



台灣軌道骨幹運輸 展望與規畫

廖慶隆 / 國立臺灣大學土木工程學系 教授兼軌道研究中心 主任

軌道運輸是能夠提供大眾運輸的最好交通工具，本文從大眾運輸的核心價值談起，到從國土規劃及區域發展觀點如何來鋪設一個符合國民需求之軌道骨幹計畫，三個九十分鐘之環島鐵路骨幹應該是一個不錯的構想，它可以連結台灣西部走廊上之各大都會區，也可以連接東部含休憩活動之慢生活區，形成一日生活圈之範圍，同時也因減少花在運輸上的時間，而大幅提升國家之生產力。然後在各大都會區內以準時舒適之捷運系統網路，從點的服務擴展到面的服務，再加上完整的聯外交通系統，應可使全國的交通服務門到門的服務，且進而發展以交通服務網為基礎的都市發展模式。

軌道運輸的建設目標

軌道運輸應作為大眾運輸的骨幹，所構成的交通網，應該是提供每個國民（老幼婦孺）基本移動需求的交通工具，尤其是沒有駕照的國民或市民，能夠自行使用及搭乘，使服務層面更寬更廣闊。換句話說，要使所有國民要能很高興使用大眾運輸系統是最重要關鍵^[1]。

當沒有汽車駕照者也能自行順利搭乘時，當然有駕照者會更喜歡搭乘。沒有駕駛執照者包括依法不能申請駕照者，如高齡、未成年、體格檢查不合格及體能測驗無法通過者，以及行動不便者等。這些族群如果需要外出、採買或就醫時，常需要有駕照之工作者協助，不但降低生產力，增加路上小汽車之數量，還造成很多諸如長照及小孩接送之社會問題。因此如果大眾運輸系統可以很方便提供無駕照者搭乘時，且可以跟一般乘客一樣行動自如，不但可以大大減少與老齡化迅速增加有關的社會問題，可以有效減少私人汽車的使用頻率，也提升無駕照居民之自我行動能力，可以增加社會活動力、生產力及消費力。

無障礙設施之發展是讓行動不便者感激的硬體設施，所謂無障礙設施基本上是由殘障設施發展出來的，早期殘障設施，多只針對需要輪椅的朋友，由於服務對象較少，而且常需要額外特殊幫助。因此許多

車站都設置相對偏僻的地點空間，以避免妨礙交通動線。有些車站，樓上的殘障電梯跟樓下的殘障電梯距離還相當遠。由於設置殘障設施需要額外空間及經費，因此在某些不容易設置殘障設施的車站，乾脆提供附加服務或安排特殊的康復巴士服務取代。

行動不便者需要的是可以跟一般乘客一樣行動自如（如圖1），例如自動扶梯，它對行動不便的人非常有幫助，雖然對殘疾人可能沒有特別幫助。實際上，許多正常人也會使用它。如果電扶梯安裝在主要動線上，而且是上下樓層都有時，將有效的幫助大量乘客的流通。如果為行動不便的人提供的無障礙設施，也可讓殘疾人可以自己出行時，情況就大不相同了。



圖1 行動不便者搭乘大眾運輸系統

大眾運輸系統應使用電動扶梯或緩坡道作為升降的主要設施，會引導很多行動不便旅客或背著沉重的大行李願意搭乘大眾運輸系統，即使普通乘客也喜歡使用這種設施，樓梯有時會變成為後備或緊急逃生設施使用。電動扶梯或緩坡不但可以讓動線流暢，提高行動速度，也可以為其他人群提供服務。至於電梯，它主要作為輪椅、嬰兒車及笨重行李者使用，但也應接近主要動線，讓行動不便者也可使用，只是缺點是速度慢、流量有限。

