

出國報告【出國類別：考察】

考察英國鐵路設施及出席台英軌道論壇

服務機關：交通部台灣鐵路管理局

姓名職稱：副處長 呂秋楠

 段長 林景山

派赴國家：英國

出國期間：103年2月22日至103年3月2日

報告日期：103年5月6日

目次

壹、出國考察依據及目的.....	1
貳、考察成員及行程.....	2
參、英國軌道設施考察及出席台英軌道論壇.....	6
1. 倫敦地鐵簡介.....	6
2. 英國重要軌道相關單位拜會.....	11
2.1 拜會英國交通部重點摘錄.....	11
2.2 英國鐵路發展簡介.....	14
2.3 軌道技術學院簡介.....	16
2.4 全生命週期成本概念應用.....	18
3. 英國鐵路工程參訪.....	19
3.1 參觀 Cross Rail 於 Pattington 車站新建工程.....	19
3.2 參訪大東部(Great Easted Rail)鐵路電車線更新.....	21
3.3 參訪 King Cross 及 St Pancras 車站.....	24
3.4 參訪 Heathrow 機場之 PRT 系統.....	25
4. 參訪英國重要軌道技術供應商.....	28
肆、考察心得及建議.....	36
伍、附件.....	45

圖目錄

圖 1.1	倫敦地鐵月台.....	7
圖 1.2	轉乘方向及營運路線圖.....	7
圖 1.3	倫敦大火紀念碑.....	7
圖 1.4	月台上緊急按鈕及資訊點.....	7
圖 1.5	oyster 儲值卡.....	8
圖 1.6	自動售票機.....	8
圖 1.7	專供身障旅客使用驗票閘門.....	8
圖 1.8	自動售票機使用情形.....	8
圖 1.9	倫敦地鐵電扶梯使用情形.....	9
圖 1.10	月台與車廂落差警語.....	9
圖 1.11	營運路線圖.....	10
圖 1.12	地鐵車站站名.....	10
圖 1.13	地鐵車站站名及緊急按鈕.....	10
圖 2.1-1	英國交通部長與周局長合影.....	14
圖 2.1-2	英國交通部與參訪團合影.....	14
圖 2.2-1	英國鐵路客運公私部門關係示意圖.....	15
圖 2.3-1	英國軌道技術學院專業領域範圍示意圖.....	16
圖 2.3-2	英國軌道技術學院供需管理資訊系統架構.....	17
圖 2.3-3	軌道技術學院提供專業訓練合格人員 Skilled ID 認證.....	18
圖 2.3-4	與軌道技術學院校長合影.....	18
圖 2.4-1	參訪團於 NR 公司合影.....	19
圖 2.4-2	NR 公司主管介紹全生命週期成本.....	19
圖 3.1-1	參訪 CROSSRAIL 工地.....	20
圖 3.1-2	監測 Paddington 車站變位之雷射反射鏡.....	20
圖 3.1-3	參訪 CROSSRAIL 工地支撐鋼構.....	20
圖 3.1-4	參訪 CROSSRAIL 工地支撐鋼構.....	20
圖 3.1-5	與來自台灣工程師合影.....	21
圖 3.1-6	工地的各項安全公告.....	21
圖 3.2-1	Pully 採塑膠製品.....	21
圖 3.2-2	Great East-既設系統.....	21
圖 3.2-3	Great East-既設系統.....	22
圖 3.2-4	Great East-新系統-門架桿懸臂組.....	22
圖 3.2-5	Great East-新系統-既設桿懸臂組.....	22
圖 3.2-6	Great East-新系統-單桿桿懸臂組.....	22
圖 3.2-7	Great East-電車線更新.....	22
圖 3.2-8	Great East-電車線更新.....	22
圖 3.2-9	電車線懸臂組.....	22

圖 3.2-10	電車線懸臂組.....	22
圖 3.2-11	自動套夾擊張力調整組.....	23
圖 3.2-12	自動套夾擊張力調整組.....	23
圖 3.2-13	號誌機架設於門型架.....	23
圖 3.2-14	號誌機架設於門型架.....	23
圖 3.3-1	KingCross 改造後現場人潮.....	24
圖 3.3-2	改造-既設建築旁加上鋼衍架造型屋頂.....	24
圖 3.3-3	Pancras 改造活化.....	25
圖 3.3-4	Pancras 改造活化.....	25
圖 3.4-1	PRT-路線選擇機.....	27
圖 3.4-2	PRT-車輛內部.....	27
圖 3.4-3	PRT-車輛內部.....	27
圖 3.4-4	PRT-車站.....	27
圖 3.4-5	PRT-車站控制設備.....	27
圖 3.4-6	PRT-控制室.....	27
圖 3.4-7	PRT-控制室.....	27
圖 3.4-8	PRT-控制室-車廂內監視.....	27
圖 3.4-9	PRT-控制室-車輛運行監視.....	28
圖 3.4-10	PRT-控制室-車輛閉塞控制監視.....	28
圖 3.4-11	PRT-軌道.....	28
圖 3.4-12	PRT-車輛內部控制通訊設施.....	28
圖 4.1	桃園機場捷運系統測試.....	28
圖 4.2	桃園機場捷運系統測試.....	29
圖 4.3	列車控制模擬系.....	29
圖 4.4	Trapeze 主管介紹列車控制模組化.....	30
圖 4.5	與來自台灣工程師留影.....	30
圖 4.6	公司主管介紹 LED 生產運用情形.....	31
圖 4.7	參觀 LED 生產組裝情形.....	31
圖 4.8	列車車輛頂升機.....	31
圖 4.9	列車頂車輛升機.....	32
圖 4.10	車輛提升電腦控制單元.....	32
圖 4.11	電車線自動檢測設備.....	32
圖 4.12	應用於軌道基礎設備檢測.....	33
圖 4.13	參訪團與 Motts 公司主管合影.....	33
圖 4.14	Motts 公司主管簡報業務.....	34
圖 4.15	Motts 公司主管簡報業務.....	34
圖 4.16	參訪團在勞氏議事廳合影.....	35
圖 4.17	勞氏公司主管為參訪團簡報.....	35
圖 4.18	參訪勞氏百年圖書館.....	35

圖 5.1	旅客使用閘門使用情形.....	37
圖 5.2	月台上車站站名.....	37
圖 5.3	月台上設置 Help Point 按鈕.....	38
圖 5.4	可乘載 50 人大型電梯.....	38
圖 5.5	適合身障輪椅、兒童推車、大型行李通過閘門.....	39
圖 5.6	新舊站房融合設計不衝突.....	39
圖 5.7	新舊站房融合設計不衝突.....	39
圖 5.8	加值型自動售票機.....	40
圖 5.9	五彩繽紛自動驗票閘門.....	40
圖 5.10	集中擺放行李推車.....	41
圖 5.11	列車上大型行李置放處.....	41
圖 5.12	提供旅客摺頁資訊公布欄.....	42
圖 5.13	營運路線圖.....	42
圖 5.14	緩衝式止衝擋.....	43
圖 5.15	列車上各項安全設施說明公告.....	43
圖 5.16	車站外的 U-bike 自行車.....	44
圖 5.17	車站外的 U-bike 自行車.....	44

行政院及所屬各機關出國報告摘要

系統識別碼：C10300939

頁數：74 含附件：是

報告名稱：考察英國鐵路設施及出席台英軌道論壇

主辦機關：交通部台灣鐵路管理局

聯絡人/電話：林景山/07-5810186

出國人員：呂秋楠 交通部台灣鐵路管理局電務處 副處長
林景山 交通部台灣鐵路管理局運務處高雄運務段 段長

出國類別：考察

出國地區：英國

出國期間：民國 103 年 2 月 22 日至 3 月 2 日

報告日期 103 年 5 月 6 日

分類號/目：H4/鐵路

關鍵詞：創新服務 (Innovative service)、現代化車站 (Modernization of station)、
運輸系統 (Transportation system)、個人快速運輸系統
(Personal Rapid Transit)

內容摘要：

軌道運輸具備有運量大、安全、快速及便捷的特點，尤其是節能減碳的重大議題上備受世界各國矚目，因此也加快世界各國對於軌道運輸的發展，不論從硬體的建設以及軟體的研發，提供更便捷、更安全、低污染的運輸系統。此次參訪英國的軌道設施及軌道論壇（研討會）體會到軌道基礎建設的重要性以及軌道科技的新產品，更了解現代化的軌道必須運用新科技，導入運輸系統裡，提升整體安全。此次行程中特別拜會英國交通部由部長親自接見，可見其對此次拜會的重視，會中英國交通部長 Baroness Kramer 特別提到英國目前軌道的政策以及新投資計劃，本參訪團團長周局長永暉也就台灣目前軌道重大建設介紹給英國，並廣泛交換意見，會中邀請英國交通部長能訪問台灣。行程中更見識到 Kings Cross 及 St Pancras 兩個改造後的車站，透過精心規畫使現代化車站與傳統兼容並蓄，不但保留舊建物的古典，更展現現代化車站的雄偉亮麗，兩者相得益彰以及參觀施工中 Crossrail 工地，其工地的整理整頓的 5S 成果，令人耳目一新。其行程中也參訪多家軌道工業製造廠商，進入其工廠了解其製造流程以及研發新科技產品，體會到現代化的軌道必須仰賴新科技產品研發，導入資訊與創新服務，藉以提升整體安全、快速與便捷的運輸。

英國是一個軌道工業發展相當早的國家，其中有歷史悠久的建物，也有現代化車站的建設，兩者在銜接上及功能上並無衝突，讓旅客感受到人文的內涵與現代化車站賦予之新功能，值得我們學習與借鏡。

壹、 出國考察依據及目的

一、 出國依據

依據交通部台灣鐵路管理局 103 年 2 月 17 日鐵人二字第 1030004875 號函。

二、 考察目的

有鑑於時代日新月異、綜觀世界各國軌道運輸與軌道技術不停的進步創新，不但促使都市的發展增加運輸旅次，軌道的系統技術與營運管理各方面，有了長足的進步。近年來，由於世界各國油價高漲，都市交通壅擠、道路交通秩序混亂、空氣汙染、造成能源巨大浪費等問題，已非傳統的交通的改善措施，所能解決，因此推動「永續發展」與「環境保護」的目標，已是世界各國發展軌道運輸的重要課題。由於軌道運輸系統，速度快、運輸量大，被視為提升能源效率，解決都市交通運輸的利器。

此次參加英國貿易文化辦事處舉辦第二屆台英軌道論壇前往英國，由團長周局長永暉帶隊拜會英國交通部，與英國交通部長 **Baroness Kramer** 舉行圓桌會議，周局長於會中闡述我國軌道發展的現狀及未來台灣軌道建設的規劃，並當場邀請英國交通部長能訪問台灣，行程中參訪考察軌道工業發展情形，造訪多家軌道工業相關公司，了解軌道最新發展狀況，希望藉由此次參訪能提供鐵路局未來發展參考，也相對提供相關資訊給英國政府及軌道產業，多了解台灣軌道目前的發展情形及未來台灣軌道建設規劃，促進台英雙方軌道工業發展建立更密切的關係。

英國是一個軌道工業發展相當早的國家，早從倫敦地鐵發展至今已有 150 餘年，經過多年的發展，儼然為世界營運量第三大的地鐵，僅次於上海及北京地鐵。由於英國的軌道工業在既有基礎下發展，技術不斷研發進步，並在世界各國設置軌道產業分公司，輸出軌道技術及服務，促進多國軌道發展貿易的發展。

貳、考察成員及行程

一、考察成員：

呂秋楠 電務處副處長
林景山 運務處高雄運務段段長

二、考察行程：

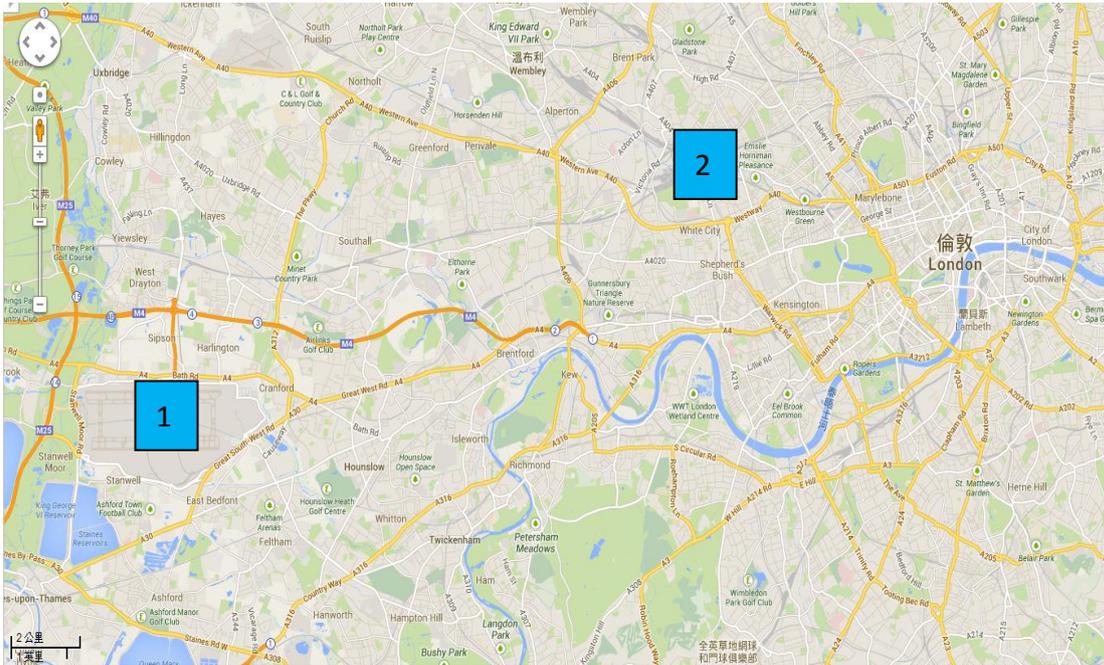
2014 年 2 月 24 日至 28 日

地圖編號	時間	地點	行程
1		倫敦機場	機場 Heathrow Airport
2		倫敦	旅館
2014 年 2 月 24 日 (星期一)			
3	08:30 – 10:00	Paddington	參訪 Crossrail 工地
4	10:30 – 11:30	英國交通部	RIA 理事長 Jeremy Candfield 簡報
	11:30 – 12:15	英國交通部	拜會英國交通部長 Baroness Kramer
5	13:30 – 17:00	英國鐵路公司	研討會：採購案評估條件及全生命週期成本
	17:00		步行參觀 Kings Cross 及 St Pancras 兩個改造後的車站
2014 年 2 月 25 日 (星期二)			
6	09:15	Hilton London	第 1 階段：BTCO 介紹台灣軌道市場
	10:00		第 2 階段：與台灣軌道買家見面討論
	12:15		第 3 階段：第二屆台英軌道論壇，採圓桌會議形式；台灣團先提出討論議題及問題
7	13:30 – 14:00	Holborn	拜訪 TRE
8	14:30 – 15:15	RIA	國家軌道工程學院 NSARE 簡介
9			旅館
2014 年 2 月 26 日 (星期三)			
10	09:00 – 12:00	Chippenham	拜訪 Siemens 公司
11	12:00 – 17:00		前往 York
2014 年 2 月 27 日 (星期四)			
12	08:45 – 09:35		拜訪 Trapeze 公司
13	10:25 – 11:15		拜訪 LPA 公司
14	12:05 – 12:55		拜訪 Mechan 公司
15	14:15 – 15:05		拜訪 Balfour Beatty Rail Technology 公司
16	15:15 – 16:05		拜訪 Interfleet 公司
	16:05 – 19:45		返回倫敦
2014 年 2 月 28 日 (星期五)			

17	09:00 – 09:50		拜訪 Mott MacDonald 公司
18	10:20 – 11:10		拜訪 Lloyds Register Rail 公司
	下午		拜訪 UGL 公司於 Heathrow 機場之 PRT 系統

