

# 臺灣鐵路

2012 101 年臺鐵資料

## TAIWAN Railway Journal



季 刊  
Quarterly  
第 347 期  
NO : 347



# 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 鹿潔身

鍾朝雄 杜微 何獻霖 郭文才

陳三旗 楊正德 高明鑒 吳世瑛

何進郊 陳錫賞 徐明金 邱宏達

朱來順 賴秋金

總幹事：徐仁財

幹事：賴威舟 李忻瓊

總編輯：許文鑫

電話：(02)23815226 轉 2302

電子信箱：[tr393352@msa.tra.gov.tw](mailto:tr393352@msa.tra.gov.tw)

編輯：王宜達

電話：(02)23815226 轉 4006

電子信箱：[tr754604@msa.tra.gov.tw](mailto:tr754604@msa.tra.gov.tw)

地址：臺北市 10041 中正區北平西路 3 號



三貂嶺隧道 黎世俊攝\*\*

註\*

名稱：宜蘭線及平溪線交會

註\*\*

名稱：三貂嶺隧道

長度：2104 公尺。

地點：牡丹~三貂嶺間。

啓用：民國 76 年(1987)。

## 目錄

## CONTENTS

- |     |   |
|-----|---|
| 1   | <p>日本當代鐵路車站之土地開發趨勢探討<br/>—以 JR 北海道及 JR 西日本為例</p> <p>An Examination of Trends in Land Development for<br/>Modern Japanese Railway Stations— The Examples of the<br/>Hokkaido Railway Company and the West Japan Railway<br/>Company</p> <p style="text-align: right;">柳正村 許裕億</p>  |
| 19  | <p>鋼軌絕緣接頭枕木改善之研究</p> <p>Improvements to Insulated Rail Joints and Ties</p> <p style="text-align: right;">陳文德 林呂鑫 王志中</p>  |
| 32  | <p>車站旅客廁所設計重點與案例</p> <p>Key Points and Case Studies in the Design of Train Station<br/>Traveler Restrooms</p> <p style="text-align: right;">林文雄</p>   |
| 53  | <p>環島鐵路整體系統安全提昇計畫執行過程<br/>之探討-以花蓮電務段轄區列車方向指示<br/>器新設工程為例</p> <p>A Review of the Implementation of the Island Circuit<br/>Railway General System Safety Improvement Plan—The<br/>Example of the Train Direction Indicator Installation Project<br/>in the Jurisdiction of the Hualien Electrical Section</p> <p style="text-align: right;">楊志鵬</p> |
| 61  | <p>臺灣鐵路管理局材料管理制度 (二)</p> <p>Materials Management System (MMS) of Taiwan Railways<br/>Administration</p> <p style="text-align: right;">周春明</p>   |
| 78  | <p>具有銷孔之中碳鋼軸件經過高週波熱<br/>處理後之拉伸破壞特性之研究</p> <p>A Study of the Properties of Tensile Failure Occurring in<br/>Medium Carbon Steel Bars</p> <p style="text-align: right;">呂理得 林本源 劉如真 林宜永</p>   |
| 87  | <p>紅外線檢測技術於軌道機電系統檢修<br/>應用之研究</p> <p>A Study of the Applications of Infrared Ray Detection<br/>Technologies in Servicing Railway Power-Generation<br/>Systems</p> <p style="text-align: right;">王宜達 江耀宗 羅文毅 郭銘駿</p>   |
| 108 | <p>臺鐵 MA 系統於機務統計運用之研究</p> <p>A Study of the of the use of the Taiwan Railway<br/>Administration MA System for Mechanical Engineering<br/>Statistics</p> <p style="text-align: right;">蕭國文</p>   |
| 119 | <p>編後語</p> <p style="text-align: right;">王宜達</p>  |

徵稿須知

# 日本當代鐵路車站之土地開發趨勢探討 —以 JR 北海道及 JR 西日本為例

## An Examination of Trends in Land Development for Modern Japanese Railway Stations— The Examples of the Hokkaido Railway Company and the West Japan Railway Company

柳正村 Liu, Cheng-Tsun<sup>1</sup>

許裕億 Hsu, Yu-I<sup>2</sup>

地址：臺北市北平西路 3 號

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

電話：(02) 23815226 轉 3667

TEL : (02) 23815226ext3667

電子信箱：tr702785@msa.tra.gov.tw

E-mail : tr702785@msa.tra.gov.tw

### 摘要

日本旅客鐵道株式會社 (JR) 以大眾運輸導向發展 (TOD) 為本，成功拓展土地活化利用效益及發展其附屬事業，以滿足市民生活機能為基本理念，其於規劃設計階段，即視結合都市活動為車站建築設計之重要議題，除提供交通、娛樂及商業服務外，最重要的是利用自由通道連結車站周邊公共設施及重要節點，提供無縫轉乘運輸服務，方便市民也活絡整個都市，本文以 JR 札幌車站、京都車站、大阪車站、姬路車站、岡山車站及新宮中央車站之參訪，說明 JR 北海道及西日本鐵路公司辦理車站開發之重點策略，並歸納日本當代鐵路車站之土地開發趨勢。最後提出建議參考日本案例，變更車站土地之使用分區為商業區，使其開發內容及使用項目更具有彈性；另在都市計畫層面上，地方政府應積極協助推動車站開發所涉之都市計畫變更案，以僅要求土地管理機關提供極少回饋，甚至不須回饋，並強化雙方合作關係，以創造最大開發效益。在面臨經濟、都市發展、交通運輸等環境變遷之競爭下，臺鐵應有效運用現有資源、重新定位鐵路事業之經營策略，亦須積極多元化經營附屬事業，與民間合作，提供投資建設誘因，以提昇運輸事業優質服務機能，並配合場站區毗鄰地區之更新再發展，打造車站事業之新方向。

**關鍵詞：**大眾運輸導向發展、附屬事業、土地開發、都市縫合。

### Abstract

*The Japan Railways Company (JR) on the basis of transit-oriented development (TOD), in the courses of successfully developing railways and their ancillary businesses, has operated on a basic philosophy of satisfying residents everyday needs. From the planning and design phase, the integration of the activities of the city is treated as an important issue in the construction of train stations. Apart from providing transportation, entertainment, and commercial services, the most important goal is provide open thoroughfares to public infrastructure and important transportation nodes in the vicinity of the station, providing seamless transfers to other forms of transportation, providing*

<sup>1</sup>臺鐵局企劃處開發科幫工程司

<sup>2</sup>臺鐵局企劃處開發科幫工程司

*convenience to residents and invigorating entire cities. This paper draws from visits to the JR Sapporo, Kyoto, Osaka, Himeji, Okayama, and Shingū-Chūō railway stations to demonstrate how the JR Hokkaido and JR West companies have implemented this key rail station development strategy, provide an overview of trends in land development for modern Japanese railway stations, and finally to provide recommendations with reference to the Japanese case, such as changing the land usage zoning of train stations to commercial, allowing for greater flexibility in development and usage; at the urban planning level, local governments should actively facilitate the actuation of urban planning alteration projects involved in train station development, requesting that the land management authority provide only the most modest of returns or not requiring returns at all, and enhance the cooperative relationship between the two parties in order to carry out development as efficiently and effectively as possible. Faced with competition taking place within a changing economic, urban planning, and transportation environment, the Taiwan Railway Administration should adopt an operating strategy of effectively utilizing its existing resources and repositioning the railway business; it must also actively diversify the operation of subsidiary businesses, cooperating with the private sector providing incentives to invest in construction in order to promote its quality transport service functions, and coordinate with the renewal and redevelopment of areas adjacent to stations, taking station business in new directions.*

**Keywords:** *Transit-oriented development, ancillary business, land development.*

*City suture.*

## 一、前言

近年來美國強調「智慧型成長(smart growth)」，採用「大眾運輸導向發展(transit-oriented development，以下簡稱 TOD)」方式，沿著大眾運輸廊帶進行高密度集合住宅與複合商業開發，大幅度提升民眾使用大眾運輸之便利性，而減少使用私人運具旅次，也成為各國大都會都市計畫與大眾運輸政策發展之新趨勢<sup>[1]</sup>。

日本 JR 鐵路公司積極落實 TOD 精神，緊密結合鐵道運輸與都市發展，將車站、住宅、辦公室、購物商場、旅館酒店、休閒娛樂、大眾運輸轉乘、停車場及景觀等設施融合為一體，再配合完善之物業管理服務機制，開創老舊社區更新及新興都市發展契機，活絡都市經濟，重塑都市門戶意象。

而鐵路運輸事業資本密集，具有公共性，費率受到管制，運輸本業收入已無法維持企業永續經營，其發展附屬事業所創造之利潤可挹注運輸本業，同時改善設施設備，提升服務水準，進而吸引更多旅客搭乘，以收相輔相成之效。

## 二、JR 北海道鐵路公司之車站開發分析

### 2.1 JR 北海道鐵路公司之說明

北海道旅客鐵道股份有限公司（北海道旅客鐵道株式会社，ほっかいどうりょかくてつどう，官方英譯名為 Hokkaido Railway Company），經常簡稱為 JR 北海道或 JR Hokkaido，日本國有鐵道（JR）於 1987 年 4 月 1 日分割且民營化之後，七個新成立的鐵路公司之一。JR 北海道是以日本北海道地區作為主要的營業範圍，其企業識別色是淡綠色，屬於日本國內第一種鐵道事業者的分類。

北海道面積廣大（約全國 22.1 %），人口稀少（約全國 4.5 %），JR 北海道自原本的日本國鐵承襲了 21 條共 3,176.6 公里長的鐵道路線，其中大部分為積雪地帶，另承襲了長 113 公里之火車渡輪航線（Train Ferry，日文稱呼為「航路」），與相關的公車路線事業。

JR 北海道負責經營北海道地區的公共運輸事業，因位處偏遠地區及人口密度低，先天之營運條件不如 JR 本州三社，故民營化之同時，JR 北海道並未如 JR 本州三社繼承國鐵時代長期債務，反而獲得 6,822 億日圓安定基金(另 JR 九州獲 3,877 億日圓，JR 四國獲 2,082 億日圓)，初期由國鐵事業清算團運用並支付年息 7.3 % 利息予 JR 北海道，於平成 8 年(西元 1996 年)再將全額 6,822 億日圓歸還 JR 北海道，平成 9 年起，JR 北海道自主運用這筆基金<sup>[2]</sup>。另外日本特別成立了獨立行政法人鐵道建設運輸設施整備支援機構國鐵清算事業本部(設置於當時原稱日本國有鐵道清算事業團)，由該單位 100 % 擁有 JR 北海道的股份，而成爲股票沒有上市的特殊營運事業體<sup>[3]</sup>。

## 2.2 JR 北海道鐵路公司之車站開發

JR 北海道鐵路公司爲了辦理土地開發事業之業務，在組織架構上成立開發事業本部進行資產管理。此外，成立開發方面之相關子公司如北海道 JR 都市開發公司、札幌車站綜合開發公司、北海道企畫開發公司、JR 函館開發公司等促使 JR 北海道鐵路公司所擁有之資產進行活化多元運用，以創造最大利益，如表 1 所示。

JR 北海道公司在開發的意念上是透過與市民和政府之間的對話形成共識而全程由該公司主導，以公開徵選企劃書並以簽訂協議書方式完成合作開發，與臺鐵局開發方式有所不同。北海道 JR 公司除了運輸本業外其他包括與本業有關的高速鐵路開發、顧問、信號設備、鐵道與建物施工、維護、土建、車輛檢修整備、車站營運委託、清潔、電子網路及附業包括巴士、租車、生鮮、食品、便利商店、旅館、寢被供應、都市開發、綜合開發均成立子公司有 30 多家，目前經營收入情形本業與附業比爲各占 50%。

## 2.3 案例分析-札幌車站

日本地狹人稠，軌道運輸發展極爲成熟，軌道工業亦極爲先進。日本及臺灣目前各都會區紛紛進行立體化建設之概念不同。即日本傳統鐵路—在來線仍多維持平面系統，即使東京、大阪、京都及博多等大都會區亦然，捷運系統於都會區多地下化，高速鐵路—新幹線則全線爲高架系統。札幌車站是少數都會區傳統鐵路高架化之車站，該車站鐵路高架橋下開發爲商店街，就如同一個街廓，車輛及行人則經由一般路口穿越，並未感覺市區被鐵路一分爲二，如圖 1 及圖 2 所示。目前札幌車站站區開發西側有著名的大丸百貨公司，西中央大廳有電影院，東中央大廳 1-9 樓及 JR 塔大樓 1~6 樓有購物中心(STELLAR PLACE)商店總數 160 多家是日本最大規模的購物中心，包括購物、飲食、文化及娛樂，而最主要的是東側的 JR 塔商務大樓(T38)包括有醫院中心的(7~9 樓)、商務大樓的(7~20 樓)、溫泉 SPA(22 樓)、日航飯店(23~34 樓)、餐廳(35 樓)、宴會廳(36 樓)及 JR 塔(38 樓)呈複合式功能，如圖 3 及圖 4 所示。

環視臺灣目前高架化車站，多以回饋地方政府做爲公用設施，如綠地及停車場等，而札幌高架化車站開發模式應是未來我國高架化車站開發可以參考學習模式，如橋下規劃爲商場及新站開發時可採更多角化的目標，拓展可開發腹地空間，引進商店街及多元化之附屬事業，如車站大樓可引進百貨公司、餐廳或購物中心進駐，另配合兩岸直航後旅遊市場需求，規劃發展建置旅館，甚至 3D 電影院等。

表 1 JR 北海道公司組織圖

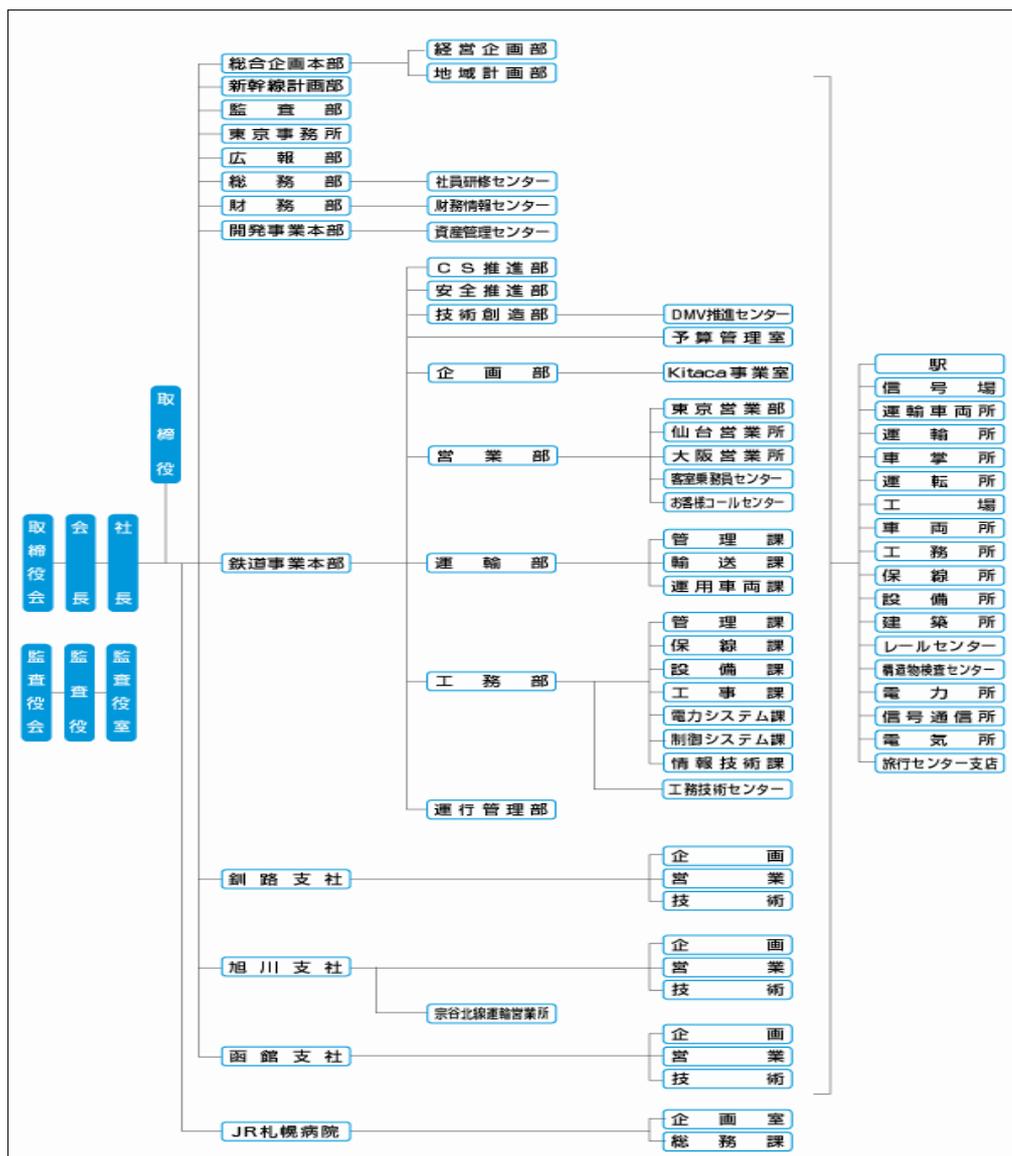


圖 1 高架化札幌車站施工圖



圖 2 札幌車站開發示意圖



圖 3a 橋下停車場



圖 3b 商店街



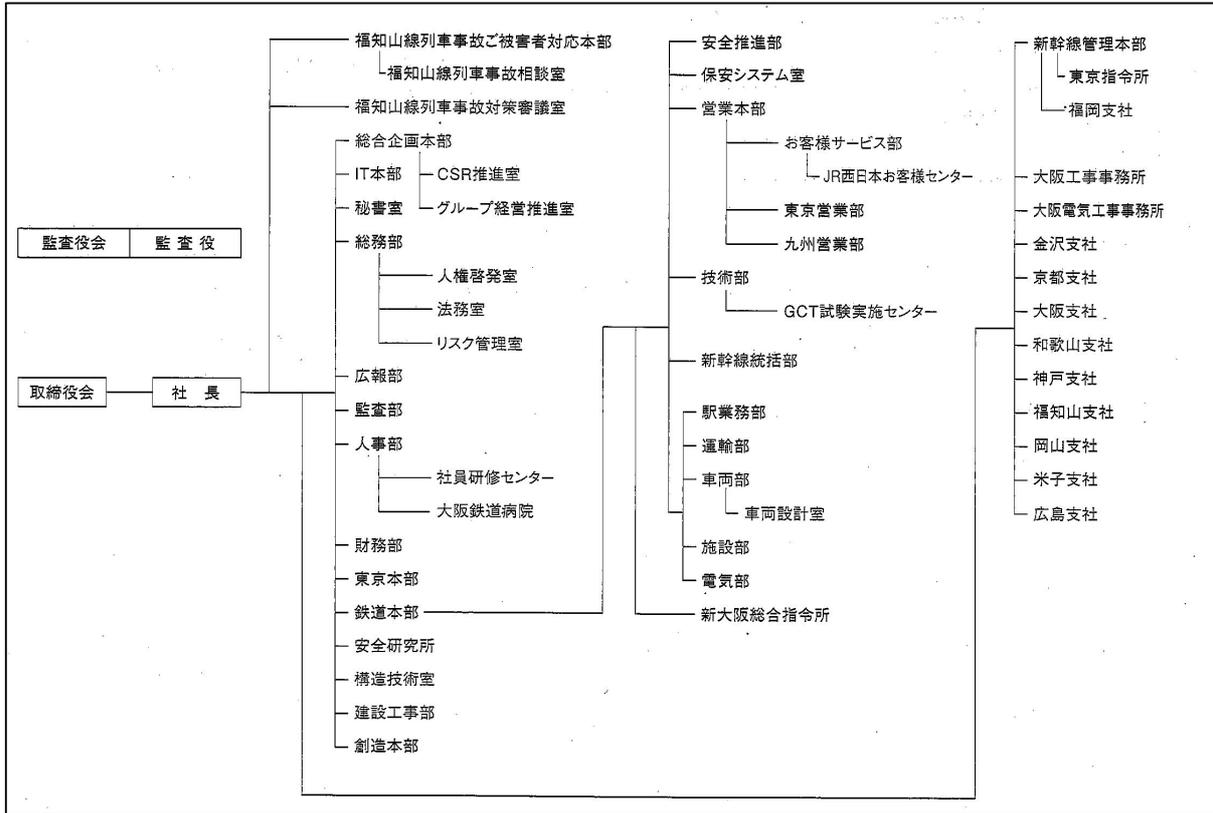
圖 3c 商店街連通至車站大樓



### 3.2 JR 西日本鐵路公司之車站開發

JR 西日本鐵路公司為處理土地開發事業及附屬事業之業務，在組織架構上成立總合企劃本部與創造本部進行土地開發及附屬事業之規劃發展，如表 2 所示。此外，在不同地區分別成立以土地開發為目標之子公司如京都車站大樓開發公司、大阪車站開發公司、房地產開發的西日本鐵路公司、西日本福岡發展公司等，將 JR 西日本鐵路公司所擁有之土地資產進行活化多元運用，以創造最大利益。

表 2 JR 西日本鐵路公司組織圖



### 3.3 案例分析-京都車站

#### 3.3.1 車站概述

京都都是日本最大的觀光都市，京都車站為多條重要鐵路路線交會站，並有多條巴士、地下鐵等公共運輸機關提供前往京都市內觀光名勝的交通服務，為廣闊的京都觀光名勝玄關口，亦為京都市的代表車站，係西日本旅客鐵道（JR 西日本）、東海旅客鐵道（JR 東海）、近畿日本鐵道、京都市交通局共用的鐵路車站。

京都市以京都車站為核心向外幅射進行整體都市發展，其大眾運輸系統非常發達，包含新幹線、在來線、地鐵、市區客運、長途客運、計程車排班、停車場設施、觀光旅遊巴士及旅館巴士接駁等運輸系統相當完備。站前設有市區公車轉運站、定期觀光巴士轉運站及旅館巴士接駁處，轉乘相當方便；並設有巴士綜合諮詢和定期觀光巴士諮詢服務處，還有計程車排班區、路線圖、乘車須知以及其它實用方便的設施等服務。

京都車站係以車站特定區的模式開發，其分區為商業區，車站包含運輸功能、文化表演廳、劇場、美食街、百貨公司及地下街等；並結合鄰近商業開發，使土地利用發揮最佳效益。現今之京都車站為第四代建築，完成於 1997 年，造型新穎獨特，功

能完備，各種開發事業引入巨大商機，為一成功之開發案例。

京都車站因站區遼闊，新幹線為高架化，都會捷運為地下化，傳統鐵路在來線仍維持地面運轉，故以人工地盤概念，規劃二樓開闊明亮的南北自由通路串連車站二側，通廊二側設置商店，並通向新幹線及在來線進出站閘口。因通行人次眾多，其南北二側出入口，設有寬敞的樓梯，並設置上下方向之電扶梯及升降梯，方便民眾能快速大量通行。至四通八達之地下通廊規劃概念亦同，除配合地鐵系統，設置多個出入口閘口，同時規劃完整的地下商店街，如圖 6 所示。

### 3.3.2 站區土地開發內容

京都車站為西日本旅客鐵道株式會社所擁有之資產，並由西日本旅客鐵道株式會社成立之子公司-京都駅建築開發株式會社進行站區土地開發利用與京都車站之營運。京都車站之土地開發計畫內容如下：

- 建築設施：車站、旅館、商業設施、文化設施及停車場等。
- 構造結構：地上鋼骨造、地下鋼骨鋼筋混凝土造。
- 建築規模：長：470 公尺、寬：60~80 公尺、高：59.8 公尺(地上 16 層、地下 3 層)。
- 基地面積：38,000 平方公尺。
- 建築面積：32,400 平方公尺。
- 總樓地板面積：238,000 平方公尺，包含車站設施約 12,000 平方公尺、國際旅館設施約 70,000 平方公尺、複合式商業設施約 88,000 平方公尺、文化設施約 11,000 平方公尺、停車場設施約 37,000 平方公尺，行政關係設施及公共設施約 19,700 平方公尺。
- 總造價：1,500 億日圓（西日本旅客鐵道株式會社出資 350 億日元，京都駅建築開發株式會社出資 700 億日圓，其餘由各項經營者出資）。



寬敞明亮之南北自由通廊



圖 6 京都車站及南北自由通廊

### 3.3.3 站區之開發經營模式

京都車站在開發經營方面以五個面向作為其經營方向，其在京都車站之位置區域，如圖 7 所示。

- 車站方面之經營：京都車站為京都市區內主要車站之一，有多條新幹線、地鐵及私鐵於此處交會，為京都市之國際門戶。
- 旅館方面之經營：京都車站亦有京都駅建築開發株式會社自行經營旅館，取名 HOTEL GRANVIA KYOTO，該旅館總樓地板面積約 70,700 平方公尺，設有客房數 539 間、宴會場 12 間及餐廳 14 間等。
- 百貨商店與購物街：京都車站內之百貨公司有 JR 西日本鐵路公司及伊勢丹百貨公司合資成立，總樓地板面積約 32,000 平方公尺之 JR KYOTO ISETAN 百貨公司。在車站裡的購物街部分取名 The Cube Shopping Mall，總樓地板面積約 5,485 平方公尺，目前共有 72 家店舖。此外，京都站前亦有地下街取名 Porta，提供出站之旅客購物。
- 文化娛樂劇場：分為三個部分，京都劇場、KYOTO 手塚治虫展覽館及美術館等。
- 停車場：共有四處停車場，東、西邊各 2 個，總計停車量 1,250 部。

京都車站大樓、空間規劃如圖 8a、b 及圖 9a、b 所示，京都劇場及商場配置如圖 10、圖 11、圖 12 所示。

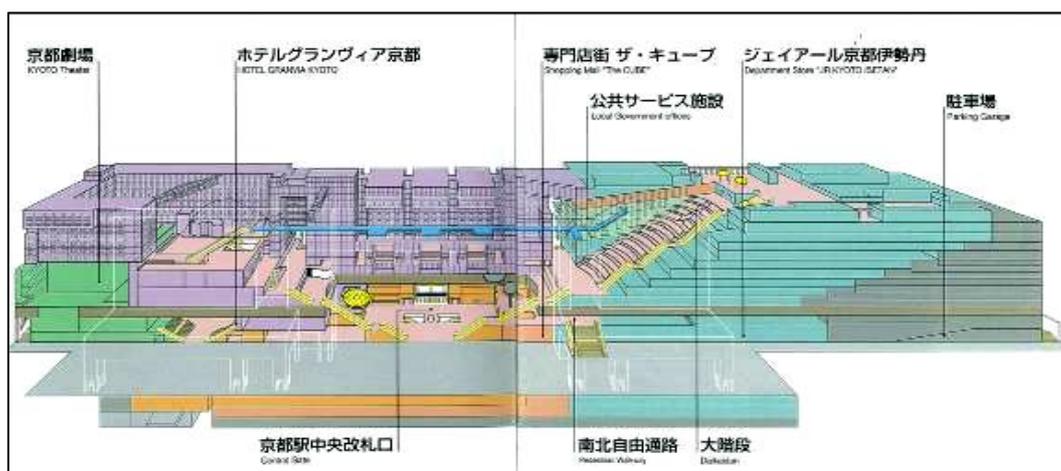


圖 7 京都車站開發概念圖



圖 8a 京都車站大門



圖 8b 京都車站大廳



圖 9a 京都車站內半戶外階梯



圖 9b 高樓層商場及屋頂花園

大尺度半戶外階梯將人引導至高樓層商場及屋頂花園，亦可作為公共集會空間，成為車站特色。



圖 10a 手塚治虫紀念品館



圖 10b 京都劇場



圖 11a 京都拉麵小路



圖 11b JR 特色美食街



圖 12a 地下商場



圖 12b 站前地下街

### 3.4 案例分析-大阪車站

#### 3.4.1 車站概述

大阪車站位在日本大阪府大阪市北區，由西日本旅客鐵道（JR 西日本）所經營管理的鐵路車站，也是日本關西地區最大都會大阪的代表車站，如圖 13 所示。由於大阪車站目前的路線與月台數量早已飽和，除了設線之初就已改經過新大阪車站之新幹線外，許多原本

以大阪為發車站，開往東京、九州方面與往南紀、關西國際機場方面之特急列車，目前也都改移至新大阪站發車或停靠。至於大阪車站主要是作為北陸方向之特急、急行列車的始發與終點；此外，新快速列車（京阪神之城際連絡列車），北近畿、山陰方面之特急列車、九州方面之寢台（臥鋪）特急列車，暨在來線特急列車之停靠亦以大阪車站作為總站。

大阪車站位於大阪的中心位置，站前商業區繁華熱鬧且範圍廣闊，聚集大阪地區的電子 3C 產業、零售商業，促成大阪地區以大阪車站為中心進行整體都市發展。此外，大阪車站與大阪市營地下鐵及阪神電鐵、阪急電鐵各自所經營的車站以複雜的通道與地下街系統隣接，形成一個超大型的綿密的地下交通網路及商業城。



圖 13 大阪車站

### 3.4.2 站區土地開發內容

大阪車站為西日本旅客鐵道株式會社所擁有之資產，並由西日本旅客鐵道株式會社成立之子公司-大阪大樓開發公司進行站區土地開發利用與大阪車站之營運。大阪車站之 Station City 建設計畫於 2011 年 5 月 4 日完工開幕，大阪車站此次改建主要分為二區域，一為原大阪車站大樓之改建，針對大樓南側出口進行整建；另一區域為新北側車站開發大樓，兩區域透過圓屋頂之廣場、自由通路連通成為一個整體，使其成為大阪地區之門戶意象，如圖 14a、b 所示。

- 舊大阪車站大樓：基地面積約 41,000 平方公尺，以經營百貨業為原主。
- 新北側車站開發大樓：基地面積約 210,000 平方公尺，以經營百貨業、專門店、辦公及娛樂等為原主。



圖 14a 整建後新面貌意象圖



圖 14b 整建後新面貌意象圖

### 3.4.3 大阪新站規劃理念與目標

「創造”新”的事」是大阪站規劃發想，並由日本最常見的益智玩具「七巧板」引發，如圖 15a、b，圖 16a、b 所示，其未來規劃目標如下述：

- 使車站成為都市一部分。
- 大阪站的再生將是都市碩果僅存的一塊精華地
- 走在關西再生且期待的大阪站北區，做為地區的先驅，並從西日本最大的交通總站「大阪站」開始整備。
- 以「發見、感動、新大阪」做為規劃概念。
- 平成 23 年春在大阪車站巨大圓形屋頂內新（心）感動
- 合於時代的大阪車站門口將充滿新的際遇與感動的空間。



圖 15a 大阪車站開發概念



圖 15b 大阪車站改建意象圖

#### a. 新北側車站開發大樓

車站和都市整體一起開發，誕生一個新的開發大樓。

基地面積：約 210,000 平方公尺。

高度：高層棟約 150 公尺、低層棟約 78 公尺。

開發內容：百貨業、專門店、辦公、娛樂等。

事業主體：大阪大樓開發公司、西日本旅客鐵道株式會社。

#### b. 大阪車站大樓之改建

充滿喜悅和興奮的大阪南側出口重生。

基地面積：約 41,000 平方公尺、高度：約 70 公尺。

開發內容：百貨業。

事業主體：大阪大樓開發公司、西日本旅客鐵道株式會社。



圖 16a 廣場、通路之連通



圖 16b 車站的改良

透過空橋之連接聯絡兩座大樓，民眾可以順利動達南站，提供更方便更舒適的好車站給每位乘客。

### 3.5 案例分析-姬路車站

#### 3.5.1 車站概述

姬路市為兵庫縣內僅次於神戶市的第二大城市，旅遊事業發達，世界文化遺產姬路城及知名的元教寺均位於市內。1888 年啓用的姬路車站位於姬路市的地理中心，隸屬於 JR 西日本旅客鐵道公司，通過本站的路線包含山陽新幹線、JR 神戶線、山陽本線、播但線及姬新線，每日上下車旅次達 92,000 人次。因車站位於繁忙的商業區，為改善鐵路周邊交通阻塞情形，除了原全線高架化的新幹線外，近年陸續進行在來線路線高架化改建工程，山陽本線已全面高架化，其支線亦改建中。

#### 3.5.2 站區土地開發內容

- 採「整體規劃」、「分期分區」之方式進行開發利用，依區位特性及使用需求，規劃不同主題之商業空間，以符合旅客及居民需要，如圖 17 所示。
- 以中央、東側及西側三條自由通路強化站前及站後都市活動之連結，並引導乘車旅客從車站出入口至收票閘門之途中，穿越其商店街，提高旅客購物方便性，使車站成為姬路市民重要生活空間之一，如圖 18、圖 19、圖 20 所示。
- 姬路站開發計畫共分為三期，第一期利用高架車站下方中央自由通路西側規劃「PLiE 姬路」商場，主要以女性流行服飾、生活雜貨及餐飲為主，第二期預計於高架車站下方中央自由通路東側規劃「美食中心」，除餐飲店外，尚販售生鮮食材，第三期將完成全新車站大樓，主要規劃為「品牌專門店」；第一期開發-「PLiE 姬路」，業於 2008 年 12 月開幕，年營業額為 51 億日圓，第二期開發預計於 2011 年 3 月開幕，年營業額將達 27 億日圓，如表 3 及圖 21 所示。

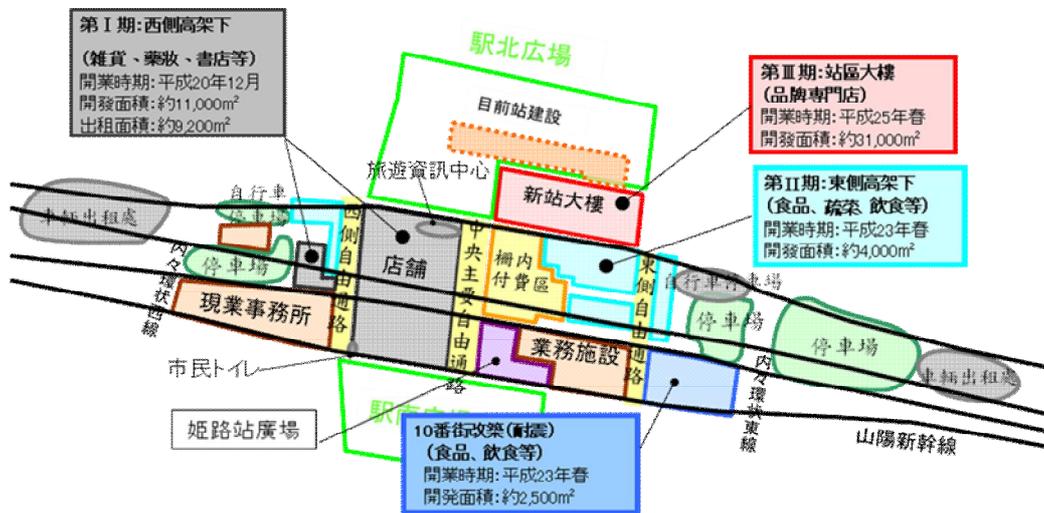


圖 17 姬路站周邊土地利用計畫



圖 18 『容易購買價格』的商店



圖 19 書店



圖 20 『流行』的商店

### 3.5.3 站區經營組織架構

姬路車站站區開發事業經營組織架構係由 JR 西日本總公司擁有土地所有權，出租土地予 JR 西日本不動產開發公司整體規劃開發定位及策略，並興建建築物，該建物再由神戶 SC 開發公司承租，進行細部規劃開發內容，並辦理招商作業，引入投資廠商，如圖 22 所示。

表 3 姬路車站分期開發內容

分期	開發位置	開發內容	開業時期	樓地板面積
第一期	西側高架下	「PLiE 姬路」： 女性流行服飾、生活雜貨、藥妝、書店、生鮮食品、餐飲等	2008 年	11,400 m <sup>2</sup>
第二期	東側高架下	「美食中心」： 生鮮食材、餐飲等	2011 年春	3,600 m <sup>2</sup>
第三期	新車站大樓 (B1~6F)	「品牌專門店」	2013 年春	31,000 m <sup>2</sup>



圖 21 姬路車站分期開發示意圖

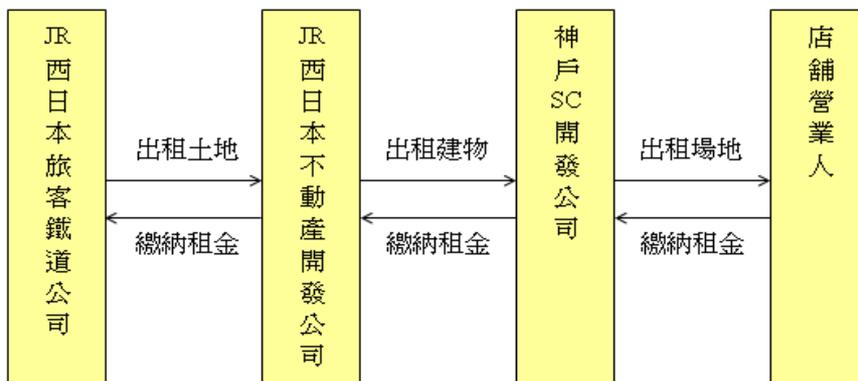


圖 22 姬路車站大樓經營架構示意圖

## 3.6 案例分析-岡山車站

### 3.6.1 車站概述

岡山市位於四國地區中部，是岡山縣的行政及經濟中心，也是山陽地區之中心城市，為連接山陰、四國的交通樞紐；而 1891 年啓用的岡山車站隸屬於 JR 西日本旅客鐵道公司，路線包含山陽新幹線、山陽本線、赤穂線、伯備線、宇野線（起點為岡山）、津山線（起點為岡山）及吉備線（起點為岡山）等，另於站前設有岡山電氣軌道（東山本線，起點為岡山），其中山陽新幹線位於 3 樓，為 2 島 4 軌高架月台，在來線位於地面層，為 4 島 10 軌，每日上下車人數約 11.8 萬人(2008 年統計資料)。

### 3.6.2 站區土地開發內容

岡山站土地開發規劃策略如下述：

- (1) 整體規劃站區，分期分區開發商業設施，妥善利用跨站式站房空間作商業使用。
- (2) 提高轉運設施之可及性：考量合理的步行距離，並於連通道設置頂棚（風雨走廊），避免民眾日曬雨淋。
- (3) 強化車站與都市空間之立體連通：東口廣場設置地下商店街(岡山一番街)，可經由地下連通至市政府及銀行等重要設施，西口廣場更將自由通路以空橋方式，向站區外延伸至岡山全日空飯店、廣播電臺及展覽館。
- (4) 東西自由通路強化站區各項設施與商業設施之連結：自由通路如京都車站，可連結進站閘門、轉乘設施及都市公共空間，並在此一人流動線上，規劃多元化商業空間，方便民眾選購。

JR 西日本公司於岡山站開發項目包含岡山一番街、SUN STATION TERRACE 岡山(南、北館)及 GRANVIA 酒店，如圖 23 及圖 24 所示，主要開發內容分述如次：

#### (1) 岡山一番街

由 JR 西日本公司轉投資子公司經營之地下商店街，主要出入口位於岡山站東口廣場，其地下通道四通八達，可通往市政府、高島屋、火車站及電車站等，經營業種以服飾及雜貨為主。

- ◆ 經營公司：山陽 SC 開發公司。
- ◆ 總樓地板面積：23,268 平方公尺。
- ◆ 建物規模：地下 2 層。
- ◆ 規劃用途：98 間店舖，業種構成包含服飾、身體用品、文化雜貨、地方特產及飲食等，附設 100 個停車位。

#### (2) SUN STATION TERRACE 岡山(南、北館)

同樣由山陽 SC 開發公司經營之 SUN STATION TERRACE 岡山南、北館，分別於 2006、2007 年開幕，主要規劃於東西自由通路旁，緊密結合旅客進出站動線，其規模較小，位於在來線軌道上方，為跨站式站房之一部分，業種構成亦與岡山一番街有所不同，以餐飲、生鮮食品、特產及流行雜貨為主。

在內部動線規劃上，於在來線及新幹線剪票口對面，設置流行雜貨、特產及甜點店舖，提供旅客最快速購得所需物品之便利性，並將公共廁所安排於商店街的角落，使得旅客必須穿越商店街方能使用廁所，大大提高購買率。

- ◆ 經營公司：山陽 SC 開發公司。
- ◆ 總樓地板面積：14,631 平方公尺。

- ◆ 建物規模：地上 2 層。
- ◆ 規劃用途：56 間店舖，業種構成包含服飾、身體用品、文化雜貨、地方特產及飲食等。

### (3) GRANVIA 酒店

由 JR 西日本公司轉投資子公司經營之酒店，設置於岡山車站東口廣場旁，為一顯著的地標建築物，提供奢華及輕鬆的住宿體驗，其服務對象包含商務及觀光旅客，服務範圍擴及瀨戶內海地區，另提供持有 JR PASS 的旅客優惠方案。

飯店共提供七種房型，包含為符合女性需求而特別設計之客房，及提供榻榻米地板之日式傳統客房，給予房客多樣化選擇。

- ◆ 經營公司：岡山 GRANVIA 酒店公司。
- ◆ 基地面積：5,895 平方公尺。
- ◆ 總樓地板面積：42,579 平方公尺。
- ◆ 建物規模：地上 19 層，地下 3 層。
- ◆ 規劃用途：328 間房間(房價約 5,200~87,000 元)、8 間餐廳酒吧、11 間宴會廳、結婚禮堂、美容沙龍、游泳池、花店、麵包店及便利商店，並附設 171 個停車位。



