

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

TRJ 臺鐵資料

季刊

372

Mar. 2020
Spring



交通部臺灣鐵路管理局

Taiwan Railways Administration, MOTC

目錄 Contents

鐵路混凝土橋梁定期檢測流程芻議暨未來展望.....江明益.黃俊豪.胡啟文.王瑞麟 The Discussion of Regular Inspection and Future Suggestions for RC Railway-BridgesJiang,Ming-Yi. Huang,Jun-Hao. Hu,Chi-Wen. Wang,Rui-Lin	1
臺灣鐵道文化資產觀光行銷策略之研究-以花蓮鐵道文化園區為例.....葉日洋 Research on Tourism Marketing Strategy of Taiwan Railway Cultural Assets:A Case Study of the Cultural Park of Hualien.....Yeh,Ryh-Yang	25
強化與提昇集集支線基礎設施之策略.....許展彰 Strategies to Strengthen and Enhance the Infrastructure of Jiji Branch Line.....Hsu,Chan-Chang	45
制動摩擦材料與對磨偶的研析.....林武鍵 Analysis of Brake Friction Materials and Grinding Pad.....Lin,Wu-Jian	65
臺灣鐵路管理局導入租賃新公報之探討.....林玟馨.沈佩蓉 The Discussion of New Lease Accounting for TRA.....Lin,Wen-Hsin. Shen,Pei-Jong	85

鐵路混凝土橋梁定期檢測流程芻議暨未來展望

The Discussion of Regular Inspection and Future Suggestions for RC Railway-Bridges

江明益 Jiang, Ming-Yi¹

黃俊豪 Huang, Jun-Hao²

胡啟文 Hu, Chi-Wen³

王瑞麟 Wang, Rui-Lin⁴

聯絡地址：10052 臺北市中正區仁愛路一段 50 號

Address : No.50, Sec. 1, Ren'ai Rd., Zhongzheng District, Taipei City 100, Taiwan
(R.O.C.)

電話 (Tel) : 02-23492074

電子信箱 (E-mail) : myjiang@motc.gov.tw

摘要

鐵路橋梁之檢測及補強規範甫於 108 年 1 月 14 日頒布實施，雖然規範已揭櫫主文係最低執行原則，解說定位為解釋主文，僅參考不具強制性，並授權鐵路機關自訂養護或檢測手冊。然而，在鐵路機關尚未完成相關手冊前，短期內規範解說部分仍具一定程度之依循性，因此，本研究在既有架構下，研析歸納出混凝土鐵路橋梁定期檢測流程，以提供實務檢測人員執行參考，另針對現行規範提出幾點未來修訂之建議。

關鍵詞：規範、橋梁、定期檢測

¹交通部 技監室 技正

²交通部高速公路局 規劃組 主任工程師

³交通部運輸研究所 港灣技術研究中心 研究員

⁴財團法人中華顧問工程司 綜合業務組 主任

Abstract

The Specification of Railway-bridges inspection and reinforcement Promulgated and implemented on January 14, 2019. Although the specification has revealed the minimum implementation principle of the main text, the explanation is positioned as an explanation main text, which is not mandatory only for reference, and the railway authorities to customize the maintenance or inspection manual. However, before the railway authorities have completed the relevant manuals, the standard explanations in the short-term still have a certain compliance. Therefore, under the existing structure, this study analyzes the regular inspection process of RC railway-bridges to provide practical inspection personnel. Implementation some suggestions for future revisions to the current specification.

Keywords : Specification, Bridges, Regular Inspection

一、前言

1.1 規範頒訂歷程

鐵路橋檢測評估作業，最早係以臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵局)的「橋梁檢查與評估手冊」為主，該手冊以日本財團法人鐵道綜合技術研究所出版之「建造物保守管理的標準、同解說－鋼構造物」為參考依據，但未將相關安全評估或特殊檢測項目及方法予以探討說明，對於後續之維修補強對策亦少有陳述。

有鑒於此，為使工程人員在從事鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強工作時能有較為客觀之標準可遵依循，因此，訂定一套合適的鐵路橋梁檢測評估與維修補強之規範實有必要。

民國 92 年交通部高鐵局完成「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範草案」，

但當時礙於執行面問題，並未頒布實施，其主要差別在於：(1) 該草案建議採用日本 ABCD 系統進行鋼橋檢測評估，與當時公路所使用之 DERU 系統之間具有顯著差異性，不易與「臺灣地區橋梁管理資訊系統」接軌。(2) 鐵路橋梁使用機關眾多，包括臺鐵局、鐵工局、高鐵局、台灣高速鐵路股份有限公司、臺北捷運公司、高雄捷運公司等，各機關對於檢測之種類、項目、頻率、人員資格等各有其規定。由於該草案制定背景係以臺鐵局為主要使用單位，其內容恐無法滿足現行各機關之需求規定。

為使工程界對於規範之使用具有一致性標準，交通部於 97 年委託中華民國結構工程學會，邀集對鐵路鋼結構橋梁檢測與評估補強工作具專長之學者與專家，組成審查委員會進行複審作業。總計歷經召開六次審查會議，於 99 年底頒布實行「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」。

「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」雖然於 99 年底頒布，惟尚缺「鐵路鋼筋混凝土結構橋梁之檢測及補強規範」，為使各鐵路機構或捷運主管機關辦理鐵路或捷運橋梁檢測、評估、維修及補強作業時有所依循，考量工程技術、材料、設備、工法日新月異，交通部於 104 年中旬函請高鐵局以橋梁全生命週期概念為主軸，就鐵路橋梁安全評估(如耐震、耐沖刷能力等)與補強作業之相關規範進行通盤檢討。

高鐵局遂於 104 年 8 月邀集相關單位研商，討論部頒「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」之檢討修訂原則及方向，經決議新增鐵路鋼筋混凝土結構橋梁之檢測及補強相關內容，並合併為「鐵路橋梁之檢測及補強規範」(以下簡稱「鐵路規範」)。鐵路規範研訂過程參酌現行法令及相關規範規定進行通盤檢討、更新及修訂，並於 106 年底提送交通部辦理複審作業，歷經六次審查會議，詳細反覆討論琢磨後始告定稿，並於 108 年初頒布施行。

1.2 規範簡介

現行鐵路規範分為 7 章，其依序為「總則」、「檢測一般規定」、「定期檢測」、「特別檢測」、「詳細檢測」、「結構安全評估」及「維修與補強」，其架構如圖 1 所示。

由規範格式觀之，係採「主文」及「解說」兩部分，主文部分採原則性方式呈現，對於執行細節，則授權各養護機關依自身特性另行規定，至於規範解

說部分，則定位為輔助解釋主文，屬參考性質並不具強制性，例如解說所列之劣化類型、評等及損傷示意圖僅供參考，而影響鐵路橋梁結構安全之相關附屬設施可能有包括擋碴牆、無道碴床、橋面排水設施、人行道板、欄杆、護牆、避車台、電力桿基座或號誌架、隔音牆、防護網、維修走道等，各鐵路機構或捷運主管機關應依橋梁特性及配置自行檢討納入檢測範圍。

本鐵路規範僅針對「跨度 150 公尺以下之鐵路一般性橋梁」適用(如圖 2)，例如梁橋及剛架橋等橋梁，惟其他特殊性橋梁，如斜張橋、脊背橋、拱橋、複合梁橋、混合梁橋或跨度超過 150 公尺者等，規範特別保留但書「如仍有可適用之處，可依本規範所列之原則與重點進行檢測」。

橋梁檢測依檢測時機可分為定期檢測、特別檢測及詳細檢測等三類：

1. 定期檢測：定時對橋梁所有構件實施全面檢測，及確認經常巡查紀錄之橋梁異狀、損傷。檢測重點在掌握橋梁結構安全，早期發現構件之劣化並評估劣化造成對橋梁功能損傷及其原因。
2. 特別檢測：當災害或重大事故發生後（如颱風、豪雨、土石流、地震、海嘯、火災或超高車輛撞損大梁等），或巡查、定期檢測發現顯著異狀，為了解確認損傷程度及防止災害擴大而實施之不定期檢測。檢測時機係針對災後或事故後或其他目的，重點在探討是否造成橋梁功能損傷，及是否需維修、補強及決定維修、補強方法。特別檢測之啟動時機、檢測內容及方法由各鐵路機構或捷運主管機關訂定。
3. 詳細檢測：檢測之內容及範圍依檢測之目的及需求而訂，例如可針對某一墩或一支大梁進行局部破壞檢測或非破壞檢測。

本鐵路規範要求橋梁檢測頻率應依檢測種類、橋況、橋齡、橋址環境及重要性等而定，各鐵路機構或捷運主管機關可視其組織編制及受檢測橋梁之重要性，訂定檢測頻率，原則上檢測頻率如下：

1. 定期檢測：新建橋梁應於完工或通車使用後二年內進行第一次定期檢測，爾後定期檢測之間隔以兩年為原則。如有特別情況，各鐵路機構或捷運主管機關得視實際狀況調整，惟不得超過四年。
2. 特別檢測：於重大事故、災害發生後或巡查、定期檢測發現顯著異狀及各鐵路機構或捷運主管機關認為必要時辦理之。
3. 詳細檢測：橋梁於定期檢測或特別檢測後，認為有必要時進行之。

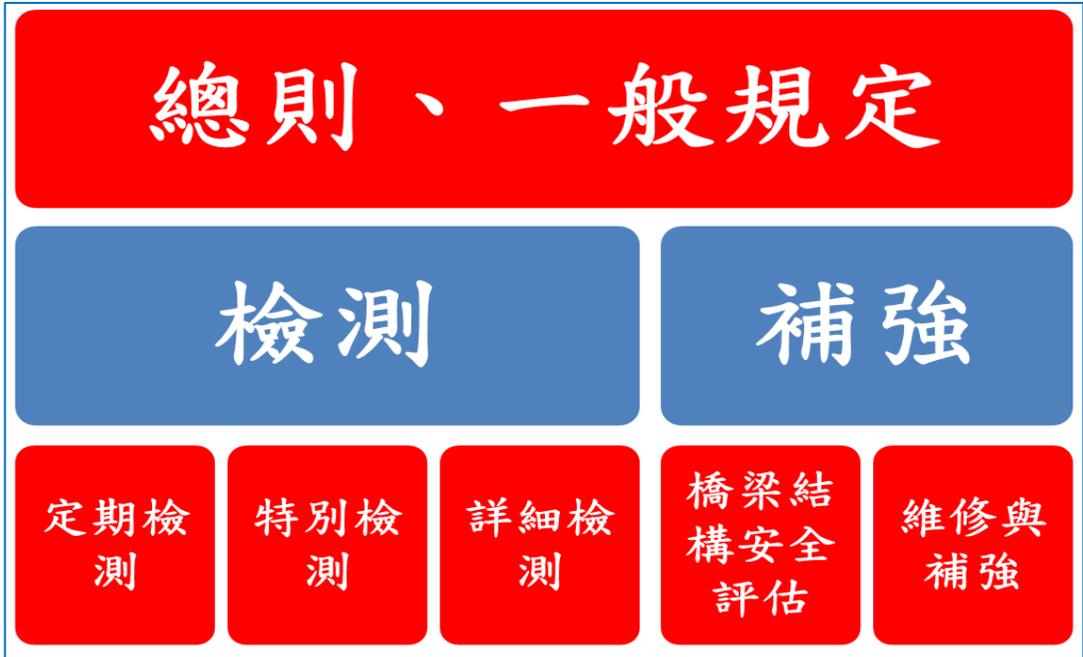


圖 1 鐵路橋梁檢測及補強規範章節架構示意圖

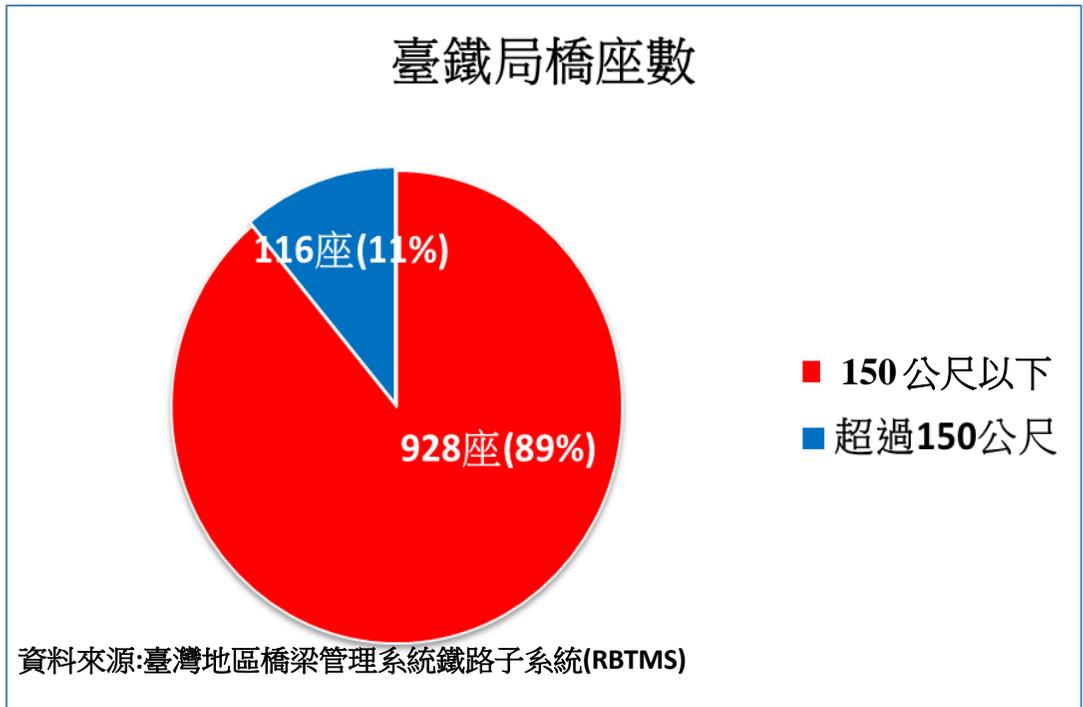


圖 2 臺鐵局橋長統計示意圖

二、鐵路橋梁定期檢測

2.1 檢測方法及項目

橋梁定期檢測以目視為主，儀器為輔，於特定週期和特別時期，對橋梁構件進行合宜之檢測，以期提早發現問題，掌握損傷情況，採取必要之對策，使橋梁保持於良好狀態。一般檢測除須以繪圖或照片記錄劣化或損害部位外，宜以量化方式評估各構件之劣化情形，建立橋梁現況之基本管理資料及紀錄與追蹤，並為規劃長期檢測計畫及維修補強之基礎。適切可靠的橋梁檢測有賴明確的目的、妥適的計畫、技術、工具、設備及檢測人員。

目前橋梁之目視檢測結果係採用 D.E.R.U.方式評定之。D.E.R.U.評定法針對劣化程度(Degree)與劣化範圍(Extent) 同時進行評估，再考慮劣化情況對整體橋梁結構安全性與使用性之影響度(Relevancy)及劣化構件需維修之急迫性(Urgency)，其檢測評定準則如表 1。

實際進行檢測時，檢測現場以填寫檢測表格為主，以使現場檢測人員可具體明確的了解應檢查的項目與重點，同時對於檢測項目可做較標準化、一致性的規定，避免遺漏某些劣化情況或流於主觀意識；檢測完畢後，檢測人員再參考檢測表格所載之劣化情況，判斷劣化對整體橋梁結構安全性之影響，填寫精簡之檢測表。

依循 D.E.R.U.系統，鐵路規範將檢測項目依橋梁之功能歸納為兩部份，即(1)影響橋梁結構安全之構件項目；及(2)影響列車或維修人行安全之一般項目。檢測項目如表 2，該表檢測項目為 20 項，其中影響橋梁結構安全者為第 3 至第 4 項、第 11 至第 15 項及第 17 至第 19 項，其應針對每一座橋墩、橋台與橋孔逐跨進行檢視；影響交通安全者為第 1 項至第 2 項、第 5 項至第 10 項及第 16 項，其為橋梁的整體性（全橋性）與橋梁兩端的項目。

表 1 鐵路橋梁構造物檢測評定準則

評分	0	1	2	3	4
程度(D)	無此項目	良好	尚可	差	嚴重損害
範圍(E)	無法檢測	0~10%	10%~30%	30%~60%	60%~100%
重要性(R)	無法判定重要性	微	小	中	大
急迫性(U)	無法判定急迫性	例行維護及追蹤		1~2年內 維護	緊急處理維護

表 2 鐵路橋梁構件參考表

項次	構件	項次	構件
1	引道路堤	11	橋墩/橋基保護設施
2	河道	12	橋墩基礎
3	橋台基礎	13	橋墩墩體/帽梁
4	橋台	14	支承/支承墊
5	翼牆/擋土牆	15	防落設施
6	擋碴牆/無道碴床	16	伸縮縫
7	橋面排水設施	17	主要構件(大梁)
8	人行道板	18	次要構件(橫隔梁)
9	欄杆及護牆	19	橋面板
10	避車台	20	其他附屬設施

2.1 混凝土結裂縫類型

鐵路規範之重點在於鐵路橋梁結構檢測補強之相關事項，而劣化損傷程度判定與檢測標的物之材料及構件機能相關，故規範將 D 值之判斷標準分成混凝土結構物、鋼結構物、支承、伸縮縫、結構物沉陷、河道、其他附屬設施及橋面排水等說明，而對橋梁整體結構及列車通行安全而言，不同之劣化構件及構件不同之劣化位置、程度和範圍，均將產生不同程度之影響，故 R 值與 U 值之判斷標準依檢測項目分類逐一說明，本研究僅就混凝土結構之判定做以下說明。

鐵路橋梁屬混凝土構材包含擋碴牆、人行道、避車台及護欄，上部結構之主梁、端隔梁、中隔梁及橋面板，下部結構之帽梁、墩柱、基礎，橋台背牆、翼牆、基礎及路堤等混凝土結構物。

而混凝土之裂縫一般係呈現線形分佈，裂縫可能僅發生於局部或擴大至全部之混凝土結構上。當檢測人員發現裂縫時，應拍照或繪製示意圖，描述裂縫之形狀、寬度、方向及位置，並與先前檢測紀錄比較，以研判該裂縫有無停止或增加，研判該裂縫是否具危險性。裂縫類型有結構裂縫與非結構裂縫 2 種：

2.2.1 結構裂縫

係由載重所造成，其類型如圖 3 所示，計有撓曲裂縫、剪力裂縫、扭曲裂縫及拉力裂縫等。撓曲裂縫發生於構件受最大張力區域，成垂直狀且會往構件受壓力區發展，一般於構件之跨徑中點底部，如梁底或橋面板底部，或連續梁在橋墩處之構件上部，最易發現撓曲裂縫；剪力裂縫一般發生於大梁支點附近之梁腹底部，亦可能伴隨發生如撓剪、剪壓裂縫或橫劈裂縫等；最常見之扭曲裂縫為 45°斜向裂縫；拉力裂縫則常發生於鋼筋混凝土構件受軸拉力過大且斷面大小配置不足時。

2.2.2 非結構裂縫

非載重因素造成之裂縫，雖不影響構件之安全，惟當裂縫深入構件之內部，亦可能損及構件。非結構裂縫類型計有溫度裂縫、乾縮裂縫、巨積混凝土裂縫、施工縫裂縫及鋼筋銹蝕裂縫等。溫度裂縫係由溫度高低變化引起之熱脹冷縮裂縫；乾縮裂縫屬混凝土養治期間因濕度控制不當造成之收縮，一般發生於預力梁之梁腹；巨積混凝土裂縫為澆置大體積混凝土時，因混凝土內、外溫度差造成之裂縫；施工縫裂縫易造成鋼筋銹蝕，亦可能造成構件之劣化，常發生於橋梁護欄與橋面板間、箱型梁底板與腹板間、預鑄預力梁與場鑄橫隔梁間；鋼筋銹蝕裂縫係因鋼筋生銹後體積膨脹，推擠混凝土產生之裂縫。圖 4 所示為常見之非結構裂縫示意圖。

當檢測人員發現混凝土裂縫時，需注意其發生原因與位置，判別其屬性，並拍照或繪製示意圖，描述裂縫之形狀、寬度、方向及位置，並與先前檢測紀錄比較，以推論該裂縫有無擴張情形，研判該裂縫是否具危害性。

不同構件於不同位置之劣化現象，對該構件之影響度或對整體結構安全性與使用性之影響度（R 值），須仰賴檢測員之工程經驗及工程素養來判斷。對於初次檢測之檢測員，R 值之判斷可能造成困擾，進而影響對劣化構件需維修之急迫性(U 值)的判斷。

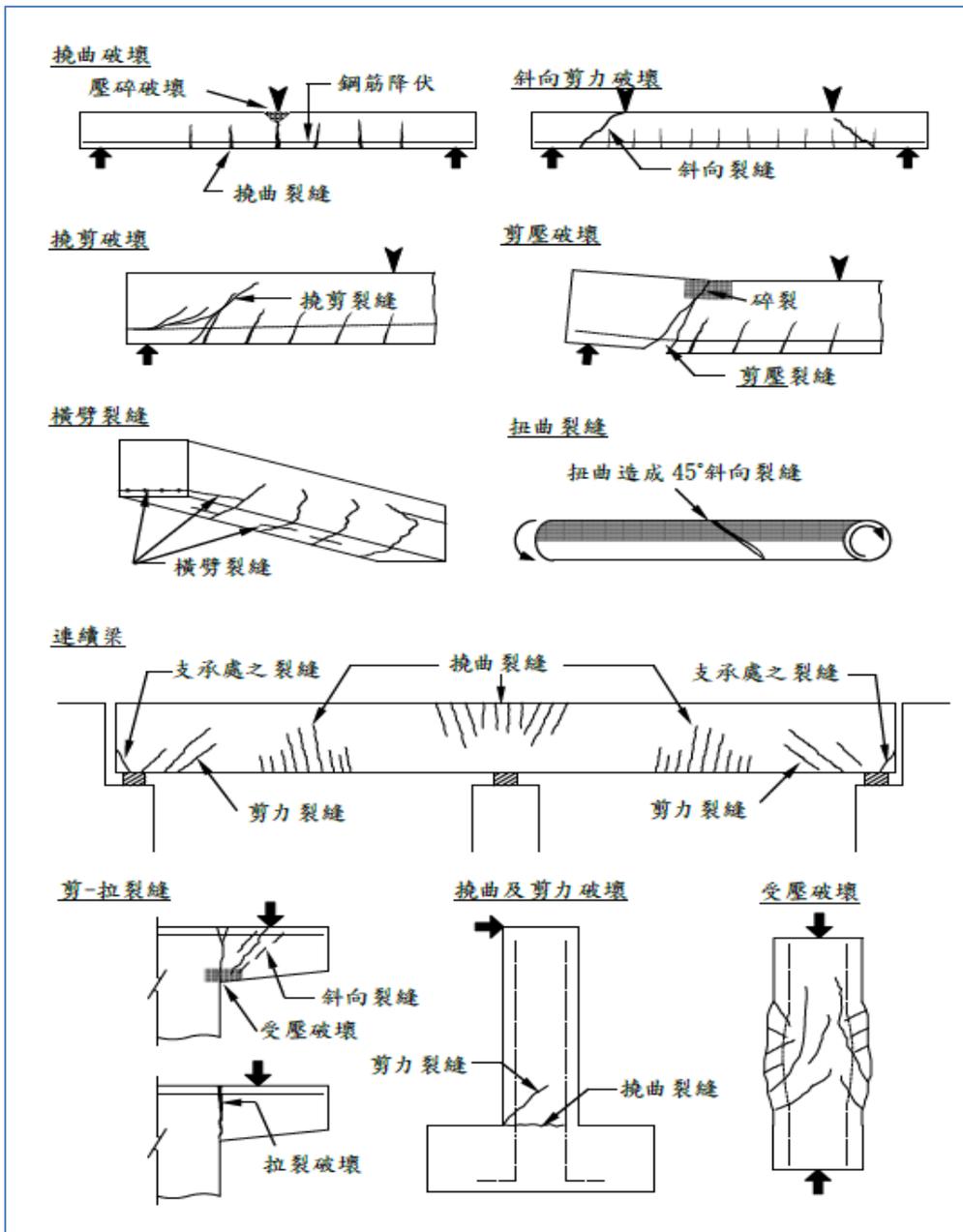


圖 3 混凝土橋梁主要結構裂縫示意圖

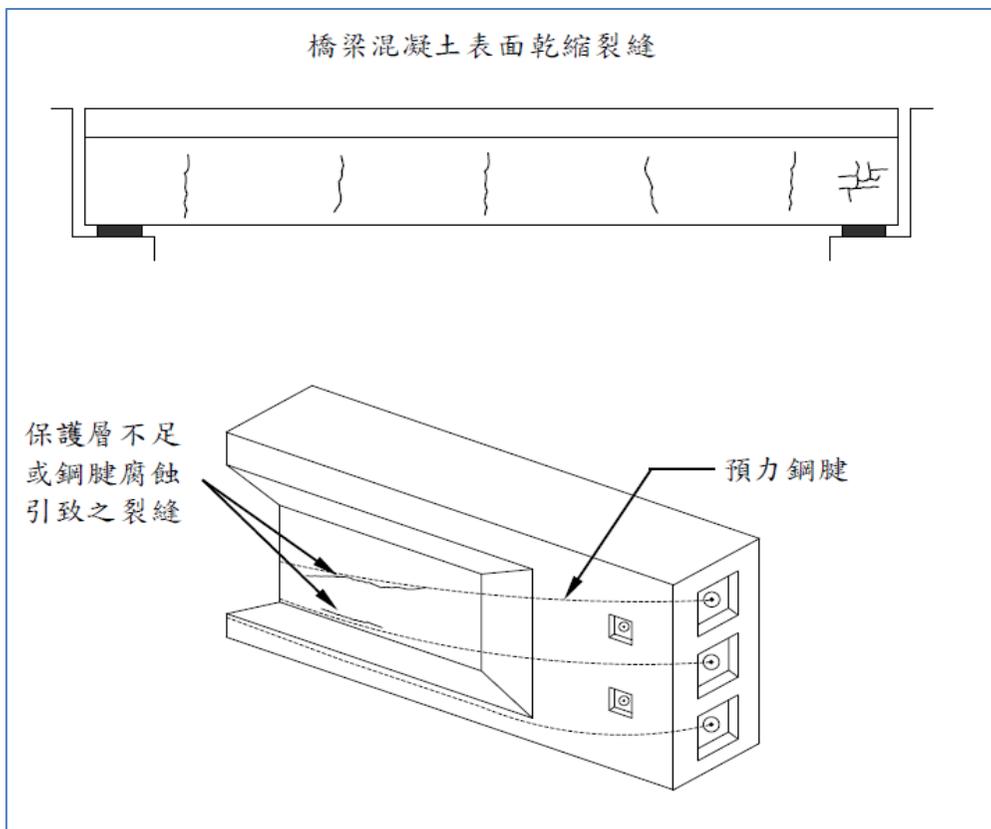


圖 4 混凝土橋梁非結構裂縫示意圖

2.3 規範重點研析暨建議

針對鐵路橋梁規範內容，以及實際執行面，本研究參酌比較「公路橋梁檢測及補強規範」提出下列幾項重點暨建議：

2.3.1 首次定期檢測之時機點明確

對於國內公共工程建設而言，常需考慮外在政治因素，以至於「完工不等於通車(使用)」、「通車(使用)不等於完工」情況時常發生，再者，辦理定期檢測屬沉沒成本，非屬亮點建設，對於地方橋梁主管單位而言，編列定期檢測預算總是消極面對，因此，如何決定橋梁定期檢測之時間起算點，亦是一大難題。

