

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL
TRJ 臺灣鐵路資料 季刊 **362**
Sep. 2017
Autumn

臺灣鐵路資料季刊

第362期

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

交通部臺灣鐵路管理局



交通部臺灣鐵路管理局
Taiwan Railways Administration, MOTC

目錄 Contents

臺灣鐵路管理局材料預算管理之探討.....周春明	1
The Discussion of Materials Budget Management for TRA.....Zhou, Chun-Ming	
氫能燃料電池於鐵路之應用實例.....王文琳.柯文清.王人謙	29
Application of Hydrogen and Fuel Cell in Railway.....	
.....Wang, Wen-Lin. Ko, Wen-Ching. Wang, Joseph.	
鐵路車輛氣軔用橡皮軟管之測試方法及提高品質探討.....楊誌豪.陳品然.邱松溪	43
Discussion of Railway Vehicle Brake Rubber Hose Test Method and Improvement the	
Quality of Materials.....Yang, Chih-Hao. Chen, Pin-Jan. Chiu, Sung-His	
50kg-N #12 DSS 道岔尖軌製造之研究.....薛明水.郭慶進.王銘煒	79
A Study of 50 kg-N # 12 DSS Switch Tongue Rail of Machining.....	
.....Xue, Ming-Shoei. Guo, Qing-Jin. Wang, Ming-Wei	
臺灣鐵路管理局面臨數據巨浪下的反思.....羅建欣.吳榮欽.葉雲青.張素雲	93
The Reflection of Big Data Taiwan Railways Administration will Face in the Near	
Future.....Row, Jian-Shin. Wu, Rong-Cin. Ye, Yun-Jing. Chang, Su-Yun	

臺灣鐵路管理局材料預算管理之探討

The Discussion of Materials Budget Management for TRA

周春明 Zhou,Chun-Ming¹

聯絡地址：10041 臺北市中正區北平西路3 號

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

電話(Tel)：0919953389

電子信箱(E-mail)：P0002@railway.gov.tw

摘要

建立材料預算是執行材料供應計劃的起始點，也是材料管理規劃與管控階段之重要管理工具，重要性不言而喻。

臺鐵局材料預算分為用料預算與購料預算兩種：用料預算係根據各項維修計畫計算而得，目的是配合計畫取得足夠材料，而購料預算係根據用料預算籌劃以何種方式供應用料，除考慮以現金購入材料外，尚須顧及庫存料、在途料及自製供應等材料庫存狀態。若依預算不同之使用目的，則可區分為營業支出預算與及資本支出預算兩種，前者為營運或維修設備所需材料之預算，後者則為固定資產建設改良擴充所需材料之預算。

本篇除介紹臺鐵局材料預算編製、執行流程與相關表單外，另簡介臺鐵局材料預算管理方法之演變。

關鍵詞：材料預算管理、用料預算、購料預算

¹ 臺鐵局 材料處 前副處長

Abstract

Preparing materials budget is very important. It is not only the first step of executing materials supply plans, but also a useful tool for materials management.

TRA's materials budget can be divided into "Utilizing budget" and "Purchasing budget". Utilizing budget is derived from maintenance plans, in which contains total amount and cost of necessary materials. Purchasing budget is close related to how materials are supplied. It means existing inventory, stock in transit and self-made parts should be taken into consideration instead of purchasing required materials in full amount.

According to budget purpose, materials budget can be divided into "Revenue expenditure budget" and "Capital expenditure budget". The former is used for operation or maintenance, and the latter is used for expanding and improving railway facilities.

This article will introduce TRA's materials budgeting procedure and the development of TRA materials budget management.

Keywords: Materials Budget Mmanagement, Utilizing Budget, Purchasing Budget

一、前言

鐵路維修材料之籌供係維持鐵路營運及運輸安全的重要環節，其中建立材料預算更是執行材料供應計劃的起始點；材料預算也是存料管制業務的量化管理工具，可依具體營運維修計畫或資產建設改良計畫，妥為擬定資源規畫分配。

基於鐵路材料管理之特殊性及繁雜性，臺鐵局材料預算管理亦有獨特之處，惟現有資料及文獻中均無較完整概念之陳述，為使鐵路同仁及有志鐵路材料管理者了解，特將多年來實際參與材料管理工作及蒐集之相關資料以淘沙揀

金探索之信念，整理編寫「臺鐵局材料預算管理之探討」，除管理論述及實務作業外，亦記錄臺鐵局材料預算管理之變革，期能薪火相傳。

二、材料預算之意義

材料管理以建立材料預算制度為起點，為規劃與管控階段之重要業務，如預算不予確立，則其他採購、倉儲、收發、提運等執行業務自無從辦理，故建立健全之材料預算最為重要，其效用如下：

2.1 規劃適時適量供應

配合事業或生產計畫，使材料供應業務可以如預期計畫，以便適時適量源源供應。

2.2 訂定最適採購策略

因材料預算內編列之用料數量，使用時間等詳細資料，可使採購單位有所準備以便爭取有利時機，購得價廉物美材料。

2.3 預先籌畫資金調度

因材料預算之建立可使財務調度事前有所籌畫，不致發生周轉上之困難。

2.4 管控庫存材料成本

提供管理當局材料成本之資料，以便衡量全盤業務。

2.5 便利倉儲管理工作

提供倉儲管理人員一份詳細資料，能預為籌劃倉位，準備適當之儲運設備。

三、鐵路材料預算之種類

3.1 用料預算與購料預算

材料預算分為用料預算與購料預算兩種，前者係根據營業計劃而編製，以鐵路而言，係根據動力車、客貨車修理，路線、橋涵、號誌、通訊、照明保養以及行車公里、營運量等計算而得，其目的在配合計畫取得足夠材料，而購料預算則係根據用料預算籌劃以何種方式供應用料為目的，故購料預算內除考慮以現金購入材料外，尚須顧及庫存料、在途料及自製等。

3.2 營業用料預算與資本用料預算

材料預算如就其用途而分，分為營業用料預算與資本用料預算兩種，編製用料預算時，必須就其用途分別編列不可混編，因營業用料純係營業方面的支出，直接關係該事業之盈虧，此項用料係為維持保養營運設備或直接使用於營業者；而資本用料則以購置固定資產或擴充改良固定資產為目的，對事業而言，此項支出純係投資。

四、用料預算與購料預算之編製

4.1 用料預算之編製

於各年度規定預算編報期間內，各用料主管部門如機務處、工務處、電務處等即根據營業收支預算內有關用料預算科目核定金額分別編製鐵路用料，共可分為11項目：1.機煤 2.油料 3.枕木 4.機務材料 5.養路材料 6.車務材料 7.電務材料 8.災害材料 9.什項材料 10.運什費 11.制服工料，其中第1、2、4項屬機務範圍，由機務處據以編製其用料預算；第3、5兩項屬工務範圍，由工務處據

以編製其用料預算；第6項為運務範圍、第7項為電務範圍，分別由運務處及電務處據以編製其用料預算、第8項由機、工、電三處共同編製；第9項由機、工、電以外其他單位編製，第10項由材料處編製，第11項由臺鐵局各處、室共同編製，惟編製用料預算表須注意下列事項：

4.1.1 國內料及國外料分別編列

使用之材料係屬國內產品抑或國外材料，應就其需要情形分別編列，國外材料須寫明英文名稱；凡在國內生產者，一律不得向國外購用。

4.1.2 材料估價須需參考市價或前購價

每項材料之單價必須參照市價或以往採購價格填列，不得偏低，其各項材料之總價不得超過營業收支預算內核定之預算額。

4.1.3.除特殊情形不得指定廠牌用料

除配件或特殊情形外不得指定廠牌用料。

4.1.4 零星或意外用料得列入用料預算

年度內所需材料應儘量列入用料預算之內，對事先無法確計之零星用料或意外用料得在核定預算金額內保留3%，以備臨時發生用料時支用，用料預算表內填列「零星用料或意外用料」一項，只列金額，不列材料名稱、數量。

4.1.5 自製或改製材料須於備註欄註明

國內料如須交由臺鐵局其他作業單位製造、改製者，須在用料預算表備註欄內註明。

4.1.6 應依材料編號順序編列

用料預算表內各項材料應照臺鐵局「材料名稱彙編」之材料編號順序分類填列。

4.2 購料預算之編製

用料預算編定後，各用料主管部門應於每年11月底前填製購料預算明細表送材料處，以利彙送主計室登錄會計資訊系統。年度中如原編預算不足需辦理追加時，應於簽准後送材料處辦理。編製購料預算時應注意事項如下：

4.2.1 計算應購數量

購料預算表所列「應購數量」應依下列公式核算：

$$\text{應購數量} = \text{用料預算數量} - \text{上年底庫存量} - \text{上年訂購本年到達數量} + \text{備存安全量}$$

4.2.2 國內料及國外料分別編列

國外購料預算與國內購料預算須分別編列。

4.2.3 自製材料須改列原料

擬交臺鐵局各作業單位自製者在購料預算表內改列原料。

4.2.4 應依材料編號順序編列

購料預算表內所列材料應依照臺鐵局「材料名稱彙編」之材料編號順序填列。

4.2.5 營業用料及資本用料分別編列

營業用料購料預算與資本用料購料預算應分別編製。

4.2.6 零星或意外用料得列入購料預算

購料預算表內得列保留款3%，只列金額不列材料名稱，以備授權各用料單位自購零星及緊急用料。

五、材料預算之執行

5.1 用料預算之執行

用料預算之執行應為用料部門與管料部門共同辦理之事，用料部門依工程進行計畫或維護保養工作計畫按原列用料預算數量隨時領用，管料部門也應依用料預算數量供應，如某項材料使用單位甚多，應由用料主管處事先開具材料分配表，列明各單位分配領用數量，交由管料廠、庫，依期如數配發，彼此之間不得多領或少發。

5.2 購料預算之執行

用料預算內如決定需購入材料以供配發各用料單位使用，除應購數量已在購料預算內列明外，管料部門必須事先規劃何時購入？每次購入數量若干？是否需訂立長期合約？…等事項，因此須妥為規劃「存量控制」相關措施。購料預算之執行，嚴格而言必須按照「存量控制」所計算而得之經濟購量(E.O.Q)最高存量、最低存量及請購點辦理；然上項問題涉及因素甚多，在各方面內在、外在條件尚未完全配合之前，不宜即行辦理，故有所謂「請購制度」，即在正式採購之前，先就購料預算內計畫採購之數量，視當時實際庫存及實際耗用情形加以檢討調整；譬如根據購料預算應購鋼板(5mm x 3' x 6') 500張，如根據以往耗用統計平均每月55張左右，則庫存量如已降至120張，約可供應2個月時，即應參考以往採購時間即辦理請購，方不致發生斷料情形，至於應購若干張則須配合目前可動支預算估算決定，茲將臺鐵局使用之請購單介紹如下(圖1)：


交通部臺灣鐵路管理局
材料請購單

列印日期：
動支單號：

請購單號：		採購日期：		採購地區					
請購名稱：				經辦人：					
執行內容：				動支單號：					
用料單位：	交貨地點：	執行號：							
希望交貨日期				簽名：					
轉入採購日期	後續補充金額：	財支科目：							
請購取消日期	預估金額：	請購進度標記：							
備註									
序號	材料編號	中文名稱	料性	數量	規格	單位	單價	總價	註記
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> 運費： 總價： </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> 營業稅： </div>									
經辦人		覆核		科長		處長			

圖 1 材料請購單

5.3 材料預算執行紀錄

材料請購單已經開發，則以後購料進度，交貨驗收情形均為完成材料供應之實務，亦即材料預算有無執行之考驗，故其實際進度情形必須追蹤記錄，以便隨時查考，適時聯繫解決發生之問題，故有「材料預算執行記錄表」之設計，本表內容分為1.預算 2.請購 3.訂購 4.收料 四大部分，每部分均有數量與時間之記載，每項材料自開出請購單起，將購料、收料等進行過程，逐步加以記錄，進程落後者(以庫存量可供耗用之日數為標準)隨時洽催經辦單位，加速趕辦，以期保持存量以應需要，茲錄國內購料及國外購料之材料預算執行記錄表格式如下(圖2~圖3)：

六、材料預算管理變革

6.1 民國 68 年~89 年：配合材料管理電腦化及存量控管作業修訂

民國68年鐵路電氣化工程完成，因高達百億餘元之器材設備分別由英國GEC，美國GE，及瑞典伊力伸廠團供應，因材料管理及供應型態與電氣化前大不相同，臺鐵局為加強管理，於民國70年12月成立材料管制中心，進行材料管理電腦化及存量控管，同時材料預算管理作業配合修訂如下：

6.1.1 用料預算

- (1)營業用料預算由各用料部門於規定預算編報時間，依據年度業務計畫，並參考歷年用料統計及物價變動情況，按費用別、會計科目編製；資本用料預算應依據該年度固定資產建設改良擴充計畫所需材料及設備編製。
- (2)用料部門於年度預算核定後，應即在用料預算額度內編製「營業用料需求明細表」及「資本支出用料需求明細表」，考慮購辦時間送材料處，做為材料供應依據。
- (3)各用料部門，如因事實需要，得按材料預算總額百分之三作為無法預計之零星用料或意外用料保留金，於用料需求明細表內，僅列零星或意外用料，不列材料名稱，備供需要時動用之。
- (4)用料需求明細表之編製應照臺鐵局「材料名稱彙編」按編號次序詳列編號、名稱、規範、單位、數量、單價、總價及財支科目，資本支出用料需加註計畫案號。
- (5)資本用料於年度預算核定後，如有新增專案或基於業務緊急需要追加用料預算時，應由用料部門按實際需要另冊編製需求明細表，照預算動支程序呈准後送材料處籌辦。

6.1.2 購料預算

- (1)年度營業用料購料由材料處依據用料部門提出之營業用料需求明細表所列材料數量參照存量基準，並預計上年度期末存量與已購未到數量，估計本年度應購材料數量，於年度預算核定後「營業用料財支科目別購料預算金額表」。
- (2)資本用料為特定工程專用料，以用料預算及其需求明細表為購料依據，但請購時如有其他工程剩餘料或營業用料可利用者，得在應購量內扣減之。
- (3)當月份應支付之購料及關什費用，由材料處彙總編列購料現金預算，於上月下旬送財務部門籌辦之，臨時緊急未列入現金預算之現金需求，應儘速洽財務部門辦理。
- (4)營業購料預算執行過程中，各會計科目所列金額得視業務優先順序調整運用，但資本支出購料預算應在奉准動支金額內執行。

6.1.3 材料預算相關表單

茲將此時期使用之「營業用料需求明細表」、「資本支出用料需求明細表」，「營業用料財支科目別購料預算金額表」、「月現金支出預算表」及「材料用款表」格式介紹如下(圖4~圖8)：

料四
尺寸：297×210mm

交通部臺灣鐵路管理局

營業用料財支科目別購料預算金額表

財支科目	年度法定預算	年度購料預算	備註
BD 131 燃料與油脂			
BD 132 車務與營業材料			
BD 133 工務材料			
BD 134 電務材料			
BD 135 機務材料			
BD 136 其他業務材料			
BD 137 材料運什費			
BD 138(b) 服裝			
BD 183 災害搶修用料			
合計			

圖 6 營業用料財支科目別購料預算金額表(68-89 年間使用)

○○○年○月份現金支出預算表

單位名稱：材料處

單位:新臺幣萬元

項 目 (科目與摘要)	年度核定現金分配數 全年度 月平均數	本月現金 實際需要 預算金額	項 目 (科目與摘要)	年度核定現金分配數 全年度 月平均數	本月現金 實際需要 預算金額
110用人費用			230警務費		
113超時工作報酬			240民防費		
			250什項支出(ND259)		
120各項業費用			300資本支出(附詳細說明)		
121(a)動力費			310池上機廠新建工程		
123(a)旅費			320改善車輛		
			330瓶頸及雙軌路線改		
124印刷裝訂廣告費			340路線改善		
			350站場改善		
125修理保養費			360號誌通訊設備		
125(a)運務修理保養費			370廠段及裝卸備		
125(b)營業修理保養費			380業務需用(普通資本支)		
125(c)工務修理保養費			390專案計劃		
125(d)電務修理保養費			390A臺鐵更新軌道計劃		
125(e)機務修理保養費			390K環島鐵路系統安全提昇計劃		
125(f)其他單位修理保養費			390C都會區捷運化後續計劃		
128專業服務費			390D都會區捷運化桃園段高架化建設計劃		
			390E高雄至屏東潮州捷運化建設計劃		
130材料及用品費			390F台北機廠遷建設計畫		
131燃料與油脂			390H都會區捷運化暨區域鐵路建設		
132車務與營業材料			390I鐵路設施緊急搶修及復建計劃		
133工務材料			390J烏日新站興建計劃		
134電務材料			390S新購空調客車		
135機務材料			390L南迴鐵路購車		
136其他業務材料			390M通勤電聯車		
137材料運什費			390N臺鐵東線購置城際及區間客車計劃		
138(a)用品消耗			390P增添電聯車後續計劃		
138(b)服裝			390Q鐵路購車計劃		
			390T平交道防護設備改善		
140租金			390U路況不良平交道改善		
143機器租金			390R行車保安設備改善		
			510平交道		
160稅捐與規費			600暫時支出		
161稅捐			610代收款支出		
			※附註及說明		
180損失與賠償				審	製表
181各項損失				核	覆核
182賠償					科長
183災害搶修用料					處長
出售資產收入					章

圖 7 月現金支出預算表(使用迄今)

公開類		編製機關	臺灣鐵路管理局(材料處)
半年報	每半年終了後二十日前編報	表 號	2521-90-14

材 料 用 款

中華民國

年度 半年度

單位：新台幣元

月別	總 計	燃料與油脂 131	車務營業材料 132	工務材料 133	電務材料 134	機務材料 135	其他業務材 料136	材料運費 137	服裝 138B	災害搶修用料 183
總計										
○ 月										
○ 月										
○ 月										
○ 月										
○ 月										
○ 月										
附註										

製表：

複核：

科長：

副處長：

處長：

資料來源：本表由材料處根據有關資料編報。
填表說明：本表按期編送主計室第四科一份，自存一份。

圖 8 材料用款表(使用迄今)

6.2 民國 90 年迄今：配合 AA 會計資訊系統作業修訂

民國90年1月臺鐵局完成AA會計資訊系統之建置，除在預算面作更嚴密控管外，並將整個財務流程，自預算動支至請款報銷之相關資訊均納入系統內，期能更迅速、適時、正確產生各類財務資訊，以供管理當局作最佳決策參考，有關AA會計資訊系統之簡介(圖9)，以及現行本局材料預算執行之作業流程與預算動支請示單等相關表單將簡略說明如後：

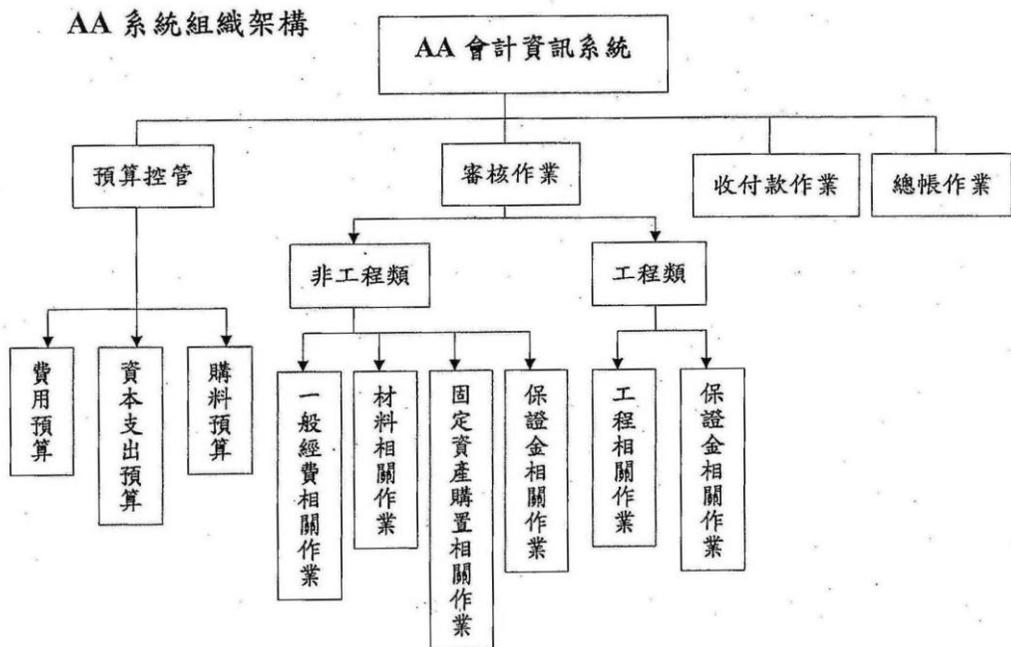


圖 9 AA 會計資訊系統組織架構圖

6.2.1 AA 會計資訊系統之變革與特色

AA會計資訊系統與原有A0會計系統相較下，有若干明顯的變革及特色，期能加強預算控管面，並能更快速、正確地產生完整之會計資訊。

(1)預算動支觀念之建立

a. 依據：行政院訂定發布之「內部審核處理準則」

b. 相關條文：

第24條一各機關會計人員審核採購及財物處理時，應注意下列事項：

一、採購案件有無預算及是否與所定用途符合，金額是否在預算範圍內，有無於事前依照規定程序辦妥申請核准手續。

c. 作業原則：

原則上各單位辦理各類支出(包括費用及資本支出)前均須先辦理預算動支請示。

(2)購料預算之建立

a. 依據：「交通部臺灣鐵路管理局材料管理須知」

b. 相關條文：

十二、材料預算分為用料預算及購料預算。

十四、購料預算分為年度營業用料購料預算，資本用料購料預算。

十六、各用料主管部門應於每年11月底前將下一年度之購料預算填製購料預算明細表(圖10~圖11)送材料處，彙送主計室登錄會計資訊系統。年度中如原編預算不足需辦理追加時，應於簽准後送材料處辦理。

