

出國報告書（出國類別：其他）

空調通勤電聯車 520 輛購車案 專業訓練

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：古寶興 副處長

吳昌諭 副工程司

盧彥宏 幫工程司

徐俊雄 幫工程司

蔡宜青 助理工務員

杜冠衡 助理工務員

何威宏 技術助理

派赴國家/地區：韓國/昌原、日本/府中

出國期間：112年6月7日至6月22日

報告日期：112年8月30日

目 錄

壹、 目的.....	1
一、 出國依據.....	1
二、 出國目的.....	1
貳、 受訓過程.....	2
一、 受訓日程.....	2
二、 受訓日誌.....	3
參、 專題報告.....	9
一、 牽引動力系統.....	9
(一). 功能概述:.....	9
(二). 系統介紹:.....	9
(三). 系統組件功能介紹:.....	12
(四). 維修保養:.....	18
二、 軀機系統.....	19
(一). 系統概述.....	19
(二). 各系統組件.....	22
三、 TCMS.....	33
(一). 概述.....	33
(二). 系統介紹.....	33
四、 輔助供電系統 SIV.....	41
(一). 概述.....	41
(二). 系統介紹.....	42
(三). EMU 輔助電源之演變.....	52
肆、 心得及建議.....	54
一、 心得.....	54

(一).	空氣壓縮機課後心得.....	54
(二).	靜式變流器課後心得.....	55
(三).	TCMS 課後心得.....	57
二、	建議	60
(一).	輔導 TCMS 優先國產化.....	60
(二).	設置軸重量測設備.....	60
伍、	參考資料.....	61

圖 目 錄

圖 1 輔助電氣課程	3
圖 2 軔機系統上課	3
圖 3 軔機系統上課	4
圖 4 空氣壓縮機示意圖	4
圖 5 列車控制與監控系統上課	4
圖 6 列車控制與監控系統架構說明	4
圖 7 傳送主控制器信號說明	5
圖 8 TCMS 故障等級說明	5
圖 9 車門元件說明	5
圖 10 門機驅動功能說明	5
圖 11 轉向架說明	6
圖 12 空調機位置說明	6
圖 13 空調原理說明	6
圖 14 府中事務所介紹	7
圖 15 主變壓器說明	7
圖 16 避雷器說明	8
圖 17 主變壓器之目視檢查說明	8
圖 18 牽引馬達技術說明	8
圖 19 馬達剖面樣品	8
圖 20 主變壓器示意圖	10
圖 21 主變更壓電路圖	10
圖 22 主變壓器車輛配置圖	11
圖 23 主變壓器安裝位置圖	11
圖 24 2M 主變壓器外觀圖	11
圖 25 1M 主變壓器外觀圖	12
圖 26 一次側高壓裝套	13

圖 27 低壓端子.....	14
圖 28 2M 主變壓器油冷卻器圖	14
圖 29 2M 主變壓器油冷卻器圖	14
圖 30 油泵圖.....	15
圖 31 油泵繼電器圖.....	15
圖 32 溫度計電器-1	15
圖 33 溫度計電器-2.....	15
圖 34 釋壓閥圖.....	16
圖 35 真空閥、排放閥圖	16
圖 36 呼吸器及金屬伸縮囊圖	16
圖 37 2M 主變壓器外觀圖	17
圖 38 油位指示計位置圖.....	17
圖 39 主變壓器鼓風機圖.....	17
圖 40 主控制器操作減速指令	19
圖 41 司軔閥操作減速指令	20
圖 42 牽引力模式緊軔指令	20
圖 43 EO 模式緊軔指令	21
圖 44 BP 模式緊軔指令	21
圖 45 BP 模式分配閥 Cv 流向	22
圖 46 空氣供應設備	22
圖 47 空氣壓縮機故障狀況	23
圖 48 空氣壓縮機 VV120-T	23
圖 49 EP COMPACT	25
圖 50 EP COMPACT 氣路圖	25
圖 51 碟式軔缸	26
圖 52 踏面軔缸	27
圖 53 速度感測器與極輪	28

圖 54 速度感測器	28
圖 55 防滑閥	29
圖 56 空氣懸吊設備氣路圖	30
圖 57 氣動訊號設備氣路圖	31
圖 58 輔助空氣壓縮機	32
圖 59 EMU900 型 TCMS 架構圖	33
圖 60 主控制器、TCMS 與 TCU 通訊示意圖.....	34
圖 61 司軔閥、TCMS、TCU 及 BECU 通訊示意圖.....	35
圖 62 輔助轉供與 TCMS 通訊示意圖.....	35
圖 63 照明控制示意圖	36
圖 64 TCMS 「SIV 狀態」的 SIV 手動轉供.....	36
圖 65 TCMS 照明設定	36
圖 66 牽引馬達切斷控制示意圖	37
圖 67 主控 TCU 控制通訊示意圖	37
圖 68 TCMS 「主控變更」功能鍵	38
圖 69 TCMS 「APC 設定」	38
圖 70 APC 與 TCMS 控制示意圖	38
圖 71 HVAC 與 TCMS 通訊示意圖	39
圖 72 TCMS 下載資料-運轉紀錄	39
圖 73 TCMS 運轉紀錄_DI 介面	40
圖 74 TCMS 下載資料-故障數據	40
圖 75 靜式變流器配置圖	41
圖 76 靜式變流器電路圖	42
圖 77 主電路架構圖	42
圖 78 SIV 外側箱體	43
圖 79 SIV 內側箱體	43
圖 80 SIV 內部零件俯視圖.....	43

圖 81 控制線路圖	44
圖 82 控制單元方塊圖控制線路圖.....	44
圖 83 控制單元實體圖	45
圖 84 監控程序.....	45
圖 85 閘極驅動器 GDU	46
圖 86 整、變流模組	46
圖 87 EMU500、600 SIV 靜式變流器	53
圖 88 EMU600、700 SIV 靜式變流器	53
圖 89 TEMU2000 型螺旋式空氣壓縮機.....	55
圖 90 EMU900 無油式空氣壓縮機	55
圖 91 EMU 800 型 SIV 模組配置圖.....	56
圖 92 EMU 900 型 SIV 整流模組配置圖	56
圖 93 EMU 900 型 SIV 整流模組配置圖.....	57
圖 94 TEMU2000 型 4 車 TCMS 故障之畫面.....	57
圖 95 EMU900 型 TCMS-TU 故障畫面.....	58
圖 96 TEMU2000 型故障紀錄畫面	58
圖 97 EMU900 故障紀錄畫面	59
圖 98 TCMS-故障紀錄統計分析畫面.....	59

表 目 錄

表 1 受訓日程內容	2
表 2 空氣壓縮機規格	24
表 3 碟式軔缸對照表 1	26
表 4 踏面軔缸對照表	27
表 5 速度感測器對照表	28
表 6 防滑閥對照表	29
表 7 空氣懸吊設備對照表	30
表 8 氣動訊號設備對照表	31
表 9 輔助空氣壓縮機對照表	32
表 10 SIV 供應負載項目	47
表 11 CHK 接觸器規格一覽	47
表 12 LK 接觸器規格一覽	48
表 13 DSK 接觸器規格一覽	48
表 14 DSR 電阻規格一覽	49
表 15 FC 直流濾波電容器規格一覽.....	49
表 16 BL 升壓電抗器規格一覽	50
表 17 ACL 交流濾波電抗器規格一覽.....	50
表 18 CONV、INV 模組規格一覽	51
表 19 IGBT 規格一覽	51
表 20 SIV 控制單元 SEN 板燈號說明.....	52

壹、 目的

一、 出國依據

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，以利臺鐵局執行電聯車之試運轉及保養維修等工作。

二、 出國目的

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計有112年6月及8月各1梯次共計14員，後續仍有在臺灣本地專業訓練之時數（人員預定再增加數員）。

為培養專業電聯車動力系統之檢修種子師資人員，分批指派機務處及廠、段等人員前往日本車輛組裝廠、主要機電系統供應廠接受專業訓練。本批7人係本112年度第1批次奉派至韓國及日本自112年6月7日起至112年6月22日止，地點為韓國昌原〔現代樂鐵公司〕及日本東京〔東芝府中〕。訓練內容為軀機系統、輔助供電系統、牽引系統等多項為期16天。本次訓練期滿返國後，擬將赴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（如產銷購料、生產製造、品管檢驗、教育訓練、出貨運送等）概念及將ISO品質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細節。本次專業受訓時數雖僅11日共計66小時，實為後續本局運轉、維修技術轉移與傳承之重要基石。

貳、 受訓過程

一、 受訓日程

表 1 受訓日程內容

名 稱	空調通勤電聯車520輛購案專業訓練		
期 間	自112年6月7日至112年6月22日止		
年 月 日	星 期	辦 理	事 項
2023/06/07	星期三	啟程(移動日)，桃園機場→韓國釜山→昌原	
2023/06/08	星期四	輔助電氣系統/電池充電器 軀機系統	
2023/06/09	星期五	軀機系統	
2023/06/10~11	星期六、日	例假日	
2023/06/12	星期一	參觀昌原工廠、列車控制與監控系統	
2023/06/13	星期二	列車控制與監控系統	
2023/06/14	星期三	門機系統	
2023/06/15	星期四	車輛控制電路、列車操作、VCC 系統模式 轉向架系統 照明系統	
2023/06/16	星期五	空調系統 維修需用之特殊工具、儀器、實物操作訓練、測驗	
2023/06/17	星期六	移動日：昌原→釜山國際鐵道技術產業展	
2023/06/18	星期日	移動日：釜山→東京	
2023/06/19	星期一	府中事業所介紹 設施參觀 三重工廠簡介 主變壓器	
2023/06/20	星期二	濱川崎工廠簡介 避雷器 馬達、鼓風機	
2023/06/21	星期三	牽引系統	
2023/06/22	星期四	回程（成田機場-桃園機場）	

二、受訓日誌

六月七日〈星期三〉

啟程(移動日)，由桃園機場搭乘中華航空公司CI188班機抵達韓國釜山金海機場。

六月八日〈星期四〉

課程名稱	課程大要	講師姓名
輔助電氣系統	1. 系統說明 2. 故障查修 3. SIV 轉供程序 4. 整流/變流模組更換程序	Lee Jae Wook
電池充電器	1. 系統說明 2. 故障查修 3. 更換程序	Lee Jae Wook
軔機系統	系統概要	MoonSung Choi YoungJae Kim



圖 1 輔助電氣課程



圖 2 軔機系統上課

六月九日〈星期五〉

課程名稱	課程大要	講師姓名
軔機系統	1. 系統組成 2. 系統維護 3. 主要元件維護	MoonSung Choi YoungJae Kim



圖 3 軛機系統上課

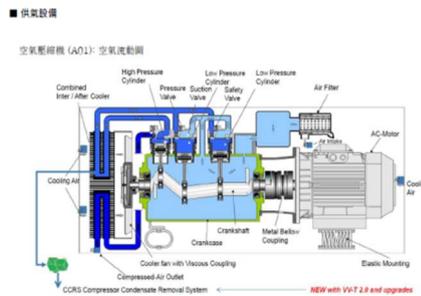


圖 4 空氣壓縮機示意圖

六月十日〈星期六〉

例假日

六月十一日〈星期日〉

例假日

六月十二日〈星期一〉

課程名稱

課程大要

講師姓名

昌原工廠參訪

工廠觀摩

列車控制與監控系統

1. 系統架構

Lim Chang Kyun

2. 控制功能說明



圖 5 列車控制與監控系統上課

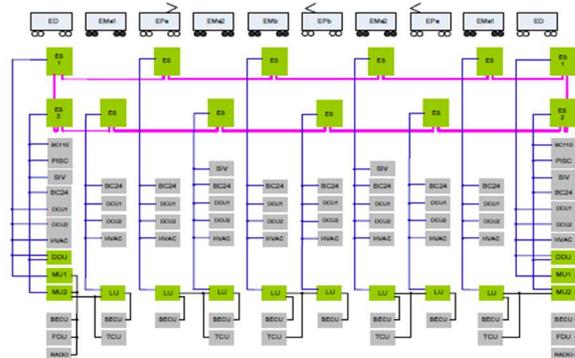


圖 6 列車控制與監控系統架構說明

六月十三日〈星期二〉

課程名稱

課程大要

講師姓名

列車控制與監控系統

1. 監視功能說明

Lim Chang Kyun

2. 測試功能說明

3. 故障檢測

4. 紀錄功能說明



圖 7 傳送主控制器信號說明

故障等級 Fault Level	故障清單 Fault list	故障紀錄 Fault recording	故障訊息 Message		備註 Remark
			一般故障指示燈 General fault lamp	警告音 Warning Sound	
A 故障 Class A	0	0	0	0	主要 Major
B 故障 Class B	0	0	0	X	中等 Medium
C 故障 Class C	X	0	X	X	次要 Minor

圖 8 TCMS 故障等級說明

六月十四日〈星期三〉

課程名稱

課程大要

講師姓名

門機系統

1. 系統說明
2. 設備維護保養
3. 故障查修

Zhou Xiaobo

Yang Wenwei

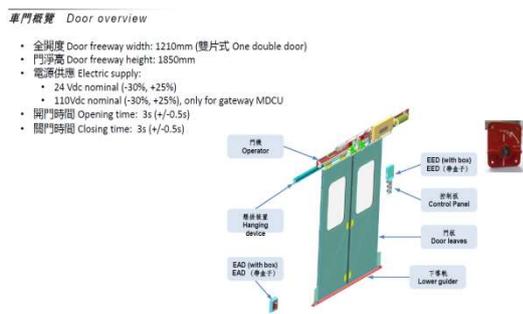


圖 9 車門元件說明

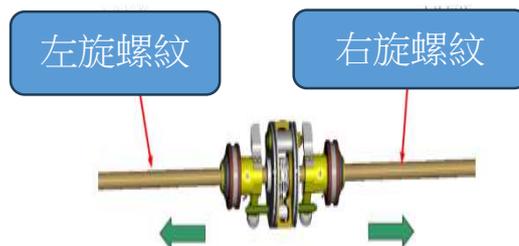


圖 10 門機驅動功能說明

六月十五日〈星期四〉

課程名稱

課程大要

講師姓名

車輛控制電路、列車操作VCC

1. 電路說明
2. 操作設計

Joen Min Seong

轉向架

1. 轉向架說明
2. 維護保養

Yang Bang Sub

照明系統

1. 系統說明
2. 維護保養
3. 故障查修

Dooseock, Choi

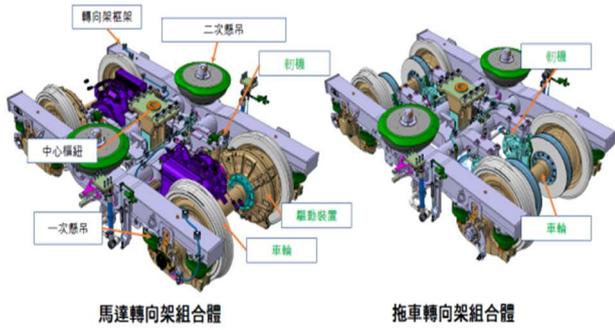


圖 11 轉向架說明

項目	規格
指定輸入電壓	DC 24V (18V ~ 32V)
電力消耗	20W以下 (亮度100%) 15W以下 (亮度75%) 10W以下 (亮度50%)
質量	低於71g
LED 類型	3538 1片 LED
LED 色溫	5700K(±500K)
LED 壽命	60,000小時以上
轉換器控制方式	脈流
操作溫度	-40°C~85°C



圖 13 客室照明系統說明

六月十六日 (星期五)

課程名稱

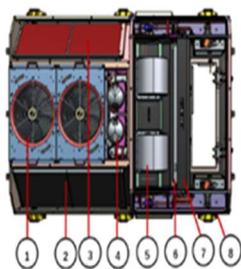
課程大要

講師姓名

空調系統

1. 空調概述
2. 設備介紹
3. 保養維修
4. 故障排除

Yang, Lily



Item	Description	Remarks
1	Condenser fan	冷凝風機
2	Condenser coil RH	右冷凝器
3	Condenser coil LH	左冷凝器
4	Compressor	壓縮機
5	Supply fan	送風風機
6	Air heater	電加熱
7	Evaporator coil	蒸發器
8	Vibration mount	減震器

圖 12 空調機位置說明

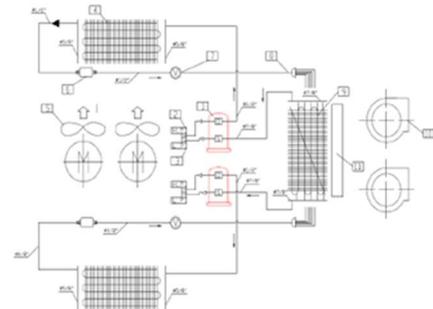


圖 13 空調原理說明

六月十七日 (星期六)

移動日：昌原→釜山國際鐵道技術產業展

六月十八日 (星期日)

移動日：由韓國釜山機場搭乘大韓航空公司KE2129班機抵達日本東京

六月十九日〈星期一〉

課程名稱	課程大要	講師姓名
府中工廠參訪	工廠觀摩	
主變壓器	1. 主變壓器概述 2. 保養維護 3. 故障查修	Shikii Masatoshi



圖 14 府中事務所介紹



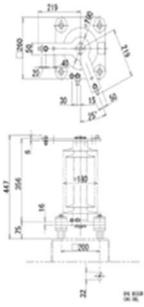
2M主變壓器

1M主變壓器

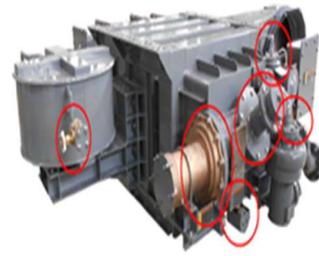
圖 15 主變壓器說明

六月二十日〈星期二〉

課程名稱	課程大要	講師姓名
避雷器	1. 避雷器概述 2. 保養維護 3. 故障查修	Aka Yoshiaki
馬達/主變壓器鼓風機	1. 電動機概述 2. 保養維護 3. 故障查修	Watanabe Hiroyuki



- 型號：RYLQC-38.5LPLY (聚材質型)
- 額定電壓：38.5kV
- 公稱電壓：25kV
- 公稱放電電流：10kA
- 臨界操作電壓：超過57.6kVrest
(1mAcrest直流電流下的避雷器終端電壓)
- 最大殘留電壓：5kA 時為 96.6kV 或更低
10kA 時為 102kV 或更低
- 耐受放電電流：
脈衝電流,100kA (4x10us)x2
方波電流,700Ax2msx20
- 重量：18kg



2M

圖 16 避雷器說明

圖 17 主變壓器之目視檢查說明

六月二十一日〈星期三〉

課程名稱

課程大要

講師姓名

牽引系統

1. 系統說明
2. 保養維護
3. 故障查修

Furugori Masahiko



圖 18 牽引馬達技術說明



圖 19 馬達剖面樣品

六月二十二日〈星期四〉

回程（由東京成田機場搭乘中華航空公司CI101班機抵達臺灣桃園機場）

參、 專題報告

一、 牽引動力系統

(一). 功能概述：

1. 2M 主變壓器：

- (1).額定電壓： 一次側 25000 V、二次側 2*1040 V、三次側 2*496 V。
- (2).額定電流： 一次側 78.8 A、二次側 697 A、三次側 524 A。
- (3).額定功率： 一次側 1970 kVA、二次側 1450 kVA、三次側 520 kVA。
- (4).統整流方式： PWM 方法。
- (5).冷卻方式： 強制冷卻。
- (6).冷卻風扇風量：150 m³/min 。
- (7).絕緣油：矽油(二甲基聚矽氧烷) 約 445 升。

2. 1M 主變壓器：

- (1).額定電壓： 一次側 25000 V、二次側 1040 V。
- (2).額定電流： 一次側 29.0 A、二次側 697 A。
- (3).額定功率： 一次側 725 kVA、二次側 725 kVA。
- (4).統整流方式： PWM 方法。
- (5).冷卻方式： 自然冷卻。
- (6).絕緣油：矽油(二甲基聚矽氧烷) 約 210 升。

(二). 系統介紹：

1. 系統設置：

主變壓器的功能是将集電弓裝置引入之一次側 25kV 電車線電源降至二次側交流主電力系統電路，供應牽引馬達輸出列車動力及三次側的靜式變流器(SIV)系統電路，供應列車客服設備電力使用。

有別於 EMU700、800、1000、2000 型 8 輛電聯車，以 4-4 的車輛進行編組不同，EMU900 型採用 10 輛 1 編組方式，以 4-2-4 的車輛方式進行列車編組，因此在動力供應上，分別設計了 2 個 2M 及 1 個 1M 的主變壓器，其中 2 個 2M 變壓器主要為前後端各 4 輛

