

出國報告(出國類別：其他)

電力機車 68 輛購案 檢驗及監督(114 年第 9 梯次)

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

職稱姓名：助理工程師 楊東霖、蘇義鈞、薛穗麒
技術領班 林明助、趙建焜
助理技術員 陳俊榕、張哲銘

派赴國家：日本

出國期間：114 年 05 月 19 日至 06 月 06 日

報告日期：114 年 06 月 23 日

摘要

國營臺灣鐵路股份有限公司(下稱本公司)為因應老舊車輛逐漸汰役與營運現代化需求，於 2015 年起推動十年購車計畫，並引進由日本東芝公司製造的 E500 型電力機車，作為本公司下一代主力牽引動力。

E500 型機車採用交流電 25kV/60Hz 的動力系統，配備先進的三相異步牽引馬達，牽引馬達為感應式馬達，採用 IGBT 元件之三相電壓型 PWM 向量控制，因其低損耗及精密控制特性使其可以達到高效能的運用。各車軸之牽引馬達由一組 PWM 變流裝置各別控制，即使發生故障也可以單獨切斷故障單元。其高冗餘性設計與現有機車相比有著充足的性能，因此於推拉式編組下，隔離 5 個牽引馬達運轉時也可達到現有機車(PP 編組 E1000 型)的性能。

最高牽引功率達 3,888kW，並具備再生電軔功能，有效提升節能效益與環保性能。整車軸重 16 噸，總重約 96 噸，設計時速達 140km/h，實際營運上限為 130km/h。

本型機車以模組化設計為核心，結合機車控制監視系統 (LCMS)，可即時回傳車輛運作數據並進行遠端診斷，安全設計方面亦強化；配備自動防滑、撒砂裝置及三合一緊急制動系統，大幅提升行車安全性。

與 E200/E300/E400 相同，本案機車為雙駕駛室式。以主控制器鑰匙開關進行聯鎖，不管在單機運用或 PP 運用，無法在主控駕駛台以外的地方進行操作。檢測插入主控制器鑰匙位置以及跨接電纜的聯掛狀態用以自動判斷前進方向。另外也需要依照編成選擇運轉模式以及軔機模式，所以在駕駛台設有一個列車選擇開關。

E500 將逐步取代本公司現行之 E1000 系列與 GE 電力機車。首輛車於 2023 年 9 月運抵臺灣，並於 2024 年正式投入營運。至 2025 年中，E500 已投入西部幹線牽引自強號與莒光號，並計劃加入觀光列車（如鳴日號、環島之星）服務。

本計畫總計將採購 88 輛機車(原 68 輛後追加 20 輛)，預計於 2027 年完成交車。新型機車不僅提升營運效率與可靠性，更標誌本公司朝向現代化列車營運邁進的重要里程碑。

壹、目的	3
貳、監造週報	4
參、專業訓練課程表	7
肆、E500 電力機車專題報告	10
一、車體結構與檢修	10
二、轉向架	22
三、連結器	27
四、車身與轉向架分離	34
五、電力轉換裝置(PCC)	42
六、主控制器	62
七、牽引馬達	68
八、ATP	77
九、限速備援系統	86
伍、心得	93
陸、建議事項	95
陸、參考資料	97

壹、目的

為因應國內陸續上線運用的 E500 型新型電力機車的維修與保養作業，國營臺灣鐵路股份有限公司(以下簡稱本公司)於 114 年起分批次派員至日本株式會社東芝進行技術交流與實地研習。

本小組為 E500 型電力機車之第九梯次學習受訓人員，定於 114 年 5 月 19 日至 6 月 6 日赴日接受由立約商提供專業訓練課程，(如圖 1-1-1-1 及 1-1-1-2)，藉此學習受訓的機會觀摩立約商的車輛製造、維修、保養與管理等相關技術，其主要目的包括：

1. 瞭解 E500 型列車的主要系統架構。
2. 學習該型列車主要系統（牽引、煞車、通訊、監控等）的維修保養流程與故障排除法。
3. 實地操作並熟悉專用維修工具與診斷設備。
4. 提早準備 E500 型專用工具與備品清單。
5. 將學習內容納入內部維修人員再訓課程。

期能借此提升維修品質進而降低車輛事故，讓本公司所有的旅客都能享受更高的準點率以及更好的搭乘品質，改變一般大眾對於本公司總是誤點的刻板印象。



圖 1-1-1-1 (進入工廠前安全講習)



圖 1-1-1-2 (課堂實務講解)

貳、監造週報表

第一週
車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛		
期間：自 114 年 05 月 19 日 至 114 年 05 月 25 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114/05/19	一	赴日行程日
114/05/20	二	1. 簡介、概論說明(Introduction & Overview) 2. 機車性能(Locomotive Performance) 3. 車體（含低壓設備箱）、連結器（TISS）(Carbody (Include LVE), Coupler(TISS)) 4. 考核(Assessment)
114/05/21	三	1. 駕駛室(Cab) 2. 考核(Assessment) 3. 工廠導覽與保養說明示範(車體)(Factory Tour & Maintenance Demonstration(Carbody))
114/05/22	四	1. 轉向架、輪軸組、傳動裝置(Bogie、Wheelset、Driving Unit) 2. 實務說明（轉向架、輪軸組、傳動裝置） 3. 考核(Assessment)
114/05/23	五	1. (機車)主變壓器(Locomotive main transformer MTr) 2. 實務說明（主變壓器） 3. 火災偵測系統(Fire Detection system) 4. 考核(Assessment)
114/05/24	六	例假(official holiday)
114/05/25	日	例假(official holiday)
備註：		

第 二 週
車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛		
期間：自 114 年 05 月 26 日 至 114 年 06 月 01 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114/05/26	一	1. 主控制器(Master Controller) 2. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)：轉向架(Bogie) (至八王子京王重機整備株式会社參訪轉向架組裝。) 3. 考核(Assessment)
114/05/27	二	1. 牽引馬達(Motor) 2. 牽引馬達鼓風機(Blower) 3. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)：牽引馬達(Motor)
114/05/28	三	1. 電力轉換裝置(PCC)(Power conversion device) 2. 考核(Assessment)
114/05/29	四	1. 連結器(Coupler) 2. 機車控制監視系統(LCMS) (Locomotive control monitoring system) 3. 工廠導覽(LCMS) (Factory Tour) 4. 考核(Assessment)
114/05/30	五	1. 跨接電纜(Jumper) 2. 工廠導覽(Factory Tour)：跨接電纜(Jumper)(至高崎群馬八幡 YUTAKA 株式會社製作所參訪跨接電纜製造測試流程及維修保 養。)
114/05/31	六	例假(official holiday)
114/06/01	日	例假(official holiday)
備註：		

第三週
車輛檢驗週報表

專案名稱：電力機車 68 輛		
期間：自 114 年 06 月 02 日 至 114 年 06 月 08 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114/06/02	一	1. 工廠導覽(Factory Tour)： 電力轉換裝置(PCC) (Power conversion device) 2. ATP 隔離後限速備援系統(ATP Backup) 3. 考核(Assessment)
114/06/03	二	1. 軔機／供氣系統(Brake/Air supply System) 2. 實務說明(Maintenance Demonstration)： 軔機／供氣系統(Brake/Air supply System)
114/06/04	三	1. 軔機／供氣系統(Brake/Air supply System) 2. 實務說明(Maintenance Demonstration)： 軔機／供氣系統(Brake/Air supply System)
114/06/05	四	1. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)： 車體與連結器(Carbody&Coupler) 2. 避雷器(Surge Arrester) 3. 考核(Assessment) 4. 結業式(Closing Ceremony)
114/06/06	五	返台行程日
114/06/07	六	例假(official holiday)
114/06/08	日	例假(official holiday)
備註：		

參、專業訓練課程表

第一週

TRC 68輛電力機車 日本專業訓練			
期間	自114年05月19日至114年05月23日止		
日期	當地時間	辦 理 事 項	地點
05月19日	移動日	去程	台北-東京
05月20日	09:00~11:00	簡介、概論說明	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	11:00~12:00	機車性能	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~16:30	車體(含低壓設備箱)	
	16:30~17:00	考核	
05月21日	09:00~12:00	駕駛室	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~13:30	考核	
	13:30~17:00	工廠導覽與保養說明示範(車體)	
05月22日	09:00~12:00	轉向架、輪軸組、傳動裝置	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~15:30	轉向架、輪軸組、傳動裝置	
	15:30~16:30	實務說明(轉向架、輪軸組、傳動裝置)	
	16:30~17:00	考核	
05月23日	09:00~12:00	主變壓器	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~14:00	實務說明(主變壓器)	
	14:00~16:00	火災偵測系統	
	16:00~17:00	考核	

第二週

TRC 68輛電力機車 日本專業訓練			
期間	自114年05月26日至114年05月30日止		
日期	當地時間	辦 理 事 項	地點
05月26日	09:00~12:00	主控制器	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	保養說明示範(轉向架)	日本八王子 京王重機整備株式會社
05月27日	09:00~11:00	牽引馬達	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	11:00~12:00	鼓風機	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	保養說明示範(牽引馬達)	
05月28日	09:00~12:00	電力轉換裝置(PCC)	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~16:30	電力轉換裝置(PCC)	
	16:30~17:00	考核	
05月29日	09:00~12:00	連結器	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~15:30	機車控制監視系統(LCMS)	
	15:30~16:00	考核	
	16:00~17:00	工廠導覽(LCMS)	
05月30日	09:00~12:00	跨接電纜	日本東京 群馬 YUTAKA 電纜工廠
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	工廠導覽(跨接電纜)	
備註：1.05 月 26 日 13:00~17:00 參訪京王重機整備株式會社(實務說明轉向架) 2.05 月 30 日 09:00~17:00 參訪群馬 YUTAKA 電纜工廠(實務說明跨接電纜)			

第三週

TRC 68輛電力機車 日本專業訓練			
期間	自114年06月02日至114年06月06日止		
日期	當地時間	辦 理 事 項	地點
06月02日	09:00~11:00	工廠導覽(PCC)	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	11:00~12:00	考核	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	ATP 隔離後限速備援系統	
06月03日	09:00~12:00	軔機 / 供氣系統	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~15:00	軔機 / 供氣系統	
	15:00~17:00	實務說明(軔機 / 供氣系統)	
06月04日	09:00~12:00	軔機 / 供氣系統	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~15:00	軔機 / 供氣系統	
	15:00~17:00	實務說明(軔機 / 供氣系統)	
06月05日	09:00~12:00	保養說明示範(車體與連結器)	日本東京 府中工廠 訪客中心 215 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~15:00	避雷器	
	15:00~16:00	考核	
	16:00~17:00	結業式	
06月06日	移動日	回程	東京-台北

肆、E500 電力機車專業訓練報告

一、車體結構與檢修

1. E500 型 車體結構說明

E500 型車體是由模組化結構組成。與以往本公司列車車輛車體結構不同的是，減少許多焊接、熔接的加工。可降低人工焊接的精度、一致性和因焊接所產生的熱變形殘留應力。

車體結構模組化，使得車體便於維修及縮短維修時間。例：E500 型車輛，前後端之端部結構、前後端駕駛室結構、機械室兩側側牆結構、前中後車頂與橡架。

E500 型車體主要結構，如圖 4-1-1-1:

- (1)車架{含地板}
- (2)端部結構
- (3)駕駛室結構
- (4)機械室側面結構
- (5)橡架
- (6)車頂

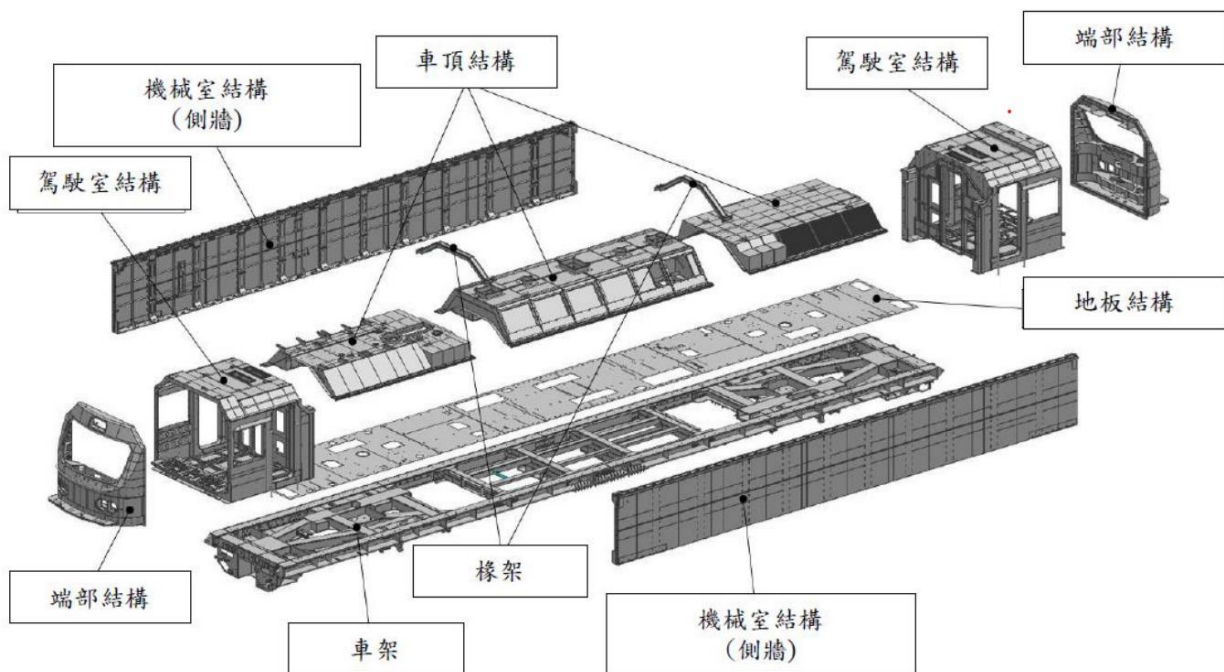


圖 4-1-1-1 (E500 型車體各位結構)

2. E500 型車體檢修、特殊工具

檢修車體，依立約商建議檢查項目，如表 4-1-2-1:

表 4-1-2-1 (E500 型車體與車頂檢修週期)

項目	部件	檢查方法	檢修方法	一級	二級	三級	四級
車體	車體	目視檢查	如有嚴重裂縫，應採用焊接或其他方法維修。	○	○	○	○
	密封材料	目視檢查	修復任何外觀問題或防水性能問題。 將無法修復的零件進行更換。	○	○	○	○
	墊料	目視檢查	修復任何外觀問題或防水性能問題。 將無法修復的零件進行更換。	○	○	○	○
	油漆	目視檢查	如有油漆剝落，請先清潔乾淨，再修復油漆。	○	○	○	○
車頂	車頂結構	目視檢查	如有嚴重裂縫，應採用焊接或其他方法維修。	○	○	○	○
	密封材料	目視檢查	修復任何外觀問題或防水性能問題。 將無法修復的零件進行更換。	○	○	○	○
	墊料	目視檢查	修復任何外觀問題或防水性能問題。 將無法修復的零件進行更換。	○	○	○	○
	油漆	目視檢查	如有油漆剝落，請修復油漆。	○	○	○	○

車體的消耗品和建議更換週期依照立約商建議，如表 4-1-2-2:

表 4-1-2-2 (E500 型車體與車頂密封材料和墊料建議更換期)

單元名稱	裝置	建議更換週期
車體	密封材料	4 級檢修(4A)
車頂	密封材料	4 級檢修(4A)
	墊料	4 級檢修(4A)

車體、車頂的密封材料為 Sikaflex-221，如(圖 4-1-2-1)。



圖 4-1-2-1 (E500 型車體與車頂密封材料)

車頂墊料，如圖 4-1-2-2 和圖 4-1-2-3。



圖 4-1-2-2 (E500 型車頂墊料斷面)

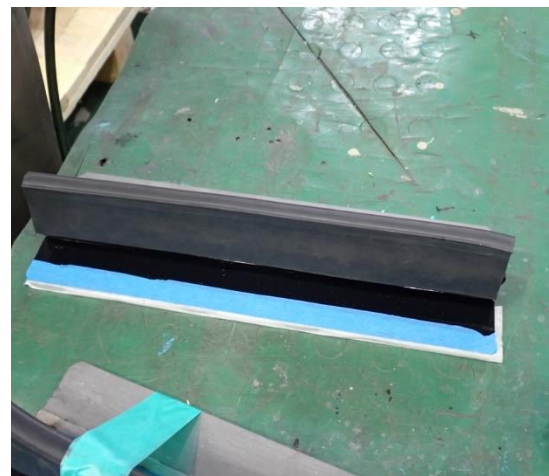


圖 4-1-2-3 (E500 型車頂墊料安裝示意圖)

安裝車頂墊料，需以連續不剪斷車頂料的方式施做安裝，如遇到車頂轉折處時，不可剪斷需一體式，方可達到初步的密封防塵與防水效果。

此車頂墊料安裝不分正反面，安裝長度需以一個車頂為單位施做。
最後的頭尾相接部份，需特別注意黏接及密封。

檢修車體時使用的特殊工具，如圖 4-1-2-4。



圖 4-1-2-4 (E500 型車體檢修特殊工具:氣動注膠

注膠槍所使用的黏著劑為 Sikaflex-268，如圖 4-1-2-5。



圖 4-1-2-5 (E500 型車體檢修用黏著劑)



圖 4-1-2-6 (E500 型車體檢修特殊工具:注膠槍)

此黏著劑的用途為膠合車頂與車頂墊料，可達成車頂墊料與車頂框架非常緊密的連結及初步階段密封。

使用方式為：

- (1)將 Sikaflex-268 鋁箔軟包放入注膠槍，如圖 4-1-2-6。
- (2)將注膠槍與供氣設備接上，建議空氣壓力不高於 0.68MPa。
- (3)操作注膠槍上膠，空氣壓力可用注膠槍上調整旋鈕進行調節。

3. E500 型車體重新密封施做工法

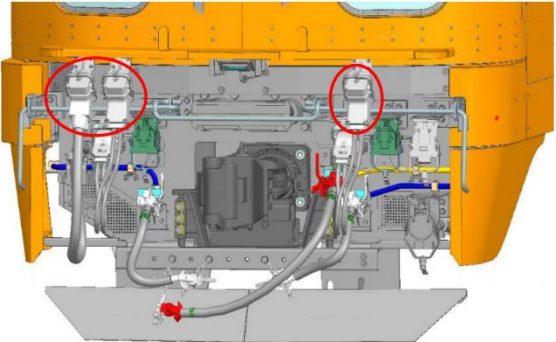
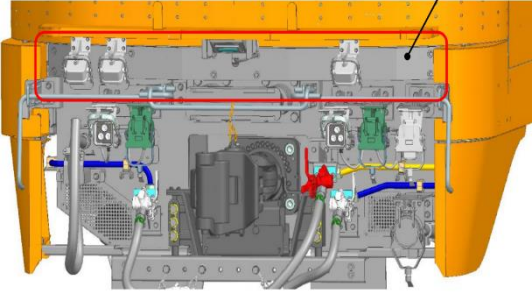
以下為施做順序：

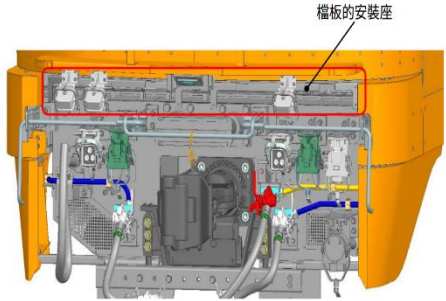
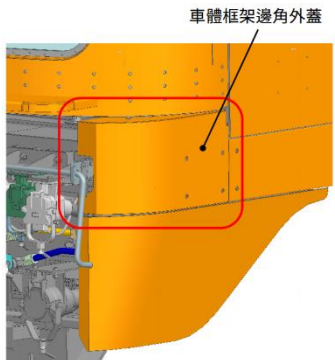
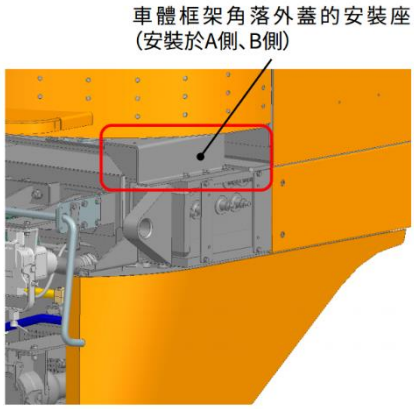
- 3.1 拆卸車端設備，如表 4-1-3-1。
- 3.2 拆卸車側設備，如表 4-1-3-2。
- 3.3 重新密封車頭框架、駕駛室框架之間。
- 3.4 重新密封駕駛室車體、機械室側框架之間。
- 3.5 重新密封車體框架、駕駛室框架和側車體之間。
- 3.6 重新密封車體框架、駕駛室框架(前面下方)之間。
- 3.7 重新密封駕駛室框架下方雨水溝。

以下為施作工法詳細解說：

3.1 拆卸車端設備

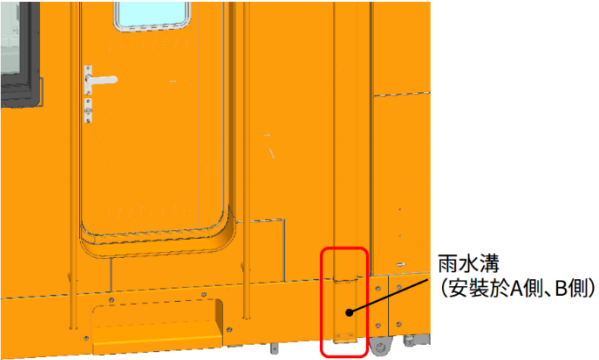
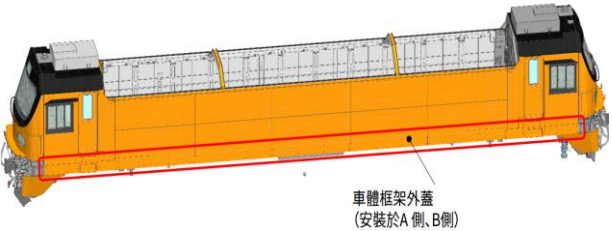
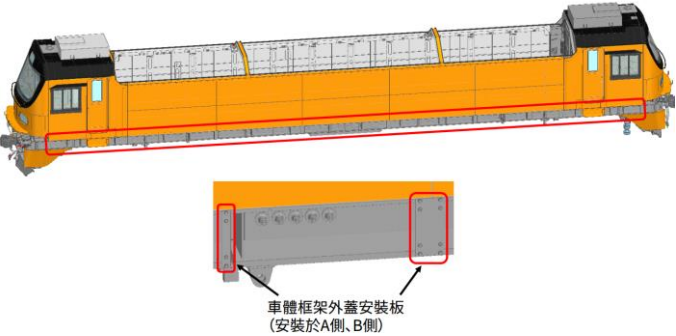
表 4-1-3-1 (拆卸車端設備)

步驟	動作	作業圖示
1-1	從插座上拔下前端和後端的跨接電纜插頭。 (如圖 4-1-3-1 所示)	 圖 4-1-3-1 (拔下跨接電纜)
1-2	拆卸前端和後端的駕駛室下方的檔板。 (如圖 4-1-3-2 所示)	 圖 4-1-3-2 (拆卸駕駛室下方檔板)

步驟	動作	作業圖
1-3	拆卸前端和後端檔板的安裝座。 (如圖 4-1-3-3 所示)	 圖 4-1-3-3 (拆卸檔板安裝座)
1-4	拆卸前端和後端兩側車體框架角落外蓋。 (如圖 4-1-3-4 所示)	 圖 4-1-3-4 (拆卸框架邊角外蓋)
1-5	拆卸前端和後端兩側車體框架角落外蓋的安裝座。 (如圖 4-1-3-5 所示)	 圖 4-1-3-5 (拆卸框架邊角外蓋安裝座)

3.2 拆除車側設備

表 4-1-3-2 (拆除車側設備)

步驟	動作	作業圖
2-1	拆卸前端和後端駕駛室框架兩側下方的雨水溝，共 4 個。 (如圖 4-1-3-6 所示)	 雨水溝 (安裝於A側、B側) 圖 4-1-3-6 (拆卸兩側雨水溝)
2-2	拆卸車體框架兩側側梁外蓋。 (如圖 4-1-3-7 所示)	 車體框架外蓋 (安裝於A側、B側) 圖 4-1-3-7 (拆卸兩側側梁外蓋)
2-3	拆卸車體框架兩側側梁外蓋安裝板。 (如圖 4-1-3-8 所示)	 車體框架外蓋安裝板 (安裝於A側、B側) 圖 4-1-3-8 (拆卸兩側側梁外蓋安裝板)

