

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)

美加都會區大眾軌道運輸系統建設考察報告

服務機關：交通部高速鐵路工程局

出國人 職 稱：局 長

姓 名：何煥軒

出國地區：美國、加拿大

出國期間：九十二年八月十四日至八月二十七日

報告日期：九十二年十月

H4/
109203851

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 40 含附件: 否

報告名稱:

美加都會區大眾軌道運輸系統建設考察報告

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

出國類別: 考察

出國地區: 加拿大 美國

出國期間: 民國 92 年 08 月 14 日 -民國 92 年 08 月 23 日

報告日期: 民國 92 年 10 月 15 日

分類號/目: H4／鐵路 H4／鐵路

關鍵詞: 大眾運輸,軌道運輸系統,捷運,輕軌捷運,公車捷運

內容摘要: 美、加兩國因幅員遼闊，工商業發達，向以公路建設為主要發展方向。近年來，經濟活動的成長及道路過度發展的結果，導致都市交通問題日益嚴重，各國政府為解決人民行的基本需求，紛紛轉而發展大眾運輸工具，並致力推動能源使用效率高、符合環保之軌道運輸系統。本次考察計赴美國洛杉磯、舊金山、聖荷西市及加拿大溫哥華，參訪各該都會區運輸管理當局所建立之大眾運輸系統路網，包括洛杉磯捷運系統及公車捷運、舊金山BART及MUNI運輸系統、荷西市輕軌捷運系統、溫哥華SkyTrain及公車捷運。洛杉磯、舊金山及溫哥華運輸管理當局在運輸需求較高之路廊興建捷運系統，在運輸需求尚未達規模之路廊，則以公車捷運為主，以培養客源。嗣後視運量的成長，再提昇為輕軌或捷運系統。目前我國各都會區皆有捷運或輕軌之規劃構想，前述美、加都會區軌道運輸系統的循序漸近之發展實務經驗與各種軌道運輸系統先進技術，可提供作為政府推動各都會區軌道運輸系統之參考。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

美加都會區大眾軌道運輸系統建設考察報告

目 錄

壹、前言	1
貳、考察目的	2
參、考察行程	3
肆、考察內容與心得	4
4.1 加州洛杉磯大眾運輸局 (LA MRT)	4
4.2 加州舊金山大眾捷運路網 (SF Transit Network)	14
4.3 加州聖荷西市輕軌系統 (San Jose LRT)	28
4.4 加拿大溫哥華高架軌道運輸系統 (Vancouver Sky Train)	32
伍、考察心得與建議	39
5.1 心得	39
5.2 建議	40

壹、前言

台灣地區人口多集中於都市，近年來，隨著國民所得成長，私人運具如小汽車、機車快速成長，都市交通問題日益嚴重。就台灣地區地狹人稠之特性，應具備發展都市大眾運輸之環境，其中軌道運輸系統具備大量、安全、快速、準點等旅運特性，向為發展大眾運輸所必備的優勢運具。台北都會區捷運系統之推動對於都市交通問題之解決成效顯著，因此，其路網之延伸計畫普受政府及民眾支持，仍持續推動中。

台灣地區台北、桃園、新竹、台中、嘉義、台南、高雄等都會區亦積極籌劃捷運或輕軌系統建設，其中除台北、高雄都會區外，皆由本局統籌規劃。惟囿於政府財政預算有限，加上軌道運輸系統之投資金額龐大、回收期長等因素，全面各都會區軌道系統計畫推動不易，目前本局係分採擇定優先路線、個別推動的策略積極辦理中

綜觀世界各國於發展都市軌道運輸系統，亦面臨政府預算資源分配等問題，各國為持續交通基礎建設，近年來多致力朝向以興建成本低、施工快速、營運彈性大及能源節省等，發展捷運、輕軌、公車捷運等大眾運輸系統。其中美、加等國對於發展都市軌道運輸系統具豐富實務經驗，因此，本次特擇具代表性之都會區進行軌道運輸系統之考察，期能廣為吸收並充份瞭解前述都會區軌道運輸系統的發展實務經驗與先進技術，俾供本局推動各都會區軌道運輸系統之參考。

貳、考察目的

美加兩國由於工商業開發較早，經濟資源豐厚，國民生活範圍廣闊，汽車持有率高，客運以公路及航空為主，軌道運輸僅居於次要地位，傳統的鐵路系統多用於大宗貨物的長程運輸。目前美國東北走廊（紐約至波士頓）正進行鐵路高速化計畫，加州及德州則推動高鐵計畫多年。在捷運系統方面，紐約、芝加哥、渥太華等大城市已興建地鐵，洛杉磯、舊金山與溫哥華等地捷運發展較遲，且多沿原有的鐵路路線改建，或由公車專用道發展，培養客源，待運量提昇到一定程度後，再改建為輕軌或捷運路線。

為推動台灣南北高速鐵路、中正國際機場聯外軌道運輸系統及各都會區捷運系統建設之需要，本次行程原陳報交通部奉准於九十二年五月赴美國洛杉磯橘郡參加美國高速陸路運輸協會 2003 年第二十屆年度研討會，並於會後參訪美加兩國捷運系統建設；嗣因局務繁重及 SARS 疫情影響，取消出席參加前揭高速陸路運輸協會年會，參訪行程則改期。九十二年七月國內外 SARS 疫情趨緩，乃再次報部奉准，於立法院休會期間恢復考察行程。

本次考察的重點在美加兩國國際機場之聯外軌道運輸系統、都會區捷運、輕軌運輸系統、以及公車捷運系統之推動情形。藉由考察瞭解洛杉磯、舊金山、聖荷西與溫哥華等地大眾運輸系統的興建及營運經驗，可作為國內後續推動都會區捷運、輕軌系統及公車捷運建設之參考。

參、考察行程

本次考察的對象包括美國加州洛杉磯、舊金山、聖荷西以及加拿大西岸溫哥華等四地的大眾運輸系統，承洛杉磯市大眾運輸局及PBLA (Parsons Brinckerhoff L.A.) 公司等單位協助安排，期間聽取各地大眾運輸系統管理部門及系統設備生產廠商的簡報，參觀各軌道系統營運維修設施並實地試乘，對美加兩國西岸各城市大眾運輸系統的發展背景、系統選定、路線興建過程、營運狀況以及未來發展計畫等獲得整體性的瞭解，考察行程如表一。

表一、考察行程

日期	參訪項目/單位	駐留城市
08/14(四)	22:40自中正國際機場啟程，美西時間20:05抵達洛杉磯	機上
08/15(五)	上午：洛杉磯都會區大眾運輸系統及Metrolink通勤鐵路系統簡介 (PBLA) 下午：洛杉磯大眾運輸局簡報及參訪聯合車站	洛杉磯
08/16(六) 08/17(日)	例假日	洛杉磯
08/18(一)	上午：搭乘洛杉磯捷運藍線/參訪洛杉磯大眾運輸局行車控制中心/搭乘捷運紅線至好萊塢Vine車站 下午：搭機赴舊金山，參訪舊金山機場人員運輸系統AirTrain維修工廠及試乘	舊金山
08/19(二)	上午：舊金山西北地區輕軌系統及灣區快鐵系統 (BART) 簡介/參訪Millbrae車站 下午：轉赴聖荷西，參訪VTA輕軌系統	舊金山
08/20(三)	上午：參訪灣區快鐵系統 (BART) 下午：搭機轉赴溫哥華	溫哥華
08/21(四)	上午：Bombardier公司專題報告 下午：參訪Sky Train系統及試乘、參訪營運維修中心	溫哥華
08/22(五)	參訪溫哥華B線快速公車系統	溫哥華
08/23(六) 08/24(日) 08/25(一)	例假日	溫哥華
08/26(二)	12:00自溫哥華啟程	機上
08/27(三)	15:00返抵中正國際機場	

肆、考察內容與心得

4.1 加州洛杉磯大眾運輸局 (LA MRT)

考察時間：92 年 8 月 14 至 18 日

陪同考察人員：

- ◆ 洛杉磯大眾運輸局：工程及營建部門經理 Dennis Mori、運輸計畫部門經理 Luke Cheng、SCADA (電力遙控及資訊蒐集) 系統監督工程師、SCADA 系統資深工程師
- ◆ Parsons Brinckerhoff L.A. 公司：南加州地區總裁 Simon Zweighaft、資深副總裁 K.N.Murthy、副總裁 Carl F.Enson

