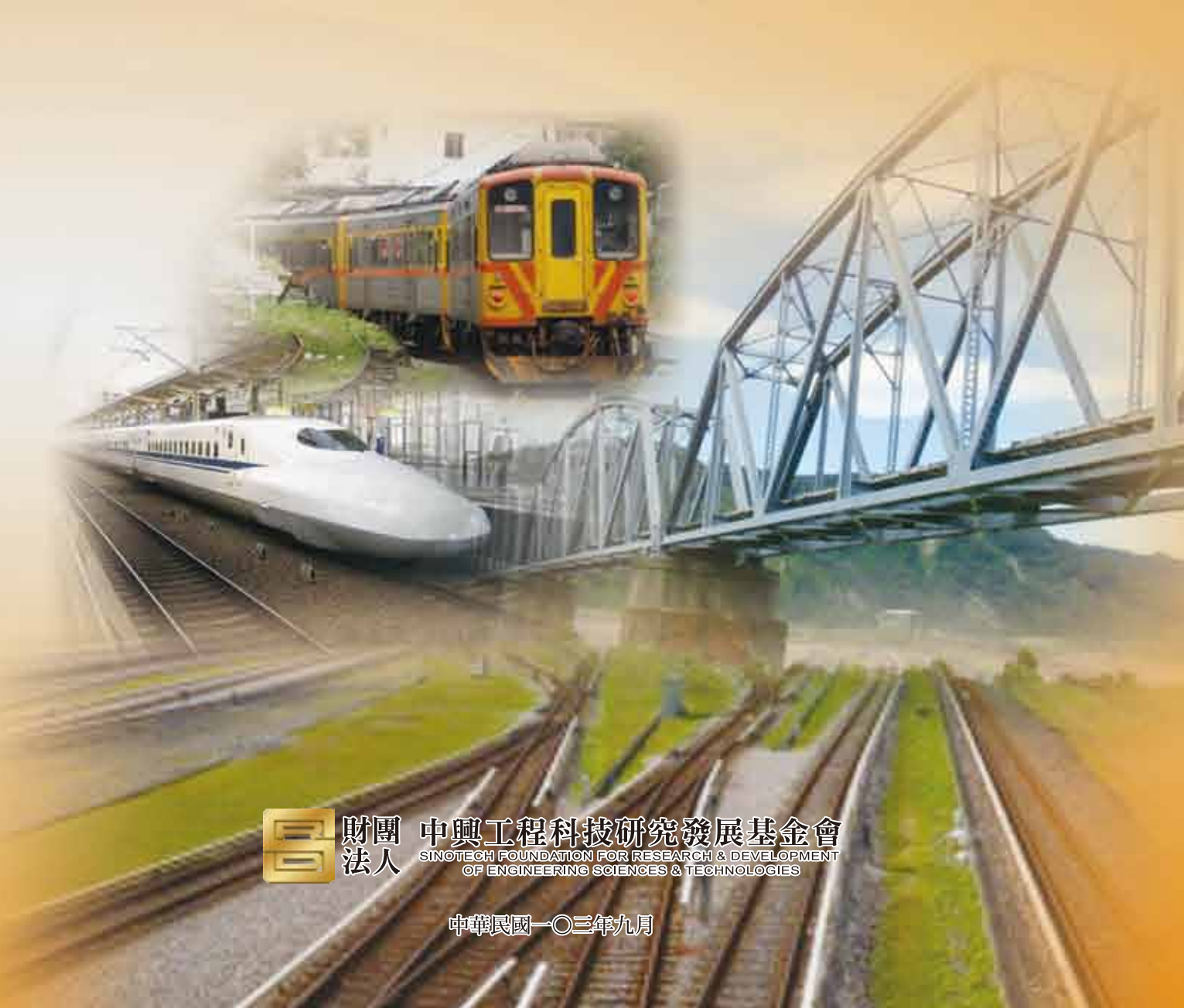


認識鐵路

— 鐵路工程與發展

黃荻昌 撰／黃宇新攝影



財團
法人

中興工程科技研究發展基金會
SINOTECH FOUNDATION FOR RESEARCH & DEVELOPMENT
OF ENGINEERING SCIENCES & TECHNOLOGIES

中華民國一〇三年九月

認識鐵路

黃荻昌 撰 / 黃宇新 攝影



財團
法人

中興工程科技研究發展基金會
SINOTECH FOUNDATION FOR RESEARCH & DEVELOPMENT
OF ENGINEERING SCIENCES & TECHNOLOGIES

序

讓我們共同創造新的鐵路王國

鐵路係人類交通文明的一環，十九、二十世紀曾為帝國擴張掠取弱國資源的工具，亦為民生所信賴的交通工具，是近代十九世紀文明開化的敲門磚，更是地球二十一世紀節能減碳所揀選的陸路運輸工具。

鐵路敘事有：1. 人類區域發展與交通文明、2. 鐵道歷史與動人故事、3. 鐵道科技與工藝、4. 鐵道藝術與美學、與 5. 鐵道未來與創新等等五個構面。其中 3. 鐵道科技與工藝，包括運具發展、土木、建築、機電技藝與經營維護管理，以及規劃、設計、施工與營運，將為本書概述的重點。

本書分成「鐵路概述」、「鐵路的實體建設」、「現代鐵路—高鐵與捷運」與「鐵路之歷史、文化資產與建設願景」四篇，藉著文字影像較完整地引介鐵路，引起讀者對鐵路的興趣，提供一基本認識，未來進階的書可在此根基下深入，以滿足進階精進的需求。

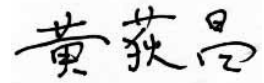
全書區分 4 篇 12 章，除文字外，為能生動引導讀者進入鐵路情境，各篇章皆先呈現典藏的鐵路模型，接著再與讀者一起分享鐵路各要素的照片。

本書的完成，主要感謝財團法人中興工程科技研究發展基金會提供寫作機會與審稿人張培義局長的推薦與審修。而台灣鐵路管理局提供華山貨站、七堵調車場、瑞芳站、平溪線、台南車站、高雄車站拍照場景，高雄捷運公司於春節忙碌之際派人陪行南機廠，苗栗縣政府文化局派員陪同拍照台鐵舊山線，蘇昭旭館長提供交通技術博物館盡情拍攝，而台北圓山捷運站旁的阿立模型店、鐵道模型一書作者王華南先生，亦提供典藏模型供拍。而到定稿前夕，台北捷運公司提供了行控中心、機廠等區域，補足了影像補齊的需要。而為了要有一較有文化味道鐵道的呈現，針對文化鐵道，筆者

與攝影親自遠赴東瀛日本京都進行文化鐵路標竿學習，採集了令人忘不了的文化鐵路影像，至此本書意旨「鐵路工程與發展」方有了比較完整的圓滿 Ending。

感謝財團法人中興工程科技研究發展基金會的邀約與等待，（台灣）中國土木水利工程學會土木歷史與文化委員會與李文彬委員的砥礪與協助，文化部文化資產局的指導與協助，也感謝攝影黃宇新先生拍攝大部份的照片。

最後，筆者邀請大家一起傳承鐵路與創新價值的各面向，並期望讀者在認識鐵路工程與發展後能有所得，進而得以展現新鐵路與再創文化鐵路。讓我們共同創造新的鐵路王國，也讓鐵路文化陪伴大家一起成長。唯受限個人能力與資料，若有誤失之處亦請不吝指教，以利修訂時及時補正。

A handwritten signature in black ink, reading '黃彥品' (Huang Yuxin).

2013.10.17

目錄

第一篇 鐵路概述	1
1、鐵路是什麼？	1
1.1 鐵路的定義	1
1.2 鐵路的起源與多元化	1
1.3 鐵路的要素與特質	4
1.4 鐵路的分類	6
2、鐵路的規劃	10
2.1 鐵路建設程序	10
2.2 運輸計畫	11
2.3 設計標準	12
2.4 路線規劃	12
第二篇 鐵路的實體建設	17
3、鐵路路基與軌道	17
3.1 軌道構造	17
3.2 路基（又稱路盤、路床）	22
3.3 軌道之附帶設備	22
4、突破地形障礙的構造物—隧道、橋梁與路基	24
4.1 隧道	24

CONTENTS

4.2 橋梁	25
4.3 路基	27
5、行駛網絡的載具－軌道車輛	28
5.1 軌道車的內涵	28
5.2 軌道、鋼輪維修車輛與工具	30
5.3 影響車輛速度的列車阻力	31
6、確保安全、高效能運行的設備－號誌保安與通訊系統	33
6.1 閉塞裝置	33
6.2 中央行車控制裝置 (Centralized traffic Control, CTC)	34
6.3 自動列車警告／停止裝置 (Automatic Train Warning & Stop, ATW/ATS).....	34
6.4 自動列車控制裝置 (Automatic Train Control, ATC).....	34
6.5 號誌裝置	35
6.6 聯鎖裝置	36
6.7 轉轍裝置	36
6.8 平交道設備	36
6.9 號誌系統－台北捷運淡水線實例	36
6.10 通訊網絡－台北捷運淡水線實例	38
7、車輛休息修護的廠房－機廠（調車場）	39

7.1 鐵路機廠 (Depots, Workshops) 的功能	39
7.2 機廠型式與配置原則	41
8、旅客進出的場所與地標－車站	43
8.1 車站的功能	43
8.2 車站的型式分類	44
8.3 車站的運輸功能型態	45
8.4 月台型式	46
8.5 車站站位之選定	47
8.6 車站規劃與配置	48
8.7 車站間生活場域的規劃	50
8.8 車站轉乘設施之規劃	50
8.9 車站細部設計	51
8.10 文化融合的車站－捷運淡水線劍潭站例	51
第三篇 現代鐵路－高鐵與捷運	53
9、高速的旅程、誘人的窗景－列車高速化的發展	53
9.1 列車高速化的效益	53
9.2 高速化技術問題的課題與因應對策	53
9.3 世界各國高速鐵路之發展概況	55

CONTENTS

9.4 台灣高速鐵路與台鐵可傾斜式列車	58
10、多元多樣的當代都市鐵路	59
10.1 都市與城際大眾運輸系統整體圖像	60
10.2 便捷的旅程—都市立體鐵路	61
10.3 多形貌的都市鐵路—路面、單軌型態與全自動化	63
第四篇 鐵路之歷史、文化資產與建設願景	67
11、聽聽咱們鐵路的過去—世界與台灣的故事	67
11.1 世界鐵路的發展	67
11.2 台灣鐵路的發展	68
11.3 疼惜咱們的寶貝—保存台灣鐵路文化性資產	71
12、鐵道廊帶的國土發展	72
12.1 鐵道廊帶土地的有效利用	73
12.2 鐵道永續發展的關鍵	75
12.3 觀想鐵路的發展願景—百年風華瑞龍活現	75
參考文獻	79

表目錄

附表 9-1 台灣高鐵工程特性	58
附表 9-2 台灣高鐵營運目標	59

圖目錄

圖 1-1	舊時蒸汽火車	1
圖 1-2	早期英國鐵道推進型態－馬拉式與突緣 flange 鐵製軌道	1
圖 1-3	「誰能追上我」原尺寸模型	2
圖 1-4	火箭號模型	2
圖 1-5	東方快車號及其舒適臥舖艙	4
圖 1-6	傳統鐵路運行模型	5
圖 1-7	鐵路系統圖	6
圖 1-8	軌距示意圖	7
圖 1-9	台灣糖業五分車（烏樹林糖廠成功號勝利號客車）	8
圖 1-10	人力台車（推進型態－單人撐竿式）	8
圖 1-11	動力客車（日本京都嵐山線車輛）	9
圖 1-12	電聯車（高雄捷運）	9
圖 1-13	柴聯車 DMU	9
圖 2-1	圓曲線 (Curve) 台北捷運淡水線紅樹林站出站往淡水站方向路線	15
圖 2-2	豎曲線 (Vertical Curve) 台北捷運淡水線竹圍至紅樹林站間路線	15
圖 3-1	軌道構造	17
圖 3-2	木枕道碴道床（台北捷運北投機廠道岔區）	18
圖 3-3	預力混凝土枕道碴道床	19

圖目錄

圖 3-4	連續基座式混凝土道床（台北捷運）	19
圖 3-5	各種不同之道岔種類	20
圖 3-6	平溪線十分站尖軌區（轍尖區）、漸進軌區（導軌區）與岔心區	20
圖 3-7	基鈹構造（台北捷運安裝的基鈹）	21
圖 3-8	路基（又稱路盤、路床）斷面	22
圖 3-9	平溪線平溪站平溪鐵橋旁路堤型路基	22
圖 3-10	平溪線平交道（第三級甲種）	23
圖 3-11	日本京都嵐山線終點站嵐山站的止衝檔，配合景點亮點設計增加綠 化設計.....	24
圖 4-1	新奧工法 (NATM)	25
圖 4-2	機場捷運系統第三航廈站（明挖覆蓋工法）	25
圖 4-3	機場捷運系統第三航廈站鄰接隧道運用潛盾工法	25
圖 4-4	（左）鈹梁橋—新魚藤坪橋（完成於 1938 年） （中）桁架橋 (Truss Bridge) 橋—大安溪鐵橋（完成於 1906 年） （右）拱橋—鯉魚潭橋（1988 年）	26
圖 4-5	吊橋—台北捷運淡水線劍潭站的屋頂為吊橋結構，另設置阻尼器為 安全措施.....	27
圖 4-6	台鐵冬山車站乃一有名橋梁地標案例	27

圖目錄

圖 5-1	軌道車的行駛理論與不同能源供應	28
圖 5-2	架空線的供電型態	29
圖 5-3	高雄捷運電聯車第三軌	29
圖 5-4	高雄捷運鐵公路兩用車	30
圖 5-5	台北捷運（電力／電瓶式）維修用機車頭	30
圖 5-6	台北捷運自動檢查車 (EM-80E).....	30
圖 5-7	淡水線當年施工用的工作車 (Platelayers' trolleys)	30
圖 5-8	車輪車床的設備（高雄捷運南機廠）	31
圖 6-1	電氣路牌閉塞器（平溪線菁桐站）	33
圖 6-2	平溪線車上駕駛室間掛的路牌（電氣路牌閉塞器體制）	34
圖 6-3	台鐵瑞芳站中央控制行車系統中的車站設備	35
圖 6-4	轉轍器之運作－人員親赴現場轉轍（平溪線十分站）	36
圖 6-5	號誌系統主要設施方塊圖	37
圖 6-6	台北捷運高運量淡水線復興崗站號誌設備室	38
圖 6-7	台北捷運高運量行車控制中心	38
圖 6-8	通訊網絡示意圖	39
圖 7-1	台北捷運北投機廠配置	40
圖 7-2	北投機廠主維修工廠頂升區與正維修車輛	41

圖目錄

圖 7-3	台北捷運北投機廠為單側式調車場（右緣軌道為主線軌道）	41
圖 7-4	環繞式調車場（以左行制為例）	42
圖 7-5	內湖機廠機廠軌道配置	43
圖 8-1	車站的運輸功能型態	45
圖 8-2	台北車站站前廣場的 K 區地下街，又名誠品站前店	50
圖 8-3	淡水線（高架段）民權西路站至復興崗站高架下設置開放空間， 圖為圓山站	50
圖 8-4	劍潭站的屋頂懸吊細部	52
圖 8-5	台北捷運淡水線劍潭站是一結合美學與工程技術的建築典範	52
圖 9-1	即將離開巴黎蒙帕納斯車站的 TGV 列車	55
圖 9-2	行經法蘭克福的 ICE-3 列車	56
圖 9-3	日本 N700 新幹線	56
圖 9-4	停靠在科爾多瓦的阿爾斯通製 AVE 火車	57
圖 9-5	重聯 CRH5A 型動車組運行於京滬高速鐵路	58
圖 9-6	台灣高鐵 T700 型	58
圖 9-7	台鐵太魯閣號	58
圖 10-1	大眾運輸系統的分類	60
圖 10-2	日本關西地區大阪市路面鐵道（街車）正經過平交道	63

圖目錄

圖 10-3	日本沖繩縣那霸市跨座式單軌捷運系統	64
圖 10-4	台北捷運文湖線全自動捷運系統	65
圖 11-1	英國於 1863 年發展世界最早地鐵的地下車站	67
圖 11-2	1895 年 7 月所拍攝的「水邊腳停車場」附近縱貫鐵路舊照	69
圖 11-3	阿里山鐵道及木棧橋梁	69
圖 11-4	京都梅小路蒸氣機關車館扇形車庫	71
圖 12-1	高雄捷運美麗島車站公共藝術	74
圖 12-2	虎尾糖廠的虎尾驛	74
圖 12-3	高雄打狗鐵道故事館內當年第二代打狗驛留傳 至今的月台與蒸氣車頭	75

第一篇 鐵路概述

1、鐵路是什麼？

1.1 鐵路的定義

「火車快飛、穿過高山、越過小溪、不知走了幾百里 ...」這首童歌，把我們帶到記憶中鐵路的初期景象：冒著黑煙或白色蒸氣的火車頭，拉著裝載著乘客及貨物長長好幾節車廂，沿著軌道在田野、橋梁、山洞穿越前行，鐵道有千百里長，火車就能帶我們到達千百里遠處，這是對傳統鐵路的最初認識（圖 1-1）。隨著工業科技發展及效益需求，鐵路的發展也不斷推陳出新，在型式、技術上因應不同的目的發展出輕軌系統、捷運系統、高速鐵路。不論是傳統鐵路或是新近發展的輕軌、捷運系統及高速鐵路，共同的特點都是利用軌道來導引行進路線，其運行的軌跡是固定的，因而「在軌道上運行的運輸系統」可視為「鐵路（軌道運輸）」的基本定義。

1.2 鐵路的起源與多元化

在工業未興盛前，陸上貨物的運輸，大都依靠獸力拖拉，而當時路面也以泥土地



圖 1-1 舊時蒸汽火車

資料來源：<https://www.google.com.tw/>, <http://www.hakka.gov.tw/>



圖 1-2 早期英國鐵道推進型態－馬拉式與突緣 flange 鐵製軌道

為多，常因載重大時，車輪易陷入軟泥中，為解決這種困境，有人開始利用木板條鋪於路面，減少馬車陷入泥淖中，其後，隨著工業進步，又將易損壞的木板條改為鐵（鋼）條，「鐵路」於是誕生（圖 1-2）。

十八世紀末及十九世紀初，英國煤業發達，礦區利用馬車運載煤炭，運量小、成本高，其時，瓦特改良蒸汽機使動力效能提高，生長於礦區的發明家及礦業工程師理查·特里維西克 (Richard Trevithick) 提出了可移動蒸汽機的概念，並於 1804 年發明了世界第一台可以實際運作的蒸汽機車，成功拖動 10 噸鋼鐵、5 個車廂及 70 位乘客，用 4 小時 5 分鐘走完全程 16 km 的軌道，平均時速 3.9 km。1808 年又公開新型蒸汽火車頭，叫做「誰能追上我 (Catch Me Who Can)」(圖 1-3)，並於現今倫敦歐斯頓廣場



圖 1-3 「誰能追上我」原尺寸模型（圖示設備存放於高雄科學工藝博物館）



圖 1-4 火箭號模型

地鐵站 (Euston Square Tube Station) 附近經營一座圓型鐵道，試圖供乘客體證火車旅行比馬車要快。但「誰能追上我」受速度、穩定性與可靠度的限制，無法推展至商業運轉的規模。

