

出國報告書（出國類別：其他）

城際電聯車 600 輛購案 出國專業訓練第 2 梯次

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

姓名職稱：邱仲英 助理技術員
鄭啟宇 助理工程師
林彥廷 助理工程師
王聖文 助理工程師
張惠珺 助理技術員
呂柏緯 助理技術員
陳晏瑩 技術員
李國源 機車長
許明勝 司機員
黃有源 司機員
胡肇威 司機員
林俊良 司機員
王正宏 司機員

派赴國家/地區：日本/笠戶、水戶、名古屋、橫濱

出國期間：113 年 3 月 5 日至 3 月 20 日

報告日期：113 年 4 月 19 日

公務出國報告摘要

報告名稱	城際電聯車 600 輛購案專業訓練
主辦機關	國營臺灣鐵路股份有限公司
聯絡人 / 電話	邱仲英 02-23712378#2746
出國人員	<p>邱仲英 國營臺灣鐵路股份有限公司機務處助理技術員</p> <p>鄭啟宇 國營臺灣鐵路股份有限公司七堵機務段助理工程師</p> <p>林彥廷 國營臺灣鐵路股份有限公司高雄機務段助理工程師</p> <p>王聖文 國營臺灣鐵路股份有限公司潮州機廠助理工程師</p> <p>張惠珺 國營臺灣鐵路股份有限公司花蓮機務段助理技術員</p> <p>呂柏緯 國營臺灣鐵路股份有限公司臺東機務段助理技術員</p> <p>陳晏瑩 國營臺灣鐵路股份有限公司臺東機務段技術員</p> <p>李國源 國營臺灣鐵路股份有限公司七堵機務段機車長</p> <p>許明勝 國營臺灣鐵路股份有限公司台北機務段司機員</p> <p>黃有源 國營臺灣鐵路股份有限公司宜蘭機務段司機員</p> <p>胡肇威 國營臺灣鐵路股份有限公司花蓮機務段司機員</p> <p>林俊良 國營臺灣鐵路股份有限公司台東機務段司機員</p> <p>王正宏 國營臺灣鐵路股份有限公司左營機務分段司機員</p>
出國類別	其他
出國地區	日本
出國期間	民國 113 年 3 月 5 日至民國 113 年 3 月 20 日
報告日期	民國 113 年 4 月 19 日
分類號 / 目	H4/鐵路/
摘要	<p>「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113年)」項下購置「城際電聯車600輛」，本次「城際電聯車600輛」車輛製造商為日商日立公司。本採購案規範中規定有專業訓練班之訓練，訓練對象為本公司機務處及廠、段對電聯車動力系統之檢修種子師資人員，訓練地點：包含車輛組裝廠或主要機電系統供應廠。目前辦理日本車輛組裝廠及主要機電系統供應廠之專業訓練計有113年1月及3月各1梯次共計14員。</p> <p>依該購車案規範辦理專業訓練，其技術規範之附錄-D訓練規定，立約商應免費提供運轉、維修技術之轉移訓練，以利本公司執行電聯車之試運轉及保養維修等工作，立約商應提供專業訓練如下：</p> <p>一、訓練對象：臺鐵公司機務處及廠、段對電聯車之檢修種子師資人員。</p> <p>二、訓練地點：車輛組裝廠或主要機電系統供應廠。</p> <p>訓練梯次：2梯次，共14員，每一梯次至少4週計120小時。</p> <p>三、訓練內容：訓練內容至少須含電聯車各系統設備之操作與檢修，且設備</p>

檢修需涵蓋四級檢修項目，至少包括以下各項；但不限於下列項目：

1. 牽引系統結構與功能。
2. 牽引系統主要配件工作原理、工作特性。
3. 牽引系統與其它系統間之界面與整合性設計。
4. 車上主要動力高壓組件等維修。
5. 微處理機維修。
6. 微處理機車上之設備實體、輸出下載。
7. 微處理機車上之設備檢查與測試。
8. 輔助供電設備檢查與測試(含照明)。
9. 維修需用之特殊工具、儀器之使用方法與步驟。
10. 預防性維護、故障排除方法與步驟。
11. 系統故障時可能喪失之功能與緊急處置的作業。
12. 測試設備(Test stand 含可攜式及檯式)與操作注意事項。
13. 實物操作訓練
14. 空調系統
15. 轉向架及連結器(含風擋)

本公司為培養專業電聯車之檢修種子師資人員，分批指派機務處及廠、段等人員前往日立車輛組裝廠、主要機電系統供應廠接受專業訓練。本批 13 人係機務處邱仲英助理技術員、七堵機務段鄭啟宇助理工程師、高雄機務段林彥廷助理工程師、潮州機廠王聖文助理工程師、花蓮機務段張惠珺助理技術員、臺東機務段呂柏緯助理技術員、臺東機務段陳晏瑩技術員、七堵機務段李國源機車長、臺北機務段許明勝司機員、宜蘭機務段黃有源司機員、花蓮機務段胡肇威司機員、臺東機務段林俊良司機員及左營機務分段王正宏司機員，自 113 年 3 月 5 日起至 113 年 3 月 20 日止，赴日接受動力系統、傳動裝置、行走系統、輔助供電系統及車體等為期 16 天國外訓練。本次訓練期滿返國後，擬將赴日受訓過程及授課內容與見聞或鐵道技術演進等相關資料彙整，以供培育檢修、保養人員未來之教育訓練教材分享；針對本公司機務處及廠、段等之現場保養整備工作，訂定明確的工作守則、確立標準作業流程及廠區安全之核心，以利維修保養之經驗傳承提升車輛維修之品質；透過原廠設備操作工作流程作為廠、段維修操作之參考依據，以達到預防保養防止車輛事故之成效。

此次教育訓練針對車輛保養維修之檢修人員及駕駛人員赴日本至車輛重要元件設計製造廠及組裝廠等接受專業教育訓練，除專業技術之學習外，並經由課程上的互動回饋，有助於本公司維修保養人員對於車輛系統設計之思維及概念有進一步的認識，掌握車輛特性及操作所衍生之維護並預防保養議題；另經由工廠參訪及組裝廠實地觀摩，加深對工廠作業流程概念與認識，將品質管理之理念融

	<p>入在車輛保養檢修內，適時對員工進行教育訓練，針對發生之問題點追蹤與分析並提出改善與回饋等細節。本次專業受訓時數雖僅 10 日共計 60 小時，實為後續本公司維修技術轉移與傳承之重要基礎。</p>
--	--

目 次

壹、 目的.....	6
一、 出國依據.....	6
二、 出國目的.....	6
貳、 受訓過程	8
一、 受訓日程.....	8
二、 受訓日誌.....	9
參、 專題報告	16
一、 動力系統.....	16
二、 傳動裝置.....	33
三、 行走系統.....	50
四、 輔助供電設備	57
五、 車體	71
肆、 心得及建議.....	83
一、 鐵道技術演進	83
二、 訓練心得.....	87
三、 建議事項.....	87

伍、 參考資料 88

壹、目的

一、出國依據

「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113年)」項下購置「城際電聯車 600 輛」，本次「城際電聯車 600 輛」車輛製造商為日商日立公司。依該購車案規範辦理專業訓練，其技術規範之附錄-D 訓練規定，立約商應免費提供運轉、維修技術之轉移訓練，以利臺鐵公司執行電聯車之運轉及保養維修等工作。

