

# 壹、 出國考察依據及目的

## 一、 出國依據

依據交通部臺灣鐵路管理局105年度出國計畫「赴歐洲參加第四屆臺英軌道論壇及考察瑞士登山鐵道」。

## 二、 考察目的

受邀參加英國在臺辦事處(BO)、英國軌道工業協會(RIA)主辦於倫敦舉行第四屆臺英軌道論壇(Fourth Taiwan/UK Railway Forum)，國內計有中華顧問工程司、臺灣世曦、臺灣車輛、新北捷運及本局等10餘位具軌道專業背景成員與會。考察目的為與英國鐵路公司、軌道工業協會會員共同研討目前軌道先進技術發展與應用現況、現代化維修管理方法及傳統鐵路升級方向，以及就鐵路基礎設施興建及改善、軌道工業設備採購及運輸發展策略等議題進行意見交流等。會後並拜會英國交通部部長Claire Perry，就當前雙方軌道發展現況、未來建設計畫及過去建置經驗、可能合作議題交換意見，並預期2017年第五屆臺英軌道論壇在臺北順利展開。

除軌道研討會外，另與英國鐵路安全及標準委員會(Rail Safety and Standards Board，RSSB)、英國鐵路管制局(Office Of Rail Regulation，ORR)探討論英國鐵路安全策略計畫與相關安全標準之訂定及執行方式。圓桌會議(Roundtable)則是集軌道專業技術人員於一堂，面對面談論各自所關心的議題，探求別人的看法，拋問題、找解答，各取所需，也是最務實的一段行程。

在世界各國共同面臨都會交通日益壅塞的難題之際，基於環保及節能的體現，軌道運輸咸認是解決陸上交通困境的最佳選項。歐盟在『2010年運輸政策白皮書』的主要政策中提及，「活化鐵路」是未來軌道發展重點項目。歐盟認為未來軌道運輸永續發展，必須整合各種運輸的聯運功能。英、法「鐵路工業技術」具領先的地位；都會區大眾運輸便利更足為考察之重點。瑞士雖不以軌道技術見長，但以綿密鐵路網發展「鐵路城市」、「鐵路旅遊」及「準點」見長，特別是高山鐵道以環保的運輸結合觀光旅遊，值得臺鐵協助阿里山森林鐵路營運之參考。

## 貳、 考察成員及行程

### 一、 考察成員：

李永昌 交通部臺灣鐵路管理局工務處 處 長  
 傅義鴻 交通部臺灣鐵路管理局電務處 副處長  
 林治平 交通部臺灣鐵路管理局阿里山森林鐵路管理處 副處長

### 二、 考察行程：

行程說明	日期	地點	行程概述
	2/21(日)	臺北~倫敦	去程
	2/22(一)	倫敦	1. RSSB(Rail Safety and Standards Board)-研討軌道安全與標準 2. ORR(Office of Road and Rail)-軌道安全管理會議 3. RIA(Railway Industry Association)-軌道工業發展現況 4. 拜會英國交通部部長 Claire Perry
	2/23(二)	倫敦	1. 西敏寺會議中心 (Westminster Conference Centre)-軌道技術研討 2. 一對一專案研討 3. 軌道圓桌會議(Railway roundtable meeting)-研討鐵路升級/更新、鐵路資產管理、全生命週期、先進軌道技術發展等議題
	2/24(三)	倫敦	1. NTAR(National Training Academy for Rail)-參訪國家軌道訓練學院 2. 參訪 St Pancras International Station and King's Cross Station
	2/25(四)	倫敦	軌道工業技術發展簡報-Ricardo Rail、Balfour Beatty Rail、LPA Group、Voestalpine Signaling Fareham Ltd、Tangerine、Mott MacDonald
	2/26(五)	倫敦	1. 參訪鐵路工程 Great Western Railways – Reading Station 2. 希斯洛機場(Heathrow Airport )PRT(Personal Rapid Transit)– LHR 3. 試乘體驗 Heathrow Pod - mobile

2/27(六)	倫敦 ~巴黎	1. 搭乘歐洲之星(Eurostar) 2. 考察巴黎北站(PARIS NORD)
2/28(日)	巴黎 ~蘇黎世	1. 考察巴黎里昂車站(PARIS GARE LYON) 2. 搭乘 TGV (Train's Grande Vitesse ) 3. 考察蘇黎世中央車站(Zürich Hauptbahnhof)
2/29(一)	蘇黎世 ~布里格	1. 搭乘冰河列車 2. 拜會馬特洪哥達鐵路公司(MGB)
3/1(二)	布里格 ~策馬特	1. 考察 GORNERGRAT 登山鐵道營運與行車運轉方式、高山鐵路供電系統、車輛、轉轍器及特殊軌道技術。 2. 參觀 TASCH 轉運站停車場設施
3/2(三)	布里格	1. 參訪維修基地(WORKSHOP) 2. 參訪行車控制中心 3. 參觀號誌聯鎖設施
3/3(四)	蘇黎世	參訪蘇黎世交通運輸
3/4(五)	蘇黎世 ~臺北	回程

## 參、 臺英軌道論壇及鐵路考察

本次英國參訪行程，係由英國在臺辦事處(British Office，BO)主辦，全團共11人，由尹承蓬董事長擔任團長，臺灣代表團成員：

	單位	姓名
1	財團法人中華顧問工程司	尹承蓬董事長
2	財團法人中華顧問工程司	曾惠明顧問
3	財團法人中華顧問工程司	劉崑玉資深工程師
4	交通部臺灣鐵路管理局工務處	李永昌處長
5	交通部臺灣鐵路管理局電務處	傅義鴻副處長
6	臺灣車輛股份有限公司技術處	陳成全經理
7	臺灣世曦工程顧問股份有限公司	李元唐副總經理
8	新北市政府 捷運工程局	李政安副局長
9	新北市政府 捷運工程處	凌建勳副處長
10	新北市政府 捷運工程處	黃維崧代理股長
11	英國在臺辦事處	尹德惠組長



圖1.拜會英國交通部長Claire Perry



圖2.技術研討會前合影

英國的行程自105年2月22日至26日，主要行程：

- (一) 拜會英國交通部長Claire Perry。
- (二) 參加第四屆臺英軌道論壇。
- (三) 會見英國軌道主管機構及產業廠商。
- (四) 參訪英國軌道建設工程。
- (五) 參訪英國國家國家軌道訓練學院。
- (六) 參訪希斯洛機場個人快捷系統、聖潘克拉斯等車站

## 一、 軌道技術研討

### (一) 軌道安全標準協會(Rail Safety and Standards Board, RSSB)

2/22參訪由Chris Fenton、Chief Executive率領其團隊，John Abbott簡報，研討軌道安全標準訂定、認證與驗證、風險評估、事故調查分析等。



圖3.RSSB研討軌道安全



圖4.與RSSB互換贈品

英國軌道安全及標準協會(Rail Safety and Standards Board, RSSB)於2003年由NR(基礎設施公司)、客貨運營運公司、及軌道車輛製造商等產業界共同出資所成立獨立之非營利公司。軌道系統有許多系統界面，由不同的系統廠商負責。RSSB的任務就是將各個組織整合在一起，對此複雜系統相關的安全及技術標準做出統合與決定，交由軌道業界遵守，以期標準之一致化。

RSSB透過研究、風險模擬及分析，協助軌道業訂定安全、技術標準，提供知識及創新作法。最主要目的在協助軌道業透過持續改進，以降低乘客、員工、一般大眾的健康及安全風險。此外RSSB負責出版英國鐵路規章(British Railway Rule Book)，並執行永續鐵路計畫(Sustainable Rail Program)，支持軌道產業之長期發展，達成提升安全、增進乘客認同與運量、降低成本與碳排放等目標。

RSSB協助交通部建立和管理鐵路系統權限、提供資金和贊助研究開發、監控鐵路業者的安全性能、制定年度鐵路安全計畫、傳授良好對策和提供安全引導，同時把不同的鐵路運輸系統組織在一起，形成集體決策。RSSB是一個專家機構，提供知識、技能和經驗予軌道業界，但不牟利，而是獨立於任何商業利益之外。RSSB跨越整個鐵路系統，他的會員包括基礎設施公司、客車和貨運經營者、車輛擁有者和供應商。

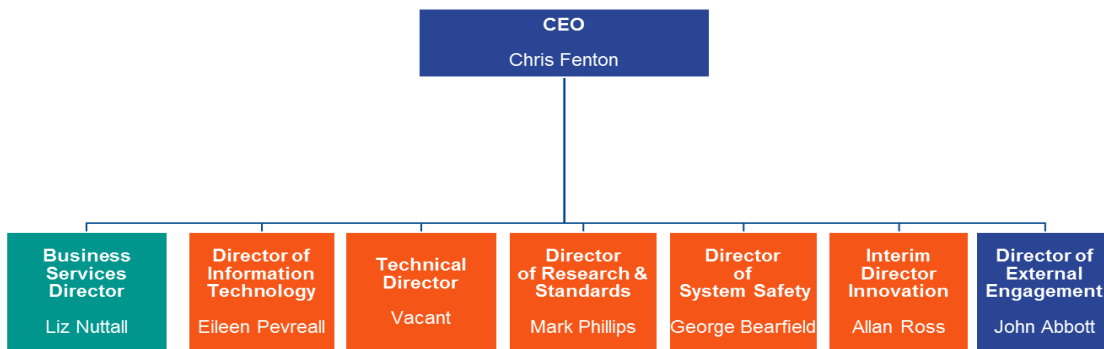


圖5. RSSB組織架構

### 1、驗證(Verification) and 認證(Validation)

驗證(Verification)係檢驗系統是否以正確的方式來建造(Build the system right)，檢驗系統在其發展過程中的每一個階段，是否能完全達到，並符合其前一個階段所訂之各項需求程序。主要目的為確定系統每一階段的發展皆能滿足其階段性的規格需求，同時確保所得的結果具有延續性及一致性。

認證(Validation)係檢驗是否建造正確的系統(Build the right system)對整體系統的測試與分析，確保其能符合安全、功能、性能及界面等各方需求。主要目的為確定最後所產生的系統，能滿足所訂定的規格及功能需求。

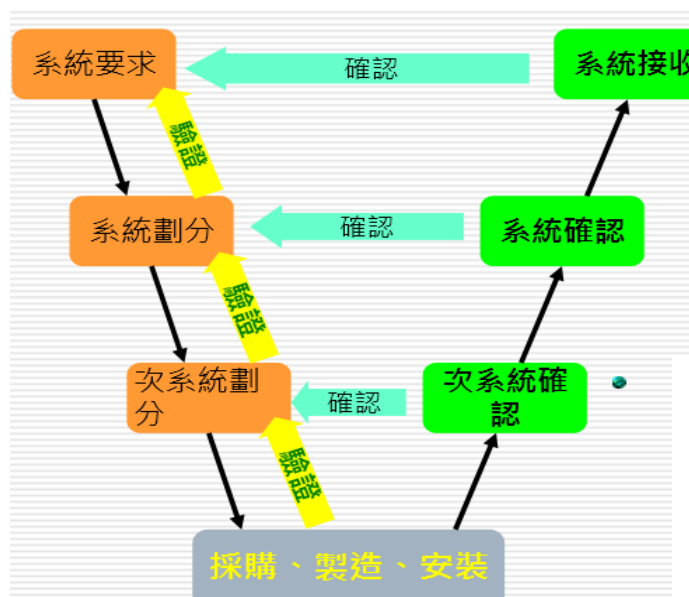


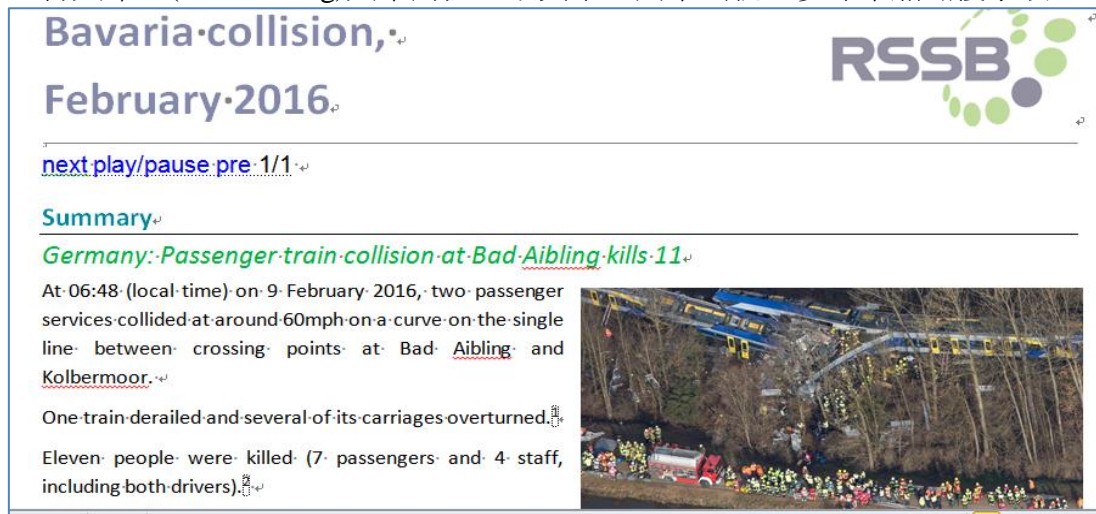
圖6.系統驗證確認程序

## 2、獨立驗證與認證制度(Independent Verification & Validation, IV&V)

係建立專業分工，解決機關驗證人力與專業不足之困境，防止查核、驗證與確認工作流於表面化、形式化。採第三者認證方式，可以解決軌道興建、營運公司與機關間責任之釐清。藉由設立專業認證機構，將有助於推動軌道工業本土化，提升軌道工業發展水準，確保系統品質。

## 3、德國巴伐利亞(Bavaria)列車對撞事故探討

RSSB Mr Chris Fenton簡報，研討2016年2月9日上午近7時德國巴伐利亞南部大城慕尼黑西南方近郊羅森海姆(Rosenheim)及霍爾茨基興(Holzkirchen)城鎮巴特艾布靈(Bad Aibling)火車對撞，致其中一列車出軌、多節車廂翻覆事故。



**Bavaria collision, February 2016.**

next play/pause pre 1/1

**Summary**

**Germany: Passenger train collision at Bad Aibling kills 11**

At 06:48 (local time) on 9 February 2016, two passenger services collided at around 60mph on a curve on the single line between crossing points at Bad Aibling and Kolbermoor.

One train derailed and several of its carriages overturned.

Eleven people were killed (7 passengers and 4 staff, including both drivers).

圖7.RSSB簡報德國巴伐利亞(Bavaria)列車對撞事故

德國自動煞車系統稱為PZB90，是列車防護的一型(台鐵EBICAB2000型)。此安全機制自從2011年起已裝設在全德國的鐵路網，一旦冒進號誌會自動開啟煞車，德國、奧地利等國採用。PZB90系統架構設置三個感應點：

1000HZ：警告點距主號誌約1000公尺，準備降速。

500 HZ：限速點距主號誌約150~250公尺。

2000 HZ：停車點距主號誌約30公尺。

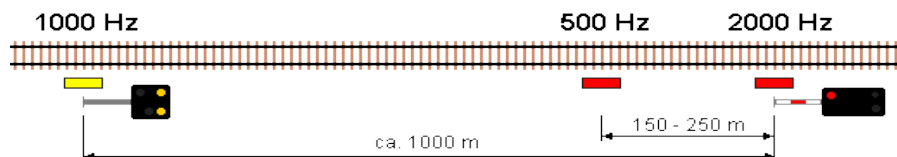


圖8.PZB90系統架構設置三個感應點

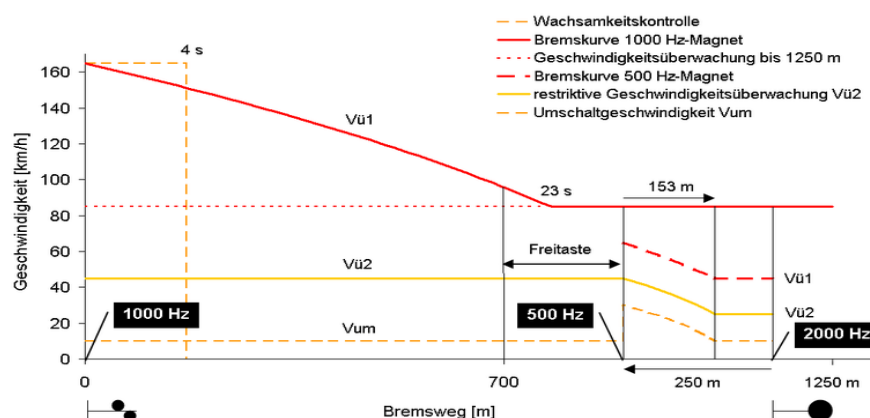


圖9.PZB90系統運轉曲線圖

研討會當時，RSSB Mr Chris Fenton表示，黑盒子調查中，尚無法確定事故真正原因，係人為或系統。惟依據案例，系統與人是相伴相隨、互為備援，系統故障就靠人把關，人失誤就靠系統防護。很多案例顯示，事故往往發生於系統故障在先，人接著失誤。所以，最有可能是這種情況。Mr Chris Fenton應允事故報告出爐，願提供臺灣分享

2016年2月16日的德國新聞發布，當地檢察官表示確定了“人為錯誤”作為事故的原因。2016年3月29日德國巴伐利亞州內政部長赫爾曼約阿希姆宣布，由於列車調度員做了兩個連續失誤，直接導致巴德艾比林致命的火車相撞事故。已完全排除技術缺陷的可能性。值班列車調度員一系列不幸的錯誤是導致火車相撞唯一原因。“這是兩個錯誤特別悲慘鏈”，調度員做了一個錯誤操作，導致兩列火車的正面衝突。“調度員意識到了自己的第一個錯誤後，他先試著發送告警無線電信息到兩列火車司機。不幸的是，調度員“推錯了按鈕”，信息傳到了附近地區的調度廣播。他們隨後聯繫了他。接著，調度員發出了第二道無線電訊息給列車司機，這一次，他按下正確的按鈕，但為時已晚了，如果第一道無線電消息能到達列車司機，可能避免了事故的發生。檢方此前曾宣布，人為錯誤被認為是崩潰背後的原因，現在部長說，這是毫無疑問。“現在技術的缺陷已經被排除：列車從技術上來說完全沒有問題，包括制車的無線電路網的工作，以及所有控制功能。。