1825 年英國「鐵路之父」喬治·史蒂芬生 (George Stephenson)，建造了從史托頓 (Stockton) 到達靈頓 (Darlington) 長 40 km 的世界上第一條公開鐵路，1829 年英國利物浦 (Liverpool) 至曼徹斯特 (Manchester) 鐵路接近完工時，對於要採用固定式蒸汽機或蒸汽機車來拖拉車廂猶疑未決，因而先在雷因希魯 (Rainhill) 村舉行火車頭甄選，喬治·史蒂芬生所

創造的蒸汽機車「火箭號 (Rocket)」(圖 1-4)脫穎而出，該機車成功拖拉一列車廂，平均時速約有 19 km，最高時速可達 48 km，因而獲選做為利物浦至曼徹斯特鐵路的火車頭，並自 1830 年運轉。由於利物浦－曼徹斯特鐵路的成功營運，引起各國的重視，隨後相繼興建鐵路，開創了鐵路時代。

1830 年到 1930 年這 100 年間，隨著機械、材料工業的發展，鐵軌的材質從易斷裂的生鐵，逐步發展到鍛鐵，甚至到後期的鋼軌，蒸氣機頭也不斷地改進，可以說是鐵路的茁壯發展期，各國鐵路如雨後春筍般的蓬勃發展。

英格蘭在不到二十年時間建設超過 3,200 km 鐵路，北美在 1842 年即有 4,600 km 鐵路，美國也於 1869 年開通了長約 3,000 km 的第一條橫貫大陸鐵路 (First Transcontinental Railroad)。俄羅斯也於 1892 年在皇太子尼古拉的主持下，從符拉迪沃斯托克 (Vladivostok，舊名海參崴) 和車裡雅賓斯克 (Chelyabinsk) 兩個方向同時動工興建莫斯科到海參崴的西伯利亞大鐵路 (Trans-Siberian Railway)，全長約 9,300 km。

亞洲的日本在 1872 開通了東京到橫濱間的第一條鐵路；中國首條鐵路－松滬鐵路 (吳淞口－上海) 也在 1876 年由英國人興建開通。台灣也於 1891 年開通基隆－大稻埕長約 28 km 的第一條鐵路。在二十世紀之初，鐵路的潛力與重要性已引起全世界 60 多個國家和地區的重視，成為最主要的中長途運輸工具。

隨著經濟、生活提升及鐵路建築技術發展，鐵路除了在國家城市間提供客貨運輸的功能外，也逐漸拓展至以跨國度、跨區域的資源開發、運輸及旅行目的等多元政經效益。1883 年從法國巴黎開出到土耳其伊斯坦堡的東方快車 (Express d'Orient) 及 1916 年完成的西伯利亞大鐵路可為代表。

東方快車提供豪華舒適的列車服務，由浪漫巴黎到神秘伊斯坦堡，途經慕尼黑、維也納等大都會，不僅吸引王公貴族，旅人們也深深著迷這種異國文化的神秘、浪漫氛圍，開展跨國旅行的魅力。其後亦成為文人作家的故事場景，推理小說家阿嘉莎·克莉絲蒂 (Agatha Christie) 的著名推理作品「東方快車謀殺案 (Murder on the Orient Express)」即以此鐵路列車為場景 (圖 1-5)。

西伯利亞大鐵路，橫貫歐亞兩洲，跨越 8 個時區，穿過 3 個地區、2 個國家、跨

越 16 條歐亞河流，沿途風景及文化多元、各具特色，需時 7 天走完全程，是世界上行駛距離最長的火車，這條被稱為俄羅斯的 " 脊柱 "，除了讓沙皇的勢力直達太平洋外，對歐亞的經濟、貿易運輸及旅遊效益等有著舉足輕重的影響。

二次世界大戰後，公路建築及汽車工業，以及航空工業急速發展，與鐵路運輸展開劇烈競爭，由於汽車的便利機動及航空的快速，使鐵路相形失色，逐漸出現衰微景象，如歐美鐵路公司裁撤營運不佳的路線及精簡機構，美國在此期間亦拆除 9 萬多公里鐵路。



圖 1-5 東方快車號及其舒適臥鋪艙
資料來源：<http://www.irtsociety.com/trainDetail.php?id=5>

60 年代後期，隨著能源動力的變化及新技術的採用，及其可大量準時運送的優點，鐵路經濟效益獲得肯定，逐漸復甦，並朝向不同的需求而轉型發展，在擁擠的都市，發展大眾運輸系統，而成就捷運系統及輕軌系統的興起；1964 年日本完成東京大阪新幹線鐵路城際間的旅客列車，最高行車時速達到 210 km。隨後，法、英、德、美等國也開始修築高速鐵路，這些轉變讓鐵路能多元發展並再度邁向高峰。

1.3 鐵路的要素與特質

車站、月台，鐵軌、車廂是我們搭乘火車必經的場景；火車沿著軌道自遠端駛近，停靠在月台邊，讓旅客上下後，又在隆隆聲中把一節節車廂拖駛到下一個停靠站，火

車來去自如，怎麼做到呢？首先看看傳統鐵路的運行模型（圖 1-6），由此可將鐵路系統概略區分為實（硬）體、軟體及營運管理機制三大部分，其中涵括了路線、車站、車輛、機車、號誌裝置、鐵路運轉與行車制度、鐵路組織等鐵路運輸構成要素。就其功能範疇分類，可分為四個實體功能系統：(1) 路線 (2) 車輛 (3) 運轉 (4) 車站，及營運運行功能系統。此五大功能系統，可細分如下：

- (1) 路線：土木結構（橋梁、隧道、路）與軌道
- (2) 車輛：車輪、轉向架 (Bogie)、機車、車體 (Cart body)、聯結器 (Coupler)
- (3) 運轉：動力、號誌、通訊、行控中心（含中央控制室、中央控制系統、環境控制系統、機廠（含調車場）控制系統）
- (4) 車站：車站建築、車站營運設施（收費系統、電梯／電扶梯、服務性標誌等）
- (5) 營運運行：維修、經營

若以科技做分類，則可分為機電系統與土建系統兩大主系統，各系統再分出若干次系統，每一系統提供不同功能，再經界面整合成更進一步的整體功能。土建系統包括路線（平面段、橋梁段與隧道段）、軌道、車站、機廠；機電系統則包括車輛、號誌、通訊、收費系統、環境控制系統、站內乘客運送系統、供電系統等，如圖 1-7 所示。

鐵路與公路最大的異處，在於鐵路擁有固定軌道，因軌道所衍生出的特質關係著鐵路發展的機會及限制，茲就其特質略述如下：

- (1) 經由路線行徑及運具的適當規劃與設計，鐵路得以同時擁有多節車輛串聯一起行駛，也因此達成大量或適量運送（客運或貨運）的目的。
- (2) 經由不同數量車輛之串聯運作，其適用性寬廣有彈性，可依不同地域及功能作適當調配規劃。
- (3) 車輛及導引軌道之間，相互接觸面平順且摩擦力極小，車廂搖晃與振動幅度較小，乘客可獲得較



圖 1-6 傳統鐵路運行模型

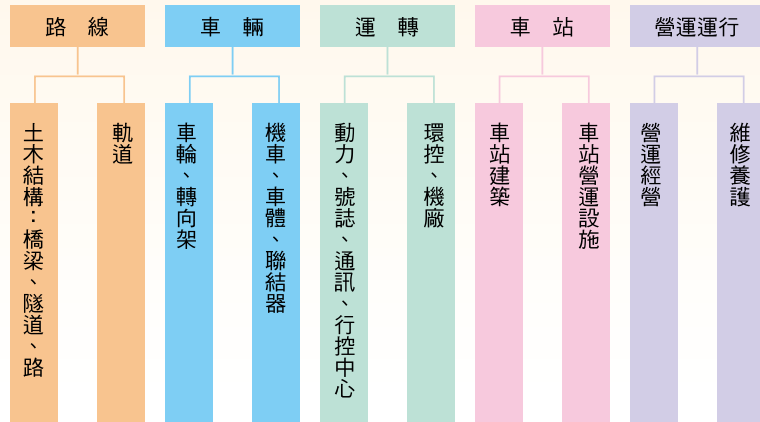


圖 1-7 鐵路系統圖（圖說依據：越後堂出版久保田博研撰之“鐵道工學”1995，配合台灣四鐵的共同與差異特性再予以改寫）

佳的舒適度。

- (4) 能源使用效率高，加上近年朝向採用電氣為主要動力，空氣污染較小，對地球暖化的負面影響相形較小。
- (5) 經由特定路線及導引軌道的規劃，可以運用較高自動化及高速率方式來運行車輛。
- (6) 運行速率及時間較固定，因而準時性高。
- (7) 因以導引路徑方式運行，故對安全防護措施設置的接受度高，且由於運具單純，使得潛在危險性降低，有較高的安全性。
- (8) 路線上車站的專用設備需有一定必要的投資規模，因此不能只以運送量的多寡作為最小投資額採算的依據，而應朝向車站的分級類型來區分個別的投资。
- (9) 車輪在鋼軌上行走時的摩擦力小、動能大，煞車距離較長，故在長距離行駛下，列車的號誌保安設備是不可欠缺的。
- (10) 車輛的設施任一部分發生故障，則將導致全部線上系統受到影響，故全面執行車輛系統的完整維護保養體制是特別需要的。

1.4 鐵路的分類

鐵路運輸系統的分類，可就其軌距、動力來源、構造形式、目的、經營權、地形、

路線、技術方式、使用功能等不同屬性加以區分，僅擇一、二，簡述如下：

(1) 軌距 (Gauge)

軌距指的是鐵路兩側軌條頭部間的最短距離，為決定鐵路所有結構物大小的基準（圖 1-8）。軌距寬窄與鐵路運送能力及建設費用有密切關係。除了少數單軌、三軌系統外，大多數鐵路運輸系統都採用雙軌。雙軌的軌距，依其寬度可分為標準軌、寬軌與窄軌三種鐵路。

(A) 標準軌 (Standard Gauge)：寬度 1,435mm

標準軌距源自英國，國際鐵路協會在 1937 年制定 1,435mm 為標準軌，世界上約 60% 的鐵路採用這種軌距，台北捷運、高雄捷運及日本、法國、德國、台灣的高鐵皆屬之；歐洲國際間鐵路網也採用標準軌，鐵路交通因而不受國界限制。

(B) 寬軌 (Broad Gauge)：寬度大於 1,435mm

寬軌是三種軌距最少的類型，如俄羅斯使用 1,524mm、西班牙使用 1,674mm，阿根廷與智利採用 1,676mm。

其優點有：(a) 可以行駛高速列車 (b) 可增大鐵路運輸功能 (c) 增加列車穩定性 (e) 車輛寬度可以加寬 (f) 可使用較大輪徑以減輕長途車輪磨耗。

(C) 窄軌 (Narrow Gauge)：寬度小於 1,435mm

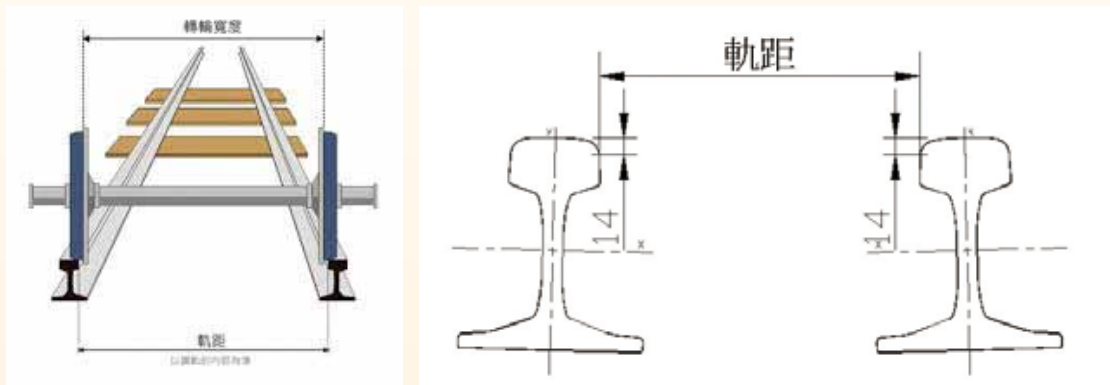


圖 1-8 軌距示意圖

資料來源：（左圖）<https://www.google.com.tw/>

為適應當地地形或當時經濟需求，各國常因地因勢興建窄軌鐵路，提供適宜的運輸效益，如台灣的傳統鐵路系統採 1,067mm，糖業及森林鐵路採用 762mm，礦業鐵路採用 610mm 等不同寬度的軌距，但仍以 1,067mm 及 762mm 兩種較為普遍，因 762mm 的窄軌距為標準軌的一半，在台灣將其通稱為五分車（圖 1-9），1,067mm 則被稱為七分車。其他地區如瑞士的窄軌採用 800mm、泰國則採用 1,000mm。



圖 1-9 台灣糖業五分車（烏樹林糖廠成功號勝利號客車）

窄軌的優點：(a) 鋪設較為經濟 (b) 曲線半徑可以很小 (c) 車廂輕而耗能小 (d) 路線的坡度可以加大。

(2) 動力來源：

鐵路初創之期，鐵路車輛多由人力或獸力來推動，如台灣早期的人力台車（圖 1-10）、英國馬曳煤車。工業革命後，「火箭號」蒸汽機車問世，突破人力或獸力的動力侷限，其後擴及使用電力及磁浮理論，使得鐵路運輸速度增快、運量得以增大。因而以動力種類分類鐵路有：(A) 人推鐵路、(B) 馬曳鐵路、(C) 蒸氣鐵路、(D) 內燃機鐵路、(E) 電力鐵路、(F) 磁浮鐵路。



圖 1-10 人力台車（推進型態－單人撐竿式）

(3) 以軌道車輛分類：

軌道車輛可分為具有動力的機車組、無動力的車輛組及裝置動力的車組。機車組可依動力來源做區分，無動力客貨車若加上動力裝置稱之車組。

(A) 動力機車 (Powered Car)

(a) 蒸汽機車 (Steam Locomotive, SL)

蒸汽機為原動機，燃料主要為煤炭，因煤燃燒會出火冒煙，故通稱為「火車」。

(b) 內燃機車 (Internal Combustion Engine Locomotive)

● 汽油機車 (Gasoline Locomotive, GL)

● 柴油機車：又分為柴油液式機車 (Diesel Hydraulic Locomotive) 與柴電式機車 (Diesel Electric Locomotive)

(c) 電力機車 (Electric Locomotive, EL)

(B) 非動力車 (Trailer)

(a) 客車 (Passenger Car)

(b) 客貨兩用車 (Passenger v.s. Freight Car)

(c) 貨車 (Freight Car)

(C) 車組 (Multiple Unit)

具有動力機的車廂可單輛自己行駛，也可由幾輛車串聯成車組。

(a) 動力客車 (Powered Car)，如圖 1-11。

(b) 電聯車 (Electric Multiple Unit, EMU)，如圖 1-12。

(c) 柴聯車 (Diesel Multiple Unit, DMU)，如圖 1-13。

(4) 使用功能

以載送被服務主體與運送區域做區分：

(A) 客運及貨運



圖 1-11 動力客車 (Powered Cars) 日本京都嵐山線車輛



圖 1-12 電聯車 (高雄捷運) (EMU: Electric Multiple Units)



圖 1-13 柴聯車 DMU : (Diesel Multiple Units)

客運要求班次多及快速到達，貨運則以大量運送為主要考量。貨運列車常利用深夜低速行駛，拖行各式貨車廂如蓬車、敞車、平車、油罐車等，國外案例中車輛數可達 3 km 之長。

(B) 區域與城市

以交通運輸旅程來看，區域軌道運輸系統，包括高速鐵路與傳統鐵路。城市則指服務於都市以及其衛星市鎮間，具有固定路線、班次、車站及費率，如大眾捷運系統、捷運化傳統鐵路及輕軌系統。

2、鐵路的規劃

2.1 鐵路建設程序

鐵路建設計畫，是國家重要的經建課題，由於其計畫規模大、推動時程長、牽涉的層面廣，因而在計畫需求產生、研擬方案、奉核及執行時，除需依據作業規範外，嚴謹程序及適切的審核、監督機制，有助於減少計畫的潛在風險，提升資源運用效益，達到預期目標。美國是全世界捷運鐵路相當卓越的國家，在面對新時代需求，新一代的鐵路成員（捷運、輕軌、高鐵）在紓解交通及均衡都市發展中也扮演極為重要的角色，其建設程序可為參採的範式。

美國的運輸建設，需在法定程序完成後，行政部門才能據以施行。聯邦運輸署 (Federal Transit Administration, FTA)，其前身為大眾運輸署 (Urban Mass Transportation Administration)，負責建設計畫的核定及確定最佳方案之採用。聯邦政府則負責計畫的預算編擬、審議與執行監督。

美國大眾捷運建設過程，依序為系統規劃、聯邦運輸署同意進行方案分析、方案分析與初步環境影響評估、聯邦運輸署同意進行初步設計、初步設計與最終環境影響評估、計畫核准、細部設計、補助款專案成立、施工。同時，在建設方案過程中，對於公眾參與亦極為重視，在各階段舉辦公聽會或問卷調查，讓民眾表達意見、提出建議，進而共同協助推動計畫，充份彰顯民主精神、民眾參與、自由場域、公民社會及地球公民的信念。茲以美國大眾捷運建設為例，簡要說明其運作梗概。

(1) 財務預算之籌措 (Procurement of financial resources)、總顧問之評選 (Selection of General Consultant (G.C)) 及系統規劃與審核，是捷運建設推動初期的重要工作。

系統規劃的主要目的在規劃過程中找出一條或數條優先的路線，並作進一步的研究分析。廣義來說，系統規劃可包括綜合運輸路廊研究，狹義則指可行性研究。

當都會區都會網絡一旦有優先性走廊、可能性廊帶出現後，則可繼續進行方案分析 / 走廊研究 (Alternative Analysis/Corridor Study) 與諸替選路線的初步環境影響說明及是否同意的程序。

所謂走廊研究，亦即就規劃路網中之運輸走廊研擬替選路線方案，界定路線服務區域，並就各替選路線進行評估。此階段的走廊研究具有 10% 的所謂「概念設計」工作，諸如車站位置（含土地收購）配合運輸走廊切分出各小服務圈，並作為各小圈域之服務中心（車站位置），此時的站位雖僅為點狀示意性質，但在選定的過程中，仍需有相當程度的設計考量。

(2) 初步設計 (Preliminary Engineering)、環境影響評估及核准與是否同意的程序

初步設計，以車站為例，乃就走廊研究初步選定的位置，根據車站功能，以至少 1/500 的比例，將車站位置、型式、出入口、轉乘設施、通風口等主要設施的配置構想，擬具實體性的替選方案，以作分析比較，此時的設計成分約佔 30%，有時亦稱為「基本設計 (Basic Design)」。

(3) 細部設計 (Detail Design) 與成立補助款以確認預算

細部設計即為 100% 的設計，其結果乃據以編製工程費用預算書，以備發包之用。

2.2 運輸計畫

鐵路建設需要掌握正確的需求量，以免投資過度或不足，而無法達到預期效益。因此規劃鐵路的第一個步驟，就要有運輸計畫，主要目的在改善行的問題及滿足未來旅次

需求，並藉由旅次預測發掘問題，據以擬訂環境與交通方案，以利決策與後續設計。

運輸計畫包括運輸對象、範圍、運輸量、列車速度與服務水準、列車行駛頻率、列車單位及列車回數，以及經濟效益。

(1) 運輸需求－運量預測與運具分配

預測運輸需求 (Transportation Demand) 是運輸計畫最基本的一環，需就整體路線路網進行需求分析及運量預測。預測對象大致包括城際交通（旅客、貨物）、城內交通（旅客）、地區交通（旅客），或以觀光為主的觀光人口。大都市與近郊的通勤通學路線亦為需求預測的關鍵，主要界定通勤通學最為集中的時段運量。

