

目錄 Contents

Excel 與 AutoLISP 於曲線計算及繪圖上之運用.....	陳文德	1
Applications of Excel and AutoLISP in Curve Calculation and Drawing	Chen, Wen-Te	
臺灣鐵路管理局導入國際會計準則 (IFRS) 實施情形.....	徐明金.蔡淑華.沈佩蓉	19
The Current State of the Taiwan Railways Administration's Introduction and Implementation of International Financial Reporting Standards (IFRS)	Xu, Ming-Jin. Cai, Shu-Hua. Shen, Pei-Rong	
車輛脫軌準則之探討.....	郭振銘.林智強.陳柏旭.韓宗豪	36
A Brief Talk about Derailment Criteria of Railway Vehicles	Guo, Zhen-Ming. Lin, Zhi-Qiang. Chen, Bo-Xu. Han, Zong-Hao	
品牌在鐵路行業的意義與運用.....	劉觀生	43
Brand in the meaning and use of the railway industry.....	Liu, Kuan-Sheng	
Ki-Ha E200 型油電混合系統柴油內燃機車.....	宋鴻康 譯	50
Ki - Ha E200 Hybrid Diesel Locomotive.....	Song, Hong-kang	
軌道系統資料交換平台...張朝能.陳佩棻.劉銘韻.陳春益.林東盈.李威勳.呂錦隆. 袁永偉.郭昭佑.吳美玲.顏利憲.李宇欣		60
A Railway Data Exchange Platform ... Chang, Chao-Neng. Chen, Pey-Fen. Liu, Ming-Yun. Chen, Chuen-Yih. Lin, Dung-Ying . Lee, Wei-Hsun. Lu, Lin-Long. Yuan, Yune-Wei. Kuo, Chao-Yu. Wu, Mei-Ling. Yan, Li- Hsian. Lee, Yu-sin		

Excel與AutoLISP於曲線計算及繪圖上之運用

Applications of Excel and AutoLISP in Curve Calculation and Drawing

陳文德 Chen, Wen-Te¹

聯絡地址：95058 臺東縣臺東市岩灣路 101 巷 406 號
Address: No.406, Ln. 101, Yanwan Rd., Taitung City, Taitung County 95058,
Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel)：(089) 221399

電子信箱(E-mail)：0411820@railway.gov.tw

摘要

鐵路曲線受列車行駛衝擊，會逐漸產生變形不整，常需重新測量線形並作迴歸分析，再將曲線撥道修復。鐵路曲線的迴歸分析需要多次檢核推算，還要比對撥道移程及淨空，是繁複及具有技術經驗之工作，故軌道養護人員需有一套簡單易用之曲線計算及自動繪圖軟體，才能快速完成曲線測量工作。

對此，可利用 Excel 及 AutoLISP 軟體來解決，Excel 工作表功能強大又普及，於工作表中設計曲線計算函數，可以自動化將曲線樁位計算完成，另再參照 AutoCAD 繪圖軟體內建之 AutoLISP 程式語言，在工作表中設計函數命令，將曲線計算表中的樁位坐標、里程文字及畫線等資料轉換為具有繪圖功能之語言，可以在繪圖軟體中下載並自動執行，能簡化工作提高效率。

關鍵詞：AutoLISP、曲線、繪圖。

Abstract

Due to the impact of moving trains, the curvature of railways slowly changes. This calls for frequent re-measurement and regression analysis for curve lining repair. A regression analysis for railway curvature requires many verifications and calculations and comparison to lining shift and clearance. It is a complex task that requires technical experience. Therefore the railway maintenance crew must have a set of easy-to-use software for curve calculation and automated drawing to quickly complete the curvature measurement task.

¹臺鐵局 臺東工務段 正工程司兼段長

We can use Excel and AutoLISP to ease the task. Excel worksheets have powerful functions and universal applications. By designing curve-calculating functions in a worksheet, the pile positions of the curves are calculated automatically. Also, referring to the built-in AutoLISP programming language in the AutoCAD drawing software to design function commands in a worksheet converts the coordinate of piles, mileage text, and drawing lines in the curve calculation table into a language that has drawing function. THE drawing software downloads the data and executes automatically, thereby simplifying the task and improving efficiency.

Keyword : AutoLISP, Curve.,Drawing.

一、緒論

1.1 傾斜式電聯車組對軌道之影響

傾斜式電聯車組是在現有路線上提高速度行駛，在軌道不變動之情況下，直接提速會增加現有軌道的負荷。以同一車型之脫軌係數 P/Q 值作比較，輪重 P（車輪對鋼軌往下壓力）是相同的，但橫壓 Q（車輪對鋼軌往側面推力）與離心力成正比，離心力為速度之 2 次方，故車輛提速後橫壓會增大。

設離心力=F，列車重量=W，重力加速度=g，列車速度=V，曲線半徑=R，則離心力

$$F = \frac{W}{g} \times \frac{V^2}{R}$$

傾斜式電聯車組通過曲線時，未提速與提速運轉之差異，以半徑 600 公尺曲線為例，限速牌為 95 km/h(一般列車)，推拉式電車組或機動車編組線速 5 km/h 為 100 km/h，故列車速度從自強號車速 100 km/h 提速至傾斜式車速 120 km/h，在車輛各項條件(W、g、R)均相同時，速度增加量為 120/100=1.20 倍，離心力(橫壓)則增加 120²/100²=1.44 倍，可見提速後造成軌道橫向變形，比不提速時增加 44 %以上。目前傾斜式電聯車組行駛路段，曲線變形不整較以往更加快速，與此一理論是相符合的。

再以曲線半徑大小作區分，曲線半徑 300 公尺之傾斜式電聯車組速度為 85 km/h（提速 20 公里），曲線半徑 600 公尺之傾斜式電聯車組速度為 120 km/h（提速 25 公里）。雖然提速的差異不大，換算之離心力差異也不大（120²/600:85²/300=24:24.08），在離心力相當的情況下，列車速度愈快，則破壞力愈大，亦即在相似的路線上，車速愈快則軌道所受衝擊愈大。故列車行駛 120 公里的路段，要比行駛 85 公里的路段更容易產生變形不整。

依目前現況，發生激烈搖晃、軌道變形快速之曲線路段，以半徑 600 公尺以上者佔多數，半徑 300 公尺之銳曲線路段反而衝擊較小，亦符合此一理論。

1.2 曲線維修方法

太魯閣自強號於 95 年加入行駛至 102 年間，宜蘭工務段延用往日之養路方法，投入機具材料及人力變化不大，投入的資源和普悠瑪自強號行駛前相當。對於曲線路段，若有不整則調派中大型砸道車整修，即可改善。這段期間臺鐵局推拉式(P-P)及柴聯式(DMU)自強號行駛於北迴線，乘坐舒適感亦無明顯變化，可見太魯閣號投入營運對路線之維修方法並無顯著影響。

惟自普悠瑪號於 102 年加入營運以來，軌道變形快速，對曲線路段之破壞力有明顯加劇現象，更有部分曲線發生激烈搖晃不整，雖經中大型砸道車頻繁砸道整修，仍未能改善激烈搖晃情形，顯見採用以往舊思維、舊技術的養路方法，恐不足以支撐傾斜式電聯車組的行駛安全性，故必須採用其它可行方法，將曲線整修完成。

對於有效修復曲線的方式並不多，一般有下列兩種：

- (1) 曲線整正法：在曲線路段測釘正矢樁，取得各樁位之曲線正矢，製作曲線整正計算表，可求解現場實際半徑及介曲線長度，並計算各樁位測點之移程，再經撥道後能獲得較為平順之線形。但此工法常遷就現況且曲率精度較低，且提速運轉之路線對曲率線形精度要求較高，故不適合採用。
- (2) 曲線重測（線形坐標數值迴歸分析法）：以經緯儀對軌道線形測量取樣，取得線形測點坐標後，再運算求解其實際曲線半徑等各項條件，再將迴歸後線形至現場釘樁，並撥道整修。此法精度高，可完整修復曲線，符合列車提速運轉所需之線形曲率需求，為最有效的曲線修復方法，但工作量甚大，是費時費力的工法。

目前臺鐵局共計有 22 列之傾斜式電聯車組加入營運，造成曲線路段搖晃不整的情況將成常態，可以預見，將來曲線重測及迴歸分析工作將會增加，同時也是支撐傾斜式電聯車組運轉之重要軌道維修工法。

二、軌道重測

軌道重測是技術性且繁複的工作，首先要組建技術嫻熟的測量隊，要購置經緯儀等測量儀器，到軌道現場測量完成後，還需具曲線計算及繪圖技術之人員，從事曲線迴歸分析工作。

2.1 軌道測量取樣

一般調派測量隊辦理曲線重測，需動用人力機具如下：測量隊員 4-5 人、列車監視人員 1 人、瞭望人員 2 人、全測站經緯儀 1 組、車輛 1 部、司機 1 人。計約 7~8 人才能展開重測工作，並需排定計畫，以免影響日常業務。現場測量取樣工作，如圖 1~圖 8 所示。



圖 1 測量隊工具組



圖 2 全測站經緯儀



圖 3 測站架設



圖 4 後視（標定方向）



圖 5 導線點



圖 6 軌道中心取樣



圖 7 行車室監視列車人員



圖 8 現場列車瞭望員

在重測時，為曲線撥道精度需要，一般採用每 10 公尺取 1 樁位，若長度 500 公尺曲線，即有 50 個樁位測點，並需取得現有曲線之起、終點樁位

如 TS,SC,SP,CS,ST 等，還需測量曲線兩端之直線段作為 IP 交點推算之用。另需增測軌道旁之重要設施，例如橋梁、隧道、月台、電桿、號誌機、站房、平交道及其它會影響淨空或難以移動之構造物，於推算新曲線時需符合規章。所以曲線重測之測點數量一般均甚為龐大。

在引用坐標系統方面，臺鐵局主要正線均已辦理軌道重測並建置完成地理資訊系統(GIS)，沿線均建置有導線點，故於路線上測量取樣時直接引測該導線點，可採相同之坐標系統，利於和 GIS 重測數據與地形圖之比對。

2.2 曲線計算迴歸分析

將現況曲線及兩端直線路段測量完成後，會有大量的測點資料，這些測點會組合出很多不同的曲線。首先是由兩端直線段交會出曲線的 IP 交點，但是兩端直線段往往會有許多測點，則不同的測點會交會出不同的 IP 點，不同的 IP 點就會有不同的曲線架構。

再以圓曲線段為例，數學上只要取得 3 個圓曲線上的測點，即能定出 1 個圓曲線（3 點求圓公式）。若曲線長度 500 公尺即有 50 個測點以上，則分別採用不同的 3 個測點即能得出各別的圓，50 個測點會組合出眾多不同的圓曲線。

但最終定線的曲線只能有一個，所以必須在眾多組合中，迴歸分析出 1 個最適合現況的曲線，定線的考量因素如下：

- (1) 最大撥道移程：在眾多的圓曲線測點中，除了納入 3 點求圓公式的 3 個測點沒有移程外，其餘之測點均會產生或多或少的移程。又引用不同的 3 個點能產生不同的圓，每個圓的各測點移程均會不同，必須經過測試選用，比對出其中某一個曲線，產生的最大撥道移程是最小的。主要是避免有某些測點的移程過大，造成軌道的大幅擾動，也要避免影響電車線的定位。
- (2) 總撥道移程最小：在各種不同組合的曲線中，可以統計比對出某一個圓，各測點的撥道移程的絕對值合計是最小的，因為要撥道的移程最小，表示變動最少，工作量也是最少。
- (3) 配合前後方線形：如前述於推算曲線交點 IP 時，不同的兩端直線（切線）測點交會出的 IP 點不同，即會有不同的曲線，除了有不同的是撥道移程需要考量外，曲線兩端的直線又會影響相鄰的曲線，故相鄰的曲線是需要納入考量的。
- (4) 配合規章：定線之曲線必須符合規章規定，例如軌道中心與月台間距、車輛界限、建築界限或電桿號誌等設備。

- (5) 配合建物設施：路線上有無法移動或難以移設之設施，例如隧道、橋梁或平交道，是在定線時必須核算及考量的。

2.3 現場放樣及撥道

在曲線迴歸分析定線完成後，須再調派測量隊到現場放樣測釘曲線樁位，並作記號，要擬定施工封鎖計畫，在封鎖施工日調派人員機具施作曲線撥道重整工作，如圖 9~圖 12 所示。

曲線撥道整修是大範圍的工作，為求快速完成會調派挖土機協助撥道，調派砸道車於撥道完成後執行砸道以穩定軌道，若是線形移動過大，尚需電力單位配合調整電車線。

軌道曲線在撥道整修後，因軌道擾動長度範圍很大，且位於曲線上，為維行車安全會辦理限速或慢行。



圖 9 迴歸後新曲線放樣釘樁



圖 10 新曲線樁位做記號及引點



圖 11 曲線撥道整正（以挖土機協助撥道）



圖 12 撥道中之移程檢核

2.4 目前軌道重測成果

宜蘭工務段轄區之曲線，自 102 年 7 月至 103 年 7 月之一年間，因普悠瑪號通過曲線時激烈搖晃不整而辦理曲線重測，並完成撥道整正者共計有 19 處，如表 1 所示，其中半徑 350 公尺以下之銳曲線僅有 2 處，其餘 17 處均為半徑 595 公尺以上，傾斜車速 120 km/h 之路段。

而迄今已重測完成，並迴歸分析完成，尚未能排定撥道整正之曲線計有 7 處，如表 2 所示，均為半徑 600 公尺左右之曲線。

表 1 宜蘭工務段轄區已重測及釘樁撥道整修之曲線表

項次	編號	線別	區間	起點	終點	全長	R	L	V
1	YE56	宜蘭線_東	貢寮站內	K28+134	K28+548	414	841	60	125
2	YE57								
3	YE68	宜蘭線_東	福隆~大里	K37+432	K37+664	232	650	100	120
4	YE76	宜蘭線_東	大里~龜山	K41+427	K42+037	610	601	100	120
5	YE87	宜蘭線_東	龜山~頭城	K49+815	K50+590	775	602	100	120
6	YE89	宜蘭線_東	龜山~頭城	K51+710	K52+326	615	599	120	120
7	YE127	宜蘭線_東	冬山~蘇新	K89+073	K89+535	462	306	L1=195 L2=60	85
8	YE128								
9	YW27	宜蘭線_西	侯硐站內	K13+579	K13+691	112	720	40	90
10	YW58	宜蘭線_西	貢寮站內	K27+923	K27+991	67	1000	20	100
11	YW59	宜蘭線_西	貢寮站內	K28+018	K28+081	64	1000	20	100
12	YW60	宜蘭線_西	貢寮站內	K28+106	K28+346	240	640	40	105
13	YW61	宜蘭線_西	貢寮站內	K28+364	K28+469	105	600	40	105
14	YW81	宜蘭線_西	福隆~大里	K39+491	K39+775	284	610	L1=120 L2=90	120
15	YW85	宜蘭線_西	大里~龜山	K40+533	K40+799	266	619	100	120
16	YW137	宜蘭線_西	冬山~蘇新	K89+003	K89+482	479	318	L1=215 L2=60	85
17	BE7	北迴線_東	永樂站內	K4+832	K5+140	328	595	100	120
18	BE10	北迴線_東	東澳站內	K10+627	K11+011	384	604	100	120
19	BW11	北迴線_西	東澳~南澳	K11+600	K11+828	228	640	90	120

註：R=半徑，L=介曲線，V=傾斜式電聯車組限速

表 2 宜蘭工務段轄區已重測完成，尚未撥道整修之曲線表

項次	編號	線別	區間	起點	終點	全長	R	L	V
1	YE9	宜蘭線_東	四腳亭~瑞芳	K5+638	K6+395	757	596	100	125
2	YE10	宜蘭線_東	四腳亭~瑞芳	K6+483	K6+902	464	608	120	125
3	YW11	宜蘭線_西	四腳亭~瑞芳	K5+635	K6+402	767	603	100	125
4	YW12	宜蘭線_西	四腳亭~瑞芳	K6+493	K6+893	400	619	95	125
5	YE52	宜蘭線_東	雙溪~貢寮	K26+105	K26+543	438	609	100	125

6	YE53	宜蘭線_東	雙溪~貢寮	K26+641	K27+185	544	602	100	125
7	YE54	宜蘭線_東	雙溪~貢寮	K27+220	K27+541	321	640	90	125

註：R=半徑，L=介曲線，V=傾斜式電聯車組限速

三、測點坐標及曲線計算

目前測量用經緯儀多已具備智慧化及自動化，操作經緯儀變得簡單易學，故訓練測量外業取點及釘樁的人員較為容易，但在曲線重測後的推算坐標及迴歸分析工作，則需具曲線計算及繪圖等技術，並具相關經驗之人員才能勝任。

於軌道現場測量取樣後，必須將經緯儀內之數據資料下載，並傳輸至電腦內，此一工作是市售經緯儀必備之程式功能。除了資料數據的傳輸下載功能外，一般測量儀器廠商亦會提供測站及測點的坐標計算功能，及下載至 AutoCAD 上之程式軟體。

但鐵路曲線迴歸分析，常需反復測試各種線形組合，比對撥道移程或結構物淨空，以取得最適宜之線形。目前測量儀器製造商提供之坐標計算程式，在鐵路專有之現況分析並不實用，故一般會在 Excel 程式中，利用其內建之函數、巨集及指令，設計出各工務段專有的曲線計算應用軟體，以符各自的專業需求。

3.1 曲線計算程式沿革

測量為工程之基礎，故臺鐵局各工務段長期以來均有建置相應之測量坐標及曲線計算程式，以應付軌道設計及養護上之使用需求。

在民國 70 年代以前，電腦尚未普及，測量坐標及曲線成果計算多採用計算機，是屬於人工推算之範圍。80 年代始，電腦逐漸普及，資料庫軟體 dBase、試算表 Lotus 及程式語言 Basic 等，臺鐵局工務單位均曾引用並加以設計，作為測量及曲線計算程式。

筆者於 80 年代採用的即是 dBase 資料庫程式，設計出測量坐標推算、曲線計算及繪圖等應用程式。資料庫程式的優點是容易開發，幾乎能設計任何應用程式，程式中執行搜尋或邏輯迴圈比其它程式簡單方便，缺點是必須採購資料庫軟體才能執行，而且資料庫函數及語言是必須經過學習的。

自 90 年代開始，電腦軟硬體推陳出新，Lotus 試算表被微軟公司的 Excel 程式取代，筆者使用之資料庫軟體 dBase 被微軟公司併購為 FoxPro，最後因微軟公司之辦公室軟體 Office 興起，並將 FoxPro 停止開發，致原先設計使用之測量計算資料庫系統逐漸難以推廣，因為舊型資料庫軟體已非辦公室必備軟體。

3.2 Excel 程式

測量是工程人員應具備之知能，例如操作經緯儀及測量、釘樁、放樣等，但不需要各工程司均自行研發測量計算軟體。對於程式設計者而言，如何選擇一款目前電腦上常用及必備的合法軟體，加以設計成為簡單易學的測量計算軟體，讓分佈各地的工程司都能使用，是主要的思考方向。

在未來趨勢的考量上，微軟公司之辦公室軟體 Office 已是臺鐵局採購電腦時必備的軟體，其中之 Excel 程式已成為最普及的試算表軟體，簡單易學功能強大，因此臺鐵局各工務單位自 90 年代初期，已開始採用 Excel 建置測量計算程式，利用 Excel 內建之函數及巨集，設計鐵路測量專用之計算程式，均極為合用，而最主要的是它簡單易用，各工程司可以輕鬆入手。

如表 3 所示，為 Excel 工作表上設計完成之計算曲線坐標程式(每 10 公尺 1 支樁)。Excel 應用程式有一個優點，若將應用程式設計完成，可以很方便的將其引用。例如程式設計為每 10 公尺 1 支里程樁位，若需要每 20 公尺里程樁，或每 5 公尺 1 支樁位時，只要將其複製至新工作表，再修改其樁位間距公式，即可完成。

表 3 推算曲線坐標 (每 10 公尺 1 支樁，藍色部分為必須輸入之已知條件)

計算曲線座標 10m										曲線諸元			
測點	方位角			距離	里程	座標		備註	度	分	秒		
	度	分	秒			X	Y						
IP						336915.3046	2755392.2508	交點	IA度分秒=	64	19	49.81	
BS	82	21	25.35	494.8363	49748.2130	337405.7448	2755458.0638	前方直線	R 半徑 =				
TS	82	21	25.35	429.2035	49813.8458	337340.6951	2755449.3347	IP->TS	L介曲線長=	100			
SC	260	46	16.26	100.0383	49913.9148	337241.9517	2755433.2908	TS->SC	方向: R / L	L	-1		
SP	140	11	30.44	109.9803	50201.9858	336985.7161	2755307.765	IP->SP	IA角	1.12277908			
R	140	11	30.44	711.9803	337371.1285	2754845.313		IP->R	Q1 徑度值=	0.02767842	1	35	
CS	19	36	44.62	100.0383	50490.0568	336816.0628	2755078.3501	ST->CS	Q2 徑度值=	0.08286628	4	44	
ST	198	1	35.54	429.2035	50590.1258	336782.4844	2754984.116	IP->ST	I2 徑度值=	0.95704652	54	50	
TS->SC里程樁 (每10m1支樁)										Y4 =	2.76854928		
TS->IP	262	21	25.33	429.2035	49813.8458				F =	0.70281884			
49820	262	21	3.72	6.1542	49820	337334.5957	2755448.5156		K =	0.44199359			
49830	262	18	56.33	16.1542	49830	337324.686	2755447.1746		S =	0.83024855			
49840	262	14	54.72	26.1542	49840	337314.7799	2755445.8071		XA =	50.1715723			
49850	262	8	58.93	36.1542	49850	337304.8797	2755444.3966		L1 =	100.068984			
									L2 =	100.038317			

臺鐵局宜蘭工務段已依不同的需求設計完成各種 Excel 程式使用之工作表，已涵蓋路線測量、設計及養護等日常所需之計算功能，並將需要轉換至 AutoCAD 繪圖的功能排列完成，主要常用之工作表名稱如下：

- (1) 樁位間距 1 公尺之曲線計算工作表 (介曲線部分)。
- (2) 樁位間距 5 公尺之曲線計算工作表。

- (3) 樁位間距 10 公尺之曲線計算工作表。
- (4) 樁位間距 20 公尺之曲線計算工作表。
- (5) 介曲線條件及行車速度計算工作表。
- (6) 樁位坐標計算工作表。
- (7) 方位角及距離計算工作表。
- (8) 直線交會 IP 計算工作表。
- (9) 豎曲線樁位計算工作表。
- (10) 豎曲線高差計算工作表。
- (11) 另有將曲線表轉換繪製路線 PP 圖之工作表。

3.3 Excel 函數

雖然設計了 11 個以上與測量計算有關的工作表，但除了加減乘除等基本試算表功能以外，總結所用到的 Excel 函數指令僅有 16 個，如表 4 所示，其中有位址函數、三角函數、條件函數（邏輯函數）、轉換函數及字元字串函數等。因為 Excel 的方便性，利用這些函數即可延伸開發出更多與測量坐標計算有關之工作表程式，以符合各種工作上的需要。