行動不便設施之設置，必須每個車站都要有，否則某些站將被卡住而使行動不便的人的使用意願降低。行動不便的設施需要考慮到所有細節，平順是主要要求，因此幾乎不允許有階梯，地面也需平整，伸縮縫、車門間隙等連接部位也必須平順，相關設施之截角，轉角的設計等也應注意不要妨礙動線，轉乘設施不能距離太遠，否則行動不便者無法走到，如果轉乘步行距離太遠時，就必須設置輔助設施如電動步道等，讓轉乘也是一個很輕鬆愉快的過程。

從國土規劃觀點看軌道運輸與三個九十分鐘的規畫構想

依台灣現有國土空間結構，從人口分布、地質分布、地形分布、斷層帶分布及都市發展，已形成以中

央山脈區隔之兩大生活空間，即西部走廊快活區及花東縱谷慢活區（如圖 2），以及七個都會區，即台北大都會區、桃園中壢大都會區、新竹大都會區、中彰大都會區、嘉義次都會區、台南大都會區及高雄大都會區。就交通系統的建設技術來說，快活區基本上都是平原，因此以高速鐵路為骨幹連結技術上的問題不大，快慢兩生活區間之南北兩端連結，都須穿越變質岩區（圖 3），由於變質岩區之隧道開挖技術較為複雜，因此建議以速度較低工程擾動較小之快鐵系統作為連結，至於花東縱谷慢活區，對移動速度之要求較小，同時考量鐵路系統之整合性及單一性，也建議採快鐵作為骨幹，形成西高鐵東快鐵之政策。

至於各都會區內，則以各種都市軌道系統連結，都市軌道系統目前台灣採用有高運量捷運、中運量捷運及輕軌三種，其選擇視運量、路網及都市發展需求而定。目前已形成路網且運轉較成熟者有台北都會區大眾捷運系統以及高雄都會區大眾捷運系統。

各交通系統間之連結，也就是轉乘非常重要，此時能滿足沒駕照居民的要求應該是很好的檢驗點，結合各種交通系統之整合規劃，希望能提供國民一個夠水準之交通服務，基本上能達到在西部走廊內各主要城鎮間之門到門服務能在三小時內到達，也就是利用高鐵、台



圖 2 台灣地區國土使用空間

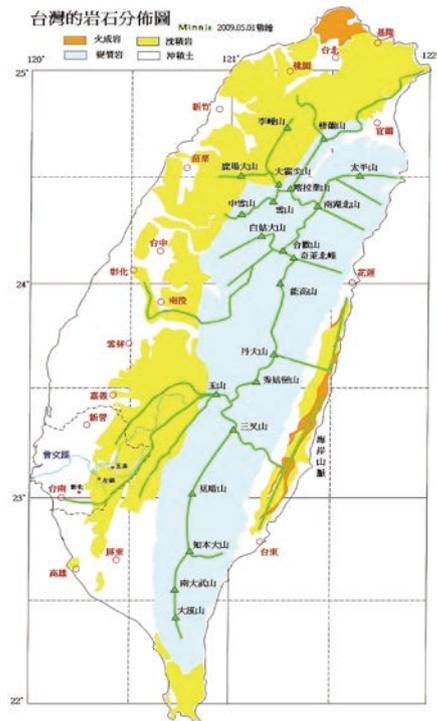


圖 3 台灣地區岩石分佈圖

鐵、捷運、高山鐵路及公車服務，在西部走廊快活區內任意人口三萬以上之城鎮可以在三小時內到達。

三個九十分鐘之構想建立之後，實際考量區域發展及都市發展之狀況，進一步檢討，可將軌道骨幹系統連結區塊設定在北北基都會區、高高屏都會區及花東縱谷休閒區，也就是連結這三個區塊來規畫，由於北北基都會區及高高屏兩大都會區內已經實際進行捷運系統之都市軌道路網興建，以達到都會區內部通勤及商務特殊運輸之要求，花東休閒區也以適合花東休閒及觀光路網之方式發展特色之內部交通系統，也就是這三個區塊內之交通系統可獨立發展且有地方特色，三個九十分鐘以連結這三個區塊之邊緣為主，對北北基來說，只要到達板橋及南港兩個交通樞紐，就可利用台北都會區之大眾捷運系統及公車系統，到達其目的地，同樣的，高高屏區塊之南北兩交通樞紐為左營及屏東，花東休閒區之南北兩樞紐為花蓮及台東。其中南北兩大都會區之內部交通系統已可從南北兩樞紐點到達市區大部分地點在三十分鐘內到達，而花東休閒區之區內交通系統則可滿足從花蓮或台東在四十五分鐘內到達區內大部分地點，目前台灣南北高速鐵路已可從板橋到左營在九十分鐘內到達，