(2) 列車服務計畫－停靠車站、設計運量

運用各目標年期路網架構及相關資料預測規劃設計所需的運量值，進行各階段列車服務計畫的擬定，包括運能狀態、列車行駛方式、列車車廂數量、發車頻率（間距：head-way）、列車種類的選定，進而安排最適當列車的採購時機、決定妥善之設施量與機廠規模等。

2.3 設計標準

為達成運輸便捷、安全、舒適、穩定與美觀的目的，需界定各種類型系統的設計標準，包括車速、曲率半徑、軌道坡度等。如台灣高速鐵路設計最大坡度為 25/1000，台灣傳統鐵路設計最大坡度為 35/1000，一般而言，鐵路的坡度與設計車速有負相關，即車速越快，其最大允許坡度就越小。

2.4 路線規劃

鐵路路線的規劃，以路線的暢通為首要考量，除了線形 (alignment) 與規格 (specification) 能相互配合外，路線尚需整體搭配以達到各種機能要求及工程藝術境界。

(1) 路線選定的順序

路線規劃主要在訂出理想路線的大概範圍及各重要據點的位置，如起迄點、通過

點及線路種類，配合實際環境及重要因素（包括自然條件、建造經費、施工工期、週遭環境影響），完成好的路線計畫。完善的路線規劃，必是與其規劃目的一致，除符合安全、快速、高效率的需求外，尚需符合人本、永續與優質的多元目標。

路線選定的過程如下：

- (A) 運用規劃地區附近的地圖，或使用航空攝影的照片，再配合廣泛的現場調查，決定主要通過的地點與土地使用模式。
- (B) 決定車輛的種類、型式與最高速度，以吻合設想的路線規格。
- (C) 繪製施工地形圖界定各替選路線，比較各路線的大略建設經費、施工工期及營運費用，作為選擇路線的參考。
- (D) 到各個替選路線做實地勘查，並且詳細記錄實地情況，比較其優缺點作為參考。
- (E) 路線的位置決定後，則可進一步設計車站結構、機廠、行控中心、信號標誌等其他具體設施。
- (F) 在各階段所需蒐集的相關資料，包括所有影響定線之地形、地勢及障礙物，如地表的形狀、附近河川的位置及其流向，並把所經地區附近的橋梁、田園、森林、山嶺、現有道路、溝渠、涵洞、房屋古蹟等標記於地圖上，並調查道路的種類及交通量，通過與接近的河川水位，以利工程師決定線形及坡度，並進行工程估價完成預算書。
- (G) 考量在未來 20-30 年內，政府推動未來大型工程、新市區發展的狀況。

(2) 路線選定的重要原則

- (A) 選擇線路要避開容易發生災害和問題的地帶。
- (B) 公路與鐵路交叉時，要選交通量少的公路，唯也可以設立體交叉來避開公路交通的干擾。
- (C) 施工要先做好地質調查，以避開破碎帶，一方面避免在挖掘時造成工程上的困難，另一方面減少營運時土石流或邊坡滑移，影響營運或營運安全。
- (D) 地形應先考慮，如在山坡地上施工，應採用較緩平的山坡較佳，可減少工程費用。

- (E) 經過彎道時，應採用大曲線的路徑，不可採用小曲線或 S 型彎道，以免在轉彎時發生危險。
- (F) 車站旁的道路應先考慮納入設計。

(3) 路線的線形

路線規劃作業應依該路線原有設定之服務目的進行可能路線的舉薦，然後再以評估分析、回饋修正，選取適當的路徑，以達使用需求與回饋修正的服務目的。一般來說，路線是以平坦直線為最佳設計，但因地形、地物及其他限制條件，故常需以曲線來加以克服。因而線形常為路線中混合直線、曲線組成的幾何配置。線形設計包括平面線形及豎面線形，說明如下：

(A) 平面線形 (Horizontal Alignment)

平面線形基本組成，分為直線、圓曲線、緩和曲線三類。

(a) 圓曲線 (Curve)

圓曲線為線形設計中最簡單的組合，即為兩相交直線中插入圓曲線，如此列車不致因其為剛體而行駛兩直線折角，致使乘客感覺不舒適或導致列車出軌之潛在危險（圖 2-1）。

(b) 緩和曲線（或稱介曲線）(Spiral, Transition Curve)

鐵路車輛在軌道上之行駛路徑受兩條平行鋼軌嚴格限制，在彎道處無法由切線直接駛入曲線的路徑上，因而需在曲線與切線間導入緩和曲線，緩和離心力之作用，以使車輛能平穩駛越。緩和曲線的長度，則以乘客有足夠的時間調適離心力，而不至感受到過度橫向搖晃的程度為原則。

(B) 豎曲線 (Vertical Curve)

鐵路之豎曲線與公路一樣皆採用拋物線，其長度在設計上為一重要項目。當列車在凹面向上之豎曲線 (Vertical Curve Concave upwards) 谷底行駛時，越過谷底之部分將因上坡而減緩前進之速率，但後面之車廂仍以原速率前進，此時極有可能使車廂間之掛鉤因擠壓鬆脫而使列車一分為二。此種危險性則在凹面向下之豎曲線 (Vertical Curve

concave downwards) 峰頂較為輕微。根據實際經驗，每 30m 之凹形豎曲線，若曲線兩邊之切線的坡度變化不超過 0.05-0.10% 時，上述危險即可避免，同樣長度的凸形豎曲線，其兩邊切線的坡度變化可放寬至 0.10-0.20%（圖 2-2）。



圖 2-1 圓曲線 (Curve) 台北捷運淡水線紅樹林站出站往淡水站方向路線



圖 2-2 豎曲線 (Vertical Curve) 台北捷運淡水線竹圍至紅樹林站間路線

第二篇 鐵路的實體建設

3、鐵路路基與軌道

軌道構造（圖 3-1）是鐵路列車運行的基礎，由鋼軌、枕木、道床、道岔及扣件系統所組成。路基（路盤、路床）則為鋪設軌道的土工構造物，是鐵路的下層基礎，承受軌道、列車之荷重壓力，因而路基必須堅實、穩固，才能使鐵路列車運行平穩安全。

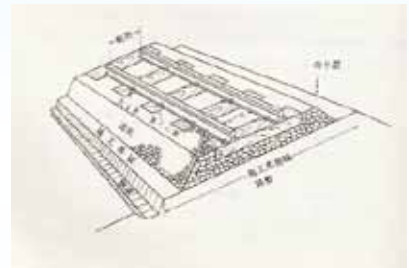


圖 3-1 軌道構造

3.1 軌道構造

(1) 鋼軌

鋼軌為直接承載列車鋼輪，將列車荷重均勻地往下傳遞之主要軌道組件，同時鋼軌須提供列車車輪流暢地行駛其軌面，及具有導引列車車輪行駛正確路徑的功能。

鋼軌的功能：

- (A) 承受車輪的重壓及磨損
- (B) 將車輪的重壓分佈至鋼軌下之整排軌枕
- (C) 承受反覆不斷的重壓而不致受壓毀

鋼軌的化學成分對鋼軌之硬度、勁度及疲乏強度均有重大影響。鋼軌原料除了鋼鐵外，尚含少量碳、矽、錳、磷、硫元素。

(2) 枕木

枕木為軌道承托系統中最上部的組件，為直接承載列車荷重與鋼軌自重兩者經鋼軌扣件均勻傳遞後之荷重的軌道構件。

枕木材料主要可分為木枕與混凝土枕。枕木與鋼軌組成的梯形結構稱為軌框 (track skeleton)。

(3) 道床

道床是軌道結構中重要的組成部份，是軌道框架的基礎。道床通常指的是軌道枕木下面，路基上鋪設的道碴墊層。

鐵路道床可分為道碴道床及無道碴道床。

(A) 道碴道床

道碴道床多為早期所發展的傳統鐵路所採用，目前經常使用於地面段和機廠停車段。傳統道碴材料多以碎石、天然級配卵石、礦碴為主。

道碴道床的特性及優點如下：

- 給予路基需要的彈性
- 能滲水與具有排水功效
- 使列車壓力均勻散佈於路基上
- 傳重分佈於較大的面積
- 保持枕木與鋼軌在平面的位置
- 防止路基生長野草

採傳統之道碴道床和枕木（圖 3-2），可降低震動和噪音。基於考慮延長枕木之使用年限及增加行車穩定，枕木目前多以預力混凝土枕為主（圖 3-3）。

(B) 無道碴道床

無道碴道床主要是以鋼筋混凝土結構為主，配以彈性鋼軌扣件及彈性材料組件，形成完整的無道碴道床。

無道碴道床的主要功能：

- 提供堅實穩固的道床承托系



圖 3-2 木枕道碴道床（台北捷運北投機廠道岔區）

統，支撐列車平順行駛於軌道之上

- 軌道結構不易變形移位
- 降低日後養護維修成本
- 具減少環境污染、吸音減震的功能

以連續基座 (Plinth) 混凝土道床 (圖 3-4) 為例，此種道床除具有外型整潔美觀及免維修的優點外，在減少混凝土用量、節省施工成本與鋼軌不易因軌床積水而浸水，減少雜散電流之漏失等方面之效用亦佳。由於道床經年累月承受車輛動力衝擊，混凝土一經凝固之後修整不易，因此此種道床施工時之精度控制及品管要求均須特別注意。



圖 3-3 預力混凝土枕道碴道床

(4) 特殊軌區：道岔與岔心

火車自鐵路幹線駛入支線，或自支線駛入幹線，在兩線交叉處，須有特殊設置，才能使車輛順利安全地轉入他軌，此項裝置謂之道岔 (Turn-out)，其軌區又稱特殊軌區。

(A) 道岔種類

軌道為配合各種不同地形及路線，而有不同之道岔種類，如單向開岔、雙向開岔、菱形交叉、橫渡線、剪式橫渡線（又稱交叉橫渡道岔）、單向與雙向之交叉橫渡道岔、三岔分歧道岔、複分歧道岔等（圖 3-5）。

(B) 道岔的三大區間

道岔包括三大區間，分別是尖軌區、漸進軌區、岔心軌區。（圖 3-6）

■ 尖軌區（又稱轍尖區）(Switch Rail Area)

尖軌區為道岔中可滑動移位的部份，位於道岔起始端。可滑動的部份為四根鋼軌中的兩根，同時滑動移位的鋼軌，則以一連桿銜接至號誌轉轍器中，以手動或電動方



圖 3-4 連續基座式混凝土道床（台北捷運）

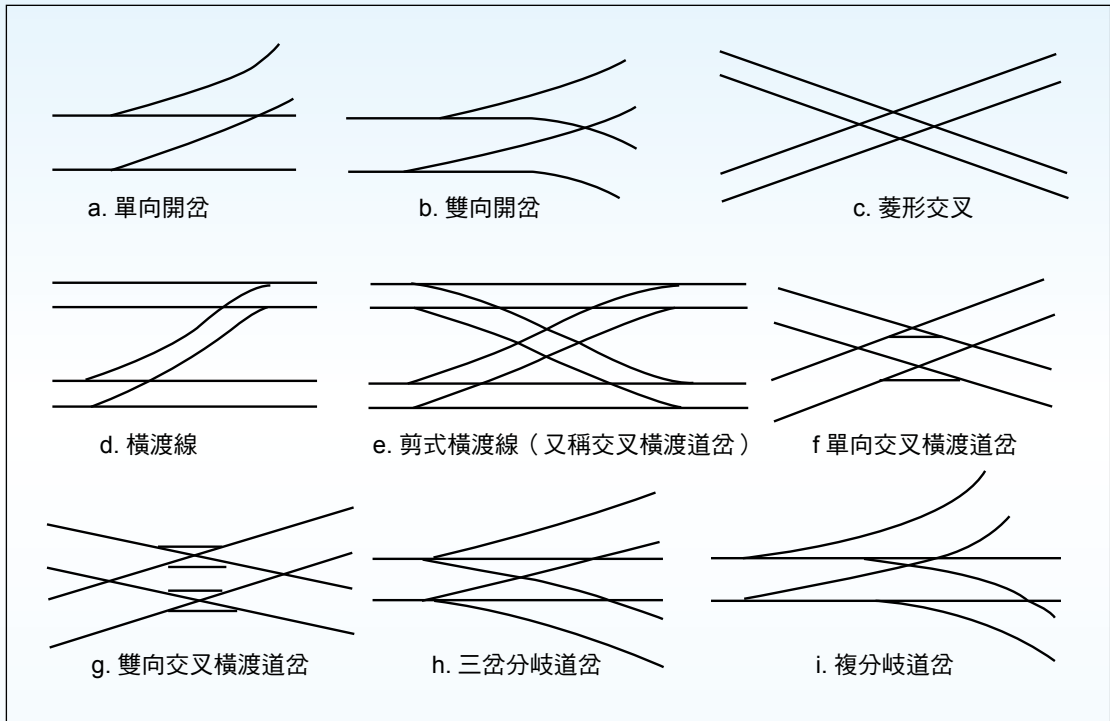


圖 3-5 各種不同之道岔種類

式推動至調度所需要的位置，進行切換軌道路線的目的。

■ 漸進軌區（又稱導軌區）(Closure Rail Area, Lead Rail)

道岔中銜接尖軌區與岔心區的連接段，由兩對鋼軌所組成。

■ 岔心區（又稱轍叉區）(Cross, Frog)

道岔中可讓列車車輪由主線穿越鋼軌，前往另一條支線軌道的部份。意即車輪緣運行於一鋼軌上，經由穿越岔心間隙處駛往另一條鋼軌，進入支線；為道岔中唯一於列車運行時，仍保持有鋼軌中斷間隙處。

(5) 扣件系統

軌道扣件因時代演進，其組件由簡而

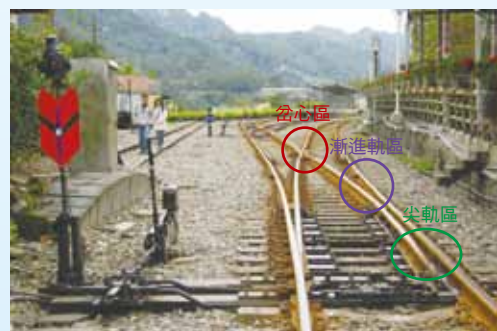


圖 3-6 平溪線十分站尖軌區（轍尖區）、漸進軌區（導軌區）與岔心區

繫，由原始單純木枕所使用鉤頭道釘，因養護需求而進化至螺栓道釘及彈簧道釘。又在要求列車荷重可更均勻地往下分佈傳遞至軌道承托系統，彈性基扳因應而生。歷經混凝土枕及混凝土道床軌道的研發成功，錨碇組件已扮演彈性扣件系統中不可置換的關鍵角色。

現代扣件系統所需具備的功能：

- (A) 可將鋼軌穩定固著於軌道承托系統之上
- (B) 可確實維持兩鋼軌間之軌距為一合理定值
- (C) 可抵抗因列車行駛及溫度變化所產生的力量

以下依扣夾、道釘、基扳、錨碇組件四大部份說明：

(A) 扣夾

扣件系統中直接固定鋼軌於整體扣件系統之上，必須提供鋼軌受三向力時，有足夠扣著力，得以阻擋鋼軌因三向力所造成三向變位不致過大。

(B) 道釘

此型扣夾，大都使用於木枕之上，可區分成三類型：鉤頭道釘、螺旋道釘、彈簧道釘。

(C) 基扳 (Baseplate)

基扳是扣件系統中，直接承載鋼軌及均勻地將列車荷重及鋼軌自重，往下傳遞至軌道支撐系統上的主要組件，亦有保護軌道支承系統的功能。現代軌道系統，則加上吸音減震的環境污染防治特殊需求功能（圖 3-7）。

(D) 錨碇組件

錨碇組件是將扣件整體固定在軌道承托系統之內，以保持鋼軌穩定堅實的承載列車。



圖 3-7 基扳構造（台北捷運安裝的基扳）

錨碇的主要功能是承受經扣件吸收折減後之荷重，並傳往軌道下部結構的固定組件，此組件須具備絕緣功能，以避免雜散電流竄流造成金屬件電蝕。

3.2 路基（又稱路盤、路床）

列車行駛於軌道上，由車輪所生之力先由軌條承受再傳遞於枕木，由枕木傳達於道碴，透過介質將壓力散佈於路基上，路基為鐵路之下層基礎，基礎鞏固，行車才能平穩安全（圖 3-8）。

根據地形的不同，路基一般採用路堤和路塹兩種基本形式。當鋪設軌道的路基面高於地面時，路基以填築方式構成，稱之路堤（圖 3-9）；反之，若低於地面時，則以開挖的方式構成，稱之路塹。

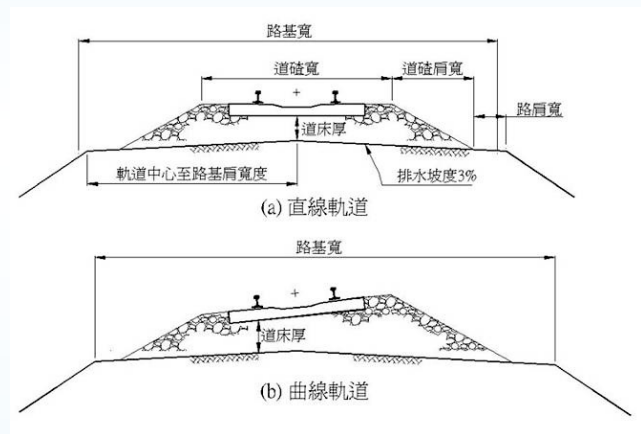


圖 3-8 路基（又稱路盤、路床）斷面



圖 3-9 平溪線平溪站平溪鐵橋旁路堤型路基

3.3 軌道之附帶設備

(1) 路線標誌

- (A) 地界標：路線兩旁路權之界，尤以車場、場站等地，設立地界標誌。
- (B) 里程標：用以表示自路線起點至該地點之里程距離，每一公里及半公里，設立一標於路線。
- (C) 坡度標：設立於坡度變更之處，標明坡度及長度。

- (D) 曲線標：曲線之起點與終點，介曲線之起訖點均須樹立標誌於軌道之側面。
- (E) 速度限制標：凡在路基未穩固或危險處應設限速標
- (F) 其他：如橋涵及隧道、水位標、鳴笛標、站名牌等。

(2) 平交道之設備

鐵路會與道路相交，故必須有妥善的設備，雙方交通才得以無礙，如兩路相交之處，均係交通量較大者，則需設置立體交叉。鋼軌頂與路面在同一水平者，謂之平交道，平交道依其交通情況可分為四等級：

- (A) 第一級平交道：晝夜派人看守，設有手動遮斷機以及手動警報器。

- (B) 第二級平交道：僅晝間派人看守，設有手動遮斷機及手動警報器。

- (C) 第三級平交道：設有自動保安裝置之平交道。甲種者設有自動警報機並設有自動遮斷機（圖 3-10）。乙種者僅有自動警報機。



圖 3-10 平溪線平交道（第三級甲種）

- (D) 第四級平交道：未設任何保安裝置，僅設有平交道警標者。

(3) 列車之安全設備

- (A) 止衝檔 (Buffer Stop)

鐵路運輸對安全的要求極高，故在正線營運路線尾端或終點站軌道末端，為避免列車過終點站或近路線末端不停車，而持續前進，造成列車出軌危及乘客安全，設有一阻擋列車出軌的安全裝置。如日本京都嵐山線終點站嵐山站的止衝檔配合景點綠化設計，讓人印象深刻。（圖 3-11）

- (B) 阻輪器、沙包、水袋及堆石 (Wheel Stop、Sand Box、Water Bag、Gravel)

