

ISSN 1011-6850

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

臺灣鐵路

2010 99年臺鐵資料

TAIWAN Railway Journal



季 刊
Quarterly
第 344 期
NO : 344

中華民國 99 年 12 月 出版
DECEMBER 2010

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：徐亦南 黃民仁 張應輝 鹿潔身
鍾朝雄 詹鴻漳 陳憲頂 何獻霖
黃運傑 陳三旗 高明璫 吳世瑛
何進郊 黃振聲 徐明金 邱宏達
陳瑞良 蔣東安 賴秋金

總幹事：鹿潔身

幹事：賴威舟 李忻瓊 杜美璇

總編輯：許文鑫

電話：23815226 轉 2302

電子信箱：tr393352@msa.tra.gov.tw

編輯：王宜達

電話：23815226 轉 3338

電子信箱：tr754604@msa.tra.gov.tw

地址：臺北市 10041 中正區北平西路 3 號 5 樓

目錄



LTPB1813

封面及內頁車輛照片簡介

註*：

型 式：LCK50 型機車

車輪配置：0-8-0

機車總重：21.60 t

牽 引 力：5,000 kg

製造廠商：日本 日立汽車製造
株式會社

製造年份：1915-1938

現 況：

LDK59 號置本局花蓮機務段

註**：

型 式：LTPB1400 客車

引擎定格出力：none

製造廠商：none

製造年份：none

CONTENTS

- 1 鐵路車站效能提升之探討-以臺鐵為例**
Applicability of Railway Station Overall Efficiency Improvement-Using the TRA as an Example
周永暉
- 22 鐵路防脫角鐵改善研究**
The Study of Improvement with Railway Anti-Slip Corner Iron
陳文德
- 35 都市計畫法律效力與法律性質之探討**
A Study on Legal Effect and Legal Nature of Urban Plan
謝武昌
- 53 臺鐵機務成本實務運用與分析**
Application and Analysis of TRA Mechanical Costs
蕭國文
- 71 軌道車輛車體表面塗裝研究**
A Practical Study on the Rolling Stock Body Surface Coatings 翁錦龍 王宜達 江耀宗 郭銘駿
- 103 編後語**
王宜達

徵稿須知

鐵路車站效能提升之探討-以臺鐵為例

Applicability of Railway Station Overall Efficiency Improvement -Using the TRA as an Example

周永暉 CHOU, Yung-Hui¹

地址：22041 新北市板橋區縣民大道二段 7 號 21 樓

Address：21F., No.7, Sec. 2, Sianmin Blvd., Banciao Dist., New Taipei City 22041, Taiwan

電話：(02) 89691900 分機 2110

Tel：+886-2-89691900ext 2110

電子信箱：myh_chou@rrb.gov.tw

E-mail：myh_chou@rrb.gov.tw

摘要

隨著時代演變，鐵路車站機能由單一運輸服務特性轉變為多元商業開發與應用科技發展的城市門戶意象。本文以系統觀點，將傳統以集、散、旅客服務、車輛服務及接駁轉乘的車站規劃，依城際間、都會內、郊區線及地方（觀光）屬性的四種車站型態加以分析。車站設計原則不僅需瞭解站體規模與站內配置的效率問題，更需導入通用設計將站址區位空間（都市或地方）與車站營業時間（平日或假日）等使用者基本要求的效能課題一併納入研議。在實例探討中，高鐵車站屬城際類型與北高捷運車站屬都會類型外，臺鐵 219 個車站可分屬四種類型，而隨著政府推動鐵路立體化、支線化及捷運化工程，臺鐵營運當局更需整體檢討全面轉型。在建構安全、安心及舒適的鐵路運輸環境目標下，依 2009 年統計資料顯示，在新五都範圍內的臺鐵車站旅次數已達臺鐵全年 25 %，必須有效強化通勤車站（第二類型）社區服務及商業活動，而 2011 年將加入營運的臺南沙崙及新竹內灣支線所扮演郊區線（第三類型）車站功能的經營理念亦需有別其他車站特性。至於目前花東車站效能提升計畫辦理 29 個車站改建或整建所規劃之第四類型車站，已採綠建築設計結合自行車補給、遊客中心、餐旅、農特產及資訊服務之地方特色機能考量。臺灣鐵道車站是路網連結的重要節點，因應時代需求，重視運輸、使用、資產及位置是打造車站成功的四項要素。

關鍵詞：鐵路，車站，機能，效能。

Abstract

Evolved with the times, the function of railway stations changed from a single transport service into a city image with multiple commercial development and applications of science and technology. With the system point of view, this paper analyzes railway stations that was planned for traditional services of concentration, dispersion and interchange, services of passenger and vehicle, according to their

¹交通部鐵路改建工程局副局長

註：本文部份內容發表於 Forum on Railway Engineering (2010)

four functional types, to service for inter-city (type I), a metropolis (type II), suburbs (type III) and local areas (type IV). The principles of the railway station design need not only considering the size and the efficiency of the station configuration, but also bringing the concept of the universal design into the basic efficiency requirements of the users to integrate the site of the station (urban or local), the operation hours (weekdays and holidays) and others.

About Taiwan's railway systems, it is clear that the high speed rail is for the inter-city services (type I) and the MRT in the Taipei and the Kaohsiung are for their metropolis (type II). However, the 219 stations of the Taiwan Railways Administration (TRA) can be classified into four types. Following the government policies to improve the safety of a level crossing by a three-dimensional cross, to provide services on branch lines, and to operate trains as a rapid transit in the city, the TRA needs to review the comprehensive transformation of the whole. The TRA statistics in 2009 show that the trips using the stations in the new five metropolises have reached the 25 percents of the whole trips of the TRA. For the objectives to construct a safe, secure and comfortable railway transport environment, TRA must effectively strengthen the commuter stations (type II), community services and commercial activities. The stations at the branch lines of Tainan-Shalun and Hsinchu-Neiwan will operate in 2011 which are the suburban stations (type III) and need to have different operational ideas from others. In addition, the TRA reconstructed or re-furbished 29 stations at the East line according to the current performance improvement plan. They are the type IV stations and have adopted the Green Building Design combined with the functions of local characteristics such as bike supplies, a visitor center, accommodations, restaurants, agricultural products and information services. The railway stations in Taiwan are important nodes in the transport network. In response to the current requirements, we need to consider the four elements, transport, use, asset, and embedding, to establish a successful station.

Key Words: Railway, Station, function, efficiency

一、前言

鐵路運輸系統雖日新月異，由傳統鐵路、電車、輕軌、捷運、高鐵或磁浮等系統，但可概分為「鐵路」與「軌道」兩大類，前者著重在重運量鐵路，以中長程運輸為主，後者多屬地方捷運（中國通稱為城市軌道），包括輕軌電車、地下鐵（地鐵）等專用於市區短程運輸。臺灣鐵路自 1887 年由劉銘傳建設開始，車站一直是提供旅客乘降或貨物裝卸及其等候之場所。隨著旅運發展鐵路運輸的載客量，車站功能幾度活絡，為有助於增加載客量及營運收入，大都會車站乃日益擴建，而過去不受重視的小車站也日顯重要。尤其在過去幾十年來長期被人忽視或各國政府不願或不感興趣投資之小車站，也因車站為當地社區帶來許多助益，如促進流動性、社會包容，以及觀光等多項附加價值，致使車站效能提升課題更形重要。

2010 年是臺鐵 123 週年，鐵路及捷運已成為社會大眾肯定與依賴的公共運輸系統。經統計民國 98 年（2009 年）年度資料^[1]臺鐵旅客數 1 億 7828.5 萬人次，高速鐵路 3234.9 萬人次，臺北捷運 4 億 6247.2 萬人次，高雄捷運 4333.9 萬人次。以「車站」等同「門市」看待，高鐵車站計有 8 個車站屬城際類型，屬都會類型的臺北捷運車站計有 80 個車站（不含蘆洲線 11 個車站）、高雄捷運計有 36 個車站，各運輸業統計 2009 年營收資料，高速鐵路 233.24 億元與北高捷運為 98.87 億元及 10.85 億元，相較於臺鐵 219

個車站 134.58 億元營收而言，是有努力發展之空間。當然受不同運轉模式、經營目標，以及車站機能而有所差異，如「臺鐵捷運化計畫」最主要政策目標即將現行 1 小時 50 公里經由月台及車輛之改造，形成 1 小時 70 公里通勤圈服務目標，但最重要的是臺鐵營運當局理應隨著政府推動鐵路立體化、支線化及捷運化工程中，及早整體檢討車站機能全面將主車站與通勤站特型予以市場區隔，並尋求不同機能下，有系統的建構一個便捷、優質、安心、舒適、安全的車站。

二、鐵路車站特性分類及其機能

2.1 鐵路車站特性分類

一般而言，「車站」最簡單的定義是提供旅客安全上、下火車的特定地點，且至少有一個月台。這樣對車站定義是屬於最早的功能，並且強調非為一棟建築，而僅為一個簡單的月台。對於這樣小的定義似乎有點主觀，但可當作基本準則，當然在不同的國家和地區之標準會有所不同。

隨著鐵路路網擴大與社會經濟發展，在 1980 年代，Farris & Harding^[2]首次以系統觀點提出客運業務為主之車站(Terminal)具有五項功能：集(Concentration)、散(Dispersion)、旅客服務(Passengers service)，車輛服務(Vehicle services)及接駁轉運(Interchange)，相較當前車站規劃設計強調配合鐵路營運之安全、功能、品質三項適用服務，亦僅屬基本機能需求。

依 Cornell^[3]指出區域鐵路從 1948 年的國有化到 1993 年以後民營化，由市場區隔觀點鐵路車站有三類：城際型(Inter-city)、都會型(Urban)、鄉村型(Rural)。另日本國土交通省^[4,5]研議規劃單位於規劃整建車站時，應考量車站使用者的屬性及其車站周邊地區的地理條件等需求的差異，依據當地的地區規模及車站周邊土地使用，規劃整建符合需求的車站。依此原則，將車站大致分為「都市郊區主要車站」、「地方核心車站」、「生活車站」、「觀光車站」、「大規模轉運車站」及「觀光等複合車站」等 6 大類型，如表 1 所示。

表 1 日本不同使用者特性下之不同車站類型表

車站類型	使用者特性
都市郊區主要車站	位於都市郊區，上下旅客及轉乘旅客較多，除通勤通學指主要旅次外，白天上街採購等購物辦事旅客亦多。
地方核心車站	地方都市中屬上下旅客及轉乘旅客相對較多者，通常也是地方的交通樞紐。
生活車站	旅客大部分是以通勤通學為目的。
觀光車站	位於觀光地區，旅客通常集中在觀光旺季。
大規模轉運車站	有複數路線交會集中，上下旅客及轉乘旅客相當多，通常車站大樓及車站周邊的使用者眾多。
觀光等複合車站	除以通勤通學等目的旅客之外，亦有眾多觀光客。

資料來源：^[6]

以上 6 大類型車站，依據使用者的屬性及其車站周邊地區的地理條件檢討其分

佈情形，彙整如表 2。

表 2 不同地區規模及車站周邊使用區位特性下之車站類型表

地區規模	小規模	地方主要都市	大都市郊區	大都市核心地區
車站周邊				
住宅區為主	生活車站			
商業區密集				
工、商業區密集				
觀光地區	觀光車站	觀光等複合車站		

資料來源：^[4,6]

綜合以上，本文建議臺鐵現行將車站依特等站、一等站、二等站、三等站、簡易站、招呼站之分類，實應時代發展需求與趨勢加以調整。同時歸納鐵路車站以四種類型為最佳模式：第一類為城際間車站，主要是作為城市與城市間之車站服務，強調大量輸運及可從事土地開發等商業活動；第二類型為通勤車站（似 U-Bahn），包括都會捷運車站及臺鐵捷運化車站類型均屬之；第三類型是郊區車站（似 S-Bahn）；第四類型屬地方（觀光）車站，包括社區服務及觀光小站。

2.2 車站機能

檢討過去鐵路車站服務機能，大致上可歸納五大缺失^[7,8]：其一、站內候車空間嚴重不足；其二、車站設備過於老舊；其三、無障礙設施及標示導引缺乏；其四、車站服務顧客之服務品質不佳，包括車站環境不乾淨及不安全；其五、車站接駁轉運服務功能不佳，以及缺乏汽車、腳踏車停放處等設施。換言之，長期被忽視導致衰落，以及鐵路車站之營運成本高出收益，導致列車載客量不足等問題，同時「列車」及「車站」之知名度、識別度、辨識度不佳亦是主因之一。

一個成功的車站需具備四個要素^[7]：交通（transport），車站附近公共交通工具的質與量，包括鐵路、捷運與公車；位置（embedding），鐵路網以及當地地區之車站位置；資產（asset），車站本身，包括陳列物、站點、建築物、外型及顏色；使用（use），車站以及建築物之使用。我們相信一個運作不佳的運輸系統，骯髒的列車、不好的乘坐品質、不可靠的服務或是不準時的列車營運，都會對「車站」造成負面影響。當然缺乏維護或是缺乏功能性的車站建築，無法吸引旅客，也屬於表現不佳之車站。反觀，即使是小站也因維護或服務執行良好，就會成為當地

社區活動中心的車站。所以車站在空間上必須因應其站址區位所在位置是都市或地方之不同，以及在營業時間上，是平日或假日之不同，而針對不同需求提供使用者服務設施。

在法國經驗中^[7]為檢討及更新已使用三十多年以上的鐵路老車站，也根據不同狀況採行不同方式，首先現有車站建築除確認列為古蹟保護外，為能提升車站建築品質，多採增加車站的「透明度」；如果需要的話，也會採取「跨站」方式可於軌道上方設立連通道，並比照公車站模式更新鐵路車站相關設施。另衡酌車站位置配置可以改變火車站位置，則將車站另選址新建，並將現有車站建物作為其他用途。這樣之作為，在東臺灣進行之花東車站效能提升計畫^[9]上，也有類似作法，例如：臺東池上車站，原有車站老舊且已不敷使用，政府即計畫將現址車站改建為遊客中心，同時車站位置北移至較佳地點易地新建。此外，為活絡現有車站機能，社區結合與租給對車站績效有助益之民間企業是當今最佳之多用途作為。對於鐵路車站位於不佳位置及無法經營者，關閉車站另以公路客運代替外，並將車站建築物出租，以避免其對鐵路網之負面影響。依據本研究歸類四類型車站之特性檢討適合引進便利設施，可作為檢討車站引進便利設施之參考，檢討結果彙整如表 3 所示。

表 3 鐵路車站不同位置 (embedding) 特性下之分類配置表

車站分類 便利設施	城際車站	通勤車站	郊區車站	地方(觀光) 車站
郵局	○	○	△	△
ATM	○	○	△	△
商務便利專區	○	○	○	
旅遊中心	○			○
物產展示場	△			△
活動空間	△	○	△	○
沿線地區資訊導覽	△	○	○	○
派出所、協助預防犯罪	○	○	○	○
行政窗口、 圖書館還書窗口	○	○	△	
就業資訊	△	○	○	
社區居民交流	○	○		△
生活支援	○			△

資料來源：本研究整理 [註]：○屬必要性之設施；△為需要性之設施

三、新車站設計：一個永續的經濟效益節點

車站設計在日本與荷蘭多以「雨傘」概念 (the umbrella concept)，讓旅客在車站外即可看見月台與火車，這是具有相當程度的開放空間構想。在過去建設經驗中，營運單位並無此一認知，仍有「鳥籠」(bird cage) 偏好之現象。本文以鐵路是永續運輸 (sustainable transportation) 重要運具選項來看，透過車站設計所應關懷之相關課題加

以探討。

3.1 車站效能改善課題

依據法國鐵路 RER 在 2007 年針對車站調查發現^[8]，大部分車站因缺乏能見度、候車環境及週邊設施不佳，以及不符無障礙設施標準都需要改建。車站設施的規劃理念，多以一般旅客容易進出車站為主要考量，但隨著時代的變化，社會人口高齡化、少子化、兩性及機會平等，以及全球化的趨勢之下，規劃「鐵路車站」必須考慮做為多數民眾交流的據點，或者都市及地方種小型城市之核心設施的重要性。同時引進可以因應人口老年化、使用者需求多樣化、高度化等趨勢的無障礙空間設計，以及「通用設計」的必要性，以整建出任何人都感覺舒適之空間的車站。因此，在規劃改善或新設鐵路車站時，不應只是鐵路營運單位而已，還應結合地方政府及使用者、當地居民、非營利團體等，互相合作、共同努力打造一個符合新時代需求的鐵路車站。

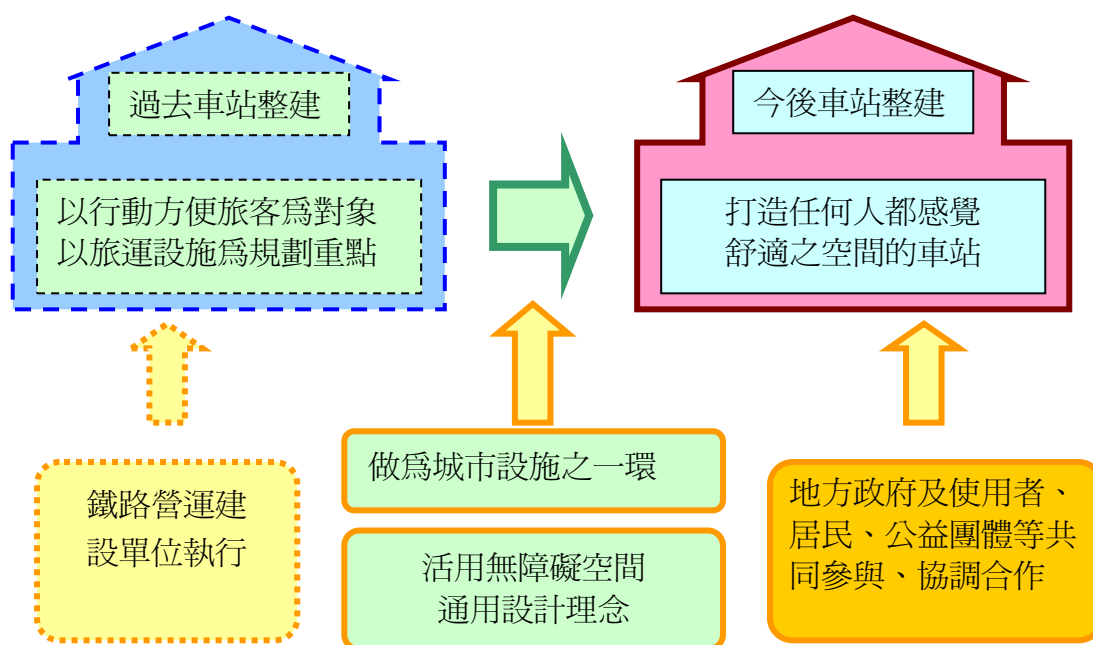


圖 1 鐵路車站改善或新設規劃演變與方向圖 資料來源：^[6]

3.2 綠建築車站

3.2.1 綠建築指標

鐵路車站綠建築標章等級之訂定，主要有九大評估指標^[9]，係日常節能、水資源、二氧化碳減量、基地保水、污水及垃圾改善、廢棄物改善、綠化量、室內環境、生物多樣性等指標。依各個鐵路車站的基地特性及建築條件，並配合車站新建或改建工程，綜合評估各個經典車站較可能達成之綠建築分級評估等級。車站整建/改建將導入綠建築概念，依循綠建築九大指標進行設計，並取得綠建築標章。



圖 2 鐵路車站綠建築九大指標

為期達到低耗能低營運維修成本之車站設計理念，首先採用自然材料作為輔助建材，景觀設計上除必要之人工鋪面外，盡最大可能強化綠化面積，戶外空間運用植草土丘，強化保水與調節微氣候功能。其次，以建築手法引入自然「光、風、水、綠」。「光」指車站採開放式設計，自然採光，運用白天晝光規劃照明；「風」係車站採開放式設計，注重自然通風；「水」指雨水回收系統作為澆灌主要水源；而「綠」即為篩選基地適生植栽，綠化建築硬體設施。最後，運用節能技術與手法，諸如：空調、電梯電扶梯、照明等之節能設計，對建築構造物採減量設計，以及選用明亮、色淺及熱吸收率低之建材，使建築物外牆得以兼顧省能、反射與隔熱之多重目的。

3.2.2 穿透性及節能式車站設計

車站整建或改建必須導入景觀「穿透性」要求，縮減車站量體使天際線與自然景觀協調，並以穿透性的材料將地區優美的風光景緻引入車站室內空間，妝點恬靜慢活的空間氛圍。可行的設計手法，包括「站務機能集中，縮小量體規模」、「外牆穿透借景，空間動線流暢」、「形塑車站廣場，活化戶外空間」、「利用原生樹種，綠化站區景觀」等。節能減碳設計是因應國際減碳共識與趨勢，車站永續發展及節能減碳的考量納入可行性評估、規劃、設計、施工、維護管等每一個環節，都需要在車站整建或新建工程中納入節能減碳的實質作為^[10]。包括：

1. 綠色環境：資源最佳利用、自然採光、自然通風、重力排水、減少原生態衝擊（生態工法）。
2. 綠色工法：低耗能、減少廢棄物、施工自動化、土石方平衡及再利用。
3. 綠色材料：綠建材、綠色環保產品及設備（以國產 LED 應用產品、太陽光電系統為重點）。

另在節能減碳之設計構想上，強化再生能源之利用是首要課題，如太陽

能與風能等綠色能源就是具有環境效益的再生能源。效能提升車站之設計，需在符合經濟效益的條件下，於細設階段考量再生能源利用之可行性，例如使用太陽能、風力發電結合 LED 光源之複合照明燈等。

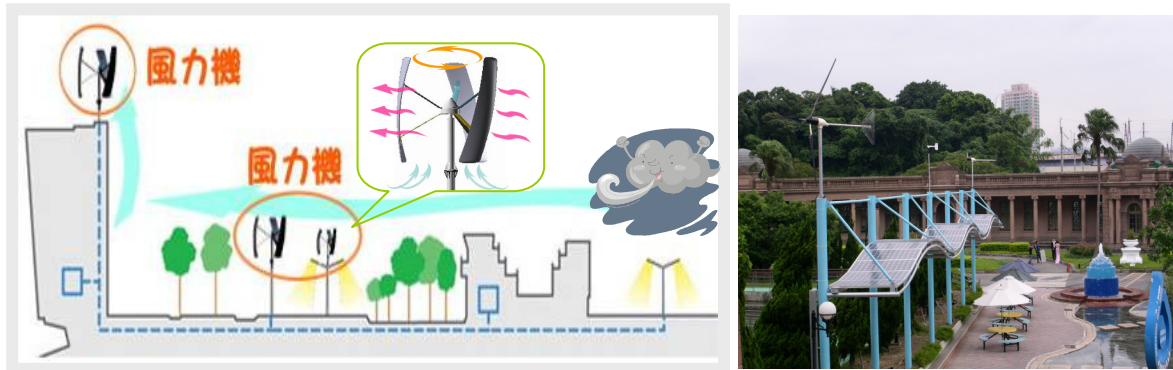


圖 3 再生能源利用下設計節能減碳車站應用概念圖 資料來源：^[5]

3.3 地方特色及公共藝術

不論大規模車站或小規模車站之規劃方向，世界各國均一再強調特色規劃主題相互呼應以形塑當地門戶建築之外，並將能彰顯地方深層意義之特質元素納入，再者考量車站應以休閒、簡約、純樸風格貫穿地區特色。在歐亞國家日益明顯，除國人所熟悉的日本外，政府目前在東臺灣推動的車站效能提升亦相當重視此一課題。若以中國大陸為例，在「創建和諧鐵路」目標下，新武昌車站是武漢鐵路局以湖北楚文化的楚宮建築風格地方特色為藍圖（如圖 4），為能達到世界水準，以交通優先、以人為本、環境和諧、集約用地的特色，具體表現最新的客運服務理念設計和建設的現代化大型客運車站，認為是鐵路現代化具地方特色之建設工程。檢視中國大陸鐵路車站受限於旅客運輸供給不足問題嚴重相對難以提升車站效能。另以臺鐵冬山車站為例（如圖 5），現在已成為宜蘭特色車站，尤其車站能夠突顯地方觀光意象，也成為婚紗攝影景點。此外，若能將地方特色融入公共藝術中更是一舉二得的作法。



圖 4 中國武昌車站入口意象



圖 5 臺鐵冬山車站站體與月台特色

3.4 車站通用設計與站前轉乘機能

通用設計在已成為當今顯學，依據施文雄^[5]指出在鐵路的理念是提供旅客一個在車站及車輛沒有障礙、容易行動，指標、標誌及行車、轉乘等資訊容易了解，站內外及車上的設備容易使用的環境。綜觀設計原則有三：其一、「容易行動」，主要強調動線的流暢性（泛指空間及動線規劃），並就空間量體與整體環境間（包含車站內外及周邊設施），需考量使用者行為需求，規劃者應觀察車站周邊民眾活動情形及考量站內空間配置，繪製入出站（至月台）之動線圖，以減少交會衝突，規劃直接、簡單而連續的流暢動線供設計者參考。其次、「容易了解」，著重在動線的辨識性（空間及標誌系統規劃），即指空間序列與空間結構間，需考量空間本身機能配置的合理性與自明性，規劃者應逐一檢視各入出站之動線，建議導引設施之空間配置及色彩管理原則供設計者參考，提升使用者對方向導覽的辨識性，俾容易確認並減少後續標誌系統導引設施之設置。最後，「容易使用」，強調操作性（空間及設施設置規劃），包括空間中的軟、硬體間，需考量各種設施、設備設置之整體合理性，並注重使用者與營運單位的整體操作需求，配合各入出站之動線，建設設施設備之空間配置，提供安全、簡單、易懂的營運操作環境。

導引標示之設計原則務期一致指標系統、內容圖示簡明、設置明顯處、建立色彩計畫與中英雙語併置，對於站內指標應指明設施位置，以有效指引旅客站內各機能（包括購票、乘車、休憩、購物、衛生盥洗、轉乘等），以及站外指標設置於車站周圍需圖像文字指引和寫明距離里程。同時，未來結合臺鐵轉乘列車資訊系統搭配候車設施（含自行車租賃或停放保管），達成無縫接駁之目標。

日本國土交通省統計^[4,6]，鐵路運輸在整個日本運輸市場中佔極大的比例，尤其是東京、名古屋及大阪三大都會區之鐵路運輸比例更高達 7 成以上。因此，以 2000 年制定促進高齡者、殘障者等容易使用公共運具行動之相關法律（簡稱「交通無障礙設施法」）基礎下，因應時代的新趨勢，於 2004 年 10 月設立「通用設計政策推進本部」，邀集各界學者專家，就無障礙空間設計、促進大眾運輸使用、活用 IT 科技等議題討論。於 2005 年 7 月完成「通用設計政策大綱」，並於 2006 年 12 月整合 Heart Build 法及交通無障礙設施法，制訂實施促進高齡者、殘障者等容易行動之相關法律（又稱「交通無障礙設施新法」）。

3.5 經營車站附屬事業

在車站內的商業店舖，大致上可區分為三大類型：剪票口內（付費區）、剪票口外（非付費區）、車站大樓。尤其將車站大樓結合百貨公司及大型超市的經營最具特色。以 JR 東日本公司統計分析，在考量消費低迷的時代，旅客通常希望以合理的價格，在有限的時間裡購買可靠的商品，並希望有一個「地方」有充足的商品可以選擇，這個地方就屬「車站」是最佳且重要的商業節點。要維持車站附屬事業業績成長，公司經營的策略及特色至少需要注意三大原則。這三大原則如下：

1. 創造「順便購買」的環境；
2. 零售業除販賣商品外，從商品的企劃到生產過程均需參與，以確保符合顧客需求；
3. 量販顧客需求商品，減少庫存壓力，增加利潤。

1987 年日本國鐵民營化之後，日本全國鐵路公司各地的多角化經營與事業發展策略最受各國稱許，但長期積極多角化經營發展後，各家競爭的民營鐵路公司在不動產、物流及休閒旅遊等方面的經驗豐富，讓在東京都會區週邊的主要地區的附屬事業開發只剩下車站內，尚有發展餘地。日本最新鐵道資料^[13]將車站研訂「車站力=便利性+市場性」，便利性指標以上下車旅客數與轉乘數加總，而市場性是將車站週邊租賃坪數與戶數加總，包含上班、住家、旅遊。另以 JR 東日本公司為例^[6]，經 JR 東日本檢討在旅客進出車站的動線後，在旅客路徑上佈設滿足旅客消費需求的商店。這項革新的附屬事業是在車站範圍內佈設商店，就以日文發音的「車站內」EKINAKA 作為附屬事業名稱。由於過去，旅客往往以車站作為旅次的手段之一，通常只是到車站搭車的通過性目的，現在能透過鐵路公司積極為旅客創造生活必須的消費環境，則旅客不再僅只是車站的過客，旅客可以集中到車站進行日常生活中必需的消費，可以在車站停留、活動、消費、娛樂。EKINAKA 事業屬於剪票口內、外的商店形式，有效將鐵路與商業活動加以結合，讓「車站」變身為生活消費的重要場所。

四、臺鐵新車站之規劃設計特色

4.1 城際車站

4.1.1 車站建設與土地開發

臺鐵臺北站於民國 78 年完成後，車站空間雖較原車站擴大 6 倍，但經二十多年的使用與發展，以及臺北捷運和高鐵計畫陸續通車營運，車站旅客量已由每日 6 萬人次增加到每日 12 萬人次，最受挑戰批判的要屬未能結合土地開發議題。在臺北市區鐵路地下化「南港專案」中，臺鐵南港車站及松山車站就有效結合土地開發建設項目。南港車站地下化之主要工程，利用原有南港車站、南港貨場及綜合糧倉位址規劃新建，而兩座車站於 2008 年 9 月完成啟用後已顯現出建設績效。未來臺鐵南港站並逐步與臺北捷運南港站及高鐵南港站結合，達成三鐵共站車站之規劃目標，並配合公車、中長程客運、計程車等轉乘功能，成為臺北市新交通樞紐，亦可作大臺北北站之稱。同時，臺鐵局為能結合土地開發，除南港車站亦作為開發大樓及兩座商業大樓之發展外（如圖 6），原規劃之松山車站綜合大樓 1 至 3 樓規劃為食品主題樂園、4 樓規劃數位藝術中心、5 至 12 樓規劃為辦公使用（如圖 7），預計興建樓地板面積為 49,788 m²^[12]，在臺鐵局與潤泰百益公司完成簽訂促參與建營運興建合約（BOT 案）後，將來估計臺鐵收入約 29 億元。



圖 6 南港車站設施與商場配置圖

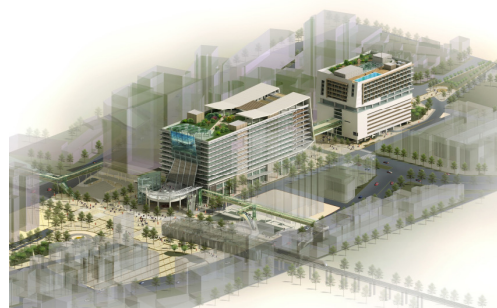


圖 7 松山車站設施與商場配置圖

4.1.2 古蹟車站保存與新站融合

不要錯失古蹟車站保存之機會是我們需要正視之課題，臺鐵基隆車站為例，基隆站為劉銘傳於清光緒 17 年（民國前 21 年，西元 1891 年）所設立，車站原名「雞籠」位於今日之安樂市場（屬第一代車站），在構造與外觀上與臺灣一般傳統民居相似，屬於馬背型式山牆（閩南土墘房屋）的建築，是清領時期單一功能車站。日治時期之第二代車站推估於民國前 17~13 年（明治 28~32 年，1895~1899 年）之間興建，為一棟簡易木造建築，屋頂使用日本文化瓦，面積為 56 坪。復因日本人對基隆進行「市區改正」，將鐵道路線、車站與市街重新規劃，於 1908 年興建第三代車站，並遷至基隆港現址，車站本體採用紅磚構造，馬薩屋頂，一般稱為文藝復興式建築風格。臺灣光復後，因站房老舊，空間不足，遂於民國 54 年 3 月拆除重建，由木磚房屋改為鋼筋水泥，三層樓建築物，面積共計 2093 平方公尺，位於臺灣北端的基隆站至此使用經歷近 50 年的第四代車站。

當然未來基隆新站配合都市更新計畫，不再是臺鐵西部幹線始發站，一方面停辦貨運業務，另一方面改以通勤車站配置。拆除臨港線鐵路後之新車站月台及股道區頂版將作為市區公車轉運站，並因應西二西三碼頭開發，以及連結未來基隆港之陸客轉乘運輸需求，增設北側出入口提供客運服務。將來基隆車站南移地下化，新站站體建築以「山海交織」為構想，以風帆及海浪為意象，新車站預計民國 102 年完成改建，而功能亦宜一併轉型為通勤車站。

鑑於過去改建經驗，臺中車站及高雄車站在鐵路立體化建設過程做了一些努力。臺中車站興建於 1917 年（民國 6 年，日本大正 6 年），臺中都會區鐵路高架化計畫，將臺中車站以「薄殼不捨紅磚，創新不離懷舊」之目標。在造型上（如圖 8）以古蹟老火車站為焦點的視野，交錯的拱頂曲線，將過去之前後站合為一體，同時考量軒朗的高空間表現結構美及柔和的自然光。



圖 8 臺中車站新站透視圖

最早的高雄車站是高雄港站（稱舊高雄驛），日治時代 1908 年擴建（臺鐵局配合高雄市政府都市發展 2008 年 11 月 9 日廢站），1941 年（民國 30 年）6 月高雄車站竣工後，客運業務由舊高雄驛移往現址高雄站。站房主體為和洋混合式建築，日本建築師稱為「帝冠樣式建築」，具有西洋式玄關、大廳，但也具有如「日光廟」的屋宇結構形式。高雄鐵路地下化建設計畫，配合「高雄鐵路特定區」都市計畫，將深具歷史價值的日治時期高雄帝冠式車站保留，

2002 年 8 月先往東南遷移 82.6 公尺作為「願景館」，等日後鐵路地下化完成後再配合遷回。未來高雄新站為地下車站，不僅節能設計同時兼具整體開發樣貌（如圖 9 所示）。



圖 9 高雄車站新站透視圖



圖 10 花蓮車站新站透視圖

4.1.3 兼具觀光整合車站

花蓮車站不僅是東部陸路交通樞紐，也因花蓮擁有太魯閣、東部海岸、花東縱谷等名勝風景，遊客絡繹不絕，在營收與旅客量為臺鐵第二大站，在旅客運輸上扮演極重要之地位。花蓮站現有前、後站及三座月台以地下道方式銜接，場站設施諸如月台、站場設備、嚮導指標、動線、無障礙設施等，均不符需求。在考量滿足未來東部地區鐵路運輸、觀光需求及花蓮都市發展的前題下，重新詮釋車站與地方特色文化，強化鐵路觀光旅遊運輸功能及減少鐵路對都市之阻隔乃當務之急。因此，整建現有車站，新建跨站式站房車站（如圖 10），站內設置斜坡道、電梯供自行車旅客與行動不便者使用、設置 A 級自行車補給站、設置 A 級遊客中心，該車站綠建築達成等級以銅級為目標。其設計理念主要引進航空站出、入境分流概念，新建跨站供出境離站旅客使用，現行地下道改供到站旅客及自行車車友使用，略述如下：

1. 消弭都市發展的阻隔形塑門戶建築意象，將花蓮站建設為城市地標。擬以抽象的「雲霧」轉譯為屋頂造型，揉合「原石之城」與「原民文化圖騰」作為語彙，呼應車站背後的山脈景色。
2. 留設商業空間，將站區一樓及二樓之商業空間做合理配置，並調整車站內部旅客停等空間擴大，增設簡易用餐環境（例如：餐廳 Bar 等設施）。
3. 站區規劃係將原有站房進行外觀與內部整建，作為遊客中心、自行車補給站、商業設施與行政空間。另拆除局部前站站房，就地新建跨站式站房，容納票務、候車與商業空間等多種機能，並留設自由通道予民眾來往前、後站，消弭原有阻隔。

4.2 都會通勤車站

依據鐵路市場旅客選擇行為特性，在旅運長度之市場區隔上區分為 50 公里以內短程、50~200 公里間中程與 200 公里以上之長程旅客三群體。臺鐵捷運化目標

即是希望透過建設將一小時 50 公里服務圈延伸為一小時 70 公里，以提高市場佔有率及增加通勤營運收入。展望 2010 年 12 月四個都會區之新五都形成後，臺鐵局需重新界定以通勤圈範圍與對策，以有效掌握超過 25% 運輸市場的新需求，如表 4 所示。此外，考量臺鐵位於「都會區」之通勤車站，如何因應日後維修養護問題，營、建單位之臺鐵局與鐵工局亦協商在「高架化或地下化」計畫內所增設通勤車站，均採「標準化設計」。

表 4 新五都轄下 2009 年臺鐵車站旅次數及營收統計表

都市	站數	旅客人次		延人公里		客運收入	
		千人	%	仟公里	%	仟元	%
臺北市	4	2,949	1.65	45,064	0.54	62,426	0.45
新北市	20	17,534	9.83	565,799	6.77	882,898	6.36
臺中市	17	13,387	7.51	441,132	5.28	717,079	5.16
臺南市	14	6,444	3.61	137,216	1.64	201,371	1.45
高雄市	11	5,846	3.28	166,023	1.99	270,172	1.94
五都小計		46,160	25.89	1,355,234	16.23	2,133,946	15.36
219 站合計		178,285	100	8,352,226	100	13,890,921	100

資料來源：本研究整理

4.2.1 地下化通勤車站

高雄市區鐵路地下化計畫(含左營車站)，計畫總經費 822 億元，主要通勤車站計有左營站、內惟站、美術館站、鼓山站、三塊厝站、民族站、大順(科工館)站等 7 處。為達節能減碳，運用節能技術與手法，包括站區水系統(如圖 11)、空調、電梯電扶梯、照明等之節能設計，如鐵路車站樓層的通風設備獨立運作，與車站其他地區區隔，列車軌道及公車候車區的空氣流動須加以控制，以消除車站產生的潛在臭氣、溼氣及氧化。另為保持空氣暢通，車站採空調分區策略，在公車等候區配置廢氣抽風設備，將公車廢氣加以控制並直接抽離停留區，必要時，可能啟動抽風扇，以確保空氣品質。

各通勤車站採光構想，儘可能利用站體覆土較淺之條件，於站區園道上設置數個高低不同之圓形採光天窗，將光線引入穿堂層及月台層。至於能源系統方面，高雄計畫各通勤車站之站區水系統，已經發展出一個被動空調解決效率的最大化。通勤車站特有的停留區提供舒適清爽的空調環境，車站一般區域為戶外露天且擁有自然空氣。建築設計車站屋頂節能設計上，有下列特色(如圖 12)：

1. 車站屋頂設有通氣口，將更進一步增加空氣流通。

2. 在每一末端設一隆起的通風口，提供額外開放的流通空氣。這些隆起的通風口蓋能讓雨水順流至透明罩凹槽。
3. 屋頂選用明亮、色淺及熱吸收率低之建材，可以降低外在的屋頂輻射熱，而明亮色彩提供更好的空間反射和更舒適的環境。
4. 屋頂遮蔽抵檔太陽光，容許有限的光線透入車站，並提供視覺上與天空的連結。
5. 在日照強烈期間，屋頂覆蓋車站以遮蓋陽光。同時在夏天可增加自然空氣流動。
6. 挑高屋頂有助於提升地面及大廳的空氣流通，以及更佳的自然光使用。

