

ISSN 1011-6850

TAIWAN RAILWAY JOURNAL

TRJ 臺鐵資料

季刊

382
Sep.2022
Autumn



交通部臺灣鐵路管理局

Taiwan Railways Administration, MOTC

目錄 Contents

| | |
|---|----|
| 臺鐵轉型改革推動構想規劃..... 林秋好 | 1 |
| The Concept Planning of Promoting the Transformation and Reform of TRA..... Lin, Chiu-Yu | |
| 探討三種曲線半徑之鋼軌波狀磨耗特徵波長分析..... 林智強.鄒承諺.劉德正 | 43 |
| Characteristic Wavelength Analysis of Rail Corrugation with Three Curve Radii..... Lin, Chih-Chiang. Tsou, Cheng-Yen. Liu, Ter-Cheng | |
| 車輪踏面耗損分析與運用週期的配合方法..... 謝益民.鄭添文.宋秉翰.黃耀德 | 67 |
| The Analysis of Wheel Abrasion and the Coordination with Scheduling Usage.....Sie, Yi-Min. Cheng, Tine-Wen. Song, Bing-Han. Huang, Yao-De | |
| 遙控技術應用於鳴笛標轉向以降低被撞風險可行性研究..... | 85 |
| 李佳諭.朱政達.林國隆.謝毅達 | |
| Feasibility Study on Application of Remote Control Technology to Turn the Whistle Sign Reducing the Risk of Collision..... Jia-Yu Li. Cheng-Da Chu. Gwo-Long Lin. Yi-Dar Hsieh | |

臺鐵轉型改革推動構想規劃

The Concept Planning of Promoting the Transformation and Reform of TRA

林秋好 Lin, Chiu-Yu¹

聯絡地址：100230 臺北市中正區北平西路 3 號

Address：No.3, Beiping W. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100230,
Taiwan(R.O.C.)

電話 (Tel)：02-23815226#2567

電子信箱 (E-mail)：0088121@railway.gov.tw

摘要

臺鐵兼具政府機關及公營事業機構的性質，但組織體制尚沿襲行政官署，營運自主空間有限，加以長期歷史債務包袱及累積虧損造成財務沉重負擔，經營困難。現階段亟需儘速調整組織體制，積極轉型並成立「國營臺灣鐵路股份有限公司」，確立臺鐵改革模式需有明確的中長期營運策略、充分的勞資協商、配套措施、解除臺鐵歷史包袱，徹底解決臺鐵財務困境。維持國營但改制進行公司化，是現階段較適合臺鐵之改革策略方針。短期目標設定 113 年完成公司化，中長期目標將臺鐵打造成為「符合社會期待安全第一的鐵道公司」，以達「永續經營」的長期持續發展目標。

關鍵詞：臺鐵改革、公司化、永續經營

Abstract

Taiwan Railways Administration (TRA) is both a government agency and an essential public institution, but its organization still follows administrative agency. So the ability to make own decisions of TRA is

¹ 臺鐵局 企劃處 專員

limitary. Because long term debt and accumulated deficit caused heavy financial burden, the operation of TRA is difficult. At the present stage, TRA needs to adjust the system of the organization quickly, transform actively, and set up “Nationalized Taiwan Railways Administration Company Limited”. Establishing the reform of TRA requires clear medium term and long term plan of operation, full collective bargaining, complementary measures, and removes the historical burden of TRA, in order to solve the financial predicament of TRA thoroughly. TRA should maintain nationalization, but reform corporatization, that it is more suitable to the strategy of reform of TRA in the present stage. Short term goal will complete corporatization in 113 years, and medium term and long term goal is that TRA will be become “meeting social desirability and safety first of the railway company”, in order to achieve the final goal which is the “sustainable development”.

Keywords : Taiwan Railways, corporatization, sustainable development

一、緣起

交通部臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵)創建於 1887 年,已有 135 年歷史,為臺灣環島內陸運輸之主幹,因此,臺鐵在臺灣社會經濟發展過程中,有其相當的貢獻。但隨著時空環境變遷,交通工具多元化,民國 67 年高速公路通車後,營運大幅度降低,導致營運開始出現 2.57 億元之虧損,自此負債持續上升,面臨臺鐵長期以來的經營困境。

行政院為紓解臺鐵財務困境,分別於 69 年、77 年及 80 年分別成立臺灣鐵路整理委員會、監理委員會及臺灣省政府鐵路業務改進督導考核小組予以整頓,並於民國 87 年陸續著手政策改革,包含民營化、公司化、車路分離、車路合一等。民國 88 年 7 月精省後,臺鐵改隸交通部,臺鐵於 90 年 10 月提報「臺鐵公司化之基本構想(草案)」,交通部亦於 91 年成立「臺鐵公司化專案推動小組」。交通部 92 年提出「臺鐵公司化基本方案草案(臺鐵再生計畫)」函報行政

院²，惟臺鐵工會對於公司化一直存有疑慮，經多次協商後，92年12月11日行政院原則同意臺鐵改制為國營公司之基本要件，包括：與臺鐵工會協商同意並完成立法，以及行政及立法部門實質完成行政相關配套措施如債務移轉及預算編列等前提下，始能執行³。

96年1月5日臺灣高速鐵路通車，臺灣地區之交通運輸模式邁入嶄新的里程碑。96年1月10日蔡前副院長英文召開行政院財經小組第38次會議，結論略以：「該局組織改造公司化計畫，因現階段的政經環境無法配合，只能拉長期間朝此方向規劃。」⁴。

交通部98年提出「臺鐵車路分離可行性辦理情形報告」函報行政院，並說明「臺鐵在主、客觀方面均未具備民營化或車路分離之條件，現階段仍以公司化、企業效率化為首要課題。」，105年10月交通部重啟臺鐵公司化議題，賀陳前部長且裁示「…就鐵路建設與營運分立原則…再將臺鐵之未來方向、公司化一步到位及策略做法…呈現整體性之策略報告。」⁵，107年3月交通部「臺鐵近期事故檢討會議」賀陳前部長且裁示「未來應朝『公司化』調整內部組織…」同年6月賀陳前部長且表示確立公司化方向，9月交通部召開「臺鐵公司化專案報告會議」，後接任之吳前部長宏謀裁示「…目前臺鐵公司化有正當性，但是否有迫切性，仍待商榷…」⁶。

107年10月21日發生普悠瑪翻車事件，行政院於同年10月22日組成院層級行政調查小組進行事故調查，賴前院長清德於10月25日院會提示後續應即進行臺鐵總體檢。對於組織定位不明部分之改善策略，調查小組提出「組織重整」之建議。

108年7月28日林前部長佳龍接受媒體專訪，表示臺鐵公司化是應要走的方向，但須搭配轉型與配套⁷，並指示先企業化再公司化之執行方針，臺鐵局據此積極推動企業化經營改革工作。

110年4月發生0402臺鐵408次太魯閣號列車出軌事故，4月7日蔡總統

² 交通部（2003），交通部92年8月8日交路字第0920008197號函。

³ 行政院（2003），行政院92年12月11日院臺交字第0920093777號函。

⁴ 立法院（2012），第8屆第1會期第14次會議議案關係文書（1010002867），頁報315。

⁵ 交通部（2016），交通部105年11月17日交路字第1055014711號函。

⁶ 交通部（2018），107年9月28日交路字第1075012423號函。

⁷ 聯合報（2020）。臺鐵公司化 關鍵在府院決心。擷取日期：2021年10月28日，網站：<https://vision.udn.com/vision/story/12133/3956394>。

英文提出三大改革方向：「徹底解決組織文化(運工機電橫向整合、施工安全管理)、解決長期虧損財務及探討最適永續經營模式」，行政院蘇院長貞昌指示臺鐵以「安全」、「安定」及「轉型」為三大改革面向。其中轉型面向部分，除了先成立各地區協調中心⁸外，研提「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例(草案)」，經交通部 110 年 5 月 4 日函報行政院，在確保員工權益前提下，積極推動臺鐵組織轉型⁹。

臺鐵每年因支付舊制退休金及衍生之債務利息而營運資金不足須向銀行借款，至 110 年推估為 1,418 億元，未來尚有 676 億元舊制退休金須支付，爰政府承諾將自 111 年起逐年編列預算全額補助舊制退撫金、衍生之債務利息，小站及服務性路線虧損¹⁰，計補助 57.8 億元；另臺鐵不動產、廠房及設備除土地外需提列折舊之資產 109 年 3,041 億元，折舊費用高達 88 億元，各占總收入 34% 及總支出 27%，另資產報廢損失 13 億元，均對損益影響甚鉅¹¹。由於折舊高低取決於所擁有折舊性資產多寡而定，臺鐵若能透過資產結構改造，尋找最適合臺鐵經營的模式，將可根本有效提升安全以達到永續經營的目標。

二、文獻回顧

本文參考文獻包含臺鐵營運的政治經濟分析、關鍵經營改善策略、高鐵通車後臺鐵經營模式、公司化策略等面向之文獻，針對所參考之文獻內容，整理各文獻結論摘要如下：

行政院經濟建設委員會(2007)¹²，該份研究提出由日、德二國鐵改革案例提出臺鐵改革之參考，制訂新法、修訂舊法，先制訂修改原先法源，得讓鐵路改革得在新法源下進行改革；債務處理，國外鐵路改革時多會讓原鐵路公司債務歸零的情形下面對市場競爭；在改革時，適度的將組織分割，並給予適當的獨立性之後，再委由民間經營；多角化經營，除本業營運外，尚從事副業發展，為本業以外帶來相當比例的營業收入；成立員工安置機構；成立專門改革

⁸ 110 年 5 月 6 日前臺鐵北區、中區、南區、東區地區協調中心完成掛牌成立。

⁹ 交通部(2021)。110 年 5 月 4 日交(一)字第 1108900171 號函。

¹⁰ 行政院(2021)，110 年 4 月 25 日研商臺鐵改革專案會議決議事項。

¹¹ 依據交通部臺灣鐵路管理局主計室 110 年 11 月提供資料整理。

¹² 行政院經濟建設委員會(2007, 2 月)，國營事業採公有民營之可行性與配套措施之研究，(95)102403，頁 6-46-47。

之組織，鐵路改革時多會成立一臨時性、較高之組織負責推動事業改革。

借鏡該研究所提出日、德二國鐵改革案例先修訂制定新法源、債務處理歸零、多角化經營，從事附屬事業發展及成立專門改革之組織，臺鐵轉型改革推動公司化，首要就是需以法源制定，提出「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例(草案)」，並經由鐵路法修法以鬆綁國有財產法、土地法等相關規定，以進行多角化經營、資產開發、活化土地；另參採成立專門改革之組織之建議，由交通部成立「跨部會諮詢會議」提供協助，臺鐵成立「臺鐵轉型改革推動小組」以推動及辦理轉型改革業務。

石義崇（2004）¹³該份研究政策提出臺鐵管理與民營化政策之方向，認為臺鐵在政策上應有幾項作為，一為民營化政策確能使公營事業獲得重生；二為民營化政策推動最大的障礙，在於員工的支持與否；三為臺鐵必須在組織與營運上做徹底的改革，四為臺鐵功能無法被取代；五為臺鐵與高鐵在營運上應採競合原則；六為可利用現有豐富資源，經營多角化附帶事業。該研究提出建議，一為合理保障員工權益，期使民營化順利推動；二為臺鐵債務問題，應由政府協助解決；三為鐵路公用性的任務，不能因民營化而停止，四為改制公司期間，歸屬政府的鐵路營業用資產，以無償提供臺鐵使用；五為未來應將臺鐵路線建構為都會區大眾運輸系統之一環；六為加徵汽車燃料費，作為鐵路建設基金。

該研究以推動民營化為研究基礎，惟不論是民營化或公司化，要使公營事業獲得重生，必須進行相關變革，且需加強與工會及員工溝通、凝聚共識，以爭取員工支持。有關臺鐵債務部分，為維持基本民生，配合政策性相關負擔，歸屬於不可歸責部分，則爭取政府協助。另所提出的歸屬政府的鐵路營業用資產，以無償提供臺鐵使用及籌措基金方式，皆可納入相關公司化策略參採。

杜微（2012）¹⁴該份研究政策建議，一為應先確立臺鐵局改革模式，確立臺鐵局改革模式需有明確的中長期營運策略、充分的勞資協商、配套措施（含修法）及臺鐵局資產人員運用的妥適安排，故應先擬定時間表作細膩規劃，並至少在交通部層級成立推動委員會及幕僚工作小組，甚或在行政院層級成立決策小組，使工作督導由上至下，意見反應由下而上進行。中央除訂定決策外，亦應負起協調的責任，排除障礙加快推動速度，展現決心與魄力；臺鐵局欲以公共性維持及資產結構最適的「車路分離」方式公司化，現階段難度很高，實

¹³ 石義崇（2004），台灣管理與民營化政策之研究。國立中正大學政治學系碩士論文。

¹⁴ 杜微（2012），臺鐵局營運的政治經濟分析。國立台灣大學社會科學院政治學系碩士論文。

務上仍建議以「車路一體」模式推動公司化，並再妥善劃分資產運用方式，讓資產活化收益部分能轉充政府補貼或是降低歷史債務的財源，減少財政負擔。此外依現況先進行臺鐵局內部會計「車路分離」，善用運能及資產，以增加票箱本業及資產處理的長期性收入，消除經營者責任虧損；以增加資產處理的一次性收入消除歷史債務，未嘗不可行，此法雖需時較久，但較無需和工會協商，當債務獲得一定程度清償後，推動公司化就會容易許多。

二為重新劃分經營責任及義務，非屬於經營者責任之虧損，理論上與經營者效率無關，其發生原因多在經營者投入成本卻產出外部效益，因此，臺鐵與工會協商確定經營者虧損責任之餘，應進一步釐清效益歸屬，設法將內部成本外部化，由受益者支付；三為正視政經現況，重視協商，和工會及相關單位協商公司化進程，宜視政經狀況為之，協商可正向思考，提供員工勞動條件不變之保障，並擬具具體的經營計畫，例如基礎、營運設施或車輛購置計畫，由政府背書，做為重新分配土地資產收益歸隸的條件，協商亦可反向思考，例如公司化將全部適用土地資產交由臺鐵局管理，但需依協定之比例將年收益繳交政府。重視和工會協商的原則，保障與執行並用；四為以立法確保政策方向與內涵，無論鐵路母法、改革模式、新事業體公司條例、退職優惠與再就業處理、稅務等等都應成立法案，及時完成修訂並通過立法；此舉端賴民意的支持及國會的共識配合，和政黨在國會的席次也有關聯。

林煥堂（2002）¹⁵該份研究建議，一為關鍵經營策略只是在決策過程中須優先考慮者，並不表示其它權數較低者就不重要；二為臺鐵目前公營型的事業組織型態，經營無效率。因此，公司化或民營化是必然之趨勢，當然不管公司化或民營化，最重要的是要有企業化經營的理念，若公司化即能提升臺鐵經營效率，改善臺鐵財務狀況，那麼並非一定要民營化不可；反之，則就須要加以民營化。至於臺鐵民營化該採英國「車路分離」的方或是日本「國有民營」的方式，臺鐵宜儘速研擬適當的方案，加強與各界溝通，早日加以定案，一再的延宕只是陷臺鐵於更深的困境；三為營造一個合理的經營環境，應也是臺鐵目前重要工作，包括歷史財務包袱的解除、經營策略的明確定位與法令的修訂，所涉及的單位包括交通部、立法院與社會大眾，臺鐵應儘速妥切的擬定相關的計畫；四為高鐵通車後，臺鐵須調整許多的經營策略，仍宜考量整體狀況逐漸實施這些策略方案；五為臺鐵將來在運輸本業上難有獲利的空間，宜儘速利用

¹⁵ 林煥堂（2002），臺鐵關鍵經營改善策略之研究。國立成功大學交通管理學系碩士論文。

龐大的資產發展多角化事業，應是臺鐵將來的獲利主要來源，臺鐵仍應謹慎評估多角化事業的產業前景及從事時機。

林正隆（2005）¹⁶該研究報告結論，一為臺鐵定位，高鐵營運後臺鐵服務市場以中短程為主，長程為輔。與高鐵存在既競爭又合作關係，路線重疊競爭難免營運路網整合擴大客源互蒙其利；二為因虧損持續增加，用人費偏高，利息及折舊金額高，營收成長有限等原因，導致財務困難無法自行脫困。研究建議，一為推動公司化須貫徹帳上車路分離並解除臺鐵歷史包袱，徹底解決臺鐵財務困境；二為面對高鐵競爭壓力包括都會區捷運化參照捷運費率收費、簡化車種、重新檢視尖離峰排班之調度等積極作為。

許婉琪（2004）¹⁷該研究報告結論，一為維持國營但改制進行公司化，是現階段較適合臺鐵之改革策略；該研究使用決策方法，分析比較臺鐵是否維持國營、維持國營但改制進行公司化或完全民營化。評估認為改制進行公司化，是現階段較適合臺鐵之改革策略；二為公司化之基本要件及相關配套措施，若能處理，使成本合理化，臺鐵將可順利轉型再生；臺鐵公司化後，相關配套措施，如法制化、債務歸零等，若能處理，使成本合理化，臺鐵將可順利轉型再生；三為臺鐵改制完成後，去除相關法令限制，將可企業化，多角化經營，使其轉虧為盈，永續經營；臺鐵改制完成後，組織扁平化，人員精簡化，土地資產處理完備，財務健全，並積極開拓副業，與其他業者進行策略結盟，相信必能永續經營。

該研究建議，一為臺鐵改制過程建議政府應協助臺鐵進行服務與定位轉型、協助臺鐵進行資產開發，及修訂相關政策法規合理保障臺鐵之商業利益，並使臺鐵企業朝向多元化、專業化發展，及臺鐵公用性財務負擔，其營運虧損建議由主管機關每年編列預算補貼；二為臺鐵應自辦之事項包括主動推動臺鐵高鐵之營運整合，配合臺鐵階段公司化、民營化時程加強對改革作業之進度控管，加強發展鐵路貨運物流，以及加強發展鐵路觀光以及加速開發臺鐵資產等項目；三為員工公務員僵化心態應藉由教育訓練努力予以消除。

梁芷菁（2004）¹⁸該研究報告結論，提出組織面建議，一為提高組織溝通

¹⁶ 林正隆（2005），*高鐵通車後臺鐵經營模式之研究*。國立交通大學管理學院碩士論文。

¹⁷ 許婉琪（2004），*臺鐵局公司化策略之研究*。國立臺北大學企業管理學系碩士論文。

¹⁸ 梁芷菁（2004），*組織變革、組織溝通與組織承諾之關聯性研究-以臺鐵民營化為個案*。銘傳大學公共事務研究所碩士論文。

效能，以凝聚共識；二為加強規劃員工的第二專長訓練及專業輔導；三為確保員工權益，爭取員工對民營化變革的支持與合作；四為加強與工會溝通協調，以凝聚共識促進勞資關係和諧；五為妥善規劃升遷及激勵、獎勵措施，以加強員工之組織承諾；六為利用員工之組織承諾，靈活經營方式；七為落實人力精簡政策、減少用人費。

有關該研究發現，凡是任何變革，必然會遭到相關人員的抗拒，當然也會有支持者出現，唯有變革的支持力量大於反對力量，否則任何變革策略都將無疾而終，已說明變革抗拒是普遍現象；而對臺鐵的建議，組織溝通的程度與凝聚共識效能的有顯著關係，故其建議將相關變革辦法及時程表之資訊完全公告周知，利用內部刊物，如臺鐵資料季刊等，提供正確的資訊給員工，以建立員工對變革的正確認知，並及早作好調適，避免造成對未來的不確定感；另應採雙向溝通方式，重視基層員工的意見與心聲，使變革決策更為周延完善，降低對立與避免情緒性抗爭，並進而取得員工的信任與支持，化抗拒阻力為變革助力。另有關加強與工會溝通協調，其建議為由高階決策主管出面與工會協商談判，談判時雙方摒除成見，展現誠意，共同謀求員工福利，並定期舉辦溝通說明會，以爭取工會的支持。

爰 110 年所啟動的臺鐵轉型改革公司化，為能取得員工與工會之認同與了解，進而凝聚共識並獲得支持，交通部及臺鐵局皆採取主動積極溝通、加強員工說明及持續工會協商等三項措施，另並以內部刊物(如臺鐵通訊)、EIP 網站主動提供正確的訊息。

高猷珪（2020）¹⁹該研究報告結論發現，一為勞動基準法第 84 條規定（公務員兼具勞工身分），二為臺鐵局於 2016 年勞動基準法修正後更迫切需要進行公司化與民營化，三為臺鐵局如要進行公司化與民營化首要條件為獲得政務首長及民意代表高度支持，四為鑑於日本國鐵民營化成效，臺鐵局應可參採其作法進行組織變革，五為臺鐵局公司化與民營化同時仍需注意公共性維持，以消除民眾疑慮，增加對公司化與民營化政策支持。

該研究建議，一為我國勞動主管機關應重新檢討公務員兼具勞工身分制度存在合理性與必要性；二為應讓我國政務首長體認臺鐵民營化政策推行必要性與重要性，全力支持與推動臺鐵民營化政策，交通部過去曾經推動臺鐵局公司

¹⁹ 高猷珪（2020），民營化對我國鐵路事業組織變革之影響-日本國鐵的經驗。國立政治大學國際事務學院碩士論文。

化政策，惟最終均宣告失敗，最大原因在於該項政策過去係由下而上方式推動，未能受到政務首長高度支持與全力推動，致遭受工會抗爭或反對即宣告暫緩執行，如欲順利推動該項政策，應採取由上而下的方式執行，全力支持與推動；三為我國交通部可參考日本國鐵分割民營化經驗，由組織面、人員面及多角化經營面等三面向研擬臺鐵民營化方案，交通部研擬臺鐵局公司化方案較為規範性、原則性方案，未見研擬具體內容與作法，諸如多餘人力安置與轉移、一般人員與主管人員如何選擇留任或汰換及組織文化形塑等，鑒於日本已成功完成國鐵分民營化過程，並且民營化後的 JR 鐵路公司也展現出有別於國鐵時期營運績效與成效，因此，我國交通部可參考日本國鐵分割民營化經驗；四為成立鐵路事業行政法人，接手偏遠及虧損路線營運，維持鐵路事業公用性，保障偏遠地區民眾交通權利。

三、臺鐵轉型改革推動歷程

3.1 推動歷程

70 年代行政院推動「公營事業民營化」政策，78 年 7 月成立「行政院公營事業民營化推動專案小組」，政府亦開始探討臺鐵民營化可行性，惟認為不宜遽然行之，應先縝密規畫評估。推動過程歷經五個階段：

3.1.1 第一階段：84 年 9 月至 88 年 6 月。

84 年 9 月交通部與省政府為改善臺鐵人事、財務及未來經營型態，成立「部省專案小組」進行研究，其結論為有關臺鐵未來經營型態應朝「車路分離」模式規劃。88 年 6 月交通部原則同意臺鐵民營化方案採「車路分離」模式，惟需由臺鐵重新與鐵路工會溝通協商，研擬最佳方案，俟達成共識提出修正方案後再報核。

3.1.2 第二階段：89 年 6 月至 89 年 11 月。

89 年 6 月臺鐵將採「車路分離」改革模式之「臺鐵公司化草案」及「鐵路三法草案」函報交通部。89 年 11 月交通部提出「臺鐵公司化草案」及「鐵路三法草案」之審查意見，惟因車路分離之劃分原則、介面處理及員工退撫金、

債務等問題有爭議，經臺鐵與鐵路工會研商結果，決議重新研議臺鐵最適合之改制方式。

3.1.3 第三階段： 90 年 10 月至 96 年 1 月。

90 年 10 月臺鐵因鑑於英國鐵路採「車路分離」之改革模式，造成權責劃分不清，行車事故頻傳，而改採「車路合一」之改革模式，92 年 12 月 11 日行政院院臺交字第 0920093777 號函核示，原則同意：

1. 臺鐵局改制為國營公司之基本要件—(1) 臺鐵局債務、員工退撫金等歷史包袱，由政府全部承接。(2) 臺鐵局因配合政府政策要求，提供不符企業化經營之運輸服務，所造成之虧損，如老殘優待差額、小站及服務性路線之虧損等，由政府全額補貼。(3) 為配合國家發展，有關鐵路基礎設施之建設、維修費用及機車、車輛購置費用，由政府負擔等。
2. 臺鐵局改制國營公司必須在政府同意前述基本要件後，並俟「鐵路法部分條文增修訂草案」、「臺灣鐵路股份有限公司條例草案」等二法與臺鐵工會協商同意並完成立法，以及行政及立法部門實質完成行政相關配套措施如債務移轉及預算編列等前題下，始能執行。
3. 公司化為臺鐵局現階段之推動工作，政府應俟未來主客觀條件具備後，再行訂定民營化時程。

96 年 1 月 10 日行政院經濟建設委員會「行政院財經小組」第 38 次會議：「為解決臺鐵長久以來所面臨的困境，過去交通部以提出的臺鐵組織改造、公司化或民營化計畫，期有助提升臺鐵的經營績效；惟現階段的政經環境並無法配合，只能拉長期間朝此方向規劃。²⁰」臺鐵改以企業化經營、提升效能為推動方向。

3.1.4 第四階段： 105 年 10 月至 107 年 10 月。

105 年 10 月 13 日交通部召開「軌道議題專案會議」²¹，重啟「臺鐵公司化」議題討論，105 年 11 月 22 日交通部召開「研商臺鐵公司化會議」，107 年 10 月交通部吳宏謀部長赴工會訪視，表示「目前尚還有許多客觀條件未成熟，且

²⁰ 立法院（2012），第 8 屆第 1 會期第 14 次會議議案關係文書（1010002867），頁報 315。

²¹ 交通部（2016），105 年 11 月 17 日交路字第 1055014711 號函。

臺鐵現階段還有許多重要事情要做，公司化根本不是臺鐵應優先推動項目；雖然非「停止」公司化研擬，但現在確實不是談公司化洽當時機。」²²。109 年交通部林前部長佳龍接受聯合報專訪公司化議題，表示「…臺鐵談公司化或民營化前，應先透過企業化經營。」公司化前應該要先企業化經營、臺鐵應優先推動企業化²³。

3.1.5 第五階段：110 年 4 月~迄今²⁴。

110 年 4 月 2 日發生 0402 臺鐵 408 次太魯閣號列車出軌事故，造成 49 人死亡和 247 人輕重傷。事故發生後也引發社會各界對於臺鐵相關工程的工安問題、臺鐵組織經營，等議題的高度關注。110 年 4 月 7 日蔡英文總統提出三大改革方向：「徹底解決組織文化(運工機電橫向整合、施工安全管理)、解決長期虧損財務及探討最適永續經營模式」。110 年 4 月 19 日行政院蘇院長指示臺鐵路以「安全」、「安定」及「轉型」為三大改革面向。

