

交通部台灣鐵路管理局
97年度自行研究
(電車線主吊線 49.5mm^2 (鑄銅 7/3.0) 變更
為 95mm^2 (硬抽銅 19/2.5) 之改善研究)

研究人員：

黃運傑
陳三旗
梁火南
周廷岳
李長澤
林朗焜
鄭猛巍

研究日期：97年12月18日

研究單位：交通部台灣鐵路管理局電務處

目錄

目錄	2
摘要	6
第一章 緒論	7
1.1 研究動機與目的	7
1.2 文獻回顧	7
1.3 研究內容概述	8
第二章 電車線故障統計分析	11
2.1 前言	11
2.2 故障件數統計	11
2.2.1 95 與 96 年電車線故障件數分月統計表	12
2.2.2 95 與 96 年障礙類別分析	12
2.2.3 97 與 96 年度電車線設備障礙比較表	13
2.2.4 97 年度電車線設備障礙原因	14
2.2.5 97 年度電車線設備障礙原因分析	14
2.2.6 96-97 年度電車線設備故障原因分析	14
2.2.7 96-97 年度電車線設備故障原因維修對策	15
2.2.8 95、96、97 年度電車線障礙設備損壞程度統計	16
2.2.9 95、96、97 年度電車線障礙設備損壞程度分析	17

2.3	改善計畫	18
2.3.1	設備故障	18
2.3.2	外來因素	18
第三章	電車線上之各種影響力及其反應作用	19
3.1	摘要	19
3.2	橫向力	20
3.2.1	偏位張力	20
3.2.2	在曲線路之橫向力	20
3.3	風力	21
3.3.1	風速	21
3.3.2	電車線上的風效應之因素	22
3.3.2.1	直線軌道	23
3.3.2.2	曲線軌道	24
第四章	最大跨距長度	28
4.1	摘要	28
4.2	直線軌道	29
4.2.1	一般區域路段	30
4.2.2	海線區域路段	30
4.2.3	桿距中點風吹量	30

4.3 曲線軌道	30
4.3.1 一般區域桿距	30
4.3.2 海線區域桿距	30
4.3.3 桿距中點風吹離量	30
4.4 懸臂應力分析	31
4.4.1 垂直負載(Vertical Load)	31
4.4.2 水平負載(Horizontal Load)	31
4.4.2.1 風壓負載 (Wind Load)	31
4.4.2.2 輻射負載 (Radial Load)	31
第五章 電車線弛度	34
5.1 概說	34
5.2 在兩等高系統之相鄰支持點間之電車線弛度	34
5.2.1 桿距中點之弛度	34
5.2.2 在「X」處之弛度	35
5.3 在不同高度系統支持之電車線弛度	36
第六章 吊掛線長度之計算	38
6.1 概說	38
6.2 計算用符號說明	38
6.3 桿距間 6 個吊掛線	39

6.3.1 系統高度相等時	39
6.3.2 系統高度不相等時	40
第七章 電車線主吊線 49.5mm ² 更換為 95mm ² 之分析	42
7.1 摘要	42
7.2 概述	42
7.2.1 電流容量	42
7.2.2 機械荷重	45
7.2.3 安裝鋼件限制	46
7.2.3.1 夾具及支持物	47
7.3 弛度影響	48
7.4 結論及建議	50
7.5 修正技術資料	51
第八章 主吊線 49.5mm ² 更換為 95mm ² 試用區段施工	52
8.1 礁溪至四城間主吊線 49.5mm ² 更換為 95mm ² 施工預定計畫表	52
8.2 礁溪-四城站間 50mm ² 主吊線更換為 95mm ² 主吊線施工流程	53
8.3 49.5mm ² 主吊線拆除回收、重疊區間及懸臂調整、南終端切換	56
8.4 南北重疊區間吊掛線製作安裝、跳線製作安裝、北終端重新切換、 南端 49.5mm ² 主吊線拆除回收	57
8.5 礁溪~四城站間 49.5mm ² 主吊線更換為 95mm ² 主吊線施作討論	57

第九章 結論及未來研究方向	64
9.1 結論	64
9.2 未來研究方向	65
參考文獻	66

摘要

研究名稱：電車線主吊線 49.5mm^2 (鑄銅 7/3.0)變更為 95mm^2 (硬抽銅 19/2.5)之改善研究

關鍵詞：電氣化、軌距、弛度、架空電車線、吊掛線、主吊線、跨距、應力、機械強度

鐵路是交通運輸的骨幹應重點發展，也是國民經濟的基礎應超前發展，面對高鐵加入交通運輸的相互競爭，提昇現有鐵路的行車準點率，確有其必要，以增強市場競爭能力，因此維持電化鐵路設備正常達到零故障的目標已是刻不容緩，檢視目前設備使用情形並分析各類故障，結果以主吊線的斷損故障比例最高，約佔總故障件數 53% 以上，所造成的供電中斷影響行車運轉最為嚴重，因此確實有必要重新檢視並研究改善主吊線材質強化機械強度，以減少故障發生。

第一章 緒論

1.1 研究動機與目的

改善電車線系統的主吊線材質能提昇設備供電穩定，因此成為本研究的目標，台鐵電車線設備為 60 年代 BICCC 系統，原設計最高速度為每小時 120 公里，目前運轉速度提昇到 130km/h，隨時代科技的演進，技術及材料的進步，以致高速鐵路的發展已相當普遍，本研究係在原規範條件下不作大幅度變更，思考局部改善而能提昇現有設備供電穩定，以電車線基本理論為基礎，選擇符合使用之適當材料作設備改善，達到電力供應零故障的目標，以提昇服務品質。

