



臺中捷運藍線規劃與工程經驗展望

臺中市政府交通局局长 / 王義川
臺中市政府交通局副局长 / 馮輝昇

關鍵字：大臺中 123、複合式運輸系統 (MR.B&B)、臺中捷運藍線、綠線、可動式岔心、通訊式列車控制技術 (CBTC)

摘要

臺中市人口已超越高雄市成為臺灣地區第二大都市，但相較於雙北、桃園、高雄等都會區而言，捷運建設正處於起步階段，市府先透過臺中市區域計畫的指認，確立「大臺中 123」的都市發展政策，並規劃整體軌道路網，串連山海屯及都心區，均衡城鄉發展，並企圖延伸至鄰近的彰投苗，以帶動中臺灣區域發展共榮的生活圈。

臺中市具有得天獨厚的台鐵山海線，造就山海屯區沿線的發展，但在東西向的連結部分顯得相當不足，特別是在市政府提出雙港副都心及台中港 2.0 各項建設陸續到位後，串連至台中港更顯得迫切。因此市府提出大臺中火車站到臺中港的捷運藍線計畫，除了解決現有交通壅塞問題外，更是帶動產業與經濟發展的重要契機，未來更可串連大臺中山手線，並與興建中的捷運綠線形成十字路網，建構大臺中地區的整體軌道網絡的基本架構。

由於捷運藍線尚屬規劃階段，而捷運綠線相關工程已如火如荼展開，並期待 107 年底進行試運轉，109 年底全線通車。因此市府透過捷運綠線目前進行的工程經驗，提出較具特色的施作模式作為分享與回饋，供諸位先進指正。

一、前言

臺中市於 99 年 12 月 25 日升格為直轄市，面積為 2,214.9 平方公里，為六都中面積第二大城市，人口約 279.5 萬人 (107 年 6 月底)，亦為全國人口第二多之直轄市。由於升格前資源分配多集中於原臺中市區，造成經濟發展及人口多集中於原市區之現象，因此升格後當務之急即為縮短城鄉差距，均衡區域整體城市發展，因此市府提出「大臺中 123」作為的都市發展政策，即 1 條山手線，連結臺中特有的山線與海線鐵路，建立大臺中環城鐵路；2 個國際海空港，規劃本市成為中部經濟自由城；3 個副都心，即市中心向外擴大，

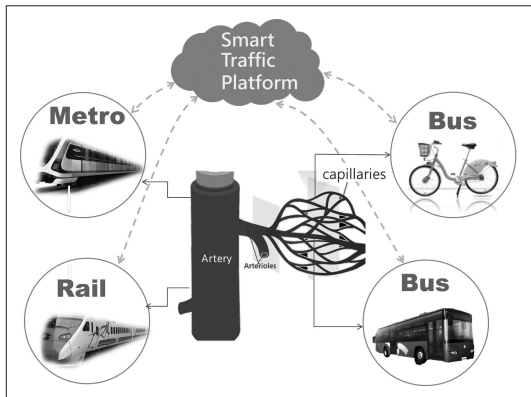


圖 1 複合式運輸系統 (MR.B&B)

做為交通整體政策方針，企圖以「Metro」捷運加上「Rail」鐵道做為骨幹，結合普及的「Bus」公車路網，搭配「Bike」公共自行車，再利用智慧交通技術強化彼此連結，如圖 1。讓複合式的大眾運輸網的建構以人為本，建立起安全方便以及綠色環保兼顧的運輸系統，並讓整個運輸網延伸到市民生活中的街頭巷尾。