## (二) 鐵路監理辦公室 (Office of Rail Regulator, ORR)

2/22參訪由Dan Brown, ORR Director率領其團隊接待與簡報。

### 1、ORR 組織架構

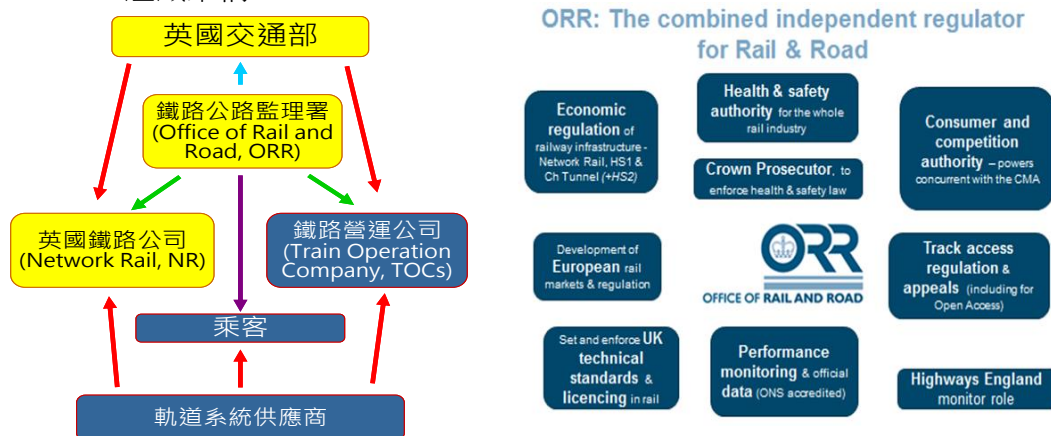


圖10. ORR組織架構圖

ORR為英國政府獨立監理單位，依循英國及歐盟法規，政府賦予法律效力，致力於軌道產業規範制定及公路監理。其監理業務範圍超越臺灣軌道監理小組。英國主線(Main Line)實施車路分離制度後，系統供電、號誌、軌道及車站等基礎設施由英國鐵路公司(Network Rail, NR)負責建設與維運；車輛及營運由鐵路營運公司(TOCs)經由競標得標後負責。英國政府透過控管NR及ORR的監理，對幹線系統仍具主導角色。

### 2、ORR 績效：

- (1)軌道安全及環境健康：在2009至2014年間，英國軌道路網旅客及員工災害死亡率僅有每年0.7，為全歐盟第一。
- (2)審核及督導Network Rail (NR)之發展：使NR自2004年起營運及維修經費逐年下降，因此得以投入更多的軌道系統提升計畫。
- (3)制定法規及監理工作：自2004年起10年主線旅客人次成長40%，旅客準點到達人次成長68%，預估至2020年旅客人次將再成長24%。

因為ORR的監理效能，英國主線軌道路網99%為開放競爭，遠高於全歐盟的軌道路網平均30% 開放競爭。ORR是根據1993年的國會議會法案所成立的。主要責任是：保護用路者的利益並促進客貨運的發展；促進路網公司之發展及營運公司之競爭，提高效率；公布政府的運輸規劃(運輸能力、準點率及安全)；

監督路網公司的維護投入；路線使用權管理、許可證發放；核定路線使用費標準；公布政府提供資金的數目；發放補貼給營運公司。另外，自2006年開始承擔鐵路營運公司的安全監督責任。



圖11. ORR六大戰略目標

### (三) RIA會員技術交流

英國軌道工業協會(Railway Industry Association, RIA)係由英國設備供應與服務廠商所組成之貿易組織，目前約有140餘會員，成員包含鐵路之運輸工具、公共建設、顧問等相關公司，並與英國貿易投資署(UK Trade & Investment)合作，對全世界提供鐵路各項相關產品與服務。

RIA代表政府整合英國國內之鐵路業者，具有相當影響力。技術研討會由RIA理事長Jeremy Candfield簡報開啟，協會提供會員服務資訊；並代表政府或其他鐵路相關單位表達供應工業之合作意願及意見交流機會；透過簡報介紹英國鐵路相關產業。

### (四) Ricardo Rail技術交流

由Paul Seller, Managing Director率領其團隊參與簡報。

Ricardo Rail公司於2015年併購勞氏(Lloyd's Register Rail)，延續以提供「獨立驗證與認證(Independent Verification & Validation, IV&V)」相關之顧問服務為主，宗旨為協助建立更安全、高品質及表現的軌道系統。



圖12. Ricardo Rail公司簡報-1



圖13. Ricardo Rail公司簡報-2

IV&V以預防性的風險管理為考量重點，在系統生命週期過程中驗證，並於最終認證報告中確認系統滿足需求，適於後續營運。使用獨立驗證與認證機制可達成的效益有：(1)建立專業分工機制，避免查核、驗證與認證工作流於表面化、形式化。(2).透過第三方認證，客觀釐清軌道系統興建、供應商與機關間之責任。(3).設立專業認證機構，有助於推動軌道工業本土化，提升國內軌道工業的發展與水準。

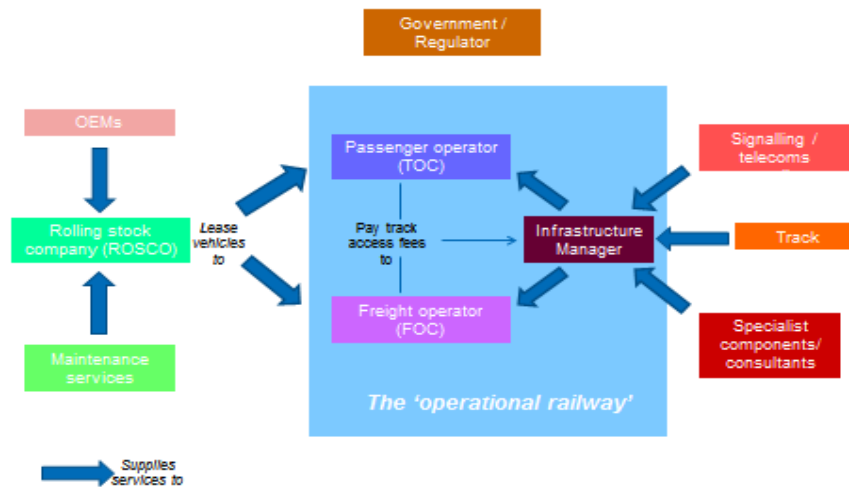


圖14. Ricardo Rail公司簡報軌道供應鏈

## 二、 圓桌會議

### (一) 參與成員

圓桌會議(Roundtable)臺灣團所有團員全程參與，出席的英國代表有：

- 1、UK Trade & Investment : Ricky Belgrave
- 2、Railway Industry Assoc : Jeremy Candfield, Neil Walker

- 3、 Network Rail： Tim Kersley, Steve Featherstone, Sin-sin Hsu
- 4、 Siemens Rail Automation： Will Wilson
- 5、 Balfour Beatty Rail： Kevin Fry
- 6、 Mott MacDonald： Dick Dumolo, Ian MacKenzie
- 7、 UK Tram： Geoff Inskip
- 8、 Ricardo Rail： Paul Seller
- 9、 Howarth & Co： Gil Howarth
- 10、 Brecknell Willis： David Bailey, Steve Fielder
- 11、 Colas Rail： Ian Anderson



圖15.圓桌會議(Roundtable)討論-1

圖14.圓桌會議(Roundtable)討論-2

透過事前雙方主辦單位的溝通，此次圓桌會議設定兩大討論議題與20幾小題。在超過3個小時的熱烈討論中，雙方就議題發表了各自的經驗、看法及解決方案或希望對方給答案。Balfour Beatty及NR等並就軌道先進科技之應用做簡報與討論。

## (二) 2大研討議題

### 1、鐵路升級與更新議題：

- (1) 升級與更新時機與優先順序
- (2) 平交道優化警報時間之作法與解決方案
- (3) 輕軌在路口號誌控制優先權
- (4) 軌道震動噪音擾民對策

- (5) 計軸器在英國的使用現況
- (6) 未來鐵路號誌升級之方向
- (7) LTE-R 發展現況，取代 GSM-R 之時程評估
- (8) 電車線材料與設備生命週期
- (9) 電車線更新優先順序
- (10) 氣候於輕軌之影響
- (11) 電車線短路點偵測
- (12) 車輛壽齡評估
- (13) 轉向架壽齡評估
- (14) 節能減碳議題，LED 應用於英國鐵路

## 2、鐵路資產管理議題：

- (1) 預防與預測維修管理
- (2) 委外維修後之員工參與感
- (3) 輕軌經營方式與中運量系統營運、維修差異
- (4) 輕軌於平面路段之監控
- (5) 獨立驗證於軌道系統之必要性
- (6) 不同系統、廠牌混雜使用之困擾問題
- (7) 既有舊設備生命週期評估基準與做法
- (8) 生命週期客觀量化參數與操作公式
- (9) 精準的評估生命週期，避免浪費

### (三) 應用最新科技提升鐵路設施的資產管理

Balfour Beatty 是一個國際級的大型工程公司，民國60年代臺灣鐵路電氣化電車線系統即該公司設計。其在軌道領域已經應用最新科技發展出最新的工程及科技方案，來提供更可靠、安全的鐵路設施資產，同時降低生命週期成本。所採方案係集合現場營運及維修之實務專家知識所發展，包含軌道、架空電線、輸電軌、道岔及號誌檢測及資料收集系統，以提供現況檢視、決策支援、及規

劃等功能的管理系統。

依據Balfour Beatty的經驗，資產管理一般約佔2%~3%的總維修成本。依據收集的資訊，分析實際現況，進而採取對症下藥的維修工作，可達成更高的績效，降低10%~20%的總維修成本。Balfour Beatty公司提出了「自動軌道量測系統」，來說明如何應用最新科技，提供更可靠、安全的鐵路設施，同時降低生命週期成本。此一自動軌道量測系統可安裝於一般營運列車上，除了大幅降低成本外，更可以反映實際營運狀況，並獲得更密集更多的量測數據。這種更頻繁反映實際營運狀況的量測數據得到更有效的軌道健診，可及早發現系統故障的初期徵兆，獲得系統衰敗惡化速率及原因等重要資訊。根據這些數據，可發展「狀態維修(Status-based Maintenance)」工作模式，在最佳時間針對系統問題點進行維修，進而提升營運效率，降低維修成本。

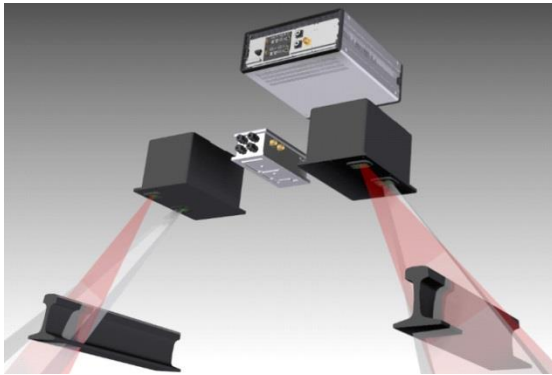


圖17.軌道自動量測系統-1

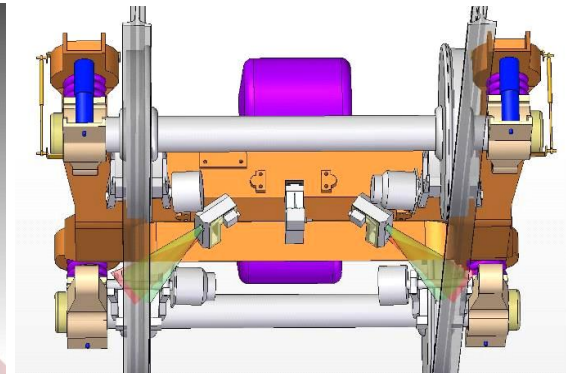


圖18.軌道自動量測系統-2

#### (四) Network Rail (NR)鐵路資產管理資訊系統

NR是英國鐵路網惟一的基礎設施維運公司，目前擁有營業里程超過34,000公里，40%為電氣化區間、2,500個車站，每年超過12億人次搭乘。其中65%乘客的旅程以倫敦開始或結束，員工人數約180,000人。主要幹線營運速度為200 km/hr，其他一般路線為110~160km/hr，英法海底隧道鐵路則為300km/hr。

##### 1、NR 維運管理特點：

- (1)NR 為運目標為提供安全、可靠、高效率的鐵路基礎設施給客運及貨運鐵路營運公司。
- (2)NR 經英國鐵路法授權，負責英國幹線(Main Line)系統的長期規劃。

- (3)NR 非營利單位，沒有股東，只有董事會成員。但公司營運依照英國上市公司同樣的標準，例如公司監理及揭露報告。
- (4)NR 制訂 5 年規劃書，且每年公布更新修正版，目前為 CP5 期(2014~2019) ，規劃書由鐵路監理 ORR(Office of Rail and Road)審核。
- (5)NR 預算來自交通部撥款、營運收入、發行由政府擔保的債券募資。
- (6)NR 擁有、經營及維護英國主線鐵路(Main Line)系統的號誌(830 個號誌房)、車站(超過 2,500 個)、平交道(超過 6,500 個)、軌道(超過 32,000 公里) 、橋樑及隧道(超過 40,000 座)等基礎設施。
- (7)NR 負責制訂整體路網的營運班次時間表，並直接營運管理其中 17 個最大的車站。

## 2、NR 建立的量測系統

NR於2012年啟動開發資產管理資訊系統(耗資3億英鎊，約台幣150億元)，建置所有軌道系統之數位化模型，提供所有維修人員手持式資訊設備，並發展決策支援系統，據以決定最佳維修或更新時機。

- (1)量測系統專用列車：裝載軌道幾何、線型、道碴、淨空、架空電線檢測、等量測系統，以及通訊與定位系統。
- (2)空中量測系統：裝載架空電線檢測攝影機量測系統。
- (3)車載量測系統：裝載軌道地形量測系統，收集中線、左右軌、超高、及 gauge 數據量測系統專用列車。



圖 19.車載量測系統-1



圖 20.車載量測系統-2

### 3、NR 運用最新資訊科技的策略及方法

經由量測蒐集到數據後，運用最新資訊技術，進行數據模擬分析，將結果及建議提供給營運及維修單位，作為修正或改善的依據，提升整體營運效能。

NR在運用最新資訊科技的策略及方法為：

- (1) 運用最新科技搜集數據、分析整體系統及各組件性能
- (2) 配合資深軌道系統專家，找出問題來源，依據收集證據，提出解決方案
- (3) 依據科技分析結果之解決方案，修改運作方式或更換相關零組件，以改善性能
- (4) 提供員工新科技設備及知識訓練

NR使用的工具包括：

- (1) 車輛動態模擬：軌道及道叉之最佳設計、車軌互制特性、車輛舒適度分析、車輛驗收、列車包絡線研究等。
- (2) CAD 及有限元素的建模分析：系統組件應力分析、整體運動分析。
- (3) 量測儀器及數據分析。

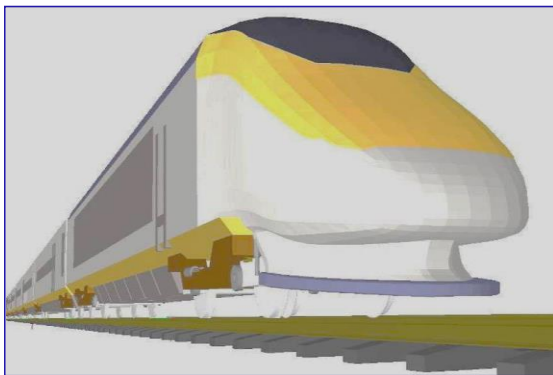


圖 21.車輛動態模擬

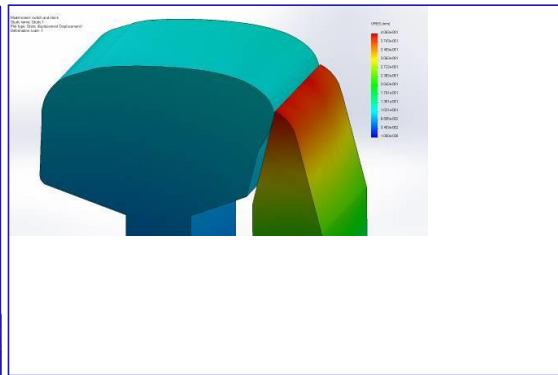


圖 22.CAD 及有限元素的建模分析

### 4、NR 提出了三個如何運用科技分析解決問題的範例：

#### 範例 1：西岸主線之列車跳動，造成營運誤點

運用科技分析後，確認其搖擺式Pendolino列車在既有正常軌道上，對某些特性反應過大。提出問題產生因素，修正營運及維修作業要點。



## 範例 2：彎道鋼軌磨損問題

調查分析後，發現當彎道超高過多時，負載超重的列車將造成鋼軌過度磨損問題。修正原有規範，改為超高不足最大化。



圖23.彎道鋼軌磨損問題

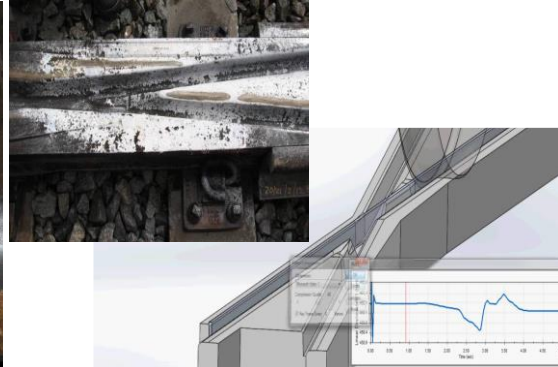


圖24.道岔之岔心斷面損傷

## 範例 3：道岔之岔心(Crossing)斷面的最佳化設計

目前的系統設計（40年前）生命期為450 MGT，但在現代車輛及車輪實際營運上，許多道岔無法達成一半的壽期。經調查分析發現車輪於跨過岔心時會產生3倍的動態負載，造成損傷。修正岔心設計以降低所產生之損害。

### (五) 高速檢測設備

#### 1、軌道檢查(Inspecting track)

在 125mph 高速下檢測。

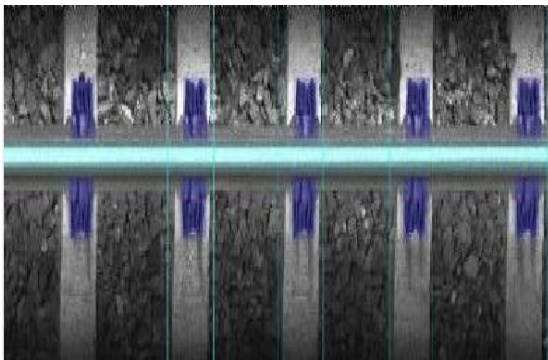


圖25.高速軌道檢測-1



圖26.高速軌道檢測-2



圖27.高速軌道檢測-3



圖28.高速檢測分析



圖29.軌道檢測

## 2、空中電車線檢查

直升機裝載高速檢測攝影機檢測。

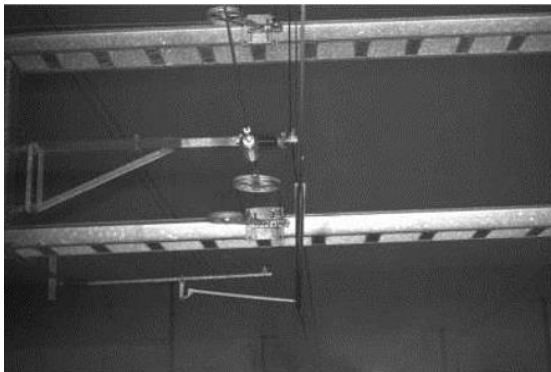


圖30.電車線檢查



圖31.空中架空線檢測系統



圖 32.空中檢測瑕疵點

## (六) 全生命成本 (Whole Life Cost, WLC)

NR以「全生命成本」及「資產管理」來規劃及管理其所有的軌道建設計畫。根據NR過去15年的經驗，實現全生命成本目標在實現長期的成本效益，實施全生命成本及資產管理可節省5%~15%的總成本，達成建設系統的長期功能，並提升投資的效益。「全生命成本」及「資產管理」的整合及運用，初期以「全生命成本」作規劃設計，將建設、營運、維修、更新、除役等所有費用，根據已有的經驗數據及分析結果，找出最低的全生命總成本來決定最終方案。建設完成後，於系統全生命週期內，對所有之設施進行資產管理。而資產管理所得數據，再回饋給「全生命成本」的模型中，形成良性循環。