圖 23 自由通路向外延伸至旅館



圖 24 GRANVIA 酒店緊鄰東口廣場

### 3.6.3 站區經營狀況

岡山車站之經營由山陽 SC 開發公司進行經營管理，其車站經營模式，如圖 25 所示。山陽 SC 開發公司為 JR 西日本旅客鐵道公司(86.73%)及西日本不動產開發公司(13.27%)出資成立之子公司，總部設在岡山市，事業版圖包含車站內旅運服務設施、購物中心、不動產管理與活化(買賣、交換及仲介)、停車場事業、廣告業、保險代理業、通信關聯事業及保全業等，目前已於岡山、福山及倉敷地區經營四間購物中心，年營業額總計達 253 億日圓，如表 4 所示。

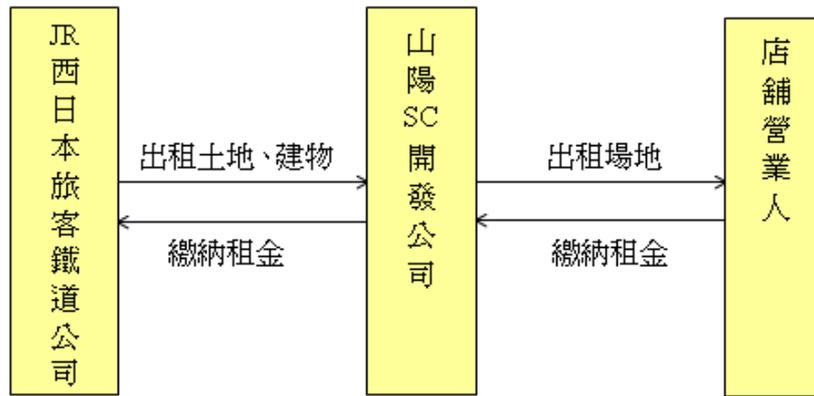


圖 25 岡山車站大樓經營組織架構示意圖

表 4 山陽 SC 開發公司 2008 年 SC 營業概要表

SC 名稱	岡山一番街	SUN STATION TERRACE 岡山	SUN STATION TERRACE 福山	SUN STATION TERRACE 倉敷
開業時間 (西元)	1974	南館：2006 北館：2007	1975、2007	1997
總樓地板面積	23,268 m <sup>2</sup>	14,631 m <sup>2</sup>	19,678 m <sup>2</sup>	583 m <sup>2</sup>
店舖面積	8,154 m <sup>2</sup>	6,668 m <sup>2</sup>	9,126 m <sup>2</sup>	387 m <sup>2</sup>
店舖數	96 店	56 店	102 店	4 店
業種構成	服飾、身體用品、文化雜貨、 地方特產、飲食			飲食
營業額(日圓)	112 億	71 億	67 億	3 億

## 四、日本鐵路車站之土地開發趨勢

日本軌道運輸建設之資金籌措途徑，主要有政府補助方式、利用者負擔、收益者（或原因者）負擔、發行債券及貸款等 5 大類。從建設主體上看有民間資本、民間與國家或地方公共團體（相當於我國各級地方政府）、國家或地方公共團體等 3 類。其中由各級政府等公營部門和私營部門共同出資組成的軌道交通公司，國際上稱之為第三部門，它是為了具備建設經營社會效益較好之功能，但完全依賴私營企業又難以實現自負盈虧的軌道交通，而設立的半公半私的軌道交通公司。

由上述案例分析可知，日本 JR 鐵路公司透過與政府及市民間之良好溝通，尋求三贏策略，成功地以 TOD 精神結合交通建設與附屬事業開發，進而提高資產活化效益，改善自身財務狀況，並重視與地區使用者合作提出的軟硬體建議，建造出得以滿足使用者及經營者之車站，日本經驗可為臺灣車站發展方向之參考<sup>[5]</sup>，茲歸納重點如下：

### 4.1 都市縫合

過去，日本都市發展多以車站為中心，而 1970 年代以來，私人汽車普及化及住宅郊區化，將人口帶離市中心，也加速市中心的衰敗，因此對地方政府而言，活化中心市區街道成為刻不容緩的要務，其中當然以車站改建工程最受矚目。

在工程規劃設計階段中，滿足市民生活機能是基本理念，而要實踐這個理念就必須視結合都市活動為車站建築設計之重要議題，充分了解地方需求後，透過軟硬體技術，使車站成爲一種連結都市節點的橋樑、呈現市民生活的舞台及觸發城市活力的媒介。

車站改建後，除了硬體上整合交通、生活、娛樂、公益服務及商業等機能，提供轉乘接駁便利性，連通地方重要設施外，尙藉由各種軟體措施，如會員制及店鋪配置策略等等，吸引市民乘車及購物。尤其在車站附屬事業開發後，車站與都市界限變得不明顯，縫合了斷裂的都市活動碎片。在此效應下，車站不再只是車站，而提供愈來愈多生活化機能，如診所、育兒支援設施、醫療設施及行政服務等，進一步與都市融合。

爲提升物業價值及開發離峰客源，日本鐵路公司還特別以極優惠的方式吸引各類學校、醫療中心、郵局、圖書館、消防局以及其他政府機構之進駐或合作。因爲這些機構不僅能夠增加當地的房地產吸引力，還可以爲鐵路提供非高峰時間客流。而上述公共設施的存在，更使鐵路沿線車站成爲沿途地區的社區生活中心。

## 4.2 附屬事業開發

附屬事業開發是爲車站成爲城市生活中心之關鍵。近 20 年來，車站的定位發生重大變化，跳脫交通節點之角色，且追求高運量已非唯一目標；JR 鐵路公司以鐵道爲中心，結合房地產及租賃業、購物中心等零售服務業、公共汽車業、計程車業、旅遊觀光及旅館設施等，發展多元化經營模式，成功地塑造車站爲都市生活重點，不但改變車站與使用者關係，更提高車站附加價值。

爲了推動附屬事業，在組織架構上，JR 鐵路公司成立開發事業本部職掌公司資產開發之上位計畫，同時成立子公司，如北海道 JR 都市開發公司及札幌車站綜合開發公司等，於特定車站及地區內進行整合各方投資商及協調地方團體等工作，細部規劃開發內容，多元活化資產；除此之外，更進一步投資經營 Shopping Mall、飯店、百貨，一條鞭式結合附屬事業之上、中、下遊，創造出最大利益。

其中，JR 鐵路公司及其子公司透過詳實的市場調查與分析，縝密地設定車站開發內容定位，以符合地方未來發展方向及滿足居民生活需求；另外，憑藉商場店鋪之組合策略，配合安排車站內重要設施之位置，如剪票口及廁所等，妥善配置日常消費商店與特色商店，成功地提高有限的樓地板面積之坪效。

日本鐵路公司規劃土地開發業務，以追求最大經濟效益爲目的。它的效益目標包括兩個方面：一是土地經營效益最大化，二是有利於鐵路運輸，開創更多的客源，使鐵路運輸及相關投資能夠獲得最佳利益。而由於交通方便，人群及商業匯集，越靠近車站物業價值越高；在追逐利潤的目標驅使下，房地產自然地向車站集中，形成車站區建築密度高，站區週邊建築密度則有向外逐步降低趨勢。其中最主要的經營戰略是同時進行土地經營和鐵道經營，其土地經營類型主要可歸納爲 3 類：

- (1) 以鐵道爲軸心的沿線開發型。
- (2) 土地開發主導型。
- (3) 與鐵路完全無關在沿線以外地區開發經營型。

## 4.3 有利於都市發展之車站開發，應積極爭取免回饋

過去日本國鐵事業團爲有效率推動資產處分作業，在訂定事業團用地之土地利用相關計畫時，考慮事項有三：(1) 將事業團用地有效發揮到最大極限，提高該附加價值；(2)

訂定可行性高之計畫；(3) 調整地方政府之土地利用計畫，而這些土地利用計畫將為復甦地方帶來極大的貢獻。

同樣地，JR 鐵路公司在擬訂車站整體開發計畫前，即與地方政府充分協調開發內容，而地方政府亦期待透過大面積站區土地開發案得以帶動都市周邊地區發展，爰配合站區開發內容協助辦理都市計畫變更事宜。

在都市計畫層面上，日本地方政府對於車站開發所涉之都市計畫變更案，要求極少回饋，甚至不須回饋，係因日本地方政府認為鐵路及其附屬事業之繁榮興盛有助於都市發展及民間投資，且車站土地開發之分區為商業區，極具有彈性，並有多種項目可進行開發，較不受限，未來臺灣在車站開發之都市計畫變更案中，應可向日本借鏡，研商更開創性互惠機制，降低土地回饋負擔，促進地方政府、民眾及鐵路營運機構 3 贏之局面。

#### 4.4 藉由社區營造及市民參與，車站呈現地域風貌

JR 鐵路公司站在鐵道及附屬事業之經營者角色，目標是將車站建構成都市生活中中心，在開發計畫擬定前，均先召開地方說明會，聽取居民意見，納入整體規劃內。

從建設過程中，市民團體對車站週邊景觀及社區營造上的關心，有顯著的提升，而工程單位也考量當地適合引進之工程技術，並盡可能使用當地材料與技術，以促進該區的循環發展，呈現地域風貌，營造出市民參與建造之車站，使民眾對車站懷有一份情感，進而形塑出地域風貌，有助於推動地區整體觀光事業，JR 鐵路公司與地方政府互蒙其利。

### 五、結論與建議

JR 鐵路公司經營其鐵路及其附屬事業時，以滿足市民生活機能為基本理念，於規劃設計階段，即視結合都市活動為車站建築設計之重要議題，除提供交通、娛樂及商業服務外，最重要的是利用自由通道連結車站周邊公共設施及重要節點，提供無縫轉乘運輸服務，方便市民也活絡整個都市，同時使車站與都市界線變得模糊，原斷裂之都市活動碎片也被縫合了。

因鐵路及其附屬事業之繁榮，有助於刺激都市發展及促進民間投資，故建議參考日本案例，變更車站土地之使用分區為商業區，使其開發內容及使用項目具有彈性；在都市計畫層面上，地方政府應積極協助推動車站開發所涉之都市計畫變更案，僅要求土地管理機關提供極少回饋，甚至不須回饋，並強化雙方合作關係以創造最大開發效益。

在面臨經濟、都市發展、交通運輸等環境變遷之競爭下，臺鐵應有效運用現有資源、重新定位鐵路事業之經營策略，亦須積極多元化經營附屬事業，與民間合作，提供投資建設誘因，以提昇運輸事業優質服務機能，並配合場站區毗鄰地區之更新再發展，打造車站事業之新方向<sup>[6]</sup>。

### 參考文獻

1. 李家儂、賴宗裕 (2007) 臺北都會區大眾運輸導向發展目標體系與策略，地理學報，48：19-42。
2. 簡芳忠 (1990) 環境變遷與組織變革之研究-以日本鐵道(JR)為例，私立大葉大學事業經營所碩士論文。
3. JR 北海道旅客鐵道株式會社簡介 (2010)。
4. JR 西日本旅客鐵道株式會社簡介 (2010)。
5. 日本鐵道建築雜誌 2010 年 7 月號。
6. 交通部臺灣鐵路管理局 (2010)，參訪日本車站土地開發與經營管理計畫報告。

# 鋼軌絕緣接頭枕木改善之研究

## Improvements to Insulated Rail Joints and Ties

陳文德 CHEN, Wen-Te<sup>1</sup>  
林呂鑫 LING, Leu-Shin<sup>2</sup>  
王志中 WANG, Chih-Chung<sup>3</sup>

聯絡地址：26260 宜蘭縣宜蘭市宜興路一段 236 號  
Address: No. 236, Sec. 1, Yixing Rd., Yilan county 260, Taiwan (R.O.C)

電話：(03) 9331203-24

Tel：(03) 9331203-24

電子信箱：tr411820@msa.tra.gov.tw

E-mail：tr411820@msa.tra.gov.tw

### 摘要

臺鐵之軌道電路設置於鋼軌上，為軌道電路分區需要，鋼軌必需於適當之處所切斷並設置絕緣接頭，而絕緣接頭枕一般採用木枕以避免短路；然臺灣東北部因氣候潮溼多雨，木枕受氣候環境影響極易腐蝕破裂，造成接頭強度降低，常發生號誌故障，木枕因腐朽而使絕緣接頭劣化，抽換週期縮短，亦有新木枕常供應不及，本研究以實作研究測試方式，進行絕緣接頭枕、PC 道岔枕及現有 PC 枕改善，效益分析顯示，移用 PC 岔枕作為絕緣接頭軌枕，材料取得容易（均為國產）。除堅固耐用、接頭不易沈落不整外，以長期而言，採用 PC 岔枕更能節省工料費，相較於木枕型接頭，以 20 年壽命推算約節省 4 倍。但節省工料費並非本案研究議題，避免軌道電路故障才是終極目標，結果顯示，本改善能減少號誌故障之效益及價值相當具體明顯，同時減少號誌故障，並維行車安全。

**關鍵詞：**絕緣接頭。

### Abstract

*Taiwan Railways railway track circuits are installed on the rails, and due to the the need for segmentation of track circuits, gaps must be cut at suitable places in the track and fitted with insulated rail joints, with wooden ties generally used at insulated joints in order to avoid short-circuits; however, due to the humid and rainy climate of northeastern Taiwan, wooden ties are prone to rot and crack, decreasing the strength of joints, often causing signal malfunctions. The degradation of insulated joints due to rotten wooden ties shortens the replacement cycle, and new wooden ties often cannot be supplied quickly enough. This study employed practical testing to carry out improvements to insulated joint ties, pre-stressed concrete (PC) turnout ties and PC ties. An analysis of benefits indicated that if the railroad switched to the use of PC turnout ties as insulated joint rail ties, materials would be easily obtained, with all being produced domestically; in addition to being firm and durable, and the joints not being prone to sinking, over the long term, adopting PC turnout ties can save more on work and materials costs, providing approximately four times the savings of joints using wooden ties, given a 20-year service life. However, savings on work and material costs are not*

<sup>1</sup>臺鐵局宜蘭工務段 副段長

<sup>2</sup>臺鐵局宜蘭工務段 養路主任

<sup>3</sup>臺鐵局宜蘭工務段 瑞芳工務分駐所主任

*the subject of this study; avoiding railway circuit malfunctions is the ultimate goal. The benefits and value of adopting PC in reducing signal malfunctions is more concretely apparent, as reducing signal malfunctions helps maintain the safe operation of trains.*

**Keywords:** Insulated rail joints.

## 一、緒論

軌道電路猶如列車運轉的神經系統，它附掛於路線上的鋼軌，形成迴路及號誌區間。為號誌系統分區之需要，鋼軌必需於適當之處所切斷並設置絕緣接頭，使電路分離。概算八堵～漢本間之正線上，夾膠型絕緣接頭約有 450 處，另於站內因道岔及號誌系統繁雜，夾膠型及塑鋼型絕緣接頭數量亦甚龐大。

目前臺鐵正線均已完成重軌化，軌道結構為 50N 型鋼軌及 PC 枕，但為設置絕緣接頭，必需鋪設不導電之木枕以避免短路。而在 PC 枕軌道中設置木枕，因強度及質量遠低於 PC 枕，將形成軌道中之弱點，另在臺灣東北部潮溼多雨氣候條件下，木枕受環境影響，極易有腐蝕破裂及受傾斜式列車提速衝擊下，大幅縮短木枕之抽換週期。

再者；木枕仰賴國外進口，但受國際環保意識影響，生產國珍惜木材資源致砍伐備受限制，原物料價格遂日漸高漲，取得不易，常造成新木枕備料不及情況，致無法應付急遽縮短之接頭木枕更換養護週期。為維修絕緣接頭，宜工段曾嘗試取用現有路備材料加以抽換改善，以減少接頭下陷路況不整情況，並降低軌道電路短路故障頻率。

## 二、絕緣接頭枕木現況

臺鐵現有之絕緣接頭，為求良好的軌道電路絕緣效果，長期以來均採用大型木枕托接方式，如圖 1、圖 2 所示。



圖 1 現有夾膠絕緣接頭木枕 1



圖 2 現有夾膠絕緣接頭木枕 2

木枕之絕緣效果極佳，但缺點亦明顯，概述如下：

- (1) 木枕質量輕，與鄰近之 PC 枕而言強度相對較低，又與鋼軌之扣緊力不足，使接頭結構脆弱、穩定性不佳，形成 PC 枕型軌道結構中的弱點。
- (2) 木枕容易腐朽破損，又無配合之適宜墊板來提升強度，致鋼軌接觸面極易發生壓嵌損壞或破裂，除造成軌道養護困難，亦容易引發軌道電路之故障。
- (3) 曲線路段在列車行駛衝擊及離心力作用下，因木枕支撐力較弱極易造成曲線外側接頭軌距擴大或沈落，且曲線外軌之軌頭磨耗加速。
- (4) 接頭枕兩側緊鄰之 PC 枕設有 1/40 斜度，而木枕為平面，因此於絕緣接頭處鋼軌容易產生扭轉效應。
- (5) 絕緣接頭因電磁效應，鐵屑常聚集鋼軌底部致發生短路，且鋼軌底部之鐵屑不易清

除。

### 三、絕緣接頭枕改善研究

統計宜蘭工務段轄區之木枕型絕緣接頭，平均每年損壞約 33 處，而號誌故障對行車運轉影響極大，常造成運、工、電等單位疲於奔命。為改善絕緣接頭之故障頻率，本文乃研究利用既有之軌道剩餘材料，來加以改善接頭情況，分別說明如下：

#### 3.1 接頭木枕加設墊板

為改善枕木受鋼軌直接壓嵌破損，並提升接頭強度及延長使用壽命，乃取用 50N 木枕型鋼軌墊板，將其切半後以 PR303 型扣夾安裝於接頭大枕上，如圖 3、圖 4、圖 5 及圖 6 所示。



圖 3 絕緣接頭木枕加裝墊板 1



圖 4 絕緣接頭木枕加裝墊板 2



圖 5 絕緣接頭木枕加裝墊板及 303 型扣夾 1



圖 6 絕緣接頭木枕加裝墊板及 303 型扣夾 2

木枕加裝墊板應已能增加其承載荷重，惟於現場鋪設後顯示效果不佳，究其原因如下：

- (1) 為電路絕緣空間之需求，兩鋼軌間必需有分隔之絕緣距離（約 5~7 公分），為此而將墊板裁切分離，致枕木面無法全面支撐，試鋪結果並未改善枕木受鋼軌壓嵌情況，故其耐久性及支撐強度提昇有限。
- (2) 容易因鋼軌爬行或砸道使絕緣間隔移位，易發生軌道電路短路故障。

#### 3.2 用普通PC枕懸接

因木枕腐朽快速，備用木枕材料供應不及而無料可抽換時，為擺脫絕緣接頭困境，已取用 PC 枕採懸接方式取代已腐朽破損之木枕，如圖 7、圖 8 所示。

採用普通 PC 軌枕時發現因夾膠絕緣接頭之螺栓尺寸較普通接頭螺栓大，於裝入 e1813 型扣件時，扣件會頂住螺栓。因此必需將橡膠墊片之厚度加厚至 20 mm 後才足以連結扣件。

但因提高橡膠墊片厚度，原設計之扣件連結相對位置即生改變，除增加扣夾之扣壓力外，尼龍絕緣座位置亦會隨之改變，另軌距亦可能改變，爰此本型式並未使用於夾膠絕緣接頭，但塑鋼絕緣接頭則可以替代，如圖 9、圖 10 所示。



圖 7 PC 軌枕懸接方式（試裝情形）



圖 8 PC 軌枕懸接方式（實裝現場）



圖 9 橫渡線內之塑鋼絕緣接頭以 PC 軌（回收料）懸接方式裝設



圖 10 橫渡線內之塑鋼絕緣接頭以 PC 軌枕（回收料）懸接方式裝設

### 3.3 現有PC接頭大枕托接

鋼軌接頭因鋼軌之不連續性又有撞擊作用，向為軌道之弱點，故於非長焊鋼軌區間、站內定尺鋼軌路段或支線等，非絕緣之接頭均採用 PC 接頭大枕托接方式，如圖 11、圖 12 所示。



圖 11 現有 PC 接頭大枕（不能絕緣）



圖 12 現有 PC 接頭大枕（不能絕緣）

為提高鋼軌接頭支撐承載，PC 接頭大枕之體積比普通 PC 枕更大、質量更重且强度高，具強大支撐力並耐列車衝擊，鋪設後能大幅改善接頭下沉情況。因其效能顯著，若能將脆弱之接頭木枕更換為 PC 接頭大枕，即可大幅提高接頭強度，且 PC 接頭枕量大價廉，且有回收料可用，若能取代則極具經濟效益，至少亦能即刻解決木枕腐朽問題。

但 PC 接頭大枕原設計是使用於一般接頭，並不具備絕緣功能，若要取代絕緣木枕，

首先即需設法讓其具備絕緣功能才能使用。

本案曾思考多種方法，例如設計新的絕緣墊板，或調整 PC 枕上之螺栓孔等，最後為節省公帑乃取用現有接頭大枕加以修改使用，僅將接頭用墊板裁切割半，分離裝設後即可取得絕緣效果，如圖 13 至圖 18 所示。

經統計宜蘭工務段轄內，絕緣接頭木枕抽換為 PC 接頭大枕處所共計有 173 處，但其中有很大部分是因木枕已腐朽破裂致接頭下陷不整嚴重，又備用木枕新料供應不及，為應急而辦理抽換，數量詳如表 1 所示。



圖 13 接頭大枕墊板切半分離



圖 14 接頭大枕墊板切半分離



圖 15 PC 接頭大枕安裝塑鋼絕緣接頭



圖 16 按裝完成圖



圖 17 PC 接頭大枕完成 1



圖 18 PC 接頭大枕完成 2

表 1 宜蘭工務段轄內鋪設 PC 接頭大枕型絕緣接頭數量統計表

線別	轄區	鋪設地點	數量(處)	備註
宜蘭線	瑞芳監工區	K0+500~K15+500	57	
宜蘭線	雙溪監工區	K15+500~K36+000	66	
宜蘭線	大里監工區	K36+000~K53+500	60	
合計			173	

本案經抽換於現場後，觀察其優缺點如下：

- (1) 為求絕緣效果而將墊板切割分離，因扣結型式改變，扣件連結並不穩固。在辦理砸道車整修或軌道平整穩定車作業時，機械均需夾起鋼軌砸道及振動穩定，但因接頭枕厚重又扣件連結鬆動常無法完全拉起枕木，會造成 PC 大枕未砸起之情況，砸道效果難以發揮，形成平整工作不連續。故於砸道或平整軌道時須派道班人員配合針對接頭大枕作起高及砸實，否則形成不連續點更容易因沈陷致產生絕緣破壞。
- (2) 絕緣接頭處底部會因電磁效應，鐵屑容易聚集致發生短路，且清理困難。
- (3) 於下坡路段或其它鋼軌易爬行處所，易因鋼軌爬行使絕緣接頭位移，或因砸道使枕木移位，而發生軌道電路接觸短路而故障。
- (4) 在路況良好路段或站內，採用 PC 接頭大枕因其支撐力強大且堅固耐久，絕緣接頭不易變形沈落，在木枕料供應不及時仍為優選之替代方案。

## 四、採用PC道岔之岔枕研究

### 4.1 PC軌枕型道岔

道岔之岔枕既長且大，例如 #16 型道岔，岔枕長度從 2.2m 至 4m 間，整套共計達 88 支。囿於木材取得困難且價昂，臺鐵局正大量推展將木枕型道岔抽換為 PC 枕型道岔之工作。

PC 枕型道岔之 PC 岔枕，均包含道岔趾端接頭部外方之 2 支 PC 岔枕，但目前因軌道均已 PC 枕化，故道岔接頭外方路段一般是留用現有普通 PC 枕並未抽換。故於抽換道岔時，每套可節餘 2 支 PC 岔枕，本案即是將此 2 支岔枕移作絕緣接頭使用，既物盡其用，更可解決目前絕緣接頭之維修困境，如圖 19、圖 20 所示。



圖 19 PC 枕型道岔

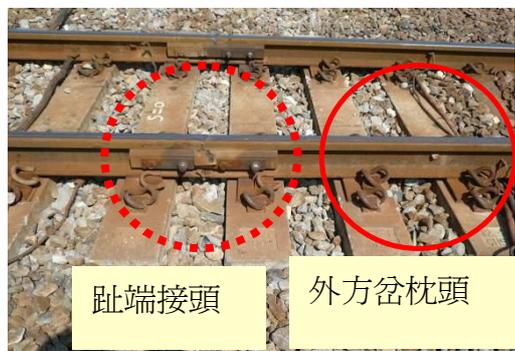


圖 20 外方多 2 支岔枕

### 4.2 取用PC岔枕

道岔趾端之 PC 岔枕長 2.2 公尺，質量大強度高，比普通 PC 枕更具穩固性，若用於絕緣接頭將極具優勢。而且 PC 岔枕配有大面積墊板及雙重彈性扣件，若以懸接方式按裝則可一併適用於夾膠接頭與塑鋼接頭。

唯一的缺點為道岔用墊板並未設計 1/40 坡度，若直接取用而未加以修改，則車輛通過時接頭處鋼軌磨耗量將加大，故須捨棄道岔用墊板，另外採購具有 1/40 坡度之床板，可臻完善，如圖 21、圖 22 所示。



圖 21 PC 岔枕懸接方式



圖 22 鋪設於夾膠絕緣接頭

### 4.3 PC岔枕設計方式

PC 岔枕設計如圖 23 所示、墊板如圖 24 所示及岔枕鋪設距離如圖 25 所示。

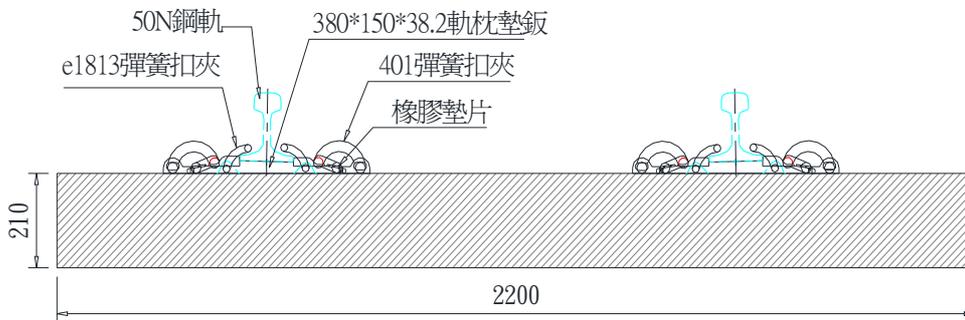


圖 23 道岔趾端部 PC 岔枕

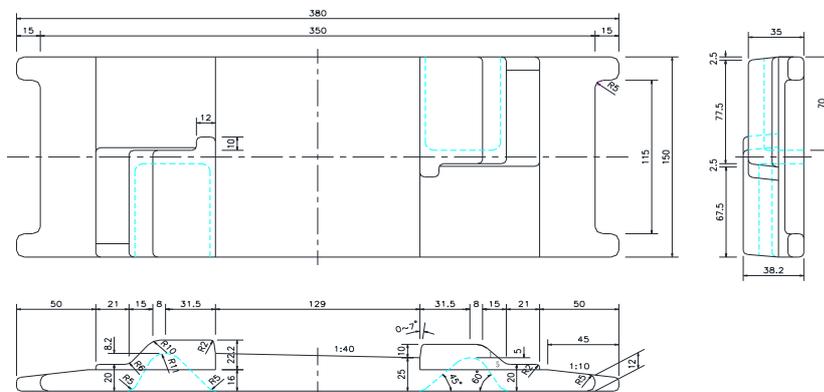


圖 24 PC 岔枕墊板

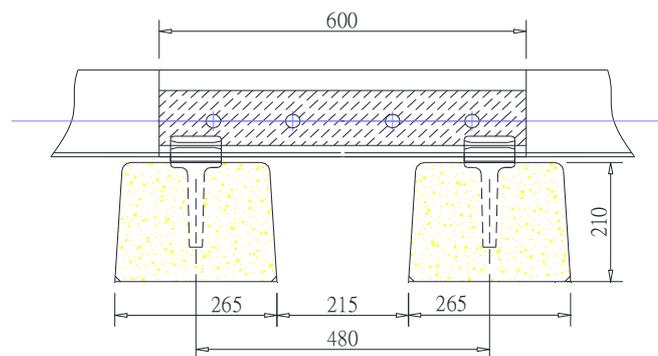


圖 25 絕緣接頭 PC 岔枕鋪設間距圖

#### 4.4 採用PC岔枕鋪設絕緣接頭成效

本案經試鋪結果，現場同仁反應效果良好，說明如下：

- (1) 因採用懸接方式，枕木間距 480 mm，可有效隔離電路，不易因鋼軌爬行接觸而短路，或因磁吸鐵屑造成絕緣不良等情況，為目前為止絕緣效果最好的型式。
- (2) PC 岔枕強度大質量重，雙重彈性扣件設計可將較為特殊之塑鋼及夾膠絕緣接頭完整扣結，結為一體提升接頭處強度，鋪設後經觀察絕緣接頭情況，確實較不易發生接頭沈落不整或電路故障。
- (3) 此型式之絕緣接頭不會影響大型砸道或軌道平整工作，可全線一體施作而不會有中斷而出現弱點之情形，較易維持整體線形。
- (4) 經試鋪結果因成效良好耐用性佳，宜工段除取用鋪設 PC 岔型道岔之剩餘料之外，另於 96 年、99 年及 101 年度爭取財源採購 PC 道岔接頭枕及專用墊板，鋪設於路線上以減少電路故障及道班之接頭維修工作。

#### 4.5 岔枕型絕緣接頭實況

岔枕型絕緣街頭實際應用於臺鐵路實例，如圖 26 至圖 33 所示。



圖 26 K88+600 夾膠絕緣接頭



圖 27 K88+600 夾膠絕緣接頭



圖 28 K89+100 夾膠絕緣接頭



圖 29 K89+100 夾膠絕緣接頭



圖 30 四城站北端夾膠絕緣接頭



圖 31 四城站北端夾膠絕緣接頭



圖 32 宜蘭站內塑鋼絕緣接頭



圖 33 宜蘭站內塑鋼絕緣接頭

PC 岔枕適用於夾膠及塑鋼兩種接頭，但因夾膠接頭大多位於站外長軌之高速路段，故於經費有限時優先抽換，統計宜蘭工務段轄內抽換為 PC 岔枕型絕緣接頭處所（含舖設完成及已開工施作），數量共計有 391 處，詳如表 2。

表 2 宜蘭工務段轄內絕緣接頭舖設 PC 岔枕數量統計表

線別	舖設轄區	舖設地點	數量（處）	備註
宜蘭線	瑞芬監工區	K0+500~K15+500	83	101 年度軌道維持工程施 工中（含站內部分）
宜蘭線	雙溪監工區	K15+500~K36+000	77	
宜蘭線	宜蘭、羅東 監工區	K36+000~K53+500	20	96 年度以小額採購方式 抽換辦理
宜蘭線	宜蘭監工區	K53+500~K72+600	68	99 年度環島鐵路整體系 統安全提升計畫案內施 作
宜蘭線	羅東監工區	K72+600~K94+021	66	
宜蘭線	南澳監工區	K0+700~K36+670	77	
合計			391	

## 五、現有PC岔枕之再改善研究

### 5.1 軌距加寬路段之適用性

可移用於絕緣接頭的 PC 岔枕，為道岔接頭段使用的 2,200 mm 型岔枕，但道岔的接頭端因屬直線段，並無加寬度之設計。若直接取用現有 PC 道岔剩餘之岔枕，僅能使用於直線段或曲線半徑大於 440 公尺之路段，不能使用於設有加寬度之銳曲線地段。

以宜工段轄區為例，八堵至雙溪間具有軌距加寬之銳曲線路段數量龐大，總計轄區半徑小於 400 公尺之曲線（不含副正線及側線）長達 31.36 公里，如表 3 所示。

表 3 宜蘭工務段轄內曲線半徑小於 400 公尺數量統計表

線別	半徑 < 400 m 曲線數量（處）	半徑 < 400 m 曲線長度(m)
宜蘭線	61	20,197
北迴線	2	1,063
平溪線	59	6,694
深澳線	20	3,408
合計	142	31,362

銳曲線路段因列車外加離心力作用，已經比直線段更難以保養，銳曲線中之木枕型絕緣接頭的破壞不整也比直線段更快速嚴重。在木枕新料常供應不及的情況之下，為維

行車安全仍必需研究設法以現有材料抽換改善。

經研究結果，2,200 mm 之 PC 岔枕國內已大量生產，故現成模具形狀不予改變，僅研究墊板作局部調整修正，即可達到加寬需求，以適用於具有 0 mm~20 mm 間之各級加寬度路段。

## 5.2 墊板加寬設計

臺鐵局軌道養護規則規定軌距加寬量最大為 20 mm，本案將墊板之扣夾位置移設，使其能加寬至 20 mm。經洽請國內原有生產墊板廠商配合設計修正及生產。加寬墊板因與原有岔枕墊板之重量相同，於採購時報價並未提高，成品如圖 34 所示。



圖 34 加寬 PC 岔枕墊板（加寬 20 mm）

加寬型墊板為與現有 PC 岔枕墊板區別，在墊板之左上方標記 1：40，表示墊板面具有 1/40 之斜度。在墊板之右下方標記+20，表示可加寬 20 mm。經宜工段購買試鋪於曲線加寬處所，結果成效良好。

由於 PC 岔枕之加寬方式與現有臺鐵銳曲線 PC 枕加寬 10 mm 及 20 mm 兩種尺寸之方法不同，因此重新設計加寬型 PC 岔枕之各級加寬量所搭配之尼龍絕緣座尺寸，以規範現場施工裝設依據，詳如表 4 所示。

表 4 PC 岔枕軌距加寬量搭配尼龍絕緣座計算表

項次	軌距加寬量	尼龍絕緣座尺寸組合方法			
		A (外)	B (內)	B (內)	A (外)
1	20	4	14	14	4
2	18	5	13	13	5
3	16	6	12	12	6
4	14	7	11	11	7
5	12	8	10	10	8
6	10	9	9	9	9
7	8	10	8	8	10
8	6	11	7	7	11
9	4	12	6	6	12
10	2	13	5	5	13
11	0	14	4	4	14

表 4 內之軌距加寬度之尼龍絕緣座搭配位置與方法，例如擬加寬 20 mm 時，其組合

方式詳如下圖 35 所示。



圖 35 加寬 PC 岔枕 20 mm 時之尼龍絕緣座搭配方式

## 六、各型絕緣接頭比較

各型絕緣接頭之功能差異及優缺點，經彙整詳如表 5 所示。

表 5 各型絕緣接頭之功能差異及優缺點比較表

項次	項目	採用木質大枕	採用 PC 接頭大枕	採用 PC 岔枕
1	材料取得	國內不產木材，但採購進口日趨困難且報價趨高，常供料不及。	國內採購，取得容易，工務段即有路備料及回收料可用。	國內採購，取得容易，工務段有剩餘料可用。
2	材料強度	質量輕，強度遠低於 PC 枕，於軌道中形成弱點。	質量大強度高，支撐性佳。	質量大強度高，支撐性佳。
3	按裝方式	採托接方式。	採托接方式。	以 2 支岔枕懸接，並縮小枕木間距，支撐性強。
4	絕緣效果	鐵屑易因磁吸而堆積於鋼軌底部，會造成軌道電路不穩且清理不易。	鐵屑易因磁吸而堆積於鋼軌底部且清理不易，另鋼軌爬行或枕木移位時易造成接觸短路。	接頭下方懸空，絕緣空間大，不易堆積鐵屑，清理容易，絕緣效果最佳。
5	穩固性	常因道釘鬆脫或枕村破損而扣結失效，接頭易沈落變形，穩固性最差。	因絕緣需求而修改原設計之扣結裝置，無法完全固結，穩固性較差。	採雙重扣件設計，夾膠及塑鋼接頭均可完整扣結，穩固性最佳。
6	耐久性	易受天候腐蝕及載重衝擊損壞，於多雨地區抽換週期甚短（約 3~4 年）。	強度大耐天候及列車衝擊，使用壽年長。	強度大耐天候及列車衝擊，使用壽年長。
7	維修養護	必須重點養護以維	因扣結穩固性較差	結構強又扣結穩

		軌道平整及電路正常，養護頻率高。	須定期養護，另大型砸道時需另派人工補砸，但無腐朽問題。	固，不易變形下沉，並可納入整體砸道及平整工作，養護頻率低。
8	1/40 斜度	無法提供鋼軌 1/40 斜度，鋼軌會產生扭轉。	具有 1/40 斜度。	可使用具 1/40 斜度墊板，使軌型一致。

經試鋪與分析絕緣接頭木枕、PC 接頭大枕及 PC 岔枕等 3 種材料，作為絕緣接頭軌枕之經濟效益及差異性，詳如表 6 效益分析表。

表 6 效益分析表（每處以使用 20 年計算，不含配件）

項次	項目	絕緣接頭木枕	PC 接頭大枕	PC 岔枕
1	抽換費	每 3~4 年抽換 1 次，20 年抽換 5 次計： 1.新木枕：每支 5,000 元×5 次=25,000 元。 2.人力：幹部 1 人、列車瞭望 2 人、抽換工 2 人，共 5 人，計 5*1,500*5 次=37,500 元。 合計 62,500 元	估計壽年 20 年： 1.PC 接頭枕：2,500 元。 2.人力：幹部 1 人、列車瞭望 2 人、抽換工 2 人，共 5 人，計 5*1,500=7,500 元 合計 10,000 元	估計壽年 20 年： 1.PC 岔枕：2,600 元×2 支=5,200 元。 2.人力：幹部 1 人、列車瞭望 2 人、抽換工 2 人，共 5 人，計 5*1,500=7,500 元 合計 12,700 元
2	維修費	概估每季維修 1 次，20 年合計 80 次： 幹部 1 人、列車瞭望 2 人、砸道整修工 2 人，共 5 人，每天可整修 4 處，計 5*1,500*80 次/4=150,000 元。	概估每半年維修 1 次，20 年合計 40 次： 幹部 1 人、列車瞭望 2 人、砸道整修工 2 人，共 5 人，每天可整修 4 處，計 5*1,500*40 次/4=75,000 元	概估每年維修 1 次，20 年合計 20 次： 幹部 1 人、列車瞭望 2 人、砸道整修工 2 人，共 5 人，每天可整修 4 處，計 5*1,500*20 次/4=37,500 元
20 年總計		212,500 元	85,000 元	50,200 元

## 七、結論

宜蘭線位處臺灣東北部潮濕多雨地區，木枕腐蝕快速又新木枕採購困難，常供應不及，為擺脫困境，宜工段嘗試以應急方式取用現有之普通型 PC 枕及接頭 PC 大枕抽換腐朽木枕，雖未能完善但已兼顧行車安全。於 98 年間開始推動鋪設 PC 枕型道岔之後，即嘗試移用剩餘之 PC 岔枕，抽換後發現效果良好，極適合作為絕緣接頭枕使用。

效益分析顯示，移用 PC 岔枕作為絕緣接頭軌枕，材料取得容易（均為國產）。除堅固耐用、接頭不易沈落不整外，以長期而言，採用 PC 岔枕更能節省工料費，相較於木枕型接頭，以 20 年壽命推算約節省 4 倍。但節省工料費並非本案研究議題，避免軌道電路故障才是終極目標，但它能減少號誌故障之效益及價值相當具體明顯。

號誌故障對行車運轉之影響巨大，極易造成列車延誤，亦給工、電人員極大壓力。採用 PC 岔枕作為絕緣接頭軌枕，除了提昇接頭強度，最大優點是較不容易發生軌道電路故障，在臺鐵現有使用的各型枕木中，目前為最佳方案，爰此建議推廣採用。

## 參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局工務處（2006），1,067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範。
2. 交通部臺灣鐵路管理局工務處（2007），傾斜式列車運轉路線曲線限速設定及軌道養護技術。

# 車站旅客廁所設計重點與案例

## Key Points and Case Studies in the Design of Train Station Traveler Restrooms

林文雄 Lin, Wen-Hsiung<sup>1</sup>

地址：10367 臺北市大同區酒泉街 33 號 6 樓

Address：6F., No.33, Jiuquan St., Datong Dist., Taipei City 10367, Taiwan (R.O.C.)