車輛供應電力，另 1 個 1M 變壓器則提供中央 2 輛車輛之供應電力。

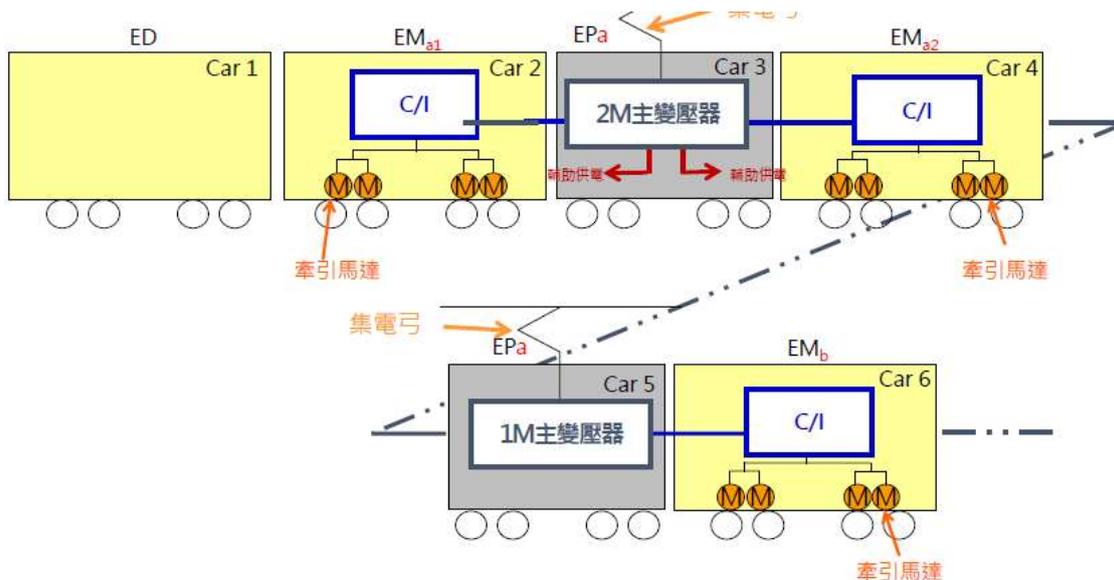


圖 20 主變壓器示意圖

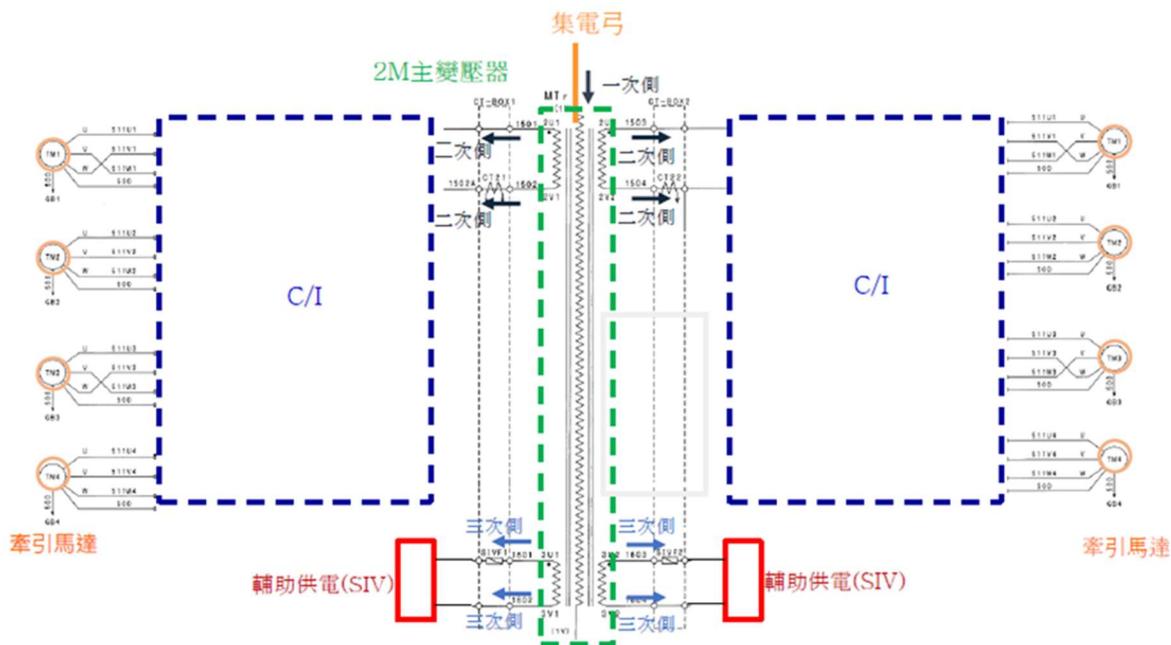


圖 21 主變更壓電路圖

2. 車輛配置：

空調通勤電聯車 520 輛的列車編組中，主變壓器配置於列車之第 3、5、8 車中的 EP 車上，其中第 3、8 車為 2M 主變壓器，供給第 2、4、7、9 車之牽引系統及輔助供電系統；第 5 車為 1M 主變壓器，共給第 6 車牽引系統。

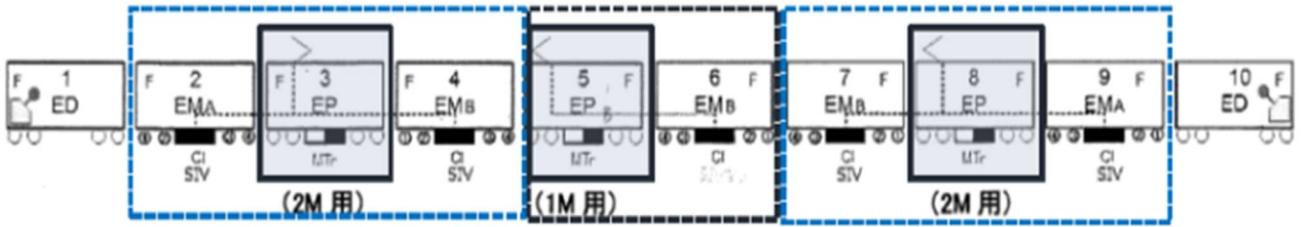


圖 22 主變壓器車輛配置圖

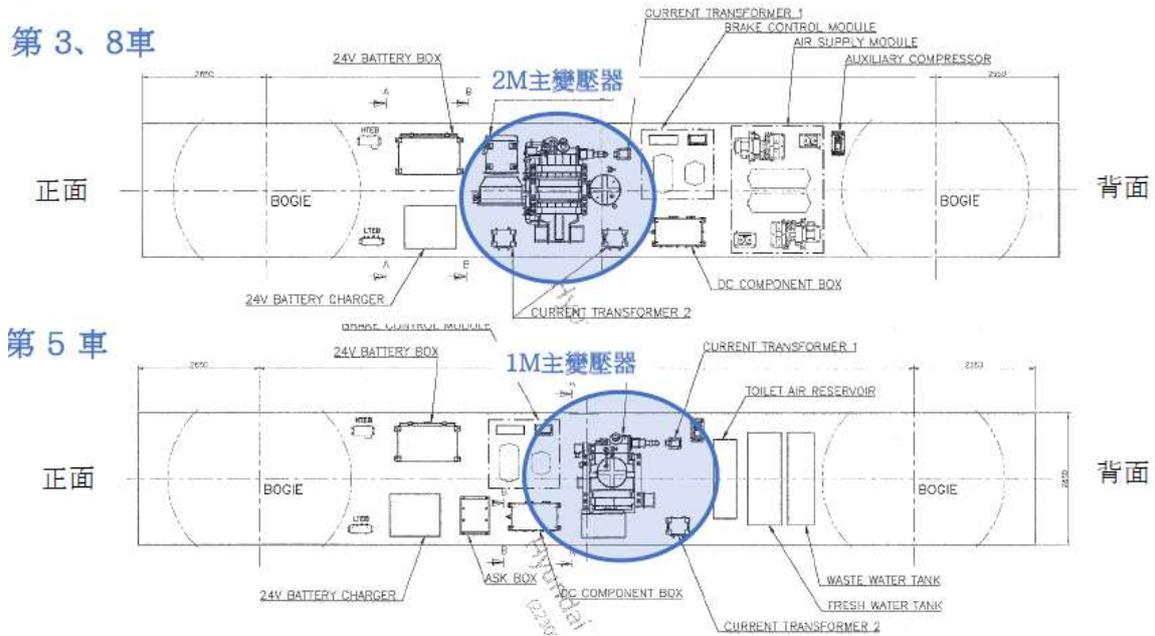


圖 23 主變壓器安裝位置圖



圖 24 2M 主變壓器外觀圖

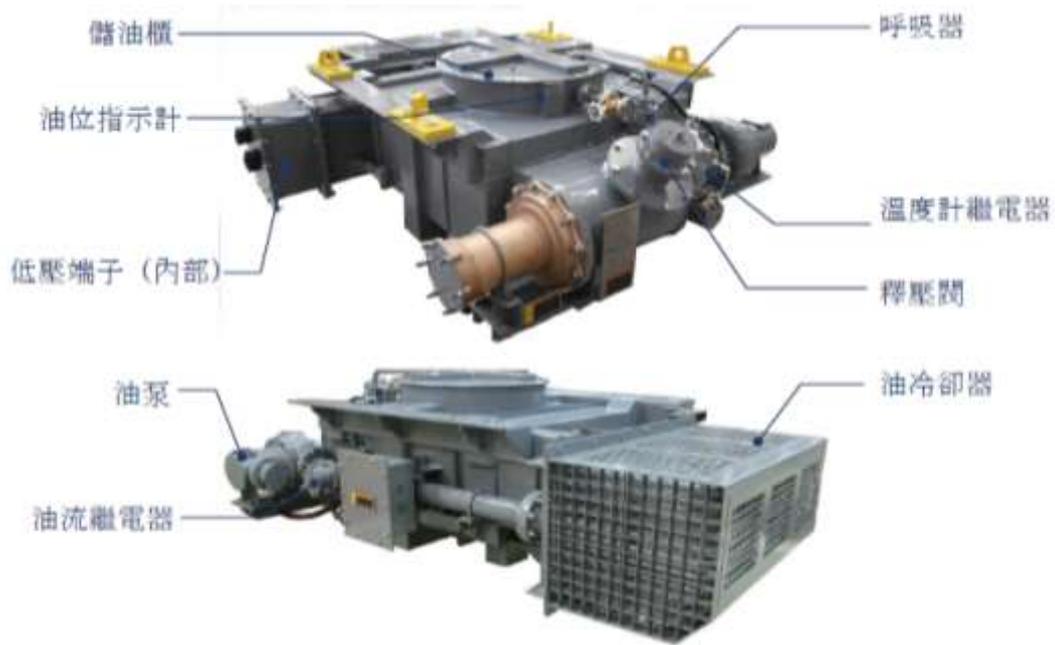


圖 25 1M 主變壓器外觀圖

(三). 系統組件功能介紹：

1. 一次側高壓穿套：是一個從集電弓側接收 25kV 電源的端子。並且具有防水功能。
2. 低壓端子：低壓套管用保護罩覆蓋，以防止飛石損壞，並具有支撐接腳的功能，以防止雨水和灰塵污染。
3. 油冷卻器：油冷卻器完全由鋁製成並安裝保護裝置，並設有進氣過濾器，以防止飛石損壞。
 - (1).第 3、8 車，2M 主變壓器採用強制風冷卻系統。
 - (2).第 5 車，1M 主變壓器採用自然卻系統。
4. 油泵：驅動冷卻油循管，將主變壓器熱量帶往油冷卻器，經由外部空氣散熱。採用離心式油泵、具有直接循環使用變壓器油來冷卻馬達和潤滑軸承，冷卻油輸送量約 700 公升/每分鐘，並且此油泵可以長時間不潤滑使用。
5. 油泵繼電器：檢測油流率的下降。如果由於油泵故障等導致油流量下降到設定值以下，則繼電器的觸點閉合，以警告油流量下降，並且牽引轉換器關閉。油流繼電器具有防水結構並符合 IP65。

6. 溫度計電器：提供帶有溫度繼電器的溫度計，以防止變壓器過熱。帶溫度繼電器的溫度計有兩個觸點，一個觸點用於溫度大於攝氏 90 度時，降低輸出功率，另一個觸點用於溫度大於攝氏 100 度時，停止輸出功率。帶溫度繼電器的溫度計具有防水結構並符合 IP65。
7. 釋壓閥：以透過減輕在發生變壓器故障時，由於電弧引起的油中氣體產生的異常壓力來防止變壓器爆炸，並且油中各有一個閥和彈簧。當在變壓器中產生異常壓力時，閥門將被衝程驅動，並迅速釋放內部產生的氣體和油。當內部壓力下降時，閥自動復位，以防止油的連續流動。
8. 真空閥、排放閥
9. 呼吸器：安裝在金屬伸縮囊空氣側管末端，裝有吸附劑清潔空氣輸送中之灰塵。
10. 儲油櫃：使用完全密封的脫氣和脫水矽油。另外為防止由於油溫引起的容積變化，造成內部壓力改變。儲油箱通過金屬伸縮囊的伸縮運動吸收油的膨脹和收縮，從而將變壓器的內部壓力恆定地保持在與大氣壓相同的水平。
11. 油位指示計：用於透過檢查儲油箱金屬氣囊底面板上的標記來檢查油位。
12. 主變壓器鼓風機：三相感應電動機的結構，將冷卻空氣吹向油冷卻器，將滴管路油溫，用於冷卻主變壓器溫度。



圖 26 一次側高壓穿套

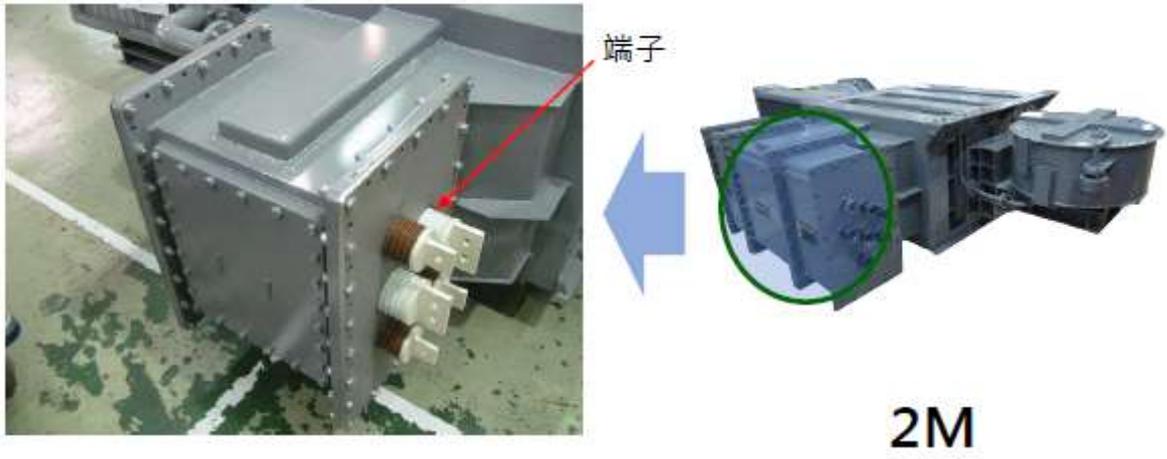


圖 27 低壓端子

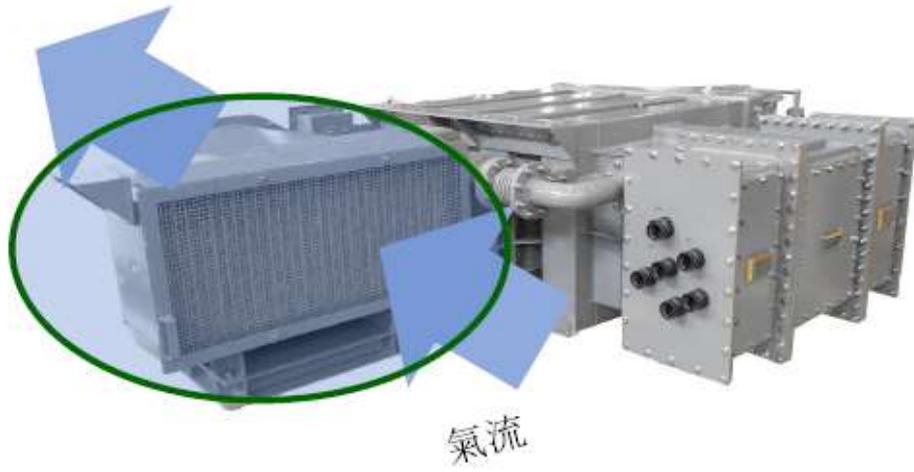


圖 28 2M 主變壓器油冷卻器圖

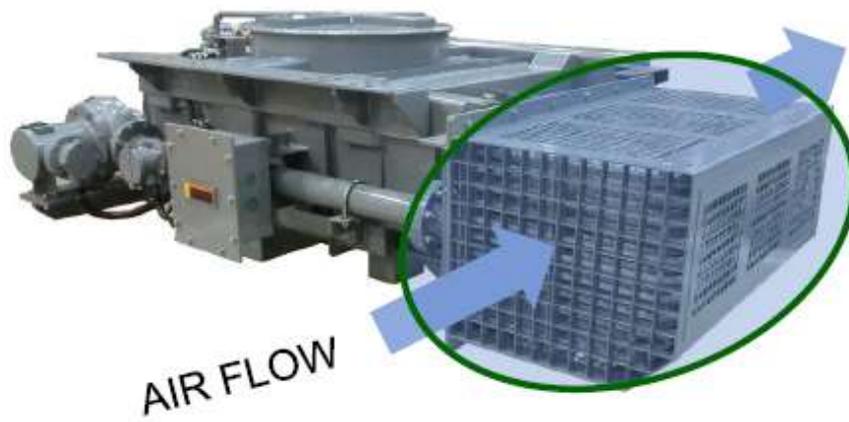
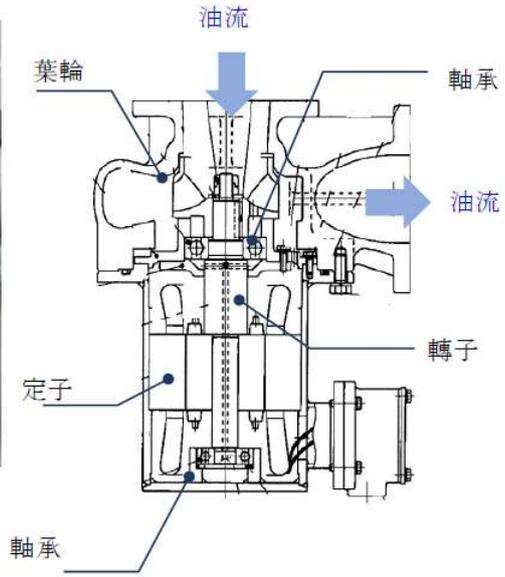


