(二)小結

大眾捷運法第 3 條之定義業經二度修法放寬，最近一次修法甚至開放共用路權，倘將「大量」定義過度放寬，恐使大眾捷運法背離立法當初大量、快速、準點等捷運特性之原意，亦將導致大眾捷運系統與有軌電車之界線模糊，產生新型的軌道運輸系統定位上的困難，甚至產生大眾捷運法及公路法適用上之競合問題，徒增法律適用上之困擾。

因此，大眾捷運法第 3 條對大眾捷運系統之定義，實不宜再放寬；反而應該針對公路法及相關法令對有軌電車規範之缺漏，由立法機關修法補足，或由主管機關進行相關子法之建置工作，使有軌電車之法制環境臻於完滿，而不再空泛淪於法律上的名詞。

二、有軌電車相關法令建置建議

針對公路法、道路交通管理相關規範及發展大眾運輸條例對有軌電車規範之缺漏，具體臚列並提出法令建置之建議如下：

(一)公路法之修正建議

1.有軌電車之電力線、軌道及其他設施需設置於道路上，與道路關係密切，公路法卻對有軌電車之建設經費並無負擔或補助之明文。依公路法第 57 條準用第 36 條開放民營之政策，似乎應由電車運輸業自行負擔，惟仍宜立法明定。

2.有軌電車所需場站用地如何取得，並無明文規定。依公路法第 57 條準用第 38 條，似乎應由電車運輸業者自覓，惟仍宜立法明定。

3.交通部依公路法第 28 條所設立為發展公路建設及維護管理專用之基金，是否得用於有軌電車之建設及維護管理，並無明文，宜立法適用或準用。

4.公路法第 7 條規定，得設置公路專用電信，惟並無設置電車專用電信之明文，應修法納入公路法第 7 條，或比照大眾捷運法第 8 條立法明定。

5.有軌電車行駛於道路上，引進規劃之初，勢必將壓縮既有道路車輛之使用空間與挑戰國人用路觀念，立法者宜審慎評估是否有設置協調會之必要，若有，得參照大眾捷運法第 9 條立法明定。

6.有軌電車之規劃主體及程序，依公路法第 57 條準用第 37 條，似乎是由電車運輸業自行規劃，惟仍宜立法明定。

7.若有軌電車之規劃係由電車運輸業自行為之，因有軌電車建設成本較一般道路大眾運輸工具為高，亦攸關共公利益，似宜比照大眾捷運法第 11 條規定，立法明文規劃有軌電車應考慮之因素。

8.有軌電車的建設主體未明文規範。依公路法第 57 條準用第 37 條，似乎是由電車運輸業自行籌備，惟仍宜立法明定。

9.公路法第 33 條之 1 明定公路工程之設計及監造，在一定工程規模以上，應由依法登記執業之相關專業技師簽證，但有軌電車相關工程之設計及監造業務，卻無規定應由專業技師簽證，應修法納入公路法第 33 條之 1，或比照大眾捷運法第 13 條之 1 立法明定。

10.有軌電車的建設程序，依公路法第 57 條準用第 38 條，關於電車之車輛、站、場及相關設施、設備似乎應由電車運輸業自行準備，惟仍宜立法明定。

11.公路法對有軌電車並無開工、竣工、展期及勘驗之相關明文，宜修法納入公路法第 18、19 條，或比照大眾捷運法第 15 條立法明定。

12.為實施有軌電車之軌道或設施之巡查或檢測，而進入他人土地或建築物之程序，公路法並無明文規定，宜修法納入公路法第 60 條之 1，或比照大眾捷運法第 21 條立法明定。

13.有軌電車與大眾捷運系統具有類似性，其建設或亦有拆除他人建物之需求，縱公路法對公路之建設無此明文，仍宜比照大眾捷運法第 22 條立法明定。

14.電車(無論有軌或無軌)均有電能供應之需求，惟公路法未就電車電能之供應為規範，應比照大眾捷運法第 23 條立法明定。

15.關於用地之使用及管線埋設，公路法第 30 條、第 30 條之 1 定有明文。有軌電車建置於公路上，似亦同有該等條文之適用，惟仍宜立法明定。

16.公路法第 33 條規範公路設計、施工、養護及交通工程等各項技術規範之授權規定。有關電車路線、軌道、隔離設施、電桿及其他附屬工程等之設計及標準技術規範，因現未納入現行公路法第 33 條，故無授權主管機關訂定技術規範之明文，宜修法納入。

17.電車運輸業，在現行公路法第 57 條規定準用第 36 條、第 37 條、第 38 條之法體系下，以民營為原則，且應向公路主管機關申請核准籌備。

為審核電車運輸業之申請，交通部應依公路法第 57 條準用第 38 條第 2 項訂定【電車運輸業審核細則】。惟以法的適當性觀之，電車運輸業之建造及營運成本較汽車運輸業為高，實應比照大眾捷運法第 25 條之規定，由地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運，較為適宜。而由地方主管機關設立營運機構者，營運機構之設置及管理之法規依據及規範內容，可參考現行「公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例」相關規定定之。

18.電車之運價，依第 57 條準用第 42 條，應由電車運輸業同業公會暨相關之工會，按電車運輸業客、貨運價準則共同擬訂運價。交通部應訂定【電車運輸業客貨運運價準則】。

19.公路法第 61 條之 1 規定，汽車檢驗、汽車駕駛考驗及修護汽車人員之資格及檢定。有軌電車現未納入公路法第 61 條之 1 規範，但從第 61 條規定「汽車及電車之登記、檢驗、發照、駕駛人及技工之登記、考驗發照，由中央公路主管機關統一辦理...」觀察，立法者似早有意將汽車與電車之登記發照一併規範。因此，91 年新增 61 條之 1 時未一併將電車納入規範，似為立法者所遺漏。宜修正公路法第 61 條之 1，將電車之檢驗、駕駛考驗及修護人員納入規範。交通部並應隨同依同條第 2 項訂定【電車檢驗員電車駕駛考驗員檢定及管理辦法】，及依同條第 4 項，會同勞委會訂定電車修護技工與技術士檢定及管理辦法。

20.公路法第 63 條就汽車及電車之安全檢驗之監督管理定有明文。交通部應依公路法第 63 條第 6 項訂定【電車委託檢驗實施辦法】、交通部應依公路法第 63 條之 1 第 3 項訂定【電車安全性調查召回改正及監督管理辦法】。

21.對電車運輸業之管理，交通部應依公路法第 79 條第 5 項訂定【電車運輸業管理規則】，就電車運輸業申請資格條件、立案程序、營運監督、業務範圍、營運路線許可年限及營運應遵行事項與對汽車及電車運輸業之限制、禁止事項及其違反之罰鍰、吊扣、吊銷車輛牌照或廢止汽車運輸業營業執照之要件等事項為規範。

22.公路法第 62 條、第 62 條之 1 規範汽車駕駛人訓練機構之設立，惟並無有軌電車駕駛人訓練機構設立之規範。有軌電車行車人員與汽車駕駛人專業技術不同，應比照大眾捷運法第 42 條立法明定另行設置訓練機構。

23.公路法第 72 條、第 74 條就擅自使用、破壞公路用地或設施之處罰定有明文。有軌電車之路面設施如軌道、號誌等亦有該等條文適用，但就破壞車輛之處罰則無明文，宜立法明定。

(二)道路交通管理相關規範之修正建議

公路法在 73 年 1 月 23 日修正公布時，已將有軌電車納入為道路運具

之一。但道路交通管理處罰條例卻遲未將有軌電車納入規範，在道路交通安全規則及道路交通標誌標線號誌設置規則等子法中，自然亦欠缺相應配套措施及規範，因此目前國內並無對有軌電車進行交通管理之法律依據。倘若未來引進新型都市軌道運輸系統，並適用有軌電車之規範，將無法對之進行交通管理，故立法者應盡速修正道路交通管理相關規範，將電車納入為適用對象。

(三)發展大眾運輸條例之修正建議

民國 91 年制定公布的發展大眾運輸條例是大眾捷運法之特別法，目的在提升大眾運輸服務水準，建立完善之大眾運輸系統，促進大眾運輸永續發展，適用對象包含「大眾運輸」及「大眾運輸事業」。

該條例對於「大眾運輸」之定義為具有固定路 (航) 線、固定班 (航) 次、固定場站及固定費率，提供旅客運送服務之公共運輸，故倘若有軌電車具備前揭要件亦可適用。然而，「大眾運輸事業」之定義係採正面表列方式規範，電車運輸業卻不在列舉範圍，恐無該條例之適用，宜修法將電車運輸業納入「大眾運輸事業」。

三、政府採購法研析

關於軌道系統後續擴充及產業發展議題所涉政府採購法之議題，研析如下：

(一)施行細則要求機關預估後續擴充項目金額困難之緩解

施行細則第 6 條第 3 款之規定，不僅造成機關估價執行上的困難，對後續擴充採購造成的金額限制效果，亦可能泯滅政府採購法第 22 條第 1 項第 7 款賦予後續擴充得與原訂約廠商採議價續約、減省重覆性採購作業的美意。此二規範之立法目的本不相同，然而採購實務運作上，卻產生互相干擾的問題。

於軌道工程採購案，因每一期採購金額幾乎均屬巨額採購，故後續擴充金額是否計入原採購金額，應不致產生採購金額級距落差之問題。爰此，就軌道工程採購案而言，是否如同其他採購案有適用施行細則第 6 條第 3 款之必要，即有討論空間。

因此，於軌道工程採購案，似可排除施行細則第 6 條第 3 款規定之適用。縱使認為軌道工程採購案仍有事先預估擴充範圍之必要，亦應衡量，倘以「數量」之預估取代「金額」之預估，不僅減緩採購實務運作上之困難，同時亦兼顧施行細則第 6 條第 3 款之精神，似不失為一折衷之道。

綜前分析，長遠來看施行細則第 6 條第 3 款對於採購實務運作之侷限性，應可由修法改善之。例如：以增加但書規定之方式，排除軌道工程採購案之適用，或除金額之外，增加得選擇預估「數量」之規定。

然而，短期之內，此問題恐怕只能從執行面上去克服，工程會宜就機關所預估之後續擴充金額從寬審查。倘若機關發生預估錯誤之情形，導致原廠商不同意以先前預估之擴充金額承包，宜於一定限度內，允許機關繼續以限制性招標辦理，以降低預估金額於後續擴充議價時的限制效果，使機關辦理後續擴充採購時，不至於因施行細則第6條第3款的要求，導致無法採限制性招標的嚴重結果。

(二)政府採購法對我國軌道產業發展阻礙之緩解

前已敘及，政府採購法的存在，固然係為確保市場公平競爭及採購品質，但卻因過於強調公開、公平的採購程序，而同時成為政府扶持國內軌道廠商的阻力，阻礙了國內軌道產業的發展。此為政府採購法整部法律的立法目的，並牽涉我國加入世界貿易組織、簽署政府採購協定之影響，難以透過修正少數幾條法律來改變現況，惟本研究仍試圖提出緩解之道，以供行政決策之參考。

1.帶動國內軌道產業發展之個案措施

政府採購法於88年5月27日施行，採購法施行前的重大捷運採購案，機關本可自行決定於招標文件中搭配採取扶助國內產業發展之措施；而政府採購法施行後至 100 年底以前之重大捷運採購案，因我國向世界貿易組織爭取保留若干項目以實施工業合作計畫 ，暫不適用政府採購協定，故尚可進行國產化措施，而可依政府採購法第 43 條採取優惠國內廠商之措施，例如要求(國外)投標廠商採購國內貨品比率、技術移轉、投資、優先決標於國內廠商等。

然而，101 年以後我國即開始受到政府採購協定的限制，而不得再就重大捷運採購案等運輸項目採取前述補償交易措施。

就此，101 年以後，機關辦理重大軌道運輸系統採購案同時扶持國內軌道產業發展的手段，似乎僅能從軌道系統全生命週期考量，於最有利標評選項目增列一定使用壽命期間之廠商履約責任及費用。契約內容包括該期間之維護、修繕、零配件供應等，並請投標廠商提出如何履行此等事項之計畫及能力，一併納入評選項目。如此一來，投標廠商為降低成本，自然會考慮與我國廠商合作、使用我國產品或投資我國廠商，對於帶動國內軌道產業發展應有一定效果[21]。

2.遠期決策方向

政府採購法之制定以及簽署政府採購協定，某程度顯示了我國將開放市場公平競爭之價值，放在國內特定產業保護及扶持之前。雖然可在政府採購法的容許限度內，於評選項目當中技巧的間接保護國內產業，然而，在國外軌道系統廠商純熟技術與自成一格的產業鏈洪流

[21] 資料引用自行政院公共工程委員會新聞稿，採購法與捷運產業發展之關聯性，更新日期2016/09/22。

中，我國軌道產業卻仍必須試圖在政府採購法的阻礙中求生存，產業技術實難以提升，此觀北捷發展 30 年卻沒有帶動國內捷運產業發展可證。

因此，就國內軌道產業之發展，我國政府應採取明確的態度及立場，積極制定政策或立法扶持，致力於營造一個健全的產業發展環境。法令的建置可參照 99 年制定公布的產業創新條例，以促進產業創新，改善產業環境，提升產業競爭力；政策面可著眼於市場的拓展(如加速國際連結、強化國際合作)、制定產品或服務的技術標準與指標體系、推動產業聯盟、建立軌道產業公開資料管理平台、推廣專業人才認證、強化人才訓用等。

且因軌道產業發展政策同時涉及經濟部(產業)與交通部(軌道)之權責，故應提高決策層級，不宜僅仰賴地方政府於個案採購的招標技巧。倘若政府採購法所加諸廠商的風險與阻力無法突破，又放任民間軌道產業繼續就技術的提升自負盈虧，國內軌道產業技術難以獲得發展空間，放任國內軌道產業與國外軌道產業競爭，終將招致惡性循環。

7.4 小結

一、國內都市軌道運輸系統推動建置相關法規分析

本章節回顧分析國內現況都市軌道運輸系統推動、建置之相關法規，包括大眾捷運法與公路法有軌電車相關法令，其立法的背景與目的，以及實際推動、建置時，面臨之問題，繼而探討未來在引進新型都市軌道運輸系統，以及既有都市軌道系統後續擴充可能涉及之法規問題。

經由上述分析，新型都市軌道運輸系統就其服務特性，分別就大眾捷運法為基礎，將公路法有軌電車之適用性探討，因大眾捷運法及其周邊法令業已發展完備，故本文以大眾捷運法為基礎，將公路法有軌電車之相關規範與大眾捷運法逐條比較，從大眾捷運法的角度，觀察公路法有軌電車之相關規範的不足之處，探討現行公路法有軌電車相關規範之具體缺失，以期立法者正視公路法對有軌電車規範密度不足之問題，經由法令的比較與整理，可以清楚的看出有軌電車適用公路法時可能產生之問題、公路法及周邊法令的不完備之處。

於都市軌道系統後續擴充建設之探討，從法規現況的合理性觀察，施行細則第 6 條第 3 款要求機關預估後續擴充金額並計入原採購金額，由於未來擴建所需金額繫諸過多不確定因素，機關亦非專精於估價之單位，造成實務運作上之困難，建議在軌道工程採購案事先預估擴充範圍能以「數量」之預

估取代「金額」之預估，而於短期之內，工程會宜先就機關所預估之後續擴充金額從寬審查，使機關辦理後續擴充採購時，不至於因施行細則第6條第3款的要求，導致無法採限制性招標的嚴重結果。

二、國內軌道運輸系統產業發展相關法規分析

國內軌道產業的需求者即市場所在，仍以政府機關為主，然而，政府機關辦理規劃、興建軌道運輸系統之招標時，悉受到政府採購法之規範，而必須依公平、公開之採購程序為之，無法自由決定締約對象及締約內容。政府採購法嚴格規範禁止限制競爭、優惠特定廠商的情形下，政府機關僅處於被動選擇得標廠商之地位；由廠商的角度觀之，軌道產品研發投入成本高以及研發後能否獲得利潤實難以評估，必須承擔研發風險過高。

倘若國內軌道產業的軌道技術成熟，尚面臨上述的研發風險；更何況，相較於國外的軌道系統廠商及其穩定合作的下游軌道產業鏈，我國的軌道技術起步較晚，仍處於尚待開發的階段，實難與國外技術純熟的軌道廠商立於公平競爭基礎上，連帶使國內廠商投入軌道產業研發的動力大大降低。

政府採購法的存在，固然係為確保市場公平競爭及採購品質，但卻同時成為政府扶持國內軌道廠商的阻力，阻礙了國內軌道產業的發展，形成軌道產業的供給(廠商)與需求(政府)之間之巨大的鴻溝。

三、軌道建設與產業發展相關法規修正建議

本章節除就各種新型都市軌道系統適用法規之議題，回歸功能性與適用法規的合理性，提出各種新型都市軌道運輸系統應如何歸類與適用建設法規的建議。並就採購法中軌道建設之後續擴充與產業發展造成之困難與阻礙提出緩解建議。

在現況法規限制下，建議採購個案從軌道系統全生命週期考量，於最有利標評選項目增列一定使用壽命期間之廠商履約責任及費用，例如契約內容包括該期間之維護、修繕、零配件供應等，並請投標廠商提出履約計畫納入評選項目，投標廠商於成本考量下，自然凸顯出在地或我國廠商之優勢，促使投標廠商使用我國產品或投資我國廠商，進而帶動國內軌道產業發展。

長期而言，我國政府應積極制定政策或立法扶持，致力於營造一個健全的產業發展環境。法令的建置可參照99年制定公布的產業創新條例，以促進產業創新，改善產業環境，提升產業競爭力；政策面可著眼於市場的拓展(如加速國際連結、強化國際合作)、制定產品或服務的技術標準與指標體系、推動產業聯盟、建立軌道產業公開資料管理平台、推廣專業人才認證、強化人才訓用等。並建議因軌道產業發展政策同時涉及經濟部(產業)與交通部(軌道)之權責，應可提高決策層級。

第八章　研析國內都市軌道運輸系統發展策略

8.1　軌道發展與公共運輸整合策略

8.1.1　引入都市軌道對都市公共運輸影響分析

「低碳、樂活、永續」環境是每個現代化都市的發展願景，鑑於臺北捷運與高雄捷運興建營運後，在發揮疏運交通功能的同時，也改善沿線周邊都市景觀與環境,其他都會區也希望透過都市軌道的興建,提供良好的公共運輸服務，紓解汽機車交通量不斷成長所造成的道路壅塞與空氣品質惡化問題。

臺北都會區捷運系統在整體路網通車後，先進、便捷、安全、穩定、舒適特性，成功移轉道路交通使用者，並為民眾生活帶來更多的便利、舒適、甚至幸福感。至於高雄都會區為臺灣第二個實現都市軌道系統服務之都會區，由於尚未形成整體路網，且運量或運具轉移效益雖未如預期，惟配合高雄市興建環狀輕軌、對整體公車路網之檢討、公共自行車之建置，透過整體公共運輸整合發展之策略，高雄民眾運具選擇習慣已逐漸改變。

本節將分析探討我國臺北與高雄都會區，於引進都市軌道後對整體都市公共運輸的影響。

一、臺北市

臺北都會區公共運輸旅次統計如表 8.1-1，民國 99 年新北市交通局(當時臺北縣交通局)與臺北市政府協商，取得新北市(當時臺北縣)境內里程佔多數的公車新設路線的監督管理權，臺北市聯營公車有所下降，惟加上新北市聯營公車運量，整體公車運量仍是上升。

臺北捷運於民國 85 年第一條路線木柵線通車,每日運量 4 萬人次/日，至 101 年路網逐漸成形，每日運量達 164.5 萬人次/日，幾乎與臺北聯營公車 168.1 萬人次/日相當，至 103 年松山線通車後每日約年旅客量達 186.2 萬人次/日，已超越臺北市公車路線運量。公共自行車則自 97 年開始建置，101 年擴大設置，每日租借人次明顯增加，至 103 年每日租借人次達 6.5 萬人。

由表 8.1-1 與圖 8.1-1、圖 8.1-2 顯示，捷運於民國 85 年通車後運量持續成長，公車旅次量亦成長，使整體公共運輸呈現持續成長，總計公共運輸旅次量由 85 年 181.94 萬人次至 103 年達 409.38 萬人次，公共運輸使用比例由 16.6%至 29.9%，顯示都市軌道系統的加入，公車路線若能因應軌道路線通車，調整路線與營運模式，可以提升整體公共運輸比例。

表 8.1-1　臺北都會區平均每日公共運輸旅次統計

年期(民國)	每日旅客人次(萬人次)						捷運通車里程(公里)	自行車租借站數		備註
	聯營公車			捷運	公共自行車	合計		臺北市	新北市	
	臺北市	新北市	合計							
85 年	177.92		177.92	4.02		181.94	10.5			木柵線
86 年	186.45		186.45	8.52		194.97	32.4			淡水線
87 年	191.93		191.93	16.65		208.58	40.3			中和線
88 年	197.97		197.97	34.78		232.75	56.4			新店線與板南線局部通車
89 年	185.61		185.61	73.38		258.99	65.1			南港線全線通車
90 年	186.54	6.26	192.80	79.35		272.15	65.1			納莉颱風
91 年	177.36	9.18	186.54	88.89		275.43	65.1			悠遊卡推出
92 年	167.76	11.05	178.81	86.63		265.44	65.1			SARS 事件
93 年	170.74	14.13	184.87	95.67		280.54	67			小碧潭線
94 年	167.86	15.99	183.85	98.83		282.68	67			—
95 年	168.80	17.70	186.50	105.19		291.69	74.4			土城線
96 年	171.26	20.01	191.27	114.04		305.31	74.4			經營貓空纜車
97 年	178.32	22.67	200.99	122.96	0.00	323.95	75.8		5	南港線東延
98 年	176.36	24.90	201.26	126.70	0.06	327.96	90.5	11	5	內湖線通車
99 年	175.95	29.11	205.06	138.48	0.06	343.54	100.8	11	15	蘆洲線 新北市改制直轄市
100 年	170.78	35.90	206.68	155.18	0.07	361.86	101.9	11	15	南港線東延 南港展覽館
101 年	168.13	46.95	215.08	164.54	0.32	379.62	112.8	48	15	新莊線通車
102 年	161.50	59.41	220.91	173.96	3.08	394.87	121.3	136	14	信義線通車
103 年	142.19	81.02	223.21	186.17	6.50	409.38	129.2	196	73	松山線通車

資料來源：1.臺北市交通統計查詢系統，104 年 11 月，臺北市交通局。
2.新北市交通統計年報，103 年，新北市交通局。

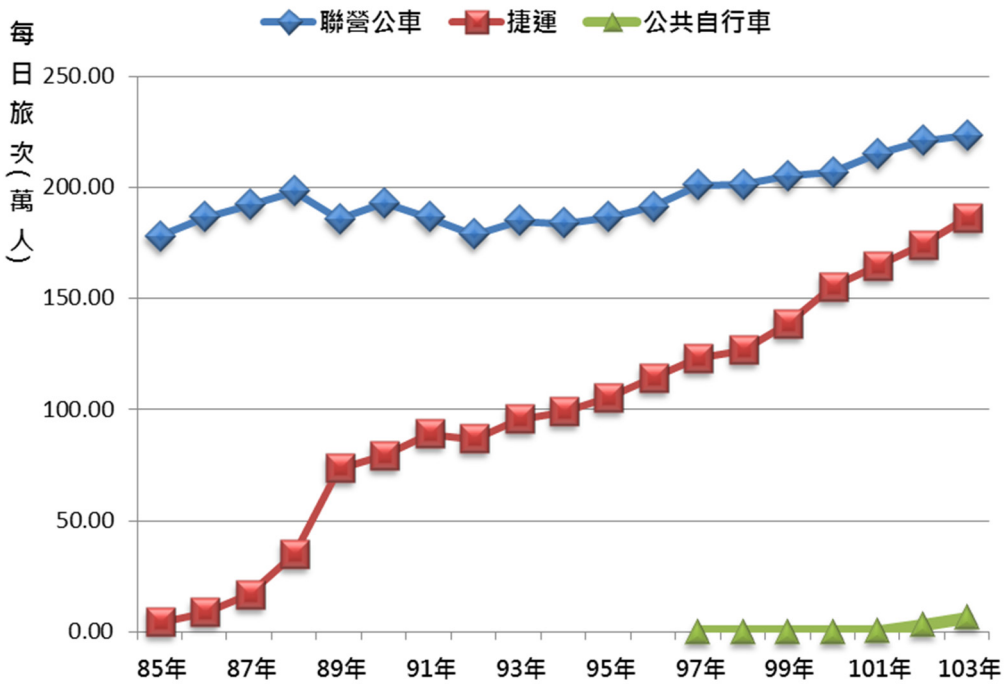


圖 8.1-1　臺北都會區公共運輸成長趨勢圖

資料來源：1.臺北市交通統計查詢系統，104年11月，臺北市交通局。
2.新北市交通統計年報，103年，新北市交通局。

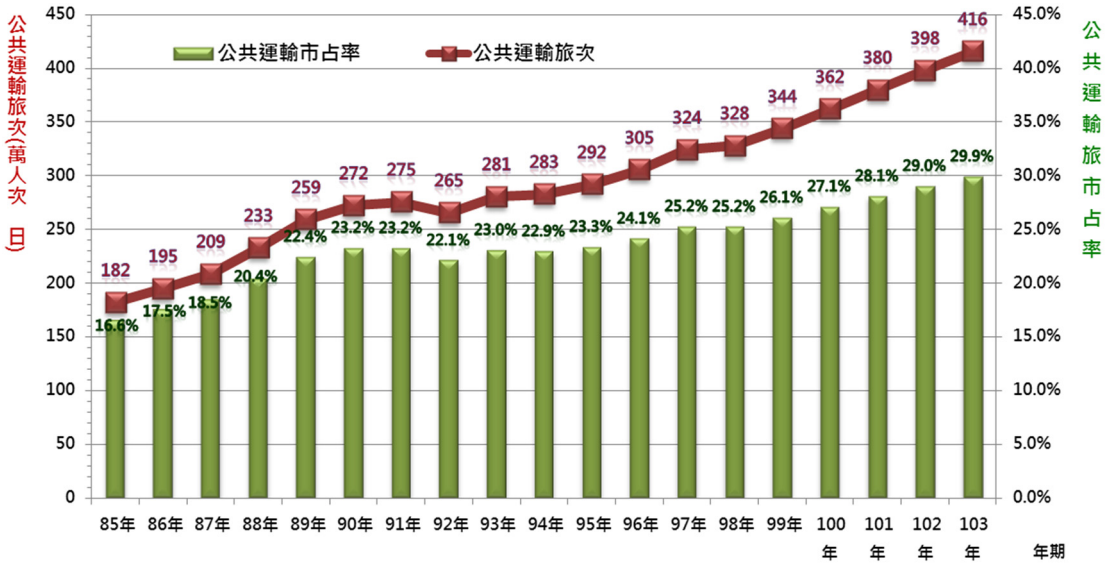


圖 8.1-2　臺北都會區公共運輸市占率分析

資料來源：1.臺北市交通統計查詢系統，104年11月，臺北市交通局。
2.本研究整理分析。

二、高雄市

高雄都會區公共運輸旅次如表 8.1-2 (民國 87 年至民國 103 年間之統計)，民國 90 年日運量達 10.71 萬旅次達高峰，由於汽機車私人運具使用普及，高雄市公車運量持續下降，高雄市政府雖然採取相關措施，如建置公車動態資訊系統、電子票證與補助車輛汰舊換新等，惟公共運輸市場欲振乏力，直至捷運完工通車，配合公車路網調整、優惠票價乃至於民國 103 年持一卡通免費搭公車之鼓勵措施，運量遂有明顯成長，民國 103 年公共運輸總旅次每日達 31.59 萬人次，為民國 87 年 9.89 萬人次的三倍，亦為 98 年捷運開通時的二倍。

可見都市軌道的引進，先進、便捷、穩定的服務品質，帶動公共運輸服務品質大躍進，加上地方政府推動公共運輸朝向環境永續發展之決心，以軌道運輸為主軸，配合公車路線與班次調整配合、票證策略、智慧運輸系統服務(提供軌道、公共運輸即時動態資訊系統)，以及公共自行車提供最後一哩之服務，使得公共運輸整合策略發揮整體功能，成功提升公共運輸之使用。

表 8.1-2　高雄都會區平均每日公共運輸旅次統計

年期(民國)	每日旅客人次(萬人次)				捷運營運里程(公里)	自行車租借站數	備註
	公車	捷運	自行車	合計			
87 年	9.89			9.89			
88 年	10.21			10.21			
89 年	10.64			10.64			
90 年	10.71			10.71			
91 年	10.45			10.45			
92 年	9.24			9.24			
93 年	8.96			8.96			
94 年	8.94			8.94			
95 年	8.21			8.21			
96 年	7.88			7.88			
97 年	6.85			6.85			
98 年	6.19	8.08	0.05	14.32	39.12	49	紅線(小港—橋頭火車站)通車 橘線(西子灣—大寮)通車 公共自行車系統
99 年	9.16	11.87	0.03	21.06	39.12	49	
100 年	10.08	13.60	0.03	23.71	39.12	50	
101 年	10.66	15.47	0.28	26.41	44.70	74	紅線(橋頭火車站—南岡山)通車
102 年	11.19	16.63	0.62	28.44	44.70	119	
103 年	14.04	16.80	0.75	31.59	44.70	155	

資料來源：1.高雄捷運公司年報，高雄捷運公司。
2.高雄市交通局統計年報，高雄市交通局。
3.高雄市市區公車系統發展研究，童筱斐，E-SOC JOURNAL 第 107 期，民國 101 年 10 月。

8.1.2　都市軌道與公共運輸整合策略分析

都市軌道與公共運輸之整合包括調整各運具角色定位、轉乘介面整合、各公共運具本身服務形式調整、新科技的運用、融入綠色運輸的精神、對弱勢族群的照顧與票證與費率的整合等，架構如圖 8.1-3。分述如下。

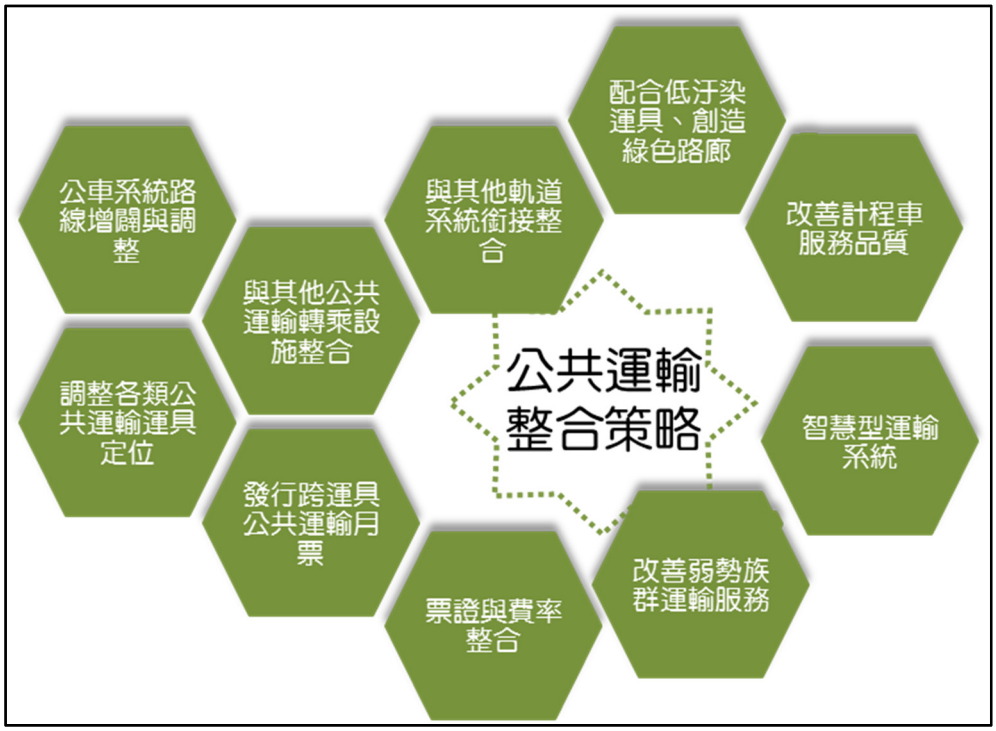


圖 8.1-3　都市軌道與公共運輸整合策略

一、調整各類公共運輸運具定位

都市所引進的公共運輸不同，影響各公共運具所扮演的角色。在一個沒有都市軌道系統的都市，通常公車扮演服務主要運輸廊帶的公共運具，當引進軌道系統後，因軌道運輸具高安全性、快速、可靠、便利等特性，因此將取代公車原有之運輸骨幹定位，公車也將轉型為服務次運輸走廊，或者成為軌道運輸之接駁集散系統。當都市引進軌道系統後，各類公共運輸系統運具依其提供之運能與可及性，定位如圖 8.1-4 所示。

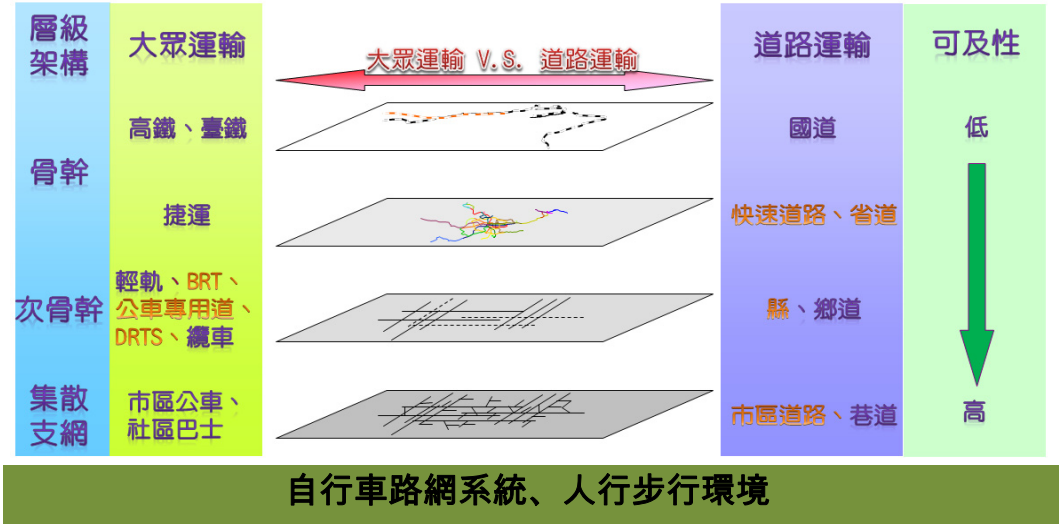


圖 8.1-4　公共運輸系統層級架構示意圖

二、整合軌道系統與其他公共運輸轉乘設施

為提高民眾使用都市軌道運輸系統的意願、可及性與方便性，各軌道車站應有完善之車站轉乘規劃，詳述如後。

(一)公車停靠及轉乘

各運具間轉乘便利與否將成為能否提公共運具使用率的關鍵之一。考量地區城市規模、運輸需求與道路條件。應於捷運通車之前完成公車站位、路線與捷運系統整合時，應一併考慮公車停靠區設置，在路幅條件許可情形下儘量設置停靠彎及候車亭，如不允許至少應設置公車站牌及停靠區。未來配合捷運車站轉乘及集散功能，並考量捷運周邊地區之都市規模、運輸需求與道路條件，適宜發展以捷運為主，輔以市區公車路線及捷運接駁公車的無縫大眾運輸服務。建議路廊沿線各站均設置「公車停靠空間」、「旅客候車設施」及「乘車資訊系統」，提供舒適、便捷、智慧化的整合轉乘服務。

(二)設置小汽車臨時停靠區、計程車招呼站

為服務距離較遠，或無大眾運輸工具可接駁到達捷運站的民眾，除公車站位外亦應考慮以小汽車接送旅客下客或駕駛人等待的臨停需求，如車站鄰近條件許可下，可規劃設置臨停彎，或於路邊繪設禁停黃線等以滿足小汽車接轉乘乘客轉搭捷運的需求；另於車站腹地較大或有適當地點之區域亦可考量設置計程車排班區(招呼站)，以利外地或趕時間民眾利用。

(三)車站停轉乘設施

為了提升私人運具轉乘之方便性，於端點站、交會站與其他運具轉乘站等有較大腹地空間區域，可考量規劃設置汽、機車、(電動)自行車停車場，為免車位占用並利永續經營管理，應以收費停車場(計時或計次)方式設置為宜，惟為鼓勵轉乘大眾運輸工具，轉乘者可給予優惠甚至免費之優待；非捷運轉乘者，則提高收費、縮短計費周期，甚至以累進費率計費，以降低一般旅客使用私人運具進入該區意願，以提供轉乘捷運者的優惠，進而提升大眾運輸使用比率。

另為鼓勵使用綠色運輸工具，在各捷運站都應設置自行車停車設施。上述停車設施建議可採停車轉乘捷運計次收費或免費方式，吸引自行車或機車旅客轉乘捷運。

(四)綠色運具轉乘規劃

為鼓勵民眾步行或使用自行車至捷運站進行轉乘，除尋找適當位置設置自行車停車場外，鄰近捷運車站步行範圍(500 公尺甚至 800 公尺)內均應佈設人行道，將人行道及自行車道與大眾運輸場站進行串聯，以人本交通為考量，增進綠色運輸網絡的連結。

1.建構完整綠網

為提升綠色運具使用率，區內各級道路應確保人行道、自行車道與公車路線串聯之連續性，聯外交通則確保臺鐵、捷運與公車之連結，另應配合市政建設擇定適當區域設轉運站，提供公車、城際客運等大眾運輸工具轉運接駁服務並保持其發展彈性。

2.創造舒適空間

建築退縮可為自行車道與人行道預留發展與擴充空間，使其形成連續且完整綠色運輸系統路網。

(1)原有沿線已有部分利用道路兩側帶狀空間，留設綠帶與人行設施，未來其他車站周邊服務範圍可以利用帶狀空間建立綠色運輸獨立綠廊，並劃設為非機動型綠色運輸專用道，使人、車分流，兼顧舒適及安全性。

(2)新訂都市計畫區、都市更新地區、非都市計畫區等地區可於土地使用管制中明定建築退縮範圍，並以建蔽率相關規定提供開放空間，配合建築退縮空間使用，利用建築退縮留設空間，充分作為行人專用道、自行車專用道等綠色運具專用路權使用。

(五)轉乘優惠措施規劃

為提升大眾運輸使用率除配合相關轉乘規劃及轉乘票證優惠方式服務乘客外，應採用捷運轉乘公車或是公車轉乘捷運可享有轉乘優惠，

公車轉乘公車、捷運轉臺鐵、捷運轉城際客運、捷運轉高鐵等旅次納入優惠範圍。

三、公車系統路線增闢與調整

依「大眾捷運法」第 31 條第 1 項規定：「為發揮大眾捷運系統與公路運輸系統之整合功能，於大眾捷運系統營運前及營運期間，在其路線運輸有效距離內，地方主管機關應會商當地公路主管機關重新調整公路汽車客運業或市區汽車客運業營運路線。」

(一)整合地區公車路線

配合都市軌道路網，應檢視既有市區公車、公路客運路線及站位，針對現況公車路線與捷運路線重疊性高、營運效益不佳或公車停靠站位與捷運車站距離過遠或未設置停靠站等之公車路線，進行檢討與調整，調整方式包括路線整併、路線延伸、路線縮短或公車站位調整(包含新增或整併)與捷運端點站後延伸服務之公車路線增闢等，或評估連接鄰近大型公共設施、聚會場所等旅次產生吸引點，新闢公車路線銜接至捷運站，以提供捷運沿線公車與捷運系統整合，達成更有效率的大眾運輸無縫接駁服務。

(二)鼓勵接駁巴士行駛計畫

1.延伸既有公車，以主要的場站為轉運節點，服務周邊社區為範圍，協助新市鎮內各社區的接駁巴士服務路線，以延展大眾運輸服務範圍。

2.鼓勵及協助大型購物商場及重要旅次產生吸引點提供免費接駁服務，擴大商圈及服務範圍。

(三)依據各地方特色或季節性活動推動文化公車、觀光巴士、休閒公車計畫

於週休二日及連續假期，配合地方文化活動主題、觀光遊憩據點特色，及深度導覽解說與遊程安排，以大眾運輸接駁至捷運站方式，規劃各類主題的文化公車、觀光巴士、休閒公車行駛路線，亦可採用招商企劃方式，吸引民間業者投資經營。

四、與其他軌道系統銜接整合

捷運系統運用其大量、快速、便捷之特性結合臺鐵、高鐵等固定班表之軌道系統，將嘗試規劃使不同軌道系統間之票證系統進行整合，亦可配合特定節日及觀光活動，由主辦單位、廠商提出申請，進行活動套票聯賣或一日(數日)票購買優惠活動，鼓勵民眾運用軌道運輸系統參與活動。

五、配合低汙染運具、創造綠色路廊

(一)推廣低污染運具

低污染運具為使用替代能源（Alternative Energy）、可再生能源（Renewable Energy）或不會造成環境影響的綠色能源（Green Energy）亦稱潔淨能源（Clean Energy）之交通工具，本研究建議於人口密集的都市發展地區，補助及獎勵公車業者引進電力、瓦斯或混合動力的公車。

(二)塑造綠色交通舒適路廊

配合捷運線沿線場站規劃，合理調整場站及周邊土地使用內容與強度，重新塑造地區中心意象，提供綠色運具專有路權，配合休閒活動與觀光遊憩據點，廣設自行車道、人行步道。

(三)公共自行車租賃計畫

為落實綠色交通政策,達到減少空氣污染及提升節能減碳效益目的，建議可規劃加強公共自行車租借計畫,配合市政建設,於重要交通場站、轉乘停車場及觀光景點提供自行車租借，自行車使用範圍將可包括觀光景點及市政中心等，亦可擴展至新市鎮社區。

六、智慧型運輸系統、整合大眾運輸資訊

(一)建置智慧型運輸系統(ITS)提升服務品質與到站準點率

應用先進的電子，通信，資訊與感測等技術，以整合人，路，車的管理策略，提供即時(real-time)的資訊而增進運輸系統的安全，效率及舒適性，同時也減少交通對環境的衝擊為智慧型運輸系統的目的，因此為提高旅客使用公車轉乘捷運的意願，先行比照目前臺北市、新北市於公車站位廣設公車到站顯示系統，並研議設置建號誌控制及智慧型運輸系統(ITS)的交通管理手段，提升地區公車到站即時資訊與準點率，同時引進低污染環保車輛，並美化、強化公車站區，改善搭車及候車環境。

(二)大眾運輸場站資訊之蒐集、整合與發布

不同旅行階段其資訊服務內容及發布管道不同，搭乘大眾運輸之旅行過程分為五階段：分別為 1.起點到車站、2.等車、3.乘車、4.轉乘、5.車站到目的地，其中：第 1、第 5 階段資訊由個人化行動設備或路側站牌資訊設施提供；第 3 階段資訊由車內顯示設備提供；第 2、第 4 階段之等車及轉乘資訊則由場站設備提供列車資訊。

例如，目前臺北捷運系統中公共區即設置有公車到站顯示系統，以利民眾轉乘使用。臺北火車站因涵蓋捷運、高鐵、臺鐵、公車轉乘需求，

各種輔助導引牌面及地圖亦於車站中廣為設置。

七、發行跨運具公共運輸月票

(一)推動大眾運輸系統轉乘優惠

以目前臺北地區所執行之轉乘優惠僅有捷運與公車轉乘享有票價優惠，因轉乘優惠有利於擴大電子票證市場規模，另為鼓勵使用大眾運輸、亦可比照臺北地區利用電子票證繳納獲得轉乘停車優惠，後續則可擴大至各大眾運輸系統與計程車、自行車租賃或其他公路、鐵路、客運等保有雙向轉乘優惠或於某限時內連續搭乘公車或捷運亦得比照轉乘獲得優惠。

(二)完備電子票證之交通服務範圍

電子票證的整合與使用量的成長是可預見的趨勢。現況中交通運輸系統包括公路客運、國道客運、臺鐵、高鐵等均已陸續試辦電子票證，後續應逐步擴大電子票證使用範圍，可評估發行多樣化跨運具公共運輸月票，降低乘客使用成本與業者營運成本，逐步實現一卡在手，可於公車、捷運、臺鐵、高鐵乃至於計程車及公共自行車通行無阻的願景。

(三)觀光巴士套票納入大眾運輸系統轉乘優惠

建議於週末假日採一日遊套票結合捷運、公車、公共自行車，鼓勵遊憩旅次使用大眾運輸系統，另更建議擴大套票優惠範圍至遊憩景點與特約商店，提供搭乘大眾運具的旅客較便宜的套票價格。

八、改善弱勢族群運輸服務

因應老年人口及身心障礙者等弱勢族群的運輸需求，現況臺北地區提供之復康巴士，仍呈現供不應求情形，可評估與無線電計程車業者進行結合，由其提供適合車輛進行弱勢族群偏遠地區、運輸需求較低以致大眾運輸無法提供服務或不具經濟效益之地點之接送，以社會福利角度回饋弱勢族群，其服務範圍以民眾通知地點至鄰近之捷運車站為主，並提供較大的優惠供其運用。

九、改善計程車服務品質

計程車為都會區公共運輸系統重要一環，相較一般大眾運輸系統，計程車可提供私人運具之迅速、方便、及戶等優點，其運輸特性介乎私人與大眾運輸工具之間，可輔助大眾運輸路網不足問題。

除建議於各捷運站設置計程車招呼站外，亦可推動上、下午尖峰時段之短程計程車共乘，以捷運站為端點，服務往來新市鎮各社區及各主要景點等據點。

十、票證與費率整合

(一)票證整合

1.推動大眾運輸系統轉乘優惠

目前僅捷運與公車轉乘享有票價優惠，而轉乘優惠亦有利於擴大電子票證市場規模，另為鼓勵使用大眾運輸、引導私人運具利用轉乘停車場，因此建議可以優先推動者可考量採行「捷運、停車、公車」的多向轉乘優惠組合，後續則可擴大至大眾運輸系統與計程車及自行車租賃的雙向轉乘優惠。

2.擴大電子票證之交通服務範圍

在「多卡通」政策實施下，電子票證的整合與使用量的成長是可預見的趨勢。現況中長程交通運輸系統包括公路客運、國道客運、臺鐵、高鐵等均已陸續建置電子票證，後續應逐步擴大電子票證使用範圍，本研究建議可發行多樣化跨運具公共運輸月票，降低乘客使用成本與業者營運成本，逐步實現一卡在手，可於公車、捷運、臺鐵、高鐵乃至於計程車及公共自行車通行無阻的願景。

3.觀光巴士套票納入大眾運輸系統轉乘優惠

建議於週末假日採一日遊套票結合捷運、輕軌、公車、公共自行車，鼓勵遊憩旅次使用大眾運輸系統，另更建議擴大套票優惠範圍至遊憩景點與特約商店，提供搭乘大眾運具的旅客較便宜的套票價格。

(二)費率整合

目前計畫大都僅探討同類運具系統之費率整合、例如不同經營者之公車系統、國道客運系統、鐵路系統均訂定內部之費率系統，未針對跨運具之費率，如捷運系統與公車費率之整合等尚只有作業研擬，即使同屬公車系統，不同地方政府所進行的費率計算方式即不相同，例如臺中公車執行里程計費 (前 10 公里免費)，臺北地區卻是分段收費；進行費率整合並提供轉車折扣給轉車的乘客，希望能增加乘客的便利，降低乘客的轉乘費用以達成鼓勵民眾搭乘大眾運具之目的。根據國外大眾運輸系統費率整合經驗，發現多數系統皆免費轉車或提供一定額度之轉車折扣。

8.2 國內都市軌道運輸系統發展策略

8.2.1 六都軌道運輸系統發展策略

臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市與高雄市等六都都市軌道運輸發展策略，有其共同需面對的問題並採取相近之策略，亦有因都市發展進程與特性不同，所產生需各別面對之問題所衍生出不同之發展策略，分述如下:

一、六都共同發展策略

(一)檢視預定推動報核軌道路線，是否符合軌道系統設置門檻

目前六都皆依照所擬定之都市軌道建設計畫時程，提報各別捷運路線之可行性或綜合運輸規劃報告過交通部審核。建議各地方政府提報計畫前，宜先使用本研究所整理之評估指標，評估所提報路廊推動軌道建設需求性與所選擇型式之合宜性。

(二)研析軌道運輸與其他公共運輸整合方式

有都市軌道運輸的城市，其整體公共運輸發展係以軌道運輸系統做為整體路網發展骨幹。惟軌道運輸主要服務旅運需求大的廊帶，無法滿足旅運上及戶的需求，亦即所謂一個旅次的最後一哩路。因此軌道運輸系統的發展亦應與其他公共運輸方式，包括幹線公車、接駁公車、計程車服務、公共自行車等進行整合，如於各大轉運站或者接駁站，提供大量、快速之綠色接駁如接駁計程車、公用自行車(U-Bike)等服務之概念，提供無縫、快捷、安全的公共運輸服務，可逐步讓都市整體公共運輸路網趨於完備。此外，必須教育民眾了解轉乘服務之概念與使用方式，方可進一步有效提高公共運輸使用意願，進而改變民眾運輸習慣，培養足夠的客源與需求作為永續營運後盾。

另對現行偏遠地區客運服務營運，則可整合軌道與需求反應運輸（DRT）的方式提供服務，以提高效益並節省所需費用。所謂需求反應式公共運輸系統（Demand Responsive Transit System, DRTS），採固定或非固定路線與班表的準大眾運輸服務系統，服務較遠地區或因運輸需求較低以致大眾運輸無法提供服務(或不具經濟效益)之地區，進而擴大公共運輸服務之機能，說明如下：

1.DRTS 之交通運輸角色

- 銜接鄰近城鎮的都市運輸主幹，並可從中型城鎮延伸至鄰近村落或郊區。
- 擴大郊區的服務網路，以取代傳統低班次密度的大眾運輸服務。
- 作為輔助性運輸服務，以取代夜間及假日固定大眾運輸服務。

■ 特定使用者的特定服務。

■ 低密度郊區的運輸服務。

■ 具有利基的都市運輸市場(例如機場接送或共乘服務)。

2.DRTS 之服務型態

服務型態包括固定路線、半彈性路線、彈性路線及全彈性路線，如圖 8.2-1 所示，其中全彈性路線係完全沒有固定起迄點及經安排的特定搭車點，其時間也相當具有彈性，此類路網服務型態可視為可及性最佳之服務方式。另外，若以起迄點數目區分服務型態，則可區分成下列四種：

(1)Many-to-Many：乘客可於營運範圍內任意地點上下車。

(2)Many-to-One，One-to-Many：乘客由多個地點上車，但於同一地點下車，例如接駁服務。

(3)Many-to-Few，Few-to-Many：乘客可於多個地點上車，但下車地點數目相對較少。

(4)Few-to-Few：乘客可於營運範圍內任意地點上下車，但上下車地點數目有適當之限制。

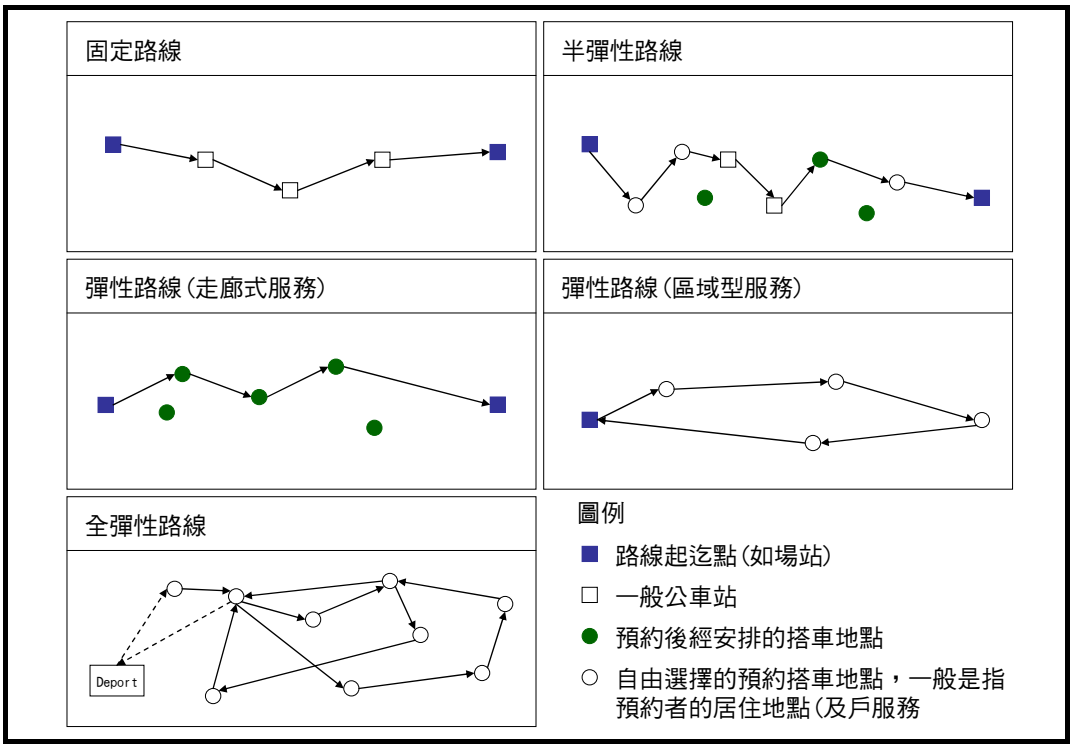


圖 8.2-1　需求反應式公共運輸系統(DRTS)服務路網型態示意圖

(三)考量與臺鐵之競合關係

有鑑於高鐵逐漸成為西部走廊軌道運輸長程旅次主要使用運具，臺鐵為了改變以中、長程運輸為主的運輸型式，期望能於西部走廊，仿效城市軌道運輸系統（即捷運）的 3 大短程運輸特點：車站密集、班次密集、票種單純，以吸引短程旅次，提高載客量。因此六都於規劃都市軌道系統時，應將臺鐵路廊納入考量，分析與臺鐵的競合關係，期望以合作代替競爭，創造雙贏局面。如此除能避免不必要的資源浪費外，亦可以擴展軌道的服務範圍，增進大眾運輸的使用比例。