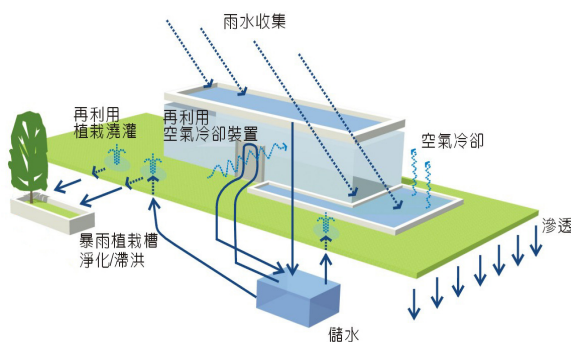


圖 11 高雄各地下車站站區水系統圖

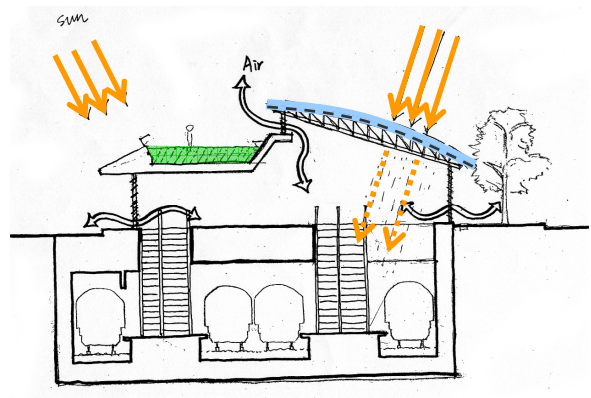


圖 12 高雄各地下車站建築兼顧節能設計圖

4.2.2 高架化通勤車站

以臺中都會區鐵路高架化為例，新建豐南站、松竹站、太原站、精武站、五權站、大慶站及頭家厝等通勤車站。在通用設計方面，以公平、使用彈性、使用簡易及直覺使用、明顯的資訊、容許錯誤、省力、適當的尺寸及空間使用為原則。對於通勤車站建築造型局部以造型沖孔鋁板包覆，表現速度感，包覆範圍以涵蓋月台上下動線區域為主(80M)，減少維護面積，側面開口以利視覺通透，鋁板面沖孔以利自然通風（如圖 13）。此外，車站無障礙設施之基本構想上，公共設施及旅客設施的無障礙化配置為優先考量。

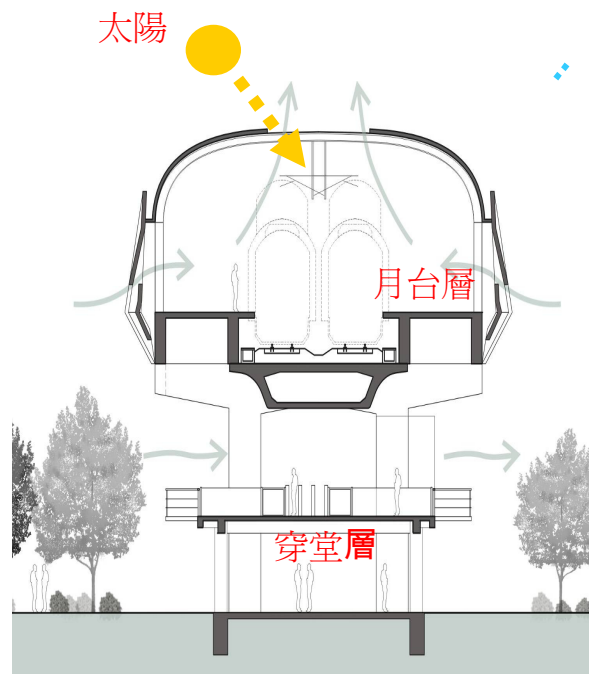


圖13 臺中通勤車站設計圖

4.3 郊區車站

即將在民國 100 年通車啓用的「臺鐵新竹內灣支線」與「臺鐵臺南沙崙支線」，係分別因應新竹都會區與臺南都會區運輸需求，將位於市區的臺鐵車站與郊區的高鐵車站加以連接。臺鐵新竹車站至高鐵新竹站，全長 11.1 公里，搭配北新竹站興建及新建千甲站、新莊（竹科）站、竹中站、六家站（如圖 14）等 4 站，可有效整合新竹都會軌道路網，提供高鐵站區聯外軌道快速運輸服務為目的，未來若「世博臺灣館」遷館至此，臺鐵局正研議由北新竹站內分歧鋪設單線至臺灣館預定地。在運輸型態上，日後電聯車通往高鐵新竹站，柴聯車通往臺鐵內灣站，可等同於紅藍線運輸在臺鐵竹中站形成轉運功能。

對於以銜接高鐵臺南站聯外交通與發展大臺南都會交通為目標的沙崙支線，全長 5.7 公里，由與高鐵臺南站共站之沙崙站（如圖 15）為起站，中間增設長榮大學站，至臺鐵中洲站銜接臺鐵縱貫線。此一郊區線特性，除兼負高鐵車站與臺鐵車站連結外，旅運設施及聯通道等資訊導引系統更形重要。

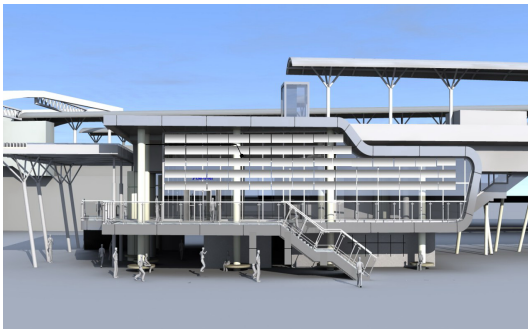


圖 14 臺鐵新竹六家站透視圖



圖 15 臺鐵臺南沙崙站透視圖

4.4 地方觀光車站

臺鐵花東線車站效能提升計畫之推動，才有機會審思如何配合「自行車遊憩島」或「自行車生活島」理念，建構複合式無縫交通的規劃主軸。在倡導節能減碳的環境覺醒下，發展自行車觀光（Bicycle Tourism）是國人近年來努力目標，尤其交通部毛治國部長更期望讓大家「想到自行車，就想到“Made in Taiwan”；想要騎自行車，就想到“東臺灣”」。因此，重新思考自行車在「快速的交通運輸」與「慢活的觀光旅遊」所扮演之角色，透過促使推動鐵路運輸結合自行車之措施，進而帶動觀光旅遊、休閒運動，以及優質的運輸服務，創造兩鐵（鐵路+鐵馬）結合觀光旅遊度假新型態，就必須有明確作法與具體成果來支持。

臺鐵花東線全長 155 公里，行經 14 個鄉鎮市，沿線結合新城新站建設共計 29 個車站。鐵路車站建設之演變是經歷 1940 年代與 1980 年代，大體上目前納入「花東鐵路整體效能提升計畫」執行的工程，可以稱為第三代車站改造。現在的花東車站或有站體漏水嚴重、或有站內空間極具不足、或有車站票務與旅遊資訊不明、或有違章建物置於站前廣場，更多的小站難尋標示導引紊亂。執行單位鐵工局在整體規劃時，將花東「第三代車站」以結合節能設計之綠建築（如表 5）為重點，主要

重新詮釋文化與地方特色，強化鐵路觀光旅遊運輸功能，其車站服務機能包括旅遊服務、農特產品、自行車補給、臺鐵餐旅及網路資訊等五項服務。例如：網路 e 化服務建構之資訊平台只需要利用局部空間，提供觀光旅遊、交通資訊查詢即可滿足遊客無線上網需求。而藉由自行車補給站的不同機能設施配置，將推動中的自行車路網相互結合，就能達到兩鐵（鐵路+鐵馬）間「無縫轉乘」目標。同時，以「郵輪式列車」、「一鄉一特色」、「遊客中心」、「自行車補給站」、「兩鐵環保專車」等經營策略，創造廠商進駐車站誘因，不僅讓車站提供具當地特色商品自給自足，而且刺激當地特色物產消費帶動觀光及週邊產業的發展，進而提升鐵路沿線旅遊品質。當然我們同意不是每個車站都需現代化，而且「量體」絕對比不上「品質」，但民眾最關心與期待的巧思設計與貼心服務，方可克竟其功。

表 5 東臺灣臺鐵各車站綠建築達成目標分級評估表

綠建築等級 (得分概率分佈)		合格級 0~30 %	銅級 30~60 %	銀級 60~80 %	黃金級 80~95 %
總得分(RS)範圍		$12 \leq RS < 26$	$26 \leq RS < 34$	$34 \leq RS < 42$	$42 \leq RS < 53$
鐵路車站	新城站			▲	
	花蓮站		▲		
	壽豐站		▲		
	瑞穗站				▲
	玉里站	▲			
	池上站	▲			
	關山站	▲			
	臺東站		▲		

資料來源：^[9]

4.4.1 新城（太魯閣）車站

新城站位於花蓮站北端是太魯閣國家公園入口車站，亦稱為「太魯閣站」。檢視臺鐵花東線全線發現新城站及知本站是臺灣後山入口之車站門戶，而新城站假日客流量激增，為國外觀光客進入花東地區的重要車站，所以將新城站納入首座效能提升車站之主要建設，期使具現代感及塑造臺鐵營運新形象。在檢討現有站場空間有限、缺乏舒適之停等環境、男女公廁數量不足、站前廣場缺乏停車空間等缺失，顯現車站機能嚴重不符需求，如圖 16-圖 17 所示。



圖 16 花蓮新城站現況圖



圖 17 花蓮新城站月台圖

新車站設計理念，主要將當地渾然天成的自然景緻以秀麗花東之印象呈現，可保留視覺之穿透性，將車站背景環境（例如：山嵐印象暨優美的天際弧線，圖 18）融入設計之中。車站空間配合往返太魯閣觀光行旅團體進出，擴大範圍區隔設計來劃分停等空間，並增設商業空間及整合旅遊加自行車路網觀光，提供 e 化資訊服務中心，使旅客享有舒適及現代化的旅運設施。車站形式與太魯閣呼應，結合太魯閣國家公園的行程，吸引國內外旅客。本車站將予以重建，車站站內設置斜坡道、電梯供自行車旅客與行動不便者使用，同時設置 A 級自行車補給站、設置遊客中心，以建立國家門戶新意象。



圖 18 花蓮新城（太魯閣）車站新站意象透視

4.4.2 瑞穗車站

近年來，瑞穗鄉溫泉開發及國人注重休閒生活，致往返旅客頻繁，瑞穗站實屬具有發展潛力車站可稱為「小花蓮」。瑞穗車站現有一前站站房及二座月台(一岸壁、二島式，共計五個月台)，為臺鐵三等站，主要以假日旅運為主，站外設施不足及站內空間過於簡陋（如圖 19、圖 20）。來此車站旅客多為假日泛舟、溫泉等旅遊服務活動。現況設施提供平日旅客服務尚有餘裕，但在假日旅遊人潮增加之情況下，僅憑現況站前唯一 20 米寬道路無法負荷人、車潮流量，造成人潮擁擠、交通混亂等情形。



圖 19 臺鐵瑞穗車站現況圖

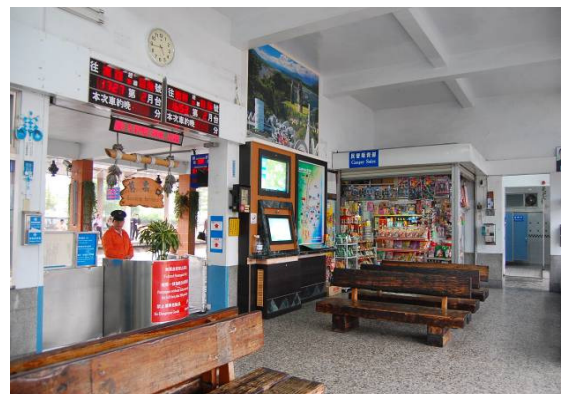


圖 20 瑞穗車站站內候車室圖

車站設計形式務期與瑞穗的山水景色相配襯，周圍環境暨地方特色。在機能上，新闢新站並地下通道連結現有車站，搭配站內設置斜坡道、電梯供自行車旅客與設置電扶梯供旅客使用，同時設置具備自行車補給站及增設遊客中心，提供

到此遊客最迅速、便利的服務及資訊。該新站設置於溫泉路口處，設計理念包括原增建跨站式站房之規劃構想，以同時考量協助地方觀光發展、保存當地自然風貌及維護環境景觀為要，故採地下連通方式作為前後站人行動線聯繫，必要時與地方協商降低鐵道系統對區域發展帶來的阻隔性，不得以方採機車通行標準。相信未來將可帶動新站觀光產業發展，並增設廣場及各種運具接駁空間。

車站主體設計運用瑞穗當地著名牧場特色，外觀以木屋意象塑造，讓旅客由此門戶通過即可感受此地之特色概念。主要由既有站體改善，從整體提供旅客完善之服務，並可提升瑞穗旅遊觀光形象。原設於瑞穗站北回歸線標誌之地球象徵圓球，目前仍保存於站內供旅客懷舊，未來站房更新時，將藉由綠美化或公共藝術方式重新呈現。

五、花東新車站運動與日本車站復興運動

5.1 花東新車站運動

為打造臺鐵花東線第三代新車站，在民國 99 年 6 年臺灣發起花東新車站運動，定位「車站改建效能提升、花東風貌再創新局」之宣言，不僅要反映在地自然與文化的特色，將呈現綠能環保與節能之綠色建築^[14]，以及融入深層文化內涵的車站建築外，將預留旅遊觀光服務、農特產品展售、自行車補給站、結合臺鐵附屬事業、e 化等功能之發展觀念。車站空間功能明確化外，並納入「文創」因子與族群特色，如原住民族群、客家、閩南移民族群等，增加車站特色及文化意涵。

東臺灣鐵路新車站建設之工程團隊，希望透過「運動」方式喚起社會各階層的參與和投入，經由一鄉一特色之車站設計活化車站機能成功轉換為「驛站門戶」，以帶動花東地方觀光產業。對於車站故事呈現連結性，構成尋找故事的鐵路地圖，而車站設計者應有使命感，才能創造出好品質的特色車站，並依細部設計進程之需要，召開會議進行設計成果審查，將花東新車站運動及車站特色之精神落實於車站的實質設計中。

5.2 日本車站復興運動

日本鐵路營運團隊 JR 東日本公司為服務車站內每日 1600 萬人進出的旅客，於 2000 年 11 月提出「車站復興運動」(詳如圖 21)，重新檢討車站空間配置，致力於提升顧客的方便性及滿意度，同時創造企業的最大收益。具體計畫是將 1997 年針對非屬東京都會區之規模較小、每日旅客 3 萬人以上的車站所進行的「Sunflower Plan」(有限度開發計畫)納入，後來結合 2001 年在東京都會區內每日進出旅客達 20 萬人之車站或地方政府所在地的主要車站為對象進行的「Cosmos Plan」(大規模開發計畫)。

車站復興運動^[6]首先全面檢視車站營運設施及既有的店鋪，藉由人工地盤創造出更多的活動空間。如 2001 年 5 月改建中央本線八王子車站重新開張，原來的綠色窗口與旅遊服務窗口整合成一個綜合性窗口，同時內設咖啡廳。2002 年上野

車站開始整建，其後津田沼、福島、大宮、秋葉原、品川等陸續完成 18 個車站的大規模開發。2007 年開始又著手對立川車站等 30 個車站進行開發。在車站復興運動 Cosmos Plan 積極推動的情況下，目前 EKINAKA 事業除原有的 Kiosk 等書報攤外，增加自營的便利超商 NEWDAYS，及其他餐飲、書店等專門店，每年創造出超過 1 兆日幣的營收，在全日本物流業界佔第 4 位的成績。

六、結論與建議

近五年來，隨著高鐵及高雄捷運通車、臺北捷運路網延伸及臺鐵捷運化建設，臺灣鐵道系統南北骨幹運輸與都會軌道路網逐漸形成，而其中每一個車站不僅代表一個運輸節點，而且也在社會大眾期待與要求下逐漸增加服務功能，促使車站效能提升課題日益重要。

提升鐵路車站整體服務效能，首要工作在於全面檢討現有車站機能缺失時候，應以市場區隔為前提，將車站屬性之類型研提相關服務設施項目予以對制。檢討起來，鐵路車站類型大致可分為四類，其一、城際型車站；其二、都會型車站；其三、郊區型車站；其四、地方（觀光）型車站。此四類車站，若屬改建或新建，則車站應以綠建築與自然手法為其建設主目標，另若屬改善或增修，則應引進通用設計規劃車站服務設施為主要課題。

臺鐵 219 個車站將於民國 100 年臺南及新竹郊區線啓用再增加 6 個車站後，不僅需要在列車運轉型態上重新建構，而且如何將有效資源合理分配在不同旅運區隔下之車站類型，已是當前重要課題。尤其目前政府正推動「花東鐵路整體效能提升計畫」，更有機會將地方型車站結合地方文化特色，因地制宜規劃「郵輪式列車」、「一鄉一特色」、「遊客中心」、「自行車補給站」、「兩鐵（鐵路+鐵馬）環保專車」等措施，以強化車站意象，並搭配觀光局推動的自行車經典路線，讓兩鐵結合帶動全國觀光發展熱潮，以自行車遊憩島與自行車生活島為發展目標。最後，鑑於「花東新車站運動」是由建設工程團隊鐵工局發起，希望經由一鄉一特色之車站設計活化車站機能成功轉換為「驛站門戶」，以帶動花東地方觀光產業。但相關做法不同於日本「車站復興運動」，該運動強調以車站作為多元經濟及商務效能節點，並由營運團隊 JR 東日本公司為服務車站旅客所提出之計畫，相信本文規劃設計理念可供臺鐵當局經營車站參考之用，並建議在前述四類車站特性下，臺鐵局能加以活絡車站佈設。

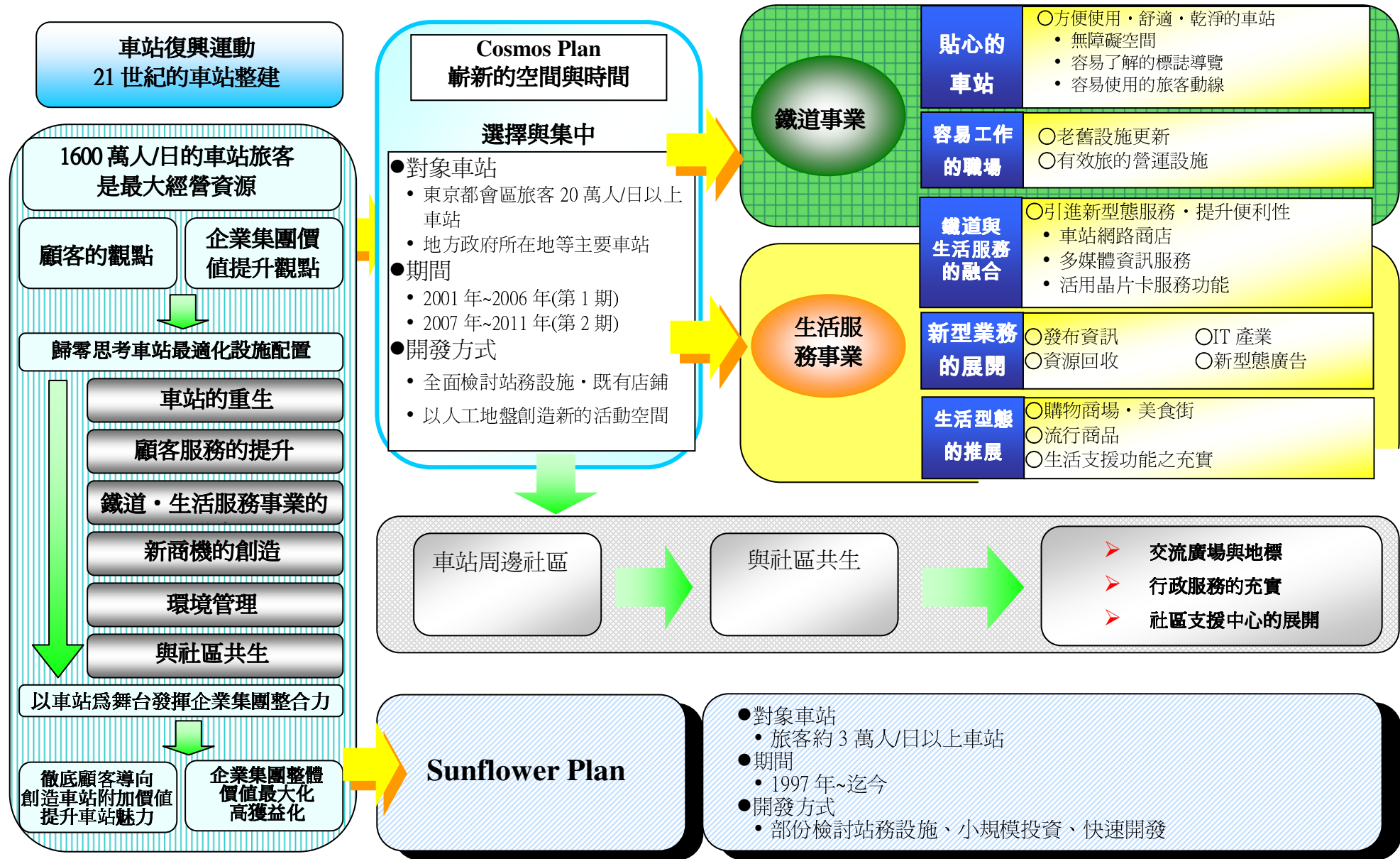


圖 21 日本車站復興運動車站整體規劃設計概念圖

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局網站資料 (2010)。
2. Farris, M.T. & F. E. Harding (1976), Passenger Transportation, 華泰書局翻印。
3. Cornell, J.S. (1993), "The Structure of Regional Railways," Proceedings of Int. Conference Railways Organized by Int. of Civil Engineers and held in London, pp.207-218.
4. 日本国土交通省 (2005), ユニバーサルデザイン政策大綱。
5. 施文雄 (2010), 「鐵道運輸系統之通用設計探討」, 軌道工程研討會, 中國土木水利學會主辦。
6. 日本財團法人運輸政策研究機構、日建設計株式会社 (2009), 「駅のあり方について」。
7. Vader R. & R. Mariën (2009), "Small stations can be successful," Railway Gazette International, pp.75-76.
8. Rakotoniaina M. (2009), "France's first eco-station," Railway Gazette International, pp.78-79.
9. 交通部鐵路改建工程局 (2009), 花東線鐵路整體服務效能提升計畫綜合規劃報告。
10. 許俊逸 (2010), 「新世紀鐵路車站規劃」, 軌道工程研討會, 中國土木水利學會主辦。
11. 交通部鐵路改建工程局網站資料 (2010)。
12. 交通部臺灣鐵路管理局 (2006), 松山車站綜合大樓暨立體停車場大樓民間參與興建營運案招商文件報告書。
13. 鐵道完全解明 (2010), 東洋經濟週刊, 第 6270 號。
14. 洪雯、施美靈等 (2008), 建築節能：綠色建築對亞洲未來發展的重要性, 亞洲企業領袖協會出版。

鐵路防脫角鐵改善研究

The Study of Improvement With Railway Anti-Slip Corner Iron

陳文德 Chen, Wen-Te¹

地址：26260 宜蘭縣宜蘭市宜興路一段 236 號

Address : No.236, Sec. 1, Yixing Rd., Yilan City, Yilan County 26043, Taiwan (R.O.C.)

電話：(03)9331203 轉 24

Tel : (03)9331203ext24

電子信箱：tr411820@msa.tra.gov.tw

E-mail : tr411820@msa.tra.gov.tw

摘要

臺鐵在軌道曲線半徑 400 公尺以下之銳曲線路段，鐵路修建養護規則明訂需裝設防脫角鐵，但銳曲線因軌道條件不良又受列車衝擊，常造成軌道變形不整，必需頻繁整修以維行車安全，但軌道整修工作又受防脫角鐵阻礙，故防脫角鐵拆裝之方便性，對養護作業之推展有重大影響。

防脫角鐵托架之固定方式目前採用壓板及螺栓，但受地形氣候影響螺栓螺紋常遭鏽蝕，拆裝時常需將托架洗孔並新購螺栓，耗費大量人力及材料。本文將托架之固定方式由壓板改為 PANDOL 彈簧扣夾，顯示施工簡易且可節省工時及材料。

關鍵詞：曲線半徑、銳曲線、防脫角鐵。

Abstract

It has specified in the Rules of Railway Construction and Maintenance that anti-slip corner iron should be installed in the sharp curve section of rail curve radius less than 400 kilometers. But in the light of poor track conditions and subjected to impact force of trains, track deformation and irregularity in sharp curve is often occurred. As a result, frequent track maintenance is required to maintain traffic safety. Nevertheless track maintenance is impeded by anti-slip corner iron, so the convenience in dismantling anti-slip corner iron has a significant influence on the promotion of maintenance.

Currently compression plate and screw bolts are used for the fixation of anti-slip corner iron bracket, but under the influence of weather and topography, in one way the screw thread's easily got rusted and in the other, the bracket holes need to be frequently washed while in disassembly and purchase of new bolts are also required, which consume a large number of manpower and materials. In our text the fixation of bracket is changed from using compression plate to PANDOL spring clamp, which is easily installed and save time and materials as well.

Keyword: curve radius, sharp/abrupt curve, anti-slip corner iron

¹本局宜蘭工務段副工程司兼副段長
臺鐵資料季刊

一、緒論

鐵路為極其龐大之投資建設，新建路線日趨困難，故近代對於既有行車路線的提升與改善日趨重視，其中最顯著的成效為發展傾斜式列車，即可在既有軌道上不需作重大投資而能大幅提升運輸效益。但提升車速及增加班次，不可避免會對軌道增加載重及衝擊，尤其在銳曲線（曲線半徑 300 公尺~400 公尺間）路段，因曲線急彎在列車離心力作用下，軌道因超高不足而對曲線外軌產生衝擊，日積月累極易變動線形，產生軌道不整之情況。

以宜蘭線鐵路為例，在八堵至雙溪間路線長僅 22 公里，但此區段為基隆河及雙溪河沖蝕之地形，鐵路又沿河岸興建即產生連續且密集之曲線群。總計此區間東、西正線之曲線合計即有 86 處，其中半徑在 600 公尺以下之曲線有 71 處，且多為反向曲線。

臺鐵於 96 年 5 月開始行駛太魯閣自強號，根據本局 EM80 軌道檢查車每季檢查所取得第 1 及第 2 級不整之數據統計表，統計 96 年 6 月至 99 年 6 月之 3 年間共計 14 次檢查，詳如表 1-1 所示。

表 1 太魯閣號營運後 EM80 軌道檢查每季不良點數比對表

EM-80 軌道檢查每季（1 級及 2 級）不良點數比對表（96 年 6 月~99 年 6 月）									
次	檢查日期	八堵~雙溪		雙溪~蘇新		蘇新~漢本		合計	備註
		東線	西線	東線	西線	東線	西線		
1	96 年 6 月	87	86	164	68	20	26	451	96.05.08 太魯閣號行駛
2	96 年 9 月	65	57	92	75	20	21	330	八堵~頭城間軌道平整開始
3	96 年 12 月	73	60	60	49	18	29	289	八堵~頭城間軌道平整完成
4	97 年 3 月	67	58	87	53	19	20	304	
5	97 年 6 月	75	70	77	37	12	0	271	漢本至大里間西線無紀錄
6	97 年 9 月	93	85	66	58	14	25	341	
7	97 年 11 月	137	95	41	50	36	17	376	專案檢查
8	97 年 12 月	135	106	95	93	18	12	459	北迴線軌道平整工程
9	98 年 3 月	124	97	56	42	33	17	369	
10	98 年 6 月	140	128	78	47	20	25	438	
11	98 年 9 月	173	190	53	50	31	38	535	
12	98 年 12 月	144	126	80	74	44	29	497	
13	99 年 3 月	147	142	45	58	23	21	436	宜蘭東線 K42~K49 無紀錄
14	99 年 6 月	160	221	103	67	29	36	616	宜蘭東線 K57~K63 無紀錄

由 EM80 之檢查統計，可看出八堵至雙溪間銳曲線密集路段，其軌道不整之數量呈漸增之趨勢，而雙溪至蘇新聞及北迴線蘇新至漢本間因曲線半徑均在 600 公尺以上，路況之劣化情況並不明顯。

二、防脫護軌之演進

防脫護軌顧名思義，即在鐵路特殊結構地段，為防止列車脫軌所增設之軌道防護設施。故對於有發生列車脫軌之虞處所，如銳曲線及道岔分歧處，或出軌後易肇生重大事故之鋼梁橋上，均規定於軌道上增設防脫護軌之設備。

依本局工務規章『1,067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範』中第二章『養護』之第四節「防脫護軌及橋上護軌」^[1]，有關防脫護軌之規定，彙整後主要有下列各項：

1. 防脫護軌之鋪設條件：正線上曲線半徑不滿 400 公尺之處所，及陡坡路線上，如含有曲線或高路堤及其他特別認為有必要之處所。
2. 在新設與改良防脫護軌時，儘量採用防脫角鐵。
3. 防脫角鐵應鋪設於危險性大之對側，如認為有需要時得鋪設兩側。
4. 另規定對於採用橋枕之鋼梁橋，其橋上護軌應鋪於兩軌之內側，如情況需要時，得鋪於兩軌之外側，且應使用與正軌同種鋼軌或使用防脫角鐵。

如圖 1 所示，列車行經曲線路段，因超高不足之影響，會有甚大之離心力作用於鋼軌上，若車輪有出軌跡象時，防脫角鐵可對曲線內軌車輪提供側向阻抗，引導車輪循鋼軌行進，故防脫角鐵之主要作用力，在於側向力（水平力）。

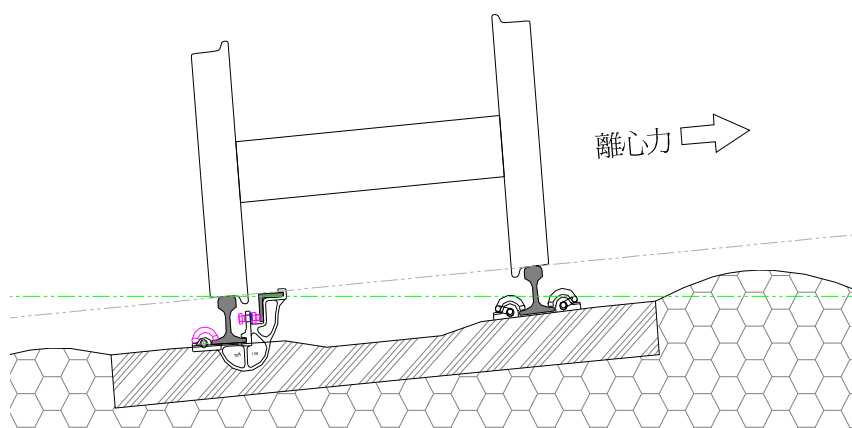


圖 1 防脫角鐵對車輪脫軌時之防護作用

臺鐵常用之防脫護軌概述如下：

2.1 37 kg/m 防脫護軌

如圖 2 所示，軌道結構為 37 kg/m 鋼軌及木枕，對於銳曲線路段之防護是採用防脫護軌，即在曲線內側（屬危險性大之對側）鋼軌旁再鋪設一根同型 37 kg/m 鋼軌，以提供曲線段防止脫軌之功能。防脫護軌於木枕抽換為 PC 枕後，即改為鋪設防脫角鐵，故防脫護軌已逐漸淘汰。



圖 2 防脫護軌照片（37 kg/m 鋼軌及木枕軌道）

2.2 防脫角鐵

如圖 3 所示，軌道結構採用 PC 枕時，已無法於軌側鋪釘同型鋼軌，改以防脫角鐵取代，臺鐵目前銳曲線段均鋪設防脫角鐵。



圖 3 防脫角鐵照片

2.3 橋上護軌（安全護軌）

如圖 4 所示，於採用橋枕之鋼梁橋，若發生列車出軌因無路肩及石碴作緩衝，且掉落橋下將肇生重大災情，故需設置橋上護軌以增其安全性。臺鐵鋼梁橋大部份屬於興建年代久遠之舊橋，因鋼梁老舊常需維修且原設計承重不足，大多已改建或改善，僅有少部分留存於支線上。



圖 4 橋上護軌照片（50 kg/m 鋼軌）

2.4 岔心護軌

如圖 5 所示，於道岔岔心處因有鋼軌不連續點，車輪易左右撞擊且道岔內曲線半徑甚小，故於兩側設有岔心護軌，以導引車輪通過分歧處所。



(a)

(b)

圖 5 岔心護軌照片 ((a) 為 37 kg 道岔、(b) 為 50 N 道岔)

三、防脫護軌長度數量

以宜蘭工務段為例，轄區為宜蘭線全線、北迴線（蘇新至漢本間）、平溪支線及深澳支線等，防脫護軌之總長度達 40.7 公里，詳如表 2 所示。

表 2 宜蘭工務段轄內防脫護軌長度數量表

線別	半徑 < 400 m 曲線數量 (處)	半徑 < 400 m 曲線長度 m	護軌長度 m
宜蘭線	61	20,197	25,052
北迴線	2	1,063	1,263
平溪線	59	6,694	10,381
深澳線	20	3,408	4,046
合計	142	31,362	40,742

若統計太魯閣號行駛之轄區特甲級線，依地形特性可區分為 3 段，第 1 段八堵～雙溪間因受基隆河及雙溪河影響，銳曲線密集，第 2 段雙溪～蘇澳新間為山區及平原路段，曲線半徑相對較大，第 3 段北迴線蘇澳新～漢本間為東部鐵路改善計畫案內施作，路況較新。其中八堵～雙溪間之防脫護軌長度所佔比例最高，且達軌道長度之 43.8%，詳如表 3 所示。

表 3 宜蘭工務段轄內特甲級線防脫護軌長度數量表

區段	里程長 (m)	軌道長 (m)	護軌長 (m)	護軌里程比例
八堵～雙溪間	22,891	45,782	20,051	43.80 %
雙溪～蘇新間	67,346	134,692	5,001	3.71 %
蘇新～漢本間	36,670	73,340	1,263	1.72 %

四、防脫角鐵對養護工作之影響

銳曲線路段因軌道線形急彎，必須設置軌面超高、軌距加寬等幾何條件，又因列車通過時離心力的作用，對曲線外側（危險側）橫向推力增大，必須加寬路基及增厚石碴以提供橫向支撐，更有緩和曲線段之曲線漸變及超高遞減等線形變化，再受列車通過衝擊，極易產生軌道不整情況。

銳曲線路段之維修頻率遠大於一般軌道，但防脫角鐵的設置又阻礙維修工作之進行，例如辦理大型機械砸道、抽換鋼軌、抽換道床、抽換枕木，軌縫調整等均需先拆除防脫角鐵，等維修工作完成後再重新裝設。

以三貂嶺～雙溪間西正線編號 IW41 曲線為例，統計自 96 年 9 月至 99 年 3 月間（約 2 年 6 個月），其拆裝防脫角鐵之工作日期詳如表 4 所示。

表 4 三貂嶺～雙溪間 IW42 曲線（K21+532~K22+297）護軌拆裝頻率表

工作日期	防脫角鐵工作	線別	里程	曲線編號	道班數	備註
96.09.10	拆角鐵	西	K21+500~K22+350	IW42	2	平整工程
96.10.05	裝角鐵	西	K21+500~800	IW42	2	平整工程
96.10.11	裝角鐵	西	K21+900~K22+200	IW42	2	平整工程
97.07.03	拆角鐵	西	K21+500~K22+300	IW42	2	抽換鋼軌
97.07.30	裝角鐵	西	K21+850~K22+000	IW42	1	抽換鋼軌

97.08.01	裝角鐵	西	K22+000~300	IW42	2	抽換鋼軌
98.04.22	拆角鐵	西	K22+000~350	IW42	2	大型砸道
98.04.23	拆角鐵	西	K21+500~k22+000	IW42	2	大型砸道
98.07.20	裝角鐵	西	K21+600~800	IW42	1	大型砸道
99.01.21	裝角鐵	西	K21+700~K22+000	IW42	2	大型砸道
99.01.25	裝角鐵	西	K22+000~200	IW42	1	大型砸道
99.01.28	裝角鐵	西	K21+500~600	IW42	1	大型砸道
99.02.01	裝角鐵	西	K22+000~200	IW42	1	抽換鋼軌
99.03.12	裝角鐵	西	K21+800~900	IW42	1	抽換鋼軌
合計					22	

於 2 年半的時間內，共有 14 天辦理 IW42 曲線上之防脫角鐵工作，惟因拆裝費時需調派鄰班助勤，故總計應為 22 個道班工作天。另查緊鄰之編號 IW42 曲線，其防脫角鐵之工作天為 21 道班工作天。

以單一曲線而言，防脫角鐵工作佔道班出勤天數（每年約有 252 工作天）比率並不多，但宜蘭線舖設有防脫角鐵之曲線（R<400 m）總計有 61 處，則累計全段道班投入防脫角鐵之工作人力其實極為龐大。

臺鐵目前之防脫角鐵均使用壓板型托架，舖設於宜蘭線八堵～雙溪間路段因氣候潮濕多雨，平均約經 6 個月後壓板螺栓之螺牙即鏽蝕嚴重，故裝設時常需重新採購螺栓，並於托架組上作洗孔工作，故其裝設工作會較拆卸工作繁複。

五、現有壓板型防脫角鐵組裝

防脫角鐵是按裝於托架上，再以托架結合固定於鋼軌上，其固定方式是鋼軌底部內側趾端以卡榫結合，外側（固定端）則以壓板及螺栓鎖定於鋼軌底部趾端，故其固定之配件（需拆裝部分）有 3 項：②托架壓板、③壓板固定螺栓、④彈性墊圈。如圖 6 所示。

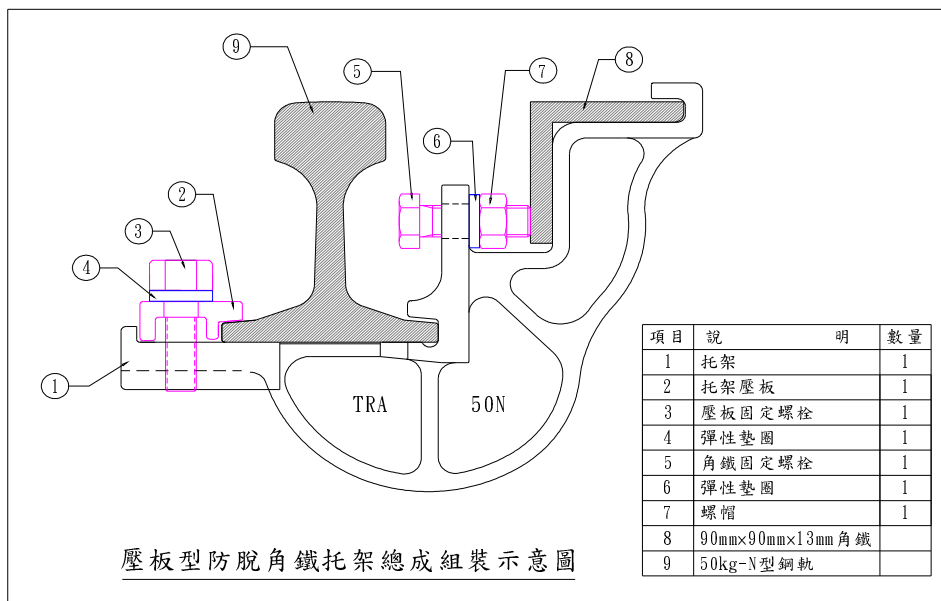


圖 6 壓板型防脫角鐵組裝示意圖



圖 7 防脫角鐵及托架圖，固定端採用壓板及螺栓鎖定於鋼軌底部趾端
防脫角鐵之裝設工作，如圖 8~11 所示，概述如下：

1. 軌道整修後需先將軌面整理整平，並清理鋼軌下方石碴，騰出托架空間。
2. 移入防脫角鐵及托架組。
3. 托架組裝設於鋼軌下方，角鐵定位。
4. 托架組之螺牙洗孔，裝設托架壓板及鎖定螺栓。