二、出國目的

「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113年)」項下購置「城際電聯車 600 輛」，本次「城際電聯車 600 輛」車輛製造商為日商日立公司。本採購案規範中規定有專業訓練班之訓練，訓練對象為本公司機務處及廠、段對電聯車動力系統之檢修種子師資人員，訓練地點：包含車輛組裝廠或主要機電系統供應廠。目前辦理日本車輛組裝廠及主要機電系統供應廠之專業訓練計有 113 年 1 月及 3 月各 1 梯次共計 14 員。

培養專業電聯車之檢修種子師資人員，分批指派機務處及廠、段等人員前往日立車輛組裝廠、主要機電系統供應廠接受專業訓練。本批 7 人奉派至日本參與 113 年度第 2 批自 113 年 3 月 5 日起至 113 年 3 月 20 日止，地點為茨城縣(日立水戶工廠)、(日立國分工廠)、(日立電機工廠)、橫濱市(東洋電機工廠)、三重縣(NTN 桑名製作所)(富士電機工廠)及山口縣(日立笠戶工廠)。訓練內容為動力系統、傳動裝置、行走系統、輔助供電系統、車體等多項為期 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見聞或鐵道技術演進等相關資料彙整，以供培育檢修、保養人員未來之教育訓練教材分享；針對本公司機務處及廠、段等之現場保養整備工作，訂定明確的工作守則、確立標準作業流程及廠區安全之核心，以利維修保養之經驗傳承提升車輛維修之品質；透過原廠設備操作工作流程作為廠、段維修操作之參考依據，以達到預防保養防止車輛事故之成效。

此次教育訓練針對車輛保養維修之檢修人員及駕駛人員赴日本至車輛重要元件設計製造廠及組裝廠等接受專業教育訓練，除專業技術之學習外，並經由課程上的互動回饋，有助於本公司維修保養人員對於車輛系統設計之思維及概念有進一步的認識，掌握車輛特性及操作所衍生之維

護並預防保養議題；另經由工廠參訪及組裝廠實地觀摩，加深對工廠作業流程概念與認識，將品質管理之理念融入在車輛保養檢修內，適時對員工進行教育訓練，針對發生之問題點追蹤與分析並提出改善與回饋等細節。本次專業受訓時數雖僅 10 日共計 60 小時，實為後續本公司維修技術轉移與傳承之重要基礎。

貳、受訓過程

一、受訓日程

受訓日程內容

名 稱	城際電聯車600輛購案專業訓練		
期 間	自113年3月5日至113年3月20日止		
年 月 日	星 期	辦 理 事 項	項
113/03/05	星期二	啟程(移動日)，松山機場→羽田機場→水戶	
113/03/06	星期三	10：00-17：00 參觀日立水戶工廠、電氣系統(牽引變流器)	
113/03/07	星期四	10：00-17：00 輔助設備(列車控制監視系統 TCMS)	
113/03/08	星期五	10：00-17：00 參觀日立國分工廠、動力系統(主變壓器)	
113/03/09-10	星期六、日	例假日	
113/03/11	星期一	10：00-17：00 參觀日立電機工廠、傳動裝置(牽引馬達)	
113/03/12	星期二	09：00-12：00 參觀東洋電機工廠、動力系統(集電弓) 13：00-16：00 傳動裝置(齒輪箱)	
113/03/13	星期三	09：00-16：00 參觀NTN 桑名製作所、行走系統(軸承)	
113/03/14	星期四	10：00-17：00 參觀富士電機工廠、 輔助設備(輔助供電裝置 SIV)	
113/03/15	星期五	09：30-16：30 參觀日立笠戶工廠、車體(含駕駛室說明)	
113/03/16-17	星期六、日	例假日	
113/03/18	星期一	10：00-17：00 行走系統(轉向架)	
113/03/19	星期二	09：00-16：00 空調裝置	
113/03/20	星期三	回程(福岡機場-桃園機場)	

二、受訓日誌

三月五日（星期二）

啟程(移動日)，由臺北松山機場搭乘中華航空公司 CI220 班機抵達日本羽田機場，搭乘火車轉往日本茨城縣水戶市。

三月六日（星期三）

- 10：00-10：30 日立水戶工廠介紹
- 10：30-11：15 牽引變流器概要說明
- 11：15-12：15 牽引變流器檢修項目說明
- 13：15-14：00 生產線參觀
- 14：00-15：00 牽引變流器分解、組裝方法說明
- 15：00-16：00 牽引變流器檢修注意事項
- 16：00-17：00 測試及 Q&A



圖 1 牽引變流器概要說明



圖 2 牽引變流器分解、組裝方法說明

三月七日（星期四）

- 10：00-12：00 TCMS 概要說明(含駕駛室畫面說明)
 - 操作說明
 - 維修手冊
 - 故障排除
- 13：00-16：00 使用測試機進行測試
- 16：00-17：00 測試及 Q&A



圖 3 TCMS 概要說明



圖 4 使用測試機進行測試



圖 5 測試台模擬測試示範



圖 6 日立-水戶工廠合照

三月八日（星期五）

- 10：00-10：45 日立國分工廠介紹
- 11：00-12：00 主變壓器概要說明
- 13：00-15：30 主變壓器檢修說明
- 15：30-16：30 主變壓器製造生產線實品確認
- 16：30-17：00 測試及 Q&A



圖 7 主變壓器概要說明



圖 8 主變壓器製造生產線實品確認

三月九日（星期六）

例假日

三月十日（星期日）

例假日

三月十一日（星期一）

10：00-10：30 日立電機工廠介紹

10：30-12：00 牽引馬達概要說明

13：00-14：30 製造現場實品確認

14：30-16：00 檢修內容說明

16：30-17：00 測試及 Q&A



圖 9 日立電機工廠介紹



圖 10 牽引馬達概要說明

三月十二日（星期二）

09：00-09：10 東洋電機工廠介紹

09：10-09：40 集電弓構造說明

09：40-10：30 集電弓動作原理、檢修項目

10：30-12：00 集電弓製造現場說明

- 集電弓構造、動作原理說明

- 檢修項目、確認方法說明

- 碳刷片、導線確認方法、更換限度

- 升弓力量測、調整方法

- 潤滑材使用部位、適用方法

13：00-14：45 齒輪箱檢修項目、分解、組裝方法

14：40-15：55 齒輪箱製造現場說明

- 齒輪箱構造、分解、組裝方法

15：55-16：00 測試及 Q&A



圖 11 集電弓構造說明



圖 12 集電弓製造現場說明



圖 13 齒輪箱檢修項目、分解、組裝方法



圖 14 齒輪箱製造現場說明

三月十三日（星期三）

- 09：00-09：15 NTN 桑名製作所介紹
- 09：15-10：30 鐵道車輛軸承與一般軸承之工程比較說明
- 10：30-11：30 鐵道車輛軸承現場實品確認
- 12：30-13：15 鐵道車輛軸承說明
- 13：15-16：00 軸承壓入、拔除示範及實際操作
- 密封材壓入、拔除示範及實際操作
- 潤滑脂封入示範及實際操作
- 尺寸量測示範及實際操作



圖 15 鐵道車輛軸承說明



圖 16 鐵道車輛軸承說明



圖 17 軸承壓入、拔除示範及實際操作



圖 18 密封材壓入、拔除示範及實際操作



圖 19 潤滑脂封入示範及實際操作



圖 20 尺寸量測示範及實際操作

三月十四日（星期四）

10：00-10：20 富士電機工廠介紹

10：20-11：00 輔助供電設備 SIV 概要說明(規格書、電路圖、外形)

