



高雄輕軌一、二階 供電系統整合技術與實務

中興工程顧問股份有限公司計畫主管 / 劉智閔

關鍵字：第一階段、第二階段、BCM-NG、充電控制盤

一、前言

高雄環狀輕軌捷運建設計畫為一環繞高雄市區之輕軌環狀路網，全長約22.1公里，起於凱旋三路與一心路口北側之臺鐵前鎮調車場，沿凱旋路旁之臺鐵臨港線路廊往南佈設輕軌設施，直至凱旋四路南端終點後，右轉進入成功二路續往北行，於成功路與新光路交叉路口沿著海邊路佈設，至新田路、英雄路交叉路口處左轉，利用舊臺鐵路廊，經光榮碼頭跨越愛河至真愛碼頭，進入駁二特區，至七賢三路口轉臨海二路至捷運橘線O1（西子灣站）轉乘。路線續佈設於目前為自行車道之臨港線鐵路路廊，往北沿臺鐵園道至美術館，沿美術館路佈設，行經市立聯合醫院後於農十六銜接大順一路，再續沿大順一~三路往東南方向佈設，最後於中正路口西

南隅之凱旋公園佈設軌道銜接凱旋二路旁之臺鐵臨港線路廊後，沿路廊接回起點，預定設置38處候車站、1處駐車場及2處避車軌，如圖1所示。其中C1~C14路段（含機廠），全長約8.7公里，為高雄環狀輕軌捷運之第一階段工程；C14（不含）~C37~C1（不含）路段（含駐車場），全長約13.4公里，為高雄環狀輕軌捷運之第二階段工程。

二、一、二階供電系統相容淺談

（一）目的

進行兩階段之供電系統相容，以達成第一階段與第二階段之兩階段購置的所有列車，均能正常營運於全段（C1~C14~C37~C1）環狀輕軌路線上。



圖 1 高雄環狀輕軌捷運路線

(二) 整合及步驟之決定

1. 依照原規劃方案，需取得第一階段相關對接介面資料，並在原供電系統上進行功能之新增、修改及整合等工作。
 - (1) 第二階段路線由C15~C37站，規劃共設置六座輕軌設備室（TSS7~TSS12）。新設TSS7及TSS12至軌旁電源分別與第一

階段TSS6及TSS1銜接，適度調整軌道饋電配置，提供電力給各候車站快速充電電源供電系統。

- (2) 將第一階段既有饋電設定相關之開關聯鎖及保護電驛設定進行檢討或調整，提供電力給各候車站快速充電電源供電系統，並優化降級轉供時之軌道饋電配置。



- (3) 超級電容供電設備與其內部隔離開關、電磁接觸器及PLC控制器之相容。
- (4) 第二階段設計應參照第一階段之控制邏輯，同時第二階段每一候車站之導電軌其高度及長度亦應參照第一階段之設計規範，以確保整體供電系統與設備之相容性。確保第一階段車輛（CAF）或第二階段車輛（Alstom）進入每一候車站，超級電容供電設備及導電軌均能依控制程序順利供電至列車。第二階段將於機廠區裝設Tag，作為第二階段列車進入機廠區架空線路段轉換參考點。
- (5) 針對第二階段工程增設之供電相關設備，電力監控系統（POWER SCADA）需進行調整。

2. 但因設備專利等因素，無法順利取得完整

「第二階段整合所需第一階段系統機電文件」之各項資料，故改採下列三項步驟，以達成第一、第二兩階段列車於全段運轉的目標。

步驟一：第二階段列車於 C14（不含）~C17 路線運轉。

步驟二：第二階段列車於全段（C1~C14~C37~C1）運轉。

步驟三：第一、第二兩階段列車於全段（C1~C14~C37~C1）運轉。

（三）整合前第一階段候車站充電架構說明

- 1. 第一階段候車站設有一架空充電系統，每一軌設置兩個電流接觸器，以匯流排連接並列。如其中之一故障，則另一個供電給在充電點上的列車。充電時間大約是 25 秒。