圖 8 軌道整理石碴整平，防脫角鐵移入



圖 9 防脫角鐵定位，托架組裝



圖 10 托架螺牙洗孔，壓板螺栓鎖定

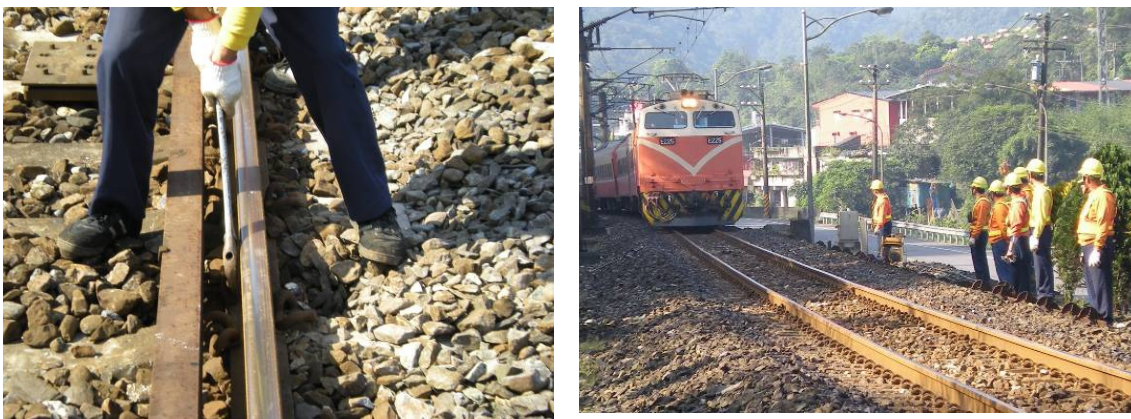


圖 11 角鐵固定螺栓鎖定，組裝工作中待避列車

六、改良之彈簧扣夾型防脫角鐵托架

防脫角鐵拆裝費時，究其主要之繁複工作，即為托架固定端螺栓之組拆部分。為提升維修效率，並減少配件採購，乃研擬在不改變托架主要結構及應力行為下，將托架之固定方式由壓板螺栓鎖定，修改為彈簧扣夾固定，可減少配件及工料。選擇採用扣夾之原因，為可增加回收扣夾材料之再利用，施工簡易並具強度，更能澈底解決螺牙及螺紋銹蝕問題。

改良之彈簧扣夾型防脫角鐵托架，其固定之配件僅有 1 項：②班多爾扣夾，如圖 12 所示。

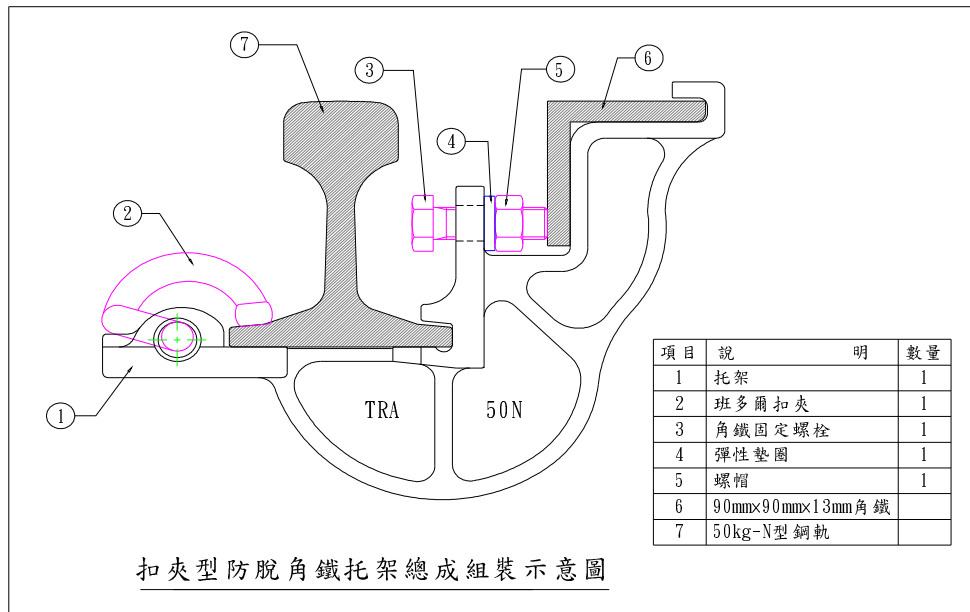


圖 12 彈簧扣夾型防脫角鐵組裝示意圖

改良後之扣夾型防脫角鐵角鐵托架，由宜蘭工務段先行少量試作並裝設於現場，以比較試驗其差異，詳如圖 13~14 所示，



圖 13 扣夾型防脫角鐵托架



圖 14 扣夾型防脫角鐵托架：以扣夾固定

如圖 15 所示，防脫角鐵主要功能，在於提供車輪臨界脫軌狀態時的反力，以阻止出軌，故角鐵主要受力為側向力（水平力）。當車輪循防脫角鐵向外側偏移擠壓時，即經由托架將所受側向力轉移至鋼軌上。

分析防脫角鐵托架之受力行爲，於角鐵受主要側向力時，在鋼軌底部內側之結合端不論採壓板螺栓固定或採扣夾固定，其受力狀態均爲受上揚力，故採用何種方式結合固定並未影響其主要功能，但扣夾型托架因具有鋼肩，能阻礙托架滑動並提供部分水平反力，故認爲其較壓板型托架更具水平支撐功能。

依現場安裝試作經驗，以彈簧扣夾結合之防脫角鐵組，比採用壓板、螺栓及彈性墊圈等多項配件結合之托架更具穩固性，在列車長期振動下，彈簧扣夾具彈性及高強度，托架不易鬆脫。

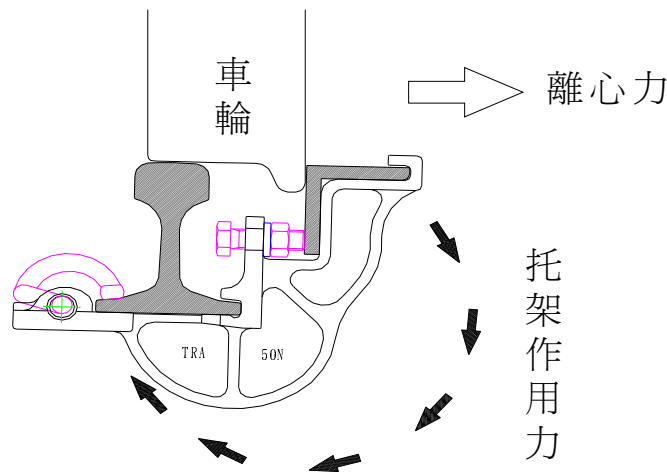


圖 15 防脫角鐵之受力行爲示意圖

七、壓板型與扣夾型托架之比較

壓板型托架與扣夾型托架之功能差異及優缺點，詳如表 5 比較表：

表 5 托架固定方式優缺點比較表

項目	壓板型托架	扣夾型托架
1 托架主體	主體相同	主體結構、形狀及材質均相同，僅固定端之形狀略有不同，並不影響其主要功能。
2 固定方式	需 3 個配件： ②托架壓板 ③壓板固定螺栓 ④彈性墊圈	僅 1 個配件： ②班多爾扣夾
3 拆卸	較困難，需使用扳手、螺栓擰緊器及發電機等多項工具，需動用較多人力，另在多雨地區 常因螺栓銹蝕需動用乙炔或砂輪機切除才能拆	簡易且快速，使用鐵鎚或扣夾裝卸器等簡單工具，無銹蝕問題。

		卸。	
4	裝設	複雜，裝設速度較慢，需使用扳手、螺牙洗孔器、螺栓擰緊器及發電機等多項機具，需動用較多人力。	簡易，裝設速度較快，可使用鐵鎚或扣夾裝卸器，使用人力較少。
5	穩固性	固定端較不具彈性，容易因列車長期震動鋼軌，致配件鬆脫。	彈簧扣夾具彈性且強度大，列車長期震動不易脫落。
6	托架組單價	新品因配件較多，單價較高。	若扣夾採回收料，則托架組單價較低。
7	日後維修	壓板固定螺栓常因銹蝕失效，每次拆裝均需採購補充，另托架主體之螺紋若常洗孔亦會失效，即需整組更新，長期使用較浪費資源。	扣夾耐用持久可重複使用，且一般均為回收再利用之扣夾，能減少支出。

八、結論與建議

8.1 防脫角鐵對維修工作之影響

防脫角鐵是因軌道條件不良而裝設，而軌道條件不良又需頻繁整修，故兩者會有衝突性。例如銳曲線因曲率大，人工整修成效低落不易維持線形，一般均採砸道車機械砸道為最具效率及自動化，但砸道前後又需拆裝護軌，需增加大量維修時間及人力。

故防脫角鐵之存在，反而難以快速有效的進行維修養護，更必須付出拆裝之人力及材料成本。換言之，若未裝設護軌，因砸道及整修作業易於施行，反而易於維持軌道之良好路況。裝設護軌反容易衍生養護阻延及人力吃緊，導致路況劣化之惡性循環。

防脫角鐵對維修工作之影響，因本局太魯閣號傾斜式列車的投入營運而更趨惡化，原因在於傾斜式列車對銳曲線路段之提速效果最為明顯，相對亦會造成軌道維修週期急遽縮短，使防脫角鐵之拆裝更為頻繁。為改善現況，本局工務處前於 98 年間，亦曾參考國外經驗，推動工務規章中防脫角鐵規範之修改，惟最終修改案並未獲致交通部核定。

8.2 日本鐵道之作法

日本 JR 九州鐵路轄內之鹿兒島線、長崎線及日豐線，與臺鐵 1,067 軌距之窄軌相同，軌道結構與臺鐵相近，其最高速限、曲線限速等條件與臺鐵相同，亦混合行駛各型客、貨列車，其中行駛之 885 型傾斜式列車（JR 九州命名為海鷗號），為臺鐵太魯閣號之同型車。惟一不同者在於其最小銳曲線，容許至半徑 250 公尺。其路線長度詳如表 6 所示。

表 6 日本 JR 九州 1,067 軌距之路線表

線名	最高速度 (km/h)	軌道長 (km)	通行傾斜式列車	長軌比例
鹿兒島線	130	580.2	混合行駛	60 %
長崎線	130	168.4	混合行駛	60 %
日豐線	130	566.5	混合行駛	30 %
合計		1315.1		

日本 JR 九州鐵路於曲線上亦有設置防脫護軌，其設置基準如下：

1. 推定脫軌係數不足 1.2 之場所。
2. 半徑 250 公尺以下之曲線。
3. 其它認為有特別必要之處所。

其中第 1 項之推定脫軌係數，需有專業之軌道檢測儀器才能量測（臺鐵無是項設備），若發現有脫軌係數不足處所亦可採維修養護或工程改善方法加以消除，故一般均依第 2 項於曲線上設置。

以 JR 九州鐵路長崎本線為例，路況與臺鐵宜蘭線近似，防脫護軌亦採用防脫角鐵型式，僅設置於急曲線（曲線半徑小於 300 公尺）之場合，且設置於列車行進方向中，出曲線側之緩和曲線段，圓曲線段及緩和曲線外方並不設置，詳如圖 16 所示。^[2]

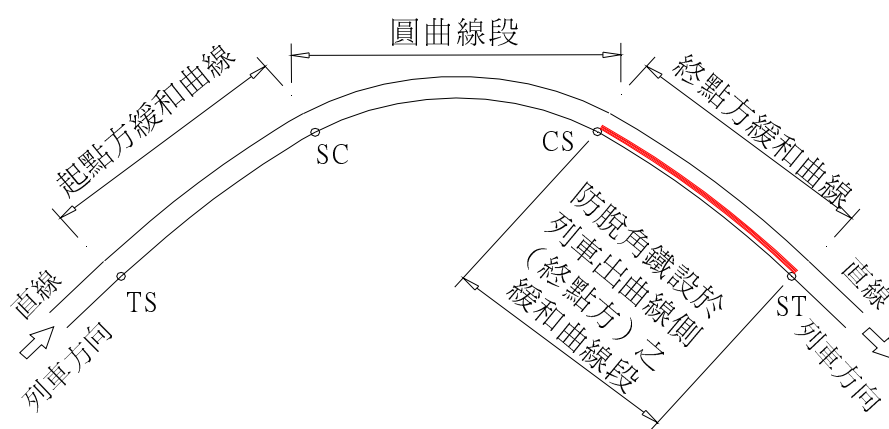


圖 16 日本 JR 九州鐵路曲線防脫角鐵設置示意圖

8.3 建議

本局之防脫護軌觀念及技術均承襲日本，對早期老舊軌道及車輛確具保護作用，但現今軌道設施已大幅更新及提昇，另在車輛技術方面，車輪及轉向架系統日趨精密且更具行駛與安全性，且老舊車輛亦逐漸淘汰，證之今日本局已極少發生因曲線離心力肇生出軌之事故。故本局現有之防脫護軌規範應有檢討修改之空間，應可參照日本鐵路已驗證多年之經驗，依行車速度及曲線半徑作適度之檢討，以兼顧行車安全性及維修需要。

在規章修改完成前，為應付龐大之防脫護軌工作，應可考量採用扣夾式托架，道班施工時可減少人力，並減少搬運如發電機等重工具至現場。以工安而言，拆裝方便亦可減少道班停留於軌道上之時間。本案並不增加材料費，但對目前銳曲線之

維修困境，將有顯著改善。

參考文獻

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

都市計畫法律效力與法律性質之探討

A Study on Legal Effect and Legal Nature of Urban Plan

謝武昌 Hsieh, Wu-Chang¹

地址：臺北市北平西路 3 號 6 樓

Address : 6F., No.3, Beiping W. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 10041, Taiwan (R.O.C.)

電話：(02) 23815226 轉 3664

TEL：(02) 23815226ext3664

電子信箱：tr702861@msa.tra.gov.tw

E-mail：tr702861@msa.tra.gov.tw

摘要

都市計畫在現行規劃體系屬第三層級之地方性實質建設計畫，上承政策構想，以為引導公私部門建設開發之依據，凡依都市計畫法發布實施之都市計畫，即生法律效力，並對人民與行政機關發生拘束效果。

本文從都市計畫法探討都市計畫發布實施後對人民與行政機關所產生之拘束效力，並從大法官解釋理由書及學者論見，探討都市計畫之法律性質。主管機關變更都市計畫，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，應依訴願法及行政訴訟法，許其提起訴願或行政訴訟，以資救濟，始符憲法保障人民訴願權或行政訴訟權之本旨。

對於都市計畫法律性質，大法官釋字第 148、156、273 及 406 號已有解釋，各學者研究論見迄亦分歧，未竟一致，有傾向行政處分之見解者，亦有傾向法規命令之見解者，仍各有其立論觀點。

關鍵詞：都市計畫法律效力、都市計畫法律性質、司法院大法官156號解釋、法規命令、行政處分。

Abstract

In current planning system urban plan is ascribed to the third level of local substantive construction plans. In connection with policy conception, it is the leading basis for public and private sectors in promotion of construction development and any urban plan promulgated and enforced in accordance with Urban Planning Act will impose legal effect as well as binding effect on people and administrative bodies.

The text starts from Urban Planning Act to explore binding effect on people and administrative organizations after the promulgation and enforcement of urban plan. And we also explore legal nature of urban plan in view of the grand justice's interpretation and academic perspectives. If the authorities want to alter urban plan which restrict the rights and interests of people within specific area or impose burden on them, it should allow people to submit administrative appeal or litigation as remedy in the light of Administrative Appeal Act and Administrative Litigation

¹ 本局企劃處開發科正工程師

Act to conform to the purport of protection of appealing right and administrative litigation right specified in the Constitution.

Concerning the nature of urban plan, its interpretation is distributed in grand justice's Interpretation Number of 148,156,273 and 406. Nevertheless, with different argumentation and standpoints among the scholars, views are still diverged so far, some inclined to deem it as administrative act, others regulations/ordinances.

Keyword: *legal effect of urban plan, legal nature of urban plan, Interpretation No.156 of grand justice of judicial Yuan, regulations and ordinances, administrative act*

一、前言

觀諸都市計畫內容，無一不涉人民及土地管理機關（構）之權利義務，故都市計畫法以法律定之，凡依都市計畫法所定程序發布實施之都市計畫，即生法律效力，實不可不慎；然都市計畫究竟是否為行政處分之一種，向來即多所爭議。本文從都市計畫法本文規定探討都市計畫發布實施後對人民與行政機關所產生之拘束效力，並從大法官解釋理由書及學者論見探討都市計畫之法律性質。

二、都市計畫法沿革

就立法過程及條文演變觀之，我國都市計畫法（以下簡稱本法）相關管制事項最早出現於民國 19 年 6 月 30 日公布的「土地法」第三編土地使用內容^[1]，包括對土地及建築物使用限制、建築線、建蔽率、建築物高度限制規定、畸零地使用合併徵收、公共設施保留地使用限制、都市房屋救濟等規定；28 年 6 月 8 日，國民政府始以「都市計畫法」為名公布施行之，正式開啓都市計畫專法的法制面發展歷程，共計 32 條文，規定有關都市計畫應表明事項、擬定程序、都市土地使用分區、都市計畫組織等事項，但由於過於簡略，無法因應臺灣光復後都市發展需求，故光復後臺灣地區仍繼續延用日治時期所頒行的「臺灣都市計畫令」，以規劃及管制市地發展^[3]；53 年 9 月 1 日政府修正公布全文 69 條，明定都市計畫包括市鎮計畫、鄉街計畫、特定區計畫及區域計畫，此時期區域計畫為都市計畫之一種；及至 62 年 9 月 6 日政府再次修正都市計畫法，刪除有關區域計畫相關條文，次年區域計畫法訂頒，自此都市計畫與區域計畫分別立法，在體制上區域計畫為都市計畫之上位計畫，臺灣現行都市計畫體制架構於斯確立，現有都市計畫亦多數濫觴於此；其後並歷經 77 年 7 月 15 日、89 年 1 月 26 日、91 年 5 月 15 日、91 年 12 月 11 日、93 年 2 月 27 日、98 年 1 月 7 日等修（增）訂。

本法現行條文內容分為九章，第一章總則，說明立法旨意、主管機關、法令位階及用語定義；第二章都市計畫之擬定、變更、發布及實施，說明都市計畫之種類與層級、擬定與變更程序、公開展覽、審議與核定、書圖內容及公告發布實施等事項；第三章土地使用分區管制，說明都市計畫地區土地使用分區管制、各分區劃設原則、實施建築管理等事項；第四章公共設施用地，說明公共設施項目、配置原則、保留地取得方式等事項；第五章新市區之建設，說明地方政府實施新市區建設之方法、程序、內容及私人或團體申請辦理新市區建設之方法、程序、內容等事項；第六章舊市區之更新，說明舊市區更新處理方式、程序、內容及國民住宅興建計畫配合等事項，第七章組織及經費；第八章罰則；第九章附則。

三、都市計畫之法律效力

都市計畫在現行規劃體系屬第三層級之地方性計畫，為最基層之實質計畫，上承上位及相關計畫之政策構想，作為引導公私部門建設開發之依據^[2]。

依本法第 3 條規定「本法所稱之都市計畫，係指在一定地區內對有關都市生活之經濟、交通、衛生、保安、國防、文教、康樂等重要設施作有計畫之發展，並對土地使用作合理的規劃而言。」本條規定概略勾勒出都市計畫包括公共設施及土地使用分區等兩大管制內容。另依本法第 40 條規定「都市計畫經發布實施後，應依建築法之規定，實施建築管理。」第 32 條規定「都市計畫得劃定住宅、商業、工業等使用區，並得視實際情況，劃定其他使用區或特定專用區。前項各使用區，得視實際需要，再予劃分，分別予以不同程度之使用管制。」、第 41 條規定「都市計畫發布實施後，其土地上原有建築物不合土地使用分區規定者，除准修繕外，不得增建或改建…」第 52 條規定「都市計畫範圍內，各級政府徵收私有土地或撥用公有土地，不得妨礙當地都市計畫…」可窺依本法規定程序所擬定之都市計畫，一經公告發布實施，即發生規範與管制之效力，包括各級政府所為公共設施用地之徵收及人民從事建築物或與土地管理機關（構）土地之使用，自應符合都市計畫之規範與管制。都市計畫之管制工具包括計畫書之說明文字及計畫圖^[4]，其管制效果則透過使用分區劃設、使用性質限制（如相容使用）、使用強度規範（如建蔽率、容積率、最大建築高度比、最小庭院深度比）及分期分區發展等方式達成。有關管制工具與管制方式之規定詳都市計畫法各施行細則及各土地使用分區管制規則，本文不另贅述。茲將都市計畫之管制規範及拘束效力探討如下：

3.1 擬定機關執行細部計畫與樁位測定之義務

本法第 17 條規定「第 15 條第 1 項第 9 款所定之實施進度，應就其計畫地區範圍預計之發展趨勢及地方財力，訂定分區發展優先次序。第 1 期發展地區應於主要計畫發布實施後，最多 2 年完成細部計畫；並於細部計畫發布後，最多 5 年完成公共設施。其他地區應於第 1 期發展地區開始進行後，次第訂定細部計畫建設之。未發布細部計畫地區，應限制其建築使用及變更地形。但主要計畫發布已逾 2 年以上，而能確定建築線或主要公共設施已照主要計畫興建完成者，得依有關建築法令之規定，由主管建築機關指定建築線，核發建築執照。」本條規定即責成都市計畫擬定機關負有分期分區完成細部計畫，並限制未發布細部計畫地區建築使用及變更地形之執行義務。

本法第 23 條第 3 項規定「細部計畫核定發布實施後，應於 1 年內豎立都市計畫樁、計算坐標及辦理地籍分割測量，並將道路及其他公共設施用地、土地使用分區之界線測繪於地籍圖上，以供公眾閱覽或申請謄本之用。」本條規定即責成都市計畫擬定機關負有測釘都市計畫樁位、計算樁位座標成果，並測製地籍套繪圖之執行義務。

3.2 事業機構或政府機關取得公共設施用地之義務

依本法第 48 條規定「依本法指定之公共設施保留地供公用事業設施之用者，由各該事業機構依法予以徵收或購買；其餘由該管政府或鄉、鎮、縣轄市公所依左列方式取得之：一、徵收。二、區段徵收。三、市地重劃。」依本法第 50 條規定「依本法指定之公共設施保留地，不得為妨礙其指定目的之使用。但得繼續為原來之使用或改為妨礙目的較輕之使用。」第 51 條規定「都市計畫範圍內，各級政府徵收私有土地或撥用公有土地，不得妨礙當地都市計畫…」該等法條規定事業機構

或政府機關負有公共設施用地取得之義務，且公共設施興闢使用時不得違反都市計畫指定之目的與用途。

3.3 人民申請建築之拘束效力

都市計畫之擬定及變更，經審議完成及公告發布實施後，即具法定執行效力，並作為實施建築管理之依據，審議中或未經公告發布實施之都市計畫草案自不得援用核准發照。

建築法係執行都市計畫法有關規定最主要的法律之一，都市計畫範圍內之公私部門發展建設行為均應依「建築法」、「建築技術規則」等有關規定，依法申請建造執照、雜項執照、使用執照，並實施建築管理。

都市計畫經發布實施，對人民申請建築行為即產生強制拘束效力，參照建築法第 35 條、第 36 條規定，主管建築機關認為申請建造執照或雜項執照案件有妨礙現行都市計畫時，應限期令其改正或得予以註銷；建築法第 58 條規定則係建築物施工中有妨礙現行都市計畫情事時，主管建築機關應勒令停工或修改，必要時得強制拆除；建築法第 59 條規定，主管建築機關因都市計畫或區域計畫之變更，對已領有執照尚未開工或正在施工中之建築物，如有妨礙變更後之都市計畫者，得令其停工，另依規定辦理變更設計^[5]。

3.4 不合土地使用分區規定之原有建築物不得增建或改建

依本法第 41 條規定「都市計畫發布實施後，其土地上原有建築物不合土地使用分區規定者，除准修繕外，不得增建或改建。當地直轄市、縣（市）（局）政府或鄉、鎮、縣轄市公所認有必要時，得斟酌地方情形限期令其變更使用或遷移；其因變更使用或遷移所受之損害，應予適當之補償，補償金額由雙方協議之；協議不成，由當地直轄市、縣（市）（局）政府函請內政部予以核定。」該規定係為限制都市計畫發布實施後之不合土地使用分區規定之原有建築物，除准修繕外，不得增建或改建，以確保都市計畫規劃成果，有關執行細節則規定於本法各施行細則，茲分述如下：

3.4.1 都市計畫法臺灣省施行細則第 31 條規定

依本法臺灣省施行細則第 31 條規定「都市計畫發布實施後，不合分區使用規定之土地及建築物，除經縣（市）政府或鄉（鎮、市）公所命其變更使用或遷移者外，得繼續為原有之使用或改為妨礙目的較輕之使用，並依下列規定處理之：一、原有合法建築物不得增建、改建、增加設備或變更為其他不合規定之使用。二、建築物有危險之虞，確有修建之必要，得在維持原有使用範圍內核准修建。但以縣（市）政府或鄉（鎮、市）公所尚無限期要求變更使用或遷移計畫者為限。三、因災害毀損之建築物，不得以原用途申請重建。」

3.4.2 都市計畫法高雄市施行細則第 27 條規定

依本法高雄市施行細則第 27 條規定「都市計畫發布實施後，不合使用分區規定之土地及建築物，除得繼續為原來或改為妨礙分區使用目的較輕者外，應依下列規定處理之：一、原有建築物不得增建、改建、增加設備或變更為其他不合規定之使用。但增加經本府核准之防治污染及安全設備，不在此限。二、建築物有危險之虞，確有修建之必要者，得在維持原有使用範圍內，申請修建。但以本府尚無限期令其變更使用或遷移計畫者為限。三、因

災害毀損之建築物，不得以原用途申請重建。四、自行停止使用滿二年以上者，不得繼續為原來之使用。」

3.4.3 都市計畫法臺北市施行細則第 21、22 條規定

依本法臺北市施行細則第 21 條規定「都市計畫發布實施後，不合分區使用規定之土地及建築物，除得繼續為原有之使用或改為妨礙目的較輕之使用外，並依左列規定處理之：一、原有合法建築物不得增進、改建、增加設備或變更為其他不合規定之使用。二、建築物有危險之虞，確有修建之必要，得在維持原有使用範圍內核准修建。但以本府尚無限期令其變更使用或遷移計畫者為限。三、因災害毀損之建築物，不得以原用途申請使用。四、經停止使用滿 2 年者，不得再繼續為原來之使用。」同細則第 22 條規定「都市計畫分區使用核定發布前，已領有建築執照尚未動工或已動工但未完成一樓頂板之建築物，有違反分區使用之用途規定者，得由本府通知限期重新申請變更用途。」

3.5 違規使用之處分

依本法第 79 條規定「都市計畫範圍內土地或建築物之使用，或從事建造、採取土石、變更地形，違反本法或內政部、直轄市、縣（市）（局）政府依本法所發布之命令者，當地地方政府或鄉、鎮、縣轄市公所得處其土地或建築物所有權人、使用人或管理人新臺幣 6 萬元以上 30 萬元以下罰鍰，並勒令拆除、改建、停止使用或恢復原狀。不拆除、改建、停止使用或恢復原狀者，得按次處罰，並停止供水、供電、封閉、強制拆除或採取其他恢復原狀之措施，其費用由土地或建築物所有權人、使用人或管理人負擔。前項罰鍰，經限期繳納，屆期不繳納者，依法移送強制執行。」本條規定乃賦予都市計畫擬定機關針對違規使用者採取直接強制處分之權，包括行政罰鍰、採取強制措施、移送強制執行等。

此外，本法第 80 條規定「不遵前條規定拆除、改建、停止使用或恢復原狀者，除應依法予以行政強制執行外，並得處 6 個月以下有期徒刑或拘役。」本條規定使違規使用者負有刑罰之責。

四、都市計畫之法律性質

都市計畫之擬定、變更、審議、發布及實施等事項，須依都市計畫法規定程序完成，始生效力，因此欲瞭解「都市計畫」之法律性質，應先探究「都市計畫法」之法律性質。一般咸認都市計畫法屬於行政法之一種，並具有普通法之性質，茲分述如后。

4.1 行政法之一種

都市計畫法在性質上屬公法類型中之法律，為行政法之一種。楊裕富（1992）^[6]歸納指出，在我國學者論及都市計畫法之法律性質，多數認為是行政法、公法、強行法、自治法；亦有認為雖是行政法，但依法而為行政處分時未受較嚴謹羈束之自由裁量；另有認為雖是行政法，但依大法官及行政法院的判例指出都市計畫有時被認定為行政法規，有時被認定為行政處分，而推導出都市計畫法應屬「特種」行政法，不宜以一般行政法歸類之。這顯示了將都市計畫法視為行政法時所遇到的「計劃行政的模糊性」的困擾。

4.2 普通法之性質

依本法第 2 條規定「都市計畫依本法之規定；本法未規定者，適用其他法律之規定。」本條揭示都市計畫法為普通法，其他法律亦得對都市計畫為之相繩；如發生法律競合之情事，即應本於「特別法優於普通法」之法理，優先適用之。例如本法對都市更新及土地徵收僅略作規範，但都市更新條例及土地徵收條例所為更嚴謹之規範，在適用上即應優先適用都市更新條例及土地徵收條例之規定；同時就同一事項有扞格之處，亦應優先適用之。

整體言之，本條除揭示都市計畫法為都市計畫基本法外，在適用時，與其他法令規範間，尚須遵守「特別法優於普通法」、「後法優於前法」、「效力優先原則」、「禁止越權原則」、「輔助性原則」、「法律先占理論」、「過渡性法規之承認」等法理原則，方能使都市計畫法運作順暢^[7]。

茲就明確排除或補充都市計畫法之相關法律及其條文整理如表 1 所示。

表 1 排除或補充都市計畫法之相關法律及其及條文彙整表

法律名稱	條文規定
民國八十八年九月二十五日總統緊急命令（九二一震災）88.9.25 公布	第 4 點 政府為安置受災戶，興建臨時住宅並進行災區重建，得簡化行政程序，不受都市計畫法、區域計畫法、環境影響評估法、水土保持法、建築法、土地法及國有財產法等有關規定之限制。
土地徵收條例 91.12.11 修正	第 4 條第 2 項 前項第一款至第三款之開發範圍經中央主管機關核定者，得先行區段徵收，並於區段徵收公告期滿後一年內發布實施都市計畫，不受都市計畫法第五十二條規定之限制。
都市更新條例 97.1.16 修正	第 20 條 都市更新事業計畫之擬定或變更，涉及都市計畫之主要計畫變更者，應於依法變更主要計畫後，依前條規定辦理；其僅涉及主要計畫局部性之修正不違背其原規劃意旨者，或僅涉及細部計畫之擬定、變更者，都市更新事業計畫得先行依前條規定程序發布實施，據以推動更新工作，相關都市計畫再配合辦理擬定或變更。
發展觀光條例 96.3.21 修正	第 47 條 民間機構開發經營觀光遊樂設施、觀光旅館經中央主管機關核定者，其範圍內所需用地如涉及都市計畫或非都市土地使用變更，應檢具書圖文件申請，依都市計畫法第二十七條或區域計畫法第十五條之一規定辦理逕行變更，不受通盤檢討之限制。
新市鎮開發條例 98.5.27 修正	第 21 條第 1 項 新市鎮特定區計畫發布實施後，實施整體開發前，區內土地及建築物之使用，得由中央主管機關訂定辦法管制之，不受都市計畫法規之限制。

法律名稱	條文規定
促進民間參與公共建設法 90.10.31 修正	<p>第 19 條第 1 項 以區段徵收方式取得公共建設所需用地，得由主辦機關洽請區段徵收主管機關先行依法辦理區段徵收，並於區段徵收公告期滿一年內，發布實施都市計畫進行開發，不受都市計畫法第五十二條之限制。</p> <p>第 22 條第 1 項 為維護重大公共建設興建及營運之安全，主辦機關對該公共建設毗鄰之公有、私有建築物及廣告物，得商請當地直轄市或縣(市)政府勘定範圍，公告禁止或限制建築及樹立，不適用都市計畫土地使用分區管制或非都市土地使用管制之規定。</p> <p>第 27 條第 1 項 主辦機關為有效利用公共建設所需用地，得協調內政部、直轄市或縣(市)政府調整都市計畫土地使用分區管制或非都市土地使用管制後，開發、興建供該公共建設之附屬事業使用。</p>
文化資產保存法 94.2.5 修正	<p>第 22 條 為利古蹟、歷史建築及聚落之修復及再利用，有關其建築管理、土地使用及消防安全等事項，不受都市計畫法、建築法、消防法及其相關法規全部或一部之限制；其審核程序、查驗標準、限制項目、應備條件及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關會同內政部定之。</p>
促進產業升級條例 98.1.23 修正	<p>第 70 條之 2 公司設立前條規定之營運總部，其面積達一定規模者，得勘選一定地區內土地，擬具可行性規劃報告及依環境影響評估法應提送之書件，逕送經濟部轉請中央區域計畫或都市計畫主管機關及中央環境保護主管機關同意，並經經濟部核定後，編定為特定專用區或擬定特定區計畫。</p>
廢棄物清理法 95.5.30 修正	<p>第 8 條 因天然災害、重大事故或其他急迫之情事，致現有廢棄物貯存、回收、清除、處理設施能量不足，而有污染環境或影響人體健康之虞時，中央主管機關應會同中央目的事業主管機關及有關機關，並報請行政院核准後，得指定廢棄物緊急清理之方法、設施、處所及其期限，不受第二十八條、第三十一條第一項第一款、第三十六條、第三十九條、第四十一條、水污染防治法第十三條、空氣污染防制法第二十四條、環境影響評估法第十六條、公司法第十五條、商業登記法第八條及都市計畫法、區域計畫法、促進產業升級條例有關土地使用管制規定之限制。</p>

法律名稱	條文規定
獎勵民間參與交通建設條例 91.6.19 修正	<p>第 12 條第 1 項 主管機關應會商都市計畫、地政等有關機關，得於具都市發展潛力地區之路線、場站、交流道、服務區、轉運區、港埠及其設施、觀光遊憩設施、橋樑及隧道與其毗鄰地區劃定範圍，報經行政院核定後，先行依法辦理區段徵收，並於區段徵收公告期滿後一年內，發布實施都市計畫進行開發，不受都市計畫法第五十二條之限制。</p> <p>第 18 條 為維護本條例所獎勵交通建設興建及營運之安全，主管機關對該交通建設毗鄰之公、私有建築物與廣告物，得商請當地直轄市或縣(市)政府勘定範圍，公告禁止或限制建築及樹立，不受都市計畫土地使用分區管制或區域土地使用管制之限制。</p>
停車場法 90.5.30 修正	<p>第 7 條 都市計畫範圍內已劃設或興建之市場、公園、綠地、廣場、學校、高架道路、加油站、道路、車站、體育場、變電所、污水處理設施、截流站及抽水站、焚化場、兒童遊樂場及其他可利用公共設施之地下或地上層，應予以整體規劃及不破壞整體設施為主，並得以多目標使用方式，附建停車場；相鄰之公共設施及民間建築物得合併規劃興建之。</p> <p>第 8 條 都市計畫公共停車場用地，除作停車場使用外，並得作立體多目標使用或供作公共運輸與自用車輛間運輸轉換之接駁用地使用。</p> <p>第 10 條 為配合都市發展及交通運輸系統建設需要，地方政府於擬定或變更都市計畫時，應劃設或增設停車場用地。 前項用地之劃設或增設，地方政府於擬定或變更都市計畫時，應劃設或增設停車場用地。</p> <p>第 11 條第 1 項 都市計畫範圍內之公、私有空地，其土地所有人、土地管理機關、承租人、地上權人得擬具臨時路外停車場設置計畫，載明其設置地點、方式、面積及停車種類、使用期限及使用管理事項，並檢具土地權利證明文件，申請當地主管機關會商都市計畫主管機關及有關機關核准後，設置平面式、立體式、機械式或塔臺式臨時路外停車場；在核定使用期間，不受都市計畫法令土地使用分區管制有關區位、用途、建蔽率、容積率、建築高度等相關限制。但臨時路外停車場設置於住宅區者，應符合住宅區建蔽率、容積率及建築高度之規定。</p> <p>第 16 條第 1 項 都市計畫停車場用地或依規定得以多目標使用方式附建停車場之公共設施用地經核准徵收或撥用後，除由主管機關或鄉(鎮、市)公所興建停車場自營外，並得依左列方式公告徵求民間辦理，不受土地法第二百零八條、第二百零九條、都市計畫法第五十二條及國有財產法第二十八條之限制。</p>

法律名稱	條文規定
電信法 96.7.11 修正	第 33 條第 1 項 第一類電信事業或公設專用電信設置機關所需交換機房，如當地都市計畫或區域計畫尚未配合其分區設置需要預留電信公共設施用地或當地都市計畫或區域計畫預留電信公共設施用地不敷使用者，第一類電信事業或公設專用電信設置機關得視社區發展及居民分佈情形，選擇適當地點，報請交通部核准，函請主管建築機關准予先行建築，不受都市計畫土地使用分區管制或非都市土地使用管制之限制。

資料來源：本文整理。

五、「都市計畫」之法律性質

土地所有權人對主管機關公告發布實施之都市計畫，認有影響其權利而對該都市計畫不服時，得否提起訴願與行政訴訟？此即涉及都市計畫法律性質之問題。依訴願法及行政訴訟法規定，人民對於中央或地方機關之行政處分，認為違法或不當，致損害其權利或利益者時，始得提起訴願與行政訴訟，亦即，就臺灣現行行政爭訟制度而言，倘都市計畫具行政處分之性質時，方可提起提起訴願與行政訴訟，反之，則無救濟可言；都市計畫經公告實施，即生法律效力，與人民權利義務息息相關，故釐清都市計畫定性問題，將有助於確保人民訴訟權益。本節從歷次大法官解釋理由書與相關學者研究論見探索有關都市計畫之法律性質。

5.1 司法院大法官會議解釋

司法院大法官會議解釋與都市計畫定性有關者包括 66 年 5 月 6 日釋字第 148 號解釋、68 年 3 月 16 日釋字第 156 號解釋、80 年 2 月 1 日釋字第 273 號解釋及 85 年 6 月 21 日釋字第 406 號解釋，茲分述如后。

