

ISSN 1011-6850



交通部臺灣鐵路管理局

Taiwan Railways Administration, MOTC.

臺灣鐵路

2012 101 年臺鐵資料

TAIWAN

Railway Journal



黎世俊攝*

季 刊

Quarterly

第 346 期

NO : 346

中華民國 101 年 4 月 出版
APRIL 2012

臺鐵資料季刊

發行人：范植谷

發行所：交通部臺灣鐵路管理局

編輯者：臺鐵資料編輯委員會

主任委員：范植谷

委員：黃民仁 張應輝 鹿潔身

鍾朝雄 杜 微 徐仁財 何獻霖

陳三旗 楊正德 高明鑿 吳世瑛

何進郊 陳錫賞 徐明金 邱宏達

鄧家琦 朱來順 賴秋金

總幹事：鹿潔身

幹事：賴威舟 李忻瓊 杜美璇

總編輯：許文鑫

電話：(02)23815226-2302

電子信箱：tr393352@msa.tra.gov.tw

編輯：王宜達

電話：(02)23815226-4006

電子信箱：tr754604@msa.tra.gov.tw

地址：臺北市 10041 中正區北平西路 3 號



註*

名稱：冬山站
所屬路線：宜蘭線
站別：二等站
站體型式：高架車站；島式月台2座。

歷史沿革：

1919.03.24始設「冬瓜山」站
1920.07.01改稱「冬山」站。
2007.12.26 高架化。

註**

名稱：九號隧道
長度：1269.48 公尺。
南口題字：日據時期總督佐久間左馬太題字「氣象雄深」。
設計者：長谷川謹介
通車起迄日期：明治 41 年（1908）
3 月 31 日迄民國 86
年（1997）10 月 8 日。

名稱：大甲溪鐵橋

長度：382.2 公尺。

型式：花樑鋼橋。

下部結構：混凝土砌塊石沈箱，
橋座為磚角石構成。

製造：臺灣鐵路管理局鋼樑廠。

建造時間：民國 53 年 4 月。

備註：現為后豐鐵馬道。

目錄

CONTENTS

- 1 臺鐵動力車 CO₂ 排放量統計與分析**
Statistics and Analysis of CO₂ Emissions of TRA Power Cars
蕭國文
- 19 第 3 軌供電系統導電軌絕緣接頭(IRJ)電弧現象之探討**
Exploration on Electric Arc on Insulated Rail Joint (IRJ) of Third-Rail Conductor Rail Power Supply System
王宜達 江耀宗 文一心 郭銘駿
- 38 鋼輪動力均衡試驗機之理論與實務探討**
Theoretical and Practical Exploration on Caster Dynamic Balancing Machine
鄭康維 胡穗樂
- 67 臺灣鐵路管理局材料管理制度 (I)**
Materials Management System (MMS) of Taiwan Railways Administration (I)
周春明
- 100 考工系統節省人力效益研析**
Study on the Labor-Saving Effectiveness of Kaogong System
潘隆誠 楊佳珉
- 124 編後語**
王宜達

徵稿須知

臺鐵動力車 CO₂ 排放量統計與分析

Statistics and Analysis of CO₂ Emissions of TRA Power Cars

蕭國文 HSIAO, Kuo-Wen¹

聯絡地址：10041 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：(02) 23815226-3308

Tel：(02) 23815226-3308

電子信箱：tr335830@msa.tra.gov.tw

e-mail：tr335830@msa.tra.gov.tw

摘要

交通部臺灣鐵路管理局所屬動力車使用能源包含電力與柴油，使用電力者含電力機車、推拉式電力機車及電聯車，後者則涵蓋柴電機車、柴油客車及柴油機車等。

本文藉由統計 1990 年~2010 年間臺鐵機車車輛 CO₂ 排放量，復以經濟部能源局發佈之碳排放資料進行比對分析。最後研提 2010 年度臺鐵動力車(軌道車輛)總碳排放量 354,016,559 公斤與臺鐵企業體所轄列車、場站等範疇碳排放量 497,114,470 公斤比較，前者約為後者之 71.21%，各營運路線部分，以縱貫線電力能耗排放量最高，每機車公里之單位排放量則以宜蘭線為最高；2010 年臺鐵平均每延人公里 0.0360 公斤之排放量僅為小自客 0.1342 公斤之 26.82%，顯示就減碳面向上，臺鐵顯然有其重大貢獻。

關鍵字：碳排放量、碳足跡。

Abstract

Electricity and diesel are two kinds of energy used by TRA power vehicles, the former including electric and push-pull electric locomotives as well as EMU, while the latter diesel-electric locomotives, diesel passenger car and diesel-hydraulic locomotive.

Based on the statistics of CO₂ Emissions of TRA power cars between 1990 and 2010 against the data of CO₂ Emissions released by Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs, a comparative analysis is being made. Also a study on the total carbon emissions of power cars (rail vehicles) in 2010 and the carbon emissions of all types of trains and depots of TRA is being compared. As for operation routes, the Western line topped electricity consumption emissions, while Yilan line topped unit emission per locomotive kilometer. TRA's carbon emission per passenger kilometer is only 26.82% of personal vehicles in 2010, a significant contribution of TRA in terms of carbon reduction.

Keywords: Carbon emissions, carbon footprints.

¹臺鐵局機務處科員

一、緒論

1.1 研究動機與目的

現行臺灣使用能源所產生之溫室氣體 CO₂ 排放量（以下或簡稱：碳排放量、二氧化碳排放量）統計及估算，係遵行「聯合國跨政府氣候變遷專家委員會」（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）發布之「IPCC 國家溫室氣體清冊指南」及碳排放係數相關規範^[1]。

在該總碳排放量估算統計中，臺灣鐵路管理局配置之動力車輛自應當列計於運輸部門。本研究旨在藉由臺鐵現有各項統計資料，分析探討歷年臺鐵動力車輛碳排放量情形，並以我國行政院經濟部能源局所公佈之官方資料作為比較基礎，分析臺鐵碳排放量之實際及相對增減幅度，希此分析成果能有利於建置軌道運輸碳足跡。

1.2 研究範圍與限制

- (1) 本研究係以臺鐵營運用機車、柴油客車、電聯車等動力車及拖車、電源車等油耗非動力車為分析對象。臺鐵車站站體、機務維修廠段、辦公場所、非軌道車輛、非營業車輛、非鐵路車輛耗用能源所產生之碳排放量均不予統計分析。
- (2) 因應環保政策，臺鐵於 1999 年 9 月從普通柴油改用高級柴油，為計算基礎一致性，本研究均採同一碳排放量排放係數統計核算^[2]。
- (3) 歷年統計資料時期為 1990 年至 2010 年；能源耗用資料來源則來自臺灣鐵路統計年報、月報、整理表；臺鐵機務處統計資料、年終業務檢討會資料、電費通知單及油料收發耗用月報。

1.3 名詞定義^[3]

動力車：車上備有動力設備，可產生驅動力牽引車輛或單獨行走者。如機車、柴油動力車、電聯車、柴聯車等。

電力機車：指從電車線輸入電力經機車上主變壓器傳輸至牽引馬達產生牽引動力之機車。

推拉式電力機車：指列車前後端各由一電力機車連掛，列車之運轉可由每一機車駕駛室作出力與煞車等作用之重連控制，其使用之電力機車稱之。

柴電機車：指以柴油引擎帶動主發電機發電，產生電力經動力控制設備之控制傳輸至牽引馬達產生牽引動力之機車。

柴液機車：以柴油引擎產生之動力經液體變速機和逆轉機驅動車輪產生牽引動力之機車。

電聯車：指以三至五輛編成固定組合之車輛，從電車線輸入電力經變壓器傳輸至牽引馬達產生牽引動力之車組，可多組聯掛成一列車運轉。

柴油客車：指裝有柴油引擎為動力，以驅動車輪而行走之客車。

機車公里：又稱機車行駛公里，係指動力車實際運轉行駛之里程數。

車輛延噸公里：係指機車及車輛換算噸數乘實際運轉行駛里程所得之積。

延人公里：在某一特定期間內，旅客運程總和。即旅客人數與其運程乘積之和。

1.4 研究方法

- (1) 利用動力車耗用能源與碳排放係數計算溫室氣體碳排放量

$$\text{溫室氣體碳排放量} = \sum j(\text{能源消耗量} \times \text{碳排放係數} j)$$

j=能源類型；可分為柴油（公升）或電力（kwh；度）

- (2) 文件分析法（Literature Review）：蒐集臺鐵統計年報、機務處統計資料及相關資料等，針對最終能耗與相關排放係數核算出之碳排放量進行分析探討，以了解臺鐵車輛碳排放的歷年總量及消長趨勢。
- (3) 統計分析法（Statistical Analysis）：根據資料及相對應指標分析出其百分比、貢獻度、影響率、相關度，並以 1990 年為基期年，觀察歷年排放量資料之變動趨勢。

二、文獻探討

2.1 「燃料燃燒 CO₂ 排放統計與分析」

我國經濟部能源局每年公佈之「我國燃料燃燒 CO₂ 排放統計」除了依照 IPCC 排放係數^[1]與方法估算臺灣燃料燃燒排放統計外，也依據每年份「能源平衡卡」逐年更新調整統計資料。以 2011 年 6 月份所公告統計為例，乃以 1990 年至 2010 年列示能源平衡表之統計數據進行計算。

該統計報告分為三大部分：第一部分為說明排放係數依據與本次能源平衡表統計數據與計算方式調整內容；第二部份為說明臺灣能源耗用有關 CO₂ 排放統計結果及分析；第三部份則將該統計所有採用之排放係數等數據列於附件。根據該報告前言；此統計主要目的在於「提供排放清冊統計數據，以作為溫室氣體管制策略評估所需。」

2.2 碳排放係數

- (1) 柴油碳排放係數：2.73 kg/L、汽油碳排放係數：2.26 kg/L^[4]
- (2) 我國電力碳排放係數：如下表 1 所示。

表 1 1990 年－2010 年電力碳排放係數

年度	排放係數 (kg/每度)	年度	排放係數 (kg/每度)
1990	0.450	2001	0.616
1991	0.468	2002	0.606
1992	0.485	2003	0.633
1993	0.500	2004	0.628
1994	0.503	2005	0.620

1995	0.514	2006	0.638
1996	0.521	2007	0.637
1997	0.550	2008	0.636
1998	0.560	2009	0.623
1999	0.580	2010	0.612
2000	0.604		

資料來源：

1.郭紋秀，2009年^[5]；2.經濟部能源局：〈我國電力CO₂排放係數〉^[6]；3.本研究整理

三、臺鐵歷年動力車碳排放量統計

3.1 電力能耗碳排放量

臺鐵電力能耗車輛計有：電力機車、電聯車及推拉式電力機車等動力車。其中，推拉式電力機車於1997年投入營運；電聯車車種方面除1990年之前配置之100型（EMU100）、200型（EMU200後改為EMU1200）及300型（EMU300）電聯車外，於1990~2010年之21年內分梯次引進400型（EMU400）、500型（EMU500）、600型（EMU600）、1000型（TEMU1000太魯閣號）及700型（EMU700）等不同車型。

不論車種車型，今臺鐵電力能耗車輛所產生用電度數資料，皆由供應動力車運轉動力所需電力之各臺電變電站提供。2010年年底為止，針對臺鐵動力車輛專設之變電站共有18所，如表2所示。

2002年10月前，未實施「週六半尖峰時間電價」前，單一高壓變電站的總度數為尖峰用電度數與離峰用電度數總和。

$$\text{高壓變電站總度數} = \Sigma (l, m)$$

l=尖峰用電度數、m=離峰用電度數

2002年10月，經臺電分析系統全年負載實際情形，週六7:30~22:30時段負載雖較週1至週5同一時段約低170萬瓩，但卻高於離峰負載約300萬瓩，為促進電力效率提升，臺電特增列「半尖峰用電度數」。因此自2002年10月起，高壓變電站總度數為尖峰、週六半尖峰及離峰用電總和。

$$\text{高壓變電站總度數} = \Sigma (l, m, n)$$

l=尖峰用電度數、m=離峰用電度數、n=週六半尖峰用電度數

將各高壓變電站度數計算總和，即為臺鐵動力車電力能耗量總數。

$$\text{電力能耗量} = \Sigma (l, j, k, \dots)$$

l, j, k, ... = 各高壓變電站總度數

表3為將變電站度數核算至電力度數，再乘以電力之碳排放係數，即可得CO₂排放量。

表 2 臺灣電力公司供應臺鐵車輛動力運轉用超高壓變電站一覽

變電站所在 服務所代稱	服務所地址	供電歸屬 營運路線	經常契 約容量
岡山	高雄市岡山區	縱貫線	7,800
苗栗	苗栗縣苗栗市	縱貫線	7,400
樹林	新北市樹林區	縱貫線	11,200
和平	花蓮縣秀林鄉	北迴線	6,000
花蓮	花蓮縣花蓮市	北迴線	6,000
嘉義	嘉義市	縱貫線	5,500
彰化	彰化縣彰化市	縱貫線	7,000
善化	臺南市善化區	縱貫線	6,000
豐原	臺中市豐原區	縱貫線	6,600
清水	臺中市清水區	縱貫線	4,500
九曲	高雄市大樹區	縱貫線	6,000
雙溪	新北市雙溪區	宜蘭線	6,000
汐止	新北市汐止區	縱貫線	5,800
新竹	新竹市	縱貫線	6,900
雲林	雲林縣斗六市	縱貫線	6,200
中壢	桃園縣中壢市	縱貫線	7,600
礁溪	宜蘭縣礁溪鄉	宜蘭線	6,000
蘇澳	宜蘭縣蘇澳鎮	宜蘭線	6,000

資料來源：本研究整理

表 3 臺鐵歷年電力能耗動力車碳排放量

年度	排放係數	電力度數	CO ₂ (公斤)	CO ₂ (千公噸)	成長率
1990	0.450	222,874,655	100,293,595	100.294	-
1991	0.468	238,304,105	111,526,321	111.526	11.20 %
1992	0.485	238,043,297	115,450,999	115.451	3.52 %
1993	0.500	238,030,334	119,015,167	119.015	3.09 %
1994	0.503	230,787,909	116,086,318	116.086	-2.46 %
1995	0.514	227,822,801	117,100,920	117.101	0.87 %
1996	0.521	252,808,800	131,713,385	131.713	12.48 %
1997	0.550	290,607,445	159,834,095	159.834	21.35 %
1998	0.560	325,919,948	182,515,171	182.515	14.19 %
1999	0.580	329,722,567	191,239,089	191.239	4.78 %
2000	0.604	331,379,823	200,153,413	200.153	4.66 %
2001	0.616	328,351,167	202,264,319	202.264	1.05 %
2002	0.606	334,230,815	202,543,874	202.544	0.14 %

2003	0.633	357,632,448	226,381,340	226.381	11.77 %
2004	0.628	378,706,950	237,827,965	237.828	5.06 %
2005	0.620	379,677,731	235,400,193	235.400	-1.02 %
2006	0.638	386,796,903	246,776,424	246.776	4.83 %
2007	0.637	392,952,903	250,310,999	250.311	1.43 %
2008	0.636	426,776,594	271,429,914	271.430	8.44 %
2009	0.623	435,920,851	271,578,690	271.579	0.05 %
2010	0.612	440,758,479	269,744,189	269.744	-0.68 %

資料來源：

1.郭紋秀，2009年^[5]；2.經濟部能源局：〈我國電力CO₂排放係數^[6]〉；3.本研究整理

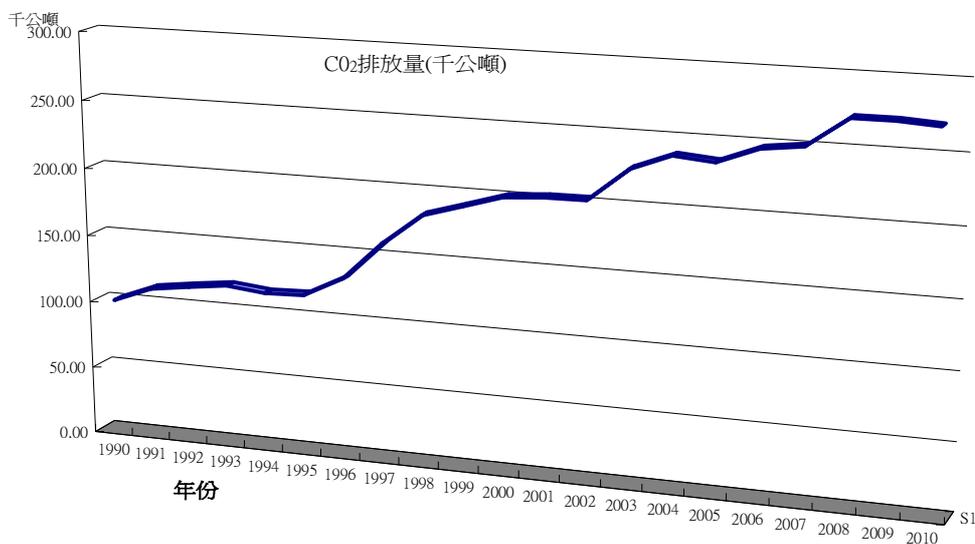


圖 1 臺鐵歷年電力能耗動力車總碳排量

以 1990 年為基期，2010 年臺鐵動力車電力碳排放量成長 168.95 %，其主要因為電力度數成長 97.76 %；係數成長 36.00 %。其中，電力度數成長與臺鐵運量成長與車種配置變化有關。以機車公里為例：1990 年臺鐵電力能耗動力車運能實績為 22,464,753 機車公里，2010 年則成長 133.46 %，達到 52,446,396 公里。

在單位碳排放量上，將總排放量除以機車公里則得每機車公里排放量，其 1990 年－2010 年間之單位碳排放量，如表 4 所示：

表 4 臺鐵歷年電力能耗車輛之每機車公里碳排放量

年度	CO ₂ (公斤)	機車公里	每機車公里碳排放量 (公斤)	成長率
1990	100,293,595	22,464,753	4.46	-
1991	111,526,321	23,402,265	4.77	6.75 %
1992	115,450,999	23,192,295	4.98	4.46 %
1993	119,015,167	22,733,099	5.24	5.17 %
1994	116,086,318	22,411,814	5.18	-1.06 %

1995	117,100,920	22,685,259	5.16	-0.34 %
1996	131,713,385	24,835,169	5.30	2.74 %
1997	159,834,095	28,684,565	5.57	5.07 %
1998	182,515,171	31,796,497	5.74	3.01 %
1999	191,239,089	33,974,186	5.63	-1.94 %
2000	200,153,413	34,554,726	5.79	2.90 %
2001	202,264,319	35,690,344	5.67	-2.16 %
2002	202,543,874	37,638,605	5.38	-5.05 %
2003	226,381,340	40,003,630	5.66	5.16 %
2004	237,827,965	42,791,746	5.56	-1.79 %
2005	235,400,193	43,741,674	5.38	-3.17 %
2006	246,776,424	45,239,404	5.45	1.36 %
2007	250,310,999	45,480,660	5.50	0.89 %
2008	271,429,914	50,686,056	5.36	-2.70 %
2009	271,578,690	52,415,895	5.18	-3.25 %
2010	269,744,189	52,446,396	5.14	-0.73 %

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理

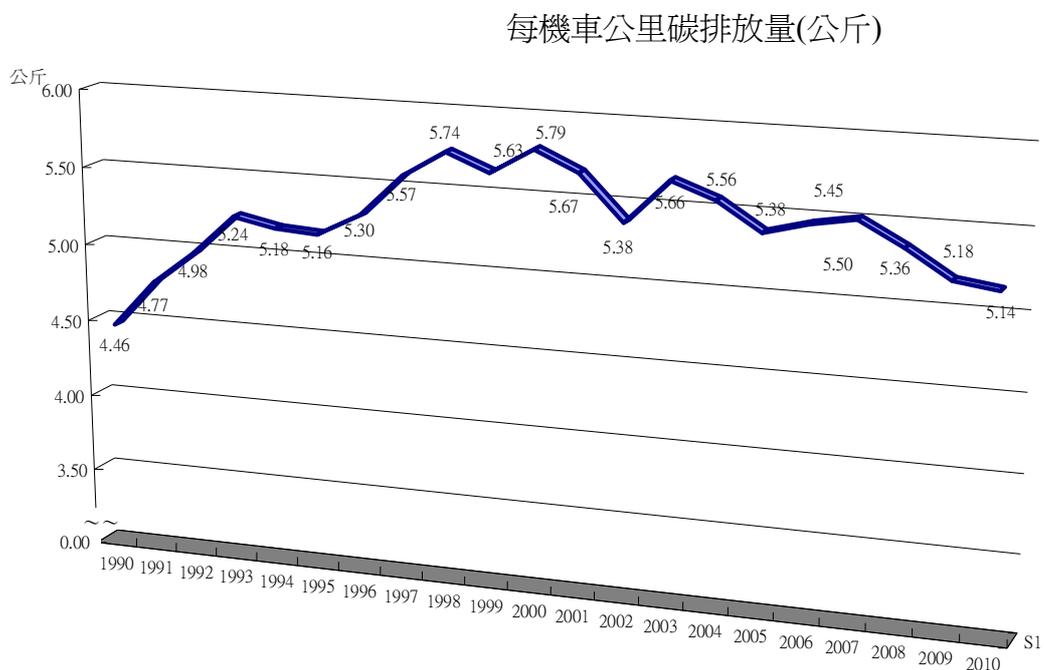


圖 2 臺鐵歷年電力能耗車輛之每機車公里碳排放量

對照歷年臺鐵動力車每機車公里碳排放量，得 2010 年為 5.14 kg。其排放量比 1990 年 4.46 公斤成長 15.20%，惟成長幅度比排放係數低。今若以 1990 年度排放係數水準（0.450）核算，2010 年動力車每機車公里之碳排放量可較 1990 年減少 15.29% 到 3.78 公斤，顯示若排除電力碳排放係數變數，臺鐵於貫徹節能減碳政策、分批

購置新車等措施後，於運能增加情況下，其電力能耗之「每單位碳排放量」並不隨之成長。

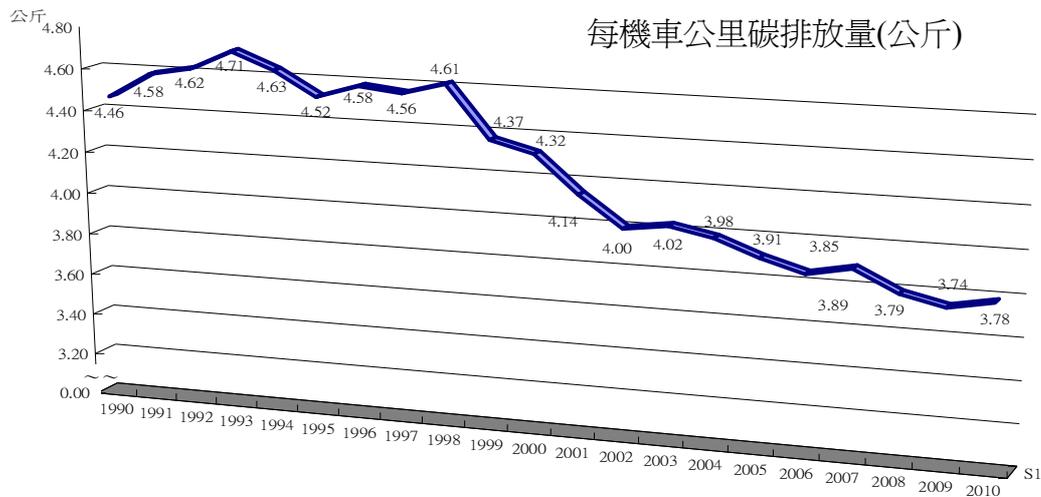


圖 3 以基期年排放係數核算之電力能耗碳排放量

3.2 柴油能耗碳排放量

臺鐵柴油能耗車輛之運用，以非電化區間為優先；涵蓋車種包含動力車之柴油客車、柴電機車、柴液機車、柴聯車。另外為完善實際統計所需，本研究柴油能耗碳排放量統計，亦涵蓋柴聯車所屬拖車及柴電機車附掛之電源車。計算方式除依照實數列計外，於核算每機車公里碳排放時亦將該兩車型列計

本研究之柴油碳排放係數係依照定數 2.73 kg/L，另外柴油能耗油量，乃根據加油單位彙總資料所成，其碳排放量公式簡示如下：

$$\text{柴油總碳排放量} = \Sigma (j, k, l, m, \dots)$$

J, k, l, m, ... = 柴油客車、柴聯車、柴液機車、柴電機車等動力車及電源車、拖車碳排放量。

$$\text{每機車公里碳排放量} = \Sigma (j, k, l, m, \dots) / \text{km}$$

km = 動力車機車公里實績。

表 5 臺鐵歷年柴油能耗用車輛之碳排放分析表

年度	耗油量(公升)	碳總排放(公斤)	機車公里	每機車公里碳排放(公斤)	成長率
1990	44,407,415	121,232,243	29,931,605	4.05	-
1991	47,066,392	128,491,250	36,077,706	3.56	-12.07 %
1992	47,387,137	129,366,883	35,897,591	3.60	1.19 %
1993	49,421,616	134,921,013	37,131,531	3.63	0.83 %
1994	47,922,893	130,829,498	37,224,313	3.51	-3.27 %
1995	46,515,094	126,986,206	36,558,299	3.47	-1.17 %
1996	44,627,293	121,832,509	33,673,012	3.62	4.16 %
1997	42,519,578	116,078,449	34,366,870	3.38	-6.65 %

1998	42,120,443	114,988,809	35,167,796	3.27	-3.19 %
1999	43,212,117	117,969,079	38,132,014	3.09	-5.38 %
2000	42,410,403	115,780,400	37,065,436	3.12	0.97 %
2001	40,578,588	110,779,545	36,835,105	3.01	-3.72 %
2002	40,004,901	109,213,380	37,347,002	2.92	-2.77 %
2003	35,543,359	97,033,370	35,547,257	2.73	-6.65 %
2004	36,726,400	100,263,072	32,521,678	3.08	12.94 %
2005	36,505,000	99,658,650	31,941,235	3.12	1.20 %
2006	36,207,000	98,845,110	31,503,246	3.14	0.56 %
2007	34,632,500	94,546,725	29,605,165	3.19	1.78 %
2008	32,755,000	89,421,150	29,762,397	3.00	-5.92 %
2009	29,302,000	79,994,460	28,475,002	2.81	-6.50 %
2010	30,869,000	84,272,370	30,088,422	2.80	-0.30 %

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理

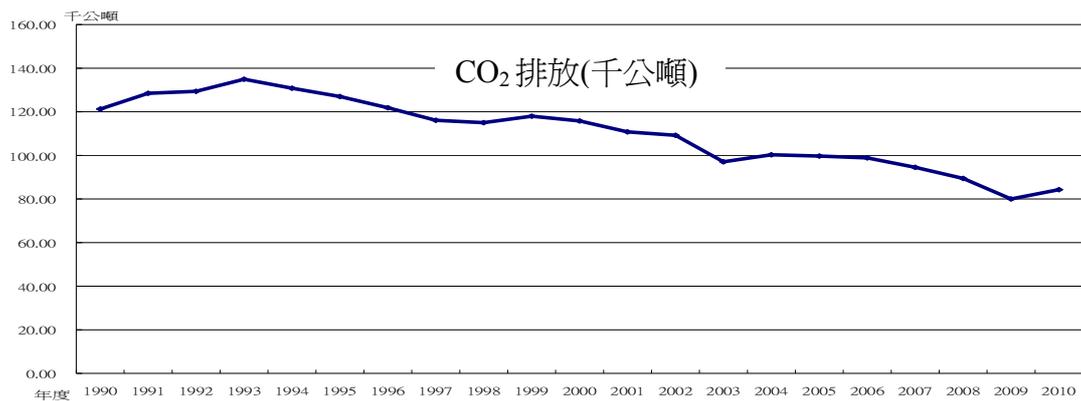


圖 4 臺鐵歷年柴油能動車碳排放量

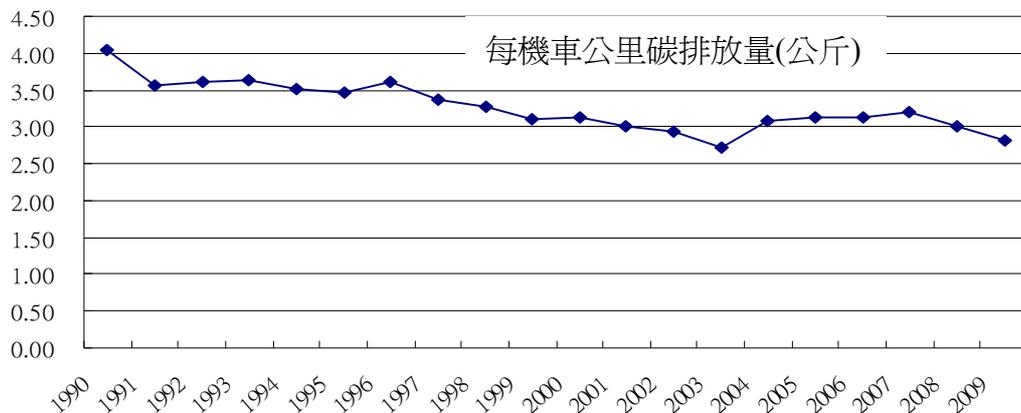


圖 5 臺鐵歷年柴油能動車輛每機車公里碳排放量

四、動力車碳排放量分析

4.1 動力車總碳排放量

以電力能耗及柴油能耗動力車碳排放量總和，為動力車總體碳排放量。以 1990 年為基期，總排放量增加 59.81%，單位排放量則微幅成長 1.45%。

表 6 臺鐵歷年動力車碳排放量

年度	機車公里數	動力車 碳排放量	每機車公里 排放量	年度	機車公里數	動力車 碳排放量	每機車公里 排放量
1990	52,396,358	221,525,838	4.23	2001	72,525,449	313,043,863	4.32
1991	59,479,971	240,017,571	4.04	2002	74,985,607	311,757,254	4.16
1992	59,089,886	244,817,882	4.14	2003	75,550,887	323,414,709	4.28
1993	59,864,630	253,936,180	4.24	2004	75,313,424	338,091,037	4.49
1994	59,636,127	246,915,816	4.14	2005	75,682,909	335,058,843	4.43
1995	59,243,558	244,087,126	4.12	2006	76,742,650	345,621,534	4.50
1996	58,508,181	253,545,894	4.33	2007	75,085,825	344,857,724	4.59
1997	63,051,435	275,912,544	4.38	2008	80,448,453	360,851,064	4.49
1998	66,964,293	297,503,980	4.44	2009	80,890,897	351,573,150	4.35
1999	72,106,200	309,208,167	4.29	2010	82,534,819	354,016,559	4.29
2000	71,620,162	315,933,813	4.41				

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理



圖 6 臺鐵歷年動力車總碳排放量



圖 7 臺鐵歷年動力車單位碳排放量

4.2 延人公里碳排放量

臺鐵現有機務相關年報，多以機車公里為績效計算單位，惟因機車公里單位為軌道運輸特有單位，為了與其他運具做碳排放比較，本研究將機車公里排放量換算為延人公里，如表 7 所示。

於現行臺鐵會計制度運輸成本規定中，分攤客貨運指標為列車公里^[8]。為計算客運運能延人公里碳排放量，先以列車公里比例分攤客貨運權責部分，再將客運碳排放量與總延人公里相除，算得每延人公里碳排放量。

表 7 臺鐵歷年每延人公里碳排放量及年成長率

年度	每延人公里碳排放量(公斤)	成長率	年度	每延人公里碳排放量(公斤)	成長率
1990	0.0214	-	2001	0.0271	9.87%
1991	0.0225	5.01%	2002	0.0284	4.83%
1992	0.0210	-6.47%	2003	0.0328	15.54%
1993	0.0213	1.08%	2004	0.0320	-2.33%
1994	0.0206	-2.85%	2005	0.0310	-3.14%
1995	0.0206	-0.38%	2006	0.0325	4.82%
1996	0.0229	11.13%	2007	0.0342	5.24%
1997	0.0243	6.43%	2008	0.0373	9.07%
1998	0.0249	2.30%	2009	0.0383	2.62%
1999	0.0256	3.00%	2010	0.0360	-5.97%
2000	0.0246	-3.88%			

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理

在延人公里碳排放量上，與基期比較之成長幅度(68.21%)遠較每機車公里碳排放量 1.06% 為高。另外，就兩者相對差異量數 ($C.V.=\sigma/\mu$) 比較，顯示以機車公里為單位的碳排放量差異性比延人公里低，並無顯著變動。就這兩點推論，臺鐵雖維持機務行車運能，但是在客運人數、延人公里及客座率減少下，延人公里之碳排放量持續增加。惟 2010 年平均每延人公里 0.0360 公斤之排放量僅為小自客 0.1342 公斤^[9]之 26.82%，與柴油能耗大自客車 0.036036 公斤幾乎完全相同。以此排放量為計算基礎，並以基隆－高雄 400 公里距離為例，乘坐臺鐵可較小自客減少碳排放達 39.29 公斤。除此，因為臺鐵平均延人公里碳排放量數額比機車(俗稱摩托車)0.0720 公斤都少，如圖 8 所示，顯示就減碳方面，即使是臺鐵捷運化後之短程運能，也比機車有效率。

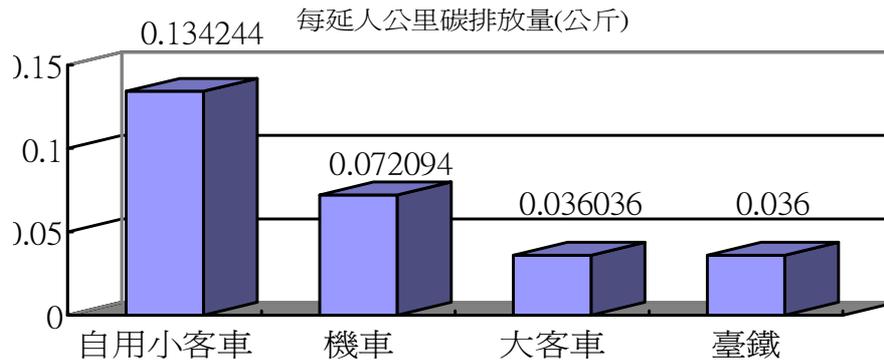


圖 8 不同運具之碳排放量

4.3 總體碳排放量分析

就動力車碳排放量與歷年臺灣總碳排放量做比較，可得兩者總量與比例上之變化。1990 年臺鐵動力車碳排放 221.53 kg 佔臺灣總量 110,830 kg 約 0.20%，2010 年則降低至總量 0.14%，減少幅度約 30.40%。因為自 1990 年以來，捷運、高鐵投入運輸市場，臺鐵於陸上運輸市場相對規模減低。今若以臺鐵收入佔臺灣總 GDP 總數為規模係數，2010 年實數是 0.15%。臺鐵營運規模縮小幅度達 54.16%，比碳排放佔整體排放的比例為高，如表 8 所示。

表 8 歷年臺灣總排放量與動力車總排放量分析表

年度	臺灣總排放量 (A)(千公噸)	動力車總排放量(B)(千公噸)	動力車碳排放比例 (B/A)%	經濟規模比例 (臺鐵收入/臺灣總 GDP)
1990	110,830	221.53	0.20 %	0.33 %
1991	119,920	240.02	0.20 %	0.30 %
1992	128,210	244.82	0.19 %	0.33 %
1993	137,602	253.94	0.18 %	0.30 %
1994	145,643	246.92	0.17 %	0.27 %
1995	153,138	244.09	0.16 %	0.24 %
1996	161,599	253.55	0.16 %	0.27 %
1997	173,998	275.91	0.16 %	0.24 %
1998	185,375	297.50	0.16 %	0.23 %
1999	195,382	309.21	0.16 %	0.23 %
2000	215,449	315.93	0.15 %	0.25 %
2001	219,825	313.04	0.14 %	0.21 %
2002	227,818	311.76	0.14 %	0.22 %
2003	237,177	323.41	0.14 %	0.18 %
2004	245,209	338.09	0.14 %	0.18 %
2005	251,636	335.06	0.13 %	0.20 %
2006	259,180	345.62	0.13 %	0.19 %
2007	262,811	344.86	0.13 %	0.17 %

2008	252,025	360.85	0.14 %	0.18 %
2009	239,526	351.57	0.15 %	0.17 %
2010	254,484	354.02	0.14 %	0.15 %

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理

4.4 各營運資料與排放量關聯性

爲了解析臺鐵各營運指標資料與碳排放量的關聯性，本研究以皮爾森相關係數 (Pearson correlation coefficient) 公式測驗動力車碳排放與不同營運數據資料間的關係強弱。經核算後求得相關係數 r ，並令 $r \geq +0.8$ 爲高度正相關， $r \leq -0.8$ 爲高度負相關， $0 < |r| \leq 0.2$ 爲低度相關，其結果爲中度相關。

表 9 歷年動力車碳排放量與各營運指標資料相關係數

營運資料名稱	與動力車碳排放量相關係數	備註
臺灣總碳排放量	0.9754	高度正相關
臺灣每人平均碳排放量	0.9420	高度正相關
動力車碳排放於臺灣總排放量比例	-0.8635	高度負相關
臺鐵收入/全國 GDP	-0.9310	高度負相關
延人公里	0.0421	低度相關
客運列車公里	0.8780	高度正相關
總列車次數	0.8262	高度正相關
貨運列車公里	-0.8673	高度負相關
每延人公里碳排放量	0.9279	高度相關
客座利用率	-0.0797	低度相關
動力車總機車公里	0.9825	高度正相關
電力能耗/每機車公里	0.9693	高度正相關
柴油能耗/每機車公里	-0.4793	中度相關
柴油用油能耗	-0.9075	高度負相關
電力度數能耗	0.9826	高度正相關
電力排放係數	0.9649	高度正相關

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理

五、年度碳排放量分析

5.1 與臺鐵總碳排放量比較分析

依據 2011 年 3 月 7 日製發之「臺鐵 2010 年溫室氣體盤查清冊」^[10] 及本研究數據，動力車(軌道車輛)碳排放 354,016,559 公斤與臺鐵企業體所轄列車、場站等範疇碳排放量 497,114,470 公斤比較，前者約爲後者之 71.21 %。依該清冊，軌道排放源爲整體排放最大宗；電力能耗範疇屬於間接排放，柴油能耗排放範疇屬於直接，活動數據種類，前者屬於財務會計，後者屬於間接量測。除了碳排放外，軌道運輸亦

排放 CH₄ 及 N₂O 分別為 93.15 公噸及 1,375.14 公噸排放量。另外，若將臺鐵企業整體碳排放折合千公噸排放單位，約為 497.11 千公噸，佔臺灣同年排放量 254,484 千公噸之 0.20 %。

5.2 各營運路線總碳排放量

本研究將臺鐵營運路線分為縱貫、宜蘭、北迴、南迴、臺東線等主線及其他支線，並分計電力能耗與柴油能耗個別排放量且加以總和。在電力能耗方面，於北迴、縱貫及宜蘭線等三線別電化區間內，依變電站所在為排放量之來源範疇，惟供電中性區(Neutral Section)跨宜蘭線與北迴線之蘇澳變電站，兩線排放量各分攤 1/2。經核算後，縱貫線排放量為最高，每機車公里之單位排放量則是宜蘭線為最高。另外，將變電站所在縣市視為排放地，整理出各變電站及營運路線電力能耗的碳排放如表 10、11 所示；轉換為各縣市電力能耗碳排放量分佈，如圖 9 所示。