二、大臺中區域發展願景

在縣市合併後臺中市以「大臺中 123」作為未來邁向「生活首都」的奠基工程，將打造 1 條山手線、2 大國際港、3 個副都心，透過良好的交通建設，帶動區域發展解決邊緣化問題，從交通、產業、居住等面向多管齊下，如圖 2。「1」為一條山手線，係透過既有之台鐵路網為基礎，輔以上環彩虹甲后線 (后里至大甲)、下環微笑成追線 (成功至追分雙軌化) 及台鐵海線雙軌化等措施，將台鐵路網形成一個大環，並以大眾運輸發展為導向 (TOD)，串聯臺中市發展相對密集之區域；「2」為兩大國際海空港，本府將持續努力推動市港合作及港市合一，並創造海線新興產業區域，結合軌道運輸形塑完整生活圈，打造中臺灣國際門戶；「3」為三個副都心，臺中市未來除原市區與屯區外，將以 3 副都心作為平衡城鄉差距、集約發展之佈局：以臺中都心 (以原市區整合大里、太平、霧峰)、豐原副都心 (后里、豐原、潭子、大雅、神岡)、海線雙港副都心 (清水、沙鹿、梧棲、龍井) 及烏日副都心 (烏日、大肚) 等，藉由一條山手線 (環狀鐵路) 串起，打造便利生活圈。

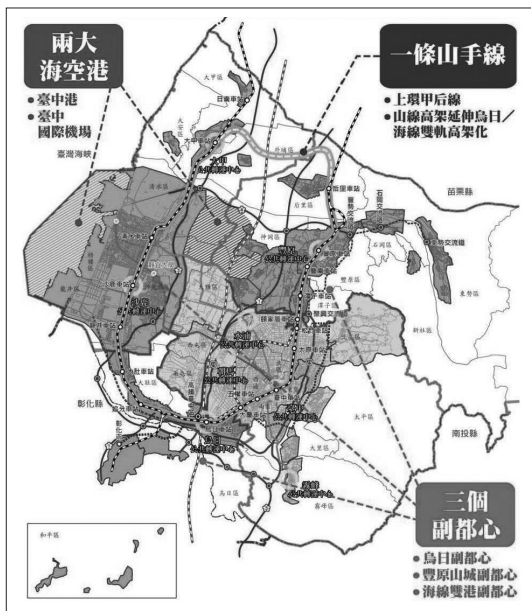


圖 2 「大臺中 123」政策方針示意圖

分別以烏日高鐵副都心、海線雙港副都心及豐原山城副都心做為重點發展區，全面打造山海屯共榮生活圈。

在「大臺中 123」整體空間架構下，市府團隊研提 MR.B&B 的複合式交通運輸系統



三、臺中市軌道運輸路網整體規劃

捷運與鐵道建設是複合式交通運輸系統(MR.B&B)中的骨幹，不僅是未來臺中大眾運輸路網最重要的一環，也是帶動都市及區域均衡發展的重要關鍵。因此，臺中軌道整體規劃同時考量臺中市各區重大建設計畫、社會經濟發展以及人口旅次起訖調查，來進行未來運輸需求預測，發現未來旅運需求將以沙鹿海線地區、大里霧峰地區、烏日彰化地區、台中都心地區及豐原潭子地區等五核心為主體，作緊密串連，相關旅次起訖分布，如圖3。

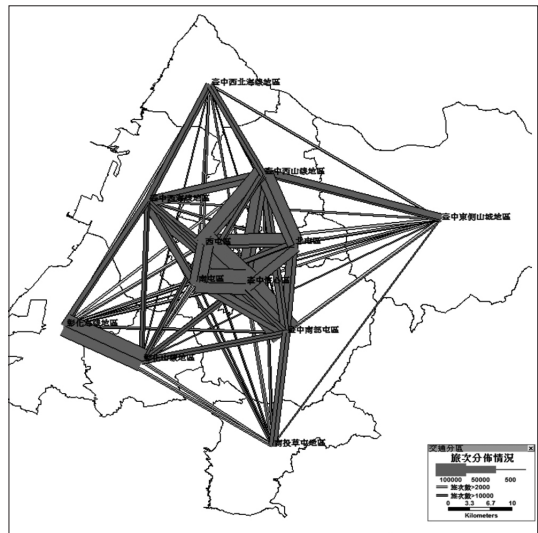


圖3 旅次需求分布圖

為符合未來運輸需求及區域均衡發展，並配合現有規劃中的捷運路廊，分析出山、海、屯區串聯台中都心不同軸線之軌道路廊網，分別為「大台中火車站-東海-沙鹿-台中港」、「大台中火車站-北屯-潭子-豐原」、「大台中火車站-大慶-烏日」、「大台中火車站-水湳-中科-台中國際機場-沙鹿-臺中港」、「大台中火車站-大里-霧峰」、「大台中火車站-太平-大坑」、「大里-太平-霧峰」、「豐原-神岡-大雅-西屯」等八大運輸軸線，如圖4。