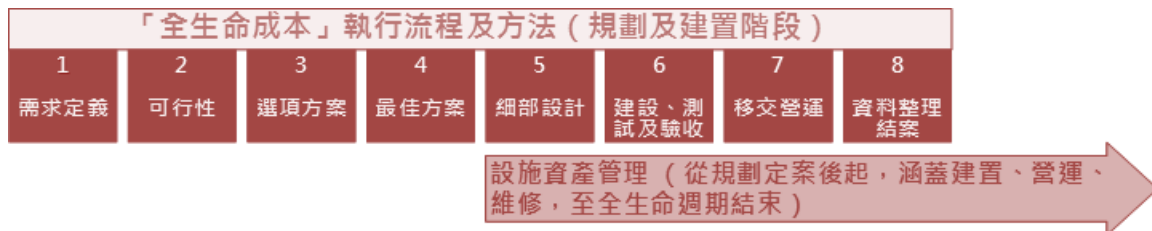


圖33.全生命成本及資產管理整合運用程序

在實施全生命成本的規劃及資產管理政策中，NR特別強調下列各方專家必須全程參與：

- 1、項目設計和建設 - 工程專家
- 2、使用需求 - 運營和維護專家
- 3、財務模式和成本分析 - 財務專家

## (七) 資產管理 (Asset Management)之模型及方法

資產管理是一種管理思維，以資產的全生命週期找出最佳管理為手段，以持續的方式達成組織營業目標。它適用於有形的設施資產，也應運用在無形之資產，如人力資本，知識產權，商譽及金融資產等。透過其框架模式和實踐方法，組織中相關的各級單位可在有限資源的環境下，運用管理整個的資產組合，達成下列目標：

- 1、提供了資產組合之管理，以實現組織之經營目標，包括安全、營運效能和財務回饋。

- 2、應用在資產的整個生命週期，尋求降低營運、維護和更新資產的總成本。
- 3、在營運效能、成本和風險間達成平衡。

英國標準協會(British Standards Institution, BSI)和資產管理學會( Institute of Asset Management, IAM)所開發制訂的The BSI Publicly Available Specification 55 (BSI PAS 55)資產管理系統標準，目標在支持實現組織之營運計劃、支持各級單位的有效決策和促進業務的永續發展。該標準於2014年1月轉化成為國際資產管理標準ISO 55000。

Whole Life Cost (WLC)核心原則及模型：



圖 34. Whole Life Cost 模型

$WLC\text{成本} = LCC\text{成本} + \text{非建造成本} + \text{其他收益}$ 。應該以財務方法來評估全生命期間，為達成規劃之功能(如安全、可靠度、可用度、可維修度和營運可維持等)所有相關之經濟條件及效益。

NR提出了執行全生命成本的黃金法則：

- 1、需瞭解資產在全生命期間的運用及可能的改變，如鐵路長期運營規劃。
- 2、需瞭解資產的技術規範，包括可能的技術改進和降低成本的機會。
- 3、需瞭解資產在運營和維護的需求。
- 4、應建立精準的財務模型和分析，支持全生命成本的假設和結論。

## (八) 軌道資產管理

軌道資產管理應該涵蓋軌道有形資產的整個生命週期，如機車車輛、軌道、車站、維修場、土地等。資產管理結合了管理、金融、經濟、工程等專業，以

最具成本效益的方式來提供服務，並維護資產在其全生命週期中的價值。必須強調的是軌道資產管理並非僅是庫存盤點及成本的管理，而是一套基於全生命成本原則的系統性方法，透過對建置、營運、維護、延壽或升級、和報廢/處置等各階段管理，以實現最佳投資回報的目標。

1、軌道資產管理應該加強下列三個主要的領域：

- (1) 明確專注於維修、更新和改善，以最低的全生命成本提供永續的服務。
- (2) 提供了跨界整合的機制，介於組織職能和資產專業之間，以及管理者和承包商之間。
- (3) 強調以證據為基礎的決策過程，運用資產特性之專業知識，以優化系統維護和更新的效益。

2、軌道資產管理的效益在以最佳化的方法管理下列目標：

- (1) 營運效率(降低成本)
- (2) 風險管理
- (3) 維持營運服務水準
- (4) 永續經營

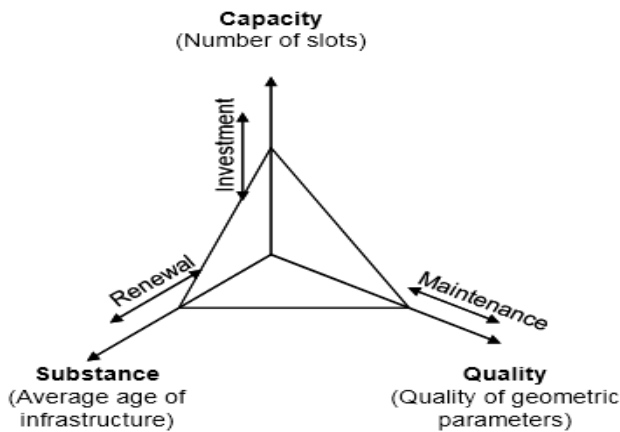


圖 35.影響軌道系統效能 3 個參數

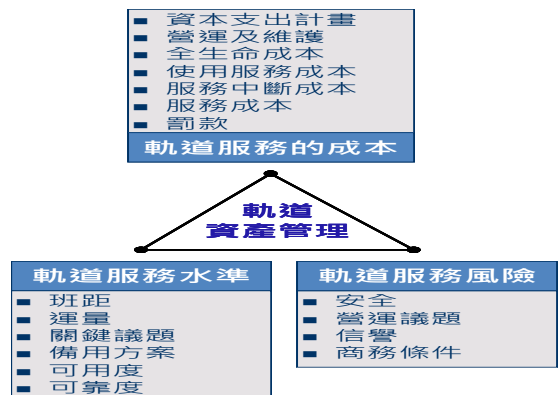
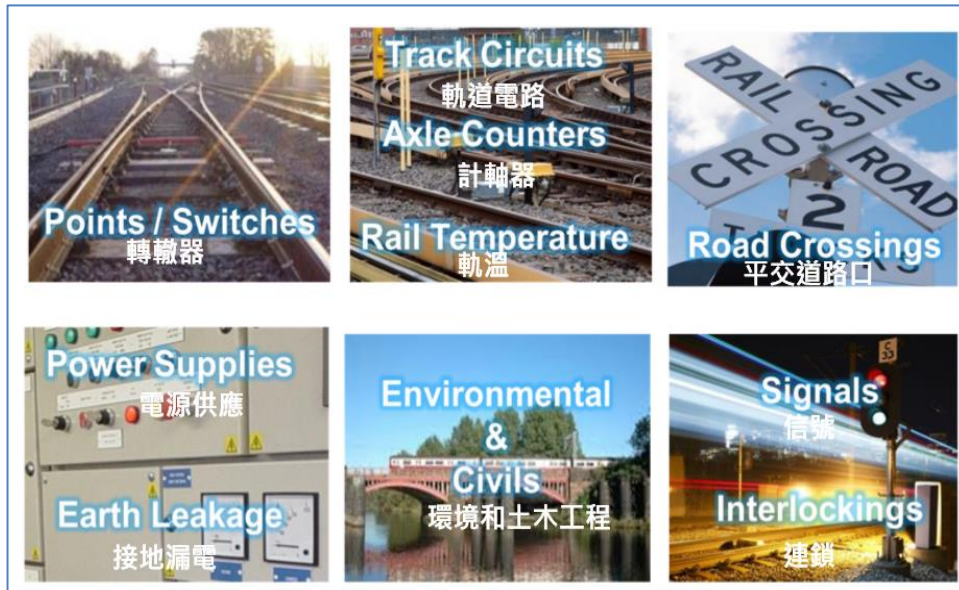
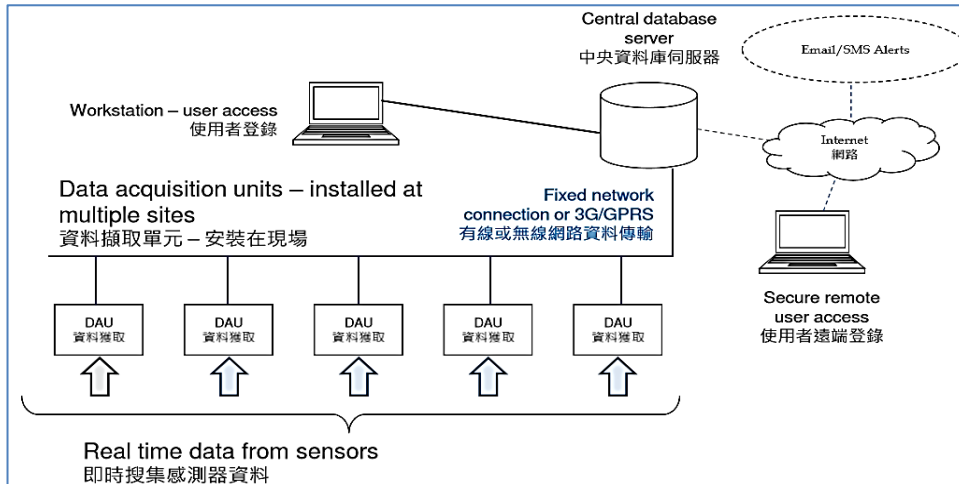
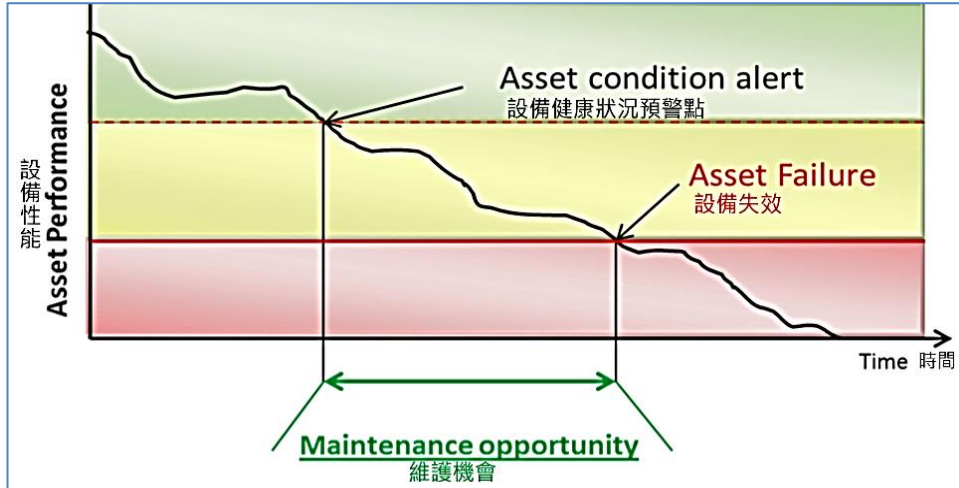


圖 36.軌道系統資產管理領域

### (九) 基礎設施監控

應用遠端狀態診斷及監控技術(Diagnostic & Monitoring Technologies)於軌道系統之維修管理，預知系統狀態，提前採取預防處置措施，降低故障發生率。



### 三、 拜會英國交通部長

為促進臺英兩國軌道技術交流，2016年2月22日下午，拜訪英國交通部長。Claire Perry在接見本團時表示，英國的軌道產業正在欣欣向榮，自1990年代啟動鐵路私有化後，旅客人數以倍數成長，貨運也成長60%。

英國目前每天的客運服務比15年前增加了4,000多列次，旅客滿意度及軌道安全也都大幅提升。因此，英國交通部在2014至2019年間，編列380億英鎊(台幣1兆9,000億)預算給英國國鐵(Network Rail, NR)，用於營運、改善及建設英國鐵路網。同時英國也投資建設新的鐵路系統(如Crossrail及Thameslink Line)。目前正在規劃第二高速鐵路，連結London、Birmingham、Manchester、Leeds等大城市，並大力支持英國相關廠商抓住這些本土軌道建設商機，進而發展全球市場。

英國的軌道供應鏈廠商共有約80,000從業人員，每年產值達到70億英鎊(台幣3,500億)。英國政府也積極尋求與產業合作，共同投資於提升技能、研究、發展及創新等。例如：政府出資3百萬英鎊(台幣1億5千萬)與Siemens等廠商合作，創立國家軌道訓練學院(National Training Academy for Rail, NTAR)，於2015年開始提供訓練課程。聘請英國具有多年軌道實務經驗的專家顧問，提供法務、法規、財務、規劃、訓練及工程等方面的服務，可與臺灣進行交流合作。

#### 英國交通部長Claire Perry致詞稿：

Welcome to the Department and to London!

Pleased to see you all today. Know you're in the capable hands of the Railway Industry Association. Wish you all successful discussions during the 4th UK-Taiwan Railway Forum tomorrow.

It is an exciting time for the rail industry in Britain. Since rail privatisation in the 1990s, UK passenger numbers have doubled and freight traffic has risen by 60%. There are 4,000 more services a day than 15 years ago. In the next 5 years we expect a further 14% rise in passenger numbers and 4% more freight. Passenger satisfaction continues to improve and we have a safety record to be very proud of. We have developed a successful rail franchising operation and are encouraging overseas investment and participation in franchising. We are now investing in

several major infrastructure projects to deliver additional capacity and support economic growth. You will hear about and see something of these at the Forum and when you visit Reading on Friday. We are preparing for the construction of a north to south high-speed line linking London with Birmingham, Manchester and Leeds similar in concept to the high-speed line from Taipei to Kaohsiung. Adding badly-needed capacity and stimulating economic activity across much of the UK.

We are also supporting our rail supply industry to take advantage of this domestic success and to export more of their products and services. The UK rail supply chain employs 80,000 people, and has a combined turnover of £7bn (about 333bn Taiwan dollars). As well as international companies like Balfour Beatty and Mott Macdonald, we have a diverse range of smaller companies offering world class products and services such as Tangerine; you will see these and others later this week.

To ensure we have a skilled workforce capable of being part of a world-class rail supply chain we are expanding opportunities to train in the industry. I know you are visiting the National Training Academy for Rail (NTAR) later this week, which I had the privilege to open last October. NTAR is very keen to help you with your skills development programme – understanding best practice and then being able to deploy that locally.

The UK's railway industry satisfies an extremely demanding home market, giving it wide-ranging expertise. Many firms have built up specialist knowledge in consultancy, whether legal, regulatory, financial, planning, or engineering, sought after in many countries. UK companies have supplied services and equipment to Taiwan's railways for some time. Currently, a UK supplier has the contract for signalling Taipei's airport express link, and three UK firms are supplying conductor rail, lighting and other components to Taiwanese operators. Others are providing consultancy services relating to project design, rolling stock procurement, training for engineers, verification of metro operations and land use planning, including



public transport provision.

Finally the UK government is keen to continue its support for projects in Taiwan, as exemplified by earlier Ministerial visits last year and in 2012 and I know you will hear this week what British industry can offer as you prepare for exciting new developments in your mainline railways and metros. Thank you

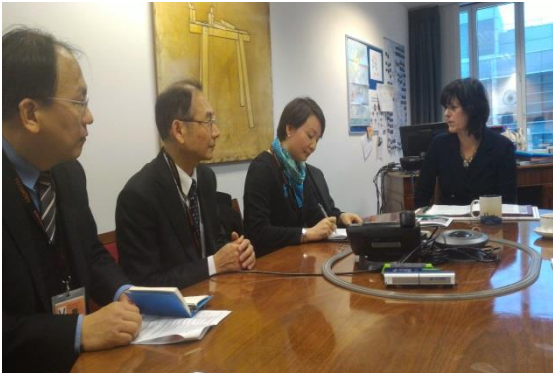
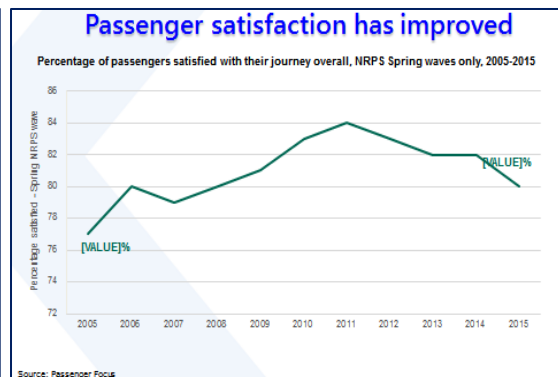
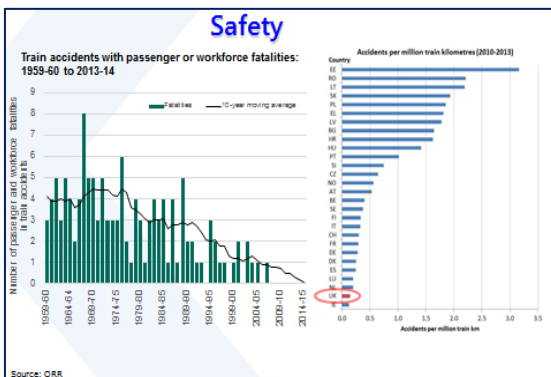
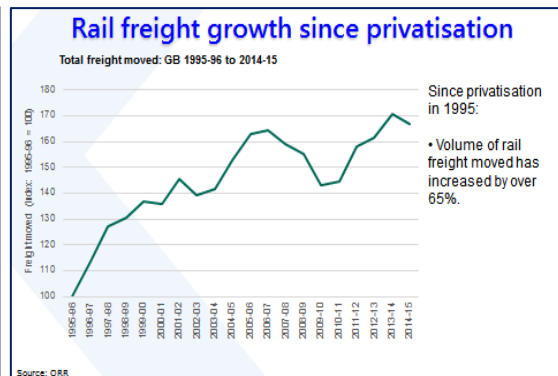
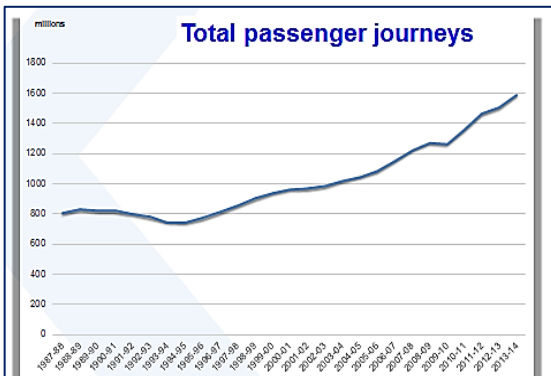