表 10 2010 年臺鐵各變電站能耗度數與碳排放

變電站名稱	電力能耗度數	碳排放量(公斤)
南港變電站	41,469,600	25,379,395
樹林變電站	40,895,040	25,027,764
內壢變電站	30,454,416	18,638,103
新竹變電站	28,723,400	17,578,721
苗栗(含後龍)變電站	27,370,776	16,750,915
豐原變電站	24,595,987	15,052,744
甲南變電站	1,282,400	6,904,829
彰化變電站	34,573,083	21,158,727
石榴變電站	23,198,400	14,197,421
嘉義變電站	27,337,200	16,730,366
善化變電站	30,336,000	18,565,632
岡山變電站	34,268,878	20,972,553
九曲堂變電站	11,779,569	7,209,096
礁溪變電站	18,311,975	11,206,929
雙溪變電站	20,467,800	12,526,294
蘇新變電站	17,280,167	10,575,462
和平變電站	11,471,693	7,020,676
花蓮變電站	6,942,095	4,248,562
總計	440,758,479	269,744,189

資料來源：

1. 臺鐵統計年報^[7]；2. 本研究整理

表 11 2010 年臺鐵各營運路線電力能耗碳排放量與單位排放

線別	總排放量(公斤)	每機車公里 排放量(公斤)
宜蘭線	16,556,969	5.07
北迴線	29,020,953	5.00
縱貫線	224,166,267	5.17

資料來源：

1.臺電公司電費通知單；2.本研究整理

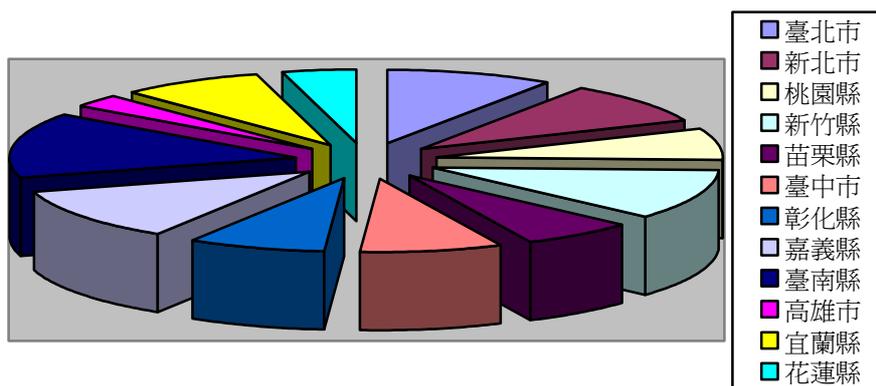


圖 9 2010 年各縣市電力能耗碳排放量

另外，表 12 為因現行臺鐵柴油動力能耗之排放源範疇難以界定，本研究以營運線別機車公里為柴油動力車輛排放量之計列依據。再將電力能耗排放量合計後，估列核算出臺鐵營運路線別的總排放量及單位排放。

表 12 2010 年各營運路線耗碳排放量與單位排放

線別	機車公里總計	碳排放量總計 (公斤)	每機車公里 碳排放(公斤)
內灣線	144,674	405,206	2.80
北迴線	10,189,206	41,296,434	4.05
平溪線	448,458	1,256,052	2.80
宜蘭線	7,698,907	28,973,489	3.76
林口線	94,993	266,058	2.80
南迴線	3,001,208	8,405,855	2.80
集集線	623,659	1,746,759	2.80
臺東線	8,082,063	22,636,436	2.80
縱貫線	52,251,650	249,030,269	4.77
總計	82,354,818	354,016,559	4.29

資料來源：本研究整理

5.3 營運路線客貨運碳排放量

依照臺鐵年報^[112]，以列車公里及延噸公里為攤銷比例依據，可核算出客貨運

碳排放量。於客運列表中，將線別延人公里代入，求得客運單位碳排放量。其中，分散於各線，以郵局、網路付款、悠遊卡及臺灣通等購票方式計列之延人公里實績，再依照線別站售實績比例分攤，如表 13 及 14 所示。

表 13 2010 年臺鐵各營運路線客貨運碳排放量

線別	碳排放量總計 (公斤)	客運排放量	貨運排放量
內灣線	405,206	405,206	0
北迴線	41,296,434	22,143,646	19,152,788
平溪線	1,256,052	1,256,052	0
宜蘭線	28,973,489	28,518,331	455,158
林口線	266,058	266,058	0
南迴線	8,405,855	8,076,930	328,926
集集線	1,746,759	1,746,759	0
臺東線	22,636,436	21,848,554	787,881
縱貫線	249,030,269	239,759,476	9,270,793
總計	354,016,559	324,021,012	29,995,546

備註：1.資料來源：本研究整理；2.尾數以四捨五入計列，總數與細數之和或有不等

表 14 2010 年臺鐵各營運路線客運碳排放量

線別	客運碳排放量 總計(公斤)	延人公里	每延人公里 碳排放量(公斤)
內灣線	405,206	6,158,298	0.0658
北迴線	22,143,646	525,789,456	0.0421
平溪線	1,256,052	6,332,286	0.1984
宜蘭線	28,518,331	378,868,798	0.0753
林口線	266,058	NA.	NA.
南迴線	8,076,930	46,992,531	0.1719
集集線	1,746,759	8,559,751	0.2041
臺東線	21,848,554	482,298,065	0.0453
縱貫線	239,759,476	7,543,412,032	0.0318
總計	324,021,012	8,998,411,217	0.0360

資料來源：本研究整理

六、結論與建議

綜合本研究之成果，研提結論與建議事項如下：

6.1 結論

1. 以 1990 年為基期，2010 年電力能耗及總排放量均有 168.95 %及 59.81 %之成長，柴油則因使用量減少，呈現-30.49 %之負成長。

2. 將動力車行駛公里與碳排放量做比較，柴油能耗單位排放量明顯低於電力，惟因編組（釋例：柴聯車 DR3000 型一編組兩輛動力車配置四輛非動力車，太魯閣號傾斜電聯車一編組兩輛 EP 動力車配置六輛非動力車）、客座數不同，無法以常用之每延人公里排放指標來比較柴油能耗及電力能耗車輛之碳排放高低。
3. 全部配置柴油能耗車輛之平溪、集集等支線，每延人公里碳排放為 0.19、0.20 公斤，遠高於電化區間之縱貫線 0.03 公斤。
4. 2010 年臺鐵平均每延人公里 0.0360 公斤之排放量僅為小自客 0.1342 公斤之 26.82 %^[9]，證明就減碳方面，臺鐵顯然有其重大貢獻。
5. 臺鐵所轄軌道運輸碳排放與臺灣總排放、臺灣人均排放、臺鐵總列車次數、客運列車公里、機車公里、電力度數、電力排放係數呈現高度相關；至於客座利用率、延人公里則與碳排放呈現低度相關。

6.2 建議事項

1. 軌道運輸系統推動更有效率減碳工作，應以著重機車公里、列車次數、列車公里方面為優先。單單提高客座率或增加延人公里等措施；就歷年相關係數來看，並無法有效降低碳排放量。
2. 若排除電力排放係數，臺鐵分批購置新車等措施後，於運能增加情況下，其電力能耗之「每單位碳排放量」並不隨之成長，因此應繼續執行辦理汰換舊車之購車策略。
3. 全部配置柴油能耗車輛之平溪、集集等支線碳排放量顯然偏高，就環保面上，應檢討支線列車總次數是否有當。
4. 因臺鐵平均延人公里碳排放量數額比民間機車運具 0.0720 公斤都少，證明就減碳方面，即使是臺鐵捷運化後之短程運能，也比俗稱摩托車的機車有效率，因此就環保議題上，應鼓勵以臺鐵捷運化來作為抑制短程私人運具的成長。

參考文獻

1. 聯合國跨政府氣候變遷專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，IPCC）（1996），IPCC 國家溫室氣體清冊指南。
2. 臺鐵局會計處（1999），臺鐵車輛運轉與運用效能分析。
3. 中華民國 94 年臺灣鐵路統計年報（2006.4），交通部臺灣鐵路管理局。
4. 行政院環境保護署（2008.7），節能減碳無悔措施全民行動方案。
5. 郭紋秀（2009），結合生命週期評估及因素分解之研究：以火力發電廠個案為研究，未出版論文。
6. 經濟部能源局（2011.6），我國燃料燃燒 CO₂ 排放統計。
7. 中華民國 99 年臺灣鐵路統計年報（2011.4），交通部臺灣鐵路管理局。
8. 行政院主計處（2004.12），交通部臺灣鐵路管理局會計制度。
9. 張有恆（2010），現代運輸學，臺北：華泰文化。

10. 臺鐵民國 2010 年溫室氣體盤查清冊 (2011.3), 交通部臺灣鐵路管理局。
11. 交通部臺灣鐵路管理局公務統計方案 (2005.7), 交通部。
12. 臺灣鐵路管理局機務處年終業務檢討會資料 (2011.3), 臺鐵機務處。

第 3 軌供電系統導電軌絕緣接頭(IRJ)電弧現象之探討

Exploration on Electric Arc on Insulated Rail Joint (IRJ) of Third-Rail Conductor Rail Power Supply System

王宜達 WANG, Yi-Ta¹

江耀宗 JIANG, Yao-Zong²

文一心 WEN, Yi-Xin³

郭銘駿 GUO, Ming-Jun⁴

聯絡地址：10041 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：(02) 23815226-4006

Tel：(02) 23815226-4006

電子信箱：tr754604@msa.tra.gov.tw

e-mail：tr754604@msa.tra.gov.tw

摘要

運行電聯車對於第 3 軌供電系統之導電軌絕緣接頭 (IRJ) 有電弧現象，而由於導電軌在車站月台外側的供電不連續性情況，列車之每一只集電靴在完全離開某一 IRJ 加壓送電之短截導電軌、進入氣隙的瞬間，都將因集電靴電流之中斷而於短截導電軌末端與氣隙處產生電弧。對於短截面導電軌將嚴重侵蝕損壞及造成保護電驛動作，本研究藉由導電軌構架議題探討及軟體模擬進行研析，結果發現橫渡線與袋狀軌之導電軌間隙，若由非橋接改橋接時，導電軌間隙可加跨接電纜或開關。至於主線與機廠介面之導電軌間隙，基本上仍以非橋接方式，若要採橋接也應有相關配套條件，如增加機廠軌道對地電阻，牽引動力變電站 (TSS) 均採非接地系統，如此主線與機廠可視為同一供電區間；另在主線與機廠介面之導電軌間隙加跨接開關，採直流斷路器附加直流電驛，故障時跳脫斷路器，可減少故障範圍。

另外，車輛之上、下行軌導電軌 IRJ 若皆位於車站兩端之同一側，即皆設置於車站之進站側或皆設置於車站之離站側。此設計將造成列車在正常營運情況下，以牽引及煞車模式分別通過上行及下行軌導電軌 IRJ。設計階段若能將上行及下行軌導電軌 IRJ 分別設置於車站兩端，使上、下行軌列車皆以煞車模式通過導電軌 IRJ，將可使列車集電靴通過 IRJ 時之速度較慢、中斷電流較小，可減輕降低導電軌 IRJ 之電弧問題。

關鍵字：電弧現象、導電軌、橋接。

Abstract

The electric arc occurs between the short-sectioned conductor rail end and the air gap when each collector shoe is completely quitting a certain short-sectioned

¹ 臺鐵局專案工程處機務組組長

² 國立臺灣科技大學機械工程(系)所教授

³ 國立臺灣科技大學機械工程(系)所研究生

⁴ 黎明技術學院機械工程系副教授

conductor rail pressured and power transmitted by insulated rail joint (IRJ) and entering into the air gap, and due to conductor rail power discontinuity on the outer side of station platform, the collector shoe current will be interrupted. On the basis of conductor rail structure and software simulation, we are exploring the oncoming serious corrosion of short-sectioned conductor rail and the result of protection relay as well. The result shows that between the conductor rail gap of crossover and pocket rail, an installation of crossover cable or switch is suggested, if non-bridge is used instead of bridge.

The up and downlink conductor rail IRJ are all installed on the same side of station, that is, either entering side of station or leaving side of station. But if we design to install the conductor rail IRJ of up and downlink track on each side of the station, making up and downward trains running through the conductor rail IRJ with Braking mode, it will make the running speed of collector shoe becoming slowly in passing the IRJ, and the interrupted current will also become smaller, with a result of reduction of electric arc occurrence on conductor rail IRJ.

Keyword: electric arc, conductor rail, bridge.

一、前言

臺灣軌道車輛動力系統係由臺電電力系統供電，其所需動力及車站電力來源係從臺電 161 KV 輸電線引接至主變電站，再分別轉換至不同的變電站供應電力。所謂穩定的電力系統，係指多列車運轉於各種模式下時，電力系統電壓均需維持在合理的變動範圍內，且即使萬一發生故障，亦能透過合理的轉供措施，維持供電電壓，確保車輛正常運轉。本章節分別就供電系統架構及導電軌系統之功能暨設計作說明，第 3 軌供電架構，如圖 1 所示。

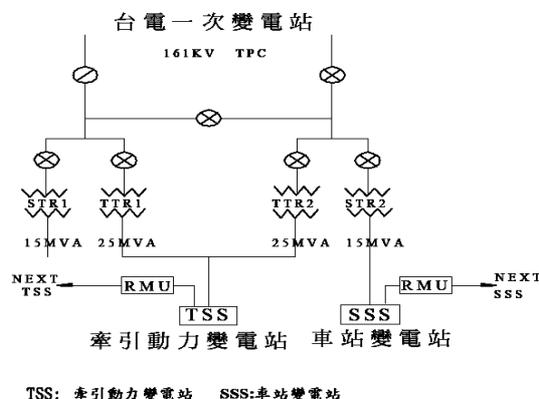


圖 1 第三軌供電架構

1.1 供電系統架構

第三軌供電系統架構主要分成三大部份，主變電站 (Bulk Supply Substation, BSS)、牽引動力變電站 (Traction Substation, TSS)、車站變電站 (Station Substation, SSS)。

1.1.1 主變電站 (Bulk Supply Substation, BSS)

目前臺灣捷運系統每座主變電站均由臺電引進 161 kV 兩饋線，經氣體絕緣開關 (GIS) 將兩饋線分別引入兩臺 161/22.8 KV 之主變壓器，每臺變壓器其一、二次線圈各有二組，分別供應牽引動力及車站設備，其中牽引動力主變壓器及車站主變壓器之額定容量分別為 25/31.25 MVA (自然風冷/強迫風冷) 及 15/18.75 MVA (自然風冷/強迫風冷)。以雙迴路方式由臺電直接供電，

主要目的在提高供電可靠度。當沿線任一座主變電站因故停機時，其餘主變電站須能維持捷運系統的正常運轉。

1.1.2 牽引動力變電站 (Traction Substation, TSS)

牽引動力變電站主要是由整流變壓器、整流設備與中低及高壓開關箱組合而成，其主要的功能是将主變電站提供之 22 KV 電源，經由電纜輸送至牽引變壓器後先降壓至 589 V 再整流成 750 VDC 供電聯車動力使用，如圖 2 所示。而整流設備是電力諧波的主要來源，通常為減少諧波的干擾，一般都將其脈波數提高。整流變壓器為減少諧波對車站設備的損害，在設計時配合整流子作整合設計，設計的要點主要是相位調整，以提供整流子產生 24 脈波的電壓波形，而 24 脈波的產生則是利用兩組整流變壓器與整流器分別產生 12 脈波再加以合成。

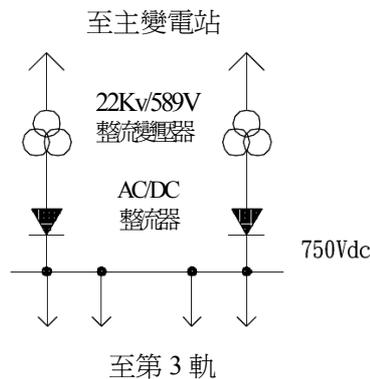


圖 2 牽引動力變電站

1.1.3 車站變電站 (Station Substation, SSS)

主要功能是提高車站設施如照明、消防、環控、電梯、號誌、通信、自動收費及電扶梯等電力，如圖 3 所示。

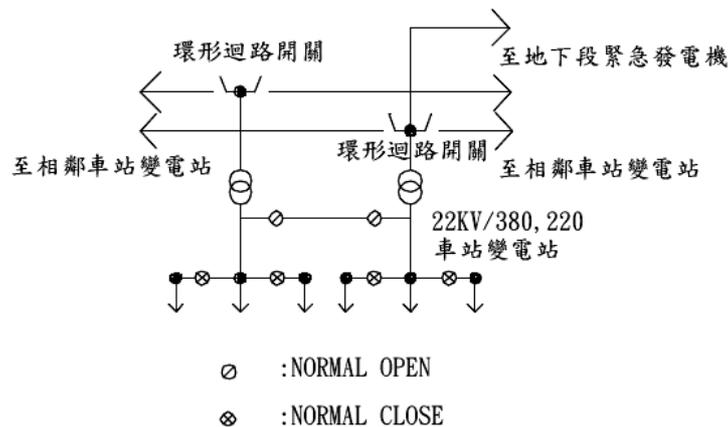


圖 3 車站變電站

車站供電系統架構，不同於主變電站內牽引動力變壓器並聯供電，其基本配電方式，是每個車站變電站有二組車站用變壓器，分別配置於月台兩端，由主變電站之兩台主變壓器分別供電，並配有環形迴路開關，當其中一組停電時，可由另一組變壓器提供用電，維持車站的正常運作。

若二個以上的主變電站因故無法正常供電，導致部份車站的二組變壓器均無法運轉時，則改由緊急柴油發電機供應車站內之維生負載，當供電系統

因故障須啓動緊急柴油發電機時，車站內的低壓匯流排會立即自動的切離必要與一般性負載，緊急電力僅提供給隧道通風及其他維生負載使用，以維持部份電扶梯，緊急照明及重要通風設備的正常運作，確保人員的安全。

1.2 導電軌系統暨設計

1.2.1 系統功能

目前臺灣捷運系統車輛均以傳輸電力驅動列車行駛，通常使用直流電壓 750 V 或 1,500 V，電力來源為主變電站的高壓電，經由高壓電纜線輸送至軌道沿線的牽引變壓站，經過變壓整流作用後產生直流電壓，經由直流電纜送至導電軌，再由列車上的集電設備集取電流，以提供列車用電。

由於導電軌架設於軌道旁，離地約三十公分，須加設圍籬以防止人員、動物進入，且爲了工作人員安全，於導電軌上方加裝絕緣護蓋，適合於地下路段及專有路權之地區，其優點爲維護簡便，工作量少，運行費用低，電能損耗較小，可充分利用隧道空間。

1.2.2 設計參數

臺北高運量捷運系統之供電型式係採位於軌道旁固定間距之導電軌，其與電聯車集電靴之接觸方式爲下觸式，導電軌材質採用鋁製斷面結合抗磨不銹鋼導電面而成之複合軌，以減輕支撐此下觸式導電軌所需的承載力矩；界面以分子(Molecular)結合或鉚接方式結合成一體。鋁擠型材爲將兩條不銹鋼片與鋁合金胚一起送進合金鋼製之擠製模具中產生接觸，在擠製過程由於高壓及高溫產生分子擴散現象，鋁與鐵分子位置互換，而在鋁合金與不銹鋼接觸面形成金屬化合物（五氧化二鋁）。

設計參數含括單項材料特性及組裝功能需求參數⁽¹⁾，說明如下：

- (1) 電聯車集電靴之彈性應力爲120 N-150 N及靴接觸材料爲銅或石墨之接觸面，導電軌不銹鋼耐磨表面之耐磨厚度至少需能承受集電靴 5×10^7 次通過。
- (2) 絕緣支座和搭接之整個導電軌系統，需能夠承受120 KA/0.1秒的短路電流而不損壞。
- (3) 導電軌公稱電壓爲DC750 V，但設計容量應能承受DC1000 V連續電壓和DC 3000 V之暫態電壓。
- (4) 蓋板由導電軌支撐並依照段落的標準長度來組合，配件包含連接、支撐蓋板以及遮蓋電纜端子組件等部份。
- (5) 保護蓋板及支撐塊之完整導電軌系統的每一點須能夠承受垂直朝下1,500 N負載，及能夠承受一個50 kg鐵球從300 mm高自由落體瞬間衝擊，當上述負載移去時，保護蓋及支撐塊不會有永久變形。
- (6) 系統設計應該允許在運轉期間具有可調整性，範圍垂直部份朝上15 mm、朝下20 mm、水平部份前後各15 mm。
- (7) 可依據實際需求發展安裝圖說，以完成至少包括錨定、伸縮接頭、絕緣接頭、端部、絕緣支撐、搭接、電纜接頭等組件，另應特別注意下列事項：

A. 主線特殊軌區的上下軌間，導電軌佈設須爲非橋接。

- B.除了進出機廠轉換區外，機廠內導電軌應儘量佈設為橋接。
 - C.車站月台區導電軌須佈設於候車旅客月台的另一側。
 - D.導電軌的佈設應儘量與維修步道不同側。
 - E.導電軌的佈設須終止於人行、車行平交道前至少1.5 m處。
 - F.導電軌的佈設應儘量與轉轍器不同側或終止於轉轍器前1 m處。
 - G.電力區分段點應規設於離月台中心線約 100 m 至 110 m 之位置。
- (8) 導電軌應具有下列的設計參數：
- A.15 °C最大電阻值 $6.7 \mu \Omega/\text{m}$ 。
 - B.最大電阻溫度係數 $1.25 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{mm}^2/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。
 - C.連續額定電流4,000 A。
 - D.4,000 A連續額定電流 溫度上升不超過45 °C。
 - E.最小峰值電流 10,000 A/分鐘。
 - F.鋁及鋼之界面電阻值須小於 $30 \mu \Omega$ 。
 - G.最大質量不得大於 20 kg/m。

(9) 絕緣接頭組件

絕緣接頭組件長度不可小於4米，組成單元包括：

- A.一對強化玻璃纖維聚乙酸酯材質，且不小於1.5 m絕緣接合板。
- B.一片400 mm(沿中心線量起)導電軌，其兩端應與中心線成30°縱切。
- C.上述組件再與左右端兩短截導電軌共同組成整個絕緣接頭組件。
- D.導電軌須要用不少於9個螺栓來固定絕緣接合板。
- E.接頭的裝配必須堅固，並須提供沿軌軸量起兩個100 mm的氣隙。
- F.完整的絕緣接頭組件，其氣隙兩端的電阻值不可少於10 M Ω 。

絕緣接頭組件之功能係在區隔不同供電區間或為同一供電區間不同供電迴路之裝置。若以大臺北已營運路線除淡水線未引進外，自中和至土城等各線均有裝設。

另集電靴除表層磨耗現象外，亦常伴隨著電蝕效應，於使用約 1.5-2 年後即需更換，基於降低養護週期應建議避免再用，此於臺北捷運後續路網已逐漸不採用該裝置；而為維持供電區分隔功能，現場佈設改採端部組件間隔 5.5-7.5 m 距離取代^[21]。

二、車輛運行時導電軌 IRJ 之電弧現象

電弧一般定義為「電流穿過絕緣媒介發出輝光的放電現象」。若電流途徑被中斷時，在中斷的金屬間隙間引起短暫電弧放電現象，例如用電中器具的插頭被拔離插座或關掉 (turn off) 開關時。另外一種分離電弧現象是發生在電線直接短路或接地故障時會產生有火花 (sparks) 的電弧放電現象^[21]。

2.1 直流電系統

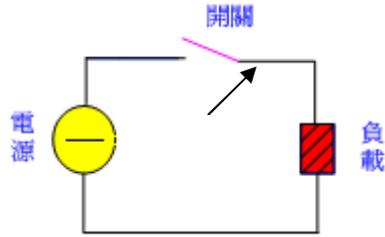


圖 4 關閉電源示意

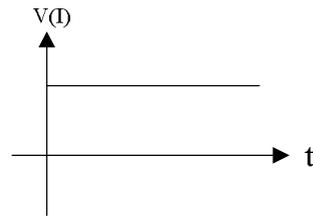


圖 5 平穩之直流電

電流通徑於任何時間被中斷時，在中斷的金屬間隙間引起的電弧，會在任何時間內產生，無法避免。

2.2 交流電系統

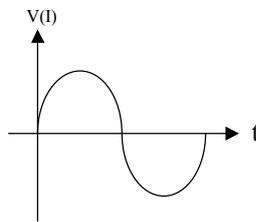


圖 6 交流電之弦波

電流通徑於任何時間被中斷時，電弧可能很大或很小，也可能在零點切離時不會有電弧產生。嚴重電弧發生點的溫度是太陽表面溫度的4倍（約35,000 °F），週遭的材料物質係被氣化或燒熔高溫後噴出，也有電弧強光、氣浪（blast）推力與爆炸聲響等。

2.3 導電軌IRJ電弧現象

車輛運行時電弧發生可分運行軌之電弧及導電軌IRJ電弧，本研究針對導電軌IRJ電弧進行探討。

導電軌IRJ電弧發生原因如圖7所示，由於導電軌在車站月台外側的供電不連續性情況，列車之每一只集電靴在完全離開某一IRJ加壓送電之短截導電軌、進入氣隙的瞬間，都將因集電靴電流之中斷而於短截導電軌端末與氣隙處產生，如圖8所示之電弧。

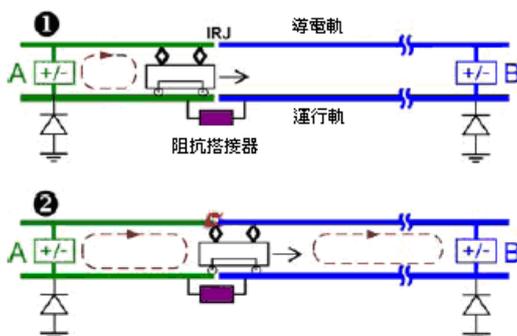


圖 7 導電軌 IRJ 電弧



圖 8 導電軌 IRJ 電弧實景

列車之每一集電靴離開IRJ短截導電軌時都會產生或多或少的電弧，一般而

言，出站列車通過IRJ時正以最大加速度行進，需要較大的牽引電流，因此通過IRJ時之電弧較為嚴重；進站列車通過IRJ時處於減速煞車階段，其再生電流小於上述之出站牽引電流，故通過IRJ時之電弧較為輕微。電弧將導致集電靴與IRJ逐漸被侵蝕^[4]。

2.4 導電軌IRJ之功能與設置地點

為縮短主線導電軌發生短路故障時之停電區域、方便軌道維修作業並增進區域營運之彈性，提供第3軌供電系統主線正極電源之導電軌於設置TSS之車站月台外側軌道上皆設置絕緣接頭型式之IRJ組件，將上、下行導電軌進行分段隔離，如圖9所示。

2.5 導電軌IRJ電弧現象之負面影響

2.5.1 短截導電軌嚴重侵蝕損毀

導電軌IRJ處之電弧現象，經年累月之後，將造成IRJ短截導電軌與列車集電靴出現如圖10所示之侵蝕的情況，嚴重時將導致IRJ短截導電軌必須鋸除並重新安裝，且列車集電靴亦必須經常更換^[5]。

2.5.2 直流保護電驛誤動作

列車之集電靴通過IRJ短截導電軌時，會造成TSS直流正極饋線電流之陡升或突降，而導致直流保護電驛可能誤動作的潛在問題。出站列車之集電靴通過橋接IRJ導電軌時，因電流之中斷與恢復可導致TSS直流正極饋線電流在數個ms至數十個ms之內陡升或突降上千安培；進站列車之集電靴離開IRJ導電軌時，亦會因電流之中斷(類似直流開關電路之開關切換動作)而在直流供電系統中引發一零態響應，並於TSS直流正極饋線上造成一低頻的振盪電流，該電流之峰對峰值可高達上千安培。

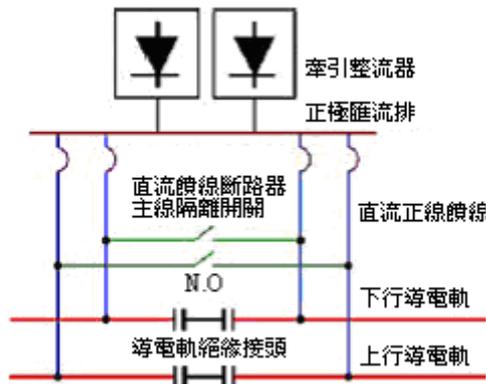


圖9 IRJ組件設置絕緣接頭



圖10 導電軌侵蝕損毀

三、導電軌構架議題

3.1 端部與絕緣組件構架

導電軌間隙可使用橋接或非橋接間隙，構成橋接間隙可用如圖 11 所示之絕緣接頭 (insulated-joint assemblies) 或如圖 12 所示之端部組件 (end-approach assemblies)，構成非橋接間隙。導電軌是由高導電率的鋁合金所製成，用放熱熔接法或銲接程序將不銹鋼鑲入，承受車輛的集電靴接觸磨擦。其不銹鋼面的

寬度不可少於 75 mm，厚度不可少 4.5 mm，所以當電蝕接近 4.5 mm 就得更換。



圖 11 絕緣接頭構架



圖 12 端部組件

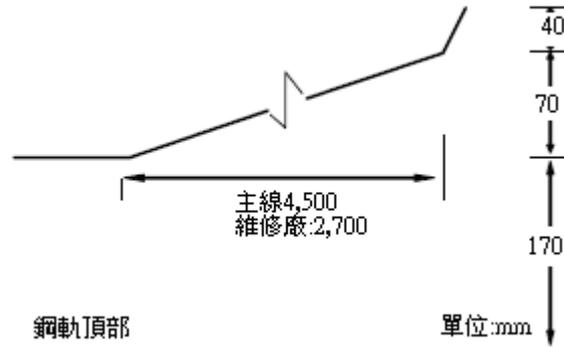


圖 13 端部組件細部結構圖

絕緣接頭組件長 4 公尺，細部結構如圖 14 所示，共分 3 部分，說明如下：

- (1) 一對長度 1.5 公尺強化玻璃纖維聚乙酸酯材質的絕緣接合板。
- (2) 兩端與中心線成 30°縱切之一片 40 公分導電軌。
- (3) 左右端兩截導電軌等組成整個絕緣接頭組件。絕緣接合板使用螺栓固定於導電軌，其中兩個 10 公分的氣隙電阻值不可少於 10 MΩ。

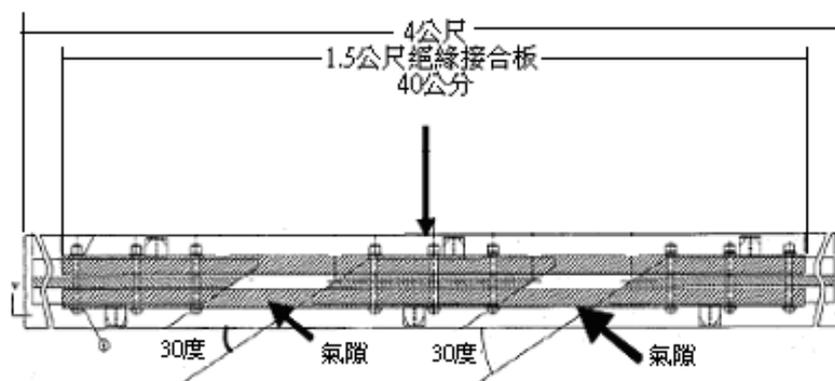


圖 14 絕緣接頭組件部結構圖

3.2 電蝕量相對啓動電流大小與導電軌間隙

3.2.1 電弧產生之電蝕量與啓斷電流大小

啓斷電流大小，可判斷電蝕量大小，列車經過非橋接導電軌間隙，若以一馬達車(motor car)為例，兩集電靴間距為 16.5 m，列車經過非橋接導電軌間隙如圖 15 所示。

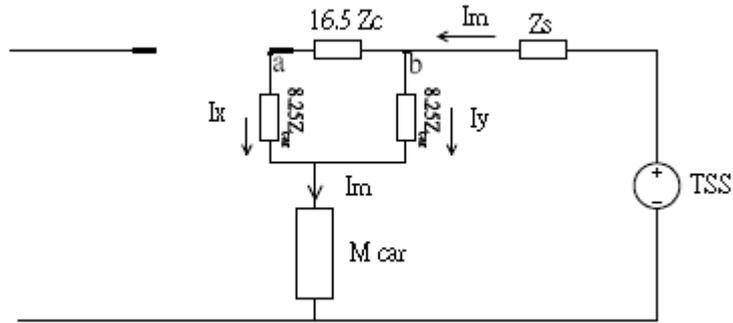


圖15 列車經過非橋接導電軌間隙

集電靴在a點脫離導電軌，啓斷電流爲

$$I_x = \frac{8.25 Z_{car}}{16.5(Z_{car} + Z_c)} I_m = \frac{Z_{car}}{2(Z_{car} + Z_c)} I_m$$

由於集電靴間電纜阻抗大於導電軌阻抗

$$(Z_{car} \gg Z_c), \text{ 則 } I_x = \frac{1}{2(1 + Z_c/Z_{car})} I_m \cong \frac{1}{2} I_m$$

若減低集電靴間電纜阻抗，使其小於導電軌阻抗($Z_c \gg Z_{car}$)，則啓斷電流爲

$$I_x = \frac{Z_{car}/Z_c}{2(Z_{car}/Z_c + 1)} I_m \cong 0$$

圖16所示爲集電靴在b點脫離導電軌，啓斷電流爲 $I_y = I_x$ 。由於一般集電靴間電纜阻抗大於導電軌阻抗，故列車經過非橋接間隙，各車之集電靴最大啓斷電流，依序爲 $I_m/2$ 、 I_m 、 $I_t/2$ 、 I_t 、 $I_m/2$ 、 I_m 、 $I_m/2$ 、 I_m 、 $I_t/2$ 、 I_t 、 $I_m/2$ 、 I_m 。

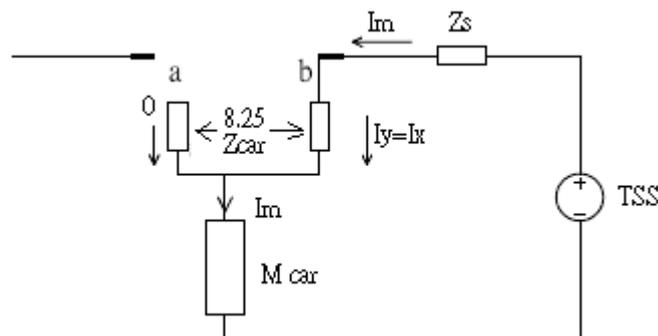


圖16 集電靴在b點脫離導電軌

前揭公式之代表符號如下：

Z：導電軌與鋼軌合成之每公里阻抗 (Ω/km)。

Zcar：集電靴至電車負載間電纜每公里阻抗 (Ω/km)。

Zs：系統電源阻抗 (Ω/km)。

Zc：導電軌每公里阻抗 (Ω/km)。

ZL：正電纜與負電纜合成每公里阻抗 (Ω/km)。

I_m ：動力車所需電流（A）。

I_t ：拖車所需電流（A）。

I ：一列車所需電流（A）。

3.2.2 列車經過橋接導電軌間隙

一般主線walkway 換軌、TSS 饋線間與因營運維修分區之電力區間等，需設橋接導電軌間隙，且導電軌間隙以電纜或開關連接兩邊，使主線保持電氣連續。

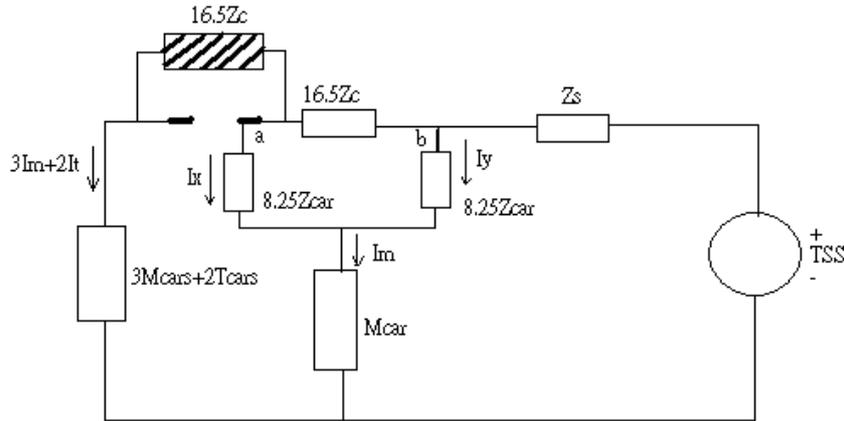


圖17 馬達車在橋接狀況下，第一集電靴脫離導電軌

圖17所示為馬達車在橋接狀況下，第一集電靴脫離導電軌；設電纜或開關連接兩邊導電軌之電纜阻抗與導電軌阻抗相同，間距約為16.5 m，在a點之最後一車集電靴脫離導電軌，啓斷電流為

$$I_x = \frac{8.25Z_{car}}{16.5(Z_{car} + Z_c)} I_m = \frac{Z_{car}}{2(Z_{car} + Z_c)} I_m$$

由於集電靴間電纜阻抗大於導電軌阻抗($Z_{car} \gg Z_c$)，則

$$I_x = \frac{1}{2(1 + Z_c/Z_{car})} I_m \cong \frac{1}{2} I_m$$

若減低集電靴間電纜阻抗，使其小於導電軌阻抗($Z_c \gg Z_{car}$)，則啓斷電流為

$$I_x = \frac{Z_{car}/Z_c}{2(Z_{car}/Z_c + 1)} I_m \cong 0$$

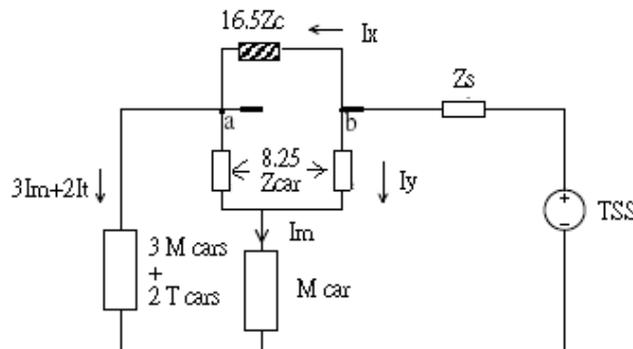


圖18 馬達車在橋接狀況下，第二集電靴脫離導電軌

列車最後一集電靴經過橋接導電軌間隙，如圖18流過跨接電纜電流為

$$I_x = \frac{Z_{car}}{2(Z_{car} + Z_c)} I_m + \frac{Z_{car}}{(Z_{car} + Z_c)} (3I_m + 2I_t)$$

集電靴在b點脫離導電軌，啓斷電流為

$$\begin{aligned} I_y &= \frac{16.5Z_c + 8.25Z_{car}}{16.5(Z_{car} + Z_c)} I_m + \frac{16.5Z_c}{16.5(Z_{car} + Z_c)} (3I_m + 2I_t) \\ &= \frac{2Z_c + Z_{car}}{2(Z_{car} + Z_c)} I_m + \frac{Z_c}{(Z_{car} + Z_c)} (3I_m + 2I_t) \end{aligned}$$

由於集電靴間電纜阻抗大於導電軌阻抗($Z_{car} \gg Z_c$)，則

$$\begin{aligned} I_x &\cong 3\frac{1}{2} I_m + 2I_t \\ I_y &\cong \frac{1}{2} I_m \end{aligned}$$

若減低集電靴間電纜阻抗，使其小於導電軌阻抗($Z_c \gg Z_{car}$)，則啓斷電流為

$$\begin{aligned} I_x &\cong 0 \\ I_y &\cong 4I_m + 2I_t \end{aligned}$$

所以橋接與非橋接導電軌間隙之跨接電纜，應選擇集電靴間電纜阻抗大於導電軌阻抗，使大部分電流流過跨接電纜或開關，而非集電靴間電纜，如此可減低啓斷電流。也就是最後一車兩集電靴啓斷電流約為 $I_m/2$ 、 $I_m/2$ ；整列車集電靴啓斷電流依序為 $I_m/2$ 、 $I_m/2$ 、 $I_t/2$ 、 $I_t/2$ 、 $I_m/2$ 、 $I_m/2$ 、 $I_m/2$ 、 $I_m/2$ 、 $I_t/2$ 、 $I_t/2$ 、 $I_m/2$ 、 $I_m/2$ 。如此一來與列車經過非橋接導電軌間隙啓斷電流比較，列車經橋接導電軌間隙啓斷電流就可減少。