表 4 Excel 工作表測量計算所需指令語法說明

項次	語法	作用	說明
1	\$	絕對位址	參照的儲存格位址固定，不會因複製而變動
2	INT	取整數	取整數，小數去掉
3	ROUND	四捨五入	四捨五入：一般取 3 至 4 位小數
4	SQRT	開根號	公式 $\sqrt{\quad}$
5	^	次方	取得平方或次方根
6	RADIANS	角度轉換為弧度	將角度轉換為弧度：取得 π 值，才能運算
7	DEGREES	弧度轉換為角度	將弧度轉換為角度：取得度分秒，可釘樁及製作成果
8	SIN	正弦值	三角函數
9	COS	餘弦值	三角函數
10	TAN	正切值	三角函數
11	ATAN	反正切值	三角函數
12	ATAN2	X,Y 的反正切角度	將坐標軸 X,Y 的量，換算為角度（以水平、垂直的量換算角度）
13	IF	假如	設定條件作選擇，例如：符合者執行 A，

			不符合者執行 B
14	TEXT	數值轉換文字	將數值轉換為文字：00000 表示取得 5 位字元，不足 5 位數時補上 0
15	MID	抓取字元	抓取字元，從第幾字開始抓取，抓幾字
16	&	字串結合	字串結合，可將各字串結合成一系列命令

四、AutoLISP 語言

測量計算完成後，另一個課題是如何製作成果圖？如何確認定線線形之可行性？如何檢核定線完成之線形與結構物之淨距？如何確認其線形是最適線形？如何查核其撥道移程是否較其它可行的圓更少？以上這些工作都是可以在製圖完成後，於繪圖軟體上作精密比對及量測，再加以選擇的，所以測量完成後，如何製圖是首要工作。

若不依靠程式來轉換繪圖，則須將計算完成之曲線樁位，逐點輸入 X,Y 坐標到繪圖軟體 AutoCAD 上，然後再操作劃線等指令，將線形成果圖繪製完成。但是測點樁位（軌道、月台、電桿、房屋等）及推算完成的曲線樁位數量龐大，尤其是因為比對及重算調整，會有多次重算輸入之情形，故人工逐點輸入是不切實際的。

最具效率的繪圖方法，是利用程式將各樁位坐標等資料自動化讀入 AutoCAD 中，並且自動連線完成，除了大幅節省工程司的工作量外，亦可避免人工錯誤。

4.1 AutoLISP 語言介紹

AutoLISP 為 AutoCAD 軟體內建之語言，為批次檔的一種，在 AutoCAD 環境中經由 AutoLISP 程式下載，可以將每一列命令讀入，讓 AutoCAD 執行該列的命令，也可以一次將數百列甚至是數百萬列命令讀入，可立即完成大量的工作。它在需要大量輸入數值的繪圖作業中，是絕佳工具，例如在 Excel 程式中已運算完成的曲線資料，就可以一次讀入並繪圖完成。

要將鐵路曲線成果樁位輸入到 AutoCAD，一般必需選擇圖層、輸入樁位坐標點、寫上樁位名稱、連線等工作。例如，我們建立 5 列在測量上最常使用之 AutoLISP 語言指令如下：

```
(COMMAND "-LAYER" "S" "1" "")
(COMMAND "POINT" "336915.3046,2755392.2508")
(COMMAND "TEXT" "337340.6951,2755450.3347" "2" "90" "TS
K49+813.8458")
(COMMAND "LINE" "337334.5957,2755448.5156"
"337340.6951,2755449.3347" "")
```

(COMMAND " " "")

這是在測量上最常用的 AutoLISP 程式語言，代表在『命令列』執行指令如下：圖層指令 LAYER、點指令 POINT、字指令 TEXT、劃線指令 LINE 等，最後列則為 AutoLISP 程式語言結束指令。

在 AutoCAD 程式中，以 AutoLISP 載入這五行程式，會自動執行選取圖層、輸入樁位、寫上樁位名稱及畫聚合線。我們可以在 AutoCAD 中，先新建一個『1』圖層，作為輸入操作專用圖層。AutoLISP 語言之意義，分開解說如下：

(1) 選取圖層：

(COMMAND "-LAYER" "S" "1" "")

其意義為：

(命令 圖層 設定或選擇 『1』圖層 結束)

(2) 輸入樁位：

(COMMAND "POINT" "336915.3046,2755392.2508")

其意義為：

(命令 輸入點 點坐標：X,Y)

(3) 寫上樁位名稱：

(COMMAND "TEXT" "337340.6951,2755450.3347" "2" "90" "TS
K49+813.8458")

其意義為：

(命令 文字 字坐標：X,Y 字高 轉角 字名)

(4) 劃線或連線：

(COMMAND "LINE" "337334.5957,2755448.5156"
"337340.6951,2755449.3347" "")

其意義為：

(命令 劃線 第一點坐標 第二點坐標 結束)

(5) 程式語言結束：

(COMMAND " " "")

其意義為：

(命令 Enter 結束)

4.2 AutoLISP 語言規則

AutoLISP 語言的規則甚為簡單，說明如下：

AutoLISP 語言必須以括弧包裹，括弧內的語言才會被執行。

- (1) 每一列程式中可包含許多命令與數值，在命令或數據之間，均需空一格，AutoLISP 在讀入空格時，會執行 Enter。
- (2) COMMAND 為命令列的意思，意即在 AutoCAD 的命令列執行指令。
- (3) COMMAND 之後，要輸入命令，可以是圖層、劃線、劃弧、寫字、剖面線等任何一個 AutoCAD 的命令。
- (4) AutoLISP 程式列之結束分為 2 種，1 種為單獨指令結束，例如寫字，把字寫上就完成了，或是輸入點，輸入 X,Y 坐標就結束。另 1 種為可連續輸入指令，例如劃線（連線），可連接無數的折點，必需先將指令中斷，然後再結束。
- (5) AutoLISP 程式使用之圖層指令-LAYER，所選擇的圖層必須是在 AutoCAD 中預先建立好的，必須能被找到。
- (6) 在載入 AutoLISP 之前，必須先將 AutoCAD 的物件鎖點功能關閉，否則會優先執行物件鎖點，則讀入的連線會有亂畫的情形。

有關鐵路測量繪圖所需使用之 AutoLISP 指令，僅有 13 個，如表 5 所示，但是只要明瞭它的使用規則，也可以延伸引用更多程式指令，使繪圖工作更加自動化。

表 5 AutoLISP 測量繪圖所需使用之指令說明

項次	語法	作用	說明
1	()	括號	AutoLISP 語言需以 () 包括，() 內的指令才會被執行
2	COMMAND	命令列	後面接繪圖指令，等於在 AutoCAD 的命令列上執行指令
3	-LAYER	圖層指令	AutoCAD 圖檔需事先建好所需圖層，再以程式選取應用
4	S	選擇	在指令後之選擇，例如圖層指令之後，可選擇圖層。
5	POINT	輸入點	輸入測點或樁位之坐標 X,Y
6	LINE	劃線	劃聚合線（或連線）：可連續輸入折點
7	,	逗號	坐標 X 軸及 Y 軸需以逗號 , 分隔
8	ARC	三點劃弧	以 SC->SP-CS 為順序劃弧
9	TEXT	寫字	寫入文字指令
10	TEXT : "2" "90"	字體格式	寫字指令之後： 字體高度為 2 個絕對單位，字體方向為垂直向上。
11	" "	空格	AutoLISP 讀取空格，即執行 Enter 指令

12)	單獨指令結束	單獨指令：例如寫字、輸入點
13	""	連續指令結束	可連續輸入指令：例如劃線

4.3 AutoLISP 常用語言

宜蘭工務段長期以來，先是以資料庫程式編寫 AutoLISP 轉換程式，至後來逐漸採用 Excel 試算表編寫 AutoLISP 轉換程式，曾經用過的 AutoLISP 語言範例只有 7 個，在測量及繪製站場圖時已經足夠使用，語言範例，如表 6 所示。

表 6 AutoLISP 語言列範例

作用	範例
選取圖層	(COMMAND "-LAYER" "S" "1 點" "") (命令 圖層 選擇 1 點 結束)
輸入點或 樁位坐標	(COMMAND "POINT" "336915.305,2755392.251") (命令 輸入點 點坐標 X,Y)
寫上樁位 名稱	(COMMAND EXT" "336791.879,2755013.739" "2" "90" "K50+560") (命令 文字 字坐標 X,Y 字高 方向 樁名)
劃線	(COMMAND "LINE" "337334.596,2755448.516" "337340.695,2755449.335" "") (命令 劃線 第一點坐標 第二點坐標 結束)
三點劃弧	(COMMAND "ARC" " 337241.952,2755433.291" "336985.716,2755307.765" "336816.063,2755078.350") (命令 劃弧 第一點坐標 第二點坐標 第三點坐標)
寫上道岔 編號	(COMMAND "TEXT" "J" "MC" "337334.596,2755448.516" "2" "90" "12A") (命令 文字 對齊 中心 文字中心坐標 X,Y 字高 文字方向 道岔 編號)
劃剖面線	(COMMAND "HATCH" "U" "45" "0.3" "N" "" "Y" "196,445" "208,425" "225,435" "214,455" "C") (命令 剖面線 使用者定義 剖面線角度 間距 不雙向 "ENTER" 保留聚合線 第 1 點坐標 第 2 點坐標 第 3 點坐標 閉合)

五、AutoLISP 下載方法

以宜蘭線編號 YE87 曲線為例，該曲線位於龜山站南端 K49+813.8458~K50+590.1258 間，半徑 602 公尺，曲線全長 776 公尺，曲線北端緊鄰龜山站南側道岔群，曲線中段為梗枋川橋（長 74 公尺），曲線南端緊鄰更新隧道北口。

在傾斜式電聯車組提速至 120 km/h 的情況下，乘坐感覺從搖晃逐漸轉變為激烈晃動，也曾多次調派砸道車整修，但已無法修復，乃調派測量隊至現場測量取樣，並輸入已設計完成的曲線計算及繪圖 Excel 表中自動運算。

5.1 AutoLISP 下載規則

在設計好函數功能之「曲線計算及繪圖」Excel 表中，只要輸入曲線基本條件（半徑、介曲線、IA 角）及基線坐標（IP 點坐標、前方直線段 BS 點坐標及里程），即可將曲線樁及里程樁位計算完成。同時於 P、Q、R 欄位自動轉換完成曲線樁位的 AutoLISP 下載指令，其中 P 欄為輸入樁位點指令，Q 欄為寫入樁位名稱（或里程）指令，R 欄為畫線指令。

Excel 表中將曲線坐標轉換為 AutoLISP 指令之欄位函數，如表 7 所示。為了繪圖上的需要，常將樁位測點、畫線及寫字分別新建圖層，本案例是新建「1 點」圖層，用於樁位坐標點輸入，新建「2 字」圖層，用於寫字，新建「3 線」圖層，用於畫線。

表 7 Excel 表中將曲線坐標轉換為 AutoLISP 指令之欄位函數

	P	Q
1	=IF(F19=0,"&SU5&G19&","&H19+1&SU7&AA19&SU8)	
2	(COMMAND "-LAYER" "S" "1點" "")	(COMMAND "-LAYER" "S" "2字" "")
3		
4	=SU2&G4&","&H4&SU8	=SU5&G4&","&H4+1&SU7&AA&SU8
5	=SU2&G5&","&H5&SU8	=SU5&G5&","&H5+1&SU7&AA&SU8
6	=SU2&G6&","&H6&SU8	=SU5&G6&","&H6+1&SU7&AA&SU8
7	=SU2&G7&","&H7&SU8	=SU5&G7&","&H7+1&SU7&AA&SU8
8	=SU2&G8&","&H8&SU8	=SU5&G8&","&H8+1&SU7&AA&SU8
9		
10	=SU2&G10&","&H10&SU8	=SU5&G10&","&H10+1&SU7&AA&SU8
11	=SU2&G11&","&H11&SU8	=SU5&G11&","&H11+1&SU7&AA&SU8
12		里程樁圖層->3里程
13		(COMMAND "-LAYER" "S" "3里程" "")
14	=IF(F14=0,"&SU2&G14&","&H14&SU8)	=IF(F14=0,"&SU5&G14&","&H14+1&SU7&AA14&SU8)
15	=IF(F15=0,"&SU2&G15&","&H15&SU8)	=IF(F15=0,"&SU5&G15&","&H15+1&SU7&AA15&SU8)

經過表 7 的函數自動轉換，可以立即得到我們所需要的 AutoLISP 指令成果，如表 8 所示。要將轉換完成的 AutoLISP 指令，下載到 AutoCAD 繪製成果圖，需要做如下操作：

- (1) 點選 P 欄位（輸入樁位點），將之複製於記事本上。
- (2) 點選 Q 欄位（寫上樁位名稱），複製於記事本上。
- (3) 點選 R 欄位（畫線），複製於記事本上。

依此將 P、Q、R 等欄位逐步複製至記事本上，再將記事本檔案另存為 AutoLISP 檔（副檔名必須是 .LSP），即可至 AutoCAD 中，在工具->AutoLISP->載入運用程式->點選 AutoLISP 檔名，AutoCAD 即會自動執行，將曲線樁全部輸入，並畫切線、介曲線及圓曲線，寫曲線樁名稱。

表 8 Excel 表中執行轉換後之 AutoLISP 指令成果

	P	Q
1	電腦繪圖：點圖層->1點	電腦繪圖：字圖層->2字
2	(COMMAND "-LAYER" "S" "1點" "")	(COMMAND "-LAYER" "S" "2字" "")
3		
4	(COMMAND "POINT" "336915.3046,2755392.2508")	(COMMAND "TEXT" "336915.3046,2755393.2508" "2" "90" "IP")
5	(COMMAND "POINT" "337405.7448,2755458.0638")	(COMMAND "TEXT" "337405.7448,2755459.0638" "2" "90" "BS")
6	(COMMAND "POINT" "337340.6951,2755449.3347")	(COMMAND "TEXT" "337340.6951,2755450.3347" "2" "90" "TS K49+813.8458")
7	(COMMAND "POINT" "337241.9517,2755433.2908")	(COMMAND "TEXT" "337241.9517,2755434.2908" "2" "90" "SC K49+913.9148")
8	(COMMAND "POINT" "336985.7161,2755307.7649")	(COMMAND "TEXT" "336985.7161,2755308.7649" "2" "90" "SP K50+201.9858")
9		
10	(COMMAND "POINT" "336816.0628,2755078.3501")	(COMMAND "TEXT" "336816.0628,2755079.3501" "2" "90" "CS K50+490.0568")
11	(COMMAND "POINT" "336782.4844,2754984.1155")	(COMMAND "TEXT" "336782.4844,2754985.1155" "2" "90" "ST K50+590.1258")
12		里程繪圖層->3里程
13		(COMMAND "-LAYER" "S" "3里程" "")
14	(COMMAND "POINT" "337334.5957,2755448.5156")	(COMMAND "TEXT" "337334.5957,2755449.5156" "2" "90" "K49+820")
15	(COMMAND "POINT" "337324.686,2755447.1746")	(COMMAND "TEXT" "337324.686,2755448.1746" "2" "90" "K49+830")
16	(COMMAND "POINT" "337314.7799,2755445.8071")	(COMMAND "TEXT" "337314.7799,2755446.8071" "2" "90" "K49+840")
17	(COMMAND "POINT" "337304.8797,2755444.3966")	(COMMAND "TEXT" "337304.8797,2755445.3966" "2" "90" "K49+850")
18	(COMMAND "POINT" "337294.9879,2755442.9266")	(COMMAND "TEXT" "337294.9879,2755443.9266" "2" "90" "K49+860")
19	(COMMAND "POINT" "337285.1071,2755441.3807")	(COMMAND "TEXT" "337285.1071,2755442.3807" "2" "90" "K49+870")
20	(COMMAND "POINT" "337275.24,2755439.7427")	(COMMAND "TEXT" "337275.24,2755440.7427" "2" "90" "K49+880")

5.2 AutoLISP 檔

AutoLISP 檔為文字檔，而且遇有空格會執行 Enter 的動作，也不能以表格形式讀入，故以 Word 或 Excel 存檔都不能被 AutoCAD 讀入，只能將整個欄位的資料複製到最單純的記事本上，再以 LSP 作為副檔名，即可順利載入 AutoCAD。

在記事本中，將整個欄位複製及貼上，可能會有數百行或數萬行，但 AutoLISP 只會執行括弧內的指令，空白列不會執行，所以不影響其載入。有關複製至記事本中的 AutoLISP 檔之指令內容，如表 9 所示。

表 9 記事本中 AutoLISP 檔之指令內容

```

1.lsp - 記事本
檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
電腦繪圖：點圖層->1點
(COMMAND "-LAYER" "S" "1點" "")

(COMMAND "POINT" "336915.3046,2755392.2508")
(COMMAND "POINT" "337405.7448,2755458.0638")
(COMMAND "POINT" "337340.6951,2755449.3347")
(COMMAND "POINT" "337241.9517,2755433.2908")
(COMMAND "POINT" "336985.7161,2755307.7649")

(COMMAND "POINT" "336816.0628,2755078.3501")
(COMMAND "POINT" "336782.4844,2754984.1155")

(COMMAND "POINT" "337334.5957,2755448.5156")
(COMMAND "POINT" "337324.686,2755447.1746")
(COMMAND "POINT" "337314.7799,2755445.8071")
(COMMAND "POINT" "337304.8797,2755444.3966")
(COMMAND "POINT" "337294.9879,2755442.9266")
    
```

六、AutoCAD 繪圖

進入 AutoCAD 軟體，可以在空白圖面下載 AutoLISP 檔，其成果，如圖 13 所示。在 Excel 工作表中，我們設計了轉換繪圖的函數指令，所以下載後，會自動將樁位坐標輸入，將切線、曲線及介曲線等線形繪製，並寫上樁位名稱及里程。其中的字體大小及字體方向，必須在 Excel 工作表中指定，要用的圖層名稱也要先設定。

在此可以先檢視其線形，同時也要下載各取樣測點（約 10~20 公尺即有 1 個取樣測點）或限制測點如月台、橋梁、隧道等，在圖上作量測及比對其淨空及移程。

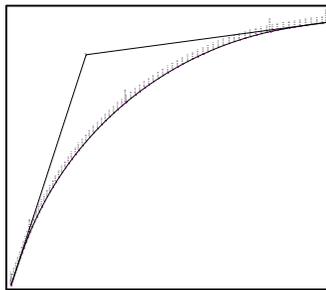


圖 13 編號 YE87 曲線（推算後之線形）

YE87 曲線長 776 公尺，重整曲線的工程甚大，而且北端有道岔群，中間有長橋，南端緊鄰隧道，其淨空及移程受到極大限制。為了快速的套繪於地形圖上作比較，也可以直接載入 GIS 中，因為當時重測取樣時，已引測 GIS 建置的導線點，故坐標是相同的。

YE87 曲線於 GIS 圖資上是位於 Y144 號圖上，在 AutoCAD 中的 Y144 圖上直接下載 AutoLISP 檔，可以直接將曲線樁自動繪製，因為圖層不同，可以用顏色區分新、舊線，也能比對現況地形，並在圖上量測標示其各測點移程，如圖 14 所示。

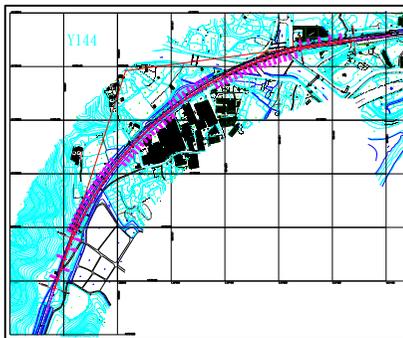


圖 14 編號 YE87 曲線（推算後之線形）載入 GIS

七、結論

曲線重測完成後，會有龐大的測量資料要作處理及運算，在迴歸分析及定線時，常有反復推算及繪圖之情形。故能夠快速計算，並能自動化將計算的線形展開於圖上，作後續比對分析，是每一個路線養護維修人員需要的軟體工具。

Excel 工作表及 AutoCAD 等軟體，臺鐵局均已購置供工程司使用，而且此二款軟體功能強大，只要瞭解 Excel 的函數功能及 AutoLISP 的語言規則，就能發展出適用於臺鐵局軌道養護專用之曲線計算及下載繪圖應用程式，而且對於測量計算及繪圖需求而言，常需使用的函數及命令並不多。

當應用程式設計完成後，應能簡單易學，讓鐵路維修人員均能引用，所以並不需要所有使用者都對軟體的函數命令規則深入鑽研。我們只是使用了這些軟體的小部分功能，期盼各工程司能據以發展出更實用、更具效率的應用程式，讓測量及繪圖等工作更為簡易，甚至能引用到其它領域上，對於簡化工作提升效率應能有所助益。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局工務處（2006），1,067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範。
2. 交通部臺灣鐵路管理局工務處（2007），傾斜式列車運轉路線曲線限速設定及軌道養護技術。
3. 電腦繪圖語言 AutoLISP，<http://www.autocad.com.tw/lisp.htm>。

臺灣鐵路管理局導入國際會計準則 (IFRS) 實施情形

The Current State of the Taiwan Railways Administration's Introduction and Implementation of International Financial Reporting Standards (IFRS)

徐明金 Xu, Ming-Jin¹

蔡淑華 Cai, Shu-Hua²

沈佩蓉 Shen, Pei-Rong³

地址：臺北市北平西路 3 號

Address: No.3, Beiping W.Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10041, Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel)：(02)23815226-2330

電子信箱(E-mail)：0297326@railway.gov.tw

摘要

在全球化及自由化風潮引領下，資本在國與國之間快速流動，跨國企業集團紛紛崛起。為滿足國際投資人對企業集團財務報導品質的需求，推動國際一體適用的財務報導準則，以提高企業財務的透明度，有其需要。

邇來國際會計準則 (International Financial Reporting Standards, 以下簡稱 IFRS) 已成為全球資本市場之單一準則及趨勢。我國行政院金融監督管理委員會亦於 98 年 5 月 14 日宣布，我國會計準則直接採用國際會計準則之推動架構。第 1 階段係上市 (櫃) 公司、興櫃及該會主管之金融業等，於 102 年度開始採用 IFRS 編製財務報表，並應於 100 及 101 年度之期中及年度財務報告中，附註揭露採用 IFRS 之計畫及影響等事項。其他非上市 (櫃) 及興櫃之公開發行公司，則規劃於第 2 階段，即 104 年度開始採用，並比照第 1 階段之方式處理。另依據行政院主計總處 99 年 3 月 26 日處孝一字第 0990001768A 號函檢送之「國營事業導入國際會計準則實施計畫」，考量若分階段推動，將影響國營事業財務報表品質，為利附屬單位預 (決) 算綜計表編製，國營事業預 (決) 算原則均自 102 年度開始採用 IFRS，並以按照 IFRS

¹交通部臺灣鐵路管理局 主計室 前主任

²交通部臺灣鐵路管理局 主計室 科長

³交通部臺灣鐵路管理局 主計室 視察

所訂之財務報表格式編製財務報表為目標。

緣此，臺鐵局配合行政院主計總處計畫，於 99 及 100 年度開始導入 IFRS 並進行轉換前置作業，101 年度以兩套制度（ROC GAAP、IFRS）雙軌併行，並自 102 年度全面適用 IFRS。

關鍵字：國際會計準則、財務報表、國營事業。

Abstract

Spurred by the tide of globalization and liberalization, capital flows rapidly between one country and another, and a profusion of international enterprise groups are appearing. Improving the transparency of corporate finance is necessary to meet international investors' need for high-quality reporting of enterprise finances and launch universal international financial reporting standards.