十九、購料預算應在奉准動支金額內執行，營業用料購料預算執行過程中得視業務優先順序調整運用。

料 2-1
尺寸：A4

交通部臺灣鐵路管理局
營業用料購料預算明細表

預算年度：
預算單位：

單位：元

材料類別	費用預算科目	費用預算金額	購料預算金額	備註
	合計			

1. 以「預算單位」別建立購料預算。
2. 營業用料購料預算不足應登局調整。

經辦員

覆核

科長

單位主管

圖10 營業用料購料預算明細表

料 2-2
尺寸：A4

交通部臺灣鐵路管理局

資本用料購料預算明細表

預算年度：
預算單位：

單位：元

材料類別	計畫名稱及內容	資本支出計畫案號前 9 碼	計畫案預算金額	年購料預算金額	備註
		合計			

1. 以「預算單位」別建立購料預算。
2. 計劃型資本支出之預算案號年度結束時應保留，轉入下年度。

經辦員

覆核

科長

單位主管

圖 11 資本用料購料預算明細表

c. AA系統購料預算之規劃：

本局購料預算因係首次開辦，初步並不按材料細項編列，而以單位別編列，俟上軌道後，期能按材料細項編列，以加強材料採購控管：

(a)營業用料購料預算：預算單位為一級單位。

(b)資本用料購料預算：以購料執行號(執行號前八碼)編製—例95118501鐵路平交道防護設備改善計畫。

(3)預算分配

以往預算分配至一級單位(處、室)，預算由一級單位統籌分配支用。為加強各單位預算控管之理念並落實責任中心制，AA系統規劃執行預算應分配至「段」(廠、隊)，責由各分配執行預算單位自行於預算範圍內執行，希透過該機制之運用，逐步建立責任中心，以明權責，俾利績效考核。

(4)授權區分之設計

配合執行預算分配至「段」之考量，AA系統於預算動支請示作業中有『授權區分』設計，基本上由電腦按「動支金額+權責項目」條件，依本局「採購、附屬業務等層級權責授權區分表」自動判別授權層級，凡授「1」層(授權段)、授「2」層(授權處)案件，因屬該單位主管權限，相關動支請示文件無須送會計單位，而由會計單位採電腦畫面審核確認核扣預算方式辦理，可節省文件遞送往返時間，爭取時效。

(5)請款報銷流程簡化

各單位之預算動支請示經授權長官核准並核扣預算後，嗣後支出之請款報銷在分配預算及授權範圍內，即不再經過主管單位，而逕送會計單位處理，如此一來，將可縮減作業流程，加速付款時效。

(6)和材料帳系統之結合

以往材料採購、付款與點收、入帳分屬兩個系統作業，因系統無法結合，以致常發生『材料收發單』點收尚未入帳，但款項卻已支付之異常狀況；又材料點收入帳金額與付款金額亦無法勾稽，致產生龐大懸記帳，端賴人工銷帳，實不經濟至極！透過系統之整合，AA系統已將材料採購、付款與點收、入帳作業連結，嗣後應能強化控管並大量減少懸記帳之產生。

(7)工程預算書之建檔

透過「單價分析表」、「數量計算表」中相關基本資料之輸入，可建立完整工程預算書(包括工程動支請示單、施工預算書、施工預算明細表、單價分析表、數量計算表等)。往後作業，舉凡工程計價、變更、決算、或有關該工程相關資料之查詢均可藉由該工程預算書之資料做進一步衍生，冀能對工程各項財務資料作完整記錄，以利控管。

(8)立沖之設計

為求帳務正確，避免懸記帳之發生，AA系統規劃有「立沖」機制，即各單位於請款報銷中所立有關資產、負債帳戶，嗣後應由各單位負沖帳之責；故於請款報銷清單設有「沖銷原單據種類」、「沖銷原單據號碼」、「沖銷單據日期」、「沖銷原單據序號」以供沖帳之用。

(9)分戶帳之設立

依據本局會計制度，明細分類帳可按總帳科目、明細科目、子目或戶名設立；AA系統規劃以同一會計科目設立分戶帳之方式，取代以不同會計科目來劃分明細帳之方法，期使帳務上不致受會計科目之限制而能更靈活運

用。

6.2.2 材料帳系統應行注意事項

- (1)材料處應於下年度開始前提出各單位該年度全年度之購料預算(包括維修料及資本料)。
- (2)所有材料預算動支請示均應經材料處綜核科審查。
- (3)主管處彙整所屬單位之材料需求後，辦理預算動支【AA3311】，經材料處綜核科審查及主計室審核通過後，交由材料處辦理採購。
- (4)為掌握料源，如需訂定一年以上長期合約時，例：訂定二年合約，則一次動支二年購料預算(二年購料預算應編於採購年度)。
- (5)發包金額超底價欲決標時：
 - a. 未超預算：按現行作業方式辦理。
 - b. 超預算：如確認該預算無法購得所需材料，由原動支單位重新動支預算，並作廢原動支請示單。
- (6)材料處合併各用料單位已核准之動支請示單辦理採購時，其辦理合併採購部分，須為原動支請示單之全部，不得僅為合併部分；合併採購之單價不一時，材料處應通知請購單位修正。
- (7)材料用途代號：
 - 127A普通料
 - 128燃料
 - 9511計畫型資本支出
 - 9520非計畫型資本支出採購地區：本地或國外
- (8)有關國外購料，於點收、填列材料收發單「1卡」時，請依材料管理須知相關規定辦理：
 - a. 材料管理須知第一六〇條略以：購入之材料成本包括材料之原價及驗收入庫前所付之一切運什費用，於填列材料收發單「1卡」時應列購入原價，至於驗收入庫前所發生之一切運什費用，由資訊處按核定之運什費百分率設計程式自動附加計算至料價內。

- b. 材料管理須知第一六二條第一項第一款略以：委託專業機構代辦進口材料之材料運什費包括：稅捐(包含進口稅、商港服務費)、運費(包含海運、空運、內陸運輸)、倉租、保險、報關、檢驗、公證、裝卸、包紮、整理、碼頭費用、公(廣)告費、簽證…等費用。

(9)有關合約：

a. 合約之建檔：

- (a)委由材料處(含各供應廠採購課)辦理招標之合約，可由招標單位先行將合約號碼及合約名稱建檔。
- (b)廠商繳納履約保證金時，由招標單位人員製作「履約保證金收款通知單登錄及列印」(須叫出該合約號及合約名稱)。
- (c)合約相關內容，於合約送主計室核會前，應由採購單位自行建檔完成。

- b. 合約檔需經主計人員審核確認後，方得進行計價。

國內材料流程簡圖

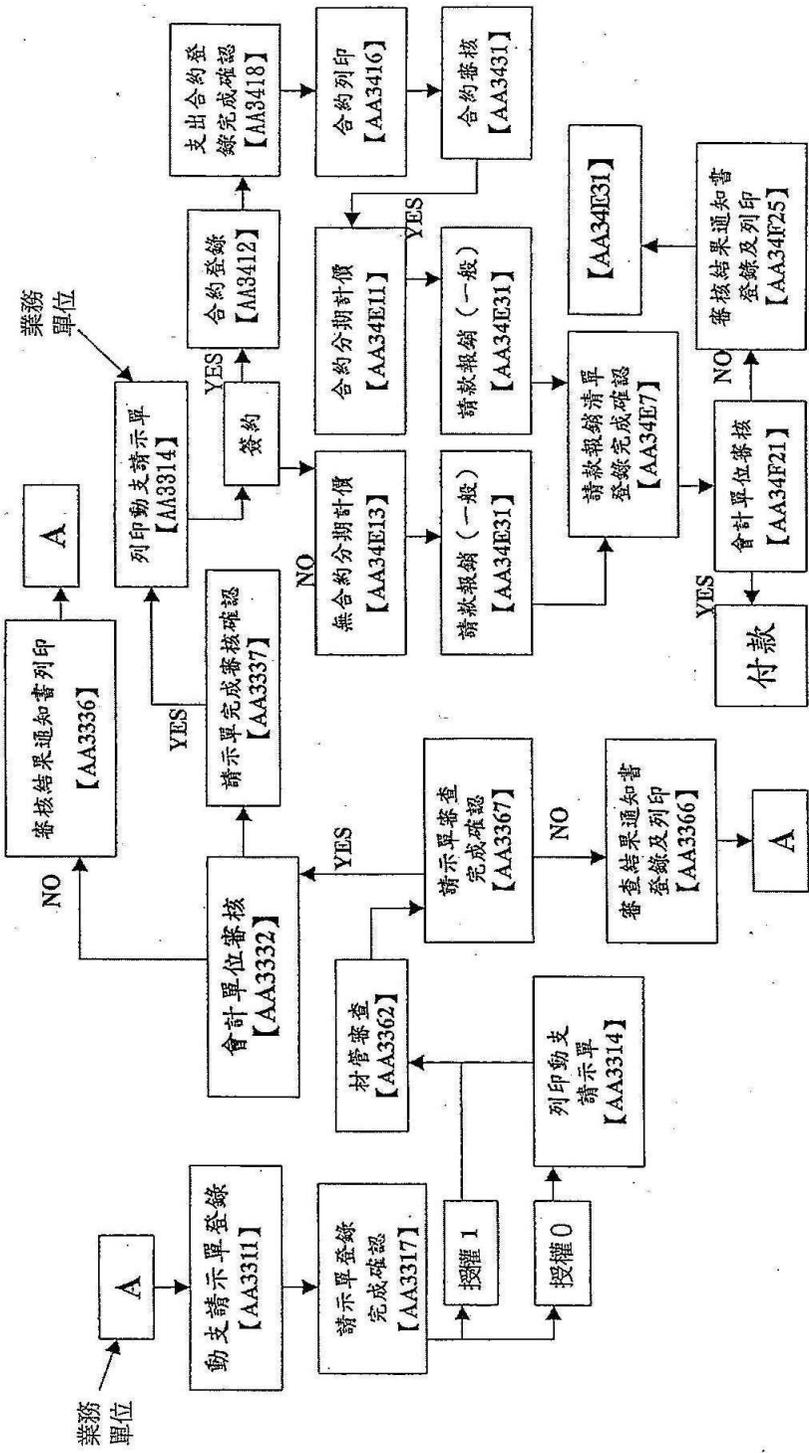


圖12 國內材料流程簡圖

國外材料流程簡圖

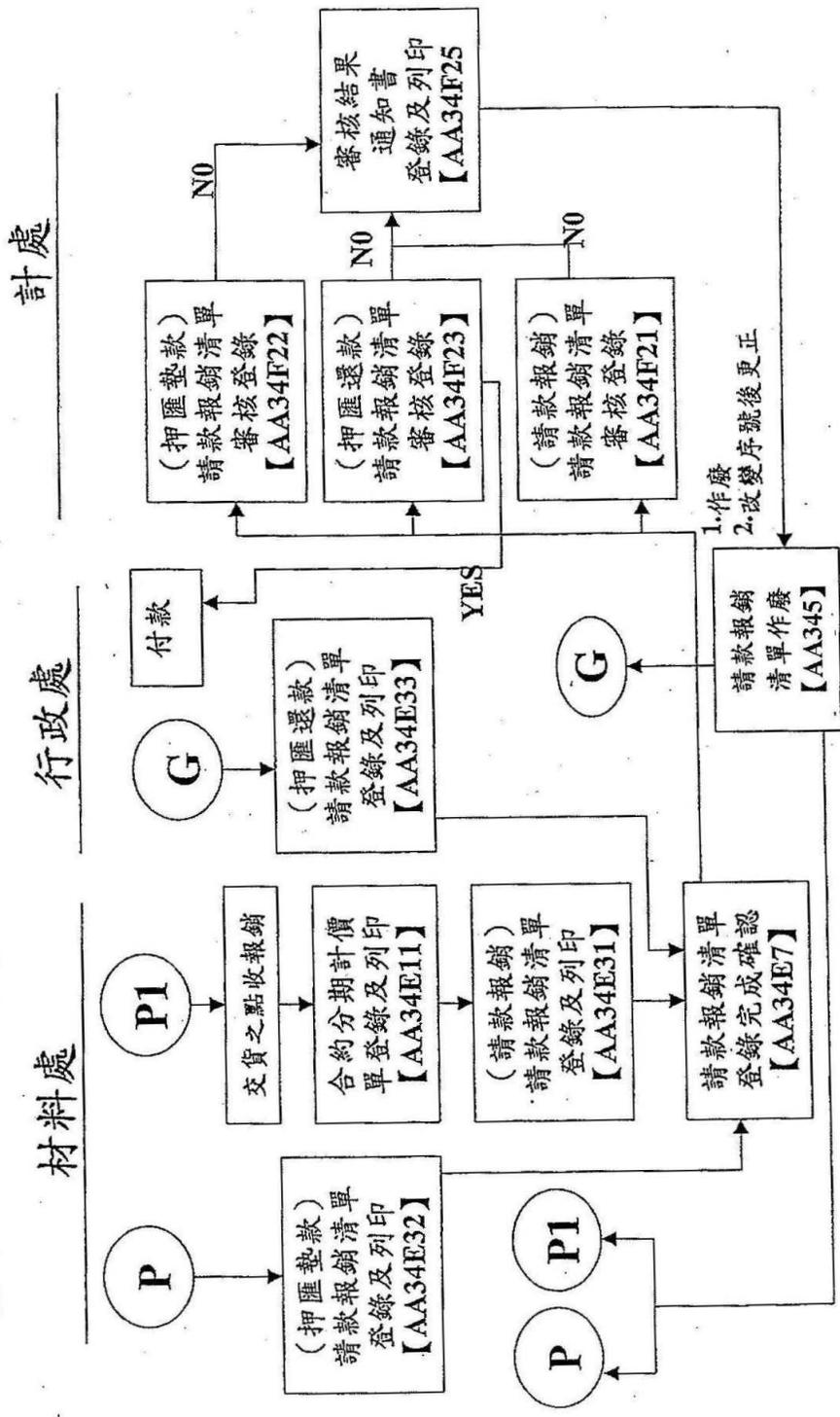


圖13 國外材料流程簡圖

程式編號: AA33143A 印表日期:		臺灣鐵路管理局									
預付:		材料採購 預算動支請示單				頁次: 1 - 1					
動支請示單號碼:		登錄日期:		經辦人員:							
用途名稱及代號:		權責項目:		授權區分:							
採購地區:		工程號名稱:		預定使用日期:							
執行單位:		附請材料明細表:		張							
購料執行號:											
執行內容:											
請示單位:											
預算單位:											
序號	預算科目代號及名稱			動支金額							
				預估購價	運什貨	其他	營業稅	總計			
預算單位			材料處			會計室			機關長官或其授權代簽人		
經辦	覆核	科長	處長	經辦	覆核	科長	處長	經辦		覆核	科長

圖15 預算動支請示單

動支請示單號:		臺灣鐵路管理局				[AA33147A]				
預算單位:		請購材料明細表				第 1 之 1 頁				
		採購地區:				製表日期:				
表號	序號	材料編號	中文名稱	英文名稱	規格	單位	數量	幣名	單價	
									其他費用	總計

計算

審核

主管

圖16 請購材料明細表


交通部臺灣鐵路管理局
財產請購單

列印日期：

勳文單號：

請購單號：		採購日期：		採購地區				
請購名稱：		經辦人：		勳支單號：				
執行內容：		執行號：		幣名：				
用料單位：	交貨地點：	財支科目：		採購進度標記：				
希望交貨日期：								
轉入採購日期：	後續擴充金額：							
請購取消日期：	預估金額：							
備註								
序號	財產編號	中文名稱	數量	規格	單位	單價	總價	註記
運費： 總價： 營業稅：								
經辦人		覆核		科長		處長		

圖17 財產請購單

七、結語

為確保鐵路行車安全及維持鐵路運輸服務水準，建立完善之材料管理系統是其中重要之一環。依據每年度業務計畫目標，規劃固定資產建設改良擴充及研訂維修工作計畫，導出材料需求數量並據以編製年度用料預算。購料預算則係依據用料預算，扣除庫存料、在途料...等存量後，計算該年度應購材料數量編製採購預算，材料預算在整體材料管理循環內之重要性不言而喻。

本篇介紹臺鐵局材料預算編製、執行流程與相關表單，另簡介臺鐵局材料預算管理方法之演變，希冀藉此使鐵路同仁加深了解鐵路材料預算之內涵。

參考文獻

- 1.交通部臺灣鐵路管理局(2000)，交通部臺灣鐵路管理局材料管理須知
- 2.交通部臺灣鐵路管理局(2005)，交通部臺灣鐵路管理局材料管理須知
- 3.交通部臺灣鐵路管理局(2014)，交通部臺灣鐵路管理局材料管理須知
- 4.交通部臺灣鐵路管理局(1997)，台灣鐵路管理局材料名稱彙編
- 5.交通部臺灣鐵路管理局，AA 會計資訊系統
- 6.交通部臺灣鐵路管理局，PA 材料管理資訊系統
- 7.預算管理-MBA 智庫百科
<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%A2%84%E7%AE%97%E7%AE%A1%E7%90%86>
- 8.內部審核處理準則(民 99 年 7 月 7 日)

氫能燃料電池於鐵路之應用實例

Application of Hydrogen and Fuel Cell in Railway

王文琳 Wang, Wen-Lin¹

柯文清 Ko, Wen-Ching²

王人謙 Wang, Joseph³

聯絡地址：71150 台南市歸仁區高發三路 301 號 7 樓 701 室

Address: Rm. 701, 7F., No.301, Gaofa 3rd Rd., Guiren Dist., Tainan City
71150, Taiwan (R.O.C.)

電話 (Tel)：06-3032050#530

電子信箱 (E-mail)：wenlinwang@itri.org.tw

摘要

氫能燃料電池是一種兼具環保與高效率的新型發電裝置，尤其是質子交換膜燃料電池發電系統具有低噪音、高轉換效率、快速啟動與無環境汙染等特點，可依需求模組化且串並聯供電。本文介紹氫能燃料電池原理及於鐵道之應用實例，包括鐵道號誌之備用電力及列車動力系統。台灣鐵路局在 100 年 8 月於中壢火車站裝置第一套鐵道號誌燃料電池備用電力，實地測試迄今已超過三年，保持 100% 啟動率、24V-30V 穩壓供電，最長供電時間超過 8 小時等實績。雖然燃料電池的價格仍較二次蓄電池高，相信隨著燃料電池系統的利基市場應用，將使市場價格降低，其優異的潛力與性能，預期可為鐵道業提供更潔淨及可靠的電力能源之一。

關鍵詞：質子交換膜燃料電池、備用電力、鐵路

¹財團法人工業技術研究院 綠能與環境研究所 資深研究員

²財團法人工業技術研究院 機械與機電系統研究所 研究員

³財團法人工業技術研究院 綠能與環境研究所 副所長

Abstract

Fuel cells are recognized as high efficient and clean power generation systems. Among them, proton exchange membrane fuel cell have advantages of low noise, high efficiency, quick start and pollution-free. In addition, their modular units can fit to the practical needs. In this paper, we introduce the fuel cell's application on train auxiliary power and backup power. The Taiwan Railway has set the first fuel cell backup power system for railway semaphore demonstration in 2011. It proved that the fuel cell power system provided reliable power to the railway semaphore by 100% of start rate, the constant output voltage range of 24V-30V and more than 8 hours of supply time. Although the cost of fuel cell systems is still high compared with other secondary batteries, it is believed that the price will be decreased sharply with the niche markets. Fuel cells are expected to have large potential in providing clean and reliable power for railway industry in the future.

Keywords: PEM Fuel Cell, Backup Power, Railway

一、簡介

近年來減碳與節能議題高漲，許多新能源與再生能源技術受到各國大力推動開發，其中氫能燃料電池技術，是一種兼具環保與高效率的新型發電系統，最早應用於太空船與人造衛星上，後續逐漸應用在備用電力、電動搬運車、電動車、潛艦與無人飛機等[1]。其中，氫能燃料電池備援電力已廣泛應用於通訊基地台、醫療院所等場所，在世界各國皆有眾多應用實例。然而，在鐵道列車與鐵道號誌領域的應用則尚處於起步階段。本文介紹國際上其相關發展狀況與國內應用實例的運轉情形，以作為我國後續推廣之參考。

二、氫燃料電池

燃料電池是一種電化學裝置，可以把反應物的化學能直接轉換成電能。燃料電池的基本構造如圖 1 所示，它需要兩個電極，兩電極之間的媒介是傳導離子的電解質。燃料電池操作時，氫氣與氧氣分別接通至陽極與陰極，此時電解質之作用是讓離子從一個電極傳遞到另一個電極，以完成電化學反應[1]。以質子交換膜燃料電池為例，其發電系統包含燃料電池電堆、冷卻模組、供氣模組、水管理及電控系統等所組成，如圖 2 所示[2]。

燃料電池隨著電極種類、電解質及電化學反應不同等，也區分為不同類型，如表 1 所示。例如：固態氧化物燃料電池(SOFC)是指其中電解質使用固態氧化物材料；熔融碳酸鹽燃料電池(MCFC)、磷酸燃料電池(PAFC)、高分子電解質燃料電池(PEFC)、鹼液燃料電池(AFC)等也都是以其中電解質的材料來命名；直接甲醇燃料電池(DMFC)則是以其燃料的種類來命名。雖然燃料電池有很多種類，目前普遍為民生使用的，是質子交換膜燃料電池。由於質子交換膜燃料電池的操作溫度低、啟動時間短、可微小化及發電效率 > 40%，所以在可移動式的電源、車輛電力、家用電源及 3C 產品電源，具有相當的發展潛力，且已有商品推出[3]。

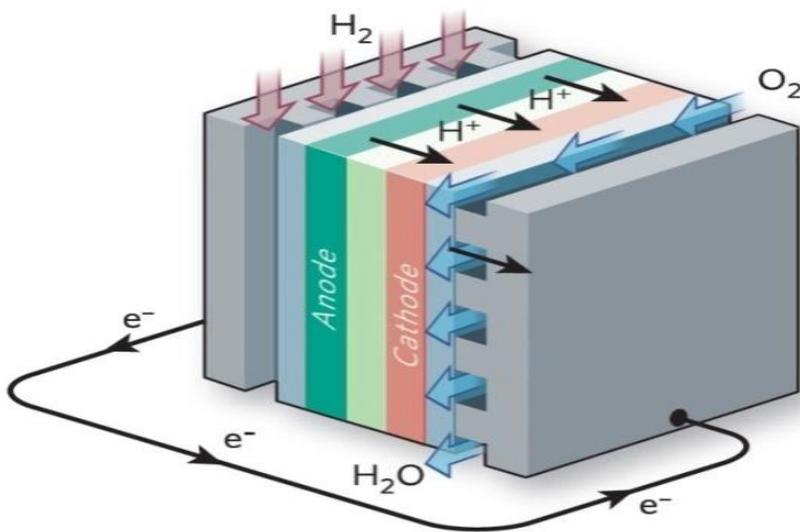


圖 1 燃料電池基本構造剖面圖[1]