目前部份六都已營運或規劃中的捷運路網與臺鐵路廊平行，如桃園市捷運橘線、高雄市捷運橘線，如圖 8.2-2 與圖 8.2-3 所示。

臺中市則將臺鐵與都市軌道整合考量，提出臺中山手線之概念，並與臺中市都市軌道路網整合，各自服務不同特性之旅次，創造雙贏之契機，如圖 8.2-4。

圖 8.2-2　高雄市捷運路網與臺鐵關係圖

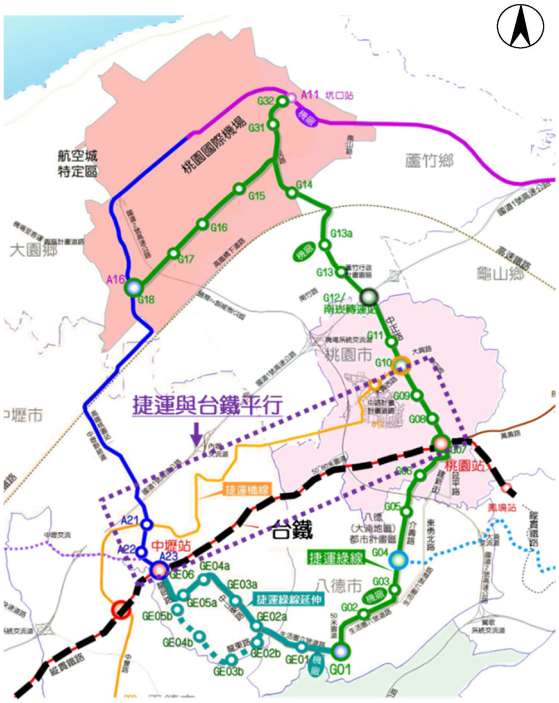


圖 8.2-3　桃園市捷運路網與臺鐵關係圖

圖 8.2-4　臺中市都市軌道與臺鐵整合願景圖

(四)構建智慧型軌道運輸系統

軌道運輸系統設置通訊或號誌控制等系統，是較早應用資訊科技與智慧化科技的運輸系統，隨著網路、資訊，甚至能源等科技不斷更新演進，國際軌道智慧化趨勢是朝向「Smart Rail」發展，在追求「高速」、「節能」、「可靠」的目標下，配合科技發展與市場需求趨勢，於旅客資訊系統(PIS)、貨物資訊系統、安全監測系統、通信系統、票務系統、分析系統朝向智慧化發展。

依照軌道運輸發展特性，軌道智慧化可朝向以下面向發展：

- 「智慧運輸管理系統」（Smart Transportation Manangemnet System）

包含資源分配與績效管理及智慧化調度指揮系統

- 「智慧列車控制與安全系統」（Smart Train Control Safty System）包含行車安全與營運控制、先進號誌控制系統、監控與資訊擷取系統
- 「智慧化旅客資訊服務系統」（Smart Traveler Information System）包含乘客資訊與服務系統、先進軌道通信系統、軌道資訊網路系統(多媒體資訊、娛樂解決方案、網路連接解決方案)
- 「智慧化緊急救援系統」（Emergency management System, EMS）包括列車自動監測與診斷系統、地面監測與診斷系統、自然災害診斷系統與環境控制系統
- 「電子付費系統」（Electronic Payment System,EPS）則分為自動收費系統與智慧型票務
- 「智慧化貨運管理系統」（Smart Freight Management Sysetm,AFMS）包括貨物追蹤與管理運用

軌道運輸系統智慧化利用先進的管理決策、通訊、自動控制的技術，透過對於資訊的蒐集、處理、傳輸與高度共享，使得軌道運輸系統不論行車保全、列車控制、乘客資訊系統、票證系統、列車行車監控上都有革新與升級。發展 IRS 的目的，在於提升軌道運輸的安全、效率、環保與服務品質，以保持軌道運輸事業與其他運具之競爭性。

(五)推動符合永續經營之軌道系統

近年來，「永續發展」(Sustainable development)已成為全球發展最重要課題，強調文明發展與環境生態共存，「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」亦規定大眾捷運系統於規劃階段應提出營運永續計畫書。

永續發展應考量環境、經濟效益與財務等之永續，推動策略詳述如下:

1.環境永續

(1)減少環境層面衝擊

A.公害防治

- ■ 規定營運中電聯車最大噪音量
- ■ 營運中電聯車對鄰近建築物噪音與振動防治
- ■ 噪音與振動防治規劃
- ■ 規劃降低施工噪音
- ■ 維修機廠及變電站噪音與振動之控制

■ 場站水電應具備污水處理設施、油脂截留器並定期清理，排水管確實接入污水處理設施或污水下水道。

B.二氧化碳減量

■ 車站及出入口屋頂結構採鋼結構或空間桁架設計，除可達輕巧造型亦可達減少混凝土使用量

■ 高架橋設計採造型輕巧混凝土構件如於短跨度採斷面小箱型梁、長跨度採斜張橋或鋼橋等，以達減少混凝土使用量。

C.環境調和度

建築及景觀應尊重環境地貌與生態，提出符合地區、生活、文化之規劃。

D.減災與防災

■ 設備維修計畫提出緊急應變運轉計畫、安全維護計畫及沿線災害偵測設施配置計畫，就防火、防洪、防汛、防震及緊急疏散、運轉等整體安全事項提出完善規劃。

■ 規劃路線緊急逃生構想。

■ 車站規劃提出車站消防安全及防災構想。

E.經營維護指標

■ 車輛、號誌、供電、通信、機廠維修設備及軌道規劃低維護管理之設備。

■ 車站規劃提出低維護管理之建材。

(2)維持生態層面策略

A.環境綠化及復育指標

建築景觀減少對現有植栽破壞並選擇適合綠化樹種。

B.生態工法應用指標

土建規劃中納入以生態為基礎水土保持，落實生物多樣性保育之生態工法理念，如跨河段。

C.保水性指標

建築景觀規劃中，就橋下區域涵養水份不足問題提出規劃構想，以提高保水性。

(3)節省資源再利用方法

A.水資源利用及節水指標

車站水電規劃採用下列方法：

- 採用節水器材：輕軌機廠之衛生設備皆應採用具省水標章之產品。
- 設置雨水儲集利用系統：為達到水資源的有效利用，輕軌廠、站考量規劃雨水儲集再利用系統，作為廁所沖洗及花圃植栽等灌溉用。

B.能源使用效率及節能指標

規劃用電最佳化計畫，含節能、再生能源與可持續性能源利用等相關計畫。建議可於屋頂設計時納入太陽能光電板之規劃以供給車站夜間照明，建築外觀節能部份，廠站建築可提出阻隔輻射熱之設計對策，如採用低輻射玻璃等。

C.照明節能規劃部份

- 機廠照明節能應規劃採用高效率燈具，如：電子式安定器、高反射塗裝之螢光燈或複金屬燈、鈉氣燈以節省能源，尤其在輕軌廠、站空間等挑高空間，應採用高投光效率的複金屬燈，能兼顧照明品質與節能之功效。
- 機廠採自然採光設計，同時利用分區開關控制、自動晝光節約照明控制系統及紅外線控制等功能。
- 車站照明亦採自然採光設計，因站體採輕巧簡潔設計，除必要性盡量減少照明配置。

D.最少土方及棄土處理指標

於土建規劃中進行借土砂石料源調查規劃及剩餘土石方處理規劃，對於開挖及回填土方提出最小開挖量、挖填方平衡及棄土處理等計畫。

(4)綠色材料利用指標

於土建規劃中提出綠色材料，及再生之建材，如鋼材、玻璃等。

2.經濟效益永續

捷運系統是一項投資成本龐大的公共工程，其建設必然會對政府財政造成相當大的衝擊，但透過捷運系統的營運，對於整體社會也會帶來相當程度的效益，因此對於捷運系統的建設並不能只看營運的財

務層面，還必須要將捷運系統所產生的經濟效益加以分析。依據交通部運輸研究所民國 99 年進行的「研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」內容，建議以淨現值、益本比與內生報酬率作為評估捷運系統建設與營運的經濟效益永續性指標。在各指標計算項目的部分，則以捷運系統的生命周期成本、時間成本節省、行車成本節省、肇事成本節省、減少空氣汙染、減少二氧化碳排放等做為計算項目。地方政府於推動都市軌道建設時，建設計畫應參考前述經濟效益永續性指標，作為是否推動之參考。

3.財務永續

財務永續性評估乃為判斷計畫財務是否可行並達系統財務永續經營的依據，然其考量之面向與評估之指標繁多，適合作為永續發展評估者應具備下列特性:

- 是否考量所有現金流量
- 是否考慮貨幣時間價值
- 是否符合價值相加法則
- 是否可作為互斥方案的評估決策

考量符合上述特性，並參考交通部運輸研究所「研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」研究報告內容，建議地方政府推動軌道建設時以自償率、經營比與償債比例做為評估捷運建設與營運是否達到財務永續發展之目標。各指標功能敘述如下:

指標	指標功能
自償率	1.分析整體計畫的財務可行性，以判斷建設該計畫究竟能否有財務盈餘。 2.分析民間參與之可行性。 3.判斷公私部門的出資比率，以確定營運單位與政府部門必須負擔之建設成本數值。
經營比	1.分析在扣除建設成本的條件下，系統營運的財務狀況是否能收支平衡。 2.當系統在自償率表現不佳，但仍需考慮建設捷運系統時，可以此為最後的判斷依據。 3.若計算出之系統營運後財務狀況可達收支平衡，在自償率表現不佳時，政府可考慮出資興建
償債比率	1.證明營運後營運單位有能清償相融資銀行借貸的的債務本金加利息。

(六)配合政府之軌道產業政策

臺灣軌道產業長期過度仰賴國外廠商，採購與維修成本高。國內軌道車輛與機電系統採購長期以來大都採取國際標，大部份標案皆由國外廠商得標，苦於國外廠商不願將車輛系統的關鍵技術移轉給我國廠商，臺灣的軌道產業努力了 20 多年，仍停留在組裝、代工階段。

因此地方政府於推動都市軌道建設時，若能配合政府之軌道產業政策，將有助於國內軌道產業發展，另亦可降低本身採購與維修營運成本，是一雙贏的策略。

以新北市為例，新北市淡海輕軌由臺灣車輛股份有限公司與德國福伊特公司(Voith Engineering Service)跨國合作，依據規範共同設計、製造、測試並取得德國第三公證單位南德公司的驗證，完整導入車輛設計與系統整合能力，進行關鍵技術轉移，協助國內建立自主的軌道車輛工業與零組件供應鏈，目標在 2025 年將輕軌零組件國產化推展至 50%以上。新北市政府希望藉由淡海輕軌國車國造計畫推動，打破國內軌道產業長期受外商壟斷系統技術的現況，協助國內廠商取得輕軌車輛製造的關鍵技術，包含模組化車體、100%低底盤、轉向架、牽引動力與儲能裝置，同時培養軌道專業人才，扶植國內軌道工業，讓國內輕軌系統朝向單純化、最佳化、本土化目標前進，有效降低建置、營運及維修成本，也可確保後續系統擴充的相容性，新北市未來整體輕軌路網系統將共用一座五級維修機廠，建置面積約可節省 88,000 平方公尺，可降低機廠維修設備採購費用約 12 億元，各路線的備品與耗材也因機電系統單純化可彈性調度，列車維修費用預估一年約可省下 2,400 萬元。另淡海輕軌列車全車在臺灣組裝，國內廠商逐步掌握關鍵技術與設備規範後，可於國內挑選適合的零件供應商，或配合國內研究單位協助廠商開發，協助國內建立自主的軌道車輛工業、零組件供應鏈與培育相關生產技術人才，創造就業機會，目前初步規劃國產化項目為車體結構、車內空調、客室玻璃、客室座椅、車上燈具、駕駛臺、轉向架框等，預期可創造國產化產值至少新臺幣 38 億，後續營運維修商機達 30 億元以上，若將其他縣市輕軌電車建設及後續維運費用納入，國產化商機將可達 144 億元以上。

未來各縣市軌道建設可參考新北市做法，將軌道技術深耕臺灣，除可培育相關生產技術人才，創造就業機會與國內生產產值外，亦有助於軌道產業的永續經營。

二、六都個別發展策略

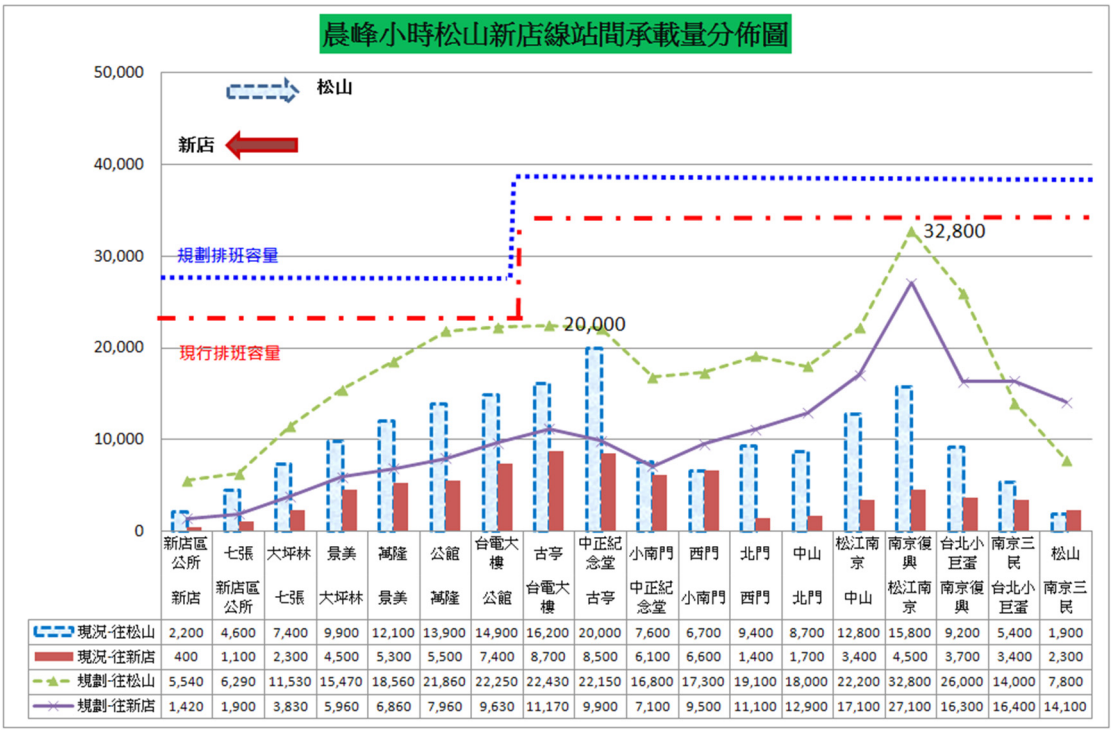
(一)臺北市

1.檢視路廊結構，是否尚有符合設置門檻之路線需求

臺北市都市軌道路網已漸趨成熟，然隨著都市的更新與發展，旅次的產生與吸引型態或許會有改變，應定期檢討此改變使否會產生新的旅運需求，透過本研究所提出的門檻，判斷是否有因而衍生新的都市軌道路廊。

2.檢視已營運路線營運狀況，回饋往後之路線規劃

臺北市從 1996 年木柵線、1999 年雙十路網至 2014 年完成五線路網，至今已逾 20 年，規劃與營運都市軌道的經驗非常豐富，也是國內營運里程與載客數最多的城市，透過分析都市軌道過往規劃的成果與現況差異比較，應可以由分析結果，改進未來對於新的都市軌道之規劃正確性，使得都市軌道的選擇更切合所需。除此亦可提供正在發展都市軌道的其他城市規劃參考。臺北市捷運局目前亦已針對各路線逐一檢討，圖 8.2-5 為檢討松山新店線站間運量預測與現況之差異分析。



	新店區公所 新店	七張 新店區公所	大坪林 七張	景美 大坪林	萬隆 景美	公館 萬隆	台電大樓 公館	古亭 台電大樓	中正紀念堂 古亭	小南門 中正紀念堂	西門 小南門	北門 西門	中山 北門	松江南京 中山	南京復興 松江南京	台北小巨蛋 南京復興	南京三民 台北小巨蛋	松山 南京三民
現況-往松山	2,200	4,600	7,400	9,900	12,100	13,900	14,900	16,200	20,000	7,600	6,700	9,400	8,700	12,800	15,800	9,200	5,400	1,900
現況-往新店	400	1,100	2,300	4,500	5,300	5,500	7,400	8,700	8,500	6,100	6,600	1,400	1,700	3,400	4,500	3,700	3,400	2,300
規劃-往松山	5,540	6,290	11,530	15,470	18,560	21,860	22,250	22,430	22,150	16,800	17,300	19,100	18,000	22,200	32,800	26,000	14,000	7,800
規劃-往新店	1,420	1,900	3,830	5,960	6,860	7,960	9,630	11,170	9,900	7,100	9,500	11,100	12,900	17,100	27,100	16,300	16,400	14,100

圖 8.2-5　檢討案例-松山新店線站間運量預測與現況之差異分析

3.協助國內軌道事業經營與技術發展

臺北市捷運至今已營運通車 20 年，累積了相當多的知識與經驗，可以協助國內其他城市都市軌道的經營與技術發展，以提升其規劃、興建與營運維修效率，包括:

- 路線車站規劃設計
- 資產管理作業機制
- 路線延伸新舊系統整合經驗
- 軌道系統介面整合與測試
- 票證系統技術與創新商業模式
- 電聯車的延壽與翻新技術
- 維持列車運轉高可靠度之行政、組織、維修與運轉管理作為
- 節能減碳之相關措施
- 氣候變遷影響營運的風險管理
- 捷運系統興建的土地開發與利用

(二)新北市

1.研提新北市整體都市軌道路網

新北市目前的都市軌道主要都是配合整個臺北都會區的發展，且是以臺北市的發展與需求為主要考量，較少顧及新北市本身都市與產業發展需求。也因此路網結構偏向滿足臺北市與新北市間之運輸需求。新北市各分區間軌道系統服務狀況如表 8.2-1 所示。由該表可知新北市軌道運輸反映下列狀況:

(1)新北市各區與臺北市間

- 目標年新北市行政區中與臺北市間運輸廊帶，每日總旅次超過 20 萬者，皆有捷運與臺北市直接連通。包括板橋、中和、三重、新店、永和、新莊、汐止、土城、淡水與蘆洲，顯示捷運路線符合運輸需求分布型態。其中聯通汐止與臺北市間的捷運汐止民生線屬規劃中路線，其餘則皆為現已營運捷運路線。
- 目標年無法便利使用捷運與臺北市聯通者，多屬新北市外圍城鎮，人口較少，走廊旅次量亦不足以支撐捷運系統，應檢討如何提供適當之大眾運具。包括三芝、金山、萬里、石門、石碇、坪林、平溪、雙溪、烏來與貢寮等。

表 8.2-1　新北市各行政區間捷運路線服務狀況

	板橋	中和	永和	土城	樹林	新莊	泰山	五股	三重	蘆洲	林口	八里	淡水	三鶯地區	新店	汐止
板橋		環狀一	環線+中和	*板土線*	板土+萬大	環狀一	機場線+環一	環狀二	環狀二	環狀二	機場+環一	X	*板土+淡水*	板土+三鶯	1.環狀一 *2.新店+板南*	X
中和	環狀一		*1.中和線* 2.萬大線 3.南北線	萬大線	萬大線	1.萬大線 2.環狀一	機場線+環一	環狀二	環狀二	環狀二	機場+環一	X	*中和+淡水*	X	1.環狀一 *2.新店+中和*	1.南北+汐民 2.中和+汐民
永和	環線+中和	*1.中和線* 2.萬大線 3.南北線		萬大線	萬大線	萬大線	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1.南北+汐民 2.中和+汐民
土城	*板土線*	萬大線	萬大線		萬大線	萬大線	X	萬大+環二	萬大+環一	萬大+環二	X	X	*板土+淡水*	三鶯線	1.萬大+環一 *2.新店+板南*	X
樹林	X	萬大線	萬大線	萬大線		萬大線	萬大+環二	萬大+環二	萬大+環二	萬大+環二	X	X	X	X	萬大+新店	X
新莊	環狀一	1.萬大線 2.環狀1	萬大線	萬大線	萬大線		機場線	環狀二	*1.新莊線* 2.機場線	環狀二	機場線	X	*新莊+淡水*	X	1.環狀一 *2.新莊+新店*	新莊+民汐
泰山	機場線+環一	機場線+環一	X	X	萬大+環二	機場線		五股泰山線	1.機場線 2.五股泰山線	五股泰山線	機場線	X	X	X	X	X
五股	環狀二	環狀二	X	萬大+環二	萬大+環二	環狀二	五股泰山線		1.五股泰山線 2.環狀二	1.五股泰山線 2.環狀二	五股泰山+機場	X	機場+淡水	X	環狀二	X
三重	環狀二	環狀二	X	萬大+環一	萬大+環二	1.新莊線 2.機場線	1.機場線 2.五股泰山線	1.五股泰山線 2.環狀二		*1.蘆洲線* 2.五股泰山 3.環狀二	機場線	X	*蘆洲+淡水*	X	1.環狀二 *2.新莊+新店*	新莊+民汐
蘆洲	環狀二	環狀二	X	萬大+環二	萬大+環二	環狀二	五股泰山線	1.五股泰山線 2.環狀二	*1.蘆洲線* 2.五股泰山 3.環狀二		環二+機場	X	*蘆洲+淡水*	X	1.環狀二 *2.蘆洲+新店*	蘆洲+民汐
林口	機場+環一	機場+環一	X	X	X	機場線	機場線	X	機場線	X		X	機場+淡水	X	機場+環一	X
八里	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		八里線	X	X	X
淡水	*板土+淡水*	*中和+淡水*	X	*板土+淡水*	X	*新莊+淡水*	X	機場+淡水	*蘆洲+淡水*	*蘆洲+淡水*	機場+淡水	八里線		X	*新店淡水線*	*淡水+汐民*
三鶯地區	板土+三鶯	X	X	三鶯線	萬大+三鶯	萬大+三鶯	X	X	X	X	X	X	X		X	X
新店	環狀一	環狀一	X	X	X	環狀一	X	環狀二	環狀二	環狀二	X	X	*新店淡水線*	X		X
汐止	X	1.南北+汐民 2.中和+汐民	1.南北+汐民 2.中和+汐民	X	X	新莊+民汐	X	X	新莊+民汐	蘆洲+民汐	X	X	*淡水+汐民*	X	X	

(2)新北市境內

A.新北市境內區間旅次，尚有約 11 處區間廊帶於使用捷運上較不直捷，其中以三峽樹林與鶯歌樹林二區間旅次最為不便。

B.新北市境內主要都心間，可歸納如下問題:

- 八里區現況與其他都心間缺乏捷運路網聯繫，目標年亦僅有八里延伸線，因此需透過下列方式銜接其他捷運路線，堪稱不便。
  - ■ 以八里延伸線銜接淡海輕軌與淡水線銜接整體捷運路網，需二次以上轉乘，且搭乘距離長。
  - ■ 依新北市交通政策白皮書構想，連接捷運蘆洲線，再銜接整體捷運路網，惟與蘆洲線之間應配置適當之公共運輸。
- 汐止與淡水區因地理區位關係，與新北市其他核心區間使用捷運聯繫均須透過至少一次轉乘。
- 三鶯地區，現況軌道運輸僅能依靠臺鐵與其他核心區連繫，目標年亦僅增加三鶯線，且尚須透過轉乘其他捷運線。
- 中和、永和、土城、樹林、新莊等新北市主要核心城市，需俟捷運萬大線與環狀線通車營運後始有較便捷之捷運可使用往來於其他核心城市。
- 永和板橋區間，雖可經由轉乘一次捷運互為聯通，然因永和板橋間距離不遠，而使用捷運之轉乘站位於臺北市，相對而言搭乘捷運較為彎繞。另土城新店、三重土城等區間亦有同樣之問題。

基於上述之分析結果，新北市有必要依都市發展願景，在現有都市軌道架構上，研提整體都市軌道路網與使用之技術型式。

2.考量規劃路線與興建中系統關聯

新北市目前都市軌道建設中，淡海輕軌施工中，三鶯線與安坑輕軌發包設計興建中，考量軌道運輸資源之有效整合運用，例如共用維修機廠、維修備料統一採購等。後續規劃興建之路網，應考量既有的系統特性，從都市軌道網路的觀點，整體統合考量。

3.對人口密度低之都市外圍地區服務考量

新北市幅員廣大，各行政區間人口密度相去甚遠。鄰近都心行政區間因人口密度高，自有軌道運輸發展空間，然對於都心外的區間，應考量配合都會區之都市軌道運輸發展，採用不同於人口密度高的核心區的策略。例如改善既有軌道系統的服務，如臺鐵。另因都市外圍

地區運輸需求不高，不符合軌道運輸可於短時間提供大量運能的特性，因此或可考量採用較有營運彈性的運具，如 PRT、GRT 或召撥公車。

(三)桃園市

1.檢討桃園市整體捷運路網

桃園都會區都市軌道發展計畫完成於民國 97 年(桃園都會區大眾捷運系統路網評估暨分期發展計畫)，距今已約 10 年，10 年來桃園都會區已歷經不少變化，這些變化於當初研擬整體路網時尚未考量，如升格為直轄市、航空城發展計畫(規劃有輕軌系統)、都市計畫通盤檢討、捷運藍線延伸(中壢八德段)改為綠線延伸，捷運棕線考量用單軌系統等，凡此都顯示桃園地區有必要針對整體都市軌道路網重新檢視，以建構符合桃園都會區發展並兼顧綠色運輸、永續營運的都市軌道系統。

2.考量規劃路線與興建中系統關聯

桃園捷運藍線(機場捷運)餘 106 年 3 月完工通車，捷運綠線也進入設計階段，目前桃園市推動中的軌道運輸包括捷運棕線與綠線延伸段(中壢八德段)。同新北市相同，都市軌道發展策略應考量軌道運輸資源之有效整合運用，例如共用維修機廠、維修備料統一採購等。後續規劃興建之路網,應考量既有的系統特性,從都市軌道網路的觀點，整體統合考量。

3.對人口密度低之都市外圍地區服務考量

依據桃園市區域計畫，桃園市未來發展，以均衡區域發展治理之角度,北都心以桃園區為領航者;東都心以大溪區、龍潭區發展重點；南都心以中壢區為發展核心；西都心則以航空城為重，四大都心各有一個發展核心，以確實達成區域治理均衡發展之目標。如圖 8.2-6 所示。四都心間因人口密度高，自有軌道運輸發展空間，然對於都心外的區間，應考量配合桃園都會區之都市軌道運輸發展，採用不同於人口密度高的核心區的策略。例如改善既有軌道系統得服務，如臺鐵。另因都市外圍地區運輸需求不高，並不符合軌道運輸可於短時間提供大量運能的特性，因此或可考量採用較有營運彈性的運具，如 PRT、GRT 或召撥公車。

圖 8.2-6　桃園市都市空間發展構想

(四)臺中市

1.檢討臺中市整體捷運路網

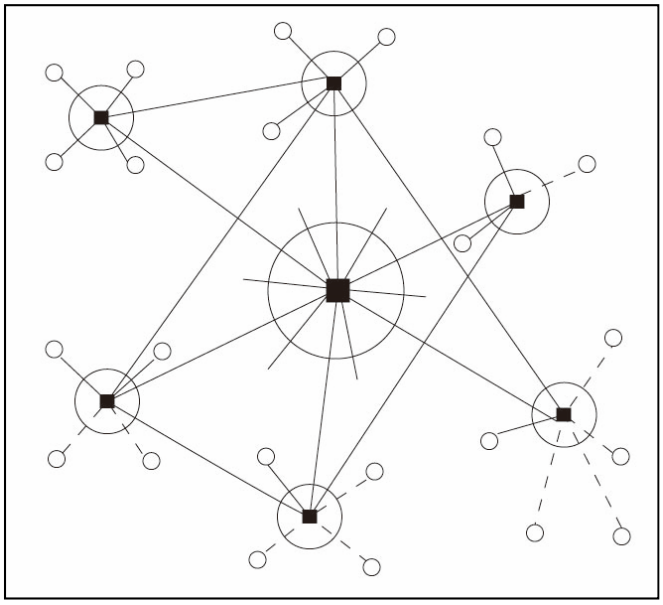
「臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線建設計畫」業於民國 93 年 11 月奉行政院核定，於民國 96 年完成基本設計，修正計畫亦於民國 98 年 5 月奉行政院核定，並自民國 98 年 10 月起進行先期工程，預定 107 年試營運，預計 109 年通車。鑒於捷運系統的運能需藉由路線與路線的有效接軌串連，始能發揮整體路網最大的運輸效益，因此，臺中市政府在臺北市政府捷運工程局協助下，於民國 98 年 10 月完成「臺中都會區大眾捷運系統路網檢討規劃」報告。除捷運烏日文心北屯線(綠線)已開始興建施作外，捷運藍線與捷運綠線延伸彰化已進行可行性研究。有鑑於臺中市目前正進行後續路網的擴充規劃，因此應該重新檢視過去的路網研究規劃報告，善用本研究所研提各項指標，以構建適當的臺中市都市軌道路網。

2.考量規劃路線與興建中系統關聯

臺中市捷運綠線(烏日文心北屯線)目前施工中，捷運藍線與捷運綠線延伸彰化已進行可行性研究，都市軌道發展策略應考量軌道運輸資源之有效整合運用，例如共用維修機廠、維修備料統一採購等。後續規劃興建之路網，應考量既有的系統特性，從都市軌道網路的觀點，整體統合考量。

3.對人口密度低之都市外圍地區服務考量

臺中縣市合併後，臺中市具明顯之市中心區(Urban)與郊區(Suburb)，發展都市軌道運輸上應有所不同之策略，相同地反應在大眾捷運路網規劃也應有所不同。此外，參考 Cervero R.(1998) 4 種捷運城市類型，臺中市的都市發展型態可歸為混合型(如圖 8.2-7)，有一發展主核心，外圍有多個發展次核心，主核心與次核心之間距一段距離且發展密度低。因此臺中市都市軌道的推動應配合臺中市多核心之都市發展架構。



資料來源：Cervero R., “The Transit Metropolis: a Global Inquiry”, Washington, D.C.: Island Press, 1998.

圖 8.2-7　混合型都市發展型態

(五)臺南市

1.研提整體都市軌道路網

2014 年，臺南市政府完成臺南捷運路網規劃，臺南市政府交通局並宣布「4 年內，將啟動第一條先進運輸系統」，採單軌捷運系統型式建置，旋即進入優先路網及系統型式的擇定及可行性研究階段。

而在臺南市政府進一步評估之後,於2016年8月提出了由以綠線、藍線、橘線、紅線、黃線、棕線、紫線、粉線、墨綠線、綠線延伸線、藍線延伸線、紅線延伸線等九主線三延伸線共十二條、長約 200 公里的捷運路網，如圖 8.2-8。分優先路網、第二期路網及未來路網等三期路網方式建置，並擇定綠線、藍線為優先路網。

上述路網宜先依本研究研提之評估指標，檢視其合宜性，包括路廊與系統型式，以確定未來臺南市都市軌道系統架構。

圖 8.2-8　臺南市捷運整體路網

2.研析合適系統型式

臺南市是六都中唯一未有已營運或建設中的都市軌道系統城市，另與其他城市相較臺南市普遍路幅較窄，街廓短的特性，另臺南市為

文化古都，並以傳統美食著名，吸引國內外觀光客，因此在路線與系統選擇上應該有不同於其他城市的考量。

3.參考國內已營運系統經驗

他山之石可以攻錯，如前述臺南市是六都中唯一未有已營運或建設中的都市軌道系統城市，因此有眾多其他都市的案例與不同系統的規劃、興建與營運經驗可供參考，因此臺南市應積極參與並瞭解各縣市都市軌道系統狀況，從中汲取與建立適合臺南市的都市軌道發展方向。

(六)高雄市

1.檢討整體都市軌軌道路網

高雄都會區大眾捷運系統第一期發展計畫路網包括紅、橘、藍、棕四線及延伸至大寮、屏東、岡山等路線。其中紅、橘兩線已於 80 年經行政院核定為第一期第一階段建設路線，並於 97 年底完工通車。至於其他未核定路網，業經高雄市政府捷運工程局分別於民國 89 年辦理「高雄都會區大眾捷運系統長期路網運輸規劃」及 94 年辦理「高雄都會區大眾運輸系統工程計畫長期路網規劃作業顧問服務」，針對後續高雄都會區大眾捷運整體路網發展進一步探討與規劃，且已完成研提 15 條長期路網，惟於民國 100 年底高雄縣市合併後，考量都會區因產業發展與人口遷移之改變，應重新檢視高雄都會區之都市軌道網路，以因應都市發展。

高雄市政府亦已體會此必要性，因此於 104 年重新檢視與修正高雄都會區大眾捷運系統整體路網，並已報部備查。修正後路網除第一期路網外，另規劃 16 條都市軌道(如圖 8.2-9)，後續優先推動六條初步評估可行之路網，包括都會延伸環(黃線)、鳳山本館線(藍線)、民族高鐵線(青線)、蓮潭本館線、中華雙鐵線與燕巢線，系統型式為輕軌。上述路網宜先依本研究研提之評估指標，檢視其合宜性，包括路廊與系統型式，以確定未來高雄市都市軌道系統架構。

2.檢視已營運路線營運狀況，結果回饋往後之路線規劃

高雄市是國內除臺北市外，目前唯一具規劃與營運都市軌道的經驗，建議透過分析都市軌道過往規劃的成果與現況差異比較，改進未來對於新的都市軌道之規劃正確性，使得都市軌道的選擇更切合所需。除此亦可提供正在發展都市軌道的其他城市規劃參考。

3.不同軌道系統間之整合

依據高雄市大眾運輸後續路網推動計畫，所採取之型式以輕軌與 BRT 為主，因此可以預見未來高雄都會區會有兩種以上的大眾運輸型式。因此未來都市軌道發展應考量不同系統間之整合問題包括完善的

轉乘方式、不同型式軌道系統票證整合。另高雄環狀輕軌第一階段即將通車營運，未來以輕軌為主的後續路網與環狀輕軌間，是否考量軌道運輸資源之有效整合運用，例如共用維修機廠、維修備料統一採購、營運維修人員共用等。凡此皆應及早確定，以利後續計畫推動。

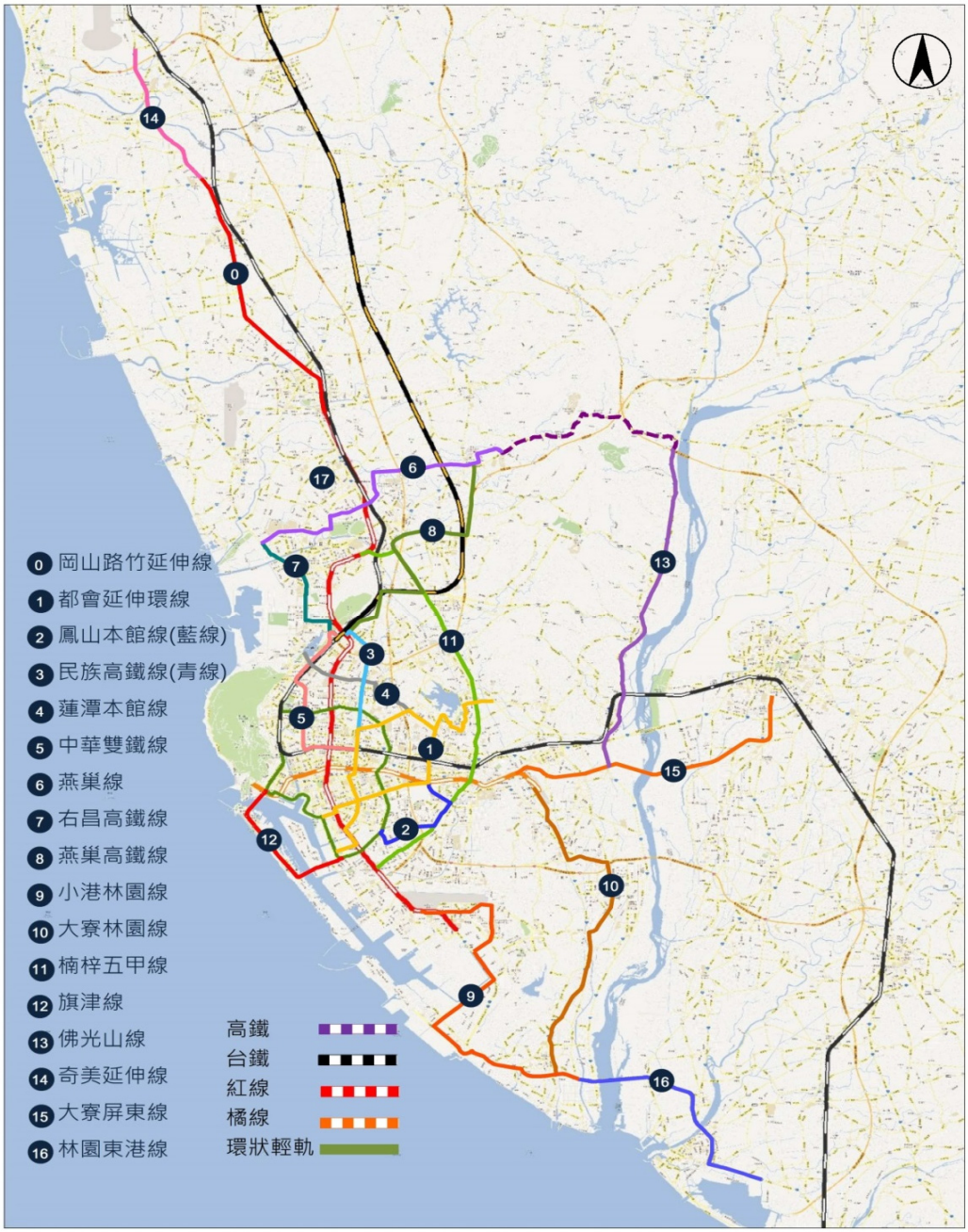


圖 8.2-9 高雄市捷運整體路網

8.2.2 六都以外都市軌道運輸系統發展策略

一、公共運輸使用情況

依據交通部統計處民眾日常使用運具狀況調查結果，臺灣各都市近 5 年公共運輸工具使用比例如表 8.2-2。各都市中，六都之都市公共運輸使用比例普遍較其他縣市高。

依據「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」，符合該要點申請的條件之一為過去五年公共運輸佔每日通勤運輸比例數至少百分之五以上，各縣市中，未符合此條件者包括雲林縣、臺東縣、花蓮縣、嘉義市等四個縣市。非六都都市中以基隆市之公共運輸使用比例最高，為33%，其次為新竹市的 8.1%，再其次為新竹縣的 7.8%。

表 8.2-2 臺灣各都市近 5 年公共運輸使用比例

	104年	103年	102年	101年	100年	5年平均
臺北市	37.4	37	37.5	38	37.7	37.5
基隆市	33.7	32.4	33.5	33	32.4	33.0
新北市	31.4	31.1	28.8	27.3	26.1	28.9
桃園市	13	14.1	12.7	12.5	12	12.9
臺中市	10	10	8.3	8.9	8.9	9.2
新竹市	8.7	8.3	7.8	8.2	7.6	8.1
高雄市	7.9	8.2	7.2	8.2	8.1	7.9
新竹縣	7.8	8.3	9.1	7.4	6.4	7.8
宜蘭縣	7.6	5.8	7.7	7.6	6.5	7.0
苗栗縣	6.6	7.9	7.8	7.2	6.6	7.2
彰化縣	6.1	5.4	4.5	7.5	7.5	6.2
屏東縣	5.9	6.2	5.3	6.1	6	5.9
澎湖縣	5.8	6.9	6.6	5.9	5.8	6.2
臺南市	5.5	5.4	5	5.3	5.3	5.3
雲林縣	5.3	4.9	4.5	4.9	4.9	4.9
嘉義縣	5.2	5.6	6.1	4.8	4.7	5.3
南投縣	4.5	5.6	5.6	5	4.9	5.1
臺東縣	4	3.6	3.7	4	4.5	4.0
花蓮縣	3.7	4.9	4.4	3.7	3	3.9
嘉義市	3.7	3.7	3.5	3.2	3.4	3.5

二、都市人口密度

都市軌道運輸的發展通常構築於較高密度的人口，如此才能發揮軌道系統高運能效益，也因此藉由足夠的本業收入使該軌道建設符合永續經營理念與綠色運輸之內涵。表 8.2-3 為臺灣各都市人口密度相關統計結果。由表可知有都市軌道系統的都市(六都)，其人口密度明顯要高於無都市軌道的其他都市。另因六都幅員廣大，不同行政區人口密度差異頗大，此結果反應於其各行政區人口密度標準差值高於其他都市，顯示人口有聚集於都會精華區域

之趨勢，如此也發展出有利於都市軌道發展的人口分布條件。

六都以外都市，以基隆市與新竹市平均人口密度稍高，其行政區最高人口密度分別達 10,777 人/平方公里與 9,484 人/平方公里，且其各行政區人口密度標準差大，顯示具備擁有人口密集之運輸廊帶之可能性，可視為具都市軌道系統發展潛力之城市。

其他城市則因人口平均密度低，且各行政區人口密度標準差小，顯示擁有人口密集之運輸廊帶之可能性較小，因此較不具軌道運輸發展潛力。其中彰化縣較為特殊，雖人口平均密度稍接近或高於六都，但其行政區最高人口密度僅 3,577 人/平方公里，遠低於六都具較高人口密度之行政區。又因彰化縣各行政區人口密度標準差小，顯示其人口分佈平均，不具集中性，較不利都市軌道之發展。

表 8.2-3　臺灣各都市人口密度分析表

區域別	人口數(人)	土地面積(平方公里)	人口密度(人/平方公里)	行政區最高人口密度	行政區最低人口密度	人口密度標準差
新北市	3,970,644	2,053	1,934	39,450	19	10,408
臺北市	2,704,810	272	9,951	27,555	4,538	8,047
桃園市	2,105,780	1,221	1,725	11,936	31	3,117
臺中市	2,744,445	2,215	1,239	21,606	10	6,457
臺南市	1,885,541	2,192	860	14,078	52	3,575
高雄市	2,778,918	2,952	941	26,288	5	7,143
宜蘭縣	458,117	2,144	214	6,382	8	1,793
新竹縣	542,042	1,428	380	3,647	18	992
苗栗縣	563,912	1,820	310	2,388	10	743
彰化縣	1,289,072	1,074	1,200	3,577	275	812
南投縣	509,490	4,106	124	1,419	12	397
雲林縣	699,633	1,291	542	1,156	194	275
嘉義縣	519,839	1,904	273	867	13	245
屏東縣	841,253	2,776	303	3,113	86	644
臺東縣	222,452	3,515	63	973	5	225
花蓮縣	331,945	4,629	72	3,595	6	968
澎湖縣	102,304	127	806	1,792	369	-
基隆市	372,105	133	2,803	10,777	961	2,935
新竹市	434,060	104	4,168	9,484	1,400	3,320
嘉義市	270,366	60	4,504	4,937	4,076	431

三、六都以外都市軌道發展策略

由前述都市之人口密度與公共運輸使用比例分析可知，六都以外都市多

數都具有人口密度低且公共運輸使用比例低的都市特性，因此較不宜冒然發展軌道政策,一方面運量不足將導致軌道建設資源浪費,財務上也無法永續，將造成地方政府財政上嚴苛的負擔，另一方面若無法符合「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」中所規定中央補助門檻，地方財務恐無法單獨負擔軌道建設龐大的建設成本。

對於該類都市建議其軌道發展策略如下:

(一)建立便利公車系統

公車系統是最為人所熟悉，亦是所有都市中通勤、通學甚至城際間之往來不可或缺的基本公共運輸系統，其營運方式具有固定或半固定之運輸路線、停車站及行駛時間，其服務地區較大，能同時服務較多人，將來若引進都市軌道系統時，並可輔助該軌道系統集散旅客之功能。目前各都市皆有公車服務，惟可能因為班次不密集、路線彎繞、沒有專用路權、會受紅燈停等時間影響、乘客上下車時間較長以及上車付費方式較為耗時等，因此無法提升使用率。於發展都市軌道前，應著手建立便捷公車系統，培養民眾使用大眾運輸習慣，以為軌道建設之基礎。

(二)鼓勵大眾運輸系統之利用

有了便捷的公車路網後，應加強鼓勵民眾使用大眾運輸系統，以減少對私有運具之依賴，逐步培養民眾使用大眾運輸習慣，提高公共運輸使用比例，除使其符合「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」中所規定中央補助門檻外，亦將增加未來都市軌道建設財務上與永續經營的可行性。

(三)提供舒適的步行及居住空間

主要目的為以都市設計銜接步行及大眾運輸系統，鼓勵都市步道系統的友善設計。此乃因步行是人類最基本的運輸、移動方式，係不需仰賴其它運具即可獨立完成之運輸行為，且其移動路徑極具彈性、無需耗費任何運具停放時間或等待上下車時間等特性，因此當移動距離在 500 公尺範圍內，步行系統是具有較大之優勢之移動方式。但其也容易會被外力因素如安全、舒適等原因影響使用率，因此對步行系統設置須考量之相關需求條件包含：

- 步行安全性（Pedestrian Safety）
- 步行安穩性（Pedestrian Security）
- 步行方便性（Pedestrian Convenience）
- 連續性（Continuity）
- 舒適性（Comfort）
- 系統一致性（System Coherence）

■ 吸引力（Attractiveness）

(四)建立大眾運輸導向之都市發展

目的在引導生活及經濟活動返回市區，減少蛙躍式發展，促進市中心更新。此乃有鑑於近二十年來由於小汽車過度使用、交通問題和環境污染亦趨嚴重，加上永續發展之觀念逐漸受到重視，許多國家開始推行大眾運輸導向都市發展（Transit-Oriented Development, T.O.D.）之規劃方式(如圖8.2-10)，TOD 主要就是倡導 3D 概念，緊密都市發展(Density)、混合土地使用(Diversity)，與都市設計(Design)，將混合的使用配置於適於步行的環境中，使居民與在此工作者很容易藉由大眾運輸系統、自行車、步行與小汽車，達成運輸目的，藉以減少私人運具的運用、降低環境污染及社會成本，以高效率之大眾運輸系統為都市主幹，落實大眾運輸優先觀念，以鼓勵搭乘大眾運輸，另一方面則抑制私人運具使用，降低民眾對自用小汽車的依賴，以期創造高品質之都市環境，達到永續都市發展之目的。落實 TOD 效益的配套措施整理如表 8.2-4。

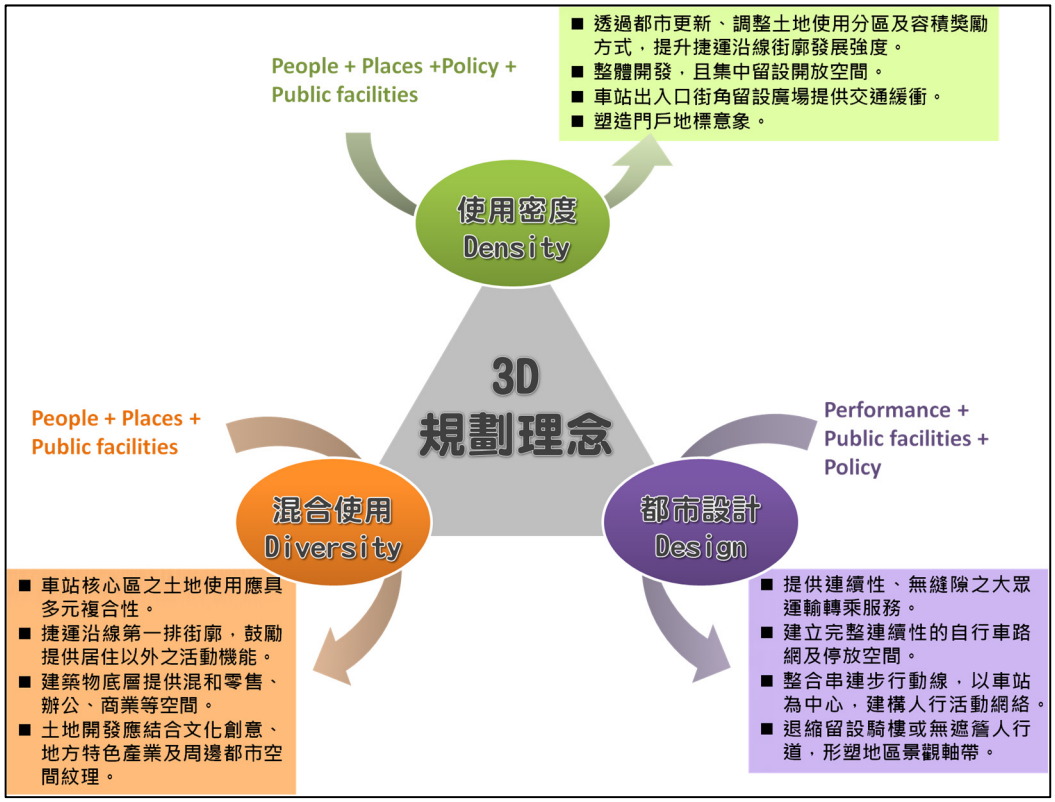


圖 8.2-10 TOD-3D 之土地開發規劃理念示意圖

表 8.2-4　落實 TOD 效益的配套措施

配套措施類別	TOD 效益落實配套措施
土地使用密度 (Density)	‧ 引導商業土地使用開發於大眾運輸廊帶，以達到運輸效率與產業發展的雙重目標，應以大眾運輸車站為中心，愈接近車站，愈提高商業土地使用密度，使都市成為由數條「經濟與運輸」走廊共構而成。 ‧ 公、私合作開發車站周邊之不動產，建築設計應配合周圍地區進行高強度開發，為使其具有地區核心之實質與象徵意義，容積獎勵則為誘導私部門參與公共設施的具體實惠措施。 ‧ 提高大眾運輸走廊之土地使用密度，促使大眾運輸成為主要的運輸工具，其基本要素就是要有足夠數量的人在車站附近居住或工作。其中「增加密度」，居住密度愈高，則大眾運輸服務越頻繁。因此，須於大眾運輸車站周邊提高土地使用強度，並向外逐漸減少密度。 ‧ 建立區位效率貸款，促進車站周邊的開發與再投資，依據美國的實施經驗，設立「區位效率貸款」機制，位於大眾運輸廊帶地區，銀行可提高貸款金額供其開發時所需利用之資金。 ‧ 發展總量之監控，評估區內發展總量為限制過度開發之首要工作，從容受力的概念下，某一地區於一定期間內，在不影響其環境與生活品質的情況下，所能容納的最大人口增量，並予以管制其土地開發之區位、時序、速度、總量及品質，以確保都市發展能夠在環境、設施、經濟、社會與感官容受力下適量適時的成長。 ‧ 建立都市診斷機制：隨時進行土地開發、環境衛生、景觀品質、公共設施、公共安全等問題之監測診斷，建立地區環境病歷表，作為都市政府機動解決問題及施政優先順序之依據。 ‧ 車站周邊建立容積獎勵，基於社會效益觀點，考量外部環境限制條件，包括交通衝擊與公共服務設施限制，並滿足開發商最低投資報酬率情況，以找出最適容積獎勵額度，一方面維持開發商參與意願，另一方面則避免對外部環境造成衝擊。
混合土地使用 (Diversity)	‧ 多重目的之土地利用模式，臺灣先天優勢環境即是零售服務便利，運用此優勢加強車站周邊土地商業多元化，創造街道活力，使行人感到舒服的步行環境。 ‧ 混合土地使用與密度設計策略實施的同時，尚須考量到整體不動產環境趨勢與變化，並評估不動產市場所產生的開發型態與活動量，以提高實務運作的可行性。 ‧ 環境相容與使用關連之混合土地使用，TOD 策略中，「環境相容」與「使用關連」的混合土地使用，能減少單程使用者之通勤旅次，並增加公共交通運輸系統與減少私人運具的使用，進而減低空污染，所謂的「環境相容」與「使用關連」的混合土地使用，係以大眾運輸路網為土地使用混合區位，以各種活動量依據站區發展定位進行土地使用的和諧混合，以提高大眾運輸節點周邊的活動量，增加各種土地使用連結的便利性。 ‧ 發展地區特色，只需一點點的創造力，車站就足夠成為社區的焦點，雖然目前

