



臺中捷運綠線之特色與施工創新

陳俊宏／臺北市捷運工程局中區工程處 代理處長

李立渠／臺北市捷運工程局中區工程處土木第二工務所 副工程司

公共建設是國家經濟持續發展及提高國民水準的重要動力，但隨時代變遷及伴隨都市發展日趨成熟，都市人口密度及產業鏈集中效應，汽機車運具大量使用造成城市擁擠及交通空氣汙染問題，因而促使「人本、優質與永續」為理念之公共工程頗受重視。

軌道運輸具有準時、班次密集、車行速度快、運量高等特性，可有效改善都會區交通擁塞及空氣汙染等問題，由於軌道工程對都會生活型態與品質有直接深層影響，都會區周遭衛星城市及土地環境發展亦將隨之改變，商圈與地價變化更直接影響政府相關財政稅收，故各地方政府無不積極爭取及規劃各項軌道運輸政策，因而成為國家 2017 年度推動前瞻計畫之重大公共建設基礎。本篇係介紹臺中捷運系統烏日文心北屯線（綠線）之規劃設計特色及施工的創新，以提供爾後各縣市規劃軌道建設之參考。

臺中捷運系統烏日文心北屯線建設計畫概況

臺中都會區為臺灣南來北往來最重要樞紐，擁有中部科學園區、臺中港、臺中國際機場、10 幾所大專院校，更有科博館、美術館、歌劇院、秋紅谷、洲際棒球場、柳川水景、一中商圈、逢甲商圈及多家百貨公司，亦含括大坑與都會公園等著名風景區等旅遊及觀光景點，加上房地產在中部地區具磁吸效應，為臨近縣市就學、就業、投資首選，促使臺中市朝向兼具文化、藝術、科技、產業、學術、體育、人文、音樂等多面向發展之城市。

「臺中都會區大眾捷運系統規劃」於民國 79 年即已辦理，整體路網共 69.3 公里。然鑒於高速鐵路已營運通車及衡酌臺中都會區之整體運輸需求發展，原則採分期興建方式辦理，依「臺中都會區大眾捷運系統優先路線規劃」建議優先興建由高鐵臺中站至臺中市北屯之捷運綠線，於 93 年 11 月 23 日奉行政院核定。計畫工程建設總經費及建設期程等經重新檢討，於 98 年 5 月 13 日奉行政院核定。

本計畫於 97 年 9 月 1 日決議由交通部委託臺北

市政府辦理後續設計施工事項及協助場站土地開發事宜。交通部、臺北市政府及臺中市政府於 97 年 11 月 15 日完成簽署「臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線建設計畫」建設與營運三方協議書。

臺中捷運烏日文心北屯線全長約 16.71 公里，其中高架段約 15.94 公里，地面段約 0.77 公里，東起北屯區松竹路二號橋附近，沿松竹路西行經北屯路、文心路、建國北路、環中路、中彰快速道路，最後至高鐵臺中站區，行經區域橫跨臺中市北屯區、北區、西屯區、南屯區、南區以及烏日區等 6 個行政區，沿線設置共計 18 座車站，並於北屯設置 1 座佔地約 19.5 公頃的維修機廠。其中烏日站、大慶站及松竹站為與台鐵之轉乘站，烏日站則是三鐵轉乘站。烏日文心北屯線核定路線、位置及車站暫定名稱如圖 1 及表 1。

全線有三處橫跨路段分別為跨越筏子溪施築桁架式鋼橋梁、跨越環中高架橋、跨越麻園頭溪溪濱公園（土庫溪、楓樹腳溪）。各廠站土建工程自 98 年 10 月 8 日起陸續開工動土，目前已完成主體結構工程，而全線軌道於 106 年 5 月 31 日鋪設完成，目前已進行機電系統安裝測試及建築裝修工程。