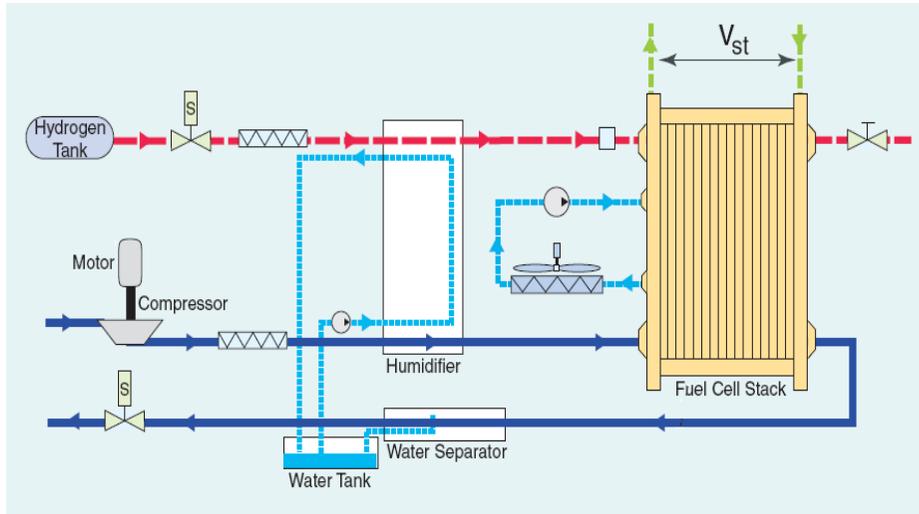


圖 2 PEM 燃料電池發電系統示意圖[2]

表 1 各種燃料電池的分類[3]

種類	DMFC	PEMFC	HT-PEMFC	PAFC	SOFC	MCFC
溫度	60~80℃	60~80℃	160~200℃	160~200℃	650~900℃	650~900℃
優點	低汙染、低噪音、啟動快	低汙染、低噪音、啟動快	CO 耐受性較高、系統較簡單	低汙染、低噪音	能源效率高、具內部重整、燃料多元	能源效率高、燃料多元
缺點	發電效率低、甲醇易穿透電解質層	水管理、昂貴觸媒、CO 耐受性低	啟動較慢、發電效率較低	價格昂貴、發電效率較低	啟動時間長、材料要求嚴苛	啟動時間長、電解液具腐蝕性
導電離子	H^+	H^+	H^+	H^+	O^-	CO_3^{2-}
應用	3C 產品、攜帶式、軍用電子設備電源	汽車、可攜式電源、住家用電	熱電共生廠、定置型分散電力	熱電共生廠、定置型分散電力	定置型分散電力、熱電共生廠、複合電廠	定置型分散電力、熱電共生廠、複合電廠

三、軌道號誌備用電力的應用

在鐵道號誌的備用電力，傳統上採用柴油發電機或是蓄電池，由於需要定期維護並考慮電池劣化問題，一直以來是鐵路營運單位的額外負擔。目前已經有多款氫能燃料電池已被成功應用於鐵道號誌與監控系統的備用電力，例如 Plug Power 公司的 GenSure (前身是 Relion) 系列，採質子交換膜燃料電池搭配甲醇燃料產氫的發電系統，已被美國伯靈頓北方聖太菲鐵路運輸公司(Burlington Northern Santa Fe, BNSF)和美國聯合鐵路運輸公司(CSX)等鐵道公司應用於鐵路平交道號誌、列車控制傳感器與網路通訊設備等供電系統，如圖 3 所示[4]。CSX 公司於 200 處以上的主動列車控制系統(Positive train control, PTC) 設置氫能燃料電池做為備援電力，可以自動化的啟動，並提供大約 3 至 4 週停電時的緊急需求。如圖 4 所示，是氫能燃料電池備用電力於電力中斷時之運轉情況，當偵測到蓄電池的電壓降低至下限值時，氫能燃料電池系統會自動啟動運轉，除了提供所需用電，並將餘電回充蓄電池。燃料電池發電系統比傳統蓄電池備用電力系統環保、供電時間更長、體積小、供電電壓穩定且壽命長等優點，如表 2 所示，非常適合應用於鐵路相關的備援電力上。



圖 3 Plug Power 公司的 PEM 燃料電池[4]

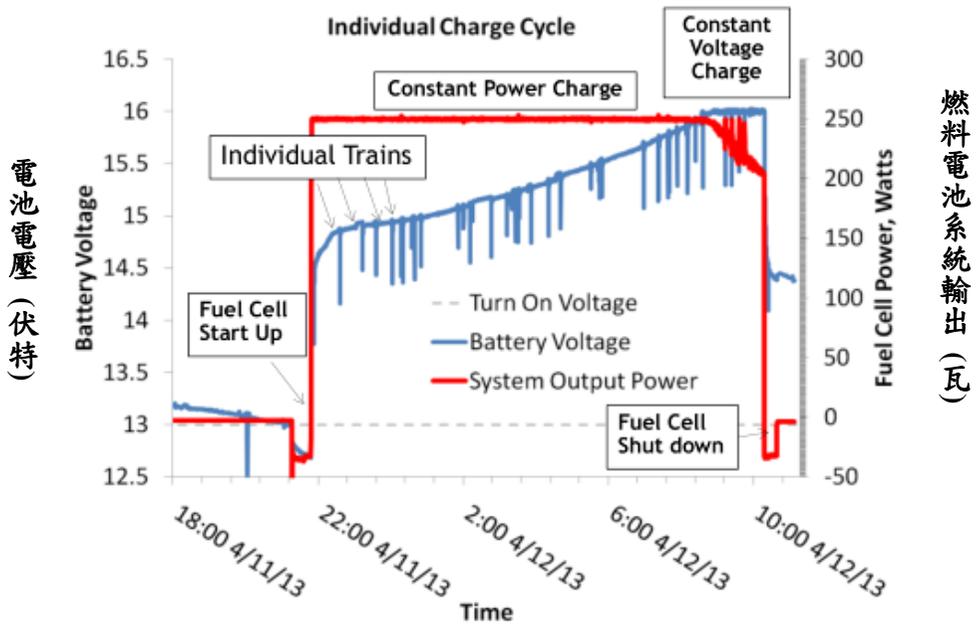


圖 4 氫能燃料電池備用電力的運轉情況

臺鐵中壢站的鐵路號誌之備援電力於 2011 年 7 月設置一組 1kW 容量的氫能燃料電池測試運轉至今，如圖 5 所示。其鐵道號誌的備援電力系統架構如圖 6，燃料電池的電流輸出為直流 DC 模式，和一般二次蓄電池相同，與市電轉直流後並聯，供給號誌設備所需要的直流電源。經歷三年多的實際運轉，其間累計市電共斷電 157 次 (其中有兩次是無預警斷電，155 次是人工斷電，共 174 小時)，達成 100% 成功啟動系統運轉供電。以圖 7 為例，臺鐵中壢站的鐵路號誌於 2012 年發生台電電力中斷，燃料電池發電系統均能順利啟動，輸出電壓 24V-30V，範圍符合鐵路號誌要求，顯示其系統的穩定性與可靠度。事實上，燃料電池的操作電壓可依實際需求，由每個 0.6-0.7V 單電池串聯而成，譬如鐵路的繼電室器(relay house, RH) 電壓需求為 DC24V 及 AC110V，可以標準 5kW 功率之燃料電池系統彼此串並聯，經變壓器及逆變器來達成。其有高功率密度輸出(系統功率密度 >10 W/L)、可模組化堆疊放置、不產生噪音及污染物等特點，使燃料電池在空間的使用上具備極大的彈性，約可較鎳鎘電池節省 2/3 的設置空間，如圖 8 所示。

如今氫燃料電池應用於鐵路的道旁設備箱(Ready Access Terminal Box, RA)及繼電室器(RH)的備用電力規格已有標準規範，如下表 3 所示；無論用於道旁設備箱體或是站內繼電室，電力備援時間均超過 12 小時。



圖 5 台鐵中壢車站號誌之燃料電池備用電力道旁設備箱體

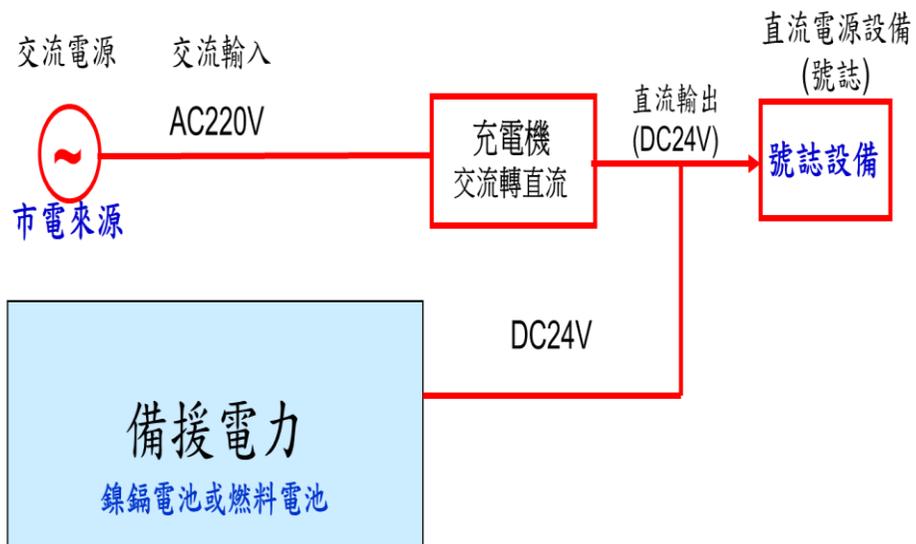


圖 6 燃料電池發電之備用電力系統架構

2012年01月18日台電電力中斷，燃料電池發電系統運轉數據

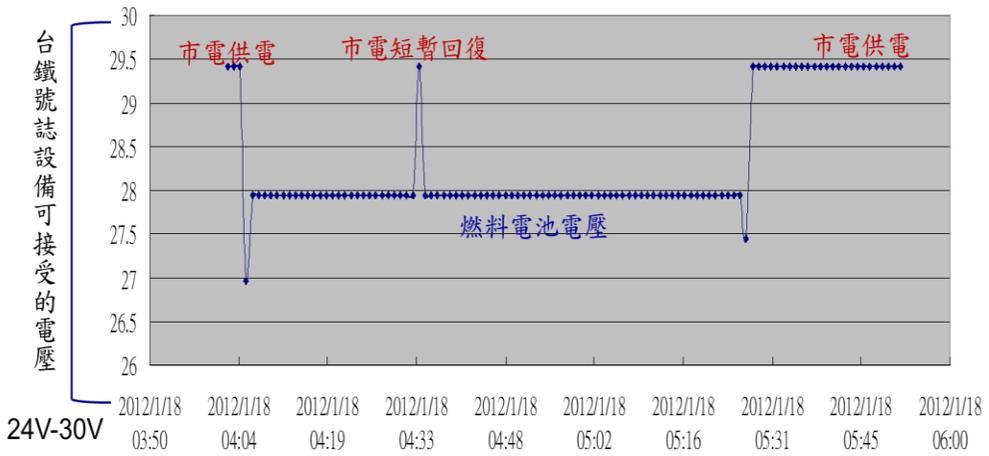


圖 7 台鐵中壢站之燃料電池備用電力發轉運轉情況

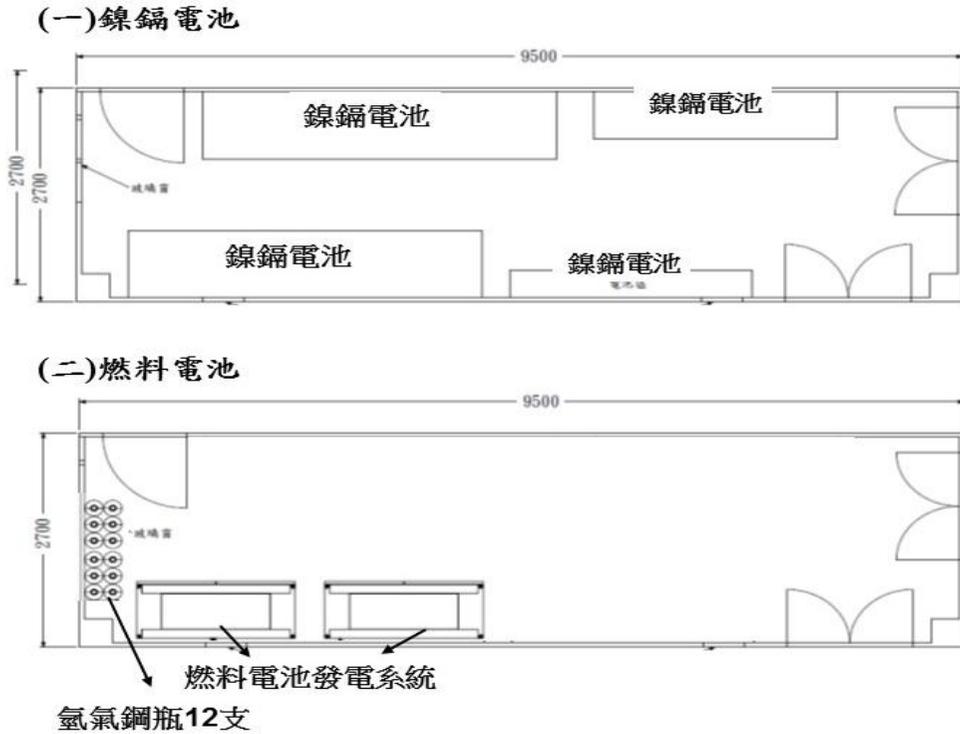


圖 8 繼電室器使用燃料電池與鎳鎘電池之使用面積比較

表 2 燃料電池與蓄電池的比較

	鎳鎘電池	燃料電池
備援型態	二次電池	小型發電機
壽命	每年良好維護配套， 15~20 年，若維護配套 不足，僅有 5 年	15~20 年 (設備自動啟動保養程序)
維護配套	充放電測試 / 每 12 月 更換電解液 / 每 12 月	設備自動啟動電池保養 / 每 3 月 燃料氣瓶更換 / 每 36 月
毒性物質	電解液中含鎘，須回收 廢液	無
初設設備 成本 (NTD)	350,000 / 135AH (24V, 3.24KWH)	680,000 / kW (24V, 16KWH 約同 24V 667AH)
可供電時間	4 小時	16 小時
放電穩定度	電壓隨使用時間衰減	放電不受時間影響
可靠度	高	高
遠端監控 設備	屬副加配備須額外採購 一套費用約需 10-15 萬	標準配備已內含

表 3 氫燃料電池應用於鐵路備援電力需求規格

功率	電壓	氫氣瓶數量 (支, 6m ³ /支)	使用廠所	備用時間
1kW	24V	2	道旁 設備箱體	16
5kW	110VAC 24VDC	12	站內 繼電器室	12

四、鐵道車輛的動力應用

東日本鐵道公司(East Japan Railway Company)為減少列車運行對環境的負擔及因應未來化石燃料枯竭的問題，率先投入燃料電池/鋰鐵電池混合動力軌道車的研究開發，並以一系列柴油混合動力列車進行修改，如圖 9 所示[5]。2006 年氫能燃料電池混合動力列車(New Energy, NE 列車)被完成開發，並於 2007 年開始進行測試，其供電系統包含兩組 65kW 氫燃料電池與一組 19kWh 鋰鐵電池，並採用 35MPa (350bar)壓力等級之 270 公升容量的儲氫罐，相關規格如表 4 所示[5]，其動力系統架構如圖 10 所示[5]。東日本鐵道公司將原屬於柴聯車 E991 型柴油混合動力列車中之柴油發電機，更換為質子交換膜燃料電池，用高壓儲氫罐取代儲油箱，並將原來交流整流器改造為直流升壓裝置(Booster)，成為新的 E995 型 NE 列車；當 E995 NE 列車加速時由燃料電池/鋰鐵電池同時供電；當減速時則對鋰鐵電池進行充電，其設計以達到原柴油混合動力列車相同的行車性能為目標，但具有不到其一半的能耗，尤其是怠速或停止時的節能效果更好。

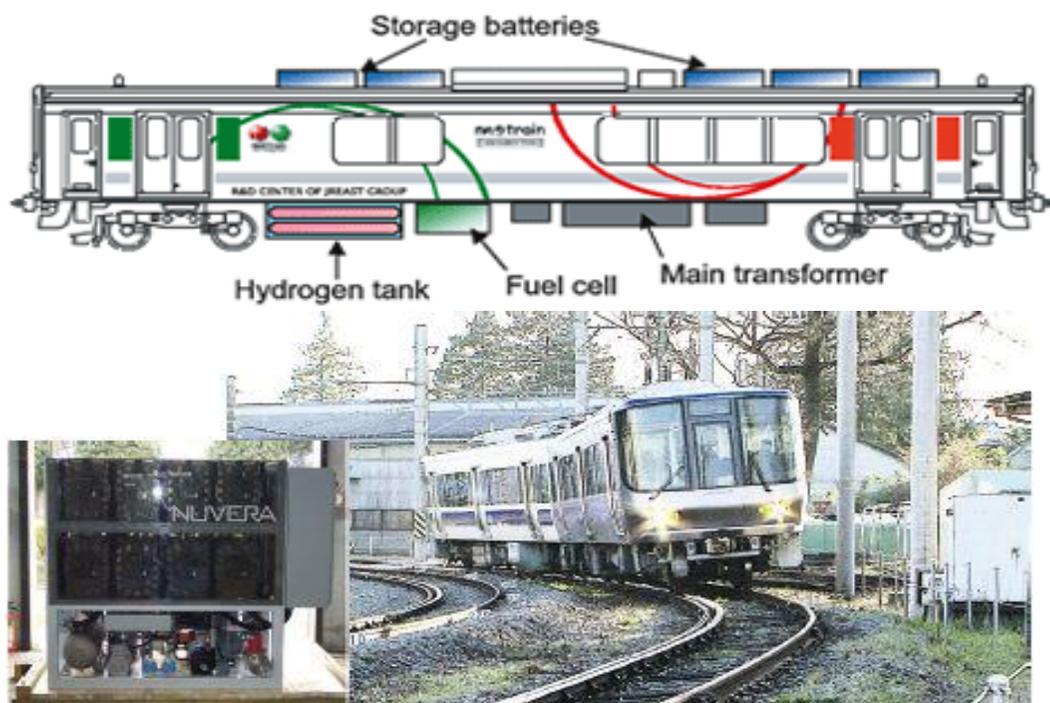
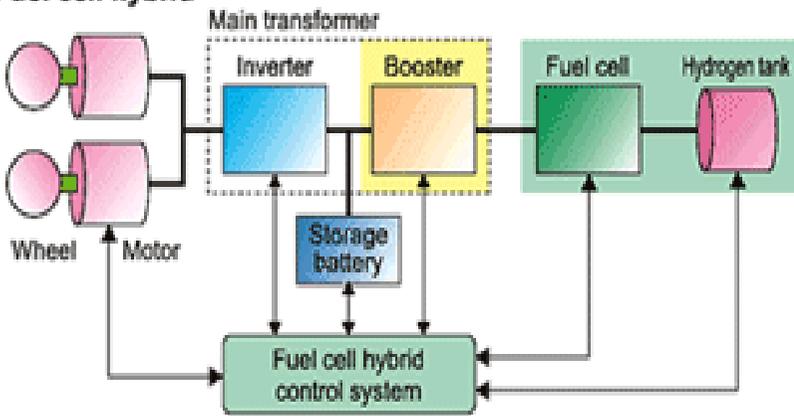


圖 9 東日本鐵道公司氫燃料電池/鋰電池混合動力列車[5]

表 4 東日本鐵道公司氫燃料電池/鋰電池混合動力列車相關規格[5]

Railcar	Single-car configuration
Railcar dimensions (L x W x H)	20,000 x 2,800 x 4,052 mm
Maximum speed	100 km/h
Main motor type and output	Induction motor, 95 kW x 2 units
Fuel cell type and output	Solid polymer type, 65 kW x 2 units
Storage battery type and capacity	Lithium-ion type, 19 kWh
Hydrogen tank capacity and pressure	Approximately 270 liters, 35 MPa

Fuel cell hybrid



Diesel hybrid

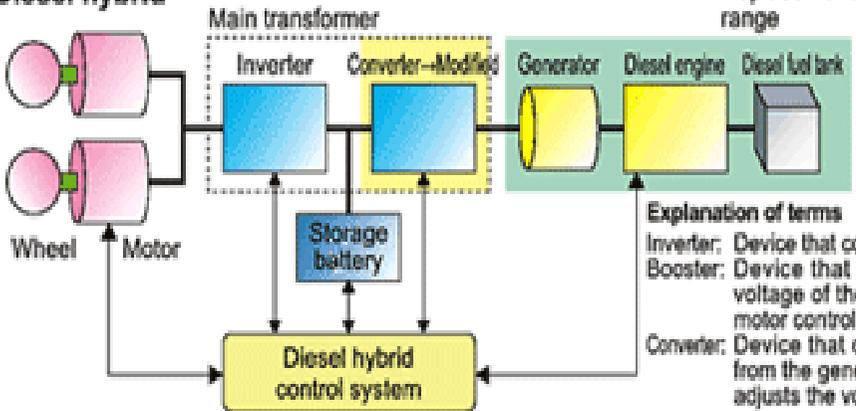


圖 10 東日本鐵道公司氫燃料電池/鋰電池混合動力列車架構圖[5]

另外，北美伯靈頓北方聖太菲 (BNSF)鐵路公司在 2007 年推出一款大型燃料電池混合動力鐵道調度機車，如圖 11 所示[6,7]。該供電系統由 240kW 的質子交換膜燃料電池與一組大型深循環鉛酸電池所組成，供電系統可以瞬間提供高達 1MW 的功率，並採用 14 支可承受 350bar 壓力的碳纖維複合材料氣瓶，來儲存 68 公斤高壓氫氣，可供應機車連續運轉 11 小時[7]。在北美 BNSF 鐵路公司開發的大型軌道調度機車中，氫燃料電池被安置在機車的尾部，高壓儲氫罐放置在鉛酸蓄電池上方，如圖 11 所示。為同時滿足機車上不同子系統的供電需求，分別採用升壓裝置(Boost converter)和降壓裝置(buck converter)改變燃料電池的輸出電壓，以滿足機車內空氣傳輸、水管理及冷卻系統用電需求；利用逆變器(inverter)將燃料電池的直流電輸出轉換為交流電，提供散熱器與冷卻泵用電[7]。針對高溫度變化與高震動之鐵道環境，及提高運行可靠度與穩定性，BNSF 鐵路公司之燃料電池混合動力軌道調度機車採用可程式自動化控制器 (Programmable Automation Controller, PAC) 對供電系統進行管理，根據所需的功率需求，透過控制器區域網路 (Controller Area Network, CAN 或 CAN bus CAN) 通訊協定，對空氣壓縮機與空氣流量閥進行調控，達到安全與高效率的操作使用[8]。

