

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考察)

歐洲輕軌運輸系統暨機場聯絡線車站之開發與 經營管理考察報告

服務機關：	交通部高速 鐵路工程局	行政院 第三組	交通部高速 鐵路工程局
出國人員 職 稱：	局 長	組 長	副組長
姓 名：	何煖軒	朱富美	曹再華

出國地區：德國、義大利、法國

出國期間：九十二年九月十五日至九月二十四日

報告日期：九十二年十二月

H0/c09203836



系統識別號:C09203836

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 80 含附件: 否

報告名稱:

歐洲輕軌運輸系統暨機場聯絡線車站之開發與經營管理考察報告

主辦機關:

交通部高速鐵路工程局

聯絡人／電話:

database rdecrpt／

出國人員:

何煥軒 交通部高速鐵路工程局 本局 局長
曹再華 交通部高速鐵路工程局 第七組 副組長
朱富美 行政院 第三組 組長

出國類別: 考察

出國地區: 法國 西德 義大利

出國期間: 民國 92 年 09 月 15 日 -民國 92 年 09 月 24 日

報告日期: 民國 92 年 12 月 19 日

分類號/目: H0／綜合（交通類） H0／綜合（交通類）

關鍵詞: 輕軌運輸系統,專用路權,優先通行號誌,共用路權,站區開發

內容摘要: 本次考察參訪德國、義大利及法國三國之都會區大眾運輸系統路網及其車站之開發與經營管理，包括德國法蘭克福、科隆、杜塞道夫、斯圖佳特等輕軌運輸系統、車站開發情形及在路線具有6%以上長坡度之鋼輪鋼軌系統營運情形；義大利Ansaldo Breda軌道車輛製造工廠；法國巴黎軌道運輸系統及拉德芳斯(La Défense)車站開發情形等。上開各國都會區運輸管理當局在運輸需求較高之路廊興建高運量捷運系統，在運輸需求未達興建高運量捷運程度的地方，採用現代化之輕軌運輸系統，並與既有之都會區軌道路網整合，以較低的成本、較短的工期，建立四通八達的路網；發展過程中先以輕軌電車路線培養客源，視運量成長，再提昇為輕軌捷運系統。法國巴黎拉德芳斯(La Défense)車站開發及交通系統整合使該特區成為高商業價值之商務中心。目前我國各都會區皆有捷運或輕軌之規劃構想，前述德、義、法等國都會區軌道運輸系統的先進技術、發展實務經驗及做法，值得我國推動各都會區軌道運輸系統之借鏡。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

歐洲輕軌運輸系統暨機場聯絡線車站之開發與經營管理考察報告

目 錄

壹、前言	1
貳、考察目的	2
參、考察行程	3
肆、考察內容	5
4.1 德國法蘭克福軌道運輸系統	5
4.2 德國科隆軌道運輸系統	15
4.3 德國杜塞道夫輕軌運輸系統及維修機廠	24
4.4 德國斯圖佳特輕軌運輸系統	31
4.5 義大利米蘭軌道運輸系統	46
4.6 義大利 Ansaldo Breda 軌道車輛工廠	53
4.7 巴黎軌道運輸系統	57
伍、心得與建議	77
5.1 心得	77
5.2 建議	79

壹、前言

台北都會區大眾捷運系統提供安全、快速、準點等高服務水準之服務，改善了台北都會區交通狀況與都市環境，且台北捷運延伸路網建設計畫亦持續推動中。高雄都會區捷運也已順利動工，預定民國 96 年 10 月全線通車，使得台灣地區北高兩都會區大眾運輸系統有效改善。

但其他都會區如桃園、新竹、台中、嘉義，以及台南等，雖已進行都會區或都市大眾捷運系統之規劃，然因面臨建造成本、回收期長，以及政府預算資源分配等問題，自當審慎予以規劃。

綜觀世界各國之都市軌道運輸系統發展，除使用專用路權之捷運系統外、亦存在有使用混合共用路權、興建成本相對較低、工期短、營運彈性大之輕軌運輸系統(LRT)、電車(Tramway)等。因此，本次考察地點選取軌道運輸系統已屬高度成熟的歐洲國家(德、義、法等國)，並選擇具代表性之都會區或都市進行輕軌運輸系統考察，期能廣為吸收並充分瞭解該些系統的發展實務經驗與先進技術，以提供國內推動輕軌運輸系統之參考。

貳、考察目的

隨著都會區或都市發展，大眾運輸之良窳，對社會大眾行的便利有著密不可分之關係，而選擇適當的運輸系統，將資源做最有效的配置與利用，尤其在政府財政緊絀情形下，顯得益加重要，歐美先進國家發展輕軌運輸系統之做法，值得效法。

輕軌運輸系統具有低造價、短工期、高服務績效及因地制宜設計等特色，為因應國內引進輕軌運輸系統，92年5月21日大眾捷運法第三條及第四十四條已配合修正，使得原只准採用完全獨立專用路權（即「A型路權」）之大眾捷運系統，亦允許「於路口部分採優先行號誌處理之非完全獨立專用路權」（即「B型路權」）型式，使得輕軌運輸系統之引進更具彈性。

行政院「挑戰二〇〇八：國家發展重點計畫」中，已納入輕軌運輸發展計畫及中正國際機場聯外捷運系統建設計畫，然目前國內輕軌運輸系統之相關研發技術，相較於國外，實屬起步階段，因此須藉由考察與觀摩先進國家已發展成熟之系統設施。本次考察重點在德國，義大利及法國等都會區或都市輕軌運輸系統之推動情形，藉由考察了解該等都會區或都市大眾運輸系統的興建及營運經驗，可作為國內後續推動輕軌運輸系統之參考。此外，中正國際機場聯外捷運系統建設計畫刻正積極推動中，其車站之開發與經營管理，亦為將來面臨之重要課題，此次考察之歐洲先進國家（德、義、法等國）做法亦值得借鏡。

參、考察行程

本次考察期間自九十二年九月十五日起至九月二十四日止，共計十天，考察成員包括行政院第三組朱組長富美、交通部高速鐵路工程局何局長煖軒及曹副組長再華等三人。

本次考察對象包括德國科隆、杜塞道夫、斯圖佳特、義大利米蘭，以及法國巴黎等地之大眾運輸系統，順道並拜訪德國高鐵 DB AG、義大利國鐵 RFI，以及法國國鐵 SNCF International，承 DE-Consult、Parsons Brinkerhoff、LRTC、SYSTRA 等顧問公司協助安排，期間聽取各地大眾運輸系統營運部門及系統設備製造廠商簡報，參觀系統營運維修設施並實地搭乘與試駛，對歐洲主要先進國家軌道系統發展、營運狀況等獲致整體性之了解，考察行程如表 3.1。

表 3.1 考察行程

日期 (星期)	時間	行 程	駐留城市
92.9.15 (一)	06:50	啟程搭 CI61 班機抵達 Frankfurt Int'l Airport	Dusseldorf
	上午	拜訪 DB AG	
	下午	搭車到 Koln 拜訪 KVB 聽取簡報及實地搭乘 LRT	
92.9.16 (二)	上午	拜訪 Rheinische Bahngesell Schaft 聽取簡報、參訪 LRT Depot 及試駛 LRT	Frankfurt
		實地搭乘 LRT	
	下午	參觀 Dusseldorf 中央車站	
		搭乘 ICE 到 Frankfurt 中央車站並參觀	
92.9.17 (三)	上午	搭乘 ICE 到 Stuttgart	Frankfurt
		拜訪 Stuttgart Strassenbahn AG 聽取簡報及試駛 LRT (DT8.10)	
	下午	搭乘 ICE 返回 Frankfurt	
92.9.18 (四)	上午	搭 LH3912 到 Milano	Florence
		拜訪義大利國鐵 RFI 聽取義大利高速鐵路軌道改善計畫	
	下午	搭乘城際高鐵到 Florence	
92.9.19 (五)	上午	拜訪 AnsaldoBreda 聽取 LRT 簡報及參觀軌道車輛製造工廠	Milano
	下午	搭乘城際高鐵返回 Milano	
92.9.20 (六)	上午	搭 AF2415 到 Paris	Paris
	下午	參觀巴黎市區交通	
92.9.21 (日)		參觀巴黎市區交通及 La Défense 車站開發特區	
92.9.22 (一)	上午	拜訪 SNCF International S.A.	
		參訪 Alstom 聽取 LRT 簡報	
	下午	拜訪 Systra、參觀 RATP 捷運 M14 號線及行控中心	
92.9.23 (二)	10:15	搭乘 KL1230 至 Amsterdam 轉搭 CI66	機上
92.9.24 (三)	13:00	CI66 班機抵達中正機場	

肆、考察內容

4.1 德國法蘭克福軌道運輸系統

考察時間：92年9月15日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ DB AG（德國國鐵）：高速協調集團負責人 Dr. Eberhard Jansch、法蘭克福至科隆高速鐵路新線負責人 Dr. Jorg Thomas 等人
- ◆ 陪同單位：DE-Consult（德意志鐵路顧問）Mr. Benedikt Bun、系統部經理 Mr. Ottmar Grein
- ◆ 介紹法蘭克福至科隆高速鐵路新線及軌道技術

一、大眾運輸系統

法蘭克福為德國財經首都，都會區人口約為五百萬人，其中市中心區人口大約為65萬人，大眾運輸系統包括市中心區公共運輸系統、銜接法蘭克福國際機場之S-Bahn鐵路系統及提供聯絡德國重要城市之城際鐵路（如科隆、斯圖佳特），都會區之軌道系統路線如圖4.1-1示。茲將本城市之大眾運輸系統摘述如下：

（一）市區公共運輸系統：

包括公車、電車(Tramway)、輕軌運輸(Stadtbahn)等，主要營運機構包括RMV(Rhein-Main Verkehrsverbund)、VGF(Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main)、HEAG(HEAG Verkehrs-GmbH)等。

1. RMV：擁有50條鐵路路線，全長1,535公里(其中包括203公里長的S-Bahn)，以及250條公車營運路線，長度合計為12,000公里，於1999年時年總運量已達575

百萬人次。

2. VGF：

- (1) 市區公車：共45條營運路線，合計308.5公里，於2000年時年運量為113.1百萬人次。
- (2) 輕軌運輸：1968年開始營運，系統採標準軌、架空線供電，路網由7條路線組成，總長度59.2公里，共設有85個車站，其中地下段計22.3公里，尖峰班距為每2分鐘一班，2000年平均日營運量約為151,000人次。
- (3) 電車(Tram)：1872年開始營運，系統採標準軌、架空線供電，路網由8條路線組成，總長度60.12公里，共設有85個車站，1999年平均日營運量約為128,220人次。

3. HEAG：

- (1) 市區公車：營運路線長合計218公里，擁有97輛車。
- (2) 電車(Tram)：系統採窄軌、架空線供電，路網由5條路線組成，總長度37.7公里。

(二) 銜接法蘭克福國際機場之S-Bahn軌道系統

法蘭克福國際機場(Frankfurt Int'l Airport)於1936年7月8日開始營運，為全歐洲營運量第二大機場，其以軌道系統S-Bahn與法蘭克福市中心銜接，服務屬性為郊區鐵路，旅行時間約10分鐘，機場站為Regionalbahnhof。

(三) 城際鐵路

AIRail Fernbahnhof站於1999年5月30日開始啟用，

提供ICE、IC列車服務，以城際鐵路方式聯絡德國重要城市（如科隆、斯圖佳特）。

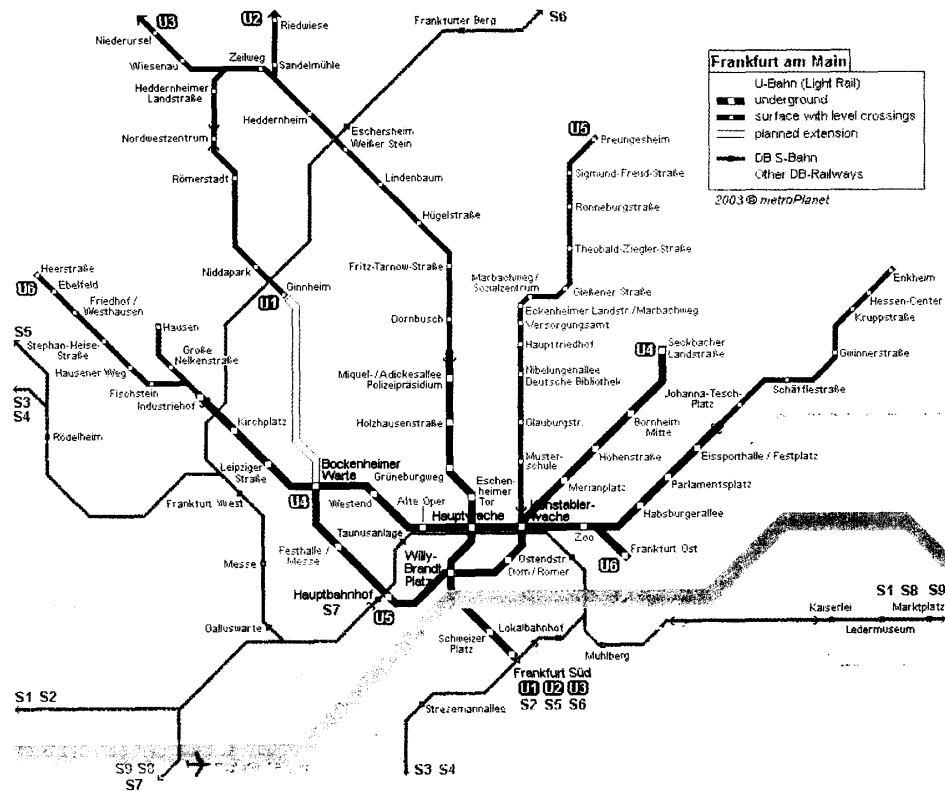


圖 4.1-1 Frankfurt 都會區軌道運輸系統路線圖

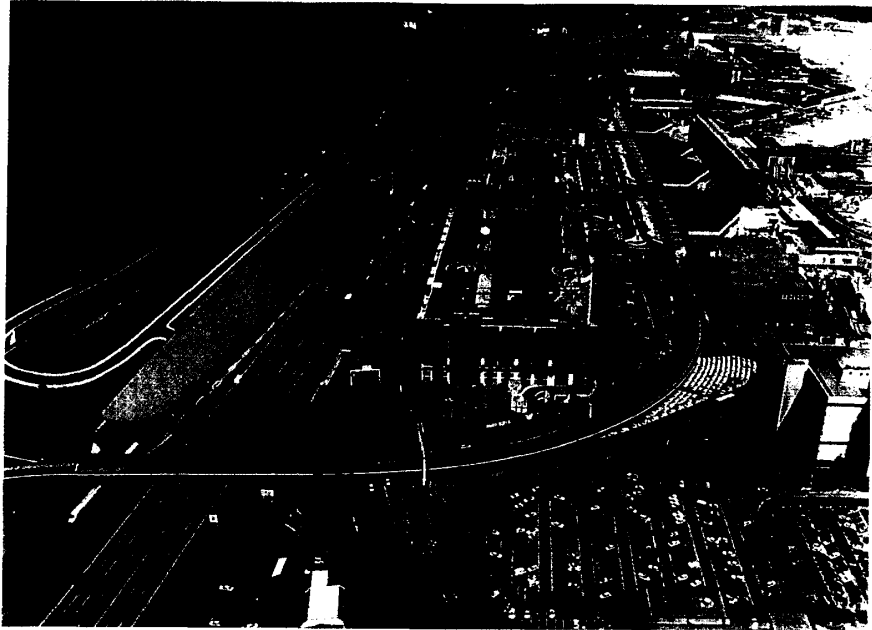


圖 4.1-2 Frankfurt 機場聯外高鐵車站



圖 4.1-3 Frankfurt 機場連接高鐵車站通廊



圖 4.1-3 Frankfurt 機場高鐵車站穿堂層



圖 4.1-4 Frankfurt 機場高鐵車站月台



圖 4.1-5 機場旅客攜帶大型行李搭乘高鐵



圖 4.1-6 Frankfurt 中央車站

二、法蘭克福中央車站

法蘭克福火車站是整個歐洲中最為壯觀的火車站之一，三個巨大弧形鋼結構玻璃頂的標誌，於1888年完成，代表當時聯合的三個鐵路公司；當時凱撒建立新聯邦德國時，也以其做為新聯邦德國的標誌。除了火車站站區外，離火車站幾個街區之外是一個主要的貨運站，幾條混亂的鐵軌和一些裝卸平台佔據了大量的土地面積。