配套措施類別	TOD 效益落實配套措施
	許多捷運沿線車站已有設計概念，但它的設計卻看不出社區特色，設計應能夠結合社區居民的文化、意見，使其車站成為社區的一部份，形成認同感。 · 以市場導向之規劃原則擴大市場選擇，以規劃管制的手段企圖引導開發活動至規劃的區位，以避免影響環境生態系統，又能提供多元混合的住宅型態與寧適環境，必須有開發業者的配合。隨著人口結構與經濟能力之改變，消費者對住宅市場產品之偏好也在改變。 · 高密度發展型態下的住宅供給類型往往較難符合購屋者之需求，以致智慧型成長方案必須企圖改變產品設計，並規劃市場需求的區位，兼顧不同社會地位及所得階層之偏好與購屋能力，以市場需求導向規劃適居性的環境，擴大市場選擇，以獲得購屋者、開發者及環境保護者共同支持。
都市設計 **(Design)**	· 透過都市設計進行內都市商圈再造，改善市中心環境品質，改造購物商圈，建構可及性高而便利的交通系統，提供誘因與稅賦減免方案，以吸引商務投資，提昇就業機會，以及豐富宜人的休閒地點，提高都市的適居性，以吸引中產階級回居。 · 棋盤式的街道型態，棋盤式的街道是 TOD 的基本概念，是為了方便每條道路都能與大眾運輸系統相連結。 · 土地開發整合 BOT 方式、都市更新、聯合開發與中央政府各項計畫的資金補助，以確保其發展的可行性。 · 建物入口和車站之間的距離應最小化，臺灣大多數建築物是以顧客為主而設計的，就是以汽車到達門口的服務。建築物設計不只用來滿足開車者，而更應是大眾運輸的搭乘者、行人和騎自行車的人。 · 提供一個便利的步行連結系統，TOD 的路網最基本的是提供行人和騎自行車的人可以便利到不同目的，從事各項活動，正是臺灣道路設計最缺乏的。 · 提供通過大樓的連接，臺灣早期由於缺乏開放空間設計的概念，建物連接緊密，行人必須沿著大樓邊緣走更長的距離到達目的地。 · 大眾運輸與地景，街樹和其他形式的地景提供了一個愉悅的緩都市環境。臺灣地區的步道可混入自然特徵於設計中，使街景更有生氣。街樹種植在人行道和道路之間，可以緩衝行人和車輛，也提供行人夏天可以遮蔭的地方。 · 引進新都市主義之觀點，以維護都市內部環境品質：結合都市設計與建築藝術進行都市環境的改造。從「人」的日常行為設計為出發點，建立安全、多樣、適和步行的社區。

8.3 國內軌道運輸系統產業發展策略

軌道運輸系統為現代化大眾運輸工具，具有安全、可靠、準點、低污染等優點，過去十餘年來臺灣的軌道系統已有大幅的進展，包含臺鐵、高鐵與捷運等，逐漸形成軌道運輸幹道網路。展望未來，國內的軌道市場將有新的建設及既有系統的維修作業,仍然有相當的成長空間,而全球的軌道產業市場亦正快速成長中。以下就幾個重要議題進行探討。

8.3.1 訂定國家未來短中長期的軌道運輸系統發展策略

國內各級政府均積極爭取興建都市軌道運輸系統，惟須衡量都市人口及運量是否能夠支撐，因建議未來 5 年、10 年、15 年甚至 20 年的軌道產業發展策略如下:

一、短期發展策略

1.成立國內軌道技術研究暨驗證中心

2.盤點國內軌道運輸產業

3.培植成立符合國際標準之認證實驗室

二、中期發展目標

1.訂定國家國內軌道運輸產業發展策略

2.發展符合國際之標準及規範

3.培養軌道人力資源庫

4.優先培植軌道運輸亮點產業

5.培植國際鐵路品質標準認證廠商進入國內外軌道運輸產業供應鏈

6.籌組軌道運輸供應鏈聯盟

三、長期發展目標

1.與國際接軌成為國內外軌道運輸產業供應商

2.與國際大廠合作軌道人才海外輸出

3.由國內之軌道運輸聯盟爭取國內外整廠輸出

8.3.2 成立國內軌道技術研究暨驗證中心

臺灣目前對於在承商或是企業界的軌道工程人才，沒有一套完整或是標準的在職技能教育管道，通常都是透過興建中的專案或是於平常的維修作業中，進行在職技能教育，當進行作業熟練至某個程度後，卻沒有一套完整的認證制度可以選出或是評斷個人的技能發展程度，造成人才及技術能力的浪費。

對於國外廠商的設備或產品，常常發生國外的設備或產品出廠時提供瑕疵品，而國內沒有專業的研究中心或認證機構可以提出證明，產生相關爭議的處理時間更是曠日廢時，若能成立專業的研究中心或認證機構，亦可做好把關的工作。

建議參考國際鐵道工程師協會(Institution of Railway Signal Engineers)標準、英國 NSARE(The National Skills Academy for Railway Engineering)或國內的技師或技術士認證方式或制度，區分出設計、測試及維修…等認證方式，建立人才資料庫及個人認證制度，並提供雇主求才參考及個人進入職場的職能證明。

推動「軌道技術研究暨驗證中心」未來可達成之目的及功效如下：

(一) 支援軌道監理檢查作業，強化軌道監理作業；

(二) 建立訓練檢定專業機構，提升營運公共安全；

(三) 設置軌道測試檢驗中心，建立產品驗證認證能力；

(四) 支援產業技術研發能量，降低國外技術依賴。

8.3.3 國內軌道產業技術移轉建議

參考交通部臺灣鐵路管理局 104 年廉政平臺交流座談會會議記錄中顯示，依據國家發展委員會的政策決定，臺灣鐵路管理局進行 104 輛區間電聯車採購時，必須要進行技術移轉，藉以培植國內的產業結構，提高國內的產業的自製力，要能夠達到百分之 68 的標準(包含列車後續之維修及保養作業)，但是對於技術移轉予國內的廠商抑或移轉予臺灣鐵路管理局尚待討論，對於臺灣的軌道運輸技術轉移能力部分已逐漸形成共識。

臺灣應建立一套以運量、都市人口及興建成本等綜合評量機制，作為採用高運量、中運量或輕軌建設之依據，再於招標文件中載明技術移轉之比例，可以採合作成立一家新公司或尋找臺灣具有軌道產業背景廠商合作方式，建議列為審查之依據或評分標準,可以提高國內軌道技術水準、增加生產力與競爭力，此外還可將有限資源作更有效的利用，活絡本土產業及刺激就業市場。

建議未來國內參考內日本及中國方式，於建設都市軌道系統或投標及採購時，要求統包商或廠商達到符合比例原則之技術移轉比例或成立一個技術移轉公司或管理機構，建議參考國發會之建議逐年提高至 68%之比例。除接收國外相關軌道技術專利及統一管理國外移轉之軌道方面的技術，未來則是有機會向國外輸出，並且逐步提昇國內軌道產業之技術能力及自製比例，避免向國外購買價格昂貴之零組件。

8.3.4 軌道運輸技術研發之供需

我國於軌道運輸已有超過百年的歷史，然而由於工業能力與市場誘因不足，因而並未完全掌握軌道系統之重要技術能力。國內廠商生產之軌道相關產品，大都是為了因應軌道事業單位維修需求，屬於技術層次較低之零組件而非整合性高之系統。再者，國內尚無負責統籌軌道系統安全與品質之專責單位，缺乏安全與品質一致性要求，因此軌道系統採購多為採購單位於合約內要求廠商出具檢驗測試報告及驗證之相關證明文件。亦因國內未具有檢測及驗證能力之機構，以致國內軌道產業難以發展，而需仰賴國外技術。

建議參考日本鐵道技術標準檢討會（鐵道局、RTRI）或是 IRIS (International Railway Industry Standard 國際鐵路行業標準）制定標準規範；辦理軌道運輸產品認證業務。藉由測試檢驗及驗證能力的建立，整合國內具發展或優勢之項目，繁榮國內軌道產業市場。

一、產業結構與規模

依據社團法人中華軌道車輛工業發展協會會員資料顯示，國內較大規模之軌道車輛修造業工廠家數僅有台灣車輛、唐榮車輛等少數，主要原因在於本產業並非熱門產業，無法吸引多數業者參與。

除修造主要廠商外，另生產製造相關零組件或附屬設備的中小型廠家則約有一百多家，但其中大多數廠家係以產製其他產業為主，軌道車輛產業僅為其附屬產品，且多為本產業中較次要的零組件或附屬設備。由於軌道產業本身對進口的依賴性太高，不易吸引相關廠商參與，致使產業發展緩慢，而沒有太大的變化性與發展前景。

另外就產業結構方面而言，過去因唯一的市場為國營的臺灣鐵路管理局，而臺灣鐵路發展又受到自然地理因素的限制，在條件不良的環境下，產業結構需求和供給之間雖維持相當的穩定與平衡，但沒有變化也缺乏競爭的動力。

近年臺北、高雄都會區大眾捷運系統的路網擴充、臺灣南北高速鐵路的興建營運、以及各縣市軌道運輸系統的建設計畫，擴大市場需求以提升產業發展之可能性大增。此項發展雖能為本產業帶來商機，惟為有效維持產能的利用率，在市場規模仍屬有限的情況下，部份產業仍有賴多角化經營以分散設備、人力閒置的壓力，部份產品並須尋求外銷出口的可能性，以擴大生存空間。

二、車輛零組件發展需求

依「財團法人金屬工業研究發展中心」所進行的研究成果，國內軌道車輛零組件發展需求大致可歸納如表 8.3-1 所示。其中註明「首要發展項目」者，係指國內該項技術發展已臻成熟，可不假外求，「次要發展項目」則尚有賴國外的技術移轉：

表 8.3-1　車輛零組件發展需求

系統別	首要發展項目	次要發展項目
車廂	牽引緩衝裝置	車體聯結器
轉向架	避震器、軸箱、車軸	框架、橡膠彈簧、牽引桿、防搖桿捲簧、空氣彈簧
內裝材料	座椅、車窗玻璃、風檔、壓條	車門、自動門機、扣件、拉釘、裝潢飾板、衛生設備
電氣設備	交流發電機組、電瓶充電系統、平滑線圈	高壓礙子、真空斷路器、主變壓器
動力設備	減速齒輪箱	牽引馬達、VVVF 變頻器
煞車系統	煞車機構	煞車碟片、煞車塊、煞車缸
附屬設備	鼓風機、低壓馬達、空氣壓縮機	空調系統、電車線

資料來源：本研究整理。

三、廠商技術能力發展需求

依「財團法人工業技術研究院」IEK 中心機電運輸研究組所進行的研究，以軌道車輛種類來說：

(一)在動力機車方面，國內尚無設計製造能力，惟中鋼公司已於 1995 年引進德國 SCHOMA 公司之工程用機車之製造技術，並承攬臺灣鐵路管理局、東部鐵路工程局動力工程車之採購案，獲致品質優良的評價。

(二)在電聯車方面，國內具備半組裝(Semi Knock-Down)的能力，唐榮公司曾在臺北捷運淡水線組裝 12 輛電聯車、中鋼公司也在執行臺北捷運工業合作計畫之下，獲得組裝 108 輛電聯車的實際工程經驗。依半組裝的模式，設計與零組件均由得標之國外廠商提供，若能結合國內研發機構及產業界共同投入，國內對電聯車實具有研究開發及試驗生產之潛力。

(三)國內發展輕軌電車將進入另一新的里程碑，新北市政府淡海輕軌案由中鋼公司與旗下聯鋼營造結合台灣車輛及國內外系統廠家統包承攬輕軌線工程，如國內生產製造車輛通過實車測試，進入商業運轉，則我國軌道車輛工業的發展將大步邁進自產能力。

(四)在無動力客車方面，唐榮公司具備耐候鋼車體製造能力，曾承製郵政車、通勤客車、冷氣車、莒光號車、柴油客車等。車輛製造技術較先進的不銹鋼及鋁合金車體組裝則尚未具備完整的設計、製造能力，不過唐榮公司在 1998 年執行臺鐵 66 輛柴聯客車(DMU)工業合作計畫時，獲得自日本車輛株式會社不銹鋼車體組裝技術。2002 年，唐榮鐵工廠將旗下鐵路車輛部門分出，與中國鋼鐵以及日本的日本車輛、住友商事等四家公司合資組成台灣車輛股份有限公司繼續生產鐵路車輛，近年更已進入臺鐵、捷運及輕軌電車車體製造市場。

(五)在貨車方面，國內技術成熟，唐榮公司、亞太隆剛公司及臺灣機械公司均有能力承製。

(六)以軌道車輛相關零組件來說，表 8.3-2 為經濟部工業局軌道車輛工業合作推動小組針對我國軌道車輛工業技術能力所作的分析，依機械、電氣及號誌通信將零組件分成三大類，並將技術層次分成 A、B、C、D 四級。

表 8.3-2　軌道車輛工業技術能力分級

A 級	廠商技術成熟，具備完全自主設計、製造能力，可在國內直接生產
B 級	由國外廠商提供技術圖說或基本設計，再交由國內廠商設計、製造、安裝
C 級	曾有類似產品生產經驗，引進國外技術移轉給國內廠商，即可製造、安裝
D 級	國內無設計製造能力，須由國外直接進口

四、軌道系統研發之市場

目前國內鐵路設備產業大都以維修零組件自給自足為導向，技術層級較低的車輛內裝品已可完全自製，其他包括轉向架、風檔、門板等零組件也已具備生產能力，臺鐵以及林鐵等軌道營運單位，為使用此類產品之大宗；高鐵及捷運由於技術的專屬性，因此於國內採購零組件之數量尚屬極少。

- 若軌道產業發展能以國內軌道系統之自給自足為起步，逐漸茁壯，未來可期進一步跨向國際爭取海外市場，創造國家經濟產值。建議未來應建立一套完整由上而下的都市軌道運輸系統產業發展策略，應從「法規規範」、「發包策略」、「產品認證」、「人才培育」、「技術移轉」、「產業發展」、「產學合作」七個方面著手，逐層逐級建立一套完整的發展體制，在引進或興建都市軌道運輸系統的同時，逐漸發展出一套適合臺灣自己的都市軌道系統，除了可以大幅降低興建成本，未來在維修時則可以減少向國外採購昂貴零組件之窘境，未來如果由國內廠商自行生產符合標準及規範之零組件，除了可以大幅降低採購成本，並且提昇國內的軌道產業技術能力，希望達到以下目的：

  1.建立國家級軌道及產業標準，並與國際標準接軌。

  2.擴大國內軌道產業經濟規模吸引廠商投入。

  3.要求國際大廠必須採購或委由國內廠商生產製造符合標準之零組件及要求進行技術移轉。

  4.避免發生使用非認可之其他組件衍生的責任歸屬問題。

8.4 小結

本章節研析我國都市軌道運輸系統發展策略，探討引入都市軌道運輸系統對都市公共運輸整合策略之影響，研提六都及其他中小型都市軌道運輸系統規劃與永續發展策略，以及國內軌道產業發展之短中長期策略。

一、軌道發展與公共運輸整合策略

(一)引入都市軌道對都市共運輸之影響

臺北都會區捷運系統整體路網通車後，先進、便捷、安全、穩定、舒適特性，成功移轉道路交通使用者，並為民眾生活帶來更多的便利、舒適、甚至幸福感。

高雄都會區由於尚未形成整體路網，與當地旅次特性之差異，運量或運具轉移效益未如預期快速展現與臺北都會區相同之結果，惟配合高雄市興建環狀輕軌、對整體公車路網之檢討、公共自行車之建置，透過整體公共運輸整合發展之策略，高雄民眾運具選擇習慣已逐漸改變。

(二)都市軌道與公共運輸整合策略

都市軌道與公共運輸之整合策略包括調整各運具角色定位、轉乘介面整合、各公共運具本身服務形式調整、新科技的運用、融入綠色運輸的精神、對弱勢族群的照顧與票證與費率的整合等。

二、國內都市軌道運輸系統發展策略

(一)六都軌道運輸發展策略

臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市與高雄市等六都都市軌道運輸發展策略，有其共同需面對的問題並採取相近之策略，亦有因都市發展進程與特性不同，所產生需各別面對之問題所衍生出不同之發展策略。研擬整理六都軌道運輸共同與各別策略如表 8.4-1 所示。

(二)六都外其他中小型都市軌道發展策略

1.六都以外都市多數都具有人口密度低且公共運輸使用比例低的都市特性，因此應審慎發展軌道政策。

2.基隆市與新竹市平均人口密度稍高，其行政區最高人口密度分別達 10,777 人/平方公里與 9,484 人/平方公里，且其各行政區人口密度標準差大，顯示具備擁有人口密集之運輸廊帶之可能性，可視為六都外較具都市軌道系統發展潛力之城市。

六都外其他中小型都市軌道發展策略，整理如表 8.4-1。

表 8.4-1 六都及其他中小型都市軌道運輸系統發展策略

地區			策略
六都	共同策略		• 檢視預定推動報核軌道路線,是否符合軌道系統設置門檻 • 研析軌道運輸與其他公共運輸整合方式 • 考量與臺鐵之競合關係 • 構建智慧型軌道運輸系統 • 推動符合永續經營之軌道系統 • 配合政府之軌道產業政策
	個別策略	臺北市	• 檢視路廊結構，是否尚有符合設置門檻之路線需求 • 檢視已營運路線營運狀況，回饋往後之路線規劃 • 協助國內軌道事業經營與技術發展
		新北市 桃園市 臺中市	• 研提整體都市軌道路網 • 考量規劃路線與興建中系統關聯 • 對人口密度低之都市外圍地區服務考量
		臺南市	• 研提整體都市軌道路網 • 研析合適系統型式 • 參考國內已營運系統經驗
		高雄市	• 檢討整體都市軌道路網 • 檢視已營運路線營運狀況，結果回饋往後之路線規劃 • 不同軌道系統間之整合
六都外中小型都市			• 建立便利公車系統 • 鼓勵大眾運輸系統之利用 • 提供舒適的步行及居住空間 • 建立大眾運輸導向之都市發展

資料來源：本研究整理分析。

三、國內都市軌道運輸系統產業發展策略

如 6.2 節所述，本研究分析國內軌道運輸產業發展面臨之問題，並研提軌道產業發展課題與建議發展方向，提出短中長期發案策略如下：

(一)短期發展策略

1.成立國內軌道技術研究暨驗證中心

2.盤點國內軌道運輸產業

3.培植成立符合國際標準之認證實驗室

(二)中期發展目標

1.訂定國家國內軌道運輸產業發展策略

2.發展符合國際之標準及規範

3.培養軌道人力資源庫

4.優先培植軌道運輸亮點產業

5.培植國際鐵路品質標準認證廠商進入國內外軌道運輸產業供應鏈

6.籌組軌道運輸供應鏈聯盟

(三)長期發展目標

1.與國際接軌成為國內外軌道運輸產業供應商

2.與國際大廠合作軌道人才海外輸出

3.由國內之軌道運輸聯盟爭取國內外整廠輸出

第九章　結論與建議

「低碳、樂活、永續」是每個現代化都市的發展願景，鑑於臺北捷運與高雄捷運興建營運後,在發揮疏運交通功能的同時,也改善沿線周邊都市景觀與環境，其他都會區也希望透過都市軌道的興建，提供良好的公共運輸服務，紓解汽機車交通量不斷成長所造成的道路壅塞與空氣品質惡化問題。惟鑒於軌道運輸系統投資成本龐大，若運量不如預期將造成營運虧損，對地方政府亦是財政重大負擔。本研究蒐集國內外軌道運輸系統發展經驗、案例與相關研究文獻，透過定性與定量分析，釐訂都市軌道系統推動相關門檻與評選準則，並針對國內大眾運輸系統推動程序與審議要點及適用法規等研提建議，以提出我國都市軌道運輸系統發展策略，提供中央審議及地方提報軌道運輸系統之參考。相關結論與建議如下：

9.1 結論

一、本研究透過彙整國外都市軌道系統案例，可供我國參考如下：

1.本研究歸納國內外軌道系統自規劃到營運階段包括財源收入等之差異如表 9.1-1 所示。

表 9.1-1　國內外都市軌道系統建置差異彙整表

	我國	法國	日本	美國	英國
規劃建設階段	中央機關、地方政府、民間機構	區域交通委員會 AOTU	政府	各級政府 都會區規劃組織	各級政府 地方規劃組織
經費核定單位	國家發展委員會	國土競爭力與規劃跨部會委員會	國土交通省	聯邦大眾運輸署	交通部
營運單位	地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運	AOTU 委託經營	公營與準公營單位、 私鐵單位	政府、民間機構	政府、 民間機構
興建營運財源	1.票箱收入 2.地方政府負擔興建與營運 3.中央政府只補助興建	1.票箱收入 2.交通稅 3.地方政府負擔興建與營運 4.中央政府只補助興建	一、公營與準公營單位 1.票箱收入 2.地方政府負擔 3.國家政府補助興建與前 6 年之營運 4.附屬事業(出租車站空間與廣告) 二、私鐵單位 1.票箱收入 2.房地產事業 3.周邊產業(百貨公司、飯店等)	1.票箱收入 2.廣告、出租車站空間及停車場收入 3.州政府補助興建與營運 4.聯邦政府只補助興建 5.地方縣級政府資金	1.票箱收入 2.地方政府負擔興建與營運 3.中央政府補助款 4.民間融資提案

資料來源：本研究整理。

2.法國－向轄區內僱員 10 人以上的公私立機構徵收交通稅制度，徵收之後的稅收以用於公共運輸的用途為限，專款專用，實現“取之於社會，用之於社會”的循環理念。

3.美國－聯邦大眾運輸署(FTA)在審核補助計畫之評估準則為計畫的正當性(project justification)及地方政府對自籌款的承諾(local financial commitment)，且必須滿足以下 3 條件，才會設定聯邦補助金額。(1)所有的地方自籌款必須都已承諾而且可以動支。 (2)計畫有關成本、效益、環境及財務衝擊等都已減至最小的程度。(3)計畫必須通過 FTA 所設定的準備度(readiness)以及技術能力(technical capacity)的測驗， FTA 會要求地方政府必須持續透過價值工程的實作，尋求方案以改善計畫效益，俾能隨時獲致可能降低成本的方案。

4.英國－除了中央依據發展政策據以推動各項計畫外，地方亦可根據各自 5 年一期的運輸規劃因地制宜提出計畫需求，並評估計畫效益來向中央申請補助經費或引進民間資金辦理。另每年度亦要求地方於 7 月前提出年度推展報告，說明當年度的執行狀況並檢視是否符合當初制定的內容，作為來年經費補助的考量因素之一。我國可參考英國的做法將滾動檢討機制落實到軌道建設執行單位之相關作法。

二、訂定國內都市軌道系統營運收支出平衡之運量密度門檻

都會區範圍的大小、人口集中的程度、公共運輸使用的習慣，都會影響到捷運建設的需求性和必要性。德國、美國及日本均曾探討以運量密度或人口密度來作為捷運建設是否推動的基本門檻，故為避免捷運建設沒有足夠的運量支撐將來的營運，並造成未來的財政負擔，本研究蒐集臺北及高雄捷運公司營運資料，建立營運收入、支出平衡的運量密度門檻如表 11.1-2，可供未來捷運/輕軌路廊先行檢視其運量是否得以支撐營運成本之參考。爰建議在可行性研究與綜合規劃階段，中間年之運量預測結果，捷運系統(Metro)須達到每日 9,000 人次/公里，中運量捷運運量為每日 6,000 人次/公里，輕軌運輸為每日 3,500 人次/公里。

為避免運量預測的情境過於樂觀，依沿線二側 500~800 公尺，現況的人口數及公共運輸的使用比例，作為潛在的捷運運量。依據臺北捷運與高雄捷運經驗，103 年公共運輸運量約為捷運通車時之 2～3 倍，爰建議現況公共運輸旅客量，捷運系統(Metro)須達到每日 4,500 人次/公里，中運量捷運為每日 3,000 人次/公里，輕軌運輸為每日 1,750 人次/公里。若潛在的運量需求未達到捷運營支比大於 1 的運量門檻，建議應強化該路廊的土地使用以增加活動人口數，或優先發展公路公共運輸來培養運量需求。

表 9.1-2　都市軌道系統發展建議門檻值

項目		重/高運量捷運(Metro)	中運量捷運		輕軌運輸
			AGT	單軌捷運	
達到損益平衡運量密度(人次/公里)	日本捷運統計	12,200	4,300	4,000	2,100
	國內捷運統計	6,719~9,218	4,081~6,089		2,362～3,524
可行性研究與綜合規劃階段軌道運量密度建議參考門檻(人次/公里)		9,000	6,000		3,500
現況公共運輸旅客門檻(人次/公里)		4,500	3,000		1,750

資料來源：本研究整理。

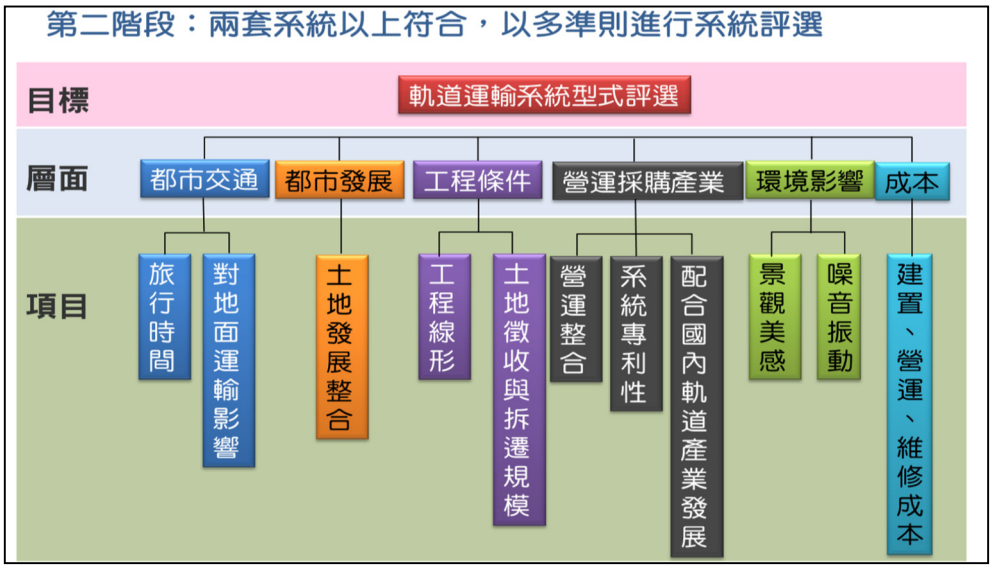
三、以二階段步驟進行都市軌道系統型式選擇

(一)第一階段：路權型式選擇與系統初步篩選

以尖峰小時站間運量 5,000 人次為篩選依據，若大於 5,000 人次則建議採 A 型路權之系統型式；若小於 5,000 人次可考慮採 B 型路權之系統型式，惟 B 型路權須考量占用車道及平交路口影響。

(二)第二階段：系統型式選擇評估

依選定之路權之技術型式，就「都市交通」、「都市發展」、「工程條件」、「營運採購產業」、「環境影響」、「成本」六個層面十二個項目進行多準則評估，以獲得最適之系統型式。



資料來源：本研究整理。

圖 9.1-1　第二階段系統評選架構圖

四、各種都市軌道系統法規適用建議

1.單軌捷運系統

單軌捷運系統運能一般介於每小時單向 5,000~20,000 人次，於規劃、建設、營運、監督階段，均適用大眾捷運法，惟交通部應依大眾捷運法第 24 條之 2 訂定單軌系統建設及車輛製造技術規範。若考量單軌車輛運行時造成的安全風險，未來可配合單軌系統之引進，將單軌捷運系統禁限建範圍之界定方式做特別規定。例如，由捷運設施結構體外緣或車廂外緣起算一定距離，取較大值者為單軌捷運系統之禁限建範圍。

2.輕軌運輸系統(LRT)

輕軌運輸系統運能一般介於每小時單向 2,000~20,000 人次，興建型式具有彈性，一般為平面型式，必要時部分路段亦可興建為高架或地下型式，提高運輸效率。

依據大眾捷運法第三條規定「大眾捷運系統為非完全獨立專用路權者，共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限」。輕軌運輸系統因具有因地制宜特性，得混合使用專用、隔離及共用等路權等型式，就現行法而言，輕軌運輸系統有適用大眾捷運法及公路法之空間，端視其共用路權長度是否達總長度四分之一而定。倘若輕軌運輸系統有超過四分之一路線屬共用路權，則得歸類為有軌電車，適用公路法。

3.公車捷運系統(BRT)

公車捷運系統依交通部科技顧問室辦理之「公車捷運化設計手冊之研究」定義為：「以公車轉運，結合完全專用或部分專用路權以及軌道系統營運方式，提供快速、彈性、低成本的公共運輸服務」。運能一般介於每小時單向 2,000~10,000 人次。

公車捷運系統屬公車及其路線的優化，發展大眾運輸條例之子法「大眾運輸使用道路優先及專用辦法」即提供解決方案。故公車捷運系統似乎並無必要適用大眾捷運法，適用公路法之汽車運輸業規範應更適當合理。

4.個人捷運系統(PRT)及團體捷運系統(GRT)

PRT 系統車輛每車僅約乘坐 2 至 6 人，GRT 系統之車廂較大，約可乘坐 8 至 20 人，運量介於每小時單向 3,200 至 4,800 人次。

團體捷運系統(GRT)及個人捷運系統(PRT) 為全自動無人駕駛，全路線需獨立專用，對其路線長度有所侷限，其運量小、運輸路線短之特性，尚不符大眾捷運系統「大量」、「輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之要件。若屬導引式的 PRT 系統，較接近享有專用路權之公車系統，則適用公路法，無需特別修法。

5.Tram-Train 系統

Tram-Train 系統係輕軌列車進入鐵路路線，而有一部分路線與傳統鐵路列車共用營運路線之系統，此系統雖可解決旅客一車到底的需求，在國內應用時卻必須面臨分段適用二種法規之問題。因此輕軌列車行駛於都市內之輕軌路線時，依其路權型式及運量之不同，輕軌共用路權路段占全線四分之一以下，屬大眾捷運法管理，輕軌共用路權路段占全線四分之一以上，則屬公路法管理(公路法包含路面電車，惟國內尚無援引公路法建置輕軌路線之案例)；行駛於鐵路路線時，則適用鐵路法之規定。短期而言，仍視兩種系統之介面整合、營運維修權責、系統規範及對交通干擾等課題，同步考量相關配套措施。長期而言，則須由交通部依鐵路法及大捷法/公路法審慎研議後，再進行相關整合修訂。

五、軌道發展與公共運輸整合策略

(一)引入都市軌道對都市公共運輸之影響

臺北都會區捷運系統整體路網通車後，先進、便捷、安全、穩定、舒適特性，成功移轉道路交通使用者，並為民眾生活帶來更多的便利及舒適。

高雄都會區由於尚未形成整體路網，且當地私人運具占比較高，捷運運量及運具轉移效益未如預期展現，惟配合高雄市興建環狀輕軌、對整體公車路網之檢討、公共自行車之建置，透過整體公共運輸整合發展之策略，高雄民眾運具選擇習慣已逐漸改變。

(二)都市軌道與公共運輸整合策略

都市軌道與公共運輸之整合策略包括調整各運具角色定位、轉乘介面整合、各公共運具本身服務形式調整、新科技的運用、融入綠色運輸的精神、對弱勢族群的照顧與票證與費率的整合等。

六、軌道運輸系統發展策略

(一)六都軌道運輸發展策略

臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市與高雄市等六都軌道運輸發展策略，有其共同需面對的問題並採取相近之策略，亦有因都市發展進程與特性不同，所產生需個別面對之問題所衍生出不同之發展策略，以下針對共同及個別策略說明如下：

1.共同策略

- 檢視預定推動報核軌道路線，是否符合軌道系統設置門檻
- 研析軌道運輸與其他公共運輸整合方式
- 考量與臺鐵之競合關係

- 構建智慧型軌道運輸系統
- 推動符合永續經營之軌道系統
- 配合政府之軌道產業政策

2.個別策略

(1)臺北市

- 檢視路廊結構，是否尚有符合設置門檻之路線需求
- 檢視已營運路線營運狀況，回饋往後之路線規劃
- 協助國內軌道事業經營與技術發展

(2)新北市、桃園市、臺中市

- 研提整體都市軌道路網
- 考量規劃路線與興建中系統關聯
- 對人口密度低之都市外圍地區服務考量

(3)臺南市

- 研提整體都市軌道路網
- 研析合適系統型式
- 參考國內已營運系統經驗

(4)高雄市

- 檢討整體都市軌軌道路網
- 檢視已營運路線營運狀況，結果回饋往後之路線規劃
- 不同軌道系統間之整合

(二)六都外其他都市軌道發展策略

1.六都以外都市多數具有人口密度低且公共運輸使用比例低的特性，為避免捷運建設沒有足夠的運量支撐將來的營運，並造成未來的財政負擔，因此軌道政策宜審慎評估。

2.基隆市與新竹市平均人口密度稍高，其行政區最高人口密度分別達10,777 人/平方公里與 9,484 人/平方公里，且其各行政區人口密度標準差大，可視為六都外較具都市軌道系統發展潛力之城市。

3.都市軌道發展策略

- 建立便利公車系統
- 鼓勵大眾運輸系統之利用

- 提供舒適的步行及居住空間
- 建立大眾運輸導向之都市發展

七、訂定國家未來短中長期的軌道運輸系統產業發展策略

軌道建設投資金額龐大，牽涉產業範圍廣，且需要較高工業技術與科技，配合政府積極推動興建都市軌道運輸系統情況下，若能結合帶動軌道產業之發展，不僅可促使相關產業升級，並可締造就業機會，帶動國內整體之發展。惟軌道產業發展非一蹴可成，因此本研究訂定國家未來 5 年、10 年、15 年甚至 20 年的軌道產業短中長期發展策略，提供國內軌道產業推動之參考與建議。

表 9.1-3　國內軌道產業短中長期發展策略

期程	發展策略
短期	1.成立國內軌道技術訓練暨研究中心 2.盤點國內軌道運輸產業 3.培植成立符合國際標準及認證實驗室
中期	1.發展符合國際之標準及規範 2.培養軌道人力資源庫 3.優先培植軌道運輸亮點產業 4.培植國際鐵路品質標準認證廠商進入國內外軌道運輸產業供應鏈 5.籌組軌道運輸供應鏈聯盟
長期	1.與國際接軌成為國內外軌道運輸產業供應商 2.與國際大廠合作軌道人才海外輸出 3.由國內之軌道運輸聯盟爭取國內外整廠輸出

資料來源：本研究整理。

9.2 建議

一、本研究由全生命週期觀點，從國內都市軌道運輸於行政審議及規劃、設計興建、營運等各階段，提出重要課題及後續建議調整構想，詳見第六章，茲整理重要建議如下：

(一)整體行政推動與審議程序：建議於地方政府在推動捷運建設前應先完成「大眾捷運系統整體路網評估計畫」，並建立中央審查核定機制，另建議維持「可行性研究」、「綜合規劃」兩階段作業，並調整審議重點，對於各軌道建設計畫之地方政府財源負擔建立持續性的追蹤與修正機制。

(二)規劃作業階段：建議可行性研究與綜合規劃階段規劃作業應有不同審議重點，且考量規劃階段財務評估具不確定性易衍生風險，建議 1.地方政府辦理捷運計畫欲引進新型系統時，應明確交代其系統評選原因、建造與營運維修成本之評估依據、編列方式;2.調整中央補助經費評估方式，

與財務自償率脫鉤，例如依地方政府財力等級、系統路權型式、服務範圍人口數，設定每公里之固定補助金額或補助上限；3.增加地方評估財務計畫收益項來源的彈性，除目前本業收入、車站開發及周邊土地開發收益外，可評估納入以交通政策導引運具選擇之衍生性收益，如檢討捷運車站周邊停車費率、調漲牌照稅或燃料稅等。

(三)設計施工階段：建議辦理方向，包括採購契約管理，包括招標公平性、參與投標廠商是否不足、契約條文合理性與完整性、是否適用分階段採購之契約擴充、廠商履約管理等。配合計畫特性及主管機關需求，應研擬適當之招標方式，以降低、控制設計與施工風險。

(四)營運階段：都市軌道運輸於營運階段之主要工作包括營運機構遴選、營運與財務管理、設施維護管理、營運安全與風險管理、地區整體性交通管理策略，以及規劃階段評估開發財源挹注之落實。

二、軌道建設地下化程度越高，建造成本越高，其次為高架，平面鋪設最為節省，且軌道總建設經費涉及用地徵收費用，徵收面積越大，負擔越沉重，部分用地若無法取得，路線勢必得採取高架或地下通過，也加遽了計畫推動的難度。因此本研究訪談的 8 個地方政府交通主管機關(六都、基隆市及新竹市)，未來在系統的選擇上，多數都考慮平面式的輕軌。建議未來各縣市提出鐵路及捷運延伸路廊，如經評估沿線的土地使用及運量不足以支撐營運及建設的費用，建議：

(1)優先推動公路公共運輸服務，並俟運量需求增加後，再評估路廊延伸。

(2)各種運具適用的條件與時機不同，應考量全生命週期成本審慎評估。

三、目前多數縣市的公路公共運輸網尚未健全，且民眾尚未養成使用公共運輸習慣，致都市公共運輸使用率偏低，難以達到捷運建設的經濟規模，所以即使投入相當大的經費興建都市捷運，公共運輸使用習慣如果沒有改變，捷運運量仍無法提升，衍生營運永續課題。惟地方政府為爭取中央捷運計畫更多的補助經費，對於未來運量預估多過於樂觀。爰本研究提出未來達到營運收支平衡條件下之運量密度(沿線500~800公尺範圍內活動人口現況及未來值)，建議供交通部（高鐵局）後續納入捷運審議機制之參考。

四、軌道運輸系統應充分與公路公共運輸結合，尤其各軌道運輸車站必須提供優質的公路公共運輸服務，具體建構以軌道為主的無縫運輸服務環境，而這些公共運輸使用率提升的職責多在地方政府，所以對於地方政府在規劃期間所提相關公共運輸使用率提升之配套措施（如轉乘接駁設施、交通管制手段、公車路線調整及服務品質提升等），建議交通部應建立機制督導其落實執行。此外，建議地方政府配合都市發展或軌道興建所規劃之相關開發計畫亦應能結合都市計畫及早辦理，以降低運量預測差異的風險。

五、國內都市軌道運輸在規劃審議、設計施工及營運階段遭遇之相關課題，後續

調整建議如下：

1.規劃審議階段

(1)建立「大眾捷運系統整體路網評估計畫」之中央審查核定機制，確立其上位指導性之法定位階及定期、不定期檢討機制。

(2)建議未來將各軌道建設計畫之地方政府財源負擔建立持續性的追蹤與修正機制，促使地方政府重視財源籌措，務實推動運量提升策略及周邊土地開發，避免因輕忽或為報告加速核定而過於樂觀，造成地方政府財政困窘。

(3)釐清「可行性研究」及「綜合規劃」兩階段之審議重點，建議「可行性研究」以達「捷運自償率門檻及中央補助比例」各級政府財力級次之最低門檻值為進入「綜合規劃」階段之指標，不另辦理經費分攤，財務自償率提升策略與詳細經費分攤則於「綜合規劃」階段再行評估處理。

(4)調整中央補助經費評估方式，建議與財務自償率脫鉤，例如依地方政府財力等級、系統路權型式(地下、高架、平面)、服務範圍人口數，設定每公里之固定補助金額或補助上限；依地方推動大眾運輸系統之努力程度，設定可增加之補助金額獎勵；或依其系統選擇型式可鼓勵國內相關產業發展之程度，設定可增加之補助金額獎勵。

2.設計施工階段

軌道建設金額龐大，機電系統多須向國外採購，土建與機電工程介面複雜，故招標方式與契約管理更顯重要。而採取不同招標策略亦會衍生不同風險，建議應配合計畫特性及主管機關需求，研擬適當之招標方式，以降低施工風險。

3.營運階段

考量營運永續性，避免人力重複投入，以及地方政府須負擔各自成立之捷運營運機構，建議可以引入PFI制度(民間融資提案Private Finance Initiative)，如法國與英國採用PFI制度，由建商與營運單位合組的團隊，負責興建與一定期間的營運維護，並且在初期政府並不需投入巨額建設成本，以逐年給付方式，減輕財務之壓力，而且建營合一方式，於建設期間及考慮未來營運之需求，營運的單位在建設期間也可協助處理民意協調等軟性工作，提早與民眾建立良好關係；或是採營運委外或代維修操作的方式，委託國內已有經驗之捷運公司經營，降低營運風險與成本。

參考文獻

一、中文

1. 蘇振維、呂怡青、楊幼文，「城際及都會鐵道運輸政策規劃芻議」，捷運技術第50期，民國104年8月，第23-38頁，臺北市政府捷運工程局。
2. 交通部，運輸政策白皮書，民國101年。
3. 交通建設部門綱要計畫(106～109年)，交通部，民國104年10月。
4. 交通部運輸研究所，蘇振維、劉昭榮等，「軌道運輸系統總體規劃(2/2)-我國軌道運輸系統發展政策之研究」， 2012年。
5. 范植谷、蘇振維等，「都會捷運網政策規劃與績效」，公共治理季刊第2卷第3期，第53-70頁，民國103年9月。
6. 先進公共運輸系統發展計畫(草案)，臺南市交通局，民國103年。
7. 臺北捷運運輸規劃與實際現況之探討，臺北都會區運輸規劃專業技術小組，民國104年。
8. 臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告，臺北市捷運工程局，民國104年6月。
9. 高雄都會區大眾捷運系統都會延伸線(一環二連結)建設及周邊土地開發計畫可行性研究，民國104年。
10. 都市及區域發展統計彙編，國家發展委員會，民國104年。
11. 陳敏，行政法總論，民國 98年9月。
12. 立法院公報第71卷第94期委員會紀錄，第105頁至第107頁，民國73年。
13. PRT系統應用研究及評估計畫，財團法人中華顧問工程司，民國103年。
14. 溫代欣，「觀光鐵道特性之研究」，交通部鐵路改建工程局，民國104年12月。
15. 陳武正，「研析軌道建設計畫經費補助方案」，經濟建設委員會，

民國99年。

16.Regional Commuter Railway System in Japan, 發展區域通勤鐵路系統之國際經驗研討會，民國98年7月1日。

17.單軌捷運系統在台灣應用研究及評估計畫，財團法人中華顧問工程司，民國104年。

18.童筱斐，高雄市市區公車系統發展研究， E-SOC JOURNAL 第107期，民國101年10月。

19.淡水捷運延伸線綜合規劃報告，交通部高速鐵路工程局，民國102年2月。

20.蘇昭旭，世界捷運與輕軌圖鑑，人人出版社，民國98年。

21.桃園都會區大眾捷運系統綠線(航空城捷運線)暨土地整合發展可行性研究，桃園縣政府，民國100年。

22.輕軌系統歐洲參訪報告，台灣世曦工程顧問有限公司，民國100年9月。

23.交通部運輸研究所，研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究，民國98年7月。

24.捷運系統安坑線暨周邊土地開發綜合規劃報告書，臺北市捷運工程局，民國104年。

25.桃園都會區大眾捷運系統棕線(桃園-龜山-迴龍段)暨周邊土地開發綜合規劃報告書，桃園市政府，民國105年。

26.臺灣地區都市引進輕軌運輸系統優先性評估方法之建構，交通部高速鐵路局，民國95年。

27.五股泰山線輕軌運輸系統暨周邊土地開發可行性研究報告書，新北市政府，民國105年。

28.大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點，交通部，民國101年5月30日。

29.2014高雄捷運公司年報，高雄捷運股份有限公司，民國104年8月。

30.漫談捷運工程需用土地之取得方式，臺北市政府捷運工程局，臺北捷運報導，第237期，民國96年。

31.高鐵嘉義站聯外BRT執行方案之檢討與建議期末報告，交通部高速鐵路工程局，民國97年9月。
32.臺北市交通統計查詢系統，臺北市交通局，民國104年11月。
33.新北市交通統計年報，新北市交通局，民國103年。
34.高雄捷運公司年報，高雄捷運公司。
35.高雄市交通局統計年報，高雄市交通局。
36.民眾日常使用運具狀況調查結果，交通部統計處，民國104年。

二、英文

1. Bus Rapid Transit (2002), Energy Foundation.
2. Metro Automation Facts, Figures and Trends：A global bid forautomation: UITP Observatory of Automated Metros confirms sustained growth rates for the coming years.UITP, 24 FEB.(2012)
3. Akira Nehashi(1993), New Urban Transit Systems Reconsidered, A Better Transport Environment for the Next Century.
4. Pushkarev et al.,The Rail Transit Threshold Analysis. (1982)
5. Leroy W. Demery, Jr., J.Wallace Higgins, Michael D. Setty(2005) Traffic Density Thresholds for Rail Transit: A Retrospective publictransit.us Special Report No. 2, February 15, 2005.
6. Erick Guerra and Robert Cervero(2011), Mass Transit & Mass：Densities Needed to Make Transit Investments Pay Off

三、網站

1. Urbanrail.net /http://www.urbanrail.net。
2. 龐巴迪運輸官網 http://www.bombardier.com/en/transportation/projects.html。
3. 仙台地鐵官方網站 https://www.kotsu.city.sendai.jp/subway/index.html
4. 北九州高速鐵道官網

https://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%97%E4%B9%9D%E5%B7%9E%E9%AB%98%E9%80%9F%E9%89%84%E9%81%931000%E5%BD%A2%E9%9B%BB%E8%BB%8A。

5. Robert Schwandl's Urban Rail Blog http://schwandl.blogspot.tw/2016/04/japan-kitakyushu-monorail.html。

6. 多摩市單軌官網 http://www.tama-monorail.co.jp/。

7. SkyscraperCity 網站 http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=998449&page=15。

8. 那霸市單軌官網 http://www.yui-rail.co.jp/index.html。

9. Oki-islandguide 網站 http://www.oki-islandguide.com/getting-here-and-around。

10.Monorailsaustralia 網站 http://www.monorailsaustralia.com.au/urban_monorail.html。

11.古爾鋼捷運官網 http://rapidmetrogurgaon.com/home/index.html。

12.Thehindu 網站 http://www.thehindu.com/news/cities/Delhi/rapid-metro-phaseii-chugs-on-the-fast-track/article7548595.ece。

13.2getthere 公司官網 http://www.2getthere.eu/projects/masdar-prt/。

14.杜拜捷運官網; http://www.rta.ae/dubai_metro/。

15.吉隆坡捷運格拉納再也線: https://en.wikipedia.org/wiki/Kelana_Jaya_Line.。

16.吉隆坡捷運官網 http://www.spad.gov.my/。

17.大邱都市軌道官網: http://www.dtro.or.kr/。

18.O regional 報社網站 http://oregionalpr.com.br/2013/07/entra-em-vigor-reducao-da-passagem-em-curitiba/。

19.溫哥華高架列車官網 http://tripplanning.translink.ca/hiwire?.a=iScheduleLookupSearch&

LineName=999&LineAbbr=999。

20.溫哥華地鐵 Canada Line 官網 http://thecanadaline.com/。

21.大溫哥華交通管理局地鐵官網 http://www.translink.ca/en/Schedules-and-Maps/Transit-System-Maps.aspx。

22.全球 BRT 資料庫 http://brtdata.org/location。

23.丹佛輕軌 http://lrt.daxack.ca/Cities/Denver/index.html。

24.休士頓輕軌官網: http://www.gometrorail.org/go/doc/2491/1508071/

25.拉斯維加斯單軌官網: http://www.lvmonorail.com/。

26.紐華克單軌官網 http://www.panynj.gov/airports/ewr-airtrain.html。

27.Jcdecauxna 官網 http://www.jcdecauxna.com/airport/news/american-express-rides-airtrain-newark-airport。

28.紐澤西公共運輸官網 http://www.njtransit.com/hp/hp_servlet.srv?hdnPageAction=HomePageTo。

29.傑克遜維爾單軌官網 http://www.jtafla.com/schedules/skyway/。

30.鳳凰城輕軌官網 https://en.wikipedia.org/wiki/Valley_Metro_Rail。

31.摩根敦個人捷運官網 http://transportation.wvu.edu/prt。

32.阿立坎特電車官網 http://www.tramalicante.es/page.php。

33.巴黎地鐵官網 http://www.ratp.fr/。

34.史特拉斯堡電車 http://www.strasbourg-tramway.fr/index.html。

35.米盧斯電車官網 http://www.mulhouse-alsace.fr/。

36.馬賽地鐵官網 http://www.rtm.fr/nous-connaitre/tout-savoir-sur-lentreprise/fiche-didentite/fiche-d%E2%80%99identite-de-l%E2%80%99entreprise#251。

37.圖爾電車官網 https://www.filbleu.fr/。

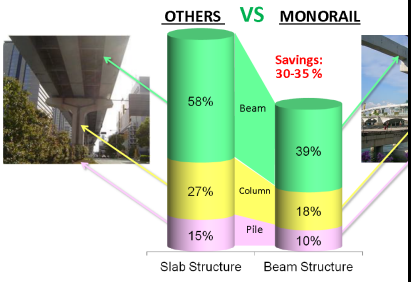
38.漢斯輕軌官網 http://www.mars-reims.fr/。

39.莫斯科地鐵官網 http://www.mosmetro.ru/。

40.莫斯科單軌 http://www.monorails.org/tMspages/Moscow01.html。
41.倫敦地鐵官網 https://tfl.gov.uk/tube/。
42.倫敦電車官網 https://tfl.gov.uk/modes/trams/。
43.倫敦 ULTra 官網 http://www.ultraglobalprt.com/。
44.鹿特丹地鐵官網 http://www.ret.nl/。
45.鹿特丹電車官網 http://www.ret.nl/en/homepage.html。
46.薩爾布魯根 tram-train 系統官網 http://www.saarbahn.de/。
47.經濟部工業局推動工業合作計畫網 http://www.icpo.org.tw/。
48.European Union Agency for Railways http://www.era.europa.eu/。