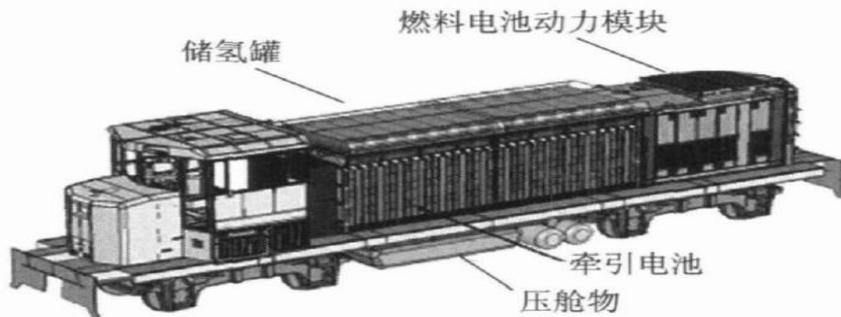


圖 11 BNSF 氫燃料電池混合動力軌道調度機車[7,8]

五、結論

在未來鐵路全面電氣化趨勢下，勢必有更多的綠色能源導入鐵路運輸，無論是在號誌、控制、訊號、動力等各種應用，可以確信的是，藉由能源使用效益的提升來達到更精準、快速的服務是未來物流業及運輸業取得競爭力的方式。燃料電池發電系統屬於潔淨綠色能源，具有高效率發電特性並能降低環境負擔。氢能燃料電池應用於定置型的備用電力上是相當成熟與穩定的，從台鐵中壢站的實際運轉狀況分析來看，備援電力系統多年來在鐵道惡劣環境下(高溫、震動、灰塵)均能 100% 緊急啟動，並即時與長時穩定供電，獲得更有利的實證。

參考文獻

1. 曾祥坤、王小紅、楊曉莉 (2011)，國外鐵路燃料電池機車車輛的研究進展，世界鐵路。
2. 林昇佃 (2004)，燃料電池，滄海書局。
3. 陳維榮、錢清泉、李奇 (2009)，燃料電池混合動力列車的研究現狀與發展趨勢，西南交通大學學報，Vol.44，No.1。
4. Mohsen Mohseni et al. (2012), “The Role of Nanotechnology in Automotive Industries,” INTECH.
5. Ryan Baker and Jiujun Zhang (2011), “Proton Exchange Membrane or Polymer Electrolyte Membrane (PEM) Fuel Cells,” The electrochemical society.
6. Plug Power Inc.網站
(<http://www.plugpower.com/2015/10/plug-power-relion-fuel-cells-working-on-the-railroad/>)

7. East Japan Railway Company 網站
(<http://www.jreast.co.jp/e/press/20060401/>)
8. Fuelcell Propulsion Institute 網站
(<http://www.fuelcellpropulsion.org/projects.html>)

誌謝

感謝經濟部能源局在研發經費上的支持。

鐵路車輛氣軔用橡皮軟管之測試方法及提高品質探討

Discussion of Railway Vehicle Brake Rubber Hose Test Method and Improvement the Quality of Materials

楊誌豪 Yang, Chih-Hao¹

陳品然 Chen, Pin-Jan²

邱松溪 Chiu, Sung-His³

聯絡地址：10041 臺北市中正區北平西路 3 號

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

電話 (Tel)：02-23815226#2547

電子信箱 (E-mail)：0604190@railway.gov.tw

摘要

近幾年來臺鐵局為了對於促進檢修車輛之合理化、省力化、更換配件節省化等均全力推動，不遺餘力，尤其對於保養周期與材料研究，希望藉此科技時代的大邁進的氛圍及材料品質的提升，以期降低材料成本與維修人力，創造經營與成本雙贏的局面。

如大眾周知，過度的保養及更換材料，在人力、物力及費用上都是一大耗損，而且是一種不必要的浪費，因此臺鐵局各單位為了節省成本的各項支出，對於電力、車輛及軌道之保養周期及提升材料品質，都全心投入研究探討行列，以期獲得更佳的保養周期及材料使用期限，而將所節省的成本應用在鐵路車輛及先進材料研發上，以期開創嶄新的鐵路時代契機。

關鍵詞：保養周期、使用期限

¹臺鐵局 機務處 技術員

²臺鐵局 臺北機務段 技術助理

³臺鐵局 臺北機務段 助理工務員

Abstract

In recent years, Taiwan Railways Administration has been devoting to promote the rationalization of vehicles, labor-saving, replacement parts and units and, etc. Especially TRA hopes to enhance material quality to reduce the costs and maintenance manpower to realize the balance of operation and cost by doing research on the maintenance cycle limitation and the usage of materials.

Too much maintenance and often replace the materials are not being encouraged, it is a waste of manpower, costs and money. In order to save the costs, TRA devotes to discuss about improvement the quality of materials and the cycle maintenance for electronics, vehicles, and tracks, and hope to get a result of better maintenance period and the cycle usage of materials. Moreover, the saving-costs can be applied to the research on railway vehicles and improve their materials and to create a new opportunity for the era of railway.

Keywords : Maintenance Cycle, Validity Date

一、前言

走在時代的先端日本國鐵，對於獲得更佳的保養周期及材料使用期限，更積極的推動研討，在其所屬水戶檢車段檢修人員，對於外觀完好覺得尚可使用之氣軔用橡皮軟管，在所定使用期限一到就予以廢棄不用，覺得非常可惜而且有疑問。因為他們認為現在所使用之氣軔用橡皮軟管（以下簡稱為軟管），過去物資不足時代曾有一段時間在缺料狀態下，曾經延長使用數個月都沒有發生問題。

又最近也許由於採用優良材質的關係，軟管在所定使用期限內，均未聽到有破損的事故發生。此等好現象，如能使軟管延長使用期限成為可能，那麼由於使用軟管的數量龐大，延期淘汰軟管所節省的經費，將是一筆非常可

觀的數目。於是為了要判定經使用期限內之軟管，是否可規定延長使用期限，水戶檢車段人員實施長達數個月之軟管性能試驗以確認材料品質。

二、文獻回顧

本文以吳水生所譯之日本國鐵橡皮軟管之性能及試驗(1)為主，來探討其所施行各項試驗之探討，以供後續研究人員作為其日後各項材料壽命探索之基礎，茲將該段實施軟管試驗經過和結果作說明。

2.1 軟管性能及試驗

2.1.1 軟管之性能試驗

現在日本國鐵所使用之軟管，於製造完成後順經過表 1 所示之性能試驗，經試驗合格後始能安裝在現車使用。

表 1 軟管製成後之性能試驗

項 目		公稱外徑 mm				
		13	22	29	46	
新軟管須具備之條件	由水壓試驗來測量	外經之變化 mm	3 及以下	4 及以下	5 及以下	8 及以下
		長度之變化 mm	{+ 5 -10}	{+ 5 -10}	{+ 5 -10}	{+ 5 -10}
		扭轉度 mm	10 及以下	10 及以下	10 及以下	12 及以下
	耐 破 裂 kg / cm^2		50 及以上			
	彎 曲 %		30 及以下			
	耐電壓 (限集電弓用軟管)		AC 80000 V 一分鐘			

橡皮層之橡皮	拉力 kg / cm ²	內 膠 層	150 及以上
		外 膠 層	130 及以上
	伸長率%	內 膠 層	450 及以上
		外 膠 層	400 及以上
	其 他		

2.1.1.1 水壓試驗

由軟管內徑加於 8 kg / cm²水壓並保持 5 分鐘，在此狀態下予以測量軟管變形。至於長度變化及扭轉之測量方法是這樣的，於加壓前在軟管表面畫一平行於軸之線，線長 275mm；位於軟管中央，加壓後其線兩端之長度變化及相對扭轉量，沿軟管外表測量之。

2.1.1.2 彎曲試驗

軟管在自由狀態下（標點距離為 500mm）予以彎成弓形，使標點位置之中心距離 450mm 時，測量彎曲外徑之減少值。

軟管經做使用到期限後再使用，其性能是否會急速劣化？要判定這個問題須要長期繼續試驗，才能判定出來。因此，在現場能實施試驗之項目做了長達數個月持續不斷的試驗，其試驗對象採用如下 4 項：

- 1、由水壓試驗測量軟管外徑變化。
- 2、由水壓試驗測量軟管長度變化。
- 3、由水壓試驗測量軟管扭轉量。
- 4、彎曲。

至於有關軟管之耐裂性及橡皮品質等之測量，由於在現場無法施行，故此等測量要請其他有關單位施行。

2.1.2 軟管試驗裝置（如圖 1）

2.1.2.1 平時試驗時須將考克（Cock）②關閉，由考克①供給 5 kg / cm²之壓力空氣，並由馬達帶動的減速搖動裝置，使受測裝置有一定的搖動。

- 2.1.2.2 在每月實施一次 8 kg/cm^2 水壓試驗時，將考克①關閉，將考克②打開，由小型空氣壓縮機供給壓力空氣。
- 2.1.2.3 為了避免忘記開啟馬達開關 (Switch)，將上空氣壓力檢出裝置使空氣壓力達到 1 kg/cm^2 時，馬達就會開始自行轉動。
- 2.1.2.4 受測軟管有一定周期及振富的搖動，需設置減速搖動裝置。

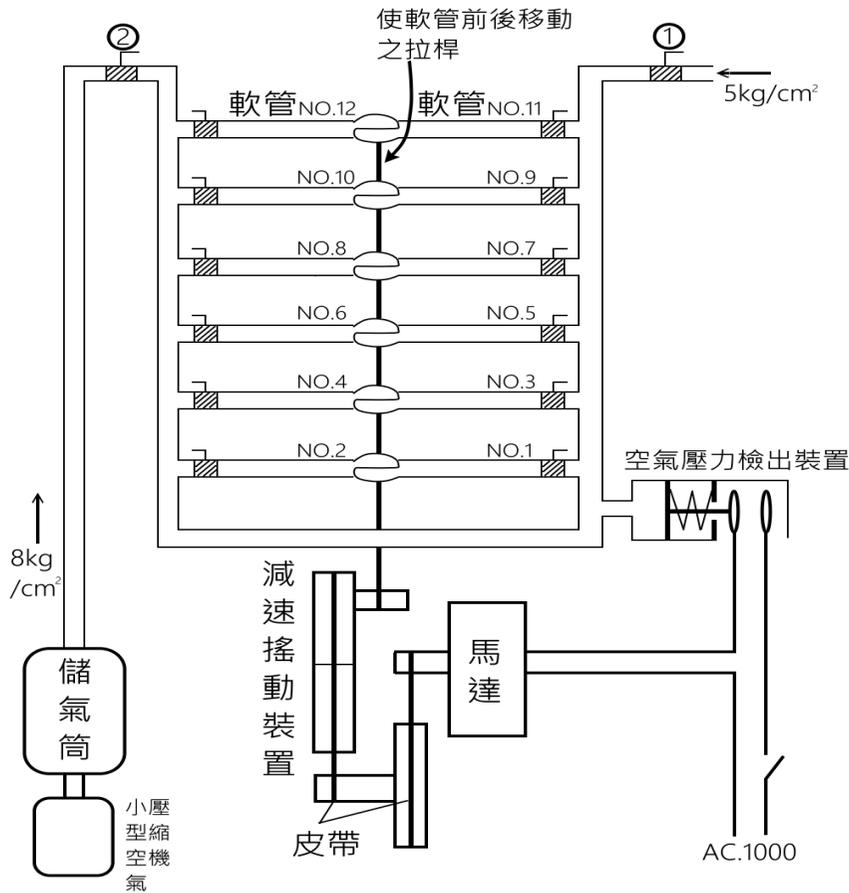


圖 1 試驗裝置

2.1.3 試驗軟管

試驗軟管共 12 條，其中有 10 條均已在現車已超過使用期限，按規定全部須要報廢，另 2 條是新品。使用新品試驗的原因是要和舊品比較性能。茲將此 12 條試驗用軟管之製造年月、製造廠商及使用期間說明如表 2。

表 2 試驗軟管資料

軟管編號	製造年月	製造廠商	使用期間
No 1	1971 年 11 月	A.K.K	1972 年 4 月~1975 年 4 月
No 2	1971 年 11 月	B.K.K	1972 年 4 月~1975 年 4 月
No 3	1972 年 3 月	B.K.K	1972 年 5 月~1975 年 5 月
No 4	1971 年 12 月	C.K.K	1972 年 4 月~1975 年 4 月
No 5	1971 年 7 月	C.K.K	1972 年 4 月~1975 年 4 月
No 6	1971 年 11 月	D.K.K	1972 年 5 月~1975 年 5 月
No 7	1972 年 4 月	D.K.K	1972 年 5 月~1975 年 5 月
No 8	1971 年 9 月	C.K.K	1972 年 5 月~1975 年 5 月
No 9	1972 年 4 月	D.K.K	1972 年 5 月~1975 年 5 月
No 10	1972 年 4 月	E.K.K	1972 年 5 月~1975 年 5 月
No 11	1974 年 6 月	C.K.K	新品
No 12	1974 年 4 月	D.K.K	新品

2.1.4 試驗方法

2.1.4.1 試驗係在屋外實施，試驗期間為 6 個月，自 1975 年 4 月 7 日起至同年 10 月 6 日為止。

2.1.4.2 每天從上午 8 時 50 分起至下午 4 時 20 分止，共計試驗 7 小時 30 分。在此時間內繼續對於受測軟管提供 5 kg / cm^2 之壓力空氣，但在其他時間需把壓力空氣排放掉。

2.1.4.3 每天從上午 8 時 50 分起至下午 4 時 20 分止，除 5 kg / cm^2 壓力空氣繼續試驗外，以一定周期使軟管做周期性的搖動（此與軟管安裝在現車於運轉中會發生搖動的情形是相同的）。

2.1.4.4 使軟管搖動之距離為：

4 月 7 日~ 8 月 5 日（4 個月）----- 130mm（請參考圖 2）

8 月 6 日~10 月 6 日（2 個月）----- 230mm（請參考圖 2）

2.1.4.5 使軟管搖動之周期為：

4 月 7 日~ 8 月 5 日（4 個月）-----每分鐘 27 次

8月6日~10月6日(2個月) -----每分鐘24次

2.1.4.6 每試驗滿一個月即實施一次 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓試驗，時間為 5~10 分鐘，以測量軟管之外徑，長度變化及扭轉量等。

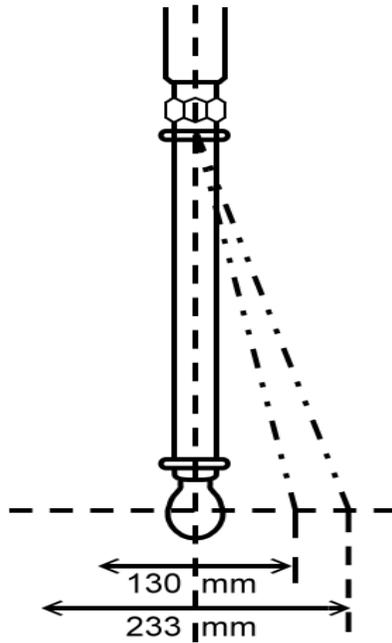


圖 2 軟管搖動之距離

2.1.5 測量方法

2.1.5.1 依照下述順序予以測量：

2.1.5.1.1 測量軟管之長度變化。

2.1.5.1.2 測量軟管之外徑變化。

2.1.5.1.3 測量軟管之扭轉量。

2.1.5.1.4 測量軟管之彎曲。

2.1.5.2 至於各項之測量方法即如下述

2.1.5.2.1 軟管長度變化之測量方法：

在軟管中央繪製一條長 275mm 的直線，以 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 空氣壓力實施試驗至每滿一個月後，即施一次 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 之水壓試驗。以加 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓維持 5 分鐘後，測量軟管之長度變化。而在一分鐘內完成 12 條受測軟管之測量工作。故測量所得數值，為該 12 條軟管加水壓後 5~6 分鐘之間所發生的長度變化。測量時為了避免發生偏差，須在軟管為直線狀態下，始予測量（如圖 3）。

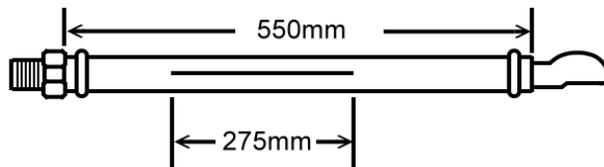


圖 3 軟管長度變化之測量方法

2.1.5.2.2 軟管外徑變化之測量方法

預先在軟管中央部繪製一條表示測量處之線；以 $5\text{kg}/\text{cm}^2$ 壓力空氣實施試驗至每滿一個月後，再施行一次 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 之水壓試驗，即加 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓 6 分鐘後，在表示測量處之線上，測量軟管之外徑變化。而在 2 分鐘內須完成 12 條受測軟管之測量工作。故測量所得數值，為該 12 條軟管加水壓後，在 6~8 分之間所發生的外徑變化。

為了要使測量偏差小，測量 A、B 之尺寸後，將兩者之合除以 2 所得之尺寸，做為外徑尺寸（如圖 4）。

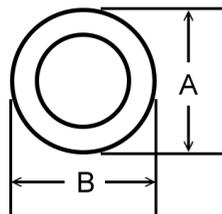
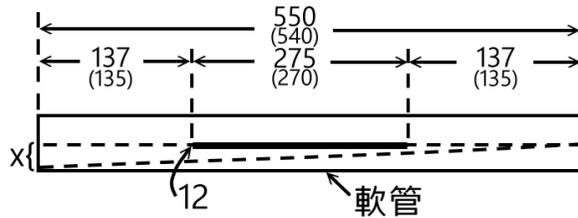


圖 4 軟管外徑變化之測量方法

2.1.5.2.3 軟管扭轉量之測量方法

在軟管中央所繪的 275mm 線，測量軟管扭轉量是否在 12mm 以內是有困難的，故以測量軟管連結器之方向變化來判定軟管之扭曲度。即在試驗開始前，預先將各軟管之連結器方向予以測量，並一一紀錄下來；然後實施 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓試驗後，測量各軟管之連結器之方向（度）；求出前後測量所得之差，此差值為軟管連結器之方向（度）變化。此項測量是在外徑測量完畢後，須於 2 分鐘以內予以完成。故可說是加水壓後 8~10 分鐘內軟管連結器之方向變化。了解軟管連結器方向後就可由下述理由，可計算出以 275mm 線為基準之軟管扭轉量。

在實施 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓試驗時，275mm 線大約會被縮短至 270mm，同樣道理 275mm 線兩端之 137mm 線部份，亦會被縮短至 135mm 左右(請參考圖 5)，而 270mm 直線之端部，因軟管扭轉以致形成 12mm 扭轉量時，軟管末端部之 X 可由下式計算求得。



$$(1) \quad \frac{270 + 135}{12} = \frac{540}{X} \quad X = 16\text{mm}$$

圖 5 軟管扭轉量之測量方法 A

即軟管之前端有 16mm 扭轉量，換句話說是回轉 16mm。因此軟管連結器也等於回轉 16mm。將此迴轉 16mm 之值換算為角度時(請參考圖 6)即得

$$(2) \quad \text{軟管圓周} = 2\pi \times 24 \div 150\text{mm}$$

$$\therefore \theta = 360^\circ \times \frac{16}{150} = 38.4^\circ$$

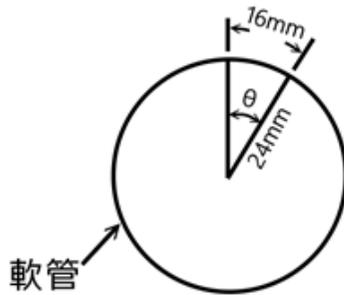


圖 6 軟管扭轉量之測量方法 B

(註：軟管之外徑原來為 46mm 但承受 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓時，會發生膨脹，故以 48mm 來計算。)

由上式計算可知軟管連結器之回轉角度在 38° 以內者，該軟管之扭轉量為 12mm 以內，故算為合格。

2.1.5.2.4 軟管彎曲之測量方法

測量軟管之扭轉量後，立刻將軟管內之壓力空氣排放至零為止。然後將軟管彎成如圖 7 所示後，再測量下述兩點之外徑（此外徑減少較大時，空氣之通過會變為不順，對於車輛煞車力會有不良影響。）。如圖 7 所示使軟管兩端成為水平，間隔成為 450mm。

- a. 測量軟管中央部外徑之減少

使軟管內之壓力變為零後，經過 2 分鐘使開始測量中央部外徑；
12 條軟管在 2 分鐘內測量完畢。
- b. 將軟管外徑縮小最多之處找出來，而該處外徑減少之測量，要在 a 項測量後 2 分鐘以內完成。

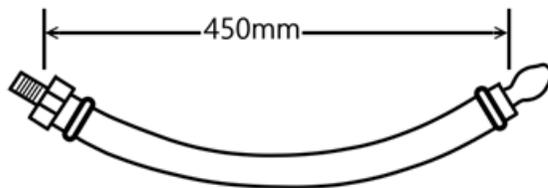


圖 7 軟管彎曲之測量方法

上述測量順序予以整理即得如表 3 所示。

表 3 測量結果

順序	狀態 測量項目	加 8kg/cm ² 水壓後之 經過時間	使壓力變 為零後之 經過時間	軟管測量順序
1	軟管長度之變化，即 275mm 線有何變化	5~6 分		(1、11)→(3、9)→ (5、7)→(2、12)→ (4、10)→(6、8)
2	軟管中央部之外徑變化	6~8 分		全上
3	軟管扭轉量	8~10 分		11→9→7→5→3→1 →2→4→6→8→10 →12
4	軟管彎曲部之外徑之減少(中央部)		2~4 分	(1、11)→(3、9)→ (5、7)→(2、12)→ (4、10)→(6、8)
5	軟管彎曲部外徑減少最多之處		4~6 分	全上

2.1.6 軟管之搖動實態

此次試驗使軟管搖動之一半振幅為 65mm 或 115mm 之理由如下述。

2.1.6.1 緩衝器之行程及其他（如表 4）

表 4 緩衝器之行程及其他

緩衝器	負荷	行程(mm)	備註
橡皮 RO 1	100 ^t	57	舊型
“ 2	100 ^t	60	舊型
“ 4	100 ^t	70	舊型
“ 8	100 ^t	85	舊型
“ 2X2	100 ^t	70	舊型
“ 3	30 ^t	40	舊型
“ 10	100 ^t	41	新型(高速貨車新幹線)
“ 9	100 ^t	68	“
“ 11	100 ^t	41	新型(一般車輛)
“ 12	100 ^t	50	“
“ 14	100 ^t	49	“
“ 18	100 ^t	59	“
“ 19	100 ^t	67	“
“ 13	60 ^t	37	新型(Ki HA 用)
油壓 HD 3 A	30 ^t	50	客車用
“ 3B	30 ^t	50	客車用
“ 4A	80 ^t	50	貨車用
“ 4B	80 ^t	50	貨車用
“ 4C	80 ^t	50	貨車用
“ 4D	80 ^t	50	貨車用
“ 5B	40 ^t	70	
“ 5D	40 ^t	70	
30t 捲彈簧	30 ^t	40	
“	60 ^t	46	
輪彈簧	30 ^t	26.2	客車、電車
“	30 ^t	49.5	客車、貨車
“	30 ^t	49.5	客車
“	50 ^t	50	貨車、機車
丙種牽引摩擦	30 ^t	45	