如此佔面積的大型火車站位於市區中心，是一個非常不妥當的城市規劃，但站前廣場建築與車站鋼結構玻璃頂，有其非常的歷史價值，因此法蘭克福在思考如何節省城市用地，調整城市結構時，計畫將車站改為地下站。依計畫，站前廣場的主體建築依然保持原貌，並仍然作為整個新車站的主入口，只是在其下開發了一個商業街走廊一直通到地下鐵路；車站的弧形鋼結構屋頂也依然保留在這個新開闢的地下空間中，將原車站設施下移至地下20公尺，改以長達2公里三層樓的店面作為弧形屋頂結構上的支撐，如此不僅在室內設計上給予人們強烈的印象，也為結構設計上找到合理的結果。但是這個大膽的改造思想源於19世紀，卻只能在21世紀的工程技術支持下得以實現。

對於貨運站，規劃中將其完全拆除，並以一些地下的設施來代替。這樣一下就騰出了70公頃的發展用地，幾乎與主火車站改造所創造出來的發展用地一樣；另新闢一條新的梅塞林蔭大道，以聯繫貨運站至貨運站近郊之歐洲最大的貿易中心—法蘭克福梅塞（Frankfurt Messe）。這個區域中擁有一個長達3公里的公園，並採用非常浪漫的方式來進

行兩邊植物的修剪，呈現出一種獨特的面貌。



計畫開發區

圖 4.1-7 法蘭克福火車站及貨運站地區鳥瞰

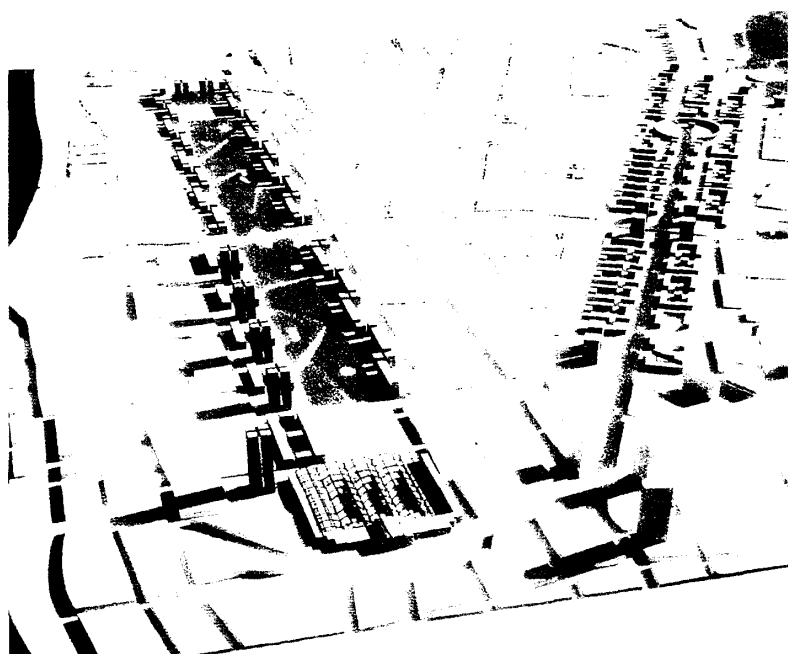


圖 4.1-8 法蘭克福火車站及貨運站規劃設計模型

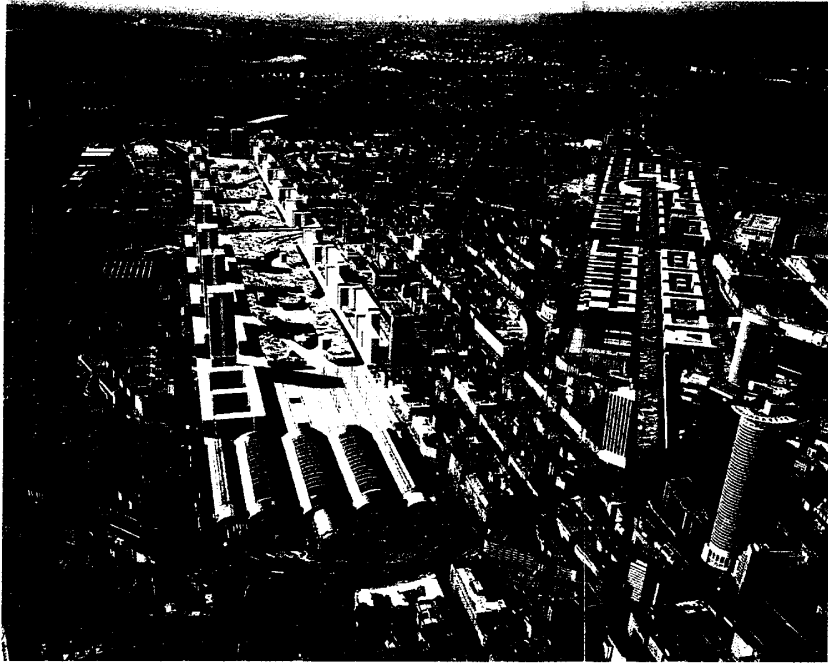


圖 4.1-9 電腦模擬法蘭克福火車站及貨運站
開發後之城市意象

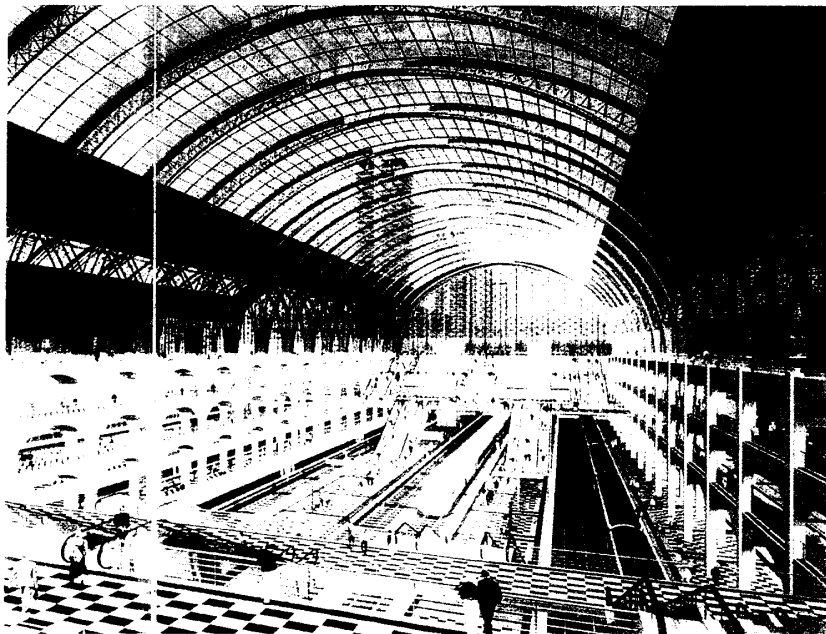


圖 4.1-10 電腦模擬未來法蘭克福火車站開發後之意象

三、法蘭克福至科隆高速鐵路建設

從法蘭克福中央車站到科隆原有三條鐵路（含貨運線），其中包括一條時速160公里/小時的傳統鐵路，沿著美麗的萊茵河彎繞而行，行車時間2小時20分鐘。德國國鐵DB AG近年沿著既有之高速公路邊平行興建第四條新線軌道系統——時速300公里/小時的高速鐵路，由科隆中央車站至法蘭克福中央車站路線長180公里，最大坡度4%，行車時間約1小時16分，已於2002年7月15日完工通車，法蘭克福國際機場至中央車站段軌道，目前仍在改善中，完成後行車時間可縮短為1小時，新線雖比舊線傳統鐵路縮短路線長度，且行車時間節省1個小時，原預測將可吸引舊線50%的乘客移轉，但因其票價比舊線高出50%，因而目前營運未能如預期，DB AG正在檢討調整票價中，以期充分利用新線運能。



圖 4.1-11 法蘭克福至科隆高速鐵路新線

4.2 德國科隆軌道運輸系統

考察時間：92 年 9 月 15 日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ 科隆輕軌運輸公司（KVB）：輕軌及捷運規劃部門 Mr. Raimund Junger 等人
- ◆ 介紹科隆輕軌運輸系統及路網，並實地搭乘輕軌運輸系統

一、科隆(Koln)軌道運輸路網

科隆為德國第四大城市，同時，也是德國西部最重要鐵路交會中心，「科隆萊茵主線(Cologne Rhine/Main)」和「巴黎－布魯塞爾-科隆-阿姆斯特丹」國際線在此交會，人口約為一百萬人，公共運輸包括公車、電車(Tramway/Stadtbahn)、輕軌運輸及S-Bahn，主要營運機構為VRS (Verkehrsverbund Rhein-Sieg)、KVB(Kolner Verkehrs-Betriebe)，運具包括公車、電車(Tramway)、輕軌運輸(Stadtbahn)及S-Bahn等，軌道運輸路網如下圖4.2-1示。

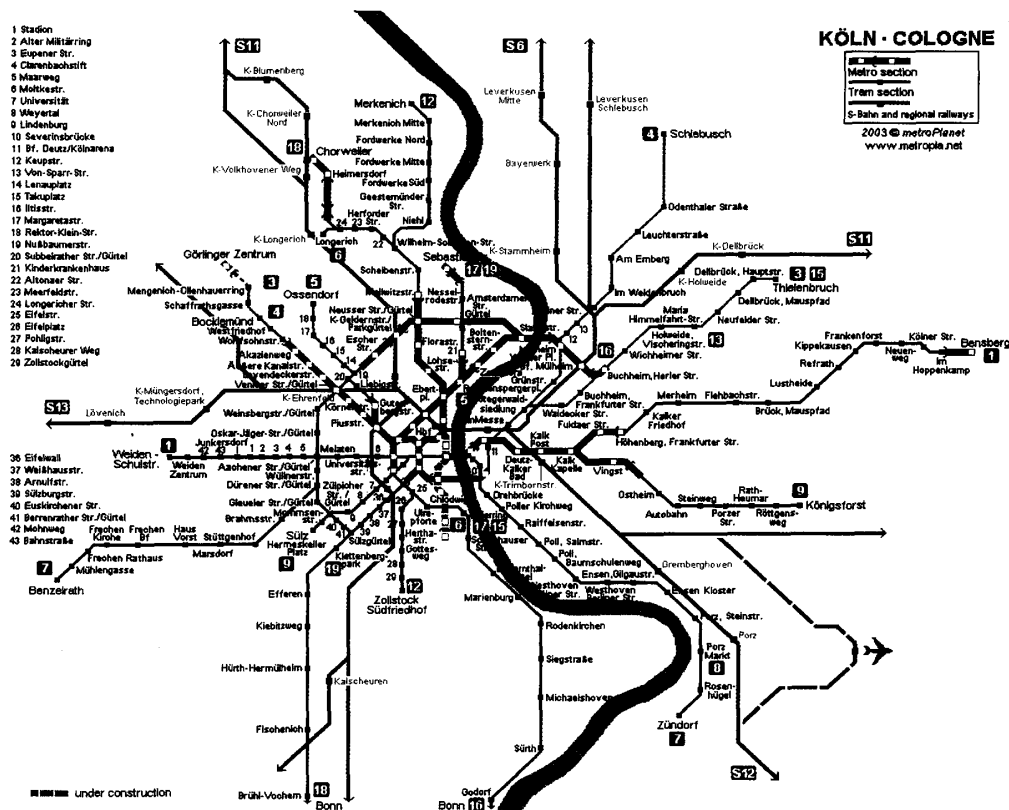


圖 4.2-1 Cologne 都會區軌道系統路線圖

二、軌道運輸之營運

科隆市之軌道運輸相當發達及便利，公共運輸係由 Koloner Verkehrs-Betriebe AG(簡稱KVB)經營，公眾運輸最末班列車和公共汽車在午夜後二點仍在行駛，而在清晨再次開始每日公共運輸服務，日復一日。在週末，軌道列車和公車則不分晝夜的營運，以服務前一天的夜間活動者；約有80萬人使用此一公共運輸網，相當於每年231百萬人次以上運量。

為服務每日大量之旅客交通需求，KVB佈署大約364列「城市列車」和281輛的公共汽車。在將近190公里的軌道

路網上，營運15線城市列車，以連接市中心區與城郊。在白天，基本班距為間隔十分鐘，平均營運速度為26.3公里/小時，尖峰班距為每4分鐘一班；在夜晚，乘客仍能夠每十五分鐘接續轉乘。這些列車的主要路段在市中心區約50公里長的地下鐵路網匯聚。此一路網規劃，使列車在地下鐵路頻繁密集地行駛，甚至某些路段行駛高達每小時70班列車。