11：00-12：00 輔助供電設備 SIV 檢修概要

13：00-14：00 輔助供電設備 SIV 檢修說明

14：00-15：00 各單元之拆卸/安裝概要說明

15：00-16：00 產線實品安裝學習

16：00-17：00 測試及 Q&A



圖 21 輔助供電設備 SIV 概要說明



圖 22 各單元之拆卸/安裝概要說明

三月十五日（星期五）

09：30-10：00 日立笠戶工廠介紹

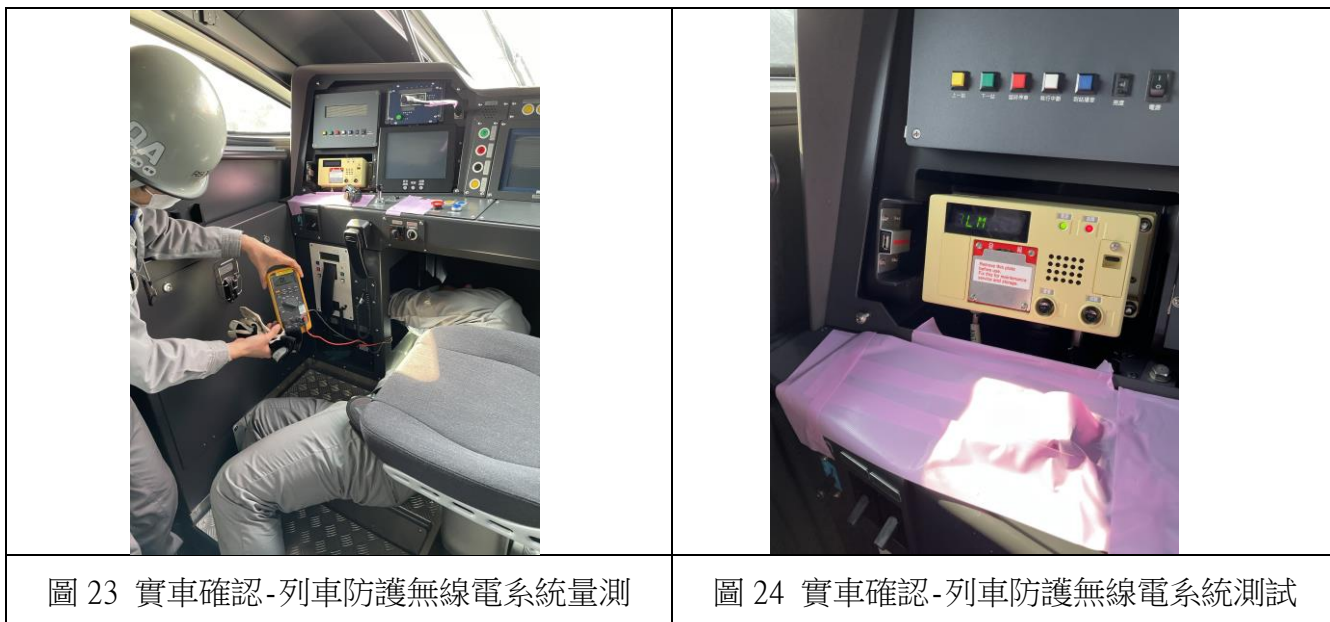
10：00-11：00 EMU3000 車輛概要介紹(含駕駛室說明)

11：00-12：00 EMU3000 車輛組裝、檢查說明

13：00-15：30 實車確認

- 車體構造整體、組裝工程
- 駕駛室說明
- 火災預警設備
- 列車防護無線電系統

15：30-16：30 測試及 Q&A



三月十六日（星期六）

例假日

三月十七日（星期日）

例假日

三月十八日（星期一）

10：00-11：00 轉向架概要說明

11：00-12：00 轉向架組裝、檢查說明

13：00-14：00 轉向架分解、再組裝、檢查流程及內容說明

14：00-16：00 T 車轉向架、M 車轉向架完品的現車確認

負重測試、軔機測試確認

治具(直向彈簧、軸臂防震橡膠)介紹

16：00-17：00 測試及 Q&A



圖 25 轉向架組裝、檢查說明



圖 26 轉向架完品的現車確認

三月十九日（星期二）

09：00-09：30 空調機概要說明

09：30-11：00 空調機檢查項目說明

11：00-12：00 空調機分解、組裝方法說明

車內送風機、車外送風機、新鮮空氣排風扇之拆卸

13：00-15：00 空調機分解、組裝方法說明

從冷媒回收到冷媒封入的步驟

電磁接觸器更換

15：00-16：00 測試及 Q&A



圖 27 日立-笠戶工廠合照



圖 28 空調機分解、組裝方法說明

三月二十日（星期三）

回程（由日本福岡機場搭乘中華航空公司CI111班機抵達臺灣桃園機場）

參、專題報告

一、動力系統

(一)主迴路系統概要

EMU3000 型牽引系統是 4 輛車為 1 電聯車組之結構，12 輛編成由獨立的 3 個電聯車組所組成。附圖為 1 電聯車組的 4 輛車之主迴路圖。此外，設備所對應關係的說明圖，如圖 29 所示。

AC25kV60Hz 架空線之電力，藉由各電聯車組所搭載的 1 台集電弓進入車輛，經真空斷路器(VCB)供電到主變壓器一次側。一次側電壓透過安裝於車頂上的高壓比壓器量測；一次側電流則透過比流器量測。主變壓器一次側輸入端裝設避雷器，做為突波高壓偶發時之保護。