比對鐵路規範「新建橋梁應於完工或通車使用後二年內進行第一次定期檢測」，以及公路規範「新建橋梁應於完工使用後二年內進行第一次定期檢測」，

顯見無論該座新建橋梁「先完工」或「先通車(使用)」，即已啟動執行首次定期檢測之開始時間，並無任何模糊解釋空間。

2.3.2 Relevance(R)及 Urgency(U)定義宜更貼切且精準

鐵路規範 R 值定義為「劣化情況對整體橋梁結構安全性與使用性之影響度」，但從字面上「橋梁結構安全性與使用性」均係以檢測員角度做以判斷，就概念上而言，橋梁安全或使用似乎意義等價，重要性相同宜不必重複出現，建議參考公路規範改加入用路人角度之概念，以利 R 值定義增更臻貼切。

另外，鐵路規範在 U 值部分中，如表 1 所示，對於判定 U=1 或 U=2 情況下，以「例行維護及追蹤」予以定義，似乎無差異性。因此，在現行 U 值以 0~4 評分之有限維度下，對於每一個橋梁構件急迫性之分數應更具精準為宜，此舉才更符合橋梁劣化急迫性之判定意義，否則以現行鐵路規範而言，無論 U 值評 1 分或 2 分，對檢測員而言似乎無從依循標準，任由心生，似乎有失其專業性。

2.3.3 檢測判定參考標準宜適度簡化

檢視鐵路規範內容可知，附錄「表 R-6_S」所示(如表 4)，依其劣化程度，有些不需進行 R、U 評估，有些則需要，我們以 PC 大梁為例，當檢測員判定大梁上的裂縫寬度小於「0.2mm」時，依表 4 規定，D 值僅介於 2~3，但到底要填 2 或 3，則需參考「表 R-6_D」(表 5)所示，D 值受裂縫寬度及裂縫間距兩因素控制，若「裂縫寬度小於 0.1mm，且間隔小於 50cm」或「裂縫寬度介於 0.1 mm (含)~0.2mm(未滿)，且間隔大於 50cm」者，D 值為 2，至於「裂縫寬度介於 0.1 mm (含)~0.2mm(未滿)，且間隔小於 50cm」或「裂縫寬度大於 0.2mm，且間隔大於 50cm」者，D 值為 3。

姑且不論 D 值「洋蔥式」查表方式，我們單就探討裂縫寬度 0.2mm、0.1mm 是否有能力判讀?倘若檢測員無法貼近大梁，此寬度定義比登天還難，因此，鐵路規範之參考附錄似過於嚴格且不易操作，將加深現場執行目視檢測人員判讀壓力，並可能造成檢測結果過於保守及失去鑑別度之情況。

另外，規範附錄亦存在許多「贅表」，例如前面所說當 D 小於 4 時，不需進行 R、U 評估，但真是如此嗎?我們從表 R-14 起(表 6)所示，以劣化樣態「混

「混凝土-裂縫」為例，在「R=c、d」條件下，其劣化現象即對應 D=2、3，似乎又意謂檢測員仍需填 R、U，此舉又與表 4 一番美意矛盾，到底「D=2、3 時檢測員該不該填 R、U？」又是一大困擾。

表 3 鐵路規範大梁構件 R 值參考示意表

橋梁型式	損傷位置	裂縫說明	R 值			
			b	c	d	e
板梁	橋跨中央處	① 梁底橫向及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
		② 梁底面縱向裂縫	2	3	4	4
	橋跨 1/4 處	③ 主梁梁底橫向及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
	支承處	④ 支承附近之腹板斜向裂縫	2	3	4	4
		⑤ 支承上方之梁底及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
	其他	⑥ 角隅處之彎矩裂縫	2	3	4	4
		⑦ 網狀裂縫(Map Cracking)	1	2	3	4
		⑧ 乾縮裂縫	1	2	3	4
RCT 型梁	橋跨中央處	① 主梁梁底橫向及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
		② 主梁底面縱向裂縫	2	3	4	4
	橋跨 1/4 處	③ 主梁梁底橫向及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
	支承處	④ 支承附近之腹板斜向裂縫	2	3	4	4
		⑤ 支承上方之梁底及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
		⑥ 支承上方之梁側斜向裂縫	2	3	4	4
	其他	⑦ 網狀裂縫	1	2	3	4
		⑧ 乾縮裂縫(梁腹板處之規則性間距之垂直裂縫)	1	2	3	4
		⑨ 上翼板與腹板接合處附近之水平裂縫	1	2	3	4
		⑩ 梁整體之 45 度斜向裂縫	2	3	4	4
PCI 型梁	橋跨中央處	① 主梁梁底橫向及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
		② 主梁底面縱向裂縫	2	3	4	4
	橋跨 1/4 處	③ 主梁梁底橫向及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
	支承處	④ 支承附近之腹板斜向裂縫	2	3	4	4
		⑤ 支承上方之梁底及梁側之垂直裂縫	2	3	4	4
		⑥ 支承上方之梁側斜向裂縫	2	3	4	4
	其他	⑦ 網狀裂縫	1	2	3	4
		⑧ 乾縮裂縫(梁腹板處之規則性間距之垂直裂縫)	1	2	3	4
		⑨ 上翼板與腹板接合處附近之水平裂縫	1	2	3	4
		⑩ 梁整體之 45 度斜向裂縫	2	3	4	4
		⑪ PC 鋼材錨碇處附近之裂縫	2	3	4	4
		⑫ PC 鋼材集中位置附近之裂縫	2	3	4	4

表 4 鐵路規範 RC 結構 D 值判定簡要示意表

檢查項目	劣化程度	D 值
裂縫之 1： 適用於 RC 結 構物及 PC 結 構物	· 顯著嚴重裂縫(研判：RC 結構物裂縫寬度大於 0.3mm(含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2mm(含)，且間隔於小 50cm。)	4 註 1
	· 有裂縫但非屬顯著嚴重裂縫者	2~3 註 2
裂縫之 2： 僅適用於 RC 橋面板	· 顯著嚴重裂縫(研判：裂縫寬度 0.2 mm 以上，有相當多連續且顯著的混凝土剝落情形；裂縫間隔 20 cm 以下，形成格子狀分佈。)	4 註 1
	· 有裂縫但非屬顯著嚴重裂縫者	2~3 註 2
剝落	· 嚴重剝落(研判：剝落直徑大於 50cm 或持續性剝落。)	4 註 1
	· 有剝離或剝落損傷，但非屬嚴重剝落者	2~3 註 2
空洞(或蜂窩)	· 大範圍空洞或蜂窩(研判：面積大於 0.2m ² 之空洞或蜂窩。)	3 註 2
	· 有空洞或蜂窩情形，但非屬大範圍空洞或蜂窩者	2 註 2
鋼筋、鋼腱或 錨碇部位外 露、銹蝕	· 主筋、PC 鋼材或 PC 錨碇部位嚴重損傷劣化(研判：主筋外露長度大於 50cm 或銹蝕；PC 鋼材外露 50cm 以上或 PC 錨碇部位外露)	4 註 1
	· 主筋、PC 鋼材或 PC 錨碇部位有損傷劣化，但非屬嚴重損傷劣化者。	2~3 註 2
滲水及白 華、銹水流出	· 嚴重滲水及白華、銹水流出(研判：滲水及白華、銹水流出面積大於 0.3m ² ；白華雙向發生，間隔 50cm 以下。)	3 註 2
	· 有滲水及白華、銹水流出情形，但非屬嚴重者。	2 註 2
	· 漏水並危及第三者。	4 註 1
異常聲音 異常振動	· 嚴重異常振動或聲音情形(研判：主構件有搖晃之情形，於橋面站立時感覺有異常振動，或因車輛之衝擊有大的異常聲音發生。)	3 註 2
	· 有異常振動或聲音情形，但非屬嚴重者。	2 註 2
積水、漏水	· 顯著積水或漏水。	3 註 2
	· 有積水或漏水情形，但非屬顯著者。	2 註 2
其他損傷	· 嚴重影響使用功能、危及第三者或結構安全有疑慮者。	4 註 1

註 1：須進行 R、U 評估

註 2：不須進行 R、U 評估，但須紀錄追蹤。

表 5 鐵路規範 RC 結構 D 值判定詳細示意表

檢查項目	劣化程度	D 值
裂縫之 1： 適用於 RC 結構物及 PC 結構物	<ul style="list-style-type: none"> RC 結構物裂縫寬度小於 0.2mm，PC 結構物裂縫寬度小於 0.1mm，且間隔小於 50cm。 RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm(未滿)，PC 結構物裂縫寬度介於 0.1 mm (含)~0.2mm(未滿)，且間隔大於 50cm。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm(未滿)，PC 結構物裂縫寬度介於 0.1 mm (含)~0.2mm(未滿)，且間隔小於 50cm。 RC 結構物裂縫寬度大於 0.3 mm (含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2 mm (含)，且間隔大於 50cm。 	3
	<ul style="list-style-type: none"> RC 結構物裂縫寬度大於 0.3mm(含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2mm(含)，且間隔於小 50cm。 	4
裂縫之 2： 僅適用於 RC 橋面板	<ul style="list-style-type: none"> 裂縫寬度大多 0.2 mm 以下，部分超過 0.2 mm；裂縫間隔約 50 cm，即將形成格子狀。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> 裂縫寬度 0.2 mm (含)以上，且部分有顯著的混凝土剝落情形；裂縫間隔 20 cm ~ 50 cm，形成格子狀分佈。 	3
	<ul style="list-style-type: none"> 裂縫寬度 0.2 mm (含)以上，有相當多連續且顯著的混凝土剝落情形；裂縫間隔 20 cm 以下，形成格子狀分佈。 	4
剝落	<ul style="list-style-type: none"> 剝離面積介於 0.1~0.3m²。 小塊剝落(直徑小於 50cm)。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> 剝離面積大於 0.3m²。 大塊剝落(直徑大於 50cm)。 	3
	<ul style="list-style-type: none"> 剝落或持續性剝落。 	4
空洞(或蜂窩)	<ul style="list-style-type: none"> 面積小於 0.2m²之空洞(或蜂窩)。 主構件局部有明顯之空洞(或蜂窩)。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> 面積大於 0.2m²之空洞(或蜂窩)。 	3
鋼筋、鋼腱或錨碇部位外露、銹蝕	<ul style="list-style-type: none"> 主筋外露長度小於 30cm。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> 主筋外露長度 30cm~50cm，或主筋局部外露、銹蝕。 PC 鋼材局部外露。 	3
	<ul style="list-style-type: none"> 主筋外露長度大於(含)50cm，或主筋銹蝕。 PC 鋼材外露 50cm(含)以上或 PC 錨碇部位外露。 	4
滲水及白華、銹水流出	<ul style="list-style-type: none"> 滲水及白華、銹水流出面積小於 0.3m²。 白華單向發生。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> 滲水及白華、銹水流出面積大於(含)0.3m²。 白華雙向發生，間隔 50cm 以下。 	3
	<ul style="list-style-type: none"> 漏水並造成第三者障礙。 	4
積水、漏水	<ul style="list-style-type: none"> 少許積水或漏水。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> 顯著積水或漏水。 	3
其他損傷	<ul style="list-style-type: none"> 嚴重影響使用功能、危及第三者或結構安全有疑慮者。 	4

2.3.4 結構/非結構裂縫定義不明

結構裂縫係由載重所造成，其類型如圖 3 所示，若檢測員一開始能夠判別出裂縫之屬性(為結構裂縫或非結構裂縫)，則後續 DERU 之判定作業減少很多，惟從鐵路規範參考附錄可知，我們仍以 PC 大梁為例，依前述方式 D 值為首要填列，假設裂縫寬度小於 0.2mm，即 D 介於 2 至 3，進一步填列 R 值時，則需先參考表 5 所示，我們可發現「R=c、d」還需再參考表 R-14(表 6)，依循裂縫位置了解裂縫說明後，才能得到 R 值。由圖 8 得知，當損傷位置屬於「其他」時，係「網狀裂縫」、「乾縮裂縫」等非結構性裂縫，因此，對於檢測員來說，在該構件劣化填報上，可能白忙一場。

表 6 鐵路規範 RC 大梁 R 及 U 值判定示意表

檢測項目	劣化樣態	劣化現象	R	U
17. 主要構件(大梁)	混凝土剝落	· 混凝土局部剝落，但不影響整體結構之安全性，亦未危及橋下用路人之安全。	1	1~2
		· 混凝土局部剝落，雖不影響整體結構之安全性，但可能危及橋下用路人之安全。	2	2~3
		· 混凝土剝落範圍遍及構件大部分地區，同時結構的安全性已遭威脅時。	4	4
	混凝土-裂縫	· RC 結構物裂縫寬度小於 0.2mm，PC 結構物裂縫寬度小於 0.1mm，且間隔小於 50cm。 · RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm (未滿)，PC 結構物裂縫寬度介於 0.1 mm (含) ~0.2mm(未滿)，且間隔大於 50cm。	c	1~2
		· RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm (未滿)，PC 結構物裂縫寬度介於 0.1 mm (含) ~0.2mm(未滿)，且間隔小於 50cm。 · RC 結構物裂縫寬度大於 0.3 mm (含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2 mm (含)，且間隔大於 50cm。	d	2~3
		· RC 結構物裂縫寬度大於 0.3mm(含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2mm(含)，且間隔於小 50cm。	e	3~4
	積水、漏水	· 顯著積水或漏水。	2	2
	構件間距異常	· 間距不足或過大。	2	2
		· 梁端接觸或有可能接觸。	3	3
	其他損傷	嚴重影響使用功能、危及第三者或結構安全有疑慮者。	4	4

2.3.5 劣化範圍 E 之探討

鐵路規範對劣化範圍之定義甚少著墨，僅公路規範於解說特別定義「劣化範圍(Extent)」為構件劣化範圍佔構件整體之百分比，至於評分定義，鐵公路則相同(表 7)。另外，若照公路規範的定義「佔構件整體之百分比」，故理論上，劣化範圍應聯動影響 R、U 值，然而，對照兩本規範之參考解說及附錄，似乎 D、R、U 填列與 E 值脫節，並無相關，判定 E 值的必要性，以及原先 DERU 判定方式的精神，未來有待深入探討。

表 7 鐵公路規範 E 值評分比較表

	0	1	2	3	4
公路規範	無法檢測	10%以下	10%~30%	30%~60%	60%以上
鐵路規範	無法檢測	10%以下	10%~30%	30%~60%	60%~100%

三、定期檢測執行及評定方式

目前橋梁之目視檢測結果係採用 D.E.R.U.方式評定之。D.E.R.U.評定法針對劣化程度(Degree)與劣化範圍(Extent) 同時進行評估，再考慮劣化情況對整體橋梁結構安全性與使用性之影響度(Relevancy)及劣化構件需維修之急迫性(Urgency)，其檢測評定準則如表 1。

由於「鐵路橋梁之檢測及補強規範」在填寫之檢測表格以及對 D、E、R、U 的判斷上較為繁雜，因此本研究嘗試以一座橋台裂縫為範例，說明如何使用本鐵路規範進行檢測並填寫檢測表。

(一) 於橋台發現一處混凝土裂縫(如圖 5 所示)。



圖 5 近端橋台發現裂縫

(二) 以裂縫尺測量其寬度，並確認四周是否有其他裂縫，若有其他裂縫則需再量測裂縫間之間距。



圖 6 以裂縫尺量測裂縫寬度

(三) 依「鐵路橋梁之檢測及補強規範」附錄-13 頁之表 R-6_D(如表 8 所示) 得到 D 值。

表 8 鋼筋混凝土裂縫之劣化程度判定表

檢查項目	劣化程度	D 值
裂縫之 1： 適用於 RC 結構物及 PC 結構物	<ul style="list-style-type: none"> RC 結構物裂縫寬度小於 0.2mm，PC 結構物裂縫寬度小於 0.1mm，且間隔小於 50cm。 RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm(未滿)，PC 結構物裂縫寬度介於 0.1 mm (含)~0.2mm(未滿)，且間隔大於 50cm。 	2
	<ul style="list-style-type: none"> RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm(未滿)，PC 結構物裂縫寬度介於 0.1 mm (含)~0.2mm(未滿)，且間隔小於 50cm。 RC 結構物裂縫寬度大於 0.3 mm (含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2 mm (含)，且間隔大於 50cm。 	3
	<ul style="list-style-type: none"> RC 結構物裂縫寬度大於 0.3mm(含)，PC 結構物裂縫寬度大於 0.2mm(含)，且間隔於小 50cm。 	4

(四) 依「鐵路橋梁之檢測及補強規範」附錄-19 頁之表 R-14(如表 9 所示) 得到 R 為「e」、U 為 4。

表 9 鋼筋混凝土裂縫之影響程度及急迫性判定表

檢測項目	劣化樣態	劣化現象	R	U
1.引道路堤	侵蝕和沖刷	<ul style="list-style-type: none"> 侵蝕和沖刷可能會引起路堤滑動，但不至於影響交通。 	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> 侵蝕和沖刷會引起路堤滑動，並影響引道路堤上之交通。 	4	4
	沉陷	<ul style="list-style-type: none"> 道路沉陷引起使用者嚴重之不舒適感。 	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> 道路沉陷可能引起意外事故。 	3	4
其他損傷	<ul style="list-style-type: none"> 嚴重影響使用功能、危及第三者或結構安全有疑慮者。 	4	4	
2.河道	河道沉積	<ul style="list-style-type: none"> 河道植物過度蔓生，減少排水斷面。 	2	2
		<ul style="list-style-type: none"> 河道由於碎片沉積而使排水斷面減少，但沉積物尚不至於超出結構物。 	3	3
		<ul style="list-style-type: none"> 河道由於碎片沉積而使排水斷面嚴重減少，且沉積物超出結構物。 	4	4
	其他損傷	<ul style="list-style-type: none"> 嚴重影響使用功能、危及第三者或結構安全有疑慮者。 	4	4
3.橋台基礎	基礎侵蝕或沖刷	<ul style="list-style-type: none"> 基礎之穩定性尚未遭受破壞。 	2	3
		<ul style="list-style-type: none"> 基礎之穩定性可能遭受破壞。 	3	4
		<ul style="list-style-type: none"> 基礎之穩定性已遭受破壞。 	4	4

檢測項目	劣化樣態	劣化現象	R	U
	混凝土破碎	· 混凝土破碎為局部性且不影響結構完整性。	1	2~3
		· 混凝土破碎為全面性且橋梁結構之完整性亦受到影響。	4	4
	混凝土裂縫	· RC 結構物裂縫寬度小於 0.2mm，且間隔小於 50cm。	c	2
		· RC 結構物裂縫寬度介於 0.2 mm (含)~0.3mm (未滿)，且間隔大於 50cm。	d	3
		· RC 結構物裂縫寬度大於 0.3 mm (含)，且間隔大於 50cm。		
· RC 結構物裂縫寬度大於 0.3mm(含)，且間隔於小 50cm。	e	4		
其他損傷	· 嚴重影響使用功能、危及第三者或結構安全有疑慮者。	4	4	