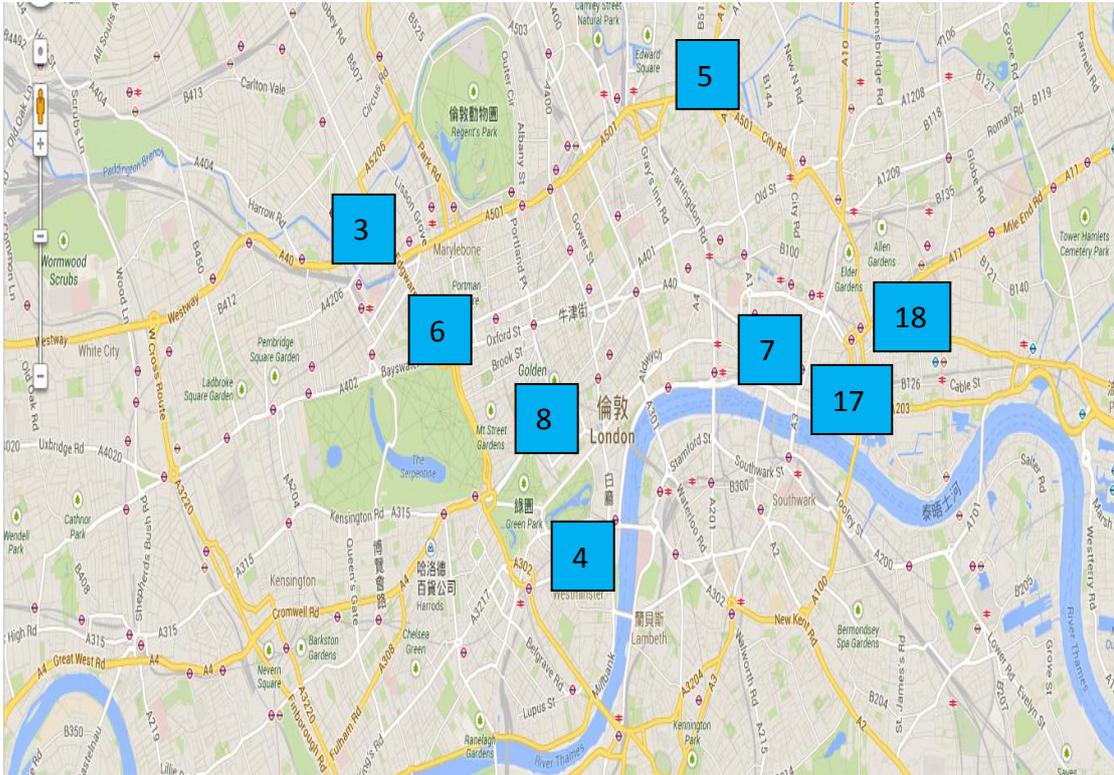
三、考察行程地圖：

2/23 (日)



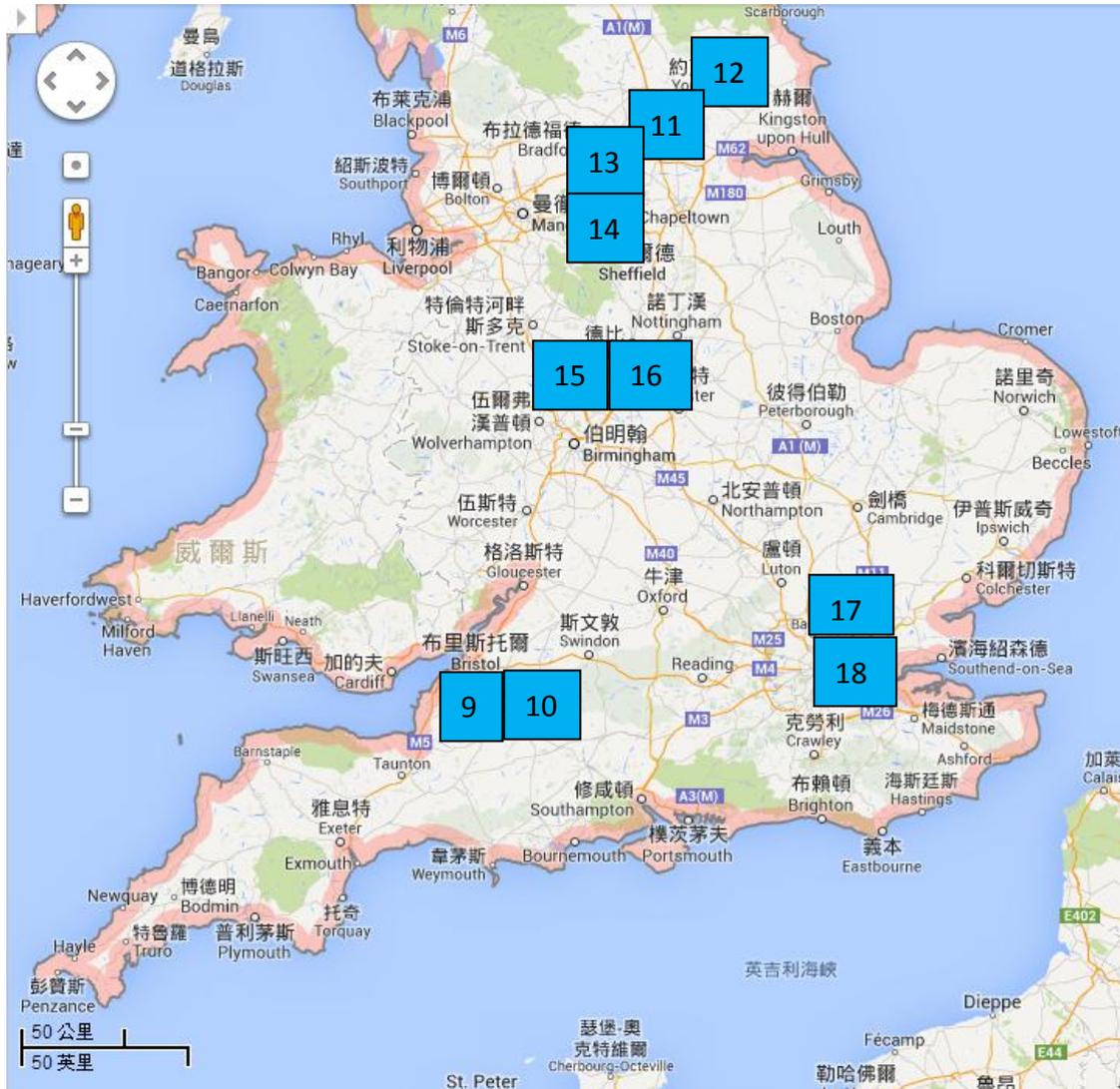
地圖編號	行程
1	機場Heathrow Airport
2	旅館：Millennium 2 Gloucester Hotel

2/24 (一)~2/25(二)



地圖編號	地點	行程
3	Paddington	
4	英國交通部	RIA 理事長 Jeremy Candfield 簡報
	英國交通部	拜會英國交通部長 Baroness Kramer
5	英國鐵路公司	研討會：採購案評估條件及全生命週期成本
6	Hilton London	第二屆台英軌道論壇
7	Holborn	拜訪 TRE
8		國家軌道工程學院 NSARE 簡介
17		拜訪 Mott MacDonald 公司
18		拜訪 Lloyds Register Rail 公司

2/26 (三)~2/27(五)



地圖編號	行程
9	旅館：Manor House Hotel
10	拜訪 Siemens 公司
11	前往 York
12	拜訪 Trapeze 公司
13	拜訪 LPA 公司
14	拜訪 Mechan 公司
15	拜訪 Balfour Beatty Rail Technology 公司
16	拜訪 Interfleet 公司

參、英國軌道設施考察及出席台英軌道論壇

台英軌道論壇係由英國軌道工業協會(UK RIA)及英國在台貿易辦公室(BTCO)聯合承辦，主要為促進台灣與英國軌道技術交流，計有高鐵路、鐵工局、臺鐵局、台北捷運局、中華軌道協會、中華顧問、世曦、中興及中鼎等單位人員參加，其參訪行程包含倫敦 Cross Rail 工程、英國交通部、Network Rail、一對一廠商會談，以及參訪 Siemens 控制設備製造廠、Trapeze 鐵路動態排班排點系統、LPA 公司軌道 LED 設備製造廠、MECHAN 軌道車輛頂升設備、Balfour Beatty Rail(BBR)軌道及電車線自動檢驗設備及軌道基礎設計、Motts 工程顧問、勞氏驗證公司、Heathrow Express 及 Personal Rapid Transit (PRT) 等。行程中各分項要點說明如下各小節。

1. 倫敦地鐵簡介

倫敦地鐵(London Underground)是英國倫敦的城市軌道交通系統，於 1863 年 1 月 10 日通車。地鐵車輛在倫敦市中心地底運行，至郊區在地面運行，其中地面運行線路佔 55%。倫敦地鐵在英文中別稱 The Tube (管)，名稱來源於列車在像管道一樣的圓形隧道裡行駛。倫敦營運路線總長 402 公里的地鐵網，其中有 160 公里在地底，共有 11 條路線、270 個營運中的車站，每日載客量平均高達 304 萬人。2004 至 05 年度總載客人次為 9 億 7600 萬。以線路長度計算，它是世界上第三大的地鐵網路，僅次於北京地鐵和上海地鐵。

2003 年起，倫敦地鐵成為倫敦交通局的一部分，該公司同時營運市內巴士（包括倫敦著名的紅色雙層巴士）及倫敦地鐵系統。倫敦地鐵是國際地鐵聯盟的成員之一。倫敦地鐵最初的一部分，大都會鐵路 (Metropolitan Railway)，是世界上第一條市內載客地下鐵路，該條鐵路在帕丁頓 (現在的帕丁頓站，Paddington) 和臨時的法靈頓街站 (Farringdon Street) (現在的法靈頓站西北) 間運行。儘管鐵路在 1854 年被批准營運，但由於財政等各種原因被一再延期，不過公共運輸系統最終於 1863 年 1 月 10 日正式運作，營運當天即有 4 萬名乘客搭乘該條線路，列車為每 10 分鐘一班。到了 1880 年，擴展後的大都會鐵路每年運載 4 千萬名乘客。其他路線也隨之營運，1884 年，內環線 (現在的環線) 竣工。由這些早期的路線均使用需要頂部通風良好的蒸汽機車，所以隧道較淺較大。隨後電力機車的使用使得新隧道可以比原本隧道建造的更深更窄，同時也使用和進一步發展了盾構技術。第一條電力運行的深層隧道—城市與南倫敦鐵路 (City & South London Railways，現在北線的一部分) 於 1890 年建造完成。

20 世紀早期，由於當時六個獨立的營運公司經營地鐵不同的線路，導致乘客換乘十分不方便，有些地方想換乘的乘客必須在地面行走一段距離才能到達另一個月台。同時營運這些鐵路系統的成本也十分昂貴，為了進一步擴展線路到郊區，和將早期的蒸汽營運的線路電氣化，很多公司開始尋找資本家來尋求資金。1933 年，一間名為倫敦乘客運輸委員會（London Passenger Transport Board, LPTB）的公共事業公司成立。地鐵集團、大都會鐵路及所有的市營和獨立的巴士、有軌電車線路全部被並入該委員會，該委員會的規模與先進倫敦運輸公司類似。委員會推出線路擴張的計劃（1935-40 New Work Plan），旨在擴展部分線路，並取得當時仍由他人營運線路



圖 1.1 倫敦地鐵月台



圖 1.2 轉乘方向及營運路線圖

的控制權。戰後，交通擁擠情況持續惡化。後來經過精心規劃的維多利亞線，呈東北-西南對角線穿越倫敦中心區，吸引了大量戰後擴張引起的過量交通，有效緩解了交通壓力。1987 年 11 月 18 日，一場破壞性的火災在國王十字聖潘克拉斯站發生，31 人身亡。大火的发生是由於一根未熄滅的火柴點燃了垃圾和自動扶梯木面的油脂。事故後整個地鐵系統開始實行禁煙，木質的自動扶梯被更換，以及採取了大量其他預防措施來防止此類事件再次發生。



圖 1.3 倫敦大火紀念碑



圖 1.4 月台上緊急按鈕及資訊點

2005年7月7日，一系列炸彈在倫敦地鐵車廂內爆炸，爆炸涉及到利物浦街站（Liverpool Street）、羅素廣場站（Russel Square）、國王十字站（King's Cross）、艾奇韋爾路站（Edgware Road）與帕丁頓站（Paddington）。同時一輛位於塔維斯托克廣場的雙層巴士也在此次爆炸中遭到襲擊。事件導致52人身亡，700餘人受傷。2周後的7月21日，第二輪規模較小的爆炸發生在謝潑德叢林站，華倫街站（Warren Street）、橢圓站（Oval）的地鐵車廂和在 Shoreditch 的一輛巴士上。後來發現四顆炸彈均未被成功引爆。



圖 1.5 oyster 儲值卡



圖 1.6 自動售票機

地鐵站內有售票窗口及自動售票機，可以接受 oyster 卡、信用卡、硬幣和紙幣。倫敦地鐵為自動驗票，將票面向上插入驗票口的驗票機側面一個縫隙中，票即被自動送入，並從驗票機上方彈出。取出票，驗票口欄桿自動打開，人過去後欄桿合上。現在大部分的人會用 Oyster 卡（牡蠣卡），可用於地鐵站和大部分公共汽車。只需將卡靠近地鐵驗票口的黃色圓盤，如果卡內已經儲值了足夠票值，欄桿自動打開。如果出現故障，可以持票向站內工作人員諮詢。



圖 1.7 專供身障旅客使用驗票閘



圖 1.8 自動驗票閘門使用情形

倫敦地鐵使用倫敦運輸公司的倫敦軌道運輸收費區計算票價，包含僅用於地鐵的部分。第一收費區大部分在市中心，其邊界剛好超過環線的環形段。第六收費區大部分在倫敦偏僻的地方，包括希斯洛機場（Heathrow Airport）。收費區 1 到 6 覆蓋了整個大倫敦區域，即使大倫敦區以外也有大都會線延伸到收費區 7 至 9。

經樓梯，升降機或電扶梯進入地下月站，按照路線圖找到所乘路線和方向。月台上建置有旅客資訊系統的電子螢幕顯示等候時間及該車終點，列車第一節車廂上方也會顯示終點。倫敦地鐵線路複雜，同一條線會有不同路線，不同終點，必須看清楚再上火車。

車輛到站門自動打開，過一定時間自動關閉。到站時，大部分市中心車站會做出廣播：「Please mind the gap between the train and the platform」（請小心列車與月站間之空隙）。「Mind the Gap」（注意間隙）這一短語儼然成為倫敦地鐵的聽覺標誌，與目前台北捷運及台鐵月台的標示並無不同，車內有該線列車路線圖以及倫敦市中心轉乘地圖。到達目的地的車站後，尋著寫有黃字「出口」（Way out）的標誌到出口便可出站。轉乘站也都有相當明顯的指標指引通向其他的路線。



圖 1.9 倫敦地鐵電扶梯使用情形



圖 1.10 月台與車廂落差警語

當那些帶有深層隧道的線路剛開始投入運營時，乘客可以通過升降機到達月台。所有的升降機都有人值班，倫敦地鐵的第一部電扶梯於 1911 年安裝於伯爵府（Earl's Court）地鐵站，該電扶梯用於連接區域線（District Line）和皮卡迪利線（Piccadilly Line）的月台。至此以後，很多深層隧道站點的升降機都被這種電扶梯所代替。

倫敦地鐵系統共有 426 部電扶梯在營運。其中最長的在 Angel 站，有 60 米長。最短的在 Stratford，垂直距離為 4.1 米。升降機共有 164 部，由於建設無障礙設施的需要，升降機的數字在這些年正在不斷增加。