International Financial Reporting Standards (IFRS) have already become the sole standard used on international capital markets. On the 14th of May 2009, the Taiwanese Financial Supervisory Commission also announced that Taiwan's accounting standards would draw directly on the framework of international accounting principles.

In the first phase, public companies, emergent companies, and the finance industry which oversees them began disclosing plans to use the IFRS and its influence on annual reports over the period between 2011-2012, and using IFRS financial report forms in 2013. Other private and emergent companies making their initial public offering, meanwhile, plan to begin to use IFRS in the second phase, in 2015, and to handle this in the same way as the first phase.

Based on the "Plan for the Inaction of Introduction of International Accounting Standards" issued in Correspondence No. 0990001768A by the Directorate-General of Budget, Accounting, and Statistics. As it was believed that if the new standards were introduced in a number of phases, the quality of financial reports in state-owned enterprise would be adversely affected, IFRS standards were introduced in the budgets of attached subordinate units, and of state-owned companies from 2013, with the aim of compiling financial reports in accordance with the format prescribed by the IFRS.

Due to this, the Taiwan Railways Administration began to introduce IFRS and alter prior processes in 2010/2011 in accordance with the Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, issuing reports in two formats (ROC GAAP and IFRS) in 2012 and using IFRS only in

2013.

Keywords: International Financial Reporting Standards, financial report, state-owned enterprise.

一、緣起及依據

1.1 緣起

98年5月14日行政院金融監督管理委員會（以下簡稱金管會）公布我國企業採用國際會計準則（IFRS）之推動架構。第1階段係上市（櫃）公司、興櫃及該會主管之金融業等，於102年度開始採用IFRS編製財務報表，並應於100及101年度之期中及年度財務報告中，附註揭露採用IFRS之計畫及影響等事項。其他非上市（櫃）及興櫃之公開發行公司，則規劃於第2階段，即104年度開始採用，並比照第1階段之方式處理。

1.2 依據

為提升國營事業財務報表品質，並使其財務資訊更加公開、透明，國營事業之會計帳務處理、財務報告及預決算編製，依據行政院主計處99年3月26日處孝一字第0990001768A號函檢送之「國營事業導入國際會計準則實施計畫」，考量若分階段推動，將影響國營事業財務報表品質，為利附屬單位預（決）算綜計表編製，國營事業預（決）算原則均自102年度開始採用IFRS，並以按照IFRS所訂之財務報表格式編製財務報表為目標。

緣此，臺鐵局需自102年度起適用IFRS，101年度原則以兩套制度（ROC GAAP、IFRS）雙軌併行，俾利首次採用IFRS時能比較兩年度報表。由於我國正值會計制度由ROC GAAP轉換IFRS之際，尚有諸多疑義尚待釐清，亟待成立跨部門專案小組研商，期使臺鐵局能順利導入IFRS。

二、臺灣鐵路管理局導入國際會計準則實施計畫

2.1 訂定「臺灣鐵路管理局導入國際會計準則實施計畫」

因應臺鐵局自102年度起開始適用國際會計準則（IFRS）及101年度以兩套制度（ROC GAAP、IFRS）雙軌併行，將面臨諸多問題，由於時程急迫，需各單位分工合作俾利順利完成各項導入工作，於99年6月間訂定臺鐵局導入國際會計準則實施計畫。

2.2 成立跨部門專案小組

由副局長擔任專案召集人、主任秘書擔任專案副召集人，主計室主任擔任執行秘書，並依業務性質與需要，成立營收、不動產等 7 組工作圈。針對差異分析、影響評估及相關業務政策之選擇等逐項進行研討；另為利爾後開會研商，請名列各組成員第一個單位之副主管以上人員擔任各小組召集人，秘書單位由主計室負責。

- (1) 營收組：運務處、工務處、機務處、電務處、貨運總所、餐旅總所、臺北機廠及主計室。
- (2) 不動產組：企劃處、臺北工務段產業股及主計室。
- (3) 動產組：行政處、運務處、工務處、機務處、電務處、臺北機廠及主計室。
- (4) 員工給與組：人事室、運務處、工務處、機務處、電務處、貨運總所、餐旅總所、臺北機廠及主計室。
- (5) 財務（物）及費用組：材料處、運務處、工務處、機務處、電務處、行政處、臺北機廠及主計室。
- (6) 資訊組：資訊中心及主計室。
- (7) 財報組：主計室、資訊中心、貨運總所、餐旅總所及臺北機廠。

2.3 辦理事項、預計期程

- (1) 99 年 12 月底前完成差異影響評估，並配合行政院主計總處試擬財務報表及修正會計科目。
- (2) 100 年 12 月底前完成相關制度、文件及資訊系統之修正與教育訓練。
- (3) 100 年 12 月 31 日對於追溯調整項目，全面追溯完畢。
- (4) 101 年度之會計帳務處理及財務報表編製原則採雙軌併行，以利首次採用 IFRS 時，重編以前年度財務報表之需。
- (5) 102 年 1 月 1 日起正式改採 IFRS 規範辦理。

三、委託會計師事務所協助導入國際會計準則（IFRS）

3.1 轉換國際會計準則之影響及效益

3.1.1 影響層面

企業導入IFRS之過程中，所面臨的最大問題包括：財會人員對國際會計準則專業知識之欠缺、國際會計準則訓練教材及課程之缺乏、產業相關之會計處理判斷經驗不足、企業資訊系統無法配合、研讀準則之語言障礙、轉換成本過高以及轉換時間過短等。導入IFRS可能之影響層面，如圖1所示。有鑑於此，企業係委由具專業經驗及優良服務品質的會計師事務所協助進行國際會計準則轉換計畫之部分活動，以降低轉換IFRS之轉換時間及成本。

- ▶ 不僅僅是會計準則及財務報導方式的改變，也可能由於企業選擇不同的會計政策，導致改變公司的內部作業流程、資訊系統、人員、營運管理模式，甚至牽涉財務調度及籌資計劃等等，公司的營運、財務及遵循政府法令活動等各層面，最終皆有可能因此而受到影響。

(會計政策、會計科目、編製合併報表流程之改變)



圖1 導入IFRS可能之影響層面

3.1.2 產生效益

國際會計準則已被公認為世界通用的會計語言，採用國際會計準則已經是臺灣會計準則既定的改革方向；行政院主計總處亦要求所屬機關於102年完成IFRS之導入。有鑑於此，臺鐵局推動採用國際會計準則編製財務報表實為刻不容緩之重大工作，故應及早開始規劃如何面對及因應於未來採用該準則時可能造成的影響。

臺鐵局導入IFRS為一多階段性質的專案，管理階層應需了解國際會計準則的導入對於作業流程、資訊系統及人力資源所需因應之調整。臺鐵局導入IFRS後，除降低因不同準則適用下所導致潛在錯誤之可能外，並有效縮短財務報表編製時間，迅速提供相關財務報導資訊。

3.2 臺鐵局委託會計師事務所協助導入國際會計準則 (IFRS) 相關服務

3.2.1 委託會計師事務所進行協助及輔導

時值臺鐵局會計制度由ROC GAAP轉換至IFRS，面臨員工對國際會計準則專業知識欠缺、產業相關之會計處理判斷經驗不足、研讀準則之語言障礙、轉換成本過高以及轉換時間過短等問題，急需委由具專業經驗及優良服務品質之會計師事務所進行協助與輔導。因此臺鐵局在最小成本投入產出最大效益原則下，發包委託XX聯合會計師事務所辦理此項工作。

3.2.2 專案計畫說明，如表1所示。

表1 臺鐵局轉換國際建準則專案計畫說明

	國際會計準則轉換計畫 之工作計畫	會計師事務所輔導 之工作項目
一	成立國際會計準則專案小組。	協助成立國際會計準則專案小組成員。
二	執行有關受國際會計準則轉換影響及範圍之分析報告。	1.協助瞭解受國際會計準則影響的範圍。 2.覆核受國際會計準則轉換影響及範圍之相關文件。
三	擬訂轉換計畫及時程表。	針對擬訂轉換計畫及時程表，提供諮詢覆核所擬定轉換計畫及時程表。
四	辨識「中華民國一般公認會計原則」與國際會計準則之主要差異。	1.覆核依會計科目逐一辨識其經濟實質之主要交易類型。 2.覆核依交易類型分析採用國際會計準則與中華民國一般公認會計原則之差異。 3.覆核所擬定之會計原則差異影響評估報告。
五	分析有關適用國際會計準則第一號「首次採用國際財務報導準則」轉換國際會計準則報表	1.提供進行國際會計準則第一號「首次採用國際會計準則」之初步分析篩選之諮詢。

	開帳數及其對財務報表表達及揭露等相關影響。	2.覆核針對 16 項豁免項目及 4 項強制免除追溯項目分析適用與否及影響之相關文件。
六	有關採用國際會計準則可選擇之會計政策及其對財務報表表達及揭露等相關影響分析。	1.覆核進行會計政策選擇初步分析。 2.覆核試編本身之國際會計準則財務報表範本。 3.覆核辨認並分析新的附註揭露及資訊性質規定。 4.覆核所擬定之會計制度。
七	定期提報之主管單位有關採用國際會計準則因應計畫暨預計執行進度等。	提供編制執行進度控制報告表之諮詢。

6.2.3國際會計準則(IFRS)報表編制時程，如圖2所示。

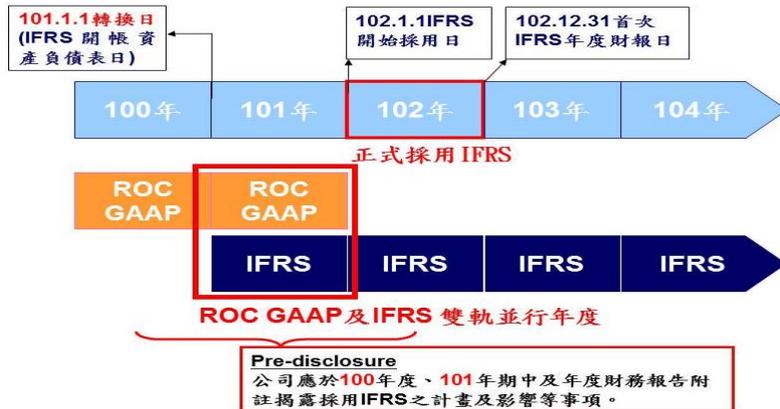


圖2國際會計準則(IFRS)報表編制時程

3.2.4 擬定轉換計畫及時程表，如圖3所示。

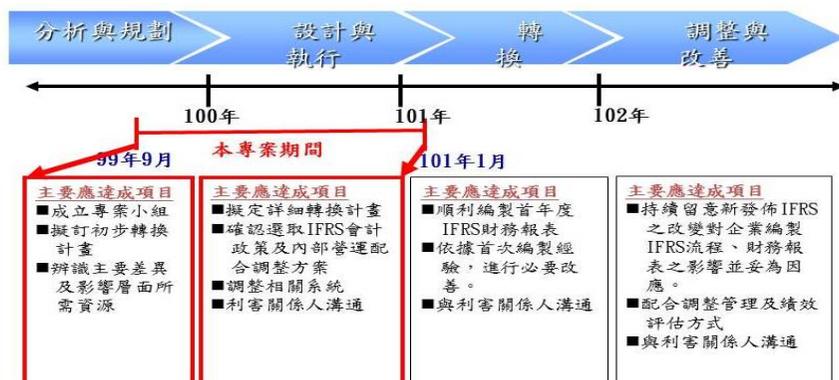


圖3 臺鐵局導入國際會計準則(IFRS)專案進度

四、臺鐵局實施國際會計準則 (IFRS) 辦理情形

4.1 辦理項目

依據「臺灣鐵路管理局導入國際會計準則實施計畫」，針對 IFRS 與 ROC GAAP 會計差異分析，評估導入 IFRS 時會計議題影響程度，並配合修訂相關內部控制流程、資訊系統及財務調度方式等。

- (1) 差異分析影響評估：營收組、不動產組、動產組、員工給與組、財務（物）及費用組、資訊組及財報組等 7 組進行討論分析。
- (2) 交易型態處理政策：營收組、不動產組、動產組、員工給與組、財務（物）及費用組、資訊組及財報組等 7 組進行討論分析後，經會計師核閱。
- (3) 制度文件修訂：配合 IFRS 實施積極修訂臺鐵局會計制度，逐條研討會計制度條文，就 IFRS 規定修訂會計事務處理程序，並依行政院主計總處核定 IFRS 各業適用會計科目表修訂臺鐵局會計科目表修訂完成。臺鐵局會計制度業奉行政院主計總處民國 101 年 12 月 24 日主會財字第 1010500845D 號函核定。
- (4) 資訊系統建置：初期先依原 AA 系統增設資料庫並進行微幅修正，以符 IFRS 規定產製財務報；並陸續建置整合性策略成本管理資訊系統轉置。
- (5) 教育訓練：辦理相關人員教育訓練，俾利全面實施 IFRS。

4.2 採用 IFRSs 計畫之重要內容、預計完成時程與執行情形

臺鐵局辦理 IFRS 計畫之重要內容、預計完成時程與執行情形，如表 2 所示。

表 2 臺鐵局辦理 IFRS 計畫之重要內容、預計完成時程與執行情形

IFRS 重要計畫內容	主要執行單位	預計完成時程	目前執行情形說明
評估階段：(99 年 1 月 1 日至 100 年 12 月 31 日) ◎訂定採用 IFRS 計畫及成立專案小組 ◎進行第一階段之員工內部訓練 ◎比較分析現行會計政策與 IFRS 之差異 ◎評估現行會計政策應作之調整 ◎評估「首次採用國際會計準則」公報之適用 ◎評估相關資訊系統及內部控制應作之調整	會計部門 會計部門 人事部門 會計部門 會計部門 會計部門 會計部門 會計部門 資訊部門	99 年 7 月 99 年 11 月 100 年 8 月 100 年 8 月 100 年 8 月 100 年 8 月	99 年 7 月已完成 99 年 11 月已完成 100 年 8 月已完成 100 年 8 月已完成 100 年 8 月已完成 100 年 8 月已完成
準備階段：(100 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日) ◎決定如何依 IFRS 調整現行會計政策 ◎決定如何適用「首次採用國際會計準則」公報 ◎調整相關資訊系統及內部控制 ◎進行第二階段之員工內部訓練	會計部門 會計部門 會計部門 資訊部門 會計部門 人事部門	100 年 8 月 100 年 8 月 101 年 12 月 101 年 12 月	100 年 8 月已完成 100 年 8 月已完成 101 年 12 月已完成 101 年 12 月已完成
實施階段：(101 年 1 月 1 日至 102 年 12 月 31 日) ◎測試相關資訊系統之運作情形 ◎蒐集資料準備依 IFRS 編製	資訊部門 會計部門	102 年 12 月 101 年 6 月	積極進行中 101 年 6 月已完成

開帳日資產負債表及比較財務報表 ◎依 IFRS 編製財務報表	會計部門	102 年 1 月	101 年 12 月已完成
-----------------------------------	------	-----------	---------------

4.3 會計政策重大差異項目

4.3.1 投資性不動產之分類

臺鐵局部分資產適用國際會計準則第 40 號「投資性不動產」(IAS 40)，臺鐵局將原分類為「固定資產」項下且符合投資性不動產定義之不動產重分類至投資性不動產項下。

針對投資性不動產之辨認，除依 IAS 40 之認列條件及定義進行辨認外，仍需考量所持有之不動產自用及出租之比例、提供附屬服務對整體金額是否重大等來判斷。臺鐵局認列標準需同時符合下列三項條件，始得列投資性不動產：

- (1) 車站及站區內外之租賃或開發用途與鐵路運輸服務無關或非涉及公眾利益者。
- (2) 租賃或開發契約期間符合預算法第 8 條「四個會計年度」以上且契約期間不須配合政府建設回收者。
- (3) 租賃或開發面積超過相關地號之總面積 95 %比例者。

4.3.2 不動產、廠房及設備

依金管會 100 年 7 月 7 日公布之「證券發行人財務報告編製準則」規定，選擇以認定成本豁免者，不動產、廠房及設備 (PPE) 僅得以我國現行一般公認會計原則之重估價金額作為認定成本。至投資性不動產 (IP)，除有充分證據顯示存在持續性出租狀態，且能產生中長期穩定之現金流量者，得以公允價值作為認定成本外；僅得選擇採我國現行一般公認會計原則之重估價金額作為認定成本。

緣此，臺鐵局不動產、廠房及設備按先前國內一般公認會計原則可辦理重估；並依審計法第 53 條規定，按 100 年 1 月 1 日公告現值，報奉審計部交通建設審計處 101 年 2 月 10 日審交處二字第 1012000087 號函同意備查。轉換至國際會計準則後，後續衡量採成本模式。

4.3.3 員工福利

中華民國一般公認會計原則下，首次適用財務會計準則公報第 18 號「退休金會計處理準則」所產生之未認列過渡性淨給付義務應按預期可獲得退休金給付在職員工之平均剩餘服務年限，採直線法加以攤銷並列入淨

退休金成本。轉換至國際會計準則後，由於不適用國際會計準則第 19 號「員工福利」(IAS 19) 之過渡規定，未認列過渡性淨給付義務相關影響數應一次認列並調整首次採用國際會計準則調整數。

4.4 豁免項目

4.4.1 採用 IFRS 1 豁免項目

依國際會計準則第 1 號公報「首次採用國際會計準則」(IFRS 1) 規定，除依選擇性豁免及強制性例外規定辦理者外，原則上均追溯調整。臺鐵局選擇之豁免項目摘述如下：

- (1) 認定成本：臺鐵局以轉換日(101 年 1 月 1 日)不動產、廠房及設備(PPE)及投資性不動產(IP)項下土地按先前國內一般公認會計原則重估價作為該日之認定成本，餘資產採成本法入帳。
- (2) 員工福利：臺鐵局選擇將與員工福利計畫有關之所有累積精算損益於轉換日一次認列於首次採用國際會計準則調整數。

4.4.2 採用 IFRS 1 豁免項目影響

臺鐵局選擇之豁免項目相關影響。如表 3 所示：

表 3 豁免項目相關影響表

單位：千元

得豁免項目	適用內容	預計採用會計政策	對累積虧損之影響(金額)	完成日期
認定成本	土地	有關 PPE 及 IP 項下土地擬依 100.1.1 日公告現值總值作為推定成本估算約 5,718.38 億元，餘資產採成本法入帳，不影響保留盈餘	減虧 402,652,229	土地部分擬依 100.1.1 公告現值評價入帳，業奉審計部交通建設審計處 101 年 2 月 10 日審交處二字第 1012000087 號函同意備查。

員工福利	SFAS 18 與 IAS 19 之規定，針對精算損益與過渡性負債之計算與處理有所不同。	IFRS 1 允許轉換日時可將尚未攤銷完畢之未認列精算損益全數調整至其他綜合損益，於綜合損益表中表達，並於當期立即轉入期初保留盈餘	增虧 (50,523,427)	已完成評估
		IAS 19 允許轉換日時可將尚未攤銷完畢之未認列過渡性負債將全數調整期初保留盈餘	增虧 (16,261,504)	已完成評估
合計			減虧 335,867,298	

4.5 首次採用國際會計準則影響數處理原則

4.5.1 首次採用國際會計準則產生之權益淨增加數列示方式

依行政院 101 年 9 月 17 日院授主基營字第 1010201047A 號函，國營事業首次採用國際會計準則產生之權益淨增加數，以權益項下「首次採用國際會計準則調整數」科目列示，原有累積虧損不逕予扣除，亦不以「特別公積」科目表達。臺鐵局首次採用國際會計準則影響數淨增 335,867,297,908.80 元，為「未實現重估增值」及「固定資產漲價補償準備」計 402,652,228,908.80 元扣減員工福利 66,784,931,000 元。

4.5.2 「首次採用國際會計準則調整數」利益實現按比例迴轉分配

前開影響淨增加數，主要係臺鐵局土地選擇採用國際會計準則第 1 號公報「首次採用國際會計準則」規定，以先前之一般公認會計原則重估價為認定成本，其重估價與原始成本之差額所致。考量臺鐵局首次採用國際會計準則產生之權益淨增加數，並無實質營運所得或現金流入，為符合金融監督管理委員會限制分配該影響數之精神，爰以權益項下「首次採用國際會計準則調整數」科目列示，至原有經營所產生之累積虧損仍然維持，以完整表達經營實況。前項「首次採用國際會計準則調整數」，若於利益實現時，按原轉入「首次採用國際會計準則調整數」之比例予以迴轉分配。

4.6 財務報表表達

臺鐵局財務報表編製，101 年度採雙軌併行；自 102 年度起則以國際會計準則為基礎，並在符合預、決算法相關規定及考量充分表達臺鐵局經營狀況下編製，並於 101 及 102 年度決算書財務報表會計事項及附註揭露中揭露採用國際會計準則（以下簡稱 IFRS）相關事項。102 年度決算書主要財務報表表達方式如下：

4.6.1 損益表

國際會計準則第 1 號「財務報表表達」（IAS 1）稱綜合損益表，其包括收入、支出、當期損益及其他綜合損益，可採單 1 報表或 2 份報表表達。爰參考該準則規定，維持現行報表名稱。另考量上年度決算數按國內財務會計準則公報及其解釋基礎編製之審定決算數並經審計部審定，為呈現完整比較資訊，爰以配合國際會計準則及科目調整後之數表達。

4.6.2 股東（業主）權益變動表及盈虧撥補表

考量股東（業主）權益變動表大部分項目並非預算法所定預算內容，亦非立法院審議預算範圍，且其表達內容無法涵蓋前述預算法所定之盈餘分配與虧損填補項目，爰預算書表擬不編製股東（業主）權益變動表，仍維持編製盈虧撥補表。並於盈餘之部及虧損之部分別增列「追溯適用及追溯重編之影響數」、「其他綜合損益轉入數」及「首次採用國際會計準則調整數轉列數」等 3 科目。

4.6.3 現金流量表

國際會計準則第 7 號「現金流量表」（IAS 7）係鼓勵採直接法編製現金流量表，但原則上仍允許按間接法編製。故國營事業現行亦按間接法編製，並按 IFRS 規定，將「融資活動」修正為「籌資活動」。

4.6.4 資產負債表

資產負債表雖非預算法第 85 條所規定之國營事業預算內容，但決算法第 15 條規定附屬單位決算之主要內容包括「資產、負債之狀況」，故為避免因報表名稱不同，產生適法爭議，爰附屬單位預算所列之資產負債表名稱（為參考表），仍予維持，不改稱「財務狀況表」。另考量上年度決算數按國內財務會計準則公報及其解釋基礎編製之審定決算數並經審計部審定，為呈現完整比較資訊，爰以配合國際會計準則及科目調整後之數表達。