(五) 依「鐵路橋梁之檢測及補強規範」附錄-46 頁之圖 R-14(如圖 7 所示) 判斷，現場所發現之裂縫屬於⑧。

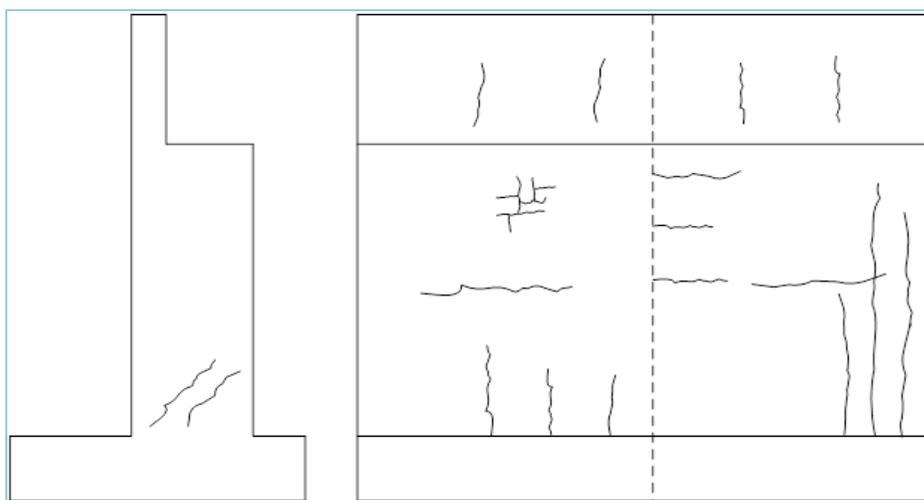


圖 7 橋台立面及側視圖

(六) 依「鐵路橋梁之檢測及補強規範」附錄-31 頁之表 R-16 判斷，將⑧「不均勻沉陷引致之垂直裂縫」與「e」對應得到 R 值為 4 (如表 10 所示)。

表 10 鋼筋混凝土裂縫之影響程度判定表

橋梁型式	損傷位置	裂縫說明	R 值			
			b	c	d	e
壁式橋墩	墩柱	① 軀體垂直裂縫	1	2	3	4
		② 水平撓曲裂縫	2	3	4	4
		③ 斜向剪力裂縫	2	3	4	4
		④ 垂直於施工縫之裂縫	1	2	3	4
		⑤ 不規則沉陷引致之垂直裂縫	2	3	4	4
		⑥ 網狀裂縫	1	2	3	4
	帽梁	⑦ 帽梁懸臂處裂縫	1	2	3	4
		⑧ 支承附近剪力裂縫	2	3	4	4
		⑨ 止震塊或防落設施破壞	1	2	3	4
懸臂式橋墩	墩柱	① 鋼筋量變化引致之水平裂縫	2	3	4	4
		② 環繞柱上下端部之撓曲裂縫	2	3	4	4
		③ 斜向剪力裂縫	2	3	4	4
		④ 垂直於施工縫之裂縫	1	2	3	4
		⑤ 網狀裂縫	1	2	3	4
	帽梁	⑥ 橋墩中心頂部之垂直拉力裂縫	1	2	3	4
		⑦ 懸臂頂部裂縫	2	3	4	4
		⑧ 懸臂底部裂縫	2	3	4	4
		⑨ 支承附近剪力裂縫	2	3	4	4
		⑩ 止震塊或防落設施破壞	1	2	3	4
構架式橋墩	墩柱	① 環繞橋墩水平裂縫	2	3	4	4
		② 環繞橋墩上下端水平撓曲裂縫	2	3	4	4
		③ 斜向剪力裂縫	2	3	4	4
		④ 網狀裂縫	1	2	3	4
	帽梁	⑤ 帽梁中間垂直撓曲裂縫	2	3	4	4
		⑥ 環繞托肩之裂縫	1	2	3	4
		⑦ 帽梁頂部裂縫	2	3	4	4
		⑧ 斜向剪力裂縫	2	3	4	4
		⑨ 支承附近剪力裂縫	2	3	4	4
		⑩ 止震塊或防落設施破壞	1	2	3	4
橋台	橋台	① 規則性之垂直裂縫	1	2	3	4
		② 斷筋位置附近之水平裂縫	1	2	3	4
		③ 斜向剪力裂縫	2	3	4	4
		④ 垂直於施工縫之裂縫	1	2	3	4
		⑤ 網狀裂縫	1	2	3	4
		⑥ 支承附近裂縫	1	2	3	4
		⑦ 背牆底部裂縫	2	3	4	4
		⑧ 不均勻沉陷引致之垂直裂縫	2	3	4	4
	進橋板	⑨ 載重過重造成沉陷之裂縫	1	2	3	4
		⑩ 未與橋台背牆鉸接，背填土沉陷導致進橋板陷落	1	2	3	4

(七)將 D、R 及 U 值填入定期檢測表中，以上操作流程整理如下圖 8。

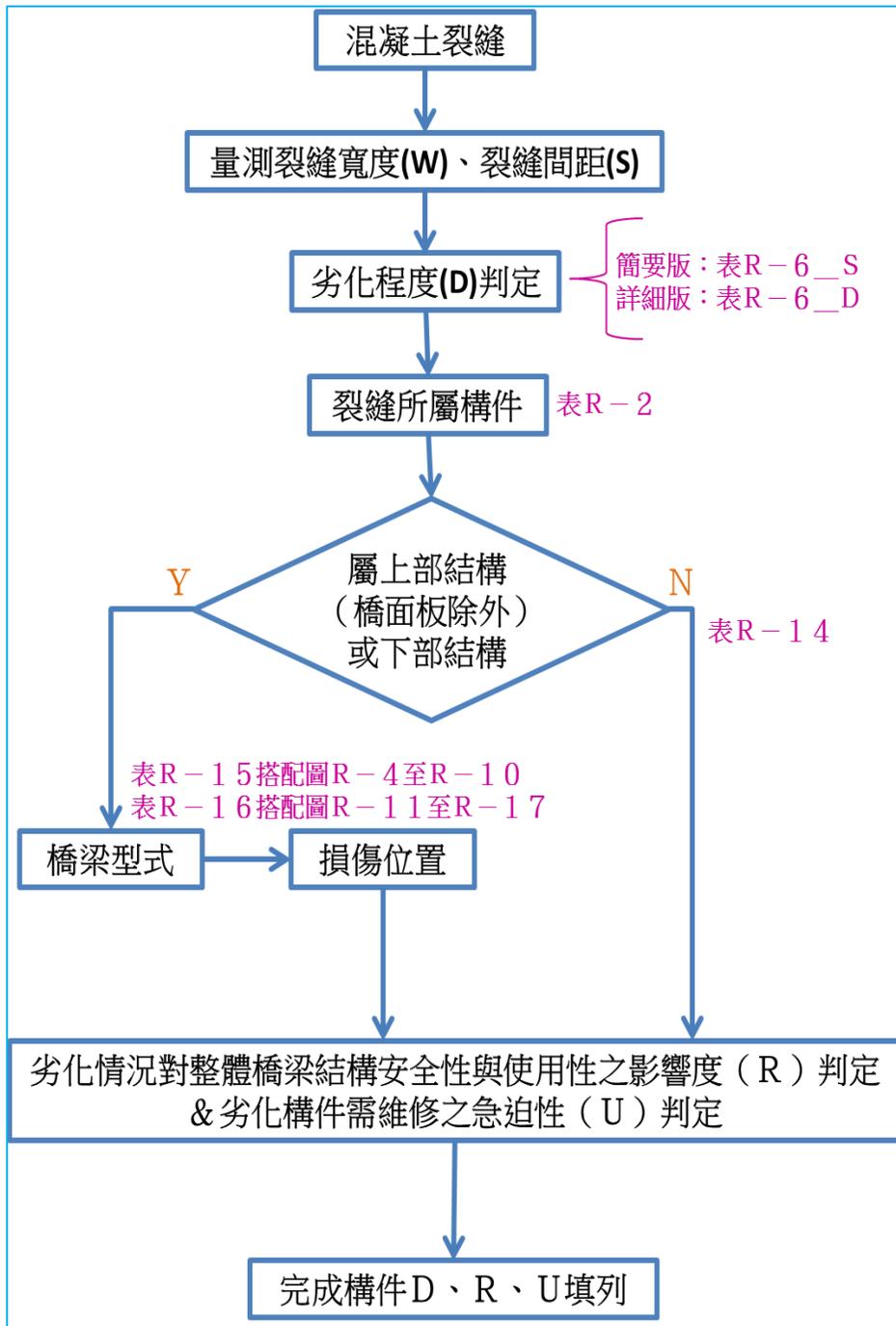


圖 8 鐵路橋梁定期檢測操作流程

四、未來展望

「鐵路橋梁之檢測與補強規範」甫於 108 年 1 月 14 日頒布實施，該規範架構上有別於過往風格，於主文部分採原則性方式呈現，對於執行細節，則授權各養護機關依自身特性另行規定，至於規範解說部分，則定位為輔助解釋主文，屬參考性質並不具強制性，並建議鐵路養護管理機關得於其養護或檢測手冊內另行規定，整體而言，本規範之沿革，對於各鐵路主關機關後續於橋樑檢測作業上，相信執行上應有極大幫助。

承上所述，雖然本規範已揭櫫主文係最低執行原則，解說則僅供參考不具強制性，並授權鐵路機關自訂養護或檢測手冊。然而，在鐵路機關尚未完成相關手冊前，短期內規範解說部分仍具一定程度之依循性，因此，本研究在既有架構下，研析歸納出混凝土鐵路橋梁定期檢測流程，如上圖 8 所示，並擇定「橋台」為案例作實際操作，以提供實務檢測人員執行參考。

另本研究亦聚焦探討規範「總則」、「檢測一般規定」、「定期檢測」等 3 章，提出幾點未來修訂之建議，彙整如下表 11，未來建議鐵路養路主管機關，應儘速研訂自身之養護手冊或橋梁檢測手冊，以供檢測人員評等使用。

表 11 鐵路規範檢測課題建議表

課題	鐵路橋梁之檢測及補強規範	說明
經常巡查	有	建議移入鐵路修建養護規則
母法授權	無	建議修訂鐵路法 19 或 56-1
首次定期檢測時機	有	新建橋梁無論「先完工」或「先通車(使用)」，代表啟動執行首次定期檢測之開始時間
養路制度	有	「巡查」→「檢測」→「維修補強」三級養路制度

課題	鐵路橋梁之檢測及補強規範	說明
檢測項目	20 項	<p>與公路規範之共通項目：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 上部結構（含主梁、橫隔梁、支承） 2. 下部結構（含橋台、翼牆、橋台基礎、橋墩、橋墩基礎、防落設施） 3. 橋面系統（含橋面版、伸縮縫） 4. 相關附屬設施（含引道、橋護欄、排水設施）；跨河橋梁則包含河道、橋基保護設施，以及其他附屬設施 <p>鐵路特有項目：擋碴牆/無道碴床、人行道板及避車台(後續針對改為電化區間路段，如東幹線，再加入電力桿基座)</p>
Relevance(R)定義	劣化情況對整體橋梁結構安全性與使用性之影響度	宜參考公路規範，以用路人的角度定義，更臻貼切
Urgency(U)評分	U=1~2，例行維護及追蹤	宜參考公路規範，以利各構件急迫性評分更具精準
定期檢測判定	過於繁雜	參考附錄過於嚴格且不易操作，將加深現場執行目視檢測人員判讀壓力，並可能造成檢測結果過於保守及失去鑑別度之情況
Extent(E)定義	未提及	公路規範定義 E 為「構件劣化範圍佔構件整體之百分比」

參考文獻

1. 交通部，鐵路橋梁之檢測及補強規範，108年1月14日。
2. 交通部，公路橋梁檢測及補強規範，107年10月24日。
3. 交通部運研所，我國橋樑檢測方式之發展探究，106年10月。
4. 中華道路季刊，國內鐵公路橋梁檢測規範比較與研析，108年9月。

臺灣鐵道文化資產觀光行銷策略之研究 -以花蓮鐵道文化園區為例

Research on Tourism Marketing Strategy of Taiwan Railway Cultural Assets:A Case Study of the Cultural Park of Hualien

葉日洋 Yeh, Ryh-Yang¹

聯絡地址：97365 花蓮縣吉安鄉慶豐村慶北二街 506 號

Address：No.506, Qingbei Second Street, Qingfeng Village, Ji'an Township,

Hualien County, Taiwan

電話 (Tel)：0928-510-378

電子信箱(E-mail)：yeh900232@yahoo.com.tw

摘要

鐵道為臺灣最龐大且完整的交通基礎建設，近年來文化資產保存也深受各方重視，如何透過文化觀光的發展達成永續經營，是各鐵道文化園區面對的重要課題。

花蓮鐵道文化園區為縣定古蹟，是臺灣僅存最完整的輕便（窄）軌鐵道基地遺址，有其文明發展與該區歷史興衰的重要記憶；鐵道文化園區設立後，最重要的是擬定觀光行銷策略，才能讓園區資產能永續留存。

本研究以文化觀光行銷相關理論為核心，透過文獻資料收集和邀請產官學界進行深度訪談，歸納分析出 SWOT 各因子進行分析，導出 TOWS 矩陣。

本研究認為應採 WO 策略，利用外部機會來改善內部劣勢，提出由中央主導園區整體的開發，成為鐵道文化園區的首選之策略目標；同時透過鐵道迷與深度旅遊需求者，對主管機關進行對話，擴展其話題性為策略重點。在 WO 策略下，研擬出適切的行銷策略，做為花蓮

¹ 臺鐵局 前企劃處處長 / 77 歲取得臺灣觀光學院觀光餐旅系碩士

鐵道文化園區發展之參考。

關鍵詞:鐵道文化、花蓮鐵道文化園區、行銷策略、SWOT、TOWS

Abstract

Railway is the largest and complete transportation infrastructure in Taiwan. In recent years, the preservation of cultural assets has also been highly valued by all parties. How to achieve sustainable development through the development of cultural tourism is an important issue facing various cultural parks.

The Hualien Railway Cultural Park is a county-level monument. It is the only remaining intact railway base in Taiwan. It has important memories of its civilized development and the rise and fall of the history of the region. After the establishment of the Railway Cultural Park, the most important thing is to formulate a tourism marketing strategy. In order to allow the park assets to survive forever, this study focuses on the theory of cultural tourism marketing.

Through literature collection and other case analysis, the industry and academia are invited to conduct interviews, and the factors of SWOT are analyzed and analyzed to derive the TOWS matrix.

This study believes that the WO strategy should be adopted to use external opportunities to improve internal disadvantages, and the development of the centrally-led park as a whole is the strategic goal of choice for the railway cultural park. At the same time, dialogues are held with the competent authorities through railway fans and in-depth tourism demanders. , expanding its topicality as a strategic focus. Under the WO strategy, we developed a suitable marketing strategy as a reference for the development of the Hualien Railway Cultural Park.

Keywords : Railway Culture,The Hualien Railway Cultural Park, marketing strategy,SWOT,TOWS

一、研究動機

臺灣鐵路局今年成立 133 年，大概是臺灣少數幾個超過百年的國營事業單位。臺鐵文化資產非常豐富，目前相關的文化資產有 89 處，包括 6 個國定古蹟，20 個縣市政府的縣市定古蹟，還有 59 個歷史建物以及 4 個文化景觀。鐵道文化不但數量多，而且遍佈臺灣都市、鄉村，大小站都有。

當時日本帝國依照「馬關條約」開始治理臺灣，臺灣也成為日本帝國統治時間長達 50 年的殖民地，自 1898 年起至 1926 年，這近 30 年期間，花蓮至臺東的 171.8 公里東線鐵路興建完工通車，後繼這條東部鐵路一直經營到臺灣光復後，於 1980 年北迴鐵路通車進行東線拓寬完成，鐵道軌距由 762mm 轉換為 1067mm。

花蓮鐵道文化園區是百年前臺灣東部窄軌鐵道的基地，現址為花蓮市中山路 71 號，創建於 1909 年（如圖 1 所示）現已指定為縣定古蹟，並已開放參觀。



圖 1 花蓮鐵道文化園區區域示意圖（花蓮縣政府文化局）

二、研究目的及流程

臺灣鐵道是我國最為龐大的交通基礎建設，從清朝、日治到光復後之歷史脈絡發展下，部份保存的交通設施已成為文化資產，臺鐵近年來營運狀況，在整個大環境的運輸變遷下，已開始有觀光營運產品出現，像推出環島的「觀光列車」及區間的「郵輪式列車」，雖然行車速度比不過高鐵，但在都會間通勤或地方旅遊都有它的運輸定位。而行銷策略擬定之前，必須有一套整體的計畫，包括瞭解外部環境的機會與威脅、分析本身的優劣勢，從而做出其行銷策略，故本研究目的有下列幾點：

- (一) 深入瞭解花蓮鐵道文化園區外部的機會與威脅，與本身的優劣勢。
- (二) 利用 TOWS 矩陣導出可行的策略。
- (三) 提出花蓮鐵道文化園區的行銷策略組合之建議。

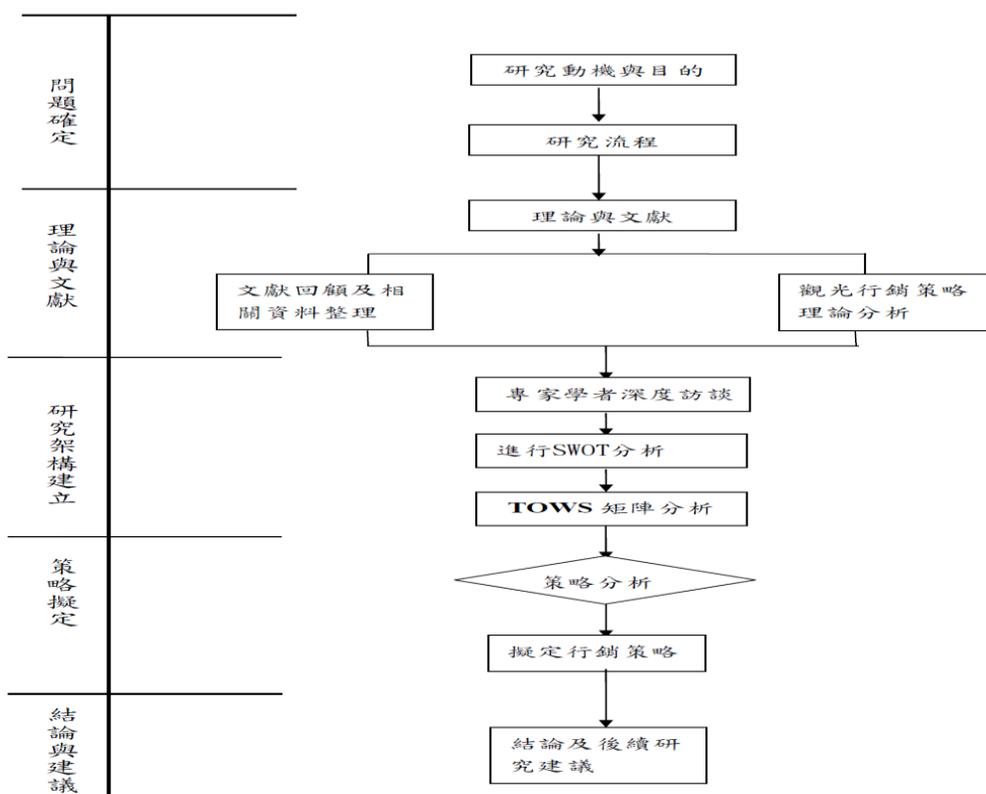


圖 2 研究流程圖

三、研究範圍及限制

3.1 研究範圍

本研究的地理範圍是以花蓮鐵道文化園區為研究計畫背景，針對花蓮鐵道文化園區及週邊相關觀光環境，做為主要調查研究分析對象。

3.2 花蓮鐵道文化資產

光復初期因政治經濟之故，我國的鐵道發展都是以西部為主，當西部鐵路在逐步發展時，東線鐵道仍保留早期日治時期的窄軌鐵道。直到 1949 年花蓮火車站落成，才開始東部鐵道的建設發展。為了讓全國的鐵道的軌距同寬，東線鐵道在 1978 年才開始進行軌道拓寬工程。這項工程改變近 30 年來的窄軌鐵道運行方式，消失的窄軌鐵道文化，卻成了當地人獨特可貴的記憶寶藏。



圖 3-1 鐵道一館（昔：花蓮管理處）



圖 3-2 鐵道二館
（昔：工務段及警務段辦公室）

3.2.1 鐵道一館（昔：花蓮管理處）

建於 1932 年（昭和 7 年）的花蓮港出張所，在 1948 年改制為「臺灣省政府交通處臺灣鐵路管理局花蓮辦事處」。在 1958 年 12 月再將花蓮辦事處改稱花蓮管理處。在 1988 年 3 月 1 日因為北迴鐵路通車，花蓮車站從舊站轉到新站。

花蓮管理處工作單位雖然被裁撤，幸運的這棟建築物被保存下來，但因為無人管理與維護，以致整個園區雜草叢生。

經過花蓮縣政府文化局的努力，在 2009 年先修復完成「舊工務段」及「舊警務段」。2011 年 6 月 13 日再修復完成「舊花蓮管理處」。修繕方式都是按著當年的原設計進行，所以這群具有歷史價值意義的鐵道文物，仍保留著濃濃的日式建築風貌。

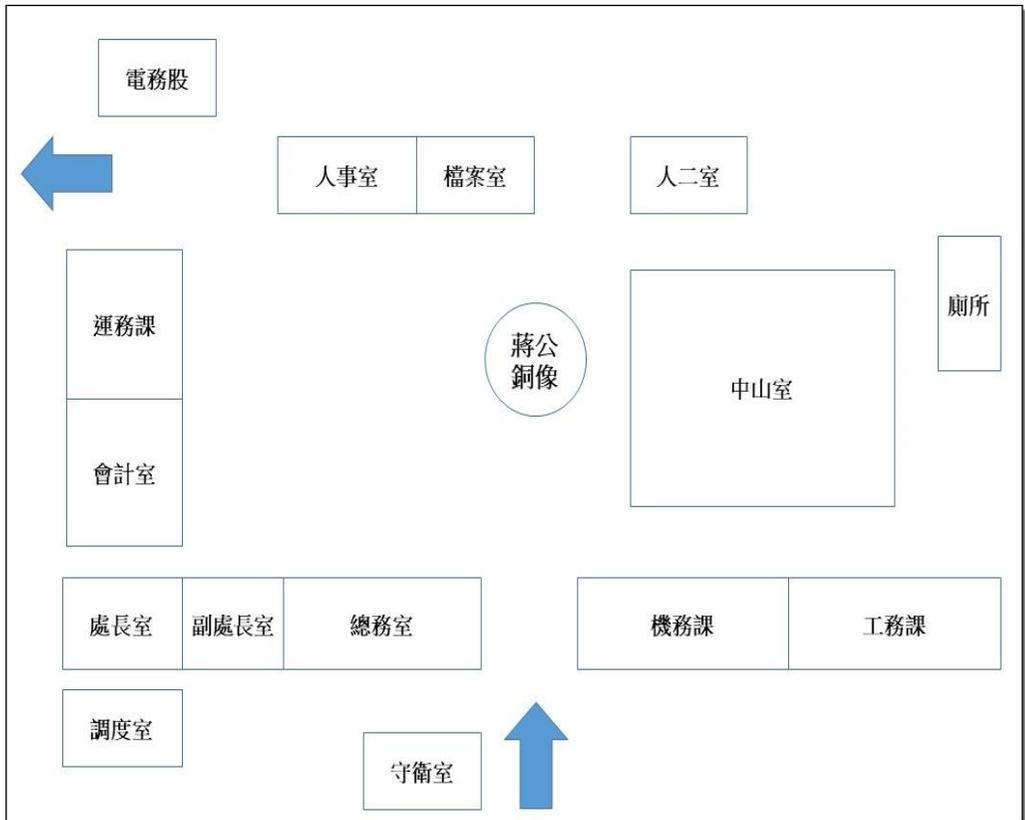


圖 3-3 鐵道一館舊花蓮管理處平面圖

從舊花蓮管理處的平面圖，可以看出這裡宛如一個小型鐵路局的工作配置。因為在北迴鐵路未通車之前，從花蓮到台東的鐵道設施，它是一段的獨立的窄軌鐵道系統，因為當時跟西部鐵路系統完全沒有連結。

一直到 1980 年 2 月 1 日北迴鐵路通車，才開啟東部鐵道與西部鐵道的連結（南迴鐵路 1992 年 1 月 12 日開始營運）同時花蓮舊管理處的運作功能，也轉移到臺鐵局的營運系統。



圖 3-4 鐵道一館守衛室



圖 3-5 鐵道一館調度室



圖 3-6 鐵道一館工務課



圖 3-7 鐵道一館處長室



圖 3-8 鐵道一館會計室



圖 3-9 鐵道一館人事室



圖 3-10 鐵道一館電務股



圖 3-11 鐵道一館中山室

鐵道一館以前是花蓮鐵路局的行政中心，建築物較為精緻，是承載歷史感較為厚重的空間。在總務室及處長室這一區，目前是靜態的鐵道文物展示區。在會計室及運務課這一區，則有一座剛完成 1/150 比例的超大型動態展示場景，可以一窺花蓮新舊車站的城市位置圖。

3.2.2 鐵道二館（昔：工務段及警務段辦公室）

鐵道二館以前是舊工務段、警務段，裡面還有附設工務段的打鐵工坊、附設工廠以及警務段附設拘留所。在建物四周的開放空間，陳列許多窄軌車廂、臂木式號誌機、轉轍器、軌道。目前有咖啡館，不定期有音樂、管樂和舞蹈表演，整體而言，是屬於一個比較商業活化的運用。

