

95-142-3306  
MOTC-IOT-94-SDB010

# 輕軌與公車捷運系統納管之研析－ 道路工程篇

著者：許添本、鄭祺樺、林俊良、林俊源、蔡銘聰、  
邱榮梧、江明穎、陳一昌、張開國、吳熙仁

交通部運輸研究所

中華民國 95 年 10 月

輕軌與公車捷運系統納管之研析. 道路工程篇 /

許添本等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部  
運研所，民95

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-00-7191-7(平裝)

1. 捷運系統 - 管理 2. 道路工程 - 管理 3.  
交通與運輸管理

557.85

95021972

輕軌與公車捷運系統納管之研析--道路工程篇

著 者：許添本、鄭祺樺、林俊良、林俊源、蔡銘聰、邱榮梧、江明穎、  
陳一昌、張開國、吳熙仁

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：臺北市敦化北路 240 號

網 址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 95 年 10 月

印 刷 者：萬達打字印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 120 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：200 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書坊台視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1・電話：(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1009503024 ISBN(10 碼)：986-00-7191-8 (平裝)

ISBN(13 碼)：978-986-00-7191-7 (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

出版品名稱：輕軌與公車捷運系統納管之研析-道路工程篇			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN986-00-7191-8（平裝）	政府出版品統一編號 1009503024	運輸研究所出版品編號 95-142-3306	計畫編號 94-SDB010
本所主辦單位：運輸安全組 主管：陳一昌 計畫主持人：陳一昌 主辦人員：張開國、吳熙仁 聯絡電話：(02)2349-6857 傳真號碼：(02)2545-0429		合作研究單位：國立臺灣大學嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心 計畫主持人：許添本 研究人員：鄭祺樺、林俊良、林俊源、蔡銘聰、邱榮梧、江明穎 地址：臺北市基隆路3段130號 聯絡電話：(02)23628136	
研究期間 自 94 年 4 月至 94 年 12 月			
關鍵詞：輕軌、公車捷運、道路工程、路權型式、道路設施			
摘要：  本報告針對道路工程，先整理出引進輕軌運輸系統與公車捷運系統常見之爭議課題，主要分為路權型式與流動衝突二者。過去路權分類僅談及使用權，未能因應現代化輕軌系統與公車捷運的彈性設計；流動衝突現象於國內仍未有定論，故提出可能的改善方向。本計畫提出新式路權設置，利用優先權、使用權與隔離程度三項指標加以區隔，並實地調查歐洲常見之設站型式，就路寬固定下建立道路配置原則。道路工程改善設施係分析衝突型式與原因，並由國外文獻與調查結果歸納出有效的實體措施，計有道路配置、架空線型式、鋪面型態、標誌標線、號誌、隔離設計、行人安全設施等...；技術方面則建議從整體規劃的觀點，透過選線、路權設計、車道配置、衝突分析與改善設施設置等方面建立引進輕軌運輸系統與公車捷運系統之道路工程分析架構。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
95 年 10 月	110	200	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。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密條件： <input type="checkbox"/> 年 月 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：			
1. 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Development of management system for Light Rail Transit (LRT)/Bus Rapid Transit (BRT)— Chapter of Road Engineering			
ISBN(OR ISSN) ISBN986-00-7191-8 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009503024	IOT SERIAL NUMBER 95-142-3306	PROJECT NUMBER 94-SDB010
DIVISION: Safety Division DIVISION DIRECTOR: Isacc I. C. Chen PRINCIPAL INVESTGATER: Isacc I. C. Chen ADMINISTRATION STAFF: Chang, Kai-kuo; Wu Hsi-Jen PHONE: (02) 2349-6857 FAX: (02) 2545-0429			PROJECT PERIOD FROM April 2005 TO December 2005
RESEARCH AGENCY: Yen Tjing Ling Industrial Research Institute, National Taiwan University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsu, Tien-Pen PROJECT STAFF: Cheng, Chi-Hua; Lin, Chung-Liang; Lin, Chun-Yuan; Chiang, Ming-Ying; Chiu, Jung-Wu; Tsai, Ming-Tsung ADDRESS: No.130, Section 3, Keelung Road, Taipei, Taiwan PHONE: (02)23628136			
KEY WORDS: Light Rail Transit 、 Bus Rapid Transit 、 Road Engineering 、 Type of ROW 、 Road Facility			
ABSTRACT:  <p style="margin: 0;">This research summarizes the common disputes in road engineering caused by the deployment of the light rail transit (LRT) and the bus rapid transit (BRT). Two common disputes are the type of right-of-way (ROW) and the traffic flow conflicts. Categorization for road-usage priority about LRT or BRT in the past cannot be applied to all kinds of ROW on account of the modernization and design flexibility of LRT and BRT. Because there is no conclusion on the appearance of traffic flow conflicts, it is necessary to provide an improving direction. This research proposes a new method for setting road-usage priority by three indexes, the right of priority, usage, and the degree of segregation. The study group checked into some common type stations in European cities and built up some principles of the lanes allocation with LRT and BRT under the circumstance of fixed road widths. This research generalizes directions to reduce the risk by analyzing conflict types and causes, reviewing foreign references, and field-surveying. Road engineering facilities, such as the overhead trolley system, pavement, signs, signals, and crosswalk are summarized in tables for engineers' use. For technical design, we recommend the authorities to construct the framework of managing LRT/BRT road engineering from the viewpoint of planning through route choice, road-usage priority, lane allocation, conflict analysis, and facility installation.</p>			
DATE OF PUBLICATION October 2006	NUMBER OF PAGES 110	PRICE 200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 輕軌與公車捷運系統納管之研析-道路工程篇

## 目錄

第一章 緒論.....	1
1.1 背景.....	1
1.2 本篇範圍與目的.....	1
1.3 章節內容.....	2
1.4 本篇架構.....	3
第二章 課題整理 .....	5
2.1 路權爭議.....	5
2.2 道路系統設施之衝擊.....	6
2.3 行人衝突.....	10
2.3.1 行人與輕軌運輸/公車捷運系統衝突現象 .....	11
2.3.2 衝突型式分類.....	12
2.3.3 衝突因素.....	13
2.3.4 改善方向.....	14
2.4 車輛衝突.....	16
2.4.1 一般車輛與輕軌運輸/公車捷運系統衝突現象 .....	16
2.4.2 衝突因素分類與改善方向.....	17
第三章 路權設置準則 .....	19
3.1 路權規劃程序.....	19
3.2 路權分類.....	20
3.3 各種平面路權設置型式.....	22
3.4 車站型式.....	32
3.5 不同路寬下的車道配置.....	38
第四章 國外經驗與改善措施 .....	47
4.1 輕軌道路工程改善設施.....	48
4.2 公車捷運道路工程改善設施.....	62
4.3 行人安全設施.....	69
第五章 技術建議 .....	81
5.1 道路設施系統之整體規劃.....	81

5.2 路權與道路設施處理原則.....	93
參考文獻.....	97

## 圖目錄

圖 1.4.1	研究架構圖.....	3
圖 2.1.1	機車行駛於軌道面.....	5
圖 2.2.1	道路設計衝突.....	7
圖 2.2.2	車輛長寬比較示意圖.....	8
圖 2.3.1	輕軌運輸／公車捷運系統與行人衝突分析架構.....	10
圖 2.3.2	行人行進方向平行／垂直軌道示意圖.....	13
圖 2.3.3	行人衝突現象分類架構圖.....	14
圖 3.1.1	路權規劃流程圖.....	19
圖 3.3.1	B1 型路權.....	22
圖 3.3.2	維也納的 B1 路權型式.....	23
圖 3.3.3	B2 型路權.....	23
圖 3.3.4	阿姆斯特丹的 B2 型路權(1).....	23
圖 3.3.5	阿姆斯特丹的 B2 型路權(2).....	24
圖 3.3.6	B3 型路權.....	24
圖 3.3.7	維也納的高低差設計.....	24
圖 3.3.8	B4 型路權.....	25
圖 3.3.9	荷蘭阿姆斯特丹以微凹的坡面將軌道與車道隔離(1).....	25
圖 3.3.10	荷蘭阿姆斯特丹以微凹的坡面將軌道與車道隔離(2).....	26
圖 3.3.11	B5 型路權.....	26
圖 3.3.12	維也納輕軌結合行人徒步區.....	26
圖 3.3.13	維也納輕軌結合行人徒步區.....	27
圖 3.3.14	C1 型路權.....	27
圖 3.3.15	史特拉斯堡的混合型路權.....	27
圖 3.3.16	史特拉斯堡的混合型路權.....	28
圖 3.3.17	維也納的混合型路權設計.....	28
圖 3.3.18	在維也納路窄與路寬處的混合型路權設計.....	28
圖 3.3.19	阿姆斯特丹的混合型路權.....	29
圖 3.3.20	C2 型路權.....	29
圖 3.3.21	阿姆斯特丹公共運輸專用道(公車與輕軌).....	29
圖 3.3.22	德國海德堡公共運輸專用道.....	30
圖 3.3.23	C3 型路權.....	30
圖 3.3.24	德國卡斯魯行人徒步區（腳踏車與公務車輛仍可進入）.....	31
圖 3.3.25	德國卡斯魯行人徒步區.....	31
圖 3.3.26	布拉格的行人徒步區.....	31
圖 3.3.27	布拉格的行人徒步區.....	32
圖 3.4.1	車道分類架構.....	32

圖 3.4.2	路緣近車道側車站.....	33
圖 3.4.3	路緣近人行道側車站.....	33
圖 3.4.4	車道外緣島式車站.....	34
圖 3.4.5	車道外緣側式車站.....	34
圖 3.4.6	史特拉斯堡的路緣側式車站.....	34
圖 3.4.7	史特拉斯堡的路緣側式車站.....	35
圖 3.4.8	布拉格的路緣側式車站.....	35
圖 3.4.9	中央島式站台.....	36
圖 3.4.10	中央側式站台.....	36
圖 3.4.11	布拉格中央側式車站.....	36
圖 3.4.12	布拉格中央側式車站.....	37
圖 3.4.13	杜塞道夫中央側式車站.....	37
圖 3.4.14	中央型遠近端車站.....	37
圖 3.4.15	中央型遠近端車站(最小路權).....	38
圖 3.5.1	車道配置程序.....	39
圖 3.5.2	單/雙向輕軌運輸路權寬度.....	39
圖 3.5.3	中央佈設型式(島式月台).....	40
圖 3.5.4	中央佈設型式(側式月台).....	40
圖 3.5.5	中央佈設型式.....	41
圖 3.5.6	快車道間佈設型式(無月台).....	41
圖 3.5.7	快慢車道間佈設型式(無月台).....	42
圖 3.5.8	路緣近人行道側佈設型式(無月台).....	42
圖 3.5.9	車道外緣佈設型式(無月台).....	43
圖 3.5.10	路緣近人行道側佈設型式(無月台).....	43
圖 3.5.11	中央佈設型式(無月台).....	44
圖 3.5.12	中央佈設島式月台型式.....	44
圖 3.5.13	快慢車道間佈設型式(無月台).....	45
圖 3.5.14	車道外緣行人徒步區佈設型式.....	45
圖 3.5.15	混合路權佈設型式(無月台).....	46
圖 3.5.16	輕軌行人徒步區佈設型式.....	46
圖 4.1.1	實體改善設施分類架構.....	47
圖 4.1.2	維也納行人穿越道與布拉格注意行人標誌.....	49
圖 4.1.3	阿姆斯特丹專用車道標誌與輕軌專用車道標誌.....	49
圖 4.1.4	維也納路口腳踏車道分格線與阿姆斯特丹軌道面標字.....	50
圖 4.1.5	卡斯魯輕軌與車流轉向槽化線與維也納進站標線.....	51
圖 4.1.6	阿姆斯特丹車道區別黃短線與阿姆斯特丹月台等候線.....	51
圖 4.1.7	佛萊堡輕軌號誌與海德堡輕軌號誌.....	52
圖 4.1.8	美國輕軌專用號誌.....	52



圖 4.1.9	阿姆斯特丹輕軌號誌與維也納輕軌號誌.....	53
圖 4.1.10	維也納輕軌路燈與維也納輕軌車燈.....	54
圖 4.1.11	布拉格夜間營運路線.....	54
圖 4.1.12	布拉格混合車道與布拉格鄰近市中心之停車方式.....	55
圖 4.1.13	布拉格停車方式與杜塞道夫輕軌徒步區機車停車.....	55
圖 4.1.14	維也納混合路權車道佈設與中央雙向無隔離示意圖.....	56
圖 4.1.15	維也納側式雙向隔離車道佈設與側式雙向隔離示意圖.....	57
圖 4.1.16	維也納快慢車道間混合車道圖與快慢車道間混合示意圖.....	57
圖 4.1.17	卡斯魯輕軌行人徒步區與杜塞道夫輕軌行人徒步區.....	58
圖 4.1.18	海德堡大眾運輸共用路權與阿姆斯特丹大眾運輸專用道.....	58
圖 4.1.19	架空線型式分類表.....	59
圖 4.1.20	布拉格架空線固定建物與架空線固定於電桿.....	59
圖 4.1.21	德瑞斯登十字型架空線與豐橋市中央型式架空線.....	60
圖 4.1.22	鋪面型式分類表.....	61
圖 4.1.23	杜塞道夫柏油鋪面與維也納水泥鋪面.....	61
圖 4.1.24	布拉格地磚鋪面與史特拉斯堡地磚鋪面.....	62
圖 4.1.25	史特拉斯堡綠帶與卡斯魯具道渣軌道.....	62
圖 4.2.1	波士頓公車專用道標字與奧蘭多公車專用道標字.....	63
圖 4.2.2	奧蘭多公車專用道上方標誌與國內公車專用道標誌.....	63
圖 4.2.3	溫哥華公車專用號誌與奧蘭多公車專用號誌.....	64
圖 4.2.4	公車捷運系統高差.....	64
圖 4.2.5	盧昂公車捷運之護欄.....	65
圖 4.2.6	波哥大主要幹道佈設與道路中央島式站台示意圖.....	66
圖 4.2.7	波哥大次要道路佈設與道路中央島式站台示意圖.....	66
圖 4.2.8	布里斯本道路佈設與側式雙向公車專用道示意圖.....	66
圖 4.2.9	倫敦道路佈設與順向路側單向公車專用道示意圖.....	67
圖 4.2.10	庫里提巴道路佈設與站體與人行天橋整合.....	67
圖 4.2.11	海德堡大眾運輸專用道.....	68
圖 4.2.12	名古屋彩色鋪面與紐西蘭彩色鋪面.....	69
圖 4.3.1	行人安全設施分類架構.....	70
圖 4.3.2	布里斯本 BRT 立體行人穿越道波哥大 BRT 行人穿越道斜坡.....	71
圖 4.3.3	卡斯魯 LRT 人行地下穿越道.....	71
圖 4.3.4	臺北市公車專用道平面穿越道.....	72
圖 4.3.5	行人自動遮斷器.....	72
圖 4.3.6	旋轉柵門.....	73
圖 4.3.7	Z 字型穿越道.....	73
圖 4.3.8	布拉格輕軌方向號誌與佛萊堡行人穿越觸控號誌.....	74
圖 4.3.9	行人穿越警示號誌.....	74

圖 4.3.10	注意輕軌標誌（維也納）與輕軌行人標誌.....	75
圖 4.3.11	輕軌標線與標語.....	75
圖 4.3.12	維也納注意行人標線與行人穿越道標線.....	76
圖 4.3.13	史特拉斯堡月台高差與維也納軌道高差.....	76
圖 4.3.14	杜塞道夫行人徒步區與布拉格行人徒步區.....	77
圖 4.3.15	德瑞斯登人行道護欄與維也納車站出口護欄.....	78
圖 4.3.16	杜塞道夫轉彎處護欄與布拉格一般車道護欄.....	78
圖 4.3.17	行人實體隔離設施分類架構.....	79
圖 4.3.18	輕軌蜂鳴器（維也納）.....	79
圖 5.1.1	研究架構圖.....	81
圖 5.1.2	路線規劃程序.....	82
圖 5.1.3	路權型式設置選擇程序.....	84
圖 5.1.4	車道配置流程.....	85
圖 5.1.6	路段改善設施設置地點.....	87
圖 5.1.7	路口改善設施設置地點.....	88
圖 5.1.8	車站改善設施設置地點.....	89

## 表目錄

表 2.2.1 輕軌運輸/公車捷運車輛與一般車輛之高度比較 .....	7
表 2.2.2 輕軌/公車捷運車輛與一般車輛之寬度比較 .....	8
表 2.2.3 LRT 與 BRT 車輛與一般車輛長度、轉彎半徑比較.....	9
表 2.2.4 LRT 與 BRT 車輛性能比較.....	9
表 2.2.5 現階段市區道路速限與建議值.....	9
表 2.2.6 法國輕軌運輸設站長度與營運速度.....	10
表 2.3.1 LRT/BRT 與行人衝突改善方向一覽.....	15
表 2.3.2 LRT/BRT 與一般車輛衝突改善方向一覽.....	17
表 3.2.1 TRB,1996 路權分類表.....	20
表 3.2.2 各型路權的特性.....	21
表 3.2.3 路權型式分類.....	21
表 4.1.1 各條件鋪面型式下之適用性.....	61
表 4.3.1 行人隔離設施比較表.....	79
表 5.1.1 引進輕軌與公車捷運後對道路設計的衝擊.....	85
表 5.1.2 引進後之主要衝突現象與實體改善設施.....	86
表 5.1.2 路段改善設施配置.....	87
表 5.1.3 路口改善設施配置.....	88
表 5.1.4 車站改善設施配置.....	89



# 第一章 緒論

## 1.1 背景

國內現正處於引進輕軌運輸與公車捷運的風潮中，預料將會帶動起一股大眾運輸的新時代，但輕軌運輸與公車捷運對於整體環境的衝擊，無論是政府或民眾都仍有許多疑慮，也引起許多討論，路權與道路設施兩大課題即是大眾所極度關切的，本計畫從國外考察、營運經驗、參考文獻等各方面整理出改善程序與方案，期能協助實際運用與後續研究發展。

路權課題主要產生原因為輕軌運輸與公車捷運隨著時代的變化、地區性的特色產生出多樣化的路權型式，過去所熟悉的 ABC 型路權分類方法已難以適用，加上國內特有的交通問題如機車數量龐大、道路寬度狹窄等，所以本研究針對這些路權衝突問題研擬出本土化路權型的分類方式與路寬已知下最佳的道路配置流程。

引進輕軌運輸與公車捷運後對於道路系統有何實體上的衝擊，又該如何選定改善方案，在國內較少統整性的研究，道路設施系統性處理原則建議也十分缺乏，所以本研究綜合上述資料歸結因路權設計所可能的道路設施衝擊現象與改善設施、配套策略的處理原則，讓使用者可以由設置的路權型式對照出設施衝擊現象，並循序選取出適宜的改善方案。

## 1.2 本篇範圍與目的

本冊「道路工程篇」範圍主要以路權衝突與道路設施衝突兩大課題為主，兼有其他 5 大課題之相關內容，關於路權設置流程之上位計畫，僅以選線程序作為道路規劃代表；本篇章就所涵蓋的範圍羅列出以下 4 點目標：

- 1.研擬出本土化路權型的分類架構；

- 2.針對路寬建立最佳的道路配置流程；
- 3.統整各設置型式之衝突現象；
- 4.建立改善設施與策略之處理原則。

### 1.3 章節內容

本冊計畫內容如下：

#### 1.路權與道路設施衝突之課題探討

就輕軌運輸與公車捷運系統引進國內後可能產生的路權爭議、道路設施衝突做為探討對象，路權內容包含過去通用的路權分類方式已不能完整區分出其特性，國內也缺乏大眾運輸道路配置的程序，故建立本土化路權型的分類架構與針對路寬建立最佳的道路配置流程，道路設施方面則從國外已營運之系統出發，整理出可能的衝突現象，比照國內環境得出此衝突之內在原因，提供後續改善設施的方向。

#### 2.路權設置準則探討

以系統化方法研擬出一套輕軌運輸與公車捷運系統路權的決策程序，首先探討現有路權分類方式，並提出改善之建議；進而由實地調查的國外路權型式與車站設置方式，透過道路寬度為參數，訂定在特定路寬下之最佳路權設計。

#### 3.道路設施之國外經驗與改善措施

經由探討道路設施衝突現象所得的改善方向，就 1.文獻回顧、2.實地調查、3.專家經驗、4.國外營運經驗等四方面找出適合該情境下的細部改善設施，並建立衝突現象／改善設施對照表，輔以文字與圖片，讓使用者可依照問題對應出改善設施。

#### 4.技術原則建議

歸結前述研究內容後，整理出更根本之路權／道路設施衝突改善原則，以供後續研究與改進之用。

#### 1.4 本篇架構

從最上位之都市建設計畫開展，分為現有道路位置與車道寬度等情境條件，透過路權設計流程產生各式情境下的車道配置，再從輕軌運輸與公車捷運車道產生後所帶來的道路設施衝突，歸結出可能的衝突原因，並就內部原因研擬出改善方案與對策，最後統整出整體道路工程系統規劃方法，以提供實務上應用與納管系統的建立。

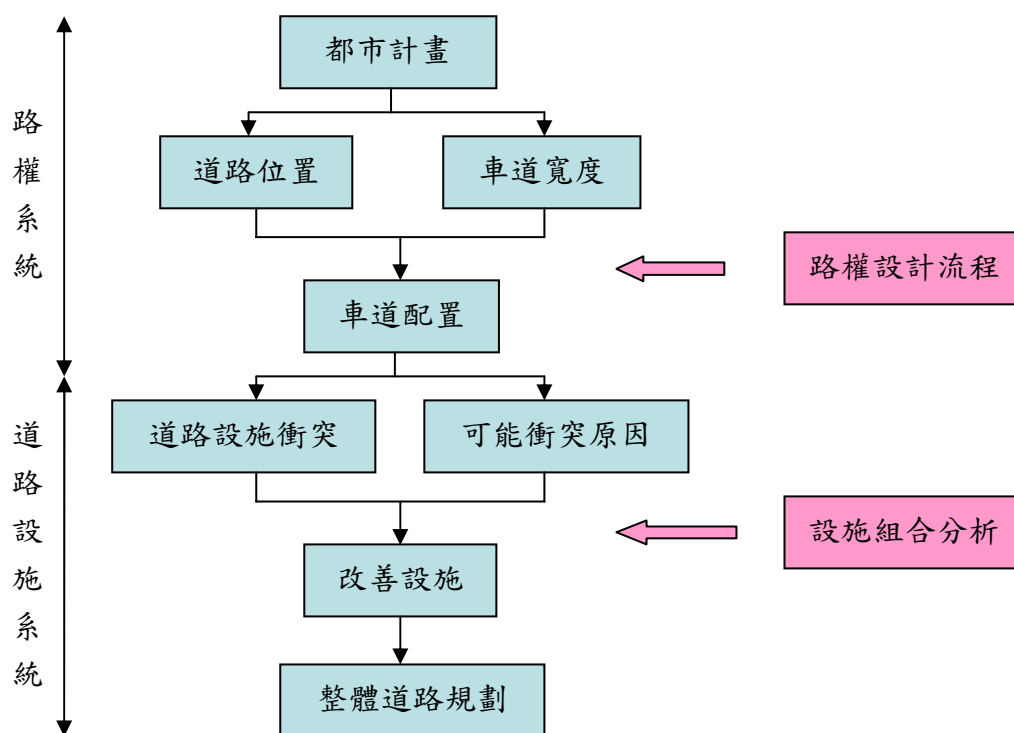


圖 1.4.1 研究架構圖





## 第二章 課題整理

### 2.1 路權爭議

依據國外輕軌系統的發展經驗，路權的定義與設計方式無論在營運程序、肇事問題和路口設計等方面，都是極具有爭議性；臺灣地區的本土化發展條件與國外發展條件並不完全相同，加上輕軌系統具有因地制宜的調整彈性，能應因都市本身的各種狀況來量身打造。

對於輕軌運輸與公車捷運路權之道路條件，可分成兩個評估準則來分析，其一為效率部份，以  $V/C$  及車流之旅行速度的影響做為判斷基準；其二則為安全部份，主要是針對機車問題，研擬分隔之分流方法的可行性，做為配套措施；按國外經驗，一般少量機車行駛於軌道路基上並不會有問題，但若是機車數量較高，則可能會有危險；因此，在 B 型與 C 型路權的分析項目上，應考慮在何種條件下，必須局部分隔，或按國外之經驗，在車流部份以分隔為原則；此一原則與輕軌車輛及汽車之加速能力不同有關；機車的問題為亞太地區特有的交通現象，故針對機車之處理，必須訂定一個基本的分隔準則。



圖 2.1.1 機車行駛於軌道面

由於輕軌運輸具有因地制宜的彈性，各地區有其環境特色，各種路線的配置與設計型式多變，無法盡以歸類；本篇嘗試配合傳統的路權分類型式，說明目前歐洲各國的輕軌現況，並歸納出輕軌車站設計的型式；最後加入公車的平面路權探討，以歐洲海德堡的公車/輕軌雙用途車道為例加以說明。

檢視傳統的路權分類型式，多僅以大眾運具與私人運具之間的分隔為分類的依據，不過隨著交通工程技術進步、人本觀念興起，各種車流動線漸趨複雜；對照目前實際的交通運作，原來的分類型式已逐漸模糊；因此，未來應找出更適當的路權劃分型式，重新劃分，將人、車、路的關係釐清，以期能明確區分，並幫助未來的交通寧靜、行人徒步區設計。

我國的一些都市中的道路較為狹窄，究竟寬度達到何數值以上的道路才適用輕軌運輸，在國內仍存有許多的爭議；依據國外的發展經驗，即使是在狹小的巷道內，亦可以通行輕軌運輸；但在臺灣，可能因為環境與交通條件的差異而須加入不同的考量因子；何時何地該使用 B 型路權或 C 型路權，目前並無完整的學術研究，故需決定適宜國內的路權決定設置準則與配套方案，本研究將於後續提出。