4.7 會計科目及會計制度配合修訂

4.7.1 會計科目

依據行政院主計總處核定之「國營事業機構導入國際會計準則(IFRS)之會計科(項)目及其編號參考表」，配合修訂臺鐵局會計科目(含損益表、盈虧撥補表、現金流量表、資產負債表及用途別科目等)，業已修訂完成。

4.7.2 會計制度

依據中央主計機關 99 年 3 月 26 日處孝一字第 0990001768A 號函「國營事業導入國際會計準則實施計畫」，國營事業須自 102 年度正式導入國際會計準則及國際會計準則與相關解釋函令，臺鐵局業於 101 年作第 7 次全面修訂，逐條研討會計制度條文，並就 IFRS 規定修訂會計事務處理程序。臺鐵局會計制度業奉行政院主計總處民國 101 年 12 月 24 日主會財字第 1010500845D 號函核定在案。

4.7.3 會計制度修正重點

為應 102 年度正式導入國際會計準則及國際會計準則。茲將修正重點說明如次：

- (1) 改變編排架構：依中央標準法第 9 條規定法規章節之劃分，將原「第某目」修改為「第某款」。
- (2) 導入國際會計準則及國際會計準則觀念：臺鐵局會計事務處理程序依國際會計準則及國際會計準則與相關解釋函令進行修訂。
- (3) 提高內部審核功能：配合新訂之內部審核處理準則，修訂內部審核處理程序，以發揮內部控制之功能。
- (4) 配合中央主計機關相關規定，修訂會計科目名稱、定義及編號。

4.7.4 會計制度重要內容

(1) 會計報告

說明臺鐵局對外所使用報表之名稱、性質、格式與編製方法等。對內報告則視管理人員之需要自行擬訂。

(2) 會計科目

會計科(項)目，係依據國營事業機構導入國際會計準則(IFRS)之會計科(項)目及其編號參考表訂定，擇其適合臺鐵局業務應用者，加以整理訂定。會計科目之分類採四級制統一編號。

(3) 會計簿籍

本制度所設置之主要會計簿籍，包括序時帳簿、分類帳簿及備查簿。

(4) 會計憑證

本制度之會計憑證，包括原始憑證、記帳憑證。原始憑證中，除外來憑證外，內部及對外憑證之形式、大小，應儘量一致。記帳憑證分收入傳票、支出傳票、現金轉帳傳票、轉帳傳票、現金轉撥傳票等五種。原始憑證合於記帳憑證之格式需要者得代替記帳憑證。

(5) 會計事務之處理

參照國際會計準則及國際會計準則與相關解釋函令，訂定會計事務處理原則、普通會計事務處理、出納會計事務處理、業務會計事務處理、採購會計事務處理、材料會計事務處理、財產會計事務處理、工程會計事務處理、運輸成本會計事務處理、會計作業電腦化處理、工廠會計事務處理、總分支機構會計事務處理、貨運服務會計事務處理、餐旅服務會計事務處理、會計事務與非會計事務之劃分等會計事務之處理原則。

五、結語

2.1 臺鐵局導入國際會計準則(IFRS)重大事項

2.1.1 編製財務報表

臺鐵局為因應自 102 年度起依 IFRS 編製財務報告，101 年度以兩套制度（ROC GAAP 及 IFRSs）雙軌併行。於 100 年 12 月完成雙軌測試，包含損益表、資產負債表、收入明細表及支出明細表等進行報表測試，及有關交易（含調整）分錄測試作業，並自 101 年度起實施及每月產製雙軌報表。期間並配合行政院主計總處新修正之 IFRS 會計科目及考量臺鐵局業務特性作會計科目微幅調整及重分類，101 年度決算書依 ROC GAAP 基礎編製，惟依行政院主計總處規定於附註揭露 IFRS 辦理相關事項。自 102 年度起全面以 IFRS 為基礎，並在符合預、決算法相關規定及考量充分表達臺鐵局經營狀況下產製財務報表。

2.1.2 修訂會計制度

臺鐵局配合 IFRS 實施，積極修訂會計制度，逐條研討會計制度條文，就 IFRS 規定修訂會計事務處理程序，並依行政院主計總處核定「國營事業機構導入國際會計準則(IFRS)之會計科(項)目及其編號參考表」，修訂臺

鐵局會計科目表，臺鐵局會計制度修訂草案由臺鐵局各業務單位研討完成，並經會計師覆核後於 101 年 6 月 26 日陳報交通部審核完成轉報行政院主計總處，並奉行政院主計總處於民國 101 年 12 月 24 日主會財字第 1010500845D 號函核定。

因應臺鐵局「臺鐵整合性策略成本管理系統」無法如期於 102 年 1 月 1 日上線，業於 101 年 10 月與臺鐵局資訊中心作雙向溝通，請資訊中心配合修正原會計資訊系統（AA），自 102 年起繼續產製 IFRS 傳票及相關報表。

持續辦理「臺鐵整合性策略成本管理系統」相關事項以利上線，俾使臺鐵局會計資訊系統臻於完善。

2.2 適用 IFRS 對臺鐵局影響

臺鐵局 102 年度虧損 42.44 億元，較預算數 63.73 億元減虧 21.29 億元，較上（101）年度審定決算虧損 98.09 億元減虧 55.65 億元。主要係於轉換日一次認列全部退休金精算損益與過渡性負債，續後每年退休金費用大幅減少；另適用 IFRS 後維修資本化致維修費用減少所致。

2.3 最近 5 年度（98-102 年度）調整為 IFRS 簡明損益表

臺鐵局最近 5 年調整為 IFRS 之簡明損益表，如表 4 所示。

表 4 臺鐵局最近 5 年調整為 IFRS 之簡明損益表

單位：千元

年度 項目	98 年度	99 年度	100 年度	101 年度	102 年度
收入					
營業收入	19,567,696	19,509,471	20,751,477	21,602,000	22,740,630
營業外收入	1,766,409	1,851,518	1,574,059	1,939,230	1,261,521
收入合計	21,334,105	21,360,989	22,325,536	23,541,230	24,002,151
支出					
營業成本	25,678,937	25,278,623	25,942,985	26,203,605	23,925,070
營業費用	911,340	896,025	962,034	1,087,658	1,043,652
營業外費用	6,254,589	5,391,215	5,652,951	6,058,795	3,277,065

支出合計	32,844,866	31,565,863	32,557,970	33,350,058	28,245,787
GAAP 下淨利 (淨損)	-11,510,761	-10,204,874	-10,232,434	-9,808,828	
GAAP 轉換至 IFRS 調整數	-5,731,748	-5,977,750	-5,779,839	-5,204,747	
IFRS 下支出 合計	27,113,118	25,588,113	26,778,131	28,145,311	28,245,787
IFRS 下淨利 (淨損)	-5,779,013	-4,227,124	-4,452,595	-5,175,742	-4,243,636

2.4結語

為順應國際潮流，配合行政院主計總處推動 IFRS 確有其必要性，惟原有我國一般公認會計原則與 IFRS 存有一定之差異程度，又推動之期程亦相當緊迫，在推動臺鐵局採用 IFRS 之過程中，所遭遇之問題十分繁複，百年難得一見的會計制度轉換對會計人員來說亦是極大的挑戰，在行政院主計總處及交通部會計處指導與監督之下，幸得臺鐵局各同仁積極主動投入各項前置作業，各主管全力支持並充分參與，各單位配合執行接軌作業，使臺鐵局如期於 102 年度起全面適用 IFRS，順利完成國營事業導入 IFRS 之艱困任務。

參考文獻

1. 行政院主計總處（2010），國營事業導入國際會計準則實施計畫。
2. 交通部臺灣鐵路管理局（2010），臺灣鐵路管理局導入國際會計準則實施計畫。
3. 國際會計準則委員會基金會（IFRS Foundation）（2010），國際會計準則（包括國際會計準則及解釋）。
4. 行政院主計總處（2012），國營事業機構導入國際會計準則(IFRS)之會計科(項)目及其編號參考表。
5. 交通部臺灣鐵路管理局（2012），中華民國 101 及 102 年度交通部臺灣鐵路管理局附屬單位決算。
6. 交通部臺灣鐵路管理局（2012），交通部臺灣鐵路管理局會計制度。

車輛脫軌準則之探討

A Brief Talk about Derailment Criteria of Railway Vehicles

郭振銘 Guo, Zhen-Ming¹

林智強 Lin, Zhi-Qiang²

陳柏旭 Chen, Bo-Xu³

韓宗豪 Han, Zong-Hao⁴

聯絡地址：70101 臺南市大學路 1 號

Address: No.1, University Rd., Tainan City 70101, Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel)：(06)2757575 轉 63170

電子信箱(E-mail)：ckuo@mail.ncku.edu.tw

摘要

列車行車安全是軌道運輸中重要的課題，而軌道事故中以軌道幾何造成列車的脫軌事件占最大宗。常見評估列車因軌道不平整所造成的行車風險有脫軌係數及輪重減載等，本研究將探討這些脫軌準則對於行車風險的評估是否有一致性或差異性。研究中使用 SIMPACK 軟體建立列車模型，設定各種不同組合的軌道不平整，並讓列車以不同的速度通過，套用不同的脫軌準則評估後，再分析脫軌準則的表現。研究結果發現脫軌係數會受到瞬間的峰值而影響判斷，顯得較為保守。輪重減載則因軌道線形的變化較為明顯。

關鍵詞：SIMPACK、脫軌係數、輪重減載。

Abstract

Railway safety is an important issue in transportation, and the most railway accident were caused by derailment of railway geometry. Derailment coefficient and the rate of wheel load reduction are used to access railway safety. This study will compare different derailment criteria. We set a train model in SIMPACK, the train model running on rail with different irregularity, and evaluate railway safety with different derailment criteria. By the result, derailment quotient(Y/Q) is more conservative than the wheel unloading criterion, because the effect of the peak value on

¹郭振銘,成功大學 土木工程學系 教授

²林智強,成功大學 土木工程學系 博士班研究生

³陳柏旭,成功大學 土木工程學系 碩士班研究生

⁴韓宗豪,成功大學 土木工程學系 碩士班研究生

derailment quotient. The wheel unloading criterion is obvious affected by track alignment.

Keywords : SIMPACK, derailment quotient, wheel unloading

一、前言

根據 2009 年美國聯邦鐵路管理局(Federal Railroad Administration, FRA)鐵路安全統計年報顯示，如表 1 所示，脫軌意外佔所有事故比例 65.7 %。造成列車脫軌的因素很多，如天候異常、地震、高速過彎、煞車、軌道不平整...等。例如 2013 年西班牙高速列車意外，事發原因是列車超速轉彎。軌道幾何線形是列車脫軌的主要原因，如表 2 所示。

列車脫軌可能性高低一般可以透過「脫軌係數」及「輪重減載率」進行評估。本文介紹透過軟體模擬車輛在不同軌道條件及不同行駛速度下，這兩個準則的判定結果是否一致？若有差異，應該何所適從。

表 1 鐵路事故原因統計(FRA,2009)

Type Accident	Total		Reportable Damage		Casualties			Causes				
	Cnt	%	Amount	%	Kld	Nonfatal	Eqp	HRC	Hmn	Othr	Sig	Trk
Derailments	1,358	65.7	189,880,057	81.8	1	37	195	-	377	143	18	625
Head on collision	5	0.2	2,935,881	1.3	-	5	-	-	5	-	-	-
Rear end collision	12	0.6	1,948,851	0.8	-	25	-	-	12	-	-	-
Side collision	73	3.5	5,379,677	2.3	-	6	1	-	61	4	7	-
Raking collision	37	1.8	1,230,945	0.5	-	-	2	-	22	9	3	1
Broken train coll.	6	0.3	641,140	0.3	-	-	4	-	1	1	-	-
Highway-rail Impact	171	8.3	10,069,360	4.3	34	164	-	171	-	-	-	-
Obstruction impact	70	3.4	5,314,490	2.3	1	25	4	-	19	43	-	4
Explosion/detonation	2	0.1	34,937	0.0	-	-	1	-	1	-	-	-
Fire/violent rupture	20	1.0	1,754,433	0.8	-	7	12	-	-	7	-	1
Other impacts	205	9.9	8,367,779	3.6	2	11	7	-	131	41	20	6
Other events	109	5.3	4,614,758	2.0	-	4	40	-	21	20	2	26
Total	2,068	100	232,172,308	100	38	284	266	171	650	268	50	663

*Coll = collision, Der = derailment, HRC = highway-rail grade crossing, Othr = other
EQP = equipment (on-track), HMN = human factor, SIG = signal, TRK = track*

表 2 造成脫軌原因統計(FRA,2009)

Contributing Cause	Total		Type of Accident				Type of Track			
	Cnt	%	Coll	Der	HRC	Othr	Main	Yard	Siding	Industry
Brakes	3	1.1	-	2	-	1	1	1	-	1
Trailer/Container on Flatcar	1	0.4	-	1	-	-	-	1	-	-
Truck Components	8	2.8	-	8	-	-	1	5	1	1
Axles & Journal Bearings	2	0.7	-	1	-	1	2	-	-	-
Wheels	10	3.6	-	9	-	1	3	5	1	1
Locomotives	1	0.4	-	-	-	1	1	-	-	-
Brakes, Use of	6	2.1	1	3	-	2	2	3	-	1
Employee Physical Condition	4	1.4	-	2	-	2	2	2	-	-
Flagging, Fixed, Hand & Radio	8	2.8	1	1	-	6	3	5	-	-
General Switching Rules	46	16.4	11	19	-	16	1	36	2	7
Main Track Authority	4	1.4	3	-	-	1	3	1	-	-
Train Handling/Makeup	19	6.8	1	18	-	-	10	8	-	1
Speed	11	3.9	4	6	-	1	5	5	-	1
Switches, Use of	17	6.0	3	11	-	3	5	9	-	3
Miscellaneous Human Factors	7	2.5	-	5	-	2	3	3	1	-
Environmental Conditions	16	5.7	-	8	-	8	10	5	-	1
Loading Procedures	7	2.5	1	6	-	-	4	3	-	-
Highway-Rail Incidents	20	7.1	-	-	20	-	19	-	-	1
Unusual Operational Situations	7	2.5	-	2	-	5	4	3	-	-
Other Miscellaneous Causes	10	3.6	-	8	-	2	4	1	1	4
Signal Defects	1	0.4	1	-	-	-	1	-	-	-
Roadbed	13	4.6	-	13	-	-	8	4	-	1
Track Geometry	36	12.8	-	35	-	1	15	14	2	5
Rail, Joint Bar & Anchors	12	4.3	-	12	-	-	3	4	1	4
Frogs, Switches, Appliances	12	4.3	-	12	-	-	2	8	-	2
Total	281	100	26	182	20	53	112	126	9	34

二、如何判斷脫軌可能性

實際上發生脫軌意外的原因通常很複雜，很難歸咎於單一因素。例如鋼軌本身磨耗嚴重，若遇上大風雪就更提高脫軌意外的風險。一套客觀的評估準則，通常先將自然氣候、人為疏忽等因素排除，脫軌現象則可歸納為爬升脫軌、滑動脫軌、跳躍脫軌、掉軌脫軌，其中又以爬升脫軌最常見，如圖 1 所示。當輪軌接觸出現正攻角(attack angle)時，側向存在著一股將車輪爬上鋼軌的力量(climbing force)。一旦輪緣順著軌頭的圓弧面向上運動，就產生了脫軌現象。

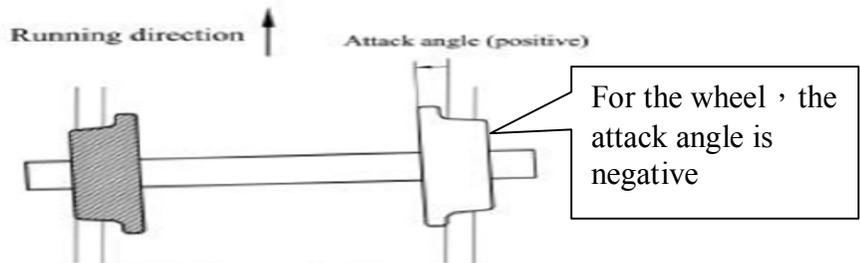


圖 1 爬升脫軌示意圖

1908 年法國科學家 Nadal 根據單側車輪輪緣與鋼軌接觸之側向力(Y)與垂直力(Q)平衡關係，如圖 2 所示，於完全滑動(fall slip)條件下，利用輪緣角 α 與輪軌摩擦係數 μ 去計算有脫軌可能性的 Y/Q 上限值 $(\tan(\alpha) - \mu) / (1 + \tan(\alpha))$ 。

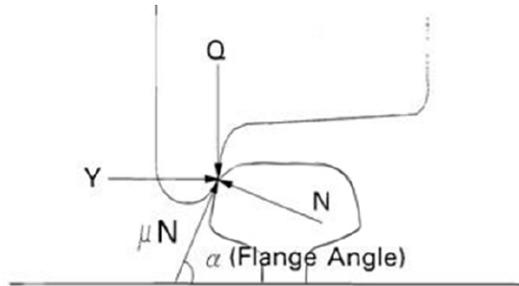


圖 2 Nadal 公式示意圖(Elkins&Carter,1993)

從另一個角度觀察，列車行駛在彎道、軌道不整處、或通過道岔時，都會引發車身搖晃導致車廂左右重量不平均的現象。極端的情況下兩側輪重若相差過大，可能出現輪荷重減少的一側，垂直下壓力不足以抵抗輪緣上爬的傾向，即有脫軌之虞。一般以 $\Delta P/P=(P2-1/2(P2+P1))/(1/2(P2+P1))=(P2-P1)/(P2+P1)$ 計算輪重減載率。P1:減載側的輪重值、P2:增載側的輪重值

三、列車行駛模擬與脫軌分析

為了解此兩個評估方式的差異，可利用多體動力學模擬軟體(SIMPACK)，透過設定包括幾何形狀、質量、轉動慣量、輪軸、轉向架、車廂、主懸吊、次懸吊等等參數，建立軌道車輛模型，如圖 3 所示。

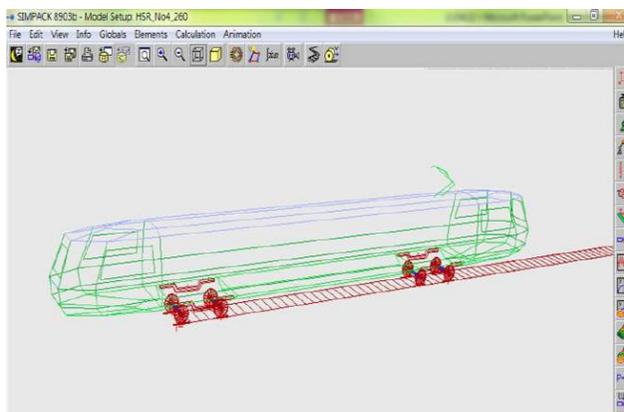


圖 3 SIMPACK 列車模型 3D 圖

軌道幾何變化與許多因素有關，如鋼軌磨耗、軌枕間距不一、道床的級配和強度不均、路基剛性變化等。軌道不平整通常可分為方向、軌距、高低、水平、扭曲等類別，其組合不僅複雜，而且具有隨機特性。一般均以功率頻譜密度來描述軌道不整的主要特性。本文考慮不同類別與特性之軌道不整，組合出 8 組軌道路線，如表 3 所示。

表 3 軌道不平整組合

不平整組合	側向不平整	垂向不平整	平面性不平整
A	長波長	長波長	長波長
B	長波長	長波長	短波長
C	長波長	短波長	長波長
D	長波長	短波長	短波長
E	短波長	長波長	長波長
F	短波長	長波長	短波長
G	短波長	短波長	長波長
H	短波長	短波長	短波長

長波長：1m-100m，短波長：0.1m-1m

完全平整的軌道上，低速列車在曲線段重心偏軌道內側，使內側 Y/Q 高於外側輪。當車速提高時，外側輪受離心力影響受力漸增，變成外側輪 Y/Q 高於內側輪。輪重減載率的變化，合理反映該路段超高設計的平衡車速(220kph)時，輪重恰好平均分布於雙輪，輪重減載率最低，如圖 4 所示。

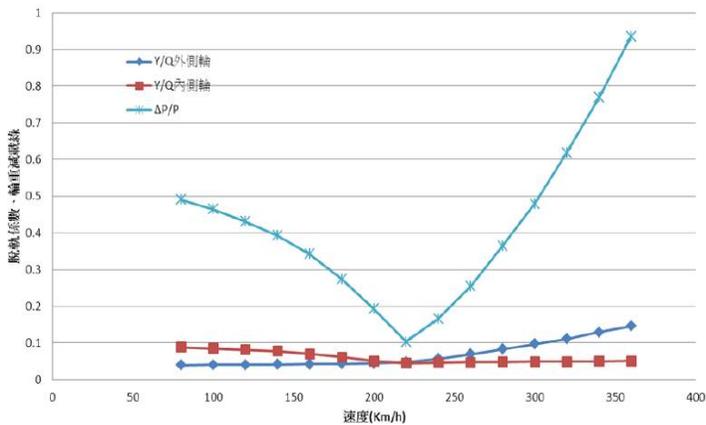


圖 4 無軌道不整下之脫軌係數與輪重減載

列車行駛於軌道不整組合 A 之外側輪 Y/Q 值與輪重減載率，如圖 5 所示，都明顯高於平整軌道的反應。若以 Nadal 脫軌安全值 0.8 的標準來看，模擬行車的安全速度約為 230 kph。但若仔細檢視 Y/Q 的歷時變化，240 kph 速度下也僅有兩次瞬間大於 0.8。根據日本國鐵的研究，脫軌係數超出安全值的時間若很短暫，車輪尚不會爬上鋼軌。因此圖 5 僅顯示全程最大值的變化，並不適合做為判斷安全車速之用。

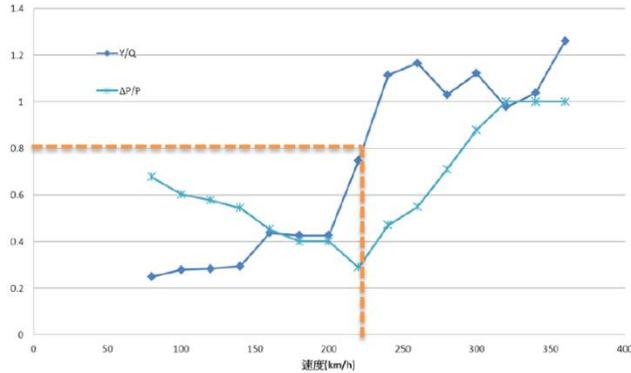


圖 5 不平整組合 A 之脫軌準則

改用每兩公尺移動平均脫軌係數及輪重減載率來呈現分析結果，可以有效避免瞬間峰值影響脫軌風險評估。整體而言，脫軌係數的波動主要受軌道不平整的影響較大，對於軌道線形相對較不敏感；輪重減載率的變化則受軌道線形影響較大。因此，若在一條軌道品質良好的路線透過脫軌係數評估行車安全性，有可能忽略軌道線形對脫軌風險的影響。因此，使用脫軌係數評估時，可以加上輪重減載輔助參考，使列車行駛安全平的評估更完整。

四、結語

過去數十年，列車發生脫軌意外事件頻傳，其中最主要造成脫軌的原因是軌道線形變化，許多研究對於判斷脫軌的方法有不同觀點，如 Nadal 準則、Weinstock 準則和輪重減載率。為了達到判定脫軌的準確與一致，必須探討不同線形變化下，脫軌準則的適用性。本文以 SIMPACK 軟體建立一組車輛-軌道模型，與數種不同的軌道不平整組合，模擬列車行駛在不同軌道不平整狀況下，脫軌準則的表現。

從研究結果發現，由於瞬間峰值的影響，Nadal 脫軌係數比輪重減載率高一些，顯示 Nadal 脫軌係數判定較為保守。若將脫軌係數短歷時的安全值做修正，或以脫軌係數每兩公尺平均，可以避免瞬間峰值影響判斷。

比較脫軌係數和輪重減載結果得知，脫軌係數受軌道不整影響較大，對於緩和曲線或圓曲線等軌道線形變動的影響較不明顯。而輪重減載則受軌道線形變化的影響較明顯，對於軌道不整較無顯著影響。實際上，軌道線形變化和軌道不整都是影響列車行車安全的因素。透過不同準則可以反應不同軌道情形，脫軌係數和輪重減載相互搭配可以有效分析各種狀況下的行車風險。

參考文獻

1. Elkins, J.A. and Carter, A(1993), Testing and Analysis Techniques for Safety Assessment of Rail Vehicles: The State-of-the-Art, Vehicle System Dynamics,

Vol.22, pp.185-208.