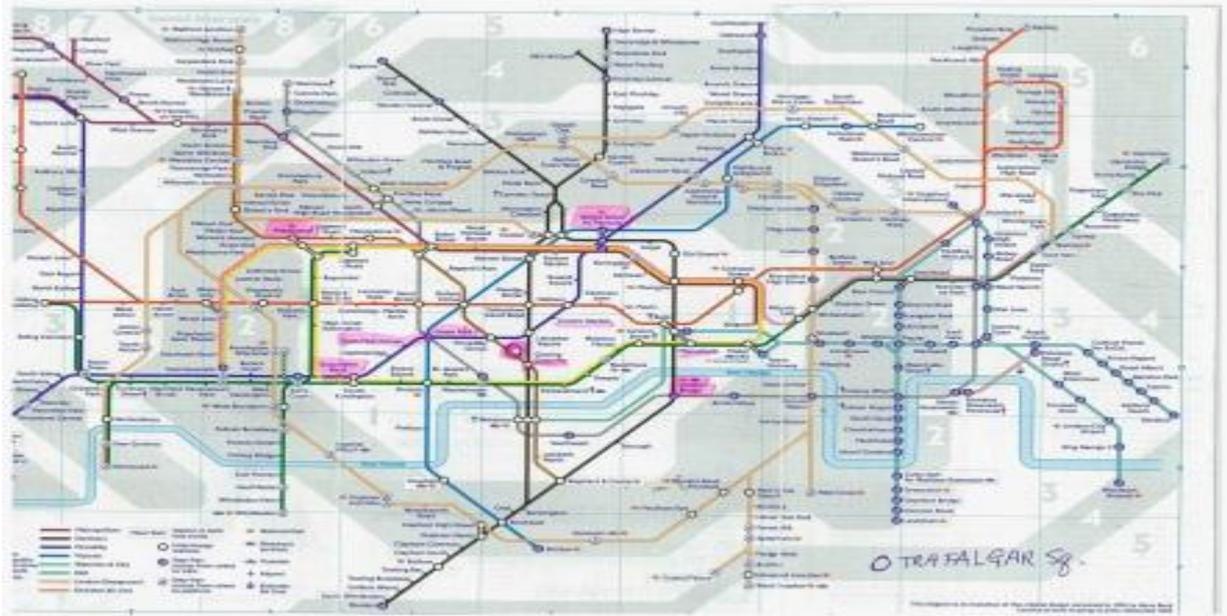


圖 1.11 倫敦地鐵營運路線圖

倫敦地鐵並非 24 小時運行，這是由於每天夜裡系統結束後軌道都需要進行檢修。近年來由於使用量增長，週末的運營時間會稍微延長。

倫敦地鐵紅色圓圈中間藍色橫槓的標誌可以追溯到 1908 年，至今仍然在使用。

倫敦地鐵路線圖及其圓形標誌為經典的設計之一，為全英國乃至全球的人所熟知，且該標誌常出現在紀念品中。

人們對倫敦地鐵圓形標識，即早年被稱作「牛眼」（Bulls-eye）或「槍靶」（Target）的紅色環狀標誌最早的使用並不清楚。現僅知該標誌最早在倫敦交通中的使用是在 19 世紀，作為倫敦公交總公司的標誌，當時中間的橫槓上標有「GENERAL」



圖 1.12 地鐵車站站名



圖 1.13 地鐵車站站名

字樣，即「總」的意思。1908 年，由於其應用於站名和月台時較易辨認，該標誌被倫敦地鐵採用。標誌中間的文字很快被改成「UNDERGROUND」（即「地鐵」）作為早期的

企業形象標識。現在倫敦地鐵每個月台均有該標誌，中間的文字均是月站的站名。隨著該標誌被應用於倫敦的交通工具，包括地鐵和巴士，倫敦交通局決定將該標誌搭配不同的用色應用於其它的交通工具，包括計程車、有軌電車等。(取自維基百科)

2. 英國重要軌道相關單位拜會

2.1 拜會英國交通部重點摘錄

為促進台英兩國軌道技術交流，英國交通部長 Mrs. Baroness Kramer 特別接見代表團(代表團與部長合影如圖 2.1-1)，並提出下列重點說明：

(1) 英國交通部長

A. 英國鐵路自 1997 年開放民營化經營後，於 15 年內有相當之成長，主要歸功於公民營合作(Public Private Partner Ship)，早期英國曾嘗試全部民營化，並未成功，所以逐步調整為今日之模式，已獲得重大之成長，成為全歐洲鐵路發展最快之國家：

- (A) 旅程次數及乘客里程數皆成長一倍。
- (B) 英國鐵路客運旅程占全歐 15-20%。
- (C) 鐵路貨運量增加了 60%，平均每年貨物運輸量高達 1 億噸。
- (D) 歐洲主要鐵路當中，英國鐵路成長最為迅速。
- (E) 英國鐵路的安全度可媲美歐陸與北歐各國。
- (F) 乘客滿意度持續攀升，速率高於所有歐洲其他國家。

B. 由於公私營合作模式建立，可吸引非常大的投資進入軌道工業，國家鐵路公司(Network Rail)計畫於 2014~2019 年投入 380 億於鐵路建設，包括：

- (A) 2014 至 2019 年間，英國鐵路電氣化計畫每年將供給長約 1,000 公里的鐵路所需電力。
- (B) 新投資計畫如英國十字鐵路計畫(Crossrail)、倫敦傳統鐵路改善計畫(Thamesliine upgrade)以及高速鐵路二線(High Speed Two)等，都將提升鐵路效率與連結度，並縮短旅途時間，單英國十字鐵路計畫一案，便能提升倫敦的鐵路效率達 10%。

C. 為因應龐大投資，故英國對於建立完整供應鏈及新技術的研發亦投入相當多努力。另外亦積極培養人才，故成立車輛技術學院及軌道技術人員訓練等 2 個學院。

D. 藉由新投資，如阿斯通、龐巴迪及西門子等世界大廠皆參與英國鐵路

- 建設，並藉由這些大廠參與，要求其先進專業與新技術引入，並將先進技術留在英國，這些新技術研發，英國交通部另投資 3,000 萬英磅。
- E. 由於投資龐大，交通部當然有相當大的壓力，必須節省成本以面對民眾之期待，故交通部除投資新技術以降低系統建置成本外，另建立全生命週期之成本分析，使得投資於不同世代之負擔可以合理化，我前往美國加州參訪時，他們亦有相同的課題。
- F. 前部長曾告訴我，他曾拜訪台灣，受到當時交通部毛部長禮遇與親切的接待，留下深刻印象，希望本次的參訪，亦能給予一個豐富的行程，持續強化雙方關係。

(2) 團長:鐵工局周永暉局長

- A. 首先非常感謝英國交通部與外貿協會之安排，毛副院長與交通部葉部長都十分重視台英之技術參訪。
- B. 台灣馬總統積極推動節能減碳，要求於 2020 年前可以達到 2000 年之碳排標準。
- C. 台灣是一個島國，我們預定於 2020 年前完成環島鐵路的電氣化，以提升鐵路的運輸效能，吸引更多人使用鐵路，這亦是節能減碳之一環，因為節能減碳最大的部分正是交通部。
- D. 另外台灣正推動一個鐵道復興的 10 年綱要計畫，預訂於 2025 年前投資 100 億~130 億元建設鐵路工程。
- E. 我們知道英國鐵路之產業鏈建立受到英國交通部非常大的支持，但台灣目前仍有相當大的差距，所以我們有一個產官學之溝通平台是相當重要的，因此台灣成立了一個軌道協會，由中華顧問工程司郭蔡董事長擔任協會主席，郭蔡董事長亦來自交通部，並親自參加參訪團，可以有效推動兩國間之合作。
- F. 交通部葉部長希望鐵路可以成為人民美好生活的連結，因此，我們在此有三項事情希望向 貴國請教：
- (A) 台灣正在推動組織改造，預定將鐵工局及高鐵局合併為鐵道局，類似於 貴國之 Network Rail(負責全英國鐵路建設)及 Office of Rail Regulation(發放鐵路營運執照與同意資金投資計畫)之業務組合，未來鐵道局主要權責為台灣鐵路局及台灣高鐵公司之監理，但台灣鐵路局係屬國營鐵路，台灣高鐵公司則是 BOT 的民營鐵路，未來如何平等對待，希望請教 貴國之經驗。

Ans: 我想每一個國家的環境不同，自己一定知道自己問題的答案。基本上英國中央政府尊重差異，ORR 與 NR 是不同之管理層級與屬性，所以在英國分為兩個單位。英國高速鐵路一開始是一個公民營合作的計畫，我亦不知道如何管理，但我們不應維持不變地看待計畫，我們將保有彈性去面對改善問題。以英國經驗原本只有一家國營鐵路，但品質效率不佳，成為了政治議題，已無技術問題，後來將其全部民營化，但仍未成功，後來改變為部分政府部分民間合作方式，像目前的情況，發現其效率最高，這樣創新的作法，確實使得民間創新的理念、管理方式等可以納入，並吸引民間的投資，同時提高了民眾的滿意度，目前看起來是成功的。

Q2: 台灣軌道人才同樣不足，我們希望藉由改建工程來培養技術人才，現在英國有 2 個軌道專業的技術學院，可以有多一些名額給台灣，讓我們派年輕工程師參與課程，並簡化其手續。

Ans: 軌道是全球的市場，兩國間亦可能有工程人員相互往來工作。明天會有專題說明軌道技術學院的課程，相信大家會有更深入的了解，另交通部應看重每一個重大工程的規劃與期程安排，讓軌道人員可以看到長遠的發展，這樣才可以留住人才。

Q3: 台灣辦理公民營合作尚有相當的困難，而臺鐵自 1887 年開始建設，已形成了一種鐵道文化，但對於鐵道改建或新建的資金需求，亦相當迫切，故希望由土地開發挹注資金，但又面對鐵道文化的保留，形成了一定的衝突，不知英國如何克服這種衝突。

Ans: 政府要認真的分析 PPP 的營運計畫是否真正的可行，包括其風險、收入、投資等，另外計畫要有彈性，可以隨時調整。例如英國高鐵 2 期計畫預估要 5,000 萬英磅，政府亦不可能全部投資，仍然仰賴 PPP 計畫的推動，當然我們也會審慎評估其可行性。

英國政府曾建設 Jubile Line，含有土地開發，該計畫土地開發商賺了相當多的錢，但政府確沒有得到好處。因此，如何決定土地開發之時間點是非常重要的，因為如果太早進駐，開發商將獲得太多好處，若太晚則沒有辦法吸引投資，故政府應拿捏好時間點，使得雙方皆有最大收益。但這是一個非常困難的課題。在英國軌道與開發是聯合在一起的，如何於兩個衝突中找到平衡點，時間點的決定將是非常重要的，要將開發的利益儘量給大眾，而

保留一小部分吸引開發商的投資。

歷史建築與開發如何結合應於建設時保留文化價值，後續的 Pancras 車站的重建開發是一個成功的案例。本次行程中亦安排參觀，屆時你們可以有深入了解。

G.最後邀請部長有機會可以到台灣訪問。



圖 2.1-1 英國交通部長-周局長合影



圖 2.1-2 英國交通部與參訪團合影

2.2 英國鐵路發展簡介

為使台灣代表團易於了解英國鐵路近年發展，由英國軌道工業協會理事長 Mr. Jeremy Candfield 作的簡介，其中有關英國鐵路自採用公民營合作模式後，所取得相當之成果及其近年將推動之重大計畫，已於拜訪交通部長之摘要重點中說明，以下針對英國公民營合作模式摘要說明：

(1) 英國鐵路客運營運模式

- A.英國鐵路客運部門的角色和英國政府及其他私營部門經營者界限分明，公私部門之關係如圖 2.2-1。
- B.基於標準英國經濟調控模型(rab-based)，英國的軌道和基礎設施皆為英國國營鐵路公司(NR)所有，經營、維修也由該公司負責。列車營運公司支付軌道使用費給英國國營鐵路公司，而投資金和定價由監管機構(英國鐵路管制局)制定，每五年調整一次。
- C.特許經營的列車營運公司(TOCs)依政府規定之特定時間和路段提供班次。這些公司可以選擇政府安排之線路，並接受政府補助或選擇盈利較高的線路，盈餘支付予政府。
- D.大致上車輛皆歸租賃公司(ROSCOs)所有，因其特許經營權時效較長，且與列車營運公司訂有契約。
- E.未有特許經營權之列車營運公司不受此框架規範。
- F. 由 22 家客運及 6 家貨運公司負責營運，彼此競爭客源，NR 與各列車

公司有合約義務，當一方妨礙營運，如車輛故障或是軌道維修不佳，都可以相互求償。

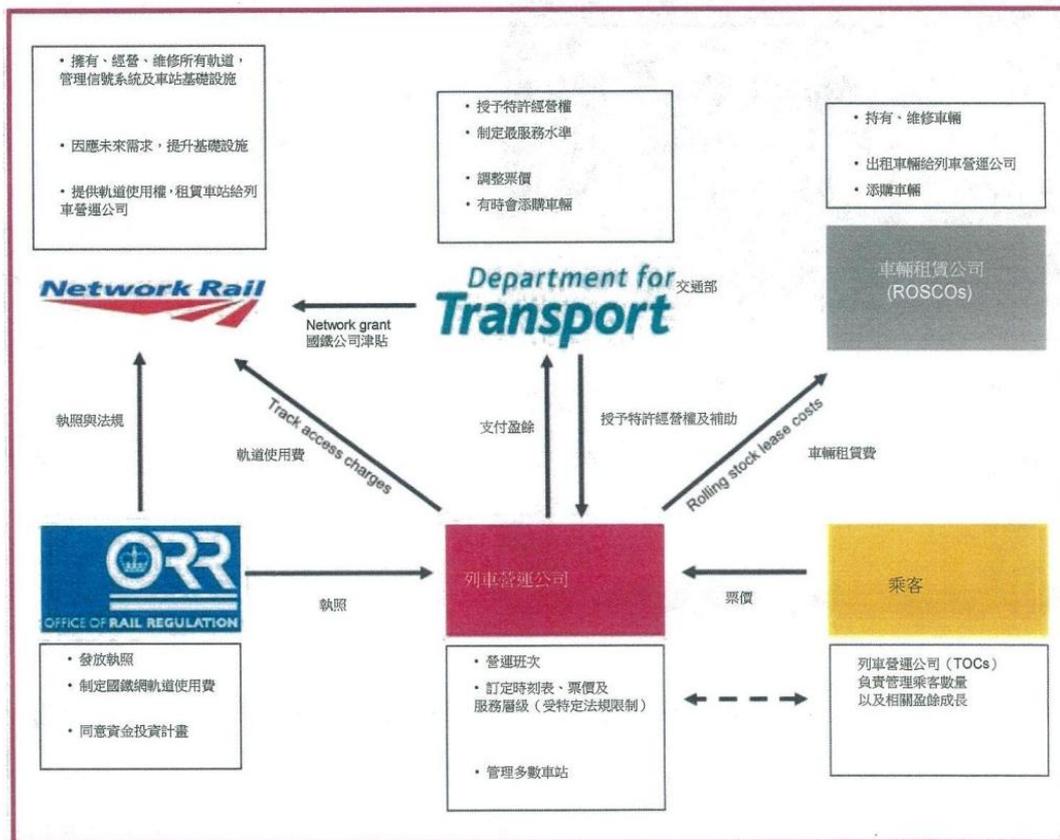


圖 2.2-1 英國鐵路客運公私部門關係示意圖

(2) 鐵路客運特許經營

- A. 鐵道客運服務由各列車營運公司(Train Operating Companies, TOC)提供。
- B. 鐵路公司競標特定路線的客運服務，由政府指定最低服務水準。根據交通部現行政策，鐵路特許經營期大於 15 年。
- C. 鐵軌與號誌建設仍為英國國家鐵路公司擁有及運作。
- D. 近 2 年尚有 Northern、Transpennine、Great Western 等路線經營權即將開標。
- E. 特許經營遴選條件
 - (A) 經濟與財務狀況。
 - (B) 技術與專業能力。
 - (C) 投標者的安全政策與過去安全載運鐵路旅客之紀錄。
 - (D) 運輸產業表現與經驗。
 - (E) 特許經營之專業知識。