## 2.2 道路系統設施之衝擊

就輕軌運輸與公車捷運引進後對於道路系統的衝突分為以下 6 類：1. 道路配置、2. 路權寬度、3. 淨高、4. 淨寬、5. 轉彎半徑、6. 縱坡度、7. 速限、8. 街廓長度；加以整理並比較現階段設置規範所產生衝擊之處，前兩類道路配置與路權寬度已在前項課題討論，故不再贅述。

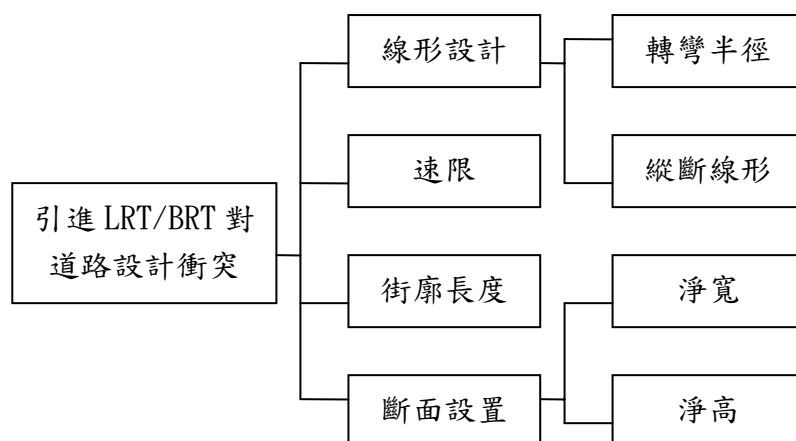


圖 2.2.1 道路設計衝突

### 一、淨高

引進輕軌運輸與公車捷運系統後，輕軌系統高度上的限制明顯大於公車捷運，因為輕軌運輸除車體本身高度外，軌道鋪面與架空線的設置都額外增加了對原有道路系統淨高上的限制，就車體高度而言，約在 3.5 公尺左右，軌道鋪面為隔離一般車輛，距地面高度可達 10 公分，集電弓高度約 1 公尺，故加總後約為 4.6 公尺，依系統之不同距地面高度可能更高，故至少須將淨高提升至 5 公尺以上，因此現有國內道路上方所有雜物應受法律明文管制，預期將受到衝擊的對象有招牌、行道樹、各種線路等…，交通立體設施如人行天橋、快速道路高架段也需具備未來下方可能興建輕軌的預留淨高，軌道面上方淨空除維持平時行車安全外，也能有效防範國內常見的風災、水災等國外營運經驗較少遇到之意外發生。

表 2.2.1 輕軌運輸/公車捷運車輛與一般車輛之高度比較

車型	大客車	全聯結車	輕軌車輛	輕軌車輛*	公車捷運車輛
高度 (m)	4.1	4.1	3.5	3.5	3.2

註：輕軌車輛為 Bombardier FLEXITY 型式之輕軌系統

\*之輕軌車輛為為國內中科院自行研發之「輕軌二號」

公車捷運車輛為法國雷諾公司生產的 GX-187 聯結公車

## 二、淨寬

就輕軌運輸與公車捷運車輛寬度而言，與一般市區常見的大型車輛寬度相差不多，淨寬於大眾運輸行人徒步區的要求較高，因為 BRT 車輛路線的不確定性與 LRT 可能的側向搖擺，都需要明確訂出行經的涵蓋範圍，如動態包絡線的繪製，繪製動態包絡範圍主要由三部分組成：車輛的寬度、搖擺程度與標線寬度，如此方能使行人在安全的情況下讓與輕軌車輛優先通行。

表 2.2.2 輕軌/公車捷運車輛與一般車輛之寬度比較

車型	大客車	全聯結車	輕軌車輛	輕軌車輛*	公車捷運車輛
寬度 (m)	2.5	2.5	2.65	2.6	2.59

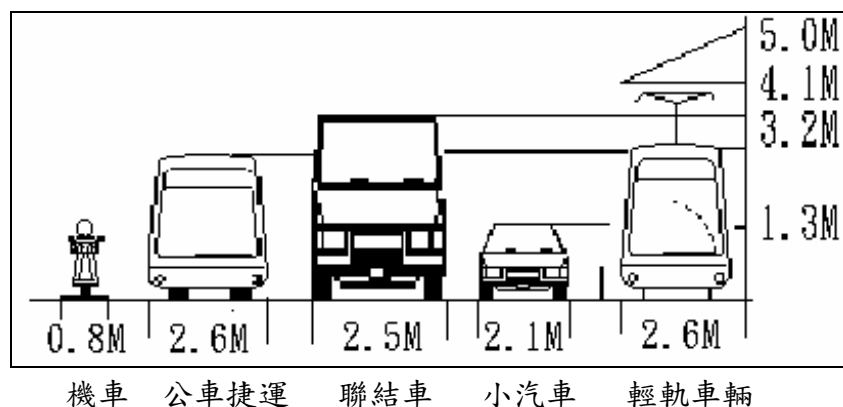


圖 2.2.2 車輛長寬比較示意圖

## 三、轉彎半徑

現階段市區車輛設置轉彎半徑最大者為全連結車，約為 14 公尺，皆遠小於採用聯結型式之輕軌車輛 20~25 公尺與公車捷運車輛 13 公尺，所以受到影響的道路設施計有：路口面積、分隔島長度與寬度、車道範圍、人行區域，在選取行進路線轉彎處，需為交叉路口具備有較大的轉彎空間，由於內後輪軌跡的影響，隔離設施如分隔島需要適度退縮，人行道也要有所縮減，轉向車道間的配置也需重新規劃。

**表 2.2.3 LRT 與 BRT 車輛與一般車輛長度、轉彎半徑比較**

車型	大客車	全聯結車	輕軌車輛	輕軌車輛*	公車捷運車輛
最小轉彎半徑 (m)	14.30	14.14	20.00	25.00	13.00
長度 (m)	12.0	20.0	32.3	28.0	18.29

#### 四、縱坡度

目前市區或市郊道路縱坡度在規範內可達 12%，但就鋼軌鋼輪之輕軌運輸系統所能達成之爬坡力並不能到此一設計條件，LRT 系統最大坡度限制為 8%，但實際多為 6% 左右，而膠輪系統的 BRT 則可達到 10~12%，所以在選取輕軌運輸系統所行經的市區內道路坡度需在為 5~6% 以下，公車捷運路線則為 10% 以下，大眾運輸專用道採用合於輕軌運輸的較小縱坡度數值。

**表 2.2.4 LRT 與 BRT 車輛性能比較**

	最大爬坡能力	最小轉彎半徑 (公尺)
輕軌運輸車輛	8%	20.00
公車捷運車輛	12%	13.00

#### 五、速限

根據「市區道路工程規劃及設計規範之研究」，國內市區道路速限依主、次要之分多在 60 Km/Hr 與 50 Km/Hr，而輕軌運輸與公車捷運在 B 型與 C 型路權下平均營運速度多在 20 Km/Hr，就安全理由而言，建議在平面交叉處與混合型路權區域限制一般車輛之速限降低 10 Km/Hr，主要道路速限由 60 Km/Hr 至 50 Km/Hr；次要道路速限降低至 40 Km/Hr。

**表 2.2.5 現階段市區道路速限與建議值**

道路分類	快速道路	主要道路	次要道路	服務道路	
				集散道路	巷道
平原區	70~100	60~80	50~70	40~50	15~50
LRT/BRT 行經區域	60~90	50	40	-	-

## 六、街廓長度

為維持大眾運輸的營運效率，站距的長短為其關鍵因素，特別是行駛於一般街道的輕軌運輸與公車捷運系統，新型大眾運輸的引進也間接改變了原有的街廓長度，國內街廓長度較國外為短，輕軌運輸與公車捷運車輛加速不易，所以在某些特定較小的側向支道流動會受到該運輸系統的阻斷，可能使用號誌設施、管制策略或完全禁止等方式改變街廓長度以提升大眾運輸之營運速度。

表 2.2.6 法國輕軌運輸設站長度與營運速度

城市	Lille	Marseille	Nantes	Grenoble (1號線)
設站平均間距 (公尺)	543	375	548	462
平均商業運轉速度 (Km/Hr)	22.4	12.1	21.6	18.5

資料來源：(Yang, 1994)

## 2.3 行人衝突

輕軌運輸與公車捷運為提升其運輸效能，多服務於大量行人流動處，且場站設置完成後將會產生額外的乘客數量，故該系統的引進與行人、乘客的潛在衝突提升是可以預見的，大眾運輸行人徒步區內主要流動亦由輕軌車輛、連結公車與行人／乘客所組成，要如何引導乘客和行人按規劃的控制設施移動是以下所需探討者，本節則參考已營運的輕軌運輸與公車捷運系統之經驗，從衝突現象歸類並分析其可能的原因，將衝突因素會整以供後續改善措施設置的方向。

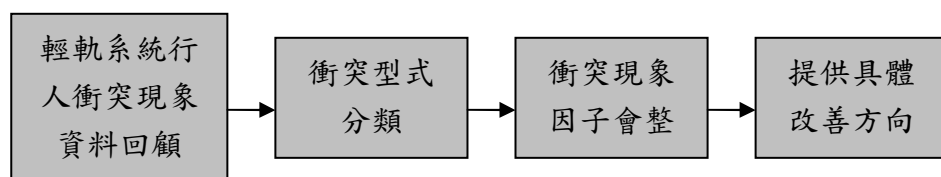


圖 2.3.1 輕軌運輸／公車捷運系統與行人衝突分析架構

### 2.3.1 行人與輕軌運輸/公車捷運系統衝突現象

行人與輕軌車輛的衝突，依照「Light Rail Service：Pedestrian and Vehicular Safety」、「Integration of Light Rail Transit into City Street」等報告指出，共有以下十二項一般化因素：

- 1.行人與輕軌車輛間的視距受到限制
- 2.行人警告設施因鄰近路口車輛阻擋而受到限制
- 3.行人快速穿越軌道而未確認雙方向的輕軌來車（特別是第二輛由對向而來的輕軌車輛）
- 4.行人忽視警告設施
- 5.行人擅自或闖入穿越輕軌運輸路權
- 6.行人未依所設計之區域穿越軌道
- 7.輕軌運輸管理單位缺乏設置行人警告設施之規範
- 8.行人站立於過於接近輕軌欲行進之路線
- 9.行人於自動遮斷器附近遊走
- 10.行人因輕軌運輸與一般鐵路共用軌道而感到混淆
- 11.行人繞過已放下之遮斷器
- 12.行人漫步於軌道側

把前項北美已營運之系統主要因子加以歸類，衝突現象則能分為三大類：

- 1.在軌道上任意行走
- 2.未依規定跨越軌道

### 3.車站/穿越設施上的問題

公車捷運系統則依據「TCRP 90: Bus Rapid Transit」、「公車捷運化設計手冊之研究」等文獻就國外已營運之公車捷運系統和臺北公車專用道所產生的行人衝突現象整理而的下列要項，發現與輕軌運輸系統大致相同，故僅列出不同者：

- 1.指示系統受到障礙物所阻擋，以致於行人忽略其警告內容
- 2.中央專用道型式乘容易違規穿越外側車道
- 3.行人穿越公車捷運場站時受聯結公車車輛影響其安全視距
- 4.行人與乘客於場站內突然由公車車輛前方穿越

#### 2.3.2 衝突型式分類

##### 一、衝突地點

- 1.車站：車站段內具有上述兩種乘客流動型式：

一為跨越輕軌運輸／公車捷運行進路線至對向月台之乘客，則又依車輛來向產生兩段式衝突，第一階段為鄰近段來車，第二階段則為對向軌道來車，在一般情況下，乘客將可完整接收雙向來車資訊，但在近端有車輛停等時，視距則會受到影響，增加意外產生的機率。

二為月台平行移動之乘客，無月台門的系統乘客可自由跨越軌道，在車輛靠近時則會產生意外。

- 2.路段：路段行人所產生的衝突主要來自於平行的行人流動，行人因疏忽則可能誤佔軌道。

- 3.路口：在無號誌化路口行人在穿越包含輕軌路線之道路時，會因疏忽等因素而產生與輕軌車輛的衝突，此外在輕軌車輛轉彎處亦會與同一流向之行人產生衝突點。



## 二、衝突方向

行人與輕軌行進方向平行者：包含對象為路段旁人行道上之行人、車站內移動之乘客，衝突原因多為疏忽路權範圍警示系統，誤闖輕軌運輸／公車捷運之行進路線。

行人與輕軌行進方向垂直者：於路口或車站穿越輕軌運輸／公車捷運行進路線之行人與乘客，原因多為未注意輕軌車輛之來向或是闖越紅燈時相之違規行為。

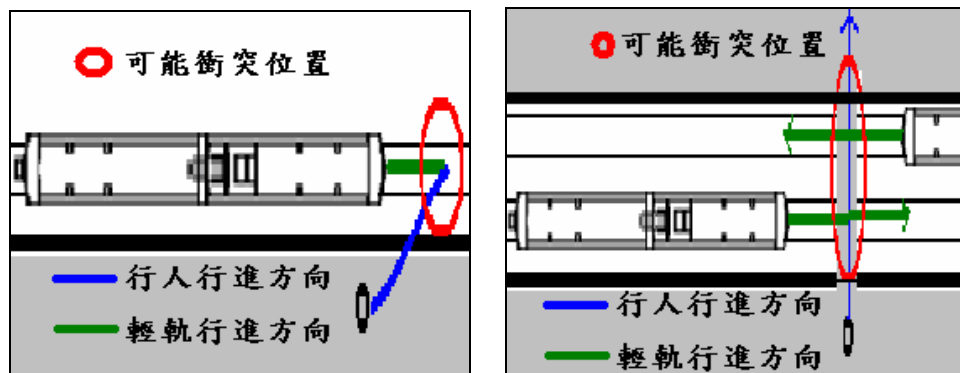


圖 2.3.2 行人行進方向平行／垂直軌道示意圖

### 2.3.3 衝突因素

依照前述經驗所調查的主要現象，可推測該行為內部因素，共分為以下幾類；

#### 一、行人因素

行人之疏忽：就整體規劃範圍內，行人或乘客因自身未注意周遭環境而產生之衝突，可能是疏忽輕軌車輛的來向、號誌系統、指示系統、軌道路權或行走動線等...。

行人的違規：為依照規劃管理者所設計之遵行區域或時段通行與佔用輕軌之路權而導致衝突，如違規闖越軌道等...。

行人的混淆：行人本身因對於指示系統的理解上感到困惑，因而做出非預期的判斷。

## 二、輕軌駕駛員因素

駕駛員就前述三項行為討論，主要可能之衝突原因在於疏忽，並非疏忽其所需遵行之警示系統，而是行人或乘客可能出現的地點或時間，特別在某些條件較差的道路情況下。

## 三、設施規劃因素

不良的設施設計可能讓使用者容易產生上述的衝突現象，所以本篇章後續以道路設施的改善措施為重點，試圖藉助國外經驗、研究成果、調查分析等方面消弭使用者的衝突因素。

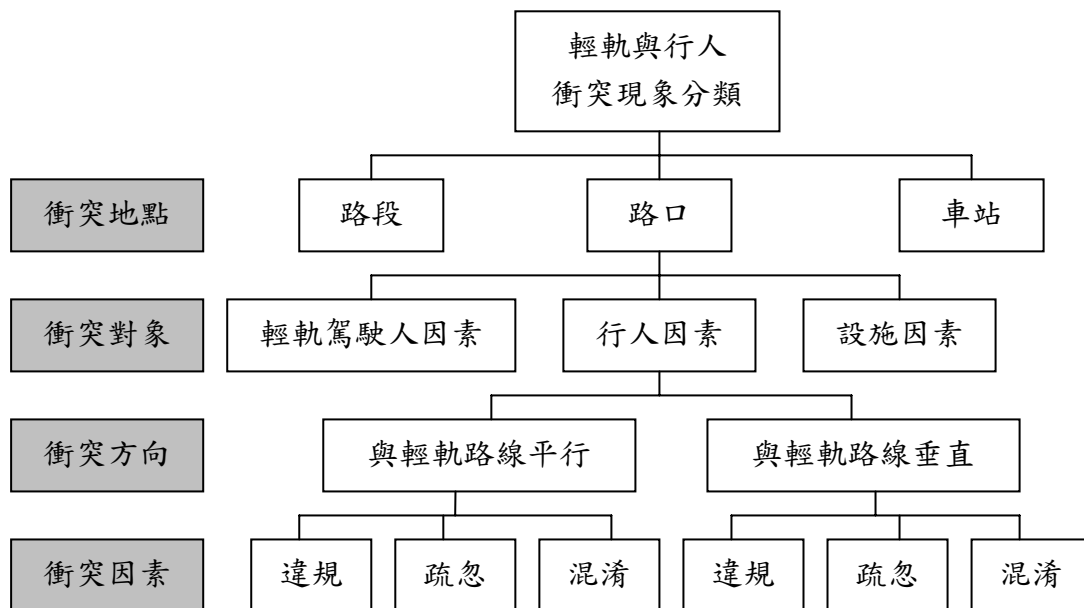


圖 2.3.3 行人衝突現象分類架構圖

### 2.3.4 改善方向

本節就衝突現象加以整理分析，提供可行改善方向，而具體改善設施的研擬則留待第四章「國外經驗與改善措施」討論。

## 一、行人流動與輕軌運輸平行之改善方向：

### 1. 將輕軌運輸與行人流動完全隔離

就人行區域與輕軌運輸/公車捷運車輛的行進範圍完全區隔開來，使用無法輕易跨越的設施系統，可以有效降低疏忽與違規的發生。

2. 在輕軌車輛未接近時仍共用路權，但輕軌接近該區域時則提醒行人讓出軌道路權。

此方向仍保留大眾運輸與行人共同使用的權利，但必須加強該區域的警示系統，以確定在大眾運輸系統到達前可清空該區域。

## 二、行人流動與輕軌垂直之改善方向：

### 1. 設置立體穿越設施

完全消除行人與大眾運輸車輛間的衝突點，唯經費較高，需審慎評量。

### 2. 人行道整合，引導行人流動

將穿越性的行人流動加以整合，如此易於規劃其範圍與流動時間，減少行人疏忽與違規機會。

### 3. 增設警示系統

針對行人可能的疏忽行為強化人行穿越區域的警示系統。

以下針對上述已營運的北美輕軌運輸與公車捷運系統所遭遇的衝突現象，經過衝突現象與因子彙整而得出的改善方向。

**表 2.3.1 LRT/BRT 與行人衝突改善方向一覽**

衝突現象	位置	因子	改善方向
行人與輕軌車輛間視距受到限制 行人警告設施受車輛阻擋	路口 車站	設施設計	調整影響視距 設施位置
行人快速穿越軌道而未確認雙方 向的輕軌來車	路口 車站	疏忽 違規	使用警告設施 引導行人流動

行人忽視警告設施 行人疏忽輕軌來向	路段 路口 車站	疏忽	強化警告設施
行人擅自或闖入穿越輕軌路權	路段	疏忽 違規	完全隔離 搭配警告設施
行人未依所設計之區域穿越軌道	路口 車站	疏忽 違規	引導行人流動
輕軌運輸管理單位缺乏設置行人 警告設施之規範	路段 路口 車站	設施設計	增設警示系統 引導行人流動
行人站立於過於接近輕軌運輸與 公車捷運欲行進之路線	路段 車站	疏忽	完全隔離並搭 配警示設施
中央專用道型式乘容易違規穿越 外側車道	車站	違規	完全隔離 加強執法
行人穿越公車捷運場站時受聯結 公車車輛影響其安全視距	車站	設施設計	引導行人流動 設置立體穿越
行人與乘客於場站內突然由公車 車輛前方穿越	車站	疏忽 違規	引導行人流動 加強執法

## 2.4 車輛衝突

### 2.4.1 一般車輛與輕軌運輸/公車捷運系統衝突現象

無論是 B 型路權交叉路口處或是 C 型路權全線，一般車輛與輕軌運輸/公車捷運都會產生平行方向或是垂直方向的衝突現象，就北美已營運之系統做為參考對象整理出以下較為常見之衝突現象：

1. 駕駛人漠視指示系統，如標誌、號誌、標線等...
2. 汽車因鄰近路口號誌回堵至輕軌運輸軌道段
3. 汽車因某特定因素而被迫停等於軌道上
4. 輕軌號誌系統與一般車輛號誌系統造成駕駛人混淆
5. 駕駛人猶豫清道時間與柵欄再次放下時間內是否可以通過
6. 機動車輛違規左轉

7.機動車輛侵佔輕軌運輸車輛之專用行駛路權

8.路口幾何設計不良

9.平面交叉路口視距受到限制

10.緊急車輛優先權問題

11.紅燈時間過常造成車輛違規穿越

#### 2.4.2 衝突因素分類與改善方向

關於車輛行經輕軌、公車捷運路段衝突的因素，仍不脫離前項所討論的三大範圍：輕軌運輸/公車捷運駕駛人因素、一般車輛駕駛人因素與道路設計因素，而又以一般車輛駕駛人因素為主要衝突來源，故運用設施與策略針對該項因素歸納出改善方案，如下表：

**表 2.3.2 LRT/BRT 與一般車輛衝突改善方向一覽**

衝突現象	位置	因子	改善方向
駕駛人漠視指示系統，如標誌、號誌、標線等...	路口 路段	違規 疏忽	強化警告設施 引導車輛流動
汽車因鄰近路口號誌回堵至輕軌運輸軌道段	路口	設施設計	改善路口設計 與號誌控制
汽車因某特定因素而被迫停等於軌道上	路口	設施設計	改善路口設計
輕軌號誌系統與一般車輛號誌系統造成駕駛人混淆	路口	設施設計 混淆	改善號誌設計
機動車輛違規左轉	路口	違規	加強執法
機動車輛侵佔輕軌車輛之專用行駛路權	路段	違規 疏忽	強化警告設施 設置隔離設施
路口幾何設計不良	路口	設施設計	改善路口設計
平面交叉路口視距受到限制	路口	設施設計	改善路口設計
緊急車輛優先權問題	路段 路口	法令訂定	訂立路權使用 優先順序



## 第三章 路權設置準則

本章主要內容在於處理前述所談到的路權爭議與規劃程序問題，針對過去常用的分類方式之缺失改進而建立一新的路權分類系統，並擬出固定路寬下之道路路權配置型式。

### 3.1 路權規劃程序

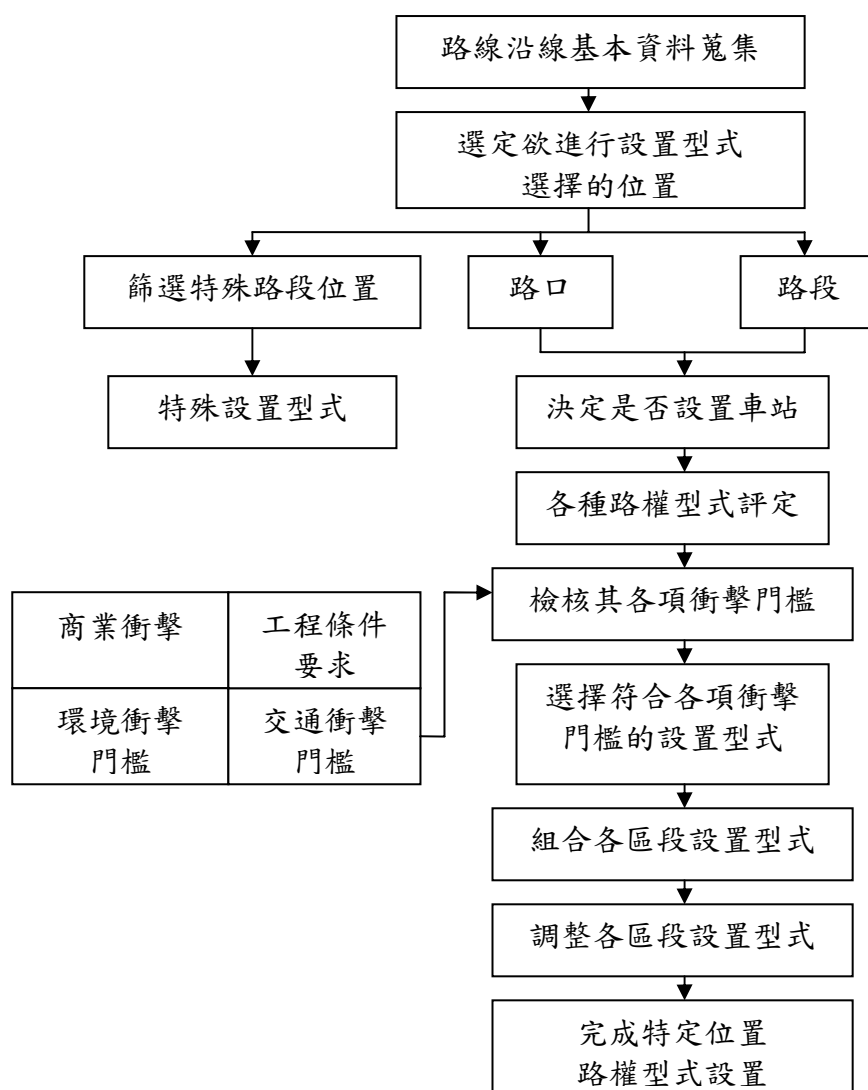


圖 3.1.1 路權規劃流程圖

從基本資料的蒐集開始，依地點區分出設置的方向，共分為路段、路口與特殊區域如古蹟保存區等...，就車站的設置與否加以評定，決定採用

何種路權型式，在檢核衝擊門檻時以四項指標著手，分別為商業衝擊、工程條件要求、環境衝擊門檻、交通衝擊門檻，而後組合各區段的型式並加以調整得路權型式之設置。

### 3.2 路權分類

目前普遍接受的的路權分類型式是 Transportation Research Board 於 1996 所提出者，如下表 3.2.1、表 3.2.2 所示：

**表 3.2.1 TRB,1996 路權分類表**

等級	種類	簡述
A 型	A	完全沒有平面交叉路口，完全被隔離開來或是以柵欄保護。行人、機動車輛、腳踏車都禁止進入此路權
B 型	B1	以柵欄來隔離一般道路，行人、機動車輛、腳踏車只能在特別設計的地方穿越此路權，路口處設置號誌控制系統
	B2	在街道上以六英吋高的路緣隔離路面，並設置籬笆在軌道外，行人、機動車輛、腳踏車只能在特別設計的地方穿越此路權
	B3	在街道上以六英吋高的路緣隔離路面，行人、機動車輛、腳踏車只能在特別設計的地方穿越此路權
	B4	在街道上以緩坡路緣隔離路面，行人、機動車輛、腳踏車只能在特別設計的地方穿越此路權
	B5	軌道與行人專用道結合，而以六英吋或更高的路緣來隔離道路
C 型	C1	混合交通，輕軌列車在地面街道行駛
	C2	公共運輸專用道，以高起的路緣隔離了行人與車輛，非大眾運輸車輛、腳踏車禁止進入
	C3	輕軌/行人專用道，機動車輛和腳踏車禁止進入軌道，輕軌路權鋪以特殊材質的鋪面