一、考察內容

洛杉磯大眾運輸局目前營運中的捷運路線有四條，路線詳圖一所示，分別摘述如后：

- ◆ 紅線 (RED line)：路線長 17.4 英哩，設 16 座車站
- ◆ 藍線 (BLUE Line)：路線長 22 英哩，設 22 座車站
- ◆ 綠線 (GREEN Line)：路線長 20 英哩，設 14 座車站
- ◆ 金線 (GOLD Pasadena Line)：路線長 13.7 英哩，設 13 座車站

捷運紅線採鋼軌鋼輪式重軌系統，是洛杉磯捷運路網的骨幹，路線自市中心的聯合車站至 North Hollywood，並設支線銜接 mid-Wilshire 區、好萊塢大道及環球影城，大部分路線在地下穿越，

為洛杉磯人口最密集的區域提供高速服務。紅線自 1993 年 1 月至 2000 年 6 月分三階段建造，總建設經費達 56 億美元。第一段自聯合車站（Union Station）至 Westlake/MacArthur Park，長約 4.4 英里，共設五站，於 1993 年 1 月通車；第二段自 Westlake/MacArthur Park 至 Hollywood/Vine，長約 6.7 英里，共設八站，於 1996 年 7 月及 1999 年 6 月分兩階段通車；第三段自 Hollywood/Vine 至 North Hollywood，長約 6.3 英里，共設三站，已於 2000 年 6 月通車。

紅線採 750V 直流第三軌供電，車輛由義大利 Breda 廠生產製造，以兩輛車為一組，可配合尖離峰時段，以二、四、六輛車編組營運，現有 108 輛車，每輛價值 150 萬美元。車廂設 59 個座位，最大容量 169 人（含座位、站位及一個輪椅位置）。車重 82000 磅（41 公噸），軸重 10.5 公噸，最高行車時速 70 英里，加速度每秒 3 英里。

除紅線外，其餘各線均屬輕軌系統，採平面或高架路線。藍線與金線係沿用舊有的鐵路路線，藍線從洛杉磯市區到長堤（Long Beach）；金線從聯合車站至帕莎迪納（Pasadena），於今(2003)年 7 月 26 日甫通車營運；綠線係沿既有高速公路網之中央分隔帶佈設，從 Norwalk 到 Redondo Beach，可能再延伸至洛杉磯國際機場。

聯合車站係 30 年代末期興建之鐵路總站，目前是國有鐵路、通勤鐵路、捷運紅線及金線的總站，也是大眾運輸局總部之所在；未來連接舊金山、洛杉磯與聖地牙哥的加州高速鐵路也將在此設站。

洛杉磯捷運路網各路線依開放式概念興建，子系統按既定規範各自獨立設計製造。紅線採第三軌供電，其餘三線輕軌系統與傳統電化鐵路一樣採高架電車線（OCS）供電。各路線均採自動行車控制系統，

[illegible]

- 6 -

紅線重軌系統的車輛由義大利 Breda 公司生產；藍線與綠線的輕軌車輛由日本的日本車輛公司（Nippon Sharyo）製造；金線的輕軌車輛則由德國 Siemens Transport 公司在本地生產，未來可用於所有輕軌路線。輕軌路線有兩處路段坡度超過 6%，但長度均少於 0.25 英哩。

在驗票方面，洛杉磯大眾運輸局採榮譽制度，不設自動驗票系統。旅客應購票乘車，但站內未設驗票閘門，由大眾運輸局警察定期隨車抽查，未購票乘車者須繳罰金，票種很單純，只有單程票及來回票（兩小時以內）兩種。

四條捷運路線共同的行控中心設在 Imperial 高速公路 200 號，位於金線與綠線交會點附近。紅線依傳統地鐵路網營運邏輯運轉，其餘三線輕軌系統則依鐵路營運邏輯運轉，平面路段的交叉口另裝設監控系統以保障安全。

二、考察心得：

在路網規劃方面，除綠線與金線部分路段外，大部分輕軌路線均沿原有之鐵路路線佈設，可大幅減輕用地取得成本，營運時對環境的衝擊程度也可降至最低。

紅線的建設費用來自聯邦預算以及加州與地方政府公債；其餘三條輕軌系統的建設費用則來自加州與地方政府公債。

紅線系統可配合實際運量需求，採 2 車、4 車或 6 車運轉；其餘三條輕軌系統則採 2 車或 4 車運轉，列車編組調度非常靈活。

捷運快速公車營運（Metro Rapid Bus Operation）與台北市現有的

公車專用道構想相似，某些路線在尖峰時段限捷運公車使用。此外公車專用道配合交通號誌管理系統提供快速公車優先路權，可大幅縮短行車時間，不僅吸引旅客改乘大眾運輸系統，也能有效改善沿線的交通狀況。