圖37.拜會英國交通部長-1



圖38.拜會英國交通部長-2



note：英國旅客、貨運、安全性、滿意度成長統計

## 四、 國家軌道訓練學院

2010年英國交通部與產業界共同出資成立「國家軌道工程學院」(National Skills Academy for Railway Engineering, NSARE)，2011年NSARE公司化並開始營運。目前2014年有超過300個團體會員，涵蓋鐵路客、貨營運公司；鐵路車輛製造及維修商；號誌通訊、電力、軌道工程供應商；英國鐵路公司；倫敦地鐵；軌道工程營造商；工程顧問公司；及專業工程單位。

### 1、NSARE 著手規劃與調查

NSARE在規劃並執行涵蓋整個軌道產業的人才招募、培訓、及發展策略方面，從下列兩項調查工作開始：

- (1) 進行軌道人才普查，推估可用人才(供給面)。
- (2) 調查未來英國軌道計畫，估算經費及人才需求(需求面)。

### 2、NSARE 發展策略及工作

- (1) 推動產官學合作，提供軌道工程在職技能教育課程。
- (2) 建立教育課程認證制度，提升訓練品質。
- (3) 建立人才資料庫，提供個人職能認證制度，提升產業能力。

英國國家國家軌道訓練學院(National Training Academy for Rail, NTAR)位於Northampton，由NSARE及產業界共同出資成立。設立宗旨在提供高標準訓練課程，培訓軌道高技術人才，提升其技術與領導管理能力滿足營運、維護、拓展路線等目標。運作模式透過專案連結NSARE、Department for Business, Innovation & Skills (BIS)、Department for Transport (DfT)等專業單位，邀請專家進行室內課程講授、維修基地實習、案例演練等模式傳授知識技能。

### 3、NTAR 發展目標

- (1) 增進專業技能(包含安全、營運、軌道/車輛維護、財務…等)。
- (2) 加強軌道管理及領導決策能力。
- (3) 提升競爭力，自信對應快速發展之新興技術。

### 4、NTAR 重點工作

在英國產官學都達成共識及認知，需要規劃並執行涵蓋整個軌道產業的人

才招募、培訓、及發展策略，並執行下列重要工作：

- (1) 進行短中期的人才供給及需求預測。
  - (2) 在大專院校推廣軌道工程。
  - (3) 推動業內在職技能提升。
- 提升教育訓練品質。



圖39. NTAR

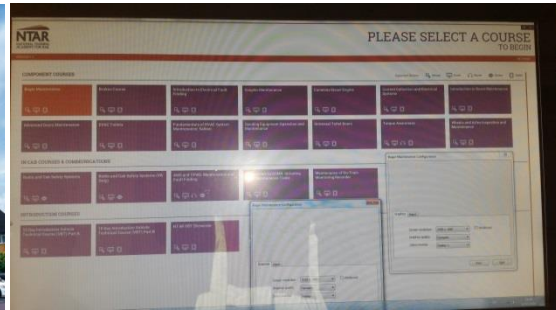


圖40. NTAR課程操作

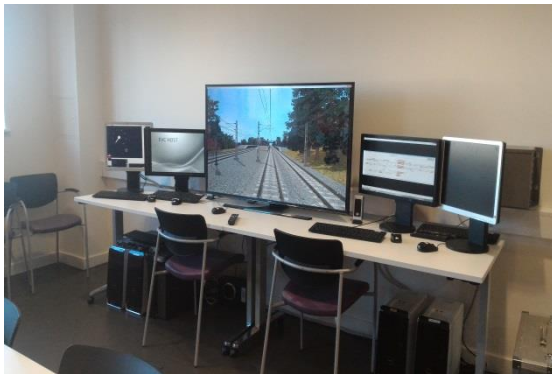


圖41 參訪NTAR視聽設備

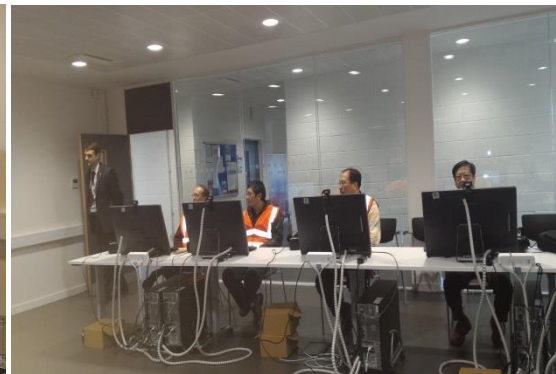


圖42. 體驗NTAR視聽學習

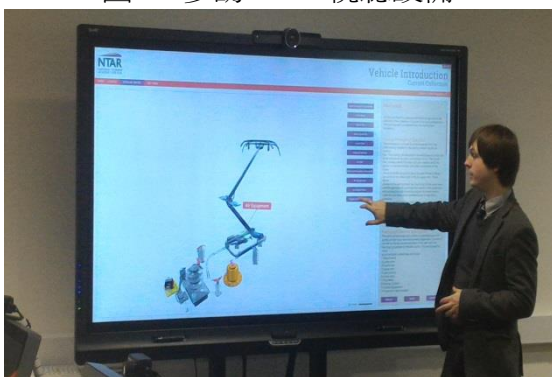


圖43. NTAR教學系統說明-1



圖44. NTAR教學系統說明-2

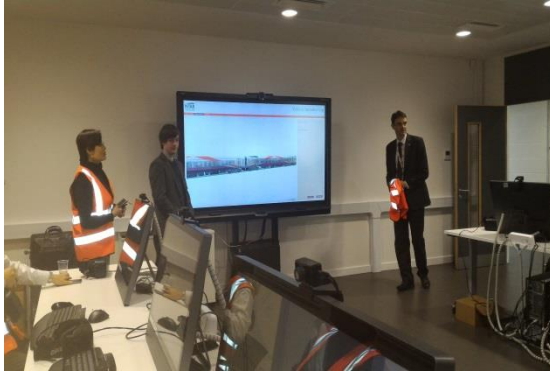


圖45. NTAR教學系統說明-3



圖46. NTAR教學系統說明-4



圖47. NTAR實習-通訊系統設備



圖48. NTAR實習-車輛設備

## 五、 參訪St Pancras Station and King's Cross Station

聖潘克拉斯站(St Pancras station)是位於倫敦聖潘克拉斯地區的一座大型鐵路國際車站，坐落在大英圖書館和國王十字車站(Kings Cross)之間。最初於1868年由米德蘭鐵路公司啟用。當時它是米德蘭幹線西南部的終點站，來自東米德蘭茲和約克郡的列車在此停靠。

2000年代，這座車站修繕擴建，並更名為「聖潘克拉斯國際車站」。作為歐洲之星在英國的終點站，車站新建了一個供歐洲之星列車停靠的安全密閉敞篷區域。列車自聖潘克拉斯站出發，經英國南部的1號高速鐵路，穿過英倫海峽隧道，即到達歐洲大陸，直達巴黎、布魯塞爾和里爾。

聖潘克拉斯車站是東米德蘭茲鐵路的終點站，列車由此駛向萊切斯特、諾丁漢、德比、謝菲爾德，以及中間的一些小城市。車站還有第一首都聯線經倫敦泰晤士聯線到達市區南部的蓋特威克機場和布萊頓，以及北部的貝德福德。

這座車站以建築結構聞名，聖潘克拉斯站常被稱作「鐵路大教堂」，因為它擁有兩座維多利亞時代的著名建築。這車站車庫是在1868年由工程師威廉·亨利·

巴羅建造的，是當時最大的單跨建築。車站的正面是聖潘克拉斯宮殿，是一座典型的維多利亞哥德式建築。

聖潘克拉斯車站占地的形狀呈一個南北向的長條形。車站南側是繁華的尤斯頓大街，車站的正面曾是米德蘭大酒店。酒店的北側是巴洛式車站主頂棚區，它比周圍道路抬高了5公尺，下方的空間被用作車站的地下室。車站西邊是米德蘭大街，在路對面是新不列顛圖書館。車站東邊則是潘可拉斯大街，在它對面的遠處是國王十字車站。車站北邊則是國王十字中心，過去是鐵路地，一個由多個複雜的鐵路交叉道口和數條穿過其中的公路以及攝政運河組成的地區。

歐洲之星的月台在巴洛式頂棚內，而其他列車的月台位於擴建部分的南端。歐洲之星的月台並不需要占用頂棚的全部寬度，因此這層的部分地板被拆掉，以讓自然光可以進入下層的國際大廳「拱廊」。大廳位於車站的地下室，和頂棚的長度相同，在歐洲之星月台的西側。候車室位於月台的下方，同大廳相連。國際大廳的南端同國王十字聖潘克拉斯站的倫敦地鐵票務大廳相連。國內和國際大廳相交處呈直角。主要的步行入口位於國內大廳的東端，將來可以同國王十字車站規劃中的新候車大廳及地鐵站將來的北票務大廳相連。但是在這些設施完工之前，由國內大廳前往地鐵站的旅客需要在室外走道至票務大廳，或是在國際大廳內經過相同的一段距離到達西票務大廳。在車站上層的南端，有一個9公尺高，20噸重的銅像，名叫「會面之地」。這座雕像是由英國藝術家保羅·戴設計的，用來重新喚起旅行的浪漫。不遠處有一座約翰·貝傑曼的雕像，雕像中的他仰著頭，充滿希望地盯著車站的頂棚。



圖49. 聖潘克拉斯「鐵路大教堂」

圖50. 「會面之地」銅雕像



圖51. 聖潘克拉斯時鐘



圖52.聖潘克拉斯搭乘歐洲之星

國王十字車站(King's Cross Railway Station)是一個1852年啟用的大型鐵路終點站，位於倫敦市中心的國王十字地區，在康登倫敦自治市與伊斯林頓區交界線靠康登倫敦自治市一側，由A501、尤斯頓路和約克路連接。



圖53.國王十字車站外觀



圖54.國王十字車站內裝

國王十字站是英國鐵路幹線東海岸主幹線南端終點站。它的西側緊靠著歐洲之星國際列車的終點站-聖潘可拉斯站。這兩個車站以倫敦地鐵的國王十字聖潘可拉斯站作為共同的聯外地鐵站。在國王十字站的西邊，緊接著就是聖潘可拉斯站、新不列顛圖書館和尤斯頓站。這些建築之間僅僅是幾分鐘的步行路程。

國王十字站最初是被設計建設用於大北線鐵路的倫敦中轉站和東海岸主幹線的終點站。它是由路易斯·庫比特設計的，是在以前的一個發熱和天花醫院的位置，從1851年到1852年2年之內建成的。車站的主建築包括現在的1號到8號月台，與1852年10月14日投入使用。它代替了1850年8月8日投入使用的臨時終點站麥登路站。月台曾被多次重新分配；原來只有1個出發月台和1個到達月台(在現在的1號到8號月台之中)，兩個月台中間的地方用作貨場。後來，由於市郊交通的增長，在預留的位置增加了一個非常不壯觀的月台建築。第二個建築從那

時開始使用，包括9號到11號月台。

1996年鐵路私有化之後，車站的快速列車業務被GNER獲得；儘管它在2005年成功地再次出價購買，但它還是在2006年12月被要求交出運營權。現在的運營商東海岸國家快速列車公司在由一個協議授權GNER運營的過渡期後，於2007年12月9日得到了運營權。

國王十字站是J·K·羅琳的哈利·波特系列故事書的標誌之一。這個車站是霍格華茲特快列車的始發站。此列車使用秘密的9¾月台，進入這個月台需穿過9號月台和10號月台之間的分隔磚牆。不幸的是，9號月台和10號月台位於與車站主體分離的建築內；而且將這兩個月台分開的不是一道牆，而是兩條鐵道。作者羅琳有意地將這個地點選在了車站的主體部分，但是她記錯了月台的編號。在2001年的一次採訪中，羅琳說她把國王十字站與尤斯頓站搞混了，但事實是尤斯頓站的9號和10號月台也是被2條鐵道分開的。

在哈利波特的電影拍攝過程中，車站的場景是在主車站的4號和5號月台拍攝的，劇組把月台號碼改成了9和10。電影哈利·波特與密室使用了聖潘可拉斯站的外景，因為劇組認為它的哥德式外觀比真正的國王十字車站的外觀給人更深刻的印象。在國王十字車站9號和10號月台所在的附屬建築內，豎立著一個鑄鐵的「9¾月台」的標誌，成為旅客拍照取景之地點。半輛行李手推車也被裝在了標誌的下方：手推車靠近通道的一半是可以看見的，而另一半似乎穿過牆壁消失了。「國王十字」是哈利·波特—死神的聖物第35章的標題。在這章中，一個與國王十字車站相似的地點扮演了關鍵的角色。車站也是這本書結尾的場景，同時也成為了哈利·波特系列最後的場景。



圖55.國王十字車站「9¾月台」-1



圖56.國王十字車站「9¾月台」-2

## 六、 參訪鐵路工程Great Western Railways – Reading Station

2/26上午參訪英國大西部鐵路(Great Western Railway, GWR)。

英國的軌道運輸系統在19世紀發展起來。根據1921年鐵路法案，1923年進行合併產生了四大鐵路公司，每包括：大西部鐵路(GWR)、倫敦和中部地區及蘇格蘭鐵路(LMS)、倫敦和東北鐵路 (LNER)以及南部鐵路(SR)。

第一次世界大戰時期，直至1921年，鐵路完全國有化被提上議程，但這一提議被駁回了。國有化最後在第二次世界大戰後進行，依據的是1947年運輸法案，作為克萊門特艾德禮領導的工黨政府公共服務國有化政策的一部分，這一法案為鐵路網的國有化制定了相應規定條款。1948年元旦當英國運輸委員會(BTC)下屬的鐵路管理局取得了四大鐵路公司的資產後，英國鐵路作為其商業品牌出現。

四大公司同時也有一些聯合鐵路線和一些輕型鐵路需要處理。見英國鐵路線劃分表，牛津鐵礦鐵路等產業鐵路被排除在國有化之外。窄軌鐵路，例如費斯廷約格鐵路，除了3條本身為國有化企業擁有的路線外也被排除。倫敦地鐵自1933年起為公有，也同樣被國有化，成為英國運輸委員會下屬的倫敦交通局比斯特軍用鐵路則已經由政府運作。以電力運作的利物浦高架鐵路也未進入國有化的行列。

鐵路當局後來覺察到，變得稠密的路網中，一些線路無法盈利，從社會層面也難以證明其需要，因此廢止的計劃幾乎在國有化之後立刻開始。儘管如此，英國鐵路的總體財政狀況依然逐漸惡化。管理局本身在1953年被當時的保守黨政府廢除，英國鐵路的管理權被直接移交給了上級的英國運輸委員會。同時英國運輸委員會也作出了包括恢復面向私營部門的道路運輸等一系列改變。此情況與當年臺灣省府成立台鐵監督委員會類似。

考察行程參訪雷丁站(Reading station)，它是英國英格蘭城市雷丁的一座火車站，位於市中心北端，毗鄰泰晤士河。車站緊鄰一座巴士站，轉乘便利。2013年4月至2014年3月期間，雷丁車站有157萬人乘客上下車，是英國倫敦以外地區第九繁忙的車站。2015年7月17日英國女王伊麗莎白二世正式在Reading Station



宣佈，由Network Rail負責重建為期四年的大西部幹線鐵路(Great Western Railway)軌道完工。該GWR正在建設電氣化和未來五年的ETCS Level 2列車控制系統，也因而增加了工作方案的複雜性。

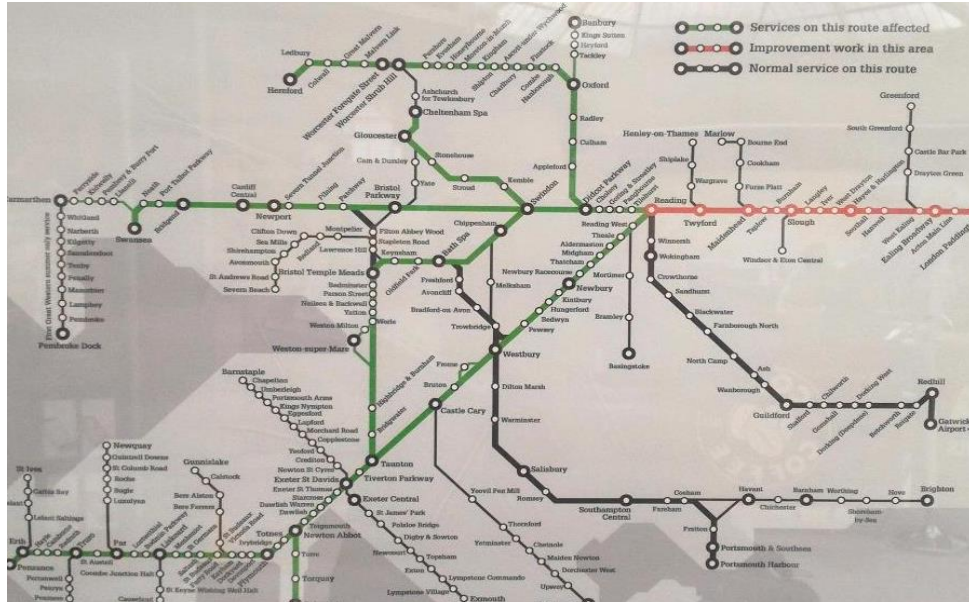


圖57. Great Western Railway路線圖



圖58. Reading station in 2014



圖59. Reading station in 2016

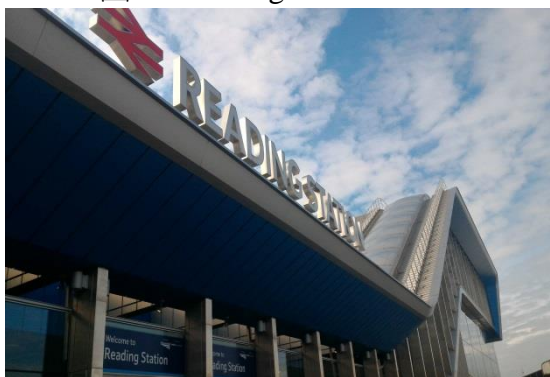


圖60. Reading station外觀



圖61. Reading station內景



圖62. Reading 電氣化施工中



圖63.Reading 控制中心



圖64.Reading station點字辨識

## 七、 參訪Heathrow Airport PRT(Personal Rapid Transit) - LHR

2/26下午午參訪英國希斯洛機場(Heathrow Airport)，體驗搭乘個人快速交通PRT系統。倫敦希斯洛機場(London Heathrow Airport)，位於英國英格蘭大倫敦希靈登區，離倫敦中心24公里遠。此機場由BAA負責營運，為英國航空和維珍航空的樞紐機場，擁有2條平行的東西向跑道及4座航廈，為倫敦最主要的國際機場，也是全英國乃至全世界最繁忙的機場之一。2014年總客運量在全球眾多機場中排行第3，僅次於美國的亞特蘭大機場和中國的北京首都國際機場。由於機場開出眾多的跨境航班，因此以跨境的客量計算，希斯洛機場的客流量是最高的。同時，希斯洛機場是全歐洲最繁忙的機場，比巴黎戴高樂機場及法蘭克福國際機場的客量還要高出31.5%，但航班數目則比該兩個機場的總和少三分之一。這反映出由於航班數目限制下，航空公司多利用載客量高的廣體式客機（如空中巴士A380、波音B747、B777）營運來往希斯洛機場的航線。2012年10月變更英國機場管理局名稱，改名希斯洛機場控股。