表 3.2.2 各型路權的特性

	A	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3
有絕對專用路權	O	X	X	X	X	X	X	X	X
有優先號誌	O	O	X	X	X	X	X	X	X
一般車輛可以進入 (可策略性調整為一般車道)	X	X	X	O	O S	O	O	X	X
有優先權	O	O	O	O	O	O	S	S	O
行人可以通行	X	X	X	X	X	O	O	S	O

有鑒於過去傳統分類方式並未明確劃分車道的使用權與優先權，事故發生時易產生路權爭議，責任的歸屬不易釐清。因此本計畫先劃分車道的可能使用者，再依據「是否擁有使用權」與「是否擁有優先權」來予以區隔，最後再加入隔離的程度。道路的使用者包含大眾運具、私人運具與行人，分隔設施則對於車道間的隔離設施「強度」分成四類。至於公務緊急車輛皆可使用分隔設施為 2,3 與 4 類的路段，但其優先權需視情況調整。

下表 3.2.3 為本計畫嘗試劃分的新式路權分類：

表 3.2.3 路權型式分類

使用權	優先權	隔離設施	路權型式	說明
<b>P</b>	<b>P</b>	<b>1</b>	<b>(P,P,1)</b>	大眾運輸捷運 A
<b>P</b>	<b>P</b>	<b>2</b>	<b>(P,P,2)</b>	大眾運輸專用道 B1,B2,C2
<b>P,M</b>	<b>P</b>	<b>3</b>	<b>(PM,P,2)</b>	B3,B4
<b>P,M,H</b>	-	<b>4</b>	<b>(PMH,-,4)</b>	混合路權 C1
<b>P,H</b>	<b>P</b>	<b>4</b>	<b>(PH,P,4)</b>	大眾運輸結合行人徒步區 C3,B5
<b>M</b>	<b>M</b>	<b>4</b>	<b>(M,M,4)</b>	一般車道

車種：

P：大眾運具(公車,輕軌)

M：私人運具(小汽車,機車)

H：人(腳踏車,行人)

4：平面低度隔離(無、顏色、材質、包絡線)

分隔設施：

1：立體化(高架、地下)

2：平面高度隔離(柵欄、安全島、路樹)

3：平面中度隔離(高低差、緩坡)

### 3.3 各種平面路權設置型式

雖然高架或地下的立體化設置衝擊較小，不過此類型式成本高昂，基於現實情況，應作為最後採行的不得已之作法。各種衝擊問題皆因平面設置型式而起，因此此處僅討論各種平面型式的路權設置。其中進行車道配置時應依據下列步驟：

- 1.了解路上單元組成，包含汽機車、輕軌車與路上設施，針對這些單元求出其所需寬度。
- 2.再依據資料蒐集階段所得：既定輕軌班次、每日統計流量、預測車道容量、車種組成等，決定：車行方向(單、雙向)與各類車道數
- 3.釐清各用路體在車道的使用權、優先權、隔離設施型式
- 4.檢視實際可用路寬，配合定點實際狀況，決定適用的車道配置
- 5.比較評估設置前後的各項衝擊
- 6.調整車道配置

其中關於 B 與 C 各種路權型式的車道配置，以及與其他用路體的關係，以圖 3.3.1 示意圖表示，並配合目前歐洲各國的實際情形加以說明。

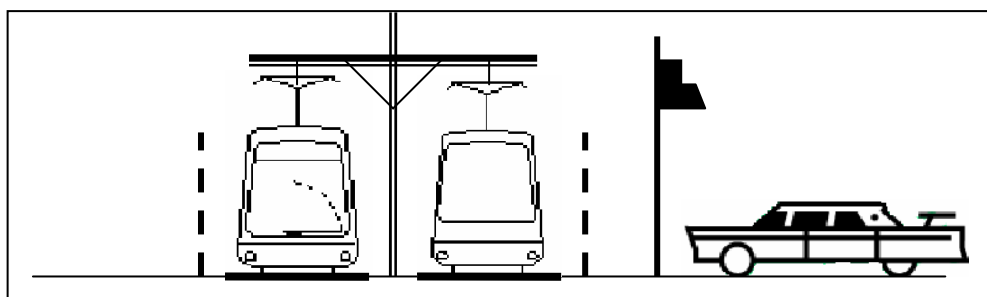


圖 3.3.1 B1 型路權

此類路權型式多用於市郊或路寬充足處，輕軌車輛與一般車輛隔離，且在路口有優先號誌，車速較高。如圖 3.3.2，在維也納近郊採用此種路權

設計，以柵欄與安全島將一般車道隔離，輕軌車輛以專有路權行駛於軌道。



圖 3.3.2 維也納的 B1 路權型式

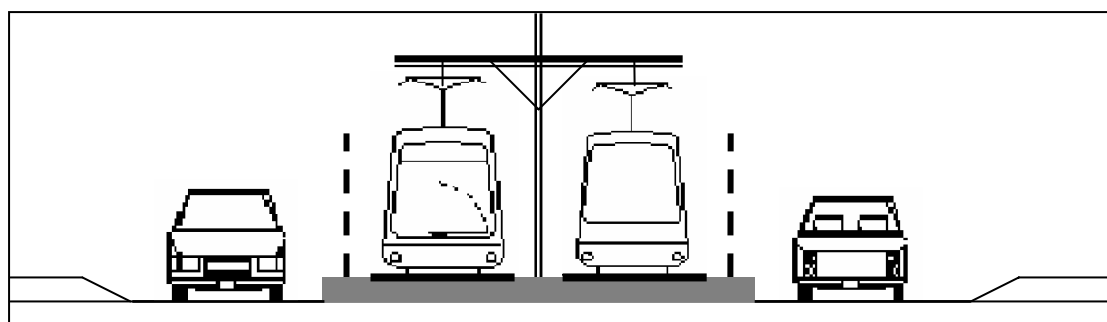


圖 3.3.3 B2 型路權

圖 3.3.3 B2 型路權，此種軌道配置，雖與一般車輛於同平面行駛，但以隔離設施隔離，一般車輛無法進入輕軌軌道，僅於路口共用號誌。如圖 3.3.4 及圖 3.3.5，在荷蘭阿姆斯特丹由於路寬充足，以軌道兩側設安全島來隔離輕軌與一般車輛。



圖 3.3.4 阿姆斯特丹的 B2 型路權(1)



圖 3.3.5 阿姆斯特丹的 B2 型路權(2)

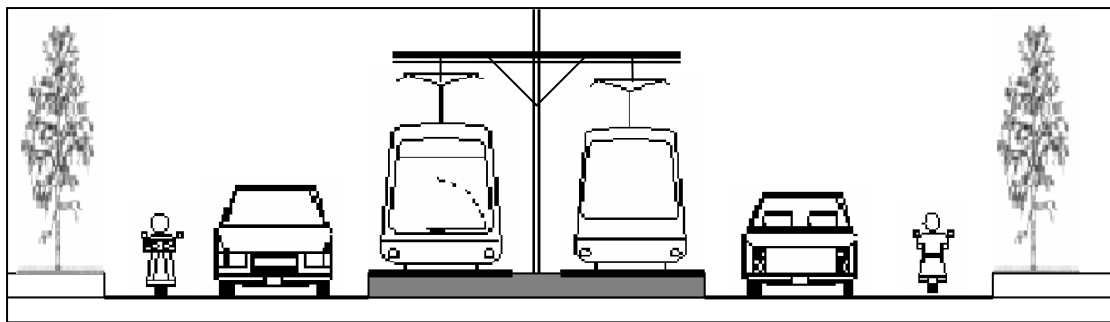


圖 3.3.6 B3 型路權

圖 3.3.3 B3 型路權，此種路權是以軌道面略高於一般路面的作法以隔離，但一般車輛緊急時仍可使上軌道面。如圖 3.3.7，在維也納以略高或略低的高度差設計，將輕軌車輛與一般車輛隔離。



圖 3.3.7 維也納的高低差設計



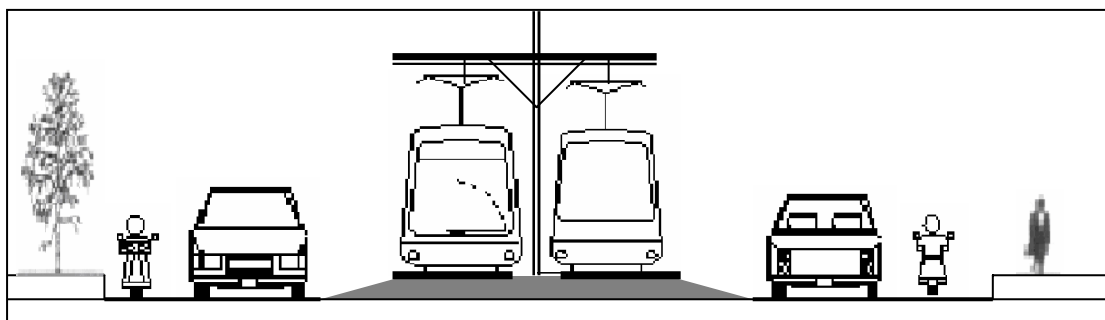


圖 3.3.8 B4 型路權

圖 3.3.8 B4 型路權，以緩坡將軌道面作柔性的隔離，使一般車輛在車道雍塞時也能使用軌道路段。而較之 B3 型，一般車輛更容易進入軌道。如圖 3.3.9，圖 3.3.10，荷蘭的阿姆斯特丹將軌道面設於微凹的平面內，與一般車道略作隔離，但一般車輛於擁塞、緊急時仍可進入軌道面。



圖 3.3.9 荷蘭阿姆斯特丹以微凹的坡面將軌道與車道隔離(1)



圖 3.3.10 荷蘭阿姆斯特丹以微凹的坡面將軌道與車道隔離(2)

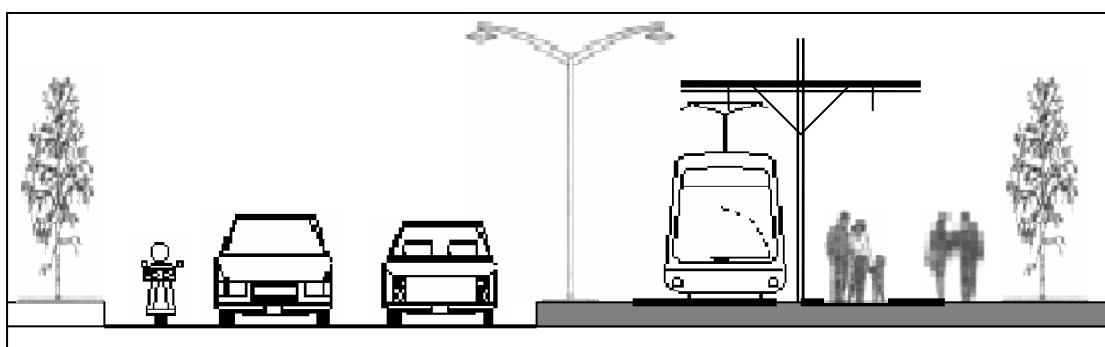


圖 3.3.11 B5 型路權

圖 3.3.11 B5 型路權，此類設計，多見於商業地段或是運輸路線匯集的轉乘區。此處多條軌道匯集，將之併於一旁人行道，並規劃結合為行人徒步區，如圖 3.3.12 及 3.3.13 維也納輕軌結合行人徒步區。

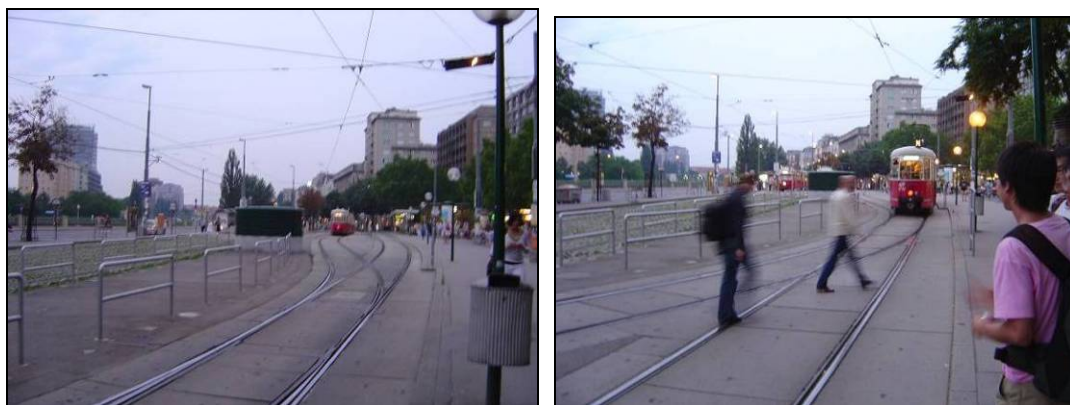


圖 3.3.12 維也納輕軌結合行人徒步區

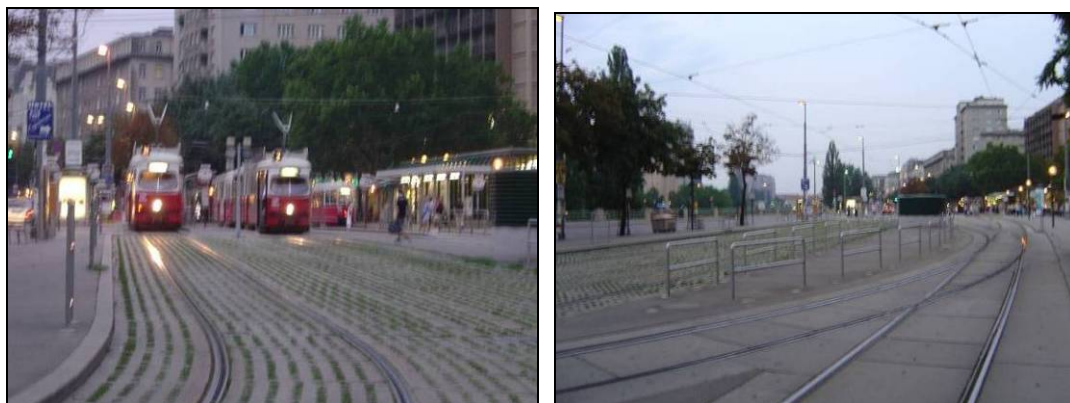


圖 3.3.13 維也納輕軌結合行人徒步區

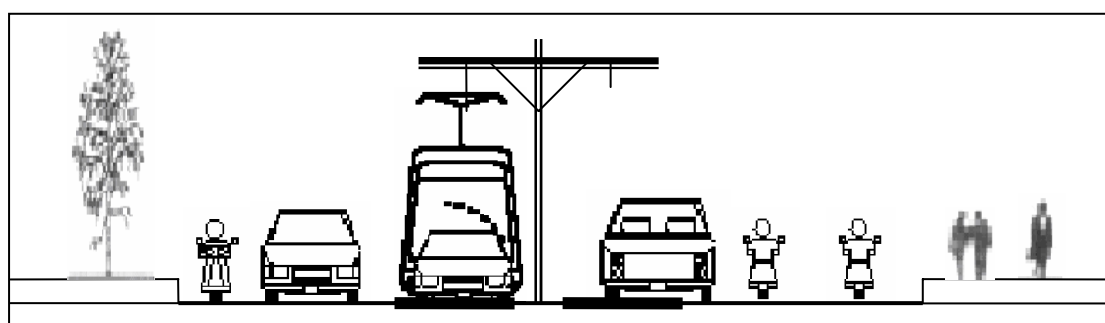


圖 3.3.14 C1 型路權

圖 3.3.14 C1 型路權，此種型式常見路寬不足處，各種車流有一定流量。故在安全無虞的情況下，以限制車速、配合輕軌車輛優先權的方式設計此種混合共用路權的方式。如圖 3.3.15、圖 3.3.16，法國的史特拉斯堡，以混合路權的方式將輕軌車輛完美地融入地區中，此外，圖 3.3.17、圖 3.3.18 為維也納的混合型路權設計，圖 3.3.19 則為阿姆斯特丹的混合型路權。



圖 3.3.15 史特拉斯堡的混合型路權





圖 3.3.16 史特拉斯堡的混合型路權



圖 3.3.17 維也納的混合型路權設計



圖 3.3.18 在維也納路窄與路寬處的混合型路權設計





圖 3.3.19 阿姆斯特丹的混合型路權

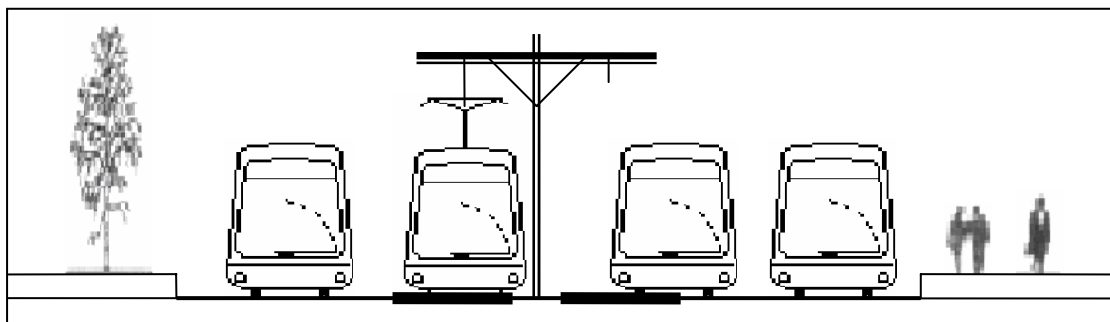


圖 3.3.20 C2 型路權

圖 3.3.20 C2 型路權，此種設計為將公共運輸系統合併於同一車道，以提高大眾運具效率，通常為公車與輕軌車輛共用車道。如圖 3.3.21 及圖 3.3.22，在荷蘭阿姆斯特丹與德國海德堡隨處可見公車與輕軌共用的專用車道。

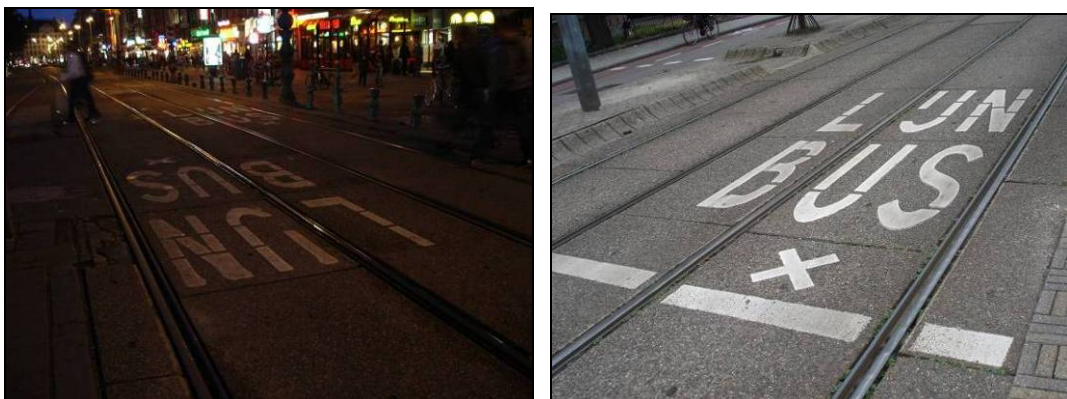


圖 3.3.21 阿姆斯特丹公共運輸專用道(公車與輕軌)



圖 3.3.22 德國海德堡公共運輸專用道

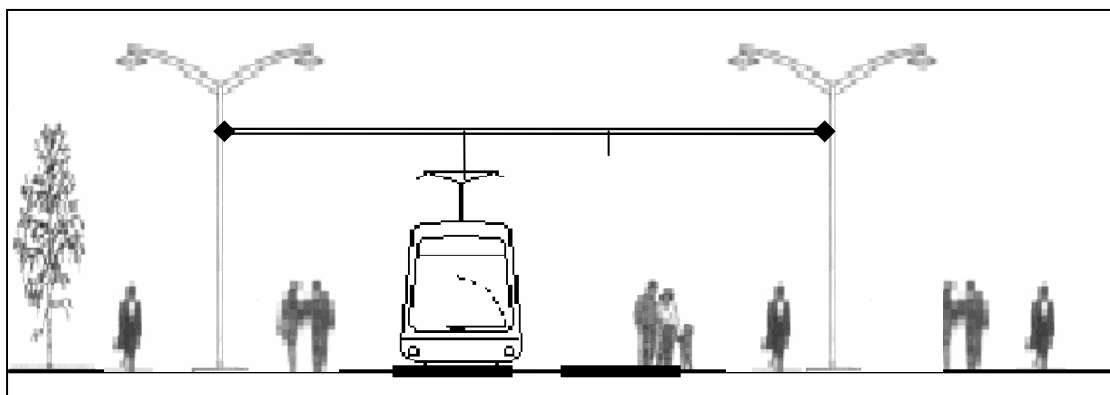


圖 3.3.23 C3 型路權

圖 3.3.23 C3 型路權，此種型式常見於行人量大的商業、學校路段。如圖 3.3.24、圖 3.3.25，為德國卡斯魯大學附近，由於路寬較窄，其採用 C 型的輕軌行人徒步區方式，而工務車輛仍可進入。而當地的交通狀況仍頗為安全，未見衝突。圖 3.3.26、圖 3.3.27 為布拉格的行人徒步區。



圖 3.3.24 德國卡斯魯行人徒步區（腳踏車與公務車輛仍可進入）



圖 3.3.25 德國卡斯魯行人徒步區



圖 3.3.26 布拉格的行人徒步區





圖 3.3.27 布拉格的行人徒步區

### 3.4 車站型式

本小節整理美國 Parsons Brinckerhoff 顧問公司規劃人員 (Mark C.Walker) 提出的八種平面輕軌車站於道路中的配置設計。輕軌車站多位於路口，以下分為路緣、路中、結合人行道三種主要車站型式說明，如圖 3.4.1 車道分類架構。