1. 交通部於 110 年 5 月 4 日「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例」草案函報行政院審議，並於擬定過程中，持續依行政院與所屬財政部、主計總處、人事行政總處、交通部、臺鐵員工等意見，滾動式檢討及修正；交通部另於 111 年 2 月 25 日將「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例」草案函報行政院，經行政院院會 111 年 3 月 3 日通過，3 月 4 日轉請立法院審查，立法院於 111 年 3 月 24 日召開「臺灣鐵路管理局體制改革」公聽會審議中，111 年 4 月 21 日立法院交通委員會審查「國營台灣鐵路股份有限公司設置條例草案」初審通過。
2. 臺鐵於 110 年自 5 月起至同年 8 月底，已陸續辦理 68 場以上的員工說明會，溝通說明轉型改革事宜。交通部王部長國材並於 111 年啟動拜訪臺鐵工會各地分會，111 年 1 月 14 日首站到基隆分會與臺鐵工會理事長陳世杰、秘書長張文正及臺鐵工會基隆分會理事長游東巡等人座談，2 月份並拜會嘉義、高雄、台東、花蓮以及高機、屏東等分會，傾聽同仁建議，並討論臺鐵改革

²² 自由時報 (2018)。台鐵公司化與調價皆暫緩 吳宏謀：非這 1、2 年優先項目。擷取日期：2021 年 10 月 28 日，網站：<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2569671>。

²³ 聯合報 (2020)。臺鐵公司化 關鍵在府院決心。擷取日期：2021 年 10 月 28 日，網站：<https://vision.udn.com/vision/story/12133/3956394>。

²⁴ 本階段歷程說明截至 111 年 4 月 29 日整理資料。

與未來方向。

3. 111 年 3 月 23 日臺灣鐵路工會臨時代表大會通過臨時提案「於五一勞動節當天發動不加班出勤行動。」。111 年 4 月 15 日臺灣鐵路工會第 15 屆第 13 次常務理事會議，交通部王部長國材出席，因工會代表要求「退回草案、重新協商」，部長回應改革的列車已開出不會停。
4. 111 年 4 月 19 日交通部王部長國材給臺鐵員工的一封信。111 年 4 月 22 日交通部因應臺鐵五一勞動節不加班交通應變計畫記者會，由交通部王部長國材召開記者會公布交通應變計畫，說明已協同臺鐵、公路總局及台灣高鐵股份有限公司審慎規劃，填補臺鐵預估當天運能缺口約 35.8 萬人次之旅運需求。111 年 4 月 27 日「五一勞動節應變計畫資訊專區」官網上線，提供替代運具、類火車資訊。
5. 111 年 4 月 27 日總統府表示，「台灣人民對台鐵都有深厚感情，台灣社會對臺鐵改革也有高度期待，台鐵改革刻不容緩。」
6. 111 年 5 月 27 日立法院第 10 屆第 5 會期第 14 次院會三讀通過「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例草案」。111 年 6 月 22 日總統府公報第 7609 號華總一義字第 11100050731 號令，總統令公布制定國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例。
7. 111 年 5 月 31 日交通部宣布成立跨部會公司化臺鐵公司推動會報。
8. 111 年 6 月 1 日「全國火車駕駛產業工會」舉辦第 2 次全國會長聯席會議，針對「臺鐵公司化條例三讀通過」做出決議，未來台鐵勞資協商，火車駕駛產業工會需在場，若未能取得共識，將發動未來國定假日不出勤活動。
9. 111 年 6 月 2 日交通部召開臺鐵公司推動會報啟始會議。
10. 111 年 6 月 9 日臺鐵公司化工作小組-子法研商第一次會議/子法研商第一次會議。
11. 111 年 6 月 15 日交通部召開「臺鐵公司推動會報第 1 次會議」胡政務次長湘麟主持，本局由馮副局長輝昇率隊出席：
 - (1) 組織人事分組—人事組（11 項子法）。
 - (2) 財務資產分組—主計室（1 項子法）。
 - (3) 財務資產分組—資產開發中心。
 - (4) 安全工程分組—工務處（2 項子法）、機務處（1 項子法）。

- (5) 公司籌備分組－秘書處。
 - (6) 行政法規分組－運務處（1 項子法）。
 - (7) 行政法規分組、綜合規劃分組－企劃處。
12. 111 年 6 月 15 日臺鐵公司化 16 子法首次跨部會會議，目標 10 月底定案。
 13. 111 年 6 月 18 日銓敘部表示，臺鐵公司化，轉調者仍具公務員身分。
 14. 111 年 6 月 18 日蘇貞昌保證公司化後新資福利更好，臺鐵工會反批劊子手。
 15. 111 年 6 月 30 日臺鐵局與工會第 1 次協商會議子法研討。
 16. 111 年 7 月 4 日召開臺鐵公司推動會報財務資產組第 1 次會議針對債務及資產處理、資本額、基金子法、重置與維修子法、公司使用公有不動產子法及營運虧屬補貼子法等議題進行討論。
 17. 111 年 7 月 8 日臺鐵局與工會第 1 次協商會議子法研討。
 18. 111 年 7 月 12 日臺鐵公司推動會報組織管理分組第 1 次會議。
 19. 111 年 7 月 15 日鐵局局長拜訪臺鐵工會陳理事長。
 20. 111 年 7 月 19 日臺鐵局與工會子法協商第 3 次會議。
 21. 111 年 7 月 20 日臺鐵局與工會子法協商第 4 次會議。
 22. 111 年 7 月 21 日召開台鐵公司推動會報第 2 次會議，確認短期債務以作業基金處理，由會報召集人胡湘麟主持，並邀請行政院交通環境資源處、主計總處，以及交通部台灣鐵路管理局、鐵道局、人事處、會計處、總務司、法規會、路政司等共同參與，以掌握各分組子法審理情形及臺鐵局與工會協商進度。
 23. 111 年 7 月 27 日臺鐵公司推動會報組織管理分組第 2 次會議。
 24. 111 年 7 月 27 日臺鐵局與工會子法協商第 5 次會議。

3.2 轉型改革願景

3.2.1 成立臺鐵公司

臺鐵本質上係公營事業機構，但組織體制尚沿襲行政官署，在組織、人事、營運、財務、預算、費率訂定等均受到各種行政法規之層層束縛，營運自主空

間有限，加以長期歷史債務包袱及累積虧損造成財務沉重負擔，經營困難。現階段亟需儘速調整組織體制，積極轉型並成立「國營臺灣鐵路股份有限公司」（以下簡稱臺鐵公司）。

3.2.2 打造符合社會期待安全第一的鐵道公司

短期目標 113 年完成公司化，中長期目標將臺鐵打造成為「符合社會期待安全第一的鐵道公司」，以達「永續經營」終極目標。

3.3 推動架構及路徑圖

3.3.1 推動架構

交通部 110 年 8 月 16 日起成立「跨部會諮詢會議」提供協助，請臺鐵持續蒐集待解決課題，交通部將視需要邀集相關部會共同研商確認。

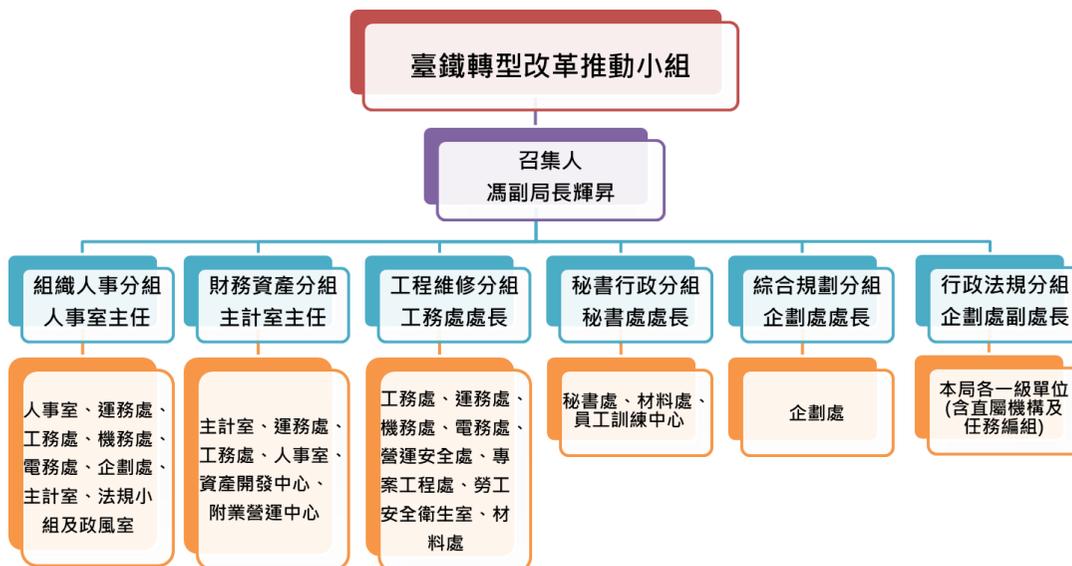
為協助臺鐵轉型改革，交通部請臺鐵盤點出需跨部會議題，並分別於 110 年 8 月 16、12 月 24 日及 111 年 2 月 18 日召開 3 次「臺鐵轉型改革諮詢會議」，會中邀集各相關部會(國發會、行政院主計總處、行政院人事行政總處等)與會。

綜上，交通部成立諮詢會議，針對需跨部會討論之議題，臺鐵依此機制提報相關議題，請交通部召開「諮詢會議」，以協助臺鐵轉型改革。

臺鐵 110 年 8 月 17 日成立「臺鐵轉型改革推動小組」，下設組織人事、財務資產、工程維修、秘書行政、綜合規劃及行政法規等 6 分組。任務如下：

1. 組織人事：提升組織效率，確保員工權益。
2. 財務資產：健全財務結構，落實永續發展。
3. 工程維修：確保設施安全，明確權責分工。
4. 秘書行政：提供庶務協助，順利完成轉型。
5. 綜合規劃：協調各分組落實推動辦理，彙整本推動小組相關資訊。
6. 行政法規：整合行政規章，健全公司制度。

圖 3-1 臺鐵轉型改革推動小組組織圖



資料來源：交通部臺灣鐵路管理局（2021），110 年臺鐵轉型改革推動小組簡報

3.3.2 推動階段

「臺鐵轉型改革」推動採五階段：第一階段：公司財務情境分析。第二階段：臺鐵轉型改革溝通說明會(工會及員工)。第三階段：完成並通過國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例。第四階段：研擬相關子法。第五階段：公司設立籌備工作及完成公司設立。

透過現況剖析，評估臺鐵所具備之優劣分析、並彙集國外鐵路改革模式及趨勢，並參酌歷年與臺鐵相關之改革研究報告與方案，配合時代變遷所衍生之新議題等等，聚焦於檢視臺鐵財務、組織、營運及法令等面向課題通盤考量，研議最適合臺鐵永續發展之經營模式並針對「最適資產規模」、「資產配置」、「與政府單位分工模式」、「員工移轉作業(含員工權益保障)」等議題完成臺鐵改革、確保行車安全。

111 年 5 月 27 日立法院第 10 屆第 5 會期第 14 次院會三讀通過「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例草案」後，同年 6 月 15 日交通部成立臺鐵公司推動會報，設組織管理、財務資產、法制、行政四分組，分由交通部人事處、會計處、法規委員會、路政司及相關單位派員；各分組置組長及副組長等負責各組工作事項。推動會報任務如下：

1. 臺鐵公司相關法制規劃事項。
2. 臺鐵公司設置規劃相關籌備事項。
3. 臺鐵公司財務規劃事項。
4. 臺鐵公司資產取得相關事項。
5. 員工安置、薪給與權益保障規劃。
6. 其他有關臺鐵公司設立之籌備等事項。

本會報及各分組負責推動之事項，由臺鐵局設置工作小組，負責提供所需資料，工作小組並由臺鐵局局長擔任組長，其副組長由局長指派副局長一人擔任。下設組織人事、財務資產、安全工程、公司籌備、綜合規劃及行政法規等 6 分組。任務如下：

1. 組織人事：提升組織效率，確保員工權益。
2. 財務資產：健全財務結構，落實永續發展。
3. 安全工程：確保設施安全，明確權責分工。
4. 公司籌備：提供庶務協助，順利完成轉型。
5. 綜合規劃：綜整企業化經營策略，協調各分組落實推動辦理，彙整本工作小組相關資訊。
6. 行政法規：整合各項業務推動相關行政規章、研考制度、資訊業務規劃及其他事項等。

3.3.3 重要里程碑

1. 111 年 3 月將「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例草案」送立法院審查。
2. 111 年 5 月 27 日立法院三讀通過「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例」。
3. 111 年 12 月完成「國營臺灣鐵路股份有限公司子法」相關資料。
4. 112 年 12 月前完成工會與員工之溝通相關事宜。
5. 112 年 12 月完成「國營臺灣鐵路股份有限公司」相關行政法規。
6. 113 年 1 月完成「國營臺灣鐵路股份有限公司」設立。

層面議題之經營限制，行政程序冗長，以致決策遲緩，無法即時因應市場需求，反應調整營運決策及策略。

4.2 運輸本業

營業里程臺鐵營業里程 1,065 公里，臺鐵環島鐵路網共有縱貫線、臺中線、屏東線、宜蘭線、北迴線、臺東線及南迴線等 7 條主線；以及六家線、內灣線、集集線、沙崙線、深澳線、平溪線及花蓮港線等 7 條支線。

縱貫線、內灣線(北新竹—竹中)、六家線、臺中線、沙崙線、屏東線、宜蘭線、北迴線、花蓮港線、臺東線、南迴線為電化區間，共計 997.7 公里；其餘為非電化區間，共 67.3 公里。

臺鐵截至 110 年共有 241 站，除花蓮港站為純貨運站外，計有 71 個客貨運站，純客運站 169 站。

客運部分，近年來運量受連續假期多寡、油價起伏、陸客來臺人數多寡、颱風地震事故及高鐵競爭等多重因素影響，致運量微幅波動，106 年至 107 年每日平均運量約落在 63 萬人次，108 年運量每日 64.6 萬人次創歷年新高。109 年因受全球新冠肺炎疫情影響，本國自 109 年 2 月 1 日起暫停陸客來臺，後續對非我國籍人士入境之限制致來臺旅次下滑，另各地大型活動均停止舉辦，加以民眾認為搭乘大眾運具風險較高，並恰逢是時油價創歷年新低，故多轉而使用私人運具，致 109 至 110 年整體旅次大幅下降，致營收亦大幅衰減。²⁶

貨運部分，近年來貨運量逐年遞減，110 年承運貨物噸數約 1.9 萬公噸。因應旅運需求，近年來大幅增開旅客列車，乘務人力移轉運用，另配合都市更新發展辦理鐵路高架化或地下化工程，致各都會區及港區主要貨場逐漸喪失，且受營造業經濟不景氣，政府重大工程減少及打房政策影響營造工程市場需求，致減少鐵路貨運運輸需求。

4.3 附屬事業

4.3.1 資產開發中心

²⁶ 依據交通部臺灣鐵路管理局主計室 110 年 11 月提供資料整理。

臺鐵 108 年 3 月 1 日成立「資產開發中心」，依據都市更新、促參建設等法令辦理不動產開發及車站專用區規劃、公共設施多目標使用申請；土地、房地、倉庫、停車場、行動電話基地台、太陽光電設備空間招商及經營管理，以及車站商場、旅館、辦公室及廣告(車站、車廂、車體)、機器類出租等租賃規劃、招商及經營管理，以提升提升資產活化效益，透過企業化經營模式，增裕營收，改善財務結構。²⁷

4.3.2 附業營運中心

臺鐵於 108 年 4 月 15 日成立「附業營運中心」，辦理鐵道觀光旅遊、便當及文創商品開發業務以增裕營收，所屬單位除車勤服務所辦理車勤服務業務外，另原各餐廳改制成立臺北、臺中、高雄及花蓮餐旅所，此舉兼顧全線北、中、南、東可平衡區域發展，發揮各區之在地特色，凸顯各區不同特性，拓展便當市場，以增裕營收，並透過各餐務室推動 HACCP 系統準則，升級食品衛生安全。

持續擴大「臺鐵便當」品牌合作、店面陸續改建更新及配合近年新車引進，設計規劃開發文創商品，如與全家便利商店聯名鮮食合作、開發鳴日號、新型區間車 EMU900、新城際列車 EMU3000 等相關周邊商品。並以邁向文青風格，走向質感取向，推動設計開發更多元鐵路周邊商品，以提升臺鐵附業營收。²⁸

4.4 財務方面

臺鐵於營運面臨財務結構性問題，在支出部分，因高固定成本及資產配置特性，致相對提列折舊費用或重置成本甚鉅，此外，配合政府政策，除負擔法定優待票差等支出，亦承擔高額舊制退撫金及債務利息等歷史包袱；而收入部分，如同各國軌道運輸業者，運輸本業因運量不足以及票價無法反映實際成本，須仰賴附屬事業與資產活化開發以彌補運輸本業不足。

²⁷ 依據交通部臺灣鐵路管理局資產開發中心 110 年 11 月提供資料整理。

²⁸ 依據交通部臺灣鐵路管理局附業營運中心 110 年 11 月提供資料整理。

表 4-1 截至 110 年 12 月底，臺鐵負債總額為 4,208.01 億元²⁹

| 債務說明 | 內容 | 金額（億元） |
|------------|-----------------------------|---------|
| 短期債務 | 向銀行借款 | 1484.47 |
| 舊制退休金及長期負債 | 向銀行借款 | 654.08 |
| 遞延負債 | 新建工程完工後撥入 (對列遞延收入，非實質負債) | 1909.74 |
| 應付貨款 | 營運需求必要支出 | 159.72 |

4.5 安全方面

依據鐵路法第 56-5 條規定，臺鐵應向交通部提報年度「安全管理報告」，已訂定年度安全績效指標納入報告，作為安全改革目標，俾檢視安全改革成效。另於普悠瑪事故後，臺鐵新設立營運安全處，並成立行車事故(件)審議小組，針對臺鐵營運路線或與維修、保養、施工有關而肇生行車事故(件)之案件，進行原因分析與探討，權責單位提出有效改善對策，以防範類似事故(件)再發生，另對有責事故(件)進行改善成效稽核，以落實改善事項澈底執行。

表 4-2 110 年安全績效指標及其目標值表

| 年度 | 安全績效指標 | 目標值 |
|-------|---------|---------|
| 110 年 | 重大行車事故率 | ≤0.077 |
| | 一般行車事故率 | ≤0.981 |
| | 行車異常事件率 | ≤11.787 |
| | 旅客死亡率 | 0 |
| | 旅客重傷率 | 0 |
| | 旅客輕傷率 | 0 |

資料來源：交通部臺灣鐵路管理局營運安全處 110 年 11 月提供資料整理

註 1：重大行車事故率、一般行車事故率及行車異常事件率之目標值為近三年均件數*0.9/近三年平均百萬列車公里。

註 2：歸因於臺鐵因素之旅客死亡率、旅客重傷率及旅客輕傷率以零為目標值。

²⁹ 依據交通部臺灣鐵路管理局主計室 110 年 12 月提供資料整理。

4.6 重要議題

由於臺鐵組織龐大，財務虧損嚴重，且肩負公用性之任務，實不易且不宜直接民營化。目前應先給予臺鐵一個合理的經營條件與空間，以徹底改善經營體質，其財務健全後，始有利於未來以國營公司形態經營。改制之目的包含解決公用性及歷史性財務包袱、適度解除法令限制、健全組織人事、提高經營績效、提昇服務品質及健全財務結構等 6 項。近年所討論的臺鐵公司化議題，包含債務問題不能妥善處理、資產分配問題不能達到共識、如何賦予永續經營之利基、員工權益保障無法取得信任等，宜在後續推行組織變革時，針對相關問題提出對策並對外界及員工說明以尋求共識，及提出員工未來的工作環境及退休撫卹條件有明確的選擇方案，以避免造成員工擔憂，影響組織內工作士氣。

五、SWOT 分析

5.1 SWOT 分析

臺鐵屬公用性之大眾軌道運輸業具基礎設施沈沒成本龐大之特性，為確保行車安全，提供優質服務品質，需投入龐大經營成本，因具公用性特質，負社會服務之任務，不以營利為目的，運價長期無法反映實際成本，致營運資金嚴重短缺，短期償債能力不足，利息負擔沉重，臺鐵面臨各種行政法規之經營限制，營運自主空間有限，加以長期歷史債務包袱及累積虧損造成財務沉重負擔，經營困難，亟須進行轉型改革以突破現有僵化的體制困境。

依據 SWOT 分析架構，據以建構臺鐵轉型改革相關策略規劃，茲說明如下：

5.1.1 優勢

5.1.1.1 環島鐵路網

109 年 12 月完成台灣環島鐵路電氣化最後一哩路「南迴鐵路電氣化」全線通車，環島路網緊密連結，且鐵路系統的可靠、大量、低污染營運特性優於公路，依據交通部運輸研究所提出的「2046 年我國軌道運輸發展願景」，臺鐵得

依循「環島城際運輸服務主軸³⁰」方向做營運規劃，可整合並串聯其他運輸系統。

5.1.1.2 東部地區最具經濟效益的聯外運輸系統

臺灣東部地區受限於自然地理環境，長期交通不便，目前蘇花改在 108 年通車後，增加了聯外運輸工具，惟鐵路系統營運特性其經濟效益仍優於公路，且在國土規劃未來的空間結構中，東部地區預計規劃為東部優質生活產業，以有效運用東部豐富多元的人文特質、慢速的生活步調、優美的自然景觀、乾淨的土地資源等優勢條件，未來的發展重點結合樂活、慢活及養生休閒等新生活型態與觀光型態，形成有別於西部的發展模式，臺鐵東部地區聯外及區內運輸服務之運量成長可期。

5.1.1.3 車站多具轉運樞紐功能，具發展潛力

過去百年，臺灣各都市沿著臺鐵車站、路廊繁榮發展，人口分布趨勢逐漸往都市集中，且都市化的結果，區域內活動旅次占比增加，由於臺鐵車站多位於市中心，具轉運樞紐功能，不論區域活動或是城際旅次，皆具客源發展潛力。

5.1.1.4 歷史及文化資產豐富

臺鐵百年歷史，乘載著跨世代國人對臺灣的記憶與過往的回憶。規劃未來藉由鐵道文化的推廣與活化，帶動全臺鐵道文化經濟，創造鐵道文創產業生態體系。並可鐵道文化與觀光旅遊相結合，帶動鐵道觀光相關產業，提升鐵路營運業者收益與形象。

5.1.1.5 已佈設完整環島光纖網路系統

臺鐵擁有全新、安全性高且地點良好的環島光纖網路系統，臺鐵可利用其環島路網之先天地理優勢與路線優勢，有利於電信事業之參與及社會經濟之建設，拓展多角化經營。

³⁰ 交通部運輸研究所（2018），2046 年我國軌道運輸發展願景，頁 7-1

5.1.2 劣勢

5.1.2.1 事故及異常事件頻傳、社會觀感不佳³¹

依據「鐵路行車規則」第 60 條、61 條及 62 條規定略以，行車事故依其所致傷亡人數、財產損失及影響正線運轉結果，分為重大行車事故及一般行車事故，若未造成行車事故者稱為行車異常事件。統計臺鐵 2012 年至 2021 年事故及事件件數，可發現 2018 至 2020 年期間重大行車事故雖有所下降，惟 2021 年發生 5 件重大行車事故，及行車異常事件發生件數呈上升趨勢，其中行車異常事件因新增 ATP 異常納入統計，且地震、強風、豪雨等天然災變因素近年亦呈現增加趨勢，故 2017 至 2020 年呈現逐年上升，增加近 3 成的件數。

運輸服務的可靠度，關係到旅客願不願意再次使用該運輸工具，影響運輸業者競爭力甚鉅，事故及異常事件頻傳、社會觀感不佳，此課題為臺鐵迫切需要改善之議題。

5.1.2.2 準點率尚待提升

臺鐵準點率僅維持 90%~95%之間，相較高鐵 99%以上準點率的表現，臺鐵準點率確實有改善之必要，雖準點率不佳並非單一原因造成，分為可歸責或不可歸責於臺鐵等因素，惟準點率的良窳更是和旅客乘車觀感有直接關聯，是未來運輸營運必須要面對之課題。

5.1.2.3 客運人數成長趨緩

近十年(101 年至 110 年)旅客數從日均 59.8 萬人次，102 年至 108 年大幅成長至 63~64 萬人次左右，惟 109 年起受到嚴重特殊傳染性肺炎疫情影響，民眾降低搭乘火車出遊意願，使日均運量於 110 年下降至 42 萬，未來該如何因應環境有所突破，是臺鐵未來應面對的課題³²。

5.1.2.4 附屬事業收入占整體營業收入比例偏低

鐵路運輸具備社會公益性及高度資本密集特性，運輸本業難以追求利潤，

³¹ 依據交通部臺灣鐵路管理局營運安全處 111 年 4 月提供資料整理。

³² 依據交通部臺灣鐵路管理局運務處 111 年 4 月提供資料整理。

需透過周邊附屬事業挹注營業收入，以減緩運輸本業造成的虧損，綜觀世界各國鐵路業者無不致力發展附屬事業並進行大規模車站及周邊開發，惟臺鐵附屬事業收入僅占整體營業收入的 20%~25%，與世界鐵路業者相比仍然偏低。

5.1.2.5 經營限制

臺鐵存在法令、財務、組織制度等層面議題之經營限制，包含票價率受到管制、土地開發等法令限制，在雙核心目標下經營不易。

5.1.2.6 職業災害事故頻發生

員工係企業重要資產，如何預防職業災害一直是各行各業所要面對的重要課題，保障員工的安全與健康的首要之務即是要預防職業災害，臺鐵近 3 年(108 年至 110 年)職業災害件數，110 年較 109 年雖有下降趨勢，惟如何避免重大職災發生仍為首要課題，未來臺鐵須遵循職業安全衛生法，落實各項安全衛生工作守則及標準作業流程成為重要改善項目³³。

5.1.2.7 組織僵化、定位不明

臺鐵屬行政官署體制，臺鐵總體檢建議臺鐵組織條例修正應朝法律授權，機關得彈性調整內部組織的方向來研議，使內部組織調整透過組織規程訂定即可，以因應企業化所需。現行組織無法因應未來營運發展需求，需藉由鬆綁法規增加組織彈性。

5.1.2.8 承擔歷史包袱

長期以來由臺鐵背負舊制退撫金，臺鐵舉債支付舊制退撫金及其利息，平均(過去 10 年)每年約 47.28 億元，臺鐵每年均須舉債因營運資金不足支應每年償還債務利息及舊制退撫金，致短期債務逐年攀高³⁴。

5.1.2.9 龐大資產的折舊負擔重

臺鐵於營運亦面臨類似之財務結構性問題，在支出部分，因高固定成本及

³³ 依據交通部臺灣鐵路管理局勞工安全衛生室 111 年 4 月提供資料整理。

³⁴ 交通部臺灣鐵路管理局主計室 110 年 11 月提供資料整理。

資產配置特性，致相對提列折舊費用或重置成本甚鉅

5.1.2.10 承擔社會責任

配合政府政策，除負擔法定優待票差等支出其次，臺鐵基於公共運輸服務之提供及基本民行之維持，需自行吸收偏遠小站與服務性路線之虧損，也造成營運財務上之沉重負擔，極需政府合理協助以使臺鐵擺脫陷入營運財務虧損的惡性循環。

5.1.2.11 設備老舊、更新成本高

臺鐵受到財務虧損影響，基礎設施及車輛設備編列預算重置更新相對不易，故系統較為老舊，以車輛為例，平均車齡約 25 年，故障率較高。此外，受到國外廠商技術把持，設備、設施、零組件購置成本也高。