為了連接希斯洛機場5號航站樓與周邊的停車場這3.8公里路線，英國Ultra Global(UG)公司所研發PRT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個人捷運系統，提供最後一哩區域路網化的短程與轉乘運輸服務。

無人駕駛車輛能隨身攜帶四名乘客和他們的行李。低能耗車輛行駛速度高達25英里每小時。奧雅納為世界第一希斯洛吊艙提供基礎設施的設計，個人快速交通(PRT)系統與T5商務車停放連接5號航站樓(T5)。艙體是電池供電的，無人駕駛車輛，提供一種方便的和新穎的旅行方式，並從該終端。

PRT系統由21豆莢車(POD Car)組成，每個能夠承載四名乘客和他們的行李，順著專用導軌行駛，主要是高架路線延伸到25英里每小時可達速度。

Ultra global公司安排搭乘 Heathrow Express 到 Heathrow 機場 Terminal 5 Ultra Global PRT 車站，乘坐 PRT (Personal Rapid Transit)及參觀監控中心。



圖65. PRT系統運行



圖66. PRT底盤

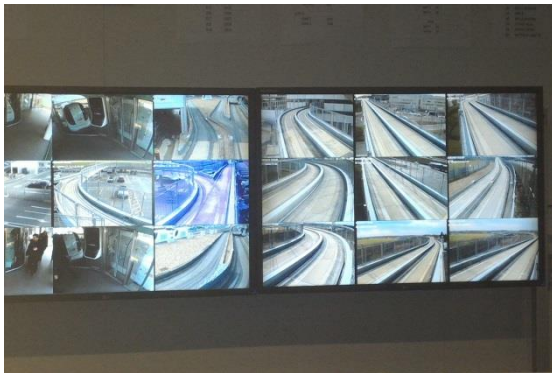


圖67. PRT監控-1



圖68. PRT監控-2

## 肆、 法國鐵路考察

### 一、 SNCF現況

2/27結束臺英軌道論壇會議英國行程後，搭乘歐洲之星在法國巴黎轉乘TGV轉赴赴瑞士，與阿里山森林鐵路管處林副處長會合，考察登山鐵道行程。停留巴黎期間，經法國巴黎北站站長引導解說，參訪巴黎北站及巴黎里昂車站，考察法鐵現況與車站設施。

法國國家鐵路公司(Société nationale des chemins de fer français, SNCF)，是歐盟內僅次於德國鐵路公司(DB)的第二大。2011年名列全球500大企業。SNCF負責經營法國國有鐵路，其鐵路路線及附屬設施在車路分離架構下原規畫由法國鐵路路網公司(Réseau ferré de France, RFF)所有，然在民營化推遲與政府和法國國鐵責任分工的混亂後，1997年乃議約回歸由SNCF代管，至於各車站的所有權則仍屬SNCF擁有。

#### (一) SNCF組織

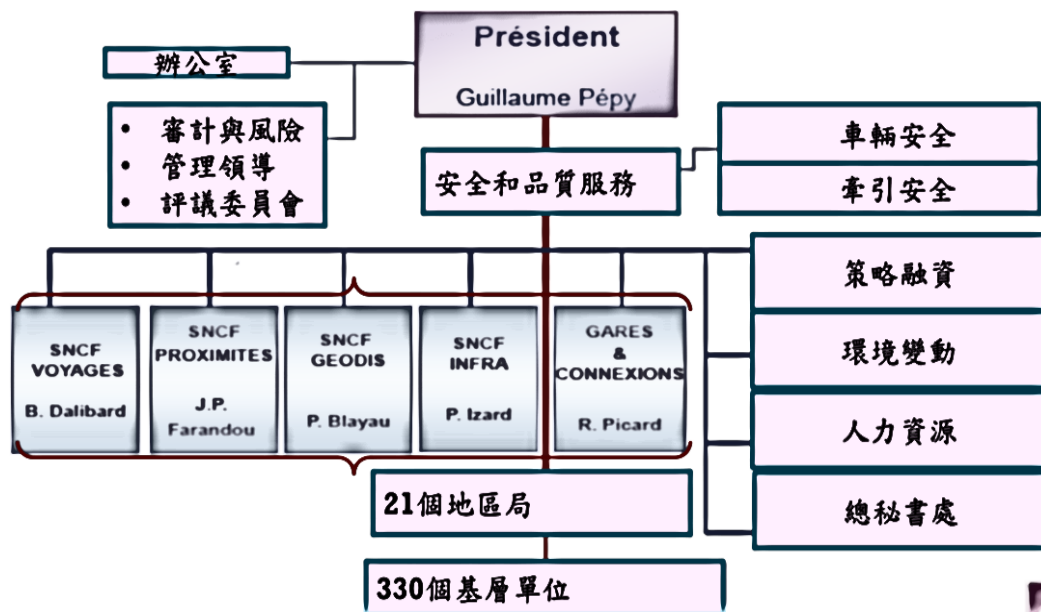


圖69.SNCF組織架構

SNCF的公司組織為總部、地區分局及基層單位三層管理架構。總部董事會由18名董事組成，其中12位由政府任命(7位官員及5位專家學者，至少1位消費者代表)，6位職工選舉產生，地區分局23個、基層單位330個，周邊相關企業公

司約500個，在120個國家設有分公司或營業處，員工總人數達245,090人。

## (二) SNCF營運管理

SNCF集團5大部門，每個部門設多個分支公司機構，分別以公營事業(EPIC)或對外參與競爭的子公司(Filiale)型態營運：

SNCF INFRA	SNCF PROXIMITÉS	SNCF VOYAGES	SNCF GEODIS	GARES & CONNEXIONS
<b>Rail network operation &amp; management</b>	<b>TER</b> (Regional express lines)	<b>High-speed rail operators for passengers</b>	<b>Global transport &amp; logistics operator</b>	<b>Station management &amp; development in France</b>
Direction de la Circulation Ferroviaire (rail traffic control body)	<b>Transilien</b> (Rail transport for Greater Paris)	TGV iDTGV Eurostar Thalys	Geodis STVA	<b>Multidisciplinary operations – building and outfitting facilities</b>
<b>Construction &amp; renovation</b>	<b>Intercités</b> (for lines serving regional and local planning & development)	Lyria Alleo Elipsos Gala TGV Italia Westbahn	<b>Rail freight (TFM)</b> Fret SNCF Captrain VFLI Multi-modal transport businesses	AREP Parvis A2C
<b>Engineering</b> Systra	<b>Keolis</b>	NTV (Nuovo Trasporto Viaggiatori)	<b>Asset-Management</b> Ermewa Akiem	
		<b>Long-distance coach travel</b> iDBUS		
		<b>Sales distribution</b> voyages-sncf.com		

圖70.SNCF五個分公司

### 1、SNCF INFRA：

經授權替RFF維護、管理、經營路網，以及軌道為主的工程維修服務，亦對國外客戶輸出建造與養護技術。INFRA擁有一個由SNCF直轄的獨立部門DCF(Rail traffic organizing body)，負責車輛運行調度，每週7天每天24小時監控與維護RFF路網，每天管控約15,000班列車。其他機構包括工程部門、建設開發部門、和Systra(對外營運子公司)。其營收99%來自國內市場，INFRA未來的營運目標為執行RFF政策，改善2012年度列車班表，以及拓展海外市場。

### 2、SNCF PROXIMITÉS

主要負責都會、近郊及區域通勤運輸，是世界排名第2與法國排名第1的公共客運機構，經營項目包括鐵路、巴士、捷運、車廂、輕軌、電車、自行車、共乘、渡輪、以及機場的陸上運輸。PROXIMITÉS在法國共擁有21個和交通管

理機構訂定的輸運合約，包括和交通部訂約的城際鐵路開發公司(INTERCITÉS)、74線區域路網城際列車(TER)、法蘭西島遠郊鐵路(Transilien)、88線都會區列車(Keolis)、經營100個都會區停車場的EFFIA和全法國最大的自行車出租公司2nd(後三者為對外營運子公司)。PROXIMITÉS的客戶主要為法國中央及地方政府，以及每日1,000萬乘車旅客。其未來的營運目標為提升列車速度、改善準點率、資訊服務以及旅客服務。

Transilien法蘭西島遠郊鐵路負責大巴黎地區市中心與周邊郊區的鐵路輸運，劃分7個區塊，包括北線(Paris-Nord)、聖拉札爾線(Paris Saint-Lazare)、里昂線(Paris-Lyon)、蒙帕納斯線(Paris-Montparnasse)及東線(Paris-Est)5條主要路網，路線總長1,351km，381個車站，由於路線年代久遠，部份路段甚至有不同轉轆器及供電系統並存的情形，而且同1條路線尚需行駛RER、TER、VFE等其他列車，行車調度複雜，發車數占全SNCF的40%約5,700列次，在平常時段班距約20至30分鐘，尖峰時段提升至15分鐘1班，而且會加開區間車，夜班車則降低至1小時1班，每年7月至8月，Transilien會採用夏季列車班表，縮減發車頻率，年度改點則固定於12月中旬進行。

Keolis是都會區內運輸的專家，主要經營鐵路、輕軌、巴士及捷運，尤其Trams輕軌規劃經營是全球知名的標竿。除法國外，Keolis在澳洲、比利時、加拿大、丹麥、德國、挪威、荷蘭、葡萄牙、瑞典、英國和美國等11個國家投資公共運輸建設，並進行商業營運。

### **3、SNCF VOYAGES**

負責高速鐵路客運服務，包括法國境內之TGV以及境外高鐵路線代理，連接英國(歐洲之星Eurostar)、比利時及荷蘭(Thalys)、瑞士(Lyria)、德國(Alleo)、西班牙(Gala & Elipsos)以及義大利(TGV Italia)。

### **4、SNCF GEODIS**

GEODIS是SNCF的貨運部門，經營分成三大區塊：全球貨運、多元(鐵路+及門)貨運、以及倉儲資產管理。

## 5、GARES & CONNEXIONS

車站及連接部門，開發兼管理法國內3,029個車站資產，對象包括運輸組織機構、社區、都會區運輸及各類企業、以及鐵路公司。

### 二、 SNCF路網營運模式

法國鐵路路網公司(Réseau Ferré de France，RFF)，負責法國國有鐵路路線與其附屬設備之營運，但車站所有權仍屬法國國鐵(SNCF)所有。

為了讓軌道交通發展，法國RFF堅定地致力於路網的發展和改進其質量。這以確保高質量的網絡，滿足鐵路營運商的期望。

STIF(Syndicat des transports d' Ile-de-France)為法國公共運輸主管單位，隸屬法國交通部，有110名官員，委員主要由省議員、市長、市民議會代表等組成。其行政角色為整合巴黎都會區內之運輸路網，其任務為定義整體運輸政策、核准投資案、決定費率、決定經營路線、列車班表、選擇大眾運輸營運業者。

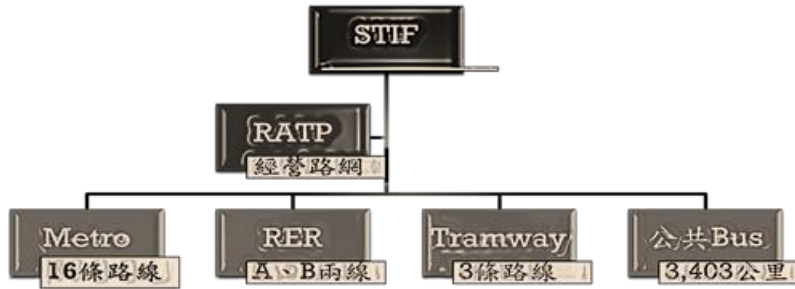


圖71.STIF與RATP路網經營模式



圖72.巴黎交通營運管理架構與換乘系統

巴黎大眾運輸公司(Régie Autonome des transports Parisiens、RATP)亦屬公營事業，由STIF統合負責巴黎市區與近郊的大眾運輸工具的營運。目前RATP經營的路網包括：

(一) **巴黎地鐵(Metro)：**

計16條路線、297個車站、路線長211km，其中168km在巴黎市區內。

(二) **區域快鐵(RER)：**

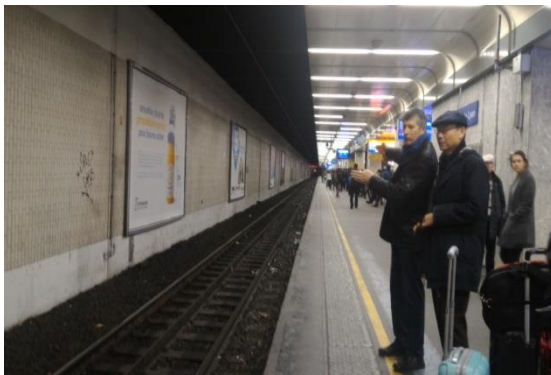
A線(Poissy之線及西段除外)、B線(巴黎北站以北除外)、以及D線巴黎北站與里昂車站之間，長約115km。

(三) **3條輕軌路線：**

公車營運路線總長3,403km，其中569km在巴黎市區內。

(四) **蒙馬特纜車：**

馬恩河谷專線公車(Trans-Val-de-Marne、TVM)。



Note:巴黎Metro、RER、LHR、TVM



### 三、 歐洲之星

歐洲之星(Eurostar)是一條連接英國倫敦聖潘克拉斯站(St Pancras railway station)與法國巴黎北站及比利時布魯塞爾的高速鐵路。這種列車離開倫敦之後便跨越英吉利海峽進入法國，在比、法境內歐洲之星列車與法國TGV和Thalys使用相同的軌道，在英國境內則行走一段符合TGV標準的新軌道，這個已於2007年完工的兩階段計畫被稱為英法隧道連接鐵路( Channel Tunnel Rail Link)



圖73. Eurostar路線圖

1994年11月第一班正式營運的歐洲之星列車開始，在那之後，歐洲之星列車成為倫敦至巴黎鐵路路線之間最受歡迎的列車。

2004年11月時，歐洲之星的使用率佔了倫敦至巴黎路線的68%與倫敦至布魯塞爾路線的63%。2007年11月14日之前，從倫敦到巴黎需要2小時35分鐘，而倫敦到布魯塞爾也只需2小時20分鐘。在海峽隧道連接鐵路的第二階段於2007年完工，並在該年11月通車之後，從倫敦到巴黎和布魯塞爾的時間分別減至2小時15分鐘和1小時51分鐘。除了加快行車速度之外，第二階段計劃完工也明顯提高服務倫敦的班次，所有的歐洲之星列車都不會受到任何繁忙時間的限制或是軌道調度的問題，所以至少每小時可以增加8班雙向來往倫敦與歐洲大陸的班次。每天有9-15班歐洲之星往返於倫敦至巴黎及倫敦至布魯塞爾。

由於營運公司以最低旅途時間為吸引乘客的賣點，每天至少有一班直達列車往返於三城之間。其餘班次在往返巴黎及布魯塞爾時，列車會在在里爾歐洲、加萊弗和丹站-法國北部(Calais-Fréthun)及阿薩福德國際車站-英國(Ashford

International)三站會稍作停留。除了連倫敦、巴黎和布魯塞爾三城之間的班次外，還有往返倫敦至巴黎迪士尼樂園(馬恩河谷－雪西站)的列車及到法國南部的季節性列車。夏季有一班列車往返倫敦至法國阿維尼翁。冬季，有兩班倫敦至阿爾卑斯山Bourg Saint Maurice的列車。這兩班車適合滑雪愛好者。

從節能減碳的觀點，歐洲之星列車的營運，節省了393,000萬噸因短途飛行(即倫敦~巴黎、及倫敦~布魯塞爾)所產生的二氧化碳，為降低溫室效應作出了不可抹煞的貢獻。也因為海峽隧道的運作，提供了許多就業機會，也令英法兩國的人民和遊客樂於使用這條高速鐵路，對於這條鐵路所帶來的經濟效益，是不容置疑的。

2007年11月，英國為提高巴黎和布魯塞爾的速度，開展了稱為海峽隧道連接鐵路(Channel Tunnel Rail Link)的計劃，在英國境內興建一段符合TGV標準的新軌道，這個分兩階段進行，於2007年完工。完工後往巴黎和布魯塞爾的行車速度可達至每小時300公里。除了加快行車速度之外，第二階段計劃的完工也顯著提高往來倫敦、巴黎和布魯塞爾的列車班次。所有的歐洲之星列車不會再受到任何繁忙時間的限制或是軌道調度的問題，所以至少每小時可以增加八班雙向來往倫敦與歐洲大陸的班次。

從2007年11月14號開始，歐洲之星列車從滑鐵盧車站遷至聖潘可拉斯車站。而原來的聖潘可拉斯車站重建，並對月台進行延長工程，而王十字車站則會讓長度達至394公尺的歐洲之星列車停泊。最初公司計劃在歐洲之星列車撤出滑鐵盧車站後，保留一些現有的滑鐵盧國際終端服務，但基於成本問題，計劃已被擱置。前往英格蘭大陸的列車將保留在肯特郡西北面，倫敦東面的艾貝斯費特國際車站(Ebbsfleet International)服務。此車站於2009年後，成為歐洲之星普及英國境內的轉運站，而且時速225公里行駛下17分鐘就能抵達聖潘克拉斯車站。海峽隧道連接鐵路計劃(Channel Tunnel Rail Link)，令內陸列車和國際線列車分開，提升速度。



圖74.倫敦St Pancras歐洲之星始發



圖75. St Pancras搭乘歐洲之星



圖76.歐洲之星車內資訊-1



圖77.歐洲之星車內資訊-2



圖78.巴黎北站歐洲之星到站-1



圖79.巴黎北站歐洲之星到站-2



## 四、 巴黎北站

### (一) 巴黎北站交通

巴黎北站(法語: Gare de Paris-Nord)是法國國鐵(SNCF)在巴黎的七大列車始發站之一，位於巴黎市區北部的第十區，包含了多種鐵路運輸服務和城市軌道交通服務，如巴黎地鐵、區域快鐵(RER)、遠郊鐵路(Transilien)、省際列車(TER)、TGV、歐洲之星等。目前巴黎北站是歐洲最繁忙的鐵路車站。巴黎北站是RER B線和D線的中途站，亦是巴黎北部遠郊路網的起點，乘客可以乘坐各班列車來往巴黎北郊、西北郊、東北郊、東南郊、南郊各地，以及戴高樂機場和奧利機場。其中，RER B和D線停靠於地下月台。西邊的島式月台為北行列車停靠，一般來說，B線使用43號軌道(靠東)，D線使用41號軌道(靠西)；東邊的島式月台為南行列車停靠，一般來說，B線使用42號軌道(靠東)，D線使用44號軌道(靠西)。遠郊車的發車點在地面月台東側，即30~36號軌道。