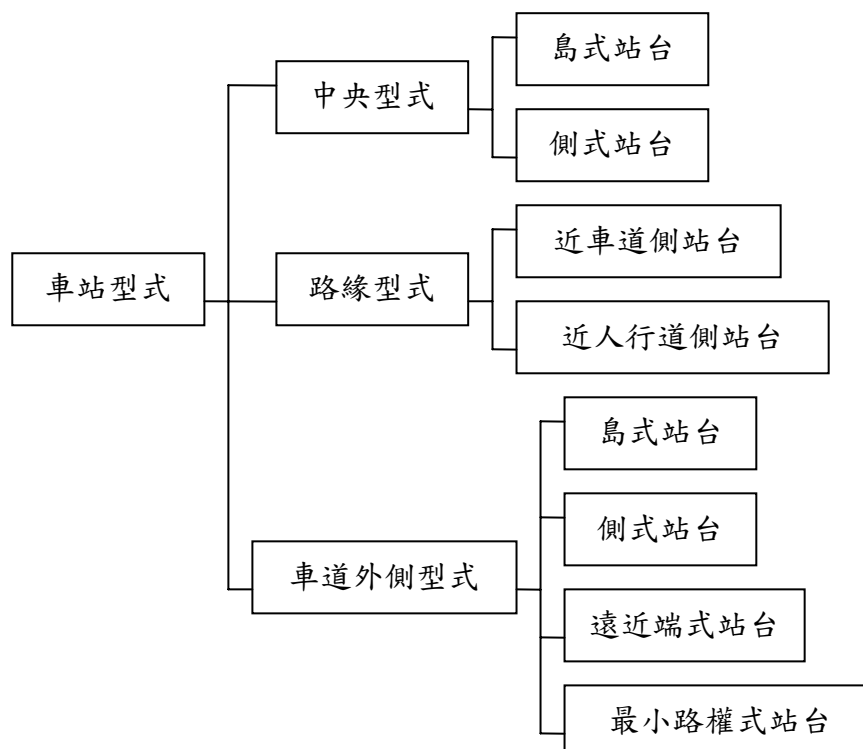


圖 3.4.1 車道分類架構

## 一、路緣型式

此種型式多配合車道漸變的標線，將輕軌車站設置於一般車道的外緣，並可依據月台靠近車道與否分成兩類：

### 1.路緣近車道側車站

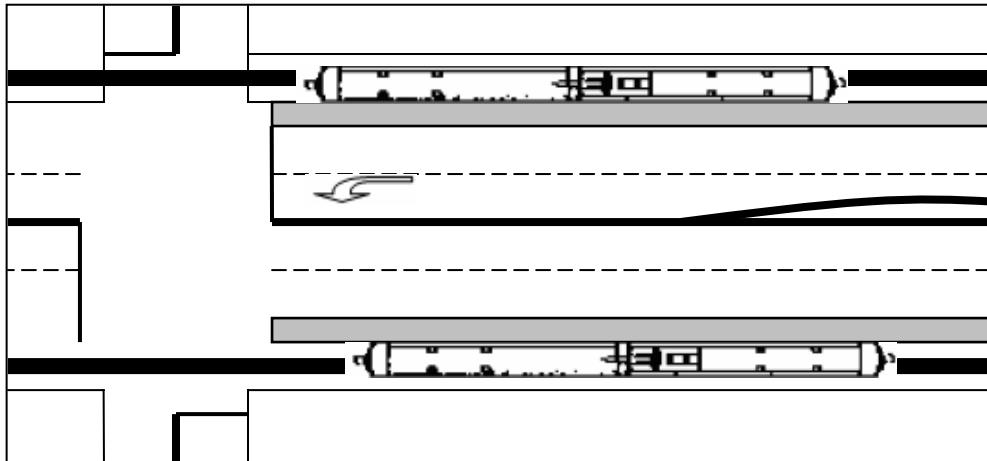


圖 3.4.2 路緣近車道側車站

### 2.路緣近人行道側車站

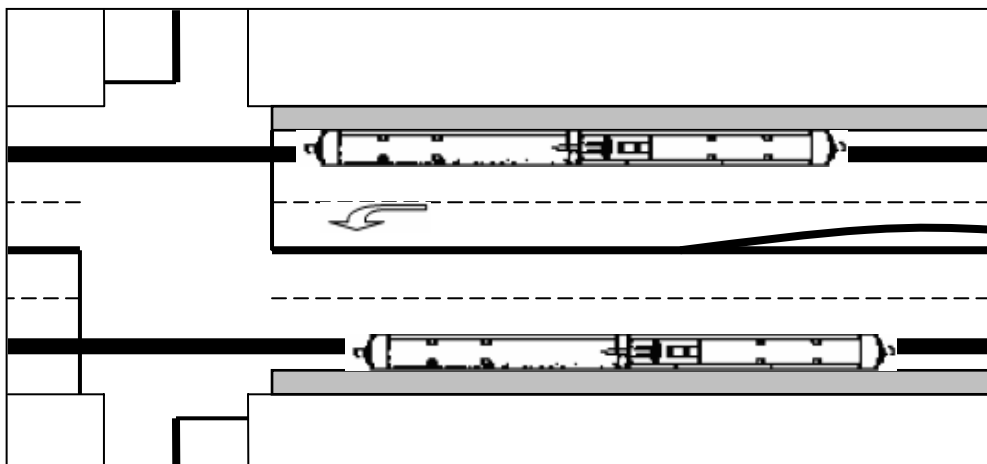


圖 3.4.3 路緣近人行道側車站

## 二、車道外緣型式

此種型式的車站與原有的人行道空間結合，減少了行人穿越車道的危險，又可分為島式與側式月台。如圖，歐洲各城常見此類型式。

### 1.車道外緣島式車站

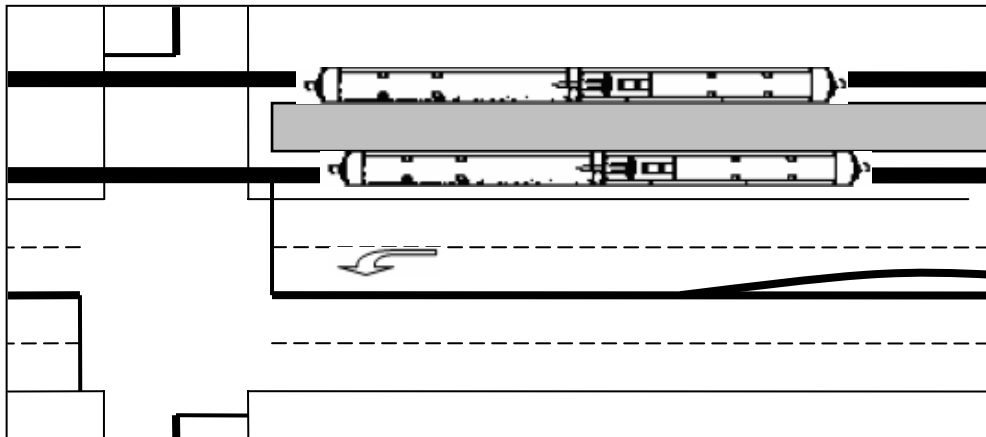


圖 3.4.4 車道外緣島式車站

### 2.車道外緣側式車站

佈設示意圖如下圖 3.4.5，國外實際佈設範例如圖 3.4.6~3.4.8。

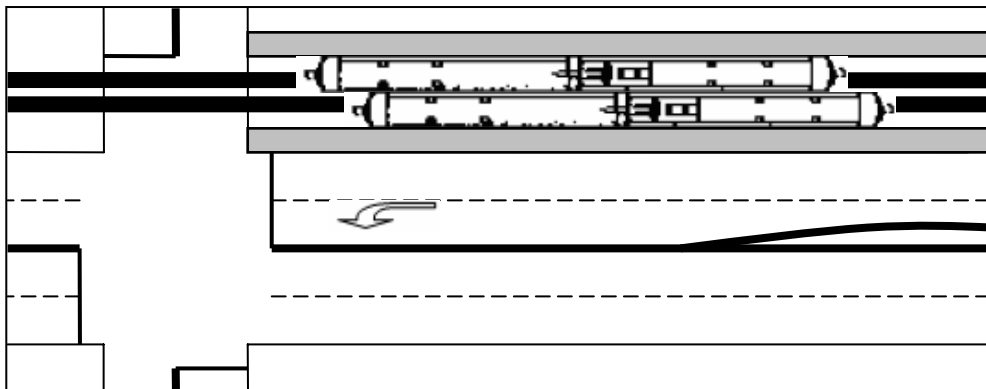


圖 3.4.5 車道外緣側式車站



圖 3.4.6 史特拉斯堡的路緣側式車站



圖 3.4.7 史特拉斯堡的路緣側式車站

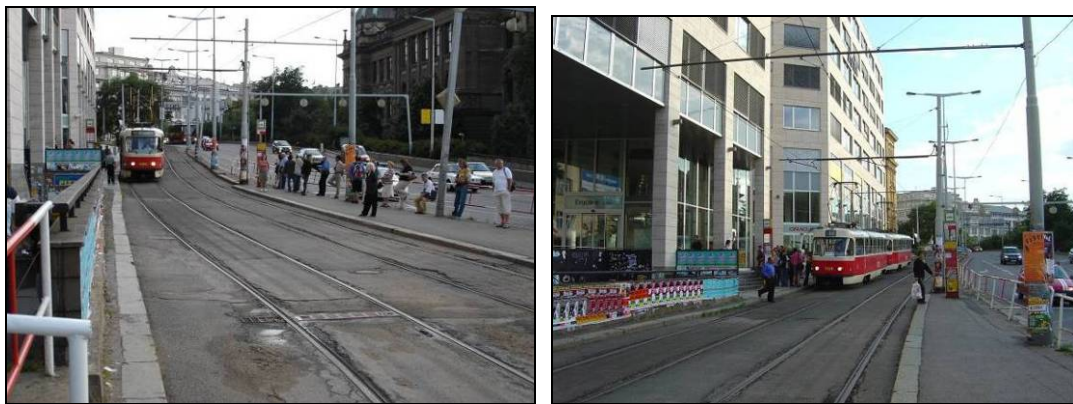


圖 3.4.8 布拉格的路緣側式車站

### 三、中央型式

此種型式的車站設在道路中央，利用原作為車道分隔的中央分隔島部分，多用於路寬充足處，不過由於乘客上下車必須穿越車道，必須搭配適當的行人穿越設施以維安全，又可分為島式與側式的月台型式。

### 1. 中央島式站台

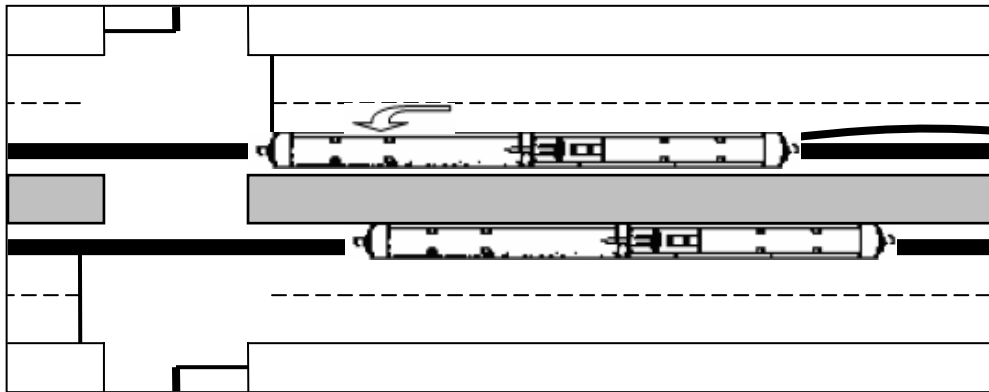


圖 3.4.9 中央島式站台

### 2. 中央側式站台

佈設示意圖如下圖 3.4.10，國外實際佈設範例如圖 3.4.11~3.4.13。

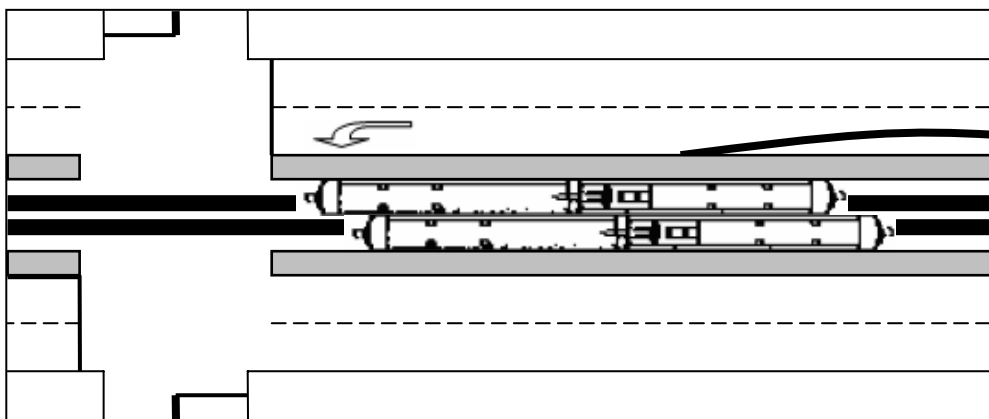


圖 3.4.10 中央側式站台



圖 3.4.11 布拉格中央側式車站





圖 3.4.12 布拉格中央側式車站



圖 3.4.13 杜塞道夫中央側式車站

### 3. 中央型遠近端車站

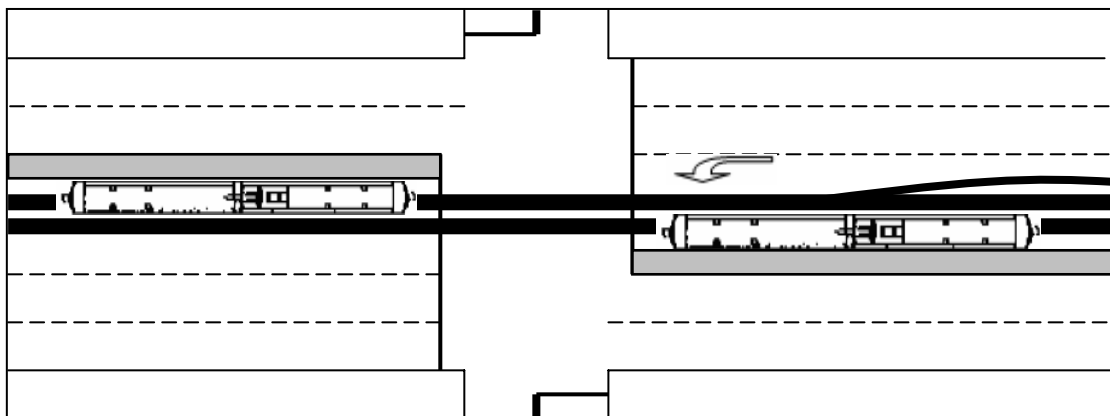


圖 3.4.14 中央型遠近端車站

#### 4. 中央型遠近端車站(最小路權)

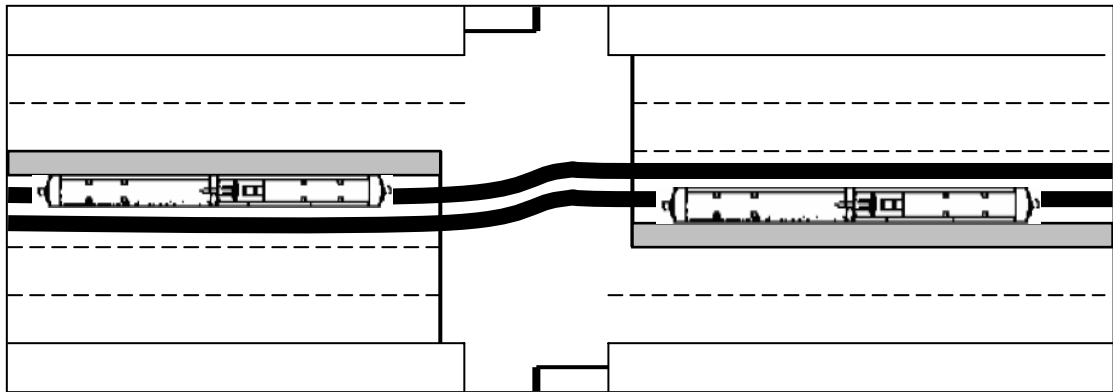


圖 3.4.15 中央型遠近端車站(最小路權)

雖然側式月台較島式月台佔有較大的道路面積，但是目前在歐洲卻多應用側式月台的型式；推測應為顧及軌道線型，減少軌道路線的彎曲程度，以提高搭乘輕軌的舒適性，兼之一般道路寬度足夠，或路寬不足處則設置行人徒步區，因此多採行側式月台。

公共汽車一直為都市內最普遍的代表性大眾運輸工具，其車輛上附載有動力系統(如油料引擎或電池驅動)。這種道路運輸系統由駕駛員手動控制且沿事先排定的路線行駛，載運都市內的旅客，並依照預定時刻表營運。由於沒有軌道的限制，公車之服務特性與營運型態相當具有彈性，可以考慮需求或環境因素加以酌予更動。目前在國外，為了加強公車的營運效率與速度，並提高其與一般私人運具在市區道路上的競爭力，常以特殊之路權設計賦予其優先行駛的權利，而我國也逐漸引進此種作法。

### 3.5 不同路寬下的車道配置

決定車道配置主要由三方面著手進行，分別決定車道寬度、人行道寬度、路上設施寬度，依照「公路路線設計規範」、「營建署市區道路人行道設計手冊」等規範設置，再由車道寬度分配原則與前述路權規劃程序而得之道路既定寬度進行車道配置。車道配置程序如下圖 3.5.1。

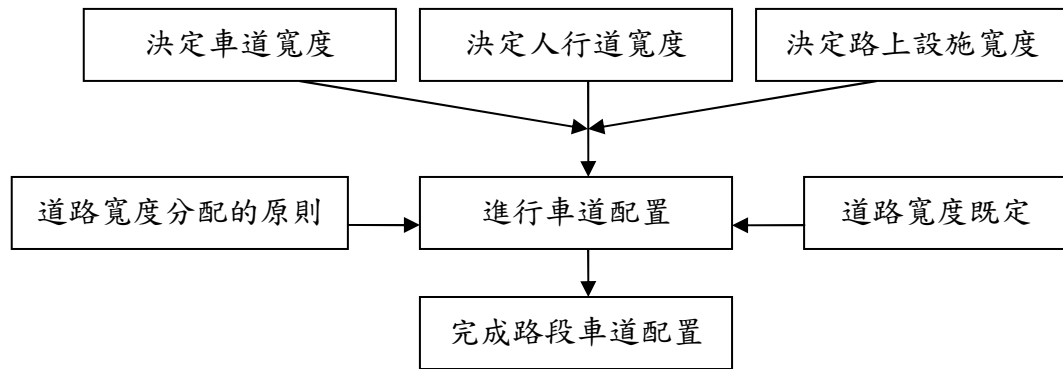


圖 3.5.1 車道配置程序

### 一、基本車道寬度

輕軌運輸路權寬度為車輛寬度、車體擺動幅度、相鄰車道的間寬所組成，故在車輛寬度 2.65 公尺情況下，單向路權寬度約 3.25 公尺，雙向路權寬度間寬為 0.5 公尺，總寬度為 6.4 公尺。配置示意圖如下圖 3.5.2。

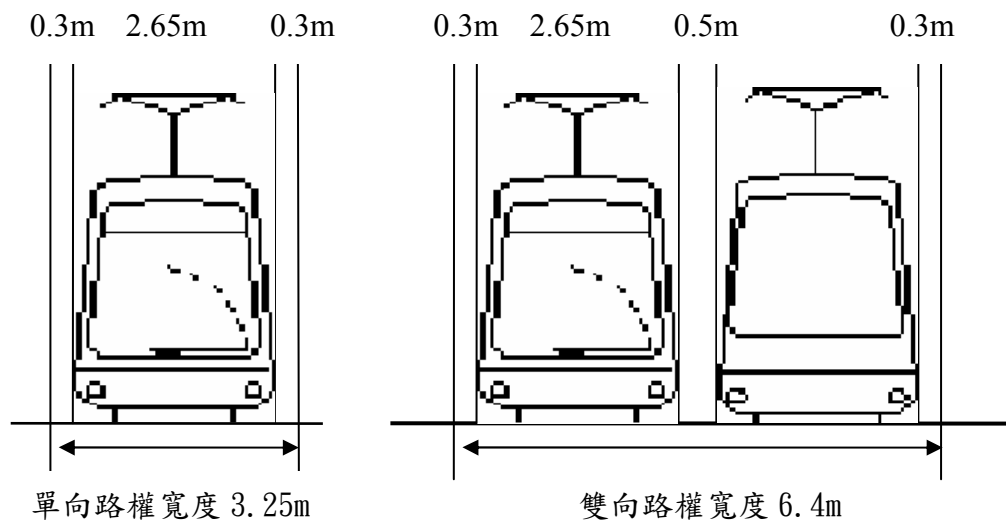


圖 3.5.2 單/雙向輕軌運輸路權寬度

### 二、各式路寬下配置型式

路寬為 30 公尺時，具有較大的道路空間配置月台，道路配置情形則以中央佈設為主，有以下兩種型式，分別為島式月台與側式月台：

#### 1. 中央島式月台佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；快車道寬：3.5 公尺；

大眾運輸路線區域：9 公尺；月台寬度：3 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.3。

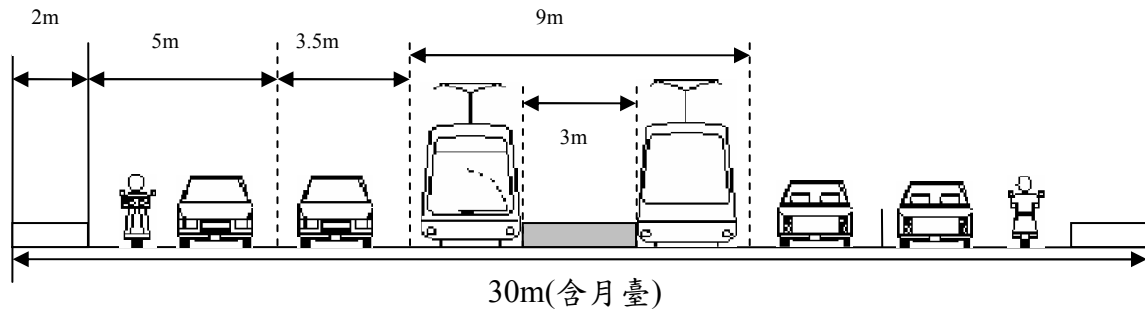


圖 3.5.3 中央佈設型式（島式月台）

## 2. 中央側式月台佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；快車道寬：3 公尺；

大眾運輸路線區域：9 公尺；月台寬度：2 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.4。

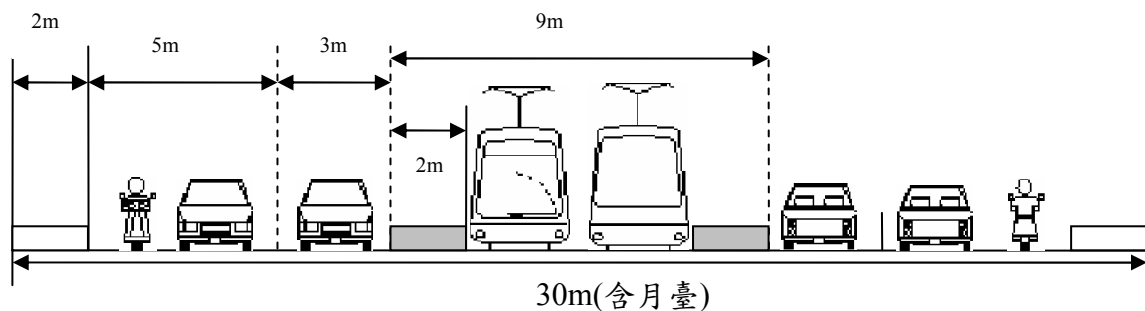


圖 3.5.4 中央佈設型式（側式月台）

路寬 28 公尺時則適用於路段區域，無車站考量，共有以下六種：中央佈設無月台型式、快車道間佈設型式、快慢車道間佈設型式、路緣近人行道側佈設型式、車道外緣佈設型式。

## 3. 中央佈設無月台型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；快車道寬：3.5 公尺；大眾運輸路線區域：7 公尺。

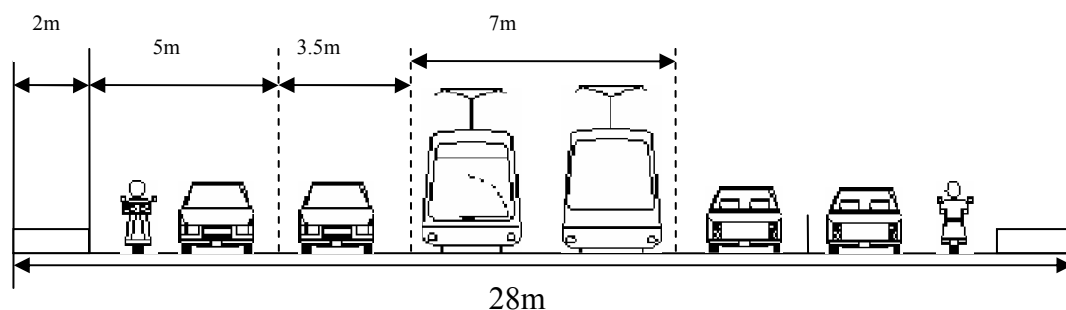


圖 3.5.5 中央佈設型式

#### 4.快車道間佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；快車道寬：3.5 公尺；

單向大眾運輸路線區域：3.5 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.6。

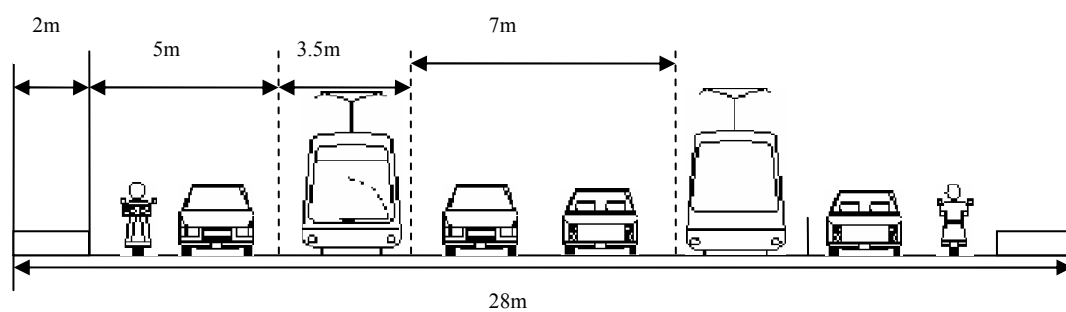


圖 3.5.6 快車道間佈設型式（無月台）

#### 5.快慢車道間佈設型式

人行道寬：2 公尺；外側快車道：5 公尺；內側雙向快車道寬：3.5 公尺；

混合車道與單向大眾運輸路線區域：5 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.7

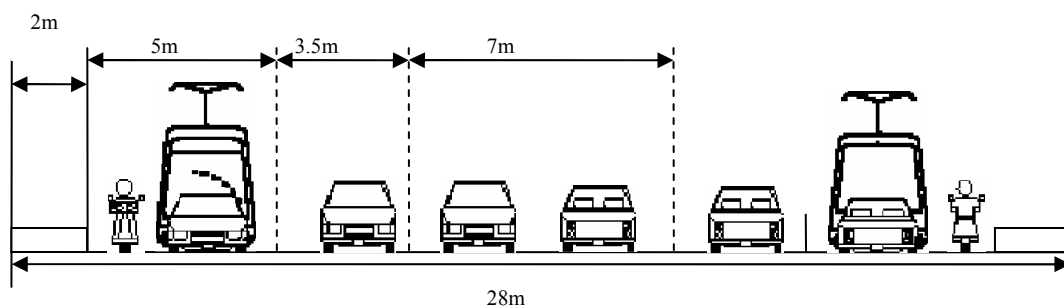


圖 3.5.7 快慢車道間佈設型式（無月台）

#### 6.路緣近人行道側佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；內側雙向快車道寬：3.5 公尺；

單向大眾運輸路線區域：3.5 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.8。

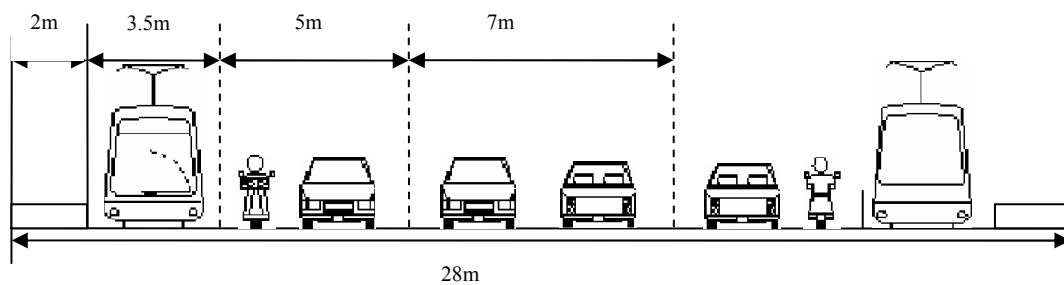


圖 3.5.8 路緣近人行道側佈設型式（無月台）

#### 7.車道外緣佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；快車道寬：3.5 公尺；

大眾運輸路線區域：7 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.9。

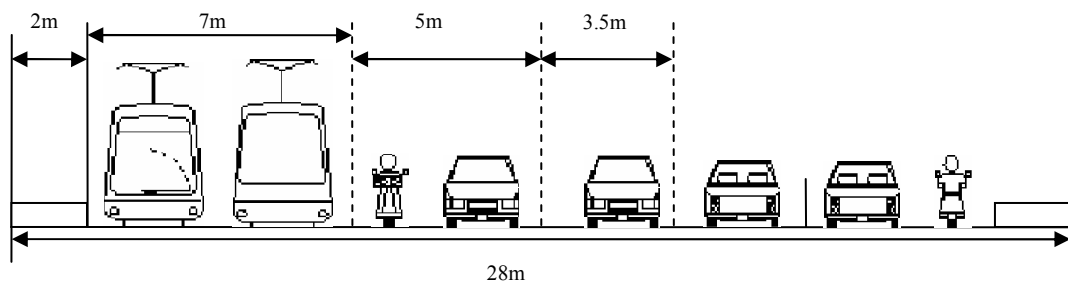


圖 3.5.9 車道外緣佈設型式（無月台）

在較窄路寬的道路條件下，引進大眾運輸系統後，一般車輛的路寬將受到縮減，僅能有一混合車道與一快車道的設置，主要有五種型式：路緣近人行道側佈設、中央佈設、中央佈設島式月台、快慢車道間佈設、車道外緣行人徒步區佈設，以下為 21 公尺路寬十支設置型式。