在1960年代，科隆的路面電車是在以汽車為主的環境下，設站於街道之中央，旅客搭乘電車必須跨過軌道並登上三個台階。其後，隨都市之發展，部分路面電車轉移到地下以讓出地面空間給漸趨成長的汽車交通量，但是對設於地面之列車停靠站，乘坐電車之情形並未改變。這個不便乘客上下車的問題到1970年代，科隆「城市電車」的發展在想法上作了轉變，把傳統城市電車和新的地下鐵彼此連接，並且引入現代化列車技術以提供旅客更佳之舒適性。同時乘客搭乘電車時不必再爬台階上下高月台之停靠站，以使大眾運輸更具有吸引力。現今在科隆大多數路線仍使用這個系統，尤其在城郊，舒適的電車和它的停靠站已是日常交通的一部分。直到1990年代KVB對提供旅客的方便性作出朝低月台方向發展之重大決定後，再次轉變，車輛改採現代化省空間的低底盤設計，配合僅需35公分高的靠站月台，於近十年間迅速發展，現下已有總數120輛的這種車輛於營運路線運轉。

整個路線營運型式的轉變，包括停車月台，和採購新車輛總是需要相當大的投資。因此，路線是否由「高月台」

轉變為「低月台」，仍須由固定設施投資成本及其定期更新車隊間之長期財務可行性取得平衡。該二種型式之營運車輛簡介如下：

(一) 科隆市之高底盤電車

對於高底盤電車，因其上下車之踏板問題，本身即是一種障礙，但只要配合高月台即可克服。可是高月台則須考慮如何上下月台之台階及斜坡道等問題。圖4.2-2所示為一輕軌運輸系統停靠在高月台。

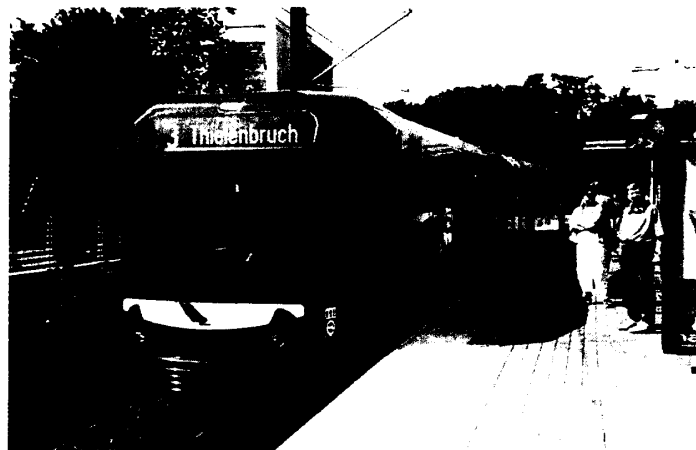


圖 4.2-2 科隆高底盤電車 K5000

(二) 科隆低底盤電車

對於低底盤電車，若一系統係為新設，採低底盤電車可以節省土木建設成本亦對都市景觀之衝擊較小，科隆市低底盤電車如圖4.2-3所示。

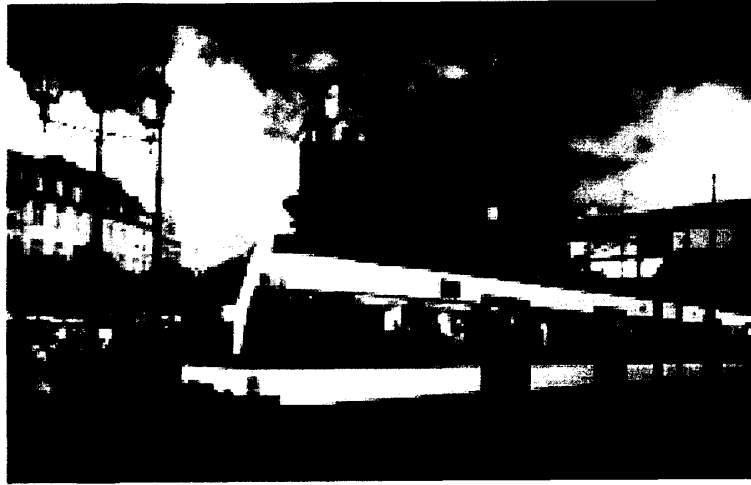


圖 4.2-3 科隆低底盤電車

隨旅客運輸需求的成長和高效運輸網路的擴張，科隆軌道運輸在購票服務方面，KVB營運公司的票務系統更提供多種乘客的不同需要。在其每日營運中屬固定的顧客者約佔全部旅客的80%強，此部分乘客可選用較經濟之一日票、一週票或一月票。但即使是僅為搭乘某一路線且屬不常乘坐的旅客，由於在所有路線均設有整個廣闊區域路網之售票機器，故購買適用車票亦不致有任何困難。另旅客也可在整個運輸區域的九個旅客中心由訓練有素之職員服務取得充分資訊，以及遍佈各地方之民營銷售處同樣可購買車票。在旅客資訊方面，車站月臺上設置有電子資訊顯示設施，旅客在顯示面板上不僅能夠查明所要搭乘電車的精確到達時間，且有連續不斷更新的訊息與連接本地運輸相關時事，提供乘客所需最新即時資訊。

二、車站之開發及經營管理

科隆與波昂二市相距僅約35公里，兩都市為核心形成之

都會區共有200萬人口，其大眾運輸系統一體營運已有20年。在經營上，2002年其營運收支無法平衡，虧損約達1億歐元，須由其他公用事業(如水、電、瓦斯)經營盈餘交叉補貼，或由政府作營運補貼。

由於大部分德國捷運公司係由市政府直接擁有所有權，或由市政府公用事業公司擁有所有權，或為法定控股公司(AG)所有，但基本上仍屬公有型態。KVB亦不例外，其業務範圍及獲利能力均有所限制。

依德國GVFG(Gemeinde Verkehrswege finanzierungs Gesetz)法大眾運輸投資的補貼有部分來自固定金額的汽車燃料稅。而地方政府及其營運公司只負責少部分投資成本。基於公共補貼本質，營運公司運用公共投資補貼所獲得的額外收入必須用以沖銷原來的補貼，另聯邦政府或邦政府預算運用審查署(Rechnungshof)對錯誤使用政府補貼及浪費納稅人的錢，監督相當嚴格，營運公司必須承擔投資風險，但若有獲利，則須歸墊予政府之補貼，如此使得營運公司對可獲利之附屬事業投資裹足不前。

例如KVB為獲取票箱外收入，利用Neumark地下車站穿堂層開設商店，於某些地面車站月台上設置攤位(Kiosk)，以及作車廂廣告；亦曾有車站開發案例，嘗試於一連接路面停車轉乘之立體停車場處，興建七層樓公寓出租。該些經營立意良好，但結果卻是所獲得之全部利得，須歸墊予相關的補貼，而此對KVB而言，等於收支歸零，無增加營運收益。



圖 4.2-4 拜訪 Koloner Verkehrs-Betriebe AG 聽取簡報



圖 4.2-5 參觀 K5000 電車

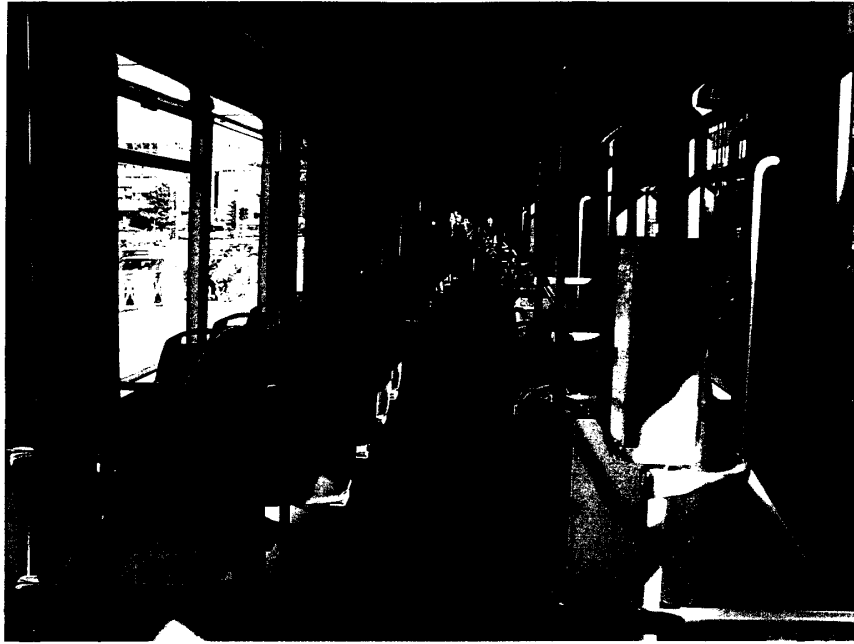


圖 4.2-6 K5000 電車內部



圖 4.2-7 車上售票設施



圖 4.2-8 K5000 電車內部(車門處為摺疊式踏板)



圖 4.2-9 高底盤車輛停靠低月台車站

4.3 德國杜塞道夫輕軌運輸系統及維修機廠

考察時間：92年9月16日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ 杜塞道夫輕軌運輸公司(Rheinische Bahngesellschaft)及德國城市鐵路工程技術顧問(LRTC)：總經理 Dr. Helmut Gerndt 等人
- ◆ 介紹杜塞道夫輕軌運輸系統及路網，參觀輕軌維修機廠並試駛輕軌車輛

一、杜塞道夫交通系統概要

杜塞道夫人口約57萬人，其國際機場聯外有S-Bahn(S2、S3)銜接，公共運輸包括公車、電車(Tramway/Stadtbahn)，主要由Rheinische Bahngesellschaft機構營運，2000年總運量為202.7百萬人次，摘述如下：

(一) 市區公車：共71條營運路線，總長1,068公里，有493輛車，尖峰營運速度為19公里/小時。

(二) 電車(Tramway/light rail)：系統採動力機械(mechanical power)、架空線供電，路網由17條路線組成(其中 Stadtbahn 3條、tram 14條)，總長度145.5公里(其中 Stadtbahn 62.7公里、tram 82.8公里)，停靠站為228個。

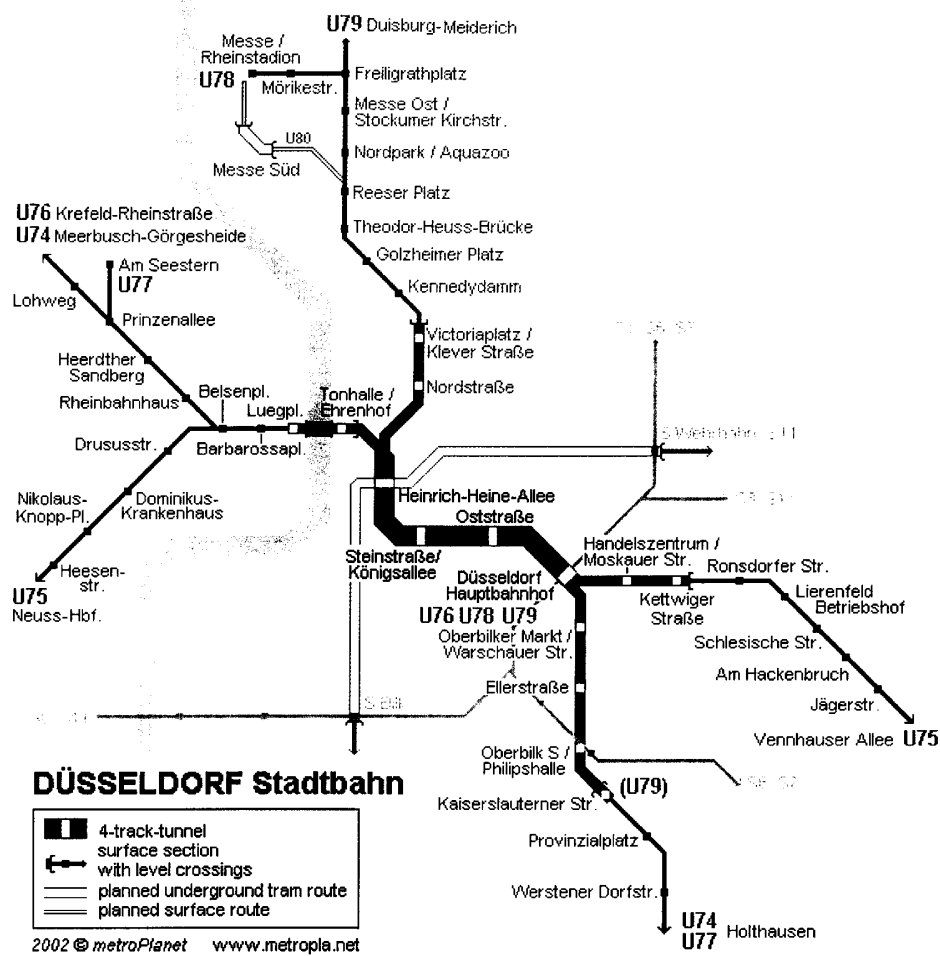


圖 4.3-1 Dusseldorf 都會區軌道系統路線圖

二、都會區輕軌運輸系統

杜塞道夫輕軌除在市區有一段為地下隧道外，其他盡量走地面，軌距為標準軌、車寬2.65公尺，低底盤(離地面32公分高)車輛，採用A型路權(專用路權)或B型路權(路口優先號誌處理)。

杜塞道夫興建輕軌運輸系統，其經費負擔大致為聯邦政府佔60%(主要為汽車燃料稅)、邦政府佔30%、地方政府佔10%。至其營運收支亦無法平衡，營運收支比約為0.71，其餘不足之29%則由政府補貼。

實地勘察杜塞道夫國際機場聯絡線，經過之中央車站，站內轉乘設施及標識指引清楚，且有許多私人經營商店。德國公共運輸建設係由政府出資，且其營運虧損亦由政府以其他公用事業盈餘交叉補貼，因而其附屬事業收入利得，應歸墊政府原先之補貼，對營運業者而言，並無足夠誘因激發其經營意願，再者，車站附屬事業產權不一定屬於營運業者所有，因此，在德國絕大多數車站附屬事業係由一般民間經營。