電話：(02) 25935899

Tel：886-2-25935899

電子信箱：gr420360@gmail.com

E-mail：gr420360@gmail.com

### 摘要

公共廁所常為人垢病之處是髒臭、潮濕、破損、陰暗等。車站旅客廁所屬於公共廁所之一種，為改善此種現象，首要之計應從建築設計著手。優質廁所之設計目標與重點有三：首先要人性化，即符合使用者之行為要求，使用者包括行動不便者與嬰兒；其次是確保清潔衛生，易於維護保養；最後是營造一個舒適高雅，讓人放鬆心情的如廁環境。本文針對旅客特性，參考「公共建築物衛生設備設計手冊」、「建築技術規則」、國內外之相關研究與實務經驗，予以歸納分別就空間配置、廁間、優質空間環境等範疇，列出旅客廁所之設計重點，並佐以圖說，提供相關單位參考，企盼本文能引起各界重視與深入探討。

**關鍵詞：**公共廁所，多功能廁所，通用設計。

### Abstract

*People often complain that public restrooms are dirty, foul-smelling, poorly-maintained, or too dark. Making improvements on these problems should begin with architectural design. There are three objectives and key points in the design of a quality restroom: firstly, it must be user-oriented, that is, it must meet the needs of users, with users including people with reduced mobility and infants; next is ensuring that it is clean and hygienic, and easy to maintain; last is creating a comfortable environment where users can feel at ease. This paper, taking into account the characteristics of travelers, refers to the Public Building Sanitary Facilities Design Handbook, the Building Technical Regulations, and domestic and foreign studies and practices to provide a summary of key design points in the design of traveler restrooms in terms of areas such as space allocation, lavatory space, and environmental quality. Aided by diagrams, this paper provided for the reference of the relevant units in the hope that these considerations will be given thorough consideration.*

**Keywords:** Public restrooms, Multi-function restrooms, Universal design

### 一、前言

公共廁所是提供民眾如廁之處所，雖是一件不顯眼的公共設施，但其品質之良窳、整潔與否可反應一個國家的文明與進步表徵。惟在傳統的觀念裡，總認為廁所是難以登大雅之堂的地方，因而和廁所設計有關之議題也上不了檯面，對廁所之設計很少認真思考與探究，常

<sup>1</sup>臺鐵局前副總工程師（99年7月屆齡退休）

憑一己之憶測與假定，或依既有的資料照抄設計，造成使用者之不便或不適，亦成爲維修管理者永遠的痛。

車站旅客廁所屬於公共廁所之一種，爲提升車站服務品質，應提供一個人性化、衛生乾淨、輕鬆舒適且易於保養的優質如廁環境。爲達成上述目標，首要之務應從建築設計著手，再加強管理面。本文特針對旅客特性，參考「公共建築物衛生設備設計手冊」、「建築技術規則」、國內外之相關研究與實務經驗，予以歸納分別就空間配置、廁間、優質空間環境等範疇，列出旅客廁所之設計重點，並佐以圖說，提供鐵路局等相關單位參考。

## 二、空間配置設計

### 2.1 廁所位置

- (1) 公共廁所之位置，必須考慮其使用對象、時間、使用度等因素。車站旅客廁所之使用對象爲一般旅客，依候車、進出旅客量之增減，其集中使用度亦時有變化，尖峰時刻常呈現等候使用式使用。故廁所位置應考量使用者之安全性及方便性，設於候車室附近、主要動線附近或明顯處所。
- (2) 儘量避免將廁所置於建築物最內部、邊緣、角落或動線末端。
- (3) 公共廁所設置位置以設於非付費區爲原則，但所需設置數量較多時得考量部分設於付費區。

### 2.2 出入口區設計

- (1) 廁所之各種識別標誌應置於明顯處，並標示明確。廁所所設置之各種識別標誌，如圖 1 所示。



圖 1 廁所之識別標誌

- (2) 廁所出入口處應爲無障礙通路。
- (3) 爲顧及男女雙方之隱私性與安全性，男、女廁之出入口應分開設置。
- (4) 爲求如廁者之隱私，入口處應無法通視廁所內部，尤其不可直接看到小便器與廁間，因此宜以迂迴通路設計。因多數使用者隨身攜帶物品，故入口不宜設門扇，如

圖 2 所示。

- (5) 設置 5 個小便器以上，或 5 間女廁間以上之廁所，應於廁所入口處之適當位置規劃等候線或等候起點，供使用者排隊，並可避免如廁者之壓迫感。

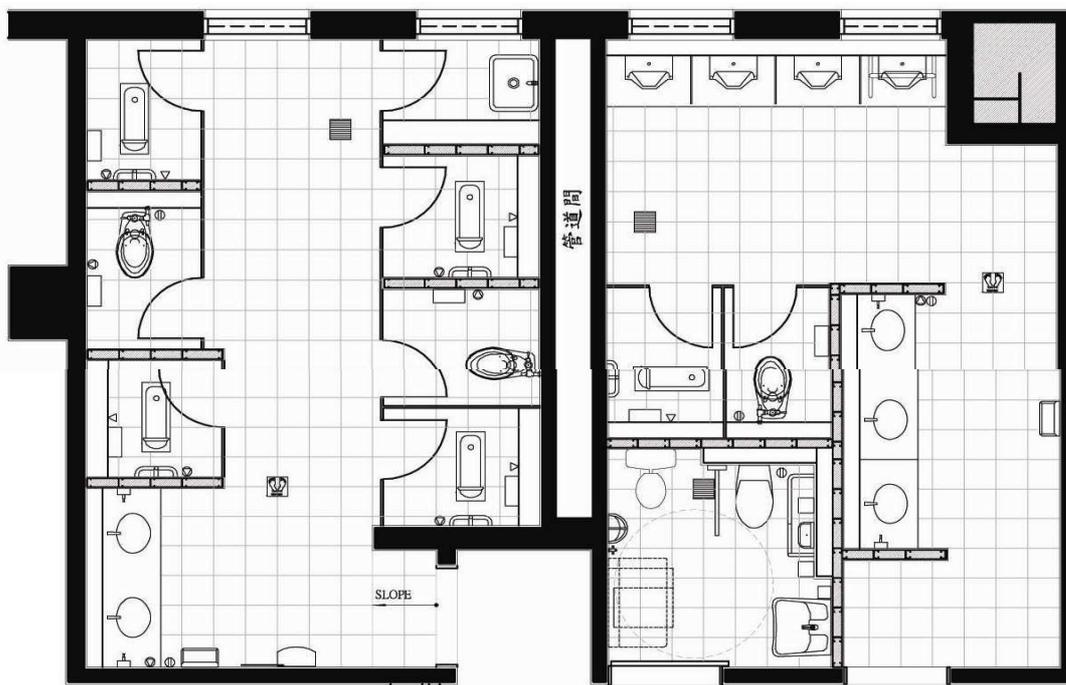


圖2 不設入口門扇而以迂迴通道取代之設計案例

## 2.3 附屬空間

- (1) 廁所應設置工具間，提供儲藏與清潔之用。
- (2) 特等站之女性廁所得視實際需要提供化妝區域，其設備包括化妝用之鏡面及擺放化妝用品之置物台，型式尺寸並無限制，以能滿足化妝需求為原則。洗面盆空間中，亦得提供化妝品擺放之功能。惟為避免干擾使用洗面盆者之動線宜獨立設置之。

## 2.4 安全設施

- (1) 出入口周圍地面不宜設置階梯，斜坡坡度以1/20以下為宜。
- (2) 廁所內每一隔間，其門應向內開，平時不用時令其開著，俾能看到內部。
- (3) 為因應緊急狀況，門錠應可輕易從外打開。
- (4) 門若經常關著，須裝設「使用中」標示。
- (5) 有可能被侵入時，應在窗外安裝鐵窗。有可能從窗外看到廁間內部時，應考慮玻璃種類。
- (6) 注意隔間牆高度及下方空隙尺寸。
- (7) 隔間牆與門之間隙應正確吻合。
- (8) 小便器與洗面盆完全隔開。

# 三、廁間設計

## 3.1 衛生設備數量

- (1) 車站旅客廁所大便器、小便器、洗面盆數量之決定，應考慮旅客人數、同時候車人

數、車站種類、附近有無公共廁所、旅客動線距離等因素。

- (2) 有關男用大便器及小便器、坐式廁間及蹲式廁間設置比例等，為因應國人衛生習慣及與國際接軌，可是實際需要及相關案例調整之。
- (3) 建築技術規則第 37 條車站建築裝設衛生設備數量如表 1 所示：

表 1 建築物裝設衛生設備數量

大便器			小便器	洗面盆	
人數	男	女	個數	人數	個數
1-100	1	5	2		
101-200	2	10	2	1-200	2
201-300	3	15	4	201-400	4
301-400	4	20	6	401-600	6
超過 400 人時，以人數男女各一半計算，每增加男子 100 人男用增加 1 個，每增加女子 20 人女用增加 1 個。			超過 400 人時，每增加男子 50 人增加 1 個。	超過 600 人時，每增加 300 人增加 1 個。	
說明：					
1. 本表所列使用人數按營業及等候空間面積每 0.4 人/ m <sup>2</sup> 計算。					
2. 本表所列建築物人數計算以男女各占一半。但車站得依實際男女人數之比例調整之。					
3. 依本表計算之男用大便器及小便器數量，得在其總數量不變下，調整個別便器之數量，但大便器數量不得為表列個數二分之一以下。					

- (4) 建築技術規則第 38 條：裝設洗手槽時，以每 45 公分長度相當於一個洗面盆。
- (5) 坐式廁間及蹲式廁間之設置比例應在 2：3 以上。基於國人對公共廁所內坐式馬桶坐墊直接接觸皮膚，有一種不潔之感的衛生觀念，所以蹲式馬桶仍佔多數。目前坐式廁間及蹲式廁間之設置比例約為 1：4，但為與國際接軌，且坐式便器有利行動不便者、高齡者及病人等使用，未來坐式廁間及蹲式廁間之設置比例將採漸進式增加，逐漸減少蹲式廁間之設置。
- (6) 桃園機場聯外捷運系統各車站公共廁所之設計準則如表 2 所示：

表 2 桃園機廠捷運系統衛生設備設計數量

尖峰小時進出 車站乘客流量	男			女	
	大便器	小便器	洗面盆	大便器	洗面盆
2,500人以下	2	3	2	5	2
2,500~5,000人	2	4	2	10	3
5,000~10,000人	3	6	3	15	4
10,000人以上	4	8	4	20	5

註：

- 無障礙廁所男女廁所各增設一處或合併於親子廁所設置，無障礙廁所不計入上表總數中。
- 乘客流量2,500人以下之男廁大便器設置標準為1個，但為服務男性乘客最基本需求調整為2個，女廁大便器數量則維持為5個不調整。

- 大便器型式採用1/3坐式及2/3蹲式（含無障礙廁所之大便器），坐式至少1個，另設一獨立親子廁所，親子廁所大便器不計入上表總數中。
- 車站可依地域性質及使用需求，得依據男廁大便器、小便器及女廁大便器為1：2：5之比例增設之。
- 親子廁所設有成人便器（含無障礙扶手）、幼童坐式便器、洗手盆、洗面盆（含無障礙扶手）、換尿布台及兒童安全坐椅各1座。

### 3.2 坐式廁間設計

- (1) 一般坐式廁間大小為 100×160 公分，但在清潔之考量下，廁間寬度應為 100 公分以上，如圖 3、圖 4 所示。
- (2) 為方便使用者如廁、轉身、進出等，坐式便器前緣與廁間門扇之淨距離應不小於 70 公分，如圖 5 所示。
- (3) 門板下緣離地面應為 5 至 10 公分範圍內。
- (4) 坐式便器座位高度，成人用者應為40至45公分範圍內，兒童用者，應為30至35公分，如圖6所示。
- (5) 男、女廁間數如超過五間時，應於靠近入口處之一間提供作為方便高齡者使用之廁間，其寬度應為120公分以上，並於靠固定牆之側加裝一支L型扶手。

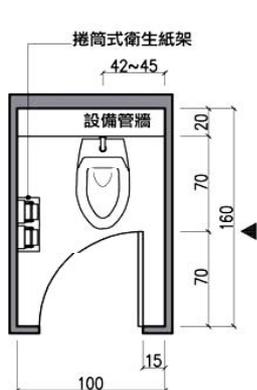


圖 3 一般之坐式廁間尺寸

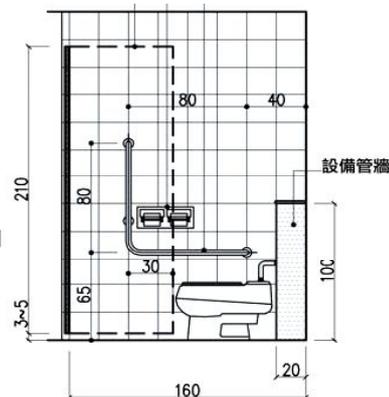
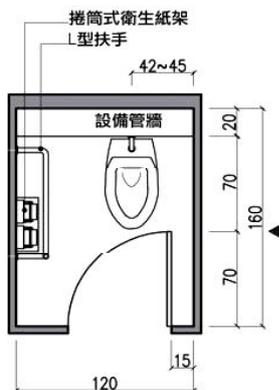


圖 4 理想之坐式廁間尺寸



圖 5 坐式便器前緣至前方牆面距離及門縫尺寸

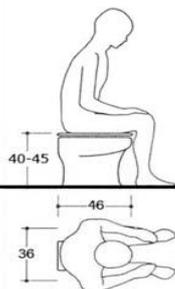


圖 6 成人用坐式便器參考圖

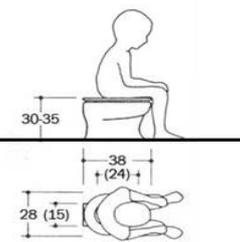


圖 7 兒童用坐式便器參考圖

### 3.3 蹲式廁間設計

- (1) 廁間寬度應為 100 公分以上，長度 120 公分以上，以利清潔。
- (2) 為維護使用者之私密性與安全性，廁間之門扇下緣與下方地面間隙應在 3 至 5 公分範圍內，以免他人從門與下方地板之間隙偷窺使用者之如廁動作。

- (3) 蹲式便器之安裝方向應與門平行排設，以方便應門及進出；至於門扇往內或往外開雖無限制，惟為安全考慮，應以內開為宜。
- (4) 蹲式便器之地坪不得有高低差。國內常見廁間內部或進口處地坪有一階或兩階之高低差，此為整體規劃時未考慮便器之裝設所需條件，因而在施工時以增高地坪高度之方式裝設設備，如此會造成如廁者有絆倒、踩空之危險。因此，蹲式廁間設計時須考慮便器之埋設深度，應採用預先留設方式，將存水彎埋入，如樓板厚度不足以安置污水排水管時，則採用吊管方式，並於下層裝設裝飾隔板，務使廁間之地坪平整，沒有高低差，以策安全。
- (5) 臺灣之蹲式便器一般均太短，約為50公分長，以致經常發生排泄物遺留在便器外之狀況，造成污染地面不易清潔；另傳統圓轉角收邊型蹲式便器不但地磚不易收頭，且易藏污納垢，故便器應儘量採用長度70公分以上直角收邊型之蹲式便器，其施工方式應為嵌入式收邊，並與地面地磚齊平。
- (6) 蹲式便器前方應設置倒T字型扶手以輔助站立或蹲下。水平扶手係為幫助穩定蹲姿，亦幫助如廁時之定位，避免排泄物遺留在便器外，水平扶手中心與地面距離應為40公分，長度40公分，扶手中心距便器前緣25公分；由水平扶手中心線上方10公分處起，向上設置長度60公分之垂直扶手，以輔助站立。蹲式廁所設計參考，如圖8~圖13所示。

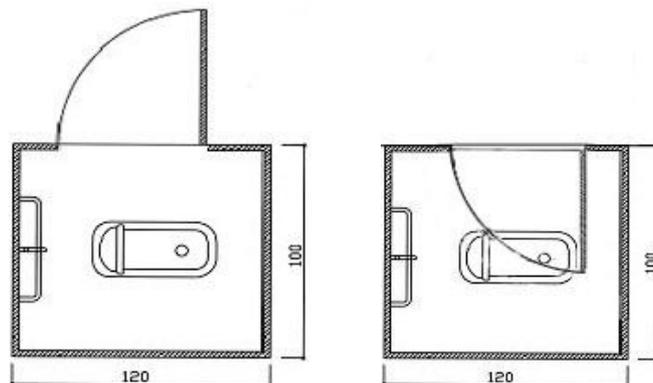


圖8 蹲式便器設置方向應與門平行

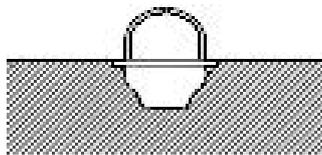


圖9 蹲式便器之收邊型式嵌入式收邊（直角便器適用）

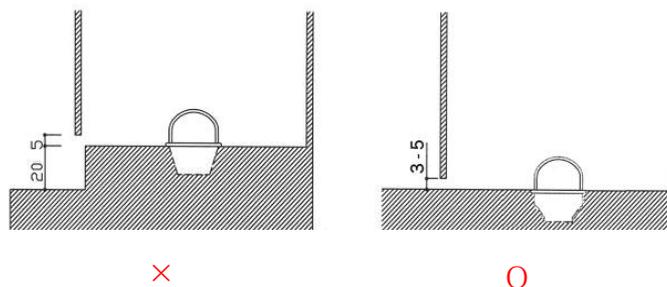


圖10 廁間不可有高低差



圖11 蹲式便器應採用直角加長型

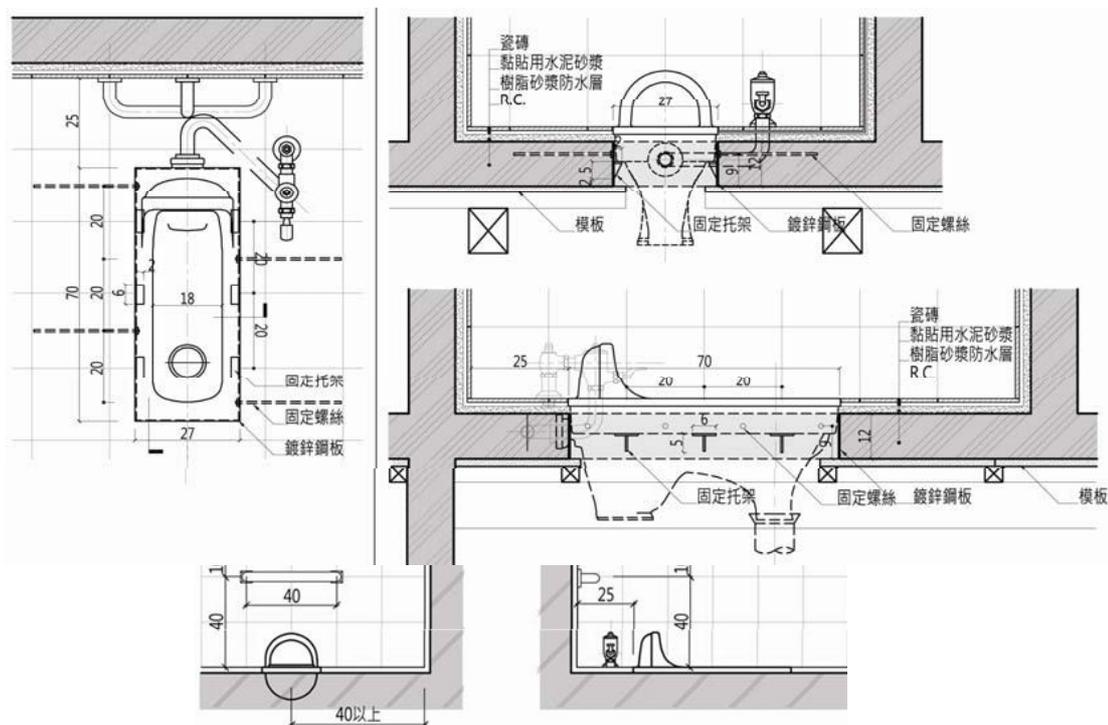


圖13 輔助蹲下站立之扶手

### 3.4 廁間附屬配件

廁間依使用需求應設置：緊急求助裝置、衛生紙架、置物架或置物掛勾、垃圾桶；視車站類別及實際需要得設嬰兒安全座椅、嬰兒尿布檯、換裝平檯或換裝間等附屬配件。

- (1) 緊急求助裝置：緊急求助裝置應設置於如廁時手方便按壓之處，並應明確標示，如圖14所示。
- (2) 衛生紙架：為方便使用者並利維護，每一廁間應提供衛生紙（以再生紙為佳）。因面紙纖維長度較衛生紙長，不容易分散於水中，若投入馬桶內，容易造成管路阻塞，故嚴禁販售或提供面紙，如圖15所示。
- (3) 置物架或置物掛勾：廁間應設有手提包、背包之置物平臺，及至少一組衣物掛勾。置物掛勾應設置於側牆距地面80至100公分，及門扇背面距地面140至160公分處；其型式可採用兼具門檔功能。女用廁間中，掛勾數量需為2個以上。特等站應有置放較大行李或背包之位置。
- (4) 垃圾桶：廁間需提供垃圾桶以丟棄衛生紙等垃圾，其中為存放女性廁間丟棄之生理用品，應採用有蓋式之垃圾桶，以防臭氣四溢。

- (5) 嬰兒安全座椅：為方便帶嬰兒之男性、女性如廁，可於男、女廁所之坐式廁間中加設置嬰兒安全座椅，座椅形式不宜採方形而應採用圓形，以免兒童蹬上方形椅角跌下之危險，如圖16所示。

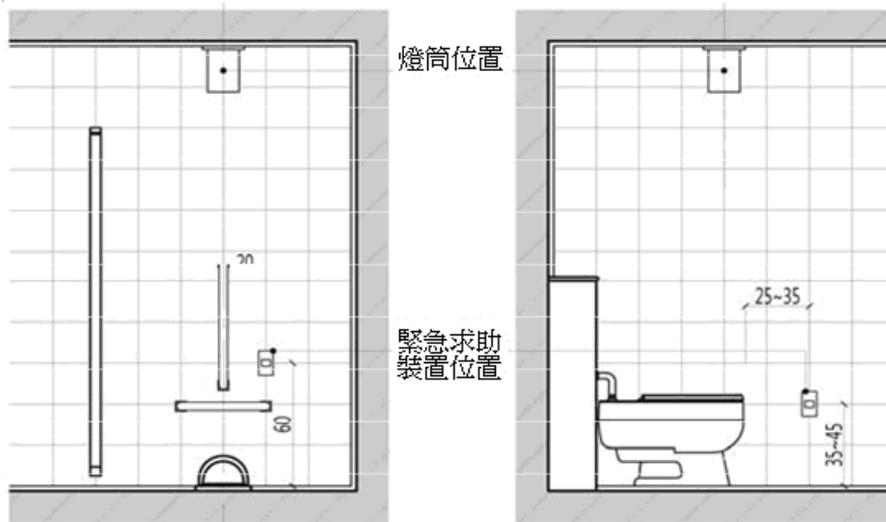
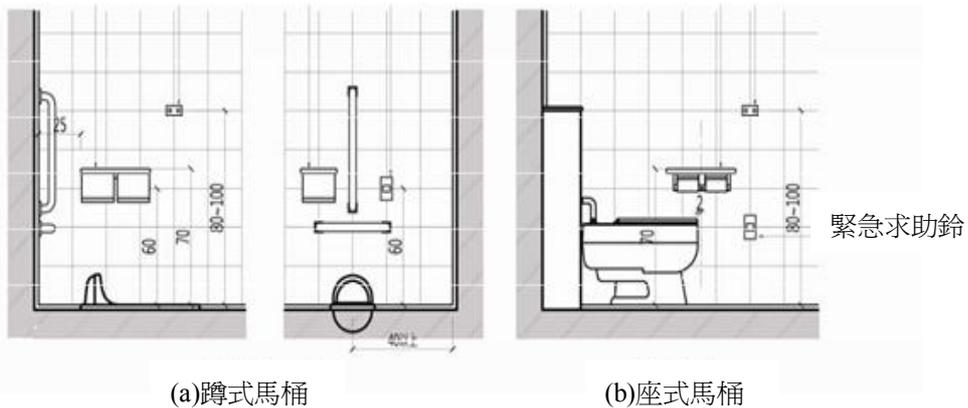


圖14 廁間之照明裝置及緊急求助裝置關係



(a)蹲式馬桶

(b)座式馬桶

圖15 廁間衛生紙架及置物架關係圖

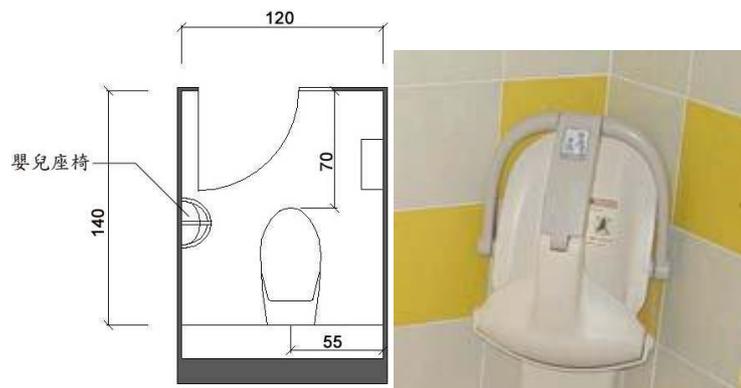


圖16 廁間設置嬰兒安全座椅

- (6) 嬰兒尿布檯：為方便帶嬰兒之男性、女性幫嬰兒更換尿布，特等站可於男、女廁所中設置嬰兒用尿布檯，如圖17所示。



圖17 嬰兒用尿布台

- (7) 換裝平臺或換裝間：特等站宜於男、女廁內各設置一間附有大便器、換裝平臺及專用洗面盆之廁間。對女性而言，以便在月事來臨時，能在設有乾淨平臺及洗面盆之私密安全房間內安心換裝。對男性而言，則提供高齡者於尿失禁等情況發生時，於換裝間中更換衣褲。該換裝平臺可在未使用時收納於牆面，如圖18~19所示。

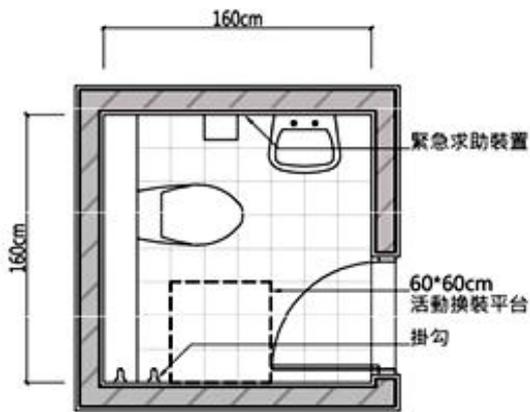


圖18a 附有換裝平台之廁間圖

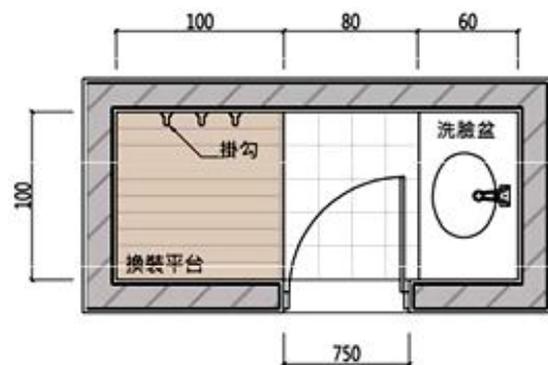


圖18b 換裝間設計案例



圖19a、b、c 換裝平台之使用與收納狀態

### 3.5 小便器設計

- (1) 男廁間內小便器之下方常有尿滴，尿垢滲進磚隙不易清理，形成惡臭之來源，亦是公共廁所最為頭痛之處。落地式小便器常接不到尿滴，地板清潔不易，應避免採用。廁所之小便器應採用壁掛式，小便器正下方至少應離地面15公分，以作為打掃、拖地空間，便利清潔工作之進行。接尿口採用尖凸式，避免採用圓弧形，可方便使用者靠近站立使用，且較不容易產生滴尿情形，如圖20所示。

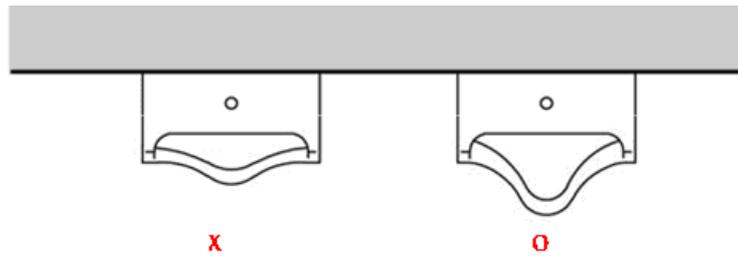


圖 20 小便器接尿口應選用尖凸形

- (2) 為減少滴尿之情形，小便器接尿口高度為58至62公分，供兒童或乘坐輪椅使用者則為34至36公分。
- (3) 小便器中心點間距應為80公分以上，距離側牆40公分以上。加裝隔板時，應選用離地式隔板，隔板高度上緣距離地面120公分以上，以方便清潔，如圖21~23所示。



圖 21 小便器設置案例

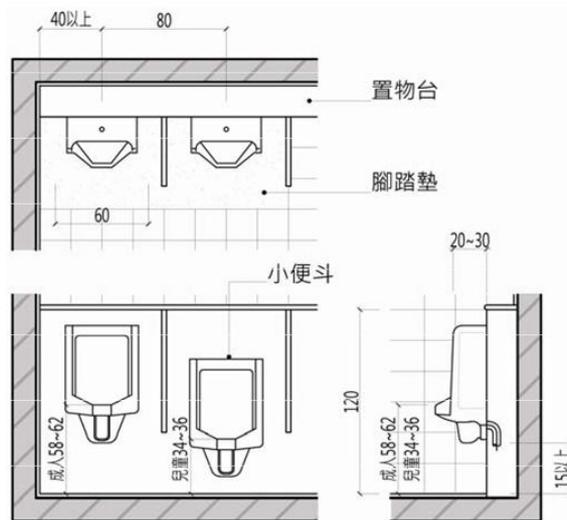


圖 22 小便器設置之適宜間距



圖 23 成人、兒童小便器應分開設置

(4) 腳踏鋪面之設置應注意下列要項：

- 與地板面整平。
- 深度需為48至50公分，以方便定位。
- 材質應選擇深色、接縫少、易清潔、不易腐蝕（耐酸性佳）、不吸水等特性，如磨光花崗石板或光觸媒防臭陶板。勿採用一般地磚，以避免勾縫藏污納垢，大理石材質容易腐蝕亦不能使用，如圖24所示。
- 每塊腳踏鋪面之長度應與每一小便器位置寬度同長，接縫對齊隔板，並應避免接縫對齊小便器中心而導致藏污納垢，如圖25所示。



圖 24 小便器下方應設置腳踏鋪面

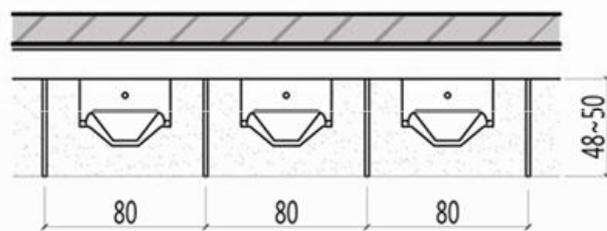


圖 25 腳踏鋪面接縫對齊隔板

(5) 小便器之給排水與通氣管路無法埋設於RC牆中，故小便器區應設置設備管牆，可兼做置物平臺使用，以方便如廁者放置手提包或放置小盆栽以美化廁所室內環境，其設置尺寸如下，如圖26所示：

- 設備管牆之設置高度應高於120公分以上；若有開窗考量可做140公分。
- 設備管牆之進深需為15公分以上，若為UT構造則需為25公分以上。

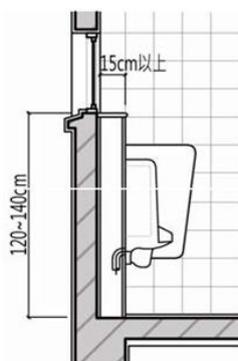


圖 26 小便器設備管牆之設置案例

(6) 小便器上方儘可能設置玻璃推射窗，小便時可自動往前站，看看外面景色，且加強通風。

- (7) 小便器之沖水控制可為手動或自動；採手動沖水控制者，應符合行動不便者可觸及範圍之規定。
- (8) 男廁所小便器中每10個須設1個供一般行動不便者使用之小便器，其位置設於廁所出入口便捷之處，小便器斗口高度35公分，且應考慮乘坐輪椅者迴轉直徑150公分之空間，便器周圍應留設第三者之輔助空間，且便器之一側應有75公分以上之淨空間，並不得於輔助空間中設置其他設備阻礙輔助行為，如圖27所示。
- (9) 供高齡者及供行動不便者（乘輪椅者）使用之小便器設置方式，如圖28、29所示。

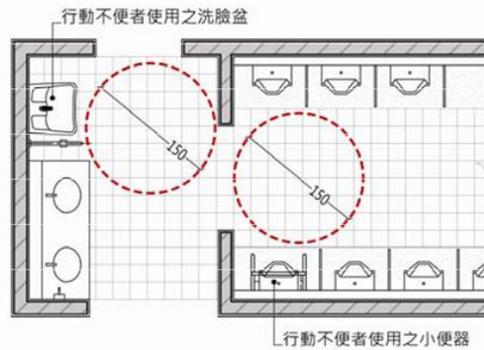


圖 27 一般廁所內設置供行動不便者使用之小便器者空間迴轉直徑示意圖

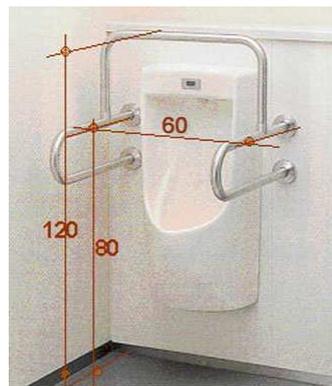


圖 28 供高齡者使用之小便器設置方式

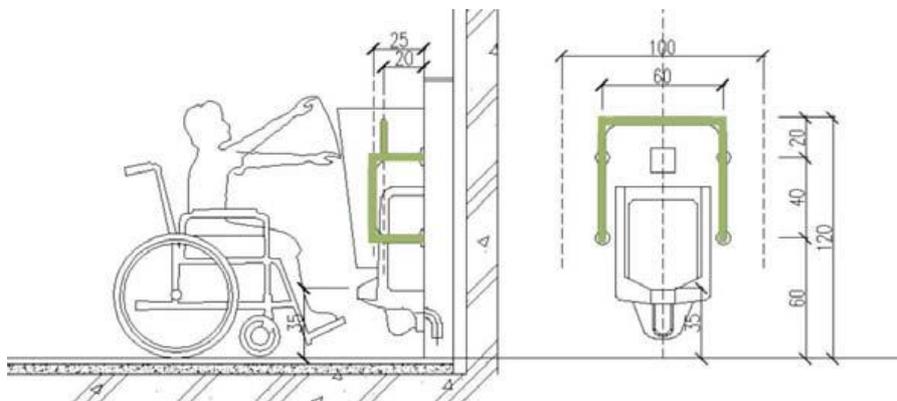


圖 29 供輪椅者使用之小便器設置方式

### 3.6 洗面盆區設計

- (1) 廁所應設置洗面盆，其數量依據建築技術規則建築設備編第37條規定，並得設於廁所外：裝設洗手槽者，依據同編第38條規定辦理。其中，女用洗面盆及男用洗面盆之設置比例應達3：2以上；但洗面盆設置於廁所外或已按實際男女人數比例調整者，不在此限。洗面盆數量達5個以上者，應設置1個供兒童使用之洗面盆，如圖30所示。
- (2) 考量乾濕分離，廁所設置之洗面盆，可規劃設置於廁所外。
- (3) 洗面盆之檯面高度，成人用為75至80公分範圍內，兒童用為60公分；其淨深均應達45公分以上；洗面盆前應留設120至140公分之淨空間，以提供二人以上活動之彈性空間，如圖31所示。
- (4) 洗面盆中心點間距應為80公分以上，距離側牆40公分以上。若洗面盆區兼具整裝、化妝之化妝區功能者，洗面盆中心點間距應達140公分以上，如圖32所示。
- (5) 洗面盆前方應設置鏡子，但鏡子不得正對小便器，亦不得由廁所出入口處可經鏡面反射小便器影像。
- (6) 檯面式洗面盆應設置厚度15公分以上且高於檯面15公分以上之設備管牆，該設備管牆可兼做置物平臺。洗面盆應以嵌入式施工（落盆式）。



圖30 廁所洗面盆設置

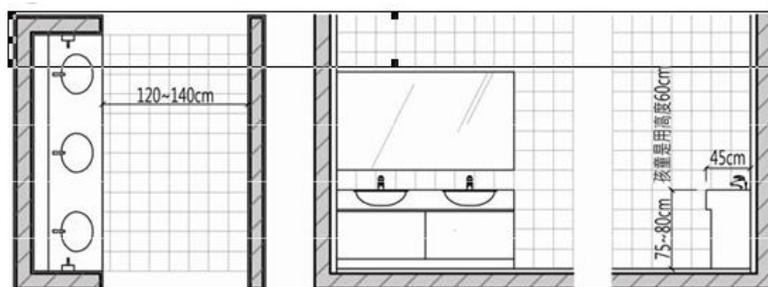


圖31 洗面盆設置位置

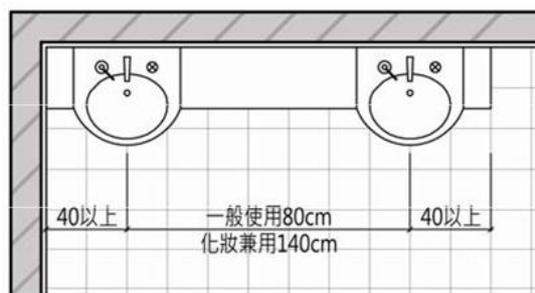


圖32 洗面盆之設置間距

- (7) 洗面盆之水龍頭應選用省水型或裝置省水濾網。水龍頭出水處應距離盆緣3公分以上，且出水射至落水口，以避免水花四濺，如圖33所示。使用自動給水感應水龍頭者，應選用直下型，避免選用水平感應型，其感應範圍應以手放低至檯面下仍可啓動為原則，以方便使用者將手伸至檯面下洗手，防止水花四濺，並可保持洗面盆之乾淨，如圖34所示。



圖33 水龍頭出水處

圖34 水龍頭感應器應選用直下型

- (8) 洗面盆周邊應設置洗手乳，可使清潔較為徹底。另為避免使用者洗手後甩手，造成洗面盆區域地面濕滑，可提供擦手紙（以再生紙為佳）及垃圾筒，如圖35所示。



圖35 擦手紙架型式

### 3.7 行動不便者使用廁所

行動不便廁所之使用者包含高齡者、肢體障礙者、視力障礙者、孕婦、兒童、帶人工肛門者及帶人工膀胱者等，故供行動不便者使用之廁所其設備與配置，必須考慮如廁動作之方便與安全，例如：便於接近便器；便於移坐到便器上；能保持身體姿勢的平衡；便於脫衣及便後之處理；輪椅及照顧者的動作空間；機械設備裝設位置之安全性與方便性等。供行動不便者使用之廁所及其相關設施應依下列要項辦理，如圖36所示：

- (1) 供行動不便者使用之廁所應獨立設置於無障礙通路可到達之處。
- (2) 入口淨寬必須90公分以上，地面平整無障礙，且需採用輕型自動歸位式橫拉門，

儘量避免使用電動開關裝置；門鎖需考慮如遇緊急狀況時，可用硬幣自外開鎖救援。

- (3) 使用空間內須留設直徑150公分可供輪椅迴轉之空間，其馬桶一側需保留75公分以上之淨寬以方便輪椅活動。
- (4) 馬桶高度宜選用40公分之高度。
- (5) 行動不便者馬桶側牆應設置小洗手盆、沖水閥、急救鈴、衛生紙架、靠墊等基本配備。另考量行動不便者使用之安全性、便利性與舒適性，行動不便者廁所馬桶只要坐墊，不要墊蓋，惟應裝設靠背及小蓮蓬頭等相關輔助設施。馬桶坐墊應可豎立，供小便時使用。靠背尺寸為寬30公分、高24公分，其裝設深度需考慮坐墊掀起之所需斜度，深度不得大於18公分；小蓮蓬頭之設置以利行動不便者如廁後清潔身體。急救鈴至少設置2處。

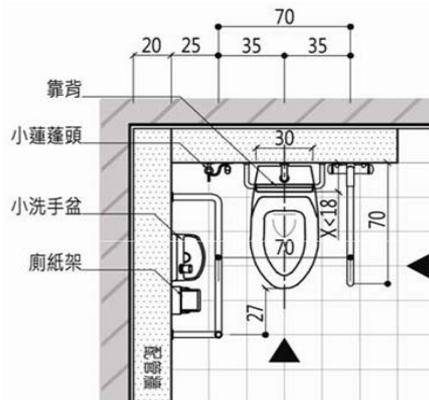


圖36 行動不便者專用馬桶之周圍輔助設施

- (6) 馬桶沖水以壓力沖水為原則，不宜用水箱。壓力沖水之沖水按鈕切忌安裝在馬桶之背牆，應在側牆小洗手盆靠近L型扶手之內側。
- (7) 供行動不便者使用廁所內需裝設一處供輪椅使用者使用之洗面盆。為慮及洗面盆檯面及下方管線如沒有足夠之空間，行動不便者（乘輪椅者）要靠近使用時，會造成輪椅受到洗面盆檯面高度及下方管線深度之阻礙，不方便其使用，故洗面盆其上緣距地板面不得大於85公分，洗面盆下方由地板面量起需有65公分以上之淨空間；洗面盆前方扶手距離操作水龍頭不得大於50公分；洗面盆下方空間之外露管線及器具表面不得有尖銳突出物，且下方管線器具距離洗面盆正面邊緣深度應為20至25公分之間。洗面盆之水龍頭宜採用撥桿式開關，如圖37所示。



圖37 供輪椅者使用之洗面盆設計

- (8) 供行動不便者使用廁間洗面盆如設置垂直平面鏡者，鏡面宜長100公分，寬45

公分，離洗面盆檯面5公分，並設置照明裝置，如圖38所示。

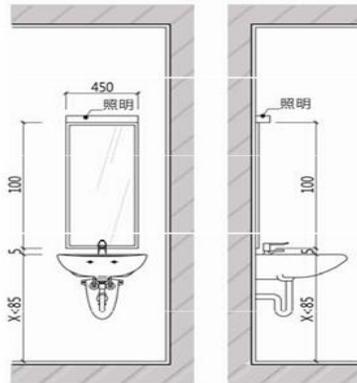


圖38 行動不便者使用之長鏡

- (9) 不同用途型式便器應設置符合行動不便者使用之各式輔助扶手，如圖39、40所示：
- 一般小便器：可設置於牆面上之「」型扶手，其高度應為120公分，以利輪椅者扶其靠近。
  - 一般蹲式馬桶：前方設置60公分垂直扶手，40公分水平扶手（二者呈倒T形）；扶手中心距便器前緣25公分。
  - 一般座式馬桶：馬桶右側牆面可設置L型扶手，其下緣距地面65公分。
  - 行動不便者專用馬桶：固定側牆設置L型扶手，另一側應加裝可上下旋轉的活動式扶手，以利行動不便者上下馬桶時得以支撐，其長度為70公分。