#### 8.路緣近人行道側佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；無快車道；

大眾運輸路線區域：3.5 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.10。

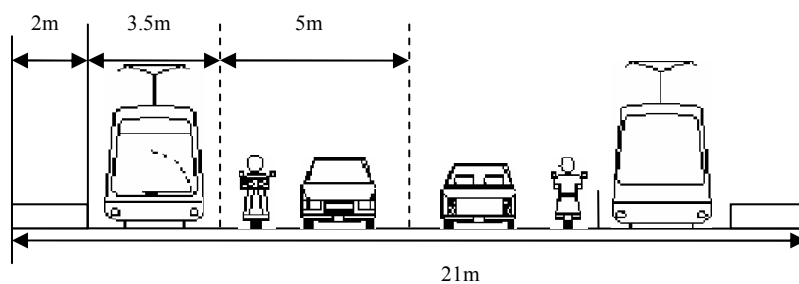


圖 3.5.10 路緣近人行道側佈設型式（無月台）

#### 9.中央佈設型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：5 公尺；

快車道與大眾運輸路線區域：7 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.11。

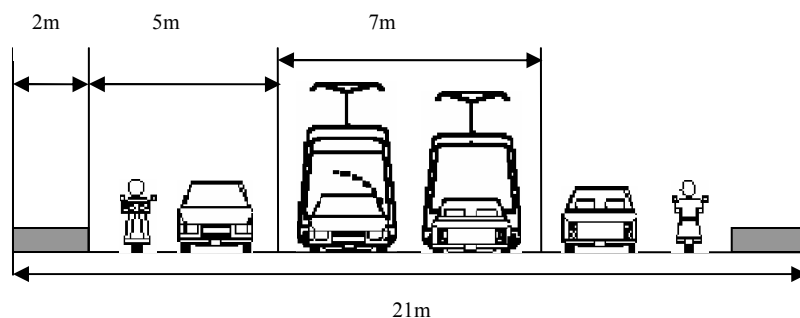


圖 3.5.11 中央佈設型式（無月台）

#### 10. 中央佈設島式月台型式

人行道寬：2 公尺；混合車道寬：4.5 公尺；

快車道與大眾運輸路線區域：3 公尺；月台寬度：2 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.12。

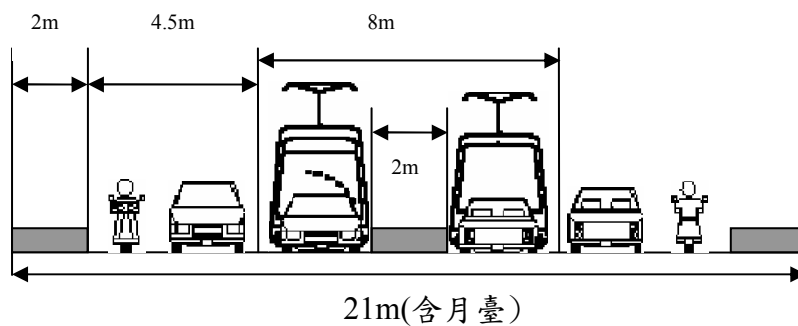


圖 3.5.12 中央佈設島式月台型式

#### 11. 快慢車道間佈設型式

人行道寬：2 公尺；快車道寬：3.5 公尺；

混合車道與大眾運輸路線區域：5 公尺；

配置示意圖如下圖 3.5.13。



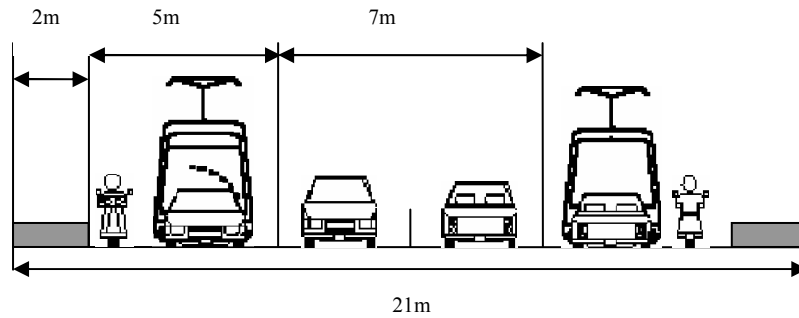


圖 3.5.13 快慢車道間佈設型式（無月台）

## 12.車道外緣行人徒步區佈設型式

人行區域寬：11 公尺；混合車道寬：5 公尺；

大眾運輸路線區域：7 公尺；側式月台寬度：2 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.14。

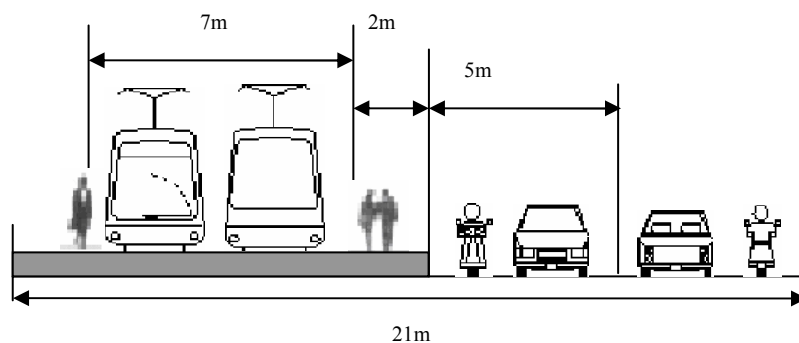


圖 3.5.14 車道外緣行人徒步區佈設型式

因道路寬度較窄，引進大眾運輸系統後所能使用的道路空間減少許多，故採取混合路權型式，本計畫以道路寬度較窄的 14 公尺作為混合路權範圍做為對象，並設計行人徒步區的道路配置方式。

## 13.混合路權佈設型式

人行道寬：2 公尺；無快車道；

混合車道與大眾運輸路線區域：5 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.15。

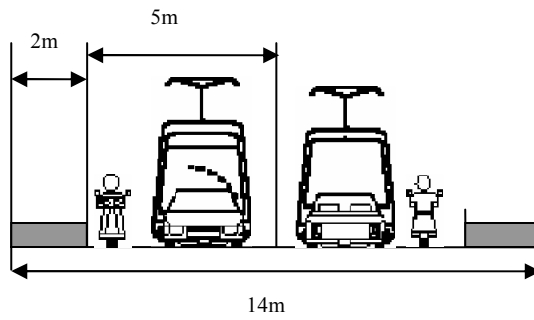


圖 3.5.15 混合路權佈設型式（無月台）

#### 14.輕軌行人徒步區佈設型式

人行區域寬 11 公尺；無一般車道；

大眾運輸路線區域：7 公尺。

配置示意圖如下圖 3.5.16。

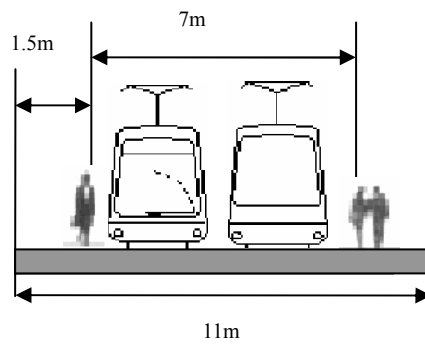


圖 3.5.16 輕軌行人徒步區佈設型式

## 第四章 國外經驗與改善措施

本章內容在於接續前述所討論的衝突現象經由歸納整理而得的實體道路設施，包含國外實地調查的經驗與圖片、已營運之北美輕軌系統與公車捷運文獻與本研究團隊的分析統整結果，依設施使用對象區分為 1.大眾運輸車輛與一般車輛駕駛員所遵循之道路工程改善設施；2.保障行人安全與提升流動效率的行人/乘客安全設施。實體改善設施分類架構如下圖 4.1.1。

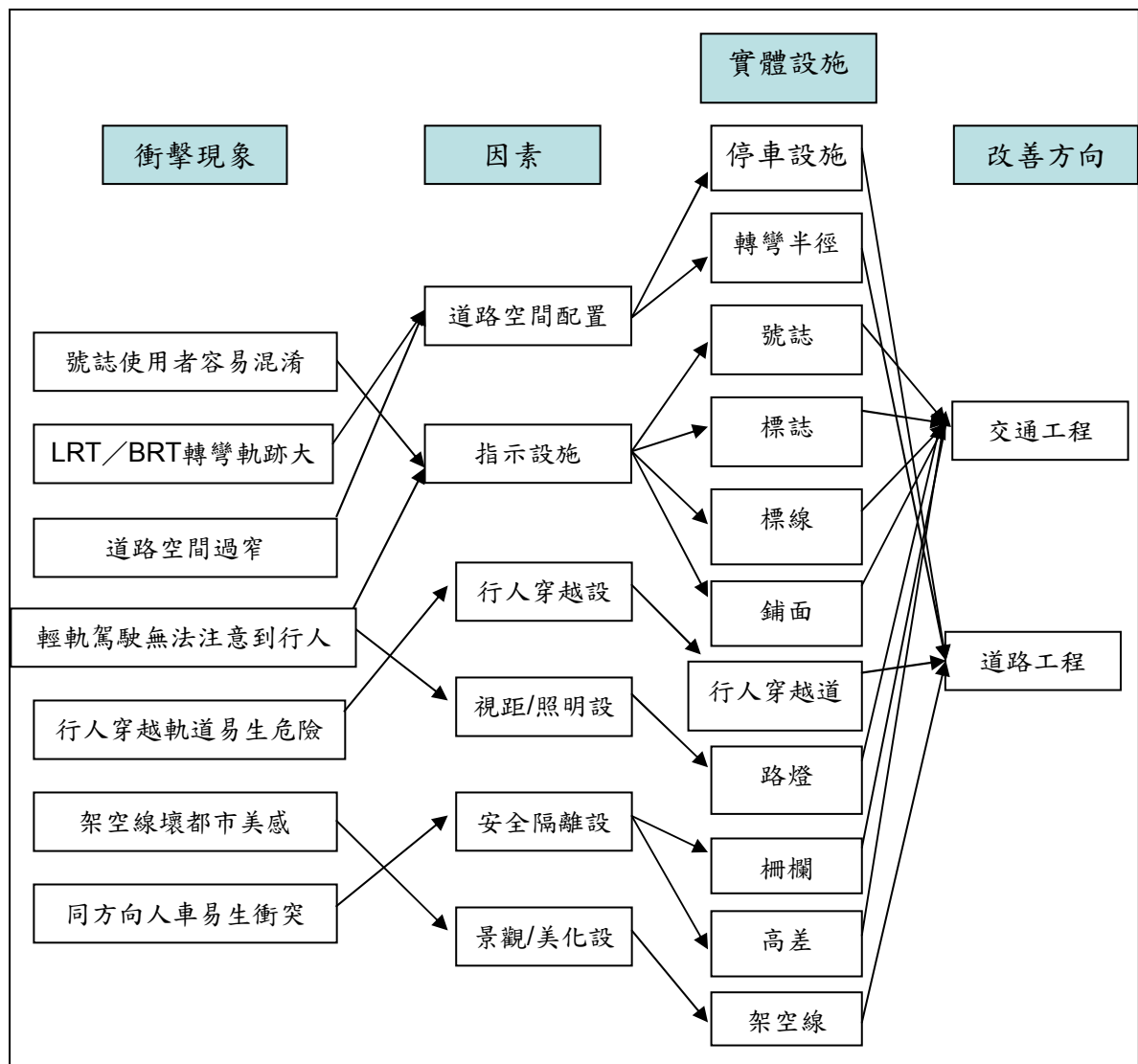


圖 4.1.1 實體改善設施分類架構

改善方案主要依交通工程與道路工程分為兩方面，交通工程主要為交

通調查、標誌、標線、號誌、交通島、照明設備、安全防護設施、停車設施與施工之交通安全管制等；道路工程則有以下幾點：道路規劃準則、交通需求分析、車道、路權寬度、線型、平面交叉、各種運具之專用道、行人設施、景觀、路基、路面工程等，本節主要範圍為：1.指示系統如標線、標誌、號誌；2.隔離設施如柵欄、高差；3.道路空間配置設施如停車設施；4.視距與照明設施；5.景觀/美化設施，其餘關於行人安全部分將會於後續章節討論。

## 4.1 輕軌道路工程改善設施

### 一、交通工程

#### 1.標誌

本計畫標誌主要依使用對象分為幾類：1.一般車輛駕駛人遵行標誌；2.輕軌駕駛人遵行標誌；3.行人/乘客遵行標誌與 4.道路使用者共同遵行之標誌，以下就歐洲的實際調查案例略舉兩項標誌。

##### 1.1 輕軌駕駛員標誌

在輕軌行進路線上之行人穿越道旁設有行人穿越道標誌，提醒一般車輛或輕軌駕駛注意可能會出現的行人，如圖 4.1.2，維也納的標誌是配合穿越道的顏色與型式，採用紅白相間的箭頭指示行人可能行進之方向；設置高度約 1 公尺；布拉格位於同樣型式道路下所使用的標誌則為藍底白三角形，黑色行人與斑馬線，設置高度約 2 公尺。

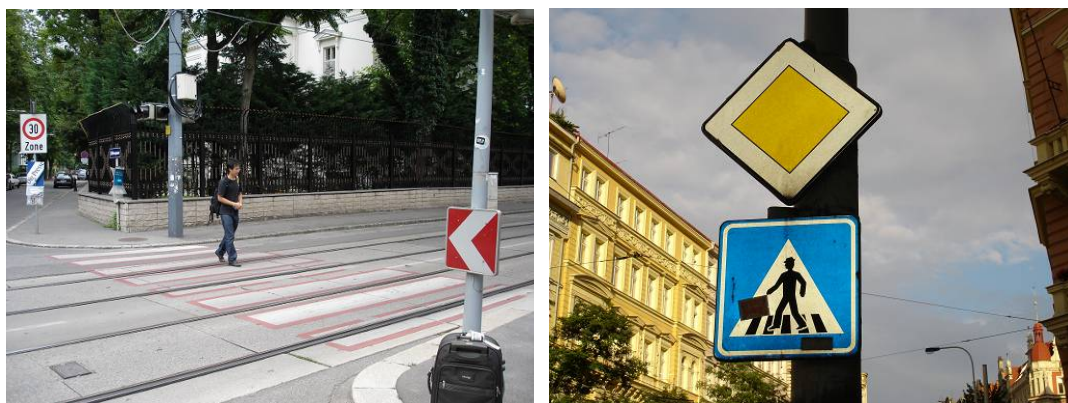


圖 4.1.2 維也納行人穿越道與布拉格注意行人標誌

## 1.2 專用路權標誌

如圖 4.1.3，與阿姆斯特丹輕軌路線共存的專用道路有汽車車道、機車與腳踏車車道、人行道四大類，較國內不同之處主要在於劃設機車與腳踏車共用車道，本標牌標示出可使用該車道之車種與行進方向，設置於輕軌車站旁，高度約 2 公尺。

國內線階段已有公車專用道、捷運等專用區域號誌、故參考美國 MUTCD 之輕軌專用路線號誌，提醒民眾輕軌運輸或公車捷運專用區域。



圖 4.1.3 阿姆斯特丹專用車道標誌與輕軌專用車道標誌

## 2. 標線

### 2.1 路權標線

輕軌所經過道路之標線，原則上與一般道路無異，停止線、車道線、

斑馬線、路緣標線等皆同，如圖 4.1.4，維也納路口腳踏車道分隔線也採用與行人穿越道相同的間隔白色斑馬紋，行人穿越道繪製方式則與國內完全相同；在阿姆斯特丹輕軌路面的標字為由近而遠的寫法，標示出輕軌與公車共用路權。



圖 4.1.4 維也納路口腳踏車道分隔線與阿姆斯特丹軌道面標字

## 2.2 車站槽化與月台候車標線

輕軌在進入車站前，地面會有黑白相間斜紋提醒駕駛人準備進站，繪製範圍從一般車道分隔處劃設到兩軌道間；在轉彎處亦有白色斜紋槽化線，引導車流轉彎方向，從路口近端站台開始到轉彎完成為止，如圖 4.1.5、圖 4.1.6。

本次調查的輕軌系統也劃設有與國內捷運相同的月台等候線，以阿姆斯特丹為例，等候線在間隙後方約 0.2 公尺，前後以不同顏色的地磚分隔出區域；此外，在行人穿越道所跨越的每一個車道邊緣，也都有黃色短線標示出每一個路權範圍，提醒行人垂直方向的輕軌車輛。



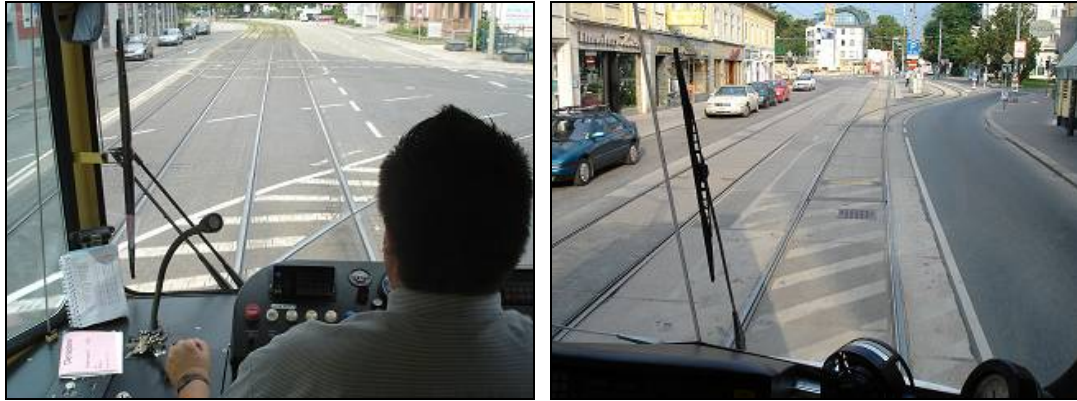


圖 4.1.5 卡斯魯輕軌與車流轉向槽化線與維也納進站標線



圖 4.1.6 阿姆斯特丹車道區別黃短線與阿姆斯特丹月台等候線

### 3. 輕軌專用號誌

#### 3.1 桿狀燈號式輕軌號誌

根據本次調查所蒐集的資料，給予輕軌駕駛員的號誌設置大致分為兩種，其一，具有三至四個燈面，呈直排佈設，依行進方向有垂直（直進）、斜向（轉向）與水平（停止）等燈號，有些系統會加入 A 燈號，以提醒駕駛員注意，代表城市有佛萊堡、海德堡、德瑞斯登，如圖 4.1.7。



圖 4.1.7 佛萊堡輕軌號誌與海德堡輕軌號誌

圖 4.1.8 美國輕軌專用號誌為 MUTCD 所整理之輕軌車輛號誌系統，共分為三大部分：直行、直行搭配左轉或右轉、直行左轉又轉並行，且分為三燈號與兩燈號式系統，可以有效區別一般車輛號誌，避免一般車輛誤認輕軌車輛號誌系統而產生意外。

	Three-Lens Signal	Two-Lens Signal
<b>SINGLE LRT ROUTE</b> 	STOP PREPARE TO STOP GO	STOP (2) GO
<b>TWO LRT ROUTE DIVERSION</b> 	  (1)	 (1),(2)
	 (1)	 (1),(2)
<b>THREE LRT ROUTE DIVERSION</b> 	  (1)	 (1),(2)

圖 4.1.8 美國輕軌專用號誌



### 3.2 點狀燈號式輕軌號誌

採用單一燈面，以 4 個燈泡組成，呈 T 字型，在輕軌直進路線之交叉口設置，可直行時亮垂直之兩燈泡，禁止通行則採用水平的 2 或 3 個燈泡，表達方式與上述之系統相同，輕軌轉彎之路口亦可採行，僅將垂直排列之燈泡改為斜向排列，代表城市為阿姆斯特丹和維也納，如圖 4.1.9 所示。



圖 4.1.9 阿姆斯特丹輕軌號誌與維也納輕軌號誌

## 4. 照明設備

### 4.1 路段照明設施

本次所調查之輕軌系統多具有夜間營運路線，圖 4.1.10 所示，維也納為例，該道路照明設備設置於架空線支撐處，每隔 7 公尺則有一盞，具地面高 5 公尺，設於兩軌道間正上方；車輛照明設備則主要位於車頭與車尾兩面，駕駛窗底部有大型白光燈頭，車尾則為中央大型紅色燈，兩側為並排小紅燈。

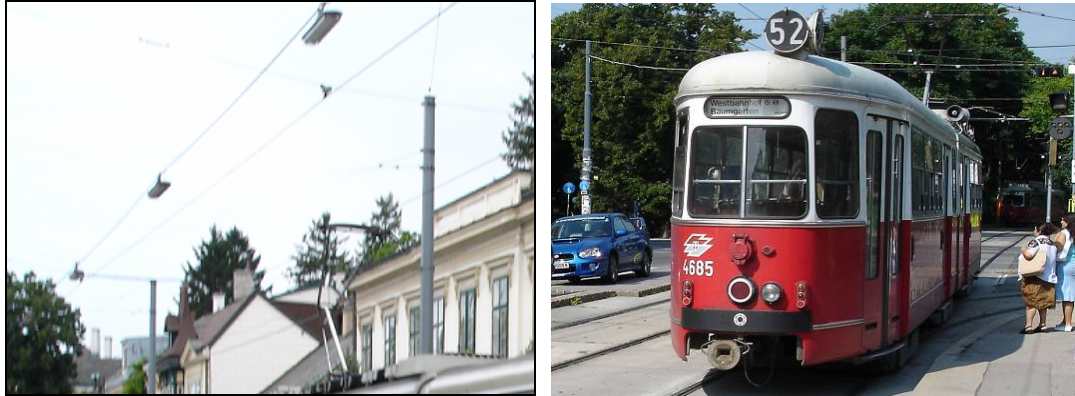


圖 4.1.10 維也納輕軌路燈與維也納輕軌車燈

## 4.2 行人徒步區照明設施

圖 4.1.11 為布拉格輕軌行人徒步區夜間照明來源主要有三：一為道路照明設施，為三排佈設形式；二為輕軌車輛燈光，分為車頭頂部之路線號碼燈光、車頭主燈與兩側小燈；其餘光源主要來自周圍店家燈光，車站因為無候車亭與電子資訊系統等設施，故無採用專用燈光照明。



圖 4.1.11 布拉格夜間營運路線

## 5. 停車設施

### 5.1 混合路權道路

混合路權亦可路邊停車，以布拉格為例，在接近市中心僅單方向僅劃設一車道，兩軌道間亦無隔離措施，汽車可平行路緣停車，但無固定格線，已將近佔據了半個車道，故小汽車行駛的路線位於軌道與一般道路間，轉

彎處不得於路緣停放車輛。

於布拉格地鐵 Muzeum 站處，由於接近兩條重要大道交會點，車流量增加，為節省道路空間，故採斜向停車方式，車輛前半部位於人行道上，具有固定格線與防護設備，此舉雖較平行路原停車方式節省道路空間，但在離開停車格時將大幅影響後續車流與可能和輕軌車輛產生衝突。

