

中|華|技|術|136

CECI ENGINEERING TECHNOLOGY

2022. 10. 31 出版

軌道建設與 都市發展



國內
郵資已付

台北郵局許可證
台北字第3758號

專訪人物／

交通部臺灣鐵路管理局杜微局長

臺北市政府捷運工程局陳耀維副局長

TAINAN STATION - TAINAN STATION - TAINAN STATION
TAINAN STATION - TAINAN STATION - TAINAN STATION
TAINAN STATION - TAINAN STATION - TAINAN STATION

TAINAN STATION

古今輝映南城新驛－臺南新站與老火車站的對話

空中鳳城－鳳山車站暨開發大樓設計構想

鐵路站區毗鄰地區開發策略初探－以「新竹大車站」為例

TOD車站城市發展趨勢及公私協力推動方式－以環狀線土地開發為例

捷運車站與都市環境之連結－以環狀線北環段DF117標Y26、Y28、Y29車站為例



財團法人中華顧問工程司 發行



台灣世曦工程顧問股份有限公司 編製

軌道建設與 都市發展



CONTENTS

中華技術 136

目錄



發行人 周永暉
發行所 財團法人中華顧問工程司
地址 台北市辛亥路二段185號28樓
電話 (02)8732-5567
網址 <http://www.ceci.org.tw>

編審工作小組
總召集人 施義芳
副總召集人 廖學瑞
136期召集人 林建華
136期審查委員 歐文爵、蔡榮禎、江秉修、林貴貞
總編輯 張鈺輝
副總編輯 李志宏
執行編輯 袁雅玲
編輯 詹朝陽、吳妍瑱、李綺馨、許舜雅
設計 台灣世曦工程顧問股份有限公司
地址 台北市內湖區陽光街323號
電話 (02)8797-3567
網址 <http://www.ceci.com.tw>

◎ 經刊登之文章，文責由作者自負 ◎

專輯前言

1 | 人物專訪

8. 訪交通部臺灣鐵路管理局局長杜微談「臺鐵營運安全及未來發展」.....
..... 整理：耿則中・攝影：詹朝陽

20. 訪臺北市政府捷運工程局副局長陳耀維談「臺北市捷運局成長經驗及重要價值」....
..... 整理：譚家瑞・攝影：詹朝陽

2 | 工程論著

30. 三鶯線捷運統包工程噪音防制規設精進作為.....
..... 李政安、謝國楠、盧建志、王聰貴





3 | 專題報導

50. 古今輝映南城新驛－臺南新站與老火車站的對話.....

..... 何政道、歐文爵、周奇奇、張瑪龍、陳玉霖

62. 空中鳳城－鳳山車站暨開發大樓設計構想.....

..... 林庭毅、歐文爵、鄧楚樑、楊傑森、張清華、史可蘋

84. 嶄新桃園之心－桃園鐵路地下化綜合規劃概述.....

..... 高耀宏、歐文爵、洪照亮、盧坤昇、林宏儒

104. 鐵路站區毗鄰地區開發策略初探－以「新竹大車站」為例.....

..... 王德琳、陳家聖

120. 鐵路站區活化再利用構想初探－以「嘉義縣水上車站大平台」為例.....

..... 王德琳、陳家聖

132. 轉運站BOT推動機制及都市發展效益之探討－以南港轉運站為例.....

..... 林依潔、林貴貞

142. TOD車站城市發展趨勢及公私協力推動方式－以環狀線土地開發為例.....

..... 羅文貞、林貴貞

154. 列車運行模擬軟體之應用－以高雄都會區大眾捷運系統黃線為例.....

..... 蔡榮禎、詹宏義、李明華

166. 捷運車站與都市環境之連結－以環狀線北環段DF117標Y26、Y28、Y29車站為例.....

..... 蔡榮禎、陳世任、史訓璋、闕河彬、郭英釗

188. 捷運三鶯線電聯車車間走道跨接電纜配置查驗工作.....

..... 李政安、林仁國、賴晴綾、羅群翰



4 | 特稿

198. 臺日智慧運輸領域合作之案例研析－以交通行動服務為例.....

..... 王瑋瑤、吳東凌

208. 應用社會投資報酬率於智慧運輸計畫效益評估之芻議.....

..... 王冠堯、李怡穎、藍宜芳、葉文健

編後語



專輯前言

我國早期都市發展多半以鄉鎮市公所、大型工業區周邊為中心，也就是傳統分散的「點式」都市發展型態，而軌道建設之興建及營運，除了將都市發展型態轉化為「帶狀」，也扮演著連結者的角色，縮小了城市與城市間的距離。

過去傳統平面鐵路常使兩側發展失衡，隨著大臺北地區鐵路地下化後都市發展效益之顯現，近年各都會區積極研提鐵路沿線及周邊環境改善策略，期能縫合都市紋理，強化既有站區開發，重新活化利用沿線土地，迄今已接續執行多個鐵路地下化、高架化等立體化建設。

本期將先介紹施工中的臺南鐵路地下化與鳳山鐵路地下化的兩座核心車站—臺南站及鳳山站之設計構想，臺南新站將與古蹟站對齊設置以延續都市軸線；規劃的造型、意象與動線，可創造新舊車站間合諧的對話關係，未來旅客可由老車站經由下沉廣場進入地下車站，動線通廊上方的飄浮大屋頂，會延伸到原後站大學路側，成為新站的入口。鳳山位處高雄縣、市合併後之大高雄都會區地理中心，配合鐵路地下化，鳳山新車站將搭配興建開發大樓，希望打造一座位於四軸之心的空中鳳城。

鐵路立體化建設對於地區發展及都市空間結構重建有重大之影響，前述兩個鐵路地下化計畫在規劃設計執行過程，因都市計

畫變更未能配合及同步辦理，使設計時各單位審查與需求仍持續發散且反覆變更，以致時程延遲甚久。經檢討，鐵路地下化工程與站區周邊開發實是分階段的建設，先使列車遷入地下營運後(由鐵道局辦理)，接下來才是進行地下站體上方之地上開發大樓(臺鐵局主辦或納入地下化計畫內由鐵道局辦理)或周邊騰空土地上開發大樓(臺鐵局、市政府、其他開發單位等)的建設，所以鐵路地下化規劃設計過程，要針對這些關聯計畫與權責單位妥善整合需求、確認分工介面後完成整體規劃，再依權責分階段施工，這些過程中的協商與決議宜明確臚列於規劃報告，奉核後供做後續執行的依據，才易控管需求避免發散，讓計畫順利執行。

考量讓已奉核計畫能順利執行，以及鐵路立體化建設經費高，為使國家資源能合理有效運用，行政院於107年2月頒布「鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點」，希望地方政府能先評估其他妥適之平交道與環境改善做法(如於車站區設置大平台串連周邊開發區、道路立體化或智慧平交道等)，若最後仍建議採行鐵路立體化方案時，該要點已明列各作業階段之地方政府與鐵路營運單位應辦事項，以利遵循辦理，希冀各界在規劃軌道建設之際，除了思考工程、財務可行性之外，亦可就都市發展及土地活化等面向，宏觀評估區域發展之可行性。桃園鐵路地下化計畫綜合規劃即是依該新頒作業要點辦理，作業期間鐵道局、地方政府與臺鐵局三者即依據該要點規定，針對工程課題、鐵路營運計畫、都市計畫、聯外交通、騰空廊帶運用規劃、土地開發策略及財源籌措等面向進行討論，並將協商結果彙整後納入規劃報告，做為後續設計階段執行之依據。



專輯前言

接著介紹新竹車站與水上車站大平台計畫，鐵路站區之發展往往與土地開發息息相關，因車站基地環境條件之不同，將衍生不同開發策略及目標，以新竹大車站計畫案為例，在兼顧古蹟車站的歷史定位下，車站大平台創造新的公共空間及都市公園，提升土地開發動能及誘因；就市民來說，車站平台改善了周邊交通壅塞情形；對臺鐵而言，不僅提升車站服務量能及品質，原本周邊閒置之臺鐵用地也獲得開發的契機；對市府而言，也可減少溝通協商造成的社會成本及衝突，同時也降低對鐵路營運之影響。這種直接點狀改善都市蛋黃區的做法，整體建設經費比起鐵路立體化的帶狀建設會少相當多，可供其他都會區參考。為因應此建設模式，行政院復於108年8月頒布「鐵路站區立體連通廊道與平台建設及毗鄰地區開發計畫審查作業要點」供後續執行依據。

推動軌道建設須有巨額資金的投入，近年政府財政困窘，財源籌措方式更顯其重要性。有鑒於軌道建設須與都市發展及周邊土地使用相輔相成才能完整發揮其效益，過去政府興建軌道建設，多以運用大眾運輸導向發展(TOD)、租稅增額融通(TIF)結合基金預算及民間參與等財務策略，並透過開發活化土地方式，將外部效益內部化後挹注至建設及營運成本。鐵路建設與捷運建設適用法源不同，土地開發方式也有所不同，本期也分別介紹相關案例供參。以南港轉運站計畫為例，即以促進民間

參與興建與營運(BOT)公共建設之作業方式與機制，並進一步透過與TOD開發許可或都更、危老等方式的結合，以吸引民間投資公共建設，並提高開發強度及提升財務效益，捷運部份則以環狀線土地開發為例來說明土地聯合開發做法，另也以臺北環狀線北環段案例，說明捷運車站設計構想與都市環境的關係。

本期專輯以「軌道建設與都市發展」為主題，相關專題內容涵蓋台灣世曦近年參與臺灣軌道建設之經驗與創新技術回饋，希望本期專輯的出版，能夠讓讀者朋友對於軌道建設的認識，不單單僅是一項運輸系統，也能從都市發展角度有另一番的思維。另也介紹三鶯捷運線噪音防制策略、電聯車車間走道跨接電纜配置查驗工作，及高雄黃線捷運列車運行模擬軟體應用文章，希望能提供各位讀者有價值的參考資料。

有關人物專訪部分，我們很榮幸能邀請到交通部臺灣鐵路管理局 杜微局長談「臺鐵營運安全及未來發展」及臺北市政府捷運工程局 陳耀維副局長談「臺北市捷運局成長經驗及重要價值」，兩位長官在訪談中，對於軌道建設及營運都提出精闢且具前瞻性的看法，值得讀者細細的品味。



台灣世曦工程顧問股份有限公司

副總經理

A handwritten signature in black ink, appearing to be '林建章' (Lin Jianzhang), written in a cursive style.



訪交通部臺灣鐵路管理局局長

杜 微

談

臺鐵營運安全及
未來發展

整理：耿則中 ■ 攝影：詹朝陽

壹、前言

杜微局長畢業於成功大學交通管理科學系、臺灣大學政治系研究所，民國74年進入臺鐵，在臺鐵服務超過37年，歷經列車長、臺北車站站長、臺北運務段段長、運務處處長、專門委員、副局長等職務。

杜局長在臺鐵歷經多次重要轉型及企業化過程，110年4月就任局長後，即遵循總統及行政院長宣示改革臺鐵的方向，朝「安全、安定、轉型」推動臺鐵公司化改革作業，以提升組織效能並達永續經營目標。

本刊很榮幸於民國111年8月8日專訪杜微局長，專訪內容經整理如後。

貳、訪談紀要

問：局長在路局從基層做起，歷經列車長、臺北站站長、臺北運務段段長、運務處處長、專門委員、副局長等職務，懇請局長與我們分享相關工作歷程中之經驗或印象深刻的事？

答：其實來臺鐵工作，從我就讀大學交管軌道組的時候，就已經註定了，那時臺鐵仍是國內軌道的領導者，後來國內軌道蓬勃發展，臺鐵就逐漸變成其中一環，個人的想法，因為臺鐵是唯一有環島路網的軌道系統，因此在國內的軌道運輸絕對能佔有一席之地，進來臺鐵也是我一生唯一的志業，自此沒有在其他單位工作過，我是臺鐵人這一點是無庸置疑的。在這過程中其實感想甚多，這跟我擔任各種各樣的職

務都有一些關係，老實說在學校念的跟軌道、臺鐵有關的課程都是理論，所以剛進來臺鐵頭幾年真的覺得在實務上有些不足，剛好利用這機會結合一下實務，我覺得這是成長期。

融會貫通以後，也剛好時任基層主管，像是任職站長，這階段其實我是滿自豪的，雖然只是一個單位營運的螺絲，但這個螺絲其實會知道自己很重要，也知道要有很多個螺絲栓緊後，車子才能順利開行及運作，我在當站長時，每開出一班車我都有這種感受，這是系統裡面每一環節都有配合到，才能順利把車子開出去，把客人及貨運運輸管理好，這是我在中間階段的感想。

隨著職務慢慢調整，接觸到更多，此時發現臺鐵是很複雜的，以客運來講就有分短、中、長程，擔負都會區內與城際間不同的運



1

人物專訪

輸，另外還有貨運。各種旅客類型都不一樣，同樣在軌道上，還有車輛需要調度、迴送等等，所以這個系統是很複雜的，隨著職務的成長，就會認知到臺鐵還有很多該努力的空間，整個系統的運作，真的還需要更精進以達到更高的檔次，這是我在中後期的感受。

這個部份大概有幾個層次，基本上臺鐵因為剛剛講的系統，初任職時也年輕，自覺滿厲害，在現場工作時，理論實務都結合好，沒有什麼問題，很自豪；後來包括在車站、在運務段、運務處這些歷程，我就會覺得說這個系統裡面它的各樣連繫還有運作需要改善，因為系統複雜，加上我們比較傳統，對於這些連繫方面，大多都是延續以前傳下來的做法，可是隨著運轉條件還有服務項目增加，這個確實稍嫌不足，現階段需要趕快去審視規章、調整規定，讓大家合作可以更安全更順暢；未來因為技術跟科技也越來越提升，臺鐵也不例外，新的車子包括新的號誌系統、通訊系統，一定也是隨著技術提升而進步，邁向數位/資訊的時代，漸漸感覺到以往我們推動都是本位主義，可是資訊這個東西尤其在我們系統裡面，不是在各單位內部充分地把資訊系統完成就行，如我前面所講，就資訊連結而言，傳統來說，我們若僅靠電話記錄各個資訊的連結，在現今的資訊時代，效能就不夠了，而偏偏我們的系統又很複雜，因此我們現在正在做一件很重要的

工作，一定要建一個平台，以利進行每個單位資訊的傳達，而這些資訊大家可以共用，這樣才有辦法更往前走。

問：為避免未來列車營運再發生事故，請問臺鐵對鐵路營運安全管理，及對鐵路臨軌工程施工安全性的具體作為為何？

答：0402事故後，本局為提升行車安全，透過檢視人、車、路三面向，擬定整體改善計畫



(左1)耿則中副理 (左2)鄧楚樑經理 (左3)歐文爵代理協理

並已全面推動改革工作，透過全面性的檢討，找出問題核心，研提各項評估及策進方案，提供安全的鐵路運輸環境。

一、針對工地安全管理之強化改善措施

- 重建臨軌工程安全制度。
- 徵選優良廠商落實工程稽核。
- 工地安全由臺鐵局負全責管理。
- 落實工地人員行車安全教育。
- 健全緊急通報機制。

- 風險路段改善，盤點易遭外物入侵高風險路段。
- 防止異物入侵，邊坡建置落石告警系統。
- 強化軌道結構。
- 預防控屈，改善小半徑曲線路段。

二、針對鐵路臨軌工程施工安全性之具體作為

- (一) 施工前風險識別及評估：因應工程類別繁多，條件不一，本局已於111年4月26日頒訂「臨軌工程施工安全防護措施



(中左)林建華副總經理 (中右)杜微局長 (右2)郭冠宏處長 (右1)林秋好專員



1

人物專訪

要點」，要求設計單位於預算編列時即評估可能發生風險並確實編列防護工項並自檢，並於施工前提報各項計畫書階段，再針對各項工程可能發生之風險進行因子判別及應對方式之評估，並納入分項計畫書執行。前揭要點業已納入臺鐵相關採購契約範本。

(二) 要求每日施工通報之機制：為臨軌工程之施工安全管理，明訂施工人員機具進出管制措施，本局已頒訂「臨軌工程施工安全防護措施要點」，於工程施工期間，施工廠商應將施工當日工作場所人員名單(含分包廠商員工)及施工項目，向監造單位報備，監造單位提供予地區協調中心。為維護確保行車安全，施工單位須於每日施工前、中、後，填報相關檢查表提送監造單位。工程主辦單位每月不定期進行查證及稽核，複以檢核落實執行情形。臺鐵為加強臨軌工程通報機制，已責成施工廠商應每日進場前及離場後至最鄰近車站值班站長室進行簽到及管制。

(三) 門禁管制設施及措施(排除施工廠商)：本局「臨軌工程施工安全防護措施要點」，已明訂工作場所主要出入口設置崗哨及監視系統設備，人員及車輛應統

一由崗哨處進出，且該崗哨管制人員由機關派員或雇用保全進行門禁管制。

(四) 緊急通報流程、手持式行調無線電申借及訓練、律定緊急聯繫電話之公告及使用：

■ 臺鐵工程採購契約中各項採購交付承攬安全衛生管理要點第十款已規定：「承攬人應依工程規模及性質訂定緊急應變處置計畫，進駐工地人員，應依其作業性質分別施以從事工作及預防災變所必要之安全衛生教育訓練。」，臺鐵所明定緊急應變通報流程，現已要求施工廠商納入整體施工計畫之緊急應變計畫章節中。

■ 本局所頒訂「臨軌工程施工安全防護措施要點」於第四、(一)、3、1及第四、(一)、4、1規定，已責成主辦單位加強指導及訓練廠商人員行車調度無線電使用方式。

■ 經由滾動式檢討後，為加強工區現地緊急通報機制，明訂工區告示牌應含24小時緊急通報電話1933及工區兩端車站電話，並於各工區明顯處張貼公告內含緊急聯絡電話及鄰近車站電話外，亦規定



杜微局長



1

人物專訪

施工人員於承攬工作證上應標示緊急連絡電話予以提醒與警示。

三、完善落實車輛、號誌、電力設備檢修與提升車輛妥善率及強化司機員考核及增加限速備援設備，落實ATP隔離開關遠端監視系統，加強維修運轉保安裝置及電力設備，降低故障，提升安全與穩定。

四、加強管理機制，重塑組織安全文化，為提升對安全事務之管理品質，導入安全管理系統(SMS) 並已成立橫向聯繫小組暨地區協調中心指派資深主管於各區協調工電聯檢，期能縮短指揮鏈，提昇決策效率。成立高階技術會報，每日08：50由本人(局長)親自主持高階技術會報，由三位副局長、總工程司及各地區協調中心主任參加。會議討論前一日異常及當天保安注意事項、責任段提報改善辦理情形、列管事故案件追蹤考核及專案改善進度，將事故檢討轉化為故障預防，訂定重賞重罰激勵機制，以期對行車及維修人員進行有效激勵及督導。

五、本局已加速執行「鐵路行車安全改善六年計畫」、「臺鐵軌道結構安全提升計畫」、「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫」及「臺鐵電務智慧化提升計畫」，並積極





花東鐵路電氣化計畫

辦理及控管各項基礎設施改善及購車計畫，以降低行車事故，杜絕民眾、旅客死傷，提升行車安全。

六、事故防範具體成果

臺鐵局自本人110年上任以來，110年6月~111年5月共發生重大行車事故1件，比前一年同期7件，降低86%，一般行車事故51件減為40件減少11件，降低22%。行車異常事件（不含天然災變）件數由562件減為529件減少33件，降低6%。

旅客死亡人數、旅客重傷人數、旅客輕傷人數均達成為零的目標值，安全改革已初具成效。

安全績效指標項目	109年6月 ~110年5月	110年6月 ~111年5月
重大行車事故件數	7	1
一般行車事故件數	51	40
行車異常事件件數 (不含天然災變)	562	529
旅客死亡人數	47	0
旅客重傷人數	5	0
旅客輕傷人數	304	0

問：臺鐵土地資產龐大，配合鐵路立體化或場站開發，及鐵路沿線配合都市發展之場站土地，請問如何有效活化利用？



1

人物專訪

答：目前本局在資產活化開發除持續以房地及車站活化收入外（房地租賃、車站商場、停車場、廣告出租等），另持續以大型促參、都更案推動，並透過以履約管理採滾動式檢討控管，以及持續與地方政府溝通建立共識等作法促進資產活化有效利用進而推動軌道經濟，其具體作法有：

一、在鐵路立體化可行性研究階段，本局會先希望主動提出站區整體發展構想與地方政府協商，並藉以引導都市計畫變更與工程規劃朝向TOD的模式來發展，以確保鐵路資產未來具開發效益。例如：宜蘭鐵路高架化、嘉義縣高架化計畫，臺鐵提出管有土地開發計畫書及多目標使用計畫書，與地方政府進行溝通。

二、透過現場勘查、定期檢討低度利用的土地資產，尤其是二線城市的站區周邊土地，研提開發策略等商機出現立即啟動招商規劃。

三、與地方政府合作、共創多贏商機，就如：本局與臺北市都更中心合作推動「臺北車站特定專用區E1、E2街廓公辦都市更新案」及「臺北市南港區南港段二小段671-6地號等52筆土地公辦都市更新」。

問：臺鐵未來公司化後，請問和目前路局營運管理各方面的差異性？

答：本局公司化後，主要經營管理仍以安全為本及永續經營為目標，最大的不同在於「經營面」、「法規面」及「用人制度」上之鬆綁，能更有效率的面對快速變化的市場及環境，提升企業之競爭力。

一、落實安全第一核心價值

臺鐵局缺乏統整全局行車運轉之安全單位，安全業務分散於運工機電，難以有效執行系統性整合，且段級單位直隸局內各處，地區指揮及橫向聯繫不足，指揮鏈與考核鏈過長，安全維護執行相關規範難以落實至現場人員，應變能力不佳。

為落實安全第一核心價值、建立安全文化，須透過澈底改變組織架構方式，提高安全管理層級，將權責賦予地區營業處，實施責任中心制度，有效督導及激勵現場人員。未來臺鐵公司可彈性調整組織架構，在董事會設立安全委員會，並由總經理直轄督導營運安全處及職業安全衛生室，推動風險導向安全管理系統；設立品保室，以故障預防取代事故檢討，落實風險管理；設立行控處，統一調度指揮及應變事權；設地區營業處，下設營運安全

科及職業安全衛生室，強化並稽核基層營運安全及工安管理。更將成立技術群，聘請安全、資訊及技術專業人才，建置安全系統設備、成立技術研發中心以及數位發展處，加速研發安全技術提升、導入先進資通訊技術，應用預防性維修及提升營運維修效率，並結合員工訓練中心，強化教育訓練，讓每名員工體認維護安全運輸的職責，除落實說、寫、做及記錄一致外，形塑積極發現風險，立刻通報解決的安全文化。

二、強化分區管理橫向整合

臺鐵現行因為科層式組織，運務、工務、機務、電務四大部門整合不易，橫向溝通不足，為打破目前臺鐵局運務、工務、機務、電

務四大部門的藩籬，設立北、中、南、東等四區營業處，各地區內在地管理、因地制宜，加強運務、工電及機務等單位業務之橫向整合與協力作業，以提升決策效率與效能。

三、建立績效責任導向制度

公司本部幕僚組織依據組織發展重點方針，劃分為營運、行政、設施、技術、附屬事業、分區營業等六大分群，並指派副總經理負責統籌督導；另設北、中、南、東四區營業處，並將依其業務性質，課以具體量化績效目標，建立績效責任導向制度，使得公司各部門得具體整合展現行政效率、增益營收、技術提升、創新突破等績效。



台中鐵路高架化／台中新舊車站



四、附屬事業多角化經營

臺鐵目前因受國有財產法第28規定公用財產不得為任何處分，以至於目前僅能依據促參法、都市更新條例及標租等法令進行開發利用，進而導致所管資產開發受限、無法作更有效之活化。未來公司化後預計可採自行辦理設定地上權、協議合建等開發方式，不僅可節省與地方政府協商等行政作業流程，更可幫助臺鐵公司提前實現開發效益，挹注本業營收。

賡續以環島鐵路優勢與旅行業者合作，以鐵道旅遊產品為導向整合與升級，加強鐵道旅遊體驗，推動主題觀光列車上線營運，創新遊程內容，增加國旅市場旅遊產品多元選擇，以吸引不同客群，拓展搭乘客源。

- 品牌轉型優化：導入設計美學及營運生態系思維、建構品牌優化規範夢工場。
- 商品力優化：透過新創設計師、美學審議委員及鐵道迷的獨到眼光與專業素養，融合鐵路元素，發展經典鐵道商品。
- 數位營運優化：精進推廣臺鐵夢工場網路購物業務並加強電子商務優化，如：網路訂購實體通路(夢工場)取貨免運，

及超商取貨付款等金、物流整合。

- 行銷手法優化：加強社群媒體行銷，臺鐵夢工場FB、FUN臺鐵FB、會員行銷(電子報)等方式。

五、人員進用多元化

現行本局人員進用方式主要係以每年度考選部辦理之鐵路特考、高普考試分發錄取人員，經訓練期滿及格後發派任用。公司成立後，人員進用採自行招考從業人員甄試進用，另對於特殊技術及重要管理人員另訂有甄選計畫，以利爭取民間企業優秀人員進入臺鐵公司服務，貢獻其專業技術。發揮公司治理之企業化經營彈性，聘請安全、資訊及電務技術專業人才，建置安全系統設備。

六、待遇調整機動化

現行本局員工薪資調整，配合行政院軍公教調薪政策。公司成立後，將衡酌事業生產力、營運績效、用人費用負擔能力及相關規定，研擬從業人員待遇，未來待遇調整具彈性，調薪案僅需經董事會通過，報交通部備查即可，同仁共同努力營運績效越好，調薪機會越高，調薪幅度越大。



(中左)林建華副總經理 (中右)杜微局長
(左1)耿則中副理 (左2)鄧楚樑經理 (左3)歐文爵代理協理 (右2)郭冠宏處長 (右1)林秋好專員

問：立法院三讀通過鐵路法修正部分條文，增訂第47條之1，明定國營鐵路機構得依觀光服務內涵收取費用，臺鐵公司未來鐵道觀光發展規劃為何？

答：鐵路法修正後，臺鐵將分別以「觀光車隊」(團客)、「觀光路線」及「一般旅次」(散客)進行規劃。廣續推動新主題觀光列車與優質旅行業者合作分年上線營運：兩鐵旅遊列車、海風及山嵐號觀光列車；其次規劃平溪線、深澳線、內灣線與集集線，轉型以觀光服務路線為主，將整體鐵道旅遊以產品導向進行整合與升級，以擴展客源。至於一般旅次部分，未來通勤電聯車及城際列車陸續上線營運

後，自由行旅客可運用臺鐵環島路網及班次密集等具交通便利之優勢自主安排遊程。

後記

承蒙杜局長於百忙之中撥冗接受本刊專訪，在訪談過程中，局長清楚說明臺鐵營運及施工之安全管理等具體作為、如何促進臺鐵資產活化有效利用進而推動軌道經濟、臺鐵未來公司化後如何提升企業競爭力。藉由此訪談，我們強烈感受到局長蓄勢待發的改革動力，迫不及待要將臺鐵帶向另一高峰，朝安全第一、服務更優，永續經營的坦途邁進。



訪臺北市政府捷運工程局副局長

陳耀維

談

**臺北市捷運局成長
經驗及重要價值**

整理：譚家瑞 · 攝影：詹朝陽

壹、前言

陳耀維副局長畢業於美國密蘇里大學土木工程碩士，歷任省公路局新工處工務員、臺北市政府捷運工程局(以下簡稱北捷局)幫工程司、副工程司、北區工程處正工程司兼科長、副總工程司兼科長、副總工程司兼主任、土建處副處長、土建處處長、中區工程處副處長、東區工程處副處長以及東區工程處處長，現任北捷局副局長。

本刊很榮幸能獲陳副局長允諾，在百忙之中抽空接受專訪，茲將專訪內容整理如後，以饗工程界先進。

貳、訪談紀要

問：臺北捷運30年來的建設成果獲得國際上非常高的評價與肯定，東南亞地區許多捷運建設機構及日籍總顧問亦組團來臺灣取經，想請教副局長在大型計畫管理的經驗及心得？

答：臺北捷運建設期間累積了豐富的規劃設計與施工管理的經驗，捷運工程專業涵蓋土建與機電工程，界面複雜且興建經費龐大，在財務、規劃、設計要細心評估各種內外在的影響因素，事前考慮的越清楚，後面要解決的問題就越少。

以北環段Y28站為例，故宮博物院於107年在工程會審議過程，提出增建地下街與出入口的要求，顧問公司配合研析地下街配置後

發現與隧道段相衝突，不符合捷運建設需求且增加額外的費用。北捷局主導多次協調會議，主張採增設故宮連通道方式滿足故宮參訪旅客需求，並且劃定清楚的維管分界點，使界面問題單純化，也可滿足故宮在館外的展示引導，Y28站的細部設計得以順利展開。另故宮因為都市計畫規定而無法設置無障礙通道的山坡地問題，則依發展局建議可依都市計畫法24條解決相關問題，讓捷運建設回歸原有的計畫目標，達成雙贏的目的。

捷運工程從綜合規劃、基本設計、細部設計到施工，無論是採細設-施工(Design-Bid-Build, DBB)或是透過統包(Design-Build, DB)的方式進行工程的推動與興建，業主均占據重要的角色，必須建立完整規劃手冊、設計手冊、各類施工規範等，並針對計畫特性訂定標準及現場勘查找出關鍵課題一一克服，都市計畫變



1 人物專訪

更及用地取得更是計畫推動的成敗關鍵，都是業主必須提前面對的重要挑戰，以上努力缺一不可。臺北捷運累積三十餘年經驗所建立的制度，已成為各縣市政府捷運主管機關的重要參考依據。

以計畫管理者而言，需先清查前期要辦理事項，有架構、有邏輯的列出計畫重要的里程碑，並列出全部重要的節點，評估可能有障礙的節點先行處理。執行過程中密集的意見溝通，以減少不同意見及錯誤重工。多了解要完成的標的，並認真投入時間研讀技術文件與資料，每當遇到困難與障礙時，應該暫時離開高壓的環境，到安靜的角落放空思考。

過去在土建處服務的時候，公文及技術文件的數量龐大，幾乎每天都需要留在辦公室加班到很晚，發現工作效率隨時間明顯下降，不利決策的品質。後來改變作法，在辦公室工作到七點左右，先大略將未完成的重要公文與資料翻閱一遍，記在腦海中回家安靜的思考，隔天一大早趁著頭腦清醒時進辦公室處理公文，原本非常棘手的問題通常可以迎刃而解、事半功倍。

問：副局長在土建處及工程處擔任主管期間，長期擔任工程司代表的職務，成



(左1)陳耀維副局長 (左2)林建華副總經理

功的管理多家大型的設計顧問如期如質達成計畫目標。請教副局長，在設計管理的經驗及對於顧問公司未來發展的期許？

答：設計前要根據標的物的特性與業主需求進行分類，決定要採地標特殊站(豪華版)，還是採用一般站(接地氣)，透過設計手法將工程化繁為簡。



(右3)蔡榮禎代理協理 (右2)史訓璋計畫經理 (右1)譚家瑞副理

設計階段確認設計成果施工性，可以借助網圖的規劃與排列，可從網圖的排列中了解要徑的工程項目及必須管控的前置作業。從捷運工程過去的管理經驗，其依據網圖管制工程進度，才能預知時程、施工順序、預估經費、建立標準程序、簡化工序、減少人力，使用網圖也可直接了解系統供電之排列，進而規劃各專業進退場的流程與工序，大幅減少重工與停滯的時間。

目前臺北捷運的細部設計已全面導入BIM技術進行設計，而且是採取Real BIM的完整流程進行設計建模、界面協調及審查整合，以提昇設計的成熟度、降低不一致的缺漏。於設計階段運用BIM 3D模型針對困難路段及關鍵工項提前進行施工模擬，得以減少界面問題、精簡設計並降低成本，也能降低施工風險，協助施工廠商建立正確施工程序。



1

人物專訪

設計顧問應再強化建立標準圖與建築細部詳圖，使施工廠商得以掌握設計原意並有效的估價，提昇廠商繪製施工製造圖的品質，並減少施工過程的爭議。

顧問公司在設計與施工期間要詳實紀錄，回饋經驗才能持續進步。台灣世曦公司有很優良的傳統，每一個細設標完成後，會提供相關問卷調查給業主填寫，此為非常好的雙方交流管道，並可透過此方法了解業主需求與服務介面。

施工過程的經驗回饋與反思仍待加強，配合施工中服務的經驗回饋，修正相關設計參數持續精進設計。這點對於現在工程的傳承很重要，尤其因應時代變遷，大多數人已不能接受勞力密集及工序繁複的工程項目，提高設計成果的施工性與經濟性是未來努力的方向，也是面對與解決缺工等問題的基礎。

捷運工程最重要的就是傳承訓練新人，讓新人有獨立參與設計的機會，最後由資深工程師把關其文件品質。土木工程基本原則千古不變，與訓練新人息息相關，需加強基本功。

多參考國外案例，擴展視野，可藉由國外參訪的方式，透過同仁實地勘察、拍照記錄及分享，讓設計團隊可以了解國外最新發展，引

進新的創意與技術。

所完成作品要先能說服自己，才能說服別人。針對問題，要提出具體可行的方案請業主裁示，不可行的東西顧問公司要有所堅持。

不要怕問題，而要解決問題。曾經有位高階長官告訴我：「政府的事情有很多，決比不決好，決不要偏離主題但是可以執行，不決就放在那邊不能動。」

顧問公司的單位管理者，不管對某個計畫有沒有興趣，都要收集台面資料，還要關注後續發展去做評估與比較，要知道臺灣與國外的捷運發展的差異及最新的潮流，要有完整的作戰情資圖，以為執行業務之參酌。

會中陳副局長特別提出計畫管理的訣竅：列出前期要辦理的事情，要有架構、要有邏輯，列出全部重要的節點，評估可能會有障礙的節點先行處理，意見溝通、減少不同意見及錯誤重工；多了解要完成的標的，要認真要投入看資料；碰到障礙，可以放空思考。並提出下列管理心得，期許顧問公司再精益求精，將細部設計做到更好：

- 設計與施工期間要詳實紀錄、回饋經驗。
- BIM建模、自行建立標準圖、建築細部



陳耀維副局長於專訪中表示，捷運工程最重要的就是傳承訓練新人，讓新人有獨立參與設計的機會，最後由資深工程師把關其文件品質。



1

人物專訪

圖，設置現場勘查，補充調查以確定設計參數引用適切性。

- 要有施工模擬，以減少界面誤差、精簡設計、降低成本。
- 降低施工風險，建立施工程序(正確性)。
- 各項參數適當的選定(吸收設計、施工經驗)。
- 要傳承訓練新人、要讓新人參與設計(獨立參與再予調整)。
- 多找國外案例、張開視角。
- 同仁出國也可提供照片，了解國外最新視角。
- 要分類，是要豪華還是接地氣。
- 學習Apple，簡約設計與流程。
- 要會排網圖才能預知時程及施工順序及預估經費、建立標準程序、簡化工序、減少人力。
- 土木工程基本原則千古不變，新人要要求加強基本功力。

問：從臺北捷運工程建設經驗回饋各都會區捷運計畫(臺中捷運)及協助推動的方向？

答：臺北捷運路網已完工及營運的有紅、綠、藍、橘、棕五線主要幹線及環狀線共152公里、131車站。目前進行中的有萬大一期、信

義東延、南北環以及萬大二期等等。北捷局曾派遣專業工程師參與高雄捷運紅、橘線的建設，以及協助臺中市完成臺中捷運綠線，累積了豐富的規劃設計與施工管理的經驗。

北捷局主要以興建臺北捷運工程為優先考量，配合縣市政府間的合作機制，北捷局非常樂意貢獻設計及施工管理經驗，依據各縣市政府捷運工程計畫之需求及限制條件，預測未來的問題點，提前規劃因應策略，避免執行期間的障礙與困難，以有效協助各縣市政府捷運主辦機關順利推動捷運建設計畫。各縣市政府如需北捷局協助，可以先規劃委辦範圍，原則上地方事務由主辦機關自行辦理，捷運技術部份可以委託北捷局代辦，並成立跨局處之專案小組統籌，以提昇協調與整合的效率。

問：臺北捷運局成長經驗及重要價值-兼談對臺北市／臺北都會區都市發展的貢獻？

答：臺北市捷運局是跟著臺北市一起成長的，尤其以前工程常常遇到很多不可行因素，因有當時共同參與的顧問公司，大家秉持相同的理念、共同解決問題，走出這一步是很好的經驗。



台中捷運綠線松竹站／

臺北捷運局曾派遣專業工程師參與高雄捷運紅、橘線的建設，以及協助台中市完成台中捷運綠線，累積了豐富的規劃設計與施工管理的經驗。



1

人物專訪

交通建設是地方建設之母，要談建設主要先談交通，而捷運是真正能紓解交通的工具。有捷運會使交通更方便，所以在都會區要解決交通問題，捷運是不可或缺的。因路線不可能單獨成立，且捷運造價費用昂貴，故主幹線不僅運量要足夠且要有轉乘的功能，才可建立精準、乾淨、節能、減碳的交通工具，成為城市發展的利基。尤其是捷運減少個人運具的使用量，可以大幅降低碳排放量。

北捷局對工程界的貢獻是首先採取透過龐大的捷運建設建立了標準的SOP，使設計及施工規劃有章法，因為成果得到其他工程建設機關的認同而採用。以施工規範為例，不管是設計還是施工，因有規範可遵循，不會有外行的情況出現。在替代方案方面也有所貢獻，可精省不必要的程序，建立一個好的制度是價值工程的目的，進而使整個品質提升、讓三級品管的制度建立，並執行透明化。在工程進度、計價、資訊、電子化管理等方面也藉由科技引入，明顯的提升效率。

捷運工程使優秀顧問公司願意投入、貢獻所長，並開拓工程人員的視野。另外，捷運在行事上要有規範及方法，知道要做什麼、做出來的東西是什麼，並要建立想法、更有創造力，例如：風險管理、安全與衛生(重視勞工安全)、價值工程、品質管理等。

捷運工程對臺北人的貢獻包括了：建立交通動脈有效紓解人潮，尤其在集會或特殊節日時，可有效控制與縮短旅行時間，也可減少市區道路車輛、減少空汙、降低市區車輛噪音及節省運輸成本，建立都市搭車習慣，讓世界各國透過臺北捷運更了解臺灣。臺北捷運建設讓工程人員能參與大型工程的設計及施工，其經驗能夠使國內從業人員走出國門、邁向世界。臺北市也因捷運建設的持續推動，能透過TOD使各地區的都市更新加速，拉近市區與城鄉的距離。



台北捷運文湖線／大湖公園站



(中右)陳耀維副局長 (右2)林建華副總經理 (右1)蔡榮禎代理協理
(左1)謝宜璇 (左2)譚家瑞副理 (中左)史訓璋計畫經理

後記

承蒙臺北市捷運工程局陳副局長於百忙之中撥冗接受本刊專訪，在訪談過程中，陳副局長清楚說明臺北捷運工程建設的過程，以及對於都市發展帶來的影響與貢獻。尤其是北捷局運用大量人力與心血，建置各項完整的標準作業程序，包括：規劃手冊、設計與施工規範、價值工程、風險管理、品質管理及電子資訊平台等系統，奠定臺北捷運成功的基石，豐碩的成果與國際上著名的捷運建設機構相比，不僅毫不遜色，甚至超前領先。

陳副局長特別分享如何在繁忙的公務中不受外界干擾，冷靜思考與決策，事半功倍的解決困難的問題，可為吾人借鏡。陳副局長也勉勵顧問公司要重視新人的培育及傳承。並且在現有的基礎上，再優化設計方案的施工性與經濟性，克服國內目前日益惡化的缺工挑戰。

藉由此訪談，讓我們了解捷運工程從財務、規劃、設計到施工，都是集合各專業工程師嘔心瀝血、共同努力而完成的偉大建設。僅將本次的訪談內容與大家分享，以供各界參考。

三鶯線捷運統包工程 噪音防制規設精進作為

Advancing Noise Control Planning and Design for San-Ying Line Rapid Transit System Design Build Project

關鍵字(Key Words)：統包工程 (Turnkey Project)、捷運噪音防制 (Prevention of Noise from MRT)、減振降噪 (Vibration and Noise Reduction)

新北市政府捷運工程局／局長／李政安 (Lee, Cheng-An) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／計畫經理／謝國楠 (Hsieh, Kuo-Nan) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／正工程師／盧建志 (Lu, Chien-Chih) ❸

台灣世曦工程顧問股份有限公司／水及環境工程部／主任工程師／王聰貴 (Wang, Tsung-Kuei) ❹

摘 要

本文首先指出高架捷運系統噪音組成及特性，其次說明基設階段噪音影響評估及噪音防制規劃內容，以及統包工程契約需求書系統機電、軌道及土建噪音振動防制設計要求，最後述及統包商現階段土建隔吸音設施、轉彎段減振降噪設施及高架段橋下吸音板等設計成果。



Abstract

This paper firstly points out the noise composition and characteristics of the elevated MRT system, and then describes the noise impact assessment and noise prevention planning content in the basic design stage, as well as the design requirements for the mechanical and electrical, track and civil noise and vibration control of the system in the contract requirements of the turnkey project, and finally discusses the system that contractor's current design achievements of the civil construction sound insulation and sound absorption facilities, the vibration reduction and noise reduction facilities in the turning section, and the sound absorption panels under the viaduct.

壹、前言

三鶯線捷運系統計畫（以下簡稱三鶯線）路線全長 14.29 公里，從土城頂埔站開始，經土城、三峽、鶯歌到福德一路上的終點站止，設置 12 座高架車站及 1 座機廠。為提高捷運系統服務之可及性，三鶯線高架橋沿既有道路佈設，兩側為三鶯地區人口密集之住宅區，其間也有學校、醫療院所分布，皆為屬於捷運噪音影響之主要敏感受體。近年民眾環境保護意識抬頭與居住品質需求之提升，使得交通建設通車後常遭受沿線居民之陳情與抗爭，以往捷運系統試營運階段即有民眾反應影響生活安寧，捷運噪音防制已儼然成為不可忽視且為現今民眾相當關注的議題。為減輕沿線噪音振動影響，落實環評承諾及符合所屬管制標準，三鶯線於基設階段即整理分析國內高架捷運系統噪音主要成因及改善經驗，並進行沿線環境敏感受體及背景音量調查、噪音影響預測評估、減振降噪設施需求規劃等工作，據以整合訂定系統機電、軌道及土建之噪音振動防制設計內容後，納入三鶯線統包工程相關需求書。本文將就高架捷運系統噪音組成及特性分析、基設階段噪音防制規劃、統包工程契約噪音防制需求之落實與精進，以及目前統包商設計成果提出說明，供各界參考。

貳、高架捷運系統噪音組成及特性分析

自民國 85 年第一條木柵線啟用後，歷年來陸續通車之高架捷運系統有台北捷運淡水線、圓山站至淡水站、高雄捷運橋頭火車站至世運站、台北捷運文湖線、機場捷運、台中捷運及台北捷運環狀線第一階段路線等，在試車及營運階段均有民眾因噪音影響提出陳情，涵蓋路線、車站、機廠及變電站等場域，主要成因綜合分析如下：

一、捷運交通噪音（參見圖 1）

捷運路線噪音對敏感受體之影響，依傳遞路徑可區分為直接音及間接音：

- （一）直接音：主要電聯車下方車輪滾動與鋼軌摩擦所產生之輪軌音，動力機電設備產生之機電音、車頂上之空調系統產生之空調音；以及電聯車行經轉彎段鋼箱梁，輪軌摩擦振動經由基鈑傳至橋梁主體，進而引發橋梁各部位的振動，並輻射至橋體外部之結構音。
- （二）間接音：主要有輪軌音、機電音等直接音衍生之軌道區反射音、因隔音牆阻隔後之繞射音、道路交通噪音因高架橋結構衍生之橋下反射音。

路線噪音對於鄰近捷運系統之大樓影響，主要以直接音及其衍生之軌道區反射音傳至受體端，而為避免長距離全罩式隔音牆影響消防逃生安全，高架橋一般採直立式、雙弧型隔音牆設置；低樓層及中間樓層可藉隔音牆阻隔而產生「聲音音影區」的減音效果，高樓層受體除所受隔音牆遮蔽效果小且輪軌音之反射音未妥為處理時將加劇高樓層受體之噪音外，高樓層受體原不易受地面交通或人為噪音所影響，卻因背景音量較低而致捷運行駛新增噪音可明顯察覺，進而造成民眾較難感受隔音牆的成效。

依據現有營運中之高架捷運系統噪音量測結果顯示，電聯車行駛轉彎段時，因輪軌間的摩擦音及車輪滾動黏滑運動易產生擾人的尖銳噪音（Squeal Noise），尤其小轉彎半徑更為嚴重，其主要頻率及噪音增量與車速、轉彎半徑有關；結構音量與橋梁振動情形有關，振動量愈大，則結構音量愈高，振動的大小及頻率則與車速有關。

橋下反射音因捷運高架結構（含車站）建置於既有道路上方，與鄰近兩側建物形成近似密閉空間，其下方汽機車引擎和排氣管產生的噪音，會在道路、高架橋和建物不吸音之表面間來回反射，不易消散，進而影響道路兩側之敏感受體。

二、車站營運噪音

主要噪音來自水環設備(包含冰水主機、冷

卻水塔、進排風機等)、電聯車進出站、廣播設備、電扶梯等運轉噪音以及站體之反射音（參見圖2）。

三、機廠及變電站運轉噪音

機廠主要噪音來自維修工廠作業噪音、電聯車進出廠區之交通噪音，其中小轉彎進出廠線半徑路段之輪軌摩擦噪音最大；變電站則以變壓器低頻噪音影響為主。

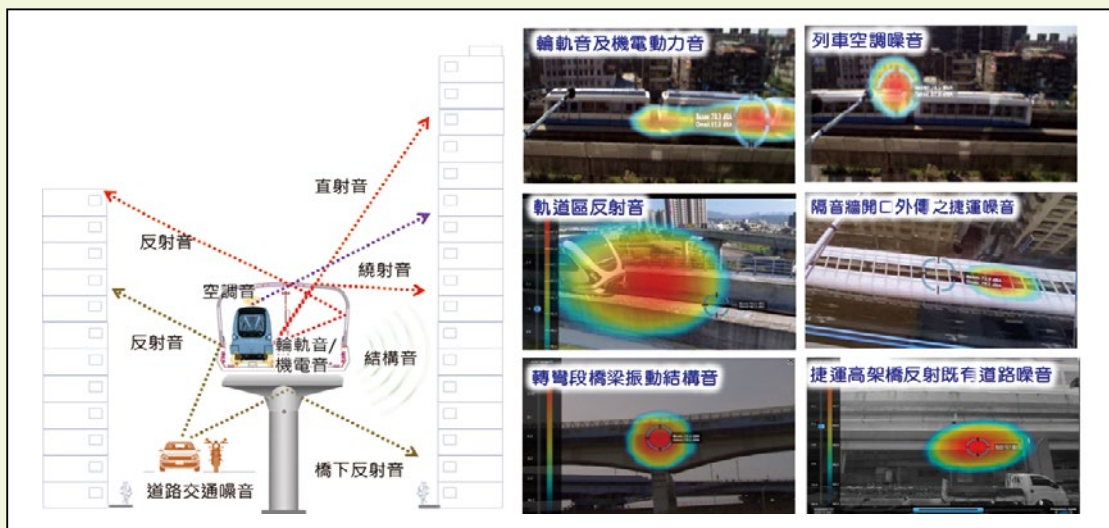


圖1 高架捷運系統營運路線主要噪音來源

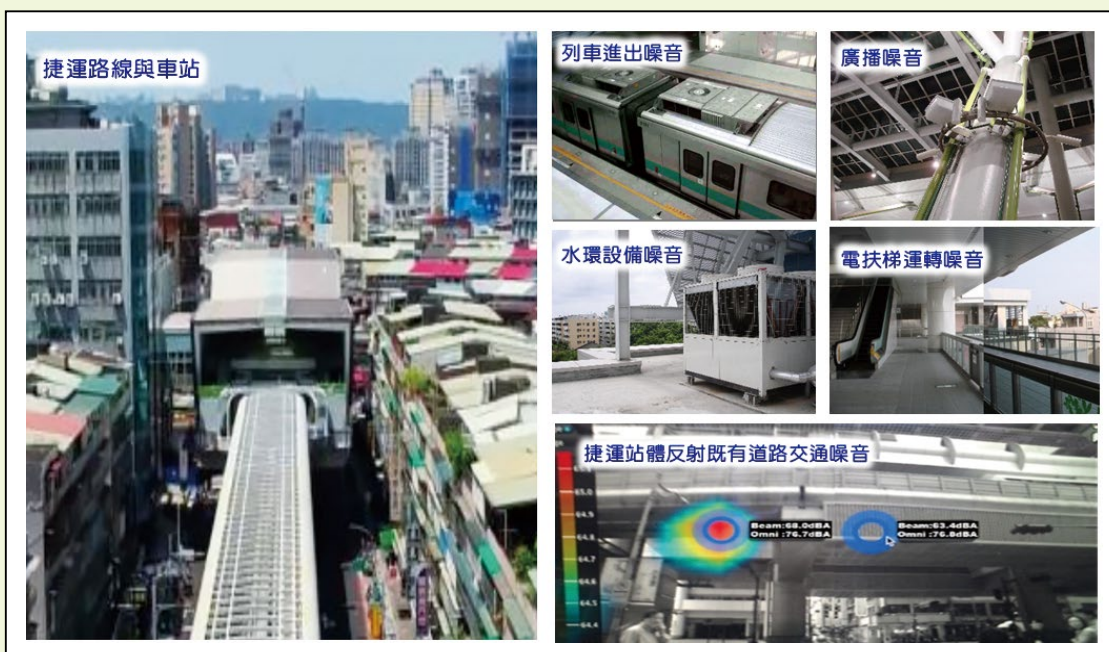


圖2 高架捷運系統車站營運噪音來源

參、基設階段噪音防治規劃

一、法規標準及減噪設計期望值

三鶯線兩側鄰近之敏感受體以第三類噪音管制區居多，參照「噪音管制法」、「陸上運輸系統噪音管制標準」以及環評書件防音承諾，三鶯線捷運交通噪音量須符合『陸上運輸系統管制標準』第八條規定(參見表1)，在第三、四類噪音管制區大眾捷運系統交通噪音管制標準，“小時均能音量”(Leq,1h)於『早』、『晚』時段70dB(A)，『日間』時段75dB(A)，『夜間』時段65dB(A)；“平均最大音量”(Lmax,mean,1h) 85dB(A)。

考量以往類似高架捷運系統完工通車後，民眾噪音陳情訴求、現場噪音量測數據，以及三鶯線未來沿線社經發展、設備系統老化與營運階段改善施工不易等因素，本規劃減噪設計期望值“小時均能音量”及“平均最大音量”均由第三類管制區標準再加嚴5dB，即“小時均能音

量”『早』、『晚』時段不超出65dB(A)，『日間』時段不超出70dB(A)，『夜間』時段不超出60dB(A)，“平均最大音量”不超出80dB(A)。

二、三鶯線捷運噪音影響來源及預測[1]

三鶯線捷運交通噪音影響評估方法採用環保署認可之德國Schall103軌道交通噪音計算指引，模擬軟體為CadnaA，以機電系統車輛外部音量驗收條件下之最大音量作為預測模式音源輸入，並依各路段地形數值圖、軌道型式、線形、營運班次、車速及土建等設計成果，建置路線兩側150公尺以內含預測點之三維聲場模型(參見表2及圖3)。針對三鶯線站間敏感受體分布，選擇其中具代表性之76幢不同高度之建物(1F~25F，以集合式公寓、住宅大樓為主)，設置共513處樓層預測點，計算以捷運通車後各時段“小時均能音量”約介於44.1~73.0 dB(A)，與「陸上運輸系統噪音管制標準」比較，初估超出減噪設計期望值(第二類管制區標準)共213樓

表1 大眾捷運系統交通噪音管制標準

音量單位：dB(A)

管制區	時段	小時均能音量(Leq,1h)			平均最大音量 (Lmax,mean,1h)
		早晚	日間	夜間	
第一類或第二類管制區內		65	70	60	80
第三類或第四類管制區內		70	75	65	85

資料來源：行政院環保署99.1.21環署空字第0990003459D號令之陸上運輸系統噪音管制標準。

表2 噪音預測模式輸入參數摘要

輸入參數	說明
路線	路線平縱圖、軌道及橋梁結構設計圖
電聯車長度	45 m/2節
最大車速	直線段：70公里/小時；道岔段：40公里/小時 轉彎段：R≤300m 30公里/小時 300m<R≤500m 45公里/小時
捷運系統外部音量	電聯車以70km/h行駛於版式軌道直線段橋梁（有側牆及中央步道）距軌道中心線水平7.5公尺軌道面上1.5公尺處之最大音量78 dB(A)
單向班次	『日間』時段30班次/小時、『夜間』時段15班次/小時
軌道形式	版式軌道，音量 +5.0 dB
結構形式	高架段，音量 +3.0 dB
特殊軌段	曲率半徑300~500m，音量 +5.0 dB
	曲率半徑小於300m，音量 +8.0 dB
	道岔段音量 +5.0 dB
環境物件	地形數值圖(含建物、鐵路、街廓、等高線、高程點等圖層)

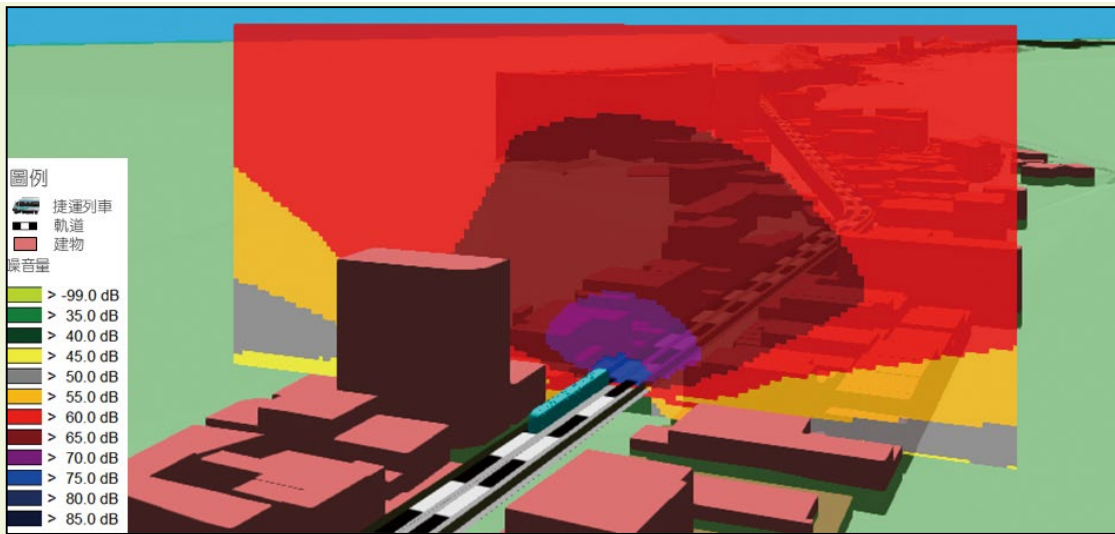


圖3 三鶯線捷運噪音預測三維聲場模型

層，佔比約為42%，超出第三類管制區標準共83樓層，佔比約為16%（參見表3）。

除捷運電聯車行駛噪音影響外，當電聯車進行慢速行駛（如進出站、轉彎段等）時，於「聲音明亮區」的高樓層可能感受到車頂上空調噪音，尤其夜間時段背景音量較低時（參見圖4），也會有比較大的差異感受。

三鶯線部分路段高架橋下鄰近兩側平行建築物，捷運高架完成與建物間形成近似封閉之空間，在站體或橋下方之道路車輛行駛之交通噪音，在空間下不吸音的橋梁結構表面來回多次反射，將提高臨街整體音量，且低頻音在此空間有迴盪、不易消散、殘響時間延長、語言清晰度降低等現象，對於兩側臨街居民有較明顯之生活干擾，先前國內外高架運輸系統有類似陳情噪音改善案發生（參見圖4）。

表3 三鶯線捷運交通噪音預測結果統計

站間	敏感受體預測點			超標樓層數(百分比)		
	距離(m)	樓高	樓層數	小時均能音量dB(A)[1]	減噪設計期望值>60dB(A) [2]	第三類管制區法規值65dB(A) [2]
LB01~LB02	5~35	1~16	87	48.7~72.4	45(52%)	25(29%)
LB02~LB03	5~21	1~12	36	47.7~69.0	14(39%)	9(25%)
LB03~LB04	11~32	1~12	22	50.8~70.9	9(41%)	2(9%)
LB04~LB05	28~91	1~2	3	53.0~55.3	0(0%)	0(0%)
LB05~LB06	16~145	1~14	34	50.7~68.5	12(35%)	7(21%)
LB06~LB07	22~59	1~20	95	51.3~66.6	57(60%)	4(4%)
LB07~LB08	12~75	1~25	78	50.6~70.4	47(60%)	22(28%)
LB08~LB09	7~55	1~12	28	44.1~67.8	6(21%)	4(14%)
LB09~LB10	20~42	1~7	17	49.2~65.8	2(12%)	0(0%)
LB10~LB11	7~46	1~12	51	46.8~63.9	4(8%)	0(0%)
LB11~LB12	6~58	1~8	62	46.9~72.9	17(27%)	10(16%)
LB12~終點	12~58	1~6	19	49.8~73.0	5(26%)	4(21%)
合計	5~145	1~25	513	44.1~73.0	213(42%)	83(16%)

註[1]：表中數值為『夜間』時段小時均能音量，為評定三鶯線捷運交通噪音傳至沿線敏感受體是否符合法規標準及減噪設計期望值之關鍵。

[2]：超出法規標準或減噪設計期望值之樓層數，括號內為超標樓層數佔站間樓層數之百分比。

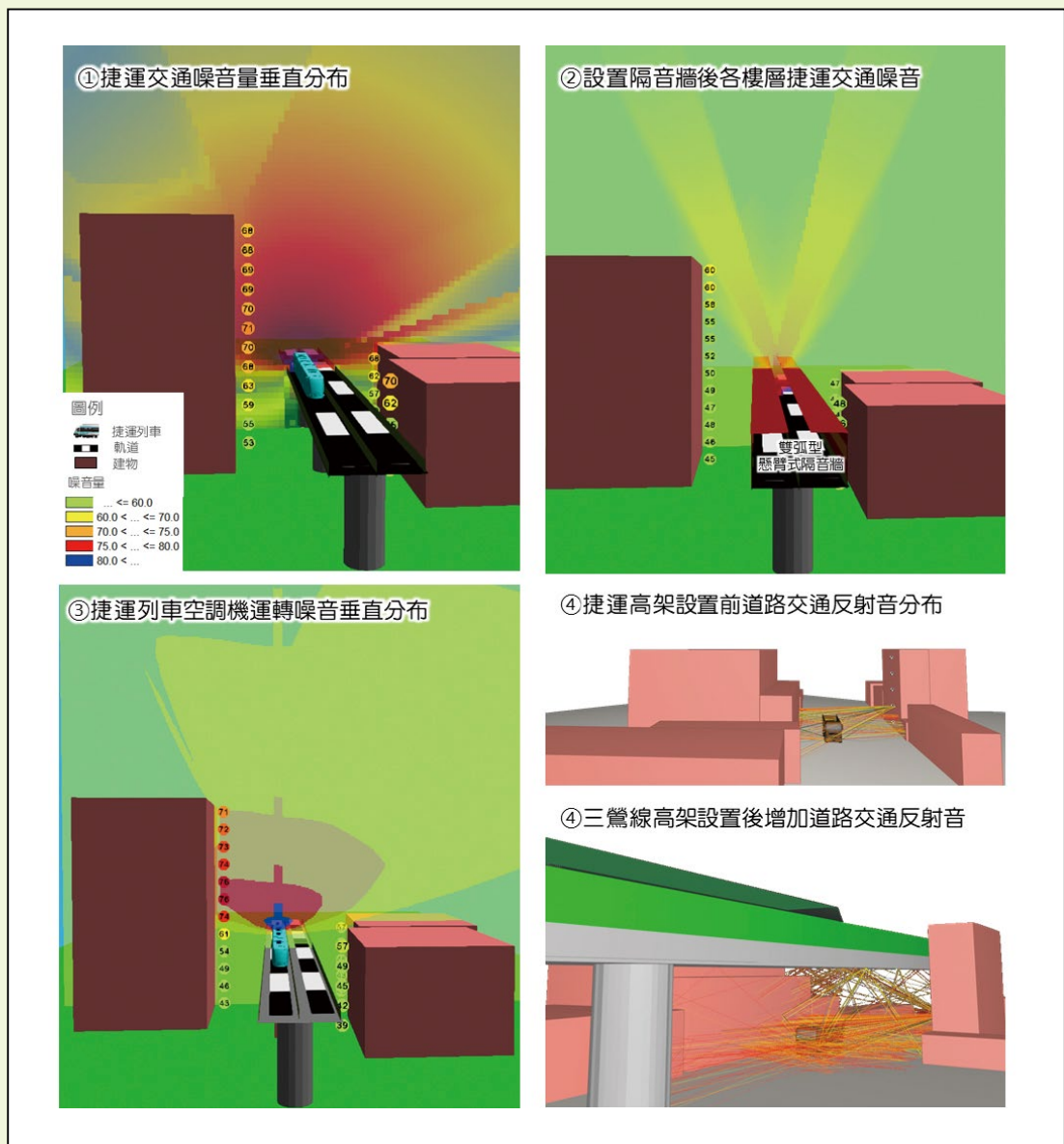


圖4 三鶯線捷運噪音影響來源及預測

三、土建隔吸音設施需求分析

(一) 捷運系統隔吸音設施種類

捷運系統土建減噪設施包括隔音牆及軌道區吸音材等，隔音牆為由隔音材或其與吸音材組成之結構，用來遮斷直接音，增加繞射音之傳播路徑。當捷運音源與敏感受體之間有不同高度隔音牆設置時，會使用聲音傳播路徑加大，插入損失IL（Insertion Loss）愈高，隔音牆

之減音效果也會愈好。因此，隔音牆成為最普遍採行之減噪措施，惟隔音牆減音功效有其極限，太高或全罩式之隔音牆亦影響都市景觀、同時考量乘客舒適性及消防安全，近年來在軌道區胸牆，側牆及道床側鋪設軌道區吸音材也逐漸被應用。

捷運用隔音牆依板材材質大致可分為吸音型和反射型(非吸音)兩種，吸音型以插入礦物棉等吸音材之沖孔金屬製板材最具代表；反射型

則以壓克板、聚碳酸酯板等單純構造透明板材為代表，為避免影響車廂內乘客視覺，在電聯車車窗可看出去之視域範圍，部分採用上述透明材質外，其他部分則大多採吸音材之沖孔金屬製板材配置。

依隔音牆設置型式可分不同高度直立式隔音牆（約 $\leq 3\text{m}$ ）、懸臂式隔音牆、具有不同開口寬度之雙弧型隔音牆、懸臂式隔音牆頂上加吸音圓筒等種類（參見圖5）。

（二）各型式隔吸音設施減噪成效評估

依三鶯線捷運噪音影響預測結果及減噪目標值，土建之減噪設施包括隔音牆、軌道吸音材（胸牆、月台及步道之側牆）及橋下之吸音材等。以關鍵時段之“夜間”尖峰小時均能音量，評估九種不同高度及型式之隔音牆設置前後是否符合所屬管制標準及設計期望值，預估設置後減音成效評估參見表4。