5.1.1 司法院大法官會議 66 年 5 月 6 日釋字第 148 號解釋

按大法官第 156 號解釋文「主管機關變更都市計劃，行政法院認非屬於對特定人所為之行政處分，人民不得對之提起行政訴訟，以裁定駁回。該項裁定，縱與同院判例有所未合，尚不發生確定終局裁判適用法律或命令是否牴觸憲法問題。」其理由書說明「本件聲請解釋意旨略稱：內政部核准臺北市政府將景美區溪子口小段都市主要計劃之住宅區變更爲機關用地，並用以設置瀝青混凝土拌合場，破壞環境安寧，影響人民生存權利，係違背憲法之行政處分，經訴願、再訴願，並提起行政訴訟，行政法院不爲實體之審理，而以裁定駁回（65 年度裁字第 103 號），認該項裁定適用法律有牴觸憲法之疑義等情。查主管機關變更都市計畫，行政法院認非屬於對特定人所為之行政處分，人民不得對之提起行政訴訟，不爲實體之審理，而以程序不合裁定駁回，該項裁定，縱與同院 59 年判字第 192 號判例有所未合，亦僅係能否依法聲請再審以資救濟，尚不發生確定終局裁判適用法律或命令是否牴觸憲法問題。」

行政法院 65 年 4 月 1 日裁字第 103 號裁定理由認爲「本件被告機關爲配合都市建設，於 62 年 5 月 4 日以府工二字第 17748 號公告實施變更都市計劃，將臺北市景美區第 9 號主要道路以東及 1-1 號計劃道路西北等地區『住宅區』變更爲『瀝青混凝土拌合場』用地，依都市計劃法規修定正計劃公布執行。此項公告，並非對於特定人所為行政處分。原告等對於該項修正計劃如有意

見，依據上開說明，僅得依請願法向主管行政機關請願，不得依訴願法提起訴願。訴願決定及再訴願決定認前項計劃並非對於特定人所為之行政處分，乃從程序上予以駁回，不予受理，尚無不合。是本案既不得提起訴願，自尤不得提起行政訴訟，茲復提起行政訴訟，顯非法之所許，應予駁回。」行政法院裁定明顯認為都市計畫「並非對於特定人所為之行政處分」，自不得提起訴願及行政訴訟；然而大法官第 148 號解釋並未直接對主管機關變更都市計畫之法律定性加以界定，迴避了變更都市計畫是否為行政處分之間題，認為「判例」非屬「命令」之範疇，故「尚不發生確定終局裁判適用法律或命令是否牴觸憲法問題。」

5.1.2 司法院大法官會議 68 年 3 月 16 日釋字第 156 號解釋

按大法官第 156 號解釋文「主管機關變更都市計畫，係公法上之單方行政行為，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，即具有行政處分之性質，其因而致特定人或可得確定之多數人之權益遭受不當或違法之損害者，自應許其提起訴願或行政訴訟以資救濟，本院釋字第 148 號解釋應予補充釋明。」其解釋理由書說明「本件前經本院大法官會議釋字第 148 號解釋『主管機關變更都市計畫，行政法院認非屬於對特定人所為之行政處分，人民不得對之提起行政訴訟。以裁定駁回。該項裁定，縱與同院判例有所未合尚不發生確定終局裁判適用法律或命令，是否牴觸憲法問題』。聲請人等據以向行政法院聲請再審。復經行政法院以原裁定與該院判例並無不合等理由，從程序上予以駁回。聲請人等乃再請本院解釋。按本院大法官會議第 607 次會議議決：『人民對於本院就其聲請解釋案件所為之解釋，聲請補充解釋，經核確有正當理由應予受理者，得依司法院大法官會議法第 4 條第 1 項第 2 款之規定，予以解釋。』本件聲請，依照上項決議，認為應予補充解釋。主管機關變更都市計畫，係公法上之單方行政行為，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，即具有行政處分之性質，其因而致使特定人或可得確定之多數人之權益遭受不當或違法之損害者，依照訴願法第 1 條、第 2 條第 1 項及行政訴訟法第 1 條之規定，自應許其提起訴願或行政訴訟，以資救濟。始符憲法保障人民訴願權或行政訴訟權之本旨。此項都市計畫之個別變更，與都市計畫之擬定、發布及擬定計畫機關依規定 5 年定期通盤檢討所作必要之變更（都市計畫法第 26 條參照），並非直接限制一定區域內人民之權益或增加其負擔者，有所不同。行政法院 59 年判字第 192 號判例，認為『官署依其行政權之作用，就具體事件所為之單方行政行為，發生公法上具體效果者，不問其對象為特定之何人或某一部份有關係之人民，要不能謂非行政處分。人民如因該行政處分致權利或利益受有損害，自得提起訴願以求救濟；此與官署對於一般人民所為一般性之措施或雖係就具體事件，而係為抽象之規定，不發生公法上具體之效果，影響其權利或利益者不同。本件被告官署變更已公布之都市計畫，…原告以此項變更計畫，將使其所有土地降低其價值，損害其權益，對被告官署此項變更都市計畫之行為，提起訴願，自非法所不許』。其意旨，與此尚屬相符。而同院受理聲請人等因變更都市計畫所提起之行政訴訟事件有無理由，未為實體上之審究，即以主管機關變更都市計畫非屬於對特定人所為之行政處分，人民對之不得提起訴願或行政訴訟等理由，將聲請人等之請求以 65 年度裁字第 103 號裁定予以駁回，則與上述意旨有所未合。本院釋字第 148 號解釋，應予補充釋明。」

大法官第 156 號解釋雖明言為第 148 號解釋之補充，但實際上確變更了原來之見解^[8]，認為行政法院 65 年 4 月 1 日裁字第 103 號裁定違背解釋意

旨。大法官第 156 號解釋似側重於人民權利保障與救濟之觀點^[9]，對於都市計畫之法律性質作出根本性界定，並將變更都市計畫定性為二種：1. 都市計畫之個別變更，係公法上之單方行政行為，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，即具有行政處分之性質，其因而致特定人或可得確定之多數人之權益遭受不當或違法之損害者，自應許其提起訴願或行政訴訟以資救濟；2. 都市計畫之擬定、發布及擬定計畫機關依規定五年定期通盤檢討所作必要之變更，並非直接限制一定區域內人民之權益或增加其負擔，則未具行政處分之性質。

大法官第 156 號解釋作成後，雖引發同為大法官姚瑞光針對聲請人就同一事件再行聲請解釋之適法性有所存疑，及大法官陳世榮認為都市計畫並非對於特定人所為之行政處分，而分別提出不同意見書外，自此未再有變更該見解之解釋。而在行政機關實務運作上對都市計畫之法律定性，亦多採用此一解釋意旨，如內政部為因應第 156 號解釋應許提請訴願之判定原則，即以 69 年 12 月 8 日臺 69 訴字第 14143 號函釋示：「都市計畫之擬定或變更得否提起訴願，宜斟酌情形，依下列原則辦理：一、主管機關依都市計畫法第 24 條、第 27 條規定所作都市計畫之個別變更，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，即具有行政處分之性質，其因而致特定人或可得確定之多數人之權益遭受不當或違法之損害者，自應許其提起訴願。二、都市計畫之擬定、發布及擬定計畫機關依規定五年定期通盤檢討所作必要之變更（都市計畫法第 26 條參照），依據前引解釋理由書，自不在司法院大法官會議議決釋字 156 號解釋文所稱『自應許其提起訴願』之列。」又如法務部以 90 年 5 月 21 日法 90 律字第 013072 號函釋示：「區域計畫與都市計畫相同，定期通盤檢討之變更與司法院大法官解釋所確認都市計畫之個別變更不同，即不具行政處分之性質，故無行政程序法第 102 條規定之適用。惟如為個別變更，行政機關在作成限制或剝奪人民自由或權利之行政處分前，自應依行政程序法第 102 條之規定，給予處分相對人陳述意見之機會。」可見內政部與法務部皆採用 156 號解釋意旨，以通盤檢討或個別變更（包括區域計畫）作為區判法規命令或行政處分之標準^[8]。

5.1.3 司法院大法官會議 80 年 2 月 1 日釋字第 273 號解釋

按大法官第 273 號解釋文「內政部於中華民國 68 年 5 月 4 日修正發布之都市計畫樁測定及管理辦法第 8 條後段『經上級政府再行複測決定者，不得再提異議』之規定，足使人民依訴願法及行政訴訟法提起行政救濟之權利受其限制，就此部分而言，與憲法第 16 條之意旨不符，應不予適用。」其解釋理由書說明「憲法第 16 條規定人民有訴願及訴訟之權，乃指人民於其權益受侵害時，有提起訴願或訴訟之權利，受理訴願之機關或受理訴訟之法院亦有依法決定或裁判之義務而言。此項權利，不得以行政命令予以限制。都市計畫法第 23 條規定，都市計畫之細部計畫核定發布實施後，應於 1 年內，豎立樁誌、計算座標、辦理地籍分割測量等事項，內政部基於上述規定，乃於 68 年 5 月 4 日修正發布都市計畫樁測定及管理辦法。依該辦法第 6 條及第 8 條之規定，土地權利關係人如認為樁位測定錯誤時，雖得申請複測及再複測，但第 8 條後段則有『經上級政府再行複測決定者，不得再提異議』之規定。行政法院 77 年度裁字第 86 號裁定，依文義解釋認所謂不得再提異議，含有不得訴願及提起行政訴訟之意，就此部分而言，足使人民依訴願法及行政訴訟法提起行政救濟之權利受其限制。按因樁位測定錯誤，致特定土地權利關

係人之權益遭受侵害時，雖上述辦法已有複測及再複測之救濟途徑，然其限制人民訴願及行政訴訟之權部分，則與憲法保障人民權利之意旨不符，應不予適用。」

大法官第 273 號解釋認定內政部 68 年 5 月 4 日修正發布之都市計畫樁測定及管理辦法第 8 條後段「經上級政府再行複測決定者，不得再提異議」之規定，足使人民依訴願法及行政訴訟法提起行政救濟之權利受其限制限制人民訴願及行政訴訟之權部分，則與憲法保障人民權利之意旨不符，應不予適用。大法官第 273 號解釋雖未斷言都市計畫之法律性質，但直接認定都市計畫樁位測定結果應容許提起訴願及行政訴訟，似有將都市計畫樁位測定成果視為行政處分之意。惟林明鏘（1998）^[12]提出質疑，認為大法官第 273 號解釋「若允許人民僅針對細部計畫後之豎立樁誌等行為提起救濟，是否會割裂整個細部計畫之效力，而且亦未解決整個細部計畫之妥善性問題？所以斧底抽薪之計，應從根解決爭執所起源之癥結：細部計畫本體之定性。」

5.1.4 司法院大法官會議 85 年 6 月 21 日釋字第 406 號解釋

按大法官第 406 號解釋文「都市計畫法第 15 條第 1 項第 10 款所稱『其他應加表明之事項』，係指同條項第 1 款至第 9 款以外與其性質相類而須表明於主要計畫書之事項，對於法律已另有明文規定之事項，自不得再依該款規定為限制或相反之表明或規定。都市計畫法第 17 條第 2 項但書規定：『主要計畫公布已逾 2 年以上，而能確定建築線或主要公共設施已照主要計畫興建完成者，得依有關建築法令之規定，由主管建築機關指定建築線，核發建築執照』，旨在對於主要計畫公布已逾 2 年以上，因細部計畫未公布，致受不得建築使用及變更地形（同條第 2 項前段）限制之都市計畫土地，在可指定建築線之情形下，得依有關建築法令之規定，申請指定建築線，核發建築執照，解除其限建，以保障人民自由使用財產之憲法上權利。內政部中華民國 73 年 2 月 20 日 73 臺內營字第 213392 號函釋略謂：即使主要計畫發布實施已逾滿 2 年，如其（主要）計畫書內有『應擬定細部計畫後，始得申請建築使用，並應儘可能以市地重劃方式辦理』之規定者，人民申請建築執照，自可據以不准等語，顯係逾越首開規定，另作法律所無之限制。與憲法保障人民財產權之意旨不符，應不適用。」其解釋理由書說明：「市鎮都市計畫，依都市計畫法第 15 條第 1 項規定，應先擬定主要計畫書。該主要計畫書依同條項第 10 款規定，雖得表明「其他應加表明之事項」，惟所稱『其他應加表明之事項』係指同條項第 1 款至第 9 款以外，與其性質相類而須表明於主要計畫書之事項，對於法律已另有明文規定之事項，自不得再依該款規定為限制或相反之表明或規定，否則即與憲法第 172 條有違。又都市計畫法第 17 條第 1 項規定：第 15 條第 1 項第 9 款所定之實施進度，應就其計畫地區範圍預計之發展趨勢及地方財力，訂定分區發展優先次序。第 1 期發展地區應於主要計畫發布實施後，最多 2 年完成細部計畫；並於細部計畫發布後，最多 5 年完成公共設施。其他地區應於第 1 期發展地區開始進行後，次第訂定細部計畫建設之。其同條第 2 項規定『未發布細部計畫地區、應限制其建築使用及變更地形』，固在求都市計畫之圓滿實施，而為增進公共利益所必要，然憲法所保障之人民財產權，尚不能因主管機關之遲延不於主要計畫實施後 2 年內發布細部計畫，使其繼續陷於不能自由使用土地建築之不利益。故同項但書規定：主要計畫發布已逾 2 年以上，而能確定建築線或主要公共設施已照主要計畫興建完成者，得依有關建築法令之規定，由主管建築機關指定建築線，核發建築執照，用以解除對土地建築使用之限制。是主管機關依同法

第 15 條第 1 項擬定之主要計畫書，雖得就同條第 1 項第 1 款至第 9 款以外與其性質相類之事項為規定，但不得於第 10 款其他表明事項中規定『須於細部計畫完成法定程序後，始准予發建築執照』，以排除『主要計畫已逾 2 年，而能確定建築線或主要公共設施已照主要計畫興建完成者，得依有關建築法之規定，由主管建築機關指定建築線，核發建築執照』規定之適用。內政部中華民國 73 年 2 月 20 日 73 台內營字第 213392 號函釋略謂，即使主要計畫發布實施已逾滿 2 年，如其（主要）計畫書內有規定如主旨所敘（按即都市計畫主要計畫內規定：『應擬定細部計畫後，始得申請建築使用，並應儘可能以市地重劃方式辦理，以取得公共設施用地』）者，人民申請建築執照，自可據以不准云云，及臺灣省苗栗縣政府 76 年 10 月 21 日 76 府建都字第 93266 號公告竹南頭份（土牛及港墘地區）都市計畫（通盤檢討）圖表明『附帶條件（1）應另行擬定細部計畫，除主要計畫指定之公共設施外，依規定配置必要之公共設施用地，並俟細部計畫完成法定程序後，始准予發照建築，（2）以市地重劃方式開發』，其中關於核發建築執照之規定，依上開說明顯係逾越都市計畫法第 15 條第 1 項第 10 款規定範圍，另作同法第 17 條第 2 項但書規定所無之限制，與憲法保障人民財產權之意旨不符，應不適用。」

大法官第 406 號解釋認為都市計畫主要計畫內附帶條件整體開發之規定，因為行政機關怠為發布細部計畫或市地重劃，而使人民陷於不能自由使用土地建築之不利利益，明顯係逾越都市計畫法第 15 條第 1 項第 10 款規定範圍，另作同法第 17 條第 2 項但書規定所無之限制，與憲法保障人民財產權之意旨不符。大法官第 406 號解釋雖非直接對於都市計畫之法律性質表示見解，但根據蔡志宏（2005）^[6] 研究推論「本號解釋理由書中謂都市計畫所為『其他應加表明事項』，如果與法律另有明文之事項相反的話，就是違反憲法第 172 條。而憲法第 172 條所規範的，正是法規命令之位階性。因此，其所表現的意涵即在於都市計畫之法律性質應為法規命令」、「依照司法院大法官案件審理法第 4 條規定，大法官解釋憲法均屬抽象之違憲審查，個案中之行政處分如有違憲，亦不得由大法官加以為違憲無效之宣告，而須委由行政法院以個案裁判加以處理。此乃大法官憲法解釋權與行政法院審判權之重要分際。本號解釋理由書中對於苗栗縣政府 76 年 10 月 21 日公告之竹南頭份都市計畫，其中附帶條件關於核發建照部分，直接宣告與憲法保障人民財產權之意旨不符，應不適用。顯然認為該項都市計畫乃抽象法規，而非具體之行政處分。事實上，該項都市計畫附帶條件，係在通盤檢討時，加以表明，亦呼應先前之釋字第 156 號解釋，即都市計畫通盤檢討屬於法規命令而不得行政爭訟。」

5.2 學者研究論見

有關都市計畫法律性質之學者研究論見，難竟一致，有傾向行政處分之見解者，亦有傾向法規命令之見解者，各有其立論觀點，茲分述如后。

5.2.1 傾向行政處分之見解

將都市計畫法律性質傾向為行政處分之見解者，如陳立夫（2003）^[9] 認為「都市計畫於土地利用計畫體系中，屬下位計畫，其規制內容實已具詳細性。申言之，都市計畫之計畫地區範圍已於計畫書、圖中載明，且地區內之各土地使用分區、公共設施保留地均明確指定，又其使用管制內容，亦已確定，故其規制之事件具體。另一方面，於計畫地區內具有合法權源之土地使

用人（尤其是所有權人），亦因計畫地區之確定，而得以特定其範圍；亦即，都市計畫（無論新訂定或變更）之發布實施，對於計畫地區內土地所有權人之法律地位或權利義務發生直接影響；尤其，公共設施保留地之土地利用行為更將大幅受到限制。準此而言，都市計畫是可定性為行政處分（一般處分）」、「就都市計畫內容、法律效力以觀，並期保障計畫地區內土地所有權人權利起見，都市計畫無論係屬訂定、通盤檢討變更或個案變更者，實均宜肯認其具行政處分（一般處分）之性質。於其發布實施階段，計畫地區內之土地所有權人如認為因而蒙受違法、不當之損害者，自應容許其提起訴願，甚至行政爭訟。」

其他傾向行政處分或一般處分之見解，整理如表 2 所示。

表 2 其他將都市計畫法律性質傾向為行政處分之見解

姓名	見解
吳庚 (2004) 陳敏 (1999)	多在針對一般處分論述時，較無保留地引述釋字第 156 號解釋。
陳明燦 (2001)	1. 更進一步地主張都市計畫之擬定、發布、定期通盤檢討均應屬行政處分或以一般處分視之。 2. 認為都市計畫一旦公布實施後，因土地上原有建築物不合土地使用分區規定者，除准修繕外，不得增建或改建，如被指為公共設施保留地，則依不得為妨礙其指定目的之使用，非謂不直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔。故不論是都市計畫之個別變更，抑或都市計畫之定期通盤檢討變更，均已具有事件具體性以及特定或可得特定其相對人之性質，因而應具行政處分之性質。
陳清秀 (1988)	1. 認為都市計畫對人民權益有直接影響，例如：都市計畫將人民土地劃為公共設施保留地，其價值暴落，為不爭之事實，且其土地用益權因計畫公告實施而受限制，為法所明定，是對於人民之權利已生限制之法律效果，至為明顯。而此種對於特定地區可得確定之土地權利人之權利加以限制之行為，應具有一般處分之性質。 2. 大法官釋字第 156 號解釋理由書中指都市計畫之擬定與定期變更尚非直接限制人民權益或增加其負擔，似有斟酌餘地。

資料來源：整理自蔡志宏，「論都市計畫之法律性質」，東吳大學法律研究所碩士論文，2005.9，P22~23。

5.2.2 傾向法規命令之見解

將都市計畫法律性質傾向為法規命令之見解者，以陳世榮大法官於司法院大法官會議 68 年 3 月 16 日釋字第 156 號解釋中所提之不同意見書「行政機關擬定之都市計畫或變更都市計畫，經層報核定後，公布實施，此項公告，並非對於特定人所為處分，不得對之提起訴願。」最值注目，其解釋理由書為「都市計畫（包括計畫之變更，下同），為都市計畫事業之一系列程序之一環，僅在一定地區內有關都市生活之經濟、交通、衛生、保安、國防、文教、康樂等重要設施，作有計畫之發展，並對土地用作合理之規劃而已，

依都市計畫法及其他法律之規定，基於現在及既往情況，並預計 25 年內之發展情形，以高度之行政上、技術上裁量、一般地、抽象地訂定之（見都市計畫法 3 條、2 條、5 條）從而都市計畫，雖其主要計畫書，除用文字，圖表說明外，應附主要計畫圖，但與對特定人之具體的處分迥異，僅為計畫自體，因其公佈實施，對利害關係人之權利有如何之影響，或加予如何之變動，未必即已具體確定，故應解為都市計畫祇具有該都市計畫事業之藍圖的性質。至都市計畫法第 19 條規定「…與同法第 26 條規定…則皆不外為使反映利害關係人之意見，俾有更妥適之都市計畫事業也。而都市計畫之如上所述性質，則於經公布實施後，亦不改變。雖都市計畫公布實施後，施行區域內原有建築物不合土地使用分區規定者，除准修繕外，不得增建或改建，當地直轄市、縣（市）（局）政府或鄉、鎮、縣轄市公所認有必要時，得斟酌地方情形限期令其變更使用或遷移（見都市計畫法 41 條），其他如依都市計畫法指定之公共設施保留地供公用事業設施之用者，由各該事業機構依法予以徵收或購買（見都市計畫法 48 條）等，利害關係人將受不利之處置，但此均為排除對該都市計畫事業之障礙，法律特別賦予公告之附隨的效果，殊難謂為都市計畫之決定或公告自體之效果所發生的權利限制。是以都市計畫，於公告階段，不能謂為係直接對特定人所為具體的處分。蓋就如都市計畫事業，經一系列程序所行行政作用，於何階段復認對之提起訴願，及是立法政策問題，非謂若不許利害關係人於一系列程序之任何階段均得提起訴願，則利害關係人之生存權、工作權及財產權即無保障。且在都市計畫之決定或公告之階段，不得對之提起訴願，亦非謂對於因都市計畫事業實施所生權利侵害之救濟方法皆已被關閉，如為排除對都市計畫事業實施之障礙，該行政機關對土地所有人命回復原狀或命遷移或拆除建築物等時，主張其違法者，得對之提起訴願，勿論矣，如本件機關用地變更計畫用以設置瀝青混凝土拌合場，亦於設置上宜如何防制影響鄰近地區土地之使用，乃屬該場設施問題，且後該場設施有欠當或有未防制影響鄰近地區土地使用之違法情形者，固亦得對之請求行政上救濟，依如上所述救濟方法，對具體的權利侵害之救濟之目的，即得充分達到。要之，在都市計畫之決定或公告階段，理論上，欠缺足為爭訟事件之成熟性，實際上，准予提起訴願，不僅欠當，且亦無其必要也。」

謝欣怡（1999）^[10] 研究認為「行政計畫得以不同之法律形式表現，不但可為法律形式之行政計畫，亦可為行政處分形式之行政計畫。而都市計畫作為行政計畫之一環，依都市計畫法第 21 條及第 23 條之規定，由直轄市及縣市政府發布實施，且並非對特定人民產生效力，而係對該計畫區域內所有人民皆發生效力之抽象規範，故雖係以圖表方式表現，仍不失其抽象規範之特性。法規依其公布之機關區分為法律、法規命令與自治法規，而都市計畫係由地方政府發布實施應具有自治法規之性質。」該研究見解認為都市計畫應屬行政計畫之一種，並具有自治法規之性質。

都市計畫表現在行政計畫形式方面，蔡志宏（2005）^[8] 提出不同見解「雖然都市計畫符合行政程序法第 163 條對行政計畫之概念定義，但並無法以此終止法規命令與行政處分說之爭議。此由於行政程序法對於行政計畫之規範密度甚低，其相關法體系上之適用問題，仍須在行政處分或法規命令中找到棲身之所。否則諸如其是否可以爭訟、以何種訴訟類型爭訟、法位階如何認定，均無法加以解決。」惟在都市計畫究應定性為行政處分或法規命令之爭議上，蔡志宏（2005）研究認為「都市計畫應為法規命令，不論是市（鎮）計畫、鄉街計畫甚至是科學園區之都市計畫，均應屬第一級自治團體一直轄

市或縣之自治法規。如都市計畫與相當於都市計畫法施行細則之法令有衝突競合時，由於均屬都市計畫授權之法規，其法規位階相同，須以特別法優於普通法之原則，決定何者優先適用。在通常情形，都市計畫係就特定區域發布，應認為是都市計畫施行細則法令之特別規定，而應優先適用。」，該研究見解揭示都市計畫優先於都市計畫法施行細則之概念，參照「都市計畫法臺灣省施行細則」第 9 條規定「土地權利關係人申請擬定細部計畫，其範圍不得小於一個街廓。但有明顯之天然界線或主要計畫書另有規定範圍者，不在此限。」、第 32 條規定「各使用分區之建蔽率不得超過下列規定…前項各使用分區之建蔽率，當地都市計畫書或土地使用分區管制規則另有較嚴格之規定者，從其規定。」、第 34 條規定「都市計畫地區各土地使用分區之容積率，依都市計畫書中所載規定；未載明者，其容積率不得超過下列規定…」等條文，亦可驗證於都市計畫優先於都市計畫法施行細則之概念。

另廖義男（1987）^[8·11]認為「都市計畫係在一定地區內有關都市生活之經濟、交通、衛生、保安、國防、文教、康樂等重要設施，做有計畫之發展，並對土地使用做合理之規劃，因此，不能認為係個別事件之處理，故非一種行政處分，而係一種法規，且係一種直接對人民權利亦發生成立、變動等效果之法規。」林明鏘（1998）^[12]雖未直接提出對都市計畫定性為法規命令之見解，但針對大法官釋字第 156、273 號解釋提出批判，並認為「從都市計畫之種種行為觀察可知，都市計畫之擬定、發布、變更，本質上皆屬抽象性之規範行為，而非特定性之具體處分行為，而且將樁測、複測等行為獨立於細部計畫外加以定性，亦屬逾越憲法解釋者為『替代性立法者』之角色，變成主動性的立法者。如果只是為了確保人民之訴權，而勉強將部分計畫行為定性為行政處分，則似屬本末倒置、削足適履。」

六、結論

茲本文結論歸納如下：

- （一）依都市計畫法規定程序所擬定之都市計畫，一經公告發布實施，即發生規範與管制之效力，包括各級政府所為公共設施用地之徵收及土地所有權人或管理者從事建築物或土地之使用，皆應符合都市計畫之規範與管制；都市計畫之管制工具包括計畫書之說明文字及計畫圖，其管制效果則透過使用分區劃設、使用性質限制（如相容使用）、使用強度規範（如建蔽率、容積率、最大建築高度比、最小庭院深度比）及分期分區發展等方式達成。都市計畫法律效力包括擬定機關執行細部計畫與樁位測定之義務、事業機構或政府機關取得公共設施用地之義務、人民申請建築之拘束效力、不合土地使用分區規定之原有建築物不得增建或改建、違規使用之處分等。
- （二）都市計畫法在性質上屬公法類型中之法律，為行政法之一種；就法律位階而言，都市計畫法則屬普通法，其他法律若為更嚴謹之規範（如都市更新條例），應秉特別法優於普通法之原則，從其規定。同屬法規命令之都市計畫與都市計畫施行細則，因前者具特別規定之性質，故有「特別法優於普通法」原則之適用。目前相關法律有明確排除或補充都市計畫法者包括民國八十八年九月二十五日總統緊急命令（九二一震災）、土地徵收條例、都市更新條例、發展觀光條例、新市鎮開發條例、促進民間參與公共建設法、文化資產保存法、促進產業升級條例、廢棄物清理法、獎勵民間參與交通建設條例、停車場法、電信法等。

- (三) 大法官第 148 號解釋並未直接對主管機關變更都市計畫之法律定性加以界定，迴避了變更都市計畫是否為行政處分之問題。然大法官第 156 號解釋雖明言為第 148 號解釋之補充，但實際上確變更了原來之見解，從側重於人民權利保障與救濟之觀點，對於都市計畫之法律性質作出根本性界定，自此未再有變更該見解之解釋。大法官第 156 號解釋係將變更都市計畫定性為二種：1. 都市計畫之個別變更，係公法上之單方行政行為，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，即具有行政處分之性質，其因而致特定人或可得確定之多數人之權益遭受不當或違法之損害者，自應許其提起訴願或行政訴訟以資救濟；2. 都市計畫之擬定、發布及擬定計畫機關依規定五年定期通盤檢討所作必要之變更，並非直接限制一定區域內人民之權益或增加其負擔，則未具行政處分之性質。
- (四) 在行政機關實務運作上對都市計畫之法律定性，皆多採用大法官第 156 號解釋意旨，如內政部為因應第 156 號解釋應許提請訴願之判定原則，即以 69 年 12 月 8 日台 69 訴字第 14143 號函釋示：「都市計畫之擬定或變更得否提起訴願，宜斟酌情形，依下列原則辦理：一、主管機關依都市計畫法第 24 條、第 27 條規定所作都市計畫之個別變更，如直接限制一定區域內人民之權利、利益或增加其負擔，即具有行政處分之性質，其因而致特定人或可得確定之多數人之權益遭受不當或違法之損害者，自應許其提起訴願。二、都市計畫之擬定、發布及擬定計畫機關依規定五年定期通盤檢討所作必要之變更（都市計畫法第 26 條參照），依據前引解釋理由書，自不在司法院大法官會議議決釋字 156 號解釋文所稱『自應許其提起訴願』之列。」
- (五) 大法官第 273 號解釋雖未斷言都市計畫之法律性質，但直接認定都市計畫樁位測定結果應容許提起訴願及行政訴訟，有將都市計畫樁位測定成果視為行政處分之意。大法官第 406 號解釋則認為都市計畫主要計畫內附帶條件整體開發之規定，因為行政機關怠為發布細部計畫或市地重劃，而使人民陷於不能自由使用土地建築之不利益，明顯係逾越都市計畫法第 15 條第 1 項第 10 款規定範圍，另作同法第 17 條第 2 項但書規定所無之限制，與憲法保障人民財產權之意旨不符；大法官第 406 號解釋雖非直接對於都市計畫之法律性質表示見解，但根據蔡志宏（2005）^[6] 研究，亦呼應大法官釋字第 156 號解釋，即都市計畫通盤檢討屬於法規命令而不得行政爭訟。
- (六) 綜結大法官釋字第 148、156、273 及 406 號解釋，由消極地不予正面定性（第 148 號解釋），到積極的將都市計畫個別變更認定係屬行政處分（第 156 號解釋），以至將細部計畫下之樁測及複測行為單獨分離定性為行政處分（第 273 號解釋），最後甚至認為行政機關未於一定期限內發布細部計畫致禁發建築執照，乃侵害人民財產權，亦即建築自由之侵害^[12]（第 406 號解釋）；由此可見大法官解釋努力將都市計畫行為定性為行政處分，使權利受影響之人民得以獲得法院之救濟，以確保人民訴訟之權利。
- (七) 有關都市計畫法律性質之學者研究論見，難竟一致，有傾向行政處分之見解者，亦有傾向法規命令之見解者，各有其立論觀點。倘將都市計畫應定性為法規命令，則不論是市（鎮）計畫、鄉街計畫甚至是科學園區之都市計畫，均應屬第一級自治團體—直轄市或縣之自治法規。如都市計畫與相當於都市計畫法施行細則之法令有衝突競合時，由於均屬都市計畫授權之法規，其法規位階相同，須以特別法優於普通法之原則，決定何者優先適用^[6]。

參考文獻

1. 營建雜誌社（1991.6），「都市計畫專業用語之解說及彙編」。
2. 邊泰明（1994.7），“臺灣地區國土計畫體系與土地發展權的分派”，人與地雜誌第 127 期。
3. 辛晚教（2004.8），“地域計畫體系之調整”，空間雜誌第 49 期，P24-33。
4. 辛晚教（1991），「都市及區域計劃」（五版增訂），臺北：中國地政研究所。
5. 王泓鑫（2007.7），“建築行為牴觸都市計畫之法律效果之研究—以建築法第 35 條、第 58 條及第 59 條為中心”，法治國律師事務所部落格法學論著（<http://tw.myblog.yahoo.com/wanghungsin>）。
6. 楊裕富（1992），「臺灣的住宅政策：1945—1990」，“第五章：光復後都市計畫的論述與都市計劃制度”，<http://ayf.myweb.hinet.net/eh/>。
7. 陳朝建（2002.11），「地方制度法精義—逐條釋義與實務見解」，臺北：首席文化出版社。
8. 蔡志宏（2005.9），「論都市計畫之法律性質」，東吳大學法律研究所碩士論文。
9. 陳立夫（2007.7），“都市計畫之法律性質”，原刊載於臺灣本土法學雜誌第 50 期，2003.9，P139-146；後收錄於陳立夫，「土地法研究」，臺北：新學林出版股份有限公司，P195-212。
10. 謝欣怡（1999.6），「都市計畫法制之研究—以行政程序為中心」，東吳大學法律研究所士論文。
11. 廖義男（1987.6），“道路規劃與用地取得之法律問題”，臺大法學論叢第 17 卷第 2 期。
12. 林明鏘（2006.11），“從大法官解釋論都市計畫之基本問題”，原刊載於劉孔中、李建良編，「憲法解釋之理論與實務」，中央研究院社會科學所出版，1998.6，P457-486；後收錄於林明鏘，「國土計畫法學研究」，臺北：元照出版有限公司，P63-92。

臺鐵機務成本實務運用與分析

Application and Analysis of TRA Mechanical Costs

蕭國文 HSIAO,Kuo-Wen¹

聯絡地址：10041 臺北市北平西路 3 號 5 樓

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

電話：(02)23815226 轉 3308

Tel：(02)23815226ext3308

電子信箱：tr335830@msa.tra.gov.tw

E-Mail：tr335830@msa.tra.gov.tw

摘要

臺鐵局所稱運輸成本若依業務處理性質劃分，可分為營運、業務及管理等大類。若再細分，行車運轉事務及鐵路車輛管理所發生之成本則歸屬於運輸成本中之行車費用與機務維持費用兩成本科目。於實務上，臺鐵機務處所發生之相關運輸成本即納於上述兩科目。

本文以機務處為研究對象，將運輸成本的「可控制成本」劃分於「機務成本」，蒐集臺鐵統計年報、機務處統計資料及相關資料等，採文件分析法、統計分析法、傳統成本分攤法、作業基礎成本法，以結構比適度細分機務成本分攤，並以鐵路車輛車種為產品單位標的，對機務內所屬車輛單位成本進行分析，建議修改現有會計制度，在不大量增加作業工作前提下，納入更多以績效管理為目的之成本核算制度。

關鍵字：臺鐵、機務處、機務成本、作業基礎成本。

Abstract

Based on the nature of activities, the TRA transport costs are divided into operation, activities and management. If divided more in detail, the costs incurred from train operation and rolling stock management are ascribed respectively to train operation and rolling stock maintenance expenses as far as transport costs are concerned. In practice, the relevant transport costs incurred from TRA Rolling Stock Department are embraced in the above two accounts entries.

TRA is our study object, and the 'controllable cost' is ascribed to mechanical costs. After having collected TRA statistic annual reports along with statistic and related data issued by Rolling Stock Department, we have adopted methods of document analysis, statistical analysis, traditional distributed cost along with activity-based costing to moderately subdivide mechanical cost allocation based on structure comparison. Moreover, with types of vehicles as product units, we have performed analysis on vehicle unit costs attributed to Rolling Stock. With the premise not to increase a great quantity of operation work, we propose that the current accounting system be revised and more cost accounting system aimed at performance management be incorporated into the system.