圖 29 2M 主變壓器油冷卻器圖



油泵	
類型	離心式
達成率	700 分升/分鐘
絕緣油泵送介質	矽油

圖 30 油泵圖



圖 31 油泵繼電器圖

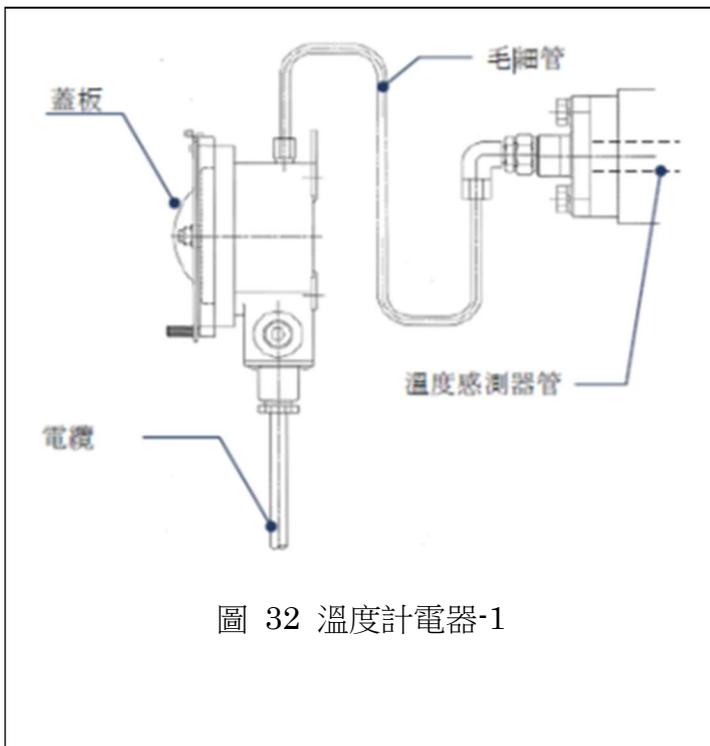


圖 32 溫度計電器-1



2M



1M

圖 33 溫度計電器-2



圖 34 釋壓閥圖



圖 35 真空閥、排放閥圖

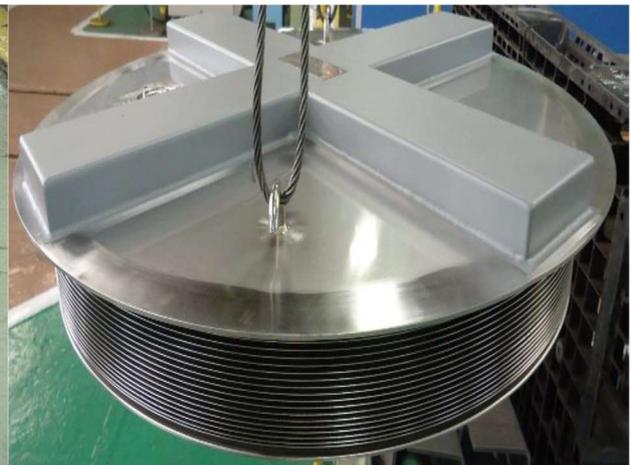


圖 36 呼吸器及金屬伸縮囊圖



圖 37 2M 主變壓器外觀圖

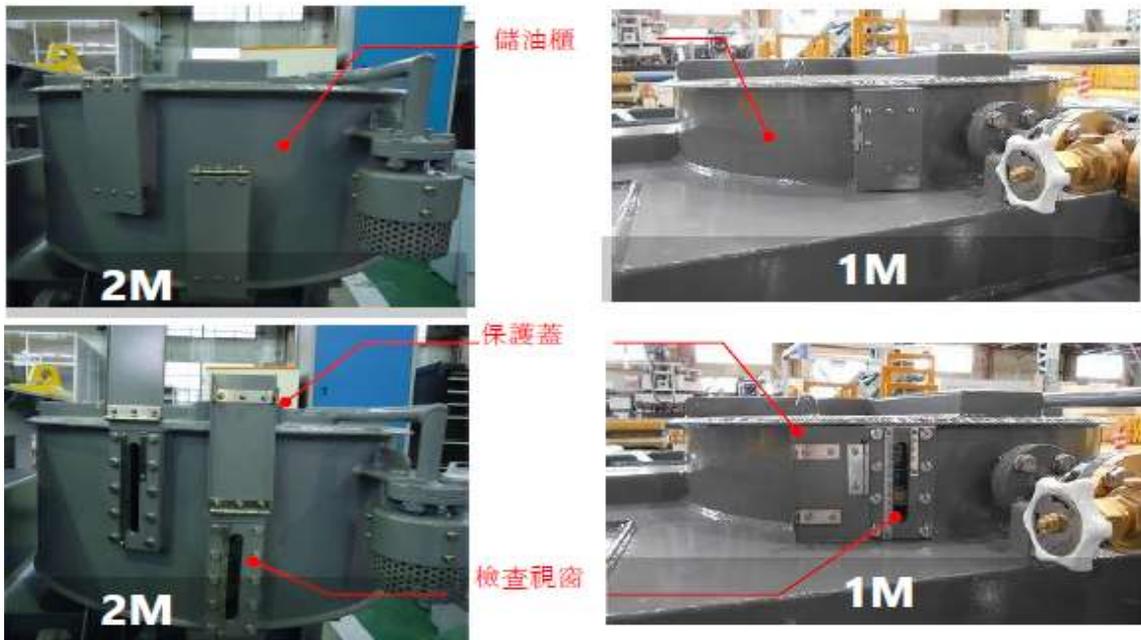


圖 38 油位指示計位置圖



圖 39 主變壓器鼓風機圖

(四). 維修保養：

主變壓器之功用為全列車之電力系統供給，如運轉異常，將造成全列出無電力輸出，列車動力及車上輔助裝置如空調、客服裝置等停止運作，影響甚鉅，因此主變壓器保養相當重要。

平時保養方面，應就在運行期間檢查異常噪音和異常振動，並定期檢視冷卻油位、呼吸器髒污沉積量、油泵、風泵狀況進行檢視，確保各機件運轉順暢；大修保養方面，應就油泵軸承、繼電器、絕緣油、橡膠油封組件、主變壓器鼓風機等進行分解、清潔，以確保冷卻效率。

二、 軔機系統

(一). 系統概述

1. 製造商：克諾爾 Knorr-Bremse
2. 系統設備：
 - (1). 空氣供應設備
 - (2). 軔機控制設備
 - (3). 煞車組件
 - (4). 車輪滑走保護設備
 - (5). 空氣懸吊設備
 - (6). 氣動訊號設備
 - (7). 輔助供氣設備
3. 緊軔性能：
 - (1). 常用緊軔減速率： 0.76m/s^2
 - (2). 緊急緊軔減速率： 1.18m/s^2
4. 操作模式：
 - (1). 速度控制模式：EP 軔機+電軔

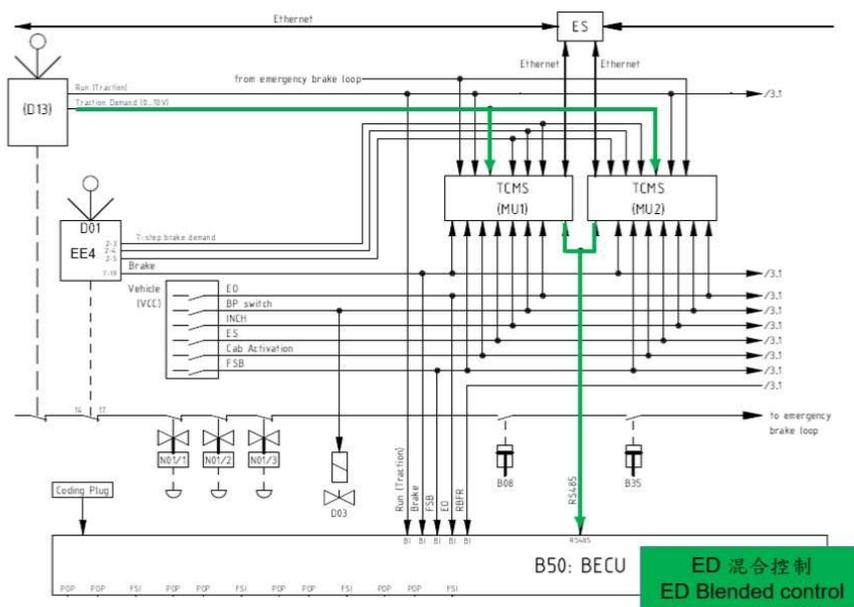


圖 40 主控制器操作減速指令

在速度控制模式時，司機員可使用主控制器或司軔閥來控制減速，當司機員設定速度比目前速度更低或將司軔閥把手置於緊軔位時，TCU 會送出緊軔指令而產生電軔，如果電軔力不足以達到緊軔需求時，則以 EP 軔機之氣軔來補充緊軔力。

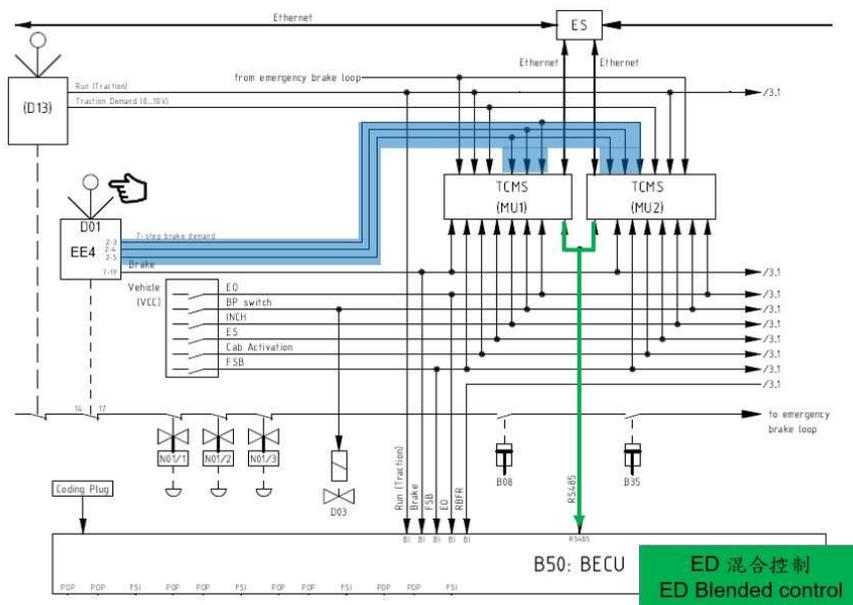


圖 41 司軔閥操作減速指令

(2). 牽引力模式：EP 軔機

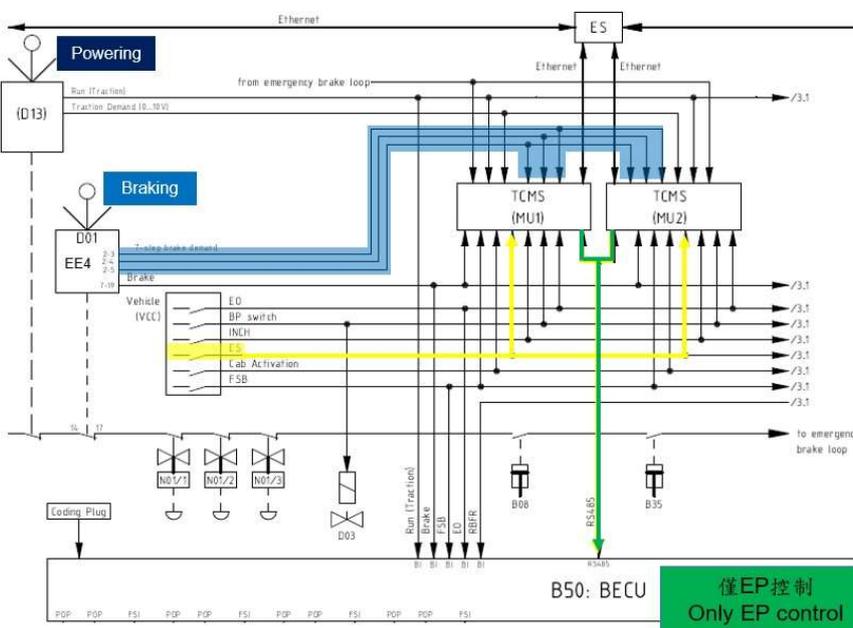


圖 42 牽引力模式緊軔指令

在牽引力模式時，只有 EP 軔機，而所有動力系統都不會產生電軔，司機員可藉由操作司軔閥把手來達到緊軔需求。

(3).EO 模式：只有最大 EP 軔機

當 TCMS 或網路出現故障時，可改為使用 EO 模式，在此模式下，當司軔閥輸出緊軔指令時，BECU 將會固定產生最大常用緊軔力，而所有動力系統都不會產生電軔。

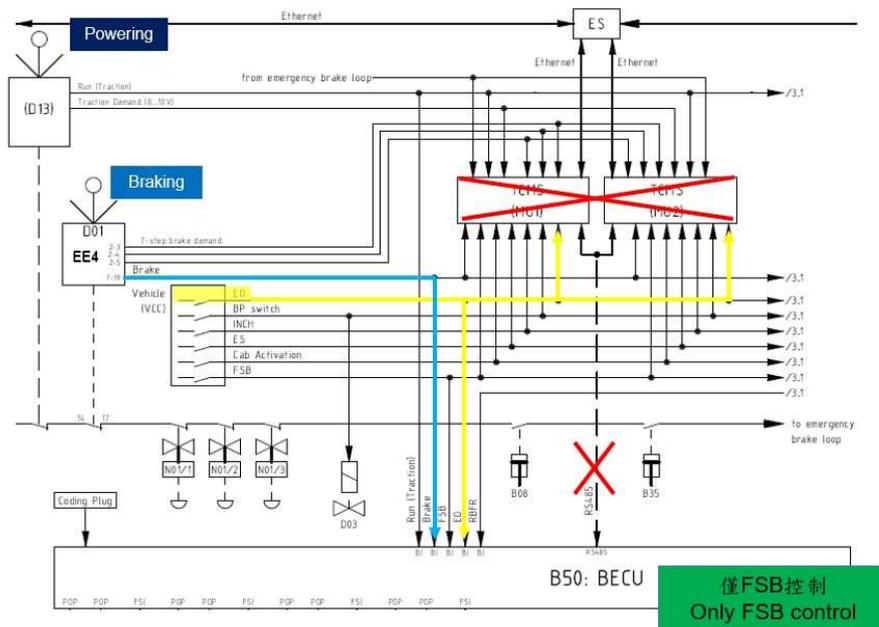


圖 43 EO 模式緊軔指令

(4).BP 控制模式：自動軔機

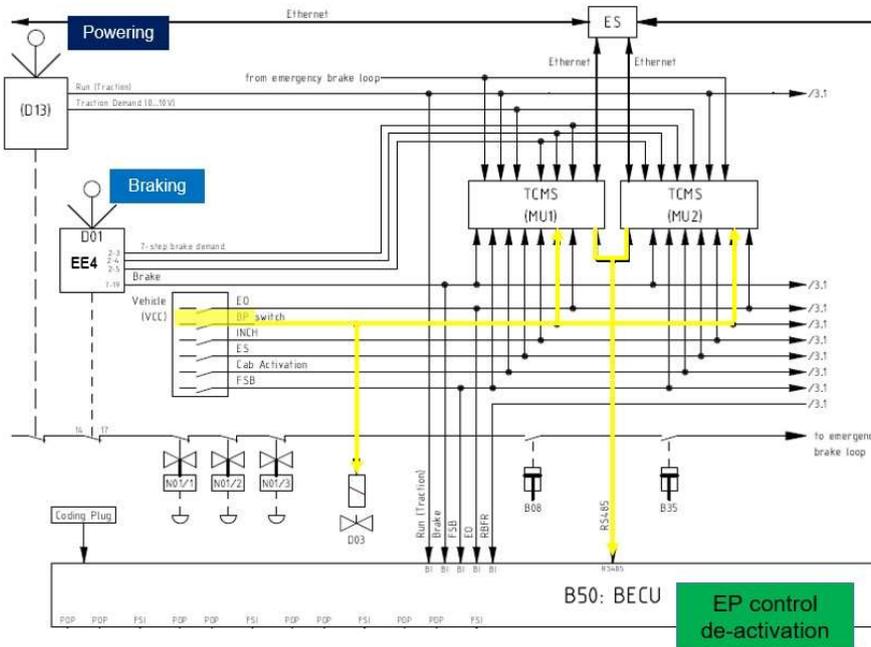


圖 44 BP 模式緊軔指令

列車經由操作司軔閥把手來控制 BP 壓力，當 BP 壓力降低時，分配閥所產生的預控壓力 Cv 將會傳送到 EDU，經由 EDU 產生軔缸壓力 C，軔缸壓力也會隨著負載的變化進行調整。

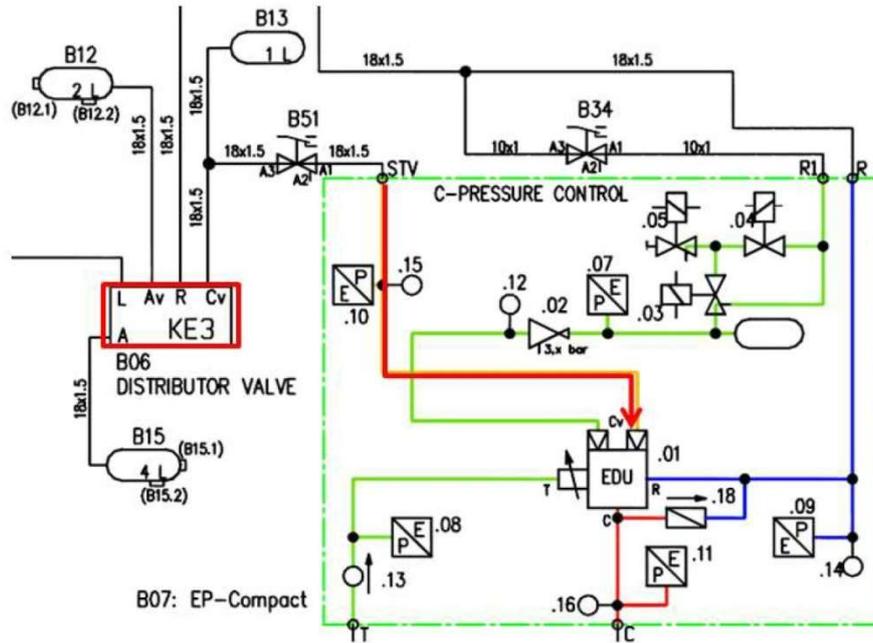


圖 45 BP 模式分配閥 Cv 流向

(二). 各系統組件

1. 空氣壓縮機控制邏輯

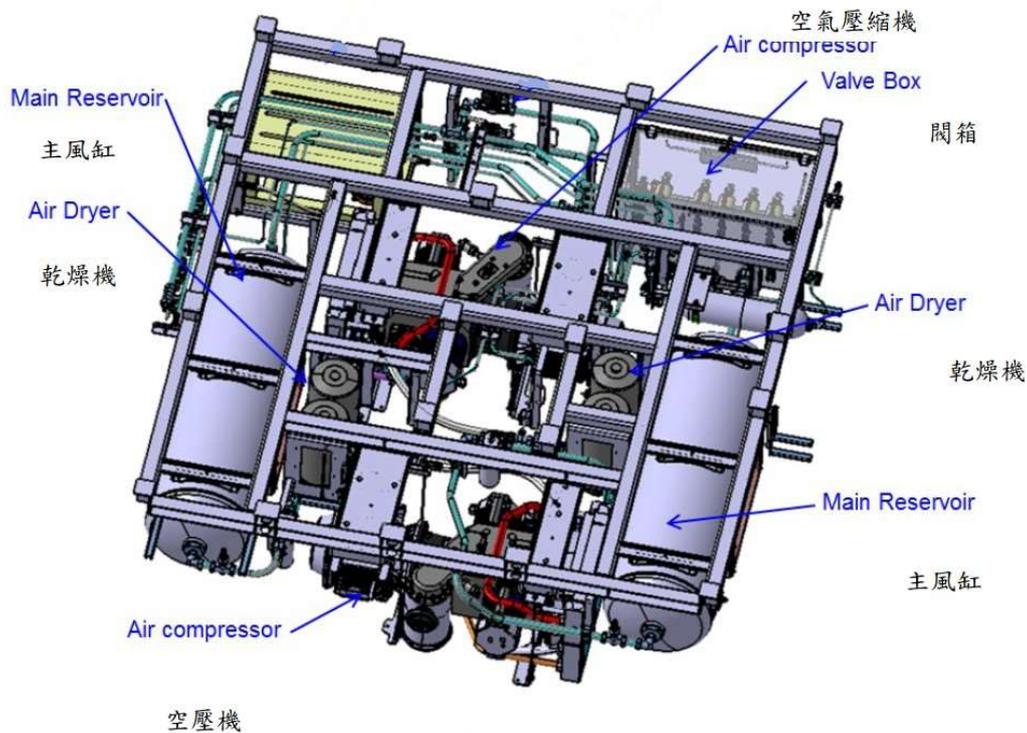


圖 46 空氣供應設備

EMU900 為了能提供充足的乾燥空氣，分別在 EPA 車安裝各兩套空氣供應設備，主要設備由主空氣壓縮機、空氣乾燥機、主風缸及壓力開關箱所組成。

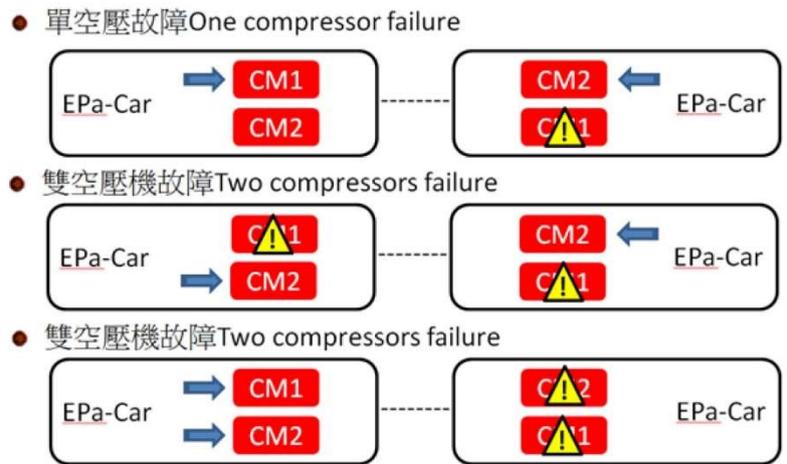


圖 47 空氣壓縮機故障狀況

MR 壓力在正常工作下，壓力維持在 8.5-10bar，由 TCMS 藉由壓力開關來控制主空氣壓縮機的運轉，在正常操作條件下同時只會有兩台主空氣壓縮機運轉，經由 TCMS 的日期，分單、雙日，單日由各 EPA 車的第一主空氣壓所機運轉，雙日則為第二主空氣壓縮機運轉，當有一台空氣壓縮機故障時，TCMS 會啟動同一 EPA 車之另一空氣壓縮機，當有兩台空氣壓縮機故障時，TCMS 會啟動另兩台空氣壓所機。若 MR 壓力降至 8bar，TCMS 則會啟動所有的空氣壓縮機，直到 MR 壓力達到 10bar 為止空氣壓縮機才停止運轉。