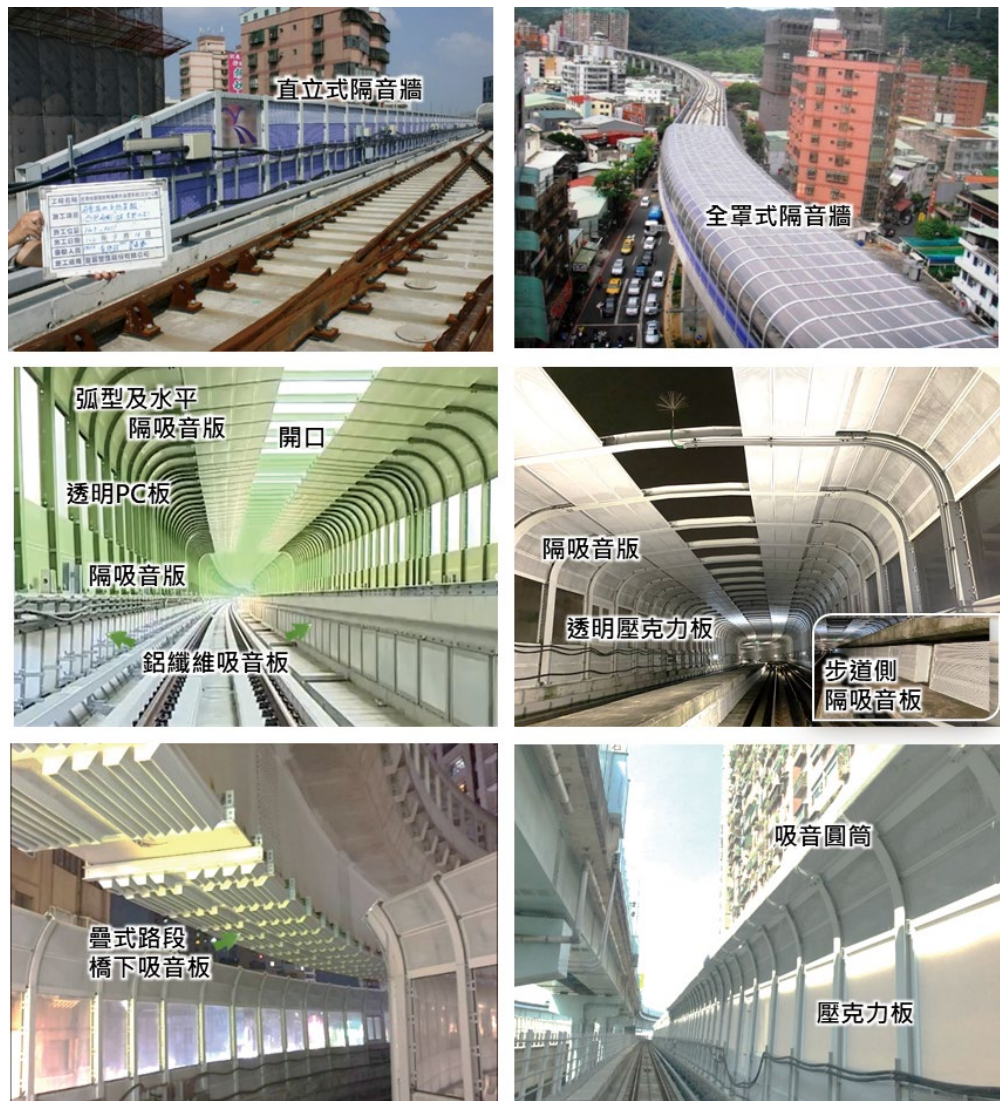


圖5 高架捷運系統隔吸音設施種類及型式

表4 各型式隔吸音設施減噪成效評估

站間	設1m高直立式隔音牆			設2m高直立式隔音牆			設2.5m高直立式隔音牆		
	小時均能音量 [1]	設計期望值 >60dB(A) [2]	法規限值 >65dB(A) [2]	小時均能音量	設計期望值 >60dB(A)	法規限值 >65dB(A)	小時均能音量	設計期望值 >60dB(A)	法規限值 >65dB(A)
LB01~LB02	47.1~72.0	33(38%)	17(20%)	45.7~67.8	26(30%)	11(13%)	44.7~67.3	24(28%)	7(8%)
LB02~LB03	45.9~68.3	11(31%)	5(14%)	44.6~67.8	8(22%)	4(11%)	44.0~67.3	7(19%)	1(3%)
LB03~LB04	48.5~67.3	4(18%)	1(5%)	46.7~64.0	2(9%)	0(0%)	45.9~62.0	2(9%)	0(0%)
LB04~LB05	49.8~50.8	0(0%)	0(0%)	47.0~48.0	0(0%)	0(0%)	45.9~47.2	0(0%)	0(0%)
LB05~LB06	47.0~67.9	10(29%)	6(18%)	44.2~66.7	8(24%)	2(6%)	43.1~66.0	8(24%)	0(0%)
LB06~LB07	47.6~66.1	45(47%)	0(0%)	45.1~65.3	29(31%)	0(0%)	44.1~64.2	22(23%)	0(0%)
LB07~LB08	47.7~70.1	40(51%)	15(19%)	45.5~69.0	34(44%)	14(18%)	44.6~68.5	31(40%)	11(14%)
LB08~LB09	42.9~67.2	5(18%)	2(7%)	41.9~65.1	4(14%)	0(0%)	41.5~64.7	4(14%)	0(0%)
LB09~LB10	46.1~61.6	1(6%)	0(0%)	44.3~56.0	0(0%)	0(0%)	43.5~54.5	0(0%)	0(0%)
LB10~LB11	44.6~62.2	1(2%)	0(0%)	43.3~59.9	0(0%)	0(0%)	42.7~58.5	0(0%)	0(0%)
LB11~LB12	44.2~66.4	6(14%)	0(0%)	42.5~62.0	1(2%)	0(0%)	41.9~59.1	0(0%)	0(0%)
LB12~終點	46.5~69.9	4(21%)	2(11%)	44.2~66.4	2(11%)	0(0%)	43.2~65.1	1(5%)	0(0%)
合計	42.9~72	160(31%)	48(9%)	41.9~69.0	114(22%)	31(6%)	41.5~68.5	99(19%)	19(4%)
站間	設單側懸臂2m隔音牆 或雙弧隔音牆頂上開口6m			設單側懸臂3m隔音牆 或雙弧隔音牆頂上開口4m			設單側懸臂4m隔音牆 或雙弧隔音牆頂上開口2m		
	小時均能音量	設計期望值 >60dB(A)	法規限值 >65dB(A)	小時均能音量	設計期望值 >60dB(A)	法規限值 >65dB(A)	小時均能音量	設計期望值 >60dB(A)	法規限值 >65dB(A)
LB01~LB02	42.1~64.3	9(10%)	0(0%)	41.3~62.8	4(5%)	0(0%)	40.8~58.6	0(0%)	0(0%)
LB02~LB03	42.2~64.3	1(3%)	0(0%)	41.7~59.0	0(0%)	0(0%)	41.3~55.2	0(0%)	0(0%)
LB03~LB04	43.0~54.5	0(0%)	0(0%)	42.2~52.2	0(0%)	0(0%)	41.6~51.1	0(0%)	0(0%)
LB04~LB05	42.4~44.9	0(0%)	0(0%)	41.4~44.3	0(0%)	0(0%)	40.7~44.0	0(0%)	0(0%)
LB05~LB06	39.6~63.9	6(18%)	0(0%)	38.6~63.3	5(15%)	0(0%)	37.9~62.6	4(12%)	0(0%)
LB06~LB07	41.3~62.2	4(4%)	0(0%)	40.6~58.2	0(0%)	0(0%)	40.1~55.0	0(0%)	0(0%)
LB07~LB08	42.1~65.8	15(19%)	0(0%)	41.3~64.7	6(8%)	0(0%)	40.7~62.3	3(4%)	0(0%)
LB08~LB09	39.9~63.3	2(7%)	0(0%)	39.4~63.0	2(7%)	0(0%)	39.0~62.8	1(4%)	0(0%)
LB09~LB10	41.5~50.5	0(0%)	0(0%)	41.0~49.6	0(0%)	0(0%)	40.7~48.9	0(0%)	0(0%)
LB10~LB11	40.9~52.6	0(0%)	0(0%)	40.4~50.9	0(0%)	0(0%)	40.1~49.9	0(0%)	0(0%)
LB11~LB12	39.7~54.1	0(0%)	0(0%)	39.0~53.2	0(0%)	0(0%)	38.4~52.6	0(0%)	0(0%)
LB12~終點	40.3~56.4	0(0%)	0(0%)	39.6~54.4	0(0%)	0(0%)	39.0~53.1	0(0%)	0(0%)
合計	39.6~65.8	37(7%)	0(0%)	38.6~64.7	17(3%)	0(0%)	37.9~62.8	8(2%)	0(0%)

註[1]：表中數值為『夜間』時段小時均能音量，為評定三鶯線捷運交通噪音傳至沿線敏感受體是否符合法規標準及減噪設計期望值之關鍵。

[2]：超出法規標準或減噪設計期望值之樓層數，括號內為超標樓層數佔站間樓層數之百分比。

肆、噪音防制需求之契約落實與精進

三鶯線噪音防制契約要求，分列於業主需求書(一) [2] 6.軌道工程需求、10.2環境保護，以及系統機電(電聯車)規範[3]2.5噪音及其他相關規定。

三鶯線為統包工程，有別於土建機電分包方式，對於捷運系統噪音振動防制，統包商應整合機電(含車輛系統)、軌道及土建之減振降噪設計至能符合需求書要求為止，整理其中精進作為說明如下：

一、噪音振動之設計、審查及驗收

(一) 噪音振動防制之設計、審查

統包商所提供之捷運系統，包括車輛、軌道、車站、機廠、變電站及其他相關設施之設計，均應考慮有關捷運系統於營運期間所產生之噪音與振動防制，應遵照減振降噪要求以及『環評書件』噪音與振動防制承諾事項，並參照基設成果、業主指示及民眾陳情，對相關影響區段進行背景音量與振動量量測，影響預測評估及降噪減振設計，並提送「整體噪音及振動防制計畫書」核可後，再據以進行細部設計。

(二) 噪音防制成果完工驗收

為確認三鶯線完工通車後是否符合需求書規定之噪音防制標準，統包商須提送「整體噪音及振動防制設施驗收計畫書」，於審核同意後進行現地噪音量測，沿線敏感受體音量驗收位置，噪音計須設於臨軌道之建築物，且在軌道踏面上方，不為胸牆或其他結構物阻隔視線之最近樓層牆面線向外1公尺，高於樓板延伸線1.5公尺處。沿捷運路線以上下行線，間隔約100公尺軌道進行米選定1處量測點，上行線與

下行線之量測點以錯開50公尺為原則。

隔音牆及高架橋梁下掛附吸音材設置路段，為確保其吸音材料及施作方式在裝設完成後具有減音功效且符合噪音防制標準，在施工前須進行材料取樣及送實驗室檢測外，並於進場組裝完成後另需進行現地聲學性能檢測驗收，以確保裝置之成效。

二、顧及民意及環保需求，加嚴設計標準

(一) 一般路段

依所屬管制區各時段之“小時均能音量”及“平均最大音量”下修加嚴5dB，作為影響評估減振降噪設施之設計及驗收標準（詳見參、一、節說明）。鑒於捷運系統屬於三鶯地區新增噪音源，為降低噪音增量之影響，統包契約規定捷運系統營運噪音均能音量，與背景音量能量相加之合成音量不得大於背景音量5dB。

(二) 特殊敏感路段

電聯車通過醫療院所、學校及其他特殊敏感路段(如教育研究院、美術館、藝術村等)之“平均最大音量”不超出75dB(A)。

三、先於音源端進行減量，次於傳遞路徑進行防音

契約要求統包商減振降噪設計，優先於系統機電(車輛)及軌道工程進行源頭噪音減量，後輔以土建隔(吸)音結構於傳遞路徑進行吸音阻隔。

(一) 車輛減噪設計要求

電聯車為捷運系統營運噪音之主要來源，從源頭減量降低沿線污染，本工程業主需求書分別規定電聯車在靜止時，與在AW0載重下之

表5 捷運車輛噪音限值比較

路線		三鶯線	環狀線	台中捷運綠線	桃園機場捷運
車輛外部噪音標準	行進	車長=40m 78 [1] 108.2 [1] ($L_{Amax}, V=70, L=7.5, H=1.5, 3.8$) [2]	車長= 68m 75 117.8 [76.8] ($L_{Amax}, V=70, L=15, H=0$)	車長=44m 75 114.2 ($L_{Amax}, V=75, L=15, H=1.5$)	車長：直達102m,普通車81m 83 122.5 (無邊牆無隔音牆) ($L_{Amax}, V=90, L=15, H=1.5$)
	靜止	68 ($L_{Aeq}, V=0, L=7.5, H=1.5, 3.8$)	70 ($V=0, L=5, H=0$)	70 ($V=0, L=5, H=1.5$)	69 ($V=0, L=15, H=1.5$)
車輛內部噪音標準	行進	75 ($L_{Aeq}, V=70, L=0, H=1.5$)	76(83) ($V=70, L=0, H=1.4$)	74 ($V=70$)	74(80) ($V=90, L=0, H=1.5$)
	靜止	67 ($L_{Aeq}, V=0, L=0, H=1.5$)	71(72) ($V=0, L=0, H=1.4$)	71 ($V=0$)	72(73) ($V=0, L=0, H=1.5$)
沿線敏感受體噪音設計標準		- 不超出第二類標準（沿線第一排建物現況多屬第三類標準） - 特殊路段 $L_{max, mean} < 75$ 增量 < 5	- 符合第三類標準 - 增量 < 5 or 10	- 符合第二類標準 - 增量 < 5 or 10	- 符合第二，三類標準 $L_{max, mean} < 75$ or < 80 - 增量 < 5 or 10

註：1. 在車輛內外部於行進及靜止所列之數值係指在註2所述車速及檢測位置之音壓位準，方框內數值為聲功率。
2. V =車速(km/hr)、 L =距軌道中心線水平距離(m)、 H =距軌道路面高度(m)、 V =車速(km/hr)、“()”表示為隧道內，[] 依機電廠商提出營運速度80km/hr之電聯車音量76.8dB(A)為隔音牆設計之音源音量。
3. 第二類標準：小時均能音量($L_{eq}, 1h$)『早』時段、『晚』時段 65dB(A)、『日間』時段 70dB(A)，『夜間』時段 60dB(A)，平均最大音量($L_{max, mean}, 1h$) 80dB(A)；第三類標準：為第二類之各時段小時均能音量及平均最大音量加 5dB。
4. 三鶯線車輛噪音標準係依業主需求書(二)機電系統功能規範第 2 章2.5節。
5. 三鶯線沿線敏感受體噪音設計標準係依業主需求書(一)第10.2.1 (1)項。

電聯車、電聯車所有輔助系統(包含空調設備)穩定運轉下行駛時(速度70km/hr)，需進行車內噪音與車外噪音之測試(參見表5)。

彙整國內高架捷運系統車輛車外噪音限值及量測條件(參見表5)，就聲功率比較而言，可見三鶯線行駛時車外噪音限值明顯低於其他捷運系統。檢驗方式，於車外噪音量測位置除離車輛中心線水平距離7.5m軌面踏面上方1.5 m設置檢測點外，另新增3.8m高量測位置之檢測點，用以規範車頂空調系統的噪音量，確保降低電聯車怠速或車站停止時對鄰近受體之影響。

三鶯線沿線曲率半徑小於300m轉彎段，共計30處(含機廠進出線1處)，為減低電聯車行經此處所產生之尖銳噪音(Squeal noise)，在業主需求書已要求車輪之設計應具備減低噪音量功能之減噪輪。

(二) 軌道減振降噪要求

於工程契約要求軌道主線之道岔採用可動岔心，針對小轉彎半徑路段在營運期間之車內噪音可能過大問題須提出評估分析，並依分析結果將相關吸音設施納入細部設計中採用。

(三) 土建結構隔(吸)音設施設置需求

在車輛及軌道已符合業主需求書規定，沿線仍有敏感受體位於超出標準路段，統包商須提出隔音牆及軌道區(如胸牆、步道側牆及車站月台下方牆面)吸音材設置評估報告，包括設置里程、長度及型式，經核可後據以進行細部設計。

評估結果未超標或無敏感受體之路段，為因應未來交通成長及都市發展而衍生可能設置隔音牆之需要，全線皆預留設置雙弧型隔音牆(含胸牆)所需之預埋螺栓，以為後續增設隔音牆之預備需求。

表6 高架捷運系統減噪設施種類、驗收項目及標準比較

路線	三鶯線	環狀線	台中捷運綠線	桃園機場捷運
減噪設施	• 隔吸音板 • 軌道區吸音板 • 橋下吸音板	• 壓克力隔音板 • 金屬隔吸音板	• PC隔音板 • 金屬隔吸音板 • 軌道區吸音板	• PC隔音板 • 金屬隔吸音板
驗收項目及標準	• 材料功能 ◆ 無吸音隔音板 隔音量STC>30dB ◆ 金屬隔吸音板 隔音量STC>35dB 吸音係數NRC>0.85 ◆ 橋下吸音板 吸音係數>0.85 • 樣品牆檢測 • 現場隔吸音檢測 ◆ 無吸音隔音板 DL_{S1}值>25dB ◆ 金屬隔吸音板 DL_{S1}值>35dB 吸音係數>0.85 • 檢測點量測 符合設計標準	• 材料功能 ◆ 壓克力板 隔音量STC>30dB ◆ 金屬隔吸音板 隔音量STC>35dB 吸音係數NRC>0.85 • 檢測點量測 符合法規標準	• 材料功能 ◆ PC隔音板 隔音量STC>25dB ◆ 金屬隔吸音板 隔音量STC>35dB 吸音係數NRC>0.85 • 樣品牆檢測 • 現場隔吸音檢測 (S.I. index, dB) - 315Hz >18 - 400-500Hz >21 - 630-4kHz >25	• 材料功能 ◆ PC隔音板 隔音量STC>25dB ◆ 金屬隔吸音板 隔音量STC>35dB 吸音係數NRC>0.85 • 現場隔吸音量檢測 (S.I. index, dB) - 315Hz >18 - 400-500Hz >21 - 630-4kHz >25

三鶯線隔(吸)音設施種類、驗收項目及標準，以及與其他高架捷運系統之比較如表6。

四、捷運高架橋下反射音處理需求

三鶯線高架橋大多沿既有道路佈設，兩側多為三鶯地區人口密集之住宅區，因此業主需求書相關規定中，已要求統包商針對路線高架段及車站設置後增加之反射音問題及因應對策，需蒐集國內外類似案例處理經驗，並於分析捷運設施結構體佈設於平面道路時，針對各型車輛（大客車、大貨車、小客車及機車）行經高架橋下所產生反射音影響及減音設計，提出「三鶯線捷運高架橋梁下結構附掛吸音材評估報告」，經審核同意後據以進行細部設計。

伍、統包商現階段執行與設計成果

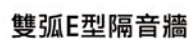
在實際執行面，本統包工程減振降噪設計工作分為設計階段前期「預測評估」及「設計評

估」兩階段。設計階段前期「預測評估」，就三鶯線營運可能產生影響之區段進行噪音模擬分析及減音設施規劃，作成評估報告提送審核後，再進入「設計評估」階段，針對超標路段完成減振降噪設施設計圖說，資料包括相關材料規格、驗收計畫、施工規範、營運及維修需求等，並再次檢核設計成果是否滿足需求書要求，若有不足部分，仍須修正至符合標準為止。

為確認統包商之設計與施工是否符合契約之要求，統包商依據業主需求書，詳列查核表追蹤管控，並與統包商內部各子系統單位進行討論，確認各項目由所屬何單位辦理及提出辦理情形，每月至少召開1次噪音及振動協調會議，由專管顧問邀請捷運局、IV&V、監造單位及統包商與會進行檢討，並由統包商說明設計成果及進度。

一、土建結構隔吸音設施設計

參照「三鶯線捷運系統計畫統包工程沿線



資料來源：參考文獻[4]、[5]

隔音牆及軌道區吸音材評估報告」[4]、[5]，針對未能符合業主需求書要求之路段進行隔吸音設施（隔音牆及軌道區（胸牆及步道側牆）貼附吸音材）設計，隔音牆設置型式包括直立式隔音牆（1m、2m、2.5m）、單弧懸臂式隔音牆A型，以及雙弧懸臂式隔音牆之B型、C型、D型、E型（參見圖6）等。

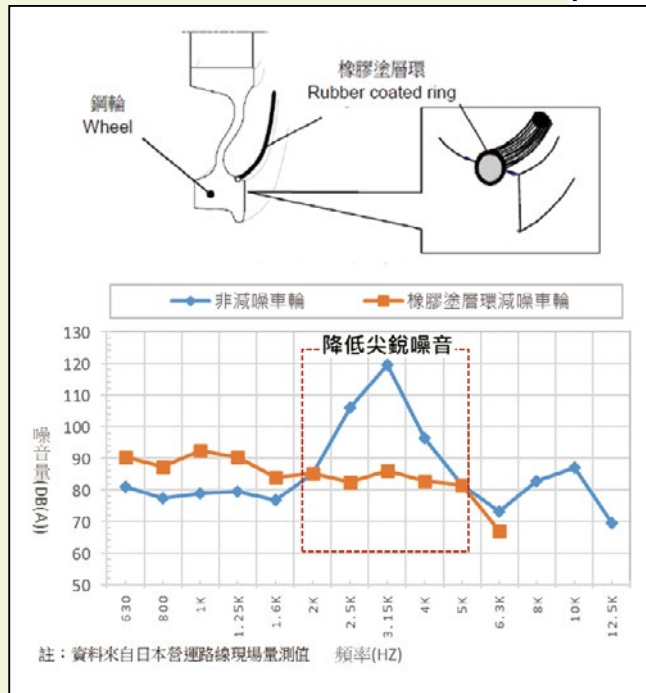
二、轉彎段減振降噪設計

為降低電聯車行駛於轉彎段之尖銳噪音影響，目前統包商在車輛、土建結構噪音防制設施說明如下：

（一）減振降噪車輪 [6]

電聯車採用橡膠塗層環的實心減噪輪，於輪輞(rim)與輪腹(web)鄰接區域輪輞兩側加裝的阻尼環，用以減緩列車通過轉彎段時，輪輞橫向振動所產生之高頻尖銳噪音。在日本營運路線部分車輛已安裝橡膠塗層環減噪車輪，且與其他車輛的非減噪車輪，在曲率半徑160m軌道距內軌水平1.2m高0.5m所測得噪音量，在1/3倍頻2500～4000Hz頻帶減音量較為顯著，減音量約介於14～33.3dB（參見圖7）。

依據「車輪減噪功能測試報告」於實驗室檢測結果，顯示三鶯線車輪無減振環與附減振環之“有效感知噪音位準”（Effective Perceived



資料來源：參考文獻[6]

圖7 三鶯線環式減噪輪營運路線減音成效

Noise Level, EPNL) 減音量達17.9dB，符合需求書至少5dB要求（參見表7及圖8）。

（二）輪緣潤滑器 [7]

三鶯線車輛選用固態輪緣潤滑裝置，當列車行經小轉彎半徑路段時，列車作動潤滑裝置以固態潤滑劑塗抹於鋼輪，可抑制轉彎段外側車輪輪緣與鋼軌摩擦而產生輪緣噪音（Flanging noise），依據設計文件，可有效降低800～6000Hz 頻帶之輪軌音量（參見圖9）。

表7 三鶯線減噪輪有效感知噪音位準(EPNL)測試結果

量測角度	無減噪環		有減噪環		有無減噪環減音量
	量測值	平均值	量測值	平均值	
0	117.1	116.8	98.8	99.0	17.9
90	117.0		98.8		
180	117.4		99.1		
270	115.7		99.1		

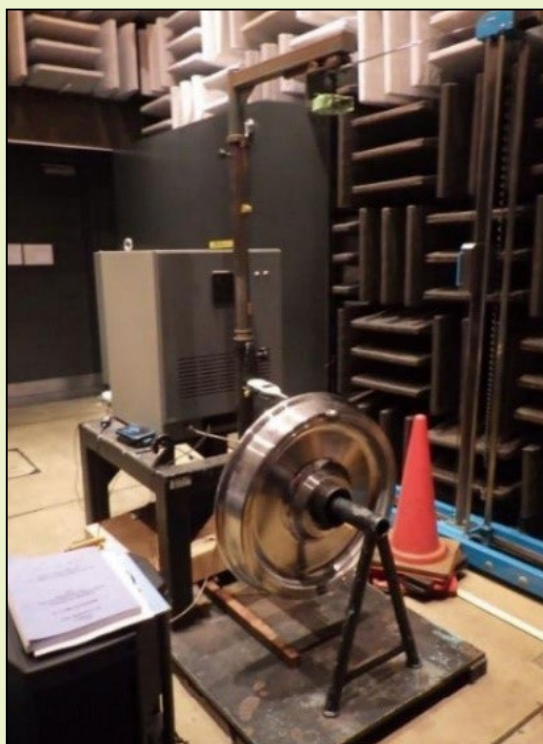


圖8 車輪減噪音功能測試

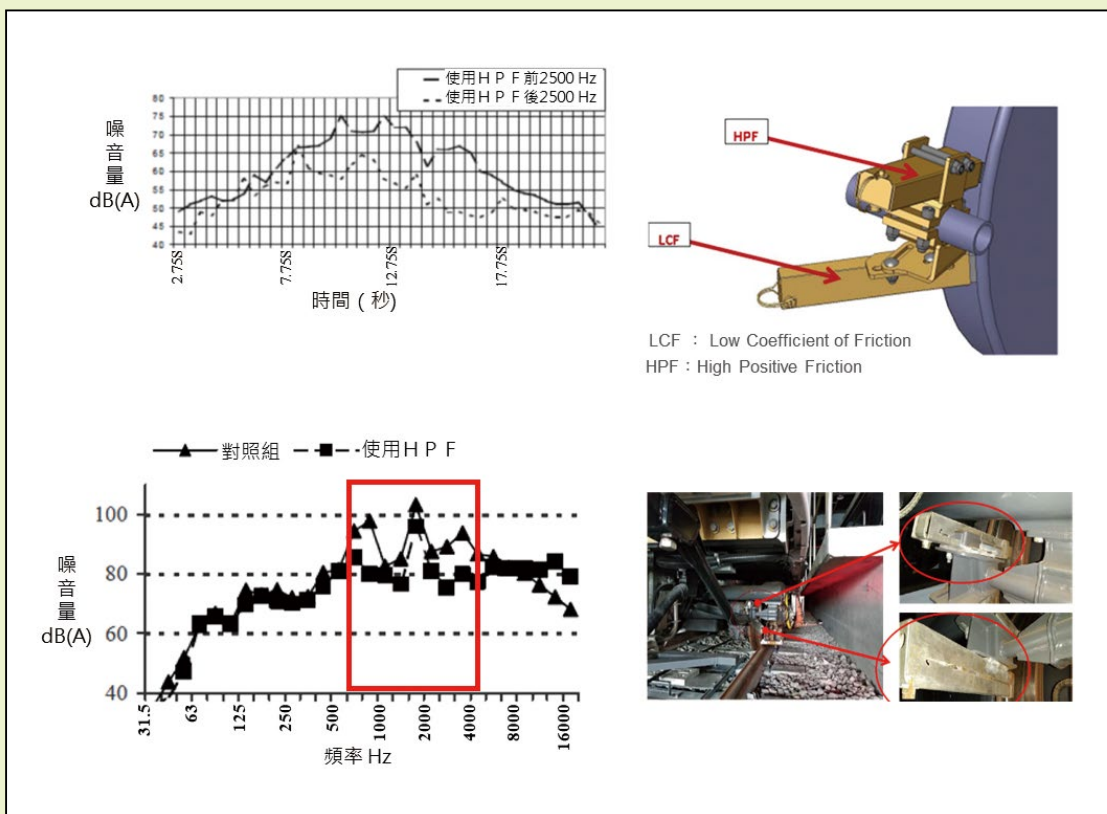
(三) 鋼箱橋底板制振混凝土 [8]

依統包商「捷運三鶯線機電與軌道減振設施(含圖說及減振評估)」報告[4]評估與分析結果，為降低鋼箱梁結構噪音，在箱型梁施作15公分厚制振混凝土，以降低板塊振動及降低結構噪音(參見圖10)。

(四) 土建隔吸音設施 [4] [5]

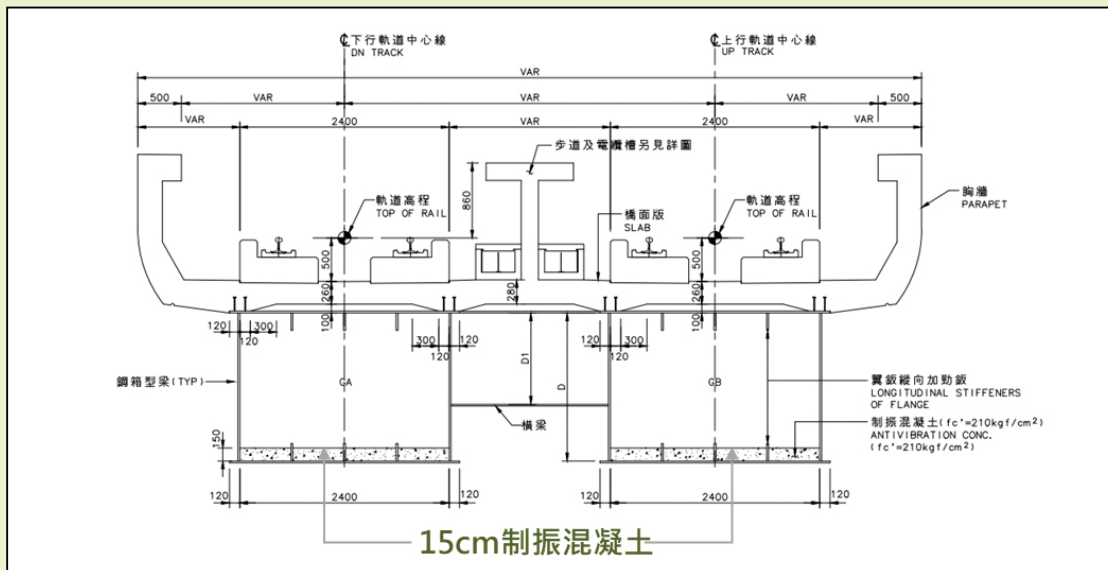
鄰近敏感受體之轉彎段多處採用延伸單弧或雙弧懸臂式隔音牆，並於軌道區貼附（胸牆及步道側牆）吸音材(參見表8)，以有效阻隔及吸收列車行經轉彎段車輪與鋼軌摩擦所產生之空氣噪音向外輻射。

列車行經所產生之鋼軌振動引發橋梁各部位的振動，也會讓隔音牆振動而產生輻射噪



資料來源：參考文獻[7]

圖9 固態輪緣潤滑裝置減音成效



資料來源：參考文獻[8]

圖 10 鋼箱橋底板施作制振混凝土

表8 轉彎段土建隔吸音設施型式及規模

編號	路段里程/敏感受體	曲率 半徑(m)	橋梁型式	隔音牆型式/長度	軌道區 吸音材
1	LB01 0K+37.8-0K+160 頂埔派出所	270	連續鋼箱型梁	上行：2.5mH(122.2m)	上行貼附
2	LB01 0K+600-0K+800 頂埔國小	105	簡支鋼箱型梁	上行：單弧A型(210m) 下行：1mH(200m)	上行貼附 下行貼附
3	LB05_ 0K+590-0K+760 北大隆恩	50	連續鋼箱型梁	上行：單弧A型(170m)	上行貼附
4	LB5_ 0K+760-0K+900 北大隆恩	56.5	連續鋼箱型梁	上行：雙弧C型(140m)	上行貼附
5	LB06_ 0K+030-0K+280 康橋水花園社區、太子 國際村	170	場鑄U型梁	上行：雙弧C型(250m)	上行貼附
6	LB06_0+346-0+475 大英博物館社區	190	連續鋼箱型梁	上行：雙弧B型(170m)	上行貼附
7	LB06_0+813~0+915 台北大學學生宿舍	85	連續鋼箱型梁	上行：單弧A型(117m)	上行貼附
8	LB07_ 0K+390-0K+560 恩主公醫院	134	連續鋼箱型梁	上行：雙弧E型(130m)	上行貼附
9	LB10_ 0K+100-0K+200 歡喜就好大樓	100	預鑄U型梁	下行：1mH(100m)	無
10	LB11_ 0K+220-0K+320	160	場鑄U型梁	上行：2mH(100m)	無
11	LB11_ 0K+820-0K+918	60	連續鋼箱型梁	上行：2mH(98m)	無
12	LB12_ 0K+022-0K+140	265	簡支鋼箱型梁	上行：2mH(118m)	無
13	機廠進出線	54	簡支鋼箱型梁	下行：雙弧D型(170m) 上行：雙弧D型(150m)	上行貼附 下行貼附

資料來源：參考文獻[4]、[5]

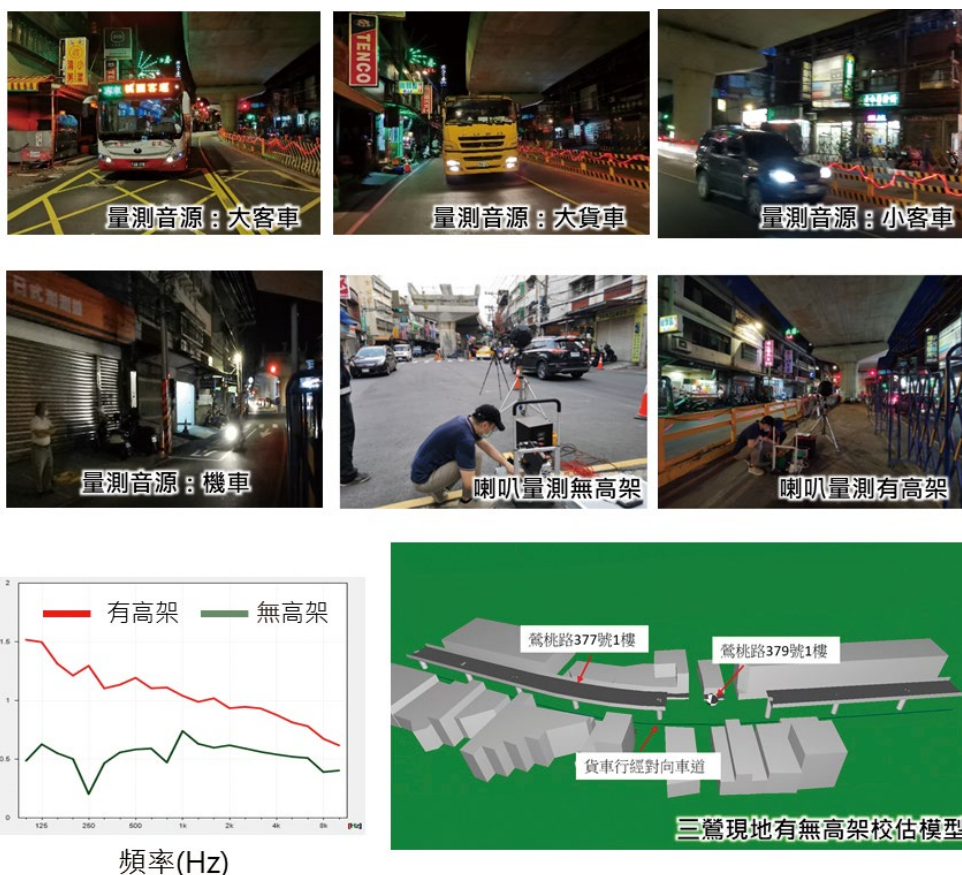
音，在進行動態分析與結構振動輻射噪音分析，結構噪音與空氣噪音疊加後，發現橋梁及隔音牆結構振動輻射噪音較大處，與空氣噪音疊加有超標之虞，需降低結構噪音時，先進行檢視地傳振動，如無31.5Hz 以下之主要振動頻譜值者，則可採用高隔振無道碴道床軌道(Non-ballast Track with High Isolation, 簡稱NBHI)；如有31.5Hz 以上之主振動，則可採用標準軌道，以及從隔音牆結構改變著手或採用軌面摩擦調整設施以降低車輪滾動噪音。

三、高架橋梁下結構附掛吸音材設計[9][10]

依據統包商目前設計成果，高架橋下反射音量測及吸音材之設計評估程序，包括蒐集、整

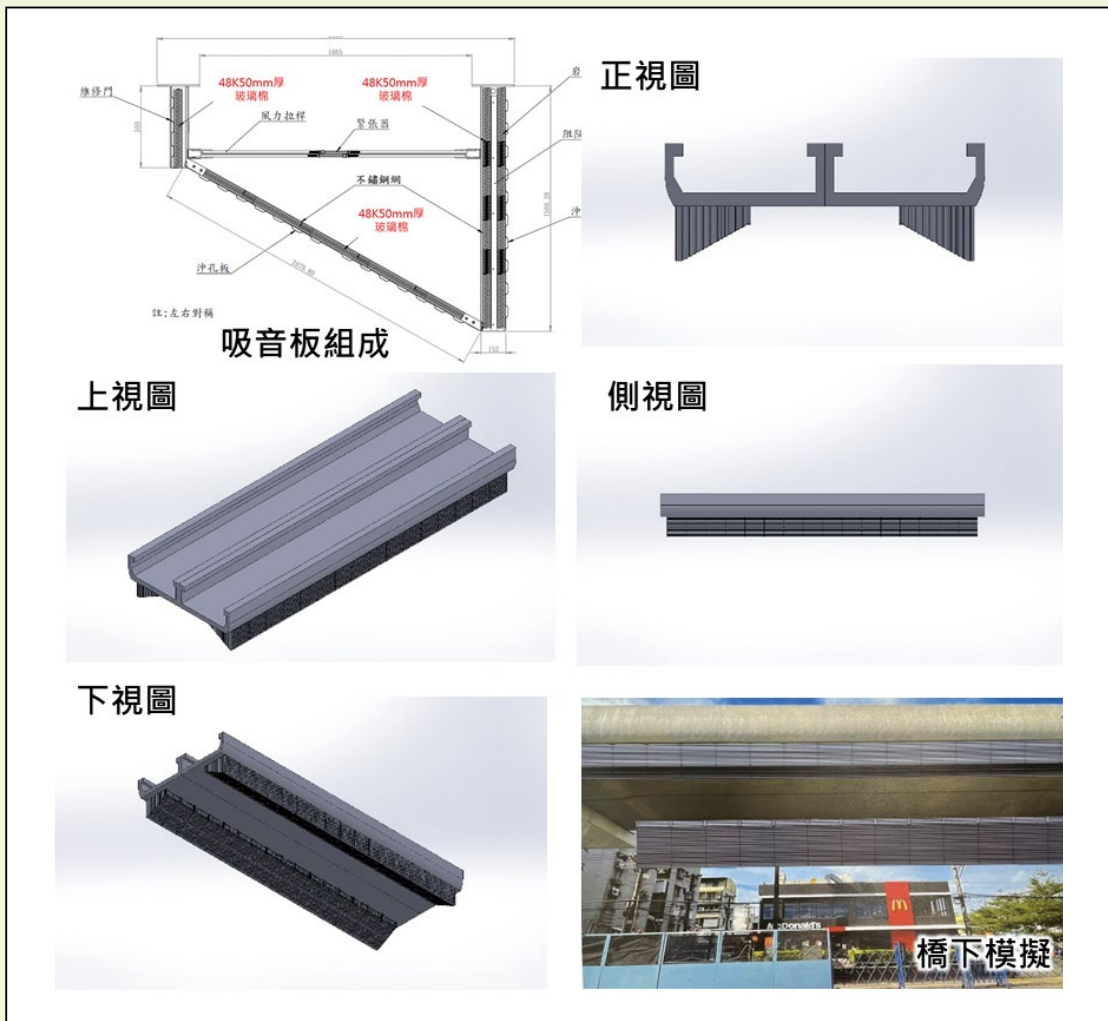
理及分析國內外類似案例成因及改善方法、於三鶯施工現地選擇有高架橋和無高架橋路段(LB11-0K+280-0K+350，參見圖11)進行現場校正量測、利用量測所得數據調校估預測模式輸入參數（道路音源聲功率、各材質吸音率等）至可接受之準確度，據以模擬分析捷運全線高架路段，確認高架橋下反射音造成車輛影響之增量程度，超標路段設置橋下吸音材後能符合評估標準及具改善成效，最後再依模擬預測結果並依據高架橋之柱位、高度、地形及場勘結果，訂定高架橋下吸音材型式、位置以及長度。

目前統包商提供之橋下吸音板設置型式如圖12所示。



資料來源：參考文獻[9]

圖11 三鶯工地有無高架橋車輛音源量測及模式校估



資料來源：參考文獻[10]

圖 12 三鶯線橋下吸音板組成及型式

結論與建議

三鶯線捷運系統統包工程噪音防制規設之精進作為，綜整歸納為需求分析、契約要求及實際執行三部份，結論說明如后。

一、需求分析

為減輕噪音影響，落實環評承諾及符合所屬管制標準，基設階段即整理分析國內高架捷運系統噪音主要成因及改善經驗，進行沿線敏感受體背景音量、環境振動調查、影響預測以及減振降噪措施研擬，作為統包工程振動防制

設計的要求。

二、契約要求

三鶯線為統包工程，有別於土建機電分包方式，對於捷運系統噪音防制，統包商整合機電(含車輛系統)、軌道及土建等各系統介面進行減振降噪設計至能符合需求書要求為止。整理其中精進作為說明如下：

(一) 噪音振動防制之設計、審查及驗收：為確認三鶯線完工通車後是否符合需求書規定之噪音防制標準，統包商須提送「整體噪音

及振動防制設施驗收計畫書」及「整體噪音及振動防制設施驗收計畫書」核可後，再分別進行細部設計，以及沿線敏感受體音量驗收工作。

(二) 顧及民意及環保需求，加嚴設計標準：一般路段，以所屬管制區各時段之“小時均能音量”及“平均最大音量”下修加嚴5dB，作為影響評估，減振降噪設施之設計及驗收標準；為降低沿線噪音增量之影響，契約規定捷運系統營運噪音與背景音量能量相加之合成音量不大於背景音量5dB；對於沿線醫療院所、學校及其他噪音特殊敏感路段(如教育研究院、美術館、藝術村等)，電聯車所產生之“平均最大音量”不超出75dB(A)。

(三) 先於音源端進行減量，次於傳遞路徑進行防音：統包契約要求廠商進行減噪設計，優先以機電、軌道之減振降噪設施，先於音源端（車輛、軌道）進行減量，後輔以土建隔(吸)音結構於傳遞路徑進行防音。

1. 車輛減噪設計要求：為從源頭減量，降低沿線污染，三鶯線車輛行駛時車外噪音限值明顯低於其他捷運線，車外噪音量測位置除離車輛中心線水平距離7.5m軌面踏面上方1.5m外，新增3.8m高量測位置，用以規範車頂空調系統噪音量。

為減低電聯車進入轉彎段尖銳噪音，在需求書要求車輪之設計應具備減低噪音量功能之減噪輪。

2. 軌道減振降噪要求：在軌道契約要求主線之道岔採用可動岔心，小半徑曲線噪音影響提出評估分析及相關吸音設施設計。

3. 土建結構隔(吸)音設施設置需求：在車輛及軌道已符合所屬需求，沿線仍有超出標準路段，統包商須提出隔音牆及軌道區(如胸牆、步道側牆及車站月台下方牆面)吸音材設置評估及設計。

為因應未來交通成長及都市發展而衍生可能設置隔音牆之需要，高架路段全線須預留設置雙弧型隔音牆(含胸牆)之搭接預埋件及加載。

4. 捷運高架橋下反射音處理需求：高架段及車站設置後增加之反射音量處理，應蒐集國內外類似案例處理經驗。分析平面道路時各型車輛行經高架橋下所產生反射音影響及減音設計。

三、實際執行

(一) 三鶯線減振降噪設計工作分為設計階段前期“預測評估”及“設計評估”兩階段，為確認統包商之設計與施工是否符合契約及業主需求書之要求，統包商依據業主需求書，詳列查核表追蹤管控，每月至少召開1次噪音及振動協調會議，由專管顧問邀請捷運局、IV&V、監造及統包商與會，要求統包商出席說明處理進度。

(二) 針對未符合需求書要求之路段進行隔吸音設施設計(包括隔音牆及軌道區（胸牆及步道側牆）貼附吸音材)設計，隔音牆設置型式包括直立式隔音牆、單弧及雙弧之懸臂式隔音牆。

(三) 為使電聯車行駛於彎軌路段時減低高頻影響，目前統包商在車輛、土建結構之噪音防制設施，包括車輛採用減振降噪車輪及固態輪緣潤滑裝置，鋼箱型梁橋底板施作15公分厚制振混凝土，以及多處採用延伸

單弧或雙弧懸臂式隔音牆，並於軌道區貼附吸音材，以有效阻隔及吸收空氣噪音向外輻射。

(四) 針對路線高架段及車站設置後增加之反射音處理，統包商依需求書規定分析蒐集國內外類似案例成因及改善方法，並於三鶯施工現地選擇有高架橋和無高架橋路段進行現場校正量測、校估預測模式輸入參數，據以確認橋下反射音超標路段，並配合現勘訂定符合標準之吸音材型式、佈設位置以及長度。

三鶯線通車後新建案之噪音陳情處理，基於先來後到之社會公平原則，對於三鶯線完工後沿線鄰近捷運之計畫新蓋建築物，建議相關主管機關核發建照前先要求建商考量捷運經過產生噪音之既存事實，將噪音影響納入評估考量，並設置適當之隔音設施，以期減少或消彌未來噪音陳情狀況。

參考文獻

1. 新北市政府捷運工程處，「三鶯線捷運系統計畫基本設計及專案管理顧問委託技術服務案基本設計期末報告」，2015年4月。
2. 新北市政府捷運工程局，「三鶯線捷運系統計畫統包工程業主需求書(一) 整體服務需求及規定」，2016年。
3. 新北市政府捷運工程局，「三鶯線捷運系統計畫統包工程業主需求書(二) 整體服務需求及規定」，2016年。
4. 義商安薩爾多交通號誌系統公司，榮工工程股份有限公司，株式會社日立等，「三鶯線捷運系統計畫統包工程沿線隔音牆及軌道區吸音材評估報告」H版，2021年9月。
5. 義商安薩爾多交通號誌系統公司，榮工工程股份有限公司，株式會社日立等，「三鶯線捷運系統計畫統包工程隔音牆與胸牆吸音材評估與設計成果」簡報，2020年11月11日。
6. 義商安薩爾多交通號誌系統公司，榮工工程股份有限公司，株式會社日立等，「三鶯線捷運系統計畫統包工程車輪減噪功能測試報告」，2020年6月。
7. 台灣世曦工程顧問股份有限公司，「三鶯線捷運系統計畫基本設計及專案管理顧問委託技術服務案三鶯線輪軌減噪研討案」簡報，2020年3月9日。
8. 義商安薩爾多交通號誌系統公司，榮工工程股份有限公司，株式會社日立等，「三鶯線捷運系統計畫統包工程捷運三鶯線機電與軌道減振設施(含圖說及減振評估)」，2020年5月。
9. 義商安薩爾多交通號誌系統公司，榮工工程股份有限公司，株式會社日立等，「三鶯線捷運系統計畫統包工程三鶯線橋下反射音-校正量測資料分析」簡報，2022年1月8日。
10. 義商安薩爾多交通號誌系統公司，榮工工程股份有限公司，株式會社日立等，「三鶯線捷運系統計畫統包工程第29次噪音振動設計及專業技術協調會議」簡報，2021年10月22日。

古今輝映南城新驛— 臺南新站與老火車站 的對話

關鍵詞(Key Words)：飄浮大屋頂 (Great Floating Roof)、下沉廣場(Sunken Plaza)、都市大客廳 (Urban Living Room)、古蹟車站 (Historic Station)、天際線 (Skyline)

交通部鐵道局／土木建築組／正工程司／何政道 (Ho, Cheng-Tao) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／代理協理／歐文爵 (O, Wen-Chueh) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／計畫工程師／周奇奇 (Chou, Chi-Chi) ❸

張瑪龍陳玉霖聯合建築師事務所／建築師／張瑪龍 (Chang, Ma-Lone) ❹

張瑪龍陳玉霖聯合建築師事務所／建築師／陳玉霖 (Chen, Yu-Lin) ❺

TAINAN STATION

摘要

行政院民國98年9月9日核定「臺南市區鐵路地下化計畫」，於地面層建立綠色廊道，將騰空路廊轉換為都市正空間以促進都市縫合，加強都市均衡發展。而臺南新站位於北門路－前鋒路、小東路－民族路所圍街廓內，該區內有屬國定古蹟的老臺南火車站等相關建物，未來也會有臺鐵局及市政府透過都市計畫變更後建設之商場、開發大樓及轉運站等。因此，臺南新站之設計，須考量與古蹟間之關係妥適規劃，於旅運動線上也須考量留設必要之商場，及適當規劃與週邊未來建物間之連結方案。

新站設計時，考量限制古蹟後方之站區建築開發量體，並於出入口置入簡單開闊的飄浮大屋頂與下沉廣場，以保留古蹟車站天際線，促使古今造型呼應並存，創造新舊車站和諧對話關係。



The Past and the Present Reflect Each Other - The Dialogue between the New and Old Tainan Train Station

Abstract

The Executive Yuan approved the "Tainan Urban Railway Underground Project" on September 9, 2009. The vacated corridor will be built as a green corridor and transformed into an urban positive space to promote urban stitching and strengthen urban balanced development. Tainan New Station is located in the street enclosed by Beimen Road - Qianfeng Road, Xiaodong Road - Minzu Road. There are historical buildings such as the old Tainan Railway Station in the area, and in the future, there will also be shopping malls, development buildings and transportation stations built by the Taiwan Railway Administration and the city government. Therefore, the design of the new Tainan Station must take into account the relationship with the historical site, and the necessary small shopping malls must also be considered on the travel line, and the connecting walkway with the surrounding future buildings must be properly arranged.

In the design of the new station, we considered to limit the building scale of the station behind the historic site. A simple open floating roof over a sunken plaza is placed at the entrances and exits to preserve the skyline of the historic station, promote the coexistence of ancient and modern shapes, and create a harmonious dialogue between the old and new stations.

3

專題報導

壹、計畫緣起

臺南市於清朝時期為全台首府，其開發年代早，具人口密集、街巷狹小之古都特質。除公路拓建與都市計畫變更不易，因平面鐵路貫穿府城，更造成交通問題日趨嚴重、區隔市民生活空間及影響都市發展。

臺南市政府及前臺灣省政府遂陸續於82年完成鐵路立體化可行性研究，84年完成地下化綜合規劃報告。因臺南市政府於85年11月陳請將臺南車站列為古蹟，前臺灣省政府於87年12月18日公告其為省定古蹟(後依「文化資產保存法」，於88年7月1日起視為國定古蹟)。因而已完成之綜合規劃須配合修改(88年因省政府精簡作業，由交通部鐵路改建工程局接辦)，重新布設車站路線及配置，取消原地面擬新建之車站建築，保存古蹟主體建築為車站大廳使用，接著於98年行政院核定「臺南市區鐵路地下化計畫」。

本計畫工程範圍北起臺南市大橋車站南端，南至大林路平交道以南約0.6公里，全長8.23公里，其中臺南舊站原地保留，新建地下化臺南車站，再新增林森站、南臺南站2座地下通勤車站(圖1)。

貳、原臺南火車站現況說明

國定古蹟「臺南火車站」落成於日治時期1936年，是一棟二層樓鋼骨鋼筋混凝土(SRC)結構，劃定的古蹟範圍包含車站本體、第一月臺、站務室及派出所(圖2)。日治時期，臺南火車站被稱為臺南市的玄關，除做為臺南市的門戶，也是觀光旅遊不可或缺的重要設施，當時二樓設置有鐵道旅館，後來停業，近來臺鐵局正辦理古蹟修復及活化再利用計畫。



圖1 臺南市區鐵路地下化計畫範圍示意圖[1]

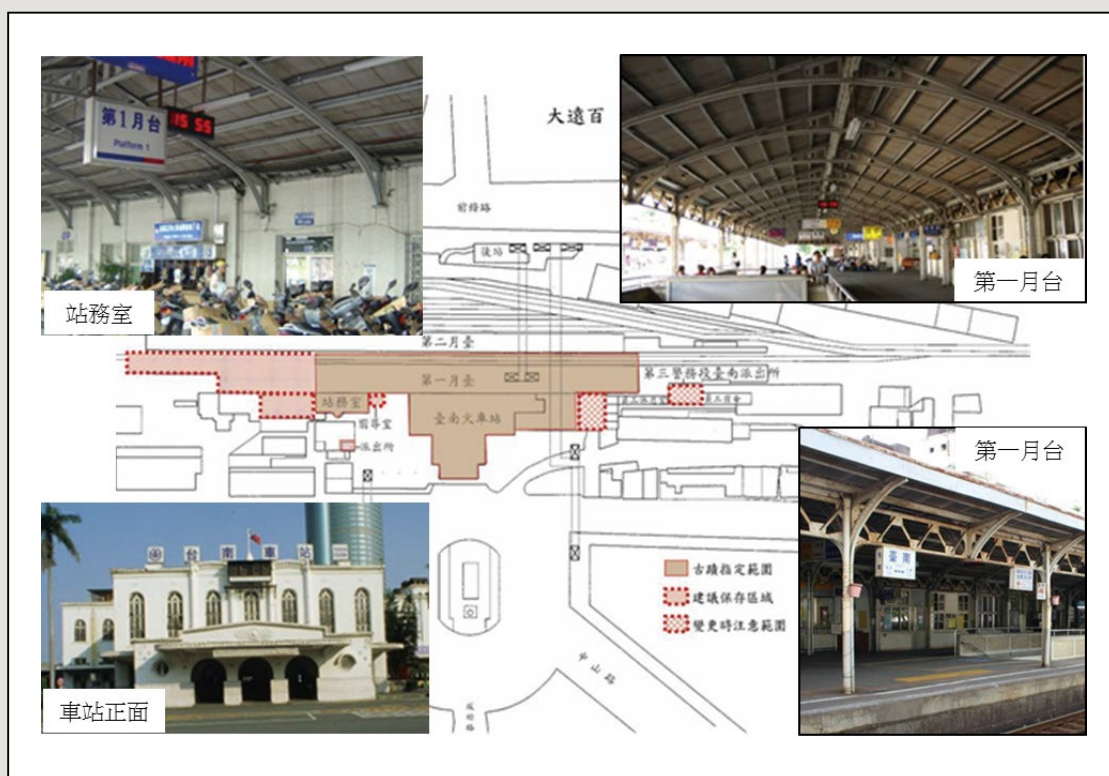


圖2 臺南站古蹟範圍圖[2]

參、基地現況、開發內容與設計歷程概述

臺南車站站區涵蓋範圍北起小東路、南至民族路、東鄰前鋒路、西鄰北門路。因應老臺南火車站屬國定古蹟，行政院民國98年核定之「臺南市區鐵路地下化計畫」及綜合規劃報告修正版之臺南新站開發內容主要為車站出入口及旅運服務設施，已取消原84年綜規報告地面擬新建之車站建築，並保存古蹟主體建築為車站大廳。

本公司自民國99年開始辦理設計工作，當時是依據奉核之綜規報告及鐵工局委託市政府辦理之都市縫合計畫提出服務建議書，古蹟站後面之地下車站上方考量設置出入口與廣場，無共構大樓，而地下工程連續壁與站區街廓間腹地大，未來可供臺鐵局與市政府另進行商場、開發大樓及轉運站建設，因此本計畫須預留適當之銜接機制，包含動線連通機制及結構

銜接機制等。

惟設計過程因配合鐵路地下化之都市計畫變更遲未辦理，歷經臺南市升格為直轄市、拆遷戶自救會抗爭、各方人士對古蹟與新站間關係與新站規模大小之差異意見等，使臺南站之设计方案遲遲無法真正進程序上之審查，即使有階段性之成果，並由權責單位開會，但也因缺乏上位計畫而淪為討論會而非審查會，因此隨著時間，设计方案須配合一直變動，無法有效推展進度。後來自救會抗爭告一段落後，鄰標工程皆已發包施工，為利臺南車站標儘速動工，遂協商先行進行地下部分之都審、設計及動工，本公司再特別委請張瑪龍建築師協助，經審視歷來各方案後提出構想，並將基本設計階段已經溝通平臺協商之方案及工程界面重新再檢討，試著研提各方能接受之方案，後來將原先僅預留共構銜接機制之地下車站上低樓層商場一併納入建設，並將鐵路遷入地下營

運後方能施作之下沉廣場及上方頂棚(原為市政府都計草案構想，位於新站出入口與古蹟月台及車站間、位於既有軌用地處，原101年協商由市府及臺鐵局洽文資主管單位審查後辦理)納入建設中施作，並辦理修正建設計畫爭取經費，最終於設計開始十年後，順利通過都市設計審議、11年後完成細部設計(此時依循之站區內都市計畫分區，主要為營運中之鐵路用地，西北側為文創專區、西南側為住宅區、現有站前廣場及部分機關用地)。

本站區之設計牽涉中央、地方及臺鐵局之權責，又牽涉古蹟之文資審查議題，審查過程冗長，特臚列各方重要審查意見如下供各界參考：

- (一) 地下車站上方，除古蹟站正後方外，應該蓋高樓，或蓋雙塔，古蹟後方設廣場或天棚。
- (二) 地下車站上方，含古蹟站正後方，都應該蓋地標高樓；或僅在古蹟車站正後方蓋高樓。
- (三) 新車站地標大樓應把古蹟車站整合在一起，且仍由古蹟站進出新地下車站；有些人甚至認為鐵路地下化後不應新增出入口，只能由古蹟站進出，否則古蹟易被閒置。
- (四) 車站主要出入口位置設在月台中心線處，或緊鄰週邊未來開發大樓處，可方便旅客及開發商機；但有專家認為應設在古蹟站後方，雖旅運距離稍遠，但可讓古蹟車站仍為主角。
- (五) 地下車站旁有空地，開發大樓應在素地上蓋，而地下車站上方頂多蓋低矮建物(如四層樓以下)，權責分明，且分階段建設。因為若在地下車站上方蓋高樓，因為配置兩島式月台四股道之車站，橫向於地下只有四根柱子，突出地面後鄰道路再退縮，會變成三

排或兩排柱子，變成長扁狀高樓，橫向耐震性差，又無法於橫向設置剪力牆或斜撐延伸至地下來抗震(因地下會有列車通行)，故地面建物轉至地下處之結構補強經費甚高。

- (六) 鐵路地下化通車時，有專家要求不能只有車站出入口，地標大樓要一併蓋好！但一般程序上是蓋完地下車站及出入口，就可將火車遷至地下營運，消除平交道，再接著進行綠園道施工、地下車站上方開發大樓(先由地下化計畫施做低樓層旅運設施，於上方預留銜接柱頭)施工或地下車站側方(一般原為地面軌佔用，須火車遷入地下營運後才能施做)之建設。故本意見僅是類似板橋車站之案例，即腹地夠大，臨時軌遷移後，地下車站及旁邊之開發大樓都可一併施做，所以地下化通車時，地標大樓才一併建好。
- (七) 古蹟站後方建築物不應太高(高度低於古蹟站或不突出於自站前廣場往古蹟仰視天際線；但主張蓋高樓者有人認為，後面已存在超高之大遠百大樓！
- (八) 古蹟站後方不應有建築物，應設置廣場，也有主張設置棚架通廊。
- (九) 古蹟站後方應設置下沉廣場，直接通達地下穿堂層；下沉廣場上方設置跨前後站之天棚。
- (十) 第一月台雨棚是古蹟，天棚可不可以跨過？或甚至局部破壞古蹟雨棚？
- (十一) 有人提新莊捷運施工影響樂生療養院案例，認為地下化施工容易破壞古蹟，故工程範圍應盡量遠離古蹟。
- (十二) 很多人希望以後從大學路能直接通視看

到古蹟車站。

(十三) 就旅客方便性而言，出入口應多設幾處以方便使用，並於週邊可能開發處，將穿堂層留設通廊，並於側牆留設可鑿除牆板。

(十四) 101年地方政府有考量大學路未來增設地下通廊商場，故配合於相鄰地下穿堂層留設通廊(將機房南移)，並於側牆留設可鑿除牆板。

(十五) 考量成功大學光復操場未來開發為商場之提案，於相鄰地下穿堂層留設通廊，並於側牆留設可鑿除牆板。

(十六) 地方有提議小東路至民族路距離太遠，應該比照南港車站，增設多條東西向貫穿道路；也有人提出前站道路要貫穿至後站大學路，並比照高雄站，將古蹟車站移開。

(十七) 有提案將前站圓環道路延伸至古蹟站兩側，再貫穿至後站之大學路。但這樣古蹟好像被孤立在道路中央，很像早期的台北市北門，後來沒採用。

(十八) 臺鐵局不認同站區可開發素地被4~5條道路貫穿，認同僅依功能需要(如轉運站或停車場出入等)留設，其他留人行通道，相關開發大樓配合退縮避開。

(十九) 站區建物與未來貫通道路邊之退縮距離，是依都市計畫之10公尺要求，或個案檢討縮小。

(二十) 帶狀地下車站上方可留設採光井，引入自然光。

(二十一) 帶狀地下車站上方預留柱頭供未來開發建物銜接，不設採光井。

(二十二) 轉運站設置位置接近或遠離車站、停車場出入口位置臨前鋒路或新闢之貫穿道路。

以上這些意見有些是他案做法，但就本案不適用；有些意見是互為對立，但沒有所謂對或錯，各有利弊，故應該針對本案基地特性、路線與車站配置位置及其他客觀條件審視方案適宜性，而且很多想法須有配套措施或付出其他代價。這些意見若是有明確依據(如上位之都市計畫或奉核之綜規報告及建設計畫等)，且各方依據審查，就容易收斂；若有提出較原奉核者更多之內容(如非屬旅運必要設施之商場、開發大樓、古蹟活化項目等)，由權責單位(地方政府與臺鐵局)來討論及執行應較妥適，但若要求依奉核建設計畫(確定之工作範疇、經費及工期)執行工程之單位(鐵道局)來整合，就容易延宕，且須再籌措財源。

因應本案執行過程冗長，及各地區爭取前瞻鐵道建設需求多，為利將來各新計畫能以這些執行中案子為借鏡，提前妥善溝通，以利未來順利執行，交通部遂於民國107年頒布『鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點』，明確要求鐵路立體化計畫於綜規階段地方政府與臺鐵局之應辦理及協商事項，地方政府應提出本計畫之變更都市計畫書圖草案、土地開發及周邊整合規劃計畫、財務計畫、車站聯外及周邊交通整體計畫及地方政府承諾事項等；鐵路營運機構應提出管有土地開發計畫書及多目標使用計畫書、本計畫之行車營運計畫、因鐵路立體化所增加或減少之營運收支差額分析，及因鐵路立體化對整體路線容量及行車效率之影響分析等，以上成果經協商獲共識後再彙整納入綜合規劃報告中，提請行政院核定後，作為設計執行依據，以利順利執行。

針對前述各方審查意見，十年設計期間皆有所探討，本文暫不作過多描述。以下將僅介紹最後經都市設計審議核定之臺南車站地面層、下沉廣場及轉換層新建工程之方案構想。

肆、新舊車站串聯策略

古蹟車站以品字型格局組成，三等候車室及二等候車室以穿廊區隔，二、三等候車室穿過東側立面拱圈則到達月台入口的改札口即可搭車。

新後站可視為古蹟車站品字型格局之尺度放大，將第一月台視為車站內部東西及南北向之動線轉換空間，維持原有的繁忙機能，由此

連接南北棟建築及下沉廣場創造多元的遊逛動線。下沉廣場及兩邊通廊對應古蹟車站東側立面成為站區中庭，於後站連接大學路軸線。軸線兩旁設置北棟(站務及展示空間)及南棟(商業空間)量體以滿足未來營運需求。第二月台採意象式保留融入新量體中，成為第一月台上的動態端景(圖3)。

本案將會保留舊有第一月台與部分第二月台，改建其頂棚，結合舊鐵道，成為友善都市空間。將第一、二月台整合至綠園道之中，匯集各方的動線，再引導群眾至新舊車站內。北側廣場作為景觀公園並保留部份的舊鐵軌，使鐵道的歷史痕跡被看見，並結合第一月台遊憩空間與第二月台的展示空間(圖4)。

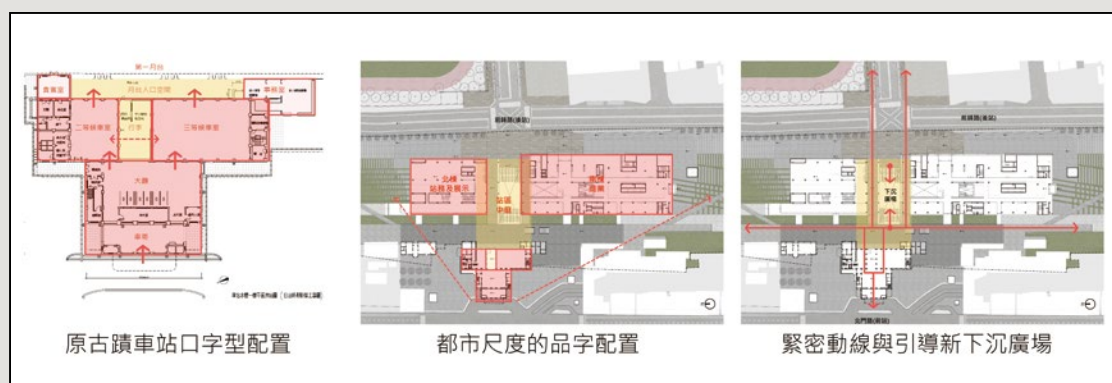


圖3 新舊車站設計構想

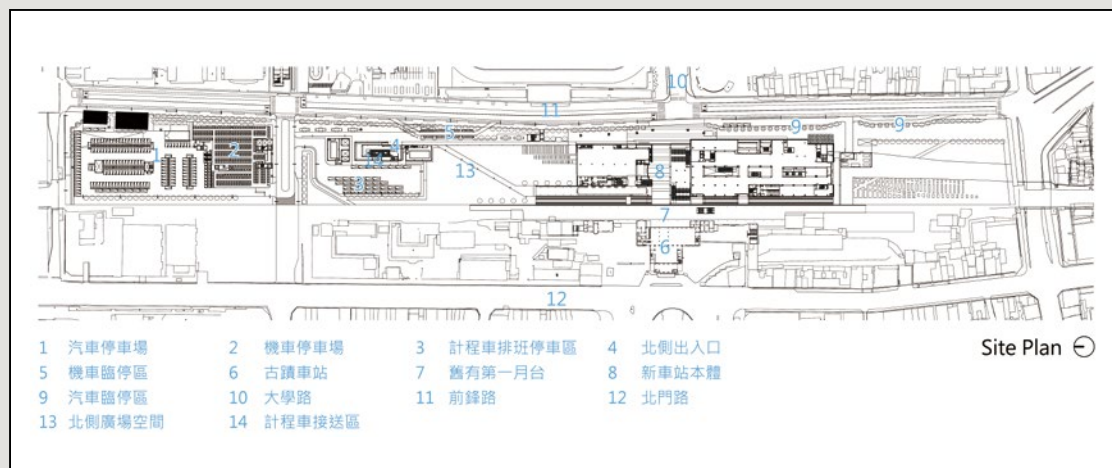


圖4 基地配置圖

伍、亞熱帶氣候下的市民大屋頂

臺南火車站，昔日因歷史因素將市區切分為東西兩區塊，本案將藉由鐵路地下化、綠園道與前後站的串聯整理，新臺南火車站成為都市縫合的重要地理門戶，面對重要的原有火車站前站及第一、二月台歲月古蹟的議題，我們於新後站入口巧妙置入一簡單開闊的飄浮大屋頂(圖5)，屋頂尺度延續古蹟車站的寬度及高度以維持天際線，並形成穿透框景包覆並回應古蹟車站，大屋頂以薄膜天花過濾自然光宛如美術館般提升整體空間光影質感，回應府都獨一的文化氣質；大屋頂同時是炎炎夏日下舒適遮蔽、通風舒爽的都市大客廳，如同臺南大樹下乘涼的市民生活記憶。

配置上放大古蹟車站內部的品字型空間，由古蹟車站、新設北棟票務展示及南棟商場量體共同圍塑出站區中庭，後站大階梯緩緩引導進入下沉廣場連結車站動線，同時在地面層創造東西向穿廊，延伸前後站都市軸線，南北向則結合第一、二月台與多處商場挑空中庭串聯綠園道，同時配合橫跨南北量體的輕量化空橋創造動態視覺效果，形成多向立體場域相互疊合滲透。

延續第一、二月台的結構意象及空間美學，第一月台及部分地下通道將全數保留修復，與新設車站的交界面以玻璃頂棚銜接，增加自然光穿透來展示古蹟立面紋理之美；第二月台屋架構件保留重組，結合玻璃透明材質成為月台記憶展示館，同時兼具候車及展演空間的功能(圖6~13)。

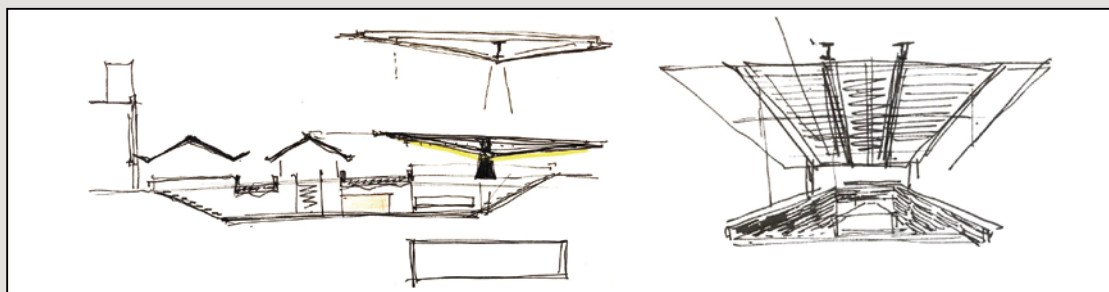


圖5 設計手稿：下沉廣場與飄浮大屋頂

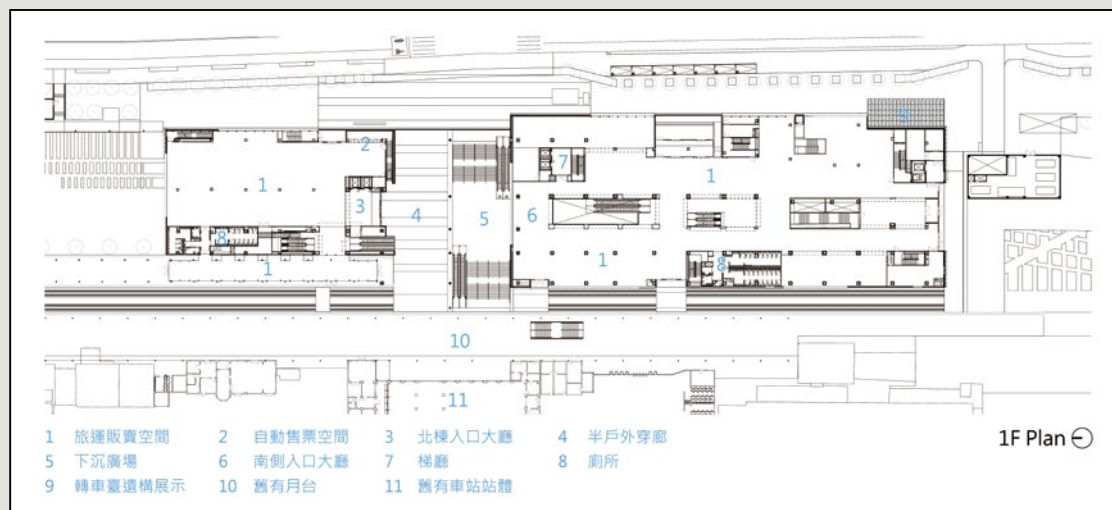


圖6 一層平面圖

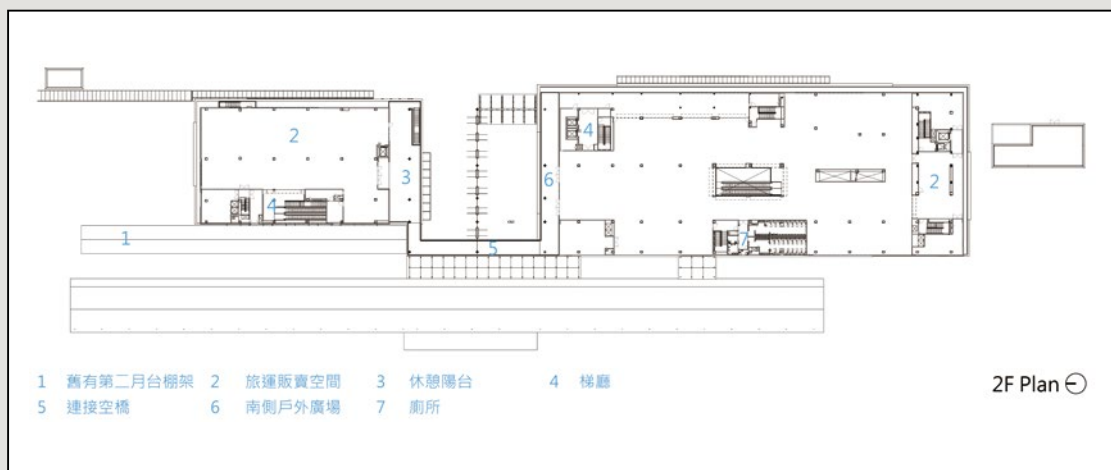


圖7 二層平面圖

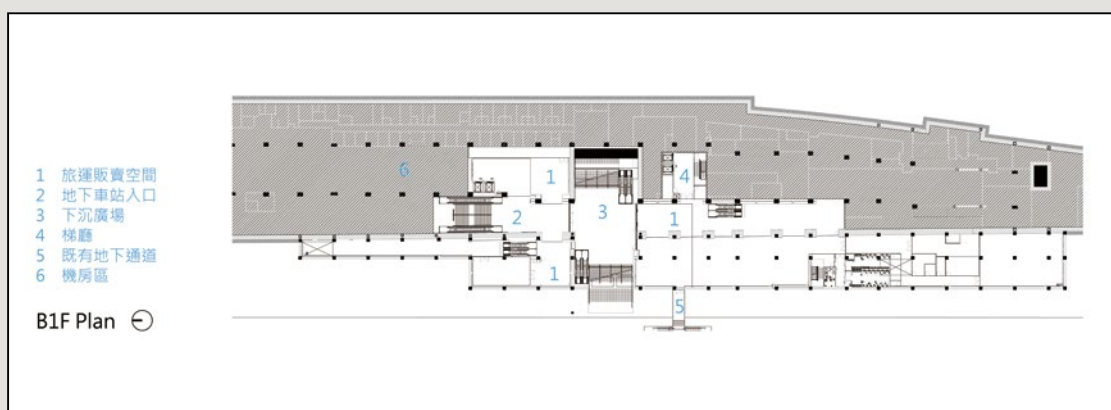


圖8 地下一層平面圖

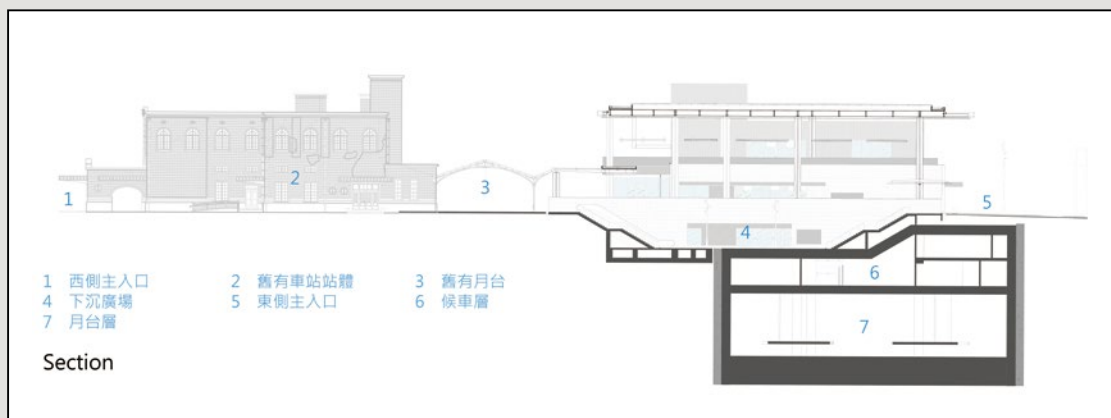


圖9 剖面圖



圖10 視線穿透的新車站，可直接看到古蹟車站



圖11 夜景模擬圖



圖12 新臺南車站前鋒路一側



圖13 由下沉廣場分別進入候車層與月台層

結語

總體而言，機能配置上，車站地面層分別配置中央出入口、北出入口、南出入口等三個出入口。地下層主要空間，依機能可區分為車站大廳區、購票區、驗票閘門區、商業空間、站務空間車站機房及隧道通風機房等，另於車站南北兩端軌道扇形區設置供車站需求之停車空間，期間配置以簡明之旅客進、出站動線為考量。再者，設計概念中，連結鐵路兩側斷裂的都市紋理，強調都市軸線及巷弄的連續性，延續居民日常生活記憶，放大原臺南車站之景觀與行走經驗。以保留原站體天際線與出入口機能的策略，並於新站置入飄浮的市民大屋頂及下沉廣場之手法，促使古蹟車站及新車站和諧並存，創造「雙心、雙環、雙門戶」的新臺南站意象。

參考文獻

1. 「臺南市區鐵路地下化計畫綜合規劃報告(核訂本)」，交通部鐵路改建工程局(2009)。
2. 李乾朗，「台灣鐵路古蹟車站配合鐵路立體化工程之研究-臺南火車站建築研究案」，台灣世曦工程顧問股份有限公司委託財團法人中華民俗藝術基金會辦理(2010)。
3. 台灣世曦工程顧問股份有限公司及張瑪龍陳玉霖聯合建築師事務所，「臺南市區鐵路地下化計畫-臺南車站地面層設計新建工程都市設計審議報告書」(2021)。



空中鳳城—鳳山車站暨開發大樓設計構想

關鍵詞(Key Words)：空中鳳城 (Fengshan Sky City)、開發大樓(Development Building)、鳳儀書院(Fengyi College)

交通部鐵道局／土木建築組／科長／林庭毅 (Lin, Ting-Yi) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／代理協理／歐文爵 (O, Wen-Chueh) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／業務經理／鄧楚樑 (Deng, Chu-liang) ❸

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／計畫工程師／楊傑森 (Yang, Chien-Sen) ❹

九典聯合建築師事務所／主持建築師／張清華 (Chang, Ching-Hua) ❺

九典聯合建築師事務所／建築師／史可蘋 (Shih, Ko-Ping) ❻



摘要

鳳山地區鐵路地下化計畫於高雄縣、市合併前核定，當時建議於鳳山車站上方建設七層樓之開發大樓；本公司於設計過程，針對合併後大高雄市之更宏觀需求，特委請張清華建築師協助重新擘畫這座鳳山地區的新地標，經各方努力，終順利通過都審、完成設計，刻正施工中。未來鳳山車站為一幢兩棟(各為十樓與六樓高)的車站共構大樓，可串聯站區四周空間，開啟都市發展的新契機，將成為高雄發展為國際城市的重要新核心。



Fengshan Sky City—Design Concept of Fengshan Station and Development Building

Abstract

The underground railway project in Fengshan area was approved before the merger of Kaohsiung County and Kaohsiung City. At that time, it was proposed to build a seven-story development building above Fengshan Station. During the design process, in response to the new prospects of the merged Kaohsiung City, we cooperated with Architects Chang to re-plan this new landmark in the Fengshan area. After the efforts of all parties, it finally passed the review of Kaohsiung City Government and is currently under construction. Fengshan Station will consist of two co-construction buildings, each with ten floors and six floors, which will connect the surrounding areas of the station and open up new opportunities for urban development. It will become an important new core for Kaohsiung to develop into an international city.