圖39 供行動不便者使用廁所之便器側牆設備及洗面盆

行動不便廁所依其設置設備之不同，所能服務之使用者類型亦不同。行動不便廁所之面積大，設備昂貴，但大部分之行動不便廁所使用率比較低，近年來國際間為提高行動不便廁所之使用率，可依廁所之需求，在行動不便廁間中加入兒童馬桶、嬰兒安全座椅、換尿布檯、換裝平臺等，以提高行動不便廁所之多功能性，不僅作為行動不便廁所，更可作為親子廁所等，亦可複合育嬰室、哺乳室、更衣室之功能，擴大其使用性，成為一個多功能廁所（Multi-use Toilet）以達到泛用設計（Universal Design）之效果。本文提供二種常用之配置圖，以利參考：

- (1) A型行動不便廁所（兼親子廁所）-標準型，如圖41所示。

加設嬰兒用尿布檯、嬰兒安全座椅、兒童用馬桶等，可作為親子廁所。換尿布檯下方空間可設置60×60公分之活動平臺，作為婦女、兒童更衣用。親子廁所之兒童用座式便器高度應介於30~35公分之間，如圖42所示。

(2) B 型行動不便廁所（簡易型廁所），如圖43所示

此為供行動不便者使用廁所多功能化之最簡易型式，主要提供行動不便者如廁，由基本的行動不便側牆設備與輪椅迴轉直徑空間所構成。

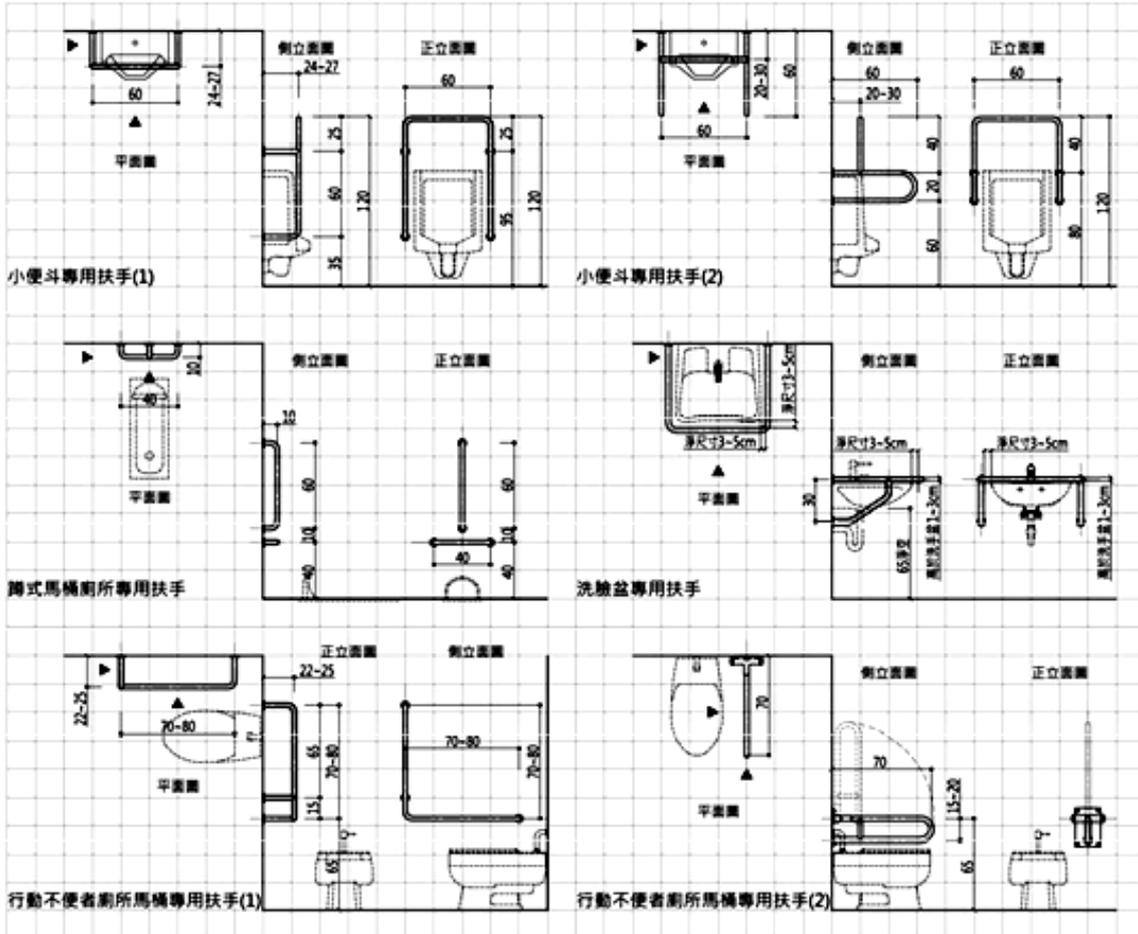


圖40 各式行動不便者使用之扶手

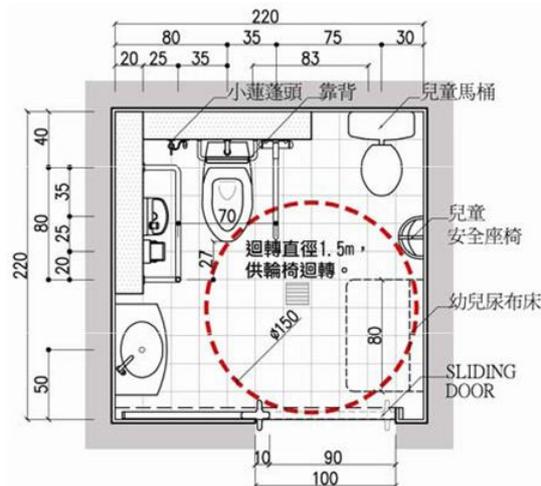


圖41a A型行動不便廁所-設計平面圖

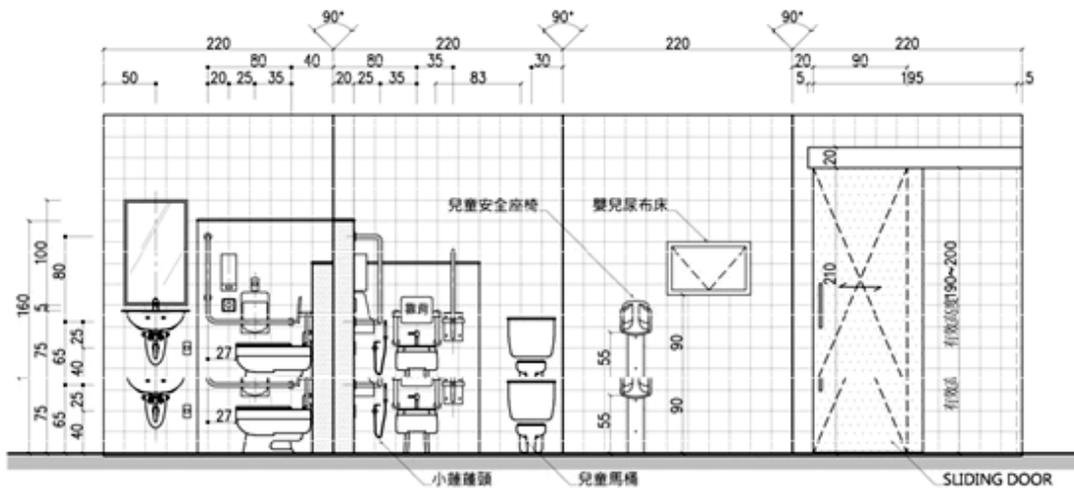


圖41b A型行動不便廁所(設計展開立面圖)



圖42 嬰兒安全坐椅、兒童用馬桶

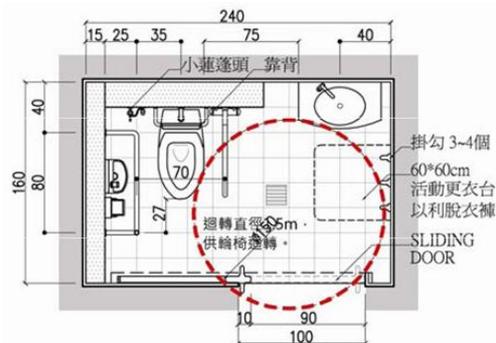


圖43a B型行動不便者廁所-設計平面圖

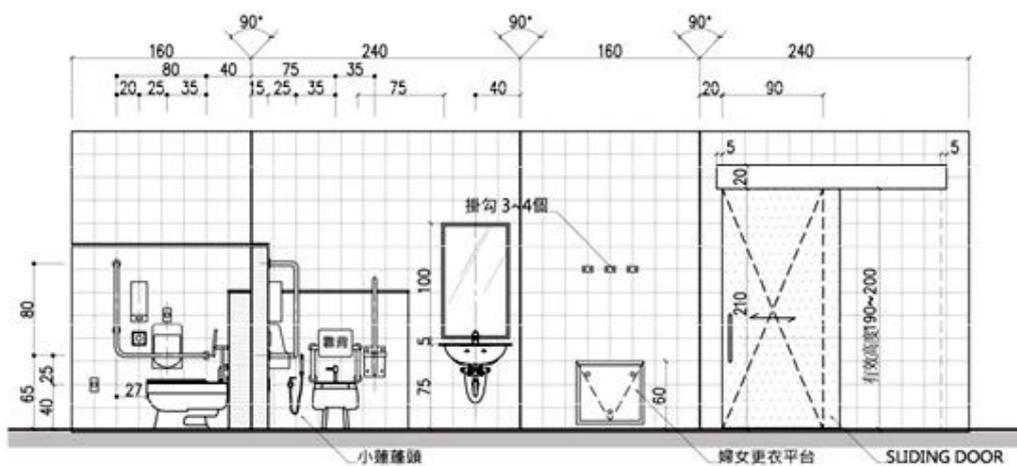


圖43b B型行動不便廁所(設計展開立面圖)

### 3.8 清潔工具間

廁所應設置工具間，妥善規劃器具擺放位置，必要時可增設工具收納架，並妥為規劃工具間之通風。工具間可同時具備儲藏及清潔功能，儲藏空間需規劃備品（如衛生紙等）與清潔用具之收納空間，或設置工具收納架，避免因多次取用造成雜亂，如圖44所示。拖把清潔時需要以腳壓住把柄，以雙手搓洗拖布，故設置拖布盆時，應提供至少長度150公分、寬度90公分之工作空間，如圖45所示。



圖44 清洗拖把之空間使用

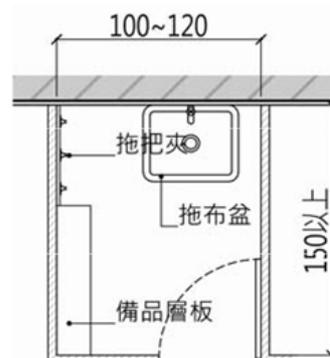


圖45 工具間規劃建議平面

### 3.9 廁所落水頭設置

地板落水頭應設置於每一廁所正中央位置，以利保持周圍牆面水平，且落水頭應採平面式與地板齊平；排水管應有存水彎，如圖46所示。

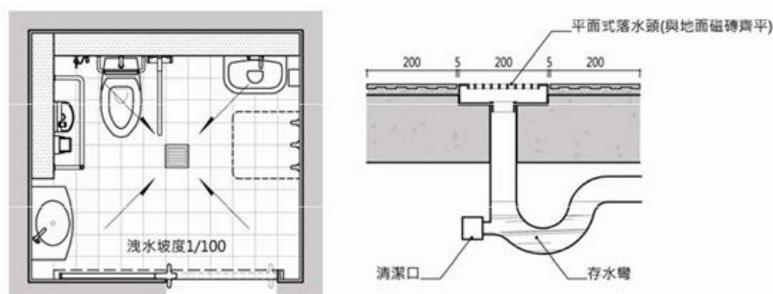


圖46 廁所落水頭設置位置並與地面齊平

## 四、優質空間環境設計

### 4.1 景觀

- (1) 廁所景觀工程應配合建物整體外觀予以規劃設計。
- (2) 廁所內部牆面與地坪，為易於清洗與採光，宜採用磁磚類建材。牆面最好採用光滑面 20 公分×20 公分、30 公分×30 公分較大尺寸之磁磚，且有奈米或光觸媒處理者為佳。地坪則以使用止滑型磁磚或石英磚較為理想。
- (3) 牆面與地磚需作對縫整磚計劃，盡量避免任意切割磁磚，造成貼縫不整齊，容易藏污納垢、滋生細菌，有礙觀瞻。
- (4) 廁所內部應避免放置假花假盆栽等裝飾品。
- (5) 廁所室內配置應設計成具有創意的空間，如利用牆面空間創造藝術氣氛，設置文化氣息屏蔽，善用洗手檯上方空間美化整體空間等。
- (6) 廁所室內配色設計應採用活潑色系，並力求單純協調。

## 4.2 照明

- (1) 廁所應以自然採光為主，人工照明為輔。
- (2) 為方便如廁者，並提供清潔者適當之照明，廁間直上方應設置照明裝置。但廁間地面照度達 100 Lux 以上者，不在此限。

## 4.3 通風

- (1) 廁所之換氣應以自然通風為主，若環境條件不允許，亦可以機械通風輔助，但應符合廁所換氣需求量之規定。
- (2) 廁所之通風以自然通風為主者，其開口部數量應設置2處以上，且應以重力換氣等方法，達到空氣有效對流。換氣係將室外冷空氣導入，把內部污濁空氣導出。廁所之出風口高度需較進風口高度高，方可達重力通風。
- (3) 進風口與出風口之有效面積應相當。若廁所入口為無門扇設計，則可視為進風口，為達進出風口有效面積相等，需規劃兩處以上窗戶。
- (4) 廁所之通風除以自然通風為主外，若環境條件不允許，亦可以機械通風為輔。機械通風有下列幾種方式：
  - A. 直接由室外將外氣送入室內；
  - B. 經由走廊等間接導入外氣；
  - C. 個別式即於各廁間個別安裝抽風機；
  - D. 中央式即以管道分別送風至各廁間；
  - E. 機械供氣與機械排氣並用，惟此種方式須將室內保持負壓，相當困難，故應避免使用。
- (5) 廁所之通風換氣採機械換氣者，其通風量應達每小時 10 至 15 次換氣次數。
- (6) 以機械換氣通風者，該機械換氣不宜與整體建築物之通風換氣系統結合，以免造成整體建築物充斥廁所氣味。
- (7) 無論採用自然通風或機械通風，其供氣口與排氣口，均應在廁所的對角或上下位置，以免產生短路（a short circuit），如圖 47 所示。

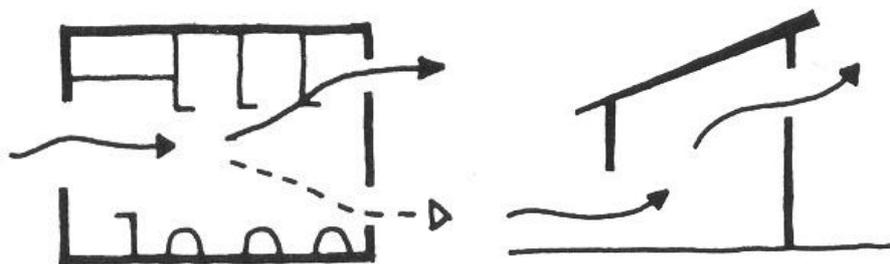


圖47 自然換氣之平立面計畫

- (8) 窗的開關方式，應考慮採光、換氣與通風等因素。為避免室內被窺視，應考慮窗的位置及玻璃種類。有可能被侵入時，應在窗外安裝鐵窗。
- (9) 窗戶形式不得為固定窗，應採用推射窗、百葉窗或窗洞為之；作橫拉窗時，其實際開口面積應符合建築技術規則設計施工編第 43 條之規定。通風有效面積之計算，「推射窗」與「百葉窗」之有效開窗率為 100 %，而「拉窗」僅為 50 %，故建議採用

通風效率高之開窗型式，如圖 48 所示。

- (10)為使廁所內通風良好並減少如廁時面壁之壓迫感，小便器上方可設置視線高度之長型推射窗或橫長窗，除開闊視野外，也可使人願意向前靠近，減少滴尿之狀況，如圖 49 所示。



圖48 廁所中窗戶之設置例



圖49 長型推射窗

#### 4.4 用水

- (1) 廁所所採用之馬桶、給水器等，需具備省水標章，以節省用水。
- (2) 自閉式按壓省水龍頭單次給水時間宜為 4 至 6 秒之間。
- (3) 給排水管路之配置，應符合建築技術規則設計施工編第 29 條之規定。
- (4) (給水管) 給水系統管徑大小，應符合建築技術規則設計施工編第 30 條之規定。
- (5) (排水管) 排水管管徑及坡度，應符合建築技術規則設計施工編第 32 條之規定。
- (6) 存水彎之位置及構造，應符合建築技術規則設計施工編第 33 條之規定。
- (7) (清潔口) 建築物內排水系統之裝置，應符合建築技術規則設計施工編第 34 條之規定。

### 五、結語

廁所是我們每天必須使用的地方，但在傳統觀念裡總認為廁所是一件上不了檯面之事，因此對廁所之設計很少認真的思考與探究，尤其是公共廁所，規劃設計之始，乏人重視，完成後維護不易，管理不當，形成一個「臭穢、潮濕、破損、陰暗」的廁所環境，令人頭痛！

車站旅客廁所是公共廁所之一種，其設計重點有三：首先要考慮到人性化，即符合使用者的行為要求，讓使用者用得稱心方便。車站廁所係以不特定多數人為服務對象，有些地方需設置行動不便者專用廁所，亦應兼顧幼兒的使用；第二是容易清洗維護，常保廁所之清潔與衛生。牆面與地坪應慎選建材，衛生器具應容易清洗、結構單純堅固、易於維修更換；第三是營造一個舒適高雅，讓人放鬆的如廁環境，須加強通風、採光、照明與美化設計。

公共廁所設備之良窳，清潔與否，可反映這個國家的文明水準與生活品質，隨著國人生活水準的提高，公廁文化漸被重視，企盼本文能引起各界重視與深入探討。

### 參考文獻

1. 日本建築學會編，臺隆書店譯（2004），「建築設計資料集成 3」，臺隆書店。
2. 吳明修（2009），「人性化公廁的設計準則」。
3. 內政部營建署（2010），「公共建築物衛生設備設計手冊」。

環島鐵路整體系統安全提昇計畫執行過程之探討-  
以花蓮電務段轄區列車方向指示器新設工程為例  
A Review of the Implementation of the Island Circuit Railway General  
System Safety Improvement Plan—  
The Example of the Train Direction Indicator Installation Project in  
the Jurisdiction of the Hualien Electrical Section

楊志鵬 YANG, Zhi-Peng<sup>1</sup>

聯絡地址：97057 花蓮縣花蓮市富裕二街 30-1 號

Address：No.30, Fuyu 2nd St., Hualien City, Hualien County 97057, Taiwan (R.O.C.)

電話：03-8560457

Tel：03-8560457

電子信箱：tr061136@msa.tra.gov.tw

E-Mail：tr061136@msa.tra.gov.tw

## 摘 要

近年來，鐵路平交道發生事故的頻率節節高升。經由統計分析後，得知原因在於用路人及行駛車輛於平交道路口通行時，未能遵守平交道安全規範導致事故發生。本論文首次採用『新型列車方向指示器』並且結合『遠端監控系統』，提出一個改善鐵路平交道安全警示的方法。此系統除了整合鐵路平交道安全標語外，可配合政策宣導與即時互動來變更標語。其最大效益為提高用路人行車安全、降低鐵路平交道事故發生及促進地方繁榮。

本系統工程使用 LED 顯示器模組，其中部份工程材料採用回收材料及庫存料，每組 LED 顯示器模組一年節約用電 2,419 度，計減少 1,541 公斤 CO<sub>2</sub> 排放量。顯示本系統工程具有省電、環保、美觀及低成本特性，充分發揮節能省電，達到政府節能省碳、永續經營之目標。

**關鍵字：**列車方向指示器、遠端監控系統、LED、鐵路平交道。

## Abstract

*The frequency of accidents at railway levels has climbed steadily in recent years. Statistical analysis has found that this is due to drivers not obeying the safety regulations for level crossings when driving across railroad tracks. This paper proposes a method for improving safety warnings at level crossings, employing the new model train direction indicator combined with a remote control system. This system, in addition to being complementary to safety signs at level crossings, can also be implemented in tandem with a policy awareness campaign and instant interaction to modify signs. Its major benefits are to increase the safety of those using the roads, reduce the incidence of accidents at railroad level crossings, and promote local prosperity.*

*The engineering of this system utilizes an LED display module, with a portion of the*

<sup>1</sup>臺鐵局花蓮電務段 技術助理

engineering materials utilizing recycled or stockpiled materials. Each LED display module can save approximately 2,419 kilowatts of electricity each year; reducing CO<sub>2</sub> emissions by a total of 1,541 kg. The display system is notable for saving electricity, being environmentally-friendly, having a pleasing design, and being low-cost, achieving the government's goals of conserving energy and reducing carbon emissions for sustainability.

**Keywords:** Train direction indicator, remote control system, LED, railway level crossings.

## 一、前言

臺灣鐵路管理局花蓮電務段轄區(蘇澳新~太麻里間)計有 86 處平交道，近年來平交道發生事故的頻率節節高升，經由統計分析後，得知原因在於用路人及行駛車輛於平交道路口通行時，未能遵守平交道安全規範導致事故發生。

經研議後將本列車方向指示器新設工程納入『環島鐵路整體系統安全提昇計畫』辦理。整合鐵路平交道安全標語，改善鐵路平交道安全，及新增第二代新型資訊可變式列車方向指示器，傳達用路人穿越平交道時有關行車安全訊息，以降低事故發生。平時除了主動播放平交道安全宣導外，還可與地方首長機關互動，提供政令及活動宣導；促進地方繁榮及地區均衡發展。

本案經於 100 年 2 月 11 日開辦，100 年 8 月 8 日完竣，新台幣 712 萬元，辦理之重點施工項目如下：

- (1) 新設 F 型懸臂式標誌桿及安裝 72 套。
- (2) 方向指示器安裝 80 套。
- (3) 原有徑路施工 520 公尺。
- (4) 穿越軌道地下電纜徑路施工 650 公尺。
- (5) 電纜運搬佈放 3,000 公尺。

## 二、列車方向指示器之設計與功能

### 2.1 列車方向指示器之系統設計

為符合臺灣鐵路管理局資訊可變式列車方向指示器規範，每套列車方向指示器包含 1 組控制單元及 2 組顯示單元，每組控制單元內含控制及驅動裝置、電源轉換器及相關配線接線端子，每組控制單元同時控制 2 組顯示單元；每組顯示單元內含 6 只 LED 字幕顯示模組、4 只方向箭頭及 2 只圓型閃光燈模組。列車方向指示器系統架構，如圖 1 所示。

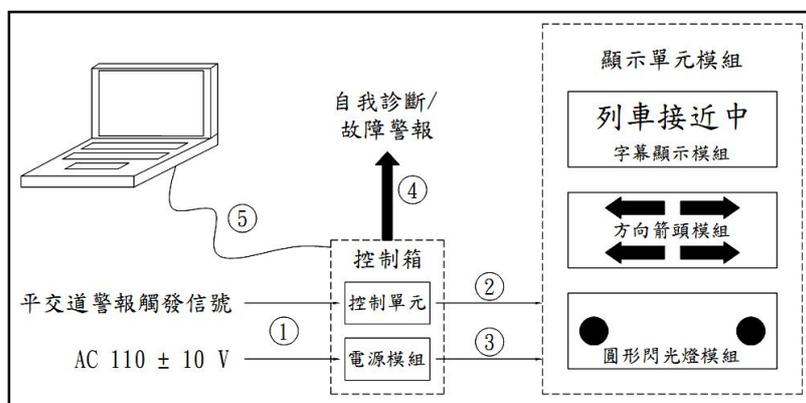


圖 1 列車方向指示器系統架構圖

註：編號之說明：

- (1) 臺鐵平交道警報觸發信號及 AC 110V 電源分別引接至控制箱內之控制單元及電源模組。
- (2) 控制單元將列車方向訊號傳送到顯示單元模組。
- (3) 電源模組將 AC 110V 電源經突波吸收器轉接至顯示單元模組。
- (4) 當顯示單元主機板、電源模組故障或設備斷電時，發出警報訊號。
- (5) 若有修改顯示資訊之需要，可現場以手提電腦經 RS232 傳輸線連接到控制箱，並搭配系統提供之字幕修改軟體做文字變更。

## 2.2 列車方向指示器之遠端遙控設計

為提高顯示字幕修改之便利性與即時性，由臺鐵花蓮電務段自行設計、開發、測試遠距遙控的功能，結合平交道遠端監控系統，並經由臺鐵局骨幹網路達成遠端遙控修改顯示標語字幕之目的，列車方向指示器之遠端遙控配線圖，如圖 2 所示。

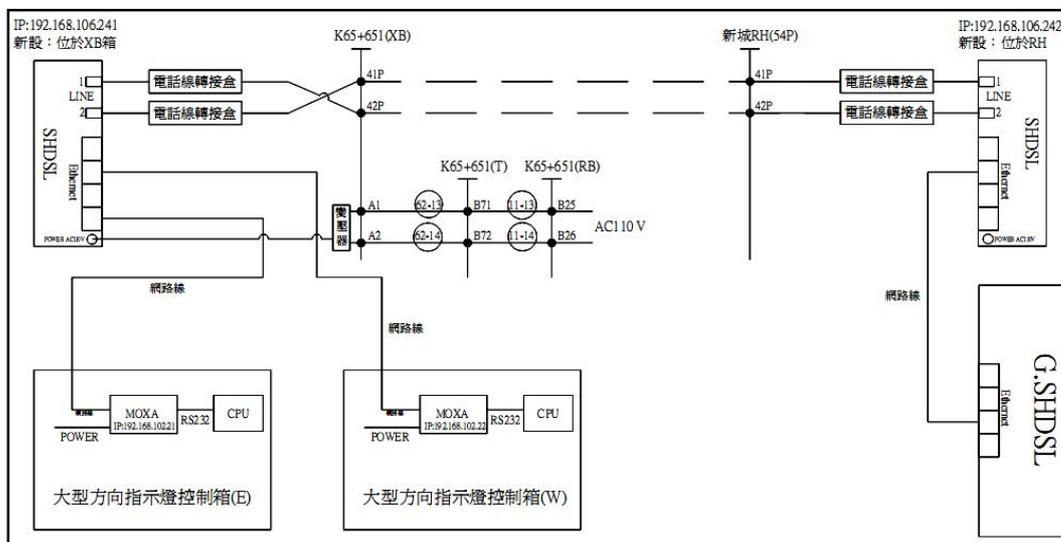


圖 2 列車方向指示器遠端遙控配線圖

## 2.3 列車方向指示器之功能

列車方向指示器架設於平交道兩側人車入口處，平面位置示意圖，如圖 3 所示，功用在於提醒用路人注意平交道行車安全，可分為平交道警報未啟動時之宣導模式及平交道警報啟動時之警告模式。

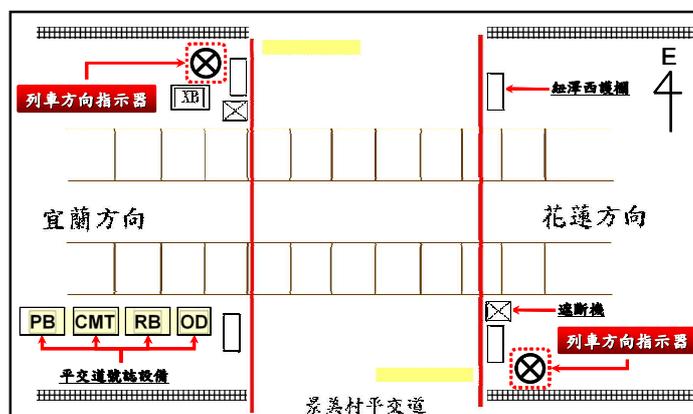


圖 3 列車方向指示器架設位置平面示意圖

### 2.3.1 平交道警報未啓動時

顯示器字幕以每 3 ~ 5 秒動態循環顯示黃色宣導文字，此時方向箭頭模組及閃光燈模組均為熄滅狀態，如圖 4 所示。

### 2.3.2 平交道警報啓動時

列車接近/通過會產生對應之控制訊號，控制單元偵測器感應動作立即停止原有宣導字幕顯示，並改以紅色字體每 3 ~ 5 秒交互顯示「列車接近中」、「注意兩方來車」之警告文字，同時方向箭頭模組會顯示即將通過之列車行進方向，閃光燈模組則交互閃爍示警，如圖 5 所示。直到控制訊號消除後，顯示字幕再回復至平交道警報未啓動之狀態。



圖 4 平交道警報未啓動時



圖 5 平交道警報啓動時

## 三、工程之創新性、挑戰性、周延性

以下分別就本研究案推動過程之創新性、挑戰性及周延性逐項說明：

### 3.1 創新性

- (1) 本案採用第二代新型『資訊可變式列車方向指示器』設備，新增動態循環字幕警示標語模組，目前為臺灣鐵路管理局首次運用在鐵路平交道行車安全創新設施，功能完善，其特點如下：
  - A. 火車來時顯示列車方向及警示標語。
  - B. 新增動態循環字幕警示標語，平時宣導用路人行車安全。
  - C. 字幕內容可透過電腦隨意修改。
- (2) 結合平交道遠端監控系統，達遠距遙控功能。

### 3.2 挑戰性

- (1) 本工程係由臺灣鐵路管理局電務處花蓮電務段自行規劃、設計、監造，節省評選委託技術服務顧問公司相關作業時程及委設費用，並自行監造，以最經濟之施工預算成本，最短之施工工期，完成最優質之列車方向指示器新設工程，同時，符合地方民意殷切期盼，如質提前 1 個月完工啓用。
- (2) 在既有公路及火車行車運轉中施工，腹地狹小，時程緊迫，需兼顧用路人與行駛中的車輛通行安全，又必須嚴格控管施工品質與工程進度等，施工難度高。
- (3) 電車線高壓電 2 萬 5 仟伏特，安全距離為 1.5 公尺，施工中需特別加強勞工安全教育，每日工作前之勤前教育；並且一再重複宣導電車線高壓電之危險。
- (4) 施工中高速行駛的列車南來北往，密度很高，有撞擊之危險，故需增加瞭望人員密

切注意列車行駛，且於列車通過時必須中斷工作，危險性高。

- (5) 腹地狹小，基礎開挖長度需達 3 公尺及寬度達 1.8 公尺，開挖艱辛困難，具高度挑戰性。
- (6) 局購料『資訊可變式列車方向指示器』設備供應進度延宕，影響施工進度，本案改變原設計安裝流程，由原先安裝、立桿一併施工，改為分別安裝，施工難度高，具高度挑戰性。
- (7) 在有限工期及艱困工作環境中，須如期如質完成工程，需充分整合各個工程界面，發揮各團隊分工合作的精神，使本工程順利推動完成。

### 3.3 周延性

- (1) 簡單化：採獨立電源供電，避免影響號誌系統。
- (2) 模組化：採模組化安裝配線，提高維護效率。
- (3) 耐久化：加裝突波吸收器防止雷害，提高設備壽命。
- (4) 永續化：
  - A. 採用環保節能的 LED 顯示器模組，省電、環保、美觀。
  - B. 順意地方機關與民意需求之多元化應用，平時除了播放平交道安全宣導外，還結合地方需求提供政令宣導及活動播放，提升地方休閒、觀光、教育等附加價值。

## 四、 生態環境維護之措施（包括自然生態工法）

- (1) 採自然生態工法，於工地現場整地挖除之剩餘土方，就近回填路基，以維持鐵路平交道邊坡之穩定，並有助於植生綠化，故無棄置土方之問題。
- (2) 本案部份局供料採用臺灣鐵路管理局廢棄電纜及 4 吋 PVC 管施工安裝，一方面可活化廢棄電纜及 4 吋 PVC 管再生功能，充份利用再生材，減少對環境之破壞；另一方面可降低成本，提高效益。
- (3) LED 顯示器模組採用 CNS14165、IP55、IP65 防水等級設計並且使用之機箱與其他設施可通用；循環使用避免浪費，以達到增加設施使用壽命及設備使用再造之循環利用的功能。
- (4) 本案施工機具、材料均採用可循環利用之設備，如混凝土基座模板即採用鋼模，不但經濟且具環保性。
- (5) 使用環保節能的 LED 顯示器模組，每組 LED 顯示器模組一年節約用電 2,419 度，計減少 1,541 公斤 CO<sub>2</sub> 排放量。省電、環保、美觀，充分發揮節能省電，響應政府節能省碳、永續經營之政策。
- (6) F 型懸臂式標誌桿均採鍍鋅處理，符合耐鏽、耐蝕之永續使用的功能，延長設施使用壽命，減緩更換頻率；避免造成環境的衝擊。

## 五、 工地安全衛生管理

- (1) 進場管制確實，審查進場承攬商之員工資格(需接受教育訓練、加入勞保、體格檢查、勞安人員資格、備妥契約所規定勞安文件)。
- (2) 加強工地安全衛生管理，定期召開施工檢討會，共計 6 次。
- (3) 不定期的辦理教育訓練 3 場，聘請有經驗的工程人員及勞安合格講師講授工地安全及衛生管理方面的知識。

- (4) 不定期督檢監造及承攬商工地安全管理情形，臺灣鐵路管理局花蓮電務段勞安室計 20 次。
- (5) 本案自開工以來，未曾發生職業災害及施工擾民或噪音污染等民眾陳情案件，工安管理已具成效。

## 六、遭遇困難問題之解決

### 6.1 時程緊迫，腹地狹小，開挖艱辛困難

本案為臺鐵局首次使用新型的『資訊可變式列車方向指示器』安裝工程。因此，有啓用時程壓力，又因為工期極為緊湊，各施工環節，不容互有干擾或稍有延遲；然工地為鐵公路交會之平交道，且本案之新設 F 型懸臂式標誌桿的基礎在開挖時長度需達 3 公尺，寬度達 1.8 公尺，深度達 1.5 公尺；開挖時，又必須顧及施工動線與做好交通維持，且鐵路平交道兩側設備多、腹地狹小，開挖艱辛困難。本案解決的方法為(1)再次會勘選定可開挖地點。(2)基礎開挖影響公路交通處所，除派交通指揮外，並請警察協助維持交通，讓施工順利。(3)部份瓶頸路段改採人工開挖。

### 6.2 施工地點鄰近鐵路電車線，有感電之虞，增加施工困難

本案施工鄰近鐵路 2 萬 5 仟伏特高壓電車線，在安裝 F 型懸臂式標誌桿時，為避免發生感電事故，臺灣鐵路管理局與施工廠商協調，部份車多交會平交道路口於夜間路線斷電封鎖後施工，施工廠商更不計成本加派人員、機具並妥善設置安全防護設施及夜間照明設備，以確保工進及施工安全。

### 6.3 在既有行車運轉及公路交叉處施工，需兼顧火車與公路行車與行人的安全

為了維持施工安全及路口人車順暢，本案於平交道施工地點嚴加注意幾點：(1)瞭望員確實回報行車狀況及安全警示標示。(2)利用無線電保持與車站聯繫確保人車安全。(3)加強夜間照明設備。

### 6.4 局購料「資訊可變式列車方向指示器」設備供應進度延宕，影響施工進度

「資訊可變式列車方向指示器」設備為局購材料，供應商因未能準時交貨，衍生調解，影響安裝進度。本案為了不影響施工品質及施工進度，與施工廠商多次溝通協調，將原設計採立桿、安裝一併施工，改為分別安裝，施工廠商對於所衍生之相關費用均自行吸收，以做好工程品質及進度管理為目標。

### 6.5 本案牽涉之臺鐵局內、外單位眾多配合，介面整合困難

本案之 F 型懸臂式標誌桿基礎開挖及立桿安裝、電纜佈放、跨越軌道地下電纜徑路施工、方向指示器安裝等，施工界面與工程所屬轄局之各鄉鎮市公所及公路單位之週邊工程衝突，故與局內、外等單位之協調，相當費時及困難，增加工程的困難度經多次溝通及各機關、單位主管協助才得以順利解決。

## 七、優良事蹟

- (1) 本工程零工安、零職災、零告發、零申訴。(2) 本工程獲花蓮縣秀林鄉公所頒贈感謝狀。
- (3) 本工程獲花蓮縣吉安鄉公所頒贈感謝狀。(4) 本工程獲花蓮縣花蓮市公所頒贈感謝狀。
- (5) 本工程獲花蓮縣花蓮市民政社區發展協會頒贈感謝狀。(6) 本工程獲花蓮縣花蓮市民生社區發展協會頒贈感謝狀。(7) 本工程為臺灣鐵路管理局首次於設施類第 4 級，榮獲交通部推薦參加行政院公共工程會之「公共工程金質獎」複評之工程。

## 八、效益

本案之效益綜整說明如下：提供民眾一條安全回家的路，本案在有限之施工空間與嚴格控管品質下，提早 1 個月完工啓用，實屬難能可貴，增加平交道字幕循環宣導功能，提升平交道交通安全。使用環保節能的 LED 顯示器模組，每組 LED 顯示器模組一年節約用電 2,419 度，計減少 1,541 公斤 CO<sub>2</sub> 排放量。省電、環保、美觀，充分發揮節能省電，響應政府節能省碳、永續經營之政策。本案施工期間依安衛計畫進行不定期教育訓練，加強施工人員安全觀念，無工安事件發生，亦未發生職災及施工擾民或噪音污染等民眾陳情案件，成效極佳。結合「平交道遠端監控系統」，達遠距遙控，可即時修改顯示字幕，提供給地方機關及民間團體做為政令及活動宣導使用，充分展現臺鐵人互動的親和力及熱誠服務的形象，達成中央與地方永續雙贏的目的。案由臺灣鐵路管理局電務處花蓮電務段自行規劃、設計、監造，工程契約金額為新台幣 712 萬元。節省評選委託技術服務顧問公司相關作業時程及委設費用，並自行監造。以最經濟之施工預算成本、最短之施工工期，完成最優質之列車方向指示器新設工程。本工程大約為臺灣鐵路管理局節省三分之一的工程經費，節省開支不浪費，用心地完成國家公共建設，提升環島鐵路整體系統的安全，符合永續工程之精神。

## 九、附錄：施工前、施工中及施工後照片

### 9.1 施工前



圖 7 現場會勘、量測安全距離



圖 8 決定安裝位置並標記

### 9.2 施工中



圖 9 基礎開挖



圖 10 鋼筋彎紮組立



圖 11 混凝土澆置



圖 12 基礎完成



圖 13 穿越軌道徑路開挖



圖 14 PVC 管鋪設



圖 15 電纜佈放



圖 16 材料進場



圖 17 標誌桿吊掛組立



圖 18 標誌桿安裝完成



圖 19 線路安裝配線



圖 20 指示器功能測試

## 9.2 施工後



圖 21 設備正式啓用

### 參考文獻

1. 臺灣鐵路管理局電務處 (2000), 纜線工程施工標準作業程序。
2. 臺灣鐵路管理局電務處 (2000), 纜線防護須知。
3. 臺灣鐵路管理局電務處 (2000), 電氣號誌維修作業安全標準。

# 臺灣鐵路管理局材料管理制度（二）

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

周春明 ZHOU, Chun-Ming<sup>1</sup>

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

### 三、材料名稱規範及單位（續）

#### 3.1 材料之名稱

##### 3.1.1 確定名稱與劃一使用之重要性

欲求材料管理完善，合乎科學化、企業化，則確定名稱統一使用為先決條件，蓋材料名稱之統一關係料帳登記、調撥、調整、統計分析，以及分類編號等業務甚鉅，茲簡述如下：

- (1) 就分類編號而言：分類編號必先有劃一之名稱，方可歸納、方可編號，否則同一材料有兩個名稱則編號重複，可能將同一材料歸納於不同類別之中。
- (2) 就料帳登記與調整調撥而言：料帳登記之目的在於表現實物之收發、結存動態，進而提供會計製作表報、分析財務情況，材料名稱如不統一，則張冠可能李戴，帳面表示之數字與實際情形不同，進而影響會計表報之準確性，至互通有無，調整調撥工作，更因料帳記錄上所載材料名稱不同而無法辦理，影響所及可想而知。
- (3) 就分類統計而言：統計工作重在分類，如名稱不統一，分類自不能分明，必致雜亂無章，混淆不清，統計工作自難辦理。

##### 3.1.2 材料命名之原則

物必有名，有名始可稱謂，李四張三彼此可招呼者，因其有一定名稱之故，但事實上因地區之不同、習慣之各異及來源之有別，時有同一材料有數種不同之稱呼，影響所及，往往動搖材料管理之基礎，故在同一機構或同一社會之中，統一材料名稱最為旨要。名稱既定，應即共同遵守，不可隨意更改，材料命名必有其原則，茲簡述如下：

- (1) 名稱以一物一名，簡單明瞭，切合實用，易於記憶為原則。

---

<sup>1</sup>臺鐵局材料處副處長

- (2) 政府機關或學術團體如已訂有名稱，普遍行之於社會者，應予採用，不必標新立異，另創新名。
- (3) 凡國外所產生之材料，應就其原文或意譯或音譯，仍以簡單明確，易於記憶為主。

