

出國報告(出國類別：其他)

## 空調通勤電聯車 520 輛案 專業訓練(第 2 梯次)

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：張宏吉 副工程司

李正方 幫工程司

陳韋嘉 工務員

林靖恆 助理工務員

林瑞哲 助理工務員

蔡朝翔 技術助理

楊誌豪 技術員

派赴國家/地區：韓國/昌原、日本/府中

出國期間：112年9月13日至9月28日

報告日期：112年12月13日

## 摘要

臺鐵局整體購置及汰換車輛計畫(104-113 年)」，中購置空調通勤電聯車 520 輛，由韓國現代樂鐵公司得標並製造。本局依據購車合約內專業訓練項目，其技術規範附錄 D 訓練規定，立約商提供免費的運轉、維修技術之轉移訓練課程，以利臺鐵局執行電聯車之試運轉及保養維修等工作。其中空調通勤電聯車 520 輛案，由現代樂鐵(Hyundai Rotem)公司，位於韓國東南部慶尚南道的昌原工廠(簡稱昌原工廠)與日本設備製造商合作，共同進行車輛設計、製造、組裝、測試等，為新購車輛檢修種子培訓，規劃辦理 2 批專業訓練課程。

本次空調通勤電聯車 520 輛案車輛製造廠係為韓國現代樂鐵公司，本案中規定有專業訓練班之訓練，對象為本局機務處及廠段對電聯車動力系統之檢修種子師資人員，計 2 梯次，共 14 員，訓練地點：包含韓國、日本及臺灣等地。目前辦理韓國車輛製造廠之專業訓練安排 112 年 6 月及 9 月各 1 梯次，後續仍有在臺灣本地專業訓練課程。

# 目次

壹、目的 .....	1
貳、受訓過程.....	2
一、專業訓練日程表 .....	2
二、受訓日誌 .....	3
參、專題報告.....	11
一、TCMS 系統.....	11
二、靜式變流器 SIV 系統 .....	23
三、自動門系統.....	38
四、車廂空調系統.....	49
肆、心得及建議： .....	56
一、心得 .....	56
(一) TCMS 系統課後心得.....	56
(二) 靜式變流器 SIV 系統課後心得 .....	58
(三) 自動門課後心得 .....	60
(四) 車廂空調系統課後心得 .....	60
二、建議 .....	61

## 壹、目的

為培養專業520輛通勤電聯車動力及服務系統之檢修種子師資人員，分批指派機務處及廠、段等人員出國前往韓國現代樂鐵公司車輛製造廠及主要機電系統供應廠接受專業訓練。本批7人係奉交通部臺灣鐵路管理局112年9月8日鐵人二字第1120031927號函，本112年度第2批次自112年9月13日起至112年9月28日止，至韓國及日本為期16天，地點為現代樂鐵（Hyundai Rotem）公司韓國昌原工廠及日本東芝府中事業所（Toshiba Fuchu Factory）接受訓練課程。訓練內容為TCMS、自動門、軀機系統、輔助供電系統、牽引系統即轉向架等多項為期16天。本次訓練期滿返國後，擬將赴韓、日受訓過程及授課內容與相關見聞等整理付梓，以供培育維修、保養人員教育訓練教材製作；針對本局機務所屬單位、廠、段等之現場保養整備工作，訂定維修工作規範、確立標準作業流程，以利經驗傳承提升維修品質；另提供設備操作工作流程參考依據，以達預防保養之成效。另經由工廠參訪及組裝廠實地觀摩，加深對工廠流程（如用料儲存、生產製造、品管檢驗、教育訓練、出貨運送等）概念及將品質管理概念融入在車輛保養檢修、教育訓練、問題點追蹤與分析、改善與回饋等各層面與精進，後續落實本局維修技術轉移與傳承，以維車隊良好營運運轉。

## 貳、受訓過程

### 一、專業訓練日程表

表1 受訓預定日程內容

名稱	空調通勤電聯車520輛購案專業訓練	
期間	自112年9月13日至112年9月28日	
日期	地點	辦理事項
09/13(三)	桃園→昌原	啟程(移動日)，桃園機場→韓國釜山→昌原工廠
09/14(四)	樂鐵昌原工廠	TCMS 系統/微處理設備
09/15(五)	樂鐵昌原工廠	TCMS 系統故障與緊急處置作業
9/16~17(六、日)	休息日	
9/18 (一)	樂鐵昌原工廠	門機系統
9/19 (二)	樂鐵昌原工廠	車輛控制電路、列車操作、VCC 系統模式、轉向架系統、照明系統
9/20(三)	樂鐵昌原工廠	SIV 系統、輔助供電系統、充電器系統故障與緊急處置的作業、軀機系統
9/21(四)	樂鐵昌原工廠	軀機系統/維修作業 主要組件(BECU)及次要組件(閥類)維修
9/22(五)	樂鐵昌原工廠	空調系統/故障維修排除
9/23(六)	休息日	
9/24(日)	昌原→東京	移動日
9/25(一)	東京都府中	推進控制系統、VCB 技術、HVT設備
9/26(二)	東京都府中	牽引系統、主變壓器、VVVF、避雷器
9/27(三)	東京都府中	牽引系統故障與緊急處置的作業 /車上高壓組件維修方法
9/28(四)	東京→桃園	日本成田機場→桃園機場，賦歸

## 二、受訓日誌

112年9月13日(三) 移動日

1. 07:55 至桃園國際機場搭乘中華航空(航班:CI188)。
2. 11:15 抵達釜山金海國際機場。
3. 14:30 Hyundai Rotem 專車接駁至昌原市住宿(The First Hotel)辦理入住。如圖 1-1 所示。



圖 1-1 釜山金海國際機場→昌原市住宿

112年9月14日(四)

TCMS 專業課程講師:Lim Chang Kyun

1. 08:35 早上進入 Hyundai Rotem 昌原工廠辦理入廠相關作業。如圖 1-2 所示。
2. 09:30 早上課程內容: TCMS 配置、操作、監控功能、維修、故障偵測及紀錄功能。如圖 1-3 所示。
3. 14:30 下午為 Hyundai Rotem 現代樂鐵公司簡介及互相交換名片與禮品、工廠生產線參訪。如圖 1-4~1-5 所示。



圖 1-2 昌原工廠保安廳辦理入廠手續



圖 1-3 EMU900 型 TCMS 基本架構介紹



圖 1-4 張副工程司宏吉代表與  
裝配部門姜經理合影



圖 1-5 現代樂鐵工廠參訪

112年9月15日(五)

TCMS 專業課程講師:Lim Chang Kyun

1. 09:00 早上課程內容: TCMS 設備檢查與測試、TCMS 輸出下載。如圖 1-6~1-7 所示。
2. 13:00 下午課程內容: TCMS 維修需用之特殊工具、儀器之使用、系統故障時可能喪失之功能與緊急處置的作業、測驗。



圖 1-6 TCMS 資料下載分析

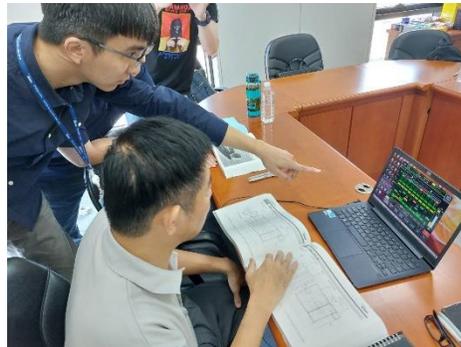


圖 1-7 TCMS 模擬介面操作

112年9月16日(六)

1. 例假日

112年9月17日(日)

1. 例假日

112年9月18日(一)

轉向架專業課程講師:Yang Bang Sub

車輛控制電路 VCC 專業課程講師:Jeon Min Seong(因受傷改視訊上課)

1. 09:00 早上課程內容: 轉向架 Bogies 系統相關介紹(配置、設備 認識及位置說明)、維修方法及故障排除、測驗。如圖 1-8 所示。
2. 13:00 下午課程內容: 車輛控制電路、列車操作 VCC 系統模式和操作特點、測驗。如圖 1-9 所示。



圖 1-8 EMU900 型轉向架配置講解



圖 1-9 EMU900 型列車控制電路說明

112年9月19日(二)

SIV 靜式變流器專業課程講師:Lee Jae Wook

110V、24V 充電器專業課程講師: Lee Jae Wook

軛機系統專業課程講師: Moon Sung Choi

1. 09:00 早上課程內容: SIV 概述及預防性維護及故障排除、輔助供電設備檢查與測試、測驗。如圖 1-10 所示。
2. 13:00 下午課程內容: 充電器預防性維護及故障排除、系統故障緊急處置、測驗。如圖 1-11 所示。
3. 14:30 下午課程內容: 軛機系統概述及組件介紹。如圖 1-12~13 所示。



圖 1-10 SIV 規格及電路詳細說明



圖 1-11 充電器規格及電路詳細說明



圖 1-12 軌機系統電路架構講解



圖 1-13 EMU900 型軌機模式詳細說明

112 年 9 月 20 日 (三)

軌機系統專業課程講師: Moon Sung Choi

1. 09:00 早上課程內容: 軌機系統工作原理及維修、維修需用之特殊工具及儀器之使用。如圖 1-14 所示。
2. 13:00 下午課程內容: 主要組件維修方法(BECU)、次要組件維修方法(閥類)、系統故障時緊急處置、測驗。如圖 1-15 所示。



圖 1-14 軌機電子控制單元  
IST 診斷軟體操作介紹



圖 1-15 可變負荷閥維修調整說明

112 年 9 月 21 日 (四)

空調系統專業課程講師: Yang Lily

照明系統專業課程講師: Dooseock Choi

1. 09:00 早上課程內容:空調系統主要元件配置功能說明、操作方式介紹、維修步驟說明、特殊工具之使用、測驗。如圖 1-16 所示。
2. 13:00 下午課程內容:照明系統 Lighting System、頭燈、尾燈功能、規格、結構及零件說明、測驗。如圖 1-17 所示。



圖 1-16 EMU900 型空調系統說明



圖 1-17 EMU900 型照明系統規格說明

112 年 9 月 22 日 (五)

門機系統專業課程講師:Francis Liu

1. 09:00 早上課程內容:門機系統結構與功能介紹、工作原理、工作特性、實作經驗分享及維修方法。如圖 1-18 所示。
2. 13:00 下午課程內容: 維修步驟說明、特殊工具之使用、測驗。如圖 1-19 所示。
3. 15:30 辦理離廠相關作業。



圖 1-18 EMU900 型門機系統  
結構與功能介紹

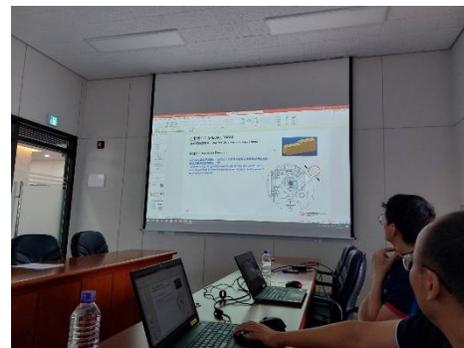


圖 1-19 特殊工具之使用

112 年 9 月 23 日 (六)

1. 例假日

112年9月24日(日) 移動日

1. 06:20 昌原市住宿(The First Hotel) Hyundai Rotem 專車接駁至釜山金海國際機場。
2. 09:20 釜山金海國際機場搭乘大韓航空(航班:KE2129)
3. 11:35 抵達東京成田國際機場。
4. 13:15 搭乘 JR 成田特快 NEX 至新宿住宿(APA Hotel Shinjuku kabukicho Chuo) 辦理入住。如圖 1-20 所示。



圖 1-20 東京成田國際機場→新宿車站



圖 1-21 抵達新宿車站

112年9月25日(一)

主變壓器專業課程講師:Hiroshi Nitta

1. 09:00 新宿車站乘坐 JR 中央線至西國分寺，轉乘 JR 武藏野線至北府中車站，抵達 TOSHIBA 東芝北府中工廠。如圖 1-22~1-23 所示。
2. 10:00 辦理入廠相關作業、TOSHIBA 東芝公司介紹。
3. 13:00 參觀 TOSHIBA 東芝工廠生產線。
4. 14:00 下午課程內容:主變壓器技術概述與維護方法、維護保養、故障型態處置、測驗。如圖 1-24 所示。



圖 1-22 抵達北府中車站



圖 1-23 TOSHIBA 東芝北府中工廠

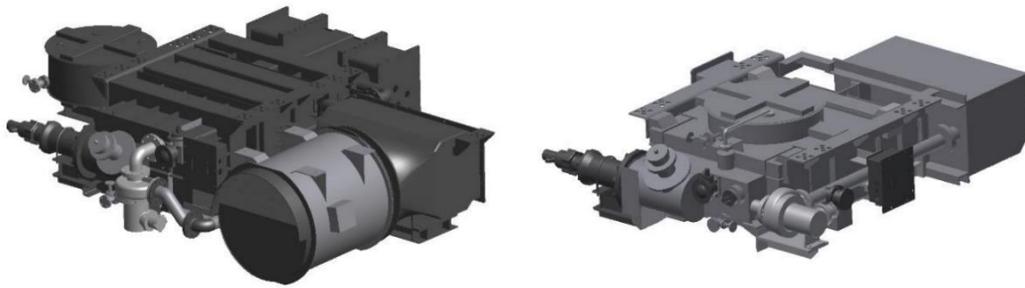


圖 1-24 EMU900 型 2M(左)及 1M(右)主變壓器

112 年 9 月 26 日 (二)

避雷器、牽引馬達、涼油器鼓風機專業課程講師:Hiroshi Nitta

1. 09:00 早上課程內容:避雷器 SA 技術說明與維護方法、測驗。如圖 1-25 所示。
2. 13:00 下午課程內容:牽引馬達各部位介紹、牽引馬達拆解順序、涼油器鼓風機各部位介紹、鼓風機拆解順序、測驗。如圖 1-26 所示。



圖 1-25 避雷器製成說明



圖 1-26 牽引馬達拆解檢查

112 年 9 月 27 日 (三)

牽引變流器專業課程講師:Hiroshi Nitta

1. 09:00 早上課程內容:牽引變流器技術說明、各部件及電路說明。如圖 1-27 所示。
2. 13:00 下午課程內容:牽引控制單元邏輯說明、故障記錄下載、測驗。如圖 1-28 所示。
3. 15:30 辦理離廠相關作業。



圖 1-27 牽引變流器電路詳細說明



圖 1-28 不同速度下電軔特性問題討論

112年9月28日(四) 移動日

1. 09:30 新宿住宿(APA Hotel Shinjuku kabukicho Chuo)出發至新宿車站。
2. 10:08 搭乘 JR 成田特快 NEX 至東京成田國際機場。
3. 14:30 東京成田國際機場搭乘中華航空(航班:CI101)。
4. 17:20 抵達桃園國際機場。



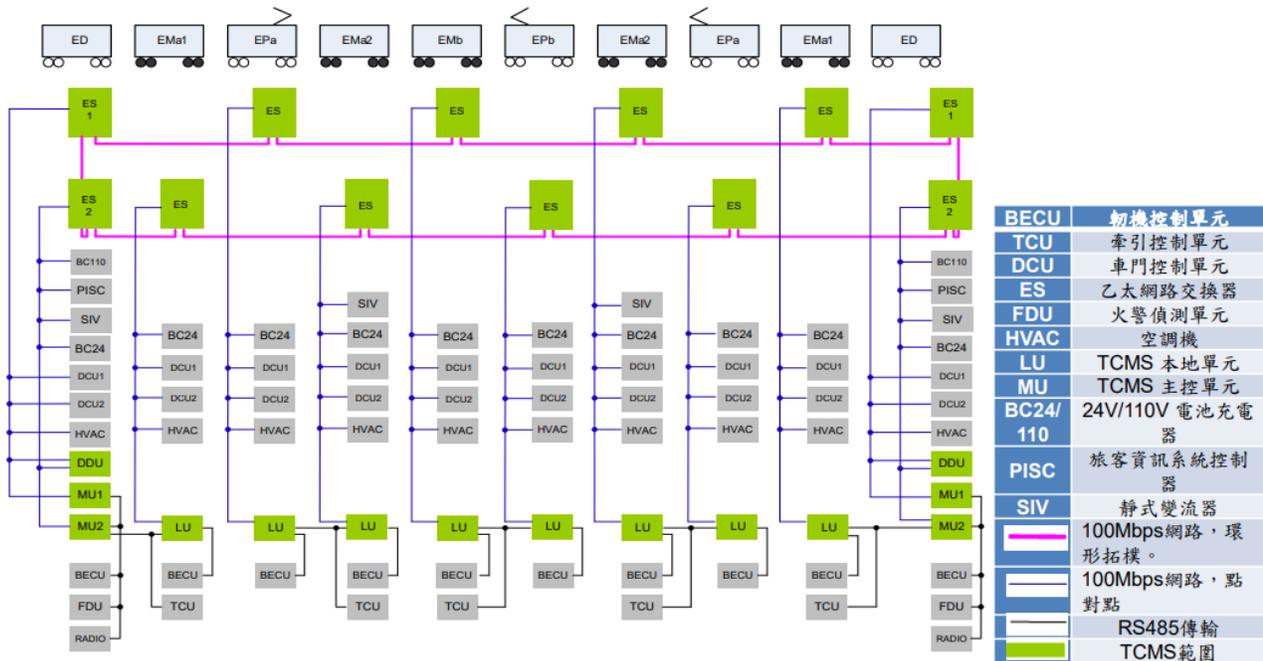


圖2-2 TCMS系統架構圖

(二)系統介紹-TCMS 列車監控系統設備：

1. 主控單元 (MU) :安裝在駕駛室中的 MU 由幾張卡組成，例如主處理卡、通訊卡、數位輸入/輸出卡，模擬卡和電源卡。這些卡通過內部總線系統相互連接。  
工作電壓: 110 V 直流(77 V to 137.5 V)

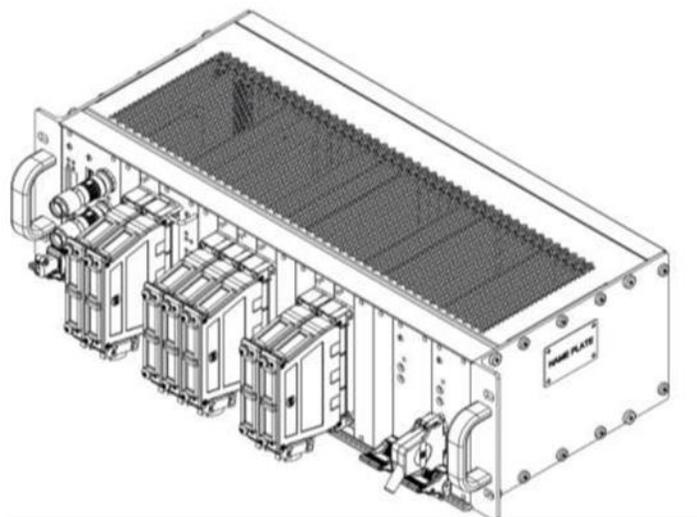


圖 2-3 主控單元 (MU)

- 本地單元 (LU)：LU 的卡與 MU 的卡相同。因此，可以在 LU 和 MU 之間交換卡。  
工作電壓：110 V 直流(77 V to 137.5 V)

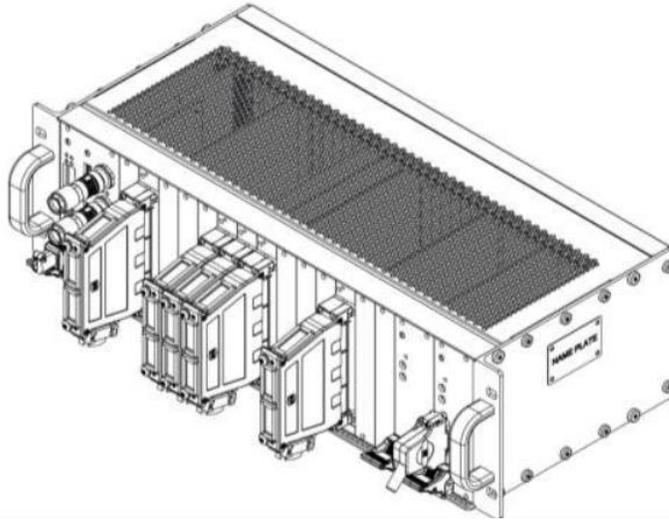


圖2-4 本地單元 (LU)

- 駕駛員顯示單元 (DDU)：DDU 以文字、圖形和音頻的方式向駕駛員提供列車狀況和故障消息。  
工作電壓：110 V 直流(77 V to 137.5 V)

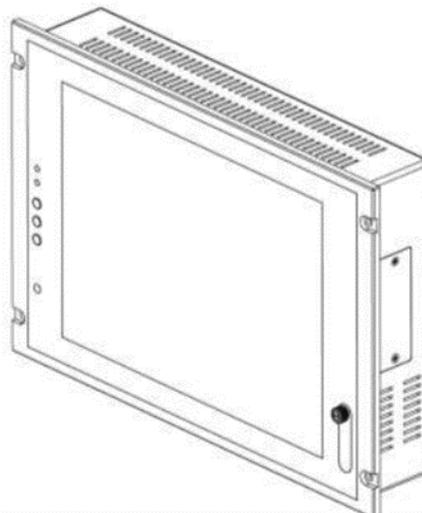


圖2-5 駕駛員顯示單元 (DDU)

4. 乙太網路交換機 (ES)：ES 是 TCMS 設備與子設備之間的主要通信。  
工作電壓：110 V 直流(77 V to 137.5 V)

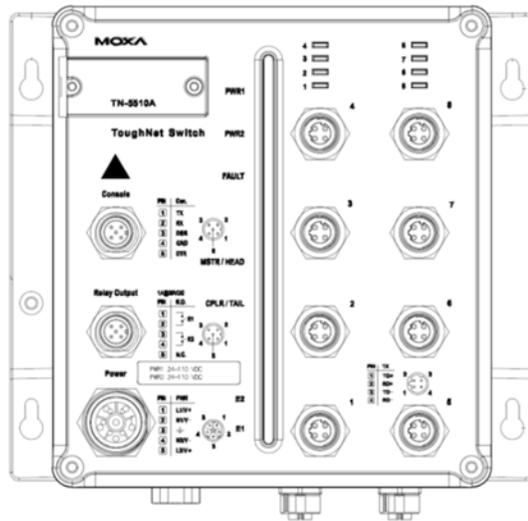


圖2-6 乙太網路交換機 (ES)