圖 4.3-2 拜訪 Rheinische Bahngesellschaft 聽取 LRTC 簡報



圖 4.3-3 Rheinische Bahngesellschaft LRT Depot 一隅

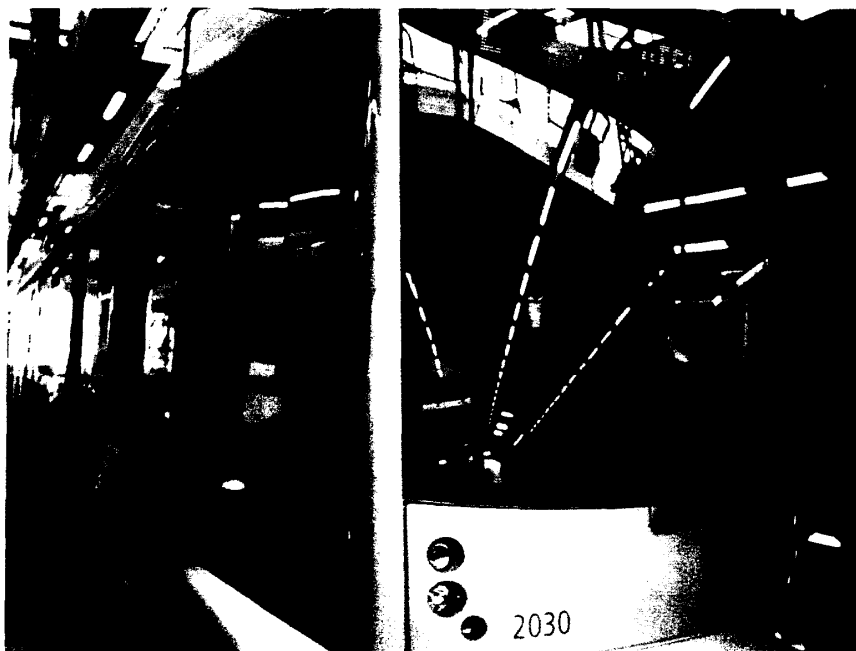


圖 4.3-4 參觀 Rheinische Bahngesellschaft LRT
Depot 內車輛



圖 4.3-5 LRT 車輛上之駕駛室及車上 ATP 控制箱



圖 4.3-6 Rheinische Bahngesellschaft 試車線上
試駛 LRT 車輛



圖 4.3-7 杜塞道夫 LRT 之高月台停靠站



圖 4.3-8 杜塞道夫 LRT 路線(B 型路權)



圖 4.3-9 杜塞道夫中央車站連接機場線之標示

4.4 德國斯圖佳特輕軌運輸系統

考察時間：92年9月17日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ 斯圖佳特輕軌運輸公司(SSB)：營運維修部門 Mr. Thomas Moser、Mr. Sebastian Lucke 等人
- ◆ 陪同單位：德國城市鐵路工程技術顧問(LRTC)斯圖佳特分公司總經理 Mr. Uwe Grote
- ◆ 介紹斯圖佳特輕軌運輸系統及路網，並試駛 DT8.10 輕軌車輛(含坡度 7%長 5 公里之陡坡)

一、斯圖佳特(Stuttgart)大眾運輸系統

斯圖佳特為德國發展最佳的都會區域之一，城市中心由山谷包圍，其他行政區與郊區則環繞在山谷的山區之中，都會地區人口數約2.3百萬，公共運輸工具包括：公車、電車、輕軌、鐵路、電纜車(登山鐵路)等，由斯圖佳特輕軌運輸公司(SSB)輕軌電車、巴士車輛、德國鐵路(DB)營運之S-Bahn通勤電車及民營之電車與巴士等組成斯圖佳特運輸聯盟VVS(Stuttgart Transport Association)，提供市民統一之票價、整合之運輸時刻表，及整體一致之路網運輸服務。VVS所有運具所服務之旅客數：1998年為282百萬人次；1999年為287.1百萬人次；2000年為292.7百萬人次，路線數共計：軌道38線、公車341線。

SSB輕軌電車及巴士車輛之識別顏色為黃色，總計有400多輛之巴士及輕軌電車，服務區域之人口數約為89萬人，服務路線共計有70條，合計850公里，為德國大型及現代化之交通運輸營運者之一。其中路面電車及輕軌運輸系統(Tramway/light rail)路線數為13條(包括有齒條軌道電車2條)

，由參訪SSB之簡報了解，SSB各種運具所服務之旅客數：1998年為169.8百萬人次、1999年170百萬人次、至2000年為174百萬人次，營運收入情形：票箱收入約佔39.7%、其他商業收入約22.6%、政府補貼約佔15.5%、租金收入約佔22.2%。

市區的捷運系統為斯圖佳特地區市民的主要公共交通載具，並與其他區域性軌道運輸系統，如區域性捷運(S-Bahn)及市區路面電車(Tram system)，聯結成一個完整之軌道運輸網路。在市內主要的捷運系統車站均與德國鐵路(German Railway)車站連結，意即此一市區捷運系統在營運時須密切配合旅客轉乘其他高速鐵路的需求。

另斯圖佳特機場(STR)之聯外軌運運輸有S-Bahn(S2、S3)銜接，搭乘ICE、EC、IC及IR之機場旅客，則需於斯圖佳特中央車站轉乘S-Bahn方能到達機場。斯圖佳特軌道運輸路網如圖4.4-1示。

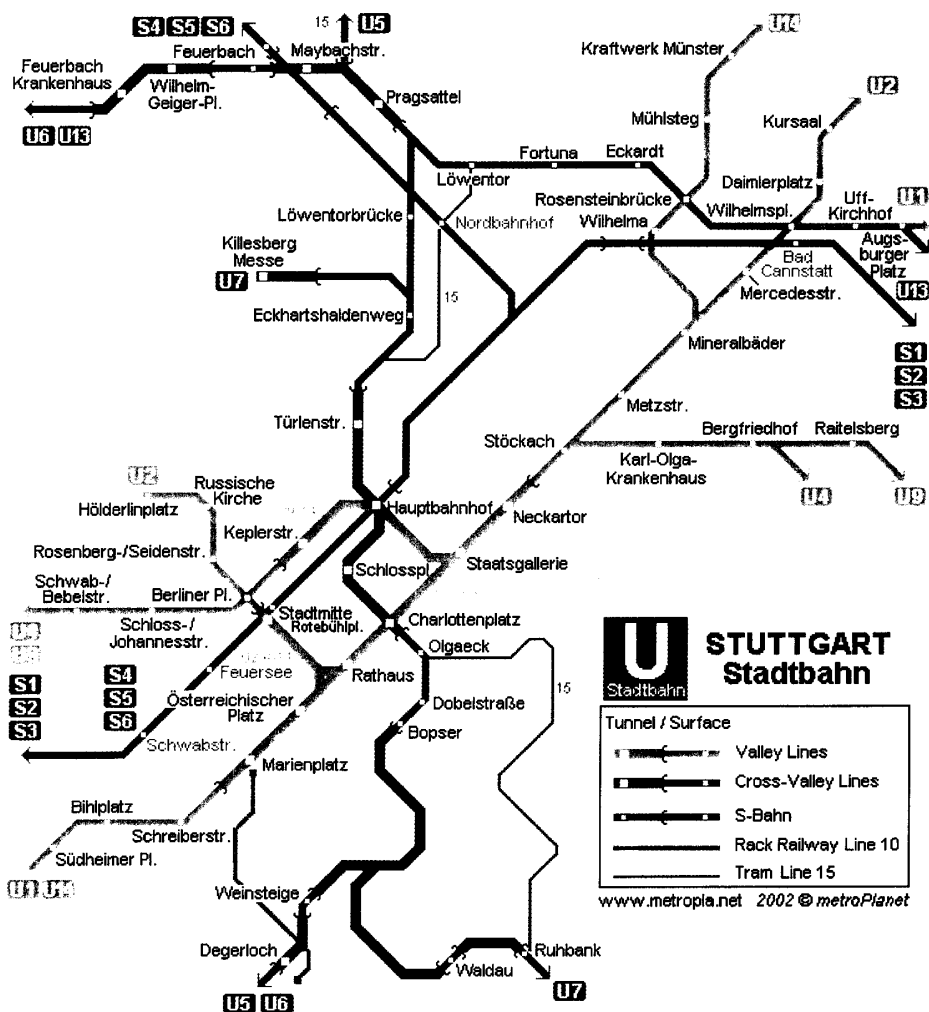


圖 4.4-1 斯圖佳特都會區軌道系統路線圖

德國稱現代化之輕軌電車為stadtbahn，亦即英文之LRT，大約是近二十年的事情，但其沿革自傳統電車(德文為Stößenbahn)，已有相當歷史了。

斯圖佳特的stadtbahn系統，依其路權之佈設型式屬輕軌運輸系統，在市區大部分為地下型式，或利用實體及號誌管制達到專用路權的效果，於郊區則採混合之共用路權。U1線是第一條以地下隧道在市區營運的路線(1966至1970年

間)，其後各線陸續亦完成以地下隧道方式營運，並於1983年全部完成。起初這些輕軌係以原行駛電車之既有路線行駛，直到1985年U3線以新隧道營運通車，長度約8.1公里。由於輕軌採標準軌距(1,435mm)，電車為窄軌(1,000mm)，又有共軌的情形，所以有些車站會有同時存在高、低二種月台。

二、具有百分之六以上長陡坡路線之輕軌運輸系統

有關鋼輪鋼軌捷運在坡度在具有6%以上坡度路線使用情形，歐洲多山區地形的國家中有許多城市與區域性之軌道運輸系統，仍採用迴轉式馬達驅動之鋼輪鋼軌技術。斯圖佳特市中心由山谷包圍，其他行政區與郊區則環繞在山谷的山區之中，其中有一段坡度為7.0%長度為5公里之隧道，年運量為6,000萬人次之路線。本次考察特前往斯圖佳特拜訪SSB以瞭解路線具長陡坡路段之捷運系統營運情形。



圖 4.4-2 拜訪斯圖佳特 SSB 維修廠

斯圖佳特市區捷運系統有2種型式的列車，分別為較老舊已有40年歷史的DT8型與1999年方問世的DT8.10型；本次考察試駕駛之列車為DT8.10型，係由德國西門子與ADtranz共同製造。DT8.10型的車輛性能參數詳如表4.4-1：

表 4.4-1 DT8.10 型車輛系統摘要

項目	系統參數
尖/離峰發車間隔時間	2.5 min / 3 min
車輛數量	81
路線長度	53 km
路線形式	Tunnel / at grade
軌距	1,435 mm
最大坡度 / 長度	7% / 5,000 m
最新車輛 / 採用起始年份	DT 8.10 / 1999
最大列車組成	2-car unit x 2 units
製造廠商	Siemens / Adtranz
載客容量	
座位與站位(4 人/平方公尺)	108 + 143
座位與站位(6 人/平方公尺)	108 + 215
最大速度	80 km/h
上坡	60 km/h
下坡	60 km/h
電力供應	750 V DC
推進系統	Duo-IGBT-Converter
動力輪軸數	全部輪軸
額定動力	8 x 120 kW
車輛長度/寬度	38.2 m / 2.65 m
空車車重	55.6 t
載客車重 (6 人/平方公尺)	80 t

由於部分路段較陡，為了提高爬坡能力，採各軸皆有動力之車廂，營運時若有列車於路線上發生故障無法行進時，則係以另一列車營救該故障列車。但在隧道段正常狀態下不會以拖曳的方式救援，而係以後面的列車來幫助故障列車，推動列車行駛至下一站。圖4.4-3示該路線之縱面坡度，參訪車輛外觀及維修廠內照片如后。

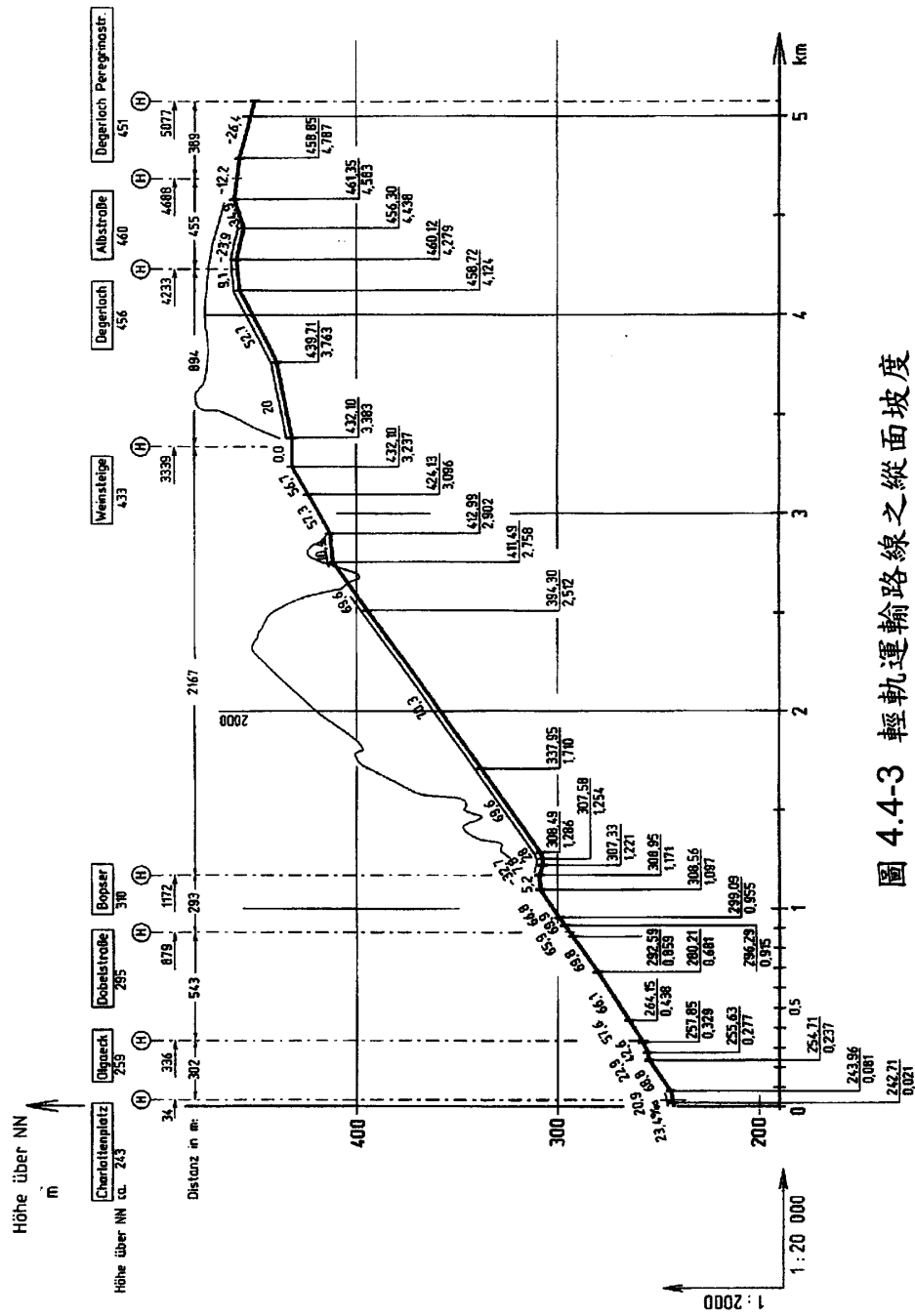


圖 4.4-3 輕軌運輸路線之縱面坡度

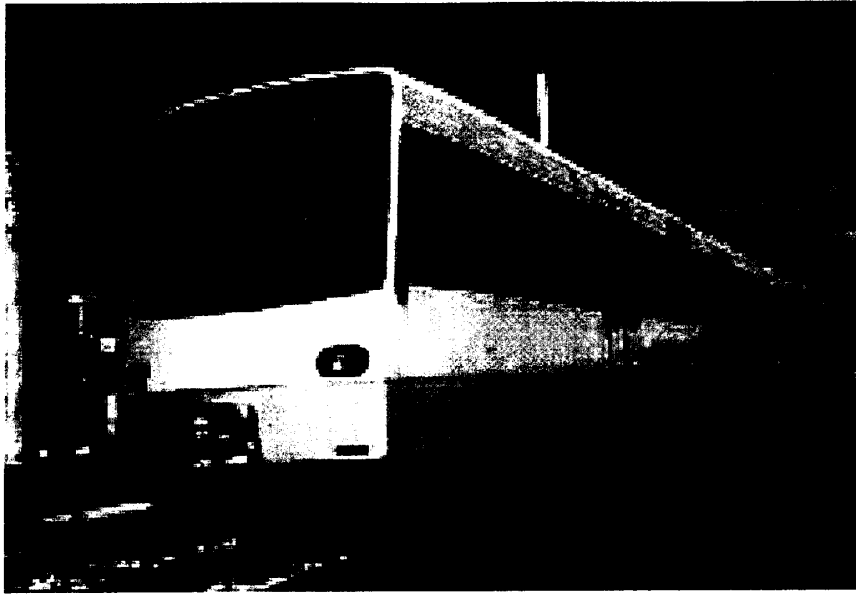


圖 4.4-4 DT8 型輕軌車輛



圖 4.4-5 各軸皆有動力之轉向架



圖 4.4-6 車輛之動力控制組成(Converter & Inverter)