## 3.2 材料之規範

### 3.2.1 材料規範

所謂材料規範，係指對於各種材料之化學成分、物理性質及其特徵等所作之詳細規定而言。

### 3.2.2 材料規範與標準化

研究材料規範，首須注意標準問題，任何材料或產品，經標準化後，生產者可達到大量生產之目的，因而降低成本，銷售量增加，業務擴大，而使用者亦可獲得價廉物美之成品，達成零件互換使用之目的，因而可以少存量，增加資金週轉，故近代先進工業國家，莫不以標準化為工業製造上之目標，使用者亦莫不以採用標準化之材料為樂事。

### 3.2.3 材料規範之重要性

#### 3.2.3.1 可使材料之供應達到經濟合理之目的

每種材料如其規範略有不同，則其性能與用途，即有甚大差別，其價格亦因之相差甚鉅，故欲獲得最經濟之材料，即應視實際需要情形，對所需材料之規範作詳盡之訂定。

#### 3.2.3.2 可使採購與驗收有明確之根據

採購材料必須求其經濟與品質適宜，有所謂「物美價廉」或「一分錢一分貨」，即價格之評定須以材料之品質為依據；換言之，如材料規範詳盡明確，則採購時即有所憑藉，同時驗收材料依憑規範其理甚明，否則漫無標準，根本失去驗收之意義。

### 3.2.4 訂定材料規範之條件

訂定材料規範應該參酌實際需要情形合理釐訂，務期通用適合一般工業製造標準，茲將必要之條件說明如下：

#### (1) 關於尺寸形狀之條件

凡材料之外表形狀、尺寸大小、表面加工等情形，必須訂出，如形狀複雜者應繪製平面、立體或剖面圖註明尺寸。

#### (2) 關於材料品質之條件

所需材料如為製造品，則對其材質、原料等應詳細訂明，例如：球形閥(Ball Valve)對其材質係採用炮銅、黃銅、鑄鐵或其他原料，即應詳予規定。

#### (3) 關於製造方法之條件

材料因製造方法不同，亦影響其材質，手工製品與機器製品，顯然不同。

#### (4) 關於化學成份之條件

材料所含化學成份，對材質之良窳關係甚鉅，例如銅料內之各種化學成

份，如碳錳、磷、矽、硫等成份，應規定其數值及最大、最小限度。

(5) 關於物理性質之條件

例如擴張力、伸長率、扭力、剪力、壓力等應予規定。

(6) 關於檢驗方法之條件

材料之檢驗，往往因使用方法之不同，所得結果亦有甚大之差異，故應予詳細規定。

(7) 關於公差之條件

各種材料無論其為天然產品或製造品，其尺寸大小在理論上，無論如何精細，總不免有誤差，若在某一範圍內，不影響其使用，為大家所公認許可者，即稱為「公差」，應予規定以為驗收之依據。

(8) 關於其他特殊條件

除上述各條件外，如有其他必要須規定者，如包裝條件、取樣條件、運送條件、標誌條件等均可視需要加以規定。

### 3.2.5 釐訂規範時應參考之資料

- (1) 中華民國中央標準局刊行之「中國國家標準」，簡稱 CNS。
- (2) 美國之「美國標準協會 (American Standards Association)」，簡稱 ASA 及「美國材料與試驗協會 (American Society for Testing and Materials)」ASTM。
- (3) 日本之「日本工業標準 (Japanese Industrial Standards)」，簡稱 JIS。
- (4) 英國之「英國標準學會 (British Standards)」，簡稱 BS。
- (5) 德國之「德國工業標準(Deutsche Industrie Normenausschuss)」，簡稱 DIN。

由於企業所用材料種類繁多，用途又不一，對於規範的訂立實非一小部人員所能圓滿達成的，此項工作必須集合各項專門人才，共同研討編訂才能濟事。

## 3.3 材料之單位

### 3.3.1 材料單位應劃一使用

材料單位名稱繁多，用途不一，有適用於進口貿易或大量採購者，亦有適用於零星出售者，何種材料在何種場合採用何種單位，應視事實需要予以規定，並劃一使用，切忌混淆，否則對料帳統計工作諸多不便。

### 3.3.2 採用單位之原則

- (1) 我國度量衡標準法已規定採公制，材料實用計數單位，自應以公制為準。
- (2) 計件單位如袋、包、瓶、罐、支、個，應由各事業機構自行規定。
- (3) 向國外採購材料時為適應各國情形，不妨採用交易對象所在地使用之單位。
- (4) 可以數種單位計算者，如包與重量應採用包，則應註明每包之重量，如採用盒則應註明每盒之個數。
- (5) 計件單位需表明其確切含量時，可在其後加以斜線，註明其含量如包/50 kg，指每包為 50 公斤。

### 3.3.3 單位之換算

材料數量單位，如因需要必須換算時，可參考標準檢驗局所刊行之中外度量衡換算表，或各種手冊上之度量衡換算表辦理之，至單位換算之小數位數應採取若干位，則應視實際需要情形而定，因材料之價值有高低、數量有多寡，有時 2 位小數猶嫌太多，有時即 4 位仍感不足，實無法作硬性之規定。

## 3.4 臺鐵材料名稱規範及單位

### 3.4.1 材料名稱

臺鐵材料種類龐雜約 6 萬餘項，係供軌道、橋涵、通訊、號誌、電力、照明等設施以及各型動力機車、客貨車輛維修及專案工程使用，因遍佈全省各地為利管理及帳務處理，必須統一材料名稱，依據交通部於民國 35 年修訂國有鐵路材料分類：1.普通物品 2.機車車輛 3.動力裝置 4.電料 5.工具及機廠物品 6.路線材料及設備 7.建築材料 8.雜項等八大類編訂臺鐵材料名稱彙編，(如表 1 所示)供全路 43 個用料單位遵循使用。

### 3.4.2 材料規範

- (1) 材料規範除可直接使用國家標準或國際標準外，必須自行訂定時，由用料主管部門根據下列各項條件及材料之實際使用情形，於考慮國內外工業水準適合公開採購情形後明確釐訂，作為採購及使用之根據。

A.原料品質	B.製造程序	C.化學成份
D.物理性質	E.抽樣比例	F.檢驗辦法
G.形狀、尺度及公差	H.其他特殊條件	
- (2) 用料主管部門無法擬訂規範，而必須以樣品採購時，得依實際情況按下列方式辦理：
  - A. 由用料主管部門提供標準樣品 1 式 2 份，1 份交立約商據以製造，1 份保存作為驗收之依據。
  - B. 投標商先提供樣品，經檢驗合格後，始接受其報價，並以合格樣品作為驗收之依據。
- (3) 材料如屬專利品、獨家製造或原廠牌之零配件，其規範得以製造廠家之出品編號或專用標誌代之。
- (4) 材料規範，如無詳列之必要時，得擇其表示主要特性之條件，作為說明代替。
- (5) 臺鐵局自行訂定之規範應陳總工程司核定稱謂「臺灣鐵路材料規範」其代號為 TRAS，機務處以 TRAS(M)，工務處以 TRAS(E)，電務處以 TRAS(K)等方式表示，由各用料主管部門自行負責編列登記管理副知材料處，臺鐵局規格應使用統一規範用紙(如附錄 1)，並加蓋審核章(如附錄 2)。
- (6) 藍圖由用料主管部門陳總工程司核定後加蓋「藍圖審核章」(如附錄 3)於圖面右下角，每次發圖應加蓋「發圖戳記」(如附錄 4)由發圖人蓋職名章並填入日期。
- (7) 臺鐵局自行訂定之規範或藍圖修訂時，除商業條款外，其餘須陳總工程司核定，並應註明歷次修訂次數及日期，修訂內容附於原規範以利管制。

### 3.4.3 材料單位

(1) 按照重量者：

單位	代號
公噸	MT
公斤	KG
公克	GM
磅	Lb
兩	Oz

(2) 按照長度者：

單位	代號
公尺	MR
公分	CM
英尺(呎)	Ft
碼	YD

(3) 按照容量者：

單位	代號
公升	LT
加侖	GL
西西	CC

(4) 按照體積者：

單位	代號
立方公尺	M <sup>3</sup>

(5) 按照平面者：

單位	代號
平方公尺	M <sup>2</sup>

(6) 按照整體者：(實際數量大於一，組合而為一)

單位	代號
組(套)(部)	ST
付(副)(雙)(對)	PR
箱、盒(盆)	BX
輛	WL
孔	Sn

(7) 按照含裝者：

(實際應照液體之容量氣體之體積粉狀物之重量或具有伸縮性之長度但不以上項單位為計算單位而照包裝方法)

單位	代號
桶(筒)	Dm
瓶(針)	Bt
罐(缶)(聽)	Cn
捲(卷)	RL
包(袋)	Bg
打	Dz

(1) 按照件數者：

單位	代號
個(只)(件)(把)(粒)(棵) (列)(塊)(座)(台)(扇)(門) (頂)(具)(架)(錠)(本) 支(枝)(根)(條)(節) 張(片)(面)(幅)	PC

表 1 材料名稱彙編分類目錄

※本表方式：先橫後直

類別	普通物品	機車車輛			動力裝置	電料	工具及機廠物品	路線材料及設備	建築材料	雜項
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	燃料	機車車輛	GE 電力機車配件	車身底架及配件	固定式汽鍋及原動機	電話電報	機械工具	鋼軌及附件	基樁	事務雜用品
1	油脂及棉絲	機車鍋爐配件	GEC 電力機車及 EMU100、1200、400 配件	客車配件	汽鍋附件及給水設備	無線電電報及配件		道岔閘座及附件	磚瓦	藥品及醫療器材
2	金屬及合金	汽缸及行動機關配件	調動機及車輛移動機配件 (EMU700、800 型)	東線柴油客車配件		蒸汽機車電料	輕機械及手工工具	軌枕	石、砂灰、泥	服裝及織品
3	繫結物	閥動機關配件	汽車配件	客貨車車身配件	電車線設備	客車應用電料		路線用特別機械工具	鋼筋	傢俱及裝置品
4	繩索及綆	車輪、軸箱彈簧裝置配件	柴油客車配件	牽引機關輓鉤緩衝器等		電力傳輸應用材料		橋樑鋼鐵結構及配件	木材及製品(包括化學板類)	
5	石綿皮革及橡皮品	軔機裝置配件	日立柴電機車配件 (EMU600 型)	行動機關	電力遙控裝置	電學測驗器	磨擦用品	雜項軌道材料	結構及金屬門窗	
6	燈及配件	車架及轉向架配件 傾斜式電聯車	奇姆柴電機車配件	司軔機關 合成閘瓦	變電器過載斷流器及變電站器材			馬達車手推車腳踏車	玻璃、五金	
7	化學品洗滌藥料(包括製漆原料)	輓鉤緩衝器司機棚及煤水櫃配件	EMU300 型配件	風軔機關 EMU500 軔機	電動機及發電機配件		翻砂用品	工程設備及測繪儀器	管子及零件(包括衛生)	車站用具
8		機車附屬裝置配件	電源車及東線柴油機車配件	車速錶及 ATW/ATS 設備(車上部分)				機械號誌材料及連鎖	油漆及防水	文具紙張印刷品
9		推拉式 (pp) 電力機車配件	344 輛通勤電聯車配件 (EMU500 型)			普通電料	實驗室設備	電器號誌	裝飾	廢料

附錄 1  
尺寸:A4

臺灣鐵路材料規範	TRAS( )	總 號
料		TRAS

附錄 2

尺寸:160X85 m/m

印行 年 月 日		規 範 審 核 章			
		經 辦 員		副總工程司	
		覆 核		總工程司	
經 辦 員		科 長		核定日期	
覆 核		副 處 長		修訂日期	
單位主管		處 長			

附錄 3

交 通 部 臺 灣 鐵 路 管 理 局 〇 〇 處		
藍 圖 審 核 章		
比例	印圖	日期
設計	繪圖	校對
原圖號		審核
圖號		處長

附錄 4

尺寸:50x27 m/m

年 月 日
發圖人

## 四、材料分類與編號

### 4.1 分類與編號之意義

所謂「分類」係將多數繁什之事物各依一定標準，分門別類，逐次區分，而做有系統之安排，以爲執簡馭繁，理亂治紛之基本方法，亦即科學管理之基礎。

所謂「編號」係將已分類之事物，依其順序配以簡明之符號，使有固定之次序，以加強分類之功效。

故「分類」爲編號之前提，「編號」乃「分類」之必然過程，二者互爲表裡，相輔相成，功效乃著。

### 4.2 分類之基本原則

#### 4.2.1 要有統一之標準

分類之要義即係根據一定之標準，則此一標準之訂定必須有其統一性，換言之假定以用途爲分類之標準，即不能按性質而歸類，以形狀爲區分之標準，則不能根據用途而分類，亦即標準不同，不可歸於同一類。

#### 4.2.2 要有互相排斥性

根據某一標準所作之分類，必須有其完善之獨立性，換言之，以某種特性而歸屬於甲類，則不能同時存在於乙類，適合於甲類者，即不適合乙類，蓋如此則可以避免同一事物有重複出現之情形。

#### 4.2.3 要能包羅萬有

所區分之類別要能將全部事物包含在內，任何一件事物，必須有一適當之歸屬，決不容許有一事一物游離於所設各類別之外，一般分類方法於正式分類外，另設「什項」一類，其目的即在容納無明顯歸屬之事物。

### 4.3 分類方法

#### 4.3.1 依性質分類者

分類方法近世最著名者如美國杜威氏圖書分類法，係將世界上所有知識分爲 10 大類，即 0 類總類、1 類哲學、2 類宗教、3 類社會學、4 類語言類、5 類自然科學、6 類應用技術、7 類美術、8 類文學、9 類歷史，每大類又細分爲 10 小類，依次類推，可以繼續推展至所需程度。

#### 4.3.2 依用途分類者

以材料分類爲例，此種分類方法多適用於製造業，如煙酒公司將器材分爲 A.製煙材料、B.釀酒材料、C.盛裝容器、D.封印標誌材料、E.包裝材料、F.五金材料、G.醫療材料、H.雜類共 8 大類；以鐵路局爲例，將器材分爲 0 類普通物品、1.2.3 類機車及車輛、4 類動力裝置、5 類電料、6 類工具及機廠用品、7 類路線材料及設備、8 類建築材料、9 類雜項共 8 大類，每大類下再細分爲若干小類，例如 3 類客貨車配件細分爲 30 類車身底架及配件、31 類客車配件、32 類東線柴油客車配件、33 類客貨車車身配件、34 類牽引機關輓鉤緩衝器等、35 類行動機關、36 類司軔機關、37 類風軔機關、38 類車速錶及 ATW/ATS 設備(車上部份)等。

### 4.3.3 依生產過程分類者

生產事業將材料分爲 1 原料、2 半成品、3 成品、4 在製材料等類。

### 4.3.4 其他

尚有按形狀體積分類以適應儲存目的者，按會計科目分類以便利會計處理爲目的者等。

## 4.4 編號方法

因材料有依用途、性質或管制標準爲分類者故其編號方法不同茲簡述如下：

### 4.4.1 英文字母編號法

此法係利用 26 個英文字母 A.B.C.D.……等之順序硬性規定各字母所代表之大類，例如：

A 代表第一大類，如金屬材料。

B 代表第二大類，如非金屬材料，則 A.B 之下再分：

AA 代表鐵金屬      AB 代表非鐵金屬

AA 鐵金屬之下再細分爲板類、絲類、條類、管類

則 AAA 代表金屬材料內鐵金屬項下之鐵板

AAB 代表金屬材料內鐵金屬項下之鐵絲

ABA 代表金屬材料內非鐵金屬項下之鋁板

如此類推可延展至需要爲止，一般採用此法者多將 O.Q.I 三字略去不用，因其與數目字之 0.9.1 相似之故，惟因英文字究屬一國之文字，其普遍性有限，採用者不多。

### 4.4.2 阿拉伯數字編號法：

此法係以阿拉伯數字 1.2……0 十個數目爲順序，以一位或二位數字或數位數字代表各級分類，一個全編號可能由位數一定或數位不定等方式組成，大別之有下列 3 種不同方式：

#### (1) 杜威式十進位法：

全部採取阿拉伯數字，每類以一位數字代表，前三位數各代表大分類、中分類、小分類，組成一類之後爲小數點，點之後再以一位或二位或三位數字各代表屬項、名稱及簡單規格。

例一：

1	適用金屬材料
11	鐵金屬材料
112	鐵板類
112.2	花鋼板
112.21	花鋼板 6 mm
112.211	花鋼板 6 mm × 3 mm × 6 mm

例二：

3	機器設備品
32	內燃機
324	內燃機電氣系統
324.5	發火裝置
324.51	火星塞

324.511 火星塞 16 mm

(2) 流水式編號法：

此法適用於範圍狹小、分類簡單之事物，每類之事物或器材均依發生之先後順序硬性編定號碼。

第一類 0001 至 0999

第二類 1000 至 1999

" " "

" " "

第十類 9000 至 9999

(3) 固定位數編號法：

此法係依大分類、中分類、小分類、細分類等，每類以固定數目 2 位或 1 位為 1 節，各代表該類器材之歸屬；全部編號分為 4 節、或 5 節，每節 2 位，全部編號有以 8 位數字、或 10 位數字組成者。

例一：

02 管類  
02-01 金屬管  
02-01-03 鉛管  
02-01-03-01 鉛管 9 mm

例二：

01 燃料  
01-02 固定燃料  
01-02-01 煤炭  
01-02-01-01 塊狀煤炭

#### 4.4.3 混合編號法

此法係以英文字母與阿拉伯數字混合使用，以英文字母代表大分類、中分類、小分類，以數目字代表名稱及規格尺寸，或僅以英文字母代表大類，其餘均以數目字代表之。

### 4.5 分類編號原則

為利材料收發、申請、採購、驗收、存儲、列帳、統計、盤點及存量管制作業，應依材料性質或使用目的予以分類編號，編訂時應依下列原則辦理。

- (1) 簡單：易記、易用。
- (2) 完全：不遺漏。
- (3) 單一：一料一號。
- (4) 彈性：新增料號可隨時插入，不影響編號系統。
- (5) 組織：分類體系分明。
- (6) 充足：料號、數位有足夠之數量。
- (7) 易記：富於暗示性及聯想性。
- (8) 便利運用電腦：料號數位及記號應考慮電腦程式設計。

## 4.6 鐵路材料分類編號

### 4.6.1 我國鐵路材料分類編號工作

源於民國 21 年前鐵道部成立材料分類標準委員會，編印「國有鐵路材料分類編號名稱彙編草案」，該草案將材料區分為「一百類」每類下再分若干「項」，項下復細分為若干「節」，節下分「目」共四段組成一完整之編號共有八位數字，每兩位數字代表一種材料之意義，大體言之，第 1、2 之兩位數代表材料之歸屬，第 3、4 之兩位數代表範圍縮小之類屬，第 5、6 之兩位數代表材料之名稱，第 7、8 之兩位數代表該材料之品質形狀、尺寸、規格。

### 4.6.2 民國 35 年交通部復刊印「材料名稱彙編」

將原「國有鐵路材料分類編號名稱彙編草案」予以修訂，簡化為八大類，0 類普通物品、1.2.3 類機車及車輛、4 類動力裝置、5 類電料、6 類工具及機廠物品、7 類路線材料及設備、8 類建築材料、9 類雜項，每類下再分為若干小類，小類下分項，項下分節，節下分目，其分類原則與編號精神均未變動。

鐵路材料依主要用途分類及採用數目字固定編號方法之探討：

- (1) 鐵路材料之分類多數均採用依「主要用途」為主之分類方法，其理由（優點）分析如下：
  - ①適合實際需要：鐵路事業係以機務工程、工務工程及電務工程為體、運輸為用之公用服務事業，舉凡材料購入，製造除部份通用材料外，在購入之初，即已確定用途，以我國之分類法為例，除第一及第八兩大類之通用材料，無論工務、機務、電務業務均需使用外，第二、第三及第五大類係以機務業務為使用之對象，第四大類以電務業務為使用之對象，第六及第七類係以工務業務為使用之對象，故在購量及使用上，均有極大便利之處。
  - ②便利材料管理：鐵路材料種類繁多（臺鐵約六萬餘項）數量甚鉅，為利管理作業，依主要用途劃分，一方面使管料之範圍縮小，另一方面可使管料人員之服務對象減少，換言之負責管理第二、三、五大類材料之人員，僅以機務部門為使用材料及服務之對象，負責管理第六、七大類材料之人員，則以工務部門為使用材料及服務之對象，即便以第一大類之通用材料表面看金屬、五金材料，無論機務、工務、電務工程均有需要，實則關於品質、尺寸等仍有不同之要求，故以「主要用途」分類可使管料工作達到簡化之目的。
- (2) 鐵路材料採用數目字固定編號方法，其理由（優點）分析如下：
  - ①以數目字編號，因數字本身由 0 至 9 或由 00 至 99 有其自然之順序，且較英文字母之 A.B.C.D...或中文字之甲、乙、丙、丁...等之順序容易記憶。
  - ②數目字比較簡單明瞭，管料人員使用此等編號不需要有較高之程度或專業。
  - ③固定數目字法有整齊美觀及便利使用機器處理資料之特點。
- (3) 至於一般批評者認為固定數字法缺乏伸縮性，不便利補充及穿插等缺點，實係未能充分明瞭此種編號方法之微妙處所致，以我國目前所用八位數字編號為例，表面上看每兩位數字一節共分四節，實際上第一節之第一位數字又可自成乙節，故亦可看做五節，其順序為大分類、小分類、項、節、目，除大分類、小分類業已固定各自代表其一定範圍之材料外，其餘「項」「節」「目」之間所代表之意義可視材料之繁什簡易，尺寸規格等情形自由應用，以臺鐵現用材料編號為例：

例一：

0	普通材料（大類別）
03	繫結物（小類別）
03-01	六角鐵螺栓（項）
03-01-03	六角鐵螺栓 1/4" 徑（節）
03-01-05	六角鐵螺栓 3/8" 徑（節）
03-01-03-13	六角鐵螺栓 1/4" × 22 mm（目）
03-01-05-14	六角鐵螺栓 3/8" × 40 mm（目）

例二：

0	普通材料（大類別）
03	繫結物（小類別）
03-03	圓頭鐵螺栓（項）
03-03-03	圓頭鐵螺栓 1/4" 徑（節）
03-03-05	圓頭鐵螺栓 3/8" 徑（節）
03-03-03-10	圓頭鐵螺栓 1/4" × 18 mm（目）
03-03-05-16	六角鐵螺栓 3/8" × 45 mm（目）

以列顯示以「項」代表材料名稱，以「節」代表該料之直徑，以「目」代表該料之長度，每一種材料可有自 00 至 99 共 100 種不同之直徑，每一直徑可有 00 至 99 共 100 種不同之長度，故每種材料可有  $100 \times 100 = 10000$  種不同規格之材料編號足敷應用，另再舉例如下：

例三：

5	電料（大類別）
59	普通電料（小類別）
59-04	電燈（項）
59-04-01	燈泡（節）
59-04-01-25	燈泡 24 V × 40 W

例四：

5	電料（大類別）
59	普通電料（小類別）
59-04	電燈（項）
59-04-08	日光燈（節）
59-04-08-01	日光燈 100 V × 40 W（目）

上例顯示以「節」代表材料名稱，以「目」代表材料之規格與例一、例二

不同者，係因此項材料種類不太繁什，規格簡單，不需要太多之編號，即可容納；例如日光燈之規格以「目」代表有 00 至 99 等 100 種不同之編號，而日光燈之規格絕不會超過 100 種，足敷應用，總之編號雖固定位數如能依材料性質靈活應用其缺點亦成爲優點。

## 4.7 臺鐵材料分類編號之使用歷程

### 4.7.1 光緒 13 年(1887 年)六月劉銘傳開始建設臺灣鐵路

臺北基隆段，及臺北新竹段時期，鐵路材料有鋼軌、橋梁、機車、客貨車、油料、煤，枕木、石材等並無分類編號之記載。

### 4.7.2 臺鐵爲日本割據時期(民前 21 年 1895~民國 34 年 1945)

初期臺鐵(鐵道部)重要材料有機關車、客貨車、車輪車軸、道岔、鋼軌、魚尾板、墊板、號誌器材橋梁、枕木、木材等 137 種，訂有物品類別(清冊)分爲大類別、小類別、頁、摘要等項，另依小類別名稱再列品名表，包括品名、品質形狀、單位單價等資料。

### 4.7.3 臺灣光復後迄今，因應業務進展，料號之編修訂大略分爲九期說明如下

- (1) 民國 34 年 11 月至 37 年初臺灣鐵路管理委員會時期，因接收伊始一切管理制度，方自舊有典章逐漸轉換中，有關材料名稱分類編號仍沿用舊制。
- (2) 民國 38 年 7 月中旬開始至 39 年初共 6 個月時間，完成第一版「臺灣鐵路管理局材料名稱彙編」頒布實行，本編版仍沿用部頒八大類制度，先將臺鐵自日據時期舊有材料按部頒方案，改換日文名稱爲中文名稱，並將其重新分類，第一大類「普通物品」內分 7 小類，第二大類「機車車輛」內分 11 小類，第三大類「動力裝置」內分 5 小類，第四大類「電料」內分 7 小類，第五大類「工具及機廠物品」內分 5 小類，第六大類「路線材料及設備」內分 6 小類，第七大類「建築材料」內分 6 小類，第八大類「雜項材料」內分 3 小類，合計 49 小類，共 245 頁，約 4,900 項，裝訂爲一冊，但因臺灣光復不久，路有材料資料未盡完整，且管理尙未導入正軌，故大部份材料之“目”編號，即材料之規格尺寸多未編入。本次臺鐵正式頒發之「材料名稱彙編」其特點除訂定正式中文名稱外，另加註英文名稱，並將原有日文名稱予以保留，以便利舊有管料及用料人員參考，本彙編公布後，全路所有倉庫存料均依限換用中文名稱及編號，所有材料管理程序中有關請購、訂購、收料、發料、料帳登記、統計表報，均按新編號，新名稱作業，正式奠定管理基礎。
- (3) 民國 40 年臺鐵材料管理業務逐漸加強，有關倉儲、料帳，新制度隨之次第建立，新增車輛、通訊、號誌等設備，所需配件及保養材料不斷增加，原頒第一版「材料名稱彙編」已不敷使用，乃同年 3 月間，重新增訂頒發第二版「材料名稱彙編」本編版除保留第一版內日文名稱之特色外，另擴大類別，由第 0 類至第九類，共十大類，第 0 大類係「普通物品」內分 9 小類，第一、二、三大類係「機車車輛」內分 11 小類，第四大類係「動力裝置」內分 5 小類，第五大類係「電料」內分 7 小類，第六大類係「工具及機廠物品」內分 5 小類，第七大類係「路線材料及設備」內分 8 小類，第八大類係「建築材料」內分 6 小類，第九大類係「雜項材料」內分 5 小類，合計 56 小類，每小類下再依「項」「節」「目」係分若干材料，全冊共 527 頁，彙列材料約 12,000 項，分裝上下兩冊本編版另一特色，爲儘量收集當時各項材料之市價，增列「基本單價」一欄，提供爲料帳計價，編

列預算以及存料價值統計之用，並規定隨物價變動指數調整應用。

- (4) 民國 43 年 4 月，臺鐵為配合新增柴油客車、養路機械及試驗設備等，維護保養材料，及配件之需要，第 3 次修訂「材料名稱彙編」其內容除保留第二版內「基本單價欄」與「日文名稱」欄外，另在第一大類下新增第 10 小類「機車」、第 16 小類「煤水車及附屬品」、第二大類下新增第 24 小類「柴油客車配件」、第 29 小類「非機動車輛配件」、第三大類下新增第 33 小類「客車車身配件」、第六大類下新增第 69 小類「試驗室設備」、第七大類下新增第 73 小類「路線用特別機械工具」，合計第三版「材料名稱彙編」共分 63 小類，較第二版增加 7 小類，共 1,001 頁，彙列各種材料約 30,000 項，分裝上下兩冊以利查用。
- (5) 民國 50 年 10 月為配合新增柴電機車及新式中央控制行車號誌，重新將「材料名稱彙編」做為第 4 次之修訂，特在第一大類「蒸氣機車」下新增第 12 小類「汽缸及行動機關配件」、第 13 小類「閥動機關配件」、第 17 小類「輓鈎緩衝器及司機棚配件」、第 18 小類「水櫃及煤倉設備」，第二大類下新增 25 小類「日立柴電機車配件」、第 36 小類「奇姆柴電機車配件」，並取消第 23 小類「汽油車配件」。第四大類下歸併 42 小類「原動車」。第六大類下歸併第 61 小類「輕便工具」。第七大類下新增第 79 小類「電器號誌」。第八大類下，新增 80 小類「基樁」、第 83 小類「鋼筋」、第 85 小類「結構及金屬門窗」、第 89 小類「裝飾」。第九大類下新增 97 小類「車站用具」。此外並將第三版原有「基本單價」與「日文名稱」兩欄刪除，以配合實際情形，合計第四版「材料名稱彙編」分為 73 小類，與第三版比較新增 13 小類，歸併 3 小類，淨增 10 小類，共 2,564 頁，彙列各種材料達 76,920 項，分裝上下兩冊並以雙面印刷，以利使用。
- (6) 民國 54 年 3 月間為配合新增材料之需要，又將「材料名稱彙編」作為第 5 次之修訂，其主要內容，第一大類將第 19 小類「水櫃及煤倉配件」予以歸併，另將「東線蒸氣機車配件」列為第 19 小類。第二大類內，第 22 小類「汽車配件」改為第 23 小類，增加「汽油客車配件」列為第 22 小類，第五版合計為 74 小類，與第四版比較增加 1 小類，共 2,986 頁，彙列各種材料 86,880 項，分裝上下兩冊，本次修訂之一大特色，為配合電腦作業，便於核對材料編號有無錯誤起見，特在「類」、「項」、「節」、「目」各兩位數字，共 8 位數字之後，另加 2 位數字，作為核對號碼，以前 8 位數字之和表示之(如前 8 位數字之和超出 100 時，以減 100 後之數字表示之)做為各級作業人員填寫材料編號時核對，如發現錯誤，可即時更正錯誤之用。
- (7) 民國 61 年 6 月臺鐵為配合新增材料之需要，並考慮經費問題，除繼續使用第五版「材料名稱彙編」外，並將 6 年來新增材料，彙總分類整理及編號後，另行刊印「第五版補充版」一冊發行使用，本補充版新增部份，為第二大類下，第 21 小類「調車機配件」、第 27 小類「電源車配件」、第 28 小類「東線柴油機車配件」，第三大類下新增第 32 小類「東線柴油客車配件」共 4 小類，此外各小類內，分別增加若干新料，共計增加 991 頁，彙列各種材料約 29,730 項，裝訂為一冊，並在材料編號之後仍保留兩位數字之核對號碼，以便利電腦作業核對。
- (8) 臺鐵自 68 年 6 月幹線電化工程竣工後，新增電力、通訊、遙控、電力機車、電聯車等設備，及原設備均淘汰更新，原有五版，五版補編材料名稱彙編，已不敷作業運用，自 69 年起蒐集資料，因新材料配件陸續到達，

須予加列，71年7月，完成臺灣鐵路管理局材料名稱第六版，計112,799項頒佈使用，本版計增編第20類GE電力機車配件，第21類GEC機車及EMU配件，第38類車速錶及ATW/ATS設備(車上部份)，第43類電車線配件，第45類電力遙控裝置，第46類變壓器及過載斷流器，內加列變電站器材等6類，另將用量不多之原第21類調車機配件，併入第22類汽油車配件，第27類電源車配件併入第28類東線柴油機車配件，並將久未使用之第29類非機動車輛刪除，第六版修訂整編結果，各種材料112,799項，分歸80小類，彙訂六冊，共3,800頁。

- (9) 民國86年6月臺鐵為配合810輛新購車輛及新增材料之需要，除繼續使用第六版「材料名稱彙編」外，並將15年來新增材料，彙總分類整理及編號後，另外刊印「第六版增訂本」一冊發行使用，本增訂本新增部份，將第一大類下，第19小類「東線蒸汽機車配件」因設備已淘汰，不再使用予以刪除改增「推拉式電力機車配件」，第二大類下，第27小類「EMU300型配件」，第29小類「344輛通勤電聯車配件」共3小類，此外各小類內分別增加若干新料共增加660頁，彙列各種材料約17,107項，裝訂為一冊。
- (10) 以上各階段編輯、修訂、增補依次公布實施之臺灣鐵路「材料名稱彙編」基本上分類方法仍沿用前中央政府鐵道部所頒八大類，及經擴充增加至十大類，至於編號方法，自第一版至四版，均採用非延展式數字制「類」、「項」、「節」、「目」各以2位數字代表，惟自第五版起，為配合電腦作業於「目」之後，另加2位數字作為核對號碼同時為適應各種動力車輛保養配件之大量增加，及便利適時編號計，乃將第19小類推拉式電力機車配件，第20小類GE電力機車配件，第21小類GEC電力機車及EMC配件，第22小類調動機及車輛移動機配件，第24小類「柴油客車配件」第25小類「日立柴電機車配件」，及26小類「奇姆柴電機車配件」第27小類EMU300型配件，第28小類電源車及東線柴油車配件，第29小類344輛通勤電聯車配件及第37小類風軔機關、第38小類車速錶及ATW/ATS設備(車上部分)等共十二類材料之材料編號改採數字與英文字母混合編號方法，除「類」編號仍以第19小類、20小類、第21小類、第22小類、第24小類、第25小類、第26小類、第27小類、第28小類、第29小類、第37小類、第38小類，分別代表固定不變外，其餘「項」、「節」、「目」、「檢查號」均利用該配件原製造廠之配件號碼為編號，如24類「固敏引擎」之油泵總成，其配件號碼為BM-7879，臺鐵之材料編號24BM787900，水泵總成配件號碼為BM-49722-1，臺鐵材料編號24BM497221，又如第25小類「日立柴電機車」之空氣壓縮機，其配件號碼為A-47816，臺鐵之材料編號為25A4781600，第26小類「奇姆柴電機車」之電樞總成 Armature Assembly 之配件號碼為5546080，臺鐵之材料編號2655460800，以此類推，至第20小類，GE電力機車配件，因原廠件號超過8位數，故除第20小類不變外，將件號由後算8位數字予以加列而成，如GE電力機車，變壓器件號41A241587P1材料編號為20241587P1，第21類材料編號與第20類相同，其目的乃使各級管料及用料人員能本此原則，適時自行暫編編號，以免影響正常作業，並於每隔相當時期，彙總臨時編號，報請主管部門，正式核定材料編號，此項方法雖與原有數字制辦法稍有不符，但就其功能而言，仍為一重大之改進措施，茲將國內材料及國外材料之分類編號，舉例說明如下：

① 國內材料：採數字方式編號

例一：

0	普通材料(大類別)
03	繫結物(小類別)
03-01	六角鐵螺栓(項)
03-01-03	六角鐵螺栓 1/4" (徑)(節)
03-01-03-13	六角鐵螺栓 1/4" × 22 mm (目)
03+01+03+13=20	(檢查號)
材料編號為：03-01-03-13-20	

例二：

5	電料(大類別)
59	普通電料(小類別)
59-04	電燈(項)
59-04-21	燈泡(節)
59-04-21-25	燈泡 24 V × 40 W (目)
59+04+21+25=109	109-100=09 (檢查號)
材料編號為：59-04-21-25-09	

② 國外材料：採數字與英文字母混合編號

例一：

24 類固敏引擎之水泵總成配件號碼為 BM-49722~1  
臺鐵材料編號為 24、BM、49、72、21 類項節目檢查號。

例二：

25 類日立柴電機車之空氣壓縮機之配件號碼為 A-47816  
臺鐵材料編號為 25、A4、78、16、00 (不足部份補零，以此類推)類項節目檢查號。

例三：

20 類 GE 電力機車變壓器零件號為 41A241587P1  
臺鐵材料編號為 20、24、15、87、P1 (由後往前算 8 位)類項節目查號。  
(待續)

# 具有銷孔之中碳鋼軸件經過高週波熱處理後 之拉伸破壞特性之研究

## A Study of the Properties of Tensile Failure Occurring in Medium Carbon Steel Bars

呂理得 LU, Li-Te<sup>1</sup>

林本源 LIN, en-Yuan<sup>2</sup>

劉如真 LIU, Ru-Zhen<sup>3</sup>

林宜永 LIN, Yi-Yong<sup>4</sup>

地址：24305 新北市泰山區黎專路 2-2 號

Address：No.2-2, Lizhuan Rd., Taishan Dist., New Taipei City 24305, Taiwan (R.O.C.)

