

# 臺北捷運第一代高運量電聯車

蔡天和<sup>1</sup> 王總守<sup>2</sup>

## 摘要

臺北捷運的鐵道型捷運技術規範係早年在 ATC 總顧問之指導下，由當時捷運局第三處(現在之機設處)以合署辦公、師徒跟班方式逐步建立，截至 96 年 7 月底為止淡水線高運量捷運系統共有 22 列 (132 車廂) 電聯車、新店線高運量捷運系統共有 11 列 (66 車廂) 電聯車、南港線高運量捷運系統共有 17 列 (112 車廂) 電聯車、中和線高運量捷運系統共有 8 列 (48 車廂) 電聯車、南港東延段高運量捷運系統共有 4 列 (24 車廂) 電聯車、小碧潭線高運量捷運系統共有 3 車組 3 列 (9 車廂) 電聯車、土城線高運量捷運系統共有 6 列 (36 車廂) 電聯車。本篇係經由訪談臺北捷運前總顧問及有關人員並參考相關文獻，就臺北捷運第一代高運量電聯車的發展作一歷史性的回顧，期望從中發現一些彌足珍貴的電聯車發展史紀錄及文物。

**關鍵詞：**電聯車、高運量

## The First Generation Electric Multiple Units of Taipei Heavy Rail Rapid Transit System

Tien-Ho Tsai Tsung-Shou Wang

### Abstract

The technical specifications of the Taipei MRT electric multiple unit (EMU) system were established under the guidance of DORTS' general consultant (GC), American Transit Corporation (ATC) who worked together with DORTS' Division 3 (now the Electrical and Mechanical Design Division.) The relationship was like that of masters and apprentices. At the end of July 2007, 22 trains (132 cars) are in operation on the Danshui line, 11 trains (66 cars) on the Xindian line, 17 trains (112 cars) on the Nangang line, eight trains (48 cars) on the Zhonghe line, four trains (24 cars) on the Nangang eastern extension, three EMUs (nine cars) on the Xiaobitan branch line, and six trains (36 cars) on the Tucheng line. By interviewing DORTS' GC and related personnel as well as going through related literature, the author of this article gives a historical retrospect on the development of the first generation of Taipei MRT trains, with the hope of discovering valuable records and cultural heritage regarding EMU development.

**Key words:** Electric Multiple Units, Mass Rapid Transit System

1. 臺北市政府捷運工程局機電系統工程處處長 thtsai@trts.dorts.gov.tw

2. 臺北市政府捷運工程局機電系統工程處工程司 wangts2@trts.dorts.gov.tw

## 一、前言

臺北捷運的鐵道型捷運技術規範係早年在 ATC 總顧問之指導下，由當時捷運局第三處(現在之機設處)以合署辦公、師徒跟班方式逐步建立，本文係經由訪談臺北捷運前總顧問及有關人員並參考相關文獻，就臺北捷運第一代高運量電聯車(淡水線電聯車)的發展作一歷史性的回顧，其中最重要的決定為全車隊採用 AC 推進動力系統及車體採用不銹鋼，此外亦就電聯車從設計審查、模型車審查、電聯車產製過程、首件產品檢測、產品驗收測試、模型車運抵臺灣、原型車試乘典禮的過程作一系列的回顧。

## 二、重要技術及文物

### (一) 特別技術規範之發展

當年特別技術規範係由當時的總顧問(ATC)參考世界各國規範綜整而成，最早期時規範訂定的電聯車並不像現在我們所看到的，而是如臺鐵的通勤列車，之後總顧問有鑑於當時新加坡的電聯車運量增大且車子也變大，因此修訂規範把電聯車加大加寬成現在的車子。

在車輛的動力推進馬達方面，早期 BMTC 總顧問建議採用的動力系統為直流電動機(DC Motor)，後來 ATC 總顧問建議採用交流推進動力系統，剛開始時電聯車採用 6M 動力車，價錢太貴了，以致於第一次流標，總顧問說有必要整列車都採用 6M 嗎?之後修改規範改成 4M2T，至於 T 車要擺在何處?一般電聯車 T 車是擺在列車前後，新加坡電聯車 T 車擺在列車前面，T 車擺在何處並沒有特別分析，總歸一句就是跟其他國家不同，嚴格說應該要進行分析。