附錄 1 期中報告審查會議紀錄與處理情形

都市軌道運輸系統型式發展之研究
期中審查會議意見與回覆表

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
一、臺灣大學賴勇成教授		
1. 新型軌道系統型式之定義不明？建議以中低運量的公共運輸系統為基礎，公平客觀的探討各種系統的優缺點。關於系統之評選比較應廣泛與多元化，報告中對於各系統型式之優缺點分析應客觀，務實檢討存在已久的單軌系統技術型式為何未被廣泛應用？例如其車身較高，地下隧道開挖面積較大，並不適於地面興建，較適於高架興建等，另單向單軌系統雖然美觀，惟運量有限，另有逃生問題等相關優缺點，建議應客觀評述。	參考委員意見於報告中補充敘述各系統之優缺點於報告 5.1 節。	同意承辦單位處理情形
2. 目前各系統的回顧內容偏於營運面，建議有較多的技術面討論，另外也應有單軌失敗例子的探討(如雪梨(拆除)、西雅圖(不選單軌)、拉斯維加斯(破產))。	參考委員意見於報告中補充敘述於報告 5.1 節。	同意承辦單位處理情形
3. Vuchic 教授(2007)的教科書中有清楚評論單軌捷運之優缺點，建議參考。	參考委員意見於報告中補充敘述於報告 5.1 節。	同意承辦單位處理情形
4. 各系統的成本與推動時程資訊應該公平，而非特定系統的資料彙整，例如報告書 P5-3「談到單軌 2 年可完工，成本低於其他系統 1/3」，時程與成本均過於樂觀。沈龍利等人之「大眾運輸規劃理論與實務」中 P 272 以所有美國系統(同一標準)而言，單軌成本約為輕軌之 2-3 倍。	如下圖所示，單軌高架結構成本約比一般高架結構節省約 30 至 35%，其中軌道梁節省 18%、墩柱節省 9%、基座節省 5%。  而機電成本方面，電聯車轉向系統較複雜且具專利性，一般單軌車輛費用會較鋼軌鋼輪車稍貴，以重慶單軌為例，電	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	聯車約貴 10%，電聯車維護費用約多 5%，而其他機電系統費用則差不多。 會參考委員意見於報告中修正相關敘述於報告 5.1 節。	
5. 生命週期成本方面，建議除投資、營運與維護成本外，也應加入重置成本，才是真正永續的成本考量。	參考委員意見，於系統評估建議應考量全生週期成本，包括投資、營運與維護與重置成本。	同意承辦單位處理情形
6. 為鼓勵國內軌道市場，建議評選準則將國內自製率納入考量。	參考委員意見，蒐集國內軌道產業自製相關項目，納入期末報告 9.4 節辦理。	同意承辦單位處理情形
7. 第三章的內容建議要有一致的內容，且同城市的各系統資料(如運量)應該要分開計算與說明。 (1)報告書 P3-5，國外案例中要討論之議題與重點需更明確，應界定討論內容為成本、運量或系統型式，如杜拜單軌系統速度可達 70 公里/小時，當初設計時是運量很高的系統，但營運狀況不佳，每 23 分鐘一班車，故建置時應考量運輸需求，若運量無法支撐系統營運，可能造成營運困難。 (2)報告書 P3-18 提到 PRT 系統，但無運量資料，建議報告中提到之系統與案例在分析項目上應有一致性。	(1)報告書 P3-5 之表 3-1 國外都市軌道運輸案例之系統型式表，為依據本計畫需求，須提出歐洲、美洲及亞洲等各 10 個都市，且重軌捷運、單軌捷運及輕軌捷運至少各 10 個，而進行製作整理。 至於各系統分開之比較表則如表 3.5-1 至表 3.5-3 所示。後續參考委員意見於期末報告中第三章修正相關內容。 (2)倫敦 Heathrow 機場 PRT 每日載運 800 人，參考委員意見後續續修正 3.4.9 節報告內容。	同意承辦單位處理情形
8. P3-20 及表 3.4-3，提到杜拜輕軌日運量為 1.03 萬人次，可能為單軌加輕軌運量，建議檢核修正。	表 3.4-3 為誤植，於期末報告中 3.2.8 節作修正。	同意承辦單位處理情形
9. 圖 4.3-1 系統評選門檻圖中標示 ML，是否	修正改為 MR，代表單軌系	同意承辦單位

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
代表單軌系統，ML 意為 Magnetic Levitation(磁浮系統)之縮寫。	統。	處理情形
10. 目前臺南市推動單軌路線計畫，報告 P2-25 關於臺南軌道系統資料應蒐集更新。	參考委員意見，由於臺南市政府表示尚未經首長同意，後續持續進行蒐集相關資料於期末修正報告更新。	如期末報告第十章。
二、國家發展委員會謝慧娟簡任技正		
1. 本報告涵蓋 3 個層面，包括系統分析、產業、人才培訓 3 大塊，建議優先就前 2 個系統做深入分析，第 3 部分可併貴所的經濟效益分析結果一併作人才培訓。	遵照審查意見辦理，教育訓練課程將以捷運建設可行性與規劃作業、軌道系統型式介紹與評選為主，與經濟效益分析訓練課程合併辦理，後續將考量。	同意承辦單位處理情形
2. 在系統部分： (1) 建議就國內捷運建設營運績效面做分析，包括各路線之營運虧損、人口、運量及密度的關連分析，及實際運量與規劃運量的比較分析。 (2) 建議國外系統應蒐集路線、城市規模、服務人口、運量、人口密度、公共運輸接駁情形、及成功或失敗經驗分析。 (3) 分析國內外系統之優缺點，以綜整建議國內可採行之系統及評選原則。	(1) 參考委員意見於報告中 2.2.3 節作補充實際運量與規劃運量的比較分析。 (2) 參考委員意見於報告中第三章各國案例作補充敘述。 (3) 參考委員意見於報告中作補充各系統之優缺點，於 5.1 節。	同意承辦單位處理情形
3. 在產業部分：可就前述 2.(3)之研究結果，再就國內可行之系統建置量體、國內技術的層次，建議一個未來軌道產業可切入的方向。	遵照委員意見辦理，蒐集國內外軌道市場商機資料，彙整國內具參加國外標案資格廠商，建議應建立與國際接軌之軌道產業標準與規範，輔導廠商取得國際標案參與資格，相關分析補充於第七章。	同意承辦單位處理情形
4. 本案既為政策決策分析，建議不要太落入政治面，宜平實就規劃專業提供分析建議。	遵照委員意見辦理。	同意承辦單位處理情形
5. 公路法與大捷法中系統切分建議應給予明	遵照委員意見辦理，詳報告第	同意承辦單位

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
確之建議方向，以供交通部做更好之決策參考。	八章法規專章。	處理情形
6. 國內軌道系統建置的觀念已有部分偏差，很多都市為建置而建置，軌道系統只為公共運輸的其中的一種可行方式，而且必須配合「都市發展」，然地方政府問卷回覆卻展現缺乏都市願景目標引導。建議國內應有一整體性之規劃，包括都市發展，整體公共運輸系統，相關系統配套作業等。	於目前「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」第二條，已有要求地方可行性研究前，應先完成都市發展規劃、綜合運輸規劃(含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫)作業程序。惟大眾捷運系統整體路網評估計畫只須送交通部核備，並無法定位階，故後續計畫推動可能因選舉後政黨或人事更迭，會有相當不確定之因素或變化，或超出原整體路網之規劃範圍，上述對於相關制度之探討與落實建議，將於期末報告分析說明。	
三、鐵路改建工程局溫代欣主任秘書		
1. 建議在軌道運輸上位計畫(交通建設部門綱要計畫)，與各項建設計畫之間，宜有類似 PDU(公共運輸為導向的都市計畫)的撰擬。此建議可列在國內軌道運輸之重要課題，予地方政府參考。	參考委員意見於期末報告 6.1 節補充分析。	同意承辦單位處理情形
2. 表 2.3-9 指標化排序，缺乏學理依據，請加強說明或給予指標權重。	遵照審查意見於期末報告中修訂，軌道計畫推動之參考門檻詳第四章。	同意承辦單位處理情形
3. 圖 3-1~3-5 圖標不明，無法分辨各都市採用之系統型式。	參考委員意見於報告中調整期末報告圖標方式，定案報告將採彩色印刷。	同意承辦單位處理情形
4. 表 3-1 提及 Train-tram，其已在歐洲已有 25 個城市有 Train-tram 系統，Train-tram 具有節省土建成本，減少轉乘等優點，建議列為內容詳予檢討，尤其針對法規之探討。	參考委員意見於報告中補充敘述於 5.1 節，相關法規後續於第八章補述。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
5. 本報告對於都市軌道系統設置門檻只以「運能」為標準，似不合宜，應從「運輸經濟」的角度出發，說明城市特性與適合之軌道運輸系統。	參考委員意見於期末報告補充分析說明，城市特性與運輸效益之考量納於第九章系統評選準則。	同意承辦單位處理情形
6. 各新系統的「系統特性」敘述建議再加以補充。	參考委員意見於報告中補充敘述於 5.1 節。	同意承辦單位處理情形
7. 國外發展趨勢可考慮再加二項：(1)不同系統的共同軌道、土建設施；(2)信息互聯互通。	參考委員意見於期末報告 4.1 節補充分析說明。	同意承辦單位處理情形
8. 針對國內軌道重要課題，提供以下意見供參： (1)營運機構組成是否適宜每一個城市都重新成立捷運公司，或有其他做法(參考法國案例係以該國主要的營運技術廠商 Transdev、Kiolis、RATP 等為捷運公司技術的提供者，結合地方政府，可大幅節省經費。) (2)興建機構是否完全由地方政府自行成立?或由交通部統籌、協調支援?	營運機構組織與興建機構涉及政府組織制度與法規修訂，過去多有探討，為因應實務發展經驗再行檢討建議，因本計畫主要探討系統型式與相關課題探討，建議後續對於軌道建設與營運組織之中央、地方權責與分工另成立專案研究。	同意承辦單位處理情形
四、高速鐵路工程局謝金玫科長		
1. 目前都會區大眾捷運系統之規劃、興建、營運是由地方辦理，報告中有調查地方捷運及交通單位之意見，反映了地方需求，是一個很好的方向，可再進一深入探討如運量預測相關參數，包括旅次產生率、尖峰率、旅次特性等及成本估算，都可提供相關案例資料供地方規劃之參考比較，此外，如 2.3.2 節空間評估指標建議應研擬較具體之準則或指標。	參考委員意見於期末報告補充分析旅次產生率、尖峰率、旅次特性與成本資料於 2.2 節，軌道推動參考門檻請詳第四章。	同意承辦單位處理情形
2. 軌道技術推陳出新，交通部所訂規範屬上位較原則性，本報告目前係以運能、運量區別分類，建議相關定義應再精準，例如，大捷法已納入 1/4 平面路段，且以淡海輕軌為例，因其涵蓋高架、平面路段，故 LRT 系統以平面輕軌界定無法明確說明歸屬類別。另運能差距範圍大，輕軌適用範圍為	參考委員意見於期末報告 4.3 節補充分析說明。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
2,000 至 20,000 人次/小時，BRT 為 2,000 至 10,000 人次/小時，若只有專用道無優先權，相對其他運具無競爭優勢，可能只達運量低標，這些觀念或原則應分析更為細緻，提供規劃者相關配套管理併用才能提高運能。		
3. 目前除臺北捷運及高雄捷運外，其他都會區將朝中運量或輕軌系統發展，由於中運量系統型式很多，考量未來營運階段之維修規模，為降低成本，系統型式選擇似應朝路網規模概念，而非僅考量單一路線系統型式之選擇，如新北市除淡海輕軌與安坑輕軌外，目前深坑線也擬採輕軌系統，即是希望達到輕軌路網營運規模之經濟性，這是一種推動經驗，後續可以進一步觀察推動成效，也可作為其他都市系統型式之選擇參考，未來可朝路網考量系統評選。	遵照委員意見於期末報告 6.1 節補充建議說明。	同意承辦單位處理情形
4. 中小型都市希望發展軌道運輸，但初期運量不足，需先採公車路線或建置 BRT 培養運量，因其適用法規為公路法，有關中央對於公路體系之公共運輸仍有相關多的補助措施，建議補充之。	本計畫以軌道系統型式評估與建置，針對公路法對於有軌電車推動方式參於期末報告 8.1 節補充分析說明	同意承辦單位處理情形
5. 報告提及招標與分標策略，建議可蒐集新加坡資料，其捷運工程公開招標方式與臺灣相似，其他開發中國家多採 PPP 方式，新加坡捷運亦有既有路線增設車站或路線延伸之案例，均可提供國內參考借鏡。另外，國內鐵道發展上百年，捷運亦有二、三十年，惟軌道產業之自主性一直不足，若政府想要推動國內產業向國外輸出，相關資訊或發展建議可進一步蒐集研析。	參考委員意見於期末報告 6.3 節續補充分析說明。 經訪查，新加坡在作捷運興建時，已經將後續延伸路線納入採購契約之擴充條款中，類似淡海輕軌之擴充採購方式，例如新加坡環線分成 5 期，在契約中規定廠商須提供 1 至 5 期之報價，而業主對於 4 與 5 期有選擇權(option)，可要求廠商是否施作。 另外對於電聯車增購部分，電聯車廠商須向號誌廠商購買車載號誌設備，讓路線號誌系	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	統相容。在國外，號誌廠商依市場行情提供號誌設備予電聯車廠商，並無抬高報價情形。	
6. 報告中提到可行性研究與綜規計畫在內容、項目及審查作業皆有重覆，惟可行性研究與綜合規劃重點並不同，可行性研究著重於系統研選等技術成本界面之可行評估，綜合規劃則就所選系統進一步規劃估算成本，爰報告對於兩作業階段之重點差異應修正並強化說明。	參考委員意見於期末報告 6.1 節補充分析說明。	同意承辦單位處理情形
五、臺北市捷運工程局曾昭容正工程司		
1. 關於都市軌道系統評選之議題於十多年前即進行探討，本次研究議題因目前面臨不同的環境背景，所以有再進一步探討之需求。希望能將公共運輸或大眾運輸環境做得更好，故本報告的角度不宜分為適用於中央或地方。	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位處理情形
2. 臺北捷運系統建立很多制度與綱要，回想民國 64 年臺北捷運於規劃之初，並沒有如目前繁多的規定制度，但仍是運作的非常傑出，是各城市參訪、觀摩的首選，而造就臺北捷運建設的成果，主要可歸因於人、組織與制度得宜。	遵囑知悉。	同意承辦單位處理情形
3. 本報告探討議題多而廣，容易發散失焦，成果較不易具體化，建議回到計畫初衷，探討臺灣到底適不適合引進單軌系統，從法令面、系統面，或系統選擇是因地制宜，或產業面考量等，希望能夠聚焦使本報告成果具體。	遵照審查意見辦理，由日本資料顯示單軌系統建造與營運成本與中運量 AGT 系統近似，於本計畫 4.3 節補充相關成本與興建門檻探討。	同意承辦單位處理情形
4. 建議每一章節內容應綜整出具體小結論，以利閱讀。	遵照審查意見辦理，於期末修訂報告中每一章節內容，綜整出具體小結論。	??
5. 4.2 節軌道運輸系統技術型式分類上，應不須再加上「捷運」一詞，建議回歸技術型式的專用術語，或改為「公共運具系統技	本計畫以探討都市軌道為主，故以都市軌道技術分類進行。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
術型式」。		
6. 第五章引進新系統型式，建議增加對於各系統之缺點、問題及適用本土環境上將遇到的議題，進行分析，提出配套對策。	遵照審查意見辦理，於期末報告 5.1 節補充分析說明。	同意承辦單位處理情形
7. 第六章屬捷運計畫全生命週期課題檢討，有關審議制度是否有問題，值得探討，建議研究團隊可以整理一下計畫由路網研究至規劃、核定、施工，總共花費多少時間，或許可以較具體發現目前制度上是否有可改進的地方。	遵照審查意見辦理，於期末修訂報告補充分析說明。	同意承辦單位處理情形
8. 第六章與第七章部分內容有些相似，如 7.2 節發包策略是屬於生命週期中的技術/管理議題與第六章屬性較相近，章節架構與順序可再檢討調整。	遵照審查意見辦理，已調整報告章節結構。	同意承辦單位處理情形
9. 於產業發展議題方面，臺灣非軌道工業國家，而日本與法國屬軌道工業國家，故相關發展策略應不相同，是否適合推動國車國造，應該可以探討。	建議可建立國家軌道及產業標準並與國際接軌，軌道產業在具有國際市場誘因及國內軌道工程陸續興建情況下，則可以要求將相關零組件要求由國內廠商生產製造及技術移轉，對於國內軌產業才可以從基礎發展至成長茁壯，避免因國內軌道工程結束後，沒有相關後續配套措施，導致國內軌道產業萎縮。 遵照審查意見辦理，於期末報告第七章補充分析說明。	同意承辦單位處理情形
10. 關於國內軌道相關議題，提供以下意見供參： (1) 從日前北市府舉辦之首都圈論壇-捷運資源整合再發展，臺北市柯市長提出多項議題(缺乏 TOD 發展、商業化、系統混亂，需要這麼多捷運局、捷運公司嗎?)，看到捷運發展之實際問題，另大眾運輸比例為何一直提升不起來，這與制度面息息相關，如長久以來建、營分	(1)軌道建設全生命週期課題探討已逐漸受到重視，軌道建置至營運、產業發展都應該予以重視，相關課題對於系統型式評選應進行整體之考量，於期末報告將補充說明分析。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
離的制度，組織面的問題應該是要被檢討的。再者，大眾運輸比例無法提升，其他運具都採取補貼，卻要求捷運系統營收比要大於 1，這之間要如何取得平衡，另長久以來偏向關心系統評選、建置問題，其實營運的議題也應該探討。 (2) 有關大眾運輸運量培養與系統逐步提升的概念，因各運具系統的效率特性有極大差異，且系統轉換及興建過程非常長，旅次習慣培養不易，爰此概念是否合宜應再考量。 (3) 系統選擇究竟應「因地制宜或單純化」之課題，在國家產業發展前提下，應該要單純化，但是在採購法規定下，是否可採取特殊規格？這是後續軌道計畫之延伸可能都會面臨因採購法限制而招標不出去的情況，如何加以克服。 (4) 審查制度分得很細，重點終在整合，並回歸檢討計畫原始想要解決的問題是否有被改善，發揮功能。目前審議要點強制要求都市計畫與捷運系統規劃要整合，立意很好，已有具體成效，但在後續階段是脫鉤的，TIF 與 TOD 後來變成地方政府的計畫與財務風險。建議研究團隊可蒐集國際間是否有將 TIF 與 TOD 成功運用在捷運計畫的案例。 (5) 關於過軌技術，涉及系統控制、安全性等問題，相當複雜，應再審慎評估。 (6) 未來軌道智慧化發展相當重要，透過 ITS 技術可結合公車等其他運具資訊，形成多模聯運整合服務，提升旅客運輸服務品質。	(2)納入第六章都市軌道運輸之重要課題探討。 (3)根據軌道計畫延伸之案例如文湖線、機場捷運線之延伸計畫，都有受制於原有系統，或系統整合之問題，或因採購法限制而招標不出去的情況，於期末報告將舊法規面與系統產業發展之問題進一步分析說明。 (4)遵照審查意見辦理， TOD 為近年國際間土地規劃之發展趨勢，部分國家一開始評估其實際執行績效，本計畫將蒐集相關資料於期末報告補充說明。 (5)以臺北捷運而言，在路網規劃時已考慮到各路線過軌情形並進行設計，所以現在各路線之電聯車均可藉由過軌至北投機廠進行大修。然而，對於利用現有臺鐵路線進行 tram-train 之輕軌路線延伸方式，則須考慮到臺鐵軌距(1,067mm)與輕軌軌距(1,435mm)、臺鐵號誌與輕軌號誌之整合、牽引供電方式之相容性、列車與月臺間隙及高差等。 特別是歐洲地區高鐵、鐵路、捷運與輕軌均採用 1,435mm 之標準軌距，如國內要引進 tram-train 系統，則需選擇以下方案： a.訂製電聯車將轉向架輪距改為 1,067mm，此將造成電聯車採購費用較高，後續維修與備品費用	

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	亦較貴。 b.於現有臺鐵軌道增設1股標準軌，則電聯車無須更改輪距，但須增加1股軌道之用地需求。 (6)軌道智慧化發展於期末報告軌道發展趨勢論述加強分析說明。	
六、臺中市交通局馮輝昇副局長		
1. 軌道系統建置重點不在系統型式，應是都市發展，以下意見提供本案後續作業參考。都市整體交通規劃作業的制度化：軌道建設經費龐大，且路網形成後方能有效發揮整體運輸效益。目前雖在個別方案及軌道建設計畫已有要求提出整體規劃路網，應進一步讓都市整體交通規劃作業制度化，如針對辦理期程(4年辦理一次)、規劃內容等進行原則性規定，以利軌道建設投資更能有效發揮投資效益，以加強整體規劃取代進階式規劃之邏輯(例如不可能先做BRT，拆掉再做LRT，拆掉再做MRT，一定是以長期發展為目標，選定合宜之系統，當然初期可能有經營比較低的問題。)	遵照審查意見辦理，於期末報告軌道運輸重要課題之第六章行政審議與規劃階段補充說明。	同意承辦單位處理情形
2. 都市之分類，不僅以人口或密度作為指標，應結合區域/都市計畫中所界定之都市發展，如區域中心、地方中心等，以及都市產業的發展主軸，如以金融服務、工業製造、農業等進行分群，俾使都市運輸之規劃發展得有效結合都市及產業發展。	參考審查意見辦理，納入期末報告作為4.3節軌道建制門檻與9.3節評選之參考指標。	同意承辦單位處理情形
3. 有關都市軌道運輸系統型式之探討，國內以往已經有諸多的評估研究，建議本計畫可先盤點以往評估研究成果，再依據目前各都市在進行軌道系統規劃作業之需求，如運能、成本，路權型式，以及技術提升作進一步的檢討分析及補正，俾使本研究能夠建立在先前諸多研究成果的基礎上，並符合各單位規劃需求。建議研究成果可	遵照審查意見辦理，於期末報告第三章與第四章蒐集相關評估研究補充說明。	同意承辦單位處理情形

審查意見		回覆內容	本所主辦單位審查意見
	提出不同系統型式、路權型式之服務運能與建設成本參考，俾供規劃單位進行參考。		
4.	建議本計畫可建立整體規劃及審議補強機制，以及提出規劃評估準則，而非以運能、承載量、班距等指標設定門檻，做為系統型式篩選及選擇之依據(P4-17)。	遵照審查意見辦理，於期末報告第四章與第九章加強補充分析。	同意承辦單位處理情形
5.	交通為衍生性需求，須符合都市發展需要，如都市發展長期以來有一項重要的 45 分鐘經驗法則，亦即都市發展範圍大都以 45 分鐘的交通旅行時間為界限，如以此經驗法則來看，單一路線長度就不宜超過 30 公里(以平均營運速度 40km/hr 估算)，從都市發展及發展影響等面向，可再進一步思考整體性的指標，以作為後續發展及審議之持續性原則或評估準則。	遵照審查意見辦理，於期末報告參考加強補充分析。	同意承辦單位處理情形
6.	建立軌道系統知識庫(學習型平臺)及國內軌道發展的生態系統(ECO SYSTEM)以利知識交流與學習，促進軌道運輸發展，俾使共識凝聚，強化中央、地方/行政、技術/都市、交通部門可用同一價值系統進行溝通，減少彼此間對話之隔閡。其次，建議本計畫可提出國內軌道發展的生態系統架構，有助於帶動軌道產業之發展及永續經營。	敬悉。	同意承辦單位處理情形
7.	P2-24 臺中都會區大眾捷運系統路網及文字說明請配合修正更新。	遵照審查意見辦理，於期末報告第二章修正更新。	同意承辦單位處理情形
七、交通部路政司			
1.	鑑於部分地方主管機關近期才開始辦理大眾捷運系統相關可行性研究作業，且提出建設單軌系統之構想，相較於國內現有的高運量及輕軌系統，部分尚未引進的軌道系統型式資訊較不足，希望本報告能針對不同的軌道系統型式呈現完整客觀的資料，以供有關單位參考。	遵照審查意見辦理於 5.1 節。	同意承辦單位處理情形
2.	各地方主管機關辦理捷運系統可行性研究前，仍應先完成都市發展規劃、綜合運輸	遵照審查意見辦理，於期末報告於 5.1 節補充優、缺點等評	同意承辦單位處理情形

審查意見		回覆內容	本所主辦單位審查意見
	規劃（含公共運輸發展計畫及大眾捷運系統整體路網評估計畫）計畫規劃路網後，再選擇其中最優先興建路線辦理可行性研究作業，綜合相關專家學者意見，單軌系統係屬中運量系統型式之一，為利地方主管機關評估系統型式之參考，報告書針對單軌系統應有具體之優、缺點等客觀評析內容。	析內容。	
3.	各地方主管機關規劃捷運系統路線時，應先釐清該計畫之推動究係為促進都市發展，或為改善交通狀況，抑或僅為觀光遊憩性質，甚至為複合性質，應有明確之定位，並審慎評估推動的必要性，始選擇最適系統，而本報告仍應有客觀的門檻或原則作為中央審議時的參考依據。	參考審查意見辦理，於期末報告4.3節軌道建制門檻補充分析。	同意承辦單位處理情形
4.	報告書7.4.2節建議產學合作，高中、大學開設相關課程，目前國內已有部分大學有這樣課程或跨系所的軌道學程，建請本研究蒐集補充相關資料，作為後續研究之基礎。	遵照審查意見辦理補充於7.2.4節。	同意承辦單位處理情形
5.	期待本報告除文獻回顧及蒐集國內外相關案例外，應有具體產出，並回歸至本報告辦理之初衷，基於部分地方主管機關提出引進單軌系統之構想，希望本報告未來能具體提出讓地方主管機關在同一種運量規模下，審慎評估系統型式之客觀參考；另因部分國內尚未引進之系統型式，尚有法規面或適法性的議題，本報告針對法規制度應有相關評析及建議，並研議相關審查門檻或原則作為審議依據，讓未來地方及中央雙方於計畫推動與審議時能縮小認知差距並有共同語言。	遵照審查意見辦理，於期末報告將研擬系統評選準則與機制，並對於新型系統引進於法規面或適法性的議題進行探討(第八章)，並研議相關審查門檻或原則(4.3 節)作為審議參考依據。	同意承辦單位處理情形
八、新北市捷運工程局			
1.	不同系統之優缺點分析建議再做一些補充，以供地方政府參考。	遵照審查意見辦理於5.1節。	同意承辦單位處理情形
九、桃園市政府捷運工程處			

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
1. 建議依都市發展、地形等環境因素，提出適合地方捷運建設發展之系統選擇。	遵照審查意見辦理於 9.4 節。	同意承辦單位處理情形
2. 建議增加捷運機電系統整合研究說明。	關於捷運機電系統整合需求可能會發生在下列各狀況或階段，而有不同整合策略： 1.既有捷運路線延伸：例如文湖線舊系統與新系統整合，舊有設施配合新系統更新。 2.既有路線系統升級之系統整合：台灣高鐵及臺灣鐵路管理局系統更新案 3.二條路線以上之系統整合，建議於規劃階段，能進行系統整合，例如採同樣系統，若以視不同系統型式，可以要求統包商保留介面提供業主整合至營運管理中心：例如淡海輕軌及三鶯線整合營運管理中心及桃園機場捷運線及桃園綠線整合營運管理中心評估。 4.需要跨區域或路線行駛之系統整合(高雄捷運紅、橘線跨線行駛，機場捷運) 5.新建之捷運建設(應由統包商依契約進行各子系統垂直整合) 系統整合需要討論及評估範圍極廣，需要依照計畫及系統要求進行評估及討論，本案主要為討論捷運系統型式評選，建議於規劃階段系統評選時將系統整合納入評選，詳 9.3 節及評估及軌道產業發展研究，建議另案辦理	同意承辦單位處理情形
3. 有關報告書第七章軌道系統研發之市場內	遵照審查意見辦理於第七章。	同意承辦單位

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
容提及法規規範、發展策略、產出認證等七大方向，建議於期末報告階段再進一步說明。		處理情形
4. 建議於期末報告可提供地方政府對於軌道工程之發包策略優缺點比較。	遵照審查意見辦理於第六章。	同意承辦單位處理情形
5. 建議研析大捷法第 3 條第 3 項：「...其共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限。...」是否有限制四分之一必要性。因為此一限制可能降低地方政府推動地面輕軌的意願。	由於大眾捷運法對於適用大眾捷運法之規定，應符合大量快速運送之定義，若開放共用車道路線長度，可能因共用車道路線過程，車輛運行將受到其他地面交通影響較鉅，無法達到準點、快捷之系統特性要求，故建議地方政府進行輕軌規畫，儘量朝向 B 型路權配合優先號誌之設計。	同意承辦單位處理情形
十、臺北捷運公司		
1. 請釐清軌道系統建設單純化是否與採購法衝突。	遵照審查意見辦理補充於 8.1 節。	同意承辦單位處理情形
2. 軌道資料應以官方數據為準，urban rail 資料應為輔。	urban rail 資料主要用於路線圖之繪製，而路線、里程、年期與運量等仍以官方數據為準，會參考委員意見作確認與修正內容。	同意承辦單位處理情形
3. 簡報 P32 文湖線密度應為 7,700 人/km。	本計畫文湖線密度計算轉乘人數，以估算實際搭乘人數，作為其他路線推動之參考，於報告將會註解說明。	同意承辦單位處理情形
4. 簡報 P34 鋼輪建造成本 3.7 倍應考慮不同建造型式差異，如地下、高架、平面差異。	遵照審查意見辦理，於報告將會註解說明，後續補充於期末修訂報告 2.2.2 節辦理。	同意承辦單位處理情形
5. 報告書 P2-14 營運路線長度及車站數與官方數據不同，建議修正。	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位處理情形
6. 報告書 P2-17 各路線長度亦請更新。	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位處理情形

審查意見		回覆內容	本所主辦單位審查意見
7.	報告書 P6-12 如要討論軌道型式，北捷文湖線應單列，高捷輕軌已試營運，相關指標(服務指標)應可蒐集。	已蒐集高雄輕軌服務指標，後續參考委員意見納入報告，並將文湖線欄位單列。	同意承辦單位處理情形
十一、桃園捷運公司			
1.	建議研究團隊在規劃時除考慮建置成本外，亦應考慮營運階段可能產生之虧損，以及需要相關之補貼政策。	參考審查意見辦理，於軌道運輸課題中進行探討。	同意承辦單位處理情形
2.	國內捷運系統於規劃階段並無營運公司參與，可能無法反映營運相關需求與問題，影響未來營運與調度。	參考審查意見辦理，於軌道運輸課題中進行探討，建議於規劃階段進行相關營運單位訪談，將營運單位意見納為參考。	同意承辦單位處理情形
3.	本公司未來可能營運桃園都會區之軌道或捷運，惟機場捷運、桃園綠線及桃園棕線等均採用不同系統，可能造成營運成本增加，以及捷運公司組織變得龐大等問題。	參考審查意見辦理，於軌道運輸課題 6.4 節中進行探討與建議。	同意承辦單位處理情形
十二、高雄捷運公司(書面意見)			
1.	報告 2-27 頁「高雄捷運輕軌系統……，預計可於民國 105 年全線通車。」，依行政院 101 年核定之「高雄環狀輕軌捷運建設修正計畫書」，全線通車預計時程為 108 年。	遵照審查意見辦理修訂。	同意承辦單位處理情形
2.	報告 2-27 頁高雄都會區軌道路網示意圖，正確名稱應為「高雄捷運與幹線公車路網圖」。	遵照審查意見辦理修訂。	同意承辦單位處理情形
3.	報告 2-29 頁表 2.2-10 中高雄捷運橘線通車年期民國 99 年，高雄捷運橘線正確應為通車時間為民國 97 年 9 月。	遵照審查意見辦理修訂。	同意承辦單位處理情形
十三、基隆市政府(書面意見)			
1.	報告 P2-12 本府山海線捷運計畫因考量用地取得及相關因素之可行性，業已終止運行，請修正。	遵照審查意見辦理修訂。	同意承辦單位處理情形
十四、本所運計組(書面意見)			

審查意見		回覆內容	本所主辦單位審查意見
1.	第二章國內都市軌道運輸發展現況 (1) 圖 2.2-3 及圖 2.2-5 桃園及臺南都會區軌道路網資料來源為維基百科，建議以該府提供官方資料為宜。 (2) 臺南目前規劃之單軌系統尚未納入，建議補充。 (3) 有關捷運公司問卷調查結果，建議列入。 (4) P2-43 有關引進軌道運輸之空間指標，涉及研究範圍(都市或路廊)、指標合理性及權重之分配等疑義，建議後續於專家學者座談會討論。 (5) P2-59 小結，建議可將內容歸納分項撰寫。	(1) 遵照審查意見辦理修訂。 (2) 遵照審查意見辦理，於執行階段曾與臺南市政府聯繫，惟臺南市政府認為計畫尚未定案，表示不便提供，將持續聯絡，待取得臺南之單軌系統規劃資料後補充於報告內。 (3) 遵照審查意見辦理，捷運公司問卷調查結果將會整理納入期末報告。 (4) 遵照審查意見辦理。 (5) 遵照審查意見辦理，將 P2-59 小結分項歸納撰寫。	同意承辦單位處理情形
2.	第三章國外都市軌道運輸發展現況 (1) 國外都市半數選擇人口數 100 萬以下之小型都市，其選擇原則除人口及運量因素外，建議其地方特色、營運成功等足以供本國參考之因素亦應納入考量。 (2) 有關國外都市之發展現況建議可補充相關資料，例如都市發展背景、營運單位(公或私營)經營狀況、興建成本、公共運輸市占率、軌道建設型式選擇與該城市整體公共運輸發展、都市軌道政策與永續營運之關聯分析等。 (3) P3-82 國外都市軌道運輸彙整表建議加入興建成本、營運成本及特色彙整比較；另 3.4 節請針對選擇的各型式都市軌道系統，綜整提出小結。 **(4)** 第 3.5 節針對各國都市軌道機制說明後，建議綜整提出結論與值得我國都市效法地方。	(1)參考委員意見於報告中作補充敘述，但營運成本資料較難取得，後續儘量查找。 (2)參考委員意見於報告中作補充敘述。 (3) 參考委員意見於報告中作補充敘述，但興建與營運成本資料較難取得，後續儘量查找。 (4) 遵照審查意見辦理，提出結論與建議。	同意承辦單位處理情形
3.	第四章都市軌道運輸系統型式發展趨勢	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位

審查意見		回覆內容	本所主辦單位審查意見
	(1) 圖 4.3-2 捷運設置門檻分析架構以承載率、營運班距及經營比作為篩選門檻，皆與運量估算之合理性相關，建議後續可於專家學者座談會深入討論。		處理情形
4.	第五章國內都市軌道引進新型系統型式研析 (1) P5-25 針對大眾捷運法「大量」之定義，目前行政機關尚無統一之解釋標準，請就運量每小時單向 5,000 人次之理由加強論述基礎。 (2) GRT 是否適用大眾捷運法？P5-26 與 P5-29 論述不同，建議統一。	(1) 將參考相關文獻與規範後，對於大眾捷運法「大量」之定義加強論述。 (2) P5-26 係就 GRT 系統單向運能進行分析，P5-29 則就系統特性進行分析，將進一步整合說明。	同意承辦單位處理情形
5.	第六章國內都市軌道運輸之重要課題，6.4 節營運階段部分，建議可就北高捷運公司之營運成本、維修人才、規模經濟、資產汰換年限、後續路網延伸邊際效用遞減等課題，建議再深入分析。	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位處理情形
6.	第七章都市軌道運輸系統建置與產業發展研究，7.1 節研析相關法規後，建議研提較具體之建議，例如有無需檢討或修正之法規條文。	遵照審查意見辦理，納於第八章法規專章探討。	同意承辦單位處理情形
7.	報告書內容編排較為零散，第四至七章建議可再歸納整併，可參考簡報模式，以分項重點、圖表架構及增列小結等方式撰寫。	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位處理情形
8.	因應立法院審議中央政府總預算案所提決議，請將我國輕軌系統中長期規劃建設和鐵路輕軌引進之初步評估納入報告書內容。	遵照審查意見辦理，目前對於整體軌道運輸政策提出建議，輕軌與鐵路輕軌之相關政策將與主辦單位確認，於後續期末修訂報告辦理。	同意承辦單位處理情形
十五、主席結論			
1.	都市軌道建設是一項跨域整合型的計畫，且涉及多種技術。由簡報第 5 頁可知本案研究內容多且雜，本案執行至今約半年，雖然期中階段已完成不少工作，但距離提送期末報告僅剩 4 個多月，後續仍有吃重	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
的研究工項需執行，請研究團隊務必掌握時程，隨時與本所主辦組密切溝通討論，希望期末有具體的成果。		
2. 有關與會委員及各單位提供之寶貴意見，請研究團隊審慎檢討，並製表整理回應處理情形，送交主辦單位審閱同意後，作為後續研提期末報告之依據。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
3. 本計畫期中報告審查通過，請台灣世曦公司依契約規定辦理相關作業及請款事宜。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

附錄 2 第一次學者專家座談會會議紀錄

「都市軌道運輸系統型式發展之研究」

第一次學者專家座談會會議紀錄

一、 開會時間：105 年 6 月 21 日(星期二)上午 9 時 30 分

二、開會地點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

三、主席：蘇組長振維、劉經理國慶　　記錄：吳雅惠

四、出(列)席人員：如簽到表

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、出席人員發言要點：

(一)交通大學馮正民教授

1. PRT 與 GRT 分別乘坐 4 人與 20 人，有點像小汽車與中型巴士的型式，個人認為適合小場域，譬如於遊樂場或機場試驗或辦理，先暫時不適於市區，或可於較先進開發地方做試驗，因為此類高科技運輸系統還沒完全市場化，一下子引進也會產生很多政治性問題，建議還是不宜輕易嘗試這種還不安全、不夠成熟的市場。
2. 單軌系統於國外如日本和一些地區都可以看到案例，但目前較少有路網的型式，於大陸重慶是一個比較特殊的地形而發展一個路網，換句話說，其實仍有很多其他的替代方式，不僅侷限於單軌系統。於技術成熟為前提下，個人比較不建議用懸掛式系統，因為台灣地區多地震，懸掛式系統大家看到好像會不太安全，而跨坐式覺得比較安全，可能是心理作用。單軌是可以考慮，不過在台灣還沒施行過這個運輸系統，據了解台南市一直在積極推動，但也不是路網型式，建議可以再了解。

3. 對於系統型式應於哪個階段決定，方案一是把它列在可行性研究去做，方案二是列在路網整體評估裡面去做，從理論上來看當然是從第一階段路網整體規劃時考慮規模經濟、路網系統的整合會是比較好。不過目前的路網評估和可行性研究、綜合規劃恐怕要重新界定其 Scope(範圍)。

4. 簡報 25 頁關於軌道系統篩選門檻，是不是只用平均運量密度跟人口密度來決定這個軌道系統的篩選，我們常常是用整個人口作為一個篩選標準，國外早期都是用一百萬，而現在都是用兩百萬以上才要再考慮是否引進都市軌道系統，第二個是路廊的分析，在這個地方的篩選門檻，可能不完全是用運量和人口密度，還有大眾運輸系統占有率列為門檻條件，因為與整個都市的大眾運輸使用率有關。另包括土地使用的內涵，與人口的密度，建議篩選的門檻可以再多列幾個指標。

5. 簡報 33 頁有談到組織、制度的問題，這牽涉組織改造問題，另外臺北捷運局前一陣子已經把組織改成派用，不再繼續任用而且有個過渡年限。捷運局有這些優秀的人才如何讓其繼續發揮，另是不是要每一個地方政府都要成立捷運局，或以台灣規模，就設一個中央直屬的捷運總局，然後讓這一批很有經驗人到各地方去幫忙規劃建設，營運可以由地方管控，甚至延伸到國外去，散掉的話會很可惜，但這牽扯到組織定位重新去考慮的問題。

6. 有關電車法令的問題，這裡談到 Train Tram，就像舊金山有一些觀光的 Tram 的系統，我們這個系統是屬於公共是吧?不論他是屬於公路法還是鐵道法，或者在觀光地區考慮適用甚麼法規，建議還是從營運的觀點考慮，就會牽涉到大眾運輸的使用，過去在談軌道運輸政策的時候，一直強調就是階段性的發展，就是由公車開始，公車要有一定的比例才能跳到公車專用道，就有點像 BRT，再搭配 LRRT，再跳到 MRT，不知道這個階段性的發展之想法和策略發展是不是仍然存在，這樣的一個過渡期在過去沒有門檻。

7. 另關於的 TOD 建議可檢討是不是有更簡單的方法，在訂定指標的時候，考慮不是叫做通過而已，是要去做促進去做很多的改善。像當時的 TOT、TIF 制度，是希望規劃軌道的人跟都市發展的人結合，就是交通跟土地使用之結合，或和財政的人去結合等等，目的是希望地方政府或規劃單位往「善」的目的去改進，而不只是在追求數字有沒有過。其實是要回過來看地方政府有沒有財政的努力，有沒有和土地結合，門檻的意義可能是要延伸到前端，就是要前端做到才能達到後面成果，以前端的原因或努力來做為門檻，因為前端做好了，就會達到想要的目標或成果。

8. 關於門檻值訂定，由於國內案例第一個樣本不多，第二個相關案例可能會有一點點扭曲，建議可以嘗試以學理觀點來訂定，譬如由營運觀點，一條 20 公里的路線，怎麼樣能夠在財務上自給自足，首先設定幾個固定參數，然後再來透過推導，推算一公里要多少萬人才能夠自給自足，可訂定平均值和最大值、最小值，加上以營運的觀點來看，可以訂定長的路線公里數或短的路線公里數倒推，大概求平均，及加上人口密度是多少，才能在營運的財務上能自給自足，建議以這種方式倒推定出一個規範。

(二)交通大學黃台生教授

1. 目前的規劃程序，或者是核定程序有些問題，其實在前期作業時，不該由軌道單位來做，應該是交通局做。不太贊成一下子就提出用軌道系統，軌道運輸系統只是運輸系統中間的一環，臺北都會區的早期規劃，雖然那時候沒有大捷法，但那個時候是抱著非常嚴謹、戒慎恐懼的心在做的，所以我是覺得他們的程序我覺得是做得非常的完整，他那個時候就做了都市發展分析預測、運輸系統發展分析預測，現在運輸與土地結合覺得僅是技術操作，對於前端軌道運輸系統跟都市的關係是什麼，跟其他運輸系統的關係是甚麼，較缺乏討論。

2. 替代方案的分析很重要，但目前都輕輕帶過，好像一開始就假設說要用這個東西，而且後面的所有的分析，都是在支持要用這個

東西，應該回到問題本質面去看，是不是透過在這個階段做一些建議把這些導正過來。就是初期的可行性分析不該由捷運局去做，應要由交通局去做，做完以後的細部規劃再由軌道運輸相關單位去做，這是相當重要的。

3. 希望軌道運輸系統門檻能夠放寬一點，牽涉不同都市與走廊各種情況還蠻多的，因此保留彈性很重要，要因地制宜，適時作變化，要有供需之間的配套措施。目前大多的軌道運輸系統都是依照需求面所制定的，擔心會因此限制系統發展機會。再來就是在技術方面，門檻未統一，如前面所說我們目前是被需求所限縮，像是被要求須要到 4,800 人或 2,400 人等等，但既有的公共運輸系統的發展反而沒有，若既有大眾運輸系統發展到一定程度，再向上去做一個軌道運輸系統，成功的機會才會比較大，否則風險是很高的。

4. 本人曾參與中華顧問單軌研究計畫，相關考慮或觀察及發展，說明如下：

(1) 當初考慮到台灣未來對高運量運輸系統需求越來越少，現在主要是專注於城際間的運輸，惟台灣小汽車使用率還算高，城市交通問題還是蠻嚴重的，因此城市內的軌道運輸需求是仍然存在的。

(2) 中小城市的問題在於道路路寬並不是非常寬敞，或是較狹窄，而在交通問題很嚴重的時候，若想用高運量系統解決，但當地運輸量又不大，若用 BRT 或輕軌系統的方式反而又會影響到當地平面交通，未蒙其利先受其害，大家勢必會反對，很難推動。

(3) 單軌系統占地較小，或許是可以考量的系統之一，另外單軌另一個很大的好處就是很有彈性，可以發展為中運量或低運量等等模式。例如沖繩單軌系統運量或規模便是很小，大概就只有兩節車廂，我的意思是不要把單軌定格化，規定一定要多少運

量、一定要幾節車廂，這樣反而是害了單軌，單軌的長處就是有彈性，不論是用幾節車廂都沒問題，技術上也大多沒有甚麼問題。

5. 關於 PRT 跟 GRT，恐怕要分兩段來看，早期的 PRT 和近代的 PRT 要有所區分。

(1) 早期的 PRT 以美國 1963 年在一個小鎮所發展出來的，那套東西其實老實講我認為是失敗的，雖然以技術上來講他都沒有問題，但是他的運量太小，他要用自動控制、用高架等等，他的系統管理及供需方面並沒有做好適當的 Support。因此到後來都常在機場來做使用，主要作為機場各個航廈間的來往運輸，因為只是做兩地之間的運輸所以也沒有出現所謂供需不均的狀況，但是那個技術到歐洲與日本就是發展出今天的中運量系統，我認為現今的中運量系統是源自於早期的 PRT 系統。

(2) 近代 PRT 系統我認為是從自動公路系統發展過來的，之前有看過新竹市的相關計畫，那個有點是像自動公路車輛加軌道的一種概念，我覺得是蠻先進的，技術上看來應該是沒有甚麼問題，但是到底那個系統車輛的怎麼運作，軌道是什麼方式，仍不是很清楚，所以基本上我認為我們應該謹慎一點，等這系統成熟一點再來看。

(3) 之前看 Vuchic 教授(2007)的書，其對高架公路車輛專用道，A 型路權的那種是抱持著負面看法，認為不可行的，因為若在財務上可行的情況下，那車道的型式必須變的更輕量化，例如鋼架或甚麼的，那種東西到底在都市的影響是什麼，我是覺得是要慢慢去了解清楚到可接受的情況才能夠真正的引進，因為軌道運輸系統除了運輸之外也是和都市有關，我個人的建議是若沒有十足的把握應該要保守一點比較好。

6. 軌道產業發展仍不是成熟，現階段只希望說我們的採購不要受到外部技術端上的挾制，我覺得說我們目前受到國外廠商的挾制還

蠻嚴重的，我也跟一些廠商談過，我覺得最重要的是車輛和控制這兩個，我覺的控制方面，好像國內 ATS 的基礎還 OK，因為那東西只是偵測而已，那 ATP 跟 ATU 目前大概還不成熟，因為那東西跟車輛的控制有關，事實上我覺得台中的 BRT 是很重要的，因為他是給我們的控制系統有一個市場可以發展的機會，但現在台中把 BRT 計畫取消，其實是對國家的一種損失，我目前還不清楚之後還有沒有類似的計畫，但至少要有 BRT 也好，還是其他的東西，給予台灣的廠商一個市場，這樣才能夠慢慢地建立起來，如果沒有，恐怕很難去施行。

7. 關於統包應該要謹慎，因為目前成功的統包案例是由捷運局在背後管理與支撐，但我對於新北市的統包還是蠻擔心的，因為這些軌道系統的整合性是很大的，這些統包商不論是中華工程或是什麼的，他們對於技術的把握我是覺得有限，將來任何一個地方出問題後面的就通通也會有問題，所以我是期望台灣的政策是有參與其中的，不要就是好像交給統包就沒事了這樣，雖然丟給統包對地方政府是比較簡單的，但出的問題也是比較多的。

8. 關於要不要成立軌道的相關組織，理論上來講是應該要施行的，但可能涉及政治上問題，因為重大建設會牽扯到地方利益，地方的首長、民意代表對於中央政策不一定配合，以個人了解，中央可能傾向於放手讓地方去做，

9. 關於捷運公司退休與捷運局組織改變後相關專業與具經驗之人員，如何能善於利用，協助捷運建設推動，目前本人擔任捷邦公司董事長，已協助進行相關教育訓練課程，若要參與建設工程涉及法律上之問題，如採購法可能需要想辦法去突破。

(三)交通部路政司魏瑜科長

1. 認同有關國內在捷運專業方面不論是工程背景，或者說是營運管理經驗皆必須累積且傳承。目前對於專業人才經驗的組織與傳承可能涉及組織法問題，後續是不是有機會再去做共同討論和其他

的處理，可能要等到新的部會有新的想法再做進一步的處理，除了組織的問題，另外也涉及到地方政府意願的問題，有時甚至延伸到政治層面。

2. 國外有很多軌道建設市場可以結合工程跟營運管理的部分，所以我們的眼光也不應該僅限於台灣，例如國外與大陸的捷運工程，常常是工程到營運一條鞭的方式，惟若要參與大陸工程，涉及兩岸間政治敏感問題，以及法令問題，具有公務員身分是否可參與大陸工程？其實我們也是一直期待台灣捷運工程的經驗和營運管理經驗能走出去，但礙於現有法規沒辦法這麼順利。人才的培育跟資源整合，能不能夠走出去，以後有機會再做深入探討，法令部分也須配合修法。

3. 本計畫之緣起基於桃園市政府推出桃園棕線可行性研究，探討引進單軌系統，所以我們似乎看到了未來可能會發生的問題，目前沒有單軌這樣的案例和完整的法規，故即早預為因應，透過本計畫探討單軌或其他新型軌道系統，於制度、法規、產業等相關配套。

4. 單軌捷運跟 PRT、GRT 到底是不是適用大眾捷運法，這也是在去年或前年，新竹市以 GRT 團體捷運系統，向交通部請示是否適用捷運法，其實背後涉及中央和地方政府經費不足的問題，這是一個非常切實重要的課題，目前還在評估，當時勉強以部頒的輕軌基礎設施規範，以輕軌系統門檻單方向尖峰小時運量目標為兩千五百人次，並不正面答覆說 GRT 到底適或不適用大眾捷運法，另提到說可以向財政部相關的 BOT 法規來做處理。換句話說，今天若 GRT 的運能運量能夠達到設計規範單方向兩千五百人次尖峰小時，是不是適用於大量快速運送的大眾運輸的認定，仍待確認。另關於 GRT 系統的理論值跟預測值，後續可再說明清楚提供參考。

5. 關於門檻和評估準則，回應馮老師和黃老師之意見，當時我們在

捷運建設審查，其實針對地方政府如果要提出可行性研究報告之前，需做一個最適路網報告，並做路線排序，後續就最優先路線進行可行性研究報告，目前新北市、高雄市皆有完成最適路網報告。於可行性研究報告不是說一下子採取高運量或中運量，希望可能要先做公車專用道、BRT、LRRT，再取幾個方案進行評估選擇，可是實際執行與理想有相當大落差，問題在於地方政府可能有政治上的壓力，無法按照排序推動，惟目前審查作業裡有規範，也希望各個審查單位與我們自己能夠秉持當初成立這個要點的初衷跟初心去審查。

6. 交通部頒的輕軌技術規範門檻是兩千五百人，簡報中兩千四百人的數據請再確認。

7. 審議機制的部分，鐵路法第十條有規定全國鐵路路網的計畫，是由交通部擬定分期實施，相對的也要求地方政府有整體路網這樣子的觀念，是不是要賦予一個法律位階，倒覺得說也不盡然。可行性研究跟綜規的作業重複性的問題，可行性研究跟綜規一定可以建議做適度的隔，例如路線規劃後，必須要做不同運具、不同系統型式之研究，再來決定。

8. 關於補助的議題非常的敏感，簡報第 33 頁利用路權型式跟大眾運輸使用率，來設定每公里固定的補助金額，與現在完全不一樣的作法，那也是一種想法，因為確實在審議一些案子運量可能沒有那麼多，但硬說供給導向，雖然每公里固定補助金額與現行的中央對地方政府補助辦法不太一樣，未嘗不是一個方向，但是仍要再了解評估，現行的一個審查要點是不是要去做一點局部的調整。
9. 在此回應賴老師的一些意見，固定金額補助的部分，就是提供一個基本或原則補助，若地方想要蓋較為富麗堂皇，只要地方經費夠多就去做，原先的觀念是這樣，這樣的觀念目前大多用於中央補助地方政府當地的公車轉運站的地方。
10. 關於桃園棕線計畫採用單軌系統，當初考慮到萬壽路、臺一線的路寬，可能不太適合做 LRT，如果是某些路段路不夠寬，有些路

段不見得也是都是這麼窄，桃園市可不可考慮對於路不夠寬的路段採用共用路權，但是可能現在的隱憂是目前國內還沒有共用路權的案例，現在淡海輕軌在老街那一段就是公用路權，所以桃園棕線是在淡海輕軌之後，可以考慮淡海輕軌的模式去做，不知道地方政府可不可以接受，這是勢必大家以後會去面對的問題。

(四)國發會謝慧娟簡任技正

1. 每一項系統都有其優缺點，無法現在就說在國內到底可不可行，系統適用的環境與其路線特色有一定的條件，比較想要了解這樣一個系統是該用在甚麼樣的路線，或是甚麼樣的一個特殊、特色城市，是否在營運成本，或是控制成本比較低的條件下，這些都是在路線系統評選時，比較關鍵性的議題，故應對於單軌系統提出比較充分之資料後再來談。

2. 到底要在哪個時間點去決定系統型式？期待運研所與交通部針對北、中、南、東能先有一個明確的整體公共運輸路網體系，然後再確定說我們都會區整體路網或是城鄉間的架構，這樣對於整體公共運輸會比較完整。因為從早期至現在差不多 10 年的時間，一直想要強調的觀念，軌道運輸只是公共運輸中的其中一環，必去要跟所有運具去做整合和串聯，包括公車、機場、港口，各個交通節點，整體的發展才會出來，所以還是期待能有整體路網發展與規劃，對於地方提出之需求，能夠去引導在甚麼樣條件下才可以發展軌道運輸，因為政府資源其實很有限，公共建設預算一年比一年少，大概從以前兩千五百億到今年只有一千五、一千六百億而已，所以可以怎麼把資源應用到最好，對於民眾的想像，應該以專業上引導，故整體性規劃還是必要的。

3. 至於整合性規劃、可行性、綜合規劃之間如何做出區隔，其實可依據中長程編審要點(或公共工程審議要點)，因為軌道運輸需投入非常高的建設成本，不可能一下子就確定很多事情，至於可行性跟綜合規劃重複性太高，是可以釐清的，可行性要確定到甚麼樣的程度，綜合規劃要再深入探討哪些東西，這是可以討論，許多內容譬如說系統分類，會在很多報告重複，其實應該是要針對路