3

專題報導

壹、前言

高雄市區鐵路地下化工程，原不包含左營地區及鳳山地區鐵路地下化，僅於兩端留設地下化延伸機制，於高雄計畫執行過程中，左營計畫奉核，故取消西端預留機制，採左營及高雄兩計畫一併通車執行；當兩計畫施工中，鳳山地區民意持續爭取鐵路地下化，遲至96年經建會才同意辦理續辦規劃，鐵工局遂於97年啟動綜合規劃，該規劃報告建議於鳳山站區設置七層樓之臺鐵局開發大樓，並已協商中央、地方與臺鐵局之經費分攤額度，因相關需求各方皆有共識，因此順利於99年奉核(表1)，依決議，將再取消高雄計畫東端預留機制，並加速趕辦鳳山計畫之設計與施工作業，使原分三階段執行之三個計畫，能一起地下化通車。

因為時程急迫，且規劃需求皆已明確，本公司遂調度具豐富鐵路地下化工程經驗人員趕辦設計，期達通車目標。但後來因為高雄縣市合併，市府對鳳山車站專區及周邊之聯外交通計畫、都市計畫、周邊開發計畫及臺鐵局開發計畫等重新檢討，衍生差異需求，故為了不延誤三個計畫一併地下化通車目標，遂採分階段辦理方式，協商先完成地下部分及車站出入口之審查以趕辦施工(全線已於107年10月通車)；

地面開發大樓部分，則在車站已預留之銜接機制條件下，重新規劃，並洽市府、臺鐵局與地方民意多次溝通，終順利通過都審及完成設計，故本文特別介紹本車站暨開發大樓之設計構想。

貳、計畫概述

本計畫係延續高雄市區鐵路地下化計畫至鳳山，自高雄市大順陸橋東側至鳳山區大智陸橋西側，全長約4.3公里，包括改建鳳山車站為地下車站，及於正義路與澄清路間新增正義通勤車站一座。

鳳山位處高雄都會區地理中心，原平面鐵路造成兩側都市發展不均衡及交通阻隔，鐵路高雄/潮州專案計畫將高雄市之車輛維修基地移往潮州後，未來密集的車班將更加重鳳山交通問題，鑑於此，為有效解決鳳山交通困境及都市發展，行政院於99年12月16日核定本計畫綜合規劃，總經費為新台幣176.25億元，後續更與高雄計畫、左營計畫於107年全線地下化通車(詳圖1~4)，目前正辦理鳳山車站上方開發大樓建設中。

表1 民國99年鳳山計畫綜合規劃奉核前歷程簡表

辦理期間	辦理工作	主辦單位
民國88年	「高雄都會區鐵路地下化綜合規劃」決議臺鐵地下化路段北起左營、東迄鳳山地區	地鐵處
民國95年	經建會審議通過「高雄市區鐵路地下化計畫(高雄計畫)」工程範圍自葆禎路至正義路，鳳山地區維持平面鐵路	鐵工局
民國96年	行政院經建會同意鳳山地區採用地下化方式辦理後續綜合規劃	鐵工局
民國97年	配合鳳山車站專用區都市更新計畫規劃與開發，辦理「高雄鐵路地下化延伸鳳山綜合規劃暨相關調查」	鐵工局



圖1 鳳山計畫工程範圍示意圖(本計畫兩站原址及地下化通車時站體照片)



圖2 鳳山車站基地位置圖

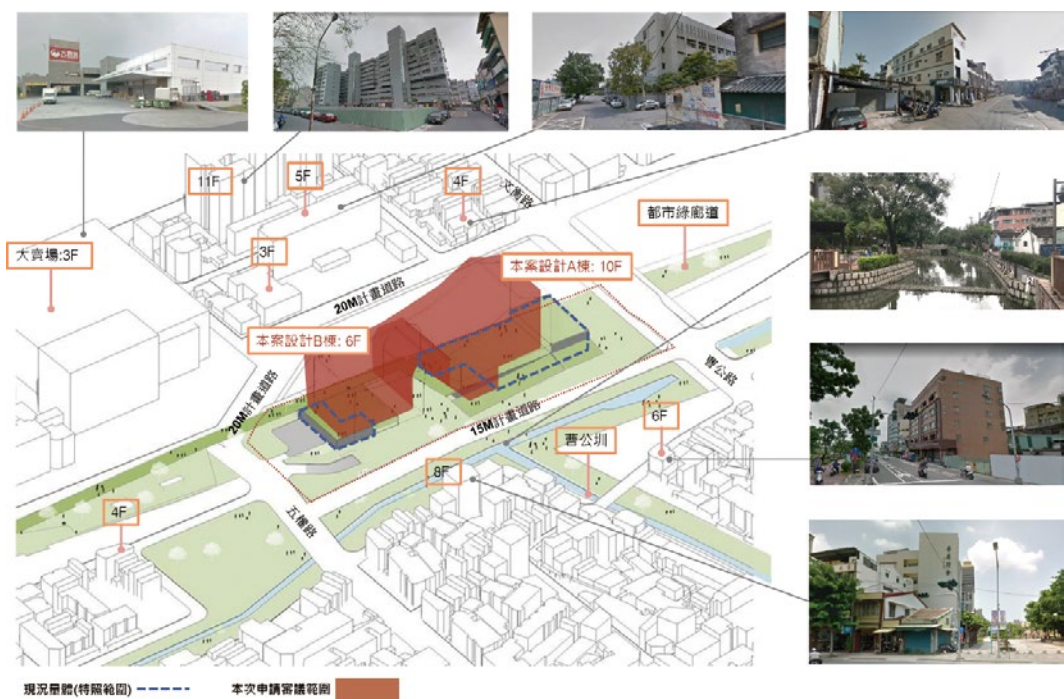


圖3 鳳山車站周邊量體關係圖



圖4 鳳山計畫周邊道路系統圖

參、建築設計構想－空中鳳城

一、車站作為一座古城的街巷延續－串連起鳳山文化脈絡新意象

鳳山新車站係於原鳳山站址打造，西臨高雄、東接後庄火車站。將原有阻隔城市南北

發展的鐵路地下化後，翻轉了原被視為都市背面的鐵道廊帶，地下化工程帶來的正是扭轉都市發展的契機，而地下站體上方的鳳山車站大樓也將扮演重要的角色：背負著鳳山人們的期待，冀望能為鳳山這悠久歷史的古城，激發更多經濟文化上的想像。(詳圖5、6)。

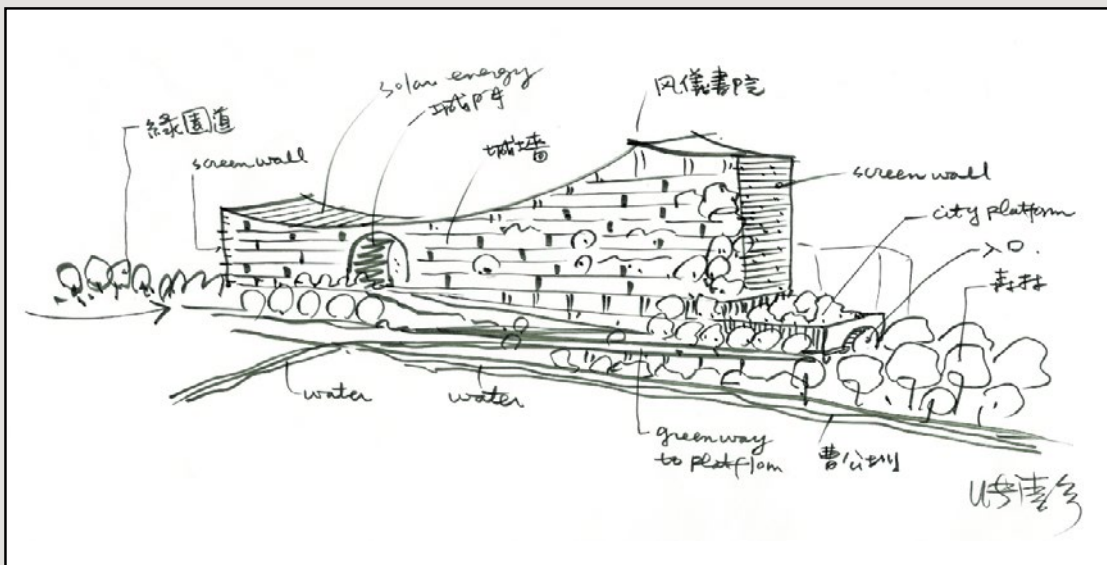


圖5 鳳山車站暨開發大樓構想圖



圖6 鳳山車站暨開發大樓透視圖

二、整體設計說明

(一) 鳳街、縫接－屬於市民的空間

鳳山車站以在地古城街巷脈絡作為都市風貌主軸，以鳳山街巷的概念，將車站低樓層開放空間串連延續進都市紋理，東西以空橋綠廊連接地下化後的鐵路綠廊，南北面以大草坡與大拱下穿廊回應串連古代水路曹公圳軸線，整體打造一個「四軸之心」概念，讓鳳山車站－西串高雄鐵馬道、東聯濕地生態廊、南進鳳山

文化城、後展新興生活圈，成為鳳山城的都市新願景。(詳圖7)

(二) 綠帶串聯

鐵路地下化後，自高雄車站至鳳山車站間之軌道舊址規劃為城市綠廊道，本案基地作為城市綠帶之節點，除延續城市綠帶之外、同時規劃自行車道與友善人行空間，期能為鳳山當地帶來更多活動與生態可能性。(詳圖8)

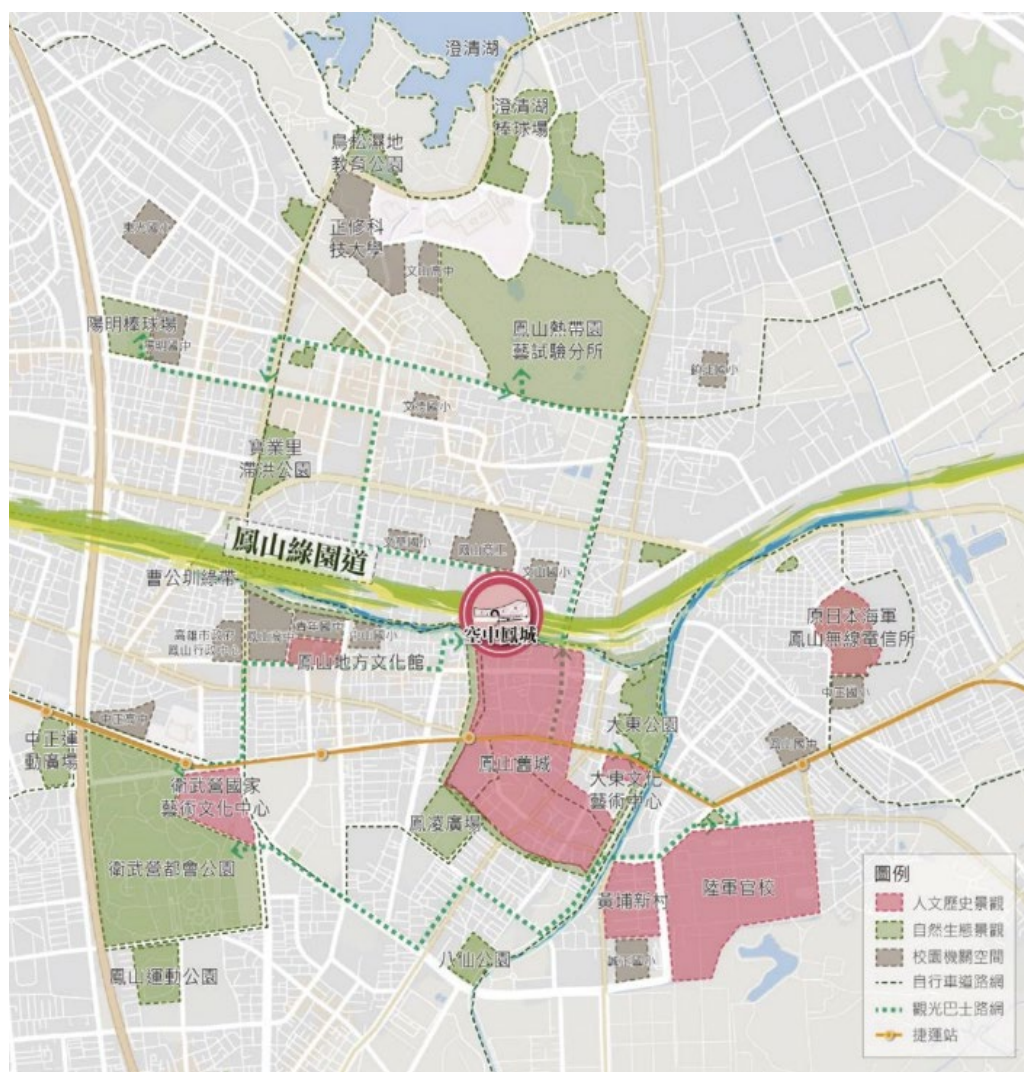


圖7 車站發展概念



圖8 車站綠廊道發展概念

(三) 交通串聯

鐵路地下化後，原為鐵路所阻隔之南北街道始有交流活動之可行性，本案設計宗旨為接續原本斷裂之城市紋理，復興鳳山舊街廓與在地產業。(詳圖9)

(四) 文化串聯

鐵路騰空路廊之城市綠廊道，能將大高雄的歷史文化城鎮逐一串連，讓左營、哈瑪星、鳳山、九曲堂等富饒歷史軌跡的文化地標，串聯成高雄文化軸線。(詳圖10)

（五）登城望遠—用在地產業引領空中鳳城

延續鳳山的都市街巷概念，車站在三樓營造半戶外營業空間層，以舊時打鐵街、家具街、舉人巷及草店頭等百工百貨街市(鳳山Cluster)風貌，為鳳山火車站注入在地產業的活力，使商業空間回歸到市民尺度，藉此帶動地方發展。此外，鳳山車站更將引入屬於鳳山人的電影文化產業概念鏈，除了提供民眾休閒娛樂，更能結合電影劇場與實驗片場，帶動地方展業轉型發展；而屬於青年人的Start-Up青創中心，更可為在地年輕人提供一個發想創業深耕的良好地基。(詳圖11)



圖9 車站交通串聯發展概念



圖10 車站文化串聯發展概念



圖11 車站在地產業發展概念

(六) 賓客盈門、門庭若市—追憶古城風情

建築整體風貌以鳳山古城的舊時城牆竹荊磚瓦砲台，融合鳳儀書院的燕尾屋脊，冀望呈現當年北門舊址、天下第一關的鳳山北門口—那火車進出站的蜂擁情境就有如昔時出關入

關、熱鬧喧囂的北門口集市樣貌；地方人們能遊逛在曹公圳草坡、鐵路空橋綠廊，悠然步上各層開放空間、綠化平台，一如當年行走在砲台城牆、登高望遠，一覽鳳山城市風情、追憶當年古風情懷。(詳圖12)



圖12 車站建築整體風貌發展概念

三、鳳山車站立面設計說明

化用古城牆上槍口之意象，各層陽台均串聯、並在立面上留設陽台開口，轉化古城牆上之空間遊走經驗，使活動發生在串連的陽台開口間，同時讓綠植從開口部蔓延，打造都市綠

洲意象。

鳳山擁有豐富的地理環境與文化資產，車站造型轉譯鳳儀書院與古城城門之量體，取其文化元素轉化為建築量體與屋頂造型。(詳圖13~18)

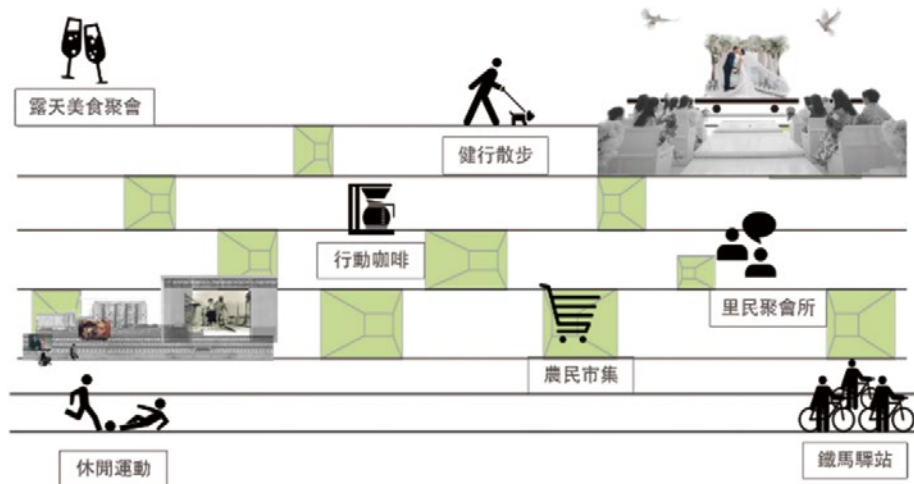


圖13 鳳山車站開發大樓立面配置構想圖



圖14 鳳山車站開發大樓全區鳥瞰透視圖



圖15 鳳山車站開發大樓主入口透視圖



圖16 鳳山車站開發大樓立面圖



圖17 鳳山車站開發大樓夜間燈光模擬透視圖



圖18 鳳山車站開發大樓東側主入口立面圖

四、車站開發大樓空間說明

本案規劃商辦大樓主體為一幢兩棟之車站共構大樓，共分為A、B兩棟：A棟建築體為地上十層，一樓為大樓大廳，二至三樓為百工百貨商業空間，四至七樓為青創空間，八、九樓為

出租辦公室，十樓為空中禮堂；B棟建築體為地上六層，一、二樓為文教設施，三、四樓為電影院，五、六樓為電影聚落空間。(詳圖19-29)

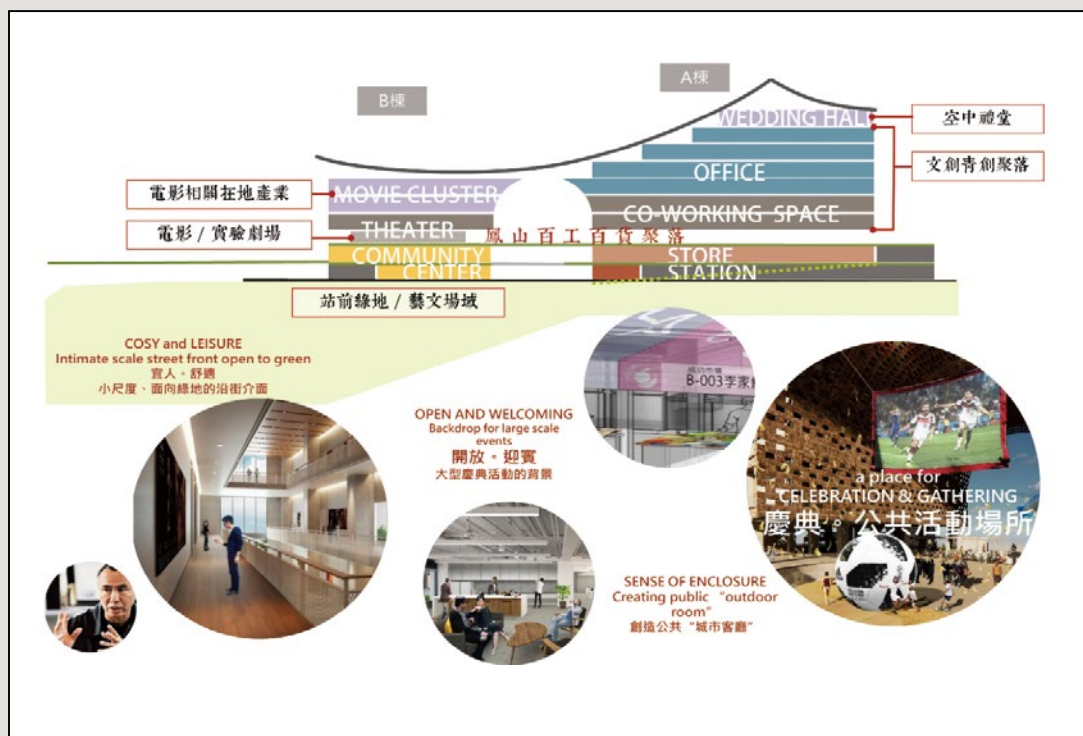


圖19 鳳山車站開發大樓整體空間配置計畫



圖20 鳳山車站開發大樓南側情境示意圖-1



圖21 鳳山車站開發大樓入口情境示意圖-2



圖22 鳳山車站開發大樓入口情境示意圖-3



圖23 鳳山車站大廳情境示意圖-4



圖24 鳳山車站月台層示意圖-5



圖25 鳳山車站開發大樓二層半戶外開放空間情境示意圖-6



圖26 鳳山車站開發大樓北側綠廊穿越道一樓穿廊情境示意圖-7



圖27 鳳山車站開發大樓B棟二層情境示意圖-8



圖28 鳳山車站開發大樓B棟三層情境示意圖-9



圖29 鳳山車站開發大樓屋頂太陽能光電情境示意圖-10

肆、智慧綠車站

綠色車站的設計，將是未來車站必要具備的要素，本案以生態綠建築為主要規劃核心，以友善環境、綠色交通、可再生能源等設施與

手法，達到生態環保及省能的目標。預計能取得基地綠化指標與基準、基地保水指標、日常節約能源、廢棄物減量指標、室內環境指標與水資源指標等七項綠建築指標。(詳圖30~33)



圖30 鳳山車站綠建築設計示意圖-1



圖31 鳳山車站綠建築設計示意圖-2



圖32 鳳山車站開發大樓綠建築設計示意圖-3
(屋頂設置太陽能光電板525kW)

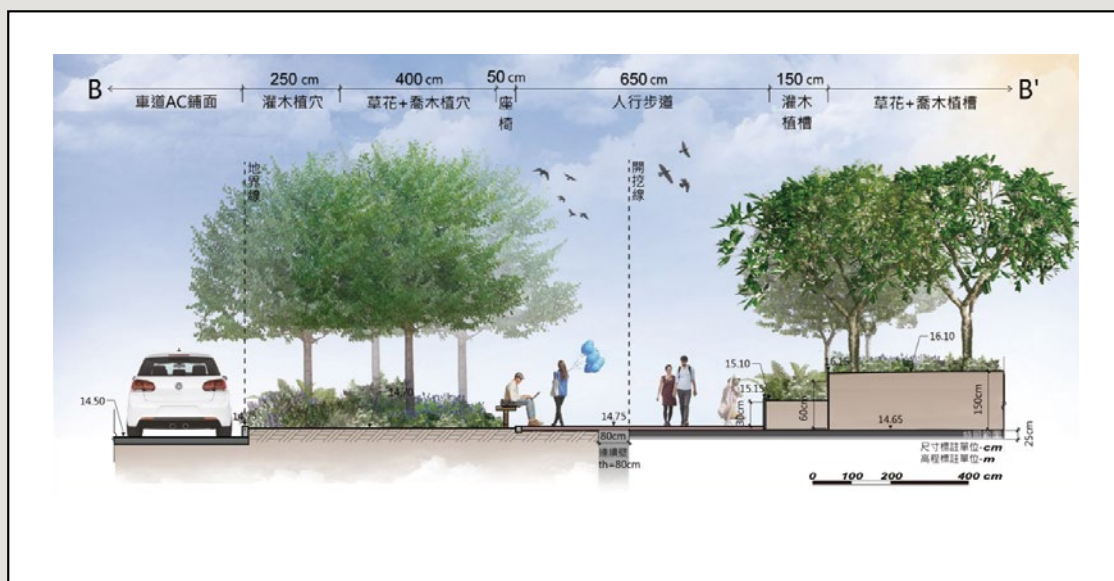


圖33 鳳山車站綠建築設計示意圖-4

結語與檢討

從地下化站體往上新建的「空中鳳城」鳳山車站，西串高雄鐵馬道、東聯濕地生態廊、南進鳳山文化、後展新興生活圈，將成為鳳山城的「四軸之心」，並可沿著鐵道綠色生態網路串聯大高雄。建築整體風貌取其鳳山古城的舊時城牆竹荊磚瓦砲台，融合鳳儀書院的燕尾屋脊，冀望呈現當年北門舊址、天下第一關的鳳山北門口，將為高雄發展為國際城市的重要新核心。

本案設計原可依循行政院核定之綜規報告中，各方已協商完成之需求(含經費分攤)，往下順利執行，但後來從設計開始到鳳山車站都審核定，歷經了八年！都審核定再細設及發包施工，就已十年！因為鐵路立體化建設是地方爭取，中央執行，但臺鐵局除了增加維管費，票價不會增加，因此會希望進行多目標開發及國有土地開發來補貼支出；地方政府透過都市計畫變更時給予站區開發容積，也常會考量都市發展需要，要求臺鐵局回饋一些交通用地，這一部分兩造會就採回饋或有償撥用方式進行協

商。而鐵工局(現為鐵道局)應是負責鐵路立體化之施工。本案若能比照南港車站建設，先協商預留開發共構機制及完成鐵路地下化旅運設施及通車(即本站107年10月通車之階段)後，接著由臺鐵局向市政府辦理開發許可申請及建設開發大樓，因協商對象明確且權責分明，應會更有效率。

因應本案執行過程冗長，及各地區爭取前瞻鐵道建設需求多，交通部已頒布『鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點』，明確要求鐵路立體化計畫於綜規階段地方政府與臺鐵局之應辦理及協商事項，並作為設計執行依據，應可讓未來新計畫更順利執行。

參考文獻

1. 交通部鐵路改建工程局，高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫綜合規劃報告，2009。
2. 台灣世曦工程顧問股份有限公司，高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫技術服務建議書，2011。
3. 台灣世曦工程顧問股份有限公司及九典聯合建築師事務所，高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫-鳳山車站暨開發大樓都市設計審議報告書，2019。
4. 台灣世曦工程顧問股份有限公司及九典聯合建築師事務所，高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫-鳳山車站暨開發大樓施工前設計簡報，2020。



嶄新桃園之心— 桃園鐵路地下化 綜合規劃概述

關鍵詞(Key Words)：鐵路地下化(Railway Underground)、站區規劃(Station Planning)、
都市縫合(Urban Stitching)、土地活化(Land Activation)

交通部鐵道局／土木建築組工程技術科／科長／高耀宏 (Kao, Yau-Hung) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／代理協理／歐文爵 (O, Wen-Chueh) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／計畫副理／洪照亮 (Hung, Chao-Liang) ❸

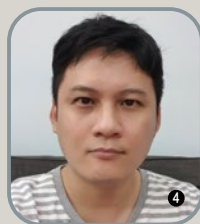
台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／計畫工程師／盧坤昇 (Lu, Kun-Shen) ❹

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／計畫工程師／林宏儒 (Lin, Hung-Ju) ❺

摘要

傳統平面鐵路常使兩側發展失衡，各都會區積極研提沿線及周邊環境改善策略，期縫合都市紋理，活化利用沿線土地。鑒於軌道立體化建設對於地區發展及都市空間結構重建有重大之影響，行政院自107年2月起即頒布「鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點」，希冀各界在規劃軌道建設之際，除了思考工程、財務可行性之外，能就都市發展之角度評估區域發展之可行性，使國家資源能合理有效運用。

「臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設計畫」綜合規劃啟動時，前述作業要點剛頒布，故依該要點進行綜規作業，本文特以此案為例，闡述中央、地方政府及鐵路營運機構三者如何共同推動本工程，並說明如何藉由土地開發策略提升桃園地區之都市發展，以達到環境共生、共榮及永續發展的目標。



The Brand New Heart of Taoyuan—Overview of Planning of Taoyuan Urban District Railway Underground Project

Abstract

The traditional railway often makes the development of the two sides of the railway different. Through the underground railway project, in addition to stitching together the urban environment, it can also revitalize and reuse the land along the line. In view of the significant impact of rail construction on urban development, the Executive Yuan has promulgated the "Key Points for Review of Railway Level Crossing and Environmental Improvement Construction and Surrounding Land Development Plans" since February 2018. It is hoped that when planning rail construction, in addition to thinking about engineering and financial feasibility, we can evaluate regional development strategies from the perspective of urban development, so that national resources can be used reasonably and effectively.

This article provides an overview of the comprehensive planning of the "Taoyuan Urban District Railway Underground Project" and describes how the central government, local governments and railway operators can work together to promote the project.

3

專題報導

壹、計畫概述

一、計畫緣起

近年桃園都會區快速發展，桃園站及中壢站分居鐵路旅運量第二、三名，除鐵路旅運服務設施已不敷使用，平面鐵路亦造成平交道交通阻滯及都市兩側發展差異，長久以來桃園市政府及地方民眾積極爭取將桃園段鐵路立體化，原可行性評估採高架化，於民國98年2月經行政院核定後展開作業。

惟高架化計畫辦理設計及發包施工期間，由於臺鐵內壢、中壢路段現有鐵路路廊較為狹窄，土地取得作業無法如期，高架化計畫進度落後。

桃園市政府升格為直轄市後，考量鐵路高架化對於桃園、中壢都會區沿線之景觀、噪音衝擊過大，再者桃園市為國家門戶，為能兼具宏觀與永續發展之百年大計，遂因應地方民眾訴求將原鐵路高架化建設調整為地下化，並提報可行性

評估經交通部、行政院審議通過(106.07)，再由鐵道局辦理綜合規劃(109.09核定)，目前正辦理設計作業，部份工程已施工中。

二、計畫內容及範圍

計畫路線起於新北市鶯歌區鳳鳴陸橋北側（臺鐵里程K53+255.746），迄於桃園市平鎮區台66線附近（臺鐵里程K71+200），全長約17.945km，其中新北市路段長約2.120km，桃園市路段長約15.825km。

本計畫工程內容主要將現有地面鐵路地下化，完工後將消除既有平交道20處；除了將既有桃園站、內壢站及中壢站改建為地下車站，另增加鳳鳴、中路、桃園醫院、中原及平鎮等五座通勤車站，計畫範圍如圖1所示。

後來因應民意需求，行政院另核定增設鳳鳴及平鎮兩平面簡易站之獨立建設計畫，擬先行設計、施工及通車以服務旅客，故後續桃園鐵路

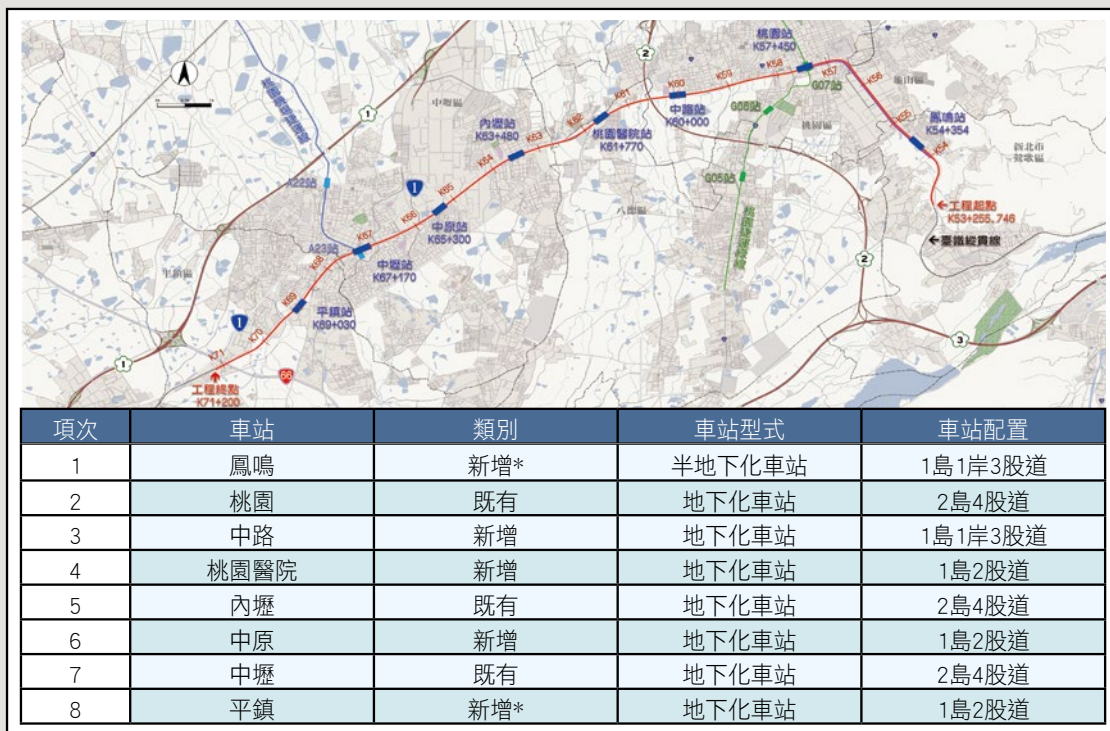


圖1 桃園鐵路地下化工程範圍(*兩臨時平面簡易站建設中)

三、計畫目標

貳、「鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點」

鑒於此，行政院於107年2月頒布「鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點」，要求地方政府應優先評估其他交通改善作法，均不適用後才可建議採鐵路立體化策略，並規定中央、地方政府及鐵路營運機構三者可在可行性研究及綜合規劃階段，即須對相關土地利用策略、車站周邊交通聯外方式、都市計畫發展構想、鐵路營收分析等層面進行研商，以利國家資源能合理運用，綜合規劃階段作業流程如圖2所示。

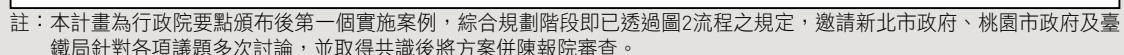


圖2 行政院「鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點」作業流程

參、兼顧工安及環境友善之工程手法

列車行經軌道時之噪音與振動，常造成沿線居民的困擾，透過地下化之建設，除可降低鐵路噪音，地面上取而代之的是綠色園道，可為周邊居民帶來生活品質的改善。

本計畫長約18公里，須檢討沿線用地後視需要布設臨時軌，以兼顧既有軌營運及明挖覆蓋隧道施工空間。然因兩側建物密集且須盡量使用原高架化用地興建，為減少建物拆遷，本計畫透過多次臨時軌切換，搭配設置臨時軌道支承板於開挖區上的工法施作地下隧道，另對於鐵路振動及噪音之影響亦擬定相關防治措施，說明如下：

一、明挖覆蓋工法

過去臺灣鐵路地下化工程多採用明挖覆蓋工法，其原因在於此工法具有多工作面可同時展開之優點，且具施工能力之廠商亦多，為相當普遍、成熟之地下化施工方式；曾評估採潛盾隧道之適用性，惟因考量臺鐵隧道所需斷面大、桃園站及中壢站路線配置於捷運隧道上方，及引道爬坡坡度受限等因素，以致隧道上方

有足夠覆土之路段甚短，且該路段幾無建物拆遷問題，故不符工程經濟規模及效益而未採用。明挖覆蓋工法施工步驟如圖3所示。

此外，考量沿線地層屬卵礫石層，施工期間為確保開挖時臨時軌及鄰房結構之穩定性，除了以微型樁或雙環塞低壓灌漿方式進行槽溝及建物保護，亦配合相關災損及安全監控機制，設置系統性自動監測儀器，及即時警報監視系統，以維工安。

二、軌道支承板

鐵路立體化工程一般在既有鐵路旁施工，採高架化所需用地(臨時軌加永久軌需求)可較地下化者小(前者主要考量基礎施工與既有軌或臨時軌間之淨空需求，後者則考量兩側連續壁施築時即須遠離軌道)。因本地下化工程受限先前高架化建設時所規劃狹小路廊，故工程困難度極高，因此本公司依過往經驗，提出臨時軌道支承板工法來克服。

過往鐵路地下化工程使用軌道支承板工法，多為小範圍運用，且施工中要求減速慢行，但本計畫須設置長距離帶狀軌道支承板，故採提昇結構安全性來維持鐵路營運速度。支

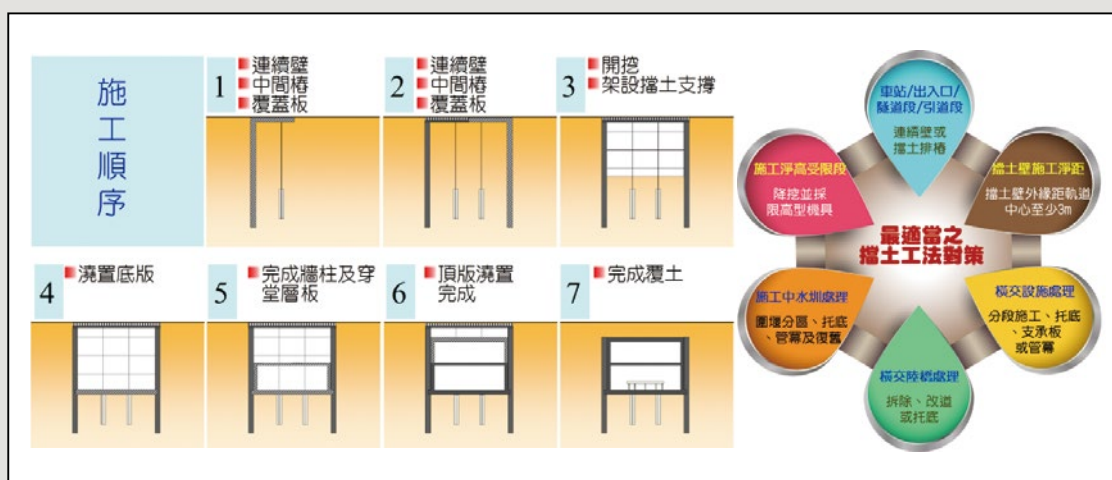


圖3 明挖覆蓋工法施工步驟示意圖

承板於一般路段採靠邊設置，以保留另側開挖出土及施工進料空間(供配置覆工板及出土/進料口)，僅於臨時軌山海側交替配置之橫渡開挖區段才採全區配置支承板。本案軌道支承板依配置可分類為懸臂、單柱支撐、雙柱支撐及全跨橫越等四種型式(圖4)；另考量軌道支承板位於永久軌隧道施工範圍正上方屬於高風險路段，除設置軌道監測及出軌防護機制外，隨著往下開挖，連續壁及支撐柱逐漸露出，須加設橫梁

穩固支柱，並對開挖水平支撐做必要之安全監測，軌道支承板施工步驟如圖5所示(其中第三、四階段示意圖中，覆工板範圍於適當距離須布設出土/進料口)。

三、減振降噪策略

鐵路地下化後，雖車輛行駛所產生之噪音振動影響已可降低許多，惟因行經人口稠密之

型式	TYPE I：懸臂式	TYPE II：單柱支撐式	TYPE III：雙柱支撐式	TYPE IV：全跨橫越式
圖示				
適用條件	縮減用地、減少拆遷	站區開挖	站區開挖	臨時軌跨越永久軌上方
懸伸長度	$L \leq 4m$	$4m < L \leq 7m$	$L > 7m$	支承於兩側連續壁

圖4 軌道支承板型式示意圖

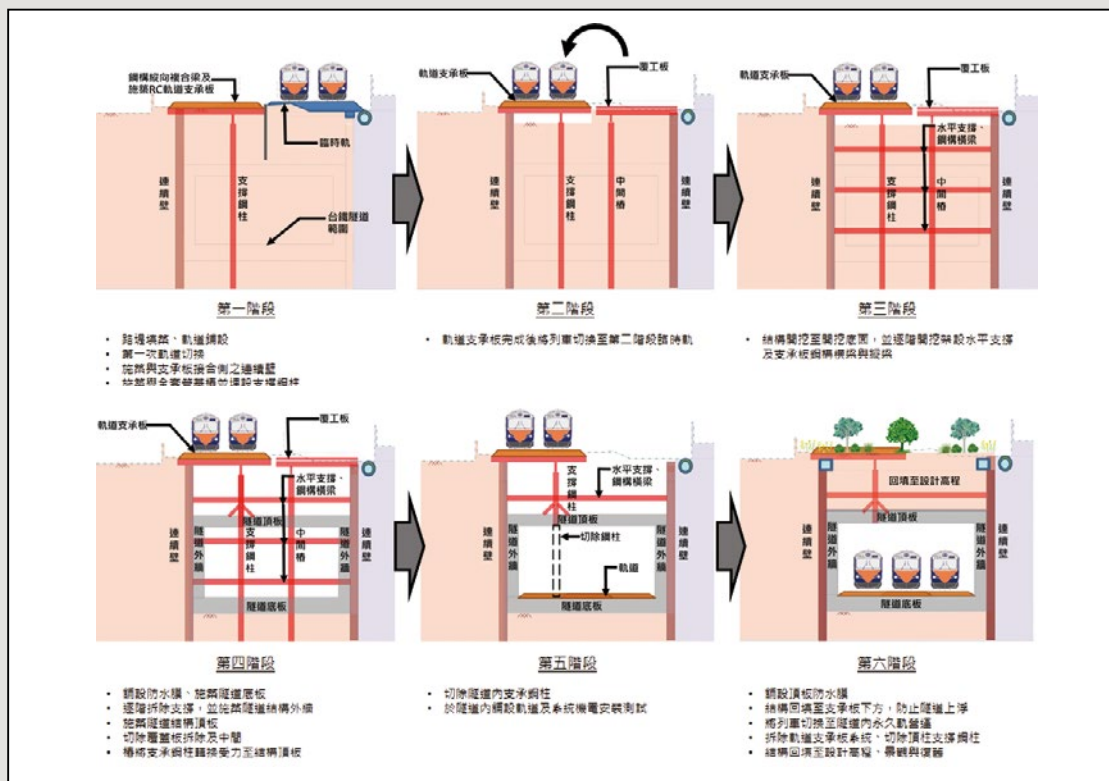


圖5 軌道支承板施工步驟示意圖

桃園、中壢市區，且路線兩側及引道段仍有密集敏感受體分布，因此永久軌道結構在規劃設計時，仍應考量可緩和列車衝擊，降低振動與噪音，擬定防治措施分述如下：

- (一) 採用長鉗鋼軌取消鋼軌接頭，使鋼軌平滑化。
- (二) 採彈性PC軌枕減振軌道(採彈性鋼軌扣結裝置及於軌枕端部與底部加彈性材)，圖6。
- (三) 檢討隔音牆設置地點，採用具吸音材質之吸音板，以降低多重反射音之影響。
- (四) 出土段軌道區之結構反射面(胸牆、步道及道床)貼附吸音材。

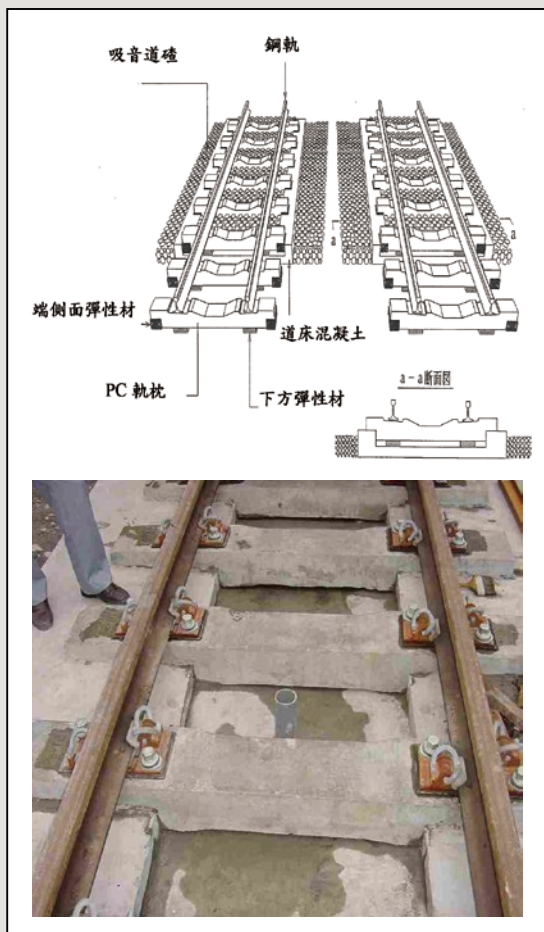


圖6 彈性PC軌枕防振直結軌道圖

(五) 隧道通風口規劃設計採消音包覆處理等減噪措施(圖7)。

肆、車站區都市發展及土地活化構想

一、都市發展願景

早期的都市空間及機能多沿鐵路廊帶發展，其中桃園站、中壢站周邊更是桃園區域政經文化與人口發展的核心地區，鐵路地下化後由於都市空間結構重建，除了縫合原本被切割的兩側都市活動，亦可打通鐵路沿線交通路網、整合公共設施，使路廊空間有機會活化再造；而未來配合各項推動中的捷運、航空城、

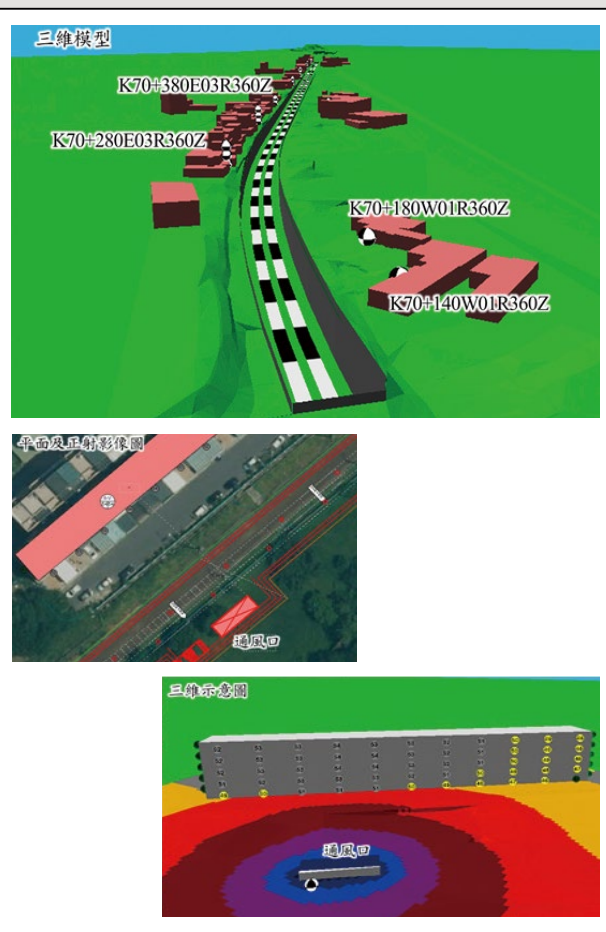


圖7 列車行駛於路段及通風口之噪音影響三維模型

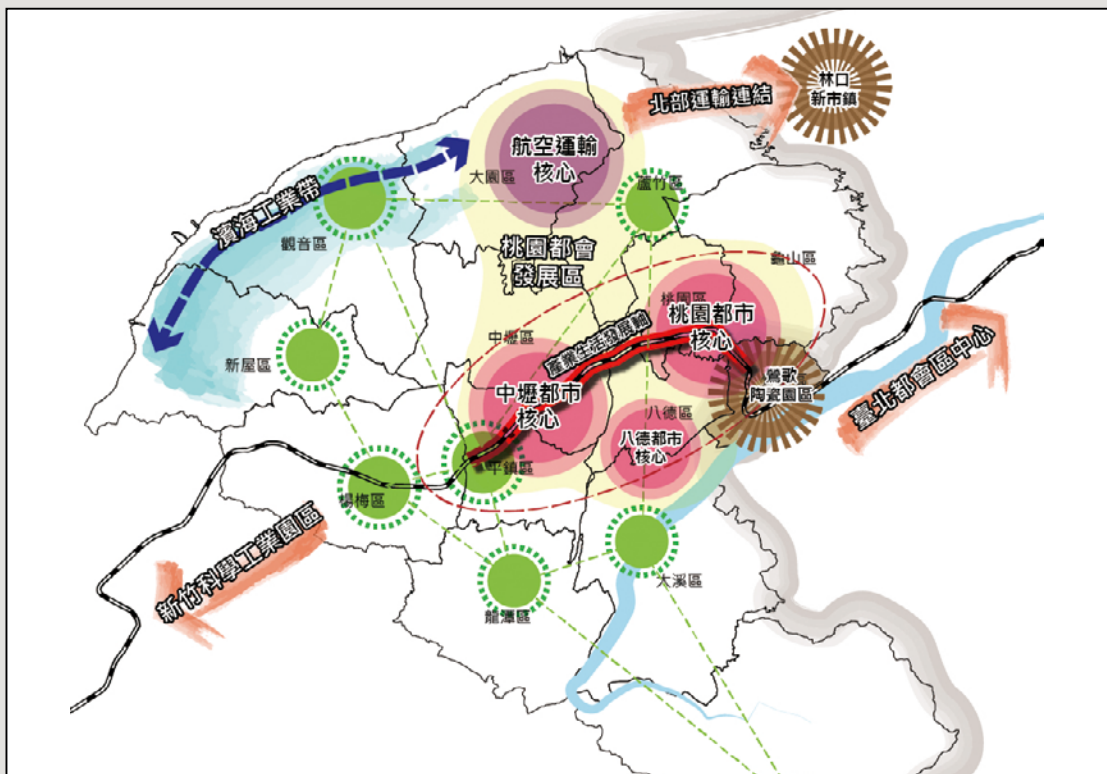


圖8 桃園都市空間發展結構及願景

林口新市鎮、鶯歌陶瓷園區等計畫，將可構成區域整體產業及生活發展軸帶，桃園都市空間發展結構及願景如圖8所示。

二、土地使用現況

本計畫周邊土地利用多以住宅和沿街商業使用為主，以桃園站、內壢站、中壢站等周邊發展較繁榮；而鳳鳴、中路、桃園醫院、中原及平鎮等通勤車站，除桃園醫院站及中原站周邊因設有醫院及學校而有部份工業、倉儲或商業使用，其他站周邊多為住宅區。

整體而言，桃園地區現有火車站附近地區因站區早期較無規劃，車行與人行動線交錯，未來車站及軌道地下化後，騰空之鐵路土地與周圍環境可透過都市計畫變更之手段，將鐵路騰空後之空間做更多元之使用與活動引入，創造更佳之都市景觀與生活環境。

三、土地活化構想

未來鐵路地下化後之騰空空間，除做為園道、開放空間或公共服務等使用之外，針對站區或周邊土地可引導民間投資，藉由開發利益回饋鐵路地下化建設，同時提升臺鐵的營運效益與降低政府建設的財政負擔。

在車站開發潛力方面，各車站土地開發潛力檢討如表1所示，其中桃園、中壢、內壢站因屬既有車站，周邊住商活動發展活絡且具備一定運量，屬高潛力地區；桃園醫院及中原站則是因周邊公共設施較完善，且有醫院或大學城等通勤人口，屬站區土開中潛力；鳳鳴、中路及平鎮站周邊雖有相關整開計畫，但因發展未臻成熟，主要以住宅區使用為主，屬低潛力車站，鐵路廊帶發展構想如圖9所示。

表1 桃園鐵路地下化各車站土地開發潛力評估

車站	土地使用	腹地發展需求	周邊發展環境	車站土地開發潛力
鳳鳴	鐵路用地	低	周邊以住宅區為主要發展	低
桃園	車專區、鐵路用地	高	前站住宅及商業使用為主，後站發展強度較低，以農作及閒置土地為主，尚有部分沿街式商業，未來將與捷運棕線轉乘	高
中路	鐵路用地	低	北側有住宅及工業使用，南側以農業使用為主	低
桃園醫院	鐵路用地	中	北側現為桃園醫院，住宅及沿街式商業分布於車站東側，南側為永豐高中	中
內壢	鐵路用地	中	周邊住商活動發展活絡	高
中原	鐵路用地	中	南側為中原大學，住宅及沿街式商業分布於學校周邊	中
中壢	鐵路用地	高	住商活動發展活絡	高
平鎮	鐵路用地	低	周邊以住宅區為主要發展	低



圖9 桃園鐵路廊帶發展構想

伍、各車站規劃構想

一、桃園車站

(一) 基地環境分析

就都市活動層面觀之，桃園站前站商業活絡，並已發展為中心商業區；後站則與停車場、空地、工廠相鄰，現階段多以停車使用為主，僅於假日有外勞聚集於後站之商店街，就

都市發展型態來看，桃園車站地區素有「站前商業、站後工業」之稱。

(二) 基地規劃目標

本站為進出桃園地區之樞紐與發展中心，未來可結合周邊商業能量，引入新興都會機能，形塑桃園都會門戶意象；並配合捷運綠線、棕線及客運轉運站之規劃，成為北部地區轉運樞紐。

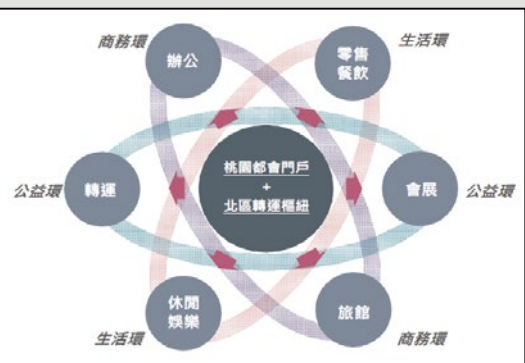


圖10 桃園車站土地開發策略

(三) 基地土地開發策略

1. 利用開放空間創造多元都市活動節點

桃園站南北兩側過去受鐵路分隔發展不同樣態，配合桃園都會門戶及轉運樞紐之發展構想，未來可引入轉運、會展、零售餐飲、休閒娛樂、辦公、旅館等產業，並與鐵路騰空廊道的綠園道及周邊綠地、廣場串聯，以創造開放空間節點，帶動商務、消費、活動、就業及居住人潮匯流(圖10)。

2. 大後站計畫，創造多元商娛空間

為改善聯外道路系統，中正路未來將打通串連地區南北向交通，再配合桃園市府目前提出的大後站計畫，將原先的住宅區變更為商業區，連同辦理工業區及倉儲用地變更，提高站區南側發展強度，創造新興的商業娛樂聚集地。

(四) 土地活化構想

依都市計畫揭示，為強化車站門戶核心發展及帶動周邊地區轉型開發，鐵路地下化後之騰空路廊將重劃為「車站專用區」及「鐵路用地(兼供園道使用)」，其中車站專用區未來將配合臺鐵局規劃做開發大樓使用，其開發方式可採BOT或其他開發模式進行開發。而站區除了規劃區內道路系統、綠地廣場及商業空間做商業及與未來延平路地下街間之連通使用，亦將規劃地下空間供臺鐵開發大樓之法定停車空間使用。

圖11及圖12為綜規報告構想，目前設計案



圖11 桃園車站未來土地活化利用構想(綜規報告版本)

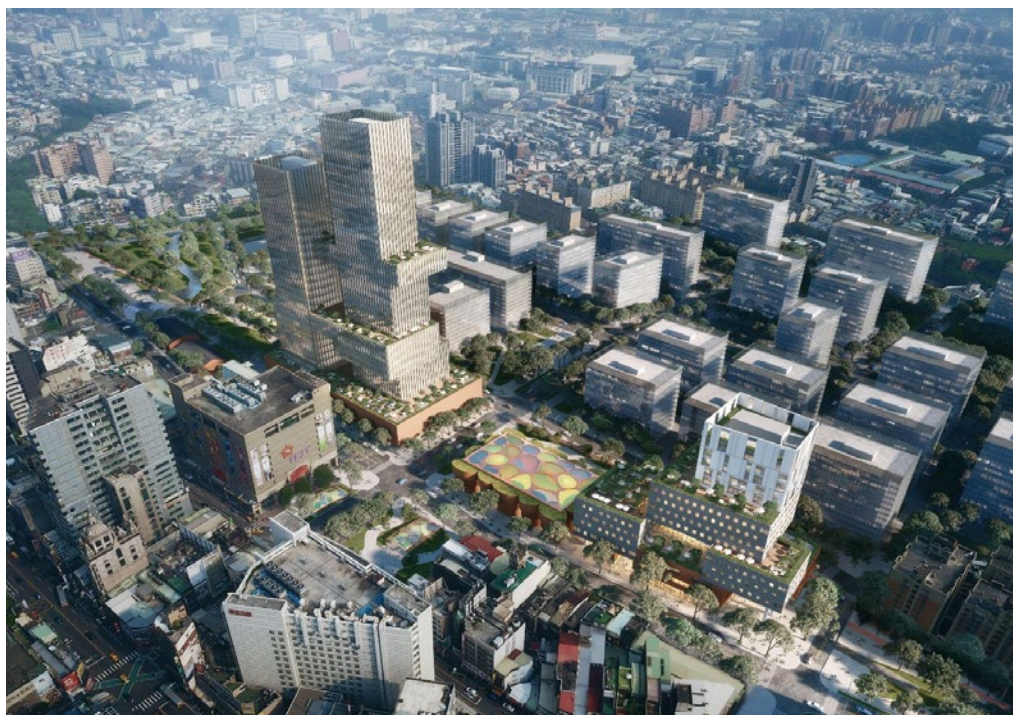


圖12 桃園車站未來願景圖(綜規報告版本)

正辦理中，後續配置請參見未來奉核之都審報告及設計成果。

二、內壢車站

(一) 基地環境分析

內壢站為進出內壢地區之樞紐與大門，亦是桃園、中壢間之中介點，由於開發較早，公共空間缺乏規劃與經營，現階段前站以商業使用為主，並沿著中華路兩側分布，後站則與停車場、新莊廣場、民宅等相鄰，目前周邊大面積之工業區刻正規劃轉型發展。

(二) 基地規劃目標

內壢站周邊長期以來因缺乏規劃與經營，為能提昇地區生活圈發展能量，將透過土地使用分區手法重新區劃動態與靜態空間，改善都市機能，並連結元智大學資源，成為地區產業轉型加速器。

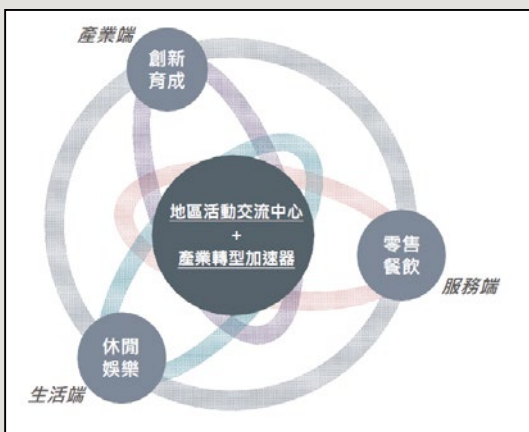


圖13 內壢車站土地開發策略

(三) 基地土地開發策略

1. 內壢站都市再生核

藉由鐵路地下化契機縫合內壢地區發展軸線，以內壢站區開發與周邊都市更新計畫

作為地區都市再生核心，將站區周邊不適宜之土地使用型態予以調整，透過梳理開放空間系統與地區機能再造，提升通勤住宅區之生活環境品質及通勤轉運機能。

未來內壢站周邊地區將成為新興商業及生活服務機能為主的潛力新星地區，站區可引入零售餐飲、休閒娛樂、創新育成等新興都會活動，逐步帶動周邊工業區及住宅區更新轉型(圖13)。

2. 低碳、綠色住宅區

位於車站西南側之內壢營區現況閒置，市府協商國防部，配合鐵路地下化建設辦理都市計畫變更，調整土地使用機能，釋出原封閉、閒置的大片土地，因應周邊人口成長需求，留設大面積生態綠地及開放空間，促使周邊形塑綠色住宅區，提升整體居住品質。

(四) 土地活化構想

依都市計畫草案，鐵路地下化後之騰空路廊將重劃為「車站專用區」及「鐵路用地(兼供園道使用)」，車站專用區未來將配合臺鐵局規劃做開發大樓使用，亦將規劃地下空間供臺鐵開發大樓之法定停車空間使用，而站區除了配合未來莊敬公園廣場規劃徒步商業區，將提供內壢地區居民豐富之休閒生活場所。

圖14及圖15為綜規報告構想，但依後來都市計畫版本已作大幅度變更，主要是將本段中華路擴大為50m寬園道，故路廊上方已無開發大樓，改將莊敬廣場劃設為車專區供臺鐵局開發使用，後續配置請參見未來奉核之都審報告及設計成果。



圖14 內壢車站未來土地活化利用構想(綜規報告版本)





圖 15 內壢車站未來願景圖(綜規報告版本)

三、中壢車站

(一) 基地環境分析

近年來因市府積極投入商圈再造、景觀改造…等軟、硬體建設，中壢站已為地區商業核心，商圈發展已越發活絡並日趨復甦。前站現階段為客運站、異國餐飲、服飾、沿街零售及旅館等都會活動主要聚集地，後站則以住宅生活圈為主。

(二) 基地規劃目標

中壢站前後站都市發展差異甚大，為能縫合兩邊都市空間，形塑桃園南區新興門戶意象，將配合捷運機場線及綠線延伸規劃，並善用捷運機場線行經設站及鄰近學術研發能量等優勢，使其成為國際交流據點。

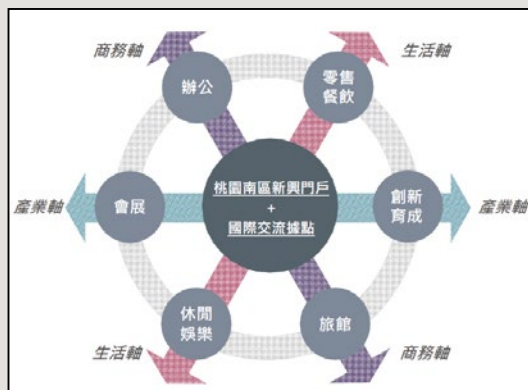


圖 16 中壢車站土地開發策略

(三) 基地土地開發策略

1. 高級商辦機能與交通轉運樞紐

未來中壢站透過高強度站區開發及都市地標塑造，再加上與機場捷運、捷運綠線等連通，交通相當便利，可吸引國內外企業總部與相關服務進駐，成為桃園市與

國際企業重要門戶地區。由於中壢站與機場捷運、捷運綠線等交會，未來將於站區內設置轉運站，並整合前後站大眾轉運節點，帶動站區西側土地活化，提升交通樞紐地位，未來中壢站區可引入零售餐飲、休閒娛樂、創新育成、會議展覽、辦公、旅館等新興都會活動，成為商務辦公、交通轉運、生活消費及學術交流之鏈結樞紐(圖16)。

2. 住宅社區活化再生

本站南側多數建物老舊且巷道彎曲狹小，無論是都市景觀或防救災機能皆不佳。可因應捷運建設與鐵路地下化契機，吸引不動產投資開發，促進南側既成住宅區都市更新，改善街道環境、完善人行與

自行車系統、串連都市活動空間節點，以創造多元居住環境。

(四) 土地活化構想

依都市計畫揭示，為強化車站門戶核心發展及帶動周邊地區轉型開發，鐵路地下化後之騰空路廊將重劃為「車站專用區」及「鐵路用地(兼供園道使用)」，其中車站專用區將配合臺鐵局規劃為開發大樓。因應其開發需求，站區除了規劃區內道路系統串連中正路及健行路，並透過退縮建築整合開放空間打造站區廣場空間，進而活絡商業活動機能。

圖17及圖18為綜規報告構想，目前設計案正辦理中，後續配置請參見未來奉核之都審報告及設計成果。



圖17 中壢車站未來土地活化利用構想(綜規報告版本)



圖 18 中壢車站未來願景圖(綜規報告版本)

四、鳳鳴、中路、桃園醫院、中原、平鎮車站

在臺鐵捷運化之計畫中，車站將轉型為區域性運輸系統，經檢討中路站、桃園醫院及中原站三站因周邊有密集住宅區、醫院及大學，生活機能較優，除行旅服務設施外，將加強引

入生活服務等設施，使其具發展輕量體商業設施之條件；而鳳鳴站及平鎮站則以一般通勤車站引入與行旅服務相關設施為原則，各通勤車站土地開發策略如表2所示(圖19～23)。

表2 桃園鐵路地下化各通勤車站土地開發策略摘要

車站	基地位置	都市發展定位	站區機能定位	土地開發策略
鳳鳴	鳳鳴里平交道北側	新興行政中心	軌道運輸機能為主	◆便捷樂活社區
中路	國際路平交道北側	綠意河岸社區	帶動周邊地區發展	◆便捷樂活社區 ◆引入商業、轉運等複合機能
桃園醫院	永豐路平交道東側	醫療文教社區	帶動周邊地區發展	◆工業區轉型與整體開發區 ◆醫療產業與健康社區
中原	忠義路與普忠路間	活力大學城鎮	帶動周邊地區發展	◆流行消費街區 ◆引入文化、藝術等相關創意產業
平鎮	環南路與新富一街北側	新興行政中心	軌道運輸機能為主	◆水岸休憩住宅區 ◆行政園區與延伸地區服務機能

註：本計畫正辦理都市計畫變更及設計作業，實施規劃面積及開發方式應依核定後之都市計畫及設計內容為準。



圖19 鳳鳴車站未來願景圖(綜規報告版本)



圖20 中路車站未來願景圖(綜規報告版本)



圖21 桃園醫院車站未來願景圖(綜規報告版本)



圖22 中原車站未來願景圖(綜規報告版本)



圖23 平鎮車站未來願景圖(綜規報告版本)

結語

桃園、內壢及中壢三座既有車站周邊已密集發展，但因鐵路阻隔兩側發展略失衡，鐵路地下化提供了新的契機，除縫合都市紋理，更騰出帶狀之地面生活廊帶；再增設五座通勤車站提高可及性，及搭配相關捷運建設與轉運站之串連，未來將可提供更安全、快速及便捷之交通運輸。

本計畫綜合規劃已充分運用工程策略(多次軌道切換搭配臨時軌道支承板工法)，來減少用地及拆遷需求；更重要是已請地方政府提出都市計畫變更草案、周邊土地開發計畫、車站聯外及周邊交通整合計畫，並請臺鐵局提出管有土地開發計畫及鐵路營運計畫，再協商後彙整完成綜合規劃報告，可為後續設計階段執行之依據。部份地方政府或臺鐵局之主張雖未納入已奉核之建設計畫經費內，一般於後續設計階段初期(都審階段)仍會被要求檢討，但至少可讓各執行單位有所依循，可釐清哪些需求是必須有額外財源(包含修正建設計畫)的項目。

本案目前已進入設計階段，地方政府都市計畫變更及土地發展策略仍會些許調整，如中路站及中原站之移位、內壢站園道及車專區之調整、各車站增設地下停車場及部分車站增設出入口等，經評估都有其正面效益，於都審過程中大致上也配合辦理，但未來仍須適時修正建設計畫，取得財源與工期。

期盼依循新審查作業要點，邀集地方政府及臺鐵局共同辦理綜合規劃的本計畫，能發揮需求收斂功能，讓都審與設計工作順利，盡速完成鐵路地下化通車，並妥善預留開發界面機制，讓臺鐵局站區開發及市政府周邊開發接續進場施作，使鐵路沿線之桃園老都會區，由點而線而面逐漸蛻變、再生。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局，「桃園鐵路地下化建設-管有土地開發計畫(多目標使用計畫)」，(107.12.6)。
2. 桃園市政府，「臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設-財務暨周邊土地開發計畫」，(108.5.28)。
3. 桃園市政府，「臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設-車站聯外及周邊交通整合計畫」，(108.4.18)。
4. 交通部鐵道局，「臺鐵都會區捷運化桃園段地下化建設-綜合規劃報告」，台灣世曦工程顧問股份有限公司，(109.10)。
5. 行政院，「鐵路平交道與環境改善建設及周邊土地開發計畫審查作業要點」，(107.2)。



鐵路站區毗鄰地區開發策略初探—以「新竹大車站」為例

關鍵詞(Key Words)：站區(Station Area)、毗鄰地區(Adjacent Area)、新竹大車站(Hsinchu Station Shinchiku plan)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／王德琳 (Wang, Te-Lin) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／工程師／陳家聖 (Chen, Chia-Sheng) ❷

Hsinchu Station

摘要

本文以鐵路站區毗鄰地區開發策略為命題，主要以新竹大車站計畫案為例，介紹目前鐵路站區依「鐵路站區立體連通廊道與平台建設及毗鄰地區開發計畫審查作業要點」辦理綜合規劃及都市計畫變更後，鐵路站區毗鄰地區土地之開發策略，由於土地開發策略攸關整體計畫中長期的發展效益，也與都市計畫、都市設計、土地徵收方式、土地權利人權益等息息相關，本文章將以模擬案例方式實際估算，以驗證開發計畫可行性及其效益，作為未來相關計畫土地開發策略之參考。



Development of the area adjacent to the railway, Hsinchu Station Shinchiku plan

Abstract

This paper takes the development strategy of the adjacent areas of the railway station area as the proposition, mainly takes the Hsinchu station project as an example, and introduces the current railway station area according to "the construction of three-dimensional connecting corridors and platforms in the railway station area and the key points of the review of the development plan for adjacent areas" After the comprehensive planning, Development strategy of land adjacent to railway station area.