5.1.3 機會

5.1.3.1 公路服務尖峰時段可靠度低、假日易壅塞

公路市區公車路線面臨服務上下班尖峰時段因道路壅塞所造成的可靠度低，高速公路七成旅次集中大都會區，人多車也都多，假日易壅塞路段如國道 1 號新竹至竹北（壅塞機率 42%）、國道 3 號關西至龍潭（壅塞機率 30%）、國道 5 號宜蘭至坪林（壅塞機率 38%），壅塞時段平均時速分別介於 24~25 公里、28~31 公里以及 20~24 公里³⁵。

5.1.3.2 都市化導致中短程運輸需求增加

都市大量成長與都市化人口急遽增加，北中南東科學園區及相關產業聚落的形成，形塑以通勤、商務為主的中短程運輸需求增加旅次。

5.1.3.3 鐵路觀光休閒旅遊逐漸風行

國民趨向追求生活品質且觀光遊憩風氣盛行，臺鐵有百年歷史，各站所在

³⁵ 郭昌儒（2015），探勘交通統計大數據（Big Data）-高速公路易壅塞路段概況分析。主計月刊，710 2015.02，頁 78-85。

地方都有豐富的歷史文化及人文特色，鐵道沿途風光景致明媚，能夠細細品味臺灣之美，又不被壅塞的車陣所困的鐵道休閒旅遊型態逐漸成形。

5.1.3.4 交通科技發展日新月異

臺鐵面臨數位轉型的契機，未來應優先成立通用數據平台，設計以客戶為中心的資訊服務、以大數據及智慧型技術發展鐵路營運及維護作業；智慧管理面則透過設施養護智慧化、巡軌智慧化、災害防護智慧化提升行車安全。

5.1.3.5 政府大力推動軌道建設、場站開發成為主流，附業收入具成長潛力

政府推動「軌道建設」，以提供國人友善、安全、便捷及可靠的軌道運輸系統，進而促進都市縫合、改善環境、擴大觀光發展，提升國人生活品質，同時場站開發以站點人流帶動相關附業的發展。

5.1.3.6 社會大眾認為臺鐵要改革

107 年 10 月 21 日發生普悠瑪翻車事件，行政院「臺鐵總體檢小組」指出臺鐵面臨「組織定位不明」之困境，並提出「組織重整」之改善建議。110 年 4 月 2 日臺鐵 408 次列車發生重大鐵路出軌事故後，總統及行政院長宣示改革臺鐵的決心，並朝「安全、安定、轉型」進行臺鐵改革，另社會大眾普遍認為臺鐵極需改革，係臺鐵轉型改革的契機。

5.1.3.7 政府機關的期待，行政院、交通部重視，成立跨部會諮詢會議

為協助解決臺鐵轉型改革所面臨之跨部會議題，交通部辦理「臺鐵轉型改革諮詢會議」，邀集相關部會共同研議臺鐵轉型改革議題。後續並參考中華郵政股份有限公司、臺灣港務股份有限公司及桃園國際機場股份有限公司等轉型成功案例，在確保臺鐵員工權益(包含身分穩定、權益保障等)前提下進行組織改制。

5.1.4 威脅

5.1.4.1 高鐵長程運輸競爭力強

臺灣高鐵自 2007 年通車以來，由於高鐵與臺鐵的營運方式及特性類似，但

在旅行時間與速度方面，高鐵則遠勝於臺鐵，且距離愈遠差距愈大。因此，臺鐵將來在長途運輸上勢必無法與高鐵相抗衡，而將流失掉大量的長程旅客（張有恆，2012）³⁶。

5.1.4.2 捷運路網持續延伸

地方政府為滿足地方發展需要，增進整體交通運輸功能，提高路廊運輸容量與民眾商務行旅快速需求，興建及拓增跨都會區捷運路網，部分路網與臺鐵平行，除形成競合關係，並分散部分客源，例如桃園捷運系統，路網範圍涵蓋臺北市、新北市和桃園市共三座城市，捷運路網不斷的向外延伸，這也對臺鐵經營造成很大的威脅。

5.1.4.3 公路路網普及，及門服務強，旅客偏好汽機車使用

各種公路的建設與養護經費，均由政府編列預算，汽車運輸業者僅需購置車輛即可使用，不需負擔道路的資本支出。汽車不受軌道之限制，且其使用以一車為單位，可依顧客需求變更行車路線及運送時間，極具彈性。隨著公路網的密布，網購的盛行，汽車可進入各種地區，以輔助其他運具，提供及門服務。

5.1.4.4 少子女化人口結構變化導致運量減少，服務高齡人口需要較多配套

依據行政院國家發展委員會「中華民國人口推估（109 至 159 年）」報告書，未來我國人口少子女化情形仍將持續，使客運運量將可能受到影響，且隨著少子女化發展，老年人口比例將持續提升，老年人的服務需求將越來越受到重視，我國已於 107 進入高齡社會，並預計於 114 年進入超高齡社會。在老年人口快速成長的未來，有必要再研議更全面的策略以因應超高齡化的社會的到來。

5.1.4.5 國道客運兼具價格及班次彈性，中短程市場競爭激烈

國道客運業所需相關場站及公路設施皆由政府所興建，不需負擔外部成本，且運輸業管理規則規定，「運價」核定上限範圍內，業者得自行擬訂「票價」公告實施，並報請主管機關備查。爰政府只管制上限，由業者在上限範圍內自

³⁶ 張有恆（2013），鐵路運輸事業之經營與管理。現代運輸學（三版），頁 152。華泰。

訂票價，票價較具彈性，且班次機動，在中短程市場上較具競爭力。

5.1.4.6 旅客服務滿意度之需求不斷提高

國民生活品質的提高，對旅行時間、載客容量、空間、軟硬體服務品質與運輸服務的可靠度，要求日益提高，後續更關係到旅客願不願意再次使用該運輸工具，影響運輸業者競爭力甚鉅。

5.1.4.7 臺鐵附業經營缺乏民生產業的經營經驗

目前臺鐵於各主要車站設置夢工場商店，販售臺鐵週邊相關產品，惟類似便利商店經營模式，仍有別於現行便利商店多元化服務範疇，從銷售日用品到代收等相關服務，所有的店面面積皆精算其使用成本與預收效益，臺鐵本身經營附業尚缺乏相關經營經驗。

5.2 SWOT 分析

為達到發展願景並落實使命，如何遵循國家政策指引並善用目前的優勢及掌握機會、改善劣勢及減緩外部威脅對臺鐵的影響，是臺鐵發展策略規劃應關注的課題。綜合前述外部威脅、內部劣勢，將 SWOT 分析四大面向(S 內部優勢、W 內部劣勢、O 外部機會、T 外部威脅)共歸納衍伸出三項重點策略：

5.2.1 SO-強化經營優勢策略

1. SO1：完備鐵道系統整體規劃以提升整體大眾運輸使用率(S1O1)。
2. SO2：強化中短程運輸優勢(S3O2)。
3. SO3：善用車站地緣優勢加強開發車站周邊(S3O5)。
4. SO4：鞏固花東地區長程運輸優勢(S2O3)。
5. SO5：善用環島光纖網路系統增加營收(S5O4)。

5.2.2 ST-強化競爭力策略

1. ST1：擴大自身在附屬事業市場經營的觸角，以滿足旅客需求(S3T6)。
2. ST2：活化臺鐵文化資產增加營收(S4T6)。

3. ST3：優化兩鐵間轉乘接駁整合服務(S1T1)。

5.2.3 WO-組織變革策略

1. WO1：鬆綁經營限制、合理票價調整以提升升營運彈性(W5O5)。
2. WO2：善用科技防範職災以保障員工(W6O4)。
3. WO3：鬆綁限制積極開發鐵道觀光(W5O3)。
4. WO4：導入新型科技以提升行車安全(W1O4)。
5. WO5：以智慧工具管理時刻表增加可靠度(W2O4)。
6. WO6：進行組織調整變革以提升組織的效能並達永續發展(W8O6)。
7. WO7：尋求政府合理協助擺脫財務負擔(W9O7、W10O7、W11O7)

SWOT 分析如下圖。

圖 5-1 臺鐵 SWOT 分析



綜合上述三項策略內容，可供臺鐵未來轉型改革後進行相關策略規劃與應用，以朝向永續發展之目標。依據臺鐵面臨各種行政法規之經營限制，營運自主空間有限，加以長期歷史債務包袱及累積虧損造成財務沉重負擔，經營困難，現階段宜採 WO 組織變革策略，進行組織調整變革以提升組織的效能並達永續發展，即為本次臺鐵轉型改革為公司化之最佳要件。

5.3 組織變革管理

依據前節 WO-組織變革策略，短期臺鐵推動組織變革管理，並延續本項策略，以接軌公司化。

5.3.1 組織變革管理

組織面進行六大整合、企業經營以及幕僚整併。編制面：修正關鍵職務編制員額。

5.3.2 財務健全永續經營

本業透過旅運需求規劃開行計畫，提升旅運量，穩定客源增裕營收。新購城際列車及通勤電車以提高旅客滿意度，並辦理區域型交通整合票券及各項主題活動時加開加掛列車，加強服務增裕營收。

附業透過相關規範鬆綁限制、簡化資產處分收益程序及法制化資產收入處理。多角化經營以穩固現有一般資產活化收入，同時開拓鐵道觀光業務，持續擴大「臺鐵便當」授權加盟，推動設計開發更多元鐵路周邊商品。

5.3.3 人才留用育才引才

推動留才改善方案並精進人才流動機制；鼓勵並落實推動跨單位（機構）職務遷調歷練，培養跨領域人才；加強與地區技職學校產學合作，培育軌道養護及車輛維修等鐵道基層專業人才，推動鐵道人才培育無縫接軌。

5.3.4 數位轉型

全局共通性資料標準化、數位化、一致化，建立智慧鐵道資訊整合平台，並配合基礎設施數位化進程，逐步將各類即時資料彙送至平台。平台資源存取

共享，通過大數據分析、提供決策支援。同時，依循我國智慧鐵道端、網、雲架構，確保資訊安全、開放性及可擴充性。此外，成立臺鐵智慧鐵道發展諮詢委員會，建立全局數位轉型共識，配合進行組織調整，成立數位發展處以推動各項基礎設施數位化。

六、臺鐵轉型改革

有關臺鐵 SWOT 分析所對應的策略，得以進行組織調整變革以提升組織的效能並達永續發展，為本次臺鐵轉型改革為公司化之要件，另社會大眾普遍認為臺鐵極需改革，係臺鐵轉型改革的契機。

6.1 日、韓國鐵公司化改革案例

借鏡日、韓國鐵公司化改革案例，依照日韓國鐵公司化改革案例，韓國國鐵 2005 年國營公司化後，事件件數大幅下降 88%；另日本國鐵 1987 年民營公司化後，事件件數亦大幅下降 74%，顯示公司化改革對於安全提升發揮明顯的成效，探究其主要原因在於四個面向，一是提升安全管理部門隸屬最高管理層級；二是建立安全管理系統並導入第三方評鑑；三是實施分區制強化橫向整合；四是重視技術研發與員工訓練。

透過上述四個層面相關具體作為的推動執行，將安全第一的組織文化與作業習慣深化到每個員工的價值思維與每個工作環節，以確保安全能被有效具體落實。落實安全及提供優質服務，是給予國人的保證。

日、韓國鐵公司化後，列車準點率則同步提升，整體服務品質大幅提升；在財務改善方面，以 JR 九州為例，2006 年開始由虧轉盈，附屬事業收益更是超過總收益 50% 以上。另韓國鐵路於 2005 年公司化，其鐵道事件件數亦大幅減少，並於 2015 年後開始轉虧為盈，綜觀日韓鐵道改革成功經驗，未來臺鐵公司化對於安全提升、服務改善、財務健全，將有明確改革成效。

6.2 公司化之基本要件

臺鐵之特性與一般公營事業機構有所不同，因具有公用性，已成為民眾一日不可或缺的大眾運輸工具，且負擔許多政策性責任。因此，為使臺鐵轉型改

革整體計畫推動成功，以「社會企業」之型態永續經營的商業行為，應明確分離政府與臺鐵各自所需負擔之責任，以專案方式處理臺鐵改制問題，相關要件茲說明如下：

6.2.1 政府獨資之國營公司

政府獨資，杜絕民營化的疑慮。

6.2.2 員工權益需充分保障

保障員工權益，臺鐵之改制，不裁減任何員工。員工的權利義務不變。員工自請退休、資遣予以優惠條件。

6.2.3 財務能永續經營

6.2.3.1 歷史性財務包袱應由政府承擔

為達公司永續經營，新公司成立債務愈輕愈好，不應承接員工退撫金（臺鐵改制為公司後所需負擔之退撫金共計約 686 億元）、短期債務以及員工優惠退休加發薪額之經費。

6.2.3.2 政策性虧損應由政府負擔

臺鐵因擔負公用性任務，所造成之財務負擔，長期以來均自行吸收並不合理，並已嚴重影響經營績效，故公司成立後，應以績效為導向，法定優待票價差額、不敷成本小站、公用性投資建設及正推動中之鐵路捷運化計畫以及不符經濟效益之服務性路線之政策性虧損應由政府負擔。

6.2.3.3 鐵路基礎設施之建設、重置及維護應由政府以優惠租金方式提供使用

因鐵路具公用性，鐵路基礎建設之沉沒成本龐大，造成經營上龐大折舊費用，不利財務永續。

6.2.3.4 需用資產全部保留（含具開發效益資產）

具有開發效益或需用之國有財產，得由政府作價投資臺鐵公司；或由政府

以出租、設定地上權、補助等方式提供臺鐵公司開發、興建、營運及使用收益。

綜上，以上臺鐵改制公司之基本要件，經政府同意後，為配合改革作業之推動，有關之法制作業應即進行，相關條文擬列入「鐵路法」或「國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例」內，俾各相關單位依法辦理。

6.3 公司化願景、目標及策略

6.3.1 願景

建構以「安全可靠便利、顧客滿意」為導向之優質永續公共運輸系統，經營運輸本業及附屬事業之雙核心事業，達成永續發展，並成為民眾依賴之生活鐵道。

6.3.2 目標

1. 目標年：2026 年
2. 建構安全、準確、便捷、舒適、綠能的運輸環境以確保行車安全。四大目標：
 - (1) 安全：零重大行車事故，一般行車事故降低、行車異常事故降低 50%，責任旅客輕重傷目標為零。
 - (2) 可靠：準點率由 92% 提升至 97%。
 - (3) 永續：財務永續，本業及附業持續成長達 50/50 比例，臺鐵轉虧為盈；員工福利及權益不能減少並隨公司成長持續提升；持續營造優質的運輸服務環境。
 - (4) 優質：旅客滿意度達到 9 成以上，以滿足顧客需求及服務為導向。

6.3.3 策略

1. 改善臺鐵文化：重塑員工價值、鼓勵創新思維、建立團結意識、提高同仁榮譽感。
2. 提升服務品質：建立「視客猶親」、「人本共好」服務理念，營運設備智慧化、人性化、通用化、友善化及資訊化。
3. 改善工作環境：提供安全、衛生、舒適的工作空間、簡化作業流程、

加強人才留用培育、重視員工身心健康、保障員工權益。

4. 更新車路設施：改善軟硬體設施、簡化操作介面、並導入智慧化之邊坡安全、平交道障礙物等鐵道安全偵測系統及管理技術，提升系統妥善率、穩定度及功能效率。
5. 發展智慧鐵道：系統管理智慧化、建置智慧平台，導入資通科技以進行鐵道監控、診斷及分析。
6. 推動企業經營：優化組織體制、改善營運體質、健全財務結構、發展附屬事業、調整合理待遇，勵行資產活化、推動鐵道文創與觀光發展、創造沿線周邊土地開發效益與整合附加價值、推動國際合作交流。
7. 活用鐵路文資：妥善文化資產保存機制、建構文資數位化資訊平台、促進鐵路文化民眾參與、整合鐵路文化資源、引導傳統鐵路形象重建、永續鐵道文化傳承

6.4 公司化相關作業時程

6.4.1 公司化推動作業時程

113 年公司設立。

1. 110 年 5 月 4 日函報行政院，111 年 6 月底前完成並通過國營臺灣鐵路股份有限公司設置條例。
2. 111 年 9 月完成財務試算分析及資產規劃。
3. 111 年 12 月底前完成相關子法研擬核定。
4. 112 年 6 月底前完成同仁職涯輔導與規劃，說明員工薪資福利待遇、員工退休離(轉)職、職涯發展路徑及未來工作內容。
5. 112 年 9 月 1 日起進行公司設立籌備工作及完成公司設立，包含人員移轉、員工保障，行政資訊系統移轉、營運系統移轉以及業務、檔案、資產移轉。
6. 113 年 1 月 31 日前改制為國營臺灣鐵路股份有限公司。

6.4.2 公司設立規劃

1. 公司名稱：國營臺灣鐵路股份有限公司。
2. 公司成立基準日：臺鐵改制為國營公司，預計於112年12月31日前辦理完成所有公司化籌備作業，並於113年1月正式設立。
3. 公司經營範圍
 - (1) 客運、貨運運輸。
 - (2) 有關鐵路運輸之公路及直接服務旅客所必需之事業。
 - (3) 有關鐵路運輸必需之接送、報關及倉儲。
 - (4) 有關鐵路運輸與建築所需機車、車輛、工具、器材等之製造、修理及清洗。
 - (5) 有關培養、繁榮鐵路之商業、金融保險及不動產業、電信業、電力供應業及其他行旅服務相關之事業。
4. 公司組織架構：參考國內公務機關公司化案例，軌道公司組織，各處室及其分公司形態，作為進行組織整併，未來組織架構調整之參考。
5. 公司人力規模

公司人力規模以行政院核定臺鐵預算員額 17,361 人，扣除移撥鐵道局人數 128 人（專案工程處），計 17,233 人。改制為公司時，不足人力將進用未具公務員身分者，以活化運用及降低用人成本³⁷。

6.4.3 經營環境及趨勢

6.4.3.1 整體經營環境

臺鐵屬公用性之大眾軌道運輸業具高密度固定設備配置之特性，為確保行車安全，提供優質服務品質，投入龐大經營成本，因具公用性特質，負社會服務之任務，不以營利為目的，運價長期無法反映實際成本，致營運資金嚴重短缺，短期償債能力不足，利息負擔沉重，雖積極開展各項業務，惟多元化運具競爭，尤以同屬軌道業之高速鐵路加入營運，長途運輸收入大幅流失已無法避免，將朝都會區域運輸服務及多角化經營，開創新機。

³⁷交通部臺灣鐵路管理局人事室 110 年 11 月提供資料整理

6.4.3.2 主要營運項目經營趨勢

客運業務方面西部持續推動區域通勤運輸服務，強化與各運具轉運接駁，以有效提升整體軌道運輸系統服務品質，吸引各種旅次需求之合作模式，達到無縫運輸，創造雙贏；利用環島路網優勢，結合東部豐富觀光資源，提升觀光跨線旅次之競爭力。加強異業結盟，規劃套裝旅遊觀光業務，增加離峰時段座位乘坐率。貨運業務方面全力配合貨主需求增開貨運列車，目前亦逐步辦理貨車四級檢修並更換為高速轉向架以增進貨車行駛效率。另已逐年針對車站貨場道路做修繕及增建灑水系統，以提供貨主更優質之貨場使用環境。

6.4.4 經營方針

經營方針包含組織企業化、待遇合理化、設備現代化、系統智慧化、本業市場化、經營多角化、作業效率化以及打造文化力。

6.5 公司化預期效益

6.5.1 明確經營定位

公司治理，由董事會決策經營方針。具經營彈性及應變能力，包含轉投資、設立分公司及分支機構。

6.5.2 安全可靠服務

組織更彈性以激勵安全文化。打破用人限制，吸引、留用優秀人才，人員越穩定。設備更能快速更新、提昇營運可靠度。公司成立後設備採購更具彈性，可以導入新的設備，建設營運分離，人員集中營運及維修上，有效提升安全。

6.5.3 永續財務體質

合理訂定營運成本與收益規劃，澈底改善財務結構。員工待遇可隨著公司盈餘增加，逐步合理調增。

6.5.4 加速資產活化

資產開發模式更多元。附屬事業部門投資靈活。2030年後附屬事業收入占

本業收入提升至 50%以上

6.5.5 靈活進用人才

甄選、進用、待遇、福利及獎金以責任績效為前提，績效獎金於績效表現良好時，得酌增月份，以吸引優秀人才。

6.5.6 提升經營效率

經營較不受束縛、公司制度符實、目標管理明確、賞罰獎懲公允。

七、作法與具體建議

梳理轉型改革各項重要議題及員工權益保障(身分、離退、轉調、福利等)，均應具備相關配套措施以資明確，並藉以取得員工與工會之認同，以利達成共識，順利推動。為能取得員工了解，進而凝聚共識並獲得支持，臺鐵採取主動積極溝通、加強員工說明透過面對面的溝通與交流，讓員工了解政府並非為了公司化才公司化，而且要藉由營運組織的改革來奠基加速及落實安全改革的決心。

交通部及臺鐵皆採取主動積極溝通，對外除透過立法委員召開公聽會，對內加強員工說明及持續工會協商等措施，另並以內部刊物(如臺鐵通訊)、EIP 網站主動提供正確的訊息。臺鐵自 110 年已完成第一階段溝通說明會(合計 68 場)，向員工說明改革目的、方式、內容與收集意見。後續臺鐵局將持續與員工充分說明，111 年持續推動辦理第二階段溝通說明會，務使員工了解相關規劃及未來願景，以利推動轉型改革作業，提振士氣。

7.1 保障員工權益³⁸

7.1.1 不因臺鐵公司成立而裁員

臺鐵現職人員，除具交通事業人員或公務人員任用資格者，得由交通部依其個人意願協助安置轉調其他機關（構）外，其餘人員均轉調臺鐵公司，不因

³⁸ 依據交通部臺灣鐵路管理局人事室 110 年 11 月提供資料整理。

公司成立而裁員。

7.1.2 員工權益充分保障

臺鐵公司成立之日，隨同業務轉調臺鐵公司員工，得選擇適用原制度或改僱臺鐵公司從業人員，權益受有保障。

7.1.3 待遇調整具彈性

現行臺鐵受限於政府機關人事相關規定，薪資待遇受相關法令規範，調薪案需經行政院核定。未來臺鐵公司從業人員待遇得依職稱敘薪，待遇調整僅需經董事會通過，報交通部備查即可可以衡酌企業生產力、營運績效、用人費用負擔能力以制定薪給管理要點，研擬待遇表，待遇調整具彈性。

7.1.4 現行人事制度規劃持續辦理

為保障具交通事業人員或公務人員任用資格者，升資考試、升資甄審、遷調、考成規定等現行制度將持續辦理。

7.1.5 員工陞遷具彈性

現行臺鐵各資位職務，受限於交通事業人員任用條例規定，陞遷需符合法令始能陞任。改制公司化後，得依據功績原則辦理陞遷。

7.2.具彈性之組織架構

1. 臺鐵公司得視業務需要設分公司或其他分支機構。
2. 公司可依據業務需要提經董事會審查，適時彈性調整組織架構。

7.3 全部保留需用資產

由政府以作價投資、贈與、補助、出租、設定地上權及無償等方式提供公司營業所需資產，使公司取得全部需用資產，有利增裕公司營收。

7.4 歷史債務全部歸零

由交通部設立基金承接債務，使公司成立時歸零、改善財務體質。

7.5 政府提供補助補貼

1. 由交通部編列預算支應鐵路基礎設施之建設、重置，及營業與維修車輛之購置以及維修所需費用，使公司因外部環境導致營運風險變化時，安全維護支出將不受影響。
2. 由政府補貼公司因配合政府政策任務所造成之營運虧損，使公司得以企業經營同時能善盡社會服務責任。
3. 臺鐵政策性負擔由政府編列預算補貼
服務性路線及小站虧損（支線虧損 8.42 億元、小站虧損 2.10 億元，預估年約 10.53 億元），因政策性需要，無法落實以企業化經營理念關閉車站或路線，其營運虧損由政府每年編列預算全額補貼。
臺鐵改制公司後，所需負擔之員工退撫金，由政府分年編列預算支付。
4. 鐵路基礎設施之建設、更新及維護由政府負責，機車、車輛、維修車輛購置經費由政府負擔，因營業需要所購置之機車、車輛、維修車輛等經費，由政府負擔，並出租臺鐵公司使用。

7.6 加速資產多元開發

修訂鐵路於公司設置條例訂定相關規定，由交通部協助公司辦理都市計畫變更相關事宜，使公司得以加速土地、不動產開發作業。

7.6.1 資產活化優惠規定

1. 資產活化：臺鐵公司化後，其管有資產將屬公司有財產，可不受國有財產法等相關國有財產處分及收益之限制，爰後續應於公司設置條例納入建置不動產活化之土地取得、開發、使用、收益、處分、都市計畫變更與優惠回饋及經營機制。
2. 相關子法或規則：臺鐵公司化後，其管有資產將可比照已公司化之國營事業機構，辦理土地開發、資產利用等作業，爰後續應增訂國營鐵路土地開發辦法、經管土地、設定地上權作業要點等子法或規則。

八、結論與建議

綜合上述內容，臺鐵轉型改革自 84 年迄今 20 多年來，歷經「民營化、車路分離」、「公司化、車路分離」、「公司化、車路合一」、「公司化、企業化經營」以及「公司化、轉型改革」。公司化是必然之趨勢，也是正確的方向，確立臺鐵改革模式需有明確的中長期營運策略、充分的勞資協商、配套措施（含修法），建議推動公司化須貫徹帳上車路分離並解除臺鐵歷史包袱，徹底解決臺鐵財務困境。維持國營但改制進行公司化，是現階段較適合臺鐵之改革策略。

他山之石，可以攻錯，臺鐵轉型改革推動公司化，除就法制、人事、財務、安全及溝通等不同面向進行相關作業，以國內外案例進行標竿學習以辦理臺鐵轉型改革推動作業，檢視日、韓、香港等國外鐵道運輸營運機構經營成功案例，其相關附屬事業收入佔比均超過本業運輸服務收入，臺鐵高效潛力資產遍布全臺各地，未來將配合鐵路法修法及公司設置條例對發展觀光及土地開發的鬆綁，排除國產法、土地法之限制。

對於臺鐵轉型改革，交通部、臺鐵與員工有著共同的目標，就是確保員工的權益下，讓臺鐵更安全及永續經營，改革一定是乘客、臺鐵、臺鐵員工三贏，員工福利、應有待遇都要確保不會受影響。交通部在確保臺鐵員工權益前提下，以調整組織體制方式，使「臺灣鐵路管理局」轉型為「國營臺灣鐵路股份有限公司」，透過「公司」組織體制及現代化企業經營，可使原本受行政法規束縛之營運空間得以放寬，增加組織運作效能，經營策略更具彈性，加速系統改善升級，將有助於落實行車安全管理、提升服務效能與準點率，持續提供國人安全、可靠、舒適及便利之優質大眾鐵路運輸服務，同時創造企業經營利潤。

未來臺鐵公司以旅客服務為導向，將營運資源做有效分配，提升旅運服務設施可靠度、列車準點率，打造友善、優質、安全之旅運環境。由公司自辦新進人員甄試，選才與能，進用適性人才，透過紮實新進員工訓練及考核機制，能夠有效提升第一線服務人員素質；建立適才適性的激勵制度，使員工受到正向鼓勵，進而全心投入服務旅客的工作，並持續加強與其它運具於場站、列車時刻、票證、資訊等無縫整合，以分工互補之觀點合作，期提升整體運輸系統服務品質，進而滿足多元旅次需求之合作模式，擴大服務範圍，創造軌道經濟。

參考文獻

1. 行政院經濟建設委員會（2007，2月），**國營事業採公有民營之可行性與配套措施之研究**，(95)102403，頁 6-46-47。
2. 郭昌儒（2015，2月），**探勘交通統計大數據（Big Data）-高速公路易壅塞路段概況分析**。主計月刊，**710 2015.02**，頁 78-85。
3. 交通部運輸研究所（2018，6月），**2046年我國軌道運輸發展願景**，頁 7-1。
4. 張有恆（2013），**鐵路運輸事業之經營與管理**。現代運輸學（三版），頁 152。華泰。
5. 石義崇（2004），**台灣管理與民營化政策之研究**。國立中正大學政治學系碩士論文。
6. 杜微（2012），**臺鐵局營運的政治經濟分析**。國立台灣大學社會科學院政治學系碩士論文。
7. 林煥堂（2002），**臺鐵關鍵經營改善策略之研究**。國立成功大學交通管理學系碩士論文。
8. 林正隆（2005），**高鐵通車後臺鐵經營模式之研究**。國立交通大學管理學院碩士論文。
9. 許婉琪（2004），**臺鐵局公司化策略之研究**。國立臺北大學企業管理學系碩士論文。
10. 梁芷菁（2004），**組織變革、組織溝通與組織承諾之關聯性研究-以臺鐵民營化為個案**。銘傳大學公共事務研究所碩士論文。
11. 高猷珩（2020），**民營化對我國鐵路事業組織變革之影響-日本國鐵的經驗**。國立政治大學國際事務學院碩士論文。
12. 鄭瑋奇（2018，10月3日）。**台鐵公司化與調價皆暫緩 吳宏謀：非這1、2年優先項目**。檢自 <https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2569671>（10.28，2021）。
13. 侯俐安、吳姿賢（2019，7月28日）。**林佳龍：臺鐵公司化 關鍵在府院決心**。聯合報，檢自 <https://vision.udn.com/vision/story/12133/3956394>（10.28，2021）。

探討三種曲線半徑之鋼軌波狀磨耗特徵波長分析

Characteristic Wavelength Analysis of Rail Corrugation with Three Curve Radii

林智強 Lin, Chih-Chiang¹

鄒承諺 Tsou, Cheng-Yen²

劉德正 Liu, Ter-Cheng³

聯絡地址：807618 高雄市三民區建工路 415 號

Address : No.415, Jiangong Rd. Sanmin Dist., Kaohsiung City 807618, Taiwan (R.O.C.)