(F) 與英國國家鐵路公司合作經營經驗。

(3) 機車車輛

A.英國鐵路機車車輛並非公有，而是由車輛租賃公司出資，再租予列車營運公司。大規模的車輛採購由政府主導，而小規模的業務(200 至 250 輛)一般由國內三家車輛公司出資。

B.機車車輛事業共同的特性，乃是將建造、擁有與維修風險由公部門移轉至私部門，合約期間通常長達 20 至 30 年。2011 至 2014 年間，私部門總投資金額約達 60 億英鎊。

2.3 軌道技術學院簡介

學院係考量英國未來 10 年之軌道相關從業人員高達 10 萬人，為滿足此一需求而設立，不同於一般學校型式，相關重點說明如下：

(1) 學院專業領域

A.學院專業技術涉及電力、號誌、通訊、車輛及軌道，但不含土建、電力公司至變電站等範圍，如圖 2.3-1。

B.技術層次

- (A) Senior Engineer / General Manager
- (B) Technician / Manager
- (C) Skilled Artisan / Supervisor
- (D) Semi-Skilled



圖 2.3-1 英國軌道技術學院專業領域範圍示意圖

(2) 軌道未來 10 年之總需求人力約 10 萬人，如表 2.3-2。

表 2.3-2 英國未來 10 年軌道專業人力需求

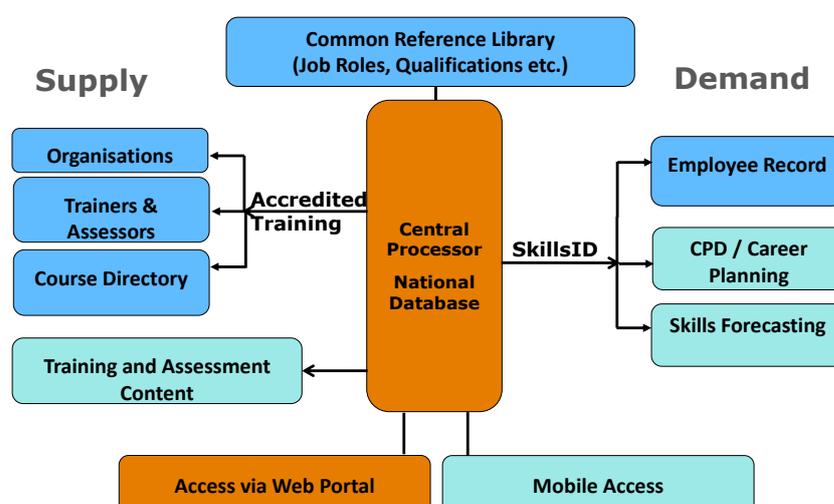
Type of Activity	Number of People
Track	55,500
Signalling & Telecommunications	12,000
Electrification & Plant	3,500
Stations etc.	15,500
Total Infrastructure	86,500
Traction & Rolling Stock	13,500
Total	100,000
% Engineers & Technicians	17%
% Female	4%

(3) 學院並非設有實體之校園，而係藉組織軌道相關公司(共 90 家公司)；講師及考核人員(共 450 位)等，再依各種不同技術需求編排課程，達成訓練及考核之目的。

(4) 技術人才供應鏈制度建立

A.學院為使人才訓練與使用相符，建立一套資訊管理系統，讓供、需雙方可以透過平台取得相關訊息，如圖 2.3-2。

B.配合上述平台運作，將每一個訓練之技術與一個 Skilled ID，作為認證之用。如圖 2.3-3。



2.3-2 軌道技術學院供需管理資訊系統架構



**80 companies
employing
16,000 individuals
already registered**

圖 2.3-3 軌道技術學院提供專業訓練合格人員 Skilled ID 認證



圖 2.3-4 作者與軌道技術學院校長合影

2.4 全生命週期成本概念應用

於拜訪 NR 時，介紹最新全生命週期成本(Whole Life Cost, WLC)概念，NR 在各項投資皆以 WLC 評估，一般鐵路設備週期為 20-25 年，從建置及維修各項成本進行投資分析。NR 專家舉出眾多實例，例如選擇鋼結構還是 RC 結構、或是列車設備、通訊系統及車站更新等，皆以 WLC 評估，並鼓勵以最有利標方式，選擇最佳廠商。

可以確認營運維護成本實較初期興建之成本花費為高。因此做好營運維護工程之品質管理才可確保公共工程及設施在工程使用年限內，以最經濟合理的費用支出使其達到最佳的使用與運轉狀態，並提供維持安全、永續發展環境的最基本保障。藉由完善的管理流程與標準制度的執行，消除其潛在的危險因子，讓使用者在安全、舒適、健康的環境下操作與使用，提高結構物的適用價值。全生命週期中之規劃、設計、及建造階段的成本屬於固定成本，營運、維持、修繕、更新等費用屬於變動成本，而佔整個全生命週期成本大宗者屬變動成本部分。



圖 2.4-1 作者與參訪團於 NR 公司合影



圖 2.4-2NR 公司主管介紹全生命週期成本

3. 英國鐵路工程參訪

3.1 參觀 Cross Rail 於 Paddington 車站新建工程

因應倫敦東西間之交通需求，持續擴建新的鐵道，並於既有 Paddington 車站旁進行施工，該工程具有下列特點：

- (1) Cross Rail 為英國最大軌道投資，將開闢倫敦東西向新式鐵路系統，捨棄原有區域鐵路在城市周圍轉乘地鐵之概念，直接將區域鐵路透過地下方

式進入市區，並且與各主要地鐵站共構，預計能減少進入市區一半旅行時間，增加外圍土地開發價值，達到投資回收機會。

- (2) 於既有車站旁開挖施工(如圖 3.1-1)，須因應困難之環境，且不得影響線上鐵路運作，設有完整之既有站體監測系統(如圖 3.1-2)。
- (3) 採用特殊支撐工法，利用可再重覆使用之活動伸縮支撐鋼構，用地支撐開挖後兩側之既有建築。(如圖 3.1-3、圖 3.1-4)
- (4) 保留既有建築，並於新車站建設時一併活化相關週邊，提高投資者的意願。
- (5) 設計單位利用 BIM 及多種模擬系統，解決介面問題，精確控制品質及進度，預計在 2018 年即可完成通車。
- (6) 計畫概念或許可作為台北都會區周邊城市如基隆、桃園等城市發展模式參考，亦即活動中心是台北市，連結模式不限以捷運系統為選項，而利用臺鐵提速及快速連接，能更快速帶入周邊城市乘客進入市區，排除以捷運逐站停靠方式服務。在工程方面，Cross Rail 需面對眾多既有鐵路系統及其限制，尤其建設工程特別複雜。在工地參訪中遇見來自台灣的工程師(圖 3.1-5)，格外顯得親切，在進入工地之前與入口處揭示各項工安注意事項(圖 3.1-6)，提醒進入工地安全。



圖 3.1-1 參訪 CROSSRAIL 工地



圖 3.1-2 監測 Pattington 車站變位之雷射反射鏡



圖 3.1-3 參訪 CROSSRAIL 工地支撐鋼構(1/2)



圖 3.1-4 參訪 CROSSRAIL 工地支撐鋼構-(2/2)



圖 3.1-5 與來自台灣工程師合影



圖 3.1-6 工地的各項安全公告

3.2 參訪大東部(Great Easted Rail)鐵路電車線更新

具 170 歷史的英國傳統鐵路正進行各項設備之提升計畫，主辦單位安排參訪 London Paddington、King, s Cross & St Pancrastransformed major station 等站場設施。並獲安排進入駕駛室，自 London Liverpool Street 至 Shenfield 及 Chelmsford 沿線觀察英國大東部主線(Great Eastern Main Line 簡稱 GEML)站場、站間電車線設備。

英國大東部主線(GEML)為具 60 年傳統電車線線路，是一條非常忙碌之線路，為了因應 2012 奧林匹克運動會列車班次增加並提升時速至 160 km/h，其既有架空線支撐系統是無法承受增加之容量及行車速度之提高。Network Rail 負責該線路之改建，該公司係採在既有結構及線路上更新架空電車線系統，頗值得借鏡。觀察其電車線系統之提升與改善，除應計算提供電力車足夠電流量所需接觸線、主吊線線徑之大小外，主要藉張力之調整與懸臂組之改善，來提升電車線系統之張力強度與穩定度，以因應列車速度之提高。參訪重點如下：

1、採較輕型之懸臂組

採不鏽鋼材質、簡化設計、減少重量以盡量使用既有電力桿鋼構。

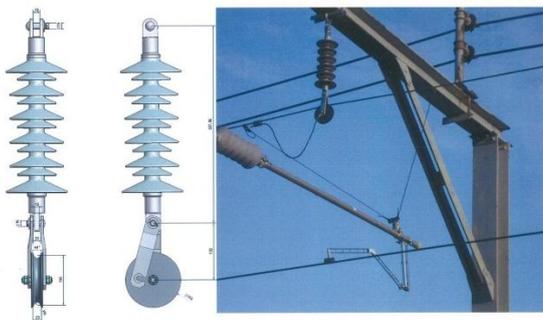


圖 3.2-1 Pully 採塑膠製品



圖 3.2-2 Great East-既設系統



圖 3.2-3 Great East -既設系統



圖 3.2-4 Great East -新系統-門架
桿懸臂組



圖 3.2-5 Great East -新系統-既
設桿懸臂組



圖 3.2-6 Great East -新系統-單桿
懸臂組



圖 3.2-7 Great East-電車線更新



圖 3.2-8 Great East-電車線更新



圖 3.2-9 電車線懸臂組

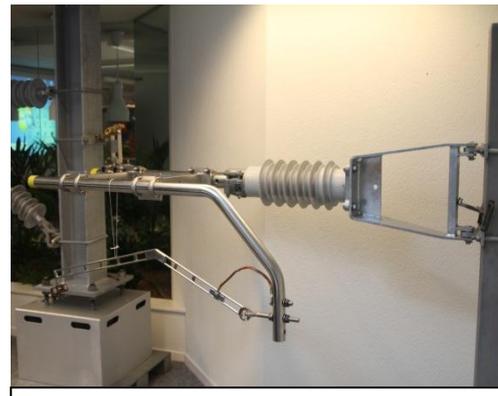


圖 3.2-10 電車線懸臂組

部分較低張力需求之路線採利用內部之機械彈力結構，可以任意調整所需張力之可調式自動張力裝置。電車線可使用自動套夾，插入後即可自動鎖住，有利節省現場施工時間。

2、利用 3D 雷射斷面掃描儀器，建立路線 3D 模型，作為設計之參考依據。

3、號誌機利用門型架構裝置



圖 3.2-11 自動套夾及張力調整組



圖 3.2-12 自動套夾及張力調整組



號誌機架設於門型架



號誌機架設於門型架

心得:1、基本上臺鐵現有之傳統式架空電車線系統並無法應用於 220km/hr，若欲提昇至 220km/hr，則所有懸臂組、主吊線、接觸線等須全部更新為其他型式。

2、針對提速至 160km/hr，則須考量車速增加之電流增加、電車線之冷縮熱漲效應等影響，應考量下列組件須予更新：

- A.主吊線與接觸線應分屬不拉力，故每一張力之主吊線與接觸線應分別設置張力滑輪組，不同於現有系統共用張力裝置。
- B.主吊線與接觸線因應系統增加，故應一併提高其截面，主吊線為 95mm^2 、接觸線為 107mm^2 。
- C.由於現有懸臂組之穩定臂較重，就集電弓與電車線之摩擦接觸而言屬一硬點，故當車速提高通過時，可能導致集電弓離線率過高，因此穩定臂應予以輕量化。

3.3 參訪 King Cross 及 St Pancras 車站

這兩個車站係倫敦與英國其他重要城市間及歐洲之星發車地，該兩車站配合公私營合作政策，引入數個投資集團共同開發車站及周遭地區，使得成為倫敦另一個逛街購物及觀光休息的重要地方，顯示與民間合作模式引用相當成功，目前仍有開發案進行中。

- (1) 車站開發後之商場，人潮相當多如圖 3.3-1。
- (2) 車站開發過程仍保留既有建物，適當融入新的車站改舊是非常成功的案例，一些新舊融合之照片，如圖 3.3-2~4。
- (3) 車站週邊投資開發了商場、飯店等。



圖 3.3-1 KingCross 改造後現場人潮



圖 3.3-2 改造-既設建築旁加上鋼衍架造型屋頂



圖 3.3-3 Pancras 改造活化(1/2)



圖 3.3-4 Pancras 改造活化(2/2)

3.4 參訪 Heathrow 機場之 PRT 系統

(1) PRT 系統簡介

A.PRT 系統自 1975 年即已問市，但因技術尚未成熟，且定位不明，導致營運及成本缺乏競爭力。

B.最近一代的 PRT 系統：Advanced Personal Rapid Transit(APRT)

(A) 英國 Ultra Global(UG)公司所研發的 APRT 系統，集合現代科技及材料，為小型化、輕量化，以電腦控制之無人駕駛的電動車輛，運行於專用導軌上的捷運系統。

(B) 最後一哩區域網路化的短程與轉乘運輸服務。

C.智慧型的 APRT 系統營運方式

(A) 提供需求反應(On demand)、點對點的直達服務，沒有固定的班表。

(B) 乘客不需分辨車站網路及行駛方向，只要選擇目的地後即可順利到達。

(C) 點對點的直達服務，沒有固定路徑，由系統決定最佳路徑，提升整體營運效率。

(D) 系統依乘客需求派遣車輛，在離峰時段可大幅降低空車運轉，節省營運成本。

(E) 行駛於專用路線，免除塞車問題，快速抵達目的地，平均營運速度可達 35km/hr(LRT:15km/hr；MRT:35km/hr)。

(F) 中央行控加上自動導航，系統於 2003 年獲得英國國家安全認證。

D. 低建置及維運之成本

(A)導軌寬僅 1.6m，路權及淨空需求低，降低對市容的影響

- a.導軌結構簡單，沒有複雜的轉側及供電設備。
 - b.車站設計可依需求彈性變更規模。
 - c.系統機廠僅需簡單的維修設備，可規劃於地下或二樓樓層，大幅降低土地成本。
 - d. 最大爬坡力為 10%，轉彎半徑小(5cm)，可靈活規劃路線，善用都市土地。
- (B) APRT 機電系統大量採用一般商業市場成熟之產品及技術
- a.如汽車之基本底盤架構、電池及內裝。
 - b.一般商用電腦及網路通訊之設備。
- (C) 營運效率高，且僅需簡單維修設備，節省系統維運成本
- (2) 現場參訪重點

PRT 系統已成功建置於英國 Heathrow 機場第 5 航廈及其停車場間，用於服務機場附近停車場至機場航廈間之載客服務，由於旅運特性及現場土木條件符合 PRT 之特性，是一相當成功之案例，現場參訪重點如下：

A. PRT 設置由個人決定目的之機器，當選擇路線後，系統會自動派車，如圖 3.4-1。

B.車輛

(A) 乘客於車輛內，僅須操作關門及啟動即可，車輛內部簡潔，如圖 3.4-2~3。

(B) 車輛採用快速充電方式，於停靠車站時即可進行，車站如圖 3.4-4。

(C) 車輛屬自動駕駛旁邊設有雷射感應，避免碰撞軌道。

(D) 車站設備如圖 3.4-5。

C. 控制室重點

(A) 平時由 2 人操作，相互支援，惟系統為全自動化。(如圖 3.4-6~7)

(B) 可以監視每一車輛內部影像之狀況。(如圖 3.4-8)

(C) 監視每一部車輛之運轉情形，若有異常可以立即處理。(如圖 3.4-9)