依此由「縱貫高鐵系統」、「北迴快鐵系統」及「南迴快鐵系統」等三條九十分鐘的高快鐵系統所組成之軌



圖 4 三個九十分鐘的基本規畫

道骨幹系統如圖 4 所示，再結合各車站及各地方的聯絡運輸系統，以捷運、輕軌、糖鐵、山鐵及台鐵支線等配合地域分工特色，即成為符合台灣現有國土特色及社會經濟活動需求所構成的整體軌道系統。此即為以高快速鐵路所重新定位的新台灣一日生活圈的國土空間結構。在此一空間結構之下，這個完整的鐵路運輸網將成為台灣下一個五十年國土空間高效率、高可靠、高環保、高品質的永續台灣的主要運輸結構^[2-5]。

坐成習慣之都會區捷運系統

都會區之大眾捷運系統，其主要核心價值為滿足通勤族之通勤要求，也就是讓通勤者（就業及就學人口）能有效擴大一日生活圈範圍，即使遠一些也喜歡利用大眾運輸通勤，節省不必要之塞車浪費，更有效提高國家生產力

一日生活圈範圍指的是一天日常生活需要活動的範圍，主要的活動者幾乎多是常年要搭乘交通工具的通勤者，而通勤者的希望非常直接，即在最短的時間內到達辦公室、工作地點或學校都不會感到疲倦，然後可以立即面對挑戰馬上工作，換言之，生活圈內之通勤移動是輕鬆愉快的，搭乘的距離也可以更遠。

要最短時間到達就業或就學的地點，首先要看運輸網絡的規劃好不好。每位通勤者都感覺是走直線而且是直達車。即使需要轉乘其他線，則轉乘次數越少越好。如果每次轉乘需要五分鐘以上，就會覺得花在通勤的時間太長。圖 5 是台北捷運中正紀念堂站同月台轉乘方式，不同線兩部列車同方向同時到達月台，通勤旅客覺得轉乘又快速又方便。



圖 5 不同線兩部列車同方向同時到達月台之轉乘方式

搭乘不是自己駕駛的車輛，那是一個充滿不確定因素的環境，很多人常常會暈車。搭乘大眾運輸系統也一樣，因此要將這些不確定因素降到最低，應該是大眾運輸系統該做的事。但是交通工具所碰到的環境千變萬化，不變化是不可能的，尤其在交通繁忙的都市交通狀態。還好，大多數人類行為是由習慣控制的，一旦養成習慣後，做事時無需注意它，我們可以下意識地去做。這是人類數百萬年來形成的強大生存武器。如果搭乘大眾運輸系統成為一種習慣，那麼搭乘交通工具就可以被潛意識自然地到達目的地，即使每天搭乘，也可以保持精神飽滿並立即參加戰鬥。

要讓乘坐公共交通系統時之通勤行為變成為習慣性行為，車輛運作的功能具有最大的影響。乘車過程中，每個時間點給乘客的感覺必須非常固定而且是可以預測的，然後才有可能變成習慣。從停在月台上的時間開始，列車的所有性能必須是可預測的；什麼時間將關門，什麼時間車子開始移動，會有多少加速度，列車轉彎時會有多少側向力，車廂什麼時候會振動，甚至會吱吱作響。只要乘坐次數足夠，身體自然就會採取必要的反應動作。搭乘捷運最常發生的現象是，早上出門走哪條小巷，要轉多少圈，要進入哪扇門以及要搭哪輛車時，它幾乎都固定了。就會發生即使是不上班日，如果您不專心的話，您將會到達辦公室。