2. 空氣壓縮機規格及特性

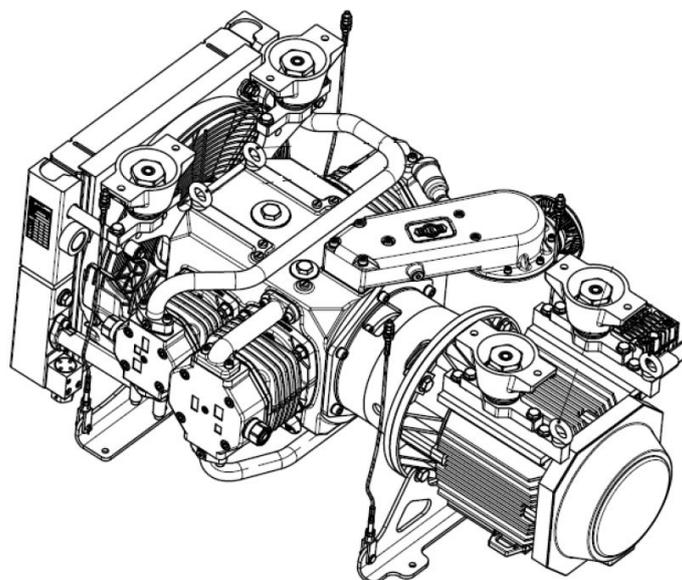


圖 48 空氣壓縮機 VV120-T

表 2 空氣壓縮機規格

項目	規格
型號	VV120-T 2.0
轉速	1745rpm
排氣量	990L/min±6%
環境溫度範圍	-40~50°C
電壓	440V±10%
頻率	60Hz
氣缸	3

EMU900 使用無油活塞式壓縮機 VV120-T 來產生軀機系統所需之壓縮空氣，無油式相較有油式更具備以下優勢：

- (1). 無油的壓縮空氣
- (2). 壓縮機無油汙
- (3). 無須檢查油位
- (4). 無須濾油器
- (5). 空氣乾燥機的使用間隔更長
- (6). 維護較少，成本更低

無油的空氣有助於延長空氣系統中之密封、活塞墊片以及閥座內之橡膠元件的壽命。也可延長空氣乾燥機的使用壽命。

VV120-T 有四項主要特點：

- (1). 冷卻空氣系統：增加冷卻效能，降低壓縮空氣溫度。
- (2). 改善摩擦系統：減少活塞與汽缸之摩擦，降低磨損。
- (3). 中間冷卻器排水系統：將壓縮空氣中的冷凝水在進高壓缸之前排出，可以保護高壓缸免受冷凝水的影響，並且降低壓縮空氣中的濕度。
- (4). 單側進氣系統：縮短過濾器交換時間，降低進氣速度，改善進氣口防雨。

3. 軀機控制單元(BCU)

軀機控制單元中的 EP Compact 裝置，型號 PU-C 模組是 Knorr-Bremse 為鐵路列車設計

和製造的系統，PU-C 模組負責壓力“C”的控制功能，壓力“C”即為傳遞給軔缸的壓力，駕駛車可由 BC 壓力表顯示。

EP Compact 主要功能：

- (1).具有可變壓力負荷閥，依負載校正軔力。
- (2).EP 軔機和自動軔機兩種相互獨立控制壓力“Cv”。
- (3).具有 EP 壓力調節器的軔機控制，有非常低遲滯的線性特性。
- (4).藉由電磁閥緊急緊軔。



圖 49 EP Compact

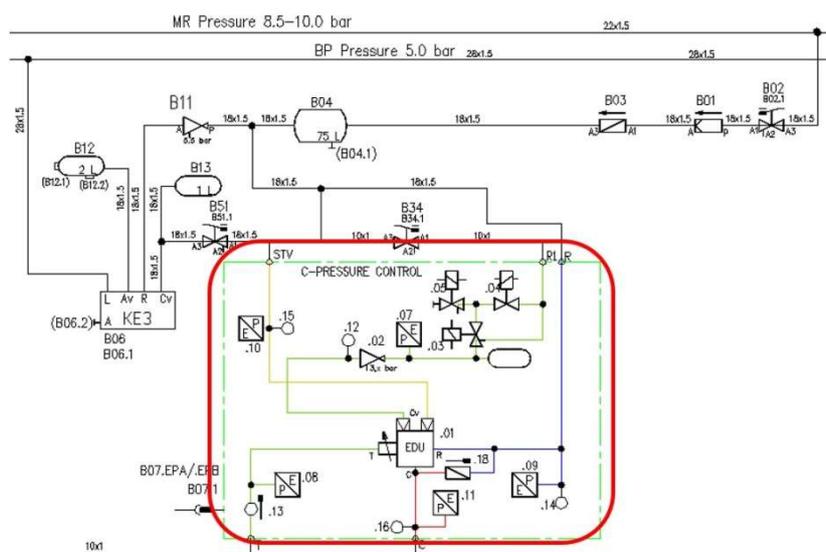


圖 50 EP Compact 氣路圖

4. 煞車組件

(1). 碟式剎缸(DBU)：型號 WZKT 20

碟式剎缸安裝在非動力車之轉向架上，它是緊湊型設計，便於安裝在車輛上的狹窄空間。碟式剎缸與裝在車軸上的碟盤摩擦，產生車輛的制動力。

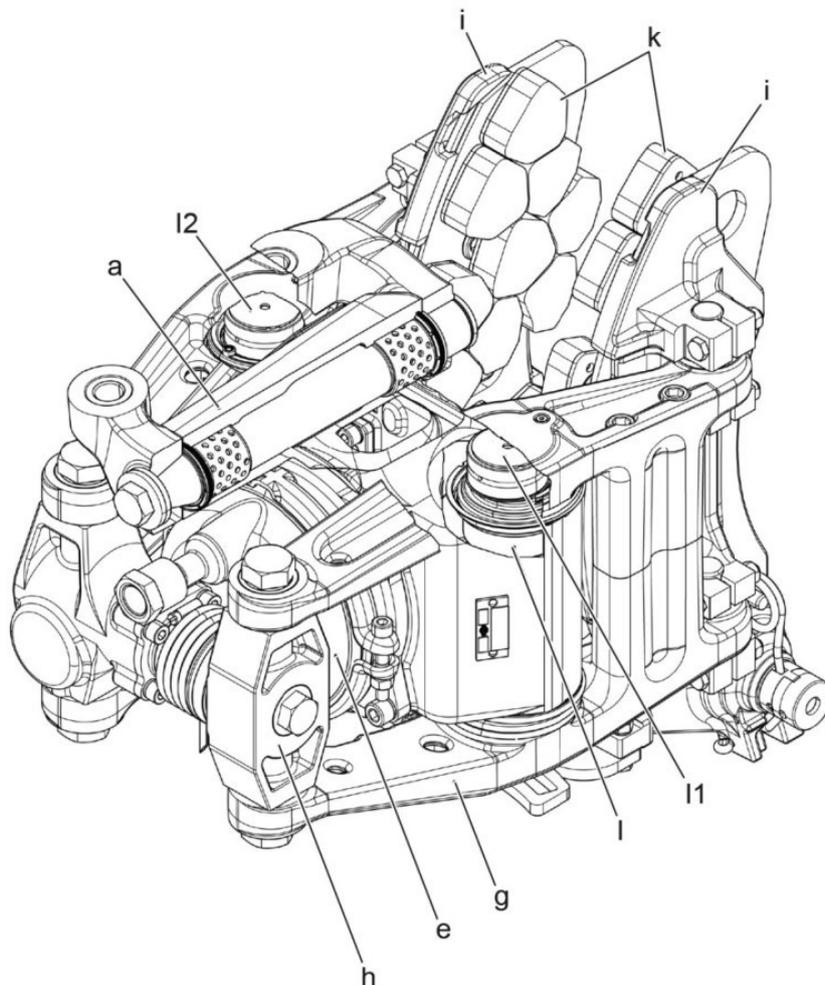


圖 51 碟式剎缸

表 3 碟式剎缸對照表 1

a	外殼	e	剎缸	g	卡鉗桿
h	間隙調整器	i	煞車片支架	k	煞車片
l	偏心軸	l1	偏心樞	l2	軸頸

(2).踏面軔缸(TBU)：型號 PEC7

踏面軔缸安裝在動力車之轉向架上，由軔缸、傳動機構及減速調整器的組合。整體組合緊密又節省空間，適合安裝在轉向架的狹窄空間。踏面軔缸與車輪踏面摩擦，產生車輛的軔力。

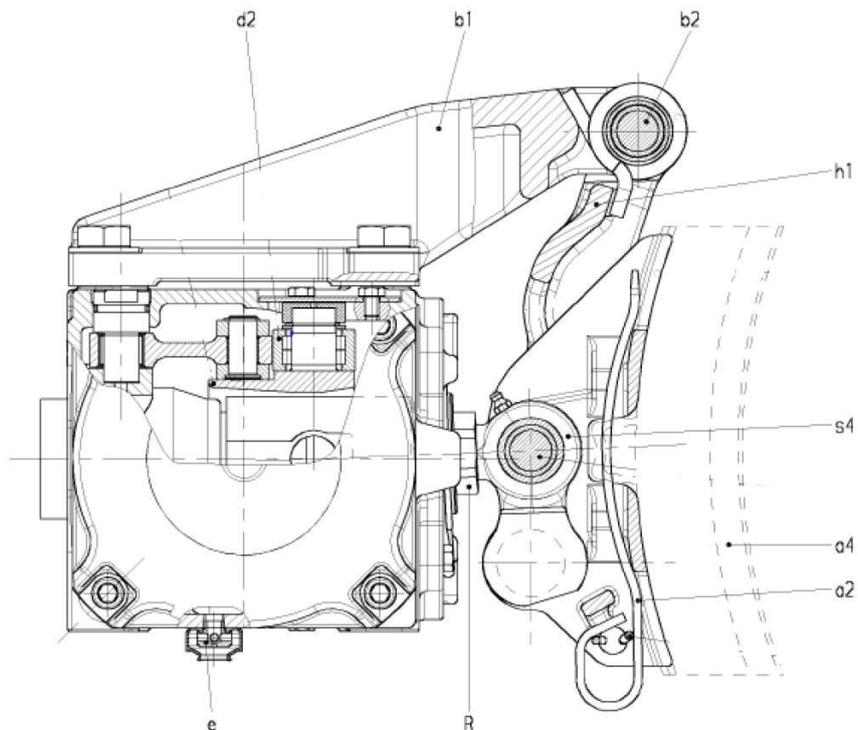


圖 52 踏面軔缸

表 4 踏面軔缸對照表

a2	閘瓦楔子	a4	閘瓦	b1	支架
b2	吊架銷	d2	插銷	e	通氣塞
h1	吊架	R	復位螺栓	s4	桿頭

5. 車輪滑走保護系統主要由速度感測器、防滑閥及軔機電子控制單元(BECU)組成，速度感測器安裝在每個車軸上，根據車軸的轉動，速度感測器產生與速度成比例的脈衝信號傳送至 BECU，來進行車輪滑走保護控制，防滑閥則根據 BECU 的控制做出反應。

(1). 速度感測器

速度感測器用於在沒有實際接觸的情況下感應極輪的速度，從而測量車軸速度。工作範圍從 1Hz~20KHz。

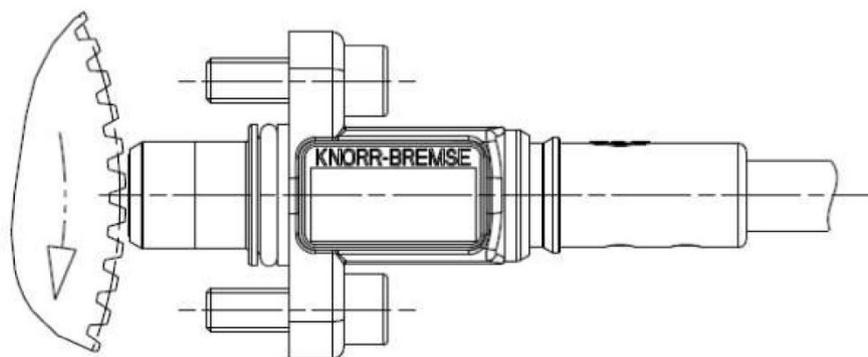


圖 53 速度感測器與極輪

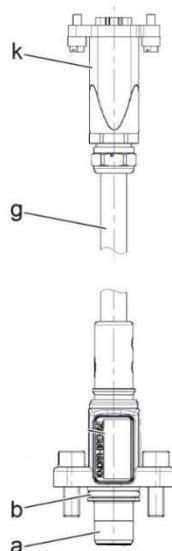


圖 54 速度感測器

表 5 速度感測器對照表

a	感測頭	b	O 型環
g	電纜	k	連接器

(2).防滑閥

防滑閥由 BECU 來控制，可逐步減少軔缸壓力，然後再重新增加至 BCU 設定的值。防滑閥有兩個路徑，常見的是通過氣孔 D 連接到 BCU 的輸出壓力 “C”，通過氣孔 C 連接到軔缸，另一路徑是氣孔 C 通過排氣口排氣。

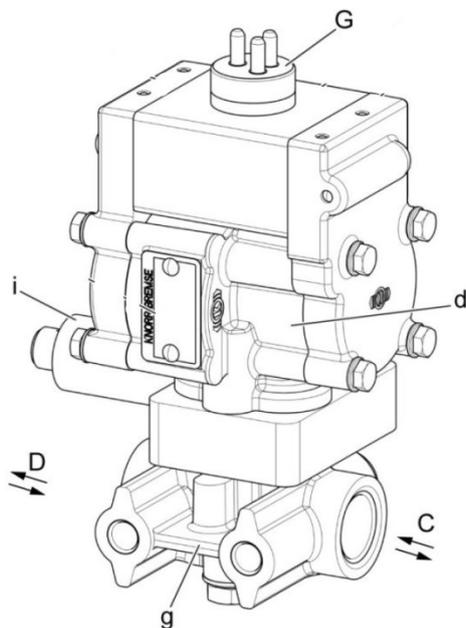


圖 55 防滑閥

表 6 防滑閥對照表

D	外殼	g	支架
I	壓力感測器	C	氣孔-通往軔缸
D	氣孔-通往 BCU	G	連接座

6. 空氣懸吊設備

壓縮空氣通過水平閥流向空氣彈簧，空氣彈簧壓力及車體高度由每個轉向架的水平閥控制，空氣彈簧壓力訊號作為車體負載訊號傳送到均壓閥中，均壓閥將兩個轉向架的平均壓力回送到 BOU 的 EP Compact，使軔機系統在緊軔時，可依負載變化調整負載補償。

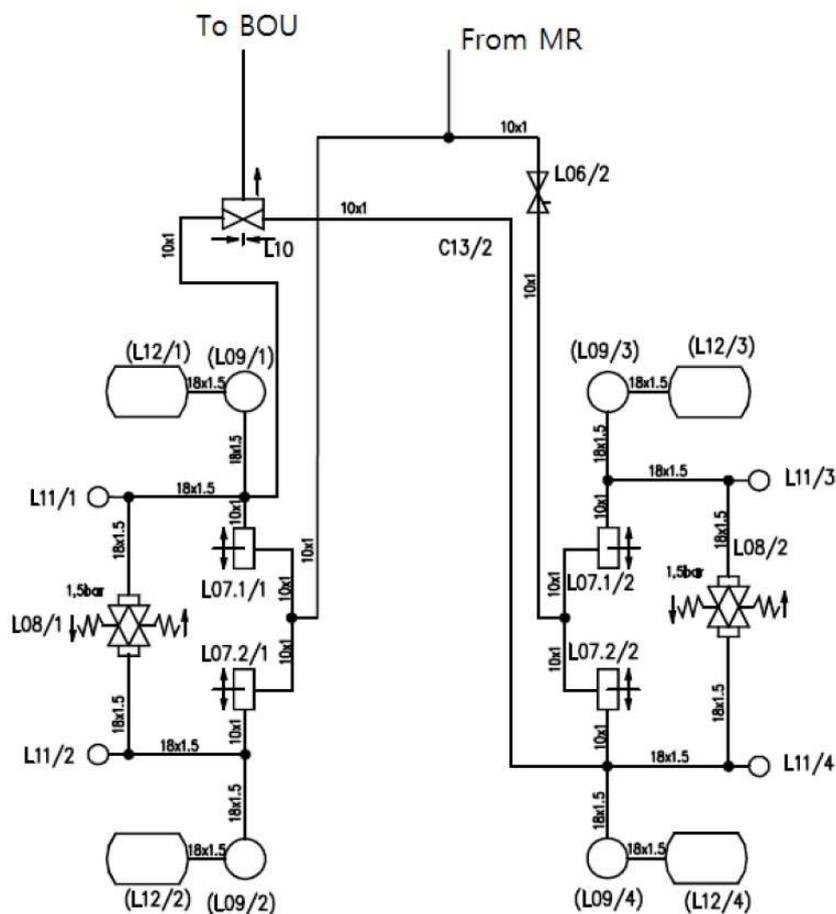


圖 56 空氣懸吊設備氣路圖

表 7 空氣懸吊設備對照表

L7	水平閥	L8	溢流閥
L9	空氣彈簧	L10	平均壓力閥

7. 氣動訊號設備

氣動訊號設備包含兩個獨立汽笛，低音汽笛的頻率為 370Hz，音量至少 90dB，高音汽笛的頻率為 660Hz，音量至少 110dB。

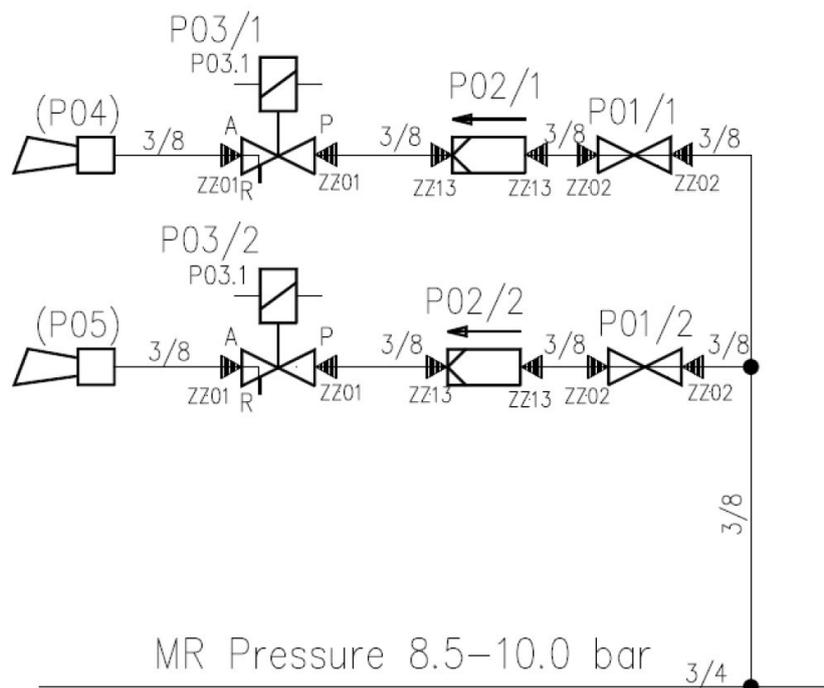


圖 57 氣動訊號設備氣路圖

表 8 氣動訊號設備對照表

P01	切斷考克	P02	空氣過濾器	P03	電磁閥
P04	低音汽笛	P05	高音汽笛		

8. 輔助供氣設備

輔助空氣壓縮機單元主要由壓縮機、直流馬達及乾式空氣過濾器組成，直流馬達由 DC110V 驅動。輔助空氣壓縮機用於升起集電弓，當車輛初啟動時，如果輔助風缸壓力低於 6.55bar 時，則輔助空氣壓縮機會作動，當壓力達 7.35bar 時，輔助空氣壓縮機會停止作動。

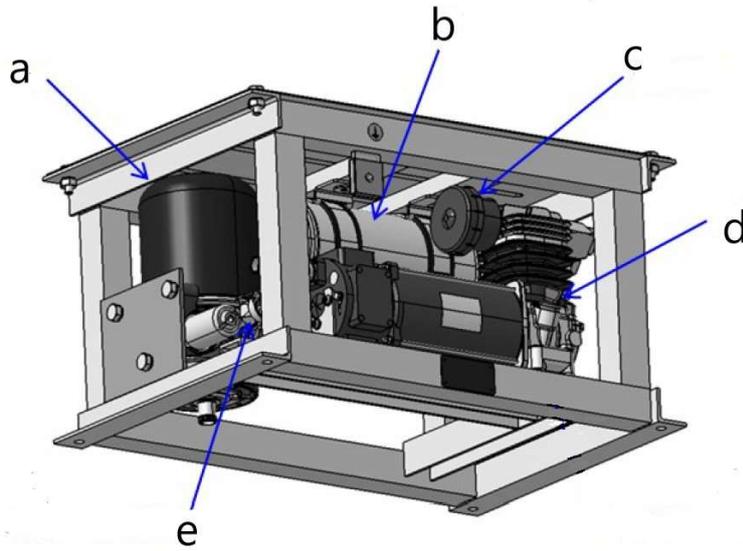


圖 58 輔助空氣壓縮機

表 9 輔助空氣壓縮機對照表

a	空氣乾燥機	b	輔助風缸
c	乾式空氣過濾器	d	注油口
e	壓力開關		

三、TCMS

(一). 概述

1. 製造商：韓國現代樂鐵
2. 控制電源：110V DC
3. 通訊方式：
 - (1). 乙太網路
 - (2). RS485

(二). 系統介紹

空調通勤電聯車 520 輛的 TCMS 是由韓國現代樂鐵自行生產，運用在鐵路車輛上成熟的網路技術，採用拓樸環形網路架構，確保 TCMS 形成內部通訊迴圈，並可高速傳輸大量資訊顯示在司機員顯示器，以利司機員即時收到車輛訊息；同時亦有資料收集儲存的功能，以利後續車輛檢查維修。