Keyword：Taiwan Railways Administration (TRA), Rolling Stock Department,

¹本局機務處綜核科科員

一、緒論

1.1 研究動機與目的

現行臺灣鐵路管理局所稱的運輸成本涵蓋直接運輸成本與間接運輸成本。根據《交通部臺灣鐵路管理局會計制度》規定，提供鐵路客貨運輸設備與服務所發生的所有成本支出皆必須歸屬該範疇^[1]。

爲了成本分析所需，臺鐵運輸成本涵蓋所有運輸相關費用項目，並依照成本習性劃分爲固定費用與變動費用。在不另設置成本帳戶規定下，該類型費用依分類帳結數計算各項運輸成本。以直接歸屬、合法分攤等合乎會計原則的該制度，雖可產生如：「客貨車公里成本」、「客貨車列車成本」、「延人公里成本」等輸出結果，但卻無法妥切適用於臺鐵支屬單位：如機務處。之所以無法適用於該單位，在該成本分析制度之設計乃針對全臺鐵爲對象，而非其所屬分支單位。以致當需要分支單位成本數據或作相關單位績效評估時，常常發生成本失真甚或取得單位成本困難等情事。除此，單位成本無法核計的原因之一，也爲被政府統計單位列爲「製造業」的機務處，其計算成本方式也迥異於運輸業。

本研究旨在現有臺鐵傳統會計制度下，依照現有各項分類帳、統計資料等相關文件，部分擷取「作業基礎成本制度」、「成本細分化制度」的精神，將臺鐵機務處所屬可控制成本分攤至各動力車輛。實務上，此類型成本分析輸出，已多次運用於相關文件，而本文重點乃是將其運用情形歸納分析。

1.2 研究範圍與限制

- (1) 爲了研究分析，本研究主要資料來自民國 98 年機務處業務檢討會所陳列機務處可控制成本費用。除此，資料來源尚有：臺灣鐵路管理局公務統計方案、臺灣鐵路統計年報、機務處內外部陳報統計資料及相關表報^[2]。
- (2) 正因爲資料範圍來自機務處統計資料，本研究所受到的最大限制來自單位成本的觀點，並未全部考量到臺鐵整體會計制度。在研究方法上，於不干擾機務處日常生產情況下，採用平行研究方法，同時在實務上多加修正。因此本研究只針對車輛維修成本及行車成本的成本產出，並不多涉及制度修正等提議。
- (3) 本研究以車種分攤成本標的，惟機務單位並未以車種爲主的工單或成本科目標的，因此直接人工、直接材料之車種歸屬，多以其適合表報作爲合理分攤基礎。

1.3 名詞定義

- (1) 機務成本：機務處處內發生之機務維持費用、行車費用，不含報廢費用、退休撫恤金等不可控制成本。
- (2) 機務維持費用：機務部門發生之機務維修費用。
- (3) 行車費用：機務部門所屬乘務部門及其員工發生之行車費用。
- (4) 服務費用：機務部門發生費用中，非直接人工、直接材料者。
- (5) 車種：鐵路車輛種類，包含電力機車、推拉式電力機車、柴電機車、柴液機車、柴油客車、客車、貨車及電源車。

- (6) 型式：車種細分後之車型。
- (7) 電力機車：指從電車線輸入電力經機車上主變壓器傳輸至牽引馬達產生牽引動力之機車。
- (8) 推拉式電力機車：指列車前後端各由一電力機車連掛，列車之運轉可由每一機車駕駛室作出力與煞車等作用之重連控制，其使用之電力機車稱之。
- (9) 柴電機車：指以柴油引擎帶動主發電機發電，產生電力經動力控制設備之控制傳輸至牽引馬達產生牽引動力之機車。
- (10) 柴液機車：以柴油引擎產生之動力經液體變速機和逆轉機驅動車輪產生牽引動力之機車。
- (11) 電聯車：指以三至五輛編成固定組合之車輛，從電車線輸入電力經變壓器傳輸至牽引馬達產生牽引動力之車組，可多組聯掛成一列車運轉。
- (12) 動力車：車上備有動力設備，可產生驅動力牽引車輛或單獨行走者。如機車、柴油動力車、電聯車、柴聯車等稱之。
- (13) 柴油客車：指裝有柴油引擎為動力，以驅動車輪而行走之客車。
- (14) 客車：係用於旅客運輸之各種車輛；包括各型客車、郵政車、行李車、電源車、花車、客廳車、檢查車、商務車、速簡餐車等。
- (15) 貨車：係用於貨物運輸之各種車輛；包括篷車、敞車、平車、煤斗車、篷斗車、油罐車、宿營車、石碴車等。
- (16) 配置輛數：指在統計期間所有可用之車輛數，包括正在運用之車輛與施行檢修之車輛。
- (17) 機車公里：又稱機車行駛公里，係指機車（含動力車）實際運轉行駛之里程數。
- (18) 車輛噸公里：係指機車及車輛換算噸數乘實際運轉行駛里程所得之積。

1.4 研究方法

本研究以機務處為研究對象，蒐集臺鐵統計年報、機務處統計資料及相關資料等，採文件分析法、統計分析法、傳統成本分攤法、作業基礎成本法，以結構比適度細分機務成本分攤，並以鐵路車輛車種為產品單位標的，對機務內所屬車輛單位成本進行分析^[3]。

表 1 民國 98 年度鐵路車輛車種、型式配置輛數

車型	車種	型式	配置輛（組）數
電聯車		EMU100	12
		EMU200	10
		EMU300	8
		EMU400	12
		EMU500	86
		EUM600	14
		EMU700	40

	TE1000	12
	小計	194
電力機車	E200	39
	E300	34
	E400	18
	小計	91
推拉式機車	E1000	64
	小計	64
柴電機車	R20	37
	R100	38
	R150	24
	R180	10
	R190	6
	S200	7
	S300	2
	S400	1
	小計	125
柴油客車	DR1000	36
	DR2500	2
	DR2700	18
	DR2800	30
	DR2900	10
	DR3000	52
	DR3100	20
	小計	168
柴液機車	DH100	16
	小計	16
動力車合計輛數		658
客車		740
貨車		2,094
推拉式客車		381
電源車		34

二、文獻探討

2.1 交通部臺灣鐵路管理局會計制度

現行臺鐵成本會計、管理會計準則，來自「交通部臺灣鐵路管理局會計制度」。該制度編訂於民國 59 年 5 月 29 日（1970 年），期間經過多次修訂；如民國 93 年 12 月 9 日行政院主計處「處會三字第 0930007755A」號函。會計制度設計目的在於配合「多角化經營」、「政策推動」及「管理考核」，實施範圍涵蓋臺鐵局本部及所屬各單位。

該制度中，將臺鐵會計事務處理明訂：普通會計、出納會計、業務會計、採購

會計、材料會計、財產會計、工程會計、運輸成本會計、工廠會計、貨運服務會計及餐旅服務會計。綜合以上，除了餐旅、業務（運務）外，該制度並未明訂組織單位適用會計制度。

於總成本核算方面，臺鐵會計制度依業務處理性質劃分運輸（輸儲）成本，將其分為營運、業務及管理等大類。再詳加細分，機務處所屬行車運轉事務及鐵路車輛管理所發生成本歸屬於運輸成本項目中之行車費用（科目代號：5408）及機務維持費用（科目代號：5407）兩成本科目。

若集中論述運輸成本分析面，臺鐵運輸成本包含所有運輸相關費用項目，並依照成本習性劃分為固定費用及變動費用。在不另外設置成本帳戶規定下，該類型費用依分類帳結數計算各項運輸成本。經直接歸屬、合法分攤等制度後，產生：「客貨車公里成本」、「客貨車列車成本」、「延人公里成本」。

另外，臺鐵會計制度之「工廠會計」章節也論及成本核算。而機務處所屬臺北機廠、高雄機廠、花蓮機廠的成本計算方式正採取該制度第五百三十四條「工廠成本計算流程」(圖 1)。三機廠會計報告中，也包含以電腦流程製作之「材料分析表」、「工資明細表」及「間接費明細表」。

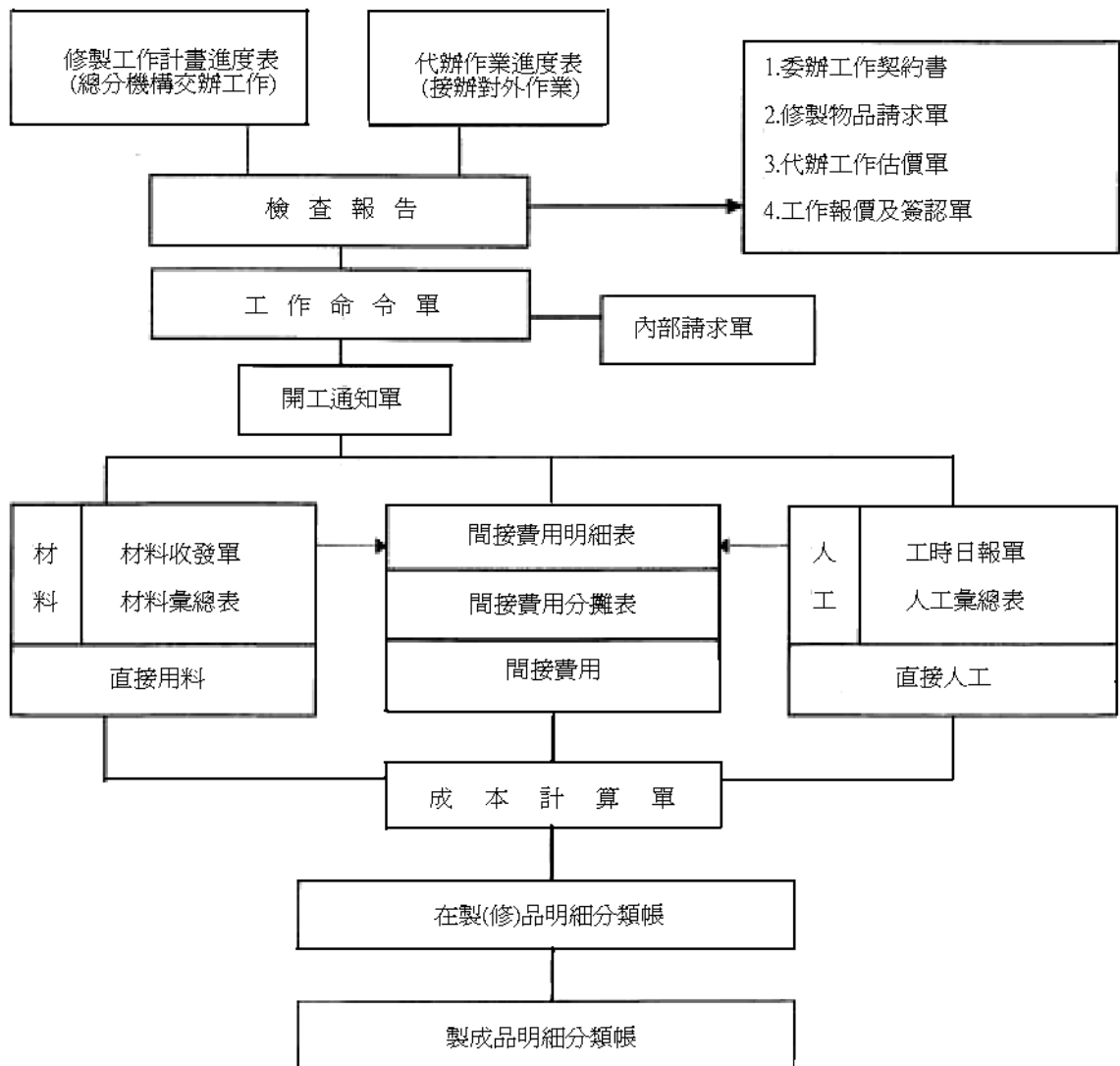


圖 1 工廠成本計算流程

2.2 交通部臺灣鐵路管理局組織條例

《交通部臺灣鐵路管理局組織條例》中，機務處為臺鐵「運、工、機、電」主要四處之一，主要職掌為臺鐵路行車運轉事務及鐵路車輛管理。其轄屬單位除了上述三機廠外，尚有花蓮機務段、七堵機務段、臺北機務段、新竹機務段、彰化機務段、嘉義機務段、高雄機務段、七堵檢車段、臺北檢車段、彰化檢車段、高雄檢車段、臺東機務分段、宜蘭機務分段。在人員配置方面，98 年底機廠人數 1,226 人、機檢段人數（含機務處幕僚人員）為 3,581 人，合計 4,807 人。

2.3 交通部臺灣鐵路管理局單位決算

「交通部臺灣鐵路管理局單位決算」內表臺鐵轄屬單位之財務摘要、決算概要、決算主要表、決算明細表等。機務成本內機務維持費用、行車費用明細表列該決算之「輸儲成本」，惟該表列維持、行車費用尚包含非機務處內所發生數額。

以民國 79 年至 98 年為例，臺鐵輸儲成本與機務行車總成本均呈成長趨勢，惟後者成長幅度較小（圖 2）。

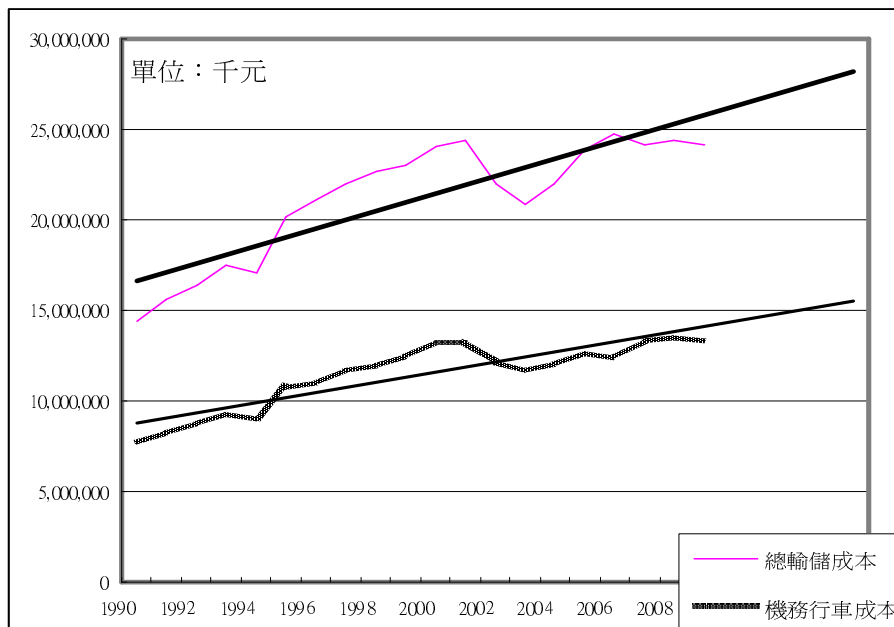


圖 2 民國 79 年至 98 年輸儲成本與機務行車總總成本成長趨勢簡圖

民國 98 年度臺鐵機務維持決算總數為 7,690,204,709 元，行車費用為 5,663,654,752 元；合計總額 13,353,859,461 元。此數額扣除非機務部門發生權責數、不可控制之折舊退休撫恤金後，機務處處內產生之機務維持費用及行車費用總額（即機務成本）共 7,700,634,882 元，佔臺鐵機務維持及行車決算總額之 57.67%。若再以全局總決算數 33,093,510,117 元為結構比權數，機務成本計佔臺鐵決算數 23.27%。另外，因為機務維持費用之用人費用涵蓋管理及兼辦行車行政業務之員額薪津，於成本核算時亦依配置人員比例加以合理分攤至機務服務費用及行車服務費用^[5]。

經分析後，機務成本包含：直接人工-維修薪資、直接物料-燃料動力費、直接人工-行車薪資、服務費用-維修服務費用、直接物料-其他、服務費用-洗車費及服務費用-行車費用等項目（表 2、表 3）。

表 2 機務成本項目表 單位：元

成本項目	98 年決算金額*
直接人工-維修薪資	2,298,379,684
直接物料-燃料動力費	1,611,030,000
直接人工-行車薪資	1,425,217,000
服務費用-維修服務費用	950,524,387
直接物料-其他	854,201,254
服務費用-洗車費	374,681,950
服務費用-行車費用	186,600,607
總計	7,700,634,882

從上表得知，扣除業務類人員薪資後之維修薪資仍為成本最大支出項目；佔全機務成本 30%。若細分，該項目涵蓋 2,121,986,428 元本俸加給及 176,393,256 元之超時工作報酬、不休假加班費等。經核算，機務處維修直接人工之每單位（每人）本俸加給約 68 萬/年，與決算書內整體機務維持薪資水平每人每年 67 萬相近（臺鐵決算書 P84、P151）（圖 3、圖 4）。

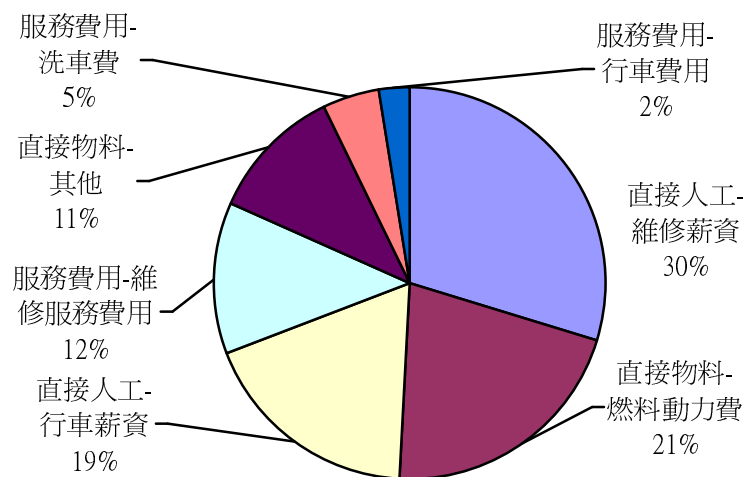


圖 3 機務成本項目

表 3 機務成本項目表 單位：元

成本項目	98 年決算金額*	結構比
直接人工	3,723,596,684	48.35%
直接物料	2,465,231,254	32.01%
服務費用	1,511,806,944	19.63%
總計	7,700,634,882	100.00%

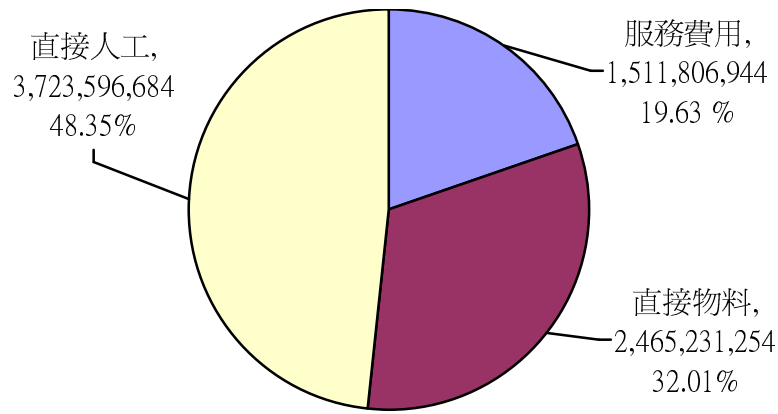


圖 4 機務成本項目表

三、機務成本分析

3.1 直接人工--機車公里為分攤標的

機務成本中的直接人工包含「維修薪資」與「行車薪資」。其中，維修薪資 2,298,379,684 元包含於機務維持費用之用人費用科目內，決算科目編號為 5407-1。行車薪資 1,425,217,000 元則歸屬於行車費用科目，決算科目編號為 5408-1。

於現行會計制度運輸成本規定中，分攤直接人工（用人費用）標的有貨運列車公里、機車公里及列車公里(臺鐵會計制度 P-135)。因臺鐵車種尚無貨運列車、列車相勾稽資料，因此該分攤以機車公里為分攤標的（圖 5）。



圖 5 依機車公里結構比平均分攤

表 4 以機車公里分攤直接人工 單位：元

車 型	機車公里	維修薪資	行車薪資	直接人工
電聯車	31,057,184.40	882,438,007	547,196,644	1,429,634,651
電力機車	8,915,574.10	253,321,143	157,083,532	410,404,675
推拉式機車	12,443,136.90	353,550,946	219,235,674	572,786,620
柴電機車	5,371,953.50	152,635,084	94,648,468	247,283,552
柴油客車	22,813,514.70	648,207,905	401,951,398	1,050,159,303
柴液機車	289,533.10	8,226,599	5,101,285	13,327,884
總計	80,890,896.70	2,298,379,684	1,425,217,000	3,723,596,684

此分攤優點為簡易、符合現有流程制度，惟卻有無法分攤到非動力車（客、貨車）車輛、單位成本相同（每機車公里均為 46.63 元）等明顯缺失。

3.2 直接人工—以工時動因為分攤基礎

為了改進單位成本相同等扭曲成本缺點，本研究以「機廠車輛修造情況-延人工時」、「乘務工時分析表」、「各段機班工作人員彙總報表-總延日人數」等為作業

成本動因，擷取作業基礎成本制度(activity-based costing, ABC 制度)精神加以分析鐵路車輛車種直接人工成本^[6]。

經調整係數與核算後，先分別計算維修、行車薪資時間單位成本，再與車種維修或乘務行車做乘積核算。

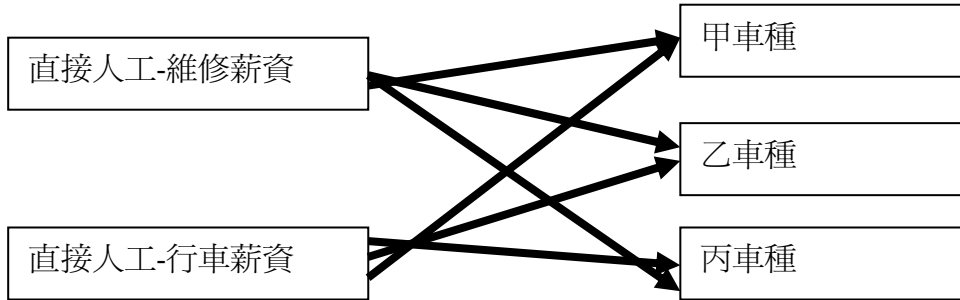


圖 6 依工時動因合理分攤

公開類	編製機關	臺灣鐵路管理局(會計室)
月報	表號	2521-08-03-1
次月20日前編報		

臺灣鐵路管理局各機廠車輛修造

中華民國 98 年

廠別	項目別	出廠輛數(輛)										修造車												
		合計	三級檢修	三級檢修 B	四級檢修 A	四級檢修 B	五級檢修 A	五級檢修 B	五級檢修 C	臨修	局部修理	其他	合計	三級檢修	三級檢修 B	四級檢修 A	四級檢修 B	五級檢修 A	五級檢修 B	五級檢修 C	臨修	局部修理	其他	
總計	電力機車	68	13	-	2	19	-	-	-	34	-	132,213	38,050	-	6,757	79,104	-	-	-	-	-	8,302	-	-
	推拉式電力機車	32	-	-	-	26	-	-	-	6	-	94,086	-	-	-	93,505	-	-	-	-	-	581	-	-
	柴電機車	129	45	22	17	7	-	-	-	38	-	235,104	59,246	62,224	65,152	39,301	-	-	-	-	-	9,181	-	-
	電聯車	256	68	-	21	138	-	-	-	29	-	502,052	125,480	-	46,557	322,973	-	-	-	-	-	7,042	-	-
	柴油客車	242	80	-	67	-	-	-	-	95	-	174,228	66,620	-	101,012	-	-	-	-	-	-	6,596	-	-
	推拉式客車	259	92	-	63	-	-	-	-	104	-	176,625	75,827	-	93,504	-	-	-	-	-	-	7,294	-	-
	電源車	44	-	-	15	-	-	-	-	29	-	21,016	-	-	19,756	-	-	-	-	-	-	1,260	-	-
	客車	288	150	-	-	-	-	-	-	138	-	183,630	174,847	-	-	-	-	-	-	-	-	8,783	-	-
	貨車	1,034	647	-	-	-	-	-	-	387	-	152,438	136,795	-	-	-	-	-	-	-	-	15,643	-	-
	柴液機車	7	-	-	-	-	-	-	-	7	-	512	-	-	-	-	-	-	-	-	-	512	-	-
臺北機廠	電力機車	68	13	-	2	19	-	-	34	-	132,213	38,050	-	6,757	79,104	-	-	-	-	-	8,302	-	-	
	柴電機車	129	45	22	17	7	-	-	38	-	235,104	59,246	62,224	65,152	39,301	-	-	-	-	-	9,181	-	-	
	電聯車	256	68	-	21	138	-	-	29	-	502,052	125,480	-	46,557	322,973	-	-	-	-	-	7,042	-	-	
	推拉式電力機車	32	-	-	-	26	-	-	6	-	94,086	-	-	-	93,505	-	-	-	-	-	-	581	-	-
	推拉式客車	37	16	-	-	-	-	-	21	-	15,090	13,220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,870	-	-
高雄機廠	客車	41	-	-	-	-	-	-	41	-	2,476	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,476	-	-
	客車	244	147	-	-	-	-	-	97	-	179,082	172,775	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,307	-	-
	貨車	1,034	647	-	-	-	-	-	387	-	152,438	136,795	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,643	-	-
	推拉式客車	222	76	-	63	-	-	-	83	-	161,535	62,607	-	93,504	-	-	-	-	-	-	-	5,424	-	-
花蓮機廠	柴油客車	242	80	-	67	-	-	-	95	-	174,228	66,620	-	101,012	-	-	-	-	-	-	-	6,596	-	-
	電源車	44	-	-	15	-	-	-	29	-	21,016	-	-	19,756	-	-	-	-	-	-	-	1,260	-	-
	客車	3	3	-	-	-	-	-	-	-	2,072	2,072	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	柴液機車	7	-	-	-	-	-	-	7	-	512	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	512	-	-
	貨車	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

附註：其他欄包括改造、更新修理、新造、特修。

資料來源：根據各機廠車輛修理月報表編報。

填表說明：1.本表按期編報交通部路政司一份，自存一份。

2.本表由鐵路局機務處於次月17日前編送該局會計室第四科編報。

填表

審核

主辦業務人員
主辦統計人員

機關長官

圖 7 車輛維修延人工時統計年報表

段別	人數 (/月)	一般工時	乘務工時	小計	平均時間 (人/月)	管制時間	管制平均 (人/月)	乘務公里	平均公里 (人/月)
宜蘭機務分段	91	68,653.51	77,551.45	146,205.36	133.53	33,559.46	30.44	2,933,651.1	2,686.5
七堵機務段	168	154,986.32	142,523.47	297,510.19	147.34	58,568.2	29.03	6,982,458.9	3,463.5
台北機務段	108	83,304.05	107,779.45	191,083.5	147.26	37,668.33	29.04	5,609,551.1	4,328.4
新竹機務段	117	86,103.25	114,663.29	200,766.54	143.00	36,770.19	26.11	5,110,128.8	3,639.7
苗栗機務分駐所	18	14,094.32	17,500.31	31,595.03	146.16	6,388.1	29.34	897,127.7	4,153.4
彰化機務段	216	149,976.45	218,986.15	368,963	142.21	74,553.28	28.46	11,448,083.3	4,416.7
嘉義機務段	74	52,871	70,321.36	123,192.36	138.44	25,898.24	29.10	3,537,914.0	3,984.1
高雄機務段	219	173,786.56	195,155.01	368,941.57	140.23	79,556.56	30.16	9,958,343.0	3,789.3
花蓮機務段	133	86,535.18	131,857.55	218,393.13	136.50	48,993.5	30.42	5,834,884.2	3,655.9
台東機務分段	52	37,353.37	46,100.46	83,454.23	133.44	18,870	30.14	2,172,199.7	3,481.1
合計	1,196	907,666.01	1,122,440.5	2,030,106.51	141.27	420,827.46	29.19	54,484,341.8	3,796.3

圖 8 乘務延人工時表

各段機班工作人員彙總報表

段別	動力車別	機班職稱	班數 定期 或 臨時	機班工作延日人數												
				總人數	工作人數						其他					
					本務	輔助	休班	小計	學習	合計	段內	預備	請假	公假	其他	
七堵機務段	柴油客車	司機員	3,285	3,285	2,555			730	3,285		3,285					
	柴電機車	司機員	19	38	16	16	6	38		38						
	推拉式機車	司機員	22,073	26,776	17,964	371	4,774	23,109	1,472	24,581		320	1,399	245	231	
	電力機車	司機員	7,511	14,976	6,189	6,151	2,636	14,976		14,976						
	電聯車	司機員	7,583	7,950	6,336	365	1,247	7,948	2	7,950						
	總計:		40,471	53,025	33,060	6,903	9,393	49,356	1,474	50,830	0	320	1,399	245	231	
台北機務段	段內調車	司機員	99	133	99		34	133		133						
	柴油客車	司機員	3,639	5,275	3,789	474	729	4,992	106	5,098		61	84	11	21	
	柴液機車	司機員	960	1,386	996		334	1,330	33	1,363				13	1	9
	柴電機車	司機員	373	2,630	385	387		772		772	1,440	90	188	33	107	
	推拉式機車	司機員	1,595	2,373	1,651	24	364	2,039	240	2,279		10	53	13	18	
	電力機車	司機員	3,670	8,260	3,803	2,952	367	7,122	967	8,089		77	69	8	17	
	電聯車	司機員	15,644	20,160	16,178	538	2,918	19,634	149	19,783		128	149	31	69	
	總計:		25,980	40,217	26,901	4,375	4,746	36,022	1,495	37,517	1,440	366	556	97	241	
台東機務分段	段內調車	司機員	1,461	1,461	365			365		365	1,096					
	柴油客車	司機員	7,253	7,213	5,904		1,098	7,002	121	7,123		90				
	柴電機車	司機員	4,898	6,166	4,143	14	1,019	5,176		5,176		429	413	126	22	
	柴電機車	機車助理	4,730	4,141	9	3,153	759	3,921	119	4,040		65	28	3	5	
	總計:		18,342	18,981	10,421	3,167	2,876	16,464	240	16,704	1,096	584	441	129	27	
宜蘭機務分段	段內調車	司機員	363	363	362	1		363		363						
	柴液機車	機車助理	25	10		8	2	10		10						
	柴電機車	司機員	9,863	17,023	12,873	170	2,990	16,033		16,033	35	349	408	198		
	柴電機車	機車助理	9,300	3,494	4	2,657	633	3,294	23	3,317		67	78	32		
	電力機車	司機員	11,840	12,103	9,933	63	1,955	11,951	152	12,103						
	電聯車	司機員	1	1	1			1		1						
總計:		31,392	32,994	23,173	2,899	5,580	31,652	175	31,827	35	416	486	230	0		
花蓮機務段	段內調車	司機員	2,871	2,952	2,432			520	2,952		2,952					
	柴油客車	司機員	6,992	7,019	5,944	1	1,020	6,965	52	7,017						2

圖 9 機班工作班彙總表

表 5 ABC 流程之直接人工

單位：元

車種	維修薪資(A)	行車薪資(B)	直接人工(A+B)
電力機車	181,754,259	349,955,892	531,710,151
推拉式電力機車	129,340,770	255,181,199	384,521,969
柴電機車	323,199,333	372,713,810	695,913,143
電聯車	690,174,865	342,951,614	1,033,126,479
柴油客車	239,512,613	88,612,082	328,124,694
推拉式客車	242,807,788	0	242,807,788
電源車	28,890,862	0	28,890,862
客車	252,437,617	0	252,437,617
貨車	209,557,727	0	209,557,727
柴液機車	703,850	15,802,404	16,506,254
合計	2,298,379,684	1,425,217,000	3,723,596,684

3.3 直接物料—以機車公里為分攤標的

佔直接物料最大部份為燃料費與動力費，前者為動力車使用之柴油費用，後者為電聯車、電力機車、推拉式電力機車耗用之電費。除此，直接物料尚包含潤滑油、油脂、碳刷、蓄電池、閘瓦、冷煤等。

表 6 以機車公里分攤直接物料

單位：元

車 型	(K)機車公里	直接物料
電聯車	31,057,184.40	946,498,862
電力機車	8,915,574.10	271,711,068
推拉式機車	12,443,136.90	379,217,084
柴電機車	5,371,953.50	163,715,674
柴油客車	22,813,514.70	695,264,755
柴液機車	289,533.10	8,823,812
總計	80,890,896.70	2,465,231,254

3.4 直接物料—料管作業基礎

若將直接物細分，可將其成本科目細分為電費、柴油費用及其他物料。並依照個別料性管理動因加以合理劃分於各車種。

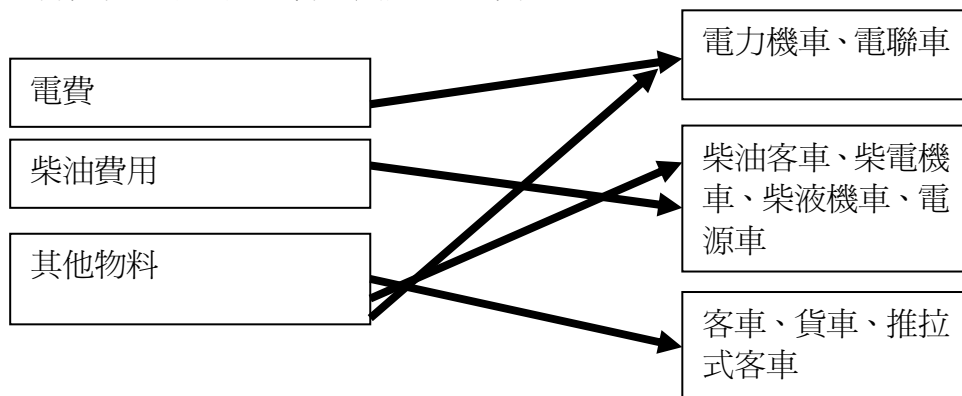


圖 10 依料性動因合理分攤

在柴油費用方面，其直接物料分攤基礎乃根據相關年報實數直接納入，惟電費卻因臺灣電力公司所屬超高壓變電站所示電費未根據車種區分度數，故仍需尋找績效動因。

本研究以年報之機車公里及車輛噸公里為擇析標的，並查其兩者相關係數。

$$Correl(X, Y) = \frac{\sum(x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum(x-\bar{x})^2 \sum(y-\bar{y})^2}}$$

其中 X 為電費實數，Y 分別代入民國 89 年至 98 年車輛噸公里與機車公里。
表 7 民國 89 年至 98 年電費實數、百車輛噸公里及機車公里一覽表

年度	電費實數	百車輛噸公里	機車公里
民國 89 年	1,167,895	989,194	34,554,726
民國 90 年	1,142,823	983,087	35,690,344
民國 91 年	1,175,240	1,034,770	37,638,605
民國 92 年	1,192,998	1,080,461	40,003,630
民國 93 年	1,208,461	1,130,469	42,791,746
民國 94 年	1,343,290	1,150,539	43,741,674
民國 95 年	1,498,665	1,212,529	45,239,404
民國 96 年	1,584,835	1,155,744	45,480,660
民國 97 年	1,694,313	1,251,544	50,686,056
民國 98 年	1,647,827	1,290,009	52,415,895

經過核算後，電費實數與車輛噸公里間相關係數為 0.9、與機車公里相關係數 0.9212。根據此分析結果，於細分電力機車、電聯車、車種分攤電費時，採機車公里數分攤。經核算後，每機車公里電費為 19.2，再將該費用直接歸入 (direct charging) 於各車種。

在其他物料之成本歸屬車種方面，本研究採取估計、武斷分攤 (arbitrary allocation) 等方式。首先依延人工時結構比劃分出動力車與非動力車。至於動力車車種部分，因故障件數、機車使用頻率均影響其他物料數額，故 20% 成本動因採故障件數，餘 80% 成本則採機車公里結構比動因核算。

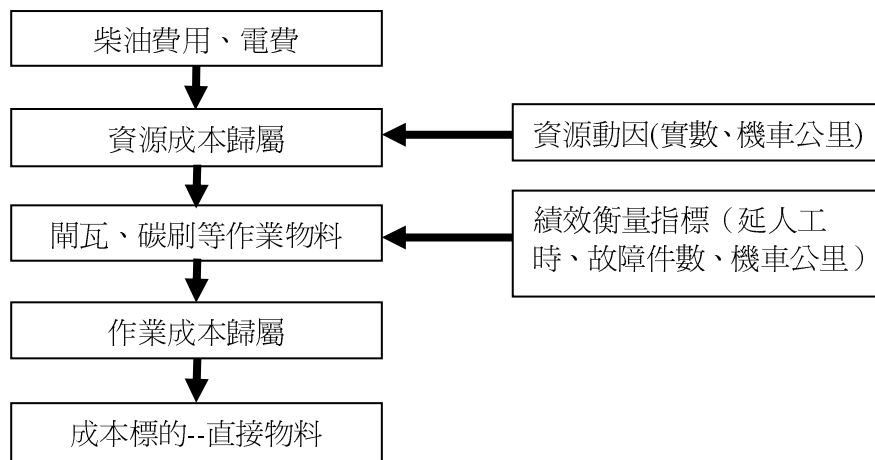


圖 11 直接物料作業成本構面動因分析

表 8 直接物料分攤(ABC 流程構面) 單位：元

車種	直接物料- 電費(A)	直接物料- 柴油(B)	直接物料- 其他(C)	直接物料 (A+B+C)
電力機車	171,171,904	0	237,985,043	409,156,947
推拉式電力機車	238,898,294	0	81,511,918	320,410,212
柴電機車	0	349,796,245	98,293,645	448,089,890
電聯車	596,273,144	0	43,174,224	639,447,368
柴油客車	0	239,479,971	143,861,594	383,341,566
推拉式客車	0	0	80,123,819	80,123,819
電源車	0	7,082,780	9,533,657	16,616,437
客車	0	0	80,123,819	80,123,819
貨車	0	0	77,856,676	77,856,676
柴液機車	0	8,327,662	1,736,859	10,064,521
合計	1,006,343,342	604,686,658	854,201,254	2,465,231,254

3.5 服務費用—機車公里分攤基礎

臺鐵決算之機務維持費用中，包含業務類人員薪資、超時工時報酬、薪津、獎金、保險費等費用。另外，該部分人員亦兼辦行車人員。

為避免結算時，這類型用人費用會扭曲機務直接人工成本；本研究依照廠段配置業務類人員比例、延人工時，以結構比估計方式抽離此類型費用，與其它服務費用一如辦公室水電費、郵電費等併入；之後再與服務費用—洗車費總和，以每機車公里 18.69 元計入。

表 9 以機車公里為標的分攤服務費用 單位：元

車 種	機車公里	服務費用
電聯車	31,057,184.40	580,441,916
電力機車	8,915,574.10	166,627,240
推拉式電力機車	12,443,136.90	232,555,473
柴電機車	5,371,953.50	100,398,895
柴油客車	22,813,514.70	426,372,204
柴液機車	289,533.10	5,411,216
總計	80,890,896.70	1,511,806,944

3.6 服務費用—傳統成本與作業基礎成本

傳統成本會計制度中，最常用服務費用攤銷方式為人工小時。經核算，客車洗車費分攤率為 270 元，動力車洗車費分攤率為 11 元，維修服務費用分攤率為 157 元，行車服務費用分攤率則為 92 元

表 10 以傳統成本會計制度分攤服務費用

單位：元

車種	洗車費	維修服務費用	行車服務費用	服務費用
電力機車	5,467,023	75,166,804	45,818,975	126,452,802
推拉式電力機車	3,986,449	53,490,534	33,410,328	90,887,311
柴電機車	5,822,548	133,663,228	48,798,620	188,284,396
電聯車	5,357,602	285,430,664	44,901,920	335,690,186
柴油客車	1,384,301	99,053,512	11,601,790	112,039,603
推拉式客車	172,782,283	100,416,274	0	273,198,556
電源車	0	11,948,186	0	11,948,186
客車	179,634,879	104,398,813	0	284,033,692
貨車	0	86,665,285	0	86,665,285
柴液機車	246,866	291,086	2,068,975	2,606,927
合計	374,681,950	950,524,387	186,600,607	1,511,806,944

與前列分攤方式相同，傳統成本制度最大缺點為低估低工時成本，高估高工時成本，造成成本扭曲，無法正確做成業務外包內製決策。為解決此問題，本研究依照作業基礎成本制度列出成本庫、成本動因、作業活動之單位成本，將服務費用作適當分攤。

表 11 服務費用之作業基礎成本動因一覽

單位：元

成本庫	成本動因	作業活動之單位成本
行車管理費用	行車乘務小時	7.07 元 /每乘務工時
行車服務薪資	配置輛	98,754 元 /每配置輛
行車管理用品	行車班次	249 元 /每行車班次
洗車費	換算輛	390 元 /換算輛
維修管理用品-故障	故障件數	465,881 元 /每故障件數
維修管理用品-運檢	機車公里	6.4 元 /每機車公里
維修服務薪資	維修延人小時	27.3 元 /每延人小時
動力車維修管理費用	機車公里	1.7 元 /每機車公里
客車維修管理費用	客車及推拉式客車之維修延人工時	2.62 元 /每延人小時

表 12 以作業基礎成本制度攤銷之服務費用一覽

單位：元

車種	洗車費	維修服務費用	行車服務費用	服務費用
電力機車	6,080,293	114,834,865	40,473,916	161,389,074
推拉式電力機車	4,326,885	134,876,116	26,510,078	165,713,079
柴電機車	10,867,566	78,236,837	44,419,851	133,524,254
電聯車	170,695,335	355,234,537	48,207,138	574,137,009
柴油客車	62,433,378	208,785,253	24,045,167	295,263,798
推拉式客車	60,051,709	19,133,626	0	79,185,336
電源車	966,497	2,077,134	0	3,043,630
客車	59,236,740	19,892,472	0	79,129,212
貨車	0	15,066,334	0	15,066,334

柴液機車	23,546	2,387,214	2,944,457	5,355,217
合計	374,681,950	950,524,388	186,600,607	1,511,806,944

3.7 機務成本總表

表 13 機務成本—以機車公里為分攤標的 單位：元

車種	直接人工	直接物料	服務費用	機務成本總計
電聯車	1,429,634,651	946,498,862	580,441,916	2,956,575,429
電力機車	410,404,675	271,711,068	166,627,240	848,742,983
推拉式電力機車	572,786,620	379,217,084	232,555,473	1,184,559,177
柴電機車	247,283,552	163,715,674	100,398,895	511,398,121
柴油客車	1,050,159,303	695,264,755	426,372,204	2,171,796,262
柴液機車	13,327,884	8,823,812	5,411,216	27,562,912
總計	3,723,596,684	2,465,231,254	1,511,806,944	7,700,634,882

表 14 應用作業基礎成本制度流程之機務成本 單位：元

車種	直接人工	直接物料	服務費用	機務成本總計
電聯車	1,033,126,479	639,447,368	574,137,009	2,246,710,856
電力機車	531,710,151	409,156,947	161,389,074	1,102,256,172
推拉式電力機車	384,521,969	320,410,212	165,713,079	870,645,260
柴電機車	695,913,143	448,089,890	133,524,254	1,277,527,287
柴油客車	328,124,694	383,341,566	295,263,798	1,006,730,058
柴液機車	16,506,254	10,064,521	5,355,217	31,925,992
推拉式客車	242,807,788	80,123,819	79,185,336	402,116,943
電源車	28,890,862	16,616,437	3,043,630	48,550,929
客車	252,437,617	80,123,819	79,129,212	411,690,648
貨車	209,557,727	77,856,676	15,066,334	302,480,737
合計	3,723,596,684	2,465,231,255	1,511,806,943	7,700,634,882