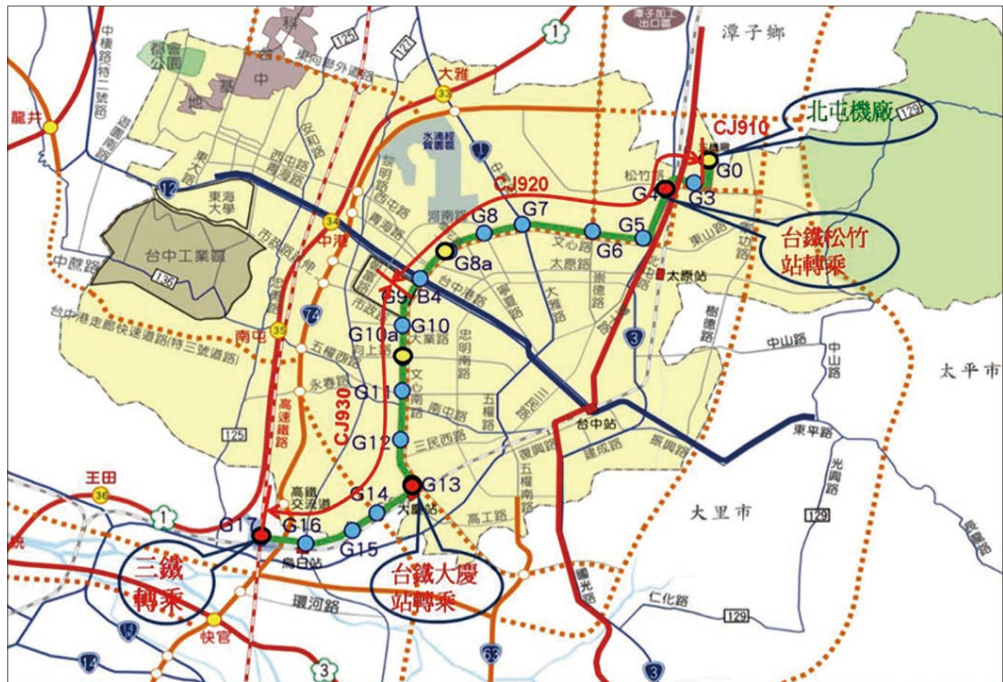


圖 1 臺中都會區大眾捷運系統烏日文心北屯線核定路線示意圖

表 1 車站中英文一覽表 (暫定)

中文	英文	中文	英文		
G0	北屯總站	Beitun Main Station	G10	永安公園	Shuecian Park
G3	交通大樓	Transportation Bureau Building	G10a	文心森林公園	Wunsin Forest Park
G4	松竹火車站	Songzihu Station	G11	五權西文心	Wucyuan W.Wunsin
G5	四維國小	Sihwei Elementary School	G12	豐樂公園	Fongle Park
G6	崇德文心	Chongde Wunsin	G13	大慶火車站	Dacing Station
G7	中清文心	Zhongqing Wunsin	G14	九張犁	Jiujhangli
G8	文華高中	Wenhua Senior High School	G15	九德	Jioude
G8a	櫻花文心	Yinghua Wunsin	G16	烏日	Wurih
G9	台中市政府	Taichung City Hall	G17	台中高鐵站	Taichung HSR Station

本計畫採用中高運量運輸系統，並以高架方式構建穿越市區道路之專用路廊，高架橋下部結構採井式基礎或樁基礎施工，上部結構則採 U 型 RC 預鑄梁吊裝、鋼箱型梁吊裝、場鑄大 U 梁或懸臂工法橋施工。完工後預估載客量可容納 536 人，平均營運時速為 35 公里，最大時速為 70 公里，採全自動無人駕駛。預定 107 年試運轉，109 年 12 月正式通車營運。

車站規劃設計

設計概念：迅捷綠軸、樂活臺中

臺中捷運綠線全線 18 個車站，為呼應臺中市『創意城市』之願景，以二儀初始形式，連接市鎮與城郊、自然與人文、國際品牌與在地特色，串接大臺中原有豐

富生態資源及多樣藝文活動空間，並以前瞻、實用、創意之設計原則，打造區域交通新動脈，將自然、人文、科技的都會特質，表徵在沿線的繁華萬象，開啟「迅捷綠軸、樂活臺中」的新捷運時代。(圖 2)

車站建築設計原則：輕、簡、透

都會區採高架型式之捷運系統，雖其造價及工期皆較為優勢，然對景觀之衝擊則較大，為降低對視覺環境之影響，站體以輕、簡、透之原則設計(詳圖 3)：

1. 輕巧美觀之量體結構：以設計經濟化、建材系統化、量體通透及輔以綠化等方式，使站體趨近輕巧，同時減低視覺影響並提供站內外舒適之微氣候條件。
2. 簡潔明快之外觀造型：於出入口站、車站、站體下方、連通道，採取相近之簡潔設計語彙以及通風的