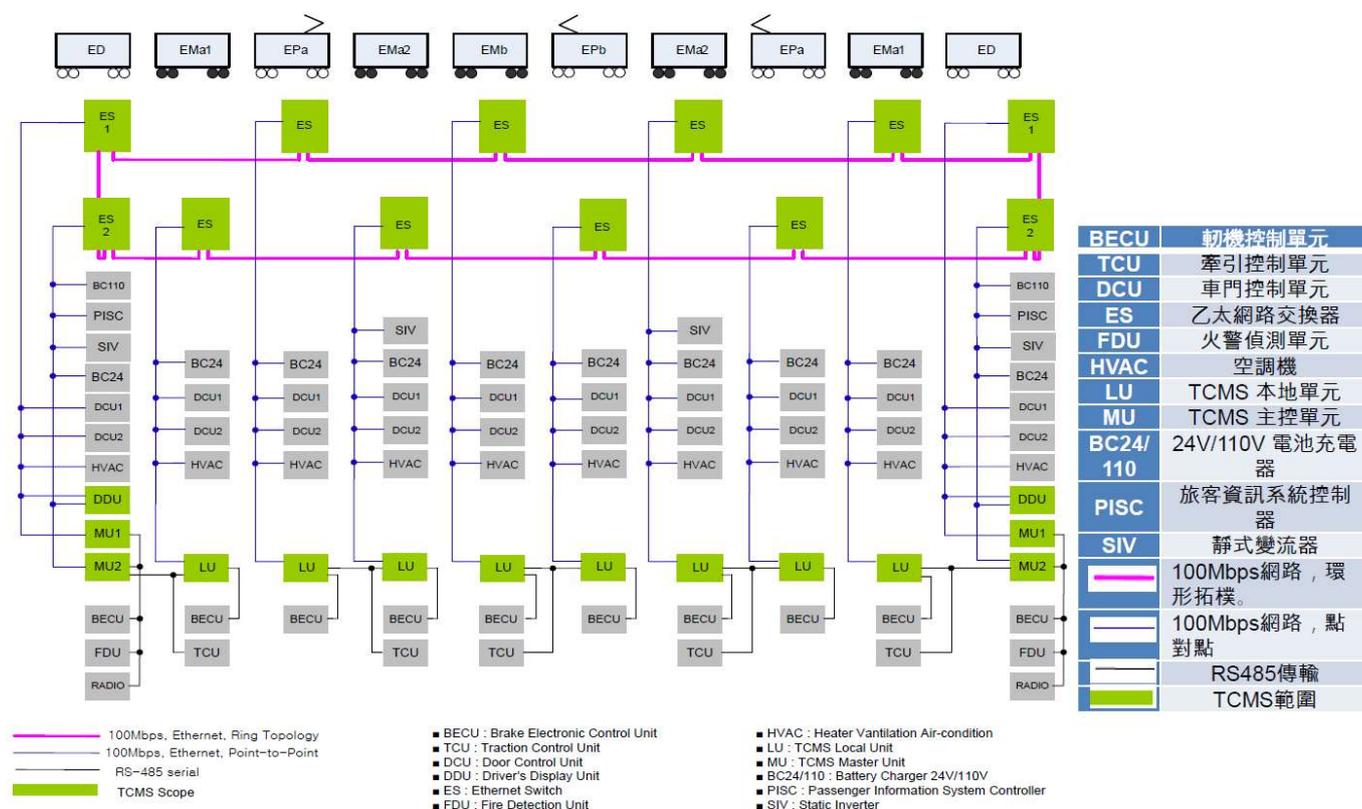


圖 59 EMU900 型 TCMS 架構圖

TCMS 在 ED 車設有 MU 兩台，MU1 為主控設備，MU2 則為備援設備；其餘各車皆設置 LU 一台。網路路由器則各車皆有乙太網路交換器(Ethernet Switch, 以下簡稱 ES)擔任，TCMS 皆透

過各車 ES 進行網路通訊。各車子系統、DI(Digital Input, 數位輸入, 以下簡稱 DI)或 AI(Analog Input, 類比輸入, 以下簡稱 AI)訊號則分別透過乙太網路、RS485 或直接連結的方式傳送至各車安裝的 MU 或 LU, 最後由 MU 統整傳輸給駕駛顯示器(Driver Display Unit, 以下簡稱 DDU)進行畫面顯示。子系統內通過乙太網路傳輸的有旅客資訊系統(PIS)、軀機控制、車門控制單元、空調機及靜式變流器；通過 RS485 傳輸的有軀機電子控制單元(BECU)、牽引控制單元(TCU)、列車無線電及火災偵測單元

TCMS 整合多項控制功能，減少實體配線的需求，以下說明透過 TCMS 操作的功能：

1. 主控制器的速度訊號

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 則根據此訊號進行速度控制或牽引力控制。在 BP 模式下，TCMS 會取消 TCU 的速度控制模式，改用牽引力控制。

通訊部分則以 M 車的 RS485 通訊為主，若 M 車 TCMS 異常時，則由拖車的 TCMS 進行 RS485 訊號傳輸。

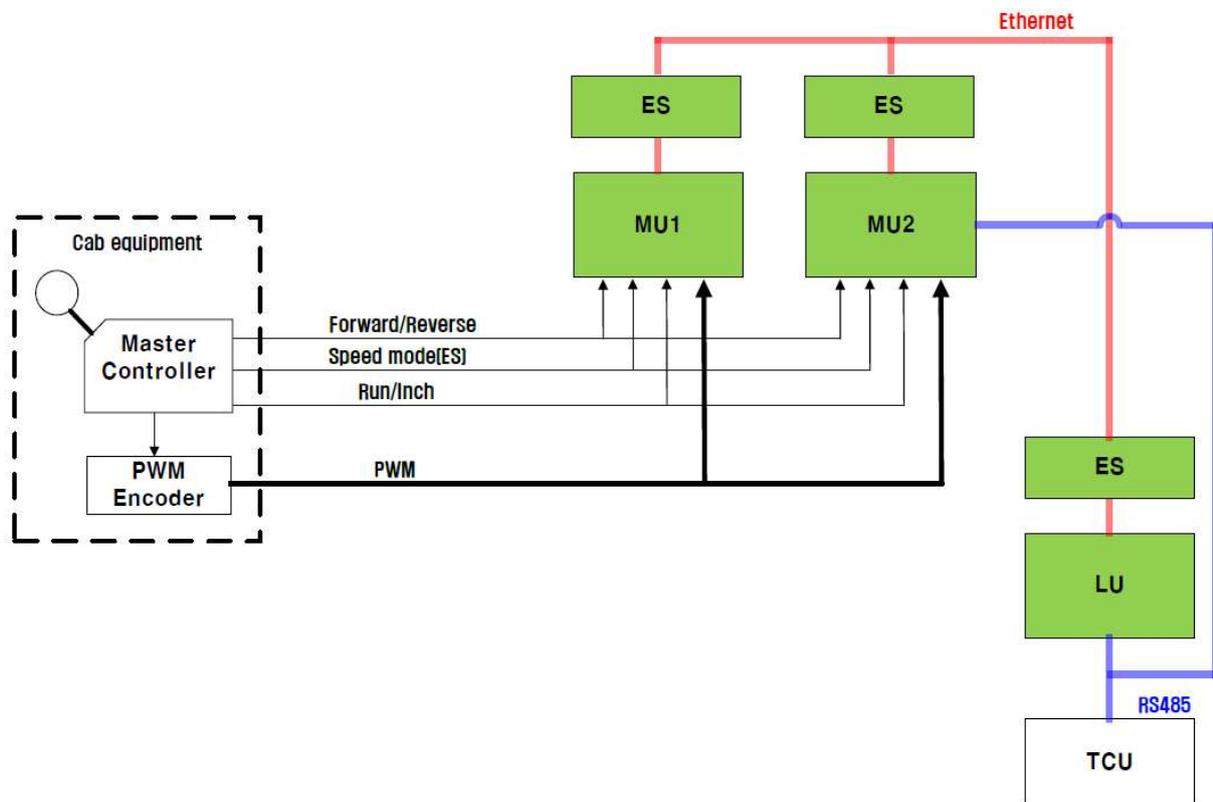


圖 60 主控制器、TCMS 與 TCU 通訊示意圖

2. 司軔閥訊號傳輸

司軔閥 3 線指令透過 TCMS 傳輸至 TCU 及 BECU，TCU 及 BECU 則根據此訊號進行緊軔控制，同時 TCMS 會確認全部 BECU 狀態並傳送給各車，若有 1 台 BECU 異常時，其餘 BECU 會啟用補償軔力的機制。

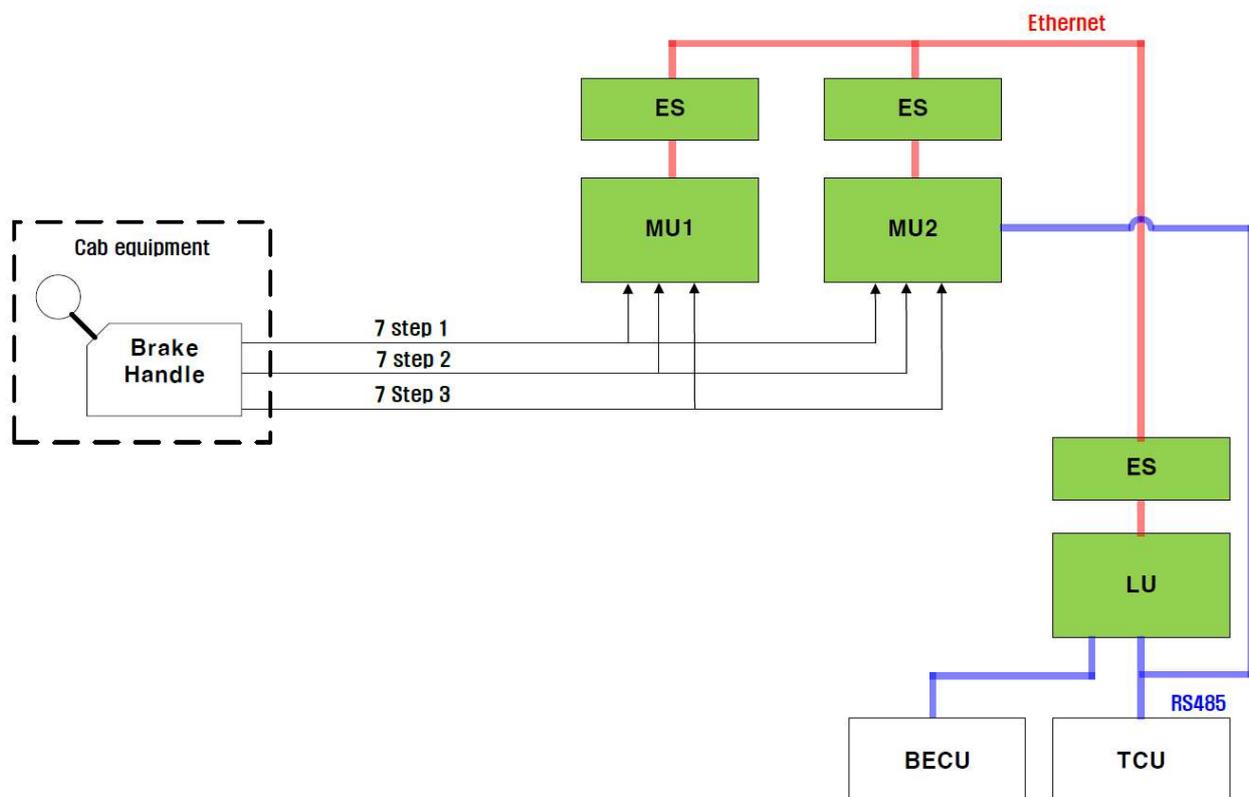


圖 61 司軔閥、TCMS、TCU 及 BECU 通訊示意圖

3. 輔助轉供電源

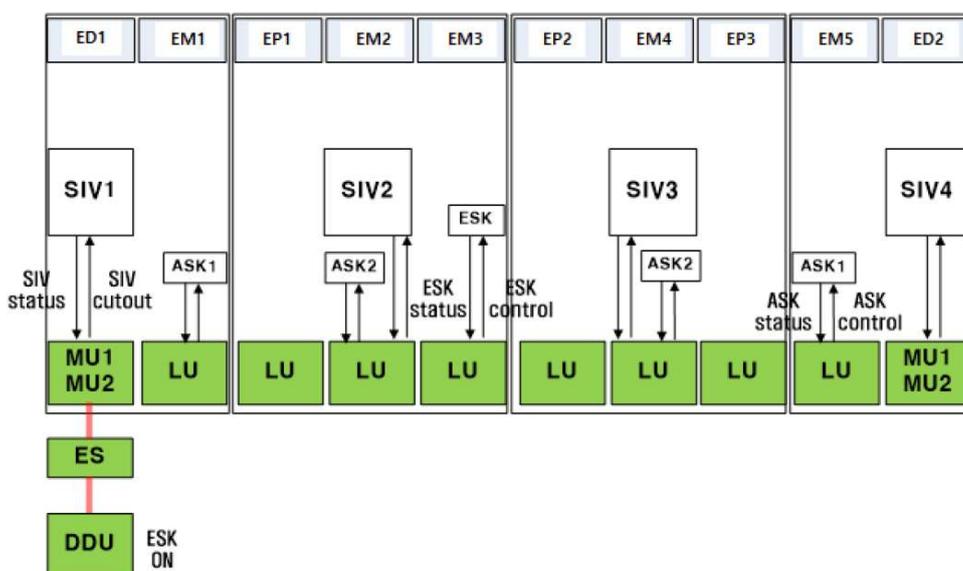


圖 62 輔助轉供與 TCMS 通訊示意圖

5. 牽引馬達控制

TCMS 可以透過 DDU 控制各個牽引馬達的運作與否。當 TCMS 送出切斷指令給對應的 TCU，TCU 會根據指令使馬達接觸器保持切開，終止牽引馬達通電運轉；反之，TCMS 送出復位指令時，TCU 會重新命令馬達接觸器閉合，牽引馬達恢復運轉。

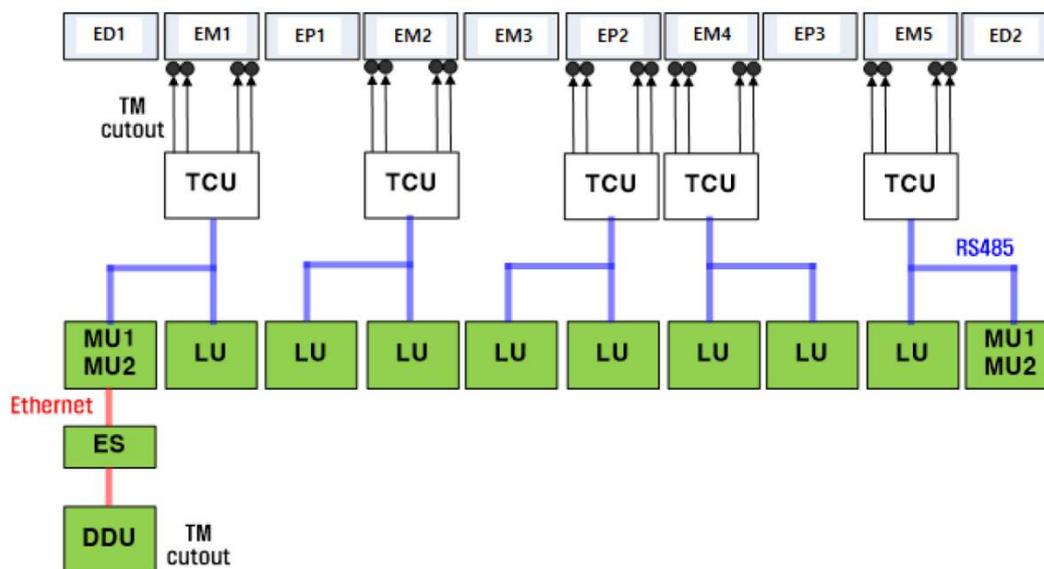


圖 66 牽引馬達切斷控制示意圖

6. 主控 TCU 的切換

一般主控 TCU 預設在主控端的第一台 EM 車，即 EM1 或 EM5 車，欲更換主控 TCU 位置則可透過 TCMS 到切換主控 TCU 至 EM2 或 EM4 車進行控制。

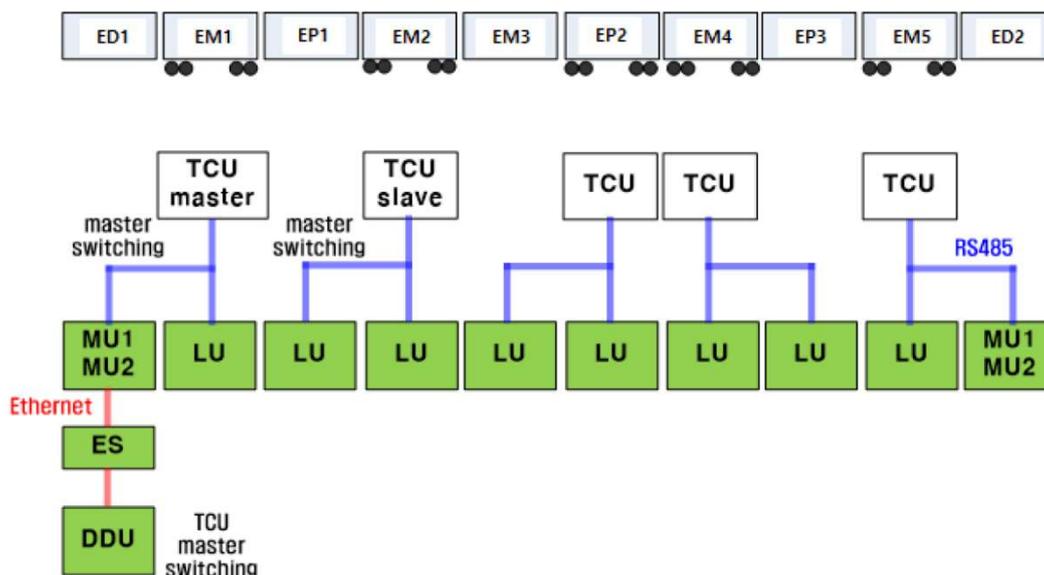


圖 67 主控 TCU 控制通訊示意圖



圖 68 TCMS「主控變更」功能鍵



圖 69 TCMS「APC 設定」

7. 自動電力控制偵測的重置與隔離

TCMS 偵測自動電力控制(APC)狀態，並顯示給司機員參考，以利識別自動電力控制是否正常。當中性區間訊號持續不解除時，可透過手動操作輸出復位訊號使列車恢復供電；若是通過預定切電的位置尚未切電，亦可給予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。