2. Federal Railroad Administration(2007),Railroad Safety Statistics, Annual Report.
3. Garg, V.J. and Dukkipati, R.V.(1984), Dynamics of Railway Vehicle Systems, Academic Press, pp.85.
4. 廖繼榮(2009)，軌道不整度對高鐵行車振動之影響分析，國立成功大學土木工程學系碩士論文。
5. 翟婉明和陳果(2001)，根據車輪抬升量評判車輛脫軌的方法與準則，鐵道學報。

品牌在鐵路行業的意義與運用

Meaning and application of Branding in Railway corporate

劉觀生 Liu, Kuan-Sheng¹

地址：10041 臺北市北平西路 3 號 4 樓

Address：4F., No.3, Beiping W. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10041, Taiwan
(R.O.C.)

電話(Tel)：0932-323688

電子信箱(E-mail)：guansheng.liu@gmail.com

摘要

品牌是市場對一個機構的綜合評價。品牌能夠創造商業價值，包括有形價值與無形價值，合稱為品牌資產。但是品牌要如何形塑架構，市場上卻是人云亦云，尚未有定論。

作者根據長年的研究探索，從工作經驗中歸納，提出品牌戰略發展的步驟，以建立九項品牌績效核心能力為建立品牌企業的基礎，再將這九項能力以完整的回路，依關聯性分佈在品牌戰略，市場策略，產品策略，及服務策略的四個高度上，發揮永續再生的最大品牌效果。

關鍵字：品牌、績效、資產、美譽度。

Abstract

Brand is a complex valuation of a corporate, appraised by market. Brand can create tangible and intangible value, together named Brand Equity. However there is not yet a comprehensively recognized methodology to help build brand in the world.

Based on research and conclusion from his yearlong working experience, the author put forward a process to develop brand strategy for brands, by building nine brand performance capabilities and line into an integral loop, and link these capabilities with related Brand Policy, Market Strategy, Product Strategy, and Service Strategy, to exert sustainable synergetic brand effectiveness.

Keywords : Brand, Performance, Equity, Reputation.

¹美商柏誠國際（股）臺灣分公司 系統保證協理

一、前言

眾所周知，鐵路系統在陸上交通領域裡，承擔了最大物流與客運量的交通運輸任務。國內民眾的中、長運程出行，主要依賴鐵路運輸工具，國際人士來訪的商務、旅遊活動，也大多數是依賴鐵路運輸系統。

所以鐵路的“品牌”不只是關係到交通便利與否，也牽涉到整個國家管理與服務形象在國際上的評價。更深一層來說，各類型應用高新科技的鐵路系統，經過十多年的積極建設與服務實踐，已經積累了相當多的安全運行經驗，正放開腳步走向國際市場，從產品輸出這個觀點來看，鐵路“品牌”的國際形象就顯得更為重要。

為此，對怎樣充分利用“品牌”形象，把鐵路系統的產品與服務經驗有效地輸出到國際市場上去競爭，將是 21 世紀鐵路行業的當務之急。

二、“品牌”的含義與鐵路企業的關聯

所謂“品牌”就是人們對一個產品形象的評價，‘牌’就是形象，小自個人，大至任何團體機構甚至一個國家，都具有自身的形象，‘品’則是人們對這個形象的評價，一個知名“品牌”應標誌其產品的悠久歷史和與日俱增的優良品質，路遙方知馬力，品牌必須得經過時間的挑戰，而這個時間，甚至可以長達上百年。

鐵路企業走品質的道路，挑戰是對技術的專注與捨得應該投資的成本，願意在品質的技術上鑽研、提升。走品格的道路，挑戰是對人的尊重與珍惜，願意在對員工與客戶的價值上給予公平對等的待遇。走品味的道路，就是在型塑、提高整個社會民眾的文化風氣。

從創造價值的角度來看品質、品格、品味，品牌的資產價值，正是從這三個元素所創造積累上來的。品質代表產品與服務的「價值」，品格代表企業承擔社會責任的「素質」，品味則是代表了融入市場文化當中的高尚「氣質」。鐵路是與民眾具有最大接觸面的交通行業，如果鐵路行業走品牌企業的路子，對於全國人民的文明素質提升，將會起很大的作用。

知名歷史學家李敖先生曾經說過一句很雋永的話：「氣質是你一生的名牌」，可見得企業提升到具備氣質的時候，自然就發散著品牌的形象了。當這三種質感都傳遞到市場以後，很難不得到市場的認同而對此企業報以高度的忠誠。

三、 提升鐵路企業品牌

3.1.品牌的基本元素

品牌企業的成長路程是持續發展的，從根基來看，品質是第一個基本元素，如果品質都達不到基本要求，就不必妄想追求品牌。

如果鐵路企業的營運純粹在商言商，以利益為唯一的依歸，並沒有發揮出尊重人性，不尊重人的基本價值，造福社會的企業品格，就可以說這種企業是沒有格調，當然也就不會受到市場的歡迎，所以品格是建立品牌的第二個元素。

品牌的第三個元素是品味。品味跟經營者的文化藝術氣質與涵養有極大關聯，已經超出商業的範疇。如果經營者本身缺乏一種鑒賞與浪漫的氣質，就不容易經營出一個有品味的企業。品味雖然聽起來有點虛幻，但卻正是能夠引起真正品牌消費者共鳴的重要元素。原因是品味觸及人的涵養，而有涵養的人對於消費這件事也是很講究的。例如有涵養的消費者不會去搶購低價品，有品味的品牌企業也絕不會把自己的產品或服務當作便宜貨讓人爭先恐後，花容失色的去搶購。所以品味的層次是達到了人性裡面自尊自重的高度，而產生自重人重的價值觀互動效果。

3.2.品牌的屬性分類

品牌依屬性區分可以分為三大類，第一類是流行品牌，走時尚風潮，例如時裝業，過季便失去風采。第二類是工藝品牌，走工藝技術與科技，例如蘋果手機、瑞士鐘錶、賓士汽車，它提供方便、信賴與安全感。第三類是文化(精品)品牌，跟品味享受連結，例如藝術創作，飲食文化，生活形態，借著它帶領消費者進入文化與歷史的殿堂，使人獲得心靈上的享宴。

對於鐵路行業而言，這三種屬性都充實完整。鐵路在全世界來說已經是百年事業，它具有豐富的歷史文化背景。鐵路又是精密工藝的行業，安全品質日日求新求進，能夠展現行業工藝水準。最後，鐵路也是時髦行業，各種人性化的服務不斷推陳出新，吸引乘客享受最先進的服務內容。綜合這三種屬性，鐵路是最適合也最需要引用品牌管理的行業。

3.3.品牌資產

品牌經營跟傳統企業經營的最主要不同處是，品牌經營的目的是創造品牌資產。品牌資產包含了品牌知名度、美譽度、聯想度、忠誠度、市占率，是有形資產與無形資產的綜合，品牌行業要爭取的就是有形資產與無形資產的最大化。企業經營則是以創造最大利潤為最終目標，除了企業內的人力資產以外幾乎全是有形資產。

品牌經營以客戶「忠誠度」及「市占率」為最高最終追求指標，即「品牌認同」的實際反映。忠誠度是包括認知、認識、認同的市調資料指標，是謂軟指標。市占率則是市場產品的銷售佔有比例，是謂硬指標。企業的品牌資產是由軟、硬兩類指標組合而成。

但是「品牌認同」並不是一步就到位，它的基礎是建立在「品牌認識」上，亦即必須消費者通過對企業的深度認識才能夠決定是否認同。「品牌認識」是由「美譽度」和「聯想度」兩者組合而成，是經過消費者使用產品與服務後，在理性方面的評價與感性方面的回饋與反響。

在進入品牌認識之前，則有「品牌認知」的階段，這是品牌推廣的前緣。一般的作法是通過企業標誌設計、產品包裝設計、通路行銷規劃、

品牌建立的常態順序是先有品牌「認知」，再達到品牌「認識」，最後自然的得到品牌「認同」。因此鐵路企業要永續維持品牌高度，就必須不斷努力，持續的贏得市場的認同，如圖 1 所示。

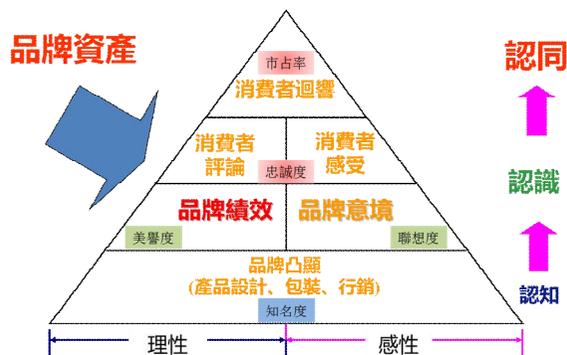


圖 1 品牌資產模型^[3-9]

歸納上所述說明，企業的品牌資產知名度、聯想度、美譽度、忠誠度、市占率這五個度量，可以視為品牌績效指標。品牌企業必須明確努力方向與內容，盡力將這五個度量拉高，才能做大企業的品牌資產。

四、開展“品牌”戰略的措施

4.1. 建立美譽度裡面的九項績效能力

鐵路企業要提高品牌資產，首要從五項績效指標當中的美譽度著手，因為鐵路行業的知名度，聯想度已經相當成熟，唯有從提高美譽度指標才是最事半功倍策略。美譽度所展開的品牌價值核心能力共計有九大項，具備這九大核心能力，通過一個完整度流程的迴圈，才有機會逐步推進品牌績效，墊高品牌資產。

針對鐵路行業，這九項核心能力與內容分別是：

- (1) 需求開發力：訂票速度，取票驗票方便性，安檢速度與有效性，訂位元正確性，准點率，經濟性，安全性，乘坐舒適性，車站方便性與舒適性，站外運輸能力，鐵路與汽車，航空網路連結之運量最大化，年節疏運方案優化，旅客及行李照顧，車站與運行間緊急事故應變，等等課題，進行運輸任務及乘客需求分析與的創新開發。
- (2) 研發創新力：針對前列開發出來的需求，進行創新研究與設計，使得新產品與新服務具有獨特性、超前性、可靠性及生命週期的經濟效益，最終使產品與服務達到市場上最佳競爭條件。
- (3) 品質管理力：針對需求及研發創新的系統及服務內容，制訂品質要求及可衡量，可控制的品質績效參數。不僅要針對硬體，決策、組織設計、流程與人力資產的品質同等重要。
- (4) 系統安全力：安全除了現行國際及國家對於鐵路系統軟，硬體的安全要求外，也包括全部營運風險管理、操作隱患規避及排除、作業流程異常監測與緊急處置等等。(在鐵路行業此即為業內所熟知的“系統安全“)
- (5) 鐵路系統（產品）與服務適應力：系統軟硬體與營運服務在滿足營運時所有的操作情境、規範條件與後勤維修的適應能力，讓客戶對鐵路系統功能的滿意度在搭乘期間達到最高點。(在鐵路行業此即為業內所熟知的“系統保證“)
- (6) 後勤支援力：能夠充分支援鐵路系統與服務適應力、系統安全力的後勤支援分析及供應的能力。
- (7) 市場服務力：在完善的後勤支援力的支持之下，結合所有參與鐵路營運的職員，在鐵路所有營運範圍內，所能提供給客戶最快速、經濟、有效、體貼，舒適的服務能力。這個階段就是所有的需求被滿足的最後階段。

- (8) 系統整合力：將前面七項能力整合的專業管理能力與資源，使用工具包括標準化(Standardization)、型態管理(Configuration Management)、界面管理(Interface Management)、失效管理(Failure Management)、知識庫管理(Knowledge Management)。
- (9) 永續經營力：企業維持品牌的高階經營能力，包括各種體系管理，人力資產維護、財務穩健操作、企業文化形塑、產品與服務的市場戰略研究與決策、企業倫理與社會責任等等。

上述九項品牌績效核心能力是推展品牌戰略的關鍵能力，鐵路企業相對於其他企業，具備更多的已知能力，例如安全管理，維護管理，後勤支援等都是鐵路日常業務，缺乏的是以架構企業品牌為思維方向，與品牌連結的績效定義，及可持續監督，管理與改善的流程回路。

4.2.品牌戰略的開展

以品牌戰略為起始點展開，可以往下分出三級策略：市場策略，產品策略，服務策略。從高階管理者的角度而言，應用這三個策略搭建品牌績效管理的架構，可以大幅度的降低管理複雜性，相對提高管理效能，並且得到品牌提升的效果。這一個戰略、三個策略及九個能力在企業的經營中以下圖的方式呈現，如圖 2 所示：

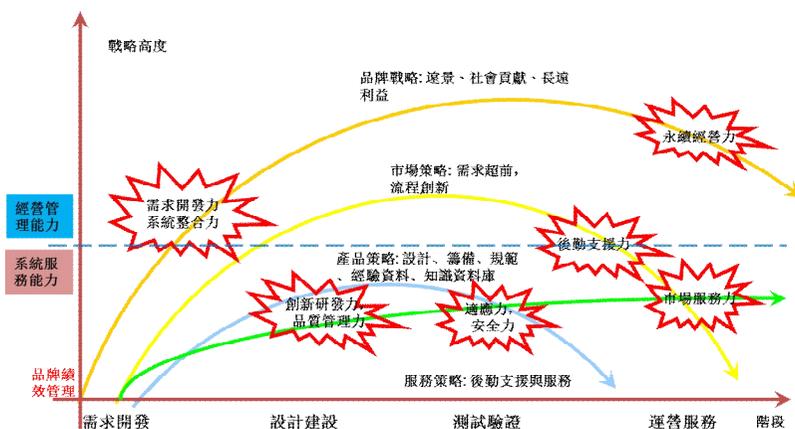


圖 2 品牌績效核心能力戰略位置分佈圖^[3-9]

從圖中可以清楚地看見：

- (1) 品牌戰略在企業決策層（局級）高度，必須專注永續經營，前瞻需求開發，和系統整合的工作；在品牌戰略之下是；

- (2) 市場策略，在企業經營層（處級）高度，必須專注市場後勤支援體系及服務體系；市場策略之下是；
- (3) 產品策略，在企業管理層（組級）高度，系統經理必須專注創新研發，品質管理，產品與服務適應，和系統安全；產品策略之下是；
- (4) 服務策略，客戶服務經理（科級）必須專注後勤支援與服務。

透過品牌定位，戰略位置分配，各層級通力合作，各司其職，甚至到基層職員的克盡職責，才能將品牌資產的極大化實現出來。

五、品牌績效核心能力的完整性流程

最後，這九項品牌績效能力除了戰略及策略的位置各有高度，還有順序上的關聯流程，形成一個完整並且生生不息的可持續迴圈，這些流程的順序是按著發生的實際先後連貫而成，每一流程的產出必須滿足下一流程的產入需要。企業必須從經營戰略高度及關聯順序，全盤加以瞭解、熟悉、規劃、管理、追蹤，才能收到完整的效果。

Ki-Ha E200 型油電混合系統柴油內燃機車

Ki-Ha E200 Hybrid Diesel Locomotive

白木 直樹*Naoki Shiraki
加藤 洋子 Youko Katou
安井 義隆 Yoshitaka Yusui
金子 貴志 Takashi Kaneko
大石 亨一 Ryoichi Oishi
宋鴻康 Song,Hong-kang¹ 譯

地址：22041 新北市板橋區縣民大道二段七號九樓
Address：9F., No.7, Sec. 2, Xianmin Blvd., Banqiao Dist., New Taipei City 22041,
Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel)：(02) 80723333

電子信箱(E-mail)：hksung@hsr.gov.tw

摘要

東日本鐵路公司(JR-E)為減少內燃機車對環境之汙染，著手發展柴油引擎和鋰電池混合之軌道車輛系統。2007年時，世界第一輛柴油電池混合動力客車(Ki-Ha E200型)開始營運，此油電混合系統可減少柴油引擎廢氣對環境的不利衝擊。對於鋰電池之儲存能力的劣化，依據2009年之調查，顯示鋰電池壽命可能延長好幾年。

關鍵字：油電系統、柴油內燃機車、鋰電池、變流器。

Abstract

The East Japan Railway Company (JR-E), to reduce pollution of the environment by diesel locomotives, proceeded to develop a diesel engine-and-lithium battery hybrid rail vehicle system. In 2007, the world's first diesel-battery powered passenger train (Model Ki-Ha E200) was launched into operation. This fuel-electricity hybrid system can reduce the undesirable impact of diesel engine exhaust on the environment. Regarding the deterioration of the storage capacity of lithium batteries, a 2009 study showed the life span of lithium batteries may be extended for several years.

Keyword: *hybrid system, diesel locomotive, lithium-ion battery, Converter.*

¹交通部高速鐵路工程局 正工程司兼科長

一、緒論

JR 東日本地區的鐵道傳統支線有許多非電氣化區間(佔 JR 東日本鐵道的 27 %，2,030 km)，營運用的軌道車輛多為柴油動力引擎的內燃機車。近年來由於環保聲浪高漲，JR 東日本鐵路公司也積極推出節能車輛及其他環保策略。JR 東日本鐵路公司為減少內燃機車對環境造成的負擔，積極開發柴油引擎及蓄電池之油電混合系統車輛。2007 年 7 月開始營運的 Ki-Ha E200 型，便是世界首輛運用油電混和技術開發而成之軌道車輛。

Ki-Ha E200 型內燃機車的油電混合系統，除了可以有效利用再生能源，採用的引擎也可以減少排氣中的有害物質，達到降低環境負擔的目的。針對小海線的運用，將油電混合系統能源管控配合營業區間進行改善。

本文除了整理 Ki-Ha E200 型油電混合內燃車輛的系統概況及成效之外，也說明 2009 年所進行的蓄電池劣化調查結果。



圖 1 Ki-Ha E200 型油電混合動力車輛^[3-9]

二、Ki-Ha E200 型油電混合動力系統概要

2.1 油電混合動力系統概要

Ki-Ha E200 型內燃車輛的油電混合動力系統構成圖，如圖 2 所示。本系統由柴油引擎，發電機，主回路用蓄電池，整流及變流裝置 (Converter、Inverter+輔助電源裝置) 及車輪驅動用電磁感應電動機所構成。柴油引擎之機械動力轉換成電氣能量，然後與蓄電池的電氣能量結合，成為由變頻變流方式(VVVF Inverter)來驅動主電動機的「序列式油電混合動力系統」。

主回路蓄電池安裝於車廂中間連結部，按照變流器(Converter)的出力及變頻器(Inverter)所需電力的平衡，以控制主回路蓄電池的充放電電力結構。出力時，利用引擎帶動發電機產生之電力及自蓄電池來的電力，用變頻器(Inverter)驅動牽引馬達，主迴路系統規格，如表 1 所示。於低速區域

時，由於引擎停止作用，只靠電池的電力做加速，所以可以跟電車一樣非常安靜地加速。剎車時，再生電力會貯存於蓄電池，於下一段加速時使用或是做為輔助電源(Service power)之電力，故可加以有效利用。另外，引擎的停止及起動，會根據車輛的運轉狀態或是蓄電池的充電狀態等，由整流及變流裝置的控制部自動轉換。

更進一步地，於車站停車時，輔助電源裝置由蓄電池的電力供電，基本上引擎是無動作狀態。所以，車輛在車站停車時之噪音可大幅度地減低。

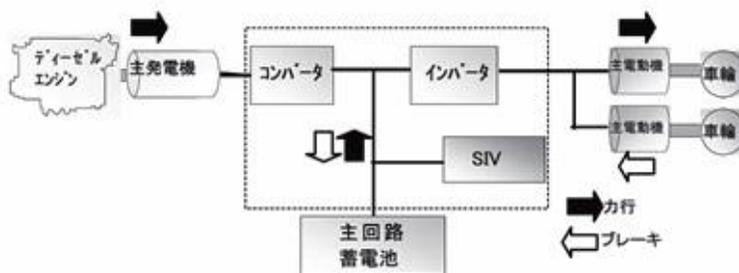


圖 2 Ki-Ha E200 型 油電混合系統^[3-9]

表 1 主回路系統規格^[3-9]

項目	規格
主回路電壓	DC680V
最高速度	100km/h
起動加速度	0.639 m/s ² (2.3km/h/s)
主回路系統	3 相 2 Level 主變換裝置 3 相 2 Level 輔助電源裝置
引擎出力	331kW/2100rpm
主電動機	3 相電磁感應電動機, 95kW
發電機	3 相電磁感應發電機, 270kW
輔助電源裝置	3 相 AC 440V 50kVA
主回路蓄電池	鋰電池(Lithium Battery) 15.2kWh

三、油電混合系統設備

3.1 主整流裝置

主變換裝置為控制 2 台牽引馬達的變流裝置(Inverter)，控制引擎/發電機的發電電力的整流裝置(Converter)，空調/室內照明電源的輔助電源裝置，一體化的構成，如圖 3 所示。惟各部品仍各自獨立作動。

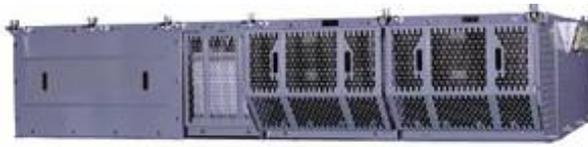


圖 3 主整流裝置^[3-9]