因機務績效指標多以動力車為標的，故以基礎成本制度流程之機務成本總表並無法妥切適用。為此再以配置種數、車種運轉時間、貨車噸公里等動因，製成動力車機務成本總表如下：

表 15 以動力車為單位標的之機務成本總表 單位：元

車種	直接人工	直接物料	服務費用	機務成本總計
電聯車	1,033,126,479	639,447,368	574,137,009	2,246,710,856
電力機車	753,060,621	484,026,132	210,189,132	1,447,275,885
推拉式電力機車	627,329,757	400,534,031	244,898,415	1,272,762,203
柴電機車	965,448,879	547,817,637	181,963,372	1,695,229,888
柴油客車	328,124,694	383,341,566	295,263,798	1,006,730,058
柴液機車	16,506,254	10,064,521	5,355,217	31,925,992
合計	3,723,596,684	2,465,231,255	1,511,806,943	7,700,634,882

四、細項成本擇析與驗證--以機務段行車薪資為例

除了以車種為標的整體機務成本分析外，機務細項成本也可經由現有資料核算，惟運用工具則較為繁複廣泛：如 AA 會計系統、MA 機務系統等。

以機務段行車薪資為例，經系統累加後，實際薪資數額如下表，其中以乘務人員 259 人七堵機務段（含宜蘭機務分段）行車薪資為最高。

表 16 臺鐵 AA 會計系統累加之 98 年度實際行車薪資 單位：元

段別	實際行車薪資數額	每機車公里
七堵機務段	291,449,770	28.41
花蓮機務段	167,389,248	8.32
高雄機務段	257,322,150	20.56
新竹機務段	160,531,108	14.46
嘉義機務段	94,664,255	10.60
彰化機務段	265,377,403	27.70
臺北機務段	129,943,196	23.31
臺東機務分段	58,565,303	20.94

若以各機務段責屬動力車之機車公里為分攤標的，其核算行車薪資數額如下，其中以機車公里最高的花蓮機務段所核算分攤的行車薪資為最高。

表 17 機車公里分攤制之行車薪資 單位：元

段別	核算行車薪資總額	每機車公里
七堵機務段	180,774,159	17.62
花蓮機務段	354,645,573	17.62
高雄機務段	220,555,919	17.62
新竹機務段	195,574,533	17.62
嘉義機務段	157,364,282	17.62
彰化機務段	168,816,071	17.62
臺北機務段	98,205,566	17.62
臺東機務分段	49,280,618	17.62

最後，再以延人工時為基礎動因，核算行車薪資為下表。其中以七堵機務段為最高，彰化機務段居次。

表 18 延人工時為分攤基礎之行車薪資 單位：元

段別	核算行車薪資總額	每機車公里
七堵機務段	311,506,464	30.36
花蓮機務段	153,321,019	7.62
高雄機務段	259,011,528	20.69
新竹機務段	163,127,797	14.70
嘉義機務段	86,486,242	9.68
彰化機務段	259,026,972	27.03
臺北機務段	134,148,345	24.07
臺東機務分段	58,588,632	20.95

爲了分析比較兩方法孰優，本研究以實際數額爲基準，分別以機車公里分攤表及延人工時分攤表與之相減。核算後，證明以延人工時爲基礎動因的方式，在機務處轄屬 8 行車乘務單位中，其差異性都遠較以機車公里爲分攤標的之核算流程來得小。以下爲兩流程與實際薪資數額之差異比：

表 19 各機務段不同方式核算出之機車公里成本

段別	機車公里差異比	延人工時差異比
七堵機務段	-37.97 %	6.88 %
花蓮機務段	111.87 %	-8.40 %
高雄機務段	-14.29 %	0.66 %
新竹機務段	21.83 %	1.62 %
嘉義機務段	66.23 %	-8.64 %
彰化機務段	-36.39 %	-2.39 %
臺北機務段	-24.42 %	3.24 %
臺東機務分段	-15.85 %	0.04 %

五、機務成本運用釋例

5.1 線別機務成本

依照鐵路年報「表 5 線別客運量」，臺鐵主要營運線別爲「縱貫線」、「宜蘭線」、「北迴線」、「臺東線」及「南迴線」。

以同樣未電氣化之臺東線、南迴線之兩線別機務成本爲例，雖兩線別站勢、地形、排班方式、段管轄區不同，但若以公里成本制，其核算出之 98 年度全年度機車公里單位成本卻均爲 95.2；根據該定數，核算出 98 年度臺東線機務成本爲 765,071,633 元、南迴線成本爲 242,148,154 元。另外，以作業基礎成本制度爲成本計算流程來核計，臺東線成本爲 669,354,663 元、南迴線成本爲 266,289,882 元，經核算後，臺東線每機車公里成本爲 83 元，南迴線 104 元。

5.2 營運車種別機務成本

現擔任臺鐵自強號主力之機車車種爲推拉式電力機車，莒光號則爲電力機車。惟若以機車公里成本制分析其營運機務成本，自強號與莒光號機車公里單位成本均爲 95.2 元。再以基隆車站至高雄車站單趟列次爲例，PP 推拉式爲動力車之自強號及莒光號機務成本分別爲：

$$\text{自強號：營運公里（山線；399.8）} \times 2 \text{（配置兩機車）} \times 95.2 \text{（每機車公里成本）} \\ = 76,122 \text{ 元}$$

$$\text{莒光號：營運公里} \times 1 \times 95.2 = 37,014 \text{ 元}$$

兩者雖因配置車種不同，其列次機務成本有所差異，但自強號與莒光號之兩單位成本卻均爲 95.2 元，未能顯示其殊異性。若沿用後者之作業基礎成本制流程；同樣以總成本核算，自強號與莒光號機務成本爲：

$$\text{自強號：} 399.8 \times 2 \times 102.28 \text{（推拉式機車每機車公里成本）} = 81,783 \text{ 元}$$

$$\text{莒光號：} 399.8 \times 1 \times 162.33 \text{（電力機車每機車公里成本）} = 64,900 \text{ 元}$$

5.3 營運車種盈虧績效評估

延伸上述作業基礎成本流程之釋例，設定營運自強號以 35PPT1000 為配置客車車廂，莒光號以 35FPK10500 為配置車廂。再於相同 100 % 客座率、相同 12 節車廂、相同基隆至高雄全程搭乘之假設下，其扣除機務成本動因之單列車營運收入，自強號為 484,526，莒光號為 371,682。同樣情況下，若以機車公里分攤制，自強號為 490,187，莒光號為 399,568。兩相分析後，使用作業基礎成本制流程之成本分析顯示，於獲益上，自強號比莒光號更具競爭性。

六、結論與建議

因為票價未真正反應成本、兼顧內外部經濟效益、歷史包袱等因素，近年來，臺鐵累積虧損日益增加。在企業化理念導向下，成本管理與控制之重要性，已與高鐵加入前之運輸市場不能同日而語^[8]。由此觀點看來，適度控制運輸成本，成為臺鐵永續經營的重要關鍵。然而從各項表報得知，以臺鐵路局為成本標的之現有成本計算方式，已不符合現有績效為主的臺鐵經營狀態。

本研究以機務成本為對象，分別以兩種不同成本流程方式，詳列績效所需之成本數據，並比較兩者不同差異；研究主要結論與建議如下：

- (一) 符合臺鐵會計制度之機車公里分攤方式，雖較為簡易，但單位成本卻完全相同。也就是機車公里成本未因配置動力車不同而有成本之差異。
- (二) 沿用以資源動因、作業動因為代入方式之作業基礎成本流程，雖手續較為繁複，但計算後之不同車種機車公里成本均有所差異，避免成本扭曲可能性，並在績效評估中，較具有真實性。
- (三) 與其說作業基礎成本為成本制度，不如說是種管理工具。雖本研究以現有報表及分析表報表為成本庫、作業動因，但仍部分使用較不合適之「武斷」歸屬。為了更方便呈現真實成本，方便績效控制等管理用途，建議修改現有會計制度，在不大量增加作業工作前提下，納入更多以績效管理為目的之成本核算制度。

參考文獻

1. <交通部臺灣鐵路管理局會計制度> (2004.9)，行政院主計處。
2. <中華民國 94 年臺灣鐵路統計年報> (2006.4)，交通部臺灣鐵路管理局。
3. <中華民國 98 年臺灣鐵路統計年報> (2010.4)，交通部臺灣鐵路管理局。
4. <交通部臺灣鐵路管理局公務統計方案> (2005.7)，交通部。
5. <臺灣鐵路管理局機務處年終業務檢討會資料> (2010.3)，臺鐵機務處。
6. <臺鐵車輛運轉與運用效能分析> (1999)，臺灣鐵路管理局會計處。
7. 郭倉義等 (2008.8)，<作業基礎成本管理制度效能之分析：以一貫作業鋼廠為例>，中華管理評論。
8. Cooper, R (1990)，《Cost classification in unit-base and activity-based manufacturing cost systems》。
9. 張棟樑 (2010.1)，<管理會計>(授課講義)。

軌道車輛車體表面塗裝研究

A Practical Study on the Rolling Stock Body Surface Coatings

翁錦龍 WENG, Jin-Long¹

王宜達 WANG, Yi-Ta²

江耀宗 JIANG, Yao-Zong³

郭銘駿 GUO, Ming-Jun⁴

聯絡地址：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) 27333141 轉 7281

Tel : (02) 27333141 ext7281

電子信箱：M9603919@mail.ntust.edu.tw

E-Mail：M9603919@mail.ntust.edu.tw

摘要

表面塗裝作業旨在保護或裝飾車體，本研究以臺灣地區軌道車輛表面塗裝之工程污染源及排放特性為調查對象，選用 3 種活性碳比較其吸附容量，利用反應動力方程式進行相關性分析、表面微觀結構觀察、比表面積之分析、pH 值、表面無機化學成分及灰份等實驗，了解活性碳之基本物化特性對揮發性有機物 (Volatile organic compounds, VOCs) 可能之影響。

結果顯示，軌道車輛塗裝之揮發性有機物排放以噴塗房最大，若以吸收式冷凍機及加濕塔等設備，於噴塗房恆溫恆濕下活性碳具回收吸附特性，可減少揮發性有機物的排放。

關鍵字：表面塗裝、含碳化合物、活性碳、吸附。

Abstract

The surface coatings aim at protection of the car body or decoration on it. Engineering pollution source and emission properties of surface coatings on rolling stock in Taiwan area are our study objects in the text. Three active carbons are used to compare their absorption capacity and experiments such as relevant analysis by use of reaction power equation, surface micro texture observation, ratio surface analysis, pH value, surface inorganic chemical elements and ash are carried out to come to understand the probable effect of basic physical and chemical properties of active carbon on volatile organic compounds (VOCs).

The result shows that the highest emissions of volatile organic compounds released from rolling stock coatings are occurred in coating room. With the installation of absorptive cooler and humidification tower in coating room, the place will maintain constant temperature and humidity, and under such

¹國立臺灣科技大學機械工程系(所)研究生

²本局機務處副工程司

³國立臺灣科技大學機械工程系(所)教授

⁴黎明技術學院機械工程系副教授

circumstance will active carbon have recycled absorptive property, which can reduce the emissions of volatile organic compounds.

Keyword: surface coating, carbon compounds, active carbon, absorption

一、前言

在軌道車輛製造過程中，塗裝是必要的製程。在塗裝前，塗裝品之脫脂與管線之清洗，常使用有機溶劑。而塗裝所使用的塗料是由凝結原料(樹脂類或纖維素)、顏料、溶劑、展色劑以及各種不同的可塑劑、硬化劑等組成，因此一般塗料本身即有機溶劑存在。此外，在塗料使用前，必須添加特定的有機溶劑，稱之為稀釋劑，以改善其塗料性質(工業減廢技術手冊，1995)^[11]。所以在軌道車輛表面塗裝業中，有機溶劑的排放是積極需要管制的標的。

依統計，空氣污染指標五要素中，懸浮微粒、二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物濃度年年下降，唯獨臭氧濃度反而升高(環保署91年03月21日擴大會報)。89年臭氧年平均濃度為55 ppb，90年已升高為58 ppb。因此，環保署已將改善臭氧污染列為重點工作項目。臭氧係由氮氧化物、揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, VOCs)經光化學反應所衍生之二次污染物。而在諸多固定污染源中，重工業與石化業除排放硫氧化物、氮氧化物污染物外，尚有數量可觀之揮發性有機物，會對環境造成直接的影響。其毒性也會對生物體造成嚴重的危害，且在經過一連串光化反應之後所形成的二次污染現象也漸趨惡化。這些二次污染物因具有較高之反應性，所帶來的影響將會更甚於一次污染物。

依據現行空污費收費方式，固定污染源項目是依硫氧化物、氮氧化物實際排放量徵收。鑑於徵收硫氧化物、氮氧化物空污費之經濟誘因制度執行，已明顯改善臺灣地區空氣品質中的硫氧化物和氮氧化物濃度；且在考量公平及污染者付費原則下，環保署已考慮徵收VOCs空污費的方式，促使業者主動設置VOCs的空氣污染防治設備，以減少VOCs的排放。

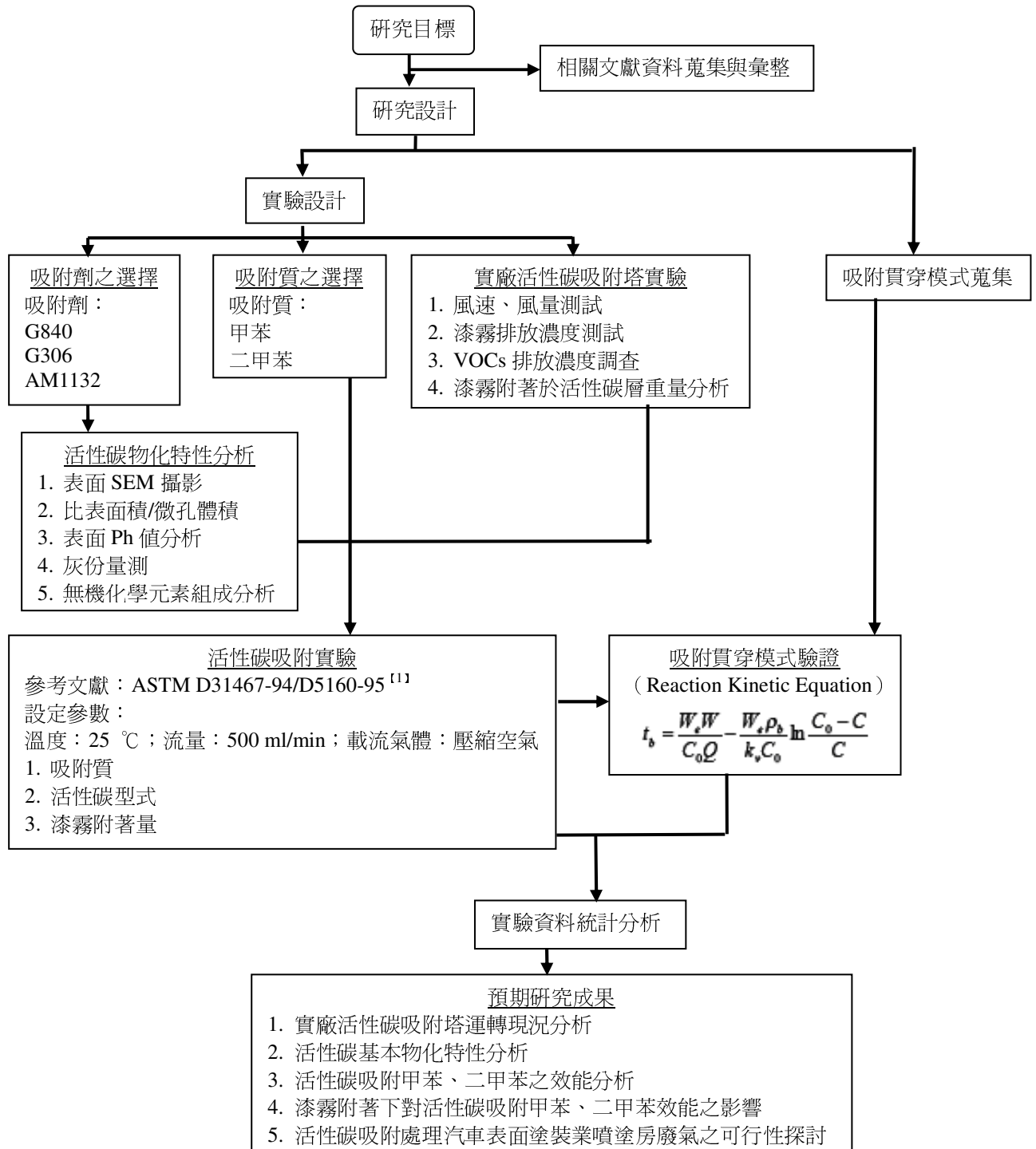
軌道車輛表面塗裝所使用溶劑成分複雜，主要常見的有甲苯、二甲苯、甲醇、丁醇、乙酸乙酯、正丁醇及石油溶劑混合物等。

二、文獻回顧

2.1 車輛表面塗裝業及空氣污染防治狀況

車輛表面處理的程序中，可分為塗裝、電鍍、化學鍍、陽極處理、熱浸鍍鋅、滲透處理、防鏽處理等等。其中又以塗裝最為經濟，操作也較為簡單。因此，塗裝之製程被廣泛的應用。

塗裝工程為車輛製造業必要的生產程序，以一般車輛廠而言，其塗裝工廠的製程概如圖1表示。



車體前處理

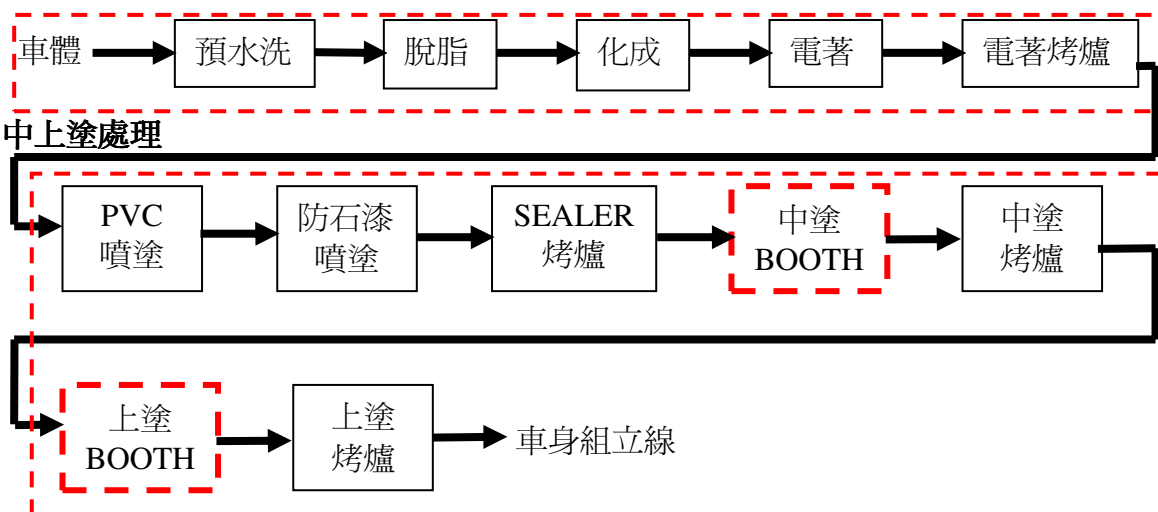


圖1軌道車輛製造廠表面塗裝工廠製程圖

軌道車輛表面之塗裝製程中，車體會先經過前處理將表面之髒污與油脂進行清洗處理後，再進入電著製程進行底塗，而電著塗料通常採水性塗料，因此在進行中塗與上塗時之空氣污染物排放量並不高。

電著底漆乾燥後，則進入PVC及防石漆噴塗，而PVC與防石漆噴塗常為局部噴塗，因此製程設備上常配合採用密閉式過濾系統來收集排放之廢氣，最後進行中塗與上塗之表面塗裝。

依據臺灣地區表面塗裝業之塗裝工程污染源及排放特性調查結果，軌道車輛表面塗裝之主要空氣污染物為揮發性有機物，說明如下：

1. 83 %的VOCs排放來自於塗裝工程之中塗及上塗。
2. 10 %的VOCs排放用來清洗產品或設備。
3. 低於8 %的VOCs排放來自於塗裝其他製程。

表1顯示臺灣區軌道車輛之VOCs的排放量，均符合中華民國環境保護署所訂立之排放標準^[12]。由調查結果可知，其揮發性有機物的單位排放量均較排放標準低，部分車廠甚至可以達到排放標準(110 g/m²)的一半以下，顯見目前車廠對於塗裝製程VOCs的管制，均能符合目前的法規規定。

表 1 軌道車輛製造業塗裝線之揮發性有機物排放量

車廠編號	1	2	3	4	5	6
1998年溶劑總使用量 (Ton)	1.101	432	267	597	82	334
1998年總生產量 (萬輛)	10.8	8.3	3.2	6.5	7.6	1.2
每輛車使用之溶劑量 (kg)	10.2	5.2	8.3	7.8	7	5.1
VOC 排放量 (g/m ²)	102	52	83	78	70	51

註：中華民國環境保護署，汽車製造業表面塗裝作業空氣污染物排放標準^[10]：

110 (g/m²)：假設每一輛汽車的塗佈面積為 100 m² (80~115 m²)

近年來，由於國民所得的增加、市場激烈競爭以及消費者喜好引導市場，各大

車廠為滿足消費者的愛好及對防鏽耐候的功能性要求，軌道車輛表面塗裝也在塗料的品質及色澤上不斷的改變。因此，也由於顏色的增加，所造成之污染排放問題更大。調查噴塗房及烤爐氣體排放之特性結果如表2所示。顯示軌道車輛表面塗裝業中，VOCs之排放以噴塗房最大，而中塗及上塗噴塗房被視為最主要的VOCs排放源，是以，就改善理論，噴塗房應優先改善。然而噴塗房因其氣體流量大，氣體交換率高，且成分複雜，所以VOCs更加難以控制，是改善上極大的問題。

表 2 噴塗房及烤爐氣體排放特性

工程		溫度 (°C)	排放率 (g/min)	氣體流率 (Nm ³ /min)	VOCs 濃度 (mg/Nm ³)
噴塗房	中塗	332	880±270	2640±1820	480±320
	上塗	23±3	2080±1210	2850±1770	610±250
烤爐	ED 烤爐	140±40	70±30	460±240	640±420
	中塗烤爐	110±40	60±40	80±50	840±560
	上塗烤爐	23±3	190±80	157±70	1960±1040

對於軌道車輛製造的表面塗裝製程如圖2，塗裝工廠常將廠區一部份或將工廠整體規劃為噴塗房，為了將外部氣體導入噴塗房內，會在噴塗房上方裝設進氣口、進氣濾網及安裝給氣風機，在地下溝外側排風口裝設排氣風機。而在噴塗房的污染防制部分，會利用塗料及其溶劑氣體隨氣流下降的特性，在噴塗房地面製作水槽，其上加蓋鐵網，將塗裝所產生漆霧及溶劑氣體導往工廠外的排氣導管，並在排氣口的兩側裝設送水管，將氣流中所含有之大部分漆霧與溶劑氣體藉由循環水流帶出。而噴塗房廢氣經過循環水流洗滌後，透過排氣風機將廢氣送至空氣清靜裝置進行管未處理。

其常見的污染防制設備如表3所示。其中，關於車體噴塗房的廢氣處理部分，廢氣經濕式洗滌後，送至空氣清靜裝置，以去除殘餘的漆霧與VOCs。空氣清靜裝置內部則含有兩道處理設備，廢氣經過風量調整板後，即通過濾網層，將大部分之漆霧去除，再經過活性碳層吸附後，將廢氣直接排放大氣。但是排氣中所含之漆霧，常無法於濾網層中完全去除。因此，部分微細的漆霧，會直接附著於活性碳層表面或通過活性碳層而排放至大氣中，因而影響活性碳吸附與再生的效率，也間接影響活性碳的使用壽命。除了造成業者的成本增加外，廢棄的活性碳，也造成處理上的困擾。

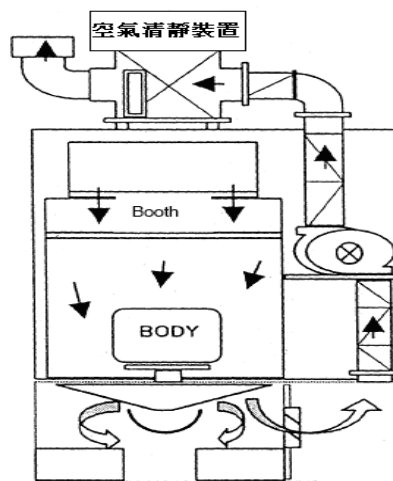


圖 2 軌道車輛廠空氣污染防制設備^[2]

表 3 軌道車輛廠空氣污染防制設備

排放場所(污染源)	排放污染物種類	空氣污染防治設備
車體噴塗房	粒狀物 有機溶劑	濕式洗滌 自動塗裝機(提高塗著效率) 排放管道過濾設備
蒸氣鍋爐	硫氧化物 氮氧化物	高效率燃燒器 以天然氣做為燃料
塗裝車體烤爐	有機溶劑 硫氧化物 氮氧化物	直接焚化裝置 觸媒焚化裝置
塗裝車體前處理	有機酸類	密閉式空間過濾器 廢氣處理器
射出成型 研磨製程 其他	粒狀物 有機溶劑	袋濾式集塵器 洗淨溶劑回收裝置 沸石吸附

軌道車輛VOCs廢氣處理方式如表4所示，鑒於目前並無相關法規針對塗裝區之VOCs加以規範，因此除了部分車廠使用活性炭吸附塔之外，其餘車廠均是未經處理而直接排放至大氣中，形成塗裝製程的重大污染源。而塗裝區之VOCs排放總量佔整個塗裝流程70~85%，因此，若未採用空氣污染防制設備進行排放廢氣處理，將會有一定程度之污染。

表 4 軌道車輛 VOCs 廢氣處理方式

車廠編號	塗裝區			烘烤區		
	焚化爐	活性炭 吸附塔	直接排放	焚化爐	活性炭 吸附塔	直接排放
1		✓		✓		
2			✓	✓		
3			✓	✓		
4		✓		✓		
5			✓	✓		
6			✓	✓		

相較於噴塗房，烤爐的流率小且濃度高，所以在處理上多半採用焚化方式，焚化對VOCs的破壞效率可達90%以上，可以得到相當程度處理效果。一般塗裝VOCs減量方法建議如下：

1. 增加噴槍噴塗效率。
2. 減少換色機率。
3. 減少漆中溶劑含量。
4. 增加處理設備。

建議以迴流空氣法，降低噴塗房的排氣量，以提高處理設備之處理效率，並降低管末處理設備之容積，可有效處理噴塗房排氣污染^[3]。

其改善概念為迴流90%之噴塗房排氣，經簡單過濾後，再回到噴塗房使用。而在人員作業區則供給新鮮外氣，以維持作業人員之安全，如圖3所示。這樣的做法

可以有效降低90%之噴塗房排氣，提高VOCs的排放濃度；對於管末處理設備

的設計，也提供了更多的選擇，並降低了設計困難度。

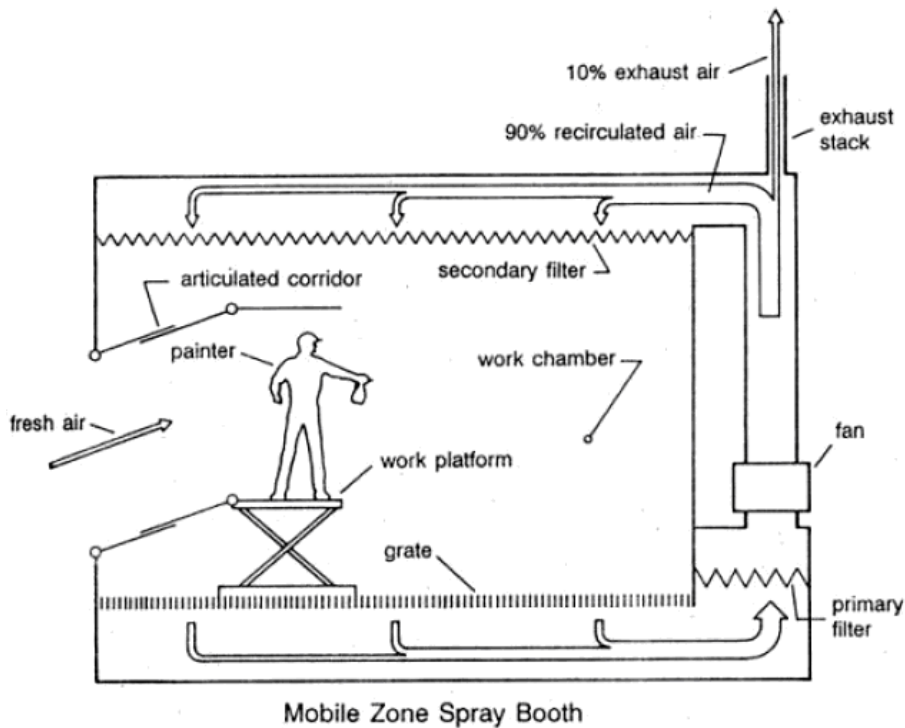


圖 3 塗裝噴塗房採用空氣迴流方式降低排氣量^[4]

2.2 揮發性有機物

2.2.1 揮發性有機物之定義

揮發性有機物(Volatile Organic Compounds, VOCs)係指沸點在150 °C以下之有機化合物。所謂有機物，即含有碳及氫的化合物。

在室溫常壓下(25 °C, 760 mm Hg)，依蒸氣壓之大小將有機物區分為三大類，詳表5。蒸氣壓大於0.1mm Hg以上之有機化合物，稱為揮發性有機物。

表 5 有機物揮發特性分類表

分類	蒸氣壓 (Pv)	種類
揮發性有機物	$P_v \geq 10^{-1} \text{ mm Hg}$	如：苯、甲苯等
半揮發性有機物	$10^{-1} \text{ mm Hg} \geq P_v \geq 10^{-7} \text{ mm Hg}$	如：多氯聯苯、多環芳香烴等
非揮發性有機物	$P_v < 10^{-7} \text{ mm Hg}$	如：石蠟等

註：蒸氣壓係在 25°C, 760 mm Hg 狀態下測定。

另外，依據行政院環境保護署所頒布「揮發性有機物空氣污染管制及排放標準」，定義：揮發性有機物係指有機化合物成分之總稱，但不包括一氧化碳、二氧化碳、碳酸、碳化物、碳酸鹽、碳酸銨等化合物。如表6所示為工業製程廢氣常見之VOCs種類，而一般應用於塗料的主要樹脂與有機溶劑種類詳見表7。

表 6 工業製程廢氣中常見的 VOCs 種類

編號	揮發性有機物
1	乙醛 (Acetaldehyde)
2	丙酮 (Acetons)
3	苯 (Benzene)
4	四氯化碳 (Carbon tetrachloride)
5	乙基醋酸 (Ethyl acetate)
6	乙烯乙二醇 (Ethylene glycol)
7	甲醛 (Formaldehyde)
8	庚烷 (Heptane)
9	己烷 (Hexane)
10	異丙醇 (Isopropyl alcohol)
11	甲基乙基酮 (Methyl ethyl ketone)
12	氯甲烷 (Methyl chloride)
13	甲基單乙醚 (Monomethyl ether)
14	石腦油精 (Naphthalene)
15	苯乙烯 (Styrene)
16	甲苯 (Toluene)
17	二甲苯 (Xylene)

2.2.2 揮發性有機物對人體健康之影響

揮發性有機物對人體直接影響很大，揮發性有機物具有滲透、脂溶及揮發等作用，人體與揮發性有機物接觸或經呼吸，可能會對人體之呼吸道、肺、神經系統、腎、肝、造血系統及消化系統等造成危害詳見表8。某些揮發性有機溶劑經光化學反應後，會產生二次污染的問題。其中又以烯類最具光化學反應，其所造成的煙霧除了會降低能見度之外，並會產生臭氧、硝基過氧乙酸(PAN)等物質。

表 7 應用於塗料的主要樹脂與溶劑

樹脂 \ 溶劑	溶劑											
	甲 苯	二 甲 苯	丙 酮	丁 酮	甲 基 異 丁 酮	甲 醇	乙 醇	異 丙 醇	正 丁 醇	乙 酸 甲 酯	乙 酸 乙 酯	
醇酸樹脂	0	0						0				
丙烯酸樹脂	0	0									0	
聚乙酸乙烯樹脂	0	0	0	0		0	0			0	0	
石油樹脂	0	0		0	0						0	
酚醛樹脂	0	0	0	0			0				0	
聚醛樹脂	0	0		0							0	
聚胺酯樹脂			0							0		
環氧樹脂	0	0		0	0			0	0		0	
三聚氰胺-甲醛樹脂	0							0	0			
丁縮醛樹脂				0		0						
硝化纖維素	0			0							0	
氯化橡膠	0											

資料來源：經濟部工業局、工業減廢技術手冊、塗料工業與塗裝工程 1995.03。

表 8 塗料製造使用儲存過程所排放空氣污染物之危害特性

成分	光化學活性	屬於危害性空氣污染物 (HAP*)	對生物之危害特性	
			人類、動物	植物
甲苯	中低	✓	具有中樞神經系統毒性	此類物質在日光催化下，與 NO(一氧化氮)反應生成臭氧及 PANs (Peroxy acetyl nitrates 硝基過氧乙酸) 等高氧化性物質，對植物之危害性如下： 1. 減慢生長及降低產能。 2. 葉子枯黃而組織細胞壞死。 3. 降低光合作用淨效率，減低固定二氧化碳能力。 4. 增加細胞膜之穿透力，使離子流失。 5. 使酵素喪失效力。 6. 改變新陳代謝方式。
二甲苯	中高	✓	對神經、肝、腎等系統具有毒性	
乙酸乙酯	高	✓	對神經系統具毒性；對眼、鼻、喉等具刺激性	
甲基異丁酮	高	✓	對神經、肝、腎等系統具有毒性	
異丙酮	高	✓	對生殖系統具毒性；對眼、鼻、喉等具刺激性	
苯	低	✓	具致癌性，對神經、肝、造血組織等系統具毒性	
丙酮	高	✓	對眼、呼吸道具刺激性，大量吸入會造成肺水腫	

資料來源：經濟部工業局、工業減廢技術手冊、塗料工業與塗裝工程 1995.03。

2.2.3 揮發性有機物之管制標準

依據行政院環境保護署(九一)環署空字第○九一○○六九四○三號令修正公佈之揮發性有機物空氣污染管制及排放標準規定，對於石化製程所使用之廢氣燃燒塔、製程排氣管道、揮發性有機液體儲槽等，規定相關應符合之要件及使揮發性有機物排放之專屬標準^[10]。

在軌道車輛表面塗裝業中，行政院環境保護署於民國83年發布相關規定，其相關法條摘述如下：

行政院環境保護署令：

(83)環署空字第五六四二七號發布全文11條

(88)環署空字第○○一五八四五號令修正

(91)環署空字第○九一○○六九四○三K號令修正

第七條 乾燥式廢氣之揮發性有機物應符合總破壞去除效率90 %及排放管道排放標準未經含氧量校正60 mg/Nm³。

第八條 軌道車輛製造程序表面塗裝相關作業之揮發性有機物排放標準應符合110 g/m²。

前項排放標準之計算係以每月表面塗裝相關作業所排放之揮發性有機物總量除以底塗總面積為基準。

2.3 廢氣中揮發性有機物的控制技術

隨著不斷修正之環境法令，控制VOCs排放是迫切需要的工作。VOCs的種類包含了大部份的溶劑(solvent)、稀釋劑(thinners)、去油劑(degreasers)、清潔劑(cleaners)、潤滑劑(lubricants)及液態燃料(liquid fuels)等。圖4顯示，常見的VOCs控制技術。各種控制技術分析及操作條件與特性，如表9及表10所示。

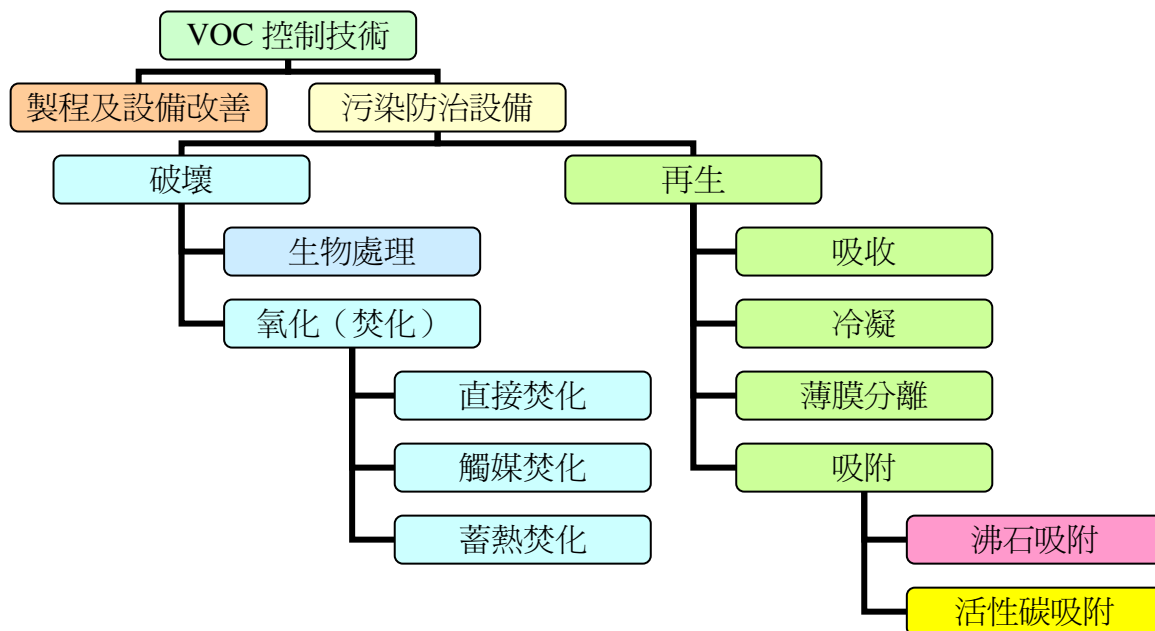


圖 4 VOCs 控制方法及可行技術

表 9 常見 VOCs 控制技術之特性^[15]

技術種類	年操作成本 \$/cfm	去除 效率	衍生物	優點	缺點
直接焚化	15-150	95-99	燃燒產物	可以回收能源 (最大 85%)	產生其他燃燒污 染物，可能需要 更多設備處理
觸媒焚化	15-90	90-98	燃燒產物	可以回收能源 (最大 70 %)	操作條件對效率 影響大，有觸媒 毒化問題，產生 其他燃燒污染物
生物處理	15-75	60-95	生質物	初設成本低，無 有害二次污染 物	速度慢，微生物 培養困難，對有 機物選擇性高， 無法回收 VOCs
冷凝	20-120	70-85	冷凝物	可回收 VOCs	設備維護成本 高，不建議用於 沸點高於 33 °C VOCs
吸收	25-120	90-98	廢水	可回收 VOCs	設計條件嚴苛， 設計所需之平衡 數據取得困難
活性炭 吸附	10-35	80-90	失效碳及 有機物	可回收 VOCs	對濕度敏感，部 分化合物（酮、