E. 列車控制通訊

由於須完整監視列車內視訊及定位與車輛各式訊息，故採用寬頻之 IEEE 802.11 之無線區域網路，沿線於適當地點設基地台。另於路段上為保持安全避免碰撞，故同軌道系統設計感應「線圈」，形成閉塞區間，此一功能並獨立於控制系統外，以提高安全性。(如圖 3.4-10~11)

F. 維修車機廠

內部就像一般車輛維修廠，並無須特別配備，另設有維修用車輛，當車輛於軌道上故障時，可前往救援，如圖 3.4-12。



圖 3.4-1 PRT-路線選擇機



圖 3.4-2 PRT-車輛內部(1/2)



圖 3.4-3 PRT-車輛內部(2/2)



圖 3.4-4 PRT-車站



圖 3.4-5 PRT-車站控制設備



圖 3.4-6 PRT-控制室(1/2)



圖 3.4-7 PRT-控制室(2/2)



圖 3.4-8 PRT-控制室-車廂內監視



圖 3.4-9 PRT-控制室-車輛運行監視



圖 3.4-10 PRT-控制室-車輛閉塞控制監視



圖 3.4-11 PRT-軌道



圖 3.4-12 PRT-車輛內部控制通訊設施

4. 參訪英國重要軌道技術供應商

(1) 西門子公司

除了管理單位拜訪，UK RIA 也安排參訪 Siemens 在 Chippenham 工廠，此工廠原為西屋(Westinghouse)公司所屬，在 2012 年後併入 Siemens，仍承接原有生產工作，包含道岔控制、鐵路號誌、平交道設備及通訊設備等，其中系統部門正在更新倫敦地鐵維多利亞線控制系統，並且協助桃園機場捷運控制系統，兩套系統幾乎完全相同，採用無線通訊控制。



圖 4-1 桃園機場捷運系統測試

參觀過程中，看到英國工程師正在建構台灣機場捷運控制系統及中文控制畫面，有點時空錯亂感覺，也發現台英鐵路關係非常密切。

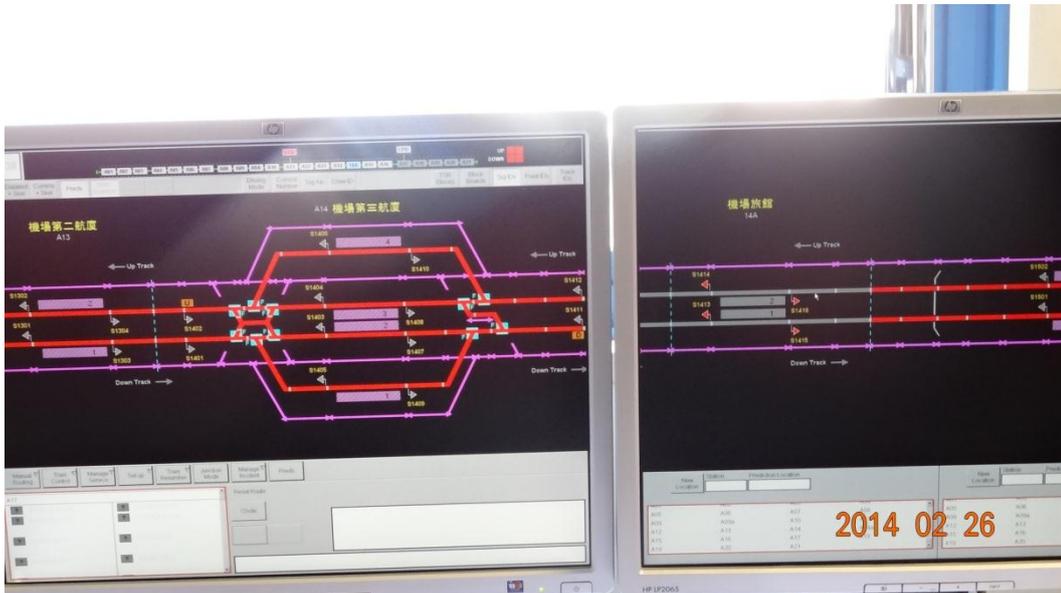


圖 4-2 桃園機場捷運系統測試

(2) Trapeze 公司

在拜訪 Trapeze 公司時，看到最新鐵路運作控制系統，該公司系統將每日時刻表，以風險程度顯示控制螢幕，讓操控人員可以清楚監控潛在問題發生區域，一旦問題發生，控制人員即可立即執行「線上模擬」，找出最佳方案，並下達指令，動態調整列車時刻或避讓方式，以減少整體營運耽延。此系統亦可監督車輛維修情況，當列車組合時間超過允許運轉時間，即提出警告，替換車輛執行該項任務。

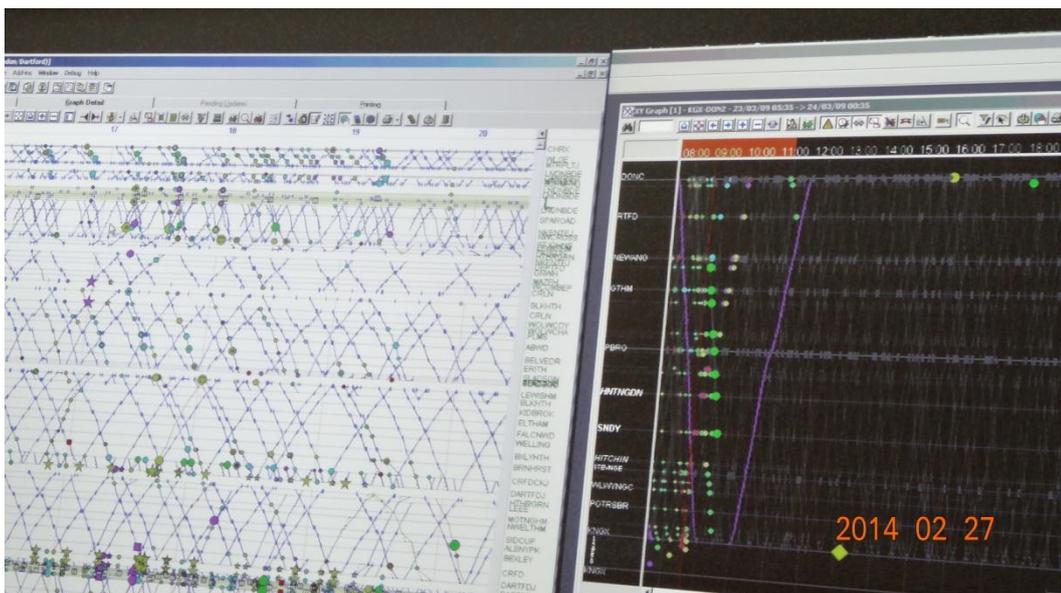


圖 4-3 列車控制模擬系統

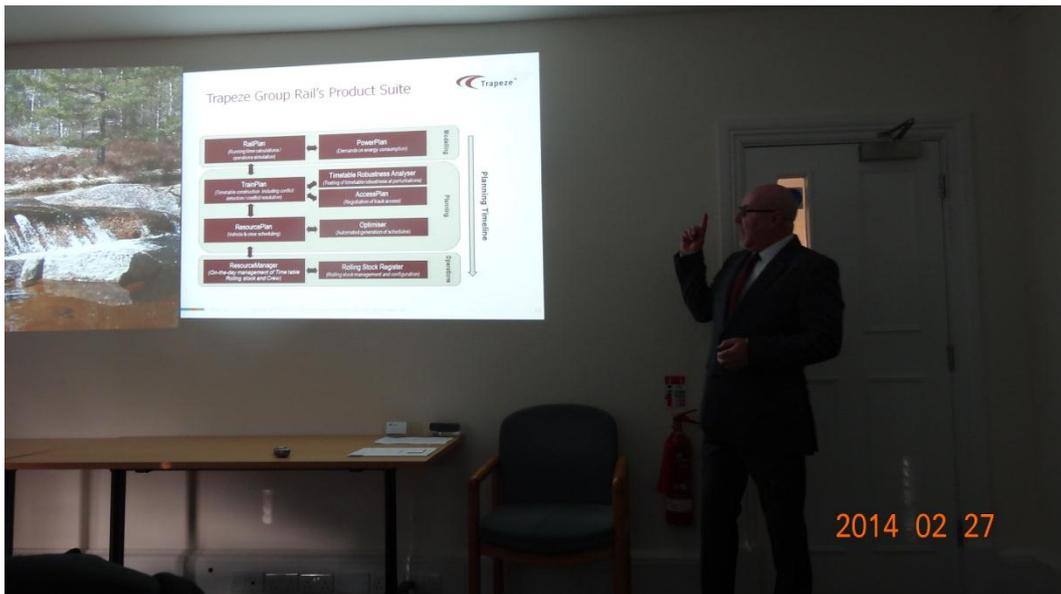


圖 4-4 Trapeze 主管介紹列車控制模組化

(3) LPA 公司

LPA 公司軌道 LED 製造廠以製造軌道照明設備為主，因軌道設備常有震動、斷電等狀況，比一般環境更為嚴苛，LPA 公司供應眾多軌道車輛內部及外部照明(Siemens、Bombardier、ALSTOM)，提供節能解決方案，其穩定性較一般市售 LED 設備更佳。LED 燈具一般運用的運輸場所如軌道、公路隧道側之照明、車站場站，公司所生產的燈具均配合購買廠商所需燈具型式加以設計規劃、組裝、運送一貫作業，由於 LED 燈具雖然較一般傳統燈具建置成本昂貴，但由於其生命週期較長，具公司聲稱達 20 年之久，仍值得推廣，目前英國車站場站越來越普遍使用。

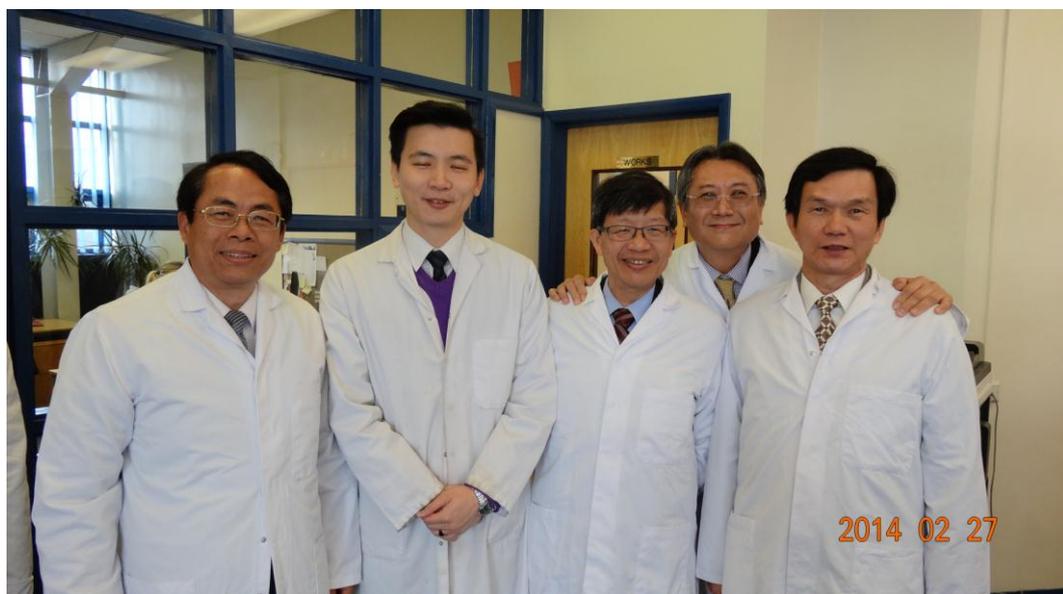


圖 4-5 作者與來自台灣工程師留影



圖 4-6 公司主管介紹 LED 生產運用情形



圖 4-7 參觀 LED 生產組裝情形

(4) MECHAN 公司

MECHAN 軌道車輛頂升設備是全世界知名維修設備公司，最經典設備就是將整列車頂升檢車，其設備採用機密電腦控制，自動調整各設備馬達速度使其平衡，包含歐洲之星(Eruo Star)及倫敦地鐵皆採用其設備。目前臺鐵富岡基地也有一套設備，惟臺鐵車種設備種類繁多，軸距規格不一，使用時採用臨時墊片，日前不慎滑落，造成車輛傾斜損傷，原廠建議各車種應有一套適合設備，或是至少使用類似車種，避免造成操作風險，此公司更讓人驚訝的是，全公司僅有 22 人，卻得到一年 2500 萬英鎊以上訂單。



圖 4-8 列車車輛頂升機



圖 4-9 列車車輛頂升機



圖 4-10 車輛提升電腦控制單元

(5) Balfour Beatty Rail(BBR)公司

在 Balfour Beatty Rail(BBR)軌道及電車線自動檢驗設備及軌道基礎設計公司，介紹最新偵測技術，應用紅外線、影像技術能快速檢驗軌道及電車線問題，剛好此時國內軌道電車線斷落事件引起鐵路局代表重視，目前臺鐵檢驗車輛設備損壞多年無法更新，對於此套系統多次提問；另台北捷運在松山線通車前將進行 3D 空間基礎設備測量，對於該公司所提供檢測設備非常有興趣，希望能有機會在台北捷運使用。

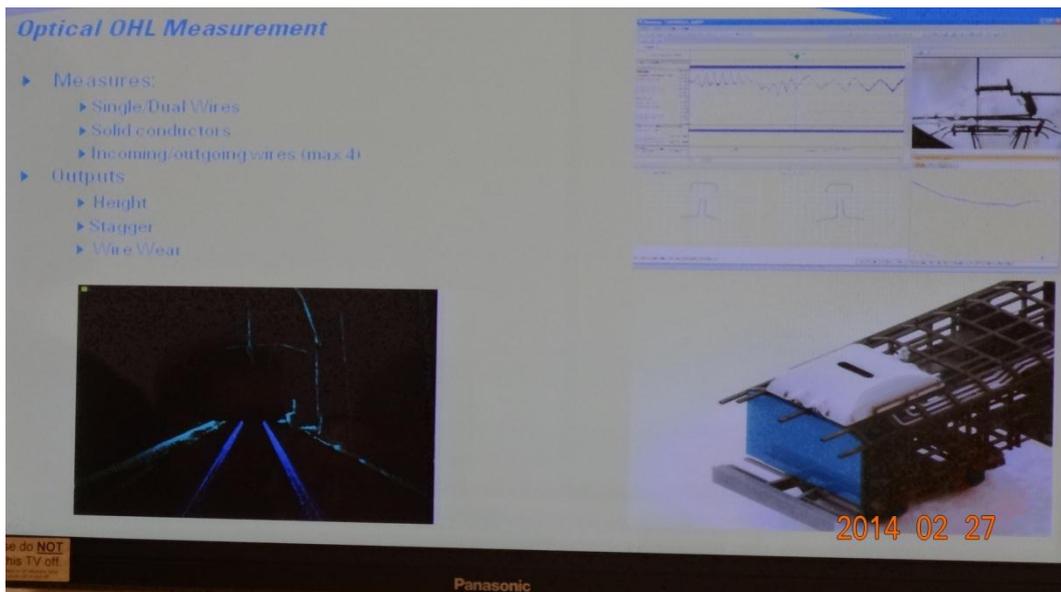


圖 4-11 電車線自動檢測設備



圖 4-12 應用於軌道基礎設備檢測

(6) Motts 工程顧問公司

Motts 工程顧問為英國重要軌道顧問，參與眾多海內外工程顧問，該公司是一間跨國公司，擁有超過 14700 位員工，其客戶遍布世界 120 多國，台灣—高雄捷運公司為其客戶之一，Motts 工程顧問目前在工程和諮詢管理是世界最大的工程管理公司之一。該公司一年的營業額超過一億英鎊，員工擁有汽油、通訊、水資源、電力、環境、城市發展、運輸及工業多方面技能，由於多樣性工作使得公司獨一無二。Motts 工程顧問並利用其全球資源及經驗在計畫、設計、採購、提供任何類型的規模項目。Basil Mott 先生創新於倫敦地鐵的發展，並不斷提出改善及發展世界各國的地鐵系統，公司工作人員擁有世界一流獨立、公正的專業知識頂尖能力，使得在世界各國的競爭下獨天獨厚，此次有機會與海外負責人 Mr. Dumolo 交流，希望能增加國內公司與 Motts 工程顧問有更多合作機會。