圖 4.4-7 SSB 車輛之維修廠(電機維修區)



圖 4.4-8 SSB 車輛維修廠(機械維修區)



圖 4.4-9 參觀 DT8.10 型輕軌車輛



圖 4.4-10 DT8.10 型輕軌車廂內部



圖 4.4-11 試駛 DT8.10 型輕軌車輛（於隧道陡坡段）



圖 4.4-12 斯圖佳特 LRT 之綠色軌道(B 型路權)

三、斯圖佳特中央車站

為配合歐洲高速鐵路網絡之發展、加強城市間交通聯繫及注入市區新的生命力，斯圖佳特中央車站的重建工程，將成為許多歐洲的舊城改造的催化劑。

原有的斯圖佳特的豪普特班霍夫（Hauptbahnhof）車站是那個時期的典型作品，就像紐約的Grand Central一樣，具有紀念性的古典形式，而車站地處城市中央的優越位置，與其他所有的城市中心火車站一樣，大量的鐵軌和編組場地，雖然提供了城市間往來的方便性，卻也像一道長長的鴻溝，阻礙了這個城市內的交流與活動的機會。

重新設計這個火車站，其規劃的出發點是為了表達一種對都市生活環境的尊重。由於斯圖佳特已經由終點站變成了一個中間站，因此，原有的火車站已經過時，原有的月台也完全成為了多餘，這裡的鐵道移到了地下14公尺，並重新以合適的角度進入原有的建築中，因此也騰出100公頃的土地來進行車站的重新開發。

在規劃中，21街（the Avenue 21）是一個非常重要的角色，在這一個長約2公里，寬70公尺的公共空間，從火車站一直通到現有的羅森斯坦（Rosenstein）公園—這與紐約的「公園大道」如出一轍。21街被設計成了一條步行街，路旁的一些居住區和金融區引進園林設計的方法，摒棄城市建築的設計方式，使得這些區域看上去就是羅森斯坦公園的一部份。雖然街道的本身較長，但新建一條單軌鐵路將作為從道路兩端的快速聯繫。



大量的鐵軌和編組場地，阻礙了城市內的交流與活動。

圖 4.4-12 斯圖佳特中央車站地區鳥瞰

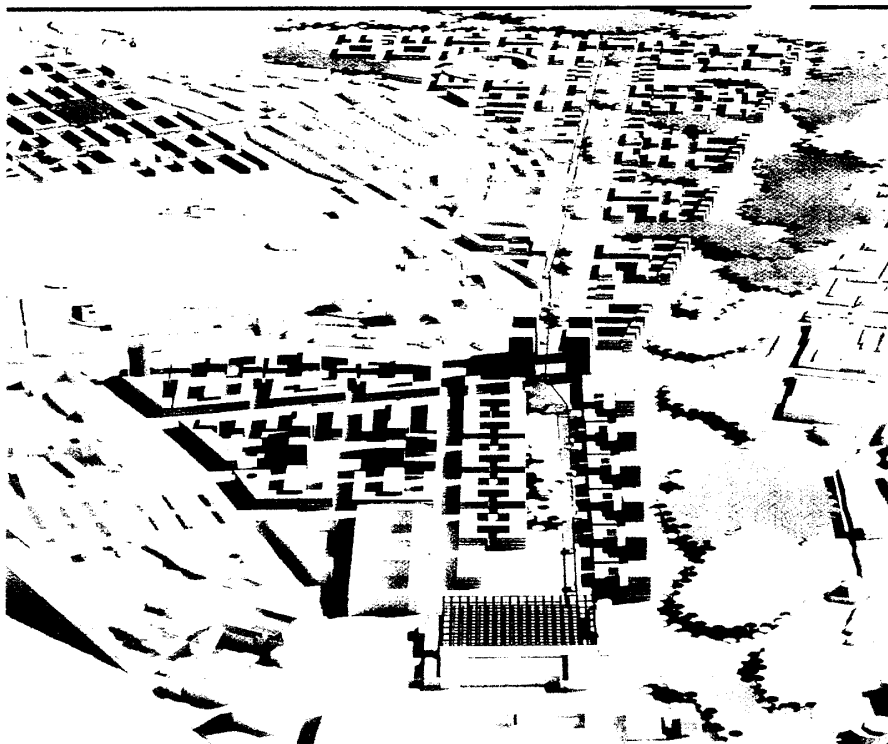


圖 4.4-13 斯圖佳特中央車站地區規劃設計模型



圖 4.4-14 電腦模擬未來斯圖佳特中央車站地區開發後之意象

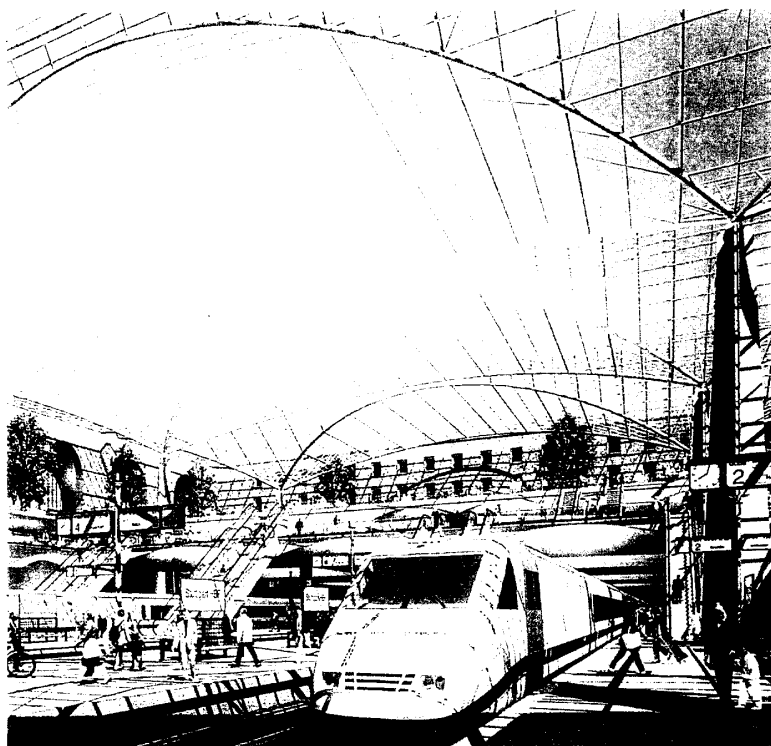


圖 4.4-15 電腦模擬未來斯圖佳特中央車站開發後之意象

4.5 義大利米蘭軌道運輸系統

考察時間：92年9月18日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ 義大利國鐵：Mr. Ezio Facchin 及營運維修部門 Mr. Luca Bassani 等人
- ◆ 陪同單位：ITALFERR 工程公司 Mr. Gennaro Lazzaro
- ◆ 介紹義大利高速鐵路興建計畫（Trackplan）

一、大眾運輸系統

米蘭是義大利第二大城市並且為北方的首都，居民人口1.5百萬人。大眾運輸系統包括公車、有軌公車(trolleybus)、電車、地下鐵道，運輸服務係由地方政府所提供，營運範圍包括與鄰近社區及都市間之運輸服務；郊區鐵路營運服務則由鐵路公司所提供。

(一) 市區大眾運輸系統

由ATM(Azienda Trasporti Milanesi)負責提供公車、有軌公車(trolleybus)、電車(Tramway)、地下鐵(Metro)等運輸服務機構。營運所入中，票箱收入佔37.3%，其他商業收入3.3%，補貼佔59.4%（補貼來自整個地區或當地政府）。

1. 地下鐵(Metropolitana)

路網由M1~M3組成，路線數3條，路線總長度:69.3公里(其中隧道長48公里)，停靠站數84個(在隧道者有71個)。路網是封閉系統，M1線為第三軌供電方式、M2線與M3線則利用架空線供電，列車營運時間自早上六點直到午夜十二點鐘，營運班距為每五分鐘一班

車(尖峰時段2.5分鐘一班車)。

(1) M1線：路線自 Sesto Marelli 至 Lotto，於1964年開始營運，1966增加支線至Gambara。

(2) M2線(綠線)：路線自 Caiazzo 至 Gobba，於1969年開始營運。於 Cascina Gobba 車站與 San Raffaele medical centre，以 VAL 系統建立短程穿梭運輸線，並在1999年11月開始營運。

(3) M3線(黃線)：是最新的路線，路線自 Centrale FS 至 Romana，於1990年開始營運。

2. 電車(Tramway)

起源於1876年，系統採標準軌、架空線供電方式。係以傳統方式營運，營運路線在都市16條、在郊區2條，營運路網總長度在都市合計168.4公里、郊區合計40.4公里，停靠站數都市600個、郊區55個。

(二) 銜接米蘭國際機場之軌道系統

於米蘭市中心以 Malpensa Express 銜接米蘭國際機場(Malpensa International Airport)，班距為30分，旅行時間40分鐘。



圖 4.5-3 米蘭都會區輕軌車輛(一)



圖 4.5-4 米蘭都會區輕軌車輛(二)

二、城際鐵路

義大利國鐵（RFI）經營之城際鐵路策略上，貨運路線不進入市中心，在郊區設站裝卸貨物；客運部分，城際鐵路主要車站儘量在市郊交界處亦設置車站，減輕對市中心之交通影響。

目前義大利國鐵正全面執行高速鐵路軌道改善計畫，包括米蘭往西經Novara Torino；往東至Verona；往東南至Bologna，以使全面提升速度至300公里/小時，茲概述如后：

- (一) 米蘭至Torino：路線長約124.7公里，目前正在興建Novara至Torino段，預定於2006年初完工通車，以配合Torino 2006年冬季奧運活動，Novara至米蘭段則預定於2008年底完工通車。改善行車時間由現行的1小時38分縮短為45分，改善成本702.9千萬歐元（其中Torino至Novara段為485千萬歐元）。
- (二) 米蘭至Verona：目前仍在規劃中，預定2010年底完工通車，改善成本為472千萬歐元。改善後行車時間由現行的1小時27分縮短為41分鐘。
- (三) 米蘭至Bologna：路線長約181.9公里，目前正在興建中，預定2007年底完工通車，改善成本為633.5千萬歐元。改善後行車時間由現行為1小時47分縮短為1小時。

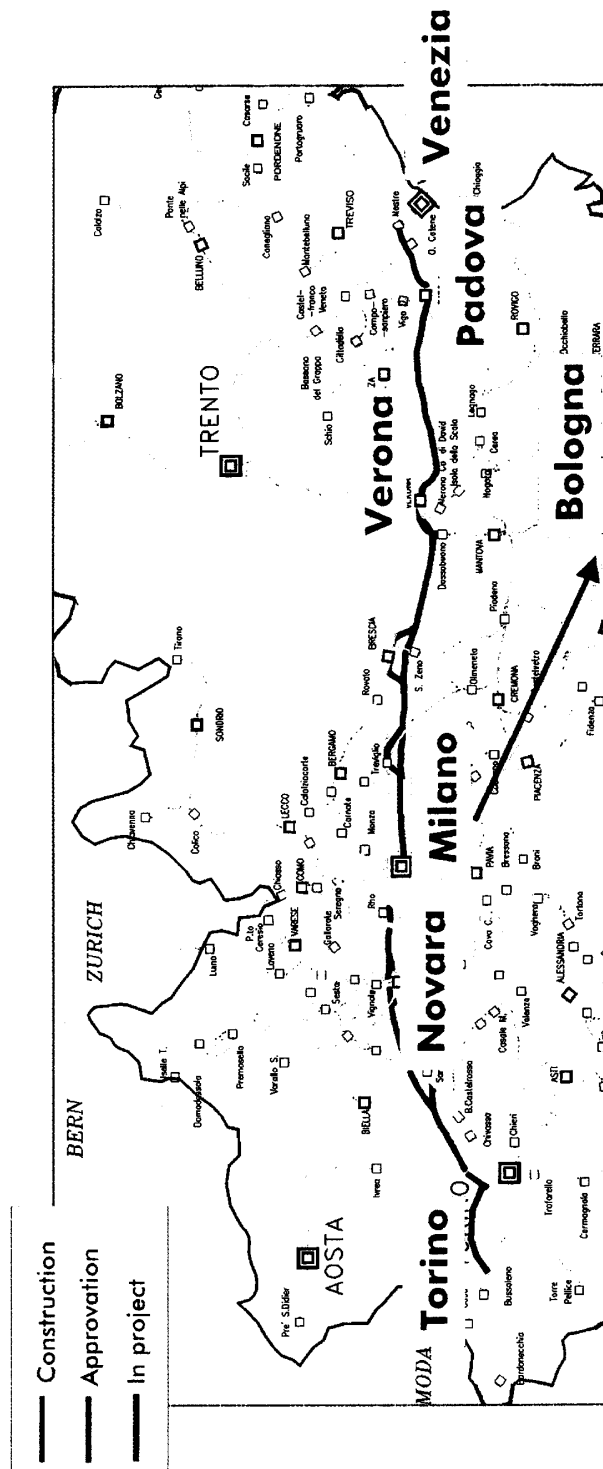


圖 4.5-5 義大利高速鐵路軌道改善計畫示意圖

4.6 義大利Ansaldo Breda軌道車輛工廠

考察時間：92年9月19日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ Ansaldo Breda 軌道車輛工廠：Mr. Arcangelo Fornelli 等人
- ◆ 陪同單位：CSEE Mr. Emmanuel Viollet
- ◆ 介紹哥本哈根輕軌運輸系統及參觀軌道車輛製造工廠