前 ATC 總顧問 Mr.Jagbir S.Sihota 他也特別提到淡水線電聯車是全世界第一個城市列車全車隊採用 AC 馬達者，AC 馬達可提供高效率的旋轉動力、低維護、可靠性高、價格便宜且維修較方便，DC 馬達卻需要整流器電路，需要額外增加支出。AC 馬達不需要電刷，而 DC 馬達卻需要電刷也額外增加支出及維修不便。

當時臺北捷運本局為了客觀起見，也曾委託 UIC(美國公共協會)進行 AC 動力能源節約之研究評估及 AC 動力推進系統評估做出一個報告，當時以四象限閘控開關截波器(Four Quadrant Gate Turn off Chopper)與變壓變頻脈寬調變變換器交流感應電動機(VVVF PWM Inverter AC Induction Motor)，當時機設處也進行「電聯車動力系統及能源節約之研究」，並依行政程序上簽，後來由臺北捷運局前局長齊寶諍做決定採用 AC 動力推進系統，採用 4M2T(4 輛動力車及 2 輛拖車)的決策。

有關車體採用不銹鋼或鋁合金，歐洲比較偏向鋁合金，鋁合金是否耐候，但是以臺灣的酸雨，鋁合金不見得耐候抗腐蝕，此外焊接鋁合金的技術較差，而焊接不銹鋼則較佳以當時來看不銹鋼具有發展潛力，所以當時淡水線電聯車車體採用不銹鋼。

最後淡水線電聯車規範訂定要點如下：

- (1) 捷運高運量電聯車係由二組『3-CAR』車組所組成，每一車組包括一輛 DM1 車、一輛非動力車(T 車)及一輛 M2 車。不論尖峰或離峰時段均以六車固定編組方式營運。每車最高載客量為 370 人，營運速度最高為每小時八十公里。

- (2) 驅動系統採用『AC 動力馬達』，動力車每一車軸配備一個馬達(每車四個)。
- (3) 供電系統採用『第三軌供電(750V 直流電源)』，而集電系統採用底觸式集電靴集取電力。
- (4) 煞車系統採用『再生式電力煞車』以及『氣動式機械煞車』聯合組成安全煞車系統。
- (5) 轉向架採用『雙軸式無承樑型轉向架』，而一次懸吊採用錐型橡皮彈簧，二次懸吊採用氣墊 (AIR SPRING) 型彈簧。
- (6) 車門採用『氣力驅動方式』，並設有氣動鎖定裝置，能與驅動控制系統連鎖以確保行車安全。
- (7) 車體外殼係採用『不銹鋼材』，而內裝係採用高燃點之耐熱防火材，並不得於受熱燃燒時放出有毒煙氣。
- (8) 聯結器：每列車間各車組間採用『自動式聯結器』，每車組各車間採用『半永久性機械式聯結器』。
- (9) 每車二套獨立空調設備，空調系統採用上下分離式，空調機、壓縮機及冷凝器置於車底，而蒸發器則裝於車頂。
- (10) 旅客安全設備：在每一列車頭尾兩車(DM1)，在其駕駛室端設有安全門以及逃生坡道以確保旅客安全。
- (11) 列車採用自動保護(ATP)及自動列車操作(ATO)，以確保行車安全。