(三)系統介紹-TCMS 列車監控系統控制功能：

1. 傳送主控制器信號

TCMS 接收主控制器提供的前進/後退、控制模式訊號及 PWM 訊號再傳輸至 TCU。TCU 會使用此訊號來執行自動速度控制和牽引力控制。在 BP 模式下，TCMS 會阻止 TCU 的速度控制訊號，因此 TCU 以牽引力控制方式運行。

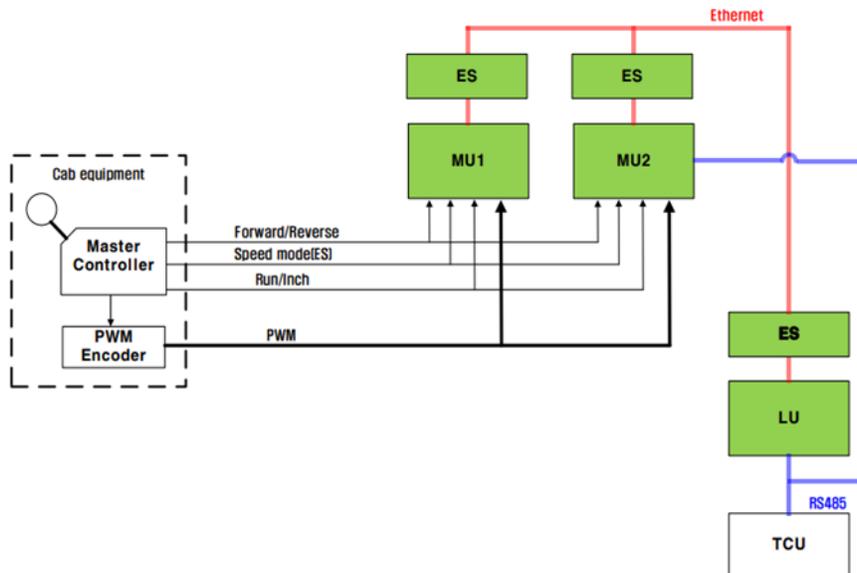


圖2-7 TCMS傳送主控制器信號至TCU示意圖

如果ATP被隔離且列車速度超過60公里/小時或逆轉機在倒退的清況下逆行且列車速度超過20公里/小時，TCMS會阻擋從主控制器到 TCU的PWM訊號，使列車無法繼續出力。

## 2. 傳送司軔閥信號

TCMS接收來自司軔閥把手的3條線訊號，並透過通訊系統將其傳送給TCU和BECU，TCU和BECU將根據該訊號來進行煞車，同時TCMS也會收集各車的BECU狀態並將其傳送到各車的每個BECU，若有1台BECU異常時，其餘 BECU 會啟用補償動力的機制，使列車緊軔仍能保持其穩定性。

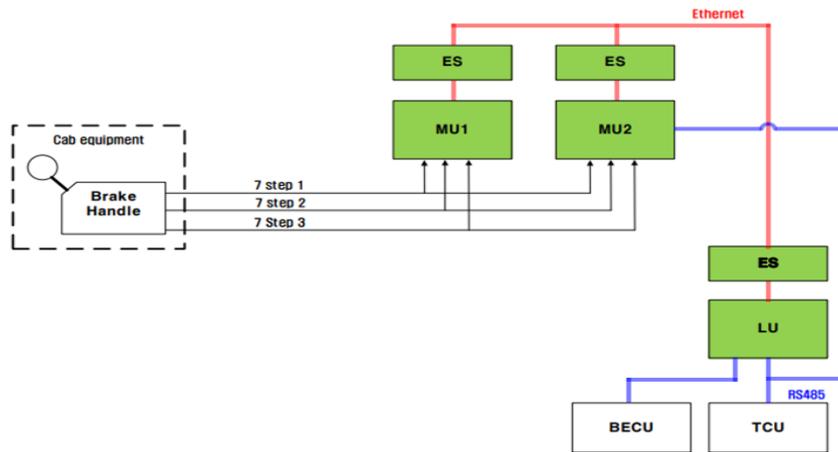


圖2-8 TCMS傳送司軔閥信號至BECU及TCU示意圖

## 3. AC440V 轉供控制

TCMS 監控 SIV 的狀態，並在發生故障時控制輔助轉供電源接觸器 ASK、RSK 以通過相鄰車廂的 SIV 提供負載電源。若發生 1 台 SIV 異常時則會驅動 ASK1 或 ASK2 自動進行 440V 電源轉供；SIV1、2 或 SIV3、4 同時故障時，則可透過 TCMS 畫面操作 RSK 閉合或本地操作手動開關的方式進行 SIV 手動轉供。

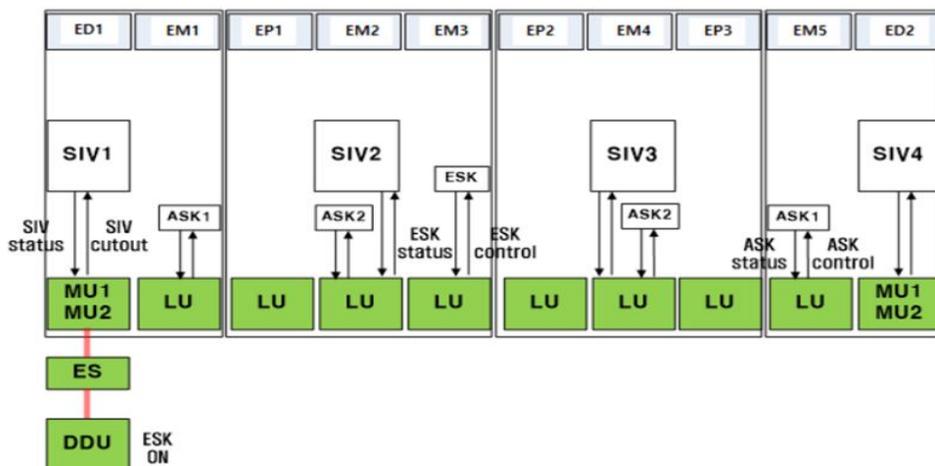


圖2-9 TCMS轉供控制示意圖

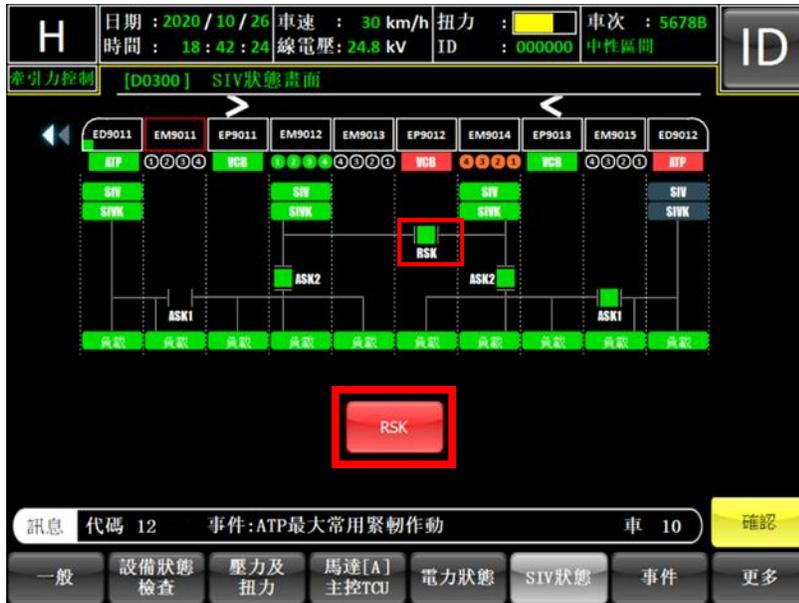


圖2-10 TCMS畫面操作RSK進行SIV手動轉供

#### 4. 照明控制

TCMS 根據 DDU 上的車內照明控制開關和每輛車的 24V DC 蓄電池狀態來控制車內照明。當輔助蓄電池接觸器切開或蓄電池充電器故障時，TCMS 會在 5 分鐘後關閉非必要燈，但每個車門區域附近的緊急客室 LED 燈會持續點亮。

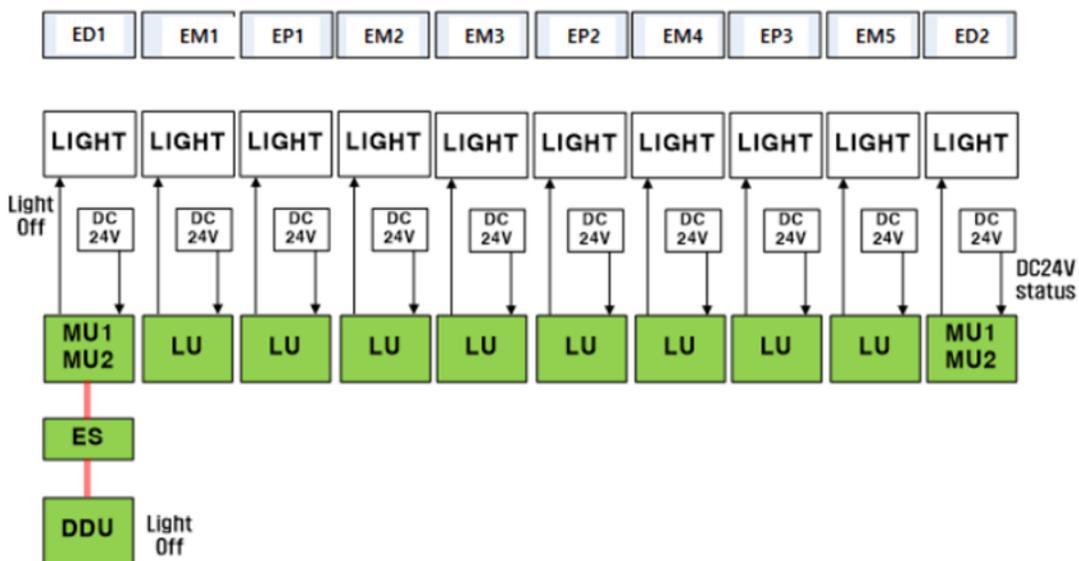


圖2-11 TCMS照明控制示意圖



圖2-12 操作照明設備TCMS畫面

5. 牽引馬達隔離控制

可以透過 DDU 上的牽引馬達隔離指令，將牽引馬達隔離訊號發送到相對應的 TCU。TCU 會根據此訊號切斷牽引馬達，使其無法繼續出力。

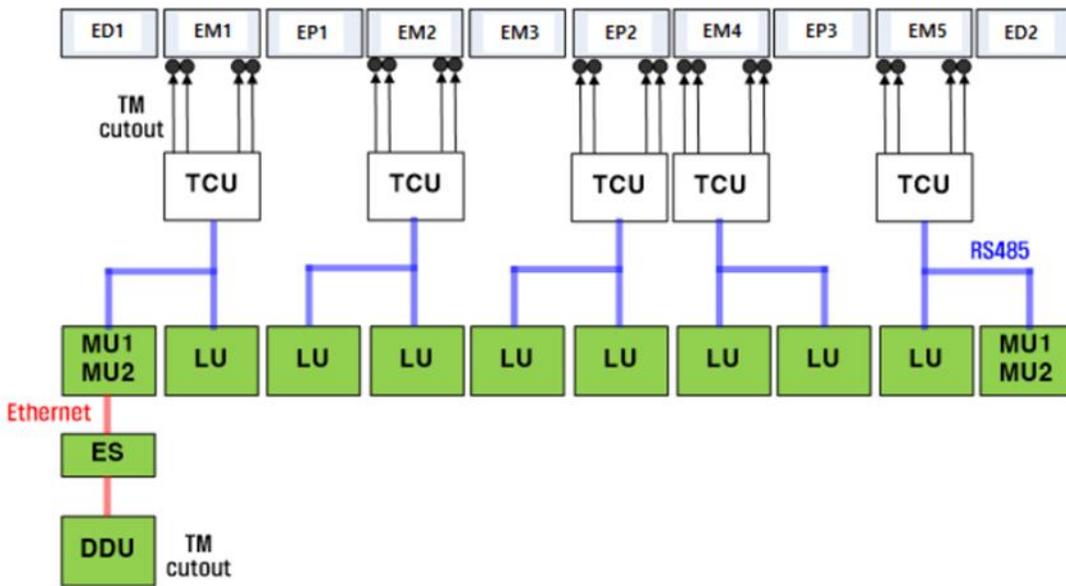


圖2-13 牽引馬達隔離控制示意圖

隔離的馬達會反白顯示，該車不在產生電軔效果，並以氣軔補足該車軔力。



圖 2-14 牽引馬達隔離控制 TCMS 畫面

#### 6. 主空氣壓縮機控制功能

EMU900 型一列完整編組總共有 4 個主空氣壓縮機，正常由 2 部主空氣壓縮機供給壓縮空氣供列車使用，當 TCMS 收到空氣壓力過低訊號時(復壓訊號)，TCMS 會根據日期(奇數天及偶數天)發送啟動訊號，決定要啟動 CM1 或 CM2，使主空氣壓縮機輪替工作。當偵測到空氣壓縮機故障時，則會將啟動訊號會傳至正常的空氣壓縮機，使其接替故障空氣壓縮機。

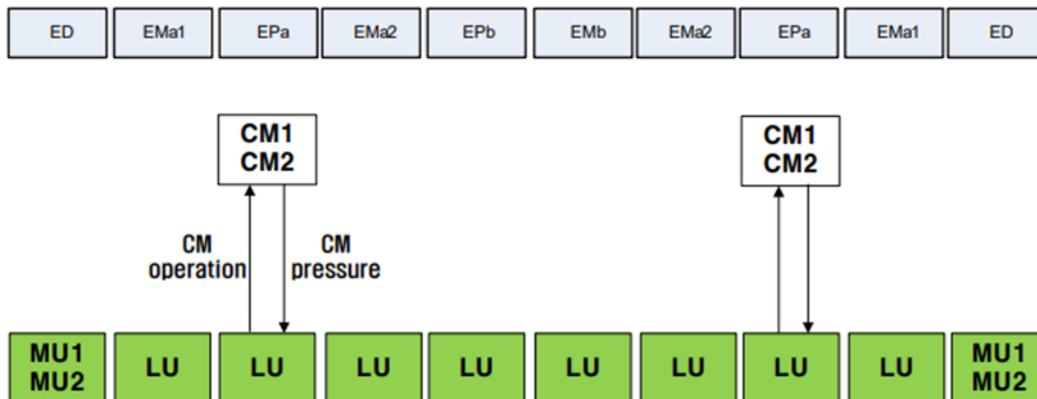


圖2-15 TCMS控制空氣壓縮機示意圖

## 7. TUC 主控切換

在一般的狀態下 TCU 若無法主控時(TCU 故障或其他原因), TCU 會自動進行切換主控或被控狀態。另外, 也可以透過在 DDU 螢幕上的手動 TCU 主控切換指令, 透過通訊系統, 將該指令透過通訊系統發送到相關 TCU。TCU 將會根據該訊號切換為主控或被控狀態。

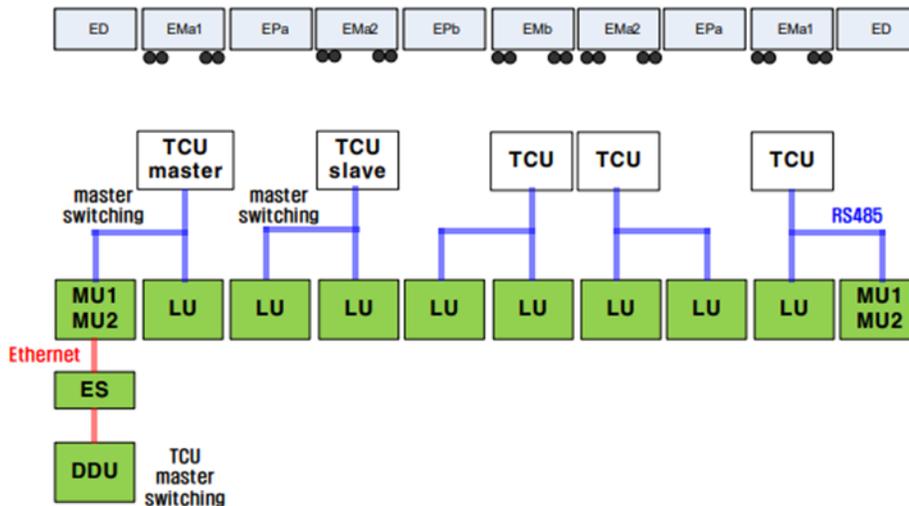


圖2-16 使用TCMS 切換TUC主控示意圖

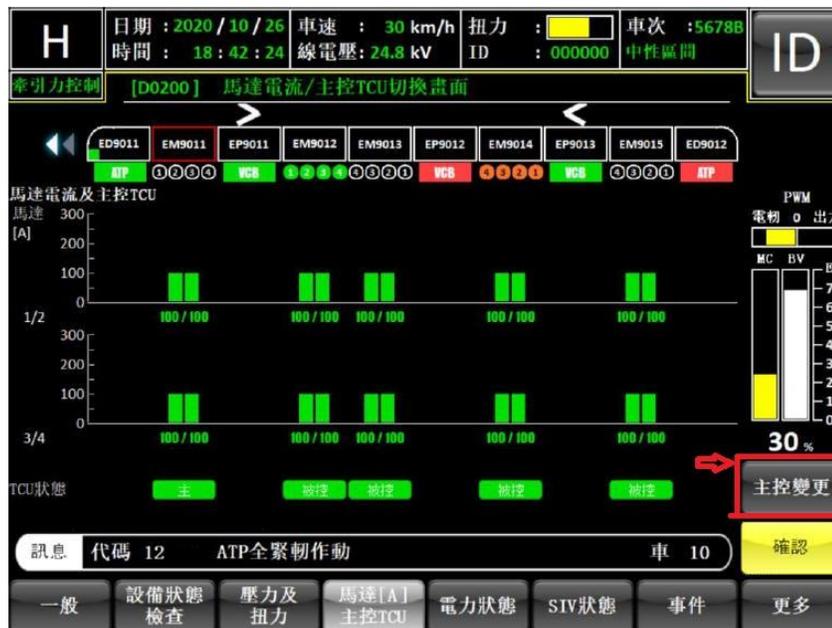


圖2-17 按下「主控變更」按鈕進行主控TCU切換

## 8. APC 控制

TCMS 能偵測 APC 狀態訊號，並顯示在 DDU 畫面上供駕駛員判斷 APC 是否正常。當行駛過中性區間，中性區間訊號無法解除時，可以透過手動操作復位 APC 使列車恢復供電；當進入中性區間無法切電時，亦可透過手動操作輸出切電訊號。若列車保持切電狀態，則 TCU 計算 300 m 後會送訊號至 TCMS，由 TCMS 自動送出解除訊號復位 APC 使列車恢復供電。

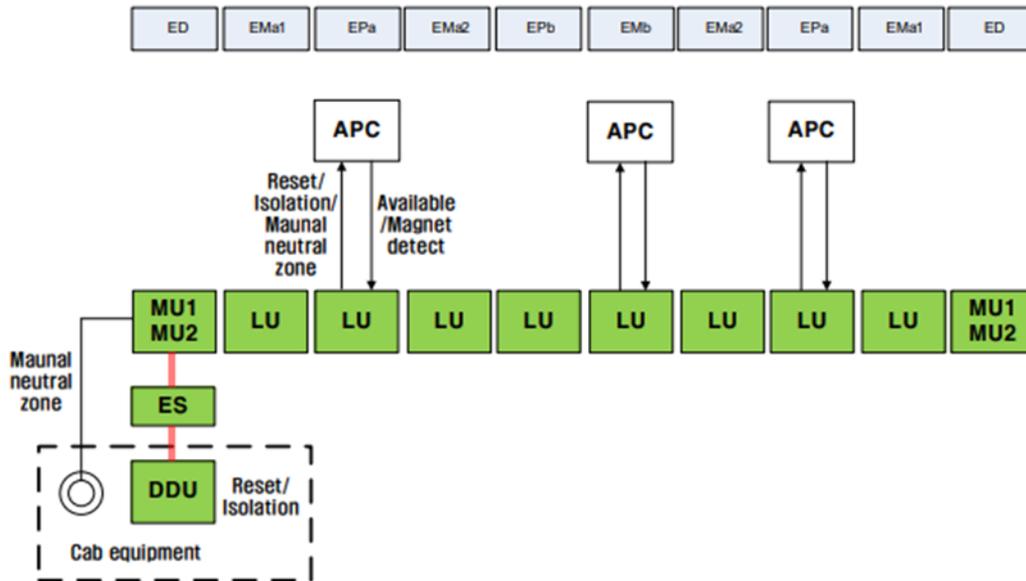


圖2-18 使用TCMS控制APC示意圖



圖2-19 TCMS操作APC畫面

## 9. 空調機控制

可以透過 TCMS 的 DDU 設定 HVAC 操作模式和溫度訊號，設定訊號會經由 TCMS 傳送至 HVAC，並同步全列車溫度或運作模式，亦可單獨設定單車 HVAC。當火災探測器偵測到客室內發生火災時，DDU 上顯示火警警報，並啟動所有 HVAC 進入火警模式。駕駛員可以透過 DDU 設定手動煙霧模式，TCMS 會傳送指令至 HVAC 開始室外手動排煙，並於 3 分鐘後自動恢復一般模式。

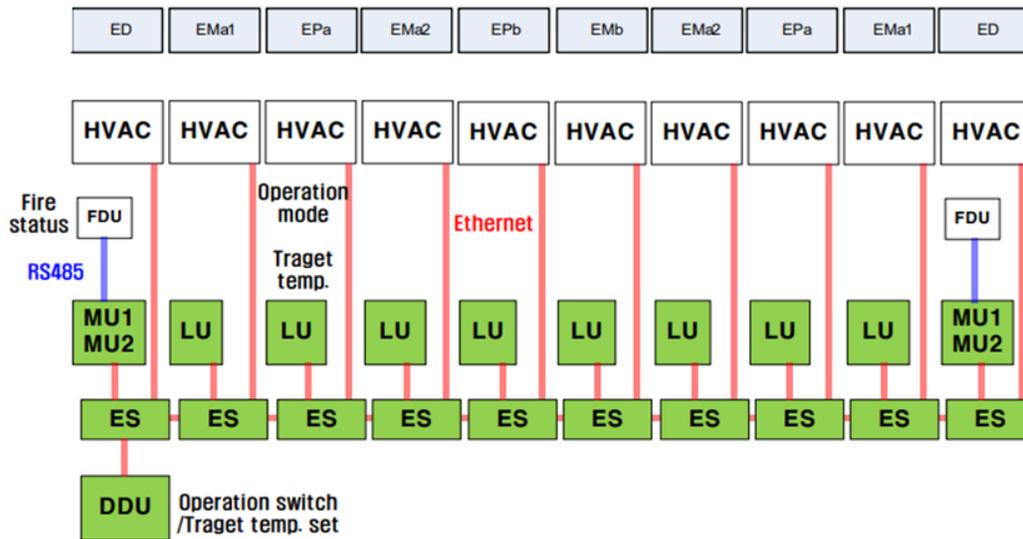


圖2-20 TCMS控制HVAC示意圖

### (四)系統介紹-TCMS 列車監控系統紀錄功能：

TCMS會偵測及收集列車主要設備的故障訊息，並將故障訊息顯示在DDU上面供司機員及檢修人員即時掌握車輛狀態，同時這些故障訊息也會保存在TCMS的MU中，最多能記錄2000筆故障訊息，如果超過2000筆，則按照順序，將最舊的故障紀錄用最新的來覆蓋。