主變壓器具有 4 組的二次繞組，供電給 2 台整流器/變流器。主變壓器一次側，經由接地電流回流裝置連接至車軸。

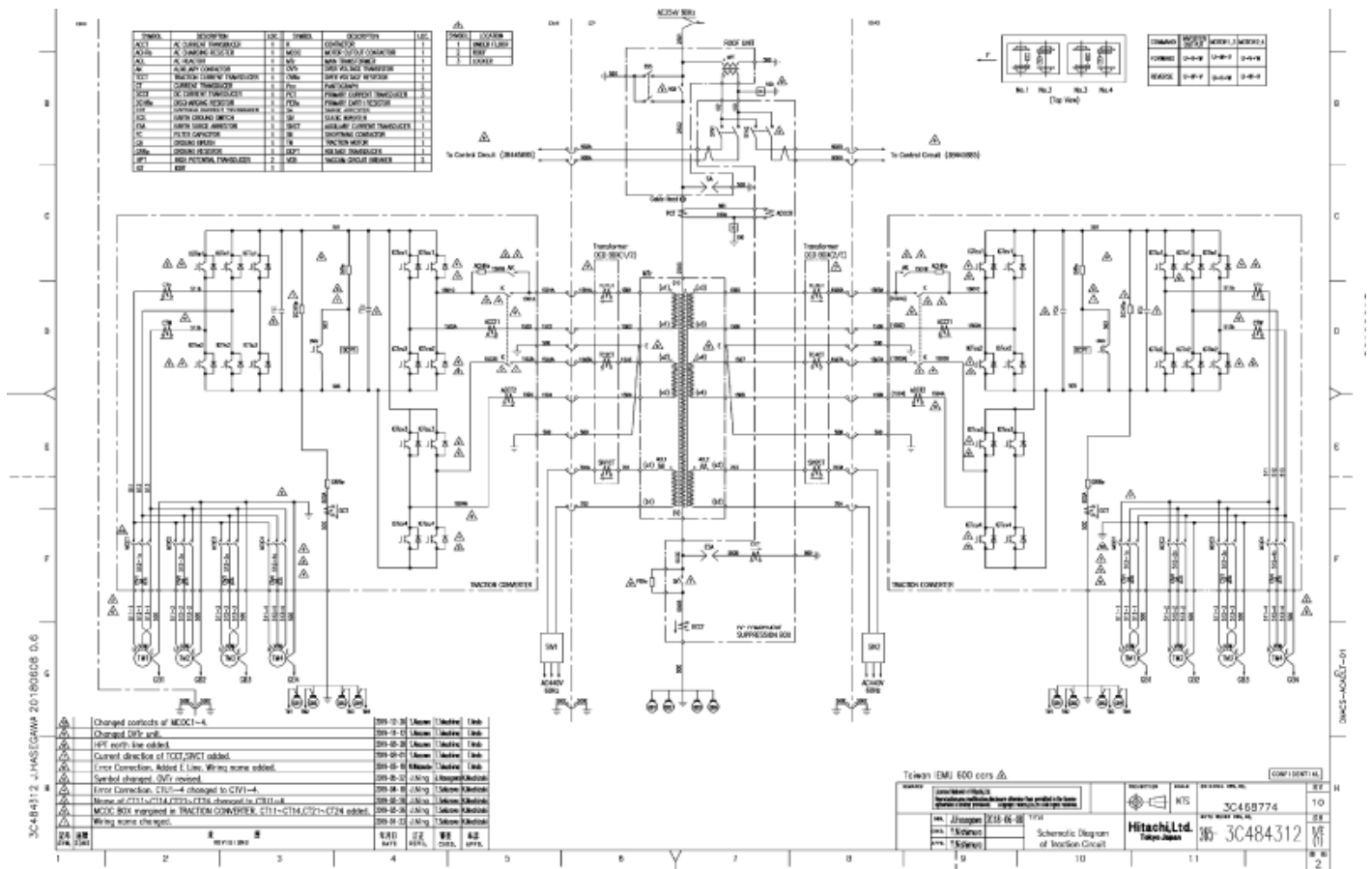


圖 29 主迴路圖

(二)整流器/變流器

1.系統概要

整流器/變流器將來自主變壓器的單相交流電，透過整流器整流為直流電後，再透過變流器，從直流轉換成可變電壓、可變頻率的三相交流電。轉換後的三相交流電，供電至馬達，形成以 1 個整流器/變流器驅動 4 個馬達的架構。整流器/變流器與馬達之間配置有馬達個別隔離的接觸器，當偵測到馬達過電流後，將切斷該接觸器從而自動隔離

馬達。此外，可以從駕駛臺的 TCMS 的操作畫面手動進行馬達的個別隔離。各馬達的扭矩值也將顯示在駕駛臺的 TCMS 畫面上。

整流器/變流器所搭載的主要部件為整流器動力單元、變流器動力單元、控制邏輯裝置、接觸器類。在 EMU3000 型電聯車則與整流器/變流器整合為一體化，以期達到車下設備配置的最佳化。

2. 硬體規格

整流器/變流器主要由整流器動力單元(U 相、V 相、IGBT 閘極驅動)、變流器動力單元 (U 相、V 相、W 相、IGBT 閘極驅動)、濾波電容器、交流接觸器構成。IGBT 等的動力元件之冷卻採用自冷式熱導管方式，依據設備特性，分為為了冷卻需要通風部分，即開放部，直接暴露於大氣中，以及為了絕緣方面等需要防污部分，即密閉部，密閉在箱體中存放。交流接觸器為電磁式，電阻器有充電電阻器、過電壓抑制電阻器和接地電阻器共三種。

表 1 硬體規格

NO	項目		規格
1	整流器動力單元 (CNV-PU)	構成	2 級、2 相 (U、V 相) x 2 臺
2		元件	IGBT:Si 3.3kV 1200A x 2 並聯 二極體:混合型 SiC 3.3kV 1200A x 2 並聯
3		冷卻方式	自冷式熱導管
4	變流器動力單元 (INV-PU)	構成	2 級、3 相 (U、V、W 相) x 1 臺
5		元件	IGBT:Si 3.3kV 1800A x 1 並聯 二極體:混合型 SiC 3.3kV 1800A x 1 並聯
6		冷卻方式	自冷式熱導管
7	控制邏輯裝置		數字控制方式 (32bit MPU) 電氣閘極信號傳送方式 帶保護動作分析用監視器功能
8	濾波電容器		乾式電容器 CNV-PU (整流器動力單元) : 1890V, 2000 μ F x 2 並聯 x 2 臺 INV-PU (變流器動力單元) : 1890V, 2400 μ F x 2 並聯 x 1 臺 總容量 : 12800 μ F / 整流器變流器
9	接觸器		電磁式 交流接觸器 : AC1800V, 1400A 充電用接觸器 : AC1800V, 200A 馬達個別隔離接觸器 : AC1800V, 200A
10	電阻器		充電電阻器 : 9 Ω (3 Ω , 500W x 3 串聯) 過電壓抑制電阻器 : 9 Ω (3 Ω , 500W x 3 串聯) 放電電阻器 : 20k Ω , 400W 主迴路接地電阻器 : 93.3 Ω , 300W

11	連接器	控制	圓形連接器（3 個） 型號：JK06AK37PN1/JK06DK37SN1 插針數：37 個插針 IP 代碼：IP67 材質：樹脂、合金、橡膠 各 CN(連接器)通過顏色識別防誤插
		乙太網路	圓形連接器（1 個） 型號：JK06AL20PN1-F0/JK06DL20SN1-F0 插針數：20 個插針 IP 代碼：IP67 材質：樹脂、合金、橡膠
12	霍爾 CT(比流器)		CTU, CTW：3000A / 10V ACCT1, ACCT2：3000A / 10V CTV1~4：1000A / 10V GCT：25A / 10V
13	DCPT (比壓器)		DCPT：2000V / 10V
14	OVT _r (過電壓抑制單元)		IGBT：3.3.kV 400A x 1 並聯

3. 整流器/變流器更換

進行工作之前，請關閉 VCB，然後等待 30 分鐘。轉換器和反向器的動力單元非常沉重，分別為 159 kg 和 120 kg。安裝或移除時，請使用升舉裝置，以及兩位或以上的人員來拉出。拉出動力單元時，請小心不要讓動力單元的內部設備和接線 觸及箱框。（拉出動力單元時，也要從車體中央檢查安全性。）