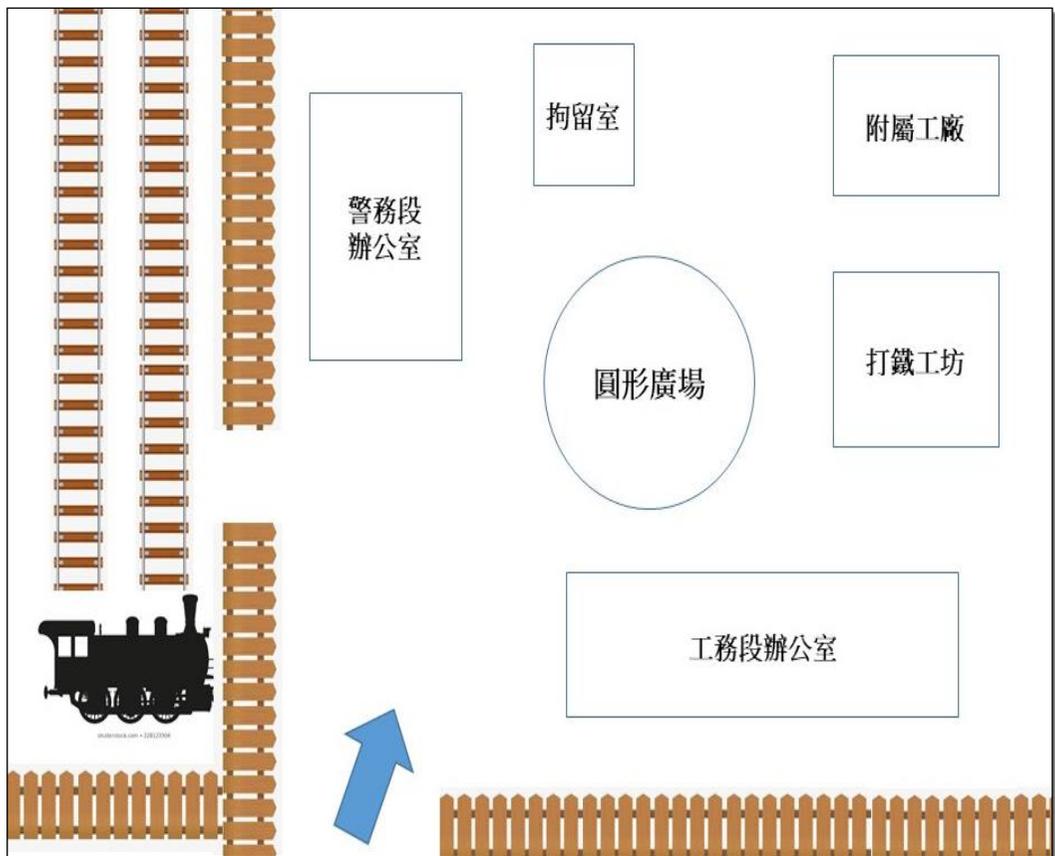


圖 3-12 鐵道二館舊工務段及警務段平面圖本



圖 3-13 鐵道二館舊工務段



圖 3-14 鐵道二館舊打鐵工坊



圖 3-15 鐵道二館拘留所



圖 3-16 鐵道二館戶外機車頭、車廂

3.3 東線窄軌鐵道文化

花蓮鐵道文化園區除了鐵道一館、鐵道二館相關建築物之外，最主要的是它還保存著，當時最珍貴有形或無形的鐵道文化資產。

在 1951 年左右，東線鐵路窄軌 762mm 軌距，當時火車行駛花蓮～臺東(171 公里)需要 5 小時 27 分，但是當時的光華號，卻是行駛出 3 小時 10 分鐘的特殊成就。70 年前的花東的鐵路交通建設，仍是日治時期傳留下來的鐵道設備，但憑藉鐵路人員刻苦勤勞的精神，將這套老舊鐵路系統從鐵軌養護、各式機車頭及列車廂運轉的維護，獨特的機車運轉方式，都是透過最可靠窄軌鐵道運作系統。國際鐵路協會在 1937 年制定，1435mm 為標準軌距。所謂軌距是指兩條鋼軌之間的距離（以鋼軌的內距為準）。世界各地因為環境、地形、人口密度關係，各國的鐵道軌距也都不一樣：中國 1435mm、日本 1067mm、762mm、1435mm、印尼、菲律賓 1067mm、東南亞國家 1000mm、印尼、巴基斯坦、阿富汗 1676mm、美國加拿大、歐洲 1435mm、南美洲 1676mm、俄羅斯 1524mm。

臺灣鐵道目前的軌距：阿里山森林鐵道為 762mm、環島臺鐵為 1067mm、高鐵、捷運為 1435mm。由此可見窄軌（762 mm）鐵道在目前已經很難得見到，也因此各顯得它的稀有及獨特性。

四、研究方法

4.1 研究架構

本研究經由文獻探討和深度訪談後，採用兩種有效的策略分析工具 SWOT 分析和 TOWS 矩陣分析，雖然這兩種工具在應用上有其限制，但在實務上是可行的分析工具，經分析後選擇策略類型，並進一步發展行銷策略，本研究架構（如圖 4 所示）。

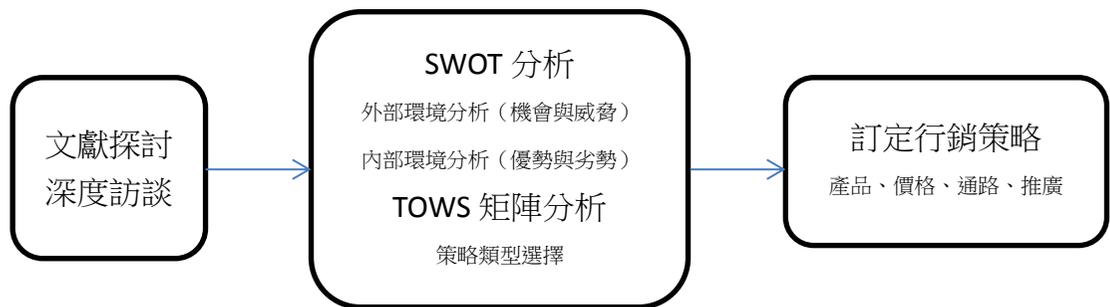


圖 4 研究架構圖

4.2 SWOT 分析

SWOT 分析是企業經營管理最常被使用的一項既簡單又有效益的工具，它可分析組織的好壞的不同面向、提出優缺點，並指出可能影響組織長遠生計的問題。今日園區的經營者面臨重大課題與挑戰，公部門補助資源越趨減少，企業贊助不易爭取，大家要在競爭激烈的大環境中戮力經營。SWOT 分析正是園區可學習應用策略規劃以發揮優勢獲取機會、突破困境克服威脅，增強園區經營績效之有力工具。SWOT 分析作為策略規劃的一項前導分析工具，其為一種評估分析的方法也是一種經營策略分析工具。SWOT 分析屬於企業管理中常

用的策略性規劃工具。內容包含了優勢（Strengths）、劣勢（Weaknesses）、機會（Opportunities）、威脅（Threats）四大要項。優勢（S）、劣勢（W）屬於內部條件所產生的相關因子，而外部環境則產生出機會（O）與威脅（T）相關因子，在經過分析程式找出因子後，可依循進行策略性的擬定，提出適當的因應策略，作為未來營運考量規劃。

4.3 TOWS 矩陣分析

Weihrich（1982）提出的 TOWS 矩陣，是促進連結並展開確認與建立策略的架構。Weihrich 將研究對象分為主要內部優勢、劣勢和外部的機會和威脅等，透過調查列舉出來，依照矩陣形式排列，提出的 TOWS 矩陣策略配對方法組合出 SO、WO、ST、WT 四面向因應策略，利用 TOWS 把各種因素相互匹配起來加以分析，從中找出適合的解決方法（如表 1 所示）。

表 1 TOWS 矩陣分析模式圖

內部/外部	優勢 S	劣勢 W
機會 O	SO 策略 （發揮優勢利用機會） Maxi-Maxi	WO 策略 （利用機會克服劣勢） Mini-Maxi
威脅 T	ST 策略 （利用優勢規避威脅） Maxi-Mini	WT （減少劣勢規避威脅） Mini-Mini

SO 策略表示使用優勢並利用機會，為 Maxi-Maxi 原則

WO 策略表示克服劣勢並利用機會，為 Mini-Maxi 原則

ST 策略表示使用優勢且避免威脅，為 Maxi-Mini 原則

WT 策略表示減少劣勢並避免威脅，為 Mini-Mini 原則

4.4 文獻回顧法

文獻 (document) 是指將人類知識經由文字、圖形、符號、聲頻、視頻等方式記錄下來，包含具有長遠歷史價值及當前實用價值的任何資料。

「文獻回顧法」是指對鐵道文獻進行理解與詮釋，整合文獻間不同的論點，從相關文件中建立一種邏輯脈絡，進而產生新的論點。本研究藉由文獻的調查蒐集、分析、整理歸納有關花蓮觀光產業與鐵道文化園區之相關議題，提出相關課題。對於本研究相關之文獻資料數據蒐集，摘錄各方專家著作之論述觀點，一併統整做為日後參考之依據。國內外有許多探討鐵道觀光的文獻期刊，但是在窄軌鐵道方面的觀光資料相當稀少，可見在窄軌鐵道文化方面，仍保有許多神秘魅力。窄軌鐵道觀光推廣上，還有許多成長的空間。

4.5 深度訪談法

訪談法 (interview) 是透過人與人之間的互動過程，使訪問者得到需要的相關資料。優點在於經由訪問的過程中，引發研究對象的觀念、信仰、經驗意見、感受、具有彈性、回收率高、控制問題的呈現順序、提高受訪者的動機鼓勵誠實回答。缺點為費時、缺少保密性、回答缺乏了標準、樣本的代表性受到影響等 (李佳珮, 2016)²。深度訪談非常適合於在尋求參與者的開放式回應時檢驗協作，訪談法是透過人與人之間的互動過程，使訪問者得到需要的相關資料。

五、組織內部優勢、劣勢與外部環境機會、威脅

5.1 組織內部優勢、劣勢

5.1.1 優勢

²李佳珮(2016)，地方文創產業發展策略之研究-以宜蘭酒廠為例，臺灣觀光學院觀光與餐旅研究所。

5.1.1.1 在鐵道文化歷史上具有代表性

全臺鐵路只有阿里山與東線鐵路是 762mm 軌距，但又屬花蓮到臺東較長，換言之，全臺灣只有花蓮鐵道文化園區有 762mm 的所有資產；甚至全世界想要看 762mm 鐵道文化園區，非到花蓮看不可，因為這裡相當的具體且完整。

5.1.1.2 地方政府的推動與支持

花蓮縣政府已將花蓮鐵道文化園區列為縣定古蹟，相當重視且極力協助園區發展，為了保存這一座文化鐵道園區，地方政府希望能結合民間與企業的力量，希望催生成為國家級的鐵道園區。

5.1.2 劣勢

5.1.2.1 鐵道園區發展計畫經費不足

花蓮鐵道文化園區目前並無有效具體的計畫，雖花蓮縣政府文化局全力協助，但經費不足，園區發展緩慢。

5.1.2.2 觀光與歷史文化意見難以整合

開放觀光勢必會衝擊文化的保存，因此，如何在這當中去得平衡，是「觀光發展」與「文化保留」兩方意見的拉扯。

5.1.2.3 花蓮鐵道文化園區知名度不足

由於全臺上有多處文化園區，相形之下，花蓮鐵道文化園區排名較為落後，且未能整體包裝成為觀光特色的一環，因此，在全臺知名度上排名較後。

5.2 外部環境機會、威脅

5.2.1 機會

5.2.1.1 鐵道文化迷人數增加

鐵道是串起鄉鎮城市的脈絡，更是連結不同文化與人文特色的橋樑，坐上火車即可徜徉在不同的文化底蘊，因此鐵道運輸的愛好者日益增多，而花蓮鐵道文化園區有 762mm 的特殊性，更強化鐵道文化迷忠誠。

5.2.1.2 政府推動支持文化觀光政策

近幾年來，政府推動觀光文化政策不遺餘力，多管齊下鼓勵民眾文化觀光旅遊。

5.2.1.3 國人對於深度旅遊與休閒需求有增加趨勢

在政府各項政策之下，國人的旅遊形式已轉為文化歷史之深度旅遊，近幾年來，方興未艾。

5.2.2 威脅

5.2.2.1 與其他觀光文化園區競爭

全臺觀光文化園區眾多，且類型分眾，競爭激烈。

5.2.2.2 國人對歷史文化資產保存觀念不足

歷史文化資產一經破壞，則難以回覆，但國人在賞析歷史文化資產時，對此觀念完全尚未開化，尤其當文化資產構材強度不足時，則易有憾事，鐵道的保存亦是如此。

本研究認為應採 WO 策略，組成花蓮文化園區團隊，結合地方政府、臺鐵路、相關社團和立法委員，擬定相關發展計畫，積極向中央申請經費，開發花蓮鐵道文化園區；同時透過自媒體以分眾的方式，逐步漸進推展議題，以工作坊、研討會和座談，從讓鐵道迷瞭解其 762mm 的獨特性為起點，漸漸引發鐵道話題，也同時引入大眾媒體關注。

六、行銷策略的擬定

藉由深度訪談的內容整理出產品、價格、通路和推廣四項行銷策略，如何運用到花蓮鐵道文化園區上，產生良好的成效。

6.1 產品策略

應主推 762mm 的獨特性，並將其發展的歷史脈絡做完整的呈現與陳述，除靜態陳列外，更應強化動態的展示，積極向中央政府爭取預算，做園區整體性規劃。除了兩個園區之外，整合園區附近景點（東大門夜市、舊處長官邸、石藝大街），擴大園區的吸引力，吸引更多人前來觀光旅遊。

6.2 價格策略

雖然不收取入園費用，但是可以透過辦理活動，增加各項活動的附加價值，可以增加園區的知名度，又可以增加園區的營運經費。例如：規劃鐵道早期相關的服飾、鞋帽以及鐵道大小道具，配合園區日式建築、機車頭、各式車廂作為拍攝背景，讓旅客可以拍照打卡。並積極開發周邊商品，如火車模型、哨子、旗幟、帽子、臂章等。

6.3 通路策略

積極架設網站，透過網路平台將花蓮鐵道文化園區讓更多人知曉，以增加知名度，另外其他縣市鐵路合作設置展售中心，並與各旅行社合作增加通路。跟臺鐵局合作，在花蓮車站出口顯眼處，放置園區宣傳看板，讓坐火車來花蓮的旅客，可以知道在花蓮還有窄軌鐵道園區。

6.4 推廣策略

推廣「762mm 鐵道運動」，與地方文化界合作辦理推廣行銷活動，配合地方政府辦理活動時設攤，讓民眾瞭解鐵道文化歷史。跟全世界鐵道迷協會，辦理窄軌鐵道相關活動。吸引更多專業鐵道迷前來欣賞。配合周圍景點延長營業時間，無論白天或晚上，吸引更多不同年齡階層的旅客。

七、結論

經由彙整產官學界對花蓮鐵道文化園區外部環境的機會與威脅，與內部環境的優勢與劣勢的深度訪談內容，有關花蓮鐵道文化園區發展之機會、威脅、優勢與劣勢等關鍵項目，值得產官界特別加以重視，並提供相關權責單位作為發展因應策略之參考依據。本研究也研擬出適當的行銷策略作為園區發展之參考。

7.1 花蓮鐵道文化園區外部的機會與威脅

國內目前除了臺鐵局彰化機務段自行經營管理的「彰化扇形車庫」、新竹機務段所管轄的「苗栗鐵道文物展示館」，其餘各地的鐵道文化園區，大都由當地的文化局或是鐵道迷協會所經營管理，大部分集中在西部地區。

在東部地區除了「花蓮鐵道文化園區」，還有由台東舊站改成的「鐵花村」以及運輸林木小火車為主「林田山林業文化園區」。但最有鐵道特色及魅力還是「花蓮鐵道文化園區」窄軌鐵道基地。雖是如此園區的知名度還是不高，連花蓮當地人都不知道，自己的家鄉有這個鐵道文物寶藏。

7.2 花蓮鐵道文化園區本身的優劣勢

園區的日式建築及茂密大樹，加上古老的火（機）車頭及車廂，是吸引大家拍照打卡的特殊景點，但由於營業時間的關係，到了晚上這邊是漆黑一片，無法吸引白天在大自然遊玩，晚上回到市內旅遊的旅客。

鐵道一館漂亮的建築物線條，加上高大的綠樹，若是晚上能夠結合經過設計的光線，打在建築物群及大樹，加上將鐵道相關設施用光雕設計方式，讓園區廣場可以呈現另一種風貌。吸引民眾前來館內停留，在園區中庭可以規劃各項活動。

由於經費的關係，目前的鐵道文化的展示內容，都只是靜態觀賞為主，若是沒有善於解說表達的導覽人員在旁加以解說，大部分遊客是沒有耐心，看展版文字說明和這些骨董級的鐵道文物。

窄軌鐵道文物外型及用途相當有特色，像是：電氣路牌的鐵環加路牌皮套的外型，就可以設計成鑰匙圈，信號燈就可以設計成照明設備或是縮小版的手電筒，可以激發創意的鐵道文物相當多元。設計有窄軌鐵道特色的文創小物，再結合鐵道意象商品，相信能塑造出精彩的且有特色的窄軌鐵道伴手禮。

園區定位在「窄軌鐵道基地」，除了以前從臺鐵局移轉過來的鐵道文物外，整體鐵道文物種類及數量略顯不足，若是能協調臺鐵局，將目前散放在國內各處的窄軌機車頭或是車廂，可以移轉到本園區來，讓窄軌鐵道文物更臻完善。

本研究認為應採 WO 策略，並提出由中央主導園區整體的開發，成為鐵道文化園區的首選之策略目標；及透過鐵道迷與深度旅遊需求者，對主管機關進行對話，擴展其話題性，進而促使政府推動園區規劃的 WO 策略重點。在 WO 策略下，研擬出適切的行銷策略。

八、建議

8.1 對中央政府的建議

中央政府應對全臺所有具文化觀光的鐵道資產做全面性的盤點與檢視，並邀請相關的專家學者、地方政府與周邊鄰里社區民眾，舉辦公聽會聽取建議，並為這些資產做分級，以利管理與後續規劃，應積極建立與世界接軌，讓文化資產越陳越香，有長遠的價值，使不同國家的民眾瞭解臺灣的文化資產。

東部發展因為被地形受限，一直比西部更為緩慢，如今透過交通建設縮短東西部的發展距離，但是往往限於財政經費題，無法進行完整性的都市建設，這只能在中央政府支持下，才能有完整性的鐵道文化園區建設。

花東縱谷雖然擁有許多自然美景，但是能吸引遊客停留遊玩的據點不多，從花蓮開車前往台東的中間休息據點「光復糖廠」，擁有早期糖廠運輸甘蔗的 762mm 軌道及機房等相關的鐵道設施，雖然這些設備都已荒廢。

若是透過中央政府的整體規劃，以光復糖廠做為窄軌鐵道復駛的起迄點，由臺鐵局建置窄軌鐵道建設，窄軌蒸汽火車沿著花東縱谷的林務局的林地，以環狀軌道繞行「大農大富平地森林園區」、「馬太鞍溼地生態館」讓民眾在自然原野中，重新感受早期搭乘蒸汽火車的樂趣。

8.2 對地方政府的建議

由於臺灣不乏類似文化觀光場域，花蓮縣政府應對花蓮鐵道文化園區擬定短、中、長期計畫，並與鐵路局合作，結合民間力量，向中央爭取將花蓮鐵道文化園區列為國家級計畫，並訂定招商和建立獎勵條例，積極建立自給自足的園區財務，方能長長久久，永續經營。

花蓮鐵道文化園區緊鄰太平洋海濱，整合周圍的腹地各項觀光資源，讓此區域成為旅客夜晚的新旅遊據點。此區域目前已有鐵道一館、鐵道二館，還有剛剛整修完成的舊處長官邸，這些在硬體建設都是相當完善的文化展示場域。另東大門夜市已經逐漸形成夜間吃喝玩樂商圈，加上周邊有許多空曠的空間可以做完整性的規劃。

透過花海、街道家具藝術化、空間藝術，連結以上各個建築群，再加上濱海的玩水設施，讓整個大區域在成為一處拍照休閒的新據點。晚上時候，透過光線的布置及光雕藝術，再延長鐵道一、二館的營業時間，將這些建築群透過燈光音樂的連結，晚上再化身為歡樂派對城。

花蓮做為觀光大縣，但是以觀光客而言，各景點間的交通工具太不方便，以至於無法進一步吸引外來客的停留，若是向中央爭取經費，規畫幾條觀光旅遊專線，串連各旅遊據點，減少外來遊客在交通上所浪費的時間，增加他們停留在花蓮住宿旅遊的天數，為花蓮經濟多挹注一股活泉。

8.3 對鐵路局的建議

鐵路局可針對全臺鐵道文化資產做一檢視，找出具有潛力的個案計畫，以利後續積極發展，成立專責單位後，研究開發鐵道文化資產，提高這些這些文化資產的附加價值，更深入的轉化成示範經營單位，做為地方政府、中央政府溝通的橋樑，讓臺灣鐵道文化資產在國際間具有舉足輕重的地位。

強化窄軌鐵道文化基地，將散落在全台各地的窄軌鐵道相關的機車頭、車廂、鐵道文物，全部集中在「花蓮鐵道文化園區」讓這些鐵道文物發揮最大的力量，舉辦「窄軌鐵道國際研討會」，塑造本園區為「窄軌鐵道文物資訊」專區的歷史地位。

參考文獻

1. 王振宏(2018)，災害對觀光產業衝擊之因應策略-以 0206 花蓮震災為例，碩士論文-臺灣觀光學院觀光餐旅研究所。
2. Wehrich,H.,1982, The TOWS matrix-A tool for situational analysis” JLong Range Planning, pp1-19.
3. Valentin, E. K. (2001). SWOT Analysis from a Resource-Based View. Journal of Marketing theory and Practice, 9(2): 54-69.
4. 李佳珮(2016)，地方文創產業發展策略之研究-以宜蘭酒廠為例，臺灣觀光學院觀光與餐旅研究所。
5. 孫武彥(1993)，文化與觀光之研究，三民書局。
6. 王逸峰(2006)，觀光行銷學，偉華書局。
7. 陳建和(2007)，觀光行銷學，揚智文化。
8. 陳淑娟、郭仕堯(2015)，島嶼觀光研究，8 卷 4 期 (2015 / 12 / 01)，P49 - 68。
9. 李英弘、李昌勳(譯) (1999)，觀光規劃，田園城市文化。
10. 李貽鴻(1995)，觀光行銷學，五南。
11. 張崇山(2007)。從 SWOT 分析看博物館展示的發展方向-以工博館為例，科技博物，11(4)，41-52。
12. 黃深勳、陳建和、曹勝雄(2005)，觀光行銷學，國立空中大學。

強化與提昇集集支線基礎設施之策略

Strategies to Strengthen and Enhance the Infrastructure of Jiji Branch Line

許展彰 Hsu, Chan-Chang¹

聯絡地址：嘉義市西區中興路1-3號

Address：No.1-3, Chung Shin Rd., West Dist., Chiayi City 600, Taiwan(R.O.C.)

電話(Tel)：05-2327-157

電子信箱(E-mail)：0472014@railway.gov.tw

摘要

集集支線早期為採礦、伐木而建置之非電化路線，全長29.75公里，係本局所經營鐵路支線中最長的支線。在世界潮流(例如環保、永續發展等政策)帶動下，逐漸發展成為國際觀光景點，非電化的鐵道文化特色更吸引鐵道迷前往朝聖；沿線多元的生態、人文與產業遊憩資源，亦可透過集集支線之串連，形成鐵道休閒遊憩廊帶；因應本局「高鐵彰化站與臺鐵轉乘接駁可行性研究(報交通部審核中)」及新車輛採購案，兩案推動列車班次勢必增加，為提升集集支線整體觀光品質，其周邊硬體建設亦須相對提升，爰辦理「集集支線基礎設施改善計畫」。

關鍵詞：集集支線、非電化路線、鐵道文化

¹臺鐵局 嘉義工務段 幫工程司兼分駐所主任

Abstract

In the early days, Jiji Branch Line, the 29.75km-lengthed non-electrified route, built for mining and logging, is the longest of all the branch lines operated by Taiwan Railways Administration(TRA). Driven by world trends, such as environmental protection, sustainable development, and so on, it gradually develops into an international tourist attraction. Non-electrified railway culture features attract more railway fans to make a pilgrimage to Jiji; the diversified ecology, humanities and recreation resources along the route can also form the railway resort by connecting Jiji Branch Lines. In response to TRA's "High-speed Rail Changhua Station and Taiwan Railway Transfer Connection Feasibility Study (under review)" and new vehicle procurement case. The two will prompt the train shifts to increase. In order to improve the overall sightseeing quality of Jiji branch line, the surrounding hardware construction must also be relatively improved. Therefore, the "Integration Plan for the Collection of Branch Infrastructure" will be handled.