停車車站	發生日期/時間	回復時間	發生/復位	代碼	故障名稱	車廂	速度 km/h	里程 km
基隆	20/10/26 18:42:24		OC	12	事件:ATP最大常用緊制作動	10	30	24
三坑	20/10/26 15:51:36		OC	5	狀態:列車有5個制軔系統故障無法出力	1	20	16
八堵	20/10/26 10:00:00		OC	501	事件: HVAC通訊異常	8	10	8
七堵	20/10/26 09:30:39	09:35:26	RE	305	故障: SIV故障中	7	0	0
百福	20/10/25 21:12:33	22:00:00	RE	218	狀態: 3車電串線低電壓	5	0	0
五堵	20/10/25 20:02:18	--:--:--	RE	110	故障: BECU-空氣壓縮機2停止運轉	6	0	0
汐止	20/10/25 18:42:24	18:45:03	RE	624	故障: 車門 (左2)左閉鎖開關故障	4	0	0
汐科	20/10/24 14:41:27	--:--:--	RE	643	故障: 車門 (左3)鎖定失敗	3	0	0
樟樹灣	20/10/24 12:00:21	13:00:21	RE	772	故障: TCMS LU VDI11卡故障	2	0	0
南港	20/10/23 09:09:09	09:09:19	RE	1574	故障: 10車PISC-PACU埠1短路	9	0	0

圖2-21 DDU畫面上顯示的故障紀錄



## 二、靜式變流器SIV系統

### (一)概述

靜式變流器SIV將交流輸入電壓轉換為3相:440V交流電/60Hz和交流電110V，以便提供列車車廂空調、電池充電器，車廂照明設備及軀機系統空氣壓縮機等列車輔助負荷。SIV具有足夠的容量，以IGBT(絕緣柵雙極晶體管)用於交換設備，而IGBT門驅動單元(GDU)簡單、耗電低及可靠性能，可自動調節440V /60Hz交流電源因應空調起動電流和輔助負載的瞬態電流。

系統提供PC機監測程序，用於狀態診斷，整變流器內部參數的監測，故障記錄的儲存。

### 1. 規格

說明		等級
類型	主電路	整流器 & 變流器
	控制方法	脈波寬度調變 (PWM)
	冷卻方法	自然冷卻
輸入	額定電壓	AC 496V
	操作範圍	AC 376V ~ AC 570V (持續的) (根據懸浮電壓範圍 AC 19kV ~ AC 28.7kV)
輸出 1 (AC)	電壓級別	AC 440V (±3%), 三相
	容量級別	260 kVA
	頻率級別	60Hz ±1Hz
輸出 2 (AC)	電壓級別	AC 110V (±3%), 單相
	容量級別	5 kVA
	頻率級別	60Hz ±1Hz
效率		高於 90%
噪音量		低於 70dB (at 1 m)
總諧波失真 (THD)		低於 5%
功率因數		0.85
控制電路電壓		DC 110V (-30% ~ +25%)
列車通信		乙太網路
過載容量		150%, 10s

表2 靜式變流器SIV系統規格表

### 2.SIV 配置位置

EMU900型4個SIV箱各安裝在ED車及EMa2車底架上。

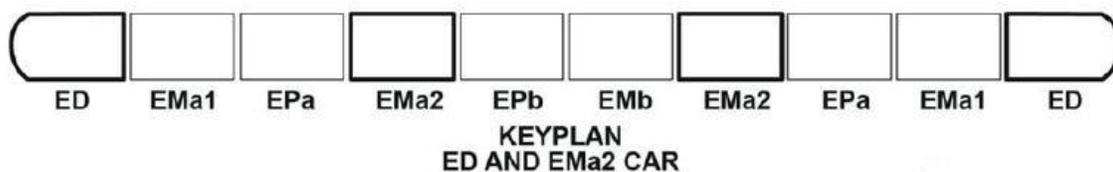


圖3-1 EMU900型編組SIV配置位置

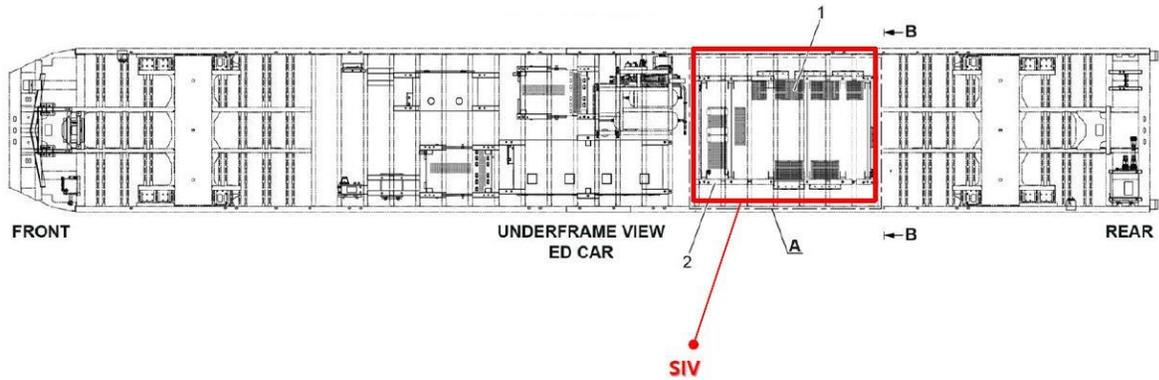


圖3-2 ED車下SIV配置位置

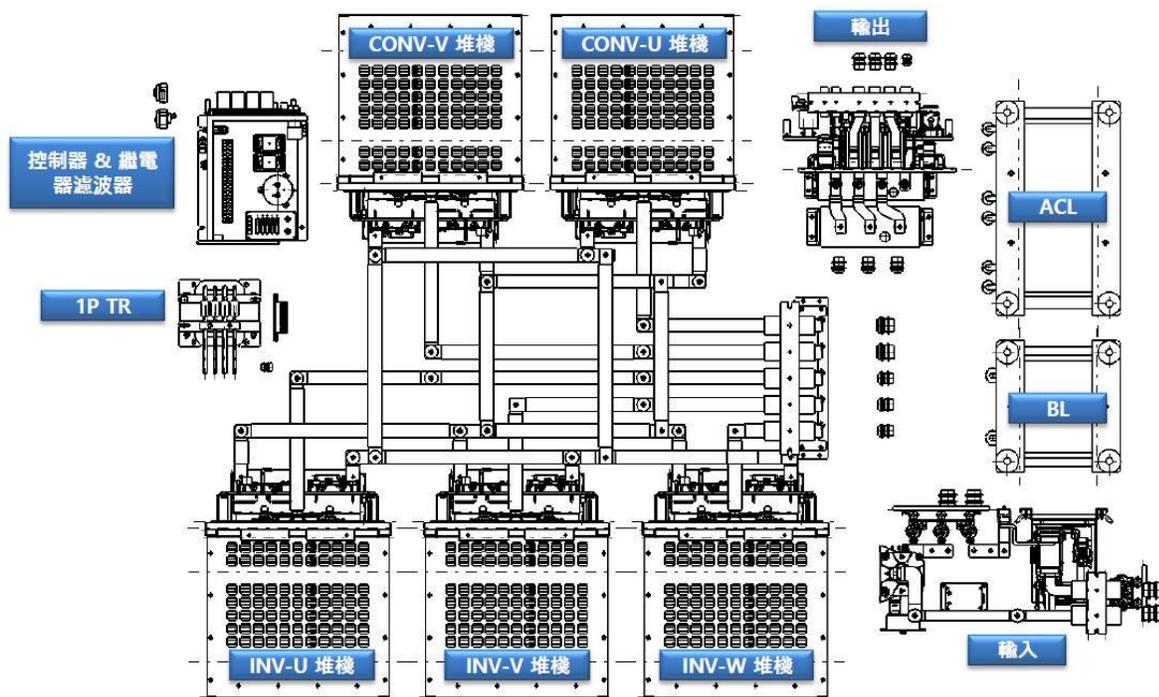


圖3-3 SIV 內部組件頂視圖

3. SIV由以下主要部分組成：
- (1) AC 輸入及預充電電路
  - (2) PWM整流器
  - (3) DC 連接電路
  - (4) PWM變流器
  - (5) AC 濾波器電路
  - (6) AC 輸出電路

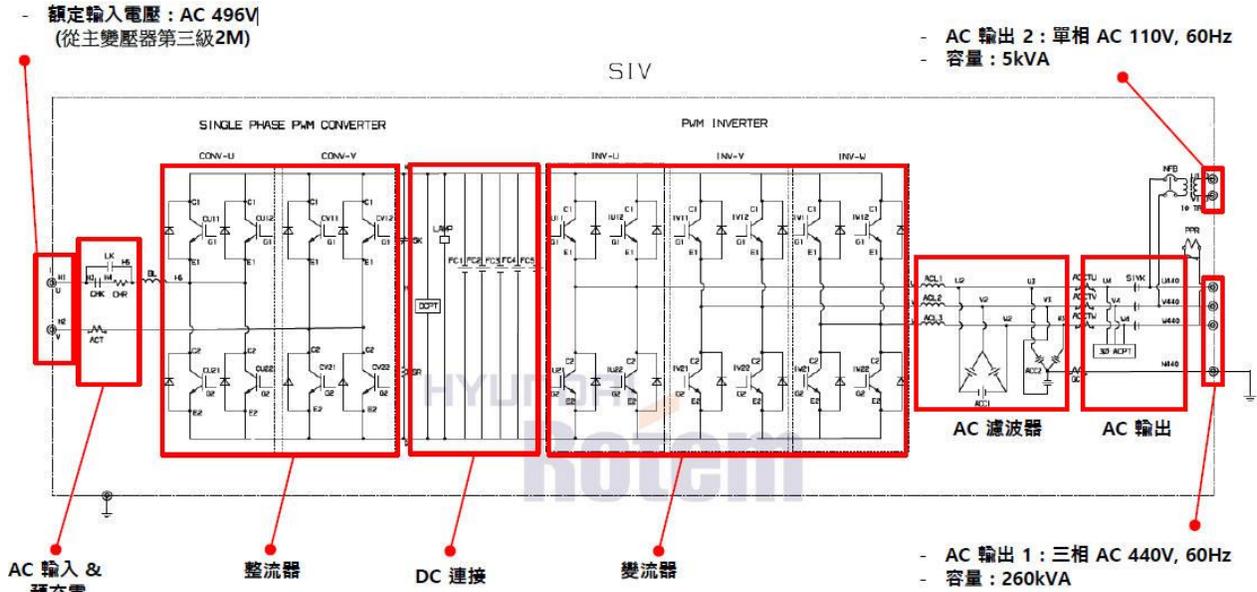


圖3-4 SIV主電路圖

## (二)靜式變流器SIV系統介紹

SIV具有將輸入交流電源(單相交流496V)改為三相交流電源(AC440V)和單相交流電源(AC110V)的功能。

### 1. 輸入單元

- 為FC執行輸入電路預充電。
- 輸入組包括LK,CHK,CHR及LAMP,ACT,DSR,DSK,DCPT。
- LK用於連接/斷開主電源到SIV系統。一旦SIV關閉,SIV控制器會立即打開LK以保護。
- CHK用於向FC預充電,以避免在關閉線路接觸器(LK)前出現高電流。
- 為安全起見,當SIV停止時,DSK會透過DSR放電FC電壓。
- 當SIV停止時,為了安全起見,DSR是用來放電FC電壓的。
- ACT正在感應SIV輸入電流。
- DCPT正在測量SIV的FC電壓。

### 2. 增壓反應器

Reactor Boost (BL)用於平滑SIV輸入電流和控制功率因數。

升壓式反應器(BL)通過交流輸入功率的整流器控制產生直流輸出電壓時,執行升壓和功率因數控制。

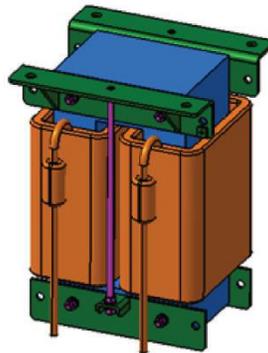


圖3-5 升壓式反應器BL

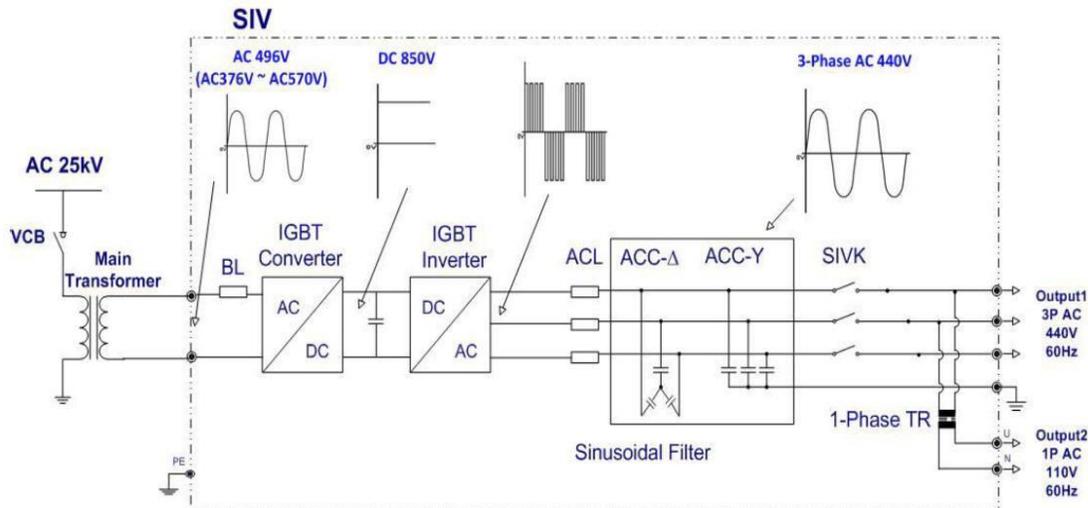


圖3-6 SIV轉換控制示意圖

### 3. PWM 整流器控制功能

- (1) DC鏈路電壓控制 DC鏈路電壓不受輸入電壓波動和負荷變化的影響,一直受到控制。
- (2) 輸入高功率因數控制 PWM整流器的輸入電流被控制為高功率因數。
- (3) 主要電壓 採用高壓直流電檢測線路電壓(主要電壓),在SIV中檢測到高壓直流電的二次電壓,用於線路電壓相位參考信號。
- (4) PWM整流器輸入電流 通過ACT檢測PWM整流器的輸入電流。這個信號用於控制PWM整流器的輸入電流。
- (5) DC鏈路電壓 通過DCPT檢測DC鏈路電壓(PWM整流器輸出電壓)。這個信號用於DC鏈路控制

### 4. PWM 變流器控制功能

PWM變流器提供穩定低失真電壓AC440V控制SIV輸出電壓的控制功能。

- (1) 輸出電壓 通過三相交流電檢測出輸出電壓(提供負載)VL。
- (2) 三相交流電的輸出信號用於電壓控制。
- (3) 輸出電流 輸出電流(從負載中需要)IL通過ACTCTU/CCTV/ACTW檢測。

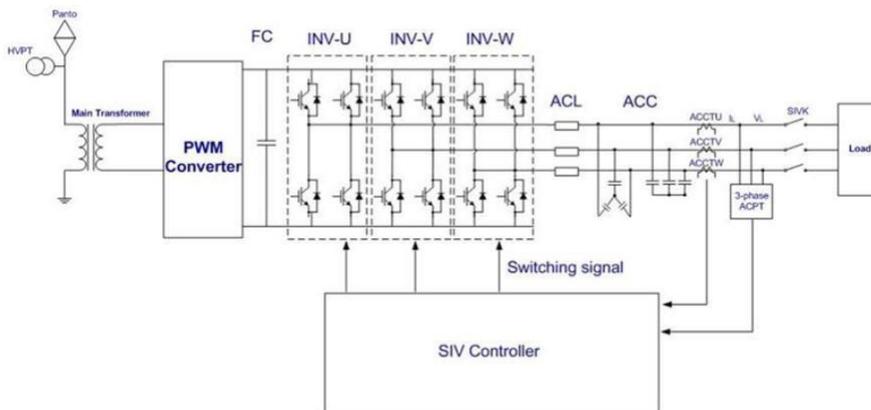


圖3-7 變流器控制電路

## 5. 控制單元及電路

(1)SIV控制單元由下列主要部件組成

- A. DSP板
- B. MON板
- C. SEN板
- D. DIN板
- E. DOUT板
- F. PWR板

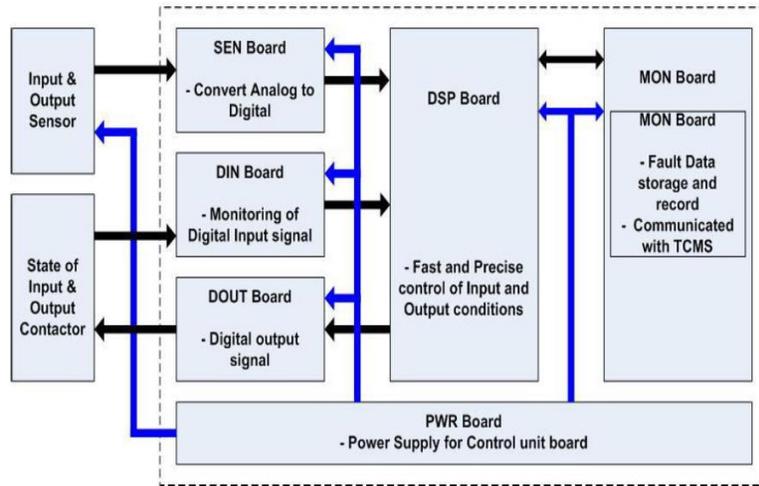


圖3-8 SIV控制單位方塊圖

(2)SIV控制單元功能

- A. SIV的控制是通過高性能微處理器系統實現的。
- B. 產生IGBT驅動信號，以調節dc鏈路電壓和三相輸出。
- C. 透過各種感應信號監測SIV的狀況。
- D. 標示和顯示不同的狀態。
- E. 重新啓動程序。
- F. 與PC連接，以下載記錄數據進行維護。