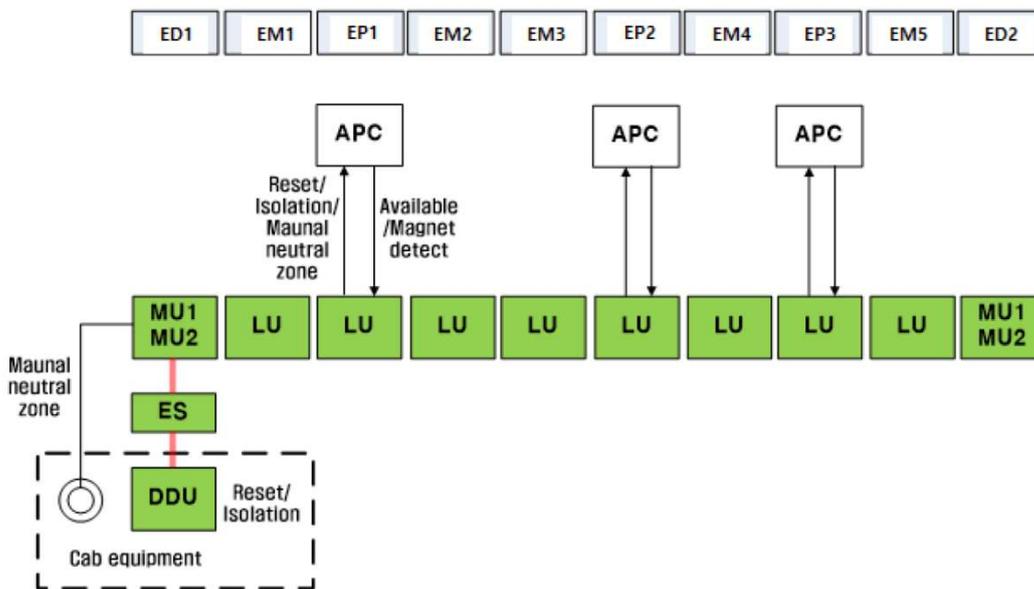


圖 70 APC 與 TCMS 控制示意圖

8. HVAC 的控制

可透過 DDU 設定 HVAC 的工作模式即目標溫度，再藉由 TCMS 傳送相關訊號至 HVAC，同步全列車溫度或運作模式的設定或是單車單獨設定皆可以達成。

火災偵測設備偵測火災時，會發送訊號至 TCMS，TCMS 顯示警告外，另驅使 HVAC 至火災模式。

透過 DDU 設定手動排煙模式，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。

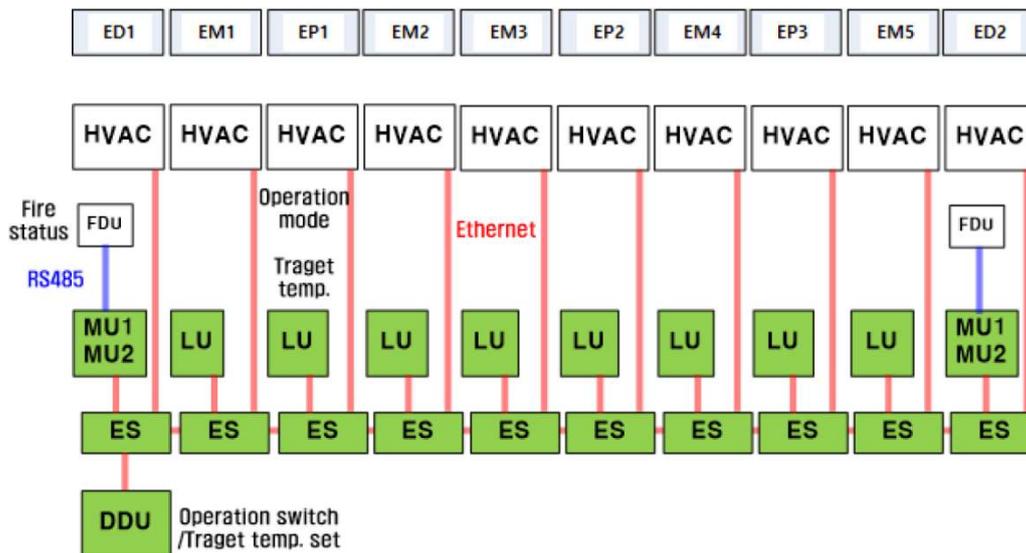


圖 71 HVAC 與 TCMS 通訊示意圖

TCMS 紀錄有運轉紀錄、故障紀錄、測試紀錄、追蹤紀錄、運轉統計資料等可供下載，並可使用 PTU 程式進行紀錄分析，釐清車輛異常原因或是進行異常狀態的數據統計。

運轉紀錄為 TCMS 從啟動到車輛關閉時，所有子系統、DI 或 AI 訊號皆有收集顯示，以提供詳細車輛資訊。

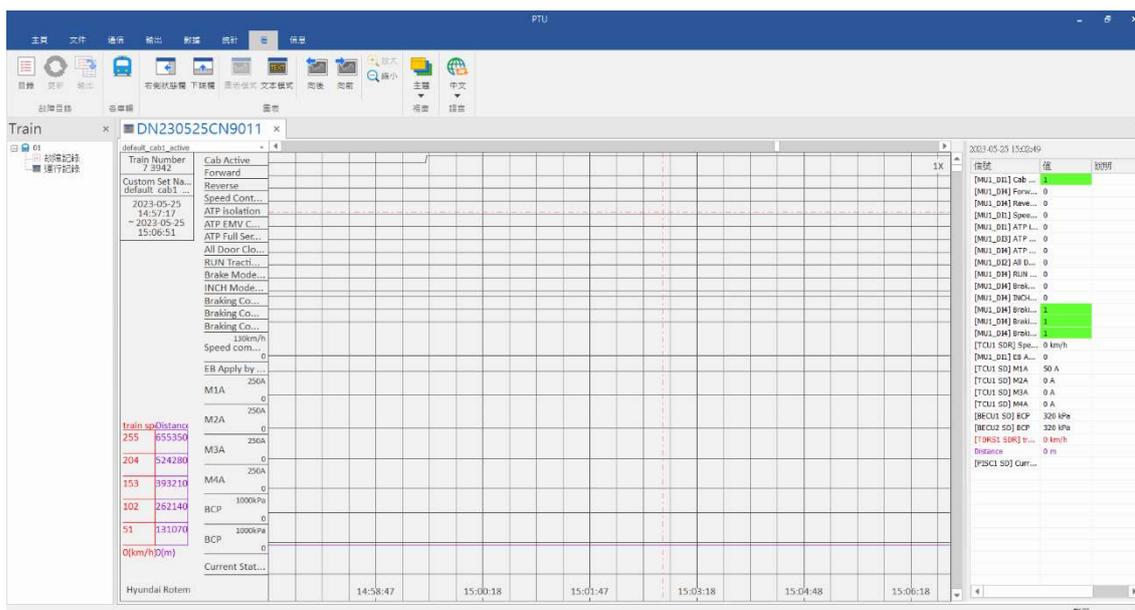


圖 72 TCMS 下載資料-運轉紀錄

No	Time	[TCU1] BEP (BEP)	[TCU1] MGA (MGA)	[TCU1] MSA (MSA)	[TCU2] BEP (BEP)	[TCU2] MGA (MGA)	[TCU2] MSA (MSA)	[TCU3] BEP (BEP)	[TCU3] MGA (MGA)	[TCU3] MSA (MSA)	[TCU4] BEP (BEP)	[TCU4] MGA (MGA)	[TCU4] MSA (MSA)				
662	14:37:42.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
663	14:37:42.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
664	14:37:43.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
665	14:37:43.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
666	14:37:44.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
667	14:37:44.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
668	14:37:45.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
669	14:37:45.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
670	14:37:46.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
671	14:37:46.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
672	14:37:47.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
673	14:37:47.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
674	14:37:48.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
675	14:37:48.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
676	14:37:49.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
677	14:37:49.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
678	14:37:50.000	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30
679	14:37:50.500	320	100	20	30	40	320	320	150	20	30	40	320	320	200	20	30

圖 73 TCMS 運轉紀錄_DI 介面

故障紀錄為車輛發生符合偵測條件的訊號時紀錄之項目，TCMS 會擷取發生當下之時間外，亦有其他項目同時記錄，例如車輛速度、事件名稱、發生車號、電車線電壓、牽引馬達電流、牽引馬達扭矩…等資訊。

號碼	事件時間	故障代碼	故障	車輛類型	車號	故障等級	狀態	行車階段	速度	軌行
1	2022-06-29 17:24:45	14	狀態:ATP排氣隔離考克 (M04/1)已隔離	ED1	Car 1	B	General	苗栗 (T030)	0	0
2	2022-06-29 17:24:45	16	狀態:警報電磁閥 (M04/2)已隔離	ED1	Car 1	B	General	苗栗 (T030)	0	0
3	2022-06-29 17:24:45	26	狀態:緊急緊急閉塞路開關未復位	ED1	Car 1	B	General	苗栗 (T030)	0	0
4	2022-06-29 17:24:45	14	狀態:ATP排氣隔離考克 (M04/1)已隔離	ED2	Car 10	B	General	苗栗 (T030)	0	0
5	2022-06-29 17:19:27	139	事件:BBCU-RS485通訊異常	EM4	Car 7	C	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
6	2022-06-29 17:19:25	102	事件:BBCU通訊異常	EM4	Car 7	B	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
7	2022-06-29 17:19:25	107	軟體故障,系統備援作用中	EM4	Car 7	B	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
8	2022-06-29 17:19:16	102	事件:BBCU通訊異常	ED1	Car 1	B	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
9	2022-06-29 17:18:49	139	事件:BBCU-RS485通訊異常	ED1	Car 1	C	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
10	2022-06-29 17:18:11	751	事件:TCMS-MI2通訊異常	ED2	Car 10	B	TCMS	苗栗 (T030)	0	0
11	2022-06-29 17:18:11	107	軟體故障,系統備援作用中	EM5	Car 9	B	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
12	2022-06-29 17:18:10	139	事件:BBCU-RS485通訊異常	EM5	Car 9	C	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
13	2022-06-29 17:18:09	107	軟體故障,系統備援作用中	ED1	Car 1	B	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
14	2022-06-29 17:18:09	801	事件:FDU通訊異常	ED1	Car 1	B	FDU	苗栗 (T030)	0	0
15	2022-06-29 17:18:08	139	事件:BBCU-RS485通訊異常	EM2	Car 4	C	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
16	2022-06-29 17:17:56	752	事件:TCMS-LU通訊異常	EM5	Car 9	B	TCMS	苗栗 (T030)	0	0
17	2022-06-29 17:17:54	139	事件:BBCU-RS485通訊異常	EM2	Car 4	C	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
18	2022-06-29 17:17:51	139	事件:BBCU-RS485通訊異常	EM5	Car 9	C	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
19	2022-06-29 17:17:48	107	軟體故障,系統備援作用中	EP1	Car 3	B	BBCU	苗栗 (T030)	0	0
20	2022-06-29 17:17:48	752	事件:TCMS-LU通訊異常	EM3	Car 5	B	TCMS	苗栗 (T030)	0	0

圖 74 TCMS 下載資料-故障數據

測試紀錄則為透過 TCMS 執行系統測試，TCMS 留下之測試紀錄。

追蹤紀錄則為 TCU、SIV 發生異常時，提供給 TCMS 的紀錄資料。

運轉統計則為 TCMS 針對 VCB 閉合時間、主空氣壓縮機運轉時間、行駛里程數…等相關統計數據，釐清車輛的使用情形。

四、輔助供電系統 SIV

(一). 概述

1. 製造商：VCTech
2. 輸入電壓
 - (1).標稱：496V AC / 60Hz
 - (2).工作範圍：376 ~ 570V AC (無負載時持續狀態)
3. 輸出 1 特性
 - (1).額定電壓 / 容量：3 ϕ 440V AC(\pm 3%) / 260 KVA PF = 0.85
 - (2).頻率：60 Hz (\pm 1Hz)
 - (3).過載：可承受額定容量之 150 %負載，10 秒鐘
4. 輸出 2 特性
 - (1).額定電壓 / 容量：1 ϕ 110V AC(\pm 3%) / 5 KVA PF = 0.85
 - (2).頻率：60 Hz (\pm 1Hz)
 - (3).過載：可承受額定容量之 150 %負載，10 秒鐘
5. 控制系統(電路電壓)
 - (1).額定值：110.0V DC
 - (2).最大值：137.5V DC
 - (3).最小值：77.0V DC
6. 控制系統(列車通訊)：乙太網路
7. 車輛配置：位於 ED 車與 EMa 車，共 4 個 SIV 總成。

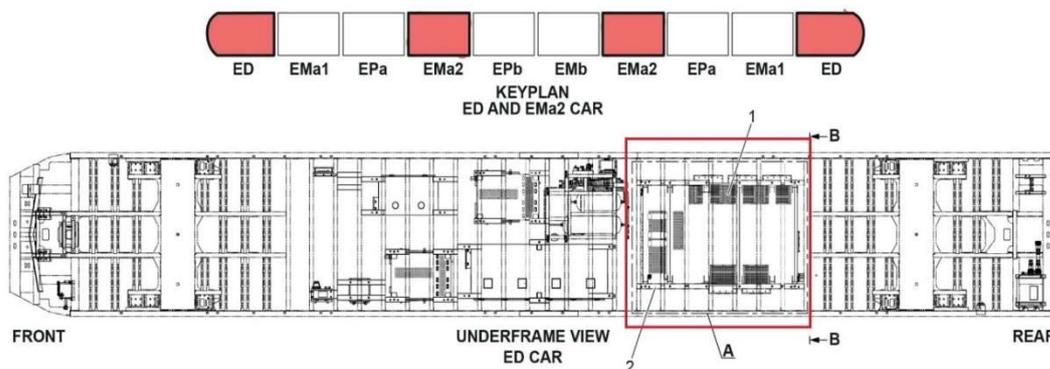


圖 75 靜式變流器配置圖

(二). 系統介紹

1. 主系統運作概要

EMU900 靜式變流器，於 PWM 整流器運轉前，為了避免在線路接觸器（LK）閉合之前產生突波電流，會先經由 CHK 接觸器與 CHR 電阻對 FC 濾波電容器進行預充電。達到預充電壓後，CHK 接觸器斷開，LK 接觸器閉合。

將輸入 496V AC 額定電壓經 PWM 整流器轉換成 850V DC 直流電壓，再由 850V DC 直流電壓經 PWM 變流器轉換成交流電後進行濾波，最後輸出 440V / 60Hz AC 交流電壓供給負載。

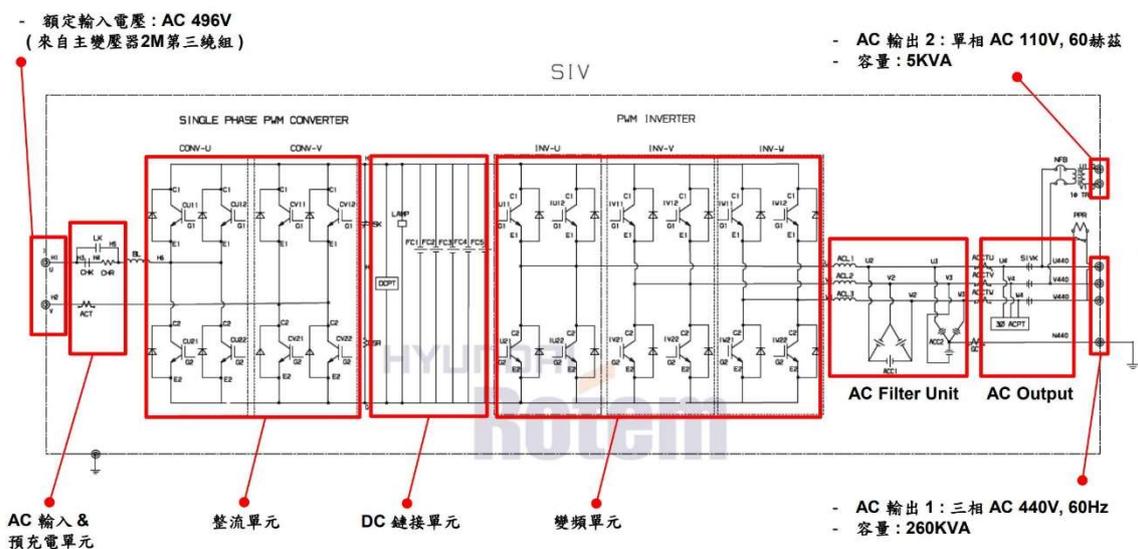


圖 76 靜式變流器電路圖

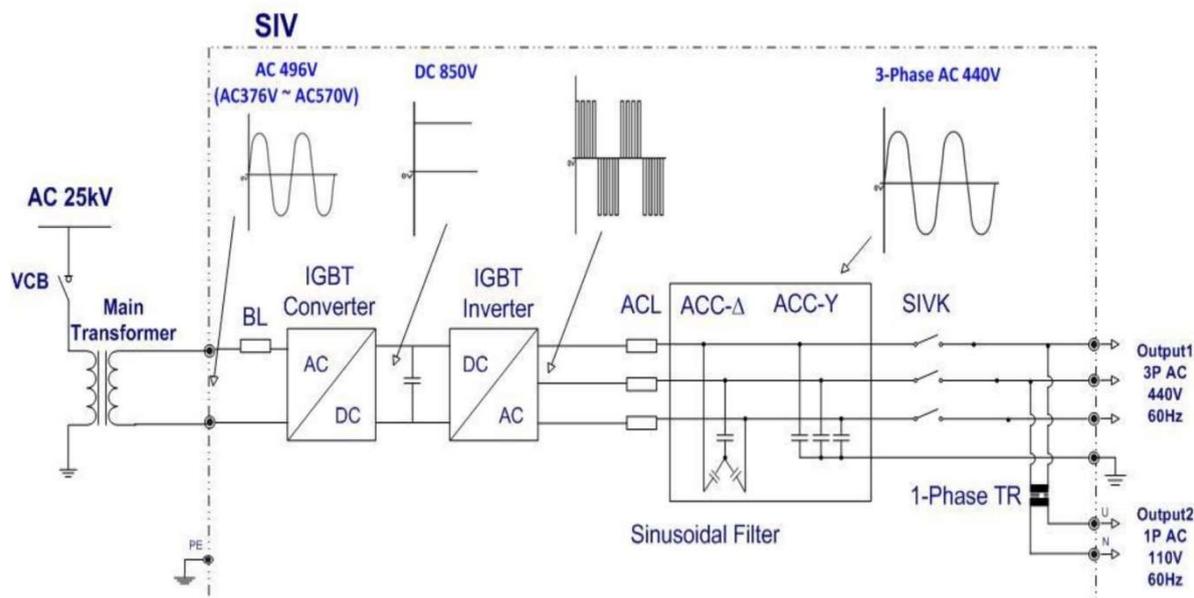


圖 77 主電路架構圖

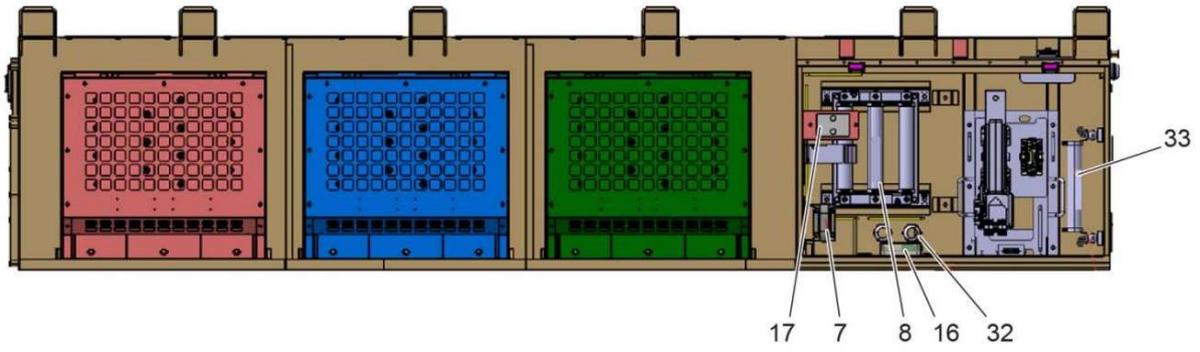


圖 78 SIV 外側箱體

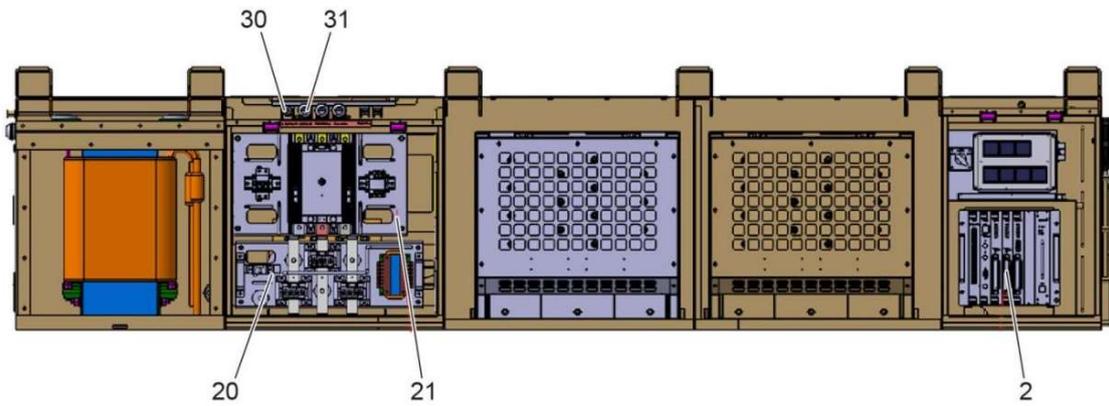


圖 79 SIV 內側箱體

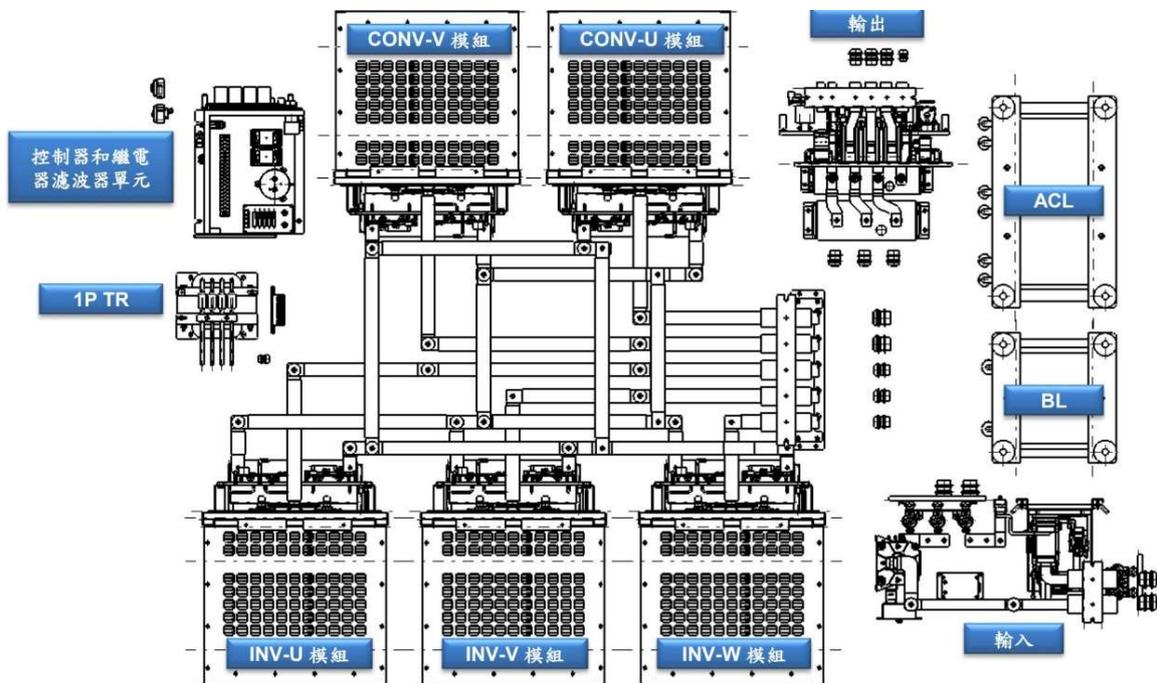


圖 80 SIV 內部零件俯視圖

2. 控制系統

通過高性能微處理器系統，能夠產生 IGBT 驅動信號來調節主系統之直流電壓和三相

輸出以及通過各種感應信號監控 SIV 的狀態，並通過 LED 指示和駕駛顯示單元 (DDU) 顯示各種狀態；若 SIV 系統故障和輸出過載時也會進行故障保護或重啟，可利用 PC 介面下載記錄的數據來進行維護。