2.1.6.2 肘(Kunckle)間之距離 (如圖 8)

肘頭部設計時之厚度 78mm

肘頭部之使用限度 56mm

因此，肘間之距離是：

- (1) 最小 $100-78=22$ (mm)
- (2) 最大 $178-56 \times 2=66$ (mm)

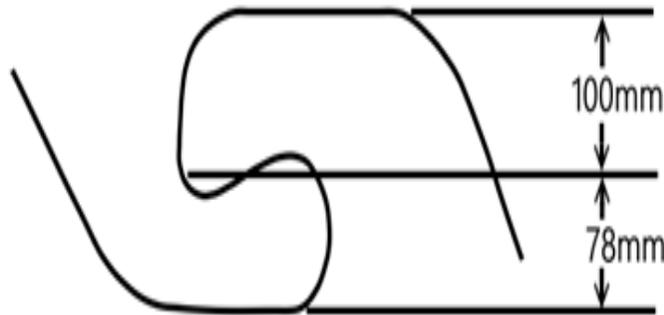


圖 8 肘(Kunckle)間之距離

2.1.6.3 軟管之最大搖動尺寸

緩衝器之行程以橡皮緩衝器 RD8 之 86mm 為最大，但此係特殊情形，故以 70mm 為最大行程。又肘間之最大距離為 66mm，因此 1 條軟管之最大搖動尺寸為： $70 + 66 \div 2 = 103\text{mm} \dots \dots (1/2 \text{ 振幅})$ 。即 103mm... .. (1/2 振幅) 為軟管之最大搖動尺寸。但由於軟管連結器體之連結部份會磨耗，緩衝器與從鈹導架間有間隙，運轉中車輛會上下動，通過曲線時會發生擺動等，因此將這些因素加進去時，軟管搖動之最大尺寸，應比上面算出之 103mm 要大。故試驗後期使軟管之 1/2 振幅增至 115mm。

2.1.6.4 軟管在運轉中之搖動

試驗時是以 65mm 或 115mm 做為軟管搖動之 1/2 振幅，但為了要調查實際運轉中之軟管搖動實態，實施下述之現車試驗。

- (1) 實施現車試驗日期：1975 年 7 月 17 日 (如圖 9)

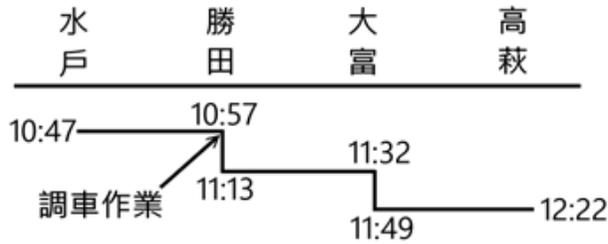


圖 9 測試時間

(2) 列車：2263 次別車

(3) 試驗車之狀態（如表 5）

表 5 試驗車之狀態

		WARA3408	YO 6213
全 指 交	般 定 接	檢 更 檢	查 換 查
		7 月大宮工場 同 7 月 14 日大宮工場	2 月名古屋工場 同 6 月 17 熊本檢車段
連結 位置	水戸~勝田 42 輛 勝田~高萩 36 輛	第 28 車 第 22 車	第 29 車 第 23 車
緩 衝 器		橡皮 RD2 行程 60mm (負荷 100t)	橡皮 RD2 行程 60mm (負荷 100 ^l)
試驗車軌鉤相互間遊隙 26mm			

(4) 調查方法：

在連掛於列車中間之守車與前位車輛間拉一條水平線；運轉中因緩衝器伸縮引起車輛間之距離，由安裝在守車的刻度予以讀出。除讀出刻度數字外，要查出繫在線下之重錘，因上下移動至停止在各刻度上之次數（如圖 10）。

由於互鉤之遊隙有 26mm，故在其一半之 13mm 處使重錘之前端，會指示在中央之 O 點（如圖 11）。

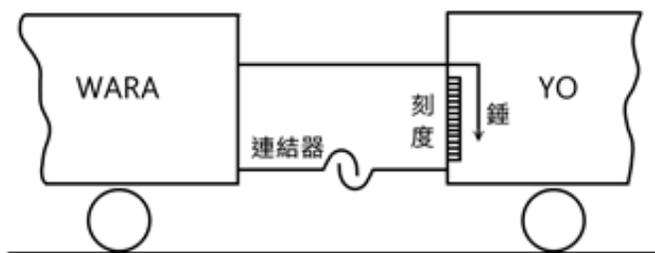


圖 10 調查方法 A

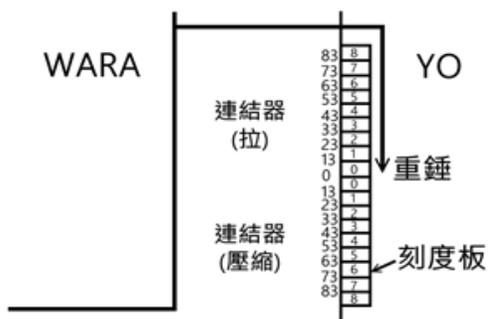


圖 11 調查方法 B

(5) 實測所得數字 (如表 6) :

表 6 所記之搖動次數，為軟管連結器部分搖動 5mm 以上時之次數，未滿 5mm 之微小搖動不計在內。

表 6 實測所得數字

刻 度	搖動尺寸(mm)	次 數	軟管一條之搖動尺寸(mm)
0	0~13	54	0~7
1	13~23	26	7~12
2	23~33	24	12~17
3	33~43	49	17~22
4	43~53	82	22~27
5	53~63	51	27~32
6	63~73	6	32~37
記事		計 292	

軟管搖動之平均尺寸為：

$$\frac{(7 \times 54) + (12 \times 26) + (17 \times 24) + (22 \times 49) + (27 \times 82) + (32 \times 51) + (37 \times 6)}{54 + 26 + 24 + 49 + 82 + 51 + 6} \\ \doteq 22\text{mm}$$

三、軟管試驗特性

3.1 軟管試驗之特異性

3.1.1 實施苛酷之軟管搖動試驗

由試驗裝置實施搖動試驗至何等嚴苛程度，如表 7 所示。即於 7 月 17 日實施列車現車試驗時，在 1 小時 35 分運轉時間內，軟管之實際搖動次數為 292 次，以此數換算 7 小時 30 分即得 1400 次。而由試驗裝置在 7 小時 30 分內給於軟管之搖動次數為此數(1400 次)之 8~9 倍。又從振幅方面來講，試驗裝置給予軟管之振幅，為列車軟管所引起的軟管振幅的 3~5 倍。由此可見此次之軟管搖動試驗，是非常嚴苛的長期試驗。

表 7 實施搖動試驗嚴苛程度

試驗項目	實驗狀況	由試驗裝置給予搖動試驗		比例 B/A
	列車之實際搖動 A	B		
	7 月 17 日	4 月 7 日 ~ 8 月 5 日	8 月 6 日 ~ 10 月 6 日	
搖動次數	換算 7 小時 30 分 1400 次	7 小時 30 分 12150 次	7 小時 30 分 10800 次	8~9 倍
振幅	平均 22 mm (最大 37 mm)	65 mm	115 mm	3~5 倍

3.1.2 實施嚴苛之水壓試驗

軟管製成後只實施一次 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 維持 5 分鐘之水壓試驗，但此次對於已使用到限之舊軟管實施 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓試驗在 6 個月試驗期間內每個月曾施行一次計實施 6 次，又加壓時間每次均繼續 10 分鐘，可以說實施了苛酷之水壓試驗。

3.2 軟管測試值及其判定

3.2.1 由試驗裝置測量之軟管尺寸值

利用試驗裝置一共試驗六次有關軟管之長度變化，外徑變化、扭轉量及彎曲部之外徑變化對於原尺寸之比例等。茲將各次試驗日期及大氣溫度列記如下：

- △ 第一次 5 月 7 日大氣溫度 21°C
- △ 第二次 6 月 7 日大氣溫度 28°C
- △ 第三次 7 月 7 日大氣溫度 33°C
- △ 第四次 8 月 5 日大氣溫度 36°C
- △ 第五次 9 月 5 日大氣溫度 30°C
- △ 第六次 10 月 5 日大氣溫度 24°C

將第六次試驗所得資料 (data) 紀錄在表 8 內，其餘請參照下面所要報告的由實測值繪成的線圖。

表 8 第六次試驗資料

軟管編號	軟管之長度變化 mm	軟管外徑 之變化 mm	軟管扭轉量 mm	軟管彎曲部之外徑變化 對於原尺寸之比例%	
				中央部	最小部
1	265	49.1	3.9	1.3	5.2
2	266	49.0	1.9	3.3	3.3
3	267	49.5	6.9	3.9	5.0
4	268	48.3	8.2	3.2	4.3

5	270	48.1	2.9	4.1	5.2
6	271	50.1	6.6	3.3	4.8
7	270	49.1	0.6	1.5	9.4
8	267	49.6	6.6	2.6	3.3
9	269	47.9	0.2	0.6	6.1
10	273	50.0	5.7	2.1	4.3
11	268	49.0	0.6	1.3	5.5
12	269	48.8	5.3	2.8	7.3

3.2.2 依實測值繪線圖如下述表 9~表 13

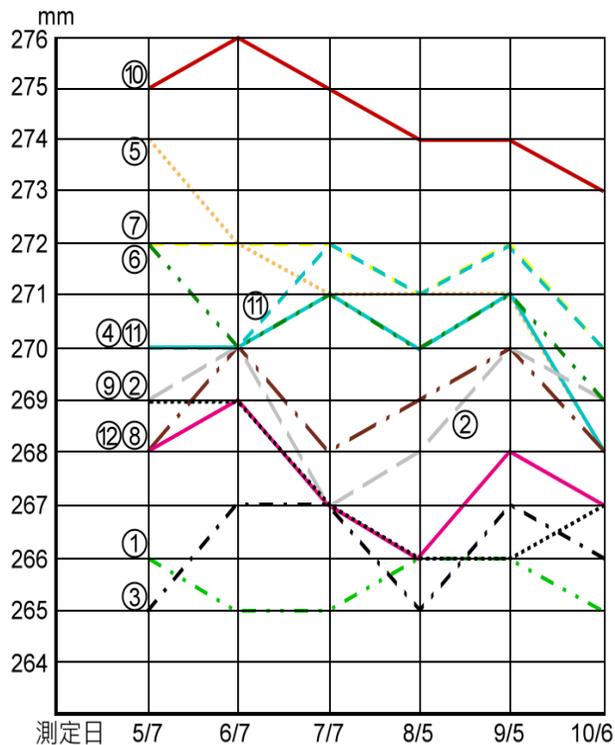
3.2.2.1 軟管長度之變化 (表 9)

註：△線圖上之尺寸表示繪在軟管中央部之 275mm 直線加 8kg/cm² 水壓 5~6 分後之尺寸。

△限度是+5~-10mm。

△○內之數字為軟管之編號，⑪ ⑫係新的軟管(以下同)。

表 9 軟管長度之變化

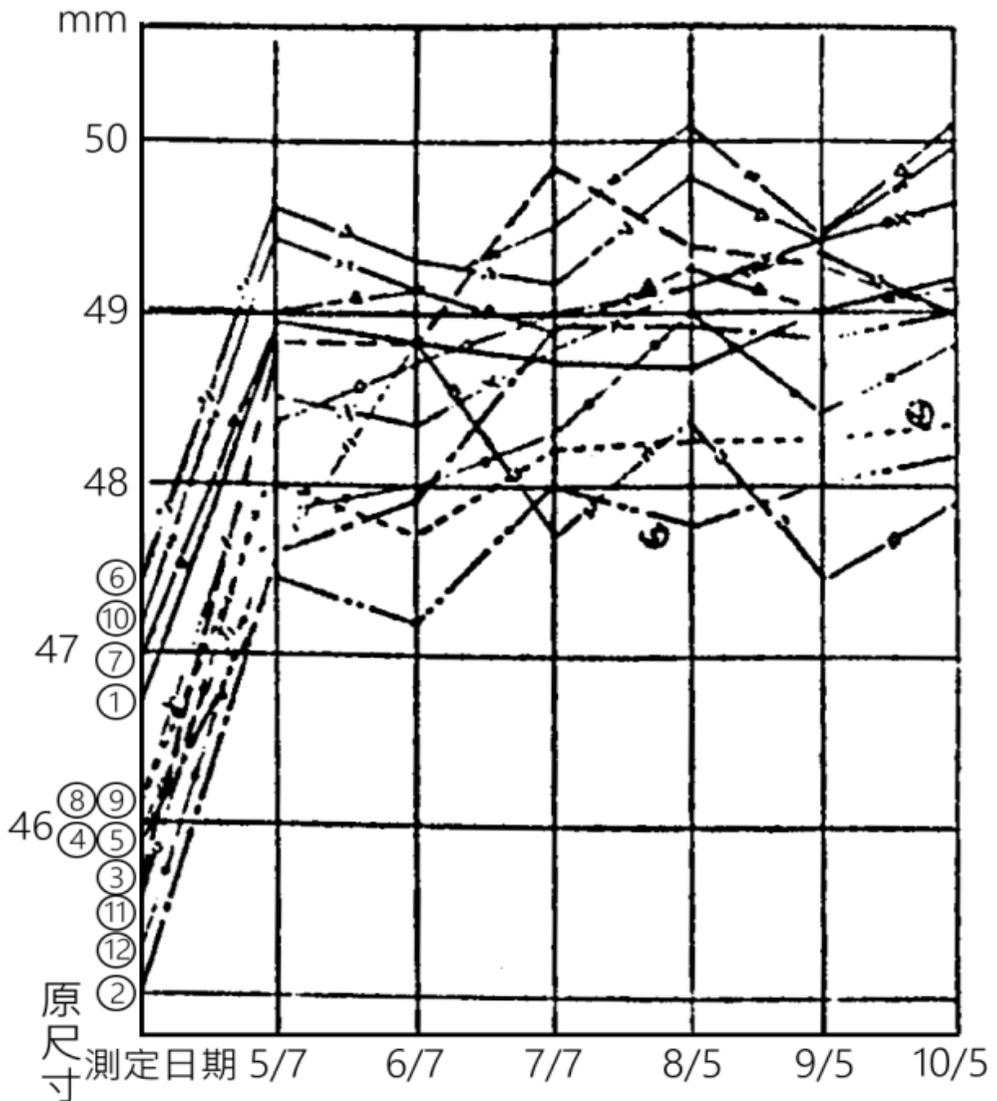


3.2.2.2 軟管外徑之變化（中央部）（表 10）

註: Δ 線圖上之尺寸，係表示加 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓 6~8 分鐘後軟管中央部之外徑尺寸。

Δ 限度為 8mm 以下，即外徑之原尺寸為 46mm 之軟管者，如未滿 54mm 則為限度以內。

表 10 軟管外徑之變化

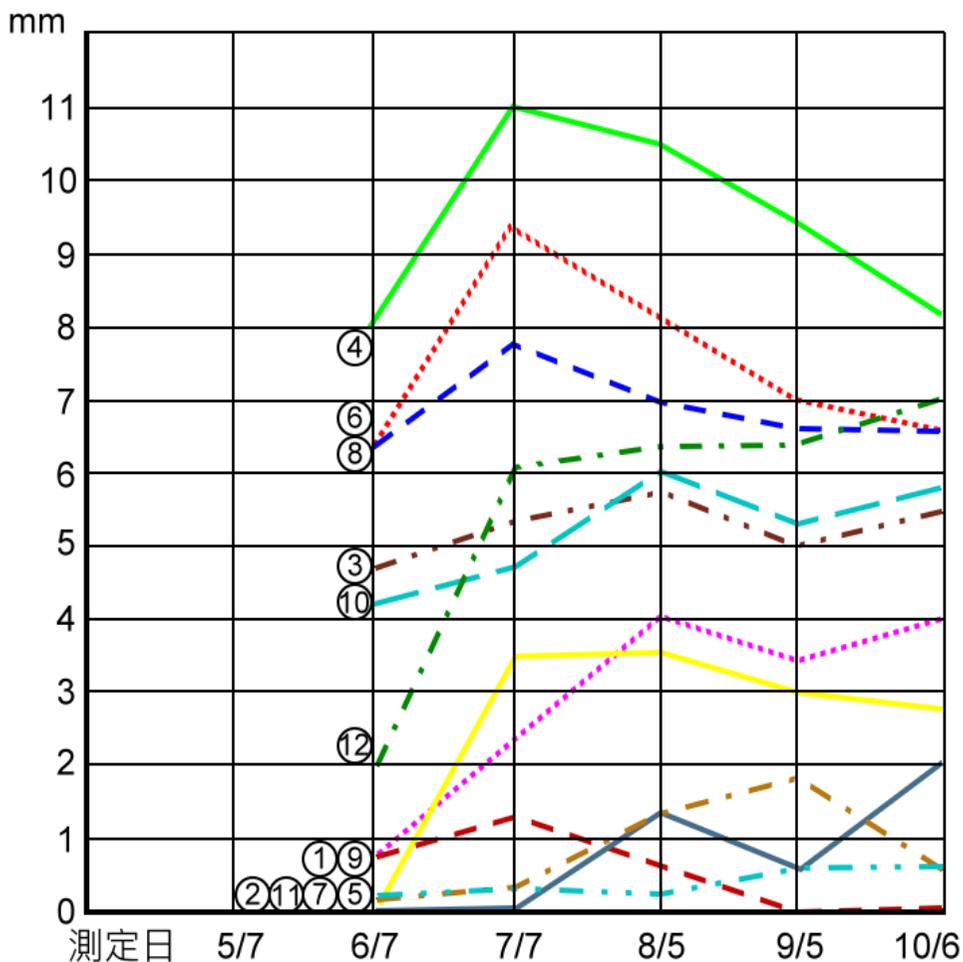


3.2.2.3 軟管轉量之變化(表 11)

註：△線圖上之尺寸係表示繪在軟管中央部之 275mm 直線，加 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓 8~10 分後之扭轉量尺寸。

△限度為 12mm 及以下。

表 11 軟管轉量之變化



3.2.2.4 軟管彎曲部外徑之變化 (中央部) (表 12)

註：△線圖上之尺寸係表示軟管加 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 水壓 10 分鐘後，急速使水壓降為 0，經 2~4 分後之軟管彎曲部變化尺寸。

△限度為 33%。

四、橡皮軟管測試結果

以下要領為調查安裝在各型車輛氣軛用橡皮軟管之每日平均使用時間。

4.1 1974 年度各型車輛之每平均行駛公里

貨車 92 公里

客車 325 公里(不包括新幹線)

電車 414 公里

柴油車 351 公里

4.2 各檢車段管轄之各種列車之運轉狀況

軟管之每日平均使用時間，可由列車運轉 1 公里所需要之時間予以算出。因此，調查水戶檢車段管轄之各列車之運轉時間，然後求出平均運轉時間，以此值做為全國之平均值。(表省略)

4.3 車種別之每日平均運轉時間

由 4.1，4.2 可算出如下之各種車輛每日平均運轉時間

貨車 $2 \text{ 分 } 10 \text{ 秒} \times 92 \div 3 \text{ 小時 } 15 \text{ 分}$

客車 $1 \text{ 分 } 18 \text{ 秒} \times 328 \div 6 \text{ 小時 } 6 \text{ 分}$

電車 $1 \text{ 分 } 2 \text{ 秒} \times 414 \div 7 \text{ 小時 } 8 \text{ 分}$

柴油車 $1 \text{ 分 } 24 \text{ 秒} \times 351 \div 8 \text{ 小時 } 12 \text{ 分}$

此次軟管試驗每日曾實施 7 小時 30 分，故以貨車來說，6 個月之試驗期間相當於實施動搖試驗 1 年以上。

12 條軟管經 6 個月試驗結果均未發現有不合格者，其中 2 條新軟管之試驗成績並非最優，舊軟管的試驗成績有的反而比新軟管好。

4.4 試驗結果之判定

12 條軟管經試驗結果均未發現有不合格者。茲將包括 2 條新的 12 條軟管之試驗成績以順位排列之(請參照表 14)。順位的決定是將每條軟管每次試驗所得數字合計起來除試驗次數所得之平均值，將此平均值與原尺寸相比較相差愈小成績愈好，即以原則排列順位。

由表 14 確認了使用期限後之舊軟管，繼續使用是沒有問題的，並證明與新軟管相比毫無遜色。

實施軟管試驗，最好從夏季一直試驗到冬季，即在高氣溫和低氣溫下繼續試驗更為可靠。此次試驗因時間關係只能在夏季實施，而未能繼續試驗到冬季，對於這一點覺得有一點不滿意。但由此次試驗最低限度可認為除冬季外，軟管延長使用 6 個月是絕對沒有問題的。又從此次試驗所得成績來判斷，已過使用期限之軟管，似可延長使用 1 年以上，但為了要確保行車安全，軟管使用期限以延長 1 年較為適當。

表 14 軟管試驗結果之順位

軟管 編號	試驗項目		長度之變化 (mm)		外徑之變化 (mm)		扭轉量 mm		彎曲部之外徑變化 對於原尺寸之比例%			
	及平均 順位	平均值	順位	平均 值	順位	平均 值	順位	中央部		最小部		
								平均 值	順位	平均 值	順位	
1		265.50	12	48.86	6	2.86	6	0.86	1	5.62	6	
2		267.16	9	48.52	12	0.76	3	2.86	5	3.80	1	
3		266.33	10	49.25	11	5.46	9	4.00	12	5.98	9	
4		265.50	12	48.13	3	9.48	12	3.74	11	5.00	4	
5		271.82	2	47.76	1	2.52	5	3.60	9	6.84	11	

6	270.83	4	49.60	5	7.52	11	3.62	10	6.66	10
7	271.50	3	49.05	4	0.36	1	2.26	4	8.70	12
8	567.50	8	48.95	8	6.84	10	3.06	6	3.94	2
9	270.16	6	47.92	2	0.54	2	1.16	2	5.70	7
10	274.50	1	49.60	7	5.18	7	3.43	8	4.56	3
11	270.33	5	48.90	10	0.80	4	1.80	3	5.20	5
12	268.83	7	48.42	9	5.20	8	3.06	6	5.94	8

五、鐵路車輛橡皮軟管構造及材質

5.1 構造

鐵路車輛氣軔用橡皮軟管構造由內膠層、補強布層、外膠層及管口膠層構成，其形狀尺寸如採購契約所附圖面規定。

5.2 材質

內膠層應用良質之橡膠，質地及厚度應均勻且富有彈性，不得有影響使用之疵痕、氣泡龜裂及其他缺點。補強布層應為 6 號之斜紋帆布，按 45° 切成斜條均勻捲繞內膠層，補強布層應有 4 層，布層間加適當厚度之內層膠，布與內膠層間、布層相互間、布與外膠層間均應充分塗以合成橡膠，切實密貼，布之接合部及布層之重疊部其搭接尺寸應為 12mm 以上，布層間有顯而可見之橡膠層。