圖 6 的情況是台北捷運系統中經常出現的現象。很多站立的乘客在車輛全速行駛時也還在使用手機，也沒有抓住吊環。並不是說他們不在乎安全，而是人體自然的潛意識反應也可以使乘客安全。對站立的乘



圖 6 台北捷運車輛行進中站立之旅客

客來說，列車行駛條件更為敏感，但是站立卻是通勤者必須面對的課題。如果希望搭乘條件能夠變成習慣，前提是列車系統的運作必須非常穩定，就像昨天一樣，今天也是如此。當人滿為患時，加速度曲線必須與空車的加速度曲線相同。也就是說，列車牽引動力必須使用閉環控制。也就是通勤用的大眾運輸系統會比較複雜，而且成本比較高。

總結來說，現代大眾運輸系統應盡量做到所有市民都可使用，而且可使乘客的反應變成習慣，減少通勤者受環境變化的影響，這樣就可改變都市為一個健康的都市以及擁有工作快樂的市民。但實務上系統的改善有一些極限，因此，除了對系統進行調整外，還需要對市民心態進行調整，都市發展的前景也須非常積極樂觀，才有充滿前途的快樂城市。

準時性佳之聯絡軌道系統及產業軌道系統

在西部走廊，高鐵的車站目前有十座，除了台北及高雄都會區於市區內有捷運系統網路與高鐵共站外，其餘桃園、新竹、苗栗、彰化、嘉義及台南則分別利用聯外交通系統連接高鐵車站，惟對高鐵乘客而言，搭乘時間比較緊張，到達高鐵站之時間精準度極為重要，由於軌道系統之準時特性，可以讓乘客準確的控制行程，因此對各大都會區來說，建立聯外軌道系統有其必要性，目前桃園高鐵站已經藉機場捷運連結桃園機場與中壢，新竹有台鐵六家線連結新竹高鐵站，台中有台中捷運連結烏日高鐵站，台南有台鐵沙崙線連接台南高鐵站。而苗栗高鐵站與台鐵豐富站幾乎共站，但彰化高鐵站、雲林高鐵站及嘉義高鐵站還沒有比較準時之軌道聯絡系統，希望不久的將來能有聯絡軌道系統建立。

花東休閒慢活區，主要以台鐵及台九線及台十一線構成之交通路網作為區內之交通系統，台鐵在此區內改成快鐵之設計，提高安全度與舒適度，並適當配合觀光形成觀光鐵路，對區內交通應有很大的幫助，至於是否須有類似都會區捷運系統之功能設計，端視花東地區的發展而定^[6]。

至於現有林鐵及糖鐵等產業軌道系統，原先目的是運輸貨物，由於觀光之需求，已經容許載運旅客，但由於其規格離客運鐵路標準仍有相當距離，因此行

駛速度及載客標準有較大之限制，目前阿里山鐵路正積極改善系統之安全性及舒適度，幾條糖鐵也視狀況開放觀光客搭乘。

結語

軌道運輸對一個國家來說，是一個非常好的大眾運輸工具，它既可節能減碳，又可肩負大量運輸，而且能作為大部分國民自行使用之運輸工具，軌道運輸系統具低汙染，節能減碳優點，發展綠色運輸，提升運輸系統能源使用效率，是世界趨勢，也是政府的政策。

提供國民行的基本要求，是政府的責任也是義務，而能提高搭乘大眾運輸系統的比例，減少自用小汽車的數量，減少國民搭乘大眾運輸系統之體力損耗及精神損耗，提升工作效率，也是相當值得要做的事情，而軌道系統正好可以提供這些需求，以發展軌道系統作為前瞻計畫是很好的方向。