綠線輕軌路線現已計畫延伸至洛杉磯國際機場，以便於旅客進出，但是否沿用同一系統則尚未決定。

洛杉磯大眾運輸局正審慎考量以設計帶建造方式（design build approach）辦理金線東端的輕軌延伸計畫。

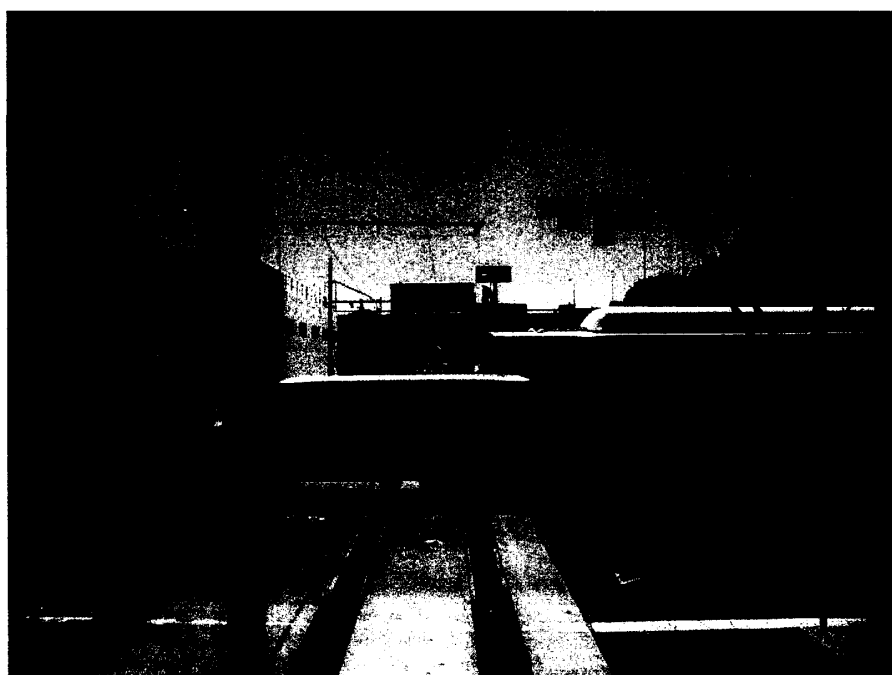
三、參訪圖記



聯合車站—國有鐵路、通勤鐵路、捷運紅線及金線的總站



洛杉磯捷運路網藍線



洛杉磯捷運路網藍線



洛杉磯捷運路網金線



洛杉磯捷運路網金線



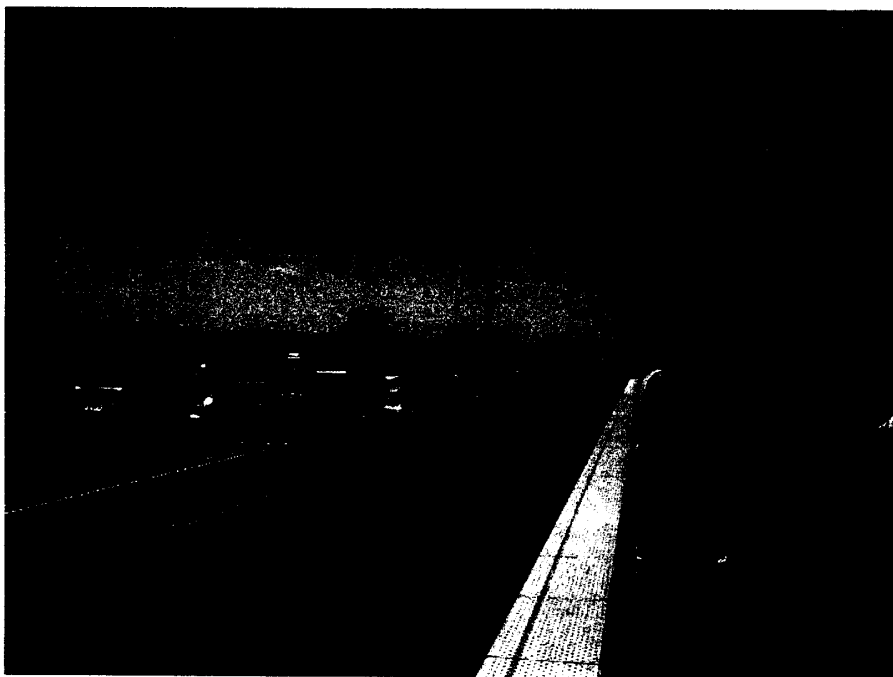
洛杉磯捷運路網金線



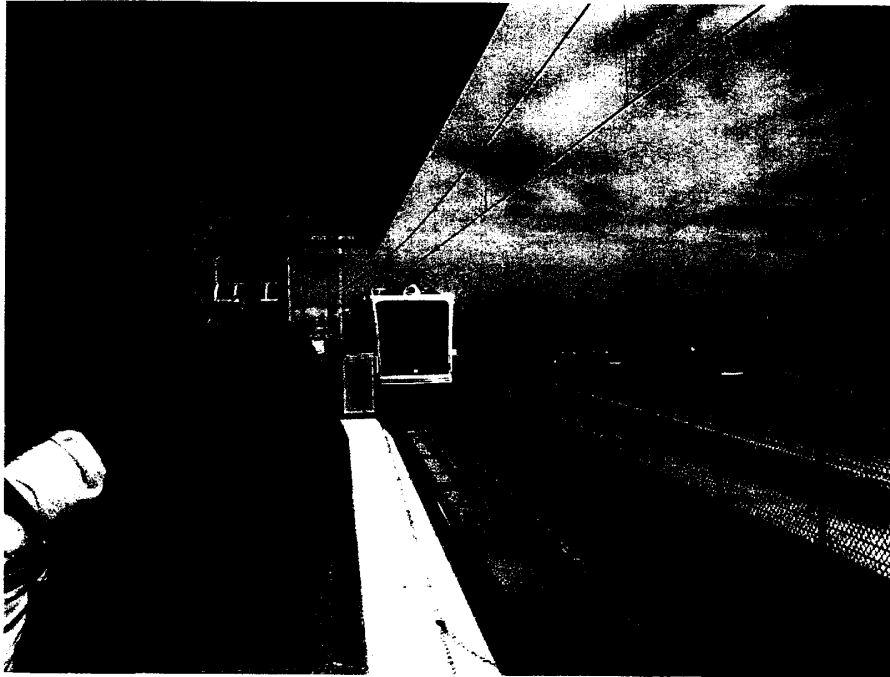
洛杉磯捷運路網金線



洛杉磯捷運路網金線



洛杉磯捷運路網綠線



洛杉磯捷運路網綠線



洛杉磯捷運路網綠線

4.2 加州舊金山大眾捷運路網 (SF Transit Network)

考察時間：92 年 8 月 19 至 20 日

陪同考察人員：

- ◆ 灣區快鐵管理局：西灣區延伸線執行經理 James R. Van Epps，營運部門經理 Randall Franklin，營運管理師 Felix A. Marten Jr.
- ◆ Parsons Brinckerhoff L.A.公司：北加州地區總裁 Bill Smith，資深副總裁 Ashok K. Kothari，副總裁 Eric Scotson，副總裁 Randy N. Alshuler
- ◆ Bombardier 公司：西部地區總經理 Andy Robbins，機場人員運輸系統 Lee Layport

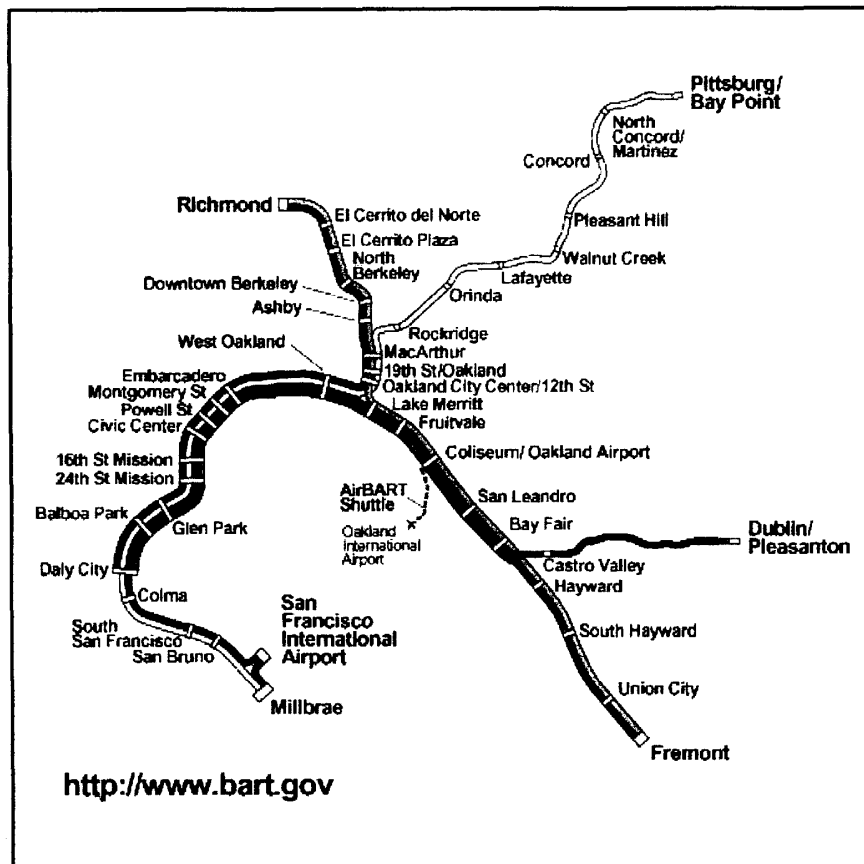
一、考察內容

舊金山大眾運輸路網包括 BART (灣區快鐵) 重軌系統及 MUNI (市區鐵路) 輕軌系統兩項主要路網。BART 系統分三階段建造，1972 年完成初期路網四線，1989 年起繼續進行三段短路線延伸計畫，並分別於 1996 年及 1997 年通車，舊金山機場延伸計畫則剛於 2003 年完成，將路線延伸至 Millbrae，這也是灣區唯一銜接 BART 系統與加州鐵路路網的車站。

BART 初期路網有四條路線，路線詳如圖二所示，其中紅線從 Daly city 至 Richmond，綠線從 Daly city 至 Fremont，橘線從 Richmond 至 Fremont，黃線從 Daly city 至 Walnut Creek。四條路線全長 71 英哩，

共設置 34 座車站。

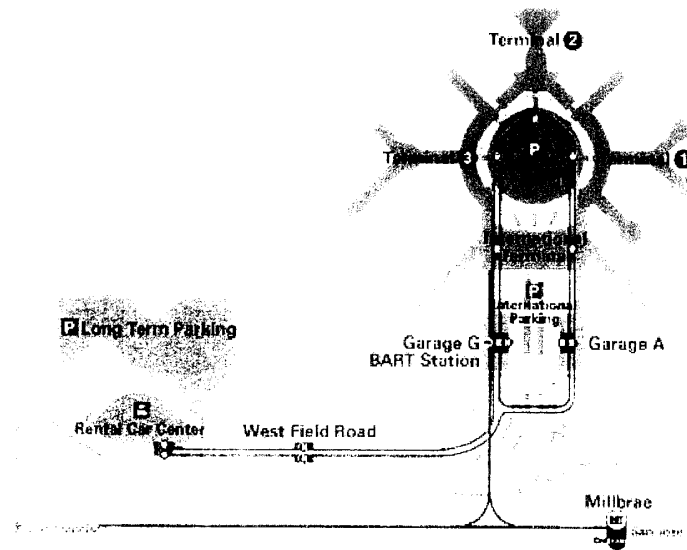
1989 年 BART 展開第一次延伸，即從 Walnut Creek 延伸至 Pittsburg，從 Bay Fair 至 Dublin/Pleasanton，以及自 Daly city 至 Colma 三段路線延伸計畫，延伸路線長度為 23.9 英哩，共增設 5 座車站。核心系統設施也隨著路線延伸而更新。