## 5.2 輕軌行人徒步區入口

以杜塞道夫為例，即將進入輕軌行人徒步區的外圍街道，因地處地鐵與輕軌交會點，加上位於世界著名的啤酒街入口，所以往來人群極多，故人行道的寬度大於行人徒步區內的設置，突出之部分供機車停放，並具有圓柱供停車格定位與隔離之用，如圖 4.1.12 及圖 4.1.13。



圖 4.1.12 布拉格混合車道與布拉格鄰近市中心之停車方式



圖 4.1.13 布拉格停車方式與杜塞道夫輕軌徒步區機車停車



## 二、道路工程

### 1.車道佈設

根據本次歐洲輕軌城市調查所蒐集之資料，輕軌車道佈設位置大約可分為以下幾種：

#### 1.1.中央雙向無隔離：

圖 4.1.14 維也納即為一例，輕軌車輛行駛於道路中央，混合路權，無車道線劃設，因路邊停車之故，一般車輛完全行駛於軌道上，在輕軌上下客時，禁止超車，須在車尾排隊。

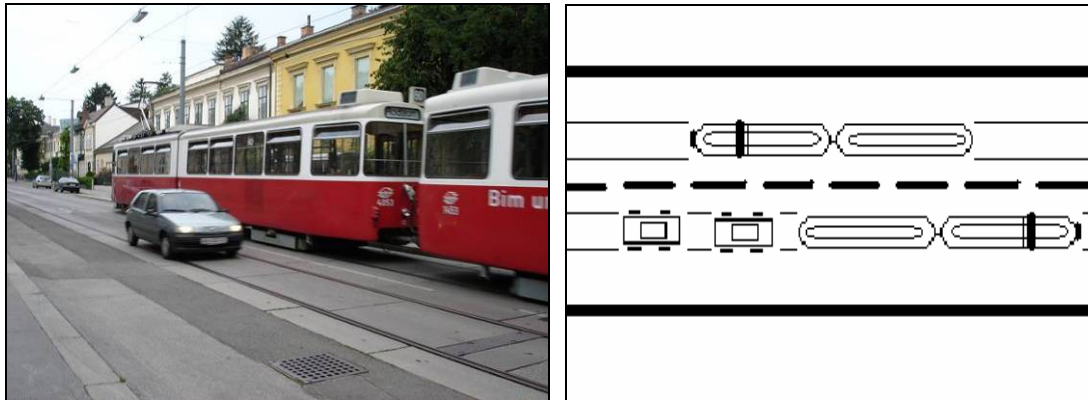


圖 4.1.14 維也納混合路權車道佈設與中央雙向無隔離示意圖

#### 1.2.側式雙向隔離：

圖 4.1.15 為維也納輕軌雙向路線集中在道路一側，該路側旁具有大型輕軌機廠和小汽車停車格位，輕軌路線與一般車流具隔離，在分隔島種植大型樹木，製造出林蔭隧道的感覺，一般車輛則為雙向四車道。

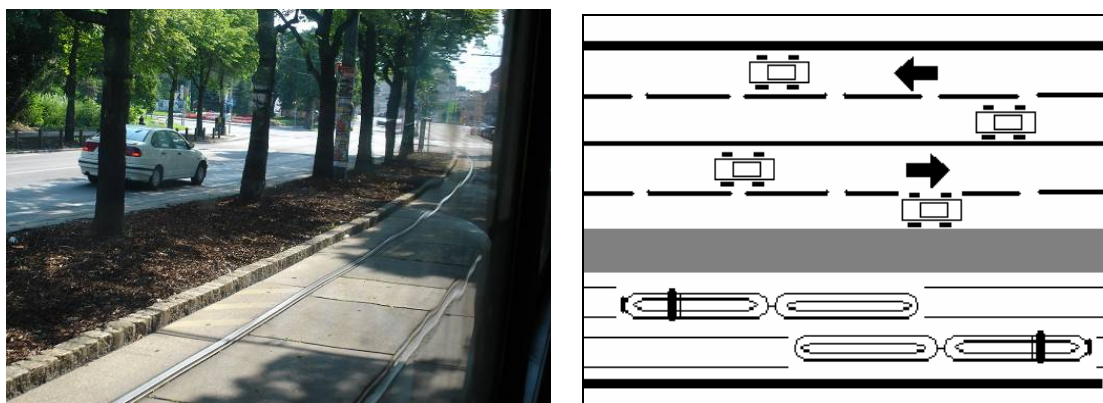


圖 4.1.15 維也納側式雙向隔離車道佈設與側式雙向隔離示意圖

### 1.3.快慢車道間混合：

圖 4.1.16 為維也納環城大道上的輕軌路線位於汽車車道和腳踏車道間，腳踏車道外側有人行道，在更外側為混合車道，最接近建築物處則為人行道，一般車道為單向三車道，輕軌與之無隔離設施，但輕軌與腳踏車道間種有大型植栽以供區隔。

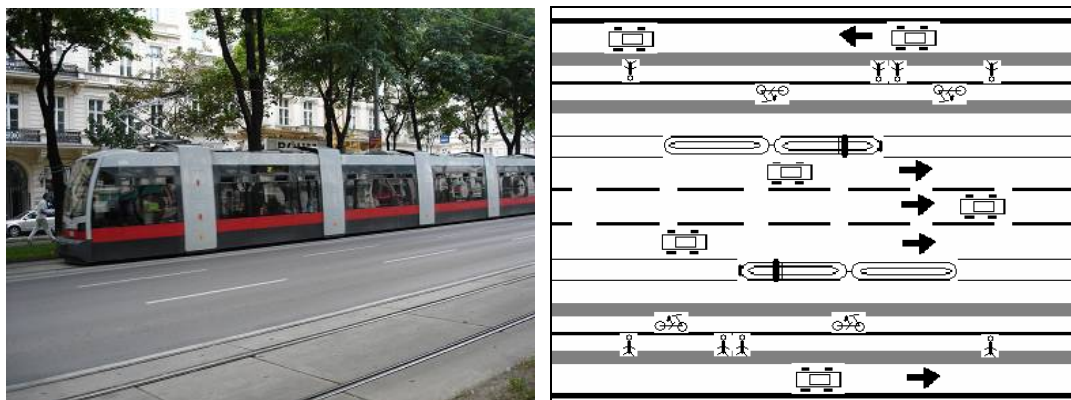


圖 4.1.16 維也納快慢車道間混合車道圖與快慢車道間混合示意圖

### 1.4.輕軌/行人徒步區

各城市輕軌路線多設有行人徒步區，只供輕軌車輛、行人與腳踏車通行，工程車或緊急車輛必要時亦可使用，該區域多種植有行道樹以美化景觀，人行道與輕軌路線間有的城市會有高差設計，有些則無，如圖 4.1.17。



圖 4.1.17 卡斯魯輕軌行人徒步區與杜塞道夫輕軌行人徒步區

### 1.5 大眾運輸共用路權：

海德堡站台部分公車亦行駛於輕軌路線上，如圖 4.1.18，但由於公車寬度較輕軌運輸系統為寬，為符合公車尺寸，兩軌道間距離會較其他城市系統為大，故該站台寬度也相對較大，但卻可有效整合該區域的大眾運輸體系，民眾在轉乘上也更加便利。



圖 4.1.18 海德堡大眾運輸共用路權與阿姆斯特丹大眾運輸專用道

## 2. 架空線

由於 B 型或 C 型路權型式輕軌運輸系統考量到穿越性流動安全問題，所以不考慮第三軌供電系統的設置，在其他替代性能源尚未開發完成之際，輕軌車輛的供電仍以架空線型式為主流，而架空線的存在勢必會成為影響輕軌運輸系統沿線景觀的主要因素，較優良的架空線配置型式可以



讓民眾感覺不到其存在，並與周遭環境結合；但有些架空線會造成整體視覺上的壓迫感，特別是在高大地標附近，人們在仰望時會產生對架空線的反感，本次調查架空線主要以電桿位置分為中央式與路側式，架空線中央式代表為德瑞斯登，其架空線桿與路燈結合成十字型，輕軌運輸系統供電線從延伸處下通過；其次為支撐位置在路側者，固定位置又可分為與建物結合與電桿結合兩種，固定於鄰近建物端必須經過該屋主同意，此舉在國內可能會牽扯到風水之說，遭到反彈，但比起固定於電線桿的方式，卻又有節省道路空間的好處，下圖 4.1.19 為架空線型式分類表，圖 4.1.20 布拉格架空線固定建物與架空線固定於電桿，圖 4.1.21 則為德瑞斯登十字型架空線與豐橋市中央型式架空線。

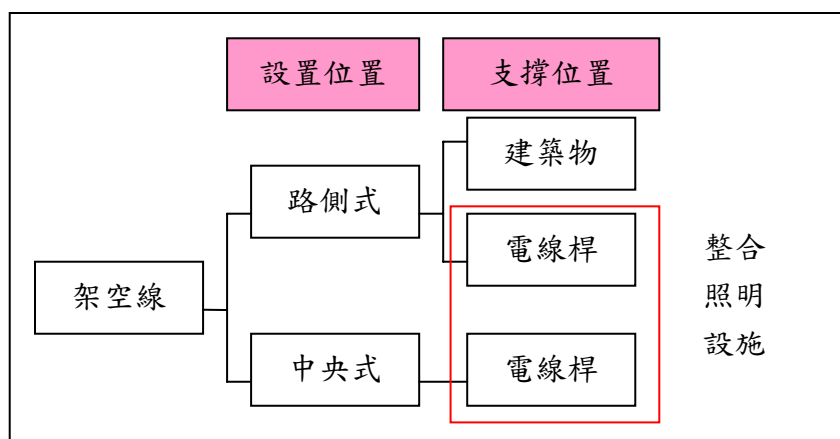


圖 4.1.19 架空線型式分類表



圖 4.1.20 布拉格架空線固定建物與架空線固定於電桿



圖 4.1.21 德瑞斯登十字型架空線與豐橋市中央型式架空線

### 3. 鋪面

經過本次歐洲資料蒐集，輕軌運輸系統軌道鋪面主要分為兩大部分，有道渣與無道渣，有道渣者多由鐵路系統升級而來或是採用與通勤鐵路共軌型式，佈設位置較常見於市郊；新型路面輕軌運輸系統皆採無道渣的設計，主要可歸為四類，圖 4.1.22 為鋪面型式分類及表 4.1.1 則為各條件下鋪面型式之適用性。

1. 柏油鋪面：多為混合路權，在布拉格一般車道與輕軌運輸系統共用路段、杜塞道夫行人徒步區軌道段皆採用此型式。
2. 水泥鋪面：類似覆蓋板型式，每塊間具有接縫，維也納混合路權亦採用此設計，一般車流經過接縫處會產生較大的噪音。
3. 地（石）磚鋪面：布拉格近市區車站輕軌運輸系統沿線行人穿越道有設置，特別是輕軌運輸系統轉彎區，車輛行經該區域時，噪音與震動遠較其他鋪面為大，史特拉斯堡在軌道間也以此鋪面為站區鄰近主流設置。
4. 綠帶：多為專用路段設置，可美化景觀，與鄰近公園連成一片，史特拉斯堡為其中代表。



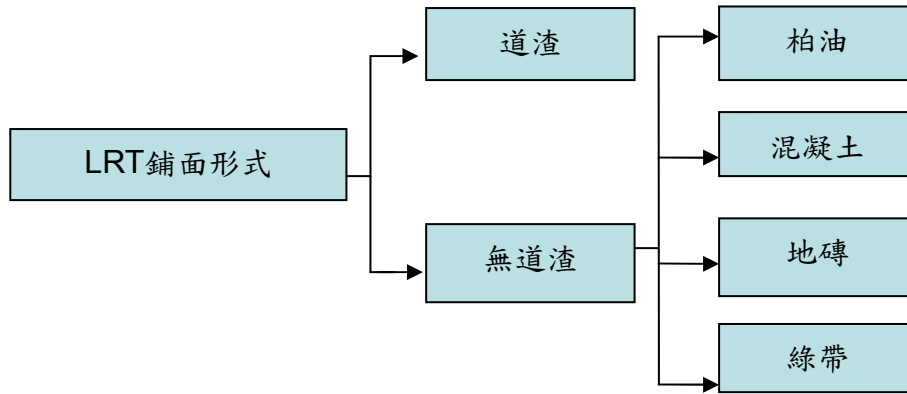


圖 4.1.22 鋪面型式分類表

表 4.1.1 各條件鋪面型式下之適用性

鋪面型式	道渣	柏油	混凝土	地磚	綠帶
路權標示警示效果	高	低	中	中	高
一般車輛行駛舒適性	-	高	高	中	-
行人穿越性	低	中	中	高	低
噪音量	中	低	高	高	低

如下圖 4.1.23 為杜塞道夫柏油鋪面與維也納水泥鋪面，而圖 4.1.24 為布拉格地磚鋪面與史特拉斯堡地磚鋪面，圖 4.1.25 為史特拉斯堡綠帶與卡斯魯具道渣軌道。



圖 4.1.23 杜塞道夫柏油鋪面與維也納水泥鋪面



圖 4.1.24 布拉格地磚鋪面與史特拉斯堡地磚鋪面



圖 4.1.25 史特拉斯堡綠帶與卡斯魯具道渣軌道

## 4.2 公車捷運道路工程改善設施

公車捷運與輕軌運輸系統建設後將會出現的難題有許多類似之處，與先前提出之國外輕軌運輸系統改善措施相同者則不再贅述，僅約略帶過，本節強調的是公車捷運會遭遇的特別課題與改善措施，也是採用交通工程與道路工程之分類。

### 一、交通工程

#### 1. 標誌與標線

就所蒐集資料，美國與加拿大公車專用道標誌皆以菱形符號代表，與國內相同，除文字外，公車圖案也常被使用標示該道路路權，可消除語言上的隔閡；在無隔離設施的專用道上皆有標字，並搭配專用道之菱形圖

案，有由遠而近式(波士頓，如圖 4.2.1)與由近而遠式(奧蘭多，如圖 4.2.2)兩種。



圖 4.2.1 波士頓公車專用道標字與奧蘭多公車專用道標字



圖 4.2.2 奧蘭多公車專用道上方標誌與國內公車專用道標誌

## 2. 號誌

公車系統需具備號誌優先才能真正有效達到捷運化的效果，此舉勢必將公車捷運號誌系統從一般車流的號誌中分隔出來，以溫哥華為例，公車捷運系統遵行之號誌為獨立的，旁設有公車專用道標牌，一般車輛的號誌週邊則繪有黃色外框，提醒車輛駕駛人此為該車道需遵行之號誌；奧蘭多則採用不同方式，一般車輛號誌為直式，從上到下依序為紅、黃、綠，公車專用道上同樣具有標誌區別，特別是公車捷運所遵行之號誌為橫式，此方式可有效運用一般民眾的駕駛習慣來區別號誌之不同，如圖 4.2.3 所示。





圖 4.2.3 溫哥華公車專用號誌與奧蘭多公車專用號誌

### 3. 安全防護設施

因公車並不具有固定軌道，故僅以標線訂出其行駛範圍然屬不足，容易產生不必要之衝突，故公車捷運行進路線也有類似輕軌運輸系統之安全防護設施，一為高低差設計，一為護欄。

#### 3.1 高差

為避免一般車流行駛至公車捷運專用車道上，在遠端站台前後將專用道架高，並設計低矮水泥護欄固定公車行駛路線，以防駛出造成意外，下圖 4.2.4 為公車捷運系統高差。



圖 4.2.4 公車捷運系統高差

#### 3.2 護欄

因無軌道固定確切行進位置，所以不僅是公車專用道與一般車道需要

安全防護設施，對向專用道間仍需護欄將彼此路權分隔開來，特別行經轉彎處，因為公車轉彎半徑較一般車輛為大，不確定因素也隨之增加，尤其是兩輛連結公車在轉彎處會車，所以採用細長圓柱是隔離標明車道範圍；此外，亦可利用密集的隔離設施明顯標示出行人穿越道位置，讓所有車輛駕駛人對可能出現之行人有所準備，可有效提升整體道路效率，下圖 4.2.5 為盧昂公車捷運之護欄。



圖 4.2.5 盧昂公車捷運之護欄

## 二、道路工程

### 1. 車道佈設

#### 1.1 道路中央島式站台

哥倫比亞波哥大為其代表，主要幹道站台一側為順向雙車道公車專用道，站台兩側共四車道，路側為兩一般車道，站體可同時停放四輛連結公車，乘客從連結公車左側上下車，行人穿越道則以高架為主。

次要幹道為站台兩側各一順向公車專用道，站體為公車岬設計，外側道路可作為不停站公車超車之用，圖 4.2.6 及圖 4.2.7 分別為波哥大主要幹道與次要幹道與道路中央島式站台佈設示意圖。

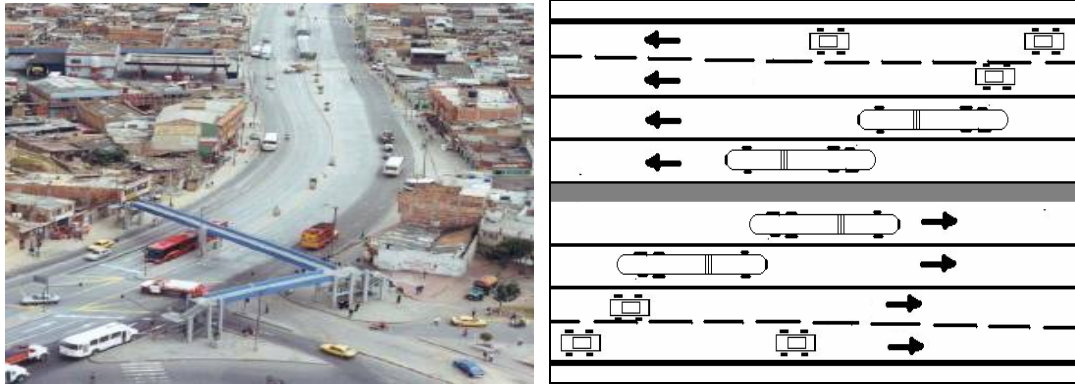


圖 4.2.6 波哥大主要幹道佈設與道路中央島式站台示意圖

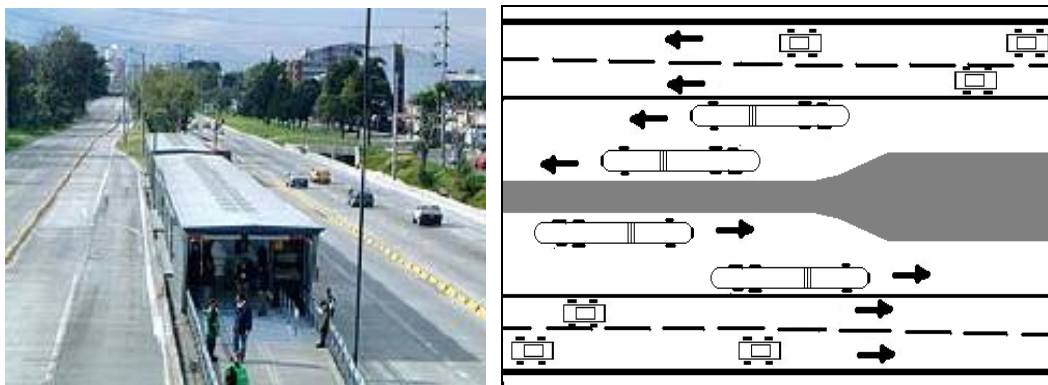


圖 4.2.7 波哥大次要道路佈設與道路中央島式站台示意圖

## 1.2.側式雙向公車專用道

以澳洲布里斯本為例，如下圖 4.2.8 所示，公車專用道隔離在路側，雙向車道各一，一般車道雙向兩車道，內側專用道與一般車流為逆向，道路的最外側為人行道，具有護欄以隔離車流保障行人安全。

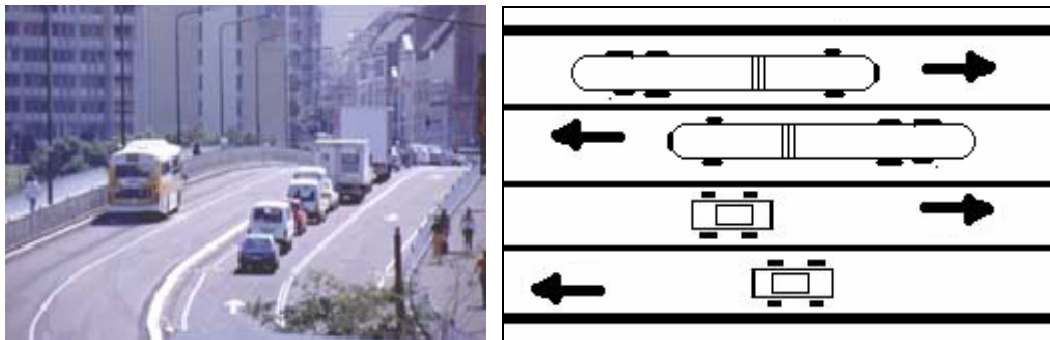


圖 4.2.8 布里斯本道路佈設與側式雙向公車專用道示意圖

### 1.3 順向路側單向公車專用道

此種佈設以英國倫敦為例，如圖 4.2.9 所示，公車專用道位於最外側單車道，與一般車流順向行駛，內側為單一車道，側式站台。

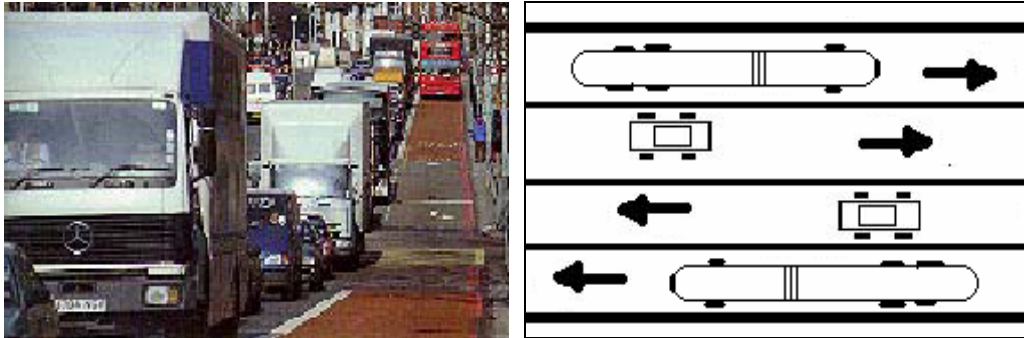


圖 4.2.9 倫敦道路佈設與順向路側單向公車專用道示意圖

### 1.4 公車專用道路

此種佈設僅允許公車捷運系統進入該道路區，道路佈設為公車專用道與人行道，行人穿越道路則有兩種不同設置方式，一是從站體連接人行天橋，二為至鄰近平面行人穿越道橫越道路，圖 4.2.10 為庫里提巴道路佈設與站體與人行天橋整合。



圖 4.2.10 庫里提巴道路佈設與站體與人行天橋整合

### 1.5 大眾運輸專用道

圖 4.2.11 為海德堡大眾運輸站區輕軌運輸系統與公車共用路權，建設與營運期間可節省大量資源，亦方便乘客轉乘，唯尖峰時刻兩種運具共用



站區可能會產生無謂排隊停等的延滯時間。



圖 4.2.11 海德堡大眾運輸專用道

## 2. 景觀

公車與輕軌運輸系統在外觀上最大的不同，在於架空線與軌道的有無，架空線的設置對於景觀的影響主要是負面的，供電線固定處如設置於鄰近建物端，對於沿線整體景觀規劃也具有相當的破壞，架空線的設置常成為輕軌運輸系統最為人所詬病之處；軌道對景觀的影響則較輕微，所以公車捷運相對於輕軌運輸系統的優勢即在此點，因為在一般車道上劃設出公車專用車道，對於原先的道路景物改變甚小，再者，提升舊有公車系統，改為新式連結車輛與車站設計，對於該都市的景觀印象絕對大幅提升，巴西的庫里提巴即為一例。

## 3. 鋪面

公車捷運道路基本上與一般道路鋪面無異，也是採行柔性鋪面為主，相較於輕軌軌道面具有轉轍器等軌道附屬設施而言，公車捷運系統的鋪面型式就簡單許多，以名古屋為例，如圖 4.2.12 所示，將公車專用道漆上醒目顏色作為車道標示；噪音與振動之故。石磚鋪面並不適用於此，對車上乘客舒適度將會大打折扣；再者，為顧及公車的橫向位移，綠帶的設置也僅能集中於兩側車輪間的小塊區域，整體而言，公車捷運系統的鋪面設製為簡單但型式較少。





圖 4.2.12 名古屋彩色鋪面與紐西蘭彩色鋪面

### 4.3 行人安全設施

依照第二章「行人衝突」的分類架構，區分為與輕軌／公車捷運平行之行人流動與垂直接流動兩類，再從內部原因推就出主要改善方向：穿越性流動的引導與平行流動的隔離。

穿越性行人流動的引導主要可從衝突與否區分成立體穿越設計與平面穿越設計，立體穿越設計較常見於公車捷運系統，以提升大眾運輸之競爭力，輕軌運輸則較多使用平面穿越道來節省民眾穿越時間並整合道路系統以達設施簡化效果。

平行行人流動的隔離是以不同強度的隔離方式來提醒行人路權所在，分為完全隔離與共用路權兩大類，完全隔離採用具有強制性禁止跨越的硬體設備如護欄，或是使用較有彈性的道路設施如人行道與軌道面間高差；共用路權以行人徒步區為範圍，試圖營造大眾運輸的人本斷面，故隔離設施僅作為警示用，提醒行人輕軌車輛或公車捷運可能出現，應提高注意；圖 4.3.1 為行人安全設施分類架構圖。