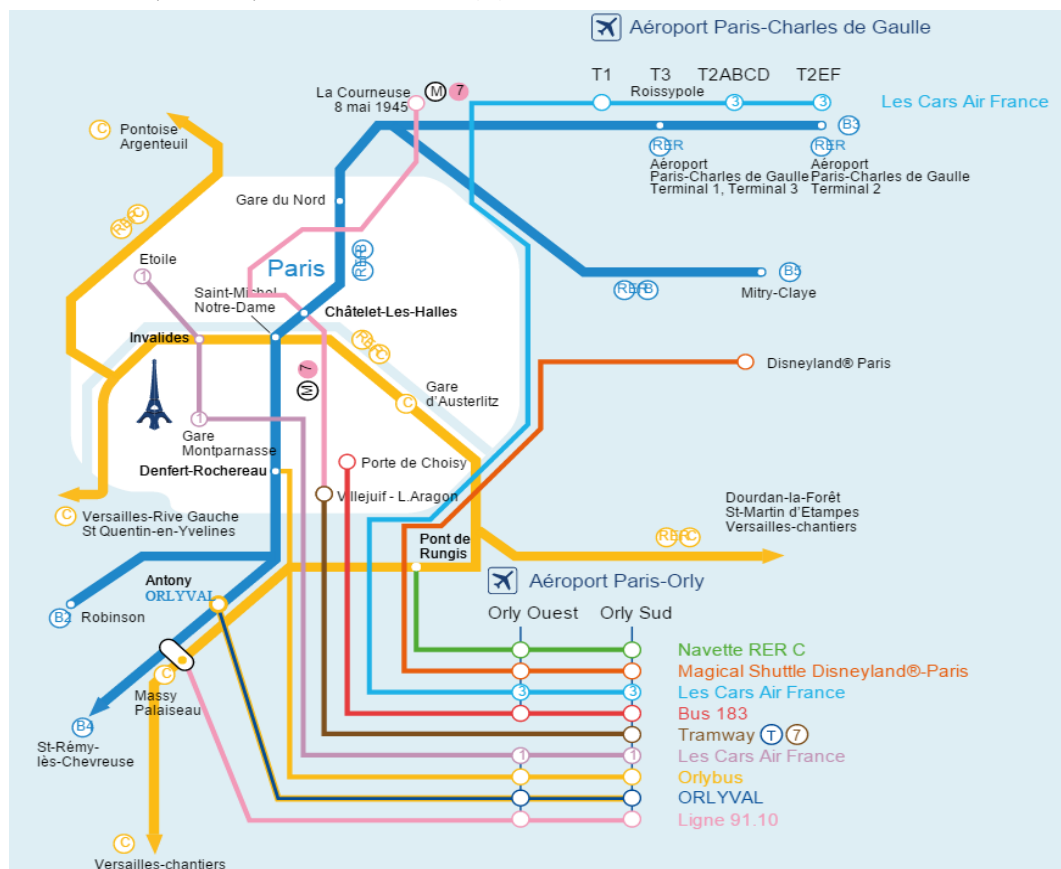


圖80.巴黎北站交通網圖



圖81.俯視巴黎北站



圖82.參訪巴黎北站控制中心

## (二) 巴黎北站建築

2/27搭乘歐洲之星到達巴黎北站，由站長引導解說。

巴黎北站建於1860年代初。在當時，設計師雅克·希托夫修改了最初的草圖，另外設計了一個新古典主義式站屋，並根據當時的慣例，把車站設計成「U」形。儘管從設計的角度來看，十分雄偉，但也限制了日後軌道擴充的彈性。

巴黎北站的站屋門面包含一個凱旋門式的中亭和兩邊各一的小亭，用大量的磚石建成。門面上用當時13位著名雕塑家雕刻的23座雕像進行裝飾，其中最高大雄偉的那幾座代表著巴黎北站通往的各個國際都市，如倫敦、阿姆斯特丹、柏林、布魯塞爾等，而那些比較樸實端莊的雕像則代表著國內各地。

車站大堂的立柱建於1862年，而這些立柱之前是在蘇格蘭加工製造完畢再運抵法國，因為只有蘇格蘭有那樣一家鑄造廠有能力加工那樣的車站立柱。車站大堂內部設有許多候車室，這些候車室依照列車終點站不同和車廂等級不同進行劃分。除此之外，大堂內部還設有售票處，行李託運處和海關等。



圖83. Paris Nord站建築



圖84. Paris Nord站前建築

## 五、 巴黎里昂站(Paris Gare de Lyon)

### (一) 巴黎里昂站交通

2/28由Paris-Gare de Lyon離開巴黎，搭乘TGV轉往瑞士蘇黎世。

巴黎里昂站(法語: Paris-Gare de Lyon)是法國國鐵(SNCF)在巴黎的七大列車始發站之一，位於巴黎市區東偏南的十二區。包含了多種鐵路運輸服務和城市軌道交通服務，如巴黎地鐵、RER、Transilien、TER、TGV等。里昂站是巴黎通往法國東南各城市的鐵路網起點，如馬賽、里昂等城市，同時也是開通法國首條TGV線路的車站。旅客人數每年約8300萬人次，目前里昂站是巴黎第三繁忙的鐵路車站。

巴黎里昂站具備13個月台，著名的64m高鐘塔亦在當時建成，1970年增加2層地下月台與轉乘大廳，供RER A線和D線使用，1981年修建地面層月台，新增5個月台並率先始發TGV，全站月台數增至28個，此外在站區地下另有1、14號地鐵線，以及站區東側的公車轉運站。里昂車站每年旅客數8,700萬人，於巴黎排名第3，其站內高鐵(TGV)、城際鐵路、區域快鐵及遠郊列車月台均位於不同區域，轉乘動線水平與垂直方向皆有之，和其它巴黎車站將月台集中於1個大的端末月台區不同，透過良好的引導標示及旅客資訊系統，里昂車站對於旅客流量及動線的掌握實屬一流。

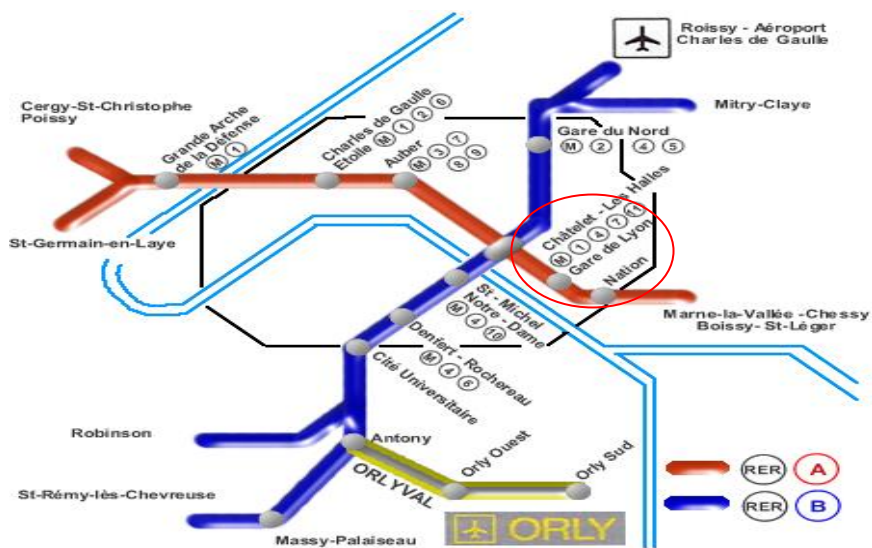


圖85. Paris-Gare de Lyon交通網圖

1988年6月27日，地下遠郊車月台發生一起慘重的列車相撞事故，造成56人死亡，57人受傷。1998年，新的地鐵14號線開通，方便乘客來往於巴黎兩大火車站，里昂車站和聖拉扎爾車站(Gare de Paris-Saint-Lazare)之間。

## (二) 巴黎里昂站建築

巴黎里昂車站建於於1849年8月12日，當時只是「里昂月台」(L'embarcadère de Lyon)，只有一座木製站屋。1855年，第二代站屋落成，這時才定名為里昂車站，並且作為巴黎-里昂-地中海鐵路公司(Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée)鐵路網的起點。當時，為了防止附近塞納河洪水泛濫的威脅，車站的地基比周邊高處6~8公尺。當時車站長220公尺，寬42公尺，只有5條軌道，上方是一個大門廊。1871年車站局部被火焚毀，後來依照原樣修復。

1900年為迎接巴黎世博會，里昂車站又進行了一次重建，工程由土魯斯工程師馬里尤斯·圖杜瓦爾(Marius Toudoire)負責，新車站的軌道新增到13條，並且車站門面上建成了一個64公尺高的鐘塔，同時車站也建成了地下通道通往新落成的巴黎地鐵。直到1970年代，里昂車站一直都沒有什麼大變化。1970年代中葉修建RER時，車站門面朝向貝西路(rue de Bercy)和貝西大廳被拆毀，並且深挖了兩層地下月台，供RER A線和東南路網遠郊車(後來整合入D線)使用。1981年，地面月台新增了5條軌道供新開通的TGV使用，並且安裝了必要的設備。1984年12月28日，里昂車站成為法國歷史文物之一。里昂車站一層大廳內坐落著一間餐廳——藍色列車餐廳(Le Train Bleu)，該餐廳於1972年9月28日成為法國歷史文物之一。不少電影都曾在那裡取景。



圖86.巴黎里昂車站正面高鐘塔



圖87.巴黎里昂車站站前街景

## 伍、 瑞士鐵路考察

2016年2月28日由法國搭乘TGV高速列車進入瑞士蘇黎世(Zurch)，開始瑞士的鐵路考察行程。行程由蘇黎世(Zurch)→布里格(Brig) →策馬特(Zermatt) →高納葛拉特(Gornergrat) →馬特洪峰(Matterhorn)。瑞士邦聯(Confederation Helvetica，簡稱CH)，面積41,285平方公里，稍大於臺灣，而人口700多萬僅臺灣的三之一；鐵路5,100公里約為臺灣的4倍。

### 一、 瑞士鐵路網

瑞士屬內陸國，地理上分為阿爾卑斯山、瑞士高原及侏羅山脈三部分。除自然景觀及氣候條件享有「世界公園」的美譽外，又因鐵路極為發達，鄰接法、德、奧地利及義大利等國際路線，交通四通八達，以伯恩、蘇黎世等為樞紐，形成綿密鐵路網，成功發展「Rail City」與「Rail Tour」遠近馳名。瑞士除了國鐵SBB外，還有數十家民營私鐵及經營山岳的鐵路公司。



圖88.瑞士鐵路鄰接法、德、奧及義大利等國際路線圖

瑞士擁有全球數一數二的公共運輸路網，鐵路、汽船、郵政公車及登山纜車互相連接，整個交通系統覆蓋到瑞士每個角落。其中瑞士鐵路更是主要的功臣，完善的鐵路網與密集的班次，讓旅客可以在一天內輕易抵達瑞士大小城鎮。



瑞士因地形關係，火車除了肩負交通運輸的重任外，更發展出歐洲獨具的觀景火車和登山鐵道。



圖89.瑞士鐵路網(sourcr:Rail Europe)

### (一) 瑞士鐵路公司

1、瑞士聯邦鐵路(德語；法語；義大利語通常連寫作 SBB-CFF-FFS)是瑞士聯邦的國營鐵路公司，總部設在伯恩。

路網長度：

標準軌(軌距1,435mm)：3,069 公里

米軌(軌距1,000mm)：74公里

車站總數：824

2、BLS 股份公司(德語：BLS AG)是瑞士一家公私合營的鐵路公司，擁有總長度達 440 公里的鐵路運營里程，僅次於 SBB 為瑞士第二大鐵路公司，規模最大的私鐵。

3、其他私鐵公司：

(1) JB(Jungfraubahn)少女峰鐵路上層

(2) WAB(Wengernalpbahn)少女峰鐵路中層

(3) BOB(Berner Oberland-Bahnen)少女峰鐵路下層

(4) MGB(Matterhorn Gotthard Bahn)

鐵路網長144公里，迪森蒂斯(Disentis)至策馬特(Zermatt)冰河列車

(5) GGB(Gornergrat railway)瑞士連接策馬特(Zermatt)和高納葛拉特(Gornergrat)登山鐵道，

## (二) 瑞士列車種類

瑞士列車種類多樣，區分國內國際、快慢車外，還有應地形、景觀觀光旅遊需要，發展別具特色的各式列車。

### 1、國內列車分類：

- (1) IC (Inter City)：瑞士國內特快，雙層車廂。
- (2) IR (Inter Regio)：區間特快車。
- (3) RE (Regio Express)：區域快車。
- (4) R (Regio)：區域普通車。
- (5) S-Bahn：連接近郊的通勤電車。

### 2、國際級列車種類：

- (1) EC (Eurocity)：歐洲城際特快。
- (2) ICE (Intercity Express)：德國進入瑞士的高速列車。
- (3) TGV (Train's Grande Vitesse)：法國進入瑞士的高速列車
- (4) CIS (Cisalpino Pendolino)：義大利連接瑞士和德國的列車。

### 3、景觀列車種類：

- (1) 冰河快車 (Glacier Express)：往來聖莫里茨 - 策馬特
- (2) 黃金快車 (Golden Pass)：往來蘇黎世 - 日內瓦 (景觀列車：往來琉森 - 蒙特勒 (Montreux) 之間)
- (3) 貝爾尼納快車 (Bernina Express)：往來庫爾 - 蒂拉諾
- (4) 威廉·泰爾快車 (William Tell Express)：往來琉森 - 羅卡諾 (Locarno) 或盧加諾 (Lugano)
- (5) 棕櫚快車 (Palm Express)
- (6) 洛書堡——琴投瓦里快車 (Lotschberg Centovalli Express)
- (7) 瓦拉攀快車 (Voralpen Express)
- (8) 阿拉林快車 (Allalin Express)

## 二、 蘇黎世交通運輸

2016年3月3日參訪蘇黎世中央車站(Zürich Hauptbahnhof, Zürich HB)，這是瑞士鐵路運輸的中心樞紐之一，只見路線綿密交錯，列車出庫位有間斷，來自歐洲各國的列車如法國TGV、意大利Cisalpino、德國ICE等高速列車都在此交會，每天有3,000班列車進出，運輸極為繁忙。瑞士為鐘錶王國，講究守時，鐵路運輸也標榜班班準時發車。蘇黎世中央車站，地理位置位於蘇黎世市中心，兼具商業功能，所以名為Rail City，由瑞士國鐵SBB/ CFF/ FFS公司經營。



圖90.蘇黎世中央車站前



圖91.蘇黎世車站路線綿密交錯



圖92.蘇黎世車站電車-1



圖93. 蘇黎世車站電車-2

據SBB資料，蘇黎世市中心這座大型列車站全景有26個月台、54條軌道，歷經150多年了，它既是瑞士鐵路運輸的心臟，也是歐陸交通的樞紐，多條跨國鐵路在此交會，每天約有96萬乘客進出，大廳提供購票及轉乘資訊；以及車站大廳、月台有大型列車資訊看板引導，長途列車資訊、短途S-Bahn列車資訊。蘇黎世中央車站的列車會在準點前幾乎同時進站，也會在準點後的幾分鐘幾乎同時離站，這就是瑞士20年前開始採用「準點發車系統」。



圖94. 蘇黎世交通網圖

### 三、馬特洪哥達鐵路

馬特洪哥達鐵路公司(Matterhorn Gotthard Bahn, MGB)是以早期的 Brig-Visp-Zermatt-Bahn, 以BVZ的品牌重塑打造。

#### (一) MGB營運範圍

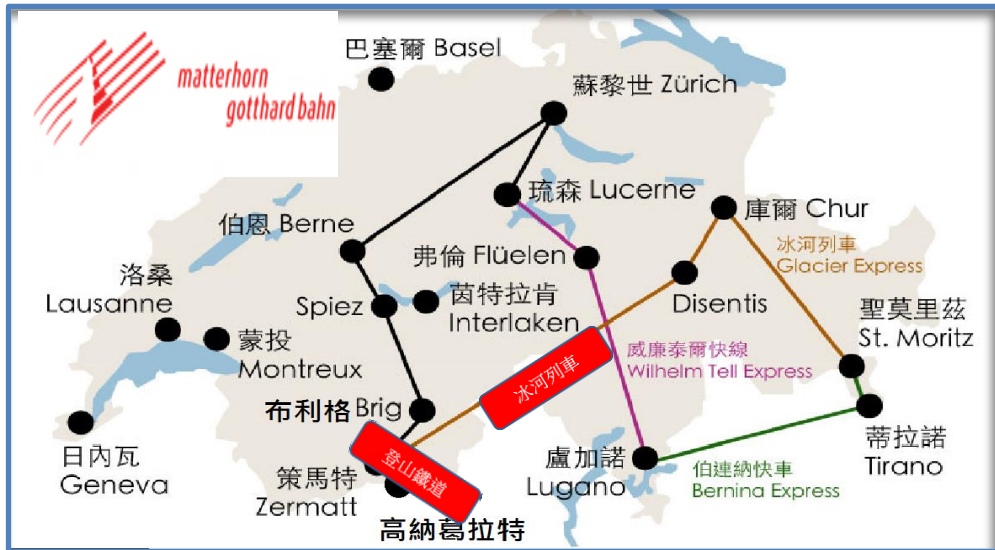


圖95. MGB營運路線圖

馬特洪哥達鐵路屬窄軌鐵路(1000mm)。2003年通過弗卡-歐比拉斯鐵路(Furka-Oberalp-Bahn, FO)和策馬特鐵路(BVZ)的合併創立的。這個名字源於馬

特洪(Matterhorn)和聖哥塔山口(St. Gotthard Pass)，鐵路網長144公里。自格勞賓登州(Canton of Graubünden)的迪森蒂斯(Disentis )延伸到瓦利斯州(Canton of Wallis)之策馬特，經由歐比拉斯(Oberalp)，烏里州(Canton of Uri)之安德馬特 (Andermatt)，富爾卡基礎隧道(the Furka Base Tunnel)，布里格( Brig)和菲斯普(Visp)。從安德馬特分支線（原獨立Schöllenenbahn）延伸到Göschenen地區之聖哥達鐵路隧道的北端。MGB除了冰河列車運行於策馬特到聖莫里茲間之觀光列車外，目前在布里格和策馬特(Brig and Zermatt)及布里格和Göschenen間以及安德馬特和迪森蒂斯(Andermatt and Disentis)之間行駛通勤列車，MGB 另在雷阿爾卑(Realp )和上瓦爾德之( Oberwald)間之富爾卡基礎隧道( Furka Base Tunnel)以及安德馬特(Andermatt )和塞德龍(Sedrun)之間經營公路車輛接送列車。

馬特洪哥塔基礎設施公司（MGI）是之前的FO以及一個新的股份公司馬特洪哥塔鐵路(MGM)。MGB接管FO的營運並交出基礎設施擁有權，交予BVZ控股股份公司(另擁有戈爾內格拉特鐵路股份公司GGB)，而MGI股份由瑞士聯邦政府和各州擁有。