第一本電聯車特別技術規範如圖 1。

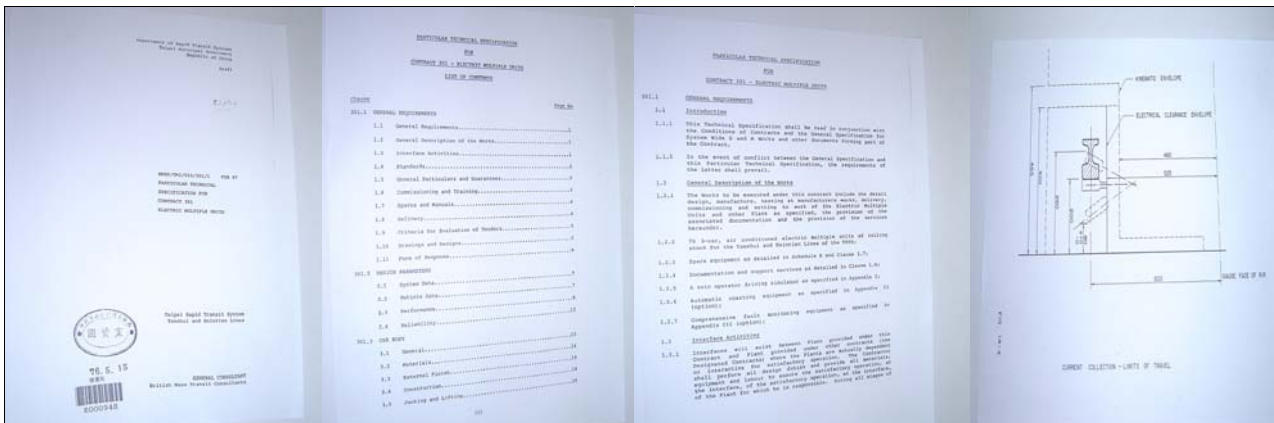


圖 1(由左至右) 第一本電聯車特別技術規範之封面、目錄、內文及封底圖面

## (二) 臺北捷運第一代高運量電聯車

淡水線電聯車工程於七十八年十二月二十日正式開工，工程金額為新台幣四十五億元，本承包商為美國聯合機車集團(URC, Union Rail Car Partnership)，系統係由二組『3-CAR』車組(UNIT)所組成，每一車組包含二輛馬達動力車(MOTOR CAR)及一輛無動力車(TRAILER CAR)，不論尖峰時段或離峰時段均以六車固定編組方式營運，每車有六十個座位、三百一十個立位，最高載客量為三百七十人。營運速度最高為每小時八十公里，列車採用列車自動保護(ATP)及自動列車控制(ATC)系統，以確保行車安全。

本工程承包商依據初步設計審查會展開細部設計，於八十年十二月一日起進行關鍵設計

審查及首件產品檢測，為求能保障爾後乘客搭乘的安全及舒適，本局於關鍵設計審查期間多次派員至承包商及其設備廠商稽查產品品質，重要之設計審查會議如下：

- (1) 八十年十二月一日至二十一日於美國進行美國地區子系統關鍵設計審查會。
- (2) 八十一年一月十二日至十八日於日本進行日本地區子系統關鍵設計審查會。
- (3) 八十一年四月十三日至二十四日於日本進行全車系統審查會。
- (4) 八十一年五月十二日至十五日關鍵設計審查總結會議。
- (5) 八十一年八月三十一日完成最後設計審查(FDR, Final Design Review)。

有關本標 CT301 標淡水線電聯車海外檢測作業，經當時本局第三處及機電系統工程處會同總顧問共同執行項目如下：

- (1) 七十九年十二月三日至八日進行電聯車車輛模型第一項檢測工作(Mock-Up Phase I Test)。
- (2) 八十年二月二十五日至二十八日進行易燃性、釋煙性測試。
- (3) 八十年七月七日至十四日進行壓縮、頂舉及垂直負荷試驗(圖2)。
- (4) 八十年十二月二日至七日進行轉向架、懸吊系統試驗。
- (5) 八十年十二月一日至二十一日對美國地區 URC 供應廠商所提供的子系統進行美國地區子系統關鍵設計審查(CDR, Critical Design Review)。

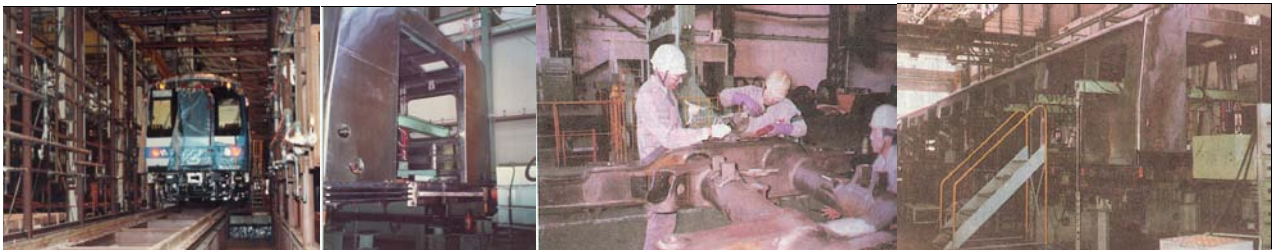


圖 2(由左至右)功能測試、車體壓縮頂舉及垂直負荷試驗、轉向架磁粉探傷及 M2 車體結構測試

- (6) 八十一年一月十二日至十八日於日本進行日本地區子系統關鍵設計審查。
- (7) 八十一年三月二十七日至四月三日對各種車體項目、空調系統及轉向架測試(圖2)。
- (8) 八十一年四月十三日至二十四日於日本進行全車系統關鍵設計審查。
- (9) 八十一年五月十二日至十五日對全車設計舉行綜合討論會會議。
- (10) 八十一年九月十三日至二十四日原型車(Proto Train)在美國舉行出廠典禮。
- (11) 八十一年九月一日開始本局遴派人員分赴美、日兩國進行駐廠監造。