一般設置於不常使用的側（支、副）線及機廠路線軌道尾端，為防止列車停車未歸定位，衝出軌道末端，形成列車出軌狀況的防護裝置，因無乘客乘坐及列車車速低，且使用率較不頻繁，故採阻輪器、沙包、水袋、堆石等物料堆積放置於軌道尾端。



圖 3-11 日本京都嵐山線終點站嵐山站的止衝檔，配合景點亮點設計增加綠化設計

4、突破地形障礙的構造物－隧道、橋梁與路基

鐵路行駛路線上，為突破地形障礙，適必改良地質與地形，故配合路線與地形的關係而區分成地下段、高架段與地面段，而相對應的構造物設施，依序為隧道、橋梁與路基。

4.1 隧道

隧道建築由來已久，古代皇帝陵墓多築隧道以防盜竊。中古時代之堡壘，其地下多築有隧道作為各堡壘間溝通用之秘密通道，以供軍糧武器運輸。現今之隧道，多為便利大眾交通而建築。

隧道施工在土木工程中，由於受到地質、地形與環境影響，是所有工程中最艱困的項目，其工法包括：山岳隧道、明挖隧道、開削沉埋隧道與潛盾隧道等。

山岳隧道工法包括掘削作業、搬出作業、支保作業與覆工作業；新奧工法 (New Austrian Tunneling Method, NATM) (圖 4-1) 為其工法之一。明挖覆蓋工法 (Open Cut Excavation) (圖 4-2)，適用在大空間與不適潛盾區域施工，國內各捷運車站多以此方式施築。值得一提的是舊金山捷運過河隧道運用明挖覆蓋工法，續再利用沉箱施築隧道之明挖覆蓋隧道 (Cut and Cover Tunnel) 工法，健全地通過 1989 年 10 月舊金山大地震考驗，並因而得以維繫地震後舊金山灣區交通。

潛盾工法 (Shield Tunneling Method) 為英國所發明，1843 年成功地運用於泰晤士河底隧道之施工，後由日本工程界發揚光大，戰後工法不斷創新，斷面亦逐漸增大，日本東京灣海底潛盾隧道直徑已達 14.14m。土壓潛盾工法、泥水潛盾工法是最常運用的方法。

潛盾工法為市區鐵路隧道之主要工法（圖 4-3）。近半百年來，由於全球各地都市急速向三度空間發展，既要維護整體景觀，又要避免既有設施遭受損害，致使都市隧道施工困難度更大幅提高。在諸多嚴苛的施工要求下，潛盾機技術的改良與品質的提升為刻不容緩的要務。

4.2 橋梁

(1) 鐵道橋的基本構造

鐵道橋的基本構造，包括上部結構、下部結構與基礎。上部結構為橋梁本身與兩端道

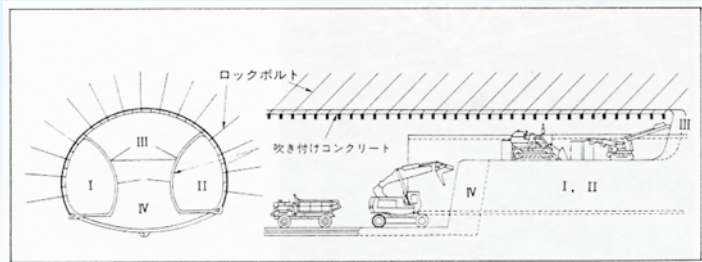


圖 4-1 新奧工法 (NATM)



圖 4-2 機場捷運系統第三航廈站（明挖覆蓋工法）



圖 4-3 機場捷運系統第三航廈站鄰接隧道運用潛盾工法

路相接之連續部份，可分為承重結構與傳力結構。所謂承重結構是指將上部結構之荷重傳遞至支承與下部結構之部份，如大梁即是最典型之承重結構。傳力結構則是指與承重結構共同作用，使橋梁上部結構能夠發揮整體功用之構件，如橋面版與橫隔梁或橫隔板即為典型之傳力結構。

(2) 鐵道橋的種類

鐵道橋的種類，可以構造形式、構成材料、橋與車行軌道位置關係與軌道構造來區分：

(A) 以構造形式分類：

(a) 鈹梁橋 (Plate Girder Bridge)、(b) 桁架橋 (Truss Bridge)、(c) 拱橋 (Arch Bridge) (圖 4-4)、(d) 吊橋 (Suspension Bridge) (圖 4-5)、(f) 斜張橋 (鋼索定位橋) (Cable Stayed Bridge)

(B) 以構成材料分類：

(a) 鋼橋 (Steel Bridge)、(b) 混凝土橋 (Concrete Bridge)：鋼筋混凝土 (RC) 橋或預力鋼筋混凝土 (PC) 橋、(c) 石橋 (Stone Bridge)、(d) 磚橋 (Brick Bridge)、(e) 鐵橋 (Iron Bridge)、(f) 合成鐵道橋。

(C) 以橋與車行軌道的位置關係分類：

(a) 上承橋 (Deck Bridge)、(b) 半穿式橋 (Half-through Bridge)、(c) 下承橋 (穿式橋) (Trough Bridge)



圖 4-4 (左) 鈹梁橋—新魚藤坪橋 (完成於 1938 年) (中) 桁架橋 (Truss Bridge) 橋—大安溪鐵橋 (完成於 1906 年) (右) 拱橋—鯉魚潭橋 (1988 年)

(D) 以軌道構造類別分類：

- (a) 枕木軌道、(b) 直接扣件系統軌道、(c) 浮式道床、(d) 版式軌道。

(3) 鐵道橋的地標特性

鐵道橋為鐵路高架段的結構型態，或橫跨天空或依山傍水或於市街空廊之間，常為視覺焦點所在，因此深具地標的獨特性。如何表現橋梁力與美的和諧感、與週遭自然與人工環境共融的整體型態，以及美化運輸廊帶的天際線，需要從整體設計理念著手，並考量橋梁構造形式、材料、車行軌道的位置關係與軌道構造類別之轉化組合，才能塑造獨樹一格且深具美感的鐵道橋。台鐵冬山車站之鐵道橋即為一例（圖 4-6）。



圖 4-5 吊橋—台北捷運淡水線劍潭站的屋頂為吊橋結構，另設置阻尼器為安全措施



圖 4-6 台鐵冬山車站乃一有名橋梁地標案例

4.3 路基

鐵路之路基結構，係於地盤上建造承載載重之路基，路基需特別處理使能承載並分佈軌道結構載重。路基結構與橋梁、隧道介面之過渡界面處理，須考量不同結構間差異沉陷與勁度急劇變化的影響。另為保護路基及邊坡，於邊坡上設平台溝、截水溝等排水設施，以及植生、格框護坡等邊坡保護設施，避免路基及邊坡受雨水沖刷破壞。為確保營運安全，在重要路段必要時應裝設監測儀器（含邊坡地滑計及雨量計），即

時將監測結果傳送至行控中心。

5、行駛網絡的載具－軌道車輛

5.1 軌道車的內涵

軌道車 (Rail-train)，顧名思義就是行駛在軌道上面的車輛，就是利用軌道行走的運輸系統運具。

(1) 以軌道車運輸動力區分：

軌道車的行駛，可以分成機車推拉與車輛自備行駛動力兩類，其中機車推拉類型使用的拉車頭或推車尾者謂之機車，一般稱之為「火車」。其實以事實來看，這是針對早期以煤炭燃燒產生蒸氣的車輛，若以其實質內涵而言，其正式名詞則為「機車」。

機車 (Locomotive) 意思是「機動車」或是「機關車」，也就是以機械構造、傳動原理再加上驅動方式所生成的車輛。機車可依其能量供應方式做區分（圖 5-1），如以電力動力供應驅動，稱之為電力機車，細項分類可參閱 1.4(3) 節。

(2) 軌道車的行駛奧秘

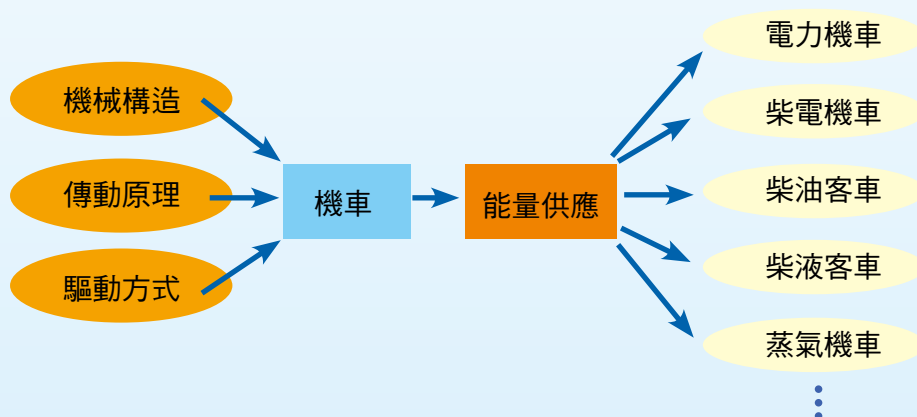


圖 5-1 軌道車的行駛理論與不同能源供應

軌道車和一般行駛在都市道路與郊野公路上的車輛不同，軌道車本身沒有控制轉彎的方向盤與操作功能，軌道車只能依照行駛於軌道上所設定的方向行進、轉彎；也就是說，它只專司前進行駛（偶而後退行駛）、煞車及安全應變動作。也因為它只有前進、後退功能，而可以除去許多不必要的人為控制，除相對安全性外，亦具有行駛迅速、運輸量大、節省能源、運費低廉的優點。

(3) 台灣軌道車行駛的能源樣態

台灣目前營運的環島鐵路以及台灣高鐵皆以架空線方式送電，花東線原以柴油機車行駛，自民國 103 年 6 月 28 日起亦已電氣化通車。而台北捷運與高雄捷運則以第三軌供電電聯車集電靴方式提供電聯車行駛。

架空線供電系統乃利用車輛上所裝設之集電弓 (Pantograph) 或集電桿 (Trolley Pole) 與其接觸以提供牽引動力（如圖 5-2）。

第三軌供電系統則乃利用車輛上所裝設之集電靴 (Power Pick-up Shoe) 與第三軌保持接觸藉以獲取電流，設於軌道旁，離地約 30 cm，唯為工作人員安全，導電軌上方加裝絕緣護蓋。適合於地下路段及專有路權之地區，維修簡便，工作量少，費用低，使用隧道空間小。

而就景觀而言第三軌供電系統（圖 5-3）亦不影響天空線。唯就安全與操作而言，架空線與第三軌



圖 5-2 架空線的供電型態



圖 5-3 高雄捷運電聯車第三軌

供電方式各有優缺點，也因此目前的鐵路中同時存在，前者如台鐵、高鐵與香港捷運，後者如台北捷運、高雄捷運與新加坡捷運等。

5.2 軌道、鋼輪維修車輛與工具

軌道與鋼輪承受車輛不斷的動態、靜態力量，需經常檢查與修護，維護行車安全，因此需要以軌道維修車輛、維修機具，進行路線的維護，而鋼輪之維護亦是相當重要且頻繁的工作。

(1) 軌道維修車輛

軌道維修車輛包括：鐵公路兩用車（拉運車輛復軌設備）（圖 5-4）、工作平台車、低工作平台車、起重台車、篩渣機（含挖渣機構、篩渣機構）、維修用機車頭（電力／電瓶式）（圖 5-5）、軌道自動檢查車（圖 5-6）、真空吸泥車、磨軌車、超音波探



圖 5-4 高雄捷運鐵公路兩用車



圖 5-5 台北捷運（電力／電瓶式）維修用機車頭



圖 5-6 台北捷運自動檢查車 (EM-80E)



圖 5-7 淡水線當年施工用的工作車 (Platelayers' trolleys)

傷車、軌道淨空檢查車、Platelayers'trolleys（工作車）。（圖 5-7）

(2) 軌道維修機具

軌道維修機具包括：車輛復軌設備、軌道電動工具（營運時維修保養軌道路線所需之電動工具，如軌條鑽孔機、手動磨軌機等）、工作模具（無道碴段基座灌製所需）、固定式門型吊車。

(3) 路線之維護

由於列車長期行駛軌道上，再加上自然力作用，軌道難免產生缺陷，故維護作業是必要的。修補作業必須調查軌道之各種間距、左右軌之高低差及軌道是否有凹凸現象，並依據鋼軌容許磨耗量與鋼軌缺陷參數值，訂出鋼軌養護抽換計畫。除鋼軌外，應進行調查道碴、枕木及相關組件是否有損壞，若有損壞，需立即予以修補更換。

(4) 鋼輪之維護

鋼輪部份需保持車輪踏面在規定之正確外形上，以保持車輪經常處於正常狀態及消除因踏面擦傷引起之噪音，確保行車之舒適。在維修上，除車輪更新工廠外，為了不需從車輛拆解轉向架之情形下切削車輪踏面，故有車輪車床的設備。（圖 5-8）



圖 5-8 車輪車床的設備（高雄捷運南機廠）

5.3 影響車輛速度的列車阻力

列車於路線上必須發揮相當力量（即牽引力），以克服各種阻擾列車前進的抵抗力，方能前進。此種阻擾列車前進之抵抗力總稱為列車阻力，大底可分為六種：

(1) 出發阻力

阻礙停車中車輛啟動之力稱為出發阻力。隨車輛運轉速度之升高而急劇變小，於車速 10km/hr 附近降至最小，後即按行駛速度而增大。

(2) 行駛阻力

列車在平坦直線上行駛時所發生之阻力稱為行駛阻力，發生此項阻力之因素頗多，大體可分為下列六項：

(A) 軸承摩擦阻力、(B) 車輪與鋼軌間之摩擦力、(C) 空氣阻力、(D) 因動搖而發生之阻力、(E) 機械阻力、(F) (其他) 雜阻力

(3) 坡度阻力

列車爬坡時，除前述行駛阻力，須多付出一些力，以克服地心引力將車輛本身之重量提至坡道之高度。此項用於將列車重量提高至坡度上之力，通稱為坡度阻力。

(4) 彎道阻力

彎道阻力乃指車軸在彎道上運轉時之阻力較在直線上運轉時為大，此項在彎道上增多之阻力稱為彎道阻力。為處理簡便計，常將坡道上之彎道，依上述求其阻力後，換算為坡度加於實際坡度，稱為換算坡度。

(5) 隧道阻力

列車通過隧道時，隧道內風壓發生變化而增大空氣阻力，其增加幅度與隧道斷面形狀、長度、列車速度有關。

(6) 加速阻力

機車牽引力如大於列車等運轉時之總阻力（即行駛阻力或出發阻力與坡度阻力及彎道阻力之和），其超出總阻力之牽引力乃使列車作加速運動，此項使列車作加速運動之餘裕牽引力稱為加速力。

6、確保安全、高效能運行的設備－號誌保安與通訊系統

鐵路運輸為能提高運能，通常會有好幾輛列車同時在軌道上行駛，有同方向的，也有反方向的，為確保列車行車安全，號誌保安裝置是必要的管制措施。現代化鐵路號誌保安裝置，包括號誌裝置、聯鎖裝置、轉轍器裝置、閉塞裝置、平交道保安裝置、中央控制行車裝置、自動列車警告及停車裝置、自動列車監控裝置等。

6.1 閉塞裝置

閉塞區間 (Block) 概念是在同一區間內不可有對向列車駛入，同方向運行的列車則維持在一定距離的安全間隔，藉以防止列車對撞或追撞等事故。閉塞區間，基本上可分為固定式閉塞區間與移動式閉塞區間兩種。

固定式閉塞區間，是將路線分隔成許多空間長度固定的閉塞區間，原則上每一區間，只允許一列車佔用，保障列車安全運行。移動式閉塞區間，則依據列車相互位置和速度，設置移動的閉塞區間，保持列車間適當的空間間隔，除能提高運量，亦可確保行車安全。

閉塞區間的閉塞裝置，除早期由人工辦理之人工閉塞方式外，依科技及行車制度的演進，藉由軌道電路自動控制號誌，可略分為：牌券閉塞裝置、電氣路牌閉塞裝置、無證閉塞裝置、計軸閉塞裝置、聯鎖閉塞裝置、自動閉塞裝置、移動區間閉塞等。謹以台鐵早期使用的「電氣路牌閉塞」裝置為例，簡要說明如下：

電氣路牌閉塞裝置（圖 6-1），主要是由兩站間連通的「路牌閉塞機」（或稱「路牌閉塞器」，1 組共 24 個路牌）及相關的收受路牌器具（路牌收授器、防護手套、路牌套…）所組成。

厚重金屬圓餅型的路牌，裝在路牌環中的路牌套內，做為鐵道的通行證，火車司機需要取得路牌，才能



圖 6-1 電氣路牌閉塞器（平溪線菁桐站）

駛進下一個區間。閉塞區間兩端車站，必須裝置僅能收納該區間專用路牌之閉塞器，每一區間專用路牌式樣不得與鄰接區間相同。（圖 6-2）

路牌平常全部收納於電氣路牌閉塞器內，當有列車行駛進入兩站間的路線時，必須經區間兩端車站合作，才能從閉塞器內取出路牌，交由列車攜帶運轉。當有一個路牌

被取出後，直到該取出的路牌再被放入兩端站之一的閉塞器之前，即無法再取出第二個路牌，如此可以保證沒有第二列火車在閉塞區間線上運行。



圖 6-2 平溪線車上駕駛室間掛的路牌（電氣路牌閉塞器體制）

6.2 中央行車控制裝置 (Centralized traffic Control, CTC)

中央行車控制裝置，是將區段間之行車號誌設備集中於一處，列車經過閉塞區間或交會車站等行動，完全受號誌之指示，路線上所有進出的號誌機與轉轍器均由行控中心統一控制，隨時掌握列車運轉狀況（圖 6-3）。

6.3 自動列車警告／停止裝置 (Automatic Train Warning & Stop, ATW/ATS)

為防止司機誤闖紅燈或超速行駛，於號誌機外方適當距離之路線上裝設地上子，於車上裝設受信器，當列車未依號誌顯示行駛時，地上子使車上受信器作用帶動煞車系統，讓列車自動於號誌機外方停車。

6.4 自動列車控制裝置 (Automatic Train Control, ATC)

列車行駛中，依其與前、後列車的相關位置及路線條件等，列車速度須相對調整。

自動列車控制裝置係使車上煞車裝置，依地上號誌裝置的號誌顯示，自動調整列車速度。此系統包括三個子系統：

(1) 自動行車保護系統 (Automatic Train Protection, ATP)

自動行車保護系統的主要功能是監督軌道的狀況及列車的行駛速度，避免列車超速、對撞、追撞或出軌等

危險情境發生。自動行車保護系統引用閉塞區間概念，以確保列車彼此間保持適當的安全行車距離。



圖 6-3 台鐵瑞芳站中央控制行車系統中的車站設備

(2) 自動列車駕駛系統 (Automatic Train Operation, ATO)

自動列車駕駛系統，係由預設程式控制列車之行駛方向、加速、停靠站及車門啟閉、月台門同步啟閉等動作，以達到控制和營運上完全自動化，此系統具備監督列車行駛、指揮各連鎖系統、執行調度中心的行車命令及即時回報問題的功能。

(3) 自動行車監視系統 (Automatic Train Supervision, ATS)