3

專題報導

壹、前言

臺灣鐵路建設帶動了沿線城市發展，但許多城市也因為鐵路造成兩側都市發展不均及土地阻隔，而導致了鐵路難以與都市共存共榮的課題；因此各地方政府在考量整體城鄉發展計畫，紛紛提出鐵路立體化(高架化或地下化)的建設構想，以因應都市擴張所帶來經濟發展、交通需求、平交道受阻、通行安全等問題；然而目前鐵路高架化或地下化都面臨經費高、時程長、用地徵收不易等問題，也並非每個城市及鐵路路線都適合，因此新竹市政府鑑於鐵路立體化造成計畫推動的困難，提出以大平台及立體連通方式來解決都市發展因鐵路阻隔的課題，尋求因鐵路阻隔城市發展的新解方，因此其計畫有下列幾個目標：



圖1 新竹大車站願景鳥瞰圖

- 一、解決鐵路兩側因阻隔而缺乏無障礙的人行空間系統。
- 二、解決鐵路阻隔客運轉乘侷限於軌道一側，並藉以提升周邊道路服務水準。
- 三、車站平台預留與新竹輕軌共構空間，整合共乘無縫轉運。
- 四、建立現代化車站，整合人流、物流、金

流、城市生活生產與休憩的功能。

- 五、藉由平台式車站TOD整體開發，提升前後站國有土地使用效率及帶動區域都市發展。

由於過去鐵道兩側多為支援台鐵營運的宿舍、機務、工務、電務等空間，或依附運輸而生的傳統產業腹地，隨著都市逐步的成長，使得這些位於都市核心區的土地卻成為都市的後院，而面臨許多發展的壓力。因此新竹大車站計畫從周邊的環境資源、都市發展脈絡、交通功能及條件，一併思考政府相關政策及計畫，將計畫範圍及周邊臺鐵土地變更為車站專用區，以協助在都市核心創造一個新的目的型的市民消費核心；政府取得之回饋土地可提供協

助地方發展之道路、公園等公共設施，使新車站成為厚實周邊社區更新能量的核心。透過這樣公共投資資源的契機，也達到帶動周邊土地發展，並收刺激周邊環境改善的目的(圖1)。

貳、新竹大車站計畫對毗鄰土地發展的誘因

依「鐵路站區立體連通廊道與平台建設

及毗鄰地區開發計畫審查 作業要點」在「站區」、「毗鄰地區」、「立體連通廊道」有明確的定義，意旨立體連通廊道及平台建設應具有公共性及與周邊相鄰街廓需有一定的聯結性，因此如何創造毗鄰土地開發相聯的誘因及效益是土地開發很重要的關鍵。

新竹大車站的開發有別於其他城市的鐵路立體化，在執行策略上尤其城市文化資源的獨特性，因此提出一個古蹟、兩個公園、三處轉乘、四周連結、五項開發的策略，促使整體開發達到其效益及目標(圖2、圖3)。

一、一個古蹟

1913年落成的新竹車站是由日本建築師松ヶ崎萬長所設計，是目前台灣最老的現役站房，是國定古蹟也是新竹大車站開發計畫最重要核心，因此在周邊開發的過程中，需要透過都市設計規範的手段，以減少新設計的都市景觀影響到該車站現存的歷史風範；市府也針對國定古蹟專題研究，制定古蹟車站定著及周邊都市設計管制規範加以管制，以突顯新竹驛的獨立性及自明性，並使古蹟車站再利用，以復舊方式，重現古蹟車站於1913年落成時的使用

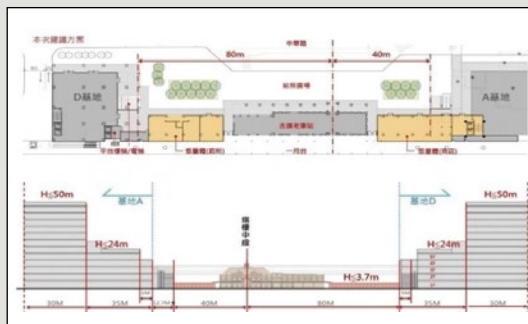


圖2 新竹車站與毗鄰土地開發關係圖

型態，藉此完整重現車站作為市中心區地標的經典景象及城市價值。

二、兩個公園

新竹大車站計畫未來不僅是交通轉乘的樞紐，也希望藉由開發以形塑車站為一個有場域精神的節點，讓快速流動、熙來攘往的乘客與市民，能在車站大平台上有駐足停留與從事休憩活動的空間，因此於大平台上設置南北兩座公園，希藉此提高整個城市的規劃格局；其中北公園以新竹老車站塔樓為中心，四周圍繞商場，提供立體連通廊道相連新的都市開放空間；南公園則是與毗鄰土地相連，為兩側毗鄰開發大樓的空中花園，並預留輕軌站以增加多元交通轉乘的便利性(圖4~圖6)。



圖3 新竹車站與毗鄰土地



圖4 新竹車站大平台南、北公園位置圖



圖5 新竹車站大平台北公園透視模擬圖



圖6 新竹車站大平台南公園透視模擬圖

三、三處轉乘(台鐵+輕軌+長途客運)

新竹站位於新竹市發展中心，不僅為臺鐵於新竹地區最主要之車站，亦為新竹地區國道客運與公路客運之始發站，故每日匯集許多城際與通勤之人流與車流。整體計畫將配合新竹市城市發展目標與交通運轉需求，定位為新竹都

會「城際轉運門戶」，將以車站平台與人行通廊(步行街)，串連短、中、長程城際與通勤服務之臺鐵、輕軌、國道客運、公路客運，地區市區公車，以及K+R(Kiss and Ride；汽機車接送臨停)、計程車、自行車與P+R(Park and Ride；汽機車停車轉乘)等接駁轉乘服務，達到人車分流、無縫接駁、井然有序之交通運轉目標(圖7)。

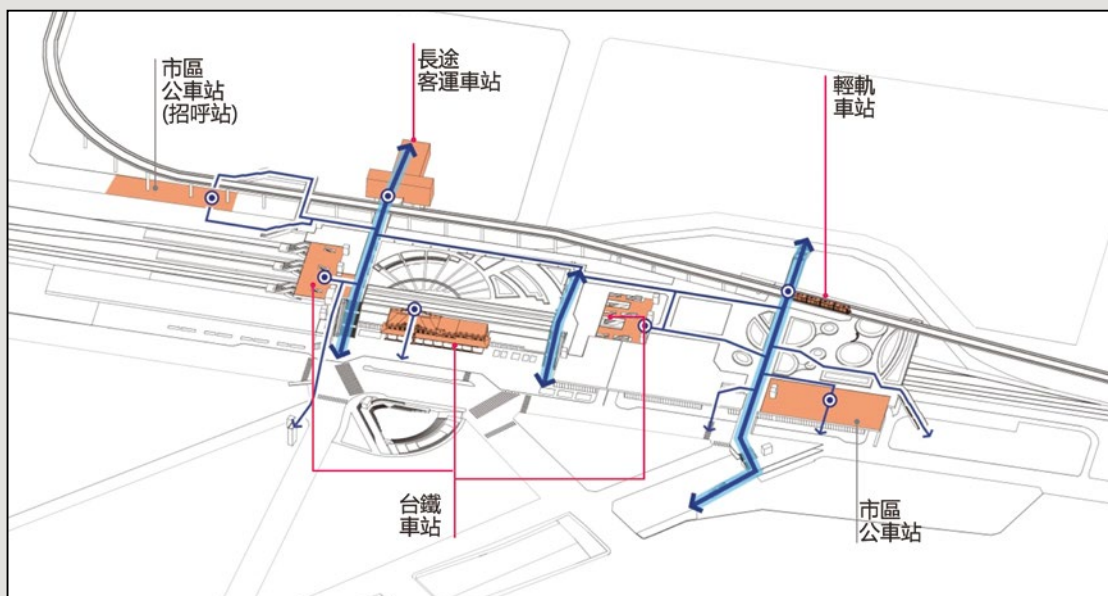


圖7 大車站動線及轉乘車站示意圖

四、四周連結

為使新竹車站能夠與周邊都市發展相融合，車站與四周的連結關係及活動引入即扮演重要角色。計畫於車站四周規劃設置立體連通廊道，連結至周邊既有都市街區，並整合人行動線、商業與休憩活動至大車站平台，使大車站平台成為城市中的重要節點，進而達到與周邊都市活動融合的功能(圖8~圖10)。



圖9 無障礙連通設施構想示意圖

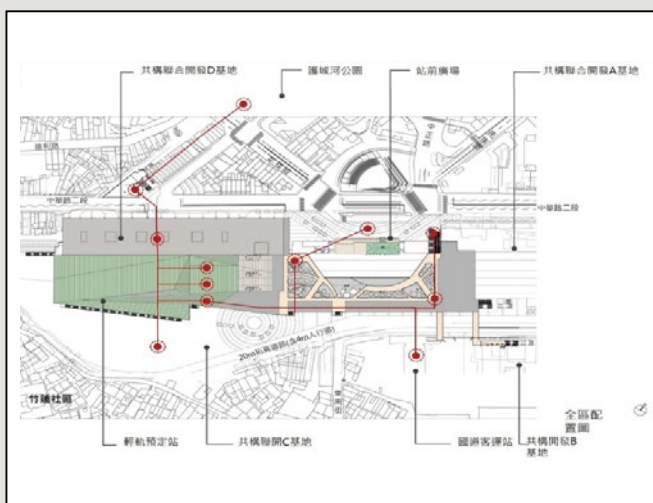


圖8 大平台與四周以立體連通廊道連結構想示意圖



圖10 連通設施及商店街構想示意圖

五、五項開發

為使新竹車站能夠與周邊都市發展相融合，以達到TOD整體開發策略，車站與四周的連結關係及活動引入即扮演重要角色。計畫於車站四周規劃設置立體連通廊道，連結至周邊既有都市街區，並整合人行動線、商業與休憩活動至大車站平台，使大車站平台成為城市中的重要節點，進而達到與周邊都市活動融合的功能，促進毗鄰土地開發動能(圖11)。

- 一、使用密度(Density)-車站周邊土地使用強度分配
- 二、混合使用(Diversity)-調整使用項目，引入多元機能
- 三、都市設計(Design)-綠色交通優先的都市型態塑造

新竹市為中型市鎮，考量車站站區發展腹

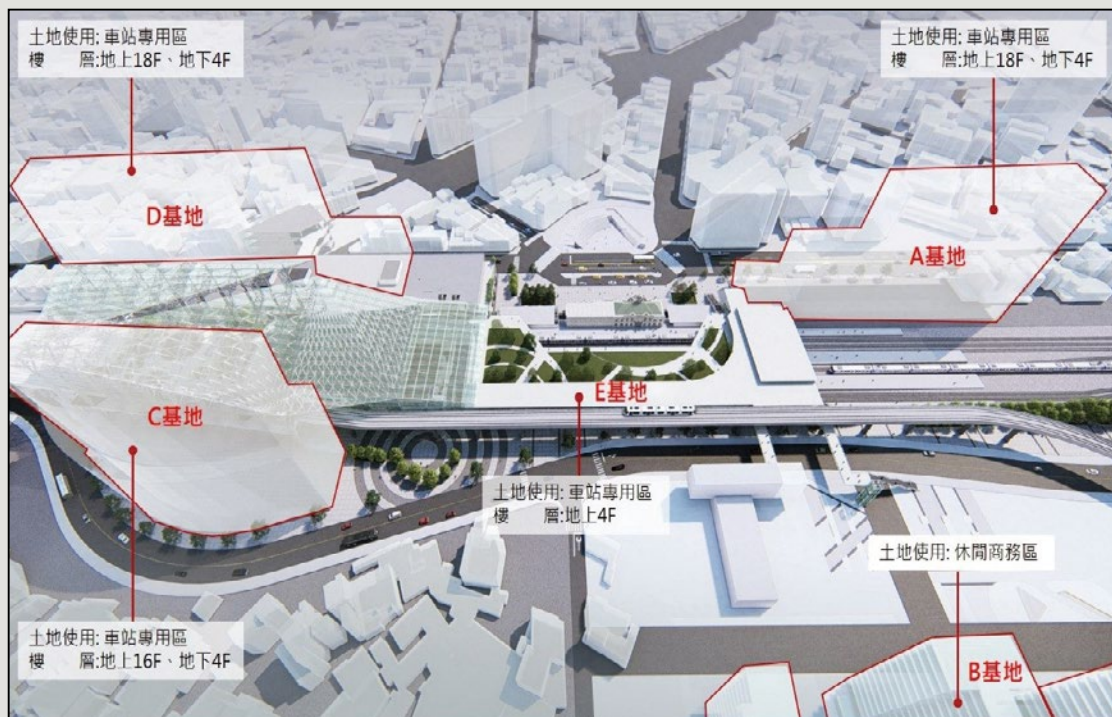


圖11 周邊五項開發量體模擬(後站視角)示意圖

參、毗鄰土地開發構想

由前述可知新竹大車站開發後，車站生活圈與毗鄰土地機能幾乎相互依存；為促進都市永續發展，並強化地區既有文化脈絡，使車站周邊生活機能成為地方居民的多元活動中樞及在地生活文化展演的舞臺，並透過綠色運具系統加以串聯，達到「3D規劃理念」(Density、Diversity、Design)，以促使整體開發效益(圖12)：

地有限，除提升運輸便利及增加公共服務空間之外，土地開發依大車站發展需求，分為「大車站建設核心區」、「車站站區毗鄰地區開發」及「車站周邊都市」三個層次，依照各層次空間特性給予產品發展定位與開發策略，以利與計畫周邊產業發展緊密結合。

(一) 大車站建設核心區

1. 利用構想

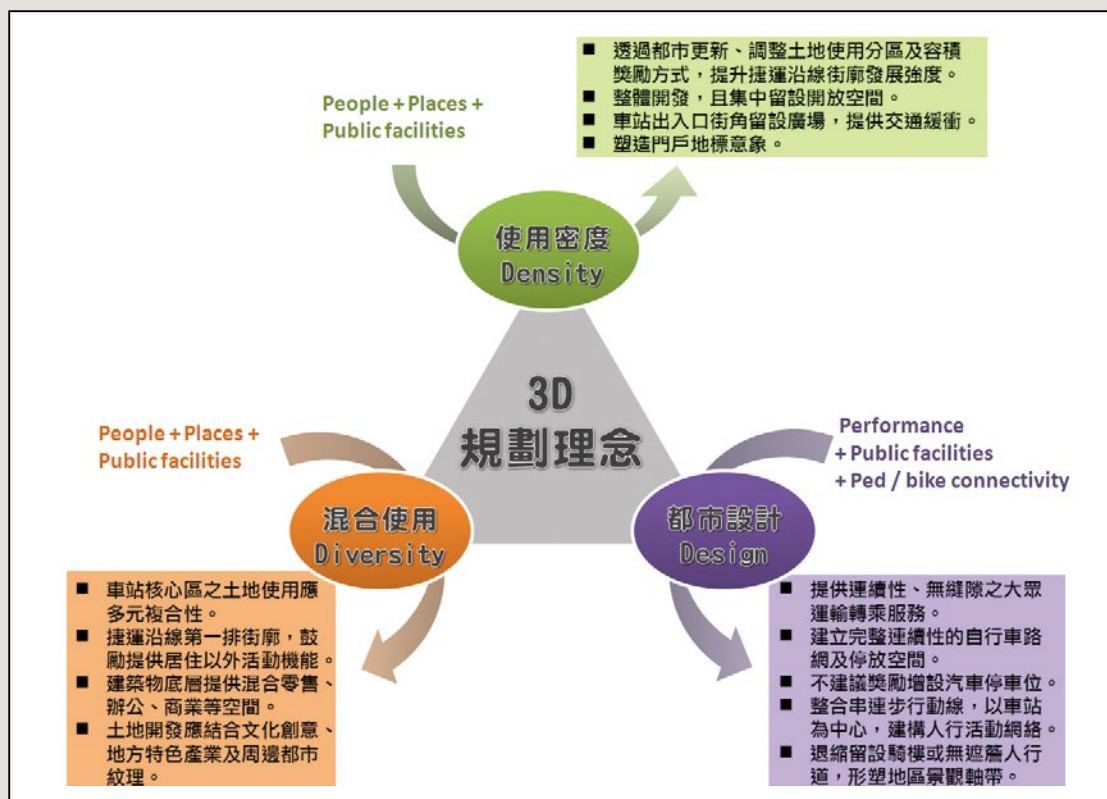


圖12 「TOD-3D土地開發規劃理念」概念圖

結合E基地及D基地共構平台層出入人潮，沿主要動線適當位置設置精品店、商店街、便利商店等，提供旅運移動人群的便利服務，並且創造出良好都市街面活動與街景空間。

2. 商店形式分析

車站建設核心區商業活動以結合旅運服務需求為主，參考鐵路局豐原站、潭子站、太原站、台中站、大慶站等站區商業空間利用經驗，車站主要動線旁可規劃10坪-20坪商店街，商店街間數不應低於15間店面規模，以達到集市效益。此外，考量新竹車站出入人數與台中車站接近，加上新竹市所得與消費力高，也可於大車站之適當空間規劃超過200坪以上賣場，有助於提升車站服務機能與吸引附近市郊居民搭火車前往購物的魅力。

(二) 車站站區毗鄰地區開發

1. 利用構想

配合大車站平台發展計畫，就A、C、D毗鄰基地重新調整鐵路用地機能與空間配置，將主要商業空間配合站區整體開發。站區商業大樓也可依照建設分區及發展期程，採市地重劃、都市更新等方式辦理開發，提供辦公、商業與旅宿機能，並增加親子、教育與行政等公益空間。

2. 商業形式及開發構想

配合跨站平台之設置，考量新竹車站區位良好，部分低樓層空間可引進百貨公司、超級市場、美食街等；高樓層則可規劃做為辦公室、旅館等使用，並由新竹市府辦理市地重劃、都市更新或協議開發。

(三) 車站周邊都市更新

新竹車站後站B基地都市更新計畫刻正積極推動再發展計畫，配合車站周邊活動型態，結合車站各出入口規劃不同機能，並且利用車站周邊原有巷道動線及商業店舖，與大車站規劃為開放性之商店街加以串連，引導步行動線，形成完整的購物、逛遊空間。

B基地建議由市政府為開發主體，透過公辦更新或整體招商模式進行開發。

在土地開發強度及公共設施方面，由於新竹車站前後站發展差異極大，其中後站地區因鐵路阻隔、建物密集窳陋、建物排列不良且道路彎曲狹小，妨害公共交通與公共安全，有必要配合大車站計畫周邊整體開發改善環境之必要，並先以台鐵及周邊國公有土地為優先發展範圍，並新闢16公尺道路銜接既有西側竹蓮街

與東側東大路，藉以改善區域道路系統，以利後站及未來南側竹蓮里地區整體開發道路、留設開放空間及建築開發示範，藉以帶動周邊整體環境改善誘因，因此都市計畫變更後開發強度及內容分述如下(圖13)：

1. A基地：原都市計畫商二及鐵路用地變更為車站專用區(附商)，容積率400%，建蔽率70%，並允許A、C、D、E基地容積調派。
2. B基地：維持休閒商務區，容積率360%，建蔽率60%。
3. C基地：原都市計畫鐵路用地變更為車站專用區(附商)，容積率400%，建蔽率70%，並允許A、C、D、E基地容積調派。東側新闢16m計畫道路，由原都市計畫鐵路用地變更為道路用地。

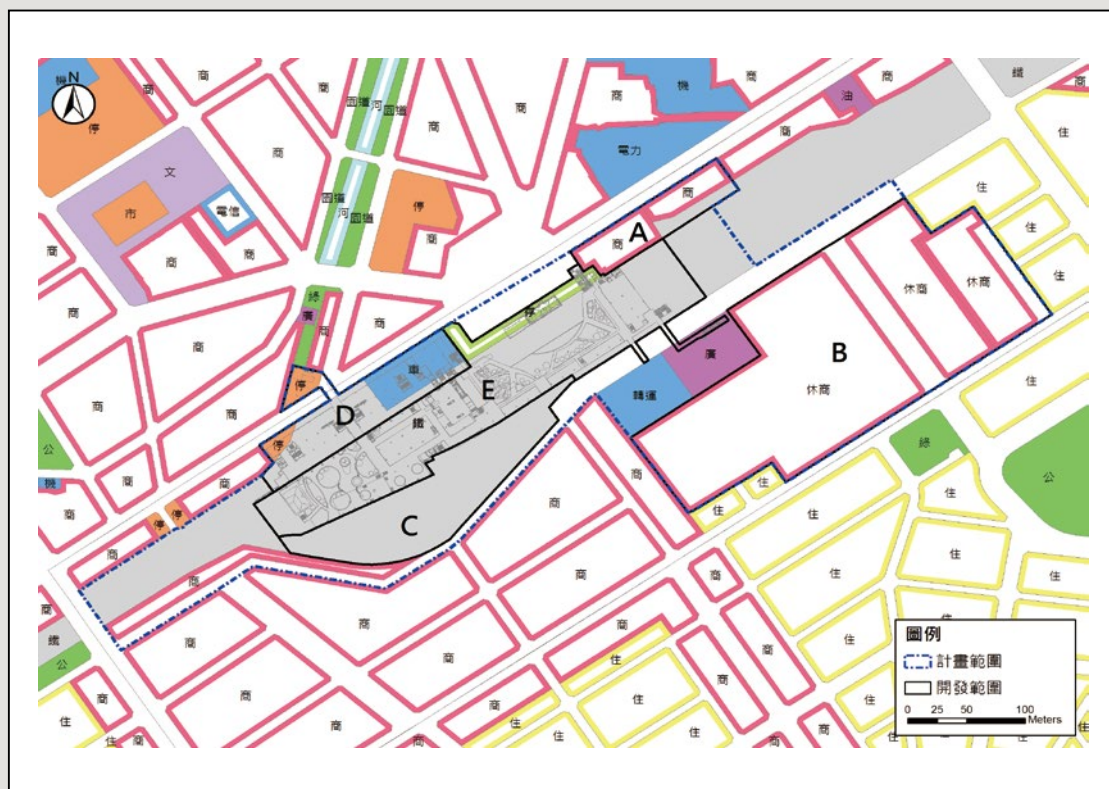


圖13 新竹大車站土地開發位置圖

4. D基地：原都市計畫車站用地、鐵路用地、停車場用地變更為車站專用區(附商)，容積率400%，建蔽率70%，並允許A、C、D、E基地容積調派。

5. E基地：先以鐵路用地申請多目標使用，再配合周邊整體變更為車站專用區(附商)，容積率400%，建蔽率70%，並A、C、D、E基地容積調派。

一、土地變更由低價值的土地變為高價值，促使土地權利人開發意願。

二、都市計畫變更後土地使用用途變廣(車站用地變更為車專區)，使未來開發使用具彈性。

三、土地權利分配面積不變，利用水平、立體交換分合，讓小地主於前期開發時優先集中分配。

肆、毗鄰土地開發策略

為促使毗鄰土地權利人積極參與開發，除利用都市計畫工具將土地價值變更外，也容許變更後土地使用用途彈性，增加開發意願；本案因古蹟車站視覺消線管制，將造成毗鄰土地開發影響，將於都市計畫說明書中敘明容許基地容積調派，開發策略應利用土地水平、立體交換分和方式，使小地主在前期優先開發分配完畢，未來台鐵(大地主)在完整毗鄰土地開發上，可以完整開發不受其它私人土地權利人影響。在開發策略有下列幾個目標：

(一) 土地開發流程(圖14)

(二) 確認開發範圍

都市計畫變更為車專區規劃範圍(含廣場及道路)面積共66,011.2平方公尺，交通部台灣鐵路管理局土地面積為60,074.14平方公尺，新竹汽車客運股份有限公司土地面積為2,800.00平方公尺，台灣電力股份有限公司土地面積為2,279.00平方公尺，財政部國有財產署土地面積為619.06平方公尺，私有地主(新竹汽車客運股份有限公司董座)土地面積為239.00平方公尺，

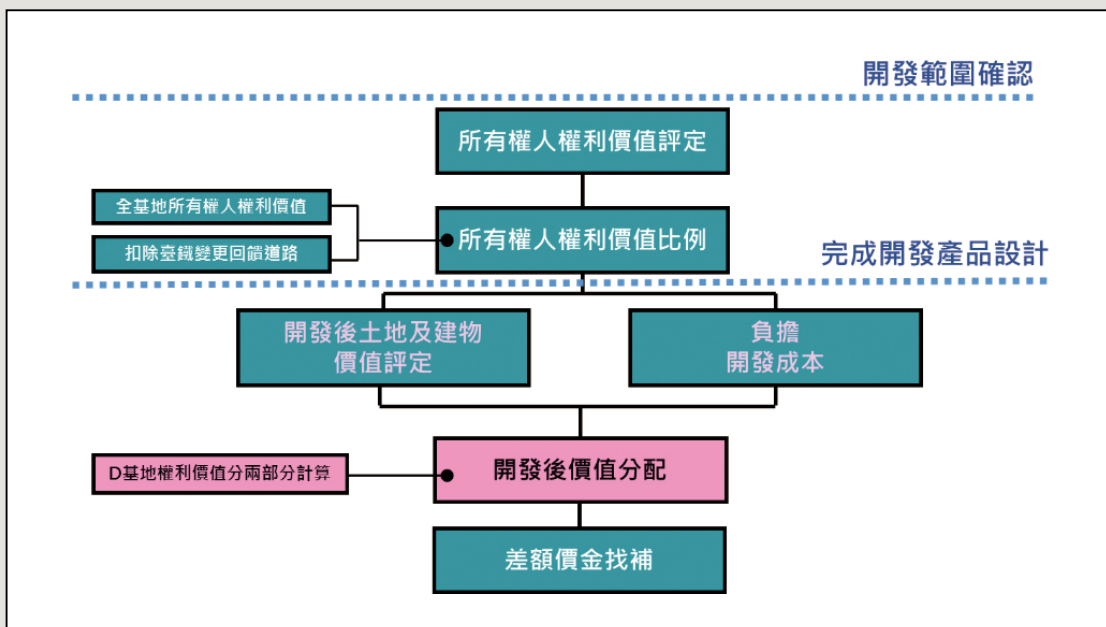


圖14 土地開發流程

新竹市政府土地面積為0平方公尺，變更為道路及廣場用地共12,181.37平方公尺(圖15)。

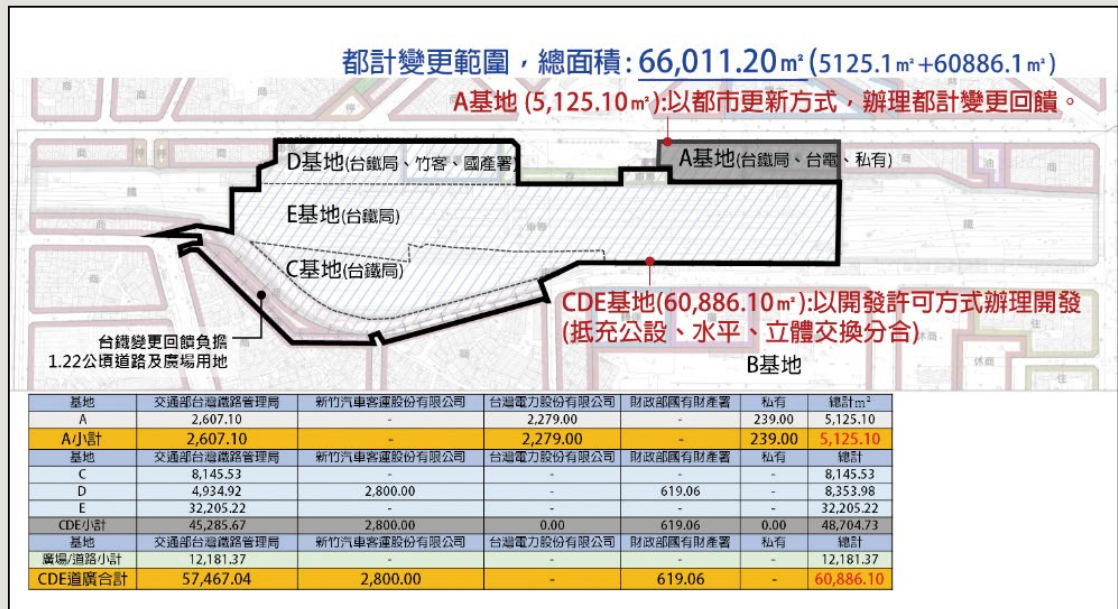


圖15 新竹大車站土地開發範圍面積圖

(三)各基地都計變更回饋後土地權利面積

車專區規劃範圍內土地使用變更回饋參考「新竹市公共設施用地變更回饋之通案性處理原則」及「都市計畫國營事業土地檢討變更處理原則」等規定辦理，C、D及E區土地使用變更回饋以40%及抵充公設為主，A區則依各所有權人土地屬性區分。

1. 車專區A基地所有權人土地價值比例評定

交通部台灣鐵路管理局土地於車專區A基地面積為2,607.10平方公尺，土地使用變更回饋40%後參與分配面積為2,265.06平方公尺，佔車專區A基地總面積55.25%；台灣電力股份有限公司於車專區A基地面積為

土地所有權人	原面積(m^2)	回饋(m^2)	抵充公設	參與分配面積(m^2)	持分比例
交通部台灣鐵路管理局	1,752.00	都計變更後容積不變，不需回饋	0.00	1,752.00	
	855.10	減少(回饋40%)	-342.04	513.06	
台灣電力公司	2,279.00	減少(回饋30%)	-683.70	1,595.30	38.92%
竹客運監事	239.00	都計變更後容積不變，不需回饋	0.00	239.00	5.83%
新竹市政府	0.00	增加	+1,025.74	-1,025.74	
總和	5,125.10			4,099.36	100.00%

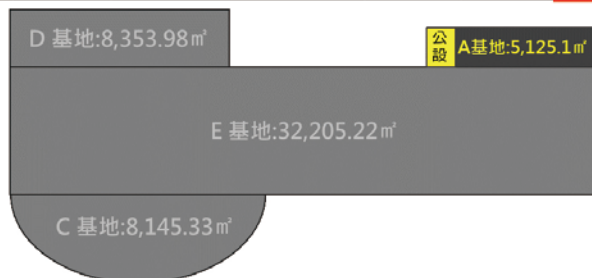


圖16 A基地都計變更回饋後土地分配比例圖

2,279.00平方公尺，土地使用變更回饋30%後參與分配面積為1,595.30平方公尺，佔車專區A基地總面積38.92%；私有地主土地於車專區A基地面積為239.00平方公尺，不須回饋，參與分配面積同為239.00平方公尺，佔車專區A基地總面積5.83%；新竹市政府接收回饋後參與分配面積為1,025.74平方公尺做為抵充公設，未來市府不參與開發(圖16)。

地總面積0.76%；新竹市政府於車專區C、D及E基地總面積為0平方公尺，土地使用變更回饋接收之土地面積為24,354.44平方公尺，將C基地東南側之Y11道路及廣場共12,181.37平方公尺作為抵充公設後，參與分配面積為12,173.07平方公尺，佔車專區C、D及E基地總面積24.99%(圖17)。

土地所有權人	原面積(m ²)	回饋(m ²)	抵充公設(m ²)	參與分配面積(m ²)	持分比例
交通部台灣鐵路管理局	57,467.04	減少(回饋40%) -22,986.82		34,480.22	70.79%
新竹汽車客運股份有限公司	2,800.00	減少(回饋40%) -1,120.00		1,680.00	3.45%
國產署	619.06	減少(回饋40%) -247.62		371.44	0.76%
新竹市政府	0.00	增加(接收回饋) +24,354.44	-12,181.37	12,173.07	24.99%
總和	60,886.10			48,704.73	100.00%

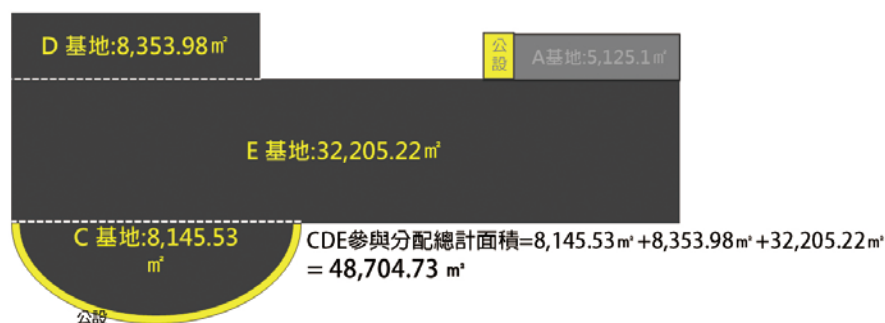


圖17 C、D、E基地都計變更回饋後土地分配比例圖

2. 車專區C、D及E基地所有權人土地價值比例評定

交通部台灣鐵路管理局土地於車專區C、D及E基地面積為57,467.04平方公尺，土地使用變更回饋40%後參與分配面積為34,480.22平方公尺，佔車專C、D及E區總面積70.79%；新竹汽車客運股份有限公司於車專區C、D及E基地面積為2,800.00平方公尺，土地使用變更回饋40%後參與分配面積為1,680.00平方公尺，佔車專區C、D及E基地總面積3.45%；財政部國有財產署於車專區C、D及E基地面積為619.06平方公尺，土地使用變更回饋40%後參與分配面積為371.44平方公尺，佔車專區C、D及E基

3. 面積等價交換分和，小地主集中分配

為使車專區後續開發順遂，本案優先於D基地集中處理車專區面積較小之所有權人土地價值評定與比例，並使C基地土地所有權人更具獨立性，在不影響所有權人價值比例之前提下，在各開發基地上作權利之水平交換及分合，本期開發已將車專區C、D及E區之中新竹汽車客運股份有限公司及國有財產署土地權利分配完畢，後續開發行為不需再與新竹汽車客運股份有限公司及國有財產署討論土地價值權利分配，其土地權利水平交換及分合結果如圖18所示。

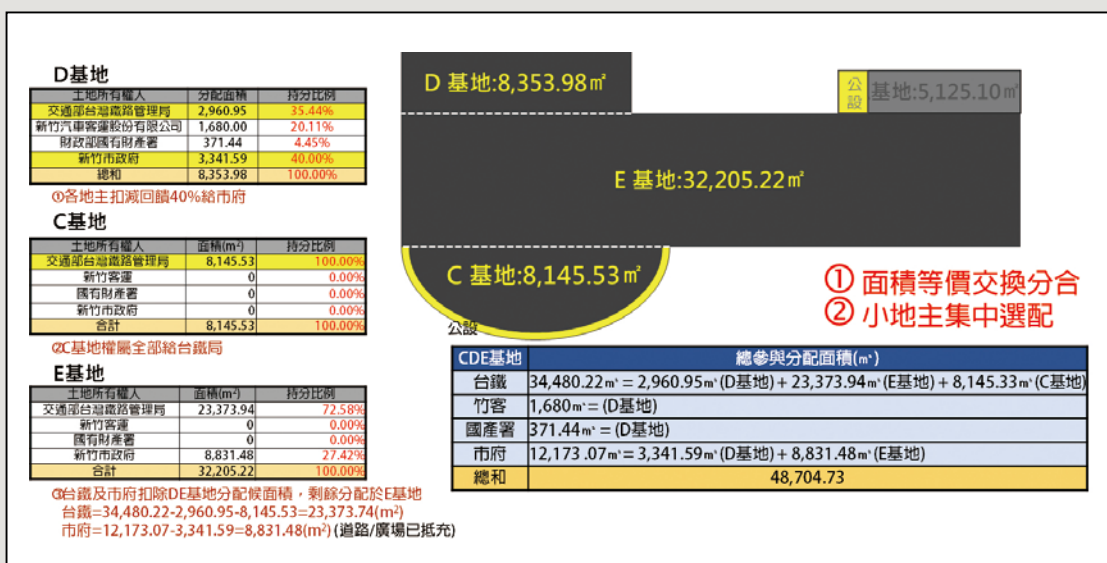


圖 18 C、D、E基地都計變更回饋後水平交換分合比例圖

4. 權利價值變換-公設抵充、水平交換分合、容積調派

本案鐵路站區毗鄰地區之開發複雜處，在於前章節所述古蹟老車站的都市設計及文資的管制，由於古蹟視覺消線將影響原本可開發容積的分配，因次於都市計畫之細部計畫及都市設計管制中，必須載

明計畫範圍內之基地允許容積調派，因此受影響最大之E基地(土地權利人:台鐵)容積得以調派至A、C、D基地，E基地調出容積為103,257.58平方公尺，A基地調入容積為28,616.86平方公尺，C基地調入容積為21,318.28平方公尺，D基地調入容積為46,650.83平方公尺(圖19)。

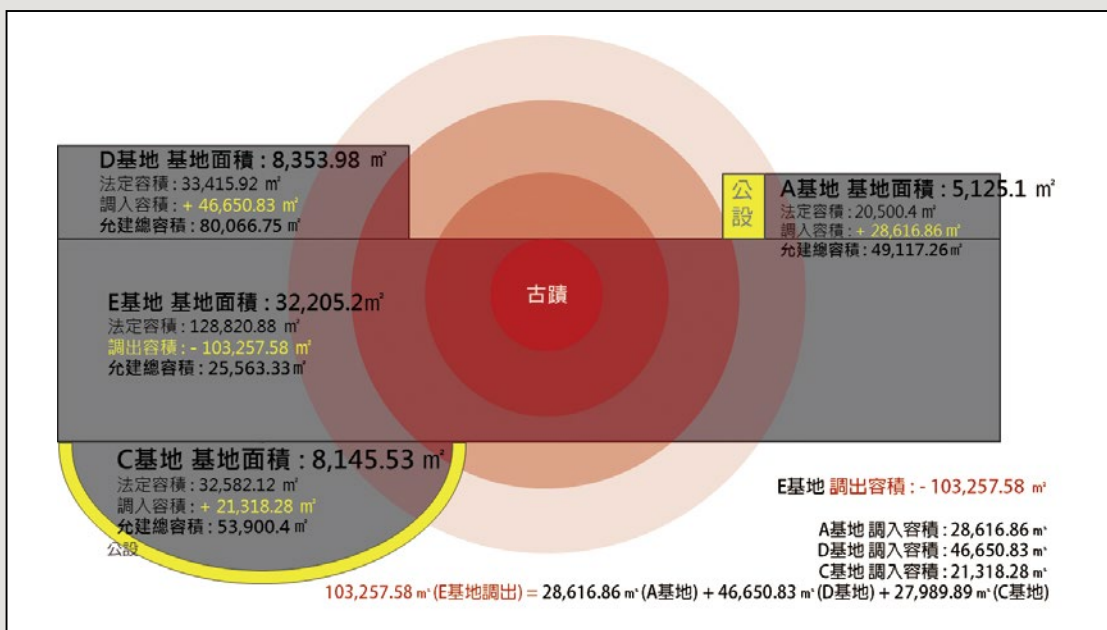


圖 19 A、C、D、E基地都計變更回饋後樓地板面積立體交換分合比例圖

5. A、C、D、E基地立體交換分合，開發效益試算

經過這樣的容積調派後會計算一個總帳，以檢視全部開發後的價值及效益，由於目前為綜合規劃階段，皆係以統計概念均價概算，各建築基地實際市場交易價格，仍以細部設計及實質開發階段，委託專業估價者簽證查估評定為準；目前以重建後售價：51萬元/容積坪均價概算，車位售價以重建後售價150萬元/位均價概算；建造成本（包括相對比例免計容積樓地板面積、法停空間、土建機電設備管銷稅雜）以25.7萬元/容積坪均價概算。

因此A、C、D、E基地立體交換分合一次完成開發，一次完成開發後總價值為344億8,809萬元=131億(D基地) + 73億4,958萬(A基地) + 100億9,474萬(C基地) + 39億4,377萬(E基地)；總成本為165億2,046萬元=62億2,458萬(D基地) + 34億9,952萬(A基地) + 47億9,011萬(C基地) + 19億8,735萬(E基地)，各土地權利人一次開發可分回權利如表1。

6. 本次新竹車站大平台開發計畫D、E基地開發價值試算

依據前述資料可知，D、E基地一次完成開發總成本需82億1,193萬元(19億8,735萬元(E基地)+62億2,458萬元(D基地))，由於新建開發受政府資金及財務負擔影響，因此D、E基地建議分階段開發；但整體開發涉及所有土地權利人土地持分比例，為避免未來開發爭議，必須針對D、E基地權利開發計算總帳，並先將土地持分於開發協議書中載明，以保障各土地權利人之權益。

在開發策略上，E基地(大車站主體)採一次重建完成；D基地(車專基地)可開發18層大樓)採分期開發並於都計協議書中載明權益事項，小地主優先選配，並於產權登記註記相關事項(圖20)。

分階段開發各土地權利人之權值累加分配如圖21，第一期開發(第4層，地下4層)，小地主優先選配並完成土地持分登記，第二期開發不在選配，開發權利人僅剩台鐵、市府及出資者，相對單純；小地

表1 各土地權利人開發後可分回權利價值表

各土地權利人	開發後可分回價值	所在區位
台灣鐵路管理局	155億1806萬 = 24億4,919萬(D基地容積分回) + 17億6100萬(D基地第一期中央出資分回)+29億0833萬(A基地容積分回)+53億8573萬(C基地容積分回)+14億1996萬(E基地容積分回) + 15億9385萬(E基地中央出資分回)。	A、C、D、E
新竹市政府	46億4082萬 = 32億7,613萬(D區容積分回) + 4億3,475萬(D區第一期地方出資分回) + 5億3645萬(E區容積分回) + 3億9349萬(E區地方出資分回)。	D、E
新竹客運	9億6,673萬	D
台灣電力公司	8億0158萬	A
國有財產署	1億8,336萬	D
私人地主	1億4014萬	A
出資者	A區出資者分回：34億9952萬 C區出資者分回：47億0901萬 D區第二期出資者分回：40億2,883萬	A、C、D、E

主權益在最短時程內獲得，大地主於未來開發可避免受協商牽制。

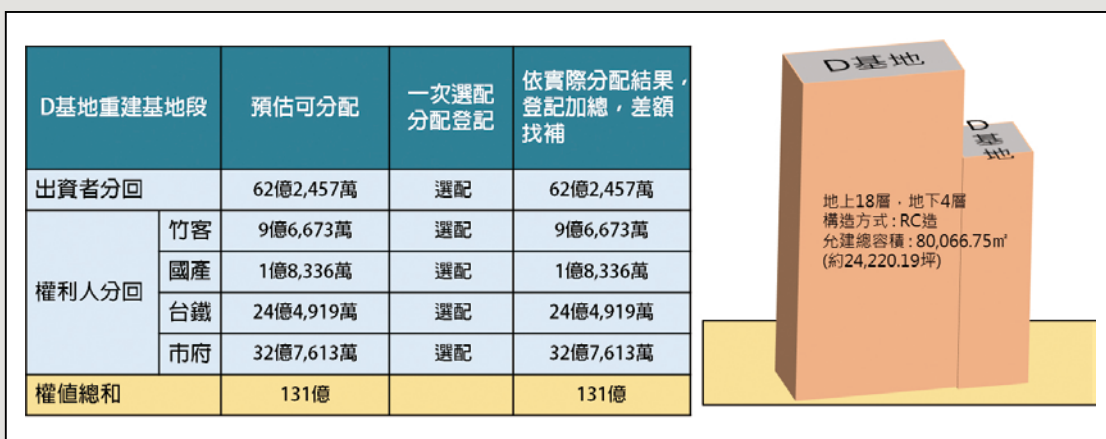


圖20 D基地一階段權值分配方式(資金到位時)

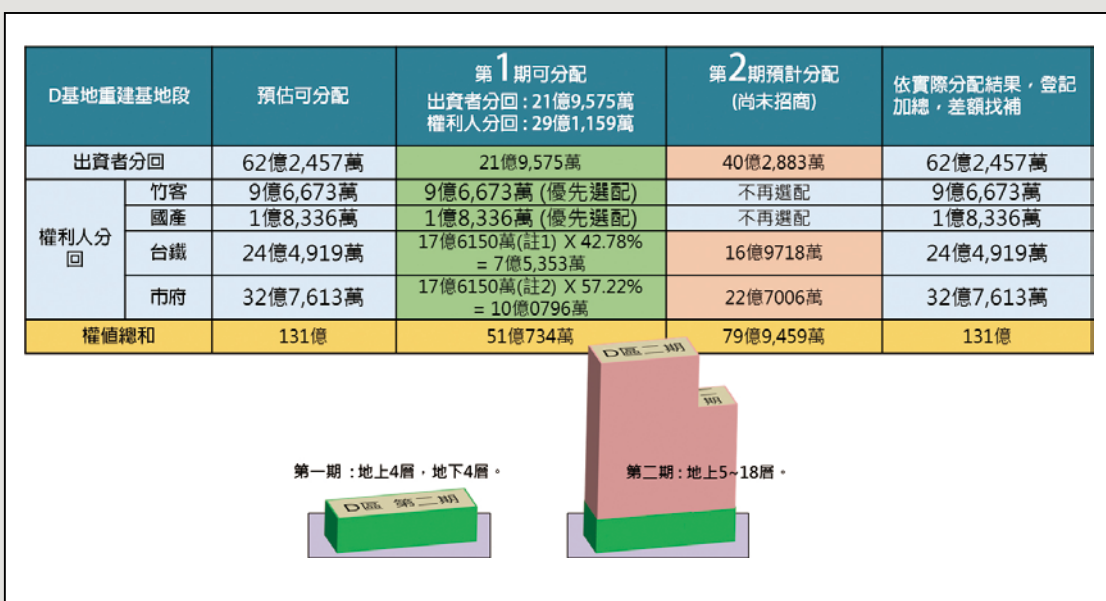


圖21 D基地分二階段權值分配方式

結論

鐵路站區毗鄰土地開發因受其基地條件不同，必將衍生不同開發策略及目標，但在開發總體目標下保留開發工具的彈性，並尊重在地人文環境及土地權利人之權益是土地開發的重要關鍵。

以新竹大車站為例，在兼顧古蹟車站的歷史定位下，利用車站大平台創造新的車站公共空間及都市公園，借以連接四周毗鄰土地，創造都市活動節點及優化慢行系統，發揮最大都市縫合的效益，並可提升土地開發動能及誘因；就市民來說，車站大平台計畫可改善前後站及周邊交通系統，使人行連通、停車空間、都市集會及商業活動等空間品質將大幅提升，並新增都市開放空間及無障礙通行動線，使市民獲益。對台鐵(大

地主)而言，大平台縮短前後站轉乘距離，提供完善新式的候車、休閒、購物、餐飲空間，提升台鐵車站服務量能及品質；另外大平台建設後原本台鐵閒置用地亦可因此獲得開發的契機，提升了台鐵的鐵路資產開發之收益。對市府而言，相較過去鐵路立體化工程在經費、時程及土地徵收上來說，投資效率提升也減少因溝通協商造成的社會成本及衝突，同時也可以降低對鐵路營運機能之影響。

因此鐵路站區毗鄰土地開發在整體計畫初期，就必須將區域土地開發計畫納入，並檢視其開發效益，透過都市設計、都市計畫、交通系統整合等工具加以控制，創造各土地與「鐵路站區毗鄰的優勢」(好處)，並提供開發彈性及協商誘因，才能保障各方權益，創造多贏。



鐵路站區活化再利用構想初探——以「嘉義縣水上車站大平台」為例

關鍵詞(Key Words)：鐵路站區(Railway Station Area)、活化再利用(Revitalization and Reuse)、大平台(Sky Platform)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／副理／王德琳 (Wang, Te-Lin) ①

台灣世曦工程顧問股份有限公司／建築部／工程師／陳家聖 (Chen, Chia-Sheng) ②

Chiayi County
Shuishang Township Station P

摘要

近年來臺灣多處的火車站正如火如荼進行改建轉型，希望透過活化鐵路站區或既有設施的方式，進而將鐵道周邊的土地有效利用，因此本文以「嘉義縣水上車站大平台」為例，透過土地變更策略、交通建設的策略及都市設計的手段，探討為了達成多重的交通需求下，如何整合被軌道、陸橋等碎化的鐵路站區土地，並達到多贏的規劃設計構想，以現有的線型經車站大平台的設置後，可達成活化站區再利用的目標，使鐵路融合兩側都市活動除了立體化外，有另一選擇。



A preliminary study on the concept of revitalization and reuse of railway station area-Take "Chiayi County Shuishang Township Station P" as an example

Abstract

In recent years, many railway stations have been rebuilt and transformed in Taiwan. We make effective use of the land around the railway by revitalizing the railway station area or existing facilities. The main subjects of the study were "Shuishang Sky Platform Station in Chiayi" as an example, Discuss how to integrate the railway station area fragmented by tracks and land bridges in order to meet multiple transportation needs, by land use change, transportation construction and urban design, the design idea will be developed better. Complete the revitalization of the railway station area without changing the existing railway line, we have Provides an alternative to rail elevated and rail underground.