3.3 導電軌間隙架構建議

非橋接導電軌間隙主要用於電力區隔與防止電聯車誤闖軌道維修區，若改為橋接形式，有可能因誤闖斷電區而將帶電區電源引入非帶電區，而危害維修人員，若管制得宜，且維修區之工作人員依照規定設置短路夾，若電車誤闖維修區，會因短路夾短路而使直流電驛驅動直流斷路器跳脫，保護人員安全。

由於主線橋接導電軌間隙，加一條跨接電纜可有效減低列車經過導電軌間隙所引起之啓斷電流，相對也可減少電弧所引起之電蝕。若原橫渡線與袋狀軌之非橋接導電軌間隙，要改成橋接型式，可加一條低阻抗跨接電纜，若考量維修營運便利性，可改為跨接開關，正常營運時開關閉合(normally closed)，若故障發生時，將開關打開隔離故障。

TSS饋線間之導電軌間隙，則建議TSS側之旁路開關(by-pass switches)應設置靠近導電軌間隙，正常供電時為“normally closed”，TSS內部整流變壓器或整流器短路故障時，旁路開關仍維持閉合，若軌道導電軌發生短路時，直流斷路器開啓，旁路開關也開啓。

主線與維修廠介面之導電軌間隙，由於為減少雜散電流，基本上主線與維修廠，屬於不同供電區間，除非維修廠TSS 故障，又急需調度車輛進出，才會由主線牽引電力經由正負隔離開關投入，將電力由主線導電軌引入維修廠導電軌，進而供

給電車用電。

因而正常電車進出主線與維修廠導電軌間隙，均不希望將直流電引入維修廠，因為維修廠鋼軌對地電阻很低，當集電靴跨接兩側，主線TSS電力將經由導電軌、電車與鋼軌等分兩路回主線TSS，一迴路由鋼軌回主線TSS，一迴路由維修廠鋼軌經大地回主線TSS。

隨著營運時間增加，維修廠鋼軌對地電阻因絕緣劣化會愈來愈低，產生之雜散電流也愈來愈多，故基本上主線與維修廠介面導電軌間隙應仍採非橋接，若要採橋接也應有相關配套條件，例如增加維修廠軌道對地電阻；TSS均採非接地系統，如此主線與維修廠可視為同一供電區間，則可採橋接型式；另在主線與維修廠介面之導電軌間隙加跨接開關，開關採直流斷路器附加直流電驛，故障時跳脫斷路器，減少故障範圍，如此可同時解決導電軌電蝕、鋼軌電蝕與雜散電流困擾。

不同路線介面之導電軌間隙，正常是不會有電車經過，除了調度車輛，才會使電車跨過兩條不同路線之導電軌間隙。此時，一般導電軌間隙都使用非橋接，且其上之隔離開關均為保持開路，主要是為防電氣故障時，不同路線會同時跳脫。若要改橋接型式，隔離開關改採直流斷路器附加直流電驛，故障時可跳脫，減少故障範圍。

3.4 TSS 饋線間橋接導電軌間隙

圖19為TSS饋線間之橋接導電軌間隙，隔離開關正常為開路則無 $16.5 Z_c$ ，隔離開關正常為閉合則有 $16.5 Z_c$ ，TSS至b點距離p公尺，TSS至a點距離y+3.5公尺，隔離開關開路時啓斷電流：^{[3]、[6]}

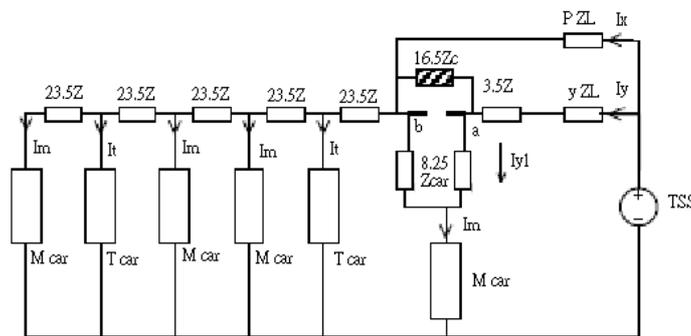


圖19 TSS饋線間之導電軌間隙電路圖

$$I_{y1} = \frac{4pZL + 8.25Z_{car}}{(p+y)ZL + 3.5Z + 16.5Z_{car}} I_m + \frac{2pZL}{(p+y)ZL + 3.5Z + 16.5Z_{car}} I_t$$

若設 $p=40$ m， $y=10$ m，則 $I_{y1} \approx 1.09 I_m + 0.36 I_t$ ；由軟體模擬分析隔離開關開路與閉合時啓斷電流比較，由圖20與圖21知隔離開關開路時啓斷電流比隔離開關閉合時啓斷電流大甚多。

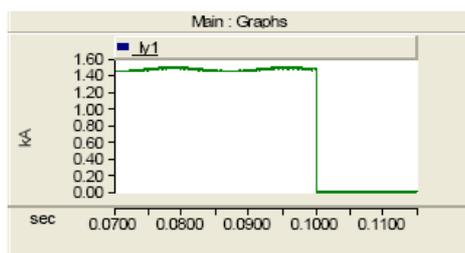


圖20 隔離開關開路啓斷電 I_{y1} 圖

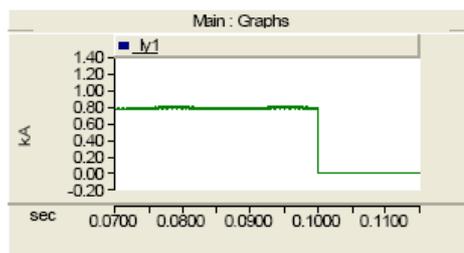


圖21 隔離開關閉合啓斷電 I_{y1} 圖

3.4.1 橫渡線中間處之橋接導電軌間隙

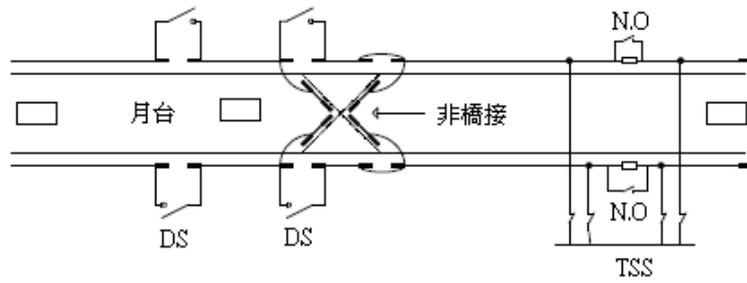


圖22 橫渡線電路圖

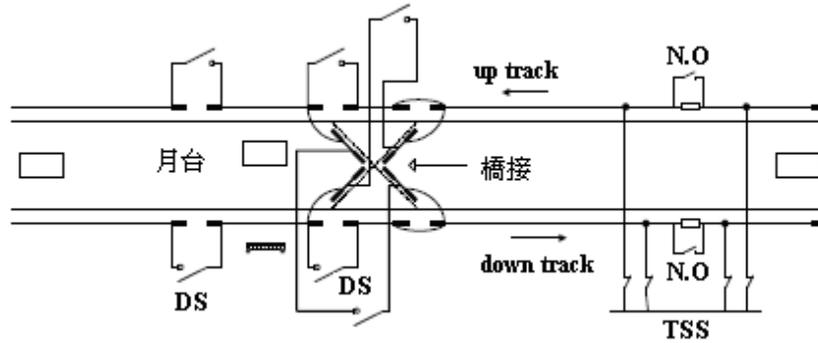


圖23 建議橫渡線電路圖

橫渡線中間處之導電軌間隙如圖22所示，若非橋接處改橋接，則橋接導電軌間隙建議加裝跨接電纜或開關，如圖23所示，橋接電路模型如圖24所示，未加裝跨接電纜或開關則無 $16.5 Z_c$ ，加裝跨接電纜或開關則有 $16.5 Z_c$ ，TSS至導電軌間電纜距離 y 公尺，導電軌至 c 點距離 x 公尺，導電軌至 a 點距離 n 公尺。未加裝跨接電纜或開關時啓斷電流為

$$I_{y1} = \frac{4yZL + (4x + 62.25)Z + 8.25Zcar}{2yZL + (x + n + 50.5)Z + 16.5Zcar} I_m + \frac{2yZL + (2x + 35.25)Z}{2yZL + (x + n + 50.5)Z + 16.5Zcar} I_t$$

設 $x=160.5$ m, $y=10$ m, $n=90$ m 則 $I_{y1} \cong 1.968 I_m + 0.945 I_t$

由軟體模擬分析加與未加電纜或開關時啓斷電流比較，由圖25與圖26知，加電纜或開關時可有效減低啓斷電流。

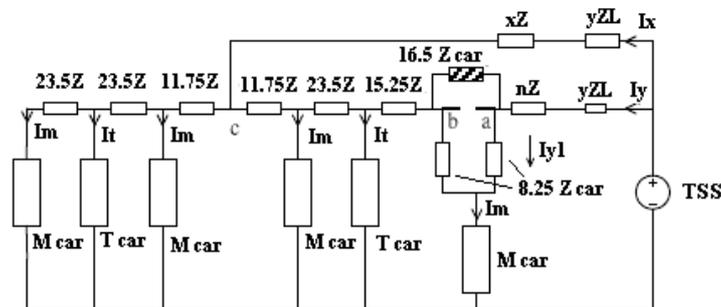


圖24 橫渡線導電軌間隙電路圖

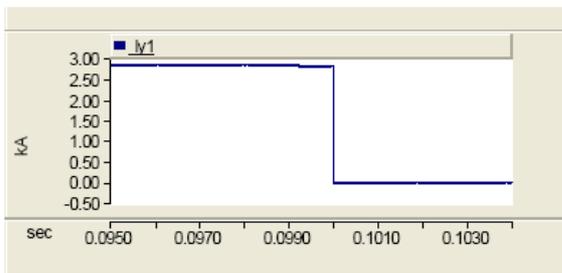


圖25 橫渡線未加電纜或開關啓斷電流 I_{y1} 圖

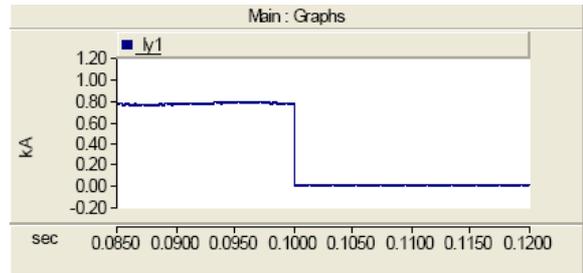


圖26 橫渡線加電纜或開關啓斷電流 I_{y1} 圖

3.4.2 袋狀軌中間處之橋接導電軌間隙

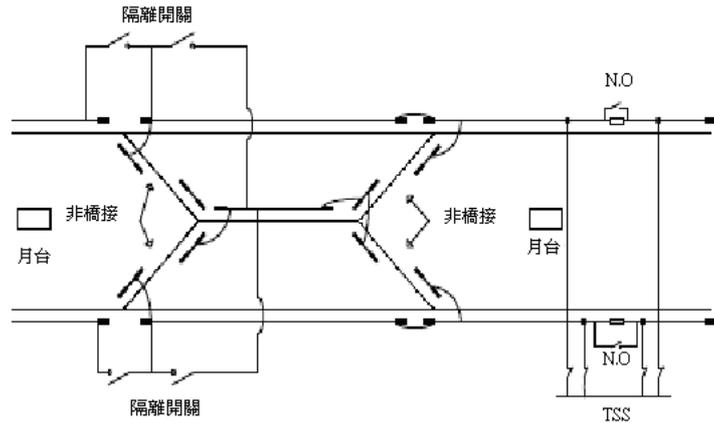


圖27 袋狀軌電路圖

袋狀軌中間處之導電軌間隙如圖27所示，若非橋接處改橋接型式，則橋接導電軌間隙建議加裝跨接電纜或開關，如圖28所示。

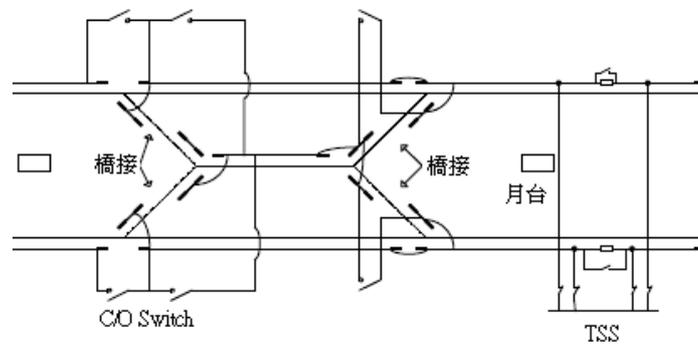


圖28 建議袋狀軌電路圖

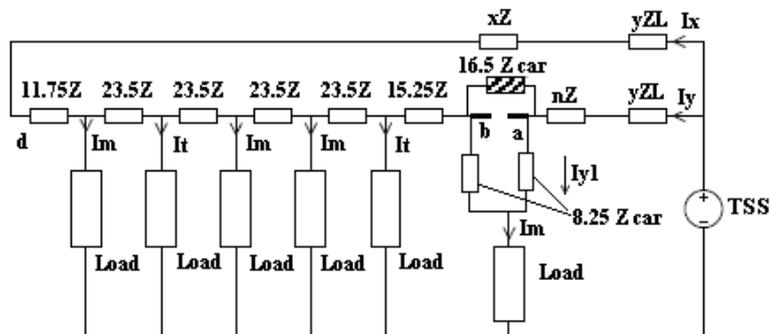


圖29 袋狀導電軌間隙電路圖

圖29為橋接電路模型，未加裝跨接電纜或開關則無16.5 Zc，加裝跨接電

纜或開關則有 $16.5 Z_c$ ，TSS至導電軌間電纜距離 y 公尺，導電軌至 d 點距離 x 公尺，導電軌至 a 點距離 n 公尺。未加裝跨接電纜或開關時啓斷電流為

$$I_{y1} = \frac{4yZL + (4x + 273.75)Z + 8.25Z_{car}}{2yZL + (x + n + 121)Z + 16.5Z_{car}} I_m + \frac{2yZL + (2x + 141)Z}{2yZL + (x + n + 121)Z + 16.5Z_{car}} I_t$$

若 $x=400$ m， $y=10$ m，與 $n=100$ m，則 $I_{y1} \cong 2.73 I_m + 1.344 I_t$

由軟體模擬分析加與未加電纜或開關時啓斷電流比較，由圖30與圖31知加電纜或開關時可有效減低啓斷電流。

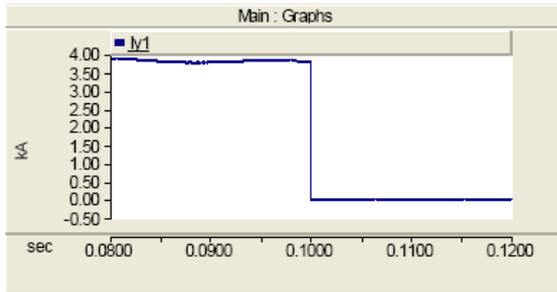


圖30 袋狀軌未加電纜或開關啓斷電流 I_{y1} 圖

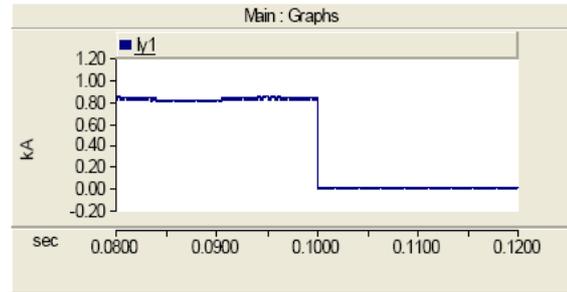


圖31 袋狀軌加電纜或開關啓斷電流 I_{y1} 圖

3.5 不同供電區間之橋接導電軌間隙

不同供電區間之導電軌間隙如圖32所示，若非橋接處改橋接型式，則橋接導電軌間隙建議跨接隔離開關可改為具有電驛之直流斷路器，橋接電路模型如圖33所示，直流斷路器正常為開路則無 $16.5 Z_c$ ，直流斷路器正常為閉合則有 $16.5 Z_c$ ，直流斷路器開路時啓斷為

$$I_{y1} = \frac{4yZL + (4x + 62.25)Z + 8.25Z_{car}}{2yZL + (x + n + 50.5)Z + 16.5Z_{car}} I_m + \frac{2yZL + (2x + 35.25)Z}{2yZL + (x + n + 50.5)Z + 16.5Z_{car}} I_t$$

若 $x=1900$ m， $y=10$ m，and $n=100$ m，則 $I_{y1} \cong 3.59 I_m + 1.79 I_t$

由軟體模擬分析直流斷路器開路與閉合時啓斷電流比較，由圖34與圖35知直流斷路器開路時啓斷電流比直流斷路器閉合時啓斷電流大甚多。

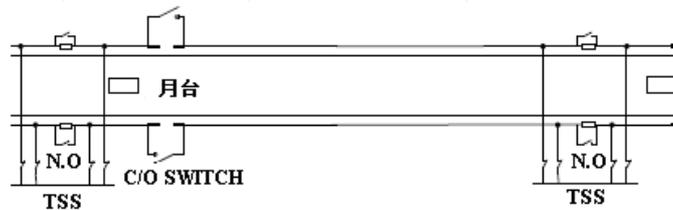


圖32 不同供電區間之導電軌間隙圖

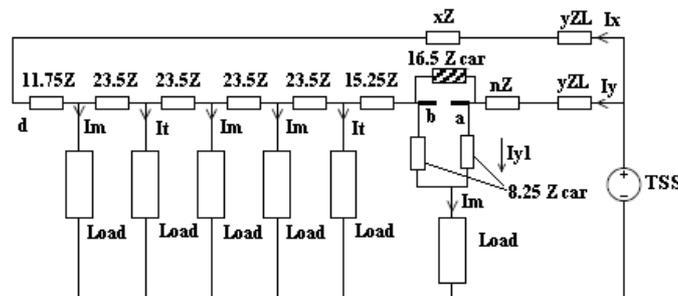


圖33 袋狀導電軌間隙電路圖

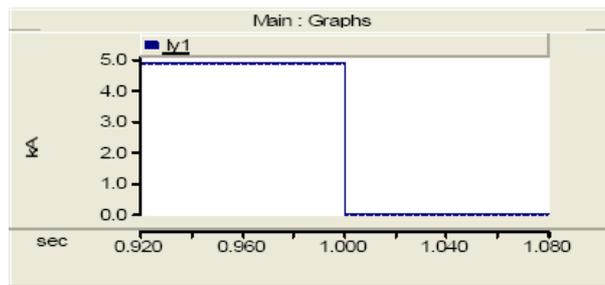


圖34 不同供電區間直流斷路器開路時啓斷電流Iy1圖

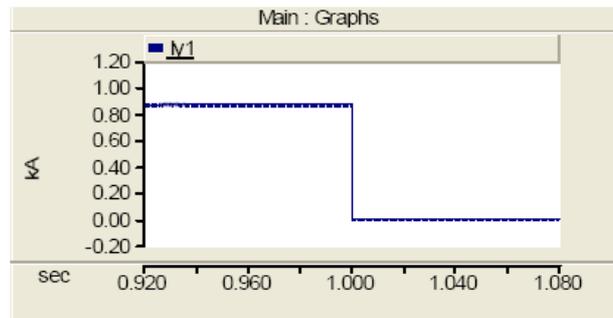


圖35 不同供電區間直流斷路器閉路時啓斷電流Iy1圖

3.6 列車通過導電軌間隙之模式探討

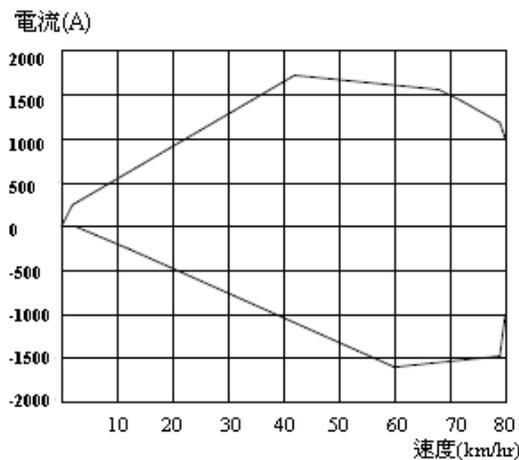


圖36 單一動力車速度—電流波形圖

圖36所示為電聯車速度愈低吸取電流愈小，在低速或滑行下通過可減輕電弧量，美國AREA手冊表示在不同供電區間採用非橋接，且設置位置應為減速區^[9]。

所以，電聯車經過導電軌間隙不管是橋接或非橋接，若用滑行或減速方式通過，則電車電流由吸取系統電力轉換為供給系統電力，此時若有電弧也是產生在集電靴上，同一集電靴每日通過導電軌間隙次數有限，不若同一導電軌間隙每日通過次數非常多，電蝕效應累積，對導電軌傷害很大。由於運輸系統因地形關係，軌道並不可能全部類似平地般無斜坡。

因此，設置導電軌間隙最好能配合軌道線形，例如電車通過導電軌間隙最好保持在往下坡行進方向如圖37所示，則電聯車只要輕微施力或滑行通過，這對減少電弧產生之電蝕很有幫助。而若導電軌間隙設於上坡段如圖38所示，則吸取系統電流會較大，產生之電弧也會較大。因此若能將導電軌間隙設置位置與軌道坡度適當結合，可減少電蝕。圖39為TSS饋線間之導電軌間隙電路建議圖，由於列車進站為處於煞車，不消耗電源，故建議將導電軌間隙設於進站處，如此不會在導電軌上產生

電蝕。直流供電地下段橫渡線或袋狀軌為明挖覆蓋隧道，為節省開挖成本，可將TSS放置於明挖覆蓋隧道上方，如圖40佈設方式，將TSS設於靠近導電軌間隙處，在橋接模式下可有效降低電蝕。袋狀軌主要作駐車或迴車用，若為節省成本，導電軌間隙不使用直流斷路器並聯模式，如圖41所示，列車由①、②、③行駛，袋狀軌營運規劃考量為單邊使用，①至②為煞車模式，②至③為啓動模式，故建議隔離開關DS2為開路、DS4為閉合，DS4閉合形同並聯一電纜於②至③間之導電軌間隙。若使用袋狀軌右側則建議隔離開關DS2為閉合、DS4為開路。

直流開關接觸分離速度愈快，絕緣強度建立愈快，消弧愈快，電蝕會較小。同理，電車愈快通過導電軌間隙，集電靴與導電軌分離速度愈快，空氣絕緣介質建立絕緣強度會愈快，所以當電車速度愈快，電流雖然可能較高，但反而電蝕量會較小。

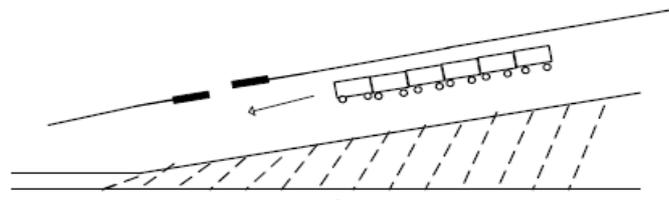


圖37 電聯車向下坡行駛之導電軌間隙

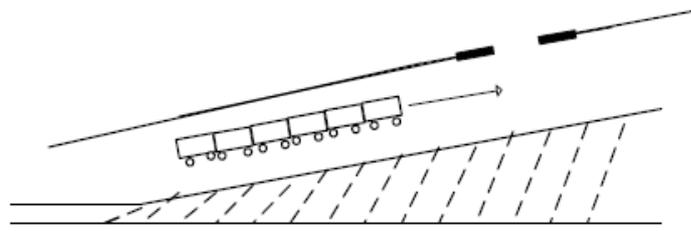


圖38 電聯車向上坡行駛之導電軌間隙

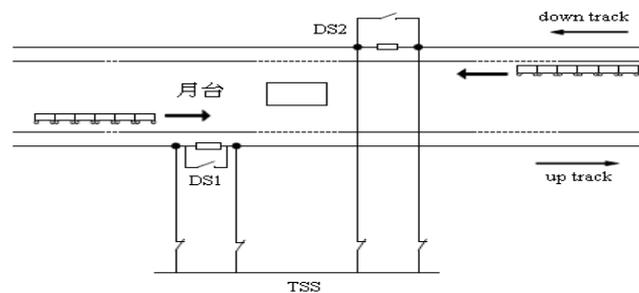


圖39 TSS饋線間之導電軌間隙電路建議圖

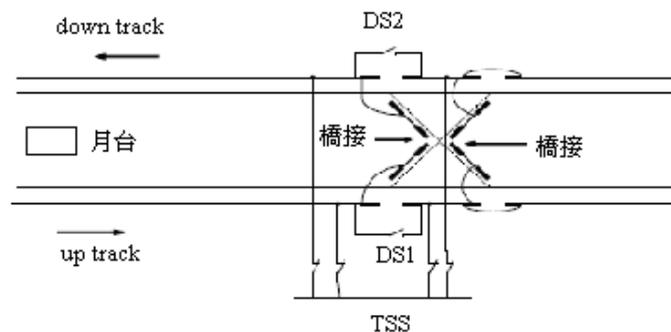


圖40 TSS於橫渡線上設置方式

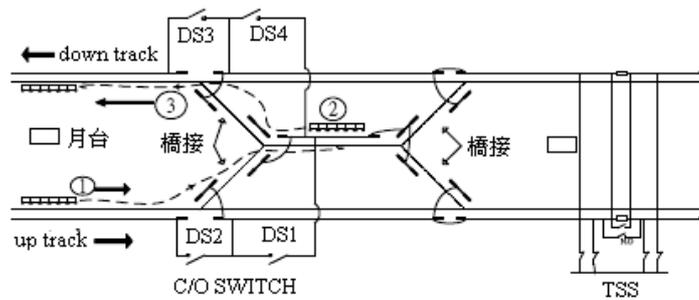


圖41 袋狀軌隔離開關因應營運規劃之切換方式

四、導電軌 IRJ 電弧現象改善策略

影響導電軌IRJ電弧嚴重程度之因素列車集電靴通過導電軌IRJ時，因集電靴電流之瞬間中斷而產生之電弧，大致與牽引電流大小成正比。因此，降低集電靴脫離導電軌時之中斷電流大小，乃減輕導電軌IRJ電弧之最有效方法。

由於捷運機電設計規範並未明定導電軌IRJ應位於進站側或離站側，因此基於土建之方便性，目前各TSS出口端上行與下行軌導電軌IRJ位置幾乎皆位於相同里程處。此種佈設方式將造成上行導電軌IRJ與下行軌導電軌IRJ兩者中的其中一個位於車站之進站側，另一個則位於離站側。

為縮短站間旅行時間，列車離站時，通常會以最大加速度行駛，此時牽引電流相對較大；為節省能源消耗，列車進站時，通常會施以滑行及再生煞車，滑行時之列車牽引電流幾乎為零，煞車時之再生電流相對於加速期間之牽引電流通常小得多。就導電軌IRJ位於離站側的情況而言，當列車後幾節車廂行駛至離站側導電軌IRJ處(與車站中心點之距離約80~90 m)時，列車速度幾乎已達最高營運速度，且牽引電流差不多也已達到峰值，因此，列車集電靴通過導電軌IRJ所需之時間甚短，但中斷之電流則相對較大，導致 di/dt 相當大，故導電軌IRJ之電弧通常相當明顯；反之，在導電軌IRJ位於進站側的情況下，當列車各節車廂依序以滑行或煞車操作模式通過導電軌IRJ時，列車之速度較慢且牽引或煞車電流相對較小，故導電軌IRJ之電弧通常較為輕微。

五、結論

綜上所述，本研究獲致結論如下：

- (1) 將導電軌IRJ佈設於車站之進站側，使列車集電靴通過IRJ時之速度較慢、中斷電流較小，乃降低導電軌IRJ電弧之最直接有效的方法。直流供電系統部分，構成導電軌間隙之絕緣接頭或端部組件。
- (2) 就材料建議部分，應積極開發可替換不銹鋼面、耐電蝕之不銹鋼面、加強不銹鋼面厚度與在組件末端增加電阻量，增加電阻量可降低電流，有效降低啓斷電流。
- (3) 導電軌間隙電路規設建議部分，TSS饋線間之導電軌間隙，建議TSS側之旁路開關，應設置於靠近導電軌間隙，正常供電時開關閉合，TSS內部故障時，旁路開關仍維持閉合，若軌道導電軌發生短路時，直流斷路器開啓，旁路開關也開啓。
- (4) 橫渡線與袋狀軌之導電軌間隙，若由非橋接改橋接，建議導電軌間隙加跨接電纜或開關。主線與機廠介面之導電軌間隙，基本上仍採非橋接，若要採橋接也應有相關配套條件，例如增加機廠軌道對地電阻，TSS均採非接地系統，如此主線與機廠可視為同一供電區間，則可採橋接型式，另在主線與機廠介面之導電軌間隙加

跨接開關，開關採直流斷路器附加直流電驛，故障時跳脫斷路器，減少故障範圍。不同路線介面之導電軌間隙，一般使用非橋接，且其上之隔離開關均保持開路，若要改橋接型式，隔離開關改採直流斷路器附加直流電驛，故障時可跳脫，減少故障範圍。

- (5) 電聯車通過導電軌間隙，就電聯車運行建議部分，不管是橋接或非橋接，最好用滑行或減速方式通過。設置導電軌間隙最好能配合軌道線形，例如電車通過導電軌間隙最好保持在往下坡行進方向，電聯車只要輕微施力或滑行通過，這對減少電弧產生之電蝕很有幫助。
- (6) 電車快速通過導電軌間隙也是一種方式，集電靴與導電軌分離速度愈快，空氣絕緣介質建立絕緣強度會愈快，電流雖然可能較高，但反而電蝕量會較小。
- (7) 車輛之上、下行軌導電軌IRJ皆位於車站兩端之同一側，即皆設置於車站之進站側或皆設置於車站之離站側。目前之設計方式，將造成列車在正常營運情況下將以牽引及煞車模式分別通過上行及下行軌導電軌IRJ。若能於設計階段，將上行及下行軌導電軌IRJ分別設置於車站兩端，使上、下行軌列車皆以煞車模式通過導電軌IRJ，如此將可使列車集電靴通過IRJ時之速度較慢、中斷電流較小，減輕降低導電軌IRJ之電弧問題。

參考文獻

1. 魏道佳、顏啓仁（2008），臺北捷運軌道工程導電軌系統材料選用與測試，捷運技術第39期，頁169-188。
2. 洪順財、韓森洋、邵紀巖（2008），鋼軌絕緣接頭品質之管理，捷運技術，第39期，頁153-168。
3. 陳南鳴（2007），集電弓與集電靴的電氣暫態特性分析，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
4. 曾乙申、朱昌龍（2006），捷運系統軌道絕緣接頭電弧現象研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
5. 曾元超（2008），電弧閃絡危害的防範，台電月刊5月號，頁31-36。
6. 陳南鳴（2008），軌道供電系統暫態行為探討，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
7. 朱旭（2009），軌道工程，第六章第6節。
8. <http://zh.wikipedia.org/zh-tw/>（2008）。
9. 美國鐵路工程學會（2008）AREA（American Railway Engineering Association）工作手冊。

鋼輪動力均衡試驗機之理論與實務探討

Theoretical and Practical Exploration on Caster Dynamic Balancing Machine

鄭康維 CHENG, Kang-Wei¹

胡穗樂 HU, Suey-Yueh²

地址：83081 高雄市鳳山區武慶二路 221 號

Address : NO.221, Wuqing 2nd Rd., Fengshan Dist., Kaohsiung City 83081, Taiwan(R.O.C.)

電話：(07)715-2502

Tel : (07)715-2502

電子信箱:kangwei.cheng@msa.hinet.net

E-mail: kangwei.cheng@msa.hinet.net

摘要

軌道車輛鋼輪的動平衡不但會影響旅客搭乘的舒適性，嚴重的不平衡甚至會導致列車出軌。鋼輪嚴謹精確的動平衡試驗與校正，是火車維修品質好壞的關鍵。

近年來軌道車輛之行駛速度不斷提升，車輪組高頻振動問題日獲重視，相對因此問題進廠維修的臨修車輛逐漸增加。本研究藉由理論探討動力均衡試驗機的試驗原理，且就高雄機廠所使用 NCH-3T 型動力均衡試驗機進行交叉測試及實車動態測試，確定其原因係轉向架鋼輪轉動不平衡所致。

關鍵詞: 動平衡，動平衡試驗與校正，高頻振動。

Abstract

The dynamic balance of casters will not only have influence on passengers' travelling comfort but can also lead to train derailment in case of serious imbalance. The strictly precise dynamic balancing test and calibration are crucial to train maintenance quality.

In recent years the problems of high-frequency vibration of wheel sets are being more emphasized due to improving speed of rail vehicles, and hence, the number of vehicles entering the depot for temporary maintenance is gradually increasing due to this problem.

Based on theory we are exploring the testing principles of dynamic balancing machine and a cross-test and real car dynamic test with the NCH-3 dynamic balancing machine used by Kaohsiung Railway Workshop are being carried out to identify the cause with the rotation imbalance of bogie casters

Keyword: *dynamic balance, dynamic balance testing and calibration, high-frequency vibration*

¹臺鐵局高雄機廠技術助理；國立高雄海洋科技大學輪機工程所研究生

²國立高雄海洋科技大學輪機工程所副教授

一、前言

1.1 平衡技術的發展與標準化

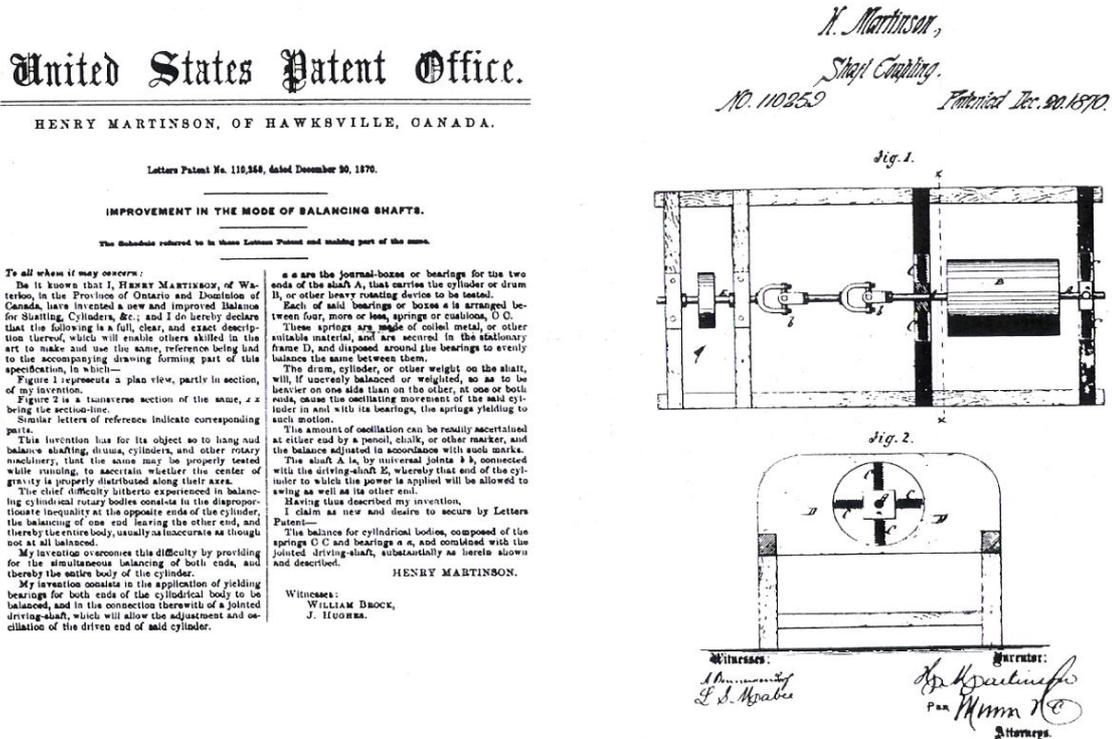


Fig 1 Martinson patent. Assumed to be the first balancing machine patent.