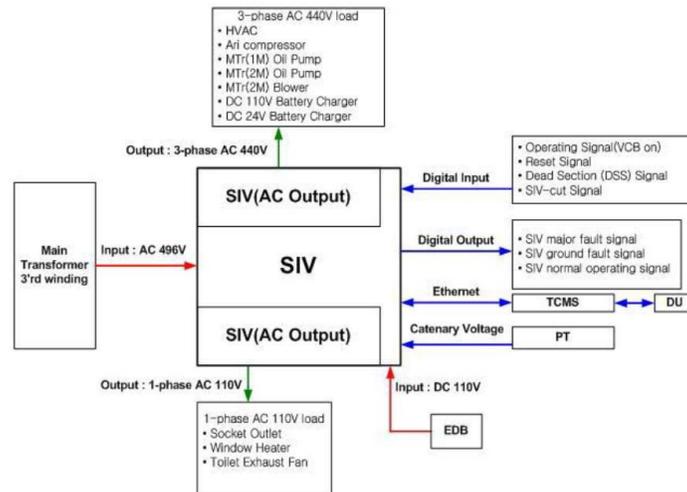


圖3-9 控制單元輸入/輸出訊號監控示意圖

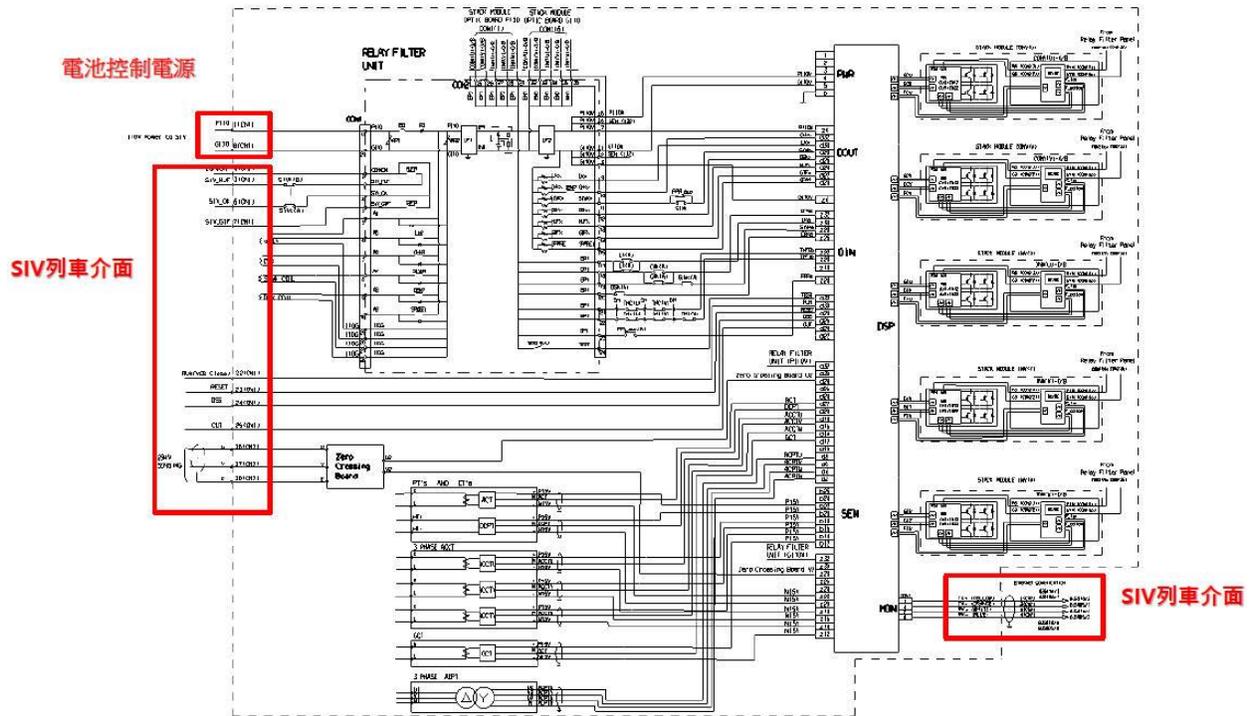


圖3-10 SIV外部相關列車介面

(4) SIV控制單元各電子板介紹

A. DSP板：

DSP板是SIV控制單元最重要的板。

它通過CPU Ram中的CPU執行數據的操作處理和控制。

SIV可以正常工作。通過CPU的各種數據通過PLD電路傳輸給總線驅動器，並通過後面板傳輸到必要的板材。

CPU從每個板收集到的各種數據也是通過後刨板輸入BUS Driver。

PWM驅動器驅動IGBT，使CPU計算門信號通過PLD傳輸給GDU的故障信號通過PLD傳輸給CPU，以識別故障。

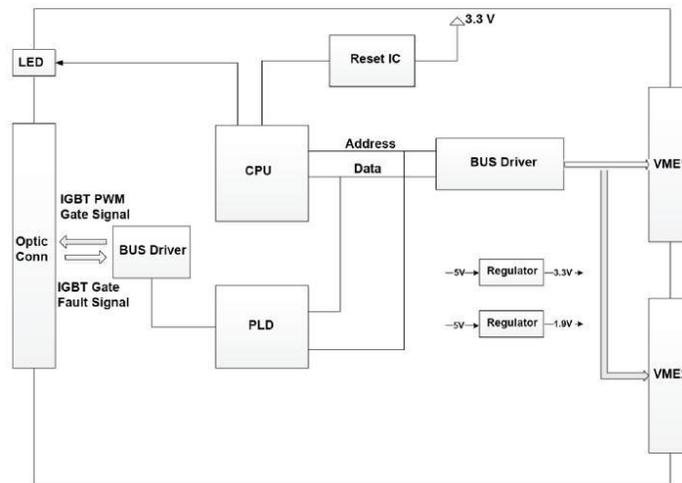


圖3-11 DSP板方塊圖

B. SEN板：

每個傳感器的模擬信號輸入通過AD整流器轉換成數字信號，並傳輸給BUS驅動器，以便DSP板讀取數據。見圖10.1.1-10。

每一個硬件故障都通過PDL D檢測出來，然後傳輸到DSP板。

(a) 模擬輸入: 11個頻道。

(b) 電源檢查電路。

(c) SEN板能將模擬信號轉換成數字數據，以控制所必需的功能。

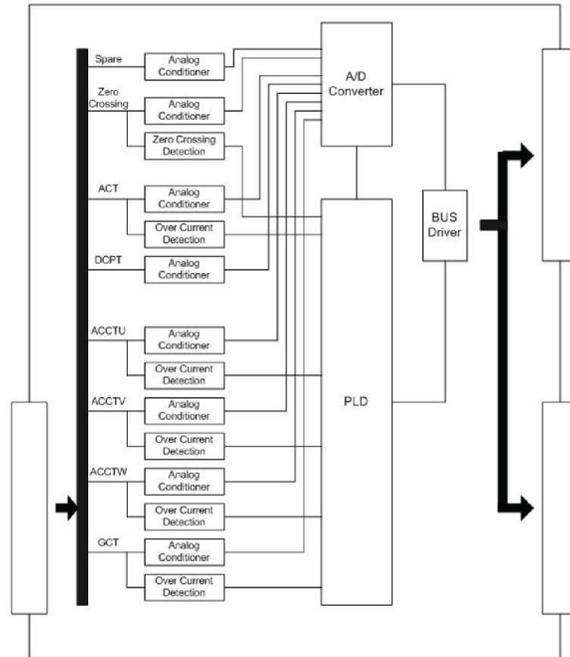


圖3-12 SEN板方塊圖

C. DIN板：

(a) 數碼輸入: 16個頻道

(b) 數字輸入板(DIN板)功能，可轉換輔助電路信號，該輔助電路可檢查車輛電路和接觸器所施加的信號的操作狀態，以轉換控制板內的電壓。

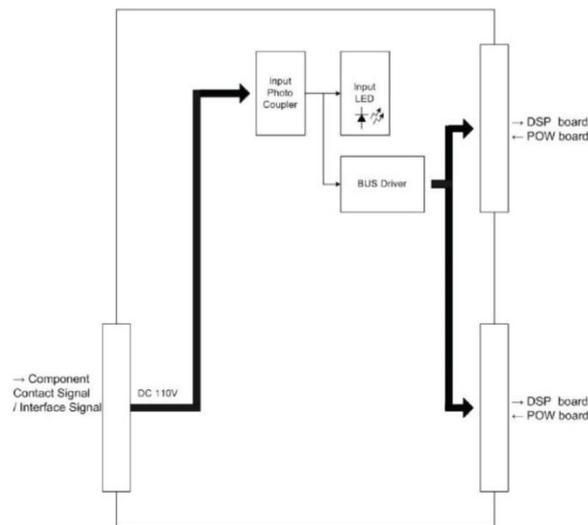


圖3-13 DIN板方塊圖

D. DOUT板：

DOUT板通過BUS接收DSP板發出的數字輸出信號。

驅動器通過輸出光電耦合器將其隔離，然後輸出110V數字輸出信號。

(a) 數碼輸出: 12個頻道。

(b) 數碼輸出板(DOUT板)負責將信號轉換至車輛電路或承建商至車輛電源接駁處。

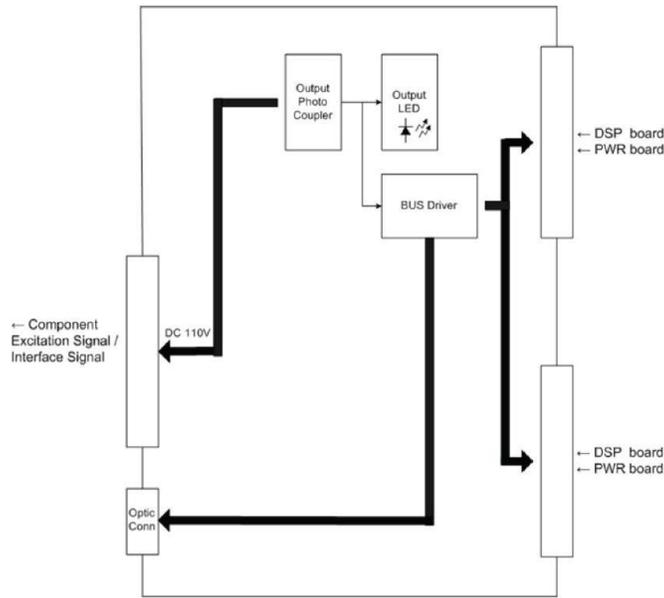


圖3-14 DOUT板方塊圖

E. MON板：

(a) 以太網通訊。

(b) MON委員會監測SIV的狀態，並在出現故障時儲存數據的主要部分，必要時向TCMS提供故障信息。

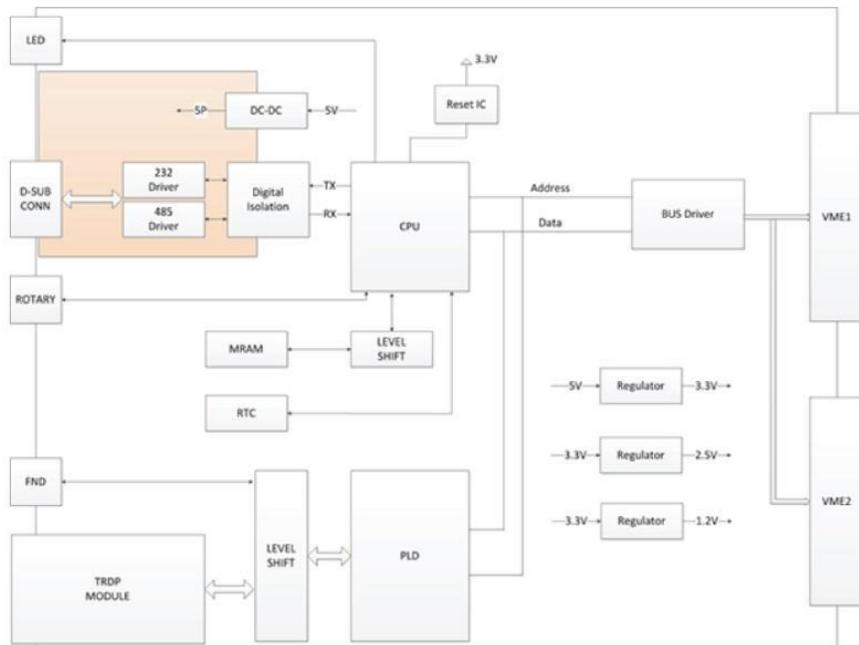


圖3-15 MON板方塊圖

F.PWR板：

- (a) 輸入功率: 110 V DC (77 to 137.5 V DC).
- (b) 輸出功率: +5 V DC, +15 V DC, -15 V DC.
- (c) PWR板穩定地提供控制器中每個控制板所需要的功率+5V和通過接收110V直流電壓測量電壓和電流的傳感器所需的電源±15V。

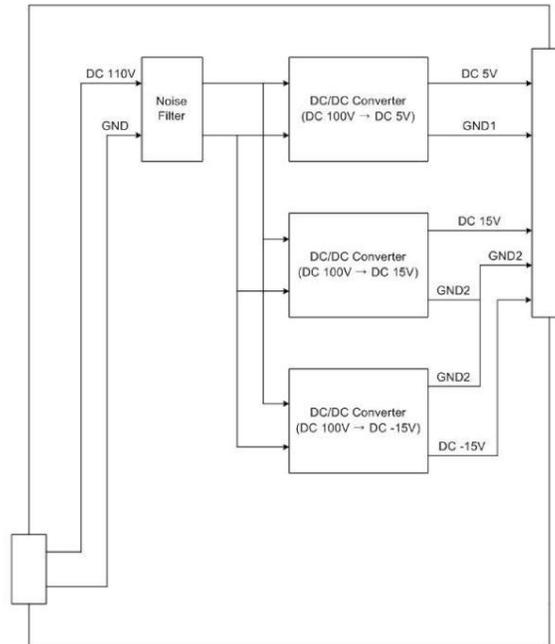


圖3-16 PWR板方塊圖

#### 6. 繼電器濾波單元

繼電器濾波板與FC電路一起運行，為SIV控制功率運行提供低壓濾波和穩定電壓。所有控制電源電壓通過繼電器濾波板過濾，以提供穩定的電源。



圖3-17 繼電器濾波單元

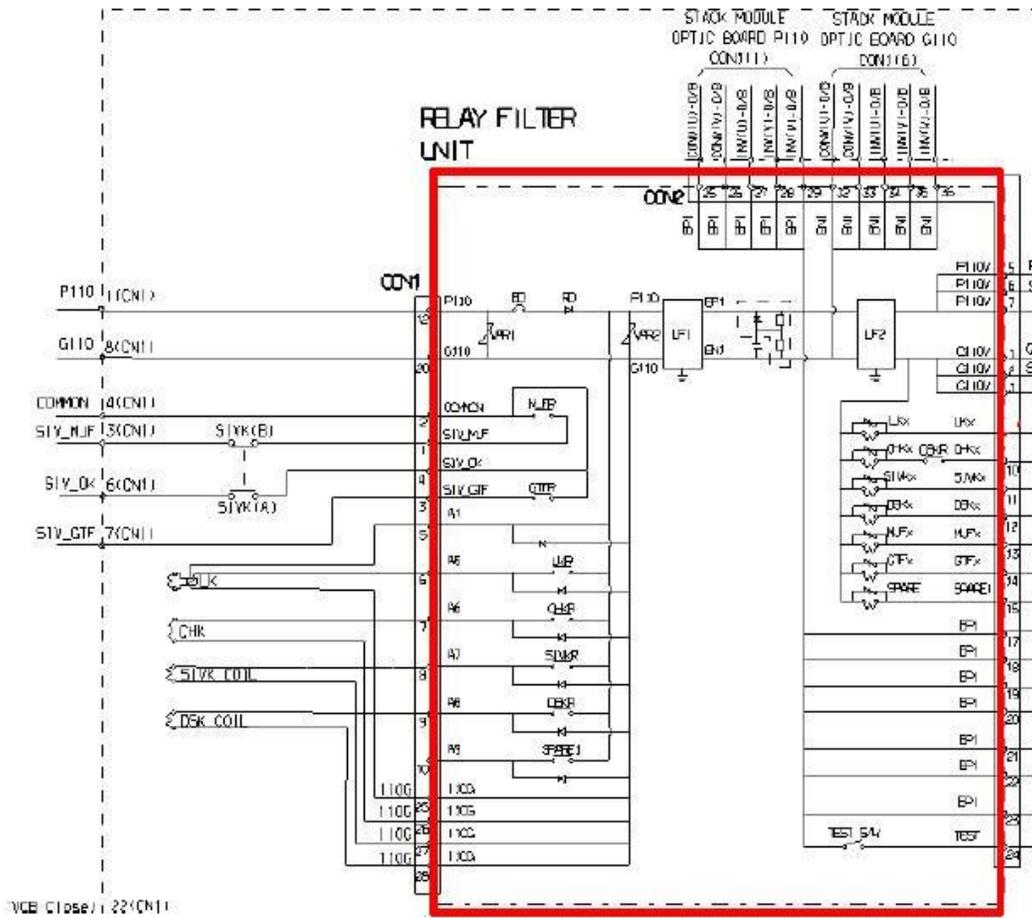


圖3-18 繼電器濾波單元電路圖

## 7. AC 輸出電路

反應器交流濾波器 Reactor AC Filter (ACL)

交流濾波器反應堆用於消除開關波紋和諧波，搭載三相AC電容濾波器製造三相正弦波輸出。

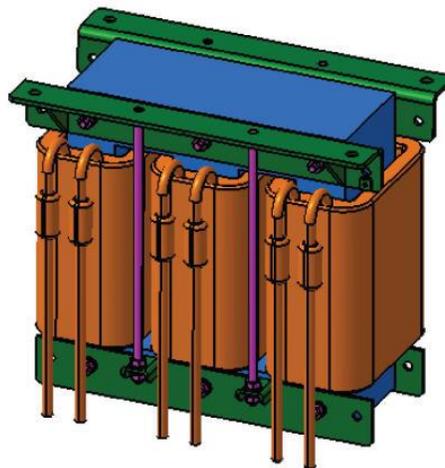
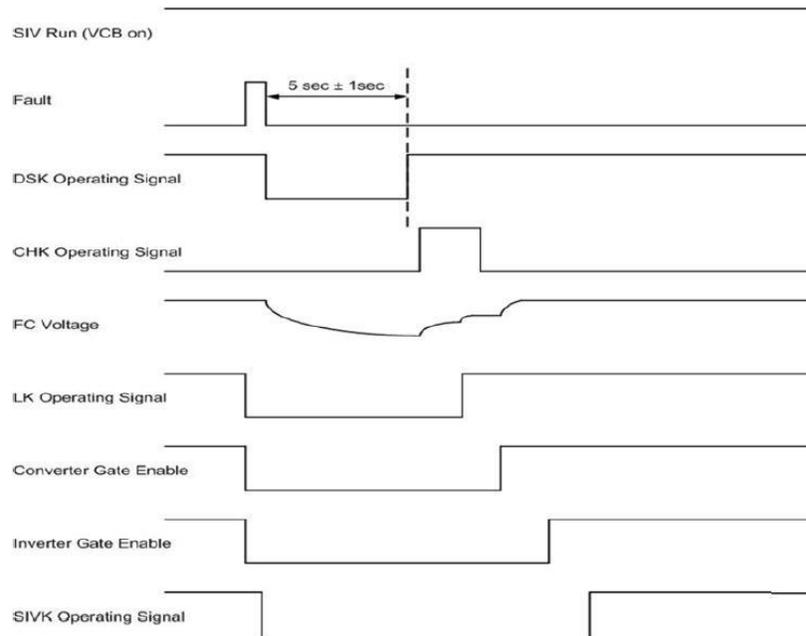


圖3-19 反應器交流濾波器ACL

## 8. SIV啟動和停止序列程序

SIV的基本起啟動條件如下:

- (1)無交流輸出電壓
- (2)懸浮電壓正常(>AC15KV)
- (3)CHK已開放
- (4)LK已開放
- (5)SIVK已開放
- (6)無重大故障
- (7)SIV執行"high"命令。



### <重新啟動運作程序>

圖3-20 SIV啟動序列程序

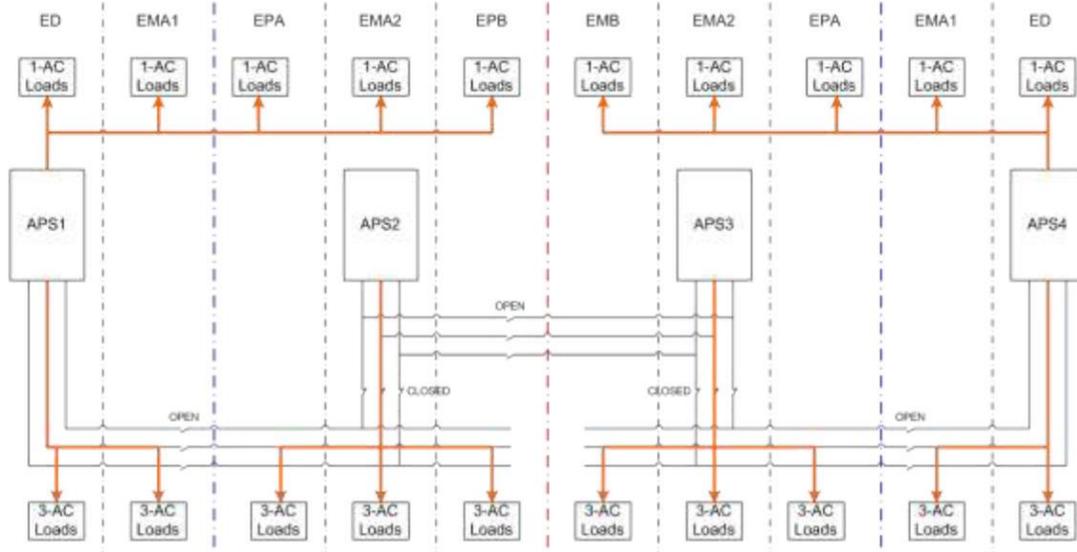
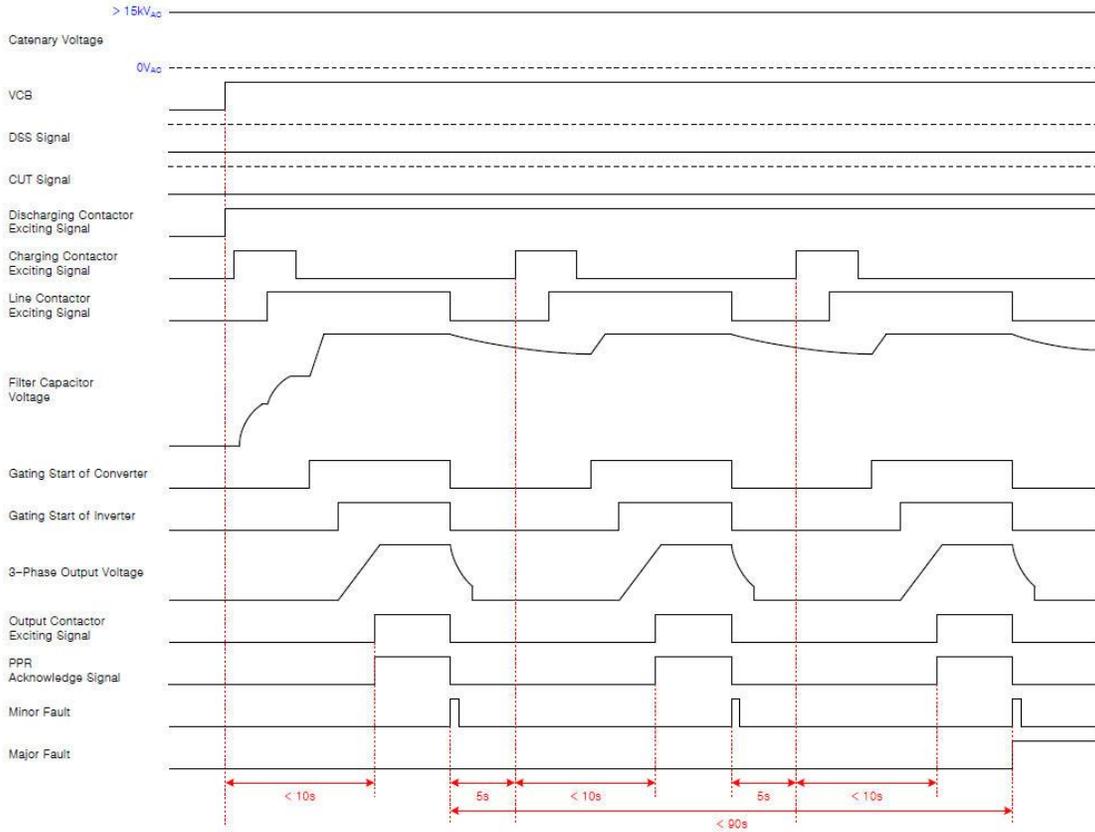