(1)斷開動力單元側的接線、連接器，和導電棒。

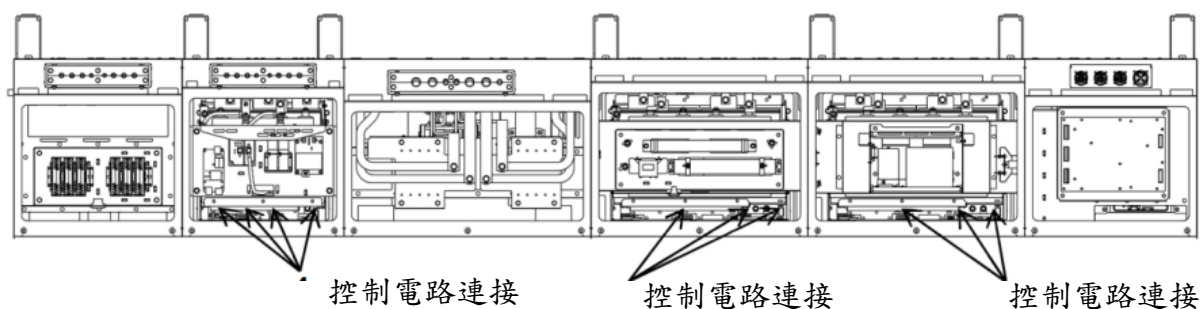


圖 30 牽引變流器—後視

(2)以專為移除動力單元而設計的套筒板手，來移除將動力單元固定到主框的 4 個 M10 螺栓（外部）和 2 個 M8 螺栓（內部）。

(3)將堆高機棧板設定於裝置內部下表面的高度，然後將動力單元朝您拉動，再將它放在棧板上。

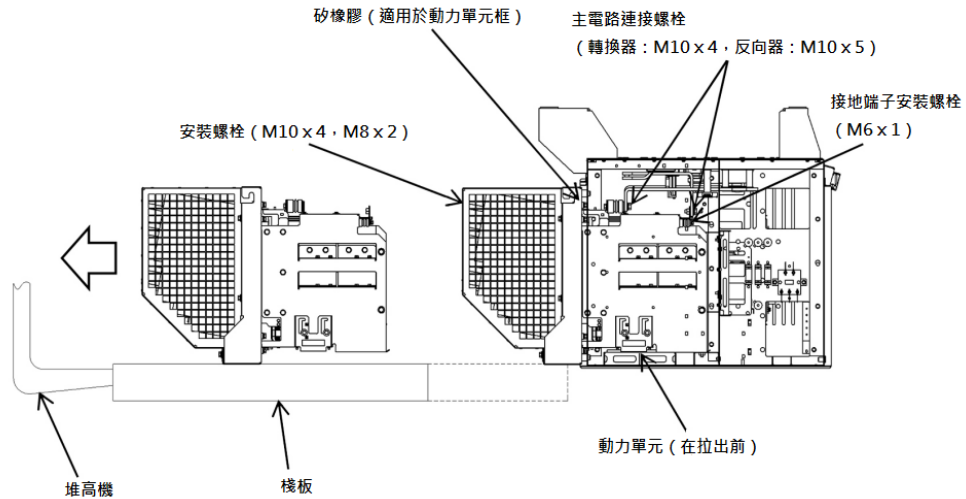


圖 31 牽引變流器移除

製造現場實習



圖 32 廠區配置、注意事項說明



圖 33 導覽影片播放



圖 34 元件配置說明



圖 35 元件配置說明



圖 36 元件配置說明



圖 37 元件拆卸組裝示範



圖 38 元件拆卸組裝示範



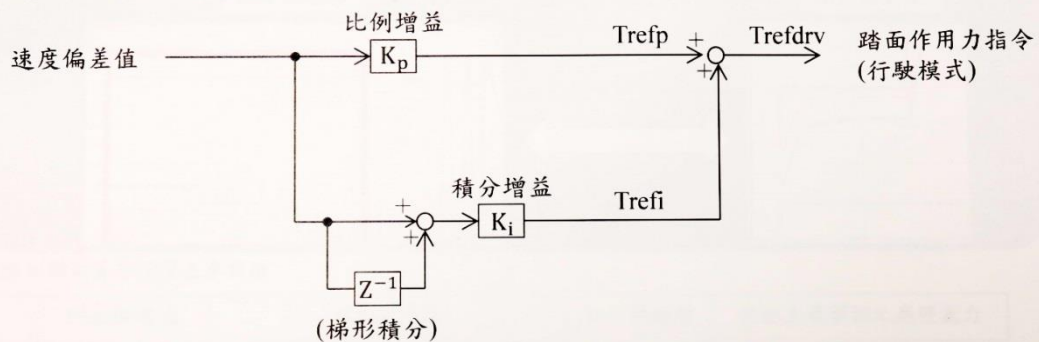
圖 39 元件拆卸組裝示範

4. 600 輛城際電聯車定速控制時扭力變化之說明（廠商對於工時會議之議題回覆）

1. 關於定速控制

HITACHI
Inspire the Next

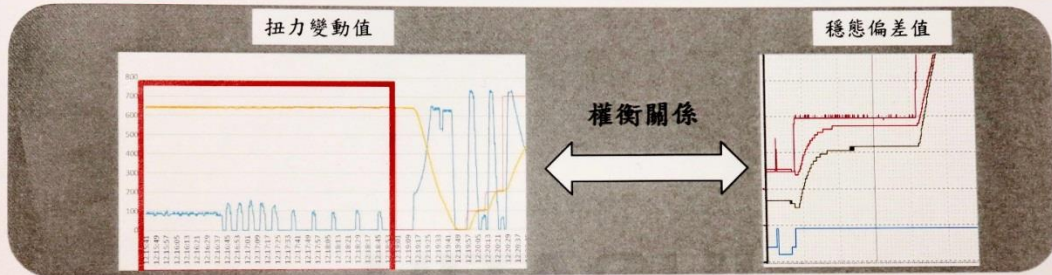
定速控制的控制方塊圖



定速控制參數調整係指調整如上圖所示PI控制的比例增益和積分增益。

現行方塊圖設計成與現存列車(太魯閣號)相同，已於先前專案中採行過之實績設計。

2. 關於定速控制的PI增益設定



PI控制增益及各情況之參數值

	PI控制增益	穩態偏差值	扭力變動值	突發負載變動之應變能力
①	大	小($\pm 2\text{km/h}$ 以內)(符合規範要求)	大	快速
②	小	大(未符合規範要求)	小	緩慢

雖然可藉由調整PI控制增益來調整恆定偏差值及扭力變動值，但是該兩者間存在權衡關係。

①目前軟體設計為達穩態偏差值落在 $\pm 2\text{km/h}$ 以內(規範要求)，以致電流變動，此對車輛之加減速並無影響。

②另，在乘坐舒適度測試結果，亦符合國際規範UIC513之標準。

③為符合規範要求，已在實車上調整完成軟體的內部參數值。如再變更參數，便無法再符合規範要求。建議維持目前之參數設定。

問題研討：

此議題是案號 11102 之 EMU3000 第 11 項：EMU3000 型加速到均衡速度時，馬達維持均衡速度（保速）之電流變動太大。

我們反應之問題係定速系統到達均衡速度時，實際作用狀態是 0A~180A~0A~180A 斷斷續續的出力，可以明顯感受到斷斷續續的推力作用影響乘坐舒適度。

原廠回覆若是將 PI 控制增益調小，扭力變動值可縮小，但會造成穩態偏差值變大（實際速度與設定速度差距變大，類似 EMU800 之情況），導致不符合規範要求，不願意修改設定。

(三)主變壓器

此主變壓器是由架空線接收一次側特高壓的電力，轉換成適當電壓並提供電力給二次側的主變流器(介於主變壓器與馬達之間)，還有給三次側的交流輔助迴路之設備。

氣候條件：最高氣溫 45°C 最大相對濕度 95~100%

最低氣溫 0°C 最小相對濕度 40~50%

電車線電壓：電車線接觸電壓頻率：AC，60Hz

額定標稱電壓(Nominal)：25 Kv

電壓範圍(Limits)：19kV - 28.7kV

瞬間電壓(Short Time Limit)：17.5kV(1 秒) / 29kV(瞬間)

1. 硬體規格

形式：AFOCK-MS

(A：強力氣冷式 F：強力油冷式 O：車外使用 C：具鬆壓保護 K：使用絕緣油)

(M：多繞組 S：外鐵式)

冷卻方式：KDAF(強制送油強制風冷式)