圖 1 世界第一台由馬丁森(Martinson)所設計的平衡機專利書 [1][3-9]

幾乎所有的轉動機械，都必須使用到平衡技術，平衡技術的優劣影響到了轉動機械的性能，壽命，穩定度與振動噪音值。

轉動的速度愈快，平衡的技術就愈重要，西元 1870 年，世界第一個有關平衡技術機械的專利，就誕生在加拿大，如圖 1 所示，而隨著機械工藝的快速進步發展，電子機械傳感應用的普遍，平衡技術也從以前依靠純機械方式，到現在新型的電子測量平衡機台，平衡的技術可謂一日千里 [1]。

西元 1950 年代中葉，德國的一個工作組織 VDI 集團就規範了世界上第一個機器的機械振動評定標準(Evaluation Standards for the Mechanical Vibration of Machines)-VDI-2056，而有關轉子的不平衡狀態標準評價，則是在西元 1960 年由 VDI-2060 所規範的剛體轉動不平衡的國家評定標準(Evaluation Standards for the State of Unbalance of Rotating Rigid Bodies)。

VDI-2056 的準則在 ISO 國際標準化組織中的 ISO-2372，具有相當大的影響，其根據運行速度每秒 10-200 轉的運轉機械規範評估標準。平衡所使用的規範術語也都詳述在 ISO-1925 平衡詞彙(Balancing Vocabulary)中。而 ISO-2953 平衡機-描述和評價(Balancing Machines - De-scription and Evaluation)則引進了完整的規範與評價。ISO-2371 則是現場平衡設備的一個平行標準。

目前在國際領域中，特別重視的平衡技術是有關柔性轉子(flexible rotors)的均衡技術發展，每個國家，特別是工業技術發展快速的國家，也都有自己相關均衡技術

的分類與標準，而在臺灣，平衡技術機械的相關認證則由經濟部檢驗局的財團法人全國認證基金會 TAF(Taiwan Accreditation Foundation)所執行，TAF 是由國家認證實驗室 CNLA(Chinese National Laboratory Accreditation)與中華民國認證委員會 CNAB(Chinese National Accreditation Board)兩機構所合併的組織。

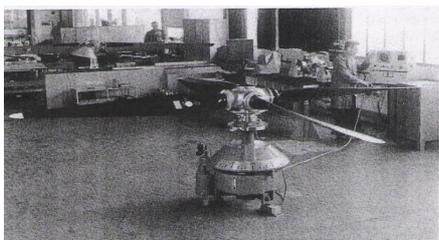
1.2 動力均衡試驗機的種類

1.2.1 硬支撐式動力均衡試驗機(臥式)



應用於馬達，發電機，排風機，送風機，引擎，幫浦，工作機械，農業機械，製紙機械，紡織機械，建築機械，食品機械，汽車，機車，輪船，飛機等各種機械之回轉機件及組合後之平衡試驗及修正^[5]。

1.2.2 軟支撐式動力均衡試驗機(臥式)



應用範圍與硬支撐式動力均衡試驗機相同，不同處僅在於支撐工件處之設計^[5]。

1.2.3 立式平衡機



應用於轉輪、飛輪、齒輪、砂輪、離合器、扇葉、吊扇等圓盤形迴轉體之測定及修正所設計之平衡試驗機^[5]。

1.2.4 微量平衡機



應用於電扇、電唱機、錄音機、果汁機、吹風機、小馬達、紡織機等小型機器的迴轉機件之平衡試驗及修正^[5]。

1.2.5 微機平衡機



應用於各種小型轉輪、飛輪、砂輪、離合器等圓盤型回轉體之平衡檢測及修正^[5]。

1.2.6 引力平衡機



這種少見的立式平衡機為非旋轉式的，利用垂直軸的重心來測量靜態的不平衡，多用於飛機的螺旋槳裝置^[5]。

1.3 高雄機廠動力均衡試驗機

1.3.1 問題說明

由於軌道車輛時速隨著社會的需求與技術不斷的提升，有愈來愈快的趨勢，高頻振動的客車進廠維修的情形也日益增加，研析造成客車高頻振動的因索說明如下：

- (1) TR52、TR54、TR55 型轉向架一次橡膠簧剛性值過高，吸收振動量有限。
- (2) 中心樞襯套劣化與轉向架相關緩衝橡皮老化，影響吸收振動量。
- (3) 輪盤鍛製成品厚薄不均，靜平衡不良。
- (4) 更換輪盤時，壓輪機壓入與退出輪盤時引起車軸之輕微變形及同心度。
- (5) 車輪踏面擦傷產生走行振動及噪音。

以上各項可能引起高頻振動而影響乘坐舒適品質，觀察發現，於公路汽車使用上，換新輪胎或前後輪有磨耗對換時，必須經過一道動平衡校正的手續，不平衡時便在鋼圈適當位置配上鉛塊予以矯正，以期輪胎高速旋轉時不致發生抖動。是以，高頻振動發生主因，除鋼輪因輪盤鍛製厚薄不均，導致鋼輪配重不平衡，另當運轉速度提升到一定範圍（本局車輛高頻振動約發生在 85-90 km/hr）時，產生之共振現象無法抵消掉。

爲了提升修車品質，高雄機廠建置動力均衡試驗機，藉以解決客車因鋼輪平衡不良而造成的高頻振動問題。

1.3.2 辦理過程

高雄機廠於民國 93 年 6 月完成了動態平衡試驗機建置採購規範擬定，如附錄 1 所示，由本局材料處採購，立約商為南榮電機有限公司，並在同年 11 月交貨，高雄機廠於同年 12 月驗收通過。

1.3.3 教育訓練與作業準則的訂定

高雄機廠的動態平衡試驗機 NCH-3T 是南榮電機有限公司的平衡機產品中，噸數最大的平衡試驗機，由馬達帶動皮帶轉動鋼輪時，轉速達到 600RPM 以上，鋼輪重量動輒上千公斤，如果沒有做好安全措施與完善的作業準則，稍有閃失，鋼輪的重量乘以馬達皮帶傳遞給鋼輪的加速度，那破壞力不是文字可以形容的。

NCH-3T 動態平衡試驗機作業準則，如附錄 2 所示；在人員進行教育訓練時，訓練者必須逐項教導學習者，並由訓練者親自示範操作機台。學習者在剛開始親自操作時，必須由訓練者在旁指導，如此反覆直到熟練為止，以確保安全第一之工廠工作最高指導原則。

動態平衡試驗機的操作，由於需要利用天車將鋼輪吊至機台測試，校正完畢之後，亦需要利用天車將鋼輪吊離機台，所以操作動態平衡試驗機的人員，必須具備天車操作資格。

在進入機台工作前，必須按照標準作業程序逐項檢查，確保操作的正確性與人員的安全，NCH-3T 動態平衡試驗機標準作業程序，如附錄 3 所示；此表掛置於操作現場，以利操作人員在工作時之用。

1.3.4 NCH-3T 動態平衡測試機規格與操作

表 1 NCH-3T 動態平衡試驗機諸項規格

機型	NCH-3T
試驗體重量	100-3,000 kg
試驗體最大長度	2,500 mm
試驗體直徑	1,600 mm
試驗轉速	變頻器控制
測定範圍	300-20,000 RPM
感度	10 μ
轉動馬達	15 kw

開啓平衡機電源且控制箱電腦主機電源開關置於開啓位置時，螢幕會出現主畫面，如圖 2 所示：



圖 1 動態平衡測試機全景圖



圖 2 動態平衡測試機電腦主機顯示器畫面



圖 3 動態平衡測試機控制箱



圖 4 一體車輪消音孔角度位置

進行不平衡量的量測，首先要將工件及測速電眼安裝好，並在測速電眼所照射的設定角度位置貼上反光貼紙，按 START 按鈕開始進行不平衡量測，量測結果會顯示在螢幕上，當不平衡重量及角度穩定後，按 STOP 按鈕停止工件轉動，如圖 3 所示。

當電腦顯示鋼輪為不良品時，就必須進行校正，在電腦顯示器所指示的位置配置配重，重量大小電腦亦會顯示。

客車一體車輪的輪盤上，會有四個消音孔，分別在鋼輪的 0 度，90 度，180 度與 270 度的位置，如圖 4 所示，電腦會自動計算加重位置角度所分量到這四個消音孔的重量，所以每個輪盤在加重時，只有可能使用一至兩個消音孔來加重平衡。

配重校正完成之後，還要再重複量測一次，直至電腦顯示器顯示該鋼輪的平衡為良品為止，每一個鋼輪在第一次量測與最後一次顯示為良品的量測之後，都要以紙本報表，如表 2 所示，與列印電腦報表存檔，一旦日後有任何問題時，可利用該車廂之車廂號碼與輪軸之輪軸號碼找出當初平衡試驗的報表比對。

表 2 車軸動態平衡偏重-配重紀錄表

(表 6)

車軸動態平衡偏重、配重紀錄表

三檢 乙修 _____ 年 月 日

車號：35DC10504		模式：設定 _____ 試重 <input checked="" type="checkbox"/> RPM：500			
軸號 GGZ	L 93.1 < 270 # 4	L= 142.49	配重 120	L 26.9 < 90 # 2	L= 33.7
	L 107 < 0 # 1	A= 319	配重 150	L 20.3 < 180 # 3	A= 126
43	R 352 < 0 # 1	R= 512	配重 350	R 25.5 < 0 # 1	R= 27.4
	R 371 < 90 # 2	A= 47	配重 350	R 10.29 < 90 # 2	A= 21
軸號 GGZ	L 216 < 180 # 3	L= 467	配重 200	L 77.5 < 90 # 2	L= 107
	L 414 < 270 # 4	A= 242	配重 420	L 74.1 < 180 # 3	A= 133
44	R 186 < 270 # 4	R= 211	配重 200	R 14 < 90 # 2	R= 17
	R 99.9 < 0 # 1	A= 298	配重 100	R 9.68 < 180 # 3	A= 124
軸號 GGZ	L 563 < 270 # 4	L= 512	配重 600	L 636 < 90 # 2	L= 63.4
	L 80.4 < 0 # 1	A= 312	配重	L 4.58 < 180 # 3	A= 94
22	R 616 < 90 # 2	R= 952	配重 600	R 61.9 < 0 # 1	R= 73.2
	R 614 < 180 # 3	A= 152	配重 550	R 39 < 90 # 2	A= 32
軸號 GGZ	L 1031 < 270 # 4	L= 1127	配重 1000	L 94.3 < 180 # 3	L= 94.5
	L 454 < 0 # 1	A= 294	配重 200	L 7.44 < 270 # 4	A= 184
18	R 22.4 < 180 # 3	R= 286	配重	R 76.1 < 180 # 3	R= 81.6
	R 285 < 270 # 4	A= 265	配重 250	R 29.3 < 270 # 4	A= 201

備註：中心樞襯套換新。

(L：左不平衡量 R：右不平衡量 <：分量角度 #：位置 A：角度 配重：單位 g)

測試人員：

主任：

廠長：

1.3.5 鋼輪動態平衡測試相關配合工程

進入機廠檢修的 PP 自強號客車廂，區分為兩種情況，第一種為營運時數已到，每兩年半必須進廠一次的三級檢修保養車輛，在機廠俗稱甲修車輛。第二種為營運時數未到，但是因為事故，車輪磨耗已超限，行駛時有高頻振動，或其他問題，檢車段無法維修時，回送機廠檢修，俗稱乙修車輛。

不論甲修，還是乙修的 PP 自強號車廂，均會在車體工場分離車廂與轉向架，車廂本體留置車體工場，轉向架則由調車機車送至轉向架工場。

轉向架工場人員將轉向架與鋼輪分離之後，檢查員會進行鋼輪探傷與尺寸量測，探傷合格且尺寸未超限之鋼輪，將送至轉向架工場之 CNC 車床重新車削鋼輪，此流程之目的是將鋼輪車削成真圓，並消除部分有踏面擦傷之鋼輪。探傷不合格與尺寸超線之鋼輪，將送至報廢鋼輪集中場，如果檢驗車軸堪用，鋼輪將分離車軸單獨報廢鋼輪，車軸則重新壓裝新鋼輪，報廢之鋼輪或車軸，則將送至廢料場標售。

車削完成之鋼輪，會送至動力均衡試驗機進行測試，並依照測試數據以加重方式校正平衡度，校正完成之鋼輪尚須再以動力均衡試驗機測試一次，測試數據在標準值之內者，才能回送至轉向架組裝場組裝轉向架，所有的測試數據都會用報表機列出，並配合該鋼輪之軸號追蹤該輪出廠後的使用狀況，如果出廠後，鋼輪有任何在平衡方面的狀況，都可以利用存檔之報表輕易找出該輪平

衡試驗時之原始數據，鋼輪動態平衡測試流程如圖 6 所示。

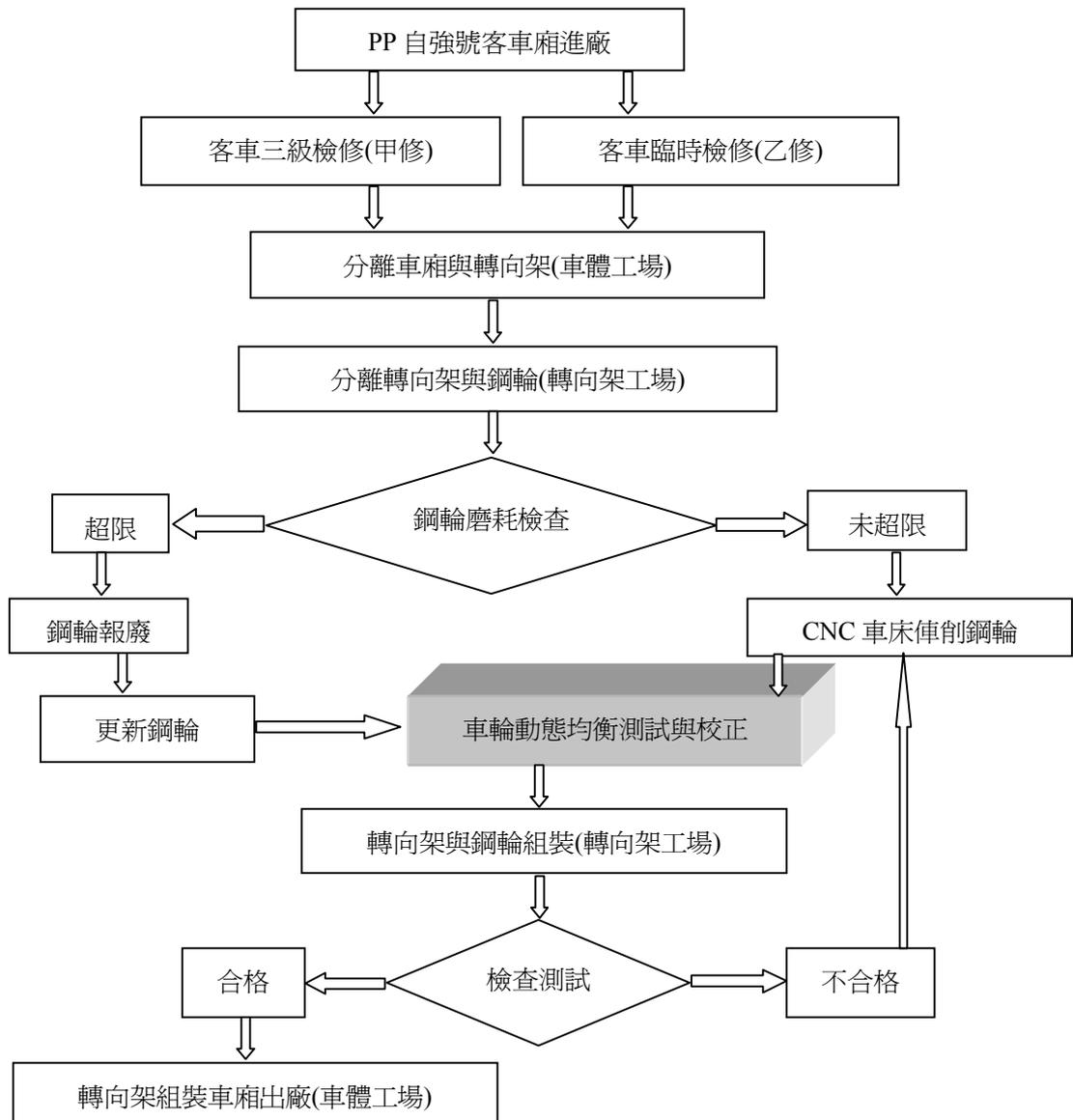


圖 5 鋼輪動態平衡測試相關配合工程圖

二、理論探討

2.1 不平衡量

轉子某平面上不平衡量的量值大小，不涉及不平衡的角度位置。它等於不平衡品質和其質心至轉子軸線的乘積，轉子的不平衡量俗稱“重徑積”（weight - diameter product），此名詞來源自 SICHUAN ELECTRIC POWER TECHNOLOGY 所收錄之期刊發表論文 *Balancing Process and Practice for Stopwatch Method of Hydraulic Shaft-raising*，重徑積是最容易理解的一種不平衡量單位，其單位為克-毫米（g-mm），英制為英吋-盎司（inch-ounce）。假設一個完全平衡的理想迴轉體，在其離圓心 r 毫米處加上一 m 公克的質量，則會對該理想迴轉體造成一個不平衡量 $m \times r$ ，單位為 g-mm。

圖 6 為假設一個完全平衡的理想迴轉體，如果在距離圓心 30 mm 的地方加上一

個 5 g 的質量，則 $30 \times 5 = 150$ ，此處將產生一個 150 g-mm 的不平衡量。

不平衡量忽略了待測物體本身的重量，所以無法顯示待測物體的振動情況。例如一個 100 公斤的待測物，與一個 1 公斤的待測物，如果兩者均一樣有 10 g-mm 的不平衡量存在，那很明顯的，當迴轉時，1 公斤待測物的振動量，將比 100 公斤待測物的振動量大多了。



圖 6 轉動矩不平衡量示意圖

2.1.1 不平衡率(specific unbalance)

不平衡率又稱為偏重心，以 ε 表示，單位為克-毫米/公斤(g-mm/kg)或微米(μm)，其計算公式如下：

$$\varepsilon = \frac{m \times r}{W}$$

$m \times r$ 為重徑積，單位是克-毫米(g-mm)， W 是待測物的質量，單位是公斤(kg)

假設一個完全平衡的理想迴轉體，其質量是 W 公斤，其質量重心應位於圓心。在其離圓心 r 公厘處加上一個 m 公克的質量，則其重心將會偏離圓心 $\frac{m \times r}{W}$ 微米。

承前例，假設這個完全平衡的一個理想迴轉體的質量是 500 公斤，則其重心將會偏離圓心 $\frac{30 \times 5}{500} = 0.3 \mu m$

一般人常會將偏重心和振幅混淆，因為兩者的單位均是長度單位。但是振幅會隨著環境因素而改變，偏重心卻不會。例如同樣的一個馬達被固定在基座上面啟動，換成懸空不受外力影響而啟動，兩者的振幅將會不同，但其偏重心卻不變。

不平衡率雖然考慮到了待測物體本身的質量對振動的影響，但是卻忽略了不同的轉速對振動的影響。同樣一件待測迴轉體，在高轉速時，必須要有更嚴格的平衡要求。

2.1.2 平衡等級(quality of unbalance)

在 ISO-1940 及 JIS B0905 中，提供了一個平衡等級表，做為各種迴轉體平衡等級要求的國際規範與參考標準，如表 3，這個表格將各種迴轉體區分為 11 種平衡等級(balance grade)，從 1 級品 G0.4 到第 11 級品 G4000，單位為 mm/s，軌道車輛之一體車輪應適用如表列之 G40 的第 6 級平衡品質等級。

表 3 國際標準協會堅固轉子分類表^[2]

平衡品質等級 G	均衡性能 mm/s	轉子型式
G 4000 (11 級)	4,000 以下	曲柄軸:由非偶數缸低速船用柴油引擎堅固安裝驅動者 ^(註2) 。
G 1600 (10 級)	1,600 以下	曲柄軸:大型二衝程引擎堅固安裝驅動者。
G 630 (9 級)	630 以下	曲柄軸:大型四衝程引擎堅固安裝驅動者。 曲柄軸:船用柴油引擎彈性安裝驅動者。
G 250 (8 級)	250 以下	曲柄軸:快速四缸柴油引擎 ^(註3) 堅固安裝驅動者。
G 100 (7 級)	100 以下	曲柄軸:六缸(含)以上之快速柴油引擎 ^(註3) 驅動者。 汽車，卡車，火車的整個引擎 ^(註4) (柴油與汽油)。
G 40 (6 級)	40 以下	車輪，車轂，輪座，驅動軸。 曲柄軸:快速四衝程引擎(柴油與汽油)六缸(含)以上之 ^(註3) 彈性安裝驅動者。 曲柄軸: 汽車，卡車，火車引擎驅動者。
G 16 (5 級)	16 以下	具有特殊需求的驅動軸(推進軸，十字接頭軸)軋碎機械之部品。 農機之部品。 汽車，卡車，火車引擎(柴油與汽油)個別構件。 特殊需求的六缸(含)以上引擎的曲柄軸驅動。
G 6.3 (4 級)	6.3 以下	動力廠製程機械之部品。 船用主渦輪機齒輪(商船)離心式鼓。 風扇。 裝配之航空器氣渦輪機轉子飛輪。 泵葉輪。 機械工具與一般機械部品。 普通電樞。 特殊需求引擎之個別構件。
G 2.5 (3 級)	2.5 以下	氣(汽)渦輪機，含船用主機(商船)堅固渦輪發電機轉子。 轉子。 渦輪-壓縮機。 機械工具驅動。 中，大型電機電樞-特定需求下小型電機電樞。 輪機驅動泵。
G 1 (2 級)	1 以下	磁帶記錄器與緝圖驅動。 磨床驅動。

		特定需求之小型電機電樞。
G 0.4 (1 級)	0.4 以下	精密磨床之心軸，圓盤與樞軸迴轉器。
註 1:品質等級數目代表重心最大的可容許圓周速度 $e\omega$ ，毫米/秒 註 2:一曲柄軸驅動者是包含了曲柄軸，飛輪，離合器，滑車，振動減振器，連桿之旋轉部分等組合。 註 3:慢速柴油機與快速機之分界點是活塞速度少於或多於 30 呎/秒者。 註 4:在整體引擎中，轉子質量包含屬於曲柄軸驅動者之所有質量的總和。		

均衡性能的計算公式如下:

$$\frac{mm}{s} = \frac{\varepsilon \times \omega}{1000}$$

ε 為不平衡率 g-mm/kg 或偏重心 μm

ω 為使用最高角速度 $\frac{rad}{s}$

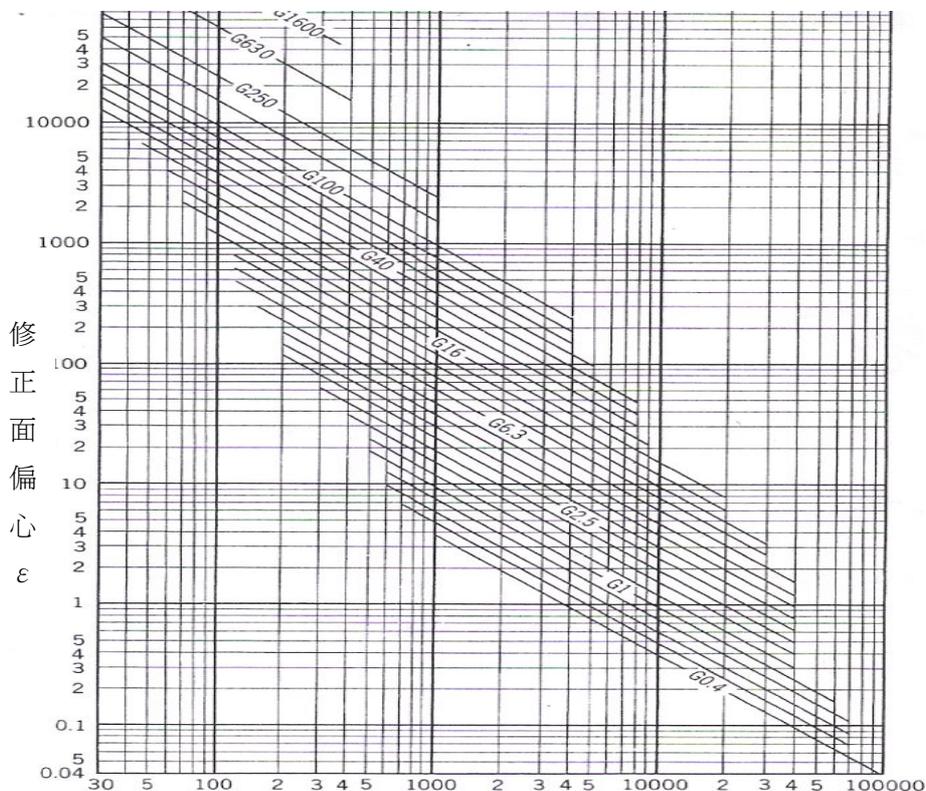
因為角速度不常使用，因此我們將它轉換成常用的轉速單位 RPM

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14159 \times \frac{N}{60}$$

N 為每分鐘轉速 RPM

$$\text{代入公式 } \frac{mm}{S} = \frac{\varepsilon \times \omega}{1000} = \frac{\varepsilon \times N}{9550}$$

平衡等級可以很明確的表示出迴轉體的不平衡狀態，且把待測物的重量以及待測物的轉速都考慮進去了，圖 7 為 ε 與 N 的線性圖，這張圖說明了轉速與偏心量的線性關係。



使用最高回轉數 N

圖 7 ε 與 N 線性圖^[1]

2.2 平衡的相關公式

2.2.1 相關符號索引解釋

表 4 相關符號索引解釋^[2]

\vec{F}	力;離心力, 單位 N	b	弧的長度, 單位 m
G	在地球上對質量的地心引力, 單位 N	\vec{e}	具體的質量不平衡偏心率, 單位 μm
I	慣性矩, 單位 kg/m^2	ω_e	自然頻率, 單位 rad/s
L	軸承間的距離, 單位 mm	$\vec{\omega}$	角頻率, 單位 rad/s
\vec{M}	驅動力矩, 單位 Nm	x	振動位移瞬間值
N	牛頓, 力的單位	m	轉子重量, 單位 kg
P	動力, 單位 Nm/s	n	轉速, 單位 RPM
T	持續時間, 單位 s	\vec{r}	半徑, 單位 m
\vec{U}	不平衡量, 單位 gmm	\vec{r}_a	校正半徑, 單位 mm
\vec{v}	速度, 單位 m/s	k	迴轉半徑, 單位 m
u_a	校正質量, 單位 g	\vec{s}	距離, 單位 m
u	不平衡質量, 單位 g	t	時間, 單位 s
\vec{a}	加速度, 單位 m/s^2	α	半徑平面角度
a	校正平面之間的距離, 單位 mm	ϵ	角加速度, 單位 rad/s^2

2.2.2 物理定律(Physical Laws)

牛頓第二運動定律 (Newton's second law) 對平衡技術來說:

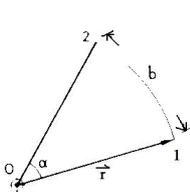
$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a}$$

$$1kg \times \frac{m}{s^2} = 1N, \vec{g} = 9.81 \frac{m}{s^2}, \vec{G} = m\vec{g}, G = 1kg \times 9.81 \frac{m}{s^2} = 9.81N$$

$$F = \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

2.2.3 圓周運動(Motion in a Circle)

圓周運動的旋轉機構最重要的一點就是平衡，失去平衡的旋轉機構除會產生振動噪音外，還會有不必要的能量損耗，以下是均衡機有關圓周運動的公式。



平面角(Plane angle): $1rad = \frac{360^\circ}{2\pi} \doteq 57.3^\circ$ $\xrightarrow{b} = \xrightarrow{a} \times \xrightarrow{r}$

角頻率(Angular frequency): $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30} \doteq \frac{n}{10}$

速度(Velocity): $\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$

角加速度(Angular acceleration): $\vec{\epsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$, 單位 $\frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

圓周加速度(Circumferential acceleration): $\vec{a} = \vec{\epsilon} \times \vec{r}$, 單位 $\frac{m}{\text{s}^2}$

驅動力矩(Driving torque): $\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F} = m \vec{\epsilon} r^2$

慣性矩(Moment of inertia): $I = mk^2$

徑向加速度(Radial acceleration): $a_r = \frac{v^2}{r}$

離心力(Centrifugal force): $F = m \frac{v^2}{r}$

2.3 鋼輪的不平衡原理

鋼輪的不平衡，乃是由於輪盤在軸上位置的重心(c.g.)偏離旋轉軸線(Axis Of Rotation)。當車輪轉動到達一定的速度後，此質量的偏心度(Mass Eccentricity)將會引起一個離心作用在輪盤上，而輪盤則將以結構振動(Structural Vibration)的方式傳送離心力至軸承與支座上。

一體車輪的構造就像是兩個鋼盤裝在軸的兩邊，以軸為中心作圓周運動。一體車輪的旋轉角頻率是 ω ，質量 m_i 半徑 \vec{r}_i ，則，

$$\vec{F}_i = m_i r_i \omega^2$$

鋼輪所有離心力的向量總和都作用於軸承上面。

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i \omega^2$$

所以會有兩種可能：

$\vec{F} = 0$:無離心力作用於軸承，此鋼輪是完全平衡的。

$\vec{F} \neq 0$:有離心力作用於軸承，此鋼輪是不平衡的。

任何殘留的離心力均會造成鋼輪的不平衡 $u\vec{r}$ ：

$$\vec{F} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i \omega^2 = u\vec{r} \omega^2; \text{ oder } \sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i = u\vec{r} = \vec{U}$$

這說明了鋼輪的不平衡只有一個向量的存在，且只要在一個平面上做不平衡之修正補償。

輪盤上即使有很小的質量偏心度，若不加以平衡處理，整個一體車輪的振動會傳遞至轉向架，乃至整個車廂，都會發生振動，這振動不僅影響乘客的舒適度，甚至會危害車輛出軌。

客車一體車輪在轉子的平衡分類上，適用第一級堅固轉子，如表 7 所示，堅固轉子可以沿轉子長度任何兩個校正面上加入適當的平衡重量加以平衡。校正後的殘留不平衡程度，必須無明顯超過該機械最大運轉速率於其支撐結構中的特定平衡裕度。

表 7 轉子的分類^[2]

第一級	堅固轉子。	一轉子設想成是堅固的，乃是當其不平衡可以在任兩平面上校正，校正後，其不平衡在速率升至最大運轉速率後仍無有意義的變化。
第二級	準撓性轉子	一轉子不能想成是堅固的，但卻能在一個低速的平衡機械中加以適當地平衡。
第三級	撓性轉子	轉子無法在一低速平衡機械中加以平衡，而需要使用到某些合適的高速平衡技術。
第四級	撓性固著轉子	可以歸類在上述三級的轉子，但卻附加著本身有撓性的構件，例如風扇葉片。
第五級	單速撓性轉子	轉子歸類於第三級，但因某種因素只於一個使用速率下加以平衡而已。

鋼體轉子的平衡是在指定的校正面上加入重量，通常是在轉子的端邊上面，這種校正的方法是要消除作用在轉子重心的總不平衡力與力矩，如圖 8 所示。

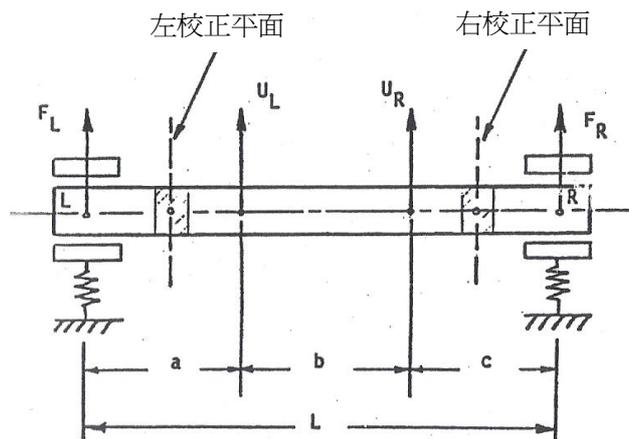


圖 8 轉子上的不平衡力，校正平面，與軸承傳送力^[1]

三、實務討論

由於火車時速的提升，在眾多維修個案中，進廠維修的車廂高頻振動的案例有愈來愈多的趨勢，造成車廂高頻振動的因素很多，前於第 1.3.1 節已有說明，為解決因鋼輪平衡不良而造成的高頻振動問題，本廠採取更換轉向架相關零組件。

在購置動力均衡試驗機之前，進廠維修之嚴重高頻振動車廂有表 8 所列之 10 組車輛，當時的維修方式是以更換零組件方式嘗試是否可改善解決高頻振動的問題，相關零組件材料均在轉向架底部，例如中心樞襯套，牽引桿，一次簧等等，如圖 9 所示。維修時除了要將鋼輪分離轉向架之外，還必須將轉向架翻轉過來才能施工，惟改善成效有限，且更換之零件材料與人力成本相當高。由表 8 之紀錄分析可得知更換表列現有臺鐵

規格之零組件材料並無法徹底改善此振動現象。

表 8 高頻振動轉向架編號與更換零件一覽表

車廂號碼	進廠原因	更換現有零組件材料名稱	試車結果
35FPK10527	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35FPK10551	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35SP32808	高頻振動	中心樞襯套，牽引桿	無明顯改善
35SP32768	高頻振動	中心樞襯套，牽引桿	無明顯改善
35FPK10525	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35FPK10528	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35FPK10524	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35FPK10510	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35SP32762	高頻振動	中心樞襯套	無明顯改善
35FPK11501	高頻振動	中心樞襯套，一次簧	無明顯改善

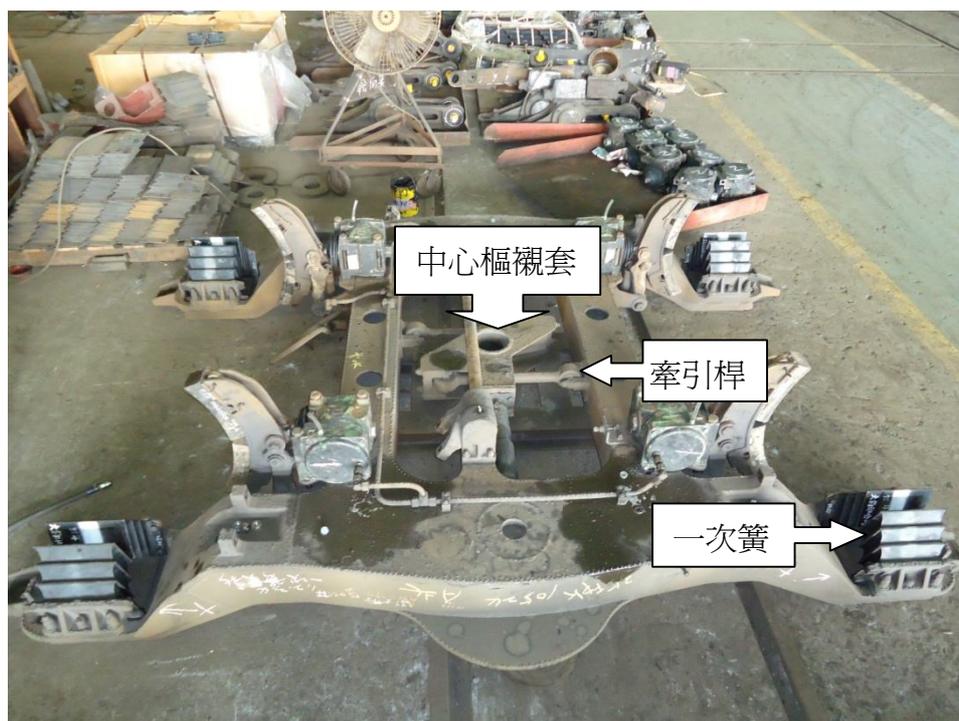


圖 9 轉向架相關零組件材料位置圖

3.1 委外辦理檢修

高雄機廠為解決前敘問題，嘗試委託外包廠商試修高頻振動之 TR-54 型轉向架壹輛，協助機廠改善目前客車行駛發生之高頻振動問題。

試作之車廂編號為 35FPK10524 之轉向架，機廠配合現有規格零組件供料，由外包廠商提供技術人力。經七次更換不同組件試車，結果還是未臻理想，如表 9 所

示。

表 9 委託外包廠商維修高頻振動轉向架更換現有規格零件與試車結果一覽表

車廂號碼	維修次數	更換零組件材料名稱	試車結果
35FPK10524	第一次	高拉力牽引桿	未理想
35FPK10524	第二次	高拉力中心盤襯套	未理想
35FPK10524	第三次	一次橡膠軸簧	未理想
35FPK10524	第四次	高拉力牽引桿，高拉力中心盤襯套	未理想
35FPK10524	第五次	高拉力中心盤襯套，一次橡膠軸簧	未理想
35FPK10524	第六次	高拉力牽引桿，一次橡膠軸簧	未理想
35FPK10524	第七次	高拉力牽引桿，高拉力中心盤襯套，一次橡膠軸簧	未理想

3.2 原廠設計對鋼輪平衡的要求

TR54 轉向架原設計製造廠商為英國艾波比 (ABB) 公司，原設計圖車輪組立動平衡測試條件：依圖號：8590328 測試速度至少 235rpm (38.1 km/hr) 時不平衡量需在 0.035 kg m 以內。圖內原文記載內容如下：

1.6.4 THE COMPLETE WHEELSET ASSEMBLY SHALL BE TESTED FOR DYNAMIC BALANCE AT A SPEED OF NO LESS THAN 235 R.P.M. ANY INBALANCE IN EITHER WHELL EXCEEDING 0.035kgm SHALL BE CORRECTED. CORRECTION MASSES SHALL BE AS SHOWN ON DRG. NS 1113730 AND SHALL BE SECURED TO THE WHEEL AS STIPULATED. THE TOTAL CORRECTOIN MASS WHICH MAY BE FITTED SHALL NOT EXCEED 1.36kg.