外膠層應為品質優良耐老化、耐龜裂、質地及厚度應均勻之合成橡膠。管口膠層應用極耐老化及耐龜裂之合成橡膠被覆。

5.3 性能及檢驗規格

軟管性能及檢驗規格如表 15。

表 15 軟管性能及檢驗規格

檢驗項目		性能		檢驗規格
		BP 管	MR 管	
水壓試驗	外徑變化(mm)	5 以下	8 以下	1、依 CNS6834 橡膠管試驗法規範第 4.2.1.1 節及 CNS9694 鐵路車輛氣軔用橡膠軟管規範第 4.1.節規定試驗。 2、BP 管測試壓力 $8\text{kg}/\text{c m}^2$ 。 3、MR 管測試壓力 $14\text{kg}/\text{c m}^2$ 。
	長度變化(mm)	+5~-10	+8~-10	
	扭轉(mm)	10 以下	15 以下	
各層間之剝離性		依表 2 規定		依 CNS3557 硫化橡膠剝離試驗法規範試驗。
膠層之橡膠層試驗	抗拉強度 ($\text{kg}/\text{c m}^2$)	內膠層	150 以上	依 CNS3553 硫化橡膠拉力試驗法規範試驗。
		外膠層	130 以上	
	伸長率(%)	內膠層	450 以上	
		外膠層	400 以上	
耐老化試驗 70±1℃ 連續 144 小時	抗拉強度降低 ($\text{kg}/\text{c m}^2$)	30 以下	依 CNS3556 硫化橡膠老化試驗法規範試驗。	
	伸長率降低 (%)	50 以下		
永久變形試驗(%)		10 以下		依 4.2 節之規定試驗。

軟管剝離試驗負荷及試驗時間表，如表 16。

表 16 軟管剝離試驗負荷及試驗時間表

層次	負荷(kg)	試驗時間(min)	剝離長度(mm)
布層相互間	9	5	10 以下
內膠層與布層間	7	5	10 以下
外膠層與布層間	7	5	10 以下

永久變形試驗：內外膠層按圖 12 尺寸製作試件各一片，定標點距離為 50mm 迅速牽拉至標點距離伸長至 200mm 後再鬆弛之，檢查有無異狀，再由原試件中央部分再另取 50mm 之標點距離，再牽拉至 200mm，保持 10 分鐘後鬆弛之，再經 10 分鐘後測量標點距離之永久變形應在 10% 以下。

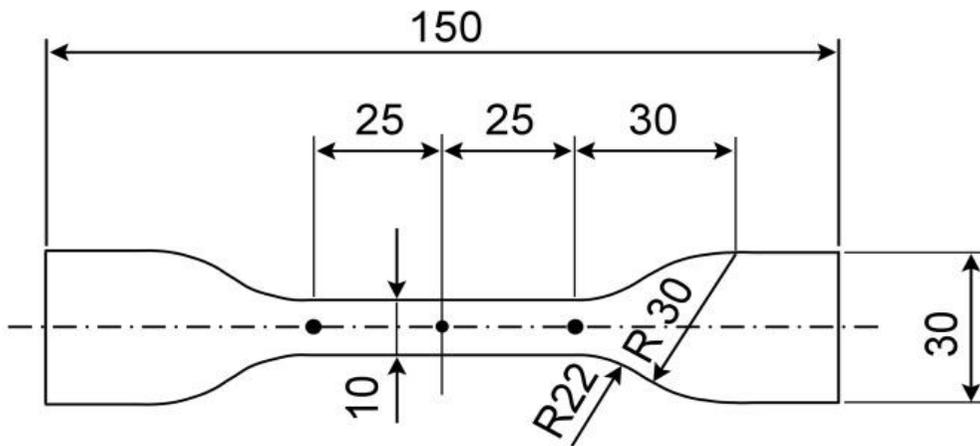


圖 12

5.4 檢驗及採樣

軟管製造中，須做抗拉強度試驗、伸長率試驗、耐老化性試驗及永久變形等試驗。交貨檢驗及項目：軟管交貨後，辦理成品之尺寸外觀檢查、水壓

試驗、剝離試驗及裝車試驗等測試。尺寸外觀每件均應檢查。各種試驗應在 18~32℃ 室溫下施行，試驗前試樣應放置室內 30 分鐘以上。

5.5 標記

每支軟管中央部分應用不易龜裂、脫落及耐老化之紅色橡膠附貼，如表 16 銘牌圖面規定之標記並標寫製造日期。

六、臺鐵局客貨車軟管檢查方式

6.1 83 年 1 月 修訂客貨車軟管檢查注意事項

6.1.1 機廠套裝軟管接頭及箍環後，軟管須依下列方式檢查

充以 6kg/cm^2 之空氣，經 3 分鐘後，測量軟管管徑，其膨脹量在 3 公厘以下，新製軟管直徑尺寸 $45+2/-0$ ，長度 550、610mm 兩種。

充以 6kg/cm^2 之空氣經 3 分鐘後，測量軟管之扭轉量(T)在 7 公厘以下，暨測量未加壓前軟管軸向所繪 275 公里中心線與加壓後偏移量，如圖 13 所示之 τ 值。

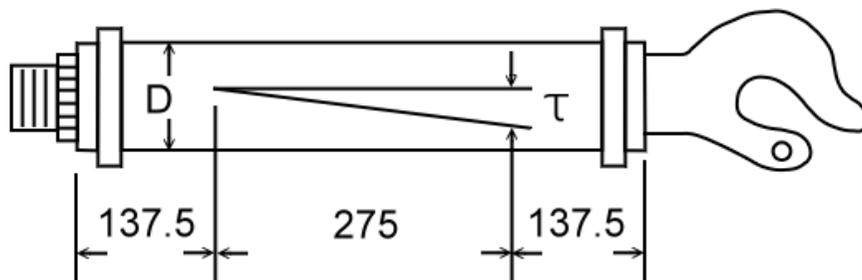


圖 13

檢查合格應將銘牌上之拆下欄上方年分刻下(如表 17)，表示工作單位之數字。

廠段檢查代號(77.4.6.新竹檢字第 2173 號函修訂)

七堵檢車段	1	台北檢車段	2	新竹檢車分段	3
彰化檢車段	4	嘉義檢車分段	5	高雄檢車段	6
花蓮機務段	8	台東機務分段	9	高港檢車分段	7
宜蘭機務分段	10	台北機務段	11		
台北機廠	26	高雄機廠	27	花蓮機廠	28

表 17 銘牌

裝 上	年	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
拆 下	年	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
橡膠公司：								製造： 年 月				

6.1.2 新品安裝使用 12 個月施行壓力試驗一次

依 6.1.1 第 1 項方式檢查，合格者於軟管上端管夾上標記白油漆記號級段名稱（如圖 14），且 20 個月以內，每次一、二級檢修試軔時，除目視檢查軟管表面狀況是否破損壞外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形，如有必要應依 6.1.1 第 1 項方式檢查，但膨脹容許值為 6 公厘以下，標準如表 18。

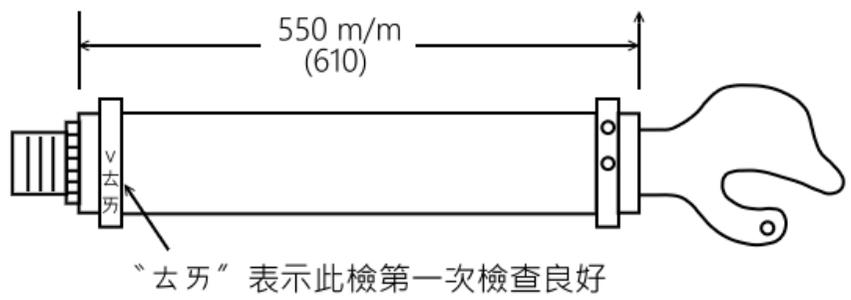


圖 14

表 18 軟管直徑膨脹容許值表

軟 管 直 徑	試驗前	試驗後
	45	不超過 51mm
	46	不超過 52mm
	47	不超過 53mm

6.1.3 新品裝上使用 21 個月至 48 個月

每次二級檢修時，必須拆下依 6.1.1 第 1 項方式檢查，但膨脹容許值為 6 公厘以下。

每次一級檢修試軋時，除目視檢查軟管表面狀況是否破損壞外，應以肥皂水塗膜檢查漏氣情形。

6.1.4 新品安裝使用 48 個月以上

每次一級檢修時，必須拆下依 6.1.1 第 1 項方式檢查，但膨脹容許值為 6 公厘以下。

6.1.5 三級檢修時

在使用期限內之橡皮軟管，均必須拆下依 6.1.1 第 1 項方式檢查，但膨脹容許值為 6 公厘以下。

6.1.6 使用期限維持原訂 72 個月(六年)

6.1.7 以上所列長/短軟管皆適用

高壓軟管之檢查除以 9 kg/cm^2 之空氣外，餘暫按本注意事項辦理，如有窒礙難行之處，再檢討另定檢查辦法。

6.2 89年4月24日鐵路車輛用空氣軟管檢查注意事項

6.2.1 相關函示

交通部臺灣鐵路管理局機務處 89年4月24日機車客字第3370號函：「主旨：茲訂「鐵路車輛用空氣軟管檢查注意事項」如附件，請查照辦理。」

6.2.2 鐵路車輛用空氣軟管檢查注意事項

6.2.2.1 機廠套裝軟管接頭及箍環後依下列方式檢查：

充以 $6\text{Kg}/\text{cm}^2$ 之空氣，經 3 分鐘後，測量軟管管徑，其膨脹容許度為 3 公厘以下。

充以 $6\text{Kg}/\text{cm}^2$ 之空氣，經 3 分鐘後，測量軟管之扭轉量在 7 公厘以下（量測未加壓前軟管軸向所繪 275 公厘中心線與加壓後偏倚量，如圖 15 所示之 D 值）。

6.2.2.2 新品裝上使用二十個月以內，依下表方式辦理：

表 19 新品裝上使用二十個月以內檢修方式

車型	檢修級別	檢修方式
各型客貨車（含電源車、行李車、推拉式客車、客廳車、餐車、商務觀光車等）	一、二級檢修	除目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形，如有必要應拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下
柴油客車、柴聯車	一、二、三級檢修	
柴電機車	一、二、三 A 級檢修	
電力機車、推拉式機車、電聯車	一、二、三、四 A 級檢修	

6.2.2.3 新品裝上使用二十一個月至四十八個月內，依下表方式辦理：

表 20 新品裝上使用二十一個月至四十八個月內檢修方式

車型	檢修級別	檢修方式
各型客貨車（含電源車、行李車、推拉式客車、客廳車、餐車、商務車等）	一級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。
	二級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。
柴油客車、柴聯車	一、二級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。
	三級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。
柴電機車	一、二級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。
	三 A 級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。
電力機車、推拉式機車、電聯車	一、二、三級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。
	四 A 級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。

6.2.2.4 新品裝上使用四十八個月以上，依下表方式辦理：

表 21 新品裝上使用四十八個月以上檢修方式

車型	檢修級別	檢修方式
各型客貨車（含電源車、行李車、推拉式客車、客廳車、餐車、商務車等）	一級、二級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。
柴油客車、柴聯車	一級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。
	二、三級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。
柴電機車	一級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。
	二、三 A 級檢修	拆下依一、1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。
電力機車、推拉式機車、電聯車	一級檢修	目視檢查軟管表面狀況是否破損外，並應以肥皂水塗抹檢查漏氣情形。

6.2.2.5 進機廠三級以上全修之車輛：

在使用期限內之橡皮軟管，均必須拆下依 6.2.2.1 第 1 項方式檢查，但膨脹容許度為 6 公厘以下。

6.2.2.6 使用期限為七十二個月（六年）。

6.2.2.7 以上所列長、短軟管皆適用。

6.2.2.8 高壓軟管之檢修除充以 $9\text{Kg}/\text{cm}^2$ 之空氣外，餘按本注意事項辦理。

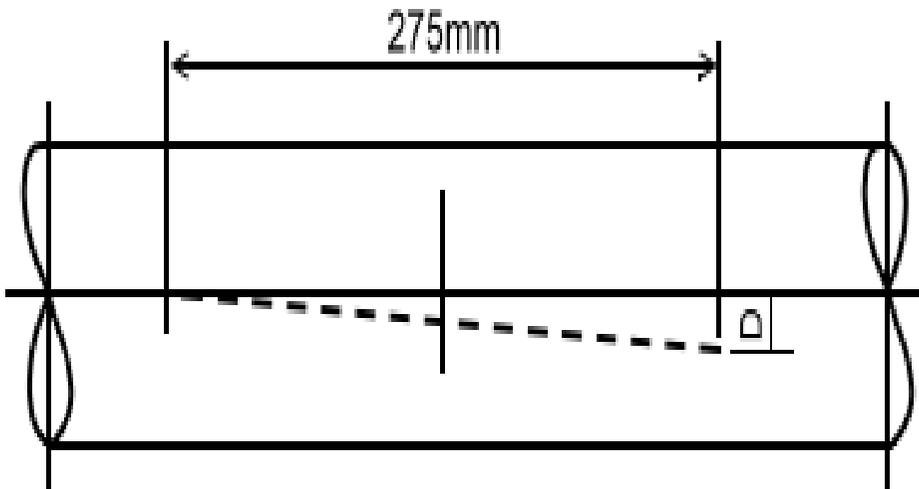


圖 15

6.3 統一客貨車氣軔軟管長度表

6.3.1 相關函示

交通部臺灣鐵路管理局機務處 90 年 3 月 20 日九十機車客字第二六一七號函：「主旨：統一訂定各型客貨車氣軔軟管長度，如附件，請 查照。」，
「說明：依據八十九年第三、四屆客貨車檢修會議議決事項辦理。」

6.3.2 臺鐵局各型客貨車氣軛軟管長度（表 22）

表 22 臺鐵局各型客貨車氣軛軟管長度

車型	BP 用氣軛軟管	MR 用氣軛軟管
推拉式客車	內徑 35mm×長度 720mm	內徑 29mm×長度 700mm
各型莒光、復興號 （含花車、客廳車、 商務車、餐車等）、 電源行李車	內徑 29mm×長度 800mm	內徑 19mm×長度 800mm
普通車（含 BK、 MBK 行李車）	內徑 29mm×長度 800mm	
各型貨車	內徑 29mm×長度 550mm	

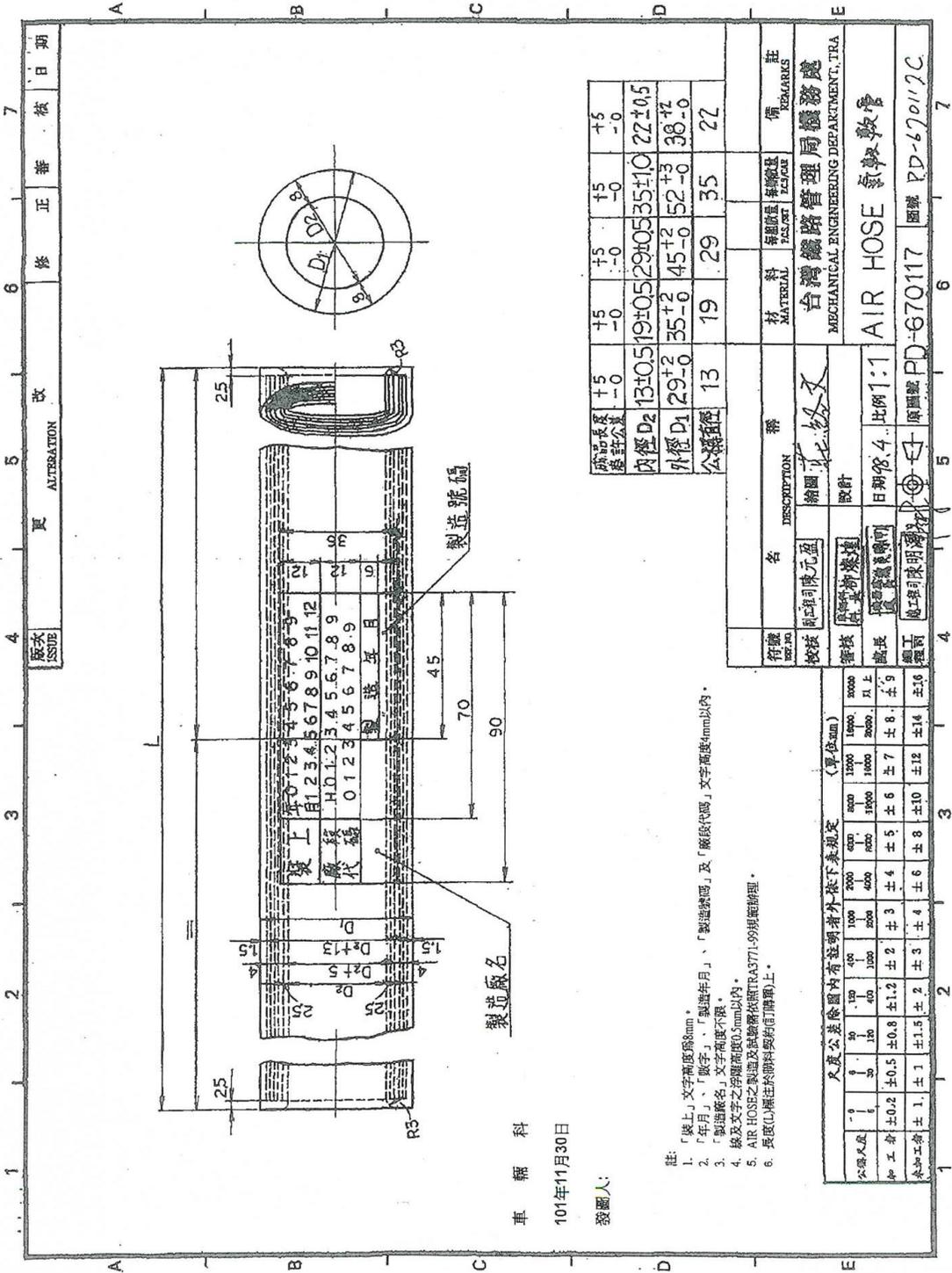
七、結論

一如前述，日本國鐵正在呼籲車輛檢修之合理化、省力化及更換配件之節省化聲中，如果軟管之使用期限延長能夠予以實施，每年將可節省一筆可觀的經費。此研究方案更可推廣至其他材料

現因現代化的科技，理應隨著材料品質之優化，逐年探究各類材料的使用年限，且調查工具也非本文所述舊式工具，唯其所論述之研究方法，仍適合作為我們的研究借鏡，可以最新穎的科學量測器具，更易做好研究工作。

參考文獻

1. 吳水生譯 日本國鐵橡皮軟管之性能及試驗。
2. 臺鐵局 橡皮軟管採購規範 TRAS(M)。
3. CNS 橡膠管各項試驗法規範。
4. 臺鐵局 客貨車軟管檢查注意事項



車 輛 科
101年11月30日
發 圖 人:

- 註:
- 「標上」文字高度為8mm。
 - 「年月」、「數字」、「製造年月」、「製造號碼」及「廠代碼」文字高度4mm以內。
 - 「製造廠名」文字高度不限。
 - 線及文字之距離應為0.5mm以內。
 - AIR HOSE之製造及檢驗應依照TRAS771-99規範辦理。
 - 長度公差係指於材料契約(訂購單)上。

公差係指圖內有註明者外依下表規定 (單位mm)

公差	0	10	100	1000	10000
±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1	±0.1
±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2	±0.2
±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5	±0.5
±1.0	±1.0	±1.0	±1.0	±1.0	±1.0
±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5	±1.5
±2.0	±2.0	±2.0	±2.0	±2.0	±2.0
±3.0	±3.0	±3.0	±3.0	±3.0	±3.0
±4.0	±4.0	±4.0	±4.0	±4.0	±4.0
±5.0	±5.0	±5.0	±5.0	±5.0	±5.0
±6.0	±6.0	±6.0	±6.0	±6.0	±6.0
±7.0	±7.0	±7.0	±7.0	±7.0	±7.0
±8.0	±8.0	±8.0	±8.0	±8.0	±8.0
±10	±10	±10	±10	±10	±10
±12	±12	±12	±12	±12	±12
±14	±14	±14	±14	±14	±14
±16	±16	±16	±16	±16	±16
±18	±18	±18	±18	±18	±18
±20	±20	±20	±20	±20	±20

行號	名 稱	材 料	備 註
1	同江司陳元盈	台灣鐵路管理局	備
2	審核	MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT, TRA	備
3	繪圖	AIR HOSE	備
4	設計	氣軟軟管	備
5	日期	比例 1:1	備
6	原圖號	PD-670117	備
7	圖號	PD-670117C	備

50kg-N #12 DSS 道岔尖軌製造之研究

A Study of 50 kg-N # 12 DSS Switch Tongue Rail of Machining

薛明水 Xue, Ming-Shoei¹

郭慶進 Guo, Qing-Jin²

王銘煒 Wang, Ming-Wei³

聯絡地址：臺中市烏日區光日路 225 號

Address：NO. 225, Guangryh Rd., Taichung City, Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel)：04-23381510

電子信箱(E-mail)：0703671@railway.gov.tw

摘要

臺鐵局工務養護總隊以現有 70S 鋼軌自製 DSS 道岔磨耗最快速也最嚴重的中間部分尖軌，可以提供鋪設 DSS 道岔的場站的緊急用料並可節省採購成本，解決因採購時程冗長而無法即時供應之問題。

關鍵詞：70S 鋼軌、DSS 道岔、尖軌。

Abstract

Taiwan Railway Administration Conservation Works Construction Maintenance Corps use 70S rail to produce the tongue rail of the DSS turnout. This tongue rail, which forms the middle part of the DSS

¹ 臺鐵局 工務養護總隊 隊長

² 臺鐵局 工務養護總隊 工務主任

³ 臺鐵局 工務養護總隊 助理工務員

turnout, has being suffered from the most severe abrasion than the other parts of the turnout. The machining of tongue rail in the maintenance Corps workshop other than by outsourcing provides a cost down and time saving solution, and prevents the downtime of the DSS turnout.

Keywords: 70S Rail, DSS Turnout, Tongue Rail.