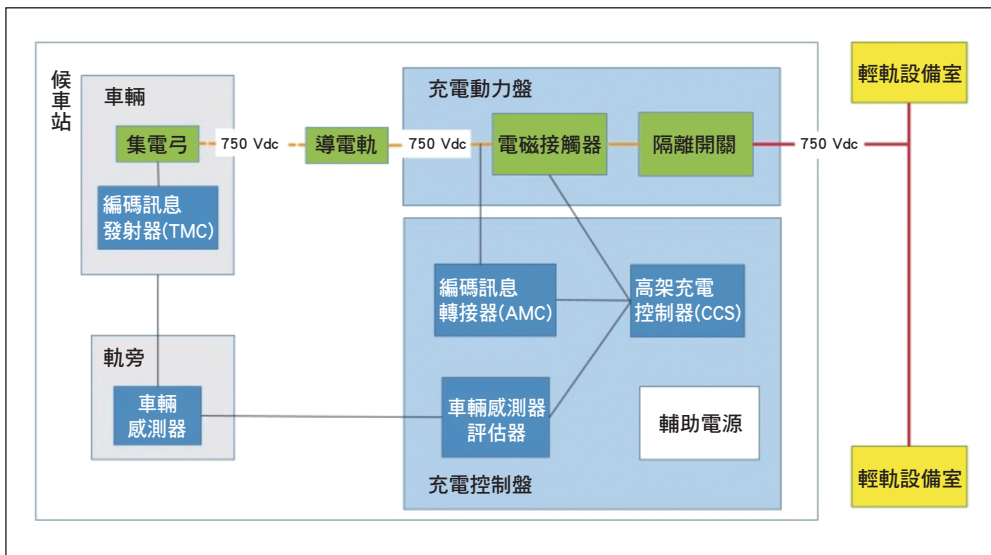


圖 2 第一階段車輛於第一階段候車站充電架構示意圖

2. TMC 是傳輸週期性的編碼訊息（大概每 50 ms），上傳訊息到 AMC，以安全偵測列車狀況，並且透過 RS-485 線傳遞至架空充電控制系統。
3. 架空充電系統透過乙太網路系統，可與行控中心及變電站進行聯繫。

（四）第二階段候車站充電架構說明

候車站設有一架空充電系統，每一軌設置兩個電流接觸器，以匯流排連接並列。如其中之一故障，則另一個供電給在充電點上的列車。充電時間大約是25秒。

列車停靠由BCM-NG檢測列車位置以及速度感測器測定距離和速度。列車一旦停

靠，BCM-NG命令集電弓向上舉弓，並向在軌道旁邊的ROCR請求電源開啟。充電滿載後（來自超級容量控制器的數據），BCM-NG向在軌道旁邊的ROCR請求電源關閉，然後命令集電弓向下回收。一旦集電弓被控制向下回收，列車則被授權離開。