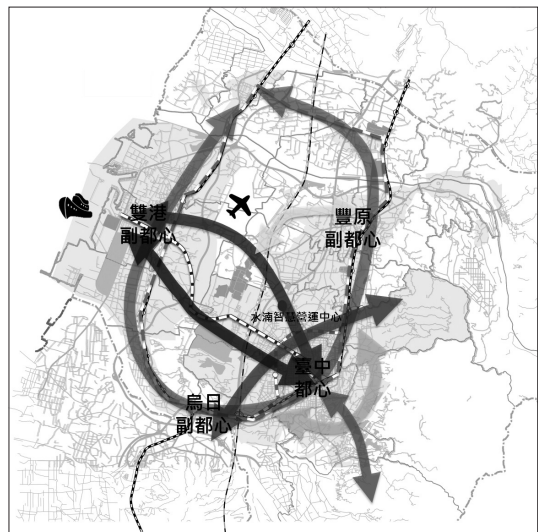


圖4 旅運軸線示意圖

目前旅運軸線上除了臺中都會區鐵路高架捷運化計畫將於107年底完工通車外，大臺中山手線環城鐵路、捷運藍線及捷運綠線延伸彰化等，也已納入行政院前瞻基礎建設計畫；在捷運建設部分，身為中部地區第一條捷運的臺中捷運綠線目前工程進度已達77.12%(107年4月底)，穩定朝109年全線通車目標邁進，捷運藍線也已獲得行政院支持，預計今年啟動綜合規劃作業，而捷運綠

線延伸大坑及彰化段、雙港捷運、屯區捷運也已展開可行性研究規劃，中部地區軌道運輸路網已然成形，值得期待。

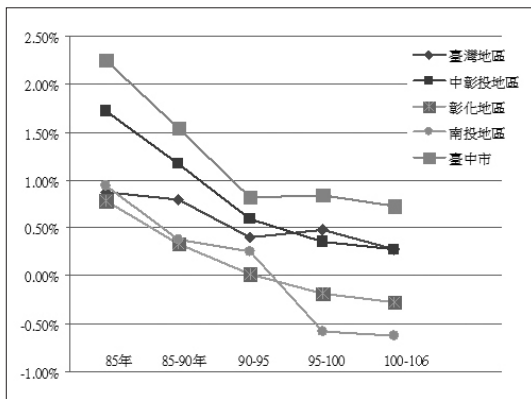


圖 5 臺中都會區人口成長率變化圖

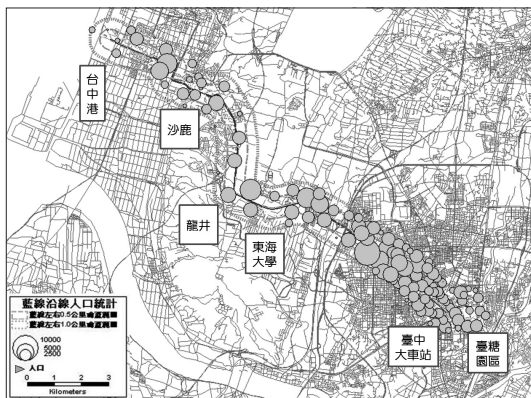


圖 6 捷運藍線沿線 500 公尺服務人口圖

四、臺中捷運藍線沿線人口及大眾運輸現況分析

(一) 人口分析

1. 人口成長現況

臺中都會區為中部區域發展之精華地帶，人口成長快速，臺灣地區從民國 95 ~ 106 年間，人口增加約 78 萬人，平均年成長率為 0.29%；而臺中市即增加 21.02 萬人，平均年成長率為 0.68%，可知臺中市人口成長率較全國成長率為高。而就人口成長狀況而