自動行車監視系統主要功能，是幫助控制中心監測並調整列車之運轉狀況。

6.5 號誌裝置

為鐵路行車安全使用預定之訊號來相互溝通與約束，以視覺或聽覺等形式指示列車運行條件，並呈現相互傳達意志指示之設備，包括號誌、號訊、標誌三種。

(1) 號誌

依形、色、音等向列車、有關人士或車輛指示運轉條件之設施。

(2) 號訊

行車人員相互間依形、色、音等傳達資訊之設施。

(3) 標誌

依形、色等表示列車、車輛或設備之位置、方向及其他狀態或性質之設施。

6.6 聯鎖裝置

聯鎖裝置利用機械及電氣等設備連繫站內各號誌機間、轉轍器及其他號誌設備間互相聯動或牽制之裝置，使操作作業具有一定順序，防止人為錯誤扳動轉轍器或顯示進路相衝突之號誌，導致列車發生互撞或出軌事故。

6.7 轉轍裝置

當列車或車輛由一軌道轉至另一軌道時，必須利用轉轍裝置之運作，導引車輪進入所指定的軌道，也就是將岔尖的尖軌與基本軌密貼及分離，而達到轉轍結果的裝置。轉轍裝置的運作將直接影響行車安全及效率（圖 6-4）。



圖 6-4 轉轍器之運作－人員親赴現場轉轍（平溪線十分站）

6.8 平交道設備

為讓人、車等安全通過平交道的設施，除依規定設置標誌外，一般基本防護裝置有警報機、遮斷器、列車檢知裝置、平交道控制裝置。

6.9 號誌系統－台北捷運淡水線實例

台北捷運淡水線號誌系統，為一自動列車控制系統 (ATC)，具有雙向自動列車保護 (ATP)、自動列車駕駛 (ATO) 及自動列車監視 (ATS) 之功能。ATP 次系統提供斷軌保護、列車偵測、列車安全間距、限速控制、車站月台靠站確認、車門驅動及行車方向等功能；ATS 次系統有監視列車運轉、控制停車時間、路線設定、確認列車識別及保持預定交通模式等功能；ATO 次系統則可執行列車無人駕駛之自動速度調整、程式

化車站停車、自動車門操作、功能準位修正及滑行等功能，並提供手動模式列車駕駛之設施，必要時仍可以手動模式運轉。

號誌系統為捷運系統神經中樞（圖 6-5），主要設施有中央控制室、車站號誌設備室（圖 6-6）、可程式月台停車設備、列車至軌旁通訊設備、軌道電路、轉轍器及號誌，列車出發信號等。號誌系統藉助各種自動化行車控制功能，輔以行控中心之各種調度，控制人員透過遙控、通訊系統，掌握整體路網之動態與資訊，適時下達各種控制指令，達到迅速、安全、舒適的行車要求。

台北捷運系統的行車控制中樞，即為行控中心，可區分為高運量行控中心與中運量行控中心，此外為提供旅客更好、值得信賴的服務，另加設高運量與中運量行控備援系統。台北捷運系統高運量行控中心（圖 6-7）設於台北車站交九所在地，而其備援中心則設於北投機廠內，唯其機廠另獨立設置調度室負責機廠調度，如北投機廠設置

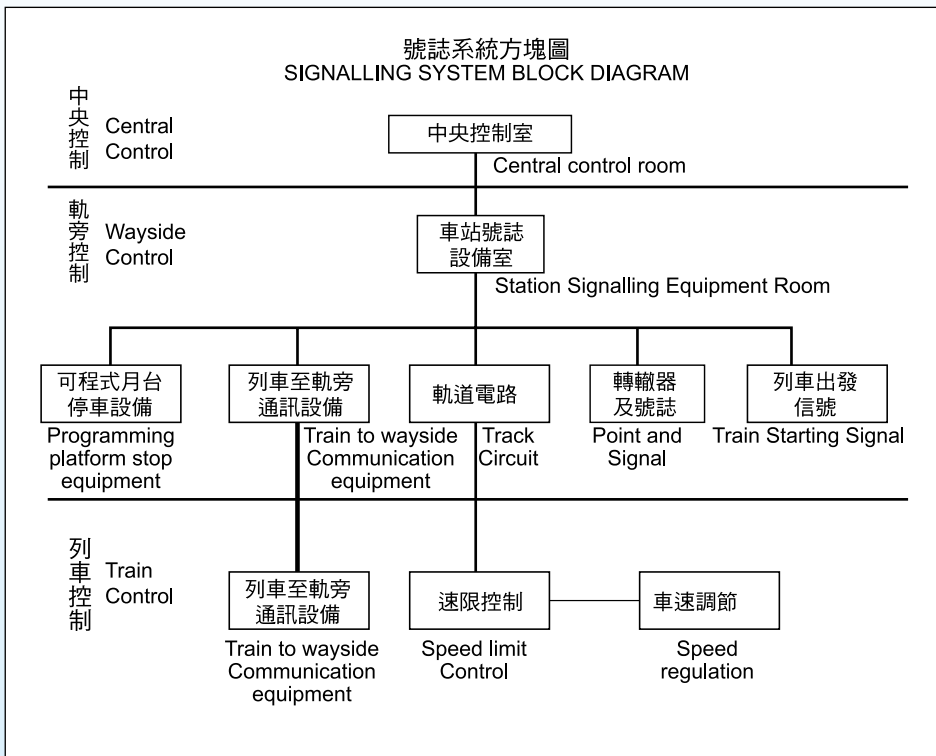


圖 6-5 號誌系統主要設施方塊圖

塔台調度室負責管制機廠車輛與人員出入。至於中運量行控中心則設於內湖機廠內，內湖機廠本身的調度部份，亦併於中運量行控中心，以加設機廠控制員席次方式處理，如此可節省人力與空間，其備援中心則設於木柵機廠內。



圖 6-6 台北捷運高運量淡水線復興崗站號誌設備室

6.10 通訊網絡－台北捷運淡水線實例

通訊系統為晚近發展迅速的進步系統，以台北捷運淡水線為例，淡水線通訊系統乃提供捷運行控中心、行政大樓、機廠及車站、電聯車等所有資訊來往服務。台北捷運通訊系統應用數據、語音及影像通訊技術，以達各子系統間訊息傳輸與整合功能。該通訊系統包括下列子系統（圖 6-8）：



圖 6-7 台北捷運高運量行車控制中心

(1) 自動電話系統、(2) 直接對講電話系統、(3) 電子郵件系統、(4) 閉路電視系統、(5) 無線電通訊系統、(6) 公共廣播系統、(7) 旅客資訊設備、(8) 列車上通訊設備、(9) 子母鐘系統、(10) 博碼調度 (Pulse-Coded Modulation, PCM) 光纖通訊系統及網路管理系統。

博碼調度光纖通訊系統，除提供其子系統間之信號傳輸外，更提供自動收費、火災警報、環境控制、電力控制等系統之訊息傳輸通路。

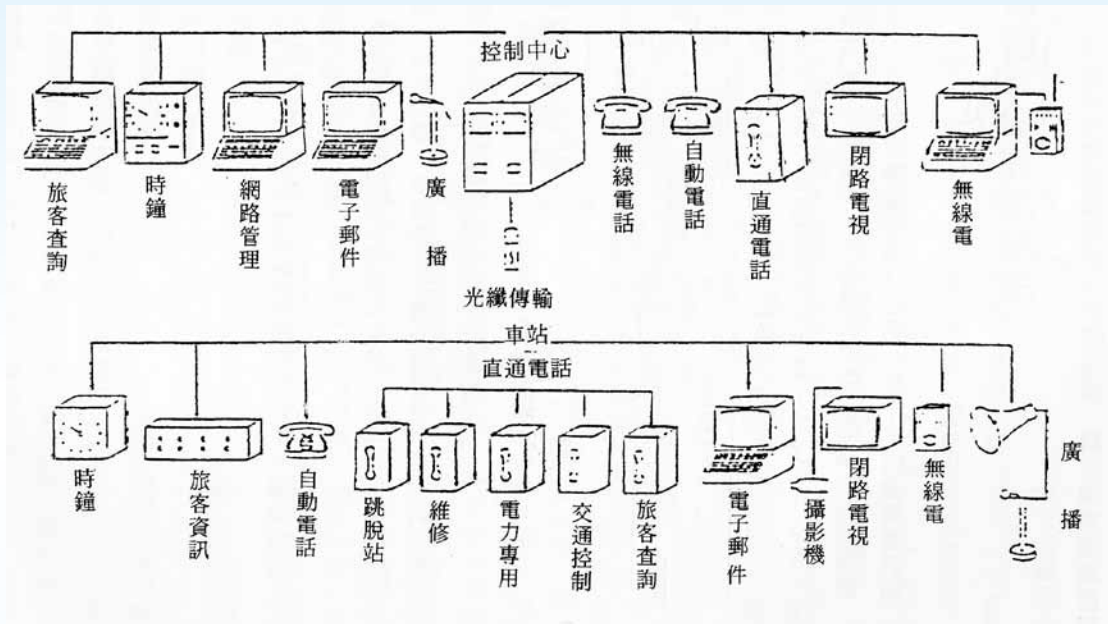


圖 6-8 通訊網絡示意圖

7、車輛休息修護的廠房—機廠（調車場）

機廠為鐵路系統後勤及維護中心，若無法順利執行養護、維修作業，將會導致能維持正常作業的列車數量減少，進而影響主線營運調度，班次減少、班距加大等服務品質降低的情形，更甚者，可能造成癱瘓鐵路系統部份或全部路網之危機，故機廠之規劃、設計、施工與營運維護皆須謹慎為之。

7.1 鐵路機廠 (Depots, Workshops) 的功能

鐵路運輸系統相較道路運輸系統，運具設備較大，且具相互聯結性、系統科技獨特性較強。一般而言，每一鐵路路線大多設立一個以上的機廠，該機廠將負起系統內所有子系統機具設備的養護維修工作。另因鐵路為大量運輸乘客或貨物的系統，影響層面極廣，再加上維修的需要，機廠亦須備有足夠安全量的備品及可提供立即性搶救維修的能力。

在鐵路整體規劃時，常依客貨運輸功能、路線施作時程先後、路線長度及特性、未來擴展性、用地取得可行性及配合當地都市規劃諸多因素考量下，在各條路線選取適當地點，依下述設定不同等級功能的機廠。

(1) 客貨運輸功能等級

鐵路系統中，可依服務對象區分為三：

- (A) 傳統鐵路：客、貨運混成運輸
- (B) 高速鐵路及捷運系統：僅為客運運輸
- (C) 產業鐵路如糖廠鐵路等：貨運運輸為主，客運運輸為次

(2) 機廠維修工作內容等級

依維修工作內容區分：

- (A) 停（調）車廠
- (B) 停（調）車廠和維修廠
- (C) 停（調）車廠、維修廠、主廠房及其他設施機廠

不同系統則因維修範圍的深度，再做細分其等級，但仍不脫離以停（調）車廠、次要維修機廠及主維修廠再續分的大原則。圖 7-1 為台北捷運北投機廠配置，包括停（調）車廠、次要維修機廠及主維修廠（圖 7-2）。

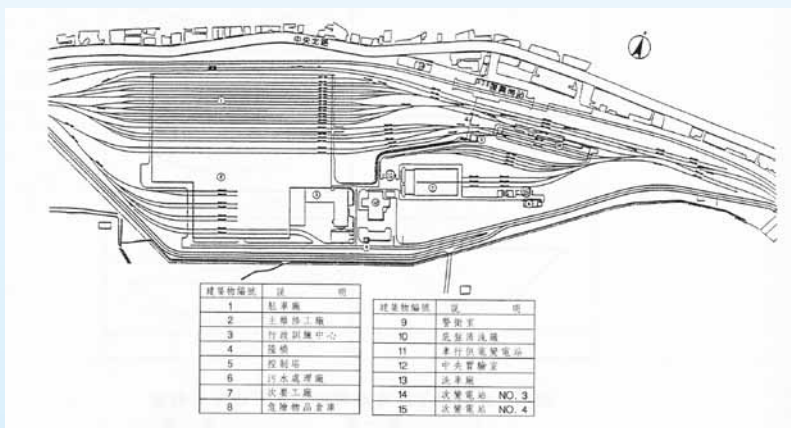


圖 7-1 台北捷運北投機廠配置

7.2 機廠型式與配置原則

機廠型式常以其與主線間相對關係來區分，略述如下：

(1) 機廠內部配置型式

(A) 單側式

調車場位於主線單側（圖 7-3），若設於地面及用地取得無虞時，其優點如下：

- 主線營運不受列車調度影響，可保持直線，視野清晰。
- 未來增建受限一側，只可能向一側擴充。
- 軌道路線集中，管理單純，調度作業亦單純。

單側式調車場，若設於隧道段，則需謹慎考量路網列車數量及調度需求，預估未來適當調車場軌道路線數量，以免不敷使用。



圖 7-2 北投機廠主維修工廠頂升區與正維修車輛



圖 7-3 台北捷運北投機場為單側式調車場（右線軌道為主線軌道）

(B) 雙側式

調車場位於主線兩側，區分上行軌及下行軌兩大族群，其優點如下：

- 當上下行軌列車調度量相同時，同時調度列車進入上、下行軌營運。主線上、下行軌因分區調度列車，當不致影響主線營運。
- 主線可較單純以直線設計。

- 未來可向兩側擴建，限制條件較少。

此處調車場相關設備無法相互共用，需準備雙份，成本較高。

(C) 環繞式

調車場位於主線上、下行軌中間（圖 7-4），其優點有：

- 軌道路線集中，列車可經由調度進入主線上、下行軌道營運。
- 調車場設備可共用，不需重覆設置。

此類調車場可能阻隔主線視野，在設計之初必需評估未來需求，設定軌道路線數量，避免未來擴建困難。若需設車站，則只能分上、下行兩站，乘客亦將不易轉乘。

(2) 機廠動線進出型式

依進出主線路徑區分：

(A) 單向進出式

機廠與主線僅為單向進出，此型機廠之應變能力較雙向進出式差。

(B) 雙向進出式

機廠與主線銜接，在機廠兩端皆可進出，稱之雙向進出式。此型機廠多一應變路徑，相對應變能力較佳。

(3) 機廠配置原則

機廠內各廠（場）皆有其作業職司，而機廠運作大都相互關聯，在作業流程上，互為因果，無法完全單獨作業，故在配置上以機廠整體作業流程為考量因素，其原則如下：

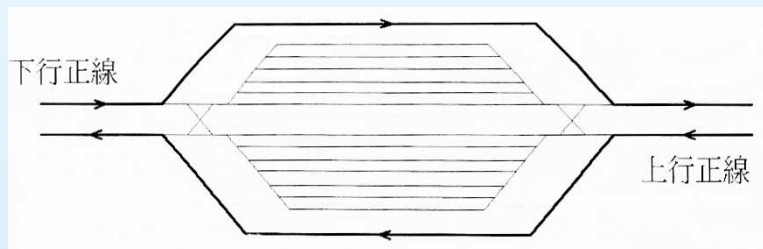


圖 7-4 環繞式調車場（以左行制為例）

- (A) 相同族群軌道路線佈設在一起
- (B) 軌道路線族群佈設以作業流程先後順序為佈設主要考量（圖 7-5）
- (C) 軌道路線佈設，亦須保持機廠運作高度靈活性。
- (D) 機廠內以平面（無坡度），避免平面交叉為原則，道岔亦以單一型式佈設。



圖 7-5 內湖機廠機廠軌道配置

- (E) 機廠內各軌道路線，因應各群組特性，保持適當軌道間距。
- (F) 經濟效益評估下，軌道路線、設備以相互替代共用，藉而減少支出及成本。
- (G) 配合作業流程調度，以減少列車調度時間及距離為原則。
- (H) 儘量減少於「關鍵點位」設置易故障設施數量。關鍵點位意指機廠運作進出主線時必定經過的點位，若此點故障或有事故則機廠運作調度產生癱瘓及進出主線受到阻礙。

8、旅客進出的場所與地標－車站

8.1 車站的功能

車站為鐵路重要建築結構物，尤其平面及高架車站，更為國土景觀中之地標要角；地下車站則可為地下街或地下活動據點，而其出入口、通風口亦為地面之地標或影響觀瞻之景觀點，皆需慎重規劃。

在運輸過程中，車站擔負將乘客集中、轉運及分散之責。透過車站，使用者得以搭乘車輛，經營者得以提供使用者所需之服務。因此車站設計之良窳，直接牽涉車站運作效率、乘客便利與安全以及營運者的運轉順暢。長期而言，更會影響乘客搭乘之意願。現以台北捷運淡水線為主例，說明鐵路車站之通則。

8.2 車站的型式分類

鐵路依路軌建造方式之不同，主要分為高架、平面、地下三種鐵路；而車站依月台與地面的關係，亦可分為高架車站、平面車站及地下車站。

(1) 高架車站 (Elevated Station)

高架車站係將月台佈設於高架結構體上，使軌道與地面交通分離，由於對都市景觀衝擊較大，因此除中運量捷運系統外，高運量捷運系統甚少於市中心採用高架型式，除非有足夠空間可緩衝路軌與臨近建物，如台鐵北淡線鐵路停止營運所留之路權及兩旁都市計畫道路。故於淡水線圓山站至北投站、新北投站間，採以高架型式建造。高架車站之穿堂層可設於月台層下方、側方或上方。

(2) 平面車站 (At-Grade Station, Surface Station)

平面車站通常設於市郊，極少設於平面交叉道路地區，係三種車站中造價最低廉者，唯對道路交通與地區發展之阻隔，影響深遠，因此鮮少採用。台北捷運淡水線的平面車站由復興崗站至淡水之沿河段。平面車站之穿堂層可位於地面、地下或地上。

(3) 地下車站 (Underground Station)

地下車站通常設於人口集中、交通頻繁之市區，車站主體設於道路下方，既可減少用地取得，且對於環境負面衝擊亦最小，因此為最常採用之車站型式。地下車站之缺點為造價高，施工期間採明挖方式對交通衝擊最大。

地下車站因月台空間與穿堂空間佈設方式不同，又可區分為下列三種車站：

(A) 典型地下車站 (Typical Underground Station)

一般典型地下車站為地下二層，上層為穿堂層，下層為月台層。車站主體寬度約 20 m，出入口可設於人行道或鄰近道路之基地上，如淡水線雙連站、新店線公館站。

(B) 淺式地下車站 (Shallow Underground Station)

淺式地下車站係指車站月台層設於道路下方，穿堂設於月台層側方或地面。站體寬度約 20 m，通常淺式地下車站較適合地質不宜深挖之路段或為節省建造成本而且避

免因高架而造成環境負面衝擊地區。如新店線七張站、新店區公所站。

(C) 疊式地下車站 (Stacked Underground Station)

疊式地下車站係指月台層分上行月台層與下行月台層，兩層相疊，而穿堂層設於路側之基地上，站體寬度約 11 m。此型車站最大的優點為可設於道路寬度不足 20 m 以上之路段，如中和線之永安市場站與景安站。

8.3 車站的運輸功能型態

車站依其在路網之運輸功能型態，可分為終點站、中間站、交會(叉)站、分歧站及接觸站五種(圖 8-1)。

(1) 終點站 (Terminal Station)

終點站係指車站位於路線主線或支線之端點，通常為列車發班之起始點，為營運調度需要，其軌道數目可能較一般車站多，以利離峰時儲車。以台北都會區而言，淡水線淡水站與新北投站、新店線新店站、文湖線動物園站等均屬端點站。端點站於規劃設計時，應特別留意未來是否可能延伸，必要時車站設計應預留可再延伸之路線。

(2) 中間站 (Intermediate Station)

中間站係位於路線兩端間之車站，並且無其他路線交會，為列車行經停靠之車站，通常包含上行與下行兩條相反方向行車之軌道。以台北都會區而言，淡水線竹圍站、新店線景美站、文湖線科技大樓站等均屬中間站。中間站於規劃設計時，應留意其在整體路網中，是否可能成為交會站，以免功能設計確定後，將來如欲變更為交會站，其設計、施工、營運將困難重重。