3.1 重新密封車頭框架、駕駛室框架之間

步驟 1:

請用刮刀等工具將駕駛室車頭框架和駕駛室框架，如圖 4-1-3-9 之密封膠清除乾淨。清除時，請小心車頭框架和駕駛室框架之間的橡膠墊片，請勿傷到橡膠墊片。

※密封材料請使用立約商所建議之密封材料，Sikaflex-221。

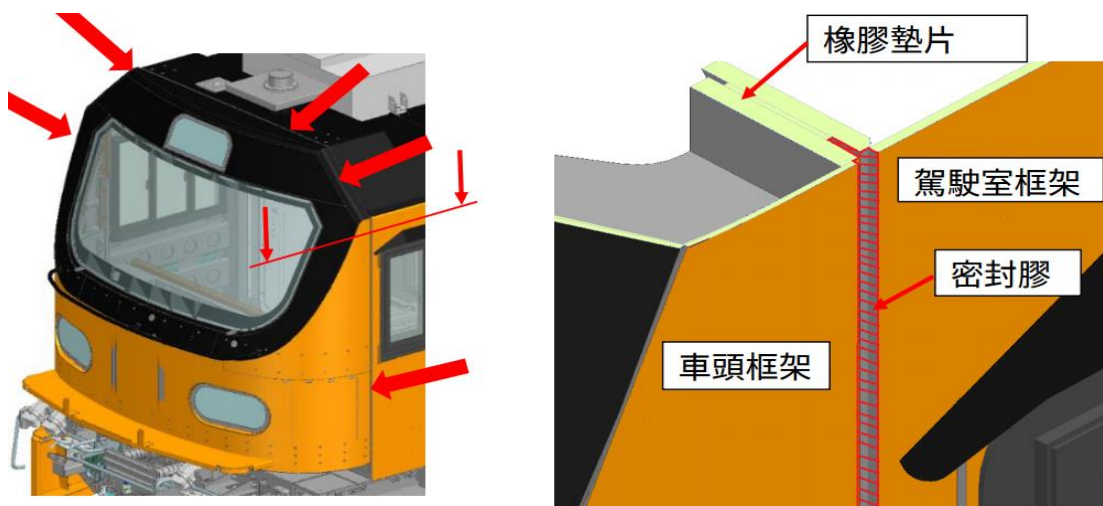


圖 4-1-3-9 (車頭框架和駕駛室框架)

步驟 2:

密封之前施工面的表面，請先清潔乾淨並等表面乾燥無油脂，再施做密封。

密封後，等密封材料乾燥凝固後，方可進行洩漏測試。

步驟 3:

洩漏測試，密封材料乾燥凝固後，請將肥皂水塗抹在密封部份(車頭框架、駕駛室框架)，從密封區室內內側使用壓縮空氣吹入密封區，檢驗密封區內、外有無起泡的痕跡。

步驟 4:

如果有起泡的痕跡，請將肥皂水清除乾淨，針對該區域進行加強密封。

如果起泡區域較大較多，請重新施做密封，表面請重新清潔乾淨。

再參照前面步驟重新施工

3.4 重新密封駕駛室車體、機械室側框架之間。

步驟 1:

請用刮刀等工具將駕駛室框架如機械室框架之間的密封膠清除乾淨。

因為駕駛室框架和機械室框架之間有安裝橡膠墊片，使用刮刀等清除工具插入深處時，請特別注意不要傷到橡膠墊片。

步驟 2:

施工面的表面，請先清潔乾淨並等表面乾燥無油脂，再施做密封。

密封區域請如圖 4-1-3-10、圖 4-1-3-11、圖 4-1-3-12，密封駕駛室框架和機械室框架之間。

如圖 4-1-3-10，紅色部份為駕駛室框架和機械室側框架接觸的部份，請由上方至車體框架接觸的部份施做黏合。如圖 4-1-3-10 中綠、藍色部份請僅密封雨水溝部份。

※密封材料一樣請使用立約商所建議之密封材料，Sikaflex-221。

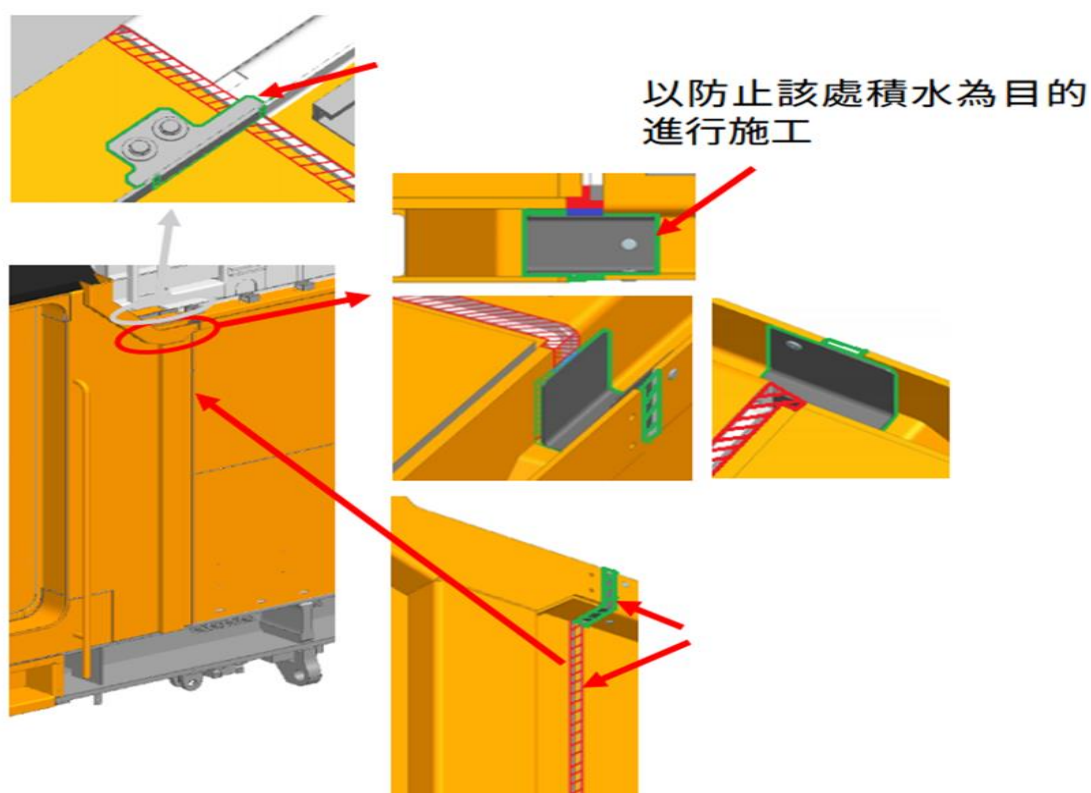


圖 4-1-3-10 (密封施作位置圖)

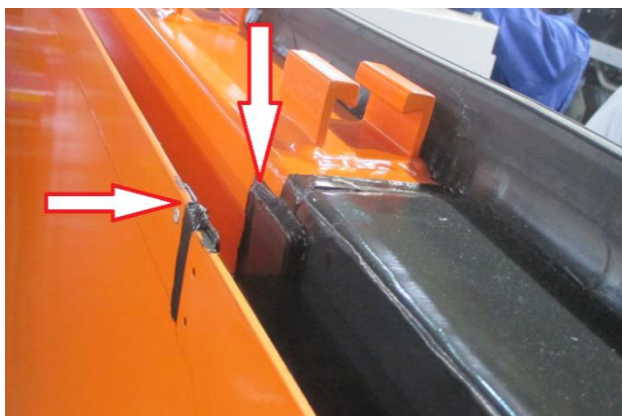


圖 4-1-3-11

(駕駛室框架和機械室框架之間密封)

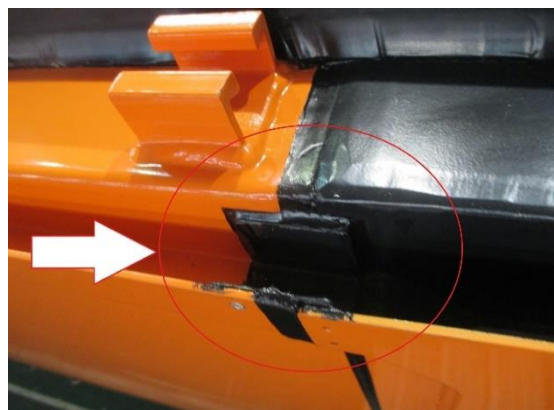


圖 4-1-3-12

(駕駛室框架和機械室框架之間密封)

步驟 3:

洩漏測試，密封材料乾燥凝固後，請將肥皂水塗抹在密封部份，從密封區室內內側使用壓縮空氣吹入密封區，檢驗密封區內、外有無起泡的痕跡。

檢查圖中綠色區域有無積水，如有積水請再重新施做或加強該區域，防止此區域有積水的現象。

步驟 4:

如果有起泡的痕跡，請將肥皂水清除乾淨，針對該區域進行加強密封。

如果起泡區域較大較多，請重新施做密封，表面請重新清潔乾淨。

再參照前面步驟重新施工。

3.5 重新密封車體框架、駕駛室框架和側車體框架之間

請用刮刀等工具將車體框架和駕駛室側機械室框架之間的密封膠清除乾淨。

駕駛室車頭框架和駕駛室框架間的密封，如圖 4-1-3-13、圖 4-1-3-14。

※密封材料請使用 Sikaflex-221。密封前請清潔施工表面，在其乾燥後再進行密封。

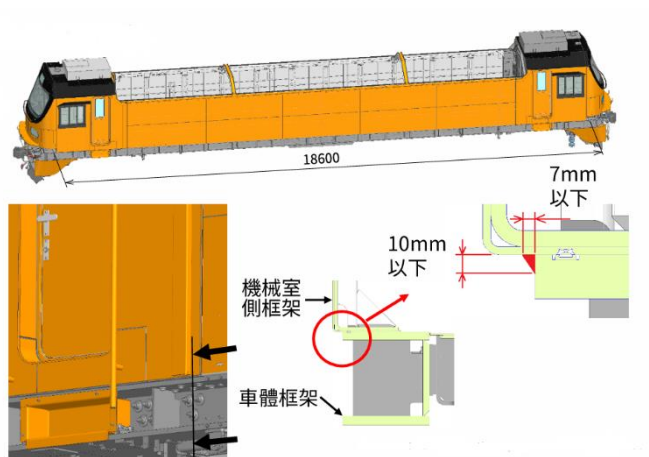


圖 4-1-3-13

(駕駛室車頭框架和駕駛室框架間的密封)

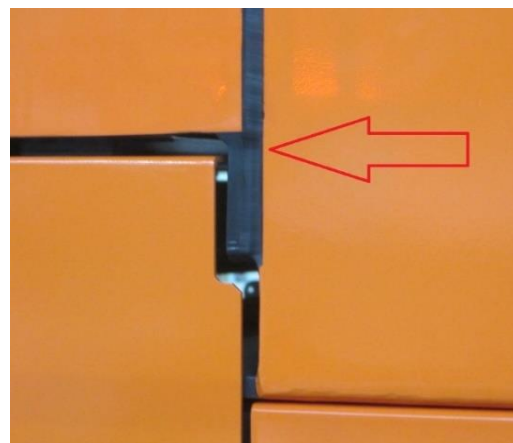


圖 4-1-3-14

(駕駛室車頭框架和駕駛室框架間的密封)

3.6 重新密封車體框架、駕駛室框架。

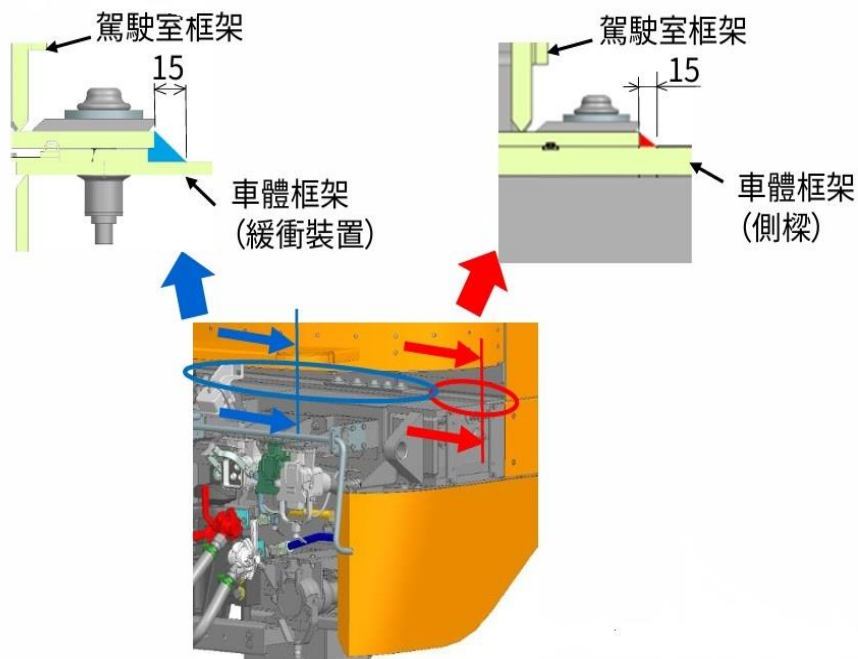


圖 4-1-3-15

(車體框架、駕駛室框架的密封)

如圖 4-1-3-15，

步驟 1:

請用刮刀等工具將駕駛室框架和車體框架（緩衝裝置上方、側樑上部）間的密封膠清除乾淨。

步驟 2:

請如圖 4-1-3-16、圖 4-1-3-17，密封駕駛室框架和車體框架（緩衝裝置上方、側樑上部）間。密封材料請使用 Sikaflex-221。※密封前請清潔施工表面、並在其乾燥後再進行密封。



圖 4-1-3-16（側樑上部-實圖中內蓋部份）

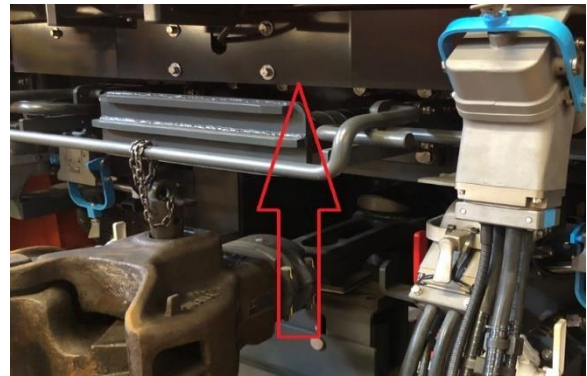


圖 4-1-3-17（緩衝裝置上方-實圖中上方內蓋）

步驟 3:

密封後、將肥皂水塗抹在密封部分、從密封區室內側吹入壓縮空氣、檢查密封區肥皂水不起泡（無洩漏）。

(7) 重新密封駕駛室框架下方的雨水溝

步驟:

請如圖 4-1-3-18、圖 4-1-3-19，密封雨水溝。密封材料請使用 Sikaflex-221。

※密封前請清潔施工表面、並在其乾燥後再進行密封。

※請在車體框架和駕駛室機械室側框架間的密封膠完成及車體框架側樑外蓋裝上後，再進行密封工作。

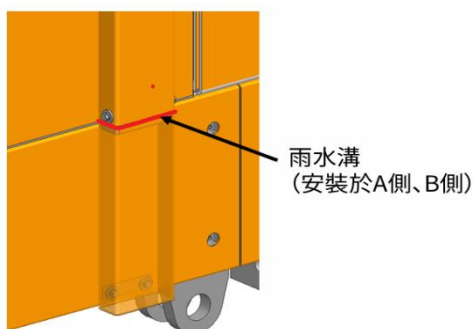


圖 4-1-3-18（雨水溝密封）



圖 4-1-3-19（雨水溝密封）

二、轉向架概要

1.E500 型轉向架總成

如圖 4-2-1-1。

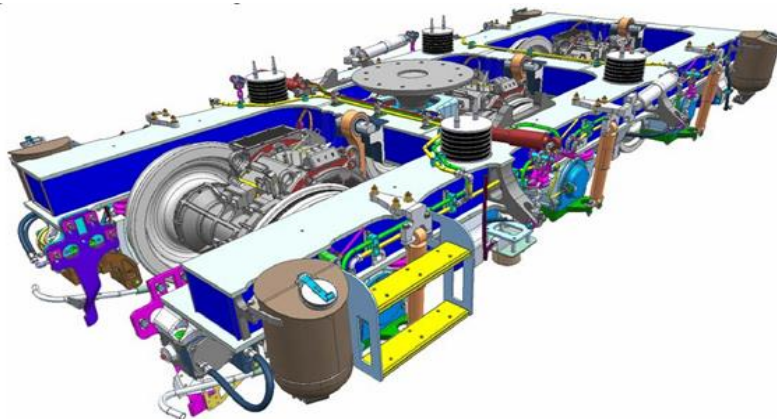


圖 4-2-1-1 (E500 型轉向架總成外觀)

1.1 E500 型轉向架構造與組成

轉向架提供承載車體重量、動力、避震、制動、…等功能，是成為機車頭不可或缺的重要一環。其原理與主要組成結構有:本體框架、動力單元、剎車單元、避震系統，管線走線固定座…。等大項所組成，並且由其結構近重心位置連接車體中心之牽引銷(柱)達成車體移動之原理。因檢修時(臨修、三級、四級)之必要，而將其與車體作暫時性之分離，以方便檢修。故轉向架在分離與組成時，動力、管線之拆解與復歸運轉,也是非常重要的工作。其下再概略簡介各項單元組成。

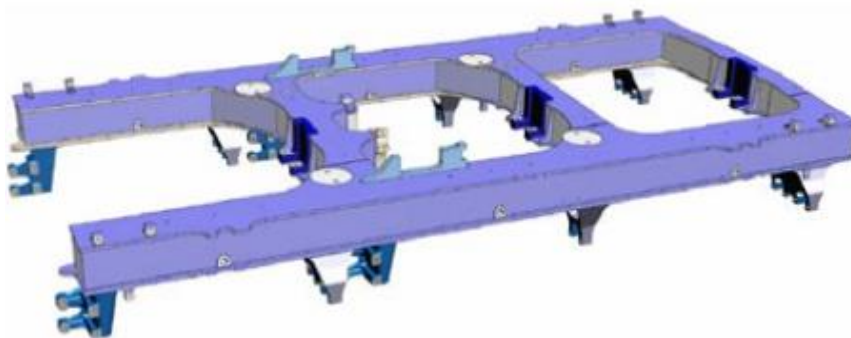


圖 4-2-1-2 (E500 型轉向架-框架)

(1) 結構單元(轉向架主框架)，如圖 4-2-1-2。

轉向架框架是由材質 AS3678-350 鋼板型鋼結構焊接而成(框質量約 2830kg)，並經由應力分析與結構耐壓測試單元分析，以承載重量、震動、扭轉、熱…等內、外應力可說是動力機車主體常重要之一環。故框架結構於設計之初即必須考量以上之所有因素,且經過多重應力分析測試而成，如圖 4-2-1-3。

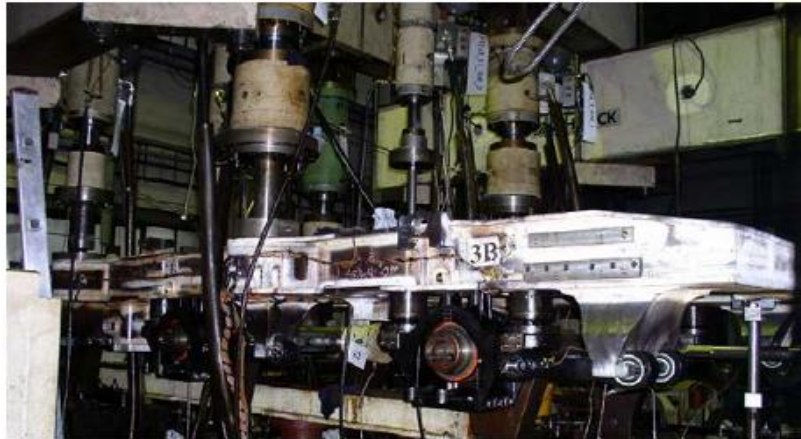


圖 4-2-1-3 (E500 型轉向架-FlexiCurve 框的保證強度與疲勞測試)

(2) 動力單元(輪軸組及馬達)，如圖 4-2-1-4。

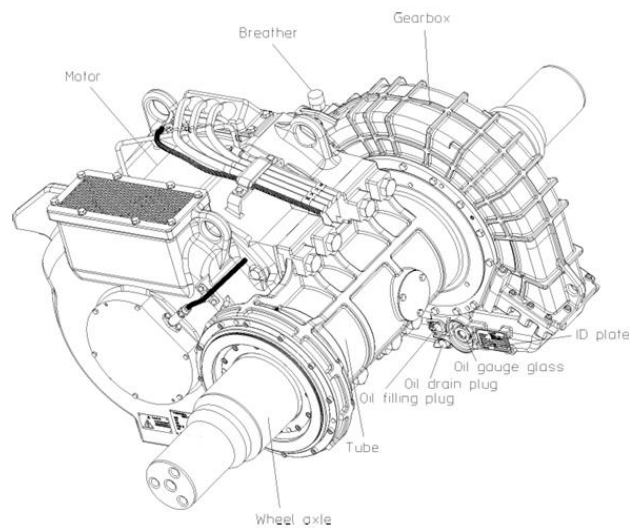


圖 4-2-1-4 (動力單元-輪軸組及馬達)

馬達是電力機車主要動力來源，藉由電車線(25KVac/60Hz)轉換電壓使馬達運轉，經過齒輪(大齒輪 90 齒/小齒輪 23 齒)轉速轉換至車軸與車輪(左右輪踏面直徑 924mm)達到運轉行走之效益。齒輪箱裝油以保持運轉時齒輪散熱與半浸潤潤滑狀態，來防止齒輪因磨損產生間隙所造成的噪音、震動及壽命快速縮短。齒輪箱潤滑油需定期補足(1、2 級檢修)、或更換(3、4 級檢修)。輪軸組除傳達馬達動力至車輪以達到行走功能以外，另外也是承載車體重量(每組轉向架含由 3 組輪軸，軸距 1850mm，共 6 軸承分散重力至行走鋼輪踏面上)之重要機構，如圖 4-2-1-5。

圖 4-2-1-5 (輪軸-軸承-馬達-齒輪箱 位置關係圖)

E500 型制軔單元(即剎車單元)共 12 顆，又可分為踏面軔機與包含停留軔機單元兩種，踏面軔機主要用途為行走中剎車與減速。停留軔機為進站時為防止車子溜逸而制軔，作動原理是供氣狀態下為鬆軔-釋放煞車。停留軔機位於 A 側:軸 1/軸 3 與 B 側:軸 4/軸 6 共四顆，同軸另側則為無停留軔機之 TBU。

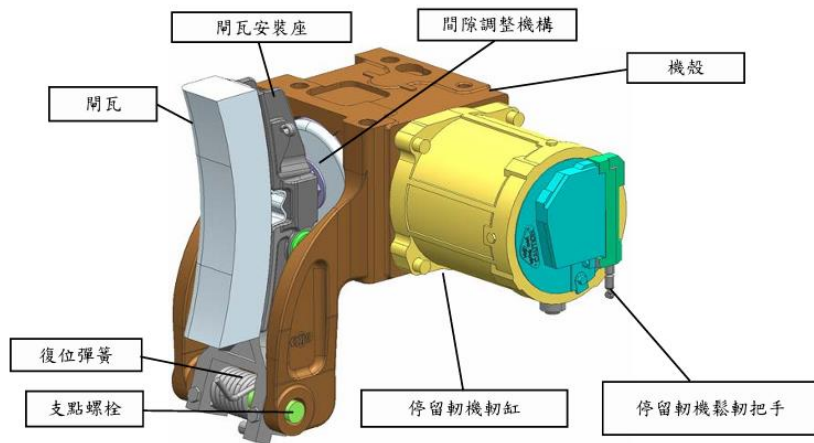


圖 4-2-1-6 (TBU 單元踏面軔機-含停留軔機(位於 1、3 軸 A 側,與 4、6 軸 B 側))