3

專題報導

壹、緣起

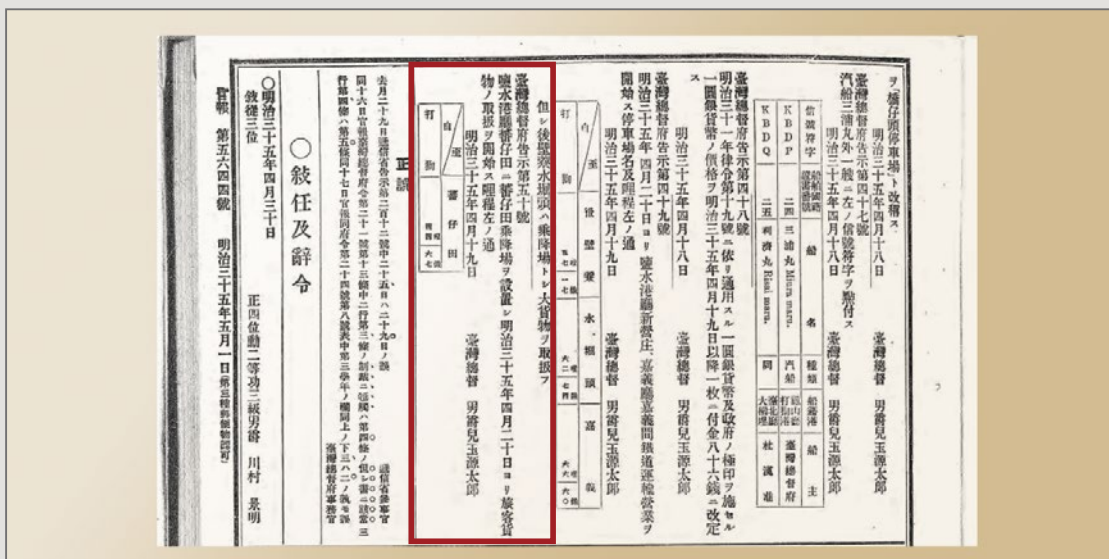
水上車站原名為水堀頭ハ乗降場於1902年4月啟用¹，其設置位置位於現今車站北側，爾後

因糖廠設置於南靖地區，因此將水堀頭停車場移至現今的南靖車站²，直至國民政府來台後，才將水上車站於現址復站³（圖1～4）。



資料來源：日治二萬分之一台灣堡圖，臺灣百年歷史地圖

圖1 水堀頭ハ乗降場與現今水上車站位置關係圖



資料來源：臺灣總督府。臺灣總督府告示第四十九號。官報。1902年05月01日 第5644號，国立国会図書館は數位典藏

圖2 後壁寮水堀頭ハ乗降場開始營運時間

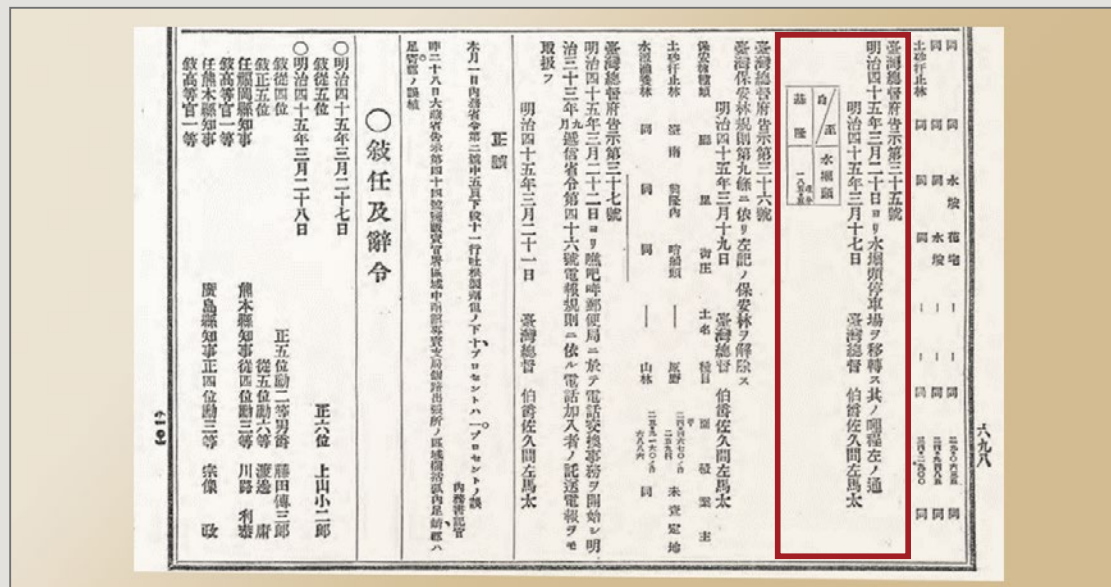
¹ 臺灣總督府。臺灣總督府告示第四十九號。官報。1902年05月01日 第5644號，国立国会図書館は數位典藏

² 臺灣總督府。臺灣總督府告示第三十五號。官報。1912年03月29日 第8630號，国立国会図書館は數位典藏。

³ 案由：呈報水頭站定自八月廿日起正式開站專辦客運業務檢同行車時刻表等件。臺灣省政府交通處鐵路管理局。國家發展委員會檔案管理局。1949-08-15。

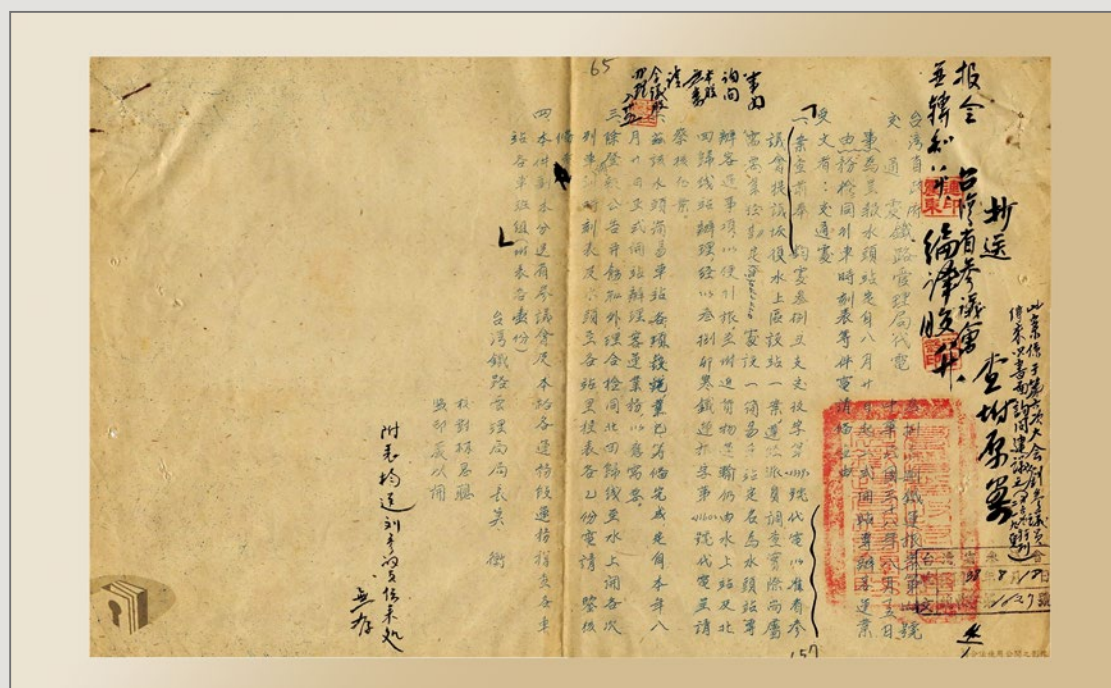
現今的水上車站，經過多次的鐵路現代化後，因為平交道號誌感應範圍與列車停靠月台位置相互重疊，因此只要站內有列車停靠，即會影響中興路平交道，因此希望透過將車站南遷，並以興建跨軌陸橋的方式將軌道兩側的街

廓串起，進而降低中興路塞車的問題，並透過將車站南遷的機會，一併將低度使用的農會土地一同規劃，透過設置車站大平台的方案，期待能有利未來水上市區的發展。



資料來源：臺灣總督府、臺灣總督府、臺灣總督府告示第三十五號、官報、1912年03月29日 第8630號、国立国会図書館は數位典藏

圖3 水堀頭停車場遷移時間



資料來源：臺灣省諮議會、三十八年一月四月提案動議、呈報水頭站定自八月廿日起正式開站專辦客運業務檢同行車時刻表等件、1949年08月15日、國家發展委員會檔案管理局

圖4 水上車站復站時間

為了使大平台能有效帶動周邊市鎮的發展，因此需要整合周邊土地，並將拆除舊有的農會倉庫，塑造水上市區新的開放空間，希望能帶動活化水上舊有市區，並重新將低度使用的土地再利用，因此計畫建設目的及發展有下列目標：

一、計畫建設目的

- (一) 解決平交道阻隔之問題。
- (二) 整合鐵路與陸路運輸。
- (三) 整合與活化周邊土地運用效益，以推進都市發展。

二、發展目標

- (一) 實現水上都市計畫副都心功能之整體都市發展目標
- (二) 帶動地方各項產業轉型升級，塑造為區域發展核心地標。

目前水上車站的現址，周邊可用土地並不充足，因此需另尋地點興建新車站。而位於南側農會低度使用之土地，便可成為新車站設置的新址，且利用新設車站之機會，進而將該街廓的土地一併進行土地使用分區變更，使原本低度利用的土地，有機會再次活用，並提高其使用價值。

目前本基地主要以農業專用區為主，另含部分住宅區、綠地及鐵路用地等使用分區，為了可以較有效率的使用該基地，因此將其土地一併整合並變更為車站專用區，增加其未來在開發上的彈性，亦期待能提高周邊民眾的參與意願，使本案有契機能翻轉水上。未來再透過都市設計管制，於街廓邊留設一定的法定空

地，希望可以導入較完善的慢行系統，使未來水上有機會以車站為中心，以放射狀的方式建立更完整的城鎮慢行系統(圖5、圖6)。



圖5 目前土地使用分區



圖6 未來土地使用分區構想

貳、整體規劃構想

日治時期的水上市區僅於縱貫線東側發展，隨著聚落逐漸發展，直至今日水上市區已在縱貫線兩側發展出高度密集的市鎮，為了促使鐵路兩側發展的均衡，亦須改善中興路的交通問題，因此以興建車站大平台的方式將兩側市鎮串起，並透過該建設不僅改善車行問題，還能優化鐵路兩側市鎮的慢行系統，亦可增加水上市區缺乏的綠地及廣場空間。

一、陸橋方案

從臺灣堡圖中可以看出，中興路於日治初

期早已出現，並在當時已經是水上市區主要的對外聯絡道路，該道路往東通往朴子，往北通往嘉義市區，往南則為南靖地區，直至今日仍是水上地區最重要的交通要道。為了減少西部幹線對於縱貫公路的影響，需要滿足以下三項需求：

- (一) 解決中興路平交道停等區過短問題。
- (二) 盡量維持既有道路兩端之位置。
- (三) 避免停等車流回堵至縱貫公路。

基於上述三個條件，本案最終中興路以陸橋繞行的方式進入市區，但高架道路的設置會衍伸出都市景觀及噪音的危害，因此需要透過大量的植栽及隔音橋，試圖降低噪音對於都市環境的影響，並透過植栽的種植，期待能改善高架陸橋對於都市景觀的衝擊。

二、站區配置

站區主要以複合性商場為主體，並以綠化平台為主要軸線，串聯中興路廣場、中山路廣場及主題廣場，該平台不僅縫合站區沿線的畸零空間，亦創造出多層次的綠帶，在過去讓人

詬病的大廣場空間，有更多良好的遮陰環境，使開放空間不僅有更好的利用價值，也能有機會增加民眾的使用率。

礙於道路設置的需求，因此將該基地切分成三大區塊，因此水上大平台不僅縫合水上市區，亦要將基地內的中興路廣場、中山路廣場及主題廣場串聯，使水上市區新增一個重要節點，並且解決市區內部份交通問題，還能改善站區周邊的慢行系統，使舊市鎮能重新發展的機會。

雖然本案將車站至北側的現址往南遷移至農會倉庫區，但仍會將現址車站的土地加以利用，將北側平台延伸至該地，使大平台可以將被西部幹線及中興路切分的街廓串起，使四處街廓的人行系統可以有更容易親近、安全的動線。

三、車行與人行動線規劃

目前鐵道沿線僅有兩處平交道及一座地下道供人車通行，其中車行僅能以中興路平交道及正義路地下道通行，而人行的部分雖然可以經由三處通行，但對於人行環境皆不太友善，加上該地區老年人口較多，因此增加穿越平交道發生交通事件的風險，大平台設置可以有效



圖7 站區配置

的優化車行及慢行系統，使兩側都市發展可進一步減少差距。

(一) 車行動線規劃

主要由RD5陸橋(雙向)、RD6陸橋(單向)與RD7陸橋(單向)等組成，陸橋可符合行駛大客車之汽、機車混和車道需求，各陸橋服務交通方向如下(圖8、圖9)。

1. RD5陸橋(雙向)：
往來朴子(嘉義市)與水上市區間交通。鐵路東側於中興路、中和路口駛進，鐵路西側於原中興路平交道駛離進入台一線。
2. RD6陸橋(單向)：
服務水上市區至嘉義市方向。鐵路東側於中興路、中和路口駛進(同RD5)，鐵路西側於舊車站停車廣場處增設出口連接台一線。

3. RD7陸橋(單向)：
服務南靖至水上市區方向。鐵路西側於台一線北行外側車道併入，鐵路東側於中興路、中和路口駛出(同RD5)

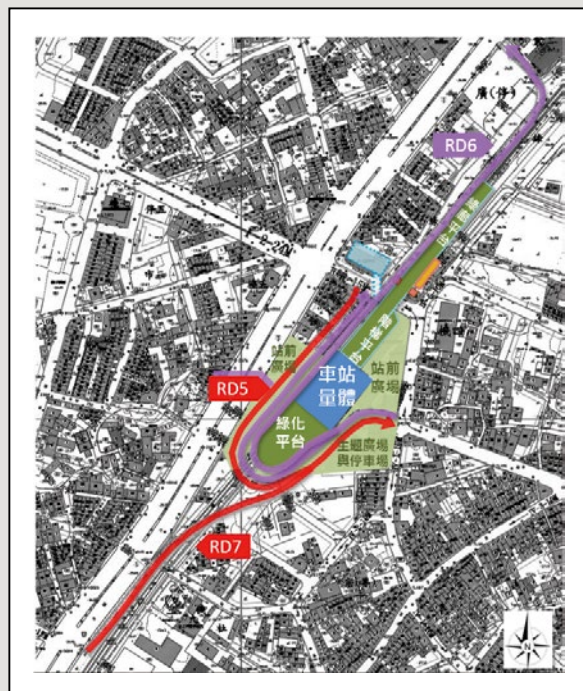


圖8 陸橋方案

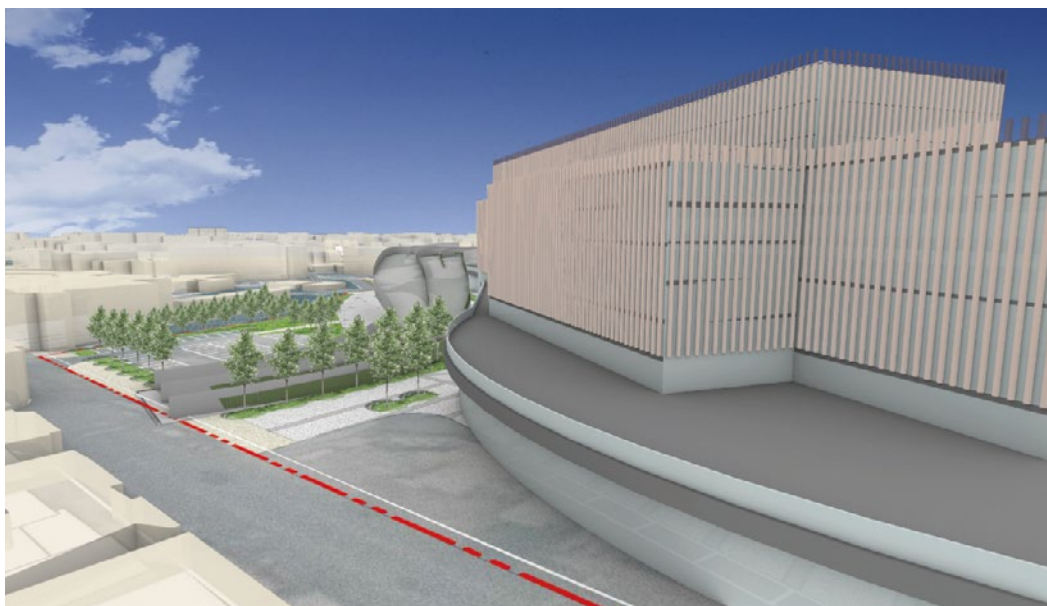


圖9 站區與市區端陸橋之關係想像圖

(二) 慢行動線規劃

主要以大平台作為主要串聯空間，將過去鐵道兩端的連結從三個點位，改變成一個面狀的連結，可有效地將都市縫合，並對地方產生更好的轉型動能。水上為一個高齡化的聚落，因此無障礙的通行空間就顯得非常重要，目前的鐵路平交道對於行動不易的民眾並不友善，所以透過大平台的建設，不僅能創造良好的都市景觀，亦能改善無障礙的行動動線。

最後位於中段的車站主體，不僅是進入車站的重要空間，也是前後站公共運輸轉乘主要動線的必經節點，所以在此規劃商業空間，使舊市區的商業活動可以延伸至站區，甚至影響後站未來的發展(圖10)。

參、鐵路站區活化利用構想

本案鐵路站區活化利用，依重新開發後站區使用機能及都市開放空間性質分為5大類，包

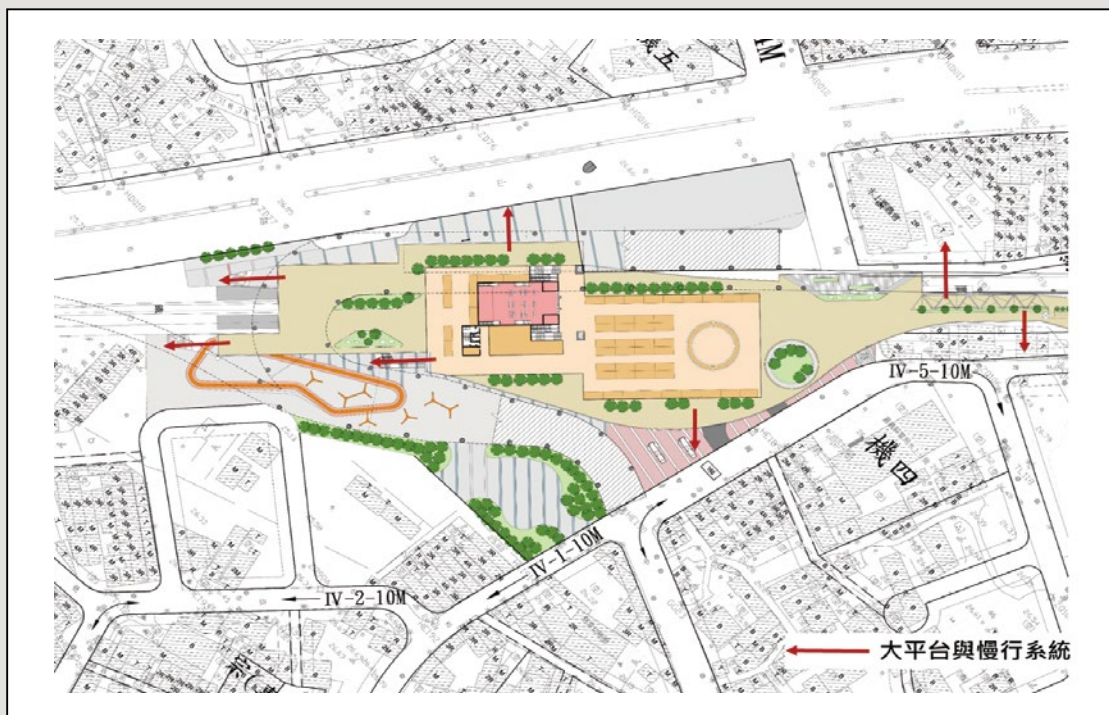


圖10 慢行動線規劃圖

大平台主要的連接區域大多可以分為三處，其中靠近北側的綠化平台主要串聯農會及新進街周邊，並重新整合舊車站周邊的都市景觀。另一側為南側的綠化平台，利用低度使用的私地，並納入本案一同進行開發，不僅助於南邊社區與公共空間的連結性，亦可活化因區域不佳的土地，創造更好的居住品質。

含站前、後廣場、車站空間、北側綠平台、南側綠平台及主題廣場等，每一個空間因為與周邊相鄰的區位不同，而有各自不同之定位，所以就目前規劃的3類空間，賦予其各自的機能。

一、前、後站廣場

前、後站廣場為主要進入站區的主動線，

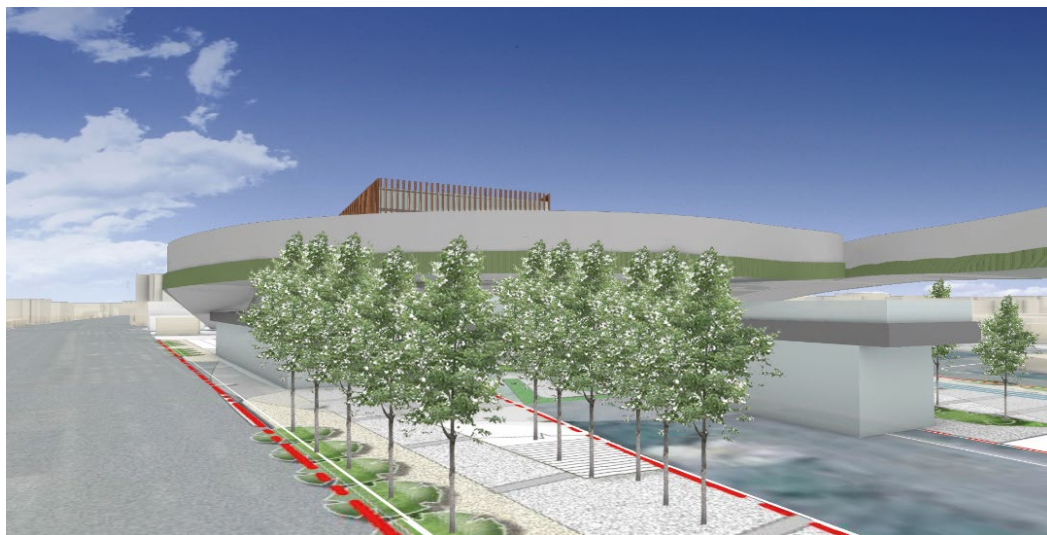


圖11 中山路廣場想像圖

前站將以較開闊的廣場空間為主要配置，並搭配一些當地的特色形象當作主要門面，使歸人有回家的感覺，希望來訪的旅客能留下美好印象。後站鄰近縱貫公路，便是轉乘接駁的重要節點，主要提供水上的對外公路運輸(圖11～13)。

二、車站空間

站內空間除了台鐵車站外，內部另有設置商業空間，本計畫透過都市更新的方式將周邊土地納入開發，不僅使車區的開發趨於完整，

亦可整合原本農會倉庫附近的商業行為，待能讓水上車站有更多元的空間組成，進而讓車站的旅次有機會提升。

三、南、北側線平台

水上鄉雖然為一個農業城鎮，但該市區長期缺乏綠地的休憩空間，因此透過大平台的設置，不僅能增加市區綠化面積，並透過複層綠戶的概念，使未來大平台建設中在增加大量的商業空間下，亦不減少開放綠化空間，而大平台的立體路外空間，也可以成為舉行活動的場

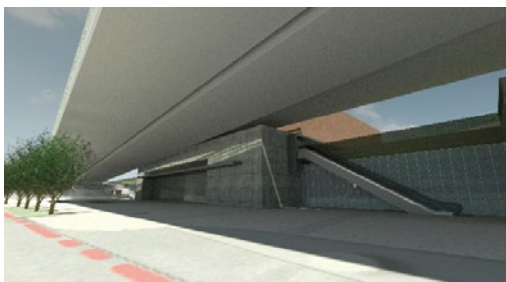


圖12 中山路車站入口



圖13 中興路車站路口



圖14 北側綠平台預想圖

域，創造更多的附加價值(圖14)。

四、主題廣場

主題廣場位置大部分是位在高度約9公尺的陸橋下方，為一處可遮陽、遮雨的半戶外廣場，對於夏季陽光強烈的南台灣，提供一處休

憩與辦活動的適宜空間。在主題廣場內設置一座運動跑道供民眾使用，並利用造型街道家具圍塑戶外空間，並將廣場從橋底延伸至高架橋南側的三角地帶，成為車站與站區外住宅的過渡空間。主題廣場平時作休憩談天空間，假日時可兼作文創市集或跳蚤市場。而在有較多陽光的廣場，則是舉辦在地特色活動，可讓水上



圖15 主題廣場與周邊鄰里關係圖

市區居民能就近使用及參與(圖15)。

為了滿足當地交通的需求，興建一座跨軌陸橋解決中興路平交道之問題，但基地被陸橋切分成三大區域，因此大平台的建設就有其必要性，不但能將三處空間串聯在一起，亦能創造出多樣的空間組成，使民眾有更多的空間體驗，並在未來可以提供更多元的產業進入該基地，使水上有新翻轉的契機。

結 論

水上車站大平台的計畫，不只是要興建一座新的水上車站，本案除了將都市縫合外，重新將城鎮裡低度利用的土地納入規劃亦為重要的事項，原本低度使用農會倉庫的土地，因為車站開發有了新生的機會，對於當地居民而言，也有機會能更親近這塊土地，讓民眾重新認識鄉里。

水上是擁有知名農產商品及廣泛作為農耕的綠地，但可提供休憩活動的綠化空間並不充足，大平台的設置能增加供民眾使用的公共空間、以及推銷在地產業特色的複合商業空間，不僅能串聯水上市區被鐵路阻隔的前後站空間並解決交通課題，亦能優化水上的慢行系統，而大平台所形成的立體連通廊道，不但兼具兩端市鎮的連結性，更可以減少地方政府的財政負擔，進而達到完成市鎮轉型的重要開端。





Chiayi County Shuishang Township Station P

3

專題報導

轉運站BOT推動機制 及都市發展效益之探 討—以南港轉運站為例

關鍵詞(Key Words)：轉運站(Transit Station)、促進民間參與公共建設(Promotion of Private Participation in Infrastructure)、BOT(Build-Operate-Transfer)、TOD(Transportation-Oriented Development)、聯合開發(Joint Development)、都市更新(Urban Renewal)、多目標使用(Multi-Use)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／資深規劃師／林依潔 (Lin, Yi-Chieh) ①

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／協理／林貴貞 (Lin, Kuei-Chen) ②



南港轉運站

摘要

轉運站之設置，對於都市地區人流之整合與暢通具有相當之效益，亦為許多先進國家進行都市地區運輸規劃時所重視及採用。國內目前轉運站之規劃與設置限於政府財政資源有限，無法投入大量經費進行開發，故促進民間參與興建與營運（如BOT）公共建設之作業方式與機制，遂成為當前推動之主要方向，進一步透過與TOD開發許可、聯合開發或都更、危老等方式之結合，提高開發強度及提升財務效益，吸引民間投資公共建設。藉由民間參與公共建設可有效發揮轉運站開發之創意、提供優質之轉乘服務品質、創造公益之社會價值，共同創造政府、民間與企業之三贏。



Discussion on the Promotion Mechanism of Station BOT and Urban Development Benefit-Taking Nangang Bus Station as an Example

Abstract

The establishment of transit stations has considerable benefits for the integration and smooth flow of people in urban areas, and is also valued and adopted by many advanced countries when planning urban transport. At present, the planning and setting of transit stations in Taiwan are limited by the limited financial resources of the government, and it is impossible to invest a lot of funds for development. Therefore, the establishment of an operation method and mechanism to promote private participation in the infrastructure construction and operation (such as BOT) has become the main promotion method. Further through the combination with TOD development permit, joint development, urban renewal or reconstruction of urban unsafe and old buildings, etc., the development intensity and financial efficiency can be improved to attract private investment in infrastructure. Private participation in infrastructure can effectively exert the creativity of transit station development, provide high-quality transfer service, create public welfare, and jointly create a triple win for the government, the private sector and the enterprise.

壹、轉運站BOT推動機制

轉運站之設置，對於都市地區人流之整合與暢通具有相當之效益，亦為許多先進國家進行都市地區運輸規劃時所重視及採用。國內目前轉運站之規劃與設置限於政府財政資源有限，無法投入大量經費進行開發，故以民間參與興建與營運（如BOT）之作業方式與機制，遂成為當前推動之主要方向。以下將從促參法對公共建設之認定、轉運站促參評估重點及國內相關案例來說明。

一、促參公共建設認定

「促進民間參與公共建設法」（下稱促參法）所稱公共建設以供公眾使用或促進公共利益者為適用對象，包括：交通建設及共同管道；另依「促進民間參與公共建設施行細則」（下稱促參施行細則）第2條規定：「本法第3條第1項第1款所稱交通建設，指……、轉運站、車站、調度站……。」，可知轉運站為適用促參法之民間參與投資公共建設項目之一。

另依據促參施行細則第34條本法第13條第1項所稱附屬設施，指附屬於公共建設之必要營運設施。所稱附屬事業，指民間機構於公共建設所需用地辦理公共建設及其附屬設施以外之開發經營事業。前項附屬事業之開發經營，應以提高公共建設整體計畫財務可行性、增進公共服務品質或有效利用公共建設所需用地為目的。

進一步依據「促進民間參與公共建設法之重大公共建設範圍」規定，符合下列規定之轉運站可列為重大公共建設範圍：

- 投資總額（不含土地）達新臺幣5億元以上者。
- 開發面積達0.5公頃以上者。

- 建築基地面積達6,000平方公尺以上，且總樓地板面積達30,000平方公尺以上者。

列為重大公共建設主要可享有「私有土地之徵收（限政府規劃）」、「放寬授信額度（限重大交通建設）」、「五年免徵營利事業所得稅」、「投資支出之營利事業所得稅抵減」、「進口機具設備之關稅優惠」、「地價稅、房屋稅及契稅之減免」、「營利事業投資股票應納所得稅之抵減」等項優惠，對於增加吸引民間投資誘因有相當大之助益，故轉運站之規模如符合重大公共建設範圍，則各級政府目前應積極依據促參法相關規定辦理。

二、轉運站評估規劃重點

主辦機關辦理民間參與之準備工作應包括轉運站之需求預測分析、配置設計、財務分析等相關規劃工作，詳細說明如下：

（一）現況實地調查

就轉運站基地及其周邊之土地使用、交通特性等現況進行調查，以作為交通需求分析、人車動線規劃設計與交通環境影響分析之依據。

（二）轉運站需求預測與規模分析

針對轉運站之旅次需求、轉乘起迄及停車需求等旅運特性進行分析與預測，以作為轉運站功能定位確立及各項設施容量規劃之依據。

（三）轉運站配置設計規劃

轉運站之配置應配合基地面積大小、形狀等，朝空間最有效使用之方向進行規劃，並配合「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」作平面或立體多目標使用，以增加經營收益。

故轉運站之配置規劃工作包括：

1. 轉運站基本設備（包括車輛停靠月台、旅客候車空間、站務及公共設備、車輛調度停放空間、接駁運具運轉空間及汽機車停放空間等）佈設方式之規劃。
2. 轉運站交通動線之規劃，包括車行與人行動線。
3. 轉運站與周邊道路及人行道配合設計之規劃。
4. 轉運站多目標使用方案規劃。

三、轉運站促參推動相關案例

羅列以BOT或OT促參方式推動之相關轉運站案例，並分析其搭配之附屬事業內容及投資金額如表1，可知轉運站多搭配商場、辦公室、旅館等多目標使用。

貳、推動轉運站BOT之都市發展效益

一、落實TOD理念

為引導臺北市未來朝向大眾運輸導向（Transportation-Oriented Development，簡稱TOD）之都市發展，鼓勵集中於場站周邊作較高強度使

表1 相關參考案例一覽表

項目	臺北轉運站	市府轉運站	臺南 平實轉運站	新北 板橋轉運站	臺中 豐原轉運中心
圖片					
促參方式	BOT	BOT	BOT	OT	OT
基地面積 (M ²)	25,996	16,280	14,200	11,075	10,000
許可期間	50年	50年	50年	6年	7年
投資金額	121億元	108億元	46億元	600萬元	2,500萬元
轉乘接駁系統	高鐵、臺鐵 捷運、客運	捷運、客運	客運、(捷運)	高鐵、臺鐵 捷運、客運	臺鐵、客運
附屬事業	商場、旅館、辦公室、影城、都會住宅	商場、旅館	百貨零售、餐飲服務、休閒娛樂、辦公室	辦公室、商場攤位租賃、自動販賣機場地租賃	餐飲及超市型商場
樓層配置	1F：售票大廳、商場 2F~4F：候車月台	B4-B5：停車 B2：商場、捷運連通、停車 B1：捷運大廳、商場、停車 1F：售票、候車月台、商場 2F~7F：商場 8F~31F：旅館	規劃中	1F：候車月台 2F：商場	B1-B2：停車場 1F：售票、候車月台 2F：商場 3F~RF：停車場

用，有效提升大眾運輸搭乘率及減少私有運具使用，於大眾運輸場站周邊劃定「可申請開發許可地區」範圍，透過開發許可機制引導都市發展，以容積獎勵提高開發強度，並回饋提供充足公共及公益設施，補足地區公共機能之不足，同時透過都市設計管制營造整體景觀風貌。

依據「修訂臺北市大眾運輸導向可申請開發許可地區細部計畫案」，全市大眾運輸場站500公尺範圍內，為符合可申請開發許可之地區，另考量場站交通區位條件、場站周邊環境特性、地區都市活動性質，以及捷運系統容量等因子，將全市現有捷運場站依其地區區位及其扮演的角色區分為4個類型：

■ 都會區域核心型場站

座落於全市門戶之交通運輸樞紐，著重於國際性、城際區域機能的提供。

■ 全市核心型場站

座落於本市關鍵交通運輸、高度商業活動節點，強化地區都市活動之流動與連繫。

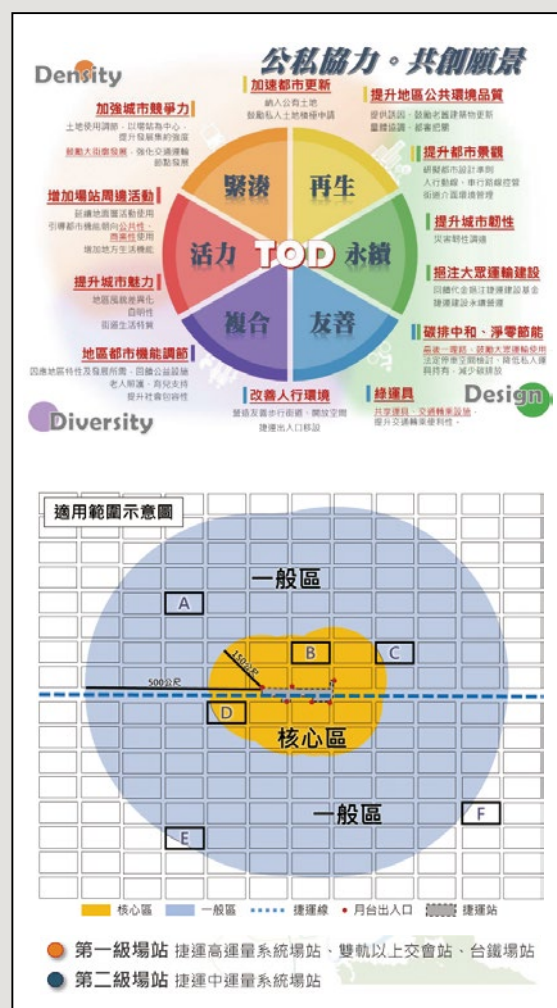
■ 地區核心型場站

著重地區環境的整備，翻轉場站周邊鄰里性空間與挹注產業新生機能，提升地區發展活力。

■ 鄰里型場站

著重於地區公共服務機能的補充，提升地區居住環境品質。

進一步依據捷運之連結性、承載量等條件，分為「第一級場站」及「第二級場站」：



資料來源：
「修訂臺北市大眾運輸導向可申請開發許可地區細部計畫案」
公開展覽說明會簡報

(一) 第一級場站

篩選指標為符合以下條件之一：

1. 臺北市內捷運高運量系統計有位於「淡水信義線」、「板南線」、「松山新店線」、「中和新蘆線」及「信義線東延段」捷運線上之場站。
2. 雙軌道以上交會之場站。
3. 臺北市內之臺鐵場站。

(二) 第二級場站

篩選指標為捷運中運量系統之場站，位於臺北市內捷運中運量系統計有位於「文湖線」、「萬大-中和-樹林線」、「環狀線北環段」、「環狀線南環段」及「環狀線東環段」捷運線之場站。

除了TOD開發許可外，亦可透過結合周邊車站/轉運站BOT多目標使用、聯合開發、都市更新、危老重建等多元開發方式，落實TOD理念，透過開發強度之提高、多元開發內容之開放，強化開發案整體財務效益，提升民間投資意願，加速場站周邊公共機能及商業經濟之發展。

二、轉運站BOT多目標使用

透過車站用地立體多目標使用，允許開發轉運站之附屬事業，並引入民間資金與創意，提升周邊之交通環境、動線、公共服務品質等，提供更多轉乘旅客或過境旅客舒適之轉運及停車空間。BOT模式除了讓轉運站營運更多元化，滿足民眾轉乘、消費需求，市政府亦可增加財政收入，並提供在地多元就業機會。

依據「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」之規定，可進行車站用地立體多目標使用，茲將其允許項目及內容列表如表2所示，於辦理可行性研究與先期規劃作業時綜合考量。

表2 車站用地立體多目標使用之允許使用項目及准許條件

用地類別	使用項目	准許條件	備註
車站	一、停車場、電動汽機車充電站及電池交換站。 二、一般辦公處所。 三、資源回收站。 四、配電場所、變電所及其必要之機電設施。 五、休閒運動設施。 六、旅遊服務。 七、銀行及保險服務。 八、餐飲服務。 九、特產展售及便利商店。 十、補習班。 十一、百貨商場、商店街、超級市場。 十二、旅館、一般觀光旅館、國際觀光旅館。 十三、自行車租售、補給及修理服務。 十四、公共使用。	1.都市計畫車站、轉運站、調度站用地或鐵路、交通、捷運系統用地（場、站使用部分）。 2.應面臨寬度十二公尺以上之道路，並設專用出入口、樓梯及通道。但作高鐵、捷運、鐵路車站候車所在樓層，不受專用出入口之限制。 3.應有完善之通風、消防及安全設備。 4.作第五項至第十二項及第十四項之醫療衛生設施及社會福利設施使用時，不得超過總容積樓地板面積三分之二。但依促進民間參與公共建設法之投資案件，不在此限。 5.候車所在樓層作第五項至第十四項之醫療衛生設施及社會福利設施使用時，不得超過該層樓地板面積三分之一。 6.作第五項至第十二項及第十四項之醫療衛生設施及社會福利設施使用時，其停車空間不得少於建築技術規則所定標準之二倍。但經直轄市、縣（市）政府同意，不在此限。 7.應先徵得該管車站主管機關同意；設置旅館應符合觀光主管機關所定之相關規定。 8.商場使用限日常用品零售業、一般零售業（不包括汽車、機車修理）、日常服務業（不包括洗染）、一般事務所、自由職業事務所及金融分支機構。 9.作資源回收站使用時，應妥予規劃，並確實依環境保護有關法令管理。	1.休閒運動設施之使用同「公園用地」立體多目標之使用類別。 2.公共使用同「零售市場用地」之使用類別。

資料來源：都市計畫公共設施用地多目標使用辦法(109.12.23修正)。

參、南港轉運站(東站)BOT案

捷運南港站/臺鐵南港車站依上述開發許可地區之分類，屬「全市核心型&第一級場站」，南港轉運站為「臺北東區門戶計畫」推動重點之一，用地位於臺北市南港區忠孝東路七段，基地區分為臺鐵南港站西側屬車站用地之西站、臺鐵南港站東側屬轉運站用地之東站及東側商三用地(圖1)。

為滿足大臺北都會區往東部民眾之國道客運旅次需求、因應東區門戶計畫未來開發衍生之旅次需求及降低國道客運路線過度集中於臺北市西區之現況，規劃建置南港轉運站，並可分散臺北車站負荷。

其中，南港轉運站(東站)BOT案(下稱本案)基地位置，其距離捷運南港站出入口150公尺範圍內，屬可申請開發許可地區之核心區，可顯

現本案之興建營運對於促進都市發展效益之重要性。

一、基地簡介

為了滿足民眾搭乘國道客運的需求，並因應未來南港車站臺鐵、高鐵、捷運匯集所產生的旅運、帶動南港未來作為臺北市東區門戶的發展及觀光需求，而規劃南港轉運站東站。

依據「擬定臺北市南港區鐵路地下化沿線土地細部計畫案」本案係位於南港車站之轉運站用地(公共設施用地)，屬臺北市南港區第三期市地重劃區範圍，容積率560%，建蔽率80%。土地面積計約4,889.88平方公尺，土地所有權人分別為中華民國及臺北市，管理機關則分屬財政部國有財產署及臺北市公共運輸處，詳如表3。



資料來源：轉運站興建及營運基本規範

圖1 基地範圍與位置

表3 本案基地地籍資料表

次序	地段	地號	面積(m ²)	公告地價(元/m ²)	權屬單位
1	南港段二小段	972	1,623.45	121,000	所有權人：中華民國 管理單位：財政部國有財產署
2		973	3,266.43	121,000	所有權人：臺北市 管理單位：臺北市公共運輸處

資料來源：臺北市南港轉運站興建營運移轉案投資計畫書

本案以促參BOT方式招商，臺北市政府於2020年12月14日與新光人壽股份有限公司完成簽約，許可期間50年；依據「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」之規定，本案可進行車站用地立體多目標使用，使用上依基座(1層~3層)與塔樓(西：4層~17層，東：4層~19層)兩處作區分，基座區為轉運站、小型零售商鋪、商

二、目標效益

(一)東區轉運新門戶

本案基地往東串連至軟體、會展中心，往西連結南港站通往文創中心，往南通往至忠孝營區之地域性，運用大眾運輸為導向的模式發



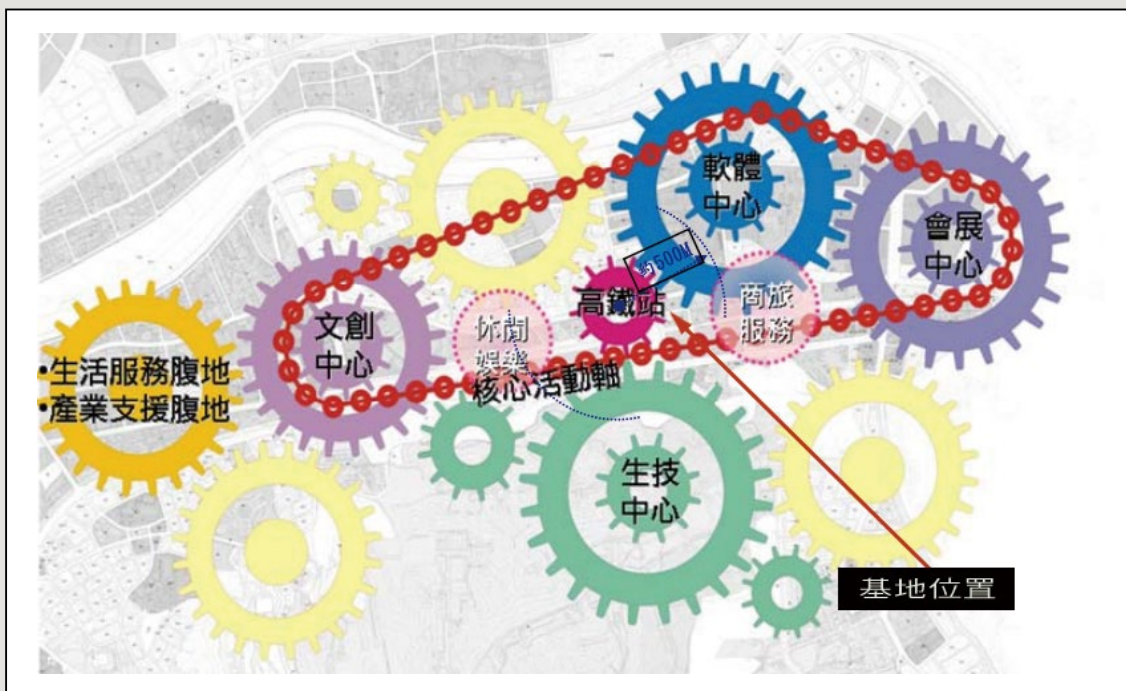
資料來源：自由財經網路新聞(2020.10.20)

圖2 南港轉運站東站建築模擬示意圖

務配套設施、附屬設施等不同性質空間，提供完善的機能以滿足使用需求。塔樓均規劃為辦公室，東西塔樓以錯落的小型公共設施空間串聯，提供多元的產創、商務空間使用，全案民間投資金額約40億元、估計可創造總產值達70億元以上，初步建築模擬示意如圖2。

展，轉運站有機會與南港車站結合成為臺北東區交通轉運中心，建構比信義計畫區更完整的立體連通系統，以垂直步行系統連接車站與相關建設基地，帶動本區發展。

另因應急遽發展的東區門戶，除已啟用的南港轉運站西站外，未來將再新增本案東站及商三等2座轉運空間，並整合為北部最大規模的轉運中心，透過結合臺鐵、高鐵及捷運提供臺北東區通往宜花東、北海岸觀光、西部地區短



資料來源：臺北市政府都市發展局

圖3 南港空間機能計畫

途通勤路線及長途路線交通轉乘服務，可做為臺北市東區主要核心轉運站，提供民眾更多元之路線選擇，肩負起東區門戶交通轉運的重責大任。

(二)東區產創正核心

南港地區近年來隨著政府投入眾多重大公共建設包含南港軟體工業園區、南港車站BOT大樓、北部流行音樂中心、國家生技園區等。蛻變中的南港，將成為臺北市未來極具發展潛力的重點推動地區。透過轉運站間規劃之立體廊道系統，延伸至西側及北側青創產業、南側生技產業、東北側軟體園區及會展中心，有效整合南港地區軟硬體資源(圖3)。

本案結合「1核+2站+3帶+4產」之方式，定位為【東區產創正核心・綠色轉運新門戶】，希冀透過運輸及產業圈的加乘效果，相輔相成並逐步帶動南港地區人潮，促使北市東區門戶之蓬勃發展(圖4)。

結 論

市政府藉由一系列相關政策計畫之執行，逐步調整交通建設規劃，增加周邊交通系統串聯之可能性，引進民間創意、資源，帶動地區經濟成長與社會效益，發揮轉乘設施之最大價值。

不論是透過促參、TOD開發許可、聯合開發或都更等方式之結合，提高開發強度及提升財務效益，吸引民間投資公共建設，就市民而言，可改善地方交通，提升轉乘服務品質；就市政府而言，引進民間資金減輕財政負擔、增加稅收並加速轉乘設施之建置，使公共設施用地之規劃更加多元化，活絡公共建設所在地之商業發展。故藉由民間參與公共建設可有效發揮轉運站開發之創意、提供優質之轉乘服務品質、創造公益之社會價值，共同創造政府、民間與企業之三贏。



圖4 本案經營目標與理念

參考文獻

- 財政部推動促參司，促進民間參與公共建設可行性評估作業手冊及檢核表(BOT) (2018.2.26)。
- 財政部推動促參司，促進民間參與公共建設先期規劃作業手冊及檢核表(BOT) (2018.2.27)。
- 財政部推動促參司，促參案件辦理前置作業委託勞務服務參考事項 (2021.1)。
- 臺北市政府都市發展局，「修訂臺北市大眾運輸導向可申請開發許可地區細部計畫案」公開展覽說明會簡報(2022.1.27)。
- 臺北市政府都市發展局，修訂臺北市大眾運輸導向可申請開發許可地區細部計畫案 (2022.5.24)。
- 臺北市府都市發展局，臺北市都市計畫委員會第782次會議，TOD大眾運輸導向推動計畫 (2021.8.12)。
- 交通部運輸研究所，建立民間參與公路客運轉運中心機制之研究(2003.3)。
- 中華新聞雲，豐原轉運中心OT案完成簽約 (2022.8.10)。
- 聯合新聞網，台南平實轉運站預計後年完工(2022.1.20)。
- 閱政治，安全、舒適、便捷！新北板橋轉運站3/16起試營運(2021.3.20)。
- 統一股份有限公司，第十屆民間參與公共建設金擘獎市政府轉運站獎勵民間投資興建營運案 經驗分享簡報(101.10.26)。

TOD車站城市發展趨勢 及公私協力推動方式— 以環狀線土地開發為例

關鍵詞(Key Words)：TOD (Transit Oriented Development)、公私協力(Public-Private Partnership)、土地(聯合)開發 (Land or Joint Development)、增額容積 (Incremental Volume)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／副理／羅文貞 (Lo, Wen-Chen) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／民參部／協理／林貴貞 (Lin, Kuei-Chen) ❷

TOD stations

摘要

大眾運輸導向型發展（Transit-Oriented Development, TOD），主要指以大眾運輸樞紐及車站為核心，透過都市計畫與軌道系統場站的整合發展高效能及混合的土地利用，如商業、住宅、辦公等。此外，其都市設計強調行人友善動線與空間並與軌道車站聯結，建構一個以大眾運輸為導向的都市發展模式，不同於傳統以汽車使用為主導的發展模式。臺灣TOD發展較晚，主要方式為場站土地開發與增額容積制度，本文以新北市環狀線土地開發辦理過程，了解目前的推動方式及成效。



The urban development trend of TOD stations and the promotion strategy of public-private cooperation-Taking the land development of New Taipei Metro Circular Line as an example

Abstract

Transit-oriented development (TOD) mainly refers to the development of high efficient and mixed land use as commercial, residential, office, etc. based on mass transit hubs and stations, through urban planning and integration of railway stations. In addition, its urban design emphasizes pedestrian-friendly traffic flow and spaces and links with railway stations, constructing a mass transit-oriented urban development model, which is different from the traditional car-oriented development model. The development of TOD in Taiwan is relatively late, and the main methods are the land development of stations and the volume increment system. This article takes the land development process of New Taipei Metro Circular Line as an example to explain the promotion strategy and effect.

3

專題報導

壹、捷運建設與土地開發

大眾運輸導向發展（Transit-Oriented Development）之理念，係從永續都市發展理念出發，以高效率的大眾運輸系統為都市發展主幹，善用交通場站優勢，透過場站周邊土地使用強度提升、高效都市機能的融合，來提高土地開發及公共設施配置之效益，並以此支持大眾運輸營運，以形塑高可居性、可及性及有效率之永續都市型態與土地利用模式(圖1)。

管機關共享土地開發利益，以促進都市土地有效利用、改善地區環境與景觀，並減少捷運用地之地主損失，透過土地開發可誘導民間資金投入都市建設，經由公、私部門合作關係，積極有效地投資都會建設，在軌道建設逐漸發展的情形下，亦逐漸形成車站城市的發展趨勢。

交通部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，考量都市發展及大眾運輸系統整合，並結合沿線都市更新及土地開發效益等因素，作為申請計畫之審



資料來源：聯合國ITDP TOD 評估標準 3.0 版

圖1 TOD大眾運輸導向的都市發展規劃示意

一、捷運TOD整體規劃

捷運土地開發，是政府為了興建捷運建設，除一般徵收外的另一種土地取得方式。由土地所有權人提供土地，供主管機關興建捷運設施，並依程序徵求投資人出資興建土地開發大樓，使參與開發案之土地所有權人、投資人及主

議依據，期能共創捷運建設與土地開發整合效益，特訂定「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」，辦理捷運建設各階段有關土地開發所需辦理工作內容、注意事項（詳表1所示）。

表1 捷運建設計畫階段有關土地開發所需辦理工作內容、注意事項

作業階段	工作內容	注意事項
可行性研究	1.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。 2.財務可行性分析之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。	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
綜合規劃	1.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。 2.財務計畫之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。	依大眾捷運法第12條所規定之規劃報告。
施工前置	1.完成都市計畫容許使用分區變更程序 2.土地開發範圍核定	依大眾捷運系統土地開發辦法第6條：辦理土地之開發時，執行機構應擬定開發範圍，報請主管機關核定實施。
施工、營運	1.土地內容及管制規定公告 2.徵求投資人前置作業	第7條：主管機關為辦理各開發用地之興建前，應將用地範圍、土地使用分區管制規定或構想、建物設計指導原則（含捷運設施需求及設計）、開發時程及其他有關土地開發事項公告並刊登政府公報。

二、捷運車站辦理土地開發招商作業程序

捷運車站土地(聯合)開發為結合民間與公部門力量，保障土地所有權人權益，提供多元參與捷運建設方式，分享土地開發效益，捷運主管機關可取得所需捷運設施及部分不動產，使

用收益得挹注捷運建設所需經費。

辦理招商作業程序，主要包含土地開發規劃及效益評估、地主說明會、招商說明會、擬定土地開發招商甄選文件、甄選作業、簽約等（詳見圖2）。

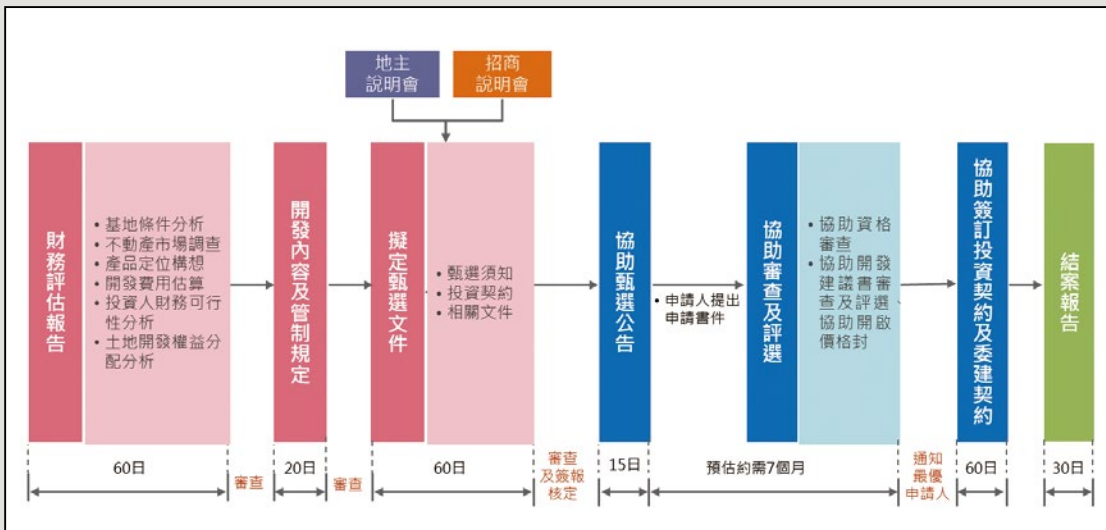


圖2 依大捷法辦理財務評估及投資人甄選作業流程

貳、新北市配合大眾運輸發展導向策略

新北市捷運路網正逐步成形，但捷運周邊卻存在老舊房屋林立問題。新北市政府(以下簡稱市府)為改變城市風貌，積極加速推動都更，以政府領航、擴大民辦的方式，推動「都更三箭」：第一箭以捷運帶動城市發展，第二箭推動主幹道沿線都更，第三箭則以防災角度，優先協助危老建築都更。

其中第一箭為大眾運輸系統建設計畫，整體規劃三環六線捷運系統正陸續完工與通車，轄區內捷運場站計有154站，為實踐緊密城市發展目標，市府以TOD大眾運輸場站為發展導向，藉由火車、捷運系統的分佈，來引導生活、就業、就學及商業等行為，於大眾運輸系統廊帶推動都市發展政策，整體政策推動目標採分階段推動方式，逐年滾動式檢討。

市府於第一階段優先擇定21處場站，並於2019年8月29日核定實施「擬定新北市捷運場站(第一階段)周邊地區細部計畫土地使用分區管制要點(配合大眾運輸發展導向策略)」案，並於2020年1月31日延續第一階段政策核定實施第二階段推動場站35處，總計共56站，都將結合上述TOD都市發展政策，透過周邊的開發效益，來挹助捷運建設，達到活化地區發展、促進就業

機會等目的。

一、場站類型及範圍

為創造有效率的緊密城市，國內外經驗以商業街道集中高密度發展區為優先實踐TOD規劃區，集中商業及公益設施於場站周邊，考量平均商業分布範圍及步行3-5分鐘範圍，依據場站特性分為核心交會型、商業發展型、產業複合/升級型及地方活絡型場站，依場站屬性劃設距場站150公尺或300公尺為計畫範圍（詳表2所示），分別說明如下：

(一) 核心交會型、商業發展型場站

主要以場站300公尺範圍為主，考量人潮及運量較多，區內有明顯徒步商圈，除主要幹道具備商業機能外，地區內有多條商業發展街道，可發展成商圈規模，商業使用可深入第一排至第二排巷弄、商業使用強度可達地上二層以上。

(二) 產業複合/升級型及地方活絡型場站

以場站150公尺範圍內為主，現況商業發展多位於主要幹道與地面層，其發展商業與混合使用之需求較核心交會型、商業發展型場站低。

表2 新北市配合大眾運輸發展導向策略場站類型及範圍

計畫範圍 (距場站範圍)	類型	說明	場站
300公尺	核心交會型	位於溪南、溪北計畫中區域都心範圍，周邊土地使用分區以商業區及住宅區為主，區域內動線為全市性主要聯外道路，場站為重要交通節點或轉運中心，周邊商業服務範圍為全市性或地區性，並且鄰近主要行政中心、多處公務機關、百貨公司、辦公大樓等。	1.第一階段 新埔站及新埔民生站、三重站、大坪林站、中和站、土城站、淡水站 2.第二階段 新北產業園區站、迴龍站、十四張站、頂埔站、板橋站

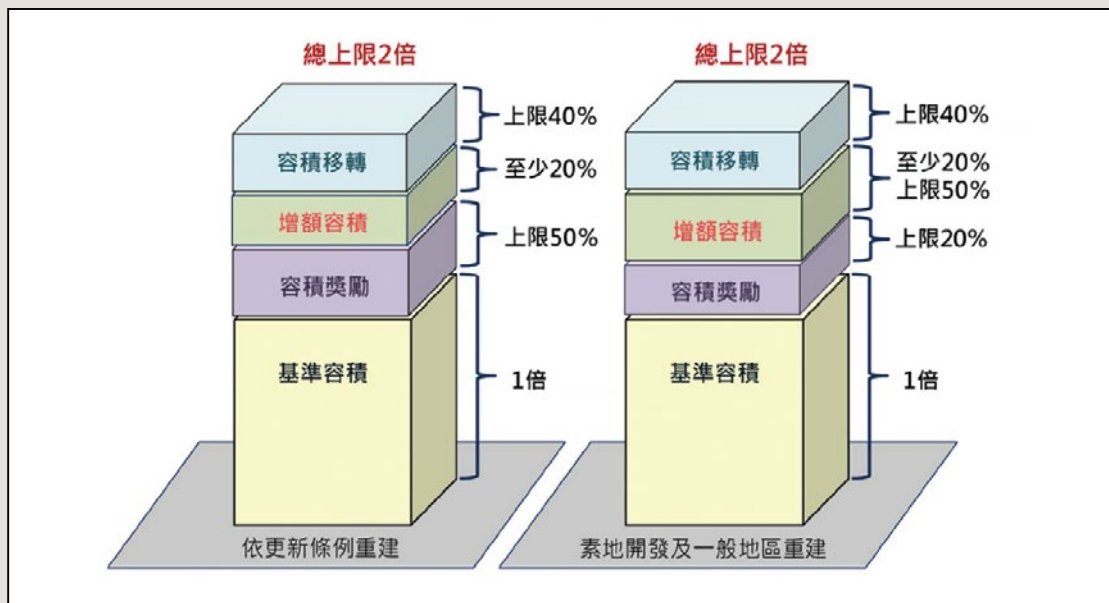
本表未完，請接下一頁。

計畫範圍 (距場站範圍)	類型	說明	場站
300公尺	商業發展型	周邊為新北市政府經濟發展局所盤點商圈範圍及商業繁盛、混用活動密集區域，區域動線主要為地區性聯外道路，主要提供商業服務為地區性及鄰里性商業設施，而商業行為不僅臨主要幹道，於巷弄內有一定規模商業行為，而周邊多提供行政服務，並富有地方特色。	1.第一階段 府中站、景安站、頂溪站、七張站、永安市場站、臺北橋站、新莊站 2.第二階段 三重國小站、蘆洲站、新莊副都心站、樹林火車站、新店區公所站、新店站、永和站、南勢角站、景平站、江子翠站、汐止火車站、汐科火車站
150公尺	產業複合/升級型	鄰近經濟部工業局公告之工業區周邊，其周邊除工業使用外，尚有教育、醫療、通訊、商業等複合使用需求，且其商業服務主要出現在地區性聯外道路上。	1.第一階段 頭前庄站、板新站 2.第二階段 三和國中站、先嗇宮站、輔大站、丹鳳站、泰山站、泰山貴和站、橋和站、中原站、雙和醫院站、永寧站、亞東醫院站、竹圍站
150公尺	地方活絡型	土地使用分區以住宅區為主，多為都市建成地區，場站周邊商業服務為鄰里性商業設施，主要道路沿街面商業不連續。	1.第一階段 菜寮站、徐匯中學站、海山站、紅樹林站、三民高中站 2.第二階段 幸福站、小碧潭站、安康站、秀朗橋站、中和高中站、三峽站

二、增額容積機制

位於上述新北市配合大眾運輸發展導向策略場站類型及範圍，屬於住宅區、商業區、乙種工業區、產業專用區、市場用地、電信用

地、電信專用區、自來水事業用地、車站用地，且符合建築基地條件及非不得申請之區位外，得申請增額容積，增額容積最高以基準容積50%為限，且應申請至少20%增額容積後，始得申請容積移轉(詳見圖3)。



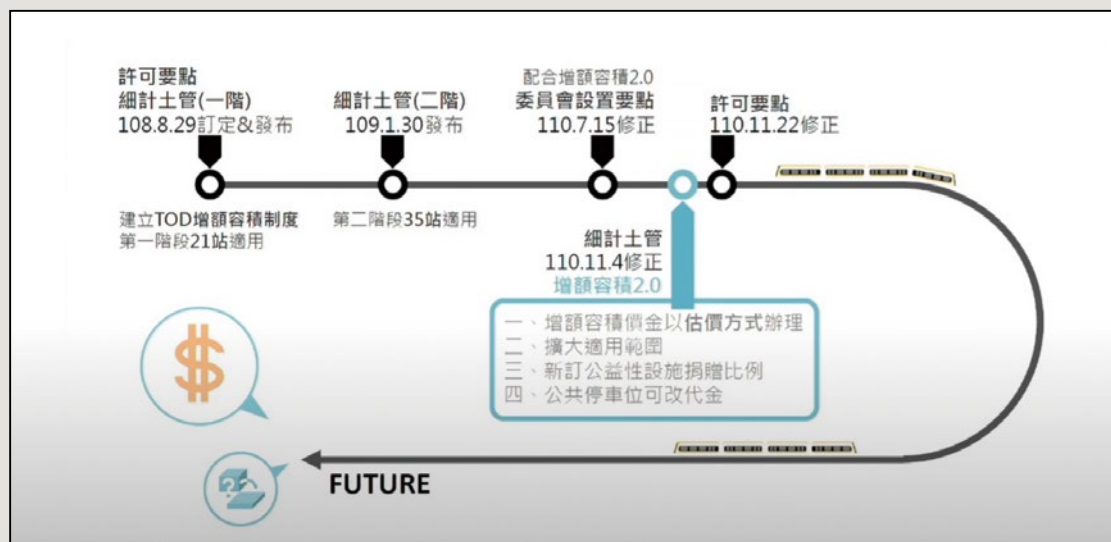
資料來源：新北市政府

圖3 新北市捷運場站周邊地區增額容積申請額度

申請增額容積應繳交價金且建築基地應負擔義務包含1.增額容積價金、2.公益性設施、3.提供公眾使用、共享運具停車位、4.商業使用（商業區）、5.留設轉乘設施空間。

新北市增額容積法令已於2019年8月29日及2020年1月31日，分二階段公告市府56處捷運及火車站周邊地區適用範圍，又增額容積機制上路迄今已逾1年，經滾動式檢討並參考市場執行情形，同時配合市府容積移轉代金相關政策調整，除了延續現行TOD增額容積56處適

用場站及相關規定外，另外檢討新北市都市發展擴張情形，同時考量各適用場站間發展的延續性，將適用範圍依各場站所屬都市計畫規定的開發方式，擴大適用範圍至400或500公尺；除此之外，配合市府容積移轉折繳代金制度上路，修正增額容積價金計算方式改由3家估價師查估評定，讓市府土地容積代金及相關法令執行機制有一致性的處理原則(詳見圖4、表3)，而都更一箭增額容積部分目前已有13案申請、12案核准。



資料來源：新北市政府

圖4 新北市捷運場站周邊地區細計土管發布及修正沿革

表3 增額容積制度四大回饋修正差異比較

	 增額容積價金	 公益性設施	 共享停車位	 公車或計程車停靠站
增額1.0	以公告現值1.4倍計算	經市府同意得轉代金，至少基準容積10%	法車20%以空間設置	經交通局同意得免設
增額2.0	由政府委託3家估價師估價	經市府同意得轉代金，依申請量捐對應比例(基準容2%~10%)	法車20%得轉代金繳納	經交通局同意得免設

資料來源：新北市政府

表4 公益性設施要求規定

項目	內容
面積要求	容積樓地板面積不得小於基地面積 * 基準容積率 * 10%。
免計容積	捐建予市府（含容積樓地板相對應土地持分），經本府目的事業主管機關核准及接管機關同意接受管理者，得免計容積。
項目內容	老人活動設施、老人安養設施、公共托育設施、社會住宅(含中繼住宅)、微型運動中心、創新創業育成基地或其他供公眾使用設施或機關辦公相關設施。
建築要求	除性質特殊者外，應具獨立出入口，且應面臨建築基地最寬之面前道路。
折繳代金	1.公益性設施經檢討無設置必要性者得折繳代金。 2.折繳代金=(1)公益性設施容積樓地板相對應土地持分價值+(2)興建成本+(3)管理維護經費

參、環狀線(第一階段)土地開發辦理情形

一、土地開發辦理情形

新北環狀線10處開發基地已陸續完成招商作業(詳見表5)，預估可引入652億元投資額，提供2.2萬個就業機會。市府率先制定住宅區、商業區變更為捷運開發區，容積率原則可調升為3倍，來吸引投資人聯合開發，且於路線規劃階段即舉辦開發說明會，瞭解地主意願始納入開

發規劃，以利捷運建設計畫核定後用地取得及開發推動。除此之外，投資人評選機制也由過往以價格決標方式，精進為規格及價格綜合評選，以吸引優質廠商投標，進而兼顧土地開發品質及價值。

二、推動案例說明

環狀線第一階段路線起點為新店大坪林站，以地下方式沿新店市民權路過中正路後駛出地下路段，續以高架方式跨越新店溪沿中和

表5 捷運環狀線(第一階段)土地開發辦理情形

場站	車站類型	TOD規劃區範圍(m)	開發面積(㎡)	執行階段
新北產業園區站	核心交會型	300	2,402	2022年1月20日公告徵求
新埔民生站	核心交會型	300	1,053	2022年3月30日公告徵求
板橋站	核心交會型	300	5,558	2022年4月22日公告徵求
中和站	核心交會型	300	2,410	徵求投資人前置作業
十四張站暨南機廠	核心交會型	300	143,107	2022年5月31日公告徵求
景平站	商業發展型	300	1,166	2020年11月12日簽約，辦理建築設計中
板新站	產業複合/升級型	150	4,603	2021年10月27日公告徵求投資人
中原站	產業複合/升級型	150	1,949	徵求投資人前置作業
橋和站	產業複合/升級型	150	1,670	2021年8月31日公告徵求
秀朗橋站	地方活絡型	150	3,700	2020年9月30日簽約，111年7月13日開工

資料來源：新北市捷運局、本研究整理



資料來源：新北市政府捷運局、零號出口

圖5 捷運環狀線(第一階段)土地開發模擬示意圖

區景平路、中山路、板南路、板橋區板新路、縣民大道至板橋火車站，再經文化路、民生路、跨越大漢溪、經新莊思源路至五工路，終點為新莊新北產業園區站，全線長15.4公里，共設14座車站與1處機廠，串連新店線、安坑線、中和線、萬大線、板橋線、新莊線及機場線等捷運路線，通車後，新北市民搭乘捷運，路線間的轉乘不再需要進入臺北市，多變的轉乘選擇，大幅縮短搭車時間，提升路網便利性，均衡大臺北的區域發展(圖5)。

擔任捷運環狀線秀朗橋站、景平站、板橋站等3處土地開發主管機關，考量場站土地開發效益為捷運建設經費之重要財源，且各場站位於中和區、板橋區核心區位，其中板橋站更具有臺鐵、高鐵、板橋線、環狀線、中長途轉運站之交通優勢，其開發將促進周邊地區發展，2017年12月27日委託台灣世曦工程顧問股份有限公司辦理「環狀線建設計畫(第一階段)秀朗橋站、景平站、板橋站土地開發評估及招商作業委託專業服務案」，期使各土地開發案能兼顧地區發展、貼近市場需求，順利完成招商作業，辦理過程詳見表6，權益分配模擬詳見表7。

交通部於2016年12月28日同意新北市政府

表6 捷運環狀線秀朗橋站、景平站、板橋站土地開發辦理情形

土地開發案	財務評估提交收支小組報告*1	招商說明會	甄選文件簽准暨公告徵求投資人	評選	簽訂投資契約	預計完工時間
秀朗橋站	2019.6	2019.8	2019.10	2020.5	2020.9	2025.12
景平站	2019.6	2019.8	2019.10	2020.5	2020.11	2024.12
板橋站	2021.9	2021.11	2021.12	—	—	—

註1：投資人分配比例秀朗橋站為46.88%、景平站為42.80%、板橋站為44.96%，公部門可分回權值秀朗橋站為54.02億元、景平站為9億元、板橋站為49.03億元。

表7 捷運環狀線秀朗橋站、景平站權益分配模擬

重要參數		秀朗橋站	景平站
土開規劃	預估總銷售面積(不含車位)	14,157坪	2,563坪
	開發建物總權值(S)(預估總銷售金額) = ⑥ + ⑦	約78.54億元	約14.29億元
開發成本 (含共構歸墊費) (註1)	建物興建成本(BC) ①	約26.51億元	約4.37億元
	投資人管理費用率(m%) ②	8~12%	9~13%
	投資人開發利潤率(p%) ③	8~12%	7~11%
捷運主管機關 分回權值	捷運主管機關分回 捷運獎勵容積	無償取得獎勵樓地板興建費用 (註2) ④	約3.59億元
	捷運獎勵容積 分回捷運獎勵價值	約9.62億元	約0.27億元
	捷運主管機關分回 都市計畫變更增加容積	支付委託興建費用(△RC)(註3) ⑤	約6.20億元
	因都市計畫變更分回價值	約16.61億元	約1.67億元
	機關分回獎勵樓地板權值 (rT) ⑥	約26.23億元	約1.94億元
權益分配	土地所有權人與投資人間可分配建物權值 ⑦	約52.32億元	約12.35億元
	投資人參與權益轉換權值 (△BS) = ① + ② + ③ - ④ - ⑤	約24.52億元	約5.28億元
	土地所有權人最低分配比率(註4)	53.12%	57.20%

投資人取得

註1：共構工程屬土地開發空間已由執行機關先行施作，投資人應歸墊費用：秀朗橋站約為6.17億元；景平站約為1.19億元。

註2：土地開發主管機關取得依土開辦法第29條所增加之產權樓地板之半數，其費用由得標投資人全部負擔，且不得納入投資人參與權益分配權值。

註3：土地開發主管機關取得之因捷運土地開發變更都市計畫規定扣除增加容積率應回饋部份後所增加之產權樓地板之半數，係以委託建造方式由土地開發主管機關編列預算支付。

註4：若申請人承諾土地所有權人最低分配比率低於本比率時，無法取得最優申請人資格。

資料來源：新北市政府捷運局、台灣世曦工程顧問股份有限公司



資料來源：新北市政府捷運局

圖6 捷運秀朗橋站開發大樓模擬圖



資料來源：新北市政府捷運局

圖7 捷運景平站開發大樓模擬圖

經由資格、規格及價格共3階段評選程序，秀朗橋站於2020年9月30日與冠德建設簽約，並於2022年7月13日開工，為新北市政府首件辦理的捷運土地開發案，公部門可分回權值約54.02億元，規劃為純商業使用的捷運共構大樓，以現有站體為基礎，將在目前已營運使用的車站出入口上方，興建共計地上20層、地下5層的商辦大樓，規劃一般辦公室共245戶、面積為30~100坪可彈性合併使用，並規劃11戶店面。1~2樓維持捷運車站大廳與月臺使用，此外，中低樓層將規劃為捷運連通商場及SOHO辦公室，引進各式商店進駐；高樓層則以共享概念進行公設空間的規劃，設有圖書館、會議室、交誼廳、健身房等，可作為中小企業之微型企業總部，提升企業間互動頻率，預估可引入近3,000個就業機會，打造中和及新店地區產業聚落新樞紐(圖6)。

「景平站」土地開發案為新北市政府繼「秀朗橋站」，第2件自行辦理的捷運土地開發案，於2020年11月12日與將捷建設簽約，公部門可分回權值約9億元，於景平站出入口規劃住商混合之捷運共構大樓，預計1、2樓為店鋪，6樓以上為住宅，並規劃26及28坪的兩房格局房型，共67戶。提供中和地區交通區位更為便捷的居住選擇，打造以捷運站為中心的大眾運輸導向發展(TOD)城市，圖7。

結語

捷運土地開發可創造地主、政府、市民三贏。尤其是涉及私有土地部分，捷運開發可讓地主回到原居住地，共享捷運建設效益，因而提高地主提供土地意願，加速捷運建設效率。

而政府分回開發效益，可挹注捷運建設自償性經費，使捷運建設財務可行。

以捷運帶動城市發展，提高捷運周邊的使用機能，打造生活核心圈，創建場域多元發展，同時兼顧公益，捷運周邊為重點都更區，透過增額容積機制取得回饋空間，做為托育、托老、社會住宅、微型運動中心、創新創業育成基地等公益性設施，也期待在捷運場站的周邊地區，建立透過步行即可完成就業、就學、居住及消費等一日生活所需、以人為本的生活環境。目前除雙北外，基隆、桃園、臺中、高雄等地亦積極推動捷運建設，新北市政府在結合場站土地開發之捷運建設開發經驗，也可供其他地方政府在建設推動上參考。

參考文獻

1. 新北市政府，「擬定新北市捷運場站周邊地區(第一階段)細部計畫土地使用分區管制要點(配合大眾運輸導向策略案)」(2019.5)。
2. 新北市政府，「擬定新北市捷運及鐵路場站周邊地區（第二階段）細部計畫土地使用分區管制要點（配合大眾運輸發展導向策略）」(2020.1)。
3. 謝易佑，新北市TOD2.0容移代金教育訓練，新北市捷運及鐵路場站周邊地區細部計畫土地使用分區管制要點(2022.4)。
4. 新北市政府捷運局、台灣世曦工程顧問股份有限公司，新北環狀線秀朗橋站、景平站土地開發案招商說明會簡報(2019.11)。
5. 【識冠德】翻轉新北！環狀線秀朗橋站聯開案開工-居新誌。<https://www.kindomliving.com.tw/?p=13985>

列車運行模擬軟體之應用——以高雄都會區大眾捷運系統黃線為例

關鍵詞(Key Words)：捷運(MRT)、營運規劃(Railway Operation Plan)、路線設計(Alignment Design)、列車運行模擬(Railway Simulation)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／代理協理／蔡榮禎 (Tsai, Jung-Chen) ❶

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／副理／詹宏義 (Chan, Hung-I) ❷

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／工程師／李明華 (Lee, Ming-Hua) ❸

OpenTrack
高雄捷運系統黃線

摘要

隨著國內各捷運路網逐漸發展，如何減少捷運計畫的規劃設計與實際營運結果的差異性，以符合計畫的運輸效益與經濟預測，漸漸成為計畫的重要課題；且隨著電腦科技的進步以及模擬程式的日益成熟，運用模擬運算軟體於捷運系統各規劃設計階段搭配土建及機電系統設計參數，以模擬日後實際營運階段之列車運行模式並推估相關需求，在近年之捷運規劃設計案亦逐漸受業主及審查委員之青睞。本文依各捷運計畫之實際規劃設計經驗，彙整可應用列車運行模擬的規劃設計項目，並以高雄黃線綜合規劃階段內容為例，簡述本部利用OpenTrack模擬軟體模擬未來實際營運時在小半徑曲線段降速的情境下，檢算可研階段全線運行速率及車隊規模估算數量，以避免未來實際營運後購置列車數不足之情形發生。



The application introduction of railway simulation software by Kaohsiung MRT Yellow Line

Abstract

How to reduce the difference between planning/design stage and practical operation result to achieve the transport benefit and economic forecast in MRT project has gradually become an important subject with the development of Taiwan's MRT networks.