（五）整合工作

為達成第一階段與第二階段供電系統相容整合，擬定三步驟並配合通車時程進度，分階段進行，依序如下說明：

1. 步驟一：第二階段列車於 C14（不含）~C17 路線運轉。

（1）運轉方式：

- A. 第一階段列車於C1~C14運轉。
- B. 第二階段列車於C14（不含）~C17

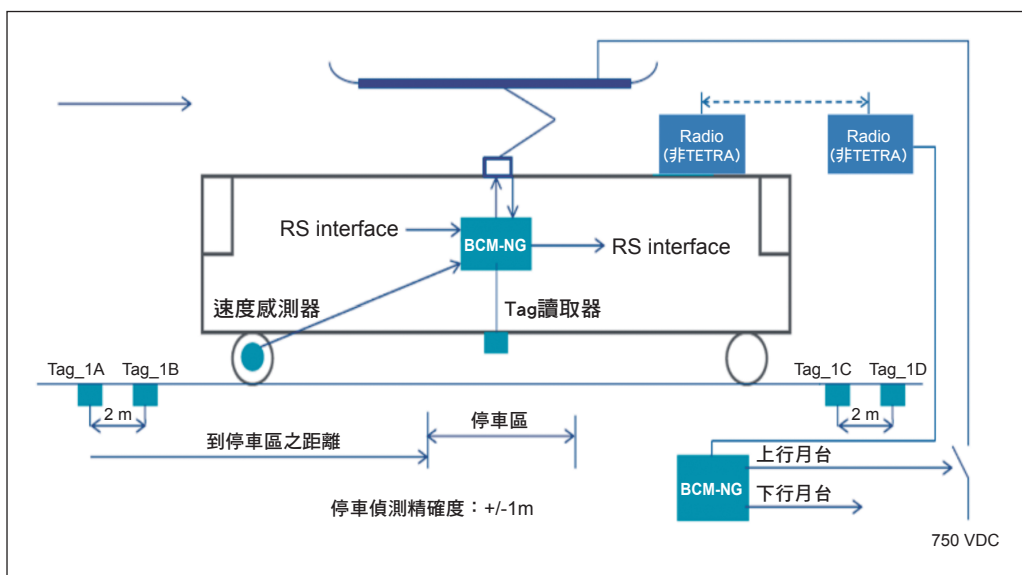


圖 3 第二階段車輛於第二階段候車站充電架構示意圖



運轉。

- (2) 第一階段TSS1至TSS6供電設備：TSS6與TSS7及TSS12與TSS1增設聯鎖控制線路及互相轉供之750V主迴路。
- (3) 第二階段TSS7-TSS12供電設備：供電設備規格與容量參照第一階段設備規格與容量設計，使第一、第二階段充電電壓及短路容量均一致。
- (4) 電力監控系統（PRC/Distributed SCADA）：第二階段將於行控中心設置第二階段電力監控（PRC/Distributed SCADA）系統，以利行控中心人員可於行控中心掌握供電系統現況，及可進行必要之操控。此時，第一階段與第二階段行控中心之電力監控將分別獨自監控。

2. 步驟二：第二階段列車於（C1~C14~C15~C17，C32~C37~C1）運轉。

(1) 運轉方式：

- A. 第一階段列車於C1~C14運轉。
- B. 第二階段列車配合通車時程進度，於C1~C14~C15~C17，C32~C37~C1運轉。

(2) 為使第二階段車輛能於第一階段充電運轉，於第一階段候車站之供電設備需進行擴充改造。第一階段車輛於第一階段候車站仍使用原控制，第二階段車輛於第一階段候車站使用新增之供電控制迴路。步驟二之供電系統架構如圖2及圖4所示。