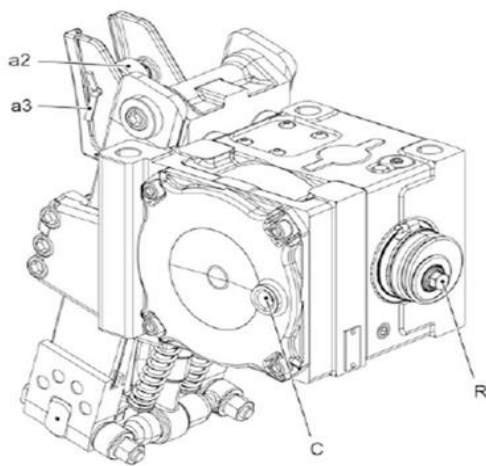


圖 4-2-1-7 第 2、5 軸踏面軔機
(活動式 TBU 單元/左手型)

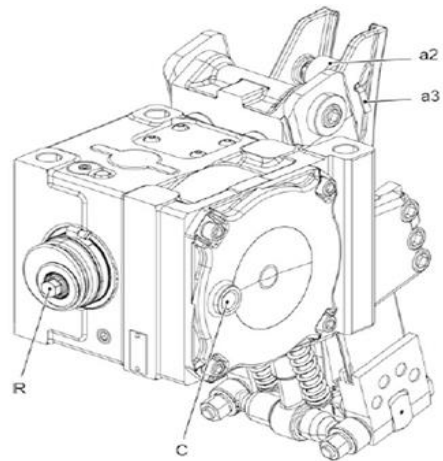


圖 4-2-1-8 第 2、5 軸踏面軔機
(活動式 TBU 單元/右手型)

(4) 軸承(軸箱)單元，如圖 4-2-1-9。

軸承為承載輪軸，並以柱狀滾針密封於軸承殼中，為使其摩擦力最小以達到平順轉動之結構，與軸箱對合鎖固，如圖 4-2-1-9，並藉以 2 只主懸吊圈簧、拉桿、油壓減震器達到力量分散傳遞功能，用於分散來自於車身靜態垂直負荷與動態的慣性力負荷(E500 型機車頭總重 96 噸，其中含轉向架自重 15.9 噸 X2 組)，軸箱箱體是以抗壓、制震效果優良之球墨鑄鐵所製作(Die casting)。

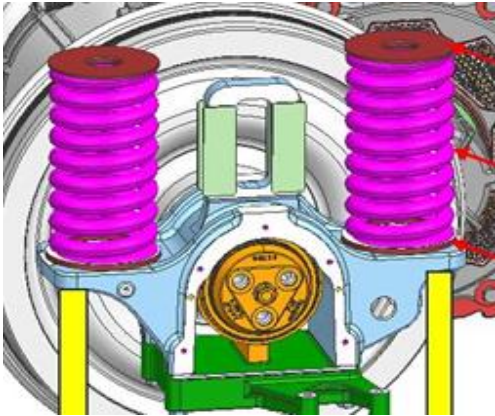


圖 4-2-1-9 (軸箱箱體結構與主懸吊圈簧外觀)

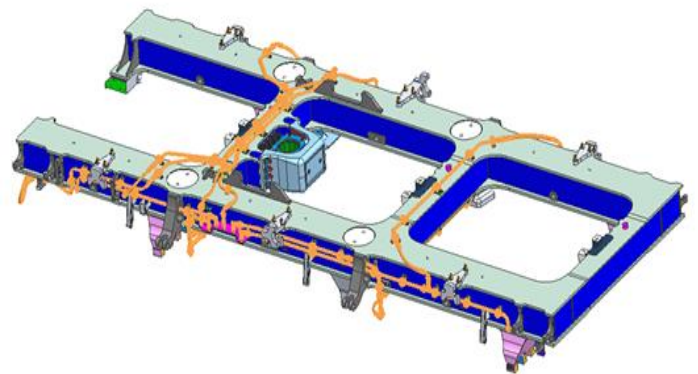


圖 4-2-1-10 (轉向架框體管線分布圖)

(5) 接地線與氣壓管線分布，如圖 4-2-1-10。

壓縮空氣在車體上的應用非常重要，例如 TBU 停留軔機的鬆軔(剎車釋放)，緊急緊軔，在設計之初就已規劃與布局，並以管線扣夾以防止行走過程震動導致脫落造成功能異常或故障。因此在維修過程中需將車身與轉向架分離時，管線的拆解與復位也需小心，亦不可使其碰撞使其破裂。

三、連結器安裝

1. 安裝連結器前的準備工作

拆卸以下如圖 4-3-1-1 部分：

- (1) 車端部的跨接電纜[13](2 根)。
- (2) 空氣管道[14](3 根)。
- (3) 左右之蓋板[15]、[16]。
- (4) 主排障器[17]。
- (5) 緩衝裝置上方車身框架[18]。

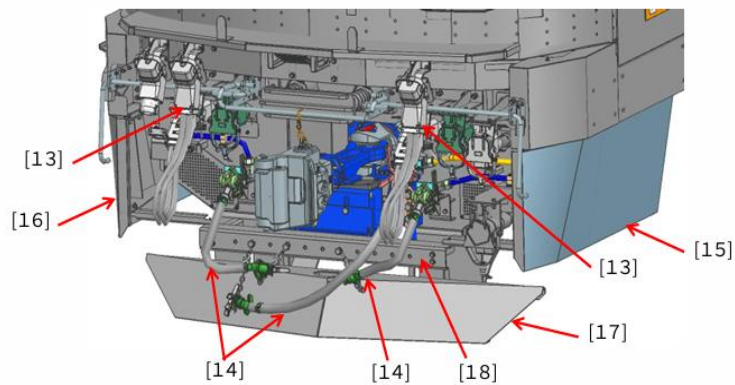


圖 4-3-1-1 (車端部的拆卸示意圖)

2. 連結器總成的安裝

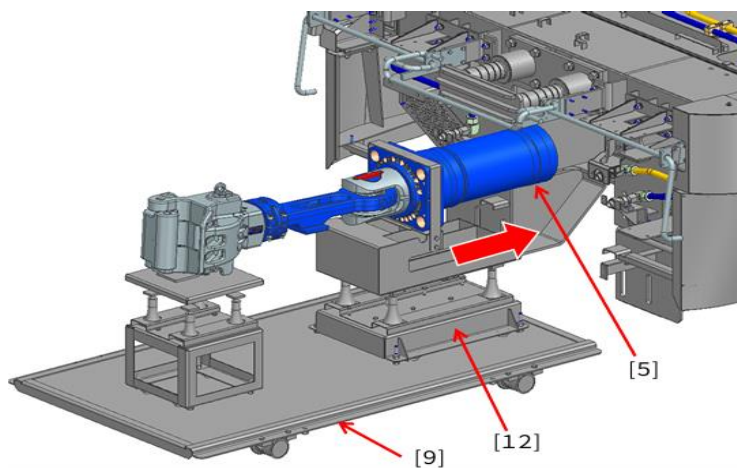


圖 4-3-2-1 (連結器總成安裝示意圖)

如圖 4-3-2-1，將底座[9]向軌道方向移動，使緩衝裝置[5]的安裝法蘭面與車體底架接觸。

※移動的時候，調整變形指示器[12]的高度避免緩衝裝置[5]的管道部與車體連接。

3. 緩衝裝置的臨時固定

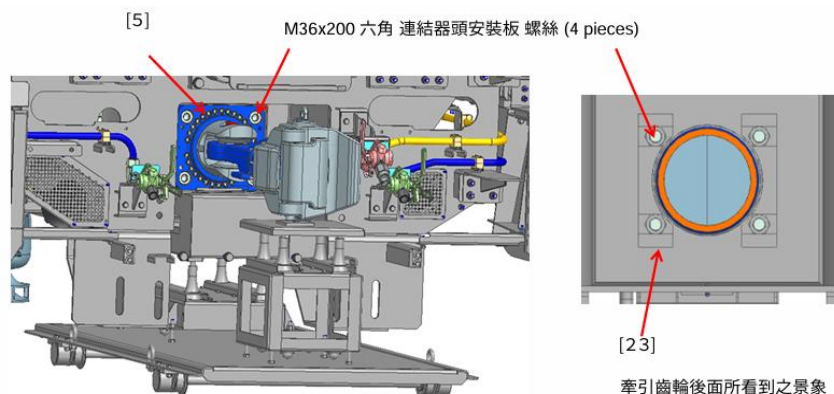


圖 4-3-3-1 (緩衝裝置的臨時固定)

如圖 4-3-3-1，將螺栓鑲入緩衝裝置[5]的裝配法蘭面，將螺母與固定板[23]安裝道裏側，使用套筒扳手等將螺母暫時固定。

4. 緩衝裝置左側螺栓的安裝

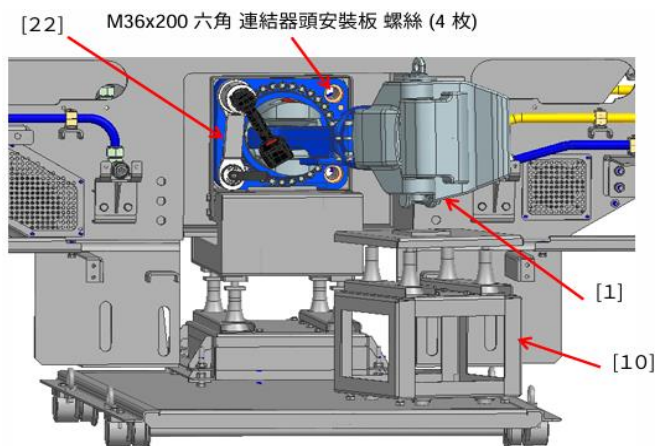


圖 4-3-4-1 (緩衝裝置左側螺栓安裝)

如圖 4-3-4-1 所示，步驟如下：

- (1)解除連結器頭安裝板[10]的鎖固狀態後，將連結器頭[1]與連結器頭安裝板[10]向機車 20°左右方向移動後再次將連結器頭安裝板[10]鎖固。
- (2)使用螺帽扳手[22]將緩衝裝置左側 2 枚螺栓擰緊。(扭矩:2746Nm)

5. 緩衝裝置右側螺栓的安裝

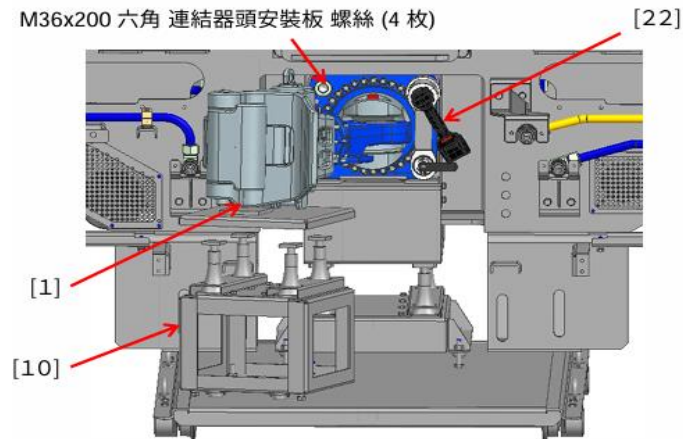


圖 4-3-5-1 (緩衝裝置右側螺栓安裝)

如圖 4-3-5-1 所示，步驟如下：

- (1)解除連結器頭安裝板的鎖固狀態，將連結器頭[1]與連結器頭安裝板面向機關車大約 20°的左側移動後再次將連結器頭安裝板[10]鎖固。
- (2)使用螺帽板手[22]將緩衝裝置右側的 2 枚螺栓緊鎖。(扭矩:2746Nm)

6. 緩衝裝置固定配件的拆卸

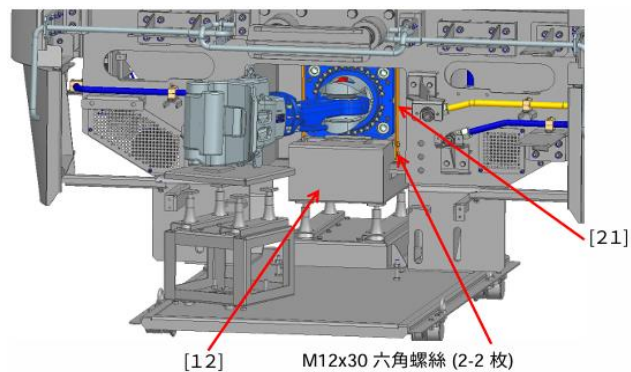


圖 4-3-6-1 (緩衝裝置固定配件拆卸)

如圖 4-3-6-1 所示，步驟如下：

- (1)拆除緩衝裝置固定配件[21]。
- (2)操作緩衝裝置治具[12]的起重器後放下緩衝支架，之後撤除緩衝裝置[12]。
- (3)操作連結器安裝板[10]，將連結器頭從水平位置提高至 30mm 上方的位置。

7. 連結器支撐座治具右側螺栓的臨時鎖緊

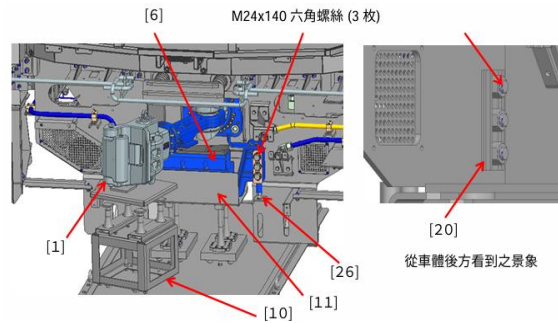


圖 4-3-7-1 (連結器支撐座治具右側螺栓的臨時鎖緊)

如圖 4-3-7-1 所示，步驟如下：

- (1) 將連結器支撐座治具[6]安裝至連結器安裝支架[11]上，隨後置於固定底座[9]上。
- (2) 移動連結器安裝支架[11]使連結器支撐座裝置[6]移動至與車體底部接觸，安裝上右側 3 枚螺栓後將螺母固定板[20]裝上後鎖緊螺母(扭矩:411.9Nm)。

※連結器支撐座治具[6]上下方向的組裝位置於長孔中央部適宜處，另外高度調整用的螺栓[26]為縮短狀態。

8. 連結器支撐座治具左側螺栓的臨時固定

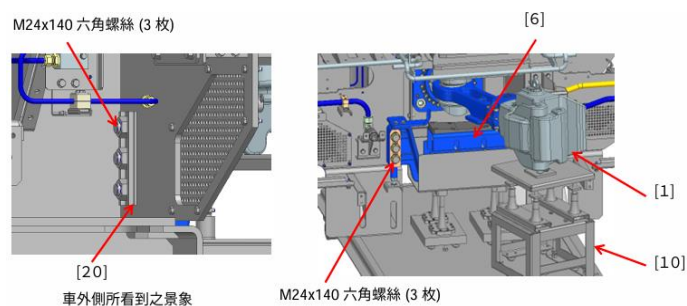


圖 4-3-8-1 (連結器支撐座治具左側螺栓的臨時固定)

如圖 4-3-8-1 所示，步驟如下：

- (1) 解除連結器頭安裝板[10]的鎖固狀態，將連結器頭[1]與連結器安裝板[10]面前機關車約 20°右側移動後再次將連結器頭安裝板[10]鎖固。
- (2) 而後與[11]同樣將左側螺栓進行臨時鎖固。

※正式鎖緊將於連結器頭[1]的高度調整後進行。

9. 移動至連結器頭的正式位置。

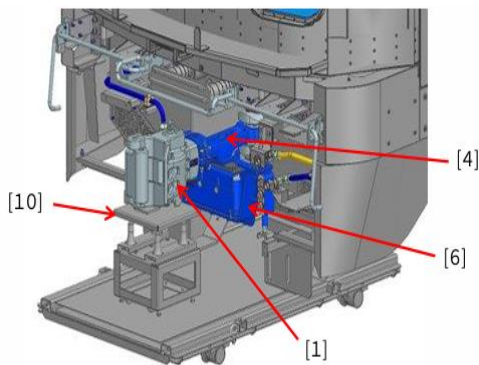


圖 4-3-9-1 (移動至連結器頭的正式位置)

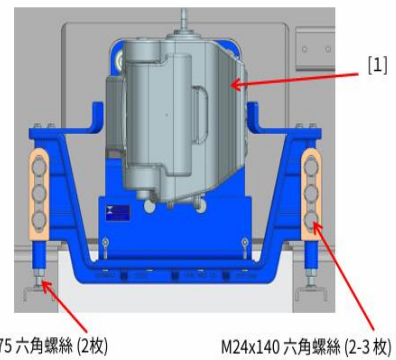


圖 4-3-9-2 (連結器高度調整)

如圖 4-3-9-1、圖 4-3-9-2 所示，步驟如下：

- (1) 操作連結器安裝板[10]的起重器降低安裝板。
- (2) 解除連結器安裝板[10]的鎖固狀態後，從固定底座[9]將其撤去。
- (3) 解除連結器安裝板[10]的鎖固狀態後，將連結器頭[1]與連結器安裝板[10]面向機關車中央位置移動後再次將連結器安裝板[10]鎖固。
- (4) 操作連結器安裝板[10]的起重器，將連結器頭[1]與連結器軸柱[4]調整為幾乎水平的位置，然後將連結器軸柱[4]降低至接觸到連結器支撐座治具[6]的位置。
- (5) 操作連結器頭安裝板[10]的起重器降低治具後，將底座治具[9]沿軌道方向移動並從軌道上撤走。
- (6) 調整連結器頭[1]的高度，擰鬆最初左右兩邊的 M24 螺栓，然後使用調整左右高度用的 M20 螺栓調整連結器頭[1]的高度，隨後用 M24 螺栓正式鎖緊。(扭矩:833.6Nm)

10. 感應器與鏈條的安裝

如圖 4-3-10-1，變形指示器[8]，鍊條[19]，車端部品的安裝。

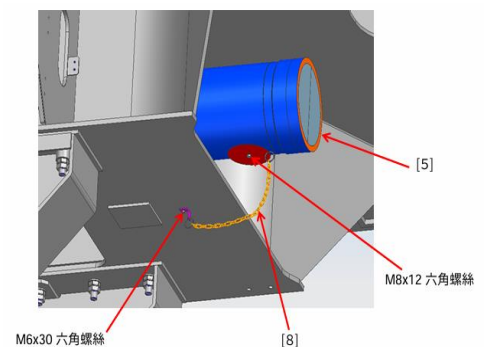


圖 4-3-10-1 (感應器與鍊條安裝)

11.工廠導覽照片說明

圖 4-3-11-1~圖 4-3-11-12 為連接器安裝實際實務現場拍攝照片。



圖 4-3-11-1 (連結器安裝用底座)



圖 4-3-11-2 (緩衝裝置固定)



圖 4-3-11-3 (平行移動進行安裝)

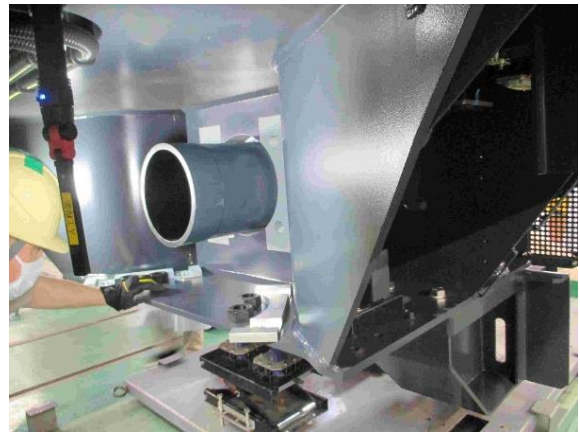


圖 4-3-11-4 (連結器插入)



圖 4-3-11-5 (安裝法蘭面與車體架接觸)



圖 4-3-11-6 (固定螺絲)



圖 4-3-11-7 (上扭力 2746Nm)



圖 4-3-11-8 (連結器支撐座吊掛(1))



圖 4-3-11-9 (連結器支撐座吊掛(2))



圖 4-3-11-10 (調整水平)



圖 4-3-11-11 (螺絲固定後可放下連結器)



圖 4-3-11-12 (連結器安裝完成)

四、車體和轉向架分離

3、4 級檢修及臨修需要，需要分離車體和轉向架，以利維修。

1. 分離車體和轉向架需要的操作如下：

- (1) 分離車體和轉向架的接線。
- (2) 分離風管。
- (3) 分離空氣管。
- (4) 分離鍊條。
- (5) 分離各阻離器。
- (6) 吊起車體。

※分離車輛前的操作須將車輛移至檢修區域並確保在作業前採取所有必要的安全措施，
如關閉電源、車輛定位、斷開空氣管道等。

2. 分離電氣連接線

- (1) 斷開連接器(U, V, W, E1)[1],[2],[3],[4]和第 1、第 3、第 4 及第 6 主軸馬達主迴路電纜的電纜固定夾[5]，如圖 4-4-2-1。

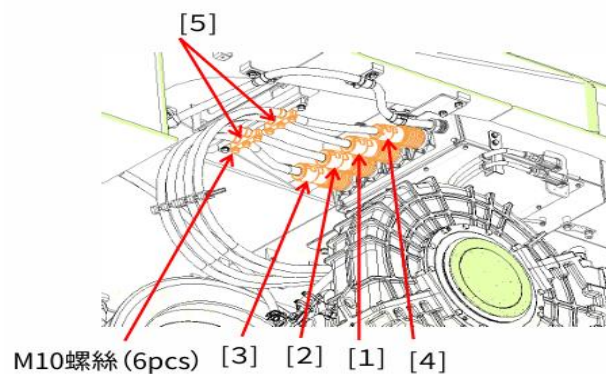


圖 4-4-2-1 馬達接線拆解示意圖

(2)打開第 1、第 3、第 4 及第 6 主軸馬達感應器電纜的固定夾[6] 並斷開連接器[7]和 [8]的連接，如圖 4-4-2-2。

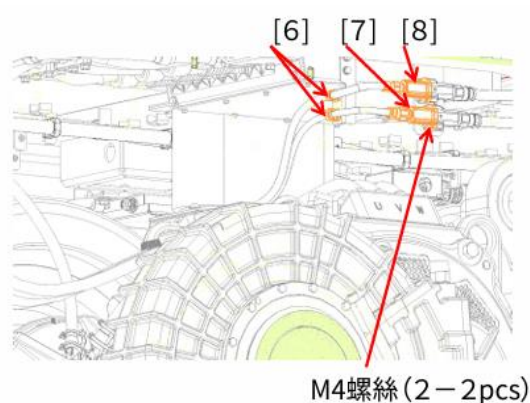


圖 4-4-2-2 (拆下第 1、第 3、第 4 及第 6 主軸馬達感應器電纜的連接器)

(3)拆卸第 1、第 3、第 4 及第 6 主軸馬達接地線(E2)[9]的固定夾[10]並從車體斷開接地線的連接，如圖 4-4-2-3。

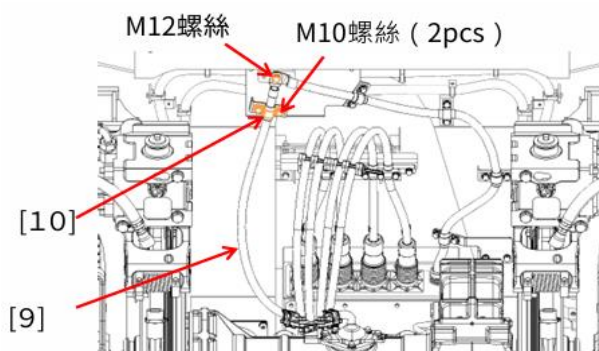


圖 4-4-2-3 (斷開第 1、第 3、第 4 及第 6 主軸馬達接地線的連接)

(4)拆卸在第 2 和第 5 軸車輪上方的外蓋[11]，如圖 4-4-2-4。

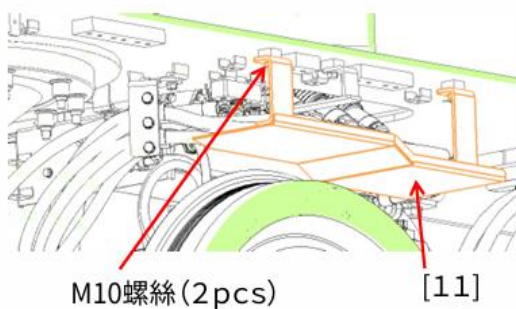


圖 4-4-2-4 (拆下車輪外蓋)

- (5)斷開連接器[12]、[13]、[14]、[15]及第 2 和第 5 主軸馬達主電路電纜(U, V, W, E1)的電纜固定夾[16]的連接，如圖 4-4-2-5。