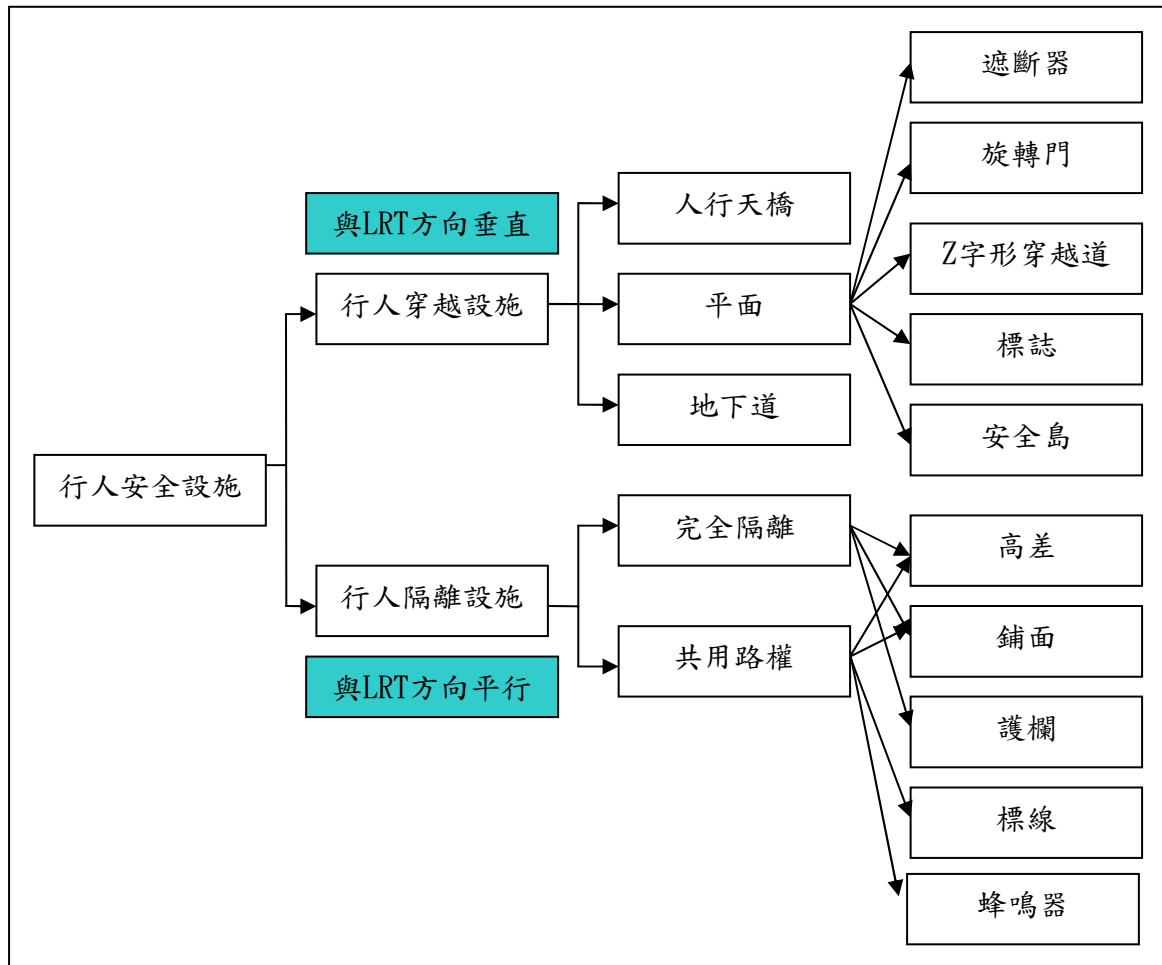


圖 4.3.1 行人安全設施分類架構

## 一、行人穿越設施

### 1. 人行天橋

公車捷運系統常採行之立體行人穿越道型式，與站台結合，一來可使公車不受行人流量影響，提高行車速率，二來保障行人安全，也節省等候號誌時間，唯立體穿越道上下樓梯耗時費力，乃一大缺點，可以電動手扶梯和電梯幫助肢體不便民眾，此外哥倫比亞波哥大的公車捷運人行陸橋是採用斜坡設計，可讓輪椅與腳踏車上該人行天橋，大幅增強其功能性與兼顧社會福利，圖 4.3.2 為布里斯本 BRT 立體行人穿越道與波哥大 BRT 行人穿越道斜坡。



圖 4.3.2 布里斯本 BRT 立體行人穿越道波哥大 BRT 行人穿越道斜坡

## 2.地下穿越道

地下道功能大致上與人行天橋相同，為保障行人安全與提高大眾運輸營運效率，整體系統型式較人行天橋為簡潔，但地下道型式會產生較多的社會問題與防災考量，建設工期與經費也較多，圖 4.3.3 為卡斯魯 LRT 人行地下穿越道設施。



圖 4.3.3 卡斯魯 LRT 人行地下穿越道

## 3.平面行人穿越道

平面行人穿越道與一般道路的枕木型或斑馬紋穿越道型式相同，衝突發生在橫越道路的行人與轉向車輛間；特別是輕軌運輸與公車捷運轉彎處之路口穿越道，因營運初期行人尚未習慣該運輸系統的存在，容易有疏忽車輛與號誌的狀況產生，此外根據臺北市公車專用道營運時的問題來看，乘客為趕上停靠站台的車輛，常違規跨越外側的一般車道，與一般車流易

產生危險，規劃行人設施時須特別注意，也因此要有以下的配套設施來引導行人穿越的流動，圖 4.3.4 為臺北市公車專用道平面穿越道。



圖 4.3.4 臺北市公車專用道平面穿越道

#### 4. 自動遮斷器

行人穿越道自動遮斷器如同鐵路平交道之遮斷器，唯長度較其為短、設置位置較低，此型式遮斷器當輕軌運輸車輛接近行人穿越道時會自動放下，避免行人逕行穿越造成交通事故，適用地區為肇事、違規機率較高或是視距較差的行人穿越道，如非直交之十字型路口處，圖 4.3.5 為行人自動遮斷器。



圖 4.3.5 行人自動遮斷器

#### 5. 旋轉柵門

旋轉柵門主要用來防範任意穿越輕軌軌道或公車捷運專用道之行人或乘客，使其通過時需停留片刻，並手動打開旋轉門，在動作同時可閱讀警示標牌，達到警惕違規穿越大眾運輸路線的效果，圖 4.3.6 為旋轉柵門。





圖 4.3.6 旋轉柵門

## 6.Z 字形穿越道

此種設施主要防範行人在通過輕軌或公車專用道未注意左右來車的疏忽，因為其在動線上的引導，讓行人在曲折的行進間強迫注意垂直雙方向是否可以通行，適合佈設於兩端皆有人行區域處，如此方能在發現有來車時有足夠的避護空間，且該穿越道段須具備良好視距，才能達到警示效果，圖 4.3.7 為 Z 字型穿越道。

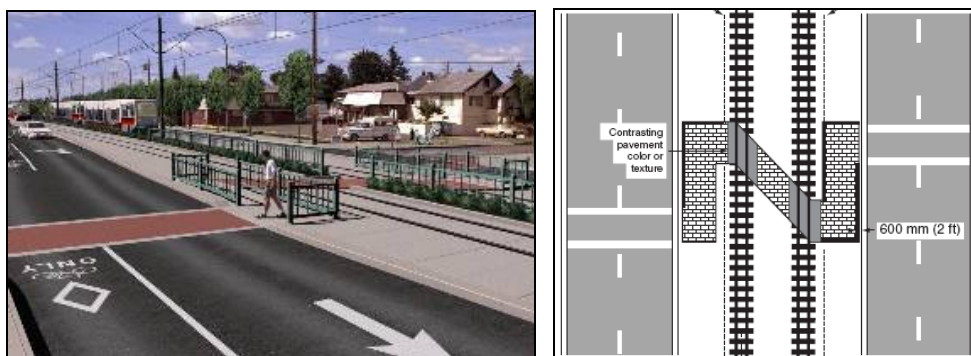


圖 4.3.7 Z 字型穿越道

## 7.行人號誌

在布拉格，如圖 4.3.8，多條輕軌路線交會上的行人穿越道設有一輕軌車輛行進方向號誌，告知行人本列車在該路口所行進的方向，號誌設計簡單，僅三箭頭表達方向，設置高度位於行人之胸口位置。

佛萊堡，如圖 4.3.8，行人穿越路口設有行人觸控號誌，給予垂直向行人綠燈時相，並同時給予一般車流與輕軌車輛停止的燈號指示。



圖 4.3.8 布拉格輕軌方向號誌與佛萊堡行人穿越觸控號誌

德瑞斯登的輕軌行人穿越道無特殊號誌控制時相，如圖 4.3.9，僅一具具有 2 個紅色輕軌圖案之閃光警示燈號，下方設有標誌牌，提醒行人該處為輕軌路線需特別注意。

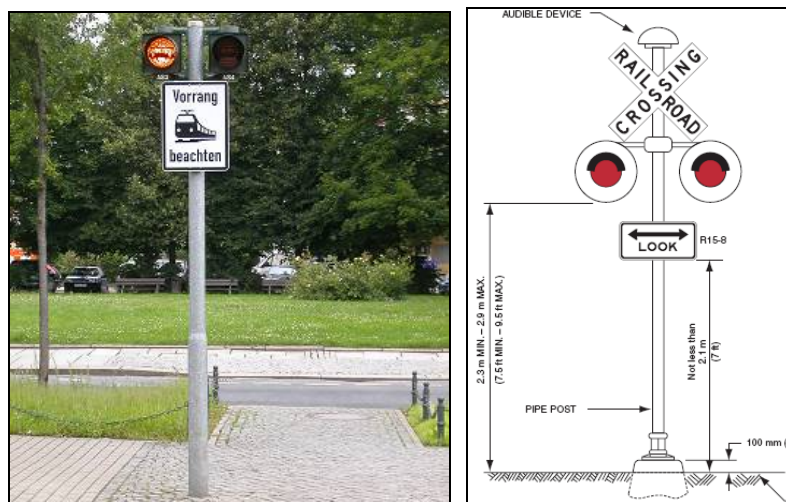


圖 4.3.9 行人穿越警示號誌

## 8. 行人標誌

旨在提醒行人在跨越道路時須注意輕軌，以維也納環城大道為例，如圖 4.3.10，在人行道與輕軌軌道邊緣設有注意標誌，下方掛設有輕軌圖示與行進方向，設置高度約在 2 公尺左右。

由於行人穿越輕軌軌道面時可能因疏忽而未注意來向之輕軌，或是僅注意單方向，所以需有特別標示提醒行人特別注意來車。



圖 4.3.10 注意輕軌標誌（維也納）與輕軌行人標誌

## 9. 行人標線

為強制性較弱的指示設施，標出行人路權範圍並搭配簡潔的標語，但較易為行人所忽略，必須選擇顏色對比性強烈的標線，讓行人與乘客在移動時潛意識遵行規劃之動線，並養成行走於規劃區域之習慣。

在行人穿越道前，特別於軌道地面繪設有注意行人標線，提醒駕駛人前有行人穿越，人行道也特別以紅色外框包覆，將白色漆紋從淺色柏油中突顯出來，圖 4.3.11 為輕軌的標線與標語，圖 4.3.12 為維也納注意行人標線與行人穿越道標線。



圖 4.3.11 輕軌標線與標語





圖 4.3.12 維也納注意行人標線與行人穿越道標線

## 二、行人隔離設施

### 1. 高差

軌道面與其他流動的高差主要分為兩種：

人行道或月台較軌道面為高：大部分具有高差的輕軌系統都採用此項設計，具有消除月台與車內高度的效果與明顯標示出人行區域與輕軌區域之所在。

軌道面較一般車道面為高：維也納在環城系統中的特殊段為其代表，軌道面鋪設至與人行區域等高，將輕軌行進路線與一般車流車道中分隔出來。圖 4.3.13 為史特拉斯堡月台高差與維也納軌道高差。



圖 4.3.13 史特拉斯堡月台高差與維也納軌道高差

圖 4.3.14 為杜塞道夫行人徒步區與布拉格行人徒步區，輕軌行人徒步



區高差主要分為有與無，優缺點互補，具有高差者可明顯標示出人行道與輕軌路線邊界，且讓乘客上下車更為舒適，但在跨越軌道時較為不便，特別是行動不便的民眾，必須由某些特定區域跨越，腳踏車也無法自由移動，如遇高差過高，緊急車輛亦無避讓輕軌的空間。



圖 4.3.14 杜塞道夫行人徒步區與布拉格行人徒步區

## 2. 護欄

人行道與輕軌路線間多設有護欄，除保護行人安全外，亦有提醒軌道段與行人穿越道位置之作用，雖然所調查城市所採用之護欄型式不盡相同，但作用皆大同小異，就幾個較具有特色的系統作介紹：

1. 鋁製床架式護欄：德瑞斯登採用，陽光下可能會產生高熱，位於輕軌車站兩相鄰行人穿越道間，高度 1 公尺。

2. 低矮水泥繫船柱：位於維也納輕軌行人徒步區，鄰近地鐵站出口，與出口邊緣呈一直線排列，與人行道邊緣仍有近 0.5 公尺距離，採用低矮水泥繫船柱，間距以鐵鍊連結，行人容易跨越，高度約 0.3 公尺。

3. 簡單床架式護欄：設於杜塞道夫行人穿越道兩旁，適逢輕軌路線轉彎，其餘直線段無，金屬製漆上綠色油漆，高約 1 公尺，圖 4.3.15 為德瑞斯登人行道護欄與維也納車站出口護欄。

4. 具警示之床架式護欄：布拉格鄰近輕軌與地鐵站，設置於一般車道

與輕軌站間，金屬製雙橫桿，漆紅白相間紋，具有提醒一般車輛駕駛人的效果，高約 0.7 公尺，圖 4.3.16 為杜賽道夫轉彎處護欄與布拉格一般車道護欄。



圖 4.3.15 德瑞斯登人行道護欄與維也納車站出口護欄



圖 4.3.16 杜賽道夫轉彎處護欄與布拉格一般車道護欄

將行人實體隔離設施分類後，如圖 4.3.17 所示。

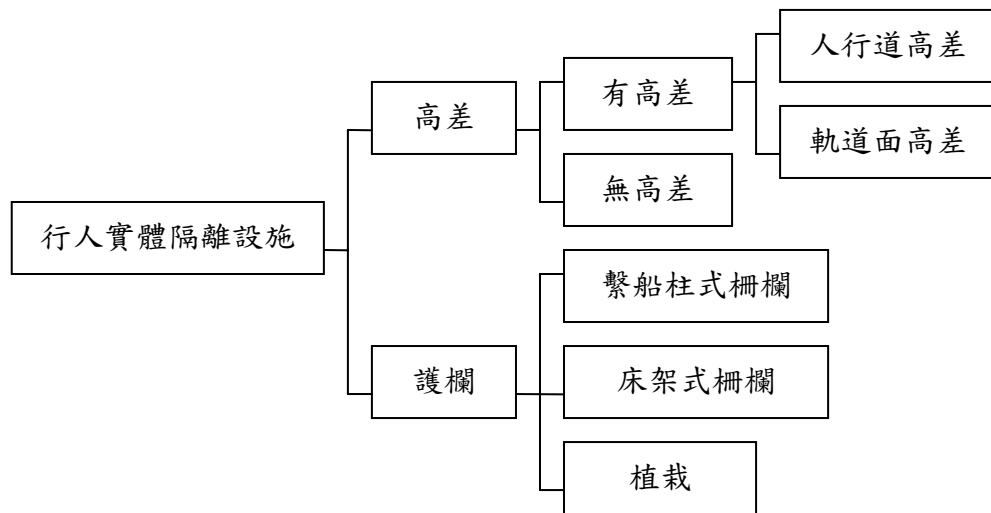


圖 4.3.17 行人實體隔離設施分類架構

並依設置位置、隔離強度、建設成本加以比較，如表 4.3.1 所示。

表 4.3.1 行人隔離設施比較表

	人行道高差	軌道面高差	繫船柱式柵欄	床架式柵欄	植栽
設置位置	車站、路段	路段轉彎處	路段	路段	路段
隔離強度	中	中	低	高	低
建設成本	中	高	低	低	低

### 3. 蜂鳴器

蜂鳴器主要設置於車站周圍，如圖 4.3.18 為維也納輕軌蜂鳴器，在輕軌接近時發出聲響製造警告行人效果，並搭配列車上的鳴笛設施，相較其他道路指示、警示設備，此為動態示警告系統，可以即時提供背對輕軌來向與侵佔軌道的行人/乘客輕軌列車即將出現的訊息，提高行人警覺性。



圖 4.3.18 輕軌蜂鳴器（維也納）



## 第五章 技術建議

### 5.1 道路設施系統之整體規劃

本研究所探討之道路工程整體規劃包含兩大階段：

一、路權階段：從大方向的都市計畫開始，經過系統選線程序而得到未來所需通過的運輸廊帶，因原有道路條件已固定如道路寬度，所以需運用本計畫之設計流程得到最佳的配置情況，此一階段為大範圍的考量，本研究以交通上的影響為主要探討對象。

二、道路設施改善階段：因配置新型大眾運具於原有道路系統上必定會產生許多衝突現象，本計畫即以微觀的角度去處理每一個地點上的衝突問題，試圖從國外營運經驗、參考文獻、實地調查等三方面去運用道路設施改善可能的衝突現象，並研擬出不同情況下之適用條件，如圖示 5.1.1。

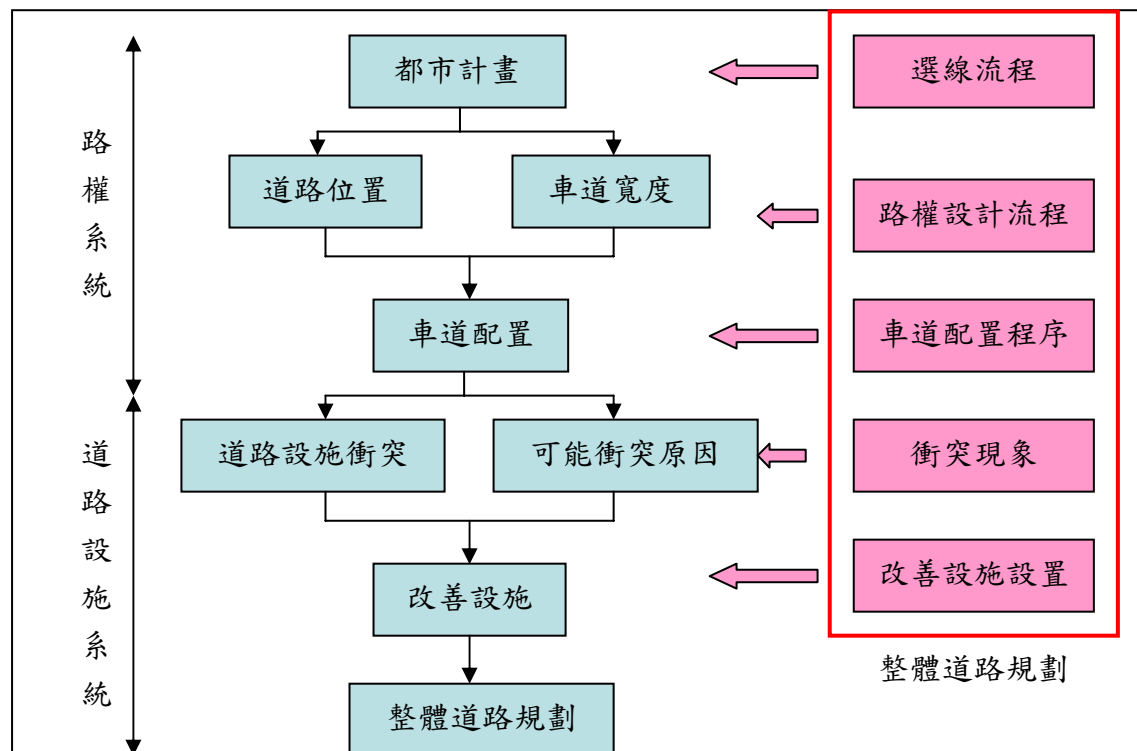


圖 5.1.1 研究架構圖

道路設施系統整體規劃程序包含以下幾點：

### 一、選線流程

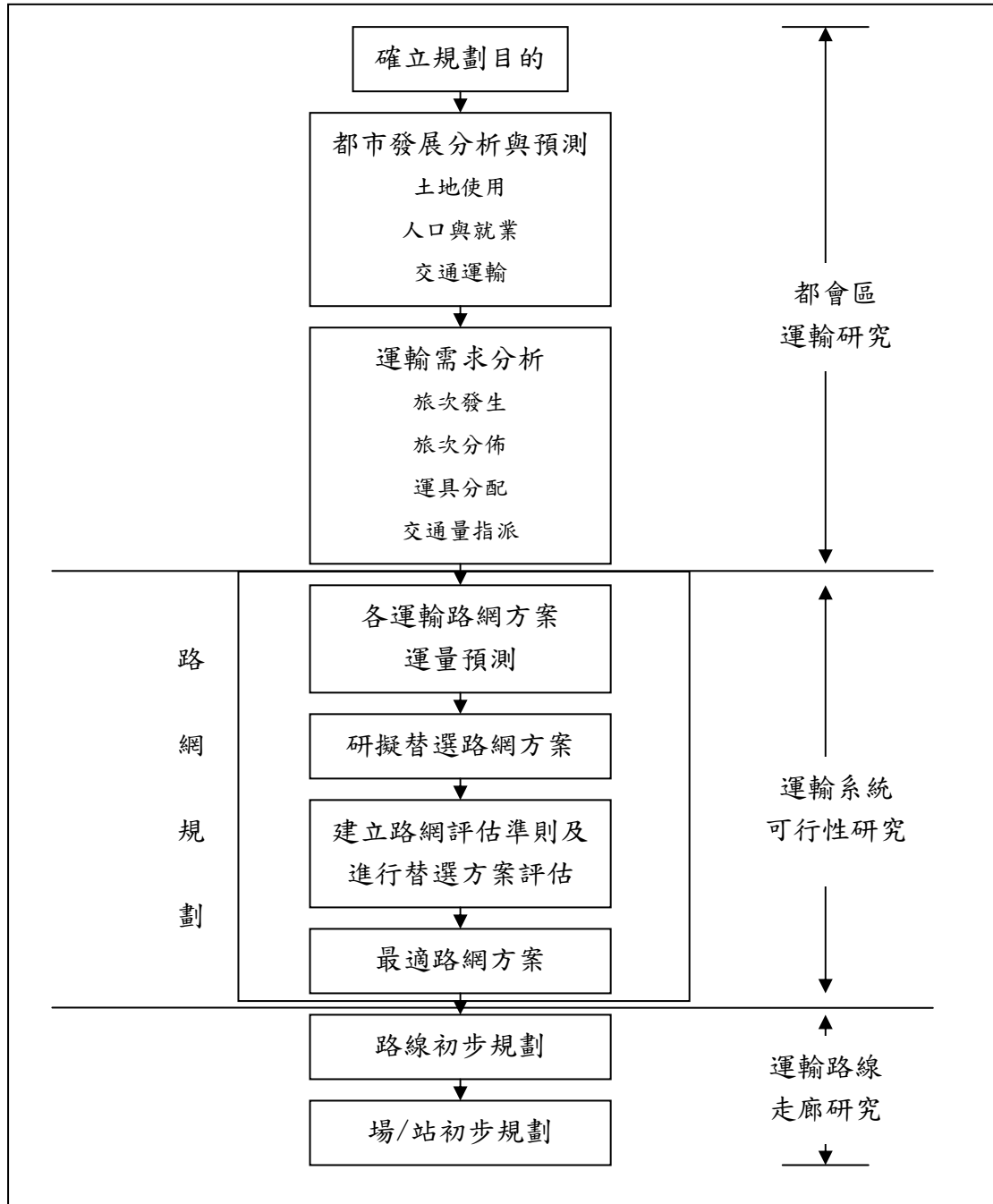


圖 5.1.2 路線規劃程序

#### 1. 都會區綜合運輸研究

以都會區整體考量為方向，就可能的運輸趨勢做出規劃，為大型運輸

計畫例如「輕軌運輸與公車捷運的可行性研究」的上位計畫。

## 2. 可行性研究

就引進大眾運輸後各方面的研擬其可行與否的建設先期研究，包含運輸需求、工程、財務、環境影響等方面，在研究中已包含初期的規劃，已有初步的路線、車站與機廠位置。

## 3. 走廊研究

在規劃路網選定的運輸走廊內找出數條替選路線，從各方面選擇最合適之路線，考量對象可能有環境影響、財務、經濟、運輸需求、工程技術可行性等，含有較明確的路線設計結果，為所謂之「概念設計」，可得出路線平面、縱斷面、車站位置、機廠配置等。