(3) 第二階段列車於C1~C14~C15~C17，C32~C37~C1運轉，供電系統工作內容：

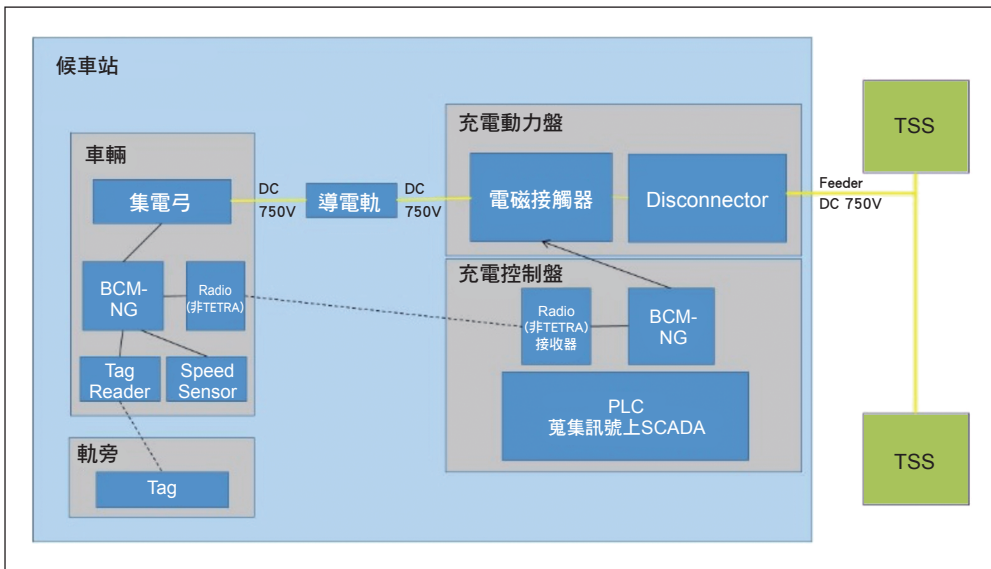


圖 4 第二階段車輛於第一階段候車站充電控制架構示意圖



- A. C1~C14候車站：
C1~C14新設BCM-NG、Radio（非TETRA）之控制盤並與既有充電控制盤並聯，來控制750V電磁接觸器盤Contactor Panel。
- B. C15~C17，C32~C37候車站及機廠：
- 新設充電控制盤有BCM-NG、Radio（非TETRA）之功能。
 - C15~C37軌旁安裝Tag，讓第二階段列車定位控制用。
 - 車輛由C36進入機廠入口處，其電車線會進行局部擴充或增設。
- C. 第一階段TSS1至TSS6供電設備：保護電驛設定檢討，配合第一、第二階段列車充電電流及運轉班距檢討調整其設定值。
- D. 電力監控系統（PRC/Distributed SCADA）：同步驟一說明。
- E. 第一階段機廠（Depot）增設Tag：在第一階段機廠（Depot）進出軌增設Tag，讓第二階段列車定位控制充電模式。
3. 步驟三：配合通車時程進度，第一階段及第二兩階段列車於C1~C14~C15~C20，C32~C37~C1運轉。
- (1) 運轉方式：
- A. 第一階段列車於C1~C14~C15~C20，C32~C37~C1運轉。
- B. 第二階段列車於C1~C14~C15~C20，C32~C37~C1運轉。

(2) 第一階段及第二兩階段列車於C1~C14~C15~C20，C32~C37~C1運轉，供電系統工作內容：

- A. C1~C14候車站：同步驟二說明。
- B. C15~C17，C32~C37候車站：一階車輛進入二階車站，採用號誌loop偵測，當loop偵測到訊號，由號誌控制盤送訊號給充電控制盤以輸出750V電力，供一階車輛充電。
- C. 電力監控系統（PRC/Distributed SCADA）：同步驟一說明。

三、系統整合技術與實務概述

(一) 供電系統一階充電控制盤改造

為能順利完成二階輕軌車輛（Alstom）行駛至一階車站（C1~C14車站）充電，乃進行供電系統一階充電控制盤改造。

1. 一階充電控制盤線路改造施工項目，內容包含有新設充電控制盤及連接線路至一階充電控制盤設備，控制二階輕軌車輛（Alstom）進入一階候車站時提供所需充電電源，並於一階候車站上方新設置數據機（MODEM）、濾波器（FILTER）、天線（ANTENNA）等設備，並連接線路至新設充電控制盤，提供二階輕軌車輛（Alstom）無線電控制傳輸，並於軌道適當位置安裝新設TAG（含BOX）設備，以提供二階輕軌車輛（Alstom）定位，如圖5。

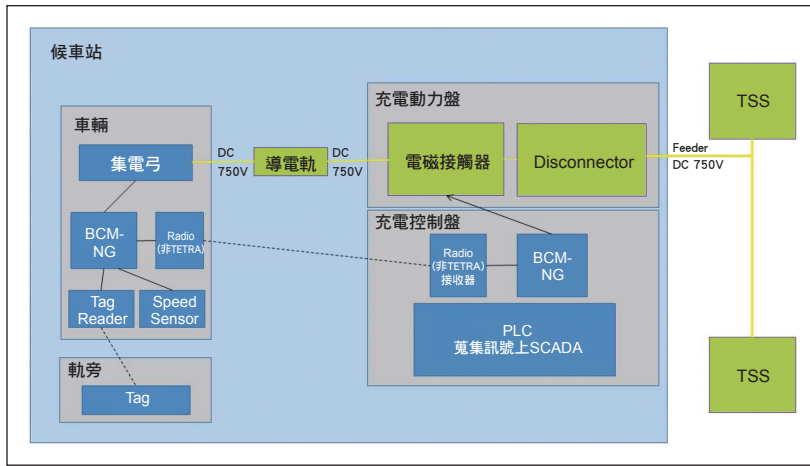


圖 5 二階車輛於一階候車站使用充電控制線路及新設充電控制盤 (MC64) 方塊圖

2. 為使高雄輕軌一、二階供電系統並行控制，使二階車輛能在一階車站充電，PLC 系統可連線至二階 PRC 系統，當發生異常時可跳脫上游的 FEEDER。故於一階每一輕軌設備室 (TSS1~TSS6) 內增設 INTERLOCK PLC PANEL，並連接線路至一階整流器 (TB01) 及一階通訊機櫃，以達到聯鎖跳脫之功能。