一、前言

臺灣為島嶼型國家，平原腹地狹小，人口稠密，在各個都會區的人口密度更是驚人，尤其是位處於臺北市中心的臺北車站，係由原有鐵路地下化改建而成，而地下化後空間使用受到極大限制，為有效運用土地資源及列車運轉調配需要，需採用特殊型式道岔來適應有限空間的軌道佈置。而 DSS 道岔可有效節省百分之七十五的用地需求，使鐵路站場的空間可以更有效的運用。

在經過了冗長的採購流程，完成道岔的鋪設，再交給本局營運後，接下來要面對的，便是道岔鋼軌磨耗需要抽換的問題。因此，本局所屬工務養護總隊便開始著手於 DSS 道岔中磨耗最嚴重的尖軌部品製造之研究。

DSS (Double Slip Switch)雙交分道岔，係於民國 93 年 3 月鋪設於臺北站第四月臺南端，其尖軌使用 JIS 70S 鋼軌，中間尖軌長度為 18m。設置 DSS 道岔其目的在於可大量節省站場空間，以利於列車進行路線轉換(如圖 1)。由於車輪軸距固定，加上離心力作用，使外側車輪通過道岔分歧側時，輪緣抵緊曲尖軌，造成對鋼軌的摩擦，同時尖軌頭部內側被加工切削過，尖軌斷面積小於另一側鋼軌，易造成磨耗集中。目前本局路線上的道岔使用年限雖定為 8 年，但由於 DSS 道岔中間部尖軌因具有上述半徑小曲線，及尖軌斷面積小之特性，易造成磨耗集中，又考慮臺北站每年 DSS 道岔通過噸數約為 2,337 萬噸 (1)，尖軌平均使用 5 年即需更換。

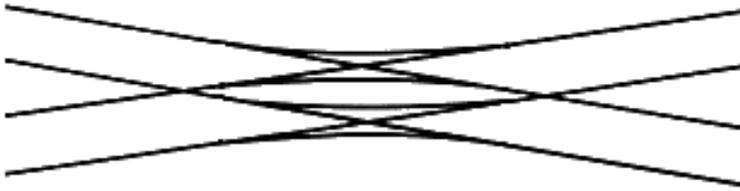


圖 1. DSS 道岔

(1) 資料來源：工務處車輛通過噸數統計表 2015 年 1 月至 2015 年 12 月

二、使用現況

目前臺鐵路線上僅有 1 套 DSS 道岔位於臺北站(如圖 2)：

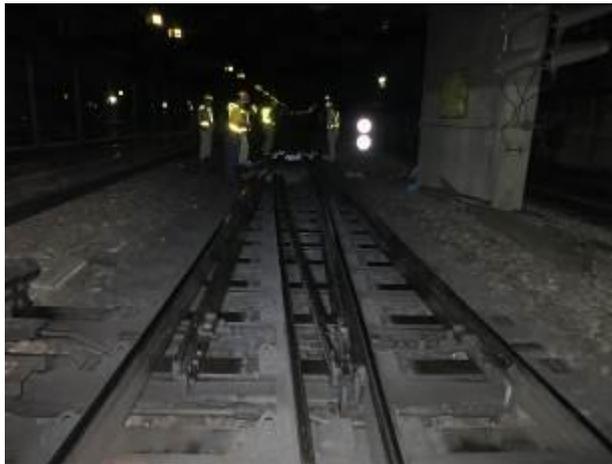


圖 2. 臺北站 DSS 道岔

臺北工務段中間部尖軌備料目前已全數上線使用，急需辦理備品採購供抽換作業，故工務處指示總隊辦理尖軌部品製造之研究以削製備品。

三、設計構想

由本隊進行 DSS 道岔尖軌的削製作業之研究，以供應臺北站 DSS 道岔備品使用，尖軌在處於 DSS 道岔之位置如圖 3 所示，其為左右相互對稱之形狀。



圖 3. DSS 道岔尖軌位置

3.1 加工尺寸圖面(如圖 4)：

加工之 DSS 道岔尺寸圖面如圖 4 所示，總長度 18,065 公厘，曲率半徑最大中距 143 公厘。

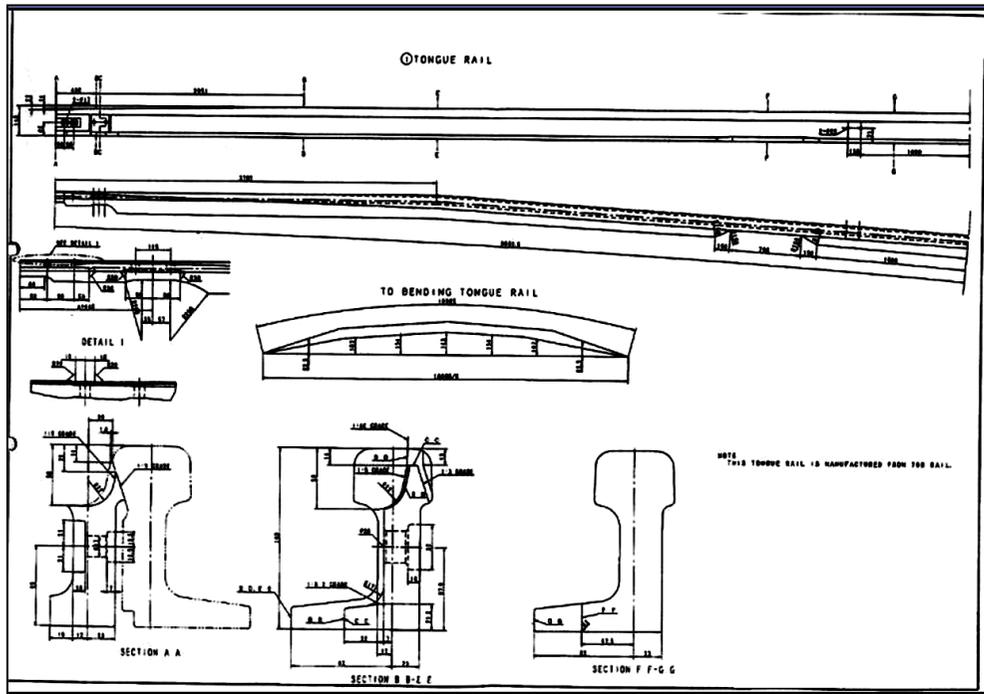


圖 4. DSS 道岔尖軌尺寸圖面

3.2 問題點分析與解決方案：

尖軌總長度：

DSS 尖軌總長 18,065 公厘，與總隊平常削製最大的#16 道岔尖軌 12,800 公厘，長度相差甚遠，故需重新評估加工方法及全面檢討圖面尺寸。本隊召集小組討論加工流程與製造程序，儘可能避免加工錯誤造成材料不必要之浪費。

加工機平臺長度：

目前總隊所使用的加工機平臺長度為 10 公尺，DSS 尖軌長度達 18 公尺，需另外考量工件的固定方式。經本隊小組討論後，決定以移動式滾輪架作為機臺臺面之沿伸使用，經實際測試結果符合預期(如圖 5~6)。



圖 5.銑床延伸架



圖 6.銑床加工工件固定

踏面斜度：

因本隊之龍門銑床與龍門鉋床僅可進行與機臺臺面平行之直線行加工作業，而踏面銑削時需傾斜鋼軌以配合加工平面，需考量傾斜後所造成的影響。經本隊小組討論後，決定調整治具高度以符合尖軌斜率，並配合尾端滾輪支撐架進行調整，以符合加工需求。

尖軌斷面尺寸：

尖軌斷面尺寸不同於以往加工的尖軌斷面，需重新思考加工方式。加工圖面中標示出各個斷面的詳細尺寸，在工作小組擬定好加工流程與製造程序後，與各個加工站操作人員進行加工步驟細部討論，並於每階段加工完成後進行加工尺寸的量測與確認。

踏面靠密線線形：

踏面靠密線線形會影響到後面輪緣線的刨製，輪緣線線形為踏面刨製完成後再進行定位，因此需謹慎作業。操作人員於加工完成後通知領班進行第 2 次的定位尺寸確認，以確保後續的加工流程之正確性。

底部靠密線線形：

底部靠密線線形影響到刨削時工件的固定方式。底部靠密線之加工形狀與尺寸不同於一般之尖軌，需先保留一部份整塊全斷面材料供後續加工治具

床鈹壓鈹的固定使用，不可完全切除。

輪緣線曲率：

輪緣線曲率會影響床鈹的配合度，輪緣線曲率線形之加工需由加工治具床鈹協助固定出曲率之線形，本次作業以現有之加工治具床鈹進行鋼軌工件固定，再由操作人員以圖面標示之尺寸進行調整(如圖 7~12)。在尺寸確認無誤後，再固定於機臺上進行刨製作業。



圖 7.研製團隊研商



圖 8.靠密線劃記



圖 9.床鈹固定作業



圖 10.床鈹彎軌加壓



圖 11. 趾端劃記線固定點



圖 12. 曲折點劃記線固定點

曲折點長度：

曲折點的長度及曲折位置決定尖軌曲率，尖軌曲率由彎軌機參考圖面標示之中距尺寸彎作加工，太大或太小皆可能造成後續組裝之配合度，由操作組員反覆彎作加工與量測，確認與加工圖面無誤後方可進行下一製程。

四、生產製造及組裝

加工尺寸確認後開始加工作業，由監工帶領現場工作人員，經過鋸軌、量測、劃記、鑽床、刨床、彎軌及研磨等各項工序（如圖 13.~圖 34.），期間監工會將各工序需注意的事項、施工方法及量測劃記要點教導給新進同仁，除了將本次研製工作完成外，更能落實技術傳承。過程中難免遭遇到失敗、挫折，但在工作小組不斷研究與改變作業方式後，終於完成本次 DSS 道岔尖軌製造研究之削製作業。



圖 13.原臺北站拆下舊品



圖 14.尺寸劃記



圖 15.底部加工區劃記



圖 16.軌腹加工區劃記



圖 17.螺栓固定槽銑削作業



圖 18.軌底趾端銑削作業



圖 19.彈性部銑削作業

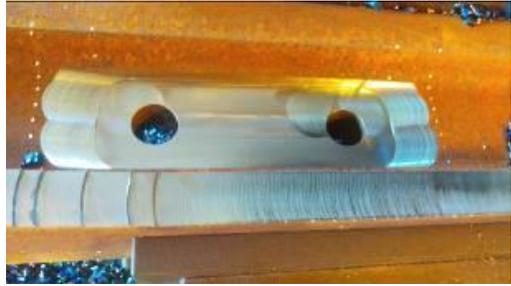


圖 20.連接板接合面銑削作業

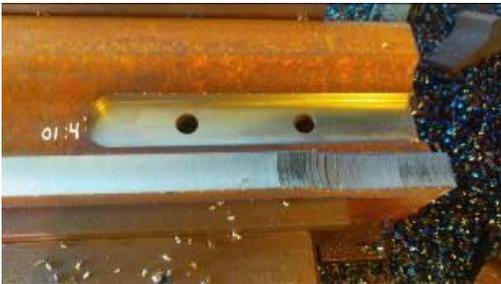


圖 21. 螺栓固定槽銑削作業完成

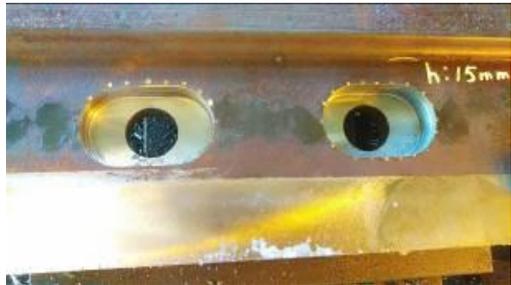


圖 22.長孔徑銑削



圖 23. 軌底銑削作業



圖 24.踏面銑削作業



圖 25. 踏面銑削尾端延伸架



圖 26. 連接板接合面研磨作業



圖 27. 斷面尺寸檢規



圖 28. 以檢規劃記端面



圖 29. 靠密線與輪緣線定位



圖 30. 靠密線刨削作業



圖 31.刨削作業尾端防護欄



圖 32.輪緣線刨削作業



圖 33.軌底固定點



圖 34.完成

五、效益評估

5.1 建立備品，降低路線停駛風險。

5.2 製作完成後可即時提供給臺北站鋪設使用，若緊急需要，亦可立即製作供給。

5.3 降低採購成本：

數量少(全局僅有一套)、產品特殊及單一構件採購，皆會使得採購作業困難，由本隊自行削製 DSS 道岔中間部尖軌，可完全省下採購的人力及物力成本。

5.4 量化效益分析：

採購招標： DSS 道岔： 1 套 9,192,933 元

中間尖軌： 1 支 400,000 元

總隊製作： 70S 鋼軌：2,450 元/M × 19M/支 = 46,550 元

人工成本：3 人/天 × 1,685 元/人 × 10 天 = 50,550 元

合計 97,100 元

單支成本效益：400,000 - 97,100 = 302,900 元

結論：由總隊製作 4 支尖軌共可節省：1,211,600 元 (約 121 萬元)

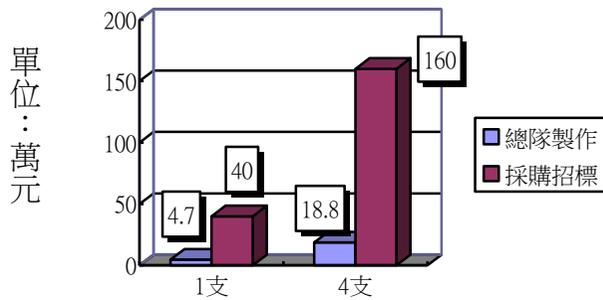


圖 35.量化效益分析圖

六、結論

DSS 道岔尖軌削製過程複雜，歷經一年不斷的嘗試與改進，雖然過程出現挫折，最後終能研製成功，全有賴於製作團隊不放棄的毅力與達成目標的決心，而技術的傳承也成為重要的課題。本次的研製成功更代表著臺鐵的尖軌製造技術更向前邁進了一大步。

本案經靜態展示完成後，將於臺北站辦理現場鋪裝，透過實際運行的結果，以檢驗其尺寸、公差或功能性是否符合，如不符合時，再進行改良以臻完善。

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. 黃民仁(2013)，新世紀鐵路工程學：基礎編。
3. Genichi Taguchi (Yuin Wu, technical editor for the English edition), Taguchi Methods/Design of Experiments, Dearborn MI / ASI Press, Tokyo.

臺灣鐵路管理局面臨數據巨浪下的反思

The Reflection of Big Data Taiwan Railways Administration will Face in the Near Future

羅建欣 Row, Jian-Shin¹

吳榮欽 Wu, Rong-Cin²

葉雲青 Ye, Yun-Jing³

張素雲 Chang, Su-Yun⁴

聯絡地址：10041 臺北市中正區北平西路3號

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

電話(Tel)：02-23831384

電子信箱(E-mail)：0260411@railway.gov.tw

摘要

目前國內西部走廊軌道運輸在台灣高鐵加入後，市場產生質和量的改變，百年臺灣鐵路管理局(以下稱臺鐵局)面臨嚴峻的市場競合，臺灣鐵路管理局欲在軌道運輸市場維持佔有率，應考慮目前科技浪潮下之大數據是否有運用之餘地。

大數據在同樣係運輸服務的航空產業及台灣高鐵公司已有部分的運用，臺灣鐵路管理局在大數據使用方向可以航空產業及台灣高鐵公司之運用作為借鏡。以大數據思維結合軌道運輸，必能對於臺灣鐵路管理局之運輸服務有深遠的影響，進而使得整體競爭力更為提升。

關鍵詞：臺灣鐵路管理局、軌道運輸、大數據

¹ 臺鐵局 綜合調度所 調度員

² 臺鐵局 綜合調度所 所長

³ 臺鐵局 綜合調度所 副所長

⁴ 臺鐵局 綜合調度所 組長

Abstract

The quality and quantity of the west corridor of Taiwan rail transport market is varying and Taiwan Railways Administration(TRA) has to face the competition since TAIWAN HIGH SPEED RAIL(THSR) has took part in rail transport market. TRA should think how to use the science and technology of Big Data to keep the market share.

There has been some applications of Big Data in the related industries of aviation and THSR. Big Data is a trend, what applications of aviation industries and THSR is direction that TRA should consult. TRA should integrate the application of big data with rail transport,that will affect service of transport deeply and then enhance the competitive power.

Keywords: Taiwan Railways Administration, Rail Tansport, Big Data

一、本文架構

本文以大數據介紹的角度並佐以社群網路產業、航空產業及高鐵的應用，探討臺鐵局在大數據應用上的方向。目前產、官、學界對於大數據運用積極開發且軌道運輸在運轉途中即可蒐集到大量資料，因此本文以何謂大數據文章開頭及討論方向，文章中段則以大數據在社群網站、航空產業及 Fuzzy Petri Nets 相關介紹，最後結論將臺灣鐵路管理局主要業務與大數據結合，以圖未來發展及臺鐵局發展大數據作為可能之方向。

二、科技巨流下掀起大數據浪潮

2.1 何謂大數據

在 2016 第四屆國際綠色智慧交通論壇中，大數據已成為各界產、官、學

界努力發展進步的關鍵，更進一步要能結合雲端計算，最終目的係希望打造更人性、更有溫度的幸福城市及智慧生活網路，在交通運輸界更是大量運用。而近年來大數據亦成為家喻戶曉、耳熟能詳的名詞，在媒體大量的推波助瀾下更是成為顯學，各個企業也紛紛引進工具、建置相關部門以因應這波浪潮。依據「大數據的獲利模式」一書，大數據係指找出資料的價值及可用的資訊並作出精準預測，將大數據轉化成商業智慧(Makoto SHIROTA, 2013)。一般而言，大數據的定義是 Volume（容量）、Velocity（速度）和 Variety（多樣性），但也有人另外加上 Veracity（真實性）和 Value（價值）兩個 V(張有恆，2017)。

然而，目前的社會結構可以區分兩個結構，一個是實際社會，這是人們之間實際互動的社會，而另一個社會則是虛擬社會，這個社會則是因網際網路、資通訊設備及移動裝置所建構的社會，因此，提供了大數據很好發展的環境，也就是因為這樣的環境使得大數據具備了大多數人所認同的 3V 特性：Volume、Velocity 和 Variety。其中 Variety 最主要在描述資料的非結構化特性，跟過去相比較來說，過去的資料相對單純就可儲存在企業內部，而非結構化資料則有網站搜尋紀錄、客服中心通話資料、社群媒體的文字資料、智慧型手機的 GPS 資料、感測器資料、圖片、影像等等，並非一般方式就能儲存並且分析資料。

綜上所述，假若還停留在一般普遍認同的 3V 階段，仍然屬於統計學的層次，因為在 computer science 裡可以用動態分析來解決，資料項目縱然再繁雜，也可以帶入 smart tagging 來處理，因此，這些仍稱不上大數據，因為大數據在乎的是過去的可視化到預測未來，轉化為智慧。

2.2 大數據如何運作：以 Hadoop 為例(Makoto SHIROTA, 2013)

Hadoop 基本上係平行分散式處理技術，處理過程係將一個很大的資料，切成數個小資料，再將這些許多的小資料分別丟到各個獨立伺服器處理，處理完畢後再丟回一伺服器；其基本架構為將大量資料投入一個一連串之連續循環，透過反覆試錯，求得更精準的預測，如圖 1。圖 1.Hadoop 運算流程示意圖，過程基本上可以分為(1)提出假說：將大量數據試著成立統計學上的邏輯。(2)製作原始資料：將整批資料一口氣全部期間/所有項目投入、匯入 Hadoop 環境。(3)統計：改變各項條件，計算利潤，透過 Hadoop 的平行分散處理，短時間就能完成統計。(4)分析：製作應用程式，進行可視化分析，藉由可視化直覺地掌握

資料所反映的趨勢。查看輸出結果之後，可以改變統計條件再次分析。



圖 1.Hadoop 運算流程示意圖 文本作者彙整

三、大數據在其他產業的運用

3.1 大數據之可視化結果，以 FACEBOOK 為例

在大數據的領域裡認為「大量的數據比複雜的運算更有效」，目前運用大數據這個工具最為頂尖的企業莫過於 Google、社群網站 FACEBOOK 等等，他們所使用的方法為「統計式學習技術」該項技術為利用大量資料找出統計學上最匹配的結果，建立起統計學的邏輯，以形塑預測模型。

相較於過去傳統統計分析複雜的運算模式，須建立龐大資料庫做為資料分析的基礎而言，社群網站 FACEBOOK 則係利用大數據工具蒐集海量言語、文字、圖說等資料並透過「統計式學習技術」分析出使用者在社群網站上發文次數、狀態，並且因文字的使用具有情緒性，藉此翻譯成情緒指數。分析資料顯示交往前後使用者在 FACEBOOK 所發文的情緒指數有所改變，如圖 2；在圖 2 的例子中，左上圖係發言情緒指數-日數圖，該圖指出當人們從單身狀態進入穩定交往狀態時，大約前二十天的期間，發文情緒指數急遽陡峭(翟本橋，2015)。FACEBOOK 與業者合作，透過大數據工具可以預測人的行為，使得廣告可以針對適合的使用者在適時的情況下投入適當廣告以達到精準行銷。

換句話說，在軌道運輸業也可以利用大數據工具提供可視化結果供主管機關、決策者及安全管理部門在適當的時間、地點作出最適切的決定，例如臺鐵路貨物列車載重之重量是否符合規範、重心位置是否偏移、何時維修、停開或者是車隊調度，甚至作為氣候狀況是否停駛列車之重要考量基礎。

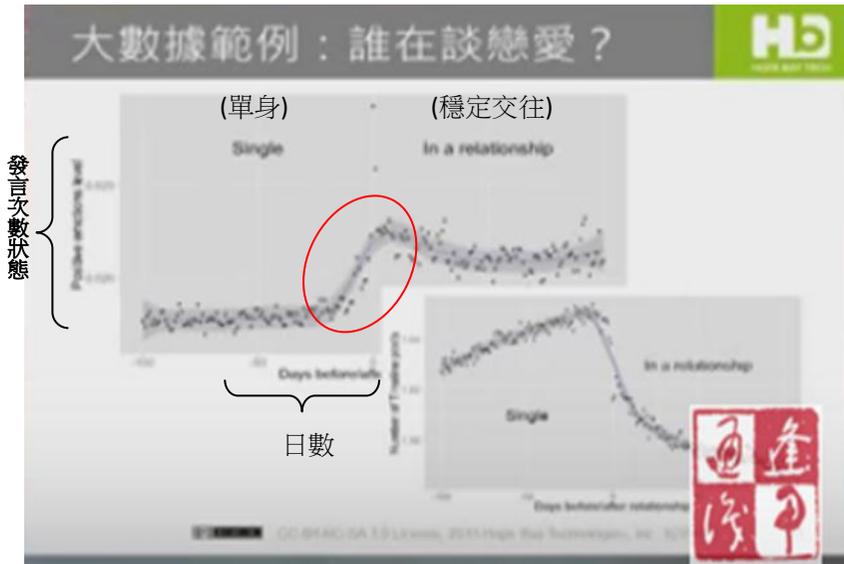


圖 2.大數據可視化結果，使用者在進入穩定交往之前發言次數狀態改變，如左上圓圈處。資料來源：2015.03.02 翟本喬博士於逢甲大學通識中心《大數據的理念與應用》演講資料。