圖 4-13 參訪團與 Motts 公司主管合影



圖 4-14Motts 公司主管簡報業務



圖 4-15Motts 公司主管簡報業務

(7)Lloyd's Register 勞氏驗證公司：

勞氏驗證公司創立於西元 1760 年至今已有 253 年的歷史，初期投入船舶驗證，發展至今從事多元化驗證工作，勞氏公司提供獨立的財務及專家報告給一般事業單位作為高營運風險、密集的資產，以提升生命安全、資產及環境給資方參考。勞氏驗證公司是一個公正而獨立且歷史悠久的公司，其業務遍布世界各國，舉凡軌道工程、車輛、船舶、軟體等均為其驗證範圍，也提供事業單位營運管理服務報告，在運輸能力上提供財務、專家報告、訓練，在專家報告方面提供系統驗證、工程設計、號誌系統、列車控制、車輛設計、船隊績效、監控系統、人因工程、軌道營運、噪音、振動、環境研究、資產管理等研究報告，在資產管理方面提供資產控制最佳化、及時環境監視系統、船隊的績效、生命週期成本分析、能源效率等服務。本次參訪勞氏驗證公司，其公司歷史悠久而古典的裝飾、百年圖書館、議事廳，令人耳目一新，勞氏自從擔任台灣高鐵驗證單位後，也陸續投入船運以外之 IV&V 工作，此次介紹軌道車輛驗證，利用 BIM 類似模型，檢驗各項可靠度及評估風險，對於鐵道工業安全扮演重要角色。



圖 4-16 參訪團在勞氏議事廳合影



圖 4-17 勞氏公司主管為參訪團簡報



圖 4-18 參訪百年圖書館

肆、考察心得及建議

一、考察心得

- (一) 由於近年來油價高漲，居高不下以及全球暖化造成環境劇烈的變化天氣異於常態，世界各國開始注重運輸的節能減碳功效，而軌道運輸系統除扮演城際運輸間重要橋梁，其低汙染、運輸量大為其最大特色。所以綜觀世界各國漸漸對於軌道運輸特別重視，也對於軌道運輸的發展不斷投入及研發新技術，用於解決軌道運輸的新難題，創造軌道運輸的功能。
- (二) 此次有機會參加英國貿易文化處舉辦參訪活動，不但見識到兩國在貿易上已經有了彼此往來貿易的基礎，也實際了解英國在軌道運輸上發展現況以及研究，尤其目前正在使用的新運輸系統，如運用在機場航廈與停車場間的個人化快速運輸系統(PRT)運用，以及其後端的行車控制系統及維修系統，電車線的建置系統、列車排點系統的運用、無線號誌系統與軌道電路運用、轉轍器的研發控制、LED 照明的製造流程及運用於運輸場站、車輛維修提升機的建置、全生命週期成本觀念的運用於建設上等等，雖然只參訪部分公司與車站據點，無法了解英國軌道發展的全貌，但已受益良多。
- (三) 英國國鐵在 1994 年完成民營化後，將組織劃分成 Railtrack 和 BRB(British Railway Board)，其中 Railtrack 擁有所有基礎建設軌道號誌和通訊系統，負責軌道運輸安全，BRB(British Railway Board)則擁有車輛及運輸服務。但實施多年來部分民營公司由於經營績效不彰，軌道安全出現問題，最近已有收回國家經營之議，顯見政府對大眾運輸工具的重視。
- (四) 在英國參訪期間台鐵發生 228 電車線遭列車扯斷事故，因發生時間在上班尖峰時段造成旅客時間耽誤外，也影響到台鐵企業形象。顯示台鐵營運效率低落與人員訓練青黃不接之窘境，由此可見台鐵設備檢修制度未能落實，應及早建立風險管理制度，全生命週期成本觀念，引進先進的軌道檢測設備，提升軌道設備檢測效率以及事先的預防措施，以降低軌道運輸的事故率，保障旅客生命財產的安全。

二、建議事項

在此次參訪過程中雖然多拜會英國交通部及多家軌道工業廠商，對於英國鐵路車站經營管理上比較沒有深入了解，但行程上仍有利用英國鐵路運輸，路過車站及搭乘運輸工具，雖行程緊迫但仍盡量留意車站各項設施及建設，就業務上可行部分提供些許建議，期能提供未來台鐵經營管理上的

參考。

- (一) 目前台鐵自動驗票閘門僅可使用背儲式車票通過，部分地區雖可利用立桿式電子票證機通過但沒有與自動驗票閘門結合在一起，增加車站不少設備也佔據車站不少空間，應該整合在自動驗票閘門上，方便旅客使用提升服務品質。另外車票入口處與出票處應減短距離，方便旅客取票，減少旅客漏取車票，另外也減少車票在閘門輸送距離減少閘門故障機率。



圖 5.1 旅客使用閘門情形

- (二) 月台上站名均以倫敦地鐵的 Logo 為標誌其上加上車站車名，且尺寸也相當大旅客與車廂內很容易看到到達車站，在月台前、中、後均有設置，方便旅客識別，不至於誤下車站。



圖 5.2 月台上車站站名

(三) 旅客在月台上的狀況及需求不同，月台設置 Help Point 其上設置有 Fire Alarm、Emergency Botton、Information 三種按鈕，並加以標示，提供旅客各項不同需求按鈕，解決旅客所需。



圖 5.3 月台上設置 Help Point 按鈕

(四) 台鐵電梯往往礙於月台寬度或空間不足，大多僅容納 10 至 15 人，尤其如有身障輪椅可能僅有一至二部輪椅可搭乘上下電梯，不但耗時且增加電梯上下次數，耽誤旅客搭乘時間，應可考慮適當增大電梯乘載人數，不但增加旅客搭乘舒適感，減少等候電梯時間，提升服務品質。



圖 5.4 可乘載 50 人的大型電梯

(五) 台鐵目前的自動驗票閘門僅供一般旅客通過，對於身障輪椅、兒童推車、大型行李無法從閘門通過，必須另開人工閘門使其通過，增加收票同仁的負擔，也對這些旅客不夠尊重，應增加此類自動閘門，提升旅客服務水準。



圖 5.5 適合身障輪椅、兒童推車、大型行李通過閘門

(六) 由於百年車站古典美，及新式鋼骨架構車站融合在一起，呈現不同風貌，既可保留傳統建物再利用，使整體車站面向再擴大，因應未來的車站發展，活化傳統車站再利用。



圖 5.6 新舊站房融合設計不衝突



圖 5.7 新舊站房融合設計不衝突

- (七) 自動售票機分散設置於車站入口處，分散各方向來的旅客，自動售票機採觸控式螢幕，增加各種選項，可用信用卡購票，也可以電子票證充值，功能融合在一機。



圖 5.8 加值型自動售票機

- (八) 五彩繽紛的自動驗票閘門，提供旅客不同感官效果，其中在扇門及適當位置增加廣告或是文宣，隨時宣導並提供旅客注意。



圖 5.9 五彩繽紛自動驗票閘門

(九) 由於旅客經常攜帶大型行李，幾個大型轉乘車站提供行李推車，並在候車較大空間集中管理作明顯標示，方便旅客使用。



圖 5.10 集中擺放行李推車

(十) Express 列車上設置大型行李置放處，提供旅客置放避免行李置放於走道，避免影響旅客進出動線，方便旅客隨時提放。



圖 5.11 列車上大型行李置放處

(十一) 轉乘車站公布欄集中提供各項資訊摺頁，包含轉乘時刻表、鐵路相關資訊，在透明壓克力內放置規格一致的資訊，摺頁整齊擺放提供旅客所需。



圖 5.12 提供旅客摺頁資訊公布欄

(十二) 由於鐵路路線相當複雜，車站內提供營運、轉乘路線圖，對於不常搭乘火車的旅客而言，從營運路線圖上車站節點獲得轉乘資訊，才不至於搭錯列車，影響搭乘時間或錯過車站。



圖 5.13 營運路線圖

(十三) 於車站末端月台列車停靠月台設置緩衝式止衝擋，避免列車停靠失當造成衝撞末端月台。



圖 5.14 緩衝式止衝擋

(十四) 列車上張貼安全注意事項之使用方法及時機，讓旅客知悉列車上各項安全設施使用方法及使用時機。



圖 5.15 列車上各項安全設施說明公告

(十五) 車站外結合類似台北 U-bike 自行車，提供旅客利用電子票證刷卡取用，不但節能減碳又環保。

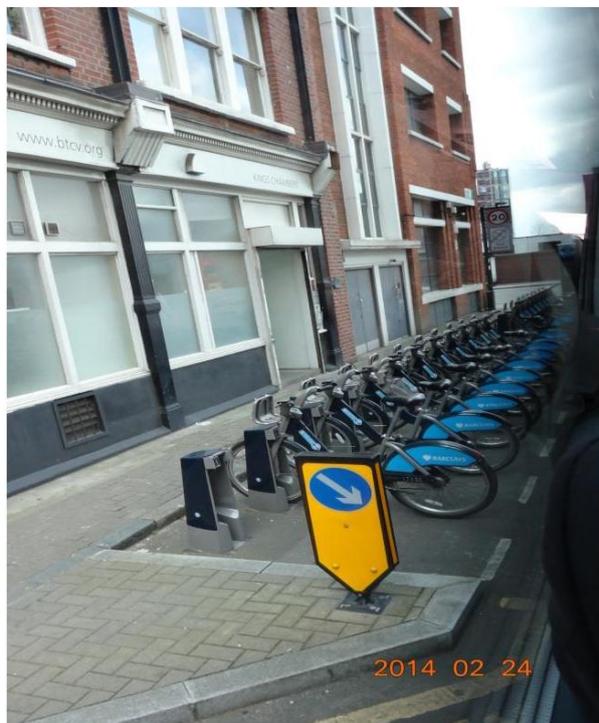


圖 5.16 車站外的 U-bike 自行車



圖 5.17 車站外的 U-bike 自行車

伍、附件：簡報摘錄

(一)

New overhead line equipment on existing structures of Great Eastern route

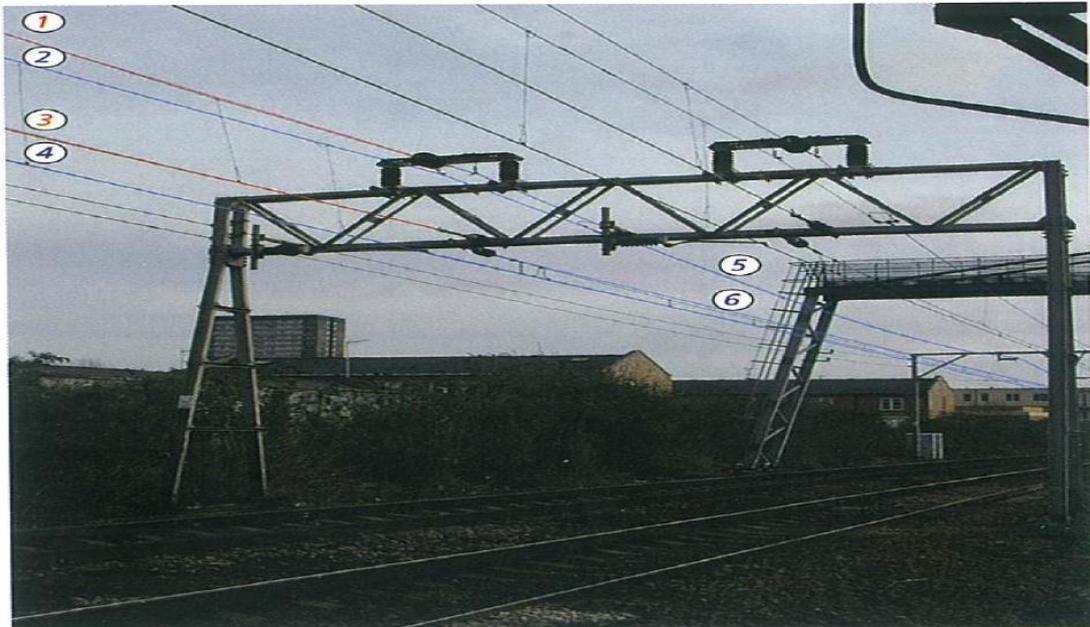


Figure 7: Picture of single span insulated overlap of a compound overhead line design.
1 insulated catenary wire for out-of-running contact wire 3;
2 catenary wire for in-running contact wire 4; 3 terminating (out of running) contact wire; 4 in-running contact wire; 5 catenary wire; 6 fixed terminated auxiliary wire

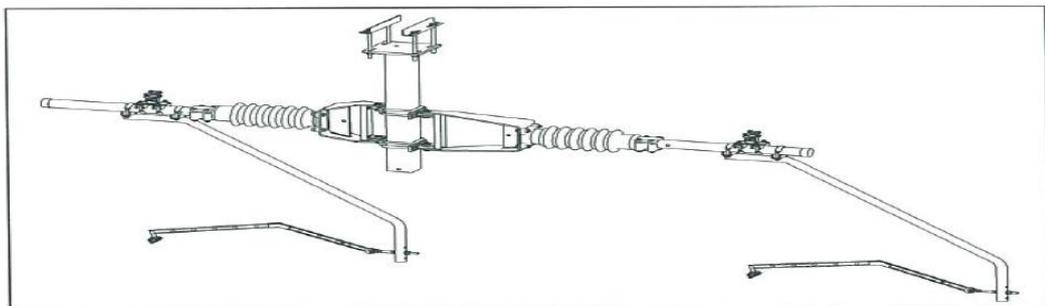


Figure 5: Pull off and push off versions of the single insulator cantilevers.

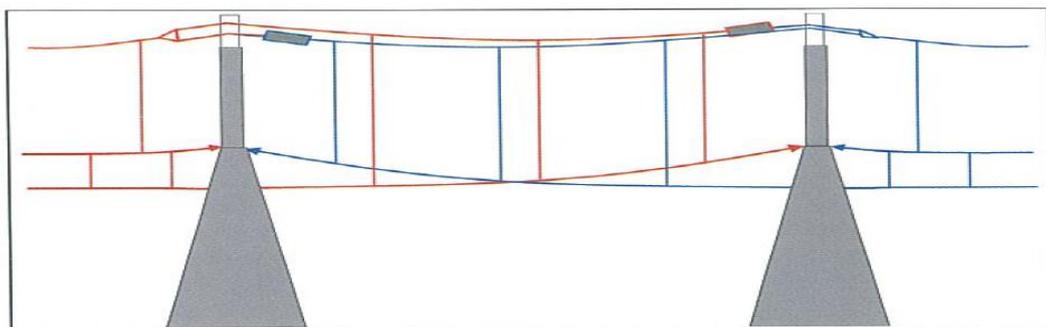


Figure 6: Single span insulated overlap in the compound system.

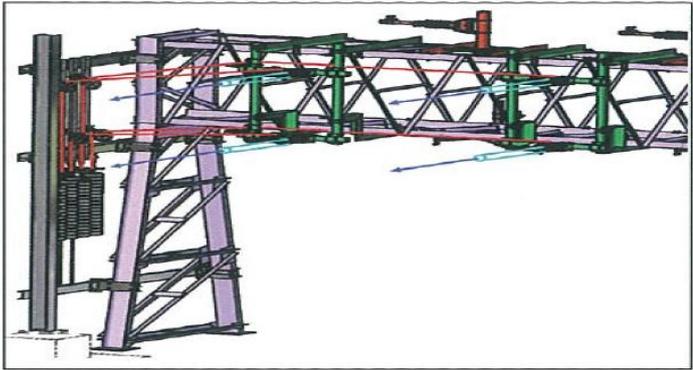


Figure 8: New weight tensioning on existing structure.