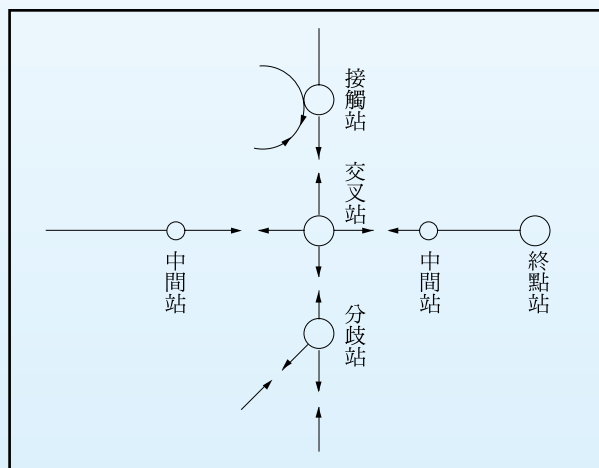


圖 8-1 車站的運輸功能型態 (來源:新世紀鐵路工程學)

(3) 交會（叉）站 (Cross Station)

交會站係指車站位於兩條或兩條以上路線相交之車站，此類車站轉車乘客不須出站，即可在車站內部之付費區 (Paid Area) 內轉線，其月台設計依主線交會方向之不同，又可分平行交會站 (Parallel Interchange station) 與非平行交會站 (Non-parallel Interchange Station)。以台北都會區而言，如台北車站、忠孝復興站、古亭站等均為交會站，其中古亭為平行交會站，台北車站及忠孝復興站為非平行交會站。交會站於規劃設計時，應考量不同路線間施工前後之關係，先施工路線必須將後施工線車站共構部份一併施築，以免將來後施工路線工程難以施工，甚至影響已通車營運路線之運作。

(4) 分歧站 (Junction Station)

分歧站為中間站與交會站的綜合型態，其乃兩條以上路線相互集合連絡之車站，亦即主線與支線之轉運站，如台北捷運淡水線北投站。分歧站又稱連絡站。

(5) 接觸站 (Touch Station)

接觸站，指其除本身路線外，仍有與其他路線相接觸之車站。

8.4 月台型式

車站月台係供列車停靠上下乘客及乘客候車之用，其佈設方式可分為：

(1) 島式月台 (Island Platform)

島式月台係指上行軌與下行軌分別佈設於月台兩側，其優點為上下行乘客共用月台，可消除晨峰與昏峰乘客主要流向不同而分別考量兩方向月台寬度，使月台寬度也因而減少，同時，可依晨峰與昏峰上下乘客量之不同，調整穿堂與月台間之電扶梯運作方向，如此可減少電扶梯之需求數。此外，島式月台亦較便於轉車。島式月台常見於典型地下車站與穿堂層設於月台層正下方之路外高架車站。

(2) 側式月台 (Side Platform)

側式月台係指上行軌與下行軌一併佈設於兩月台之間，上行列車與下行列車之候

車乘客所使用之月台相互獨立，不直接相連。其優點為列車進入車站，不致因入站產生側向加速度，減少軌道與車輛之磨損，乘客依穿堂之指標系統進入月台層後，不會錯搭不同方向之列車。缺點為設計上，月台寬度與電扶梯、電梯數量均較島式月台不經濟。通常使用於平面車站、路上高架車站、淺式與疊式地下車站。

(3) 混合式月台 (Mixed Platform)

混合式月台係指兩條以上之軌道佈設於島式月台與側式月台間，以符合營運上之需求，常見於交會站或端點站，如淡水線之北投站。

以車站運作功能而言，最好採用島式月台。由一站至另一站，不宜連續改變月台配置，否則易使車上乘客產生困惑。

8.5 車站站位之選定

捷運系統進行走廊研究時，對路線之定線與站位均有初步研判，俟展開車站規劃設計時，車站站位之選定將更加嚴謹，其考慮重點如下：

(1) 運量預測

為求服務較多之人口，選擇人口密度高、商業繁盛、有大型公共設施等運量較大之地區設站。如果運量預測結果顯示過高，而用地無法滿足時，應在站距合理縮減下增設一站；反之，運量預測結果顯示，尖峰小時乘客僅二、三百人時，應考慮加大站距或預留設站站位，俟擬設站地區發展達設站規模時，再興建車站，以降低建設營運成本。

(2) 車站間距

為維持車站合理之服務半徑及捷運系統行車合理之速度及營運，在市中心區之車站站距希望在 800 m 至 1,000 m 之間，郊區之站距在 800 m 至 2,000 m 之間最為理想。

(3) 地質、地形

設站地點之地質若狀況良好，則施工較易、工程費用較節省，且車站月台坡度最

好維持 0.25% 以下。

(4) 軌道定線

為使月台與捷運車輛保持合理之寬度 8 至 10 cm，以維持乘客上、下列車之安全，因此車站不宜設於軌道彎曲之處，尤其平曲線半徑小於 1,000 m 之處更不應設站。

(5) 管線

管線種類包括雨水下水道、自來水管、灌溉涵管、電話線（電信、警訊、軍訊）、電力線（高壓、低壓）、瓦斯管、污水下水道、油管及交通號誌、路燈線等。車站站位之選定過程需考慮管線遷置之可能性，並研析施工期間對於重要管線，如高壓電力線、軍訊與警訊電話線之安全與影響。必要時須移動車站之水平與垂直位置，以牽就既成之重要管線。

(6) 都市發展

捷運建設除配合都市發展外，亦能帶動地區之開發，因此對於未來具有發展潛力之地區應予設站。

(7) 土地取得

車站設置之地點，難免須利用鄰近之土地，而目前民眾對於土地徵收補償價格仍有諸多爭議，設站位置應以縣、市、國有土地等取得較容易之公有土地為優先考量。

(8) 環境

有特殊之自然環境及歷史古蹟等文化資產保存法保護之地區，儘量避免因設站而破壞該等地區。

(9) 其他

前述八項主要依據外，並考慮其他因素，如接駁系統、轉乘設施、可否聯合開發、不動產價格、民意溝通等。

8.6 車站規劃與配置

(1) 車站空間配置

車站空間可分為公用區及非公用區（此區限制通行），而公用區可細分為：

- (A) 月台
- (B) 大廳或謂穿堂
- (C) 進出口

穿堂可位於月台之上面、下面或一邊，穿堂之配置及空間將視進出口至車站與通路至月台間之關係，以及使用該車站之乘客數而定。穿堂又可分為付費區 (Paid Area) 與未付費區 (Free Area)。在未付費區內，乘客可獲取乘車資訊及購買車票，通過驗票閘門後，乘客則進入包括通往月台之通路及月台之付費區。

各車站之非公用區主要供作辦公室設施、操作區、機房、儲物等空間使用，非員工不准進入，其配置視車站建造型式與各站需求不同而異。

(2) 車站服務設備

車站公用區內所配置之服務設施，包括售票機、驗票機、樓梯、電扶梯、詢問處 (Passenger Agent's Office, PAO)、公廁、電話等，其配置之容量須合理反應預期設計年，在正常運作及緊急疏散情況下之尖峰時刻之旅客流量。

(3) 車站設施容量之估算

車站設施之設計，乃包括月台寬度、樓梯與電扶梯、自動售票機、通道寬度及逃生系統與時間之問題。

車站設施之需求量與大小之估算，可依下列步驟求得：

- (A) 決定尖峰小時進站與離站、轉車等之乘客數。
- (B) 決定尖峰分鐘進站與離站、轉車等之乘客數。
- (C) 估算正常營運時之設施需求。
- (D) 估算緊急情況下之設施需求。
- (E) 比較正常營運下與緊急情況下，何者設施需求較高，以較高者設計之依據。

8.7 車站間生活場域的規劃

鐵路廊帶的健全發展，端賴優良的整體規劃。鐵路不止是交通運輸，更是多采多姿生活的場域，交通鐵路衍生出生活鐵路，更滋生出文化氛圍的文化鐵路，也因此如何善用車站週邊與車站間的空間，就成為車站規劃者需要善加考量的課題。除了以土地開發、整體開發、聯合開發方式所進行的都市更新與新市區發展外，另就鐵路路權範圍內，其可能的發展潛力與機會，如車站間地下街與多功能廣場，謹簡介如下：

(1) 路網中車站間地下街之規劃

車站之間或車站旁在時空環境允許下，導入地下街（或地下行人徒步廣場），將車站週邊場域予以充分利用，除可改變都市活動型態排除淋雨與日曬的活動環境外，亦可新增後續經營之收入，且可安置部份捷運建設過程中商場拆遷戶攤位或店家，促使重新營業或轉業，更可以各式各樣新面貌跟上世界時尚潮流，並藉由安置與活化商業活動達到都市再生的目的。（圖 8-2）



圖 8-2 台北車站站前廣場的K區地下街，又名誠品站前店

(2) 路網中車站間多功能廣場之規劃

面對鐵路立體化的改建風潮，地下化與高架化為減少平交道的改善方式。然而不論是地下化或高架化，將會產生新的地面空間，這將提供對都市發展新契機。若能藉此創造更多的線型公園或多功能開放空間（圖 8-3），則對都市環境品質的提昇亦有所助益。



圖 8-3 淡水線（高架段）民權西路站至復興崗站高架下設置開放空間，圖為圓山站

8.8 車站轉乘設施之規劃

鐵路運輸服務主要為幹線型態，並以車站為吐納乘客之節點，無法如同公路運輸提供戶至戶之服務。為使鐵路系統充份發揮主幹線之運輸功能，有賴良好轉乘系統的配合，故轉乘設施為車站規劃的重要一環。

乘客到達及離開車站之方式，包括步行或搭乘公車、計程車、私人運具、城際通勤運輸系統等，轉乘設施配置之優先次序為：

(1) 步行；(2) 公車；(3) 腳踏車停車；(4) 計程車及接送轉乘；(5) 機車停車；(6) 小汽車停車；(7) 城際通勤運輸系統。

除城際通勤運輸之轉車外，其他各種轉乘需求在車站及通路設計上均需設法滿足，以免車站轉乘設施不足而衍生另一交通問題。

8.9 車站細部設計

車站之細部設計乃進一步就車站及附屬設施之造型、周圍景觀、內部空間等完成設計。此階段先就車站造型所欲表達之意象，諸如文化、經濟社會之象徵意義詳加探討，另就車站周圍環境所欲提供附近社區居民之機能予以界定，以便車站地區亦能成為都市居民活動之地點。

車站之建築設計除造型、裝修、空間安排外，指標、資訊板、廣告板及藝術品之設計為介於軟、硬體間之設施，亦為極重要的元素。指標及資訊系統屬旅客導引設施，良好及正確設計將使車站之營運更具效率。

8.10 文化融合的車站－捷運淡水線劍潭站例

劍潭站坐擁圓山，前有廣闊台北盆地，東有古色古香的圓山大飯店，西有基隆河，不僅景色秀麗，也是交通要道。台北捷運考量在地的環境與風水後，設計具有濃厚東方古典色彩的現代化龍舟式懸吊屋頂，藉此展現出中國建築屋頂的風格，也傳達傳統精神的代表－龍的氣勢與龍行的隱喻。

劍潭站為高架車站，因跨越道路需要，使用無梁柱設計，以龍舟造型為設計概念，將屋頂以懸吊方式撐起（圖 8-4），整面月台屋頂不需任何一根承重柱，只需少量的細

柱作為防止屋頂受風搖晃和連通電氣路線之用。

劍潭站的龍舟式鋼纜線懸吊屋頂，採用最新科技產物－黏彈性阻尼於結構體中，作為控制強風所帶來的不穩定，是工程界一個新挑戰。該車站之建築設計係由捷運總顧問美國捷運公司 (ATC) 負責，林同棧國際工程顧問公司 (Y.T. Lin) 負責結構細部設計，互助營造與株式會社大林組聯合承建，於 1990 年 10 月開始施工，1994 年 6 月完工。

台北捷運淡水線劍潭站是一個結合美學與工程技術，成功融合周邊既有環境，具有科技、藝術與台灣文化傳承創新價值的建築典範。（圖 8-5）



圖 8-4 劍潭站的屋頂懸吊細部



圖 8-5 台北捷運淡水線劍潭站是一結合美學與工程技術的建築典範

第三篇 現代鐵路—高鐵與捷運

9、高速的旅程、誘人的窗景—列車高速化的發展

世界鐵路高速化的發展經歷多元的研發，其中以法國 TGV、德國 ICE 和日本新幹線，各具特色最具成效，而日本、德國同時也積極研發磁浮系統，以促使城市到城市之間，甚至國家到國家之間的距離愈來愈短。在亞洲方面，除了日本之外，台灣、中國與韓國皆已進入高速鐵路營運的階段。在節能減碳的全球變革之際，高速鐵路將成為二十一世紀城際運輸主要交通工具之一。

9.1 列車高速化的效益

在全球化、在地化與節能減碳趨勢之下，為滿足大眾快速便捷的行車需求，同時促進工商業進步及國家經濟整體發展的潮流下，高速鐵路具有用地最少、能源最省、污染最低、運能最大等優點，是解決運輸問題的最佳途徑之一，也是世界潮流所向。

9.2 高速化技術問題的課題與因應對策

列車要高速化需先改善鐵路性能，包括車輛最高速度、曲線速度、安全問題、路網問題、新型軌道發展與其他足以影響旅運時間的課題：

(1) 車輛最高速度

為達到理想速度，鐵路需就下述諸元發展新科技：

(A) 煞車等車輛性能

煞車系統需能在 600 m 以內能夠完全停止，才能達到安全需求。另一方面，車輛的加速與高速持續力亦為不可缺的要求。

(B) 軌道破壞強度

軌道需能承受列車重量，並能承受高速時產生之摩擦力，才符合安全需求。

(C) 集電能力

電力供應不能中斷，並且要十分充足。

(D) 減振制噪能力

為維護環境適意性，列車噪音及振動除了符合法規要求外，更要儘量滿足旅客與沿線居民的需求。

(2) 曲線速度與曲線軌道設置

為達到理想速度，且要考量速度過高車子離心力會使車體不穩定問題，曲線限制半徑、風的影響界限、超高的設置都是要發展的元素。

(3) 安全問題與設計

在建置「安全高速鐵路」中，需以故障自趨安全 (Fail-safe) 的觀念，來設計高鐵系統之各項設備、設施及措施，並在高鐵通車營運前訂定緊急狀況之處理程序，充分訓練工作人員，以確保旅客與系統之安全。另外對車站、車輛、路線安全維護設施、沿線危險偵測及號誌通信等項目均需明確訂定安全防護之要求。

另為能迅速偵測路線上可能發生之危險事件，並於達到警戒值時能將偵測訊號即時送達行車控制系統，高鐵需於沿線設置相關的安全偵測設施，以利營運者即時作必要之處理。

(4) 高速鐵路網之構思

高速鐵路網應自市中心向外作放射狀，且儘量能以地下方式橫貫市中心構成貫通線路。與鄰近路線應能相互聯絡，並與其他市街電車汽車站相聯繫，務必保持便利與週到，應以一次換車即可聯絡其他交通系統為原則。

(5) 高鐵軌道的高標準要求與發展

高速鐵路的軌道需能承支較大軸重而不易碎裂，且具備較強之彈性，其道床若有少許變形時仍能簡易調整。施工期間應減短，且造價能符合經濟原則。

(6) 相關配套舉措與調整

為了提速所需，除上述之作法外，仍需進行相關的配套舉措與調整：

- (A) 列車間隔時間的設定
- (B) 通過車站配線的改善
- (C) 注意號誌的減速設定
- (D) 區間閉塞制
- (E) 待避時間的縮短
- (F) 接駁時間的縮短

9.3 世界各國高速鐵路之發展概況

法國 TGV、德國 ICE、日本新幹線、西班牙 AVE 及中國京滬鐵路在高速鐵路發展史上各領風騷，別具特色，簡介如下。

(1) 法國 TGV

法國高速鐵路 TGV，原為法文 Train à Grande Vitesse，意即超高速列車之意。法國國鐵 (SNCF) 自 1950 年便開始進行高速列車之研發，於 1955 年首次試車時，就創下了當時世界最高紀錄 331 Km/hr，奠定往後發展的基礎。1981 年，一列由七輛車廂組成的 TGV 列車，又創 380 Km/hr 的新高；1990 年第二代 TGV 列車，更以 515.3Km/hr 的超高速刷新世界紀錄，不但衝破以往被認為極限的 375 Km/hr，更使得 TGV 成為法國人日常生活中不可缺少的一部份。2007 年，新型機 TGV 的速度可飆達 574.8 Km/hr。TGV 不單於法國境內行駛，也擴及鄰近國家（圖 9-1）。



圖 9-1 即將離開巴黎蒙帕納斯車站的 TGV 列車（資料來源：維基百科，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B3%95%E5%9B%BD%E9%AB%98%E9%80%9F%E5%88%97%E8%BD%A6>）

(2) 德國 ICE

ICE 是 Inter City Express 的簡稱，ICE

列車共分十四節中間車廂，車首及車尾有兩部高性能機車頭，列車中設有餐車、會議車、無線電話、傳真機和處理通訊設備等。ICE 列車可隨著旅客的數量加掛車廂，連接器上的電源也可以自動接上，營運速度 200 Km/hr。ICE 是以飛機的設計方向來製造，故又有「在地上跑的飛機」之稱（圖 9-2）。



圖 9-2 行經法蘭克福的 ICE-3 列車（資料來源：維基百科 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9F%8E%E9%99%85%E7%89%B9%E5%BF%AB%E5%88%97%E8%BD%A6>）

(3) 日本新幹線

世界高速鐵路發源於日本，1959 年日本國鐵開始建造東京至大阪間的高速鐵路，並在 1964 年開通，全長 515 km，時速 210Km/hr，稱為東海道新幹線。隨後向西延伸，於 1972 年開通至岡山，再於 1975 年，通達終點站博多。大阪至博多間，稱為山陽新幹線，全長 1,069 km。1982 年，大宮至盛岡間 465km 的東北新幹線開通，同年十一月，大宮至新潟間的上越新幹線也開始運作。

日本於 1970 年訂下了「全國新幹線鐵路網建設法」，在過去建設與該建設法的帶動下，目前日本的高速鐵路網已是蓬勃發展，並已外銷台灣高鐵營運中。

(A) 已營運的新幹線

東海道新幹線：東京站—新大阪站間，長 515.4 km。

山陽新幹線：新大阪站—博多



圖 9-3 日本 N700 新幹線

站間，長 553.7 km。

東北新幹線：東京站—新青森站間，長 674.9 km。

上越新幹線：大宮站—新潟站間，長 269.5 km。

長野新幹線（北陸新幹線）：高崎站—長野站間，長 117.4 km。

九州新幹線：博多站—鹿兒島中央站間，長 256.8 km。

(B) 已營運的迷你新幹線

秋田新幹線：盛岡站—秋田站間，營運里程 127.3 km。

山形新幹線：福島站—新庄站間，營運里程 148.6 km。

(4) 西班牙 AVE

西班牙的高鐵 (Alta Velocidad Española, AVE) 是採用法國系統，一稱西班牙式的 TGV；列車由兩動力車及八個中間車組成。AVE 是法國第一個向外輸出的列車系統，目前西班牙高鐵路線包括馬德里至巴塞隆納及馬德里至葡萄牙里斯本（圖 9-4）。



圖 9-4 停靠在科爾多瓦的阿爾斯通製 AVE 火車（資料來源：維基百科，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%A5%BF%E7%8F%AD%E7%89%99%E9%AB%98%E9%80%9F%E9%93%81%E8%B7%AF>）