電話 (Tel) : (07)3814256#15208

電子信箱 (E-mail) : cclin@nkust.edu.tw

摘要

軌道運輸是現代陸地上快速的運輸方式之一，相較於其他陸地上的運具，其具有單次運量最大的優勢，因此軌道運輸的安全性也是至關重要。鋼軌不整直接影響到行車安全，其中波狀磨耗是週期性且相對較為高頻的不整量，當通過的車速越快時，其影響程度會越顯著，波狀磨耗特別好發於路線彎道處，同時容易產生刺耳噪音，以及令人感到不適的振動，若是未即時處理亦會提升運行安全之危險性。然而波狀磨耗的成因並不是單純一種，可能會因為曲線半徑、軌道形式以及其它外在因素，使得每個曲線路段有各自的特徵波長。因此本研究選定臺鐵正線上的四處皆已使用三年以上的曲線路段作為量測現地，同時量測四處現地的上下行路線，藉由量測數據分析各現地的特徵波長以及曲線半徑與有無道碴軌道形式對於特徵波長的影響，後續針對各現地的上下行路線磨耗狀況進行分析。結果顯示曲線半徑對於特徵波長是存在明顯的影響，另外也可發現無碴軌道形式的路線上，在同一個曲線路段的上行與下行路線。無論是在高軌或者低軌皆有著較為相似的波狀磨耗趨勢；反觀有碴軌道形式的路線上，則相對在高軌與低軌的波狀磨耗趨勢是較為不一的。

¹國立高雄科技大學土木工程系 助理教授

²國立高雄科技大學土木工程系 碩士

³臺鐵局 高雄工務段 助理工務員

關鍵詞：波狀磨耗、特徵波長、曲線半徑

Abstract

Rail transit is one of the fast transportation modes on modern land. Compared with other land transport vehicles, it has the advantage of the largest single transport volume, so the safety of rail transit is very important. Track irregularity directly affects driving safety. Corrugation is a periodic and relatively high-frequency irregular phenomenon. Corrugation is particularly likely to occur at the turn of the route, and is prone to harsh noise and uncomfortable vibration. If not handled immediately, it will increase operational security risks. However, the cause of corrugation is not simple. Due to curve radius, railway type and other external factors, each curve segment may have its own characteristic wavelength. Therefore, this study selects four curve sections on the main line of Taiwan Railway that have been used for more than three years as measurement sites, and measures the two lines of four sites at the same time. Through the measurement data, we analyzed the characteristic wavelength of each station and the influence of curve radius and ballasted track on the characteristic wavelength, and then analyzed the wear of the two lines of each station. The results show that the curve radius has a significant effect on the characteristic wavelength. In addition, the measurement sites with ballastless can also be found that both the high rails and the low rails have similar corrugation trends. On the other hand, the measurement with ballast track, the corrugation trend is relatively different in both the high rails and the low rails.

Keywords : Corrugation, Characteristic wavelength, Curve radius.

一、前言

在現今科技進步的世界，廣闊的陸地單次運輸量最大以及最便利的交通方式就是軌道運輸，軌道運輸是提供旅客快速往返的交通運具，而旅客的乘坐舒適度與安全性就顯得格外重要，若是發生行車事故，將會對於生命財產有著重大的損失。列車運行時其鋼輪與鋼軌接觸，產生劣化損壞進而導致誤點或是脫軌意外的事故案件更是比比皆是，如 1998 年德國「艾雪德列車出軌事故」^[1]，是因鋼輪突然金屬疲勞發生破裂後，後續鏟起護軌後進而產生了這起事故；2013 年法國「奧爾日河畔布雷蒂尼列車出軌事故」^[2]，經調查報告中指出一塊連接兩段鋼軌的魚尾鉸鬆脫，並插在轉轍器上，造成列車駛過時發生這起事故；2020 年臺灣「成功站斷軌重大鐵道事故」^[3]，為臺鐵於成功站附近有一處 44 cm 的斷軌如圖 1 所示，若非及早發現否則險些造成列車出軌事故的發生。從上述這些案例可以發現，事故造成的影響輕則使乘客的時程誤點或更改；重則導致乘客死傷，因此列車的運行除了要兼顧便利性與舒適性，更需要將安全性放在第一位，其中鋼軌對於列車的行駛安全又是扮演至關重要的角色；若是鋼軌存在缺陷或損傷時不僅會對於搭乘舒適度下降外，更將大幅增加列車行駛的風險^[4]。波狀磨耗(Corrugation)是一種易造成乘車舒適度下降的鋼軌缺陷，並且嚴重時除了使舒適度下降外，更將可能造成列車的運行安全，因此國內外學者對於波狀磨耗皆進行相當多的相關研究。眾多研究報告都提到波狀磨耗會產生噪音與振動，造成乘客感到不適外，也會使附近居民影響生活，更可能使軌道設施產生劣化的現象^[5-9]。另外更有學者提到波狀磨耗除了提及噪音與振動外使乘客感到不適外，若波狀磨耗嚴重時將更容易造成軌框構件產生負面影響，不僅讓軌框構件的使用年限減短，並可能造成鋼軌及軸承的損壞，進而提升列車行駛安全之風險^[10-13]；並且由文獻可以發現波狀磨耗好發於彎道上，並且曲線半徑較小的彎道相對於曲線半徑較大的彎道更容易發生^[14, 15]，但波狀磨耗的成因與類型眾多，影響生成的變數也十分複雜^[16, 17]，因此本研究以臺灣鐵路管理局(後稱臺鐵)正線上的四個彎道作為研究現地，其中兩處曲半徑約 400 m、一處曲線半徑約 500 m 以及另一處曲線半徑約為 900 m。本研究將實際前往四個現地進行量測，藉由量測結果找出四個現地可能的特徵波長，以及在四個現地中曲線半徑和有無道碴對於波狀磨耗之特徵波長的影響。

圖 1 成功站 44 cm 斷軌^[3]



二、波狀磨耗與量測方式介紹

波狀磨耗容易產生令乘客感到不適的振動，並且尖銳刺耳的噪音同時會伴隨著一起出現。因此波狀磨耗對於乘車舒適度以及軌道養護作業影響巨大^[4, 12, 18]，如若是波狀磨耗過於嚴重且未進行養護處理時，將容易造成如鋼軌、扣件等軌道構件的使用年限縮短，進而使列車運行之風險提升。世界各國的鐵路系統也都無法避免波狀磨耗的形成^[19]，並且產生波狀磨耗的影響因素眾多，如軌道結構、軌道幾何、列車載重和輪軌接觸行為等^[17]。Akira Matsumoto 在 2002 年^[20]的文獻中可能因為前後輪的作用行為不同如圖 2 所示，進而形成一個具週期性的磨耗，後續演變成波狀磨耗的產生，因此波狀磨耗會在鋼軌踏面上呈現一具有週期性的磨損痕跡，如圖 3 所示，從圖中可以看到一格一格具有週期性排列的磨損痕跡，波狀磨耗的成因有許多，圖 4 為 Grassie 在 1993 年^[29]提出的波狀磨耗生成機制，從圖中可以看到有兩大主要機制為固定波長生成機制 (Wavelength-fixing mechanism) 與損傷機制 (Damage mechanism)，其中固定波長生成機制會受到摩擦力、蠕滑力或其他特性影響，並因為每個路線的與國家的軌道幾何、軌道結構、列車載重和輪軌接觸等不同，皆會對於每個路線上的波狀磨耗生成的特徵波長存在影響，常見的固定波長生成機制如 P-P 共振 (Pinned-Pinned resonance) 和 P2 共振 (P2 resonance)、動力軸第二扭轉共振 (Second torsional resonance of driven axles) 等。因為固定波長生成機制或是損壞機制的不同而使得波狀磨耗有不同的類型，Grassie 延續幾年的研究並統計整理出了表 1^[14, 21-23]，表中可以看到共分為六種類型的波狀磨耗，並且波長生成機制就有

四種以及破壞機制主要是磨損以及塑性損壞，並且主要發生位置也都是曲線段。並因為不同的波狀磨耗會有相異的特徵波長與頻率，因此可能類似的現地，其波狀磨耗的特徵波長與頻率是不一定相同的。

從上述的研究及文獻可以發現不同的現地所產生之波狀磨耗的特定波長與頻率是相異的，因此本研究選定了臺鐵四處鋼軌已使用三年以上之曲線路段作為量測現地，各現地的量測資訊如表 2，A 和 B 為兩處無道碴軌道且曲線半徑皆為 400 m 的彎道，C 現地為有碴軌道且曲線半徑 500 m 的彎道，最後 D 現地為曲線半徑 900 m 的無道碴軌道，探討曲線半徑與有無道碴對於波狀磨耗的特徵波長之影響。後續將會針對這四處現地使用波狀磨耗量測儀(Corrugation Analysis Trolley, CAT)進行波狀磨耗量測，並將後續量測數據進行分析比較。

圖 2 前後輪對作用^[20]

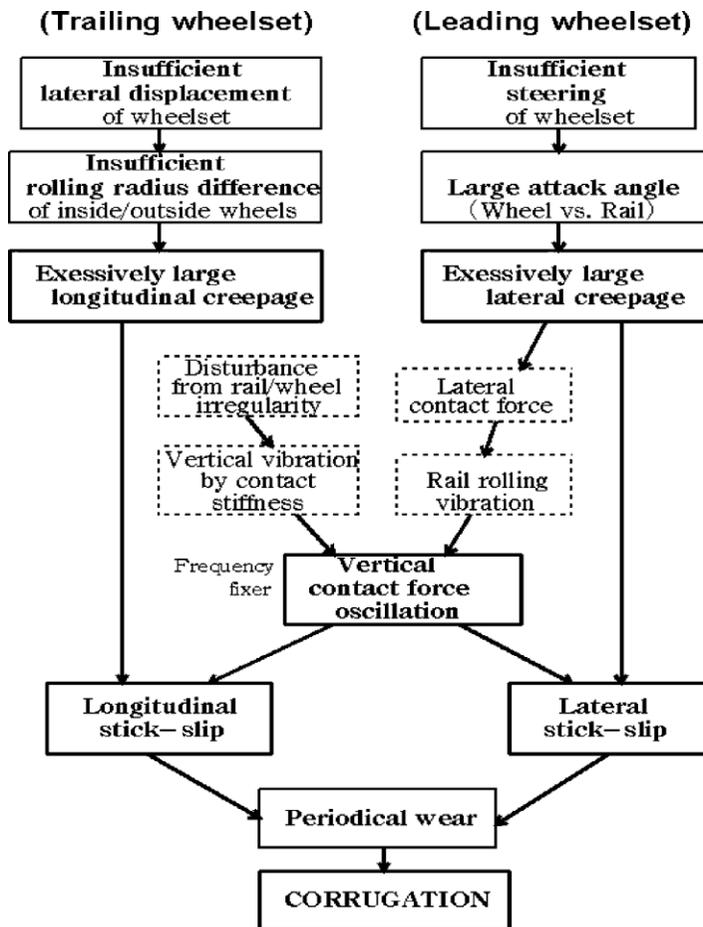


圖 3 波狀磨耗^[15]



圖 4 波狀磨耗生成機制^[21]

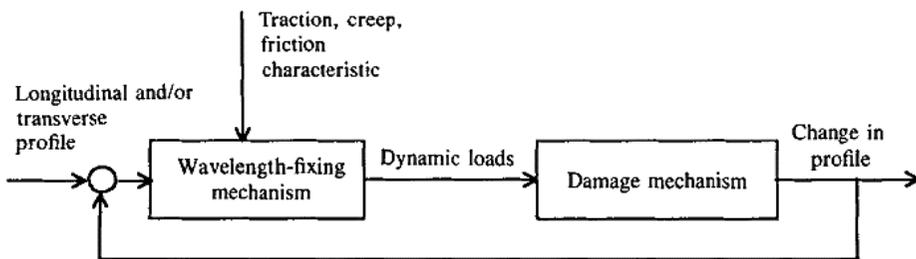


表 1 波狀磨耗種類^[14, 21-23]

| 波狀磨耗種類 Corrugation Type | 常見頻率 (Hz) | 固定波長生成機制 | 破壞機制 | 可能發生位置 |
|------------------------------|--------------|-----------|------|---------|
| 哮叫軌 Roaring rails | 400-1200 | P-P 共振 | 磨損 | 直線或曲線高軌 |
| 車轍槽 Rutting | 250-400 | 動力軸第二扭轉共振 | 磨損 | 曲線低軌 |
| 重載鐵路 Heavy haul | 50-100 | P2 共振 | 塑性流 | 直線或曲線 |
| 輕型鋼軌 Light rail | 50-100 | P2 共振 | 塑性挫曲 | 直線或曲線 |
| 其餘P2共振 Other P2 resonance | 50-100 | P2 共振 | 磨損 | 直線或曲線高軌 |

表 2 量測現地資料

| 現地編號 | 曲線半徑(m) | 有/無道碴 |
|------|---------|-------|
| A | 400 | 無 |
| B | 400 | 無 |
| C | 500 | 有 |
| D | 900 | 無 |

使用於四個現地量測波狀磨耗的儀器 CAT，為國外 Railway Technology 公司設計研發專門量測波狀磨耗的儀器。國內成功大學的黃翊耘與吳文豪^[22, 24]兩位碩士使用這套設備於臺鐵的臺南沙崙支線進行量測，在國外則有大陸學者任彤、日本學者田中博文以及 Grassie 皆同樣使用 CAT 來進行波狀磨耗的線的量測^[5, 25, 26]。於現地量測完成後，使用特定的 CAT 所搭配の後處理程式將數據取出後，會進行各自現地的比較分析，最後針對各的量測結果綜合比較，觀察曲線半徑與有無道碴對於波狀磨耗的特徵波長影響。

三、波狀磨耗現地量測結果與分析

此次選定了臺鐵正線上四處彎道，且都已使用三年以上作為量測現地，以下將針對 A、B、C 以及 D 現地的量測數據各自描述，並比較上行與下行路線的波狀磨耗程度，後續將四個現地的量測數據進行綜合比較，觀察曲線半徑與有無道碴在四處現地波狀磨耗之特徵波長的差異。而波狀磨耗的判定在本篇將以國際規範 ISO 3095^[27]作為驗證標準，此規範為主要判斷鋼軌踏面是否有產生波狀磨耗的標準之一，主要判斷方式有二，單一波長大於規範值 6 dB 以上或連續三個波長大於規範值 3 dB 以上就算超過標準規範，此處的規範值代表的是 ISO 3095 中的各個波長之規範值，因此後續將只稱為規範值。

A 現地為曲線半徑約 400 m 的曲線段，現場為無道碴軌道，後續我們將 A 現地量測數到波狀磨耗數據，依照上行與下行的各自高低軌分類後呈現如圖 5 和圖 6，另外整理規範值與量測數據計算後之差值於表 3。圖 5 為 A 現地上行的波狀磨耗量測數據結果，圖中可以看到在上行路線中，高軌的各個波長都已經超過了規範值，並且在波長 630–500 mm 以及 160 mm 的位置有比較明顯地

峰值出現；而低軌的部分可以看到在波長 125 mm 的位置達到峰值，前後的 160 mm 和 100 mm 也是呈現一個大於規範值較多的現象。接著綜合表 3 中的數據可以看到，A 現地上行高軌的量測數值只有波長 315 mm 僅大於 6.951 dB，剩餘的波長皆是大於 7 dB 以上。反觀 A 現地上行低軌的部分，在波長 2000–200 mm 的區間其實都是在規範值附近，而波長 160–31.5 mm 區間中與規範值的差異皆是達到了 6 dB 以上，並且在波長 125 mm 時與規範值的差異達到了 22.137 dB，最後波長 25–6.3 mm 中的區間，雖然大於規範值，但仍屬於規範範圍內。圖 6 中為 A 現地下行路現的波狀磨耗量測數據結果，與上行路線現象相同，高軌的所有波長皆是大於規範值的情形，另外在波長 630 – 500 mm 以及 160 mm 的位置也同樣如上行路線中之高軌一樣有較明顯的峰值出現；而低軌部分同樣是在波長 125 mm 的位置與規範值有一峰值存在，並且波長 160 mm 和 100 mm 也是有著與規範值差異較大的狀況。接著同樣綜合表 3 來觀察，下行路線中的高軌在波長 800 mm 以前的波長皆屬未超過規範的，而在波長 630 – 6.3 mm 區間中僅有波長 315 mm 和 250 mm 是未超過標準值 7 dB 的；後續來看到下行路線低軌的部分，可以觀察到同樣如上行路線低軌的趨勢一樣，在波長 2000 – 200 mm 的區間中，皆在規範合理範圍中，在波長 160 – 100 mm 區間中皆大於規範值 10 dB 以上，並且在波長 125 mm 的位置與規範值差異達到了 17.687 dB，而在波長 80 – 6.3 mm 的區間範圍內，皆大於規範值。接續比較上下行路線的高軌與低軌磨耗狀況的比較，在高軌部分可以發現到上行路線在各個波長量測到的 dB 值幾乎一面倒的都是高出同波長的下行路線的，僅有波長 400 mm 以及波長 16 – 6.3 mm 是下行路線高於上行路線的；再來看到低軌的部分，在波長 31.5 mm 以前皆是上行路線高出下行路線的狀況，但從波長 25 mm 開始到波長 6.3 mm 卻反而全部都是下行路線大於上行路線的狀況。

A 現地的高軌在所有波長皆已經高於規範值，並且在波長 630 – 500 mm 以及 160 mm 的位置有著一較明顯的峰值存在；而 A 現地的低軌明顯在波長 125 mm 有一個峰值存在，並且也都是所有波長中與規範值差異最大的，上下行路線分別是 22.137 dB 和 17.687 dB。而在上下行路線的比較中，可以發現上行路線在波長 31.5 mm 以上的所有波長，不管是在高軌或是低軌皆是大於下行路線的，但是在波長 25–6.3 mm 的區間內，反而是下行路線高於上行路線的狀況。因此綜合上述的比較結果，可以發現 A 現地中的高軌特徵波長是落在波長 630 – 500 mm 和 160 mm；而 A 現地中的低軌特徵波長則是落在波長 125 mm。另外藉由上下行的高低軌比較中可以發現，無論高軌或低軌在上行路線在波長

2000 – 31.5 mm 的區間中的磨耗皆是較下行路線來的嚴重，而在波長 25 – 6.3 mm 的區間中則是下行路線較上行路線來的磨耗嚴重。

圖 5 A 現地上行波狀磨耗量測數據

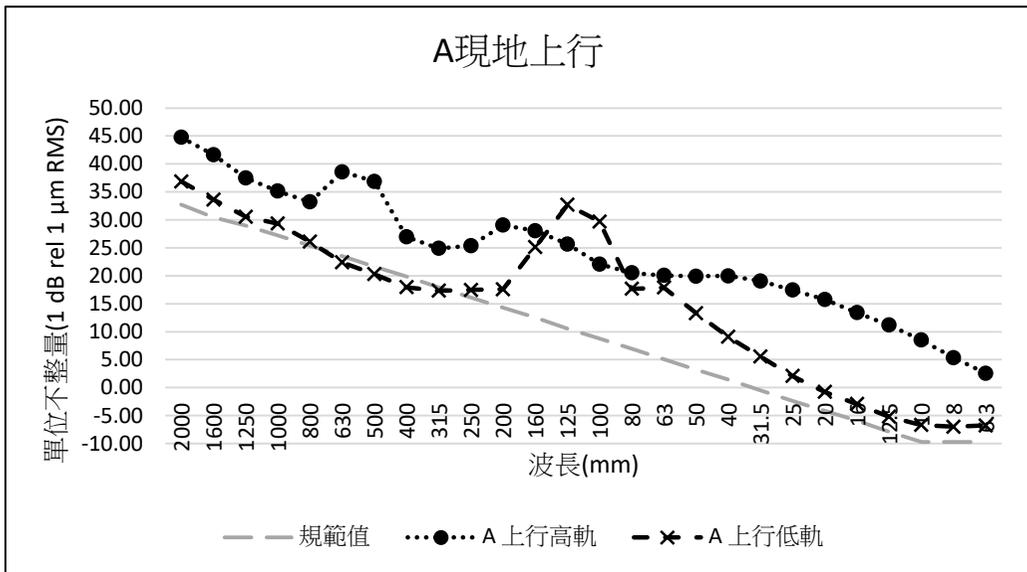


圖 6 A 現地下行波狀磨耗量測數據

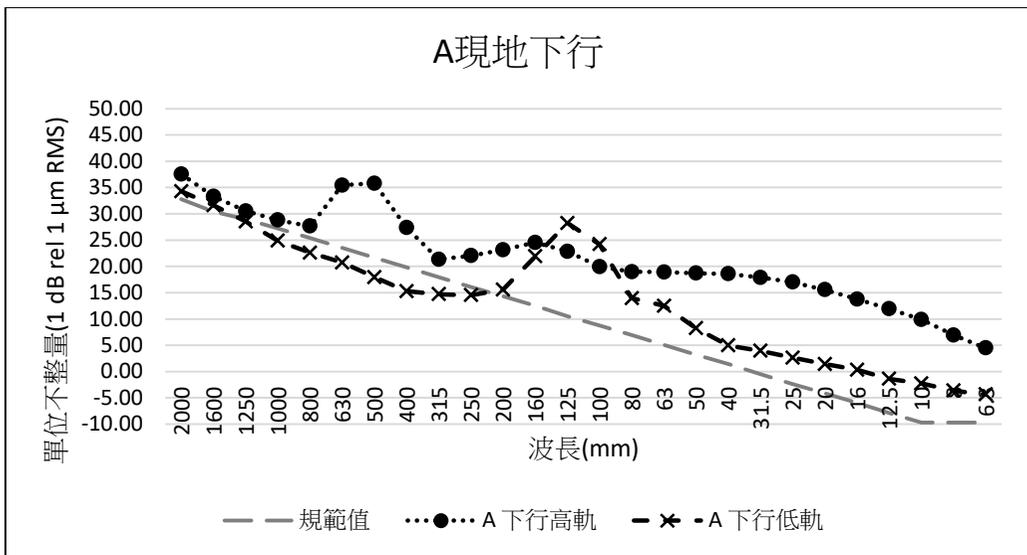


表 3 A 現地波狀磨耗量測數據與規範值之差值

| 波長 (mm) | 規範值 (dB) | A 上行高軌 (dB) | A 下行高軌 (dB) | A 上行低軌 (dB) | A 下行低軌 (dB) |
|------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2000 | 32.76 | 11.982 | 4.792 | 4.122 | 1.522 |
| 1600 | 30.45 | 11.207 | 2.847 | 3.187 | 1.157 |
| 1250 | 28.99 | 8.497 | 1.547 | 1.557 | -0.463 |
| 1000 | 27.20 | 7.925 | 1.605 | 2.135 | -2.325 |
| 800 | 25.42 | 7.773 | 2.243 | 0.673 | -2.817 |
| 630 | 23.50 | 15.067 | 11.917 | -1.103 | -2.763 |
| 500 | 21.65 | 15.229 | 14.159 | -1.371 | -3.711 |
| 400 | 19.86 | 7.117 | 7.517 | -1.913 | -4.583 |
| 315 | 17.95 | 6.951 | 3.391 | -0.619 | -3.239 |
| 250 | 16.10 | 9.273 | 5.923 | 1.363 | -1.577 |
| 200 | 14.31 | 14.741 | 8.851 | 3.281 | 1.281 |
| 160 | 12.52 | 15.529 | 12.009 | 12.609 | 9.379 |
| 125 | 10.54 | 15.117 | 12.297 | 22.137 | 17.687 |
| 100 | 8.76 | 13.325 | 11.185 | 20.955 | 15.465 |
| 80 | 6.97 | 13.542 | 12.012 | 10.692 | 6.992 |
| 63 | 5.05 | 14.997 | 13.847 | 12.837 | 7.437 |
| 50 | 3.20 | 16.708 | 15.508 | 10.108 | 5.018 |
| 40 | 1.41 | 18.546 | 17.166 | 7.656 | 3.566 |
| 31.5 | -0.50 | 19.550 | 18.390 | 6.050 | 4.450 |
| 25 | -2.35 | 19.782 | 19.372 | 4.422 | 4.982 |
| 20 | -4.14 | 19.890 | 19.700 | 3.380 | 5.570 |
| 16 | -5.93 | 19.318 | 19.698 | 2.988 | 6.268 |
| 12.5 | -7.91 | 19.076 | 19.836 | 2.696 | 6.526 |
| 10 | -9.69 | 18.204 | 19.584 | 3.004 | 7.424 |
| 8 | -9.70 | 15.040 | 16.630 | 2.710 | 6.080 |
| 6.3 | -9.70 | 12.270 | 14.190 | 2.940 | 5.360 |