言，臺灣地區人口成長趨緩，然臺中市人口成長趨勢則相對穩定，如圖 5。

另以本都會區 49 鄉鎮區近年人口成長率，成長率較為快速的城鎮分別為西屯區 (1.42%)、南屯區 (1.30%) 及北屯區 (1.28%)，本都會區內各地區之人口成長因都市化程度不同而有差異，聚落與人口的分布亦不平均。

2. 沿線人口分布

本捷運路線沿線人口分布，如圖 6 所示，以本捷運路線未來路線為軸心，左右各涵蓋 500 公尺時，全線將可服務約 22.6 萬人，尤其以東段 (東海大學~臺糖園區)，此段將可服務達 19.0 萬人；若以沿線範圍左右各 1,000 公尺，全線將可服務 41.3 萬人，亦以東海大學~臺糖園區站間服務人數最多，達 34.9 萬人。

(二) 沿線產業人口分析

中彰投都會區二、三級及業人口預估至民國 130 年成長總量約為 76.6 萬及 90.9 萬人，如表 1 所示，年平均成長率則因人口成長幅度逐漸下降，民國 102-130 年之二、三級及業人口成長率分別為 -0.24% 及 0.01%，顯示本都會區產業結構之及業人口變化有往三級產業偏移之現象，如表 1。

捷運藍線路線沿線為軸心向外延伸 500 公尺範圍之及業人口統計預測 (如表 2) 與臺中市整體分析比較。110 年至 120 年藍線沿線二級產業人口年均成長為 0.53% 高於全市平均 0.03%；三級產業人口部分，藍線沿線年均成長為 0.79% 高於全市平均 0.4%。120 年至 130 年藍線沿線二級產業人口年均成長為



表 1 中彰投都會區產業人口預測彙整表

年期	產業人數					
	110年		120年		130年	
產業別	二級及業	三級及業	二級及業	三級及業	二級及業	三級及業
臺中市	511,071	627,814	512,483	653,679	504,914	659,916
彰化地區	224,879	203,925	230,435	216,989	221,442	212,422
南投地區	37,979	35,520	41,914	36,974	40,176	36,663
中彰投都會區	773,929	867,259	784,832	907,642	766,532	909,001
產業別	年均成長率					
	二級及業	三級及業	二級及業	三級及業	二級及業	三級及業
臺中市	0.61%	0.82%	0.03%	0.40%	-0.15%	0.10%
彰化地區	0.02%	0.93%	0.24%	0.62%	-0.40%	-0.21%
南投地區	0.75%	0.93%	0.99%	0.40%	-0.42%	-0.08%
中彰投都會區	0.44%	0.85%	0.14%	0.46%	-0.24%	0.01%

表 2 藍線沿線 500 公尺及業人口預測值

預測資料	單位	110年	120年	130年	年均成長率	
					110~120	120~130
人口		250.1	263.3	272.6	0.52%	0.35%
及業	二級及業	41.4	43.6	50.1	0.53%	1.49%
人口	三級及業	101.2	109.2	119.0	0.79%	0.89%

1.49% 高於全市平均 -0.15%；三級產業人口部分，藍線沿線年均成長為 0.89% 高於全市平均 0.1%。以臺中發展來看，臺灣大道沿線產業十分發達，也影響中長期的人口分佈與產業發展。