圖 2 臺中捷運烏日文心北屯線全線風貌設定

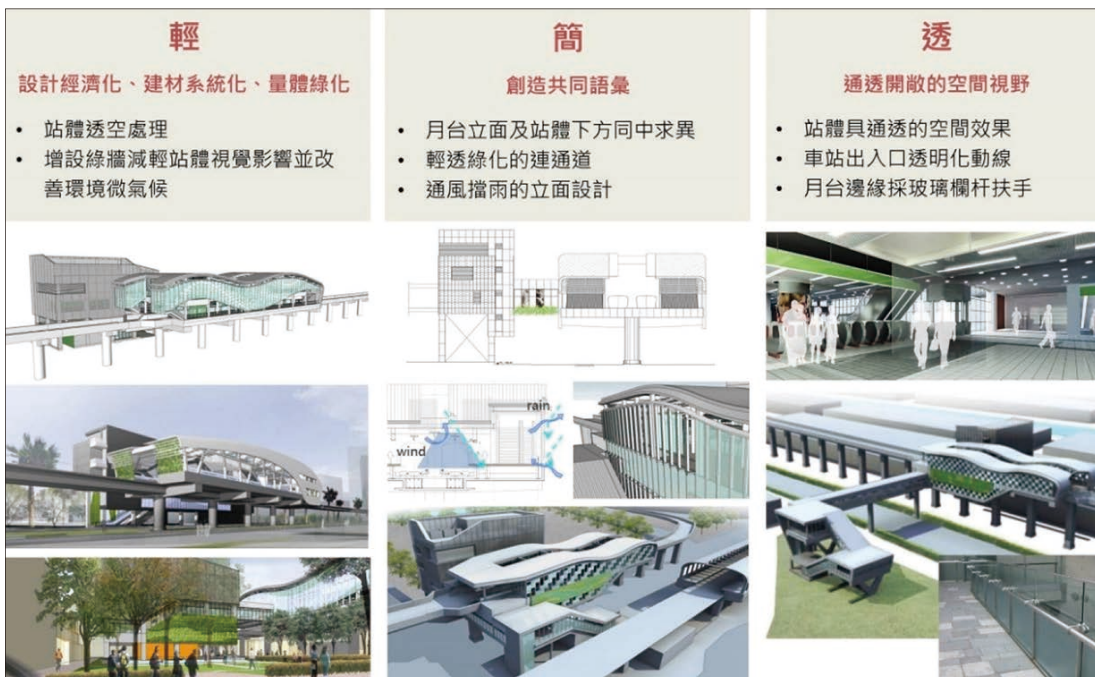


圖 3 全線車站造型設計原則

立面設計，形塑明快之大眾運輸風格。

3. 通透開敞之空間視野：強化所有內部公共空間及動線系統之視覺開放性，以及站體內外之視覺穿透，避免視線障礙及空間死角，有助於提升公共運輸效率與安全，並精簡後續維護管理成本。

車站之建築型式與風貌：

在建築風貌設計上，兼採各站依循共通原則，以及納入各站地域特色的方式，打造具臺中特色、展現

高度自明性之城市運輸系統（詳圖 4 至圖 6）。

1. 機廠：「水岸田園風光」、
2. G3 ~ G9 車站：「流動交織城市綠洲」
3. G10 ~ 17 車站：「舞動城市彩帶」

對各站體設定不同之意象，發展「同中求異」之異質部分。各站則依循「輕、簡、透的車站造型設計原則」、「整合性視覺識別系統及標誌系統」以及「整合性公共藝術設置計畫」等共通原則，建構臺中捷運「異中求同」整體形象。