B 現地為曲線半徑約 400 m 的曲線段，現場為無道碴軌道，後續我們將 B 現地量測數到波狀磨耗數據，依照上行與下行的各自高低軌分類後呈現如圖 7 和圖 8，另外整理規範值與量測數據計算後之差值於表 4。

首先看到圖 7 為 B 現地上行路線的波狀磨耗量測結果，可以明顯看到跟 A 現地一樣所有波長皆是大於規範值的，另外在波長 400 mm 和 50 – 31.5 mm 的位置有一較明顯的峰值產生；而在低軌方面可以看到在波長 100 mm 處有一明顯的峰值存在，並且僅有波長 800 – 500 mm 區間小於規範值，剩餘的所有波長皆或多或少高於規範值。綜合表 4 來做觀察，可以發現 B 現地上行高軌的所有波長僅有波長 800 mm 未超過規範值 10 dB 以上，在波長 400 mm 的位置大於規範值達 14.887 dB，而在波長 50 – 31.5 mm 的區間中更是大於規範值達到 22 dB 以上；在上行低軌的部分，波長 2000 – 250 mm 區間中雖然有些波長超過規範值，但仍在規範的合理範圍內，而在波長 200 mm 以下皆大於規範值，並且在波長 125 – 80 mm 皆大於了 10 dB 以上，在波長 100 mm 處更是高出了 15.435 dB。接著圖 8 為 B 現地下行路線的波狀磨耗量測數據結果，下行路線的高軌部分，同樣與上行路線的高軌一樣，在全波長皆是大於規範值的狀況，波長 500 的位置有一個較明顯的峰值存在；在低軌的部分則可以看到在波長 160 mm 以前的波長皆小於規範值或稍微高於規範值而已，而從波長 125 mm 以下的所有波長，皆是高於規範值的，並且與上行路線的低軌同樣在波長 100 mm 的位置有著與規範值差異較大的峰值存在。同樣綜合表 4 來看，我們可以觀察到下行路線的高軌中，僅有波長 315 mm 超過規範值 5.731 dB，剩餘的所有波長皆大於規範值達到了 6 dB 以上，並且在波長 500 mm 的位置大於規範值達到 13.339 dB；在低軌的部分可以看到波長 2000–160 mm 區間中，皆是低於或只高於規範值不到 2 dB 的狀況，波長 125 – 80 mm 區間中皆是大於規範值達到 6 dB 以上，在波長 100 mm 更是高於規範值達 11.005 dB，而在波長 63 – 6.3 mm 區間中雖然皆是大於規範值的，但仍屬於規範的合理範圍當中。後續依據表 4 中的資料來比較 B 現地中上下行高低軌的磨耗狀況比較，首先看到高軌的部分，波長 2000 – 16 mm 的區間中，僅有波長 500 mm 是下行路線高於上行路線，其餘皆是上行路線的波狀磨耗量測數據大於下行路線的，而波長 12.5 – 6.3 mm 雖然是下行路線大於上行路線的，但是高出的幅度皆在 0.5 dB 以下，跟波長 2000 – 16mm 的差距相比是相對較小的；再來看到低軌的部分，可以看到幾乎全波長皆是上行路線的量測數據高於下行路線的狀況，僅有 12.5 mm、10 mm 和 8 mm 是下行路線較上行路線來的高的，但也僅高於 0.67 dB、0.04 dB 和 0.19 dB，同樣較上行路線高於下行路線的差距來的較小。

B 現地的高軌同樣於 A 現地的高軌一樣，在所有波長皆是大於規範值的狀況，但上行路線的高軌在波長 400 mm 和 50 – 31.5 mm 的位置有一較明顯的峰值，而在下行路線中則是波長 500 mm 處有一明顯的峰值存在；在低軌方面則

可以發現，在波長 100 mm 都存在一顯著的峰值，並且與規範值的差異分別為 15.435 dB 和 11.005 dB，皆是同條鋼軌中與規範值差異最大的波長，統整上面的分析結果可以推測 B 現地的低軌特徵波長為 100 mm，而上行路線的高軌為 400 mm 和 50 – 31.5 mm；下行路線的高軌部分則為波長 500 mm。另外在上下行路線的比較中，可以看到不管是高軌或是低軌，各個波長幾乎皆是上行路線的磨耗狀況相較於下行路線來的較為嚴重。

圖 7 B 現地上行波狀磨耗量測數據

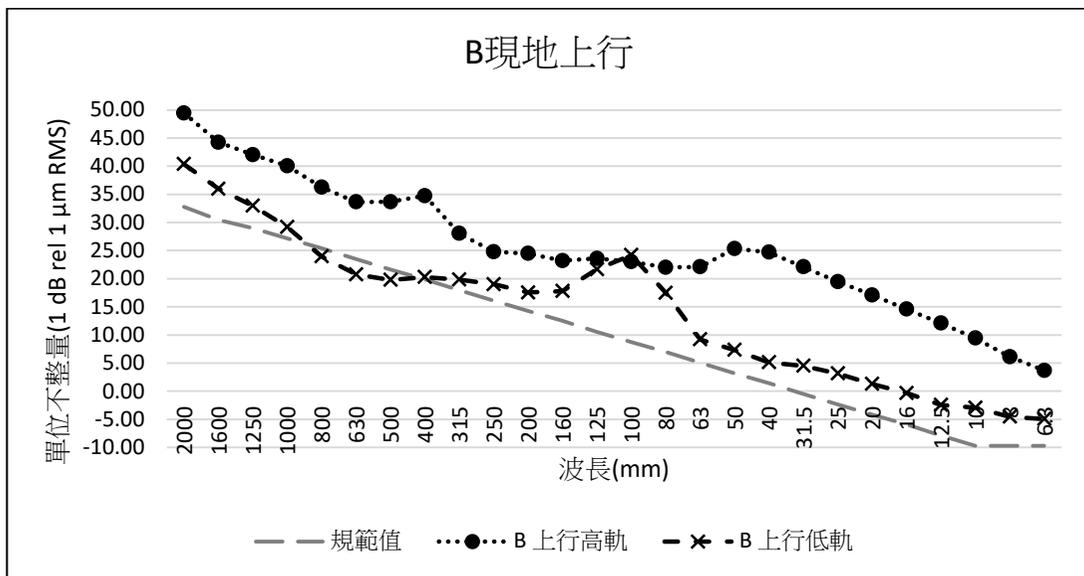


圖 8 B 現地下行波狀磨耗量測數據

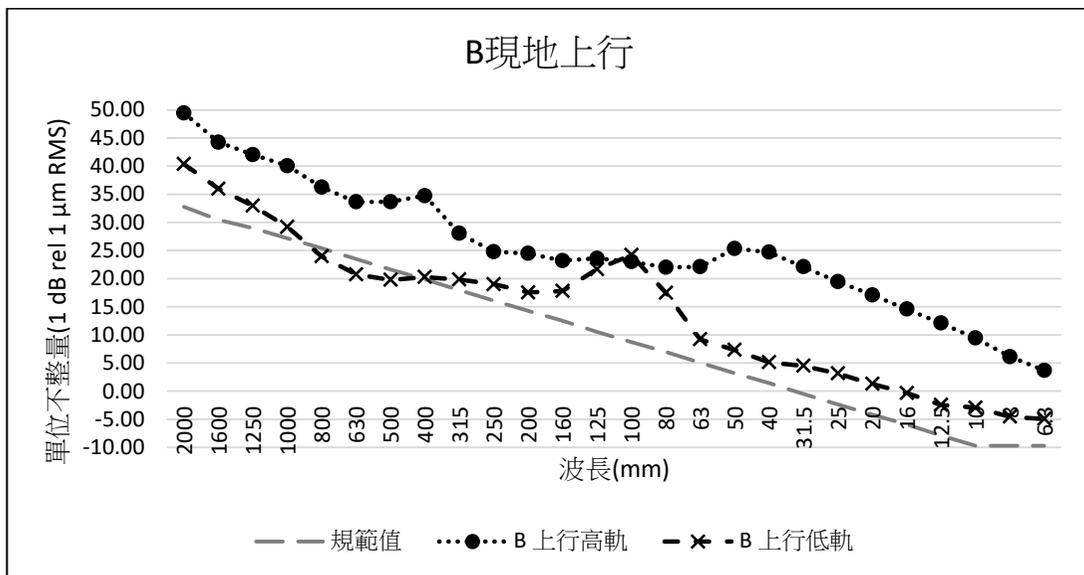


表 4 B 現地波狀磨耗量測數據與規範值之差值

| 波長 (mm) | 規範值 (dB) | B 上行高軌 (dB) | B 下行高軌 (dB) | B 上行低軌 (dB) | B 下行低軌 (dB) |
|------------|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 2000 | 32.76 | 16.682 | 11.662 | 7.612 | 1.872 |
| 1600 | 30.45 | 13.787 | 12.277 | 5.527 | 1.337 |
| 1250 | 28.99 | 13.037 | 9.777 | 3.977 | -0.413 |
| 1000 | 27.20 | 12.865 | 7.545 | 2.005 | -0.755 |
| 800 | 25.42 | 10.863 | 6.713 | -1.447 | -2.387 |
| 630 | 23.50 | 10.127 | 6.017 | -2.723 | -3.033 |
| 500 | 21.65 | 12.019 | 13.339 | -1.871 | -2.551 |
| 400 | 19.86 | 14.887 | 11.627 | 0.427 | -4.423 |
| 315 | 17.95 | 10.081 | 5.731 | 1.881 | -4.169 |
| 250 | 16.10 | 8.703 | 6.523 | 2.923 | -3.837 |
| 200 | 14.31 | 10.171 | 7.721 | 3.251 | -1.219 |
| 160 | 12.52 | 10.669 | 7.889 | 5.269 | 0.639 |
| 125 | 10.54 | 13.067 | 9.977 | 11.127 | 6.247 |
| 100 | 8.76 | 14.255 | 10.935 | 15.435 | 11.005 |
| 80 | 6.97 | 15.052 | 12.612 | 10.532 | 9.292 |
| 63 | 5.05 | 17.037 | 14.467 | 4.147 | 3.247 |
| 50 | 3.20 | 22.148 | 17.288 | 4.148 | 2.498 |
| 40 | 1.41 | 23.296 | 19.066 | 3.706 | 2.856 |
| 31.5 | -0.50 | 22.600 | 20.290 | 5.000 | 4.140 |
| 25 | -2.35 | 21.832 | 20.402 | 5.492 | 4.452 |
| 20 | -4.14 | 21.240 | 20.370 | 5.430 | 5.420 |
| 16 | -5.93 | 20.508 | 20.068 | 5.608 | 5.548 |
| 12.5 | -7.91 | 19.996 | 20.186 | 5.456 | 6.126 |
| 10 | -9.69 | 19.124 | 19.604 | 6.774 | 6.814 |
| 8 | -9.70 | 15.810 | 16.270 | 5.160 | 5.350 |
| 6.3 | -9.70 | 13.400 | 13.740 | 4.770 | 4.510 |

C 現地為曲線半徑約 500 m 的曲線段，現場為有道碴軌道，後續我們將 C 現地量測數到波狀磨耗數據，依照上行與下行的各自高低軌分類後呈現如圖 9 和圖 10，另外整理規範值與量測數據計算後之差值於表 5。

首先看到圖 9 為 C 現地上行路線的波狀磨耗量測結果，高軌的部分在全部波長皆是高出標準值十分明顯，另外可以發現在波長 500 mm 和 125 mm 有明顯的峰值存在；換到低軌的部分，同樣可以觀察到在所有波長與高軌一樣或多或少皆超過了規範值，尤其是在波長 160 mm 處有明顯的峰值的存在。接著綜合表 5 一起觀察可以發現上行路線高軌，僅除了 315 mm 的波長未超過規範值 10 dB，剩餘的所有波長皆高於規範值 11 dB 以上。另外在波長 500 mm 以及 125 mm 更是分別大於規範值達到了 20.509 dB 和 19.907 dB。再來看到低軌的部分，全部波長同樣高出了規範值，但僅有波長 630–80 mm 超出了規範值 9 dB 以上。接續換到觀察圖 10 為 C 現地下行路線的波狀磨耗量測結果，高軌的部分與前面介紹過的所有高軌一樣，在全部波長皆超出了規範值，並且在波長 125 mm 的位置存在一明顯的峰值，並且可以發現波長 630–315 mm 有著明顯較其他波長更大的差值存在；低軌的部分則可以發現波長 100 mm 以下的波長，呈現出小於或僅稍微高出規範值而已，並且在波長 630–315 mm 有著顯著與規範值較大的差異。同樣綜合表 5 可以發現下行高軌的在所有波長皆超過規範值達到 10 dB 以上，尤其是在波長 630–315 mm 更是都存在著 22 dB 以上的差值，另外也可以看到波長 125 mm 也達到了 19.197 dB 的差值；後續換到低軌的部分，可以以波長 100 mm 為一分水嶺，在波長 100 mm 以下的所有波長幾乎都小於規範值，另外也僅有少數幾個波長稍微高出規範值而已，因此波長 100 mm 以下的波長皆屬於規範值合理之範圍內，但可以看到波長 125 mm 以上的部分皆大於規範值，並於波長 630–315 mm 的區間中，有著全部超過規範值 15 dB 以上的狀況，尤其是波長 315 mm 有著下行路線低軌中差值最大的 18.341 dB。在各自比較完上下行路線各自的高低軌後，同樣把 C 路線之上下行路線之高軌與低軌分別討論，首先一樣是高軌的部分，在綜合表 5 數據可以算出下行路線的高軌在各波長幾乎都是大於上行路線的高軌之情形，雖然波長 200–125 mm 和 40–20 mm 反而是上行路線較大的，但是相對在這兩個波長區間中兩條高軌的差異並非特別明顯。再來提到低軌的部分，同樣有著一個分水嶺，但是換成了波長 250 mm，在波長 2000–315 mm 區間中，皆是下行路線的低軌明顯的較上行路線的低軌來的更大，但是從波長 250 mm 以下的所有波長卻又都變成了上行路線的低軌有著更大的量測值。

在 C 現地的量測數據中可以發現，高軌的量測數據與 A、B 現地的高軌一樣，都是全波長超過規範值的狀況，但可以發現不管是上行或是下行路線的波長 125 mm 處都有一明顯的峰值存在，但上行路線的軌另外又在波長 500 mm 的位置有一處明顯的峰值，而下行路線的高軌卻是在波長 630 – 315 mm 處有著明顯的較大的差值存在的狀況。在低軌的部分更是差異狀況更大了，上行路線中可以看到全數波長皆大於規範值，並在波長 160 mm 的位置有顯著的峰值存在，反觀看到下行路線的低軌是以波長 100 mm 作為分界，波長 100 – 6.3 mm 的區間範圍內不是小於規範值，就是稍微超過規範值而已的狀況，因此在波長 100–6.3 mm 的區間是在規範的合理範圍中的；但波長 2000 – 125 mm 則是全部超過規範值，並且與下行路線的高軌一樣在波長 630 – 315 mm 有著明顯與規範值差值較大的區間。因此綜合上述資料整理可以推測 C 現地的上行路線特徵波長在高軌為波長 500 mm 和 125 mm；低軌則是波長 160 mm；而下行路線高軌的特徵波長則是波長 125 mm，下行路線的高低軌則都需要觀察波長 630 – 315 mm。在上下行路線的比較中可以發現，C 現地的高軌部分是下行路線在各波長中是較為嚴重的，僅在波長 200 – 125 mm 和 40 – 20 mm 是上行路線較嚴重些而已；C 現地的低軌部分則是以波長 250 mm 作為分界，在波長 2000 – 315 mm 的區間中是下行路線的低軌更為嚴重的，而波長 250 – 6.3 mm 區間中則是上行路線較為嚴重。

圖 9 C 現地上行波狀磨耗量測數據

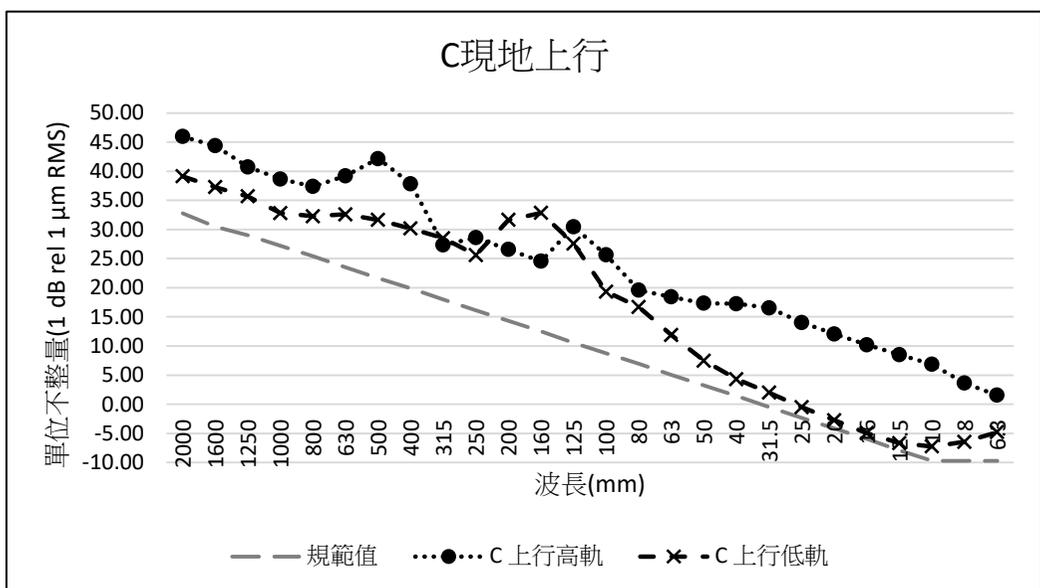


圖 10 C 現地下行波狀磨耗量測數據

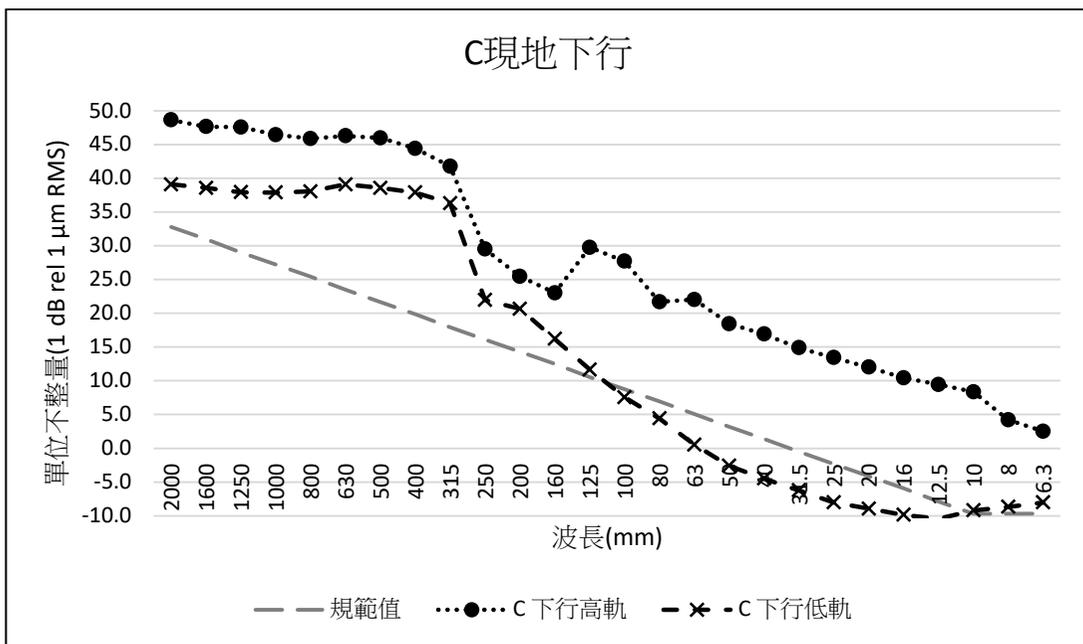


表 5 C 現地波狀磨耗量測數據與規範值之差值

| 波長 (mm) | 規範值 (dB) | C 上行高軌 (dB) | C 下行高軌 (dB) | C 上行低軌 (dB) | C 下行低軌 (dB) |
|---------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2000 | 32.76 | 13.182 | 15.862 | 6.352 | 6.322 |
| 1600 | 30.45 | 13.379 | 16.669 | 6.299 | 7.589 |
| 1250 | 28.99 | 11.747 | 18.567 | 6.697 | 8.927 |
| 1000 | 27.20 | 11.445 | 19.215 | 5.595 | 10.665 |
| 800 | 25.42 | 11.943 | 20.443 | 6.853 | 12.623 |
| 630 | 23.50 | 15.697 | 22.767 | 9.097 | 15.567 |
| 500 | 21.65 | 20.509 | 24.299 | 9.989 | 16.899 |
| 400 | 19.86 | 17.967 | 24.547 | 10.307 | 18.007 |
| 315 | 17.95 | 9.411 | 23.821 | 10.551 | 18.341 |
| 250 | 16.10 | 12.483 | 13.393 | 9.493 | 5.853 |
| 200 | 14.31 | 12.261 | 11.141 | 17.341 | 6.351 |
| 160 | 12.52 | 12.009 | 10.489 | 20.319 | 3.669 |
| 125 | 10.54 | 19.907 | 19.197 | 17.037 | 1.107 |
| 100 | 8.76 | 16.875 | 18.945 | 10.575 | -1.195 |

表 5 (續)

| | | | | | |
|------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 80 | 6.97 | 12.592 | 14.722 | 9.702 | -2.538 |
| 63 | 5.05 | 13.377 | 16.957 | 6.817 | -4.523 |
| 50 | 3.20 | 14.118 | 15.238 | 4.268 | -5.792 |
| 40 | 1.41 | 15.846 | 15.486 | 2.886 | -5.904 |
| 31.5 | -0.50 | 17.030 | 15.390 | 2.490 | -5.740 |
| 25 | -2.35 | 16.372 | 15.762 | 1.852 | -5.678 |
| 20 | -4.14 | 16.190 | 16.140 | 1.390 | -4.790 |
| 16 | -5.93 | 16.118 | 16.358 | 0.978 | -3.922 |
| 12.5 | -7.91 | 16.416 | 17.346 | 1.226 | -2.534 |
| 10 | -9.69 | 16.544 | 18.054 | 2.444 | 0.504 |
| 8 | -9.70 | 13.310 | 13.920 | 3.250 | 1.030 |
| 6.3 | -9.70 | 11.260 | 12.220 | 4.920 | 1.680 |

D 現地為曲線半徑約 900 m 的曲線段，現場為無道碴軌道，後續我們將 D 現地量測數到波狀磨耗數據，依照上行與下行的各自高低軌分類後呈現如圖 11 和圖 12，另外整理規範值與量測數據計算後之差值於表 6。

圖 11 為上行路線的波狀磨耗量測結果，從圖中我們可以看到高軌與 A、B、C 三個現地的高軌一樣，都是全數波長超過規範值的，尤其可以看到波長 40 mm 處有一較為明顯的峰值存在；反觀看到低軌的部分，雖然在波長 2000 – 630 mm 有些微超過規範值，但仍未超過太多，而在波長 500 mm 以下的所有波長皆未超過規範值。綜合表 6 來看可以發現上行路線高軌的部分皆超過規範值，尤其是在波長 50 – 20 mm 的區間皆超過了規範值 20 dB 以上，在波長 40 mm 更是達到了最大差值的 22.306 dB；接著看到低軌的部分，可以觀察到波長 2000 – 630 mm 雖然有些超過規範值，但是其數值還在規範的合理範圍內，因此低軌的狀況是尚未出現波狀磨耗的狀況的。接著圖 12 為 D 現地下行路線的波狀磨耗量測數據，同樣所有波長超過規範值的狀況出現在了下行路線的高軌，並且從圖上看到了在波長 50 mm 的位置產生了一處較明顯之峰值；低軌方面則同樣與上行路線的低軌一樣幾乎任何波長都未超過規範值。接著同樣綜合表 6 可以發現下行路線高軌整體的量測數據皆是高出規範值達到了 5 dB 以上的，並且在波長 63 – 20 mm 的區間都超過規範值達到了 21 dB 以上，其中波長 50 mm 超過規範值達到了 24.608 dB，是全部波長當中與規範值差距最大的；而在低軌方面則可

以看到高出規範值最多的是波長 1600 mm 的 1.297 dB，剩下的波長不是小於規範值就是超過規範值不到 1 dB 的狀況。接著比較上下行路線的高低軌的狀況，藉由表 6 的數據計算後，可以發現下行路線的高軌在每個波長都是較上行路線的高軌來的大；在低軌方面由於上下行路線的低軌皆符合規範值合理範圍中，因此在這邊就不特意比較兩條低軌的磨耗狀況。

綜合上述資料可以發現 D 現地的低軌不管是上行路線或下行路線皆尚未出現波狀磨耗的狀況，因此也就不存在特徵波長；反觀高軌的部分不管在上行路線或下行路線皆可看到 50 – 20 mm 都有著與規範值較大的差值，其中上行路線中差值最大在波長 40 mm，而下行路線則是在波長 50 mm 的位置，也因此推測 D 現地上行和下行路線高軌的特徵波長分別為 40 mm 和 50 mm。另外下行路線的高軌在各個波長的磨耗程度明顯較上行路線的高軌來的更為嚴重，然而低軌都在規範的合理範圍當中，因此在此處就不特別比較兩條路線的低軌磨耗程度。