電話：(02)29097811 轉 2301

Tel：(02)29097811ext2301

### 摘要

本文一方面針對中碳鋼材料經過高週波熱處理後之拉伸破壞機制進行研究，一方面設計各種熱處理條件進行實驗，藉以深刻了解淬火後回火的重要性；由於鋼鐵材料製成之軸件常需在軸件上鑽孔作為插銷孔，並施以高週波感應加熱淬火或回火，故本文除了探討軸件上鑽孔後之拉伸破壞特性，並加入高週波感應加熱及冷卻之條件作為實驗變數，期望對中碳鋼之軸件銷孔拉伸破壞有進一步的了解。

本文之實驗採用圓桿狀之拉伸試片，試片總長約 240 mm，其平行部之直徑為 12.5 mm，標準距離長度為 50 mm，並在試片平行部之中央處分別施以 5、6、7、8 mm 直徑之貫穿孔加工，初步結果發現，其最小斷面積雖依比例而減少，但經過拉伸試驗後發現其抗拉強度並不減少反而提高，推測可能因為其加工硬化及特殊的孔形應力分佈所致。

為深刻了解淬火後回火的重要性，本文設計三種熱處理條件與原材試片作比較，包括(1)僅施以淬火熱處理、(2)淬火後施以回火熱處理，以及(3)加熱後施以正常化熱處理三種條件，熱處理之試片係將試片之銷孔處施以高週波感應加熱及冷卻，加熱溫度係以紅外線測溫槍即時觀測，將試片表面加熱至 950 °C 後再施以不同之熱處理，實驗後並輔以試片之表面硬度以及破斷面之觀測，三者互相對照確認試片之熱處理條件，以比較其抗拉強度及破斷面型態。

結果顯示，具有銷孔之中碳鋼軸件，因為加工硬化及孔形周圍之應力分佈所致，其抗拉強度反而提高，若僅施以淬火熱處理，雖獲得硬脆之組織，但其抗拉強度下降至原材之一半以下，且斷裂位置常在組織變化之交界而不一定斷在銷孔處；經過正常化熱處理之軸件冷卻緩慢，材料已恢復原有之延展性，抗拉強度尚可維持；若是淬火後施以回火熱處理則可獲得最佳的延性及韌性，其抗拉強度得以提升兩成以上，可見淬火後必須回火的重要性。

**關鍵詞：**熱處理、淬火、中碳鋼、應力。

<sup>1</sup>黎明技術學院化材系 副教授

<sup>2</sup>黎明技術學院機械系 副教授

<sup>3</sup>黎明技術學院化材系 講師

<sup>4</sup>黎明技術學院化材系 研究生

## Abstract

*This article aimed at the induction heat treatment on steel. We designed some heat treatment conditions to discuss the importance of tempering during tensile fracture. We always drilled a key hole on steel shafts, and then heat treated the key hole by induction, we tried to distinguish the tensile characteristics of steels treated by different heating and cooling conditions.*

*Experiment of this article used standard rod steel tensile specimens, its total length was 240 mm, the diameter  $D$  and standard length  $L$  of parallel part was 12.5 mm and 50 mm. We drilled different key-holes of 5, 6, 7, 8 mm diameter through the center of specimens. So that, the section areas of drilled specimens were proportionally decreased. We found the tensile strength did not decrease after tensile test.*

*We designed three heat treatment conditions to emphasis the importance of tempering process by compared with the row material. Three heat treatment conditions including (1) quenching, (2) quenching and tempering and (3) normalizing. We induction heated the key-hole position to 950 °C and inspect heating temperature around the key hole by infrared thermometer. We inspect hardness and fracture type of specimens after tensile test.*

*The result showed that, the tensile strength of the steel shaft with a key-hole did not decrease because of the formation hardened and stress distribution made from machinery. Some unexpected fracture position in hardened quenched specimens although the tensile strength could be increased. The normalized specimens recovered the ductility and maintain the tensile strength because the lower cooling rate in air. When we quenched and tempered specimens, we obtained better toughness, and the tensile strength could be raised about 20%. It could be seen the importance of tempering after quenching.*

**Keyword :** Heat treatment, Quench, Medium carbon steel, Stress.

## 一、前言

高週波感應加熱可在很短的時間內讓工件局部表面升溫到淬火溫度，以便再施以後續的熱處理程序，對於生產線而言，是一種符合經濟效益的製程。

通常鋼材淬火後會變態為硬脆的麻田散體組織 (Martensite)，不僅過於硬脆而且殘留過高的內應力，不能直接使用，因此必須把硬化過的鋼材，再予以加熱到變態點以下的溫度施以回火，藉以產生回火麻田散體組織 (Tempered Martensite) 以提高韌性，鋼材在淬火後施以回火，可以提高鋼材的韌性及延展性，減少脆性並消除內應力，但不致使淬火的硬度降低過多，同時可以改善工件的材質均勻性及形狀穩定性。<sup>[1, 2]</sup>

感應式硬化處理過程融合了電磁場、相變態及冶金學的現象，目的在使工件的特定區域變態成微細的麻田散體組織，增加工件的硬度及耐磨性，同時可以讓工件的其他部位受到此製程的影響，工件的強度及殘留應力分佈主要取決於高週波感應條件、鋼材種類及其原有之組織，控制主因便可掌握工件所需之特性及其生產之再現性，由於鋼鐵材料製成之軸件常需在軸件上鑽孔作為插銷孔，並施以高週波感應加熱淬火或回火，故本文除了探討軸件上鑽孔後之拉伸破壞特性之外，也針對各種熱處理條件進行實驗及比較，深刻了解淬火後回火的重要性。<sup>[3, 4]</sup>

## 二、實驗原理

依熱處理手冊顯示<sup>[5]</sup>，1045 中碳鋼料之高週波加熱之淬火溫度隨感應頻率及效率而異，最高可至 1,095 °C，淬火後可藉由加熱至 200 °C 至 500 °C 的不同溫度回火一段時

間以調節硬度，亦即，加熱至不同的回火溫度進行回火可得到從淬火硬度 HRC55 稍為降低之硬度，常用的範圍約 HRC40 至 HRC42；若是正常化製程則加熱至 900 °C 後空冷即可。

大型工件在感應淬火後的自我回火可增加硬化鋼料的韌性及延性，同時消除脆性破壞的可能性，但會減少些許之硬度，淬火硬化的鋼料形成硬而脆的麻田散體組織，未回火之麻田散體過於堅硬而不適用於實務構件，其大量殘留之內應力亦可能造成異常之破壞<sup>[6]</sup>。

### 三、實驗方法

#### 3.1 拉伸實驗

本文之實驗採用圓桿狀之拉伸試片，試片總長約 240 mm，其平行部之直徑為 12.5 mm，標準距離長度為 80 mm，為了研究銷孔的破裂形態，我們在試片平行部之中央處分別鑽以 5、6、7、8 mm 直徑之貫穿孔以模擬不同銷孔的破裂形態，未鑽孔試片之第一碼編號為 0，鑽以 5 mm 直徑貫穿孔之試片第一碼編號為 5，鑽以 6 mm 直徑貫穿孔之試片第一碼編號為 6，依此類推。標準拉伸試片示意圖，如圖 1 所示，試片上鑽製銷孔之示意圖，如圖 2 所示。

拉伸實驗採用高鐵公司(Hi Tech Corp.)之 100 公噸萬能試驗機測試抗拉強度，另以美國 MTS 公司之 100 KN 動態拉伸實驗機(MTS 810)重複驗證延性材料及脆性材料在抗拉實驗過程之拉伸曲線變化情形。

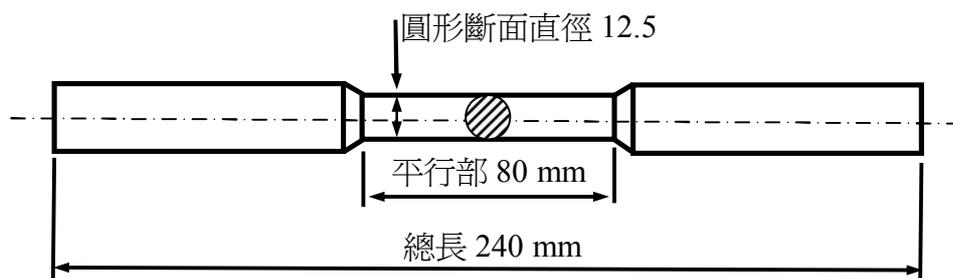


圖 1 標準拉伸試片示意圖

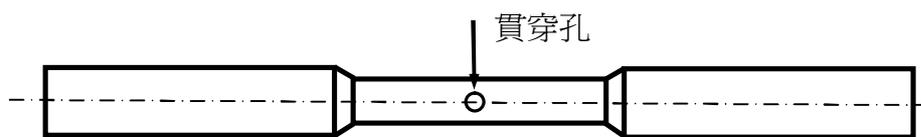


圖 2 試片上鑽製銷孔之示意圖

#### 3.2 熱處理條件

為深刻了解淬火後回火的重要性，本文設計三種熱處理製程與原材試片作比較，包括僅施以淬火熱處理、淬火後施以回火熱處理，以及加熱後施以正常化熱處理三種條件。

未施以熱處理之原材試片之第二碼編號為 1，施以水淬之試片之第二碼編號為 2，施以水淬及回火之試片之第二碼編號為 3，施以正常化熱處理之試片之第二碼編號為 4。

熱處理之試片係在試片之銷孔處施以高週波感應加熱，高週波設備包括控制主機、變頻機以及冰水機，高週波頻率為 300 MHz，功率為 12 KW。高週波圓圈形感應線圈共垂直緊密繞三圈，銅管表面覆蓋絕緣材料，避免與工件電性接觸而短路，

三圈線圈總高度約 15 mm，足以涵蓋銷孔範圍，直徑方向與圓桿試片間隔約 5 mm，加熱溫度係以紅外線測溫槍即時觀測，淬火熱處理製程係將試片表面加熱至 950 °C 後直接施以水淬；回火製程係將淬火試片冷卻至常溫後再加熱至 200 °C 持溫 2 小時後空冷；正常化製程則加熱至 950 °C 後置於室溫中空冷。實驗後輔以試片之洛氏硬度 HRC 測試，並以光學顯微鏡觀測破斷面型態。

## 四、結果與討論

### 4.1 拉伸實驗結果

根據規範顯示<sup>[7]</sup>，1045 中碳鋼未熱處理前之抗拉強度應大於 570 MPa，伸長率應大於 20 %；熱處理硬化後之抗拉強度應大於 690 MPa，伸長率應大於 17 %。

表 1 為各種試片之抗拉強度試驗結果統計，第一碼編號為(0)的無貫穿孔之試片結果顯示，0-1 未熱處理的原材試片之抗拉強度比規範大一些，高達 847 MPa，而伸長率略小，約只有 12 %，儀器雖已保養校正，其結果仍與規範稍有差異，推測可能拉伸速率過快的原因。

圖 3 為各種試片之抗拉強度變化情形，從圖中之實心方塊可看出無貫穿孔之試片經過其他三種熱處理後的抗拉強度變化情形。其中之淬火試片強度下降可能是因為硬脆組織造成非預期之斷裂，若是回火及正常化的試片，其延性及韌性已恢復水準，強度也趨於穩定。

圖 4 之拉伸曲線為 Hi Tech 公司之設備所測試之【荷重-伸長量】結果，由左圖中可看出延性材料之(0-1)試片最大荷重為 103986 (N)，對照之實際照片可看出明顯的頸縮及伸長率。

由圖 4 之右圖中可看出脆性材料(0-2)試片最大荷重為 77396 (N)，對照之實際照片可看出明顯的火色殘留，其斷裂處平整，試片幾乎沒有變形就斷裂，拉伸曲線前半段之拖曳乃是夾頭夾緊試片前之滑脫現象並非實際之試片變形。

為驗證延性材料及脆性材料在抗拉過程之曲線變化，本文使用 MTS 810 動態拉伸試驗機重複測試。從圖 5 之試驗結果可看出延性材料與脆性材料之【荷重-伸長量】變化情形，方形記號顯示脆性材料在破斷前僅有小量變形量，圓形記號則顯示延性材料在破斷前有相當大的變形量。

學者亦指出<sup>[8、9]</sup>，因為高強度材料的破壞韌性較小，如果有了某些裂縫，其抗拉強度反而比低強度材料還要低，所以，使用高強度材料作為機械構材，萬一其中已有內在缺陷，反而是危險的設計。

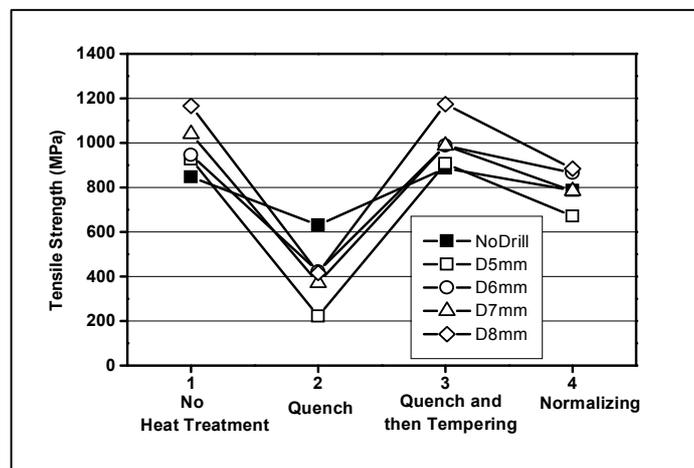


圖 3 各種試片之抗拉強度變化情形

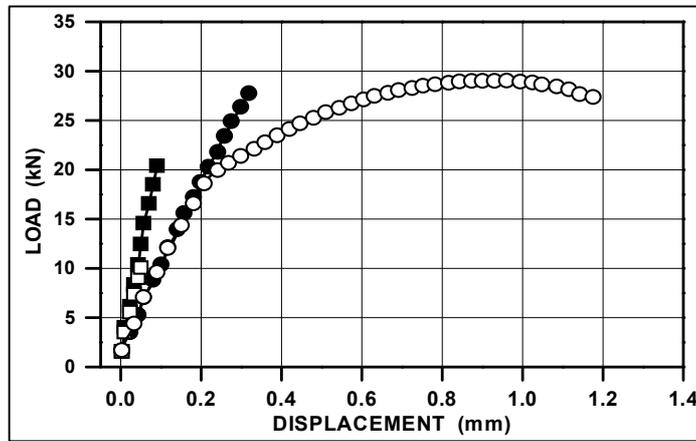
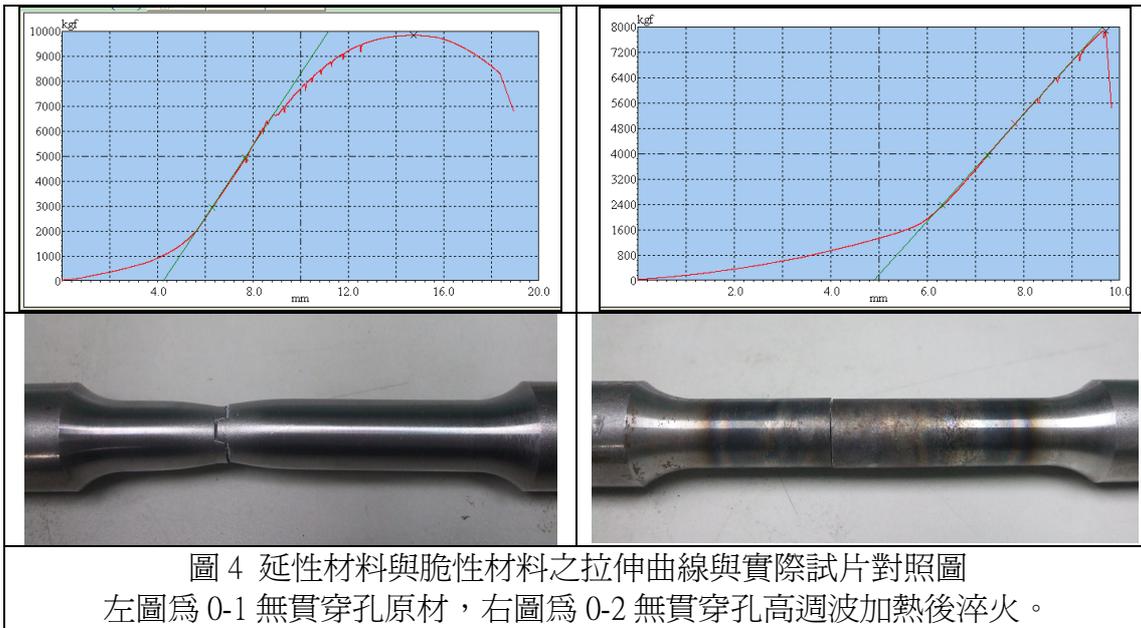


圖 5 延性材料(圓形記號)與脆性材料(方形記號)之抗拉強度變化情形  
表 1 各種試片之抗拉強度試驗結果

試片編號	(A) 無貫穿孔	最大荷重 (N)	截面面積 (mm <sup>2</sup> )	抗拉強度 (MPa)	伸長率 (%)	斷面縮率 (%)
0-1	原材	103986	122.72	847	12.6	39
0-2	高週波加熱後淬火	77396	122.72	631	0.2	2
0-3	高週波加熱後淬火及回火	108791	122.72	886	9.8	35
0-4	高週波加熱後正常化	96480	122.72	786	16.6	46

(A)無貫穿孔

試片編號	(C) 高週波加熱後僅淬火	最大荷重 (N)	截面面積 (mm <sup>2</sup> )	抗拉強度 (MPa)	伸長率 (%)
0-2	無貫穿孔	77396	122.72	631	
5-2	5 mm 貫穿孔	13340	60.22	222	φ
6-2	6 mm 貫穿孔	20155	47.72	422	φ
7-2	7 mm 貫穿孔	13076	35.22	371	φ
8-2	8 mm 貫穿孔	9441	22.72	416	φ

(B)無熱處理

試片編號	(B) 無熱處理	最大荷重 (N)	截面面積 (mm <sup>2</sup> )	抗拉強度 (MPa)	伸長率 (%)
0-1	原材	103986	122.72	847	12.6
5-1	原材 5 mm 貫穿孔	55850	60.22	927	約 16
6-1	原材 6 mm 貫穿孔	45998	47.72	964	
7-1	原材 7 mm 貫穿孔	36641	35.22	1040	
8-1	原材 8 mm 貫穿孔	26485	22.72	1166	

(C) 高週波加熱後僅淬火

試片編號	(D) 高週波加熱後淬火回火	最大荷重 (N)	截面面積 (mm <sup>2</sup> )	抗拉強度 (MPa)	伸長率 (%)
0-3	無貫穿孔	108791	122.72	886	9.8
5-3	5 mm 貫穿孔	54593	60.22	907	約 12
6-3	6 mm 貫穿孔	44557	47.72	934	
7-3	7 mm 貫穿孔	34794	35.22	988	
8-3	8 mm 貫穿孔	26678	22.72	1174	

(D) 高週波加熱後淬火及回火

試片編號	(E) 高週波加熱後正常化	最大荷重 (N)	截面面積 (mm <sup>2</sup> )	抗拉強度 (MPa)	伸長率 (%)
0-4	無貫穿孔	96480	122.72	786	約 16
5-4	5 mm 貫穿孔	40396	60.22	671	
6-4	6 mm 貫穿孔	41268	47.72	865	
7-4	7 mm 貫穿孔	27600	35.22	784	
8-4	8 mm 貫穿孔	20078	22.72	884	

(E) 高週波加熱後正常化

## 4.2 銷孔的破裂形態

爲了研究銷孔的破裂形態，我們在試片平行部之中央處分別鑽以 5、6、7、8 mm 直徑之貫穿孔，從表 1 中之(1)無熱處理之試驗數據以及圖 3 中之未熱處理試片試驗結果可看出，在具有銷孔的試片當中，其最小斷面積雖依比例而減少，但經過拉伸試驗後發現其抗拉強度並不減少反而提高，推測可能因爲其加工硬化及特殊的孔形應力分佈所致。

## 4.3 不同熱處理的影響

具有銷孔之試片若經過不同熱處理，從圖 3 之抗拉強度變化情形可看出，具有各種不同直徑銷孔的試片大致與沒有銷孔之試片有相同的趨勢。

若是僅施以淬火的試片，其抗拉強度不僅下降，而且從圖 6 中間照片之破斷特徵亦可看出，此種試片之斷裂面平整，幾乎沒有變形即斷裂，甚至多在銷孔以外的位置斷裂，理論上而言，銷孔處之位置截面面積最小，當試片承受靜態之拉應力時，應該在銷孔處斷裂比較合理，本文之拉伸試片多在銷孔以外的位置斷裂，可見高週波之快速加熱在工件中累積極大的內應力，其硬脆組織或是內潛缺陷造成的非預期斷裂甚爲嚴重。<sup>[10、16]</sup>

從抗拉強度而言，若是此種僅施以高週波淬火熱處理之軸件，雖可獲得硬脆之組織，其銷孔周圍之表面硬度經測試大約在 HRC45 至 HRC50 之間，但其抗拉強度將會下降至原材之一半以下，且斷裂位置常在組織變化之交界處而不一定斷在銷孔處。

若是經過高週波加熱施以正常化熱處理之軸件，因為冷卻速率緩慢，該材料已恢復原有之延展性，其抗拉強度尚可維持。而淬火後施以回火熱處理之軸件可獲得最佳的延性及韌性，其抗拉強度得以提升兩成以上，可見淬火後必須回火的重要性。

圖 7 為延韌性破壞及脆性破壞之破斷面巨觀特徵比較，典型的延韌性破壞之斷裂面呈不規則形，其斷面之巨觀可觀察到較為粗糙之組織；若是脆性破壞之之斷裂面則呈平整，巨觀組織較為細緻。在顯微組織中，延韌性破壞裂縫呈穿晶型態，而脆性破壞裂縫則呈沿晶型態。

圖 8 為不同熱處理條件之試片破斷面顯微組織，由電子顯微鏡觀察發現，在(b)圖與(c)圖相同比例比較之下，(b)圖之淬火試片具有較小的晶粒尺寸，並且圖示位置指出(b)圖具有明顯的裂紋，雖然(b)圖之淬火試片與(c)圖之淬火加回火試片具有相近的延韌性破壞形態，但在(c)圖當中的裂紋較少，而(b)圖中之淬火試片可看出如圖中所示的明顯裂紋，此明顯的裂紋顯示淬火試片之硬脆性質。

若將(b)圖中之淬火試片與(a)圖之原材試片比較，可看出(a)圖之原材試片具有較大的變形凹窩，此凹窩一般認為是延性破壞之特徵，相對地，(b)圖中之淬火試片不僅晶粒變形較少，又有明顯的裂紋，突顯其硬脆的機械性質與複雜的殘留內應力，致使破斷位置無法如同預期的位於銷孔當中。<sup>[17,18]</sup>

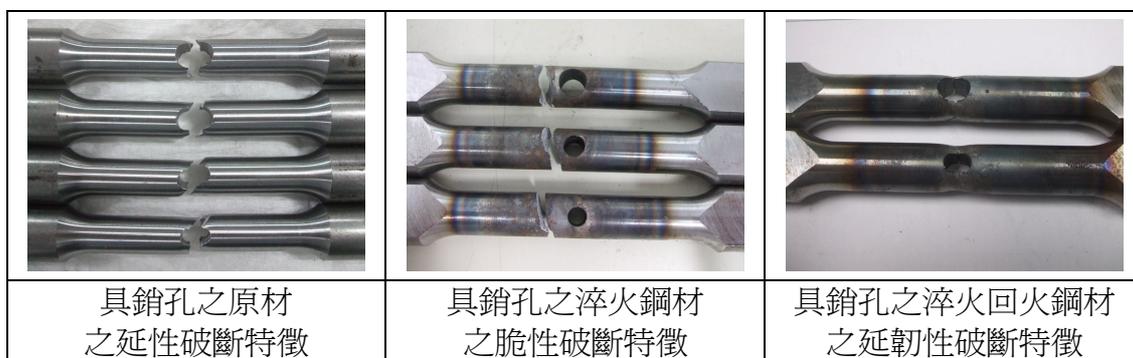


圖 6 不同熱處理之具有銷孔之試片在拉伸試驗後之破斷特徵

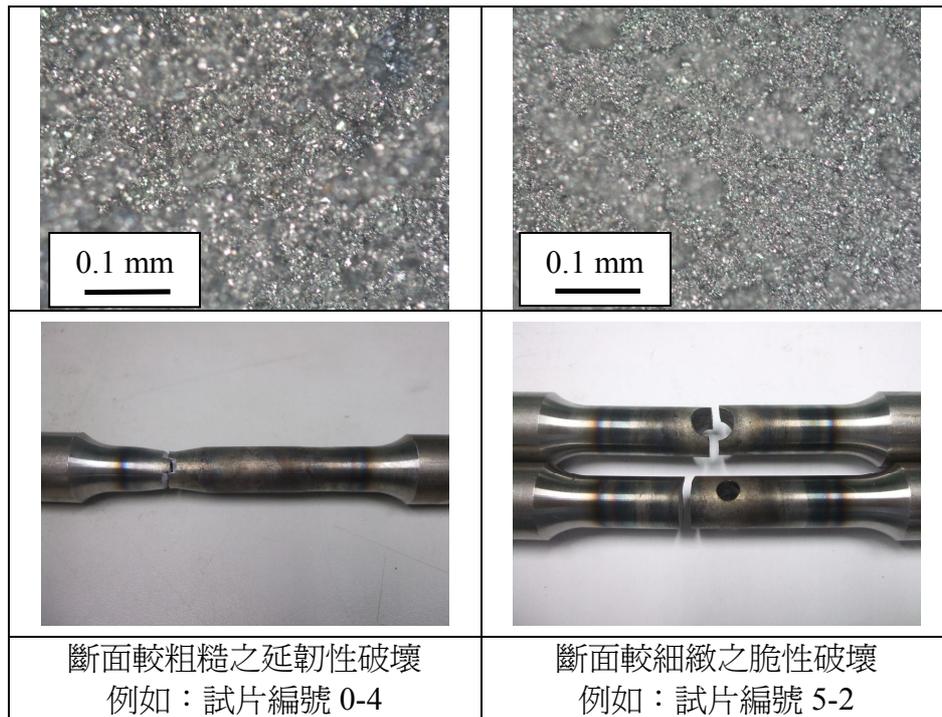


圖 7 延韌性破壞及脆性破壞之破斷面巨觀特徵比較

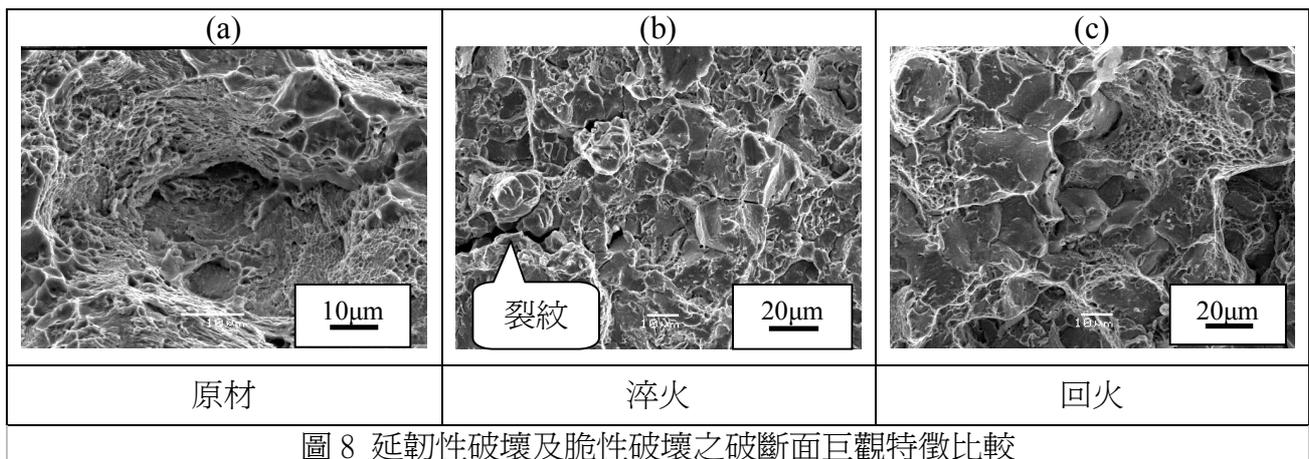


圖 8 延韌性破壞及脆性破壞之破斷面巨觀特徵比較

## 五、結論

本文之具有銷孔之中碳鋼軸件，其最小斷面積雖依比例減少，但其抗拉強度並不減少反而提高，推測可能因為其加工硬化及特殊的孔形應力分佈所致。

本文之具有銷孔之中碳鋼軸件，若僅施以高週波淬火熱處理，雖獲得硬脆之組織，但其抗拉強度下降至原材之一半以下，且多不在銷孔處斷裂，深刻了解淬火後回火的重要性。

本文之具有銷孔之中碳鋼軸件，經過正常化熱處理之軸件冷卻緩慢，材料已恢復原有之延展性，抗拉強度尚可維持；淬火後施以回火熱處理之軸件可獲得最佳的延性及韌性，其抗拉強度得以提升兩成以上。

## 參考文獻

1. Donald R. Askeland and Pradeep P. Phule (2004), Essentials of Materials and Engineering, Thomson.

2. 陳永傳等人（2004），超高頻感應加熱於鋼料快速滲碳的應用，金屬熱處理。
3. 林德興（2000），感應式回火在鋼材上之應用，金屬熱處理。
4. 林德興（2001），感應式齒輪熱處理，金屬熱處理，譯自 Valery Rudnev etc., Gear Heat Treating by Induction, Gear Technology（2000）。
5. ASM, Heat Treater's Guide（1988），Standard Practices and Procedures for Steels.
6. George Krauss（1980）: Principles of Heat Treatment of Steel, ASM, Ohio, 1980,p.91.
7. 楊榮顯（2005），材料工程學，全華科技圖書公司。
8. 劉松柏（2000），材料強度破壞學，成環技術叢書。
9. 陳意維（1997），雷射硬面處理與高週波感應表面硬化顯微組織特性之比率分析，成功大學機械所碩士論文。
10. Donald J. Wolpi（1991），Understanding how Components Fail, ASM.
11. Kuno Weiss, Valery Rudnev, Ray Cook and Micah Black(1999), Induction Tempering of Steel, Advanced Materials and Process, 8/1999, H19.
12. Stanley Zinn（1984），A survey of new techniques in induction heating, Heat Treating.
13. M.F.Zhukov（1996）.etc, Induction pulse hardening of parts of thermal power equipment, Thermal Engineering.
14. J.U.Mohring（1997）.etc, Numerical and experimental investigation into transverse flux induction heating.
15. T.M.Sorokina（1988）.etc, Influence of high-temperature induction heat treatment on the properties of the metal, Metal Science and Heat Treatment.
16. G.A.Berlin（1994）.etc., Structure transformations in graphitic steel during induction heating, Metal Science and Heat Treatment.
17. J.Rodel（1996）.etc, Modeling of austenite formation during rapid heating, Surface Engineering.
18. F.H.Reike（1978）.etc, Recent developments in induction hardening, Heat Treatment of Metals

# 紅外線檢測技術於軌道機電系統檢修應用之研究

## A Study of the Applications of Infrared Ray Detection Technologies in Servicing Railway Power-Generation Systems

王宜達 WANG, Yi-Ta<sup>1</sup>  
江耀宗 JIANG, Yao-Zong<sup>2</sup>  
羅文毅 LUO, Wen-Yi<sup>3</sup>  
郭銘駿 GUO, Ming-Jun<sup>4</sup>

地址：10607 臺北市大安區基隆路 4 段 43 號  
Address：No.43, Sec. 4, Keelung Rd, Da-an Dist, Taipei City 10607

電話：02-2733-3141 ext7281

Tel：02-2733-3141 ext7281

電子信箱：754604@msa.tra.gov.tw

E-mail：754604@msa.tra.gov.tw

### 摘要

紅外線熱影像檢測技術係利用物體表面溫度高於絕對零度時所輻射出的紅外線(能量)以計算物體表面溫度分佈。對於同時擁有溫度分佈及影像畫面特質的熱影像裝置而言，準確、快速、簡單、易用及非破壞特性是應用該方法的最大特色。鑒於臺鐵局近來亦採購多具該設備，本文以拋磚引玉方式，進行應用之研究探討，希冀能帶來正面發展預防維修之綜效。同時藉由案例探討研提軌道機電系統易產生熱源處所，並就應用技術於預知診斷提供參考實例；結果顯示，利用紅外線熱分析儀對軌道機電系統之設備及車輛等各系統，於不停電及運作狀態下利用紅外線預先維護檢測，可及早發現設備潛在之危害，避免設備非預期性故障所產生之種種問題，及時改善，防範事故於未然，成效良好。

**關鍵字：**紅外線熱影像檢測、非破壞特性、防範事故於未然。

### Abstract

*Infrared thermography detection utilizes infrared rays (energy) that radiate from the surface of objects when their temperature is above absolute zero in order to calculate the surface temperature distribution. Displaying surface temperature distributions as images, the application of infrared thermography devices is notable for precision, speed, simplicity, ease of use, and non-destructiveness. As the Taiwan Railway Administration has recently purchased a number of such devices, this paper investigates their applications in order to bring synergy to positive developments in preventative maintenance. Through case studies, it examines locations in railway power generation systems that produce heat, and provides reference cases of the diagnostic applications of the technology. The study indicates that performing infrared maintenance inspection of railway's electrical system*

<sup>1</sup>臺鐵局專案工程處機務組 組長

<sup>2</sup>國立臺灣科技大學機械工程(系)所 教授

<sup>3</sup>國立臺灣科技大學機械工程(系)所 研究生

<sup>4</sup>黎明技術學院機械工程系 副教授

*equipment, rolling stock, or other systems during uninterrupted electricity usage and operation in order to find potential equipment hazards as early as possible can effectively prevent a variety of problems arising from unexpected equipment malfunctions and allow prompt improvements to prevent accidents before they happen.*

**Keywords:** *Infrared thermography, non-destructive, accident prevention.*

## 一、軌道供電系統

隨著經濟的成長與科技的進步，紅外線熱分析儀(Infrared Thermal Imaging Camera)近幾年來逐漸從軍事用途擴大至工業及民生用途後，其在工業界熱診斷分析的應用愈來愈普遍且受到重視；鑒於臺鐵局近來亦採購多具該設備，本文以拋磚引玉方式，進行應用之研究探討，希冀能帶來正面發展預防維修之綜效。紅外線熱影像檢測技術是利用物體表面溫度高於絕對零度時所輻射出的紅外線(能量)以計算物體表面溫度分佈。對於同時擁有溫度分佈及影像畫面特質的熱影像裝置而言，準確、快速、簡單、易用及非破壞特性是應用該方法的最大特色。由於此項技術具有非接觸式、測溫快速、反應靈敏及視覺上直接觀測等特性，使其在非破壞性檢測及故障診斷的領域中扮演重要的角色<sup>[1]</sup>。

### 1.1 電氣設備定期檢查規定

電工法規、勞工安全衛生設施規則、勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法、加油站營運設備自行安全檢查手冊裡面，對於電氣設備定期檢查皆列為重點項目。經濟部能源局於民國 92 年 02 月 19 日制定『專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業管理規則』，當中第 21 條：用電場所負責人應督同專任電氣技術人員或檢驗維護業對所經管之用電設備，於每六個月至少檢驗一次，每年應至少停電檢驗一次。

依照『專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業管理規則』的規定，每年必須做兩次定期檢查，每六個月做一次，可以兩次都採用傳統的停電檢測方式；也可以一次作停電檢查、另一次採用非停電檢查。

### 1.2 非停電檢驗方式

非停電檢驗方式採用紅外線熱像測溫技術，用熱像測溫當作一次電氣設備定期檢驗的依據。目前國內的法規還未強制規定一定要採用紅外線熱像測溫技術做電氣檢查，因為紅外線熱像測溫儀器價位非常高，幾十萬元一套還只能算是初階機種，高階的機型在百萬以上，並不是一般小型公司能夠負擔得起的設備。

很多商店幾乎二十四小時都在面對顧客，停電檢查勢必暫停營業，會讓顧客感覺很不方便。傳統的停電檢查方式，技術人員會用各種儀器量測設備的電壓高低、電流大小、接地是否良好、絕緣是否劣化等等，這些項目如果有異常可能導致設備漏電、人員感電、火災等事故發生，不可輕忽。

案例顯示，某加油站用紅外線熱像測溫儀檢查發現，裝設大型的空調冷氣機開關迴路，因為電源線徑不足產生異常高溫，線路絕緣橡膠已經持續劣化（不會很快劣化，所以不容易發覺），使用紅外線熱像測溫儀檢視發現異常高溫點，即時通知現場連絡廠商改善，更換適當線徑的配線。翻查加油站最近一個月剛剛做完的電氣檢查紀錄，當時量測的絕緣電阻值 10 MΩ，因為合格標準值為 0.2 MΩ 以上，所以判定線路無異常、無危險，沒想到危險卻早已經在持續擴大當中。目前經濟部能源局的電氣檢查表格針對設備開關的檢查只有絕緣電阻測量，如果只依靠傳統的電氣檢查數值，不會察覺線路有問題，等到線路絕緣破壞發生短路引起電氣火災，後果不堪想像。

### 1.3 電氣設備檢查的最大目的

因為設備不良造成電氣危害的原因有：

- (1) 線路絕緣劣化導致短路或漏電。
- (2) 設備接地不良，漏電造成操作人員感電。
- (3) 接點接觸不良引發溫昇。
- (4) 設備超載引發溫昇。
- (5) 線路電磁效應引發溫昇。
- (6) 操作環境散熱不良引發溫昇。
- (7) 其他。

很多項目都跟溫度有直接關聯，在即將發生電氣危害之前都以異常高溫來呈現，採用〈紅外線測溫儀〉可以在活電狀態下〈不需要停電〉進行檢測工作，提早發現故障前初期的異常狀況，不像傳統的電氣檢查方式只能在絕緣電阻、接地電阻檢查這兩項發揮比較大的作用。

### 1.4 美國非破壞性檢測協會

在 1993 年美國非破壞性檢測協會（The American Society for Nondestructive Testing, Inc., ASNT）已經將紅外線檢測法正式納入非破壞性檢測技術（NDT）的領域。我們國內最近幾年才接受這種檢驗方式，傳統的停電檢驗方式有些盲點，例如線路接點的壓接端子壓接不良、或者鎖緊螺絲接觸不良阻抗增高，隨著負載電流變大溫度會急速上昇，採用紅外線熱像測溫技術做檢測可以及早發現這種異常的溫度變化，很容易發現壓接不良的地方和它周圍正常設備的溫度有明顯差異。

傳統的停電檢驗方式，因為設備沒有接電運轉所以異常溫度不會呈現，根本無法發現壓接不良的潛在危害處，必須等到高負載引發的過高溫度造成接點處的金屬因為高溫而變色、或者線路絕緣橡膠包覆因為高溫燒焦產生異味，才會引起我們注意，此時距離發生電氣災害已經不遠矣。

對於加油站電氣設備，軌道機電系統及軌道車輛檢查來說，採取傳統的停電檢查搭配紅外線熱像測溫技術檢驗，可以有相輔相成及互補的功效，不但減少停電、暫停營業對顧客所造成的不便，更能早期發現設

備的潛在異常，提高設備運轉的可靠性，降低意外停機的損失及設備過度維護衍生之問題，對於電氣設備安全以及災害預防可以發揮更大的功效。

## 二、文獻回顧

### 2.1 熱的定義及熱的傳遞

熱是一種能量的形式，此能量藉由兩系統間的溫差，經由給定的系統邊界傳至另一較低溫系統。物體不含有熱，若物體的各部分溫度有所不同，則高溫的位置溫度會逐漸降低，而低溫的位置溫度會逐漸升高，最後將會達到熱的平衡，此時各部分的溫度將會是一致的。至於熱的傳導方式，會有下列三種：

- (1) 傳導(Conduction)；
- (2) 對流(Convection)；
- (3) 輻射(Radiation)

### 2.1.1 熱傳導

以原子間相互碰撞方式進行熱傳送；以固體或流體(液態或氣態)為介質；熱傳導的熱量傳遞公式為： $Q/t = kA(T_2 - T_1)/L$ 。

### 2.1.2 熱對流

以分子流動方式(因密度不同)進行熱傳送；僅會發生在流體(液態或氣態),經由流體的移動將熱從一個地方傳遞到另一個地方。

熱對流的熱量傳遞公式為： $Q = hA(T_S - T_{amb})$ ；熱對流可分為：自然對流與強制對流。

### 2.1.3 熱輻射

不需要任何介質的熱傳送(不需要接觸)。例如：太陽的熱傳送到地表，在高溫爐旁皮膚有燒灼感。

所有的物體只要大於絕對零度，皆會輻射出能量。輻射熱也是屬於電磁輻射的一種。在真空中只有熱輻射會發生，熱對流及熱傳導不會發生。熱輻射的熱量傳遞量與溫度的四次方程成正比(針對黑體)—波茲曼公式。

## 2.2 溫度的單位及刻度

1967 年國際度量衡會議將 1K(Kelvin: SI 單位)定義為水的三相點溫度之  $1/273.16$ ，然後依據上述尺度定義攝氏溫度。

K：凱氏(Kelvin)溫標，攝氏溫度的絕對溫度尺度。

R：朗氏(Rankine)溫標，華氏溫度的絕對溫度尺度。

## 2.3 紅外線的原理

紅外線為西元 1800 年由英國天文物理學家 F.W.赫胥黎發現。紅外線為肉眼無法看見的輻射波，在自然界的任何物體，當溫度大於絕對零度（約-273 °C）以上時，都會放射出紅外線輻射，且每種物體所發出的紅外線特性皆有不同。

紅外線與可見光線具有相似的折射、反射特性，以光速穿越空間。紅外線會被吸收，也會從物體上輻射出來；紅外線測溫即是利用物體表面溫度高於絕對零度所輻射出的能量（紅外線）強度，經過光學系統及電子訊號，以計算物體表面溫度，亦稱為輻射測溫法。依據普朗克定率（Planck's Law）、偉恩位移定律（Wien's Displacement Law）、史蒂芬-波茲曼定律（Stefan-Boltzman Law）及克希爾定律（Krichoff's Law）等相關的重要物理法則，可知物體的輻射強度會隨波長及溫度的不同而變化。並會因物體折射率大小與紅外線通過大氣層所產生衰減程度而影響溫度量測準確度。

## 2.4 熱輻射現象

自然界任何物質在絕對零度（0 k 或-273 °C）以上，皆會因內部分子的運動現象而產生熱能，物質分子運動越劇烈時，溫度愈高，所含的熱能也就愈多，而物質本身的熱能會從其表面不斷的發射出各種不同波長之電磁波（輻射能）來傳遞熱能，其現象稱為熱輻射。電磁波以光速前進，可以穿越真空，所以輻射不需要介質來傳遞。

熱的物質所放出的電磁波經光譜分析可知是連續光譜，而同一種物質在不同的溫度的情況下其熱輻射之光譜的分佈(波長範圍)會不同。溫度愈高，熱輻射的總能量愈高，光譜的分佈愈趨向短波長。

## 2.5 紅外線的基本特性

紅外線是一種波長介於  $0.75 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$  的熱輻射，即是電磁輻射的一種，傳播速度為光速。

紅外線在光譜上通常以超過可見光區的最長波--紅光，波長在約  $0.75 \mu\text{m}$  之後的不可見光稱為紅外射線(Infrared)，而紅外線從  $0.75 \mu\text{m}$  開始至最長波段—遠紅外線，波長可被延伸至長達  $1000 \mu\text{m}$  左右，之後則屬於微波(Microwave)部分，如圖 1 所示。

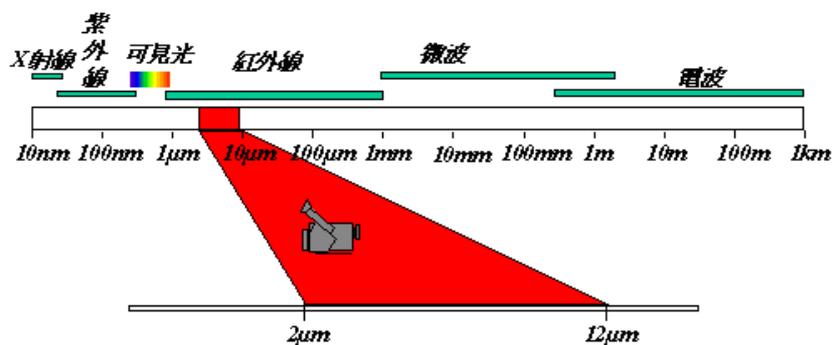


圖 1 紅外線熱像分析應用範圍

## 2.6 黑體與放射率

當輻射能量到達材料表面，部分輻射會穿透，部分會被吸收，部分會被反射，如圖 2 所示。

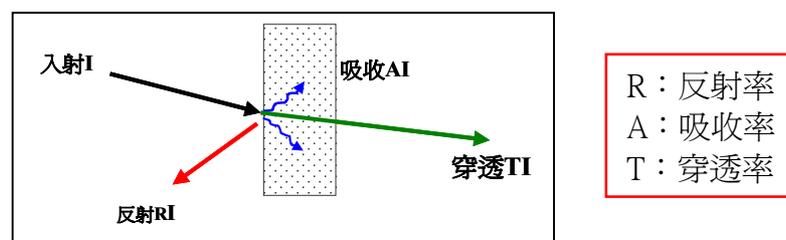


圖 2 黑體與放射率關係

$$I = RI + AI + TI$$

$$1 = R + A + T \text{----- (1)}$$

如果  $T = 0$  ,代表是不透明體的物體

如果  $R = 1$  , 表示物體完全反射入射的能量，就像一面完美的鏡子一般即: $A = 0, T = 0$  反射的能量 = 入射的能量。

假設物體特性： $R = 0, T = 0, A = 1$

則物體百分之百吸收入射的能量，此物體稱之為理想的黑體。

### 2.6.1 黑體

所謂黑體，係指一個理想的物體，不受波長與表面溫度的影響，能全部吸收或全部輻射出能量，此理想的輻射體或理想的吸收體即稱之為黑體。

2.6.2 紅外線現場檢測常用放射率對照表，如表 1 所示。

表 1 紅外線現場檢測常用放射率對照表

材 質	放 射 率	備 註
銅(新的未氧化可以當鏡子)	0.02	
銅(稍氧化、感覺有霧霧的)	0.2~0.4	
銅(氧化一般採用)	0.78~0.85	
鋁(新的未氧化可以當鏡子)	0.02	
鋁(稍氧化、感覺有霧霧的一般保溫鋁皮)	0.4~0.5	
鋁(氧化一般輸配線採用)	0.85	
鐵(新的有防鏽處理、如鍍鋅表面可當鏡子)	0.1	
鐵(稍氧化、感覺有霧霧的一般沒有防鏽處理)	0.6~0.75	
鐵(嚴重生鏽一般未保溫的蒸汽管線、閥、爐體採用)	0.95	
電線(PVC…等等的被覆)	0.88~0.92	
馬達本體(有塗漆)	0.9~0.92	
馬達聯結器	0.85	
馬達軸承	0.85	
變壓器本體表面(有塗漆)	0.85~0.9	
變壓器套管(瓷器材質)	0.8~0.85	
變壓器接點	0.85	
礙子(絕緣部分)	0.85	
保險絲(瓷質部分)	0.85	
保險絲(玻璃部分)	0.9	
開關本體(無熔絲、電磁)	0.8~0.85	
開關接點(開關場一般以銅為接點、及各配電箱內接點)	0.85	
石棉(牆板)	0.96	
磚(爐子的耐火磚)	0.7~0.8	爐內 0.9
玻璃磚(釉彩)	0.94	
化學玻璃(試管)	0.97	
軋鋼	0.7~0.85	
塑膠	0.94	
紙盒	0.87	
水	0.95	
冰	0.9	
耐溫漆(一般爐子外表所塗之新的銀漆)	0.4	
耐溫漆(一般爐子外表所塗的銀漆)	0.64	
耐熱底漆	0.86	T=60 °C