## (二) MGB組織編制

MGB董事會授權執行長費南多年納先生(Fernando Lehner)領導，公司共分成人事、財務、行銷業務、營運、機務及工務等六大部門。

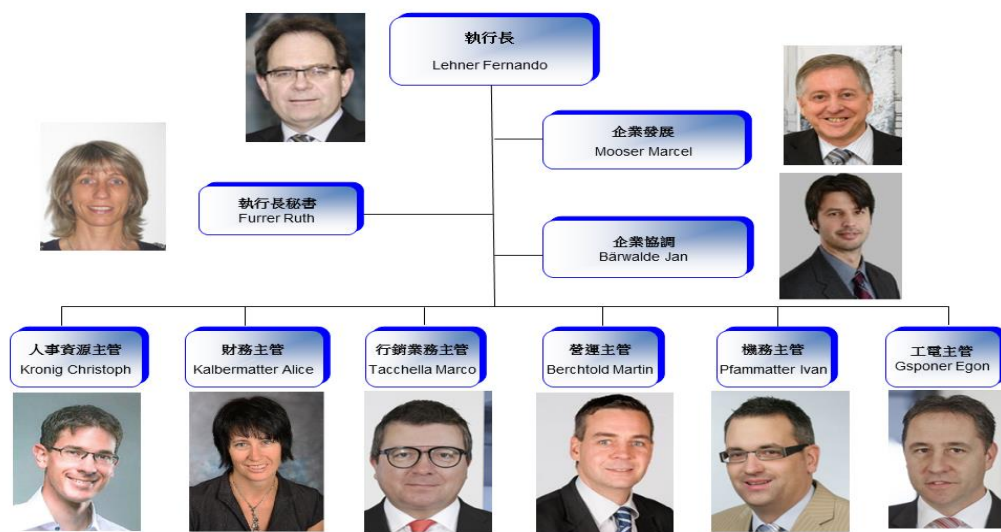


圖96. MGB組織結構圖

MGB工務及電務合成一個部門，票務及旅遊服務整合成市場行銷部門，也就是說運務部門不插手票務部分而僅負責運轉工作，而將市場行銷工作三化:集中化，專業化及責任化，這也是鐵路永續經營必然之道路。

阿里山森林鐵路目前人力80%以上是以約聘雇人員，與MGB與阿里山森林鐵路部門人力比較。

表 1 MGB 與阿里山森林鐵路部門人力比較表

部門	MGB	阿里山鐵路
運務	167	71
財務	23	9
管理	10	14
工務	90	81
市場行銷	73	0
人事	7	4
機務	135	76
Sum	505	255
GGB	98	—
Total	603	255
% of Women	13.0%	10.6%

### (三) MGB路線資料

MGB路線線長144公里單線(Single track)與通過交會列車圈(Passing loops)，軌距1000mm，電力系11千伏(KV) 16 $\frac{2}{3}$ 赫茲(Hz)，最高海拔1564m，齒軌系統(CogTrack System):阿布特(Abt)。相較於阿里山路線，除了路線長度及軌距之外，MGB鐵路系統多了電力、號誌及齒軌等設施而顯得複雜，反而和台鐵比較像，在外在環境上，MGB在冬季時，行車前必先清除路線上之積雪才能運轉，這與阿里山鐵路每日行車前，道班同仁要先朝巡一樣的清除落石及樹木，此外瑞士鐵路不像台鐵要接受颱風及地震的挑戰。

表 2 MGB 路線資料表

<b>Opening to traffic</b>	Visp - Stalden/Saas	03.07.1890
	Stalden/Saas - St.Niklaus	26.08.1890
	St.Niklaus - Zermatt	18.07.1891
	Brig - Disentis	04.07.1926
	Göschenen - Andermatt	11.07.1917
	Visp - Brig (connecting line)	05.06.1930

<b>All-year-round operation</b>	Brig - Zermatt	1933
	Brig-Disentis	1982
<b>Electrification</b>	Visp - Zermatt	01.10.1929
	Brig-Disentis	01.07.1942
	Visp - Brig	05.06.1930
<b>Stations and stops</b>	44	
<b>Electric system</b>	single-phase alternating current	11 kV 16 2/3 Hz
<b>Route mileage</b>	Zermatt - Disentis, Andermatt - Göschenen	144 km
	of that, rack railway (System: Roman Abt)	31.9 km
<b>Maximum gradient</b>	rack-and-pinion section (Schöllenschlucht)	181 o/oo
	adhesion section	25 o/oo
<b>Difference in altitude</b>	Zermatt - Disentis, Andermatt - Göschenen	3300 m
<b>Highest point</b>	Oberalppass	2033m
<b>Lowest point</b>	Visp	625m
<b>Bridges</b>	60	
<b>Longest bridge</b>	Grengiolsviadukt (Track Grengiols - Fiesch)	173 m
<b>Highest bridge</b>	Grengiolsviadukt	48 m
<b>Tunnels and galleries</b>	Number: 29 + 20	Total: 26'277 m
<b>Longest tunnel</b>	Furkatunnel	15.4km
<b>Longest gallery</b>	Kalter Boden - Schilten (Track: Täsch-Zermatt)	730 m

#### (四) MGB運輸服務

##### 1、站區服務標竿

##### (1) 無階車廂:

MGB車站月台高度(軌道面距離)約30cm，大部分車廂設階梯供旅客上下。



圖97. MGB車廂階梯-1



圖98. MGB車廂階梯-2

## (2) 站內斜坡道:

MGB通常中小型之車站與月台地下道除有樓梯之外，另設有斜坡道以供行動不方便旅客使用，不另設電扶梯以節省建設成本及使用費用，台鐵北湖口站就有設置相同站內斜坡道，是車站綠建築設計概念。



圖99. MGB車站斜坡道

## (3) 列車資訊:

瑞士車站月台因是開放空間，常常設置大型列車資訊看板，旅客很容易識別列車狀況，另列車停靠位置以股道編碼區分，比台鐵使用以月台A及B側區分列車停靠位置更清楚。



圖100. MGB車站大型列車資訊看板



#### (4) 收費廁所:

瑞士鐵路車站之廁所非常乾淨而且可以沐浴，但要收費且很高，通常男生要投1~2瑞士法郎，女生則收2~3瑞士法郎(1法郎=33台幣)，使用者付費概念在這個國家能如此位奉行，真令人羨慕。



圖101. MGB車站收費廁所

#### (5) 無閘門月台:

瑞士車站月台因是開放空間，旅客上車不須經由閘門，所以列車長一定會檢查票證，若無票乘車之罰則高的令人不敢無票乘車。



圖102. MGB車站無閘門月台

**(6) 售票及轉乘服務:**

長程旅客購票區之服務十分親和性，每位旅客均被視為貴賓，不須排隊等候買票，短途旅客一律以自動售票機服務，不像台鐵售票窗口長短途均服務而常常大排長龍。



圖103. MGB車站購票及轉乘接待室

**(7) 轉乘服務:**

MGB 規劃車站時鐵公路之轉乘時，會考慮使不同運具均能以無縫接駁，且旅遊轉乘車站都會提供手推車供攜帶大型行旅箱旅客使用。



圖104. MGB鐵公路車站整合

## 2、車廂服務標竿

### (1) 潔淨廁所:

在MGB火車使用車上廁所就像在家使用一樣舒服，除了清潔管理外，車廂廁所不分男女共用，且像台鐵新穎車廂一樣將車廂靠廁所之走道使其靠車廂一側以增加廁所空間，將來阿里山新購置車廂可參考。



圖105. MGB車廂廁所潔淨



圖106. MGB車廂廁所腳踏給水

### (2) 手動車門:

因應冬季氣候寒冷，車廂均設置手動開門按鈕，列車停穩後欲下車之旅客要按此鈕才打開，若遇上列車交會或待避，車內旅客可按此鈕將門暫時關上。

### (3) 雙層車廂:

路段旅客量大，列車密度已飽和，瑞士鐵路也採用雙層車廂以增加載客量。



圖107. SBB車廂手動開門按鈕



圖108. SBB雙層車廂

#### (4) 車廂列車資訊:

MGB 列車車廂列車資訊包括動態之前後站資訊及靜態鐵路路線地圖。

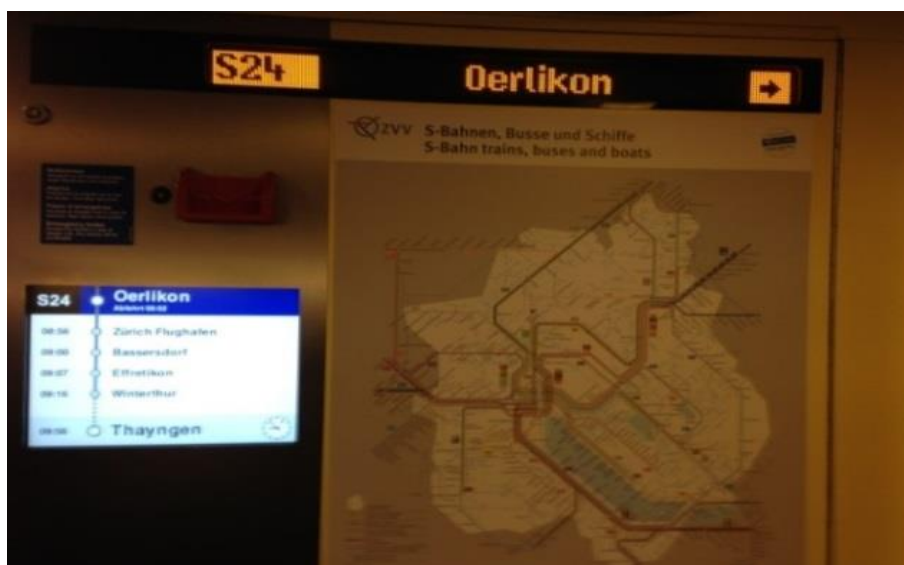


圖109. MGB車廂列車資訊動態及靜態鐵路路線地圖

#### (五) MGB營收概況

MGB 2014 全年收入為137,000,000 瑞士法朗，最主要收入來源為區域旅客運輸占41.5%，其次分別為高納葛拉特登山鐵道(22.7%)、冰河列車( 11.0%)、載運公路汽車(7.5%)、資產收入(4.7%)、貨物運輸(2.2%)及其他(10.4%)。

MGB鐵路公司有三分一的收入是由觀光鐵路所貢獻，尤其僅9.4公里高納葛拉特登山鐵道就占有所有收入的22.7%。

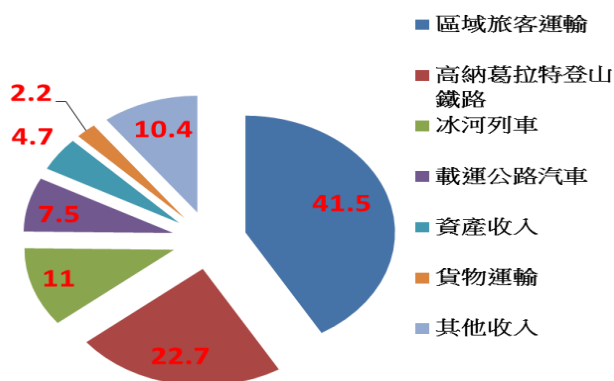


圖110. MGB營收統計圖

MGB與阿里山運輸服務項目可知MGB提供較多元運輸服務，目前阿里山因全線尚未通車，加上車上與司機不足，主線運能嚴重不足，也是造成一票難求之情形。

表 3. MGB 與 阿里山運輸服務比較表

運輸服務項目	MGB	阿里山鐵路
一般旅客服務	○	○
觀光列車	○	○
餐飲服務	○	
貨運服務	○	○
汽車載運服務	○	

表 4. MGB 與 阿里山鐵路旅客量比較表

Line	MGB	阿里山鐵路	線別
MGB	5,900,000	39,600	主線
Glacier Express	200,000	1,584,900	3 支線
GGB	1,600,000	614,100	祝山線
Sum	7,700,000	1,624,500	合計

## (六) MGB經營策略

### 1、結合綠能之運輸

策馬特(Zermatt)是瑞士知名冰河列車的終點。

1961年經過公民投票通過禁止汽車進入(car-free)，是一座禁止汽車進入的山城，在這個市鎮內「全面禁止汽車進入」，當地居民寧願忍受日常生活不便，也要維護空氣品質，不願受到廢氣的污染。

所有的汽車均停靠在特施(Täsch)轉乘火車進入策馬特。外地人若要造訪策馬特，只能搭乘火車前往，再以步行或搭電動計程車或騎馬的方式移動。



圖111. MGB綠能之運輸-1



圖112. MGB綠能之運輸-2

## 2、結合文創之運輸

瑞士火車環遊路線其中之伯尼納景觀路線(Bernina Express)，從阿爾卑斯山北麓橫貫南麓，途經高山湖泊，更可以欣賞奇橋及峽谷景色，火車自1973年通車，路線全長145公里，從平野到高山中之阿爾布拉到伯尼納路段被列入世界遺產。伯尼納特快車深受世界各地旅人青睞，甚至瑞士當地人也喜愛，特別是行車經過蘭德瓦薩拱橋，被雄偉山脈和藍天白雲襯托美麗弧度與畫面。



圖113. MGB列車經蘭德瓦薩拱橋

## 3、結合運動之運輸

芬德貝區站(Findelbach)GGB齒軌鐵路的車站(1774m)是夏季通往利菲列博(Riffelalp,2211m)森林的起點。乘客也可由策馬特坐車到利菲爾伯格(Riffelbreg)下車，步道沿著這一段的開闊的全景，看著清澈的積雪，走下菲列博(Riffelalp)並繼續沿著“Naturweg”登山步道到芬德貝區站(Findelbach)古樸的村莊背倚與馬特宏峰一個綠色的山谷的一側高聳上面浸泡在美麗的景色。高納葛拉特車站(3089m)是許多遠足的起點，它位於阿爾卑斯山和幾個冰川間，包括戈爾內冰川(阿爾卑斯山第二長的冰川)，是冬季一個受歡迎的滑雪區(skiing area)。



圖114. MGB鐵道與運動結合-1



圖115. MGB鐵道與運動結合-2



圖 116. MGB 鐵道與運動結合-3



圖 117. MGB 鐵道與運動結合-4



圖 118. MGB 鐵道與運動結合-5



圖 119. MGB 鐵道與運動結合-6



## (七) MGB鐵路行銷

### 1、企業識別

MGB以紅色作為企業識別體系之色彩，既簡單又明亮。

簡單明確企業識別



圖120. MGB以紅色作為企業識別-亮眼

### 2、票證整合 (Travel Pass)

鐵路是瑞士旅遊核心交通工具，不僅串起各景點，同時提供其他交通運具包括公路、航空及船運間之橋梁。

瑞士旅遊業以鐵路為主，整合其他運具，將歐洲及國外的遊客送到各地景點再轉到其他景點，除了向全世界展示美景外，並展示瑞士便利之轉乘交通，尤其設計十分靈活鐵路旅遊套票堪稱一絕，它是依每一個旅客不同需求而最佳化設計，旅客可依需要之地點、人數、天數及順序選擇其所需火車旅遊套票，旅客可在一段較長期限(一個月內)挑選所需要搭乘天數之套票。

另外購買一種火車套票者亦可免費搭乘其他包括巴士及船等運具，或同時享有特殊觀光鐵路半價優惠供旅客更彈性選擇。

#### (1) 瑞士旅遊通行證(Travel Passes)

Travel Passes為您提供瑞士交通系統網絡無限制，瑞士旅遊通行證售價為3、4、8和15天，可免費進入480博物館和展覽。

#### (2) 瑞士半價優惠卡 (Halbtax)



Halbtax可以半價旅行整個瑞士，持有瑞士半價優惠卡者可以購買火車、公車、船和一些山區鐵路門票半價。

### (3) 瑞士旅遊通行證的 Flex (Swiss Travel Pass Flex)

Flex可以自由選擇的旅行天。瑞士旅遊通行證的Flex提供了瑞士交通系統網絡上的一個月之內非連續3，4，8或15天行程。

### (4) 瑞士家庭卡 (Swiss Family Card)

父母享有與同行16歲以下的子女一起暢遊瑞士的一項免費，所攜同的子女必須與父或母同行。其權利跟Swiss Pass權利相同。瑞士換乘票(Swiss Transfer ticket)。計劃在瑞士只遊覽一個地方，那麼瑞士轉乘票就是最佳選擇。這種票也適用於在瑞士度假滑雪的遊客。持有這種票可以自由從瑞士邊境或瑞士某一機場往返於瑞士任何一個地方。瑞士轉乘票的有效期為一個月，每次行程必須在一天內完成，而且應該盡可能直達。

### (5) 瑞士同行優惠交通證 (Swiss Saver Pass)

兩人以上到五人同行，每人可享成人票15%折扣。

### (6) 瑞士交通優惠卡 (Swiss Card)

包含第一天與最後一天在邊境或機場與目的地之間往返車票，而且，在第一個和最後一個乘車日之間乘坐所有的火車、輪船、郵政巴士以及大部分山區火車以及纜車時均可享受高達50%的折扣優惠。

## 3、套裝行程 (Package Tours)

### (1) 冰河列車(Glacier Express)

冰河列車3道式午餐

瑞士邊境至策馬特或聖莫里茲的車票

冰河列車全程車票

策馬特或聖莫里茲的旅館住宿1晚

返回瑞士邊境的車票

### (2) 瑞士經典之旅 (Railtour)

瑞士4段轉乘火車票券

冰河景觀列車

伯尼納景觀列車+巴士

策馬特葛拉特觀景台來回登山火車票

策馬特2晚住宿

聖莫里茨2晚住宿

盧加諾1晚住宿

### (3) 異業分工

MGB 利用火車將遊客帶到世界知名之遊覽勝地並整合或結合當地之旅館、餐廳、巴士、租車、購物及紀念品及停車場等業者，以全方位的聯合經營模式提供各地旅個最好的服務，以鐵路帶動地方的繁榮，並以回饋鐵路永續的發展相輔相成。

### (4) 國際合作

GGB登山鐵道已是世界級旅遊景點，MGB並不以此為滿足，更積極擴展業務，除了與日本富士急行結為姊妹鐵道及韓國汾川站結為姊妹車站，更積極和台鐵局簽署MOU及阿里山鐵路結為姊妹線。



圖121.122. MGB與日韓簽署姊妹線、姊妹站

圖123. MGB與台鐵簽署MOU

#### 四、高納葛拉特登山鐵道



高納葛拉特鐵道(Gornergrat Bahn, 簡稱GGB)是瑞士一條高山鐵道, 連接策馬特(Zermatt)和高納葛拉特(Gornergrat)。鐵路開始建設於1896年, 竣工於1898年, 是瑞士著名的觀光路線。