原文翻譯如下：

1.6.4 鋼輪的動態平衡測試速度應不低於每分鐘 235 轉，在鋼輪上若有超過 0.035 公斤-公尺的不平衡量，均應予以校正。校正配重應妥善固定於鋼輪上，且校正配重的總安裝質量不能超過 1.36 公斤。

高雄機廠將 35FPK10524 之鋼輪委外作動平衡測試，測試結果鋼輪有嚴重的不平衡情況，必須先校正鋼輪的平衡。

3.3 車輪組動平衡測試鋼輪

為澈底解決高頻振動問題，在動態平衡試驗機建置後，高雄機廠除採行全面更換中心樞襯套外，同時針對鋼輪動平衡度對高頻振動的影響做深入的探討與試驗，經試車結果確認，校正鋼輪動平衡度，加裝配重來改善偏重現象，可有效抑制高頻振動之現象。

目前高雄機廠客車工廠所有的鋼輪，不論是否經過 CNC 車床車削處理，甚至連新鋼輪，都會要求鋼輪務必通過動態平衡測試與校正，始得組裝轉向架，有經過鋼輪動態平衡測試與校正之後的鋼輪的轉向架，經高速試車結果發現高頻振動現象已較少發生。證實動平衡測試與校正製程，可提高維修車輛品質。

四、討論與建議

本文對於軌道車輛的鋼輪，進行平衡校正對策研析。廠修標準 TR-55 型轉向架鋼輪的不平衡限度為 100 公克以內，惟為提高乘坐品質，高雄機廠自我要求將不平衡量精度限縮在 80 公克以內，同時針對 TR55 型轉向架之客車，逐輛施以動平衡校正，將該車型車輛之高頻振動消彌於無形，澈底解決高頻振動問題。獲致結論以下：

- (1) 軌道車輛車廂之高頻振動絕大多數來自於轉向架鋼輪的不平衡的誘發，不平衡度愈高，振動愈大。
- (2) 一體車輪係為鍛製品，若厚薄不均，轉動速度低時振動不易察覺，當高速運轉時，振動就會明顯傳遞至車廂，經動力均衡試驗機試驗，可有效檢測出其不平衡位置與重量，復以電腦計算其分量位置與重量，可方便操作人員進行配重調整，省略繁雜的人工計算測量。
- (3) 鋼輪經動力均衡試驗機的檢測及校正後，可再藉由動力均衡試驗機試驗，確認校正度達到標準值，始辦理轉向架組裝，可確保於鋼軌上運行的優異性能，其行駛穩定性亦較優於未達標準值與未經動力均衡試驗機試驗校正平衡度之鋼輪。
- (4) 經動態平衡試驗與校正之鋼輪，在鋼軌上運行過一段時間之後，會因鋼輪之磨耗而降低平衡精度；因此，若車輛出廠一段時間後有高頻振動現象，或是高頻振動的現象愈趨嚴重時，建議回廠重新做鋼輪的動態平衡試驗並校正平衡精度。

五、心得感想

天道酬勤，業道酬精。在鐵路機廠工作，老師傅們所傳授的經驗與技術，非常彌足珍貴，後學者只要好好請教，要學到他們經驗與技術精髓，不會困難。而難處是在於，老師傅們這些珍貴的經驗與技術，都是幾十年累積的成果，一個新人，要在短時間內吸收這些長年累積的精華並不容易，唯有鞭策自己在工作之餘，再努力進修研究，才不會淪為只學到皮毛的三腳貓。現在的進修管道非常多，只要有心，要考入各進修大專院校並不困難，希望每位同仁朋友，在工作之餘，別吝於再多付出點金錢與時間，到學校進修學習。Stay hungry, stay foolish.~共勉之。

參考文獻

1. Balancing Technology (1999), Dipl.Ing Hatto Schneider。
2. 旋轉機械振動學 (1986), 陳木 (譯), 徐氏基金會出版。
3. 客貨車概要(2009), 交通部臺灣鐵路管理局員工訓練中心。
4. Yang Guonghua (1995.3), Balancing Process and Practice for Stopwatch Method of Hydraulic Shaft-raising, SICHUAN ELECTRIC POWER TECHNOLOGY.
5. 南榮電機公司 (2002),
(http://www.balancingmachine.com/style/frame/templates1/about.asp?content_set=color_3&lang=1&customer_id=1580&name_id=46354)。

附錄 1：動態平衡試驗機採購規範

台灣鐵路規範	動態平衡試驗機	總 號
機 務 設 備		TRA-MD-M903
<p>1.適用範圍：本機適用於本路各型車輛之一體車輪作動態平衡測試，針對車軸輪盤加工組立過程，其成形質量分佈不均而造成之質量中心不平衡，提供有效的參考數值，以修正正確之質量中心點，可改善車輪高速運轉時造成的振動現象，增加旅客之乘坐品質。</p> <p>2. 構造及及功能：</p> <p>2.1 機械本體：本機具備兩支撐架，為一體構造式硬支撐，具高剛性結構並可承受鐵路車輛車輪（車軸與二輪盤）之大荷重，具有最大線性及最小之阻尼，以提高平衡準確度。</p> <p>2.2 軸蕊驅動裝置：本機於驅動框架設置驅動馬達，利用大型角度之連接盤以驅動軸蕊轉動，具有精密轉子驅動萬向軸蕊，便於轉子連接作業，驅動馬達需以變頻器控制平衡轉速，並可軸向移動傳動位置，配合軸心中央位置皮帶傳動機構，可輕易安裝皮帶及調整皮帶緊度，方便測試作業。</p> <p>2.3 檢測裝置：可同時對兩輪盤作振動檢出，振動感應採電動式，具高靈敏度及不受不平衡離心力所影響，此感應裝置連結至數位顯示型測試儀，該測試儀需具備彩色 LCD 顯示幕，並以微電腦計算不平衡狀態，參考數值以極座標及數字顯示，並可利用 RS-232 C 介面連接印表裝置做資料列印。</p> <p>2.4 本機於操作本路各型車輛之一體車輪作動態平衡測試時，針對人員機具需備有足夠安全保護裝置設計。</p> <p>3. 主要規格數據：</p> <p>3.1 轉子重量：車輪重約 800~1100 kg之間，其他轉子約 100~3000 kg之間。</p> <p>3.2 轉子直徑：車輪之車軸直徑約 155、160、175 mmϕ三種、二輪盤直徑約 780~920 mmϕ，中心點軸徑約 140、145、160 mmϕ三種，其他轉子最大約 1500 mmϕ。</p> <p>3.3 轉子長度：車軸約分 1825 mm及 2180 mm兩種，其他最長轉子約 2300 mm。</p> <p>3.4 試驗轉速：車軸試驗轉速約 120~900rpm 之間，無段變速，變頻控制，其他轉速 0~1000rpm 或以上。</p> <p>3.5 軸頸範圍：車軸軸頸約 120 mmϕ，有軸套約 138 mmϕ，有軸承約 195 mmϕ（兩側軸頸各長 130 mm以上），其他以 40~120 mmϕ、120~240 mmϕ區分。</p> <p>3.6 兩支撐架間距離：最大 1950 mm或以上，最小約 150 mm。</p> <p>3.7 支撐架：一體構造式支撐架，可得到最大線性，最小阻尼及最高剛性。</p> <p>3.8 機床長度：約 3000 mm長。</p> <p>3.9 每一修正面之靈敏度：感度必須優於 G0.4（平衡速度於 820rpm 以上）。</p>		

台灣鐵路規範	動態平衡試驗機	總 號
機 務 設 備		TRA-MD-M903
<p>3.10振動檢出器：採用動電式振動檢出器，不受溫度、濕度及磁場之影響，靈敏度高，不平衡離心力不通過振動檢出器。</p> <p>3.11不平衡減少比 URR：高於 95%。</p> <p>3.12最小殘留不平衡值 2μm。</p> <p>3.13軸芯驅動裝置：</p> <p>3.13.1 驅動框架。</p> <p>3.13.2 附有大型角度盤的連接盤。</p> <p>3.13.3 驅動馬達附變頻器，平衡速度可自由調整。</p> <p>3.13.4 軸向移動式裝置以調節傳動位置，俾便於轉子的連接作業。</p> <p>3.13.5 安全保護架。</p> <p>3.13.6 精密轉子驅動萬向軸芯。</p> <p>3.14平衡品質：可達到 ISO 1940/1 級 G 0.4 或更好。</p> <p>3.15不平衡測試儀：微電腦不平衡儀含下列功能</p> <p>3.15.1 彩色 LCD 顯示。</p> <p>3.15.2 自動歸零調整。</p> <p>3.15.3 極座標不平衡指示、數字顯示。</p> <p>3.15.4 等分或不等分分力顯示：約 3-48 分力。</p> <p>3.15.5 測試時間之平均值。</p> <p>3.15.6 補償功能（平衡工具及鍵之補償）。</p> <p>3.15.7 印字介面 RS-232C。</p> <p>3.15.8 平衡轉速範圍：120~1000rpm 或更大範圍。</p> <p>3.15.9 不平衡測試總範圍：1：1000 或更大範圍（最小對最大不平衡之比）。</p> <p>3.15.10 轉子資料儲存量：可記憶 100 組不同轉子資料。</p> <p>3.15.11 自動測試運轉用驅動系統控制。</p> <p>3.15.12 兩修正面之動不平衡顯示或是靜不平衡之分別顯示。</p> <p>3.16驗證轉子：ISO2953 驗證轉子 160 kg，附 ISO 軸芯驅動配重砝碼。</p> <p>3.17特殊裝置：</p> <p>3.17.1 傾斜式（V 字式）滾子軸承插入架，用於平衡帶有軸承之轉子，軸承外徑 40~140 mmϕ或更大範圍。</p> <p>3.17.2 傾斜式（V 字式）滾子軸承插入架，用於平衡帶有軸承之轉子，軸承外徑 120~240 mmϕ或更大範圍。</p>		

台灣鐵路規範	動態平衡試驗機	總 號
機 務 設 備		TRA-MD-M903
<p>3.18輔助剎車計時器，可視工件慣性設定剎車時間。</p> <p>3.19良品/不良品自動燈號指示。</p> <p>3.20自動分量功能：當修正點為不連續分佈時，不均衡量可自動分配至各修正點上。</p> <p>3.21可單面修正或兩面修正。</p> <p>3.22舊平衡量顯示功能：可將現在及前次之平衡量及角度均顯示在螢幕上，自動計數顯示器，可計算每日工作量。</p> <p>3.23量測時間可設定，量測完畢自動停止並記憶量測結果。</p> <p>3.24量測結果可列印。</p> <p>3.25感度範圍可手動或自動切換。</p> <p>3.26RS-232 C 資料輸出功能，需能與個人電腦連線。</p> <p>3.27治具補償功能：可補償因治具之偏心所產生之誤差，並由電腦自動計算。</p> <p>3.28專用列表機。</p> <p>4. 立約廠商應於交貨時提供下列資料：</p> <p>4.1 機型大小尺寸，總重地板面積等資料三份。</p> <p>4.2 機器組配總圖、配件圖、正常耗損零件圖、運輸、潤滑、操作及保養說明，各定期檢查項目及磨損限度等中文手冊各三份。</p> <p>4.3 詳細配線及配電盤電路圖（附號碼標示）三份。</p> <p>4.4 不平衡測試儀構造詳圖及詳細電子電路圖、修改程式功能方法相關資料、配件號碼清冊、中文說明書三份。</p> <p>4.5 機器基礎圖三份。</p> <p>5. 中間檢查、出廠前試車及訓練：</p> <p>5.1 本機出廠前應在製造廠先行中間檢查及試車，針對機具結構、型式、尺寸、防銹塗裝、標示及控制系統等項組立檢查確認，若有缺失立約廠商應配合改善，國內生產者，由立約廠商提供試材，並依照 ISO2953 平衡機性能檢驗之標準辦理施行檢驗，本路得派員參與檢驗及試車工作，並提出在廠檢驗合格証，合格後再交貨；國外生產者應在製造廠試車，並取得公証機構簽發之機器精度，經審查合格後再交貨。</p> <p>5.2 本機於出廠前如檢驗不合格，立約廠商應於交貨期限內改善，複驗合格後始可通知交貨。</p> <p>5.3 由立約廠商負責訓練本局操作人員，需提供二人次共六小時之訓練（分課堂及現場實際操作）。</p>		

台灣鐵路規範	動態平衡試驗機	總 號
機 務 設 備		TRA-MD-M903
<p>6. 驗收：</p> <p>6.1 本機出廠檢驗合格後於交貨時，由立約廠商負責機具所有之搬運、定位、地基施工及安裝，包括電源接電開機作業，並會同本局人員依照 ISO2953 平衡機性能檢驗之標準辦理施行檢驗，調整、試俾及確認精度等各項功能規格符合規範後交使用單位試用一星期，若功能規格不符合規範時，在經公函通知一個月限期未改善完成視同驗收不合格，若試用精度功能規格符合規範時，輔助工具、附件備品及相關文件資料等齊全，始可擇期辦理驗收。</p> <p>6.2 驗收所需文件及輔助工具設備、附件備品：</p> <p>6.2.1 第 4 條所述文件資料。</p> <p>6.2.2 原廠出廠證明書三份。</p> <p>6.2.3 精度合格證明文件三份。</p> <p>6.2.4 第 3 條所述之輔助工具及設備、附件備品。</p> <p>6.2.5 保固書三份。</p> <p>7. 交貨期限及保固：立約廠商定約後三個月交貨，並於驗收日起保固壹年（附保固書三份），保固事項包括一切損壞配件換新及保證精密度在正常使用情形下免費維修及更新。</p> <p>8. 交貨地點：交通部臺灣鐵路管理局機務處高雄機廠</p> <p>9. 投標廠商資格及證明文件：</p> <p>9.1 投標廠商需為合法登記設立，且依法納稅之廠商，並於投標時檢附相關證明文件及符合本規範之產品型錄三份，並於型錄上註明符合之型式、規格及相關數據，於開標時以供審核。</p> <p>10. 開標時需提供之審查文件：</p> <p>10.1 三用表格：三份。</p> <p>10.2 符合本規範之產品型錄三份。</p> <p>10.3 營利事業登記證影本：一份。</p> <p>10.4 近一期納稅證明影本：一份。</p> <p>10.5 報價單：三份。</p> <p>10.6 以上審查文件相關影本部份需提正本以供核對，或影本與正本相符證明之標示，廠商資格及審查文件合格後開標。</p>		

附錄 2：動態平衡試驗機作業準則

NCH-3T 數位顯示型（支撐式）動力平衡試驗機作業準則				
工作別	車輪動態平衡試驗		轉向架型式	TR52.54.55
步驟	順序	操作要領	使用器具	備註
1. 開機	1.1. 開啓電源	1.1.1. 檢視 PC 鍵盤、印表機、傳動系統控制器、電源指示燈亮，主畫面開啓（功能顯示在"紀錄顯示開關"位置）。 1.1.2. 確認主畫面上記號、數據在設定狀態（不平衡量量程顯示：(A) 自動，每格單位：100g，執行時間：250 秒，RPM：500，量測模式：試重模式）。	PC 鍵盤	如無修改則依原設定值。
2. 前置作業	2.1. 開啓兩側防護架	2.1.1. 轉開固定螺栓插放定位孔中。 2.1.2. 雙手掀起防護架掀至定位（輕放避免震動導致固定托鬆動）。	手動	
	2.2. 皮帶傳動吊重塊	2.2.1. 確認在放置位（機器旁地上適當地點）。		
3. 工件上架	3.1. 操作吊車、吊具吊掛車輪上架	3.1.1. 車軸軸號在左側。 3.1.2. 車輪吊升高度至下緣超過掀起之防護架避免碰撞。 3.1.3. 移動車輪至機台中央，慢速下降至支撐位前 10 mm 處停車，確認左右平均位置後放入定位。	吊車、吊具	
	3.2. 移走吊具	3.2.1. 吊具直接上升至機台中央上方，方便試驗完畢吊掛位置正確。		
	3.3. 關閉兩側防護架，吊重塊安裝	3.3.1. 雙手拉起防護架放至定位，並鎖上固定螺栓，抬起吊重塊吊掛於使用位，將皮帶拉緊。	吊重塊	
	3.4. 安裝電眼設定基準角度	3.4.1. 電眼放置平台上，對準車軸並調整角度、距離使光點聚焦良好反射正常。確認後順時針旋轉固定把手 90°。 3.4.2. 車軸電眼投射處圓周貼上黑色膠布。 3.4.3. 將輪盤上 4 個吊孔之任一孔對準電眼投射之光點處，該孔之角度設定為零度，並於膠布光點上貼妥反光貼紙以供讀取。	電眼、膠布(深色) 感光貼紙	電眼投射角度不良，工件轉動後 RPM 值會呈現不穩定情形。 零度位之基準孔依順時針方向，分別標示為 90°、180°、270°孔（角度用粉筆標示）。
4. 歸零調整	4.1. 開啓歸零鍵	4.1.1. 操作方向鍵移至歸零位置按 Enter。	PC 鍵盤	機器每次開機後做一次歸零調整。
	4.2. 歸零調整	4.2.1. 按 START 令工件轉動，待主畫面上之左右不平衡量都縮小至 0.00 且穩定之後，再按 STOP 鈕停止工件轉動，即完成歸零調整（功能標示移回"紀錄顯示開關"位置）。		
5. 測試工件不平衡量	5.1. 按 START 鈕令工件轉動	5.1.1. 車輪開始轉動，起動初始注意吊重塊與皮帶、車軸間帶動情形，如皮帶與車軸接觸面不平整會使吊重塊產生異常跳動，吊重不足則轉速無法提升。		工件測試時功能鍵應開啓在"紀錄顯示開關"位置。
	5.2. 目視主畫面測試訊號變化	5.2.1. 左右不平衡量量程顯示與不平衡量數據是否符合。 5.2.2. PRM 待機時以白色顯示，啟動後黃色顯示，待轉速進入最低設定值 RPM 呈現綠色，平衡機此時才開始判讀所接收到的不平衡量。		RPM 目前設定 440 為最低值。
	5.3. 不平衡量測試	5.3.1. 平衡機判讀不平衡量至設定測試轉速待不平衡量穩定之後，按 STOP 鈕停止工件轉動。 5.3.2. 在螢幕上各別顯示左側、右側車輪 2 個分量的偏重及角度。		測試轉速設定為 500RPM（約時速 80 公里）。 不平衡量重量單位公克。

NCH-3T 數位顯示型 (支撐式) 動力平衡試驗機作業準則

		車輪動態平衡試驗	轉向架型式	TR52.54.55
步驟	順序	操作要領	使用器具	備註
		5.3.3. 不平衡量用粉筆標示於輪盤吊孔原設定之分量角度處，方便安裝配重塊時確認。		
	5.4. 輸入資料	5.4.1. 功能標示移至"輸出報表"位置按 Enter 後輸入相關資料，按 P 鍵完成輸入並列印記錄，然後功能標示移回"紀錄顯示開關"位置。	PC 鍵盤、印表機	
	5.5. 安裝配重塊	5.5.1. 各側輪盤偏重量在 100 公克以內原則上不予配重。 5.5.2. 取適量配重塊經秤磅後，逐一鎖緊各配重位置，並將配重量用粉筆標示於原偏重量處下方即完成初步配重。	板手、固定螺栓 ($\frac{3}{8}$ " \times 42ℓ \times 30 牙、 $\frac{3}{8}$ " \times 50ℓ \times 30 牙、 $\frac{3}{8}$ " \times 60ℓ \times 40 牙、 $\frac{3}{8}$ " \times 70ℓ \times 40 牙、 $\frac{3}{8}$ " \times 80ℓ \times 40 牙、 $\frac{1}{2}$ " \times 75ℓ \times 30 牙)、圓形配重鐵塊 (65φ \times 11φ \times 25g、65φ \times 11φ \times 50g、65φ \times 11φ \times 100g、65φ \times 11φ \times 200g、65φ \times 11φ \times 300g、65φ \times 13φ \times 500g) (200g、300g、500g 配重塊，在單邊端面做深 3、5、9 mm 直徑 49.3 mm 之切削，以便鑲入吊孔，防止鬆脫)。	經 10 輛次(40 軸) 100 公里/時試車結果皆無高頻震動發生，而擬定 100 公克為容許限度。
6. 配重後工件測試	6.1. 按 START 鈕工件轉動	6.1.1. 重覆第 5 項步驟要領。		
	6.2. 不平衡量測試完成	6.2.1. 兩側輪盤各分量角度偏重量在 100 公克以內判定合格。 6.2.2. 配重改善後各分量角度偏重量仍超出 100 公克之位置，重新拆裝至測試合格為止。		
	6.3. 輸入資料	6.3.1. 功能標示移至"輸出報表"位置按 Enter→按 P 鍵列印合格記錄(功能標示移回"紀錄顯示開關"位置)。	PC 鍵盤	
7. 工件下架	7.1. 拆下皮帶吊重塊	7.1.1. 雙手抬起輕放在地上適當放置位。		
	7.2. 開啓兩側防護架	7.2.1. 如 2-1-1、2-1-2 動作。		
	7.3. 工件吊離	7.3.1. 依原停留位置吊車下降，裝妥吊具慢速吊升車輪至防護架上端後移走工件。		
	7.4. 標記角度位置	7.4.1. 車輪左側輪轂平面處對照 0°、90°、180°、270°依序打上 1、2、3、4 記號。	1½ 磅榔頭鋼製字模。	
	7.5. 配重塊防脫、防銹	7.5.1. 各位配重塊貫穿螺栓鎖緊螺帽端面處電焊防止鬆脫。 7.5.2. 外表全面油漆防銹。	電焊機、普通軟鋼電焊條。	
	7.6. 關閉兩側防護架	7.6.1. 拉起防護架輕放入位並鎖上螺栓。		
8. 關機	8.1. 電眼歸位	8.1.1. 逆時針扳動把手 90°移走至放置位。		
	8.2. 關閉電源	8.2.1. 檢視各電源燈熄滅、主畫面消失。		
	8.3. 機器外觀保養	8.3.1. 用抹布、壓力空氣清除殘留污物。		

附錄 3：動態平衡試驗機標準作業程序

交通部臺灣鐵路管理局 高雄機廠 標準作業程序

程序編號：高廠二場 006

作業名稱：NCH-3T 數位顯示動力平衡機

製作單位：第二工場

日期 100/10/11

批 核：羅國珍

一.防護器具：安全帽、護目鏡、安全皮鞋

二.資格限制：具備吊車訓練合格

三.作業程序：

工作步驟	工作方法	不安全因素	安全措施	事故處理
1.準備工具	1. 檢查工具、測試用量具及氣動螺旋把手、配重塊、開口把手、鋼索、麻繩。 2. 依吊車操作前之自主檢查表測試吊車之各項功能作用是否正常。 3. 不可穿寬鬆衣物防止捲入危險。 4. 工作場地須保持清潔淨空。	1. 未檢視鋼索及麻繩是否有裂痕或足以危害操作人員安全之物品。 2. 吊車功能作用異常未立即停止作業。 3. 穿寬鬆衣物。 4. 工作場地未保持清潔淨空有危險物。	1. 平時應定期保養工具使其保持在最佳狀況。 2. 作業人員在操作前應養成自我檢查的習慣，確保人身安全。 3. 吊車功能作用異常時，應填寫設備故障請求單，請求檢修。	工作中受傷應緊急救護送醫治療。
2.開機	1. 開啓電源。 2. 開啓兩側防護架、皮帶傳動吊重塊。 3. 轉開固定螺栓插放定位孔中。雙手掀起防護架掀至定位（輕放避免震動導致固定托鬆動）。確認在放置位（機器旁地上適當地點）。	未檢視兩側防護架、皮帶傳動吊重塊在正確位置。	檢視兩側防護架、皮帶傳動吊重塊在正確位置。	

3.車輪上架	<ol style="list-style-type: none"> 1. 操作吊車、吊具吊掛車輪上架車軸軸號在左側。車輪吊升高度至下緣超過掀起之防護架避免碰撞。 2. 移動車輪至機台中央，慢速下降至支撐位前 10 mm處停車，確認左右平均位置後放入定位。 3. 移走吊具；吊具直接上升至機台中央上方，方便試驗完畢吊掛位置正確。 4. 關閉兩側防護架，吊重塊安裝雙手拉起防護架放至定位，並鎖上固定螺栓，抬起吊重塊吊掛於使用位，將皮帶拉緊。 5. 安裝電眼設定基準角度；電眼放置平台上，對準車軸並調整角度、距離使光點聚焦良好反射正常。確認後順時針旋轉固定把手 90°。車軸電眼投射處圓周貼上黑色膠布。將輪盤上 4 個吊孔之任一孔對準電眼投射之光點處，該孔之角度設定為零度，並於膠布光點上貼妥反光貼紙以供讀取。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 吊車、吊具吊掛車輪上架時未確實。 2. 未檢視鋼索及麻繩是否有裂痕。 		
4.歸零調整	<ol style="list-style-type: none"> 1. 開啓歸零鍵；操作方向鍵移至歸零位置按 Enter 。 2. 歸零調整；按 START 令工件轉動，待主畫面上之左右不平衡量都縮小至 0.00 且穩定之後，再按 STOP 鈕停止工件轉 	未依規定歸零。		

	動，即完成歸零調整(功能標示移回"紀錄顯示開關"位置)。			
5.測試車輪不平衡量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 按 START 鈕令工件轉動；車輪開始轉動，起動初始注意吊重塊與皮帶、車軸間帶動情形，如皮帶與車軸接觸面不平整會使吊重塊產生異常跳動，吊重不足則轉速無法提升。 2. 目視主畫面測試訊號變化。左右不平衡量量程顯示與不平衡量數據是否符合。PRM 待機時以白色顯示，啟動後黃色顯示，待轉速進入最低設定值 RPM 呈現綠色，平衡機此時才開始判讀所接收到的不平衡量。 3. 不平衡量測試；平衡機判讀不平衡量至設定測試轉速待不平衡量穩定之後，按 STOP 鈕停止工件轉動。在螢幕上各別顯示左側、右側車輪 2 個分量的偏重及角度。不平衡量用粉筆標示於輪盤吊孔原設定之分量角度處，方便安裝配重塊時確認。 4. 輸入資料；功能標示移至"輸出報表"位置按 Enter 後輸入相關資料，按 P 鍵完成輸入並列印記錄，然後功能標示移回"紀錄顯示開關"位置。 5. 安裝配重塊；各側輪盤偏重量在 100 公克以內 		更換之零配件應予分類回收，資源再利用。	

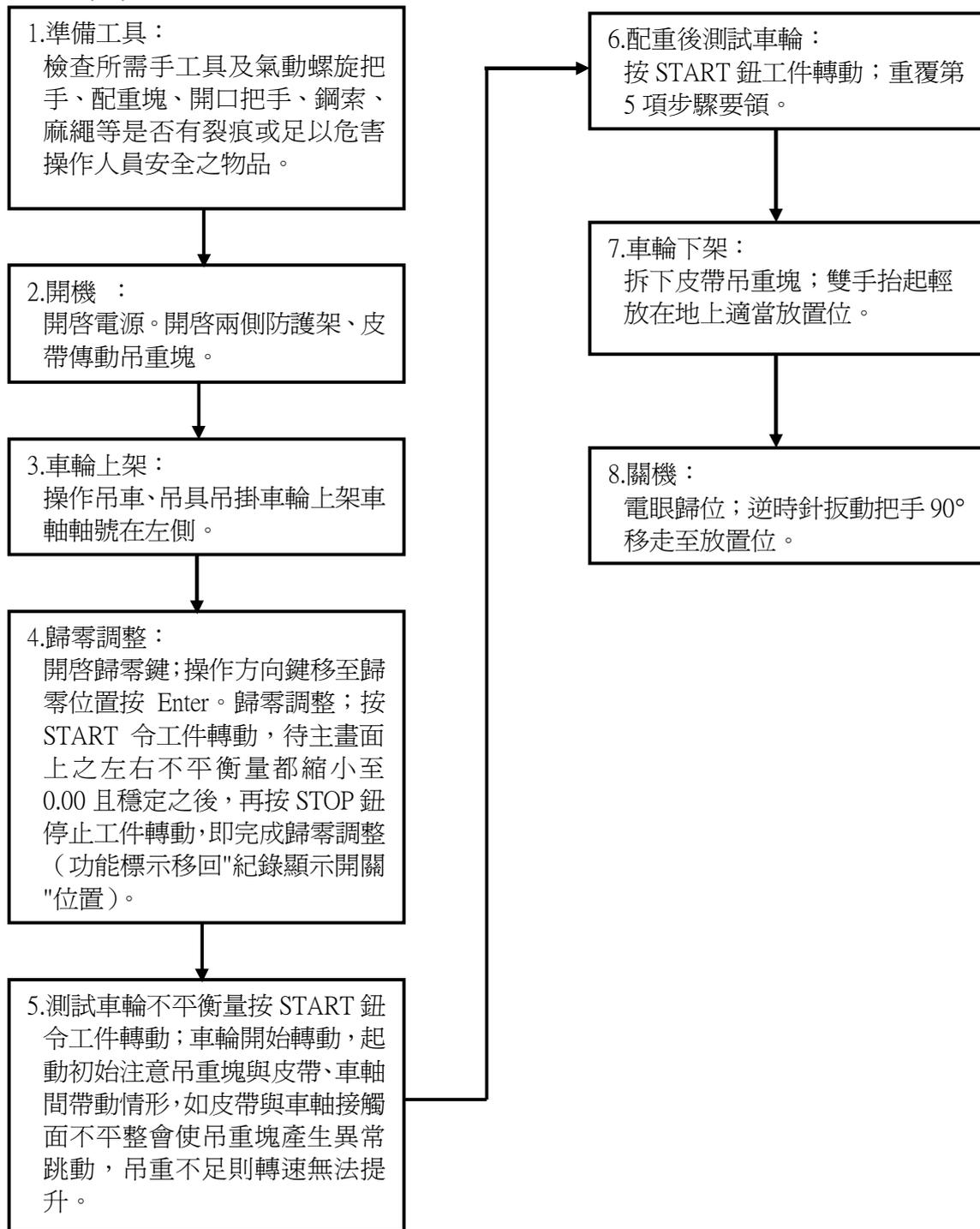
	<p>原則上不予配重。</p> <p>6. 取適量配重塊經秤磅後，逐一鎖緊各配重位置，並將配重量用粉筆標示於原偏重量處下方即完成初步配重。</p>			
6.配重後測試車輪	<p>1. 按 START 鈕工件轉動；重覆第 5 項步驟要領。</p> <p>2. 不平衡量測試完成；兩側輪盤各分量角度偏重量在 100 公克以內判定合格。配重改善後各分量角度偏重量仍超出 100 公克之位置，重新拆裝至測試合格為止。</p> <p>3. 輸入資料；功能標示移至 " 輸出報表 " 位置按 Enter→按 P 鍵列印合格記錄(功能標示移回"紀錄顯示開關"位置) PC 鍵盤。</p>			
7.車輪下架	<p>1. 拆下皮帶吊重塊；雙手抬起輕放在地上適當放置位。</p> <p>2. 開啓兩側防護架；轉開固定螺栓插放定位孔中。雙手掀起防護架掀至定位（輕放避免震動導致固定托鬆動）。</p> <p>3. 車輪吊離；依原停留位置吊車下降，裝妥吊具慢速吊升車輪至防護架上端後移走工件。</p> <p>4. 標記角度位置；車輪左側輪轂平面處對照 0°、90°、180°、270°依序用 1½磅錙頭、鋼製字模打上 1、2、3、4 記號。</p> <p>5. 配重塊防脫、防銹；各位配重塊貫穿螺栓鎖緊螺帽端面處電焊防止鬆</p>	車輪下架時人員在車輪下方。	車輪下架時人員須注意在適當安全位置。	

	<p>脫。外表全面油漆防銹。 電焊機、普通軟鋼電焊條。</p> <p>6. 關閉兩側防護架；拉起防護架輕放入位並鎖上螺栓。</p>			
8.關機	<p>電眼歸位；逆時針扳動把手90°移走至放置位。</p>	<p>關閉電源；檢視各電源燈熄滅、主畫面消失。</p>	<p>機器外觀保養；用抹布、壓力空氣清除殘留污物。</p>	

四、附件：

(一) 流程圖

附件：(一)



監工

主任

臺灣鐵路管理局材料管理制度 (I)

Materials Management System (MMS) of Taiwan Railways Administration (I)

周春明 ZHOU, Chun-Ming¹

聯絡地址：10041 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：(02) 2381-5226 轉 2210

Tel：(02) 2381-5226ext2210

電子信箱：tr061136@msa.tra.gov.tw

E-Mail：tr061136@msa.tra.gov.tw

摘要

鐵路材料管理因其性質特殊與一般材料管理不同，1.用料繁雜：如依使用單位，分運務、工務、機務、電務及其他單位用料；如依材料用途，分維修材料、資本專案工程材料及附屬單位用料；如依材料之使用，分常用料、非常用料及周期性用料；如依材料種類，分 8 大類 82 小類，約 6 萬餘項。2.管理不易：臺鐵資產包括交通運輸設備、機械設備及什項設備，高達 1 千多億，新舊設備並存，常用、非常用及周期性用料常隨設備之更新、汰換而變動，因裝備量龐雜，增加管理作業。3.供應困難：臺鐵各種車輛、軌道、電訊、號誌、電力等主要設備其保養維護零、配件，必須向原設備製造廠採購，常因價格及交貨時間等受廠商影響，又因設備常逾齡使用，在原廠不生產情況下，須依廠商條件以高量或高價採購，易發生材料呆滯及資金之浪費，材料供應常遇瓶頸。4.材料堪用程度及資金來源不同須設料性管理：臺鐵局材料種類繁多，堪用程度不同，例如新品、舊品、廢品等如不妥善管理易生流弊；又因財務問題，重大投資須仰仗政府補助，例如：宜蘭線擴建、高屏電化、老橋重建及平交道改善...等，為明資金來源、流向及成本計算，須設料性管理。5.為利單證作業及料帳處理須設卡別管理運用：臺鐵局材料種類多達 6 萬餘項，每月收發數量及次數頻仍（料單每月平均 3 萬餘份），且須分項計價及單證包括購入、應收、改製、調撥、領用、退料、點盈、借入、損失、售料、料號調整及收發方調整等共 13 種，為利「材料收發單」填製及料帳處理，隨時更新材料主檔，即時掌握（查詢）最新資料，須設卡別管理運用。

臺鐵局材料處自民國 34 年 11 月臺灣鐵路管理委員會成立設置，迄今已逾一甲子，上述複雜之管理特性，其體系之形成及在臺鐵局營運設備與管理制度現代化演進過程中所扮演之角色，從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『臺灣鐵路材料管理制度』全書共分 15 章，除管理論述及實務作業外，從劉銘傳於 1887 年始建臺灣鐵路之材料管理組織開始，迄今建立之各項制度分章說明其演進歷程，同時將臺鐵局重大建設、鐵路電氣化工程器材及設備之供應及民國 39 年迄今建立

¹臺鐵局材料處副處長

之文獻典章收錄於後，期能薪火相傳；由於管理科學之進步一日千里，臺鐵局之材料管理自不能故步自封，必須百尺竿頭，日求精進，期待鐵路先進、學者專家協助指正。

關鍵字：材料性質、料性管理、卡別管理、材料管理。

Abstract

The management of railway materials is quite different from general materials in view of its specific properties, namely, first of all, the various materials category depending on using units, materials use, type and application highlights the materials complexity; secondly, since the amount of TRA assets (including transportation equipment, mechanical equipment and various facilities) is up to NTD100 billion along with its large and complicated quantity, they are increasing the difficulty in management operation; thirdly, supply difficulty, the maintenance spare parts of major equipment like vehicles, rails, communications, signals and power system need to be purchased from original manufacturers so we are subject to their price and delivery and because of frequent use of equipment over ages, we must be also subject to high price or large quantity of the makers having stopped production, resulting in inactive materials and capital waste; fourthly, based on the degree of materials availability and fund source, the management of materials properties need to be set up to clarify the fund source, the capital flow and cost calculation; the last but not least, since TRA materials type is over 60,000 items, to facilitate fill-in of sending-receiving report sheets and materials account operation, the card category management must be set up in benefit of single certification operation and materials account handling.

The founding of TRA Materials Department is over 60 years, but in the light of incomplete presentation of railway materials system in existing data and documents, we'd like to enable railway colleagues and people interested in railway materials management to learn more about it in publication of "Taiwan Railway Materials Management System". There are 15 chapters in total, starting from Liu Ming Chuan's establishing the materials management organization of Taiwan railways, and besides management theory and practical operation, elaboration of various systems and evolution process is presented in separate chapter; meanwhile, major constructions, railway electrification engineering equipment and facilities as well as equipment supply and the documents collected since 1950 are also included in this book.

Keyword: materials property, materials property management, card category management, materials management

一、材料管理概說

1.1 材料管理之意義

1.1.1 企業管理包含五大要素

就是「材料」、「人力」、「金錢」、「機器」、「管理」五種，其中材料一項往往佔據總成本的半數，甚至達到百分之八十以上，所以材料管理的好壞，對於該企業之成效具有決定性的因素；至於管理當以「經濟有效」、「合理措施」、「最低之費用」求得「最高之效用」，以達成「最大目標」為目的。有謂理想之材料管理必須完成下列五項任務：(1) 適時供應 (Right Time)；(2)

適地供應 (Right Place); (3) 適質供應 (Right Quality); (4) 適量供應 (Right Quantity); (5) 適價供應 (Right Price)。所謂 5R 任務實際上包括有效之「材料採購」、嚴格之「品質檢驗」、經濟之「存量控制」、適當之「倉儲運輸」、以及高效率之「收發搬運」等大部份材料管理業務，完成上項業務即謂達到「材料管理」之主要目的。

1.1.2 材料係指企業推行業務活動所需之用料

- (1) 生產業而言，僅包括「原料」、「間接材料」、「配件」及「再製品」。
- (2) 製造業而言，除直接使用於生產之「原料」、「配件」、「直接材料」外，尚包括「工具」、「設備品」、「辦公用品」、「傢俱器皿」、「醫藥衛生設備」等。
- (3) 公務機關而言，包涵該機構中一切公務活動所需用之「實物」在內。
- (4) 鐵路所稱材料，係指供生產、營建或服務所需原料、物料、配件、燃料及設備品暨應處理之呆廢料。

1.1.3 依據學者戴維斯 (R.C.Davis) 之看法，材料依其用途可劃分七項

- (1) 原料—係產品生產之主要材料，且多屬直接材料；因現代各工業間關係非常密切，甲工業之成品可能被乙工業視之為原料，例如紙為造紙廠之成品，售與印刷廠或圖書出版業後則被視為原料；又如零組件為工廠之成品，售與設備廠後則被視為材料。因此同一物品，依各工業生產程序之不同，其分類標準亦不同。
- (2) 間接材料或供應品—又分為兩類
 - A. 生產過程中間接消耗之物品—此等物品並不直接構成產品本身之價值，例如機器用潤滑油料、清洗用之清潔劑或酸鹼溶液、包裝材料。
 - B. 行政用物料—如運輸用之油料、辦公室使用之紙筆、各類文具用品。
- (3) 半成品—又稱「加工材料」是經由機器或人工加以處理，但加工程序尚未終結，不能成為獨立之產品或配件。
- (4) 配件—係指製造過程中用以配成產品者，依其來源可分自製及外購兩種。
- (5) 成品—完成全部生產程序，形成一定型態之製品，即為成品。
- (6) 殘餘材料—包括：
 - A. 材料管理部門或工廠於工作過程中，自然產生或拆除之殘廢材料。
 - B. 報廢之機具設備拆卸分解不能使用之廢料，以及工程或維護過程被汰換之舊配件。
 - C. 經濟價值低、銷售不佳之副產品及無法再利用之呆料。
 - D. 不能歸類之材料—凡是無法歸入前述 6 項材料中且無殘餘價值者，皆屬本項，例如廣告材料、消防器材、工程拆收無法再利用或出售之材料等。

1.2 材料管理的重要性

我們常說材料就是金錢，可是材料比金錢更重要，因為我們有時候不能將金錢換到我們所要得到的材料，而材料的管理與金錢的管理亦大不相同。金錢的幣制種類只有少數幾種，而材料的名稱、種類是多而複雜的。金錢不用的時候可以存入銀行生息，材料不用的時候存放庫房，不但有自然的消耗，並且經常要人管理，付出管理費用；金錢的寄遞、劃撥都很容易，而材料的調整、運輸動輒都有損失，因材料直接影響事業成本，如管理不善則有存料過多、或存料不足、或手續不完備之弊害。茲分別說明如下：

1.2.1 存料過多之弊害

- (1) 資金積壓、週轉不靈－材料投資過多，營運資金因而減少，致週轉不靈而倒閉。
- (2) 利息等負擔加重－存料過多，資金利息、保險費、倉儲或管理費增多，增加成本。
- (3) 耗損大－存料過多，儲存必久，蟲耗、鏽腐、變質、破損等損耗必大，增加成本。
- (4) 存料有跌價之虞－材料久存，除通貨膨脹時期外有跌價之危險，易受損失。
- (5) 有變質或成爲呆料之虞－材料常因久存變質或失去原有性能無法使用，致增損失。

1.2.2 存料過少之弊害

- (1) 有停工待料之虞－存料不足即有停工待料之情形發生，非僅產量減少無法應付需求，而且人工及管理費用照常支付，其成本必高無法與人競爭。
- (2) 不能如期交貨－因存料不足不能依計畫開工生產，延期完成不能如期交貨，有失信用則業務發展即受阻礙。
- (3) 高價搶購材料增加成本－停工待料時，如爲維持信用不惜高價搶購材料加工趕製，材料、人工費用均增加，成本因而增高，非僅無利可圖且有虧本之虞。

1.2.3.管理手續不完備之弊害

- (1) 易遭冒領、盜竊－材料管理不善，例如用料預算編列不實，用料無審核標準，料帳不精確即有被冒領、發生盜竊之危險，其損失將不堪設想。
- (2) 易購入劣質材料－既無材料規範做爲驗收標準，亦無適當稽核人員監督驗收，經管人員易與商人勾結，以劣質或摻雜者交貨，結果不是減低產量就是降低產品品質，損失將極重大。

綜上所述材料管理是否完善，影響成本至巨，關係事業之成敗，其重要性可以想見，其所欲達成之主要目標如下：

- (1) 獲取及降低材料之成本。

A. 掌握材料來源及價格，配合計畫用料、降低產品成本。

- B. 材料經過嚴格檢驗，確保產品品質。
 - C. 材料能有效地搬運、儲存及使用，必能降低人事、倉儲管理成本。
- (2) 提高存貨週轉率—所謂「存貨週轉率」就是耗用或銷貨成本除以平均存貨之比率；比率愈高，則顯示存量愈低，耗用或銷售愈大、積壓在存貨的資金也就愈少；又因存貨少，存貨之倉儲及儲備成本亦隨之降低。
 - (3) 與供應商建立良好關係—現代工業講求分工合作，企業必需尋求能密切合作、信譽卓著之供應商，以保證材料供應源源不斷，並能降低成本。
 - (4) 建立制度—完善的材料管理制度可供管料人員了解材料趨勢並預估未來價格，藉管理程序及存量控制作業，提升工作效率、降低產品成本，提高公司利潤。

1.3. 材料管理的目的

材料管理必須建立制度，達到下列目的：

1.3.1 使材料的供應以最低的成本，達成業務的最高效能。最低成本之途徑極多，簡述如下：

- (1) 有效之搬運設備，減少運輸費用。
- (2) 掌握市價適時購進。
- (3) 減少運輸耗損。
- (4) 低廉之保險費。
- (5) 減少倉租或倉庫建築費用。
- (6) 減少倉儲耗損。
- (7) 適當處理廢料。
- (8) 增加材料週轉率，減少呆存材料。
- (9) 建立標準作業程序。
- (10) 利用電腦處理料帳，提供管理資訊。

1.3.2 做到物盡其用，供應不匱，也就是說要作到「適量」、「適質」、「適地」、「適格」、「適時」的供應。

1.3.3 材料管理之精神要求

使材料管理達成正確切實，也就是說要管得(1)井井有條，就是「不亂」；(2)筆筆有帳，就是「不錯」；(3)時時保養，就是「不壞」。

這3個目的，就是說我們要以最經濟的方法以「適量」、「適質」、「適地」、「適格」、「適時」供應材料，以期減低成本，同時我們對材料管理要做到「不亂」、「不錯」、「不壞」3大要求，並且對材料的動態要有詳實的紀錄和統計，根據紀錄統計的結果，不斷的檢討、研究，力求改進，實現最佳績效，這才是材料管理最終目的。

1.4 材料管理之範圍

1.4.1 廣義範圍

材料管理範圍有廣義、狹義之分，前者涉及料政問題，隨政策而變動，除實務性、狹義管理範圍外，尚包括下列各事項：

- (1) 業務計畫與用料經濟問題。
- (2) 事業支出與用料預算問題。
- (3) 用料考核問題。
- (4) 單元化管理與多元化管理問題。
- (5) 用料標準化與簡單化問題。
- (6) 材料規範問題。

1.4.2 狹義範圍

純屬實務性業務，自材料計畫、採購、收發、保養、領用、料帳、盤點以至呆廢料處理等均包括在內，細分如下：

- (1) 管理制度設計及各種辦法制定工作。
- (2) 統一材料名稱與分類編號工作。
- (3) 編製預算與訂定供應計畫。
- (4) 請購、調撥與存量控制工作。
- (5) 市場調查與採購工作。
- (6) 驗收、儲存、保養、領發。
- (7) 讓售、借贈與報損、報廢及呆廢料處理工作。
- (8) 料帳登記與統計、稽查、盤點、考核工作。