圖 4 以水岸田園風光之概念設計

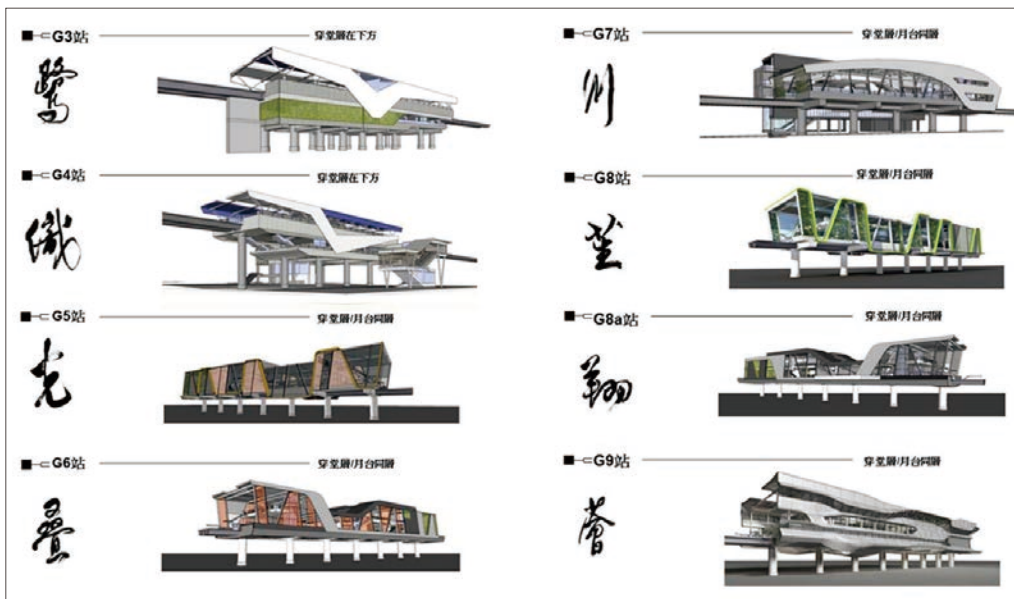


圖 5 各車站以「鶯」、「織」、「光」、「疊」、「川」、「笙」、「翔」、「蒼」為流動交織城市綠洲設計概念



圖 6 以「舞動的城市彩帶」為設計概念

車站量體形式：不同站體環境之旅客動線考量

臺中高架系統捷運為因應與城市中其他交通設施，採取不同高程之設計，因而形成不同的進出站方式，也成為決定車站量體主要形式的關鍵。乘客進站穿堂層與月台層兩者彼此不同的關係，可簡單歸納為四種型式（詳表 2）：

1. 穿堂層與月台層同樓層：軌道高度與乘客進站高度相當，屬直接進入月台型式，車站量體高度較低，造型上以雙起伏曲線包覆雙層構架方式處理。
2. 穿堂層在下月台層在上：軌道需跨越環中快速道路，配合定線拉高，乘客進站後須向上至上方月台層。車站量體高度變大，造型上以較寬的雙起伏曲線向下延伸包覆站體構架。
3. 穿堂層在上月台層在下：因而此兩站屬於進站後需往下至下方月台層的車站型式，車站量體較為扁平，皆以單曲線條表現。
4. 地面站：外觀型式與其他車站迥異，機能上滿足與機廠及高鐵場站連通之需求。

高架橋樑結構設計

- (1) 結構梁柱：高架段約 15.94 公里，上構部分主要係以 U 型梁為主，為因應路口之長跨距，除增長 U 型梁為 27 公尺外，另再加長兩端各 5 公尺之帽梁長度，故最常可跨 37 公尺之路口，相關之高架段之結構型式及數量如表 3 所示。
- (2) 軌道設計：捷運系統主要之交通噪音振動來源如圖 7 所示，為因應捷運兩側太靠近民宅，列車行駛之噪音振動影響路線週遭居民之生活品質。故以隔音牆與軌道作為減噪制振之防治措施，軌道轉彎段除採浮動式道床外，並於主線上之道岔均設置可動式岔心，由於傳統式道岔之固定式岔心會因軌道轉換需求而造成軌距線不連續，使得車輛之車輪撞擊鋼軌而產生噪音及振動，而可動式岔心處之鋼軌會配合車輛行駛方向可左右擺動，使軌距線連續而不會有噪音振動問題產生（岔心型式如圖 8，9，10 及 11 所示），全線軌道之型式及數量如圖 12 所示。