線、都市計畫有甚麼樣的特殊分析，主要依據大眾捷運法跟編審要點所規範的要件去做就好了，也可以其比較清楚。

4. 關於整體路網是否應有法定位階，由於擔心整體路網核定後，地方便要求執行，故若要有法定位階是可以討論，但是要具體到甚麼程度或是要很明確的附帶條件說都市發展到甚麼程度，那條路線才可以做發展，或者說地方政府願意承諾付出甚麼條件，讓這個計畫能夠優先去推行，這樣才能做後續的發展。因為各項公共建設，包括軌道、公路、航空、港口都面臨相同問題，大家都想爭取，但是實際上不是每個都市都有那樣的發展條件。今天世曦提的一些發展方向，如每固定公里補助金額也是可以考慮，審議要點仍可以修法，那個修法的程序只要大家討論到有一定的共識，可以透過報院的程序進行修法。

(五)臺灣大學賴勇成教授

1. 目前高鐵局正在推動燕巢軌道技術研究中心，聽說有跟賀部長報告過，而且部長也在積極推動到行政院，我也覺得這是一個蠻好的方案，因為其實我們留住這些人就是希望技術能力可以長期累積成為能量，那這個單位可以是個很棒的軌道資產和資源的地方。如同前面專家所談，各地方政府一定希望於過程中有所參與，而這些人僅提供技術的支援，可能是較好的組合。

2. 參與期中報告審查時即提到，為什麼講到引進新進系統，但本報告卻專注在單軌跟 PRT、GRT 的部分，不過後來是有聽到就是交通部就是希望對這個多做一些了解，那這次就是有把單軌的優缺點寫得更完整一點。已營運之單軌系統其實有成功的系統，另也有許多失敗的系統，所以建議如果交通部很重視這件事情，應該要去分析失敗的經驗，例如雪梨單軌拆掉了、西雅圖最後決定不用單軌，用輕軌，拉斯維加斯每天 4 萬人運量但還是虧損，要將實際數值拿出來檢視一下，到底是不適合，不是說完全否定，關於單軌系統，可以參考 Vuchic 教授著作，對於單軌有詳細探討。若是說用地不足，空間很有限，全線高架適合，可能適合，但相

對的輕軌系統可能較具優勢。

3. 再來看 GRT 跟 PRT 推動困難，為甚麼，因為他接下來會遇到的衝擊，就是無人車的發展，當你我都有無人車的時候，它的定位在哪裡，它的優勢也就越來越弱。

4. 至於輕軌系統是一個可以走平面、地下道、高架都可以的系統，他的彈性很大，只是高架時，可能不像單軌有吸引力，若要求較高運量的話他也可以比單軌運量高，因為單軌的車身很高，速度不會太快，所以我會覺得說單軌系統應該屬於中運量系統的一種，所以於法律的角度來說不用去做改變。

5. 目前交通部和行政院政策為何？面對地方政府提出對軌道的需求，若輕軌建設可以被接受與支持的話，那對軌道建設彈性選擇就增加了，但是我們去檢視大量運輸定義時，對於中央政府來說，應該是要達到服務大眾之目的，若每小時二千至二千五百人，是否符合，是否應該由系統發展彈性來看，輕軌捷運相對有彈性，可以彈性向上達到較高運量，但是其他的系統要配合進來反而不是那麼容易。

6. 其實這與Train-Tram系統有關，我也覺得可以朝這個地方去思考，Train-Tram 相當於日本軌道的「直通運轉」，這樣的系統可以將車輛開到路面，也可以開到鐵路上。而我們國家看起來是要在輕軌科技方面要做一些突破，朝向研發輕軌車輛之方向，如果有一個平台，可以台鐵路線拉到輕軌路線，可能會有一個突破，這是一個趨勢與可以去思考的方向，因為好處是可以幫助你把人帶到想去的地方去，包含觀光路線也是，那既然是我們要去發展科技與推動的方向，我們的掌握度也高，那這個是一個我們可以思考的，另法令可以做一些討論。

7. 之前到歐洲開會轉機到杜拜一趟，有看到他的單軌系統營運狀況是不好，一天約 2,000 人，都是旅客搭乘，這也和他的路線設計有關，主要未與其他路線連接，反而是地面輕軌之使用率高很多，

由於未來經費資源不多，路線運量又不高，到底甚麼才是一個好的可能性應該好好想一想。

8. 關於簡報中軌道系統運量與成本關係圖，似乎沒有包含單軌系統，ML一般是指磁浮系統，所以應該補充單軌系統，另簡報24頁的全台都市軌道建設成本，其中包含鋼軌鋼輪系統，由於輕軌也是鋼軌的，所以可能在名詞或用字上要更明確，例如所指的是重運量或環狀線中運量的鋼軌鋼輪。

9. 有關門檻值指標，在當初提供的討論資料裡面，在第6頁的表一好幾個字是互相是有關係的，如營運、班距、人乘載率等，反而我看到經營比是比較特別的，覺得是一個很好參考的東西，因為過去補助都是以自償率決定，但是可能會加入其他東西，讓它變成可行，若是採經營比，只要成本收益可以打平便可以。但也覺得說如果就設在一個值，容易限縮所有的可能性，若是當作參考值可以考慮。然後我覺得設定每公里固定補助金額，雖然看起來大家都很公平，但是是否可行，但我們回到大量運送的角度，如果這個城市可以提供大量的運送，但他得到的補助金還是一樣的，跟另外一個城市量沒有那麼多相比，所以我是覺得這樣就失去當初要支持大量的大眾運輸的角度

10. 最後對於 Train -Tram 是覺得可以好好的想一想能夠推廣的可能性，因為做輕軌的成本相較實在是低太多了，若是從我們的台鐵主線拉出來做支線用於觀光用途的話，這種可能性是可以考慮的。以日本為例他們一開始規劃的時候就決定說要做直通運轉，所以本來東京地鐵那條線看是要跟哪條線連接，是與軌距 1435 或 1067 的路線連通，一開始各種型式和軌距都規劃好了，如果永遠沒有開始去想、去做的話，永遠都不會討論到，永遠都還要討論轉運，會是一個較大的問題，若能夠在主線拉出來將會非常方便。

11. 關於日本直通轉乘案例，羽田機場除了目前的聯外交通之外，期

望能夠拉一條鐵路去做一個連結，然後東急電鐵也希望進去，像這樣的事情，日本交通部就要有一個委員會審核這些公司的案子可行性，那最新的狀況就是幾個月之前，他們委員會推薦東日本鐵道拉一條鐵路進去到羽田這項方案，但交通部還是有一些定奪決定，然後東急電鐵要進羽田這件事情，因為東急電鐵和其他運具的軌距不同，他們本來要做可變軌距或是各種方式的方案，他們委員會就覺得技術上這東西還不夠可靠所以他們不同意，但是你東急可以拉到羽田附近的一個轉運站，所以他們是有一個機制去處理他們這樣子的一個可能，然後再透過審核去確定說最後決定是什麼，他們是沒有財務上的問題，交通部不用去撥錢給他，就只是去做審核是否同意去做而已。

(六)高鐵局鍾維力總工程司

1. 現在為了迎合政治人物，在他們上台時常常會拋出一堆很快見效的政策，讓人民感覺到有政績有建設，但是贊同像這種重大建設絕對不是偶發突然就冒出來，站在技術與行政幕僚，應該要堅守作業的原則，跳脫政治上的需求，顧問公司也不應失去專業角度。

2. 臺北捷運能有這樣成就，是按部就班打下很好的基礎。所以應該先有運輸規劃，從路廊、大眾運輸再到軌道系統的選擇使用，甚至進入到軌道運輸的時候，在可行性的系統選擇是非常重要的。所以絕對要做可行性研究，包括研究對系統、對環境的需求，或是工程、財務等等，經過嚴謹的檢視，若是一下子跳過，直接到綜合規劃我覺得是太倉促了點，到最後可能變得不好收拾。

3. 於系統選擇方面，在整體運輸規劃出來，自然而然這些中運量、高運量，或是剛剛提到PRT、GRT、單軌系統，這幾個系統之間的優缺點肯定是要非常了解，不能過於草率，另外我也認為不要忘掉公車的大眾運輸，BRT 這部分一定要很嚴謹的去討論。另於PRT 還是要等市場成熟一點再說。

4. 合理的程序上應要對大眾運輸、都市計畫做出一個很嚴謹的一個規劃，而不是突然就冒出一個可行性研究，突然一下子輕軌一下子甚麼系統，建議現在的主要規劃顧問公司，於地方政府要做這個案子時，沒有基本的東西的話不要接受委託研究規劃，不然到時候到國發會、交通部審查也是一樣把你打回去，這樣子的一個做法才會對顧問公司比較好做。

5. 在之前即有軌道產業要對外輸出的想法，經過檢視與規劃發現如果能夠結合很有經驗的人才，整合經營管理經驗，對大陸市場東南亞市場絕對有機會，而對於規劃方面持保留，新建計畫則還需要財務上的支持才行，從規劃設計到產品提供，必須跟系統廠商談好，而且也要有融資，他們也都只希望先給我們經營個兩三年再做轉移，大概現在東南亞都是這樣作法，。

6. 最後回到軌道產業的發展，我想交通部、高鐵局可從營運管理方面多下手，對於國內各都會區的規劃人才，可以用證照的方式去做，去看有沒有符合一些所謂的基本知識，或是以規範能力去做認證。

7. 另外回到現實面，賀部長之前也有說過，對建設盡量先不蓋就先不蓋，現在應是要好好的去想現有的交通政策，像是鐵路、公路、捷運，好好的再去檢視，做一個整體資源的有效運用，以臺北捷運發展為例，到各個都會區去做整體的規劃，好好整理起來，把遇到的經驗問題回饋到大眾捷運法，讓大眾捷運系統的開發是有一個機制的，都是從過去的實務面與政治環境所訂出來的，那如果任何一個環境有改變，對於審核的標準要做修改等等都可以談，如果環境非要引進 PRT、GRT 的時候，這個法律絕對會鬆綁，一定會把它納進來。

(七)桃園市政府交通局張新福副局長

1. 地方政府面對的問題往往是對於是首長輪替與政策的更迭與實踐，政策的產生大多是由上而下的，雖然我們都很清楚捷運系統

的一個組成，應該都是由公車系統的一個發展，像是用公車專用道等循序漸進這樣過來，但是預算的限制要去進行運輸規劃，及一些大眾運輸系統規劃有實質困難，桃園市還是極力建立都會運輸規劃模式，有基礎與參數後才能委託顧問公司進行軌道系統可行性研究。而對於顧問公司的預測與模式，很難應證，中央政府審查也無法應證，建議是否可建立第三方驗證機構或模式，可客觀的評估顧問公司的運量預測。

2. 贊成都市要發展軌道系統不應一下直接跳到軌道發展，在一個公車專用道都推不出來的情況下，你如何去做高架或地下化，沒有致力於公車使用率的提升，何來去推動公車的捷運化，這是很重要的。而提升公車使用率絕對不只有免費公車，如八公里免費這樣一個利誘，應該要從交通營運上的管制上去做，例如全面管制停車收費，機車停車收費，都是相當重要的。另外關於運量或交通量達到一個標準可以執行，離峰的量其實也是一個關鍵，但是較少人探討離峰運量到底夠不夠，建議以上講的這些應該是要訂定一些門檻，比如說國發會或交通部訂定前置作業的內容，大眾運輸發展的程序、里程都應該訂出來，以及必須要有個驗證過程或程序。

3. 剛剛聽教授說拉斯維加斯日流量四萬人還在虧損，我想桃園棕線光想就覺得非常可怕了，桃園棕線為什麼會選擇單軌，最主要的是因為爬坡、路寬，畢竟在國內二十米以下道路要走高架，有限建距離的限制，因為規定的問題，所以在這麼多系統裡面，他的關鍵就在於他的路幅與淨寬，所以在這種情況下我們選擇單軌，當然對於道路寬度限制下也有其他應對方法，例如C型路權或B型路權，C 型路權是非常挑戰的，高雄目前推出來的輕軌是 B 型路權，若是要走到完全的C型路權的話要則有安全的考量，不過這也是我們積極在思考的中心問題，因為我們選擇單軌是因為前期的造價成本較低，但到了後期的維修費用，會受制於人，單價較高，所以以這整個生命週期來評估的話不見得是經濟實惠的方

案，比較令人擔心。

4. 至於單軌系統引入，在招標的過程當中技術轉移可能性，於廠商招標中，有零件生產都能轉移到國內製造之條件，放到我們的招標廠商來，但是誰來接受這些技術的移轉，國內有合適的工業區來承受這樣子的技術移轉嗎?國內的產業能夠製造這些零件嗎?這個上游廠商有這樣子的想法，但是下游廠商不知道有沒有辦法去做，所以反觀其他國家，一項重大工程進去，他的技術就能透過技術的平移進行承接，反而國內對於一個幾百億、幾千億的一個計劃，沒有得到應該有的技術轉移，沒有把一些後續的零件供給轉移到國內，造就國內一些就業的收益，這是比較可惜的。

5. 有關於目前的捷運總局該不該成立，桃園跟新北市在最近才各別成立捷運工程局，深深感覺真的是找不到適合人才，尤其桃園的捷運工程處，他的處長只相當於八職等，等於鄉公所的課長，這樣子的一個職等，能夠找到甚麼樣的一個人才，所以在這裡非常希望能夠有一個捷運工程公司的形態出現，來整合目前的這些人力，例如捷運工程處目前能夠進來的人選就是透過高考分發，高考分發進來的新人怎麼樣去推統包等等實際面的問題，這是我們目前所遭受到的困境。

(八)鐵工局溫代欣主秘

1. 關於審議機制是相當重要的，舉法國為例，在法國做 PDU(「城市交通規劃」報告，Plan dedéplacements urbains, PDU)之前有一個上位計畫，在台灣也有大台東 456、大台灣 789，接著便去做下面規劃，中間缺了類似 PDU 計畫，PDU 計畫必須與都市計畫結合，因為若 PDU，沒有都市計畫支撐，就不知未來的發展的可行性。PDU 的公共運輸計畫，每個路線是一個公共運輸，不一定是軌道系統或是公車系統，先有一個路廊然後再決定他的系統。

2. 關於可行性研究和綜合規劃的差別，例如：精度的差別，如地形圖精度與比例尺條件、設計圖比例不同。台灣鐵路推動與捷運推

動的單位不一樣，捷運都是同一個單位做，而鐵路的可行性研究是地方政府做，然後先期規劃是鐵路工程局做，鐵工局要先評估確認其可行性研究是否可行，如用地徵收拆遷等，譬如說：有些單位說前期規劃再去討論，這點鐵工局是無法接受的，還有鐵路工程的技術是否可以用潛遁的還有其他工法等，會擔心若不均勻沉陷是否會造成火車出軌，像這種可行性研究就很重要，到底要徵收多少用地與房屋拆遷，這些你要跟當地民眾有一個某種程度的溝通，如果只是一個公聽會，都是無法確定的，包括現在的台南用地取得的問題到現在還沒解決，所以用地取得是一個計畫可不可行的重要因素。

3. 關於產業與營運公司，跟一個外商公司主管在談，在台灣我們有自己的輕軌製造商，他們價錢與我們自己的廠商比較並無優勢，這個反過來講是對我們來說是一個非常大的利基，他不會來參予我們的輕軌，所以要發展軌道產業，輕軌是一個非常重要的一個起頭。在營運公司方面，以法國為例，法國中央政府的機關他只做制度，他把制度做好之後，營運商自己去推的，法國有些較小的鄉鎮便是這樣，政府只要做好制度，訂定一些營運的指標，舉例：如果你要他多發幾班是要收費的，或是營運商沒有發到幾班車是要罰款的。這些機制訂好之後，營運公司為了要賺這個錢，他就會去組織這些機電系統公司來推動。

4. 非常贊成應該區域來推動軌道建設計畫，包括我們台中的鐵路高架化、地下化或是彰化的高架化、地下化，因為他是同一個機廠，但是他卻有不同兩個計畫，而且台中也說他捷運也要通到彰化、鐵路也要通到彰化，不同的部門在做並沒整合，各自做自己，機廠就不知道要設哪裡了，所以像法國就自己成立一個區域的單位來做 PDU，而不是每個城市去做自己的 PDU，這樣會比較合理。如果能這樣做一些 BOT 或他先做了一些能讓地方政府延後付款，讓他的財務狀況可以減輕一些壓力。

5. Train-Tram 是否對國內的一些方案是替代方案或比主方案更好的方

案，配合國發會推動藍色經濟計畫，鐵工局現在在推兩個計畫，一個是叫做東港支線，他只有 6 公里，6 公里怎麼能支撐一個計畫呢?台鐵說他每一條支線虧一億，然後要成立一個新的系統，而且光是機廠就不止了!所以這 6 公里要怎麼處理，而這支線是要做與地方文化、觀光結合，故目前要做可行性研究的經費是較高的。另希望東港支線可以連回原來鐵路系統，利用原來鐵路資源，。

6. 法國南特與米魯斯這些鄉鎮是本來便有市區輕軌，將市區輕軌連接郊區軌道，讓郊區軌道旅客方便到達市區各輕軌車站；西班牙阿里坎特則是將原本傳統鐵路改成 Train Tram，設置更多車站，也讓阿里坎特變成觀光都市，平常僅有 5 萬人居住，至夏季會有 40 萬人。

7. 關於 Train Tram 系統推動之法令，鐵工局已做了法律相關探討，要以鐵路法或大捷法推動都有可能性，用鐵路法可能較可行，因為鐵路法第二條規範鐵路有國營、地方營、民營鐵路或專用鐵路，若用專用鐵路，則有一個地方鐵路暨民營鐵路、專用鐵路監督實施辦法，有授權要訂定技術規範，故可以制定 Train Tram 自己技術規範，不受台鐵限制，而且可以跳脫鐵路傳統票價限制，如果走一個專用鐵路是有可能成行的。

八、主席結論

(一)之前曾經會過國發會的文，認為北、高重運量系統興建以後，應該其他地區軌道系統需求是以輕軌以下來處理即可，經由這次對於單軌與其他系統之探討，目前結論以輕軌系統彈性較高，而後續仍須就其他部分綜合考量評估再提出建議，由於此非一般研究計畫，故會經過幾次討論整理與修正才會定案。

(二)目前內政部與交通部正在進行國土計畫，目前有進行各區域整體運輸規劃，再往下至各縣市，在地方由交通局進行整體路網與可行性研究，後續再由捷運局接手，才不會造成捷運局直接推動，卻一直推動不了或困難重重。

(三)有關於交通建設計畫的基礎，運輸規劃的OD是非常重要的，如果沒有 OD，不知道旅次的空間與時間，後面要做整體運輸規劃或是後續相關立論都不存在。前一陣子，運研所以手機進行OD大數據調查，建議桃園市可以試以手機進行OD大數據調查，建立OD資料，後續相關規劃才能進行。

(四)捷運人力整合部分會進行討論，會綜整篩選後放在報告中，再提送至交通部，最後由部裡把關與裁定。

(五)可行性與綜合規劃精細度本來就不同，可行性很多方案，應評估出可行方案，後續於綜規進行較深入的探討。於報告中應強調說明其差別性，避免地方政府進行可性研究或綜合規劃之重疊性太高。

(六)關於營支比，要設定每公里的補助金額，要再做詳談，例如體育署推動自行車，其有分 A、B、C 等級，不同等級標準不同，價格也不同，是否設定每公里固定補助金額，補助基本設施價格，地方若想建設較豪華系統或加東西，並由地方自己負擔，這樣的標準是否要因地制宜，會在討論，例如目前是以自償率為判斷標準，因為如果沒有一個標準、指標，會不好推動。

(七)Train Tram的共軌方案，例如當初於左營站曾考慮台鐵與高鐵共軌，因困難度太高而暫時不討論，但後續還會再檢討，因為牽涉軌道、電力系統、號誌系統都的整合，建議仍以不同軌道，個別供電系統較單純，後續再將相關議題做綜整後提出。

九、散會：上午 12 時

附錄 3 第二次學者專家座談會會議紀錄

「都市軌道運輸系統型式發展之研究」

第二次學者專家座談會會議紀錄

一、 開會時間：105 年 9 月 22 日(星期二)下午 2 時 30 分

二、開會地點：本所 10 樓會議室

三、主席：張組長舜淵、魏資深協理雲魯　　記錄：吳雅惠

四、出(列)席人員：如簽到表

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、出席人員發言要點：

(一) 運輸計畫組呂怡青研究員

1. 先就本案背景補充說明，本案為交通部指示本所辦理之研究案，希望由研究角度客觀探討現行審議制度之問題，故本研究蒐集臺北、高雄捷運相關營運資料進行分析，提出修正建議，希望專家學者提供意見，後續修法問題可能請交通部與高鐵局後續再辦理。

(二) 濮大威董事長

1. 討論可以先由路政司與高鐵局對於議題一之看法，再請產業代表(台灣車輛公司)關於軌道產業之態度，以及其他相關軌道產業之看法，由軌道產業對於議題一之看法。

2. 門檻值未來由哪一個單位操作。

3. 贊成黃老師所言「政治應與專業分開」，故對於此門檻應先進行定位，此是政治門檻或技術門檻，要先界定。就本人看法，此非技術門檻，世界上沒有城市有這樣的門檻。這個門檻只能說是顧問公司的觀察，但是沒有技術上與專業上的說服力，若應用此門檻只能說

是政治上之動作，偏向於專業上認可之政治門檻，最後還是應該以專業分析出的結果如淨現值(Net present value)，以及專業上應該是不斷的做規劃(continuous coordinative planning)，尊重專業的機制應該要建立，運研所應該回復此機制，本來便是運研所在做的，後來運研所以做城際規劃為主，都會區由地方政府做，而除臺北市是有實際在做，其他地方都是配合地方首長在做。

4. 目前提出的門檻可以作為參考，專業門檻還是應該在經濟效益上是否有淨現值，以及在財務上是否具有永續性，或是地方政府願意補貼多少年，這些作業在國內皆相當有經驗。故運研所若於現在提出門檻，但是門檻其實沒有簡單的門檻，而現在要做的應該是建立制度，也就是城市運輸規劃的制度。國內顧問公司如台灣世曦與鼎漢公司為少數有長期進行運輸規劃模式建制的人力與能力公司，但是這些部門也長期處於虧損，但是這樣專業規劃技術能力極為重要，也是敲門磚，保有這樣的技術能力才能於業界有競爭力，但是虧損做一個領域不應該是常態，應該有一個制度讓運輸規劃模型可以是一個 open data 與 open tool 的狀態。這樣就不用顧問公司專門支撐一個 model，而是任何顧問公司要用的時候，可以用政府公開的 model，過去 1990 年代鼎漢公司曾做過分析，總計各縣市有運輸規劃模型之人口預測，預計於 2025 年，台灣總人口會達到 5 千多萬人，或 3 千萬人，一看便是不實際的。

5. 本研究提出的門檻還是有價值，可以做為參考，但不應視為門檻，也不應該有門檻，世界上都沒有這樣的門檻，如 Vuchic 教授過去曾提出都會人口在 1 百萬人以上才能有都會軌道系統，但是後來歐洲很多地區不到 1 百萬人仍是可以發展軌道系統，故後來他也也承認這個錯誤，所以本人看法應該建議部長重新建立運輸規劃之制度，運輸規劃制度會有經濟效益值、財務評估指標，每年預算編列便應該回歸專業，淨效益高便可以執行，運量模式大家在同樣的起跑線上來進行。

6. 對於門檻值之應用，應該還是站在客觀與地方政府自我把關之角

度，例如高雄捷運當初總顧問就運量預測結果，建議採用輕軌系統，但是地方政府認為高雄市不應做二等公民，應與臺北捷運類似系統規模，且相同車輛節數，顧問估算後建議若要採與臺北捷運類似系統，需要調漲私人汽車之停車費，才能達到相同規模之運量，並且要地方政府簽署相關文件，接受其運量預測成果須配合高雄市政府未來停車費調漲之政策才能達成，便希望這種不甚合理之情況，希望透過制度建立，得以讓規劃工作正常化，進行真正客觀的評估。

7. 故建議門檻的應用應屬於參考的門檻，不應做為阻擋把關的門檻，尤其是現在很多計畫其實可能都不符合此門檻，例如高雄捷運要往北延伸，相信其人口密度應達不到門檻，故建議參考黃台生老師建議，讓政治與專業分開，專業回歸於專業。

8. 國內對於軌道產業發展若有明確政策，例如透過預算補助台鐵或捷運、輕軌之鋼輪鋼軌系統，過去雖然因為購買馬特拉車輛，遇到困難與挑戰，但有造就台北捷運公司一群有專業技術的人，這些人可與台車做結合與發展，另國家若有明確政策，可在補貼政策上，限制使用專利性系統，若是地方政府或是民間願意自己投資，而去使用單軌或膠輪AGT系統，並不反對，但是要國家預算，則需採用國產製品。若國家有明確政策，須有配套的門檻與評選機制，若能在明確國家政策下，訂定配套的門檻與評選機制，而台車也能允諾於技術研發上之投入，促進國內產業發展，本計畫門檻的訂定便成為有價值之門檻。故門檻的訂定必須要有邏輯，即促進產業政策與交通政策之結合。

（三）張舜淵組長

1. 地方政府於目前政治氛圍下，總是希望短期便能有施政成果，故於軌道系統推動時，總是希望降低成本，或是透過其他方式讓軌道系統儘早核定進入施工階段或儘早完工，另由於目前審議要點是採個案審議機制，故近幾年來幾乎都是政治考量下通過，專業意見並未受到採納，例如過去參加交通部審議小組之經驗，雖然提出很多需

求之意見，認為運量都是高估或不真實，但是主席總是裁示原則通過，請提報單位依各單位意見進行修正，這樣情況下審議機制形同虛設，故思考回歸至早期從整體運輸規劃角度，每個都會區提出捷運規劃，應先進行運輸需求預測與運輸需求調查，進行完整評估後，提出將來完整的路網，這個完整路網會經過很深入的探討，包括將來如何營運，路網如何搭配，將來維修的機廠，以及整體的系統型式，而不是個別路線不同系統型式，或是當地方首長變動時，又選擇不同之系統，或整體而言，並不是最佳化系統。

2. 故目前顧問公司提出將整體路網納入審議機制內，有一定之運作機制，對於個案計畫也是希望訂定較嚴謹之門檻，地方政府可以有宏觀的想法，例如未來計畫路線沿線可能有多少土地開發，會引進多少產業，未來運量有多大，即便現在都是農業區，如路竹延伸至岡山，乃至於至大湖，故將來是否要從兩個層面看問題，一個是需求面，從沿線兩側500公尺範圍人口數，制定一個門檻，至少要達到某一個門檻，我才認為你這個地方有潛力，將來你提出的可行性評估，我才同意進入審議機制與程序，如果不符合這樣的門檻，呈報至交通部，將不同意進入審查，請地方政府再評估較適合推動之期程，如果為供給面議題，或許地方政府或中央是希望未來的都市開發能跟軌道系統做整合，或許可以先核定計畫，但是建設經費不准動支，必須等到周邊土地開發這些都市計畫變更都完成後，才同意做設計與施工，未來是否朝向這兩方面去考量，建立明確之運作機制，即便資源配置不是很好，但也不會太離譜，在這個門檻的運作機制，是不是大家有更好的想法？請大家提供意見。

3. 黃台生老師提的整體規劃與可行性研究收歸中央，也是一個做法，早期台北捷運是由運委會這邊開始做起，但是目前實務上仍有困難，所有的壓力還是會回歸運研所與交通部，所以當沒有明確門檻時，事實上所有立委與民意代表壓力還是會過來，舉例昨日收到高雄市政府之來文，高雄過去要做都會快速道路申請中央補助，中央級補助 50%之工程費，都會區快速道路如何跟國 10 銜接，故設計增

設北上匝道，交通部同意補助 50%，但是後續因地方抗爭，整個都會區快速道路計畫便停下來，過幾年有說要開始做，但是快速道路計畫已停下來，就希望中央可以協助，中央便將其納入國道系統，變全額補助，但是工程由高雄市政府做，後來演變成是高公局要做，請高雄市政府代辦，現在有民眾抗爭，反而要中央請提出興建此計畫之必要性，想表達是現在氛圍改變，中央現在不再具有權威性，地方仍會有相當不同之意見與壓力會匯聚至中央，而且因為中央要處理外部事物太多，沒有人力可以處理各地整體規劃，若組織人力沒有做結構性調整，事實上很難，故希望能夠定一個門檻，不是從目標年來看，因為捷運系統投資金額龐大，若地方條件沒有達到門檻，應該要去發展公共運輸，等地方運量達到某一定程度，才能對未來實施捷運建設的可行性有一定之空間，否則希望地方仍是從加強公共運輸著手，中央可以怎麼補助地方之公共運輸，是可以再進一步討論。如果現況如果人口或運量沒有達到，應該也不能全然怪顧問公司，因唯執政者對於外來可以有很多願景，雖然目前只有 50 萬人口，但是未來可能有 100 萬人口之情境，或引進產業等，故對未來假設情境，都是趨向於樂觀的看法，顧問公司要對業主負責，所以必然要做這樣的調整。故希望從現況的發展以門檻先來審視，當然這個門檻可以訂的很高或是較低，若門檻可以達到，可以先同意進行研議，後續再看運量預測，這個運量預測才會有型式的探討，此為門檻擬定之核心思想。

關於濮董所提關於運輸規劃的制度，可以長期在與交通部商議討論如何建立這樣的機制，但是從目前所提的門檻是做現況的運輸需求檢視與遴選，依照營支比大於 1 之前提下，計算每公里應該有的搭乘旅客量假設為 1 萬人，但是以一個比例例如 60%或 70%作為門檻及現況運量需求應達到 6 千人，再進行經濟與財務可行性評估，若未達門檻，可能就未來來說，計畫是可行，但是現在來講還是過早投資，或許也是一種思考方式，以目前計畫蒐集各地方政府提出之建設計畫已達一兆的經費，如果這些計畫都先暫停，由中央從制度重新檢討，重新進行運輸需求預測規劃，從實務面而言，可能會有很大反

彈，故希望在短期內還是有個運作機制，讓其可以往前走。

（四）魏雲魯資深協理

1. 就作業單位進行可行性研究與規劃報告之經驗，說明為何訂定這兩個門檻，過去報告送至交通部或行政院審查，時間都拖得很久，因為訂定自償率與中央補助地方辦法，造成針對數字上的爭論，對於交通量預測、票箱收入、興建乃至於營運維護之成本，可能各家公司都有一套計算方式，再加上 TOD 與 TIF、地方開發之挹注，透過各類設定進行計算，但因為過程難以完全透明化，形成各說各話，難以客觀評量。固作業單位蒐集臺北與高雄捷運實際營收資料，希望能設定門檻，先為地方或中央政府訂定先決條件，透過簡單而客觀的沿線人口數與公共運輸旅次量進行衡量，也可消弭相關預測的爭議。

2. 臺北捷運 100 年至 104 年本業收入為虧損，100 年為 12 億，102 年最高達 19 億，以臺北捷運運量這麼高的地區，都仍需要本業外之收入挹注，同樣道理，把財務營收平衡視為路線永續營運，適不適合，臺北捷運應該是一個很好的案例。而他的收入還在於它的人口與公共運輸旅客量，所以是非常樂觀，相對於運輸需求模式預測目標年之數據可能更為客觀與實際，回歸至人的本質面而較無爭議。

   目前於捷運相關法規對於可行性研究與綜規應做那些項目皆有明定，但是規劃工作由中央或地方做又都可以，並且目前在法規上整體運輸規畫並不是必要條件，只是實務上，還是有整體規劃，再走可行性與綜合規劃，至於整體規劃與可行性研究是否收歸中央，又是一個議題。

（五）鍾維力總工程司

1. 高鐵局也受交通部指示，地方政府有大眾運輸路網規劃皆會送至高鐵局審查，再報至部裡審查，現實問題，雖然現在都訂了很多審查的項目，基本的資料與需求在審查時都會談到，但是最後要

作拍板時，都是讓其先通過，再做修改或補充資料，其實都是為現實所迫，目前所提的門檻值則可能是更前面，在作整體路網時，即可行性研究前，應該先進行未來預測之值，與都市發展之結合，但是還有太多太多不可掌握之變數，如以法定之都市計畫來看，其每五年需通盤檢討一次，主要計畫每十年檢討一次，而大眾運輸整體規劃也是基於都市發展，是不是隨時更新，故為何不敢核整體路網規劃，這涉及其為剛性或彈性，務實起見，也可以要求以後必須要做完整整體路網規劃，也是循可行性階段然後由主管機關核定，然後在這個架構下開始作優先路線之可行性，除非可以將整個程序建制成大家可以接受的，否則要將整體路網規劃當作一個前期條件，這也可以當作把關機制，不反對一個把關的門檻值，但這單一因素又涉及是要以現況條件或目標年的，前提是不論是顧問公司或地方政府，應該以嚴謹、合理的態度，主要是目標年或未來運量是可信的，包括基礎資料、預測資料與模式都不是不實，再說每個都市特性不同，都應該還要校估，如自償率亦會分級，如果以台北看全省，一定會有問題，但是一定要做校估，訂定不同類型。

2. 除了基礎資料，對於預測，顧問公司亦應忠實進行，否則審查單位永遠防不勝防，且審查單位面對相關壓力或關切下，獲指示應儘速辦理，故顧問公司對於預測資料一定要先把關。故於台北與高雄不同都會特性，模式皆要進行校估，那人口密度是否為唯一檢驗標準，人口與公共運輸間彼此有關係，包括公共運輸旅次數等與人口皆有關，只是在不同階段，可做出不同預測值，因為會與旅次產生率、公共運具比例都有關係，各都市是否採相同標準，不反對此門檻值與標準，但要如何解釋，需要嚴謹，以免又被誤用。

   以臺北都會區來看，因為路網已經成形，是否可檢視運量預測與實際運量之差距，若運量發展與預期不會差距太大，是不是再檢討票價是不是還可以再漲？是費率與政策問題，此外一條路線無

法改變一個都市市民大眾運輸習慣，所以應由整體路網去檢視，而這個門檻值的檢視是否還是同樣，亦即對於整體路網或單一路線之門檻值是否相同的，例如實務上民生汐止線即面臨這樣問題，民生汐止線前提是南北線能夠成立，否則運量與自償率會有很大影響，所以很難分解，故是要從整體路網去看，還有優先順序與期程之問題，雖然目標年會達到整體路網，但是仍是回到第一條路線是否可接受。

（六）交通大學黃台生教授

1. 政治操作是難以避免，需要務實面對此狀況，但是要把政治與專業分開來，顧問公司為地方政府進行規劃研究，很難不受業主或地方政府、民代主導影響，建議規劃收歸中央做，由地方政府提出要求，中央進行規劃，本人認同中央之專業。

2. 門檻是給地方或是中央來操作執行？曾經認為門檻是給地方政府使用，不到此門檻，即不到提出之標準，避免政治操作；但是進一步認為門檻應該是給專業規劃者使用，顧問公司之專業應導入在審查上，包括路網規劃，公共運輸政策、都市計畫之配合，由中央委託顧問公司進行規劃，因為業主不同，顧問公司會務實進行。

3. 關於臺北捷運運量預測與實際差異，早期運量預測較為準確，因為當時規劃單位在中央，是運研所，使用單位是臺北市，規劃單位即是審查單位，會蒐集資料做最好抉擇，故早期預測是較準確的，而後來預測差距較大，因是由地方進行或主導。建議由中央進行規劃，由規劃結果與地方談判，回應地方政府或民意代表要求，地方首長應做甚麼樣配合，由中央掌握成功條件。從臺北市成立捷運局後，捷運計畫都是由地方啟動，中央政府只能審查把關，但沒有籌碼，經歷二、三十年的歷程，建議回歸原先方式，由交通部來進行規劃工作，由中央掌握成功條件，地方配合與否，其結果為何，可將其分出來，故第一個可能要的改變，是由中央進行規劃。

4. 臺北市捷運規劃也應由臺北市交通局進行，先從整個交通的需要去做，若是由捷運局做，一個開始整體規畫東西都沒了，就直接做綜合規劃，可行性都沒問題，目前由捷運局進行規劃，捷運局以工程為主，故規劃會偏向工程，相對於可行性或永續之概念會較缺乏。

5. 由於中央政府軌道預算是有限的，例如每年為300億元，這其實已是最直接之推動門檻，目前本計畫提出這門檻應是以參考性質為高，因為還是有很多變數可以自己進行設定，並不是這麼客觀。

6. 所有國家軌道政策不是為了獲利，都是維持工業技術的不落後，這些都是 TOP-DOWN，例如日本發展磁浮車輛，至目前仍未獲利，但是都是由國家支持，委託他們做研究或相關技術開發，而台灣產業要由廠商自己去發掘市場，於是受到很大限制。
除此國內技術提昇是很重要，透過建設計畫引進新的系統，如高雄輕軌的超級電容充電，文湖線採用無人駕駛系統，透過這些系統去學習到新的技術，若自己沒有研發，又沒有去購買國外新系統，則國內只能使用較舊技術或產品，則不出幾年，台灣於軌道運輸之 Know-How 會吃虧很多，過去雖然吃過苦頭，但也造就台灣技術的提升。

（七）臺灣大學賴勇成教授

1. 就門檻值的設定，目前面臨的問題，地方政府總是希望推動引進五花八門的系統，因為想要做別人沒做過的，成為台灣第一，而中央政府希望訂定把關的門檻，但是會與鼓勵軌道運輸發展的政策衝突，這是弔詭的地方，但回到門檻的應用上，這可能是個參考的門檻，而且是有彈性的。

2. 目前整理的每車公里營運成本，是台灣實際營運數據，但是也有令人覺得疑惑之處，例如臺北與高雄的人口數差很多，而同樣是鋼軌鋼輪系統，照理說成本應該不會差很多，但是臺北市的每車公里營運成本卻又與高雄差很多，所以是否能夠更客觀，是本計畫可以考慮達到的。

3. 上次座談會後有提供一份資料給規劃單位參考，為 1993 年日本研究資料，因為日本有各種軌道系統，所以有各種系統營運經驗與維護能力，故其整理各系統達到營支平衡情況下之運量，以 15 公里路線長度而言，單軌系統每天運量要達到 6 萬人，才能達到平衡，AGT 系統則快 7 萬人，輕軌可能 3 萬人，本研究是否可做出，台灣自己的資料，而這資料，必須要能夠隨時變動，因為其與產業發展是相關的，例如台灣車輛目前可生產輕軌車輛，照理說，我們越能掌握一個系統的技術，其營運成本應該可以降低，當營運成本降低，我們對應到多少旅客可達營運損益平衡之標準便可以降低，相對地可以鼓勵地方政府使用自己可以掌握技術之產品，因為若是國外引進之新系統，營運維護要重新訓練，其成本可能提高太多。故以此方式可以降低系統建置門檻，又可鼓勵國內軌道運輸與產業之發展，讓計畫有可以繼續往前走的可能性，也降低因各種政治力導致五花八門系統之引入。故各系統可以找出各自達到損益平衡之運量，因為除了決定計畫是否往下進入研議，可以做為後面進行系統型式評選的量化指標的參考依據。

4. 關於高速鐵路工程局正在推動的「軌道技術研究暨認證中心」，希望其預算能夠通過，使其得以繼續進行建置。

5. 國內軌道產業發展最重要之市場還是在國內，舉例就台鐵來講，每公里養護人員比例較國外為高，國外如日本鐵道會將營運維修外包，而運務如司機員的仍需由自己營運掌握外，可以精簡本身人力與營運成本，如果台車是車輛製造商，其營運維護應該是沒問題，也建議台車擴大營業項目，例如車輛、軌道、供電、號誌系統之維護，促進國內軌道產業發展，若要達到與國內軌道產業之結合，台車目前朝向發展輕軌車輛，地方政府也可考慮引進輕軌系統，並由委託台車進行維修養護，降低營運成本，彼次相互配合。

6. 建議臺北捷運工程局的人才應可保留，持續下去，讓專業技術與經驗可以發揮與傳承。

7. 看到台車投入那麼多資源，未來在機制上如何設計，有利於國內產業發展，若只是目前一個制式門檻，很難想到如何在產業上能有推動的效果，所以如果車輛或供電廠商同時能替營運者帶維護，可以降低營運者之成本，這是目前觀察到日本有些小型系統營運商是這這樣在操作。

台鐵會提升自製率，便是因為於招標時有訂定門檻，目前自製率可以提高至六成，這樣的運作方式是否可轉到其他的都市軌道運輸，如果這件事可以，建議都市軌道建設計畫也可以參考這樣方式，讓台車能有更多參與機會。

（八）台灣車輛公司李安世副總經理

1. 關於軌道國產化，台灣車輛公司一直在努力中，與台鐵合作模式由過去700型電聯車至800型電聯車，與過去台鐵購買其他國家之電聯車是很不同之方式，過去其維修做的非常辛苦，而在800型電聯車，台鐵營運效能與服務品質與以往已完全不一樣，這其中台鐵接納台灣產業，台灣產業可以適時配合台鐵提供所需之改變，給予新的觀念與想法，並可立即提供配合，提供在地化服務。若是台鐵與國外合作，若想改甚麼，必須先從合約面檢討，但是與台車合作匹此可以配合，也希望此模式長久下去，有助於台鐵營運與車輛服務，也有維持台灣產業發展。台灣車輛原本不做維修，但於800型電聯車後，台灣車輛會派人進行維修支援，例行維修仍由台鐵進行，一旦有特殊狀況，，台車除了派出第一線維修人員進行協助，更有專門技術人員會針對問題進行評估，所以推動國內產業相對對交通建設是有幫助，故希望交通部進行軌道建設可以重視這一點，過去經濟部一直推動軌道車輛產業，也希望大家協助。

2. 台灣車輛有濃厚官方色彩，故一直有重要使命要發展國內軌道車輛產業，辛苦走過四、五十年，一直不忘初衷。就產業發展角度，希望系統單純化，可以讓台車將人力有系統的投入，能夠從頭到尾做了解，使台車提供之技術服務可以更到位，若系

統多樣化，台車雖然還是可以跟國外合作，但是可能淪為只能做組裝，如台車也是環狀線車輛組裝廠，但是對系統無法深入接觸。

3. 台車未來發展方向，從初期電聯車，目前也考慮市場對中低運量之需求，希望全力投入輕軌，我們希望能夠掌握從設計、製造，到檢驗、驗收，建立完整能力，這一過程是與國外合作，例如電聯車是與日本廠商合作，逐漸增加設計比例，輕軌則與德國廠商合作，日本以權利金方式合作，做多少輛付多少錢，德國則以買斷設計方式。另於車身材質，選擇以不鏽鋼與碳鋼為主，可以由國內供應商提供材料，並可將加工產業留在國內。若採用鋁車，台車仍可進行整合組裝，國內沒有生產大型鋁車的擠型工業，可能整套車輛構件需要仰賴進口，國內產業沒有參與機會，故就技術面而言，台車可以進行，惟就產業發展角度，以及台車本身股東組成，希望電聯車或輕軌車身仍是可以採用不鏽鋼與碳鋼材質。

4. 引用規範之問題，目前國際規範正朝向整合，依照台車經驗，過去所開規範揭示美規或英國標準，一直演變到近年，轉變成 EN 與 ISO，中間其實有很大變化。可能台車過去一直探詢可以參與車輛製造之產業，部分門檻較低者，已有產業可以參與，門檻較高者，可以合作但還不能主導這樣產業，但是這些東西，主要是在規範轉變過程中，產業是要被歸零的，舉例過去 800 型電聯車花很多錢，培養廠商過去進行國產化，但是今天若轉換為 ISO，所有東西可能要重來過，但是他沒有把握，就如同他雖然考過托福，但不知道考多益會怎樣，所以無形中增加很多成本與門檻，但是由於世界趨勢中，他會慢慢向 ISO 標準，所以建議 CNS 是否可以慢慢可以與 EN 或 ISO 參考靠齊。

5. 除了標準外，顧問機構對規範也很陌生，雖然顧問公司知道有這個規範，他也要求你照規範走，但是對於規範的理解解釋，車廠與顧問公司、或是實際監造公司之見解非常分歧，所以希

望新的研究機構成立，能對採行規範做適度整合，並且有一個對規範做最終解釋之機構，因為往往業者與監造公司對規範見解完全不相同，而無法過關，在國外有些機制是透過第三方公證機構，他有一些有資格的人，可以就規範不完全的部分提出解釋，避免兩造雙方之各自解釋，造成紛爭，建議未來可以在規範的教育訓練與最終解釋能做一個設置。

6. 台車過去沒有機會作主標商，所以從沒有做行車測試的設備，只能做例行性測試，但是由此次與淡海輕軌專案合作，，所以也投資做行車測試以及輕軌專用廠房，另外並設置環境性能實驗室，例如空調系統設計後是否可適用的實驗室，其實需要相當大之投資，但是若政府願意支持我們，我們也願意做這樣的投資。另外也投資車體結構試驗室，因為若將車體運送國外測試成本過高，不如於台灣設置試驗室，請國外專業機構來台進行測試認證。另外有一個想法，台灣是否有可能設置類似車輛研究測試中心，有關車輛的驗證與認證由車輛實驗中心來進行，我們也配合設置一些設備，這可能也是可行之方向。

7. 國產化部分，其實國內也有很多廠商想要投入，但是都遇到一個問題，就是驗證與認證單位的問題，未來希望在規範上，除了實績之門檻外，希望能設置驗證與認證單位，給予國內廠商進入市場之機會。

8. 輕軌系統有兩大門檻，引入歐規後，車輛重量問題，以及防火標準提高，也希望一些新的技術與標準，國內有相關單位能夠配合做研究與發展，例如目前亦有與中科院合作相關化學配方之專業，帶者國內橡膠產業一起做。

9. 關於台鐵提高自製率的模式應可作為都市軌道計畫之參考，台鐵其實沒有開放台車單獨投標，仍必須與其他國外廠商合作，但是透過此方式，讓台車獲得實績，後續便可單獨投標，至於技轉方式，台車是下了很大決心。目前 800 型要求自製率到

50%，目前台車設計自製率可達5成至6成，因為供電與其他系統仍需再發展。

（九）台灣世曦公司劉國慶經理

感謝各位學者專家給予寶貴意見，彙整分為專業、政治與系統三方面回應：

1. 專業應該回歸於基本，即要先有整體運輸規劃，作為上位指導，並應每五年進行檢討，目前內政部頒布國土計畫法，交通規劃與國土計畫應要互相結合或相對應配合。

2. 政治方面應保留彈性，因為政治沒有絕對對錯，但是地方政府提出之白皮書應該有數量化依據，而數量化便應該回歸專業。

3. 系統應該能市場化，相關高科技如磁浮系統，但是由於沒有想像中平穩，是否適於台灣市場，另市場要考慮顧客與廠商，在市場成熟後，其實不需要引進最新之技術，應該符合需求為主，建議李副總朝向符合台灣市場之需求發展，也符合政府採購法，發展適合顧客需求之系統。

八、主席結論

（一）彙整學者專家的意見，大部分贊同應該有扶植國家軌道產業之作法，而且應該由上而下，及國家應該有想法。至於要發展之重點項目，是應朝向目前已有基礎之鋼軌鋼輪發展，還是為了國家工業技術領先，應該要鼓勵新的技術或系統型式，故究竟要以什麼樣的系統型式較為優先，仍留待後續討論。