圖3-21 SIV正常情況電力供應示意圖

如果SIV出現任何故障, 3次超過90秒, SIV將在5秒內自動重設。  
 如果90秒內出現3次故障, 將設置大故障並鎖定SIV。



**<大故障運作程序>**

圖3-22 SIV大故障啟動/故障隔離序列程序

SIV(靜式變流器)系統故障時，三相AC440V 會通延伸接觸器提供給其他的車廂。

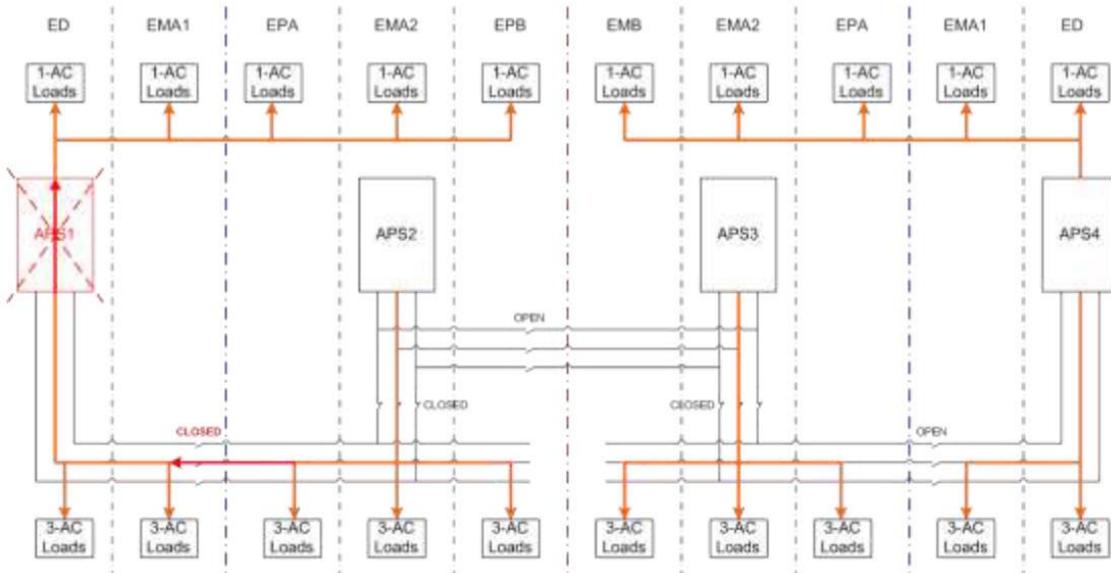


圖3-23 SIV1故障時電力轉供示意圖

SIV(靜式變流器)系統SIV1、2 或 SIV3、4 同時故障時，則可透過TCMS畫面操作RSK閉合或本地操作手動開關的方式進行轉供三相AC440V。

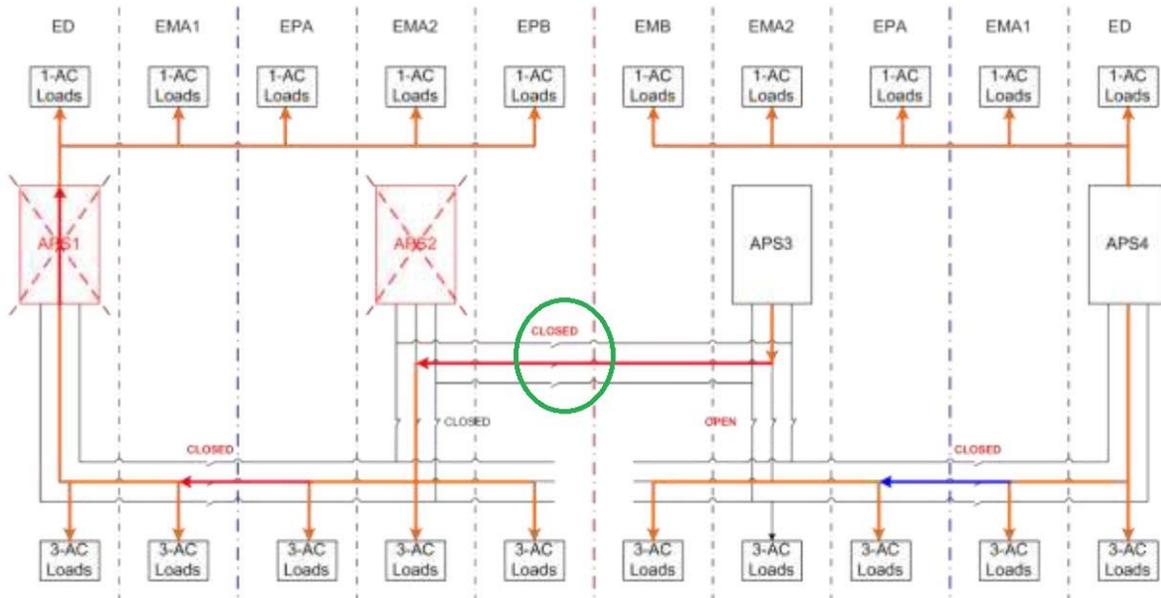


圖3-24 SIV1及2故障時電力轉供示意圖

## 9. 檢修測試操作

(1) 檢修時可藉由 SIV 測試操作模式，測試 SIV，確認靜式變流器控制運作程序正常。測試程序的基本起始條件如下：

- A. 接力濾波板中的模式開關(CCOS)處於“TEST”位置。
- B. 沒有大/小故障。
- C. 無懸浮電壓。
- D. 控制功率用於輔助電源設備的控制裝置。
- E. VCB 信號應用於 SIV。



圖3-25 CCOS開關處於“TEST”位置示意圖



圖3-26 SIV測試啟動程序



圖3-27 SIV測試運作程序

- (2) 當列車集電弓已升弓，且 VCB 閉合、電車線供電正常時，TCMS 會監控 SIVK 的運作以及 SIV 的主要故障狀況。

在下列情況，TCMS會判定SIV為故障狀態，並向SIV輸出隔離訊號。

- (a) 如果電車線電壓供電40秒後，而SIV仍未啟動。
- (b) 當發生SIV主要故障時。
- (c) 非SIV接地故障。

以上訊號(SIVK&M重大故障及接地故障)傳送至TCMS。

TCMS會輸出隔離數位訊號到故障的SIV，並輸出控制ASK操作訊號以啟用轉供。當SIV1和SIV2失效時,ASK的運行狀態如上。此時必須由駕駛DDU或本地開關手動操作轉供。

- (3) 利用 PC 故障診斷  
A.使用USB至232串行電纜連接PC及控制器MON板。



圖3-28 PC故障診斷連結工具

B.在運行PCMON後點擊,,fault download”圖標檢視。

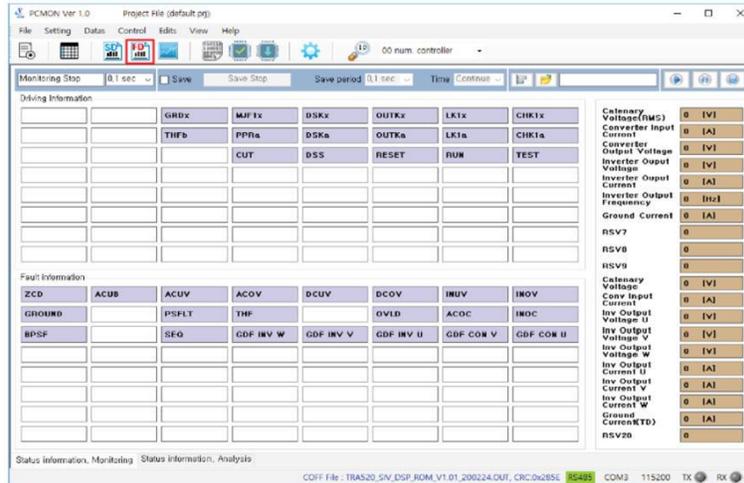


圖3-29 SIV故障紀錄下載頁面

C. 使用”Search”顯示故障記錄

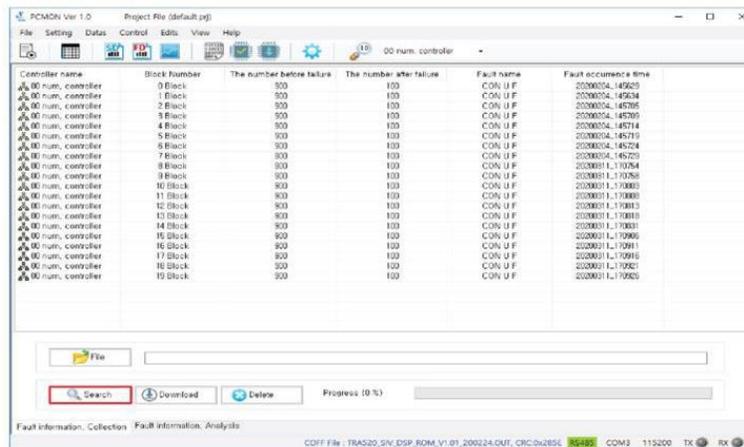


圖3-30 SIV故障紀錄List是意圖

D.可通過工具觀察微波形來分析SIV故障的原因

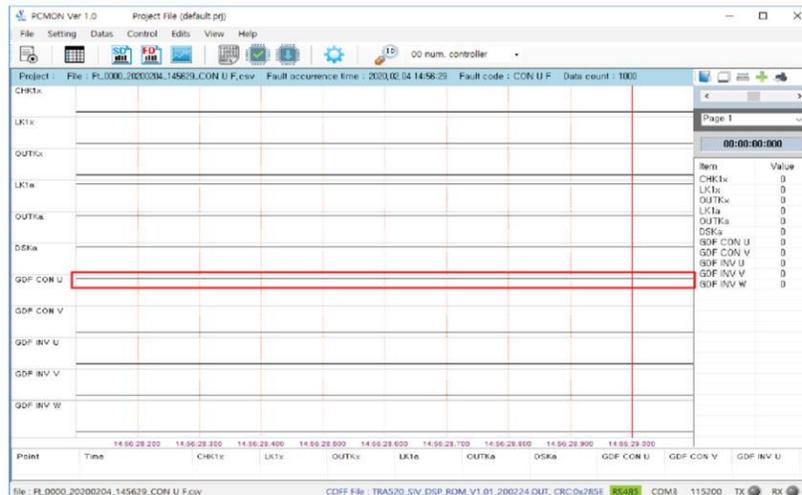


圖3-31 利用SIV微波形來分析故障示意圖

### 三、自動門系統

#### (一)概述

1. 製造商：Faiveley
2. 配置：每列車一共有 10 個車廂，每個車廂配置 6 個門（每側 3 套門），所有的車門有相同的結構和配置。

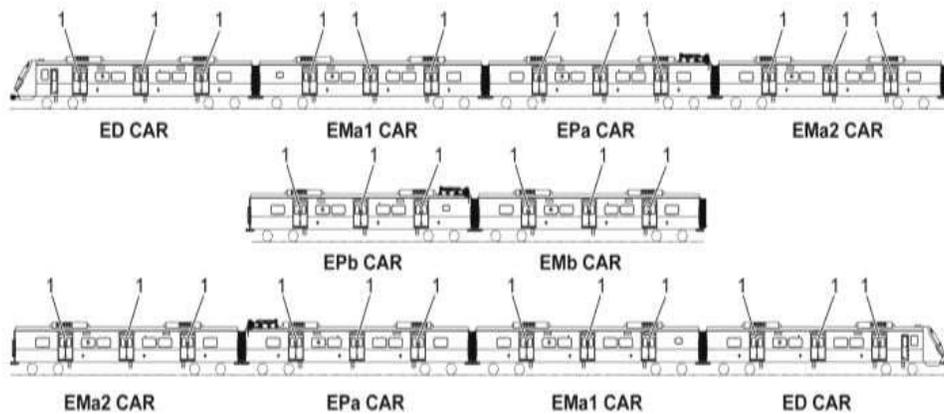


圖 4-1 車廂車門配置圖

#### 3. 車廂門尺寸規格及參數

項目	規格
開門寬度	1210mm
車門淨高	1850mm
門扇厚度	25mm
玻璃厚度	8.76mm
車門蒙皮	外部：水平拉絲不鏽鋼
	內部：垂直拉絲不鏽鋼
總重量	110 公斤
運行電壓	16.8V 至 30V DC
使用年限	30 年
運行溫度	0°至 45°
運行濕度	40 至 100%
最高運轉速度	140 公里/小時
衝擊和震動等級	ICE61373
防火性能等級	EN45545 HL2
EMC	EN50121-3-2
電源供應	DC24V
開門時間	3s(+/-0.5s)
關門時間	3s(+/-0.5s)

(二)系統組件介紹

1. 門機部件： EMU900 型每車廂配置 6 個車門

每扇門設計有：

- |                |                |
|----------------|----------------|
| (1) 懸掛裝置       | (2) 門扇總成(LH)   |
| (3) 門扇總成(RH)   | (4) 操作器總成      |
| (5) 驅動臂總成(LH)  | (6) 驅動臂總成(RH)  |
| (7) EED        | (8) EAD        |
| (9) 緊裝置盒（內部）   | (10) 緊裝置盒（外部）  |
| (11) 下導軌套件（內部） | (12) 下導軌套件（外部） |
| (13) 頂部隔音密封套件  | (14) 控制面板總成    |
| (15) 拉線（內部）    | (16) 拉線（外部）    |
| (17) DCU       |                |

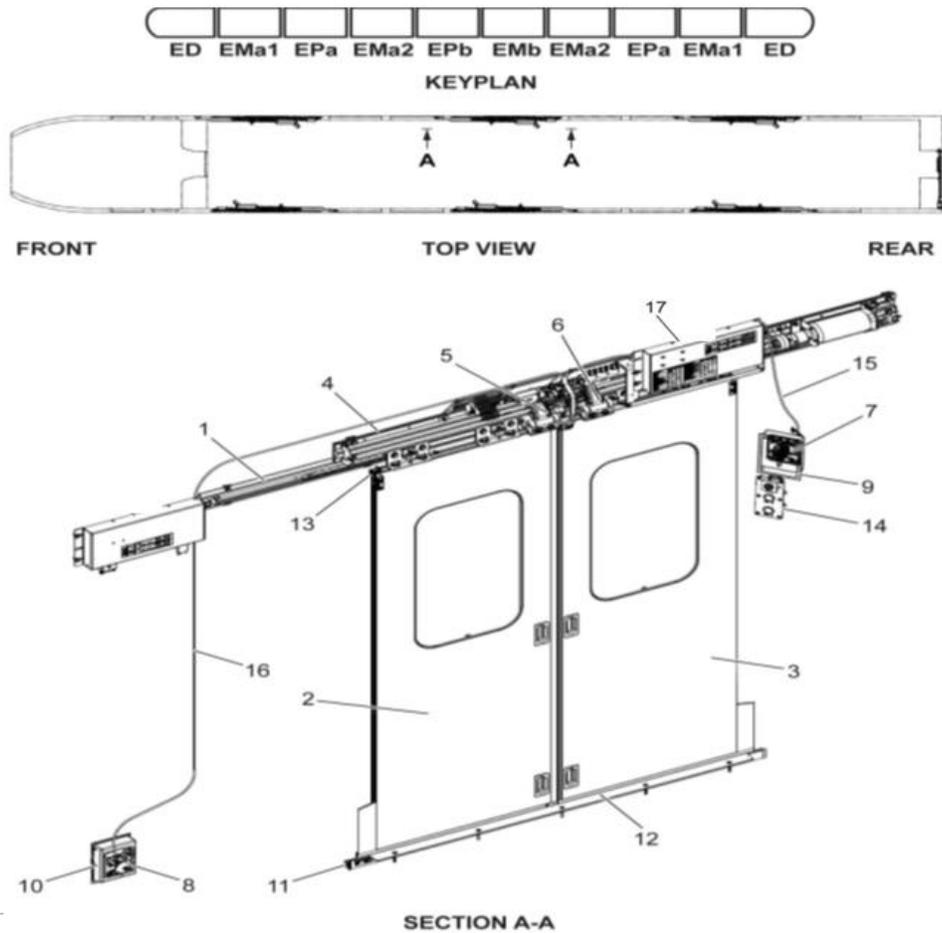


圖 4-2 門機部件

### (三)主要系統組件介紹

#### 1. 懸掛滑動裝置：

懸掛滑動裝置由一個“U”形鋼軌插入鋁擠型，配合兩個鋼製滑動器，移動在兩排硬化的鋼球之間，並透過球籠隔開，具有動作平穩、噪音小、使用壽命長等特性。另門扇被栓在滑動器上，並分別裝有兩個高度調整裝置，可以調整門扇的高度和平行度。

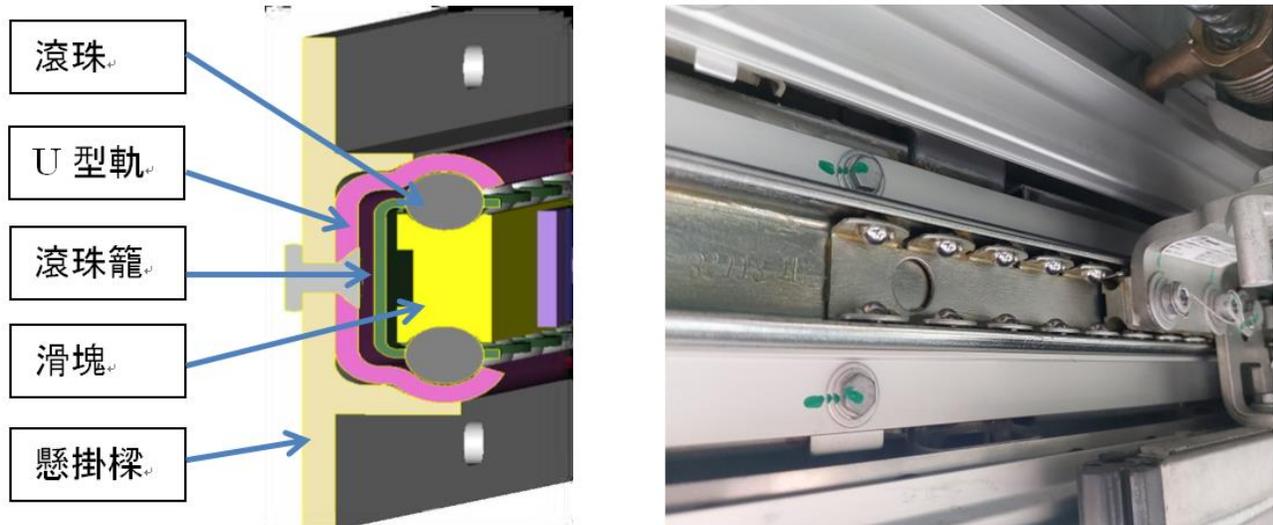


圖 4-3 懸掛裝置圖

#### 2. 門扇：

車門的門扇是鋁製材質，其設計原理與工字樑類似，於堅固且強壯的外層（表層）將輕的複合芯材夾在中間並分開。這個組合的優點是讓輕質結構也能有絕佳的抗彎強度。

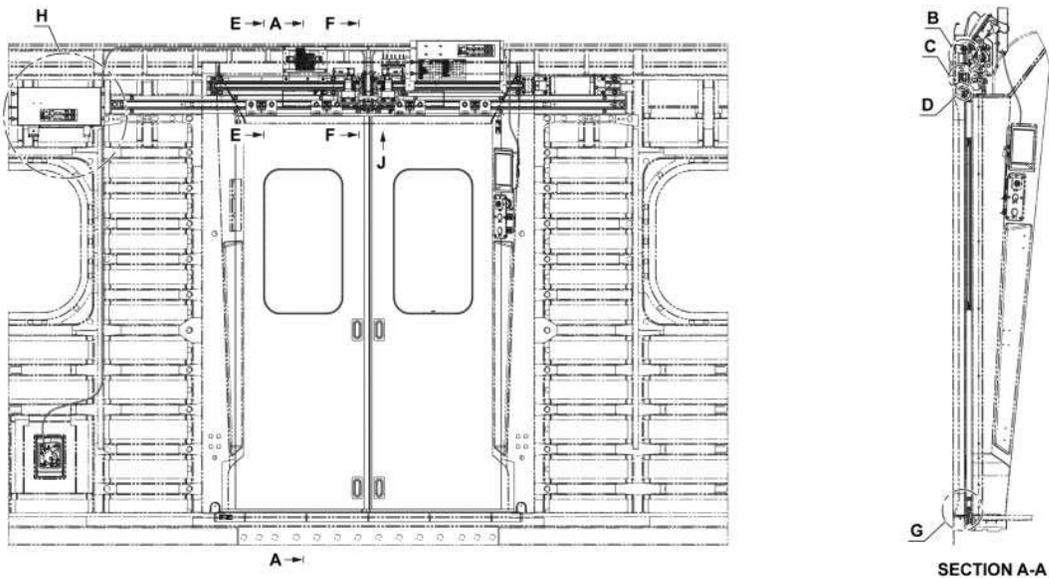


圖 4-4 門板示意圖

### 3. 操作器總成：

操作器總成是被安裝到車體中，帶有支撐樑的預接電線的模組化單元，主要包括直流電刷馬達、驅動總成、閉鎖裝置、解鎖裝置、DCU

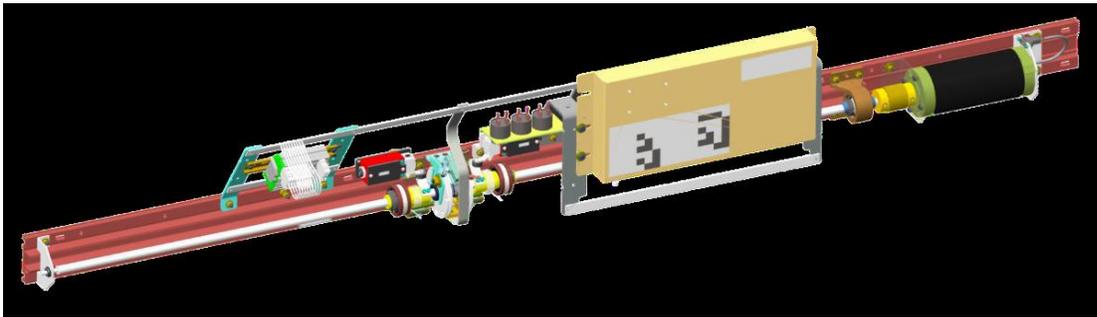


圖 4-5 操作器總成

### 4. 驅動臂及傳動臂

由馬達帶動方型螺桿旋轉，再由固定於方型螺桿之傳動臂帶動門板開閉。

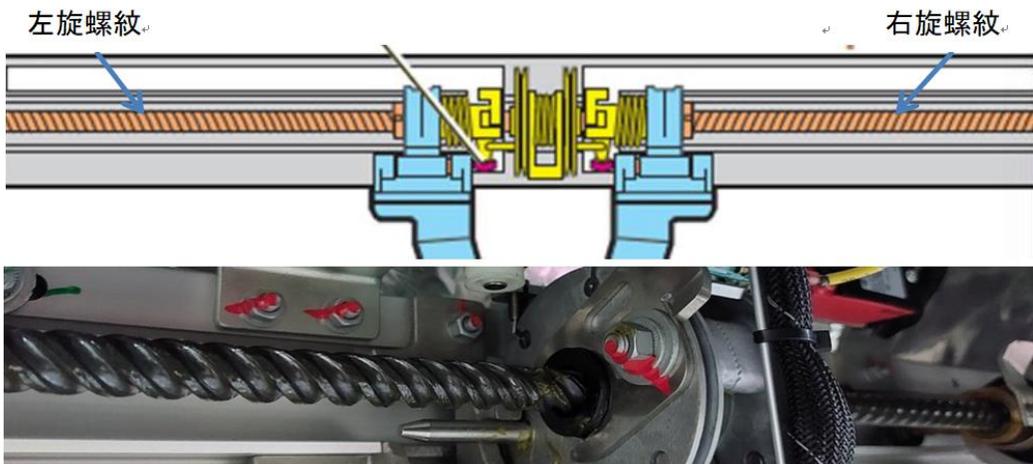


圖 4-6 驅動臂螺桿

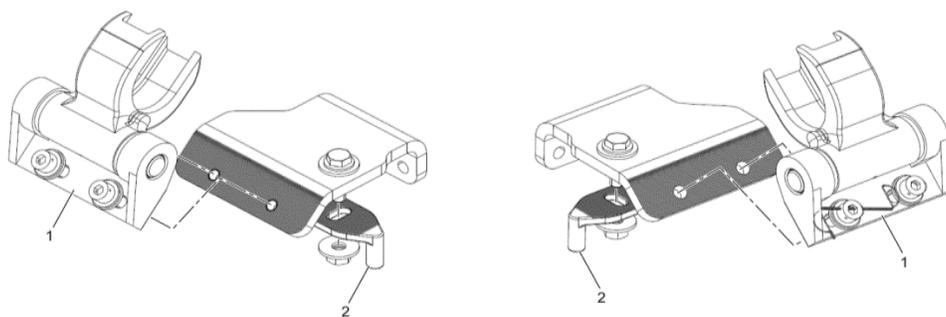


圖 4-7 傳動臂總成 (左邊和右邊)