因現場設備皆有所不同，以上數據僅供參考使用。

## 2.7 克希爾定律 (Krichoff's Law)

當物體達到熱平衡時，物體所吸收的能量等於所放射的能量。

由於  $1 = A + R + T$

當 吸收率=放射率時 即  $A = E$

可知  $1 = E + R + T$  ----- (2)

如果物體是不透明的物體時，即  $T = 0$  時

由 (2) 式可知  $1 = E + R \longrightarrow E = 1 - R$

即 放射率=1-反射率

R：反射率  
 A：吸收率  
 T：穿透率  
 E：放射率

## 2.8 紅外線之大氣窗口

紅外線通過大氣層時，因為大氣層中的組成分子如水分子(H<sub>2</sub>O)、二氧化碳(CO<sub>2</sub>)及臭氧(O<sub>3</sub>)...等氣體分子會吸收紅外線輻射能以及大氣中液態或固態懸浮物所引起的散射，將使得輻射的傳輸產生衰減現象；而不同波長的紅外線衰減程度不一，其對大氣的穿透率亦不同。

一般能透過大氣的紅外線可分為三個波長範圍即 1~2.5 μm、3~5 μm、8~12 μm，此三個高穿透率區被稱為大氣窗口。因此設計製造紅外線熱分析儀時即須考慮大氣窗口的波長範圍。

## 三、 案例探討

### 3.1 捷運

#### 3.1.1 文湖線電纜起火 (2010 年 4 月 19 日)

捷運局：初步會勘結果顯示無外力 將對承包商求償，針對 19 日捷運文湖線電纜起火冒煙並停駛 38 分鐘，臺北捷運公司總經理蔡輝昇及捷運局官員昨 (20) 日共同表示，初步會同消防局及專家會勘之後，顯示並無外力介入，但詳細起火原因仍待進一步調查。

捷運公司澄清，行控中心當日下午 13 點 14 分即顯示異常，13 點 38 分回報，「並非民眾發現才告知捷運公司」，14 點 16 分即恢復正常營運。捷運公司表示，現在還無法了解為何發生短路現象導致起火，將待纜線剪裁後進一步檢驗才能確定，而類似纜線起火以往在高運量路線也發生過，未來將研究事先檢查纜線可行性，避免類似意外發生。

#### 3.1.2 臺北捷運板南線配電盤起火 (2009 年 10 月 27 日)

臺北捷運板南線一早就發生故障，站內人員表示因系統問題，所以目前出車狀態不佳，有上班族利用行動上網發文到 PTT 抱怨現在捷運班班客滿、擠不上去，而且還害他遲到了。不過卻被網友酸捷運故障是「正常現象」。臺北捷運在頻傳問題的文湖線後，就連板南線也傳出故障，目前站務人員沒有針對故障問題做說明，僅表示是系統問題。不過無奈的上班族卻見怪不怪，只希望早點擠上車、趕上班。

#### 3.1.3 北投－南勢角的電聯車因集電靴故障起火 (2004 年 5 月 26 日)

經臺北捷運公司緊急搶修，今天傍晚因集電靴冒出火花，導致臺北捷運嚴重誤點的故障電聯車，已於晚上 7 時 30 分左右修復並駛離現場，全線於晚上 7

時 40 分恢復正常營運，但已導致尖峰時間約五萬名旅客的行程遭到延誤，臺北捷運公司初步調查，故障原因可能是集電靴與供電軌過度摩擦所致。

捷運公司官員表示，集電靴照理不應與供電軌過度摩擦，這起故障有可能是集電靴異常移位而造成，該公司將調查集電靴移位原因，不排除是機具鬆脫所造成<sup>[8]</sup>。

## 3.2 臺鐵

### 3.2.1 彰化二水到花蓮的自強號電源線短路導致起火（2010 年 12 月 17 日）

昨上午停靠桃園站時，車尾兩節車廂間突冒煙起火，站方立即滅火並疏散全車六、七百名旅客，安排其他到站的自強號、電聯車接駁，因假日搭車旅客人潮多，車內擠得像沙丁魚，旅客氣炸。

昨上午 7 時 55 分，這列自強號停靠桃園站第一月台後，六、七兩節車廂連結處突冒出濃煙及火花，站方立即疏散車上旅客並滅火，並安排旅客轉搭另一列假日加班的 1014 車次自強號，但楊小姐和其他人約 100 多人卻擠不上去。臺鐵說，車廂之間、配置在車廂外的電源線突冒火，初判可能是電源線接觸有問題，實際原因待查。

臺灣大學電機系教授林宗男說，臺鐵車廂起火應是電源線短路、大量高壓電流通過導致起火，懷疑是養護不夠，臺鐵應加強車輛保養。

### 3.2.2 區間電聯車底竄濃煙（2011 年 05 月 06 日）

臺鐵一列區間車昨行經位於桃園縣的富岡站到楊梅站間，車底下突然冒出濃煙，上百名列車上的旅客受到驚嚇，有人還以為火燒車；列車長和駕駛用滅火器搶救無效，緊急求助消防隊，消防車趕到現場灑水搶救頻冒濃煙的火車，才控制住狀況。臺鐵表示，主要是機電系統的動力電抗器老化受潮，兩天內將全面檢修八十六輛同款車型列車<sup>[9]</sup>。

## 3.3 高鐵

### 3.3.1 高鐵板橋變電站起火 初研判電容器劣化（2007 年 4 月 11 日）

台灣高鐵板橋站地下一樓西側進站區變電站的配電盤內電容器，昨天晚上發生起火冒煙事故。台灣高鐵今天表示，初步研判是電容器劣化引起，但站務人員在五分鐘內立即撲滅火勢，現場並無人員受傷，南下及北上列車運行也未延誤。

台灣高鐵說，板橋站變電站昨晚 7 時 55 分發生火警警報後，站務人員立即將旅客引導至東側乘車，並通報消防單位協助處理，晚上 8 時火勢就被撲滅。

至於起火原因，初步研判為電容器劣化，導致設備短路引起，而電容器設備是交通部鐵工局在民國 87 年 3 月安裝，並由交通部高鐵局在 93 年 4 月移交給台灣高鐵公司。

為確保高鐵車站各項設施的安全，台灣高鐵將檢測所有配電盤體現有電容器及相關設備，並執行年度高壓設備檢測<sup>[9]</sup>。

### 3.3.2 武廣高鐵電網起火花（2011 年 1 月 24 日 來源：百度）

昨日 16 時 10 分許，廣州南站 G1018 次列車正準備出站時，二號車廂頂部與電網接觸部位，突然出現異響並激起火花。事發後，整車乘客被迅速疏散並

換乘備用列車出發。事故導致後續的 10 趟列車出現不同程度晚點。目前故障原因尚在排查。據悉，這是武廣高鐵首次出現類似事故。

昨日 17 時許，發生故障的 G1018 次列車仍靜靜地停在 A17 號月臺旁的軌道上，數名“廣鐵公司”工作人員正在檢修，發生故障的部位位於第二節車廂頂部。記者在現場看到，機車頂部與站內高壓電網接觸部位，銅線纏繞在一起，銅芯裸露，略帶焦黑。事發月臺上，旅客已被全部疏散。

據月臺處一名工作人員介紹，事發昨日 16 時 10 分許，當時列車剛從武漢開進南站，在站內接受一段時間調整後，準備從南站發往武漢。其時大量旅客已從 A16 號與 A17 號月臺處登車。就在列車駕駛員更換車頭後不久，第二節車廂頂部受電弓(機車從接觸網取得電能的電氣設備)位置突然傳來兩聲爆響，火花四濺。隨即整趟列車斷電。

廣鐵方面透露，事故係 G1018 次列車受電弓與電網接觸時出現異響所致。昨日 17 時 20 分許故障排除，事故原因尚在排查。

### 3.4 軌道機電系統易產生熱源處

#### 3.4.1 軌道車輛

##### 3.4.1.1 牽引動力

利用引擎、電車線集電弓或第三軌所提供之供電電力牽引系統，驅動牽引馬達，進而帶動車輛，它是車輛動力的來源，如圖 3 所示。

##### 3.4.1.2 輔助電氣

軌道車輛輔助電力供應系統，提供列車上所有設備(除牽引馬達外)所需電力，如圖 4 所示。



圖 3 牽引動力系統



圖 4 輔助電力供應系統

##### 3.4.1.3 煞車

電力煞車—利用牽引馬達磁場反轉時產生的轉矩，達到煞車效果之系統。

摩擦煞車—則利用氣壓或彈簧致動煞車卡鉗，使其與車輪產生磨擦，達到煞車效果之系統，如圖 5、圖 6 所示。

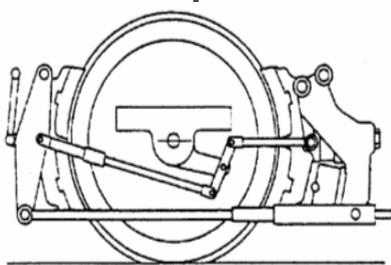


圖 5 閘瓦式煞車



圖 6 碟式煞車

#### 3.4.1.4 照明

提供車內外照明，促進行車安全，如圖 7 所示。

#### 3.4.1.5 空調

提供舒適環境，提高乘客搭乘意願，穩定司機員工作情緒及減輕勞累度，提高行車安全性，如圖 8 所示。

#### 3.4.1.6 轉向架及懸吊

導引車輛行駛、支撐車身及設備重量、降低車輛振動提供較佳之乘車舒適度，如圖 9 所示。



圖 7 車內照明系統



圖 8 空調系統



圖 9 轉向架及懸吊系統

#### 3.4.1.7 其他

(1) 車載號誌設備；(2) 車載通訊設備。

### 3.4.2 號誌系統

#### 3.4.2.1 車站設備

車站號誌設備室，設有就地控制/維修面盤 (LCMP) 及號誌 ATC 機架，可控制本站所有號誌設備 PAO 及月台設有緊急停車按鈕，可使列車緊急停止

#### 3.4.2.2 軌旁設備

軌道沿線設有軌道電路，用於偵測列車及傳送速度，轉轍區設有轉轍器及鎖定指示燈，用於設定路徑及聯鎖，近月台軌道沿線設有停車信標，提供自動程式停車參考位置，如圖 10 所示。

#### 3.4.2.3 中央控制設備

控制中心設備室 (CCER) 設有號誌電腦、電腦乙太網路、主工作站，用以接收各車站訊息，控制全線列車調度行駛，如圖 11 所示。

中央控制室 (CCR) 設有模擬顯示面板，提供全線列車行駛訊息；並設有控制員工作站，作為行車調度。

#### 3.4.2.4 機廠設備

軌道旁設有號誌燈，用以指示列車行止。控制塔台設有控制桌，作為機廠內之行車調度。

#### 3.4.2.5 車載設備

駕駛室設有控制盤，用以人工輔助駕駛。車輛底盤設有接收及發信天線，用以列車與軌旁通信及接收速度碼。



圖 10 軌道電路



圖 11 中央控制室

### 3.4.3 供電系統

#### 3.4.3.1 開關

- (1) 161 KV 開關—用於接通、啓斷臺電至主變站變壓器間電流之開關。
- (2) 22 KV 開關—用於接通、啓斷 22KV 變壓器一次側電流之開關。
- (3) 環路開關—用於接續各車站、機廠及控制中心配電室之 22 KV 電源。

#### 3.4.3.2 變壓器

- (1) 161 KV /22 KV 變壓器：將 161 KV 降壓至 22.8 KV。
- (2) 22 KV/578 V 變壓器：將 22.8 KV 降壓至 578 V。
- (3) 22 KV/220、380 V 變壓器：將 22.8 KV 降壓至 380 V 或 220 V。

#### 3.4.3.3 整流器

將 578 V 整流為 750 V 直流。

#### 3.4.3.4 電纜

- (1) 電力電纜—依電壓等級(161 KV、22 V、750 V 及 220 V)及負載需求輸送電流，如圖 12 所示。
- (2) 控制電纜—傳送電力遙控信號，如圖 13 所示。

#### 3.4.3.5 保護電譯

當電力迴路發生故障時，能按其保護對象依序使開關跳脫，以保護各項電力設備免於受損，如圖 14。



圖 12 各式電力電纜



圖 13 控制電纜接線



圖 14 保護電譯

### 3.4.4 電力遙控系統(PRC)

設於控制中心，用於監視及遙控整個軌道系統供電。

#### 3.4.4.1 緊急發電機

在電力公司電力完全中斷時，能即時啓動發電，維持軌道系統維生性負載(如緊急照明、通風、抽水或消防泵等)之緊急電力需要。

#### 3.4.5 環控系統

##### 3.4.5.1 車站空調及通風系統

- (1) 空調部份：提供車站公共區域、非公共區域、辦公室及機房空調。
- (2) 通風部份：提供無空調區域之換氣及散熱功能。

##### 3.4.5.2 隧道通風系統

隧道內有火警或車輛故障久停時，透過中央監控系統啓動通風扇，進行抽氣或送風。

##### 3.4.5.3 中央監控系統

車站的空調控制均藉感測元件偵測信號，傳送至車站控制器，控制各感知區之環控設備，並將狀態或警報信號傳回中央控制室。

隧道通風系統之操作模式已預存於中央監控電腦，於緊急時由控制員手動啓動。

#### 3.4.6 配電系統

##### 3.4.6.1 低壓配電系統

提供車站內所有低壓用電設備電力。

##### 3.4.6.2 不斷電系統

提供車站緊急照明。

##### 3.4.6.3 照明系統

提供車站內、外適當照明，以利活動。

##### 3.4.6.4 民防發電機

供應民防車站於民防狀況時所需緊急電力。

##### 3.4.6.5 接地系統

提供避雷及電器設備接地主要設備。

##### 3.4.6.6 火警系統

設有偵熱偵煙探測器、手動報警機、火警受信總機等完整火警偵測監控系統。

## 四、電氣、動力及煞車設備溫度異常原因探討

### 4.1 電氣設備

電氣設備從規劃、設計、施工及運轉維護工作每個環節的疏失，易造成配電設備過熱的問題，常見之過熱原因包括：

#### 4.1.1 不良接點

在檢測實務經驗上，接觸電阻過高，此類型的故障佔過熱原因絕大部分。

- (1) 接頭壓接不實。
- (2) 壓接端子使用不當（材質或規格與導線不符）。
- (3) 端子螺栓施工時用力過猛，負載不同時熱脹冷縮造成端子崩裂損壞。
- (4) 不同材質導線接續因熱脹冷縮致接頭不良。
- (5) 絕緣劣化。
- (6) 各類開關接觸面密合不良或接觸面積不足等。
- (7) 導線接續施工不良（未清除氧化膜、塗佈鉻酸鋅糊或防氧保護油等）。

#### 4.1.2 負載不平衡

由於線路配置或設計不當造成設備負載不平衡，形成單相負載過重，導致設備單相超載溫度上昇。

#### 4.1.3 部分放電（電暈）現象

導因於設備（礙子、避雷器等）之絕緣與耐壓功能不良，例如沿面污染、溼度太高、絕緣劣化、絕緣距離不足。或過電壓等因素造成部分放電而燒損。

#### 4.1.4 設備或線路過載

- (1) 長期高負載或超載之設備致使設備負載電流超過額定電流，而形成過熱溫度，且過熱溫度亦較高，易加速設備劣化。
- (2) 負載變化頻繁之線路，其熱脹冷縮現象較嚴重，易發生端子或接續處機構鬆弛之過熱現象。

#### 4.1.5 散熱不良引起配電箱設備過熱現象

- (1) 通風不良或設備過度集中（變壓器組）之配電箱，常因環境溫度過高，其過熱異常之現象將偏高。
- (2) 電纜線未予纜架固定置放，因導線相互疊置，致使散熱不良，造成絕緣被覆因長期過熱而劣化，甚至引起燒損波及其他纜線之事故。

#### 4.1.6 其他

雨霧、塵害、鹽害、硫磺與化學害嚴重地區之室外設備，因腐蝕、閃落或洩漏電流造成之過熱異常甚為明顯。

### 4.2 動力設備

#### 4.2.1 造成電動馬達過熱的因素

馬達驅動的電器在使用中可能出現的危險有電擊危險、起火危險與過熱危險。馬達過熱的原因有很多，例如運行超載、選型不合適、冷卻故障、缺乏監控和必要的維護導致絕緣過早老化等。馬達在運行時都會產生損耗，這些損耗一方面降低了馬達的效率，另一方面損耗轉變成馬達發熱，使馬達繞組的溫度升高。繞組絕緣材料的使用壽命，同它的工作溫度有關，溫度過高，絕緣材料就會加速老化，使絕緣性能急劇降低，大幅縮短馬達的使用壽命，甚致出現火災危險與觸電危險。

所以，馬達過熱保護的目的，主要是在馬達的設計、製造、安裝以及使用環節採用保護措施，當馬達在一定的負載和散熱條件下工作時，繞組的溫度不超過標準的允許值，以上資訊由保定安萊馬達保護器公司提供<sup>[11]</sup>。

#### 4.2.2 造成引擎過熱的因素

- (1) 恆溫器阻滯：恆溫器無法正常開關，通常是機械故障或冷卻系統填充不完全而造成。更新的恆溫器和原有的溫度係數不同，造成故障原因。
- (2) 風扇問題：風扇馬達不動或風扇離合器故障，無法正常降溫。
- (3) 冷凝劑外漏：冷卻系統的管子若有破裂，造成冷凝劑流失，散熱不能正常運作；這樣的情形只要換條新管就能改善。
- (4) 散熱器蓋子：如果散熱器的蓋子壓力不一，會造成彈簧鬆動，蓋口無法緊密閉和。
- (5) 排氣：觸媒轉換器阻塞或管子破裂，造成排氣受阻，導致引擎過熱。
- (6) 水幫浦：長期使用的水幫浦在高度磨損後，零件磨失脫落；唯一的解決方法就是換過新的水幫浦。

#### 5.2.3 煞車設備

煞車過熱之後，會造成煞車不良有幾個原因：

- (1) 來令片摩擦面表面因為過熱而碳化，造成硬質碳化物過多，讓碟盤與來令的摩擦力大幅降低，剩至於沒有。想像一下拿一顆石頭在碟盤上面，摩擦力是否很大。
- (2) 來令片過熱之後，由於會傳遞熱到煞車油，煞車油會吸附傳導熱，而逐漸加溫。當溫度到達沸點時，煞車油就會汽化。汽化之後由於氣體的特性，可以被壓力所壓縮，因此在溫度降低到沸點之前，壓力傳遞將會被汽化的煞車油所吸收。造成沒有煞車的現象。

## 五、紅外線預知診斷技術之應用

### 5.1 紅外線測溫時所使用的方法

紅外線熱影像檢測是利用任何物體在溫度超過絕對零度時會以紅外線方式輻射自身的能量，再設計一種感測器，能夠偵測輻射紅外線的強度，依據環境溫度、距離、反射等誤差進行調整，計算出物體表面的溫度大小。此種方式，因為不需要介質，因此在真空中不需要接觸物體即可進行表面溫度的快速測量。

若要正確測知被測物的溫度，則須考慮現場的環境溫、溼度，反射源或周圍熱源，以及被測物的放射率及測試的位置(FOV, IFOV 及 MIFOV 的關係)，才能得到比較正確的結果。原則上，紅外線熱像儀在 PPM(預知保養)的作用為檢查可能發生故障的部位，通常溫度的準確性並非是絕對重要的因素，但是若有量測溫度的需求時，則通常以比較法或對稱觀察法進行溫度的檢測。

### 5.2 配電盤的檢查應用

紅外線熱影像儀能夠偵測在配電盤內因為接點鬆脫而產生的異常發熱部份，在定期檢測下可以有效避免因高熱而導致火災的發生。此外定期執行紅外線檢測可以建立設備的維護記錄，以確保良好的電力供應。

### 5.3 開關的檢查應用

因為高阻抗而產生的發熱現象可以很容易地在紅外線影像儀上被清晰顯示，如圖 15 所示。



圖 15 紅外線熱影像檢查

### 5.4 牽引引擎及馬達的檢查應用，如圖 16、17 所示。

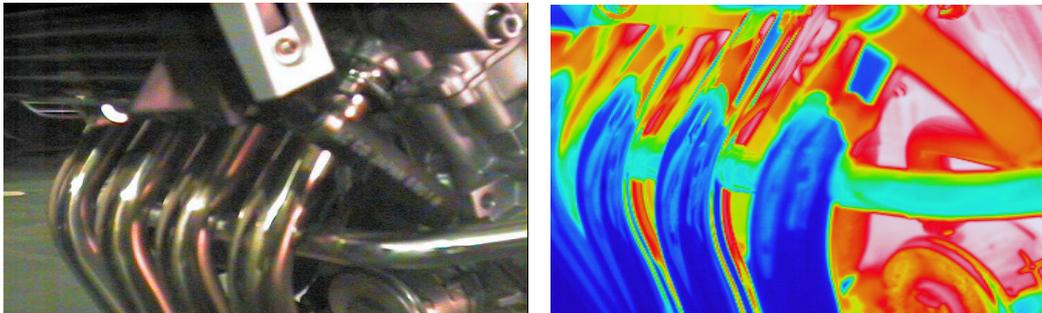


圖 16 引擎的檢查應用

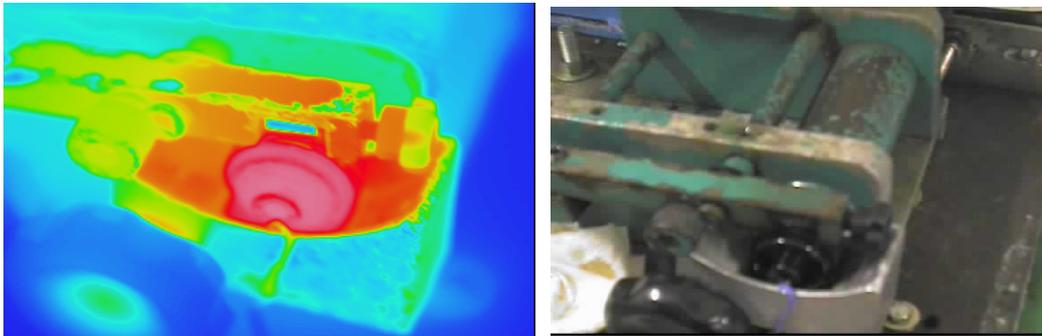


圖 17 馬達的檢查應用

### 5.5 電力系統的應用檢測，如圖 18、圖 19 所示。

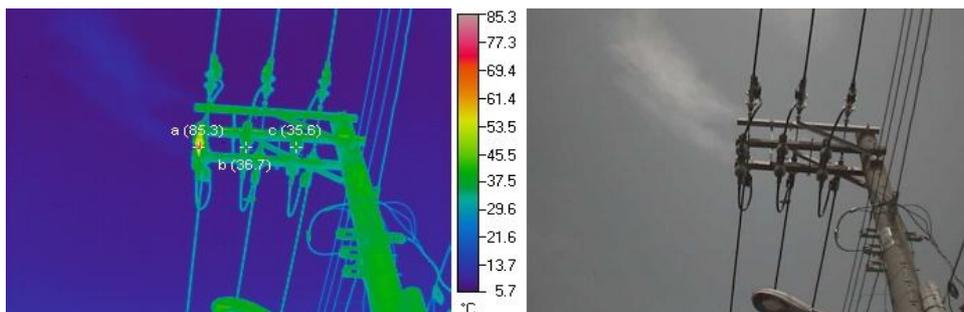


圖 18 電力傳輸線檢測

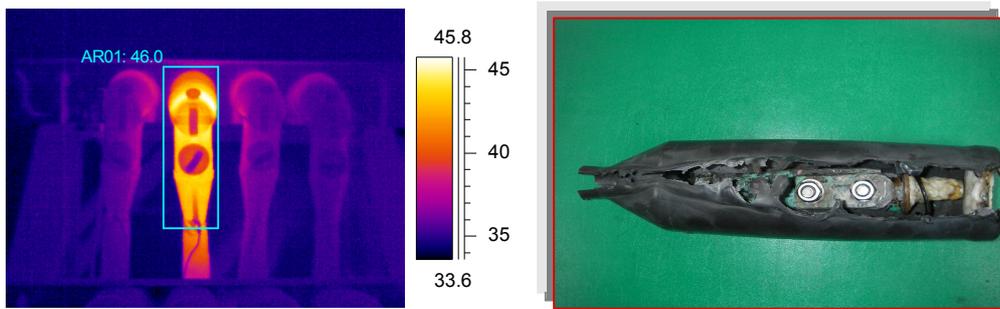


圖 19 高溫燒損之接頭

### 5.6 電路板及電子零件之微距應用(微機電/電子零件的檢測)

檢測零件的熱傳及是否符合安規的要求，如圖 20 所示。

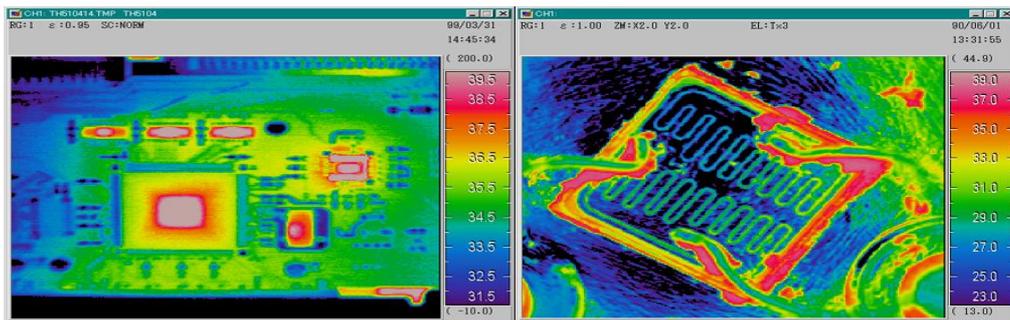


圖 20 電路板熱影像檢測

### 5.7 建築物的應用（可延伸於檢測車輪是否龜裂），如圖 21 所示。

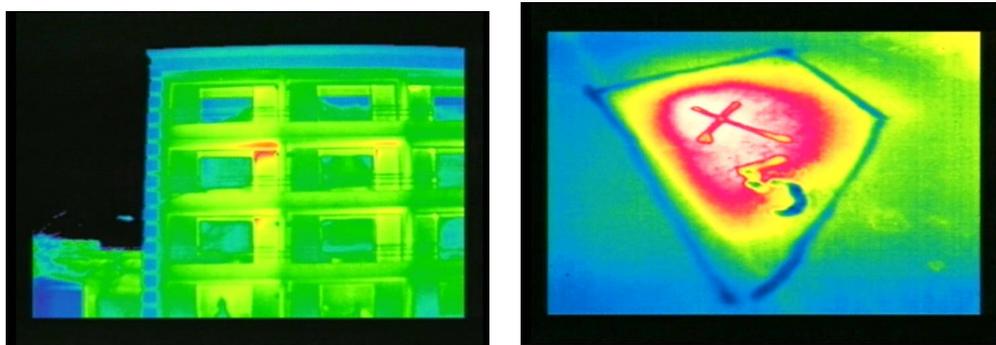


圖 21 建築物熱影像檢測

### 5.8 檢查鋼材產品的含水量是否符合標準（可應用於鐵軌），如圖 22 所示。

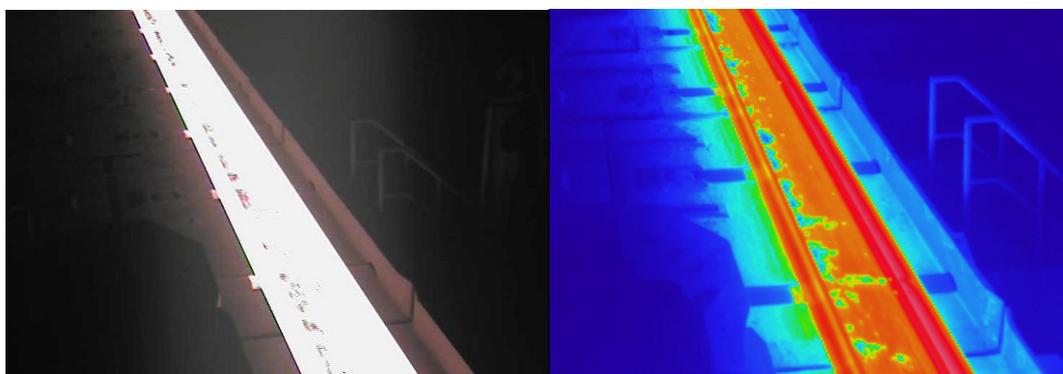


圖 22 建築物熱影像檢測

## 5.9 消防應用

可在煙霧中尋找燃燒源頭及需救援人員，如圖 23 所示。

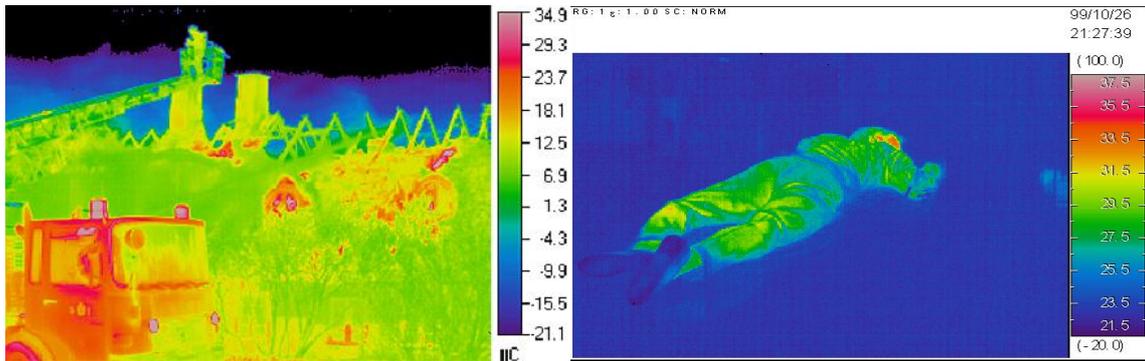


圖 23 消防應用熱影像搜尋

## 5.10 軌道車輛及相關系統設備預知劣化診斷主要工作項目

利用「紅外線熱分析儀」儀器，以不停電方式對設備或線路之接頭作預知劣化診斷，如圖 24 所示，以臺灣電力公司為例（亦可利用於軌道車輛及相關系統設備）如表 2 所示：

表 2 紅外線熱分析預知劣化診斷統計表

種類	項目	備註
電纜及導線類 接頭檢測	架空高低壓導線接頭〈直路、分岐、跳線、接戶點〉	如圖 23 所示
	地下高低壓電纜接頭〈直路、終端、分岐、引上引下連接點、接戶點〉	如圖 24、25 所示
	其他〈如路燈線接點等〉	
開關、電力保險絲、變壓 接續端子檢測	各類開關、斷路器、負載自動切換開關〈ATS〉電力保險絲〈PF〉，一、二次側導線〈或電纜〉接續端子	如圖 26 所示
	桿變、亭置式變壓器、電容器，一、二次側導線〈或電纜〉接續端子	
	其他〈如設備外殼接地線接點等〉	

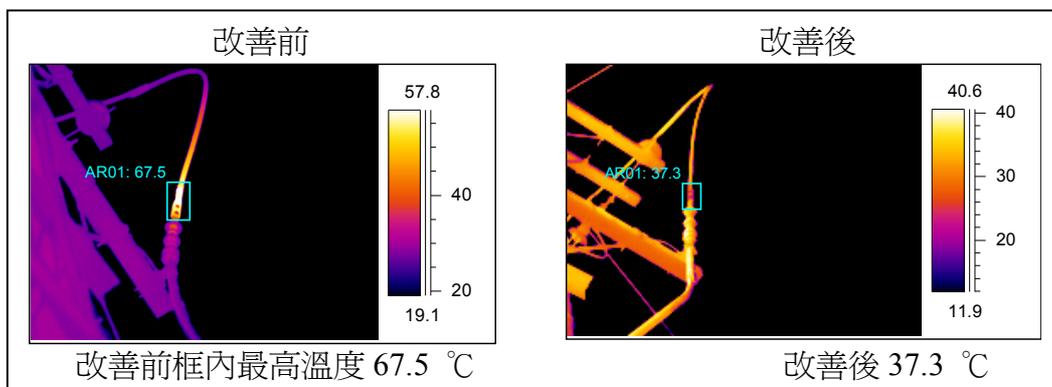


圖 24a 引跳線壓接端子處

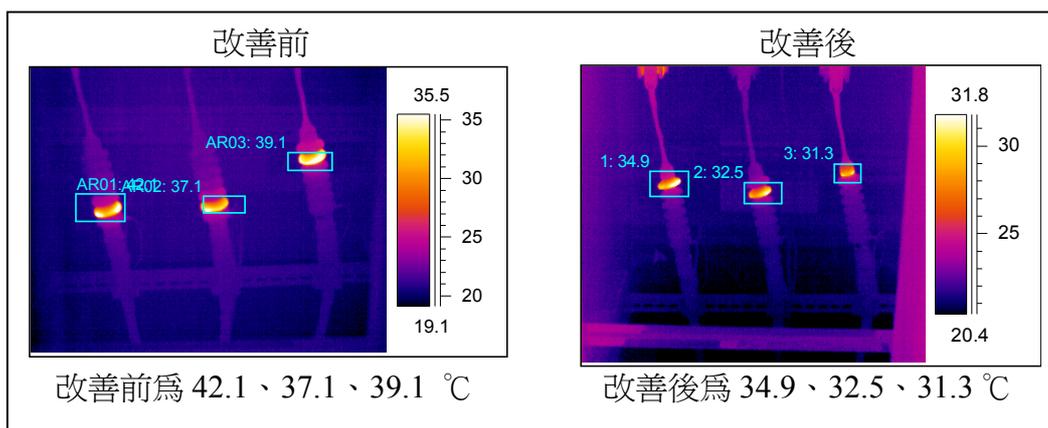


圖 24b 電纜終端接頭

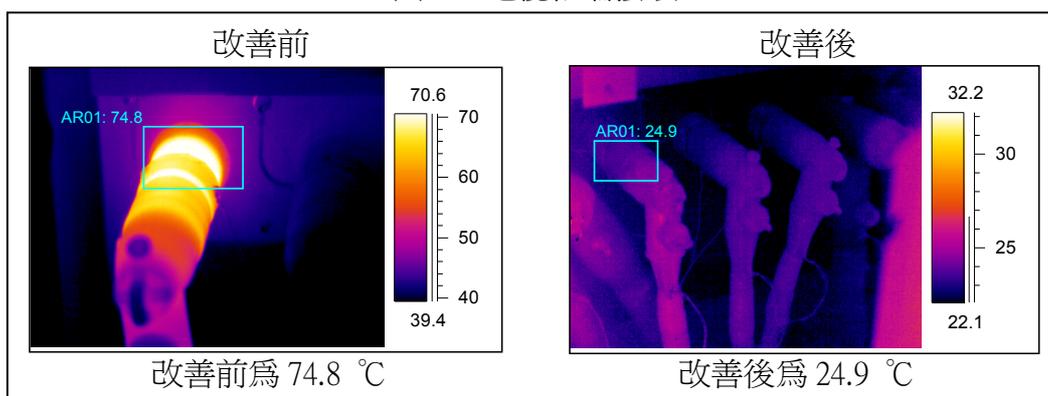


圖 24c 肘型端頭套管插頭處

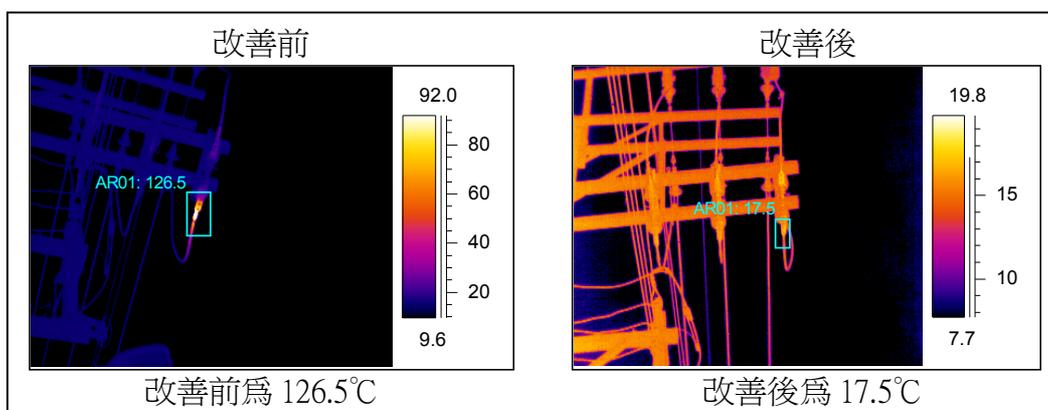


圖 24d DS 開關端子處

## 5.11 紅外線熱分析儀之使用及實施要點

為預防設備及電線事故停電，利用「紅外線熱分析儀」儀器，全面檢測設備或線路接頭於運轉中之溫度狀態有否異常，將實際檢測數據及影像資料紀錄、製作成檢測報告，分析其劣化狀態，俾及時改善以防範事故於未然。

- (1) 檢測時，應詳細記錄檢測位置（桿號或座標）、被檢測物名稱、檢測日期、現場周溫、相對溼度、天候、與被檢測物距離、被檢測物負載電流及額定電流。
- (2) 檢測後，將被檢測物紅外線熱像圖及可見光位置參考圖分別載入檢測報告相關欄位，由紅外線熱像圖找出熱點溫度、參考點溫度（可由三相實測值比較

得知) 填入報告相關欄位，並對被測物熱影像進行分析描述及說明（建議改善）。

- (3) 依據被測物最高容許溫度、目前負載狀況、週溫（背景值）、最高溫度及參考點溫度等資料，進行檢討分析，如有下列情形者則視為異常，應即提出建議改善，如表 3 所示。
- (4) 經建議改善後應再檢測乙次，以確認配電設備或線路接頭正常沒有過熱情形。  
 $(\text{熱點溫度} - \text{週溫}) * (\text{額定電流} / \text{負載電流})^2 > \text{最高容許溫度}$ 。  
 $(\text{熱點溫度} - \text{參考點溫}) / \text{參考點溫} * 100 > 100\%$ 。

表 3 被測物最高容許溫度

設備名稱	最高容許溫度(°C)
(1) 裸硬銅線 (含接頭)	90
(2) 全鋁線 (含接頭)	80
(3) 交連 PE 電纜 (含接頭)	90
(4) PVC 風雨線 (含接頭)	60
(5) 負載啓斷開關、電力保險絲組、限流熔絲組等 .....可動及固定接點接觸處	65
.....導體端子接續處	75
(6) 變壓器、電容器.....導體端子接續處	75

註：週溫 40 °C 為基準，檢測時依實際周溫再校正其溫度值。

## 5.12 架空供電線路設備

### 5.12.1 接頭接續不良

絕大多數之接頭接續不良，係材料使用不當（如分斷開關處使用短節之壓接端子）或施工不良（含使用錯誤壓縮鍵，壓縮機壓力不足，或未依施工規範施工等），引起接頭接觸不良之案例，自實施鋁線直接壓接接續端子後，類似案例更是頻傳，惟經反映各有關部門檢討，並加強施工品質結果，類似事故已明顯降低，獲得有效改善。

### 5.12.2 電力電容器組之故障頻率極高

額定電流高（例如 1200KVAR 額定電流約 60A），尤以可切型電容器組每日投、切各乙次，因不斷地週期性充電、放電，以致於許多接點稍一不良，即有故障情事，影響電力電容器組之正常運轉。防範之道應加強利用紅外線攝錄影像熱分析儀之檢測作業，以預知不良處，及早更換改善，以防範電容器組之燒損事故，併減少線路損失，提高供電能力。

## 5.13 地下供電線路設備

### 5.13.1 人、手孔內積水之檢測效果

經現場實際檢測，本儀器無法穿透孔內積水（或污泥覆蓋）測得高壓電纜直路接頭之實際溫度。原因係「紅外線熱分析儀」測得之溫度係積水表面溫度而非被測物實際溫度（被測物實際溫度為孔內積水所綜合均勻），故勢必抽水、清理電纜及接頭外表污泥後，方能測得被測物實際溫度。

### 5.13.2 人、手孔內污泥覆蓋之檢測效果

檢測結果如同積水情形，「紅外線熱分析儀」測得之實際溫度係污泥表面溫度，而污泥覆蓋厚度直接影響被測物實際溫度，且高壓電纜直路接頭溫度高低係由於電纜本身負載電流大小產生之熱溫而形成；當高壓電纜直路接頭發生異常有部分放電現象時，其異常溫昇部位影響整個被測物其實甚小、溫度亦不高（約略高於正常部位 1 °C 之內），而直路接頭表面不均勻污泥附著所造成之溫差即可達 1 °C，故為求有效施行本項檢測工作，必須先將高壓電纜直路接頭徹底清理乾淨後，方能測得被測物之實際溫度。

### 5.14 器材運轉溫度

配電器材規範係依照美國 AEIC CS5 標準制定，相關電纜接頭及導線其耐溫規定最大連續運轉溫度 90 °C。

依上述耐溫規定將發熱溫度達 90 °C 以上者視為嚴重，此類不良案件必須立即安排改善，以避免發生配電停電事故；至於溫度不及 90 °C 者因考慮其溫度為導線及相關配電器材、接頭本身之容許承載溫度，為避免同一供電區段重覆工作停電而招致用戶抱怨，並影響營運績效及公司形象，故均配合相關部門辦理工作停電機會改善。

## 六、結論

軌道車輛及相關系統設備因天然災害（如雷擊、鹽塵害等）、閃絡（Flash over）、日久劣化、品質不良（含施工不良）及過負荷用電等，除設備本身極易故障外，亦可能造成周遭其他設備損害的停電事故，影響鐵路公司供電、車輛及整體服務品質，嚴重時更會造成人員傷亡之重大損失。為防範路事故，以紅外線熱分析儀以不停電方式，進行設備或線路接頭之預知診斷，檢測其運轉中之溫度狀態有否異常，並分析其劣化狀況，以期能及早發現劣化即時辦理改善，防範事故於未然，使用結果成效良好。

由於紅外線檢測技術具有非破壞性、非接觸式、測溫快速、反應靈敏及視覺直接觀測等特性。能夠以不停電方式，預知診斷配電設備及線路異常運轉溫度，分析其劣化狀態，俾及時改善以防範事故於未然，提升服務品質。

鑑於該儀器運用各種接點、接續端子、接頭、礙子、避雷器、變壓器、各類開關等設備本體及變電所等異常之溫度量測，惟除須建立相關檢測參數（參考點選定、反射率、過熱原因分析等）外，對檢測人員訓練、經驗傳承以及技術交流等工作更是不可疏忽，俾發掘其更迅速、準確的預防性維護診斷功能。

## 參考文獻

1. 國立臺灣科技大學（2011），軌道車輛學教學課程內容。
2. 國立臺灣科技大學（2011），軌道車輛煞車系統簡介課程內容。
3. 臺灣電力公司（2010），TH9100PWV 教育訓練之「教育訓練檔」。
4. 臺灣電力公司（2010），TH9100PWV 教育訓練之「操作說明(標準檢視)」。
5. 臺灣電力公司（2010），TH9100PWV 教育訓練之「TH9100PWV 熱像儀的操作」。
6. 方信傑（2010），「紅外線攝錄影像熱分析儀及其在配電線路上預知劣化診斷之應用」，臺灣電力公司。
7. 黃鏡祿（2010）、油品行銷事業部，高雄零售中心，加油設備修護「紅外線熱像測溫技術應用於加油站電氣設備檢查」。

8. 大紀元報導 (2004.5.26), (中央社記者邱國強臺北)。
9. 大紀元報導 (2007.4.11), (中央社記者汪淑芬臺北),【李姿慧、戴安瑋／臺北報導】。
10. 百度網站 (2011.1.24)。
11. 保定安萊馬達保護器公司 (2008),「馬達過熱有何危險以及保護措施」。

# 臺鐵 MA 系統於機務統計運用之研究

## A Study of the of the use of the Taiwan Railway Administration MA System for Mechanical Engineering Statistics

蕭國文 HSIAO,Kuo-Wen<sup>1</sup>

聯絡地址：臺北市北平西路 3 號

Address：5F,,No.3,Beiping W.Rd,,Zhongzheng Dist,, Taipei City 10041,Taiwan (R.O.C.)