（二）另有一些產業獎勵應屬於經濟部，認證與採購則屬於交通部，建議經濟部與交通部應該再進行協商討論。

（三）感謝各位學者專家提供寶貴意見，後續規劃團隊進一步彙整討論與研議，提出最後成果。

九、散會：下午5時

附錄 4 期末報告審查會議紀錄與處理情形

「都市軌道運輸系統型式發展之研究」

計畫案期末報告審查會議紀錄與辦理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
臺北大眾捷運股份有限公司		
1. 報告書 P.2-14 頁，圖 2.2-2 大臺北都會區軌道路網示意圖中，新北投纜車目前已確定不開發，建議修正。	遵照辦理修正，詳圖 2.2-2。	同意承辦單位處理情形
2. P.2-16 頁，表 2.2-2 南港東延段通車時程應為 100 年 2 月(南港展覽館站)。	遵照辦理修正，詳表 2.2-2。	同意承辦單位處理情形
3. P.2-43 頁，軌道系統運量預測參數中，所指尖峰率為尖峰小時？或尖峰時段(2 小時)，另提供北捷郊區車站如中和、土城、蘆洲、新莊等區，尖峰小時之尖峰率約在 20%～25%間，請規劃單位參考。	遵照辦理修正，詳表 2.2-16。	同意承辦單位處理情形
4. P.4-25 頁，表 4.3-3 中，此北捷損益平衡之運量密度試算表中，每車公里 654 元之營運成本，似有包含重置租金費用，然該項費用可能因系統、城市而有所差異，建議備註說明，或將重置租金費用刪除，較能提供使用單位客觀之評估基準。	經洽詢北捷公司，依照北捷與臺北市政府民國 90 年簽訂「臺北都會區大眾捷運系統財產租賃契約書」，臺北捷運公司每年需繳交之租金，包含機電系統設備之重置經費，以及營業收入一定比例計收之租金，全數繳入重置基金，作為捷運機電系統設備汰舊換新及設施設備增置改善之財源。故北捷目前損益表之輸儲成本有包含重增置費用；高捷則在民國 102 年因與高雄市政府修訂合約後，部分重增置由高雄市政府負責，故自民國 102 年起其運輸成本降低，相關說明請詳見 2.2.2 節報告 2-41，由於票價公式有含重增置之負擔，故於 4-29 分析損益平衡之成本將一致包含每年分擔之重增置成本。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
5. P.6-20 頁，表 6.4-2 中，舒適指標之減速變化率僅註明”>=95%”，意義不清，其定義應為”某特定時間內，單方向列車之加、減速率瞬間變化值不超過 0.8 公尺/立方秒之班次數與總量測班次數之比率”，請修正。	1. 遵照審查意見辦理及修訂。 2. 舒適度指標之定義依各系統及路線特性不同而有所差異，本案之指標僅供參考使用。	同意承辦單位處理情形
一、 新北市捷運工程局		
1. 贊同系統門檻之訂定，可以做為計畫推動之參考，惟門檻值似為絕對值，但是系統評選除運量外，尚與各都市發展或軌道產業發展等其他因素相關，建議可採其他名詞或後續運用上宜較具彈性，至於實務上系統可不可行仍應回歸至經濟或財務指標。	遵照審查意見辦理修訂為系統設置之參考門檻值，於整體路網是以二分之一估算，考慮地方發展之潛力。	同意承辦單位處理情形
2. 本計畫所提可行性研究及綜合規劃報告相關建議，未來將納入審議要點修正參考，對於計畫所提要合併或更清楚區分可行性研究及綜合規劃報告各階段所應完成之內容項目，以及自償率是否與補助脫鉤等，皆為實務作業面臨問題，皆表贊同。惟目前審議要點對於新增車站及延伸支線計畫較無明確之規範，若僅是針對財務計畫修正，如何適用於審議要點，建議報告中再增加此部分之探討與建議	遵照審查意見辦理，將整體路網納入規劃審查作業，請詳 6.1 節課題一之建議事項，以及圖 6.1-2，至於捷運延伸線或增站審議等議題，部分涉及跨縣市整合平臺議題，由於依照審議要點規定，捷運系統興建應由地方政府提出，而目前捷運延伸線或增站議題多是由於既有路線與欲延伸或增站之地方政府不同，站在各自立場難以整合，故涉及跨單位協商問題，建議另案由組織調整研究進行討論。	同意承辦單位處理情形
3. 報告中建議新北市軌道推動發展策略應進行整體路網之規劃，惟新北市與臺北市有密切之地緣關係且往來密切，故不適宜進行單獨之規劃，建議須由整體都會區路網觀念來進行。	臺北都會區捷運路網的規劃，不諱言其實是以臺北市為主體的路網形式，對新北市的考量相對有不足之處。例如現行路網為輻射狀，主要服務臺北市與新北市間往返之旅次，較少考量新北市區內往來之需求。本研究所建議提出之發展策略，並非要新北市單獨規劃捷運路網，而是應該在目前臺北都	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	會區捷運路網結構下，勾勒出配合新北市都市發展願景的新北市捷運路網。	
4. 由調查顯示，未來國內許多都市皆有推動輕軌系統之施政方向，惟受限於既有道路寬度，可能須以共用路權進行設置，惟大眾捷運法第三條規定「大眾捷運系統為非完全獨立專用路權者，共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限」，未來是否有檢討之空間，建議可蒐集國外城市相關案例參考。	輕軌運輸系統因具有因地制宜特性，得混合使用專用、隔離及共用等路權等型式，惟若共用路權比例過大，可能會影響其達到密集班次，大量快速輸送類似於捷運系統的功能，惟為因應未來中小型都市推動輕軌運輸之可能，建議相關單位可以蒐集地方政府意見，務實探討共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一之規定是否有放寬之需求與必要性。	同意承辦單位處理情形
二、 桃園市交通局捷運工程處		
1. 第五章 5.3 節(P5-28)單軌捷運系統之法律定位為路權型態符合大眾捷運法第三條第 2、3 項之條件(路權條件)，即符合大眾捷運法中大眾捷運系統之定義。而同章小結(P5-37)卻說明單軌系統為輕運量時，適用大眾捷運法則有疑義。因單軌系統屬專屬路權始得行駛，前後邏輯不一致，請補充說明。	單軌捷運系統屬專用路權，只要達到一定運量，即可適用大眾捷運法。若無法達到一定運量，即不符合大眾捷運法第 3 條「大量」之要件，而無法適用大眾捷運法。謹遵照審查意見，將期末報告做文字修正，請參照期末報告 8.1.1/二/(一)/2./(2)、8.3/一/(一)/1.。	同意承辦單位處理情形
2. 第十一章第 11.2 節建議第四點：「行政審議層面建議建立『大眾捷運系統整體路網評估計畫』之中央審查核備機制、上位法定位階及檢討機制，……」，目前各捷運計畫之可行性研究及綜合規劃已含整體路網之說明，並須依「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」由行政院核定後，才可進入實質動工，倘依報告建議大眾捷運系統整體路網評估計畫須由中央審查核備後，再依路網計畫個別提送捷運可行性研究及綜合規劃予中央單位審查，恐因	本計畫於 6.1 建議審議要點將整體路網規劃內入規劃作業與審查機制，並於作業項目規定地方必須提出大眾運輸導向之都市發展計畫為上位計畫，使捷運系統規劃與都市計畫能夠整合，符合中央政策，再配合本報告建議可研與綜規不同審查重點，與財務分擔補助方式，雖然程序增加，但各階段審查更為明確，可以改善計畫推動	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
程序使捷運建設無法配合都市發展期程，請補充說明。	期程，與都市發展期程得以配合。	
三、 交通路政司		
1. 簡報第 48 頁軌道系統評選進程,因為站間運量小於 5,000 人/小時建議採 B、C 型路權內已有公車、無軌電車與路面電車等屬於公路系統，爰建議門檻項直接分為 A、B、C 型路權，不須分為「軌道」與「公路」。	圖 9.4-1 以都市運輸系統之類別先進行分類，故一開始包含軌道與公路，後續則以軌道為重點進行分析。	同意承辦單位處理情形
2. 簡報第 73 頁就系統適用法源之建議分類，建議勿用重、中、輕運量，因為不同系統型式，可以用不同手段達到各種運量情境，且輕運量名詞於國內較為少見，建議提出各系統適用之法源即可，不須分類。	大眾捷運法第 3 條規定，大眾捷運系統須符合「大量」之要件，故現行法仍然就大眾捷運系統之運量有一定要求。謹遵照審查意見，將期末報告書中有關重、中、輕運量之區別標準，修改為以「大量」與否作為區別標準，以與法律用語相符。	同意承辦單位處理情形
3. 本研究成果後續將會做為高鐵局進行捷運審查要點修正之參考依據，因此，例如報告建議將整體路網規劃納入審查作業，以及捷運延伸線與增站之審議等建議都請研議納入。	遵照審查意見辦理，將整體路網納入規劃審查作業，請詳 6.1 節課題一之建議事項，以及圖 6.1-2，至於捷運延伸線或增站審議等議題，部分涉及跨縣市整合平臺議題，由於依照審議要點規定，捷運系統興建應由地方政府提出，而目前捷運延伸線或增站議題多是由於既有路線與欲延伸或增站之地方政府不同，站在各自立場難以整合，故涉及跨單位協商問題，建議另案由組織調整研究進行討論。	同意承辦單位處理情形
4. 簡報第 60 頁軌道運輸系統架構可以提供臺北市目前軌道系統產業研究之參考，針對架構中是否有些項目可做為國內軌道具體發展項目，目前同時進行數個軌道相關研究資料，建議可以互相參考納入應用。	遵照審查意見辦理，配合提供請臺北市納入目前進行軌道系統產業研究之參考。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
5. 簡報第 72 頁關於 PRT 系統，過去新竹市政府曾提出，惟目前尚無進一步申請動作，報告中提出因運量問題，PRT 系統較適用於公路法，建議就 PRT 系統未來若依公路法推動須增修訂之條文提出建議。	PRT 系統路權型式為專用路權，但運量小、運輸路線短，不符大眾捷運系統「大量」、「輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之要件。若屬導引式的 PRT 系統，較接近享有專用路權之公車系統，適用公路法之客運業，而無須特別修法；若屬行駛於軌道之 PRT 系統，則目前國內恐無可適用之法規。(詳請參照期末報告 8.1.1/二/(一)/2./(3)、(4)及 8.3/一/(一)/4.)	同意承辦單位處理情形
四、 臺灣大學賴勇成教授		
1. 本計畫蒐集相關門檻值訂定之佐證資料，支撐對於門檻訂定之計算方式，其成果可作為交通部審議相關申請計畫之參考依據。	遵照審查意見辦理，建議作為交通部審議相關申請計畫之參考依據。	同意承辦單位處理情形
2. 報告 P4-3 關於軌道系統國際發展趨勢，目前軌道系統國際發展趨勢為「高速、節能與可靠」，關於軌道智慧化一般稱為「Smart Rail」，建議報告書勿以公路 ITS 角度(Intelligent Railway System)撰寫。	遵照審查意見辦理，修正報告相關名詞。	同意承辦單位處理情形
3. 第五章對於新型系統應先進行定義，另外對於 P5-39 系統比較表格，比較基準並不明確，且僅侷限於幾個系統，恐造成讀者誤以為於系統評選僅有這幾種系統的選擇，建議刪除。另分析系統廠商數量應平衡，如輕軌系統製造廠商很多，惟僅提到有架空線技術之 4 家廠商，於單軌系統則列出 11 家，數量不平衡。	遵照審查意見辦理，刪除 P5-39 比較表格，市場分析對於廠商說明再予加強。	同意承辦單位處理情形
4. P6-18 營運階段之課題與對策不完整，與簡報內容不盡相同，後續建議可再補充報告內容	遵照審查意見辦理補充修訂。	同意承辦單位處理情形
5. P9-12 在路權型式選擇加註但書，是否會造成第一階段篩選無效？	遵照審查意見辦理，對於平交路口與道路交通影響過大	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	再予補充說明。	
6. P10-35 報告書 TOD 之中文建議統一為「大眾運輸導向之都市發展」,明確強調都市規劃時納入軌道系統考量之重要性。	遵照審查意見辦理，於第六章與第十章 TOD 中文統一為「大眾運輸導向之都市發展」。	同意承辦單位處理情形
7. P10-35 提到很多 TOD,建議對於 TOD 之中文能統一為「大眾運輸導向之都市發展」,因為希望看到這個名詞,可以提醒這是都發局的事，而不僅是交通局，即都市軌道發展與都市發展之關係，牽涉到很多層面與單位要共同完成。	遵照審查意見辦理，第六章與第十章 TOD 中文統一為「大眾運輸導向之都市發展」。	同意承辦單位處理情形
8. 目前國內對中運量系統技術掌握度仍不足，透過淡海輕軌案，對輕軌車輛系統有較高之掌握度，就促進國內軌道產業發展而言，是否未來在中低運量之路線，可以考慮採用輕軌系統，除可掌握技術，且有利於營運階段甚至全生命週期之發展。	遵照審查意見辦理，於第九章系統型式評選納入建議。	同意承辦單位處理情形
9. 交通部計畫成立之軌道技術研究暨驗證中心，除為國內軌道產業建立驗證制度外，建議報告書補充亦應具備對於國外系統產品引進國內之把關動作。	遵照審查意見辦理，於第九章系統型式評選納入建議。	同意承辦單位處理情形
五、 國家發展委員會謝慧娟簡任技正		
1. 由於本計畫牽涉範圍很廣、時間很短，故目前整理出之研究成果值得肯定，惟有些問題之探討仍可再深入，以便支撐其論點。例如目前評估達到損益平衡點之運量密度做為門檻，而引用資料為都會區路網平均資料，以臺北捷運經驗，都會區核心營運狀況是非常好的，但是延伸至郊區路線之邊際效益較低，目前是以市中心路段之運量支撐整體路線，而報告書採行整體平均資料來分析是無法反應此一狀況，建議請臺北市捷運公	感謝委員提供意見，依照臺北捷運公司損益表，無法進行各路線之計算，建議後續請臺北捷運公司研議整理相關資料，提供研究分析。	同意承辦單位處理情形

	審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	司協助提供各路線之資料，以明確分析前期核心區及後續興建或延伸至外圍之路線進行分析，以實際之運量較能提供後續計畫評估之參考或依據，避免過於樂觀。		
2.	原審議要點之概念是軌道路網需進行整體且長期之規劃，各路線再視實際發展狀況陸續推行。因此要求地方應先完成整體路網規劃再逐條推動的概念，但是沒有要求送中央核定，是因為部分路廊可能短期內在公共運輸、人口發展、都市計畫都未達到建設捷運系統之條件，若先核定整體路網，便要繼續啟動各路線之推動，可能並不適宜也容易造成整體路網核定就確定會執行之誤解，甚至造成地方與中央之衝突或執行上之困難，故本報告建議於審議要點內通過整體路網為要件,可能須更為小心與謹慎。	已於 6.1 節審議要點納入整體路網之機制，補充相關配套。	同意承辦單位處理情形
3.	簡報 49 頁提到「核備」，目前計畫審查並無此用詞，基本上是採「核定」或「備查」,「核定」是上級對下級提報計畫的肯定,「備查」則是主動權交由地方政府，由地方政府審查後再告知中央，中央可於事後做稽查。因為「核備」牽涉兩種意義，一般較少使用，建議儘量避免。	遵照審查意見辦理修訂。	同意承辦單位處理情形
4.	可行性研究與綜合規劃報告之整併或工作之釐清，依據中長程編審作業要點，並無對可行性研究與綜合規劃作業內容的明確規定，是由於中央審議計畫累積之經驗，發現交通建設投資皆相當龐大，不希望一下子投入太多規劃資源，故必須先就技術、路線、財務、經濟等可行性進行初步評估，後續再進行規劃，但不需做重複的事，於可行性研究已經提過的部分，於綜合規劃只要就差異部分或更進一步細部分析的成果提出即可，故兩者間再作區分可以再討論。	遵照審查意見，納入 6.1、6.2 節辦理補充修訂。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
5. 中央對地方補助與自償率是否脫鉤，其實原來設計自償率之立意，是希望提醒地方對計畫自償性之重視，進而重視整合性規劃。其實於中長程編審要點及中央對政府補助辦法之精神，中央對地方的補助，原本就不是僅看自償率，也有針對偏鄉或中小型都市需要或政策特殊考量予以特別補助之規定，只是過去一般習慣引用中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法，若目前欲檢討此一機制亦是樂見其成。	遵照審查意見辦理及修訂，對於中央對地方補助辦法調整補充於 6.2 節。	同意承辦單位處理情形
6. 軌道產業未來發展方向，報告中整理之國內軌道產業廠商，無法看出廠商之技術能力到底如何，而且所列舉公司中包含技術廠商與顧問公司，於軌道產業發展過程中所代表之身份與所扮演的角色應有不同，這部分可能涉及未來審議技術與驗證中心計畫，規劃單位提出的建議，可以再多一些討論空間，再進一步決定未來發展方向。	遵照審查意見辦理及修訂，已於 7.3.1 短期發展策略，建議應進行國內軌道運輸產業盤點，確實瞭解國內軌道運輸產業現況，做為產業發展之方向與基礎。	同意承辦單位處理情形
六、 鐵路改建工程局溫代欣主任秘書		
1. P4-25 本研究以都市軌道運輸在人口密度與公共運輸市占率，分析臺北、高雄重運量、輕軌與中運量，以固定損益平衡運量密度下，獲得各項合理軌道運輸的參考曲線。然而，P4-26 卻提出了參考的門檻建議值，係以預估未來的軌道可以達到每公里運量，二者並不相符。考慮預估未來運量常為供給導向，地方政府常過度樂觀預期人口成長與產業發展，致運量達門檻，事實上卻有差距。爰建議門檻值可以 P4-25 所述:「用人口密度與公共運輸市占率的乘積達到損益平衡的曲線」為門檻。	遵照審查意見辦理，未來於應用上地方政府可依據其公共運輸市占率與人口密度進行查表，以自我檢視篩選軌道潛力發展路廊。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
2. P4-24 請說明何以高雄捷運延車公里營運成本僅 351 元，而臺北捷運中、重運量分別為 493 元與 662 元？本計畫透過營運成本去推導繪製出公共運輸市占率與活動人口乘積之門檻曲線，惟達到損益平衡之成本項的內容，是單純的營運成本，或是包含建造成本，建議定義敘明清楚。	遵照審查意見辦理，補充相關說明請詳見 2.2.2 節報告 2-41，由於票價公式有含重增置之負擔，故於 4-29 分析損益平衡之成本將一致包含每年分擔之重增置成本。	同意承辦單位處理情形
3. 關於 P5-9 目前國際上以 Tram-Train 系統居多,是否有 Train-Tram 系統請再釐清，因為火車車輛鋼輪翼線較長，無法行駛於輕軌 Phonix 軌道，所以 Train-Tram 或許是推動機的不同，例如米魯斯的案例，即是希望郊區旅客能乘坐列車直接進入市區，減少轉車次數，提高便利性，達到轉移私人運具使用的目的，而法國波爾多與德國的 Chemnitz 則是因應郊區市鎮開發而建置或復駛，惟應該都是以輕軌車輛行走在市區輕軌與傳統鐵道間。	遵照審查意見辦理，補充相關說明 5.1.5 節。	同意承辦單位處理情形
4. 關於審查制度方面，軌道路網建設或影響範圍往往不是一個行政區，或只是交通規劃的事，如法國與美國希望在軌道路網能夠具有合理穩定性，其實都是由跨區域委員會處理交通運輸系統，如法國是 AOTU，美國是 MPO，本研究蒐集許多世界各國軌道評選制度，是否可參考國外案例，對於審查制度提出更精進作法。	謹遵照審查意見，將法國與美國案例整理如 3.6 節，相關軌道由跨區域委員會或縣市政府成立合作平臺，將納入 11.2 節相關政策建議辦理。	同意承辦單位處理情形
5. P5-9 關於 Tram-Train 在法規上的適用性，請再詳述？若依鐵路法推動，是否有系統或法規需要配合修正的部分？	謹遵照審查意見，就 Tram-Train 系統法規適用予以詳述。因 Tram-Train 系統結合了輕軌與鐵路二種技術型態，且主管機關各不相同，逕將 Tram-Train 系統歸類為輕軌或鐵路而適用單一法規，恐非適當。故遠期而言，將軌道運輸整合立法為一「軌道法」,最能解決法規適用所面臨的困境；惟短期而言，Tram-Train 系統之營	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	運、監督及安全，依列車行駛之軌道定其應適用之法規，應屬可行，於規劃、建設階段，因 Tram-Train 系統係以輕軌系統為主要概念，故依大眾捷運法或公路法有軌電車之規定惟之，惟於提出主管機關審核事項時，由二法規主管機關共同審查。(詳請參照期末報告 8.1.1/二/(一)/2./(6)、8.3/一/(一)/5.)	
6. P3-111 在美國評選制度上，經濟效益評估主要進行計畫盈利和清償能力，請再確認其內容，若可修正為財務效益更為符合國內各項規定，則請修正。	遵照審查意見辦理修訂於 3.6.3 節。	同意承辦單位處理情形
7. 龐巴迪為加拿大廠商，為何報告內均稱為德國廠商？	龐巴迪集團自 1980 年代以後陸續收購德國、英國、瑞士等歐洲的鐵路製造廠，以龐巴迪運輸公司為龐巴迪集團軌道設備子公司，其軌道車輛製造重心主要在歐洲，總部設於德國柏林，補充說明見 5.2.1 節單軌車輛製造廠商與 5.2.2 節輕軌車輛製造廠商介紹。	同意承辦單位處理情形
七、 高速鐵路工程局謝金玫簡任技正		
1. 1.本計畫有關審議機制之檢討，將會納入高鐵局關於審議要點之修正，相關意見如下： (1)若本計畫之相關建議，要納入審議機制，可能要更為務實。 (2)簡報 P43 達到損益平衡之運量密度作為系統評選門檻，並且整理臺灣實際營運案例來計算，惟臺北與高雄之都市規模有很大差距，系統型式亦有限，故其作為門檻曲線，立足點是否足夠？由於路網規劃是以縣市或都會區為範圍，市占率以都會區為代表，	(1) 遵照審議意見，補充修訂審議要點請詳 6.1 與 6.2 節。 (2) 臺北捷運與高雄捷運營運成本相關說明修訂補充於 2.2.2 節，並調整修訂 4.3.2 節參考門檻建議值。市占率以交通部調查資料較具公信力，或是地方政府可提出自行調查數據，惟調查方式與樣本數應進一步審核。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
並未能反映路線實際狀況，合理性是否足夠？故門檻值之論述基礎應該再加強，更加明確。 (3)報告書建議地方政府於規劃初期即需要有整體路網，建議研究團隊提出整體路網須提送之具體項目，包括目前公共運輸發展、人口發展與未來重大開發、都市計畫等，擬出整體發展之概念，若精細度夠，中央對於整體路網先行核定，則可行性研究與綜合規劃作業其實可以做整併，後續才有辦法做配套審查。	(3) 整體路網須提送之具體項目修訂補充於6.1節。	
2. 回應賴教授之意見，例如新加坡是由城鄉局或都發局於規劃時便將捷運路線、車站位置放在都市發展內，如果增站與延伸，亦在原來都市計畫考量，只是初期運量或發展不足，於提建設計畫時先不做設置，但是先保留車站位置，即規劃時先預留，興建時則依需求暫保留車站位置,新加坡作法可以提供國內參考。	遵照委員意見，於6.1節整體路網規劃納入建議都市計畫需先預留軌道發展布設之路權或出入口用地等。	同意承辦單位處理情形
3. 關於無軌電車、Tram-Train，以及臺鐵捷運化是否屬於都市軌道之一，是否納入整體路網，這些系統定位如何？目前希望整體路網能做到系統整合，以降低建造與營運期間之成本，惟目前軌道系統型式眾多，對於國內較適合推動之系統型式，建議可進一步釐清。	於6.1節建議地方政府應進行公共運輸與整體路網規劃，高鐵、臺鐵都會區通勤鐵路皆應納入整體規劃，惟不納入都市軌道系統規劃。 本計畫於9.4節提出對於系統型式評選準則，而於6.2節建議地方政府系統若能配合國內軌道產業發展程度，增加補助金額獎勵，例如目前國內輕軌車輛已達到國產自製之能力，故可以透過補助金額或相關租稅減免，鼓勵地方政府優先採用輕軌系統。	同意承辦單位處理情形
4. 財務分擔與自償率脫鉤問題，自償率將TIF與TOD納入計算，惟TIF與TOD皆屬地方權責，後續計畫推動後，無法追蹤其自償率是否真正實踐，或僅只是以	遵照審查意見辦理，於6.1節建議建立「大眾捷運系統整體路網評估計畫」之定期、不定期檢討機制，並提	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
預算編列執行。	出降低財務風險之相關論述。	
5. 輕軌系統之成本單價分析，請分為高架與平面。	遵照審查意見辦理及相關修訂請參見 2.2.2 節。	同意承辦單位處理情形
八、 臺北市捷運工程局曾昭容正工程司		
1. 本計畫相關優點包括 (1)資料蒐集豐富，以系統性彙整呈現，實屬不易，可作為教科書或大眾運輸計畫相關作業參考手冊。 (2)對於軌道計畫與產業相關資源進行初步盤點，可做為資料庫建立的基礎。 (3)研究議題多元，在時間有限的條件下，均有所論述、討論與小結，可能非一般學術研究單位可擔綱。 (4)學者專家座談邀請對象合宜,建議結論具體且具可參考性。 (5)依計畫要求,擬訂多項計畫指標，具有參考性。	感謝委員指導與肯定。	同意承辦單位處理情形
2. 誤植及格式不一致的部分,請持續修正。	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
3. 對於本研究之原始研究主議題，單軌系統是否合宜引進或適用於桃園棕線計畫，並未有明述於結論與建議中。	補充於 5.6 節對於國內推動單軌系統之建議，因為單軌捷運常常布設於次要走廊，或是單一路線，非形成路網，無法達到規模經濟，而面臨營運虧損，甚至停駛之情形。目前國內部分都市由於道路寬度有限，而計畫引進單軌捷運系統，惟單一路線營運，可能不具經濟性，若是未來能夠整合成立跨區之單軌捷運營運公司，形成規模經濟，較能達到永續營運之目的。	同意承辦單位處理情形
4. 對於軌道運輸系統發展策略的部分，若能以區域(不要以”都”)的角度來建議是否更為適宜?	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
5. 運輸規劃及捷運系統建制，非常複雜而專業,數字標準化,容易失真誤解誤用，	遵照委員意見，於 4.5 節界定為參考門檻。	同意承辦單位處理情形

審查意見		回覆內容	本所主辦單位審查意見
	涉及社會的運用科學，存乎於從業人員的專業程度、政策導向等面向，很難以門檻值界定，建議當參考。		
6.	研究很多，實踐很少，如民國 80 年初黃台生教授等就提出輕軌的相關討論與研究，一直延續至今，審查制度也一樣，規則多有比較好嗎?值得深思,計畫品質如何執行，誰來執行是非常關鍵的。	遵照審查意見，對於計畫規劃人才培養、整合與經驗傳承，納入 11.2 節建議事項辦理。	同意承辦單位處理情形
7.	掌握資源者與可決策單位(中央)，就應擔負較大的責任，尤其，捷運計畫(重大/關鍵/高價/涉安全/期長/高門檻/需整合/可資源規模/持久穩定性…),不可只訂多如牛毛的規則，高喊目標口號，手叉口袋，脫離實務技術，徒令沒有資源/經驗/能力者(地方)去執行,是本末倒置不能解決亂象問題，對國家建設並沒有幫助，惡性循環。建議中央整合現有全國經驗人力&資源，主政軌道路網研究、規劃與建設、統整軌道產業發展所需的認證、試驗資源，地方配合地方介面發展事務。	遵照審查意見辦理及修訂，相關產業發展建議納入 7.3 節辦理，相關軌道經驗人力與資源整合，主政軌道路網研究、規劃與建設,納入 11.2 節建議事項辦理。	同意承辦單位處理情形
8.	CH7 中成立軌道國際標準的認證實驗室要務實，有多少量，不要是蚊子國家認證實驗室。	遵照審查意見辦理及修訂，軌道運輸產業發展至一定規模就會有軌道國際標準的認證實驗室產生需求，建議應採開放及培植的方式由營運機構或民間廠商依照需求自行或共同成立。	同意承辦單位處理情形
9.	P7-15 中段建議比照日本及中國方式技轉產業，因臺灣條件不同，是否可行，宜三思。	遵照審查意見辦理及修訂於 7.3.3 節，目前國內相關的鐵路建設亦逐漸提高自製比例，或採鼓勵的方式要求統包商或廠商於投標或採購時至國內設廠並進行技術轉移或合資成立公司。	同意承辦單位處理情形
10.	第二章部分意見 (1) 表 2.2-2、2-5、2-6 中，如金額、里程長度…等，可以累計的項目，若能增加一合計欄位，這樣資訊可以	(1)因各路線徵收範圍及地價不一,故將成本拆成建造成本和用地徵收兩部分表列,各路線之建造成	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
更完整，請參考。 (2) 由於計畫統計是由縣市行政別區分，所以並未見到機場捷運計畫的資訊，是否要增列，請卓參考量。 (3) 表 2.2-8 所列臺中紅線，是指鐵路高架捷運化計畫，建議表中加註，鐵路捷運化計畫，以茲區分。若此原則，表 2.2-7 桃園市的部分是否要把桃園-中壢鐵路高架化的計畫也納入表內，整體呈現，請卓參考量。 (4) 表 2.2-10 橘線例假日的班距數值誤值，請修正。 (5) 2.2.2 節之標題...軌道"運輸成本"分析，感覺好像是營運成本的部分，但內文內容是建設經費的統計，是否得宜請卓參考量。 (6)2.2.3 節早期預測與實際之運量比較很好，但由於交通運量是複雜的社會行為的綜合結果，本節中針對各線之差異嘗試推論去找原因，固然很好，但不一定是這樣的因果關係，放在報告書中恐會造成誤導，建議改為趨勢的說明，請卓參考量。	本金額、里程長度已有合計，詳表 2.2-2、2.2-5 及 2.2-6。 (2)機場捷運計畫橫跨三直轄市，對於各市間之統計結果呈現較難代表區分為哪一都市之資料，故擬不增列於表中。 (3)遵照辦理修正，詳表 2.2-8 及表 2.2-7。 (4)遵照辦理修正，詳表 2.2-10 (5)遵照辦理修正為軌道建設成本分析 (6)遵照辦理修正，詳 2.2.3 節	
11. 第三章部分意見 (1) P. 3.1 第三段 多標點符號。 (2) 表 3.1-1 密度及日運量之小數點位數(精度)，建請一致。 (3) P3-30 、P3-40 、P.3-44 、P.3-46 、P.3-48、P.3-63 及 P.3-68 表內年運量與日運量資料怪怪的，請釐清。 (4) 龐巴迪屬加拿大，而 P.3-32、P.3-36 及 P.3-42 內所寫德國龐巴迪，是指德國的龐巴迪廠所生產的嗎? (5) P.3-36 蒙特婁地鐵，車輛是膠輪系統，但採用行使路面(膠輪)與鋼軌(鋼輪)併用的特殊系統，建議表二中多描述一些，能更清楚讓讀者了解。 (6) P.3-38 表內"高架供電方式"，比較	(1) 遵照辦理修正，詳 P3.1 (2) 遵照辦理修正，詳表 3.1-1 (3) 遵照辦理修正。 (4) 遵照辦理修正。 (5) 遵照辦理修正。 (6) 遵照辦理修正。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
少用，較常見架空線供電，請參考。		
12. 第四章部分意見 P.4-20 表 4.3-1 最後 2 列的數值，非常難得，但因具備很多內涵(函數)變數，容易讓人誤解，是否得宜請斟酌。	遵照意見辦理補充資料來源與計算方式如 4.3.2 節。	同意承辦單位處理情形
13. 第十一章部分意見 (1) 表 11.1-1 表內的人次是日運量嗎?建議增加標示。 (2) P.11-5 倒數第二行，提供舒適的步行及”居住”空間，與軌道發展策略的關聯性有點遠，請斟酌考量是否得宜。	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
14. 前次審查意見第 10 項/(4)項意見，TIF 是否有運用在捷運建設的案例，好像沒有看到答案，煩請說明。	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
15. 附錄二意見 (1) P.2-2 派用/任用 好像顛倒，請參酌。 (2) P.2-6 第 6 點……跟 ATU…，是否為 ATO?，請參酌。 (3) P.2-10 (五)1….賀部長，應為賀陳部長，請參酌。 (4) P.2-19 (六) 會”在”討論，請更正。	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
16. 附錄三意見 (1) P.3-5 第二行….過幾年”有”說要開始做，應為”又”，請參酌。 (2) P.3-6 第二段 倒數 4 行“固”作業單位蒐集….，應為”故” (3) 紀錄中多處的規”畫”，應為規”劃”，請修正。 (4) P.3-10 倒數 3 行 營運者”帶”維護….，應為”代”，請修正。	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
17. 關於促進國內軌道產業發展，建議可徵詢國外是否有輕軌廠商願意來臺灣設廠，這樣才能把生產與認證合在一起，例如中國大陸有規定產品必須於國內製造，所以國外廠商不得不去設廠，若臺灣能找到輕軌廠商來設廠，可以把促進	遵照審查意見辦理及修訂，於建設都市軌道系統或投標及採購時，要求統包商或廠商達到符合比例原則之技術移轉比例或成立一個技術移轉公司或管理機構	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
軌道產業發展的速度，提升得更快。		
九、 高雄市捷運工程局施嬡嬡總工程司		
1. 建議修訂報告中相關用詞，地方一直持續努力於運量提升與土地開發，對於財源籌措亦非常重視，地方努力推動爭取捷運計畫，是看到臺北捷運的發展造成城市發展的翻轉，故希望也能達到同樣效果。	遵囑知悉。	同意承辦單位處理情形
2. 建議朝向區域發展思考，例如分為北、中、南等區域，進行整體規劃與系統整合與評選，使相關資源、設備設施能夠共用，人才的應用可以發揮更大效益。	遵囑知悉，納入 11.2 建議事項辦理。	同意承辦單位處理情形
3. 軌道系統型式太過多元，無法集中促進國內軌道產業發展，建議報告中應就軌道系統採多元發展或系統單純化，對於採購、營運、人才培育、產業發展等進行優劣分析，除了考慮系統型式，對於高架或地下化型式亦應考量。	參見 5.3	同意承辦單位處理情形
4. 高雄捷運局透過輕軌系統建置，包括對於無架空線等機電技術，都要求捷運局的工程師進行瞭解，對於目前國內軌道設計能量也繼續發展中，爰報告書對於設計能量不夠之用語可能不大適當，建議修改。	遵照審查意見辦理及修訂	同意承辦單位處理情形
5. 建議軌道產業發展應該由交通部主導推動，而不是經濟部，由交通部成立類似工研院之單位，進行軌道產業的研發。	遵照審查意見辦理及修訂，成立軌道技術研究暨驗證中心建議由交通部負責，相關標準建立則建議由經濟部協助建立。	同意承辦單位處理情形
十、 交通部運輸研究所運輸計畫組張組長舜淵		
1. 回應對於桃園棕線之看法，由路線運量預測結果顯示，是以集中於起迄兩端之運量為最高，沿線大多為農地，聚落建物高度亦僅有二、三樓，故該路線是以服務桃園往臺北都會區之旅次為主，惟平行路廊已有臺鐵之服務，捷運之停站	遵囑知悉。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
較多，相對旅行時間較長票價較高，以運輸需求而言較無效益，地方受民意壓力而提報計畫，爰希訂定篩選標準。以捷運建設與營運應達到損益平衡思考，票收應該大於營運成本，則須有一定之運量與公共運輸市占率，再推算出沿線之人口數量，若計畫初始推動未達標準，但是由整體路網規劃、可行性研究至綜合規劃、核定興建也需要七、八年之時間，地方政府有時間可以努力培養相關條件，如增加人口等，讓地方政府有一個起碼的門檻去判斷，是否可作計畫之推動，並且是以現況的人口與公共運輸市占比之資料進行檢視，中央也可快速檢視回應地方之需求，或是建議地方應該再做努力，等過一段時間條件足夠再提報，也讓地方財源可以做更有效率之規劃，過了此一門檻，後續仍要看實際運量預測、財務與經濟效益、技術與用地評估可行，才能決定是否可核定該計畫。		
2. 另外對於新市鎮開發，採用供給型計畫審查評估方式，核定後不是代表馬上可施工，須待周邊所提都市發展或土地開發等都市計畫程序完備後，計畫才能啟動，才允許進入設計階段。所以本計畫由需求型與供給型兩個層面去探討計畫的推動方式。	需求型與供給型計畫推動指標補充於 6.1 節。	同意承辦單位處理情形
3. 以整體路網規劃概念，可以綜整考量轄區內各運輸系統界面之整合，例如環狀線即是於初期路網即有預留，所以東西向快速公路八里新店線興建時便可預留橋墩。另後續各路線推動時先以門檻來進行檢視，通過門檻後，仍應經過運量預測、工程技術、用地、財務與經濟效益之評估，若未通過門檻，後續不用投入太多經費做可行性研究，包括可以節省審議的資源。	遵照審查意見辦理，6.1 節建議審議要點將整體路網規劃概念納入修訂。	同意承辦單位處理情形
4. 關於審議要點之訂定，請高鐵局或交通部提出具體建議或想法，再由顧問團隊來評估是否可行，或大家透過腦力激盪	審議要點修正建議請詳 6.1 與 6.2 節。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
方式共同來完成，會較為務實。		
十一、 主席		
1. 簡報 33 頁每公里成本資料,地下化的中運量系統成本較高架中運量系統為高，與先驗知識不同，可能因為造建年期不同所致，建議採折現率重新估算，比較基準方能一致。。	遵照審查意見辦理修訂於 2.2.2 節。	同意承辦單位處理情形
2. 簡報 39 頁高雄捷運與臺北捷運單價之差別，可能是由於人員配置、車輛等種種原因，應再予詳細說明。	經洽詢北捷公司，依照北捷與臺北市政府民國 90 年簽訂「臺北都會區大眾捷運系統財產租賃契約書」，臺北捷運公司每年需繳交之租金，包含機電系統設備之重置經費，以及營業收入一定比例計收之租金，全數繳入重置基金，作為捷運機電系統設備汰舊換新及設施設備增置改善之財源。故北捷目前損益表之輸儲成本有包含重增置費用；高捷則在民國 102 年因與高雄市政府修訂合約後，部分重增置由高雄市政府負責，故自民國 102 年起其運輸成本降低，相關說明請詳見 2.2.2 節報告 2-41。	同意承辦單位處理情形
3. 簡報 45 頁至 46 頁之系統評選流程，可能會造成都會區各路線評估出不同之系統,而與 44 頁於整體路網規劃決定最適系統之建議有所矛盾，建議應有一致性之邏輯。	系統評選流程可應用於整體路網規劃決定最適系統。	同意承辦單位處理情形
4. 審查作業要點的訂定，對於交通部與地方來說，應該是合作夥伴關係，而非阻擋地方提報計畫，例如透過門檻值，提醒還未達到標準者，思考其他較經濟替代方案，以免營運上造成虧損。	遵照審查意見辦理。	同意承辦單位處理情形
5. 對於軌道產業發展政策會納入本所目前進行之「2046 軌道發展願景」，建議可以採用較經濟之輕軌，市場集中擴大後	遵囑知悉。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
才能吸引國外廠商設廠，這部分意見也可提供高鐵局關於成立軌道技術研究暨驗證中心之參考。		
十二、 運研所書面審查意見		
1. 第二章國內都市軌道運輸發展現況 (1) P2-43 表 2.2-16 軌道系統規劃運量預測相關參數對照表僅列出臺北捷運三鶯線及高雄捷運都會延伸線(一環二連結)，建議宜將第 2.2 節規劃中路線資料納入供參。 (2) 針對已核定或營運的路線，建議可歸納各種型式(高架、平面或地下)之建造成本；針對營運的路線，建議分析歷年運量的變化與收入間關係；針對規劃中的路線，建議分析各項參數是否合理。 (3) 本章已分析目前國內都市軌道運輸發展現況，建議增加小結綜整歸納，並評析各型都市公共運輸服務缺口，檢討後續軌道運輸系統引進空間。	(1)感謝委員建議，目前整理蒐集近期已核定之計畫參數提供參考，部分尚未核定之計畫書內容數據尚有修正之虞，故暫不納入表列。 (2)感謝委員建議，已營運之路線其成本無論是高架、平面或地下，其發包策略會影響計算其土建成本，有些連同機電系統也會併入土建，故難以歸納細分各型式之建造成本；營運的路線有不同型式，但運量的變化會隨著路網的成形而有非直線性的成長，加上路線與路線之間轉乘的數量無法切分到各營運路線，故難以整理各路線運量變化與收入間之關係；規劃中的各路線因計畫及用途迥異，在審議階段應會分別檢討其參數合理性。 (3)感謝委員建議，第二章係分析國內都市軌道現況，軌道運輸引進之空間應就各型都市公共運輸需求做為基礎，並以門檻值篩選後，在政策願意推動的情況方有檢討引進之空間。	同意承辦單位處理情形
2. 第三章國外都市軌道運輸發展現況 (1) 依據「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」提出可行性研究之申請計畫書，其	(1)國內 100 萬人以上規模之都市大多已有軌道系統或是計畫，若要瞭解國內其他都市軌道發展空	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
都市（會）人口規模應達100萬人以上，本章國外都市半數選擇人口數100萬以下之小型都市，請說明都市篩選原則。 (2) 有關國外都市之發展現況建議可補充相關資料，例如都市發展背景、營運單位(公或私營)經營狀況、興建成本、公共運輸市占率、軌道建設型式選擇與該城市整體公共運輸發展、都市軌道政策與永續營運之關聯分析等。 (3) P3-92 國外都市軌道運輸彙整表建議加入開始營運年期、興建成本、營運成本及特色彙整比較。 (4) 本章僅蒐集國外都市軌道運輸發展現況，建議各地方特色、國外軌道發展趨勢及營運成功等足以供本國參考之因素等，亦應綜整歸納提出成果。 (5) 第3.6節提及法國、美國、日本及英國軌道建置制度，建議製表與我國制度分析比較。	間，應以國外100萬人口以下且有軌道系統之都市為案例研究。 (2)感謝委員建議，本計畫整理國外30個都市軌道案例之型式、運量及班距等資料，其經營狀況涉及營運成本、興建成本等數據資料難以取得，在系統選擇上決策點多在規劃報告或是更先期的可行性研究，非當地國人資料更是難以蒐集，國外都市軌道政策與永續營運之關聯分析等建議另案進行辦理。 (3) 感謝委員建議，本計畫整理各國軌道系統通車年資料，其幾乎與開始營運年期相當。國外都市軌道案例興建成本、營運成本等數據資料難以取得比較，尚請諒察。 (4) 感謝委員建議，國外軌道運輸營運成功之原因會受制於資料不夠全盤檢討，無法客觀描述，包含政府支持(補貼)態度與否、當地觀光推動情形、周邊都市計畫概況及機車管制等諸多因子影響，現階段尚無法歸納各國軌道成功原因。 (5)已整理如表3.7-1。	
3. 第四章都市軌道運輸系統型式發展趨勢、政策分析與建置門檻 (1) LRRT之定義請統一，P4-8說明屬高運量捷運鋼輪鋼軌，P4-9說明為A型路權之輕軌捷運，P4-10 說明為中運量鋼輪鋼軌。	尊審查意見配合辦理修訂，請參第四章各節。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
(2) P4-23 本計畫門檻之探討，其計算方式與假設條件過於簡略， (3) 其推論過程請加以詳述。 (4) 同樣是鋼輪鋼軌，北高捷運之營運成本差異將近一倍，其成本估算基準是否相同；另各都市之旅次產生率也不同，爰僅以北高捷運之數據評析其他都市之門檻是否合宜，請再蒐集國外相關案例補充說明。		
4. 第五章國內都市軌道引進新型系統型式研析 (1) P5-40 第 5.5 節後續維運部分，維修與營運體制之內容，與所述如何在引進新型軌道運輸系統的同時，發展出適合臺灣都市軌道運輸系統運作的整合維修體制及營運策略不相關，請再檢視。 (2) P5-43 第 2 段提及撰擬營運階段各項服務指標，惟並未見於報告書，請補充說明。	(1) 5.5 節後續維運以遵照辦理修訂。 (2) 營運階段各項服務指標詳表 6.4-2。	同意承辦單位處理情形
5. 第六章國內都市軌道運輸之重要課題 (1) P6-13 提及「可行性研究」核定後與「綜合規劃」提送中央審議之間隔時間達一定年期以上，已核定之「可行性研究」仍需修正後重新審查。建議可盤點現行捷運計畫兩者之間隔時間，提出具體建議。 (2) P6-16 有關設計施工之招標策略，建議綜整國內目前案例經驗(已完工及興建中),研提具體招標方式建議。 (3) 第 6.4 節營運階段部分，僅列出課題，未提及後續建議，請補充。	遵照審查意見辦理及修訂於第六章各節。	同意承辦單位處理情形
6. 第七章都市軌道運輸系統建置與產業發展研究 (1) P7-15 至 P7-18 編排方式是否錯置？請再檢視。	遵照審查意見辦理及修訂。	同意承辦單位處理情形
7. 第八章國內都市軌道運輸系統推動建置與產業發展相關法規探討 (1) 本章對有軌電車充分探討，惟對於	謹遵照審查意見，就單軌系統、PRT、GRT 及 Tram-train 系統法規適用予以詳述。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
單軌系統、PRT、GRT及Tram-train法令規定之篇幅過少，請予補充。 (2) 本案源起於桃園綜線規劃使用單軌系統，請就單軌之相關議題再深入研析，倘國內要推動前述運具，其適法性如何？請檢視相關法令並提出需配合修正建議。	1. 單軌系統：單軌捷運系統屬專用路權，只要達到一定運量，即可適用大眾捷運法。若無法達到一定運量，即不符合大眾捷運法第3條「大量」之要件，而無法適用大眾捷運法。適用大眾捷運法時，於規劃、建設、營運、監督均得適用，惟交通部應依大眾捷運法第24條之2訂定單軌系統建設及車輛製造技術規範。另整理國內文獻提及安全防護措施之要求與禁限建範圍之界定問題。(詳請參照期末報告 8.1.1/二/(一)/2./(2)、8.3/一/(一)/1.) 2. PRT、GRT 系統：具有運量小、運輸路線短之特性，不符大眾捷運系統「大量」、「輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統」之要件。若屬導引式的 PRT、GRT 系統，較接近享有專用路權之公車系統，適用公路法之客運業，而無須特別修法；若屬行駛於軌道之PRT、GRT系統，則目前國內恐無可適用之法規。然而，對於特定區域範圍內的運輸系統，因根本非屬「公共運輸系統」，得由管理單位自由規劃建設，無須法規依據始得為之。(詳請參照期末報告 8.1.1/二/(一)/2./(3)、(4)及 8.3/一/(一)/4.)	

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
	3. Tram-train 系統：因 Tram-Train 系統結合了輕軌與鐵路二種技術型態，且主管機關各不相同，逕將 Tram-Train 系統歸類為輕軌或鐵路而適用單一法規，恐非適當。故遠期而言，將軌道運輸整合立法為一「軌道法」，最能解決法規適用所面臨的困境；惟短期而言，Tram-Train 系統之營運、監督及安全，依列車行駛之軌道定其應適用之法規，應屬可行，於規劃、建設階段，因 Tram-Train 系統係以輕軌系統為主要概念，故依大眾捷運法或公路法有軌電車之規定惟之，惟於提出主管機關審核事項時，由二法規主管機關共同審查。(詳請參照期末報告 8.1.1/二/(一)/2./(6)、8.3/一/(一)/5.)	
8. 第九章研訂國內都市軌道運輸系統型式評選作業準則 (1) 本案工作項目之一「以地方政府研議中或規劃中案例為例，提出適合軌道型式之建議」，係以貴團隊研擬出之評選準則，檢視國內規劃中案例之軌道型式是否恰當，而非文獻回顧其型式評選方式，請修正論述。 (2) 第 9.4 節軌道運輸系統型式之評選作業準則，以運量、乘載率及班距進行第一階段篩選，惟未訂出指標內容，文字敘述過於簡略，請補充說明。 (3) 第二階段建議以多準則評估，考量 AHP 專家問卷權重不一，評估項目	遵照辦理修訂，請詳 9.4 節。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
多為非量化因素，且所回顧之國內軌道報告書較少使用 AHP 評估法，請再加強說明其準則之合理性及實務操作是否方便。		
9. 期中審查意見提及「因應立法院審議中央政府總預算案所提決議，請將我國輕軌系統中長期規劃建設和鐵路輕軌引進之初步評估納入報告書內容」,惟期末報告未見相關內容，請補充。	輕軌系統中長期規劃建設請詳 10.3 節，鐵路輕軌引進之初步評估請詳 5.4 節。	同意承辦單位處理情形
10. 簡報內容圖表豐富，建議可納入報告書中。另簡報與報告書數據不一致部分(例如表 4.3-3、表 4.3-5)，請檢核修正。	遵照辦理修訂。	同意承辦單位處理情形
十三、 主席結論		
1. 各位委員與機關代表都肯定世曦團隊之貢獻，而所有工作內容亦符合計畫目的需求，惟希望研究團隊能就目前成果再深化，並且加強協助提出審議要點的修改建議，讓交通部與高鐵局接續順利進行審議要點之修，讓本計畫成果貢獻更為具體。	遵照辦理，補充修訂於 6.1 與 6.2 節。	同意承辦單位處理情形
2. 有關第 3.6 節所提法國、美國、日本及英國軌道審議制度，可作為國際標竿，請研究團隊將其回饋並整合至捷運審查要點後續修正方向，供國內捷運審議作業修正參考。	遵照辦理，補充修訂於 3.7 節。	同意承辦單位處理情形
3. 本研究在既有「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」審議機制下提出整體路網規劃之概念，建議可就執行細節再深入討論，例如是否比照可行性研究及綜合規劃由「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫審查會」審查,報告書內容應包含哪些項目，如何進行檢討修正程序(除 5 年局部修正，10 年重新檢討外，另包含其他檢討作業運作方式)，請於報告書內容詳述，並繪製審議流程圖，以供後續審議機制之修正參考。	遵照辦理，補充修訂於 6.1 與 6.2 節。	同意承辦單位處理情形

審查意見	回覆內容	本所主辦單位審查意見
4. 第十章研析我國都市軌道運輸系統發展策略，除探討六都之軌道發展策略外，請研究團隊就我國輕軌系統中長期規劃建設和鐵路輕軌(tram-train)引進之初步評估多加著墨，以回應立法院審議中央政府總預算案決議內容。	輕軌系統中長期規劃建設請詳 10.3 節，鐵路輕軌引進之初步評估請詳 5.4 節。	同意承辦單位處理情形
5. 本次期末報告原則審查通過，請研究團隊將各委員及機關代表意見，納入期末階段作業成果檢討修訂，並於 12 月 2 日前提送修正報告，並辦理後續驗收結案等行政事宜。	遵照辦理。	同意承辦單位處理情形

附錄 5 期末簡報

交通部運輸研究所

都市軌道運輸系統型式發展之研究

期末簡報

CECI 台灣世曦工程顧問股份有限公司　民國105年12月

簡報內容

1

計畫執行說明
系統型式發展趨勢與評選
推動建置課題與改善策略
都市軌道產業發展研究
都市軌道發展相關法規探討
都市軌道發展與整合策略
結論與建議

1

計畫緣起

- 85年臺北首條捷運木柵線通車
- 淡水、中和、新店、板南65.1公里高運量初期路網完成
- 高雄、臺中、臺南、桃園捷運路網規劃

80年

90年

- 98年高雄捷運紅橋線通車39.1公里
- 北捷土城、內湖、蘆洲線、新莊線二期路網完成112.8公里
- 新北市、新竹、基隆輕軌路網規劃

100年

- 高雄環狀輕軌發包
- 淡海輕軌綜規通過
- 臺中捷運文心線施工
- 頒布大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點

現況

交通部

推動綠運輸 ➡ 落實低碳島

- 六都與中小型都市面臨嚴峻交通壅塞
- 仍有興建軌道運輸需求
- 道路狹窄交通繁雜，平面輕軌與公車推動困難
- 新軌道系統型式推動

—技術•法規•營運•產業

2

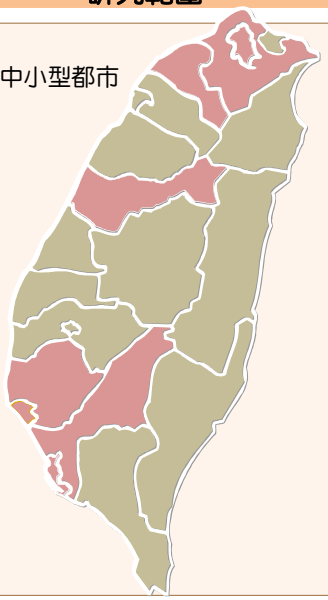
計畫目的與研究範圍

計畫目的

- 引進新型都市軌道運輸系統，解決都市交通壅擠問題
- 研析都市軌道發展課題，提出因應改善策略
- 促進都市軌道產業發展
- 培訓都市軌道運輸規劃建置人才

研究範圍

六都與中小型都市



3

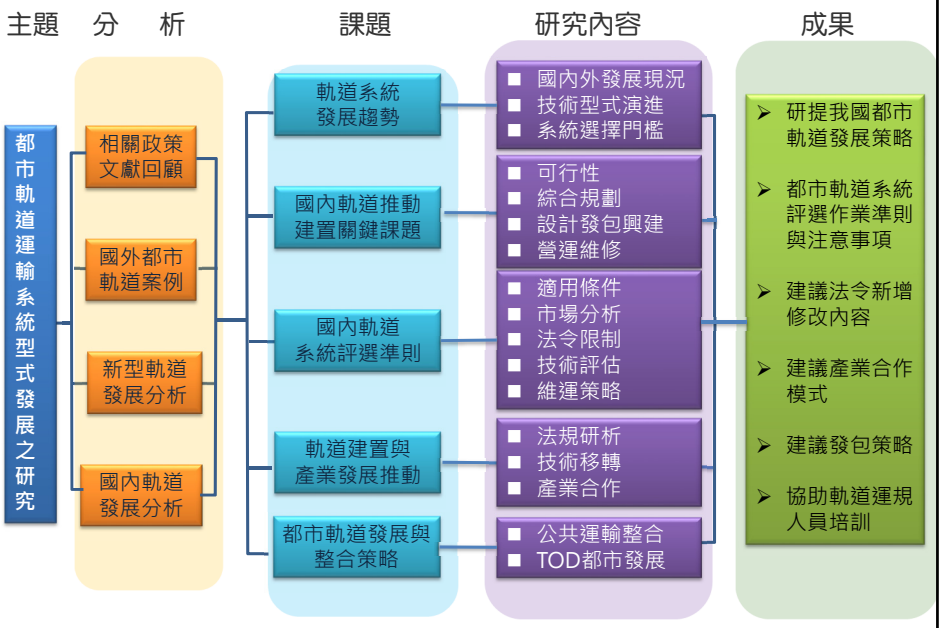
計畫目的與研究範圍

研究範圍與對象

系統型式：適合都市運輸型態之軌道運輸系統

4

工作項目與作業流程



5

工作執行(1/3)

預期完成工作項目	期中意見處理情形	期末階段辦理完成
一. 蒐集國內外都市軌道運輸發展現況	根據審查意見，辦理相關資料更新與補充，城市規模性，公共運輸政策、營運單位、系統、永續營運等	已更新補充相關資料，詳第二章與第三章
二. 都市軌道運輸系統型式發展趨勢與政策分析、建置門檻探討	• 根據審查意見，補充相關趨勢與政策 • 門檻值訂定	• 已更新補充相關資料，詳第四章
三. 研析國內都市軌道新型系統型式（例如輕軌捷運、單軌捷運、個人捷運、團體捷運與公車捷運等）之適用條件、市場分析、法令限制、技術評估與後續維運策略。	• 期中委員表示應廣泛探討，因應原計畫緣起與精神系統探討集中於第一欄所述系統(另增加tram-train) • 根據審查意見，補充系統分類定義、優缺點說明	• Tram-Train系統分析與新型系統之優缺點補充於第五章 • 技術型式分類定義補充於第四章
四. 評析國內都市軌道運輸之重要課題，包含可行性分析與綜合規劃階段、興建階段、永續營運階段及整體公共運輸運具消長影響等，並提出後續因應改善策略。	• 可研與綜規工作重疊應予釐清與建議。 • 營運階段部分，建議可就北高捷運公司之營運成本、維修人才、規模經濟、資產汰換年限、後續路網延伸邊際效用遞減等課題，建議再深入分析。	• 可研與綜規工作重疊之釐清與建議，以及營運階段分析，以及對於審議要點之修訂建議補充於第六章。

工作執行(2/3)

預期完成工作項目	期中意見處理情形	期末階段辦理完成
五. 都市軌道運輸系統推動建置與產業發展研究	依照審查意見對於相關法規後，研提較具體之建議	• 研擬軌道產業短、中、長期之發展於第七章。 • 相關建置與產業發展法規獨立於第八章撰寫。
六. 研訂國內都市路廊軌道運輸系統型式之評選作業準則	—	於第九章回顧國內都市路廊軌道運輸系統型式之評選相關文獻，探討系統型式評選階段與關鍵因素，研訂系統型式評選作業準則
七. 研析我國都市軌道運輸系統發展策略	—	於第十章探討軌道發展與公共運輸整合與六都與其他都市軌道運輸系統發展策略
八. 教育訓練辦理期程2場	—	9/23辦理第一場(25人參加) • 都市軌道系統型式介紹 • 都市軌道運輸系統計畫審查重點評析 9/30辦理第二場(18人參加) • 都市軌道運輸建置規畫步驟與注意事項

7

工作執行(3/3)

預期完成工作項目	期中意見處理情形	期末階段辦理完成
九. 投稿期刊或研討會至少一篇	—	已於105年10月17日獲「中華民國運輸學會2016運輸年會暨學術論文研討會」推薦於年會中發表。
十、全紀錄服務資訊平台	—	配合進行登錄相關活動紀錄，包括四次工作會議簡報、紀錄與二場學者專家座談會簡報、紀錄、教育訓練簡報紀錄。
十一、2場專家學者座談會	—	6/21第一場、9/22第二場
期末報告	—	10/13提送