## 5. EAD & EED

每個車門都配置了一個EED和EAD，通過手柄來操作鋼絲繩連接到機構，來實現手動解鎖。

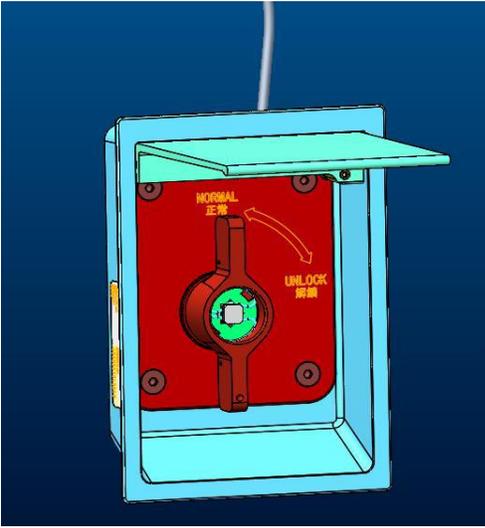


圖4-8 EED&EAD

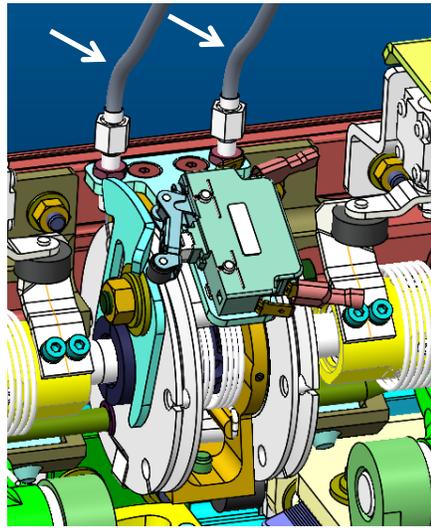


圖4-9 連接機構鋼絲繩

## 6. 緊裝置盒

用於鎖固 EAD 和 EED 手柄。

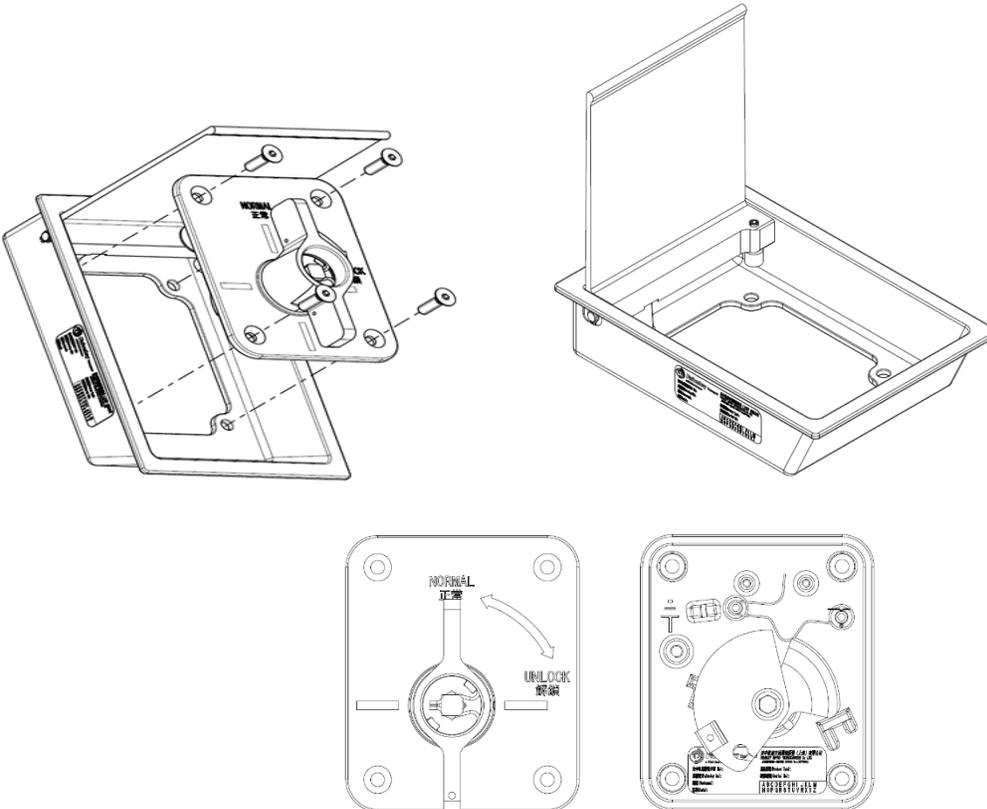


圖 4-10 緊急裝置盒圖示

### 7. 下部導軌套件（內部和外部）

下部套件是不銹鋼導向器，用於將門保持在正確的底部位置，引導門以正確的移動路線作用。

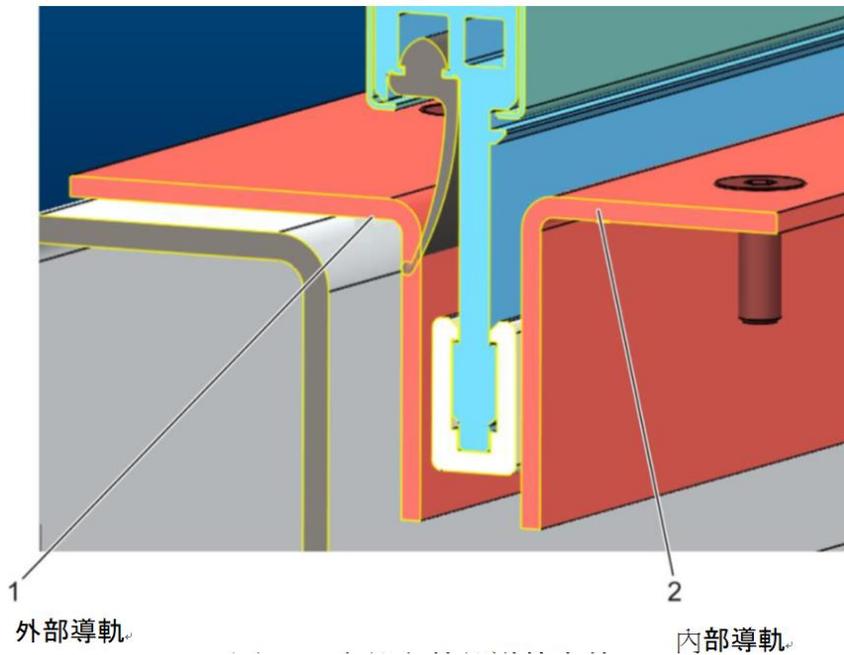


圖4-11 內部和外部導軌套件

### 8. 鑰匙控制面板總成

所有出入車廂門都配備一個控制面板總成，用於操作車門獨自或聯動開關。每個控制面板總成包含鑰匙開關、開門按鈕、關門按鈕。

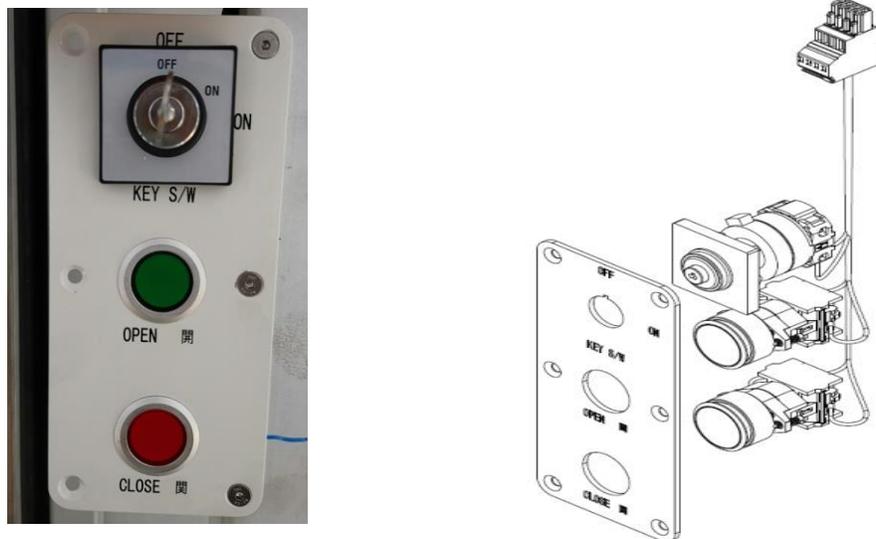


圖 4-12 鑰匙控制面板總成

### 9. DCU(門機控制盒)

每扇門機皆配置有 1 個 DCU，用以控制車門作動方式的主要裝置，藉由設定內部程式參數及可調整其開關門時間、開關門力量、障礙物偵測時間、開關門遇障礙物之作動方式和相關數據紀錄及傳輸，本體下部除主要排線街頭外，亦有設計 4 顆 LED 燈，配合不同排列及閃爍組合，各代表不同故障訊息，以利檢修初步快速判讀異常點。

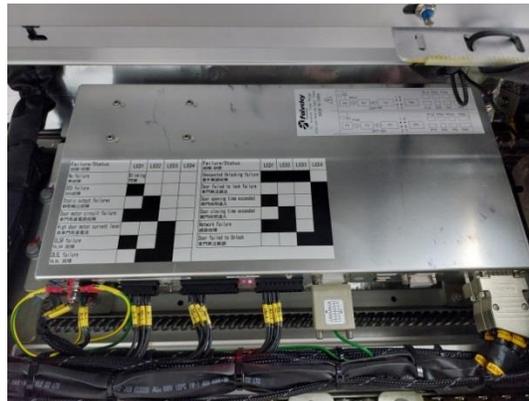


圖 4-13 DCU 控制盒圖

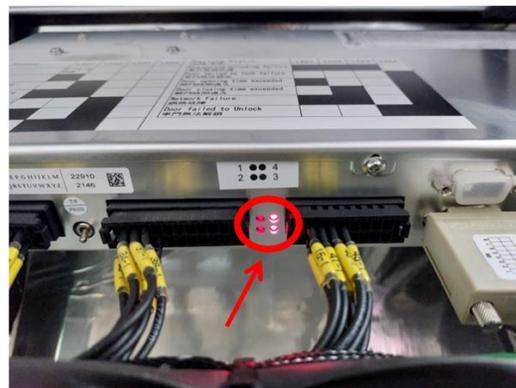


圖 4-14 故障類別顯示處

Failure/Status	LED1	LED2	LED3	LED4	Failure/Status	LED1	LED2	LED3	LED4
No failure 無故障	Blinking 閃爍				Unexpected Unlocking failure 意外解鎖故障				
DCU failure DCU故障					Door failed to lock failure 車門無法鎖死				
Static output failures 靜態輸出故障					Door opening time exceeded 開門時間過久				
Door motor circuit failure 車門馬達電路故障					Door closing time exceeded 關門時間過久				
High door motor current level 高車門馬達電流					Network Failure 網路故障				
DLSR failure DLSR 故障					Door failed to Unlock 車門無法解鎖				
DLSL failure DLSL 故障									

圖 4-15 故障類別代碼說明圖

(四)門機維護保養(原廠建議)

1. 維護週期

任務	施作內容	間隔
一般檢查	1. 門板和玻璃是否有劃傷或損壞 2. 檢查前後密封條、上下隔音條是否有變形或損壞 3. 檢查橡膠止擋是否有變形或損壞 4. 檢查緊固螺栓是否有鬆動或脫落 5. 檢查電線是否固定良好，與運動部件沒有干擾 6. 檢查下導軌是否有異物 7. 手動開關門，檢查門板移動是否順暢	每 6 個月
安全功能檢查	1. 手動操作檢查 2. 自動操作檢查 3. 障礙物偵測功能檢查 4. 閉鎖功能檢查 5. EED 和 EAD 檢查 6. 控制面板操作檢查	每 6 個月
調整和檢查	1. 懸掛裝置檢查 2. 門機檢查 3. 門板檢查 4. 驅動臂檢查 5. 鋼絲繩檢查	每 1 年
清潔和油潤	1. 門機-驅動螺桿與螺母 2. 門機-閉鎖彈簧 3. 懸掛裝置 4. EAD 和 EED 保持彈簧 5. 清潔門頁 6. 清潔下導軌	每 1 年
大修(6 年)	1. 門機-閉鎖緩衝橡膠、端部支撐軸承、聯軸器 2. 懸掛裝置-開關門止擋 3. 門板-前密封條、後密封條、窗膠條、下隔音條、減磨條 4. 上隔音條套件 5. 緊急裝置盒 6. 止擋	每 6 年 (更換零件)

<p>大修(12年)</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 門機-門控制器、驅狀螺桿組件、DSL組件、緊急裝置開關、蜂鳴器，馬達組件</li> <li>2. 懸掛裝置-隔離開關</li> <li>3. 驅動臂套組件-撥叉套件</li> <li>4. 鋼絲繩(EAD&amp;EED)</li> <li>5. 門機控制器 DCU</li> <li>6. 控制面板組件-鑰匙開關及按鈕</li> </ol>	<p>每 12 年 (更換零件)</p>
----------------	---	--------------------------

## 2. 門機維護保養零件圖解

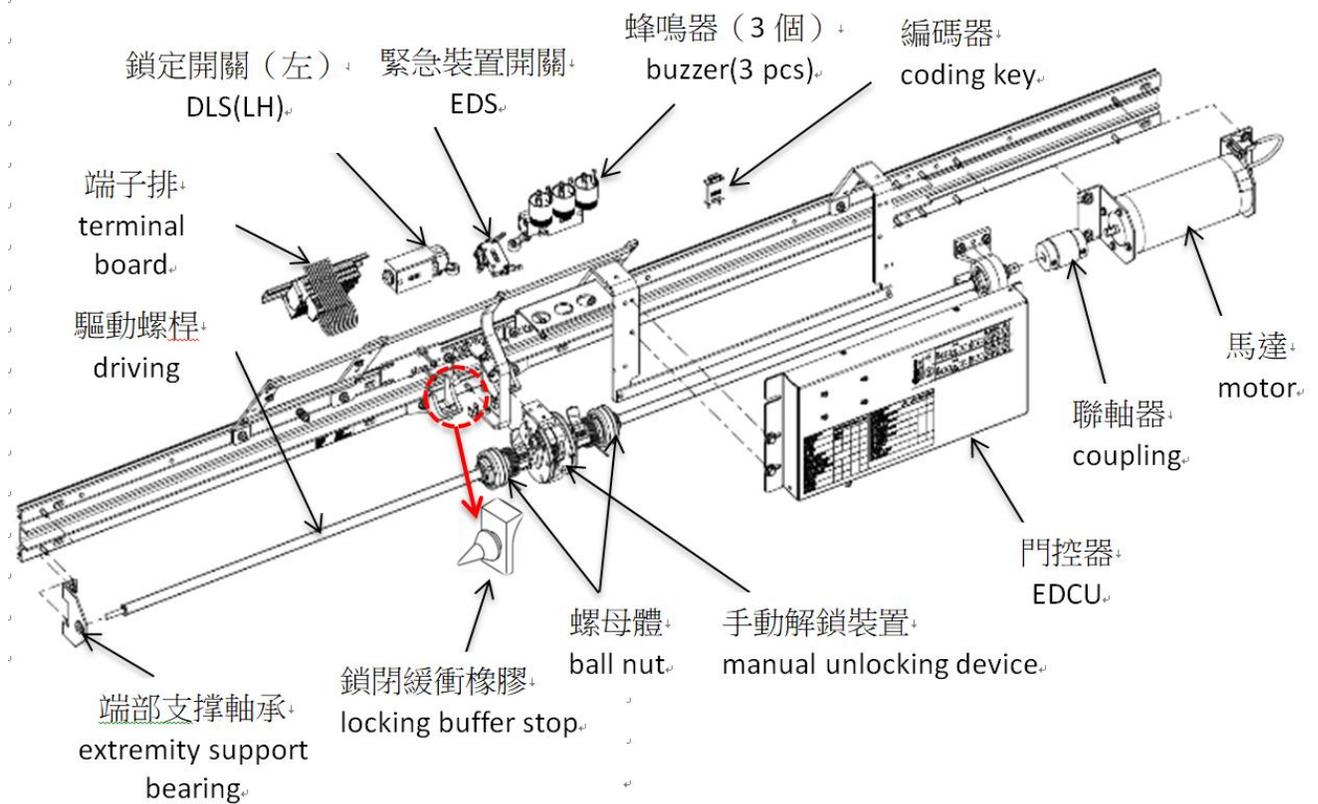


圖 4-16-門機零件

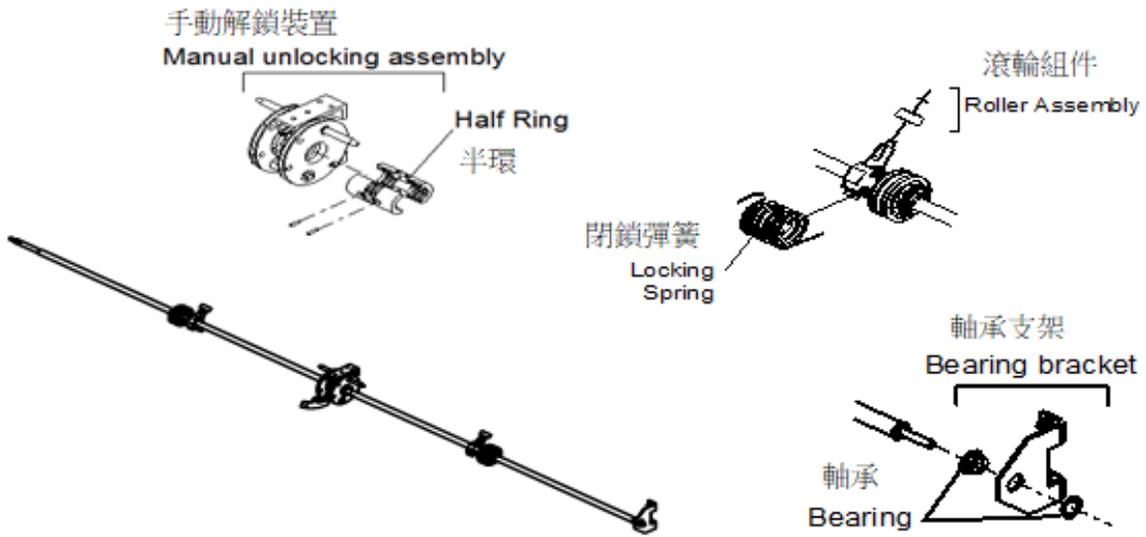


圖 4-17-門機零件圖(驅動螺桿零件)

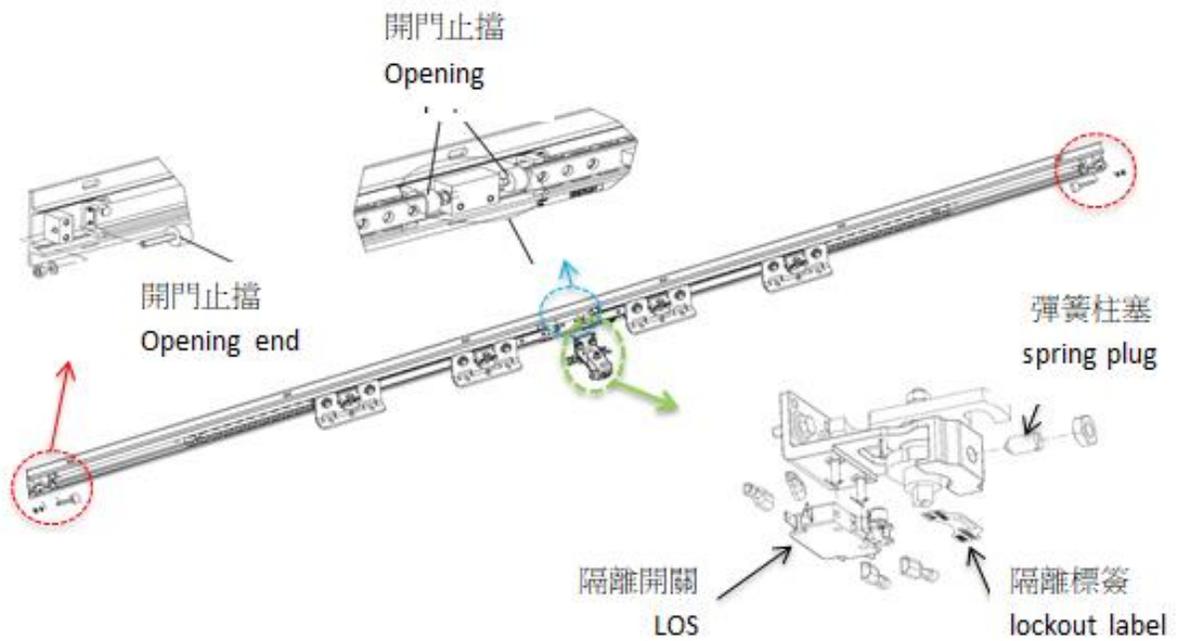


圖 4-18-門機零件圖(懸掛裝置)