(三) 大眾運輸現況分析

臺中捷運藍線以臺灣大道為主要行駛路線，服務沿線公車路線共 32 條，其中包含 11 條優化公車路線、A2 機場快捷公車、20 條一般市區公車路線。

優化公車為路線 300 號至路線 310 號公車，共 11 條路線。優化公車主要行經臺灣大道且總行駛班次倍增，平均每日載客數最多

之路線為 304 號公車，發車時間為尖峰 5-15 分鐘 / 離峰 10-30 分鐘，每日尖峰一小時雙向班次約為 8 班；而發車間距最短之路線為 300 號公車，由臺中客運、統聯客運、巨業客運聯合營運，全線行經臺灣大道，發車時間為尖峰 4-8 分鐘 / 離峰 9-10 分鐘，每日尖峰一小時雙向班次約為 15 班。優化公車以外之一般公車路線，以路線 73 號公車之平均每日載客數最多，其發車時間為尖峰 5-10 分鐘 / 離峰 15-25 分鐘，每日尖峰一小時雙向班次約為 12 班。由此可知，主要行經臺灣大道之優化公車皆具有多載客數，與捷運藍線具有相同客源。

而優化公車專用道不僅解決了慢車道雍

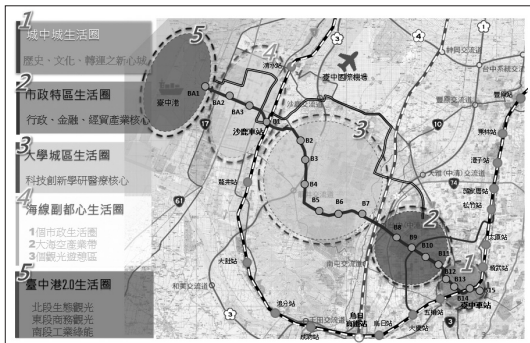


圖 7 沿線 5 大生活圈示意圖

塞的問題，也將路線數提升至 11 條，同時班次及載運人次也跟著成長 30% 以上。107 年已從原來 426 班公車行駛專用道提升到 1,212 班，整體的績效提升了 20%，搭乘人數也從每日 5 萬人提升到 8 萬多人，有效地讓民眾養成搭乘公共運輸的習慣，落實捷運藍線運量培養計畫及營運配套措施，以充實未來之運量及收益，使得臺中捷運系統得以永續經營。

四、臺中捷運藍線規劃

捷運藍線路線規劃西起臺中港，行經臺灣大道，經沙鹿車站、市政府至臺中大車站，串聯雙港副都心及臺中都會區，全線設有 18 處車站，高架段設有 9 處車站、地下段設有 9 處車站，並在沙鹿火車站、臺中火車站及臺灣大道與文心路口分別與台鐵山海線及捷運綠線形成共站，工程長度約 26.2 公里。

經「大臺中 123」及「臺中市區域計畫」指認，原臺中市為中部都會核心，與海線副都心之間以大肚山科技走廊相隔，透過捷運藍線可將其串聯，除提升市民生活品質外，

亦將改變臺中城市的運作，進而帶動中部區域發展。

(一) 串連五大生活圈

捷運藍線捷運貫穿臺中東西部，聯結新、舊市政中心與海線副都心，就如同臺北捷運板南線串聯雙北市政中心及南港東區門戶地區一般，除平衡區域發展外，便捷的生活圈更有望帶動沿線蓬勃發展。就都市發展面向而言，捷運藍線位屬臺中市發展重要軸帶臺灣大道，無論從歷史或都市發展演變，臺灣大道均扮演重要角色，從藍線 B15 至 BA1 站依其都市發展結構及地區發展願景，共可分為 5 大生活圈，如圖 7。分別為城中城生活圈、市政特區生活圈、大學城區生活圈、海線副都心生活圈、臺中港 2.0 生活圈等，透過捷運藍線形塑串連「山、海、屯、都」生活與聯繫命脈之弓型路線，展望臺中旭日東昇發展新氣象。

