

國立交通大學

運輸科技與管理學系

碩士論文

應用可靠度為中心維修方式
規劃軌道車輛維修階層之研究
— 以台鐵電聯車動力系統為例

Applying Reliability-Centered Maintenance (RCM) Approach to

Repair Level Design for Railway Rolling Stocks

— An Example of EMU Power Subsystem of TRA

研究生：凌宇康

指導教授：張新立教授

中華民國九十五年九月

應用可靠度為中心維修方式規劃軌道車輛維修階層之研究

—以台鐵電聯車動力系統為例

研究生：凌宇康

指導教授：張新立

國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班

摘要

隨著高速鐵路即將完工通車以及各縣市捷運系統興建規劃，軌道運輸在國內整體運輸系統之重要性日益增加。相較於新穎的捷運以及高速鐵路，興建多年而龐大複雜之城際鐵路係由台灣鐵路管理局經營，面對高鐵通車以及交通環境改變造成之營運衝擊，台鐵局計畫推動都會區鐵路捷運化以及內部組織調整等多項措施。軌道車輛系統中，以動力系統之可靠度影響列車正常營運最鉅，然台鐵局車輛近年來出現故障率大幅增加之狀況，嚴重影響列車運轉以及營運，造成乘車民眾不便，都會區鐵路捷運化後，路線容量將更趨飽和，則車輛故障引起之營運影響將更為嚴重。

國內軌道車輛維修規劃仍以預防性維修(Preventive Maintenance)觀念為主，本研究引進以可靠度為中心之維修方式(Reliability-Centered Maintenance, RCM)於軌道車輛維修作業之改善。該方式起源於航空業，規劃維修作業時根據可靠度觀念，掌握系統中關鍵項目以及因素，將維修資源做有效率的分配，進而以可靠度為基準建立最佳的預防性維修計畫，同時可以兼顧系統安全以及降低維修成本。本研究以台鐵 EMU500 型電聯車之動力系統作為 RCM 分析對象，並藉由維修成本、時間尋求適當之維修階層，以作為台鐵局未來改善維修作業以及調整組織架構之參考。

研究結果顯示，EMU500 型電聯車動力系統之關鍵維修項目為屬於高壓設備次系統之集電弓，採取預定年限模式之預防性維修策略進行維修規劃，並以最小成本為前提選定維修時距，其可靠度以及維修成本均優於矯正性維修；而以計算所得之維修時距以及成本為基準，進行維修階層分析，可得機務段層級進行集電弓維修作業優於機廠層級之結果，顯示經過分析選定並調整之維修工作，確實可以提升軌道車輛系統可靠度，並節省維修成本。未來可應用於台鐵各式具備完整失效資料之車輛維修作業，並可作為未來維修階層精簡之參考依據。

關鍵字：可靠度為中心維修、軌道車輛、維修階層

Applying Reliability-Centered Maintenance (RCM) Approach to Repair Level Design for Railway Rolling Stocks

— An Example of EMU Power Subsystem of TRA

Student : Yu-Kang Ling

Advisor : Hsin-Li Chang

Department of Transportation Technology and Management
National Chiao Tung University

ABSTRACT

The reliability for the power system of rolling stocks is determined by the effectiveness and efficiency of its maintenance strategies. Recently, the increasing failures of the Electric Multiple Unit (EMU) power subsystem of Taiwan Railway Administration (TRA) have reduced the reliability of their service as well as the confidence of passengers.

This study aims to analyze the potential of applying Reliability-Centered Maintenance (RCM) approach to inspect the system reliability of TRA rolling stocks. RCM is a systematic approach to develop a focused and cost-effective maintenance plan. Based on the quantitative reliability measure, RCM can help to explore the maintenance significant items (MSI) and distribute the maintenance resource efficiently. By applying RCM, both the system safety and expense saving can be achieved through such efficient maintenance procedure.

This study shows that Pantograph is the first-priority MSI in the power subsystem. Applying the “Replacement at Predetermined Age” maintenance policy, the replacement interval with the minimum cost can be calculated. Furthermore, the minimum cost replacement interval executed in intermediate level (I level) is considered better cost-effective than that in depot level (D level) via the analysis of repair level. Results of this study point out that RCM is applicable in analyzing the railway rolling stock maintenance planning and provide valuable reference for the maintenance management of railway system in Taiwan.

Keywords: Reliability-Centered Maintenance (RCM), railway rolling stock, level of repair.

誌 謝

本論文得以順利完成，最重要的推手非恩師 張新立教授莫屬。從大四偶然跨系修習老師的課程，進而受到老師的鼓勵而報考運管系碩士班入學考試，經歷兵役的兩年學習空窗之後，得以進入老師的研究團隊；本研究在問題分析、觀念培養、研究方法、論文架構方面，均蒙老師循循善誘、諄諄教誨。而兩年就學期間，不僅僅是跟隨老師學著做研究，也學著歷練做人處事的態度。老師對於運輸的熱愛、自我的要求以及對學子們的期許，總是令我由衷感佩。在此對恩師獻上最誠摯的謝意。

論文口試期間，承蒙台科大吳翼貽老師、成大李志綱老師以及中興顧問研究社鍾志成博士撥冗細審，並惠賜寶貴意見以及殷切指正，使本論文之疏漏謬誤得以斧正。感謝交研所黃台生老師以及本系黃寬承老師在論文審查時詳加審閱，提供寶貴意見。亦感謝機械系張起明老師，教授可靠度工程課程使學生在嘗試跨領域研究時能夠站穩腳步不致偏斜。兩年就學期間，承蒙系上老師在課業以及生活上的關懷與指導、系辦公室幸榮以及秀蔭兩位大姐的諸多協助，在此深表謝意。

研究團隊的成員們，包括在可靠度領域引領並傳授寶貴知識的晉光、忠漢學長，對研究提供諸多寶貴意見的純志、建民、舜丞、來順、賓權、祖宏學長、馨文學姊，以及帶領我們熟悉環境也與我們最親近的威志、長志、高文幾位碩班學長，謝謝你們在學術上、生活上的種種扶持與照顧！同窗同門的育豪、黃山、維崧、俊斌以及舜棠、祁延、翰澤、政璋、美珍、陵瑤等學弟妹，謝謝你們給了我非常愉快的研究生涯，有了你們，研究室除了學術之外，更像一個和樂的大家庭。

這篇論文的起源可說是對於鐵道的興趣，交大鐵道研究會的諸位學長學弟們，以及鐵道趣味領域的好友們，特別是引介專家並提供珍貴資料的秉穎，感謝你們的陪伴，讓我有這個機會把對於鐵道的興趣提升為嚴謹的層次！在此特別感謝路局嘉義機務段曾碧賢段長、陳福海主任以及朱聖隆大哥在專業方面的協助，使得研究得以有所本而順利完成，衷心的感謝你們！

在新竹八年生活期間，雖然無法事事順心，幸好有諸多同學、好友關懷與鼓勵。啟民、家彤不論何時總是願意做我傾訴的對象；昕嶽、士博、欣怡、廷賢，我的生活拜你們所賜而增色豐富；生活持續的進行著，但你們在我腦海中留下的記憶是如此鮮明而不易磨滅。

最後，僅以此論文獻給對我無限包容、支持、鼓勵，給予我前進動力的父母以及家人—最疼我的婆、舅舅們、阿姨們、大伯以及親愛的弟弟，你們期許而非責備、關懷而不干涉的態度，讓我擁有選擇成長道路的自由。獲得學位的喜悅與感動，願你們都能和我一起分享！

宇康 謹誌

中華民國九十五年九月

于新竹 交大運管系 安全與軌道研究室