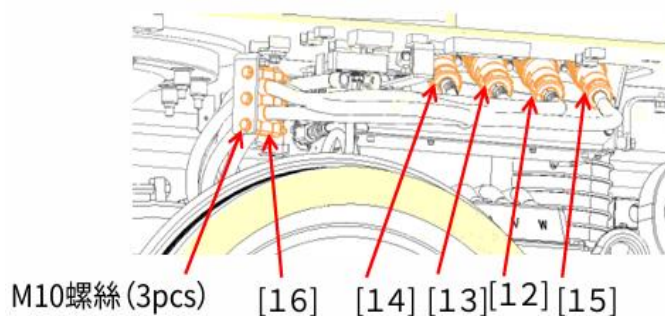


圖 4-4-2-5 (拆卸第 2 和第 5 主軸馬達主電路電纜的連接器)

- (6)打開第 2 和第 5 主軸馬達感應器電纜的固定夾[17]，並斷開連接器[18]和[19]的馬達感應器電纜的連接器，如圖 4-4-2-6。

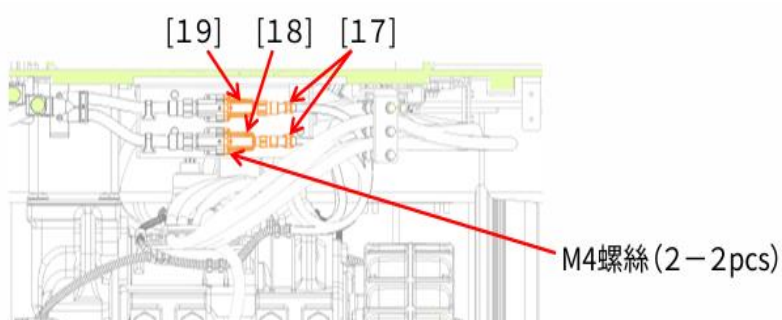


圖 4-4-2-6 (拆卸第 2 和第 5 主軸馬達感應器電纜的連接器)

- (7)拆卸第 2 和第 5 主軸馬達接地線(E2)的固定夾[21][20]，並從車體斷開連接，如圖 4-4-2-7。

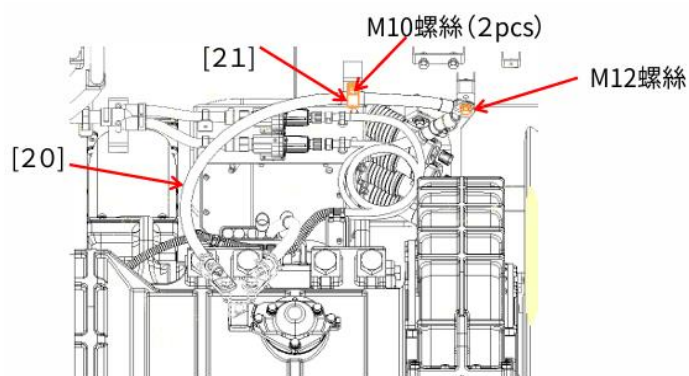


圖 4-4-2-7 (斷開第 2 和第 5 主軸馬達接地線的連接)

(8)拆卸軸 1B 側和軸 6A 側的軸端速度感應器電纜[22]的固定夾[23](4 處)，並斷開連接器[24]，如圖 4-4-2-8。

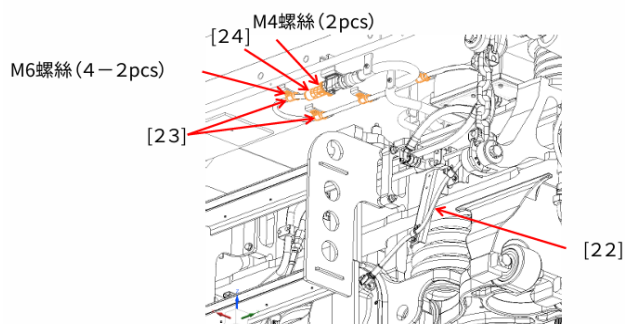


圖 4-4-2-8 (拆卸軸端速度感應器的連接器 1B 和 6A 軸)

(9)拆卸軸 2B 側和軸 5A 側的軸端速度感應器電纜[25]固定夾[26]，並斷開連接器[27]，如圖 4-4-2-9。

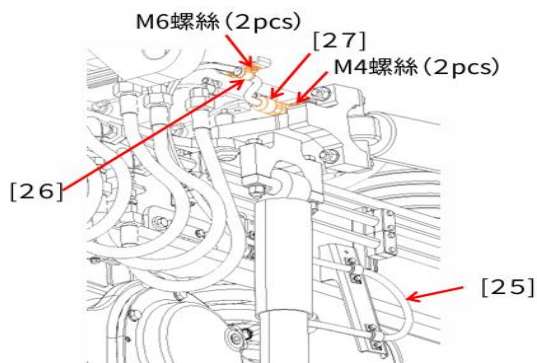


圖 4-4-2-9 (拆卸軸端速度感應連接器(2B,5A 軸))

(10)拆卸軸 3B 側和軸 4A 側的軸端速度感應器電纜[28]固定夾[29]，並斷開連接器[30]，如圖 4-4-2-10。

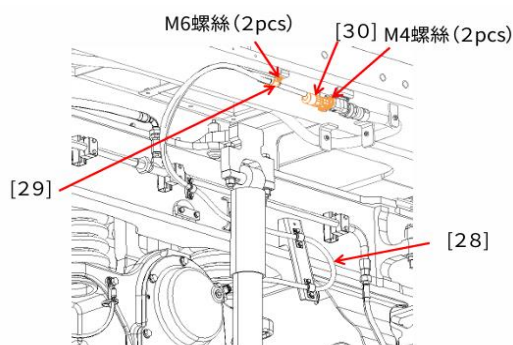


圖 4-4-2-10 (拆卸軸端速度感應器連接器 3B 和 4A 軸)

- (11) 拆卸軸 2A 側和軸 5B 側的軸端 PG 感應器的電纜[31]固定夾[32](4 處)，並斷開連接器[33]，如圖 4-4-2-11。

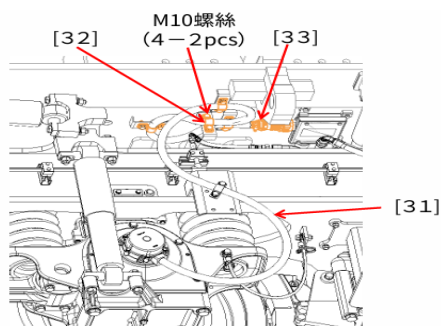


圖 4-4-2-11 (拆卸軸端 PG 感應器的連接器 2A, 5B 軸)

- (12) 拆卸軸 3A 側, 軸 4B 側的軸端 PG 感應器的電纜[34]固定夾[35]，並斷開連接器[36]，如圖 4-4-2-12。

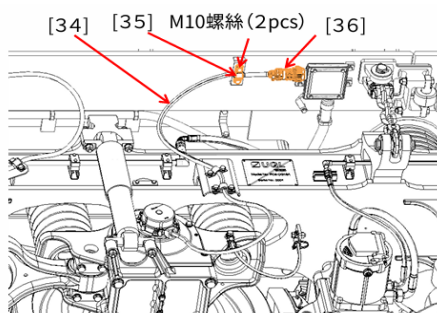


圖 4-4-2-12 (拆卸軸端 PG 感應器的連接器 3A, 4B 軸)

- (13) 拆卸第 1 軸 A 側端子盒軸端的 APC 電纜[37]的固定夾[38]及外蓋[39]。接著拆卸端子台的端子夾[40]，鬆開電纜接地插頭[41]並斷開 APC 電纜[37]的連接，如圖 4-4-2-13。

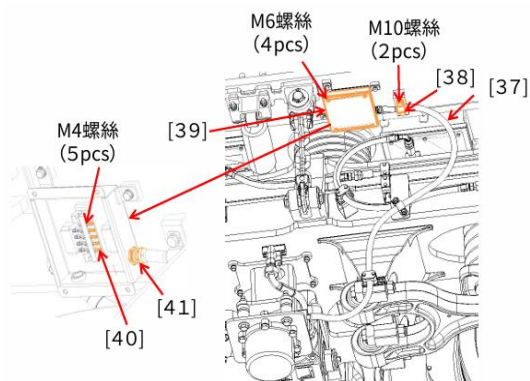


圖 4-4-2-13 (斷開 APC 電纜的連接(1A 軸))

(14) 拆卸接地線的固定夾[43]以斷開轉向架和車體的接地線[42]連接。連接第一轉向架的接地線位於第 3 軸 A 側上方、第二轉向架的接地線位於第 4 軸 B 側上方，如圖 4-4-2-14。

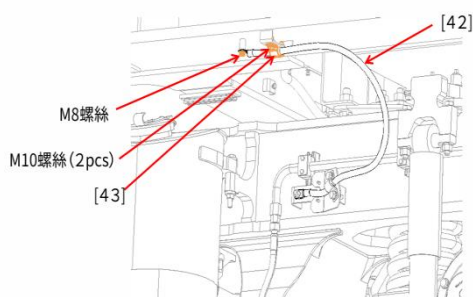


圖 4-4-2-14 (斷開轉向架和車體接地線的連接)

3. 分離機械性構造

(1) 拆卸纏繞在第一軸至第六軸的馬達偏轉風道[44]下端的單觸帶[45]，如圖 4-4-3-1。

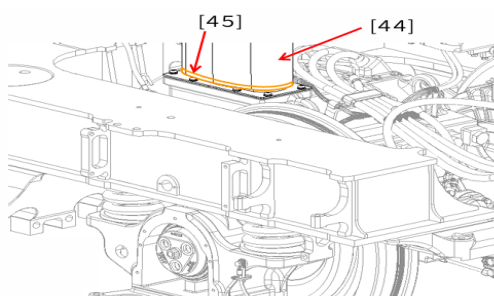


圖 4-4-3-1 (斷開馬達偏轉風道的連接。(1 至 6 軸))

(2) 拆卸連接轉向架至車體的空氣管[46](3 個), [47](2 個)和[48](1 個)，如圖 4-4-3-2(1)及圖 4-4-3-2(2)，在拆下管子後，請用膠帶等保護管道和管子以避免灰塵。

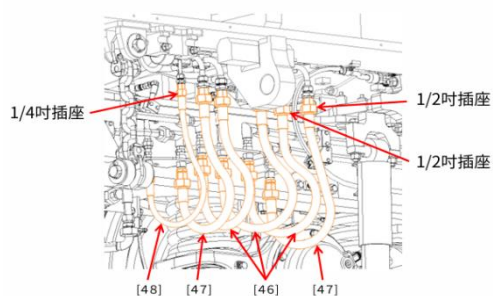


圖 4-4-3-2(1) (拆卸空氣管)

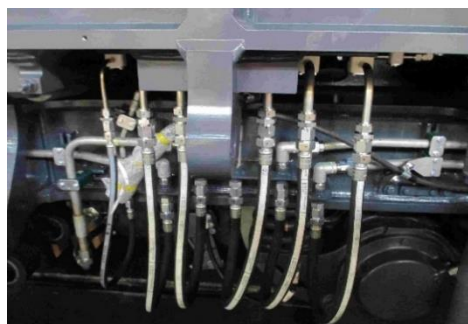


圖 4-4-3-2(2) (拆卸空氣管)

(3) 拆卸開口銷並拉出頂銷[49]以斷開轉向架和車體之間鏈條[50]的連接。這些鏈條附在各轉向架的 A 側和 B 側，每個轉向架各 4 條，整輛機車總共有 8 條鏈條，如圖 4-4-3-3(1)及圖 4-4-3-3(2)。

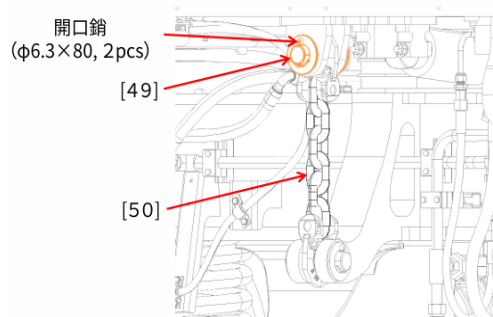


圖 4-4-3-3(1) (斷開鏈條連接)

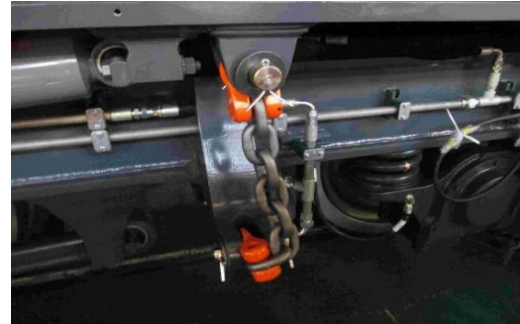


圖 4-4-3-3(2) (斷開鏈條連接)

(4) 拆卸偏移量阻尼器[51]，偏移量阻尼器附在各轉向架上，每個轉向架 A 側和 B 側各 1 個，整輛機車總共有 4 個偏移量阻尼器，如圖 4-4-3-4(1)及圖 4-4-3-4(2)。

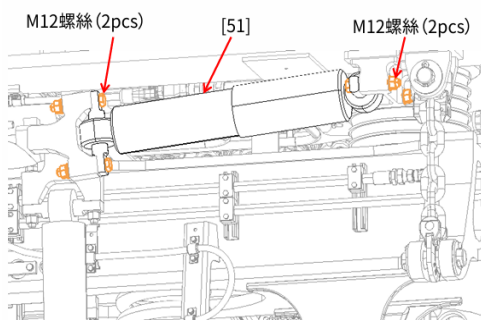


圖 4-4-3-4(1) (拆卸偏移量阻尼器)

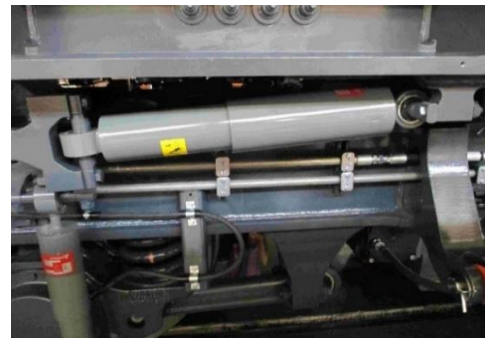


圖 4-4-3-4(2) (拆卸偏移量阻尼器)

(5) 從車體斷開橫向阻尼器[52]的連接。各轉向架的 A 側和 B 側都有一個橫向阻尼器，整輛機車總共有 4 個橫向阻尼器，如圖 4-4-3-5。

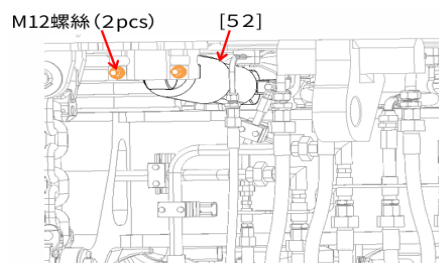


圖 4-4-3-5 (斷開橫向阻尼器的連接)

4.吊起(頂升)車體

(1)將台鐵持有的車體起重夾具[53]插入附上的銷釘[54]固定到車體，如圖 4-4-4-1。

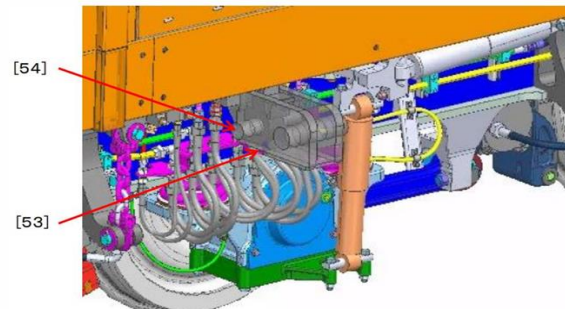


圖 4-4-4-1 (安裝車體起重夾具)

(2)車體以橋式起重機提起，請見圖 4-4-4-2，這時需確保左右鋼索互相平行。

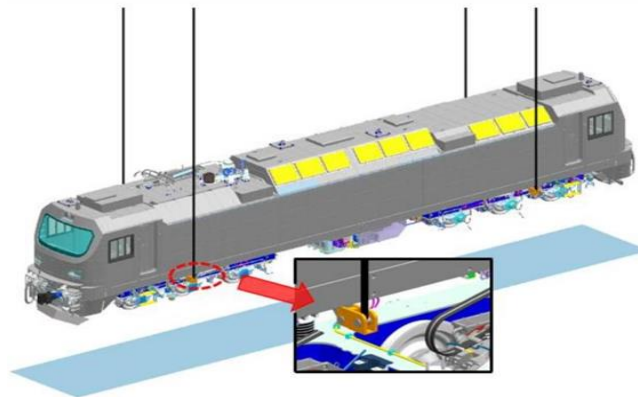


圖 4-4-4-2 (用橋式起重機提起車體)

(3) 請參照圖 4-4-4-3，用頂升機提起車體。

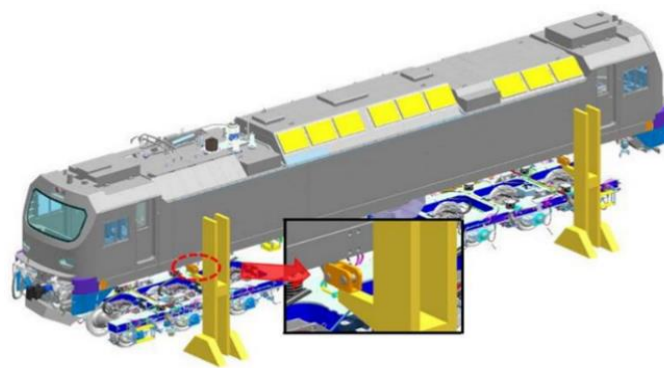


圖 4-4-4-3 (用頂升機提起車體)

五、電力轉換裝置(PCC)

1. E500 牽引系統簡介

E500 牽引系統採用 IGBT 作為整流器及變流器的開關元件，實現簡潔性及向量控制，為高性能的控制單元。

E500 牽引系統包含兩個電力轉換裝置(PCC1、PCC2)，每個 PCC 由三個 MPU、兩個輔助供電系統(APU、HEP)所組成。MPU 內含一個牽引整流器以及一個變流器，每組 MPU 驅動一組牽引馬達。APU 為機車負載供電，HEP 則為客車負載供電，APU 及 HEP 在結構上相同，可互為備援，如圖 4-5-1-1。

1.1 PCC 的 MPU 基本規格

(1)主迴路:(PWM 整流器+VVVF 變流器+牽引馬達)X3/PCC

(2)型式:整流器為單相電壓式 PWM 整流器

變流器為三相電壓式 VVVF 整流器

(3)電車線電壓:25kVac 60Hz(19.0kV~28.7kV，17.5kV-1s，30kV-瞬間)

(4)輸入電壓:940Vac 60Hz(二次繞組，658Vac~1128Vac)

(5)直流鏈電壓:1650Vdc~1800Vdc±5%

(6)輸出電壓:0~1400Vac

(7)控制電源電壓:110Vdc (77Vdc ~ 137.5Vdc)

(8)額定輸出功率:3888kW / 機車 (648kW/ 踏面出力)

(9)最高速度:140km/h

(10)最大牽引力:280kN/機車 (46.7kN/馬達@ 0km/h)

(11)最大緊軔力:210kN/機車 (35.0kN/馬達)

(12)車輪直徑:834mm~924mm

(13)齒輪比:3.913 (90/23)

(14)環境溫度:最高 45℃，最低 0℃

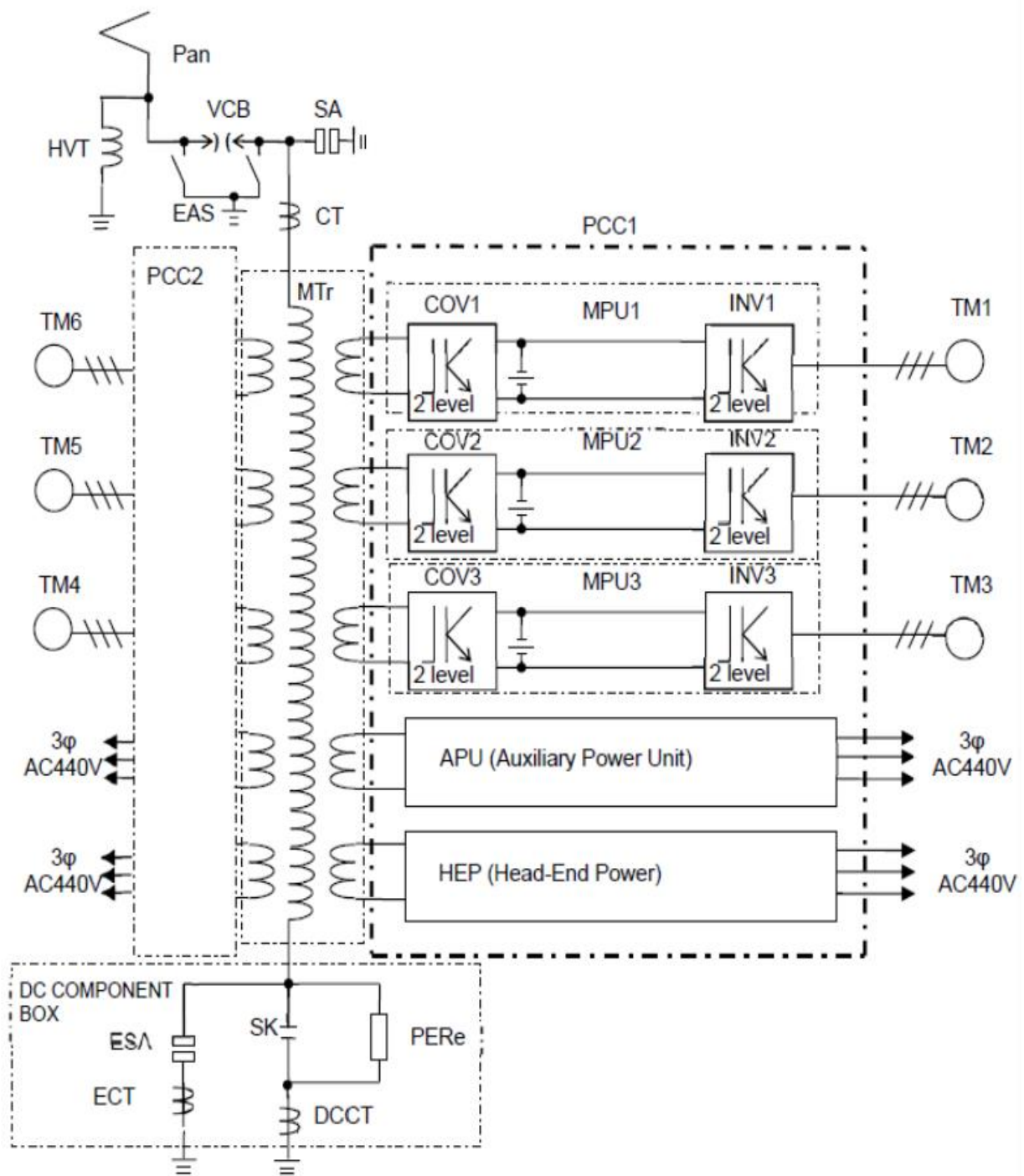


圖 4-5-1-1 E500 (牽引系統主迴路方塊圖)

2. 主電路說明

機車配置有一台集電弓、真空斷路器 (VCB)、主變壓器 (MTr) 和一些保護或檢測設備。

機車中有兩組電力轉換裝置 (PCC1 及 PCC2)，各個 PCC 包含三組牽引整流器，一個牽引整流器由脈衝頻寬調變 (PWM) 整流器 (COV1, 2, 3) 與可變電壓可變頻率 (VVVF) 變流器 (INV1, 2, 3) 組成。一個牽引整流器控制一個牽引馬達。PWM 整流器供給直流電到 VVVF 變流器。