Keywords: Jiji branch line 、Non-electrified route 、Railway culture

一、計畫目標

臺鐵集集支線係非電氣化單軌路線，僅能於濁水車站交會，每日單向僅 13 車次，班距高達 80~120 分鐘，無法有效配合高鐵彰化站轉乘接駁。透過本計畫辦理基礎設施改善：增設交會站、月台加高暨長度延長、配合現地景觀，強化旅運設施及路線設備(道床強化、抽換鋼軌、加固改線橋梁、隧道和邊坡)，期透過本計畫來提升集集支線運能，增加鐵道旅遊氛圍，而主要目標如下：

- (1) 提供人本、安全、優質、舒適之軌道運輸環境。
- (2) 打造綠色運輸服務體系，達成交通運輸永續發展之目標。

(3) 提升區域軌道運輸路網服務水準、串聯道路系統，發展沿線區域、提升大眾運輸使用量。

(4) 結合民間文化資源與地方特色，開發觀光潛力及促進地方產業發展，提升軌道運輸之文化與旅遊魅力，創造軌道系統之附加價值。

二、執行策略及方法

1.1 主要工作項目

1.1.1 計畫範圍

本計畫範圍由二水站(起點鐵路里程K0+000)至車埕站(終點鐵路里程K29+750)，全長約29.75公里(詳圖1)，其中經過源泉(招呼站)、濁水(簡易站)、龍泉(招呼站)、集集(簡易站)、水里(簡易站)共5車站，橫跨二水鄉、名間鄉、集集鎮及水里鄉等4鄉鎮。



圖1.計畫範圍

1.1.2 工程項目

本計畫改善工程項目分列如下：

- (1) 各車站月台加高暨延長工程
- (2) 車站外觀美學設計暨旅運設施改善
- (3) 改善沿線圍籬暨排水系統
- (4) 強化邊坡穩定設施及裝設遠端監視設備
- (5) 橋隧硬體改線與改建
- (6) 軌道線形改善
- (7) 強化站場軌道功能
- (8) 智慧化養路機械
- (9) 平交道移設工程

1.1.3 軌道型式

因二水至車埕間單線軌道鋪設在一般平面路段，考量集集支線位處多雨地區，若更新為無道碴軌道，將因路基結構強度不足產生差異沈陷，造成混凝土道床破壞，軌道強度降低，影響行車安全，故本計畫擬在現有之鋼軌、預力混凝土枕、扣件及石碴等構成之傳統道碴軌道結構基礎上做更新強化。

1.1.4 路線規劃設計準則

路線設計準則係以民國 103 年 9 月 23 日修正之部頒「鐵路修建養護規則」及民國 107 年 5 月 4 日修訂並報部備查之本局「鐵路建設作業程序」為依據，採用本局支線(乙級線)之標準，以釐定路線設計準則，其主要內容摘要綜整，詳如表 1：

表 1.臺鐵路線規劃設計準則(1/2)

類別	項目	特甲級線、 甲級線(山、海線)	乙級線 (集集支線)	
一般	軌距G(mm)	直線段1067 (曲線段依曲線半徑調整加寬)		
	設計速度V(km/h)	130		
	軌道中心距離(m)	站內	既有3.7m，新建4.5m(特殊3.8m)	
站外		既有3.7m，新建4.5m(特殊4.0m)		
平曲線	最小半徑(m)	正線	1000以上	500以上
		側線	160(100)以上	160(100)以上
		車站(沿月臺部分)	500以上(新建或改建1000)	300以上(新建或改建500)
	兩曲線間插入直線最短長度(m)	20		
介曲線	介曲線形式		正弦半波長遞減曲線或三次拋物線	
	介曲線長度(m)， 取右列方式最大值	最大超高斜率(L ₁)	(0.8C) (≥0.4C)	(0.6C) (≥0.4C)
		最大超高變化率(L ₂)	(0.01CV) (≥0.006CV)	(0.008CV) (≥0.006CV)
		最大超高不足變化率(L ₃)	(0.009CdV) (≥0.007CdV)	(0.009CdV) (≥0.007CdV)
		※新設或改良路線時，應在本局鐵路建設作業程序第三十條限度內預測將來運轉需要決定C、Cd、Cv之數值。但現有路線因情形特殊，得採用上列右側最大數值。		
超高	最大超高度C(mm)	105		
	最大超高不足量Cd(mm)	機車50mm 電車、電車組、機動車60mm以下		
坡度	最陡坡度(‰)(包括曲線坡度折減率)		25	35
	豎曲線形式		圓曲線	
	豎曲線最小曲線半徑(m)	R(平面曲線)>800	3000以上	
		R(平面曲線)<800	4000以上	
曲線坡度折減率(‰)		600/R		
月臺	站內開到正線有效長度(m)	一般站	450，特殊300	300，特殊150
	島式月台寬度(m)	設置電扶梯	不小於10	
		未設置電扶梯	不小於8	
	岸壁式月台寬度(m)	設置電扶梯	至少6	
	月台上設有行車室時月台寬度(m)		10公尺以上	
	月台長度(m)		不得小於該站停靠最長旅客列車之長度(不含機車)	
	月台上行車室空間		長14m，寬5m以上(21坪)	
	其他月台上聯絡室空間		長7m，寬5m以上(10坪)	
	軌道中心距月臺邊(mm)		1575	
軌道	載重標準	特甲級K-16(特殊K-18) 甲級線K-15	K-15	
		特甲級50kg或100lb以上 甲級線37kg以上	37kg以上	
鋼軌	重量規定	站外正線	30kg以上	
		站內主要路線	30kg以上	
其他路線		30kg以上		
鋪設鋼軌形式		採對接，特殊或小半徑得採錯接		
道岔	正線道岔	#12以上		
	側線道岔	#8以上		

表 1.臺鐵局路線規劃設計準則(2/2)

類別	項目		特甲級線、甲級線(山、海線)	乙級線(集集支線)
月臺	站內開到正線有效長度(m)	一般站	450, 特殊300	300, 特殊150
	島式月台寬度(m)	設置電扶梯	不小於10	
		未設電扶梯	不小於8	
	岸壁式月台寬度(m)	設置電扶梯	至少6	
	新建岸壁式月台上均無障礙物時,月台寬度(m)		不得小於 3	
	月台上設有行車室時月台寬度(m)		10公尺以上	
	月台長度(m)		不得小於該站停靠最長旅客列車之長度(不含機車)	
	月台上行車室空間		長14m, 寬5m以上(21坪)	
	其他月台上聯絡室空間		長7m, 寬5m以上(10坪)	
	軌道中心距月臺邊(mm)		1575	
	月台邊緣至障礙物之淨距(m)		2.0以上	
隧道	新設避車洞之間距(m)	大型	特甲級600; 甲級線900	900
		小型	特甲級20; 甲級線40	40
淨空	最小隧道及橋梁側向淨空(mm)	直線處(含人行步道)	3,000	
		直線處(不含人行步道)	2,200	
		曲線處建築界限加寬度	24,500/R	
		曲線內側建築界限加寬度	h*C/G (因超高影響)	
軌道	載重標準	軌道	特甲級K-16(特殊K-18) 甲級線K-15	K-15
		橋梁	KS-16	KS-15
	鋼軌重量規定	站外正線	特甲級50kg或100lb以上	
		站內主要路線	甲級線37kg以上	
		其他路線	30kg以上	
	鋼軌鋪設形式		採對接方式; 特殊或小半徑得採錯接方式。	
	枕木	型式	PC枕木	
		數量(根)	特甲級1,640(直線); 【R<400時, 1,800以上】 甲級線1,500(直線); 【R<400時, 1,600以上】	1,500(直線) 【R<400時, 1,600以上】
	道碴	型式及尺寸	須符合本局規範所列尺寸及級配等相關規定。	
		厚度(mm)	特甲級250(情況特殊200); 甲級線200	200
路面寬度【自軌道中心至路肩外緣】(m) 前項寬度, 不包括側溝。		特甲級線應在2.6以上, 甲級線應在2.4以上		
道岔	正線道岔	#12以上		
	側線道岔	#8以上		

※本表係依交通部頒「鐵路修養維護規則(106.7.26版)」及本局「鐵路建設作業程序(107.5.4版)」相關規定綜整; 若前揭規章修訂時, 應即遵行該規章所修事項辦理。

※依各站環境建議行車休息室可建設於行車室二樓。

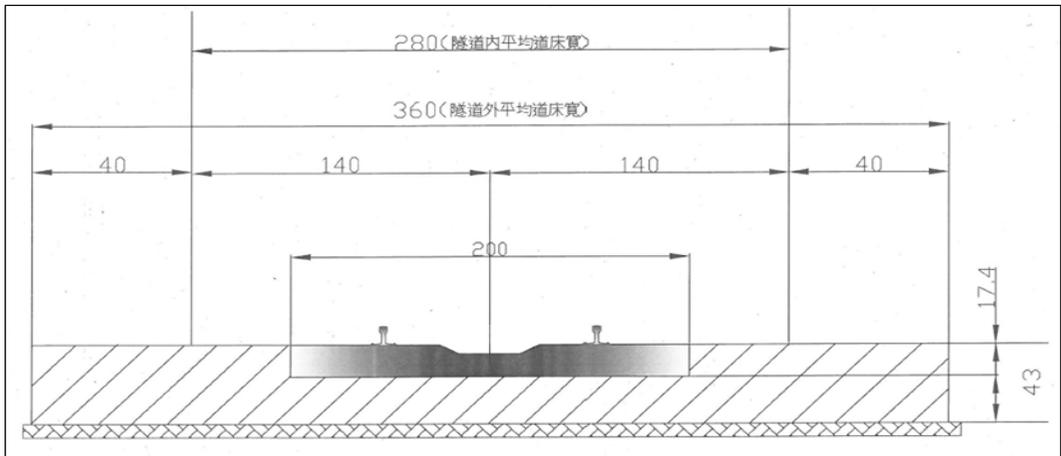


圖 2.單線軌道斷面示意圖

1.2 各工程項目說明

1.2.1 各車站月台加高暨延長工程

集集支線自二水站始發，途經源泉(招呼站)、濁水(簡易站)、龍泉(招呼站)、集集(簡易站)、水里(簡易站)、車埕(簡易站)共6車站，各車站月台高度自620mm至960mm、月台長度自96m至120m不等(詳圖3~8)。為提高運能及旅客服務品質，支線各站月台長度將延長為134m至152m，單車次載運量由320~400人/車次提高至480~600人/車次，計單車次旅客人數約增加33%，將可帶動地方產業，刺激觀光效能，提高沿線整體經濟效益。



圖3.源泉月台示意圖



圖4.濁水月台示意圖



圖5.龍泉月台示意圖



圖6.集集月台示意圖



圖7.水里月台示意圖



圖8.車埕月台示意圖

1.2.2 車站外觀美學設計暨旅運設施改善

集集支線自二水站始發，行經源泉、濁水、龍泉、集集、水里及車埕等共6個車站，橫跨二水鄉、名間鄉、集集鎮及水里鄉等4鄉鎮，將每一鄉鎮的地方特色納入車站外觀設計要件，並積極與地方單位協商辦理各站景觀意象出入口及土地綠美化設計，預期可促進地方產業發展及吸引更多觀光遊客。另依旅運需求增建旅運設施、無障礙電梯等。

1.2.3 改善沿線圍籬暨排水系統

集集支線係為南投縣觀光軸心，為一大亮點，吸引大批外地觀光客。然常為攝影而疏忽，肇致誤入行車路線侵入該線車輛界限(如圖9)，遭致被撞風險甚大(104至105年間，計發生6件死傷事故)。若於重點路段配合現場景觀，設置特色圍籬(如圖10)，融入地方元素，除可確保觀光品質外，亦能維護遊客安全。其餘路段則以本局標準型式設置(如圖11)。



圖9.集集支線易侵入車輛界限示意圖



圖10.特色圍籬示意圖



圖11.標準型式圍籬示意圖

「道碴」是軌道結構之元素且是確保軌道穩定的要件之一。在列車行駛衝擊下，石碴會逐漸細粒化，當積水無法向外排出而滯留道床內(如圖12)，將使細粒化之石碴變泥化(如圖13)，並向四周擴散汙染潔淨石碴，導致道碴阻力、承載力下降，軌道不整性增加，故沿線排水設施改善列為優先處理，才是治本之方。另各車站站內排水系統亦將重新檢討，其中以二水站、水里站逢雨就淹最為嚴重(如圖14)。



圖12. 集集支線1號隧道南口排水設施不良示意圖



圖13.道碴層噴泥演化過程



圖14.集集支線中興隧道、水里站排水設施不良示意圖

為確保本局路地產權完整性，沿線排水設施及圍籬設置原則以本局產業單位指界或地政單位鑑界之邊界為第一設置處所，如遇不可抗力或政策因素而無法設置者，則另案辦理會勘。其次，為確保路線正常排水，降低噴泥產生機率，沿線之電纜槽一律移至水溝內側胸牆頂部置放，圍籬則設置在水溝外側胸牆頂部置放，形成一共構系統(如圖15)。



圖15.水溝、圍籬及電纜槽共構斷面示意圖

1.2.4 強化邊坡穩定設施及裝設遠端監視設備

集集支線位處山區，沿線多是山壁或山谷，路線特徵為地形狹隘、曲線密集且半徑小。每逢豪雨、颱風季節，常發生倒樹、落石、積水或路基掏空等路線災損，嚴重危及行車安全，對旅客生命安全造成極大威脅。現場同仁更屢為達成疏運使命，而忙於搶修整治作業。近年已投入少量經費辦理邊坡整治(如圖16)及邊坡監控等改善工程且略有成效。爰建議續編相關經費，俾利延續既有成效。邊坡整治原則如下：

- (1)沿線兩側陡坡、緩坡之路容整理，詳圖17。
- (2)曾發生落石路段建造擋土設施。



圖16.集集支線K25+560邊坡落石整治實績



圖17.沿線兩側路容整理示意圖

1.2.5 橋隧硬體改線與改建

1.2.5.1 橋涵改建補強

國內為數眾多的早期興建之既有鐵路橋涵，大多屬無耐震韌性設計之老舊橋涵，應採取必要的維修與補強，以提昇耐震能力，將可有效降低災害。在行政院「台灣21世紀議程國家永續發展願景與策略綱領」中永續環境之防治自然災害章節中亦提到-台灣地區自然災害頻繁，豪雨、洪水、土石流、地震、颱風、旱災等經常侵襲台灣，造成嚴重的生命財產損失，無形中，傷害了經濟成長的成果，也使人民的生活蒙上了陰影。故應就防災方面持續蒐集防災資料，建置防災資料庫，推動防救災科技研究，發展減災、抗災、救災的新技術。橋

梁耐震補強工程亦應是其中之重要一環，因此藉由本計畫，期能達到下列之預定目標：

- (1) 透過耐震補強工程，全面提昇鐵路橋涵之耐震能力。
- (2) 透過耐沖刷補強工程，全面提昇鐵路橋涵之耐沖刷能力。
- (3) 提昇鐵路橋涵可靠度，延長使用壽命。

減少天然災害所造成橋涵損壞，維護鐵路行車安全，減少生命財產損失，維持區域交通流暢、便捷，有助於地方產業之運輸需求並促進地方經濟之發展，同時，可提昇民眾對交通設施服務之安全性與信賴度。

1.2.5.2 隧道改線、改建

集集支線行經9座隧道(如表2)，其中第1號至第6號隧道興建於民國14年，使用至今已逾80年，另中興隧道興建於民國49年至今使用也近50年計7座老舊隧道。民國88年921集集大地震造成第1號、第2號、第3號及第5號隧道頂拱多處裂縫，部分區段先以緊急方式辦理補強修復，隨後在民國99年再辦理老舊隧道加固工程，第1、2、3號隧道更以仰拱形式提升軌道強度。

表2. 集集支線隧道長度及改善統計表

隧道名稱	第一(單)	第二(單)	第三(單)	中興(單)	明隧一號	明隧二號	第四(單)	第五(單)	第六(單)
長度(公尺)	385.4	804.0	573.8	84.1	28.1	136.8	141.4	120.7	66.8
加固改善	-	-	-	-	-	-	-	-	-
仰拱改善	-	-	-	◎	-	-	-	-	◎
改線、改建	◎	◎	◎	-	-	-	◎	◎	-
備註	「◎」:需改善 「-」: 無需改善								

惟前述加固工程之隧道線形及擴挖係以隧道中心為基準，造成隧道淨空不足、漏水、線形不佳等問題。為提昇列車行車安全性及舒適度，短期擬先針對老舊隧道全面加固、仰拱化，中期辦理隧道線形迴歸及設計，長期辦理隧道改線、改建作業。

1.2.6 軌道線形改善

集集支線路線特徵為地形狹隘、曲線密集且半徑小，曲線總數計有72處(如表3)，佔全線總長度35%。車輪與鋼軌在接觸運動後本就會彼此耗損(鋼軌表面硬度HB235遠小於車輪踏面硬度HB 300~341)，但以曲線路段其互制行為更是嚴重，且直接影響本局養護成本(依養護經驗曲線半徑小之鋼軌抽換週期約1.5~2年)，是以，將軌道線形曲線改善調整為當務之急。

曲線改善時將同步辦理曲線半徑小於500公尺路段之鋼軌抽換作業(路線長度為9.642公里)，後續視經費許可再逐步汰換曲線半徑大於500公尺之鋼軌(路線長度為0.914公里)。

表3. 集集支線曲線數量暨長度統計表

曲線半徑 (公尺)	601 以上	600~501	500~401	400~301	300~201	200 以下
數量(處)	3	7	14	18	23	7
長度(m)	206	708	2,080	2,424	3,920	1,218
合計(Km)	10.556					

1.2.7 強化站場軌道功能

集集支線7個車站僅濁水站辦理列車交會，其中源泉站、龍泉站為單線，受限於站場路地限制，無法擴充雙線辦理交會條件；集集、水里、車埕三站(如圖6、7、8)現為島式月台，軌道設施及站內排水系統如經計畫改善後，即可達成交會條件(一至二站為原則)，並提升路線容量，俾利日後新購支線客車調度運用。另統計集集支線37kg木枕型道岔有4套、50kg木枕型道岔有9套、50kgPC枕型道岔有6套，詳表4；全支線道岔PC枕化程度僅達31.57%。是以，為有效提升軌道強度，應朝全線道岔PC枕化推動改善。

表4. 集集支線道岔數量統計表

站別 \ 道岔型式	37Kg 木枕型		50Kg 木枕型	50Kg PC 枕型	
	#8	#10	#8	#8	#10
二水站	-	-	-	3	2
濁水站	1	-	4	-	-
龍泉站	-	-	1	-	-
集集站	-	1	2	-	1
水里站	1	-	1	-	-
車埕站	1	-	1	-	-
小計	3	1	9	3	3

1.2.8 智慧化養路機械

本段轄管縱貫線與集集支線，養護機械車輛配置係以縱貫線為主，支線為輔之原則辦理。本段雖依章持續維養、改善路線不良處所，然在資源分配有限下，支線軌道強度有逐年下降趨勢，又考慮集集支線將因高鐵彰化站田中支線而增加車次，屆時若仍以現有資源分配養護，軌道養護頻率將增高，且養護成效有限；是以，經前瞻基礎建設計畫改善之路線，若能專車專用，除可降低養護成本，延長養護周期，亦可確保本計畫經費用得其所，故機械砸道車之添購是有其必要性。

其次，集集支線位處山區，每逢豪大雨或颱風，路線即因山區林木倒塌而中斷，致旅客權益受損，而倒下之林木大都得以重機械(年度開口合約)輔以人力處理。為提升排障效能，加速恢復通車，降低旅客不便性，工程維修車之添購實屬必要。



圖18.工程維修車示意圖



圖19.中型砸道車(08-16)

1.2.9 平交道移設工程

集集支線共有28處與公路相交之平交道，其中4處因重車通過頻率高，業以RC版鋪設，餘24處仍屬橡膠版型式。本計畫將以「車流量」重新檢討平交道設置型式，並同時採購防滑型橡膠版予以更換(詳圖20)，提供用路人安全環境。



圖20.一般/防滑型平交道橡膠版示意圖

1.3 土地取得方式及拆遷補償方法

經調查集集支線周邊土地使用分區計有鐵路用地、山坡地保育區、特定農業區、一般農業區、鄉村區、住宅區、倉儲用地、道路用地、商業區及保護區等，集集線山側為崇山峻嶺，多有落石及傾倒樹木，影響行車安全甚鉅，非軌道設置之良好地點，海側部分則有152縣道、3號國道、16號國道、131縣道、水里溪及濁水溪等，亦非設置軌道之適當地點，且路幅狹窄若辦理改線勢必需辦理徵收，且路線規劃於遷就現況下恐無法滿足本局各類規章要求，本計畫土地內有重點之特定農業區，若需辦理徵收而地主不同意時徵收期程將曠日廢

時，開工日將因徵收作業致無法確定。

工程執行之順利與否，先決條件即為用地是否順利取得；取得之方式本局分為「撥用」及「徵收」2大類。土地徵收乃政府依公權力之運作，為興辦公益事業需要，基於國家對土地之最高主權，依法定程序，對特定私有土地給予相當補償，強制取得土地之一種處分行為。

三、期程與資源需求

1.1 計畫期程

本計畫各工作項目預定於委外規劃、設計後7年內改善建設完成。各作業時程包括規劃設計階段及施工階段，依其屬性可概分為「先期作業」、「土木工程」、「軌道工程」、「養路機械採購」等四部份。

表5. 集集支線基礎設施改善計畫預定執行時程

項次	作業名稱	預定執行時程(計畫核定後)						
		第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年
1	觀光鐵道整合開發計畫可行性研究	■						
2	細部規劃設計		■	■	■	■	■	■
3	用地取得及拆遷補償		■	■	■	■		
4	各車站月台加高暨延長工程					■	■	■
5	車站外觀拉皮暨旅運設施改善工程					■	■	■
6	沿線圍籬暨排水設施改善工程			■	■	■		
7	邊坡穩定加固及遠端監視工程			■	■	■	■	
8	橋隧改線改建工程				■	■	■	■
9	軌道線形曲線改善工程		■	■	■	■		
10	站場軌道功能強化工程			■	■	■		
11	養路機械更新			■	■	■		
12	平交道移設工程			■	■	■		

1.2 各工作項目分年經費預估

臺鐵集集支線基礎設施改善計畫各項工作內容整理詳表6，預估總經費23億6,300萬元。

表6. 集集支線基礎設施改善計畫分年經費表 單位：億元

執行年度	第1年	第2年	第3年	第4年	第5年	第6年	第7年	其他	合計
經費	0.165	0.675	2.440	7.410	6.470	3.287	2.982	0.200	23.63

四、預期效果

1.1 直接效益

- (1) 提升旅客安全，更新車廂門與月台無階化，並使各站月台有效長度增長。重點路段設置特色圍籬，將地方元素納入，提高觀光品質及遊客安全。
- (2) 將每一鄉鎮的地方特色納入車站外觀設計，促進地方產業發展及吸引更多觀光遊客。
- (3) 將線形曲線改善、軌道結構強化；短期對老舊隧道全面仰拱化，中期辦理隧道線形迴歸及設計，長期辦理隧道改線、改建作業；部份土石流潛勢區等邊坡穩定加固及架設監控設備以為因應，提供旅客安全乘車環境。
- (4) 以車流量重新檢討平交道設置型式，採購防滑型橡膠版予以更換，提供用路人更安全環境。
- (5) 站場軌道功能強化，提升路線容量，縮短列車班距，滿足旅遊客及通勤旅運需求，達成捷運化之功能。