3.2 大數據在航空產業的運用

以全球最大的企業管理和協同化電子商務解決方案供應商 SAP 為例(中國水運網, 2014)大數據在航空產：(1)以波音 787 飛機執行的一個航班為例，其客艙壓力、高度、燃油消耗等數據能夠達到 0.5TB 之多。(2)建立導致飛機故障的預測模型，監視飛機的健康狀態以達到「預測性維修」。(3)如果需要，還可以重新安排航班計劃，並訂購維修所需內部零件，減少不必要的故障停飛。

另以 Flightcaster 為例，如圖 3，該公司利用 open data 中的巨量資料作為預測的基礎並分析誤點原因，如機隊運用延遲、到起飛或達機場天氣、機場狀態

等等原因，並且在航空公司正式發布班機延誤前六小時即通知旅客，並且告知旅客該次班機延誤的原因。

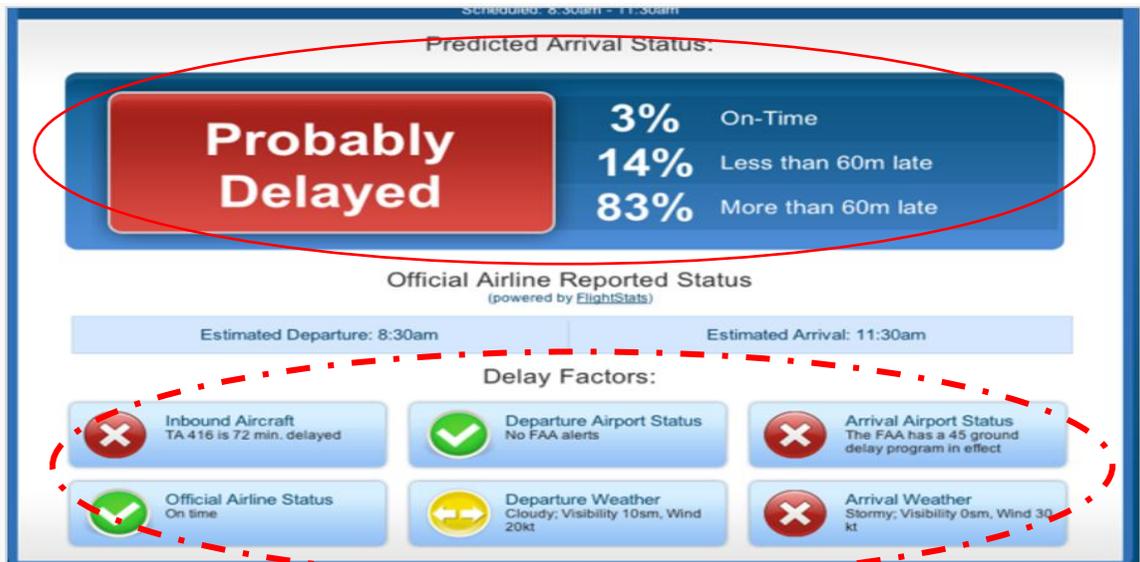


圖 3.誤點機率預測(上方圓圈處)及誤點原因分析(下方虛線圓圈處) 資料來源：

<http://flightcaster.com>

四、臺灣鐵路管理局大數據新思維

4.1 營業面之構思

臺鐵局站在一個經營者的立場，透過經營管理的過程，利用行銷的手段，以獲取更大的利潤，所以臺鐵局利用數據建立精準預測模型，在營業面可做到：(1)精準推薦商品、(2)行為定位廣告、(3)運用地點資訊的行銷、(4)顧客流失分析。其中，在 2008 年臺鐵陸續建置自動閘門及電子票證的使用是一個重要契機。

4.1.1 電子票證及自動閘門

每個旅次中的 Origin and destination(OD)資料是每個運輸業者重要的資產，

因為在每一次的旅行過程中有許多重要的資訊回饋，每一次進出自動閘門、每一次電子票證的刷卡都是隱藏旅運行為資訊，如圖 4。

所以臺鐵局應有能力利用大數據工具處理組織內部重要資訊並且轉換成應用智慧：(1)利用 OD 取得旅客旅運行為，在軌道運輸市場優、劣勢區段，分別訂定票價。(2)取得客座利用率作為連假期間加開車與否或臺鐵改點之參考依據。(3)服務商品相互搭配，分析運輸市場產品優劣勢(4)提供或推播客製化的資訊。

中華民國 100 年 5 月

電子票證

區分	星期	悠遊卡		雙金卡		有錢卡		一卡通					
		總款	人數	總款	人數	總款	人數	總款	人數				
1	三	9,673,390	305,253	7,376,965	374,959	10,450	276,847	24,395	714	17,934	1,911,585	55,851	1,485,731
2	四	8,726,853	285,534	6,655,099	355,941	10,194	262,521	22,799	710	16,824	1,752,535	52,043	1,351,492
3	五	12,222,646	347,947	9,227,479	445,573	11,924	328,109	25,625	727	19,035	2,693,050	69,239	2,044,804
4	六	12,006,774	335,127	9,164,003	410,184	10,217	302,226	19,718	554	14,561	2,494,894	64,340	1,918,452
5	日	13,642,554	349,590	10,389,713	449,179	10,239	330,377	19,935	504	14,652	2,821,690	65,293	2,151,403
6	一	9,202,450	290,703	6,990,093	400,635	11,244	296,014	22,345	707	16,425	1,896,526	54,449	1,470,356
7	二	8,646,300	285,686	6,590,605	385,816	11,161	284,704	21,949	672	16,093	1,747,685	52,784	1,361,904
8	三	8,596,305	285,072	6,534,630	375,267	11,018	276,619	22,876	710	16,745	1,730,841	52,580	1,340,947
9	四	9,446,937	301,957	7,237,989	402,907	11,550	297,021	23,391	694	17,151	1,909,460	55,713	1,494,617
10	五	13,235,631	361,966	9,987,207	524,013	13,415	385,128	24,255	712	17,816	3,114,553	75,676	2,371,165
11	六	12,620,506	349,952	9,573,829	461,875	11,543	338,838	20,336	552	14,961	2,636,033	66,944	2,023,804
12	日	15,307,789	380,011	11,603,338	512,100	11,541	377,674	20,137	523	15,166	3,201,503	70,838	2,438,239
13	一	9,681,460	300,908	7,367,435	444,485	12,311	327,230	23,748	669	17,546	1,982,616	55,691	1,525,020
14	二	8,585,851	282,627	6,524,187	408,180	11,603	300,159	22,991	723	16,943	1,722,240	52,425	1,328,253
15	三	8,888,520	294,098	6,782,272	411,075	11,958	302,880	24,898	747	18,495	1,751,624	53,129	1,358,130
16	四	8,864,996	287,585	6,750,431	418,143	12,015	308,566	23,001	667	16,908	1,829,805	53,732	1,408,578
17	五	13,388,717	366,274	10,059,691	557,443	14,199	407,821	27,200	735	20,174	3,051,943	74,902	2,299,955
18	六	12,569,441	346,055	9,580,874	472,118	11,905	346,563	20,961	694	15,432	2,494,989	62,771	1,912,594
19	日	14,023,262	341,973	10,573,205	511,335	11,612	375,331	17,904	498	13,259	3,079,230	67,610	2,339,458
20	一	9,863,287	305,279	7,512,885	466,148	12,851	343,438	22,851	687	16,783	2,016,828	56,680	1,550,169
21	二	8,868,287	289,834	6,771,102	433,340	12,538	319,316	22,604	687	16,677	1,808,186	53,866	1,398,872
22	三	8,974,161	294,746	6,872,530	433,719	12,548	321,321	22,428	694	16,470	1,788,797	53,807	1,391,587
23	四	8,936,082	288,204	6,773,350	416,227	12,126	306,430	20,996	644	15,306	1,780,394	53,130	1,380,204
24	五	13,356,542	371,162	10,101,359	565,058	14,600	415,558	26,188	714	19,213	2,939,650	72,930	2,221,943
25	六	11,787,813	317,388	8,951,202	472,894	11,596	346,741	18,636	492	13,798	2,306,345	63,332	1,920,538
26	日	12,318,086	300,925	9,312,125	482,621	10,780	353,231	18,005	477	13,341	2,744,743	60,280	2,080,824
27	一	9,613,158	299,647	7,336,528	454,434	12,821	335,065	23,940	705	17,715	1,932,176	54,506	1,489,430
28	二	8,734,494	287,640	6,703,337	433,425	12,551	319,870	22,013	654	16,207	1,707,986	51,626	1,323,783
合計		301,792,792	8,853,140	229,303,464	12,480,997	332,466	9,185,639	626,085	18,163	461,652	63,076,953	1,676,063	48,380,460
每日平均		10,778,314	316,184	8,189,409	445,750	11,874	328,059	22,360	640	16,488	2,252,748	59,859	1,727,874

註：本表總款、人數及延人公里係以(實際乘車日)計算。

圖 4.電子票證 資料來源：臺鐵局運務處

4.1.2 新經濟：大數據+點數經濟

臺鐵有著滿滿數據，若數據各自獨立彼此相無關聯，則是一種浪費，因此，採取會員制後，便可以將數據間的鏈結性增強進而達到應用智慧。依臺鐵局目前建置臺鐵會員、客服中心及每日巨量旅客進出資料應可做到以下項目，以建立大數據資料庫：(1)會員個資(2)交易資料(3)客服資料。

臺鐵局的每一天都是巨量數據的匯流，如表 1，每日平均人數約莫六十七萬人，每個數據相互無牽連，這樣就無法發揮大數據的威力，若以會員制度作

為營業手段，並導入會員系統顧客的行為分析，達到客制化行銷、禮遇問候甚至是直效行銷。會員系統可以結合點數，而點數可流通，更可以異業結盟。而點數可以在結盟中交易(去個人特徵)，臺鐵局將是市場數據大資料庫平臺。

表 1.客貨運營運概況 資料來源：臺鐵局運務處雙週報

	客運			貨運		
	收入	人數	延人公里	收入	噸數	延噸公里
106 年 日平均 預算目 標	50,911,803	638,816	30,854,803	2,081,441	23,926	1,737,589
1/1-4/5 每日平 均	54,045,897	673,124	31,911,848	1,666,332	22,694	1,402,577
達成率	107.02%	106.25%	104.29%	68.94%	79.27%	67.46%

4.2 調度系統面之構思

一列車從整備到上路線安全運轉一直到任務結束是一個充滿資訊、資料回饋的過程。該過程中有傳統結構化及非結構化的資料交結而成。傳統結構化資料或許可以以單純的文字、影音及數據組成，而大數據的重點在於非結構化資料的處理，其中，以「經驗」資料更是難以具體化，若能將大量資料結合專家「經驗」資料對於調度方面之水準必然有所提升。

本節針對專家經驗要如何具體化提出概述，參考文獻 Expert Systems with Applications -A Fuzzy Petri Nets approach for railway traffic control in case of abnormality : Evidence from Taiwan railway system (Yung-Hsiang Cheng and Li-An Yang, 2009)為例，該文獻中之研究方法係模擬調度人員之思考決策，試圖以 Petri Nets 方法處理複雜、非線性及多變的問題並結合具有經驗法則敘述功能的模糊理論(Fuzzy Theory)，使得「專家經驗」透過 Fuzzy Petri Nets 可以具體化、可視化。

4.2.1 結構化資料+非結構化資料=可視化結果

調度系統操作的養成是需要時間及人員經驗的傳承，目前文獻以 Expert Systems with Applications 將列車行車運轉在非正常狀態下，透過資料收集歸納(結構化資料，如動力車故障發生頻率)與不具實體的專家經驗(非結構化資料)具體結合後並利用可視化的方式表現之實際案例，其主要方法及論述：(1)利用問券方式建立專家經驗對於調度方案選擇重要性之規則資料庫，如圖 5。(2)建立邏輯系統及利用 Fuzzy Petri Nets 推演並分析，如圖 6。(3)依據系統推演結論建立處理非常態之運轉整理問題決策系統。

Table 3
Train dispatch rule base.

Rules	Train dispatch rule base
Rule1	IF: dispatch option considers train type AND uncompleted distance AND average platform stopping time THEN: dispatch option would be overtaking
Rule2	IF: dispatch option considers current train delay AND trip time AND off hours THEN: dispatch option would be backed trains
Rule3	IF: dispatch option considers current train delay AND trip time AND off hours) AND train types THEN: dispatch option would be backed trains
Rule4	IF: dispatch option considers uncompleted distance AND current train delay THEN: dispatch option would be stop and added trains
Rule5	IF: dispatch option considers uncompleted distance AND current train delay AND average platform stopping time THEN: dispatch option would be added trains
Rule6	IF: dispatch option considers uncompleted distance AND current train delay AND passenger balance THEN: dispatch option would be added trains
Rule7	IF: dispatch option considers train connection AND average platform stopping time AND current train delay THEN: dispatch option would be combined trains
Rule8	IF: dispatch option considers uncompleted distance AND train connection AND current train delay THEN: dispatch option would be combined trains

如果(IF)調度選擇考量列車種別及未完成距離及停站時間...

則(THEN)則調度選擇採用變更運轉順序。

Rule1~Rule8：調度規則。

圖 5.train dispatch rule base 資料來源：Expert Systems with Applications (Yung-Hsiang Cheng and Li-An Yang, 2009)

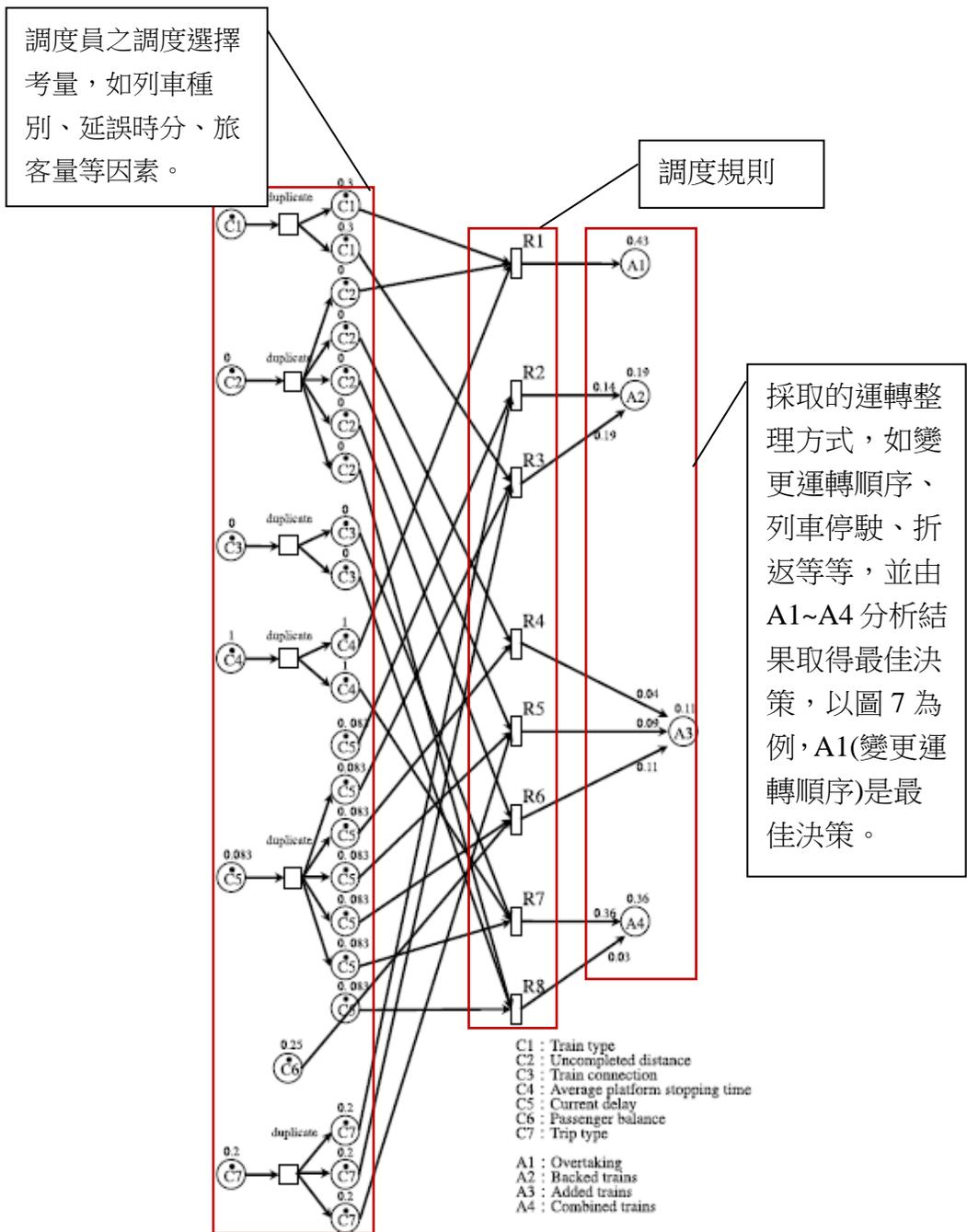


圖 6. 於 Example of Fuzzy Petri Nets approach for CTC failure. 資料來源：Expert Systems with Applications (Yung-Hsiang Cheng and Li-An Yang, 2009)

五、建議及結論

5.1 建議

本文以航空運輸服務產業、臺灣高速鐵路公司、社群網站在大數據之應用及期刊中具體實現非結構化資料處理之可視化結果之專家決策系統作為實際案例，因此建議臺鐵局以下幾點可行方向。

5.1.1 巨量數據串聯

數據間相互獨立沒有關連性這是目前臺鐵局的數據應用劣勢。臺鐵局擁有巨量可觀的數據資料，數據間的關係性應串聯並善用會員制度以達服務產品客製化。

5.1.2 數據時代之營收管理

軌道運輸服務之產品生產、通路配置及價格策略在臺鐵局大數據平臺建置後可以透過 Hadoop 系統產出可視化的結果並據此擬訂運輸服務市場策略：(1) 臺鐵局自身的運輸服務產品是否有相互排擠(2)價與量的調控，以確保合理的折扣及是否加開列車之必要(3)在運輸服務市場決定競合策略。

數據時代之分析應能將衍生性需求加以更多的刺激並了解消費者使用習慣的改變，把別人的客群納入自己服務的客群，例如：異業結盟。

5.1.3 數位時代下的行車運轉

本文以 Expert Systems with Applications -A Fuzzy Petri Nets approach for railway traffic control in case of abnormality 為例，專家決策已可用 Fuzzy Petri Nets 表現，在資料處理的基礎上若能給予更多的大數據處理思維，該專家決策系統應更為人性、更為細膩。未來運輸業完全轉型，而軌道運輸自動駕駛是可以期待的，在行車運轉面，因有足夠的數據資料，在人、車、路整合調度上更為細膩：(1)車班、機班組人力暨車輛編組運用(2)路線運用及運轉整理。

5.1.4 車班、機班組人力暨車輛編組運用最佳化

取得數據後投入大數據分析，即可得知在哪個週期、時段、區間需要多少人力，並透過計算出多少人力組合及車輛編組，最終取得最佳解，解決臺鐵局嚴重的人力不足。

5.1.5 路線運用及運轉整理。

專家決策系統之分析已為調度人員在進行決策時，作為參考依據；依據臺鐵局行車特定事項，調度員應時常注意列車行駛情況，於必要時施行運轉整理，並且依據規章規定之方式為之，例如變更運轉順序、特開、停駛等等方式。

臺鐵局於正常運轉情形下，係以中央行車控制式運行(CTC traffic control)，但臺鐵局營運路線上存在外條件擾動，例如颱風、列車因行車事故導致慢分或前一編組延誤導致後續運用連鎖延誤等等，需要借重調度人員之經驗，但經驗的傳承非在短時間完成且不具實體，而且不同的調度人員對於相同的非正常運轉時所施行的運轉整理亦不相同，透過大數據的分析，可以達成類似數據監視、預測性維修的效果，在列車延誤效果尚未擴大時，即以施行運轉整理，維持班表穩定性。

綜合調度所有大量的每日行車狀況及數據統計資料，因此，未來有更充沛的數據基礎後，對於路線運用及施行運轉整理應能有效透過大數據運算出最佳策略，以利提前得知何種模式之運轉整理方式為最佳選擇。

5.2 結論

臺鐵局面對數據的敏感度及壓力必然日益增加，許多營業面及運轉面資料必然會成為數據匯流的來源，參考了航空運輸產業及臺灣高速鐵路公司在數據的運用，不論是預防性維修、預測停駛或者是客制化行銷都是可行的。

至於大數據最具挑戰性的非結構化資料整合難題亦有相關期刊作為論證，因此百年臺鐵局必然要面對大數據趨勢並且利用相關知識及技能在軌道運輸市場依舊扮演重要的角色。綜上所述，臺鐵局應有效建立大數據平臺及相關專

業人員團隊妥善經營每日高達約 66 萬旅運人次、約 1 千列次行車資料之巨量數據，不僅是面對科技巨浪下大數據浪潮所帶來的衝擊，更要能進一步成為踩在浪潮的尖端成為大數據經營者，塑造百年臺鐵新思維。

參考文獻

1. 中國水運網(2014)，如何利用大數據為航空業服務。擷取自 <https://read01.com/M333Ly.html>。
2. 張有恆(2017)，「航空業經營與管理」，第 1 版，華泰文化，頁 246。
3. 翟本喬(2015 年 03 月 02 日)：大數據的理念與應用(逢甲大學通識中心演講內容)。擷取自 <https://www.youtube.com/watch?v=OQQO08EX6TM>。
4. 臺灣鐵路管理局，臺鐵統計資訊。擷取自 <http://www.railway.gov.tw/tw/CP.aspx?sn=7460&n=6886>。
5. Makoto SHIROTA (2013)，「大數據的獲利模式」，第 1 版，經濟新潮社，頁 74-76，145-147。
6. Yung-Hsiang Cheng, Li-An Yang. (2009). Expert Systems with Applications. Elsevier, pp 8043-8045.

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局相關人員踴躍投稿。
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「11244 臺北市北投區公館路 83 號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-28916250 轉 217；傳真：02-28919584；E-mail：0951044@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 362 期

發行人	鹿潔身
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	鹿潔身
副主任委員	何獻霖、鐘清達、徐仁財
總編輯	朱來順
副總編輯	蔣東安
主編	李坤光
編輯	劉英宗
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 106 年 9 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
封面圖片說明	阿里山森林鐵路－樟腦寮大橋
封面圖片攝影者	賴國華 (深海魚)
印刷者	艾科比有限公司 地址：114 臺北市內湖區江南街 12 巷 15 號 電話：02-77160351
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·

中華郵政臺字第1776號登記第一類新聞紙類
行政院新聞局出版事業登記局版臺字第1081號

ISSN1011-6850



9 771011 685005

ISSN1011-6850
定價:新台幣200元