In recent years, the client and reviewers always request the designer to apply the simulation software to simulate the future operation plan and estimate related requirement combined with the design coefficient of civil and system in planning/design stage due to the advancement of computer technology and reliable simulation program.

Based on our experience of MRT design projects, we summarize the planning/design items which could be verified by the software simulation and introduce how we use OpenTrack software to simulate the deceleration at small radius curves for evaluating the train speed and estimating the fleet size to avoid the shortage of fleet size during practical operation in the future by the example of Kaohsiung MRT yellow line.

3

專題報導

壹、緒論

近年國內軌道運輸計畫蓬勃發展，在各城市的捷運路網逐漸發展或成形，實際營運路線逐漸增加的情形下，捷運計畫的規劃設計預估與實際營運結果的落差也越來越受各方重視，例如列車購置數量超出/不足需求、系統服務性能不符規劃目標、行駛噪音振動干擾周遭居民等等狀況，因此對位於規劃設計階段的捷運計畫來說，依據當階段規設內容模擬未來實際運行成果的列車運行模擬便是驗證實際營運需求的方法之一。

本文依近年來各捷運計畫曾受業主、其他相關設計專業或營運單位要求及建議的實際規設經驗，彙整可應用列車運行模擬進行檢核且會明確影響計畫內容與工程成本的規設項目，以OpenTrack模擬軟體為例說明模擬所需資料，並提出有多處小半徑曲線段的高雄黃線計畫為例，運用綜規階段設計內容建置模擬模型進行

模擬運算，期以更貼近實際情境的運行成果檢核計畫車隊規模數量。

貳、列車運行模擬可應用項目

一、營運服務計畫之購置列車數檢核

捷運系統計畫須在可行性研究或綜合規劃階段，依目標年期預測運量需求數據，再依據路廊特性、線形數據、列車系統等資料研擬營運服務計畫，並估算出預期服務班距以及計畫預計購置列車數(如圖1)。在研究規劃階段，土建設施的設計細節尚未明確，機電系統亦僅初步訂定重/中運量或輕軌系統的範疇，在此階段進行列車運行模擬分析需依據初步的土建設計資料，以及參照同系統路線的既有機電系統性能參數進行設定及模擬運算，並據以檢核欲購置列車數是否適量，此舉除可以更實際的購置列車數計算工程成本，還可減少後續設計發包

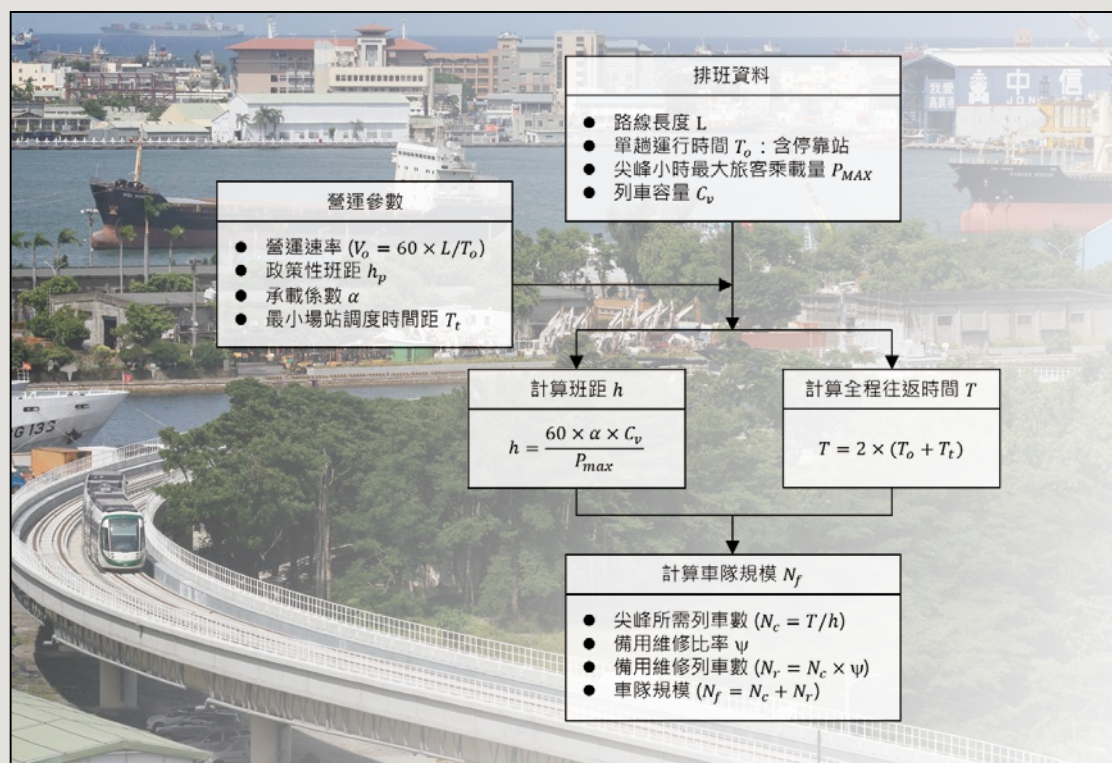


圖1 車隊規模估算步驟流程圖

後，列車購置過多使營運維修成本增加或列車數不夠使營運服務水準下降的可能性。

(一) 運量需求預測分析

在可行性研究以及綜合規劃階段，捷運計畫需針對預計服務地區之社經情形預測、運輸路網資料、家戶旅次調查及旅次吸引特性等資料進行預測，分析求得捷運路線之全日總運量、全日各站上下車量與站間運量及尖峰小時各站上下車量與站間運量等數據。

(二) 營運模式規劃

依據運量預測數據及路線特性決定營運模式，規劃計畫路線上列車以何種運行路線型態進行服務，再依據尖峰小時站間運量及列車容量決定服務頻率以及各運行路線的發車班距。

(三) 車隊規模估算

依各路線之全線往返運行時間及發車班距推估需求列車數，再加上備用維修列車數後可得全線車隊規模，未來在發包時新系統路線的捷運計畫須全數新購，自既有路線延伸或過軌共用既有機廠的捷運計畫之增購列車數，則須考量列車使用情形扣除既有車隊數。

捷運計畫在研究規劃階段，全線往返運行時間主要由路線長度及全線平均運行速率推估得出，依此初步算得之需求列車數與實際營運後所需列車數落差可能較大，列車運行模擬可依據土建設計及機電系統規劃參數運算得到更精確的全線往返運行時間及需求列車數。

二、路線設計檢核

(一) 局部路段速度曲線平順優化

捷運計畫在設計階段，定線設計將依據全線各處工程限制條件(例如：系統性能規範、既有/規劃中運輸系統轉乘銜接設計、地上/下障礙物、鐵/公路交會介面、用地取得等因素)調整修正平縱面線形，並決定全線各曲線段之轉彎半徑、軌道設計速限與超高數據，而列車運行模擬可依定線設計資料建立模型，模擬得出接近列車實際運行結果之速度曲線圖，並針對路線上有連續相鄰曲線的路段，檢視造成速度曲線陡升或陡降的瓶頸曲線段在線形設計上是否有提速優化的可能，期望能將列車運行速度曲線調整得更加平順，以提升路線營運時的旅客舒適度。

(二) 全線平均速率檢核及系統性能提升建議

在設計發包階段完成土建設計後，捷運計畫可藉由列車運行模擬之全線模擬運行時間結果檢視是否達到規劃階段預期之全線平均營運速率，除可檢算前述需求列車數之外，還可檢視是否將機電系統設計提升部分系統性能(例如：加減速參數、牽引力/煞車曲線、號誌自動控制等級、安全間隔設定等等性能)之相關建議納入機電標要求中，以提升未來實際營運時捷運之全線平均速率及服務水準。

三、長隧道通風豎井設置需求檢核

捷運計畫在規劃階段即擇定路線形式及車站位置，路線若採用地下形式，在設計階段須規劃站間潛盾隧道的環控及旅客逃生設備，除設計隧道前後車站端之通風排氣井等設施，尚需視站間隧道長度及逃生規定需求設置聯絡通道或通風豎井。

依據臺北捷運局《中運量系統土建水環固定設施規劃手冊》中規定「當站間長隧道(或隧道通風區段)可能存在有兩部車同時同向行駛之狀況時，則應於該隧道間設置獨立通風並配置相關隧道通風設施」，捷運路線在地下通過河

川或山岳時站間距離通常較長(約大於2~3公里)而使列車通過隧道運行時間可能較長，若路線規劃服務班距較密即有可能在隧道內發生「兩部車同時同向行駛」之狀況，因此需依照規定於站間設置通風豎井以區隔通風區段。[1]

捷運長隧道設置通風豎井的需求，視營運服務計畫所規劃之發車班距及列車通過隧道所需運行時間比較而定，而列車運行模擬可依據設計階段之定線及列車性能資訊模擬運算，更精確的求得擇定列車系統於該長隧道路段之運行通過時間數值，此檢核可避免實際營運後因長隧道未設通風豎井而使該區間成容量瓶頸，抑或是實際列車服務班距長於長隧道通過時間而多設通風豎井造成工程成本的浪費。

參、OpenTrack模擬軟體輸入資料及設定

OpenTrack(以下簡稱OT)軌道路網模擬軟體源自瑞士蘇黎世聯邦理工學院於1990年代中期之研究計畫，計畫目的係為複雜的軌道系統技術發展可迅速提供實際又經濟結果的物件導向模型，時至今日，OT軟體已發展完備可提供各式各樣的軌道系統進行應用，可協助諸如軌道

設施設置需求分析、運行時間計算、時刻表建立及分析等項目，並被應用於世界各國軌道相關企業公司。任一新的軌道系統在軟體內設定好路線設施、列車系統及時刻表等輸入參數建立模型之後，經軟體模擬運算，即可輸出各式相應的運算成果分析圖表及數據(如圖2)。

一、路線設施資料

在OT軟體內，路線模型係由里程節點與相連節線所建構，路線設施資料需依里程節點拆分成各個連續節線數據後再輸入，需輸入之相關資料彙整如下：

(一) 線形資料

包含路線里程、轉彎半徑、坡度斜率等線形平縱面數據，其中直線段及各轉彎段之軌道速限，以及不同號數道岔之對應速限須依擇定控制系統的性能，經考量定線、軌道、列車、機電等方面之專業設計共同訂定，並與定線里程數據一併彙整輸入，將路線起點至終點之基本主線連結建置。

(二) 軌道設施資料

包含車站月台、站間橫渡線、袋式儲車軌等軌道設施於路線上佈設的里程位置數據，在線形數據建立的主線上設置各站範圍、月台停車位置、道岔過軌轉換範圍以及號誌區間相關設定。

(三) 運行路線模式

依各軌道系統計畫所研擬之營運規劃內容而定，規劃列車預期在路線上運行的軌跡種類及範圍，再由OT軟體裡面區間(Routes)、路徑

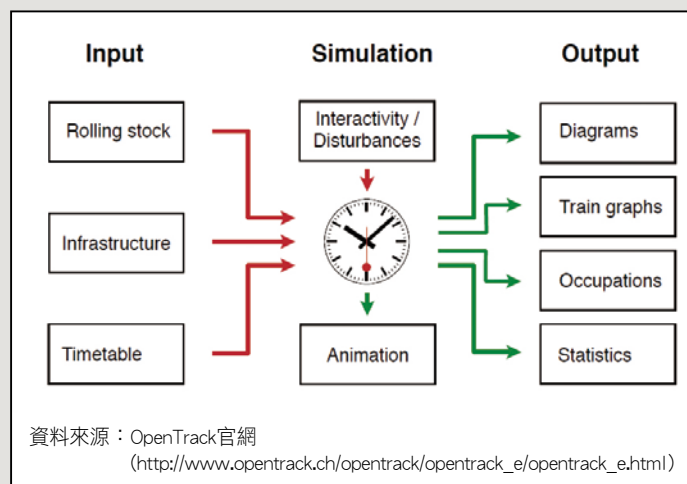


圖2 OpenTrack軟體運作架構圖

(Paths)及路線(Itineraries)的短到長三階層設定所組成，決定各種列車運行路線模式的起始/終末站點、上/下行方向、區間/全程範圍及預計行經特定股道等等運行軌跡的設定。

二、列車參數

在OT軟體內列車設定包含動力車(Engines)及列車(Trains)兩種主要參數，列車是由動力車及拖車(Trailers)所組成，可依據擇定系統的列車實際規格進行細部設定。

(一) 動力車

包含車長、車重、阻力係數、動力系統以及速度牽引力曲線(決定車輛行駛之最高速及最大牽引力數值)。

(二) 列車

包含動力車及拖車之編組設定、阻力公式(包含滾動阻力、坡度阻力及曲線阻力)、最大加速度與減速度函數設定。

三、班次／時刻表資料

(一) 班次資料

可設定各班次之編號、列車種類、指定運行路線、路徑閉塞機制(內建有固定式閉塞、移動閉塞及CBTC型式可選擇)及相應路徑相關指定及解除時間參數、列車進入模型之初始速度，且可連結至該班次對應之時刻表選項介面進行設定。

(二) 時刻表資料

OT軟體可自動依該班次之指定運行路線匯入所有行經站點，可設定該班次之始發站發車時間，並逐站設定停站時間，且可依發車時間

的固定時隔批次回饋生成使用同一車種及同一運行路線的系列班次資料。

四、其他模擬／圖表輸出設定

(一) 班距計算

OT軟體有一功能介面可於班次資料設定中選擇特定兩班次，並模擬計算前後班次之間的最小運行時隔。

(二) 模擬設定

可設定模擬時刻表的起始及結束時間點、模擬情境參數(模擬次數及平均延滯秒數)以及在模擬過程中動畫的列車及號誌呈現型式。

(三) 模擬結果圖表設定

OT軟體可將模擬運算結果以數種圖表型式呈現，其中包含全線/特定路段之列車運行路徑圖、各班次列車之距離-時間關係圖、速度-時間關係圖、速度-距離關係圖、加速度-時間關係圖、軌道佔用圖等等型式，而包含各站到發時間的列車時刻表另可以Excel檔表格型式輸出。

肆、列車運行模擬應用案例

高雄黃線全線有多處小半徑曲線段(半徑<100公尺)，曲線半徑約為60~75公尺，在規劃階段參考國內既有或規劃中的中運量路線系統性能，對應軌道設計速限約可設為25~35公里/小時，但經借鑒近年國內多起民眾針對實際營運路線列車在小半徑曲線段所產生之噪音汙染及結構振動干擾的陳情抗議，營運單位除了以補強隔音設備、增加磨軌養護頻率等手段改善外，實際營運上大多採降低速率通過小半徑曲線段之方式處理(降速至約10~15公里/小時)，並

進而降低全線平均營運速率，因此計畫路線若有多處小半徑曲線段，在評估平均營運速率時便需考量小半徑曲線段降速之影響。

經蒐集國內同樣擁有多處小半徑曲線段的實際營運中運量系統路線案例，臺北環狀線一階有4處小半徑曲線段，綜規階段設定之平均營運速率為33公里/小時，實際營運階段經小半徑曲線段降速後平均營運速率僅有29公里/小時；新北三鶯線共有7處小半徑曲線段，綜規階段設定之平均營運速率為33公里/小時，目前興建階段經系統廠商模擬後，平均營運速率僅有30公里/小時。高雄黃線共有9處小半徑曲線段，可研階段設定全線平均營運速率為33.9公里/小時，綜規階段參考前述案例實際速率皆較規劃速率減少約3-4公里/小時，因此應用列車運行模擬以實際估算小半徑曲線段降速對平均營運速率之影響並檢算計畫車隊規模數量。[2]

一、高雄黃線計畫[3]

(一) 計畫概述

計畫路線全長約22.91公里，共設置23座車站(Y1站為高架站，Y2~Y23站皆為地下站)及1座機廠。規劃路線呈Y字型路線，北端為共線段(Y1~Y5)，南端岔出路線分別為建工民族路段

(Y5~Y15)及澄清五甲路段(Y5~Y23)，Y1端點站位於鳥松區大同路/神農路口，隨後依序沿神農路、大埤路、澄清路至Y5正修科技大學站分岔出東、西兩線，西線建工民族路段往西沿本館路續行，銜接建工路、民族路、民生路、民權路、三多路至海邊路設置Y15端點站；東線澄清五甲線續沿澄清路往南，銜接南京路、五甲路穿越鳳山溪至鎮中路設置Y23端點站。

(二) 系統型式

經考量路線最大站間運量區間、轉彎半徑及爬坡能力、成本經濟性等因素，高雄黃線預計採用中運量鋼軌鋼輪系統，正線最小轉彎半徑訂為60公尺，最大縱面坡度為5.5%，列車車長60公尺，列車容量為500人/列，以增加服務頻率、縮減出土段及捷運結構量體、減少穿越私人用地範圍及降低工程成本。

(三) 營運服務計畫

全線尖峰最大站間運量需求分別位於建工民族路段(Y9~Y10，5170人次/小時)以及澄清五甲路段(Y16~Y17，4830人次/小時)，而共線段運量需求(最大運量位於Y4~Y5，2280人次/小時)明顯低於東、西線路段(如圖3)，因此營運模式規劃區間車(Y15~Y5~Y23)往返東西線之間提高服務頻率，

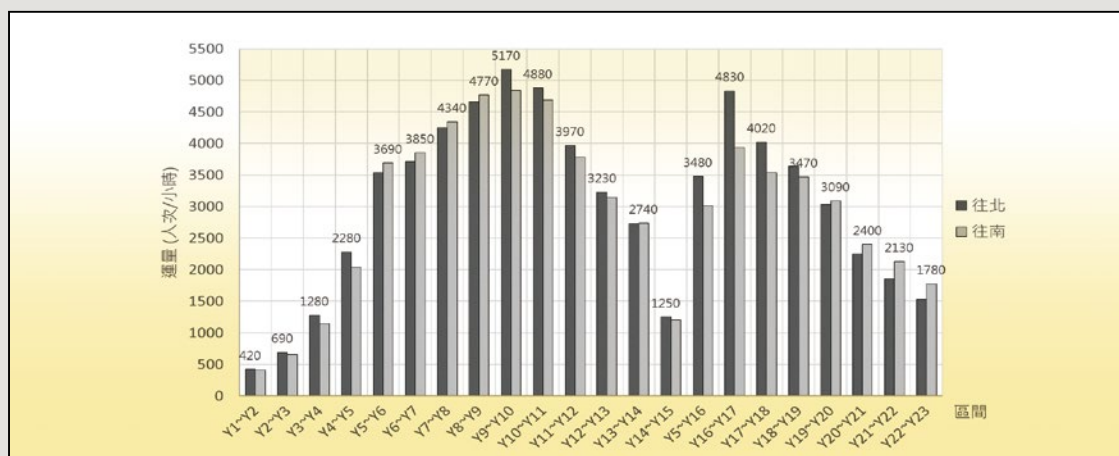


圖3 基礎情境目標年尖峰站間運量

再以全程車(Y15~Y1~Y23)服務共線段(如圖4)。



圖4 營運路線圖

依各路段尖峰最大站間運量及列車容量計算，東西線所需服務班距為5分鐘，而共線段所需服務班距為13分鐘，為使共線段服務頻率與東西線無落差，兩營運路線採交替發車型式，規劃區間車、全程車之發車班距皆為5分鐘。

二、列車運行模擬

(一) 輸入參數

1. 路線設施資料

依綜規階段定線資料，參照國內既有或規劃中的中運量路線系統性能訂定各曲線半徑相應之軌道速限(如表1)，但全線9處小半徑曲線段(半徑<100公尺)之速限不採軌道設計速限而是參考實際案例設定為15公里/小時。另依營運服務計畫

表1 曲線半徑對應速限表

曲線半徑(m)	速限(km/hr)
60	25~30
65	30~35
75	35
100	45
120	50
150	60
200	55~60
250	70
300	80

設定全程車(Y15北上月台→Y1南下尾軌→Y23北上尾軌→Y1南下尾軌→Y15北上月台)及區間車(Y15北上月台→Y5南下月台→Y23北上尾軌→Y5南下月台→Y15北上月台)運行路徑。

2. 列車參數

依綜規階段規劃車輛基本規格資料輸入OT軟體設定參數(如表2)。

表2 路線系統設計參數

參數	數值
列車長度	≤60m
列車編組	3車/列(視車輛規格調整)
列車容量	500人/列
最小曲線半徑	≥60m
最大爬坡度	≤5.5%
設計速率	90 km/hr
最大營運速率	80 km/hr
最大加速度	1 m/s ²
最大減速度	0.8 m/s ²
停站時間	25 sec

3. 班次/時刻表參數

為求得兩路線之全程往返運行時間，設定全程車及區間車分開各單一班次進行模擬，並將各中間站停站時間設為25秒。

(二) 模擬結果

1. 全程車路線

經OT軟體模擬結果，各站間之運行時間如表3，Y15→Y23方向與Y23→Y15之運

表3 全程車路線站間運行時間

區間	站間距離(公尺)	行駛時間(秒)	
		往北	往南
Y1-Y2	1345	86	106
Y2-Y3	1013	54	57
Y3-Y4	1132	113	115
Y4-Y5	759	102	107
Y5-Y6	1139	129	135
Y6-Y7	773	95	103
Y7-Y8	1060	70	73
Y8-Y9	1429	139	145
Y9-Y10	641	57	58
Y10-Y11	1092	82	82
Y11-Y12	1011	165	160
Y12-Y13	792	115	103
Y13-Y14	872	66	70
Y14-Y15	1098	104	108
Y5-Y16	1291	85	86
Y16-Y17	808	62	62
Y17-Y18	750	60	58
Y18-Y19	829	65	61
Y19-Y20	1206	88	77
Y20-Y21	1364	135	98
Y21-Y22	1079	78	76
Y22-Y23	1020	71	84

轉曲線圖如圖5-6。全程車路線列車全程往返需時105分50秒，換算平均運行速率為30.7公里/小時。

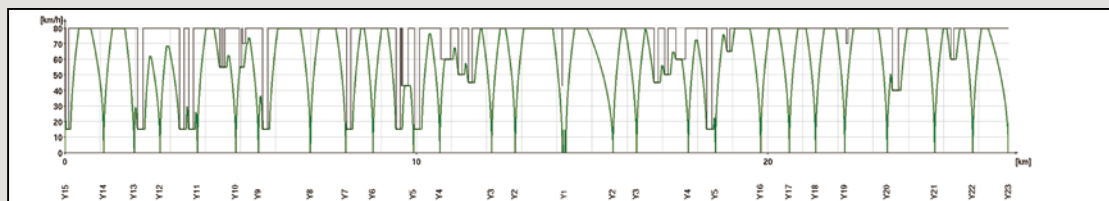


圖5 全程車Y15→Y23運轉曲線圖

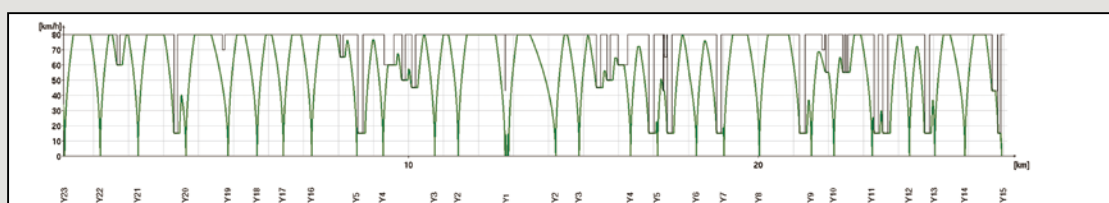


圖6 全程車Y23→Y15運轉曲線圖

2. 區間車路線

經OT軟體模擬結果，各站間之運行時間如表4，Y15→Y23方向與Y23→Y15之運轉曲線圖如圖7~8。區間車路線列車全程往返需時72分8秒，換算平均運行速率為30.8公里/小時。

三、車隊規模數量檢核

經小半徑曲線段降速模擬結果驗證，高雄黃線綜規階段之全線平均運行速率規劃訂為31公里/小時，並依此進行需求列車數估算，計算數據與可研階段計算數據比較詳見表5，除平

表4 區間車路線站間運行時間

區間	站間距離 (公尺)	行駛時間 (秒)	
		往北	往南
Y5-Y6	1139	136	125
Y6-Y7	773	103	95
Y7-Y8	1060	73	70
Y8-Y9	1429	145	139
Y9-Y10	641	58	57
Y10-Y11	1092	82	82
Y11-Y12	1011	160	165
Y12-Y13	792	103	115
Y13-Y14	872	70	66
Y14-Y15	1098	108	104
Y5-Y16	1291	87	91
Y16-Y17	808	62	62
Y17-Y18	750	58	60
Y18-Y19	829	61	65
Y19-Y20	1206	77	88
Y20-Y21	1364	98	135
Y21-Y22	1079	76	78
Y22-Y23	1020	84	71

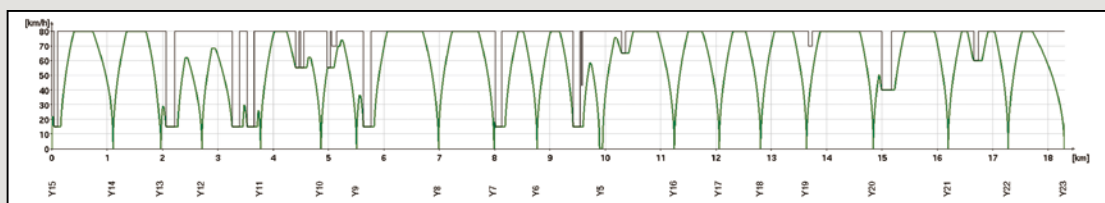


圖7 區間車Y15→Y23運轉曲線圖

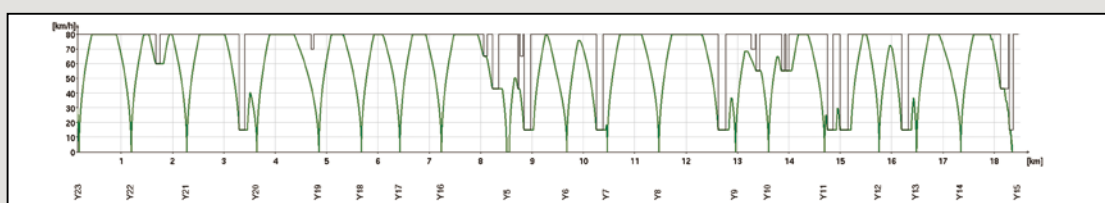


圖8 區間車Y23→Y15運轉曲線圖

表5 車隊規模計算表

階段	可行性研究		綜合規劃	
路線	全程車	區間車	全程車	區間車
路線範圍	Y15~Y1~Y23	Y15~Y5~Y23	Y15~Y1~Y23	Y15~Y5~Y23
路線長(公里)	26.726	18.268	27.1	18.5
平均運行速率(公里/小時)	33.9	33	31	31
單趟運行時間(分)	47.3	33.2	52.45	35.8
全線端點折返時間(分)	6	6	18	14
全線往返時間(分)	100.6	72.4	122.9	85.6
規劃班距(分)	10	10	10	10
需求列車數(列)	11	8	13	9
備用率	10%			
備用車(列)	2	1	3	
車隊規模(列)	22		25	

均運行速率調整外，全線端點折返時間另依實際折返次數調整，總車隊規模由可研階段22列車增為25列車，以貼近實際營運降速情境的數據，檢算出更可滿足實際營運需求的列車數。

結語

本文自捷運計畫的全生命週期前期之研究規劃階段及設計階段列舉列車運行模擬可應用相關項目，包含研究規劃階段之車隊規模數量檢核、設計階段之路線設計檢核(局部路段速度曲線優化、全線平均速率檢核及系統提升建議)與長隧道通風豎井設置必要性檢核，將使捷運計畫前期規劃之購置列車數及設計之土建設施可滿足後期實際營運需求，並避免造成運能服務提升的瓶頸，另外檢視優化局部路段線形可以提升旅客舒適度，提出系統提升建議可增加路線服務水準，而檢核通風豎井設置必要性可避免長隧道通風設施設置不足或多餘之情形發生。

因應高雄黃線有多處小半徑曲線段之路線特性，在綜合規劃階段參考國內已營運路線在小

半徑曲線段為減少噪音與振動影響而降速之案例，依據路線設施資料及規劃車輛規格數據，應用OpenTrack模擬軟體設置較貼近實際營運時小半徑曲線段降速情境之模擬模型，模擬求得計畫營運路線之全線平均運行速率，並依此修正車隊規模估算結果，以使計畫預計購置列車數更符合通車營運後可能降速之實際需求。

參考文獻

1. 臺北市政府捷運工程局，「中運量系統土建水環固定設施規劃手冊」，民國107年6月。
2. 高雄市政府捷運工程局，「高雄都會區大眾捷運系統都會線(黃線)建設及周邊土地開發計畫」可行性研究報告書，民國107年7月。
3. 高雄市政府捷運工程局，「高雄都會區大眾捷運系統都會線(黃線)建設及周邊土地開發計畫」綜合規劃報告書，民國111年2月。



3

專題報導

捷運車站與都市環境之連結—以環狀線北環段DF117標Y26、Y28、Y29車站為例

關鍵詞(Key Words)：臺北捷運(Taipei MRT)、環狀線南北環段(Circular Line South and North Section)、都市環境連結(Urban Environment Connection)、捷運車站建築設計(MRT Station Architectural Design)

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／代理協理／蔡榮禎 (Tasi, Jung-Chen) ①

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／副理／陳世任 (Chen, Shih-Jen) ②

台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運部／主任工程師／史訓璋 (Shih, Hsun-Wei) ③

闕河彬建築師事務所／主持建築師／闕河彬 (Chueh, Ho-Ping) ④

九典聯合建築師事務所／主持建築師／郭英釗 (Kuo, Ying-Chao) ⑤



摘要

臺北市都會區捷運路網在臺北市中心區以格狀路網連接重要幹道，再往外沿重要廊帶以輻射狀路線向外擴展。環狀線規劃構想乃在以環狀路線串連臺北都會區輻射捷運路線，達到便捷運輸的目的。環狀線第一階段(大坪林站-新北產業園區站)已通車，環狀線第二階段包括：DF115標-南環段、DF116標及DF117標-北環段預計在117年底完工通車，而南北環所經區域，為臺北市發展最早區域之一，歷史文化底蘊充沛、居民活動與在地環境高度扣合，未來南北環完成後，結合交通優勢與地區城市發展整合後，將完整臺北市外環生活圈缺口；以延續捷運車站與都市環境間連貫性、統一視覺美感，及與周邊環境結合，建構契合都市紋理風貌之車站場域，展現交通運輸及都市生活交織共榮的城市魅力。



Exploring the Connection between MRT Stations and Their Surrounding Urban Environment: the Cases of Stations Y26, Y28, and Y29 (lot DF117) on the North Section of the Circular Line

Abstract

The Taipei metropolitan area MRT network connects important arterial roads with a grid road network, expanding outwards along important corridors in radial routes. The establishment of Taipei MRT's Circular Line aims to further improve the transportation convenience of the city by forming a loop which will connect with the metropolitan area's existing radial MRT lines. The 1st stage of the Circular Line (Dapinglin Station - New Taipei Industrial Park Station) has already been opened to traffic. The second stage includes the DF115 bidding package (South Section), as well as the DF116 and DF117 (North Section) packages, and is planned for completion and opening to traffic by the end of 2028. The areas through which the line's South and North Sections will pass are some of Taipei City's earliest developed areas. They have a long cultural tradition and the residents' activities in them have a close connection with the local environment. In the future, after these sections are completed, they will contribute to an improved regional urban development integration and a creation of the complete Taipei City living circle.

Building on the continuity between the MRT stations and their surrounding urban environment, harmonizing the visual aesthetics, and blending the stations' design better with their environment, can help create infrastructure that fits the urban texture and style. In this manner, the MRT stations can become another manifestation of Taipei City's unique charm, where transportation, urban life and the residents' prosperity are closely intertwined with each other.

壹、都市環境概述

DF117設計標路線自Y23站(不含)穿越淡水河下方，循重陽橋側經士林社子跨越基隆河，沿中正路、至善路後，右轉穿越文間山至大直北安路與文湖線劍南路站相交，之後路線轉敬業三路設置尾軌段止。全長約8.43公里，採中運量捷運系統以地下方式興建，包括六座地下車站。其中位在士林區的五座站分別為Y24站、Y25站、Y26站、Y27站、Y28站，以及設置於中山區的Y29站，預期於117年底完工通車(圖1)。

本標設計透過捷運車站與都市環境的連結，除強化捷運路網本身的完整性與便利性外，更藉由人文歷史背景、地理景觀等相關環境分析，由捷運設計融合都市紋理，以展現各站地區文化涵構。其中Y26站與淡水線士林站轉乘，Y29站與文湖線劍南路站轉乘，為重要的交通轉乘樞紐；Y28站鄰近國立故宮博物院，為DF117標重要環境特色車站。為說明捷運車站與都市環境的連結，故以環狀線北環段Y26站、Y28站、Y29站進行探討。

一、地理位置與文化人文環境

北環段DF117標中有五座車站(Y24、Y25、Y26、Y27、Y28站)位於士林區，一座車站(Y29站)位於中山區。士林區面積1368.21公頃，內有圓山及劍潭山，坡度平緩草木繁盛，基隆河自東北進入本區向西流，經士林區匯入淡水河。在民國108年士林區人口數在臺北市12行政區中居第二位，僅次於大安區。地理上士林區東北為大屯火山群，以七星山1120公尺最高，東南有大崙頭尾山及大直諸山；山明水秀的環境使其成為臺北市優質的住宅區，也吸引無數外國人士定居。在多元化與國際化的組成下，顯現士林的視野與包容力。Y29站所在之中山區，北以劍潭山與士林接壤、東北與內湖區相鄰，以串聯內科新矽谷的科技能量與大直商業特區的企業競爭力，共榮士林區與中山區(圖2)。

北環段途經社子島、士林、大直三個區域，有淡水河、基隆河、磺溪、雙溪等河流流貫，在淡水河、基隆河航道運輸全盛時期，更可見數百艘漁船河面作業。現今基隆河、外雙



*資料來源：新北市政府捷運工程局

圖1 臺北捷運北環段位置圖

溪成就了士林平原，聚落、市集發展成街，先民開墾在新舊街留下痕跡，所產生的商業、觀光、文化依然在此發光發熱。由於人口稠密，因此區域內的喧囂街市、商店市集、夜市等均顯而易見；加上充滿寶物的故宮、天文館等育樂機構，本區域一直以來都是熱門的觀光景點。

化教育、公園綠地、產業工藝等環境特色，創造「連貫雙北·活絡生活圈」之設計主軸。另外，本標是環狀線一、二期所有車站中，擁有最多文化設施機構的所在，地區環境滿是豐富的文化內涵，例如：故宮博物院、臺北表演藝術中心、科學教育館等等，都深具教育、文化底蘊。

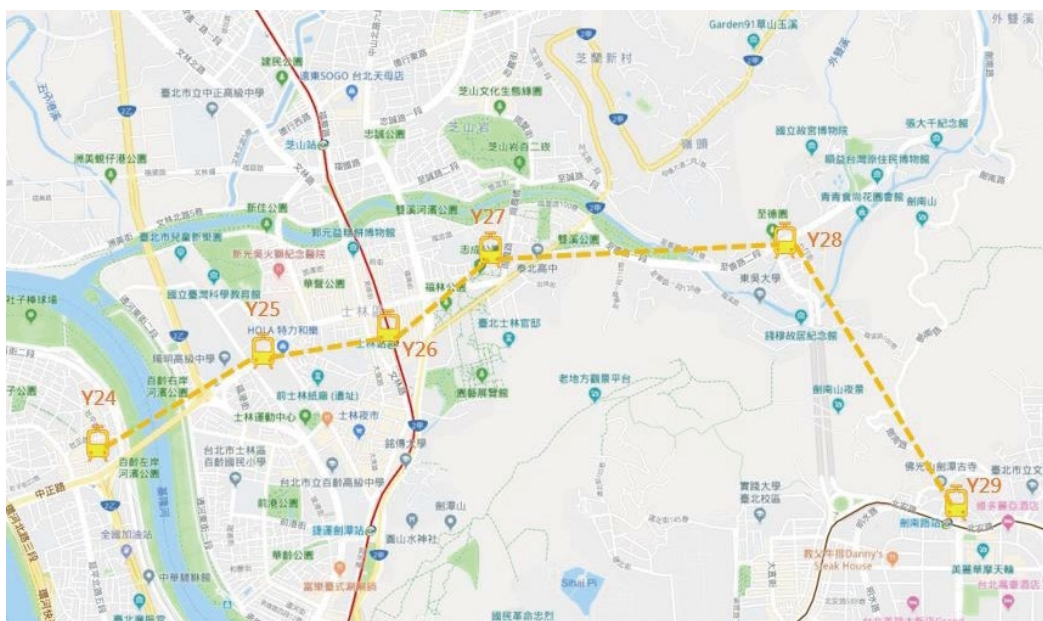


圖2 DF117標位置圖

二、整體區位構想與車站環境現況

DF117標連貫雙北以活絡周圍生活圈，在都市紋理上延續環狀線第一階段的「流水行雲·龍遊千里」之意象主題，結合南北環、東環全環成形、及運用河水環繞、自然綠意、文

延續環狀一期串聯水系之意象，將當地自然、產業、文化特色等呈現於車站區域內，包含在建築裝修及公共藝術中，以自然、商業、產業、文化區分環狀線各段設計構想(圖3)。故在DF117標內的Y24站到Y29站定調為「文化」，其文化涵構來自於設站點的都市環境。

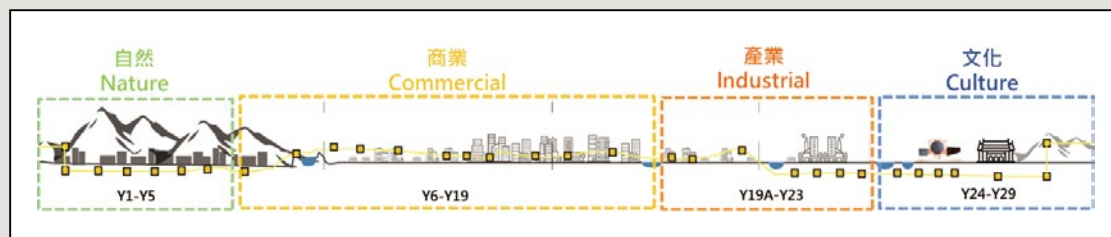


圖3 環狀線一期及南北環沿線都市活動示意圖

以下說明本文分析之重點車站Y26站、Y28站、Y29站，各車站的環境現況與周邊500公尺內重要景點與機構：

(一) Y26站：

1. 士林國民小學：士林國小其前身為「八芝蘭公學校」，興建於1916年，目前仍保存原有的建築本體、圓拱窗、扶壁、舞臺等，具有重要文化價值，為臺北市市定古蹟。
2. 士林夜市：位於文林路、基河路之間的三角區域，是臺北市最大的夜市之一，被外地旅客列為來臺必朝聖之地。
3. 士林市場：臺北市公有士林市場原位於文林路、大南路與基河路所涵蓋的街區中段處，該市場創建於民國2年，至今逾百年歷史。
4. 士林紙廠：1918年日商發起籌組「臺灣製紙株式會社」，隔年於現今的士林福德路一帶，興建全台首座機械紙板廠。
5. 臺北表演藝術中心：由臺北市政府監督的行政法人機構，為試營運中的專業文化展演設施，位於劍潭士林夜市舊址，佔地2公頃，包含一座1500席之大劇院、兩座800席的球形鏡框式及多形式中型劇場。

(二) Y28站：

1. 東吳大學：位於臺北市雙溪，一所著名的頂尖私立大學，教學單位涵蓋文、理、法、商、外語、社會科學、巨量資料管理等領域，現為優久聯盟成員之一。

2. 雙溪公園：座落在至善路和福林路相交的三角地帶，裡頭的小橋流水搭配中式庭院景致古色古香，是具有特色之中式庭園公園。

3. 至善園：位於臺北市士林區故宮博物院旁，佔地約五千六百八十七坪，依王羲之天下第一行書為藍本規劃，宛若博物館的庭園內院。

4. 國立故宮博物院：為臺灣最具規模的博物館，也是古代中國藝術史與漢學研究機構。成為臺灣多元文化源流極重要的一部分，典藏數千年中國文化之珍稀寶物。

5. 順益臺灣原住民博物館：館內規劃有四大區，分別是臺灣原住民人文與自然環境、生活與器具、衣飾與文化、信仰與祭儀。

(三) Y29站：

1. 大崙尾山：又稱赤上天山，位於臺灣臺北市士林區與內湖區交界處，海拔451公尺，山頂寬平，隸屬加里山山脈之五指山山脈。

2. 美麗華摩天輪：位在中山區，以摩天輪為招牌的美麗華商圈，結合複合式商場使其成為民眾休閒好去處，為大臺北地區地標之一。

3. 實踐大學(臺北校區)：該校以建築、產品、服裝、媒體傳達設計等相關科系著稱。

4. 劍南山：位在五指山系向西沿伸的支稜上，西北邊為故宮所在的外雙溪一帶，東南山麓則有大直的劍潭古寺座落其

間，吸引熱愛大自然的群眾，作為健行、慢跑、騎車等休閒娛樂之場所。

三、交通現況、都市型態及未來發展

士林作為北臺灣重要聚落，也是北臺北交通要道，東自外雙溪自強隧道通往內湖，西可通往蘆洲三重，又鄰近高速公路。本案捷運系統環狀線北環段路線在士林地區主要係沿中正路一帶分布；重陽橋至百齡橋間之路段為社子主要之商圈所在，現況多為住宅及商業使用型態。

過百齡橋後，士林中正路與士商路附近主要為住宅使用，但亦有多處重要文教及公共設施，包括：士林區行政中心、陽明國中、基河公園、士林高商及士林國中等。路線行經士林中正路之部分，為商業活動十分密集之地區，現況主要為住商混合使用型態。本地段由於銜接捷運淡水線士林站，接近士林夜市，且為士林舊夜市之所在，因而活動人口密集，土地使用強度亦較高。路線沿中正路經雙溪公園、東吳大學至故宮博物院附近，現況多為住宅使用型態，且有多處公園、綠地。

臺北市中山區為臺北市發展較早地區，市區發展密集，以商業發展為主，環狀線北環段路線主要行經基隆河截彎取直後之大彎北段地區，為一新興開發地區，此區之主要土地使用以商業、休閒娛樂及住宅區為主，南端臨基隆河堤為大型之住宅社區，北安路南側為美麗華購物商場，成為大直、內湖地區重要休閒、娛樂據點。

受河川環繞的士林，近年的發展卻少與河川連結，居民生活與河川隔離，社區老化，加上文化資源與地區交通系統連結度低，公共設施使用度逐漸下降，隨著北市府於2016年啟動士林再生計畫，重點再生策略包含「公辦都更引領士林發展」、「臺北科學藝術園區形

塑創新知識教育場域」、「串連藝文觀光亮點交通，打造士林易遊網」、「水綠資源重新規劃，展現全新風貌」、「發展文創產業，形塑青創廊帶創意氛圍」、「社區規劃師工作室駐點計畫」等六項子計畫，再加上環狀線的興建，預期透過地區資源重整，帶動士林區、中山區兩大區域，使其再獲新生。

貳、捷運車站風貌構想

透過捷運建設建構捷運車站的整體風貌，故本案藉由建構捷運建築景觀之設計主題，融入在地人文風貌等特色，以整合共通元素與語彙，發展車站外觀造型與景觀、室內站體裝修，以提升捷運工程環境美學。

一、藝術風貌景觀構想

DF117標延續了臺北捷運環狀線一期之總主題及色彩，同時根據DF117六個車站之人文歷史背景、地理景觀等相關環境分析，落實於捷運建築環境設計上。因此本案針對整體車站風貌提出以下目標：

- 延續臺北捷運環狀線一期之總主題，以區段圖像貫穿各站。
- 結合車站人文特色、自然生態元素，以發展藝術象徵。
- 對車站建築造型、裝修層面訂定捷運車站的共通性原則。

基於車站總體環境需求、各站之重要性與空間潛力，包含地面層與地下車站空間，於設計階段對建築景觀設計分別提出兩個面向，一為車站造型，另一為景觀、站內空間裝修，並規劃實際運用之空間範圍。南北環捷運藝術

以自然、產業、文化等三個區段特色為主軸，DF117之特色為「文化」。依各站環境特色分析，取其代表「圖像」元素，強化各站自明性(圖4、圖5)。



圖4 依據地緣特色規劃捷運藝術

為串聯車站出入口與人行道的連結，依據基地整體規劃延續周邊人行道，除藉由人行道的重新規劃與鋪面平整提升整體行走舒適度，並於出入口平台以緩坡方式友善無障礙設計，也可藉由材質上的規劃將保水思維放入街道營造內，增加透水鋪面覆蓋率和建置下埋儲水箱，讓人行道鋪面發揮吸濕散熱的功能，降低都市熱島效應。

(二) 站體遮蔭

因應臺灣氣候悶熱、易下雨、人口密度高等特性，於捷運站體出入口規劃雨庇並延伸至

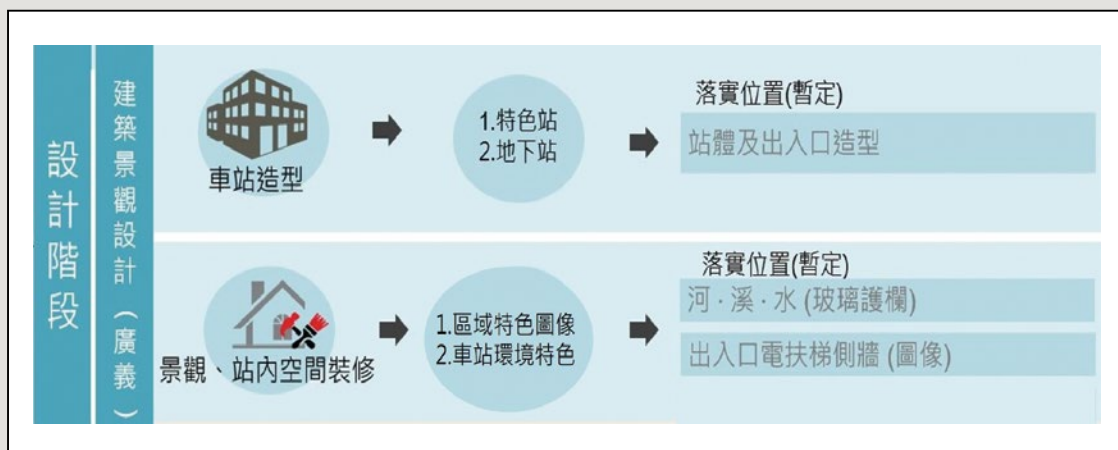


圖5 捷運藝術落實策略

二、捷運車站與環境友善

為友善高齡化社會與無障礙族群，捷運車站針對不同使用者設計友善設施，在需求導向與目標導向下，除捷運站內無障礙設施之規劃，同時對站體與都市環境的友善連結，提出捷運車站設計與環境友善之共容性，不僅僅是對大眾友善，同時也對環境生態友善。針對捷運站體外之鋪面引導與設計、站體遮蔭、景觀綠化、站內無障礙設施設計，說明如下：

(一) 鋪面引導與材質規劃設計

階梯下方，沿街面加深出簷，以服務不同天候下大眾行走。

(三) 景觀綠化

植栽設計在適合當地環境為主、方便維管為輔的原則下，選用符合周遭商業、藝術氣息的楓香及大漁櫻，並栽植黃色系灌木呼應環狀線路線色以突顯自明性(圖6)。

(四) 無障礙設計

考量無障礙環境、通用設計、友善環境，



圖6 捷運植栽設計

於捷運車站內規劃相關設施、設備。

參、捷運車站與都市環境之連結

捷運是一個都市的運輸骨幹，更是先進城市的發展指標，在大眾運輸建設為導向的都市發展策略下，擴展更加繁榮的都會生活圈。利用車站串連城市區塊，將捷運車站結合當地人文歷史環境特色，藉由建築、景觀的設計操作，進行捷運車站的整體規劃，以延伸都市環境景觀。

在規劃捷運車站時，除了站體設計外，尚須考量與周邊都市環境的連結，為友善融入城市景觀，配合不同站點的文化特色，在通用設計的原則下調整站體造型，以發展新的都市美學。在DF117標中Y26站、Y29站為捷運交會站，Y28站為亮點站，將以上述三個車站作為主要分析論述，以說明交通樞紐與人文藝術對車站站體之特殊設計構想。

一、通用設計UD design

捷運車站作為都市內人口移動的重要載具，為方便旅客搭乘捷運系統，會將其設置於都市內重要的交通節點，為友善融入都市環境，降低建物突出感，提出一般站的的共通性設計原則，分為：出入口造型原則、室內外建築材料、車站室內空間設計原則提出說明。

(一) 出入口造型原則

為增加站體本身的自明性和識別性，以圓弧形呼應環狀線整體的流動感，並利用具有穿透性、簡潔的空間，串聯周圍都市環境與動線，減輕周邊環境影響，以「輕、簡、透」做為設計原則(圖7)。

屋頂部分以弧形圓角面對城市、友善鄰里，形塑捷運流動的意象(圖8)，創造捷運站入口自明性；捷運量體部分在機房空間、電梯可以弧形圓角面對城市，反轉以往機房空間生硬

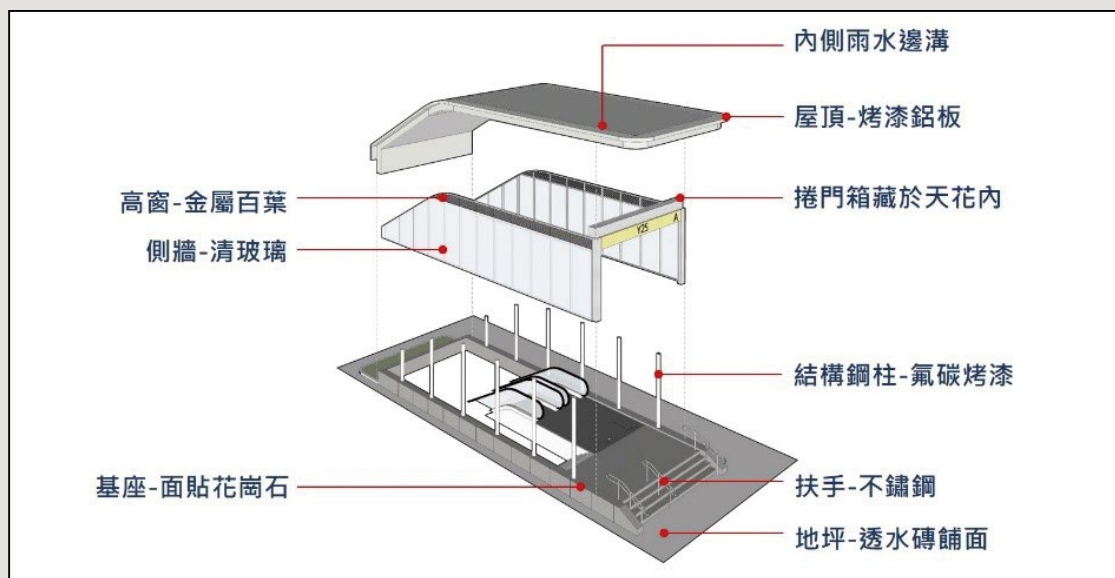


圖7 出入口造型元素組合說明

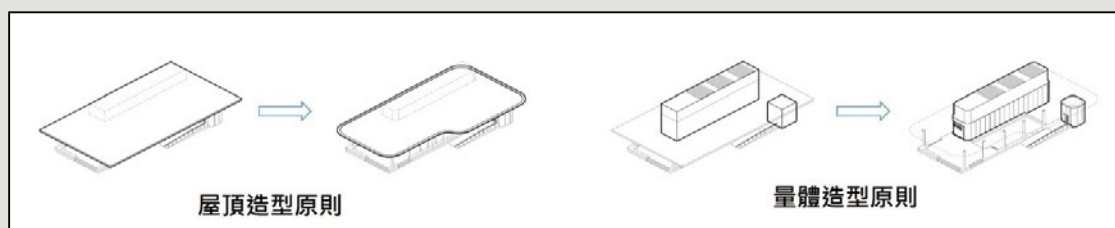


圖8 屋頂量體造型原則

負面的印象。為下雨天進出站之便利性，於出入口前平台出簷至階梯前端，提供乘客出站雨遮服務。並針對不同雨遮類型、建築配置等特徵，因地制宜(圖9)。

(二) 室外建築材料說明

為協調捷運站體與都市環境，採用彩度低、簡約的灰階色系，並考量外部建物的自然

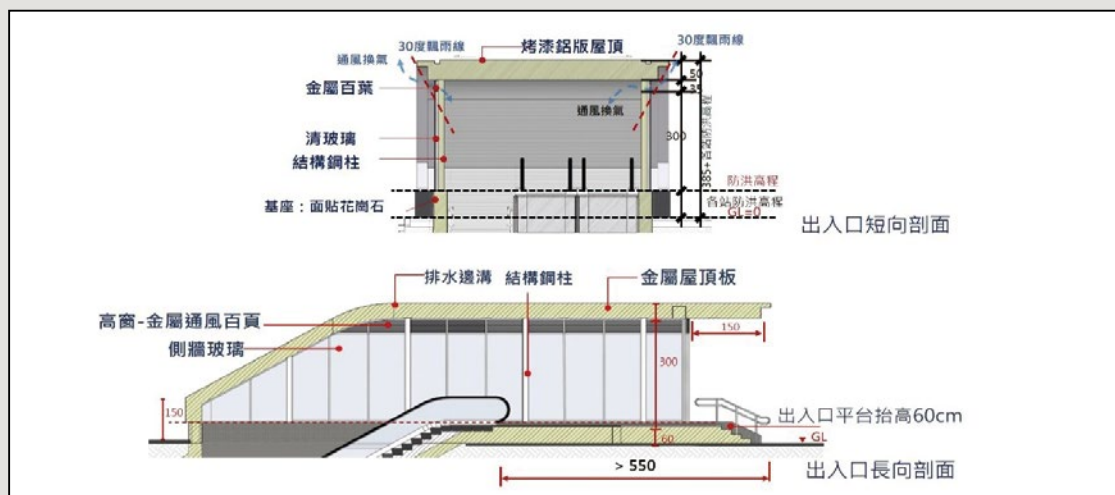


圖9 車站出入口長向、短向剖面圖

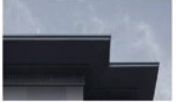
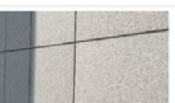
冷卻水塔	屋頂	釋壓井、通風井	無障礙電梯出入口
材料：金屬百葉 顏色：淺灰色	材料：烤漆鋁板 顏色：淺灰色	材料：金屬格柵 顏色：淺灰色	材料：烤漆鋁板、膠合玻璃 顏色：淺灰色
 	 	 	 
牆面	出入口階梯鋪面	花台	扶手欄杆
材料：膠合玻璃 顏色：清玻璃	材料：天然花崗石(燒面) 顏色：灰色	材料：天然花崗石、掘石子 顏色：灰色	材料：不鏽鋼毛絲面 顏色：灰色
	 	 	 

圖10 車站室外建築材料說明

耗損，採用耐久且易於清潔、取得、更換之材料，於不同空間屬性上採用不同材質，如圖10說明。

(三)室內建築材料說明

色調以低彩度或淺色調為基調，為防火不燃材料、耐久且易於清潔。在牆板及天花板以暖白色系珙瑯為穿堂層主色調，展現簡潔、明亮之空間感；月台層則於天花板建構簡潔模矩化燈槽做為主動線照明，月台門輔以重點照明設計(圖11、圖12)。

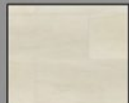
	天花	牆面	踢腳	地坪
穿堂層 月台層	鋁平板天花 60*120cm 冲孔鋁版天花 60*120cm  	珙瑯板(暖白) 	燒面花崗石(深灰) 	花崗岩(淺灰) 30*30cm 地磚(灰) 30*30cm  
公共廁所	鋁平板天花60*120cm 	瓷質面磚 	花崗岩 	地磚(灰) 30*30cm 

圖11 車站室內建築材料說明圖

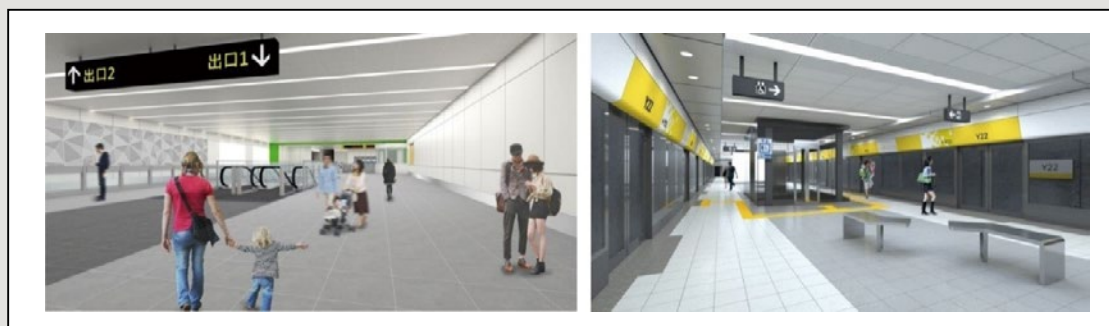


圖12 穿堂層(左)與月台層(右)車站透視示意圖

(四)車站家具

依空間環境將站內家具模矩化，易於生產製作、維護清潔、不易乘客躺臥，為不鏽鋼面材或其他硬質材料。延續捷運logo作為車站公共座椅設計之發想，設置於島式月台中央供乘車民眾休憩，座椅可視為一組，或單獨放置(圖13)。

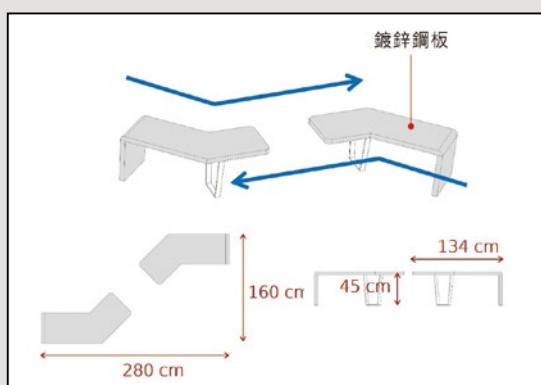


圖13 車站家具設計發想

表1 站體範圍與環境特色表

站名	行政區	車站範圍說明	環境特色
Y26	士林	中正路連接士林站	■與淡水信義線士林站交會 環狀線在此站與淡水線交叉，作為此地區重要的交通轉換節點。
Y28	士林	故宮路與至善路交叉口	此站鄰近國立故宮博物院，為本標之特色站，故宮名聞遐邇，聚中國歷代文物於一堂。
Y29	中山	北安路連接劍南路站	■與文湖線劍南路站交會 環狀線在此站與文湖線交會，有劍南蝶園、美麗華地標及眾多藝廊，充滿藝文氣息。

*Y28站為DF117標特色站



圖14 DF117標站點特色

二、捷運車站造型與都市美學之配合

本案之設置範圍為士林、中山地區Y24站-Y29站的六座車站。依據其各站基地周邊環境的特性，以不同主題分別呈現環狀線與地方特色交流的風貌，並依此發展出本案之建築設計及捷運藝術規劃方向(圖14)。其中Y26站與Y29站與臺北市其他捷運路網相交接，為重要的交通轉換節點；Y28站為結合在地環境文化的特色站(表1)，故以下將區分為交會站與特色站兩者說明。

(一) 交會站-Y26站、Y29站

在大眾運輸系統內應用空間移動轉線，可更有效的節省轉乘時間、並提高通勤效率。Y26站連接淡水信義線、Y29站連接文湖線，說明各站基礎資訊、出入口量體設計，並規劃換線轉乘空間。

1. Y26站

Y26站位於30米寬的中正路與文林路交叉口下方，並與淡水信義線士林站交會，車站規模為地下二層島式月台車站，設置3個出入口，其中出入口B與土開共構，並設與淡水線士林站轉乘之地下通道。

出入口站體採用平屋頂，出入口臨士林商業步道，以平頂穿透玻璃增加沿街店面

面視覺穿透；屋頂出入口延伸乘客遮蔭、遮雨範圍，規劃引導方向；採高窗百葉設計，通風兼防雨。

於穿堂層增設站內轉乘通道，可於地下穿堂層直接連結淡水信義線，維持出入口C動線順暢，並於鄰近出入口動線上配置販賣空間，以最大化商業效益(圖15～圖19)。

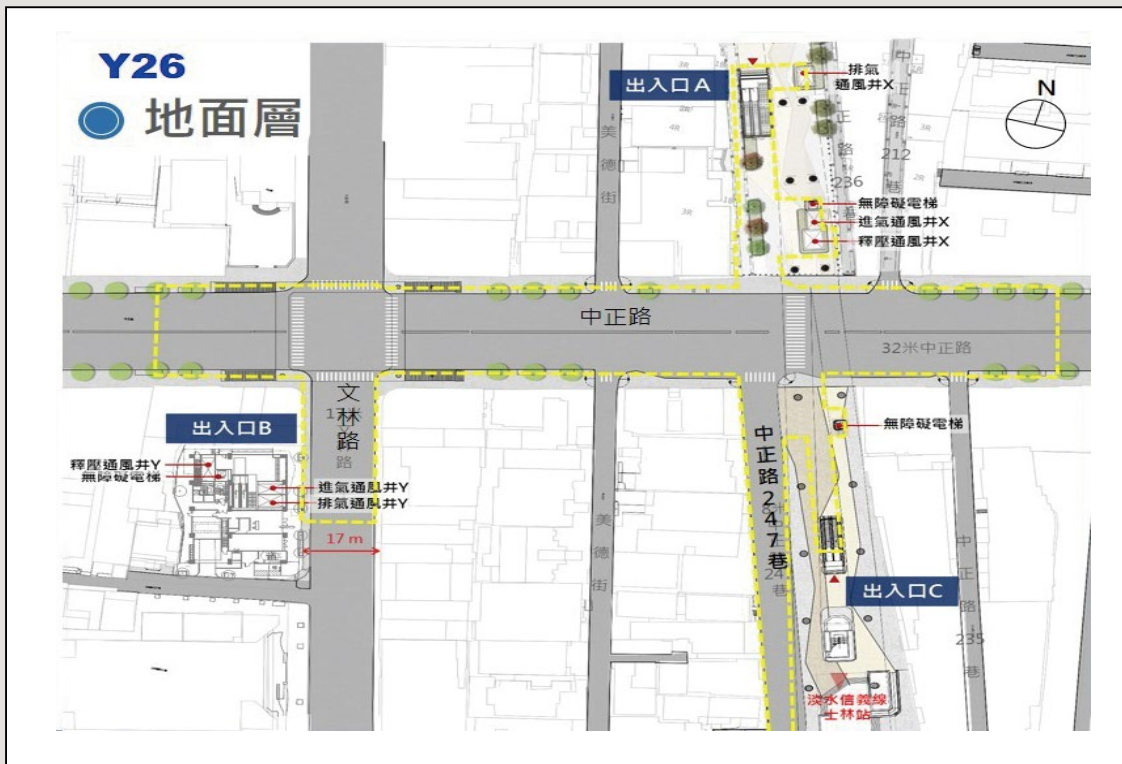


圖15 Y26站地面層配置圖



圖16 Y26站地面透視圖



圖17 Y26站穿堂層

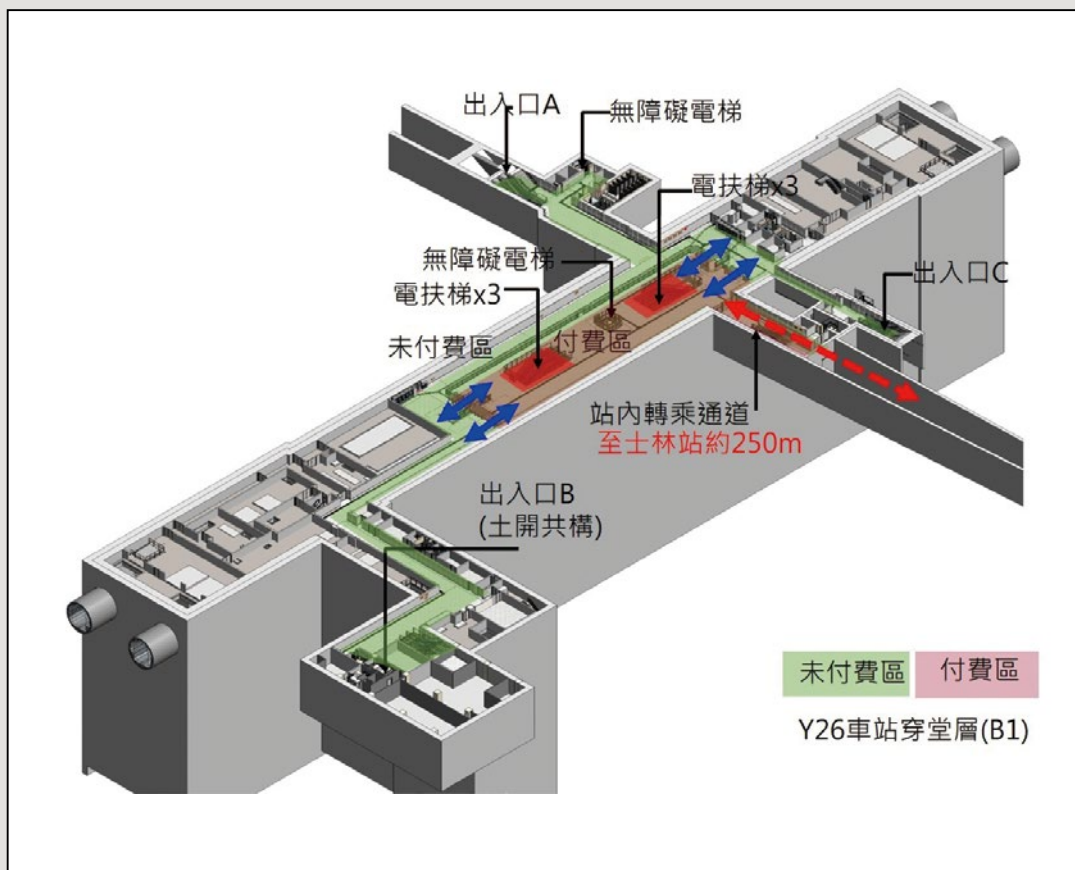
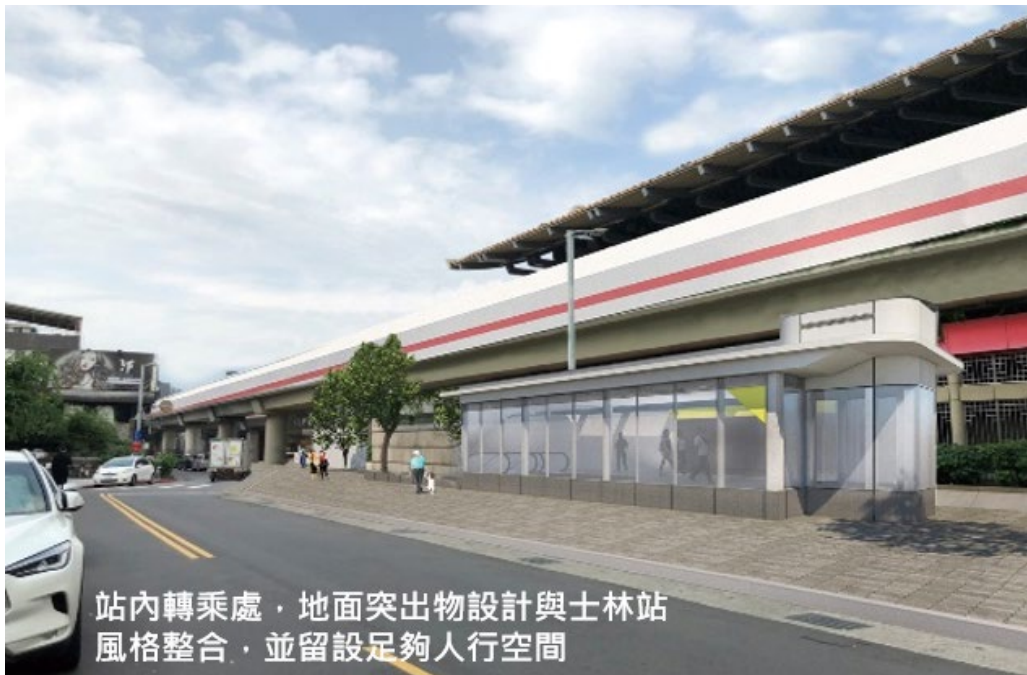
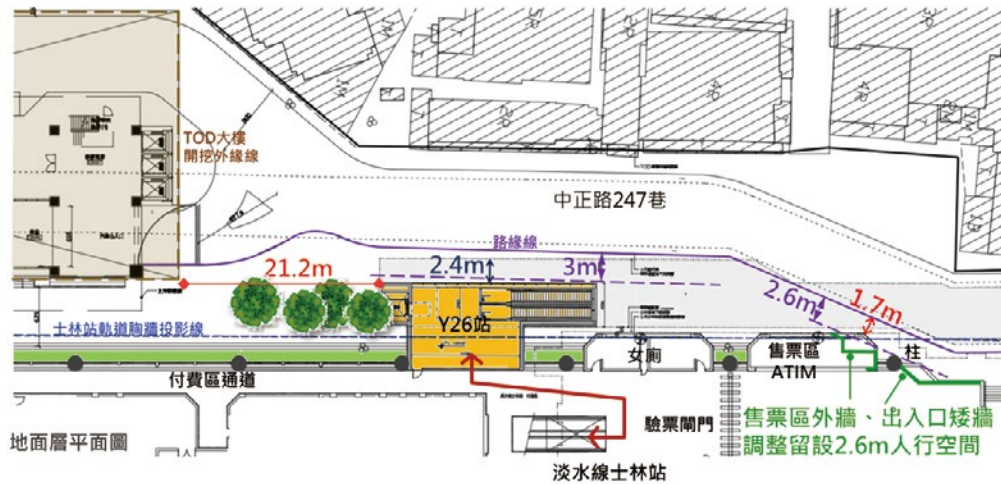