8

簡報內容

2

計畫執行說明

系統型式發展趨勢與評選

推動建置課題與改善策略

都市軌道產業發展研究

都市軌道發展相關法規探討

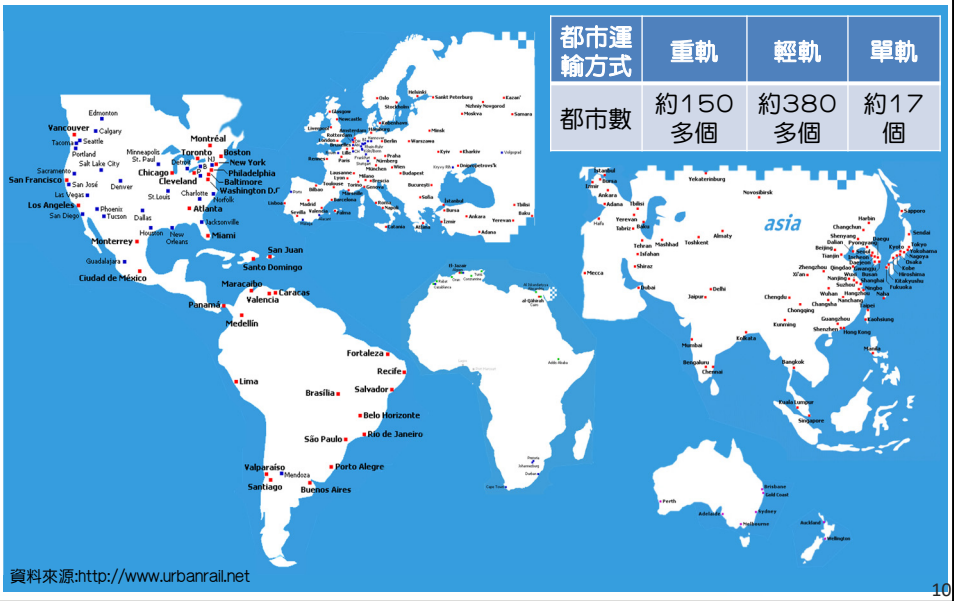
都市軌道發展與整合策略

結論與建議

9

2.1 國外都市軌道運輸發展

全世界擁有捷運的都市分布示意圖(重軌、輕軌與單軌等)



都市運輸方式	重軌	輕軌	單軌
都市數	約150多個	約380多個	約17個

資料來源:http://www.urbanrail.net

10

2.1 國外都市軌道運輸發展

國外都市軌道運輸發展案例篩選原則

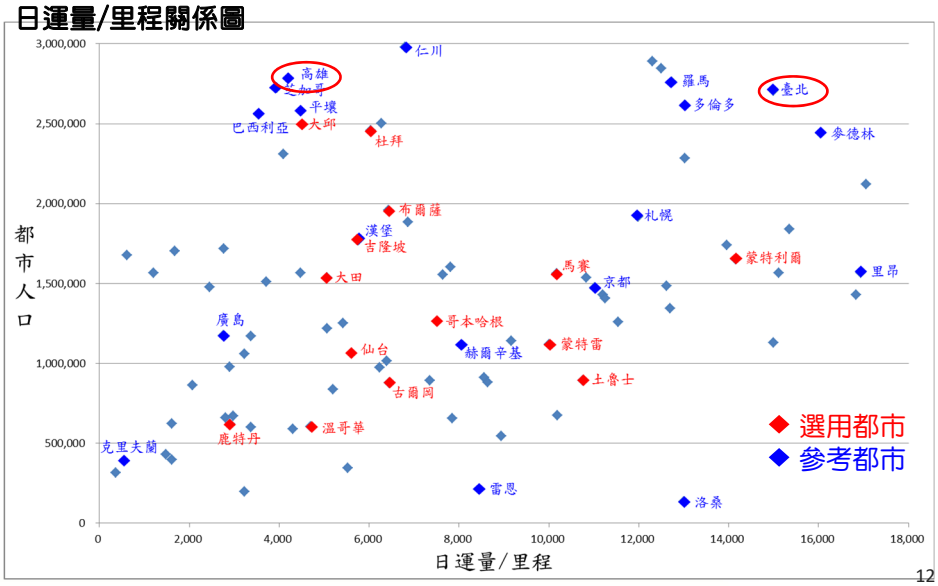
1. 以國內各都市之人口與人口密度作為篩選參考:
   a. 都市人口數目3百萬人以下
   b. 都市人口密度約5,000人/km²以下
2. 以國內臺北與高雄捷運之日運量/里程14,994與4,191人/公里，作為篩選重軌捷運參考:
   a. 排除日運量/里程大於15,000人/公里，因國內其他縣市無法達到
   b. 排除日運量/里程小於4,000人/公里，因其會面臨虧損
3. 輕軌系統建議選擇現代化低底盤輕軌，以方便旅客上下車
4. 單軌捷運採用較為普及與具安全性之跨座型式，另因需滿足10個單軌案例之規定，故會納入人口較多之單軌都市
5. 個人與群體捷運(PRT與GRT)案例僅有4個，故均納入採用該運輸型式之都市
6. 公車捷運納入適合國內之代表性都市

11

2.1 國外都市軌道運輸發展

國內外採用重軌捷運之都市人口與日運量/里程之關係圖

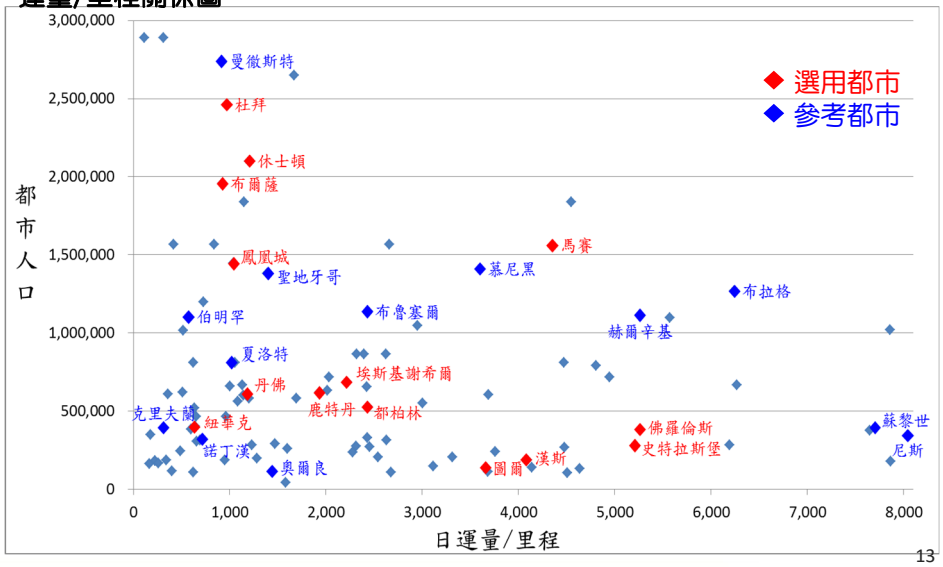
都市人口3百萬人以下與日運量/里程小於18,000人/公里之都市人口與日運量/里程關係圖



2.1 國外都市軌道運輸發展

國內外採用輕軌系統之都市人口與日運量/里程之關係圖

都市人口3百萬人以下與日運量/里程小於8,000人/公里之都市人口與日運量/里程關係圖



2.1 國外都市軌道運輸發展-亞洲案例

洲別		都市		人口(萬人)	密度(人/km²)	重軌捷運	輕軌	單軌	PRT/GRT	BRT	train-tram
亞洲	1	土耳其	埃斯基謝希爾	68.5	236		✓				
	2	日本	仙台市	106.3	1,309	✓					
	3		北九州市	98.3	2,019			✓			
	4		多摩至東大和	115.3				✓			
	5		那霸市	32.1	8,180			✓			
	6	印度	古爾岡	87.7	1,198	✓					
	7	阿布達比	瑪斯達市						✓		
	8	阿拉伯聯合大公國	杜拜	245.9	598	✓	✓	✓			
	9	馬來西亞	吉隆坡	176.8	6,891	✓		✓			
	10	韓國	大邱	249.3	2,800	✓		✓			
亞洲地區合計						5	2	6	1		

14

2.1 國外都市軌道運輸發展-美洲案例

洲別		都市		人口(萬人)	密度(人/km²)	重軌捷運	輕軌	單軌	PRT/GRT	BRT	train-tram
美洲	1	巴西	庫里提巴	187.9	4,062					✓	
	2	加拿大	溫哥華	60.4	5,249	✓				✓	
	3		蒙特婁	165.0	4,518	✓					
	4	美國	丹佛	60.0	4,044		✓				
	5		休士頓	209.9	3,662		✓				
	6		拉斯維加斯	58.4	1,660			✓		✓	
	7		紐華克	40.2	4,253		✓	✓			
	8		傑克遜維爾	85.3	1,142			✓			
	9		鳳凰城	144.6	2,968		✓			✓	
	10		摩根敦	3.1	2,916				✓		
美洲地區合計						2	4	3	1	4	

15

2.1 國外都市軌道運輸發展-歐洲案例

洲別		都市		人口(萬人)	密度(人/km²)	重軌捷運	輕軌	單軌	PRT/GRT	BRT	train-tram
歐洲	1	丹麥	哥本哈根	126.4	2,052	✓					
	2	西班牙	阿利坎特	32.9	1,600		✓				✓
	4	法國	巴黎	1055.0	3,709	✓	✓			✓	✓
	5		史特拉斯堡	27.6	3,500		✓			✓	
			米魯斯	11.2	4,959		✓				✓
	6		馬賽	156.1	901	✓	✓				
	7		圖爾	13.5	3,900		✓			✓	
	8		漢斯	18.8	4,000		✓				
	9	俄羅斯	莫斯科	1150.4	4,581	✓	✓	✓			
	10	英國	倫敦	853.9	5,432	✓	✓		✓	✓	
	11	荷蘭	鹿特丹	62.0	2,969	✓	✓		✓		
	12	德國	薩爾布魯根	17.7	1,080						✓
歐洲地區合計						6	10	1	2	4	4
亞、美、歐洲地區合計						13	16	10	4	8	4

16

2.1國外都市軌道運輸發展借鏡

法國巴黎 軌道系統型式多元化

	人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
巴黎市區	1,035	2,845	3640
巴黎都會區	1,209	17,175	704

功能	系統型式	路線數	總里程(km)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
市區主幹	重軌捷運	14主2支	214	418	19,538
郊區環線	輕軌系統	7主1支	104.7	45	4,298
	Tram-train	1主線			
郊區快捷接駁	公車捷運	3條	41.2	8.95	2,172

重軌捷運路線圖

輕軌路線圖

主要經營者：巴黎大眾運輸公司(RATP)，輕軌四號(tram-train)由SNCF經營

重軌捷運

輕軌

Tram-train

公車捷運

17

2.2 國外都市軌道運輸發展借鏡

英國倫敦 軌道系統型式多元化與運用PRT

	人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
倫敦市區	853.8	1,572	5,432
倫敦都會區	1,388	8,382	1,656

功能	系統型式	路線數	總里程(km)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
市區主幹	重軌捷運	11條	402	357.5	8,894
		7條	34	30.2	8,880
郊區環線	輕軌系統	4條	28	8.8	3,160
	公車捷運	1條	20	0.9	450
機場接駁	PRT	1條	3.8	-	-

重軌捷運路線圖

輕軌路線圖

重軌捷運

輕軌

公車捷運

PRT

2.2 國外都市軌道運輸發展借鏡

荷蘭鹿特丹 運用GRT都市

人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
62	208.8	2,969

功能	系統型式	路線數	總里程(公里)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
市區主幹	重軌捷運	5條	78.3	30	3,831
次系統	輕軌	9條+3條特殊線(註)	75	14.5	1,933
園區接駁	GRT	1條	1.8	-	-

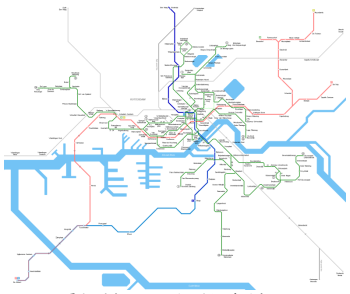
註:特殊線為特定季節、比賽或節慶運行

重軌捷運路線圖

重軌捷運

GRT

輕軌



重軌捷運與輕軌路線圖
(輕軌為圖中綠色路線)

2.2 國外都市軌道運輸發展借鏡

巴西庫里提巴 公車捷運發源地

人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
187.9	430.9	4,062

功能	系統型式	路線數	總里程(公里)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
市區主幹	公車捷運	7條	84	56.1	6,679
次系統	公車	-	-	-	-

公車捷運車站

公車捷運路線圖

公車捷運與公車路線圖

公車捷運車輛

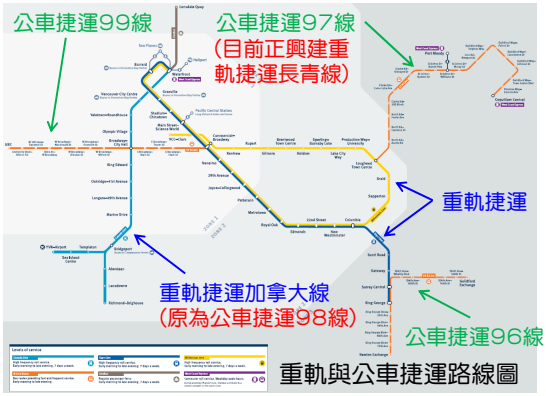
2.2 國外都市軌道運輸發展借鏡

加拿大溫哥華 以公車捷運培養運量

人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
60.4	115	5,249

功能	系統型式	路線數	總里程(公里)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
市區主幹	重軌捷運	3條	68.6	32.2	4,701
主幹延伸	公車捷運	3條	47	7.66	1,629

公車捷運	通車年	現況
96線	2013	營運中
97線	2002	營運中，而目前興建中的重軌捷運長青線預計2017完工後取代本路線
98線	2001	已由重軌捷運加拿大線取代
99線	1996	營運中



重軌與公車捷運路線圖

重軌捷運
(中運量)

公車捷運

2.2 國外都市軌道運輸發展借鏡

阿拉伯聯合大公國杜拜 新興都市

人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
245.9	4,114	598

功能	系統型式	路線數	總里程(公里)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
市區主幹	重軌捷運	2條	74.6	45.5	6,099
次系統	輕軌	1條	10.6	1.03	972
	單軌	1條	5.45	-	-

重軌捷運路線圖　　重軌車輛

單軌

輕軌(地面供電)

單軌捷運與輕軌路線圖

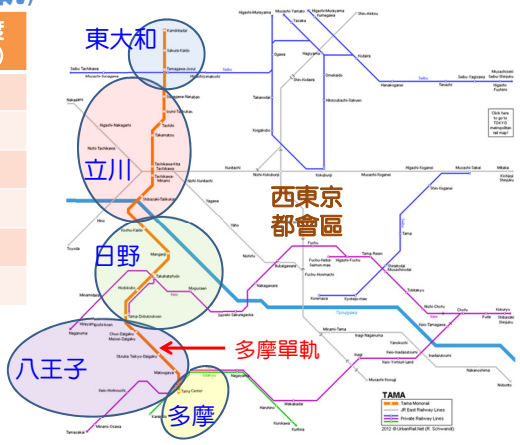
22

2.2 國外都市軌道運輸發展借鏡

日本多摩至東大和(多摩單軌) 都會區非核心都市之運輸

都市	人口(萬人)	面積(km²)	人口密度(人/km²)
多摩	14.7	21.1	6,982
八王子	56.3	186.3	3,023
日野	18.2	27.5	6,610
立川	17.8	24.4	7,304
東大和	8.2	13.5	6,070
合計	115.2	-	-

單軌捷運



多摩單軌與鐵路之路線圖

功能	系統型式	路線數	總里程(公里)	日運量(萬人次)	日運量/里程(人/公里)
城市運輸	單軌捷運	1條	16	12	7,531

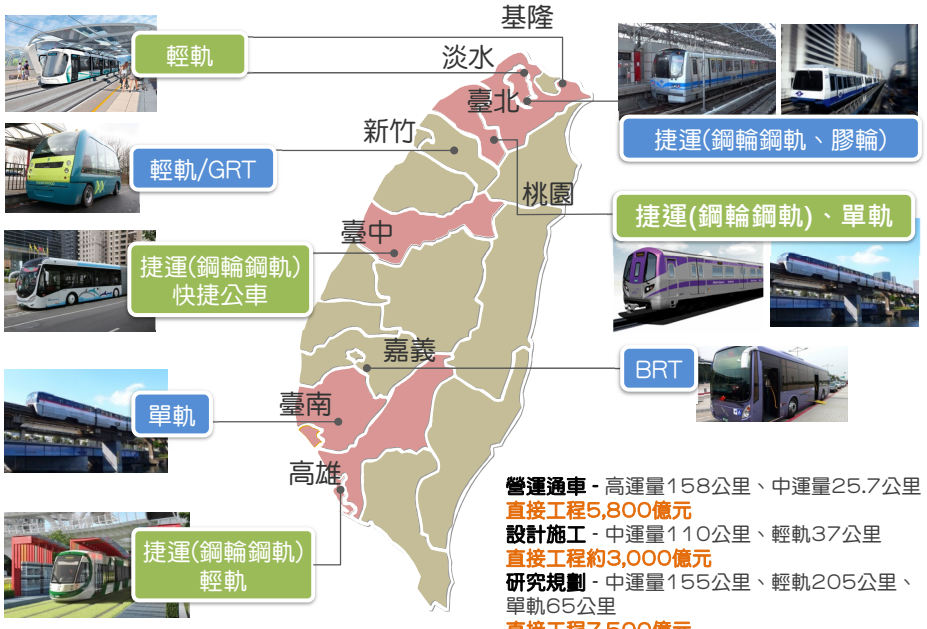
23

2.3 國外都市軌道建置體系彙整

都市	台灣	法國	日本	美國
規劃建設階段	中央機關、地方政府、民間機構	區域交通委員會 AOTU	政府	各級政府 都會區規劃組織
經費核定單位	國家發展委員會	國土競爭力與規劃跨部會委員會	國土交通省	聯邦大眾運輸署
營運單位	地方主管機關設立營運機構或經甄選後許可民間投資籌設營運機構營運	AOTU委託經營	公營與準公營單位、私鐵單位	政府、民間機構
興建營運財源	1.票箱收入 2.地方政府興建與營運 3.中央政府只補助興建	1.票箱收入 2.交通稅 3.地方政府補助興建與營運 4.中央政府只補助興建	一、公營與準公營單位 1.票箱收入 2.地方政府補助 3.國家政府補助興建與前6年之營運 4.附屬事業(出租車站空間與廣告) 二、私鐵單位 1.票箱收入 2.房地產事業 3.周邊產業(百貨公司、飯店等)	1.票箱收入 2.廣告、出租車站空間及停車場收入 3.州政府補助興建與營運 4.聯邦政府只補助興建 5.當地一級資金

24

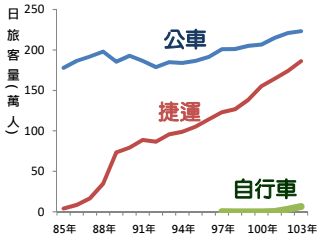
2.2 國內都市軌道運輸發展概況



營運通車 - 高運量158公里、中運量25.7公里
直接工程5,800億元
設計施工 - 中運量110公里、輕軌37公里
直接工程約3,000億元
研究規劃 - 中運量155公里、輕軌205公里、單軌65公里
直接工程7,500億元

25

2.2國內都市軌道運輸發展概況-臺北都會區



軌道與公車路線整合，大眾運輸使用率17%提高至30%

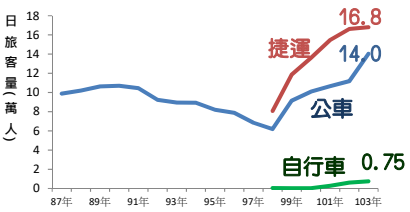
人口		667萬人
人口密度(人/km²)		臺北市9,942 新北市1,933
公共運輸市占率		29.9%
捷運通車	高運量	105.6KM
	中運量	25.7KM
日運量		186萬人

軌道發展效益與願景

- 臺北市與新北市捷運建設路線長度比達 1 ： 1
- 捷運路網全長>270公里，平常日量>360萬
- 都會區大眾運輸比例達60%

持續軌道建設-邁向無縫接駁、永續低碳
系統型式符合次走廊與外圍都市需求

2.2國內都市軌道運輸發展概況-高雄都會區



公共運輸整合運量成長3倍

人口		278萬人
人口密度(人/km²)		942
公共運輸市占率		8.2%
捷運通車	高運量	44.7KM
	輕軌	試營運
日運量		16.8萬人

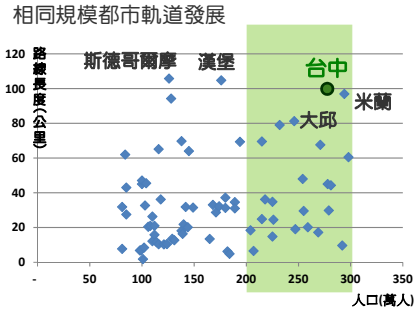
軌道發展效益與願景

- 整體路網朝向雙軸(高運量)雙環二連結(輕軌)。
- 捷運路網全長約145公里，日運量64萬。
- 都會區大眾運輸比例達13%。
- 每1公里網格皆有軌道運輸服務。

經濟合宜系統型式　切合都市發展與民眾生活

2.2國內都市軌道運輸發展概況-臺中都會區

相同規模都市軌道發展



人口		274萬人
人口密度人/km²		1,237
公共運輸市占率		10.0%
施工中	中運量	16.7KM

配合都市發展願景
規劃整體路網軌道型式

臺中都會區大眾捷運系統路網
101/01版 (尚未核定，僅供參考)

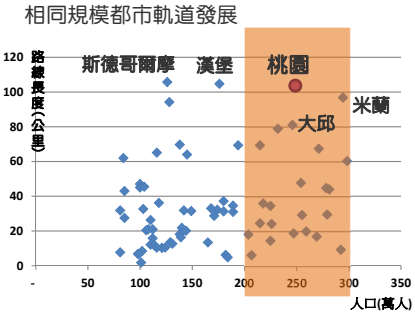
發展挑戰與願景

- 目標年280萬人，捷運路網約100公里
- 優先發展雙港輕軌，結合TOD的都市發展策略，奠基台中改變
- 透過穩定而可靠之軌道運輸，可帶觀光產業的發展，並提升整體都市的價值

28

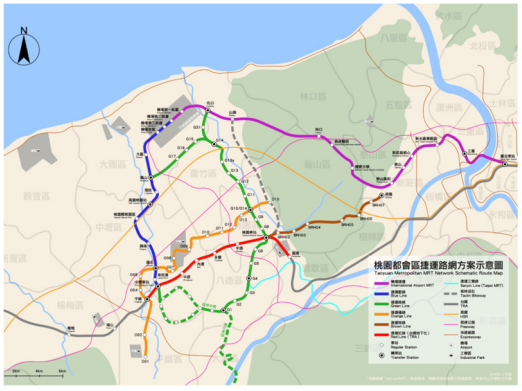
2.2國內都市軌道運輸發展概況-桃園都會區

相同規模都市軌道發展



人口		210萬人
人口密度(人/km²)		1,721
公共運輸市占率		14.1%
施工中	中運量	16.7KM

整體路網系統型式規劃
經濟永續系統發展

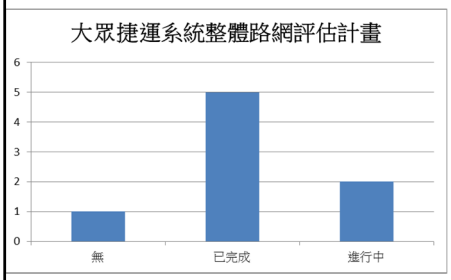


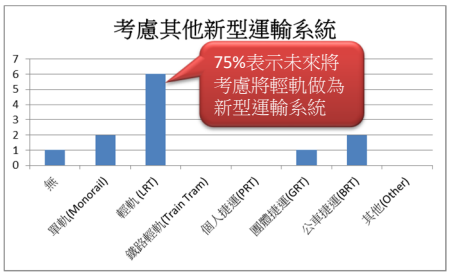
發展挑戰與願景

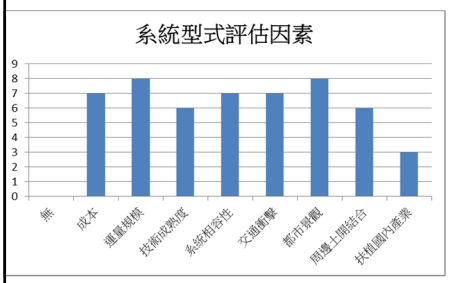
- 國門都市，航空城開發串聯桃園、中壢
- 航空新型態都市發展與運輸規劃，目標大眾運輸使用率65%，全市25%
- 目標年250萬人，捷運路網約120公里

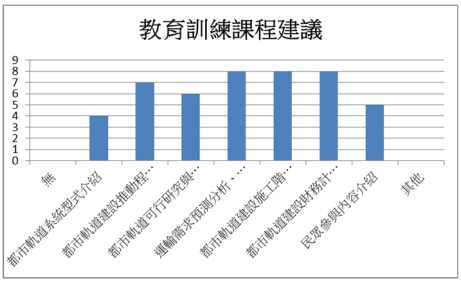
29

2.2國內都市軌道問卷調查成果(1/2)







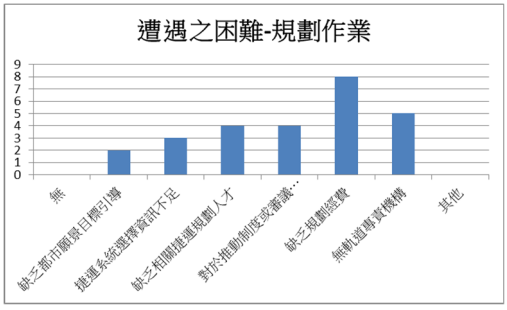


國人對於軌道系統的選擇上不再僅僅是注重成本、服務功能，未來還必須將景觀美學等成分納入建設評估之中

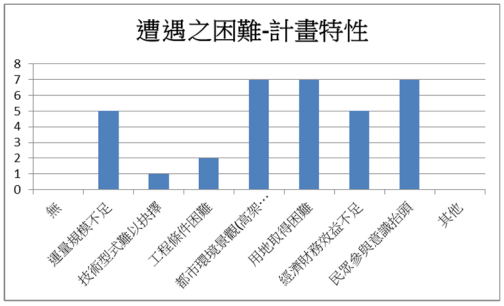
透過教育訓練培育軌道專業人才來辦理未來軌道建設計畫之推動

30

2.2 國內都市軌道問卷調查成果(2/2)



- 未來在軌道建設年度預算上應適當酌以放寬
- 避免規劃作業經費不足而造成長遠計畫執行風險增加



- 正反民意的拉扯對於計畫推動上會是一大難關
- 未來應有適當之法定機制讓政府執行單位可以將民意收斂

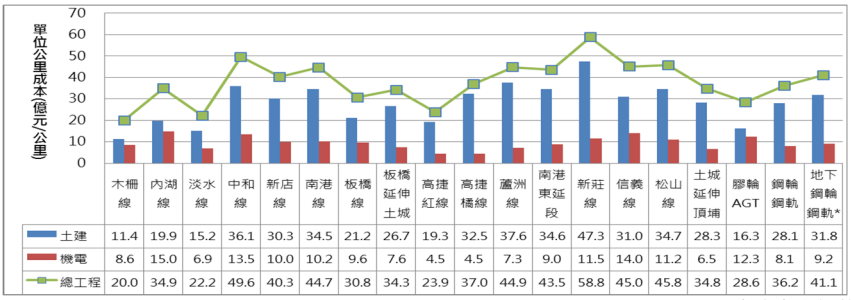
31

2.3國內都市軌道建設計畫分析-軌道成本分析

都會區	路線名稱	系統型式	完工年期	路線長度(KM)	平面(KM)	高架(KM)	地下(KM)	用地徵收面積(公頃)	建造成本(億元)	用地徵收費用(億元)	總建設經費小計
臺北	木柵線	膠輪AGT	85年	10.9	-	10.1	0.8	13	218.0	28.6	246.6
	淡水線	鋼輪鋼軌	86年	22.8	9.5	10.5	3.8	140	505.8	252.6	758.4
	新店線	鋼輪鋼軌	88年	12.2	-	-	12.2	14	492.1	73.0	565.1
	南港線	鋼輪鋼軌	89年	12.6	0.3	-	12.3	11	563.4	111.9	675.3
	板橋線	鋼輪鋼軌	95年	7.1	-	-	7.1	2	218.3	48.8	267.1
	中和線	鋼輪鋼軌	87年	5.4	-	-	5.4	1	267.6	27.2	294.8
	板橋延伸土城線	鋼輪鋼軌	95年	5.6	-	-	5.6	38	192.1	109.4	301.5
	新莊線	鋼輪鋼軌	101年	14.3	-	-	14.4	19	841.1	188.1	1,029.2
	蘆洲線	鋼輪鋼軌	99年	6.4	-	-	6.4	24	287.1	113.6	400.7
	內湖線	膠輪AGT	98年	14.8	-	10.9	3.9	14	516.2	99.6	615.8
	南港東延段	鋼輪鋼軌	99年	2.5	-	-	2.5	0	108.8	8.3	117.1
	信義線	鋼輪鋼軌	102年	6.4	-	-	6.4	0	288.3	15.2	303.5
	松山線	鋼輪鋼軌	103年	8.5	-	-	8.5	1	389.5	45.0	434.5
	土城線延伸頂埔段	鋼輪鋼軌	104年	2.0	-	-	2.0	0	69.5	0.4	69.9
高雄	捷運紅線	鋼輪鋼軌	97年	32.5	1.9	10.3	20.3	134	1,289.8	170.4	1,460.2
	捷運橘線	鋼輪鋼軌	97年	13.9	0.8	-	13.1				
合計				177.9	12.5	41.8	124.7	413	6,247.6	1,292.1	7,539.7

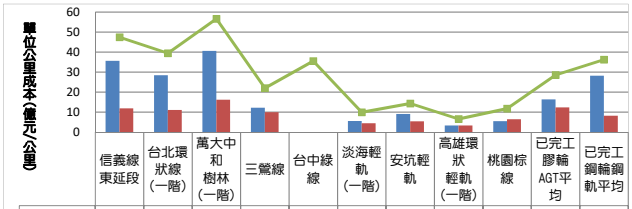
2.3國內都市軌道建設計畫分析-軌道成本分析

已完工路線單位公里建造成本



	木柵線	內湖線	淡水線	中和線	新店線	南港線	板橋線	板橋延伸土城	高捷紅線	高捷橘線	蘆洲線	南港東延段	新莊線	信義線	松山線	土城延伸頂埔	膠輪AGT	鋼輪鋼軌	地下鋼軌*
土建	11.4	19.9	15.2	36.1	30.3	34.5	21.2	26.7	19.3	32.5	37.6	34.6	47.3	31.0	34.7	28.3	16.3	28.1	31.8
機電	8.6	15.0	6.9	13.5	10.0	10.2	9.6	7.6	4.5	4.5	7.3	9.0	11.5	14.0	11.2	6.5	12.3	8.1	9.2
總工程	20.0	34.9	22.2	49.6	40.3	44.7	30.8	34.3	23.9	37.0	44.9	43.5	58.8	45.0	45.8	34.8	28.6	36.2	41.1

興建路線單位公里建造成本



	信義線東延段	台北環狀線(一階)	萬大中和樹林(一階)	三鶯線	台中線	淡海輕軌(一階)	安坑輕軌	高雄環狀輕軌(一階)	桃園棕線	已完工膠輪AGT平均	已完工鋼輪鋼軌平均
土建	35.6	28.4	40.5	12.1		5.5	9.0	3.3	5.4	16.3	28.1
機電	11.8	11.0	16.1	9.9		4.4	5.3	3.3	6.3	12.3	8.1
總工程	47.4	39.4	56.6	22.0	35.5	9.9	14.3	6.5	11.8	28.6	36.2

單位公里建造成本彙整(億元/公里)

結構	系統型式	土建	機電	合計
地下	高運量鋼輪鋼軌	34.1	9.6	43.7
	中運量鋼輪鋼軌	40.5	16.1	56.6
	中運量膠輪	43.5	15.0	58.5
高架	中運量鋼輪鋼軌	27.4	11.0	38.4
	中運量膠輪	11.4	8.6	20.0
	輕軌	5.7	4.3	10.0

2.4 都市軌道系統設置門檻

■ 相關文獻回顧

美國-The Rail Transit Threshold Analysis，Pushkarev et al. (1982)

理論/計算方式：於合理乘車空間與班次密度下，相對於巴士或其他運輸模式，可以節省勞動力或土地、建造成本相關資源

系統	路權型式	門檻指標 (延人公里/公里/日)
輕軌 (light rail)	LR-1：共用路權 low-capital light rail line near grade	4,000
	LR-2：隔離路權	7,200
	LR-3：隔離路權-20%隧道	13,600
捷運 (Rapid transit)	RT-1：Rapid transit above ground	15,000
	RT-2：Rapid transit up to one-third in tunnel	24,000
	RT-3：Rapid transit fully in tunnel	29,000
自動導軌 (automated guideway Transit)	DPM-1:A low-capital people mover guideway	5,000
	DPM-2:rubber-tired vehicles	12,000
	DPM-3:高架型式 DPM-3:隧道型式	46,000 67,000

34

2.4 都市軌道系統設置門檻

■ 相關文獻回顧

德國 LRTC handbook published in 1993

		輕軌系統			捷運系統
		Level I	Level II	Level III	Level IV
系統標準	最小每天單向運量密度(延人公里/km)	2,000	5,000	10,000	>15,000
都市與旅運需求分類	規模	小型城市	中型城市	大型城市	大都會
	服務區人口	20萬~50萬	50萬~100萬	100萬~200萬	200萬~500萬
	交通廊道之人口密度(人/km2)	2,000	3,000	5,000	8,000
	15km長廊道公共運輸需求(乘客/天)	30,000	60,000	100,000	>160,000
	從feeder traffic之其他額外需求(乘客/天)	5,000	15,000	25,000	>40,000

35

2.4 都市軌道系統設置門檻

■ 相關文獻回顧

日本New urban transit systems Reconsidered(Akira Nehashi,1998)

項目	重/高運量捷運(Metro)	中運量捷運			輕軌運輸	公車捷運
		AGT	單軌捷運	線性馬達捷運		
達到損益平衡運量密度(人/公里)	12,200	4,300	4,000	12,200	2,100	-
營運速率(公里/小時)	32	27	30	34	20～25	20～25
站間最大運能(人/小時/方向)	64,000	18,000	26,000	35,000	14,000	4,000
每公里營運成本(億圓/公里-年)	6.66	2.33	2.21	6.66	1.13	-
每公里建造成本(含車輛)(億圓/公里)	250～300	系統部分：30～65 設施部分：35～100	系統部分：30～70 設施部分：35～75	200～210	33	33

36

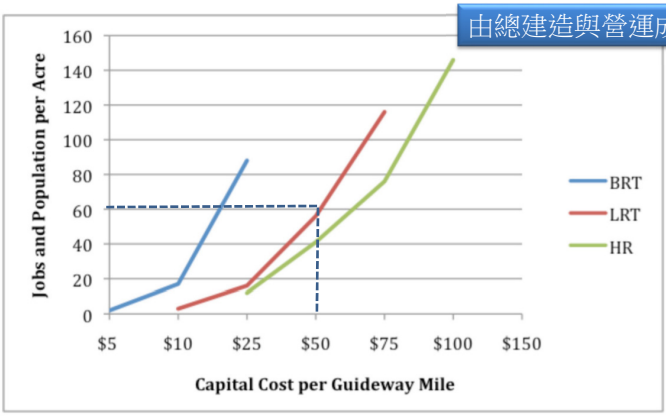
2.4 都市軌道系統設置門檻

■ 相關文獻回顧

Mass Transit & Mass：
Densities Needed to Make Transit Investments Pay Off
(Erick Guerra and Robert Cervero, University of California, Berkeley ,2011)

大眾運輸系統需要相當密度之都市發展才能支撐，那多少活動人口密度足以使投資損益平衡，再持續探討如何透過TOD手段，在何時、何處，增加多少都市人口，才達到發展大眾運輸之效益。

由總建造與營運成本&總效益平衡觀點



輕軌系統（LRT）資本成本5000萬美元/英里(約每公里10.6億元）需要車站800公尺範圍內密度(及業+居民）60人/每英畝），相當於車站服務範圍為3萬人，平均路線沿線兩側各500公尺，每公里為1.5萬人。

2.4 都市軌道系統設置門檻

軌道系統建置門檻分析

都會區
整體軌道路網評估
初步路廊 → 軌道系統建置門檻 → 1. 檢視符合門檻路廊
2. 篩選可能系統方案

原則：

- **易於操作、容易取得、客觀**
- **評估結果符合基本可行性** → 需有達收支平衡可能性

每日營運成本(每列車公里成本*合理班次*路線長*2)/(平均票價*1.05)

附屬事業比例
票箱5%

↓

路線營收平衡每日運量

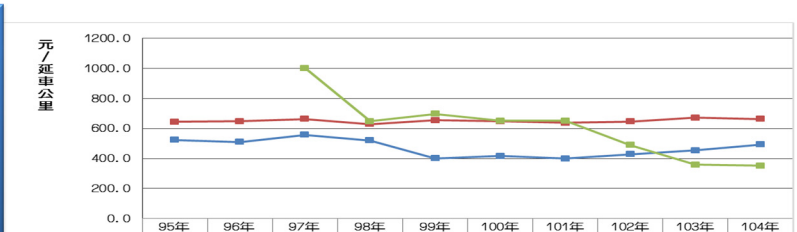
↓

路廊沿線兩側500公尺廊帶活動人口數、旅次發生率、公共運輸比例

38

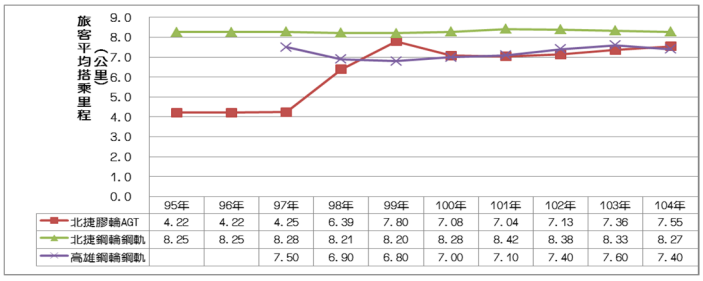
2.4 都市軌道系統設置門檻

每延車公里成本



	95年	96年	97年	98年	99年	100年	101年	102年	103年	104年
北捷膠輪AGT	523.9	510.4	556.9	520.6	401.7	416.2	398.8	427.7	453.6	493.6
北捷鋼輪鋼軌	643.8	647.4	662.8	628.3	654.5	648.0	637.9	645.7	670.9	662.3
高雄鋼輪鋼軌			1001.2	647.2	697.2	650.8	651.1	489.8	358.9	351.3

軌道旅客旅次長度



	95年	96年	97年	98年	99年	100年	101年	102年	103年	104年
北捷膠輪AGT	4.22	4.22	4.25	6.39	7.80	7.08	7.04	7.13	7.36	7.55
北捷鋼輪鋼軌	8.25	8.25	8.28	8.21	8.20	8.28	8.42	8.38	8.33	8.27
高雄鋼輪鋼軌			7.50	6.90	6.80	7.00	7.10	7.40	7.60	7.40

2.4 都市軌道系統設置門檻

系統設置門檻1 最少合理班次考量(尖峰4小時班距6分鐘，離峰14小時班距10分鐘)

項目	變數	輕軌	AGT膠輪(臺北)	高運量鋼輪鋼軌(臺北)	高運量鋼輪鋼軌(高雄)
單位公里成本(元/車公里)	C	250	432	654	355
路線長(km)	L	14	14	14	14
班次數(次/日)	Q	124	124	124	124
每日營業費(萬元)		86.8	150	227.1	123.3
平均里程	AL	8	8	8	8
票價(元/人)	F	25	25	25	25
每日旅客數	V	34,720	59,996	90,828	49,302
運量密度(旅客數/公里)	Pd	2,362	4,081	6,179	3,354
軌道運具比	S	20%	20%	20%	20%
旅次發生率(旅次/人)	T	1.8	1.8	1.8	1.8
活動人口/公里	POPd	6,561	11,337	17,163	9,316

2.4 都市軌道系統設置門檻

系統設置門檻2 配合運量規模班距(尖峰4小時班距3分鐘，離峰14小時班距8分鐘)

項目	變數	輕軌	AGT膠輪(臺北)	高運量鋼輪鋼軌(臺北)	高運量鋼輪鋼軌(高雄)
單位公里成本(元/車公里)	C	250	432	654	355
路線長(km)	L	14	14	14	14
站間運量(旅次/小時)		5,000	8,000～12,000	44,000	20,200
班次數(次/日)	Q	185	185	185	185
每日營業費(萬元)		129.5	2,237.8	3,387.8	1,838.9
平均里程	AL	8	8	8	8
票價(元/人)	F	25	25	25	25
每日旅客數	V	51,800	89,510	135,509	73,556
運量密度(旅客數/公里)	Pd	3,524	6,089	9,218	5,004
軌道運具比	S	20%	20%	20%	20%
旅次發生率(旅次/人)	T	1.8	1.8	1.8	1.8
活動人口/公里	POPd	9,788	16,914	25,606	13,899

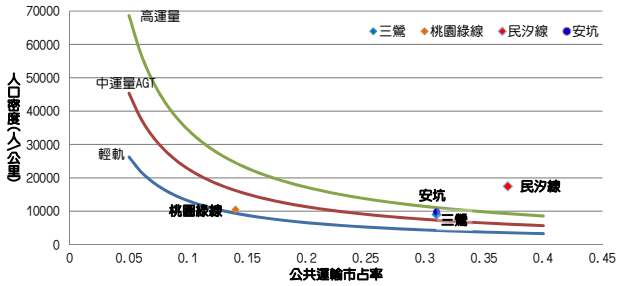
2.4 都市軌道系統設置門檻-運量密度

■ 都市軌道系統發展建議參考門檻值

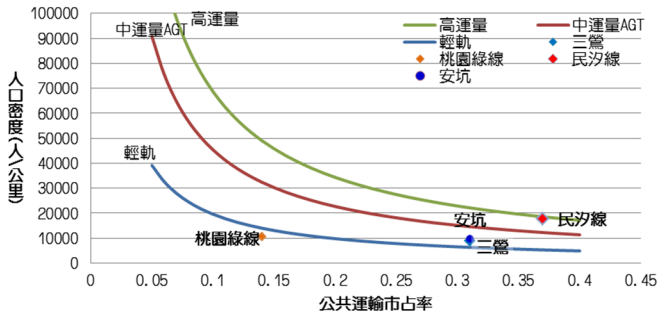
項目		重/高運量捷運 (Metro)	中運量捷運		輕軌運輸
			AGT	單軌捷運	
達到損益平衡運量密度（人/公里）	日本捷運統計	12,200	4,300	4,000	2,100
	國內捷運統計	3,354～9,218	4,081～6,089		2,362～3,524
可研規劃軌道運量密度建議參考門檻（人/公里）		9,000	6,000		3,500
整體路網階段之公共運輸旅客門檻（人/公里）		4,500	3,000		1,750

2.4 都市軌道系統設置門檻-人口密度

最少合理班次考量



配合運量規模班距



都市軌道系統設置門檻研訂

近期都市軌道運輸系統發展重要議題

首都圈捷運
資源整合再發展

臺北市政府首都圈論壇105.5.10

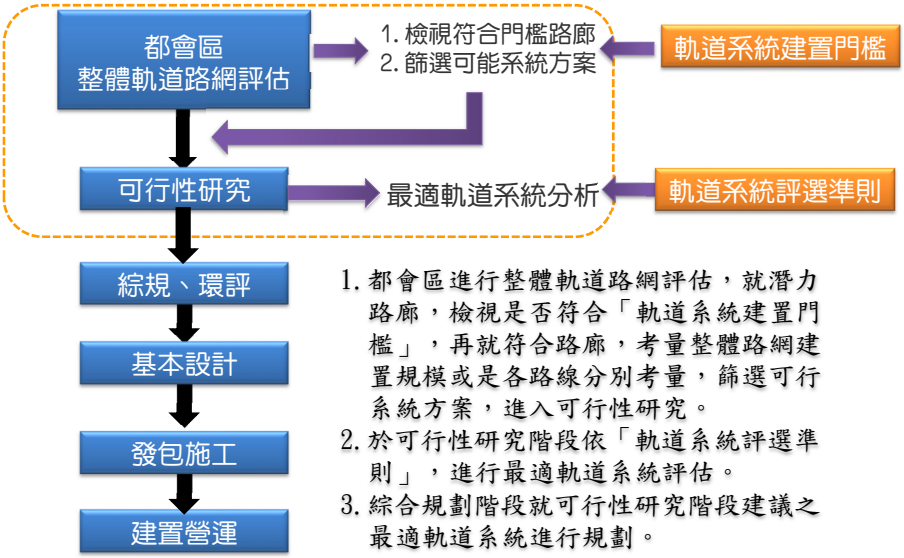
- 中央/地方職權與組織再造
- 設施與系統規模化 ✓
- 捷運技術輸出與產業化 ✓

- 提升系統評選之重要性
- 重新思考系統評選之時機

44

2.5 都市軌道系統評選準則

軌道系統評估階段(方案一)

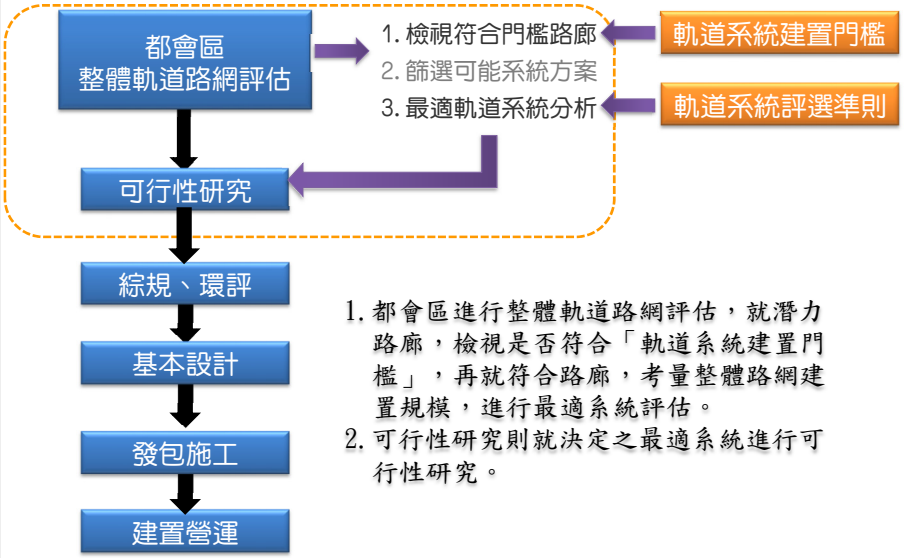


1. 都會區進行整體軌道路網評估，就潛力路廊，檢視是否符合「軌道系統建置門檻」，再就符合路廊，考量整體路網建置規模或是各路線分別考量，篩選可行系統方案，進入可行性研究。
2. 於可行性研究階段依「軌道系統評選準則」，進行最適軌道系統評估。
3. 綜合規劃階段就可行性研究階段建議之最適軌道系統進行規劃。

45

2.5 都市軌道系統評選準則

軌道系統評估階段(方案二)



1. 都會區進行整體軌道路網評估，就潛力路廊，檢視是否符合「軌道系統建置門檻」，再就符合路廊，考量整體路網建置規模，進行最適系統評估。
2. 可行性研究則就決定之最適系統進行可行性研究。

46

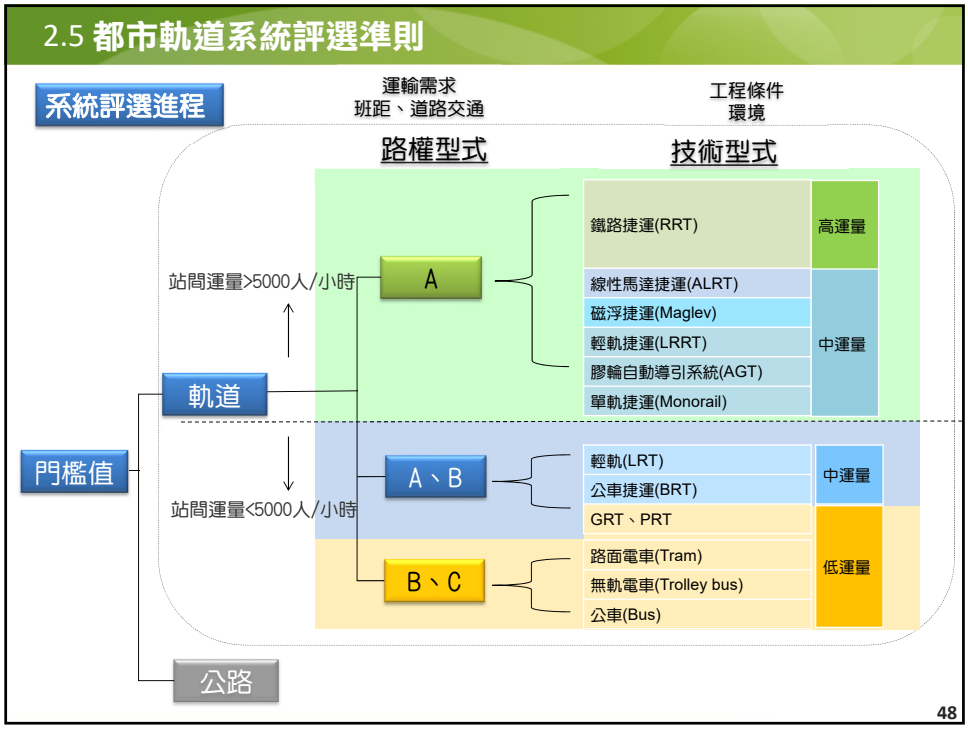
2.5 都市軌道系統評選準則

軌道系統評估階段方案比較

	方案一 可行性階段建議最適路網	方案二 整體路網規劃決定最適系統
優點	● 可行性研究已進行成本估算，能進行財務與經濟效益之評估，對於系統評估準則較為完整。	● 都會區各路線採用一致系統，擴大採購規模，降低建置成本，有利國內軌道產業發展。 ● 統一系統型式，維修設施與技術共用，如機廠共用，土地使用，減少徵收阻力，維修人力也可精簡。
缺點	● 個別路線進行系統評估，無法有整體性，如一個都會區或營運公司同時須經營好幾個系統，較難達到規模經濟，造成營運者之困難。 ● 建置階段因個別系統設施或車輛規格不同，甚至有不同專利，也會提高建置成本。 ● 對國內軌道產業發展不利。	● 系統型式評選需考量工程條件、交通、都市發展等，整體路網規劃精度，難以進行客觀評估。 ● 整體路網規劃不須經由中央審核，並無法定地位，系統評估結果難以認定。

建議方案

47


2.5 都市軌道系統評選準則
系統評選進程
運輸需求
班距、道路交通
工程條件
環境
路權型式
技術型式
站間運量>5000人/小時
站間運量<5000人/小時
門檻值
軌道
公路
A
A、B
B、C
鐵路捷運(RRT)
線性馬達捷運(ALRT)
磁浮捷運(Maglev)
輕軌捷運(LRRT)
膠輪自動導引系統(AGT)
單軌捷運(Monorail)
輕軌(LRT)
公車捷運(BRT)
GRT、PRT
路面電車(Tram)
無軌電車(Trolley bus)
公車(Bus)
高運量
中運量
中運量
低運量
48

都市軌道系統設置門檻與評選準則
系統型式評選準則
目標
軌道運輸系統型式評選
層面
都市交通
都市發展
工程條件
營運採購產業
環境影響
成本
項目
旅行時間
對地面運輸影響
都市人口
土地發展整合
工程線形
土地徵收與拆遷規模
營運整合
系統專利性
配合國內軌道產業發展
景觀美感
噪音振動
建置、營運、維修成本
49