圖二 舊金山灣區捷運路網圖

舊金山機場延伸計畫（路線詳如圖三）於 1996 年獲准進行，將舊金山半島上的 BART 系統從 Colma 向南延伸至 Millbrae，中間設南舊金山、San Bruno 與舊金山機場三站，使 BART 系統得以銜接國際

機場與加州鐵路路網。Colma 至 San Bruno 之間為地下段，自 San Bruno 以南為高架段，並設一 Y 字形分岔，可向東進入國際機場，或向南直達 Millbrae，而自 Millbrae 車站發車也可直接進入國際機場。惟目前尚未完成銜接，暫以公車接駁。



圖三 舊金山機場 AirTrain

舊金山機場延伸線建設經費為 15 億美元，採設計兼建造的 Turnkey 方式發包，路線全長 8.7 英哩（地下段 6.1 英里、高架段 1.2 英里、爬坡路段 1.4 英里），共設 4 座車站。採鋼軌鋼輪重軌系統，1000V 直流第三軌供電。機場延伸線計畫係沿用 BART 系統車輛，並未增購；車廂設 72 個座位，最高時速 80 英里，平均時速 33 英里（含每站停車時間 20 秒鐘），加減速度為每秒 3 英里。機場延伸線已於 2003 年 6 月完工營運，系統設計運能為每天可載運 7 萬人次。

舊金山機場的 AirTrain 屬於全自動人員運輸系統（automated

people mover system,APM)，採用 38 輛加拿大 Bombardier 公司生產的 CX100 無人駕駛車輛，自 2003 年 3 月起開始營運。全線採高架路線，全長 10 公里，設 9 座車站，其中 5 站位於國內線或國際線航站，提供旅客在國內航站、國際航站、與停車場與租車中心間的轉運服務，並與 BART 系統機場延伸線在國際航站外的 Garage G 車站藉雙層月台銜接。Bombardier 公司負責 AirTrain 所有機電系統的設計、供應、系統整合、安裝、測試及啟用，也負責 AirTrain 系統前三年的營運維修，舊金山機場管理部門並保留再延長一年 Bombardier 公司營運維修服務的選擇權。

AirTrain 系統使用膠輪，採 Bombardier Transport 公司發展的彈性閉塞區間（Flexiblok）概念作行車控制，讓列車運轉更具彈性以滿足尖峰時段的營運需求。AirTrain 營運初期以 2 車編組運轉，終期將以 3 車編組運轉。Flexiblok 採以最新的無線電自動行車控制技術為列車與道旁 ATC 設備作雙向資訊傳輸，道旁 ATC 設備週期性向列車發出指令及控制資訊，並接受列車的反應資訊，以有效控制列車運轉。

MUNI 輕軌系統路網包括 MUNI 地鐵線、纜車線及公車線。MUNI 地鐵線包括沿市場街至 West Portal 的長距離地下路段以及四段小坡度的平面路段，連接鑽石山、日落大道與 Ingleside districts。MUNI 纜車線以服務市區的觀光客為主；MUNI 公車線則係結合 Golden Gate Transit 巴士線及 Sam Trans 巴士線的公車路線。

二、考察心得

BART 機場延伸線係以設計帶施工的方式發包（Design Build approach）。在北美地區，政府部門以設計帶施工方式發包公共建設還

是新的嚐試。本計畫總經費共 15 億美元，因採設計帶施工方式發包，聯邦政府提供 7.5 億美元補助。

BART 機場延伸線採設計帶施工方式發包的目的不在大幅節省時間或成本，而在盡量減少介面問題以降低計畫風險。核心系統標應早於或與土建標同時招標，以儘可能減少設計變更。

舊金山機場為消除 AirTrain 建造與營運期間與機場單位的介面問題，特別要求其建造與營運範圍都必須在機場所劃定的安全管制範圍之外，以降低安全顧慮。

坡度對輕軌系統而言並非難以克服的問題。美國西北地區的輕軌系統中，鹽湖城路網長 30 公里，其中通往奧林匹克運動場路線有 1.5 公里為坡度 6 的% 爬坡路段；波特蘭輕軌路網長 60 公里，其中通往機場路線有 1.6 公里為坡度 7% 的爬坡路段；沙加緬度市輕軌路網長 50 公里，其中通往機場路線有坡度 6% 的爬坡路段；三者均採用傳統車輛系統技術，通車至今並未造成任何運轉問題。