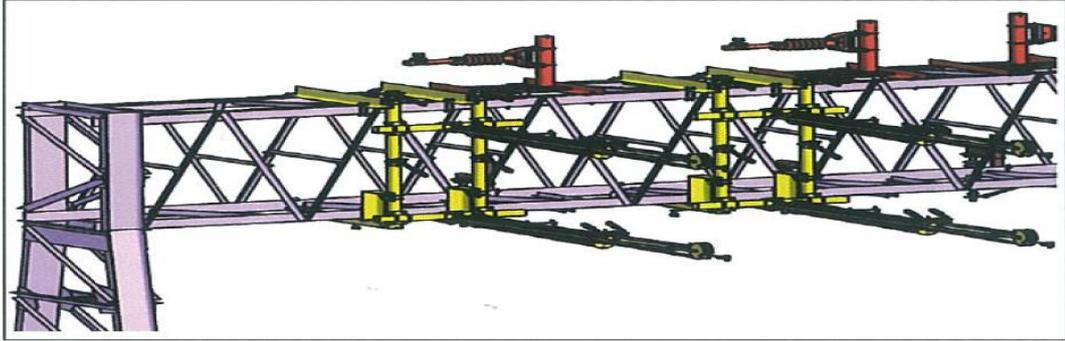


Figure 9: New spring tensioning on existing structure.

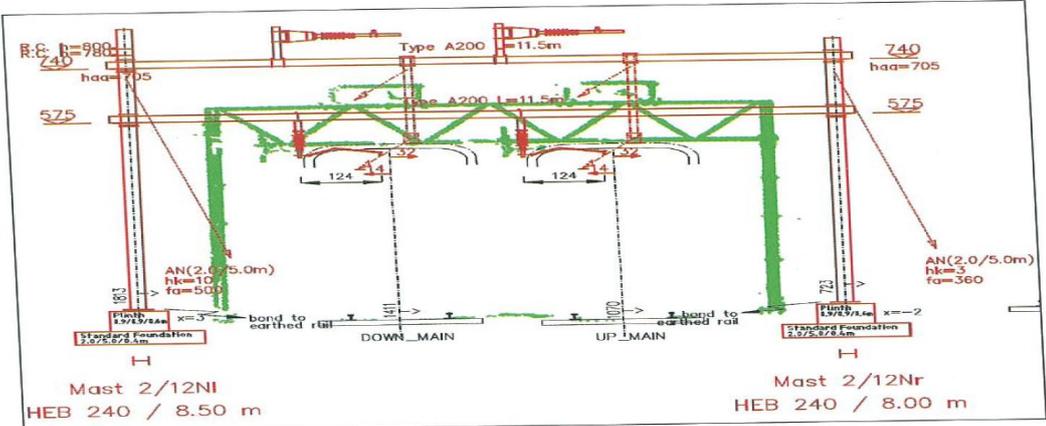
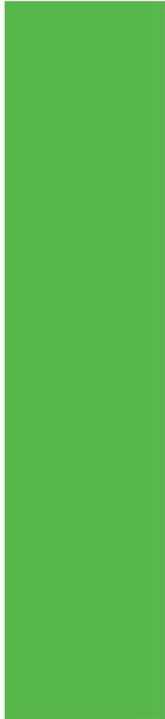


Figure 10: Replacement of a structure.



Figure 11: Mock-up of overhead line installation for training technical staff on the new equipment.

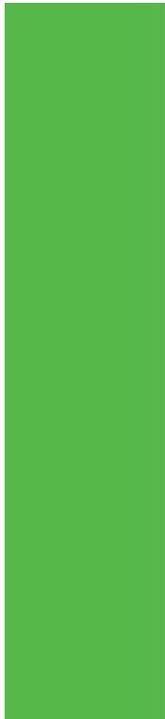
(二)LPA



LPA EXCIL ELECTRONICS



February 2014



Group Structure



Company Locations

- Yellow: LPA Excil Electronics
- Blue: LPA-Channel Electric
- Red: LPA-Niphan Systems
- Black: LPA-Haswell Engineers



LED Lighting



- LPA Excil Electronics is a designer and manufacturer of technology leading LED lighting solutions.
- Our expertise includes design and manufacture of LED light engines, drive electronics and control systems, through to complete luminaire and lighting solutions.
- LPA Excil LED Lighting has a reputation for high reliability with a wide portfolio of highly successful installations across a wide range of industries and blue chip companies.

LPA Excil Electronics Overview



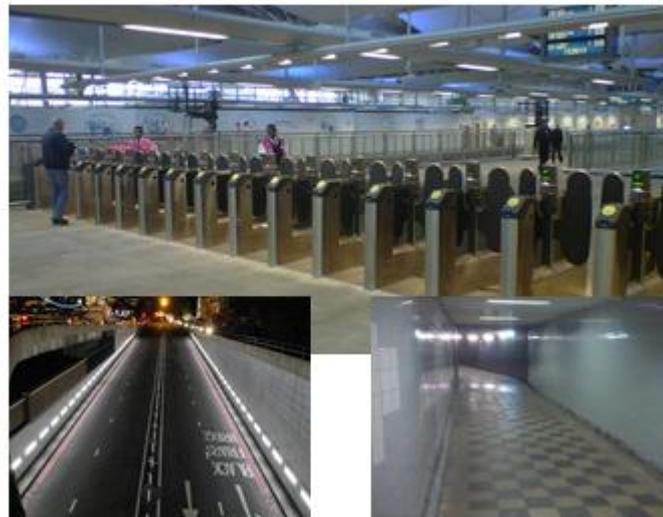
- Our current market sector involvement includes rolling stock interior lighting, transport infrastructure, Industrial/OEM and selected commercial applications.
- The company was formed in 1982 and joined the LPA Group PLC in July 2000.
- Located in Normanton, West Yorkshire, UK, where all design and manufacture is performed.
- EN ISO 9001 certified.

Applications

Waratah/Downer EDi Rail LumiStrip Interior Lighting Solution



Blackfriars-London New Ticket Barrier Area + Subway and Road Underpass



Siemens-Warsaw and Munich Metro

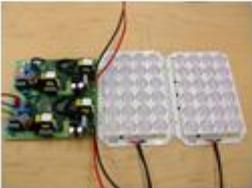


Warsaw Metro



Munich Metro

**Hazardous Area
LED Light Engine and Drive
Electronics**



**Ballast Dispenser Wagon
High Output LED Flood Light**



**Javelin Class 395-
Hitachi**

**Fluorescent/LED
solution**



East Coast MK3 Fluorescent/LED Solution



London Underground Central Line LumiPanel



**AGC – BOMBARDIER
SNCF**



**TGV R/ SNCF
LumiSpots**



Panorama Car/VIA Rail Canada LumiSpot



Major LumiMatrix Opportunities



• OTIS Escalators-Crossrail.



• Crossrail platform illumination.



• Crossrail Liverpool Street.

SNCF- Le Rayon Vert LED Down lights and Fluorescent Replacements



Conclusions



LPA LED Lighting Systems offer:

- Ultra high reliability offering reduced maintenance and operating costs.
- Low power consumption resulting in significant energy savings.
- Low temperature light beam resulting in a more comfortable environment and reduced air conditioning load.
- A variety of control options including dimming, pre-set emergency levels and response to ambient light conditions.
- Long life, green solution.

February 2014

Ultra at Heathrow & Beyond

Presentation by Fraser Brown, Managing Director, Ultra Global PRT

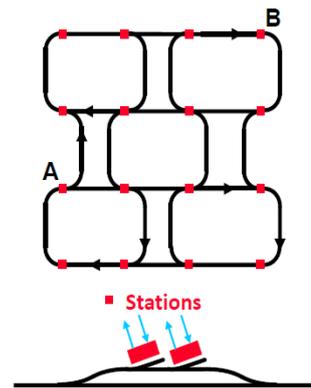


Overview

An innovative transport solution designed to meet the need for congestion free, multi origin, multi destination public transport.

Ultra is:

- On Demand Transport – no waiting
- Sustainable
- Reliable
- Attractive to the user
- Inexpensive
- Easy to install



Heathrow issues

- Congestion
- Space restrictions
- Pollution problems
- Capacity restrictions
- Passenger Service Issues

PRT seen as only practical solution to meet Heathrow connectivity requirements



Heathrow pod



- Operational since May 2011 and has carried over 950,000 passengers to date.
- Heathrow pod removes 70,000 bus journeys from Heathrow's roads per year.
- Savings of over 200 tonnes of CO2 per year on previous bus service.
- Has completed over 2,000,000 driverless kilometres

Reliability



System	Availability
Heathrow Pod	99.4% (2011-2013)
Heathrow Express	98.0% (2010/2011)
London Underground (LUL)	95.6% (2010/2011)
Docklands Light Rail (DLR)	97.4% (2010/2011)
Tramlink	98.6% (2010/2011)
Overground	94.8% (2010/2011)



Average waiting time for a vehicle to arrive is only **10-15 seconds**, with 80% of passengers having no wait at all.

Figures from Transport for London

Passenger Feedback



- **Quality of Service Monitor (QSM)**

Category	Bus	PRT	
	2010	2011(Q3)	2011(Q4)
Ease of Getting to the Terminal	3.8	4.6	4.6
Overall Transfer Experience	3.9	4.5	4.6
Frequency of Transfer	3.5	4.6	4.7
Car Park Overall	3.8	4.2	4.2

- Over 60% of customers gave 5/5
- The best service on the airport – nothing scores higher as an individual score than 4.7
- Passengers are choosing to use the car park because of the pod



Next steps for Heathrow

- Now an established member of Heathrow transport offering
- In February 2013, Heathrow announced plans for a second system at the airport.
- Secured lucrative sponsorship deal with the Marriott Hotel group.
- From August 2013, Heathrow pod accessible for guests of a local hotel



Beyond Heathrow



INNOVATION IS GREAT BRITAIN

Heathrow pod Ultra Global PRT

Globally renowned for delivering the world's best transport solutions, for internationally recognised expertise, make the UK your partner of choice.

ukti.gov.uk/greatbritain

PRT in Florianopolis, Brazil

Contacted by Brazilian company Brasell last year

- Looking for innovative urban transport solutions
- Identified Ultra through their research from website

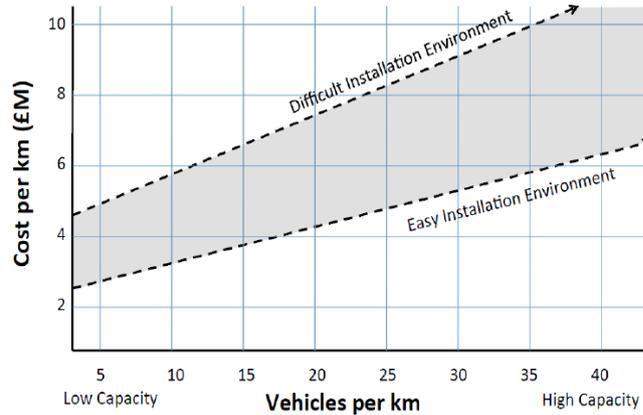
Will improve the mobility of the population and reduce travel time between the Mainland and the Island.



Understanding PRT capital cost



No single per-km cost is accurate representation
 Cost depends on:
 1) Site conditions
 2) Demand to be served (capacity)
 3) Location (e.g. India vs. UK vs. US, etc)



3-5 times cheaper than APM/Rail



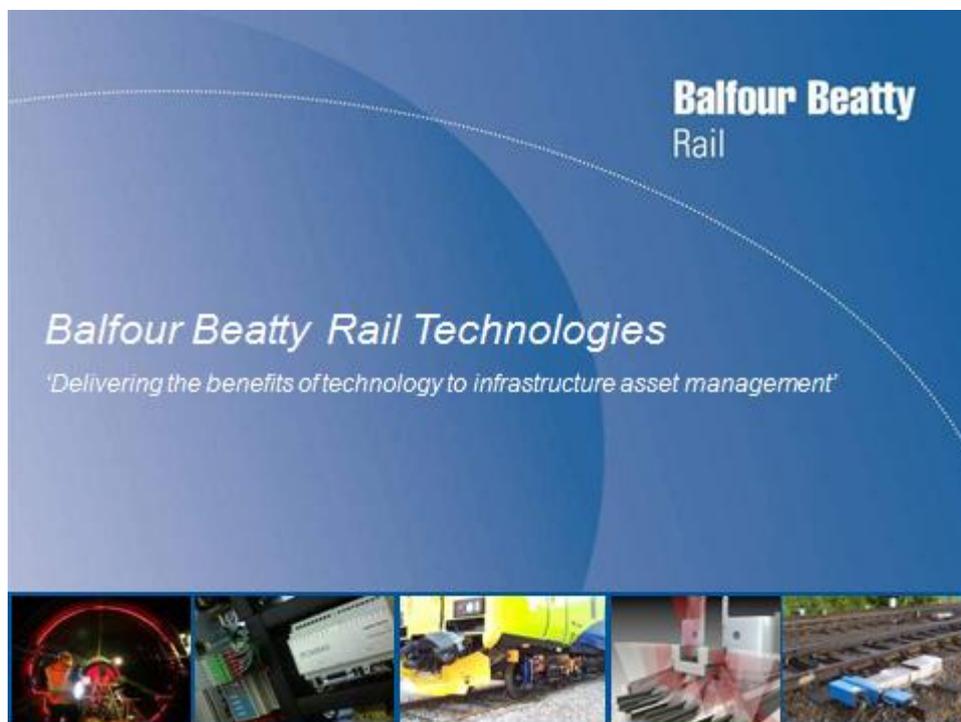
Project/System	Cost per km	Cost Per KM if PRT Were Used
Light Rail at Toronto International Airport	£38m per km	£9-10m per km
Montpellier Light Rail System	€21.8m per km	€5.6m - 9m per km
Oakland Airport Connector	£32m per km	£6-8m per km

Wide Range of Revenue Streams and Savings



<i>Low Capex</i>	<i>Operational Savings</i>
<i>Farebox Revenue</i>	<i>No Disruption to Services</i>
<i>Sponsorship and Advertising</i>	<i>Reduction in Traffic Congestion</i>
<i>Increased Staff Productivity</i>	<i>Increased Office Rents</i>
<i>Third Party Partnerships</i>	<i>Passenger Travel Time Savings</i>

(四)BBR



Balfour Beatty

- ▶ Quoted on the London Stock Exchange
- ▶ An international infrastructure business:
 - ▶ UK plc but with around half the business now overseas
 - ▶ Significant operations in the US, Middle East, Far East and Australia
- ▶ Four business areas:
 - ▶ Professional services
 - ▶ Construction services
 - ▶ Support services
 - ▶ Infrastructure investments
- ▶ Lifecycle approach: deliver services essential to the development, creation and care of infrastructure assets
- ▶ 50,000 employees worldwide
- ▶ Acquired Parsons Brinckerhoff



NR – Revenues including shares of joint ventures and associates / Exchange rate 01 Dec 2011

The creation and care of tomorrow's railways

- ▶ Balfour Beatty Rail is an international rail infrastructure contractor involved with the design, supply, installation and maintenance of rail infrastructure assets
 - ▶ Track
 - ▶ Power & Electrification
 - ▶ Signalling
 - ▶ Asset Management
 - ▶ Multi-disciplinary projects

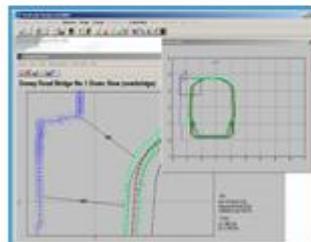


Implementation – Multi-disciplinary projects



Balfour Beatty Rail Technologies

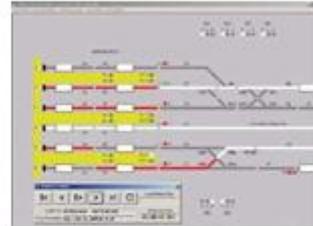
- ▶ Part of the Balfour Beatty Rail UK
- ▶ 100+ professional engineering staff
- ▶ Core business is the application of technology to improve infrastructure asset management