圖124. Gornergrat railway路線地形圖

海拔3089公尺的高納葛拉特站, 陽光明媚的觀景台全年開放, 是瑞士最受歡迎的旅遊勝地之一。

高納葛拉特被群山環繞, 包括29座海拔四千公尺的山峰、瑞士最高峰的杜富爾峰(Dufourspitze, 海拔4634公尺), 以及阿爾卑斯山第三大冰河-高納冰河(Gorner glacier)。高納葛拉特鐵道有歐洲最高的開放式齒軌鐵路(僅夏季開放), 在馬特洪哥達(Matterhorn Gotthard Bahn)策馬特(Zermatt)站旁邊就是高納葛拉特策馬特(Zermatt)總站。



圖122.馬特洪哥達Zermatt站



圖123.高納葛拉特Zermatt站



圖125.高納葛拉特站地標



圖126.高納葛拉特站



圖127.高納葛拉特月台留影



圖128.高納葛拉特站建築



圖129.高納葛拉特站全景

(一) 高納葛拉特鐵道色：

- 1、最高海拔為高納葛拉特車站3089公尺
- 2、歐洲最高海拔(3089公尺)的開放式齒輪鐵路(Cog Rail)，瑞士第一條齒軌鐵路(1898年)
- 3、歐洲最高海拔(2222公尺)、最短(468公尺)的有軌電車:利菲阿爾卑(Riffelalp)
- 4、阿爾卑斯山第三長的冰河: 高納冰河(Gorner glacier)
- 5、瑞士海拔最高的酒店：海拔3100公尺的高納葛拉特庫爾酒店
- 6、舉世聞名的利菲爾湖(Riffelsee)馬特洪峰倒影
- 7、火車體驗: 與舉世聞名的冰河快線(Glacier Express)連接



圖130.瑞士海拔最高的酒店庫爾酒店



圖131.庫爾酒店3100被塗鴉



圖132. 利菲爾湖(Riffelsee)馬特洪峰倒影(<http://bookmddlive.pixnet.net/blog>)

## (二) GGB路線資料

高納葛拉特登山鐵路全長9.339km，軌道數:單軌3.79km，雙軌5.55km，軌距1000mm，電力系統為725伏(V)，50赫茲(Hz)，三相之架空線。

表 5.GGB 登山鐵道、少女峰、阿里山祝山線比較

比較項目	GGB	少女峰(上層)	祝山線
里程(km)	9.3	9.3	6.2
最大坡度(%)	200	250	62.5
最小半徑(m)	80	100	40
行駛時間(min)	33	52	33
一天班次(round)	12	17	2~3
高差(m)	1469	853	243
軌距(mm)	1000	1000	762
列車動力	電力機車	電力機車	柴油機車
車站數	6	5	3

GGB路線長度雖僅約9公里，但這條鐵路的起點1,604公尺，至終點3,089公尺，高低落差達1,469公尺。1898年GGB完成世界上第一條電氣化的齒軌鐵路，一直是瑞士熱門旅遊景點之一，亦是一條現代化生態鐵路。這條歐洲最高的露天齒軌鐵路，全年無休，從策馬特站拉到高納葛拉特，車程約33分。

少女峰鐵路上層路線小史迪基(Kl.Scheidegg)至少女峰站(Jungfraujoch)同樣約公里，高低落差853公尺，但最陡坡度為250‰，比GGB陡，亦採用Strub齒軌。阿里山森林鐵路祝山線落差243公尺，最陡坡度62.5‰，相較之下不及GGB與少女峰的難度，採之字形行駛，自不須齒軌。



圖133&134. 少女峰鐵路與GGB齒軌比較

路線軌道特殊工法：

往馬特洪峰半途中，經過一座相當長的護廊，類似我們稱的明隧道，作為脆弱邊坡預防雪崩，甚至土石滑落或是崩塌時，對行進中列車的防護措施。這種特殊工法是考量高山無施工便道，也無施工準備與儲備材料場地可開闢所構想的方法。首先在山下先製作半圓形的鋼筋混凝土拱片，利用台車輸送上山，到工地就地取材，揀拾近似磚塊的岩片，以小開挖來施作基礎及嵌入岩壁的牆柱，再以漿砌方式完成基礎與牆柱。搭上預鑄的拱片，在拱環周圍及上方漿砌就地取材的岩片，就構築完畢最有效益的受壓拱構造，完全融入當地環境。最重要的是對幾百公尺縱長的岩坡作最小的擾動，以森林鐵路輕運量與較小需求的路線空間，是非常經濟與周圍景觀和諧的施工方式與構造物設計。這一項邊坡崩塌防護行駛列車的安全措施，其施工方式與構造物設計理念，非常值得阿里山森林鐵路在路線邊坡整治與防護工作上，作為仿效的對象。



圖135.防坍架路廊



圖136.防坍架

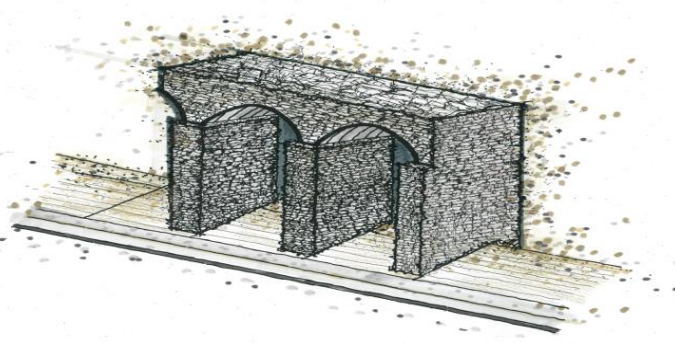


圖137. 半圓形的鋼筋混凝土拱片



圖138. GGB架空電車線



圖139. GGB號誌



圖140. GGB列車



圖141. GGB車站



圖142. GGB道岔



圖143. GGB止衝擋

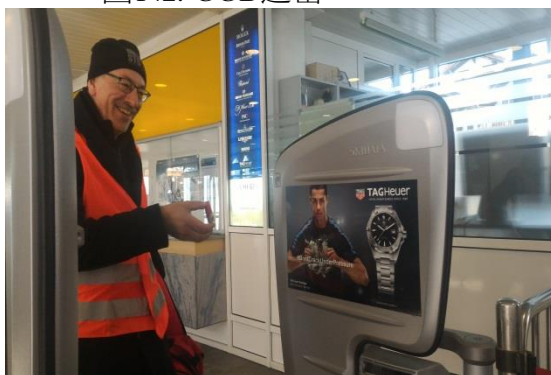


圖144. GGB感應驗票閘門

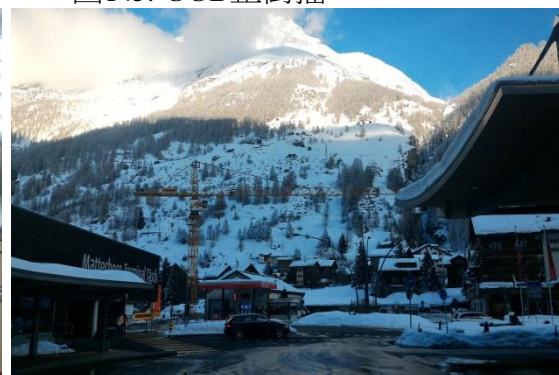








圖145. GGB於TASCH換乘站



(三) GGB車輛種類

表6. GGB車種列表

Image	Numbers	Notation	Year	Notes
	3001/3003	He 2/2	1898	Locomotives. Unit 3002 survives, and is displayed on a roundabout at <a href="#">Stalden</a> .
	3015	Dhe 2/4		Baggage car, rebuilt from sister car to 3019-3022
	3017	Xhe 2/4		Works car, rebuilt from sister car to 3019-3022. Carries re-railing equipment and equipment to apply <a href="#">anti-freeze</a> to the overhead wires.
	3019-3022	Bhe 2/4	1947-61	Single unit railcars, remaining four cars of a once much larger class (3011-3022). Two other members of this class have been rebuilt (3015/3017), the remainder have been scrapped.
	3041-3044	Bhe 4/8	1965-75	Twin unit railcars

	3051-3054	Bhe 4/8	1993	Twin unit railcars
	3061-3062	Bhe 4/4	1981	Multi-purpose railcars, which can operate in passenger service with matching driving trailers Bt 3071-3072, or in freight/works service.
	3081-3084	Bhe 4/6	2006	Low floor two-section articulated railcars, built by <a href="#">Stadler Rail</a> . <sup>[8]</sup>



#### (四) 班次及轉乘

高納葛拉特登山鐵路每日往返策馬特及高納葛拉特12班次(7:00~19:18) ，通常運行兩個火車車廂的列車，但尖峰時段每小時可攜帶2500人從策馬特到山山頂，因禁止一般汽車策馬特，所以遊客可菲斯普(Visp)轉搭火車(每半小時出發)前往策馬特再轉高納葛拉特登山鐵路，或是將汽車停在特施(Täsch)轉乘火車進入策馬特。

亦可從聖莫里茨(St. Moritz)、達沃斯(Dovos)和庫爾(Chur)搭冰河列車到策馬特。因此策馬特是通往高納葛拉特觀賞馬特洪峰必經之所，類似去觀賞阿里山日出經由阿里山車站坐火車到祝山站有異曲同工之妙。而且在阿里山遊樂區採用電動中巴遊園車與策馬特之無車政策意義相同，若能將轉乘車輛移至於阿里山園區之外就更像瑞士之策馬特世界級環保觀光區。

表7. GGB車站列表

Station	Distance	Height (AMSL)	Notes
Zermatt	0.00	1,605m	Link to Matterhorn - Gotthard railway and the Zermatt - Sunnegga funicular
Findelbach	1.75km	1,770m	
Riffelalp	4.03km	2,211m (7,254ft)	Link to the Riffelalp tram, providing connection to Riffelalp Resort
Riffelberg	6.47km	2,582m	With a three-star hotel
Rotenboden	7.91km	2,815m	
Gornergrat	9.34km	3,089m	With a three-star hotel and observatory

## 陸、 考察心得與建議

### 一、 考察心得

#### (一)臺英軌道論壇部分

- 1、英國政府為了軌道永續發展，近年來所展現高度的遠見、使命感，積極推動全國軌道路網的更新及擴建，不但朝鐵路現代化邁進，也因而提升了英國軌道產業的國際競爭力。
- 2、在英國政府主導的產官學合作架構，大幅提升英國幹線鐵路系統的經營績效。自2004年起10年間幹線旅客人次成長40%，而Network Rail同期間的營運及維修經費反而大幅下降42%，同時在旅客滿意度及系統安全性也大幅提升。
- 3、英國軌道提倡實施「全生命成本+軌道資產管理」模式及採購策略，訂定明確的目標、精準的分析數據，透過整合的財務、管理、營運及工程專業團隊執行此採購策略，不但使業主獲得更高的價值及付出較低的成本，同時參與的廠商也更提高其產品或服務的國際競爭力，這是個雙贏的高明策略。
- 4、論壇中研討應用最新科技發展出的工程及科技方案，成功地執行資產管理，提供更可靠、安全的鐵路設施，同時降低生命週期成本。依據收集的資訊，分析實際現況，進而採取對症下藥的維修工作，可降低10% -20%的總維修成本效益。
- 5、英國國家國家軌道訓練學院(NTAR)是由政府及企業的共同出資成立，自人才需求及供給面開始作有系統的調查，得到明確量化數據的市場需求，作為人才培訓的依據。續由專家講授、實習演練、視聽模擬等教育課程，建立認證制度及人才資料庫。
- 6、英國在政府(交通部)的領導以及企業界合作下，正在共同努力為英國的鐵道系統的未來作規劃，並制訂出務實可行的執行方案，來達成中長期目標，進而提升國家競爭力，也增加英國軌道產業在全球的商機。他們所展現的遠見使命、團隊合作的精神、務實有序的做事方法、積極任事的態度、宏觀的長期策略規劃及作法等，非常值得臺灣效法學習。

## (二)瑞士登山鐵道部分

- 1、GGB登山鐵道自1898營運以來，已一百餘年，一開始就是電化鐵路，而且是全瑞士最早的電氣齒輪軌道系統，坡度達到千分之兩百，不得不謙卑面對。鐵道沿著河岸溪谷蜿蜒爬升，也歷經多次大規模的坍方，造成土石覆蓋，甚至沖失路基，中斷營運。雖一再復原或區間的改線，但是沒有經從業人員一旁指出，很難辨識舊路痕。這是瑞士維護自然景觀用心的地方，對環境的改變不鑿痕跡，畢竟自然景觀是他們最寶貴的資產。這些資產是一代又一代悉心呵護而保存下來，後世的子孫就能坐享這些觀光產業的收益。
- 2、結合綠能之運輸是瑞士鐵路普遍而重要的經營策略，1961年瑞士經過公民投票通過禁止汽車進入(car-free)策馬特(Zermatt)此一瑞士知名冰河列車的終點，這個市鎮內「全面禁止汽車進入」，當地居民寧願忍受日常生活不便，也要維護空氣品質，不願受到廢氣的污染。所有的汽車均停靠在特施(Täsch)轉乘火車進入策馬特。外地人若要造訪策馬特，只能搭乘火車前往，再以步行或搭電動計程車的方式移動。外來車輛一律在該鎮大停車場TASCH停駐，不得進入鎮內行駛，落實空氣零污染的政策。在我們的環境裏，大家都會認為那是不切實際的空心政策，不會有人會認真去看待，想去貫徹。我們需要大眾有體認環境污染是我們可恥的現象，有真心愛護環境的素養，大家才會認真看待，下決心去落實。
- 3、馬特洪峰、少女峰、富士山都沒有像阿里山關建一條公路上山，一路將高污染的廢氣帶到山頂，他們這份尊重環境，衷心愛護環境的素養，我們確實落後很多，需要急起直追。
- 4、臺灣緯度氣候非常適合植物生長，以往森林茂密覆蓋全島，山景林相優美，素有美麗島Formosa之稱。在荷蘭人統治的時期，每年出口兩百萬張鹿皮，野生動物也多樣與珍貴，雖失之保育，多有瀕臨滅絕，但有十分旺盛的自然生命力，假以時日進行保育，復原能力也是非常樂觀。中橫公路經過這些年來的封閉，在大甲溪上游野地裡，已經有相當數量的熊、獐及水鹿等野生動物，可見本島的自然生命力強盛。發展觀光旅遊休閒產業是相當有利，應該學瑞士人享受著潔淨優美的環境，又能賺進大筆的觀光產業收益。

5、阿里山森林鐵路可考慮電化，取代目前的柴油機車，除提供潔淨安靜的行旅外，也能增強牽引能力，提高列車行駛的控制能力與安全性。Gornergrat高山鐵路的齒輪軌道系統(cog rail rack system)與阿里山森林鐵路的之字形鐵路，各自擁有其歷史資產的價值，不需引進。但他們的車行駛平穩安靜，是阿里山森林鐵路望塵莫及。車廂採用大面觀景窗，而且窗的玻璃是可以拉下來，讓旅客感受到外面的清爽的氣息，最主要的是方便旅客拍攝最佳的風景照。冰河列車沿路經典景觀都透過耳機，以六種語言介紹，也包括中文，保持車廂內寧靜悠閒，到站廣播也是輕輕語調優雅的播音，列車出發也沒有刺耳的鈴響，這點在瑞士幹線列車也這樣，月台上不會有長長的鈴響趕旅客上車，都值得我們學習與精進。

## 二、 建議事項

### (一) 臺英軌道論壇部分

#### 1、建議引進新科技自動化設備：

應用新科技自動化設備於台鐵軌道系統，以提升營運效能、安全性與可靠度。應用資訊整合、遠端監控、大數據等最新科技，透過量測、監控、模擬、分析工具，取代人力檢測和判斷，避免人為錯誤。

#### 2、結合資通軌道研發軌道技術：

臺灣資通產業發達，如硬體製造、軟體開發、模擬及分析等，具良好的發展優勢。可結合國內外軌道業界的營運、維修、工程及管理的專家，研發軌道技術。

#### 3、推展先進的資產管理模式：

透過最新科技設備收集數據、分析各組件及整體系統性能，推展先進的資產管理模式「狀態維修(Status-based Maintenance)」於軌道維修管理，在最佳時間針對系統問題點進行維修，可以提升營運效能，也可降低維修成本。

#### 4、推動全生命成本(Whole Life Cost, WLC)：

參考英國鐵路公司自2004年起10年期間，透過全生命成本及資產管理的採購策略及管理模式，成功地降低了42%的營運成本，而同期間旅客人次成長40%，

旅客滿意度及系統安全也大幅提升。根據NR過去15年的經驗，實施全生命成本及資產管理可節省5%~15%的總成本。

#### 5、**延續並擴大臺英軌道論壇：**

深根軌道基礎設施維修與管理技術，加強與英國軌道公司專業技術人員面對面研討、交換經驗。

#### 6、**學習NTAR軌道人才培訓系統：**

NTAR軌道人才培訓課程、專業講授、實習演練及視聽教學。

### (二) **瑞士登山鐵道部分**

#### 1、**鐵道結合文創、運動**

結合文創、運動也是瑞士登山、觀光鐵路的運輸特色，不同季節有不同賣點、不同色系的火車、不同的文創品，充分利用季節、環境、氣候及文化的特點，透過靈活行銷手法，緊緊抓住遊客愛玩的心，去了還想再去。GGB僅短短9.3公里，卻能經營出非凡的績效，建議阿里山森鐵借鏡參採MGB、GGB的經營策略和行銷手法。

#### 2、**登山鐵道串連觀光產業：**

登山鐵道以觀光為主，瑞士MGB公司以鐵路為主軸，串連並活絡相關觀光產業，相輔相成使鐵道事業能永續經營，其多方位發展及高效率管理是森鐵乃至台鐵學習借鏡，本局於今(105)年5月與該公司簽屬合作備忘錄(MOU)可藉由經驗交流學其經營管理之道，使森鐵也能像MGB之高納可葛拉特登山鐵道一樣成為世界級觀光鐵路。

## 柒、 參考資料(References)

1. RSSB Presentation 2016
2. ORR Presentation 2016
3. DfT Presentation 2016
4. JC Presentation 2016
5. LPA Presentation 2016
6. Ricardo Rail Presentation 2016
7. Balfour BR ETS Overview 2016
8. voestalpine Fareham Presentation 2016
9. tangerine presentation 2016
10. Mott MacDonald Response to Issues Raised by Rail
11. S Featherstone - 2598\_QFG\_Jonathan\_Fox\_part\_1 (1)
12. Presentations for roundtable
13. [https://en.wikipedia.org/wiki/Gornergrat\\_railway](https://en.wikipedia.org/wiki/Gornergrat_railway)
14. RFF , <http://www.rff.fr>
15. RailNetEurope (RNE) , <http://www.rne.eu/>.
16. Rack railway From Wikipedia, the free encyclopedia.
17. Switzerland Swiss Train Paths Ltd , <http://www.train-paths.ch>
18. SBB , <http://mct.sbb.ch>
19. SNCF , <http://www.sncf.com/>
20. SBB - Schweizerische Bundesbahnen.
21. SBB Facts and Figures 2011.



22. <http://www.matterhorngotthardbahn.ch/>
23. <http://www.dw.com/>
24. <https://www.gornergratbahn.ch>
25. RAMS and LCC in Rail Track Maintenance/Ambika Prasad Patra/2007