3.2 主回路蓄電池

主回路蓄電池為高出力，高能量密度的鋰子電池。從性能面及安全面考量下，端子間電壓為 DC680 V。另外，考慮到蓄電池故障時的備援功能，蓄電池回路以 2 群並列組成，如圖 4 所示。當單邊群故障時，另一單邊群可以維持作動。主回路蓄電池以群為單位內藏於箱內，如圖 5 所示，搭載於車輛車頂上。



圖 4 電池模組^[3-9]



圖 5 主回路蓄電池箱^[3-9]

主回路蓄電池採用 48 個鋰電池構成蓄電池模組，是由 4 個直列 X 2 列連接成 1 群的構成。因鋰電池必須要各個電池單元能夠平均蓄電，所以各個的電池單元電壓控制由電池控制器(Battery Controller)來控制蓄電池群。以此方式進行主變換裝置，電池控制器(Battery Controller)，單元控制器(Cell Controller)間的控制傳送，也進行蓄電池的充放電控制，如表 2 所示。

項目	電池巢	模組
種類	錳系(Manganese)鋰蓄電池	
定格電壓	3.6V	173V
容量	5.5Ah	5.5Ah
尺寸	φ40 x L 108mm	L611 x W318 x H103mm
重量	0.3kg	23kg

表 2 主回路蓄電池規格^[3-9]

3.3 引擎/發電機

發電裝置由柴油引擎及電磁感應發電機組合搭配所構成。最大發電電力為 300 kW，主回路蓄電池故障時，單獨依賴引擎出力亦能夠確保其運轉性能之規格。本車之引擎採用新世代共軌直噴柴油方式，氮氧化物等可以

大幅度減低。

3.4 牽引馬達

牽引馬達採用三相電磁感應電動機，由於主回路電壓為 DC680 V (一般為 DC1500 V)，緣此，特地進行了本內燃車輛用牽引馬達之新設計開發。

四、油電混合系統控制

4.1 概要

主整流器裝置的控制總將整流裝置(Converter)、變流裝置(Inverter)及輔助電源整合為單一控制，亦即將引擎或電池等各機器的狀態做統和式的掌握，擁有控制全體油電混合系統的機能。

4.2 能源管理控制

在油電系統當中，包含引擎、發電機、主整流器裝置、牽引馬達的控制及蓄電池充放電等等，如何使各裝置間產生最適當的動作，為最重要的事情。所以，於本系統當中，導入了所謂「能源管理控制」的控制方式，可控制依運行速度的能源變化(蓄電能源、運動能源)保持一定總合的發電電力的控制系統。本控制可按照走行速度及蓄電池蓄電量(SOC)分類控制模式，依控制模式控制發電出力並調整能源，如圖 6 所示。此控制方式，可以按照車輛運行狀態控制蓄電池出力及引擎出力，可以確保必要的運行性能。

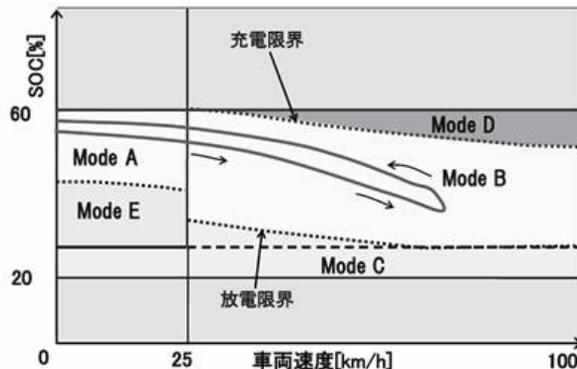
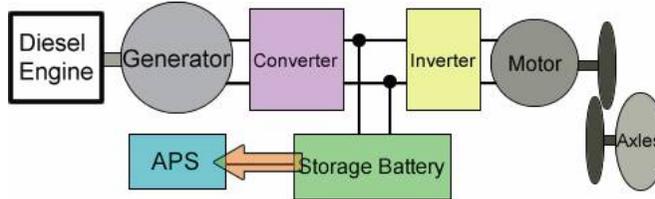


圖 6 能源管理控制模式^[3-9]

另外，如圖 7 所表示，控制系統可依照加減速度狀態，運行速度，蓄電池的充電狀態等，使其變化動作模式，分述如下。

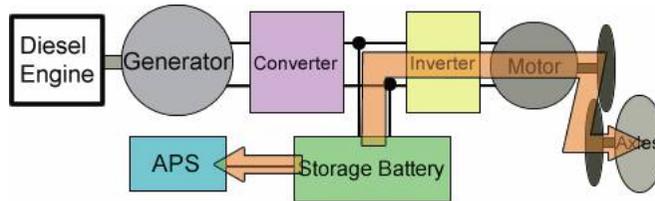
4.2.1 車站停車時

為防止於車站時噪音過大，此時停止引擎發電，只靠電池的電力讓輔助設備運作(Mode A)。蓄電池蓄電量(SOC)低下的狀況，再發動引擎發電，進行充電(Mode E)出力運轉(25 km/h 以下)。



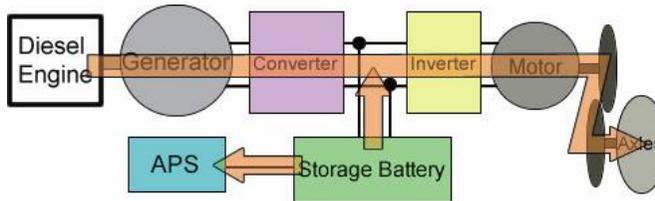
4.2.2 出力運轉(25 km/h 以下)

在時速 25 公里以下，只靠蓄電池出力(Mode A)。



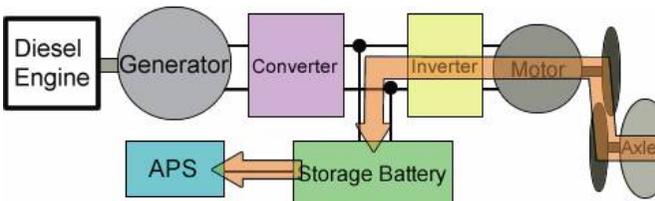
4.2.3 出力運轉(25 km/h 以上)

時速 25 公里以上，由引擎及蓄電池出力(Mode B)。



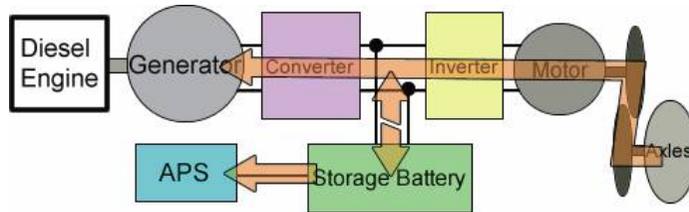
4.2.4 剎車時

剎車時：停止引擎發電，再生電力貯存於蓄電池(All Mode)。



4.2.5 抑速運行

停止引擎發電，再生電力貯存於蓄電池(Mode B,C)。防止蓄電池蓄電量(SOC)在達到充電上限時過充電 (Mode D)。



出力行駛及剎車中，蓄電池蓄電量(SOC)可控制位於Mode A及B模式內。

五、油電混合系統效果

5.1 環境面的效果

Ki-Ha E200型油電混合車輛因搭載本油電混合系統，對再生軔機的電池充電效果或是採用新世代共軌直噴柴油方式的引擎，得到以下成效：

- (1) 因油電混合系統的導入燃費約減低10 % (小海線)。
- (2) 因採用新世代共軌直噴柴油引擎，減低引擎排氣污染物質約60 %。
- (3) 車站停車時的噪音值約減低30 dB。

5.2 燃費改善

為了使Ki-Ha E200型油電混合動力車輛更加改善燃費，配合小海線的運行做了控制改善。小海線的坡度區間的標高差為700 m，野邊山附近沿途連續超過20 %的陡坡，所以在下坡區間，再生軔機對蓄電池蓄電量(SOC)將會達到充電界限，再生電力無法完全對蓄電池充電。

為了提高可回收的再生電力以及減少引擎發電時間降低燃料消費量，設計了以下控制。

- (1) 下坡區間無論為惰力運轉或出力運轉時皆停止引擎發電，控制只靠蓄電池的電力運行。於惰力運轉時儘可能將蓄電池放電，在剎車時再多充電。此方式命名為「下坡模式」。但是，因為只靠蓄電池出力的關係，出力電能以不超過蓄電池最大容許電力範圍設計。
- (2) 按照引擎發電，設計控制出力補償最好的節能回轉數1,670 rpm (發電出力270 kW)。
- (3) 綜上，放電界限由40 %降低到30 %，增加了下坡區間時充電可能的電池容量，提高軔機再生電力的回收率。
- (4) 走行測試時的SOC軌跡。因為採用了下坡模式，再生軔機可以充電到蓄電池。剎車中，如圖5所示，SOC可控制在 Mode A及B模式內，如圖7所示。

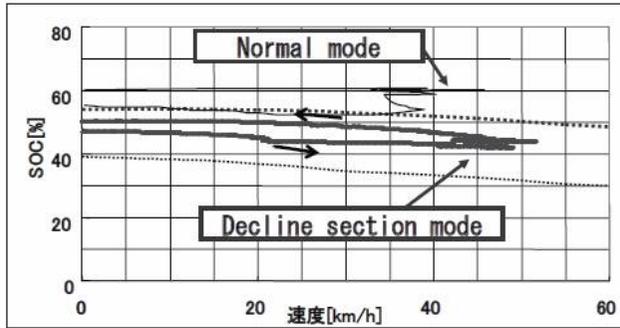


圖 7 運行測試時之蓄電池蓄電量(SOC)軌跡^[3-9]

依實際運行測試之結果，其標準模式及下坡模式的燃料費比較。如果只有下坡區間的燃料費節省約2倍，全線區的話改善了5%。相較以往之車輛，更進一步改善了1%左右。另外，如圖6所表示，依照加減速度狀態、行走速度及蓄電池的充電狀態等，使其變化動作模式之燃料費比較，如圖8所示。

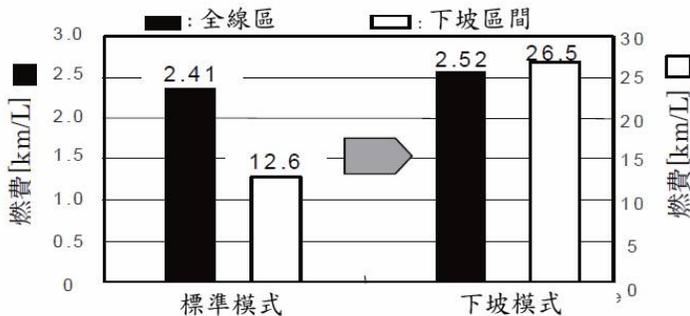


圖 8 下坡模式的燃費^[3-9]

六、主回路蓄電池劣化調查

Ki-Ha E200自商業運轉開始2年後，於2009年9月(運行距離約140,000 km)進行了主回路蓄電池的容量、電壓及內部抵抗等劣化調查，調查結果分述如下：

6.1 主回路蓄電池外觀調查

實際主回路蓄電池模組的外觀檢查時，發現有煤灰等附著於上面。因為主回路蓄電池箱是搭載於車輛車頂上面，靠近引擎排氣口附近，故猜想係引擎排氣之煤灰附著在蓄電池上。為此，實施了變更吸入式濾器(Filter)，將引擎排氣口面積減小及提升排氣速度等之改善對策。

6.2 蓄電池單元電壓

對主回路蓄電池之各電池組不平衡調查結果顯示[電池單體(Cell)平均電壓及各電池單體(Cell)電壓值的差]。電壓不平衡量最小為10 mV，最大為38.3 V，顯示蓄電池性能相當穩定，如圖9所示。

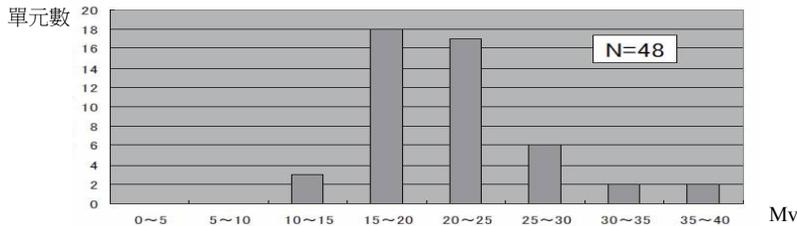


圖9 蓄電池單元電壓不平衡量測定^[3-9]

6.3 蓄電池內部阻抗

主回路蓄電池組的內部阻抗測定結果，如圖10所示。

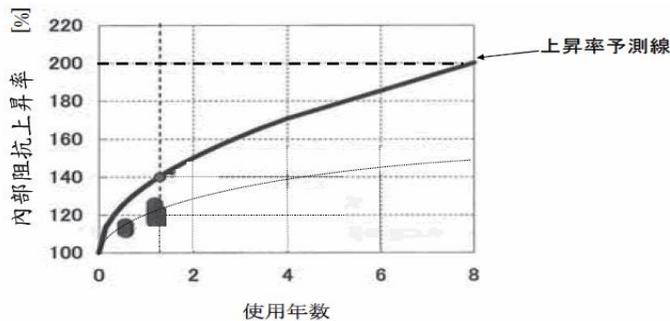


圖10 電池單元內部阻抗上昇率^[3-9]

此圖顯示內部阻抗的上昇，但是此阻抗比設計時預想2年後的內部阻抗上昇率還要小。設計時電池的壽命預測為8年，但依目前的結果推定，電池壽命可以延長數年應無問題，而今後也將持續進行電池劣化之調查。

七、結語

JR東日本鐵道公司為了提升柴油客車的環保性能，2007年投入營運至之世界首輛油電混合動力車輛(Ki-Ha E200型)，其成果已達到節省燃料以及氮氧化物減量的成果。再加上依據小海線運用的管控改善，可更節省燃料，如油電混合動力車輛投入其他路線時，依上述技術，將可採用最適合之控制方式。

環保議題日漸受到重視，也因此開發出各種新系統。JR東日本鐵道公司為了在2030年前達成CO₂排放減量50% (相較於1990年度)的目標，將繼續致力改善油電混合動力系統，預定投入更多油電混合動力車輛(2010年秋天導入搭載油

電混合動力系統之渡假觀光列車)。另外，為了減少對環境的負擔，目前著手於『蓄電池驅動電車系統』的開發，此系統在電氣化路段為一般電車，在非電氣化路段靠蓄電池電力運行，同時，今後也將針對環保議題積極檢討改進。

參考文獻

1. T. Tata, and N. Shiraki(2007,Nov), et al: “The Main System of Ki-Ha E200 of JR-East” Railway Cybernetics, No502
2. Tetsuro Omura, Motomi Shimada, et al.:“Hybrid Traction System for Railway Vehicles”, The 21st Worldwide Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exhibition (EVS21)
3. Naoki Shiraki, Takeshi Shinomiya(2007), et al.:“Improvement in main circuit redundancy of hybrid vehicle KIHA E200”, The 2007 Tokyo Local Seminar I.E.E. Japan, B-11
4. Investigation R&D Committee on Energy Storage Application Technologies for Mobile Vehicles: “Current and Future Technical trends Energy Storage Application Technologies for Mobile Vehicles”, Technical Report No. 1161, I.E.E. Japan
5. Keiichior Kondo(2009.9): “Energy Storage Application Technologies on 20 Years Future in the Electric Railway System” The 2009 Japan Industry Applications Society Conference, I.E.E. Japan, JIASC 2009, 3-63.

軌道系統資料交換平台

A Railway Data Exchange Platform

張朝能 Chao-Neng Chang¹

陳佩棻 Pey-Fen Chen²

劉銘韻 Ming-Yun Liu³

陳春益 Chuen-Yih Chen⁴

林東盈 Dung-Ying Lin⁵

李威勳 Wei-Hsun Lee⁶

呂錦隆 Lin-Long Lu⁷

袁永偉 Yune-Wei Yuan⁸

郭昭佑 Chao-Yu Kuo⁹

吳美玲 Mei-Ling Wu⁹

顏利憲 Li-Hsian Yan⁹

李宇欣 Yusin Lee⁹

聯絡地址：70101 臺南市大學路 1 號

Address: 1 University road, Tainan 70101, Taiwan

電話(Tel)：(06)2757575 轉 63118

電子信箱(E-mail)：yusin@mail.ncku.edu.tw

摘要

適當的軌道運輸統計資料標為政府、一般大眾、以及鐵路機構所

¹交通部運輸研究所 組長

²交通部運輸研究所 研究員

³交通部運輸研究所 副研究員

⁴長榮大學 教授

⁵國立成功大學 副教授

⁶國立成功大學 助理教授

⁷國立高雄海洋科技大學 副教授

⁸國立成功大學軌道運輸中心 研究員

⁹國立成功大學 教授

本文部份內容出自交通部運輸研究所「軌道運輸系統營運統計資料與績效評量指標整合規劃」(MOTC-IOT-103-MDF001)研究報告，經該所同意發表。

需要之重要資訊。目前在我國及在其他國家，軌道運輸系統在運轉過程中產生的資料，大部份經由統計資料或指標等資訊濃縮形態流向外界使用者。在此作法下，鐵路機構各自產生之資料不易融合，而鐵路機構亦不易控制資訊之流向。因此，即便指數之計算方式與實際需求僅有小幅之差異，資料使用者仍需請求鐵路機構重新提供依需求客製化之指數，而鐵路機構則常採取保守態度以保護掌控資料流向之能力。此外，相似指數間微小的定義差異又常成為資料比較之重大困難。

為此本研究提出建立關聯式資料平台作為所有軌道運輸系統共同資料中心之構想。鐵路機構上載詳細的運轉資料，如所有車次之表訂與實際到、離站時分紀錄、所有乘客在系統中旅行過程之紀錄、及其他項目。資料平台則對授權之使用者及一般大眾提供客製化之統計與指標，而所提供之資料內容與解析度則視授權程度而異。本系統亦可自動定期產生並傳送報表。此一系統可望消除因為指標定義分歧而產生之應用障礙、為鐵路機構節省可觀的資料處理相關經費及其他資源、為所有資料使用者提供單一窗口、成為重要而可靠之檔案庫、使珍貴資料發揮最大效用、並有機會在未來支持不計其數的資料加值應用。

關鍵詞：鐵路、資料庫、單一資料窗口。

Abstract

Appropriate statistics and indexes of railway systems are vital to the government, general public, and even to railway agencies themselves. Currently in Taiwan and in many other countries, most basic data are generated within the railway system during operation, and information flows to outside users through the condensed form of statistics and indicators. Information treated in this process is hard to fuse with each other, and the railway agencies lack the means to control their usage once released, resulting in their reluctance in releasing information. As such, data users have to go back to the railway operators when they need customized statistics, even when their need is already close to those already provided. Moreover, slight differences in the definition of similar indexes frequently make comparison among different railway systems very difficult.

In light of these drawbacks, this work proposes the establishment of a relational data platform as a common source of all railway statistics. Under this scheme, railway operators upload detailed records, including the scheduled and actual departing and arrival time of every train service,

the travel record of every passenger within the system, environment monitoring data, and others. The system provides customized statistics to authorized users and the general public, where the content and data resolution provided depends on the level of authorization. The system is also able to regularly generate reports and deliver them automatically. We expect that the creation of such a system will eliminate the obstacles resulting from index definition variances, save considerable information-processing related funding and other valuable resources for railway agencies, provide a unified statistic source for all the users, serve as an accurate and reliable data archive, effectively enhance the usability of precious real data, and will be able to support numerous value-adding applications in the future.

Keywords: *Railway, database, unified data source.*

一、前言

廿一世紀的鐵路系統為資訊密集之產業。在現代設備之協助下，資訊之產生、應用、儲存、傳輸、查詢、與分享等過程均日益方便快捷。今日的鐵路系統由規畫階段的服務計畫研擬、班表排點，到上線運轉過程中之列車保安與行車控制，直至事後的統計分析，至於車輛、路線、電力、號誌等維運相關系統之管養與運用，以及主計、票務、人事等業務，均在其作業過程中運用大量資訊，亦產生大量資訊。而這些資訊亦被各鐵路機構、政府機關、甚至一般大眾所廣為應用，並扮演日益重要之角色。

鐵路相關資料依其性質可區分為較偏靜態之「基本資料」，與較偏動態之「運轉資料」。前者如車站數、營業里程、車隊組成、車隊規模、組織編制等較少變動之資料，而後者則包括了每日之發車次數、載客人數、準點紀錄等高度變動性之資料。我國目前狀況，主要係由各鐵路機構各自保存與管理自身之基本資料與運轉資料，並依法將部份資料陳報到主管監理機關。而所陳報之資料以統計指標為主，例如每月之平均準點率、客座利用率等。這些資料經過彙整之後，再公開揭露於交通部統計處統計查詢網、交通部運輸研究所統計資料彙編等管道。此外，各鐵路機構並在其網站上亦有資料之公佈。

這種現況之資料體系已行之有年，已經成熟並在過去為需求者提供了相當重要之服務。然而亦有其不足之處，分析如下。

1.1 資料不易融合

由於各鐵路機構所陳報之資料均為經過統計整合之指標，因此主管機關，或統計機關均難以將這些資料作不同之組合，而僅能以原樣呈現。例如，臺鐵陳報了所承載之延人公里數以及自強號、莒光號、復興號列車之載客人數。然而統計機關並無法據以推估自強號、莒光號列車之延人公里數。至於融合不同鐵路機構所提供之資料，例如就高鐵與臺鐵同時服務之臺北高雄等運輸走廊，統計分析兩個鐵路系統之運量相關性或甚至需求型態之相關性，就更困難了。這種障礙大大限制了珍貴資料應有之參考價值。

1.2 指標計算方式固定

以準點率為例，交通部統計查詢網長期收錄臺鐵之準點率，而其計算係依交通部之標準，以「列車到達終點站延誤 5 分鐘以內」作為準點。這使得長年統計之準點率無法與其他國家，以不同標準統計而得之準點率直接比較。

1.3 解析度及時間延遲控管能力不足

資料之解析度影響了其可供後續解讀之能力，以及資料之用途，亦影響資料之敏感性。因此各鐵路機構對外（主管單位或大眾）陳報與揭露時均適度控管所揭露資料之解析度。以台灣高鐵公司之座位利用率為例，該公司每年主動於年報公告其全年平均值。但每月平均值則僅陳報予主管單位而不公開揭露之。至於每日平均值甚至每車次之平均值則僅供公司內部使用，不公開亦不陳報。這種保護之目的在適當控制外界解讀資料之能力，以避免資料被誤用錯用。

在我國目前體制下，各種資料提供之管道均僅能控制開放查詢或不開放查詢，而無法針對不同查詢者提供不同解析度之資訊。在此種現況下，鐵路機構難以維持陳報與揭露間之區隔。而在實務上鐵路機構之需求並不僅止於此。鐵路機構作為營運者與資訊之產生者，需要能夠有能力控制所陳報之資訊對各種使用者揭露之程度：對大眾公開揭露、對特定對象揭露、或僅作必要陳報而不揭露。在難以滿足這些需求之現實下，鐵路機構在陳報或揭露其資訊時，基於對資訊之保護，僅能選擇以保守方式為之。即便鐵路機構願意將某些較高解析度資料提供予某些使用者查詢，亦無法安全為之。