一、義大利Ansaldo Breda簡介

Ansaldo Breda在Finmeccanica's 的運輸部門是負責設計和製造大眾運輸車輛的公司。該公司係由生產電子駕駛設備之Ansaldo Transporti公司與生產車上設備單元之Breda Costruzione公司(亦為世界聞名的機械製造廠)於2001年5月1日合併組成，以此聚集機械和電子產業能力而增加在車輛市場中的競爭力。該公司新近於丹麥哥本哈根完成無人駕駛輕軌捷運機電系統，包括車輛製造、自動列車控制系統及完工後前五年之操作維修。故本次參訪中，該公司特就該系統之機電系統及營運情形給予介紹，並引領參觀該公司車輛製造工廠。

二、丹麥哥本哈根輕軌捷運簡介

丹麥哥本哈根輕軌捷運全長21公里(其中隧道長10公里，其餘為高架橋及路工)，共設22個車站(包含9個地下車站及13個高架車站)，為無人駕駛，24小時營運，行車班距180秒(日後將降至90秒)，目前系統使用率高達98%。

該捷運系統興建分為三階段，詳如圖4.6-1示，第一階段係興建Norreport至Christianshavn間路段，已於2002年10月

19日完成並開始營運；第二階段興建依完工時間又分為2a及2b二階段，2a階段係自Norreport向西北延伸至Frederiksberg，已於2003年5月完成，2b階段將再延伸至Vanlose，預計至2003年底方可完工；第三階段自Lergravsparken至Kastrup及哥本哈根機場路段，預計須至2007年完成。目前機電系統及營運情形摘要如下：

(一) 系統採無人駕駛，但並非無服務人員

丹麥哥本哈根輕軌捷運以準點為訴求，採無人駕駛，因此行控中心成為整體捷運系統控制的樞紐，位於Orestad之行控中心，24小時皆有4~5位工作人員，隨時可與車上乘客及巡迴的服務人員連繫，並透過車上及車站的監視系統掌控現場的狀況。相關無人駕駛之配套措施，包括：

1. 車站設置月台門，使乘客更舒適及有安全感。
2. 每個車站照明像白天，無黑暗死角。
3. 每個車站及車廂內設有CCTV，如有狀況發生時，乘客按下車內求救按鈕，即可將當場情況顯示於行控中心螢幕上。
4. 隧道內整天有照明。
5. 車站內並無設置會引起乘客起破壞心之商店或廁所。
6. 設有捷運服務人員，他們可以嚮導乘客及回覆乘客相關問題，保護列車，防制暴力，同時也做查票、協助行動不便之乘客。大部分時間捷運服務人員均在車上，視需要也可留在車站內。

(二) 車輛系統主要規格：

軌距：1,435 公釐。

車輛尺寸：13公尺(長)×2.65公尺(寬)×3.4公尺(高)。

車長：初期3節車39公尺，可增為4節車52公尺。

座位：96個 (3節車)。

站位：204個 (3節車)。

淨重：52公噸。

最高營運速度：80公里/小時。

加減速率：1.3公尺/秒/秒。

供電：750V DC 第三軌。

額定牽引馬達功率：6×105 Kw。

(三) 路線線形之限制：最大坡度6%，縱坡線形最低位置於地表下33公尺，最小曲率半徑240公尺。

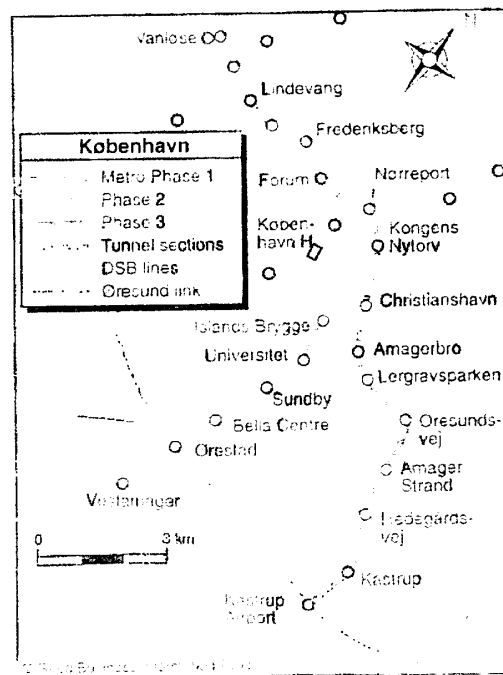


圖 4.6-1 哥本哈根捷運路網



圖 4.6-2 Ansaldo Breda 廠內之哥本哈根輕軌車輛



圖 4.6-3 參觀 Ansaldo Breda 廠(背景為雅典之捷運車輛)

4.7 巴黎軌道運輸系統

考察時間：92年9月22日

拜訪單位及內容概要：

- ◆ SNCF International S.A.：總裁 Mr. Jean-Pierre Loubinoux、副總裁 Mr. Marc Provoost 等人
- ◆ ALSTOM：運輸行銷部經理 Mr. Pierre Dickeli、運輸車輛部 Mr. Olivier Delecroix
- ◆ SYSRA：總經理 Mr. Philippe Citroen、Dr. Georges Geng
- ◆ 介紹輕軌運輸系統技術及參觀巴黎 RATP (Mr. Guy Zizrahi 引領解說) 捷運 M14 線及行控中心

一、巴黎大眾運輸

巴黎都會區(Ile-de-France)是由8個省、1,281個市鎮所組成之區域，面積約12,000平方公里，人口數約1,100萬，其中巴黎市為法國首都，人口約200萬。每天有670萬人以大眾運輸系統作為交通工具，其中61%在巴黎市內，其餘則往返都會區間。都會區內軌道系統主要有捷運系統(Métro Est Ouest Rapide, Metro)、區域性快鐵(Regional Express Network, RER)，以及輕軌電車與輕軌運輸系統(Tramway/LRT)等三種，如圖4.7-1示。

在有限時間裡，本次參訪除實際搭乘了數條捷運路線，拜訪巴黎大眾運輸管理局(RATP)轉投資之SYSTRA顧問公司，研討巴黎之軌道運輸系統外，並特就巴黎最新的M14捷運線，實地參訪瞭解。

(一) 巴黎之捷運系統

在捷運系統方面，經營機構為巴黎大眾運輸管理局，整體路網係由M1至M14等路線構成，其中M1至M13

屬於早期興建完成之路線，而M14則為近期完成之路線。
 。各條路線資訊如表4.7-1所示。

表 4.7-1 捷運系統路網基本資料表

路線名稱		路線長度 (km)	路線初始 營運時間	系統型式
M1	METRO	16.5	1900/07/19	採標準軌 第三軌供電方式
M2		12	1900/12/13	
M3 M3 bis		12	1904/10/10 1921/11/27	
M4		1.3	1908/04/21	
M5		10.5	1906/06/02	
M6		14.5	1907/10/14	
M7		13.5	1910/11/05	
M7		3	1911/01/18	
M8		22	1913/07/13	
M9		20	1922/11/08	
M10		12	1913/07/13	
M11		6.5	1935/04/28	
M12		12	1910/11/05	
M13		21	1911/02/26	
M14	METEOR	7	1998/09/15	膠輪系統 第三軌供電方式 自動導引

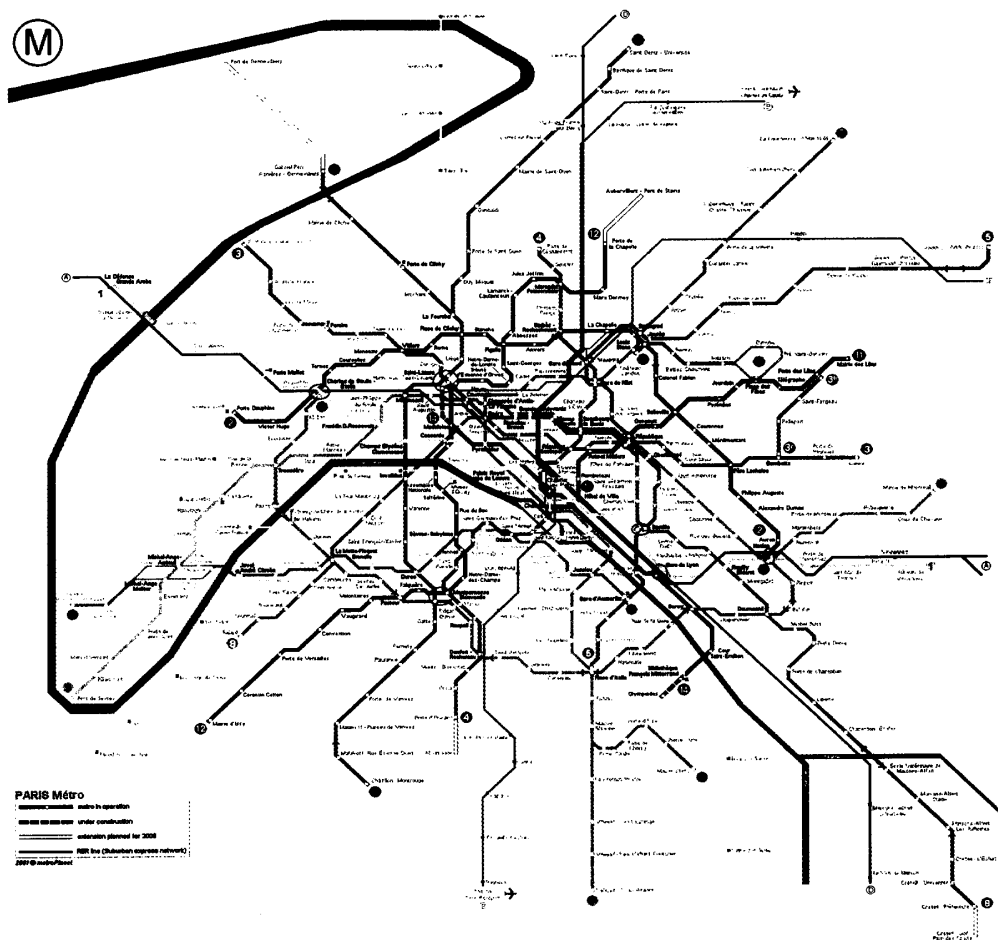


圖 4.7-1 Pairs 都會區軌道系統路線圖

(二) 全自動無人駕駛之M14號線捷運系統

巴黎之捷運系統已有多年歷史，在九十年代末才再開始計畫興建一條新的捷運系統，以改善M1與RER A兩路線在市中心地區之交通量。該路線即所謂之METEOR (Métro Est Ouest Rapide，簡稱M14)。其路線如圖4.7-2示。

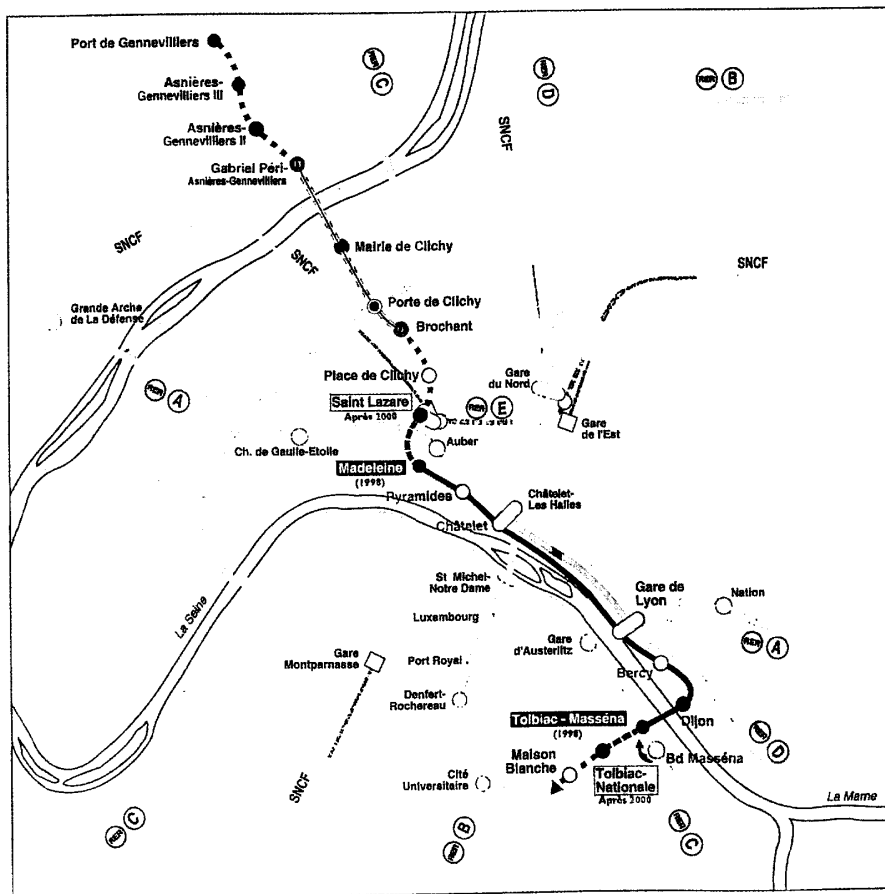


圖 4.7-2 M14 捷運系統路線圖

M14於1998年9月15日正式營運，路線約與M1、RER A線平行，從Tolbiac-Masséna到Madeleine路線全長7公里，全為地下路段，共設7站，其中5個車站可以連

結RER線。此外，與法國主要鐵路(SNCF)交會於Gare de Lyon，其在Bercy-Dijon之路段最大坡度為千分之50，最小轉彎半徑為進入Talbiac-Nationale處，僅90公尺。系統平均營運速度為每小時40公里(包括停站時間)，此相對於其他地鐵系統，平均速度每小時20-25公里要快了許多，未來往北將延伸至Place de Clichy站、La Fourche站，與西北方之M13延伸線銜接於Port de Gennevilliers站。旅運量第一年每小時雙向運送25,000位旅客，並預估一年有6千萬的旅次。由於該系統為全自動無人駕駛系統，故可提供旅客密集(尖峰班距由起初之105秒已縮短至85秒)、快速(全程約12分鐘)的運輸服務。