過去軌道運輸系統建設，設備標購絕大部分都由國外引進，系統各異，零件備品種類多，數量少，互

不相容，市場規模小，不符開發效益，故至今幾乎很少有鐵道產業可言，完整的軌道骨幹系統發展規劃，當有助於軌道產業之發展。

未來 10 年軌道運輸系統建設商機達新臺幣 2 兆元，所有計畫投資可帶動國內產值約 3.21 兆元，若能落實國產化政策，引進國外技術在國內生根，培養自主研發能力，藉此提升國內廠商技術及產製能力，建立軌道運輸系統產業鏈。

參考文獻

1. Ching Lung LIAO. The Core Value of Modern Mass Transit Systems. Cur Trends Civil & Struct Eng., 5(3), 2020. CTCSE. MS.ID.000611.
2. 行政院 106 年 4 月 5 日院臺經字第 1060009184 號函核定通過「前瞻基礎建設計畫(核定本)」。
3. 交通部 (109 年 3 月)，「2020 年交通科技產業政策白皮書」，交通部。
4. 交通部鐵道局官網，鐵路建設計畫。
5. 交通部路政司，我國推動軌道建設策略，Vol. 45, No. 1, 土木水利，第四十五卷，第一期 (2018)。
6. 台灣軌道工程學會 (108 年 6 月)，「循軌·尋軌·臺灣軌道的根與芽」。

業務範圍

本院以問題導向之整合研究為出發點，將基礎研究的成果加以拓展，並轉化成產業界立即可用之服務推廣和教育訓練，以服務營建產業中相關之廠商、行政單位以及研究單位，以滿足其在運作上之需求。另一方面，亦同時加強與國內外產官學界之交流合作，以掌握最新的產業發展資訊，並加強與世界之互動關係。

我們的服務



離岸風電海工技術研發中心
營建產業循環經濟推動辦公室
工程估價師認證制度



中華民國優質耐飾建築驗收制度
開始推動
CQC-品質耐飾建築工程
建築師公會 105-10000-000
建築師公會 GAAP 認證



混凝土優質三級品質有保證
中華民國預拌混凝土協會



工程技術與管理研究所

1. 非破壞性檢測技術之應用研究
2. 施工困難工程之處理研究
3. 設施維護管理之參數分析與管理研究
4. 工程災害及工程風險之規劃與評估研究
5. 永續生態工程研究
6. 大地構造物設計程序及規範研究
7. 新材料 / 工法應用可行性分析
審查與驗效 / 規範產出與市場化服務
8. 兩岸合作交流服務
9. PMIS雲端系統服務
10. BIM建築資訊模型導入服務
11. 工務資訊系統導入服務

產業資訊與推廣處

1. 工程概估資料庫建置與維護
2. 常用價格資料庫建置與維護
3. 維護策略檢討及維護預算編列
4. 規範維護與管理標準化服務
5. 促參案件評估與輔導活動
6. 履約及專案管理
7. 都市更新及規劃顧問諮詢服務
8. 教育訓練及工程品質訪視輔導
9. 設施安全鑑定與產品性能驗證

工程與法務鑑識中心

1. 施工損害鄰房鑑定
2. 建物結構安全評估、監測 / 監控鑑定
3. 建物瑕疵修補及估價鑑定
4. 給付訴訟之價格及數量鑑定
5. 大地工程或特殊地質鑑定
6. 建材規範衍生之爭議鑑定
7. 跨領域之事故鑑定 (土木工程事故涉及機電、化工或其他特殊領域)
8. 起訴前或訴訟中之展延工期事由評估、衍生費用評估

出版品

營建知訊 / 營建物價 / 綠建材專刊 / 植栽手冊



財團法人臺灣營建研究院
TAIWAN CONSTRUCTION RESEARCH INSTITUTE

TEL: (02)8919-5000 FAX: (02)2911-3541 歡迎向本院洽詢
231 新北市新店區中興路二段190號11樓 www.tcric.org.tw