與解析度控管需求相類似者為時間延遲之控管。許多資料常有時效性，在不同時間有不同用途與價值。例如，過去一年高解析度的車輛維修紀錄可能對競爭對手具有參考價值，但相同的資訊經過五年之後，可能仍具有研究價值，但早已完全失去其商業價值。因此理想的資料庫亦應具有

時間延遲控管能力，以對不同的查詢者依其身份給予不同的時間延遲。

1.4 資料定義不一致

檢視現況各鐵路機構所陳報之資料與指標可以發現名詞用語不一致之現象。以準點率為例，各鐵路機構均以列車到達終點站延誤之時間為準，但臺鐵與高鐵以晚到 5 分鐘以內為準點、臺北捷運公司以正負差距 90 秒以內為準點、高雄捷運公司則以晚到 3 分鐘以內為準點。其他客座利用率等指標亦有類似之現象。這種用語不統一之現象時或造成不同資料間比較不易，或甚至造成誤解。

1.5 不易確保統計資料正確性

在現行體制下，各統計資料庫之主要資料來源為鐵路機構所陳報予主管機關之資料與指標。實務上大部份資料在陳報之過程中均經過或多或少之人工處理。而每一次之人工處理均伴隨潛在之錯誤可能。在大部份狀況下限於原始資訊之不足、人力不足、缺乏適當之資訊系統、或其他限制因素，主管機關對所收集之資料與指標並無複核之能力。因此上述錯誤一旦產生，即很有可能無法即時發現，並經由反覆多次的統計、彙整等後續處理而在整個體系中傳播。

1.6 重複進行資料處理工作

由於資料的複雜性以及需求之多樣性，不同的使用者常需要以不同組合方式利用類似，或甚至相同之資訊。例如相同或不同使用者可能需要高鐵系統在全年中所有平常日、或全年所有周末、或全年每一次三天連假前一日與後一日、或全年總平均之客座利用率。這些不同組合之客座利用率資訊全數來自相同之運轉資料，以極為類似之方法統計而得，其解析度亦相同。但在現況下所有資料庫均無法提供滿足這些需求。在此狀況下，需求者唯一的方法是請原鐵路機構提供之，實務上甚為不便。本研究訪談過程中與專家學者座談會中發現此類需求甚多，且其需求經常具有時效性。若其需求無法及時獲得滿足則對行政工作有所妨礙，而多數不同單位之需求，又對鐵路機構帶來沉重之業務負荷。再者，不同單位各提出相近似或重複之需求，或不同鐵路機構以各自不同之數據進行相同之計算，均為國家資源之浪費。而所需之資訊若需要融合數個鐵路機構之資訊方能達成，則常無法達成。

在資訊系統方面，由於各鐵路機構均各自需要分析自身之資料，因此大都各自建置類似之資訊系統。這些資訊系統之軟體、硬體在建置以及後續之維運均耗費相當之資源。而不同鐵路機構之重複建置，則造成了整體資源的浪費。

1.7 缺乏單一資料窗口

在現況下，雖然交通部統計查詢網、交通部運研所等均可查詢取得各鐵路機構之統計與指標等資料，但若需要更進一步之資訊，大抵均需要洽詢各鐵路機構提供之。而各鐵路機構基於自身之任務分工，不同資料之主管部門又有所不同。此種狀況常造成資料需求單位在溝通協調上之業務負擔，亦常為參考資料時效不及之原因。

以上所分析之各項不足之處各具不同性質，但亦具有共同點。整體觀之，問題之根源可以歸納為資料未集中處理、資料庫缺乏上游之更原始之資料、以及資料庫軟體系統能力不足三項。而这三項缺點，均能利用現代化之資訊技術克服之。本論文將針對鐵路機構以及其資料運用單位之需求，提出軌道資料交換平台之構想，以擘畫此一系統之藍圖並分析其可行性與可能帶之效益。

本文共分為五節。除本節前言外，將於第二節說明此一資料平台之構想，並於第三節說明其服務模式。第四節則說明這種作法可能之效益，最後第五節為本研究之結論與建議。

二、軌道資料交換平台構想

基於以上之現行體制分析，本研究提出資料平台系統之構想，以達到更佳之資料統合、運用、及方便性。該資料平台之資料源自鐵路機構之定期上載，提供方便之查詢功能。資料平台將採關聯式資料庫之架構，具有能力提供一般制式查詢以及客製化之查詢，並可自動、主動、常態性產生各式軌道運輸系統營運統計資料、計算各種指標、並製成報表。這種由鐵路機構上載、自動化之資料清分整理、再提供客製化查詢之機制將具有相當之效益。以下各小節將由各面向探討此一平台之構想。

2.1. 資料間之關聯

本平台將採用關聯式資料系統。關聯式資料模型由 E.F.Codd 於 1970 年提出^[2,3]，將同一類型的資料都放在一個關聯（表格）之中，資料屬性為表格的欄位（column），而資料的個體則為表格的列（tuple/row）。在一個關聯式資料庫中所能存放之資訊並不限於時間、日期、數量等簡單整數、浮點數、或字串。現代的資料庫系統均允許將圖形、影音等多媒體檔案亦比照基本數據存放於資料庫中，並以目錄或索引方式與其他資料建立關聯。至於論文、報告等全文資料亦可收錄存放，並可進行全文檢索。

建立資料間之關聯將可使寶貴的資料更能發揮其參考價值。茲以表 1 與表 2 為例說明資料關聯之基本概念。表 1 所示為一個記載車次資料之資

料表，其中含有車次編號、車種、起站、迄站、以及該車次在起點站與迄點站之表訂到開時分與實際到開時分。

表 1 車次資料

車次	日期	車種	起站	迄站	起站 表訂 時分	實際 發車 時分	終站 表訂 時分	實際 收車 時分
123	2014/10/10	自強	七堵	高雄	8:00	8:01	12:45	12:50
125	2014/10/10	自強	七堵	高雄	11:00	11:00	15:50	16:00
230	2014/10/10	莒光	高雄	七堵	7:15	7:15	13:22	13:25
--	--	--	--	--	--	--	--	--

此外，表 2 所示為記載乘客乘車紀錄之資料表。表中之每一筆資料描述了各趟旅次所搭乘之車次、乘車日期、所搭乘之車種、旅次起站、及旅次迄站。

由表 1 之資訊，可利用資訊軟體整理統計得到所有車次之準點率，亦能分別統計自強號、莒光號等不同車種之準點率等各種指標，亦能分日期、分車種、甚至分起站、迄站個別計算其準點率。而表 2 則可統計得到分日期、分車種之乘客人數，亦可計算得到所有車次在各停靠站之上車與下車人數。若佐以車站相關位置資訊，則尚可得到每日各車次在每一路段之車上人數。

觀察表 1 與表 2 可以發現這兩個表具有「車次」與「日期」兩個共同欄位。而由於每天所開行之車次，其車次號碼不重複，因此這兩個欄位之組合在表 1 中具有唯一性，亦即每一種「車次」與「日期」之組合在該表中僅能有唯一的一筆資料。利用此一性質，即可利用「車次」與「日期」兩個欄位之組合，建立表 1 與表 2 之間一對多之關聯。亦即表 1 中之每一筆資料均對應表 2 中之若干筆資料，而表 2 中之每一筆資料，均對應表 1 中之恰好一筆資料。例如，若取表 1 中，2014 年 10 月 10 日開行之 123 車次自強號，即可對應表 2 中該車次所搭載之所有乘客之相關資料。而該車次之乘客人數可能很多，亦可能為零。反之，若取表 2 中之某一筆乘客資料，即必可在表 1 中對應唯一的一筆車次資料。利用此種性質，即可利用「車次」與「日期」欄位在兩表間建立關聯。

表 2 乘客乘車紀錄

車次	日期	車種	起站	迄站
123	2014/10/10	自強	新竹	臺中
123	2014/10/10	自強	七堵	臺中
123	2014/10/10	自強	臺北	新竹
125	2014/10/10	自強	苗栗	臺南
125	2014/10/10	自強	松山	臺南
125	2014/10/10	自強	臺中	高雄
125	2014/10/10	自強	嘉義	岡山
125	2014/10/10	自強	新竹	高雄
230	2014/10/10	莒光	路竹	豐原
--	--	--	--	--

這種表格間關聯之建立，使得相同之資料得以發揮更大之效用，並可節省資料儲存空間。除了上述各種統計指標不受影響外，並能得到跨表格統計之多種指標，例如：(1)所有在上午 10:00 之前發車之車次，其搭車人數之統計、(2)所有搭車人數大於 500 人之車次，其準點率之統計等等。除此之外，在建立關聯之後，表 2 即不必有「車種」欄而節省儲存空間並有利加速運算過程。需要查詢各筆乘車紀錄之車種時，以該乘車紀錄之車次與日期，經表格間之關聯至表 1 之車次資料檢索即可。

以上之簡例僅使用兩個表格，即可發現當不同表格之間建立適當關聯性時，相同的資料能夠經由交叉分析而產生豐富之資訊。當資料庫中有更多表格建立複雜之關聯時，所能產生之資訊將成指數成長，因而產生資料集中運用之效用。交通部運輸研究所開發之 RDSP (Railway Decision Support Platform)^[1]已設計有適合鐵路系統之資料模型，可作為本資料平台之基礎。

2.2. 資訊技術

本資料平台的系統架構如圖 1 所表示。臺鐵局、台灣高鐵公司、台北捷運公司與高雄捷運公司等鐵路機構為軌道營運資料的資料提供來源，透過本平台的統一資料管理介面上傳軌道營運資料。資料經過自動整理後首先存放到後段的資料倉儲系統 (Data Warehouse)，資料平台透過事先設計的 ETL (Extract-Transform-Load) 計畫將相關營運資料轉換為中段的關聯式資料庫綱要，使得軌道營運資料可以針對各種本研究提出的各種指標事先做統計彙總，並且可以交叉關聯。在前段則針對不同的揭露原則設計了各種的 Data Mart，提供對外查詢介面可以連結查詢資料。這些不同之資料管理模組可分散建置於不同硬體上，但對外以單一之界面提供查詢及其他

服務。

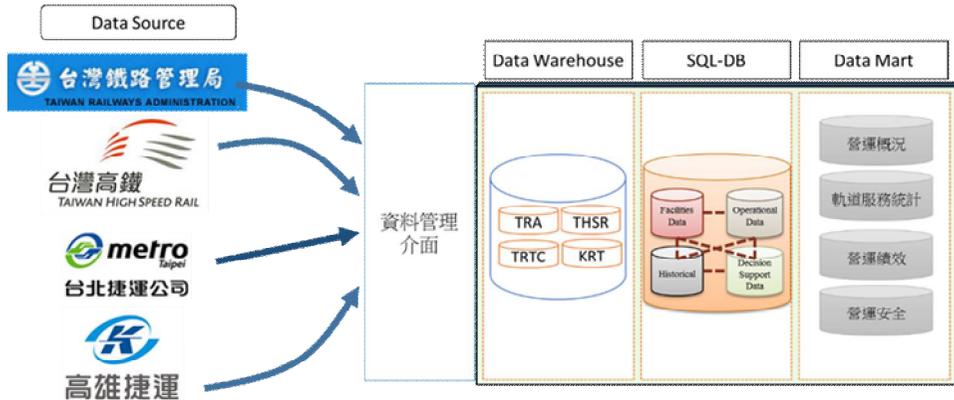


圖 1 資料平台結構示意圖

2.3.平台收錄資訊項目

本研究規畫資料平台應收集之資料項目可分為三大類，整理於表 3，並分別說明如下。

2.3.1.各鐵路機構運轉資料

本類資料包括四項：(1) 乘客乘車紀錄，含對號、非對號、電子票證、及其他票證。而每一筆資料則包含日期、票種、起站、迄站。若為對號車票則包含車次資訊、若為非對號車票及電子票證則包含進站與出站時間；(2) 班表紀錄，含所有車次之編號、日期、在各經過站之到站任務以及表訂到站與離站行點。若該系統使用多種車型，則亦包含各車次所運用之車型；(3) 準點紀錄，各車次實際發車及實際抵達終點站時間；(4) 貨運紀錄，貨物列車將貨物在各地之間運送之紀錄。目前臺鐵為全國唯一具有貨運業務系統，因此其他各鐵路機構自然無本項資料。這些項目紀錄了鐵路機構於提供運輸服務之過程，為最核心之資料項。

2.3.2.事故事件資料

本項資料將以目前新聞稿之內容為原則，包括 18 項內容：(1)發生時間；(2)事故事件原因；(3)恢復之時間；(4)發生地點；(5)主要相關車次；(6)產生之損害；(7)旅客、員工、其他人員受輕重傷；(8) 旅客、員工、其他人員死亡；(9)責任歸屬；(10) 影響之列次數；(11)最大之延誤時間；(12)總延誤列車分鐘；(13)延誤之旅客人數；(14)分類，重大或一般；(15)分類，事故或事件；(16)行車安全，是/否；(17)犯罪，是/否；(18)概況說明。

2.3.3.其他資料

包括 4 項資料：(1) 環境控制監測紀錄：噪音、溫度、照度；(2) 客訴紀錄；(3) 滿意度、旅客意向、或其他調查報告；(4) 營運收入。

表 3 資料平台擬收集資料一覽表

項目	內容	說明
乘客乘車紀錄	日期	
	票種	對號、非對號、電子票證、定期票等。
	車次	對號車適用。
	起站	
	迄站	
	進站時間	電子票證適用。
	出站時間	電子票證適用。
班表紀錄	車次	車次編號
	日期	開行日期
	車次任務	辦客、迴送等。
	車種	自強、莒光、直達、貨車等。
	車型	PP、TEMU 等。
	車輛數	該車次所掛之車輛數，動力集中之機車不計。
	行經車站	該車次所行經之各站清單。
	到站任務	該車次在各站之任務，如辦客、通過、停車不載客等。
表訂行點	該車次在各站之表訂到站與離站時分。	
準點紀錄	車次	車次編號
	日期	開行日期
	實際發車時間	該車次在始發站之實際離站時間。
	實際收車時間	該車次在終點站之實際到站時間。
貨運紀錄 (無貨運業務者不適用)	車次	車次編號
	日期	開行日期
	貨物種類	依臺鐵分類：農產品、林產品、禽畜產品、水產品等共 29 類。
	起運站	
	到達站	
	噸數	
事故事件資料	(1)發生時間；(2)事故事件原因；(3)恢復之時間；(4)發生地點；(5)主要相關車次；(6)產生之損害；(7)旅客、員工、其他人員受輕重傷。	

表 3 資料平台擬收集資料一覽表

項目	內容	說明
		(8) 旅客、員工、其他人員死亡；(9)責任歸屬；(10)影響之列次數；(11)最大之延誤時間；(12)總延誤列車分鐘；(13)延誤之旅客人數；(14)分類，重大或一般；(15)分類，事故或事件；(16)行車安全，是/否；(17)犯罪，是/否；(18)概況說明
其他資料	環境控制監測紀錄	噪音、溫度、照度等定期或不定期量測結果
	客訴紀錄	全文檔案
	滿意度	依「交通部所屬事業 102 年度工作考成實施要點」之規定，應每年對臺鐵進行滿意度調查，並量化為滿意度分數
	調查報告	滿意度、旅客意向、或其他調查報告之全文或摘要檔案
	營業收入	依據地方營民營及專用鐵路監督實施辦法第 41 條應陳報項目
	營業成本	
	營業外收入	
營業外支出		

2.4.平台功能與優點

對政府、軌道營運者、民眾等使用者而言，靜態、獨立的軌道統計資料雖有提供參考的價值，但很難進一步分析得到更有用的資訊。而本資料平台將有能力提供動態查詢。茲以前述表 1 與表 2 說明此種動態提供查詢之概念。假設資料平台中存有最近五年中，前述表 1 與表 2 之完整資料。若使用者之查詢需求為各年搭乘鐵路系統之所有乘客人數，則資料平台系統於收到需求後，即以表 2 之資料，分年度計算其中資料之筆數，再回傳予需求者。若查詢需求為各星期之乘客人數，則資料平台可作類似之資料筆數計算。但此時若提出需求者所使用之帳號並無以此種解析度查詢資訊之權限，則予以拒絕。而若欲以 6 分鐘作為準點標準，資料平台亦可依需求統計之。

此種系統具有目前上線運轉中之傳統系統所不及之優點。首先，若資料庫以存放靜態、未關聯之資料為主，則大部份資料均需要預先製備完成。以準點率為例，同一時期之分星期、分月、以及分年統計資料雖然為相同資料之不同解析度，卻需要各自存放。在資料儲存空間限制下，所能提供之多樣性自然受限。而動態之資料平台則可利用相同之資料，利用不同程式、不同邏輯產生內容豐富之資料。在某些限度下，甚至可達到即時自動

客製化之服務。更高彈性之資料可望創造更高之使用價值。

在另一方面，由於資料平台係以全自動方式運轉，因此可節省大量人工找尋資料、整理資料之業務需求，並可提高資料之正確性。而全自動之系統除了提供被動式的資訊查詢服務外，亦可設定其主動提供各式報表予各特定單位或人員。例如在每月月初將臺鐵系統前一月之準點率依設定方式統計後，自動寄發報表到局長或特定人員電子信箱。現今各鐵路機構依法定期陳報予主管單位之報表，亦可由資料平台定期自動產生、自動陳報。系統亦可設定自我監視之功能，若需要定期上傳之資料未如期完成上傳，則自動發出警訊通知相關人員。

本研究設定此一資料平台之主要使用者為各政府機關、一般社會大眾、以及提供資料之各鐵路機構。利用資訊科技以及帳號密碼之管控，本資料平台可對不同之查詢對象設定不同之資訊查詢權限。此種功能可完全解決傳統上資料管控僅能以資料項區分之缺點。例如需要某項資料僅對提供資料之原鐵路機構提供而不釋出予外部單位、或某項資料僅陳報主管機關而不公開揭露等，均可在資安科技下達成。資料平台利用資訊科技，尚可進一步以資料之解析度進行管控。例如資料平台擁有某鐵路機構某項資料之每日紀錄，但僅有該鐵路機構自身可查詢最詳細之資訊。若為政府機關則可查詢該紀錄之月平均值，而若為社會一般大眾，則僅能查詢年平均值，或僅接受查詢三年前之資料等等。這種作法將可使資訊平台得以更有效管控資料之揭露內容，亦可使資料發揮更大之效用。

三、資料平台服務模式

本資料平台規畫了互動式查詢與主動產生兩種服務模式。前者由使用者上線操作，通過帳號與密碼管控機制之後，在網路環境下對資料平台下達指令，由系統提供所查詢之資料。而後者則是由資料平台系統係既定排程主動產生各式報告，並經由網路傳輸到指定之位置。兩種服務模式分別說明如下。

3.1. 互動式查詢

本資料平台規畫可提供之查詢有 6 類，63 種，涵括了靜態資料類、運能類、客運量與品質類、貨運類、安全類、及財務類。所有資料均能由資料平台自動計算或查詢而得，其項目詳細說明如表 4 至表 9 所示。而如前所說明，資料平台將可依帳號之權限，控管所提供資料之解析度及時間延遲。

表 4 資料平台提供查詢項目：靜態資料類

編號	項目	說明
1	營運里程	靜態基本資料。
2	車站數	靜態基本資料。
3	每日營運時數	靜態基本資料。
4	路線用地面積	靜態基本資料。
5	車站用地面積	靜態基本資料。
6	基地用地面積	靜態基本資料。
7	車輛數量	靜態基本資料。

表 5 資料平台提供查詢項目：運能類

編號	項目	說明
1	總列車公里	由班表紀錄取得每一車次之起站與迄站，查詢兩站距離可得該車次行駛里程數。將每車之行駛里程數加總可得總列車公里數。
2	列車總運行時間	由班表紀錄取得每一車次之起站離站時間與迄站到站時間，據以計算該車次之運行時間，並加總即得總運行時間。
3	平均車速	總列車公里除以總運行時間。
4	每列車每日平均行駛里程	總列車公里數除以資料區間之日數。
5	列車次數	由班表紀錄計算資料筆數。
6	客座公里	若為臺鐵，由班表紀錄取得每一對號車次之起站、迄站與車型，查詢兩站距離可得該車次行駛里程數。以此里程數與該車型之座位數相乘可得該車次之客座公里數。將所有車次之客座公里數加總即得。 若為高鐵則計入所有車廂之座位數。
7	平均班距	由班表紀錄計算發車之車次總數，除以系統每日營運時間而得。
8	平均尖峰班距	依據給定之尖峰時段定義，由班表紀錄計算該時段內發車之車次總數。將尖峰時段總分鐘數除以該車次數而得。
9	平均離峰班距	同上，但取離峰時段。
10	每日平均列車次數	列車次數除以資料統計區間之日數而得。

表 5 資料平台提供查詢項目：運能類

編號	項目	說明
11	各式車種行駛里程	由班表紀錄計算每一車次之行駛里程，再依「車種」欄之記載分別加總而得。

表 6 資料平台提供查詢項目：客運量與品質類

編號	項目	說明
1	旅客人數	由乘客乘車紀錄，計算資料筆數而得。
2	延人公里	由每一筆乘客乘車紀錄，取其起迄站，查詢兩站距離即可得該次乘車之里程數。將各次乘車之里程數加總即得延人公里。以車種分計時則各不同車種分別加總。
3	旅客平均運程	延人公里數除以旅客人數。
4	每列車公里平均載客人數	旅客人數除以總列車公里數即得。
5	客座利用率	延人公里除以客座公里即得。
6	各站進出站人數	由乘客乘車紀錄，分別計算以各站為起站及迄站之乘客人數。
7	55 交通分區間之起迄人數	55 交通分區共有 55*54=2970 種起迄組合。以乘客乘車紀錄所載之每一筆資料之起點站與迄點站所屬之交通分區為準，個別統計每一種起迄組合之資料筆數。
8	55 交通分區間之延人公里數	同上，但取每一筆乘客乘車紀錄所載之起迄站，查詢兩站距離以得到該次乘車之里程數，再就每一筆資料之起點站與迄點站所屬之交通分區為準，個別統計每一種起迄組合之延人公里數。
9	發車率	分別由準點紀錄及班表紀錄計算資料筆數，再相除而得。
10	滿意度	鐵路機構提供。
11	總計準點率	由準點紀錄，計算每一車次抵達終點站之時間與表訂到站時間之差異，再依準點標準（5 分、90 秒、或其他標準）判定是否準點。將準點車次數除以列車次數即得。
12	分車種準點率	同上，但分車種分別統計。
13	分線準點率	同上，但分路線分別統計。