1.5 材料管理原則與作業程序

1.5.1 原則與程序

欲求材料管理達到盡善盡美之境地，必先建立完善之制度，制訂詳細辦法，配合良好之人才方為有效，建立制度要以「設計」、「執行」、「考核」為原則，並以「精益求精」之「新」為設計，「迅速快捷」之「速」與「實事求是」之「實」為執行，「簡單明確」之「簡」為考核之精神，再進而規定程序，循序而行，必能發揮效力。

- (1) 設計：是主管計畫、考查和控制三部份工作，包括分類編號、規格調查、計算、需要，編造預算、調度支配、管制存量以及擬定制度等工作。
- (2) 執行：是依照設計單位的計畫去執行，通常不止一個，有的管採購運輸、有的管保管領發、有的管使用消耗、有的管保養修護、有的管記錄帳務，這必須由各單位來分工合作。
- (3) 考核：是依照「設計」方面所定的計畫制度，經常或定期由帳目動態、書面表報、統計圖表及實地考察等方法作考核工作。

其相互關係如圖 1 所示：

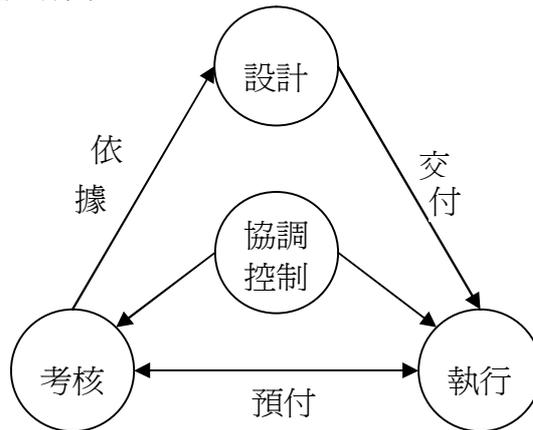


圖 1 原則與程序關係

1.5.2 確立程序是建立制度最重要的部份，材料管理作業程序依據制度設計可畫分為六個階段

- (1) 第一個階段是「需要」，就是「要」
- (2) 第二個階段是「獲得」，就是「有」
- (3) 第三個階段是「儲存」，就是「備」
- (4) 第四個階段是「使用」，就是「用」
- (5) 第五個階段是「損耗」，就是「耗」
- (6) 第六個階段是「考核」，就是「核」

亦即先是需要，於是就有，有了之後儲備起來，然後使用，使用就會損耗，最後全盤檢討有無得失，就是考核。如將這六個階段再加以分析就成十八項作業：

- (1) 需要包括 a.需求 b.預算 c.請購作業，這是預算制度；
- (2) 獲得包括 d.購置 e.運輸 f.交貨作業，這是採購制度；
- (3) 存儲包括 g.驗收 h.登記 i.儲存作業，這是庫存制度；
- (4) 使用包括 j.配發 k.使用 l.收回作業，這是補給制；
- (5) 損耗包括 m.損壞 n.消耗 o.報廢作業，這是保養制度；
- (6) 考核包括 p.統計 q.檢討 r.報告作業，這是考核制度。

1.5.3 臺鐵路材料管理作業程序

臺鐵路材料種類高達 6 萬餘項，係供軌道、橋涵、電訊、號誌、電力、照明等設施以及各型動力機車、客貨車輛及專案工程之用，其材料管理因性質特殊與一般材料管理不同：

- (1) 材料性質繁什
 - A. 依使用單位分運務、工務、機務、電務及其他單位用料。
 - B. 依材料用途分維修材料、資本專案工程材料及附屬單位用料。
 - C. 依材料使用分常用材料、非常用材料及周期性用料。

D. 依材料種類 8 大類 82 小類。

(2) 材料管理不易

本局資產高達 1 千億，新舊設備並存，常用及非常用材料常隨設備更新汰換而變動，因裝備量龐雜，材料管理不易。

(3) 材料供應困難

本局材料供應除各種車輛、號誌等主要設備之保養維護配件必須向原設備製造廠採購，常在價格及交貨時間等方面受廠商控制外，又因本局設備常超齡使用，例如車輛材料組件等在原廠不生產情況下，須依廠商條件以高量或高價採購，易發生材料呆滯及資金之浪費，亦造成材料供應之困難。

(4) 材料勘用程度及資金來源不同，須設料性管理

本局材料種類繁多，因材料之堪用程度不同，例如：新品、舊品、廢品等如不妥善管理，易生流弊；又本局因財務問題，重大投資須仰仗政府補助，為明資金之來源及流向，故須設料性管理。茲將本局各項料性詳列如后：

1 料：維修新料	K 料：高屏工程材料
2 料：舊料（勘用料）	R 料：電化工程剩餘料
3 料：一般資本工程料	H 料：平交道材料
4 料：廢料	L 料：山線二期工程材料
7 料：交專器材	V 料：老橋工程材料
8 料：組件總成修護件	J 料：屏枋路線改善工程材料
9 料：組件總成待修件	A 料：高屏電化工程材料
C 料：搶修器材	P 料：專案工程用料

(5) 為利單證作業及料帳處理須設卡別管理運用

本局存料種類多達 6 萬餘項，每月收發數量及次數頻仍（料單每月平均 3 萬餘份）且須分項計價；又因單證包括 1 卡購入、2 卡製造改製、3 卡應收、4 卡調撥、5 卡領用、6 卡退料、7 卡點盈、8 卡借入、9 卡損失、O 卡售料、T 卡料號調整、N 卡其他調整（發方）、M 卡其他調整（收方）等 13 種，為利「材料收發單」填製及料帳處理隨時更新材料主檔，即時掌握（查詢）最新資料須設卡別管理運用。

(6) 臺鐵局為使全路 43 個材料管理單位統一作業標準，將上述特性內涵依材料管理原則，「設計」、「執行」、「考核」訂定材料管理程序如下：

- A. 設計控制部份：包括下列各種作業 a.管理制度之設計 b.辦事細責之擬定 c.統一材料名稱分類編號 d.編製預算 e.編製供應計畫 f.材料請購 g.材料調撥 h.存量控制。
- B. 執行部份：包括下列各種作業 a.市場調查與徵信 b.材料採購 c.材料驗收 d.存儲與保養 e.材料領發 f.裝卸搬運 g.材料讓售 h.報損及報廢 i.呆廢料處理。
- C. 考核部份：包括下列各種作業 a.料帳紀錄 b.統計 c.材料盤點 d.料務稽查 e.專案追蹤。

臺鐵路材料管理作業程序如圖 2 所示：

臺灣鐵路管理局材料管理作業程序

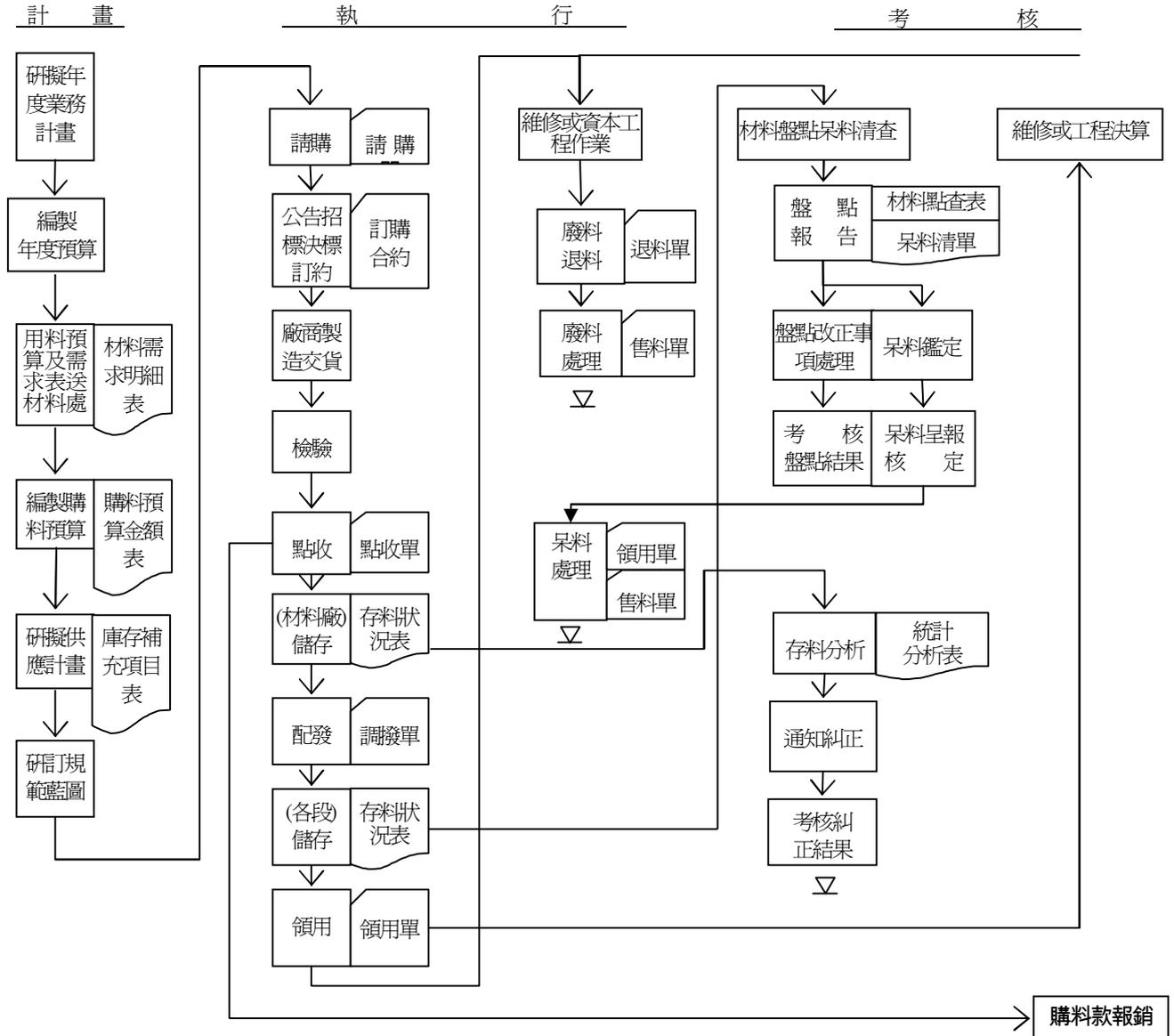


圖 2 臺鐵路材料管理作業程序

二、材料管理組織及人事

2.1 材料管理組織型態

談到管理，就不能離開組織，也不能不牽涉人事、組織和人事的好壞，直接影響管理的成敗；從材料管理來說，固然有許多技術上的問題須待研究，但組織和人事，實在是整個材料管理的先決問題；如果沒有合理的安排必將引起紛亂，無法達到管理的目的。故組織之設計應重視專業活動之劃分，並兼顧整體管理功能，同時強調權責合一及組織結構之平衡。

材料管理組織型態說明如後：

2.1.1 集權制組織

在事業總機構內，設置一級材料管理單位，直屬事業首長，集中採購、統一調配，直接管理倉儲收發業務。

優點—(1)職權統一、指揮靈活；(2)統一調度、互通有無；(3)統籌採購、價格便宜；(4)牽制少、效率高；(5)料務統一、整齊劃一。

缺點—(1)與其他部門間因互不瞭解，易生磨擦；(2)各部門材料管理人員因受總機構材料部門之節制，對該部門主管之經理權難免有割裂、削弱之慮；(3)機構組織龐大常有顧此失彼，緩不濟急及供應延誤之慮。

2.1.2 分權制組織

與集權制相反，將材料管理業務分置各部門或各分支機構，一切料政、料務由各部門或各分支機構決定及運作。

優點—(1)配合各部門業務，供應靈活、迅捷、機動；(2)各部門經理權保持完整。

缺點—(1)不能互通有無；(2)各自為政，料務處理不能一致；(3)人員與設備增多。

2.1.3 均權制組織

係依材料管理各種作業之性質予以劃分，適用於集中管理者，由總機購設置單位辦理，適於分辦者，由各部門或分支機構分別辦理；例如：屬於料政或設計考核業務，如釐訂材料管理辦法或規章，核定最高、最低存量，統一材料名稱及分類編號，編製預算，訂定供應計畫，指導考核及人才訓練、儲備等業務，應由總機購專設部門負責；屬於料務或一般執行工作，如材料之採購、倉儲、收發、保養乃至裝卸、搬運等宜交由各部門或分支機構自行辦理。

2.2 決定組織型態之因素

材料管理之組織型態究以採取何種方式為宜，其有關因素甚多，茲述其最基本者如下：

2.2.1 事業之基本組織型態

事業如為公司組織或政府機構，決定組織時著重權責分明，講求分工合作，辦事須有系統組織，如為獨資經營之事業則側重運用靈活，不十分重視各層組織，亦不著重分權辦事，故無需明確繁複之系統組織。

2.2.2 事業規模大小

規模愈大，則業務愈繁，組織之階層亦愈多，分工精細，上下左右之指揮與聯繫系統應明確規定。

2.2.3 事業重心所在

以製造業為例，其業務以生產成品為重點則材料管理工作配屬於生產部門，以便靈活運用配合生產；若事業所需之原料為構成其生產成本之絕大部份，如各種加工業，其成敗關鍵在於原料供應，則材料管理工作又處於舉足輕重之地位。

2.2.4 分支機構之有無及其分佈地區

分支機構愈多，地區分佈愈廣，則總機構統轄不便，為配合實際業務必

須劃分總機構與分支機構之權責，並對分支機構授予更多權限。

2.2.5 市場情形

材料供應市場或產品市場與事業總機構或分支機構所在地之遠近、距離、便捷程度等，均可影響材料管理組織及權責，譬如加重原料供應地區之分支機構之標購權責，或另在該地區設立機構管理之。

2.2.6 運輸情形

交通愈便利則管理愈集中，交通可決定生產工場之所在地，可決定材料儲運中心之位置。

2.3 鐵路材料管理組織

2.3.1 組織原則

鐵路事業以提供運輸為主，公營體制規模龐大，附屬機構分散全省各地區，故影響其組織型態，但仍有其原則。

- (1) 專設部門：鐵路事業規模龐大，業務繁什，依據組織理論必須統一指揮，意志集中，行動一致，各司其事，各盡其責；換言之即需建立組織中心，設置組織系統，不宜依附其他部門，以免事權分散；材料管理工作由材料處專司，採取集權制之精神，但視其他業務單位工作環境於工作所在地區設置小型倉庫，由各作業單位直接管理以便配合實際作業。。
- (2) 直屬事業首長：材料處專司材料管理工作，直屬事業首長以增加其地位，發揮幕僚機能，使其工作專業化，以支援運輸業務。
- (3) 建立制衡制度：材料管理部門經常為動支大量經費，其內部組織必須注意制衡作用，譬如：材料之請購、採購及檢驗均分屬不同單位，材料之帳務與倉儲作業應分別辦理。

2.3.2 臺鐵局材料管理制度與組織之演變（1887 年～2011 年）

鐵路材料供應係以滿足鐵路工程施工需要及營運設備之適時維修為基本要務，自劉銘傳於百年前首先築路時如此迄今並無兩樣，所變者為隨路線增多、業務量增加後，設備及其維修材料種類更加複雜化及數量龐大化，致涉及有效管理及如何降低成本，提高盈餘等問題，茲將制度與組織之演變情形說明如后：

- (1) 劉銘傳於光緒 13 年(1887)成立鐵路局時，材料供應工作似由提調(清官名)負責，外洋材料則由德國商人布朗德呈請臺灣巡撫府准許，在臺北大稻埕設立瑞記洋行辦理採購與運輸事宜，材料種類包括鋼軌、橋樑、機車、客貨車輛等，國內材料以枕木及石材為大宗，均由商人承包採運至現場運用，材款由收課銀(出納)人員支付，業務單純，雖尚無明確制度可言，亦能達成供應目的，體制如下：
總辦—提調—經辦—承商—工程單位。
- (2) 日本據臺時期，因日人在本土運營鐵路數十年已積有相當經驗，在制度上由臺灣總督府鐵道部訂定有鐵道法規三編：第一編通則，第二編經理及工事，第三編營業；材料管理法規列於第二編第五章物品通則及第六章賣買貸借。物品通則規定有物品會計(材料會計)、物品出納(材料收發)、物品保管等 42 種；賣買借貸內有競爭契約(公開招標)、指名競爭契

約(指定廠商比價)、賣買貸借契約、物品納付(交貨)、物品檢查(材料檢驗)等 37 種規定，至於材料管理組織而言，係由經理課用品係負責材料之請購、供應及收發儲存、報銷等料務事宜；購買係負責材料採購，嗣後隨業務之發展，至日本戰敗時改為需品第一係及第二係，仍隸屬經理課，日據時期鐵道部材料管理組織大致上有下列變遷：

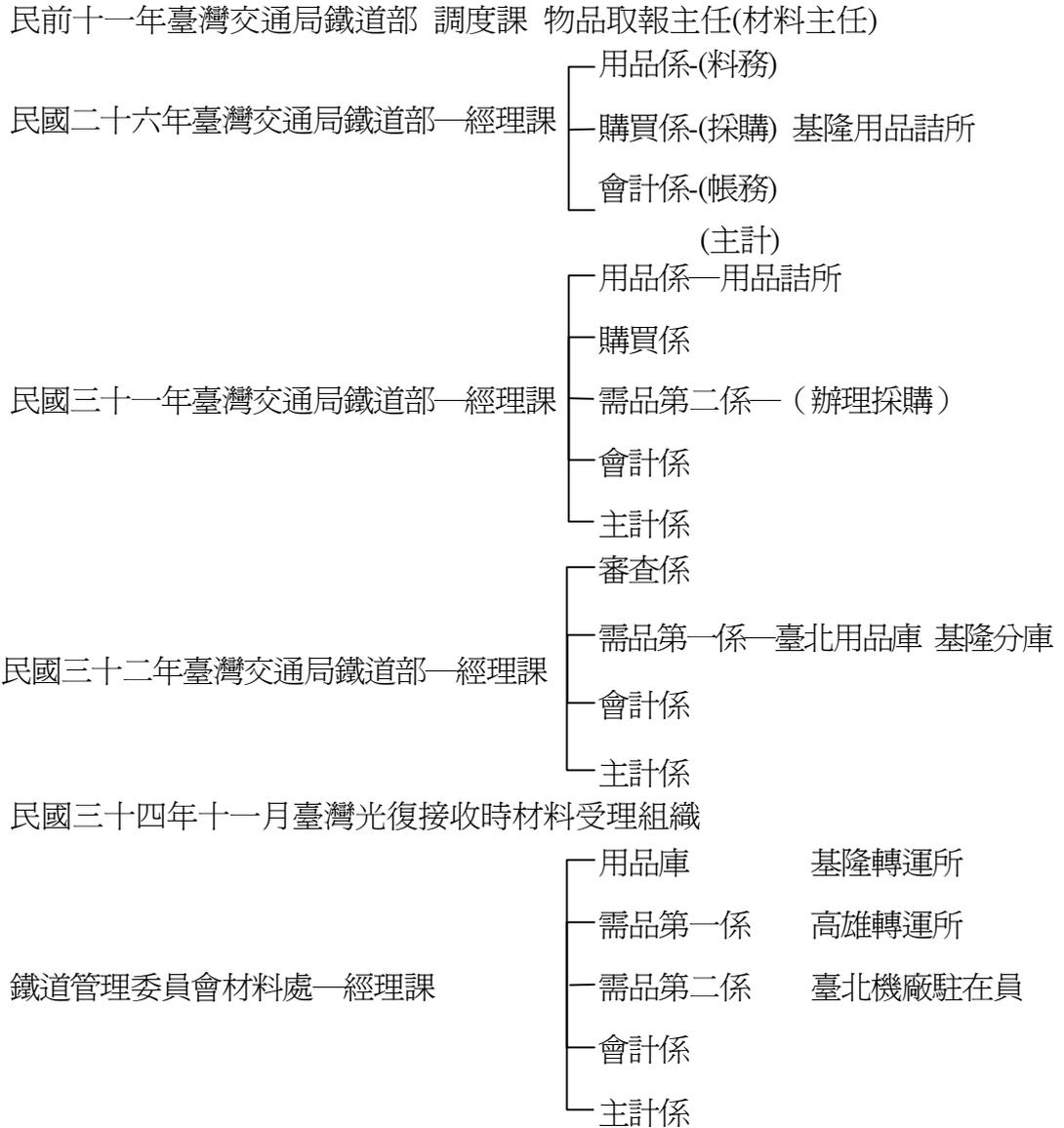


圖 3 日據時期臺灣鐵路管理局材料處組織系統及任務

- (3) 光復初期(民國 34 年 11 月～民國 38 年 3 月)接收過渡期，臺灣光復於民國 34 年 11 月，臺灣鐵路管理委員會成立，下設材料處接收鐵道部經理課需品第一係，需品第二係及用品庫，其中用品庫之下設有基隆轉運所、高雄轉運所及臺北機廠駐在員，暫維持原組織型態作業，材料處僅負責監理工作，至民國 35 年 3 月原鐵道部經理課裁撤，將需品第一、二係(35 年 10 月改為一、二課)，及用品庫直接隸屬於材料處，一切購料，除經常行車必需材料外，其餘特殊材料，多領用日據時代歷年積存材料，以資維持，至於購發材料手續，暫照日據時代辦法辦理，民國 36 年 1 月，業務逐漸改進，乃依據以往情形，及配合當時需要，改設：

A.採購課，內分二股，第一股主辦金屬類，第二股主辦非金屬類。

- B. 考驗課，內分兩股，第一股辦理審核物品價格，第二股辦理檢驗物品質量。
- C. 儲運課，內分三股，第一股辦理料帳登記，第二股辦理材料保管事宜，第三股辦理材料配發事宜；另設文書、事務兩股，辦理處內文書財務及庶務等事宜。

本次改組着重於考驗品質及配合供應，對於委託省貿易局代辦之外洋購料因人力不足，聯絡不週，延誤用料，乃於 36 年 7 月，針對事實再予改組，設計核、採購及料務三課，同時將用品庫改組為臺北材料廠，辦理工、電料及運務料之收發存業務，接管臺北機廠物品倉庫，成立松山轉運所，另增設基隆、高雄、花蓮轉運所，及物料試驗所。材料處為發揮組織功能於民國 38 年再行調整組織，處內仍設計核(嗣更名為稽核)、採購、材料三課，其中料務課將考驗、調查兩股撤銷，改設供應股，處外設臺北、松山、高雄、花蓮四個材料廠，及八堵、鶯歌兩個煤炭驗運所，材料處業務初步基礎於是奠定，組織及任務如圖 4 所示：

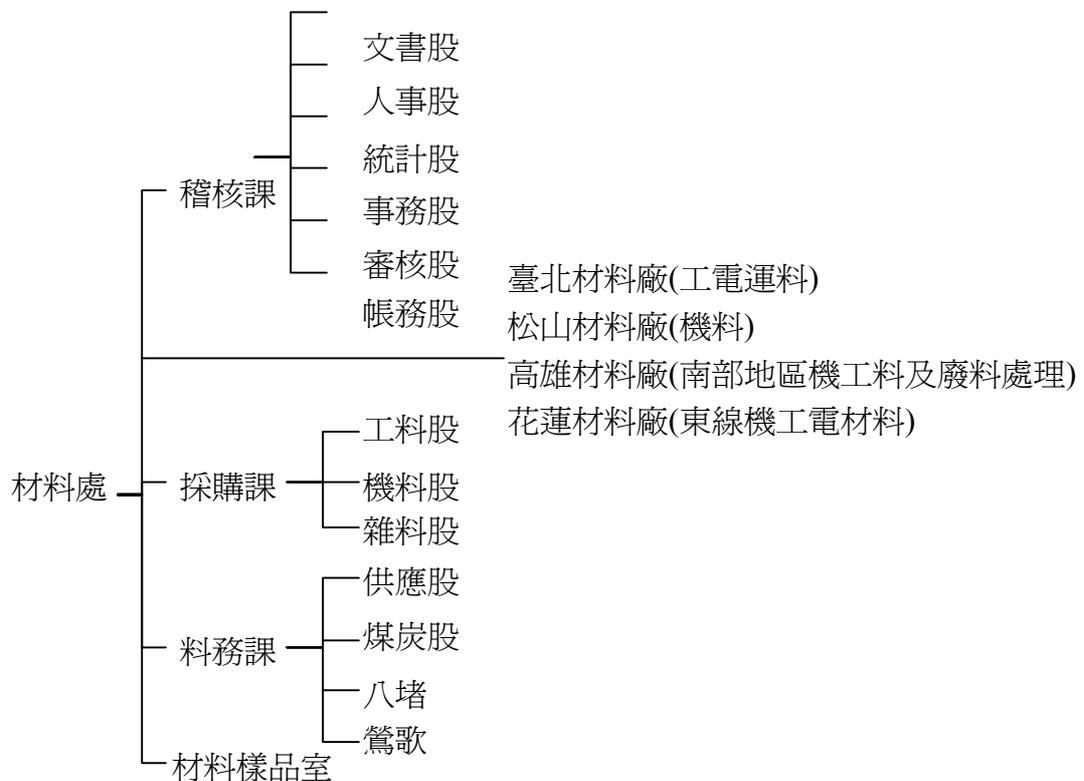


圖 4 光復初期臺灣鐵路管理局材料處組織系統及任務

- (4) 安定期(民國 39~50 年)，此時期屬於蒸氣機車時代，材料處組織已見穩定，因業務上係以蒸氣機車所需煤炭之供應，機務用銅鐵材料，及工務用鋼軌、枕木之購供為大宗，制度上研訂材料管理辦法，以資遵循，因日據時期臺鐵局材料管理制度，購進材料即列入用款科目報銷(如現行自購材料辦法)，存料由用料單位保管，料帳只登記數量不記價值，每年編列用料預算，按預算用料，依據預算計算成本，雖對帳務工作簡化，但於用料不能切實考核，以預算計算成本亦不確實，而購入材料即以用款會計科目出帳，對儲存材料不易考核，更易生流弊，有鑑於此，材料管理辦法規定，材料預算分為用料預算，及購料預算，購入材料列資產科目存儲，俟以用料會計科目領用時始以費用核銷，列入成本，實際作業

上係依據預算實行計畫購料，集中料帳設立材料總登簿，登記材料收發動態及料款報銷，在材料廠方面實行定期發料，以應用料單位需要，並減少運輸成本等措施，並為提升材料管理績效，辦理材料管理人員訓練，俾資因應。

- (5) 發展期(民國 51 年~75 年)，民國 50 年左右本局營運設備上兩大轉變，一為機車動力柴電化，及號誌電氣化；因柴電機車輛數增加，及彰化臺南間 CTC 號誌之完成，維修所需材料配件項目增加甚多，除修訂材料名稱彙編，以利管理外，由於人工登帳費事費時，每月料款決算遲緩須一至一個半月，影響料務及會計事務甚鉅，因此於民國 52 年 7 月由材料處及會計處派員組成料帳處理中心，利用電腦處理料帳業務，以電腦報表代替總帳，縮短結算及統計時間並奠定擴大利用電腦處理資料之基礎。

民國 59 年為加強存量管制及倉儲管理，增設倉儲課，內設三股，第一股辦理預算、廠務、統計，第二股辦理機料請購供應及存量管制，第三股辦理工務、電務材料之請購供應。存量管制方面，依據各項材料之耗用價值，耗用頻率，選定主要國內材料 1,271 項，建立管制卡，登記庫存耗用數據，訂定請購點及一次購量，自動補充，對於降低倉儲成本，及提高供應效率績效甚佳，有關存量管制細節，請閱臺鐵局存量管制之演進。民國 61 年電腦中心(嗣改為資訊中心)由原委託外商電腦改為自租電腦處理資料，材料帳務部分建立 A5 系統，報表方面材料處所用者主要為 21 表(全路材料收發存月報)及 50 表(全路材料收發存價值統計表)、存料單位所用者為 23 表(各段收發存月報)、會計處(增設料帳課)所用者各種會計科目用料借貸表(02、07、19 表等多種)及 27 表(月結表)。

民國 63 年 7 月臺鐵局西部幹線電氣化工程處成立，材料供應方面，由材料處各課廠組成供應組及供應隊，投入為期五年之久的國家重大建設，並順利完成任務，除於「臺鐵局電化工程器材及設備之供應」一文內另行細述外，在任務分配方面：供應組由處長、副處長、料務、採購、倉儲及稽核課選派人員擔任；料務課負責美國 GE 電力機車及 MKIC 加強軌道工程器材設備供應合約；採購課負責美國 GEC 電力機車、EMU 電聯車、電車線、遙控設備及電訊等器材設備供應合約；倉儲課負責號誌及 ATW/ATS 等器材設備供應合約，均負責由採購、招標、審標、決標、簽約至交貨結算之全部供應過程；稽核課負責料款之登記、審查、報銷作業；供應隊由臺北、松山、高雄材料廠分別擔任，辦理電化工程材料之驗收儲存配發，由於各經辦同仁均須經手，預算、請購、投標、審標、決標、訂約、開狀、交貨文件處理、託運、收發保管、索賠、結算、異常狀況處理等，全盤材料管理作業，雖然工作辛苦，於私而言，機會千載難逢，獲益良多；於公而言，不失為培植人力提升管理改進層次的良方。

民國 68 年 6 月電化工程竣工後，本局新增電力機車、電聯車、電車線、變電站、號誌及養路用整碴、篩碴、砸道機等設備繁多，其維修所需材料配件增加約 1 萬 5,000 種，連同原有者，臺鐵局材料種類達 4 萬 5,000 種之多，以原有 1,271 項列卡及運用表報管制方式，已無法應付實際需要，須再擴大管制範圍，加強利用電腦進行全面管制始能達成以較低成本充分供應材料之目的，故於 69 年 7 月 15 日奉派成立研究小組，着手研究電腦線上作業之可行性，經成本效益分析，採取投資 500 萬元，獲益 95 %管制績效之第三方案，將材料處倉儲課改組納入松山材料廠動

力車配件管制業務，於民國 70 年 12 月 1 日成立材料管制中心，內設四股，第一股(企劃)辦理預算、廠務、存量基準、材料編號、呆舊料鑑定、存料統計分析、材料盤點及資訊運用等業務；第二股(機料)負責客貨車材料之預算控制、請購、補充、調撥及存量管制；第三股(工、電料)負責工務及電務材料之請購、補充、調撥及存量管制；第四股(車件)負責動力車配件之請購、補充、調撥及存量管制；材料管制中心內並設置電腦終端機壹台，以供查詢庫存耗用動態，除對所有耗用材料全面控制外，並重新選定 5,680 項高價及常用材料訂定存量基準，嚴密管制結果，全路庫存值已自民國 72 年 6 月 34 億 9,000 萬元，至 75 年 6 月降為 27 億 8,000 萬元，減少存料價值達 7 億 1,000 萬元，績效顯著，至管制方法細節請閱臺鐵局存量管制之演進第四期，此時期臺鐵局材料供應型態大幅改變，於成立材料管制中心，同時亦裁撤八堵、鶯歌煤炭驗運所、田中、龍井煤場，以及山佳、六堵油庫，材料處組織體系及任務如圖 5 所示：

- (6) 再造期（民國 76 年～100 年），臺鐵局因年年營運虧損，造成財務困難，政府為解決臺鐵局財務問題並提升競爭力，將組織與人事列為「臺鐵整理委員會」整理改進工作目標，實施組織機構與人力精簡計畫，除繼續進用新的事業力外，應盡力汰減冗員，並以 5 年內精減百分之 16 為目標，材料處在此期間配合組織精減，處內將稽核課裁撤與料務課合併；處外將花蓮材料廠縮編為花蓮材料庫。隸屬高雄材料廠，因花蓮庫以機料供應為主後改隸松山材料廠，同時裁撤松山材料廠彰化材料庫及臺北材料廠烏日材料庫，並將高雄材料廠廢料庫於前鎮地區遷回本廠，精減後材料處內設料務課、採購課及材料管制中心，外設松山、臺北、高雄三個材料廠，人員編制上計刪減課長 1 人、股長 3 人廠長 1 人、副廠長 2 人（花蓮廠及高雄廠各 1 人）、主任 3 人（花蓮廠總務、材料及倉儲股，僅保留待驗庫主任）及庫主任 3 人（花蓮廠溪口庫、松山廠彰化庫、臺北廠烏日庫），並將裁撤廠、庫經辦人員調回本廠，再藉工作調整使各廠因出缺不補、不足之人力得以紓解。

民國 88 年實施政府採購法，臺鐵局將每年百億以上原由運務、工務、機務、電務各處自行辦理之工程勞務採購由材料處成立採購中心統一辦理全路採購業務，除營造臺鐵局採購公開、透明、公平、競爭及效率之形象外，對採購法之瞭解與運用亦能統一事權；採購中心除由各處原經辦人調任組成外，因臺鐵局各段、廠分佈全省各地，為使採購作業更有效率，分別於中區、南區、東區下設採購課，辦理授權金額 500 萬元以下工程及 100 萬元以下之勞務採購案件。

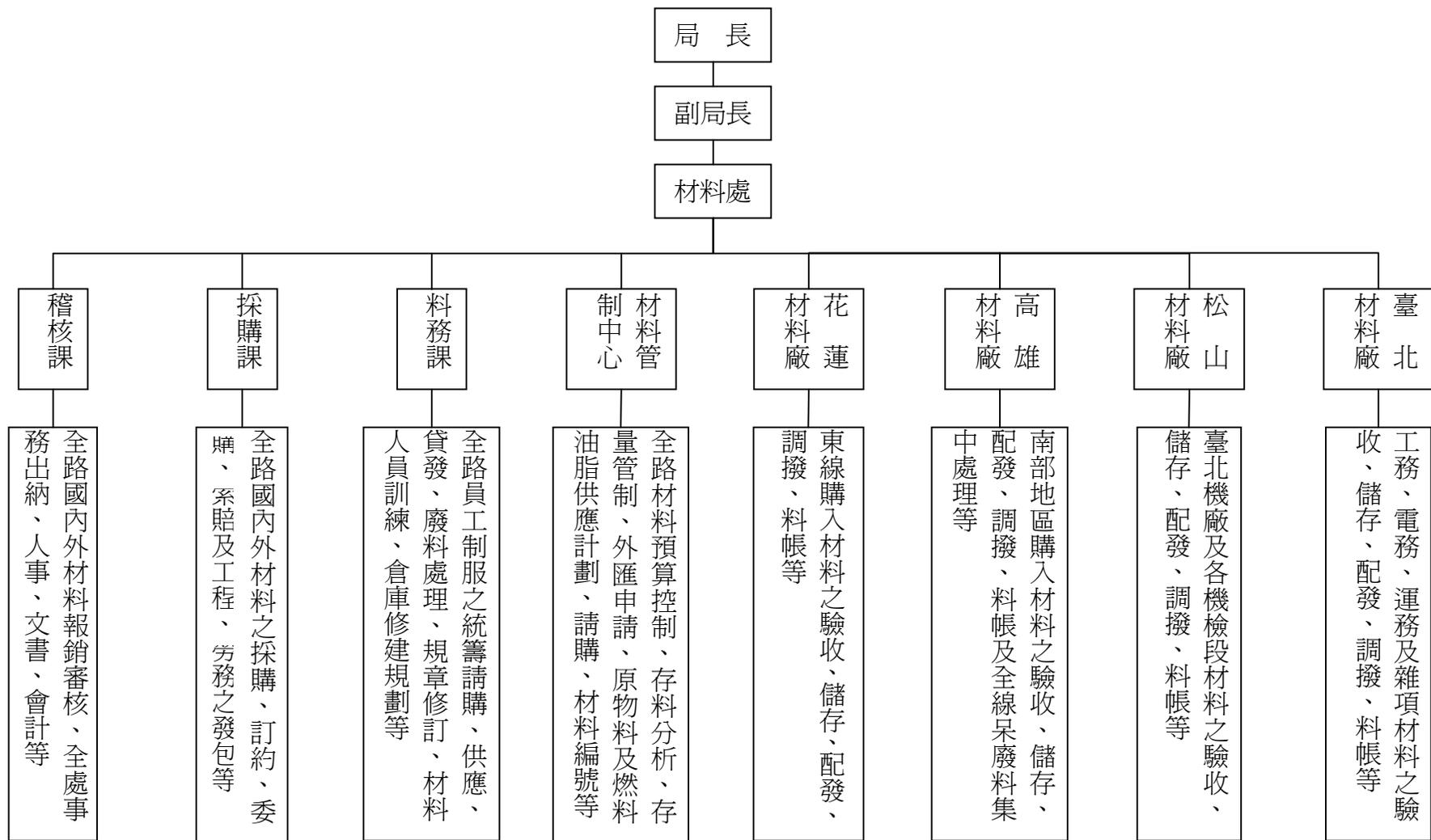


圖 5 民國 75 年臺灣鐵路管理局材料處組織系統及任務

民國 93 年臺鐵局組織機構與人力再行改造，材料處組織編制亦配合調整，將材料管制中心及料務課裁撤，重整合併兩單位業務，另成立綜核科，下設工電料、機車及客貨車配件、考核、企劃、審核等五股，辦理全路材料預算控制、存料分析、存量管制、供應計畫、材料編號、規章修訂、呆廢料處理、資訊規劃運用、人員訓練、事務出納、人事文書及會計審核等業務，同時廢除採購中心任務編組，成立工程勞務採購科下設工程、勞務、審核三股，辦理全路工程及勞務採購案件審核、公告、開標、決標、簽約、廠商異議申訴、採購法令規章之蒐集、整理諮詢宣導及採購作業流程擬（修）訂等業務；另將原採購課更名爲財物採購科，下設國內料、國外料、管制三股（原四股減爲三股），辦理全路國內外材料採購等案件審核、公告、擬訂底價、開標、決標、簽約、委購、索賠；廠商異議申訴及採購法令規章之蒐集整理、諮詢、宣導及採購作業流程擬（修）訂等業務；並將松山材料廠更名爲北區供應廠，負責臺北機廠、各機檢段及東線材料之驗收、儲存、配發、調撥、料帳以及東區 500 萬元以下工程及 100 萬元以下勞務之採購業務；臺北材料廠更名爲中區供應廠，負責工務、電務、運務及雜項材料之驗收、儲存、配發、調撥、料帳以及中區 500 萬元以下工程及 100 萬元以下勞務之採購業務；高雄材料廠更名爲南區供應廠，負責南部地區購入材料之驗收、儲存、配發、調撥、料帳以及全路呆廢料處理以及南區 500 萬元以下工程及 100 萬元以下勞務之採購業務；並縮編供應廠組織，分設總務課、材料課及採購課，另北區供應廠於花蓮地區設花蓮材料庫，南區供應廠內另設廢料庫，改造後材料處組織體系，如圖 6 所示：

2.4 材料管理人員之必備條件

凡一事業既有嚴密之組織及良好之制度，仍賴於人力之執行，如不得其人，則不但良好之制度難以貫徹實施，而且弊端叢生，必致一敗塗地。無論任何工作要求之人才，不外品德與人才兩方面，必需要有高尙之品德與良好之才能始可勝任愉快。

2.4.1 材料管理人員應具備之才能

茲就其所擔任之工作分別論述如下：

- (1) 材料主管人員：材料主管人員應兼具技術及管理知能，必須具有遠大之眼光，對該事業機構之全盤業務要有深切之瞭解及豐富之經驗，並有組織及領導能力始可勝任。
- (2) 材料管理規範及控制人員：此項人員通常應具備有存量控制之知能、材料之來源、用料情形、各種材料之用途，及材料管理作業程序規章，要有深切之瞭解，並須具有規劃及調度之才能。
- (3) 採購人員：必須對市場供應情形熟悉，除對材料之規格性能有豐富之經驗外，並熟知法令規章，以及各種契約條款能透徹了解，庶不致發生問題。
- (4) 材料檢驗人員：此項人員必須具有專門之物理試驗與化學分析知能，除對所檢驗材料之規格性能有深切之瞭解外，對各種標準如 CNS、TRA、TIS... 等均應熟知。