圖 11 D 現地上行波狀磨耗量測數據

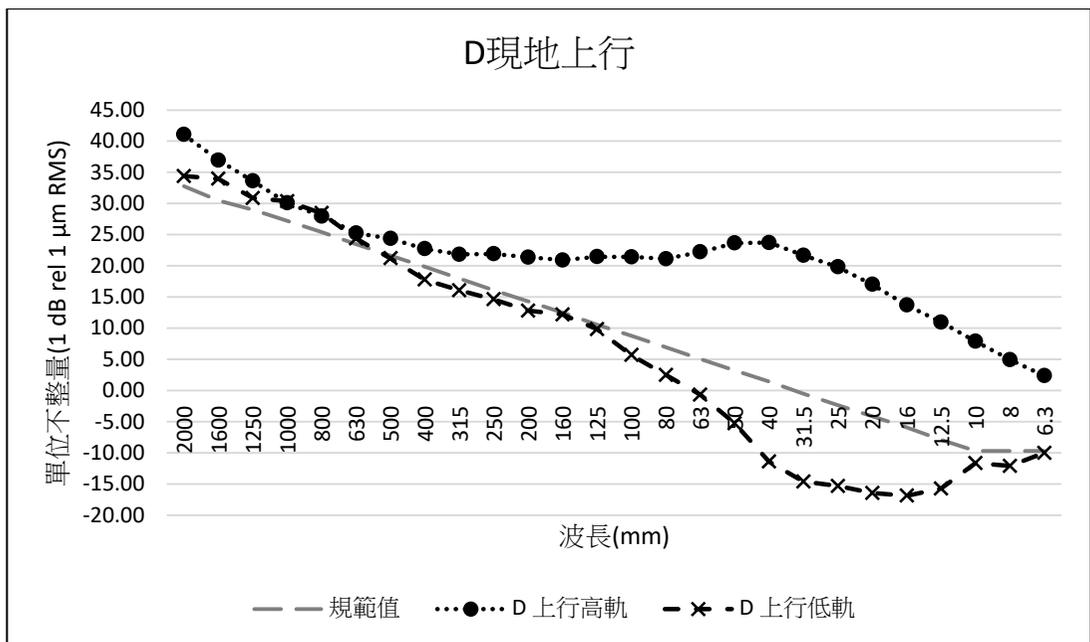


圖 12 D 現地下行波狀磨耗量測數據

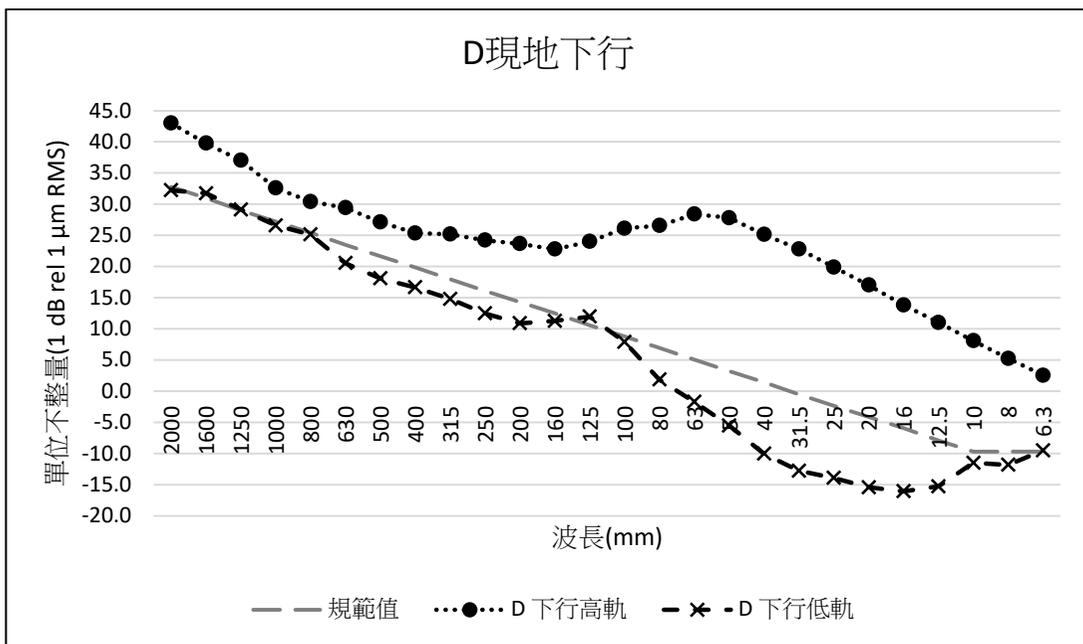


表 6 D 現地波狀磨耗量測數據與規範值之差值

| 波長 (mm) | 規範值 (dB) | D 上行高軌 (dB) | D 下行高軌 (dB) | D 上行低軌 (dB) | D 下行低軌 (dB) |
|---------|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 2000 | 32.76 | 8.302 | 10.242 | 1.632 | -0.538 |
| 1600 | 30.45 | 6.497 | 9.317 | 3.507 | 1.297 |
| 1250 | 28.99 | 4.617 | 8.027 | 1.887 | 0.147 |
| 1000 | 27.20 | 2.865 | 5.385 | 3.155 | -0.625 |
| 800 | 25.42 | 2.543 | 5.003 | 3.043 | -0.297 |
| 630 | 23.50 | 1.757 | 5.927 | 0.887 | -2.973 |
| 500 | 21.65 | 2.709 | 5.469 | -0.461 | -3.571 |
| 400 | 19.86 | 2.867 | 5.507 | -2.083 | -3.203 |
| 315 | 17.95 | 3.891 | 7.221 | -1.879 | -3.149 |
| 250 | 16.10 | 5.813 | 8.123 | -1.487 | -3.627 |
| 200 | 14.31 | 7.061 | 9.351 | -1.519 | -3.429 |
| 160 | 12.52 | 8.399 | 10.259 | -0.341 | -1.251 |
| 125 | 10.54 | 10.917 | 13.457 | -0.693 | 1.427 |
| 100 | 8.76 | 12.685 | 17.365 | -3.085 | -0.855 |

表 6 (續)

| | | | | | |
|------|-------|--------|--------|---------|---------|
| 80 | 6.97 | 14.162 | 19.602 | -4.468 | -5.108 |
| 63 | 5.05 | 17.157 | 23.347 | -5.723 | -6.763 |
| 50 | 3.20 | 20.438 | 24.608 | -8.472 | -8.722 |
| 40 | 1.41 | 22.306 | 23.716 | -12.834 | -11.454 |
| 31.5 | -0.50 | 22.180 | 23.300 | -14.110 | -12.270 |
| 25 | -2.35 | 22.162 | 22.242 | -12.978 | -11.578 |
| 20 | -4.14 | 21.140 | 21.140 | -12.320 | -11.300 |
| 16 | -5.93 | 19.628 | 19.758 | -10.962 | -10.142 |
| 12.5 | -7.91 | 18.866 | 18.916 | -7.834 | -7.364 |
| 10 | -9.69 | 17.564 | 17.774 | -1.956 | -1.796 |
| 8 | -9.70 | 14.650 | 14.940 | -2.410 | -2.140 |
| 6.3 | -9.70 | 12.060 | 12.240 | -0.310 | 0.190 |

上述四個現地的量測結果進行分析比較後，可以發現 A、B、C 和 D 現地不管是上行路線或下行路線的高軌在全部波長皆是超過規範值的，因此可以推斷無論是曲線半徑 400 m、500 m 抑或是 900 m 的彎道，高軌的各個波長皆會高過規範值，但每個現地會呈現出不同的特徵波長。A 現地和 B 現地同樣是曲線半徑約 400 m 以及無道碴軌道的軌道形式，但卻可以發現 A 現地中的高軌特徵波長是落在波長 630 – 500 mm 和 160 mm，低軌的特徵波長則是落在波長 125 mm；B 現地則是上行路線的高軌為 400 mm 和 50 – 31.5 mm；下行路線的高軌部分則為波長 500 mm，低軌特徵波長則是坐落在波長 100 mm 的位置。從結果上來看相同的曲線半徑與道碴形式可能還是會因為其他因素如列車過彎車速、列車軸重等可能的外在因素導致波狀磨耗的特徵波長之不同。A、B 和 D 現地皆是無道碴軌道，但 A 和 B 現地為曲線半徑 400 m 的彎道，而 D 現地為曲線半徑 900 m 的彎道，可以發現波狀磨耗狀況大不相同，在低軌方面 D 現地甚至連波狀磨耗都尚未出現，但 A 和 B 現地的低軌卻已經分別出現了明顯的 125 mm 和 100 mm 兩個特徵波長，高軌部分同樣都是全部波長超出規範值，但可以發現三者的特徵波長卻都不盡相同，也因此可以推斷相同的無道碴軌道形式，同樣會因為曲線半徑的不同而導致波狀磨耗生成與特徵波長的不同。最後看到 C 現地，可以發現 C 現地是唯一四個現地裡面軌道形式為有碴軌道的，並且同樣有產生波狀磨耗，但可以看到與 A、B 和 D 現地不同在於上下行路線的

磨耗狀況有明顯的趨勢差異，尤其是低軌最為明顯，可以看到上行路線有明顯的特徵波長為波長 160 mm，但在下行路線卻沒有明顯的特徵波長，只有波長 630 – 315 mm 是與規範值差異較大的區間範圍。

四、結論

波狀磨耗是一種常見於曲線段的鋼軌缺陷，會引發噪音以及產生令人感到不適的振動，並且可能會因為許多因素造成不同現地有著不同的波狀磨耗特徵波長，此次選定臺鐵正線上的 A、B、C 和 D 四個不同半徑的曲線作為量測現地，其中僅有 C 現地為有碴軌道，經由使用 CAT 量測四處現地後得到數據，並在上一節進行比較分析後得到以下幾點結論：

1. A 現地中的高軌特徵波長是落在波長 630 – 500 mm 和 160 mm；而 A 現地中的低軌特徵波長則是落在波長 125 mm。並且無論高軌或低軌，上行路線在波長 2000 – 31.5 mm 的區間中的磨耗皆是較下行路線來的嚴重，而在波長 25 – 6.3 mm 的區間中則是下行路線較上行路線來的磨耗嚴重。
2. B 現地低軌特徵波長為 100 mm；而 B 現地的上行路線高軌為 400 mm 和 50 – 31.5 mm；下行路線高軌部分則為波長 500 mm。不管是高軌或是低軌，各個波長幾乎皆是上行路線的磨耗狀況相較於下行路線來的較為嚴重。
3. C 現地的上行路線特徵波長在高軌為波長 500 mm 和 125 mm；低軌則是波長 160 mm；而下行路線高軌的特徵波長則是波長 125 mm，下行路線的高低軌則都需要觀察波長 630 – 315 mm。下行路線在各波長中是較為嚴重的，僅在波長 200 – 125 mm 和 40 – 20 mm 是上行路線較嚴重些而已；低軌部分則是在波長 2000 – 315 mm 的區間中是下行路線低軌更為嚴重的，而波長 250 – 6.3 mm 區間中則是上行路線較為嚴重。
4. D 現地上行和下行路線高軌的特徵波長分別為 40 mm 和 50 mm；低軌的部分因為皆在規範的合理範圍當中，因此並沒有產生波狀磨耗，也就沒有特徵波長。下行路線的高軌在各個波長的磨耗程度明顯較上行路線的高軌來的更為嚴重，然而低軌都在規範的合理範圍當中，因此

在此處就不特別比較兩條路線的低軌磨耗程度。

5. 由 A 現地和 B 現地可以發現，在近似同樣的曲線半徑與軌道形式，但也會因為其他外在因素而產生不一樣的特徵波長，但整體而言差異別沒有太大，表示此兩種因素是具有顯著性的影響。
6. 從 A、B 和 D 現地可以發現同樣皆是無道碴軌道的形式，但曲線半徑的不同會導致波狀磨耗的產生，可以發現在低軌的影響是最為顯著的，A 和 B 現地皆已產生明顯的波狀磨耗，但 D 現地的低軌卻還尚未產生波狀磨耗；高軌部分三個現地都一樣全數突破規範值，但三個現地的特徵波長卻仍存在部分差異。
7. A、B、D 現地在上下行路線的高軌與低軌波狀磨耗趨勢是相對較為接近的，反觀 C 現地的上下行路線高軌和低軌的趨勢是較為相異的，也因此可以推斷有碴軌道可能會造使上下行路線的波狀磨耗趨勢較為不一致，但依然皆會產生嚴重的波狀磨耗。

參考文獻

1. V. Esslinger, R. Kieselbach, R. Koller, B. Weisse. (2004). The railway accident of Eschede—Technical background. *Engineering Failure Analysis*, p. 515-535.
2. Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy. (2015). sur le déraillement du train Intercités n° 3657 le 12 juillet 2013 à Brétigny-sur-Orge (91). Ministry of Ecology, Sustainable Development and Energy.
3. 國家運輸安全調查委員會。(2021)。成功站斷軌重大鐵道事故。國家運輸安全調查委員會。
4. S. Kumar. (2006). Study of Rail Breaks: Associated Risks and Maintenance Strategies. Luleå Railway Research Center
5. 田中博文、芳賀昭弘。(2011)。車上からレール波状磨耗をとらえる。メンテナンス技術。
6. J. Varandas, R. Silva, M. Silva, N. Lopes, P. Holscher. (2012). The impact of rail corrugation on the degradation of the ballast.
7. H. Lee, J. Hong, T. W. Wendimagegn, H. Lee. (2021). Rail Corrugation Detection

- and Characterization Using Computer Vision. *Sensors*, 21(24).
8. P. T. Torstensson, M. Schilke. (2013). Rail corrugation growth on small radius curves—Measurements and validation of a numerical prediction model. *Wear*, 303(1), 381-396.
 9. C. Hory, L. Bouillaut, P. Aknin. (2012). Time–frequency characterization of rail corrugation under a combined auto-regressive and matched filter scheme. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 29, 174–186.
 10. 黃民仁、張欽亮。(2018)。新世紀鐵路工程學：基礎篇。文笙。
 11. D. Wei, X. Wei, Y. Liu, L. Jia, W. Zhang. (2019). The Identification and Assessment of Rail Corrugation Based on Computer Vision. *Applied Sciences*, 9.
 12. S. Kaewunruen, J. Sresakoolchai, G. Zhu. (2021). Machine learning aided rail corrugation monitoring for railway track maintenance. *Structural Monitoring and Maintenance*, 8(2), 151-166.
 13. Y. Wang, G. Shi, Z. He, X. Zhang. (2019). Study on the Safety Limit of Rail Corrugation of Metro Lines.
 14. 鄒承諺、林智強。(2021)。新建鐵路路線之波狀磨耗特徵探討。 *中國土木水利工程學刊*。 33(4) , 253-261。
 15. H. Xiao, S. Yang, H. Wang, S. X. Wu. (2018). Initiation and development of rail corrugation based on track vibration in metro systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 232(9), 2228-2243.
 16. M. Esmaili, S.A. Mosayebi, F. Kooban. (2014). Effect of Rail Corrugation on the Amount of Train Induced Vibrations near a Historical Building. *International Journal of Advances in Railway Engineering*.
 17. S. Kaewunruen. (2018). Monitoring of Rail Corrugation Growth on Sharp Curves For Track Maintenance Prioritisation. *The International Journal of Acoustics and Vibration*, 23.
 18. O. Oyarzabal, N. Correa, E. G. Vadillo, J. Santamaría, J. Gómez. (2011). Modelling rail corrugation with specific-track parameters focusing on ballasted track and slab

- track. *Vehicle System Dynamics*, 49(11), 1733-1748.
19. Y. Sato, A. Matsumoto, K. Knothe. (2002). Review on rail corrugation studies. *Wear*, 253, 130-139.
 20. A. Matsumoto, Y. Sato, H. Ono, M. Tanimoto, Y. Oka, E. Miyauchi. (2002). Formation mechanism and countermeasures of rail corrugation on curved track. *Wear*, 253, 178-184.
 21. S. L. Grassie, J. Kalousek. (1993), Rail Corrugation: Characteristics, Causes and Treatments. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 207(1), 57-68.
 22. 吳文豪。(2017)。鋼軌波狀磨耗之成因探討—以臺鐵沙崙線為例，成功大學。
 23. S. L. Grassie. (2009). Rail corrugation: Characteristics, causes, and treatments. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit*, 223(6), 581-596.
 24. 黃翊耘。(2016)。鋼軌波狀磨耗對軌道振動及噪音的影響，成功大學。
 25. 任彤、王安斌、王志強、王金朝、徐寧。(2018)。小半徑取線段鋼軌短波波磨的影響因素分析。《*噪聲與振動控制*》。38 No.6，105-108。
 26. S. L. Grassie, J. Edwards. (2008). Development of corrugation as a result of varying normal load. *Wear*, 265, 1150-1155.
 27. International Organization for Standardization. (2005). ISO 3095, 2005, In Acoustics-Railway applications-Measurement of noise emitted by railbound vehicles.

車輪踏面耗損分析與運用週期的配合方法

The Analysis of Wheel Abrasion and the Coordination with Scheduling Usage

謝益民 SIE, YI-MIN¹

鄭添文 CHENG, TIEN-WEN²

宋秉翰 SONG, BING-HAN³

黃耀德 HUANG, YAO-DE⁴

聯絡地址: 920 屏東縣潮州鎮光復路 616 號

Address: No. 616, Guangfu Rd., Chaozhou Township, Pingtung County, Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel): 08-7889880

電子信箱(E-mail): 0755051@railway.gov.tw

摘要

目前臺灣軌道工業在施工運用上，普遍將車輛使用之車輪定義為消耗品，在檢查方式與要求上，仍維持基本安全性為唯一考量。目前臺灣鐵路管理局的各機務段，在車輪檢查項目包含下列六項：輪箍厚度、輪緣厚度、輪緣高度、輪緣角點角度、內面距離及踏面外觀是否有所擦傷等。用以上數據，來判斷在超越規範限制時，進行車削保養或車輪更換，而本計畫方法（車輪踏面耗損分析與運用的週期配合方法）亦由上述六項檢查項目之紀錄所延伸而出。將其各項檢查紀錄加以分類，再數據化分析各車運用時間之週期，來搭配日常保養施行定期監控，藉以符合車輛調度上實際運用。

回顧本計畫施行期間之數據，能有效減少車輛因臨時性車削或更換車輪時造成運用不及狀況，並提高車輛車輪運用之週期。另藉由本

¹交通部臺灣鐵路管理局高雄機務段 副工程師

²交通部臺灣鐵路管理局高雄機務段 幫工程師

³交通部臺灣鐵路管理局高雄機務段 助理工務員

⁴交通部臺灣鐵路管理局高雄機務段 助理工務員

計畫方法，可避免因過度車削車輪，造成輪箍厚度不足現象進而臨時更換車輪。並節省所產生的加班時間與加班費，同時亦減少臺鐵局採購車輪之大量成本。

關鍵詞：輪箍厚度、輪緣厚度、輪緣高度、踏面擦傷、車削車輪

Abstract

The wheels of railway industry in Taiwan often defined as consumables, so the safety would be the only consideration of the inspection and demands of the wheels. However, in every locomotive depot of Taiwan Railways Administration, the inspection items only include six datum: Diameter Thick, Flange Thick, Flange Height, Wheelset Back to Back Distance, Flange Angle, Wheel Surface Appearance, for the judgement of the wheels, should be turning or replacement. And the manner is performed for a long time. Now, this new scheme is also build with the six datum. It records the period of train scheduling, and sorts the datum, for regular monitor, and suitable for actual train scheduling. In the periods of the new scheme active, it decreases the shortage of train tour efficiently, and also increases the usage of train scheduling. The new scheme executed, also reduce the human resource and the material costs hugely, because of lower over turning and the frequency of replace the wheels.

Keywords: *Diameter Thick, Flange Thick, Flange Height, Wheel Surface Appearance, wheel turning*

一、前言

目前交通部臺灣鐵路管理局(下稱本局)在機務段之車輛車輪檢查方式，係於一級以上定期保養時，必要進行六項輪箍項目檢查:輪箍厚度、輪緣厚度、輪緣高度、輪緣角點角度、內面距離及踏面外觀是否有擦傷，另依輪箍厚度檢查項目數值再行判斷是否有輪徑差現象。

檢查員在進行此六項檢查項目後記錄，發現有其任一項不符合規範要求時，

該車輛則暫停運用以待修整。處理方式為送入地下車床，進行全車全軸輪箍踏面車削。若車削後仍無法符合規範限制，將進行全車全軸輪箍更換。因此，為改善車輛因輪箍不符合規範而暫停運用所造成之運用限制，或因臨時性更換全車車軸致無法運用等影響，在運用歷年前輩累積之檢查報表進行數據分析（包含需車削因素，車削時間與更換車軸週期等），發現各車並無固定統一之車削週期，必需各車各自單獨統計，以找尋合適各車之配合週期，藉此降低段內車輛車輪運用之不確定性，減少因非預期性車削或更換車輪等狀況，進一步避免延誤機車運用調配時機。

二、 研究目的與方法

2.1 原規章規定及現有設備處置方式

2.1.1 車輪檢查量測

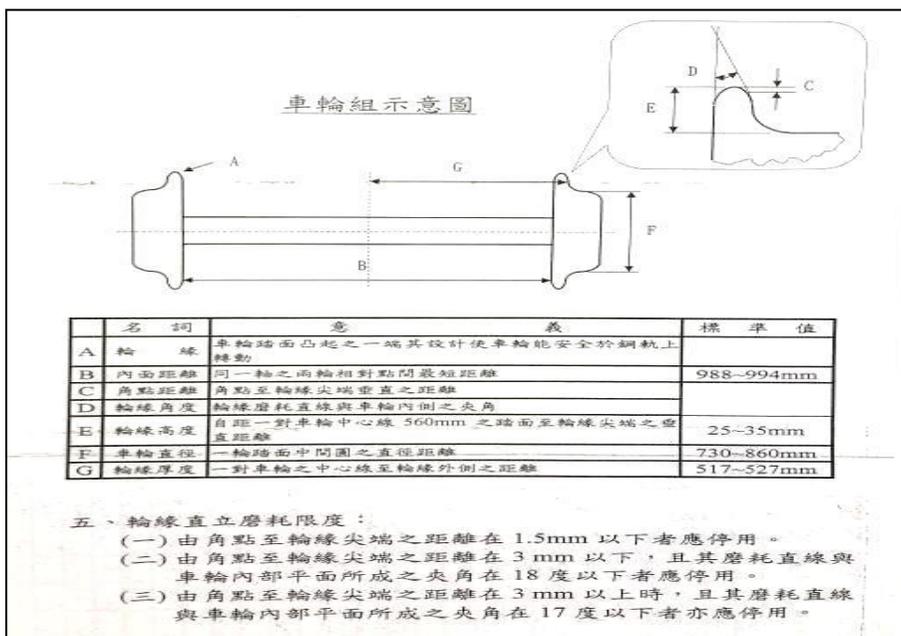
本局機務處對於所屬動力車有相關車輪檢查量測的六項規定如下：

1. 輪箍厚度：據本局機務處規範於輪箍厚度不足時(GE 機車不足 838mm，PP 機車不足 836mm)，即全車全軸需更換新製車輪車軸(由台北機廠供應)。
2. 輪緣厚度：據本局機務處規範其輪緣厚度限制為 517mm~527mm (為車軸兩端輪緣與鋼軌接觸點的一半間距)。
3. 輪緣高度：據本局機務處規範其輪緣高度限制為 25mm~35mm。
4. 輪緣角點角度：據本局機務處規範其輪緣角點高度於 1.5 mm 以下停用，而輪緣角度 18° 以下時、而其角點高度 3mm 以下停用，另在輪緣角度 17° 以下時亦停用。
5. 內面距離：據本局機務處規範其內面距離限制為 988mm~994mm(另出廠時為 990±1 mm)。
6. 踏面擦傷：據本局機務處規範於該車輛任一輪面有踏面擦傷 50mm 一處時停用，踏面擦傷 30mm~50mm 二處時停用。

目前依現行規章規定上述六項檢查項目不符合規範(如圖 1 所示、車輛車輪組示意圖)時，並依輪箍厚度再行判斷是否有輪徑差等現象發生，

若是則須將該車輛摘下暫停運用，以利安全。

圖 1.車輛車輪組示意圖



2.1.2 處理方式

在輪箍厚度不足時(GE 機車不足以 838mm，PP 機車不足以 836mm)，即全車全軸均需更換新製車軸車輪(由台北機廠供應)。

其餘五項檢查項目逾越規範之車輪，則至段內地下車床進行車削後再重新整備(原有車削模式均為使其車削後其輪緣厚度達 525mm，輪緣高度達 30mm，角點角度 23° 之標準，使其得以符合規範再次運用)。

2.2 研究動機

本局創立一百多年來，經歷了多次相關機車之重大事故，國內相關機關及本局多有長官為求行車安全，而訂定各式規範或撰寫各種技術文件來使機車檢查修繕達到最高安全標準，但各式規範及技術文件的執行者實為第一線檢修技術人員，按照傳統量測或車輪檢查方式，亦常有受限於檢查現場之車體結構或場地因素等，偶有無法完整詳查

之狀況。

故以耗損之分析與週期性數據來搭配原有傳統詳細量測記錄方式，使車輪之安全性、耐用性、可控性進而提高，並可相當程度使第一線檢查人員對車輪使用之不確定性降低，同時減少多餘工作負擔，避免浪費不必要人力、物力，並增進安全。

傳統方式為詳細檢查並紀錄數據，若遇不符合規範之車輛，停用後送地下車床進行車削，或輪箍厚度即將到限之車輛進行全車全軸更換。而本法則是建立在運用大量歷史數據，加以分析，找出每台機車最適合的車削週期，來進行預防性車削或判斷其耐用時間，配合進廠時間，減少不必要車削與頻繁更換之問題。

三、 構想與施行方法

經長期實務工作觀察，無論是 GE 機車或 PP 機車之車輪，就算在進行地下車床車削後，在使用固定期間內，同一輛車仍會發生某些位置車輪有逾越規範限制的情事，而需頻繁車削，因此推論有可預期之週期性。故依以往累積多年紀錄，來執行車削週期之預估及分析。

3.1 施行方式

1. 本計畫自 107 年底起開始按表實施，並依實務修正，在歷年機車保養車輪檢查紀錄表簿上找出其車輪變動因素（車削、進廠、更換車軸等）及其時間點，預設往前推算六次其變動因素來計算可能的週期平均值(如表 1、表 2 所示)。

表 1 GE 機車車削週期評估表(部分)

| GE機車車削週期評估 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|------|---------|----|---------|------|---------|------|---------|----|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| 車號 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 平均週期 | 評估週一次 | 平均週期 | 評估週二次 | 平均週期 | 評估週三次 | 平均週期 | 評估週四次 | 平均週期 | 評估週五次 | | |
| E201 | 627-145 | 4 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 3.5 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 3.5 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 3.5 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 3.5 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 |
| E202 | 627-146 | 13 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E203 | 627-147 | 12 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 |
| E204 | 627-148 | 3 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 |
| E205 | 627-149 | 4 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 |
| E206 | 627-150 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 16 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 |
| E207 | 627-151 | 6 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 |
| E208 | 627-152 | 7 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 |
| E209 | 627-153 | 5 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 |
| E210 | 627-154 | 7 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 |
| E211 | 627-155 | 11 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8.5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E212 | 627-156 | 8 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E213 | 627-157 | 13 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 |
| E214 | 627-158 | 17 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 | 10.5 | 6/27/15 |
| E215 | 627-159 | 9 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 | 2.5 | 6/27/15 |
| E216 | 627-160 | 6 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 | 5.5 | 6/27/15 |
| E217 | 627-161 | 7 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E218 | 627-162 | 4 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 |

表 2 PP 機車車削週期評估表

| PP機車車削週期評估 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------|---------|------|---------|-----|---------|------|---------|------|---------|----|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| 車號 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 車次 | 開始日期 | 結束日期 | 平均週期 | 評估週一次 | 平均週期 | 評估週二次 | 平均週期 | 評估週三次 | 平均週期 | 評估週四次 | 平均週期 | 評估週五次 | | |
| E001 | 627-163 | 5 | 6/27/15 | 8.5 | 6/27/15 | 5.7 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 |
| E002 | 627-164 | 4 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7.2 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7.2 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7.2 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 7.2 | 6/27/15 |
| E003 | 627-165 | 7 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 | 9.5 | 6/27/15 |
| E004 | 627-166 | 17 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E005 | 627-167 | 11 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E006 | 627-168 | 11 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 |
| E007 | 627-169 | 15 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 |
| E008 | 627-170 | 10 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E009 | 627-171 | 12 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 |
| E010 | 627-172 | 9 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 18 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 | 13 | 6/27/15 |
| E011 | 627-173 | 2 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 17 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 |
| E012 | 627-174 | 13 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 0.5 | 6/27/15 | 25 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 |
| E013 | 627-175 | 9 | 6/27/15 | 2 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 4 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 |
| E014 | 627-176 | 20 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 |
| E015 | 627-177 | 6 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 |
| E016 | 627-178 | 12 | 6/27/15 | 6 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 |
| E017 | 627-179 | 13 | 6/27/15 | 16 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 | 15.5 | 6/27/15 |
| E018 | 627-180 | 10 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 3 | 6/27/15 | 7 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 | 15 | 6/27/15 |
| E019 | 627-181 | 12 | 6/27/15 | 5 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 |
| E020 | 627-182 | 11 | 6/27/15 | 8 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 | 12 | 6/27/15 |
| E021 | 627-183 | 16 | 6/27/15 | 14 | 6/27/15 | 9 | 6/27/15 | 10 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 | 11 | 6/27/15 |
| E022 | 627-184 | 14 | 6/27/15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