額定頻率：單相，AC，60Hz

額定規格：如下表 2。

表 2 額定規格

額定類型		連續額定		用途
變壓器	額定容量	一次	2,320 kVA	
		二次	4 × 490 kVA	牽引用
		三次	2 × 180 kVA	交流輔助迴路用
	額定電壓	一次	25,000 V AC	
		二次	4 × 1,000 V AC	牽引用
		三次	2 × 477 V AC	交流輔助迴路用
	額定電流	一次	92.8 A	
		二次	4 × 490 A	牽引用
		三次	2 × 377 A	交流輔助迴路用
AC 電抗器	裝設位置		裝設於主變壓器油槽內	交流輔助迴路用
	額定電壓		477 V AC	
	額定電流		377 A	

連接方式：如下圖 40。

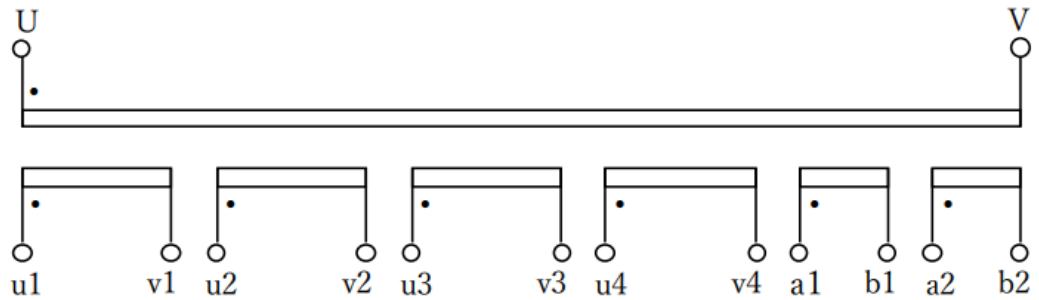


圖 40 繞組連接

2. 一次繞組側連接方式

該主變壓器的一次側繞組以電纜頭連接。一次側繞組的電纜頭的外型如圖 31 所示。此電纜頭採錐形套筒方式的構造，安裝主變壓器時先安裝絕緣襯套(母)於變壓器，接線時組裝車輛端的特高壓接頭的末端(公)，並以特殊工具將導電部位進行鎖固。另外在此電纜頭的各連接部位墊入墊圈，防止電纜頭內浸水。

停止，會造成線圈過熱，因此為偵測油循環停止，在油循環處裝設油流繼電器以保護變壓器。

(1)主變壓器-目視/功能檢查

- a. 檢查零件是否損壞及/或是否油洩漏。修理損壞的零件及/或油洩漏。
- b. 檢查洩壓閥動作和油洩漏的痕跡。
- c. 目視檢查鼓風機，確保沒有變形或鬆脫的零件。
- d. 檢查鼓風機是否發出異常噪音及/或震動。若偵測到任何異常噪音，建議使用聽音桿來辨識來源。

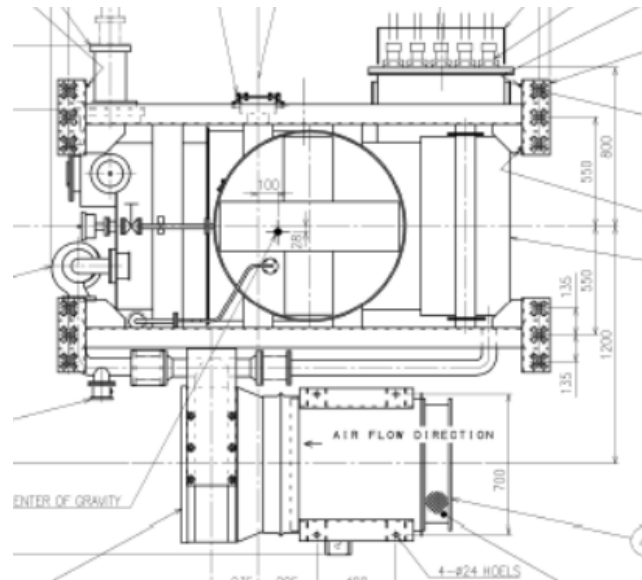


圖 42 主變壓器-目視檢查

(2)金屬網過濾器-清潔

- a. 移除用於連接金屬網過濾器和電氣鼓風機主體的 M8 螺栓(8)，並取下金屬網過濾器。
- b. 移除的金屬網過濾器可使用尼龍刷、真空吸塵器等來清潔。
- c. 清除在冷卻鼓風機內累積的污染物、雪等。
- d. 安裝金屬網過濾器。

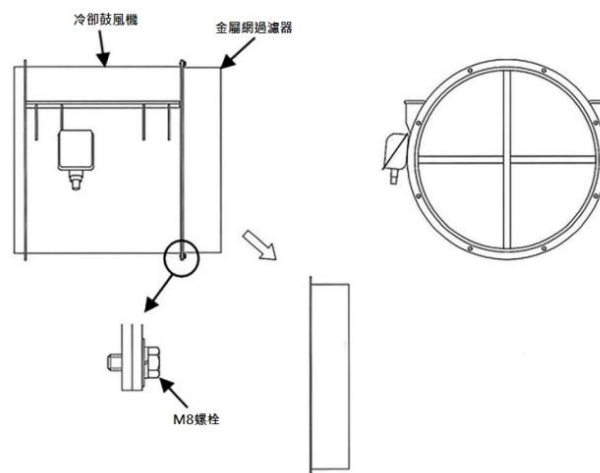


圖 43 金屬網過濾器-清潔

(3)油冷卻器-清潔

- a. 鬆開油冷卻器和冷卻鼓風機之間的彈性空氣導管的快拆收束帶，移除彈性空氣導管。
- b. 移除用於連接金屬網和油冷卻器的螺栓，以取下保護金屬網。
- c. 以尼龍刷或真空吸塵器(不允許使用金屬刷)，來清除油冷卻器空氣入口側上鰭片區域累積的污染物。油冷卻器空氣入口側的壓縮空氣能吹走污染物。
- d. 清潔彈性空氣導管和保護金屬網。
- e. 清潔完成後，重新安裝彈性空氣導管和保護金屬網。