電話：(02)2381-5226#3308

Tel：(02)2381-5226#3308

電子信箱：tr335830@msa.tra.gov.tw

E-Mail：tr335830@msa.tra.gov.tw

### 摘要

臺鐵 MA 機務系統計有客貨車檢修、動力車檢修及運轉系統等支系統。機務系統程式編寫維護者為臺鐵資訊中心，系統使用單位為臺鐵機務處，為該處重要的生產管理系統工具。

本文將以 MA 機務系統及「公務統計方案」為基礎，探討 MA 機務系統於統計機務所屬會統計表報之運用現況及檢討。另外就臺鐵機務統計與財務統計交互應用擇例分析；結果顯示，相關表報以 MA 機務系統為登錄、整理工具後，於機務統計領域上的紀錄、蒐集、整理上，已符時效性與正確性之要求。以實務日程顯示，96 年 6 月漸次啟用機務系統後，除了錯誤率維持 0 % 外，統計方案遞送時程日漸提早。

**關鍵字：**機務處、臺鐵、機務系統。

### Abstract

*The Taiwan Railway Administration's MA mechanical engineering management system has subsystems such as passenger and freight car maintenance and motive power car maintenance and turnaround systems. The mechanical engineering system program was written and is maintained by the TRA Information Center, and is used by the TRA Rolling Stock Department as an important production management tool.*

*This paper takes the MA mechanical engineering management system and the Official Statistics Plan as the basis for reviewing the usage of the MA system in creating statistical reports on mechanical engineering. In addition, cases have been chosen for analysis of the interacting application of TRA mechanical engineering statistics and financial statistics; they indicate that since the use of the MA mechanical engineering managements system as a tool for entering and organizing the related report forms, the recording, gathering, and organization of mechanical engineering statistics has have come to meet requirements for efficiency and accuracy. Since the gradual implementation of the mechanical engineering statistics system in June 2007, in addition to maintaining a 0% error rate, the submission of statistics plans has gradually moved increasingly ahead of schedule.*

---

<sup>1</sup>臺鐵局機務處科員  
臺鐵資料季刊

**Keywords:** Rolling Stock Department, Taiwan Railway Administration, Mechanical engineering system.

## 一、前言

臺灣鐵路管理局機務處於《交通部臺灣鐵路管理局組織條例》中，主要職掌為臺鐵路行車運轉事務及鐵路車輛管理，為組織分權及管理 4,700 餘名員工，復依《交通部臺灣鐵路管理局辦事細則》第七條，分設車輛科、行車技術科及綜核科等三個幕僚單位。其中，綜核科之權責為：

- (一) 機務處暨各機廠、各機檢段人力規劃、訂定、執行、督導、考核。
- (二) 行車與維修人力養成與人員專業培訓計畫擬辦。
- (三) 配合推動綜合性法令規定及服務與管理。
- (四) 機務處暨各機檢段年度預算編擬及執行控管。
- (五) 機務處文書、檔案、庶務、宿舍管理、財產及帳務處理。
- (六) 機務處暨各機廠、各機檢段維修機料預算編擬與物料供應控管。
- (七) 各機廠及各機檢段呆廢料處理。
- (八) 其他交辦事項。

機務處綜核科所轄業務中，機務統計 1 項應用 MA 機務系統次數最多。本機務「統計報表」採文件分析法 (Literature Review) 及統計分析法 (Statistical Analysis) 為之，實務上與以工單管理為主的 MA 資料庫系統有所殊異。歷經多年使用並經整合後，顯示 MA 系統可為機務統計方案的主要登記冊及整理工具。

## 二、系統回顧

### 2.1 MA 機務系統架構簡介

MA 機務系統前身為 M0 系統，原始書寫工具為甲骨文資料庫，採企業內網站存取運作方式。根據現有程式主頁面顯示，其主程式包含 MA 客貨車檢修、動力車檢修及運轉編組等三部份。

#### 2.2.1 客貨車檢修系統

於客貨車檢修系統架構方面，代號為 MA-3。系統包含客貨車通告、客貨車基本資料、車籍資料、動態資料、列車編組、車輛消毒掃除、檢修作業及廠修作業。

系統程式轄下有多項支程式，以客貨車通告支程式為例，如圖 1 所示；包含 MA311「機務處訊息公告」、MA312「行車事故公告」、MA313「廠段公告」、MA314「資訊中心公告」、MA319「行車事故車輛故障類別維護」，在輸出表報方面，客貨車通告包含了 MA31G「行車事故統計分析」，其項下計有 MA31G1「客貨車行車事故故障概況統計表」，如表 1 所示、MA31G2「客貨車行車事故故障概況明細表」及 MA31G3「各廠段客貨車故障月統計表」。

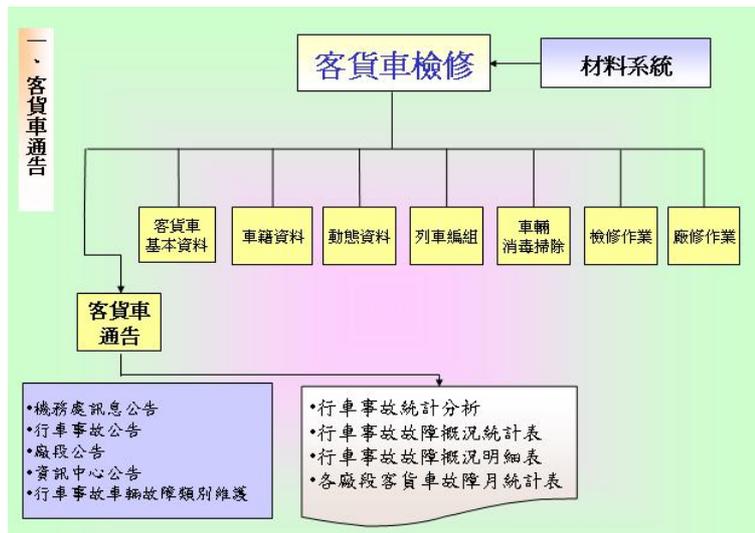


圖 1 客貨車檢修—客貨車通告

表 1 客貨車行車事故故障概況統計表

99年05 ~ 05月 客貨車行車事故故障概況統計表

印表日期: 2010/07/26

程式編號: MA3121 頁次: 第 1 頁 共 1 頁

項目 \ 類別	客車故障		貨車故障		合計	
	今年	去年	今年	去年	今年	去年
氣軔裝置	0	1	0	0	0	1
氣軔軟管及配件						
電源車						
軔機機構						
自動門裝置						
空調機裝置						
彈簧裝置						
輪軸及軸承裝置						
配供電系統						
風檔裝置						
供水裝置						
連結器及緩衝裝置						
其他						
合計	0	1	0	0	0	1
比較		-1		0		-1

### 2.2.2 動力車檢修系統

動力車檢修系統代號為 MA-6，該系統結合 LA 人事薪工系統、PA 材料系統及 MA 運轉系統。系統架構包含動力車通告登錄、動力車基本資料、車籍資料、動態資料、運用編組、檢修作業、廠修作業、隨車人員旅費及檢車人員工作點。

檢修系統項下各有數支至十數支系統，以動力車通告登錄為例，如圖 2 所示，包含：MA611「機務處公告」、MA612「動力車檢修中心工作項目」、MA613 行車事故通告、MA614「各廠段公告」、MA615「資訊中心公告」、MA616「動力車故障處所統計分析比較表」，如表 2 所示、MA617「行車事故通告\_舊檔案」、MA619「車輛故障類別維護」及 MA61F「全省機務員工資料檔維護[機務處用]」。

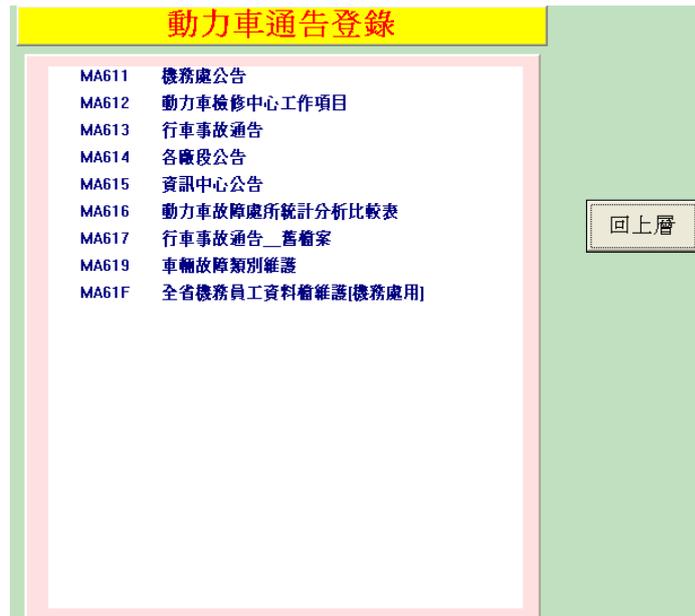


圖 2 動力車通告登錄

表 2 動力車故障處所概況分析比較表

99 年 05 ~ 05 月 動力車故障處所概況分析比較表

印表日期: 2010/07/26  
頁次: 第 1 頁 共 2 頁

程式編號: MA616

項目	故障類別	本年	去年	比較	項目	故障類別	本年	去年	比較	
電車組 EP100 EP1200 EP300 EP400 EP500 EP600 EP700	01集電高壓系統	0	1	-1	電力機車 E100 E200 E300 E400	01集電高壓系統	1	0	1	
	02電子裝置故障	1	2	-1		02電子裝置故障	1	0	1	
	03動力系統故障	2	1	1		03動力系統故障	0	1	-1	
	04補助系統故障	2	1	1		04補助系統故障	2	0	2	
	05出力控制故障	0	3	-3		05出力控制故障				
	06保安系統故障					06保安系統故障	1	0	1	
	07軋機系統故障	1	2	-1		07軋機系統故障				
	08走行裝置故障	0	1	-1		08走行裝置故障	1	0	1	
	09控制電路故障	1	1	0		09控制電路故障	0	2	-2	
	10充電及電瓶故障					10充電及電瓶故障				
	11主風泵系統	3	1	2		11主風泵系統				
	12其他	3	1	2		12其他				
	合計	13	14	-1		合計	6	3	3	
項目	故障類別	本年	去年	比較	項目	故障類別	本年	去年	比較	
柴電機	01引擎及配件				柴油客	01引擎及配件	1	0	1	

### 2.2.3 運轉系統

運轉系統代號為 MA-0，該系統架構包含工作報單、獎金旅費、工作點、行車命令、乘務員管理、檔案維護、基本檔案、工作班與時刻基本資料查詢與列印、工作班任務結束查詢與出表

系統項下仍有數支至十數支系統，以工作報單為例，如圖 3 所示：包含：MA011「派班」、MA012「叫班及派班」、MA013「下班」、MA014「工作報單上班前的修改及新增」、MA015「工作班結束後報單資料的更新與轉檔」、MA016「輸入每日機班工作人員資料及日報表」、MA017「各段機班工作人員彙總報表」、MA018「批次派班」、MA019「統計報表」、MA01A「運轉工作報表[A01-A16]」、MA01B「動力車工作及月報表[B01-B16]」、MA01C「空白報單列印」、MA01D「前台乘務員相關表報」、MA01E「舊派班[97年5月15日之前的工作班]」、MA01L「動力車線別資料表[L表]」。

工作報單	
MA011	派班
MA012	叫班及報到
MA013	下班
MA014	工作報單上班前的修改及新增
MA015	工作班結束後報單資料的更新與轉檔
MA016	輸入每日機班工作人員資料及日報表
MA017	各段機班工作人員彙總日/月/季/年報表
MA018	批次派班
MA019	統計報表
MA01A	運轉工作及用油月報表 (A01 - A16)
MA01B	動力車工作及月報表 (B01 - B16)
MA01C	空白報單列印
MA01D	前台乘務員相關表報
MA01E	舊派班 (97年5月15日之前的工作班)
MA01L	動力車線別資料表 [L表]

圖 3 MA-0 運轉系統工作報單分支程式項目

## 2.2 交通部臺灣鐵路管理局公務統計方案簡介

「交通部臺灣鐵路管理局公務統計方案」(下稱統計方案)為交通部公務統計表報之一，前身為「臺灣省政府府頒第一級統一報表程式」。民國 81 年 8 月 3 日八一府主三字第 163596 號函核定。省府組織調整改造後，交通部 90 年 5 月 15 日交統 90 字第 005101 號函，核定統計方案納入「交通統計資料庫」，同號公文說明事項明定現有統計方案名稱、遞送方式等。94 年 7 月第 2 次統計方案修訂，修訂歷程中，且規定其資料必須納於「行政院主計處公務統計行政管理」網絡，並依規定登錄。

現今臺鐵局統計方案主管單位為會計室第四科，統計方案所列表報涉及臺鐵局各處室業務者，除必須將統計經過與結果，予以登記、整理、編報外，也須依規定蒐集、審核及彙編。查報單位依統計方案規定期限，報送臺鐵局會計室第四科彙整後，由該科遞送交通部並依限登錄上網。

統計方案共區分登錄常設簿籍的「登記冊」，劃記、過錄、分類的「整理表」以及正式彙報交通部的「報告表」，在正式的報告表數量方面，現有臺灣鐵路管理局相關統計表報計約 120 項。

### 三、機務統計方案探討

依照統計方案目錄表表列，將機務系統視為登記冊的月報計有「臺灣鐵路管理局現有機車及客貨車輛數」、「臺灣鐵路管理局機車車輛平均每日運用概況」及「臺灣鐵路管理局各機務段車輛修理」。

與其餘統計方案相同，以上月報依程序於局內填表、審核後，陳送交通部路政司及統計處核備。除此，隔年年初，亦將月報彙整，以公開資訊、年報或其他公告方式，達到統計資料公開化目的。

### 3.1 機車及客貨車輛數

「臺灣鐵路管理局現有機車及客貨車輛數」，如表 3 所示；編報目的為明瞭臺灣鐵路管理局鐵路現有機車及客貨車輛數量使用情形，以供運輸管理上之參考。其載錄製作表報目的之「編製說明」中，也詳載此月報的統計範圍、定義等。

製表實務上，機務處於製作整理表時，分別運用查詢 MA3-客貨車檢修系統的 MA3419、MA343A、MA3439、MA3413、MA343F 支程式及 MA6-動力車檢修系統中的 MA673G、MA64313。將上月月底客貨車動態及動力車動態中的輛數數據填列至整理表，第四科再將其彙整至正式報告表陳報路政司。

該表報每年亦彙總成同名年報，以 98 年統計年報為例，車輛數年報編號為「表 25」。

表 3 臺灣鐵路管理局現有機車及客貨車輛數表  
臺灣鐵路管理局現有機車及客貨車輛數

中華民國 99 年 6 月底 單位：輛

車 種 別	總 計	可 用									停 用	
		合 計	運 用			修 理						
			小 計	實 駛	保 修	小 計	廠 修	段 修	待 修	其 他		
機 車	合 計	293	293	254	243	11	39	24	13	2	-	-
	電力機車	91	91	79	76	3	12	7	5	-	-	-
	推拉式電力機車	64	64	58	55	3	6	5	1	-	-	-
	柴電機車	122	122	106	101	5	16	9	7	-	-	-
	柴機機車	16	16	11	11	-	5	3	-	2	-	-
電 力 機 車	合 計	760	740	633	625	8	107	35	72	-	-	20
	EMU100型	50	35	30	30	-	5	-	5	-	-	15
	EMU1200型	30	29	29	29	-	-	-	-	-	-	1
	EMU300型	24	24	18	18	-	6	3	3	-	-	-
	EMU400型	48	44	24	24	-	20	-	20	-	-	4
	EMU500型	344	344	288	280	8	56	32	24	-	-	-
	EMU600型	56	56	56	56	-	-	-	-	-	-	-
	EMU700型	160	160	140	140	-	20	-	20	-	-	-
TEMU1000型	48	48	48	48	-	-	-	-	-	-	-	
柴 油 客 車	224	224	203	200	3	21	15	2	-	-	4	
客 車	738	738	524	524	-	214	200	12	2	-	-	
推 拉 式 客 車	381	381	317	317	-	64	43	21	-	-	-	
貨 車	2,038	1,788	1,449	1,449	-	339	177	121	41	-	270	
附 註	本月報應電聯車10輛、貨車7輛、貨車3輛除雜轉列雜項設備、貨車輛數不含業主自備貨車。											

資料來源：根據機務處機務電腦系統報表、本路動力車配置表等資料編報。

### 3.2 機車車輛平均每日運用概況

「臺灣鐵路管理局機車車輛平均每日運用概況」，如表 4 所示，以「配置」、「平均每日行駛公里」、「每車每日行駛公里」、「效率」表示出臺鐵所屬機車績效、運用情況。如同其他報表，因法令規定臺鐵局會計室第四科仍需書面審核，並無法直接由機務系統出表。

每日運用概況報告表的資料來源為同名整理表，其中「配置」輛數包含運用及修理輛數，兩欄輛數，均以 MA-3 動力車檢修系統顯示動態輛數除以當月總日數為平均核定數。

因表報無法顯示全部動力車機務維修工單細目，因此整理製表過程將其數據加總。例如表報「待修」欄位，包含機務系統 MA6438R「各車型修理狀況統計月報」中的「在段待修」、「在廠待修」及「在段待料」。又如報告表「其他」欄位，含「在段試駛」、「迴送」、「車輛設備改造」及「出廠試車」。

為了簡明陳示觀察車輛群體內的消長變化狀況，運用概況所得效率採 MA 系統

產出的結構百分比顯示。另外該表報涉及機車公里數值，也是產出自機務系統 MA019A1、MA019B1 表報認列的各車型機車公里數。

運用概況表報每年亦彙總成同名年報，以 98 年統計年報為例，車輛數年報編號為「表 32」。為了因應機務系統，該年報段修、廠修欄、待修欄位定義於同年均有加注或修訂。

表 4 臺灣鐵路管理局機車車輛平均每日運用概況表

臺灣鐵路管理局機車車輛平均每日運用概況

中華民國 99 年 6 月

車 種 別	總 計 (輛)	配 置 (輛)									平均每日 行駛公里 (公里)	每車每日 行駛公里 (公里)	效 率 (%)	
		合 計	運 用			修 理								停 用 (輛)
			小 計	使 用	預 備	小 計	段 修	廠 修	待 修	其 他				
推 拉 式 電 力 機 車	64.0	64.0	54.7	48.3	6.4	9.3	5.3	4.0	-	0.0	-	35,411.9	733.2	85.42
柴 油 機 車	16.0	16.0	14.4	6.4	8.0	1.6	0.6	-	1.0	-	-	718.6	111.7	90.21
電 力 機 車	91.0	91.0	74.2	57.5	16.7	16.8	7.7	8.0	1.0	0.1	-	24,247.9	421.7	81.30
柴 電 機 車	122.0	122.0	106.2	76.4	29.8	15.8	7.5	8.0	-	0.4	-	16,684.7	218.5	87.02
電 聯 車 EMU100 型(組)	10.0	6.0	5.8	0.4	5.4	0.2	0.2	-	-	-	4.0	157.9	430.6	96.11
電 聯 車 EMU1200 型(組)	10.0	9.0	8.4	3.6	4.8	0.6	0.6	-	-	-	1.0	2,646.2	735.0	93.33
電 聯 車 EMU300 型(組)	8.0	8.0	5.2	3.0	2.1	2.8	0.8	2.0	-	-	-	2,038.1	671.9	64.58
電 聯 車 EMU400 型(組)	12.0	11.0	7.6	7.6	-	3.4	1.3	1.0	1.0	0.1	1.0	4,211.1	556.5	68.79
電 聯 車 EMU500 型(組)	86.0	86.0	61.1	61.1	-	24.9	6.3	9.0	9.0	0.6	-	41,467.0	678.7	71.05
電 聯 車 EMU600 型(組)	14.0	14.0	10.2	10.2	-	3.8	0.6	1.0	2.0	0.1	-	6,394.3	624.9	73.10
電 聯 車 EMU700 型(組)	40.0	40.0	37.6	36.5	1.1	2.4	2.4	-	-	-	-	21,362.5	585.3	94.08
傾 斜 式 電 聯 車 TEMU1000 型(組)	12.0	12.0	11.7	10.5	1.1	0.3	0.3	-	-	-	-	7,900.3	750.0	97.22
柴 油 客 車	168.0	168.0	122.4	117.9	4.5	45.6	5.8	34.0	5.0	0.8	-	65,478.8	555.5	72.86
拖 車	56.0	56.0	49.0	49.0	-	7.0	1.8	5.0	-	0.2	-	28,021.1	571.9	87.50
客 (含 推 拉 式 客 車)	1,119.0	1,119.0	842.6	842.6	-	276.4	33.7	241.7	1.0	-	-	654,013.8	776.2	75.30
貨 車	4,025.0	2,746.0	2,307.8	916.0	1,391.8	438.2	146.6	237.4	54.3	-	1,279.0	201,376.6	219.8	84.04

資料來源：根據機務處機務電腦系統報表、本路動力車配置表等資料彙報。

### 3.3 機務段車輛修理

「臺灣鐵路管理局各機務段車輛修理」，如表 5 所示，編報目的為明瞭臺灣鐵路管理局各機務段車輛修理情形，以供考核各機務段車輛修理績效之參考。

為結合機務 MA673G 系統，此機務段車輛修理表報數據以動力車為主，民國 98 年起，機務段所轄檢車、機電、客貨車檢修部分，納入其餘公務統計方案表報。在欄位及定義方面，仍沿用定期檢修與臨修兩大統計項目。於年報方面，機務段車輛修理納入表 33 「各機務段車輛修理情況」。

### 3.4 其他相關表報

除了以上表報外，包含鐵路車輛運用、鐵路車輛維修及動力車輛能源消耗數值的其餘機務統計表報，亦有多項表報採用 MA 系統為蒐集統計工具。該類型表報包含「動力車運轉及電油消耗量」、「動力車使用成績月報」、「柴電機車行駛公里及耗用柴油數量表」、「臺灣鐵路快報」、「臺灣鐵路管理局動力車運轉實績及電、油消耗」、「動力車運轉及電油消耗量—按段別分」、「動力車運轉及電油消耗量—按線別分」及「動力車使用績效年報」。這些表報包含被視為公務登記冊的 MA 系統維修工單、MA 系統運轉報表等。

表 5 臺灣鐵路管理局各機務段車輛修理

公開類		編製機關 臺灣鐵路管理局(會計室)	
月報	次月20日前編報	表號	2521-08-04-1

臺灣鐵路管理局各機務段車輛修理

中華民國 年 月

段別	車種別	修竣輛數(輛)			段別	車種別	修竣輛數(輛)			
		合計	定期檢修	臨修			合計	定期檢修	臨修	
總計	x x 車				彰化機務段	x x 車				
	x x 車					x x 車				
	x x 車					x x 車				
	x x 車				嘉義機務段	x x 車				
	x x 車					x x 車				
	x x 車					x x 車				
	x x 車					x x 車				
七堵機務段	本段	x x 車			高雄機務段	x x 車				
		x x 車				x x 車				
	宜蘭分段	x x 車				x x 車				
臺北機務段	本段	x x 車			花蓮機務段	本段	x x 車			
		x x 車					x x 車			
	x x 車			x x 車						
	樹林分段	x x 車					x x 車			
		x x 車					x x 車			
新竹機務段	x x 車			臺東分段	x x 車					
	x x 車				x x 車					

填表 審核 主辦業務人員 主辦統計人員 機關長官

#### 四、機務統計方案表報擇析應用結果

現今 MA 機務系統已成為機務統計方案主要工具，以 2009 年統計方案匯成年報為例，「重要統計資訊簡析」部份之「機務概況」數值，全部由 MA 系統產生。

除了機務統計定性工具外，若將 MA 輸出表報或機務統計方案產生結果與財務統計方案交互分析，可獲得管理需要的統計數據。以下擇數例應用分析之。

##### 4.1 機務行車成本與輸儲成本結構比及影響率

結構比即百分比，另統計影響率定義，係指總指標內某一部分數值變動對總指標變動的影響；即 $\Delta I/\Delta T$ 。

若將統計年報機務維持費用及行車費用總和以 I 帶入；財務統計方案產出臺鐵輸儲成本以 T 帶入，即可得機務行車成本對臺鐵輸儲成本的影響率。

表 6 為 1990 年-2009 年計 20 年間之機務行車成本所佔/輸儲成本百分比，分析圖如圖 4 所示；及 2008 年、2009 年，機務行車成本對輸儲成本的影響率，如圖 5 所示。由統計數據顯示，近兩年機務行車成本費用對輸儲成本影響甚大，分別為 75.96 % 及 90.57 %。

表 6 機務行車成本/輸儲成本統計百分比

年份	總輸儲成本	機務行車成本	機務行車/輸儲成本
1990	14,411,121,482	7,735,643,068	53.68 %
1991	15,629,837,689	8,243,752,457	52.74 %
1992	16,405,373,557	8,773,334,651	53.48 %
1993	17,485,045,745	9,315,145,818	53.27 %
1994	17,090,783,657	9,093,403,476	53.21 %
1995	20,159,288,373	10,780,978,582	53.48 %
1996	21,113,566,646	11,050,755,074	52.34 %
1997	21,956,128,073	11,697,633,169	53.28 %
1998	22,705,493,841	12,012,722,709	52.91 %
1999	23,053,486,508	12,493,675,507	54.19 %
2000	24,038,137,563	13,293,915,953	55.30 %
2001	24,390,528,511	13,292,445,087	54.50 %
2002	21,950,369,008	12,123,157,036	55.23 %
2003	20,893,547,354	11,712,811,336	56.06 %
2004	21,945,869,514	12,074,279,641	55.02 %
2005	23,844,914,667	12,697,744,039	53.25 %
2006	24,774,713,772	12,425,098,426	50.15 %
2007	24,150,182,394	13,398,383,848	55.48 %
2008	24,380,493,713	13,573,331,140	55.67 %
2009	24,138,158,116	13,353,859,461	55.32 %

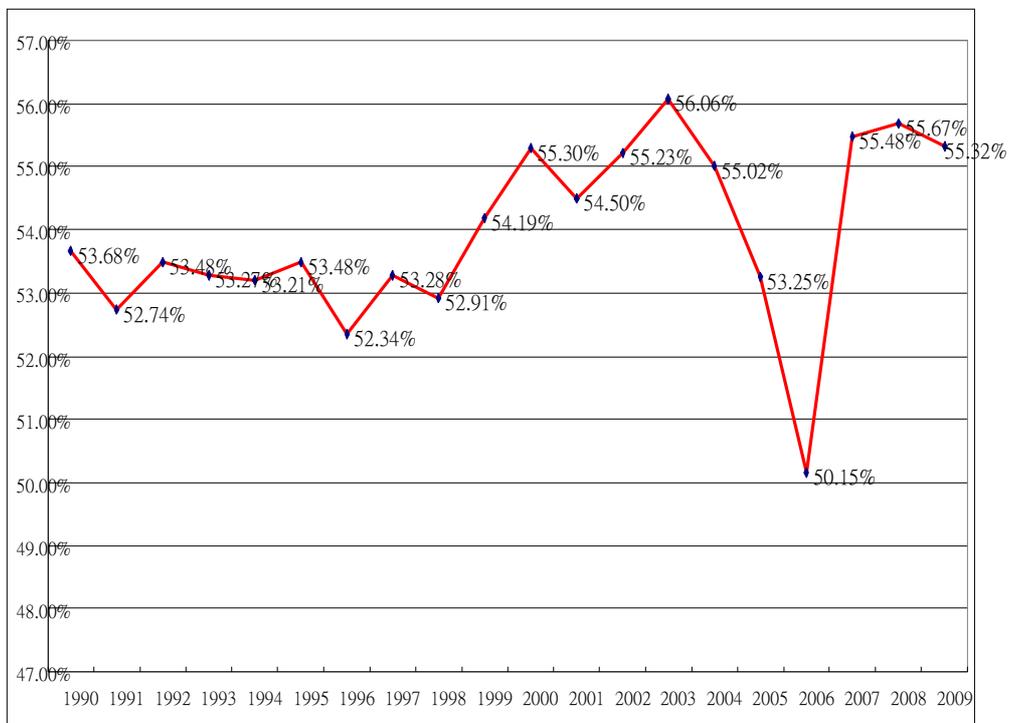


圖 4 機務行車成本/輸儲成本結構比

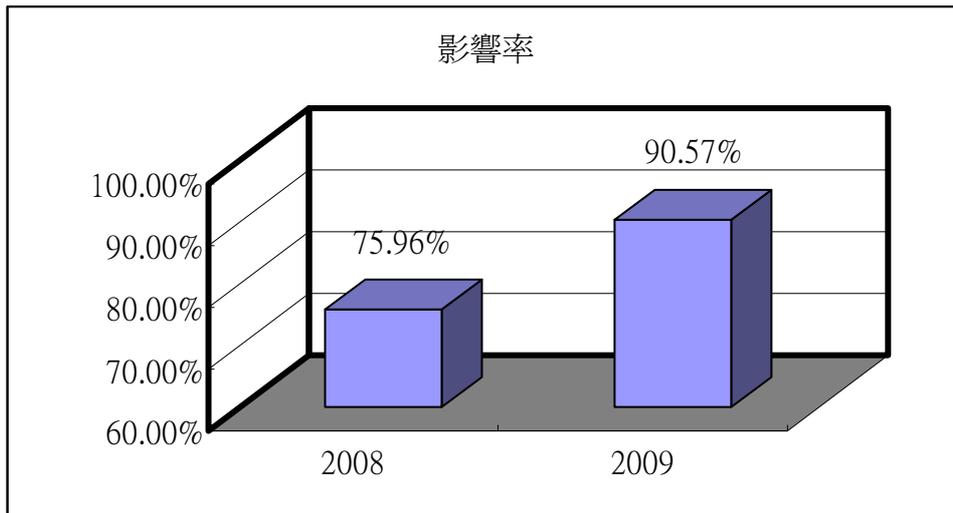


圖 5 機務行車成本/輸儲成本結構比

#### 4.2 每機車公里成本分攤表

表 7 為機務統計方案表報則機應用於每機車公里成本分攤之分析表。

表 7 每機車公里成本分攤表

年份	機車公里	機務費用(元)	機務費用攤銷 每機車公里(元)	行車費用(元)	行車費用攤銷 每機車公里(元)
1990	52,396,358	4,265,500,694	81.41	3,470,142,374	66.23
1991	59,479,971	4,490,566,083	75.50	3,753,186,374	63.10
1992	59,089,886	4,856,906,146	82.20	3,916,428,505	66.28
1993	59,864,630	5,236,636,705	87.47	4,078,509,113	68.13
1994	59,636,127	5,057,778,520	84.81	4,035,624,956	67.67
1995	59,243,558	6,281,877,347	106.03	4,499,101,235	75.94
1996	58,508,181	6,326,045,237	108.12	4,724,709,837	80.75
1997	61,093,798	6,673,987,302	109.24	5,023,645,867	82.23
1998	63,678,593	6,743,558,181	105.90	5,269,164,528	82.75
1999	69,556,371	7,136,072,516	102.59	5,357,602,991	77.03
2000	71,620,162	7,806,684,370	109.00	5,487,231,583	76.62
2001	72,525,449	7,855,244,196	108.31	5,437,200,891	74.97
2002	74,985,607	7,177,392,581	95.72	4,945,764,455	65.96
2003	75,550,887	6,890,701,697	91.21	4,822,109,639	63.83
2004	75,313,424	7,073,207,292	93.92	5,001,072,349	66.40
2005	75,682,909	7,345,532,621	97.06	5,352,211,418	70.72
2006	76,742,650	7,767,383,975	101.21	4,657,714,451	60.69
2007	75,085,825	7,690,687,132	102.43	5,707,696,716	76.02
2008	80,448,453	7,646,666,292	95.05	5,926,664,848	73.67
2009	80,890,897	7,690,204,709	95.07	5,663,654,752	70.02

## 五、結論

礙於鐵路維修勞力密集、資料庫特性、查報彙報單位不一、審核權限法令等因素，現今 MA 機務系統無法以線上出表方式運用於臺鐵報部之機務統計方案。但從 96 年 6 月相關表報以 MA 機務系統為登錄、整理工具後，於機務統計領域上的紀錄、蒐集、整理上，已符時效性與正確性之要求。以實務日程顯示，96 年 6 月漸次啓用機務系統後，除了錯誤率維持 0% 外，統計方案遞送時程已日漸提早。以 6 月份運用概況整理表為例，未啓用應用機務系統前的 96 年 6 月份月報，96 年 7 月 24 日才完成，而 99 年 6 月份同表號月報則提早於 99 年 7 月 15 日即完成。

## 參考文獻

1. 行政院主計處（2004），交通部臺灣鐵路管理局會計制度。
2. 交通部臺灣鐵路管理局（2006），中華民國 94 年臺灣鐵路統計年報。
3. 交通部臺灣鐵路管理局（2010），中華民國 98 年臺灣鐵路統計年報。
4. 交通部（2005），交通部臺灣鐵路管理局公務統計方案。
5. 交通部臺灣鐵路管理局機務處（2009），臺灣鐵路管理局機務處年終業務檢討會資料。
6. 交通部臺灣鐵路管理局機務處（1999），臺鐵車輛運轉與運用效能分析。
7. 郭信霖、許淑卿（2009），《統計學概論》，華立出版社。
8. 《交通部臺灣鐵路管理局組織條例》，中華民國 93 年 6 月 9 日總統華總一義字第 9300107291 號令制定公布；本條例施行日期，由行政院以命令定之。中華民國 93 年 6 月 30 日行政院院臺交字第 0930030673 號令發布，定自 93 年 7 月 1 日施行。《交通部臺灣鐵路管理局辦事細則》，97 年 10 月 16 日交管字第 09700850593 號函修正。

## 編後語

初夏的臺灣，充滿一片生氣，臺灣鐵路 125 週年「仲夏寶島號」蒸汽觀光列車也將啓航，環島車站各展現風采；347 期臺鐵資料以「日本當代鐵路車站之土地開發趨勢探討—以 JR 北海道及 JR 西日本為例」開啓序幕，借鏡日本旅客鐵道株式會社（JR）以大眾運輸導向發展(TOD)為本，成功發展其附屬事業，滿足市民生活機能為基本理念，以 JR 札幌車站、京都車站、大阪車站、姬路車站、岡山車站及新宮中央車站之經驗，說明 JR 北海道及西日本鐵路公司辦理車站開發之重點策略，並歸納日本當代鐵路車站之土地開發趨勢，建議百年臺鐵可思法有效運用現有資源、重新定位鐵路事業之經營策略，積極推動多元化附屬事業經營及與民間合作，提供投資建設誘因及運輸事業優質服務機能，並配合場站區毗鄰地區之更新再發展，打造車站事業之新方向；而「鋼軌絕緣接頭枕木之改善」文則以氣候潮溼多雨的臺灣東北部軌道路線，因木枕易受氣候環境影響腐蝕破裂，降低軌道接頭強度及絕緣劣化，縮短抽換週期，發生號誌故障，而以實作研究測試方式進行絕緣接頭枕、PC 道岔枕及現有 PC 枕改善，結果顯示，移用 PC 岔枕作為絕緣接頭軌枕，材料取得容易且堅固耐用，接頭不易沈落不整外，更能節省工料費，避免及減少軌道電路暨號誌故障。

而「車站旅客廁所設計重點與案例」一文則是前臺鐵局林副總工程司文雄針對旅客特性，參考「公共建築物衛生設備設計手冊」、「建築技術規則」、國內外之相關研究與實務經驗予以歸納，分別就公共運輸系統車站廁所空間配置、廁間、優質空間環境等範疇，列出其設計重點，並盼拋磚引玉引起各界重視與探討之著作；「環島鐵路整體系統安全提昇計畫執行過程之探討-以花蓮電務段轄區列車方向指示器新設工程為例」是作者研究創新改善鐵路平交道安全警示措施，進行工程改建，達成具有省電、環保、美觀及低成本特性之節能省碳、永續經營之著作。另「紅外線檢測技術於軌道機電系統檢修應用之研究」文是鑒於臺鐵局近來建置多項該設備，期藉由應用研究，冀能給相關人員帶來正面發展預防維修之綜效，並以案例研提軌道機電系統易產生熱源處所進行預知診斷，結論顯示該紅外線熱分析儀對軌道機電系統之設備及車輛等各系統，於不停電及運作狀態下可及早發現設備潛在之危害，避免非預期性故障產生，及早時改善，防範事故於未然。「臺鐵 MA 系統於機務統計運用之研究」一文以 MA 機務系統及「公務統計方案」為基礎，探討 MA 機務系統於統計機務所屬會統計表報之運用現況及檢討其已符時效性與正確性之要求。

347 期臺鐵資料內容領域較前期廣泛，出刊後期盼 348 期能有一個全新的風貌，再續創新風華，感謝各界同仁先進、長官的投稿與支持，讓本期刊於有限資源下仍得以提供知識傳承，禪宗大師說，明鏡亦非臺，本來無一物，何處惹塵埃；回顧改版後這些期來的心情，總想能給讀者帶來些什麼？整體團隊又學習到什麼？現階段只感恩期盼能有新的風格領導本刊繼續往前走下去。

## 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、學術研究單位及臺鐵局相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「10041 臺北市中正區北平西路三號五樓，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-23815226 轉 2374；傳真：02-23831367；E-mail：[tr752895@msa.tra.gov.tw](mailto: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 Name<sup>1</sup>

中文姓名 English Name<sup>2</sup>

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】**)。)

---

<sup>1</sup>臺鐵局機務處正工程司兼科長

<sup>2</sup>中央大學土木系碩士

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 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<sup>[1]</sup> (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：
3. [http://www.motc.gov.tw/ana/20061220173350\\_951220.wdl](http://www.motc.gov.tw/ana/20061220173350_951220.wdl)。
4. 交通部臺灣鐵路管理局 (2007)，工程品質管理手冊。
5. 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。
6. 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。
7. 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。
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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

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 7 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 第三四七期

TAIWAN RAILWAY JOURNAL NO 347 中華民國

101年 7月出版