表 2 車站與月臺之型式

車站大小		車站型式		車站大小		車站型式	
G0	站體長 195M，寬 43.8M，高 13.5M，為一地面車站	側式月台，月台與穿堂層同層，PAO 月台層，出入口為地面層		G10	站體長 67.2M，寬 22.8M，地面至月台層 10.9M	側式月台，月台層在下，出入口為 4 層樓	
G3	站體長 79M，寬 23.9M，地面至月台層 8.95M	側式月台，穿堂層在下，與行政大樓共構，4 層樓		G10a	站體長 84M，寬 22.8M，地面至月台層 12.2M	側式月台，月台層在下，出入口為 4 層樓	
G4	站體長約 72.3M，寬 24.5M，地面至月台層 19.55M	側式月台，穿堂層在下，出入口為 6 層樓		G11	站體長 84M，寬約 22.8M，地面至月台層 12.2M	側式月台，月台層在下，與土開大樓共構，出入口為 4 層樓	
G5	站體長 107.2M，寬約 233M，地面至月台層 11.50M	側式月台，月台層在下，與土開大樓共構，出入口為 3 層樓		G12	站體 67.2M，寬 22.8M，地面至月台層 11.7M	側式月台，月台層在下，與土開大樓共構，出入口為 4 層樓	
G6	站體長 101.6M，寬 23.3M，高 24.625M，地面至月台層 11.20M	側式月台，月台與在下，與土開大樓共構，出入口為 3 層樓		G13	站體長 67.2M，寬 32.6M，地面至月台層 15.4M	側式月台，穿堂層在下，出入口為 4 層樓	
G7	站體長 74.5M，寬約 24.1M，地面至月台層 12.07M	側式月台，穿堂層在下，出入口為 5 層樓		G14	站體長 67.2M，寬 23.2M，地面至月台層 19.4M	側式月台，穿堂層在下，出入口為 4 層樓	
G8	站體長 107.2M，寬 23.3M，地面至月台層 11.80M	側式月台，月台層在下，與土開大樓共構，出入口為 3 層樓		G15	站體長 67.2M，寬 23.2M，地面至月台層 17.2M	側式月台，穿堂層在下，出入口為 4 層樓	
G8a	站體長 101.6M，寬 23.3M，地面至月台層 11.81M	側式月台，月台層在下，與土開大樓共構，出入口為 3 層樓		G16	站體長 67.2M，寬 26.2M，地面至月台層 9.2M	側式月台，月台層在下，出入口為 4 層樓	
G9	站體長 118.6M，寬 26.9M，地面至月台層 13.M	側式月台，月台層在下，與土開大樓共構，出入口為 3 層樓		G17	站體長 170.6M，寬 18.3M，地面至月台層 2.5M	地面島式月台，月台層在下，出入口為 2 層樓	

表 3 高架段結構型式及數量

結構型式 (數量)						
鋼墩柱 (支)	RC 柱 (支)	鋼箱梁 (跨)	場鑄箱型梁 (跨)	場鑄 U 型梁 (跨)	預鑄 U 型梁 (跨)	懸臂工法橋梁 (跨)
144	447	鋼橋 149 桁架橋 1	19	16	317	27