1.2 間接效益

將每一鄉鎮的地方特色納入車站外觀設計，活化周邊土地，促進地方產業發展；沿線重點路段設置特色圍籬，可強化鐵路沿線市容景觀、提升在地文化；路線強化，站場軌道容量增加，可提高載客量，促進地方旅遊觀光活絡。

五、結論

- (1) 為配合中央/地方政策要求之必要工程。(如雙軌化、立體化、增設車站、支線經營及車輛汰換)等，鐵路工程多半為沉沒成本，投入成本高，回收效益低，但是以公共建設之特性及社會整體面觀之，公共工程建設非僅著重於財務效益，而是以國家社會整體效益為主，仍有其相對比較上的意義。
- (2) 本計畫內容係於臺鐵二水站至車埕站間辦理鐵路提升改善工程，全長約29.75公里，總經費23億6,300萬元（含直接費用、間接費用），後續將採委外規劃、設計監造方式辦理。
- (3) 預估委外規劃、設計及監造後7年建設完成，未來完成後將可提供旅遊客及通勤族轉乘高鐵之便利性及便捷之鐵路運輸服務，落實節能減碳之政策。
- (4) 二水站至車埕站間之平交道計有28座，若透過分析檢討改善平交道設施及周邊環境，將可減少平交道意外事故及人為破壞造成之行車延誤，以提升列車行車安全，並增進鐵路維護及管理效能。
- (5) 集集支線部分路段若推行「特色圍籬」及「一車站一特色」，除可確保列車行車安全，亦可提升觀光亮點。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局(2018)，1067公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範。
2. 交通部臺灣鐵路管理局(2014)，1067公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範。
3. 交通部臺灣鐵路管理局(2018)，交通部臺灣鐵路管理局鐵路建設作業程序。
4. 交通部臺灣鐵路管理局(2014)，鐵路修建養護規則。

制動摩擦材料與對磨偶的研析

Analysis of Brake Friction Materials and Grinding Pad

林武鍵 Lin,Wu-Jian¹

聯絡地址: 50000 彰化縣彰化市西興東路 6 號

Address: No.6, Xixing E. Rd.,Changhua City,Changhua County 5000,Taiwan
(R.O.C)

電話(Tel) :(04) 7232105-2314

電子信箱(E-mail):0755274@railway.gov.tw

摘要

隨著軌道車輛的發展，對軔機裝置及制動摩擦材料的要求更高了。在列車煞車動能大幅增加之情況下，對於只採用氣軔摩擦煞車的車輛而言，其煞車動能就完全需要靠摩擦生熱的方式，進行轉換而散熱掉，故制動時產生的摩擦熱也大大的增加。在嚴苛的制動過程中，摩擦材料（閘瓦或軔快）與對磨偶（車輪或碟煞盤），瞬間所需吸收的熱量增多，循環承受高溫，使兩者產生很大的熱損傷缺陷，甚至增加了熱裂事故發生的機率，這些損傷主要包括：摩擦材料融化（鑄鐵閘瓦）、黏結劑炭化分解（合成閘瓦）、摩擦材料磨耗速度加劇；以及對磨偶的磨耗、疲勞裂紋、熱裂紋、甚至剝離崩裂等。由於制動摩擦材料性能的優劣，直接影響到制動效果的成敗，唯有採用正確的摩擦複合材料配方，才

¹臺鐵局 彰化機務段 幫工程司兼主任

能達到最佳的摩擦係數、磨損性能及避免對磨偶損傷的目的。本局利用分析研究方式，從中了解各種材料之間的相對應關係，進而獲得符合未來所須之制動材料與正確之安全使用模式，用以避免行車事故的發生。

關鍵字：制動摩擦材料、對磨偶、摩擦係數、熱損傷

Abstract

With the development of rail vehicles, The requirements for starter devices and brake friction materials are higher. In the event of a significant increase in the kinetic energy of the train brakes , For vehicles that use only pneumatic brakes , Its braking kinetic energy is entirely necessary by rubbing heat , To convert and dissipate. Therefore , the friction heat generated by braking is also greatly increased. During the harsh braking process , Friction material(Brake shoes or Brake pad) with pairs of grinders(wheels or Brake Disc) , Increased heat required to absorb instantly , Cycle to withstand high temperatures , So that the two produce a lot of thermal damage defects , It even increases the chance of a hot-crack accident , These injuries mainly include Friction material melting (cast iron brake Increased wear speed of friction materials , And the abrasion of the grinder , Fatigue crack , Thermal cracks , Even stripping , cracking , etc. Due to the performance of braking friction materials , Directly affects the success or failure of the braking effect To achieve the best coefficient of friction. Wear performance and avoidance of the purpose of rubbing damage. The TRA uses the Analytical Research method , Learn about the relative relationships

between the various materials , To obtain braking materials that meet the needs of the future and the correct safe usage patterns , To avoid occurrence of traffic accidents.

Keywords : Brake Friction Materials , Pair of grinding Pad , Coefficient of friction , Thermal damage

一、前言

現今車輛皆往高載重、高車速、高機動性發展，使得列車制動情況發生了很大的變化，其可以從制動功率的變化，與防滑走裝置兩方面來分析。在制動功率方面：由於列車的運行動能與其行進速度的 2 次方成正比，制動功率與列車的運行速度成 3 次方關係(因為制動功率與減速度有關)，所以列車運行速度每提高 1 倍，其制動功率將增加到原來的 8 倍；這代表制動系統在相同的停車距離內需要吸收更多的功。因此，要求配備的摩擦材料，要能耐受更高速度下的強力摩擦作用。在防滑走裝置方面：現在車輛都裝置了防滑走系統，該系統可以根據車輪轉動情況隨時調整制動力，以防止車輪鎖死而滑走，該系統的引入使摩擦材料與對磨偶之潤滑摩擦時間、制動頻率及摩擦生熱皆增加，這使得摩擦材料須具更好的散熱性和耐磨性，以及足夠高的耐衝擊和剪應力強度。

交通部臺灣鐵路管理局(下稱臺鐵局)為國營事業單位，配合政府政策；除了擔負城際間運輸，亦兼任區域間捷運化的功能。因此，整體經營形態有了全面性的調整，任務目的是要將大量的旅客有效快速的，輸送進出城市及往來城際間，其中革新項目包括：簡易車站的大量增加，車輛結構設計的變更，運用運行模式的改變。

由於以往的運輸形態不同於現今，鐵路局於制動摩擦材料與對磨偶之間的相互關係，過去以來琢磨並不多。近來車輛於運用上出現了不少的問題，主要是發生在閘瓦與車輪方面。因此，將針對兩者做一系列的分析與研討，希望能

藉由摩擦材料性能的探討，以及輪軌磨耗變化的關係，來了解目前所遭遇問題的原由與改善的方法。

二、軌道車輛閘瓦種類

軌道車輛之基礎制動軔機裝置大略分為兩種：

(一)踏面軔機裝置：使用『閘片』壓負於車輪踏面。

(二)碟煞軔機裝置：使用『磨擦子』壓於車輪輪輻上之圓盤或另設煞車碟盤。

『閘瓦』、『磨擦子』兩者外型不同，但其作用及受力方式皆為相同，因此本文以下之敘述僅以『閘瓦』來代表制動摩擦材料。首先，是了解分析現有軌道車輛使用之制動摩擦材料；概分為以下 4 種類：

2.1 鑄鐵閘瓦

鑄鐵閘瓦(如圖 1 所示)使用於軌道車輛之歷史最長應用也最廣。鑄鐵價格低廉、磨擦系數較穩定、不受氣候影響、導熱性好、對車輪損害性小、可使車輪踏面粗化從而獲得較大的黏著力。然而普通鑄鐵閘瓦的摩擦係數較小，並隨車速的提高而迅速下降，進入高速運行時特別明顯。各國從提高鑄鐵的含磷量和加入少量合金元素兩方面來進行其性能的改善，提高鑄鐵中的含磷量即能提高閘瓦摩擦係數又可增加耐磨性，但高磷鑄鐵脆性大使用中不可避免會產生裂紋，故須採用鋼背板來補強。在廣泛使用的含磷量較高的閘瓦中又進一步加入如銅 (Cu)、鎳(Ni)、鉻(Cr)、鈦(Ti)或釩(V)等金屬即可提高摩擦係數又可強化鑄鐵基體耐熱裂性。鑄鐵閘瓦雜值過高時易產生金屬鑲前炭作用(積鐵)(如圖 2 所示)。



圖 1 鑄鐵閘瓦



圖 2 鑄鐵閘瓦的金屬鑲嵌(積鐵)

2.2 粉末冶金閘瓦

採用粉末冶金技術生產的閘瓦與磨擦子，不但在性能質量上具有突出的優點，在產品的設計與多樣化上也極具靈活性，粉末冶金技術可以任意改變材料的組成，也可避免傳統鑄造上的疏鬆、縮孔、材料組織的結晶偏析及晶粒長大等缺陷，有助於提高零件的各項力學性能。

粉末冶金閘瓦由原料粉末經混合、壓製、燒結而成，他即具有鑄鐵閘瓦的摩擦系數不受氣候影響的優點，又具有合成閘瓦磨擦系數不隨列車速度變化之優點，並且耐磨性和導熱性都好，多國之高速列車均使用這種閘瓦，提供優良的制動效果。但粉末冶金閘瓦對車輪的磨損較為嚴重，成本比鑄鐵及合成閘瓦高。

2.3 複合閘瓦

為滿足鐵路高速化、重載化、車輛的輕量化以及在規定範圍內制車的要求，應用了新型複合材料閘瓦，主要有 c/c 纖維複合材料和金屬無機複合材料。

c/c 纖維複合材料是用碳纖維強化碳基體的複合材料，具有質輕、高強度、高模量、低熱膨脹、高抗裂性和優良的耐高溫性能、能在 1000 度 c 溫度下正常工作。他已在飛機與賽車上得到廣泛運用。金屬無機複合材料是以鋁為基體，以均勻分布的陶瓷顆粒為強化項，他克服了鋁材熱穩定性差、耐磨性欠佳的缺點，具有較高的強度、優良的耐熱性與抗裂性。

2.4 合成閘瓦

合成閘瓦(如圖 3 所示)是將金屬粉末、酚醛樹脂和摩擦調節劑等，經充分混合後加熱壓製而成。其特色是：可通過改變材質配方調整其物理機械性能與耐磨性，使壽命可達鑄鐵閘瓦的 4 倍以上，制動時無火花、重量輕、高速區摩擦係數大且不隨車速的改變而變化。但合成閘瓦也存在幾個缺點：一是導熱性差，制動熱量難以發散，車輪易產生溫升導致熱龜裂，某些配方之高摩擦係數合成閘瓦，在磨擦面上會產生金屬鑲嵌作用(即積鐵)(如圖 4 所示)，而使車輪踏面產生異常磨耗。其次是受氣候影響，在濕潤狀態下摩擦係數會大為下降。此外，閘瓦與車輪踏面反復磨合後，會使兩者之黏著性降低。當制動處溫度達 200 °C 以上，超越其熱分解強度時，會引起摩擦係數急遽減少、磨損率急遽增加的"熱衰退"現象。



圖 3 合成閘瓦



圖 4 合成閘瓦的金屬鑲嵌(積鐵)

三、合成閘瓦材料之沿革

自世界上出現動力機械和機動車輛後，在其傳動和制動機構中就使用摩擦片。初期的摩擦片係用棉花、棉布、皮革等作為基材，如：將棉花纖維或其織品浸漬橡膠漿液後，進行加工成型製成煞車片或煞車帶；其缺點：耐熱性較差，當摩擦面溫度超過120°C後，棉花和棉布會逐漸焦化甚至燃燒。隨著車輛速度和載重的增加，其制動溫度也相對提升，這類摩擦材料已經不能滿足使用需求。人們開始尋求耐熱性好的、新的摩擦材料類型，石棉摩擦材料由此誕生。

石棉是一種天然的礦物纖維，它具有較高的耐熱性和機械強度，還具有較長的纖維長度、很好的散熱性，柔軟性和浸漬性也很好，可以進行紡織加工製成石棉布或石棉帶並浸漬黏結劑。石棉短纖維和其布、帶織品都可以作為摩擦材料的基材。更由於其具有較低的價格，所以很快就取代了棉花與棉布而成為摩擦材料中的主要基材料。1905年石棉煞車帶開始被應用，其製品的摩擦性能和使用壽命、耐熱性和機械強度均有較大的提升。1918年開始，人們用石棉短纖維與瀝青混合製成模壓煞車片。20世紀20年代初酚醛樹脂開始工業化應用，由於其耐熱性明顯高於橡膠，所以很快就取代了橡膠，而成為摩擦材料中主要的黏結劑材料。由於酚醛樹脂與其他的各種耐熱型的合成樹脂相比價格較低，故從那時起，石棉－酚醛型摩擦材料被世界各國廣泛使用至今。

20世紀60年代，人們逐漸認識到石棉對人體健康有一定的危險性。在開採或生產過程中，微細的石棉纖維易飛揚在空氣中被人吸入肺部，長期間處於這種環境下的人們比較容易患上石棉肺一類的疾病。因此人們開始尋求能取代石棉的其它纖維材料來製造摩擦材料，即無石棉摩擦材料或非石棉摩擦材料。20世紀70年代，以鋼纖維為主要代替材料的半金屬材料在國外被首先採用。80年代－90年代初，半金屬摩擦材料已佔據了整個車用盤式煞車片的領域。20世紀90年代後期，NAO（少金屬）摩擦材料出現在歐洲，並形成發展的趨勢。無石棉，採用兩種或兩種以上纖維（以無機纖維為主，並有少量有機纖維）只含少量鋼纖維、鐵粉。NAO（少金屬）型摩擦材料有助於克服，半金屬型摩擦材料固有的高比重、易生鏽、易產生制動噪音、傷對偶（盤、車輪踏面）及導熱係

數過大等缺陷。目前，NAO（少金屬）型摩擦材料已得到廣泛應用，取代半金屬型摩擦材料。2004年開始，人們對制動性能要求越來越高，開始研發陶瓷型摩擦材料。陶瓷型摩擦材料主要以無機纖維和幾種有機纖維混雜組成，無石棉，無金屬。其特點為：無石棉符合環保要求；無金屬和多孔性材料的使用，可降低製品密度，有利於減少損傷車輪踏面、制動盤和產生制動噪音的黏度，又不生鏽；不腐蝕；磨耗低；粉塵少。

四、合成閘瓦的架構與組成材料

合成閘瓦材料屬於高分子三元複合材料，它包括三部分：

- (一)以高分子化合物為黏結劑。
- (二)以無機或有機纖維為增強組分。
- (三)以填料為摩擦性能調節劑或配合劑。

4.1 黏結劑

摩擦材料所用的有機黏結劑為酚醛類樹脂和合成橡膠，而以酚醛類樹脂為主。它們的特點和作用是在當處於一定加熱溫度下時先呈軟化而後進入黏流態，產生流動並均勻分佈在材料中形成材料的基體，最後透過樹脂固化作用的橡膠硫化作用，把纖維和填料黏結在一起，形成質地致密的有相當強度及能滿足摩擦材料使用性能要求的閘瓦。

對於摩擦材料而言，樹脂和橡膠的耐熱性是非常重要的性能指標。因為閘瓦在進行制動工作時，是處於 $200^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$ 左右的高溫工作條件下。此溫度範圍內，纖維和填料的主要部分為無機類型，不會發生熱分解。而對於樹脂和橡膠，有機類的來說，又進入熱分解區域。閘瓦的各項性能指標，此時多會發生不利的變化（如摩擦系數、磨損、機械強度等），特別是在使用過程中發生的

三熱（熱衰退、熱膨脹、熱龜裂）現象(如圖5所示)，其根源都是由於樹脂和橡膠、有機類的熱分解而致。因此選擇樹脂與橡膠對摩擦材料的性能具有非常重要的作用。選用不同的黏結劑就會得出不同的摩擦性能和結構性能。



圖 5 發生三熱現象之閘瓦

4.2 增強纖維

纖維增強材料構成合成閘瓦的基材，它賦予製品足夠的機械強度，使閘瓦能承受在使用過程中由於制動和傳動而產生的衝擊力、剪切力、壓力。為了滿足這些性能強度的要求，需要選用合適的纖維品，其使用的纖維組成要求：

- (1) 增強效果好。
- (2) 耐熱性好。在摩擦工作溫度下不會發生熔斷、碳化與熱分解現象。
- (3) 具有基本的摩擦系數。
- (4) 硬度不宜過高，以免產生制動噪音和損傷制動盤或踏面。

4.3 填料

合成閘瓦組分材料中的填料，主要是由摩擦性能調節劑和配合劑組成。使用填料的目的，主要有以下幾個方面：

- (1) 調節和改善製品的摩擦性能、物理性能與機械強度。
- (2) 控制製品熱膨脹系數、導熱性、收縮率，增加產品尺寸的穩定性。
- (3) 改善製品的制動噪音。
- (4) 提升製品的製造與加工性能。
- (5) 改善製品外觀質量及密度。
- (6) 降低生產成本。

在閘瓦配方設計時，選用填料必須要了解填料的性能以及在材料的各種特性中所起到的作用。根據摩擦性能調節劑在摩擦材料中的作用，可將其分為“增磨填料”與“減磨填料”兩類。閘瓦本身屬於摩阻材料，為能執行制動功能要求具有較高的摩擦係數，因此增磨填料是摩擦性能調節劑的主要成分。不同填料的增磨作用是不同的。

4.3.1 增磨填料

莫氏硬度通常為3~9。硬度高的增磨效果顯著明顯。5.5硬度以上的填料屬硬質填料，但要控制其用量、粒度。（如氧化鋁、鋯英石等）。

4.3.2 減磨填料

一般為低硬度物質，低於莫氏硬度2的礦物。如：石墨、二硫化鉬、滑石粉、雲母等。它既能降低摩擦係數又能減少對偶材料的磨損，從而提升摩擦材料的使用壽命。

摩擦材料是在熱與較高壓力的環境中工作的一種特殊材料，因此就要求所用的填料成分必須有良好的耐熱性，即熱穩定性，包括熱物理效應和熱化學效應等。又填料的分布密度對閘瓦的性能影響很大。

五、合成閘瓦的特性需求

5.1 適宜而穩定的摩擦係數

摩擦係數是評價任何一種摩擦材料的一個最重要的性能指標，因為它不是一個常數，而是受溫度、壓力、摩擦速度或表面狀態及周遭介質元素等影響而發生變化的一個數。其中溫度是影響摩擦係數的重要關鍵。閘瓦在摩擦過程中，由於溫度的迅速升高，一般溫度達200°C以上時，摩擦係數開始下降。當溫度達到樹脂和橡膠分解溫度範圍後，產生摩擦係數的驟然降低，這種現象稱為“熱衰退”。嚴重的“熱衰退”會導致制動效能變差和惡化。在實際應用中會降低制動力，這很危險也是必須要避免的。煞車距離與車輪踏面溫度相對關係曲線圖(如圖6所示)

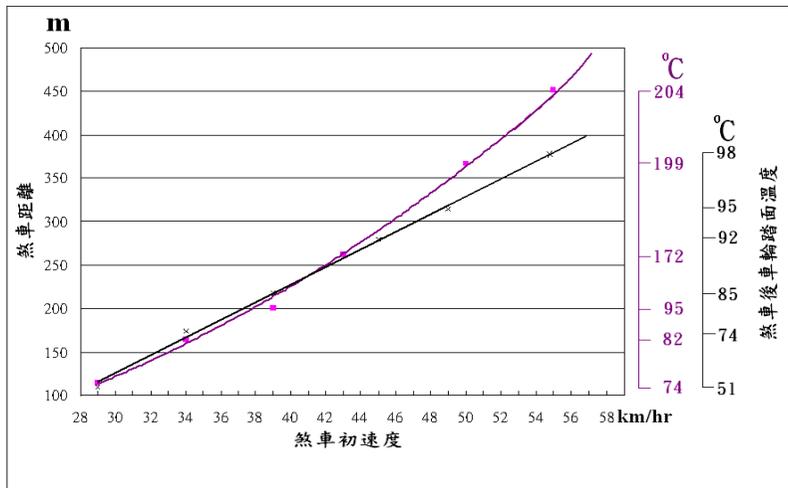


圖 6 煞車距離與車輪踏面溫度相對關係曲線

5.2 良好的耐磨性

閘瓦的耐磨性是其使用壽命的反映，也是衡量閘瓦耐用程度的重要技術經濟指標。但是閘瓦在工作過程中的磨損，主要是由摩擦接觸表面產生的剪應力

造成的，然而工作溫度卻是影響磨損量的重要因素。當閘瓦摩擦面溫度達到有機黏結劑的熱分解溫度範圍時，有機黏結劑如橡膠、樹脂會產生分解、碳化和失重現象。隨溫度升高，這種現象加劇，黏結作用下降，磨損量急劇增大，稱之為“熱磨損”。(如圖7所示)



圖 7 閘瓦耐磨性不穩定

5.3 具有良好的機械強度和物理性能

閘瓦在摩擦過程中，除了要承受很高溫度的同時，還要承受較大的壓力與剪應力。因此要求摩擦材料必須具有足夠的機械強度，以確保在使用過程中不出現破損與粹裂。

5.4 制動噪音低

制動噪音關係到車輛行駛的舒適性，而且對周遭環境特別是對城市環境造成噪音污染。引起制動噪音的因素很多，因閘瓦只是制動總成的一個零件，制動時閘瓦與車輪在高速與高壓相對運動下的強烈摩擦作用，彼此產生振動，從而放大產生不同程度的噪音。

造成制動噪音的因素大致有：

- (1) 摩擦係數越高，越易產生噪音。
- (2) 製品材質硬度高易產生噪音。
- (3) 高硬度填料用量多時易產生噪音。
- (4) 剎車片經高溫制動作用後，工作表面形成光亮而硬的碳化膜。

由此可知，適當控制摩擦係數，使其不要過高，降低製品的硬度，減少硬質填料的用量，避免工作表面形成碳化層，使用減震墊或塗膠膜以降低震動頻率，均有利於減少與克服噪音。

5.5 對偶面磨損較小

閘瓦的制動功能是要透過與對偶件即車輪踏面在摩擦中實現。在此摩擦過程中，這一對摩擦偶件相互都會產生磨損，這是正常現象。但是作為消耗性材料的閘瓦，除自身應該盡量小的磨損外，對偶件的磨損也要小，也就是應該使對偶件的使用壽命相對的較長。這才充分顯示出具有良好的摩擦性能的特性。同時在摩擦過程中不應將對偶件即制動盤或車輪的踏面磨成較重的擦傷、刮痕、溝槽等過渡磨損情況。

六、對磨偶車輪的特性需求

對於臺鐵局來說，踏面制動方式仍是最基本且占最大部份的制動方式，但隨著載重及行車速度的提高，加上捷運化營運模式的改變，車輪在制動時將承受更巨大的熱載荷，從而使車輪踏面熱損傷缺陷，甚至熱裂事故發生機率增大。



圖 8 熱損傷致踏面剝離崩裂



圖 9 車輪滑走致熱損傷剝離

導致車輪失效有多種原因包括：車輪磨耗、輪箍疲勞裂紋、熱裂紋、踏面剝離崩裂等(如圖 8 所示)。其中熱裂紋的產生、踏面剝離以及崩裂等，都直接和制動時車輪循環受熱有關，尤其是在緊急緊軔以及在長下坡道需長時間控速制軔時，車輪踏面將產生並承受高溫。

有關車輪在使用過程中將承受熱載荷，熱載荷來自兩種途徑：一是踏面制動。二是由於輪軌黏着係數下降或制動軔力過大，導致車輪咬死滑行而產生輪軌滑動摩擦熱(如圖 9 所示)。

英國德比研究所，曾就合成閘瓦與車輪的關係，做了大量的實驗認為，車輪踏面局部熱斑溫度，超過 900°C 可能會使輪箍斷裂，超過 700°C 將產生明顯裂紋，超過 600°C 產生允許之裂紋，超過 400°C 但低於 600°C 雖然不會產生裂紋，但會致使閘瓦彈性變差、接觸面貼合性不良，更容易引起局部高溫。為防止車輪熱裂紋，車輪表面最高溫度不得超過 600°C ，閘瓦壓縮彈性模數不得超過 $1.0 \times 10^3 \text{ Mpa}$ 。