2.1 主電路

主電路由以下設備所組成：

- (1) 集電弓 (Pan): 電車線電力由電力機車車頂上一組集電弓收集。集電弓能夠與交流電壓接觸。
- (2) 真空斷路器 (VCB): 真空斷路器可以在運行期間中斷故障電流。
- (3) 接地開關 (EAS): 於檢修期間的安全考量，接地開關 (EAS) 用於交流電路主要線路，在 VCB 的輸入和輸出端接地。接地開關 (EAS) 可從機車的機械室中進行操作。透過高壓安全連鎖，僅於集電弓氣壓閥打開時 (≡ 集電弓降弓狀態)，操作接地開關 (EAS) 才能從正常位置到接地位置。另外，在設置接地開關 (EAS) 的接地位置的情況下，集電弓受電子連鎖限制將無法升弓。
- (4) 高壓比壓器 (HVT): 高壓比壓器 (HVT) 用於量測電車線電壓。比壓器的信號輸入到 PCC1 及 PCC2，用以控制牽引變流器。
- (5) 避雷器 (SA): 連接在交流電路主線上的避雷器 (SA)，可防止電車線的危險高電壓進入主迴路中。
- (6) 比流器 (CT): 比流器 (CT) 用於量測電車線一次輸入電流。

- (7)主變壓器 (MTr):主變壓器(MTr)的一次側繞組透過 VCB 連接到集電弓。主變壓器二次側具有 10 組繞組，連接到 PCC1 及 PCC2 的 PWM 整流器的橋式 IGBT。二次側繞組 6 組繞組供應給牽引馬達用的 PWM 整流器，2 組三次側繞組供應給 APU 的 PWM 整流器、2 組四次側繞組供應給 HEP 的 PWM 整流器。
- (8)直流比流器 (DCCT):直流比流器(DCCT)提供一次側電流訊號給直流成分控制單元，DCCT 安裝於直流成分抑制箱中。
- (9)湧浪電流限制電阻 (PERe):湧浪電流限制電阻(PERe)被用於減少主變壓器通電後的湧浪電流。PERe 安裝在直流成分抑制箱中。
- (10)分流接觸器(SK):分流接觸器(SK)主接點與湧浪電流限制電阻並聯。PCC 可以透過監視 VCB 狀態和 HVT 來檢測湧浪狀態。確認到湧浪狀態後 1 秒鐘，PCC1 及 PCC2 將 SK 閉合，因為已經由 PERe 減小了湧浪電流。閉合 SK 等同於主電路閉路，因此當 SK 閉合時，主電路過電(接通送電)且機車可運轉。SK 安裝在直流成分抑制箱中。
- (11)接地避雷器(ESA):當 PERe 出現故障或 SK 無法閉合且電壓升高時，接地避雷器 (ESA)可以降低 SK 的電壓。ESA 安裝在直流成分抑制箱中。
- (12)接地比流器(ECT):當 PERe 發生故障或 SK 無法閉合時，提供接地比流器(ECT)可檢測 SK 的電壓升高之故障電流。當 PCC 透過 ECT 檢測到故障電流時，它將切開 VCB，從而使主變壓器斷電。ECT 安裝在直流成分抑制箱中。
- (13)電力轉換裝置(PCC):在每個 PCC 機櫃中，有 3 個用於牽引馬達的 MPU，並且有 1 個 APU 用於機車的輔助負載，並且有 1 個 HEP 用於客車供電。除了用途外，APU 和 HEP 是相同的。每輛電力機車有兩個完全相同的 PCC。
- (14)牽引動力單元(MPU): MPU 內部為一個 PWM 整流器、一個 VVVF 變流器及一個電容器。

(15)機車本車輔助供電單元(APU):APU 內部為一個 PWM 整流器、一個 VVVF/CVCF 變流器及一個電容。APU 輸出交流 440V 三相電源給電力機車輔助負載。

(16)客車輔助供電單元(HEP): HEP 內部為一個 PWM 整流器、一個 CVCF 變流器及一個電容。HEP 輸出交流 440V 三相電源給客車輔助負載。

(17)牽引馬達(TM1~TM6):每個轉向架的三個牽引馬達由特定的 PCC 供電。這些牽引馬達中的每一個都由特定的 VVVF 變流器的輸出驅動，因此可以單獨進行控制。

2.2 牽引電路

在每個 PCC 中，有三個牽引馬達的 MPU，每個 MPU 中，每個馬達都有一個獨立的 PWM 整流器-VVVF 變流器組。這些牽引電路包括以下電路：

(1)AC 預充電電路：

濾波電容器透過 AC 充電接觸器(AK)及 AC 充電電阻(CHRe)充電。

(2)AC 輸入電路：

通過 ACCT 監測輸入電流時，接觸器(K)、PWM 整流器連接到所屬之主變壓器二次側繞組。

(3)PWM 整流器：

PWM 整流器採用 IGBT 橋式整流，將交流電源調節為直流電源，輸送到直流鏈電路。此時 PWM 整流器使用 ACPT 信號控制一次側電流，使其與電車線電壓在相同的相位。濾波電容器以穩定直流電壓（1800Vdc）充電。

(4)直流鏈電路：

直流鏈電路為牽引變流器提供直流電源。直流鏈電壓由直流鏈電壓感測器（DCPT）監控。

連接於直流鏈電路與接地之間的 GDCPT 用於監測接地故障。

IGBT 用於抑制過電壓 (OVT)，在嚴重故障時可與 OVRe 一起啟動。並聯於 OVT 的 DCPT 可感測 OVT 的啟動。

(5)VVVF 變流器:

變流器 (INV) 由上述三相 IGBT 橋式組成，為一個牽引馬達 (TM) 提供由直流鏈電壓產生的 VVVF 三相電源。

(6)AC 輸出電路:

變流器輸出的兩相 (U 和 W) 電流，是經由電流互感器 (CTU, CTW) 來監測。牽引馬達無法直接被單獨隔離。操作駕駛室的顯示器 (DDU)，可以隔離 MPU (包含牽引馬達的整流器-變流器組)。TCU 也可以自動隔離故障的 MPU。在緊急時，每台牽引馬達的動作就等同發電機，從牽引馬達產生的三相電壓被整流並通過電壓源變流器被供應到直流鏈電路中。直流鏈電壓由 DCPT 監測，和每組 PWM 整流器供電一樣的被穩定。PWM 整流器還會轉換把直流電壓轉換成交流電壓，反饋到電車線。

3. 操作說明

控制電源供電後，司機員應升起集電弓、閉合真空斷路器。當司機員操作主控制器把手從 OFF 位置到 INCH 或 RUN 位置時，每組 TCU 將用下列順序控制 AK 和 K：閉合 AK，用限制湧浪電流對濾波電容器充電。閉合 K，以將整流器連接至變壓器二次側繞組電路。閉合後，斷開 AK。在此情況下，TCU 產生閘極信號，以啟動 PWM 整流器和 VVVF 變流器使其運行。

當司機員設定主控制器至 OFF 位置時，每組 VVVF 變流器逐漸降低其馬達電流，防止突然的衝擊，TCU 停止其對 VVVF 變流器及 PWM 整流器之閘極訊號，而 K 仍繼續運轉。當再生電軔被要求作用時，或司軔閘把手操作時，採取同樣的操作。

為了保養工作的安全性，我們提供高電壓指示燈 (P-LED) 及直流鏈接地開關 (DS)。當直流鏈中仍然存在高壓時，P-LED 會亮起；在直流鏈電壓放電後，P-LED 會熄滅。通常，直流

鏈電壓會經由蓄電池關閉立即通過 OVT ON 放電。如果 OVT 故障，直流鏈電壓會在幾分鐘內通過 GRe 放電。無論如何，請確保在操作 DS 之前 P-LED 已熄滅，然後操作 DS 以確保直流鏈電壓保持無電狀態。

4. 控制電路

牽引系統分為速度控制、牽引力模式、電動式牽引力模式、自動軔機再生電軔模式、吋動模式等五種模式。另外有自動動力控制(APC)、順序控制、主整流器控制等控制電路如圖 4-5-4-1。

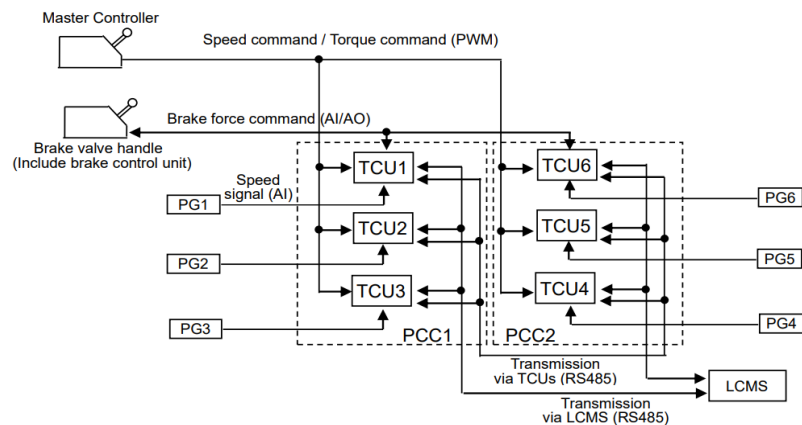


圖 4-5-4-1 (E500 牽引系統控制電路方塊圖)

(1) 速度控制模式

主控制器輸出速度指令到主控 TCU，主控 TCU 會依列車速度與速度指令計算所需出力要求。並將所需的牽引力指令藉由 LCMS(機車控制與監視系統)傳送到各個 TCU。牽引力指令是藉由 LCMS 傳送，故當 LCMS 故障時只能使用牽引力模式。

當在推拉式客車編成時，牽引力指令由駕駛端的 LCMS 傳送到後端無人的電力機車。駕駛室中裝有操作模式選擇開關，用於選擇速度控制模式和牽引力模式。當牽引力和軔力發生變化時，TCU 會執行適當的急衝度控制，以避免在電力機車加速或減速時產生明顯的衝擊。當主控 TCU(PCC1 的 TCU1)故障，PCC2 的 TCU1 將成為主控 TCU，速度控制模式仍然可以被使用。

(2) 牽引力模式/電動式牽引力模式

主控制器輸出牽引力指令到所有的 TCU，每個 TCU 分別控制牽引馬達。由於牽引力指令直接從主控制器輸出到所有 TCU(在推拉式客車編成時，不僅本務機車接收牽引力指令，連同非本務的後部機車也是接收牽引力指令)，因此無論 LCMS 是否正常，都可以運用牽引力模式。

當逆轉機設置為前進位置或後退位置時，對應於主控制器位置的動力扭矩會以牽引力模式輸出；當逆轉機設置為電軔位置時，根據主控制器位置的電軔控制扭矩會以電動式牽引力模式輸出。

(3) 自動軔機的再生電軔

BCU(軔機控制單元)與副控 TRC(PCC1 的 TCU1)透過類比介面收發訊號。再生電軔控制流程如下所示。

步驟 1: BCU 透過類比訊號介面，輸出軔力需求到 PCC1 之 TCU1。

步驟 2: 軔力需求由 PCC1 的 TCU1 傳送到各個 TCU。每個 TCU 分別控制再生電軔，然後每個 TCU 將每個軸的再生電軔力輸出傳遞給 PCC1 的 TCU1。

步驟 3: PCC1 的 TCU1 透過從軔力需求中減去電力機車的再生電軔力，計算所需補充的氣軔指令以類比訊號回傳給 BCU。如果 PCC1 的 TCU1 發生故障，類比信號介面將從 PCC1 的 TCU1 更改為 PCC2 的 TCU1，而再生電軔控制由 PCC2 的 TCU1 以相同的順序取代 PCC1 的 TCU1 繼續進行。可以透過 LCMS 從駕駛室手動禁止再生電軔控制。如果再生電軔控制被禁止，電力機車的軔機控制會僅由 BCU 執行(與 TCU 無關)，並且僅有氣軔力。

(4) 吋動模式

主控 TCU 依據編組移動特性生成驅動設定點，作為速度的函數。在此情況下，扭矩設定點保持在低值，直到速度達到設定值，當減至零時，採用斜坡函數。如果速度再次低於此速度限制，主控制器把手必須先設置為 OFF 位。只有從 OFF 位開始駕駛時，才能實現編組移動。

(5) 自動動力控制（中性區間的 APC）

自動動力控制（APC）系統與本公司現有在中性區段的軌道設備相容。當列車通過一個中性區段時，每組 TCU 停止自己的 PWM 整流器和 VVVF 變流器閘控制信號，切斷負載。如果 APC 軌道磁鐵故障，機車通過中性區間後，主控 TCU 將自動復位。

(6) 順序控制

鑒於安全，VCB 順序是由硬體和軟體功能進行互鎖。當電車線電壓高於 19kV、VCB 閉合，真空接觸器 K 和充電接觸器 AK 未閉合。如果於操作過程中，電車線電壓低於 17.5kV 時，VCB 將在 10 秒後跳脫。湧浪分流接觸器 SK 是由 TCU 直接控制。由於湧浪電流限制電阻 PERe 並非設計用於更高的功率耗散，VCB 投入 1 秒後，SK 才閉合。當檢測到湧浪電流或電車線電壓已經消失時，例如，集電弓彈跳時，SK 將被開放、湧浪電流會透過 PERe 被限制。如果一次側電流的直流分量超過限制值時，TCU 將會發出指令使 VCB 與 SK 跳脫。

(7) 整流器控制

當列車駕駛操作主控制器把手從 OFF 至吋動或運轉位置，此時 VCB、SK 為投入狀態時，每組 TCU 會控制 AK 和 K。在 K 閉合後，TCU 產生閘極訊號來啟動 PWM 整流器和 VVVF 變流器的操作。

5. PCC 冷卻系統

E500 之 PCC 是由水冷並強制風冷完成散熱，冷卻系統使用含有乙二醇的水作為冷卻劑。每個 IGBT 單元通過冷卻塊內流動的水進行冷卻。加熱的水通過泵浦循環轉移到熱交換器，與來自機車外部的冷卻空氣進行熱交換，如圖 4-5-5-1。

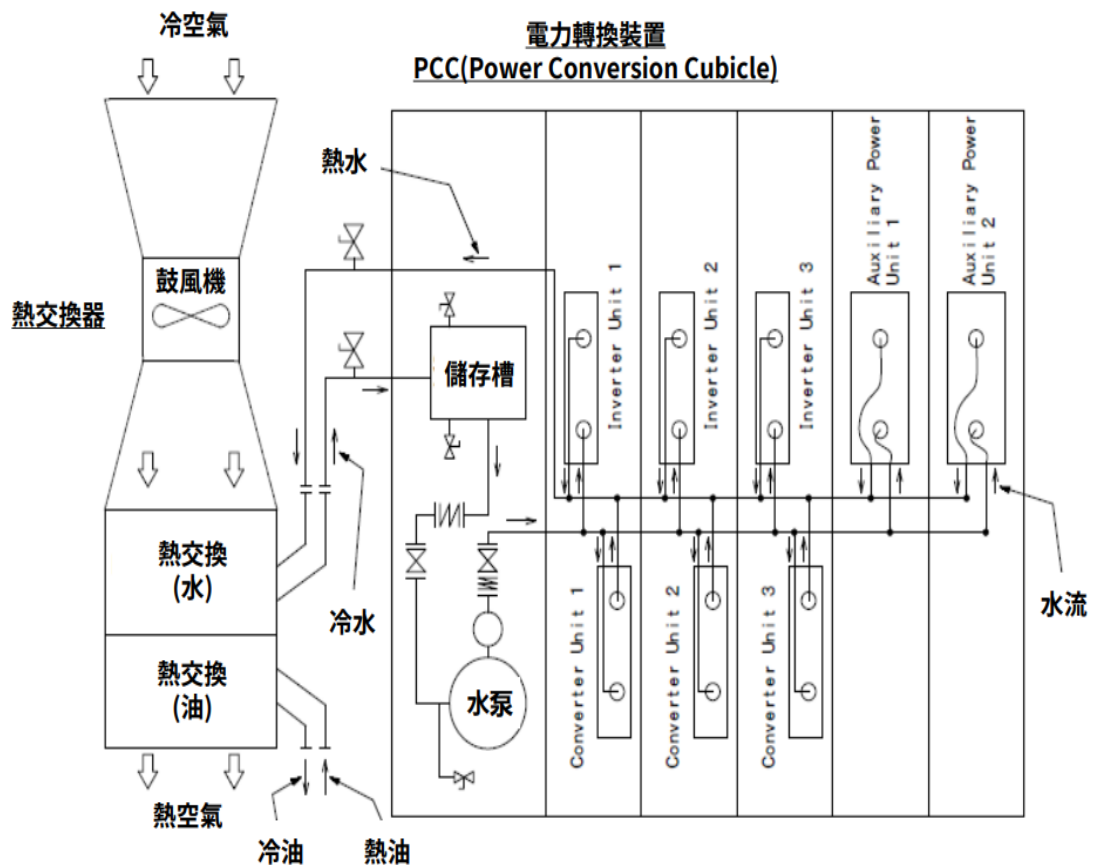


圖 4-5-5-1 (PCC 冷卻系統)

6. 高壓連鎖系統

如圖 4-5-6-1，聯鎖系統由集電弓閥、接地開關、直流鏈接地開關、鑰匙互鎖裝置和門鎖組成。

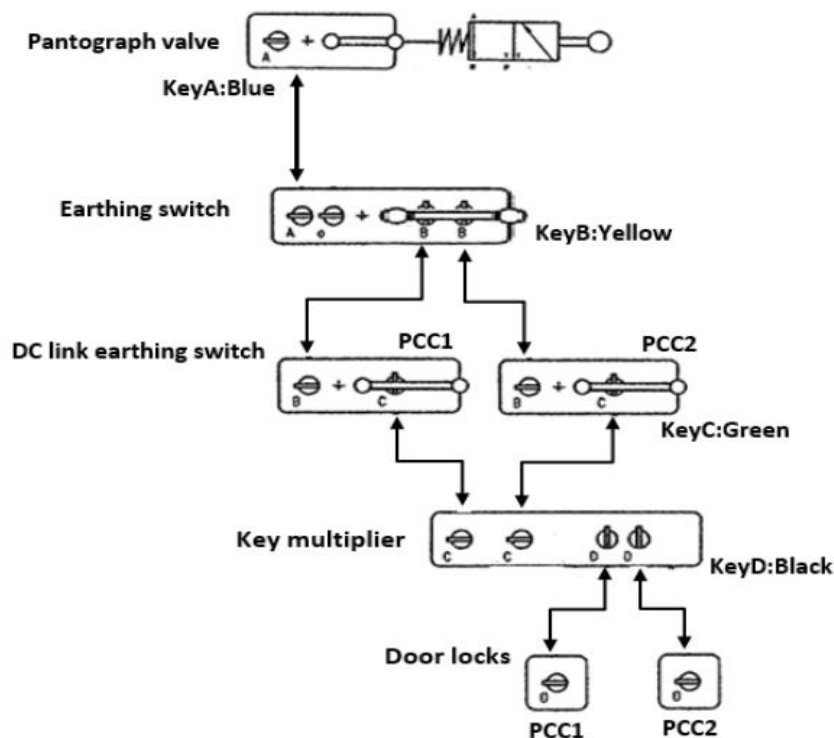


圖 4-5-6-1 (高壓聯鎖概念圖)

6.1 維修開始程序

- (1) 切開 VCB 並降弓。
- (2) 關閉鑰匙開關並關閉蓄電池電源。
- (3) 等待 10 分鐘，因為濾波電容器中的殘餘電壓必須允許自行放電後，才能開始工作。
- (4) 確認高壓指示燈 LED 已熄滅。
- (5) 關閉集電弓閥並取出鑰匙 A（藍色）。
- (6) 將鑰匙 A（藍色）插入接地開關並將接地開關轉到接地位置。
- (7) 從接地開關中取出兩把鑰匙（鑰匙 B（黃色））。
- (8) 將其中一把鑰匙（鑰匙 B）插入 PCC1 的直流鏈接地開關並將其轉到接地位置。

- (9) 從直流鏈接接地開關中取出鑰匙 C。
- (10) 將另一把鑰匙 B 插入 PCC2 的直流鏈接接地開關並將其轉到接地位置。
- (11) 從直流鏈接接地開關中取出鑰匙 C。
- (12) 將兩把鑰匙（鑰匙 C）插入鑰匙互鎖裝置。
- (13) 從鑰匙互鎖裝置中取出兩把鑰匙（鑰匙 D（黑色））。
- (14) 使用鑰匙（鑰匙 D（黑色））打開 PCC 的蓋板。

6.2 維修結束程序

- (1) 關閉兩個 PCC 的蓋板並取出兩把鑰匙（鑰匙 D（黑色））。
- (2) 將兩把鑰匙（鑰匙 D（黑色））插入鑰匙互鎖裝置。
- (3) 從鑰匙互鎖裝置中取出兩把鑰匙（鑰匙 C）。
- (4) 將其中一把鑰匙（鑰匙 C）插入 PCC2 上的直流鏈接地開關。
- (5) 將直流鏈接地開關恢復至工作位置。
- (6) 從直流鏈接接地開關中取出鑰匙 B。
- (7) 將另一把鑰匙 C 插入 PCC1 的直流鏈接地開關並將其轉到工作位置。
- (8) 將兩把鑰匙（鑰匙 B（黃色））插入接地開關。
- (9) 將接地開關轉至工作位置並取出鑰匙 A（藍色）。
- (10) 將鑰匙 A 插入集電弓閥並將集電弓閥恢復至 ON 位置。

按照上述程序，機車可恢復使用。

7. 輔助供電系統規格簡介

如圖 4-5-7-1，電力機車設有兩個電力轉換裝置（PCC1 和 PCC2）。每個 PCC 由一台 APU 和一台 HEP 組成，其中 APU 為機車負載供電，HEP 為客車負載供電。

APU 和 HEP 從主變壓器的三次繞組接收電力。每個 APU 和 HEP 都有獨立的電路，有輸入和輸出接觸器，這樣一個系統的異常不會對另一個系統造成損壞。因此，即使在故障情況下也能確保系統的可用性。如果偵測到嚴重故障或多次重複偵測到相同故障，則故障 APU/HEP 將被隔離。提供備用電源功能，確保機車負載和客車負載的冗餘，維持機車的正常運作。

(1)主迴路:(PWM 整流器+PWM 變流器+LC 濾波器)*4/機車

(2)型式:整流器-單相電壓式 PWM 整流器

變流器-三相電壓式 PWM 整流器

(3)電車線電壓:25kVac-60Hz(19.0kV~28.7kV,17.5kV-1s,30kV-瞬時)

(4)輸入電壓:345Vac - 60Hz(三次繞組,262Vac~396Vac)

(5)直流鏈電壓:650Vdc

(6)輸出電壓:三相 440Vac,60Hz

(7)控制電壓:110Vdc(77Vdc~137.5Vdc)

(8)額定輸出功率:225kVA, $\cos \varphi = 0.85$

(9)環境溫度:最高 45℃，最低 0℃

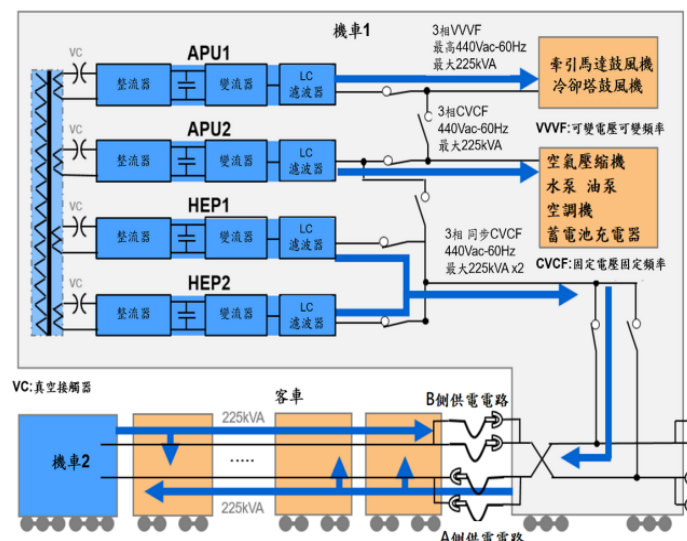


圖 4-5-7-1 (輔助供電系統方塊圖)

7.1 輔助供電系統主電路

如圖 4-5-7-2，電力機車配置有集電弓、真空斷路器（VCB）、主變壓器（MTr）和一些保護或檢測設備。每輛電力機車設有兩個電力轉換裝置（PCC1 和 PCC2）。每個 PCC 由一台 APU 和一台 HEP 組成，其中 APU 為機車負載供電，HEP 為客車負載供電。