表 3 機車車輪保養紀錄表

|  交通部鐵路管理局 高雄機務段 | | | | | | | | |
|--|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| 車號：_____ 電力機車暨電車組 _____ 保養紀錄表 | | | | | | | | |
| 主任：_____ 檢查員：_____ 年 月 日 | | | | | | | | |
| 項目 | 位置 | 第一軸 | 第二軸 | 第三軸 | 第四軸 | 第五軸 | 第六軸 | 備註 |
| 輪輻厚度 (mm) | L | | | | | | | |
| | R | | | | | | | |
| 輪緣厚度 (mm) | L | | | | | | | |
| | R | | | | | | | |
| 輪緣高度 (mm) | L | | | | | | | |
| | R | | | | | | | |
| 角點角度 (mm) | L | () | () | () | () | () | () | |
| | R | () | () | () | () | () | () | |
| 車輪內面距離 (mm) | | | | | | | | |

3. 依其機車保養車輪檢查紀錄表簿上內擇取三項較常因超過規範限制而進行車削之因素(輪箍厚度，輪緣厚度，角點角度)來製作於機車車輪車削時間評估表。
 - (1) 間隔週期計算方式:經收集大量歷史數據後，訂定往前紀錄前六次車輪變動因素(車削，進廠、更換車輪等)之時間點，以此推算出平均時間值為間隔週期，再往後依其週期，暫定預估之車削日期，並依保養檢查車輪狀況後，再判斷是否調整延後。此方式自 107 年底起實施，並經實務常態性修正。
 - (2) 依上述之間隔週期來製作各車之車削週期評估表(如表 4、表 5 所示)。

表 4 機車車輪車削時間評估表(PP)

| 高雄機務段 PP 機車車輪車削時間評估表 | | | | | | 版本 | 當月最新 |
|----------------------|---------------|------|------|----------------|--------------------|---------|----------|
| 車號 | 輪箍厚度 | 輪緣厚度 | 角點角度 | 車輪上回車削日期 | 預計待進廠日期/ 車輪更換日期 | 間隔週期(月) | 車輪預估車削日期 |
| E1001 | 38*523*20 | | | 110.01.27*TY// | 109.01.07*出廠 | 9.75 | 110.11 |
| E1002 | 46.5*523.5*21 | | | 108.11.12*TY// | 109.05.07*出廠 | 6.5 | 110.05 |
| E1003 | 67*524.5*22 | | | 109.10.15*TY// | 110.04.23*出廠全軸更換 | 9 | 111.02 |
| E1004 | 48.5*523*22 | | | 109.07.24*TY// | 109.09.25*出廠 | 8 | 110.06 |
| E1005 | 64*524*22 | | | 109.07.17*TY// | 109.08.25*段內全軸更換 | 6.5 | 110.03 |
| E1006 | 67*524*22 | | | 110.01.05*TY// | 110.04.13*段內全軸更換 | 8.5 | 111.02 |
| E1007 | 65*524*22 | | | 109.05.25*TY// | 109.11.26*出廠 | 10 | 110.09 |

表 5 機車車輪車削時間評估表(GE)

| 高雄機務段 GE 機車車輪車削時間評估表 | | | | | | 版本 | 當月最新 |
|----------------------|---------------|------|------|----------------------------------|----------------------|---------|----------|
| 車號 | 輪箍厚度 | 輪緣厚度 | 角點角度 | 車輪上回車削日期 | 預計待進廠日期/ 車輪更換日期 | 間隔週期(月) | 車輪預估車削日期 |
| E201 | 50*524*21 | | | 109.09.22*TY// | 109.12.08 出廠 | 4.5 | 110.08 |
| E202 | 68*520.5*18 | | | 109.06.09*TY// 預 05.20 前*TY// | 109.08.28 出廠全軸 更換 | 9.5 | 110.05 |
| E203 | 70*523.5*22 | | | 110.01.29*TY// | 110.04.09 出廠全軸 更換 | 8 | 110.12 |
| E204 | 43*522*19 | | | 109.08.26*TY// | | 6 | 110.06 |
| E205 | 50*521*19 | | | 109.07.02*TY// | 110.03.15.入廠 | 6 | 110.01 |
| E206 | 53.5*523.5*20 | | | 110.03.04*TY// | 109.06.17 出廠 | 9 | 110.12 |
| E207 | 62.5*522.5*20 | | | 108.08.05*TY// | 109.09.18 出廠 | 7.5 | 110.06 |

4. 統合所預估之車削日期，製作出車削月份分配表，再交予車輛調配室當月份車削車輪車號表。(如表 6、表 7 所示)

表 6 年度車輪車削月份分配表(PP)

| 高雄機務段 PP 機車預計 110 年度車輪車削月份分配表 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| E1001 | E1015 | E1008 | E1002 | E1018 | E1004 | E1027 | E1012 | E1007 | E1022 | E1001 | E1010 |
| E1006 | E1017 | E1020 | E1005 | | E1009 | | E1013 | E1019 | E1023 | | E1014 |
| E1022 | | | E1011 | | E1016 | | E1021 | | E1025 | | E1028 |
| | | | E1028 | | E1024 | | E1026 | | | | |
| | | | E1002 | | | | | | | | |
| 共 3 台 | 共 2 台 | 共 2 台 | 共 5 台 | 共 1 台 | 共 4 台 | 共 1 台 | 共 4 台 | 共 2 台 | 共 3 台 | 共 1 台 | 共 3 台 |

表 7 年度車輪車削月份分配表(GE)

| 高雄機務段 GE 機車預計 110 年度車輪車削月份分配表 | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 月 | 2 月 | 3 月 | 4 月 | 5 月 | 6 月 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
| E203 | E213 | E206 | E204 | E202 | E207 | E208 | E201 | | E213 | E301 | E203 |
| | | E214 | E218 | E216 | E217 | E212 | E211 | | | | E206 |
| | | | E222 | E220 | E219 | E215 | E228 | | | | |
| | | | E223 | E226 | E231 | E232 | E229 | | | | |
| | | | E224 | | E302 | E233 | E230 | | | | |
| | | | E227 | | | | | | | | |
| | | | E234 | | | | | | | | |
| 共 1 台 | 共 1 台 | 共 2 台 | 共 7 台 | 共 4 台 | 共 5 台 | 共 5 台 | 共 5 台 | 共 0 台 | 共 1 台 | 共 1 台 | 共 2 台 |

5. 以平均運用之週期，事先推估各車車削時間，再對地下車床車削模式進行調整(要求地下車床工作人員變更其車削模式與深度)後，當月份車削資料亦須另存檔紀錄。(如表 8、表 9 所示)

表 8 當月份需車削車輪車號及其原因表

| 110 年 04 月份需車削車輪車號表 | | | | |
|---------------------|--------------|----------|---------|---------|
| 車號 | 事由 | 期限 | 完工日期 | 備註 |
| E1002 | 直立磨耗 | 5 月 30 日 | 尚未施工 | 評估運用到限 |
| E204 | | | | 待保養判斷 |
| E216 | 檢查尚可 | 待觀察 | 待觀察 | 下次保養再判斷 |
| E220 | 檢查尚可 | 待觀察 | 待觀察 | 下次保養再判斷 |
| E222 | | | | 待保養判斷 |
| E223 | | | | 待保養判斷 |
| E224 | L3 偏磨,18 度 | 5 月 8 日 | 尚未施工 | 評估運用到限 |
| E227 | 角點高度不足 3mm | 4 月 30 日 | 尚未施工 | 評估運用到限 |
| E232 | 檢查尚可 | 待觀察 | 待觀察 | 下次保養再判斷 |
| E234 | | | | 待保養判斷 |
| E1005 | | | | 待保養判斷 |
| E1028 | L1 踏面剝離嚴重 | 4 月 1 日 | 4 月 2 日 | 評估運用到限 |
| E218 | R2R3 偏磨 18 度 | 4 月 1 日 | 4 月 1 日 | 評估運用到限 |
| E1011 | | | | 待保養判斷 |
| E1027 | 檢查尚可 | 待觀察 | 待觀察 | 下次保養再判斷 |

表 9 當月份已車削車輪車號表(另存檔紀錄)

| 110 年 04 月份已車削車輪車號表 | | | | |
|---------------------|--------------|----------|----------|--------|
| 車號 | 事由 | 期限 | 完工日期 | 備註 |
| E227 | 角點高度不足 3mm | 4 月 30 日 | 4 月 27 日 | 評估運用到限 |
| E1028 | L1 踏面剝離嚴重 | 4 月 1 日 | 4 月 2 日 | 評估運用到限 |
| E218 | R2R3 偏磨 18 度 | 4 月 1 日 | 4 月 1 日 | 評估運用到限 |

6. 規劃當年度機車車輪預計更換處置表（即可通知台北機廠預先準備供應車輪更換。）(如表 10 所示)

表 10 年度需換車輪之車號表

| 110 年機車車輪更換預計處置表 | | | | | 版本 | 當月最新 |
|------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------------------|
| 車號 | 目前輪 箍厚度 | 出廠輪 箍厚度 | 預計進 廠時間 | 預估堪 用時間 | 在段車 削次數 | 處置方式 |
| E302 | 27 | 42 | 111.06 | 110.07 | 2 | 預計機廠更換 |
| E233 | 35 | 56 | 111.04 | 111.04 | 2 | 預計機廠更換 |
| E230 | 34 | 41 | 112.04 | 111.04 | 1 | 預計本段 111 年更換 |
| E229 | 70 | 49.5 | 111.05 | 110.05 | 3 | 110.02.05 出廠 全軸更換 |
| E215 | 48.5 | 41 | 111.08 | 110.07 | 2 | 110.06.04 臨出 廠全軸更換 |
| E210 | 70 | 69 | 110.04 | 110.04 | 4 | 110.05.21 出廠 全軸更換 |
| E203 | 70 | 51 | 110.04 | 109.12 | 4 | 110.04.09 出廠 全軸更換 |
| E1027 | 34 | 51 | 110.1 | 110.06 | 2 | 預計機廠更換 |
| E1024 | 36 | 55 | 110.11 | 111.02 | 2 | 預計機廠更換 |
| E1016 | 32 | 35 | 112.09 | 110.06 | 0 | 預計本段 110 年年底更換 |
| E1009 | 35.5 | 38 | 112.07 | 110.06 | 0 | 預計本段 110 年年底更換 |
| E1008 | 30.5 | 67 | 110.02 | 110.07 | 5 | 預計機廠更換 |
| E1006 | 70 | 39 | 112.01 | 110.08 | 2 | 110.04.12 段內 全軸更換 |
| E1003 | 67 | 58 | 110.02 | 110.07 | 4 | 110.04.23 出廠 全軸更換 |

註: [處置方式之判定]預估堪用時間到期後是否與進廠時間相近,如時間相近,判斷預計機廠更換,反之,則在段內更換。

7. 依圖表統計車削位置及因素進行改善，如某車同一車軸頻繁車削，即可能為轉向架變形或均衡樑、平衡樑等老舊磨耗等因素，可收集此統計數據，回報機廠進廠時改善。(如圖 2、3 所示)

圖 2.GE 機車車削因素位置圖 (統計時間:101~107 年)

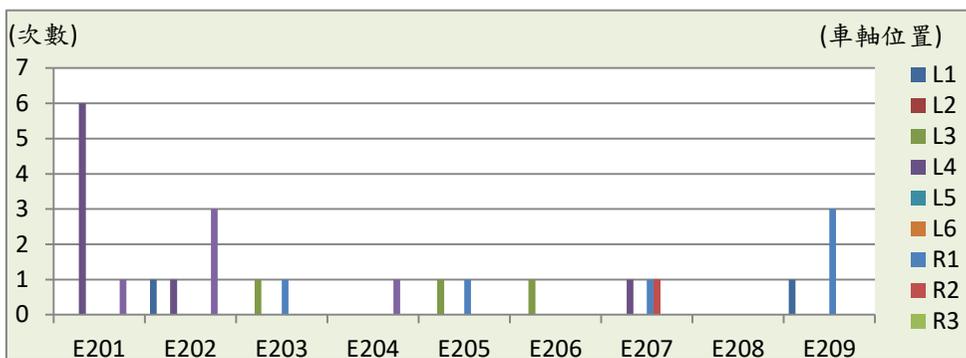
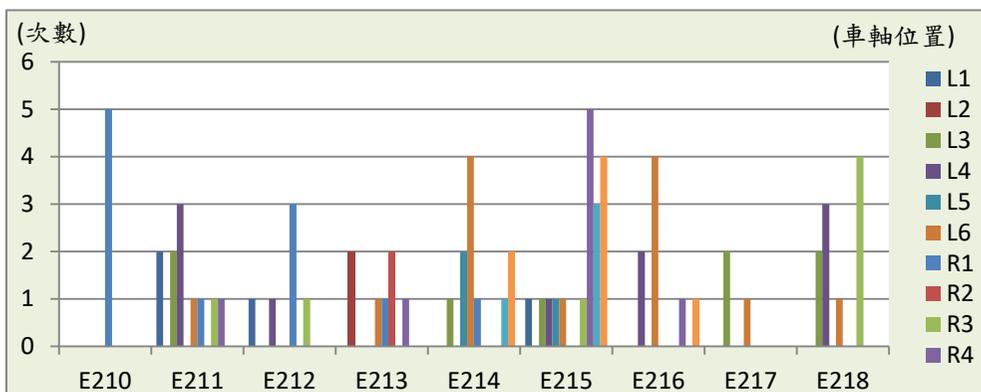


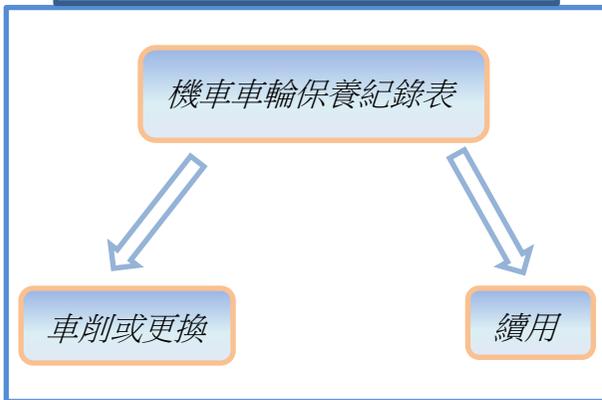
圖 3.GE 機車車削因素位置圖 (統計時間:101~107 年)



8. 在日常持續確實檢查並詳細記錄後，以滾動循環式(將歷次檢查後之各車若已又歷經車削、進廠、更換車軸等處理之時間點新增登記於表 1、表 2 再計算週期平均值)的反覆按表記錄，加以進行段內監控車輪使用與處置狀態。

滾動循環式作業流程圖

傳統式作業流程圖



四、 效益評估

4.1. 減少因車削所浪費之輪箍物料

$[(GE \text{ 機車更換輪軸車數} \times \text{每車 } 6 \text{ 軸}) + (PP \text{ 機車更換輪軸車數} \times \text{每車 } 4 \text{ 軸})] \times \text{局內購買單一車軸平均單價} = \text{總物料費用}$ (尚未包含托運費用)

4.2. 減少人力資源浪費

減少段內因臨時性更換車輪所耗費之檢修人力，避免其他部分檢修保養能量被佔用。

圖 4.101 年到 110 年高雄機務段更換 GE 機車車輛數

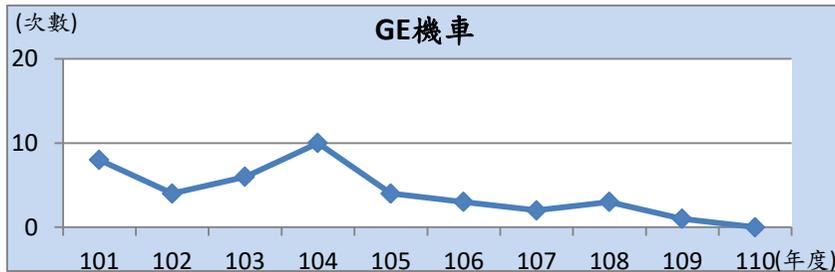


圖 5.101 年到 110 年高雄機務段更換 PP 機車車輛數

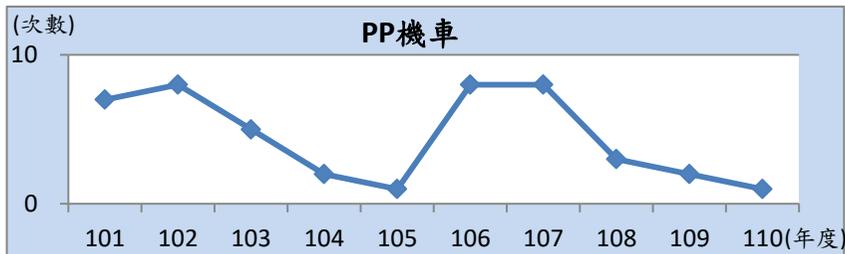
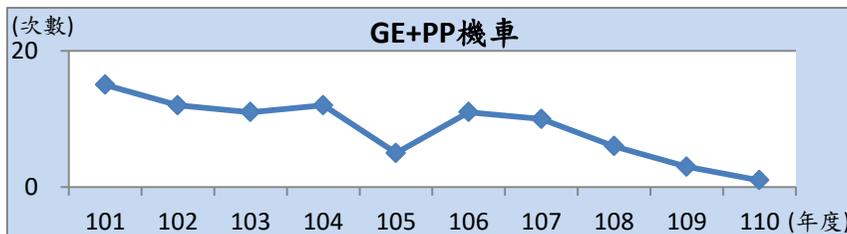


圖 6.101 年到 110 年高雄機務段更換 GE 機車及 PP 機車車輛數



(註 1: 從 104~105 年尚未施行本方法卻陡降，原因是高雄機務段因搬遷至

潮州基地，故無人力支援更換車輪)

4.3. 人力效益分析

以派工計算(更換車軸所佔之人·天/年):

【(檢查員+領班+技術助理)* [(GE 機車施工天數*GE 機車每年更換次數)+(PP 機車施工天數 * PP 機車每年更換次數)]】 +(檢查員試車)*(GE 機車+PP 機車每年更換總台數)= P (人·天/年)

換算成加班費計:

派工人力(P(人·天/年))*平均加班費 = 總人力費用

上述派工計算以 101 年為例

【(1+1+5)* [(3*8)+(2*7)]】 +(1)*(15)= 281 (人·天/年)

281(派工人力)*1,200(平均加班費) = 337,200(總人力費用)

圖 7. 101 年到 110 年因更換車輪所產生之加班費

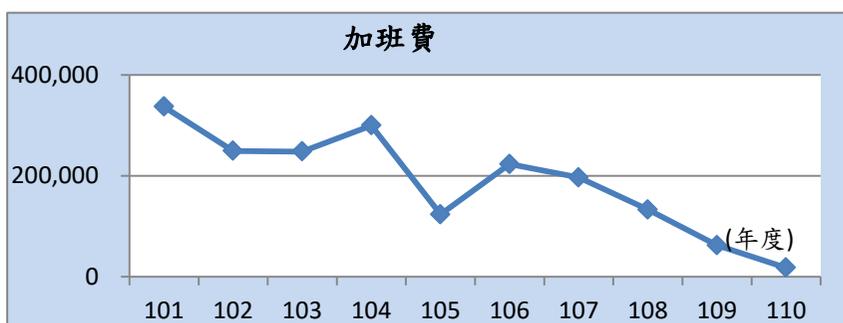


表 11 101 年到 110 年因更換車輪所產生之加班費數據

| 年度 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
| PP | 7 | 8 | 5 | 2 | 1 | 8 | 8 | 3 | 2 | 1 |
| GE | 8 | 4 | 6 | 10 | 4 | 3 | 2 | 3 | 1 | 0 |
| GE+PP | 15 | 12 | 11 | 12 | 5 | 11 | 10 | 6 | 3 | 1 |
| 人天 | 281 | 208 | 207 | 250 | 103 | 186 | 164 | 111 | 52 | 15 |
| 加班費 | 337,200 | 249,600 | 248,400 | 300,000 | 123,600 | 223,200 | 196,800 | 133,200 | 62,400 | 18,000 |

上圖表顯示，因更換車輪所節省之加班費(人力資源)有明顯下降趨勢，從 101 年之 337200 元降至 110 年之 18000 元。若以平均值來看，計畫前(101 年至 106 年)更換車輪每年平均花費 239828 元，計畫後(107 年至 110

年)降至每年平均 85440 元，節省了約 64.3%的加班費(註 2)。

(註 2:各機廠更換全車全軸為正常保養業務，於各機務段則另需延長工時，給予加班費)

4.4. 提升車輛運用

此方式排除車輪車削或更換施工等各式不確定因素，進而提升車輛轉向架整體穩定安全性(註 3)，以運用計算周期方式來監控，並配合調配室排班運用，以達到最低人力資源使用，及提高車輛運用效能輸出。

(註 3:機廠更換車輪時亦同時拆解整體轉向架進行保養維修，以調整各部機構間距，而機務段更換車輪時，則單純軸進軸出，並無法拆解轉向架進行保養)

五、 結論

高雄機務段在 101 年至 110 年間，因台北機廠搬遷至富岡基地等因素，在業務分配上，增加本應由機廠進行更換之全車全軸車輪。雖屬支援協助形式，但因段內人員配置、場地設備及其專業深度，實略遜於台北機廠之標準，在此增加之業務趨近於常態後，段內時常產生人力不足之問題，進而影響到原本段內檢修保養等本份工作。且由段內所協助更換之車輪，亦無法處理因車輛老舊磨耗而生的均衡樑、平衡樑等軔機平衡桿架運作不勻而產生單輪面偏磨之狀況，而需要整輛車再次頻繁車削，致使車輛車輪輪箍厚度磨耗加快，運用週期迅速縮短。

故此於 107 年底開始進行滾動式輪箍檢查工作方式，並持續修正演進實施至今「車輪踏面耗損分析與運用的週期配合方法」，才逐漸將原認知上屬於不定期磨耗且突發性車削之狀況控制下來。並以運算後之週期，與調整地下車床施工方式，來搭配段內調配室之車輛運用，把原本更換車輪之人力費用，從平均每年需花費 239828 元，降低至平均每年 85440 元，節省了高達 64.3%的加班費，更進一步減少了因車輪車削或更換而造成車輛運用不足之狀況，亦使檢修人力資源不足可暫得緩解，恢復原屬段內之保養檢修人力。

上述仍實屬紀錄與分析方式之延伸，期待未來能將車輛因車輪施工而

造成運用不及之狀況完全排除，並盼望人員延續此法，運用在未來局內新進車型之檢修上。

參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局(2016)。動力機車檢修基準及限度
2. 川邊謙一 (2014)。鐵道的科學(林芳兒譯)。晨星出版有限公司
3. 林文雄(2011)。軌道配置之原理與實務。交通部臺灣鐵路管理局
4. 陳一昌等(2007)。軌道運輸安全策進制度化之研究。交通部運輸研究所
5. 莊東漢(2007)。材料破損分析。五南圖書出版股份有限公司

遙控技術應用於鳴笛標轉向以降低被撞風險可行性研究

Feasibility Study on Application of Remote Control Technology to Turn the Whistle Sign Reducing the Risk of Collision

李佳諭 Jia-Yu Li¹

朱政達 Cheng-Da Chu²

林國隆 Gwo-Long Lin³

謝毅達 Yi-Dar Hsieh⁴

聯絡地址:260003 宜蘭縣宜蘭市宜興路 1 段 236 號

Address: No.236, Sec.1, Yixing Rd., Yilan City, Yilan County 260003,
Taiwan (R.O.C.)

電話(Tel):(03)9331203

電子信箱(E-mail):7405080@railway.gov.tw

摘要

依據「本局安全衛生工作守則」在路線上定點工作時，應在工作地點兩端各為 800-1000 公尺處設立穩固之工作鳴笛標...。工作停止或中午休息時應將工作鳴笛標拆除或隱蔽，以維該標誌之權威性...。鑒於本局目前臨軌工程遽增，現有道班同仁夜工後，無法再支援進入路線協助拆除或隱蔽鳴笛標，逕由廠商施工人員行走軌道

¹ 臺鐵局 宜蘭工務段 技術助理

² 臺鐵局 宜蘭工務段 助理工務員

³ 臺鐵局 宜蘭工務段 養路主任

⁴ 臺鐵局 宜蘭工務段 副段長

進行拆除或隱蔽工作將肇致被撞風險。

關鍵詞：鳴笛標

Abstract

According to the regulation, working at tracks should set up the whistle signs at each end of the site 800-1000 meters away. To maintain the whistle sign's authority, it should be removed or covered up when the work is stopped or during a lunch break,. Owing to the soaring construction projects, our workers can no longer support the removal and cover-up after working at night. It works by constructors of firm may increase the risk of collision due to walking on the track.