德國的赫爾曼.j.施孟德的試驗顯示，踏面制動的軸平均制動功率極限為 340KW ，當超過這個極限，車輪踏面將會因為吸收過多的熱量而產生裂紋。美國方面的研究也認為，使用合成閘瓦時車輪踏面溫度不得超過 343°C ，輪平均制動功率不應超過 170KW 。原德國聯邦鐵路認為，合成閘瓦的極限速度是，當

軸重 20 ton 時為 120 km/hr 當軸重 18 ton 時為 140 km/hr。

6.1 熱負荷對車輪的影響

就踏面制動而言，鑄鐵閘瓦在制動過程中，其吸熱比例可高達 33.5%，故當須處在過大的制動熱負荷下時，閘瓦熔化和嚴重磨耗是改採合成閘瓦的主因。由於合成閘瓦的吸熱比例小，可以提高制動功率的極限值，但尚須考慮熱負荷對車輪熱應力和使用壽命的不利影響。

熱負荷在車輪踏面上，可能導致 3 種類型的車輪問題即熱裂紋、熱失效、熱剝離。當有熱裂紋的存在，將導致車輪踏面再產生更嚴重的疲勞破壞，因為當閘瓦作用在滾動的車輪上時，由於摩擦作用踏面受熱，踏面表面材料一方面受熱膨脹，另一方面也受到較低溫的車輪輪輻和輻板的約束，如果踏面溫度夠高，材料的屈服強度會因此降低，在這種熱膨脹與約束拉扯下，踏面將可能發生屈服而出現塑性變形。於冷卻收縮後車輪為了要保持材料內部的連續性，踏面就會處於受拉伸狀態。當車輪歷經十分強烈的制動熱循環作用後，就會出現熱疲勞裂紋並擴展，尤其是在輪箍厚度磨耗到限的情況下。

6.2 輪軌硬度匹配對車輪磨耗的影響

多年來，世界各國就輪軌硬度匹配，對輪軌磨耗的影響，進行了大量的實驗研究。俄羅斯從 1996 年就開始進行提高輪箍硬度的實驗，結果顯示，提高輪箍硬度後可明顯提高車輪的使用壽命。俄羅斯學者還提出「車輪輪箍與鋼軌頭部硬度的最佳比例是 1.2:1~1.4:1」的觀點，並在後來的應用中得到了良好的驗證。此外，國際重載鐵路協會(IHHA)在文獻中認為應從系統角度來考量輪軌間硬度的相互關係，IHHA 並指出在重載條件下車輪的硬度(強度)應不低於鋼軌的硬度(強度)，文中並以南非鐵路公司，在專線中使用硬度更高的鋼軌，而未考慮對車輪的影響，所帶來不良後果為例。

6.3 輪徑差增大導致輪緣磨耗

根據第四節的分析可以了解，摩擦材料配方中的增強纖維以及增摩填料可以滿足對提高摩擦係數的要求，但是相對的增加對磨偶的損傷，如果對制動能力要求再提高，必須再增加閘瓦之制動壓附力時，極可能造成摩擦面瞬間溫度高，部分熱點集中而形成金屬的鑲嵌（積鐵），鑲嵌的金屬累積對於對磨偶（車輪踏面）是非常大的損傷，當一輪對其中一輪閘瓦形成金屬鑲嵌後，會導致左右輪徑產生輪徑差。

車輛在線路上進行時，當同一輪對中兩個車輪的踏面，基圓直徑有差別時，將導致輪軸中心線在水平面內發生傾斜，圖 10 顯示輪徑差與輪軌間的作用關係，圖中 N_1, N_2 分別為左右車輪承受的法向力， R_1, R_2 分別為左右法向力的垂直分力， P_1, P_2 分別為左右法向力的橫向力， α 為輪軸中心線與水平線的夾角，由於輪對發生傾斜，促使輪軌作用力發生變化，鋼軌作用在輪對上的水平方向合力為 $\sum P = P_2 - P_1$ 。輪徑差的存在使輪對在重力的作用下，有向輪徑較小一側方向移動的趨勢，以尋找新的力平衡位置，當輪徑差較大時，車輪的橫移量也隨之增大，最終使輪緣與鋼軌貼靠，造成輪緣磨耗。

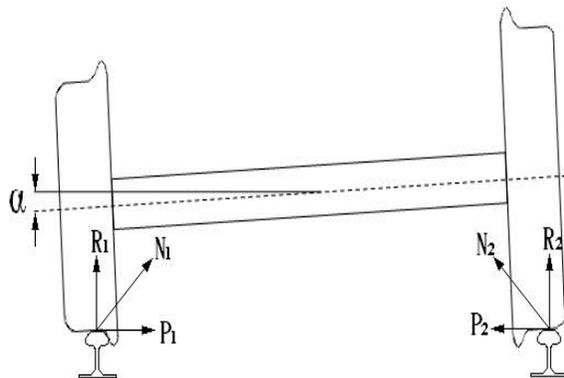


圖 10 輪徑差與輪軌作用關係

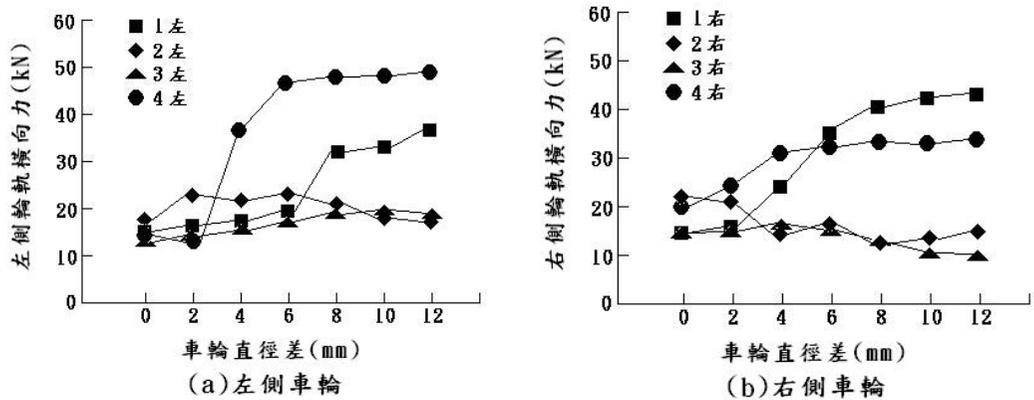


圖 11 輪徑差與輪軌橫向力關係曲線

在一份交通大學的動力學分析報告，其對輪徑差與車輪輪緣磨耗的關係，進行了詳細的研究分析。該研究是設計 1、4 位的輪對，其左側車輪的半徑分別減小 1mm、2mm、3mm、4mm、5mm 和 6mm，而其他車輪半徑則不變，記錄其在直線上運行的受力情況。圖 11 顯示了其輪軌橫向力隨輪徑差變化的曲線。由此可以發現，前轉向架之 1 位輪對與後轉向架之 4 位輪對，當輪徑差變大後皆承受很大的橫向力，這將使轉向架產生蛇行動，促使車輛直線行駛時左右晃動。

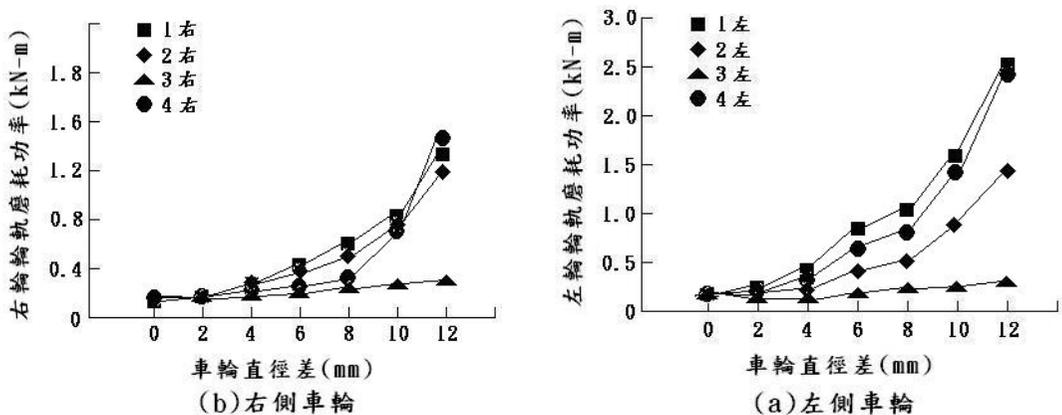
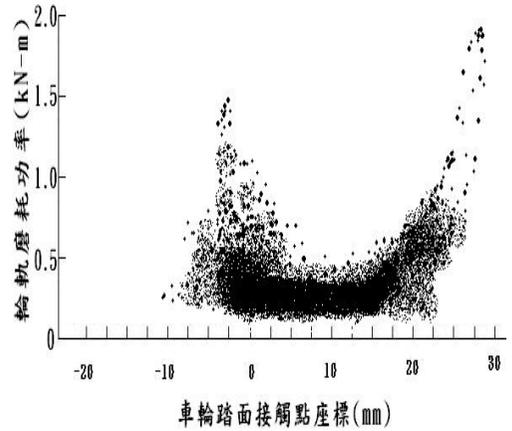
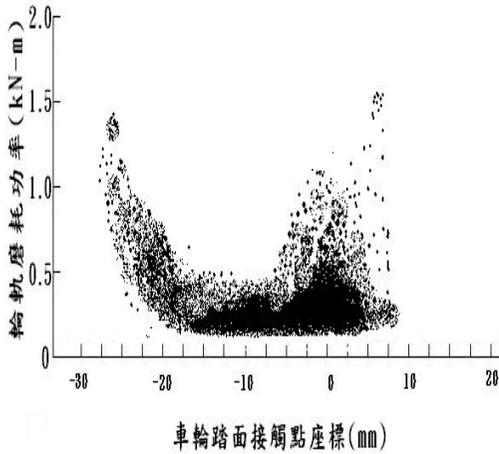


圖 12 輪徑差與輪軌磨耗功率關係曲線

圖 12 為車輪輪軌磨耗功率隨輪徑差變化的曲線，當輪徑差越來越大時，因輪軌橫向力的加大，使得輪軌的磨耗功率也越來越大，如此惡性循環至不可收拾。



(a) l位左側車輪踏面在輪徑差為0時的磨耗功率分布

(b) l位右側車輪踏面在輪徑差為0時的磨耗功率分布

圖 13 無輪徑差時左右輪磨耗功率分布情形

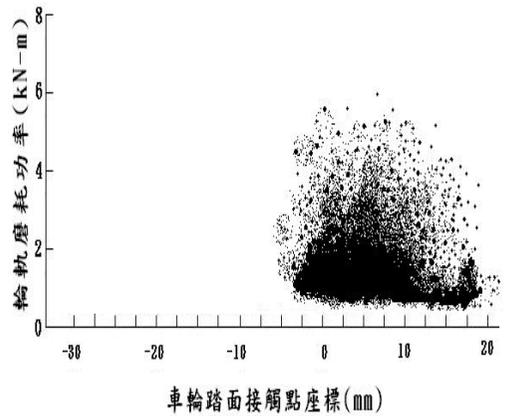
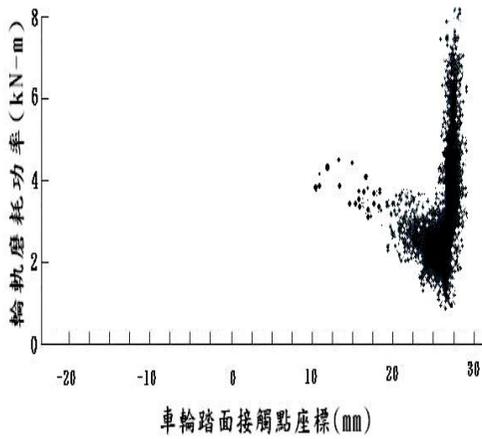


圖 14 輪徑差為 12mm 時左右輪磨耗功率分布情形

輪對產生初始輪徑差後，輪對的輪軌橫向力、輪對橫移及左右輪磨耗功率均增加，但左輪磨耗功率增加比右輪快。當輪徑差繼續擴大，隨著輪徑差的增大輪軌橫向力、輪對橫移及左右車輪磨耗功率均迅速增加，而左車輪磨耗的增加，亦成躍昇趨勢成長；即輪徑差的增加加劇。另外，隨著初始輪徑差的產生，即增大輪對左側車輪的磨耗迫近輪緣，並逐漸集中在輪緣造成輪緣直立磨耗，而右側車輪的磨耗反而逐漸遠離輪緣。

六、結論

由以上研析可以發現，制動摩擦材料組成配方，對於制動功能之執行成敗，擔負有相當關鍵之因素，因為摩擦材料一方面要將大量的制動能量轉換為熱能，另一方面又須確保本身及對磨偶不受熱能損傷。

以下綜合出幾點結論：

1. 不能一味的提高摩擦材料的摩擦係數，以符合縮短煞車距離的要求，因為高摩擦係數的配方填料，相對的會造成對磨偶的異常磨損。但也不能大量提高模擦材料與對磨偶間之壓附力，來達成縮短煞車距離，因為如此會造成摩擦材料的金屬鑲嵌，同時也會造成對磨偶的異常磨損。
2. 車輛的發展設計要求，除了車速的提高、煞車距離的縮短外，同時應考慮到軔機系統是否相對可以承受，其中包括採用的制動摩擦材料特性，是否足以轉換增大的煞車功率；對磨偶(車輪或碟煞盤)是否足以承受及散熱增加的摩擦熱能。
3. 如果摩擦煞車系統無法符合要求，應考慮輔以電軔系統，來分擔增大的煞車功率，例如：長大下坡道控速煞車時；亦或常用緊軔時，能以電軔為主，軔力不足時再輔以摩擦氣軔，如此必能大大分擔消耗煞車動能，減少摩擦材料及對磨偶的受熱損傷。

參考文獻

1. 交通部台灣鐵路管理局(2018)，車輛檢修程序。
2. 交通部台灣鐵路管理局(1998)，E1000 型機車高摩擦係數合成閘瓦規範。
3. 交通部台灣鐵路管理局(2001)，鑄鐵閘瓦規範。
4. 林忠漢、張新立(2004)，「探討可靠度集中維護方法於軌道維護策略之應用—以台北捷運高運量電聯車系統為例」，國立交通大學。
5. 黃慶祥(2005)，「鐵道車輛輪緣改良型潤滑系統之研製」，國立中原大學。
6. 廖元聖(2007)，「輪對運動對輪軌接觸蠕滑率/力之影響」，國立成功大學。
7. 黃成祥、侯力、蒲茜、周自波、李耀東(2004)，「鐵路車輪裂紋在線檢測方法研究」，四川大學學報(工程科學版)，36 卷 6 期。
8. 高紅霞、劉建秀、朱茹敏(2005)，「銅基粉末冶金列車閘瓦材料的摩擦磨損性能研究」，材料科學與工程學報，23 卷 6 期。
9. 沈選金(2015)，「火車閘瓦消失模鑄造工藝」，攀鋼集團研究有限公司，鑄造 2015 年 025 期。

臺灣鐵路管理局導入租賃新公報之探討

The Discussion of New Lease Accounting for TRA

林玟馨 Lin, Wen-Hsin¹

沈佩蓉 Shen, Pei-Jong²

聯絡地址：10041 臺北市北平西路 3 號

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

聯絡電話 (Tel)：02-23815226#2662

電子信箱 (E-mail)：0029834@railway.gov.tw

摘要

國際財務報導準則 (International Financial Reporting Standards, 以下簡稱 IFRS)，主要目的在於達成一致性的財務資訊溝通，已成為全球資本市場之單一準則及趨勢，交通部臺灣鐵路管理局 (以下簡稱臺鐵局) 自 2013 年 1 月 1 日起首度實施 IFRS，適逢百年以來會計制度大轉換。行政院金融監督管理委員會 (以下簡稱金管會) 於 2019 年起與國際同步接軌實施 IFRS16 租賃公報，營業租賃將從原本的費用化，轉入於資產負債表內認列，促使財務報表更真實表達，提高財務資訊透明度、忠實性及可比較性。本公報涉及眾多層面之影響，包括從預算編列至財務報表揭露，為極需規劃與探討的課題。

本篇主要介紹租賃公報的新舊差異，同時對於臺鐵局租賃新公報導入的過程做說明，期待在認識過程中，以及面對實際狀況時，可以清楚地判斷適用範圍並且對租賃新公報之作法有初步瞭解。

¹臺鐵局 主計室 專員

²臺鐵局 主計室 科長

關鍵字：國際財務報導準則第 16 號租賃、國營事業

Abstract

International Financial Reporting Standards (IFRS), Prominent and popular in the world, IFRSs aim to improve the consistency of financial information communication.

Taiwan Railways Administration-Ministry of transportation and communication (TRA) first adopted IFRSs unprecedentedly on January 1 2013. Then Financial Supervisory Commission (FSC) implemented IFRS 16 “lease” concurrently with the other world. The operating lease changed from expenditure to capitalized in balance sheet. This makes financial statements more fairly presented, and enhances financial information’s transparency, faithfulness, and comparability. This standard affects many aspects, from budgeting to financial statement disclosure, and need to be further discussed.

This article discusses the difference between new and old lease accounting approach, and introduces how TRA applying new lease accounting approach. We hope this will make readers more understand the new lease accounting and easily apply new approach when encountering practical issues.

Keywords: International Financial Reporting Standard No. 16 Lease, state-owned enterprise

一、緣起及依據

1.1 緣起

臺鐵局配合行政院主計總處（以下簡稱主計總處）推動國營事業導入國際會計準則實施計畫，於 102 年度開始正式導入 IFRS 及國際會計準則（International Accounting Standards，以下簡稱 IAS）與相關解釋函令，依 IFRS 編製財務報表，會計制度亦配合修訂。此後，臺鐵局與金管會所發佈之 IFRS 同步實施，意謂著臺鐵局財務報表資訊之表達與揭露方式與國際接軌，其一致化表達將更有助於社會大眾閱讀。

1.2 依據

由於在原 IAS17 公報規定下，承租人對於租賃事項依租賃資產主要風險及報酬有無移轉，而採取會計處理方式分為融資租賃（又稱資本租賃）及營業租賃二種，造成可能會認列資產及負債或僅於各期損益表認列租金費用，財務報表表達不一致之情形，而失去了報表的可比較性，在資本市場也不斷有人提出質疑，促使國際會計準則理事會（IASB）在 2016 年 1 月發布 IFRS16 租賃，取代 IAS17 租賃及其相關解釋及解釋公告。

主計總處為因應國營事業自 108 年度適用 IFRS 第 16 號「租賃」公報（以下簡稱 IFRS16），分別於 107 年 5 月 9 日主會金字第 1070500435 號及 108 年 4 月 18 日主會金字第 1080500329 號函有關「IFRS 各業適用資產負債表科目名稱、定義及編號」及「IFRS 各業適用用途別科目名稱、定義及編號」函知各國營事業單位，此為臺鐵局開始適用之依據。

二、認識租賃新公報

IFRS16 租賃最大變動是承租人必須將所有租賃合約資本化並認列資產及負債，除非為「短期租賃」或「低價值標的之租賃」豁免，此項修訂的目的在增進承租人財務報表的透明度與可比較性。對出租人而言分類並未改變，仍是

以標的資產主要風險是否移轉來決定區分為融資租賃或者是營業租賃。

2.1 租賃新定義－控制權

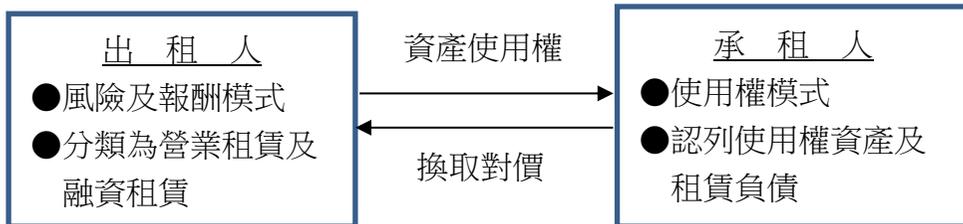


圖 1 租賃新定義－出租人與承租人適用模式區別

所謂租賃，係指轉讓對已辨認資產（稱為標的資產）的使用之控制權一段時間以換得對價的合約，轉讓資產使用權的一方稱為出租人，支付對價的一方稱為承租人，新的定義著重於誰能控制標的資產，且可能改變一項合約為租賃合約之認定。

IFRS16 租賃對承租人而言，改採「單一會計處理模式」，因此，承租人不用再將租賃分類為營業租賃或融資租賃，一個交易安排只要符合 IFRS16 租賃定義，就視為租賃，亦即所有的租賃合約都將視為融資租賃的方式來處理，承租人不能透過營業租賃進行資產負債表外融資。

若於租賃開始日，承租人即將透過租賃取得之資產使用權，認列「使用權資產」，將應支付租金現值認列「租賃負債」，其所包含之成本項目列示如下表：

表 1 使用權資產與租賃負債之組成

使用權資產成本	租賃開始日		已付租賃給付，扣除已收租賃誘因（出租人支付予承租人與租賃有關之給付）
			原始直接成本（取得資產產生之增額成本）
			預估拆卸、移除、復原等除役成本
	租賃負債 = 應付租賃給付現值	租賃期間租賃給付	固定給付及實質固定給付，減除可收取租賃誘因。
			取決於指數或費率之變動租賃給付。
		租賃終止或屆滿租賃給付（擇一）	購買選擇權之行使價格 租賃終止所需支付的罰款 殘值保證下承租人預期支付的金額

2.2 辨認租賃

企業應於合約成立日辨認該合約是否係屬租賃，並於合約條款及條件修改時重新評估是否屬租賃。一項租賃需包含使用已辨認資產、主導使用已辨認資產之權利及取得來自使用已辨認資產之經濟效益之權利等三要素。

2.2.1 使用已辨認資產

標的資產可以在合約中明確指定，例如租用公務車，承租人可以指定租用之車型及車號。倘若出租人在整個使用期間具有替換該資產的實質性權利，則承租人並無已辨認資產的使用權，該合約即非租賃合約，而是服務合約，例如租用公務車承租人無法指定車型及車號。資產之部分產能在實體上必須是可以區分，例如建築物的某些樓層，則為已辨認資產；若為租用光纖電纜之部分產能，則非已辨認資產。

當一份租賃合約同時包含租賃組成部分及非租賃組成部分，必需區分合約之組成部分，例如租用一層辦公大樓，另外提供清潔及保全服務，應將租金分攤到房屋租賃及清潔保全服務。

2.2.2 主導使用已辨認資產之權利

所謂主導使用已辨認資產之權利，係指承租人在整個使用期間主導已辨認資產的使用權利，重要的是對資產的使用方式及使用目的有決策權，在租賃期間可以改變決策。所謂替換資產的實質性權利，係指供應者在整個使用期間具有替代資產作為替換實際能力且替換資產的效益預期將超過替換成本，若承租人無法及時判斷供應者是否具有實質替換資產權利，則應假設該等替換權利並非實質。

2.2.3 取得來自使用已辨認資產之經濟效益之權利

使用一項資產之經濟效益包括其主要產出、副產品及其他透過使用該資產而使用可辨認資產權利範圍內。例如：倘若一合約限制車輛僅得於期間內行駛特定地區，則企業於考量經濟效益時僅能限於該地區內使用該車輛之效益。

客戶須於整個使用期間具有取得來自該資產之幾乎涵蓋所有經濟效益之

權利，例如藉由整個期間專屬使用該資產之權利。客戶得以許多方式（如使用、持有或轉租資產等）直接或間接取得來自使用該資產之經濟效益。

2.3 認列及衡量之豁免

基於成本效益之原則，IFRS16 租賃增加了豁免之彈性，若符合「短期租賃」或「低價值標的之租賃」二者之一，即屬於豁免範圍，得不適用。「短期租賃」係無承購權且於租賃開始日租賃期間等於或短於 12 個月之租賃。「低價值標的之租賃」係指個別（每一項）全新時價且未轉租之低價值標的資產且小於美金 5 千元。