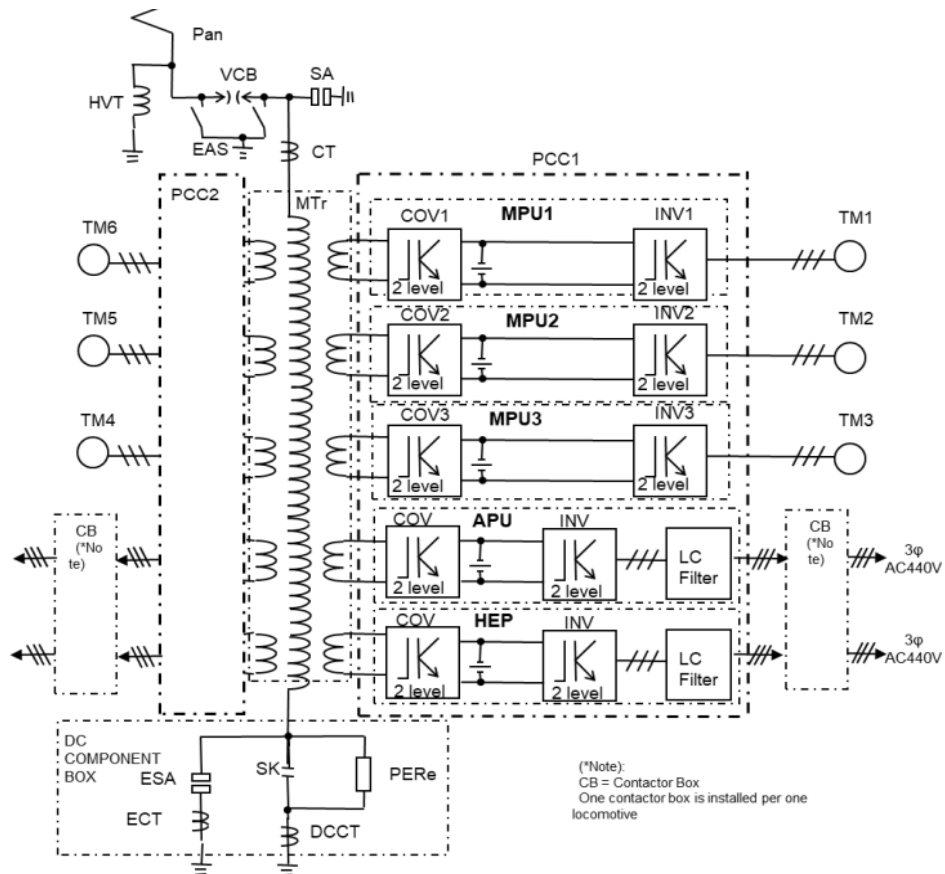


圖 4-5-7-2 (輔助供電系統主迴路方塊圖)

7.2 輔助供電系統主電路操作

控制電源供電後，司機員應升起集電弓、閉合真空斷路器。當司機員操作 HEP 開關，允許 HEP 輸出電源為客車負載供電時，每組控制 PCB 將用下列順序控制 AK 和 K：關閉 AK，用限制湧浪電流對濾波電容器充電。關閉 K，以將整流器連接至變壓器二次側繞組電路。關閉 K 後，開啟 AK。在此情況下，控制 PCB 產生閘極訊號以啟動 PWM 整流器和 PWM 變流器使其運行。

當司機員操作手動隔離開關或 VCB 切開時，APU/HEP 停止運作。對於 HEP，除上述情況外，如果駕駛將 HEP 鑰匙開關操作至 OFF 位置，則 HEP 停止運轉。為了保養工作的安全性，我們提供濾波電容器放電的接觸器（DCHK）。該 DCHK 是常閉型接觸器。它會在電池電源有供電時運作（主接點斷開）。當電池電源關閉時，DCHK 的線圈被斷電，主接點閉合，以讓濾波電容器放電。

為了維修作業的安全，設有高壓指示燈（P-LED）和直流鏈接地開關（DS）。當直流鏈中存在高電壓時，P-LED 中的 LED 燈會亮起；當直流鏈中的高電壓放電時，P-LED 中的 LED 燈會熄滅。一般而言，直流鏈電壓會透過電阻器(DSR)放電，需要幾分鐘的時間。在操作 DS 之前確保 P-LED 已熄滅。一旦 DS 設置到接地位置，直流鏈將保持斷電狀態。

7.3 輔助供電系統控制電路

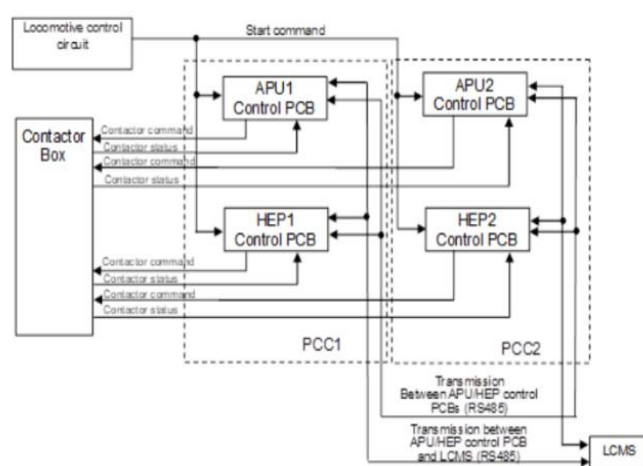


圖 4-5-7-3（輔助供電系統控制電路方塊）

如圖 4-5-7-3，輔助供電控制電路包含以下控制：

(1)自動供電控制

自動供電控制（APC）系統與台鐵公司現有在中性區間的軌道設備相容。當列車通過一個中性區段時，每組 APU/HEP 停止自己的 PWM 整流器和 PWM 變流器，切斷負載。APU/HEP 接收來自 MPU 的中性區間訊號。

(2)順序控制

鑑於有關安全上的特殊意義，VCB 順序是由硬體和軟體功能進行互鎖。當電車線電壓介於 19 和 28.7kV、真空接觸器 K 和充電接觸器 AK 未閉合時，VCB 可投入。

(3)整流器/變流器控制

K 閉合後，控制 PCB 產生閘極訊號以啟動 PWM 整流器和 PWM 變流器。

(4)輸出接觸器控制

APU/HEP 自身的故障訊息會分享給其他 APU 和 HEP。APU 和 HEP 根據故障訊息向輸出接觸器發送命令。

7.4 輔助供電系統備援功能

當一組 APU 或 HEP 故障被隔離時，提供備援電源功能，以確保機車負載與客車負載的備援性，維持機車正常運作。

當 APU 或 HEP 故障被隔離時，會透過軟體序列邏輯，利用故障資訊進行自動電力轉換。除了自動電力轉換之外，也可透過操作位於駕駛室的手動隔離開關進行手動電力轉換。自動電力轉換及手動電力轉換均獨立運作。

如圖 4-5-7-4～圖 4-5-7-7 為一組 APU 或 HEP 故障時，APU/HEP 輸出電力流程方塊圖。

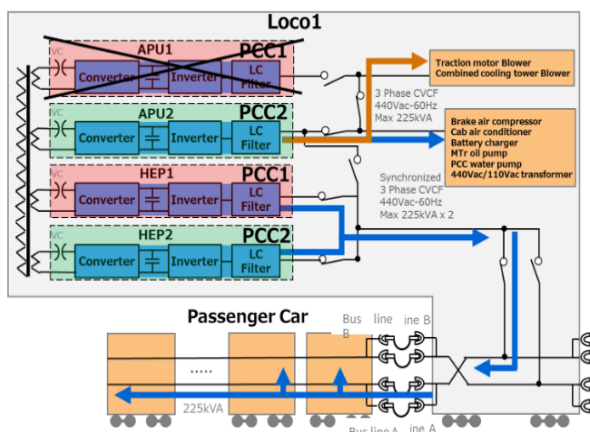


圖 4-5-7-4 (APU1 故障狀況下的輔助供電圖)

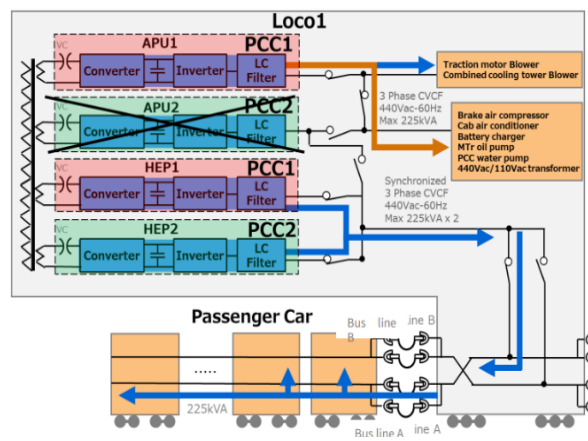


圖 4-5-7-5 (APU2 故障狀況下的輔助供電圖)

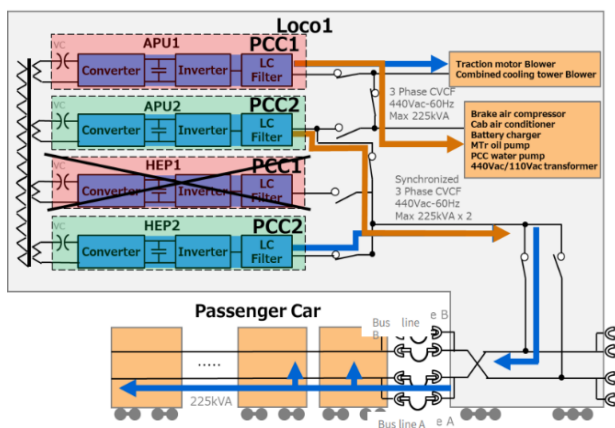


圖 4-5-7-6 (HEP1 故障狀況下的輔助供電圖)

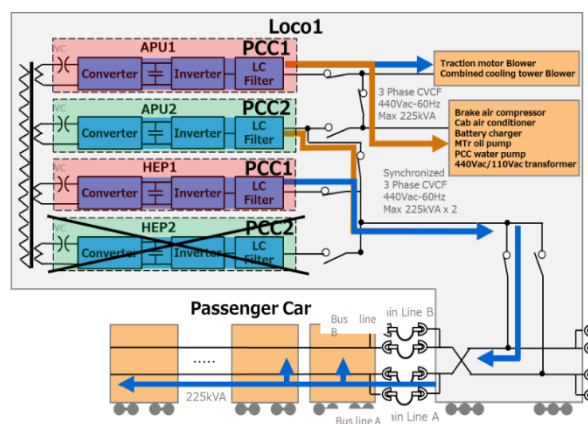


圖 4-5-7-7 (HEP2 故障狀況下的輔助供電圖)

7.5 輔助供電系統隔離開關

APU 和 HEP 有獨立的手動隔離開關。APU 和 HEP 手動隔離開關位於前駕駛室和後駕駛室的駕駛台上。APU 和 HEP 手動隔離開關有四個可選的開關位置，如下圖 4-5-7-7 和圖 4-5-7-8 所示。



圖 4-5-7-7 (APU 手動隔離開關)



圖 4-5-7-8 (HEP 手動隔離開關)

8. 工廠導覽照片說明

圖 4-5-8-1~圖 4-5-8-7 為 PCC 實際實務現場拍攝照片。



圖 4-5-8-1 (PCC 總成正面)



圖 4-5-8-2 (PCC 總成背面)



圖 4-5-8-3 (IGBT 模組總成)



圖 4-5-8-4 (TCU 卡箱總成)



圖 4-5-8-5 (APU/HEP 控制電路版)



圖 4-5-8-6 (冷卻水水泵)



圖 4-5-8-7 (K 接觸器)

六、主控制器

1.E500 主控制器規格簡介

1.1 主控制器

由主控制器把手單元、逆轉機單元、鑰匙開關單元及主控制器 PWM 模組所組成。操作主控制器把手，可以控制機車之驅動力；操作逆轉機單元，可以切換機車行駛方向。主要型號規格如下：

(1)型號：

主控制器操作機構單元:KC204-A0

主控制器 PWM 模組:CVU019-A0

(2)重量：

主控制器操作機構單元:16.6kg±10%

主控制器 PWM 模組:3.5kg±10%

(3)電源電壓:DC110V(77~137.5V)

(4)PWM 輸出：

(4.1)頻率:500Hz

(4.2)負載比:OFF~5km/h:10%

5km/h~130km/h:10%~90%

故障時:0%

電壓:24V

最高負載電流:0.4A

(5)消耗功率:最大 50W

(6)環境溫度:0~+45°C (車輛外部溫度)

(7)相對溼度:0~100%

(8)海拔高度:-20~402m

1.2 其他零組件規格

(1)旋轉式編碼器：

(1.1)型號:E6C3-AG5C-3R0

(1.2)用途:偵測主控制器把手角度

(1.3)電源電壓:DC12~24V

(1.4)角度數據位元:8 位元

(1.4.1)核對位元:1 位元

(1.4.2)閃示位元:1 位元

(1.5)最小解析角度:0.46875° /位元

(2)凸輪開關：

(2.1) 型號:SDJ -A2

(2.2)接點組成:1a1b

(2.3)額定電流:10A

(2.4)額定電壓:DC110V/1A(R/L=40ms)

(2.5)電氣壽命:100 萬次

(2.6)接點動作:瞬時作用

(2.7)防護等級：

(2.7.1)接點:IP40

(2.7.2)端子:IP00

2.E500 主控制器結構

2.1 主控制器把手單元

主控制把手單元由主控制器把手、編碼器、凸輪軸、凸輪開關、速度刻度與維持把手位置的阻尼機構，以及將上述機構結合起來的齒輪和零件所組成，具備下列功能：

- (1)主控制器把手位置偵測:藉由編碼器及凸輪開關，偵測把手位置。
- (2)阻尼機構:在 OFF、INCH 及 5km/h 時有卡頓感，5km/h~130km/h 之間，可在任意位置停止。
- (3)聯鎖:透過與逆轉機單元的連動裝置，逆轉機在 0 位時，主控制器把手被鎖定。

2.2 逆轉機單元

逆轉機單元由逆轉機、凸輪軸、凸輪開關等部分組成，具有以下功能：

- (1)逆轉機位置偵測:藉由凸輪開關，偵測逆轉機的 F、R、O 及電韌位。
- (2)聯鎖:藉由與鑰匙開關單元的組合，主控制器鑰匙在 ON 位時，才可操作逆轉機；逆轉機在 0 位時，主控制器把手被鎖定。

2.3 鑰匙開關單元

鑰匙開關單元由鎖芯等零件組成(鎖芯包含主控制器鑰匙、凸輪、凸輪開關等)，具備下列功能：

- (1)主控制器鑰匙插入偵測:藉由凸輪開關，偵測鑰匙開關在 ON、OFF 位
- (2)聯鎖:藉由連鎖機構，當鑰匙開關在 ON 位時，可操作逆轉機；唯有逆轉機在 0 位時，才可操作鑰匙開關。

2.4 主控制器 PWM 模組

旋轉式編碼器偵測主控制器把手的角度，此 PWM 模組將編碼器輸出之訊號轉為 PWM 訊號。

3.主控制器把手操作

3.1 主控制器

主控制器把手動作範圍為 82 度，各刻度如下所述。

- (1)OFF 位:0 度。
- (2)INCH 位:12 度。
- (3)5km/h:20 度。
- (4)130km/h:82 度。

3.2 逆轉機

逆轉機有電韌、F、O、R，四個位置。

(1)電韌位:牽引模式下切到此位，則把手刻度為電韌力。

(2)F 位:前進位。

(3)O 位:中立位。

(4)R 位:後退位。

3.3 鑰匙開關

鑰匙開關有 ON 和 OFF 位，將主控制器鑰匙插入即可操作。

3.4 連鎖機構

為防止主控制器誤操作，設有連鎖機構，如表 4-6-3-1 所示:

表 4-6-3-1 (主控制器連鎖機構)

把手、開關位置			連鎖		
鑰匙開關	逆轉機	把手	鑰匙開關	逆轉機	把手
OFF	O	OFF	解鎖	固定在 O	固定在 OFF
ON	O	OFF	鎖定	固定在 O	固定在 OFF
ON	F/R/電韌	OFF	鎖定	可選擇	OFF
ON	F/R/電韌	INCH~130km /h	鎖定	固定在所選 位置	可操作

4. 主控制器保養及各零件更換週期

4.1 主控制器保養

(1)使用潤滑脂(ENEOS Multi Knock Grease No.1)在下列位置上油。

(1.1)鑰匙單元之聯鎖軸。

(1.2)旋轉式編碼器齒輪。

(1.3)星型輪。

(1.4)軸齒輪。

(2)2 級檢修:不拆外蓋目視檢查。

(3)3 級檢修:拆開外蓋目視檢查並上油潤滑。

4.2 零件更換週期，如表 4-6-4-1 所示:

表 4-6-4-1 (零件更換週期表)

名稱	數量	週期
旋轉式編碼器	1	12 年
凸輪開關	17	12 年
煞車片	1	6 年
刻度拉桿	1	20 年
煞車片拉桿	1	20 年
PWM 轉換電路板 PUZ137	1	12 年

5. 旋轉式編碼器初始設定

變更主控制器操作單元和 PWM 模組的組合時，須設定旋轉式編碼器的初始值，步驟如下:

- (1)連接主控制器操作單元與 PWM 模組。
- (2)將把手置於 OFF 位。
- (3)開啟主控制器電源。
- (4)打開 PWM 模組側邊的檢視窗口。
- (5)主控制器把手位於 OFF 位時，PWM 模組側邊的 LED 會依此編碼器數值點亮，請依照 LED 顯示切換 DIP 開關(LED 亮→ON；LED 滅→OFF)。

6. 主控制器總成圖片

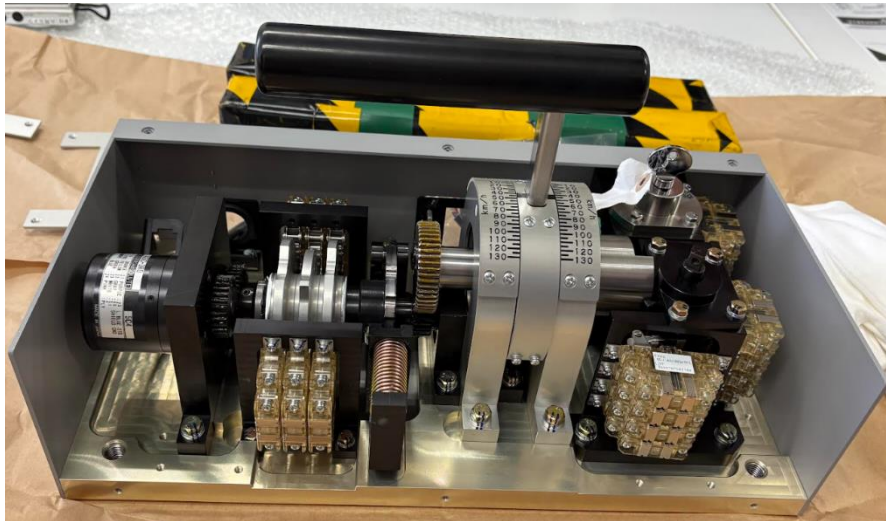


圖 4-6-6-1 (主控制器總成(拆開外蓋))



圖 4-6-6-2 (PWM 模組(拆開外蓋))

七、牽引馬達

1. E500 型牽引馬達規格簡介

E500 型牽引馬達是結構堅固的交流感應馬達，如圖 4-7-1-1，無換相器與電刷，可減少維護工作，該牽引馬達用抱軸管安裝在各車軸上，其主體的機械強度足以承受車輛運行時的振動應力，主要型號規格，如表 4-7-1-1 所示：

表 4-7-1-1 (E500 型馬達規格表)

型號	SEA-116
型式	三相鼠籠感應馬達
極數	6
通風系統	強制通風
安裝系統	軸安裝型
輸出	662 kW
額定電壓	1240 V
額定電流	386 A
額定速度	1,480 min ⁻¹
頻率	75 Hz
效率	94 %
功率因數	85 %
絕緣等級	Class 200
介電測試電壓	AC 2,220 V 持續 1 分鐘
最高營運速度	3,236min ⁻¹ (130 km/h)
最高試驗速度	3,883 min ⁻¹
重量	1358 kg (轉子 457kg、定子 735kg)
齒輪比	3.91 (90 : 23)



圖 4-7-1-1 (E500 型專用三相交流感應馬達)

2. E500 型牽引馬達結構

E500 型牽引馬達主要由外殼、定子、轉子、軸承總成組成如圖 4-7-2-1，另外配備了速度感測器如圖 4-7-2-2 及溫度感測器如圖 4-7-2-3，及時監控馬達運行的溫度及轉速。

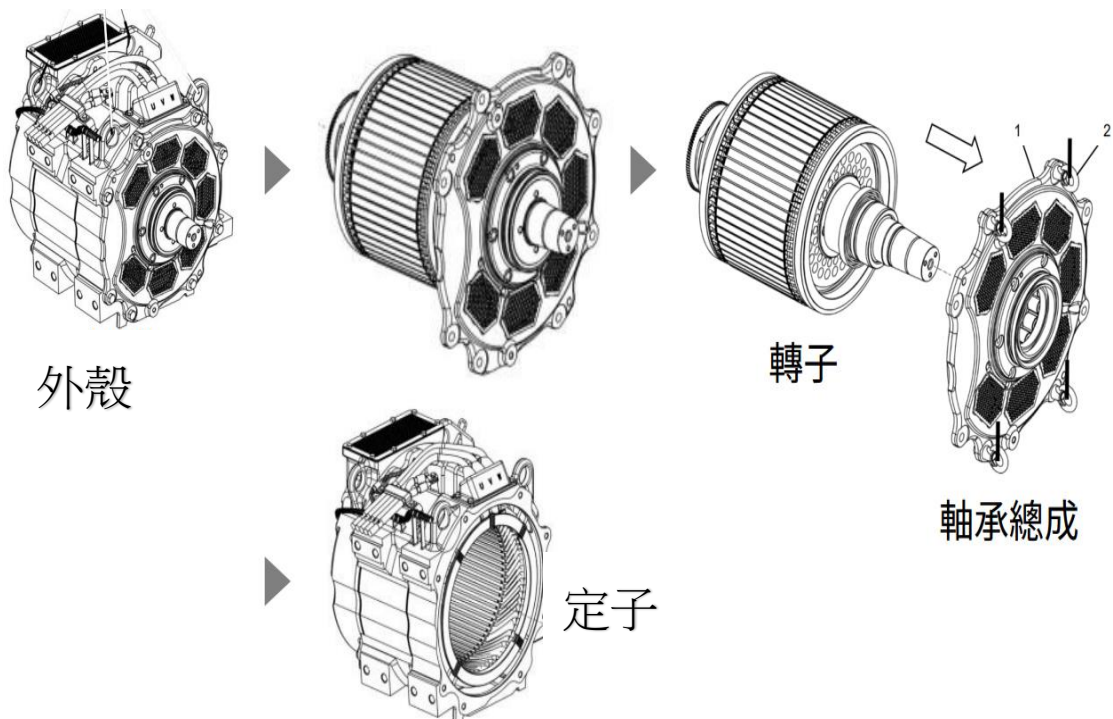


圖 4-7-2-1 (E500 型三相交流感應馬達結構圖)