1.2 文獻回顧

參考[1]「幹線電化電務工程報告」：台灣鐵路管理局，詳述鐵路幹線電氣化電車線系統為英國 GEC 廠團設計並負責建造，以台鐵窄軌軌距 1067mm 既有路線環境下就地辦理電氣化施工，當初以工程興建為主，曾派有技術人員參與學習設計及安裝，都是在現成系統架構下吸收新的知識，對於理論及原理可介入的程度不深，供應商有講解其電車線系統之基本設計規範，將可作為日後繼續研究之基礎，本工程報告對於施工過程，規範遭遇困難及配合事項有詳細記載，僅可作為瞭解台鐵電化系統之參考及建立電車線基本設計概念，知其然而不知其所以然，本文獻可是未來鐵路電氣化研究發展的依據，但正確研究應有科學測試工具及理論作基礎，這也是本研究努力的方向目標。

參考[5]「研修電車線技術規範及基本設計圖說委託技術服務案定案報告」；中興工程顧問股份有限公司八十七年九月，針對台鐵電車線系統原來設計最高速度為 120 km/h，為配合車速提高至 130km/h，由東工處委託中興顧問針對目前之設計圖面作審核，並輸入基本資料後，由電腦模擬確認該設備是否符合速度提高使用，模擬結果，證實現有設備符合要求。

參考[12] 梁火南碩士論文改善電車線系統以提昇台鐵供電品質之評估研究，及文獻[11]電車線與集電弓間之互動行為的計算定理，詳述歐美國家在鐵路電氣化領域之研究發展要求更加嚴謹，先決條件是維持可靠及零故障的電力供應，其目前所使用之標準電車線形式都是在理論科技考量下，配合運轉經驗及特定經驗間完美的互動而產生，在時代電腦科技進步發展環境輔助，依據理論研究均有各自的模擬程式，在運轉計畫確定後，電車線系統即配合改善，由於世界鐵路均使用標準軌距或寬軌距，很少對窄軌鐵路作研究，然其研究方法及結果可作為參考應用，台鐵路線環境不佳又是標準窄軌，對電車線系統設備作強化改善準備，將可減少設備故障發生並提高電力供應穩定。

1.3 研究內容概述

電化鐵路之架空電車線系統為電力供應設備中極重要的一部分，供應電力列車所須之電力，基本上電車線系統與機車之介面是集電弓，因此保持接觸線與集電弓間良好接觸為電車線系統最終目標，確保供電穩定、行車運轉

正常，定期檢討電車線故障原因及類型，針對電車線設備故障率較高材料尋求更換，以增加其機械強度降低故障發生，經初步評估並參考國外書籍與研究報告認為可行，針對相關設計理論、影響因素、動態模擬及驗證有必要作進一步研究。

本研究主要內容描述如下：

第一章 緒論：簡述本篇報告的研究動機與目的，文獻回顧與研究內容概述。

第二章 電車線故障統計分析：本章說明台鐵電化路線 96 年電車線故障件數與 95 年比較，並作障礙類別分析，針對 97 與 96 年度電車線設備障礙比較，分析電車線設備障礙原因，擬定電車線設備故障原因維修對策。

第三章 台鐵電氣化架空電車線系統更換為 95mm^2 主吊線影響電車線的應力探討：本章計算架空電車線上之各種影響力及其反應作用、直線軌道及曲線路線之橫向力、風力、電車線上的風效應、電車線弛度。

第四章 台鐵電氣化架空電車線系統更換為 95mm^2 主吊線最大跨距長度計算：電車線直線軌道、曲線軌道之一般區域路段及海線區域路段，在風速 26m/s 狀況下，電車線在桿距中點之風吹離量遠低於集電弓寬度之一半(0.4m)，即符合要求。

第五章 電車線弛度：在兩等高系統之相鄰支持點間之電車線弛度，計算桿距中點之最大弛度、在「X」處之弛度、在不同高度系統支持之電車線弛度。

第六章 吊掛線長度之計算：以桿距間 6 個吊掛線為例，在系統高度相等時及系統高度不相等時說明如何計算吊掛線長度。

第七章 電車線主吊線 49.5mm^2 更換為 95mm^2 之分析評估：選擇一種導線作為主吊線，需作考慮以下性能：1、電流容量 2、機械荷重 3、現有安裝鋼件限制 4、弛度影響。為台鐵未來電車線系統設計需要，應使用新導線及修正技術資料：1、修正吊掛線設計 2、新導線終端配件修正 3、新導線支持配件修正 4、桿間主吊線線夾及配件修正。

第八章 主吊線 49.5mm^2 更換為 95mm^2 試用區段施工報告：礁溪至四城東正線 $5\text{K}+074$ (桿號 65/3)----- $66\text{K}+490$ (桿號 66/21)張力長度 1497 公尺、31SPAN、懸臂組 30 組。 49.5mm^2 主吊線更換為 95mm^2 主吊線在技術上更換沒有問題，然而需要各類組細件的配合且需要注意日後的觀察追蹤。

依本研究結論來規劃未來電車線之檢討改善，並採用新式材料以獲得更穩定的系統，在現有路線條件下，要如何確保設備正常、如何採用先進器材改善電車線系統，利用檢查車作驗證，已是刻不容緩的研究目標，相關設施材料改善，正確的架設方式，系統理論研究都是非常值得迫切研究的題材。