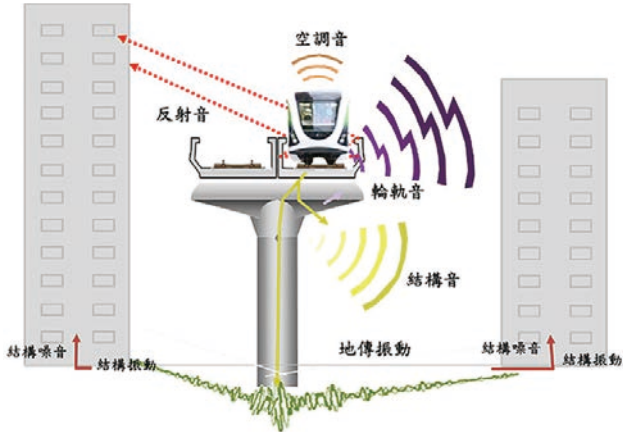


圖 7 捷運系統交通噪音來源



圖 8 軌道可動式岔心



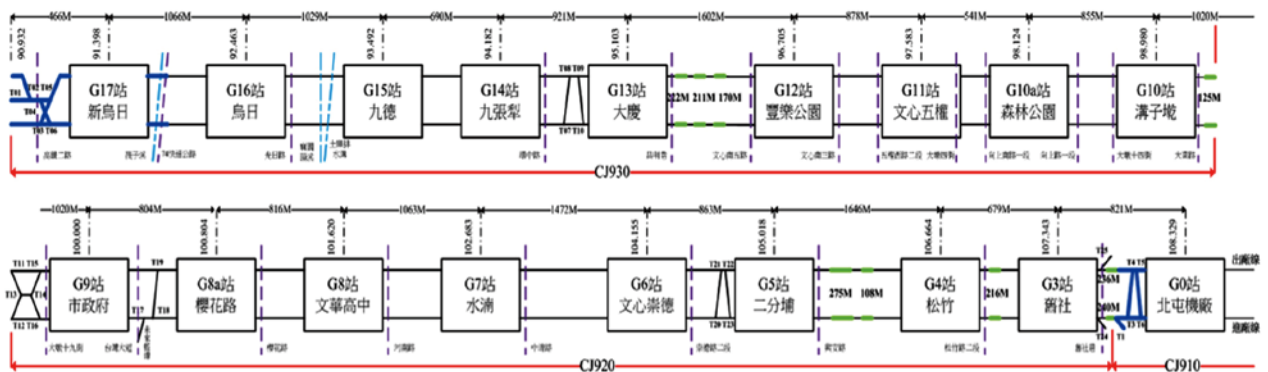
圖 9 整體鋁鋼岔心



圖 10 豎心鋁鋼岔心



圖 11 半焊接式岔心



- 主線軌道基座形式：
- 27,890 公尺無道碴道床軌道
 - 3,634 公尺道碴道床軌道
 - 3,130 公尺浮動式道床軌道軌道

- 主線道岔數量：
- 7 號固定式岔心(無道碴道床)：2 組
 - 9 號可動式岔心(無道碴道床)：16 組
 - 9 號固定式岔心(道碴道床)：5 組
 - 菱形岔心(道碴道床)：1 組

圖 12 高架段軌道型式及數量

(3) 隔音牆設計：捷運系統外部音量係以機電系統車輛外部音量驗收條件下之最大音量為基礎，再依據各路段軌道型式、線形、營運車速及土建設計成果等進行修正，採 CadnaA 軟體進行模擬，並使用地形數值圖建置路線兩側 100 m 範圍以內之三維聲場模型，針對其中不同高度之建物及敏感受體代表點，計算捷運通車後各時段「均能音量」(Leq, hr) 及「最大音量」(Lmax)，分別評定是否超出所屬管制標準，以作為隔音(吸)設施設計之參考。隔音牆依評估結果計分為直立式隔音牆 (h = 2.5m)；雙弧型隔音牆之開口 2 m、開口 4 m 及開口 6 m 等四種；牆板材質則分透明 PC 隔音板、及金屬沖孔隔吸音板 (含岩棉) 兩種，全線隔音牆總共 10,613 公尺長 (詳圖 13)。



圖 13 隔音牆型式

創新與精進工法

井式基礎工法

井式基礎工法施作流程一般可區分為開挖、擋土壁體與結構體施作三大階段，惟因該項工法若依傳統施作方式，其擋土壁體係採環型鋼肋梁、鋼線網、噴凝土搭配施作，由於噴凝土緻密性略顯不佳，將致施工中之影響變數如滲水、坍塌、管湧等機率將大幅提昇，增添施工困難性，且施工過程產生噪音與大量粉塵，皆易引發工區周圍市民負面觀感與反彈聲浪；憑藉過往捷運地下段之潛盾施工經驗啟發聯想創意，將原噴凝土壁體規劃調整為鋼套環搭配鋼線網之場鑄方式，製成標準化、規格化、系統化之場鑄混凝土套環，利用薄壁圓筒均勻受壓之力學原理，以鋼套環提供臨時擋土及灌漿內模，安裝鋼絲網後，再利用泵浦車將套環與開挖面間澆置背填混凝土，週而復始達預定深度，施工特性類似建築工程之逆打工法，此修正工法亦使施工工區之噪音與揚塵獲顯著解決。(施作流程詳圖 14)