1. 城中城生活圈

結合歷史、文化、轉運之新心城，包括大車站計畫、綠川水岸及柳川營造、綠空計畫、文化再生等計畫，未來與藍線結合將可提供中區經濟廊帶復甦。

2. 市政特區生活圈

結合行政、金融、經貿產業核心，包括水滴智慧城、第二行政園區等，未來藍線將可擴大建設效益展望大臺中新願景。

3. 大學城區生活圈

結合科技創新學研醫療核心，包括大肚山創新研發軸線、科技工業走廊、東海、弘光、靜宜等大學，未來與藍線結合加速推動



創新研發聚落及中臺灣產業轉型。

4. 海線副都心生活圈

串連 1 個市政生活圈、2 大空產業帶、3 個觀光遊憩區，包括市鎮中心商業區發展、沙鹿車站生活圈、社會住宅、臺中國際機場門戶、大安、高美濱海遊憩、大肚山自然遊憩等，未來與藍線連結將打造交通便捷的宜居生活環境。

5. 臺中港 2.0 生活圈

發展北段生態觀光、東段商務觀光、南段工業綠能，包括三井 OUTLET、門戶行政核心、高美濕地至梧棲漁港整體發展、遊艇碼頭、臨海路以西農業區轉型活化、臨港路周邊商業發展軸帶，未來透過藍線連結發展臨港產業、總部經濟及國際觀光旅遊。

(二) 初步定線規劃

捷運藍線路線全長約 26.2 公里，依 4 個區段進行初步定線規劃，如圖 8。

1. 臺中港至沙鹿區

本路段西起臺中港以高架型式沿臺灣大道向東行進，待穿越文華街 194 巷後開始下地，並於民和路正式轉為地下型式，接著南沿中華路一段再轉東，沿青年路銜接沙鹿轉運站與沙鹿火車站，路段長度約 4.9 公里。

2. 沙鹿區至東海大學

本路段西起沙鹿區火車站以地下型式左轉穿越台鐵後，銜接鎮南路二段，於過光華路後左轉穿越沙鹿公園，在中山路前右彎銜接臺灣大道七段向東南延伸經靜宜大學及弘光科技大學後跨越國道 3 號至東大路，路段

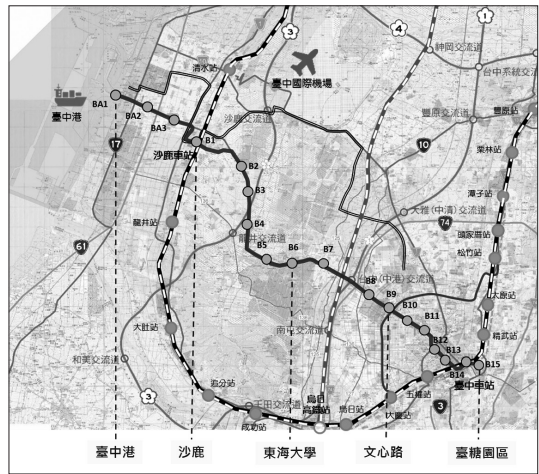


圖 8 初步定線規劃

長度約 9.6 公里。全段除臺灣大道上採用高架型式其餘為地下型式。

3. 東海大學至文心路

本路段起自臺灣大道東大路口，以高架型式沿臺灣大道東行，至福安路及安和路間進入地下段，穿越高速鐵路、東海橋、中山高速公路、中彰快速公路及光明陸橋後至文心路，路段長度約 5.5 公里。本路段行經道路為臺灣大道，計畫寬度介於 50 至 60 公尺，主要橫交道路包含東大路、安和路、環中路、黎明路、河南路及文心路，規劃路線兩側禁建範圍皆在計畫道路範圍內。

4. 文心路至臺糖園區站

本路段起自文心路，以地下型式沿臺灣大道東行，經忠明南路後右轉民權路至建國路，經台鐵臺中車站後端點止於台糖園區站，路段長度約 6.2 公里。捷運路線於民權路上路口及民權路轉建國路處佈設 160 公尺之曲率半徑，將地下穿越部分私地，穿越長度



圖 9 固定式岔心 (Fixed Nose Crossing)



圖 10 可動式岔心 (Swing Nose Crossing)

共約 110 公尺，穿越面積約 1,400 平方公尺，包含鋼筋混凝土造建物 12 層 5 棟、8 層 4 棟、7 層 5 棟、5 層 1 棟及 2 層 6 棟。本路段全段採地下型式，行經道路之計畫寬度介於 25 至 60 公尺，除前述地下穿越路段外，捷運兩側禁建範圍皆在計畫道路範圍內。