舊金山 MUNI 地鐵線可在地下（無人駕駛）或地面行駛（有駕駛員），在平面路段採用 OCS 系統供電。

三、參訪圖記



舊金山 Millbrae 車站（區域鐵路(Caltrain)與灣區捷運 BART 交會站）



舊金山 Millbrae 車站



舊金山 Millbrae 車站



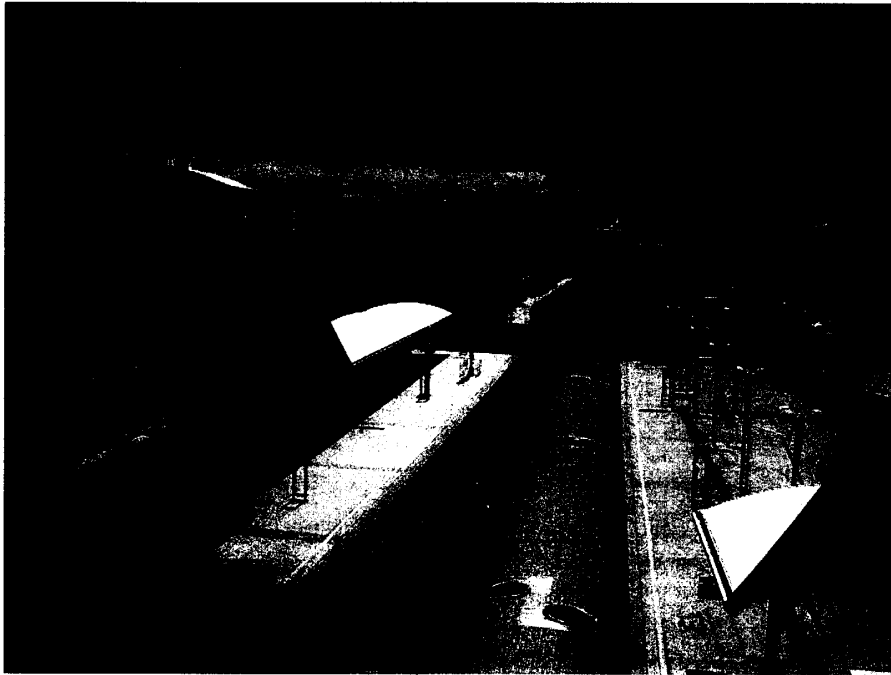
舊金山 Millbrae 車站



舊金山 Millbrae 車站



舊金山 Millbrae 車站



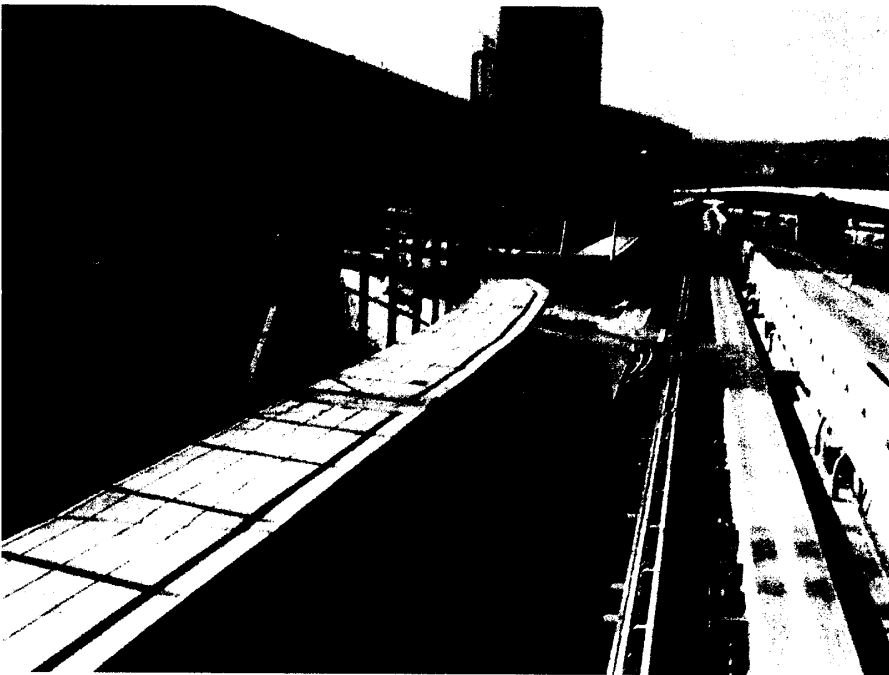
舊金山 Millbrae 車站



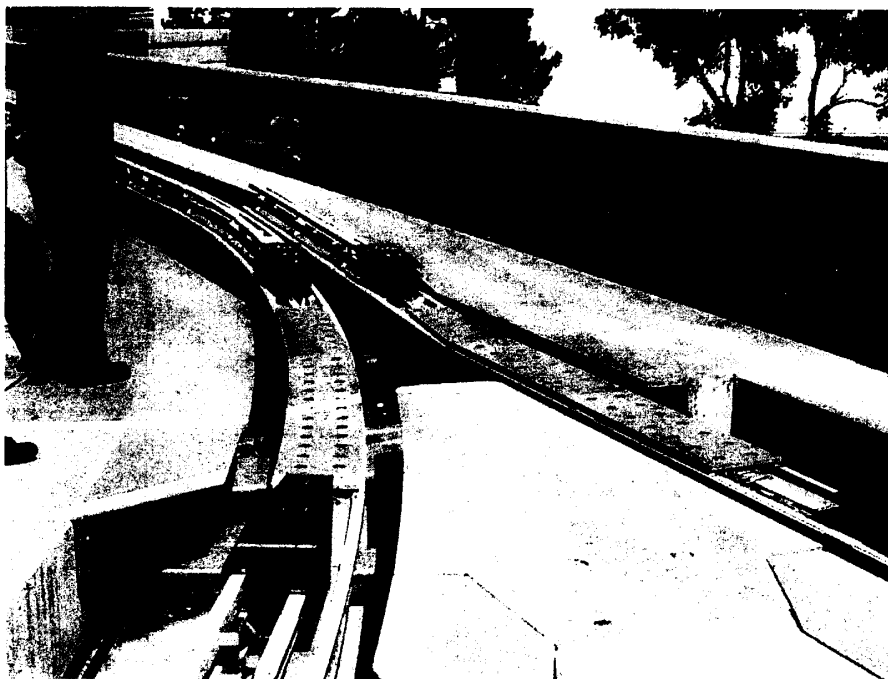
舊金山區域鐵路(Caltrain)