兼具施工安全與防護之懸臂施工平台

一般建築物的外牆裝修作業，通常必須搭設鷹架提供施工通路，或者將外牆設計成帷幕牆形式採吊裝方式施作，但是捷運高架車站因為大都座落於市區道路上

井基場鑄混凝土套環施作流程



圖 14 井基施作流程

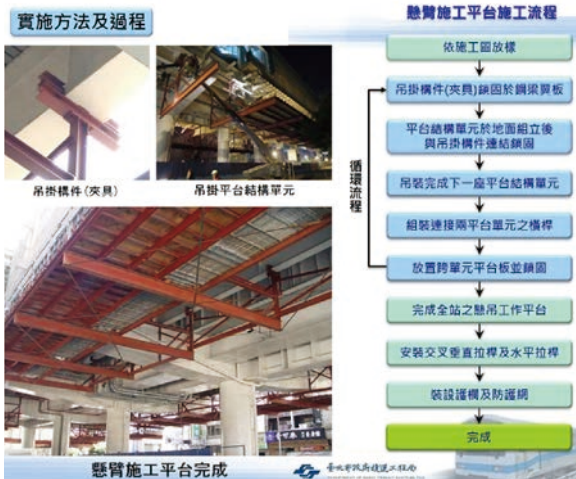
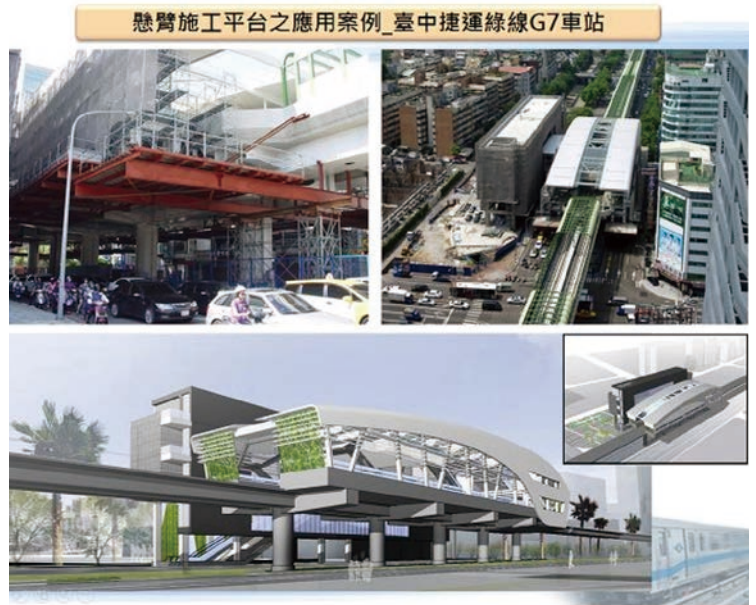


圖 15 懸臂施工平台施作流程



方，搭設鷹架必須長期佔用道路，所以在交通繁忙的市區施工，將無法通過交通維持計畫的審核，使用吊車安裝則必須利用深夜封路施工。然而吊裝作業施工風險高，加上夜間視線不良、可用工時短，更增加施工危險且影響工程品質，再者，封路施工造成民眾的不便，施工噪音更衍生居民客訴陳情，以上種種不利因子皆有持克服。為改善傳統施工方式所衍生的問題，施工團隊充分發揮創意巧思，設計出懸臂式施工平台方案，其中最關鍵的吊掛構件設計成「夾具」型式，採吊夾固定於車站鋼梁翼板上，不會破壞車站鋼構本體，施工平台的承重骨架採用高拉力螺栓組裝鎖固，更可確保組裝品質及結構強度要求。(詳圖 15 及 16)

結語：優質捷運、永續發展

臺中捷運烏日文心北屯線為臺中首條捷運工程，並委由臺北市政府捷運工程局中區工程處代辦施工，計畫工期雖至 111 年，但在施工團隊之努力下，一步一腳印克服工程困難，期間縱然曾因過程未周全而遭受挫折，

仍一本堅忍、沉著以對，該路段預計於 107 年達成試運轉使命；希冀藉由臺中首條捷運路線，行銷臺北市政府捷運工程局之專業能力，提升公共工程施工品質之能见度，增進臺中市民對於捷運建設的信心與支持。

通車營運後將可提高高鐵臺中站區聯交通及轉乘服務功能，促使臺中地區民眾使用高鐵路更為便利，同時亦為臺中都會區運輸走廊重要之運系統，可紓解繁忙之市區交通問題。尤其在舊城區柳川整治，臺鐵高架化縫合市地阻隔後，更將於 107 年舉辦世界級的臺中國際花卉博覽會，預期將為臺中市帶來相當可觀的國際觀光人潮與商業熱潮，對於城市知名度與商業活絡更是一大助益，高鐵路目前已是臺灣西部重要走廊，烏日文心北屯線建設計畫可使臺中市與臺灣其他城市快速連結，將臺中腹地進一步擴及臺灣大西部。並帶動區域與產發展，提供民眾便捷之運輸服務。另考量臺中地區民眾對於捷運路線延伸的殷切期盼，及為配合整體大眾運輸路網興建時程，後續路網將大坑風景區與彰化市納入延伸路線之規劃。🇹🇼