圖18 Y26站交會車站配置與轉乘動線



站內轉乘處，地面突出物設計與士林站風格整合，並留設足夠人行空間

圖19 Y26站與淡水線士林站站內轉乘設計

2. Y29站

Y29位於中山區40m寬的北安路下方，車站規模為地下三層疊式月台車站，因鄰近美麗華商圈，與文湖線相鄰，規劃與文湖線劍南路站站內轉乘。

延續既有站體建築語彙，延伸屋頂及樓板與新設轉乘電扶梯結合，創造空間設計通透，妥善融入舊站、不顯突兀，設計斜撐鋼柱，營造輕盈轉乘連接通道(圖20～23)。

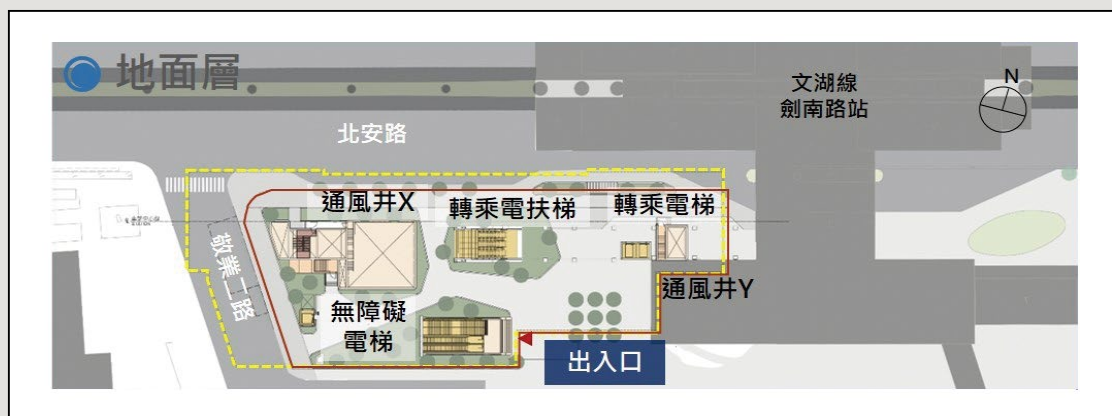


圖20 Y29站地面層配置圖



圖21 Y29站穿堂層

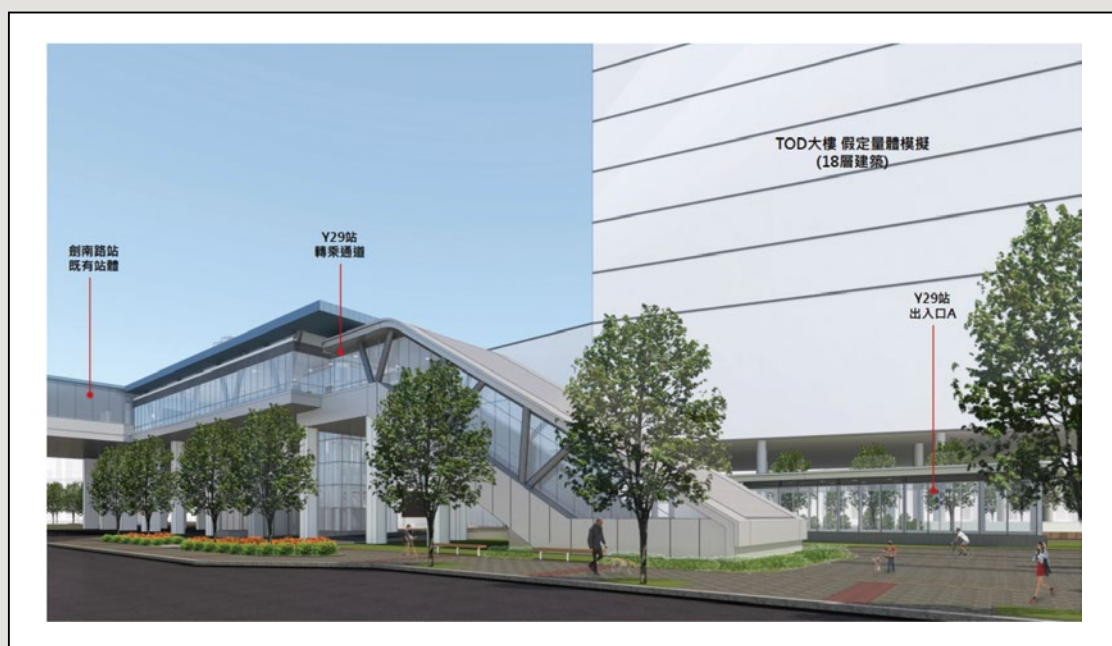


圖22 Y29站與文湖線劍南路站站內轉乘通道透視圖

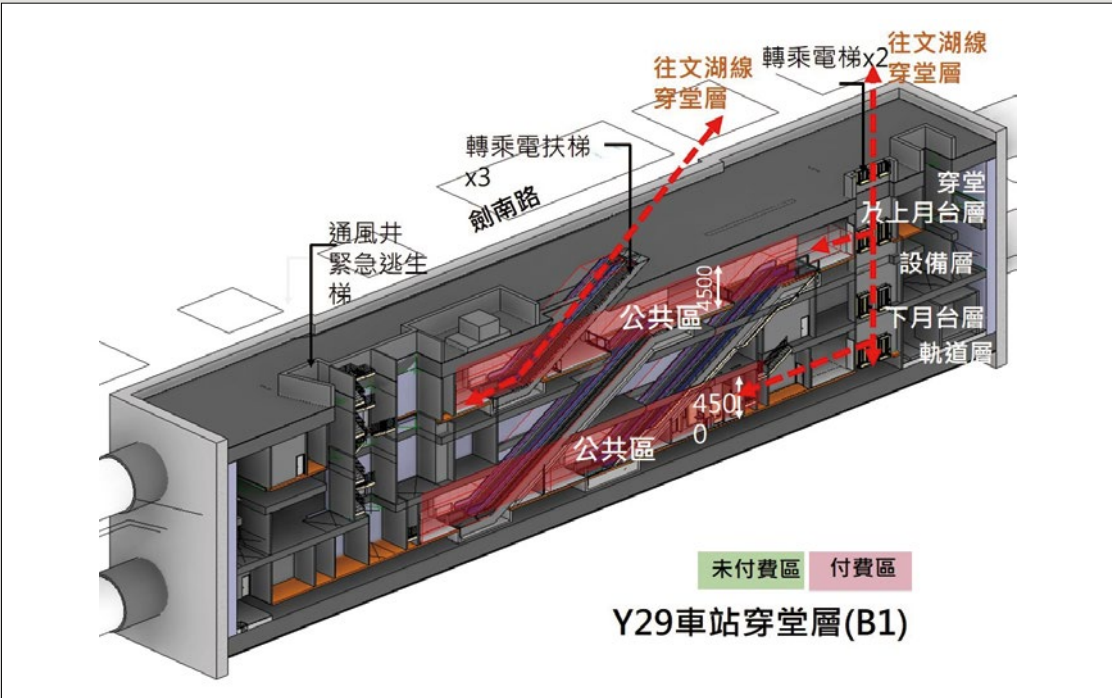


圖23 Y29站交會車站配置與轉乘動線

(二) 特色站-Y28站

Y28站為DF117標特色站，位於40米寬的至善路與故宮路口，故宮博物院西南側、至善天下左側基地。車站規模為地下二層島式月台車

站，設置3個出入口，並於地下穿堂層增設故宮連通道出入口，將人文藝術結合至捷運空間設計，延續人行動線並引導故宮方向，此連通道由故宮直接管理(圖24)。

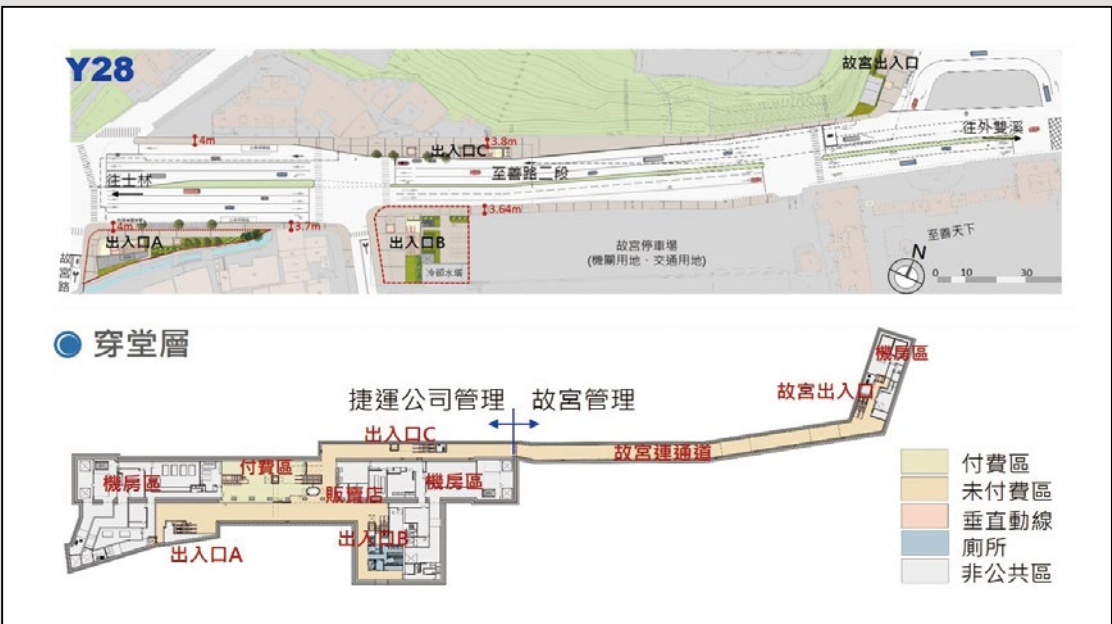


圖24 Y28站地面層配置圖

車站地面層皆採用地最小開發之原則,因此除了既有用地功能的復舊外,植栽設計的目的在於塑造各站出入口成為都市中的新亮點。以植栽顏色及形態對比作為突顯自明性之主要元素。設計以「走入山水」為題,以壁畫呈現畫軸及書捲,將牆面空間為故宮展廳的延伸。當旅客行走

在街道上時,出入口的深色牆面與內側從牆面延伸至天花的米白色印刷鋁板,在曲線的設計下如同柔軟的畫軸與畫卷,從地面延伸而出引導來往的旅客。天花延伸至地下的山水紋樣印刷鋁板,讓進入捷運站的旅客如同走入畫中的山巒,進而連結至故宮精彩的文物世界(圖25、圖26)。



圖25 Y28站地面出入口透視圖

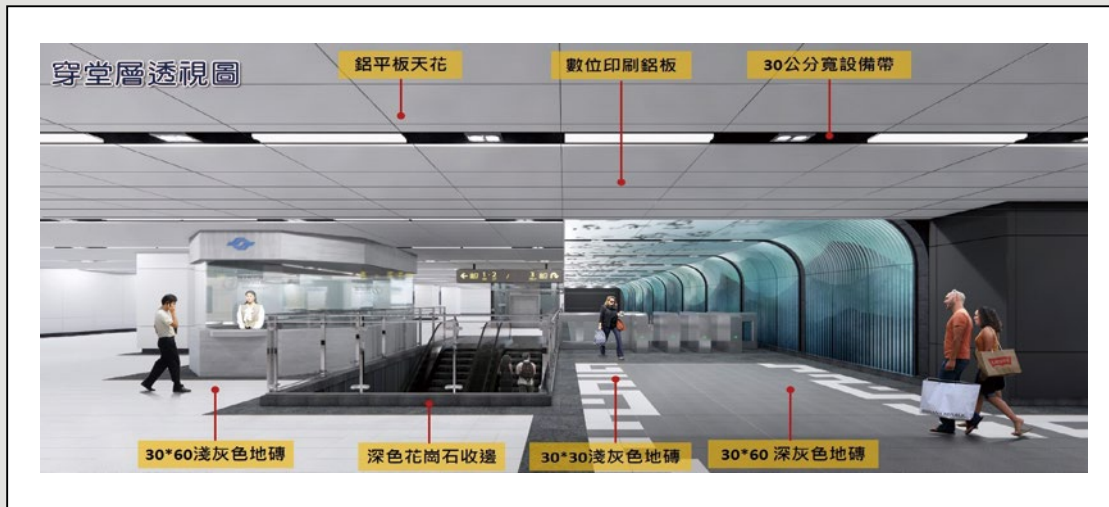


圖26 Y28站穿堂層-山水畫+饕餮紋

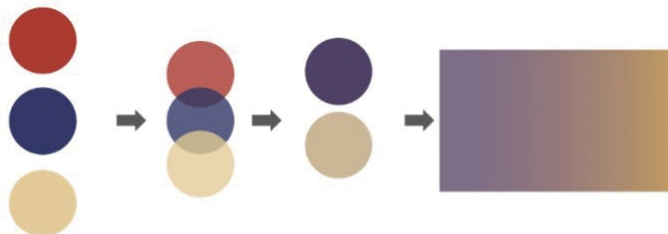
故宮地下連通道設計以「觀展經驗」出發，以故宮文物及從其萃取之色彩，以曲折壁面展示：當旅客進入故宮前，在通道內即進入中國文物精彩世界；離開時，漸變的色彩融入隧道的旅程，觀展經驗永留心中，逐漸回到塵

世。故宮出入口則以「防空洞」為設計理念，其內設置電梯/電扶梯，旅客藉此垂直動線直達坡頂之未來圖書文獻大樓(第二展區)，將參觀動線完好串聯(圖27、圖28)。



*資料來源：宗邁建築師事務所

圖27 故宮出入口設計



藝術品 → 自藝術品中萃取色彩 → 色彩融合 → 經轉化的色彩 → 漸變的色彩融入隧道的旅程並創造了朦朧的行走經驗

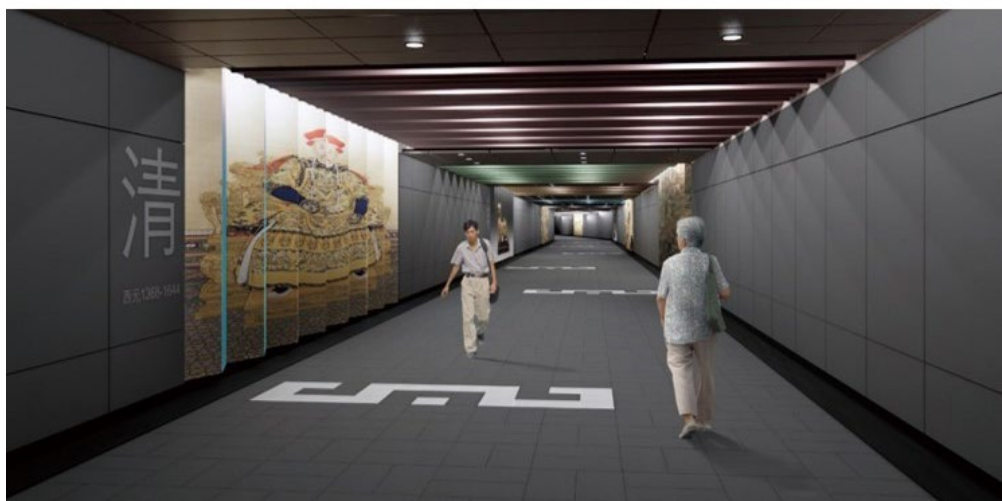


圖28 Y28站故宮地下連通道設計

三、交通與環境友善

大眾運輸的建設結合了交通優勢與地區城市的發展，不僅僅是考量捷運用地範圍內的車站建設，同時須將周邊街廓尺度納入規劃，並提出適度的調整，以最有效的友善大眾使用公共運輸載具。

(一) 人行交通動線

人行空間延續性應依基地整體規劃。以Y28站為例，原街廓不整齊與人行道狹窄問題，產

生人行道不延續與不易行走，在安全考量與跨局整合溝通下，透過捷運車站出入口的退縮與周邊道路整合，將人行通道從車站本體延伸至周邊重要景點，以優化道路通行(圖29)。

(二) 環境友善

在基地條件許可的情況下，出入口平台應以無障礙緩坡等友善環境規劃，以服務不同的使用者。以Y29站為例，為避免積水倒灌，入口平台抬高60公分，改以緩坡順接(圖30)。



圖29 人行空間延續規劃(Y28站為例)



圖30 人行空間延續規劃(Y29站為例)

(三) 景觀植栽融合

在考量結構安全性、營運維護可行性下，以景觀綠植栽規劃站體周邊空間。以Y28為例，以淡彩留白的方式呈現，以柳樹及保留黑松為

背景，點綴梅、蘭、茶、荷等傳統意象作為主要植栽規劃，以配合故宮人文與環境山水意象(圖31)；以Y29站為例，利用景觀設施串聯TOD大樓，整合捷運用地範圍內的空間使用(圖32)。

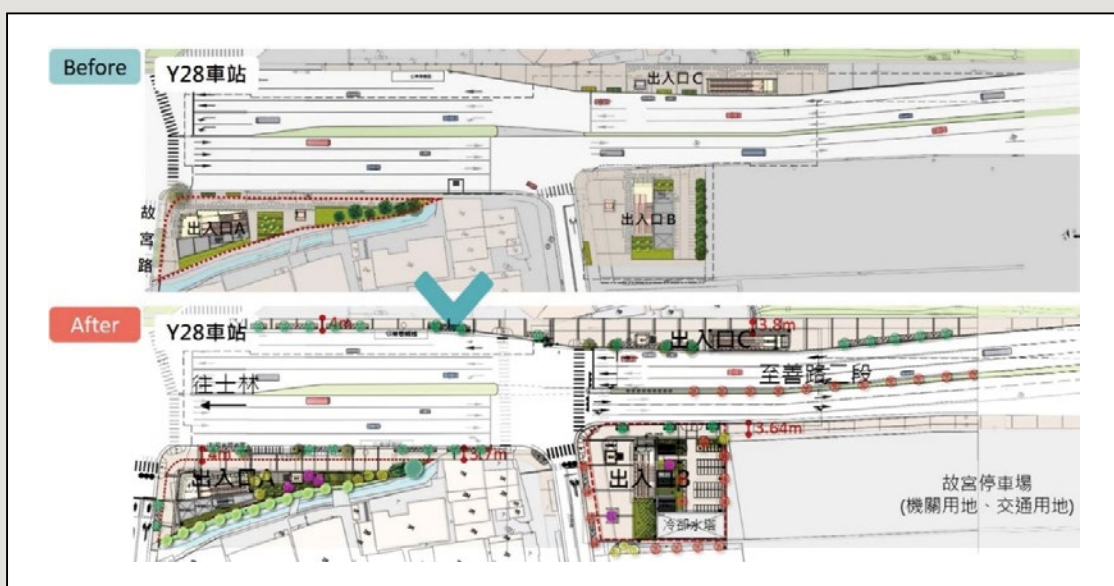


圖31 Y28站景觀植栽規劃

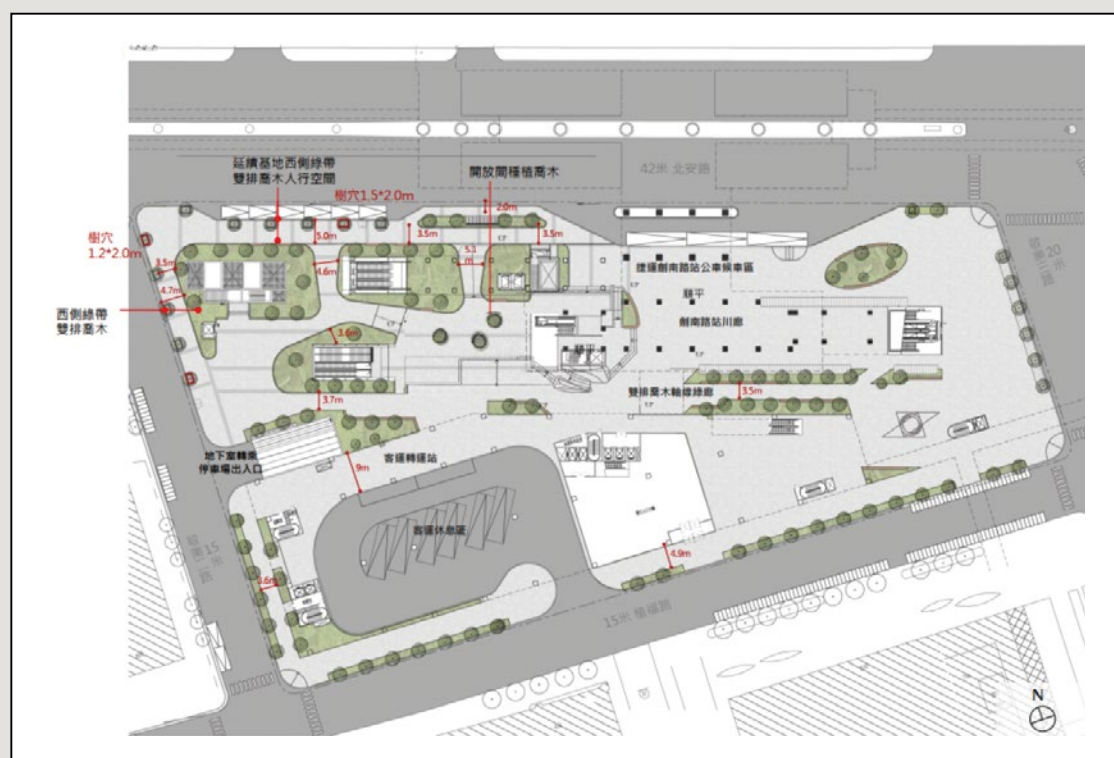


圖32 Y29站景觀植栽規劃

結論

臺北捷運橫跨雙北地區，路線多條且完整，便捷、舒適、準時、省時的特性，使其成為雙北民眾生活上不可或缺的交通工具，同時也創造都會新風貌，使捷運不只是捷運，在現有路網的立基下，延續都市發展脈絡，與基地周邊環境連結，推動大眾運輸系統以服務更多民眾。

捷運路網的推動過程中，將與地區未來之發展結合，考量交通串聯與都市環境，從整體捷運站設計規劃，包含地面層景觀與空間配置、穿堂層的空間流動性與月台層的運輸功能性，皆需完整仔細的全盤考量，本文將DF117標中依據其功能、特點研析不同捷運站體之規劃特色。以Y26、Y29站為例，捷運交會站其特色在於站體間的轉乘銜接，利用空間通透性與人行動線的規劃，重整都市紋理，在匯流的人群

中引導方向性，以延續捷運車站與都市環境間的連貫性；以Y28站為例，捷運特色站以基地周邊的人文藝術特色作為設計發想，因此在捷運通用設計的原則下，除了延續統一的視覺美感外，更與周邊環境結合，藉由基地在地特色作為設計元素之一，在友善環境下，更加契合都市紋理的風貌以建構捷運車站。

捷運站體的建設是城市緩步成長的過程，在交通愈趨便利的時代裡，捷運設計不僅僅提供功能性，同時在捷運設計美學下，代謝都市整體景觀，與周邊環境、人文、歷史相互融合。



捷運三鶯線電聯車 車間走道跨接電纜 配置查驗工作

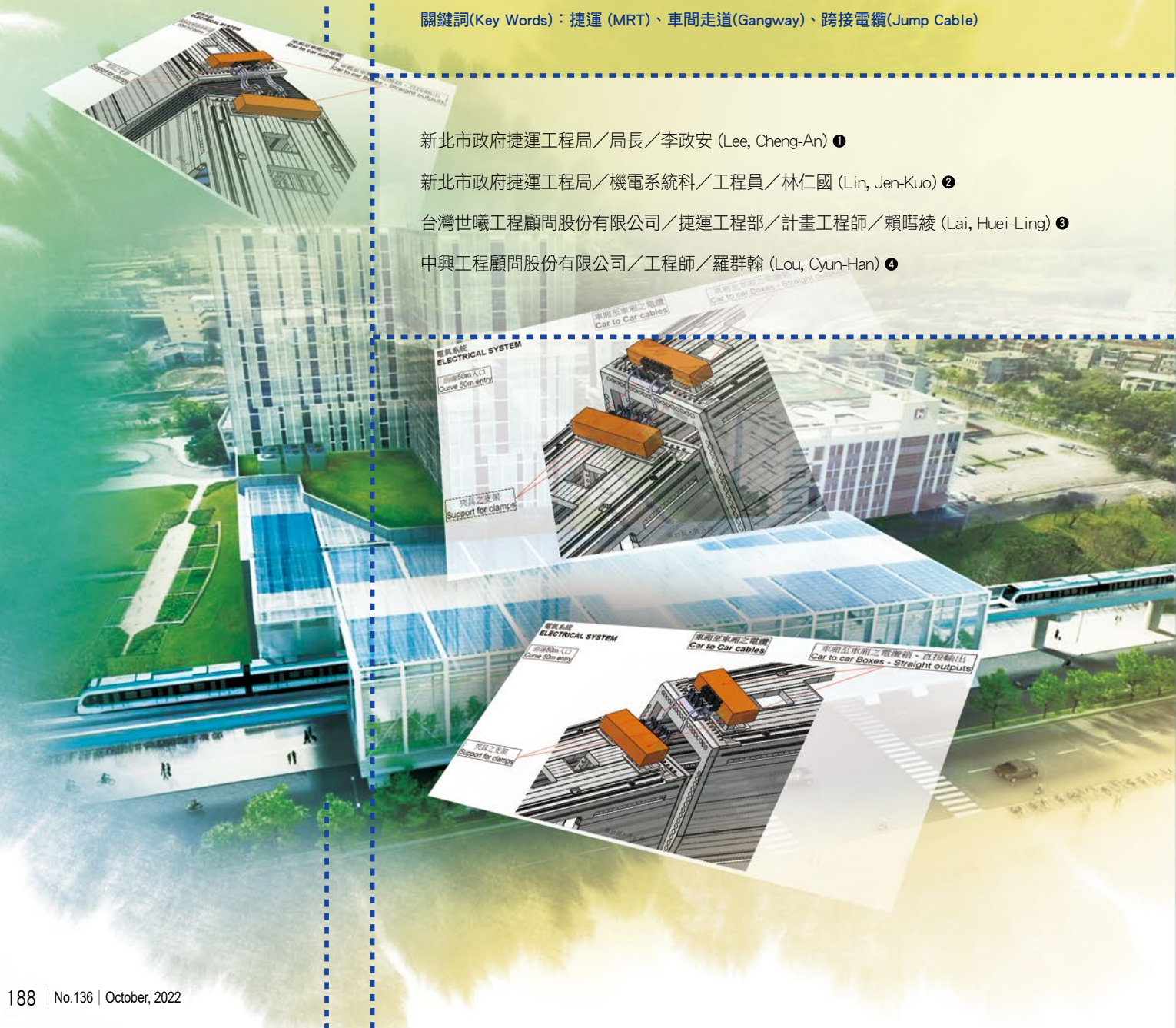
關鍵詞(Key Words)：捷運 (MRT)、車間走道(Gangway)、跨接電纜(Jump Cable)

新北市政府捷運工程局／局長／李政安 (Lee, Cheng-An) ①

新北市政府捷運工程局／機電系統科／工程員／林仁國 (Lin, Jen-Kuo) ②

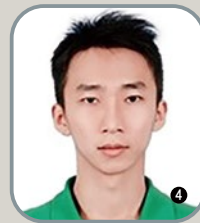
台灣世曦工程顧問股份有限公司／捷運工程部／計畫工程師／賴曙綾 (Lai, Hwei-Ling) ③

中興工程顧問股份有限公司／工程師／羅群翰 (Lou, Cyun-Han) ④



摘要

本文以環狀線車間跨接電纜破損案例為鑑，反饋三鶯線捷運工程電聯車細部設計成果，全面檢核車間電纜設計佈設方式、固定及保護裝置與接頭之防水等級，並確保設計規格滿足需求。更進一步考量後續量產安裝工作，精進監造查驗工作，量化其查驗標準，確保安裝品質無虞。



Design review and inspection of Metro Sanying Line rolling stock gangway jump cable

Abstract

The jump cable between two car in the Taipei Circle Line was damaged during operation, this paper take this as a warning and a full scale investigation of Metro San-Ying Line detail design including cable specification, installation, protection and IP level of connector to ensure the design meets original and application requirements. Furthermore, take the mass production into account to improve the supervision and quantify the inspection criteria during installation work to ensure quality of the cable installation.

3

專題報導

壹、前言

台北市環狀線第一階段路線包含多處小轉彎半徑，於台北捷運公司檢修時，曾在車廂間跨接電纜位置發現其中一條電纜線卡在纜線支架底板，而且發現電纜線浪管破損及電纜線接頭內插座退縮問題，拆開接頭檢查已有電線與接頭端子分開現象。由於電纜受損導致匯流排訊號斷訊，電聯車控制系統無法與車載設備建立溝通，進而出現多重故障警訊，包含了推進故障、車載控制設備故障、脫軌偵測等。

由於三鶯線線形條件亦包含諸多小轉彎半徑，易造成車廂間跨接電纜偏擺波幅較大，且電聯車均由相同車輛廠商設計，實有反思設計成果有無精進空間，故就設計、安裝、測試與營運等多重面向進行檢討，全面檢視三鶯線車間走道車頂電纜配置，並彙整監造針對電纜安裝之查驗工作說明，以確保符合三鶯線需求，並避免發生類似事件。本文目的即是分享上述檢核結果精進查驗作為。

貳、捷運電纜配置相關鐵路標準及設計準則

一、電聯車車間電纜概述及三鶯線契約規範

電聯車車間跨接電纜配置於車廂與車廂間，聯結車廂間之高壓、中壓及低壓電，傳遞車廂間之電力供應及控制訊號，發生緊急狀況時亦可作為車廂間供電系統互相備援之通道。另因跨接電纜配置於車外，環境條件相對較為嚴苛，故電纜皆使用可撓性並具有防塵防水能力。

設計上需考量關鍵重點包含電纜長度及移動性分析、電纜固定及保護裝置與防水等級，分項說明如下：

(一) 電纜長度及移動性分析：車間跨接電纜設計，應能應付在專案各種最不利條件下，順利行駛於正線與機廠內，需綜合考量電聯車尺寸與路線條件決定跨接電纜所需長度，且佈設方式需考量不會造成電纜彼此磨擦。

(二) 電纜固定及保護裝置：車間電纜於列車行駛時受列車轉彎及振動影響，並可能造成拉扯及磨擦，電纜應有適當固定及保護裝置。

(三) 防水等級：車外之電纜接頭處在暴露環境下，應考量環境影響，需具有防水能力。

捷運三鶯線電聯車電纜設計規範，除前開重點，另考量該路線電聯車需求，參考交通部「捷運軌道車輛技術標準規範—高運量鋼軌車輛規劃基準」及國內各捷運系統電聯車規範條文與精神，如臺北捷運、機場捷運等。節錄捷運三鶯線規範，針對電纜設計功能需求如下：

(一) 為避免纜線損傷(如光纖及電線電纜管線)，造成訊號衰減，施工拉線轉折、轉彎角度等工法，需提送業主核准。

(二) 電線(纜)裝配應以適當固定裝置縛緊。電線(纜)佈設若有磨擦破損之虞，應加裝保護裝置。

(三) 所有車外之電線(纜)接頭處(含車與車間以及車頂與車底間等)均應以防水裝置保護，其應達IEC 60529規定之防水等級至少IP 56以上。

二、國際標準/區域標準/CNS

電纜佈設相關設計標準：

EN 50343 Railway applications - Rolling stock - Rules for installation of cabling 律定電

纜材料應經型式測試驗證並應依據使用環境及功能選擇適當地尺寸及安裝工法。根據該標準8.1章節，電聯車電線完成安裝後，應依據EN 50215章節8.2.2.2及8.2.2.3進行測試，以驗證轉向架和車間軟管及電纜的適當長度，該測試可於測試台上進行靜態測試，也可以於動態測試期間進行。

EN 50215 Railway application - Rolling stock - Test methods for rolling stock after completion and before entry into service 律定電聯車於營運前應執行之測試方法。

IEC 61133 Railway applications - Rolling stock - Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service 律定電聯車於營運前應執行之測試方法。

參、捷運三鶯線車間走道電纜配置設計檢核

一、三鶯線電聯車暨車間走道跨接電纜配置設計概述

三鶯線電聯車係由株式會社日立製作所 (Hitachi Consortium) 承攬，列車長度約35公尺，由兩節車廂構成，可載運330人，每列車在同側配置有6具滑門，設備主要放置在地板下方及車內專用設備櫃，僅有空調模組(每車廂2組)和煞車電阻裝於車頂，列車最大營運時速為70公里，最大設計時速為80公里。係以無人駕駛中運量捷運通訊式列車控制系統為基礎，能夠雙向全自動行駛，並設有手動駕駛操作台，以供在緊急狀況下手動駕駛。

三鶯線車廂間跨接電纜採集中配置方式，由車間走道上方中央處直接連接，以俯視角度呈現一字形(如圖1、圖2及圖3)，該設計適合通行於小轉彎半徑路線，將跨接電纜集中配置於車輛中間，可有效降低車輛過彎時受制於內外側電纜承受擠壓與拉扯問題。

而環狀線車廂間跨接電纜，係平分為兩組，搭配導引金屬板由左右兩側跨接，以俯視角度呈現橢圓形狀，由於電纜鄰近導引金屬板，可能會因列車振動及轉彎過程緣故，使蛇管振動而卡住造成破損情形(如圖4)。

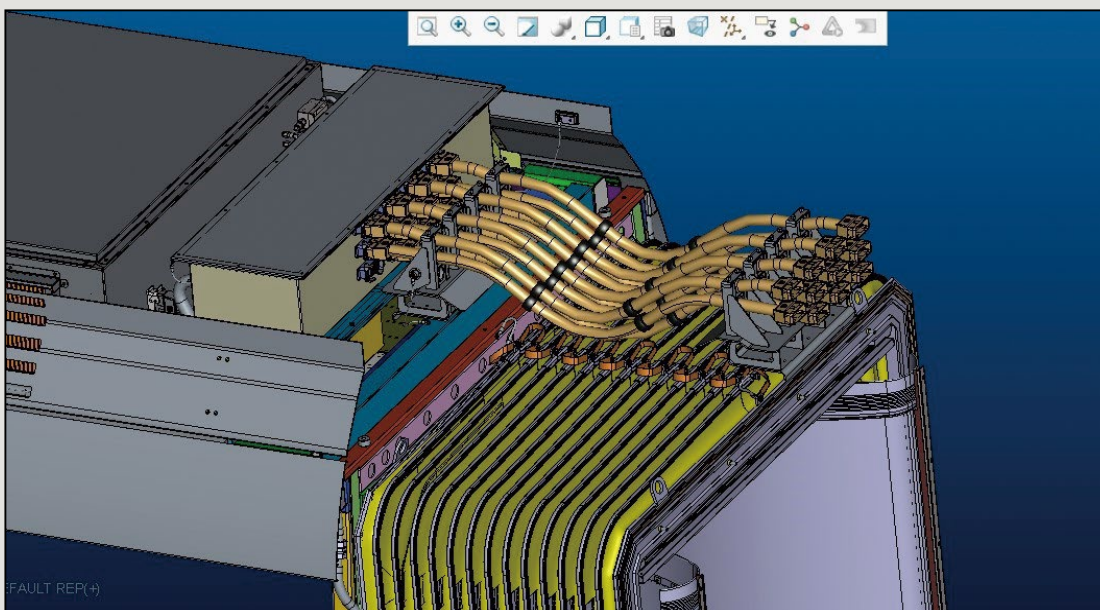


圖1 三鶯線車間跨接電纜配置剖面圖

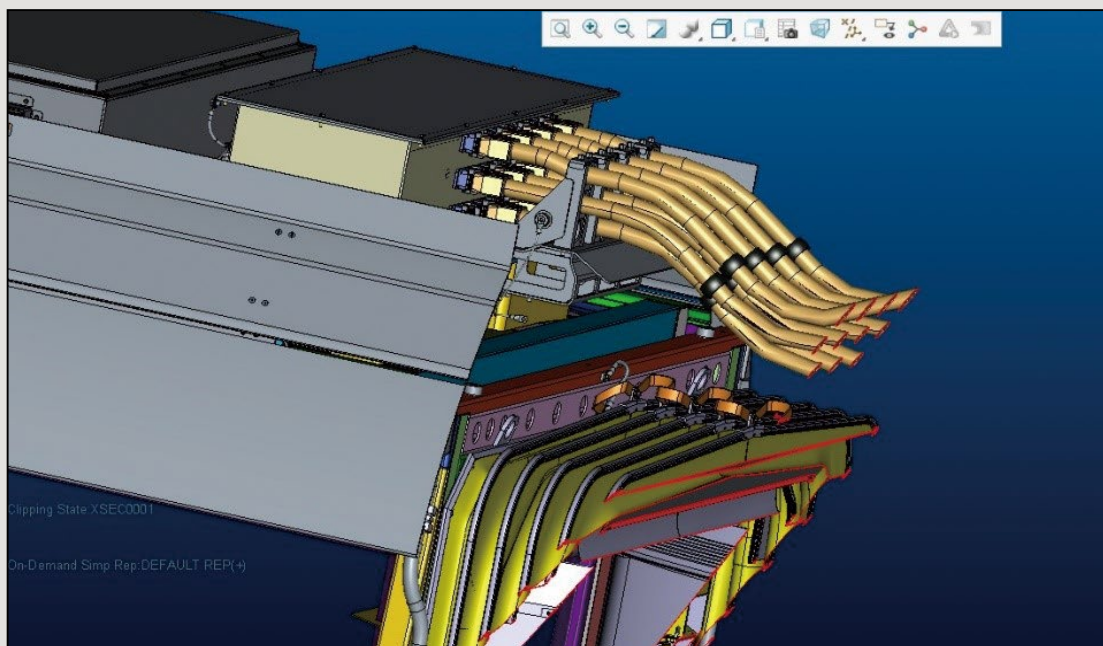


圖2 三鶯線車間跨接電纜中段剖面圖

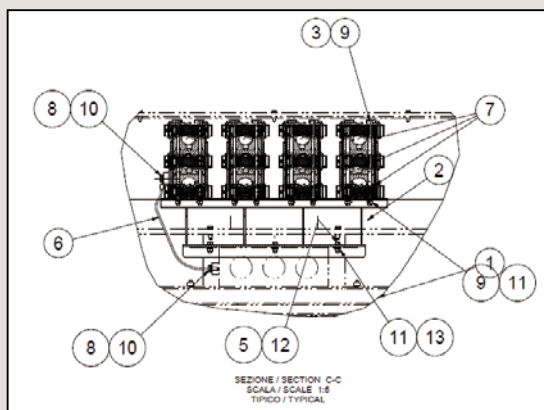


圖3 三鶯線車端接線箱端子點位配置圖



圖4 環狀線車間跨接電纜配置

二、電纜佈設移動性分析

車間跨接電纜線於行駛之動態過程中，當車輛經常行經小轉彎路段時，容易因搖晃、振動、拉扯擠壓或其他各種因素，使電纜與其周遭物件增加接觸機率，因此，避免互相干涉係克服電纜拉扯及浪管受損問題之關鍵課題。

三鶯線線形多有小轉彎半徑，於設計時將此情形納入考量，於車間跨接電纜處均設有支

架限制電纜擺動幅度，並適度考量導板及導角設計，降低電纜及電纜線浪管磨擦破損問題，且因考量車輛行駛於不同路線條件，保留電纜因應過彎及縱曲線變化所產生不同長度需求之彈性，而非僅以端子間最短距離設計電纜長度。

然因電纜具有一定的柔軟度，在無拘束條件控制運動路徑時，具有最高活動自由度，亦即當列車靜止時，電纜因受到重力而自然垂落

(如圖5)；而當車輛移動時，電纜將隨著車輛加減速、振動及重力等不同受力條件隨機擺動。因此，為避免發生電纜干涉與磨損情形，於設計時應特別探討電纜在各種極端位置條件下，有無遭鄰近支架、線槽或構造物勾扯之可能性。

確認設計可符合三鶯線路線之轉彎需求。

雖經檢核，可初步判定設計成果能滿足使用需求，然僅限於書面確認工作，相關模擬情境仍依循人為輸入之假設條件所呈現之成果，尚須透過實體測試驗證，確認不同擺動情境與

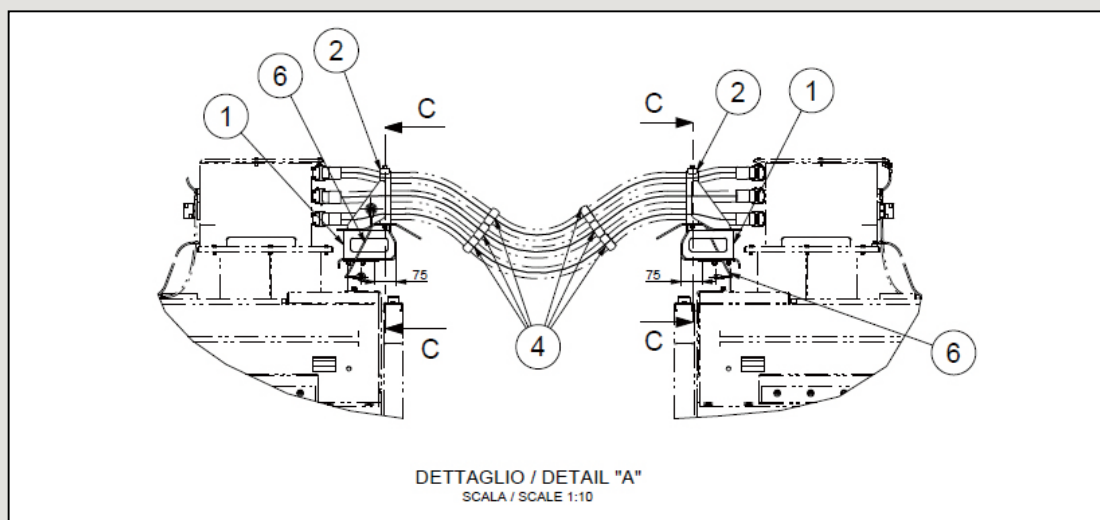


圖5 三鶯線車間跨接電纜側視圖

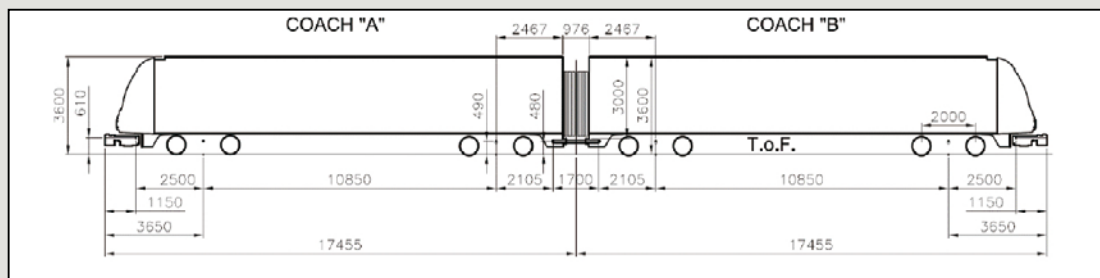


圖6 列車尺寸標示圖面

三鶯線電聯車車間標稱距離為976mm(如圖6)，於機廠線和主線上於50m完整曲線軌道最嚴苛條件下(如圖7)，車體間最大距離為1382mm，電纜接頭最大距離為1639mm，故電纜長度設計為1.7m(如圖8)，符合車間電纜移動性需求，避免電纜長度不足造成拉扯情形。

另依據三鶯線線形條件進行模擬，確認電纜在各種情境之移動性，包含正常位置、100m曲線軌道/逆曲線軌道、50m完整曲線軌道及曲線50m入口(如圖9至圖13)，經以上分析檢核，

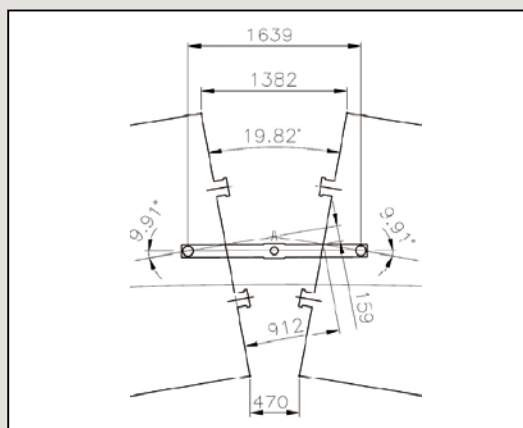


圖7 車廂間偏擺極限尺寸圖

FASCIO Bundle	BT_CA_J006	Lunghezza mt. Length mt.	1,70	Partenza Start	CTP05-A	Arrivo End	CTP05-B
------------------	------------	-----------------------------	------	-------------------	---------	---------------	---------

圖 8 低壓跳線料件清單內標示電纜長度



圖9 列車於不同路線條件之電纜活動性模擬

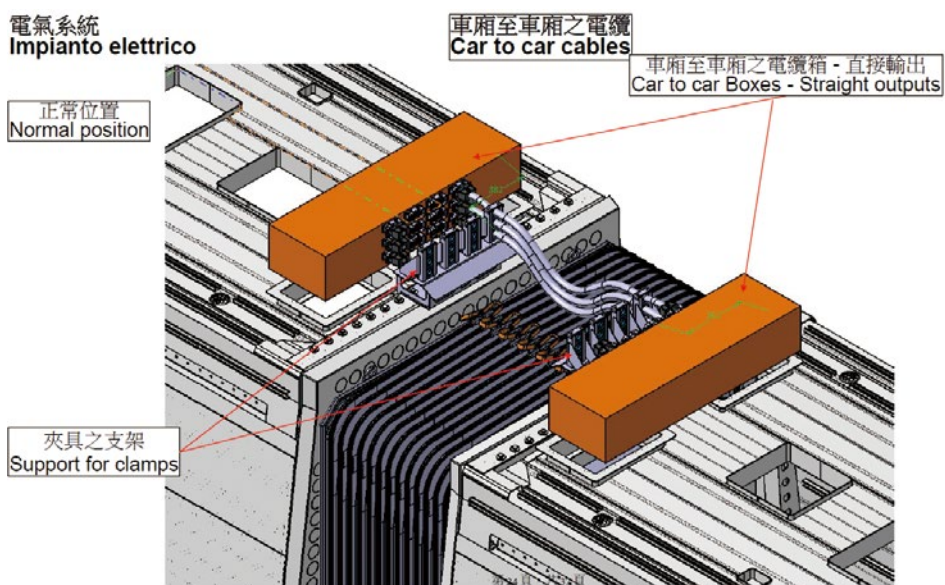


圖10 列車於正常位置之電纜活動性模擬

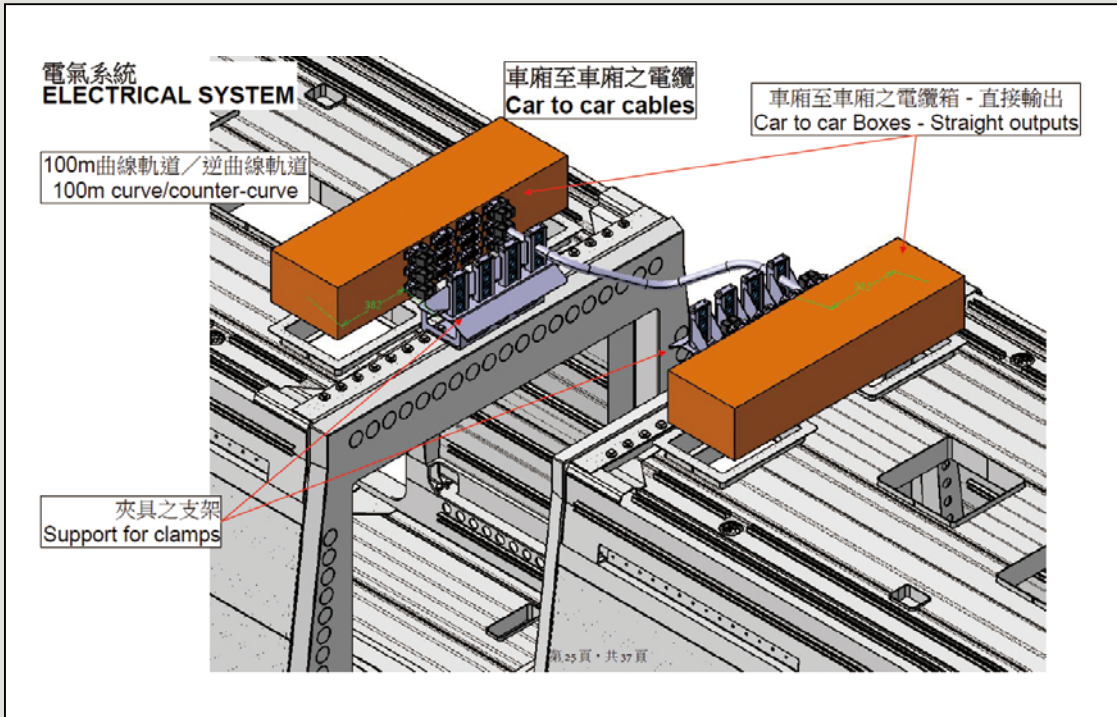


圖11 列車於100m曲線軌道/逆曲線軌道之電纜活動性模擬

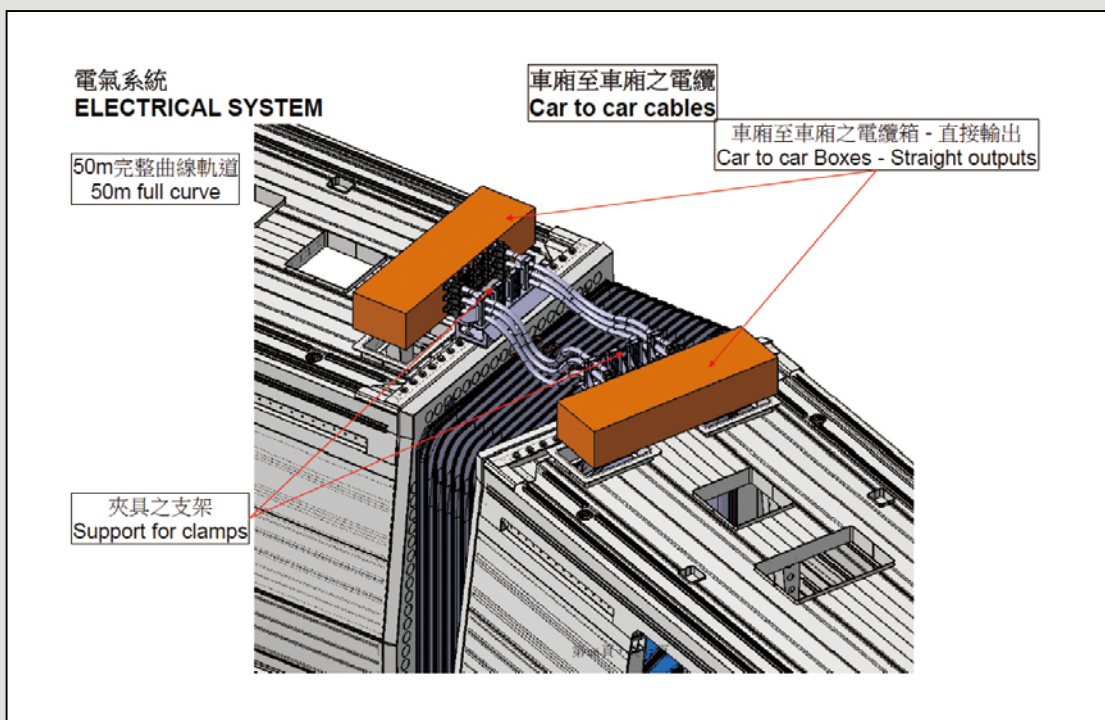


圖12 列車於50m完整曲線軌道之電纜活動性模擬

電氣系統 ELECTRICAL SYSTEM

曲線50m入口
Curve 50m entry

車廂至車廂之電纜
Car to Car cables

車廂至車廂之電纜箱 - 直接輸出
Car to car Boxes - Straight outputs

夾具之支架
Support for clamps

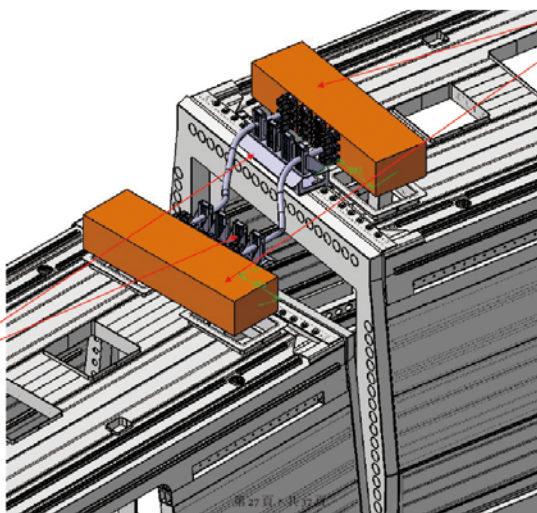


圖13 列車於曲線50m入口之電纜活動性模擬

極端條件，讓設計檢核作業較為全面，故依據 EN50215/IEC 61133規定，實際測試驗證電纜移動性需求。後續測試結果若仍有電纜勾扯或磨損疑慮，將依契約規定要求加裝保護裝置。

三、車外電纜設計其他注意事項

三鶯線車間走道電纜位於車外，對於雨水、砂塵等防護條件須特別注意，電纜接頭皆採用防水等級為IP66，符合契約要求至少IP56之規定。

肆、製造、施工、安裝階段之查驗工作

為有效控管車間走道上電纜安裝及佈線品質，監造單位將透過每日巡檢方式把關電聯車組裝品質，並依據「三鶯線捷運系統計畫監造

顧問委託技術服務案契約書」規定，監造單位所需之抽(檢)驗頻率以統包廠商按規定應送抽(檢)驗項目10%為原則，其中跨接電纜之長度、組裝介面及電氣性質已列為檢核重點。

車輛廠商係採購接頭與電纜完成組裝之跨接電纜成品，於材料到貨後，將先由車輛廠商進行驗貨自主檢查，合格後向監造工程師提送出廠合格證明及原材料材質證明，依據廠商之設計文件，電纜長度應為1.7公尺，監造單位將會抽驗量測電纜長度，以確保符合設計需求。

另依據三鶯線電聯車生產和檢驗流程，於車底盤／車內／車頂配線（高壓、中壓、低壓）施作完成後，檢驗車間走道上電纜安裝及佈線品質。依據安裝圖說，電纜固定架螺栓鎖固扭力值為31Nm，監造單位將於轉向架與車廂連接後，針對車間走道上電纜固定架螺栓鎖固及組裝品質進行抽查。

三鶯線電聯車全部列車需於出廠前完成電路連續性測試，測試項目包含車間跳線之功能測試，以檢驗連接車廂A到車廂B的高壓、中壓及低壓車間跳線電纜皆有導通並正常運作。

結論

經環狀線案例分析，車廂間跨接電纜勾扯及磨損為本次事件主因，透過細部設計文件，尺寸、規格、2D圖面及軟體模擬分析等送審文件再次檢核，初步確認可避免發生類似事件，嗣後再依據案例回饋，於實際測試驗證時，特別檢核電纜各式擺動情境與極端條件，藉由加裝保護裝置之幾何限制方式強化，可完全避免相關風險。

本份報告除檢討事件肇因改善與精進手段，更針對其他應注意事項，包含端子防水性、電纜電氣性質及安裝品管制度等進行全面性考量，確保三鶯線車間走道車頂電纜配置之設計成果，從技術面及制度面，在設計、施工安裝及測試各階段落實。

參考文獻

1. 交通部頒布(102年11月)捷運軌道車輛技術標準規範—高運量鋼軌車輛規劃基準
2. 新北市政府捷運工程局(105年) 捷運三鶯線業主需求書(二)
3. 新北市政府捷運工程局 三鶯線捷運系統計畫監造顧問委託技術服務案契約書
4. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-TS-ERS-0058電聯車-期中-電氣系統說明
5. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-TS-ERS-0052_車間走道技術說明
6. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-PLN-ERS-0002_車輛系統品質管理計畫
7. 日立軌道交通號誌系統(股)有限公司/榮工工程股份有限公司/株式會社日立製作所共同承攬SYL-TK01-PRO-ERS-0168_電路連續性測試程序

臺日智慧運輸領域合作之案例研析—以交通行動服務為例

關鍵詞(Key Words)：交通行動服務(MaaS, Mobility as a Service)

交通部運輸研究所／運輸資訊組／副研究員／王瑋瑤 (Wang, Wei-Yao) ①

交通部運輸研究所／運輸資訊組／組長／吳東凌 (Wu, Tung-Ling) ②



摘要

交通行動服務（MaaS）發展日趨成熟，且各國亦開始積極發展整合多元運具、多元生活服務，並提供使用者一條龍式的服務及創新的交通環境。為有效將MaaS之發展模式與執行成果行銷至世界各國，透過參與國際組織、參加國際活動、辦理國際論壇等機會，邀請其他國家一起參與討論，並期能透過本計畫所蒐集的資料，探討深化參與國際活動之可行性策略。



Discussion on collaboration in ITS field between Taiwan and Japan - A Case Study on Mobility as a Service (MaaS)

Abstract

As the concept of Mobility as a Service (MaaS) has become more mature and popular, more countries would like to develop this service by using integrated modes and platforms with a “one-stop service”. To create a brand new traffic environment and share in the development and implementation of MaaS experiences to other countries, the study is expected to improve and deepen participation of international affairs with regard to the Taiwan ITS field between Taiwan and Japan by this pilot case.