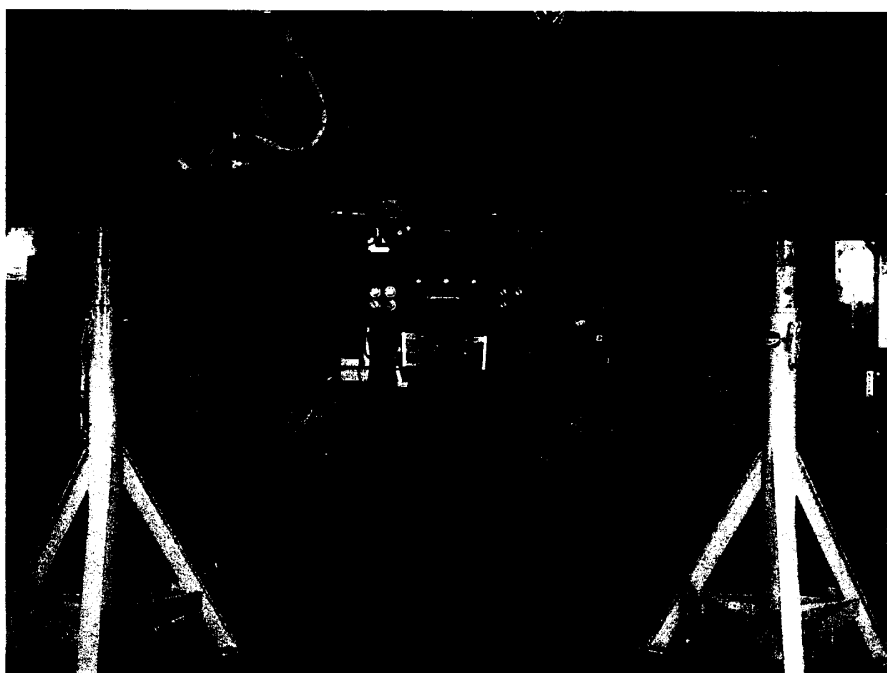
舊金山 BART 機場線



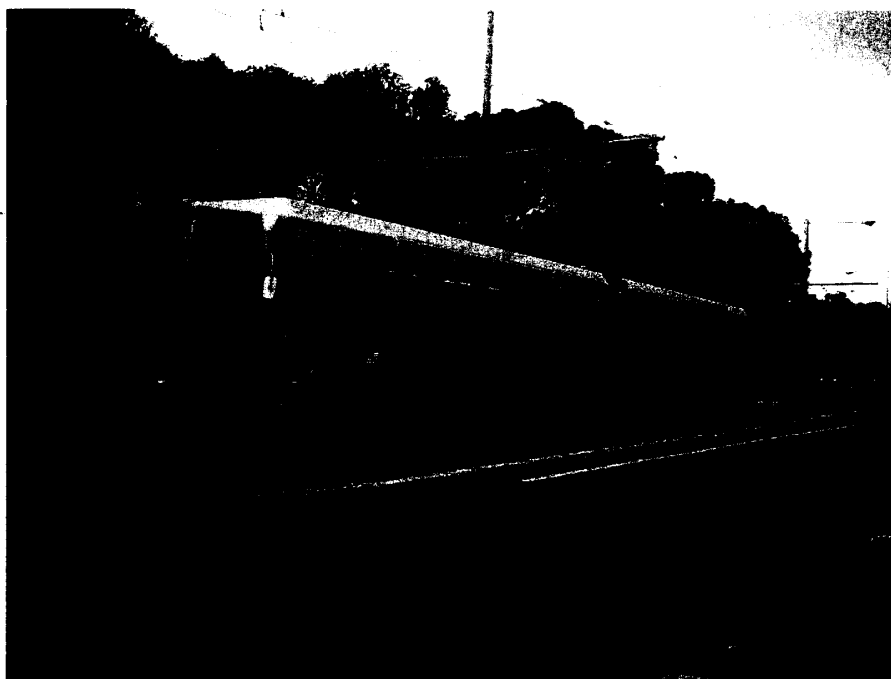
舊金山 BART 機場線



舊金山 BART 機場線



舊金山 BART 機場線



舊金山 MUNI 輕軌系統



舊金山 MUNI 輕軌系統



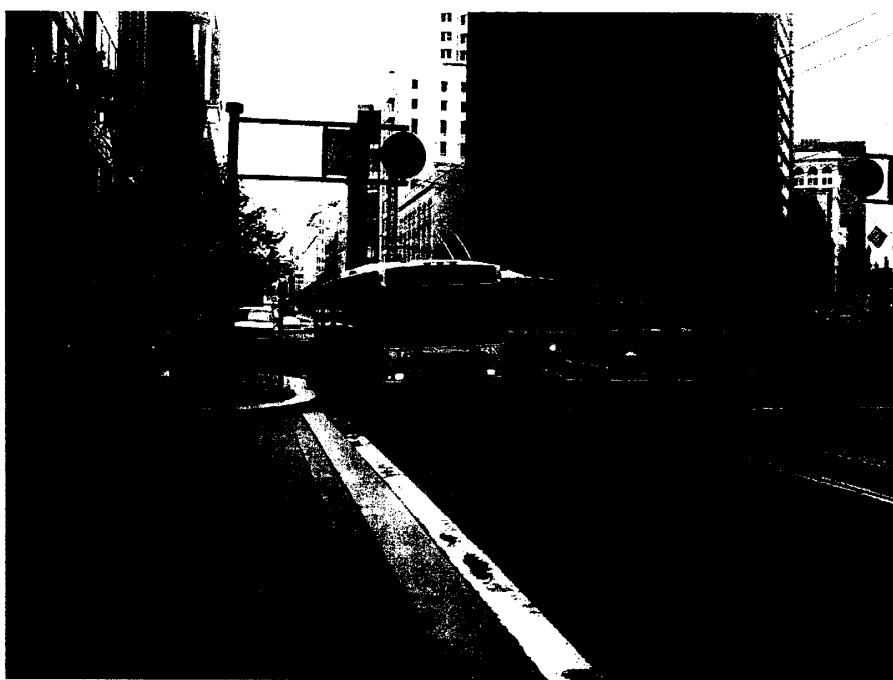
舊金山 Mini Bus 公車捷運系統



舊金山 Mini Bus 公車捷運系統



舊金山 Mini Bus 公車捷運系統



舊金山 Mini Bus 公車捷運系統

4.3 加州聖荷西市輕軌系統 (San Jose LRT)

考察時間：92 年 8 月 19 至 20 日

陪同考察人員：

◆ Parsons Brinckerhoff L.A.公司：營運經理 Juan E. Duran

一、考察內容

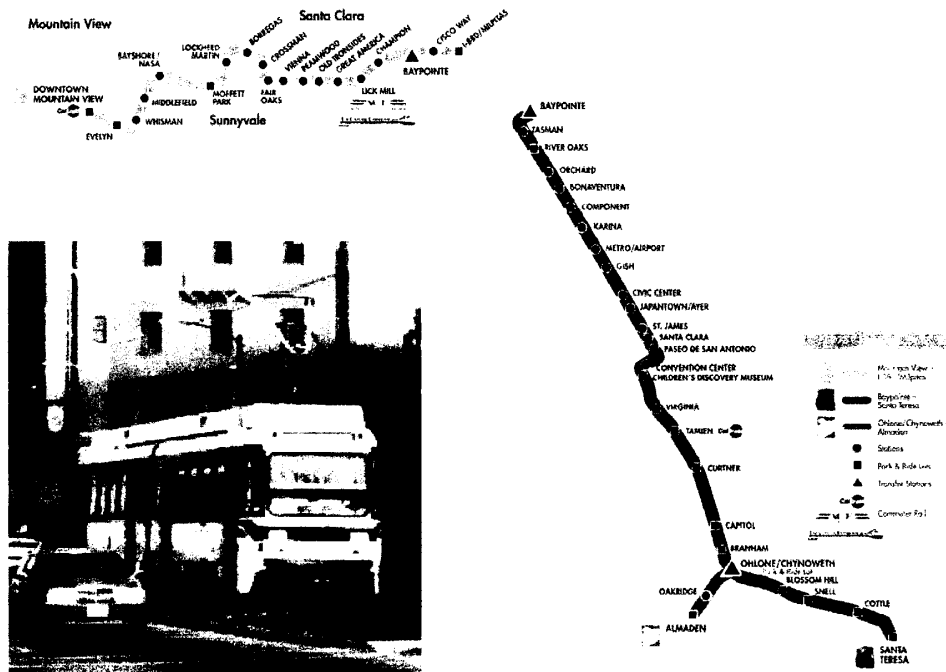
聖荷西市輕軌系統現由 Santa Clara Valley Transportation Authority (VTA) 負責營運。路線全長 30.5 英哩，自南聖荷西穿越市區到聖荷西、Santa Clara、Mountain View 及 Sunnyvale。每天 24 小時營運，大部分時間都是每 15 分鐘發一班車，週間每日運量達 22000 人次。現有兩項延伸計畫，Tasman 計畫延伸路線長 12.4 英哩，因資金問題將採分段興建。Vasona 輕軌計畫延伸路線長 6.8 英哩。

Tasman 輕軌延伸計畫總建設經費約 2.87 億美元，分兩階段進行：

第一階段從北一街至 I-880 公路，長 1.9 英哩，路線設於 Tasman 車道中央分隔帶上，設 Baypointe、Cisco Way、I-880/Milpitas 等站，已於 1999 年完工。

第二階段從 I-880 公路至 Hostetter，長 2.9 英里，路線設於 Capital 大道中央分隔帶上，設 Great Mall/Main、Montague、Cropley 與 Hostetter 等站，部分高架路段預計 2004 年夏季完工。

Vasona 輕軌延伸計畫亦分階段進行：



圖四 聖荷西市輕軌路線圖

第一階段從聖荷西市區至 Campbell 的 Winchester 車站，長 5.3 英哩，設置 San Fernando、San Jose Diridon、Race、Fruitdale、Bascom、Hamilton、Downtown Campbell 與 Winchester 等八站，2001 年 3 月開工，預計 2006 年完工，建設經費約 3.2 億美元，預估每日運量為 9000 人次。

第二階段自 Winchester 至 Los Gatos 的 Vasona Junction，長 1.5 英哩，設置 Hacienda 與 Vasona Junction 兩站，建設經費約 5900 萬美元，興建期程則視資金籌措狀況而定。

輕軌系統採 OCS 供電，車上有乘務員負責駕駛。

二、考察心得：

聖荷西市輕軌系統大部分路線均屬平面路段，與洛杉磯捷運藍線一樣須面對複雜的地面交通網路。輕軌系統擁有行車優先權，可以縮短行車時間並吸引更多旅客，目前每日運量已達 25000 人次。

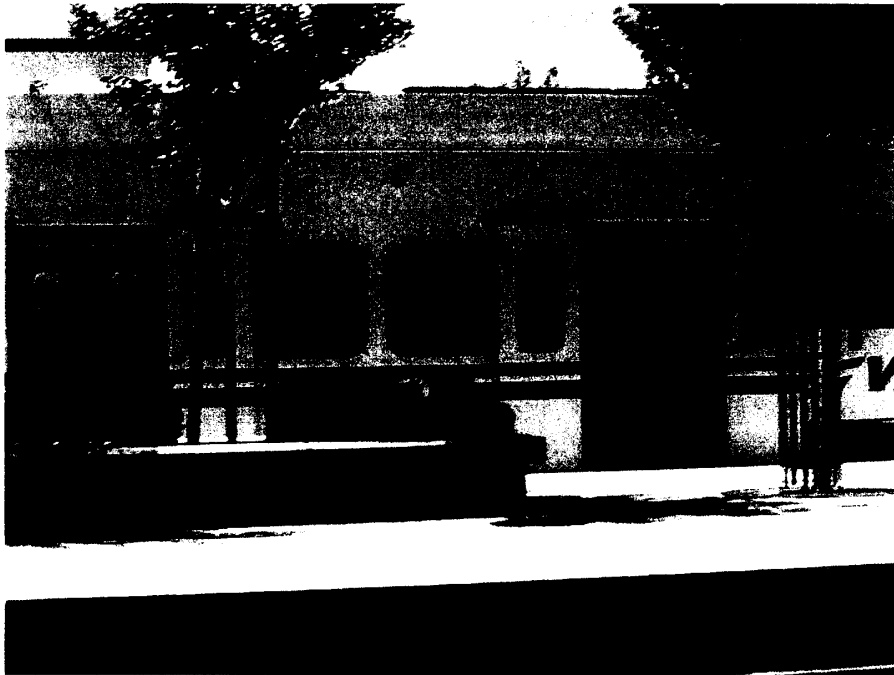
聖荷西市輕軌系統設計建造在主要道路的中央，與洛杉磯大眾運輸路網不同。

聖荷西市輕軌系統採用新的 OCS 供電設計概念，部分路段採單一電力線供電設計，以避免市區街道上空的電力線雜亂無章，破壞景觀。

三、參訪圖記



聖荷西市輕軌系統



聖荷西市輕軌系統



聖荷西市輕軌系統

4.4 加拿大溫哥華高架軌道運輸系統 (Vancouver SkyTrain)