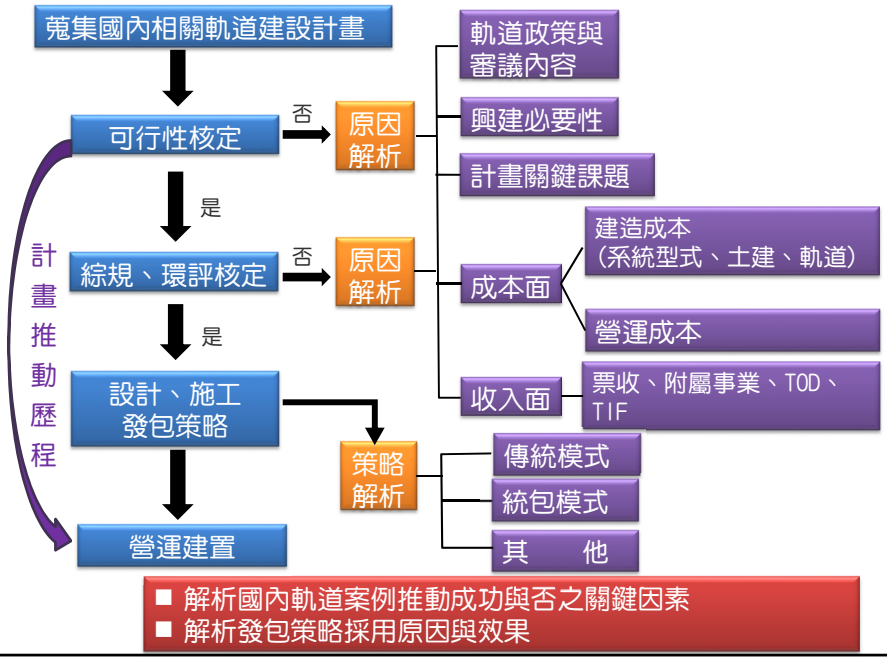
簡報內容

3

計畫執行說明
系統型式發展趨勢與評選
推動建置課題與改善策略
都市軌道產業發展
都市軌道發展相關法規探討
都市軌道發展與整合策略
結論與建議

50

3 軌道全生命週期課題探討



- 解析國內軌道案例推動成功與否之關鍵因素
- 解析發包策略採用原因與效果

51

3 軌道全生命週期課題探討

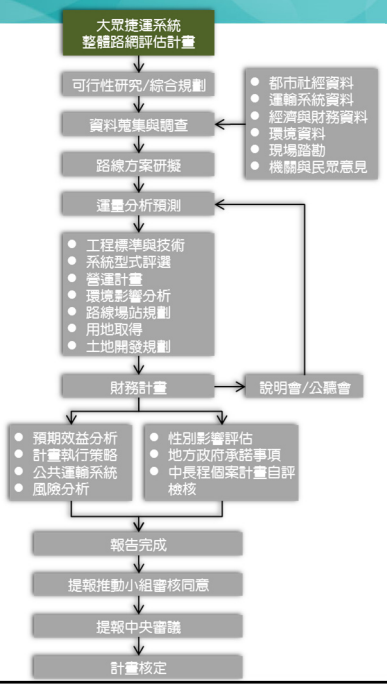
課題 (規劃審議階段)

大眾捷運系統整體路網評估計畫

- 缺乏法定位階：目前僅為備查性質，以致路網建構階段未能由中央、地方充分討論，政策指導性不足
- 缺乏檢討修訂機制：捷運路網可能未配合社經環境變遷及都市發展規劃而同步調整

對策

- 建立中央審查核備機制，確立法定位階
- 捷運路網為中長程政策，為保留彈性，中央審查核備機制可考慮：(1)分期路網、分期核備、(2)有條件核備
- 建立定期、不定期檢討機制，初步建議每5年配合都市發展上位計畫局部檢討，每10年全面通盤檢討。



3 軌道全生命週期課題探討

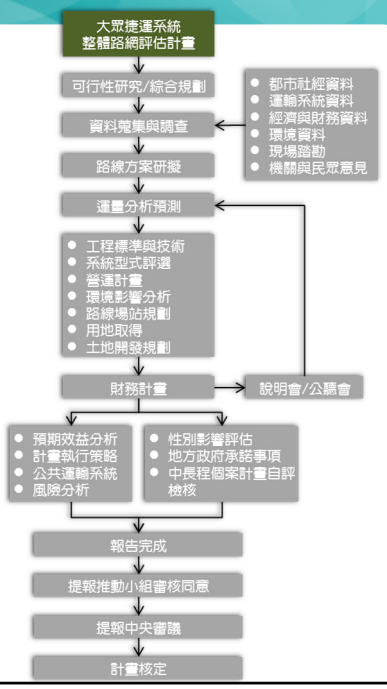
課題 (規劃審議階段)

申請計畫書

- 其中公共運輸發展情形僅針對都市(會)範圍評估，未要求針對提報計畫路廊進行評估
- 未要求辦理系統型式初步評選

對策

- 增加所提報計畫路廊之公共運輸發展情形，以避免失真
- 納入系統及路權型式初步評估：目前規定內容包括路廊規劃構想、運量概估及財務籌措構想，故已可初步評選較適系統及路權型式，並依此概估經費需求



3 軌道全生命週期課題探討

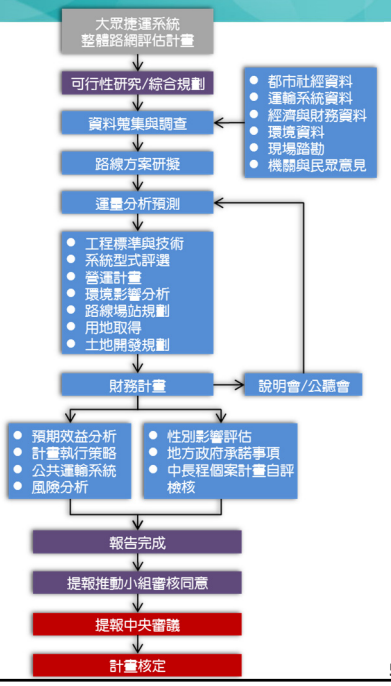
課題 (規劃審議階段)

可行性與綜規作業及審議

- 「可行性」與「綜規」近年在實質作業及審查要求上逐漸趨於接近，差異性變小、重複性高

對策

- 「可行性」建議審議重點為上位政策、計畫必要性、需求分析、方案合理性、工程用地可行性、替代方案、經濟與財務可行性
- 「綜合規劃」為後續預算編列及設計階段之基礎，建議審議重點為所有與經費、財務、設計有關事項與資料
- 「可行性」尚不涉及經費預算編列，建議以達中央補助之自償率最低門檻為進入「綜規」之指標。自償率提升策略與詳細經費分攤於「綜規」再行評估審議



54

3 軌道全生命週期課題探討

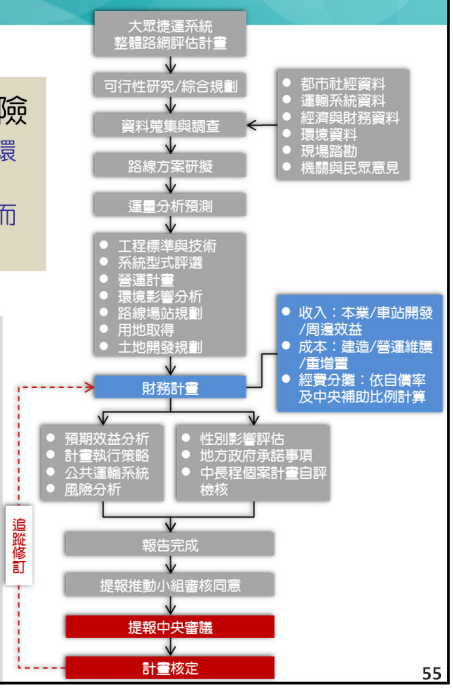
課題 (規劃審議階段)

自償率連動中央補助衍生財務風險

- 捷運收益預測年期長，且易受整體社經環境波動，地方難以完全掌握
- 易使地方、中央以取得分攤金額最小化而失焦，反增加財務風險

對策

- 地方欲引進新型系統時，應說明遴選原因、建造與營運成本之編列依據、相關案例及國外應用發展趨勢
- 修訂中央補助方式，與自償率脫鉤：
  - 依地方財力、路權型式、服務人口等，設定每公里固定補助金額或補助上限
  - 依地方推動大眾運輸程度，設定補助獎勵
  - 依系統可否鼓勵國內產業，設定補助獎勵
- 增加財務收益項來源，納入以交通政策導引運具選擇之衍生性收益，如停車費率、牌照稅、燃料稅、油價公式

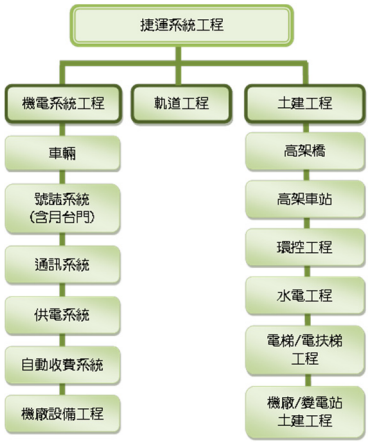


55

3 軌道全生命週期課題探討

課題 (設計施工階段)

- 國內傳統發包模式
  - 土建先細設再辦施工標
  - 機電採合併設計與施工之統包工程及最低標招標模式
  - 土機介面整合困難，預算、時程掌控不易



對策

- 近期路線採細設與施工合併發包之統包標，如高雄環狀輕軌(一階)、淡海輕軌(一期)、三鶯線
- 未來新型系統招標策略建議採土建、機電及軌道合併之統包工程最有利標模式

招標模式減少土機工程整合介面有效掌控期程預算

56

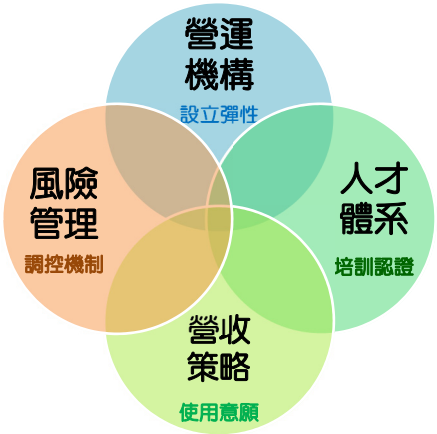
3 軌道推動全生命週期課題探討

課題 (營運階段)

- 目前營運機構主要為公營單位或甄選民間投資廠商，後續路線規模有限難達經濟性
- 維修養成體系不足，缺乏認證機制，營運維修人員短缺
- 臺北以外都市大眾運輸使用率低
- 新型系統之營運安全管理

對策

- 考量營運永續性，將營運維修勞務採購、PFI等可列為推動探討方式
- 建立維修人員培養培訓制度
- 整合公共運輸、維持服務品質及票價策略，提升使用率及運量
- 依系統特性，訂定軌道運輸安全管理計畫及營運風險管理機制



導入多元、富彈性之經營思維，依系統特性訂定管理機制

57

簡報內容

4

計畫執行說明
系統型式發展趨勢與評選
推動建置課題與改善策略
都市軌道產業發展研究
都市軌道發展相關法規探討
都市軌道發展與整合策略
結論與建議

58

4. 都市軌道產業發展研究

軌道運輸產業範疇

工程顧問
- 可行性分析
- 系統規劃
- 系統設計(概念、細部)
- 專案管理、監造

機電工程
- 車輛系統
  - 電聯車
- 供電系統
  - 750DC、25kVA
- 號誌系統(含月台門系統)
- 通訊系統
- 機廠設備
- 自動收費系統

土建工程
- 勘測
- 軌道工程
- 橋梁/隧道/車站/機廠
- 建築物附屬設施
  - 配電系統
  - 給排水系統
  - 環境控制系統
  - 消防系統
  - 電扶梯、電梯
  - BMS

軌道運輸產業

重增置

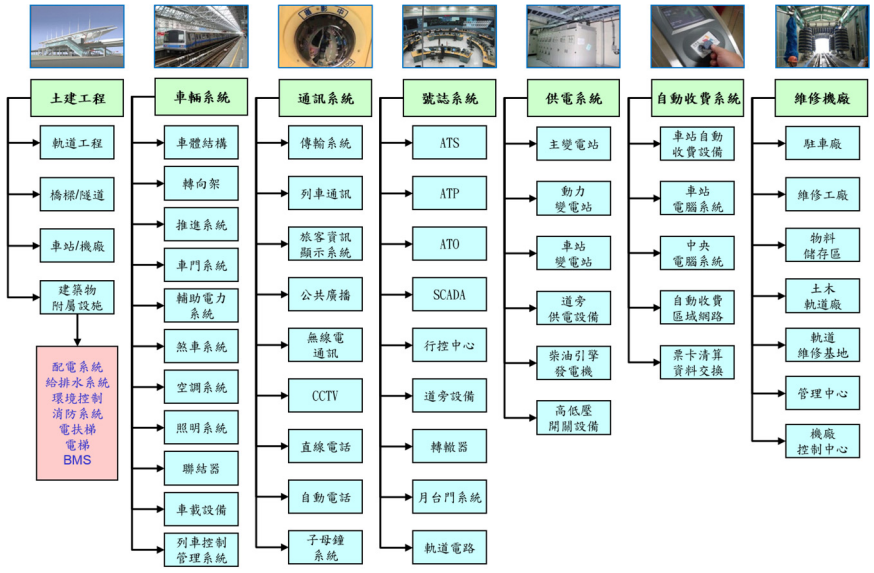
維運
- 系統維修
- 營運管理
- 設備重置

重增置

59

4. 都市軌道產業發展研究

軌道運輸系統架構



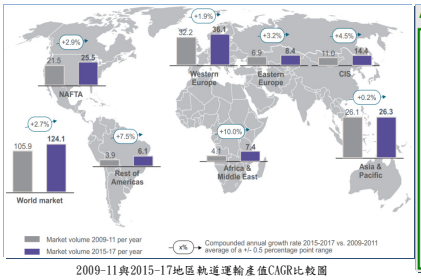
4. 都市軌道產業發展研究

國際市場商機

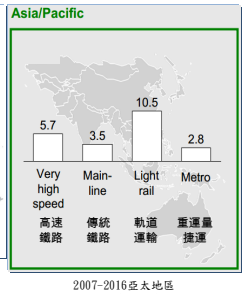
- 依據UNIFE研究顯示，因應世界都市化、節能減碳趨勢，軌道運輸系統及高速鐵路運輸需求持續成長。
- 帶動軌道運輸產業之電聯車系統、土建工程及供電、號誌等其他系統之需求。
- 預估2015年至2017年全球總產值將達1,699億歐元，年複合成長率(CAGR)約2.1%-3.0%，細部分析整理如下：
  - 採購需求多為土建、供電、高速/鐵路電聯車組。
  - 亞太地區尤以軌道運輸系統、高速鐵路之需求增長比例為高。
  - 各國積極簽署貿易協定，貿易自由化(GPA+)為軌道運輸產業帶來衝擊。

	2009-2011	2015-2017	CAGR[1)]
全球總產值	145,809	169,930	2.6%
自動收費系統	687	817	2.9%
號誌系統	12,037	14,351	3.0%
供電系統	30,220	34,320	2.1%
電聯車系統	47,705	54,791	2.3%
土建系統	55,158	65,651	2.9%

全球軌道運輸平均產值（單位:百萬歐元）



2009-11與2015-17地區軌道運輸產值CAGR比較圖



2007-2016亞太地區
不同軌道運輸系統需求CAGR(%)

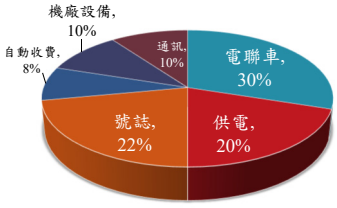
以上資料來源:UNIFE(歐洲鐵路工業協會)

4. 都市軌道產業發展研究

國內軌道運輸市場商機

- 據經建會統計，國內重大公共建設投資屬軌道運輸經費從98年476億元成長至102年538億元。
- 以台鐵捷運化、中運量捷運及輕軌運輸投資為主，現有軌道運輸系統設備重置需求為輔。
- 依國內軌道機電工程購案金額統計分析，電聯車系統所占比例最大(30%)，其次為號誌(22%)、供電(20%)，故應優先發展電聯車系統。
- 未來15年內國內軌道運輸系統市場商機達8,651億元

系統別	經費(億)	土建工程	機電工程
台鐵捷運化	1,902.63	1,522.10	380.53
中運量	4,989.31	3,392.73	1,596.58
輕軌	3,661.60	732.32	2,929.28
總計(億)	8,650.91	4125.05	4,525.86

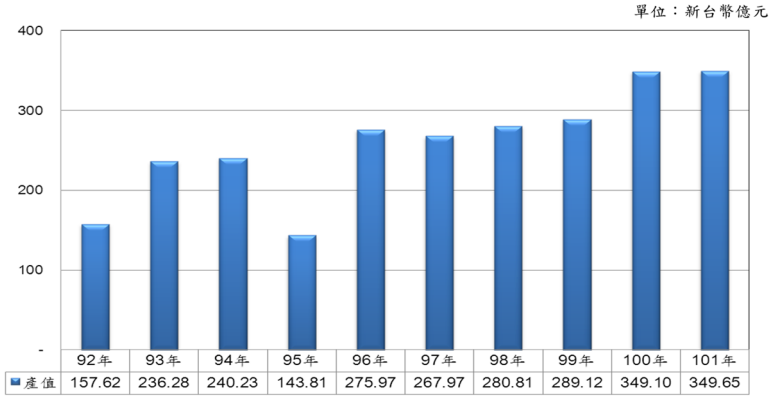


歷年軌道運輸機電工程標案金額比例分配

62

4. 都市軌道產業發展研究

國內軌道運輸產業現況



- 101年生產廠家數163家，從業人數1.5萬人
- 廠家分佈：北部79.7%、中部12.3%、南部6.0%、東部2.0%
- 代表性廠商：台車、中鼎、森業、東元、中機、台灣世曦、大陸
- 外商：Bombardier、Siemens、Alstom、Kawasaki

63

4. 都市軌道產業發展研究

國際鐵路品質標準認證

世界各國軌道交通鐵路系統在不斷提高速度及運輸需求下，對於設備零組件的要求也愈來愈高，於是發展出IRIS(國際鐵路行業標準International Railway Industry Standard)。IRIS標準主要是從ISO 9001標準基礎上發展起來的一套管理標準，主要目的及益處如下:

(一)對於整個軌道運輸行業的益處	(二)對於設備供應商的益處
1. 統一鐵路行業的品質管理規範 2. 提高鐵路行業的品質水準和效率 3. 降低鐵路行業供應鏈的風險	1. 與世界先進管理方法接軌，提高管理水準 2. 整合不同顧客需求，降低評估成本 3. 提高產品品質，降低生產成本 4. 參與全球競爭，提供更多合作機會

項次	公司名稱
1	國祥冷凍機械股份有限公司
2	威力工業網絡股份有限公司
3	四零四科技股份有限公司
4	喬福泡綿股份有限公司
5	堤維西交通工業股份有限公司
6	頻譜電子工業股份有限公司
7	春雨集團
8	臨康企業股份有限公司
9	台灣車輛股份有限公司(認證中)

R6

4. 都市軌道產業發展研究

國外軌道產業標準發展趨勢

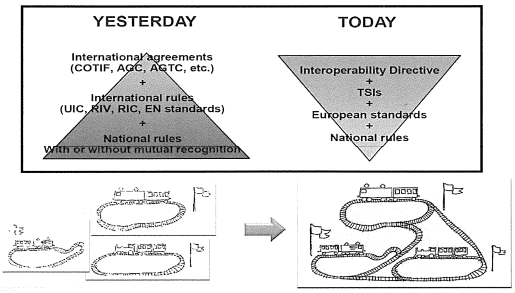
2014年為了讓歐盟成員國之間的鐵路可以互通互用，由EUAR頒布TSI(互通互連性技術規範)，說明以下內容:

- 成立跨歐洲鐵路網(包括鐵路及高速鐵路)
- 系統可以24小時營運
- 跨系統及多介面整合協同作業

為達成上述目標及解決不同的鐵路及軌道標準及跨國鐵路運輸阻礙，提高鐵路市場的運輸效率，達到軌道產業市場標準統一化及一致化的目標。採用下列標準:

- 軌距1435mm
- 供電25KV/750DCV
- 號誌ETCS Level 1,2 and 3

EUAR
(European Union Agency for Railways)
TSI
(互通互連性技術規範)
(Technical Specifications for Interoperability)



65

4. 都市軌道產業發展研究

CNS相關規範說明

- 中華民國國家標準分類目錄(105年)

標準類別	細分類	項目	頁次索引		標準總數	廢止總數
			項目頁次	類別頁次		
軌道工程	E1	材料	128	128	89	1
	E2	檢驗	129			
	E3	一般	129			

- 上述E項為CNS軌道工程標準
- 國內CNS鐵路相關標準，尚無高鐵、捷運、輕軌等適用CNS標準。
- 原因：系統有其特殊性、必須有配套的檢驗機構/設備、市場未達具體經濟規模、目前均為國外原廠製造進口…

66

4. 都市軌道產業發展研究

CNS相關規範說明

瓶頸與難處：

- 國內所採用系統型式不一，差異性大。
- 國內尚無足夠經濟規模吸引廠商投入。
- 國內尚無機關/廠商/單位提出制訂需求。
- 國內目前欠缺完整的檢驗測試機構、制度、設備。
- 使用非認可之其他組件衍生的責任歸屬問題。
- 建議可從小零件或組件著手(非屬系統功能設備)。

建議:

- 經濟部CNS小組沿用或參考國際標準，制訂CNS標準與國際接軌。
- 捷運工程要求統包商採用符合國際標準之CNS認證產品。
- 培植國內成立符合認證實驗室。

67

4. 都市軌道產業發展研究

問題研析

市場面

- 國際市場為具備機電標主標商資格之國際大廠壟斷。
- 未來以統包方式為主，國內業者目前僅具備供電系統主標商資格與實績。
- 業者無法針對國外市場商機投入大量資源進行長期佈局，需借重駐外機構人員提早掌握標案商情。

技術面

- 電聯車整車設計能量不足。
- 號誌與通訊系統考量營運安全因素，技術門檻高。
- 關鍵零組件開發技術不易取得(如：牽引馬達、轉向架)。

環境面

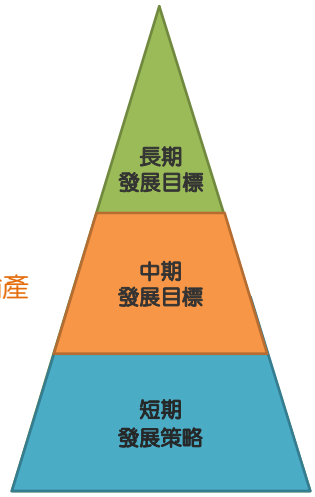
- 業主在資格標中對實績之規範。
- 電聯車國產化之衛星供應鏈體系仍待強化。
- 業者爭取國際標案中，對於融資及保證之需求額度高，需要資金融通配合。

68

4. 都市軌道產業發展研究

短中長期發展策略

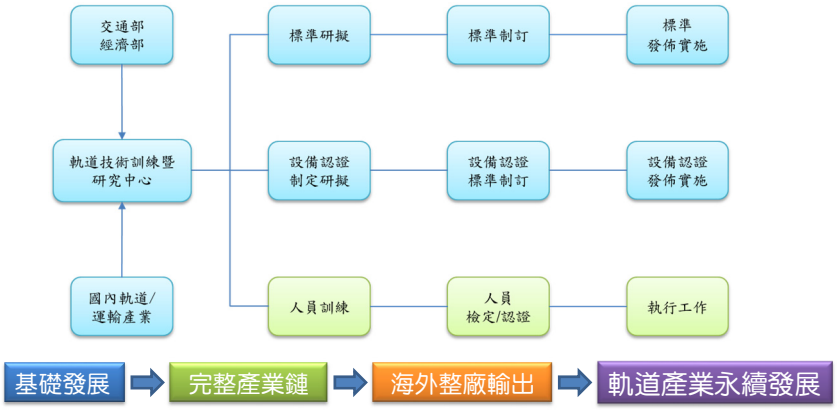
- 短期發展策略
  - 成立軌道技術研究暨驗證中心。
  - 盤點國內軌道運輸產業。
  - 培植成立符合國際標準認證實驗室。
- 中期發展目標
  - 發展國際接軌之標準及規範。
  - 培養軌道人力資源庫。
  - 優先培植軌道運輸亮點產業。
  - 培植國內IRIS認證廠商，進入國內外軌道運輸產業供應鏈。
  - 籌組國內軌道運輸產業供應鏈聯盟。
- 長期發展目標
  - 與國際接軌成為國內外軌道運輸產業供應商。
  - 與國際大廠合作爭取軌道人才海外輸出。
  - 由國內軌道運輸產業聯盟爭取國內外整廠輸出。



4. 都市軌道產業發展研究

產業發展建議-成立國內軌道技術研究暨驗證中心

- 建立國家級軌道及產業標準，並與國際標準接軌
- 擴大國內軌道產業經濟規模吸引廠商投入
- 要求國際大廠必須採購或委由國內廠商生產製造符合標準之零組件及要求進行技術移轉
- 避免發生使用非認可之其他組件衍生的責任歸屬問題



基礎發展 ➡ 完整產業鏈 ➡ 海外整廠輸出 ➡ 軌道產業永續發展

70

5 簡報內容

計畫執行說明
系統型式發展趨勢與評選
推動建置課題與改善策略
都市軌道產業發展研究)
都市軌道發展相關法規探討
都市軌道發展與整合策略
結論與建議

71

5.1 現況軌道運輸系統推動建置相關法規分析

5.1.1 引進新型都市軌道運輸系統可能遭遇之法規問題(一)

各種新型都市軌道系統適用法規之探討

現行法規定義下得適用法規	妥適性探討
● 輕軌運輸系統：大眾捷運法、公路法 ● 單軌捷運系統：大眾捷運法	應符合「大量」之要件，但輕軌、單軌系統之運量彈性大，因此是否宜一蓋均歸類為大眾捷運系統，有疑義。
● 個人捷運系統：大眾捷運法、公路法(有軌電車或計程車) ● 團體捷運系統：大眾捷運法、公路法	為配合無人駕駛，路線長度將有所侷限，且現實上難以符合「大量」之要件，不適合歸類為大眾捷運系統
● 公車捷運系統：公路法(汽車客運業)	不符合「大量」之要件。
● Tram-Tain：大眾捷運法、公路法、鐵路法	與大眾捷運系統專司都市及鄰近地區旅客運送之要件不盡相同，亦與行駛於地面之有軌電車對於車輛安全要求不同

72

5.1 現況軌道運輸系統推動建置相關法規分析

5.1.1 引進新型都市軌道運輸系統可能遭遇之法規問題(一)

各種新型都市軌道系統適用法規之探討

建議分類

● 輕軌運輸系統：	重、中運量：大眾捷運法 輕運量：公路法(有軌電車)
● 單軌捷運系統：	重、中運量：大眾捷運法 輕運量：欠缺法令規範
● 個人捷運系統：	公路法(公車)
● 團體捷運系統：	
● 公車捷運系統：	
● Tram-Train系統	鐵路法

73

5.1 現況軌道運輸系統推動建置相關法規分析

5.1.1 引進新型都市軌道運輸系統可能遭遇之法規問題(二)

現行法令對於有軌電車規範密度之不足

公路法及周邊法令 對有軌電車規範密度不足	公路法 具體不足之處	法令建置建議
● 公路法中關於電車之規定僅有十餘條，並無電車之規劃、建設規定。 ● 電車路線、軌道、隔離設施、電桿及其他附屬工程等設計及標準技術規範未明文，亦未授權主管機關訂定。 ● 公路法授權主管機關訂定有關電車之子法未訂定。 ● 道路交通管理處罰條例未將有軌電車納入規範，有軌電車恐無法進行交通管理。 ● 發展大眾運輸條例就大眾運輸事業之適用對象並未列舉電車運輸業，恐無法適用該條例。	以大眾捷運法為基礎，與公路法有軌電車之規範逐條比較。詳如期末報告第8-17頁表8.1-1。	針對公路法、道路交通管理條例及發展大眾運輸條例之立法不足提出建議。詳如期末報告第8-31頁第「二」段部分。

74

5.1 現況軌道運輸系統推動建置相關法規分析

5.1.2 都市軌道運輸系統後續擴充可能遭遇的法規問題

法規現況	效果
於原招標公告及招標文件敘明「擴充之期間、金額或數量」，即可採限制性招標 (政府採購法第22條第1項第7款)	期間、金額或數量擇一預估，即可向原廠商議價而不需另案招標。
互相干擾	
採購金額之計算，應將「預估擴充項目所需金額」計入 (施行細則第6條第3款)	**原採購階段** 機關必須在原採購階段預估擴充金額，但實際執行困難，且容易預估錯誤。因： 1. 物料價格操之於市場機制。 2. 擴建時機、財務計畫仰賴中央決策。 3. 機關非專業機電單位。 **後續擴充階段** 1. 依工程會函釋，後續擴充議價金額受到先前預估額度之限制。 2. 若原廠商不同意擴充金額，需另案重新辦理招標，將使限制性招標立法原意無法發揮。

75

5.1 現況軌道運輸系統推動建置相關法規分析

5.1.2 都市軌道運輸系統後續擴充可能遭遇的法規問題

法規現況合理性分析

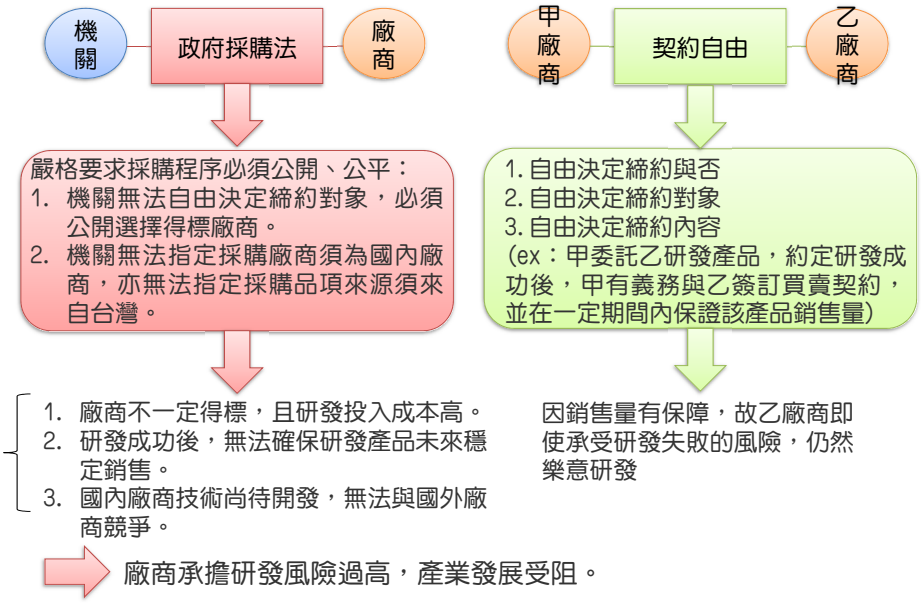
於軌道工程之外的其他採購案，施行細則第6條第3款要求機關預估後續擴充金額並計入原採購金額，或有其意義及必要。但於軌道工程採購案，因每一期採購金額幾乎均屬巨額採購，故工程會應衡量，軌道工程採購案是否有施行細則第6條第3款適用之必要，或者是否得以「數量」之預估取代之。

建議

- 短期：工程會宜就機關所預估之後續擴充金額從寬審查。倘若機關發生預估錯誤之情形，導致原廠商不同意以先前預估之擴充金額承包，宜於一定限度內，允許機關繼續以限制性招標辦理，以降低預估金額於後續擴充議價時的限制效果。
- 長期：建議修正施行細則第6條第3款，例如：以增加但書規定之方式，排除軌道工程採購案之適用，或除金額之外，增加得選擇預估「數量」之規定。

76

5.2 現況軌道運輸系統產業發展相關法規分析



77

5.2 現況軌道運輸系統產業發展相關法規分析

行政決策建議

短期帶動國內軌道產業發展之措施：

➢ **民國100年底以前採購案：工業合作計畫**
可要求國外投標廠商採購國內貨品比率、技術移轉、投資、優先決標於國內廠商。

➢ **民國101年以後採購案：受政府採購協定限制而無法採取前述措施**
考量軌道系統全生命週期，增列一定期間內廠商之維護、修繕、零配件供應等履約責任，納入最有利標評選項目，促使投標廠商與我國廠商合作以降低成本。

遠期決策方向：

- 營造健全產業發展環境。
  - **法令建置：**
    參照民國99年制訂的產業創新條例，促進產業創新、改善產業環境、提升產業競爭力。
  - **政策制定：**
    市場拓展、制定產品或服務技術標準與指標體系、推動產業聯盟、建立軌道產業公開資料管理平台、推廣專業人才認證、強化人才訓用。
- 軌道產業發展政策同時涉及經濟部(產業)與交通部(軌道)權責，故應提高決策層級。

78

簡報內容

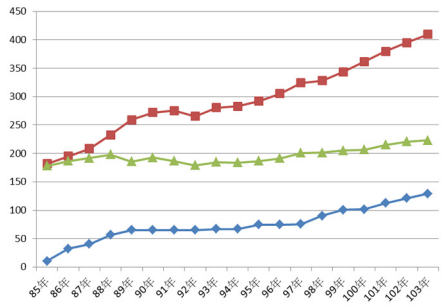
6

計畫執行說明
系統型式發展趨勢與評選
推動建置課題與改善策略
都市軌道產業發展研究
都市軌道發展相關法規探討
都市軌道發展與整合策略
結論與建議

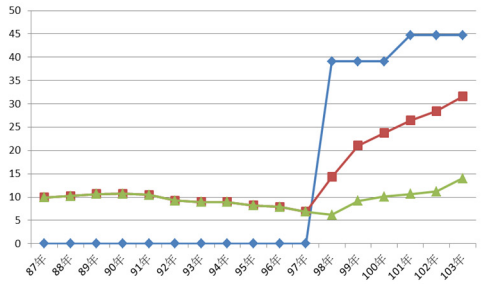
79

6.1引入都市軌道對都市共運輸影響

◆ 台北都會區



◆ 高雄市



捷運路網長度(公里)　公共運輸旅次數(萬人次/日)　公車旅次數(萬人次/日)

- 台北都會區捷運於民國85年通車後運量持續成長，公車旅次量亦成長，使整體公共運輸呈現持續成長，顯示都市軌道系統的加入，公車路線若能因應軌道路線通車，調整路線與營運模式，可以提升整體公共運輸比例。
- 高雄市捷運完工通車，配合公車路網調整、優惠票價乃至於民國103年持一卡通免費搭公車之鼓勵措施，整體公共運輸運量有明顯成長，公車運量亦同時緩步成長。

80

6.2公共運輸發展策略

公共運輸定位

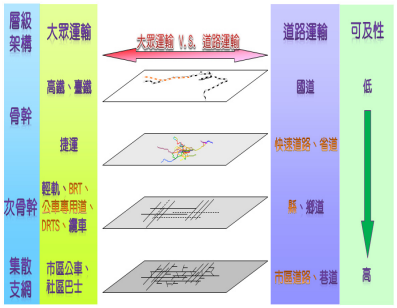
- 軌道為運輸骨幹主
- 公車為輔助次骨幹
- 計程車、自行車與步行完成及戶最後一哩路

策略

- 公車路網調整
- 公共運輸轉乘整合
- 票證費率整合
- 提升計程車服務品質
- 普及公共自行車
- 建立智慧型運輸系統

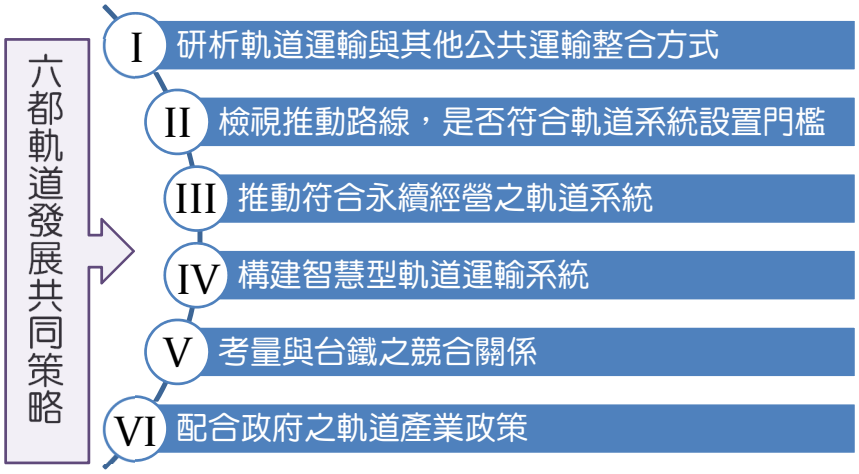
效果

- 建立綠色運輸城市
- 改善弱勢族群機動與可及性
- 建立高效率安全之公共運輸環境



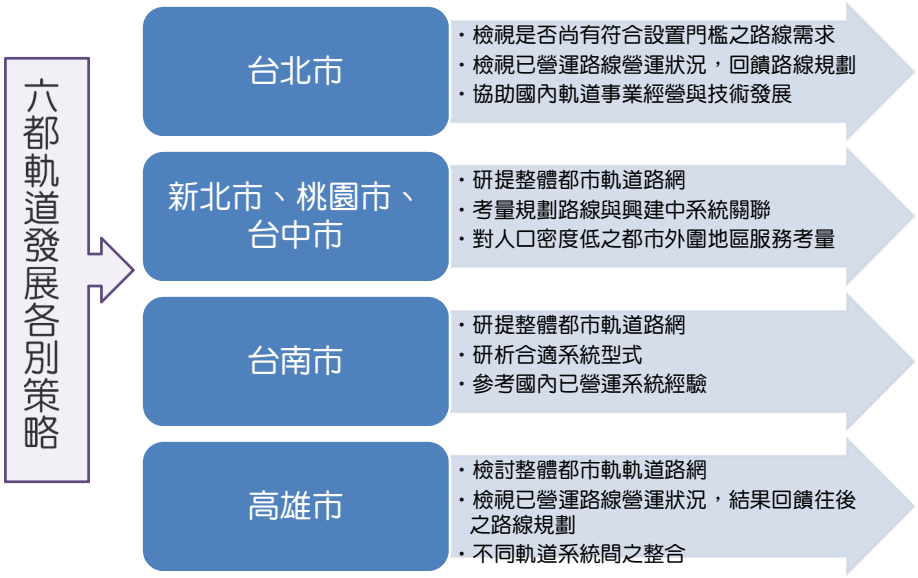
81

6.3 六都軌道運輸系統發展策略



82

6.3六都軌道運輸系統發展策略

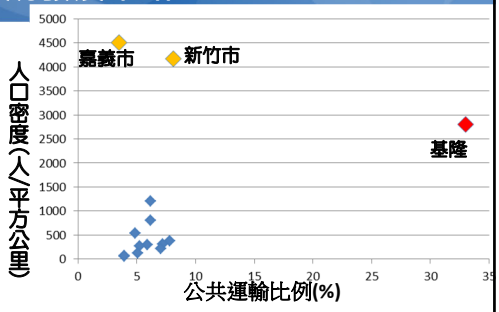


83

6.4 六都以外都市軌道運輸系統發展策略

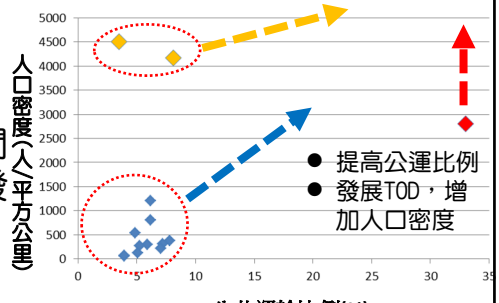
■ 現況

六都以外都市，除基隆市、新竹市與嘉義市外，普遍具人口密度與公共運輸使用比例雙低特性。



■ 對策

- 建立便利公車系統
- 鼓勵大眾運輸系統之利用
- 提供舒適的步行及居住空間
- 建立大眾運輸導向之都市發展



84

簡報內容

7

計畫執行說明
系統型式發展趨勢與評選
推動建置課題與改善策略
都市軌道產業發展研究
都市軌道發展相關法規探討
都市軌道發展與整合策略
結論與建議

85

7.1 結論

一、調查地方政府交通主管機關，預期未來輕軌系統之選擇會是都市大眾運輸市場主要趨勢；其次為單軌系統及公車捷運。

二、目前在捷運系統建設計畫規劃作業期間，所有調查的都市全都反映缺乏規劃經費，其次是缺乏軌道專責機構負責統籌、規劃、審查、執行到工程發包等，也讓軌道建設無法一貫執行而有不確定性。

三、整理國內北高捷運實際營運資料，以及國外研究資料，計算各都市軌道系統型式營運階段，達到損益平衡點之運量密度，建議路廊研選或推動之參考門檻，

- 可研階段之現況公共運輸旅客量，重/高運量捷運(Metro)達到4,500人/公里，中運量捷運到3,000人/公里，輕軌運輸1,750人/公里。
- 而計畫目標年運量預測，重/高運量捷運(Metro)達到9,000人/公里，中運量捷運到6,000人/公里，輕軌運輸3,5000人/公里。

四、軌道系統評選建立系統性評選方式，第一階段從交通需求與效率界定路權型式，第二階段就「都市交通」、「都市發展」、「工程條件」、「營運採購產業」、「環境影響」、「成本」六個層面進行評估，採用多準則評估方式進行，由中央建立個準則評估權重，或各計畫透過專家訪問就各案特性決定。。

86

7.1 結論

五、針對軌道運輸系統產業訂定國家未來短中長期發展策略

期程	發展策略
短期	1. 成立國內軌道技術訓練暨研究中心 2. 盤點國內軌道運輸產業。 3. 培植成立符合國際標準及認證實驗室
中期	1. 發展符合國際之標準及規範 2. 培養軌道人力資源庫 3. 優先培植軌道運輸亮點產業 4. 培植國際鐵路品質標準認證廠商進入國內外軌道運輸產業供應鏈 5. 籌組軌道運輸供應鏈聯盟
長期	1. 與國際接軌成為國內外軌道運輸產業供應商 2. 與國際大廠合作軌道人才海外輸出 3. 由國內之軌道運輸聯盟爭取國內外整廠輸出

六、法規探討分為「軌道建置」新型系統法規適用性與後續擴充之法規突破；「軌道產業」透過最有利標評選方式，將增列一定期間內廠商之維護、修繕、零配件供應等履約責任，營造有利於國內廠商參與環境與條件。

87

7.2 建議

一、制定國家整體軌道發展目標與策略

於國家整體公共運輸發展策略下，建立國家短、中、長期軌道發展計畫，釐清軌道發展之目的與目標，進行包含人-「組織人力」、事-「制度法規與財務計畫」、時-「期程」、地-「實施地區」、物-「產業發展政策」之發展計畫。

二、建立國家整體運輸規劃資料庫或長期決策支援系統，俾利地方進行整體路網規劃或路線規劃相關基本資料參考依據，亦利於中央單位進行審議與驗證。

三、審議制度檢討建議：

1. 都會整體路網應進行系統型式評估與路網營運調度與轉乘規劃，並建立報核程序，納入整體審議機制中，另為因環境變化，計畫調適，建立「整體路網評估計畫」之定期、不定期檢討機制，促地方政府重視財源籌措，務實推動運量提升策略及周邊土地開發。
2. 適度區分「整體路網」、「可研」與「綜規」工作內容與審議重點，建議「可行性研究」以達「捷運自償率門檻及中央補助比例」各級政府財力級次之最低門檻值為進入「綜合規劃」階段之指標，財務自償率提升策略與詳細經費分攤則於「綜合規劃」階段再行評估處理。
3. 修訂中央補助方式，與自償率脫鉤：
   - ➢依地方財力、路權型式、服務人口等，設定每公里固定補助金額或補助上限
   - ➢依地方推動大眾運輸程度，設定補助獎勵
   - ➢依系統可否鼓勵國內產業，設定補助獎勵

7.2 建議

三、軌道產業發展建議

1. 軌道產業發展政策同時涉及經濟部(產業)與交通部(軌道)權責，故應提高決策層級。
2. 建議專案研究-解析軌道系統土建與機電車輛系統構件，盤點國內軌道產業，擬定具體發展策略與計畫。

四、法規修訂建議

1. 現行公路法及周邊法令對有軌電車規範密度不足，建議修訂，有利於輕軌運輸建置與發展。
2. 工程會宜就機關所預估之後續擴充金額從寬審查，增加後續擴充採購彈性；建議採購法修正施行細則第6條第3款，例如：以增加但書規定之方式，排除軌道工程採購案之適用，或除金額之外，增加得選擇預估「數量」之規定。
3. 營造健全產業發展環境：參照民國99年制訂的產業創新條例，改善產業環境、促進創新、提升競爭力，相關政策制定配合(制定產品或服務技術標準、推動產業聯盟、產業公開資料平台、推廣強化人才認證訓用。

五、關於中央、地方軌道建設與營運組織單位改造、調整，檢討與儘速推動。

簡報完畢
敬請指導

3.3國內都市軌道建設計畫分析

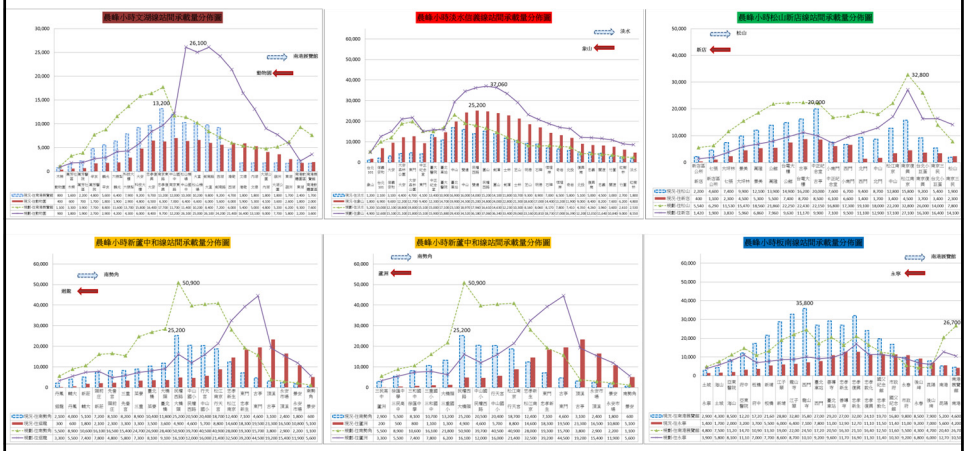
小結

- 全台都市軌道建設成本以鋼軌鋼輪約為37.6億元/公里最高
- 目前鋼軌鋼輪系統約為輕軌系統單位造價的3.7倍
- 處於財政逐年緊縮的世代，在無其他新型運輸系統的條件下，多數都市會選擇輕軌系統做為未來改善大眾運輸環境之政策。
- 由相關軌道建設計畫彙整作為後續推動軌道計畫之參考

	尖峰小時站間運量	平均運量密度	平均人口密度
中運量系統	8,000人/小時 (400人/車*20班/時)	9,400人/KM	5.8萬人/KM
輕軌系統	2,400人/小時 (200人/車*12班/時)	7,480人/KM	3.4萬人/KM

91

3.4大臺北地區捷運系統實際運量與規劃運量比較分析



- 實際運量與規劃運量之間趨勢相近，但仍有部分落差
- 主因在於政策、環境變遷造成居住、及業、就業人口成長預測高/低估

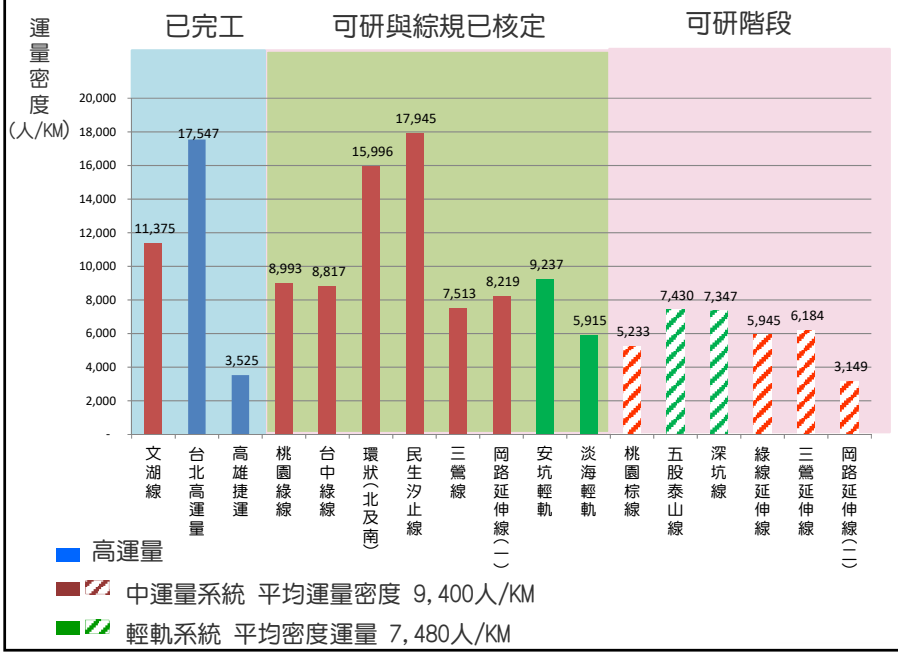
3.5規劃階段運量預測相關參數探討

- 鑑於時空背景條件不同，早年規劃時使用之參數已無法用於現今運量預測使用
- 目前最新捷運系統之相關參數如下，供相關單位研究參考

研究計畫 \ 參數類型	旅次產生率(人次/日)	尖峰率	運具分配比率(%)		
			機車	小汽車	大眾+綠運輸
臺北都會區大眾運輸系統三鶯線暨周邊土地開發綜合規劃報告	1.79	15.78%	40.4	37.1	22.6
高雄都會區大眾捷運系統都會延伸線(一環二連結)建設及周邊土地開發計畫可行性研究	2.03	20.48%	63.9	23.1	13.0

93

3.3國內都市軌道建設計畫分析



94

附錄 6　輕軌系統中長期規劃建設

輕軌系統中長期規劃建設

輕軌運輸系統運能一般介於 2,000~20,000 人/小時/單向，興建型式具有彈性，一般為平面型式，必要時部分路段亦可興建為高架或地下型式，提高運輸效率。以系統技術成熟面而言，輕軌運輸系統發展成熟，全球使用案例多，且車輛製造商也多，產品採購較具普及性與便利性。近年來在國內軌道產業界努力下，已具備國產自製之能力。

軌道建設計畫若能與產業發展結合，例如採購國內輕軌車輛，可以由國內廠商支援部分維修工作，營運公司僅需負責日常檢查與基本維修，將可降低建置階段機廠建置與用地取得成本，以及營運階段營運維修費用降低，將可提高計畫可行性與營運永續性。

經由本研究調查顯示，未來國內許多都市皆有推動輕軌系統之施政方向，例如新北市與高雄市皆已進行輕軌運輸系統整體路網規劃，臺中市與新竹市、桃園市亦有進行輕軌路線之研議，惟在計畫推動上或系統技術要求上，可能遭遇部分需於法規或產業、交通管理層面的課題，無法於短期內解決，建議於短、中、長期發展策略：

(一)短期發展策略：

1.需求不足之路廊，宜優先以公路公共運輸培養運量

對於地區需求較為不足之路廊，地方政府應落實公共運輸計畫，透過成本負擔較低之公車系統培養運量，提高公共運輸搭乘率，再適時進一步發展為輕軌或捷運系統。

2.有發展潛力之路廊，須兼顧服務水準與營運永續

針對較具發展潛力之路廊，地方政府應視地區需求採不同軌道型式組合，相較於高運量捷運系統(MRT)，輕軌系統(LRT)具興建成本低、施工期短及因地制宜特性，地方政府宜兼顧服務水準與營運永續目標，選擇最適系統加以推動。

3.透過教育、工程設計及執法手段，消弭輕軌系統影響交通之疑慮

平面輕軌行經一般道路，占用原有車道，影響橫交道路交通之順暢，且輕軌車輛可能與一般車輛產生衝突，造成我國引進平面輕軌系統對交通衝擊較有疑慮之處。後續應持續透過交通工程設計、教育宣傳及加強執法等手段，培養民眾遵守交通法規，以降低平面輕軌對交通衝擊，並提高安全性。

(二)中長期發展策略

1.評估大眾捷運法第三條之修正空間

大眾捷運法第三條規定「大眾捷運系統為非完全獨立專用路權

者，共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一為限」。輕軌運輸系統因具有因地制宜特性，得混合使用專用、隔離及共用等路權等型式，惟若共用路權比例過大，可能會影響其達到密集班次及大量快速輸送的功能，惟為因應未來中小型都市推動輕軌運輸之可能，建議相關單位可以蒐集地方政府意見，務實探討共用車道路線長度，以不超過全部路線長度四分之一之規定是否有放寬之需求與必要性。

2.推動國內軌道產業發展

經盤點各縣市政府提出 10 餘條捷運規劃及可行性路線需求統計，未來 20 年內可能建設之捷運路線約 237 公里(高運量 2.9 公里、中運量 190 公里、輕軌 43.8 公里)，達數千億元之建設經費。惟軌道關聯產業範圍涵蓋甚廣，應統合相關部會力量，例如在政府採購協定(GPA)、廠商實績限制下，協助產業發展。爰建議未來軌道產業發展政策方向可朝成立國內軌道技術研究暨驗證中心、培植成立符合國際標準之認證實驗室、發展符合國際之標準及規範、創造輕軌系統經濟規模、落實發展輕軌產業，除推展國內市場外，期能將輕軌技術推銷國際，跨足國際市場。