High-speed Mainline Commuter Metro Light rail / train Industry Freight

Asset Management Focus

- ▶ Innovative solutions that help deliver more reliable, safer rail infrastructure at reduced lifecycle cost
- ▶ Management systems for condition visualisation, decision support and planning
- ▶ Service proven measurement and data acquisition systems
- ▶ Applications include track, overhead line, switches and signaling systems
- ▶ Systems developed from knowledge of being a maintainer



High-speed Mainline Commuter Metro Light rail / tram Industry Freight

Attended Measurement Systems

London Underground – Tubelines Asset Inspection Train

Key Systems

- | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| ▶ Inertial Track Geometry* | ▶ RFID/GPS based location |
| ▶ Running Rail Profile* | ▶ Multi Channel Video (Digital) |
| ▶ Check Rail Geometry* | ▶ Thermal Imaging |
| ▶ Conductor Rail Profile/Geometry* | ▶ Ride Quality |
| ▶ Corrugation* | ▶ Noise |
| ▶ Tunnel Profile(*) | ▶ Synchronised data display |
| | * = Triangulation measurement systems |



Queensland Rail – Road/Rail Vehicle

Key Systems

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| ▶ Instrumented Pantograph | ▶ Versine Track Geometry |
| ▶ Non-contact OHL | ▶ Ballast Profile |
| ▶ Mast Detection | ▶ Platform Clearance |
| ▶ GPS based location | ▶ Corrugation |
| ▶ InertialTrack Geometry | ▶ Contact patch |



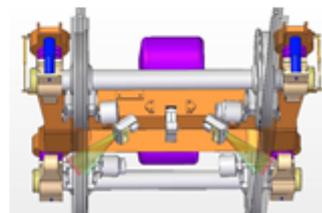
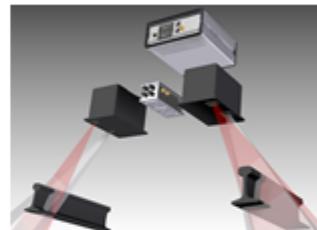
Rail Infrastructure Measurement

- ▶ A very large part of the UK Network is now measured with our systems
- ▶ Track Geometry Measurement
 - ▶ TRC
 - ▶ PLPR 1 & 2
- ▶ Overhead Line Measurement
 - ▶ Soon, as part of Mentor upgrade
- ▶ Structure Gauge Measurement
 - ▶ LaserFlex on SGT1 and soon on SGT2



Unattended Track Geometry Measurement

- ▶ New track geometry measurement equipment compact and automated for fitment to normal service trains:
 - ▶ Dramatically reduced cost
 - ▶ Much more frequent measurement
- ▶ Frequent measurement provides an early indication of developing faults and a clearer understanding of deterioration rates and causes
- ▶ This allows the right maintenance to be carried out at the optimum time
 - ▶ Sometimes at an early stage where it can be seen to be cost effective
 - ▶ Sometimes, where safe, as late as possible to minimise intervention costs



Unattended Measurement Systems

In addition to dedicated measurement vehicles we provide unattended train-borne measurement systems to a range of customers as highlighted below. These are applied to in-service freight and passenger vehicles and measure a range of parameters including track geometry and ride quality. They offer the advantages of more frequent measurement at lower cost, providing earlier identification of underlying faults, better trend analysis and predictability.

QR Cairns Tilt Train	NI	LUL - Metronet
 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Inertial and Optical Geometry System ▶ Precision GPS based location ▶ Ride quality ▶ Automatic data download ▶ "Real-time" alerts ▶ Data visualisation and analysis through DataMap™ 	 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Inertial and Optical Geometry System ▶ GPS and AWS based location ▶ Automatic data download ▶ Video survey ▶ Link node model ▶ Data visualisation and analysis through DataMap™ 	 <ul style="list-style-type: none"> ▶ Inertial Geometry System ▶ TAG based location ▶ Triggered video ▶ Ride quality ▶ Automatic download ▶ "Real-time" alerts ▶ Data visualisation and analysis through DataMap™ with synchronised data display ▶ Proven concept

Structure Gauge Measurement

- ▶ Any required platform
- ▶ High accuracy integration with track geometry data

- ▶ Output information compatible with industry standard CAD packages and in-house databases and clearance analysis
- ▶ Supporting the UK's leading approach to clearance gauging, giving more space for vehicle operation than any other method

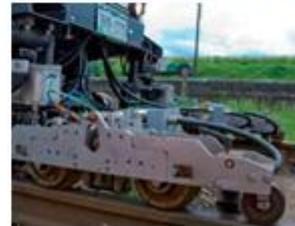


References

- ▶ LaserFlex - high speed train based measurement for Network Rail, TTC, PATH
- ▶ LGV - RRV based measurement services for Network Rail
- ▶ LaserSweep - manual measurement equipment sales, hire and services

Ultrasonic Rail Testing

- ▶ Balfour Beatty Rail is working in exclusive partnership with RTI, one of the leading ultrasonic testing organisations, to deliver the 8000SX™ testing system.
- ▶ Total Flexibility – service or product offering
- ▶ Train borne, RRV or trailer mounted
- ▶ Very accurate detection and discrimination of rail faults - ensuring the highest Probability of Detection (POD) with the lowest False Call Rate (FCR)
- ▶ Survey to survey comparison to assess defect growth
- ▶ Proven with some of the most demanding



DataMap™ supports the visualisation of a complete range of asset condition information

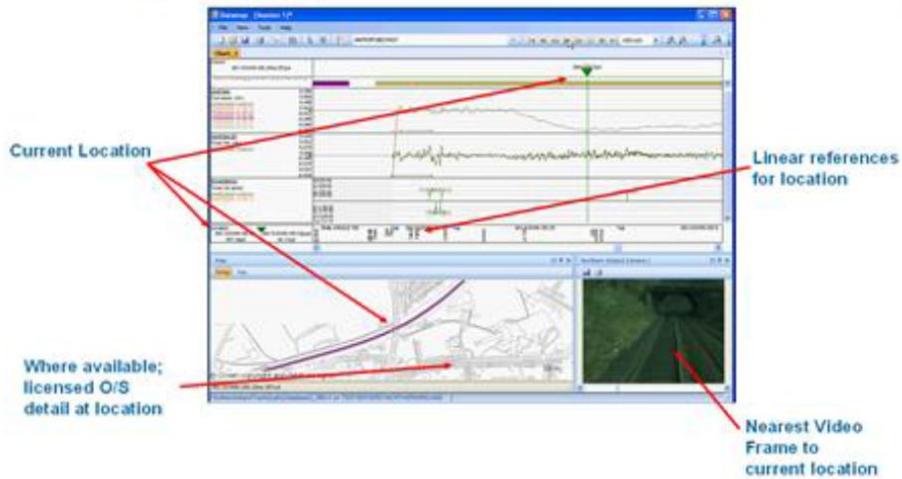
- | | | |
|-----------------------|----------------------------|-----------------------|
| ▶ Track geometry | ▶ Traction supply | ▶ Rail profile & wear |
| ▶ Ride quality | ▶ Video | ▶ Conductor rail |
| ▶ Overhead line | ▶ Ground Penetrating Radar | ▶ Noise |
| ▶ Lineside structures | ▶ Thermal imaging | ▶ Corrugation |
| ▶ Structure gauging | ▶ Ballast profile | ▶ Rail flaw |

Key Benefits of DataMap™

- | | |
|--|---|
| ▶ Reduces maintenance costs | ▶ Enables virtual track walking |
| ▶ Enables life extension rather than renewal | ▶ Supports more effective maintenance |
| ▶ Improves safety management | ▶ Better utilisation of costly plant |
| ▶ Scalable solution from Individual line to national network | ▶ Reduces unplanned maintenance activity |
| ▶ Information access from full corporate to Individual trackside PDA | ▶ Helps the user make sense of measurement information |
| ▶ Cost effective audit record of asset condition | ▶ Reduce levels of analysis and management |
| ▶ Identify operational train performance improvement | ▶ More pro-active maintenance monitoring |
| | ▶ Improved planning (tamping, grinding ballast) |
| | ▶ Helps contractor management |
| | ▶ Supports acceptance warranty management for new lines |

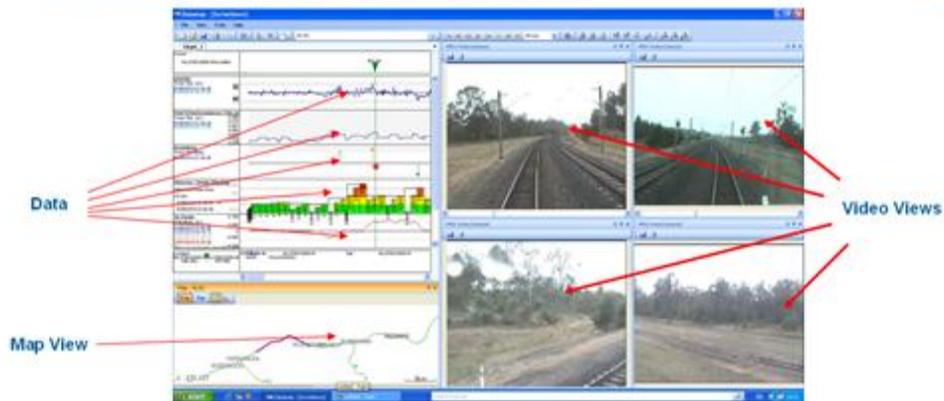


DataMap™ - The Synchronised View

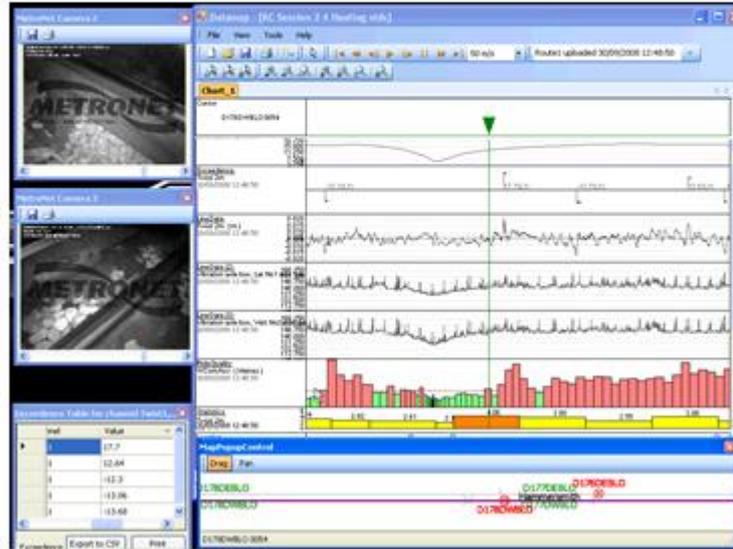


■

DataMap™ - The Synchronised View



- ▶ With appropriately aligned video, track walking can be achieved in the comfort and safety of the office, with all elements of data for the location made available.



Case Studies



▶ **London Underground**
DataMap™ is used to reduce maintenance costs through monitoring geometry, video imagery, ride quality, and vibration characteristics.



▶ **Northern Ireland Railways**
DataMap™ is used to manage the safety of the network. Measured parameters include: client supplied video synchronised with track geometry data from service train and full ordnance survey mapping.

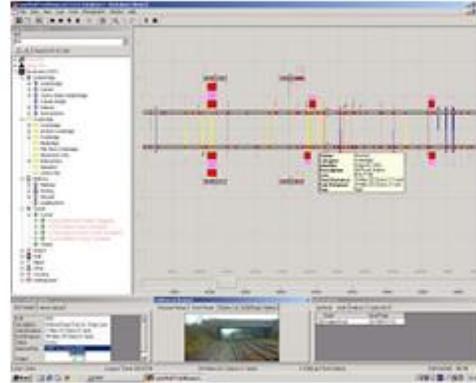


▶ **Queensland Rail**
Have adopted DataMap™ to make best use of monitoring technology for improved maintenance regimes.



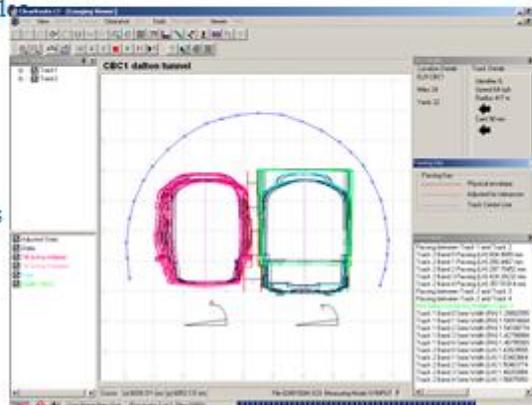
TrackRoute™ 3D Infrastructure Database

- ▶ Used to manage all Network Rail gauging measurements
- ▶ Developed and hosted by BBRT
- ▶ Links various fields such as profile, location, speed & track geometry
- ▶ Direct output to ClearRoute for clearance analysis
- ▶ Supported by BBRT for over 15 years



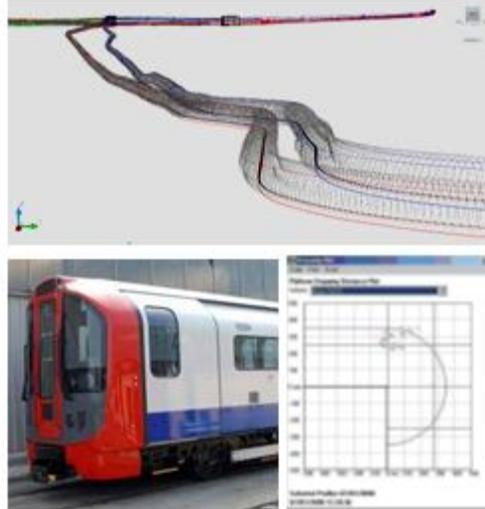
ClearRoute™ World Class Clearance Assessment

- ▶ Clearances between infrastructure and vehicle and between vehicles
- ▶ Static gauging and dynamic gauging with vehicle models
- ▶ UIC kinematic gauging
- ▶ Platform stepping calculations
- ▶ Allows complete route assessment
- ▶ Compliant with all relevant standards



Gauging Services *Specialist Gauging Consultancy*

- ▶ The consultants' consultant
- ▶ Advanced toolbox
 - ▶ ClearRoute+ and HyperRoute
- ▶ Specialist knowledge
- ▶ Proactive project involvement
- ▶ Full service – measurement through to certification
- ▶ Involved in all new trains for the UK since privatisation



XiTRACK®

- ▶ Polyurethane, liquid applied, very fast setting
- ▶ Means of reinforcing ordinary railway ballast
- ▶ Gives vastly superior strength and resilience, enhancing track support
- ▶ Designed for each site to give a calculated degree of strength
- ▶ Ideal for specific problem sites as a 'one fix solution'



XiTRACK®
Eliminating the Cost of Ballast Maintenance

- ▶ Polyurethane provides a strengthening 'cage'
- ▶ Free draining matrix
- ▶ Ballast degradation eliminated
- ▶ Ballast movement eliminated
- ▶ Track stiffness consistent and sustained



Examples of Use

Heavy Haul / High Speed / Light Rail / Metro
No Ballast Maintenance Required
No Tamping of S&C



Track Support at Transitions



Maintaining Structure Clearance / Track Geometry



Lateral End Restraint for S&C/Curves
Ideal for High Speed with Crossing Traffic

Control of ballast on embankments and reducing dynamic loads on embankments



Consultancy - RailKonsult

Balfour Beatty Rail Technologies own specialist consultancy team for asset management and maintenance

- ▶ Planning for maintenance and asset management
- ▶ Assessment of current performance - Benchmarking
- ▶ Improve efficiency and performance
- ▶ Establish new and better processes
- ▶ Introduce new technology
- ▶ Introduce new skills and competencies to meet changing demands – including formal and informal training

Benefits

- ▶ Improved asset management and maintenance regimes
- ▶ More efficient operation
- ▶ Reduced costs



Balfour Beatty Rail Technologies

'Delivering the benefits of technology to infrastructure asset management'