- (5) 倉儲保養人員：此項人員應對其所保管材料之性能有充份之瞭解，深切明瞭何種材料應予防潮處理，何種材料忌光忌熱，何種材料易燃、易腐，何種材料有危險性，針對不同性質材料予以不同情形之保養，始不致發生問題。
- (6) 材料帳務人員：此項人員除對會計帳處理有基本之知能外，並須明瞭材料管理作業程序，對材料規範、單位要有基本常識。
- (7) 材料稽查人員：此項人員除具有會計、審計方面之學識外，對材料管理各部門作業如：預算編制、採購檢驗、收發保養、料帳、裝卸搬運等，均應充份瞭解始可勝任。

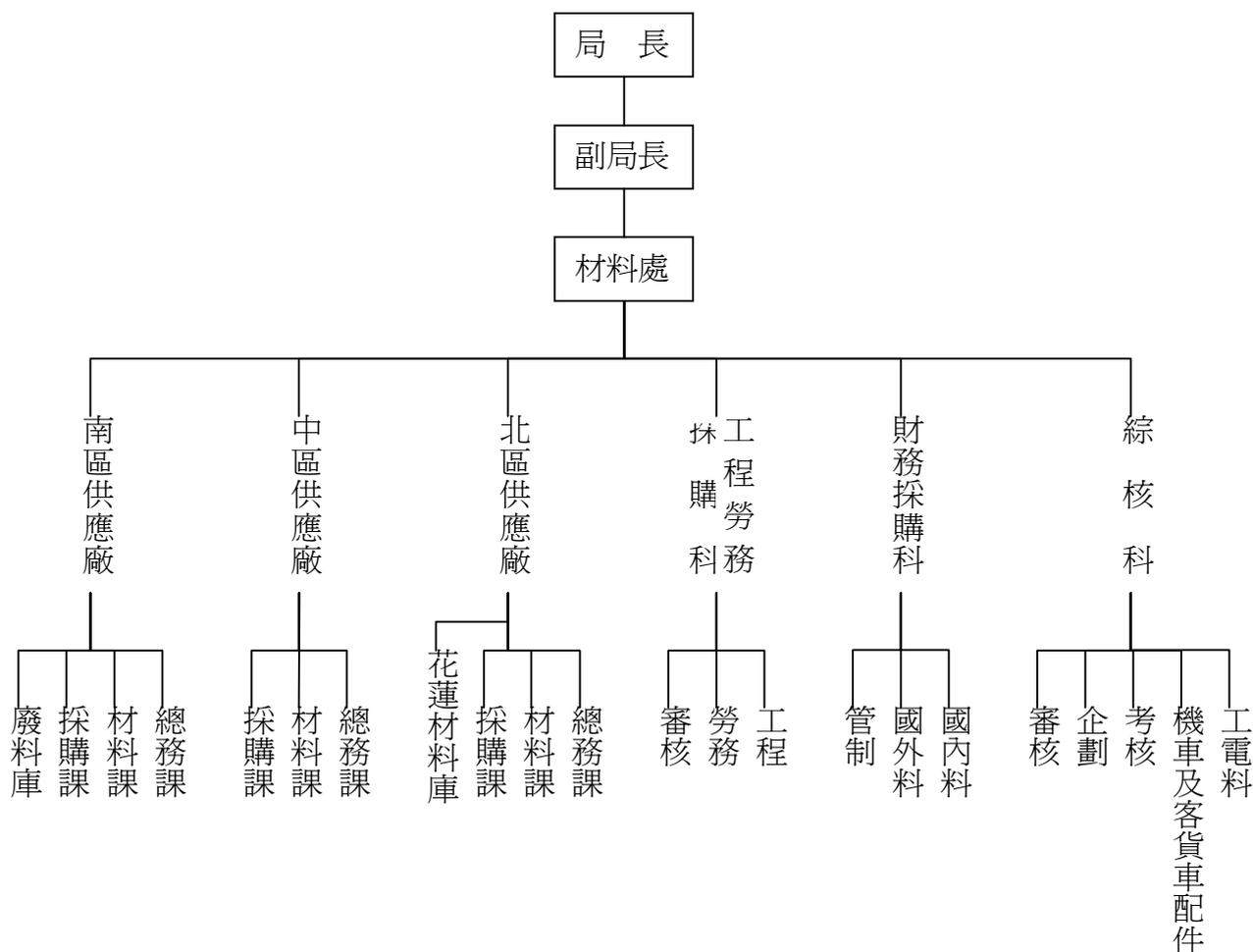


圖 6 民國 93 年臺灣鐵路管理局材料處組織系統及任務

2.4.2 材料管理人員應具有之品德

茲將應注意事項列舉如下：

- (1) 學識修養：大體而言有高深教育者，其修養品德較佳。
- (2) 家庭環境：家庭環境美好，所謂傳統詩書人家自幼受有品德教育。
- (3) 嗜好交遊：凡性格內向、喜研究、嗜好多為有益身心者，其品德較可靠；若交遊廣泛、結交酒肉朋友、追逐奢華者，品德多不可靠。
- (4) 生活行動：平時生活簡單、樸實、耐勞、不追求物質享受者，其品德較佳。
- (5) 社會關係：無強力背景者，較能忠於職守。

2.5 鐵路材料管理人員訓練

材料管理人員訓練其目的在強化員工在職訓練，使每位材料管理人員能確實了解材料管理相關規定，俾能依法行政，避免發生業務缺失及錯誤，並藉作業程序及方法提升材料管理績效。鐵路材料管理人員訓練方式如下：

2.5.1 材料管理專業訓練：

- (1) 採購基礎專業訓練班：每年分 3 梯次在員工訓練中心辦理。訓練重點包括：
 - A. 採購法令及作業規定教育訓練
 - B. 採購稽核錯誤態樣提示及宣導
 - C. 實務工作經驗及意見交流
 - D. 法治教育宣導：宣導與材料管理有關之竊盜罪、侵佔罪、公務員登載不實文書罪及貪污治罪條例之法律責任與案例，俾使管料人員有所依循，避免觸法。

以上授課時數（含法治教育 4 小時）共 15 天 88 小時。

- (2) 材料管理訓練班：每年分 3 梯次在員工訓練中心辦理。訓練重點包括：
 - A. 材料管理作業程序及規定
 - B. PA 材料管理系統
 - C. 倉儲管理作業實務
 - D. 工作經驗及意見交流
 - E. 法治教育宣導

以上授課時數（含法治教育 2 小時）共 5 天 38 小時。

2.5.2 定期採購作業研討會：

每年由材料處假北部、中部、南部、東部地區邀集各單位召開研討會。研討會重點包括：

- A. 宣導採購法令及作業規定
- B. 採購稽核錯誤態樣提示
- C. 政風及會計單位相關說明
- D. 工作經驗及意見交流

2.5.3 材料管理人員勤前教育：

由材料處依據本局材料管理須知、各種作業要點及作業程序暨竊取盜賣材、廢料之相關刑事、民事責任及行政處罰等規定，蒐集、摘錄與材料管理人員業務上必須了解之相關規定彙整為『材料管理人員勤前教育紀錄表』，每天一則，可供 70 天重覆使用，由各單位材料主管利用每日上下班負責宣導並作勤前教育，其內容如下：

〈 單位 〉		材料管理人員勤前教育紀錄表	年 月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A1)	直屬主管簽章
		☆ 刑法： ◆第 336 條(公務侵占罪)：對於公務上或因公益所持有之物，犯前條第一項之罪(意圖為自己或第三人不法之所有，而侵占自己持有他人之物)者，處一年以上七年以下有期徒刑，得併科五千元以下罰金。 ◆第 320 條(竊盜罪)：意圖為自己或第三人不法之所有，而竊取他人之動產者，為竊盜罪，處五年以下有期徒刑、拘役或五百元以下罰金。	
		☆ 材料應依材料性質做分類儲存： 1.膠性材料：忌曝曬，應儘量放置室內。 2.易燃材料：應另倉儲存管理。 3.怕潮、怕蛀腐材料：應存放乾燥之處及注意時常移曬。 4.機具配件：應時常檢查並塗油脂以免鏽蝕損傷。 5.忌光怕熱材料：應注意通風性及溫度調節。 6.油漆塗料：應避免存放過久，硬化變質。	
		☆ 各單位應按月將拆收下來之收回料集中分類鑑定，並詳列數量清單，應加強巡查防止被竊。 ☆ 包工包料工程材料，屬本局責任產生未使用之剩餘料及終止契約已計價屬本局產權之材料，應以材料收發單「7 卡」、料性「Y」收回 PA 料帳管理系統列管。	
		☆ 各單位應落實下列管理作業： ◆ 存料卡管理：詳載材料名稱、規格、數量及進出紀錄。 ◆ 每月核對 23 表及更正紀錄，務使料帳完全相符。 ◆ 庫存材料每年要定期盤點及不定期抽點，期材料數量與帳面結存相符，並檢查倉儲管理是否適當，俾增進管理效能。	
		☆ 滅火器的使用口訣：拉、拉、壓，① 拉開保險 ② 拉開噴嘴 ③ 壓下開關噴向火的基部。 ☆ 廠段呆料鑑定處理小組負責該單位呆料之鑑定及追蹤執行處理之責任。 ☆ 養成『上班不喝酒，喝酒不上班』習慣。(局長訓勉)	

〈 單位 〉 _____ 材料管理人員勤前教育紀錄表		年	月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A2)	直屬主管簽章
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 貪污治罪條例： 第 4 條(第 1 項第 1 款侵占公有財物罪)： 有下列行為之一者，處無期徒刑或十年以上有期徒刑，得併科新台幣一億元以下罰金： 一、竊取或侵占公用或公有器材、財物者。 二、藉勢或藉端勒索、勒徵、強占或強募財物者。 五、對於違背職務之行為，要求、期約或收受賄賂或其他不正利益者。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 材料倉庫應備妥適當之手工具、度量衡器及搬運機具、容器等，由管料人員經常檢查並依相關法規作必要之檢驗。 ◇ 每月新產生之廢料應列輔助（保管）帳，詳載項目、數量及收發日期加強管理。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 各單位領發材料作業，應以材料收發單為記帳憑證。發料時，應依先進先出之原則辦理。 ◇ 各單位對已領之材料，如尚有剩餘，或工作計畫變更不需用時，應隨時填具材料收發單「6 卡」註明原領用單證號碼、單價、工作號或會計科目按原料性繳回用料單位倉庫。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 在工作上要有「安全第一」的絕對觀念。應接受安全衛生勸導，不貪圖省事方便，養成安全衛生習慣。 ◇ 機車車輛、機械設備及隨車隨機配件於驗收後，機車車輛或機械設備應由使用單位領用後列財產管理，隨車隨機配件亦應隨主體併入財產。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 辦理定期實地盤點，各存料單位之倉庫單位應於盤點前 1 星期通知有關用料單位限期辦竣各項應收、應發及餘料退庫之帳務手續。 ◇ 自購材料應嚴格審核，如有購買不當，或購而不用等情事，應予追查責任。 ◇ 用料單位於工作過程中所產生須退回之舊料，如無法再利用或無利用計畫者，以廢料「料性 4」收料。 	

〈 單位 〉 材料管理人員勤前教育紀錄表 年 月			
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A3)	直屬主管簽章
		☆ 刑法： ◆第 213 條（公務員登載不實文書罪）：公務員明知為不實之事項，而登載於職務上所掌之公文書，足以生損害於公眾或他人者，處一年以上七年以下有期徒刑。 ☆ 民法： ◆第 184 條（獨立侵權行為之責任）：因故意或過失，不法侵害他人之權利者，負損害賠償責任。故意以背於善良風俗之方法，加損害於他人者亦同。	
		☆ 追求卓越 向上看齊(局長轉達 部長對民航局同仁訓勉) ■ 我們雖來不及全面翻新，但我們的服務可以很卓越 ■ 要為成功找方法，不要浪費時間為失敗找藉口 ■ 不要羨慕人家可以作的，要去想自己可以作到什麼 ■ 改善，不要給自己設玻璃天花板，該突破時就要突破 ■ 應把這次改善當成別人給我們的最後一次機會。	
		☆ 體積龐大，重量過重，易於變質，或價值高昂之材料，應視其特殊情形，另籌適當位置儲存。 ☆ 每月新產生之廢料應列輔助（保管）帳，詳載項目、數量及收發日期加強管理。 ☆ 儲存材料之倉庫及場地，在不影響人員安全及出入便利之原則下，應充份利用有效空間。	
		☆ 自購材料如需調撥使用時，以原料性「G」辦理，不得調整料性調撥。 ☆ 各單位對儲存 1 年未領用或計畫變更不再使用之舊料，經主管處簽准後調整為廢料處理。	
		☆ 各單位報廢之財產，其中機械、交通類其價微以行政命令公布者及什項類，經會計室於財產減損單處分命令欄核定以報廢財產就地處理者，無須以廢料收回，得款以什項收入繳局。 ☆ 有危險性及易燃之材料，應另設倉庫隔離儲存。	

〈 單位 〉 _____ 材料管理人員勤前教育紀錄表		年 月	
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A4)	直屬主管簽章
		☆ 公務員懲戒法： 第 2 條：公務員有左列各款情事之一者，應受懲戒： 一、違法。 二、廢弛職務或其他失職行為。 ☆ 交通事業鐵路人員獎懲標準表： ◆ 有下列情形之一者，申誡： (三)對機具器材保管或使用不當，因而損壞或遺失者。 (五十四)對公物保管不善，損失較輕者。	
		☆ 廢料就地標售提貨點交注意事項： ◆ 得標人對標的物拆解整理後產生之廢棄物處理時，應委託領有廢棄物清除處理之證照業者為之，如有因得標人不法行為致本局受罰，本局得向得標人求償。 ◆ 得標人對廢機車車輛、廢鐵路客貨車或廢大型機具就地拆解後產生之垃圾須清運乾淨，如有壓損場地路面或損壞設備應負責回復原狀。	
		☆ 不可輕忽維護行車安全的每一個環節，小心『魔鬼藏在細節裡』，因為輕忽工作上的細節，導致相關的行政疏失或無法彌補之缺憾均非所宜，除請同仁引為戒惕外，務必恪遵各項標準作業程序 (SOP)辦理。(局長訓勉)	
		☆ 儲存之材料，管料人員應負責管理並勤加檢查，隨時注意材料之進出、保養。 ☆ 材料倉庫，均應順序編定號碼，庫內堆置材料之地面位置與料架及格層，應視需要情形適當畫分，並順序編定號碼。	
		☆ 易於銹蝕、霉爛或變質之材料，管料人員應隨時予以適當保養。 ☆ 各單位收到借出歸還之材料，由該單位另填開材料收發單「4卡」交由材料處連同填開之材料收發單「6卡」送交供應廠轉帳。	

〈 單位 〉 _____ 材料管理人員勤前教育紀錄表				年	月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A5)		直屬主管簽章	
		☆ 交通事業鐵路人員獎懲標準表： ◆ 有下列情形之一者，記過： (一)工作不力，貽誤公務或對經管業務未盡職責，致肇不良後果者。 ◆ 有下列情形之一者，記一大過： (三)利用職務上之機會以圖本身或他人之利益造成嚴重損失者。 (三十九)檢查倉庫業務查報不實者。			
		☆ 呆料之範圍 (一)車輛、機具設備(主機母機)已逾(達)核定使用壽齡，奉准報廢所剩餘未經使用之料、配件，且無利用機會者。 (二)車輛、機具設備之料、配件，儲存3年以上，未曾動用且將來無使用機會者。 (三)原裝備規範性能改變，致原配件不能使用且無利用價值者。 (四)因工程完工結案後，剩餘物料不適合維修或其他工程用途者。			
		☆ 管料人員對於倉庫存料，應經常以帳存數量與實存數量相核對。 ☆ 管料人員於上下班時均應巡查經管材料，有異狀時，應即報告有關主管查驗，並會同守衛及相關人員清點存料。			
		☆ 運輸材料有短少損壞等情事，收料單位應通知發料或受託運送單位追查原因及責任。 ☆ 盤點材料如有盈虧，其盈虧數量均應記入「材料登記簿」或存料卡，由盤點(含抽查)人員簽章，同時填製盤點報告表報核。			
		☆ 各用料單位於工作過程中，自然產生或拆換之殘廢材料，至少每月彙總1次填開材料收發單「6卡」以廢料入帳。 ☆ 本局庫存材料採永續盤存制，各單位應配合實施定期實地盤點及不定期抽點。			

〈 單位 〉		材料管理人員勤前教育紀錄表	年 月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A6)	直屬主管簽章
		◇ 審計法： 第 58 條：各機關經管現金、票據、證券、財物或其他資產，如有遺失、毀損，或因其他意外事故而致損失者，應檢同有關證件，報審計機關審核。 第 72 條：第 58 條所列情事，經審計機關查明未盡善良管理人應有之注意時，該機關長官及主管人員應負損害賠償之責。	
		◇ 廢料就地標售提貨點交注意事項： ◆ 單價決標以實際重量計價者，如有超提情形，各存料單位應請得標人補足超提數量之貨款後，連同本局讓售物料點交清單（含過磅單），函送材料處辦理料帳手續。 ◆ 單價決標以實際重量計價者，如有短提情形，應連同本局讓售物料點交清單（含過磅單），函送材料處辦理料帳手續。	
		◇ 借入材料應由材料處填開交貨單加蓋「借入材料」字樣戳記交用料單位提取點收後填開材料收發單「4 卡」連同交貨單送供應廠列帳。 ◇ 各存料單位每年至少應將材料全部盤點 1 次，核對其數量是否與帳面結存相符，並檢查材料之倉儲管理是否適當，俾增進管理效能。	
		◇ 每批呆廢料出售前，應圈定範圍報請材料處辦理出售手續，在此期間如有相同呆廢料退繳時，應另堆存，不得與圈定者相混雜。 ◇ 隨車隨機配件自供應廠調撥後，應轉列保管品帳並設置保管品登記簿，列明配件編號、配件名稱、規格、數量，以便保管、登記、統計及盤點。	
		◇ 編列工程施工預算時，應優先領用現有路備材料，不足部份再以路購方式因應，至於數量零星、領運不便之材料，為應施工需要，始得編列自購材料。但自購材料不得供應發包工程使用。 ◇ 材料經點驗符合後，管料人員應負責儲存保管。	

〈 單位 〉 _____ 材料管理人員勤前教育紀錄表 _____ 年 月			
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A7)	直屬主管簽章
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 審計法： 第 73 條：由數人共同經管之遺失、毀損或損失案件，不能確定其中孰為未盡善良管理人應有之注意或故意或重大過失時，各該經管人員應連帶負損害賠償責任；造意人視為共同行為人。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 定期實地盤點結果應填具「材料點查報告表」分送主管處、會計室及材料處。 ◇ 各單位應成立廠段呆料鑑定處理小組，成員包括技術部門 2 人以上、材料部門 1 人，由單位副主管召集之（成立時報材料處備查，更動時亦同）。 ◇ 隨車隨機配件應依據本局材料盤點要點規定，每年定期盤點 1 次。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 材料倉庫應絕對禁止煙火，其消防設備及電路應隨時注意並洽請有關單位施行每半年檢查一次。 ◇ 各存料單位主管，應隨時派員抽點倉庫存料，每次抽點材料應在 15 種以上，對於收發頻繁易滋差誤材料，尤應特別加強抽點。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 為避免自購料過於浮濫，各單位對經常用料及每年耗用金額大者，應考量用料需求及購辦前置時間適時送材料處採購。 ◇ 材料之採購，由材料處統一辦理，但用料單位得依事實需求依自購材料作業要點辦理自購，登錄自購材料登記簿並按月填製「自購材料月報表」。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 出售呆廢料，應按材料收發單「0 卡」以憑提貨，如實提數量低於預定數量時，由材料處開具紅字材料收發單「0 卡」沖銷原單據，並開具實售數量之材料收發單「0 卡」，連同原材料收發單及紅字材料收發單送供應廠，同時輸入電腦入帳。 ◇ 庫存材料如因失竊而發生短損情事，應由負責保管人員於當日報告主管調查責任同時陳報主管處，並請警察機關偵查。 	

〈 單位 〉 _____ 材料管理人員勤前教育紀錄表		年 月	
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A8)	直屬主管簽章
		◇ 刑法： ◆第 336 條(公務侵占罪)：對於公務上或因公益所持有之物，犯前條第一項之罪(意圖為自己或第三人不法之所有，而侵占自己持有他人之物)者，處一年以上七年以下有期徒刑，得併科五千元以下罰金。 ◆第 320 條(竊盜罪)：意圖為自己或第三人不法之所有，而竊取他人之動產者，為竊盜罪，處五年以下有期徒刑、拘役或五百元以下罰金。	
		◇ 廢料就地標售前置作業 (一) 每批廢料委託材料處標售前，應圈定範圍並檢附廢料圖片資料電子檔。 (二) 應填寫廢料處理清單依規定確實估計數量並估價。 (三) 報廢財產應檢附財產減損單。	
		◇ 辦理定期實地盤點，應確實查核實存數量與「存料卡」、材料帳冊是否相符。 ◇ 自購材料購入數量，除計量單位特殊者外，應以實需數量 1 次用完為原則，如因情況特殊，領用後有剩餘時用料單位應敘明理由以 G 料收回列管。	
		◇ 廢油應按行政院環境保護署與經濟部會銜發布之「廢潤滑油回收清除處理辦法」規定處理。 ◇ 各存料單位每年至少應將庫存材料全部盤點 1 次，其盤點結果，應填具「材料點查報告表」送有關單位。 ◇ 材料之借出、借入、受贈及贈與應由材料處陳報局長核准後辦理。	
		◇ 各存料單位材料倉庫管料人員於辦理材料收、發、存量發生變動時，對於該項材料應即實地查點，其結存數是否正確，如有不正確情事，應即查明處理。 ◇ 自購材料之採購程序應依政府採購法及相關法令暨「本局採購案件權責劃分及內部控制機制表」規定辦理。	

〈 單位 〉 材料管理人員勤前教育紀錄表 年 月			
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A8)	直屬主管簽章
		☆ 貪污治罪條例： 第 4 條(第 1 項第 1 款侵占公有財物罪)： 有下列行為之一者，處無期徒刑或十年以上有期徒刑，得併科新台幣一億元以下罰金： 一、竊取或侵占公用或公有器材、財物者。 二、藉勢或藉端勒索、勒徵、強占或強募財物者。 五、對於違背職務之行為，要求、期約或收受賄賂或其他不正利益者。	
		☆ 廢料就地標售提貨點交注意事項： ◆ 得標人提貨時應確實核對材料收發單 (O 卡) 廢料名稱及數量。 ◆ 空車過磅後應嚴予監看避免廠商卸放物品減輕重量。 ◆ 提貨時應圈定範圍派專人全程監視。	
		☆ 自購材料應按月填製「自購材料月報表」由各單位稽核，1 式 4 份，1 份自存，1 份附同統一發票等單據、有關料單及狀態指標為「9」之材料異動明細表送會計室，1 份送主管處，1 份送材料處。 ☆ 出售呆廢料，應按圈定範圍全部出售，如實際過磅數量較預定數量超出或不足時，按實提數量計算價款。呆廢料點交時，應依規定報請派員監交。	
		☆ 材料倉庫應備妥適當之手工具、度量衡器及搬運機具、容器等，由管料人員經常檢查並依相關法規作必要之檢驗。 ☆ 辦理定期實地盤點，各存料單位應指派盤點人員將材料全部盤點 1 次，並將盤點日期事先通知會計室及材料處。	
		☆ 同一部門各用料單位間不同料性材料之調撥，以用 1 調 1 為原則。 ☆ 各單位於工作過程中所產生須退回之舊料，如仍屬完整並有利用計畫者，應照廢料價值估價，按原材料編號及名稱，以舊料「料性 2」收料，另設存料卡管理。	

〈 單位 〉 _____ 材料管理人員勤前教育紀錄表		年	月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A10)	直屬主管簽章
		◇ 公務員懲戒法： 第 2 條：公務員有左列各款情事之一者，應受懲戒： 一、違法。 二、廢弛職務或其他失職行為。 ◇ 交通事業鐵路人員獎懲標準表： ◆ 有下列情形之一者，申誡： (三)對機具器材保管或使用不當，因而損壞或遺失者。 (五十四)對公物保管不善，損失較輕者。	
		◇ 自購材料總值限額(含單項材料及性質相近必須併案採購之材料)如下： (一)用料單位主管核定限額為新臺幣 20 萬元以下。 (二)臺北、高雄、花蓮機廠主管核定限額為新臺幣 50 萬元以下。 (三)各一級單位主管核定限額為新臺幣 100 萬元以下。 (四)逾新臺幣 100 萬元者，應先報局核定。	
		◇ 庫存材料應採永續盤存制，各單位倉庫主管，應隨時巡查所屬倉庫並抽點存料。 ◇ 辦理定期實地盤點，盤點時除緊急用料外一律停止收發料。 ◇ 凡自購材料均應填「自購材料月報表」(料 14) 並註明用途。	
		◇ 讓售材料提貨時，其總價在查核金額十分之一以上，應請本局會計室及相關單位派員監交，其總價未達查核金額十分之一者，由各存料單位自行辦理。 ◇ 報廢汽、機車應按環保機關之規定處理。	
		◇ 材料倉庫應注意安全、整潔並設置倉庫日誌，詳加記載當日該庫有關業務，管料人員下班前須巡查庫內，並將門窗上鎖，加貼封條。 ◇ 工程拆收料應經廠段呆料鑑定處理小組辦理鑑定後收料。	

〈 單位 〉		材料管理人員勤前教育紀錄表	年 月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A1)	直屬主管簽章
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 交通事業鐵路人員獎懲標準表： <ul style="list-style-type: none"> ◆ 有下列情形之一者，記過： <ul style="list-style-type: none"> (一)工作不力，貽誤公務或對經管業務未盡職責，致肇不良後果者。 ◆ 有下列情形之一者，記一大過： <ul style="list-style-type: none"> (三)利用職務上之機會以圖本身或他人之利益造成嚴重損失者。 (三十九)檢查倉庫業務查報不實者。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 發包工程契約中所應訂包商對路備材料之保管責任及失竊時之賠償條款，能落實執行以確保路產的安全。 ◇ 施工後剩餘之路供料，應收回倉庫列帳管理，以提供本路各段查詢調撥及利用。 ◇ 各單位應嚴禁包工包料之材料(包商材料)利用本局倉庫堆放，以免發生弊端。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 廢料就地標售提貨點交注意事項： <ul style="list-style-type: none"> ◆ 會磅時應隨車會同，不得由廠商自行前往。 ◆ 磅量單位應找較具公信單位（正字標記廠商）辦理。 ◆ 提貨時應先行防範廠商是否有不法意圖。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 舊料及廢料應另堆存放，並在存料卡上加蓋「舊料」或「廢料」字樣戳記。 ◇ 各單位報廢之財產，其可利用部分，應先擬訂利用計畫報經主管核准後照廢料價值估價填開材料收發單「6卡」以舊料「料性2」入帳，入帳後其利用計畫變更不再使用者，經主管處簽准後調整為廢料處理。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 出售呆廢料，應按材料收發單「0卡」以憑提貨，如實提數量超過預定數量時，其超提部分之價款，由各存料單位代收轉繳財務部門，另由材料處補開超提部分之材料收發單「0卡」，連同原材料收發單送供應廠入帳。 ◇ 材料倉庫應按保管材料之種類及性質作適當規劃、儲存保管。 	

〈 單位 〉		材料管理人員勤前教育紀錄表	年 月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A12)	直屬主管簽章
		◇ 審計法： 第 58 條：各機關經管現金、票據、證券、財物或其他資產，如有遺失、毀損，或因其他意外事故而致損失者，應檢同有關證件，報審計機關審核。 第 72 條：第 58 條所列情事，經審計機關查明未盡善良管理人應有之注意時，該機關長官及主管人員應負損害賠償之責。	
		◇ 呆廢料之清查保管： (一) 定期實施材料盤點，將呆廢料徹底完全清出。 (二) 清出並鑑定之呆廢料分開儲存，分門別類集中妥善保管。 (三) 標售與非標售（如待利用、轉讓、交換、銷燬）分開儲存保管。 (四) 奉准銷燬之廢料集中儲存並清理。 (五) 無法入庫之大型笨重呆廢料，應視呆廢料性質，妥善保管。	
		◇ 廢料退繳時，材料收發單「6 卡」內應依本局材料名稱彙編第 99 類規定之廢料名稱及編號填列。 ◇ 材料應設置存料卡登記收發動態，並於儲存處所，懸掛材料識別卡。 ◇ 材料之儲存，應依材料編號之順序排列為原則。	
		◇ 各單位請領工具、儀器，應設保管登記簿管理。 ◇ 讓售材料提貨時，發料廠、段應依材料收發單「0 卡」規定辦理，並按日造具讓售物料點交清單於全部提清時，彙報材料處備查。	
		◇ 廢料就地標售提貨點交注意事項： <ul style="list-style-type: none"> ◆ 非標售項目禁止提運。 ◆ 廢料提運時應憑經單位主管核准之材料出門証，查對無誤後放行。 ◆ 得標人提貨，悉依勞工安全衛生法、勞動檢查法、勞動基準法及其他相關安全衛生法令暨民法有關條文規定，注意工人安全。 	

<p style="text-align: center;">〈 單位 〉 材料管理人員勤前教育紀錄表 年 月</p>			
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A13)	直屬主管簽章
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 刑法： <ul style="list-style-type: none"> ◆第 213 條(公務員登載不實文書罪)：公務員明知為不實之事項，而登載於職務上所掌之公文書，足以生損害於公眾或他人者，處一年以上七年以下有期徒刑。 ◇ 民法： <ul style="list-style-type: none"> ◆第 184 條(獨立侵權行為之責任)：因故意或過失，不法侵害他人之權利者，負損害賠償責任。故意以背於善良風俗之方法，加損害於他人者亦同。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 災害緊急用料自購材料總值限額(含單項材料及性質相近必須併案採購之材料)如下： <ul style="list-style-type: none"> (一) 用料單位主管核定金額為新臺幣 50 萬元以下。 (二) 臺北、高雄、花蓮機廠主管核定限額為新臺幣 100 萬元以下。 (三) 各一級單位主管核定限額為新臺幣 200 萬元以下。 (四) 逾新臺幣 200 萬元者，應先報局核定。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 編列工程施工預算時，應優先領用現有路備材料，不足部份再以路購方式因應，至於數量零星、領運不便之材料，為應施工需要，始得編列自購材料。但自購材料不得供應發包工程使用。 ◇ 材料之借出、借入、受贈及贈與應由材料處陳報局長核准後辦理。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 材料之名稱編號，如有需要更正或增補時，各用料單位得隨時填送材料名稱編號更正增補通知單送材料處查核更正增補。 ◇ 辦理定期實地盤點，盤點前倉庫主管應計畫盤點順序、工作量及所需工具與度量衡器。 	
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ 運輸材料之包裝箱上，應視需要於明顯處書明「向上」「輕放」「易燃」或「危險品」等標記，及運往地點、收料單位、箱號、毛重、淨重等。 ◇ 材料運輸前，管料人員應將運輸之材料辦妥交接手續。運輸材料到達時，收料單位應於 24 小時內辦理簽收手續。 	

〈 單位 〉		材料管理人員勤前教育紀錄表	年 月
日期	材料管理人員簽章	教育內容 (A14)	直屬主管簽章
		◇ 審計法： 第 73 條：由數人共同經營之遺失、毀損或損失案件，不能確定其中孰為未盡善良管理人應有之注意或故意或重大過失時，各該經營人員應連帶負損害賠償責任；造意人視為共同行為人。	
		◇ 廢料就地標售提貨點交監辦： 依規定通知政風、會計人員會同會辦。 (1) 決標金額（含稅）在查核金額十分之一以上者，由各存料單位通知本局會計室及政風室派員監辦。 (2) 決標金額（含稅）逾公告金額十分之一至未達查核金額十分之一者，由各存料單位通知該單位政風室或專、兼辦政風人員會同監辦。 (3) 3.決標金額（含稅）在公告金額十分之一以下者，由各存料單位自行辦理，毋需報請監辦。	
		◇ 定期實地盤點： (1) 工務、電務各存料單位限於每年度 3 月至 5 月間完成。 (2) 機務各存料單位及各供應廠、庫限於每年度 9 月至 11 月間完成。 ◇ 廢料退繳時，不得用原有名稱、編號及價值。	
		◇ 盤點材料如有盈虧，應將點盈之材料，填具材料收發單「7 卡」入帳，點虧材料，如為自然耗損或不可抗力之情形，得陳准報損，並填具材料收發單「9 卡」，送會計室列帳，如係人為疏失應報材料處核辦，並按實物賠償或依本須知第一六七條規定辦理。	
		◇ 各單位如發現收發材料憑證、表報所列金額不符或其他錯誤，應查明事實後調整之。 ◇ 經陳准報廢之財產退繳時，除填開材料收發單「6 卡」外，並應註明財產減損單之財產登記單位編號，同時檢附財產減損單（第 4 聯）及拆除（解體）財產退料報告表。	

（待續）

考工系統節省人力效益研析

Study on the Labor-Saving Effectiveness of Kaogong System

潘隆誠 PAN,Long-Cheng¹

楊佳珉 YANG,Jia-Min²

聯絡地址：83081 高雄市鳳山區武慶二路 221 號

Address: No.221, Wuqing 2nd Rd., Fengshan Dist., Kaohsiung City 83081, Taiwan (R.O.C.)

電話：(07) 7712577-57

Tel：(07) 7712577-57

電子信箱：tr789402@msa.tra.gov.tw

E-mail: tr789402@msa.tra.gov.tw

摘要

考工業務首在資料的統計與分析，而後產出各式報表提供車輛維修效率與維修成本分析，臺鐵局高雄機廠工作組施工及考工統計作業系統原使用 DOS 系統資料庫 CLIPPER 程式撰寫，因使用年久且人員調動致該程式無人維護及主機老舊使用 DOS 系統並經常故障，嚴重影響業務之推行。

高雄機廠員工藉由自學利用現有 OFFICE 軟體內建之 VBA 及 SQL 程式自行撰寫考工程式，將複雜的統計分析資料經由考工系統而自動統計、分析及列印報表，結果顯示，不只節約公帑並減少數倍的人工作業人力並節省了大量的時間。

關鍵字：維修成本分析、考工統計作業系統、統計分析。

Abstract

After statistics and data analysis, two essentials of Kaogong operations - labor costs for vehicles repair and maintenance, various types of statements for analyzing the vehicles maintenance efficiency and costs will be reported. The Construction and Kaogong Statistics Operating System has been initially written with CLIPPER program of DOS system database by the Working Division of Kaohsiung Railway Workshop, but some problems like lack of maintenance due to long-time employment of this program and personnel rotation together with frequent breakdown of old CPU still using DOS system have had significant impacts on business operations.

The Kaohsiung Railway Workshop personnel have utilized VBA and SQL programs of existing OFFICE software to write Kaogong programs, using complicated statistics through Kaogong system to automatically perform the functions like counting, analysis and report printing. The result shows that this system is not only saving public funds, but also saving a lot of time and manpower at the same time.