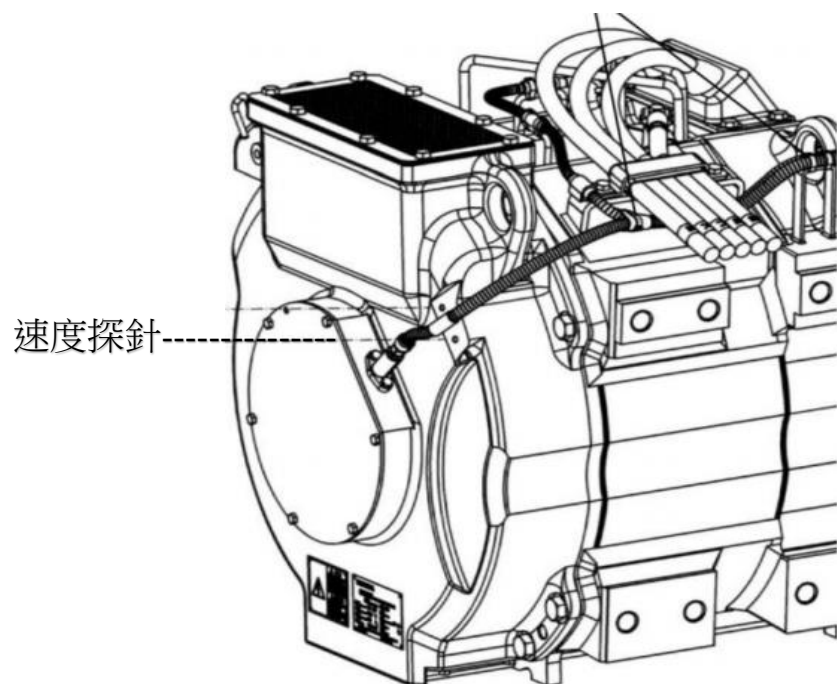


圖 4-7-2-2 (E500 型三相交流感應馬速度探針

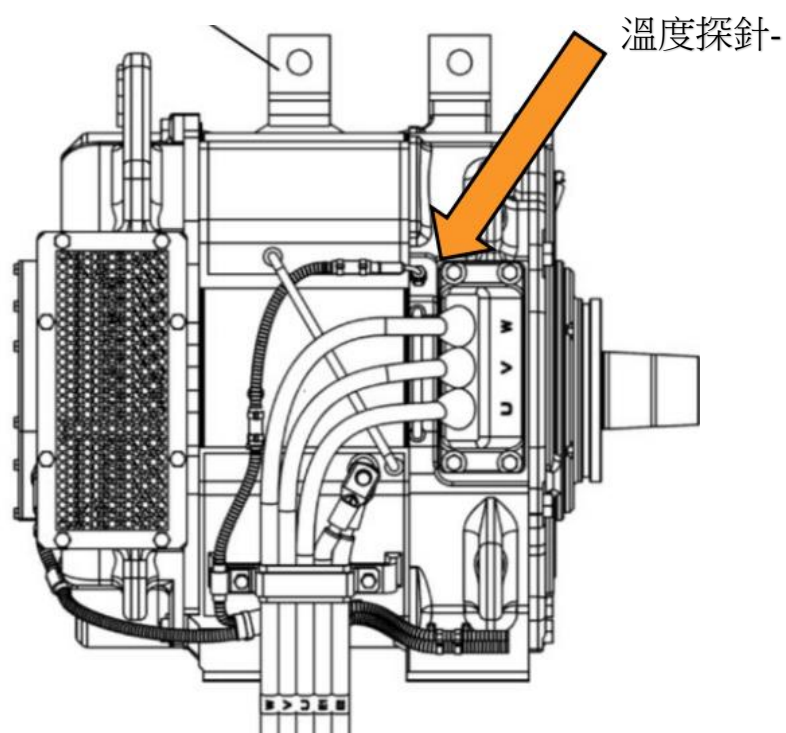


圖 4-7-2-3 (E500 型三相交流感應馬溫度探針圖)

3. E500 型牽引馬達各級保養檢查項目

立約商建議建議的保養項目及週期，如表 4-7-3-1 所示：

表 4-7-3-1 (E500 型三相交流感應馬達保養項目週期表)

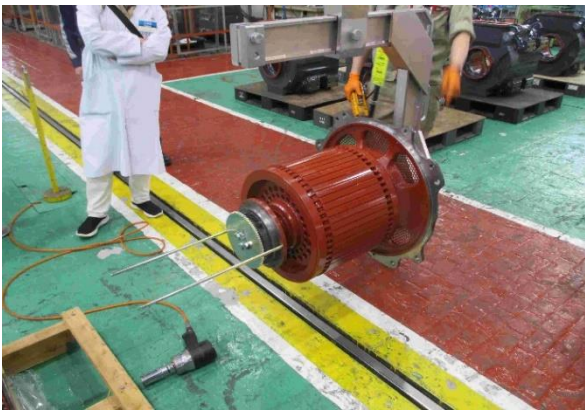
名稱	項目	一級	二級	三級 A	三級 B	四級
牽引馬達總成	1. 牽引馬達已正確安裝在車架上	○	○	○	○	○
	2. 進氣口已正確安裝	○	○	○	○	○
	3. 進氣口的密封墊無疲勞現象	○	○	○	○	○
	4. 牽引馬達、速度感應器和連接插頭處正常	○	○	○	○	○
	5. 使用高壓空氣清潔					○
轉子	1. 斜軸不得有裂痕、變形、損傷等情況				○	○
	2. 轉子桿跟短路環不得有龜裂及損傷				○	○
	3. 轉子重量平衡安裝				○	○
	4. 清潔並修理				○	○
定子	1. 定子線圈、接線等絕緣層無脫落裂痕損傷				○	○
	2. 沒有過燙或燒傷跡象				○	○
	3. 引線無斷線				○	○
	4. 清潔並修理				○	○
軸承	1. 潤滑			○	○	○
	2. 無變形或損壞元件				○	○
速度感測器	1. 沒有損壞或鬆動的引導線或連接插頭		○	○	○	○
	2. 沒有鬆動的螺栓		○	○	○	○
	3. 感測器元件無生鏽和損壞			○	○	○
	4. 檢查間隙和輸出電壓波形				○	○
溫度感知器	1. 使用電表檢查導通				○	○

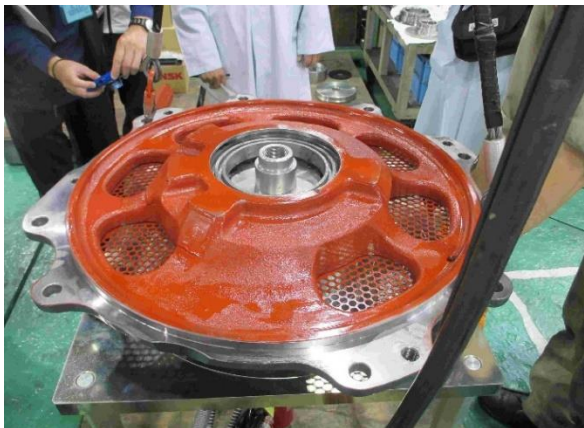
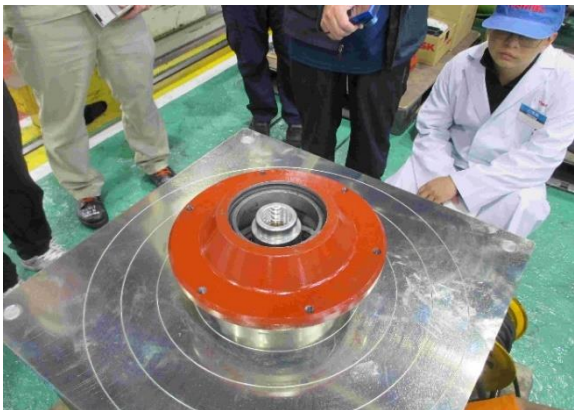
4. E500 型牽引馬達拆解

如表 4-7-4-1，牽引馬達拆解步驟如下：

表 4-7-4-1 (E500 牽引馬達拆解)

步驟	動作	作業圖
1	傳動端軸承室固定螺絲拆解， 安裝軸心襯套和定位導引銷， 如圖 4-7-4-1 所示。	 圖 4-7-4-1
2	速度探針、齒盤外蓋及非傳動 端軸承室外蓋固定螺絲拆解， 安裝 N 端軸承外蓋定位導引銷 及逼出螺栓，如圖 4-7-4-2 所 示。	 圖 4-7-4-2
3	使用 L 型治具固定轉子軸心並 調整至適當距離，如圖 4-7-4-3 所示。	 圖 4-7-4-3

步驟	動作	作業圖
4	兩端同時氣動順時針旋入螺栓，將轉子慢慢逼出，使用特殊 L 型治具將轉子水平移出，並將轉子放置平台固定，如圖 4-7-4-4 所示。	 圖 4-7-4-4
5	拆除齒盤固定止擋片和螺絲，將齒盤卸下，分離非傳動端軸承室，如圖 4-7-4-5 所示。	 圖 4-7-4-5
6	使用特殊治具及油壓機，加壓緩慢將油封逼出，並使用吊具將傳動端軸承室吊至工作檯面平放，如圖 4-7-4-6 所示。	 圖 4-7-4-6

步驟	動作	作業圖
7	使用特殊治具和油壓機，加壓分離轉子兩端軸的內環和內圈，如圖 4-7-4-7 所示。	 圖 4-7-4-7
8	使用鐵環墊高傳動端軸承室，螺帽鎖固鐵塊，使用立式油壓機加壓分離軸承，如圖 4-7-4-8 所示。	 圖 4-7-4-8
9	使用鐵環墊高非傳動端軸承室，螺帽鎖固鐵塊，使用立式油壓機加壓分離軸承，如圖 4-7-4-9 所示。	 圖 4-7-4-9

5. E500 型牽引馬達之測試

組裝完好的 E500 型牽引馬達，必須分別經過以下幾種動態及靜態的測試，方可安裝於轉架上。

5.1. 軸承運轉異音及溫度測試：

使用變頻電源（變頻器），在無負載的情況下以 75Hz 的頻率運轉馬達，如圖 4-7-5-1。

(1) 測量和記錄軸承的溫升，溫度不得高於 40K，如圖 4-7-5-2 所示。

(2) 傾聽軸承的聲音。檢查軸承是否發出異常的聲音，如圖 4-7-5-3 所示。

5.2 絕緣電阻及耐壓測試：

在靜止狀態下使用高阻計進行量測

(1) 使用 1,000V 高阻計，測量電纜端子之絕緣電阻。

(2) 使用耐壓試驗機調至 2200V 測量馬達總成一分鐘，檢視洩漏電流值，如圖 4-7-5-4、圖 4-7-5-5。

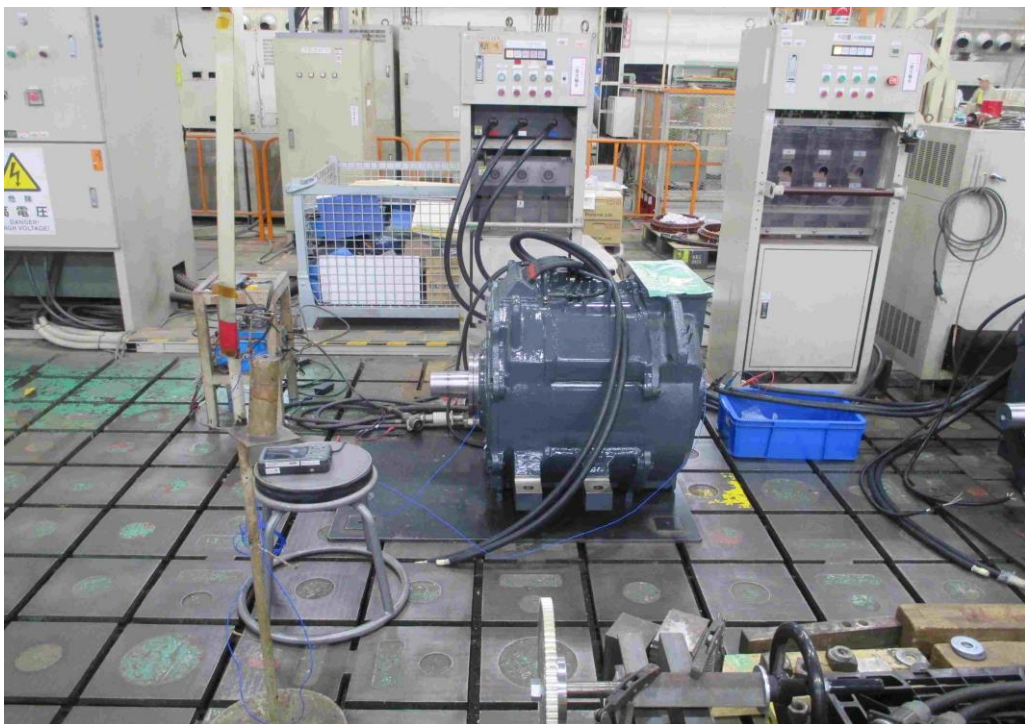


圖 4-7-5-1（在無負載的情況下以 75Hz 的頻率運）



圖 4-7-5-2 (測量和記錄軸承的溫升)



圖 4-7-5-3 (傾聽軸承的聲音)



圖 4-7-5-4 (耐壓試驗機)



圖 4-7-5-5 (調至 2200V 測量馬達總成一分鐘)

八、列車自動防護系統(ATP)

1. 列車自動防護系統簡介

列車自動防護系統 Automatic Train Protection 簡稱 ATP 的主要功能是監控列車速度並提醒司機員目前允許限速以及至預期速限或險阻號誌的距離，連續的監控列車運轉的安全系統，若超過之前計算的安全速度/距離範圍，ATP 系統車上設備會介入。ATP 為模組化設計，臺鐵所有的車型均都使用此系統，主要的設備單體如下：

1.1 VCU 車輛控制單元 (ATPCU)

如圖 4-8-1-1，VCU 為 ATP 系統車上設備內的可程式化的電腦裝置之一。ATPCU 就是 ATP 的電腦，也就是 ATP 的主處理器，主要的功能為監控速度及目標，並在需要的時候施行緊軔，它透過 MVB 與其他裝置溝通。X5 接頭中有一 MOBAD 裝置(內含電池)。該裝置包含電子抹除式可編程唯讀記憶體 EEPROM（儲存 MVB 設備位址），模式選擇開關，提供 VCU 內 SRAM 及時鐘迴路電源，以保存資料及時間。為了要計算如速度、距離及相關方向，ATPCU 亦需要不同安裝參數的資料，因此它必須配有許多參數，如輪徑、轉速器的脈衝數等等。



圖 4-8-1-1 (VCU 車輛控制單元)

1.2 COMC 通訊控制器 (SDP)

如圖 4-8-1-2，COMC 為 ATP 車上系統中的可程式化電腦之一。它包含 SDP51（速度和距離處理器）和平台主體的功能。SDP 用來處理 SDU1 及 SDU2 的資料，它執行速度及距離的計算，並使得在 MVB 上可取得速度與距離資訊。平台主體管理 MVB 上之 ATP 單元間的通訊，並隔離任何故障的單元。



圖 4-8-1-2 (COMC 通訊控制器)

1.3 DX 數位輸入/輸出裝置

如圖 4-8-1-3，DX 提供界面給非安全相關的數位輸入和輸出訊號，來回在 ATP 車上設備和外部車上裝備之間，它控制外部的繼電器和感應繼電器回饋，或直接地控制並感應外部設備。輸入和輸出的狀態會規律地在 MVB 上呈現。



圖 4-8-1-3 (DX 數位輸入/輸出裝置)

1.4 VDX 安全數位輸入/輸出裝置

如圖 4-8-1-4，VDX 提供界面給安全相關(如車輛緊軔控制)的數位輸入和輸出訊號，來回在 ATP 車上設備和外部車上裝備之間，它控制外部的繼電器和感應繼電器回饋，或直接地控制並感應外部設備。輸入和輸出的狀態會規律地在 MVB 上呈現。



圖 4-8-1-4 (VDX 安全數位輸入/輸出裝置)

1.5 SDU 速度和距離裝置

如圖 4-8-1-5，SDU 偵側並計算從輪軸上轉速器所發出來的脈衝，轉換此資訊並經由 MVB 傳送至 SDP（速度及距離處理器），這些脈衝是用來計算列車之速度、距離及方向。每一個轉速器有兩個脈衝處理器，分別為 SDU1 和 SDU2。這兩個產品只有位址不同，該位址是從工廠預設的。



圖 4-8-1-5 (SDU 速度和距離裝置)

1.6 BTM 感應子傳輸模組

如圖 4-8-1-6，在 ATP 系統車上設備中，BTM（包含 CAU 天線）在多功能車輛匯流排（MVB）和地上設備之間組成一個可用線路之連接。BTM 經過 CAU 傳送能量來啟動軌道中的感應子，BTM 從 CAU 獲得感應子電訊碼並分析，然後透過 MVB 將它們傳送至 ATP 車上設備。BTM 須與天線一起校正（包含天線電纜），以使傳輸鏈能獲得正確運作。

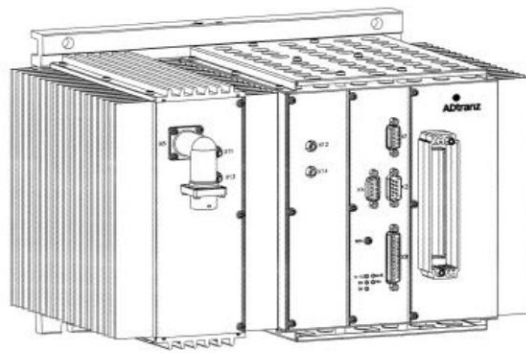


圖 4-8-1-6 (BTM 感應子傳輸模組)

1.7 CAU 天線

如圖 4-8-1-7，天線是 ATP 車上設備之傳輸裝置，其主要功能是傳輸能量以啟動地上感應子，並從地上感應子透過無線的方式獲取信號（電訊碼），天線再將電訊碼送給 BTM。

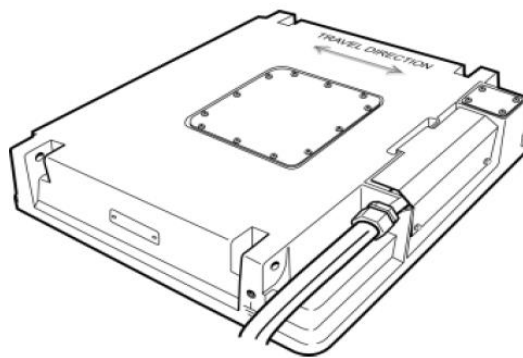


圖 4-8-1-7 (BTM 感應子傳輸模組)

1.8 轉速器

如圖 4-8-1-8，轉速計是 ATP 系統的速度感測器。轉速計安裝在轉向架車軸的端部以光學測量輪子的轉動。一輛機車裝有 2 組轉速計。設置於第 2 軸 A 側、第 5 軸 B 側。轉速器配有四個獨立的光學感應器，其中三個感應器供 SDU 偵測，每個感應器之間有 120° 的相位差，第四個光學感應器供 RU 計算，不需計算與其他感應器之間的相位差。



圖 4-8-1-8 (轉速器)

1.9 MMI 操作面盤

如圖 4-8-1-9，ATP 的 MMI 是司機員與 ATP 系統車上設備之間的人機界面，又稱作司機員操作面盤（每間駕駛室/操作台有一個 MMI）。MMI 本身即是一部電腦並內建觸控式螢幕，與駕駛室控制開關連動。MMI 也有對旅客資訊系統（PIS）的界面（RS485）。螢幕用來輸出 ATP 資訊與要求司機員。觸控螢幕按鈕和獨立的確認按鈕，供司機員輸入資訊與要求 ATP 系統車上設備。



圖 4-8-1-9 (MMI 操作面盤)

1.10 RU 數位記錄器

數位記錄器（RU）是一個事件記錄器，例如發生意外事故需要先前的事件記錄作分析，或用於一般維護。RU 從多功能車輛匯流排（MVB）直接收集 ATP 的資料。為了能夠重新呈現 ATP 系統車上設備相關歷史，數位記錄器會依事件發生順序儲存事件，至少會記錄 180 天 (2400km 行駛距離以上)之運轉，所有的事件會以即時時間之「時間標誌」做儲存。當 RU 偵測 ATP 故障警報或「隔離」模式時，RU 亦負責提供速度資訊給數位車速表。RU 內部有速度計算功能，與 ATP 車上設備獨立。數位記錄器會持續直接從各轉速器另一獨立的線路來計算列車速度。



圖 4-8-1-10 (RU 數位記錄器)

1.11 數位車速表

在 MMI 沒有顯示車速的時候提供車速顯示。數位車速表與 RU 直接連線，直接收取轉速計的訊號。



圖 4-8-1-11(數位車速表)

1.12 在 BTM 和 CAU 之間的 CAU 電纜

(1)MVB 終端插頭

(2)確認按鈕

(3)蜂鳴器

(4)隨身碟插座

(5)PRS 轉換器

(6)安全繼電器

(7)MVB 電纜

(8)壓力開關(屬軔機系統範疇，位於 BCM 盤)，如圖 4-8-1-12。

ATP 系統車上設備需要回饋信號來表示緊軔已作用（軔管內的壓力減低）。來自軔機系統的緊軔回饋信號表示軔機系統有收到 ATP 的緊軔命令。



圖 4-8-1-12 (壓力開關)

2. 列車自動防護系統架構

圖 4-8-2-1 為列車自動防護系統架構圖。

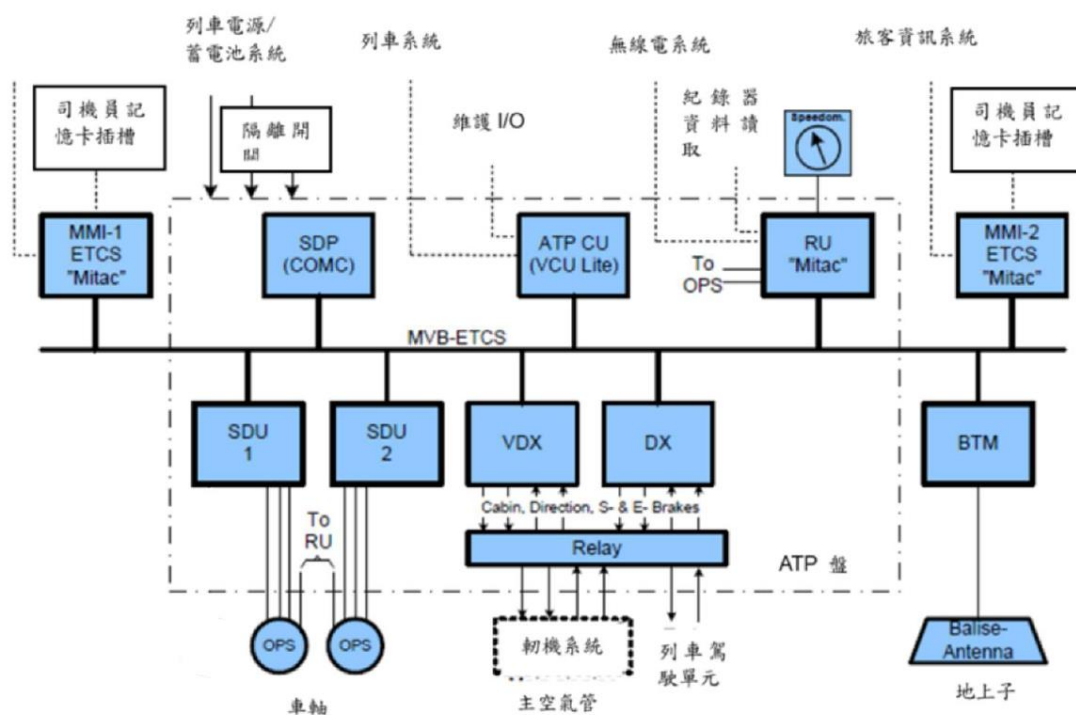


圖 4-8-2-1 (列車自動防護系統架構圖)

3. 列車自動防護系統各級保養檢查項目

立約商建議建議的保養項目及週期，如表 4-8-3-1 所示：

表 4-8-3-1 (E500 列車自動防護系統保養項目週期表)

方法	週期
取回數位記錄器的紀錄資料	1 個月
以下列之一的方法更新車輛參數-車輪直徑： 1. 經過一個 AWWC 區域作自動更新。 2. 用手動測量。	3 個月
檢查並且校準 MMI 螢幕	6 個月
檢查轉速器的固定螺絲和電纜	6 個月
檢查 ATP 設備	2 年
執行 CAU 定位檢查	2 年
清潔 ATP 設備	2 年
方法	週期
檢查ATP設備	3 年
從車輛拆下轉速器檢查	每 10 年或 2,000,000 公里

4. 臺鐵的各級保養檢查項目

臺鐵的保養項目及週期，如圖 4-8-4-1 所示：

國營臺灣鐵路股份有限公司
E500型 電力機車 二級(2A)檢修紀錄表

V1.1.1

檢查項目		註：維修情形 - 良好者做V記號，不良者依實做記錄			
系統分類	裝置名稱	檢修項目	維修情形	修繕人員	檢查人員
8. 連結裝置	3. 電氣連結跳線及座	1. 跳線及插座之端子、防水墊圈檢查、清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. 6芯、96芯旋轉部分和滑動部分清潔、潤滑	☐ 良好 ☐ 修妥		
		3. 充電器	充電電壓、未充電電壓、電流值檢視並記錄，充電器狀態檢視	☐ 良好 ☐ 修妥	
9. 輔助設備	2. 電瓶	狀態檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
	3. 輔助供電裝置	車廂供電功能檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
	4. 警醒裝置	腳踏開關踩下及鬆開功能測試	☐ 良好 ☐ 修妥		
	5. 機車顯示系統	1. 啟動狀態檢查，記錄下載並儲存	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. 火災偵測系統測試	☐ 良好 ☐ 修妥		
	6. 鼓風機組	狀態檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
	7. 組合冷卻塔	狀態檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
	8. 空調裝置	1. 空調機功能檢查、濾網清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. 空調機安裝狀態檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
	9. 自動滅火系統	氣瓶、管線及壓力表檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
10. 其他系統	1. 列車自動防護系統	1. 車輛參數-車輪直徑更新	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. MMI螢幕檢查、游標校正及CF卡重置	☐ 良好 ☐ 修妥		
		3. 轉速器的固定螺絲和電纜檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
		4. 校準ATP系統時間	☐ 良好 ☐ 修妥		
		5. ATP壓力開關檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
		6. ATP設備、CAU天線檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
		7. ATP設備功能檢查及USB連接短線檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
		8. 速度感應器檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
		9. 限速備援裝置單元車輪直徑更新	☐ 良好 ☐ 修妥		
		10. SRM車輪直徑更新	☐ 良好 ☐ 修妥		