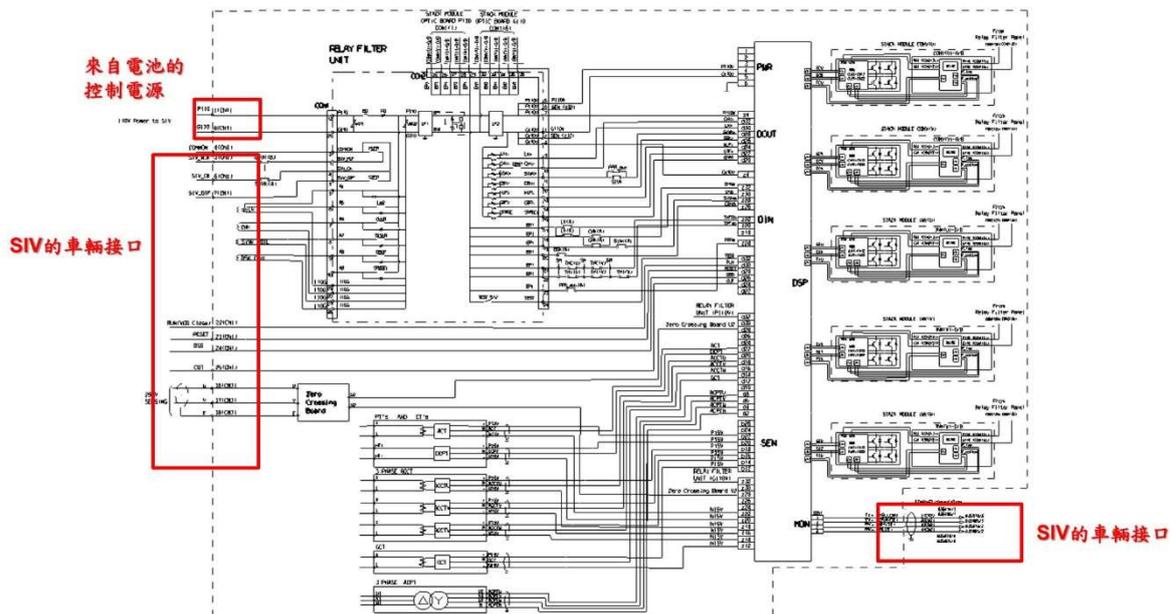


圖 81 控制線路圖

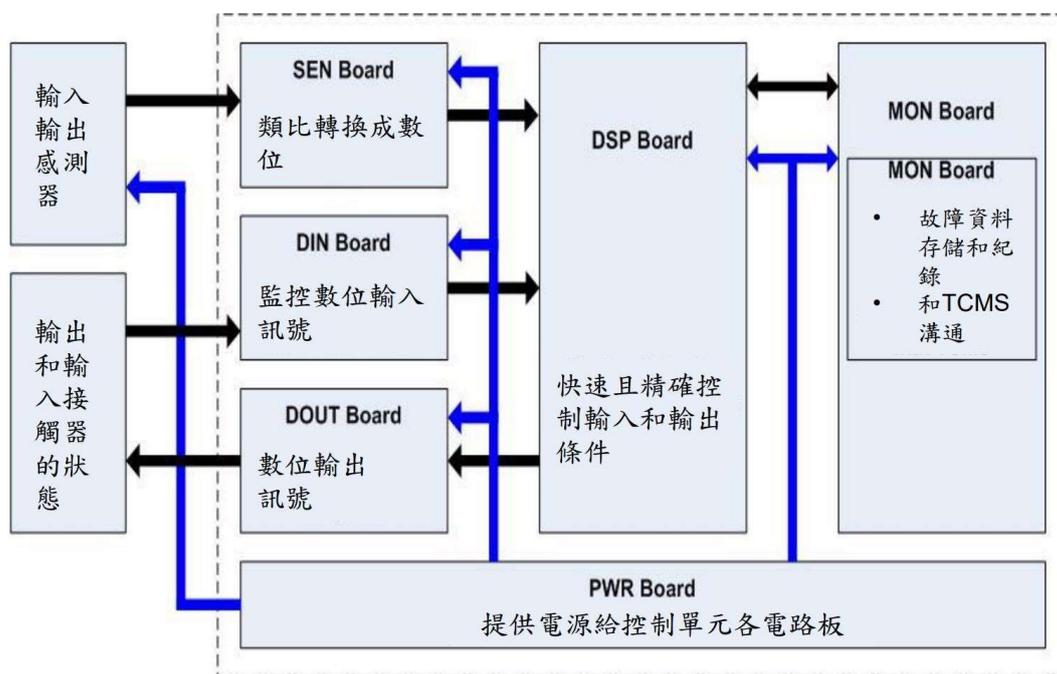


圖 82 控制單元方塊圖控制線路圖

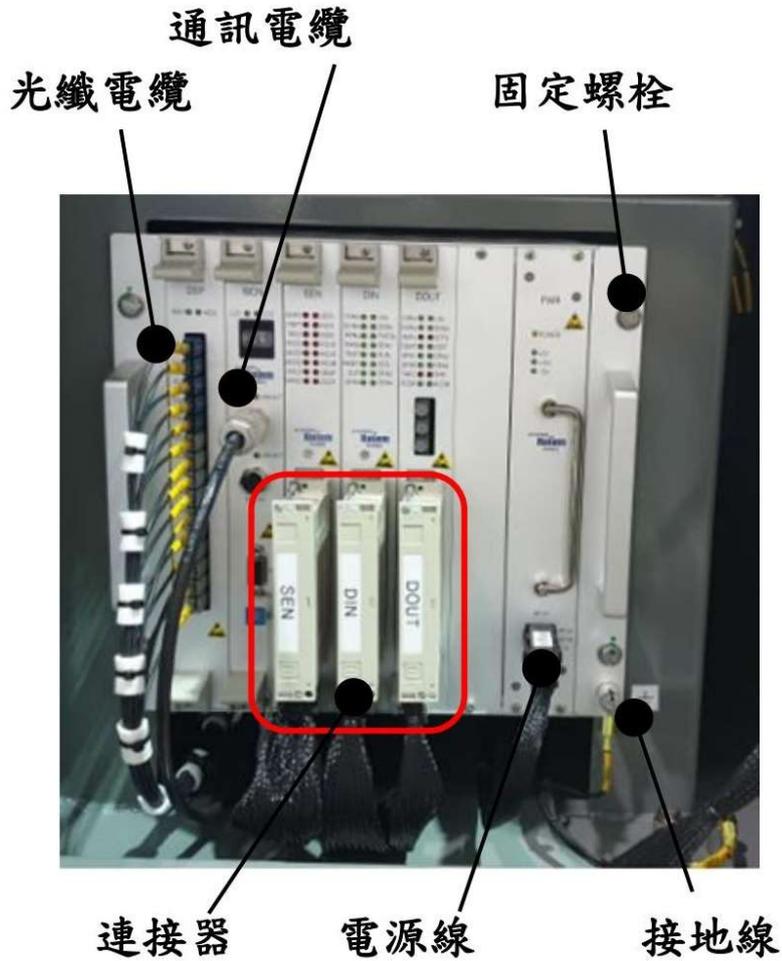


圖 83 控制單元實體圖

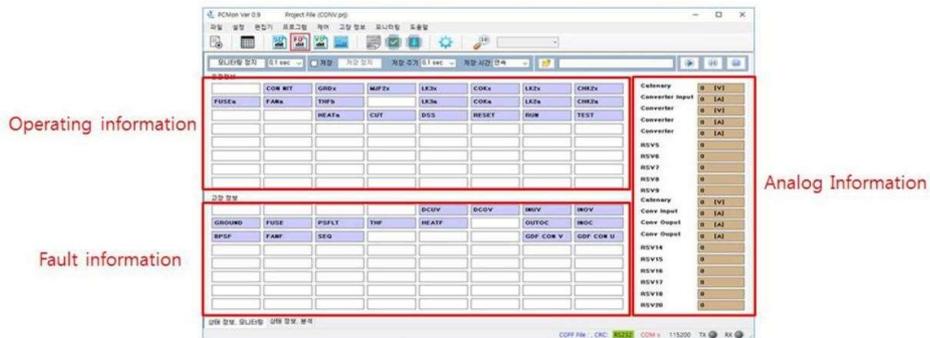


圖 84 監控程序

3. PWM 運作原理

整、變流模組是使用 IGBT 的功率轉換，而控制系統計算直流、交流電壓和輸入電流，並經由 DSP 板產生之 PWM 脈衝信號傳送給閘極驅動器(GDU)，通過接收控制單元將光信號改變為電信號使 IGBT 啟動或關閉。

此外 GDU 通過感應集極與射極之間的電壓具有保護 IGBT 短路的功能。整、變流模組在轉換的過程隨著 PWM 控制，當輸入電壓變高時，利用減少脈波寬度以保持輸出電壓穩定；當輸入電壓變低時，利用增加脈波寬度之方式進行。

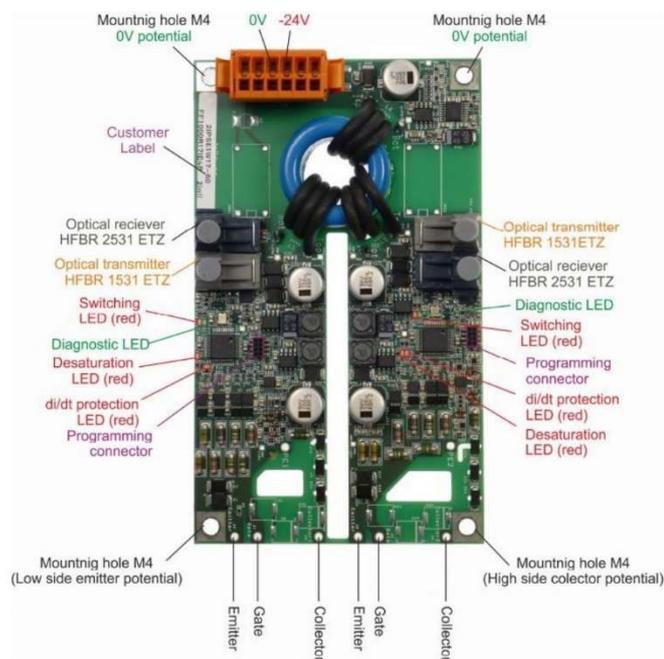


圖 85 閘極驅動器 GDU

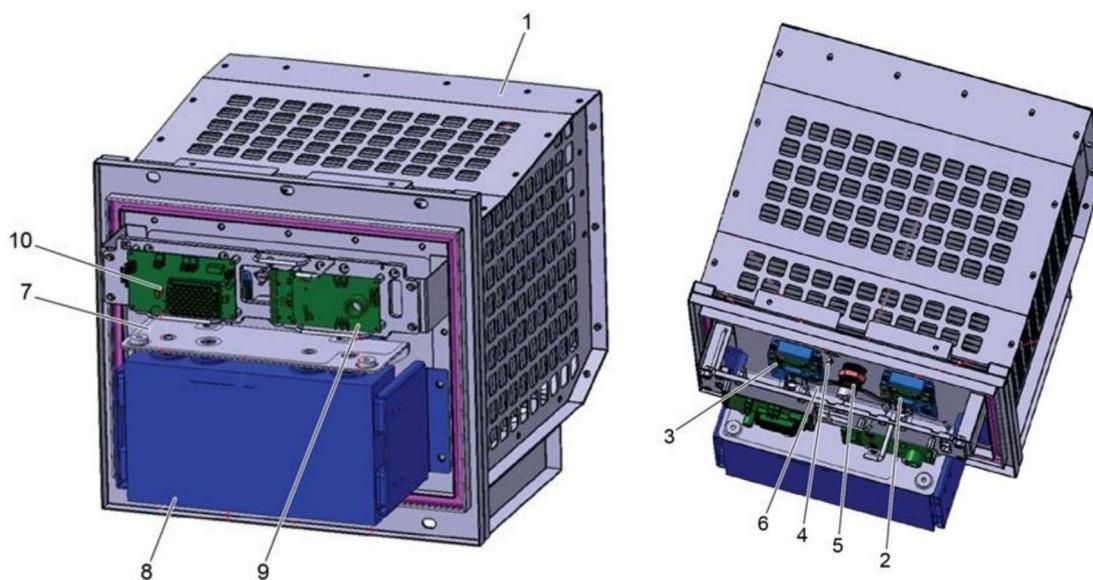


圖 86 整、變流模組

4. SIV 供應負載之項目

表 10 SIV 供應負載項目

車種	ED SIV		EMa2 SIV		
	ED	EMa1	EPa	EMa2	EPb/EMb
1	空調 HVAC 1	空調 HVAC 1	空調 HVAC 1	空調 HVAC 1	空調 HVAC 1
2	空調 HVAC 2	空調 HVAC 2	空調 HVAC 2	空調 HVAC 2	空調 HVAC 2
3	DC 24V 電池 充電器	DC 24V 電池 充電器	DC 24V 電池 充電器	DC 24V 電池 充電器	DC 24V 電池 充電器
4	AC 110V 負載	AC 110V 負載	AC 110V 負載	AC 110V 負載	AC 110V 負載
5	DC 110V 電池 充電器		主變壓器油泵 (2M)		主變壓器油泵 (EPb 1M)
6			主變壓器鼓風機		
7			主風泵		

5. SIV 主要元件規格

(1).CHK 接觸器:進行預充電以避免在閉合線路接觸器 (LK) 之前產生突波電流。

表 11 CHK 接觸器規格一覽

項目 Item	規格 Specification
類型 Type	LTCS100
製造商 Manufacture	Micro Electtrica
額定電壓 Rated voltage	900 V
額定電流 Rated current	100 A
杆數 Number of Pole	1 pole
主要接觸點類型 Type of Main contact	Normal Open
線圈電壓 Coil voltage	100 V DC
工作環境溫度 Working ambient temperature	-40 to 70 °C
輔助觸點 Auxiliary contacts	2a 2b

(2).LK 接觸器:用於連接 / 斷開主電源 SIV 系統。

表 12 LK 接觸器規格一覽

項目 Item	規格 Specification
類型 Type	BMS.09.10
製造商 Manufacture	Secheron
額定電壓 Rated voltage	1,800 V AC
額定電流 Rated current	1,000 A
杆數 Number of Pole	1 Pole
主要接觸點類型 Type of Main contact	Normal Open

(3).DSK 接觸器:當 SIV 停止時，為了安全起見，DSK 導通用於通過 DSR 釋放 DC 的電壓。

表 13 DSK 接觸器規格一覽

項目 Item	規格 Specification
類型 Type	LTCS100
製造商 Manufacture	Micro Electtrica
額定電壓 Rated voltage	900V
最高工作電壓 Maximum operating voltage	1,000V
額定電流 Rated current	100A
杆數 Number of Pole	1 pole
主要接觸點類型 Type of Main contact	Normal Close
線圈電壓 Coil voltage	100 V DC
工作環境溫度 Working ambient temperature	-40 to 70 °C
輔助觸點 Auxiliary contacts	2a 2b

(4).DSR 電阻:釋放 DC 直流電壓。

表 14 DSR 電阻規格一覽

項目 Item	規格 Specification
類型 Type	Ceramic
製造商 Manufacture	Full ohm
電阻器 Resistor	500 Ω \pm 5% (1.5 k Ω , 3 parallel)
容量 Capacity	1.44 kW
絕緣電阻 Insulation Resistance	1,000 V DC / 100 M Ω
絕緣電壓 Insulation Voltage	3,400 V AC / 1 min
重量 Weight	3.85 Kg

(5).FC 直流濾波電容器: 穩定自整流器單元輸出電壓，並供應變流器單元脈衝電流

表 15 FC 直流濾波電容器規格一覽

項目 Item	規格 Specification
漣漪電流 Ripple Current	150 Arms
額定電容 Rated Capacitance	2 x 2000 uF \pm 5%
最高基溫 Maximum base temperature	-40 to 70 $^{\circ}$ C
重量 Weight	12 kg

(6).BL 升壓電抗器：用於平滑 SIV 輸入電流和控制電源因子。

表 16 BL 升壓電抗器規格一覽

項目 Item	規格 Specification
類型 Type	Natural Cooled Dry
電壓 Voltage	496 V AC
電流 Current	530 A
電感 Inductance	0.75 mH \pm 10%
絕緣等級 Insulation Class	H CLASS
絕緣電壓 Insulation Voltage	4,000 V AC/ 1 min
重量 Weight	220 kg \pm 5%
升溫 Temperature Rise	Less than 135 K
環境溫度 Ambient temperature	-25 to 45 °C

(7).ACL 交流濾波電抗器：用於消除三相正弦波形之開關紋波和諧波後做輸出。

表 17 ACL 交流濾波電抗器規格一覽

項目 Item	規格 Specification
階段 Phase	3 Phase
頻率 Frequency	60 Hz
類型 Type	Natural Cooled Dry
電流 Current	342A
電感 Inductance	3 x1.0 mH \pm 10%
絕緣等級 Insulation Class	H CLASS
絕緣電壓 Insulation Voltage	4,000 V AC/ 1 min

(8).CONV、INV 模組：交、直流轉換。

表 18 CONV、INV 模組規格一覽

項目 Item	規格 Specification
工作流體 Working Fluid	Water
油漆規格 Painting Specification	Urethane Topcoat_RAL7005
最高基溫 maximum base temperature	105 °C
絕緣電壓 Insulation Voltage	4,000 V AC / 1 minute
絕緣電阻 Insulation Resistance	1,000 V DC,100 MΩ over
重量 Weight	78 kg ±10%

(9).IGBT:接收 PWM 訊號來控制其輸入。

表 19 IGBT 規格一覽

項目 Item	規格 Specification
額定電壓 Rated Voltage	900 V DC
最高電壓 Maximum Voltage	1,000 V DC
額定電流 Rated Current	620 A
最高電流 Maximum Current	1,330 A
絕緣電壓 Insulation Voltage	3,400 V DC /1 min
絕緣電阻 Insulation Resistance	1,000 V DC, 20 M Ω over
最高基溫 Maximum base temperature	-40 to 105 °C
絕緣電壓 Insulation Voltage	3,400 V AC /1 min
導電材料 Conductor Material	C1100

6. SIV 控制單元 SEN 板故障燈號

表 20 SIV 控制單元 SEN 板燈號說明

顯示燈號	描述	說明
GDFC	Converter Gate Drive Fault	通過 GDU 電路保護 Converter 正負間的短路
GDFI	Inverter Gate Drive Fault	通過 GDU 電路保護 Inverter 正負間的短路
PSFT	Control Power Supply Fault	檢測控制電源異常超過 71.5V \pm 5%, 500ms
INOV	Input Over Voltage	高輸入電壓，超過 30kV \pm 5%
INUV	Input Under Voltage	低輸入電壓，低於 17kV \pm 5%, 100ms
INOC	Input Over Current	輸入電流超過 1,951 個 Apeak \pm 5%
FCOV	FC Over Voltage	FC 電壓超過 1,200V \pm 5%
FCUV	FC Under Voltage	FC 電壓低於 520V \pm 5%, 300 ms
ACOV	AC Output Over Voltage	輸出電壓超過 572V \pm 5%
ACUV	AC Output Under Voltage	輸出電壓低於 286V \pm 5%, 300ms
ACOC	AC Output Over Current	輸出電流超過 965 個 Apeak \pm 5%
ACUB	AC Output Unbalanced Voltage	輸出電壓不平衡超過 44V \pm 5% 10s
OVL	AC Output Over Load	輸出過載電流超過 511.7A \pm 5%
SEQF	Sequence Fault	檢測接觸器 CHK、K、IVK 閉合故障
GROC	AC Output Ground Fault	保護 SIV 負載設備，超過 51Apeak \pm 5%
ZCDF	Zero Crossing Detection Fault	電壓沒有相位導致功因控制不當，輸入電流過大使 IGBT 故障，設定值:超過 50ms