(5) 中國京滬鐵路

京滬鐵路規劃之初，曾有採用輪軌或磁浮技術之爭，後來定案為輪軌技術，並以選用德國、日本、法國其中一國的高速鐵路技術為建設原則。京滬鐵路全線以最高時速 350 km 期運行時速 300 km 設計，並

一次建成 1,318 km 路線，為全球最長的鐵路，其裝備全部由中國企業製造，工期三年，成本達 340 億美元，於 2011 年 6 月正式營運（圖 9-5）。

9.4 台灣高速鐵路與台鐵可傾斜式列車

台灣高速鐵路包括西部走廊的台灣高鐵高速鐵路與行至東部地區的台鐵可傾斜式列車太魯閣號及普悠瑪號快速鐵路。

(1) 台灣高鐵高速鐵路

台灣高鐵車輛（T700 型）是日本新幹線首次向外國輸出的列車系統，自 2000 年 3 月開始進行各項工程施工，2007 年完工通車，使台灣西部走廊正式邁入一日生活圈新時代。其工程特性及營運目標，請參考附表 9-1 及 9-2。



圖 9-5 重聯 CRH5A 型動車組運行於京滬高速鐵路（資料來源：維基百科，<http://zh.wikipedia.org/wiki/%E4%BA%AC%E6%B2%AA%E9%AB%98%E9%80%9F%E9%93%81%E8%B7%AF>）



圖 9-6 台灣高鐵 T700 型

附表 9-1 台灣高鐵工程特性

項 目	基 本 特 性
系統型式	鋼軌鋼輪式
軌距	標準軌距 1.435 m
設計速度 (用於土木工程設計)	土建工程設計要求為 350 Km / hr (板橋—左營間)，機電系統設計須符合台北至高雄(中間停台中一站) 90 分鐘之需求
路線長度	340 km
軌道股數	雙線上下行各一股道
路線最小曲線半徑	5,550 m
路線最大坡度	千分之 25
行車調度	中央行車控制，集中調度
號誌系統	自動列車控制 (ATC)，車上號誌
列車班距	系統設計須達每 3 分鐘可發一班車之要求，實際發車為尖峰時段每 4 分鐘可發一班車
車上安全裝置	1. 駕駛艙內警醒裝置與緊急自動駕駛裝置 2. 行車設備自動檢測系統

附表 9-2 台灣高鐵營運目標

項 目	營 運 目 標
服務對象	客運
車站	台北、板橋、桃園、新竹、*苗栗、台中（烏日）、*彰化、*雲林、嘉義、台南、左營。備註：*表示待完成興建
行車時間	台北到高雄（左營）之直達列車（在台中站停車 3 分鐘），於 90 分鐘以內到達；非直達列車（在中間停靠四站，每站停靠 2 分鐘），須在 120 分鐘以內到達。
營運時間	每日營運時間至少 18 小時
單向發車能力	尖峰時段可於 2 小時內連續發車，其平均發車間隔在 4 分鐘以內
列車運能	每列車 800 客座位以上
路線運能	每日 30 萬座位數 × 340 km 以上
訂售票方式	電腦訂票系統、車站自動售票機及窗口售票

(2) 台鐵可傾斜式列車

為提升軌道運輸速度及改善搭乘的品質，各國紛紛投入列車快速化領域的相關研究，「搖擺式（可傾斜式）車體技術 (Tilt Train Technology)」藉改進車輛本身之轉向能力提升速度，為許多窄軌系統國家相繼研發採用。

台鐵自強號太魯閣列車（通稱：太魯閣號）為台灣鐵路管理局於 2006 年首次引進之傾斜式電聯車 TEMU1000 型特快車，設計最高速度 150 Km/hr，營運最高速度 130 Km/hr，使其在彎道地方可較非傾斜式車快約 25 Km/hr。原台北到花蓮間的自強號最快行駛時間需約 2 小時 20 分鐘，太魯閣列車則可縮短至 1 小時 59 分。

台鐵自強號普悠瑪列車（通稱：普悠瑪號）為台鐵第 2 款引進之傾斜式電聯車 TEMU2000 型特快車，設計最高速度 150 Km/hr，營運最高速度 140 Km/hr。2013 年 2 月 6 日開始於樹林到花蓮間行駛，並於 2014 年 7 月 16 日正式行駛於台東縣，台北到台東車行時間大幅縮短至 3 個半小時。

10、多元多樣的當代都市鐵路

除了傳統鐵路與高速、快速鐵路外，因應都市發展，鐵路朝向多元型態開發，進而演生出多樣化的城市軌道交通，此種以軌道形式為主的交通模式，包括了區域鐵路、

地鐵、輕軌、單軌、有軌電車、膠輪導向電車、纜車、索道及磁浮鐵路等類型。

10.1 都市與城際大眾運輸系統整體圖像

依照路權使用方式及技術型式可將大眾捷運系統約略分成四個區塊：

(1) 傳統鐵路 (Tradition Rail)

都市與城際間的傳統鐵路多指區域鐵路或通勤鐵路，通常運行在同一區域的中小城鎮間，其路權使用為專用或半專用型式。

(2) 捷運系統 (Rapid Transit)

以其運量可區分為高運量捷運系統及中運量捷運系統，擁有獨立路權，細項分類請參考圖 10-1。

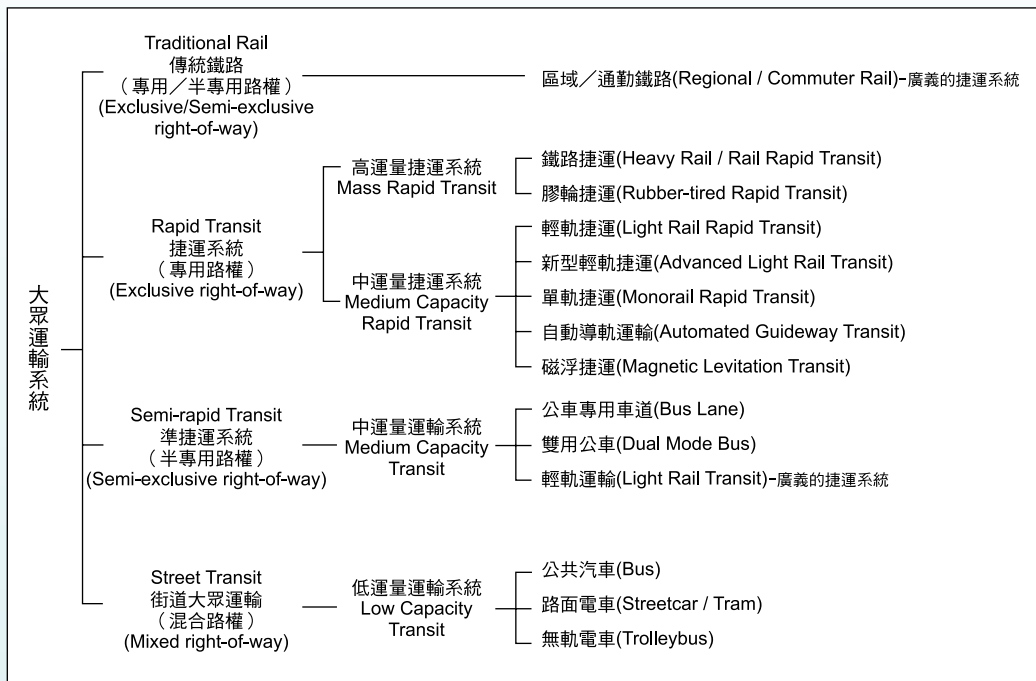


圖 10-1 大眾運輸系統的分類 (資料來源：博覽捷運—世界主要城市地鐵發展剪影 (Introduction to the Principal Rapid Transit Systems in the World)，台北國際捷運博覽會，台北捷運公司)

(3) 準捷運系統 (Semi-Rapid Transit)

準捷運系統為一中運量運輸系統，利用改良式輕軌電車及道路系統來建構中型都市旅運需求的捷運系統，其路權非獨立，為半專用式型式。

(4) 街道大眾運輸 (Street Transit)

通常以街道路面為車行路線，沒有高架或地下段，如路面電車。此類型運輸系統，其運量較低，路線短，速度較慢，多運行於都市小區間之乘客搭乘。

10.2 便捷的旅程—都市立體鐵路

為了快速送達旅客與避免對地面交通的干擾，於是鐵路有了立體化的發展，包括地下式、半地下式或高架式的選項。世界上最早地下式的鐵路，起源於 1863 年的英國倫敦地鐵，最早的高架式鐵路，則是 1868 年美國紐約高架捷運。

(1) 地下或高架式之區位選擇

都市中心多採用地下式鐵路方式，郊外則多為高架式鐵路。其評準特性與影響脈絡說明如下：

(A) 建設費用

近年來，地下鐵往往深層化發展，加上高架鐵路用地地價昂貴，皆使立體化建設費用越來越高。

(B) 都市景觀

高架鐵道會影響都市景觀，而地下鐵路則無此問題。

(C) 乘車感受

高架式可看見車外景觀，車內噪音小；地下鐵在隧道內行駛，毫無窗景可看，且車內噪音也大。

(D) 公害噪音

高架式鐵路沿線易造成沿線噪音問題，而地下鐵所造成的地上噪音較小。

(E) 地震災害

高架式鐵路和地下鐵路在發生地震時，皆容易造成大的災害，故應要有良好的地震設計與應變對策。

(F) 防災對策

地下鐵發生火災時，常會造成重大事故，故需要有萬全的防災設計與應對對策。

兩者選擇之考量，主要關鍵在運量及對環境、社會的影響。運量預測與路線經過的地區人口數與社會經驗活動有密切關係，所選擇系統的運能須能滿足當地的運量需求。

(2) 都市立體鐵路路網規劃之形狀

路網一般皆為自市中心呈放射線向四方延伸至郊外的市鎮，其間再以環狀鐵路或穿越線連接各放射線鐵路，方便轉乘，以減輕市中心總站的負荷。（請讀者上網參閱東京、巴黎、倫敦等捷運都市的捷運路網圖）

路網的建設計畫應考量都市未來的交通需求與流動型態，並與關連之鐵路作整合考慮，需參考下述原則選定最適合且合理的路線。

- (A) 交通需求與流動型態的對應，包括現狀與未來之預測。
- (B) 都市中心與周邊區域之路線，以直線方式聯結貫通。
- (C) 決定路線、路網的機能，使到達目的地的換車次數減少。
- (D) 儘量排除換車動作，以求便利。
- (E) 經由與其他交通機制的接續，考量車站的位置與配置。
- (F) 郊外平面路線與高架式鐵路相互組合布設，以求降低建設費用。

(3) 鐵路地下化的類型

(A) 淺型地下鐵隧道種類

淺型地下鐵之隧道工法，包括箱形鋼筋混凝土隧道、馬蹄形鋼筋混凝土隧道與圓形隧道等。

(B) 深層地下鐵隧道種類

深層地下鐵隧道，乃指地表 50 m 以下隧道，大抵上多屬潛盾的圓形隧道。

10.3 多形貌的都市鐵路—路面、單軌型態與全自動化

(1) 路面鐵道（街車）的歷史與發展—日本輕軌系統為例

鋪設於一般交通道路上的軌道稱為路面鐵道，包括輕軌系統中的街車所用的軌道，以及於其上運轉的電車（稱為街車）（圖 10-2）。日本於 1894 年在東京上野公園博覽會上，率先設置 500 m 的輕軌，成為日本最早的輕軌，也達到電氣化電車宣傳的目的。



圖 10-2 日本關西地區大阪市路面鐵道（街車）正經過平交道

1895 年京都鋪設 6.6 km 的輕軌，開始邁入營運的開端。雖然在二次大戰期間，輕軌遭到破壞，但戰後快速重建，1956 年日本近代化街車又重新誕生。之後，隨著汽車的快速成長，使得街車的營運量大減，造成街車數量漸趨萎縮，唯基於交通需求及與路面交通的影響較小，在大都市則存在於郊區區域。

而今街車的發展，著重其性能的改善，以及設計、路線規劃朝向現代化輕軌發展，如低底盤輕快電車的開發便是一大方向。

(A) 輕軌的發展

日本路面電車一直不斷地創新發展，二戰後日本路面電車約有量產 5,000 輛在各都市使用，近代路面電車也朝向高性能輕快電車 (Light Rail Vehicle, LRV) 發展，其性能如下：

- 具有 4-5 Km/h/s 起步加速度，可瞬間加速
- 最高速度可達 80Km/hr
- 電車有三車體四台車連結，運輸力增強
- 郊外輕軌線可以擁有專用軌道

(B) 超低底盤輕快電車的開發

路面電車發展至今，設備不斷改善，速度也向上提升，由於考慮人體工學及殘障人士的方便性，因此朝向超低底盤式輕快型電車發展，稱之「超低底盤輕快電車」，其底盤高約 300-400mm，依底床面積比率，可分為低床型、半低床型及全低床型，最高速度可達 70Km/h，獲西歐路面鐵道積極採用。

(2) 單軌型態鐵道發展

單軌 (Monorail) 系統是以單一軌條或梁支撐，以提供導引作用而運行的軌道式運輸系統，分為跨坐式（圖 10-3）及懸垂式二類。1970 年代，日本都市公共運輸部門，在確認單軌系統可以擔當都市運輸任務前提下，首次研議界定「都市單軌」的定義為：

- 具備以車廂跨坐或懸垂於單一軌梁運行並載送乘客或貨物的運送設施
- 供都市公共交通使用
- 軌梁主要架設於道路路權範圍內
- 系統路線大部份佈設於都市計畫區域內

(A) 單軌電車的起源與特徵

日本於 1957 年在東京都政府自力發展下，首先在上野動物園興建一段 331m 懸掛式單軌系統作為都市運輸的實驗線。該列車使用橡皮輪胎，由兩車廂組成，容量為 31 人，為日本第一條單軌系統。



圖 10-3 日本沖繩縣那霸市跨座式單軌捷運系統

(B) 單軌電車的特徵

優點：

- 建築費用低
- 摩擦力佳、坡度限制較小、彈性較大
- 路線用地小
- 跨坐式車體跨於梁上，無出軌危險，安全性大

缺點：

- 車輛造價高，因為電車的構造較為複雜
- 震動較大
- 對都市景觀的破壞，唯可用綠建築概念美化

(C) 單軌車輛的種類

■ 跨坐式

單軌列車通常由四至六個車廂固定編組而成，包括「先頭車」及「中間車」兩種，先頭車具有駕駛室，配置在列車的首尾，車體採輕量設計。

■ 懸垂式

車體採輕量設計，車內配備大致與鐵路車廂相同，唯所有電氣設備均安裝在車頂。

(3) 全自動化—新交通系統

日本於 1969 年開始開發新一代交通系統—無人運轉全自動系統，並於 1981 年運用於神戶市 Port Island 線 (6.4km) 和大阪市南港 Port Town 線 (6.6km)。

由於無人運轉自動化系統使輕軌在運輸能力及行車安全上呈現一穩定程度，同時亦可節省人力，減少人工失誤情形，因而逐漸普及，在 21 世紀的世界鐵路史上，將展現無比多樣的試行與推廣之旅。



圖 10-4 台北捷運文湖線全自動捷運系統

第四篇 鐵路之歷史、文化資產與 建設願景

11、聽聽咱們鐵路的過去－世界與台灣的故事

11.1 世界鐵路的發展

世界鐵路運輸的發展，依萌芽、茁壯、沒落與新發展，簡述如下：

(1) 萌芽期

18 世紀末，人類仍以簡單的人力車與獸力車作為運輸工具，運輸效能甚差。19 世紀初英國發明家史蒂芬生的火箭號蒸氣機成功作為火車動力機，並將此動力機運用於利物浦－曼徹斯特鐵路，其速度及效能引起各國的重視，開始了鐵路史的新頁。

(2) 茁壯期 (1830-1930)

由於鐵路的迅速、安全、大量、經濟及準確等優點廣受歡迎，歐美日各國競相掀起築路高潮，因此在 1830－1930 年間，以鐵路為主要的運輸工具，並且逐步將之引用到都市裡。英國於 1863 年發展世界最早的地鐵（圖 11-1），唯當時採用蒸汽機車運轉，至 1890 年方改為電氣機車運轉，成為都市交通的主要工具。另外為了山林產業開發的需要，各種農林礦鹽專用鐵路也應運而生，延伸擴建到世界各偏遠的角落。

(3) 沒落期 (1930-1950)

在 1930 年代，無論是公路築造技術或是公路車輛製造工業，均獲得長足的進步，加上航空和管線運輸的急速發展，



圖 11-1 英國於 1863 年發展世界最早地鐵的地下車站

使得鐵路運輸在客運、貨運兩方面都遭受極大的威脅，尤其公路運輸具有路網四通八達以及私密性之特色，可省卻轉運之麻煩，因此鐵路的地位逐漸被取代。此種情形導致歐美許多鐵路公司開始裁撤營運不佳的路線及精簡機構，顯示鐵路已在不斷的沒落。

(4) 新發展（1960－至今）

高速公路帶給人類無比方便，但大型客運車、貨櫃拖車及小汽車急遽增加，同時也產生交通壅塞等現象，因此城市的大眾運輸系統再度受到重視，每一擁擠危機的都市莫不以大力發展大眾捷運鐵路作為主要的選項。另就城際運輸而言，自從日本在1959~1964年間，建造了東京至大阪的鐵路東海道新幹線，並於1964年10月通車營運後，日本國內航空運送旅客就急遽減少，也因而開啟了高速鐵路稱霸城際運輸的新局面。

如今，在21世紀強調節能減碳與永續發展的潮流下，鐵路在世界陸路運輸的地位將更為重要，而綠色鐵路(Green Rail)科技的精進，將再次帶動新的運輸革命。

11.2 台灣鐵路的發展

台灣鐵路發展的經驗乃源自滿清帝國同治中興洋務運動的初次嘗試、亞洲新興強國日本明治維新下的殖民開拓，加上晚近歐美的鐵路技術採購與移轉，故顯現出多元開創交錯影響，也連續地發展出在地端的創新與傳承故事，計分5個時期：

(1) 清領洋務創建時期(1876~1895)

1876年丁日昌以福建巡撫兼台灣學政視察台灣三個月，在基隆引進台車運煤為台灣鐵路之肇始。劉銘傳接任台灣巡撫後自1887年創辦台灣客運鐵路，接續者方完成基隆至新竹約107 km之鐵路(圖11-2)。1895年清日甲午戰爭後，台澎割讓給日本，台灣鐵路進入日本政府興辦時期。

清季鐵路因建造品質不佳，日人大幅度改線與抽換構件，其殘跡已幾乎無存，僅有列為三級古蹟的獅球嶺隧道尚可供人憑弔，直到2006年台北捷運松山線北門站施工時，在原為日治興建的台北工場的火車維修工廠屋頂鋼構中，發現清季鋼軌遺構，也



圖 11-2 1895 年 7 月所拍攝的「水邊腳停車場」附近縱貫鐵路舊照

衍生如何保存鐵路文物的問題。

(2) 日治續築奠基時期 (1895~1945)

1908 年日人建造縱貫線通達高雄，其後十多年海線、宜蘭線、集集線等支線陸續通車，台灣東北角的蘇澳可經由鐵路連接至西南角的屏東；另為採伐阿里山林木所修建的森林鐵路，歷經 13 年



圖 11-3 阿里山鐵道及木棧橋梁

之籌劃與施作，亦於 1912 年通車，全長 74 km，高低差達 2,300 m，成為世界著名登山觀光路線。此外值得一提的是 1895 年後引進而鋪設至各地的輕便台車鐵路，因鋪設容易及載客和運貨的便捷性，於 1931 年達到營運最高峰，營業里程計 1,367 km 勝過當時公營鐵路的 883 km，其重要性不亞於縱貫線鐵路，直到 50 年代才被更方便的公路汽車所取代。至於廣泛使用在產業界包括糖廠、鹽場、礦場、林場，由五分仔或三分仔小火車牽引車廂之輕便鐵路更沿用到 70 年代。