製造現場實習



圖 44 安裝示範



圖 45 元件介紹



圖 46 安裝流程說明



圖 47 設備介紹



圖 48 元件介紹



圖 49 設備介紹



圖 50 安裝注意事項說明



圖 51 安裝注意事項說明



圖 52 主變壓器卸油示範



圖 53 安裝流程說明



圖 54 安裝流程說明



圖 55 設備介紹

(四)集電弓

1.集電弓的構造

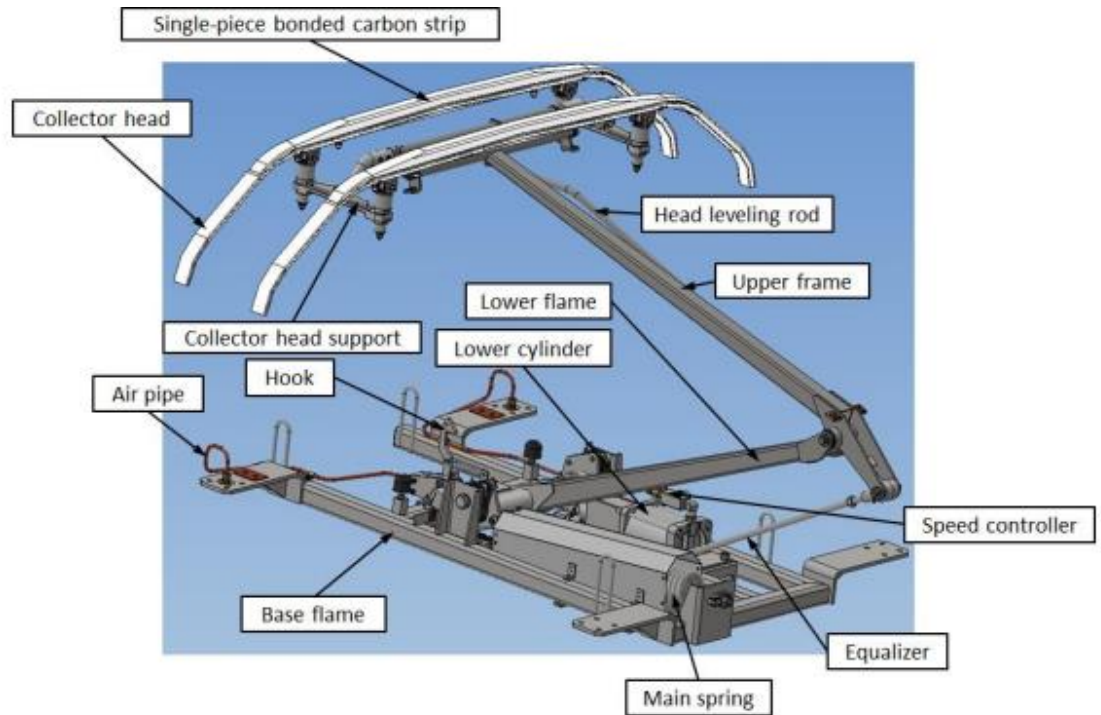


圖 56 集電弓的構造

(1)集電弓整體

集電弓由一個上臂桿及一個支撐架體元件的下臂桿所組成。上下臂桿皆為獨立構件，外型為單臂式。

下臂桿在轉軸上轉動，並由底架安裝 2 個主軸承支撐下臂桿的轉軸兩端。為降下集電弓，下臂桿的主轉軸設置成保持在集電弓頭部下方。

主彈簧在下臂桿與底架間伸展。此彈簧會產生一舉升力。

(2)架體總成

架體結構以上臂桿、下臂桿、平衡桿與底架所組成，能讓上臂桿的頂端做近乎垂直的移動。每個上下臂桿的結構都從單一個方形管製造而成。但是，其架體剛性完全可以承受列車行駛所產生的動態作用力。

集電舟水平調整桿及平衡桿之長度使任何作動高度時都能保持集電舟呈水平，且該長度可由鬆緊螺栓調整。為使縱向運動能平順，將滾珠軸承用在上下臂桿之接合處內、下臂桿及底架接合部的主轉軸及平衡桿兩端。另外，不須拆解集電弓即可以對滾珠軸承上部施加潤滑。

(3)集電舟總成

集電舟由鋁型材所組成。單片式碳刷片係由金屬化碳所製造而成以降低電車線之磨耗。

(4)主彈簧與護罩總成

主彈簧由底架邊框及由下臂桿的鏈條所支撐。該鏈條和主轉軸以凸輪相接，而凸輪外形的最佳化可產生近似水平的舉升力的特性。當主彈簧伸長或鬆開的情況下，

邊框的螺栓可以使用氣動扳手或棘輪扳手來調整。另外，調整鎖附在凸輪基座的螺栓長度，可以調整摺疊狀態下增加的舉升力。主彈簧配備鋁製護罩以防水。

(5)降弓汽缸總成

降弓汽缸安裝在底架上。汽缸由鋁管和護罩組成，其兩端以貫穿螺栓固定。活塞桿安裝在護罩內，以防止受到上端碳刷片之磨耗粉末的直接影響。

(6)底架總成

底架的腳架(安裝絕緣礙子的部件)設有端子塊(4處)去安裝端子以供連結至車體。提環(四處)被焊接在底架上，用以連接起重機的鉤子以進行裝設/移除。

(7)分流導線總成

有四條個別的圓形截面 22mm^2 (截面積)的可撓導體(分流導線)配置在集電舟與上臂桿之間。另外，有兩條截面 28mm^2 ($14\text{mm}^2 \times 2$ 條)的扁平式分流導線分別配置在上臂桿和下臂桿之間，以及下臂桿和底架之間。

2.集電弓規格

(1)集電弓高度：

摺疊：190mm

最小工作高度：290mm

標稱工作高度：1090mm

最大工作高度：1790mm

最大舉升高度：1860-1920mm

(2)操作規格：

電車線電壓：AC 25000V

操作氣壓：690 ~880 kPa

摺疊：利用安全鉤維持摺疊狀態

釋放：利用氣動鉤釋放器放開安全鉤

升弓動作：利用彈簧上昇

降弓動作：利用降弓汽缸下降

標準接觸力： $59 \pm 2\text{N}$ @標稱工作高度(升弓時)