圖 4-8-4-1 (臺鐵的週期及保養項目)

(1)車輛參數-車輪直徑更新:

使用 DCUTerm 軟體連接 VCU，下載 AE 紀錄，機車參數設定，如要必要更新輪徑設定值。

(2)MMI 螢幕檢查、游標校正及 CF 卡重置:

檢查 MMI 是否顯示正常，使用校正用 USB 校正觸控螢幕，更換 CF 卡

(3)轉速計的固定螺絲和電纜檢查

(4)校準 ATP 系統時間:

可從 MMI 點選時間設定，或使用 DCUTerm 軟體連接 VCU 以指令設定時間

(5) ATP 壓力開關檢查: 確認是否符合設定的壓力值動作

(6) ATP 設備、CAU 天線檢查及清潔

(7) ATP 設備功能檢查及 USB 連接短線檢查

九、ATP 隔離後限速備援系統

1. ATP 限速備援系統規格簡介

ATP 限速備援系統(ATPBU)主要裝置安裝位置，如圖 4-9-1-1，限速備援系統是由機車上繼電器迴路與控制其繼電器迴路的 TELOC®3000 裝置所搭配組成。

如圖 4-9-1-2 為 TELOC®3000 裝置圖及其規格簡介。裝置上使用兩個電路板，SABOB 和 REBOB，安裝在 TELOC®3000 上，如圖 4-9-1-3。SABOB 具有 PG 感測器介面，用於檢測機車目前速度，速度感測器 PG 安裝於車下的車軸上，如圖 4-9-1-4，以及 DI/DO 介面，用於控制限速備援系統電路。緊急緊軔電路中使用 SABOB DO 接點。REBOB 具有 DO 介面，用於控制限速備援系統電路。通過使用 REBOB 的 DO 接點來驅動機車上電路的相關繼電器，讓限速備援系統的各電路都得以運作。

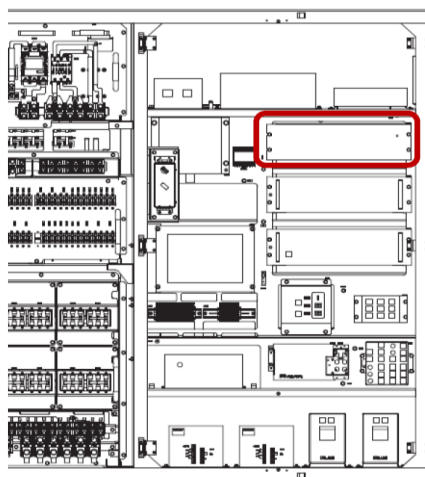


圖 4-9-1-1 (ATPBU 安裝在 LVE 區紅框位置)

項次	項目	規格
1	製造商	Hasler Rail
2	尺寸	482.6mm×214mm×110mm
3	質量	5 kg ±5%
4	操作溫度	-25 °C 至 +85 °C
5	IP等級	IP20
6	電源供應	110Vdc (77Vdc 至 137.5Vdc)
7	功率	最大值 50W, 一般 25W
8	輸入電壓 (SABOB DI)	110Vdc (最大值 137.5Vdc) 低準位: 0Vdc 至 5Vdc 高準位: 14Vdc 至 137.5Vdc
9	輸入電流 (SABOB DI)	4mA(rms) [峰值: 16mA]
10	繼電器輸出 (REBOB DO)	110Vdc (最大值 140Vdc) 最低切換電流: 10mA
11	國際標準	EN 50155, EN 50121-3-2, IEC 61373, IEC 60529, EN 45545-2



圖 4-9-1-2 (TELOC®3000 及其規格)

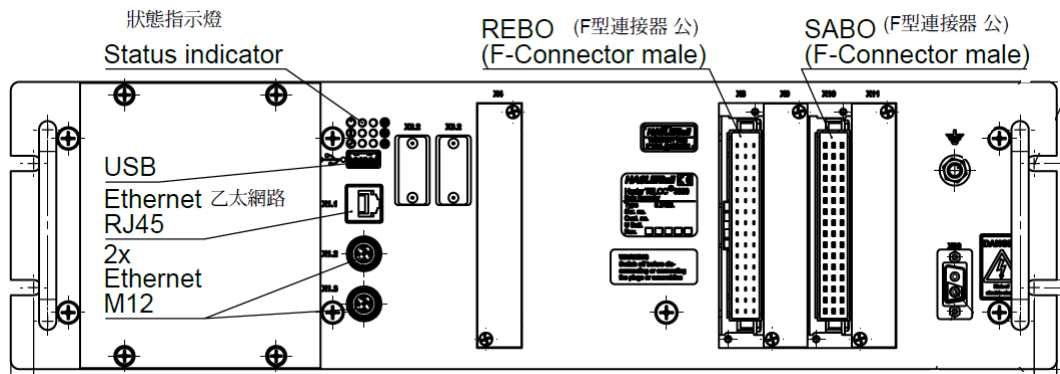


圖 4-9-1-3 (ATPBU 正面簡圖)

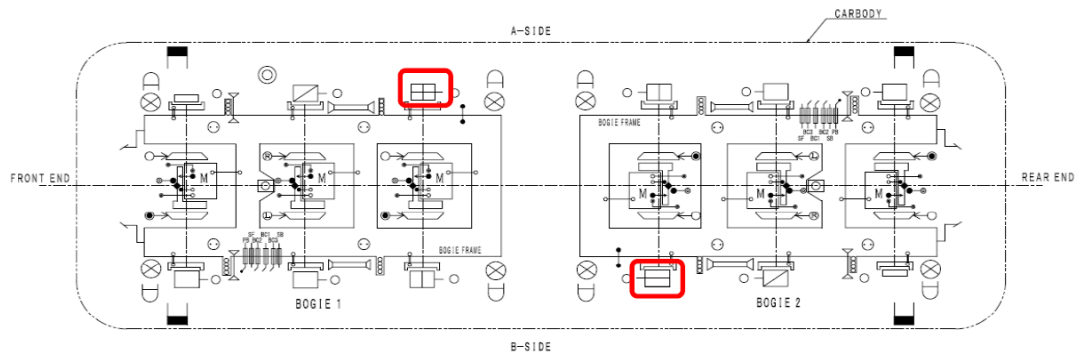


圖 4-9-1-4 (限速備援系統 PG 安裝位置)

2. ATP 限速備援系統功能簡介

ATP 隔離後限速備援系統是針對當 ATP 發生異常故障情況，而不得不隔離使用時的額外輔助裝置。當 ATP 系統被隔離時，將會自動切換到限速備援系統，以確保行車安全，並且根據與 ATP 系統不同的車軸脈波產生器獲取目前車速狀況，以監控車速狀況。

限速備援系統的功能，如圖 4-9-2-1 所示。當機車速度 ≥ 57 km/h 時，限速備援系統會先發出蜂鳴聲（音調 1：Sq1），並在當速度降至 56 km/h 時停止蜂鳴聲。隨著機車速度繼續增加並 ≥ 60 km/h，蜂鳴聲將改變（音調 2：Sq2），並啟動緊急緊軔，音調 1 與音調 2 不同。蜂鳴音不同於火警探測警示音或列車警醒系統警示音，以利區別來提醒司機員。緊急緊軔將會持續並鎖定，直到滿足以下所有條件為止：

- (1) 列車停止。
- (2) 主控制器把手在「OFF」位。
- (3) 自動司軔閥把手在「緊急緊軔位」持續約 60 秒，然後將把手設至「運轉位」。

將於 LCMS 的 DDU 畫面上顯示提醒訊息，在緊急緊軔解除之前，顯示「請將司軔閥保持在緊急緊軔位持續 60 秒以上」。如司軔閥保持 60 秒，則訊息在顯示 60 秒後會自動消失。然後，在緊急緊軔解除之前會顯示「請將司軔閥保持在抑制狀態一秒以上」。緊急緊軔作用時，將停止出力。

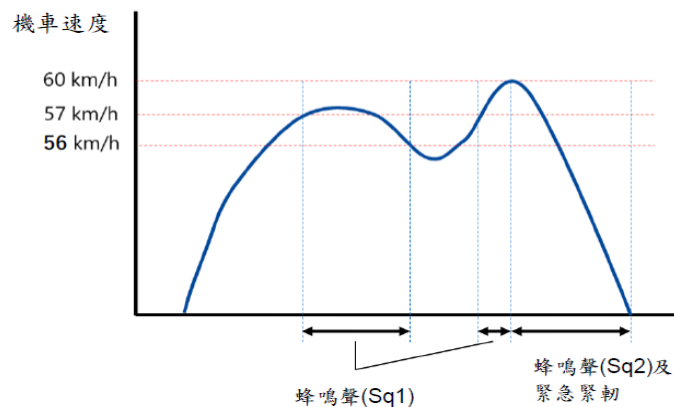


圖 4-9-2-1 (車速作用曲線)

ATP 隔離後限速備援系統功能簡述，如圖 4-9-2-2：

- (1) 在 ATP 被隔離時生效（將 ATP 隔離開關轉至「隔離位」）。
- (2) 時速 57km/h 以上時發出蜂鳴聲並亮起指示燈示警。
- (3) 時速 60km/h 以上時啟動緊急緊軔使車輛停止（也會有蜂鳴音示警及指示燈亮起）。

此系統的緊急緊軔閥與無人裝置系統共用。

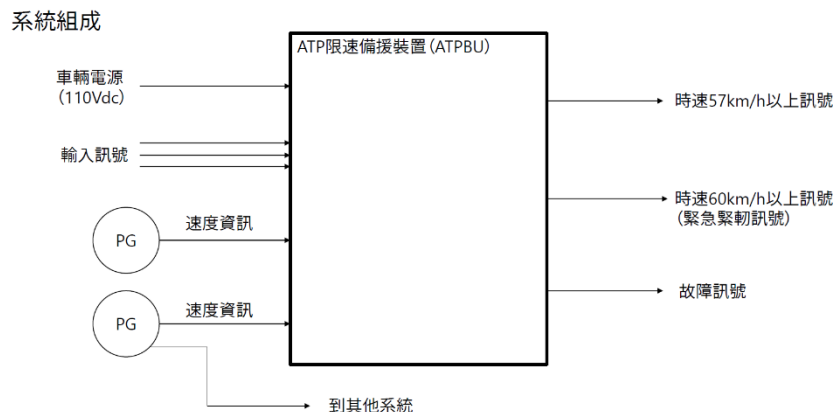


圖 4-9-2-2 (系統簡圖)

如表 4-9-2-1，顯示機車系統狀態與限速備援系統進行緊急緊軔操作之間的關係。即使在轉換到限速備援系統之前（ATP 正常運作時），如果限速備援系統出現故障，也會啟動緊急緊軔。

表 4-9-2-1（限速備援系統狀態、ATP 隔離狀態與緊急緊軔）

項次	限速備援系統 (ATPBUFR)	ATP 隔離開關 (ATPCOS)	限速備援隔離開關 (ATPBUBS)	由限速備援系統 啟動緊急緊軔
1	正常 (激磁)	正常位	正常位	無
2			隔離位	無
3		隔離位	正常位	啟動($\geq 60\text{km/h}$)
4			隔離位	無*
5	故障 (失磁)	正常位	正常位	啟動 (所有速度)
6			隔離位	無*
7		隔離位	正常位	啟動 (所有速度)
8			隔離位	無*

*備註：當列車行進中，如 ATP 隔離後限速備援已啟動緊急緊軔，即使 ATPBUBS 由正常位轉至隔離位，緊急緊軔仍會持續作用。

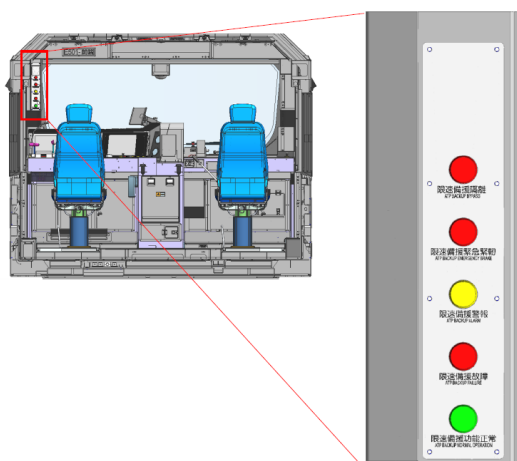


圖 4-9-2-3（指示燈裝於駕駛台左方）



圖 4-9-2-4（警報確認與隔離開關位置）

當 ATP 限速備援系統故障時，可按下限速備援故障警報確認開關可以解除故障警報音。指示燈（限速備援故障）則會維持亮燈狀態，如圖 4-9-2-3。限速備援故障警報確認開關及限速備援隔離開關安裝位置位於司機正後方，如圖 4-9-2-4。

相關指示燈的亮燈條件，如表 4-9-2-2 所示：

表 4-9-2-2 (相關指示燈的亮燈條件)

項次	狀態	指示燈				
		限速備援 隔離	限速備援 緊急緊剎	限速備援 警報	限速備援 故障	限速備援 功能正常
1	ATP限速備援功能未啟動	○	○	○	○	●
2	ATP限速備援功能啟動 (速度:0km/h~57km/h)	○	○	○	○	●
3	ATP限速備援功能啟動 (速度:57km/h~60km/h)	○	○	●	○	●
4	ATP限速備援功能啟動 (速度:60km/h以上)	○	●	●	○	●
5	ATP限速備援系統故障	○	●	○	●	○
6	ATP限速備援系統故障時 將限速備援隔離開關設置到「隔離位」	●	○	○	●	○
7	ATP限速備援系統正常時 將限速備援隔離開關設置到「隔離位」	●	○	○	○	●

3. ATP 限速備援系統保養檢查項目

立約商建議建議的保養項目及週期，如表 4-9-3-1 所示：

表 4-9-3-1 (保養週期與項目)

二級檢修保養程序	
項目	檢修週期
檢查 ATP 隔離後限速備援系統單元的時間	每 1 年 (每 4 次執行 1 次)
四級檢修保養程序	
項目	檢修週期
更換 ATP 隔離後限速備援單元	20年

目前臺鐵執行的保養項目，於 2A 及 2B 時，如圖 4-9-3-1 所示，而於 2C 及 2D 則增加了 ATP 限速備援裝置單元時間校正。

國營臺灣鐵路股份有限公司
E500型 電力機車 二級(2B)檢修紀錄表

V1.1.1

檢查項目		註:維修情形 - 良好者做V記號,不良者做實做記錄			
系統分類	裝置名稱	檢修項目	維修情形	修繕人員	檢查人員
10. 其他系統	1. 列車自動防護系統	1. 車輪參數-車輪直徑更新	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. MMI螢幕檢查、游標校正及CF卡重置	☐ 良好 ☐ 修妥		
		3. 轉速器的固定螺絲和電纜檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
		4. 校準ATP系統時間	☐ 良好 ☐ 修妥		
		5. ATP壓力開關檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
		6. ATP設備、CAU天線檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
		7. ATP設備功能檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
		8. 速度感應器檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
		9. 限速備援裝置單元車輪直徑更新	☐ 良好 ☐ 修妥		
		10. SRM車輪直徑更新	☐ 良好 ☐ 修妥		
		11. USB連接短線更新	☐ 良好 ☐ 修妥		
	2. 行車調度無線電系統	1. 收、發話測試及安裝情形確認	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. ATP遠端監視功能確認	☐ 良好 ☐ 修妥		
	3. 列車防護無線電系統	1. 內部時間之校正	☐ 良好 ☐ 修妥		
		2. 機能測試	☐ 良好 ☐ 修妥		
	4. 集電弓攝影系統	3. 天線及車上裝置清掃	☐ 良好 ☐ 修妥		
		安裝狀態及影像記錄檢查與鏡頭清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		
	5. 行車監視系統	安裝狀態及影像記錄檢查	☐ 良好 ☐ 修妥		
	6. 旅客資訊系統	SES光隔離器、SND、PIS-ATP隔離器檢查及清潔	☐ 良好 ☐ 修妥		

圖 4-9-3-1 (臺鐵保養項目)

4. ATP 限速備援系統設定車輪直徑

若想要設定 ATP 限速備援的車輪直徑，需要將專用連接器連接到 ATPBU 上“X10”位置，如圖 4-9-4-1。

- (1) 關閉 ATPBU 的電源並從 SABOB 電路板上拆下 DIN F 型連接器“X10”。
- (2) 將設定用的連接器連接到 SABOB 電路板的連接器“X10”。
- (3) 開啟 ATPBU 電源。
- (4) 連接 Service tool，並確認軟體處於 Configuration mode (設定模式)。
- (5) 在“Parameter”(參數)標籤中可以設定車輪直徑。
- (6) 可以匯出並儲存參數設定。在目標目錄中選擇所需的路徑。可以使用此檔案下載報告並將其另存為 XML 檔案。
- (7) 關閉 ATPBU 電源，並重新安裝在步驟 1 中拆下的 DIN F 型連接器。
- (8) 再次開啟 ATPBU 電源，並檢查 LED 顯示是否在正常狀態。

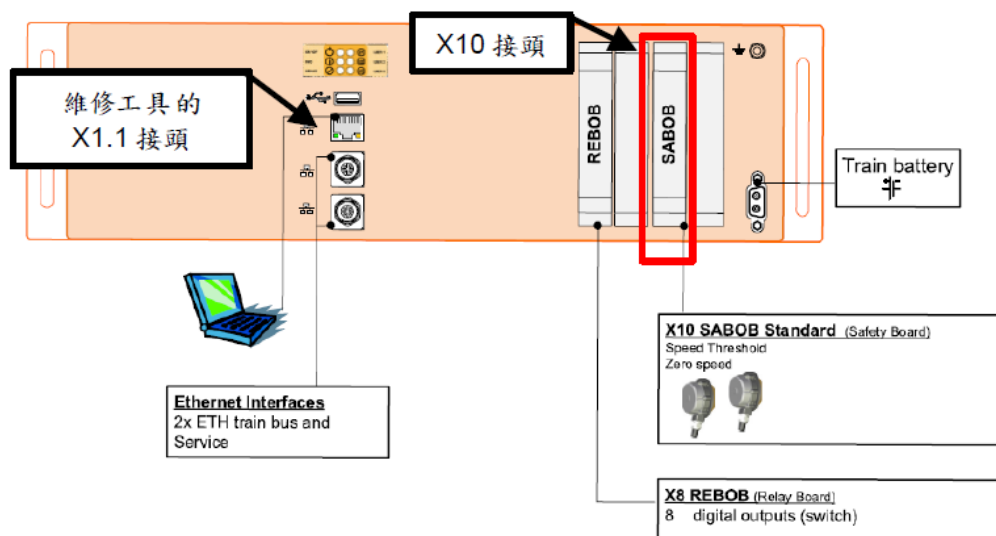


圖 4-9-4-1 (透過維修工具設定車輪徑)

伍、心得

鐵道系統(交通)的規劃建設，一直以來就是可以看的出來一個國家的發展與進步程度，完整的軟硬體規劃與建設，甚至能帶動經濟展、就業機會、城市繁榮及吸引國際觀光客青睞。

日本鐵道系統發展領先鄰近國家數十年，肩負著運輸每日數千萬人次的通勤人數的 JR 鐵道系統，除了完整的硬體事先規畫建設、人流動向、精準的轉乘地鐵、私鐵路線規畫及即時的列車轉乘資訊…等等，使得日本多數民眾不管在上班通勤或是假日出日遊時，寧可選擇乘坐公共鐵道運輸系統，進而開車的人少了，日本的汽車車道上就顯得不那麼擁擠。

赴日這段期間所學習的內容有:機車性能介紹、車體(含低壓設備箱)、轉向架(赴群馬縣經王重機見學)、輪軸組、傳動裝置、主變壓器、火災偵測系統、主控制器、牽引馬達、鼓風機、電力轉換裝置(PCC)、連結器、機車控制監視系統、跨接電纜(赴八王子市見學)、機車控制監視系統(LCMS)、軀機\供氣系統、ATP 隔離後限速備援系統、避雷器…等的課程，對每個成員來說系統上大致與舊車相似，但課程內容都是全新的體驗。日本東芝事業對生產電力機車系統是非常有經驗的，從 1935 年的 EF11-1 到近期 TRA-700 型主變壓器，臺灣高鐵 700T 系列主電動機、ATC 及運轉控制台…等，皆能看到其作品。

為期 19 日的日本府中町的東芝府中事業所監造時間，要學到所有技能是不可能的任務，所以每位成員都相當認真，監造過程中也盡可能踴躍發問以解除心中不懂的疑問，儘量將新車技術學習納入，方便日後導入各廠段現場檢修。只可惜現場監造實務，有時並無法剛好是其組裝或者製造的日期，所以錯過，這是唯一遺憾。不過除此之外，監造過程值得我們學習的還有工廠環境乾淨及整潔，工具擺放定位整齊，現場完整的工作程序書，樣樣都是令人讚嘆的。



圖 5-1-1-1
(傍晚 5 點市區車道)



圖 5-1-1-2
(熱鬧市區街景)

陸、建議事項

此次監造考察的目的，一方面為掌控本公司新購入車輛的進度與品質，一方面為向立約商學習新購入車輛的檢查維修技術，以利日後返國導入各廠段的現場檢修實務。

以下為建議事項：

1. 實際監造考察時間為 13 天，希望立約商能更有效率的規劃。常常到現場監造實務時，無法剛好是其組裝或者製造時間，所以往往錯過重要關鍵點。
2. 課程安排過於緊湊，或者內容不夠詳盡。
3. 後面返臺有安排廠內 5 天與東芝連線內訓，雙方語言有差異，加上透過連線的方式進行，使得研習的效率大打折扣，建議直接在日本東芝監造考察學習。

另外我們建議隨著維修週期將近，車輛數日增，本公司廠內現場工作的工具、專用特殊工具也有待採買補足。唯有正確使用合適工具才能提升維修效率、妥善率、降低人員疲勞度、提升工作安全性。

此外，監造過程中發現值得我們學習的，例如：

1. 工廠採光明亮、地面環境乾淨整潔，工具擺位整齊。
2. 料務系統的管理，QR 碼識別及開放式物料層架、工具層架。
3. 日本勞工自律的精神及工作進度的掌握。
4. 廠內作業區規劃，降低勞工災害率(如噪音、粉塵、強光、溶劑、高空作業、熱災害…等等)。
5. 地板作業區域的劃分明確(作業區、行走區、物料暫放區…等)規劃。
6. 現場完整的作業程序書。
7. 真正做到 6S(整理、整頓、清掃、清潔、素養、安全)。
8. 設備更新與汰換，使用年限到後須做檢查評估，合乎規範得以沿用，不合乎者須汰換更新。
9. 員工素質的提升，利用上課、受訓等方式取得相關證照，以利提升員工的專業技能及技術。

對比本公司和東芝府中的工廠作業，不難發現，兩者文化的差異，臺灣的工作風格較彈性，也較能接受新的事物，對工作內容的調整也比較開放；日本的工作風格較為嚴謹，重視細節，並且對工作內容有較高的要求，按部就班，追求完美。而未來新車將開始在本公司進行保養及維修，應當以自身優點，再融入日本嚴謹的態度，將有效提升保養及維修的品質，也為本公司建立良好的企業形象。

陸、參考資料來源

1. DDR-ATP 隔離後限速備援系統技術規格
2. 龐巴迪 ATP 系統車上設備維護手冊
3. TOSHIBA 一般檢修教育訓練教材
4. TOSHIBA 專業檢修教育訓練教材
5. 日本東芝府中工廠攝影
6. 日本群馬 YUTAKA 工廠攝影
7. 日本八王子京王重機工廠攝影