(三). EMU 輔助電源之演變

EMU500 靜式變流器採用 GTO (Gate Turn-off Thyristor) 為電流控制元件，透過 PWM 的方式來調變輸出電壓，因散熱不易、在箱體後側組裝一台鼓風機，經過風道的設計強迫散熱，來提升效率，保護元件的壽命。



圖 87 EMU500、600 SIV 靜式變流器

EMU600、700 靜式變流器部分採用 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 為電壓控制元件，散熱較 GTO 小，箱體設計與 EMU500 相同，鼓風機在後側位置。



圖 88 EMU600、700 SIV 靜式變流器

EMU800、TEMU1000、2000 靜式變流器皆採用 IGBT 為電壓控制元件，散熱更為單純，利用箱體外側組裝散熱鰭片來散熱，鰭片一側附著 IGBT 本體，靠管路內的純水，吸熱後透過鰭片來排熱。

肆、心得及建議

一、心得

(一). 空氣壓縮機課後心得

空氣壓縮機按工作原理可分為：

- 容積型
 - 往復式。
 - ◆ 活塞式。
 - ◆ 膜片式。
 - 迴轉式。
 - ◆ 螺旋式(Screw type)。
 - ◆ 渦捲式(Sroll type)。
- 動力型
 - 離心式。
 - 軸流式。

活塞式其壓縮元件是活塞，在汽缸內做往復運動來壓縮空氣，螺桿式在其中兩個帶有螺旋形齒輪的轉子相互嚙合，使兩個轉子嚙合處體積由大變小，從而將氣體壓縮並排出。

空氣壓縮機按潤滑方式可分為無油式和有油式。

1. 有油式：空氣與潤滑油同時壓縮，以達到潤滑軸承及機件，再經由分離器來達到空氣與潤滑油分離效果，所以會少量耗油，經由高速、高溫運轉，有油可提供潤滑、密封及冷卻作用，但汙染壓縮空氣。

優點：

- (1).穩定耐用
- (2).軸承壽命長
- (3).保養費用便宜
- (4).機件壽命穩定

缺點：空氣有微量的油氣

2. 無油式：無油往復式壓縮環皆採用特殊耐熱材質，填充聚四氟乙烯作為活塞環和導向環，無須潤滑油潤滑，以應付壓縮時產生的高溫，畢竟無油潤滑的機件，溫度都特別高，所需求的材質及構造都較為特殊。

優點：

- (1).環保：不須使用潤滑油，因此不會產生污染物，符合環保需求
- (2).維護成本低：不須頻繁更換潤滑油和濾芯，空氣乾燥機的使用間隔更長，所以維護成本低
- (3).乾淨的壓縮空氣

臺鐵從早期 GE 機車的螺桿式、EMU100 型電聯車的活塞式到近十年的 EMU800、TEMU2000 型電聯車的螺旋式，都是屬於有油式，而 EMU900 電聯車則是使用無油活塞式空氣壓縮機_VV120-T。

VV120-T 的軸承、連桿軸承和曲軸軸承是均設計為永久潤滑的密封式滾動軸承，活塞塗有聚四氟乙烯複合材料，並具有聚四氟乙烯活塞環，汽缸表面經過高精度打磨，所以不須使用油。

無油活塞式空氣壓縮機的活塞環是磨損件，因此，在長時間的運轉下，需定期對，活塞環檢修，磨損的活塞環可能會使輸送功率降低，雖然不會直接造成壓縮機的損傷，但會導致熱負荷的增加，應避免繼續使用磨損的活塞環。在定期保養時，要檢查活塞、活塞環和汽缸表面是否有磨損的情形，測量活塞環並記錄數值，建立更換的週期。



圖 89 TEMU2000 型螺旋式空氣壓縮機



圖 90 EMU900 無油式空氣壓縮機

(二). 靜式變流器課後心得

SIV 系統從 PP 客車到現今車型已是十分成熟的技術，由最初整、變流所使用的 GTO 閘流體演變成較穩定 IGBT 閘流體，內部配置模組式來方便進行維修。

以 PP 及 EMU800 型 SIV 為例，內部交、直流轉換配置分成整流模組(COV)及變流模組(INV)，雖然容易區分及方便拆解但兩者構造不同，假使其中一種模組時常損壞，會導致整、變流模組的數量不平衡，過多的模組淪為備品來使用。

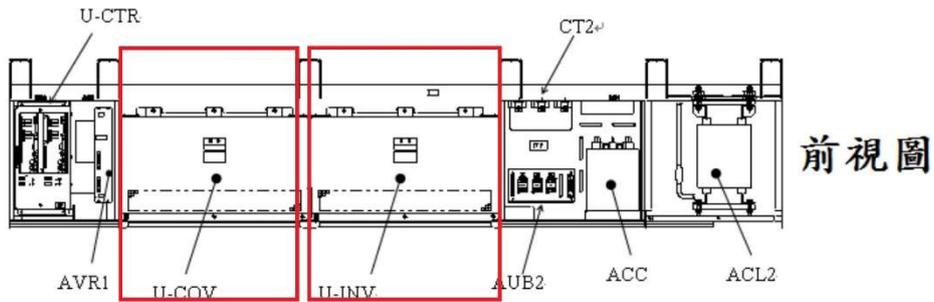


圖 91 EMU 800 型 SIV 模組配置圖

EMU900 型則是以線路去劃分，分成整流模組(CONV-U/V)及變流模組(INV-U/V/W)，而整、變流模組構造都相同，可以任意互換，解決了整、變流模組數量不平衡的情況，但缺點是拆裝不易且耗時。

□ 整流器模組 (CONV-U / V)

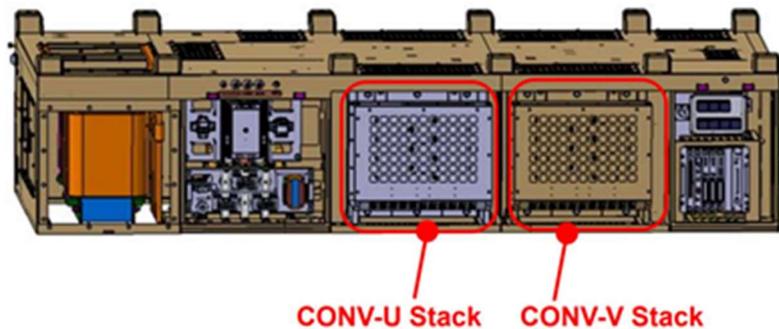


圖 92 EMU 900 型 SIV 整流模組配置圖

□ 變流器模組 (INV-U/V/W)

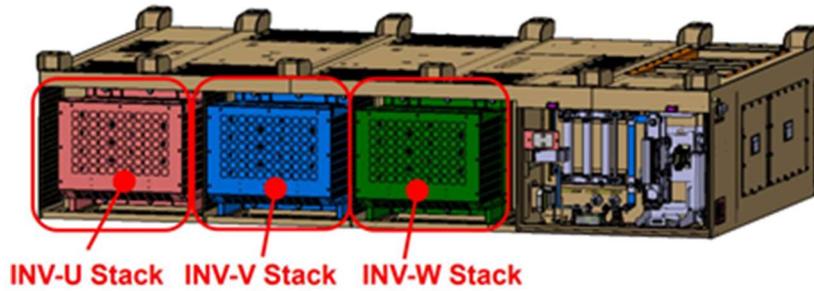


圖 93 EMU 900 型 SIV 整流模組配置圖

(三). TCMS 課後心得

從早期 EMU600 型開始，後續採購之電聯車組皆有設置 TCMS，隨著列車通訊、儲存技術及車間跳線的發展，由單向的 TCMS 內部網路，演進成 EMU900 採用拓譜網路結構，強化 TCMS 的資料傳輸、結構上的備援及儲存大量資料的能力。

以往 TCMS 結構為單一路線型式，故其中一台故障時，能檢視的車輛資訊就僅剩從頭車至故障車或是尾車至故障車，EMU900 採用環狀拓譜網路結構後，若發生中間 1 台 TCMS 的 TU 故障時，駕駛室能檢視的資訊仍保有所有正常車輛的訊息，僅故障車的資訊無法傳出。

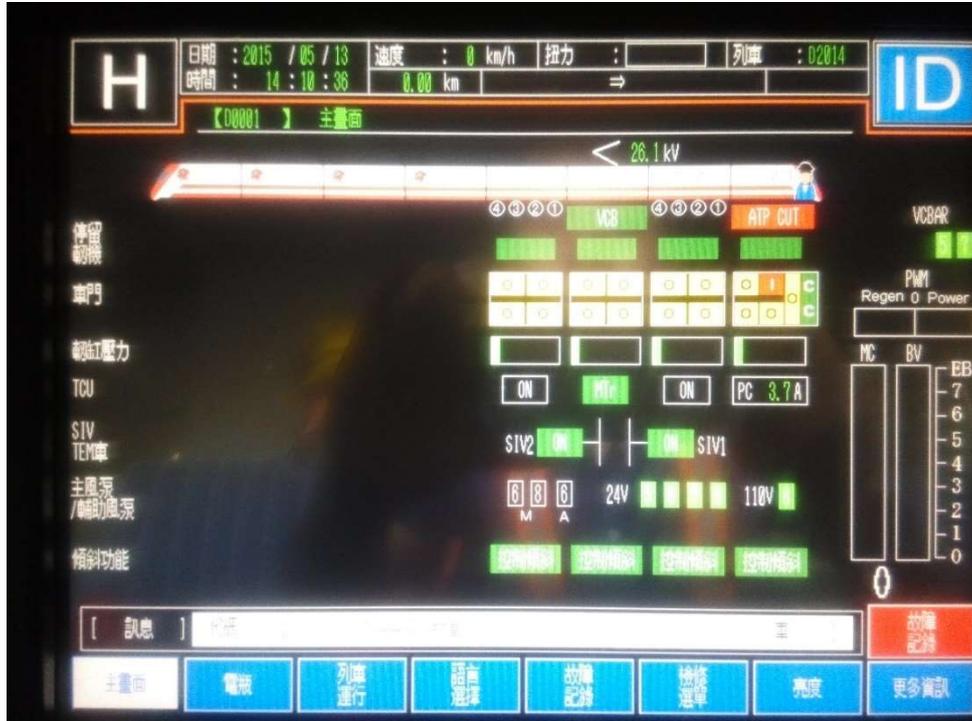


圖 94 TEMU2000 型 4 車 TCMS 故障之畫面

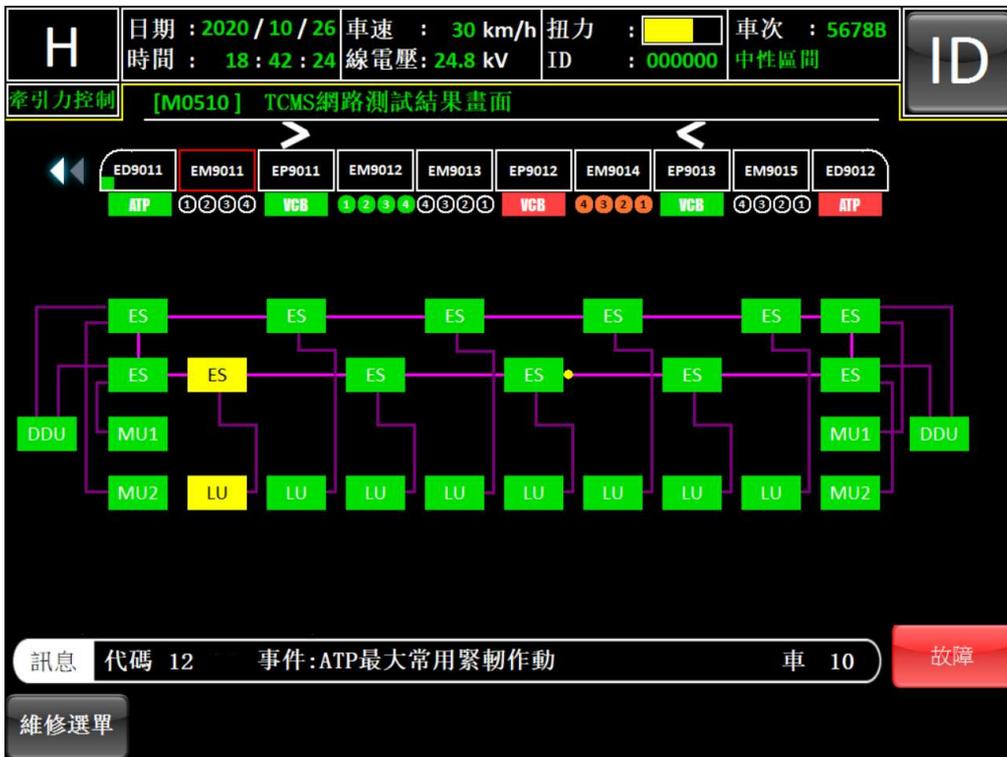


圖 95 EMU900 型 TCMS-TU 故障畫面

另一特色為故障紀錄的呈現方式，在 EMU600 到近期的 EMU800、TEMU2000，皆是以事件的發生或結束當作一筆紀錄呈現，在 EMU900 型的呈現，則列出復位與否的資訊，以檢修人員角度來看，可以直接對照出事件發生的時間長短，來識別這個事件存在的意義。

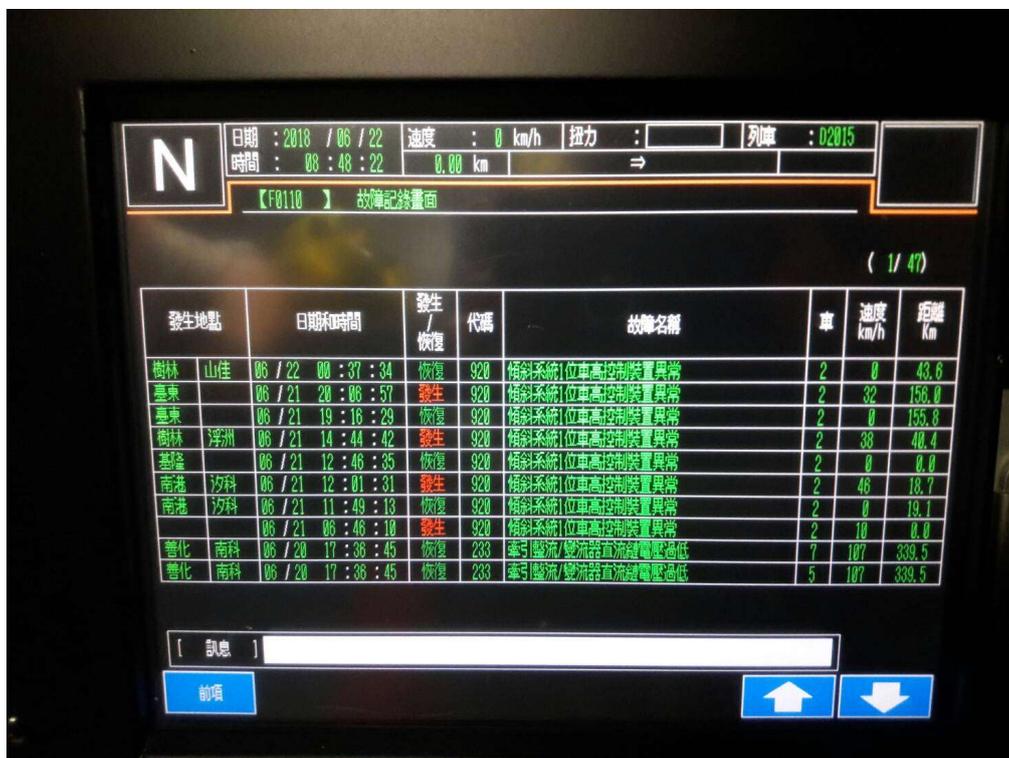


圖 96 TEMU2000 型故障紀錄畫面



圖 97 EMU900 故障紀錄畫面

另一項 900 型的特色，是 PTU 下載資料後，若同時儲存多筆資料，可以透過內建功能，進行故障系統、類別、或是單 1 事件的統計分析，有利於後續維修的大數據分析。

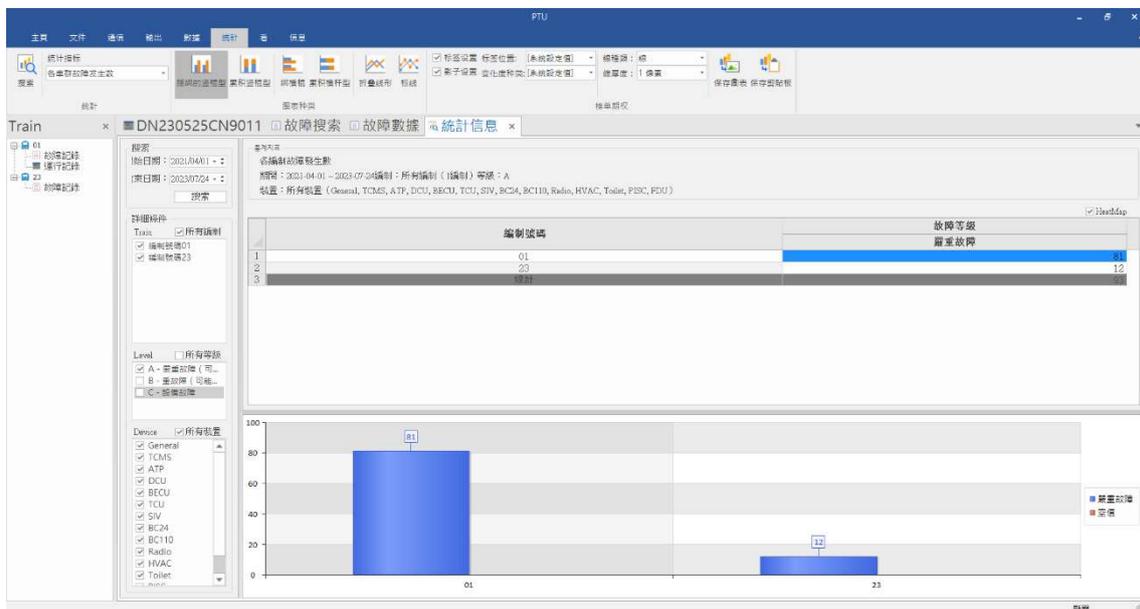


圖 98 TCMS-故障紀錄統計分析畫面

二、建議

(一). 輔導 TCMS 優先國產化

本次空調通勤電聯車 520 輛之專業訓練班之訓練，就軀機系統、輔助供電系統、動力系統等多項設備，這次專業訓練剛好到韓國及日本，對於這 2 個國家皆有強烈的民族性，而韓國及日本皆可由車輛製造廠進行 TCMS 研發製作之能力，所以對於 TCMS 功能的修改，就可不用受制於設備廠商，可大大強化車輛運轉維修。

TCMS 在臺鐵局早期由 EMU600 型開始引進，後續採購之電聯車組皆有設置 TCMS，隨著列車通訊、儲存技術及車間跳線的發展，已由早期的監視功能及 RS-485 之通訊功能，進化到監控管理功能及 RJ-45 網路通訊功能，TCMS 內容的文字，常常因國情文化上不同，常有修正的需求，因 EMU900 型 TCMS 為車輛製造廠現代樂鐵股份有限公司製作，故軟體上的修改可不用假手他人，自己即可進行修正，也正因如此，TCMS 若為國內車輛製造廠有自行研發的能力，可大幅提升及掌握車輛設計的能力，以避免被說是車輛組裝廠之功能而沒有車輛設計的能力。

TCMS 設備之重要性已大幅提升，因為可監控車輛上大部分重要及次要的設備，並提供備援機制功能，且會顯示車輛上設備之事件、故障等動作的資料，對於維修及營運有重大的關係，而目 TCMS 製造及研發技術皆來自國外，臺灣一直是電子產品技術的強項，受限於國內市場不夠大，無廠商願意投入研發成本，致使 TCMS 研發製造技術一直無法提升，臺鐵局後續維修採購時需向國外原廠進行採購，無法降低維修成及採購期程，是以，臺鐵局可進行 TCMS 優先國產化的輔導，可使臺鐵局降低車輛故障率，使乘務人員即時知道故障應急處理方式，以及後勤維修採購成本及期程，增加國內廠商工作機會，同時亦提升臺鐵局維修能力。

(二). 設置軸重量測設備

於課後之時間進行車輛製造廠參觀時，發現車輛製造廠皆有建置車輛整車軸重量測之設備，且軸重量測為例行測試項目之一，以確保車輛製造後各車輪所承受之重量相差不會太大以符合規定，惟各車軸軸重若產生偏移，同時會造成車輛重心的偏移，車輛在長期重心偏移狀態下行駛，將會加速造成車輪快速磨耗，此時即需進行車輪銼削，而長期累積下來車輪之成本將大於軸重量測之建置成本。

本局有購置移動式的車軸量測器材，該器材僅能量測單一車輪，惟量測時僅將單一車輪頂升，將造成重量會轉移到其他輪軸上，以致於所量測之數值誤差較大，無法做為維修參考之依

據，而建置整車軸重量測之設備，非單一設備之採購，仍需進行土木之工程，未來若新機廠建置設備時，建議可將整車軸重量測設備納入評估，以確認車輛有無偏載，以延長車輪壽命，減少維修，以及採購車輪及更換車輛之無形成本。

伍、 參考資料

1. EMU900 型空調通勤電聯車維修手冊
2. EMU900 型空調通勤電聯車專業訓練教材