建設資金來源為巴黎大眾運輸管理局優惠貸款佔18.5%，巴黎市政府出資7.4%，法國政府出資30.3%，巴黎都會區(ILE-DE-France)出資43.8%。

系統列車採自動操作系統(ATO)，列車之運轉由中央行車控制室監督，採全自動化無人駕駛之行車控制，以提高營運效率。列車為ALSTOM公司生產之MP89型膠輪系統車輛，車身為鋁合金製，並具備良好之懸吊系統，所以行駛時非常安靜，晃動及噪音小，因此不會干擾所經周圍之住宅區。車廂寬度為2.45公尺，高3.47公尺，採750V第三軌直流供電，車廂每側有三扇門，車輛編組最初為六輛一編組(列車長度為90公尺)，其中包括四節動力車廂，列車容量座位144個，立位578個，合計722個，未來可延長為八輛一編組(長度為120公尺)，

規格摘要詳如表4.7-2所示。

在車站部分，為期能提供旅客安全舒適及感官視覺之意像，係從功能及氣氛的觀點來設計嶄新的車站。Chatelet站與Gare de Lyon站均為有多條路線交會轉乘之車站，站內走道四通八達，動線非常明確，且兼具藝術氣息，車站中的垂直動線連接月台、售票大廳及其他路線；Madeleine車站特別以玻璃牆來強調深度，為了讓使用輪椅的旅客也能順利搭乘，本路線各車站均設有自助式升降設備。

月台空間是車站中須考量之重要空間，M14線車站之月台的長度與寬度比現存之捷運車站來的長與寬，月台寬度5-8公尺，長度為120公尺(而舊有之捷運車站寬度為4公尺，長度為80公尺)。

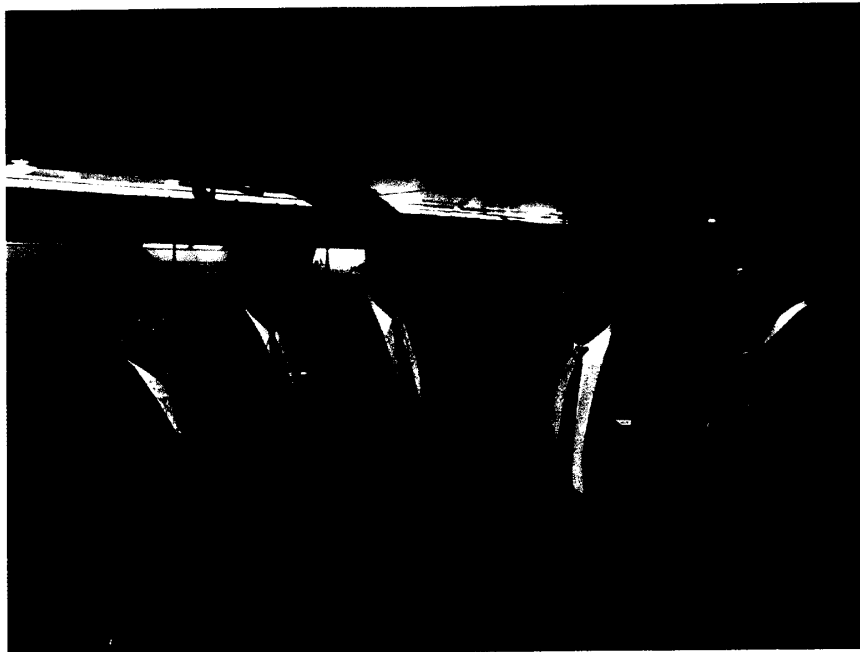


圖 4.7-3 RATP Mr. Guy Zizrahi 引領解說捷運 M14 線

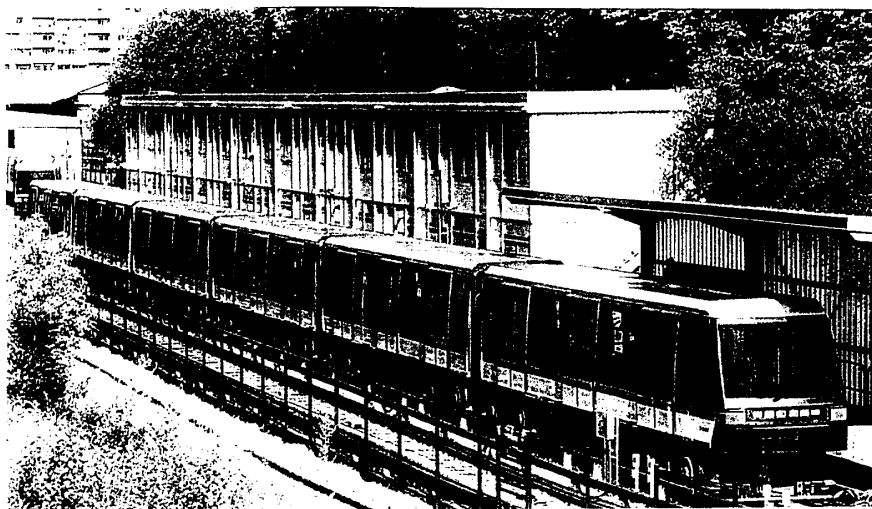


圖 4.7-4 MP89 型車輛



圖 4.7-5 MP89 型車輛系統之內部

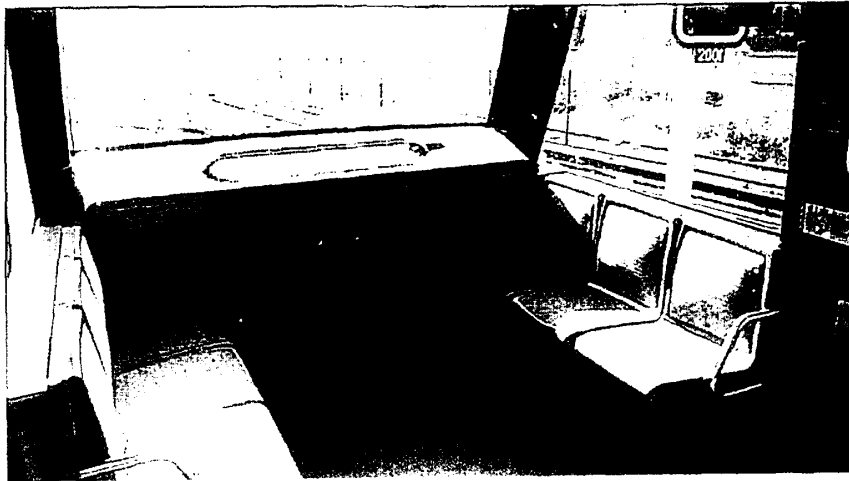


圖 4.7-6 MP89 型車輛系統之內部

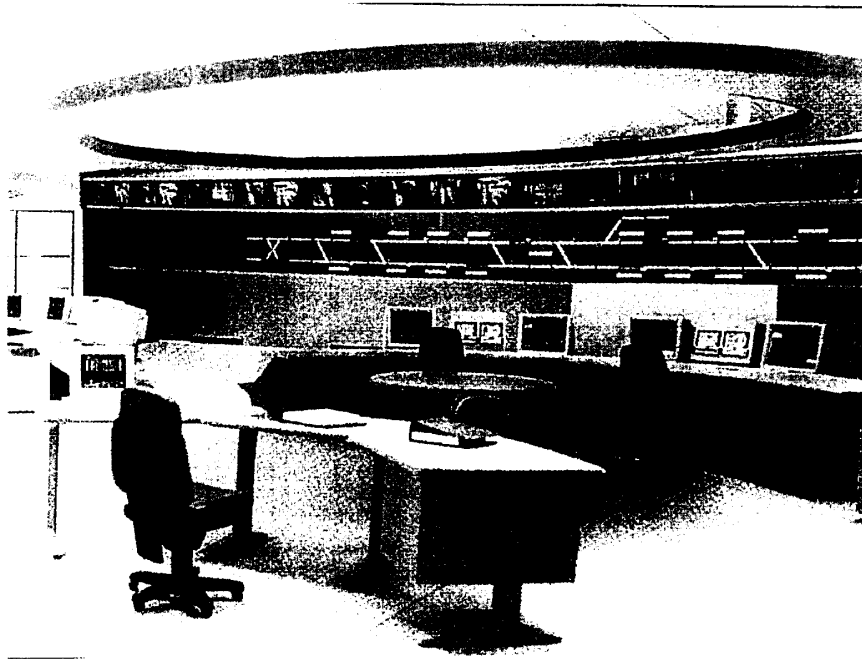


圖 4.7-7 M14 線行車控制中心



圖 4.7-8 M14 線端點站-Madeleine 站月台門

(一) 電車及輕軌運輸系統

與捷運系統一樣，係由RAPT經營管理，其路網由T1與T2兩路線組成，路網服務地區主要在巴黎市郊，而非市中心。路網長度20.4公里，採1,435mm標準軌與架空線供電方式(Overhead power)；車輛採用Alstom公司生產之75%低底盤車廂。

T1從St. Denis(位於巴黎市北方)至Bobigny(位於巴黎市東北方)，路線大部分佈設於N186公路上預留之中央分隔帶上，如圖4.7-9所示，僅作其他路線終點站之短程延伸路線。目前仍在進行延伸線工程，從Bobigny往南延伸至Noisy-le-Sec(SNCF車站)，長度約為2公里，新增4站，以提供Paris-Est、未來新RER E線至St. Lazare之郊區服務；另亦規劃從St. Denis沿N186公路延伸至RER C線之Gennevilliers站。

T2從Issy-Val de Seine(位於巴黎市西南方RER C線)至新興商業與辦公發展地區之La Defense站(位於巴黎市西北方RER A線)。該路線係由SNCF擁有舊且少用之短程區間運輸服務路線改建而成，採架空線供電方式，但班距長、運量低；現改採第三軌供電方式，發車間距提昇至每三分鐘一班，結果運量大增，與改善前形成強烈對比。目前該線正從事延伸線施工，從La Defense沿N192公路往西北方向延伸4.2公里，新增8站，預計2005年通車，建造成本約7.5億法郎。

因原Alstom公司所生產之75%低底盤車廂已經停產，RAPT改採購Alstom公司生產之CITADIS型新式車輛

供T2使用，而將原先於T2使用之舊式車輛全部移至T1使用。CITADIS型車輛之列車編組，採二節車廂為一組，每組列車可提供48個座位、165個立位，合計載客量213人。



圖 4.7-9 T1 路線佈設於公路上預留之中央分隔帶上



圖 4.7-10 路線佈設與汽車共用路權

二、法國拉德芳斯(La Défense)車站開發

拉德芳斯位置座落在羅浮宮中央廣場延伸的歷史軸線上(從凱旋門到勝利路花園之間短短的距離，三百多年來吸引了無數的觀光客，沿著這條軸線漫步，讓人深深地感受到有如穿越巴黎的傳統商務區到現代化都市的時光隧道。)，由於優越的地理位置、良好的公共運輸系統、完善的都市計畫及生活水準的前提下，使拉德芳斯得天獨厚成為歐洲最佳的商務辦公區。

拉德芳斯是一個很寬廣的地區，實際上各種現存的交通工具都匯集到這裡。所有交通連結都是既長又複雜而且緩慢，服務品質很差。所以巴黎都會區區域委員會已經執行一項龐大的更新計畫，安排到上世紀(二十世紀)的結束，重新改裝「La Défense」綜合轉運中心，使得它變得更容易接近、更符合乘客的需要。

巴黎都會區區域委員會是由209位經選舉出的官方代表所組成。委員會的交通政策目標是要符合每一位巴黎都會區居民的運輸需求。交通算是本區域第二大的預算，包含道路設施與大眾運輸系統。區域委員會已經將大眾運輸系統當成最高原則。它們已經設立一個目標，將創造既新又快速的現代化路網，並改善既有路網的服務品質。因為區域委員會正警覺到大眾運輸系統使用上的擴張需求。它透過拉德芳斯特區運輸中心計畫的投入提升到多元化的運輸環境。

然而，拉德芳斯並不是原先就設計如此大的。經年累月地，接連不斷的因素逐漸加進來使它變得越來越複雜。很

明顯地需要將轉運中心重新設計成為一個純正的有整合性服務的都會區交換中心。新設計有多方面的考量包括：建築、資訊、交通、安全、服務等，目標是將這系統融入生活，使交通成為輕鬆有用愉快的經驗。

拉德芳斯特區的規劃靈感出自於柯比意(Le Corbusier)的雅典憲章(Athens Charter)人車分道，運用大型人工地盤構造，將鐵路車站、軌道、公路、建築物等有系統的整合。特區內共有18線公車、兩條鐵路、1號地下鐵的終點站、電車連接Val de Seine和Hauts de Seibe商務中心。有了巴黎公共運輸系統(RATP)、法國鐵路(SNCF)及結合地方政府共同努力協助每天輸送35萬人次的通勤旅次，超過8成的人來拉德芳斯特區都利用公共運輸系統。除了大眾運輸外，總共設置了約2萬6,000個地下停車位，道路指標從外環道開始清晰地引導駕駛人出入有數字編號的停車場。其重要之轉乘措施與方式分別如下：

(一) 多重服務區

“Salle des Colonnes”是一個公共接待區，各參與者共同發展以下設施：

- 城市交通整理
- 多媒體電子傳播區
- 餐廳、報攤，郵局等
- 公共服務區(就業服務中心、青年輔導區等)
- 公司服務

(二) 法國國鐵(SNCF)

每天有4萬5千人來回此車站，連接巴黎等其他地區。法國國鐵發展以下設施：

- 環境重整，並有升級的標示系統，更資訊化更安全。
- 入口配備有自動控制閘門。
- 商業服務站重新裝潢。

(三) 捷運(RATP)

一號線站每天有4萬3千人來回此車站。發展以下設施：

- 設立第二入口門以改善月台上的人潮
- 並取消票閘(fare trap)。
- 標示系統升級。

(四) 電車

自1997年從La Défense-Issy有T2線。發展以下設施：

- 有效連接其他交通工具。
- 電車站整合入 global site management。

(五) 區域快鐵

A線車站每天有10萬人來回，連接至巴黎與西部及東部地區。發展以下設施：月台與入口將有升級的指標、照明、安全系統

(六) 車站大廳

設立五個大門成為本區的地標使人們更容易找到方向，照明設計創造溫暖環境並使乘客更容易找到方向，更新地面裝潢。

(七) 巴士總站

15條線，每天有4萬人來回。計畫目標之一就是設立離站與到站。行人路線與車流分離。提供乘客更佳的舒適與安全。連接其他公車或是交通工具將會是簡單確實與快速。

設立一條單一離站通廊，並由15處公車登車門所環繞(每線公車有一登車門)。設計以清晰及安全的意象並提供旅客接待與資訊服務。

(八) 停車

升級的標示系統和改善與交換綜合區的連通，廣播及時交通資訊。

(九) 計程車-長途巴士-兩輪車-計時停車

設計程車、計時停車、兩輪車、公司巴士、旅遊巴士載客站，並使容易與其他交通工具連接。

(十) 新的主要入口

在地面廣場與La Défense門成一直線，直接進入巴士站、計程車站、長途巴士站，與從東區進入其他交通站。

拉德芳斯特區兩幢具紀念象徵的建築，第一幢就是CNIT, 1958年和EPAD同時誕生，CNIT的設計者是Camelot de Mailly & Zehrfuss，他們成功地創出一個只有三個支撐點、每邊長218公尺的拱行建築，頂下所涵蓋的面積可把協和廣場罩住綽綽有餘。第二幢就是新凱旋門(The Grande Arche)，於1989年完工，正是法國革命成功的200週年。