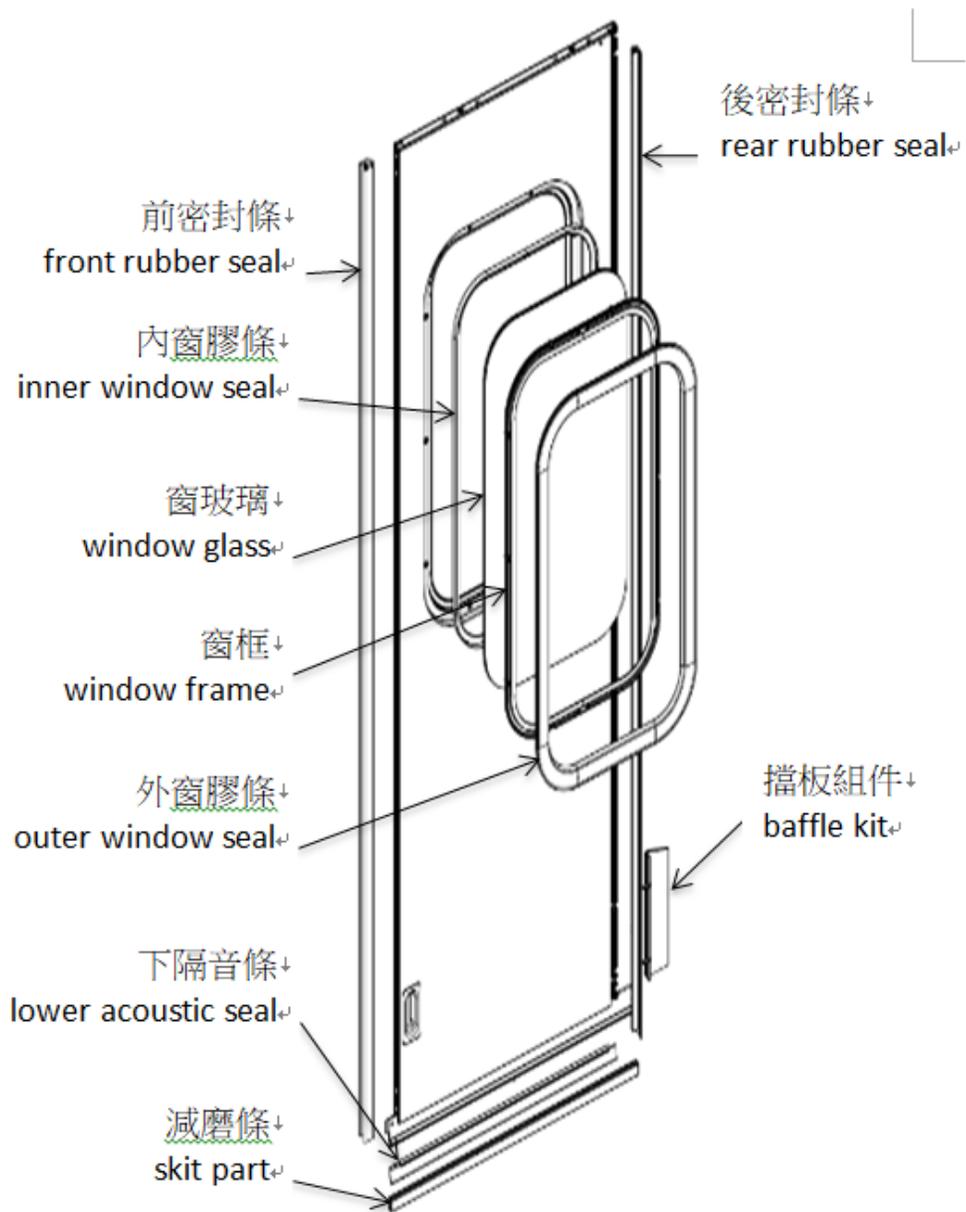


圖 4-19-門機零件圖(門板)

#### 四、車廂空調系統

##### (一)系統概述:

加熱、通風與空調機(HVAC)系統可在各種車外溫度及不同的旅客負載條件下，自動維持指定的溫度，車廂空調設備，包含每車兩套獨立運作的車頂安裝式模組單元。

各空調機均為單一完整模組，可輕鬆自車體拆除的整體式框架及箱體，設備應設計為確保車頂組件可方便維修更換，每一套空調機都應與各車電氣室內的控制器相連。

空調機會依據感測器感測的車內及車外溫度，以適當之指令調度適合各需要的元件運作，另有設置煙霧檢測器，若發現煙霧或火災時，控制器會執行車內煙霧檢測，外部煙霧模式則可由駕駛透過 TCMS 來啟動。

駕駛室設有專屬的增壓風扇單元，可維持駕駛室內溫度的穩定，增壓風扇單元與相鄰客室的空調機供應風道連接，將調節後的空氣抽入駕駛室的供應風道，車頂整流罩安裝於空調機的前端及後端，另有提供 300mm 寬的步道供維修人員使用，每輛車兩端將各安裝一套獨立的车頂安裝式空調機單元，每個車安裝有兩個回風門，安裝在車廂內頂部格柵上，位於客室空調機組下方。

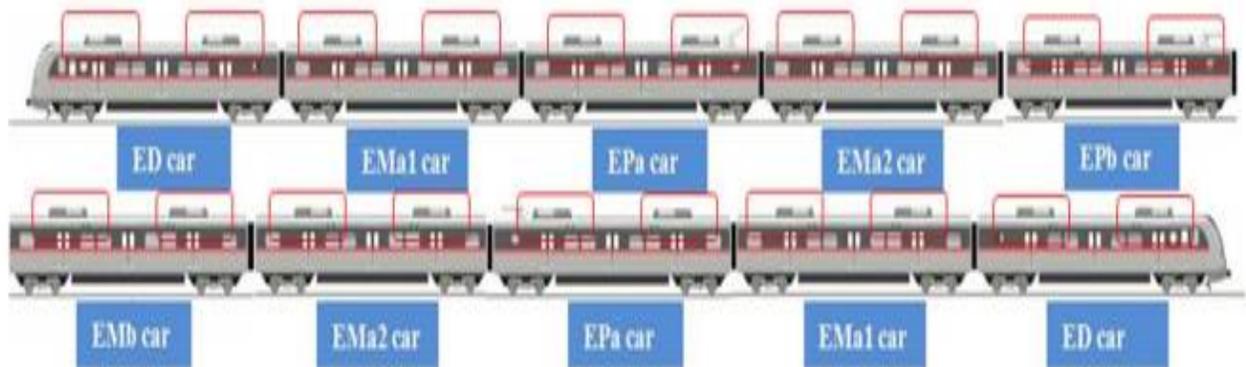


圖 5-1 EMU900 型配置車頂式空調機

(二)空調機性能參數:

1.製冷工況:

外部條件:34°C DB , 67% RH

內部條件:25°C DB , 64% RH

2.能力:

製冷:29.5KW

製熱:4KW

3.風量:

送風量:3500 m<sup>3</sup>/h

新風量:1050 m<sup>3</sup>/h

緊急風量:1800 m<sup>3</sup>/h

4.電源:

主電源:3P-AC 440 , 60Hz

控制電源:DC110 V

5.壓力開關設置:

	切斷	復位
高壓:	3200±100kPa	2600±100kPa
低壓:	140±40kPa	276±40kPa
高溫限制:	46°C	

6.製冷劑充注:

製冷劑類型: R407C

冷劑充注: 一組壓縮機 3.2kg(共 2 組)

7.電加熱溫控開關保護:

	切斷	復位
一級溫控:	70±10°C	50±10°C
二級溫控:	120±10°C	100±10°C

8.機組重量:

機組重量: 530kg

(三)空調機操作模式:

該空調系統具備多種模式，可由系統自動或操作人員以手動方式啟動特定模式；以應對各種不同狀況，使乘客處於舒適與安全之狀態。

1. 自動模式:

在此模式中，新鮮空氣將與再循環空氣混合，在混合後，總氣流會被過濾，並通過蒸發

器線圈，以達成必要冷卻效果，在此之後，鼓風機會驅使總氣流沿著導管，並均勻散布至車廂中。

此模式是由控制面板上的開關所設置，當開關處於自動模式時，空調機裝置的設定點式根據附錄 A 中 EN14750-1-2006 的曲線自動操作。

冷卻(半/全)和通風模式間的改變，是根據需要調整的內部條件(回流空氣溫度 Vs.設定點)而自動完成的。

全冷:2 個壓縮機、2 個排氣扇及 2 個鼓風機運轉。

半冷:1 個壓縮機、2 個排氣扇及 2 個鼓風機運轉。

通風:2 個鼓風機將在排氣扇及壓縮機未運轉下運作。

2. 車站模式:

當列車短時間停靠在月台時，保持當前運轉模式但冷凝機風扇由高速低速，其目的是為了降低噪音。

3. 緊急模式:

當主電源切斷(由電源狀態繼電器偵測)，兩側的新鮮空氣風門會自動全開，在此同時，回流空氣風門將會完全關閉，供應風扇會由緊急變流器供電，並運轉 30 分鐘，以提供車內 100%的新鮮空氣。

4. 內部煙霧模式:

當控制器接經由 TCMS(乙太網路)，收到來自車輛端的訊號”內部煙霧”模式，空調機裝置會關閉冷卻或加熱功能，並立即切換至通風模式，在此模式中，回流空氣風門將會完全關閉，新鮮空氣風門將會完全開啟。

5. 外部煙霧模式:

當控制器接經由 TCMS(乙太網路)，收到來自車輛端的訊號”外部煙霧”模式信號，空調機裝置會保持現行工作模式，但新鮮空氣風門將會立即完全關閉，回流空氣風門將會完全開啟。

6. 關閉:當接收到”關閉”指令時，A/C 裝置將會關閉所有部件，如壓縮機、風扇等。

7. 測試模式:

此模式僅能經由 HMI 啟動，空調機裝置將依要求在強制模式中運行，並忽略溫度控制邏輯。

(四)空調機控制配置:

各車廂均設有空調機電氣控制盤，控制盤內有一張主電子卡與一張副電子卡，一張卡片控制其中一端的空調機，主電子卡同時包含 TCMS 和 HMI 的通訊傳輸的功能。

輸入電壓為一組 3P-AC 440V 與一組 DC 110V。其中 3P-AC 440V 做為供應空調機運作之主電源。DC 110V 藉由控制盤上的直流電源模組轉為 DC 24V 做為控制電路供電；當車廂

失去主電源輸入時，DC110V 可藉由控制盤中的變流器轉換成 3P-AC 440V，做為鼓風機的緊急電源。

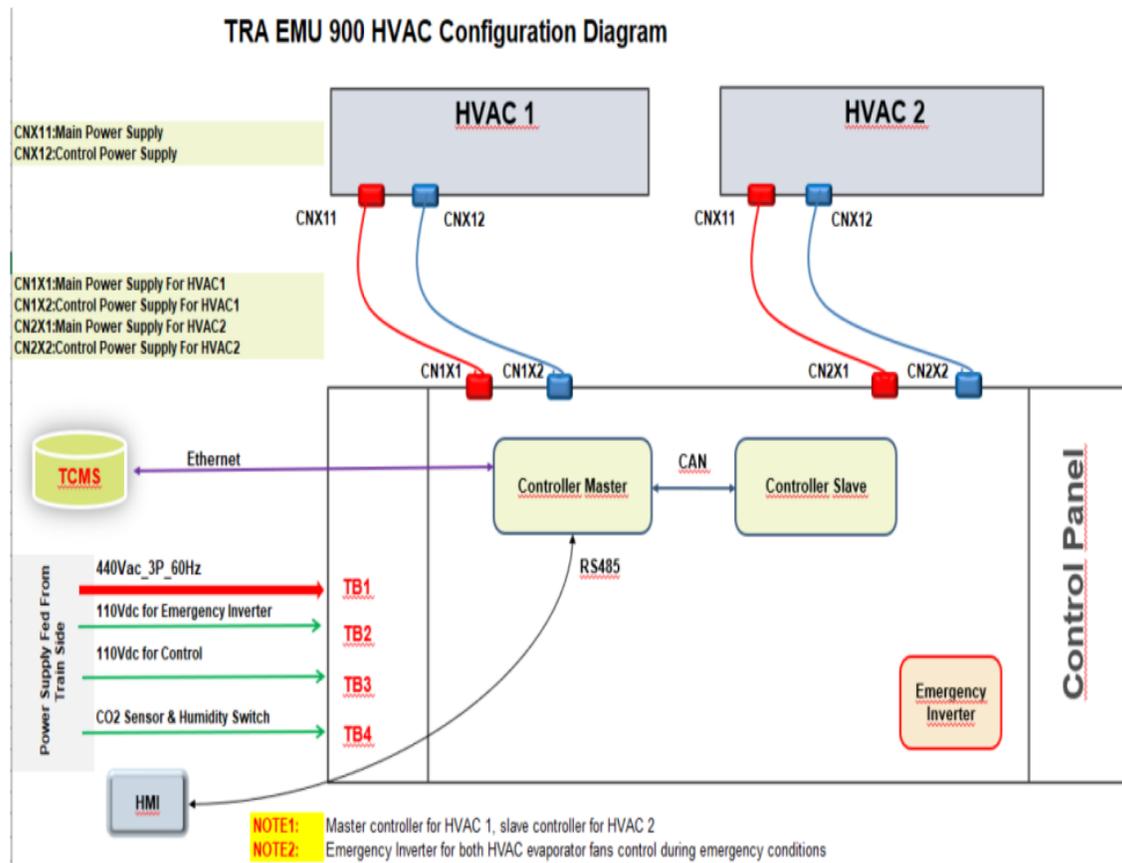


圖 5-2 空調機控制配置

1. HMI(Human Machine Interface)介面:

空調機的控制方式除兩端駕駛室的 TCMS 外，各車廂均設有 HMI 介面，該介面包含控制及監控功能，可以顯示該車廂當前狀態，並執行針對該車空調機的細部操作。



圖 5-3 (HMI 主介面的預設介面)

(1)初級許可權:

對所有人開放，這是開機時 HMI 主介面的預設介面，通過這個顯示器，人們可以查看壓縮機的狀態、室內空氣濕度、二氧化碳濃度水準、車內及時溫度、車內目標溫度。

(2)二級許可權:

對如下人員開放:授權的車輛廠授權維修/測試工程師、授權的終端使用者授權維修/測試工程師、MERAK 工程師，要登錄第二級，用戶名和密碼都是必須的，二級顯示主模式、溫度、故障、TCMS 四個模組可見，使用者可以查詢相關資訊。

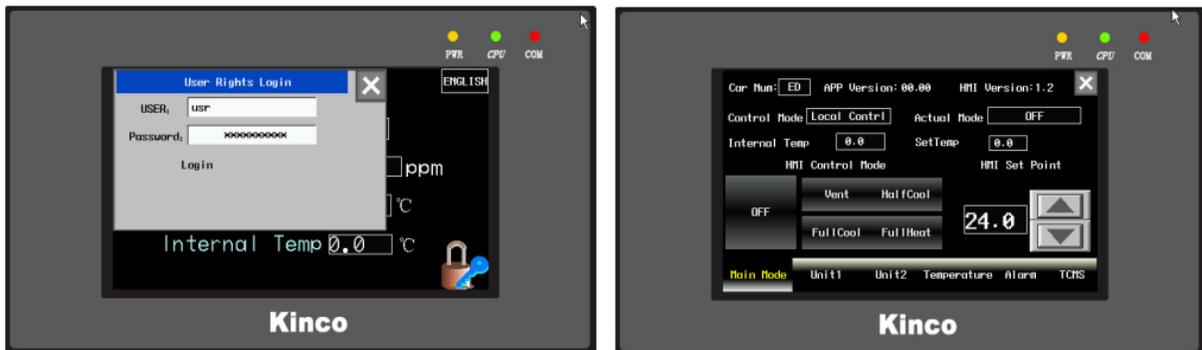


圖 5-4 二級許可權

(3)三級許可權:

僅限 MERAK 工程師，在訪問模組”單元 1”或”單元 2”之前，必須設置另一個登錄用戶/關鍵字，通過這個介面，每個元件都可以手動通電並開始工作，而不受邏輯控制，因此，只有經驗豐富的 MERAK 工程師才有權在必要時執行該操作。

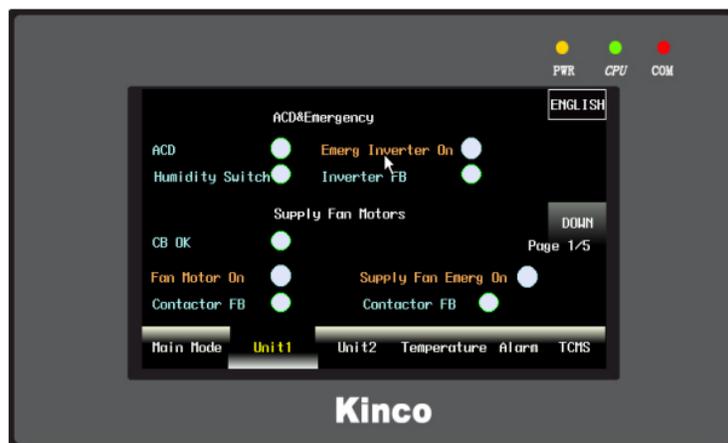


圖 5-5 三級許可權

#### (4)設備維護

於建議之行駛里程數執行例行性維護保養、檢查及更換，以確保空調機正常運作並增加其使用壽命。

##### 1. 檢查與清潔項目

- 每 27,000 公里：新風濾網檢查及清潔。
- 每 66,000 公里：回風濾網檢查及清潔。
- 每 330,000 公里：液視鏡檢查冷媒狀態。

##### 2. 建議更換項目

- 每 2,640,000 公里：更換新風濾網。
- 每 3,300,000 公里：更換回風濾網。

##### 3. 必要時更換保養項目

當視液鏡完全變黃時，表示管路系統內的水分過多，且視液鏡的黃化現象是不可逆的，此時必須同時更換視液鏡與乾燥器。

當視液鏡內有氣泡產生或壓縮機輸出壓力不符標準，表示系統管路可能有洩漏，需重新補充冷媒。

壓縮機輸出壓力會依據環境溫度不同而改變，需依表對照當前室溫的正確表壓。

測試環境溫度	表壓(KPg)
10~15	545~800
15~20	900~940
20~25	1090~1260
25~30	1260~1450
30~35	1450~1650
35~40	1650~1880

#### (5)空調測試平台

測試平台可於空調機組自車廂摘下後執行部件之單獨測試，利於檢查各部件之用作狀況，以便針對故障點執行維修與更換。

##### 1. 設備:

除測試平台本體外，另需準備 DC110V 電源供應器、安裝有測試軟體之電腦及數據傳輸線。



圖 5-6(測試平台本體)



圖 5-7 DC110V 電源供應器



圖 5-8 檢修電腦圖



5-9 通訊傳輸線

## 2. 測試軟體:

電腦上的測試軟體可藉由點選介面按鈕激磁測試平台的指定繼電器使其電路導通，由於該行為是直接控制繼電器，沒有邏輯電路保護功能，務必由具專業知識之維修員執行操作，以免空調機系統受到傷害或控制電路燒毀。

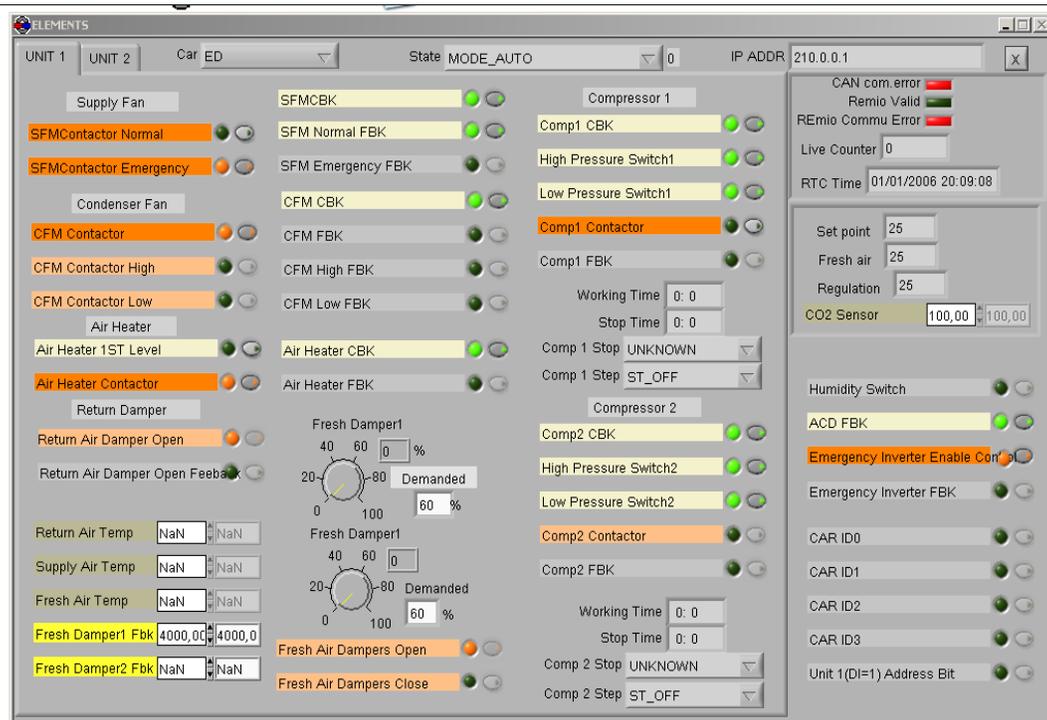


圖 5-10 測試軟體

## 肆、心得及建議：

### 一、心得

#### (一) TCMS系統課後心得

臺鐵從 E1000 及 EMU600 型開始，列車上開始安裝 TCMS 列車監控系統，藉由駕駛臺上的觸控式螢幕(DDU 駕駛員顯示單元)，讓司機員能夠迅速從螢幕上得知列車即時狀況，當列車設備發生故障時，故障訊息會清楚的顯示在螢幕上，提供給司機員或檢修人員參考，進而減少故障排除的時間。TCMS 列車監控系統已成為列車重點設備，後續採購 EMU700、EMU800、EMU3000、TEMU1000 及 TEMU2000 皆設有 TCMS 列車監控系統。

早期 TCMS 的內部網路結構為單一路線型式，隨著現今技術發展成熟，EMU900 型 TCMS 的內部網路結構已演化成環狀網路型式，除了能強化其資料傳輸及儲存外，當系統其中一部分發生故障時，僅影響該車該部分訊息讀取，不會影響其他列車訊息判別，使整體系統能夠繼續正常運作。