Keywords: whistle sign

一、前言

依據「本局安全衛生工作守則⁽¹⁾」第肆章：專業性安全衛生工作守則；第三節：路線上、橋隧內作業；十一、路線上、橋隧內作業規定：(二)在路線上定點工作時，應在工作地點兩端各為 800-1000 公尺處，但影響聲音傳播之路段，得酌予縮短，惟不得少於 500 公尺處，設立穩固之工作鳴笛標…。(三)工作停止或中午休息時應將工作鳴笛標拆除或隱蔽，以維該標誌之權威性…。

鑒於本局目前臨軌工程遽增，現有道班同仁夜工後，無法再支援進入路線協助拆除或遮蔽鳴笛標，逕由廠商施工人員行走軌道進行拆除或隱蔽工作將肇致被撞或墜落風險，影響行車安全至鉅。

二、 現況

2.1 臨軌施工廠商鳴笛標設置情形

2.1.1 設置問題-噪音擾民

宜蘭工務段北迴線地錨邊坡工程，施工期間因日間工程查核需要，於查核前數日利用夜間封鎖時間至工區前後兩端各 800-1000 公尺處設立鳴笛標，設置後即遭當地社區來函陳情，經宜蘭工務辦理會勘發現：居民陳抗原因係廠商施工人員未依規定辦理鳴笛標隱蔽動作(廠商反應因現場人員不足無法辦理保修、列車監視及瞭望工作，以及路線上路肩寬度不足人員避讓列車困難)，致列車通過工區皆鳴笛，經協調後居民同意常態性臨時鳴笛時間為 07:00~18:00，於 18:00~07:00 時無特殊情形不應鳴笛，以解決紛爭。

2.1.2 設置問題-繁複費時

依本局安全衛生工作守則規定，廠商如進入軌道設置鳴笛標需經本局人員於 8:00 以後至車站辦理保修工作，並俟列車監視聯絡員定位後，指派二位同仁攜帶行車調度無線電話並前後相距 3~15 公尺，前往南端 800 公尺處拆除鳴笛標隱蔽封套，再往北行走 1,600 公尺至北端拆除鳴笛標隱蔽封套，再行走 800 公尺返回工地工作(如圖 1)。約經 3 小時工作後，因午餐停工即往南、北 800 公尺處將鳴笛標套封隱蔽，中午復工前再前往南、北 800 公尺處拆除鳴笛標隱蔽封套，下午收工前亦需再次前往，並以封套隱蔽鳴笛標。(如照片 1、照片 2)

照片 1 鳴笛標以套封穩蔽情形



照片 2 鳴笛標拆除封套情形



2.2 依規設置鳴笛標之風險評估

2.2.1 曝露風險時間評估

為鳴笛標工作安全成立研究小組，評估以 2 位人員每次需行走軌道 4.4 公里，每次需耗時約 57 分鐘(以每秒行走 1.28 公尺計算)，如再計算拆裝封套及避讓列車時間，粗估每次需耗時約 67 分鐘，每日計行走 4 趟次，施工廠商 2 位員工每日曝露於被撞風險約為 4.5 小時，如以兩組人員，同時向南北兩方向進行，每次仍需花費 39 分鐘，每日行走 4 次，施工廠商 4 位員工每日曝露於被撞風險仍有 2.6 小時。

圖 1 工區及臨時鳴笛標距離示意圖(以宜蘭線 K32 工地為例)



2.2.2 危害鑑別

本研究小組藉由現況魚骨圖辦理要因分析，以辨識安裝臨時鳴笛標風險，由圖 2 魚骨圖可知：廠商人員從事此項工作時，計有：1.1 人員未受訓無法得知路線風險、1.2 人員首次操作不熟捻工作程序致風險增高、2.1 人員進入列

車高速通過環境有被撞風險及 3.1 操作頻繁費時問題，另再以「安全衛生危害鑑別風險評估表」(如表 1)進行危害鑑別，發現從未於軌道上安裝臨時鳴笛標之廠商人員，因對作業環境不熟悉，易於事故容易發生之 3H「首次、變化及久違」情況下，產生危害風險，其風險等級高達 4，其中以首次安裝時最易發生被撞風險，而且嚴重度高達 S4，研究小組一致認為安裝及隱蔽鳴笛標工作對廠商人員有致災風險，必須進行改善。

圖 2 要因分析圖

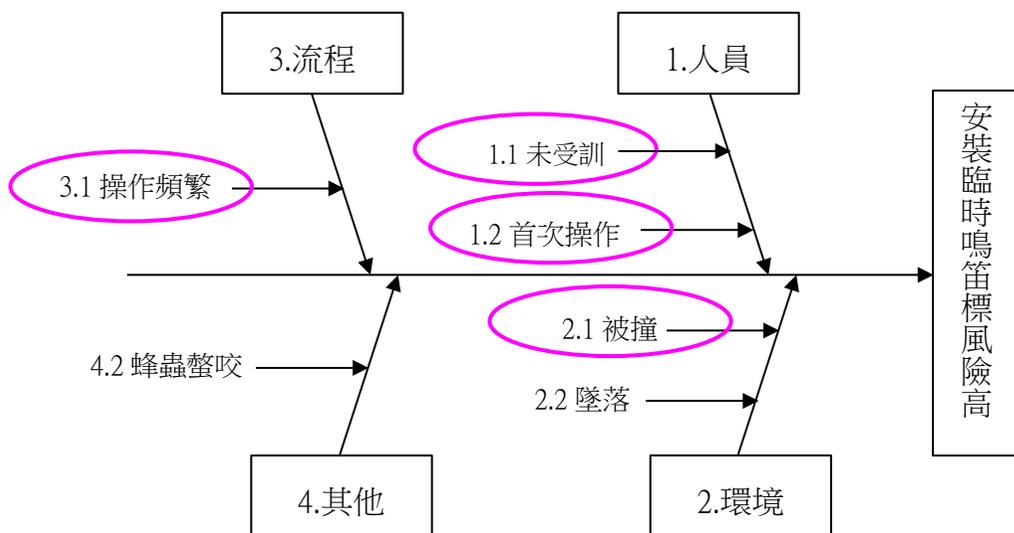


表 1 安全衛生危害鑑別風險評估表

| 1. 作業編號及名稱 | | 2. 危害辨識及後果 | | | | | | 3. 現有防護設施 | | | 4. 評估風險 | | | |
|------------|------------|------------|------|----------|---------|-----------|------|----------------------|------|------------|----------|-----|-----|------|
| 編號 | 作業名稱 | 作業條件 | | | | | 危害類型 | 危害可能造成後果之情境描述 | 工程控制 | 管理控制 | 個人防護具 | 嚴重度 | 可能性 | 風險等級 |
| | | 作業週期 | 作業環境 | 機械/設備/工具 | 能源/化學物質 | 作業資格 | | | | | | | | |
| 1 | 安裝臨時鳴笛標 | 開工前 | 臨軌 | 無 | 無 | 取得工作證廠商人員 | 被撞 | 人員前往安裝臨時鳴笛標，遭列車撞及 | 無 | 臨軌施工防護作業要點 | 安全帽、反光背心 | S4 | P4 | 4 |
| 2 | 拆除及隱蔽臨時鳴笛標 | 每日作業 | 臨軌 | 無 | 無 | 取得工作證廠商人員 | 被撞 | 人員前往拆除及隱蔽臨時鳴笛標，遭列車撞及 | 無 | 臨軌施工防護作業要點 | 安全帽、反光背心 | S4 | P4 | 4 |

要因分析：

針對魚骨圖及風險評估表對問題點進行改善項目之選定，研究小組針對每一問題點之技術性、效果性及可行性進行討論，評價如表 2：

表 2 改善項目評價表

| 問題點 | 主要原因 | 改善項目 | 評價 | | | | |
|------|-----------|------------------|-----|-----|-----|----|----|
| | | | 技術性 | 效果性 | 可行性 | 總分 | 判定 |
| 1.人員 | 1.1 首次操作 | 1.1.1 開工前演練 | 10 | 9 | 10 | 29 | ✓ |
| | 1.2 人員未受訓 | 1.2.1 開工前訓練 | 10 | 9 | 10 | 29 | ✓ |
| 2.環境 | 2.1 被撞 | 2.1.1 夜間封鎖時辦理安裝 | 10 | 10 | 10 | 30 | ✓ |
| 3.流程 | 3.1 操作頻繁 | 3.1.1 改以遠距方式辦理隱蔽 | 10 | 10 | 10 | 30 | ✓ |

註：1.研究小組就每一評價項目，以 3 分、2 分、1 分採三級分別評分
 2.每一評價項目滿分為：3 分×4 人=12 分，總分滿分為 12 分×3 項=36 分
 3.依據 80/20 法則，評價總分達 36 分×80%=29 分者，列為改善項目

經研究小組評分選定以上 4 項為改善項目，第 1-3 項均為管理控制，可藉由開工前之協議組織會議與承攬廠商辦理訓練，或協議於夜間施作等，即可消除危害因子。惟每日四趟之鳴笛牌拆裝隱蔽，無法以管理手段解決，需由工程控制來消除，本問題點判定列為改善項目。

三、構想

3.1 以價值工程創意思考模式產生構想

3.1.1 天馬行空的創意思考

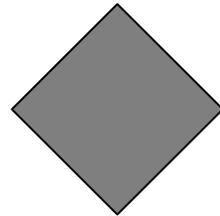
腦力激盪法(Brainstorming):為激發創造力、強化思考力而設計出來的一種方法，可以由一個人或一組人進行。所有參與者在一起，隨意將腦中和研討主題有關的見解提出來，在整個過程中，無論提出的意見和見解多麼可笑、荒謬，其他人都不得打斷和批評。後續再將其重新分類整理，藉此產生很多的點子²。研究小組藉此方法，不發開會通知單、不指定會議處所、不指派主席，以閒談閒聊方式激發鐵匠班師傅巧思，設計發展出下列各種創意思考成果：

3.1.1.1 LED 式鳴笛標

以尺寸合適之 LED 面板，結合顯示晶片及手機遠端控制系統(APP 控制程式)，如顯示面板亮燈時，則具備鳴笛標功能，反之，燈滅則不具鳴笛標功能。



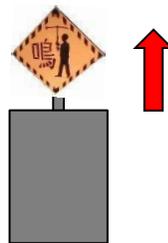
LED 燈亮狀態



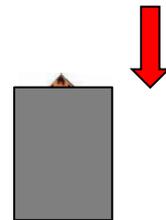
LED 燈滅狀態

3.1.1.2 上下升降式鳴笛標

以齒排齒輪帶動鳴笛標上下移動，需顯示時，以遙控方式上昇至定位，使之具足鳴笛標功能，反之，則利用自重下降至遮蔽箱內，司機員不易誤判，既省電且技術面較易完成。



上昇至定位狀態



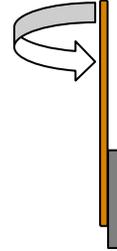
下降至遮蔽箱內

3.1.1.3 旋轉式鳴笛標

以旋轉帶動方式，比照鐵路號誌圖解³「尚未使用或停用之號誌機，應予向外轉向規定」，將鳴笛標轉向 90 度，即可成就隱蔽功能，另採用蓄電池供電及遙控方式，轉向動作全部使用馬達控制，人員不必再進入路線即可達成隱蔽功能。



正面朝路線狀態



轉向 90 度狀態



現場測試反位(隱蔽)



現場測試遙控操作



現場測試定位(啟用)

3.1.2 評估可行方案

宜蘭工務段機匠班平時任務為軌道機具維修，如整修道班同仁使用之砸道鎚、整修機器腳車、焊補大型砸道車砸鎚…等工作。可說是宜蘭工務段專治疑難雜症的鐵路醫生，對上級交辦任務均能如期如質完成，本次為消除廠商人員進入路線遮蔽鳴笛標風險，以創意思考方式提出 3 個方案，其評價臚列如表 3：

表 3 改善方案評價表

| 改善方案 | 評價 | | | | | 備註 |
|-------------|-----|-----|-----|----|----|---------------------|
| | 技術性 | 效果性 | 可行性 | 總分 | 判定 | |
| 1. LED 式鳴笛標 | 4 | 8 | 4 | 16 | | LED 面板耗電，且不符現時號誌規定。 |
| 2. 上下升降式鳴笛標 | 8 | 8 | 8 | 24 | | 升降式齒條需有導槽，設置較為複雜。 |
| 3. 旋轉式鳴笛標 | 10 | 12 | 10 | 32 | ✓ | 符合號誌規定，材料現成，組裝即可完成。 |

註：1. 研究小組就每一評價項目，以 3 分、2 分、1 分採三級分別評分

2. 每一評價項目滿分為：3 分×4 人=12 分，總分滿分為 12 分×3 項=36 分

3. 依據 80/20 法則，評價總分達 36 分×80%=29 分者，列為改善項目

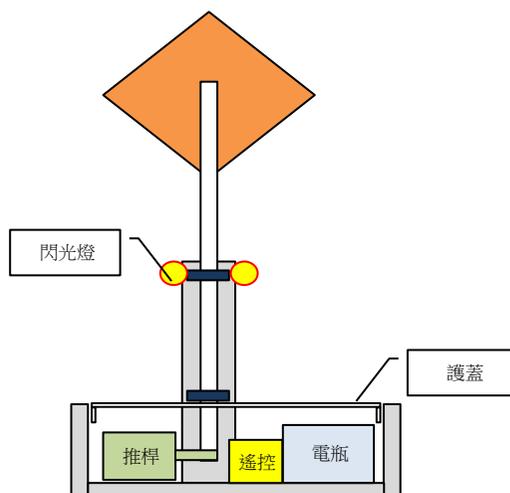
綜上，研究小組判定旋轉式鳴笛標具備符合號誌規定之重要條件，且技術面容易達成，兼有省電、易操作之效果，判定為可行之改善方案，並據以辦理後續組裝工作。

3.2 組裝過程

3.2.1 設計圖

經由討論，決定型式約如圖 3，惟經試組裝試動作後，為便於辨識鳴笛標是否有接收到遙控訊號及確認動作開始，小組成員決議再加入閃光燈設計，當操作遙控器時，如有接收到訊號，則閃光器會亮起，另因宜蘭線多雨潮溼，需再加設不鏽鋼護蓋，以避免控制系統進水故障。

圖 3 初步設計圖



3.2.2 材料

表 4 轉向式鳴笛標使用材料一覽表

| 材料名稱 | 數量 | 單位 | 單價 | 金額 | 備註 |
|------------|----|----|-------|--------|----------------|
| 固定座(含電池座等) | 1 | 組 | 2,000 | 2,000 | 使用拆收廢料，價格略估。 |
| 固定軸承 | 2 | 個 | 500 | 1,000 | |
| 電驅動推桿 | 1 | 支 | 2,200 | 2,200 | |
| 鳴笛標 | 1 | 面 | | 500 | 由本段土建班供應，價格略估。 |
| 電瓶 | 1 | 個 | 3,700 | 3,700 | |
| 遙控模組 | 1 | 組 | 840 | 840 | |
| 閃光燈 | 2 | 個 | 1,200 | 2,400 | |
| 護蓋 | 1 | 組 | 1,000 | 1,000 | |
| | | | 總計 | 13,640 | |

3.2.3 組裝過程

相關組裝情形如照片 3~ 照片 6。

照片 3 鐵匠班焊接底座情形 1



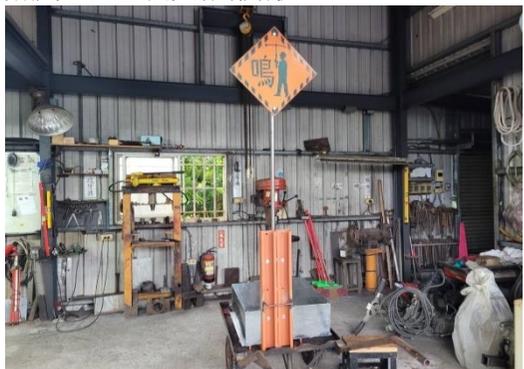
照片 4 鐵匠班焊接底座情形 2



照片 5 組裝完成情形 1



照片 6 組裝完成情形 2



3.3 測試數據

本小組於 6 月 11、13 日分別於宜蘭線 K32+300 處辦理測試，以翻轉鳴笛標進行列車鳴笛測試並測試遙控距離如表 5~表 6。

表 5 鳴笛標正位時列車鳴笛統計表

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 線別 | 通過時間 | 6月11日 | 09:37 | 09:52 | 10:00 | 10:07 | 10:27 | 10:55 | 11:04 | 11:13 | 11:30 | 11:40 | 11:59 | 12:57 | 13:36 | 13:56 |
| 西正線 | 車種 | 鳴笛標開啟 | 普悠瑪 | 區間快 | 自強 | 太魯閣 | 普悠瑪 | 自強 | 區間車 | 普悠瑪 | 區間快 | 普悠瑪 | 區間快 | 自強 | 自強 | 區間快 |
| | 是否鳴笛 | | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 線別 | 通過時間 | 14:03 | 14:29 | 14:49 | 15:16 | 6月11日 | 10:37 | 10:46 | 6月13日 | 09:42 | 10:30 | | | | | |
| 西正線 | 車種 | 鳴笛標隱蔽 | 新自強 | 太魯閣 | 區間車 | 普悠瑪 | 鳴日號 | 貨物列車 | 普悠瑪 | 普悠瑪 | | | | | | |
| | 是否鳴笛 | | 是 | 是 | 是 | 是 | 否 | 否 | 是 | 是 | | | | | | |

表 6 遙控距離測試表

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 西正線 | 距離 | 10m | 20m | 30m | 40m | 50m | 60m | 70m | 80m | 90m | 95m | 100m | 105m |
| | 正位 | 正常 | 失效 | 失效 | 失效 |
| | 反位 | 正常 | 失效 | 失效 | 失效 |

由表 5 可知，共計測試 22 列車次，計有 20 列車次有望見鳴笛標並鳴笛，餘 2 列次係為測試轉向隱蔽功能並未鳴笛，另測試遙控距離最遠為 90 公尺，足以使廠商人員於軌道外方適當距離控制鳴笛標轉向，毋須再進入軌道以人工方式辦理隱蔽工作。

3.4 測試及實地安裝於 K32 工地情形

本段於於宜蘭線 K32+300 處所本次測試後，交由 K32 地錨邊坡改善工程廠商人員使用，廠商於進行臨軌工作時，人員可藉由福隆街、東興街及龜壽谷街接近遙控地點，毋須進入軌道即可啟用鳴笛標，設置地點如圖 4，相關控制情形如照片 10~照片 11。

圖 4 遙控式鳴笛標安裝地點示意圖



照片 10 本段人員由軌道外方控制情形 1



照片 11 本段人員由軌道外方控制情形 2



3.5 降低風險採取控制措施後安全衛生危害鑑別

在危害鑑別風險評估表中，對於不可接受風險項目應依消除、取代、工程控制、管理控制及個人防護具等優先順序，並考量現有技術能力及可用資源等因素，採取有效降低風險的控制措施，本案藉由現有材料加以組合，研究並發展出符合本路施工模式之設備，期日後路局相關工程如需設置鳴笛標之工地皆可無風險的操作。

表 7 降低風險採取控制措施後安全衛生危害鑑別風險評估表

| 1.作業編號及名稱 | | 2.危害辨識及後果 | | 3.現有防護設施 | | | 4.評估風險 | | | 5.降低風所採取之控制措施 | 6.控制後預估風險 | | |
|-----------|------------|-----------|------------------------|----------|------------|----------|--------|-----|------|---------------|-----------|-----|------|
| 編號 | 作業名稱 | 危害類型 | 危害可能造成後果之情境描述 | 工程控制 | 管理控制 | 個人防護具 | 嚴重度 | 可能性 | 風險等級 | | 嚴重度 | 可能性 | 風險等級 |
| 1 | 安裝臨時鳴笛標 | 被撞墜落 | 人員前往安裝臨時鳴笛標，遭列車撞及或墜落邊坡 | 無 | 臨軌施工防護作業要點 | 安全帽、反光背心 | S4 | P4 | 4 | 夜間封鎖斷電後進入軌道 | S4 | P2 | 2 |
| 2 | 拆除及隱蔽臨時鳴笛標 | 被撞 | 人員前往拆除及隱蔽臨時鳴笛標，遭列車撞及 | 無 | 臨軌施工防護作業要點 | 安全帽、反光背心 | S4 | P4 | 4 | 使用遙控轉向控制 | S4 | P2 | 2 |

四、經濟效益分析

估算廠商指派辦理鳴笛標隱蔽人員，小工每人每天薪水約為 2,000 元，為節省時間，爭取可工作時間，每次指派 4 人(往南及往北)，每人每天辦理本項工作計花費 2.6 小時，計算式如下：

廠商人員每小時工資：2,000 元÷8 時=250 元

每天辦理遮蔽 2.6 小時費用：250 元×2.6 時×4 人=2,600 元

每月約 25 天需辦理遮蔽：2,600 元×25 天=65,000 元

如採用本段製作遙控鳴笛標，其電瓶充滿電後約可使用 1~2 個月，每 1 個月僅需 2 名員工於夜間封鎖斷電時前往更換電瓶，所花費金額約為：

材料費用：13,640 元×2 套÷12 個月=2,273 元

人工費用：

1.每天操作及確認人員：2 人×20 分/次×4 次×每月 25 個工作天=16,680 元

每日操作及確認人員=每次 2 人，每次 20 分鐘，每日 4 次，

每小時工時費 250 元×每日約使用 160 分鐘×每月 25 個工作天

以上計算得出每月辦理鳴笛標轉向操作人員工時費用約 16,680 元

2.每月 1 封鎖天×每次 2 人×每人日薪 2,000 元=4,000 元

合計：每月僅需花費 22,953 元。

五、結論

臨軌施工無異是穿著衣服改衣服的一種行為，略為疏忽即有工安事故發生，廠商員工一人的輕忽失誤即會造成整個工程管理系統的失效，廠商員工恣意的行為則令管理者防不勝防，故採取工程控制早期預警通知，於列車接近工區前即讓重機械停止動作、人員完成避讓等，對管理控制層面來說是為早期扼止異物入侵軌道之重要策略。本案 K32 地錨邊坡改善工程已在工區兩側裝設電子輔助瞭望員設備，另兩端距工區適宜位置配置各 1 名瞭望員，北端曲線位置再加派中繼瞭望員 1 名，現再將鳴笛標改設為無風險、易於控制之設備，即可再啟動另一道由列車發起之鳴笛示警功能，藉由此三道示警系統的完備及嚴格的管理控制，即可有效防止異物入侵軌道。

綜上，研判本方案為可行，日後本局相關工程如需設置，皆可使廠商人員在低風險環境啟用或遮蔽鳴笛標。

五、參考文獻

1. 交通部臺灣鐵路管理局安全衛生工作守則
2. 價值工程系列之 6-創意階段之應用實務 陳泓名
3. 鐵路號誌圖解 吳廷忠編著

約稿

1. 為將軌道運輸寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平台，以使各項成果得以具體展現，歡迎國內外軌道界人士、學術研究單位及臺鐵局相關人員踴躍投稿。
2. 本資料刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之資料及處理經驗，並兼顧研究發展未來領域，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整記錄保存及分享。來稿若僅有部分內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，惟請註明該部分內容佔原著之比例。內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部份或經重新編稿者，惠請提附該委託單位之同意書，並請於文章中加註說明。
3. 本刊為政府出版品，投稿文章同時授權予主管機關－文化部以及文化部所授權他人流通利用
4. 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。
5. 本刊稿件將送請委員評審建議，經查核通過後，即予刊登。
6. 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。
7. 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。
8. 所有來稿(函)請逕寄「238 新北市樹林區東佳路 7 號，臺鐵資料編輯委員會」收。電話：02-28916250 轉 218；傳真：02-28919584；E-mail：7014563@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，圖、表之說明文字分別置於圖、表之上方**靠左對齊**，如為引用須於下方註明詳細的資料來源，**表格若跨頁須在跨頁前註明「續下頁」**，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** 按號碼順序排列，左右對齊，前後段距離 0.5 列，單行間距，中、英文凸排 2 個字元。如：

一、**期刊文章**：

※作者姓名（西元出版年）。標題。**期刊名稱**，卷（期），起訖頁數。

說明：中文期刊名、卷數需以**粗體字**呈現，若該期刊**無卷數**時，則僅列期數且不需括號。英文期刊名、卷數則以**斜體字**呈現。

1. 胡文郁、張雯雯、張榮珍、唐嘉君、蕭淑銖、呂宜欣（2020）。全球健康議題與護理研究之國際趨勢。**護理雜誌**，**67**（2），13-21。
[https://doi.org/ 10. 6224/JN.202004_67\(2\).03](https://doi.org/10.6224/JN.202004_67(2).03)
2. Gurkan, K. P., & Bahar, Z. (2020). Living with diabetes: Perceived barriers of adolescents. *The Journal of Nursing Research*, 28(2), e73.
<https://doi.org/10.1097/jnr.0000000000000349>

二、**一本書**：

※作者姓名（西元出版年）。書名。出版商。

說明：中文書名以**粗體字**呈現，若有版次可列於書名之後，出版地不用寫。英文書名則以**斜體字**呈現。

1. 簡莉盈，劉影梅（2017）。**實證護理學導論**（三版）。華杏。
2. Grady, P.A., & Hinshaw, A.S. (2017). *Using nursing research to shape healthy policy*. Springer.

三、**書的一章**：

※作者姓名（西元出版年）。標題。編者姓名，書名（起訖頁數）。出版商。

說明：中文書名以**粗體字**呈現，若有版次可加列。英文書名則以**斜體字**呈現。

1. 林元淑、黃靜微（2017）。新生兒及其護理。於陳月枝總校閱，**實用兒科護理**（八版，38-112）。華杏。

2. Balsam, K.F., Martell, C.R., Jones, K.B., & Safren, S.A. (2019). Affirmative cognitive behavior therapy with sexual and gender minority people. In G.Y. Iwamasa & P.A.Hays (Eds.), *Culturally responsive cognitive behavior therapy: Practice and supervision* (2nd ed., pp. 287-314). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/0000119-012>

四、**翻譯書**：

※原著作者(翻譯出版年)。翻譯書名(譯者；版次)。出版商。(原著出版年)

說明：於內文引用之寫法為，(原著作者，原著出版年/翻譯出版年)，如(Bickley & Szilagyi, 2013/2017)。

1. Bickley, L.S., & Szilagyi, P.G. (2017). 最新貝氏身體檢查指引(劉禹葶譯；11版)。合記。(原著出版於2013)

五、**政府、機構、組織**：

※作者姓名(西元年，月日)。報告名稱(文件號碼)。網址

說明：中文報告名稱以**粗體字**呈現。英文報告名稱則以**斜體字**呈現。

1. 衛生福利部疾病管制署(2020, 4月14日)。中央流行疫情指揮中心訂有「**COVID 19(武漢肺炎)**住院病人分艙及雙向轉診建議」，籲請醫界朋友落實執行(疾病管制署致醫界通函第427號)。
<https://www.cdc.gov.tw/Bulletin/Detail/rRy3FP5tFZgijnCguVvZoQ?typeid=48>
2. National Cancer Institute. (2018). *Facing forward: Life after cancer treatment* (NIH Publication No. 18-2424). U.S. Department of Health and Human Services, National Institutes of Health.
<https://www.cancer.gov/publications/patient-education/life-after-treatment.pdf>

資料來源：台灣護理學會

<https://journal.ntunhs.edu.tw/ezfiles/25/1025/img/485/apa7.pdf>。

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。
3. 若論文全文有使用他人文章之部份，著作者本人擔保已取得著作權人版權所有者一切相關合法之授權與同意，且無抄襲剽竊侵害他人智慧財產權或不當引用之情事。

臺鐵 資料

季刊 第 382 期

| | |
|---------|--|
| 發行人 | 杜微 |
| 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 | 杜微 |
| 副主任委員 | 馮輝昇、朱來順、陳仕其 |
| 總編輯 | 陳裕謀 |
| 副總編輯 | 劉建良 |
| 主編 | 劉淑芬 |
| 編輯 | 林蔚辰 |
| 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 111 年 9 月 |
| 創刊日期 | 中華民國 52 年 10 月 |
| 封面圖片說明 | 14 代同堂(扇庫一世紀 世代慶同歡) |
| 封面圖片攝影者 | 邱家終 |
| 印刷者 | 柏采實業有限公司 地址：222 新北市深坑區北深路三段 111 號 電話：02-26626535 |
| 展售門市 | 國家書店松江門市 地址：10485 臺北市松江路 209 號 1 樓 電話：02-25180207 網址： http://www.govbooks.com.tw 五南文化廣場 地址：40042 臺中市區中山路 6 號 電話：TEL：(04)22260330 網址： http://www.wunanbooks.com.tw |

電子全文登載於臺鐵網站

GPN：2005200020

ISSN：1011-6850

著作財產權人：交通部臺灣鐵路管理局

本書保留所有權利·欲利用部分或全部內容者·須徵求著作財產權人書面同意或授權·

臺鐵核心價值

安全

準確

服務

創新

團結

榮譽

ISSN 1011-6850



9 771011 685005

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

ISSN1011-6850
定價：新台幣200元