拉德芳斯特區內除了CNIT及新凱旋門吸引了無數觀光客外，規劃多處高水準的公共空間，包括傳統及現代化都市的地標、廣場、噴泉及公園，使得拉德芳斯特區內的綠地面積超過67公頃(約167英畝)，可兼提供舉行慶典的最佳空間場所；同時也致力於公共空間上的藝術營造，有如一座現代雕塑的露天博物館，多年來60幾件作品展示都出自藝術家之手，包括米羅(Miro)、Calper、Agam、Cesar等。

如今拉德芳斯特區成為歐洲具影響力的商務中心，區內250萬平方公尺的商務及辦公樓地板面積分屬1,600家以上的公司所擁有，工作人數超過15萬。這裡是巴黎地區的決策中心，世界經濟的重要舞台，法國最主要的20家公司中有14家的總部設於此區內，50家最主要的跨國公司中有15家設於此區內。還包括相關的銀行、保險公司、石油公司等，佔了拉德芳斯特區內大部分樓地板面積。

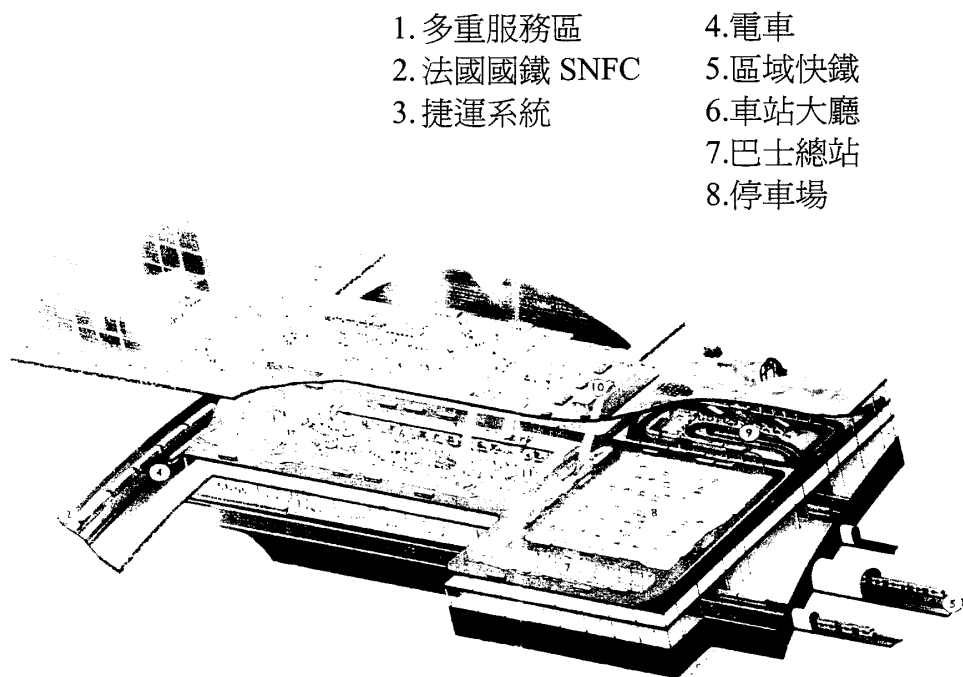


圖 4.7-9 拉德芳斯車站配置

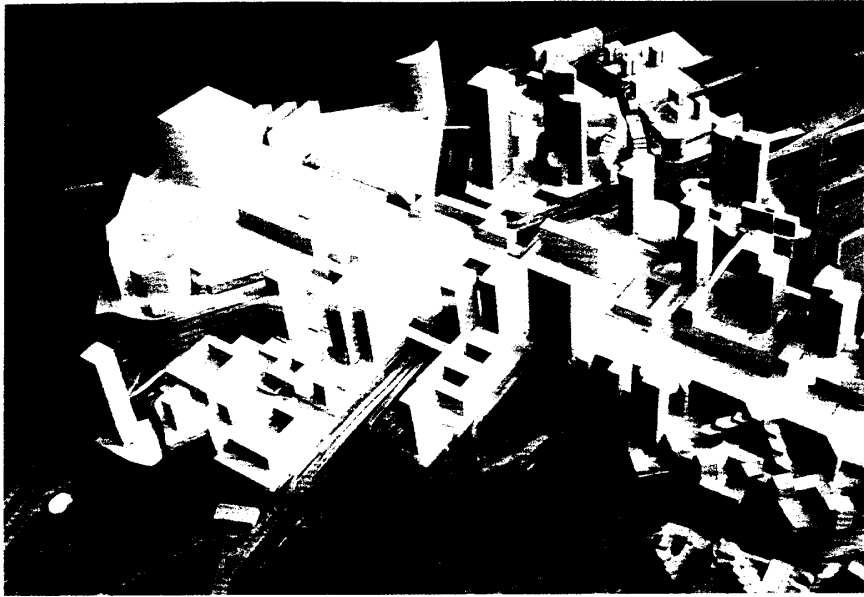


圖 4.7-11 拉德芳斯車站地區模型全貌



圖 4.7-12 進入拉德芳斯車站地區之軌道



圖 4.7-13 由拉德芳斯特區遙望凱旋門

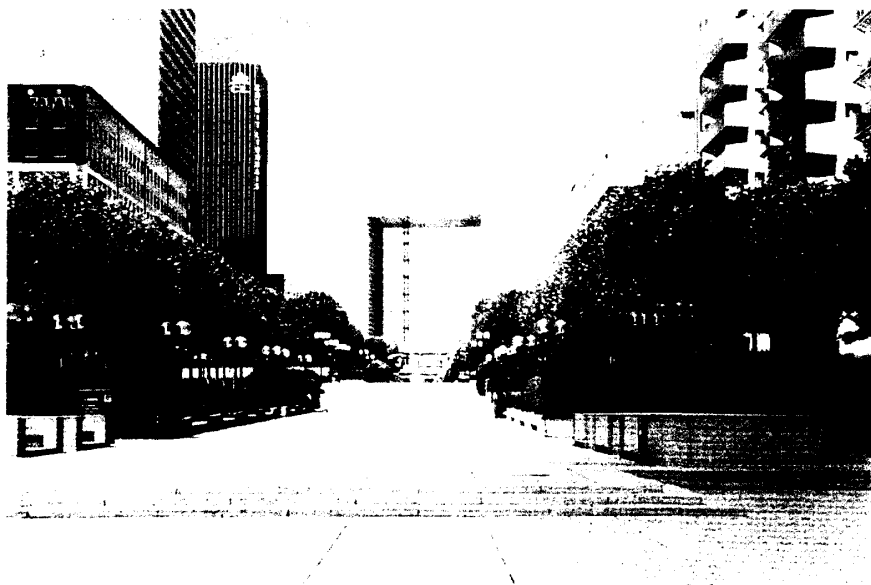


圖 4.7-14 新凱旋門於 1989 年完工，正是法國革命成功的 200 週年

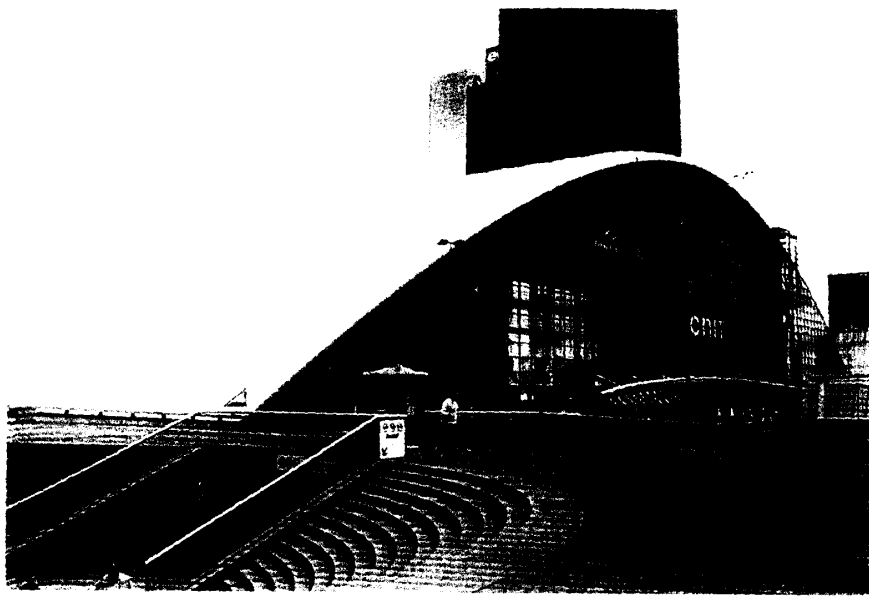


圖 4.7-15 CNIT 只有三個支撐點、每邊長 218 公尺的
拱行建築



圖 4.7-16 建築物、大型公園、廣場及雕塑有系統整合，營造高水準的公共空間

伍、心得與建議

5.1 心得

一、輕軌運輸系統建設與營運

(一) 本次考察參訪德國、義大利及法國三國之都會區大眾運輸系統路網，包括德國法蘭克福、科隆、杜塞道夫、斯圖佳特等輕軌運輸系統及在路線具有6%以上長坡度之鋼輪鋼軌系統營運情形；義大利Ansaldo Breda軌道車輛製造工廠；法國巴黎軌道運輸系統等。上開各國都會區運輸管理當局在運輸需求較高之路廊興建高運量捷運系統，在運輸需求未達興建高運量捷運程度的地方，採用現代化之輕軌運輸系統，並與既有之都會區軌道路網整合，以較低的成本、較短的工期，建立四通八達的路網；發展過程中先以公車、公車捷運(BRT)、輕軌電車路線培養客源，視運量成長，再提昇為輕軌捷運系統。目前我國各都會區皆有捷運或輕軌之規劃構想，前述德、義、法等國都會區軌道運輸系統的先進技術、發展實務經驗及做法，值得我國推動各都會區軌道運輸系統之借鏡。

(二) 輕軌運輸系統在功能上是一種介於公車與高運量捷運系統間，並可兼具兩系統特性之運輸系統。由於輕軌車輛具有小轉彎半徑可採混合型態路權型式，軌道車輛與道路車輛共用路面，甚至容許行人穿越軌道(但因有安全的顧慮，故列車行駛速度須配合減低)等適合於各種都市空間下運轉的營運特性，於規劃配置路網方面極具彈性。又輕軌運輸系統運能範圍廣泛，一般而言，大眾運

輸運能介於3,000 ~ 20,000人次/小時/單向為輕軌運輸系統(LRT)運用範圍，初期建設之輕軌運輸系統可依地區發展後運輸需求之增加，而逐步提升路權隔離程度。都市人口並非十分密集之地區，於市中心區路段，可採用與既有軌道共軌方式，以減少交通用地面積及建造費用。如德國科隆之輕軌運輸系統於市中心區與捷運路網共軌；斯圖佳特LRT於郊區採C型路權，於市區採A型路權並與捷運路網整合等，均為依地區發展採漸進提升路權隔離程度之實例，其推動情形及做法，值得借鏡。

(三) 輕軌運輸系統具有低造價、短工期、高服務績效及因地制宜設計等特色，為使有限資源有效利用，實已具有配合國內都市發展引進之潛力。

(四) 輕軌運輸系統之興建與營運，揆諸考察國家，建設成本中非自償部分，均有賴各級政府出資補助，經費來源部分來自固定金額的汽車燃料稅，且其營運收支大都無法平衡，須由其他公用事業(如水、電、瓦斯)經營盈餘交叉補貼或由政府作營運補貼。此係為建立良好之大眾運輸使用環境，以減少汽車之使用，解決都會區交通擁擠問題，並提昇整體之生活品質。

二、車站之開發

(一) 德國公共運輸建設係由政府出資，且其營運虧損亦由政府做營運補貼或以其他公用事業盈餘交叉補貼，因而其附屬事業收入利得，應歸墊政府原先之補貼，對營運業者而言，並無足夠誘因激發其經營附屬事業之意願。再者，車站附屬事業產權不一定屬於營運業者所有，因此

，在德國如科隆、杜塞道夫等地區，絕大多數車站附屬事業係由政府另行委由一般民間經營。此一輕軌運輸專業經營與商業開發或附屬事業分開經營之模式或許亦值得思考。

- (二) 以法國巴黎拉德芳斯(La Défense)車站開發為例，規劃整合交通系統、都市計畫及興建必要的基礎設施，使該特區開發成為高商業價值之商務中心，其做法值得我國借鏡。

5.2 建議

一、輕軌運輸系統建設與營運

- (一) 基於國家整體資源的有效運用，針對台灣各都會區交通特性，衡酌交通安全、營運績效及大眾捷運法亦已配合修法允許「於路口部分採優先通行號誌處理之非完全獨立專用路權」等因素，政府可優先推動不受其地面交通干擾、行駛於專用路權(A型路權)或採隔離路權並具優先通行權(B型路權)為主之輕軌運輸系統。地方政府現階段亦應加強改善公車系統以培養大眾運輸客源，俾未來推動輕軌運輸系統時，才有實施的條件。
- (二) 以現有法令為基礎，檢討建置輕軌運輸系統法令體系，對於屬共用路權(C型路權)無法適用「大眾捷運法」之輕軌運輸系統，其推動執行所需之法令及相關規定(如公路法等)應優先加以考量研議，以供依循。
- (三) 至於輕軌運輸系統建設之財源籌措、經費分擔及營運補貼等機制應儘速制定。中央在補助地方政府輕軌運輸系統建設時，應考量地方政府推動大眾運輸之績效及輕軌

運輸系統場站開發之配合程度。

二、車站之開發

- (一) 車站之開發及附屬事業之經營，若由公營營運公司經營時，應規劃適當之誘因以資鼓勵。此外，亦可考量由政府另行委外辦理，其開發及經營利益之一部分，則應挹注輕軌運輸系統興建成本及補貼交通本業營運虧損。
- (二) 重要車站之開發應整合交通系統、都市計畫及興建必要的基礎設施，使開發成為高價值之商業使用。目前我國正積極推動之台北車站專用特定區國家門戶改造計畫，應予納入考量。