					乙醛、酯) 易阻塞孔洞
沸石吸附	15-40	90-96	失效沸石及有機物	濕度/90 %RH 仍有效, 可回收 VOCs	沸石成本高, 可利用性受限制
薄膜分離	15-30	90-99	廢棄薄膜	可回收 VOCs	薄膜價格昂貴, 種類少

 表 10 VOCs 控制技術的操作條件與特性^[16]

技術種類	VOC 濃度 (ppm)	處理能力 (cfm)	溫度範圍 (°F)	相對濕度範圍	備註
直接焚化	20-25 % 爆炸極限間	100-500,000	1,300-1,800	10-40 %	需考量安全問題
觸媒焚化	100-1,000 但要低於爆炸極限 25 %	100-10,000	700-900	10-40 %	需考量安全問題
生物處理	< 5,000	< 14,000	50-105	> 90 %	預防危生物遭 VOCs 毒化
冷凝	5,000-10,000	100-20,000	環境溫度	20-80 %	
吸收	500-15,000	200-100,000	環境溫度	---	
活性碳吸附	700-10,000 但要低於爆炸極限 25 %	100-6,000	< 130	< 50 %	需透過其他吸附劑進行脫附
沸石吸附	1,000-10,000	100-6,000	環境溫度	-94-96 %	需透過其他吸附劑進行脫附
薄膜分離	非常低之濃度- 爆炸極限 25%	200-1,500		90-99 %	

吸附為VOCs污染防制上極為有效的技術之一，但相對的回收VOCs會造成操作成本提高，以及可能導致後續水污染處理問題。吸附系統操作範圍廣，且吸附劑對吸附質具有選擇性；因此在適當環境參數設定下，依吸附質種類選擇適當的吸附劑，將可達到極佳之處理效能。

2.4 活性碳吸附

活性碳是一種多孔性的固體，目前在空氣污染防制及水處理部分應用的相當廣泛。基於用途的不同，活性碳的種類、性質與外觀亦有差異。為了避免活性碳的消耗造成處理成本上的負擔，選擇適當的活性碳為一個重要的課題。商業上所使用的活性碳最主要的特性為具有高比表面積(800~1500 m²/g)、高孔隙體積，具有極佳的吸附能力。目前根據“國際純理論與應用化學聯合組織”(IUPAC)之規定，這些多孔性化合物依據孔隙大小，分類為大孔(macropore)、中孔(mesopore)、微孔(micropore)三類，如表11所示。

表 11 活性碳孔隙結構的分類

孔隙結構分類	孔隙大小 (dp)
大孔(macropore)	$dp > 500 \text{ \AA}$
中孔(mesopore)	$20 \text{ \AA} < dp \leq 500 \text{ \AA}$
微孔(micropore)	$20 \text{ \AA} \geq dp$

由於活性碳表面多孔性質的複雜結構，發展出許多表面物理化學理論，決定活性碳表面孔洞結構分布的技術。主要包括掃描式電子顯微鏡法(Scanning electron microscopy, SEM)、穿透式電子顯微鏡(transmission electron microscopy, TEM)、掃描隧道式電子顯微鏡(scanning tunneling microscopy, STM)、利用不同尺寸的分子篩進行流體吸附實驗等幾種方式。由於微孔具有較大活性面積，且孔隙結構較為複雜，至今仍是學者研究之標的^[9]。

顆粒狀活性碳與圓柱狀活性碳已廣泛使用在氣態污染物之處理，而活性碳纖維在80年代以後，因其優異的吸脫附性質，引起各界矚目。但目前活性碳纖維單價仍較顆粒狀與圓柱狀活性碳高，在成本的考量下，也因而限縮了活性碳纖維之使用。粉末狀活性碳通常用於水處理，而含浸活性碳則用於處理特殊的有毒氣體。本研究採顆粒狀活性碳、圓柱狀活性碳及活性碳3種不同種類活性碳，以纖維氈進行實驗。

三種不同活性碳之基本資料如表12所示。本研究將其編號為G840、G306、AM1132，分別代表顆粒狀圓柱碳、圓柱狀圓柱碳及活性碳纖維氈。



(a) G840顆粒狀圓柱碳 (b) G306圓柱狀圓柱碳 (c) AM1132活性碳纖維氈
圖5活性碳型態

活性碳在進行實驗前，均需置於真空烘箱中以200 °C之溫度處理24小時以上，之後利用真空泵浦將真空烘箱抽真空，再通以氮氣洩壓之前處理，以去除水分或雜質，確保可發揮活性碳之最佳吸附效能；活性碳取出後置於乾燥箱內冷卻至室溫，裝至玻璃瓶內密封保存，待有需要時，再取出進行實驗。

2.5 吸附質之選擇

依據本研究蒐集之軌道車輛工廠91年01月~10月之統計資料，該工廠所採用之塗料，以甲苯及二甲苯為最主要溶劑，其次則為正丁醇及石油溶劑混合物，相關統計結果如表13所示。因此，依據此統計，採用甲苯與二甲苯作為吸附質，進行活性碳對甲苯、二甲苯吸附容量之差異研究。甲苯和二甲苯均為含甲基的芳香族碳氫化合物，存在於煤焦油和石油中。表14所示為甲苯及二甲苯之基本資料。經過氣相層析儀分析，本研究所採用之試藥級二甲苯中，以間-二甲苯為最主要之成分，對-二甲苯及鄰-二甲苯僅含微量，因此，在進行分析時，也以間-二甲苯之物化特性代表

二甲苯進行分析。





表 12 活性碳基本資料

產品編號	G840	G306	AM1132
型式	顆粒狀圓柱碳	圓柱狀圓柱碳	活性碳纖維氈
原料	椰子殼	煙煤	Rayon 系
產品規格	4*8 mesh	4.0±0.4 mm 4*8 mesh(>90%)	1.15 m*30 m (Roll) Thickness : 2.75 mm
硬度	≥95 %	≥95 %	---
水分	≤5 %	---	---
灰分	≤5 %	≤13 %	≤5 %
比表面積	950 m ² /g	1200 m ² /g	1100 m ² /g
體積密度	0.42-0.5 g/c.c.	0.42±0.02 g/c.c.	---
四氯化碳吸著力	≥60%	≥60 %	---
甲醛吸著力	---	≥42 %	---
丙酮吸著力	---	≥40 %	---
酸鹼值	Ph9-11	pH8-11	pH6-8
單位重量	---	---	250 g/m ²
產品單價	NT \$ 60/kg	NT \$ 64/kg	NT \$ 750/m ² 約 NT \$ 750/kg

表 13 軌道車輛表面塗裝工廠溶劑用量統計表

使用工程	品名別	代號	供應廠商	91年 1-10月 總用量 (tons)	溶劑含量									其他成分
					甲 苯	二 甲 苯	甲 醇	丁 醇	乙 酸 乙 酯	乙 二 醇 丁 醚	乙 二 醇 乙 酸 醋 酸	正 丁 醇	石 油 溶 劑 混 合 物	
中塗	中塗塗料 (灰)	8001	A	93.6	15 %	—	—	—	8 %	—	—	—	10 %	67 %
	中塗塗料 (白)	8004	A	9	—	40 %	—	—	—	—	—	—	5 %	55 %
	中塗塗料 (亮灰)	8106	A	13	—	20 %	—	—	—	—	—	—	20 %	60 %
上塗	上塗 塗料	040	A	194	—	20 %	—	—	—	—	—	10 %	20 %	50 %
	上塗 塗料	1CO	A	127	5 %	20 %	—	—	10 %	—	—	20 %	1 %	44 %
	上塗 塗料	4M7	B	49.8	40 %	—	—	5 %	5 %	—	5 %	—	—	45 %
	上塗 金油	0-150	B	71.9	—	23 %	15%	—	—	3 %	—	15 %	—	71 %
	上塗 金油	TC-71	A	44.9	—	30 %	—	—	—	—	—	15 %	15 %	40 %

表14 甲苯及二甲苯特性資料

物化特性	甲苯	二甲苯		
		鄰二甲苯	間二甲苯	對二甲苯
英文名稱	Toluene	o-Xylene	m-Xylene	p-Xylene
化學式	$C_6H_5CH_3$	$C_8H_4(CH_3)_2$		
結構式				
分子量	92	106		
熔點 (°C)	-97~99	-25.2	-47.9	13.3
熔解熱 (kJ/mol)	6.61	13.59	11.56	17.10
沸點 (°C)	110.6	144.4	139.1	138.3
揮發熱 (kJ/mol)	33.44	36.78	36.37	36.03
比重@20°C	0.871	0.881	0.864	0.861
臨界溫度 (psia)	320.1	358.1	346	344.4
Henry's law constant	0.0067	0.0051	0.314	0.314
Dipole moment	0.45	0.62	0.37	0
溶解度	不溶於水			

註：本研究以間二甲苯為主。

軌道車輛工廠活性碳吸附塔操作特性調查，蒐集之操作數據及內容包括：

2.5.1 活性碳吸附塔風速分布與風量大小

利用風速計(ANEMOMASTER MODEL 24-6111)量測活性碳吸附塔內風速風量分布情形，量測點選擇在活性碳層入口前，如圖6所示。依據活性碳吸附塔之尺寸，將其均分為3(縱向)×10(橫向)等份，每一量測點均利用風速計每五秒紀錄一次，持續1分鐘之平均風速值，作為該點之風速。

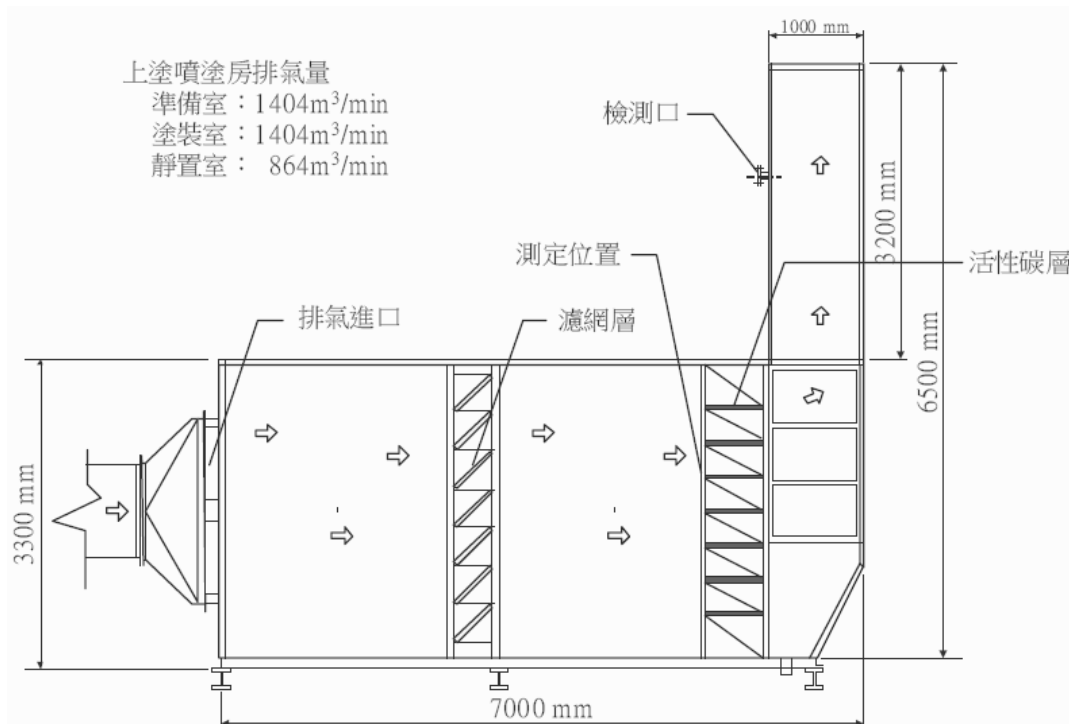


圖 6 活性碳吸附塔風速風量調查相對位置圖 [20]

2.5.2 塗裝噴塗房排氣之溫溼度

利用溫溼度紀錄器(TE5 1365)置入活性碳吸附塔內3 hr,每分鐘紀錄一次溫度與相對溼度,以了解活性碳吸附塔內之溫度與相對溼度變化情形。

2.5.3 漆霧排放濃度測試

參考環保署NIEA A101.7之排放管道中粒狀污染物採樣及其濃度測定方法,使用圓筒濾紙,利用粒狀物捕集器及等速吸引泵浦等設備進行粒狀物之捕集。採樣位置位於活性碳層之進氣管道。粒狀物之捕集,依下列步驟實施:

- (1) 捕集粒狀物前,圓筒濾紙先於105 ~110 °C 乾燥1小時以上,置於乾燥器中冷卻至室溫稱量之,稱量時,最好在相對濕度50 %左右的環境下進行。
- (2) 經稱量之濾紙,使用前應妥善保存在防塵容器中,不能使其沾有粒狀物。
- (3) 將圓筒濾紙與捕集器置於排放管道中,並使用等速吸引泵浦進行粒狀物之捕集,採樣時間維持2 hr。捕集粒狀物後之濾紙,於105 ~110 °C 乾燥1小時以上,置於乾燥器中冷卻至室溫稱量之。
- (4) 由捕集前後圓筒濾紙之質量差,並由下列公式,求出捕集粒狀物之質量。

$$C_N = \frac{m_d}{V_N'}$$

式中 CN: 排氣中粒狀物濃度 (g / Nm³)

md: 捕集之粒狀物質量 (g)

VN': 標準狀況下所吸引之排氣量 (Nm³)

2.5.4 VOCs 濃度調查

調查該軌道車輛工廠活性碳吸附塔之廢氣中TVOCs過去三年之檢測結果,以了解實際活性碳吸附塔之處理效能與污染排放狀況。並利用直讀式儀器(PGM 30)於活性碳吸附層前,進行活性碳吸附塔進氣之VOCs濃度量測。紀錄瞬間濃度值,每分鐘紀錄一次,持續量測2小時。

2.6 活性碳基本物化特性分析

活性碳之物化特性分析,包括表面外觀的檢視、比表面積、微孔體積、表面pH值的量測、灰份的分析及表面無機化學成份組成的分析等。由以上之分析可瞭解不同型式活性碳之物化特性。

2.6.1 活性碳表面微觀結構觀察

活性碳之表面外觀特性,如孔隙大小、形狀、結構以及是否存在外來元素等特徵,可利用掃描式電子顯微鏡法 (Scanning electron microscopy, SEM) 得知。本項實驗委託國科會臺大貴重儀器中心,利用場發射掃描式電子顯微鏡 (Hitachi S-800 Field Emission Scanning Electron Microscope) 進行觀察。分析之樣本包括原活性碳與附著漆霧時之活性碳樣本。除了瞭解活性碳原始表面結構外,並進一步觀察漆霧附著於活性碳表面之情形。活性碳樣本於分析前必須鍍一層金膜,以提高碳表面的解析度。分析時採用的放大倍率包括×500倍、×10,000倍和×20,000倍等。

2.6.2比表面積和微孔體積分析

利用表面積及孔隙分析儀(ASAP 2010 V4.02)，在77 K的低溫下，量測活性碳在不同相對壓力下，對氮氣之吸附能力。由氮氣等溫吸附曲線可以推測活性碳的孔隙大小分佈和形狀，並可進一步估算比表面積及微孔體積。

2.6.3活性碳表面pH 值分析

活性碳表面pH值分析乃參考ASTM建議之活性碳pH 測定法(D 3838-80)，實驗流程如圖7。

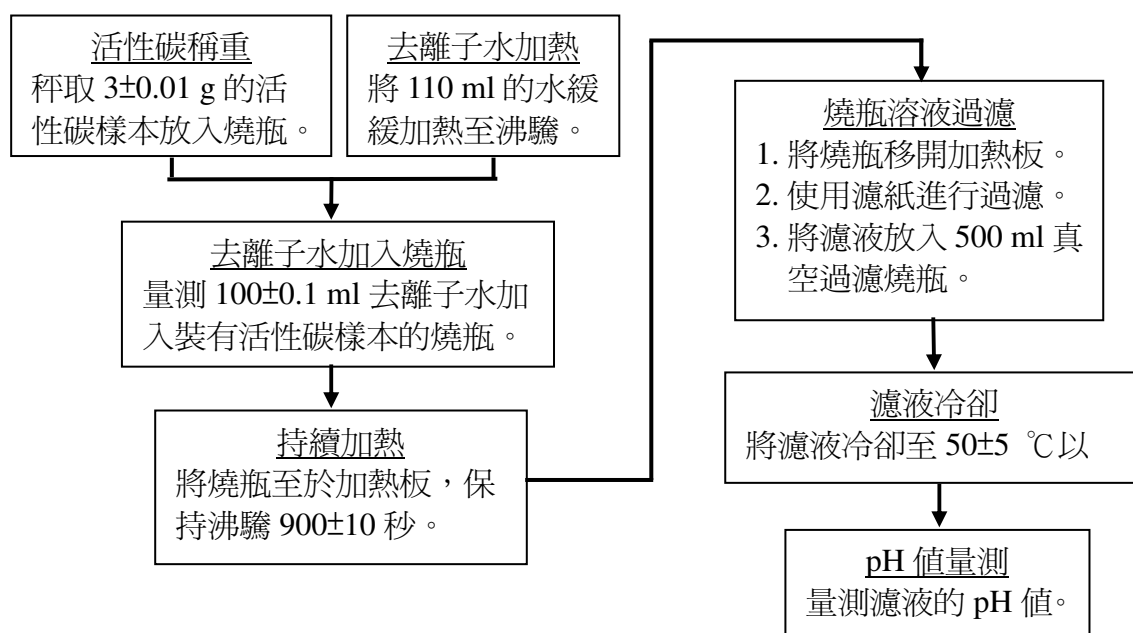


圖7活性碳表面pH值量測流程圖

三、結果與討論

3.1 軌道車輛工廠活性碳吸附塔運轉現況分析

本節主要針對某軌道車輛工廠設置之噴塗房排氣活性碳吸附塔進行其排氣特性之調查與分析，以了解活性碳吸附塔實際操作運轉的情形。

3.1.1活性碳吸附塔進流氣體之風速及風量調查

由風速計對活性碳吸附塔內斷面風速之量測結果示如圖8。量測結果可知，活性碳吸附塔之風速分布範圍，由最低之0.3 m/s開始至最高之3.0 m/s，平均風速則為0.927 m/s。量測值顯示活性碳吸附塔內之排氣風速分佈並不穩定，或隨時間稍有改變，推測原因可能為同一座活性碳吸附塔內共有三道排氣進入，且每一道廢氣之風量並不相同，因此造成交互的干擾而形成紊流。

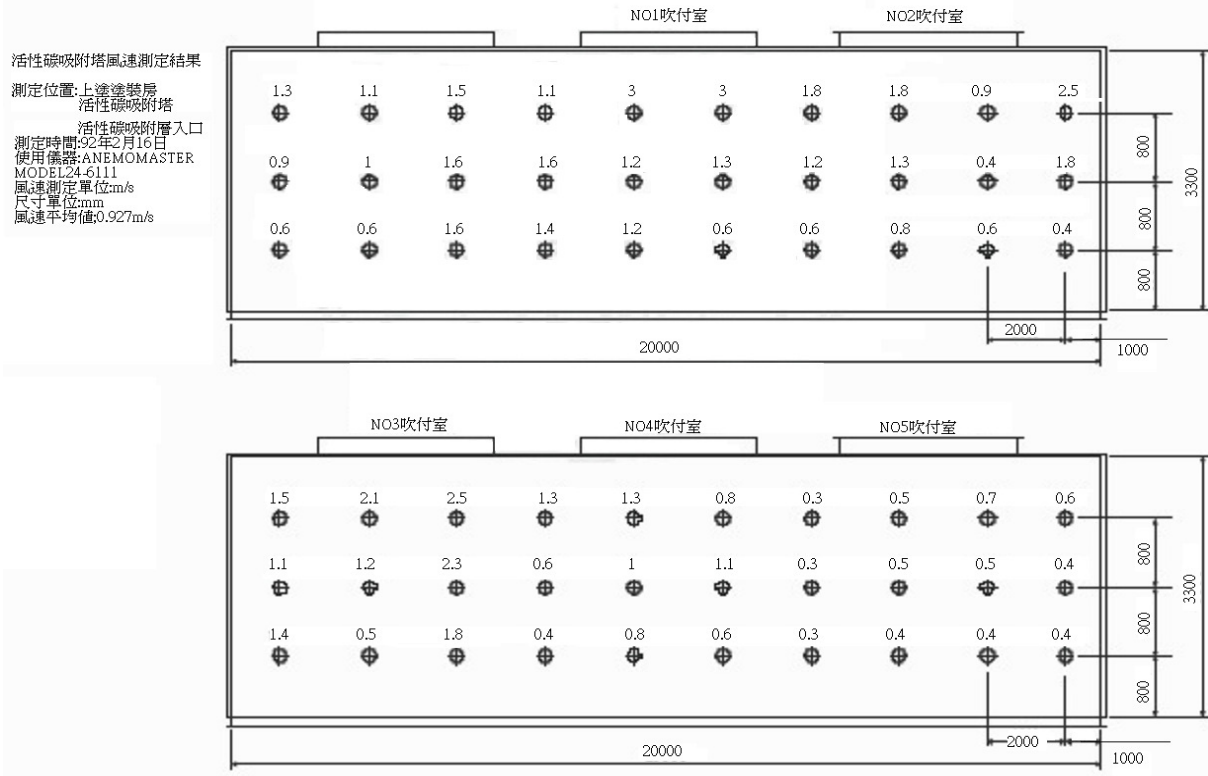


圖 8 活性碳吸附塔風速分布情形 [21]

活性碳吸附塔之排氣風量約 $3672 \text{ m}^3/\text{min}$ ，風量之量測結果與對軌道車輛表面塗裝業之塗裝工程污染源及排放特性調查結果相近($2850\text{-}1770 \text{ m}^3/\text{min}$)。活性碳吸附塔內之風速若不穩定，對於活性碳層之設置影響甚鉅。由於吸附塔每一位置之活性碳厚度均相同，流經活性碳表面之表面風速若相差10倍，可能嚴重影響活性碳貫穿時間，造成整體活性碳吸附塔之貫穿點提前發生；而大風量則影響管末處理設備之設計，除會增加活性碳吸附塔之體積外，也間接影響氣體在活性碳吸附床之滯留時間，而降低活性碳之吸附效能 [20]。

3.1.2 噴塗房排氣之溫溼度

圖9顯示噴塗房廢氣之溫濕度量測結果。由結果發現，該廠之活性碳吸附塔內之排氣溫度與相對溼度均十分穩定。排氣之平均溫度為 $23 \pm 0.05 \text{ }^\circ\text{C}$ ，而排氣之平均相對溼度則為 $85.3 \pm 0.38 \%$ 。溫度與相對溼度變異係數分別為0.2與0.4，顯示該廠之噴塗房排氣的溫度及相對溼度控制相當穩定。

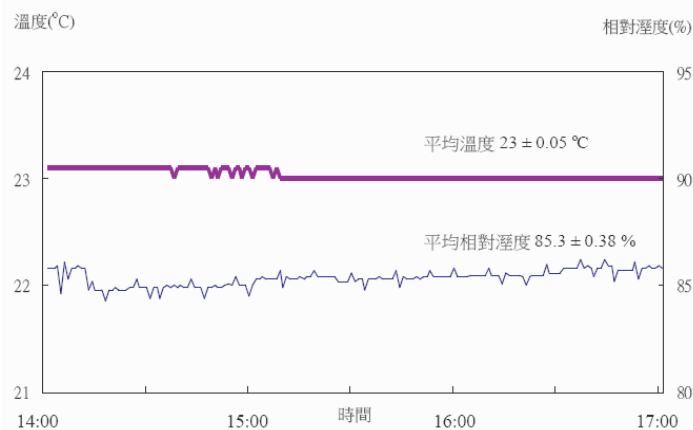


圖 9 噴塗房排氣溫度與相對溼度調查結果(樣本數=181)

由於該廠之噴塗房為維持塗裝之高品質及考量作業人員作業環境之舒適度，塗裝噴塗房利用吸收式冷凍機及加濕塔等設備維持噴塗房均能在恆溫恆濕之條件下進行車體噴塗工作，因此其排氣溫度均能維持在穩定之狀態下，且因其排氣風量大，排氣滯留於活性碳吸附塔內之時間短，因此外氣溫度對吸附塔內之溫度影響並不明顯。

在相對溼度部份，因噴塗房之排氣，預先經過水洗程序以去除大部份由排氣中帶出之漆霧及氣流中所含有之VOCs，經水洗程序後，排氣即維持相當高之相對溼度，由調查結果顯示排氣流經活性碳吸附塔時相對溼度均在85 %以上。

3.1.3廢氣中VOCs濃度調查

該廠歷年之活性碳吸附塔排氣TVOCs年度檢測結果如表15所示。因該廠於民國89年針對其活性碳吸附塔進行改建，因此僅收集89~91年之排氣檢測數據。由結果可發現，噴塗房之排氣經水洗及活性碳吸附塔處理後，其VOCs(以甲烷濃度表示)之濃度值均低於40 mg/Nm³。因環保署並未針對塗裝噴塗房訂定排氣之相關標準，因此若以(91)環署空字第○九一○○六九四○三K號令修正內之第七條規定，乾燥式廢氣之揮發性有機物排放管道排放標準未經含氧量校正需在60 mg/Nm³以下，該廠之塗裝噴塗房仍符合該項排氣標準。但塗裝噴塗房之排氣量大，在總量管制的前提下，噴塗房所排出之TVOC總量將十分可觀。

表 15 對象工廠噴塗房排氣管道 TVOC 檢測結果

年度	工程	吸附塔別	總揮發性有機物 (以 CH ₄ 濃度表示)					
			第 1 小時		第 2 小時		第 3 小時	
			ppm	mg/Nm ³	ppm	mg/Nm ³	ppm	mg/Nm ³
89	中塗	1	43	31	42	30	42	30
		2	51	36	53	38	51	36
	上塗	1	53	38	53	38	49	35
		2	41	29	41	29	41	29
90	中塗	1	43	31	43	31	43	31
		2	51	36	50	36	50	36
	上塗	1	53	38	48	34	49	35
		2	45	32	43	31	43	31
91	中塗	1	43	31	42	30	42	30
		2	50	36	50	36	50	36
	上塗	1	47	34	48	34	48	34
		2	46	33	46	33	46	33

(資料來源：該工廠 89~91 年度固定污染源空氣污染物排放檢測報告)

活性碳吸附塔之進氣中VOCs濃度，量測結果示於圖10。由現場TVOCs在2小時內之量測結果發現，活性碳吸附塔之進口TVOCs濃度平均為50.5±19 ppm。在量測過程中，排氣VOCs濃度變化不大，排氣VOCs濃度可能緩緩上升或緩緩下降。但也可能瞬間發生VOCs濃度突增之情形，推測可能因塗裝換色或利用有機溶劑清洗管路等外在因素，造成排氣之VOCs產生大幅度變動之情形。在2小時內之量測過程中，VOCs最高濃度曾達150 ppm(以異丁烯濃度表示)。調查結果發現，塗裝噴塗房之VOCs排放濃度為610~250 mg/Nm³，遠高於本研究所結果。可能所調查4~5之噴塗房排氣VOCs濃度為未經水洗程序之排氣中VOCs濃度，因而造成分析結果之差異。由此可推測，水洗程序可能是噴塗房廢氣中去除VOCs之主要機制。

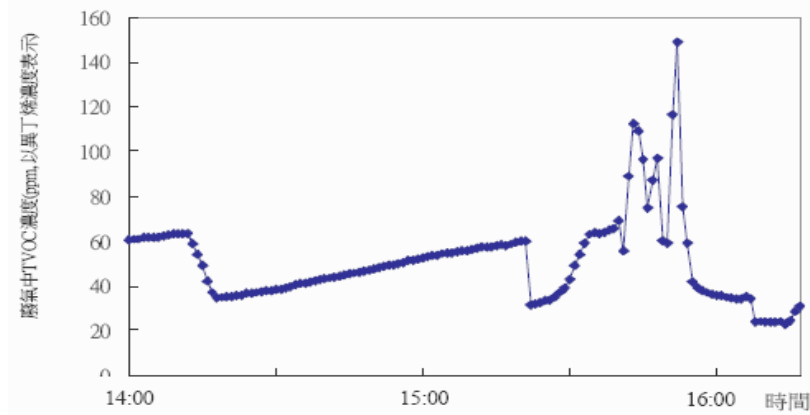


圖 10 活性碳吸附塔進口濃度變化情形(樣本數=138)

3.1.4噴塗房排氣中漆霧濃度分析

利用圓筒濾紙與煙道採樣器進行噴塗房排氣之粒狀物濃度分析，用以了解排氣中所含之粒狀物濃度狀況。其實驗相關結果示於表16。噴塗房廢氣之粒狀污染物的排放濃度平均約為 7 mg/m^3 。排放濃度並不高，但考量整體噴塗房之排氣量約為 $3,672 \text{ m}^3/\text{min}$ ；因此粒狀物之每小時排放總量則約為 1.54 kg/hr 。因噴塗房之進氣均經過微細濾網之前處理，而在塗裝過程中加入的粒狀物僅有噴漆過程所產生的漆霧。因此，實驗中排氣採樣所得之粒狀物，應可視為漆霧濃度。亦即，活性碳吸附塔內之進氣漆霧濃度約為 7 mg/m^3 。

表 16 塗裝噴塗房排氣中之粒狀物測試結果

樣本編號	1	2	3
採樣前濾紙重 (g)	1.5487	1.5798	1.5761
採樣後濾紙重 (g)	1.5883	1.5873	1.60562
濾紙重量差 (g)	0.0396	0.0075	0.02952
採樣時間 (min)	120	125	123
總氣體流量 (m^3)	3.6	3.75	3.69
粒狀物濃度 (g/m^3)	0.011	0.002	0.008

3.1.5漆霧於活性碳表面之附著特性

為了解活性碳置放於活性碳吸附塔時，塗裝噴塗房所排出廢氣中之漆霧附著於三種不同活性碳之重量速率變化情形，在本項實驗中，將定量之活性碳置放於活性碳吸附塔內22、44、66、108、216、324及432小時後，再將活性碳取出進行脫附，活性碳之重量變化即為漆霧之附著量。表17與圖11為實驗之結果。

因噴塗室排氣中，污染物未能完全於水洗程序中去除；因此，會有部份漆霧隨廢氣排放至活性碳吸附塔而附著於活性碳表面，進而影響活性碳吸附效能。由結果可知，漆霧於活性碳表面的附著量在初期約呈線性增加；但約在200小時後趨於定值。以AM1132之最終漆霧附著量最高，約為 0.315 g漆霧/g活性碳 ；其次依序為G840(約 0.284 g漆霧/g活性碳)與G306(約 0.257 g漆霧/g活性碳)。實驗結果顯示，漆霧附著量可能與活性碳表面微孔隙結構有關^[22]。

表 17 活性碳附著漆霧比例隨時間變化情形

時間 種類	活性碳附著漆霧比例 (g 漆霧/g 活性碳)						
	22 hr	44 hr	66 hr	108 hr	216 hr	324 hr	432 hr
G840	0.145	0.189	0.227	0.242	0.250	0.282	0.284
G306	0.109	0.136	0.185	0.214	0.258	0.255	0.257
AM1132	0.137	0.151	0.168	0.207	0.324	0.313	0.315

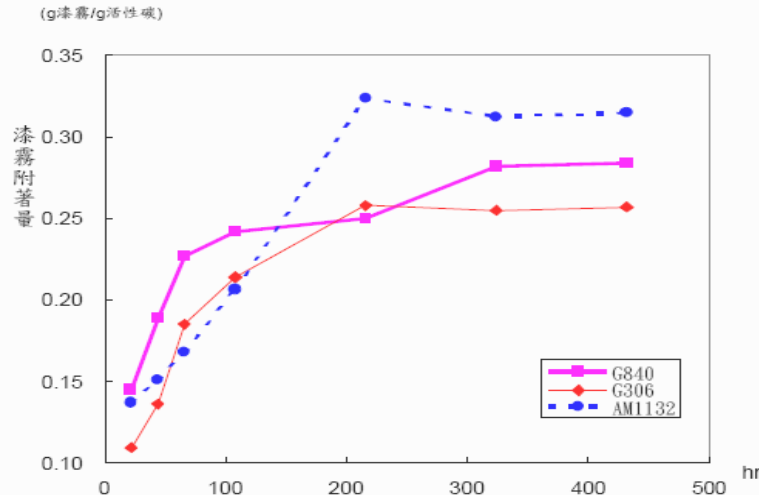


圖 11 活性碳附著漆霧比例隨時間變化圖

3.1.6 小結

由活性碳吸附塔之各項分析結果發現，軌道車輛表面塗裝業噴塗房之廢氣具有溫度變化小、相對濕度高、流量大、污染物濃度低等特性，但因其排氣流量大，因此雖然其各項污染物濃度均不高，但在總量排放部份，仍具可觀之數量，因此，實施總量管制仍是對軌道車輛表面塗裝業較具管制效益之方法。噴塗房之排氣中所含之漆霧，可能會附著於活性碳表面，但活性碳對漆霧具有一定之附著容量。研究中發現，G840活性碳最大之漆霧附著容量約0.284g/g活性碳，G306活性碳約0.258 g/g活性碳，而AM1132約0.324 g/g活性碳。

表 18 活性碳吸附塔現場排氣特性調查結果彙整

調查項目	調查結果	說明
排氣風量	3,672 m ³ /min	
表面風速	0.3~3.0 m/s	平均風速 0.297 m/s
溫度	23±0.1 °C	
相對溼度	85±1 %	水洗前處理影響
TVOC (2000-2002 年排氣檢測結果)	47 ppm	
TVOC (吸附塔進口檢測結果)	60±20 ppm 最大 150 ppm	以 CH ₄ 濃度表示
粒狀物濃度	2~11 mg/m ³	以異丁烯濃度表示

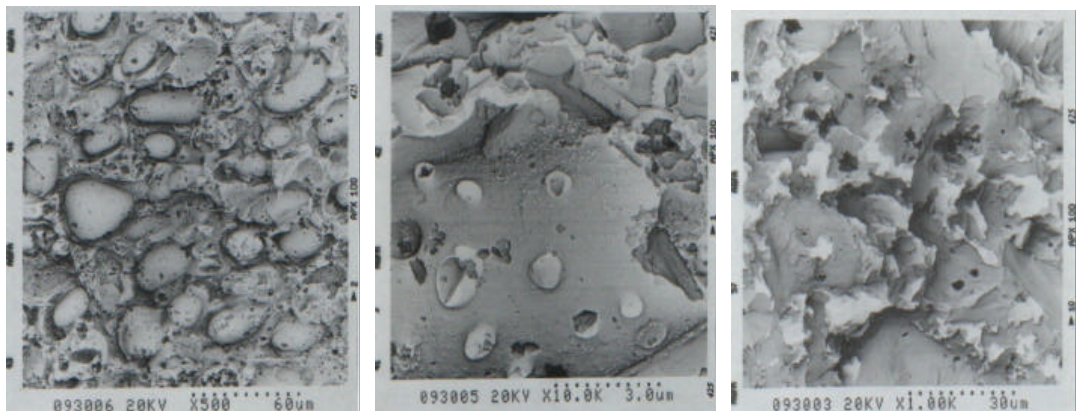
3.2 活性碳的物化特性分析

本節利用表面微觀結構觀察、比表面積之分析、pH值、表面無機化學成分、灰份等實驗，了解活性碳之基本物化特性，可作為未來評估活性碳吸附效能之參考。

3.2.1 活性碳表面微觀結構分析

活性碳樣本之表面微觀結構，委託國科會臺大貴重儀器中心利用場發射掃描式電子顯微鏡(Hitachi S-800 Field Emission Scanning Electron Microscope)進行觀察。活性碳之表面外觀檢視可直接瞭解其表面多孔性的構造、孔徑大小和形狀(特別是mesopore部份)其觀察結果如圖12所示。

G840所使用之原料為椰子殼，在放大500倍的情況下，由SEM掃描結果可知其表面會產生管束狀排列，應為椰子殼材料之纖維管束所產生，且其表面均勻分佈大孔。經放大10,000倍的情況下，可明顯觀察到其表面的大孔結構內仍散佈中孔的結構，但微孔部分仍無法由SEM明顯觀察出。G306所使用之原料為煙煤，在放大1,000倍的情況下，其表面呈現不規則狀，並可以明顯觀察到大孔的分布，但其分布較椰子殼製造之G840不均勻。可能是G306在製造程序中，將煙煤原料經磨碎、揉造、擠壓、造粒、乾燥、碳化及活化之過程造成其表面不規則狀之結果。在放大10,000倍條件下，明顯觀察到其大孔內部的結構，且其大孔外圍仍有中孔的分布，而其大孔空隙內亦可能有中孔及微孔的分布。AM1132所使用的原料為Rayon系纖維，在放大500倍的條件下，僅能觀察到纖維絲之分布狀況，纖維直徑約在6 μm 以上，無法觀察到任何孔隙的分布，纖維絲的分布亦呈現不規則之情形，因此可判斷活性碳纖維氈並沒有一定的編織方式。在放大20,000倍的情況下，可以觀察到纖維絲的表面結構，但仍無法觀察到任何孔隙的分布情形，依據SEM掃描的結果，判斷活性碳纖維氈的空隙至少會小於0.15 μm ，而大部分可能分布在微孔的範圍內。