二、路權設計流程，如圖 5.1.3 所示。

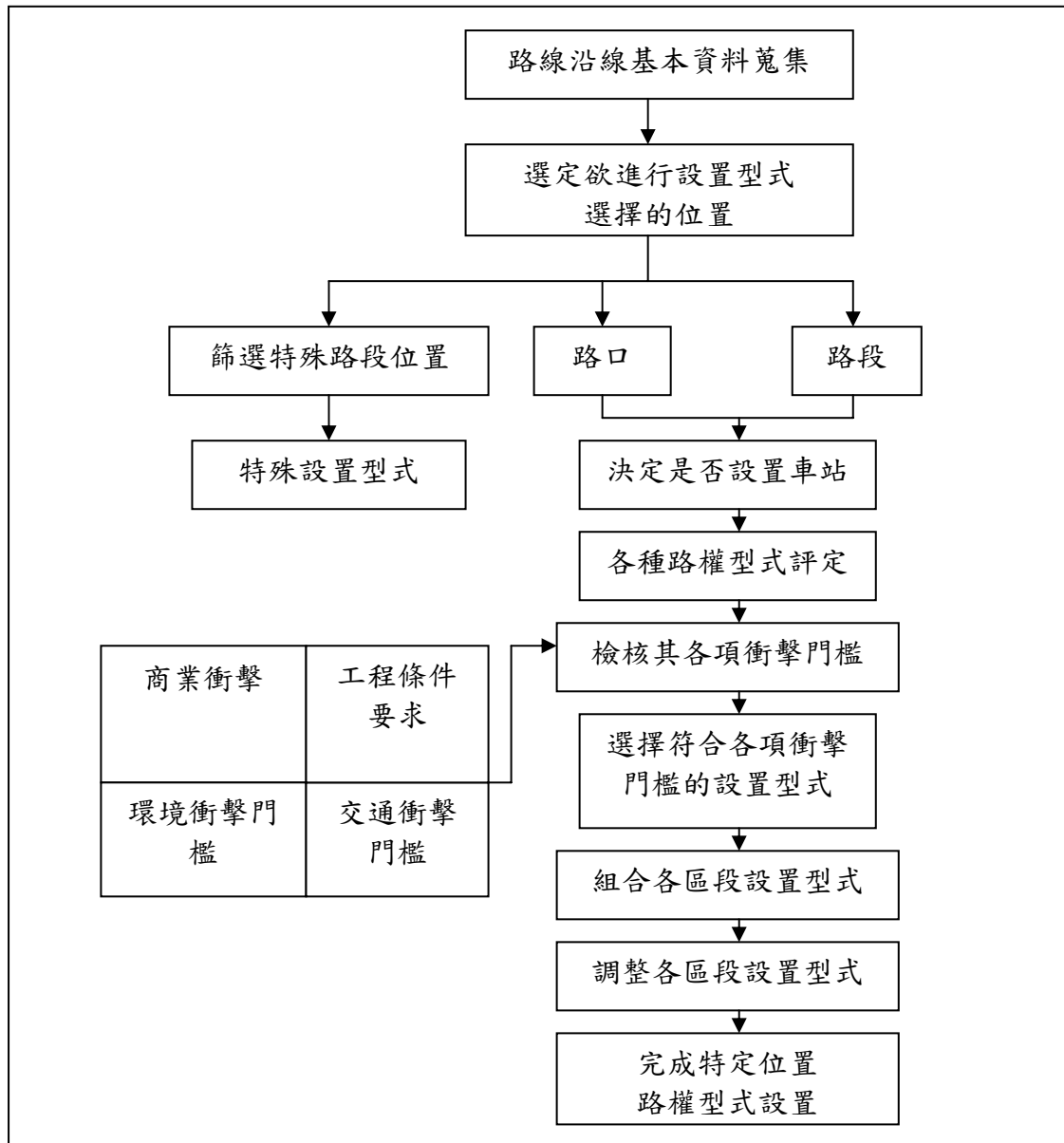


圖 5.1.3 路權型式設置選擇程序

從基本資料的蒐集開始，依地點區分出設置的方向，共分為路段、路口與特殊區域如古蹟保存區等...，就車站的設置與否加以評定，決定採用何種路權型式，在檢核衝擊門檻時以四項指標著手，分別為商業衝擊、工程條件要求、環境衝擊門檻、交通衝擊門檻，而後組合各區段的型式並加以調整得路權型式之設置。

### 三、車道配置



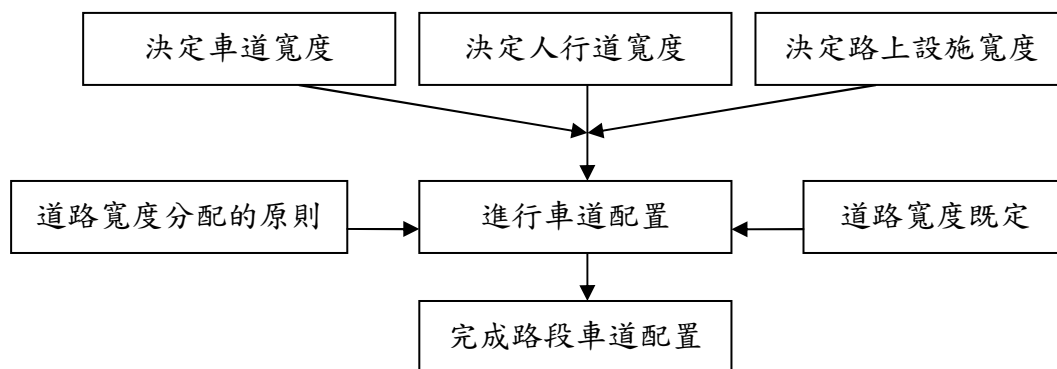


圖 5.1.4 車道配置流程

圖 5.1.4 為車道配置流程，車道配置需先決定各式運具的使用範圍，行人、車輛、大眾運具、道路設施，在前述寬度條件已知下，進行組成程序，可分為路段區域（無車站）與車站區域的配置，詳見 3.5 節。

#### 四、衝突現象與位置

##### 1.道路設計

依據前述所談到引進輕軌所會對道路產生的設計衝擊要項有 6 點，分別為淨高、淨寬、轉彎半徑、縱坡度、速限與街廓長度，整理如下：

表 5.1.1 引進輕軌與公車捷運後對道路設計的衝擊

衝突設計	衝突現象	衝突設施與策略
淨高	現有道路系統淨高不足	招牌、行道樹、各種天線、人行天橋、高架段等...
淨寬	需重新調整道路寬度	隔離設施、街道家具、電線桿、商家雜物等...
轉彎半徑	路口轉彎半徑不符合連結型式車輛通過	街道外緣、人行道、隔離設施、標誌標線等...
縱坡度	輕軌/公車捷運車輛受限於爬坡能力	橋樑、立體交叉段等...
速限	道路私人運具車速與輕軌/公車捷運相差大	降低一般車輛於輕軌/公車捷運共用路權處之速限
街廓長度	街廓長度受輕軌/公車捷運延長	號誌、交通管理與管制、一般車輛動線等...

## 2. 行人衝突

行人衝突型式主要分為與輕軌運輸平行向的行人流動、與之垂直向的行人流動、道路設施系統設置上的問題，地點可分為路段、路口與車站，衝突行為可能因違規行為、疏忽警示系統、因設施感到混淆等...改善方向以不同強度的隔離或警示系統減少衝突機率，詳見 2.3 節。

## 3. 車輛衝突

車輛衝突除上述跟行人類似的型式之外，又受到空間範圍與控制系統的限制，與輕軌運輸/公車捷運在路口具有較多的衝突，改善方向以動線的規劃與管制策略的研擬為主，詳見 2.4 節。

## 五、改善方向與設置方式

就前述衝突現象找出衝突原因，再針對其原因擬定實體改善設施，內容主要在於較細部的設施設置位置與配套策略，依地點分為路段、路口、車站，對照「交通工程與道路工程設施一覽表」之設施代碼，標示出設施所需設置之位置以便實務後續利用，表 5.1.2 為引進後之主要衝突現象與實體改善設施。

表 5.1.2 引進後之主要衝突現象與實體改善設施

使用者	衝突現象	改善設施與策略	設施項目
一般駕駛人	輕軌專用號誌與一般號誌產生混淆	1. 改變專用號誌設置位置 2. 強化一般號誌	號誌
行人	對於輕軌運輸或公車捷運系統的轉向感到困惑	1. 設置行人專用輕軌運輸轉向號誌	號誌
	對於大眾運輸路權的疏忽而誤闖	1. 設置高差 2. 設置隔離設施 3. 鋪面型式變更 4. 設置警示系統 5. 劃設標線 6. 設置標誌	行人隔離設施 鋪面 行人警示系統 標誌、標線

	違規闖越大眾運輸行進路線	1. 建立體穿越設施 2. 設置 Z 字形穿越 3. 設置旋轉柵門 4. 設置自動遮斷器 5. 設置警示系統 6. 加強執法	行人穿越設施 標誌、標線 教育與執法
輕軌駕駛人	行人突然出現造成意外	1. 劃設行人穿越區 2. 設置警告標誌	標誌、標線
行人 一般駕駛人 輕軌駕駛人	視距受到限制	1. 改善道路設計 2. 移除視距障礙物 3. 設置警示系統	道路設計 標誌、標線

一、輕軌運輸/公車捷運行經路段，下圖 5.1.6 為路段改善設施設置地點及表 5.1.2 為路段改善設施配置。

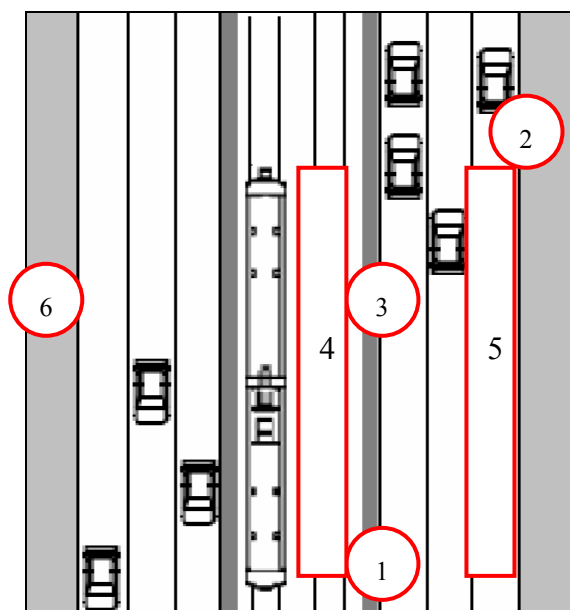


圖 5.1.6 路段改善設施設置地點

表 5.1.2 路段改善設施配置

編號	區域	設施代碼	編號	區域	設施代碼
標誌			標線		
1	開口段	A05、A06、A10	4	軌道面	B05、B06
2	人行道 外緣	A13、A14	3	無隔離設施	B07
3	隔離設施 上方	A11、A12	5	外側車道 地面	B10

人行道			行人隔離設施		
6	人行區域	E01	2	人行道外緣	F01、F02、F03
2	人行道外緣	E02、E03、E04、E05			

## 二、輕軌運輸/公車捷運行經路口

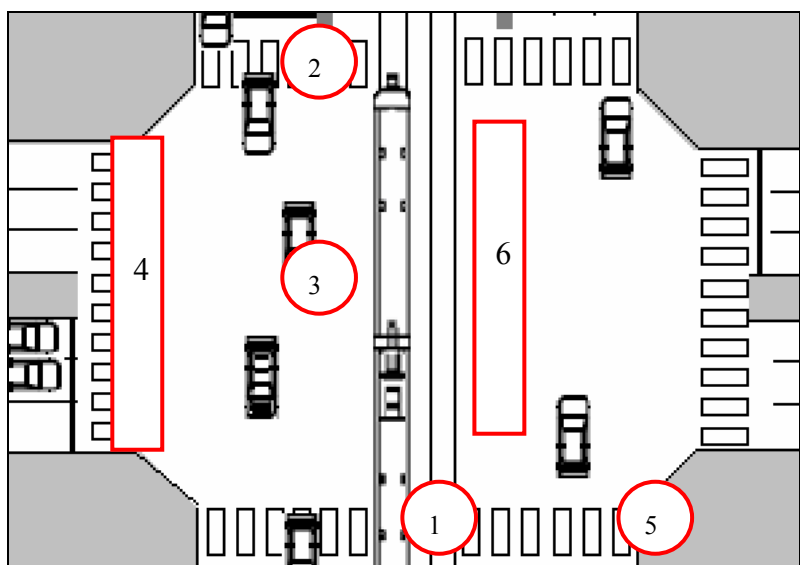


圖 5.1.7 路口改善設施設置地點

表 5.1.3 路口改善設施配置

編號	區域	設施代碼	編號	區域	設施代碼
標誌			標線		
1	人行道/軌道交會處	A01、A03	1	人行道/軌道交會處	B02
2	停止線前	A16、A17	3	路口轉向處	B07、B11
			4	行人穿越區域	B14、B15
號誌			行人穿越設施		
1	人行道/軌道交會處	C01	1	人行道/軌道交會處	D01、D02、D03
5	人行道外緣	C02	4	行人穿越區域	D04
遮斷器					
6	路口軌道段邊緣	G01、G02			

三、輕軌運輸/公車捷運行經車站，圖 5.1.8 為車站改善設施設置地點及表 5.1.4 為車站改善設施配置。

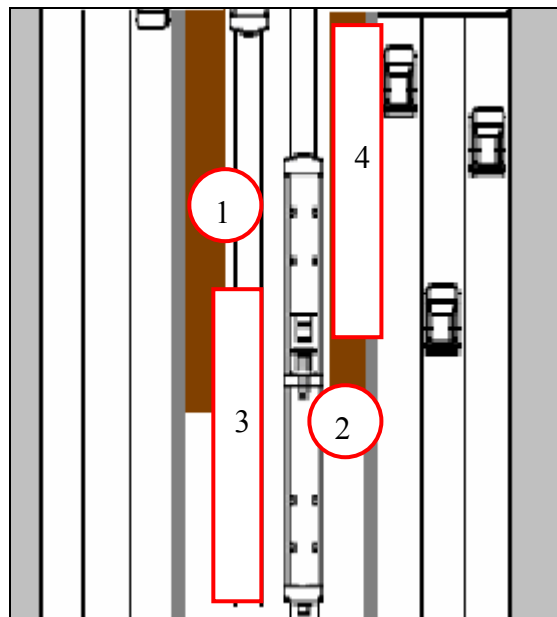


圖 5.1.8 車站改善設施設置地點

表 5.1.4 車站改善設施配置

編號	區域	設施代碼	編號	區域	設施代碼
標誌			標線		
1	月台邊緣	A03	1	月台邊緣	B12、B13
2	車站端點	A19、A20			
號誌			鋪面		
1	月台邊緣	C04	3	軌道面	L03、L04、L05、L06
車站			照明		
4	站區內	N01、N02、N03、N04、N05、N06、N07	4	站區內	H01、H02、H03

## 六、交通工程與道路工程設施一覽表

本表共分為 1.交通工程與管理措施、2.道路工程措施、3.教育執法措施三大部分：

### 1.交通工程與管理措施

策略		編號	項目
標誌	警告	A01	增設「當心行人」標誌
		A02	增設「當心兒童」標誌
		A03	增設「當心輕軌」標誌
		A04	增設「注意號誌」標誌
	禁制	A05	增設「輕軌專用道」標誌
		A06	增設「公車專用道」標誌
		A07	增設「機慢車兩段左轉」標誌
		A08	增設「停車再開」標誌
		A09	增設「讓」標誌
		A10	增設「禁止一般車輛進入」標誌
		A11	增設「禁止行人穿越輕軌軌道」標誌
		A12	增設「禁止行人穿越公車專用道」標誌
		A13	增設「禁止停車」標誌
		A14	增設「禁止臨時停車」標誌
		A15	增設「禁止超車」標誌
		A16	增設「禁止方向」標誌
		A17	增設「禁止迴轉」標誌
		A18	增設「車輛高度限制」限制標誌
	指示	A19	增設「輕軌車站」標誌
		A20	增設「公車捷運車站」標誌
	輔助	A21	增設「車道預告」標誌
		A22	增設其他告示牌
	設置	A23	使用色彩對比明顯與材料
		A24	調整標誌設置位置
		A25	調整標誌高度
		A26	移除不適當標誌
標線	警告	B01	劃設「近障礙物線」
		B02	劃設「當心行人標線」
		B03	增設「反光導標及危險標記」
		B04	劃設「慢」標字
	禁制	B05	劃設「輕軌專用」標線及標字
		B06	劃設「公車專用」標線及標字
		B07	劃設「動態包絡線」
		B08	劃設「禁止超車」標線及標字
		B09	劃設「禁止停車」標線及標字
		B10	劃設「禁止臨時停車」標線及標字



	指 示	B11	劃設「轉向槽化線」
		B12	劃設「進站標線」
		B13	劃設「月台等候線」
		B14	劃設「斑馬紋行人穿越道線」
		B15	劃設「枕木紋行人穿越道線」
	設 置	B16	消除不適當標線
號 誌		C01	增設「輕軌專用號誌」
		C02	增設「行人專用號誌」
		C03	增設「輕軌行駛方向號誌」
		C04	增設「輕軌進站警示號誌」
		C05	調整號誌設置位置
		C06	調整號誌高度
		C07	一般車輛號誌標示加強
		C08	移除不適當號誌
		C09	增加全紅清除時間
行人 穿越 設施		D01	增設「行人自動開門」
		D02	增設「可動式開門」
		D03	增設「Z字型穿越道」
		D04	增設「立體行人穿越設施」
人 行 道		E01	設置人行道
		E02	隔離人行道與車道
		E03	調整緣石高度
		E04	調整緣石坡度
		E05	緣石上劃設標線
行人隔 離設施		F01	床架式柵欄
		F02	繫船柱式柵欄
		F03	植栽
遮 斷 器		G01	採用半遮斷式遮斷器
		G02	採用全遮斷式遮斷器
		G02	調整遮斷器位置(平行軌道)
照 明		H01	改善原有照明設備
		H02	加設照明設備
		H03	縮短照明設備間距
		H04	規定全日開大燈
交		I01	採用輕軌優先號誌
		I02	降低速限

通 管 理	I03	禁止一般車輛左轉
	I04	禁止一般車輛右轉
	I05	禁止迴轉
	I06	禁止路邊停車
	I07	執行機慢車輛兩段式左轉
	I08	清除視距上之障礙物
	I09	清除路霸
	I10	遷移或改善固定物設置
	I11	修剪植栽
	I12	增設限高門架

## 2.道路工程措施

策略	編號	項目
線 形	J01	增加轉彎半徑
	J02	增加平曲線長度
	J03	增加緩合曲線長度
	J04	減緩縱坡度
	J05	增加豎曲線長度
橫 斷 面	K01	拓寬道路
	K02	車道重新配置
	K03	增加車道寬度
	K04	縮減車道寬度
	K05	增設機車專用道
	K06	增設左轉車道
	K07	增設右轉車道
	K08	採用中央佈設型式
	K09	採用路側快慢分隔佈設型式
	K10	採用路緣佈設型式
	K11	採用單軌佈設
	K12	採用雙軌佈設
鋪 面	L01	使用不同鋪面顏色
	L02	使用不同高度鋪面
	L03	使用地磚鋪面
	L04	使用柏油鋪面
	L05	使用混凝土鋪面
	L06	使用綠帶
路	M01	採用與一般車輛共用型路權

權	M02	採用半專用型路權
	M03	採用輕軌行人徒步區
	M04	採用公車捷運行人徒步區
	M05	採用輕軌系統\公車捷運共用型路權
	M06	採用大眾運輸行人徒步區
車站	N01	調整月台高度至合適於列車底盤高度
	N02	調整月台寬度至符合最大旅客數
	N03	調整月台長度
	N05	增設進出列車車門輔助設施與警告標語
	N06	增設無障礙斜坡
	N07	增設動態資訊看板

### 3.教育執法措施

策略	編號	項目
執法	O01	增設照相執法設備
	O02	設置輕軌系統/公車捷運警察機關
	O03	加強取締違反號誌管制
	O04	加強取締超速
	O05	加強取締違規停車
	O06	加強取締路霸
	O07	加強取締酒醉駕車
教育	P01	沿線發放安全宣傳手冊
	P02	輕軌駕駛職前教育
	P03	採用媒體提供輕軌系統/公車捷運知識
	P04	增設輕軌系統/公車捷運資訊看板(車站月台)
	P05	國中小學校實施相關安全教育

## 5.2 路權與道路設施處理原則

就前述的輕軌運輸、公車捷運系統與其他流動所產生的路權與道路設施衝突現象與改善措施，在兼顧安全與效率的前提下，本研究整理以下幾點處理原則，便於後續規劃的參考與應用。

### 一、路權分類與道路配置原則

#### 1.以使用權與優先權分類路權型式

由使用權與優先權觀點作為新式路權之分類架構，去除過去以專用與否或隔離強度已不符合輕軌多樣化型式的弊病，並加以考量國內常見的運具型式，以提升其適用範圍。

## 2.大眾運輸優先

就固定的道路條件，以大眾運輸路權範圍為規劃優先考量，其次為行人之行走空間，最後才考慮機動車輛的車道配置，當道路寬度分配不足時則以汽車之快車道縮減為先，而後為混合車道、人行道。

## 二、道路設施衝突處理原則

### 1.儘可能不改變道路使用者之習慣

因國內目前並無實際營運之輕軌運輸系統，民眾對於大眾運輸行駛於平面型式亦相當陌生，所以制訂一套於輕軌運輸系統所需特別遵行的道路交通安全規則並不適當，且輕軌運輸範圍僅為某特定區域，兩套道路交通使用習慣將導致用路者的混淆。

### 2.強化原有道路控制系統使其醒目

相較於現有道路車輛行進路線與數量，輕軌系統具有行駛路線簡單、車輛班次固定、駕駛受過專業訓練等特性，此外輕軌運輸號誌與控制系統僅針對單一對象，故其設施僅需設置於輕軌車輛駕駛所能接收之處即可，不應讓大量的機動車輛駕駛感到混淆，必要時可加強原有道路控制系統之醒目程度，輕軌車輛與一般道路流動所受的控制區分開來，並隱藏其輕軌車輛控制與指示系統。

### 3.簡化道路設施配置與流動

輕軌運輸系統本身即為一較簡單之大眾運輸系統，其平面路權型式對

於原有的道路設施會產生不小的衝擊，欲降低衝擊，簡化設施與設計是歐美國家常採行的方式，不僅可以降低成本與工期，也可以讓乘客與道路使用者易於了解其所欲指示的項目，快速熟悉所需遵行的方向，搭配國際上通用的輕軌標示，讓大眾運輸在使用上無國界之分。

#### 4.構建具有回復性的誤闖導正措施

輕軌系統營運之初，平面型式路權極有可能產生許多誤闖輕軌行進路線事件，特別是在交叉路口的轉向車輛，改善措施不僅是加強其必須行駛之路線的顯明性，還需具可以回復所屬路權之設施，這種對於一般車流誤闖的導正作法可以有效維持營運效率與降低意外發生機率。

#### 5.道路設施分級

輕軌運輸系統全線依照不同需求採用不同路權，較少採用全線單一路權等級，所以必須將輕軌運輸系統沿線設施分為數等，在效率與安全管理上使用有差別、有等級的手段，例如營運速度較高地區採用高強度隔離，行人徒步區等輕軌車輛低速區域則使用包絡線區隔路權，此措施可以讓使用者在該區域感受到危險與管制程度上的差別，也可以有效節省運輸資源。

#### 6.以整合替代衝突

輕軌／公車捷運加入原有交通系統後必會產生道路設施與路權上的衝突，改善目標設定為輕軌與道路系統的整合、大眾運輸間的整合，最受人詬病的問題也能有效的獲得改善，如德瑞斯登輕軌系統的架空線與中央式電線桿整合，海德堡公車捷運與輕軌系統的專用道整合等...，將所有交通環境納入管理系統內有效率的處理輕軌與公車捷運等新型運具加入後可能的衝突問題。





## 參考文獻

1. US. Department of Transportation, Manual on Uniform Traffic Control Devices, 2003
2. VDV, Light Rail in Germany, 2000
3. TRB, TCRP Report 17 — Integration of Light Rail Transit into City Street, 1996
4. TRB, TCRP Report 69 — Light Rail Service: Pedestrian and Vehicle, 2001
5. TRB, TCRP Report 90 — Bus Rapid Transit, 2003
6. Characteristics of BRT for Decision-making, Office of Research, Demonstration and Innovation, 2004
9. H.-Peter Muennuchow, Enhancing cities with Light Rail Vehicle Family “Flexity”, 2005
10. Daniel Dunoye, Low Capacity Transportation-LRT Concepts, 2005
11. Siemens, Siemens Transportation Systems Mass Transit, 2005
12. 交通部運輸研究所，臺灣地區引進輕軌運輸系統技術型式選擇之研究，民國 87 年
13. 交通部運輸研究所，臺灣地區引進輕軌運輸系統之可行性研究，民國 87 年 6 月
14. 鼎漢國際工程顧問股份有限公司，公車捷運化設計手冊，民國 93 年 3 月
15. 許添本等人，營建署委託財團法人新環境基金會，市區道路工程規劃及設計規範之研究，民國 90 年 12 月

16. 輕軌研討會論文集
17. 陳昭華，行人交通設施之容量分析，民國 75 年
18. 孫以濬，臺灣引進輕軌運輸系統之五大迷思
19. 張志榮，都市捷運：規劃與設計（上），民國 88 年
20. 交通部，道路交通標誌標線號誌設置規則，民國 92 年 9 月
21. 張學孔，Bus Rapid Transit A Promising Alternative of Public Transportation，民國 93 年
22. 交通部，交通工程手冊，民國 93 年
23. 臺北市政府都市發展局，關渡社子島開發之交通衝擊分析及引進輕軌運輸構想之研究，民國 87 年
24. 高雄市政府捷運工程局，高雄都會區輕軌運輸系統—高雄臨港輕軌建設綜合規劃報告，民國 91 年
25. 中華顧問工程司，臺北市信義區輕軌捷運系統興建及營運專案，  
民國 93 年
26. 中華顧問工程司，社子、士林、北投區域輕軌路網走廊研究規劃，  
民國 93 年
27. 鼎漢國際工程顧問有限公司，新竹市輕軌系統規劃及建設執行計畫，  
民國 90 年
28. TRIMET: <http://www.trimet.org/guide/maxsafety.htm>
29. Newlands & Company, Inc: <http://www.nc3d.com/gallery/Transit>
30. 中科院： [http://www.wice.org.tw/lrv/issue\\_man.htm](http://www.wice.org.tw/lrv/issue_man.htm)