考察時間：92 年 8 月 21 至 22 日

陪同考察人員：

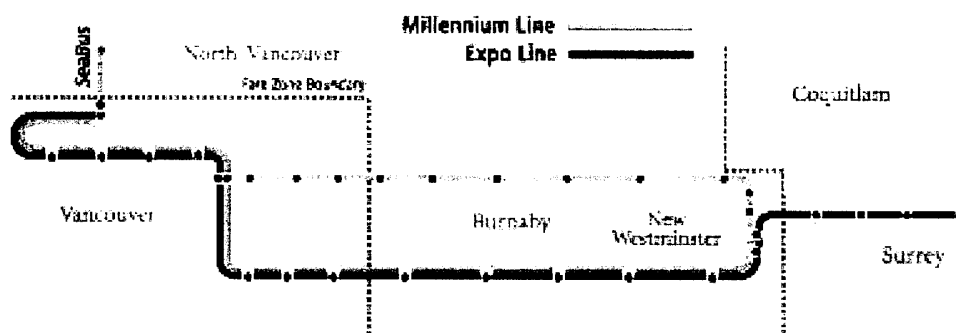
- ◆ Sky Train 與西海岸快車公司：總裁兼總經理 Doug Kelsey
- ◆ 溫哥華機場輕軌系統計畫：技術部門經理 Raymond Louie
- ◆ 溫哥華國際機場：經理 John Lenahan
- ◆ Trans Link 公司：公關經理 Bill Knight
- ◆ Bombardier 公司：顧問 Herb Goldman，計畫經理 Sarah Clark

一、考察內容

溫哥華 Sky Train 高架軌道運輸路網含博覽會藍線 (Expo Blue line) 及千禧黃線 (Millennium Yellow line) 兩條主要路線，服務溫哥華、Surrey、Burnaby 及英屬哥倫比亞的 New Westminster 等四個自治區，路線詳如圖五。

博覽會藍線路線從溫哥華市中心至至 Surrey，全長 29 公里（高架段佔 81%，隧道佔 8%；路線最大坡度 6.25%），設 20 座車站（包括 14 座高架車站，2 座地下車站，4 座平面車站）。1982 年 5 月以 Turnkey 方式發包，Bombardier 公司負責計畫管理、路線、場站及行控設施的設計施工、機電設備的設計、供應、安裝、系統整合、測試、啟用，以及人員訓練。採用 MK 1 式車輛。因缺乏營運維修經驗

及人力，1986 年 1 月系統完工通車時，Trans Link（負責英屬哥倫比亞境內所有大眾運輸路網的營運）要求核心系統供應商 Bombardier 公司提供前四年的營運及維修服務，之後原營運維修團隊則移轉到 Trans Link，繼續提供服務。



圖五 溫哥華 SkyTrain 路線圖

千禧延伸線係在原有 Sky Train 路線的 Commercial 車站與 Columbia 車站間增建長 20 公里的雙軌（dual track route）路線，在 Burnaby 與 Westminster 區域構成一環狀線，中間設 11 站，增購 60 輛 Bombardier 公司生產的 ART MK2 車輛，已於 2002 年 8 月通車營運，興建工期僅 33 個月（較原計畫提前 10 週）。原有的 150 輛 MK 1 型車輛及新的 MK 2 型車輛均可在環狀線上行駛，採無人駕駛，以移動式閉塞區間概念作行車控制。供電系統採 600V 直流第四軌供電，以直流線性感應馬達驅動車輛。千禧延伸線完工後，總長 49 公里的 Sky Train 已是全世界最長的無人駕駛輕軌運輸系統。未來還可能從 Commercial 車站沿 Broadway 街向西延伸，以及從 Lougheed 車站延伸至 Coquitlam Centre。

B 線公車與洛杉磯捷運快速公車類似，在選定的路線上供快速公車營運，市府正考慮待 B 線公車運量達到某個程度後，沿 B 線公車

路線改建為輕軌系統。

Sky Train 正規劃從溫哥華延長至 Richmond，支線延伸到溫哥華機場航站，路線延長 19.5 公里，增設 19 座車站。延伸案將採設計兼施工方式招標，並外包營運。本計畫政府出資部分由中央政府、自治省、Trans Link 及溫哥華機場提供，由負責設計建造的集團研提財務規劃。招標以系統性能規範為基礎，且不排除原先的 Sky Train 系統，但民間機構可提出替代方案以降低成本。

二、考察心得：

Trans Link 負責所有大眾運輸系統的營運，包括 B 線公車、Sky Train 路網以及 VIA 鐵路通勤列車，可對溫哥華及其鄰近城鎮提供整體性的運輸服務。

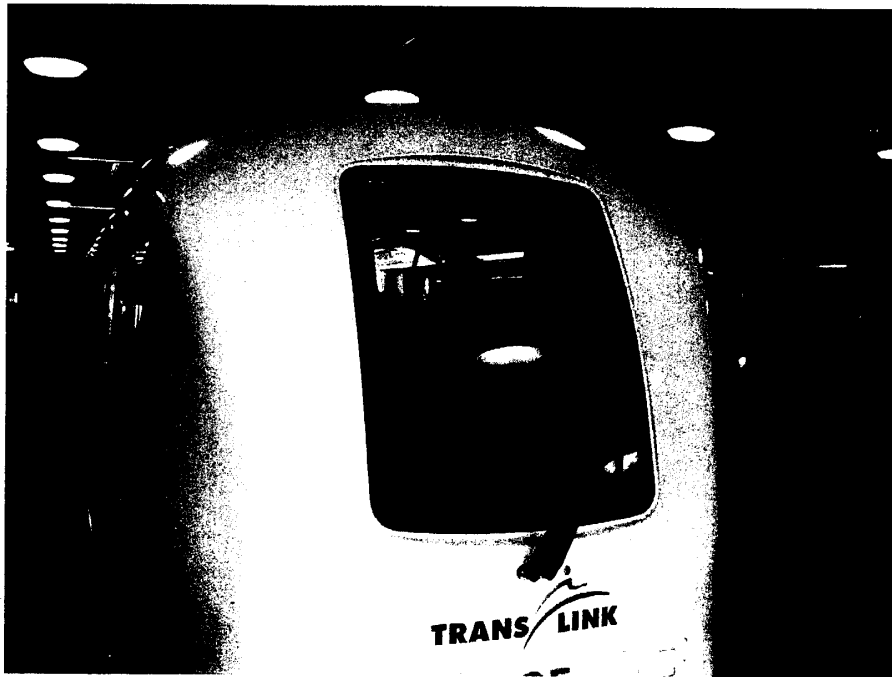
Sky Train 現有營運路線中，有 1.5 公里長在 6.25% 的坡度行駛，尚無任何困難。

Sky Train 通車初期因缺乏營運經驗，Trans Link 要求核心系統供應商提供四年的營運及維修服務，以及四年後將營運維修團隊移轉到 Trans Link 的選擇權。