五、延續捷運工程經驗與設計理念

由於臺中捷運藍線尚屬可行性研究階段，預計 107 年行政院核定後即可展開綜合規劃作業，而捷運綠線已於 98 年開始動工，預計 107 年底開始試運轉，109 年底全線通

車，期未來可累積捷運綠線工程施作之相關經驗，做為提供後續施工參考外，並能延續設計理念。

臺中捷運綠線全長 16.71 公里，高架段 15.94 公里、地面段 0.77 公里；全線設高架車站十六座 (G3 ~ G16 站)、地面車站兩座 (G0、G17 站)，共十八座車站，並於松竹路一段北側、旱溪西路三段西側設置具五級維修功能之北屯機廠一座。其工程施作較為特殊可供參考之特色，包括：

(一) 可動式岔心

臺中捷運綠線位於人口密集、工商活動頻繁之都心區域，沿線交通路網密集，以高架捷運系統列車通過道岔時造成的聲響，對周邊民眾有持續性的影響，不過，道岔系統是捷運系統運轉調度的必要運作設施，如何有效降低列車通過道岔產生的噪音，是所有捷運系統的重要課題。

為降低捷運電聯車行駛產生的噪音，捷運綠線高架段沿線除設有隔音牆外，軌道兩側也增設吸音板，軌道工程施作採用「連續長焊鋼軌」，以有效減震、提升乘坐舒適度，也首度將「可動式岔心」納入捷運軌道工程，進一步減低車輪通過岔心時的衝擊與噪音。

以圖 9 固定式岔心設計的道岔 [1]，因其道岔設計產生軌距線不連續段，使鋼輪通過此不連續線時造成震動與噪音。而道岔使用圖 10 可動式岔心，利用可移動的岔心組件，如可動式鼻軌 (Swing Nose) 或可動式翼軌 (Moveable Wing)，經轉轍器推動岔心靠合左翼軌或右翼軌，使道岔處軌距線不造成中斷。



目前臺灣初次使用於高速鐵路系統，因高鐵列車速度快、道岔距離較長，規劃採用可動式岔心來降低列車高速通過岔心所產生的碰撞、噪音，並可減少道岔受損機會。

臺中捷運綠線使用的可動式岔心已有 20 年實績，因此引用至臺中捷運系統，惟可動式岔心應用於捷運系統為初次使用，並屬機電標下工程，其與土建標工程之發包與執行程序為能完善結合，在各施工內容與項目之整合落差，可作為後續捷運路網建設之經驗。

(二) 通訊式列車控制技術 (CBTC)

捷運綠線採用目前軌道運輸最先進的通訊式列車控制技術 (CBTC)，讓電聯車行進時，藉由無線通訊方式依預定班表行進及停靠，並利用軌道信標自動定位座標系統，將電聯車控制於移動式閉塞區間，維持安全的行車間距，形成移動式保護網，另透過智慧化控制管理，更可縮短出車班距，提供市民更安全及便利的軌道運輸服務。

通訊式列車控制系統也稱為移動閉塞信號系統，依據電機電子工程師學會定義為「連續、獨立於軌道電路、利用高解析列車位置判定的列車自動控制系統；連續、大容量、雙向的列車對路端數據通訊；並且裝載於列車和路端的處理器有能力嵌入列車自動保護 (ATP) 功能，和非必須的列車自動運行 (ATO) 與列車自動監督 (ATS) 功能 [2]」，設備是由列車與軌道旁的自動列車控制系統、自動列車監視系統、電腦聯鎖系統與資料通訊系統組成。