Keyword: *maintenance cost analysis, Kaogong Statistics Operating System, statistical analysis*

¹臺鐵局高雄機廠技術助理

²臺鐵局高雄機廠助理工務員

一、前言

高雄機廠工作組施工及考工統計作業系統原使用 DOS 系統資料庫 CLIPPER 程式撰寫，因該程式無人維護及主機使用老舊 DOS 系統經常故障，嚴重影響工作組業務之推行。本文以研議開發視窗介面考工統計程式，取代老舊 DOS 指令的 CLIPPER 程式。

考工系統如以委外發包方式交由程式設計公司設計，軟硬體約需花費數百萬元，若改由人工作業需增加員額二名，兩名員工薪資年約一百四十萬元。利用現有 OFFICE 軟體內建 VBA 及 SQL 程式自行撰寫考工程式，未花任何費用，節省龐大公帑及人力，同時可減少自備貨車代辦工程業務修車費用計算錯誤之發生，避免短收費用減少本局之損失及避免超收修車費用造成與廠商之糾紛。

提供三檢到期車輛資訊，作為本局年度修車經費編列及修車用料之依據；及提供調度總所車輛可使用率，作為車輛調度之依據。

二、回顧

本案經由高雄機廠前張簡廠長慶豐指示工作組張簡組長坤國籌組工作小組，包括；程式規劃：前張簡廠長慶豐；程式開發人員：潘隆誠&楊佳珉；工作流程指導：張簡坤國&劉清文，進行考工系統優化，分別說明如下：

2.1 程式語言^[10]

2.1.1 VB

Visual Basic (VB) 是由微軟公司開發的包含協助開發環境的事件驅動程式語言。它源自於 BASIC 程式語言。VB 擁有圖形使用者介面 (GUI) 和快速應用程式開發 (RAD) 系統，可以輕易的使用 DAO、RDO、ADO 連線資料庫，或者輕鬆的創建 ActiveX 控制項。程式設計師可以輕鬆的使用 VB 提供的元件快速建立一個應用程式^[11]。

2.1.2 VBA

Visual Basic for Applications (VBA) 是一種 Visual Basic 的一種巨集語言，主要能用來擴展 Windows 的應用程式功能，特別是 Microsoft Office 軟體。也可說是一種應用程式視覺化的 Basic Script。1994 年發行的 Excel 5.0 版本中，即具備了 VBA 的巨集功能^[2]。

2.1.3 SQL

SQL 全名是結構化查詢語言 (Structured Query Language)，是用於資料庫中的標準數據查詢語言，IBM 公司最早使用在其開發的資料庫系統中。1986 年 10 月，美國 ANSI 對 SQL 進行規範後，以此作為關係式資料庫管理系統的標準語言 (ANSI X3.135-1986)，1987 年得到國際標準組織的支持下成為國際標準。不過各種通行的資料庫系統在其實踐過程中都對 SQL 規範作了某些編改和擴充。所以，實際上不同資料庫系統之間的 SQL 語言不能完全相互通用。SQL 是高級的非過程化編程語言，它允許用戶在高層資料結構上工作。它不要求用戶指定對數據的存放方法，也不需要用戶了解其具體的數據存放方式。而它的界面，能使具有底層結構完全不同的資料庫系統和不同資料庫之間，使用相同的 SQL 語言作為數據的輸入與管理。它以記錄項目 [records] 的合集

(set) [項集, record set] 作為操縱對象, 所有 SQL 語句接受項集作為輸入, 回送出的項集作為輸出, 這種項集特性允許一條 SQL 語句的輸出作為另一條 SQL 語句的輸入, 所以 SQL 語句可以嵌套, 這使它擁有極大的靈活性和強大的功能。在多數情況下, 在其他編程語言中需要用一大段程式才可實踐的一個單獨事件, 而其在 SQL 上只需要一個語句就可以被表達出來。這也意味著用 SQL 語言可以寫出非常複雜的語句。

2.2、執行介面及程式模組

其執行介面為 Microsoft Office Excel 2003 及 Microsoft Office Access 2003^[3]; 程式模組係由修車日報表程式、修車績效計算程式、三檢屆期車統計程式、車型統計分析程式、施工進度計算程式、人工旬報統計程式、人工旬報統計程式、代辦工程成本計算程式、表單列印程式; 系統流程圖如圖 1 所示。

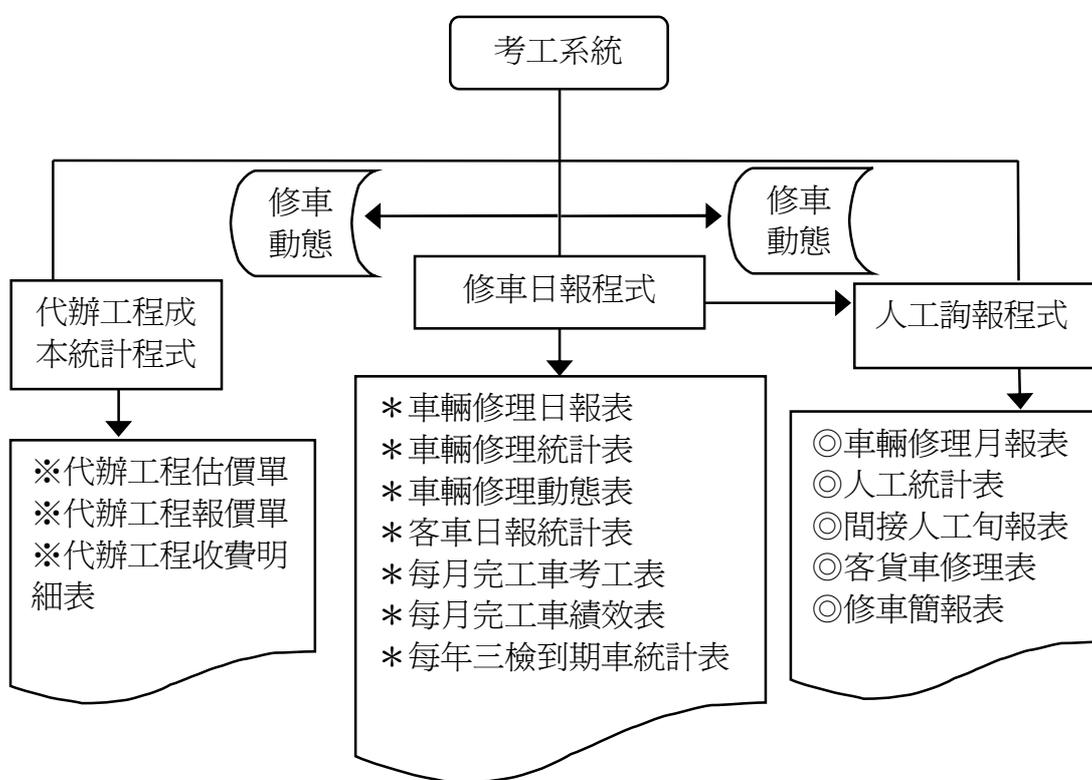


圖 1 考工系統流程圖

三、研究方法

3.1 考工系統建置說明

考工業務大項分類包括修車資料統計登錄維護, 人工旬報資料彙整, 代辦工程業務, 處內委託配件修理登錄業務, AA & MA & W0 系統資料 Key in, 車輛維修財產保養單輸入、審核。其業務量化不包含紙本登錄, 如表 1 所示。

表 1 以 98 年完工車為例：工作天數：250 天、完工輛數：1481 輛

資料筆數	每輛輸入資料筆數	每日平均完工輛數	每日平均資料小計	每月平均工作天數	每月平均完工輛數	每月平均資料小計
輸入系統						
MA 系統	5	6	30	21	123	615
W0 系統	5	6	30	21	123	615
AA 系統 (財產保養單)	6	6	36	21	123	738
考工系統	26	6	156	21	123	3198
總計	42		252			5166

3.2 案例說明

3.2.1 程式碼簡介及三檢屆期車車型分析程式實例操作，如表 2 及表 3 所示

表 2 程式分析前資料(100 年三檢到期客車車號表)

100/3	100/4	100/5	100/6	100/7	100/8	100/9	100/10	100/11	100/12	輛數
BK32411	DC10505	FP10020	BCK10707	FP10003	SP32578	FP10010	FP10011	FP10018	BK32413	2
FP10001	FP10013	FP10007	FP10022	FP10033	TP32264	FPK10638	FP10028	FP10041	FP10021	3
FP10005	FP10005	FPK10430	FP10024	FP10034	TP32865	MBK80008	FP10029	FP10042	FPK10536	4
FP10007	FPK10424	FPK10440	FP10025	FP10039	TPK32855	MBK80011	FPK10409	FP10052	FPK10542	5
FP10019	FPK10425	FPK10540	FPK1016	FP10057		MBK80015	FPK10535	FP10053	PPC1411	6
FP1003	FPK10434	FPK10617	FPK10406	FP10064		SPK20008	FPK10543	FPK10646	PPD2510	7
FP10060	FPK10439	FPK11404	FPK10410	FP1008		SPK32609	FPK10648	FPK10652	PPD2530	8
FPK10421	FPK10530	MBK80009	FPK10418	FPK10518		SPK32778	PC10501	FPK11620	PPH1314	9
FPK10422	FPK10533	PPC1445	FPK10516	FPK10529		TP32215	PPC1404	PPC1403	PPH1361	10
FPK10436	FPK10538	PPC1452	FPK10524	FPK10613		TP32228	PPC1406	PPC1410	PPT1019	11
FPK10522	FPK11501	PPC1454	FPK10534	FPK10635		TP32242	PPD2527	PPC1415	PPT1023	12
FPK10539	FPK11508	PPD2517	FPK10537	FPK10659			PPH1304	PPD2502	PPT1032	13
FPK11504	MBK80003	PPH1354	FPK11506	FPK11503			PPT1004	PPH1303	PPT1040	14
PPC1447	PC10502	PPH1364	MBK80005	PPH1318			PPT1012	PPH1311	PPT1053	15
PPC1451	PC32701	PPT1139	PPC1401	PPH1340			PPT1013	PPT1010	PPT1108	16
PPH1347	PPC1449	PPT1158	PPC1412	PPT1161			PPT1016	PPT1014	PPT1133	17
PPH1353	PPC1456	PPT1168	PPC1433	SP20018			SP20011	PPT1017	SP20035	18
PPT1141	PPC1468	PPT1176	PPC1463	SP32959			SP32815	PPT1041	SPK20010	19
PPT1149	PPH1332	PPT1178	PPD2506	SP32962			SPK21012	PPT1138	SPK21004	20
PPT1159	PPH1349	PPT1179	PPD2528	SP32974			SPK32743	PPT2008	SPK21006	21
SP20020	PPH1355	PPT1182	PPH1301	SPK20011			TP32220	SP20008		22
SP32617	PPT1134	PPT1191	PPH1302				TPK32217	SP20016		23
SP32802	PPT1146	SP20015	PPH1322					SP20025		24
SP32859	PPT1151	SP20040	PPH1350					SP20031		25
SPK21003	PPT1169	SP20041	PPT1002					TP32232		26
TP32855	PPT1181	SP32621	PPT1005							27
TP32866	RCK102	SP32973	PPT1006							28
TPK32202	SP20004	TP32253	PPT1007							29
TPK32226	SP20005	TP32267	PPT1008							30
	SP20006		PPT1009							31
	SP20013		PPT1049							32
	SP32829		PPT1060							33
	SP32806		PPT1105							34
	TPK32208		PPT1106							35
			PPT1157							36
			PPT1164							37
			PPT1170							38
			PPT1172							39
			PPT1183							40
			PPT1192							41
			PPT1197							42
			RCK101							43
			SP32604							44
			SP32808							45
			SP32855							46
			SP32856							47
			SP32862							48
			SP32874							49
			SP32964							50
			SP32966							51
			SPK20007							52
			SPK20014							53
			TP32260							54
			TP32873							55
			TP32876							56
30	35	30	56	22	5	12	23	26	21	317

表 3 程式分析後資料(00 年三檢到期客車車型表)

(00 年) 000 屆逾期三檢客車一覽表<進廠未交段車、停用車及未准報廢除外>

車種	型式	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	合計
自強	35PPT1000	2	0	3	5	1	2	1	1	2	3	2	5	27
自強	35PPH1300	2	1	0	2	5	1	2	4	3	2	2	1	25
自強	35PPC1400	3	1	2	4	1	2	5	4	6	1	2	2	33
自強	40PPT2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
自強	40PPD2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	花車 SA	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	7
莒光	客廳車 35PC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35DC10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35BCK10600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35BCK10700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	45FP10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FP10100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FP1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FPK10000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FPK10100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FPK11100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FPK10200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FPK11300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FPK10400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FPK11400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FPK11100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FPK1000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FPK10500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35FPK10600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	40FPK11600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35SP32600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35SP32720	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35SP32750	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35SP32800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35SP32850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
莒光	35SP32950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
復興	40SP20000	1	0	2	1	0	3	0	1	0	2	1	0	11
復興	40SPK2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
復興	40SPK2100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
復興	40SPK20000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
復興	35SPK2150	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35SP32400	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	4
普通	35SP32550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35SPK32600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35SPK32700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35SPK2300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	40TP32200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35TP32700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35TP32850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	40TPK32200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35TPK32800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35TPK32850	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	40BK32400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35BK32350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	45MBK80000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	35BK32950	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	30EOB32380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	40RCK103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	木造客車	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
普通	30ES32000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	自強總計	7	2	5	11	7	5	8	9	11	6	6	12	89
	莒光總計	2	1	3	0	2	4	0	0	2	1	0	0	7
	復興總計	1	0	2	1	0	3	0	1	0	2	1	0	11
	普通總計	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	4
	合計	10	3	11	12	10	12	8	11	13	10	7	12	111

製表日期：00 年 00 月 00 日

3.2.2 車型統計分析程式實例解說^[4,5]

```

Sub 一月車型統計()
'統計車型 Macro
Dim 車號 As String
For i = 2 To 201
    車號 = Sheet2.Cells(i, 1).Value
    車型代碼 = Sheet2.Cells(i, 2).Value
    If 車號 <> "" Then
        Sheet4.Activate
        Cells.Find(What:=車號, after:=ActiveCell, LookIn:=xlFormulas, LookAt:= _
xlWhole, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:=xlNext, MatchCase:=False
_, MatchByte:=False, SearchFormat:=False).Activate
        Sheet4.Activate
        ActiveCell.Offset(0, 1).Select
        Selection.Copy
        Sheet2.Activate
        Sheet2.Cells(i, 2).Select
        ActiveSheet.Paste
    End If
Next i
End Sub

```

3.2.3 人工作業 PK 考工系統

表 4 作業系統比較表

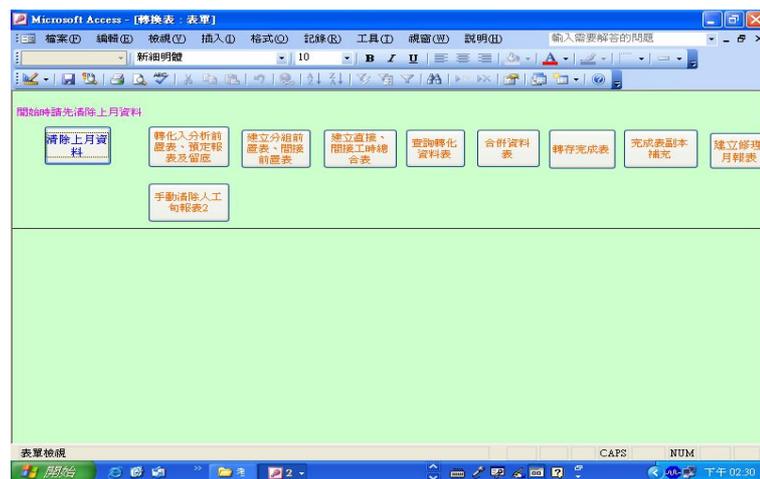
PK 項目 \ 作業方式	人工作業	考工系統
所需人力	4 人 ☹️	2 人 😊
工作時間	長 ☹️	短 😊
工作效率	差 ☹️	優 😊
人力運用	彈性差 ☹️	彈性大 😊
工作壓力	大 ☹️	極小 😊
得分	0	5
比賽結果	敗	勝

3.2.4 人工旬報統計程式簡介

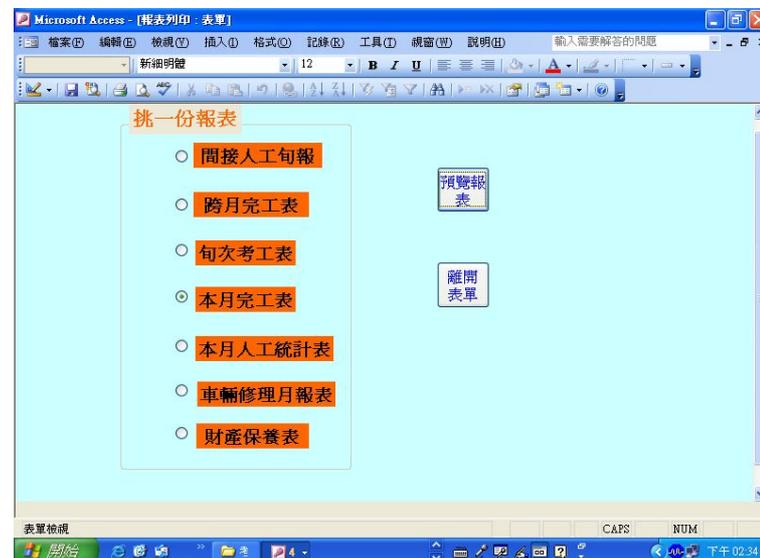
3.2.4.1 人工旬報資料輸入畫面



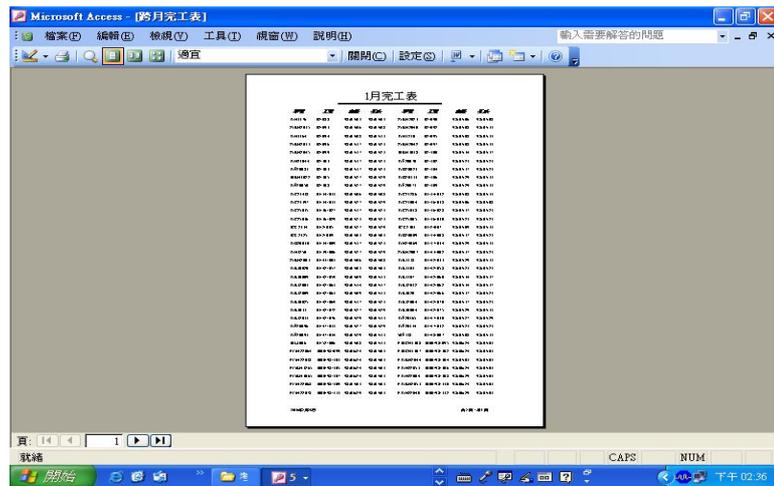
3.2.4.2 人工旬報資料資料統合程式



3.2.4.3 人工旬報報表列印畫面



3.2.4.4 人工旬報報表完工表列印



3.2.4.5 人工旬報統計程式原始碼簡介 [4.5.6.7]

(1) 清除上月資料

```

Private Sub 清除上月資料_Click()
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim SQL As String
MSG = MsgBox("要清除上月資料嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 完成表正本 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 完成表副本 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 留底 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 間接分組 ;"
cn.Execute SQL

```

```

cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 車輛修理月報表 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 財產保養單 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
MsgBox ("上月資料已刪除。")
End Sub

```

(2) 轉化入分析前置表、預定報表及留底

```

Private Sub Command0_Click()
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim SQL As String
MSG = MsgBox("要轉化成分析前置表;預定報表;留底嗎?",
vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "insert into 留底 select * from 人工旬報表 2 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "insert into 分析前置表 select * from 人工旬報表 2 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
MSG = MsgBox("要清除人工旬報表 2 嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 人工旬報表 2 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing

```

End Sub

(3) 建立分組前置表、間接前置表

```
Private Sub Command2_Click()
```

```
Dim cn As New ADODB.Connection
```

```
Dim SQL As String
```

```
MSG = MsgBox("要建立分組前置表、間接工時前置表嗎?",  
vbOKCancel)
```

```
If MSG = vbCancel Then
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "insert into 分組前置表 SELECT * FROM 分析前置表  
WHERE 工號 IN(SELECT 工號 FROM 完工表) ;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "DELETE * FROM 分析前置表 WHERE 工號 IN(SELECT  
工號 FROM 完工表) ;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
MsgBox ("抓出工號已刪除。")
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "insert into 間接工時前置表 SELECT * FROM 分析前置表  
WHERE 工號 IN(SELECT 工號 FROM 工號表) ;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "DELETE * FROM 分析前置表 WHERE 工號 IN(SELECT  
工號 FROM 工號表) ;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
MsgBox ("抓出間接工號已刪除。")
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
End Sub
```

(4) 建立直接、間接工時總合表

```
Private Sub Command3_Click()
```

```
Dim cn As New ADODB.Connection
```

```

Dim SQL As String
MSG = MsgBox("要轉化成直接、間接總合表嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " insert into 直接總合表 select 工號, 單位, SUM(一般工時)
AS 一般工時, SUM(加班工時) AS 加班工時 from 分組前置表
GROUP BY 工號, 單位 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " insert into 間接總合表 select 工號, 單位, SUM(一般工時+
加班工時) AS 總工時 from 間接工時前置表 GROUP BY 工號,
單位 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 分組前置表 ;"
cn.Execute SQL
SQL = " DELETE * From 間接工時前置表 ;"
cn.Execute SQL
MsgBox ("所有前置表已刪除。")
cn.Close: Set cn = Nothing
End Sub

```

(5) 查詢轉化資料表

```

Private Sub Command4_Click()
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim SQL As String
MSG = MsgBox("要查詢轉化嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "insert into 一般分組 select * from 一般;"
cn.Execute SQL

```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 一般分組 set 一工場 = 0 where 一工場
is null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 一般分組 set 二工場 = 0 where 二工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 一般分組 set 三工場=0 where 三工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 一般分組 set 四工場=0 where 四工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 一般分組 set 工作組=0 where 工作組 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 一般分組 set 技術組=0 where 技術組 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "insert into 加班分組 select * from 加班;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```

Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 加班分組 set 一工場 = 0 where 一工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 加班分組 set 二工場 = 0 where 二工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 加班分組 set 三工場=0 where 三工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 加班分組 set 四工場=0 where 四工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 加班分組 set 工作組=0 where 工作組 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 加班分組 set 技術組=0 where 技術組 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "insert into 間接分組 select * from 間接;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 間接分組 set 一工場 = 0 where 一工場 is

```

```
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 間接分組 set 二工場 = 0 where 二工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 間接分組 set 三工場=0 where 三工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 間接分組 set 四工場=0 where 四工場 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 間接分組 set 工作組=0 where 工作組 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 間接分組 set 技術組=0 where 技術組 is
null;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 直接總合表 ;"
cn.Execute SQL
SQL = " DELETE * From 間接總合表 ;"
cn.Execute SQL
MsgBox ("總合表已刪除。")
cn.Close: Set cn = Nothing
```

End Sub

(6) 合併資料表

Private Sub Command5_Click()

Dim cn As New ADODB.Connection

Dim SQL As String

MSG = MsgBox("要合併資料表嗎?", vbOKCancel)

If MSG = vbCancel Then

Exit Sub

End If

Set cn = CurrentProject.Connection

SQL = "insert into 一般加班表 select 一般分組.工號 as 工號, 一般分組.一工場 as 一般分組_一工場, 一般分組.二工場 as 一般分組_二工場, 一般分組.三工場 as 一般分組_三工場, 一般分組.四工場 as 一般分組_四工場, 一般分組.工作組 as 一般分組_工作組, 一般分組.技術組 as 一般分組_技術組, (一般分組.一工場+一般分組.二工場+一般分組.三工場+一般分組.四工場+一般分組.工作組+一般分組.技術組) as 一般工時合計, 加班分組.一工場 as 加班分組_一工場, 加班分組.二工場 as 加班分組_二工場, 加班分組.三工場 as 加班分組_三工場, 加班分組.四工場 as 加班分組_四工場, 加班分組.工作組 as 加班分組_工作組, 加班分組.技術組 as 加班分組_技術組, (加班分組.一工場+加班分組.二工場+加班分組.三工場+加班分組.四工場+加班分組.工作組+加班分組.技術組) as 加班工時合計 from 一般分組, 加班分組 where 一般分組.工號 = 加班分組.工號;"

cn.Execute SQL

cn.Close: Set cn = Nothing

Set cn = CurrentProject.Connection

SQL = " select 完工表.*, 一般加班表.*, (一般工時合計+加班工時合計) as 總合計 into 完成表 from 完工表 left outer join 一般加班表 on 完工表.工號 = 一般加班表.工號;"

cn.Execute SQL

cn.Close: Set cn = Nothing

Set cn = CurrentProject.Connection

SQL = " DELETE * From 一般分組 ;"

cn.Execute SQL

SQL = " DELETE * From 加班分組 ;"

cn.Execute SQL

SQL = " DELETE * From 一般加班表 ;"

cn.Execute SQL

```
MsgBox ("一般分組、加班分組、一般加班表已刪除。")
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
End Sub
```

(7) 轉存完成表

```
Private Sub 轉存完成表_Click()
```

```
Dim cn As New ADODB.Connection
```

```
Dim SQL As String
```

```
MSG = MsgBox("要轉存完成表嗎?", vbOKCancel)
```

```
If MSG = vbCancel Then
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "insert into 完成表正本 select * from 完成表;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "insert into 完成表副本 select * from 完成表;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "drop table 完成表;"
```

```
cn.Execute SQL
```

```
cn.Close: Set cn = Nothing
```

```
MsgBox ("完成表已刪除。")
```

```
End Sub
```

(8) 完成表副本補充

```
Private Sub 完成表副本補充_Click()
```

```
Dim cn As New ADODB.Connection
```

```
Dim SQL As String
```

```
MSG = MsgBox("要完成表副本補充嗎?", vbOKCancel)
```

```
If MSG = vbCancel Then
```

```
Exit Sub
```

```
End If
```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
```

```
SQL = "update 完成表副本 set 車別 = 'B 貨車' WHERE 完工表_
```

```

工號 LIKE '0%' OR 完工表_工號 LIKE '100%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車別 = 'A 客車' WHERE 車別
IS NULL;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 修別 = '臨修' WHERE 完工表_
工號 LIKE '02%'
OR 完工表_工號 LIKE '51%' OR 完工表_工號 LIKE '1001%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 修別 = '三檢' WHERE 修別 IS
NULL;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車型 = '6 局外' WHERE 完工表_
工號 LIKE
'100%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車型 = '1 自強' WHERE 完工表_
工號 LIKE
'5__0%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車型 = '2 莒光' WHERE 完工表_
工號 LIKE
'5__1%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing

```

```
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車型 = '3 復興' WHERE 完工表_
工號 LIKE
'5__2%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車型 = '4 普通' WHERE 完工表_
工號 LIKE
'5__3%';"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 完成表副本 set 車型 = '5 本路' WHERE 車型 IS
NULL ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
End Sub
```

(9) 建立修理月報表

```
Private Sub Command10_Click()
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim SQL As String
MSG = MsgBox("要建立車輛修理月報表嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "insert into 車輛修理月報表 select * from 車輛修理月報表
草稿 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
DoCmd.OpenForm "車輛修理月報表"
DoCmd.Close acForm, "轉換表"
End Sub
```

(10) 手動清除人工旬報表 2

```
Private Sub Command1_Click()
```

```

Dim cn As New ADODB.Connection
Dim SQL As String
MSG = MsgBox("要刪除人工旬報表 2 嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = " DELETE * From 人工旬報表 2 ;"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
End Sub

```

3.2.5 代辦工程成本計算程式簡介

3.1.5.1 自備貨車三檢收費明細公式說明

A=維修工作費；B=維修材料費；C=管理費 (A+B) * 10 % ；
D=小計 (A+B+C) ；E=稅金 (D * 5 %) ；F=合計 (E+F)

表 5 代辦工程明細表

交通部臺灣鐵路管理局

代辦工程明細表

年 月 日

承辦單位： 工作號 工字第 號

委 託 機 構			
工 作 名 稱 及 數 量	甲修		
工 程 內 容	案鐵路局車輛修理規程施修，整修事項如下表列：	工作費	材料費
項 目		金 額	
	1.工作費		
	2.材料費		
	3.管理費 (1.2 兩項 10 %)		
	4.雜費		
	5.小計		
	6.稅金 (第 5 項之 5%)		
	7.合計 (5.6 兩項合計)		

經辦

審核

組長

主管

3.2.5.2 自備貨車更換零件資料輸入畫面

自備貨車更換零件表單

車號: P35H22023 修別: 三檢 管理費: NT\$12,200 稅金5%: NT\$6,710

工號: 1000-98-137 材料費合計: NT\$7,000 小計: NT\$134,200 備註:

公司: 臺灣電力股份有限公司台中發電廠 工作費合計: NT\$95,000 **合計計算**

自備貨車零件更換表 注意:項次必須要有15筆記錄、離開時請記得按合計計算才結束

車號	項次	項目	料單價	人工單價	單位	數量	材料費合計	工作費合計
P35H22023	1	牽引行走部份分解、換膠及組立安裝、車輪調整	NT\$0	NT\$0			NT\$8,640	NT\$0,000
P35H22023	2	牽引齒輪、手解機組分解、換膠及組立安裝、軸端間隙調整整修	NT\$0	NT\$0			NT\$9,180	NT\$25,000
P35H22023	3	牽引連結器、車軸部分解、換膠及組立安裝	NT\$0	NT\$0			NT\$2,700	NT\$10,000
P35H22023	4	車架本體整修、除銹、油漆、標記	NT\$0	NT\$0			NT\$6,480	NT\$35,000
P35H22023	5	彈簧分解、換膠、試驗、組立安裝	NT\$0	NT\$0			NT\$0	NT\$5,000
P35H22023			NT\$0	NT\$0			NT\$0	NT\$0

3.2.5.3 自備貨車報表

自備貨車報表

- 明細單
- 估價單
- 報價單
- 簽認單

報表預覽 關閉表單

3.2.5.4 代辦工程收費明細表列印畫面

台灣鐵路管理局
代辦工程明細表

10007234
車務部/機務處/機務科 台電電 10107-901142 101.機務工程室/3011 電

車 號: P35H22023 車務部/機務處/機務科

辦理代辦工程收費明細表, 費用如下表列:

序 號	項 目	工 時	單 價	總 計
1	車務部/機務處/機務科	375	8,160	3,075,000
2	車務部/機務處/機務科	10	1,000	10,000
3	車務部/機務處/機務科	25	1,000	25,000
4	車務部/機務處/機務科	10	1,000	10,000
5	車務部/機務處/機務科	35	1,000	35,000
6	車務部/機務處/機務科	5	1,000	5,000
7	車務部/機務處/機務科	12	1,000	12,000
8	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
9	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
10	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
11	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
12	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
13	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
14	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
15	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
16	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
17	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
18	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
19	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
20	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
21	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
22	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
23	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
24	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
25	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
26	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
27	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
28	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
29	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
30	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
31	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
32	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
33	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
34	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
35	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
36	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
37	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
38	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
39	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
40	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
41	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
42	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
43	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
44	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
45	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
46	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
47	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
48	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
49	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
50	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
51	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
52	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
53	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
54	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
55	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
56	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
57	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
58	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
59	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
60	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
61	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
62	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
63	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
64	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
65	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
66	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
67	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
68	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
69	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
70	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
71	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
72	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
73	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
74	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
75	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
76	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
77	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
78	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
79	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
80	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
81	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
82	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
83	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
84	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
85	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
86	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
87	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
88	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
89	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
90	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
91	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
92	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
93	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
94	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
95	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
96	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
97	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
98	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
99	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000
100	車務部/機務處/機務科	1	1,000	1,000

備註: 審核: 編製: 主管:

3.2.5.5 代辦工程成本計算程式程式碼簡介^[4.5.6.7]

(1) 抽取

```
Private Sub 抽取_Click()  
Me.Filter = "[公司] = " & Me![T 公司] & ""  
Me.FilterOn = True  
Me.OrderBy = "車號"  
Me.OrderByOn = True  
End Sub
```

(2) 製造編號

```
Private Sub 製造編號_Click()  
For i = 1 To Me.Recordset.RecordCount  
DoCmd.GoToRecord , , acGoTo, i  
DoCmd.GoToControl "編號"  
MyLookup = DLookup("日期", "流水號記錄")  
If IsNull(MyLookup) Then  
Set MyRecordSet = CurrentDb.OpenRecordset("流水號記錄")  
MyRecordSet.AddNew  
MyRecordSet("日期") = Date  
MyRecordSet("序號") = 1  
MyRecordSet.Update  
Numbre = 1  
End If  
If MyLookup = Date Then  
Set MyRecordSet = CurrentDb.OpenRecordset("流水號記錄")  
Numbre = MyRecordSet("序號") + 1  
MyRecordSet.edit  
MyRecordSet("序號") = Numbre  
MyRecordSet.Update  
ElseIf MyLookup < Date Then  
Set MyRecordSet = CurrentDb.OpenRecordset("流水號記錄")  
Numbre = MyRecordSet("序號") + 1  
MyRecordSet.edit  
MyRecordSet("日期") = Date  
MyRecordSet("序號") = Numbre  
MyRecordSet.Update
```

```
End If
Me![編號] = Format(Numbre, "0000")
Next i
End Sub
```

(3) 計算

```
Private Sub 計算_Click()
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim rs As New ADODB.Recordset
Set cn = CurrentProject.Connection
Set rs = cn.Execute("select (sum(小計) * 0.05) As 材工費總
合,sum(CLng(小計)) AS 小計合 from 自備貨車完工表 where [公
司]=' " &
Me![T 公司] & """)
Me!材工費總合 = CLng(rs!材工費總合)
Me!小計合 = CLng(rs!小計合)
rs.Close: Set rs = Nothing
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
Set rs = cn.Execute("select sum(CLng(稅金)) As 稅金總合 from 自備
貨車完工表 where [公司]=' " & Me![T 公司] & """)
Me!稅金總合 = rs!稅金總合
Me!T 稅金差額 = Me!材工費總合 - Me!稅金總合
Me!T 小合 = CLng(Me!材工費總合 + Me!小計合)
rs.Close: Set rs = Nothing
cn.Close: Set cn = Nothing
DoCmd.GoToRecord , , acFirst
DoCmd.GoToControl "稅金差額"
End Sub
```

(4) 完工金額結算

```
Private Sub 完工金額結算_Click()
Dim cn As New ADODB.Connection
Dim SQL As String
Dim rs As New ADODB.Recordset
MSG = MsgBox("要做完工金額結算嗎?", vbOKCancel)
If MSG = vbCancel Then
```

```

Exit Sub
End If
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 自備貨車完工表 set 修正後稅金 = CLNG(稅金+稅金差額) where [公司]= " & Me![T 公司] & ";"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
SQL = "update 自備貨車完工表 set 合計 = CLNG(小計+修正後稅金)
where [公司]= " & Me![T 公司] & ";"
cn.Execute SQL
cn.Close: Set cn = Nothing
Set cn = CurrentProject.Connection
Set rs = cn.Execute("select sum(合計) AS T 修合 from 自備貨車完工表 where [公司]= " & Me![T 公司] & """)
Me!T 修合 = rs!T 修合
rs.Close: Set rs = Nothing
cn.Close: Set cn = Nothing
'DoCmd.DoMenuItem acFormBar, acRecordsMenu, 5, , acMenuVer70
Me.Requery
End Sub

```

(5) 解除

```

Private Sub 解除_Click()
Me.FilterOn = False
End Sub

```

(6) 欄位值消除

```

Private Sub 欄位值消除_Click()
Me!T 公司 = ""
Me!材工費總合 = ""
Me!稅金總合 = ""
Me!T 稅金差額 = ""
Me!T 修合 = ""
Me!T 小合 = ""
Me!小計合 = ""

```

DoCmd.GoToControl "T 公司"

End Sub

四、結論

考工業務首要在資料的統計與分析，而後產出各式報表提供車輛維修效率與維修成本分析。每月所需登錄資料筆數高達 5,200 筆左右，這些龐大的統計資料若由人工作業需耗費數倍的人力與時間，在臺鐵局人事精簡政策下，要增加人員目前是不可能的事。高廠工作組考工股在現有人員下，自學程式設計，將複雜的統計分析資料經由考工系統，自動統計分析列印所需報表，節省了數倍的人力與時間。每位員工若能在自己的工作崗位思考如何提高工作效率及改進工作方法，並可進一步節省時間與人力，亦即百年老店的大象轉虧為盈的目標是指日可待。

參考文獻

- 1、王成春、蕭雅云（2004），實戰 Excel VBA 2003 程式設計實務，臺北：知城數位科技股份有限公司。
- 2、山賀弘（2005），Excel VBA 功能索引式參考手冊，亮亨（譯），臺北：旗標出版股份有限公司。
- 3、章立民（2004），Access 2003 資料庫設計。
- 4、志佳工作室（2004），Visual Basic 6.0 程式教學手冊，臺北：博碩文化股份有限公司。
- 5、凱際資訊工作室（2004），Access 200 應用，臺北：松崗電腦圖書有限公司。 3 在商學上的
- 6、世詒資訊（2004）實戰 Access 2003 VBA 徹底解析，臺北：知城數位科技股份有限公司。
- 7、吳權威，王緒溢（2004）Access 2003 中文版實務，臺北：基峰資訊股份有限公司。
- 8、E-Trainer.jp、關野直美、河合真理（2006），最新 Access VBA 活用範例大辭典，臺北：博碩文化股份有限公司。
- 9、宮(土反)雅輝（2008），SQL 活用範例大辭典，博碩文化編譯(譯)，臺北：博碩文化股份有限公司。
- 10、維基百科（2008），<http://zh.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>。

編後語

春暖花開，萬物盎然，到處充滿春天的氣息，臺北車站也在改裝後換上了新裝，大廳充滿藝文與活力，各種活動伴隨著旅行者留下最美好的回憶，樓下 1 樓也不遑多讓，活力四射，熙來人往，人潮簾動，與臺北客運轉運站與忠孝西路對街百貨大樓交相輝映，蟄伏已久的少女初現容顏，美不勝收；臺鐵資料 2012 年初出刊，也以綠色運輸節能減碳觀點展開序幕，為築底的低碳軌道運輸開啓綠色序幕。

346 期「臺鐵動力車 CO₂ 排放量統計與分析」一文，藉由統計西元 1990 年~2010 年間臺鐵機車車輛 CO₂ 排放量，復以經濟部能源局發佈之碳排放資料進行比對分析，結果顯示，臺鐵所營運路線以縱貫線電力能耗排放量最高，每機車公里之單位排放量則以宜蘭線為最高；而 2010 年臺鐵平均每延人公里 0.0360 公斤之排放量僅為小自客 0.1342 公斤之 26.82%，驗證總體運輸系統減碳成效上，臺鐵有重大貢獻；「第 3 軌供電系統導電軌絕緣接頭(IRJ)電弧現象之探討」一文，藉由導電軌構架議題探討及軟體模擬進行研析，結果顯示橫渡線與袋狀軌之導電軌間隙，若由非橋接改橋接時，導電軌間隙可加跨接電纜或開關。至於主線與維修機廠介面之導電軌間隙，基本上以非橋接方式為宜，若要採橋接則應採增加維修機廠軌道對地電阻，牽引動力變電站（TSS）均採非接地系統等相關配套措施；另在主線與維修機廠介面之導電軌間隙加跨接開關，採直流斷路器附加直流電驛，故障時跳脫斷路器，可減少故障範圍。

「臺灣鐵路管理局材料管理制度(I)」則是作者臺鐵局材料處周副處長於即將退休前夕，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，除管理論述及實務作業外，更從歷史演進觀點，自劉銘傳於 1887 年始建立之臺灣鐵路材料管理組織開始迄今之各項制度分章說明，並將文獻典章收錄，以冀期能薪火相傳。至於「鋼輪動力均衡試驗機之理論與實務探討」及「考工系統節省人力效益研析」均係高雄機廠同仁於公暇進修學習，發揮實務與理論探討暨創新最好的典範，面對問題解決問題，不只節約公帑並減少數倍的人工作業及人力，並節省了大量時間，創造內部效益最大化。

民國 101 年的臺灣，臺鐵不斷攀升，往前邁向一個新紀元，西部幹線都會區捷運化車站逐漸完成，服務品質與旅運量攀高，東部幹線觀光特色車站也具雛型，各顯風騷，整體環島鐵路運輸骨幹到處充滿活力，回顧過去每一個付出的努力，及未來無限的發展，讓我們看到奮力不懈的精神與傳承在這條鐵道上不斷上演；臺鐵資料改版來也進入了第 346 期，感謝同仁先進、長官的投稿與支持，讓這本期刊得已隨著時間的巨輪繼續前進。萬生萬物未曾生也未曾滅，只是示現在不同的情境罷了，人的存在自然也不能例外，期盼下一個未來會有更光明璀璨的星光，照亮這條筆直的鐵道一直往下傳承下去。

徵稿須知

臺鐵資料約稿

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臺，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及本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「10041 臺北市中正區北平西路三號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：(02)2381-5226 轉 2374；傳真：(02)2383-1367；E-mail：tr752895@msa.tra.gov.tw。

「臺鐵資料」撰寫格式

中文題目

(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。)

TITLE

(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。)

中文姓名 English Name¹

中文姓名 English Name²

聯絡地址

電話

電子信箱

摘要 (標楷體 16 點字**粗體**，置中對齊，前、後段距離 1 列，單行間距)

摘要內容 (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 (新細明體 12 點字**粗體**)：關鍵詞 (新細明體 12 點字，關鍵詞 3 至 5 組)

Abstract(Times New Roman 16 點字**粗體**，置中對齊，前段距離 1 列，後段距離 0.5 列，單行間距)

Abstract(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。)

Keywords (Times New Roman **粗斜體**): *Keyword* (Times New Roman 12 點字**斜體**，關鍵詞 3 至 5 組)

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】**。)

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))

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】**)。)

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

¹本局機務處正工程司兼科長

²中央大學土木工程系碩士

齊，單行間距，文中數學公式，請依序予以編號如：(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：

圖 1 圖名 (新細明體 12 點字，置中對齊，圖之說明文字置於圖之下方，並依序以阿拉伯數字編號 (圖 1、圖 2)。)

表 1 表名 (表名字型大小為 12 點字，置中對齊，表之說明文字置於表之上方，並依序以阿拉伯數字編號 (表 1、表 2)。)

內文^[1] (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

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：http://www.motc.gov.tw/ana/20061220173350_951220.wdl。
3. 交通部臺灣鐵路管理局 (2007)，工程品質管理手冊。
4. 汪進財 (2003)，我國航空保安發展策略之研究，交通部科技顧問室委託研究。
5. 林淑姬、黃櫻美 (2006)，關係資本之衡量與管理，收錄於智慧資本管理，鄭丁旺 (編)，頁249-271，臺北：華泰文化。
6. 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。
7. 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.
8. 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.
9. Lan, L. W. and Huang, Y. S. (2005), "A Refined Parsimony Procedure to Investigating Nonlinear Traffic Dynamics," Proceedings, 10th International Conference of Hong Kong Society for Transportation Studies, pp. 23-32.
10. Menendez, M. and Daganzo, C. F. (2007), "Effects of HOV Lanes on Freeway Bottlenecks," Transportation Research Part B, Vol. 41, No. 8, pp. 809-822.

刊 名：臺鐵資料

刊期頻率：季刊

出版機關：交通部臺灣鐵路管理局

機關地址：10041 臺北市中正區北平西路 3 號 5 樓

機關電話：(02)23899854

網 址：<http://www.railway.gov.tw>

編 者：臺鐵資料編輯委員會

出版日期：中華民國 101 年 4 月

創刊日期：中華民國 52 年 10 月

版 次：初版(電子全文同步登載於臺鐵網站)

定 價：新臺幣 200 元

展售門市：

(1) 國家書店松江門市

地址 10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 TEL：(02)25180207

國家網路書店：<http://www.govbooks.com.tw>

(2) 五南文化廣場(<http://www.wunanbooks.com.tw>)

地址：40042 臺中市區中山路 6 號 TEL：(04)22260330

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

ISSN : 1011-6850



9 771011 685005

GPN : 2005200020

定價：新臺幣 200 元

臺鐵資料 季刊 第三四六期

TAIWAN RAILWAY JOURNAL NO 346 中華民國

101 年 4 月出版