(3) 戰後整建擴建時期 (1945~1973)

戰後台灣鐵路局除持續在日治的架構與計畫下，進行鐵路復建與新設；另一方面則基於日治鐵道「速成延伸主義」所造成的品質有待提昇，故除初期艱辛守成外，後續則受惠於美國援助，並配合政府第一期至第五期四年經建計畫 (1953~1972) 的計畫重點，進行鐵路技術昇級，包括既有鐵道之整建與新設鐵道之擴建。

(4) 鐵路電氣化及環島鐵路建設時期 (1973~1991)

1979 年西線鐵路電氣化，加上同年北迴線與 1991 年南迴線完工，終於形成環島鐵路網，整個路網包含 200 餘座車站及 1,100 km 之軌道路工（含隧道與橋梁）。加上鐵路持續改善，如市區鐵路地下化、西部山線雙軌與截彎取直改善工程、電訊自動化及號誌電氣化、更新軌道結構計畫、宜蘭擴建雙軌工程、高屏雙軌電氣化工程、東部鐵路拓寬改善計畫，朝向提高車速且兼顧舒適安全的目標努力。而在這更新的過程中許多支線停駛，若干老舊場站設施與橋隧在停用後亦陷入拆毀與保留再生的拉鋸戰。另外，在這期間 1987 年適逢台灣鐵路百年紀念，留下供作紀念的專輯台灣鐵路百年紀念史料彙編，也算歷史與文化資產之佳話。

(5) 捷運與高鐵建設時期 (1986~ 至今)

1986 年為台灣現代鐵路行動年，當年 3 月 27 日行政院核定台北都會區大眾捷運系統初期路網。近年台北都會區捷運雙十路網、高雄捷運十字路網已陸續通車，其他主要城市亦紛紛規劃捷運。而高速鐵路最後以 BOT 方式建造，並於 2007 年通車，台灣西部各大城市即轉化成為「一日生活圈」廊帶，台灣鐵路運輸因此進入一新紀元。另一方面，老舊蒸氣火車頭的復駛及彰化扇形車庫登錄為歷史建築等等，均透露人們依然懷念過去百年鐵路所留存的足痕意象。此一階段捷運與高鐵建設故事，包括現代鐵路多元建設期、高速鐵路帶動建設與創新期、文化鐵路孕育期。展望未來，繼 1930 年代台灣第一次黃金時代鐵道王國的榮景後，高鐵已成為台灣發展的新動脈，亦為台灣鐵路網擴伸的新引擎。她將帶動台灣新一波的建設潮，在兼顧現代鐵道科技與傳統鐵道風華下，台灣重現新的鐵道王國將是可期的新榮景。

11.3 疼惜咱們的寶貝－保存台灣鐵路文化性資產

台灣鐵路文化資產乃台灣過去現代化的重要記憶與未來超越轉化的中介觸媒。鐵道文物與保存鐵路皆需要有系統保存，這是全球工業國家的共同趨勢。鐵道博物館的建置，不是為了少數人的懷念或追憶，更不只是為了滿足鐵道迷，而是在台灣文明發展中，珍視過去發展的「軌跡」，一切重要的價值、教訓都能為後人所知曉、理解與記取，以延續台灣的文明精神，讓鐵道不止是交通工具，更是一種文明、勞動精神、科技演進、生活型態的榮耀與傳承。

(1) 世界鐵路文化的展望

世界鐵路發展係有朝向鐵道科技與文化場域雙端發展的人文趨勢。從 1990 年代開始，為解決鐵道經營虧損問題，鐵道經營朝向多元價值並兼顧融合文化的方向發展。一端為高速化與捷運化，以高速服務與密集班次，獲得客源創造營收；另一端則以鐵道文化的特殊體驗，開發潛在客源。這類的賣點不在速度，而在景觀與體驗，其著眼點非在快速抵達終點而在過程中體驗。如日本靜岡大井川鐵路、京都梅小路蒸氣機關車館（圖 11-4），其定位即如此。以日本京都梅小路蒸氣機關車館為例，其為典藏蒸氣機關車的博物館，提供駐車廠參訪、短途乘坐體驗與文物機具展示與體驗遊戲。

聯合國教科文組織 UNESCO 所屬亞太文化資產中心 (Asia/Pacific Culture Center for UNESCO, ACCU)，2006 年 1 月 25-28 日在日本奈良舉行國際鐵道資產會議，以「近代鐵路資產的保存與合理利用」為討論重點，針對保存鐵道與鐵道博物館，包含蒸汽火車、車庫、隧道、車站、橋梁等多元鐵道資產全盤進行推廣，並朝以鐵道博物館的設置、保存鐵



圖 11-4 京都梅小路蒸氣機關車館扇形車庫

道的建置與登錄為世界文化遺產三個方向繼續努力。

(2) 台灣鐵路文化資產的類型

台灣鐵路文化資產的現況，台灣主要擁有三種不同軌距的鐵路文化資產，包括台灣鐵路管理局的路線（1,067mm 軌距）、產業路線文化鐵道（以 762 mm 軌距為主）、台灣高鐵與捷運系統（1,435 mm 軌距）。近年來，在文化部文化資產局積極推動下，台灣鐵道文化性資產的保存活化再利用大力推行，對國家與地方文化產業再生有著相當程度的加分。

(3) 台灣鐵路文化的展望

鐵道文物是當代科技文明的「縮影」，也是人民生活的「記憶」；對於當今鐵道文化的保存，過去所流逝的，不可追回；現有所擁有的，善加珍惜。我們的上一代，在當年艱困的環境下淘汰機具文物，來不及留下回憶；我們的這一代現在所做的，是留給下一代美好的記憶。不論是有形的車輛、車站，或是無形的技術、制度與價值、習慣等精神，都是鐵道文化的一部份。這些鐵道文化實內藏於鐵道文物的保存之中，然而如何妥善規劃現有文物收藏，從純粹的懷舊欣賞走向教育、研究與再生、再發展的層次，並因而順勢建立國家級鐵道博物館，以及建立系統性的全國性鐵道文物保存制度，才是鐵道文化保存人本精神與永續毅力的重要實踐里程碑與熱情之出口。

12、鐵道廊帶的國土發展

台灣當今的鐵路網特色，主要由台鐵的環島鐵路所圍繞，加上其平溪線、內灣線、集集線、深澳線、高鐵聯外鐵路與林務局的阿里山線鐵路所組成。西部走廊部份，除高速鐵路外還有台北捷運（另含貓空纜車）與高雄捷運等等。

其中台鐵的鐵路兼融交通、歷史與文化功能，實為在後工業文明時代，台灣未來展現台灣魅力的環繞串珠。依照臺灣鐵路管理局商標授權的「臺鐵列車觀光導遊圖」，臺鐵的環島鐵路由西部幹線鐵路（基隆－高雄）、東部幹線鐵路（八堵－台東）、南迴幹線鐵路（高雄－台東）（以上三條幹線組成環島鐵路）與平溪支線鐵路（瑞芳－

菁桐)、內灣支線鐵路(新竹-內灣)、集集支線鐵路(二水-車埕)、深澳支線(瑞芳-海科館),再加上高鐵車站聯外鐵路,如台南高鐵車站台鐵沙崙支線、新竹高鐵車站台鐵六家支線,以及台北捷運、高雄的營運路網與台中捷運的建設路線、桃園捷運的擬議路線,逐步發展出台灣鐵路的網絡世界。

而在當今大眾運輸導向發展(Transit Oriented Development, TOD)新思維的時代中,鐵道廊帶的國土發展政策與策略是提昇國家幸福感、生產力與國家綜合競爭力的戰略主軸關鍵大行動之一。謹就具體的展現構面與推行的架構原則,區分三節說明。

12.1 鐵道廊帶土地的有效利用

鐵道構建可分為地下、高架、地面三種方式,一般來說已形成之高密度開發社區,一般都採用地下方式,中度開發社區則採高架方式,而低開發社區則以地面方式通過。

(1) 鐵路場站與沿線綜合開發

鐵道路線經過的地區,配合沿線的地段、特性等因素,可以點、線或面的開發方式來呈現完整的區域開發。

(A) 點開發

在車站、機廠或轉乘設施及周邊設施等有關之地上或地下建設,延伸鄰近公有、私有土地進行整體開發,形成更大規模之據點,例如:市民廣場、文化走廊、公園設施、運動設施等。

(B) 線開發鐵道廊帶生活空間—地下街、多功能廣場、線型公園

利用沿線區段的地上、高架下或地下部分空間加以建設,例如:利用高架段地面進行綠化工程、休憩空間、停車場等,如:淡水線自台北車站到民權西路站的多功能廣場。而站與站間地下部分可整體規劃商店街等。

(C) 面開發

在沿線,特別是郊區的車站周邊地區或轉乘站附近皆可進行大規模開發。例如整體性的造街、新市鎮的住宅建設,甚至利用維修廠毗鄰或上下方進行購物中心及住宅群落建設。

各種型態的規模、土地使用的種類或活動設施等，都將因鐵路的建設營運、開發地區的條件以及使用者或居民需求而有所不同。而開發的機會與可能的收益，乃深受政府法令土地使用與強度所管制，而如何善用國家對土地開發控制權，就國土整體構想配合鐵路建設成本籌措策略，形塑“鐵路、不動產與市民”三贏的局面是努力的目標。

(2) 創造值得參訪的鐵路幸福（故事）場域

(A) 鐵路場站沿線公共藝術 (Public Art)

藝術藏有創作者激發靈感與觀賞者觸動心思的寶貴魅力，鐵路公共藝術豐富了行旅體驗（圖 12-1）。旅客與創作者在藝術中找到心情的交會火花、體悟生命情境，深化了生計、生活與生命的深度。台北捷運公共藝術開創了國內鐵路公共藝術的發展，開啟鐵路文化創新組曲，而高雄捷運、台鐵與高鐵亦都有其獨特的展演。



圖 12-1 高雄捷運美麗島車站公共藝術

(B) 內蘊建設／營運故事的地方

鐵路的建設與營運，除了有形的設施意象外，亦內涵承載「故事」的媒介，而形成形塑社會文化的中介媒體。加上自國內建設隨著各式各樣建設場域故事的採集，採集建設場域新亮點故事業已成為社會的新時尚、新熱點，故內蘊故事、形成集體記憶的場所，就成為具有傳承意義的場域。藉由鐵路場站與沿線公共藝術與故事的展現，將型構完整的「鐵



圖 12-2 虎尾糖廠的虎尾驛

路文化地圖」，以糖鐵為例，虎尾糖廠的虎尾驛，內蘊當年糖業興旺時空的記憶。

12.2 鐵道永續發展的關鍵

日本交通博物館、鐵道博物館、地下鐵博物館與將鐵道設施指定為重要文化財及登錄為有形文化財（如日本山口縣岩國市登錄為有形文化性資產的西岩國車站與其銘牌），除作為薪火相傳的場所，同時亦作為啟蒙學童的場所，讓學童長大往往具榮耀感地願意加入鐵路職場，形成日本鐵道文明支撐的棟樑，亦為日本鐵道服務人員個個有其尊嚴與自我認同的主要因素之一。

台灣鐵路擁有豐富的故事、藝術與文物、設施設備，至於如何建立一系列體驗與探索活動，將是發展文化創意產業場域的成功關鍵。為能呈現台灣鐵路歷史、科技與藝術等無形故事與有形資產，需一方面加強建構蓄積「鐵路博物」的典藏庫，另一方面則需建設活用「鐵路文化資產」的博物館系統，目前高雄打狗鐵道故事館就是一充滿令人期待的展示館（圖 12-3），希冀藉由文化資產的傳承，永續發展台灣的鐵路文明。



圖 12-3 高雄打狗鐵道故事館內當年第二代打狗驛留傳至今的月台與蒸氣車頭

12.3 觀想鐵路的發展願景—百年風華瑞龍活現

台灣百年前，藉由縱貫線營運將西部走廊連成一體，而逐步發展出 1935 年代台灣第一次鐵道王國的榮景，戰後再透過南迴鐵路合龍成環島鐵路，日本人認為當年技術做不到的任務，台灣的工程師們集思廣益，不分日夜完成了北迴與南迴鐵路，而將台灣繞圈起來；如今在高速鐵路與台鐵太魯閣號高速繞行下，台灣迴廊也就更通暢了。

展望未來，廿一世紀將是鐵路重振雄風為人類社會作一貢獻的新世紀。面對此一世界趨勢潮流，台灣鐵路將繼續向前發展。鐵路產業在高鐵、台鐵、捷運三鐵三贏中，將可為人民呈現更樂活、更幸福的服務。

台灣擁有如此寶貴百年瑞龍的資產下，就如何再生鐵路幸福樂活文明紋理，須積極實現新鐵道王國願景的三個行動目標：

第一行動，藉由高鐵擴伸，促成一日生活圈的演化與建設

配合環島鐵路搖擺式車輛太魯閣號及普悠瑪號的延伸，以及高鐵建設藍圖的完整呈現，促成台灣大島一日生活圈的達成。

第二行動，積極進行鐵路瑞龍風華百年來文化資產的保存與產業發展

配合台灣所有鐵路文化資產的清查、保存與活化再利用，將百來年來的鐵路文化資產進行有效地保存與活用，並參酌世界各國鐵道文化動態保存與靜態保存的經驗，進行台灣鐵路文化產業的奠基與開創。

第三行動，創造永續台灣美學的鐵路寶島，包括創造美麗的鐵路世界，以及有效保育鐵路週邊環境

配合台灣當今美學的發展，包括台灣美學、生活美學與生命美學的能量，孕育培育鐵路美學的新章法，培育感人的鐵道氛圍與故事場域，並透過鐵道廊帶的美化與新文化的呈現，逐步拓展開來。希望鐵道廊帶與週邊附近，也逐步昇級。

三大行動乃鐵路夥伴共修的功課，也正是全體鐵路人的第二條成長學習曲線，更是鐵路史發掘前人智慧提供今人參考的承創重心（指承傳又創新的新方向位）。而此一台鐵的第二條成長學習曲線，實緣起於台鐵的創建成環，發端於台北捷運、擴張於台灣高鐵、高雄捷運與台鐵太魯閣號的建設營運。而未來除繼續建設新鐵路外，本著運輸鐵路與文化鐵路共好的精神，亦共同創造文化鐵路的新場域，諸如烏樹林糖廠、溪湖糖廠火車頭鐵道動態體驗的精緻化。

台灣的鐵道文化產業，受在地由下而上的力量確實有十足的本土味，此種本土味道映射出我們對美好的型塑。展望未來，除了美好，我們可以再共同創造更超越現況美好的場域來展現。此種更進一步的未來性場域的創造，除了懷舊的旅程外，尚還需更進一步地將人類的普世價值的精緻展現出來。當然我們藉助國內的優秀規劃師、設計師之外，亦可以陳明我們的想望，並邀請國內外優秀規劃設計師共同參與。而所謂他山之石可以攻錯，藉有觀摩國外類似的成功案例為標竿學習，則是一有效的方式，

如日本京都嵯峨野遊覽小火車的分站特色、採光車廂、聲景與雕塑皆值得烏樹林糖廠、溪湖糖廠火車頭鐵道動態體驗的精緻化所參考。

遙望台灣兼具運輸與文化價值的鐵道王國新榮景，仍有待人民與鐵路人共同創造，讓台灣的鐵路再次與在地的社區共生接軌，再創幸福台灣、幸福鐵路的豐裕沃土，大家共同來播種孕育吧！

參考文獻（延伸閱讀）

1. The history of Railway，三聯書店，2000,2.
2. 火車，目擊者百科，貓頭鷹與英國國家鐵路博物館合作，2006.9 城邦出版公司。
3. 陳仲丹，圖說交通探險史，香港三聯公司，2005.4.
4. 青藏鐵路 DVD，2006 最新版日本 NHK 與中國中央電視台合作拍攝。
5. 阿加沙。克里斯蒂的東方快車謀殺案小說。
6. 張有恆，都市大眾運輸—系統與技術，國立編譯館主編，華泰書局印行，民國 76.10.
7. 久保田博，（日文書）鐵道工學，越後堂製本，1995 年 9 月 19 日。
8. 張志榮，都市捷運規劃與設計（上），三民書局，1999 年 5 月。
9. 黃荻昌，捷運工程，北門書局，1996 年 6 月。
10. 翁紹鼎，軌道運輸系統推動系統保證的探討—兼談民營系統安全的內控式監理制度，工程月刊，80 卷，第 5 期，民國 96 年，10 月。
11. 捷運技術，第十八期，台北市政府捷運工程局。
12. 張志榮，都市捷運發展與應用，詹氏書局。
13. 張思、鄭國雄，軌道工程，大中國書局。
14. 蘇昭旭，世界鐵道與火車圖鑑，人人出版公司，2009 年 10 月。
15. 黃民仁，鐵路工程學，文笙書局。
16. 黃漢榮，軌道工程學，高立圖書公司，92.6.30.
17. 台北市政府捷運工程局編印，捷運建設百問，民 81.1.15.
18. 黃民仁，新世紀鐵路工程學（基礎篇）（含上課光碟），文笙書店，96 年 3 月初版。
19. 陳金萬編著，鐵路工程學，中原大學土水學會，74.9.1.
20. 洪致文，電氣路牌閉塞，第二章時空中的鐵道文化，台灣鐵道文化志，遠足文化，100 年 5 月。
21. 林文雄，軌道配置之原理與實務，交通部臺灣鐵路管理局，民國 100 年。

22. 高鐵局廖崑亮，搖擺式列車應用原理簡介，軌道車輛工業資訊，no.22，民國 91 年 9 月出版，中華軌道車輛工業發展協會。
23. 台北捷運局三處，世界各國之搖擺式列車發展及現況，軌道車輛工業資訊，no.22，民國 91 年 9 月出版，中華軌道車輛工業發展協會。
24. 周義華，運輸工程，鼎漢。
25. 蘇昭旭，鐵道博物 的國際視野與台灣鐵道的保存現況，捷運技術 37 期。
26. 科學史上 100 個偉大發明，明天國際圖書公司，2007/1.
27. 科學百科，漢宇國際文化公司，2006/1.
28. 洪致文，第六章台灣鐵道文化的願景之五，鐵道博物館群的規劃藍圖，台灣鐵道文化志，遠足文化，100 年 5 月。
29. 黃荻昌，台鐵瑞龍風華百年圖像展（97 年）。
30. 黃荻昌，台灣鐵路發展經緯—從歷史軌跡看台灣鐵路成長，97 年。
31. 吳柏青，台灣鐵道綠遊地圖，上旗文化，2009/01.
32. 陳亮全，《捷運系統沿線土地開發遠景》，捷運叢刊。
33. 台北捷運公司，台北捷運建築。藝術之美，91 年 2 月。
34. 台北市政府捷運工程局，台北捷運公共藝術導覽地圖。
35. 文化部文化資產局，文化性資產導覽手札－台灣文明場域意象採集，2013.11.
36. 網站：維基百科、百度百科。

認識鐵路

編 撰 者／黃荻昌

攝 影／黃宇新

出 版 者／財團法人中興工程科技研究發展基金會

地 址／台北市南京東路四段 186 號 4 樓之 9

電 話／(02) 2577-4567

傳 真／(02) 2577-3667

電子信箱／sinotecf@ms32.hinet.net

網 址／www.sinotecf.org.tw

出版日期／2014.9

ISBN / 978-986-7142-59-7 (平裝)

非賣品



ISBN: 978-9867142597



9 789867 142597