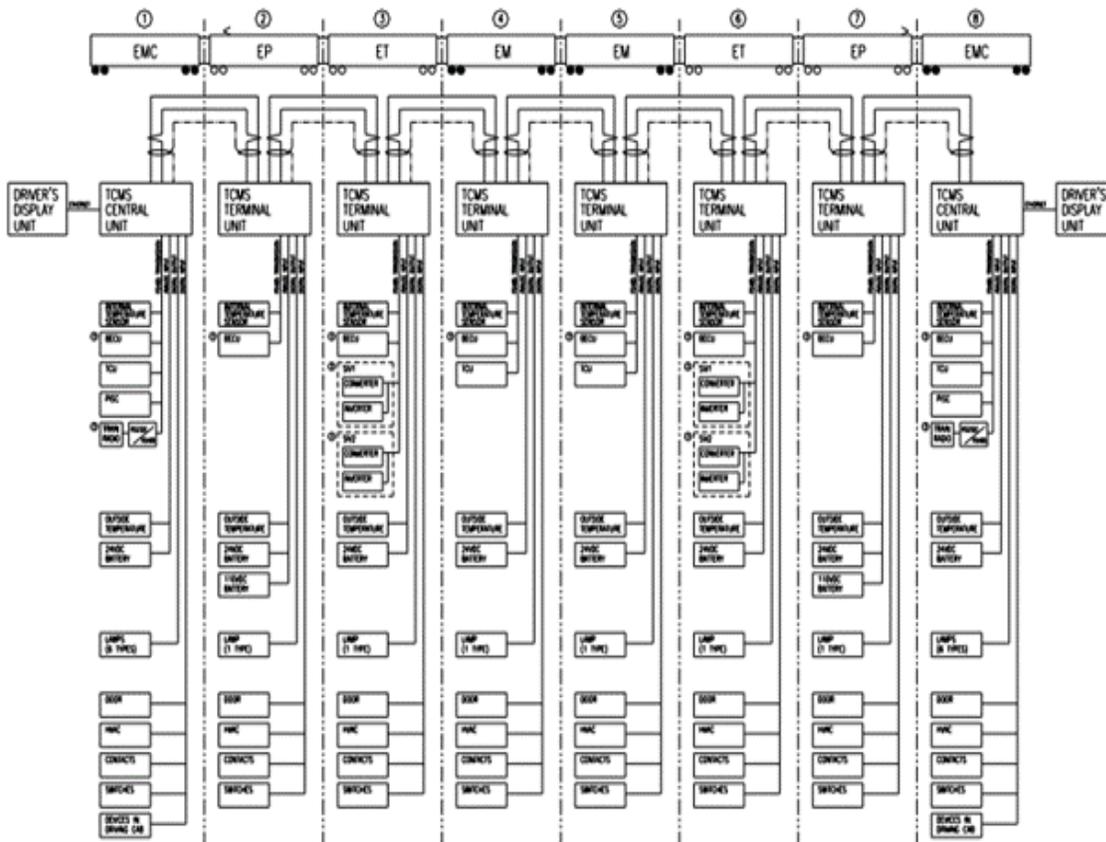


圖6-1 EMU700型TCMS架構(單一路線型)

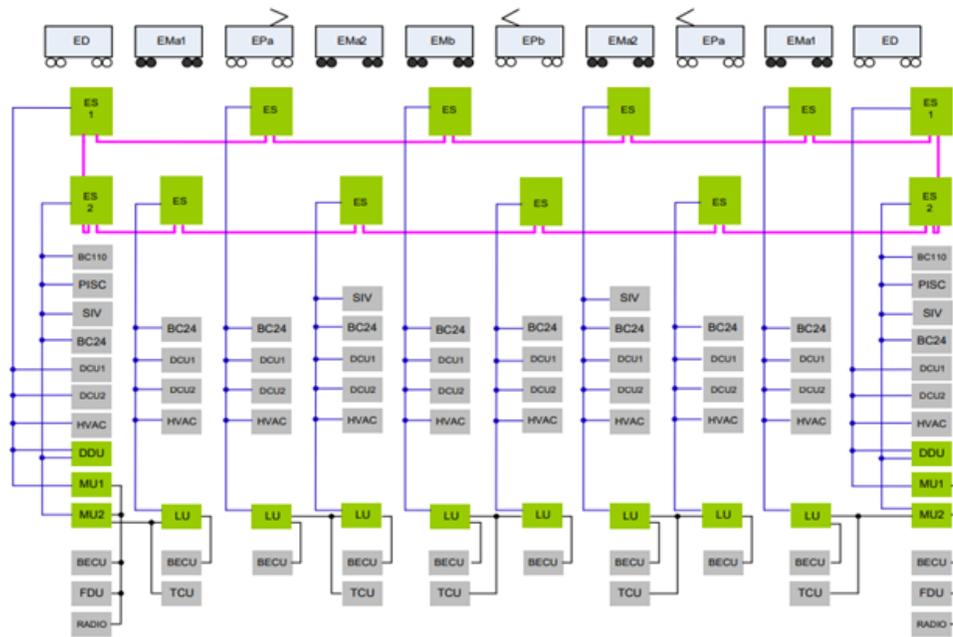


圖6-2 EMU900型TCMS架構(環狀網路型)

以往TCMS僅針對列車主要設備進行監控功能，監控其電壓、電流、壓力及作用狀態等資訊，無法透過DDU直接控制設備，如今EMU900型將許多控制電路整合至TCMS中，可以透過DDU直接控制設備，完成空調、照明、轉供、APC、馬達隔離及TCU轉換控制，減少了司機員往復來回至各車切換開關的時間，司機員僅在駕駛室就能完成許多處理程序。這也代表著TCMS從單純輔助提供列車狀態資訊，慢慢演化成能夠控制列車的面板，也相對的減少許多實體開關及列車控制硬線，EMU900型TCMS應該是本局各型列車TCMS重要轉變的里程碑。

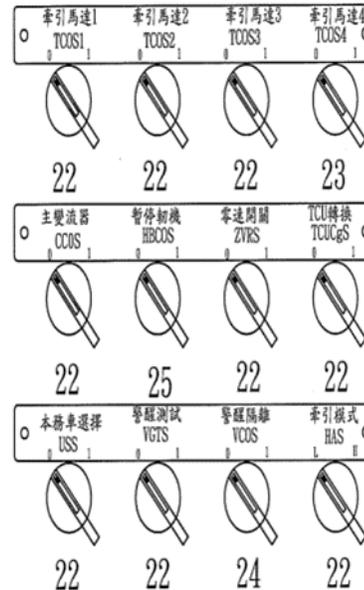


圖 6-3 EMU700 型 TCMS 僅作牽引馬達電流監視(左)  
EMU700 型隔離馬達及 TCU 轉換皆須由開關完成(右)

## (二) 靜式變流器SIV系統課後心得

軌道車輛車廂供電系統歷經幾個世代發展，早期鐵路車輛用引擎驅動三相交流發電機組供電 3 相交流電給客車廂空調設備使用，例如柴聯車或機車加掛電源車廂編組，之後發展電氣化時代，機車或電聯車配置馬達-三相交流發電機組(MA/MA-set)，例如 GE 機車或 EMU300 型自強號，隨著半導體電子技術的發展，鐵道車輛導入靜態變流器應用，提高供電效率及降低機械性噪音等，為車輛供電系統邁入新世代。

本局車輛之輔助供電自柴油發電機、MA 至目前主流之靜式變流器(SIV)之演變，見證軌道運輸由柴油動力至電氣化；由舊世代機電至新世代電子控制，亦跟隨著功率半導體工業的蓬勃發展，由矽控整流器(SCR)至閘極截止閘流體(GTO)再到絕緣柵雙極電晶體(IGBT)，不斷更新的功率元件，凸顯新世代電車對於能源的低耗損、高效率。

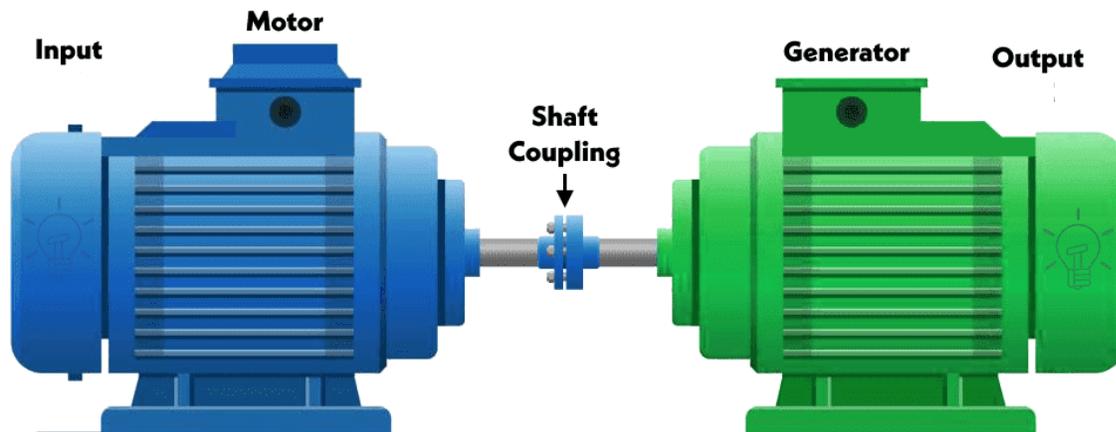


圖 6-4 自激式電動發電機組 MA(Motor-Alternator Set)示意圖

新一代電力元件 IGBT 問世，採用 IGBT 技術設計鐵路車輛用牽引系統 VVVF 及靜態變流器 CVCF，能設計符合車輛負載，已成為鐵道車輛重要的電力系統設備。

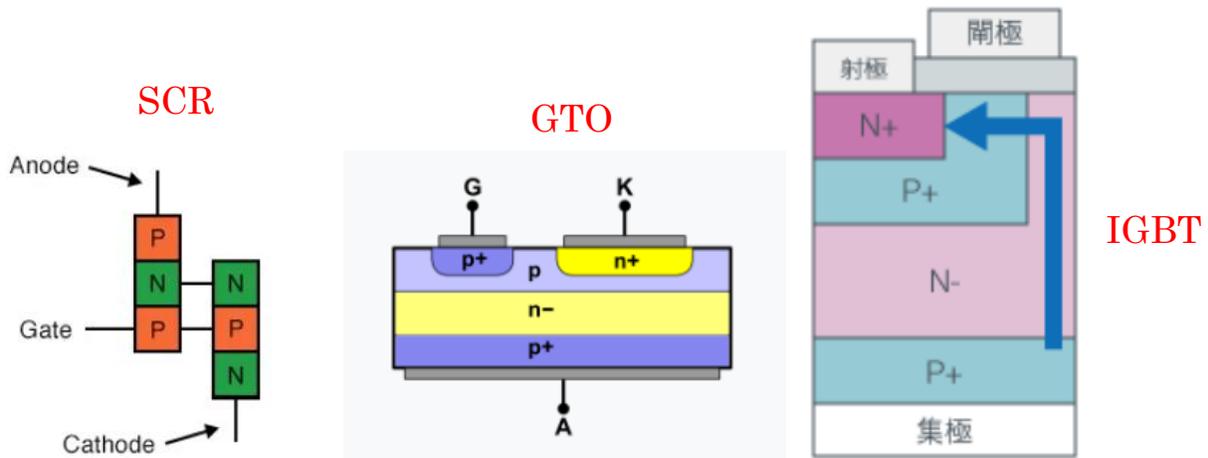


圖 6-5 矽控整流器(SCR)、閘極截止閘流體(GTO)及絕緣柵雙極電晶體(IGBT)示意圖

EMU900 型 SIV 使用之 IGBT 功率電晶體具驅動電流小、導通電阻低之特性，提供較舊型功率電晶體更大的電壓電流容量，SIV 系統之耐壓亦較舊型車高，降低了電車線突波之影響，使 EMU900 型 SIV 之穩定性大大提升。

值得一提的是，EMU900 型首度使用由 TCMS 系統串聯之通訊網，使各系統間得以知曉彼此之情況外，亦為 SIV 之偵測及控制提供了多條路徑。

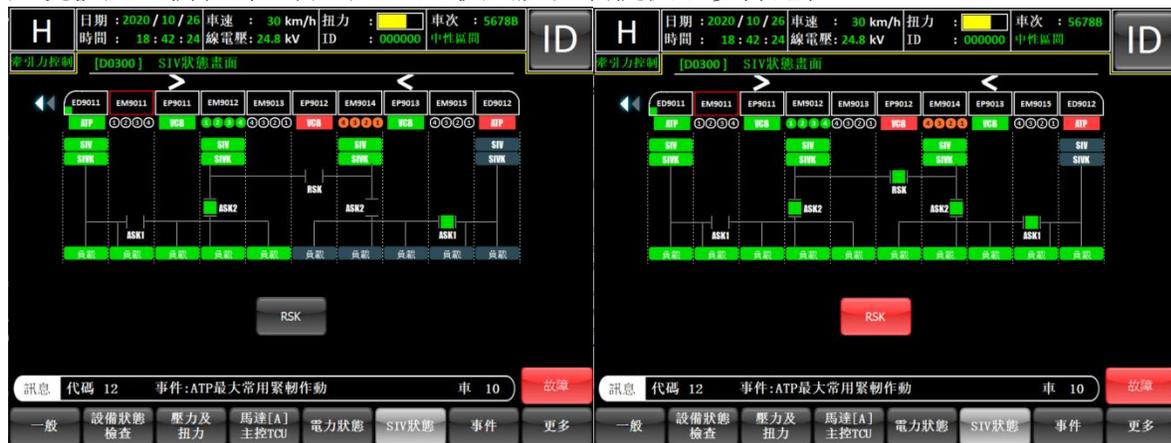


圖 6-6 EMU900 型 TCMS 之 SIV 狀態畫面，可透過 DDU 點選 RSK 按鈕實現手動轉供

另外高達 260KVA 的額定輸出容量，是舊車型(以 EMU800 為例)的 133%，可承受 10 秒 150%額定容量(390KVA)的峰值負載，及多達 16 種的系統保護，使 EMU900 型 SIV 即使於轉供(負載翻倍)時，依舊遊刃有餘。

No	保護項目 (縮寫)	保護	檢測點	設定值
1	INOV	AC 輸入 過電壓	零交叉板	30kV±5%
2	INUV	AC 輸入 低電壓	零交叉板	17kV±5%
3	FCOV	濾波電容器 過電壓	DCPT	1,200V±5%
4	FCUV	濾波電容器 低電壓	DCPT	520V ±5%
5	ACOV	AC 輸出 過電壓	ACPT	572V±5%
6	ACUV	AC 輸出 低電壓	ACPT	286V±5%
7	ACUB	AC 輸出 電壓不平衡	ACPT	44V±5%
8	INOC	輸入 過電流	ACT	1,951Apeak±5% (2.93V±5%)
9	ACOC	AC 輸出 過電流	ACCTU, V, W	965Apeak±5% (5.40V±5%)
10	GROC	接地故障	GCT	51Apeak±5% (3.61V±5%)
11	OVLDT	AC 輸出 過載	ACCTU, V, W	511.7A±5% (3.98V±5%)
12	PSFT	供電故障 (控制電源低電壓)	SEN 板	73.5V±5%
13	ZCDF	零交叉板偵測故障	零交叉板	ZCDF LED ON
14	GDFC & GDFI	門驅動故障整流器 & 變流器	CONV-U/V, INV-U/V/W GDU	GDFC & GDFI LED ON
15	SEQF	程序故障	接觸器 (CHK/LK/SIVK)	SEQF LED ON
16	THFC & THFI	熱故障整流器 & 變流器	熱感測器	THFC & THFI LED ON

圖 6-7 EMU900 型 SIV 系統之保護項目列表

EMU900 型靜態變流器為韓國樂鐵製造，設計考量列車供電及備援機制，靜態變流器採用新一代 IGBT 模組，能有更高的耐電壓及較低熱損耗，反應速度快整體效率優，容量設計 260KVA，將單相交流電整流為直流鏈，直流電經變流器轉換為 3 相交流電 440V 及固定 60Hz 頻率輸出，藉由成熟調整技術，變流器 IGBT 快速地開啟或關斷模擬交流電的 3 相正弦波穩定 440V 輸出，SIV 備援轉供設計，不會降低空調服務品質，依照原廠保養維修程序，落實維修標準化達到可靠成本效益。

在科技突飛猛進的現代，功率元件也在不斷創新嘗試中，目前看似最具希望的 SiC(碳化矽)二極體已在新幹線 ALFA-X、EMU3000 和 E235 系列車上實裝使用，雖然仍有閘極驅動電路電壓非對稱及 SiC 裸晶高熱量上限等問題仍需解決，但假以時日定能成為未來新一代功率元件的新寵兒。

### (三) 自動門課後心得

本局車輛形式眾多，各種車輛因年分與製造國家不同，所屬設備也有些許差異，就旅客進出之車廂與月台間車門來說，依其作用大致可分為摺疊門、氣動式門機與電動式門機，摺疊門單純為機械式構造，操作其把手轉動後釋放鎖扣機構即可開啟，但因為行駛中無法確保絕對安全，且可能被任意操作，加上無安全連控機制等，目前已逐漸淘汰，現今就營運中之車輛以氣動門機與電動門機為主。

氣動門機之主要組成包含氣壓缸、電磁閥、驅動機構、門板等。門機之氣壓缸壓力值為5kg/cm<sup>2</sup>。由開關門之電氣訊號予電磁閥激磁後控制氣壓缸帶動驅動機構，使車門開啟或關閉。當車門關閉到定位時，其氣壓缸之高壓氣體抵緊車門，使車門無法被手動開啟。惟氣動門機之氣缸密封環為橡膠材質，一定年限需整體拆卸更換新品，以確保汽缸氣密作用正常。

此次上課EMU900型系電動門機，其系統主要組成包含電動馬達、導螺桿、控制單元(DCU)、滑軌、門板等。車門開關作動方式為電動馬達驅動螺桿，並藉由螺桿與車門之間的連結機構帶動，使車門門板順著導軌開啟或關閉，電動門機內部亦有自動鎖固裝置，當門板移動到指定位置時，鎖固裝置將自動落鎖固定門板，使車門不會因為受到外力影響而開啟。遇有緊急狀況需要開啟車門時，可啟動EAD或EED開關，由鋼索釋放鎖固裝置解鎖後，即可用手動方式開啟車門。

電動門機具有諸多優點茲概述如下：

1. 利用偵測馬達電流功能，在馬達運轉過程中，感測其電流變化，偵測是否有障礙物影響車門正常關閉或開啟，除可達到防夾功效，亦可設定力量大小，可靠度較高。
2. 可藉由系統商所提供之軟體設定許多參數及下載資訊，例如開關門時間、遇障礙物後之作用方式以及各種故障異常資訊紀錄。
3. 整體保養維修週期時間較長，既定年限內簡易清潔與油潤即可，無氣壓式門機因橡膠件老化，在較短年限內需拆卸門機汰換密封環之瑣碎工序，大量減少維修保養人力。

### (四) 車廂空調系統課後心得

本次 EMU900 型編組所使用的空調機系統與以往車輛差別巨大；全列車空調系統均與駕駛端 TCMS 以網路傳輸連接，能更方便的自 TCMS 監控全列車當前的車廂溫度並執行調整，系統本身也會藉由感測器調整外回風的進氣量，使旅客搭乘更加舒適；所以不論是車長或維修人員都必須重新學習，並熟悉該套系統的操作與檢修方式。

該空調機使用的 R407C 冷媒，雖屬於不破壞臭氧層的環保冷媒，但回收後其比例會產生變化導致無法回填，這項特性勢必在後續維修方面增加大量物料與人工成本，我們是否能在環保議題與公司獲利上取得一個更好的平衡點。

檢修方面，日本公司對於工廠內的作業人員均有其個別項目專業程度評分與其擁有的證照種類；每個人總有在其專業領域的擅長部分，要求每個人都十項全能並不現實，讓在專業領域的人做其擅長的事，才能提升整體團隊的工作效率。

## 二、建議

### (一) TCMS 系統建議

透過這次空調通勤電聯車 520 輛之專業訓練，發現到日本與韓國對於電聯車的 TCMS 設計及製造技術，都能透過國內車輛製造商達成，不用受到其他國外設備廠商的牽制，進而強化車輛的維修及降低成本，雖然臺灣電子產業的技術在世界上也是數一數二，但臺灣因礙於市場因素，國內鐵路相關技術製造廠非常稀少，也鮮少有國內廠商願意開發 TCMS 相關技術，導致 TCMS 設備故障後常無法維修，需向原廠商採購新料，不僅成本大幅增加且容易依賴受限於原廠商，如果臺鐵能以輔導合作的方式與國內廠商合作，實現 TCMS 設備國產化，除了能提升本局維修能技術外，還能大幅降低維修用料成本，徹底改善後勤需求降低故障率提升妥善率。

### (二) 靜式變流器 SIV 系統建議

EMU900型之SIV系統，相較於舊車種之改進族繁不及備載，撇除元件之性能提升，可透過TCMS控制轉供減少了故障時應急處理的時間，亦變相增加了車輛準點率。

然而複雜的控制系統代表著較多可能的故障點，和更多的保護機制同樣是個雙面刃，一點訊號異常都可能導致系統故障。

在負載端系統(如本報告之空調機系統)出現異常時，保護機制會以全車輔助供電之SIV為首要斷開之設備，另外中性區間亦會切開SIV供電。

假使訊號傳輸異常，即有可能使系統誤判斷為SIV異常而使其切開，徒增故障之虞，還會造成司機員必須分心去確認或排除故障，和「方便控制，減少應急處理時間」之目標背道而馳。

故追求更小的能耗、更高的穩定性及容量的同時，如何在複雜的控制系統下加入更多的故障判斷條件，使保護機制及異常訊號不會拖故障偵測的後腿，監控程序和軟體驗證是個值得探討和精進的問題。

未來臺灣軌道產業發展，近年來工業用逆變器技術亦不斷提升，如產業和鐵道業者共同投入CVCF類型電力轉換系統的靜態變流器SIV研究與開發，藉由鐵道技術研究及驗證中心，協助硬體與軟軟體及設備間通訊技術驗證，逐步在設備領域實現國產化願景。

### (三) 自動門系統建議

本局目前新購車輛皆以電動門機為主，數年前配合無階化施工亦將較舊車之 EMU500 型改為電動門機，就整體營運使用下，因為電動門機有上述優點，確實減少許多非必要之檢修程序及突發異常故障，可更靈活運用檢修人力，再加上新式車輛許多設備之優化後，都有故障偵測單元，可警示異常訊息及故障概況，故只要正常落實施以維護保養，即可保持車輛有一定之穩定性及可靠度，提供大眾安全、舒適及便捷之鐵路運輸。

### (四) 車廂空調系統建議

該空調系統並非如以往的只以控制卡與繼電器做邏輯控制，這次是以電子卡執行網路傳輸與繼電器控制，雖然在電路部分變得簡單許多，但電子卡的故障往往只能藉由更換電子卡來解決；電子元件終將老化，且空調屬於重要的客服設備之一，所以必須盡早對要求廠商提供備品，並進行電子卡的逆向還原破解，以避免對後續的營運造成不良影響。