壹、前言

智慧運輸發展與應用已成為各國科技發展不可忽略項目之一，如何應用科技並有效將資訊整合串聯，創造永續智慧交通環境，是備受期待的重要課題。其中，智慧運輸領域內交通行動服務（MaaS）的發展日趨成熟，且各國亦開始積極整合多元運具、多元生活服務，並透過一條龍式的服務，提供使用者創新的交通環境。

高雄市與交通部運輸研究所合作的MeN Go計畫自2018年9月正式上線推動以來，會員數達5.6萬餘人、銷售套票達28萬套、使用次數1,617萬次（111年8月30日統計數據），其服務廣受好評。鑒於是亞洲第一個推動交通行動服務（MaaS）的城市，高雄市政府交通局也曾赴ITS智慧運輸大會及在APEC運輸工作小組會議分享經驗，今（2022）年並榮獲 APEC ESCI 2022智慧運輸類別銀牌殊榮，並吸引許多國外城市的關注，且有眾多國內外城市前來考察取經，如：日本岡山縣、沖繩縣、熊本大學、名古屋大學

等訪問團，且吸引多個外國單位簽署合作備忘錄（MOU），未來樂見進一步增進臺灣與日本合作推動MaaS交通創新服務，並為後疫情時代雙方觀光旅行開啟嶄新的扉頁。

貳、我國交通行動服務推動成效

高雄MeN Go服務迄今改變了許多使用者的運具選擇行為，吸引私人運具使用者移轉使用公共運輸，創造民眾、運輸業者及政府間的三贏、兼具節能減碳效益等，相關成效簡述如下：

一、會員及使用人數持續成長

截至2022年8月30日，會員人數超過5.6萬人，累計販售月票超過28萬套，累計使用人次超過1,617萬人次。

近兩年來因新冠肺炎疫情導致公共運輸使用量下降，高雄市政府推出「愛的迫降」票價降價（相關優惠票價如圖1）及其他優惠加碼等

30 Days Unlimited Service			Special Discount	
 +  + 				
All Unlimited (4 times free ferry-taking)			Ferry Unlimited	
NT\$1250			NT\$1800	NT\$1400
Adult			Adult	Student
NT\$1099				
Student				
600 bonus points				
			City Bus Unlimited	
			NT\$479	
			NT\$199	
			Adult	
			Student	
				
			All Bus Unlimited	
			NT\$1260	
			NT\$1050	
			Adult	
			Student	
7 Days Unlimited Service				
All Unlimited			 +  + 	
Student Only				
NT\$333				

資料來源：團隊自行繪製

圖1 因應疫情MeN Go月票服務方案調整

優惠活動，鼓勵公共運輸之使用。在良好的MeN Go服務及政府部門的優惠措施之下，即便受新冠肺炎之影響，MeN Go會員仍有一定的使用量，尤其是在優惠加碼階段，使用量更甚超越了未受新冠肺炎影響之時段。

二、吸引私人運具使用者移轉使用公共運輸

根據2020年2月調查分析結果，顯示有31.84%使用者係來自私人運具移轉，且於COVID-19疫情期間月票銷售量仍持續成長。此外本計畫亦針對使用者進行MeN Go認同度調查，透過問卷調查可發現，(1) 97%使用者認同使用MeN Go可以減少碳排放，進而提升空氣品質、(2) 94%的使用者認同使用MeN Go可以降低道路上的事故風險、(3) 96%的使用者認同使用MeN Go可以提升自身的交通安全。此外，多數使用者選擇使用MeN Go的理由包含可節省交通費用、無限次使用公共運輸、為節能減碳盡一份心力等。

三、創造民眾、運輸業者及政府間的三贏

推動MeN Go服務的效益包含提升公共運輸使用量、增加業者的收入、減少民眾的交通支出、減少能源消耗及空汙、降低交通事故風險等。經本計畫分析，相關執行效益量化如表1：

表1 MeN Go執行效益改善表

利害關係人	效益說明 (單位：新臺幣)		
民眾	● 通勤族群	交通成本降低368元/月/人	
	● 通學族群	交通成本降低568元/月/人	
運輸業者	● 提升人數	18萬人次/月	
	● 提升營收	捷運	1,227,000元/月
		公車	15,000元/月
政府	● 提升公共運輸使用量 ● 降低道路擁擠 ● 降低了能源損耗、空氣汙染 ● 降低民眾道路事故風險		

四、減碳效益

目前MeN Go以提供通勤及通學族群的月票及觀光旅遊族群的時數型套票為主，以下分別就此兩類服務套票進行節能減碳效益說明，相關計算公式為依據使用人使用公共運輸及使用私有運具之碳排差異進行換算。依目前IEA全球能源報告指出：自行開車之平均碳排量約0.11公斤/人/公里，且依據交通部運輸研究所報告指出高雄市平均旅次長度為1.94公里，以下即依上述數據進行碳排節省效益計算。

■ 月票方案節能減碳效益評估

目前平均月票使用人數為8,000人/月，每人每日平均2個旅次，每日減少碳排計算公式如下： $0.11 \times 8000 \times 2 \times 1.94 = 3,414.4$ 公斤/日
透過此換算成全年度則可節省 $3,414.4 \times 365 = 1,246,256$ 公斤/年的碳排放量。

■ 時數型票卡節能減碳效益評估

以2022高雄地區舉辦燈節活動為例（2022年2月15日至2月28日），高雄市政府以MeN Go時數票之推動，進行交通疏運，透過整合型的公共運輸服務及優惠的價格吸引民眾使用公共運輸，以降

低私人運具使用量。經統計(截至2022年2月16日)購買人數為18,580人，以下假設每人次觀賞一次(含來回旅次)，進行節能減碳效益評估，計算如下： $0.11 \times 18,580 \times 2 = 4,087.6$ 公斤/次。

由此可知，於此期間民眾使用MeN Go服務，可節省至少4,087.6公斤/次的碳排，惟賞燈民眾平均旅次長度尚無法得知，且預期購票人數將持續成長，故可預期賞燈民眾之節省碳排量將高於此預估結果。

■ 綜合效益評估

透過MeN Go的推行，讓部分使用者放棄使用私有運具，進而降低道路擁擠及提升道路服務效益，也因此間接降低道路上使用者之旅行時間，可以大幅減少私人運具移動過程中所產生之碳排。

五、弱勢族群與性別保護

今年APEC啟動「奧特亞羅瓦行動計畫」，該計畫中具體規劃五大成長推動工作，尤其聚焦永續與包容性成長。目前MeN Go相關公共運輸服務單位亦有針對女性、行動不便等族群設置相關設施，列舉如下：

■ 性平設施

捷運站設有夜間女性候車區、大眾運輸場站設立哺乳室等。

■ 包容性設施

博愛座、身心障礙票價優惠等。

■ 計程車共乘試辦

於高雄試辦女高中學生計程車共乘服務。

透過上述的服務機制，確保女性乘客使用公共運輸之安全性外，更提供行動不便、孕婦等弱勢族群公平使用公共運輸之機會(圖2)。

六、國際交流

為分享MeN Go服務推動經驗，交通部運輸研究所於ITS World Congress及APEC TPT-WG48發表MeN Go的推廣成果，後續亦參與美國App-Based Transportation Mobility Technologies for Inclusive Smart Cities論壇及TPT-WG49說明MeN Go的執行成效，分享MeN Go服務並與其他先進國家交流(圖3)。



資料來源：<https://www.krtc.com.tw/>

圖2 高雄捷運友善候車環境



資料來源：團隊自行拍攝

圖3 參與國際會議

2021年由中華臺北主辦之APEC Main Policy Theme議題，透過運具整合之創新科技應用，思考MaaS對減少碳排放、氣候變化、社會公平的影響。透過各會員體討論得知，政府單位應積極拓展MaaS專案，並提出獎勵機制以鼓勵使用者使用，MaaS將可成為民眾選擇使用大眾運具，並使共享運具之應用更為廣泛之關鍵。

2021年亦舉辦MaaS創造智慧移動新未來論壇，邀集了美國Jason Hill、MaaS Alliance理事長、MaaS Global CEO、日本小田急電鐵代表，共同分享彼此在MaaS服務建置之經驗，透過各國之間的互相交流，加速未來MaaS服務的拓展及建置，進而降低全世界私有運具的使用率，期許透過MaaS服務改變運具使用之習慣，以加速媒合2050淨零碳排之政策目標。

參、日本MaaS發展趨勢

日本政府於2018年6月發布Society 5.0及數據驅動型社會（Data Driven Society）未來投資策略，期盼透過推動MaaS，達到建構智慧城市之願景，並規劃在2030年於全國超過100個據點提供區域限定的無人駕駛自動車服務等目標。目前規劃實施方向包括：為計程車服務導入共乘模式及更有彈性的收費制度、建構多國語言並統一費率的數據平臺、串聯運輸及各種服務運營商、推動無人駕駛及電子票證等無現金支付服務等。

2019年日本經產省與國土交通省開始同步支援國內共28個地區的MaaS技術及商業發展。在此研究案之下，Toyota公司期盼於2021年打

造日本首座智慧城市(Woven City)，遊覽車公司WILLER推出可讓遊客自行選擇的9種交通工具觀光行程，旅行社JTB公司也讓郵輪乘客在靠港前可預約租車及規劃行程。2020年4月國土交通省也頒布「推動MaaS甄選計畫」，凡是參與計畫、提出MaaS解決地方問題方案的公家團體或民間業者，可以獲得實地驗證補助部分費用。

MaaS不僅提供運輸服務，更提供抵達目的地之多元生活服務，日本業已針對交通行動服務開始推動相關異業結盟，共同創造市場以提升使用者的使用體驗。目前JR Pass供許多訪日旅客使用，其中JR東日本集團除提供不同運具組合套票外，更結合了觀光地區的公車、旅遊地區折價券等服務，例如JR日本東京廣域周遊券等。該集團也率先與新加坡的廉價航空公司酷航合作，推出結合酷航機票及鐵路周遊券的「WOW套票」，搭配其本身綿密的鐵路服務優勢，可提升旅客訪日後交通搭乘的便利。

有關MaaS相關專利申請部分，日本、美國、中國申請案件量較多，其中日本豐田汽車已申請超過600件MaaS技術相關專利，並積極與各國合作，2019年與優步(Uber)集團、2020年與中國小馬智行合作，2021年4月豐田子集團斥資收購美國Lyft共享汽車公司的自動駕駛部門。提升MaaS服務效益之關鍵技術之一為自動駕駛，豐田集團旗下子公司Woven Planet Holdings除了針對自動駕駛車輛亦開發汽車行駛的路線街區，並在靜岡縣打造Woven City自駕結合MaaS技術之實驗場域。

肆、臺日智慧運輸合作案例

臺日關係向來密切友好，兩國人民情感更是特殊深厚。2020年日本疫情嚴峻時，臺灣募集了防疫物資捐贈至日本協助當地醫療單位；2021年日本在臺灣疫苗短缺時，及時捐贈

疫苗支援臺灣，雙方在人道救援與公共衛生領域的相互扶持，為鄰國關係的優良典範。在交通領域的合作方面，日方也多次在國際場合踴躍支持我國。2021年我國主辦的APEC智慧運輸與複合運輸小組第一屆關鍵政策主題會議，由日本國土交通省及小田急電鐵株式會社的長官分享日本在智慧移動力領域相關經驗，小田急電鐵株式會社更曾組團親自赴高雄參訪MaaS計畫。2022年3月舉辦的臺灣無人機大聯盟(UAS-TAIWAN)成立大會，日本無人機產業振興協會(JUIDA)也獻上賀詞及專題分享，並且同年6月由大聯盟創始會長吳盟分率員赴日洽簽合作備忘錄。

今(2022)年是「日本臺灣交流協會」延續雙方關係的第50年，依據該交流協會日前發佈新聞稿表示：「今年是日本及臺灣百年友情的中間點，相信無論世界如何變化，日臺一定會並肩朝向下一個更燦爛的50年邁進。」除殷切期盼後續與日本更多智慧運輸領域之計畫交流，尤其也非常歡迎日本智慧運輸界的產、官、學、研一起加入臺日國際戰略夥伴，更希望臺日的友好實體互動可以儘速回歸疫情爆發前的盛況。鑒於疫後兩地觀光消費需求預估將攀升，交通領域行銷商機勢必大有可為，基上，我國也為智慧運輸領域之後續合作積極布局，說明如下：

一、財團法人中華顧問工程司與公益社團法人企業情報化協會(JIIT)及交通部運輸研究所簽署合作備忘錄(MOU)

為促進智慧運輸資訊交流及國際合作，考量本案三方友好關係以及未來可能發展的合作關係下，並增進三方在智慧運輸領域的研究交流與合作，財團法人中華顧問工程司於本(2022)年1月11日由智慧運輸中心拜會本所，並轉知該司規劃與本所、JIIT洽簽三方合作備忘錄一事，建議合作方向如下：智慧運輸領域產業資訊交



圖4 財團法人中華顧問工程司與公益社團法人企業情報化協會(JIIT)及交通部運輸研究所簽署合作備忘錄(MOU)

流、相關專業講座與研討會互邀參與、其他三方所需技術交流事宜。

簽署儀式於2022年3月30日辦理，由中華顧問周永暉董事長、公益社團法人企業情報化協會小縣方樹會長及交通部運輸研究所林繼國所長代表共同簽署，由於囿於疫情僅能以視訊方式辦理簽署儀式，但仍不減三方合作誠意(圖4)。本次三方合作將會有於未來兩國共同開拓智慧運輸產業市場，開展應用服務創新與技術交流，三方將透過更密切的合作與交流共同開拓智慧交通領域，並且以「智慧連結世界、合作創新生活」落實知行合一的人文思維，投入交通建設，共同創造臺灣經濟發展、社會公益與環境永續的21世紀智慧城市新生活，爾後三方形成優勢互補的緊密合作夥伴關係指日可待。

二、小田急電鐵株式會社與高雄市政府交通局簽署合作備忘錄

日本小田急電鐵株式會社自2021年即與高雄市政府交通局多次視訊會議，共同分享討論MaaS服務。小田急電鐵服務日本東京及關東地區等路線，除鐵路公路運輸外，尚包含旅館、商場多角化經營，該公司因應日本人口老齡化問題，自2018年起積極發展MaaS計畫，推出EMoT APP，具備多元運具路線搜尋、即時交通資訊、旅運規劃、電子票證等功能，讓旅客使用更便利。

本次合作備忘錄係由交通部運輸研究所輔導及促成，2022年4月19日在交通部運輸研究所林繼國所長的見證下，高雄市政府交通局張淑娟局長透過視訊與小田急電鐵株式會社策略管理部門Hisatomi總經理簽署合作備忘錄，期



圖5 小田急電鐵株式會社與高雄市政府交通局簽署合作備忘錄

待MeN Go計畫與小田急EMot計畫能在旅遊觀光上，共同打造更創新的MaaS服務。透過MeN Go計畫與小田急簽署備忘錄，汲取國際成功經驗，將有助精進高雄MeN Go的發展，向國際行銷高雄於MaaS領域之執行成果，並且可望於疫後促進雙方旅遊交流，奠定智慧整合公共運輸的新典範(圖5)。

三、高雄市政府交通局、交通部運輸研究所與日本全日空航空公司(ANA)簽署合作備忘錄

ANA為了提供旅客更舒適便利的交通服務，以「沒有人可以放棄旅行」為服務宗旨，積極規劃Universal MaaS計畫，串接航空端與地面端的交通服務，以期達成真正的無縫旅程體驗。整合旅客從家裡出發到搭機之第一哩路、降落後抵達目的地的最後一哩路交通，讓任何人都能自在、便利隨心所欲的移動。本次三方合作，是踏出臺日MaaS跨境服務的一大步。

2022年5月25日在高雄市林榮欽副市長及

臺北駐日經濟文化代表處的見證下，交通部運輸研究所林繼國所長及高雄市政府交通局張淑娟局長透過視訊，與ANA未來創造室MaaS推進部鈴木謙次部長簽署MeN Go計畫與Universal MaaS計畫合作備忘錄(圖6)，並表示日本是臺灣人最喜愛旅遊的國家，兩地地理位置相近，臺灣人每年至日本旅遊的人數都超過數百萬人，希望藉由這次合作，為雙方觀光旅遊及運輸奠定良好基礎。

為了和ANA積極合作，交通部運輸研究所吳東凌組長於2022年6月率員赴日洽談具體合作事宜，初期規劃合作方案以資訊交換、相互行銷推播、交換票證為主，並期待雙方合作上線。

結語

臺日民眾往來十分頻繁，疫情爆發前(2019年)臺人每年赴日約482萬人次，日人赴臺約196萬人次，合計約678萬人次，可見兩地間之移動



圖6 高雄市政府交通局、交通部運輸研究所與日本全日空航空公司(ANA)簽署合作備忘錄

具有龐大的潛力市場。臺日智慧運輸服務有相當多相似之處，在軟體方面，雙方都有良好的資通訊技術、普及的行動網路；在硬體方面，皆已整合多元運具能滿足無縫需求，未來透過雙方的合作，勢必可提升民眾臺日間之移動力，並且促進兩國智慧運輸服務市場的發展。

為有效將MaaS之發展模式與執行成果複製行銷至世界各國，透過參與國際組織、參加國際活動、辦理國際論壇等機會深化參與國際活動，並期待在臺日雙方共同努力之下，臺日能在智慧運輸領域有更多實質合作，提供臺灣與日本民眾跨國及門(door-to-door)運輸服務，共同開拓臺灣及日本智慧運輸版圖。

國際局勢變化及挑戰仍相當嚴峻，且我國於全球及區域安全尚具威脅，在面對參與國際活動之空間更加狹隘之情勢下，於交通運輸領域下就我國優勢項目多元合作深化交流，展現交通運輸領域之專業與韌性，以擴大國際活動參與。

參考文獻

1. MaaS (Mobility-as-a-Service): The Nature of MaaS, (2019).
2. MaaS Alliance White Paper, (2017).
3. Understanding Mobility as a Service (MaaS) Past, Present and Future, (2020).
4. REMON 2016 Final Report, (2016).
5. The Future of Transportation, (2020).

應用社會投資報酬率於智慧運輸計畫 效益評估之芻議

關鍵詞(Key Words)：智慧運輸系統 (Intelligent Transportation System)、社會投資報酬率 (Social Return on Investment, SROI)、社會影響力 (Social Impact)

中華顧問工程司／智慧運輸中心／正工程師／王冠堯 (Wang, Kuan-Yao) ❶

中華顧問工程司／偏鄉智行中心／正工程師／李怡穎 (Li, Yi-Ying) ❷

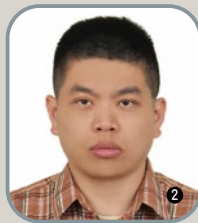
中華顧問工程司／偏鄉智行中心／副研究員／藍宜芳 (Lan, Yi-Fang) ❸

中華顧問工程司／副執行長／葉文健 (Yeh, Wen-Chien) ❹

效益評估
效益評估

摘要

臺灣具有完善運輸系統、堅實的科學技術能量，以及緊密之社會經濟活動都市與城鄉等場域，具備將新興智慧交通普及全國的先天條件。交通部自106年起推動智慧運輸發展建設計畫，執行迄今已具體呈現相當豐富的亮點成果。計畫成果亦逐步擴散至不同層面，並在各種不同面向產生效益。政府部門戮力推動包括智慧運輸建設在內的各項公共投資，做為國家經濟建設之基礎，在福國利民的政策目標下，過去較少從資源使用效益觀點進行反思；但在資源有限條件下，實有必要納入更綜整式的效益評估工具，以利中央與地方共同合作，針對人民需求之所在，精準投入資源建設。因此，本文提出社會投資報酬率方法的核心概念和基本原則，期能透過貨幣量化的方式轉化社會面的質化效益，加強正向循環的連結，令評估機制更為完備，做為提升與鼓勵智慧運輸計畫績效推動的一環。



A Proposal for Applying SROI Method on Benefits Evaluation of ITS Projects in Taiwan

Abstract

It has good conditions to promote new and smart transportation solutions to the whole country because of the complete transportation system, solid scientific and technological energy, and close social and economic activities in urban and rural areas in Taiwan. The MOTC has been promoting "Development and Deployment Plan of Intelligent Transportation Systems (2017-2020)", and so far the implementation has presented quite rich highlights. The results of the plan have gradually spread to different levels, and have produced benefits in various aspects. Government are working hard to promote various public investments, including smart transportation construction, as the cornerstone of national economic construction. Under the policy goal of benefiting the country and the people, they were rarely reflected from the perspective of resource use efficiency in the past. However, for the limited resources, it is necessary to incorporate a more comprehensive evaluation tool, so that the central and local governments can work together to target the needs of the people and accurately invest in construction. For this reason, this article briefly introduces the basic principles of the SROI method and the evaluation mechanism that can be used as a part to encourage and improve the benefits of ITS plans in the future.

壹、前言

邁入二十一世紀的臺灣，隨著全球化、網路化與民主化的環境劇變，各種公共問題的廣度與複雜度也隨之逐級提升。舉例來說，因應我國節能減碳之需求，存在提升車輛能耗技術等相關問題。為回應這些改變所衍生的公共問題，政府部門必須制定並推動相關公共政策。

相關智慧運輸建設投資，除可帶動經濟成長，亦藉由基礎建設之改善，提升國民生活品質，隨著社會價值觀念轉變，國民對環境及生態保護議題日益重視，同時對文化及休憩的需求也增加，為此，政府相對投入的人力、物力及財力也大幅度增加。政府致力推動各項公共建設，透過經費編列、審議與實際執行，其價值串連施政計畫執行、政府財務循環及立法的預算審議制衡。每一部份都涉及許多利害關係人，惟在財源有限的情況下，基於公共建設之推動須以全民納稅為其財源基礎，須強化計畫可行性評估與綜合規劃，以妥適分配資源，發揮預算綜效並達成建設目標，是當前政府部門面臨的重要課題。

過去公共建設大多透過經濟效益評估及財務計畫衡量計畫可行性，我國預算法第34條亦明確要求重要公共工程及重大施政計畫應先行製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告，並提供財源籌措及資金運用之說明始得編列概算及預算案。過去行政院經建會(現已改制為國家發展委員會)已於2005年完成「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」供各部會參考，並陸續於2007年及2008年增補實際案例，相關法規亦配合陸續訂定及修正。然相關計畫評估機制主要著重於計畫前期興建與

否的決策輔助，較缺乏後續計畫結束後之中長期效益追蹤及評估，故較無法有效透過評估結果，回饋未來推動計畫之後續規劃。

特別是在經濟效益評估機制部分，我國過往因經濟效益分析難以完善，在財務分析項目或變數名稱與之相近，又受近年強調促進民間參與公共建設自償評估之推波助瀾下，財務分析所受的關注遠重於成本效益分析，致觀念混用或操作失當，致評估成果難見客觀理性，如都市捷運系統規劃時往往存在運量高估、成本低估之傾向，且因強調「服務導向」，重視可靠度、舒適度、安全度及快捷度，相對而言致財務永續思維被其他因素所掩蓋(張辰秋，2010)¹；交通部雖已針對重大軌道建設建立符合永續發展目標的「捷運系統興建和營運之審議機制」(張學孔、林國顯等，2010)²，然其他規模較小的公共建設計畫，則較少引進此類完整評估方法。在中長期效益追蹤及評估部分，目前國內推動相關智慧運輸建設計畫或公共運輸發展計畫時，雖有要求縣市政府於提案時進行相關計畫效益評估，然現況多半未進行執行結束後之效益追蹤評估，缺乏追蹤中長期效益之績效監測。

由於相關效益可能於計畫結束後之一段時間始能展現，政府決策單位逐步將科學知識產出，轉而視為一國經濟發展之資本時，有必要在計畫結束後進行效益追蹤與評估，以公平客觀之方法來評估其效率、效能與效益。此舉不僅讓機關了解計畫成效之擴散能力，更能看出其成果能否轉換為實際應用或可持續對社會、經濟產生影響，以妥適發揮公共建設計畫之預算效益，並達成經濟成長與社會發展目標。

¹ 張辰秋、徐守德、張學孔，「財務永續導向之都市捷運營運策略」，運輸計劃季刊第39卷第4期：413-440，2010。

² 張學孔、林國顯等人，「研提推動大眾運輸捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」，交通部運輸研究所與中華民國運輸學會合作專題研究計畫，2010。

過去對於政策輸出的成果分析，多著重於評估「投入-產出 (input- output)」之間的關係，也就是透過可量化的物質或現象，評估經費投入多少與產出之間的關係。然此方法可能無法對一些重要卻無法量化的現象進行評估，如弱勢用路人智慧輔助系統建置後，其所帶來的駕駛人行為與價值觀改變…等。

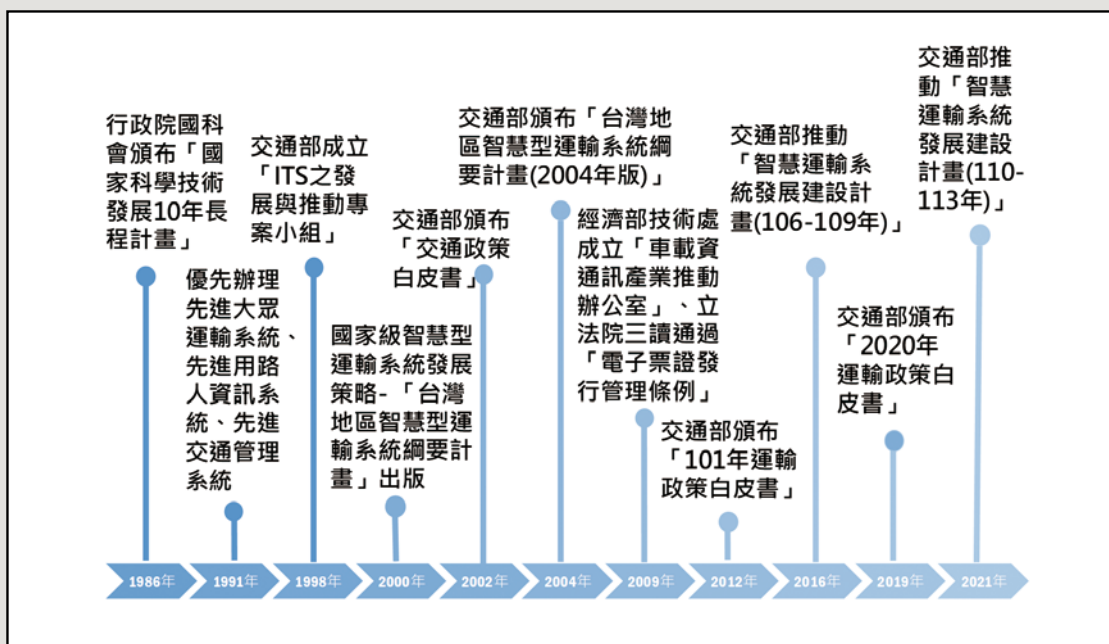
我國具有完善運輸系統、堅實的科學技術能量，以及緊密之社會經濟活動都市與城鄉等場域，具備將新興智慧交通普及全國的先天條件。但在資源有限條件下，實有必要納入更綜整式的效益評估工具，以利中央與地方共同合作，針對人民需求之所在，精準投入資源建設，在施政創新與產業發展之基礎上，將智慧運輸科技應用於移動力的創造，節約到調和等各個面向，落實智慧移動力管理於民眾生活，改善都會交通壅塞、偏鄉移動力缺乏等問題，增進交通安全，最終營造出智慧交通生活環境，造福人民並使我國在世界舞台發光。因此，有需要一套更公正客觀之方法，評估各項計畫案對社會的影響。

近年國際間有群專家力推「社會影響力評估」，經過多年努力已架構出一套尚稱完備的評估方法，希冀可鼓勵政府或企業代表在做決策時，除考量經濟價值外，更可重視社會價值。據此本文簡要介紹社會影響力評估方法論，期能透過更為客觀的方式進行智慧運輸計畫評估。

貳、現況分析

一、我國智慧運輸發展推動歷程

過去我國智慧交通之發展歷程與施政概況部分，主要可以區分為幾個階段(圖1)，首先在民國92年以前，為ITS發展啟蒙與奠基時期，強調在九大系統上的基礎研究與應用系統開發，主要的資源投入在於先進交通管理系統、先進公共運輸系統、先進用路人資訊系統、電子收付費系統及商車營運系統等五大領域；101年交通部提出運輸政策白皮書，包含總論、綠運輸、運輸安全、海運、公路公共運輸、智慧型



資料來源：本研究彙整

圖1 我國智慧運輸發展推動歷程

運輸及空運等7分冊；其中，智慧型運輸分冊將智慧運輸發展願景訂定為「建立人本且永續的智慧交通生活環境」，並將以往智慧型運輸系統（Intelligent Transportation System, ITS）、智慧型運輸服務（Intelligent Transportation Service, ITS）之釋義與應用，延伸為整合性運輸服務（Integrated Transportation Service, ITS），重點推動領域則包含「交通流暢服務」、「交通無縫服務」、「交通付費服務」、「交通資訊服務」及「交通支援服務」；其後於106年起，交通部奉行政院核定執行「智慧運輸系統發展建設計畫（110-113）年」。

相關計畫執行迄今已具體呈現相當豐富的亮點成果，包含：交通行動服務、機車車聯網、智慧廊道、自駕車車聯網、統合式智慧交通管理及偏鄉公共運輸平臺等，不僅帶動國內智慧交通產業蓬勃發展，將智慧交通服務導入民眾日常生活，同時也締造臺灣連續七年（105-111年）在智慧運輸世界大會（ITS World Congress）獲得獎項之殊榮，讓臺灣智慧運輸發展在國際發光發亮。未來仍有賴持續推動，促進資源整合及連結，發展跨域科技整合應用，如大數據分析、跨運具整合、車路聯網、無人載具、人工智慧等，支援交通科技產業升級轉型，促進交通產業創新。

二、我國智慧運輸系統發展建設計畫推動現況與評估機制

我國政府每期投資約30~40億的預算，以約200件的專案計畫來推動整體智慧運輸發展。相關計畫的內容相當多元，從研發補助、基礎設施建置維運、政策法規制度研究、人才培育到產業媒合輔導等，均屬計畫主要活動之範疇。這些計畫成果逐步擴散至不同層面，便會在各種不同面向產生效益，包含學術成就、技術創新、經濟產業促進、社會福祉、環境保護、資訊安全、科技政策管理…等。

「智慧運輸系統發展建設計畫（106-109年）」至2020年期滿，四年期間為解決交通安全課題、運輸走廊壅塞、偏鄉交通不便等交通課題，已經應用智慧運輸科技打造包含：交通行動服務、智慧機車車聯網安全系統、智慧廊道、偏鄉公共運輸平台、交通資訊整合流通服務、自駕車示範場域等多項亮點成果。而依據「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」第十三點第一項規定：「（前略）……中長程個案計畫執行完成後，各機關應就其實施成效作成總結評估報告，送核定機關備查，並得採取網路編審方式辦理。」前述總結評估報告辦理方式及流程，行政院國家發展委員會訂有「行政院所屬各機關中長程個案計畫總結評估報告備查作業流程」。

財團法人中華顧問工程司(下稱本工程司)近年均協助實際參與推動交通部「智慧運輸系統發展建設計畫（106-109年）」，並協助進行評估報告撰寫。然進一步檢視現況得知，其績效成果依交通部提供「智慧交通安全計畫」、「運輸走廊壅塞改善計畫」、「東部及都會區偏鄉交通便捷計畫」、「運輸資源整合共享計畫」、「車聯網科技發展應用計畫」及「智慧運輸基礎與科技研發計畫」之執行內容、進度、後續計畫修正情形以及預算實現數等，多數內容效益難以量化，雖有參考國發會「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫手冊」進行成本效益及財務計畫重評估，其內容卻可能不盡客觀，存在改進空間。

三、智慧運輸發展建設計畫效益評估不易

依109年7月23日奉行政院核定之「行政院所屬各機關中長程個案計畫總結評估報告備查作業流程」，就公共建設計畫與社會發展計畫訂有總結評估報告之內容格式，在公共建設效益分析則係引用「公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫作業手冊」內容，期能進行財務效

益分析與經濟效益分析。

在財務效益分析部分，由於近年來國人逐漸認知公共建設財務分析之重要性，並且對評估報告內容之分析架構、方法及相關指標如益本比、淨現值、內部報酬率、還本期…等已有初步認識；反觀經濟效益分析則因資料取得不易，且其量化方法由理論轉換為實務之作法相當困難且不易取得共識，因此現況就相關計畫影響評估的資料常僅偏向財務發展面向的「單一、特定版本」，而缺乏分析社會影響層面的資料。因既有的各種評估指標也都不一致，導致不清楚政策執行究竟產生或影響哪些政策結果的關聯性，再加上基本資料亦缺乏持續更新，僅以結果論來看，時有評估失準之虞，導致各界對國內評價公共建設經濟效益成果時有爭議。

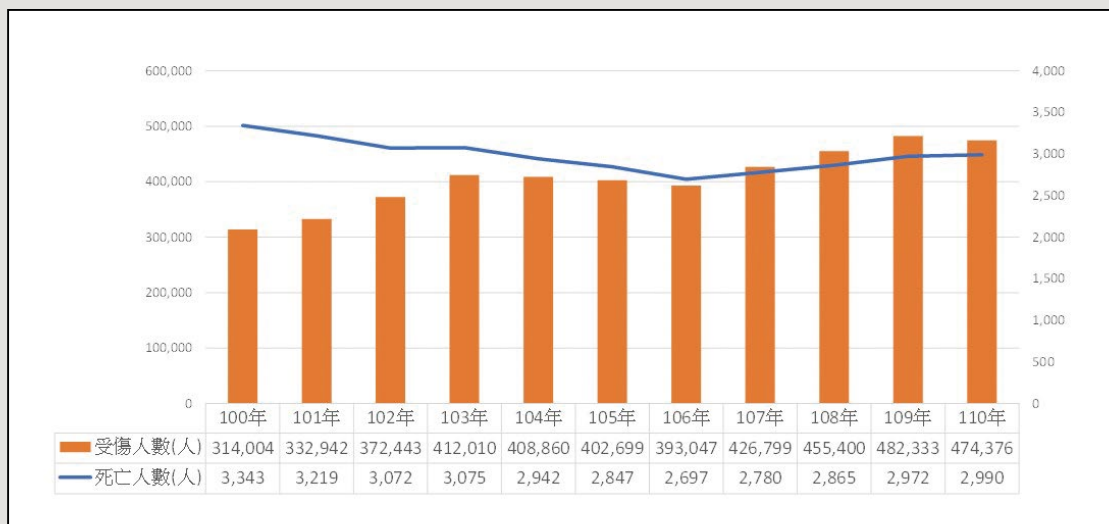
事實上，我國智慧運輸發展建設計畫之活動內容與面向相當多元，從「自駕車聯網技術導入運輸產業計畫(CAV)」、「共享運具交通服務」、「交通行動服務(MaaS)」、「交通大數據科技產業」及「5G智慧交通創新產業發展」，到服務偏鄉民眾旅運需求的嘆嘆共乘，各種計畫屬性與對象及其欲達成的目標均不相同。且由於政府施政需考量提升社會福祉，交通部願意投資創新、高風險或不確定性高的研究，但這類研究失敗可能性較高，或在短期難以看到效益；此外，相較於私人投資希望成果是排他的，政府投資則是利他，也就是效益擴散越大越好，但效益一但外溢，便難以追蹤評估。實務上因個案完成當下及後續擴散的計量效益與成本評估之實務做法差異甚大。種種特性皆顯示，相較於企業的活動單純與效益確切，政府計畫活動多元且效益難以掌握。未來評估智慧運輸計畫之社會效益，須包含安全、效率及永續等三大層面，說明如後。

(一) 運輸安全層面

我國汽車與機車車輛數近十年（2010~2020）之平均年成長率，分別為1.77%與-0.48%。整體而言，機動車數量呈現緩慢成長甚至略有減少之趨勢，但機動車之傷亡肇事數量卻逐年快速攀升中(圖2)。國內2020年約有3千人因交通事故死亡，更有將近50萬人受傷，交通事故每年大約造成GDP損失3%，損失金額高達150億美元，相當於一條高鐵的建設費用。為此交通部在110年把交通安全週升格為交通安全月，希望除政府由上而下之外，民間由下而上共同發揮最大力量，朝零死亡零重傷為目標。智慧運輸計畫在此區塊可著力的切入點頗深，此部分國際間都有相當具體作法，如美國與歐盟強調利用車間或路側設備間通訊減少車輛事故，並關注提升弱勢用路人交通安全；日本社會高齡化問題嚴重，除加強裝設車輛安全警示設備外，也積極引入MaaS體系提供無縫大眾運輸服務，減少高齡駕駛者自行開車機會。我國道路交通事故中，機車駕駛人、自行車、及行人等弱勢用路人之死亡人數占比超過8成以上，機車事故中18至29歲的受傷人數，更達到其他年齡層的3倍之多，多是在學學生或社會新鮮人。因此除了自小培養道路安全知識與風險意識落實扎根交通安全教育，我們也思考如何結合科技來保護這群數以百計且大有可為的青年。為此，近年交通部陸續在宜蘭佛光大學、花蓮東華大學、高雄中山大學及高雄科技大學等處建立機車車聯網試驗場域，完成20個易肇事路口之互動感測路側設備設置，建立400輛新型態智慧共享機車及300輛聯網智慧機車車隊，實證V2X車路互動並提昇行車安全，計畫執行至今已使易肇事路段機車速度降低達34%，減少50%的機車事故發生，相關成果也陸續於2019與2020年獲得國際獎項的肯定，包括素有資訊業奧林匹克之稱的第23屆世界資訊科技大會全球ICT卓越獎(WITSA Global ICT Excellence Award)與享有「創新界奧斯卡獎」美譽的愛迪

生獎銅牌獎(2020 Edison Awards)，與AirBus、HP、SoftBank等資訊、交通領域巨擘同獲青睞。但相關計畫推動成果仍需要持續觀察，並客觀評估其效益擴散對利害關係人之影響，避免過度誇大相關效益。

資訊，掌握即時交通狀態。進一步可透過智慧動態號誌系統針對路口車流狀況進行分析並即時運算，動態調整號誌時制計畫，進行區域號誌續進改善，提升路口或廊道之效率，進而舒緩區域壅塞，提升幹道行車效率及整體路廊運



資料來源：交通部統計查詢網，本研究彙整

圖2 我國近年交通事故死傷人數趨勢

(二) 服務效率層面

過去幾年，交通部透過建構交通數據共享平台，串聯不同運輸系統以建構MaaS無縫運輸體系，運用ITS技術整合包含人流、車流、物流、資訊流在內所有交通行為，加速整體運輸效能。另外自駕車是國際趨勢，我們觀察到先進歐美國家採遍地開花模式，透過豐沛資金挹注投入發展車聯網與自駕車服務，再從這些計畫案成果中評估挑選最具效益者，統整協助未來該國或地區制定智慧運輸方案與標準，相關作法亦值得國內借鏡。

另在智慧號誌與區域壅塞舒緩部分，相關測試計畫已可讓交控中心透過AI影像偵測器蒐集該區域周圍主要路口與幹道各項即時交通

作績效，以新竹生活圈為例，為改善新竹縣、市、科學園區間互動緊密的工作旅次及其所產生之龐大的交通需求，並緩解周邊地區性、重現性道路壅塞(圖3)，新竹縣市政府合作推動改善計畫，成效卓著，此外，在臺中市、臺南市等地區推動跨區域智慧廊道交通管理計畫，在不同試辦場域之壅塞改善，均可減少5-30%不等之旅行時間，有效舒緩交通壅塞問題(周永暉、蔡明志、王冠堯等，2021)³。

然而此類計畫最大問題在於計畫剛完成初期之壅塞改善效益極佳，但經過一段時間用路人慢慢熟悉後，會重新進行路徑選擇，最終仍會回歸系統動態平衡，故此類計畫之服務效益評估，仍有待引進更加客觀的方法進行。

³ 周永暉、蔡明志、王冠堯、李怡穎、劉建邦，「我國智慧運輸系統推動情形與未來發展方向建議」，中華民國運輸學會110年學術論文研討會論文集，第五冊，頁268-280，2021年12月。



圖3 台68與經國橋壅塞改善成效

(三) 永續發展層面

氣候變遷衝擊迫在眉睫，110年11月甫落幕的第26屆聯合國氣候變遷大會（COP26）是2015年《巴黎氣候協定》後最重要的首次評量，此次會議以守住升溫臨界值攝氏1.5度為目標，敦促各政府提出減碳期程與積極路徑。全球領袖首次將「逐步減少化石燃料」寫入官方文本中，也宣告化石燃料時代走向終結。迄今全球已有超過130個國家提出將在2050年前達到淨零排放目標，我國也無法置外於達到碳中和承諾，這意味著屆時我們未來面臨的交通環境與現在很不一樣，公共運輸會扮演很重要的角色，「運具電動化」已是無可避免的趨勢。

新冠肺炎建立後疫情的新常態，讓民眾開始必須依賴線上與遠距離工作，公共運輸雖受衝擊，反而是重新檢視透過跨域結合與協作，思考永續運輸發展的機會。我們必須重新思考運輸的本質，亦即從使用者的角度切入，交通必須對環境更為友善。

在永續的議題上，我們必須認知氣候變遷對人類生活已帶來一定的影響，遠在國外的澳洲大火、英國洪災以及美國中部8周內出現50個以上的龍捲風，不單單只是媒體上的一則新聞。2021年我國遭遇1947年以來的最嚴重乾旱，5月底才逐漸舒緩，但隨之而來的是6月初的瞬間暴雨，讓信義區與大安區道路變小河，各式各樣天然災害不斷來襲，且嚴重程度越來越高。因此，在淨零排放的浪潮下，台灣不可能置身事外，淨零對國家、社會和個人意味著行為方式的改變。為實現淨零，需要推動能源轉型，用可再生能源取代化石燃料，淘汰汽油和柴油引擎的車輛，改用電動或氫氣驅動的交通工具。

在這過程中，交通運輸的改變是相當重要的一環，國發會因應政府2050年淨零排放（NZE）的目標，成立去碳能源工作圈、產業及能源效率工作圈、運具電氣化工作圈、負碳技術工作圈及治理工作圈等不同工作圈，其規劃的淨零排放架構各由不同的部會主導投入，包括共享運具、電動巴士…等計畫，其中綠運

輸的部分便包括「運具電氣化」，目前正由交通部與經濟部共同努力發展綠運輸。透過各種誘因，如財稅等，引導使用者行為的改變，並透過都市計畫、土地使用，使公共運輸周邊的廊帶更生活化，除此之外，再以大眾運輸導向（TOD）的思維，配合發展共享運具以完成最後一哩路，讓更多人願意使用大眾運輸。但前述所提及之各項工作，都必須再強化論述，透過一個更簡易的評估方式，讓各界更能把推動永續運輸的好處，跟不推動永續運輸的代價放在天平兩端進行衡量，以爭取更多普羅大眾認同，並加速推廣，達到2050年永續發展之淨零排放目標。

參、公共問題與政策評估

邁入二十一世紀的臺灣，隨著全球化、網路化與民主化的環境劇變，各種公共問題的廣度與複雜度也隨之逐級提升。舉例來說，因應我國節能減碳之需求，存在提升車輛能耗技術等相關問題。為回應這些改變所衍生的公共問題，政府部門必須制定並推動相關公共政策，而本案所探討的智慧運輸建設計畫相關之社會影響力評估，亦為相關公共政策之一環。

依據美國學者Thomas Dye的定義，公共政策就是「政府選擇作為或不作為的所有事項」（whatever governments choose to do or not to do）⁴；另一位美國學者James Anderson則將其定義為「政府為了處理大眾關注的問題，由一位或幾位行動者所從事、有目的性的系列作為或不作為」⁵。

同為美國學者且是公共政策領域專家William Dunn，將政策分析定義為「政策分析是

一個多學科探究的過程，旨在創造、批判性評估和交流政策相關知識……以解決實際問題……其實踐者可以在質性和量化的一系列科學方法中自由選擇，以及科學哲學，只要這些能產生可靠的知識」⁶。他認為政策分析的性質為：

一、應用社會科學的領域：政策分析的理論來自社會科學、行為科學、系統分析、應用數學、公共行政、法律及哲學等學科。

二、多元的研究方法：政策相關資訊的產出和轉換，皆須運用5個分析程序，分別為問題建構、預測、推薦、監測和評估。在政策制定過程中，分析方法的重點置於問題建構、預測和推薦；而政策執行後，分析方法則在監測及評估。

三、政策論證：在經過分析過程和運用多元的調查方法後，各項政策相關資訊已然顯現。諸如：政策問題、政策未來、政策行動、政策結果及政策績效等，此時可運用各種邏輯和推理方式，針對這些政策資訊交互論證，以產出解決問題的可能答案。

四、政策相關資訊的類型：政策資訊是相關、相互依賴的。其中，特別的是政策結果係指政策行動的可衡量後果，包括執行前的情況和執行後的結果；而政策績效反映的是達成政策目標的程度，即著重政策問題被解決的價值層次。

五、政策體系包含「公共政策」、「政策利害關係人」及「政策環境」三項元素間所有的關係及制度模式。

學者Dunn提出的政策分析方法中，第4、5

⁴ Dye, T. R. (1998). Understanding public policy (9th Ed.). New York, NY: Pearson.

⁵ Anderson, J.E. (2011). Public Policymaking: An Introduction, Seventh Edition. USA: Wadsworth, Cengage Learning.

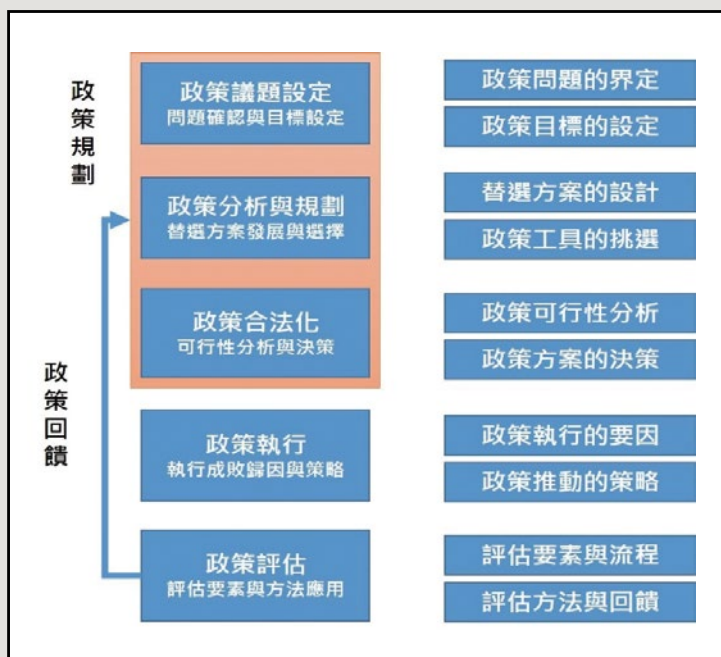
⁶ Dunn, W. N. (2017). Public Policy Analysis: An Integrated Approach (6th Ed.). New York, NY: Routledge.

政策規劃作為政策過程中的重要階段，強調完善的政策事前評估有助於國家資源有效配置，以及達成政策目標。同理，智慧運輸計畫推動的過程，也需要完善的政策規劃，並在規劃過程中充分考量技術可行與利害關係人接受程度不同的特性。正因為智慧運輸計畫方案之推動涉及跨領域行動的配合，所以相關單位在推動過程，在產出解決方案，以及選擇解決方案階段，皆需要一套整體性的評估架構、評估流程與評估準則，導引政策規劃者與決策者，系統性且有效地產生、檢核及評估這些政策推動方案之優劣。此外，在交通部補助地方政府推動智慧運輸計畫執行後，更重要的是必須瞭解計畫執行績效與對社會造成的影響，以及是否解決或改善所面對的問題，故如何進行計畫評估一直是被傳統政策科學研究者視為極為重要的研究領域。一般而言，學者對於政策評估的定義基本上是大同小異。舉例來說，納許彌爾斯（Nachmias）等人曾提出廣義的概念，認為政策評估是指『客觀、系統與經驗地檢視現行政策，並以目標成就檢視公共計畫的標的。』由此可知，政策評估的方法上必須是客觀的、系統與經驗的；一般比較通用的政策評估定義，係指有系統地運用社會科學方法與程序，評估公共計畫或方案的概念化、設計、執行與效用，以檢視資源分配的妥適性與合理性。政策評估的對象則是現行的公共計畫；至於衡量的方式是以目標實現的程度加以衡量。學者海納肯（Henekom）界定政策評估為：『政策內容、執行與衝擊的評審或評鑑，以決定特定政策目標完成的程度。』此定義說明政策評估的對象為政策內容、政策執行與政策衝擊，至於衡量的方式同樣是強調『目標實現』的程度。根據羅西與福利曼（Rossi and Freeman）的看法，政策評估是指『系統運用社會研究程序，以評估社會干預計畫的概念化、設計、執行與效用。』

階段的監測與評估即是此計畫案所需之分析程序。據此，政策分析作為整體政府施政過程中的重要階段，強調完善的政策評估有助於國家資源有效配置，以及達成政策目標。

面對價值多元的民主社會，政府政策管理牽涉到多元利害關係人（Multi-Stakeholders）之間的價值選擇與衝突的議題，這是民主化無可迴避的管理焦點。政務與事務人員的價值差異，亦將導致選定與實施政策的不同。舉例而言，如單純考量選舉因素，推動智慧運輸發展計畫的補助款發放理應多多益善，但是從專業考量而言，政府應誠實面對這類政策，對國家整體財政的排擠效果。

政府針對公共問題的解決行動，可粗略分為政策規劃、政策執行與政策回饋等兩部分，其中政策規劃包括「議題設定」、「政策分析與規劃」、「政策合法化」等三個步驟。「政策執行」一段時間後，則需透過「政策評估」完成所謂的「政策回饋」。整體政策管理的流程如圖4所示。



資料來源：本研究繪製

圖4 政策管理之整體程序

由前可知，政策評估的標準為何，因為學者對於分類標準與強調的重點不同，仁智互見，各有不同之見解，但可以確定的是，唯有通過政策評估，人們才能判斷一項政策是否收到預期效果，進而決定這項政策是應該繼續、調整還是終結；同時經由政策評估，還可以總結政策執行的經驗與教訓。政策評估作為一種對政策的效益、效率、效果與價值進行判斷的政治行為，是政策運作過程中的重要環節。然由於目前實務上並未有一套統一劃分的政策評估標準，因此進行政策評估時，總會遭遇到若干問題，必須加以克服。說明如下：

- (一) 政策目標釐清不易：由於當代民主社會中的目標往往很含糊，且有多元價值取向，通常難以排列評比。因此有些學者認為評估過程就是一個界定目標的過程。
- (二) 政策成敗標準的界定不易：政策成敗的評斷標準是相對，因不同的政策偏好與政治態度而異，很難找到共識且公平的標準。
- (三) 公共政策的副作用：許多時候，不同公共政策會彼此相互影響，當評估某項公共政策時，可能會引起他項政策的反效果問題，以至於影響政策評估的結果。
- (四) 資訊與資料缺乏：資料的蒐集不易，而資訊的缺乏會使得無法進行完整地科學判斷。
- (五) 評估方法論：政策評估方法論目前正處於多元途徑相互爭輝的時代，一般來說，政策評估必須採用多元的社會科學研究方法，一類以實驗設計為主軸的量化方法，另一類以自然調查為主軸的質化方法。然而，由於目前並不具備統一的評估標準，因此任何一個途徑都無法對政策評估提供一致性的滿意方法，導致實際進行政策評估的困難。

(六) 評估成本：政策評估需要大量的經費，成本所費不貲，因此，如何降低評估成本，減少政府財政負擔，同時產生實際效益，乃是政策評估者必須克服的重要課題。

有了良好的政策評估後，更重要的是相關政策方案的實際執行及其執行後對相關利害關係人所帶來的影響。而這些特定政策方案執行後所造成的改變，其中尤為重要的是針對民眾感受的改變，通常被稱之為政策影響。在社會影響力學門中，影響被定義為直接歸因於投資的社會、環境或經濟結果(正面或負面)的變化。但要衡量智慧運輸計畫執行後的成果，卻是知易行難。首先必須從改變的理論(Theory of Change)與邏輯(Logic)著手，了解計畫的執行，會造成哪些改變，改變哪些人，哪些事，影響多深多遠…等。此過程不外乎從評估投入了哪些資源(Input，例如人力、財力、物力…等)、進行哪些活動(Activity，例如交通安全宣導)，最終獲得哪些產出(Output，例如盲人有聲號誌系統)。更深一層則須考慮這些產出可能帶來的成果(Outcome，如弱勢用路人受益的比例或絕對值)，甚至長遠來看有什麼影響(Impact，如增加盲人或高齡者願意出門移動，對其帶來的健康效益增加)。

然而在分析的過程，需要再進一步了解這些成果(Outcome)及影響(Impact)是否來自你的資源投入(Input)及活動(Activity)？並進一步考量移轉因子(Displacement，例如綠燈延長可能造成整體路網延滯的負面影響)、歸因因子(Attribution，例如道路壅塞的改善並不完全僅因號誌控制得宜，也可能是因為道路拓寬、高齡化導致駕駛私車人數衰減…等其他因素所致)、衰減因子(Drop-off，例如駕駛經教育訓練養成的節能駕駛習慣，會隨著時間推移而逐漸不明顯)或無謂因子(Deadweight，例如須考量即使無此盲人有聲號誌，也仍然會出門移動的盲人比例)，避免相關效益評估過度誇大，亦即進

一步探究它的因果關係。最後必須確認相關評估成果是否形成能放諸四海而皆準的通論而非特例，才有可能進一步進行推廣。

為達到上述目標，社會投資報酬率（Social Return on Investment, SROI）是社會影響力評估方法（Social Impact Assessment Method）的重要評估工具之一，此方法之評估係應用一般企業使用的財務報表模式，以成本效益分析（Benefit-Cost Analysis）及社會會計帳（Social Accounting）為基礎，衡量特定活動為社會、環境和經濟所創造的價值，是目前廣受國際社會認同的評估方法（李宜樺等，2016）⁷。以下簡要介紹社會投資報酬率方法，期能拋磚引玉提供政策制定者思考，未來可進一步透過大規模調查，通盤考量交通部近年推動之智慧運輸發展建設計畫執行的可量化及不可量化成本與效益，讓政策執行者與制定者能為相關政府投入專案的影響力建立較客觀且能數據化的標準。

肆、社會投資報酬率方法介紹

在經濟成長低迷，預算縮水的時代，從政府到企業，錢不只要花在刀口上，更要贏得影響力。但從價格、利潤轉向社會價值、影響力，不只是跨越國界的新潮流，成長的定義和計算方式也正在悄悄改變。

社會投資報酬率方法係源於1997年美國非營利組織Robert Enterprise Development Fund，為衡量其所資助的非營利事業與其所開展社會企業之投入成本與預期效益發展而成。由於私人投資與政府投資的本質差距，私人投資適用的傳統財務報酬ROI並不符合政府或非營利組織所需，因此該組織於1997年發展出衡量社會企業

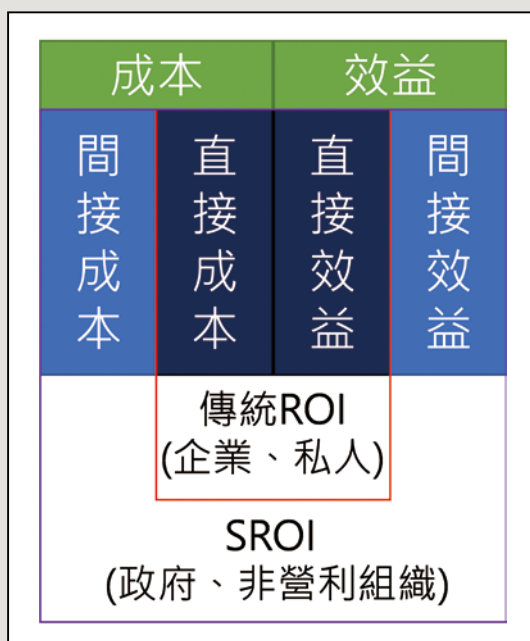
的成本效益方法，即社會報酬率（Social Return on Investment, SROI）。

有鑒於其重要性，2005年英國政府成立直屬內閣辦公室下的第三部門公署（Office of the Third Sector），2006年通過社會價值法（Social Value Act）。並於2008年起提供三年的補助進行SROI指南研究，期能衡量與評估各種公私部門或組織辦理相關活動後，在社會、環境、經濟等不同面向中產生各種有形及無形的影響與改變，並賦予其貨幣化價值，最後以投資報酬率的方式呈現整體的投入與成果之間的因果關係連結，相關成果亦被歸納為2009年出版，2012年再版的「社會投資報酬率指南（A Guide to Social Return on Investment）」⁸。而在公部門專案效益評估部分，英國財政部亦在其「綠皮書（HM Treasury's Green Book）」⁸，提供考核與評估各類型與領域政策之建議框架。相關規範具明確之作業規範及公開程序，其具體方法包括將公部門財務成本及其他無法量化的社會成本納入，並因應不確定性衍生敏感度分析…等，可提供政府專案實施之前、中、後之監測與評估提供設計及執行上指導。

SROI的概念與方法和傳統財務投資報酬率相近，均以投資效益除以投資成本做為計算基準，惟私人企業計算投資報酬率效益時，主要僅考量直接成本與直接效益；而SROI會從利害關係人的角度出發，廣泛蒐集組織執行社會投資的投入、產出、成果與社會衝擊等四階段的資訊，客觀地衡量此投資所帶來的社會、經濟與環境的各種影響，盤點產生改變的價值，並將其量化為經濟價值，故認列範圍更廣泛，更客觀，也更貼近當前內外部利害關係人關切的重點，讓專案的效益能夠被有效衡量、管理，進一步擴大影響力（圖5）。

⁷ 李宜樺、吳佳餘、朱恩言，公共服務影響評估工具-「社會投資報酬率(SROI)」介紹，國土及公共治理季刊，第五卷第一期，30-41，2016。

⁸ The Green Book: appraisal and evaluation in central government: Treasury guidance HM Treasury. Stationery Office, London, (2020).



資料來源：本研究彙整

圖5 傳統ROI與SROI方法評估重點之主要差異

國家社會的永續發展面臨很多挑戰，社會問題層出不窮，必須公私部門合力來處理社會問題。但資源要花在刀口上，將有限資源量化、追蹤，更有方向感的解決相關問題。藉由SROI，可從進一步分析相關智慧運輸建設計畫如何創造價值、哪些利害關係人能獲益，並幫助交通部瞭解哪個方案運作良好或欠佳，更有效率地補助地方政府，讓中央與地方資源的投資效益極大化。

如前所述，社會投資報酬率方法學(SROI)是由英國政府第三部門辦公室主導推出，歷經多年發展，相關體系已堪稱完備，為衡量及評估企業和組織在社會、環境、經濟…等面向中所產生有形及無形的影響與改變，並將其賦予貨幣化價值，最後以投資報酬率的方式呈現整體的投入與成果之間的因果關係連結的一套科學分析方法。該方法係由經濟學的角度觀之，並將各種影響力化為貨幣單位進行評估。當成本及利益均不固定時，以追求利益大於成本的程

度，來判斷資源運用的效率。在此方法中最重要的觀念是透過客觀方法搭配貼現率(Discount Rate)，將各種社會影響力效益轉換為可計算的數值，並可將不同時間點上的影響力轉化為「貨幣單位」，在相同的時間點折現並衡量其價值。其分析流程分為六大步驟⁹(圖6)，並應恪守八大原則¹⁰(圖7)，簡要說明如下：

一、SROI六大步驟

(一) 確認研究範疇，辨識關鍵利害關係人

確定計畫或活動所包含的範疇(Scope)，此範疇指特定時間內的計畫或活動，並在相關研究範疇中辨識所有與之相關的利害關係人，並進一步定義其中關鍵利害關係人，並找出可操作執行的項目，包括不同面向的問項設計，如：情境、投入、活動、受益對象、利害關係人、地點、期間、成果等。運用問卷、訪談的形式獲得計算各類項目所需資訊。

(二) 描繪成果

描繪成果需清楚紀錄投入(Input)→產出(Output)→成果(Outcome)，釐清因果關係、影響時間長短，並找到成果的代表指標。通過利害關係人的參與，參加活動前後不同的變化，活動對各方利害關係人帶來的效益，並將各種項目的影響繪製成價值地圖。一般而言，價值地圖應包含：範圍、利害關係人、投入、產出、成果及各類影響因子。在SROI中，投入、產出和結果各有不同的內涵，投入是直接的成本；成果則是透過這次活動之後所帶來的改變。投入、產出與成果之間是相關聯的，要釐清之間的關係必須透過實地觀察、訪談或是問卷，以更清楚、完整的描繪價值地圖。

⁹ Nicholls, J., Lawlor, E., Neitzert E., & Goodspeed, T., A guide to Social Return on Investment. SROI Network, (2012).

¹⁰ The Principles of Social Value. Social Value International, (2022)

（三）證明並量化成果

為合理化定價成果，常用方法為使用傳統經濟價值或透過財務代理指標將成果轉換為貨幣價值。過程應以數據基礎支持成果的發生，並以其中較具代表性的成果作為計算的目標，蒐集成果的資料、數據，評估成果持續的時間，最後以財務代理指標來做為成果價值衡量的基準，並產出客觀的市場價值為成果作價值的量化；此外亦可利用各類較為精準、繁瑣的科學方法衡量成果價值。

（四）確認影響力

初步完成成果價值計算後，並不能直接當作最終的成果價值產出，因為在計畫或是活動中所產出的結果，或多或少都有外力的介入，影響了計算的真實性，因此必須透過適當的因子權重進行調整，以便更加精準的描繪出成果的真实價值。影響力調整可根據以下四個層面：

1. 無謂因子 (Deadweight)：即使沒有舉辦該項活動，仍然會產生成果的部分。
2. 歸因因子 (Attribution)：此次活動所帶來的改變是由其他原因所造成。
3. 衰減因子 (Drop-off)：活動的成果與價值

會因為時間的因素漸漸遞減，衡量出來的價值也會因為時間的流逝而不同，通過計算未來價值的衰減，可以獲得比較準確的成果價值。

4. 移轉因子 (Displacement)：某些成果總量事實上並沒有改變的，只是發生了移轉，例如某計畫進行路口號誌改善，該路口的延滯時間雖然減少，但其他路口的延滯時間可能增加，故以系統總體而言，延滯時間總量並沒有改變。

（五）計算SROI值

計算 $SROI = \text{總影響力現值} / \text{總成本}$ 。將所有包含在定義範圍中，對利害關係人較為重要的成果，利用財務代理指標或是各類成果量化方法，結合各類影響因子，計算總影響力現值。最後將總影響力現值除以總成本就可以得到最終的SROI值。最後結果可針對調整因子、財務代理指標、成果或非貨幣性投入進行敏感度分析，以助於瞭解未來在計畫上如何將有限的資源往敏感性較高的成果，投入更多的心力。

（六）產出報告與分析結果

SROI評估之最終目的即是將計算成果與利害關係人分享，並且檢視各項成果計算是否符合現實，成果內容與活動執行單位進行反饋，



資料來源：本研究彙整

圖6 SROI六大步驟

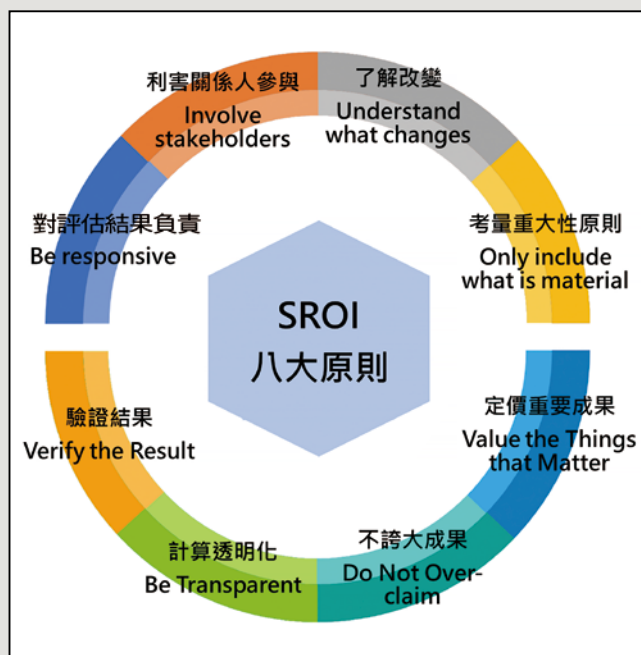
讓其能夠以客觀的角度、明確的方法，來檢視各項在活動中所產生的成果，並且能在未來執行計畫時，有進一步的方向、更有效率的達到各項成果，以提升活動、計畫的品質與效果。

二、SROI八大原則

八大原則包括：

- (一) 利害關係人參與 (Involve stakeholders)
- (二) 了解改變 (Understand what changes)
- (三) 考量重大性原則 (Only include what is material)
- (四) 定價重要成果 (Value the things that matter)
- (五) 不誇大成果 (Do not over-claim)
- (六) 計算透明化 (Be transparent)
- (七) 驗證結果 (Verify the result)
- (八) 對評估結果負責 (Be responsive)

其中最重要、也是本方法學最特別之處即為利害關係人參與，SROI強調由下而上(Bottom up)地蒐集資料，透過訪談、問卷調查等方式，直接與利害關係人互動，瞭解利害關係人的感受與想法，藉此掌握專案活動的實際執行效益，並從中找尋改善的空間，達到管理的目的並加以擴大社會影響力。



資料來源：本研究繪製

圖7 SROI八大原則

結語

我國推動智慧運輸系統發展建設計畫的願景，就是讓國內智慧運輸系統的發展能朝滿足民眾真正需求的方向進步。過去智慧運輸計畫係可區分為由中央補助地方政府執行及中央自行辦理兩大類，在中央補助地方的部分，係由中央輔導地方，以地方政府自行提出申請需求為之。此一做法之立意原為甚好，即係考慮地方政府對於當地需求較為了解，由其提出需求計畫乃屬合適；中央則扮演輔導者的角色，並在必要時實地予以協助規劃工作。本工程司參與相關計畫核撥補助之實際執行過程中亦發現，目前仍有許多可供檢討之處¹¹。本文乃以實際參與交通部推動智慧運輸發展建設計畫協作者的眼光進行相關客觀分析方法蒐集、查證與撰述的探索文章。由於社會影響力評估在國內交通領域應用仍屬少數，若干不明處仍待我們持續自覺與發現，目前階段成果乃在社會影響力評估方法初步架構的呈現概述。

¹¹ 周永暉、周維果等人，「智慧運輸發展與車輛安全法規技術諮詢管理計畫（1/4）」，交通部科技顧問室，2021。

透過社會影響力評估，未來可望透過各種不同的質、量化資料進行綜合分析，歸納出我國不同智慧運輸計畫之社會影響力評估方法與結果，過程亦將協請專家學者檢視其過程與結果的嚴謹合理性，據其意見修訂強化智慧運輸發展計畫評估機制，作為更加切合實務的可行作法。務求令評估機制做為鼓勵提升智慧運輸計畫未來推動績效的一環，加強正向循環的連結。透過相關社會影響力分析的過程，將其客觀分析結果回饋納入現行計畫補助申請審核機制內容，作為未來推動相關計畫之參考。如透過智慧運輸計畫社會影響力評估，了解不同類型計畫實際可能產生之擴散效益，提供主管機關及業者參考，並據以長期追蹤；並可完成重要課題說明，設定優先課題研提改善策略，做為未來政策訂定之參考依據。

從政策的規劃到執行，從中央到地方，從政府到民間，都有長期而持續的參與，協助利害關係人深入了解當前我國智慧運輸系統發展所面對的複雜課題與艱鉅挑戰，並透過各種評估分析對政策的落實與相關計畫的執行成效產生相當的貢獻。透過貨幣量化的方式啟動滾動式管理措施，方能令我國智慧運輸系統協助促成安全、效率與永續發展目標，實現兼具安全、效率及低碳環保的綠色運輸願景。

參考文獻

1. 張辰秋、徐守德、張學孔，「財務永續導向之都市捷運營運策略」，運輸計劃季刊第39卷第4期：413-440，2010。
2. 張學孔、林國顯等人，「研提推動大眾運輸捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」，交通部運輸研究所與中華民國運輸學會合作專題研究計畫，2010。
3. 周永暉、蔡明志、王冠堯、李怡穎、劉建邦，「我國智慧運輸系統推動情形與未來發展方向建議」，中華民國運輸學會110年學術論文研討會論文集，第五冊，頁268-280，2021年12月。
4. Understanding public policy (9th Ed.). New York, NY: Pearson. Dye, T. R. (1998).
5. Public Policymaking: An Introduction, Seventh Edition. USA: Wadsworth, Cengage Learning. Anderson, J.E. (2011).
6. Public Policy Analysis: An Integrated Approach (6th Ed.). New York, NY: Routledge. Dunn, W. N. (2017).
7. 李宜樺、吳佳餘、朱恩言，「公共服務影響評估工具-社會投資報酬率(SROI)」介紹，國土及公共治理季刊，第5卷第1期：30-41，2016。
8. The Green Book: appraisal and evaluation in central government: Treasury guidance HM Treasury. Stationery Office, London, 2020
9. Nicholls, J., Lawlor, E., Neitzert E., & Goodspeed, T., A guide to Social Return on Investment. SROI Network, 2012
10. The Principles of Social Value. Social Value International, (2022)
11. 周永暉、周維果等人，「智慧運輸發展與車輛安全法規技術諮詢管理計畫 (1/4)」，交通部科技顧問室，2021。

稿約格式

一、文字：稿件應以中文或英文撰寫，中文及英文摘要以400字為限。

二、單位：所有含因次之量須採用SI單位公制。

三、打字：

來稿請使用電子檔（以Word編排）圖、文需以單欄橫向編排方式，共同排列在文稿內(過大的圖或表可以附件方式呈現)，論文之長度(含圖)字數限5-6,000字以內；左、右邊界2.5公分，上、下邊界3公分，內文字體為細明體12點字，行距為1.5倍行高。

四、題目／作者：

論文題目宜簡明，作者姓名、任職機構、部門、職稱、技師科別列於論文題之下方，其服務部門及職稱以1，2，3編號註記在首頁末，另附上作者之生活照高畫質之電子檔。

五、關鍵詞：在題目中須選出中文及英文二至四個關鍵詞，並置於作者姓名下方。

六、章節及標題：論文之章節標題須列於稿紙之中央對稱位置，且加編號。小節標題亦應加編號但必須從文稿之左緣開始，例

壹、大標題（居中）

一、中標題（齊頭）

（一）子標題（齊頭）

1、小標題（齊頭）

（1）次小標題（齊頭）

七、數學式：所有公式及方程式均須書寫清楚，其後標式號於圓括弧內。為清晰起見，每一式之上下須多空一列。

八、長度：論文之長度(含圖)，內文以不超過6,000字或其相當之長度為準(以A4規格約8頁(含圖)計算)。

九、插圖與圖表：不論在正文中或圖裡本身，所有圖表、照片必須附有編號及標題或簡短說明，其編號請用阿拉伯數字，不加括號表示。如圖1、表2；Table 1、Figure 2，表的標題置於表的上方中間，圖的標題置於圖的下方中間。

十、符號：內文所有符號須於符號第一次出現時加以定義。

十一、參考文獻：

所有參考文獻須按其在文中出現之先後隨文註號碼於方括弧內，並依序完整列於文末；文中引用提及作者時請用全名，未直接引用之文獻不得出現。

參考文獻之寫法須依下列格式：

(1)期刊

林銘崇、王志成，「河口海岸地形變化之預測模式」，中國工程學刊，第六卷，第三期，第141-151頁(1983)。

Bazant, Z. P., and Oh, B. H., "Strain-rate effect in rapid triaxial loading of concrete," Journal of Engineering Mechanics, ASCE, Vol.108, No.5, pp.764-782(1982).

(2)書籍

張德周，「契約與規範」，文笙書局，台北，第177-184頁(1987)。

Zienkiewicz, O. C., "The Finite Element Method," McGraw-Hill, London, pp.257-295(1977)。

(3)論文集

蔡益超、李文友，「鋼筋混凝土T型梁火災後彎矩強度之分析與評估」，中國土木水利工程學會71年年會論文集，臺北，第25-30頁(1982)。

Nasu, M. and Tamura, T., "Vibration test of the underground pipe with a comparatively large cross-section," Proceedings of the Fifth World Conference on Earthquake Engineering, Rome, Italy, pp.583-592(1973)。

(4)學位論文

陳永松，「鋼筋混凝土錨座鋼筋握裹滑移之預測」，碩士論文，國立成功大學建築研究所，台南(1982)。

Lin, C. H., "Rational for limits to reinforcement of tied concrete column," Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Texas, Austin, Texas (1984).

(5)研究報告

劉長齡、劉佳明、徐享崑，「高屏溪流域水資源規劃系統分析之研究」，國立成功大學臺南水工試驗所研究報告，No.53，台南(1983)。

Thompson, J. P., "Fire resistance of reinforced concrete floors," PCA Report, Chicago, U.S.A., pp.1-15(1963).



編後語

臺灣鐵路興建發展的歷史悠久，一百二十多年前從無到有，再從有到如今先進的設施，從初期的興建到後來的發展，政府機關及軌道相關單位一直扮演著重要的角色，而工程顧問公司也從旁付出了不少的心力。

本期中華技術以「軌道建設與都市發展」主題，文中從都市發展之角度，並藉由鐵路地下化工程、新舊車站活化再利用、BOT/公私協力相關推動機制等各案例，探討軌道建設之興建及營運如何帶動周邊衛星市鎮再發展，每篇文章都是一時之選，亦是本公司嘔心瀝血之作。

從此次的專題報導內容，希望能讓讀者了解臺灣近來在軌道建設發展上所做的努力，以及工程顧問公司所做出的貢獻；也希望能在雙方共同努力之下，繼續完成臺灣未來的軌道發展願景。

附記：

本刊於每年一、四、七、十月份以季刊方式發行，來稿請備紙本稿件一式乙份及原稿電子檔，以掛號郵寄台北市11491內湖區陽光街323號10樓，台灣世曦工程顧問股份有限公司／企劃部轉『中華技術』編輯小組收。

 **財團中華顧問工程司**
CHINA ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

台北市10637辛亥路二段185號28樓
28F, No.185, Sec. 2, Sinhai Rd., Taipei 10637, TAIWAN
Tel: (02) 8732-5567, Fax: (02) 8732-8967, <http://www.ceci.org.tw>

夢想和幸福

零距離的接軌

技術必須經得起考驗，專業來自於永不妥協的堅持，
夢想的城堡、幸福的家園，就座落在不遠的前方，
台灣世曦和您一起攜手而行，用築夢的心、關懷的情，
戮力建設出每一項希望的工程。



Creativity · Excellence · Conservation · Integrity

CECI



台灣世曦
工程顧問股份有限公司

台北市11491內湖區陽光街323號
Tel:(02) 8797 3567 Fax:(02) 8797 3568
<http://www.ceci.com.tw> E-mail:pr@ceci.com.tw