表 7 資料平台提供查詢項目：貨運類

編號	項目	說明
1	貨運噸數	由貨運紀錄之「噸數」欄加總而得。
2	延噸公里	由貨運紀錄之每一筆資料，取其起運站與到達站，查詢兩站距離以得到該次乘車之里程數，再乘上該筆資料之噸數即得單一筆紀錄之延噸公里數。將資料分析區間內之所有各筆資料之延噸公里數加總即得。
3	貨運收入	鐵路機構提供。
4	噸數，以貨種分計	同貨運噸數之計算方法，但利用各筆紀錄之「貨物種類」欄分別統計加總。
5	延噸公里，以貨種分計	同延噸公里之計算方法，但利用各筆紀錄之「貨物種類」欄分別統計加總。
6	每噸貨物平均運程	延噸公里數除以貨運噸數。
7	貨運列車次數	由班表紀錄之「車種」欄選出貨車，計算資料筆數。
8	貨運列車公里	由班表紀錄之「車種」欄選出貨車，取得每一車次之起站與迄站，查詢兩站距離可得該車次行駛里程數。將里程加總而得。
9	每列車公里平均載貨噸數	貨運列車公里除以貨運噸數而得。
10	每列貨車平均行駛里程	貨運列車公里除以貨運列車次數而得。
11	55 交通分區間之起迄噸數	55 交通分區共有 $55*54=2970$ 種起迄組合。以貨運紀錄所載之每一筆資料之起點站與迄點站所屬之交通分區為準，個別統計加總每一筆資料之噸數。
12	55 交通分區間之延噸公里數	同上，但取每一筆貨運紀錄所載之起迄站，查詢兩站距離以得到該次乘車之里程數，再就每一筆資料之起點站與迄點站所屬之交通分區為準，個別統計每一種起迄組合之延噸公里數。

表 8 資料平台提供查詢項目：安全類

編號	項目	說明
1	事故事件總數	由事故事件資料加總之。
2	重大事故事件數	由事故事件資料濾出屬重大者，計算資料筆數。
3	一般事故事件數	由事故事件資料濾出屬一般者，計算資料筆數。
4	人員受傷數	由事故事件資料加總之。
5	人員死亡數	由事故事件資料加總之。
6	死亡率	由事故事件資料濾出人員死亡紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
7	乘客死亡率	由事故事件資料濾出乘客死亡紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
8	重傷率	由事故事件資料濾出人員重傷紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
9	乘客重傷率	由事故事件資料濾出乘客重傷紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
10	輕傷率	由事故事件資料濾出人員輕傷紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
11	乘客輕傷率	由事故事件資料濾出乘客輕傷紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
12	犯罪率	由事故事件資料濾出犯罪紀錄，計算資料筆數後除以百萬旅客人數。
13	事故事件影響之列次總數	由事故事件資料加總之。
14	事故事件延誤列車分鐘總數	由事故事件資料加總之。
15	事故事件延誤旅客人總數	由事故事件資料加總之。

表 9 資料平台提供查詢項目：財務類

編號	項目	說明
1	客運收入	鐵路機構提供。
2	貨運收入	鐵路機構提供。
3	客運基本運價	鐵路機構提供。
4	貨運基本運價	鐵路機構提供。
5	年營業收入	鐵路機構提供。

3.2.主動產生報表

本資料平台將有能力自動定期產生常用之統計指標，可作為「臺灣軌道資料統計彙編」。其主要內容規畫為臺鐵、高鐵、捷運三篇，共計含有 43 項。其內容規畫如表 10 至表 12 所示。其內容之設計與交通部運研所之運輸研究統計資料彙編相近，但略作調整以使各篇之內容較為一致。於彙編中，除特別註明者外均為月平均值，因此資料平台亦以每月自動產生一次為原則。

表 10 臺灣軌道資料統計彙編（臺鐵篇）資料項

編號	項目	內容
1	設施概況	營運里程、車站數、路線用地面積、車站用地面積、基地用地面積。 營運里程分單雙線、電氣化非電氣化統計。
2	平交道概況	各種平交道數量。
3	機車及客、貨車輛概況	各型機車、客車、貨車分別統計其數量。
4	客運成長趨勢	旅客人數、延人公里、旅客平均運程。
5	運能分析	客座公里、列車次數、列車公里
6	客運量	旅客人數、延人公里、對號車客座公里、客運收入。
7	車種客運量	旅客人數、延人公里，以車種分計。
8	客運分析	每旅客平均行程、每列車公里平均載客人數、每列車每日平均行駛里程、每日平均列車次數、客運收入、客座利用率。
9	準點率	總計準點率及分車種統計準點率。
10	各站旅運量	各站進出站人數。
11	客運旅次起迄表	55 交通分區間之起迄人數、延人公里數。

表 10 臺灣軌道資料統計彙編（臺鐵篇）資料項

編號	項目	內容
12	貨運量	噸數、延噸公里、貨運收入。
13	貨運量	噸數、延噸公里，以貨種分計。
14	貨運分析	每噸貨物平均運程、每列車公里平均載貨噸數、每列車平均行駛里程、每日平均列車次數、貨運收入、列車次數、列車公里。
15	貨運旅次起迄表	55 交通分區間之起迄噸數、延噸公里數。
16	貨運成長趨勢	貨物噸數、延噸公里。
17	車種行駛里程	各式車種行駛里程。
18	行車事故件數及傷亡人數	事故事件總數、人員受傷數、人員死亡數、影響之列次總數、延誤列車分鐘總數、延誤旅客人總數。
19	客貨運基本運價	客運基本運價、貨運基本運價。
20	年營業收入	

表 11 臺灣軌道資料統計彙編（高鐵篇）資料項

編號	項目	內容
1	設施概況	營運里程、車站數、路線用地面積、車站用地面積、基地用地面積。
2	車輛概況	車輛數量。
3	客運成長趨勢	旅客人數、延人公里、旅客平均運程。
4	運能分析	客座公里、列車次數、列車公里。
5	客運量	旅客人數、延人公里、客座公里、客運收入。
6	客運分析	每旅客平均里程、每列車公里平均載客人數、每列車每日平均行駛里程、每日平均列車次數、客運收入、客座利用率。
7	準點率	
8	各站旅運量	各站進出站人數。
9	車種行駛里程	各式車種行駛里程。
10	行車事故件數及傷亡人數	事故事件總數、人員受傷數、人員死亡數、影響之列次總數、延誤列車分鐘總數、延誤旅客人總數。
11	基本運價	客運基本運價。
12	年營業收入	

表 12 臺灣軌道資料統計彙編（捷運篇）資料項

編號	項目	內容
1	設施概況	營運里程、車站數、路線用地面積、車站用地面積、基地用地面積。
2	車輛概況	車輛數量。
3	客運成長趨勢	旅客人數、延人公里、旅客平均運程。
4	客運量	旅客人數、延人公里、客運收入。
5	客運量	旅客人數、延人公里，以車種分計。
6	客運分析	每旅客平均里程、每列車公里平均載客人數、每列車每日平均行駛里程、每日平均列車次數、客運收入、列車次數、列車公里、平均尖峰班距、平均離峰班距。
7	準點率	總計及分線統計。
8	各站旅運量	各站進出站人數。
9	車種行駛里程	各式車種行駛里程。
10	行車事故件數及傷亡人數	事故事件總數、人員受傷數、人員死亡數、影響之列次總數、延誤列車分鐘總數、延誤旅客人總數。
11	基本運價	客運基本運價。
12	年營業收入	

除了前述統計彙編外，其他如競爭力、行車可靠度、服務效果等各種績效指標，凡是具有明確之定義，並且能夠使用本資料平台所收納之資料計算而得者，均能定期自動產生之。

四、預期效益

本資料平台以其資訊處理能力，對鐵路機構、政府單位、監理單位均能帶來諸多效益。這些效益來自本資料平台之三項核心性質：資料之完整、資料之關聯，以及資料之集中。完整而詳盡之基本資料使得資料平台得以使用各種方式計算提供多樣化之統計資料，而資料之關聯使得資料平台有能力提供遠比基本資料更多之資訊。最後，資料之集中使得源自不同鐵路機構之資訊得以融合，且大幅節省各鐵路機構設計、建置、與維護資訊系統所需要之資訊。以下將分項說明各種效益。

4.1.對外部資訊使用者之效益

軌道為國家陸上運輸系統中最重要的運具之一。軌道相關統計數據之

使用者甚多，包括監理單位、交通主管單位、其他政府部門、研究者等均是。本資料平台對於這些使用者預期將帶來之效益說明如下。

4.1.1.有效消除統計資料定義不一致對資料使用之障礙

相似統計資料之定義不全然一致，使得相互間比較不易，為長期困擾之問題，因此多有予以統一之期待。然而各種定義之差異常有其原由，且名詞用語之定義屬極為基本之資料，長期以來可能早已為多數不同用途所廣泛引用。因此若為求比較之方便性而修正名詞定義予以統一，可能衍生更多資料不連貫或其他複雜問題。本資料平台所收錄者多為未經合併之基本資料與運轉資料，而統計資料則在發生查詢需求時才由系統計算，因此系統得以使用相同的基礎資料，依需要計算各種定義之統計資料。在此一設計下，使用者只要選擇相同的統計方式，所得之統計值必然定義相同，因此可徹底消除統計資料定義不一致之長期問題、達到統計資料方便相互比較之目的，而無修改基本定義所衍生之風險。

4.1.2.利於與國外統計資料相比較

鐵路機構或政府單位常需以本國之統計資料與外國資料相比較，但卻常苦於各國統計標準不一。最常見者為準點率之統計，各國對準點之定義（5分鐘、10分鐘、或其他分鐘數）並不相同，或甚至同一系統有各種不同定義者。本資料平台以其系統運算能力，可由使用者設定其準點定義，再由系統依所設定之定義，利用所收錄之資料計算而得。其他類似者，例如事故事件率等，在鐵路機構提供完整資訊之前提下，亦均能以類似方式，依使用者之定義計算客製化之統計資料。

4.1.3.建立單一資料窗口，節省可觀之資料尋找、整理過程

現況資料分散不易查詢，以致使用單位常因資料不易尋得而耗費相當之行政資源。而分散各處之資料，又常為時效不及，或整合不易之主因。再者，不同來源之資料間又常有內容不一致之現象，亦造成應用上之困難。本資料平台作為國內所有鐵路系統之單一資料窗口，將可完全消除上述現象。

4.1.4.主動提送統計報表資料

在現況體系可用工作人力之限制下，鐵路機構經常性主動產生之統計報表以定期陳報為主，其數量與內容均不多。本資料平台上線運轉後，可設定自動定期產生各式報表，並以電子郵件方式自動傳送到預設之收件

人。例如每月初將前一月之準點率報表發送予相關主管、將客座利用率發送予監理單位相關人員等。這種主動式服務將為鐵路機構、對監理單位帶來相當大之方便性。

4.1.5.活化指標與指數之設計機制

傳統上主管機關、鐵路機構、或研究者必須先設計指標與指數，再據以建立收集所需資料之機制。由於資料收集之困難，使得指標與指數無法依需求而靈活調整，同時亦難以回溯計算過去歷史之指標與指數。在本資料平台之架構下，由於平台收錄了更為基礎之基本資料與運轉資料，因此需用單位得以使用平台上相同之資料，自由設計其指標與指數，並且用資料平台所庫存之歷史資料試算。此一工具將使得指標與指數之設計得到極大的自由度，並且能夠自由回溯時間，計算新指標在過去年份之值。

4.2.對鐵路機構之效益

本資料平台亦預期對各鐵路機構帶來相當之效益，說明如下，

4.2.1.節省各鐵路機構各自發展類似系統之資源

各鐵路機構為了自身營運所需，或多或少均需要建置資訊系統以整理並統計其各種資料。利用本資料平台之功能，各鐵路機構將不必建置重複之功能，節省可觀之人力及建置與維護成本。且集中式之資料平台通常可提供更佳之資訊服務，亦有利鐵路機構與主管機關之使用。若將原始之基本資料分散存放在各鐵路機構各自之資訊系統中，則各鐵路機構勢必耗費相當可觀之系統設計、建置、與維護資源方能提供類似之資訊查詢服務。

4.2.2.降低各鐵路機構製備資料之業務負擔

監理機關、各政府單位、或其他單位常需要軌道系統之各種資料。若所需要之資料與標準統計方式略有不同，則常需要請各相關鐵路機構協助整理提供。隨著社會的發展，近年來此類各製化統計資料之需求日益增加，形成鐵路機構日益沈重之業務負擔。此一資料平台之上線將可大幅降低各鐵路機構製備資料之業務負擔。

4.3.對國家社會之效益

除了對軌道統計資料之使用者與提供者具有相當效益之外，一個集中式的資料交換平台對國家社會亦具有整體性之效益，說明如下。

4.3.1.有助長期累積珍貴資料

統計資料經常在長年累積後更能發揮其參考價值。但資料之年久失散又為長期存在之問題。本資料平台可利用現代資訊技術，長期累積珍貴資料，不會因為年久而散逸。而利用伺服器之運算能力，將可使長期資料之統計分析變得更方便。

4.3.2.使珍貴資料發揮最大之參考及決策支援效用

本資料平台將建立完整之資料關聯，以充份支援交叉查詢以及產生客製化之統計報表。這些衍生性之統計能力將可使資料發揮最大之參考效用。若查詢使用者為決策支援系統而非自然人，該資料平台亦可以直接界面方式提供大量資料以供決策支援之用。例如，若臺鐵或高鐵建置自動化之配位系統、或自動化之服務計畫研擬系統，則這些系統所需要之大量歷史資料均可由本資料平台提供，大量減少各鐵路機構發展決策支援系統之成本、時間、及障礙。

4.3.3.提供加值應用

本研究並不建議將本資料平台開放予一般大眾查詢高品質之資料，但建議在累積一定之資料量之後，於完善的使用規範下開放加值應用，以善用民間無限之創意而使珍貴之資料發揮最大之效用。申請者在取得授權、作適當承諾後，本平台可在有限責任、可隨時停止提供之條件下適度提供資料供民間使用。

五、結論與建議

5.1 結論

在現行制度下，國內的臺鐵、高鐵、與捷運系統等鐵路機構均公開揭露部份系統資訊與統計資料，同時依法定期陳報其運轉相關指標予主管機關。而所陳報之資料經整理彙整後亦以各種不同格式存放於交通部統計查詢網、運研所相關統計資料彙編、或其他系統中。隨著環境之變遷以及社會期待之提高，不論是鐵路機構自身、政府各部門、或一般社會大眾，對於資料之需求與依賴均有所增加。使用者對資訊查詢之需求亦朝向多樣化、客製化、精緻化發展。

在這種環境下，傳統上由鐵路機構陳報營運指標之作法已經不符需求。而客製化、多樣化統計資料之需求已經造成業務負荷之增加。同時鐵路機構則憂心難以管控查詢之對象，產生資料被誤解誤用之風險。在各鐵

路機構各自管理、提供資料與指標之現行作法下，亦產生定義不一致、資料難以跨鐵路機構融合、難以合併運用等困擾。

基於以上觀察與分析，可以發現實務上所需要的是一個單一資料窗口，提供快速、多樣化、客製化查詢之機制。此一查詢機制需要能夠依查詢者之身份，適當管控其可查詢之權限，但同時對適當人員與單位提供最大的資料支援。本研究認為利用現代資訊科技，適當建立關聯式資料平台，將可在合理的資源需求下達到上述要求。此一平台將需要各鐵路機構在現行法規所規定範圍之內，提供較現況更為詳細之資料。本研究預期此一平台將可徹底消除統計資料定義不一致之問題、使統計資料能與國外相比較、節省各鐵路機構各自發展類似系統之資源、節省可觀之資料尋找與整理過程、有助長期累積珍貴資料、具有主動提送統計資料之能力、使珍貴資料發揮最大之參考及決策支援效用、以及可活化指標與指數之設計機制。在資料平台所收納之資料足以涵蓋需求、且計算方法明確之前提下，任何內容之統計資料或指標均可由資料平台自動計算得出，且新設計之指標亦可回溯計算而得到歷史值。這些效益將對政府單位、鐵路機構、及社會大眾提供前所未有之資料支援服務。

我國雖然幅員狹小而天然資源貧乏，但具備領先世界之資訊技術與基礎建設。在網路技術與設施已經完成之狀況下，大量資料之傳輸、資料之分散保存與集中運用、複雜運算之工作分散化與窗口單一化、以及硬體資源調度之自動化與機動化，將提供各界前所未有之效益。一個在網際網路上提供單一服務窗口之資料平台，配合適當的資訊安全管控，可在很短的反應時間內，提供多樣化的資料與指標，亦可對不同使用者依其認證身份提供不同內容之服務。本研究認為此一資料平台之建立將可對鐵路機構、對政府部門帶來相當可觀之效用。

5.2 建議

基於關聯式資料平台所可能帶來之顯著效益，本研究建議應儘速詳細規畫可上線運轉之資料平台架構，並予以實作建置。該平台之設計可以運研所先前相關研究成果[1]為基礎予以擴充。鐵路機構提供適當資料為此一平台成功上線之關鍵。雖然所需要之資料並未超出現行法規所規定應提供資料之範圍，但本平台所需要之資料較現行所陳報之資料更為詳細，資料量體亦更大。因此建議後續與各鐵路機構研商，共同建立常態性的大量資料之最佳提供機制。

隨著資訊科技之進展以及海量資訊(big data)處理技術之發展，再衡量其可觀潛在效益，可以預期此類集中式資料平台將快速普及。此種作法應

用於軌道運輸系統資料之統合為國內首創；目前於國際上，於公開可及之範圍內，軌道或其他運輸系統亦不多見。因此本研究建議未來建置時以務實之原則，採用螺旋式建置策略。亦即先建置功能較有限、預算需求不高之資訊系統，並先以一部份參與意願較高之鐵路機構為服務對象。後續則隨著使用經驗之累積以及新需求之出現，一方面持續擴充資訊系統，同時洽商更多鐵路機構參與。

參考文獻

1. 陳一昌,許書耕,鄔德傳,陳春益,李宇欣,李威勳,林東盈,蘇國璋,顏利憲(2012), 鐵路系統設施基本資料庫建置之擴充, 交通部運輸研究所.
2. Codd,E.F.(1970),A relational model for large shared data banks. *Communications of the ACM* 13(6), pp. 377-387.
3. Codd, E.F.(2001), A relational model of data for large shared data banks, *Pioneers and Their Contributions to Software Engineering*. Springer, pp. 61-98.

約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平台，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及臺鐵路相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「10041 臺北市中正區北平西路 3 號 5 樓，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：(02)2381-5226 轉 3146；傳真：02-23831396；E-mail：0752895@railway.gov.tw。

臺鐵資料季刊撰寫格式

格式	自行打印於 B5(18.2 公分*25.7 公分)，使用 Microsoft Word 軟體編排。上、下邊界 2.54 公分；左、右邊界 1.91 公分。中文字體以新細明體，英文字體以 Times New Roman 為原則。 請於首頁輸入題目、作者姓名、服務單位、職稱、聯絡地址、電話及 E-mail。
題目	中文標題標楷體 18 點字粗體，置中對齊，與前段距離 1 列，與後段距離 0.5 列，單行間距。 英文標題 Times New Roman 16 點字粗體，置中對齊，與前段 0 列、後段距離 0.5 列，單行間距。
摘要標題	標楷體 16 點字粗體，置中對齊，前、後段距離 1 列，單行間距。
摘要	標楷體 12 點字，左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距
關鍵詞	中英文關鍵詞 3 至 5 組，中文為標楷體 12 點字，英文為 Times New Roman 12 點字斜體。左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距。
標題 1	新細明體 16 點字粗體，前、後段距離 1 列，置中對齊，單行間距，以國字數字編號 【一、二】。
標題 2	新細明體 14 點字粗體，前、後段距離 1 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (【1.1、1.2】)。
標題 3	新細明體 12 點字粗體，前、後段距離 0.75 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (1.1.1、1.1.2)
內文	新細明體 12 點字，第一行縮排 2 個字元，前、後段距離為 0.25 列，左右對齊，單行間距，文中數學公式，請依序予以編號如：(1)、(2))
圖表標示	新細明體 12 點字，置中對齊，圖之說明文字置於圖之下方，表之說明文字置於表之上方，並依序以阿拉伯數字編號 (圖 1、圖 2、表 1、表 2)。
文獻引用	引用資料，註明出處來源，以大引號標註參考文獻項次，12 點字，上標

參考文獻

以中文引述者為限，中文列於前、英文列於後，中文按姓氏筆畫，英文按姓氏字母先後排列，左右對齊，前後段距離 0.5 列，單行間距，第一行凸排 2 個字元。如：

1. 王永剛、李楠 (2007)，「機組原因導致事故徵候的預測研究」，中國民航學院學報，第廿五卷第一期，頁25-28。
2. 交通部統計處 (2006)，民用航空國內客運概況分析，擷取日期：2007年7月27日，網站：
3. 交通部臺灣鐵路管理局 (2007)，工程品質管理手冊。
4. 洪怡君、劉祐興、周榮昌、邱靜淑 (2005)，「高速鐵路接駁運具選擇行為之研究－以臺中烏日站為例」，中華民國運輸學會第二十屆學術論文研討會光碟。
5. Duckham, M. and Worboys, M. (2007), Automated Geographical Information Fusion and Ontology Alignment, In Belussi, A. et al. (Eds.), Spatial Data on the Web: Modeling and Management, New York: Springer, pp. 109-132.
6. FHWA (2006), Safety Applications of Intelligent Transportation Systems in Europe and Japan, FHWA-PL-06-001, Federal Highway Administration, Department of Transportation, Washington, D.C.

臺鐵資料季刊論文授權書

本授權書所授權之論文全文與電子檔，為本人撰寫之

論文。

(以下請擇一勾選)

同意 (立即開放)

同意 (一年後開放)，原因是：

同意 (二年後開放)，原因是：

不同意，原因是：

授與臺鐵資料編輯委員會，基於推動讀者間「資源共享、互惠合作」之理念，於回饋社會與學術研究之目的，得不限地域、時間與次數，以紙本、光碟、網路或其它各種方法收錄、重製、與發行，或再授權他人以各種方法重製與利用。

簽名：

中華民國 年 月 日

備註：

1. 本授權書親筆填寫後（電子檔論文可用電腦打字），請影印裝訂於紙本論文书名頁之次頁，未附本授權書，編輯委員會將不予驗收。
2. 上述同意與不同意之欄位若未勾選，本人同意視同授權立即開放。

臺鐵 資料

季刊 第 350 期

發行人	周永暉
編輯者	臺鐵資料季刊編輯委員會
審查者	臺鐵資料季刊審查委員會
主任委員	周永暉
副主任委員	鹿潔身、何獻霖、鍾清達
總編輯	高明鑒
主編	楊安心
編輯	黎世俊
出版者	交通部臺灣鐵路管理局 地址：10041 臺北市北平西路 3 號 電話：02-23899854 網址： http://www.railway.gov.tw
出版日期	中華民國 103 年 9 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
印刷者	文明文具印刷有限公司 地址：206 基隆市七堵區崇禮街 23 號 電話：02-24566075
展售門市	國家書店松江門市 地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 電話：02-25180207 網址： http://www.govbooks.com.tw 五南文化廣場 地址：40042 臺中市區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： http://www.wunanbooks.com.tw

電子全文同步登載於臺鐵網站

GPN：2005200020

ISSN：1011-6850

著作財產權人：交通部臺灣鐵路管理局

本書保留所有權利，欲利用部分或全部內容者，須徵求著作財產權人書面同意或授權。