2.4 轉租

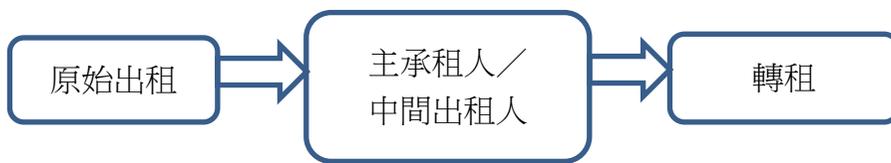


圖 2 轉租之關係

轉租係指承租人在原始租賃合約仍有效的情况下，將使用標的資產之權利授予第三方，其處理必需將主租約及轉租合約視為兩份不同合約，轉租出租人應根據主契約所產生之使用權資產（而非根據標的資產）將轉租分類為融資租賃或營業租賃。

三、租賃新公報對臺鐵局之影響

租賃新公報〈IFRS16〉將改變企業資產、負債及費用認列方式，影響包括會計科目修訂、預算編列項目不同、會計帳務處理複雜化、並改變財務報表表達揭露方式。

3.1 會計科目及會計制度配合修訂

依據主計總處核定之「國營事業機構導入國際財務報導準則(IFRS)之會計科(項)目及其編號參考表」，配合修訂臺鐵局會計科目。資產類會計科目由「租賃資產」調整為「使用權資產」，該科目需依租賃標的物的財產類別，即土地、土地改良物、建物、機械及設備、交通及運輸設備、什項設備等再區分子項目，其餘項下之「累計折舊」與「累計減損」亦同步調整。負債類科目由「應付租賃款」調整為「租賃負債」。

3.2 會計帳務之改變

原 IAS17 租賃會計處理，於租賃始日即決定，分為營業租賃及融資租賃，符合下列四條件之一者即為融資租賃，其餘為營業租賃。

- 一、租期屆滿時租賃標的物所有權移轉給承租人。
- 二、租期屆滿時承租人有優惠承購權承購標的資產。
- 三、所有權雖未移轉但租賃期間涵蓋租賃資產經濟年限主要部分。
- 四、最低租金給付現值幾乎達該租賃資產公允價值。

IFRS16 大幅改變承租人會計作帳的方式，幾乎對所有租賃合約認列使用權資產及租賃負債，與舊公報比較，增加融資租賃合約數量，影響會計處理的複雜度。由於租賃負債係採有效利率法攤計利息，因此在租賃個別期間內之利息費用係以前高後低的結果認列損益表，但就整體租賃期間而言，IFRS16 下之租賃合約所認列之折舊及利息總額等於原先營業租賃下之租金費用總額，茲將差異比較如下：

3.3.4 財務比率之影響

倘若將大量營業租賃列入資產負債表處理，負債比率增加，利息保障倍數及資產週轉率下降；損益表科目由租金費用分成折舊費用及利息費用，而利息費用屬營業外項目，造成營業淨利率增加，初期認列折舊費用及利息費用將高於租金費用，致綜合損益表 EBITDA（稅前、利息前、折舊前損益）上升、每股盈餘下降。

3.3.5 財務報表附註揭露

租賃所產生的現金流量、折舊費用、利息費用、轉租及售後租回等都要全面揭露。

3.4 對臺鐵局預算編列可能產生之影響

使用權資產納入一般建築及設備計畫年度預算，亦即從原先的經常門預算（費用預算）轉成資本門，預算需配合編列；此外，另需估算租賃標的之使用權資產金額，依其租期或耐用年限編列折舊費用；並依租賃負債按有效利息法計算利息費用。因租賃契約由臺鐵局各業務單位簽訂及履約，為臻業務單位對 IFRS16 熟悉，擬辦理預算編列、執行及攤銷金額計算與租賃合約修改等教育訓練。

3.5 對臺鐵局資訊系統之影響

臺鐵局需修改現有的資訊系統，將使用權資產、租賃負債納入管理，產生利息計算攤銷表，按月提列折舊，並且可以因應相關變數之動態關聯，例如：利率之變動、租賃給付額及租賃期間等彈性調整。

四、委託會計師協助臺鐵局導入租賃新公報

4.1 導入時程表

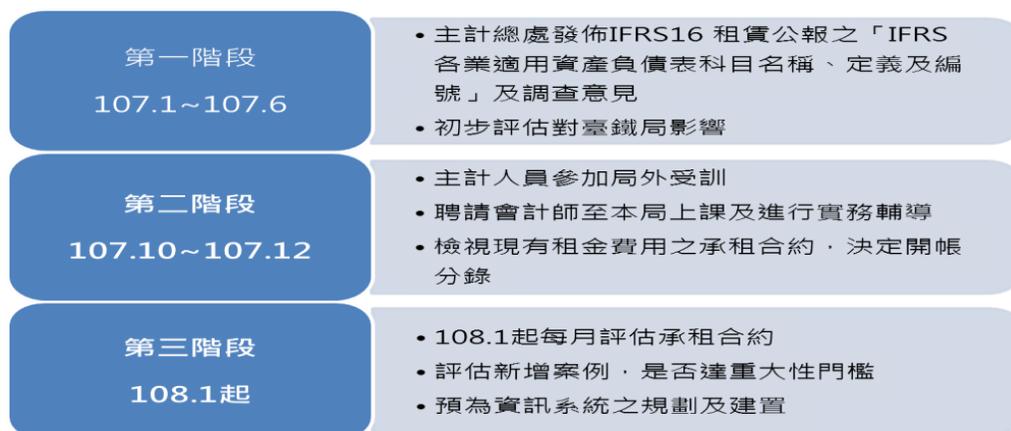


圖 4 IFRS 16 租賃公報導入時程規劃

4.2 參與受訓與輔導對象

臺鐵局預算編列之起源為各業務單位，負責預算籌編之相關人員以及主計室同仁係為租賃新公報直接受影響的對象。臺鐵局目前業務性質以客貨運服務為主，出租業務及餐旅服務為次，又臺鐵局資產比重高，以出租業務居多，承租業務較少，故本次租賃新公報之導入先以主計室同仁優先參與受訓及輔導。

4.3 委託會計師輔導臺鐵局導入租賃新公報

臺鐵局委託會計師輔導租賃新公報之導入，首先聘請專業會計師至臺鐵局上課，經由課後提出實務問題釐清疑問，最後安排以小組會議方式逐一討論，藉由檢視 107 年度租金費用明細帳是否有需要於 108 年度調整為使用權資產之項目。請同仁調合約書或詢問承辦人員，確認合約內容之租期及標的物，並依租賃定義三個基本原則（使用已辨認資產、主導使用已辨認資產之權利、取得來自使用已辨認資產之經濟效益之權利）判斷。

4.3.1 辨認租賃三原則

使用已辨認資產，臺鐵局土地及房屋租金，租期皆大於 1 年，但部分租賃標的物之價值小於 5 千元美金(非為租金 5 千元美金)，故無法排除適用 IFRS16，需依租金支付方式為月初、月底或年底等，折現計算使用權資產及租賃負債。租賃合約中含有勞務合約，企業應將合約中每一租賃組成部分作為單獨租賃，並與非租賃組成部分之給付金額分別進行會計處理。

主導使用已辨認資產之權利，亦即指對租賃資產之是否有實質替換之權利。臺鐵局之附業營運中心（前身為餐旅服務總所），所承租高鐵站之販賣台，販售臺鐵便當及鐵路商品，租賃期間 36 個月（超過一年），無承購權且供應者（出租方）具實質替換權，經檢視合約內容，確認排除 IFRS16 適用之範圍，主要理由係高鐵有主導權安排販賣台區域及解除契約。另臺鐵局與廠商租用影印機設備，租用合約中無法指定特定某一台機器，亦屬於對標的資產無實質替換的權利。

取得來自使用已辨認資產之經濟效益之權利，臺鐵局如租賃標的物係作為存放維修用機具或辦公處所，非屬生產活動相關，只要能從中獲取效益，亦算是取得實質經濟效益，應認列為使用權資產。若租用電腦網路使用因涉及無形資產，公報規定得選擇適用，經會計師依專業判斷為可以不適用。租用光纖及無線網路因不是占全部資產之經濟效益，亦屬無形資產，不適用 IFRS16 之範圍。

4.3.2 承租人增額借款利率之決定

依據 IFRS16 第 26 段，於租賃開始日，承租人應按該日尚未支付之租賃給付現值衡量租賃負債。若租賃隱含利率容易確定，租賃給付應使用該利率折現。若該利率並非容易確定，承租人應使用承租人增額借款利率。故承租人增額借款利率之定義為：承租人於類似經濟環境中為取得與使用權資產價值相近之資產，而以類似擔保品與類似期間借入所需資金應支付之利率，亦即於目前情況下，擬與銀行增借中長期資金之利率。增額借款利率需依照各月份之變動更新計算，除非差異性不大。

臺鐵局增額借款利率係採用國家發展委員會中長期資金融資利率，其中以

「中華郵政一年期定期儲金機動利率」為基準利率機動調整，承辦行庫加碼以不超過 2 個百分點為原則。目前該基準利率為 1.06%，再加上臺鐵局辦理該項借款之銀行加碼利率為 0.7%，並考慮印花稅後，融資利率估約為 1.86%〔 $(1.06\%+0.7\%)/0.946$ 〕。

4.3.3 決定租賃期間所需考量之因素

租賃期間係指不可取消之期間，再加上可選擇延長之期間以及可選擇終止之期間，被納入租賃期間之任何延長或租賃終止之選擇權須為可執行，且可以合理預期決定選擇。另決定租賃期間所需考量之因素尚包括該項資產是否有重大租賃改良物、搬遷成本等，或是合約條款、企業營運及市場環境將影響承租人續租之意願，均依實質原則來判斷。

臺鐵局租用地地上建物做為辦公室使用，租金一年一簽，投入辦公室之設備及裝潢，其耐用年限為 10 年，未來拆除成本具重大性，依經濟實質重於形式之原則判斷，此部分需將租金折現 10 年認列使用權資產。又向國產署租用土地作為宿舍用，租期 8 年，每月付租金，該建物之耐用年限尚餘 39 年，雖然 8 年一簽，亦基於經濟實質重於形式之原則，需以每月租金依建物之耐用年限剩餘 39 年折算現值入帳。

本案於租賃始日起即應依前述原則評估合理之租賃期間，若後續因事實或情況變動而改變對租賃期間之評估，則以估計變動處理，重新衡量租賃負債金額並調整使用權資產，若使用權資產已調整至零，差額則認列於損益。

4.3.4 租金折現之方式及認列之時間點

臺鐵局財務報表係每月均需提報主管機關，故有關非按月支付利息部分，亦應按月折算現值計算攤銷表，將利息費用及折舊費用列帳，並於支付租金時點列帳，例如：租金以季為單位支付。

五、臺鐵局實施租賃新公報辨理情形與釋例

5.1 辨認適用使用權資產之合約

為使同仁更加瞭解平時租金費用帳務內容，首先將公報重點以排除法列示租賃新公報不適用項目，大致區分 A、B、C、D〔分別代表 A：租賃期間小於 12 個月且無承購權；B：個別（每一項）全新時價且未轉租之低價值標的資產且小於美金 5 千元；C：供應者（出租方）具實質替換權（例如出租小客車，承租人無法指定特定車輛）；D：無形資產〕，供同仁對於租賃新公報的適用範圍有初步辨識及判斷標準，並評估應列為使用權資產之合約。

5.2 臺鐵局適用 IFRS16 租賃新公報之項目

經過同仁初步檢視可能適用租賃新公報之合約後，由委託會計師上課，課程中提出問題討論，並以小組會議的方式，最後再與各組組長歷經三次面對面討論，整理出 107 年度租金費用之明細分類帳中，認列租金費用之會計科目於租賃新公報實施後，應改為使用權資產認列之項目，經彙整後共有 10 個合約適用。

表 3 臺鐵局評估適用租賃新公報之合約

單位：元

項目	合 約 內 容	使用權資產
合約 1	臺鐵局向臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司租用海港聯合大樓作為出租動植物防檢局所用，契約時間自 108 年 1 月 1 日至 112 年 12 月 31 日，每年租金 95,265 元，租期五年，每年 1/15、7/15 支付。	454,511
合約 2	臺鐵局向台灣糖業股份有限公司租用土地作為溪湖倉庫使用，契約時間自 106 年 1 月 1 日至 110 年 12 月 31 日，每年租金 2,080 元，租期五年，年初 1/15 支付。	6,064
合約 3	臺鐵局向財政部國有財產署租用土地做為出租停車場使用，契約時間自 107 年 7 月 26 日至 111 年 3 月 10 日，每年租金 49,800 元，租期 4 年，半年支付一次。	156,937

合約 4	臺鐵局向臺灣港務股份有限公司基隆分公司租用土地作為辦公房屋基地使用，契約時間自 108 年 1 月 1 日至 110 年 12 月 31 日，每年租金 19,552 元，租期三年，年初支付。	57,006
合約 5	臺鐵局向財團法人台灣省私立台南仁愛之家租用土地作為出租用，契約時間自 105 年 1 月 1 日至 108 年 12 月 31 日，每月租金 11,877 元，租期 4 年，每年 3/31 支付。	141,098
合約 6	臺鐵局向財政部國有財產署租用土地作為宿舍用，契約時間自 100 年 11 月 1 日至 108 年 12 月 31 日，每月租金 3,547 元，租期 8 年，每半年支付一次。	1,179,886
合約 7	臺鐵局向財政部國有財產署租用土地作為倉庫用，契約時間自 100 年 8 月 1 日至 108 年 12 月 31 日，每月租金 15,931 元，租期 8 年，每半年支付一次。	189,260
合約 8	臺鐵局向臺灣港務股份有限公司花蓮港務分公司租用土地作為鐵道支線用，契約時間自 107 年 1 月 1 日至 111 年 12 月 31 日，每年租金(含管理費)1,741,794 元，租期 5 年，每年支付一次。	5,489,002
合約 9	臺鐵局向台灣糖業股份有限公司花東區處租用土地作為鐵路路線使用，契約時間自 105 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日，每年租金 172,076 元，租期 5 年，每年支付一次。	212,451
合約 10	臺鐵局向台灣糖業股份有限公司租用土地作為鐵塔用地使用，契約時間自 106 年 3 月 1 日至 111 年 2 月 28 日，每年租金 16,352 元，租期五年，每年 2/28 前支付。	50,260
	合 計	7,396,476

5.3 依所辨認租賃合約計算利息攤銷表

以合約 3 為例，臺鐵局向財政部國有財產署租用土地做為出租停車場使用，契約時間自 107 年 7 月 26 日至 111 年 3 月 10 日，每年租金 49,800 元，租期 4 年，半年支付一次。假設本案於生效日（108 年 1 月 1 日）採修正式追溯法，使用權資產及租賃負債之衡量，豁免全部追溯計算該等餘額（107 年 7 月 26 日至 107 年 12 月 31 日），直接調整初次適用日金額。本案於 108 年 1 月 1 日，將年租金換算成月租金給付額 4,150 元，再依增額借款利率 1.86% 以剩餘租期 39 個月折算現值為 156,937 元，並按月計算利息費用及提列折舊，計算攤銷表如下：

表 4 租賃負債與使用權資產攤銷表

單位：元

日期	租賃負債				使用權資產		
	期初餘額	利息費用	應付租金	期末餘額	期初餘額	折舊費用	期末餘額
108/01/01				156,937			156,937
108/01/31	156,937	243	4,150	153,030	156,937	4,024	152,913
108/02/28	153,030	237	4,150	149,118	152,913	4,024	148,889
108/03/31	149,118	231	4,150	145,199	148,889	4,024	144,865
108/04/30	145,199	225	4,150	141,274	144,865	4,024	140,841
108/05/31	141,274	219	4,150	137,343	140,841	4,024	136,817
108/06/30	137,343	213	4,150	133,406	136,817	4,024	132,793
108/07/31	133,406	207	4,150	129,463	132,793	4,024	128,769
108/08/31	129,463	201	4,150	125,513	128,769	4,024	124,745
108/09/30	125,513	195	4,150	121,558	124,745	4,024	120,721
108/10/31	121,558	188	4,150	117,596	120,721	4,024	116,697
108/11/30	117,596	182	4,150	113,628	116,697	4,024	112,673
108/12/31	113,628	176	4,150	109,655	112,673	4,024	108,649
109/01/31	109,655	170	4,150	105,674	108,649	4,024	104,625
109/02/28	105,674	164	4,150	101,688	104,625	4,024	100,601
109/03/31	101,688	158	4,150	97,696	100,601	4,024	96,577
109/04/30	97,696	151	4,150	93,697	96,577	4,024	92,553
109/05/31	93,697	145	4,150	89,693	92,553	4,024	88,529
109/06/30	89,693	139	4,150	85,682	88,529	4,024	84,505
109/07/31	85,682	133	4,150	81,664	84,505	4,024	80,481
109/08/31	81,664	127	4,150	77,641	80,481	4,024	76,457
109/09/30	77,641	120	4,150	73,611	76,457	4,024	72,433
109/10/31	73,611	114	4,150	69,575	72,433	4,024	68,409
109/11/30	69,575	108	4,150	65,533	68,409	4,024	64,385
109/12/31	65,533	102	4,150	61,485	64,385	4,024	60,361
110/01/31	61,485	95	4,150	57,430	60,361	4,024	56,337
110/02/28	57,430	89	4,150	53,369	56,337	4,024	52,313
110/03/31	53,369	83	4,150	49,302	52,313	4,024	48,289
110/04/30	49,302	76	4,150	45,228	48,289	4,024	44,265
110/05/31	45,228	70	4,150	41,148	44,265	4,024	40,241
110/06/30	41,148	64	4,150	37,062	40,241	4,024	36,217
110/07/31	37,062	57	4,150	32,970	36,217	4,024	32,193
110/08/31	32,970	51	4,150	28,871	32,193	4,024	28,169
110/09/30	28,871	45	4,150	24,765	28,169	4,024	24,145
110/10/31	24,765	38	4,150	20,654	24,145	4,024	20,121
110/11/30	20,654	32	4,150	16,536	20,121	4,024	16,097
110/12/31	16,536	26	4,150	12,412	16,097	4,024	12,073
111/01/31	12,412	19	4,150	8,281	12,073	4,024	8,049
111/02/28	8,281	13	4,150	4,144	8,049	4,024	4,025
111/03/31	4,144	6	4,150	0	4,025	4,025	0

5.4 租賃會計帳務處理

延續合約 3 之攤銷表，將整個租賃會計處理說明如下：

一、訂立合約時，換算每月租金以利率折算現值，認列使用權資產及租賃負債，標的資產為室外停車場，依財物分類標準為土地改良物。

借：使用權資產－土地改良物	156,937	
貸：租賃負債		156,937

二、逐月認列利息費用，並以前高後低的模式呈現利息費用，利息費用與應付款項之差額沖減租賃負債。

借：利息費用	243	
租賃負債	3,907	
貸：應付款項		4,150

三、逐月提列折舊費用，折舊費用之計算需以租約之年限決定，亦即 156,937 除以剩餘租賃期間 39 個月，平均每月提列 4,024 元。

借：折舊費用－使用權資產－土地改良物	4,024	
貸：累計折舊－使用權資產－土地改良物		4,024

四、依租賃合約支付租金，將每月認列之應付款項轉銷。

借：應付款項	24,900	
貸：銀行存款		24,900

五、租賃期間屆滿租賃標的物之會計處理：

假設不續租，歸還使用權資產給出租人。

借：累計折舊－使用權資產－土地改良物	156,937	
貸：使用權資產－土地改良物		156,937

假設出租人移轉使用權資產給承租人。

借：土地改良物	156,937	
累計折舊－使用權資產－土地改良物	156,937	
貸：使用權資產－土地改良物		156,937
累計折舊－土地改良物		156,937

5.5 臺鐵局適用 IFRS16 租賃新公報之綜合評估

臺鐵局會計制度第四十八條「會計之紀錄與報導應根據客觀事實或於必要時依合理之估計，按照國際財務報導準則及國際會計準則與相關解釋函令處理之」，爰此，於 IFRS16 之適用日（108 年 1 月 1 日），均應依該公報進行會計處理，除非會計師依專業判斷，評估是否錯誤將影響財務報表之正確性，此時才會另以重大性之考量，通常都是以營業收入的 1% 或者是總資產的 0.5% 做一衡量基準。

經委任會計師評估計算適用 IFRS16 之 108 年度開帳分錄，108 年度使用權資產金額共計 7,936,475 元，僅占臺鐵局 107 年底資產總額 822,215,441,792.19 元 0.00096%。由於金額比例甚微並不會重大影響臺鐵局財務資訊揭露，基於簡化帳務作業之原則，會計師評估，依 IAS 第 8 號會計政策、會計估計變動及錯誤之第 8 段當採用該等會計政策之影響不重大時，則無需採用。因而會計師建議臺鐵局得依 IAS 第 8 號第 8 段規定，將此開帳影響金額得不入帳，惟仍應按月評估影響並斟酌是否採用入帳。

六、結語

臺鐵局會計制度係參照國際會計準則、主計法規、政府會計準則公報及國營事業相關管理辦理，並參酌業務特性、組織運作方式及管理需要規劃擬定而成，為順應國際潮流，配合行政院主計總處推動國營事業全面實施 IFRS。因此，在本次 IFRS16 導入的過程中，依照該準則規定辦理評估，由於 IFRS 著重於原則，較不採用「界線測試」的方式決定會計處理，爰最後評估的結果雖有適用 IFRS16 租賃公報之合約，但依會計師意見在重大性原則的情況下，得暫時不以提高使用權資產之方式入帳，惟仍按月評估影響並斟酌是否入帳。

參考文獻

1. 行政院主計總處（2018），國營事業機構導入國際財務報導準則（IFRS）之會計科(項)目及其編號參考表。
2. 交通部臺灣鐵路管理局（2012），交通部臺灣鐵路管理局會計制度。
3. 會計研究月刊（2018/05）、（2019/09）。
4. 國際財務報導準則委員會基金會（IFRS Foundation）（2019），國際財務報導準則（包括國際會計準則及解釋）。
5. 鄭丁旺（2018），中級會計學（第14版），三民書局。

約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平台，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及臺鐵路相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 來稿請力求精簡，另請提供包括中文與英文摘要各一篇。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為結果外，並請說明其主要貢獻。
4. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
5. 來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
6. 文章定稿刊登前，將請作者先行校對後提送完整稿件及其電腦檔案乙份(請使用 Microsoft Word 2003 以上中文版軟體)，以利編輯作業。
7. 所有來稿(函)請逕寄「11244 臺北市北投區公館路 83 號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-28916250 轉 217；傳真：02-28919584；E-mail：0951044@railway.gov.tw。

臺鐵資料季刊撰寫格式

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

參考文獻

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

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

臺鐵資料季刊論文授權書

本授權書所授權之論文全文與電子檔，為本人撰寫之

論文。

(以下請擇一勾選)

同意 (立即開放)

同意 (一年後開放)，原因是：

同意 (二年後開放)，原因是：

不同意，原因是：

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

簽名：

中華民國 年 月 日

備註：

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

臺鐵 資料

季刊 第 372 期

發行人	張政源
編輯者	臺鐵資料季刊編輯委員會
審查者	臺鐵資料季刊審查委員會
主任委員	張政源
副主任委員	杜微、馮輝昇、朱來順
總編輯	顏文忠
副總編輯	劉建良
主編	劉淑芬
編輯	劉英宗
出版者	交通部臺灣鐵路管理局 地址：10041 臺北市北平西路 3 號 電話：02-23899854 網址： http://www.railway.gov.tw
出版日期	中華民國 109 年 3 月
創刊日期	中華民國 52 年 10 月
封面圖片說明	集集線彩繪列車
封面圖片攝影者	邱家增
印刷者	卡羅數位科技有限公司 地址：360 苗栗市和平路 138 巷 26 號 電話：037-371156
展售門市	國家書店松江門市 地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 電話：02-25180207 網址： http://www.govbooks.com.tw 五南文化廣場 地址：40042 臺中市區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： http://www.wunanbooks.com.tw

電子全文登載於臺鐵網站

GPN：2005200020

ISSN：1011-6850

著作財產權人：交通部臺灣鐵路管理局

臺鐵核心價值

安全 準確 服務 創新 團結 榮譽

ISSN1011-6850



9 771011 685005

ISSN1011-6850
定價:新台幣200元

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