淡水線(CT301)電聯車標之一系列原型車測試工作於八十一年十二月開始展開，於八十五年五月份完成所有原型車測試。原型車典型測試如 ET01(平面段之滑行測試)、ET02(非正常運轉測試)、ET03(滑走/空轉效率測試)、ET04(設備箱溫升測試)、ET05(電力再生測試)、ET06(聯結器/轉向架/電纜間隙測試)、ET07(功能要求測試)、ET08(噪音測試)、ET09(震動測試)、ET10(轉向架穩定測試)、ET11(行駛舒適度測試)、ET12(通訊界面測試)、ET13(列車控制模擬測試)、ET14(射頻及電磁干擾測試)均已通過測試，此外三十六組之 ER02(靜態功能測試)亦已完成，淡水線電聯車於八十五年十一月一日完成所有量產車之各項測試作業及三十六組電聯車之會驗(JOINT INSPECTION)。

承包商 URC 於八十年四月二十三日將初步完成之 MOCK-UP(半車廂模型)運抵台北(圖3)。隨即由局內各處室及總顧問進行國內檢測工程，由於待改進項目較多，因此運至唐榮公

司修改完成後於八十年六月十二日運抵本局東區辦公室放置。並於八十年七月二日邀請專家學者、各處室及捷運公司就電聯車內外觀會同審核。模型車主要是提供專家學者及本局審查工程師能實際去瞭解車身顏色、車內座位、扶手屏風配置等等以供修改及設計審查之參考。



圖 3 (由左至右)淡水線模型車外觀及模型車內景

電聯車運到北投除依行政程序向交通部申請外，並實際去勘察電聯車運抵北投機廠之交通動線，電聯車要用重型專用聯結車運送，深夜運抵北投機廠且工務所人員要排班整夜留守及卸載相當辛勞，北投機廠當年許多設施尚未完全安裝完成，只好就地安置，八十一年十二月一日原型電聯車 EMU 01/02 運抵北投機廠(圖 4)，十二月起原型車到場測試開始(圖 5)。此後八十二年三月一日美國組裝量產電聯車 EMU 03/04/05/06 運抵北投機廠，八十二年五月一日美國組裝量產電聯車 EMU 07/08/09/10/11/12/13/14/15/ 16 運抵北投機廠，八十二年八月一日美國組裝量產電聯車 EMU 17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28 運抵北投機廠，八十四年十一月淡水線(CT301)標一百三十二輛電聯車全部運抵北投機廠，於八十五年五月份完成所有原型車測試。



圖 4(由左至右)原型車 EMU 01/02 運抵北投機廠、轉向架運抵北投機廠及電聯車停駐北投機廠

### 三、結語

本文係以回顧臺北捷運第一代高運量電聯車發展歷史，並訪問捷運局前相關人員及總顧問 Mr.Jagbir S.Sihota 及工務所同仁並參考民國七十八年至八十二年捷運年刊資料以特別技術規範之發展、電聯車性能、設計審查、模型車審查、模型車運抵臺灣、電聯車船運作業、原

型車運抵北投機廠，並將前述文物之收集與管理做一系列之歷史回顧與整理，期望能喚起同仁從歷史與故事中去追尋「文物」，透過「感覺」與「價值」認知進行評定，包括文物特質與文物所內蘊的「歷史與故事」特質。



圖 5(由左至右)臺北捷運淡水線第一部電聯車、逃生門測試及原型車於北投機廠測試軌測試

### 參考文獻

1. 臺北捷運局，「民國七十七年捷運年刊」，頁 41-42。
2. 臺北捷運局，「民國七十八年捷運年刊」，頁 59-61。
3. 臺北捷運局，「民國七十九年捷運年刊」，頁 50-52。
4. 臺北捷運局，「民國八十年捷運年刊」，頁 52-55。
5. 臺北捷運局，「民國八十一年捷運年刊」，頁 267-268。
6. 臺北捷運局，「民國八十二年捷運年刊」，頁 24-25。
7. 歐陽成及劉榮杰，「淡水線捷運系統工程 C301 標電聯車海外檢測執行報告」，臺北捷運局，民國八十年十一月，頁 1-13。
8. 丁敏甫及陳世圯，「美國電聯車製造廠之設計、製造能力考察報告」，臺北捷運局，民國八十年十一月。
9. 蕭永豐，「電聯車動力系統及能源節約之研究」，臺北捷運局，民國八十年十一月。