全臺灣首次採用通訊式列車控制 CBTC 之捷運系統為臺北捷運文湖線，而臺中捷運

綠線是第 2 條採用通訊式列車控制的捷運系統，全車採全自動無人駕駛，行駛過程是透過行控中心與車輛通訊、車輛與車站通訊、車站與行控中心通訊等 3 方即時通訊傳輸，以有效地縮短列車間距、提升服務品質，並可減少道旁設備，有利安裝施作及減少維護成本，旅客於軌道之緊急疏散亦較容易 [3]。未來期持續累積相關經驗，接軌國際通訊控制技術潮流。

(三) 車箱內裝設計連結車站建築理念

臺中捷運綠線為降低高架車站對周邊景觀衝擊，以「輕、簡、透」之概念設計各站外觀 [7]。而列車車箱內裝也連貫外觀理念採輕簡設計，座椅以粉綠色結合粉紅色，象徵城市的活力與溫暖。

臺中捷運綠線全線 18 車站採高架型式，有整體工程造价相對較低、建設期程較短的優勢，但對於周邊環境視覺上之影響較大，故輕、簡、透做為車站站體設計原則。包含輕巧美觀的量體結構、簡潔明外的外觀與通透寬敞的空間視野貫穿沿線車站設計。

為體現臺中物質與文化上持續豐富的內涵，及臺中捷運的出生，顏色以綠芽做為代表，座椅為粉綠、粉紅，並以光亮處理座椅表面，強化其輕巧活力的象徵。內裝的硬體線條簡要的以曲線與區面軟化平面與直線交會的生硬，以拱型扶手與屏風創造萌芽景象，車門入口天花板以 S 型規劃水平扶手，以平順圖像做為銜接車箱的出與入 [4]，如圖 11。整體車箱即由輕巧、簡明展現新生命的成長能量與美麗。



圖 11 臺中捷運綠線電聯車內部設計圖



圖 12 臺中捷運綠線電聯車車箱勘查

六、未來展望

臺中市已躍居全國第二大都市，也是中臺灣區域發展的領頭羊，軌道建設更是串連起中部區域均衡發展的重要關鍵。因此，市府規劃大臺中山手線連結山海屯區，苗栗海線地區也透過台鐵路網快速連結臺中都心，市府也陸續規劃捷運路網延伸彰化、南投，讓中彰投苗 540 萬人口透過便捷安全的軌道路網，促進經濟與觀光的繁榮發展。展望未來，短期目標將是積極爭取中央核定大臺中山手線、捷運藍線以及綠線延伸段，建構環狀以及十字的軌道路網，長期目標將持續投入規劃，建構中臺灣的整體軌道路網，便捷

中部地區的交通，帶動都市發展，促進經濟繁榮。

參考文獻

1. 鄭國雄、魏道佳、根成，「臺北捷運軌道工程發展過程中的器具」，捷運技術半年刊，第 37 期，第 129 頁至第 148 頁，2007。
2. IEEE Standard for CBTC Performance and Functional Requirements (1474.1-1999). IEEE Rail Transit Vehicle Interface Standards Committee of the IEEE Vehicular Technology Society, 1999. Accessed January 2011.
3. 劉秋樑、蕭永豐，「臺北捷運機電系統精進軌跡尋蹤機電規設之蛻變、創新與成長」，捷運技術半年刊，第 48 期，第 129 頁至第 156 頁，2014。
4. 川崎重工業株式會社、法商阿爾斯通運輸股份有限公司、中鼎工程股份有限公司，「機電系統工程、自動收費系統工程 CJ900/CJ907 標 - 概念設計車輛內裝」，臺中都會區捷運系統工程烏日文心北屯線，2014，5 月。
5. 洪詠傑、張思、梁志全、劉安德、陳俊宏，「臺中捷運軌道工程可動式岔心施工探討」，臺中捷運烏日文心北屯線成果發表 - 規劃設計施工，2017，6 月。
6. 臺中市政府，「臺中市區域計畫」，2017，12 月。
7. 陳俊宏、李立渠，「臺中捷運綠線之特色與施工創新」，土木水利，第 45 卷，第 1 期，第 87 頁至第 94 頁，2018，2 月。
8. 臺中市政府交通局，「臺中都會區大眾捷運系統藍線可行性研究」，2018，5 月。