溫哥華機場支線與舊金山機場的人員運輸系統類似，規劃採高架路線銜接機場各航站。

Sky Train 路網與 VIA 鐵路通勤列車在 Waterfront 車站銜接轉乘，VIA 鐵路每日早晚尖峰時段發車提供通勤服務。

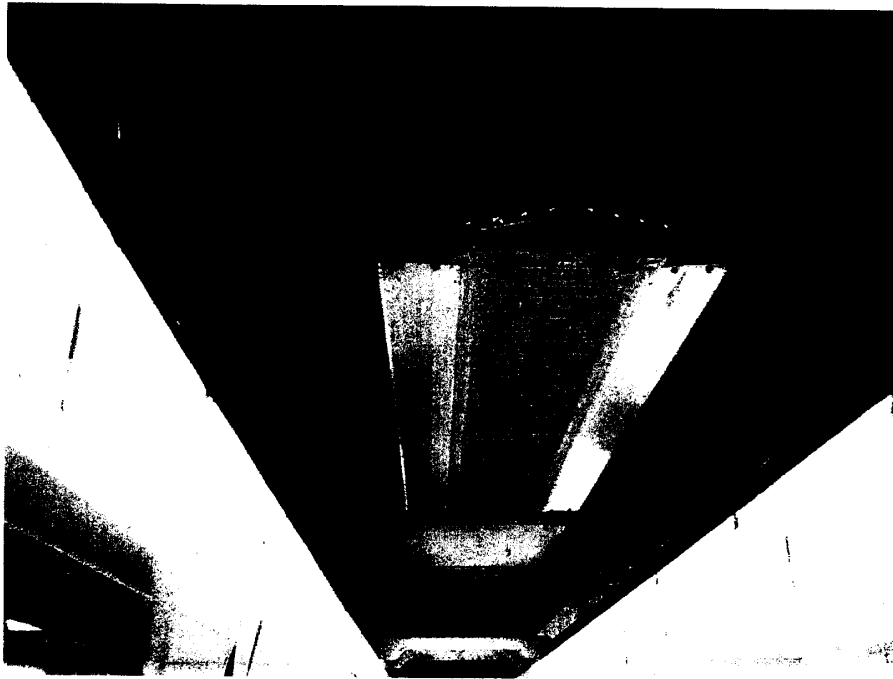
三、參訪圖記



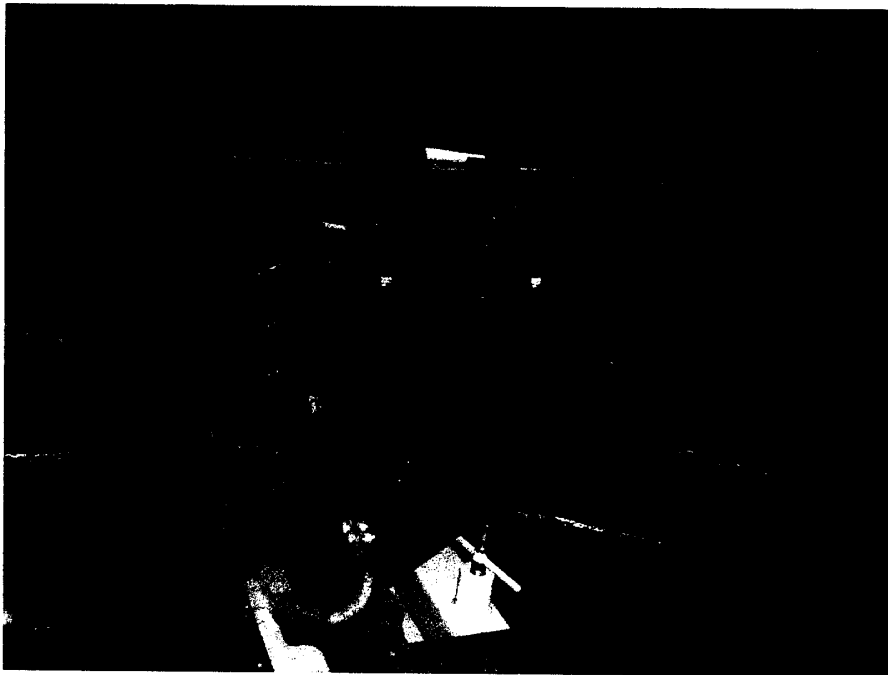
溫哥華 SkyTrain



溫哥華 SkyTrain



溫哥華 SkyTrain



溫哥華 SkyTrain



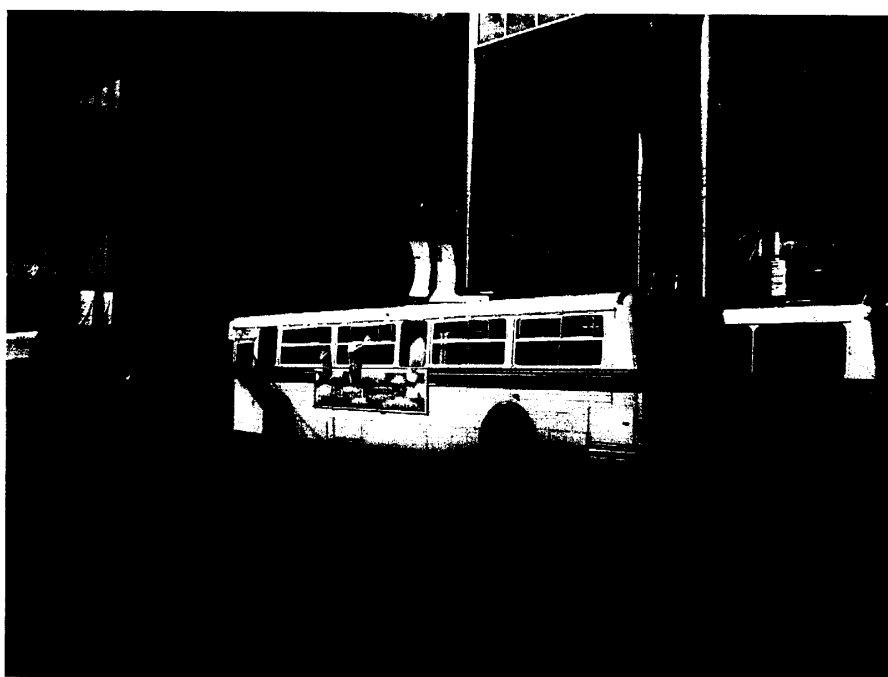
溫哥華 SkyTrain



溫哥華 SkyTrain



溫哥華 SkyTrain



溫哥華公車捷運系統

伍、考察心得與建議

5.1 心得

1. 洛杉磯都會區運輸管理當局(MTA)致力建立完整的大眾運輸系統路網，除紅、藍、綠、金線計四條共 73.1 英哩外，並陸續推動延伸計畫，並與洛杉磯市交通局合作，推動公車捷運計畫銜接捷運車站，使該都會區之大眾運輸路網功能層次將如「高速公路→快速道路→省、縣道→市區道路」公路路網一般，漸趨完備。
2. 舊金山大眾運輸路網包括 BART（灣區快鐵）重軌系統及 MUNI（市區鐵路）輕軌系統兩項主要路網；MUNI 輕軌系統路網包括 MUNI 地鐵線、纜車線及公車線。另舊金山機場延伸計畫則剛於 2003 年完成，未來將銜接 BART 系統與加州鐵路路網，以提供舊金山國際機場便捷之軌道運輸。
3. 聖荷西市輕軌捷運系統於 1991 年全面通車營運，並陸續推動延伸計畫，以擴大服務範圍。
4. 溫哥華 SkyTrain 為全世界最長的無人駕駛輕軌運輸系統，與其他都會區一樣，持續推動延伸計畫。
5. 為達到更有效的資源分配，溫哥華運輸當局並致力推動公車捷運路網，其中 98 號路線銜接國際機場，除於市中心區有 2.5 公里之專用道外，並發展智慧型運輸系統進行自動車輛定位偵測及即時行車資訊，提高公車捷運之營運效率及利用率。

5.2 建議

1. 目前台灣都會區大眾運輸系統的建設發展，多呈現由「公車系統」直接推展到「捷運系統」的跳躍式發展模式與思維。惟捷運建設因囿於政府財源、市場規模不足、系統供給門檻較高等困難而不易推動。經考察美加地區大眾運輸系統發現，重軌捷運系統並非都會區軌道運輸系統之惟一選擇，輕軌運輸系統及公車捷運系統為介於公車及重軌捷運系統間，可兼具二者功能，並亦可達到快速、可靠、準點等一般軌道系統競爭優勢，其系統運能並可有3,000~20,000 人次/小時/單向的廣泛彈性，但平均建設成本相對低廉、且具有「混合型態路權」、「小轉彎半徑」、「大爬坡能力」、「開放型簡易車站」等適合於各種都市空間下運轉彈性等優點，應可作為當前台灣地區都市大眾運輸系統發展的借鏡。
2. 國際機場為世界各國進出國家的主要門戶，惟其需地龐大而通常位於主要城市近郊，因此，機場聯外運輸系統完備與否相當重要。本次考察發現，美加主要國際機場原皆以高速公路為主要之聯外運輸系統，因運輸需求成長快速，公路運具之不確定性無法滿足旅客需求，因此，建置銜接主要都市與國際機場之軌道系統為各國發展趨勢。本局推動之台北都會區與中正機場捷運計畫，由於投資成本大，回收期長，運輸本業以外之收益誘因不足，已放棄以民間投資興建方式推動。惟如前所述，中正國際機場為我國與世界各國交流之重要門戶，其聯外軌道運輸系統之推動已刻不容緩，建議政府應納為重要之基礎建設，儘速擬定推動策略。