(a)G840 x500 倍

(b)G840 x10000 倍

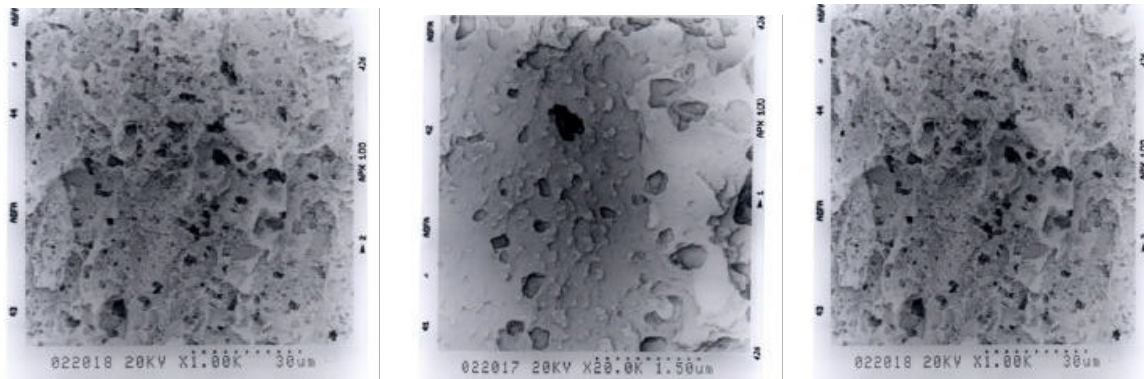
(c)G306 x1000 倍

(d)G306 x10000 倍

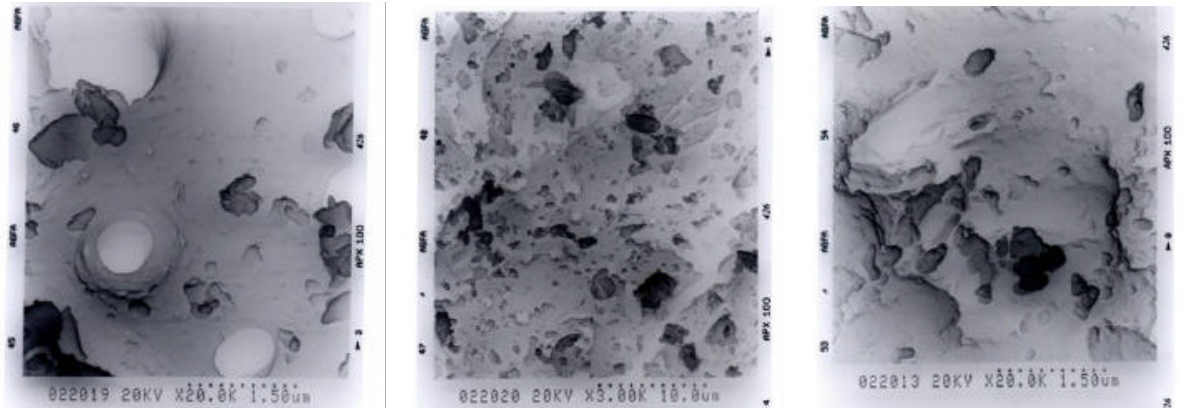
(e)AM1132 x500 倍

(f)AM1132x20000 倍

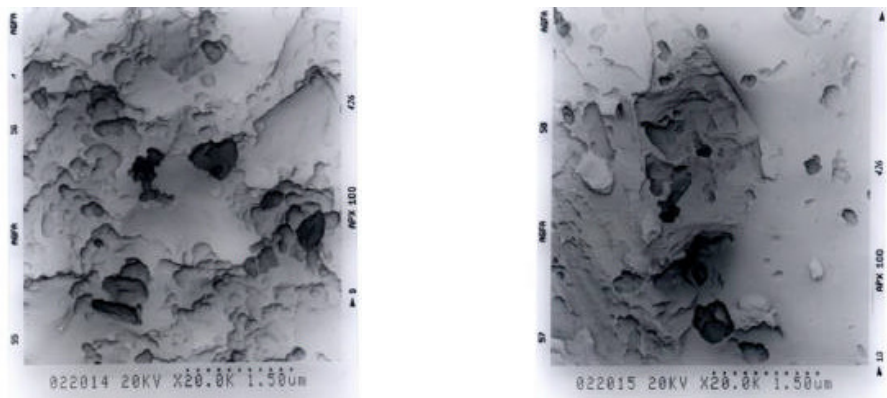
圖 12 含漆霧活性碳表面微細結構 SEM 觀察結果



(a)G840(含漆霧 24.2 %)×20000 倍(b)G840(含漆霧 11.6 %)×20000 倍(c)G840(含漆霧 11.6 %)×10000 倍



(d)G840(含漆霧 15.7 %)×20000 倍(e)G840(含漆霧 15.7 %)×30000 倍(f)G306(含漆霧 22.4 %)×20000 倍



(g)G306(含漆霧 7.45 %) ×20000 倍 (h)G306 含漆霧 13.6 %) ×20000 倍

圖 13 含漆霧活性碳表面微細結構 SEM 觀察結果(續)

三種活性碳在附著一定量之漆霧後可發現，含漆霧之AM1132，在表面鍍金程序之抽真空過程中，可能表面所附著之漆霧或其他物質會再脫離，因此無法進行SEM之表面微觀結構觀察。而G840與G306活性碳則可完成鍍金程序進行觀察。圖13在不同漆霧附著量的條件下，經由SEM觀察放大20,000倍，發現仍無法觀察到漆霧附著於活性碳表面之型態。在不同附著比例與空白活性碳比較下，均得到相似之結果。依據觀察結果推測附著於活性碳表面之漆霧顆粒至少會小於 $0.15\ \mu\text{m}$ 以下，甚至還可能更小，以致無法在SEM觀測中發現其附著於活性碳表面的狀態。

依據3.2.1漆霧附著於活性碳表面重量分析結果，比照SEM觀察結果發現，微細之漆霧可能附著於活性碳空隙內或直接阻塞活性碳孔隙。而較大之漆霧，可能無法附著於活性碳表面，因此當大部份活性碳孔隙之位置被漆霧所阻塞，或是微細漆霧所能阻塞之空隙均被阻塞時，漆霧附著於活性碳之附

著量即不再繼續增加。

3.2.2 活性碳氮氣等溫吸附曲線與比表面積分析

在77.35 K的溫度條件下，分析在不同相對壓力下，活性碳對氮氣的吸附容量，依據不同相對壓力對氮氣的吸附容量分析作圖，即為活性碳之氮氣等溫吸附線，如圖14所示。

依據活性碳氮氣等溫吸附線之實驗結果發現，G840與G306活性碳之等溫吸附線型式應屬於IUPAC的分類之類型 I，推測G840與G306活性碳空隙可能大部份分佈在微孔之範圍內，為微孔吸附劑的吸附現象，因此並未發現脫附遲滯之現象。而AM1132則出現明顯的脫附遲滯現象，屬於IUPAC的分類之類型IV，表示AM1132具有如墨水瓶的孔洞結構，可能在單層或多層吸附上有毛細凝結的現象發生。

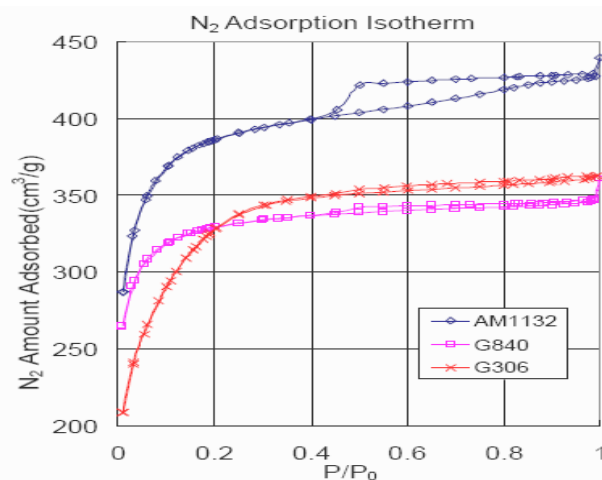


圖 14 活性碳之氮氣等溫吸附線(77 K)

當氮氣相對壓力較低時，三種活性碳對氮氣的吸附容量為AM1132 > G840 > G306。但是當氮氣相對壓力提高時，對氮氣的吸附容量則改變為AM1132 > G306 > G840。G306相較於G840活性碳，原本對氮氣之吸附容量較低，但相對壓力提高時，G306對氮氣之吸附容量反而超過G840活性碳。值得注意的是G840與AM1132在接近飽和壓力時，發生對氮氣吸附量急劇上升的現象，可能為毛細凝結現象產生之影響。比表面積分析結果如表19，實驗結果顯示三種活性碳中，以AM1132之BET比表面積最大，可以到達1319 m²/g，其次則為G306與G840活性碳。相較於廠商所提供之資料，除G306外，其餘兩種比表面積均高於廠商之測試結果^[24]。

比表面積與空隙分佈與吸附結果相關，因此，AM1132對氮氣之吸附容量也優於其他兩種活性碳。表19也同時顯示三種活性碳之平均孔隙直徑，由實驗結果發現三種活性碳之平均孔隙均小於20 Å，而以AM1132之平均空隙直徑19.97 Å最大。AM1132有較大的比表面積與較大的平均孔徑，具此推測活性碳之空隙分佈應較為均勻，且其空隙應較G840與G306活性碳深，以致造成實驗結果中具有較大的比表面積。

表 19 活性碳比表面積與孔隙直徑實驗結果

性質 \ 活性碳種類	G840	G306	AM1132
BET 比表面積 (m ² /g)	1114.39	1131.24	1319.74
Langmuir 比表面積 (m ² /g)	1479.07	1596.89	1764.16
平均孔隙直徑 (Å, 4V/A by BET)	19.18	19.23	19.97
廠商提供 BET 比表面積 (m ² /g)	950	1200	1100

3.2.3 活性碳表面pH值

本實驗中所使用之純水是由離子交換樹脂純水機所製造，自來水先經初步的過濾後，依序進入陰、陽離子塔與脫碳酸塔後產生純水。為確保實驗之精確性，實驗前先進行純水之空白樣本試驗，以確認純水經未置入活性碳條件下，經標準pH測試程序後，其變化之情形。純水pH值及導電度變化情形請參照附表1。由附表1之空白樣本測試結果可以得知，純水加熱後與加熱前比較，pH值變化不大，而在導電度部分，加熱後全部結果均顯示導電度提高至1~3 μ m/cm，顯示可能仍有部分空氣中之物質溶入純水中，但對活性碳pH值測定影響不大。

為確保所使用之活性碳重量均能在 3 ± 0.01 g範圍內，將活性碳樣本重量分析如附表20，分析結果顯示，所有活性碳樣本重量之標準偏差均在0.002 g以下。表20為活性碳表面pH值測定結果。依據活性碳提供廠商之原始資料顯示，G840與G306活性碳表面之pH值均在廠商所提供之範圍內，但AM1132之表面pH值較廠商提供之資料低。

根據提供廠商表示，因為Rayon系活性碳纖維氈在碳化與活化過程中，為为了提高產量，避免活性碳纖維的損失，所以會加入部分的耐燃劑，而耐燃劑若未在碳化及活化中去除，則會殘留在活性碳表面，是造成活性碳pH值偏低的主要原因。因目前活性碳纖維氈主要仍應用空氣污染防治設備上，而較少應用在水處理，所以對於活性碳纖維氈之pH值之要求，也相對沒有其他外觀之活性碳來的嚴苛。

3.2.4 活性碳灰份

活性碳灰份實驗結果可以顯示出活性碳無機成分之多寡，而無機成分則與活性碳製作之原料有關。表21顯示三種活性碳之灰份實驗結果。圖15則顯示活性碳經650 °C高溫燒卻後之外觀，三種活性碳燒卻後均有不同比例的殘餘灰份與外觀。

表 20 活性碳表面 pH 值測定結果

測定項目 \ 活性碳樣本		G840	G360	AM1132
pH 值 測定 結果	第 1 次	10.22	9.29	5.21
	第 2 次	10.23	9.18	5.08
	第 3 次	10.13	9.23	5.14
	第 4 次	10.09	9.15	5.13

	第 5 次	10.30	9.35	5.30
	第 6 次	10.21	9.33	5.20
pH 分析	平均值	10.19±0.035	9.23±0.035	5.14±0.041
	原廠資料	9~11	8~11	6~8

活性碳經650±25 °C 高溫燒卻後所殘餘之灰份平均值，G840、G306與AM1132分別為2.82 %、11.60 %與4.46 %。與製造廠商所提供之數據比較均在所提供之數據範圍內。三種活性碳之材質不同，相較下，使用煙煤作為原料之G306活性碳明顯較其他兩種活性碳之灰份含量高，且其灰份呈現土黃色；採用椰殼之G840活性碳灰份含量最低，其灰份則顯現出淡藍色與淡紅色等色澤，且其所產生之色澤會殘留在坩鍋表面，無法利用一般的清洗程序，將其去除；而使用Rayon系之AM1132則顯現出灰白色，且捲縮為一團，具有纖維受熱捲縮之特性。由灰份實驗中可以發現，活性碳所使用之原料不同，其高溫處理後所產生之灰份有會也很明顯的差異。

表21 活性碳灰份實驗結果

項目 活性碳	實驗 次數	坩鍋重 (g)	坩鍋加 活性碳重 (g)	坩鍋加 灰份重 (g)	灰份 含量	灰份 平均值	原廠 資料
G840	1	22.345	23.358	22.372	2.67 %	2.82±0.09 %	≤5 %
	2	21.067	22.069	21.096	2.89 %		
	3	22.545	23.546	22.574	2.90 %		
G360	1	22.478	23.491	22.508	11.65 %	11.60±0.78 %	≤13 %
	2	22.505	23.508	22.610	10.47 %		
	3	21.173	22.175	21.300	12.67 %		
AM1132	1	21.066	22.067	21.111	4.5 %	4.46±0.19 %	≤5 %
	2	22.478	23.479	22.525	4.7 %		
	3	22.506	23.512	22.548	4.17 %		



(圖 a) G840



(圖 b) G306



(圖 c) AM1132

圖 15 活性碳經 650 °C 高溫燒卻後之外觀

3.2.5 活性碳表面無機化學組成成份

活性碳樣本表面無機化學組成成份分析委託國科會臺大貴重儀器中心利用掃描式電子顯微鏡(Hitachi S-2400 Scanning Electron Microscope附KeveX Delta Class 80000 EDS)進行分析。其中AM1132因結構鬆散，無法承受儀器之照射，因此只對G840與G306活性碳進行分析，並另外選擇漆霧附著量分別為24.2 %與21.4 %之G840與G306活性碳進行分析比較，以了解漆霧附著後之活

性碳表面無機化學成份變化情形。表22為活性碳表面無機化學組成成分分析結果。

表 22 活性碳表面無機化學元素組成成分分析結果

活性碳	主要無機元素成分 (%)									
	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca	Ti	Fe
G306	0	13.04	30.52	---	11.04	---	---	17.25	4.01	21.44
G306 (含 21.4 %漆霧)	0	10.89	27.17	---	8.19	---	---	22.64	4.58	26.54
G840	---	0.29	4.09	10.76	6.18	12.34	66.34	---	---	---
G840 (含 24.2 %漆霧)	---	0.21	3.57	4.87	8.37	11.61	71.37	---	---	---

由分析結果發現，G306表面無機化學成分主要為矽(Si)，約佔30 %，其次則為鐵(Fe)與鈣(Ca)；而G840則為鉀(K)，佔有之比例高達65 %以上，其次則為氯(Cl)與硫(S)。因其製造原料的不同，兩種活性碳在表面無機化學組成成分有很明顯的差異。比較漆霧附著前後之表面無機化學組成成分差異，發現當漆霧附著時，並未有特別明顯之成分變化或是出現新的元素，整體上化學成分差異變化小於6 %。

依據無機化學成分分析結果，推斷分析過程中，可能EDS所分析之位置並未明顯附著漆霧，因此無法由分析結果了解漆霧附著後對活性碳表面元素之影響。另一方面，也可能因為漆霧過於微細，而深入活性碳之孔隙中，致使分析時，無法將漆霧對活性碳之影響顯現於分析結果中。

3.2.6 小結

表23顯示了本節活性碳之各項基本物化特性，活性碳之物化特性可能影響活性碳對揮發性有機物之吸附及其適用之條件，尤其是活性碳使用於特殊環境時。

表 23 活性碳各項物化特性實驗結果

性質 \ 活性碳種類	G840	G360G	AM1132
BET 比表面積 (m ² /g)	1114	1161	1320
平均孔隙直徑 (Å, 4V/A by BET)	19.18	19.23	19.97
Ph 值	10.19±0.035	9.23±0.035	5.14±0.041
灰份 (%)	2.82±0.09	11.60±0.78	4.46±0.19
主要表面無機 化學元素成分	K、Cl、P	Si、Fe Ca、Al	---

活性碳吸附甲苯、二甲苯之效能分析本節中探討三種活性碳樣本在進流氣體VOC濃度為150 ±10 ppm、溫度25±0.5 °C、相對溼度小於20%之條件下，進行活性碳對甲苯及二甲苯的飽和吸附容量與貫穿曲線之實驗，並依據實驗結果與反應動力方程式進行比較。

3.3 活性碳飽和吸附實驗

將活性碳樣本置於吸附管內，進行活性碳對甲苯及二甲苯的飽和吸附容量實驗。結果示於表24。

表 24 活性碳對甲苯、二甲苯之飽和吸附容量實驗結果

吸附質	項目		實驗次數	活性碳重 (g)	VOC 吸附量 (g)	飽和吸附量 (g/g)	平均吸附容量 ±標準偏差 (g/g)
	種類						
甲苯	G840		1	1.008	0.302	0.300	0.288±0.009
			2	1.011	0.278	0.275	
			3	1.002	0.289	0.288	
	G306		1	0.999	0.238	0.238	0.231±0.005
			2	1.007	0.229	0.227	
			3	1.002	0.227	0.227	
	AM1132		1	0.231	0.070	0.303	0.301±0.006
			2	0.234	0.072	0.308	
			3	0.233	0.068	0.292	
二甲苯	G840		1	0.996	0.34	0.341	0.337±0.003
			2	1.004	0.334	0.333	
			3	1.003	0.339	0.338	
	G306		1	1.009	0.353	0.35	0.329±0.013
			2	1.004	0.316	0.315	
			3	0.998	0.323	0.324	
	AM1132		1	0.229	0.083	0.362	0.371±0.005
			2	0.242	0.091	0.376	
			3	0.235	0.088	0.374	

實驗中每種活性碳均對甲苯與二甲苯進行三重複之實驗，並計算其平均值及標準偏差，作為活性碳之平均吸附容量。由表24可以發現三種活性碳對甲苯、二甲苯飽和吸附容量之標準偏差在0.003~0.013 gVOC/g活性碳間，變異係數均在4以內。圖15比較了三種活性碳活性碳吸附甲苯及二甲苯之飽和吸附容量。由圖16中可發現，以AM1132(纖維氈)對甲苯之吸附容量最大，約為0.301 g甲苯/g活性碳，其次為G840(顆粒狀)與G306(圓柱狀)，分別為0.288和0.231 g甲苯/g活性碳。在二甲苯之吸附容量部分亦出現類似趨勢，分別為AM1132 > G840 > G306，且AM1132明顯優於其他兩種活性碳。G306在對兩種吸附質之吸附容量均為最低，但G306對二甲苯較對甲苯之飽和吸附容量明顯提高，僅略低於G840約2.4%。

兩種吸附質進行比較可以發現三種活性碳對二甲苯之飽和吸附容量均大於對甲苯之飽和吸附容量。顯然活性碳對二甲苯具有較佳之吸附能力，其原因可能為吸附質之物化特性所影響。在本實驗中所採用之二甲苯，經氣相層析儀分析結果，其主要組成成分為間-二甲苯，其次則為對-二甲苯，而鄰-二甲苯之成分則相當少。而由表24中可知，間-二甲苯之dipole moment為0.37，而甲苯為0.45。由dipole moment可知二甲苯之極性較甲苯略強，而活性碳對非極性吸附質之吸附能力較極性物質之吸附能力強。在Herry's law constant部分，間-二甲苯為0.314也遠遠大過甲苯之0.0067。此兩項物化特性，可能為三種活性碳對二甲苯有較大飽和吸附容量之主因。

三種活性碳中，AM1132明顯的比G840與G306對甲苯及二甲苯有較佳的吸附能力，與圖13之活性碳77K氮氣等溫吸附線比較有相似的結果。由氮氣之等溫吸附線

可瞭解活性碳表面之孔隙之大小分佈以及比表面積的多寡。由此推論活性碳對甲苯與二甲苯之吸附，應與比表面積大小有關。

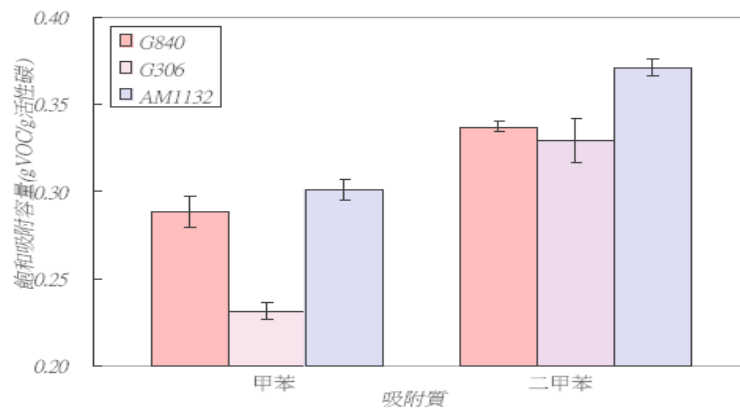


圖 16 活性碳吸附甲苯、二甲苯之飽和吸附容量比較圖

3.4 活性碳貫穿實驗

活性碳對甲苯、二甲苯之吸附貫穿實驗結果示於圖17與圖18。由於AM1132所採用之活性碳樣本重量較少，因此有較為陡峭之貫穿曲線；G306與AM1132在甲苯貫穿曲線之型態相當類似。而G840則具有較為平緩的貫穿曲線。對於二甲苯之貫穿曲線結果與甲苯相同，G360與AM1132仍有較為類似之曲線類型，而G840自貫穿開始至完全貫穿仍較為平緩。

比較活性碳對甲苯與二甲苯的吸附貫穿曲線結果發現，活性碳對二甲苯之吸附容量較佳，因此在二甲苯之貫穿實驗中，活性碳之貫穿點也相對延後。活性碳吸附二甲苯時，貫穿曲線不如吸附甲苯時平滑，可能導因於實驗時進流之VOCs氣流較不穩定，或是在進行連續監控時，更換直讀式儀器所造成，但依據整體之趨勢線顯示，活性碳之貫穿曲線仍趨向平滑。

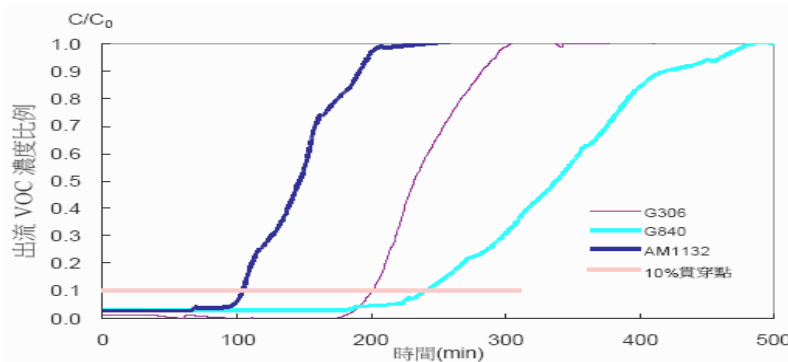


圖 17 活性碳對甲苯之貫穿曲線圖

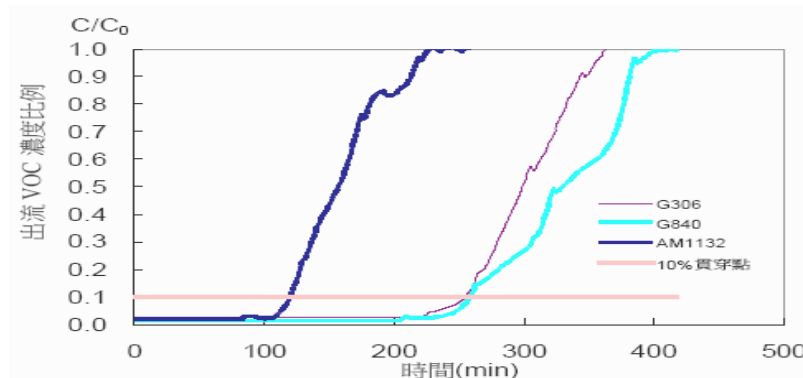


圖 18 活性碳對二甲苯吸附貫穿曲線

三種活性碳之飽和吸附容量與貫穿點時間之比較示於表25，當出流濃度為進流濃度之10 %時定義為貫穿點。由結果可以發現，曲線外型將同時影響貫穿點與飽和吸附容量，因此活性碳之飽和吸附容量與貫穿點的發生時間並非一定為線性關係。但具有較類似之貫穿曲線之活性碳，則發現依據飽和容量推估貫穿點則會較接近實際實驗結果。而AM1132在實驗時，在維持相同氣體停留時間的設計下，所採用之活性碳樣本重量僅有 0.35 ± 0.02 g，因此10%貫穿時間也較其他兩種活性碳短，但若以相同重量之活性碳推估，AM1132在實驗所採用之三種活性碳中，10 %貫穿時間應是最長。

表 25 活性碳飽和吸附容量與貫穿點之比較

項目		活性碳	G840	G306	AM1132
甲 苯	飽和吸附容量 (A) (gVOC/g 活性碳)		0.288	0.231	0.301
	10 %貫穿時間 (min)		240.5	201	104
	總吸附容量 (B) (貫穿曲線積分結果)		0.264	0.191	0.310
	$\frac{(A) - (B)}{(A)}$		8.33%	17.32%	-2.99%
二 甲 苯	飽和吸附容量 (A) (gVOC/g 活性碳)		0.337	0.329	0.371
	10 %貫穿時間 (min)		259	230	120
	總吸附容量 (B) (貫穿曲線積分結果)		0.303	0.273	0.392
	$\frac{(A) - (B)}{(A)}$		10.08%	17.02%	-5.66%

依據實驗所得之貫穿曲線進行積分，以瞭解三種活性碳對甲苯與二甲苯實際之吸附容量。由積分結果可以發現，除AM1132外，其他兩種活性碳之貫穿曲線積分結果均小於實驗所得之飽和吸附容量。但顯然三種活性碳對兩種吸附質之貫穿曲線之積分結果與飽和吸附容量實驗結果出現相同之趨勢。不同活性碳進行比較，可以發現AM1132經由貫穿曲線積分與飽和吸附實驗結果之差異約在3~6%之間，而G840為8~10 %間，G306則有最大之差異，在17~18 %間。顯然活性碳之貫穿曲線與飽和吸附容量與活性碳之基本物化特性有關，而最直接相關的可能為孔洞之分佈的特性。氣相吸附機制中，最主要為微孔的吸附，而AM1132具有最平均之微孔分佈，因此三種活性碳中，AM1132能在最短的時間內完成飽和吸附平衡，由此顯示活性碳纖維對氣相吸附，確實有較佳之吸附能力。

3.5 活性碳貫穿曲線之模擬

反應動力方程式與Modified Wheeler方程式是最簡單也最常被使用的貫穿曲線方程式，因本研究中之 C/C_0 可能高於0.032，因此本節採用反應動力方程式作為貫穿曲線之模擬。反應動力方程式中，貫穿時間 t_b 表示為

$$t_b = \frac{W_e W}{C_0 Q} - \frac{W_e \rho_B}{k_v C_0} \ln\left(\frac{C_0 - C}{C}\right)$$

上式中之各項參數及 t_b 、 k_v 計算結果表示如表26。其中，反應速率常數 k_v 甲苯

為 $31.054 \text{ cm}^3/\text{mole}$ 、二甲苯為 $36.005 \text{ cm}^3/\text{mole}$ 。

由表26中可以發現，活性碳吸附中，反應速率常數 k_{∞} 為 56792.3 min^{-1} ；而反應速率常數 k_v ，甲苯及二甲苯則分別為 10361.4 與 11399.7 min^{-1} ，兩者之間有相當大之差異，因 k_{∞} 可能高估 k_v 而使反應動力方程式中之第二項最小化，使得貫穿時間 t_b 相對延後。而 k_v 之係數，則與吸附質之性質有關，但忽略的活性碳物化性質的影響。與實驗結果所計算出之 k_v 值相較，實驗結果之反應速率常數 k_v 顯然低於兩種理論模式。

表 26 活性碳吸附之 10 %貫穿時間比較表

吸附質 活性碳種類	甲苯			二甲苯		
	G840	G306	AM113 2	G840	G306	AM113 2
$k_{\infty} (\text{min}^{-1})$ -Jonas	56792.3	56792.3	---	56792.3	56792.3	---
$k_v (\text{min}^{-1})$ -Wood	10361.4	10361.4	10361.4	11399.7	11399.7	11399.7
t_b -Jonas (min)	348.3	279.4	---	352.9	344.5	---
t_b -Wood (min)	307.9	246.9	115.9	316.5	309	129
T_b -本研究實驗結果 (min)	240.5	201	103.5	259	255	120
k_v -本研究實驗結果 (min)	4385.9	4800.9	6147.7	5037.7	5147.6	7293

經過反應動力方程式計算10 %貫穿時間 t_b ， k_v 在甲苯吸附部分提前了11.6 %，二甲苯之吸附部分則提前了10.3 %。與實驗結果進行比較，在10 %貫穿時間 t_b 部分，AM1132之貫穿結果較接近 t_b -Wood結果，但仍較反應動力方程式計算結果，在甲苯與二甲苯部分，分別提前了10.7 %與7.6 %。而G840與G306對甲苯及二甲苯之吸附貫穿部分則分別提前了18~22 %及17~19 %。

模擬結果顯示，AM1132之數據可得到較佳模擬結果。顆粒狀活性碳在吸附低濃度之VOC時，若以Modified Wheeler方程式模擬可能產生50 %的誤差，由表26發現G840與G306也有相同之提前貫穿情形。

將實驗所得之 k_v 值活性碳之pH值、灰份、比表面積等物化特性進行相關性分析，發現之 k_v 值與表面pH值及比表面積較具相關性， R^2 可以達0.96~0.999之間，而與活性碳之灰份相關性僅有0.01~0.09。

四、結論與建議

本研究以臺灣地區軌道車輛表面塗裝之工程污染源及排放特性為調查對象，選用3種活性碳比較其吸附容量，利用反應動力方程式進行相關性分析、表面微觀結構觀察、比表面積之分析、pH值、表面無機化學成分及灰份等實驗，獲致結論如下：

1. 軌道車輛工廠噴塗房排氣活性碳吸附塔之廢氣具有排氣風量大、風速不穩定、溫度變化小、相對濕度高、污染物濃度低等特性，且排氣中之漆霧會附著於活性碳表面。
2. 本研究選用之三種活性碳中，以AM1132(活性碳纖維氈)對甲苯及二甲苯之吸附容量最大，其次為G840(顆粒狀活性碳)及G306(圓柱狀活性碳)，而三種活性碳對二甲苯之吸附容量均較甲苯大。此結果顯示，活性碳的比表面積和微孔體積可能為主要影響吸附效能之因素。
3. 利用反應動力方程式，將貫穿實驗所得之吸附速率常數 k_v 與活性碳之物化特性進行相關性分析，發現 k_v 與表面pH值及比表面積較具相關性， R^2 可以達到0.96~0.999之間。由此可知， k_v 除受到吸附質之莫耳極性、活性碳表面風速及活性碳床進出口濃

度影響外，也與活性碳之物化特性有關。

4. 以活性碳處理汽車廠噴塗房之廢氣時，廢氣中之漆霧、VOCs、水氣等三種物質，會出現競爭吸附之現象，而降低活性碳之吸附效能。但活性碳對漆霧附著量具有一極限值，不會隨著時間不斷增加。研究發現，G840最大之漆霧附著容量約0.284g/g活性碳，G306約0.258 g/g活性碳，而AM1132約0.324 g/g活性碳。
5. 活性碳受漆霧附著量影響，對於甲苯及二甲苯之飽和吸附容量均有明顯的降低。漆霧附著量對活性碳吸附甲苯與二甲苯之影響，與活性碳之種類或其型態有關，其中以AM1132所受到之影響最小，其次則為G306，受到影響最大的則為G840，且漆霧附著量之增加與吸附容量之降低情形呈現線性變化。

參考文獻

1. ASTM (1996) ,Annual Book of ASTM Standards, American Society for Testing and Materials,15.05, Philadelphia, PA.
2. ASAP 2000 Accelerated Surface Area and Porosity System, Operators Manual(1992), v2.02, Micromeritics Instrument Corporation, Norcross,GA.
3. Ariyadejwanich,P., Tanthapanichakoon,W., Nakagawa,K., Mukai,S.R.,Tamon,H. (2003) Preparation and characterization of mesoporous activated carbon from waste tires. Carbon.
4. Bai, R. and Yang,R.T. (2001) Athermodynamically consistent Langmuir model for mixed gas adsorption. J. Colloid Interface Sci.
5. Ames,M,Gullu,Olmez,I. (1998) Atmospheric mercury in the vapor phase, and in fine and coarse particulate matter at Perch River, New York.
6. Chemical Reactor Analysis and Design (1998) , 6TH , Gilber F. Froment & Kenneth B. Bischoff .
7. Biswas, P. and Wu,C.Y.,(1998) Control of toxic metal emissions from combustors using sorbents a review. J. Air & Waste Manage. Assoc.
8. Xiong, Youhui, Jiang, T., Zou,X. (2003) Automatic proximate analyzer of coal based on isothermal thermogravimetric analysis (TGA) with twin-furnace. Thermochim. Acta.
9. Yu,Y., Koljonen, H. (2002) Surface chemical composition of some norrwood pulps. Ind. Crop. Prod.
10. 揮發性有機物空氣污染管制及排放標準(2005)，中華民國94年9月12日行政院環境保護署環署空字第0940070805號令修正 發布全文三十三條。
11. 行政院環境保護署網頁(2003)，<http://recycle.epa.gov.tw/main.asp>.
12. 行政院環境保護署網頁(2003)，<http://w3.epa.gov.tw/epalaw/index.htm>.
13. 行政院環境保護署(1990)，空氣中氣態芳香烴化合物檢驗方法—以活性碳吸附之氣相層析/火焰離子化偵測法，環署檢字第50543號公告。
14. 行政院環境保護署(1990)，空氣中氣態有機溶劑檢驗方法—以活性碳吸附之氣相層析/火焰離子化偵測法，環署檢字第26926號公告。

15. 蔣本基、江鴻龍（1995），「活性碳物化特性對 VOCs 吸附之影響」，臺灣大學環工所博士論文。
16. 蔣本基（1996），「活性碳物理化學特性對 VOCs 吸附之影響」，工業污染防治，第 58 期。
17. 蔣本基、張璞（1996），「有機溶劑蒸氣之吸附及脫附研究」，工業污染防治，第 58 期。
18. 朱小蓉（1995），「氣態廢溶劑的吸附回收技術」，化工技術 第 27 期。
19. 洪旭文（2000），「定量結構活性關係法預測活性碳吸附低濃度揮發性有機物之研究」，國立成功大學環境工程研究所碩士論文。
20. 邱正宏（1993），「吸附於活性碳表面揮發性有機物之熱脫附動力學研究」，國立中山大學環境工程研究所碩士論文。
21. 楊英傑（1992），「以球狀活性碳吸附水溶液中甲苯及其脫附方法之研究」，國立中成功大學化學工程研究所碩士論文。
22. 劉瑞華（1998），「低濃度揮發性有機物在吸附劑中之傳輸與平衡研究」，國立成功大學環境工程研究所碩士論文。
23. 張木彬（1997），「垃圾焚化爐排氣中重金屬量測及處理效率評估」，行政院環境保護署研究報告。
24. 袁中新、洪崇軒（2000），「以廢輪胎熱裂解產物碳黑製備活性碳應用於都市垃圾焚化爐排放廢氣中汞蒸氣去除之研究」，國科會/環保署科技合作研究報告。
25. 陳鴻烈，正慧玲，陳桂梅（1995），「以活性碳吸附法去除飲用水水源中有機物之研究」，中國環境工程學刊，第五卷，第四期。

編後語

本期感謝交通部鐵路改建工程局周副局長永暉投稿「鐵路車站效能提升之探討-以臺鐵為例」，對本局鐵路車站效能提升提出精闢論述，本局正逢各項建設期間，沿線各車站由單一運輸服務轉變為多元商業開發與應用，周副局長以系統觀點依車站屬性分析設計原則暨導入通用設計觀念，建構安全、安心及舒適之運輸環境，打造一因應時代需求，重視運輸、使用、資產及位置之成功車站。鐵路運輸安全不容輕忽，路線銳曲線路段裝設防脫角鐵，但銳曲線路段軌道因受列車行駛衝擊常變型不整而需頻繁維修，「鐵路防脫角鐵之改善」一文對防脫角鐵之固定方式提出改善建議，由壓板改為彈簧扣夾，施工簡易可節省工時及材料，對路線養護作業有重大之影響。都市土地寸土寸金，都市計畫內容涉及人民及土地管理機關（構）之權利義務，不可不慎，「都市計畫法律效力與法律性質之探討」---探討都市計畫發布實施後對人民及行政機關所產生之拘束效力，並從大法官解釋理由書及學者論見探討都市計畫之法律性質。運輸成本涵蓋直接成本及間接成本，在企業化理念導向下，成本管理與控制之重要性益顯重要，本局鐵路客貨運輸設備與服務所發生之成本支出皆歸屬於交通部臺灣鐵路管理局會計制度範疇，「臺鐵機務成本實務運用與分析」一文在現有會計制度下，擷取作業基礎成本制度，成本細分化制度之精神，將機務處所屬可控制成本分攤至各動力車輛，在不大量增加作業工作下，納入更多以績效管理為目的之成本核算制度，探討改善空間。車輛要賣像好，外觀塗裝更是必要，但塗裝業所使用之有機溶劑，往往造成環境之破壞，故有機溶劑的排放是需要積極管制的，「軌道車輛車體表面塗裝研究」以臺灣地區軌道車輛表面塗裝之工程污染源及排放特性進行調查，研究 3 種活性碳對揮發性有機物之吸附量，了解活性碳基本物化特性對揮發性有機物之可能影響，結果顯示以活性碳吸附塔加設吸收式冷凍機及加濕塔等設備，可提高噴塗房廢氣處理效率，有效減少揮發性有機物之排放，對環境污染防治善盡企業責任。

傑克·威爾許（Jack Welch）奇異公司前任執行長在回憶錄中提及奇異公司選才有四個“E”；Energy：高度的幹勁；Energize：驅策他人的能力；Edge：決策的銳利（精準）；Execute：貫徹執行（堅持到底）以達成目標的能力。

表面上的特質是這四個 E，實際上的動力是來自於內心深處的熱情（passion）。有熱情可尋求機會來實踐態度以發揮天資，世界的改變沒有人能準確預測未來，迎接未來的唯一辦法，就是「找到個人天資與熱情結合之處」，在自己熱愛且擅長的領域發展，便能締造更高的成就與自我實現，藉以培養更強的應變能力，我們在不同的人生階段都可以找到學習對象。

~知名教育與創造力專家 Ken Robinson 博士「打開四道門凡人變英雄」~

徵稿須知

臺鐵資料約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平臺，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及本局相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「10041 臺北市中正區北平西路三號五樓，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-23815226 轉 3338；傳真：02-23831367；E-mail：tr752895@msa.tra.gov.tw。

「臺鐵資料」撰寫格式

中文題目

(標楷體 18 點字**粗體**，置中對齊，與前段距離 1 列，與後段距離 0.5 列，單行間距。)

TITLE

(Times New Roman 16 點字**粗體**，置中對齊，與前段 0 列、後段距離 0.5 列，單行間距。)

中文姓名 English Name¹

中文姓名 English Name²

聯絡地址

電話

電子信箱

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

摘要內容 (標楷體 12 點字，左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距)

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

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

Abstract(Times New Roman 12 點字**斜體**，左右縮排各 2 個字元，第一行縮排 2 個字元。與前、後段距離 0.5 列，左右對齊，單行間距。)

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

標題 1 (新細明體 16 點字**粗體**，前、後段距離 1 列，置中對齊，單行間距，以國字數字編號 **【一、二】**。)

內文 (新細明體 12 點字，第一行縮排 2 個字元，前、後段距離為 0.25 列，左右對齊，單行間距，文中數學公式，請依序予以編號如：(1)、(2))

標題 2 (新細明體 14 點字**粗體**，前、後段距離 1 列，左右對齊，單行間距，以數字編號 (**【1.1、1.2】**)。)

¹.本局機務處正工程司兼科長

².中央大學土木工程系碩士

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^[1] (引用資料，註明出處來源，以大引號標註參考文獻項次，12 點字，上標)

參考文獻

1. 王永剛、李楠 (2007)，「機組原因導致事故徵候的預測研究」，中國民航學院學報，第廿五卷第一期，頁25-28。
2. 交通部統計處 (2006)，民用航空國內客運概況分析，擷取日期：2007年7月27日，網站：
3. 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 5 樓

機關電話：(02)23899854

網 址：<http://www.railway.gov.tw>

編 者：臺鐵資料編輯委員會

出版日期：中華民國 99 年 12 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 第三四四期 TAIWAN RAILWAY JOURNAL NO 344 中華民國 99年 12月出版