(二) 新設充電控制盤 (MC64)

1. 充電控制說明：

為使第二階段車輛能於第一階段候車站充電運轉，於第一階段候車站之供電設備增設充電控制盤 (MC64)，新設充電控制盤 (MC64) 與原有一階充電控制盤之充電控制線路並存。

2. 通電 (充電) 動作說明：

當二階輕軌車輛 (Alstom) 抵達候車站時，利用已識別的信號資訊 (TAG) 定位在導電軌下方，由二階輕軌車輛 (Alstom) 無線電控制系統發送訊號控制充電操作。安裝於候車站之天線 (ANTENNA) 接收訊號後，經由數據機 (MODEM) 將訊號傳送至安裝於新設充電控制盤 (MC64) 內之控制器 BCM-NG，並由控制器 BCM-NG 傳送信號經由安全電驛 (safety relay) 命令充電動力盤內之直流開關接觸器閉合，將 DC750V 電源透過導電軌傳送給輕軌列車充電。

3. 斷電動作說明：當二階輕軌車輛 (Alstom) 準備駛離車站前，車輛充滿電及車門閉鎖後由二階輕軌車輛 (Alstom) 無線電控制系統發送訊號控制斷電操作。安裝於候車站之天線 (ANTENNA) 接收訊號後，經由數據機 (MODEM) 將訊號傳送至安裝



於新設充電控制盤（MC64）內之控制器 BCM-NG，並由控制器 BCM-NG 傳送信號經由安全電驛（safety relay）命令直流開關接觸器開啟，DC750V 電源斷電。

4. 原有一階充電控制盤線路動作方塊圖，如圖 2；一階充電控制線路改造完成之動作方塊，如圖 4。

（三）一階充電控制盤整合改造工作完成後之整合測試

1. 調查並測試車站月台車站充電控制開關盤之電磁接觸器動作及上游變電站 HSCB 互動聯鎖。
2. 調查及確認電壓轉換器、電流轉換器、保險絲之規格。
3. 操作緊急按鈕及 DISABLE 開關確認各電磁接觸器之作動情形。
4. 勘查電纜路徑及安裝方式。
5. 勘查車站充電控制開關盤輔助電力設備容量。

（四）供電系統 TSS6 加入 C15~C17 候車站之整合測試

驗證供電系統功能之測試項目為以下

三項：

1. TSS6 與 C15~C17 候車站充電之傳輸跳脫測試。
2. TSS6 N02 保護跳脫測試。
3. TSS6 送電測試。

四、結論

目前配合通車時程進度，已完成第一階段及第二兩階段列車皆能於 C1~C14~C15~C20，C32~C37~C1 運轉。

為了確保高雄環狀輕軌捷運全線運行順暢，在有限資訊下，整合改造不同的機電系統，進行系統整合測試，使能夠完全配合運作及相容，並驗證不同機電系統之間實現互相協調功能，以及提供一個將來全線輕軌運輸營運的優良環境，期盼完善捷運路網，以交通建設串聯各產業園區，促進高雄經濟發展。

參考文獻

1. 中國鋼鐵股份有限公司高雄環狀輕軌捷運建設（第二階段）系統相容計畫。
2. 中國鋼鐵股份有限公司高雄環狀輕軌捷運建設（第二階段）系統整合測試計畫。
3. 中國鋼鐵股份有限公司高雄環狀輕軌捷運建設（第二階段）供電系統一階充電控制盤改造計畫書。
4. 中國鋼鐵股份有限公司高雄環狀輕軌捷運建設（第二階段）候車站充電控制盤。