3.集電弓動作原理

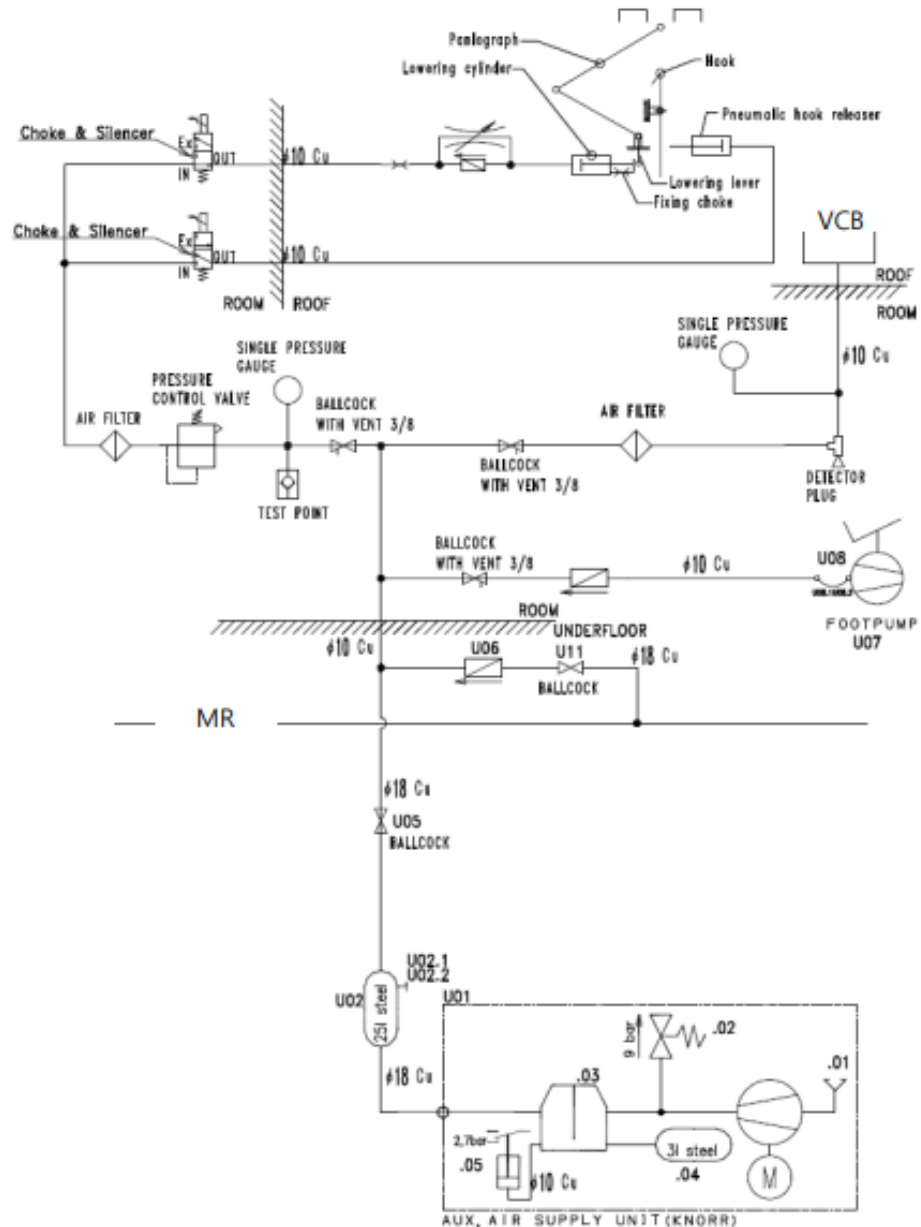


圖 57 集電弓空氣管路圖

升弓動作：

- a. 當壓力空氣注入氣動鉤釋放器的汽缸中，氣動鉤釋放器就會放開安全鉤。
- b. 安全鉤放開後，主彈簧就會釋放讓集電弓升起。

降弓動作：

- a. 當壓力空氣注入降弓汽缸中，活塞桿就會轉動降弓水平桿，集電弓因此下降。

4.集電弓性能檢查

(1)集電弓接觸力測量方法

緩慢升/降弓，直到集電弓達到標稱工作高度再讀取彈簧秤上的測量值。

(2)集電弓接觸力調整方法

須調整接觸力時，請轉動調整螺絲以調整接觸力。

提昇接觸力：順時針轉動調整螺絲。

降低接觸力：逆時針轉動調整螺絲。

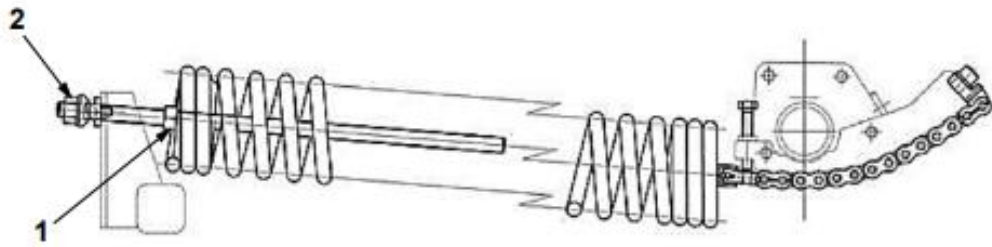


圖 58 集電弓接觸力調整

(3)集電弓空氣洩漏

空氣洩漏：10 分鐘空氣洩漏量 $\leq 5\%$

(4)集電弓單體試驗

升弓動作：摺疊 \Rightarrow 最大舉升的動作時間 ≤ 10 秒

降弓動作：最大舉升 \Rightarrow 摺疊的動作時間 ≤ 10 秒

(5)集電弓車上試驗

升弓動作：按下升弓按鈕後，14 秒內完成升弓

降弓動作：按下降弓按鈕後，10 秒內完成降弓

集電弓接觸力： $74 \pm 2\text{N}$ (7.34~7.75kgf)

5.集電弓檢修項目

(1)集電弓注油-銷和襯套（機油）、銷（機油）



圖 59 集電弓注油位置

(2)集電弓碳刷更換

卸除作業：

a.鬆開鎖固螺帽，在卸除靠近碳刷的分流導線。

b.取下固定插銷。

c.鬆過鎖固螺帽，再卸除安裝支架。

安裝作業：

- a. 安裝支架，再鎖固螺帽(扭力 21N-m)。
- b. 安裝固定插銷。
- c. 安裝分流導線，再鎖固螺帽(扭力 21N-m)。

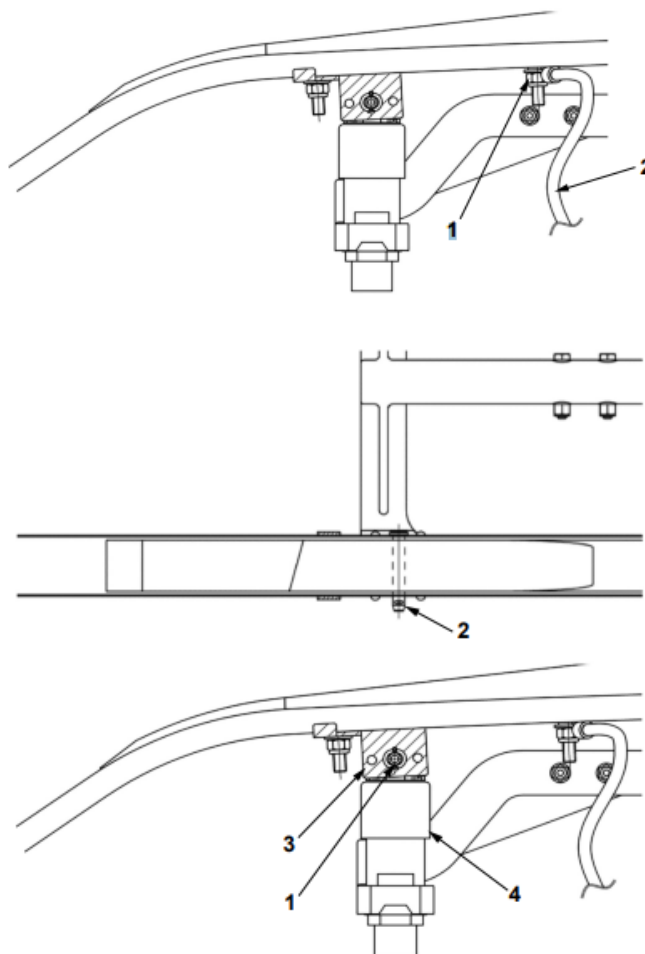


圖 60 集電弓碳刷更換

(3)集電弓分流導線更換

A. 分流導線(上臂桿與下臂桿之間)

卸除作業：

- a. 拆除鎖固零件。
- b. 拆除分流導線。

安裝作業：

- a. 安裝分流導線。
- b. 安裝鎖固零件。

B. 分流導線(碳刷與上臂桿之間)

卸除作業：

- a. 拆除鎖固零件。
- b. 拆除分流導線。

安裝作業：

- a. 安裝分流導線。

b. 安裝鎖固零件。

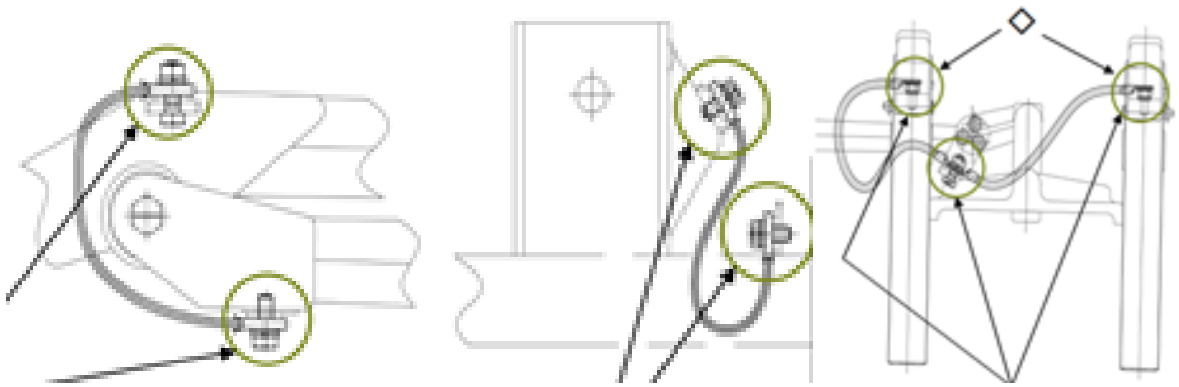


圖 61 集電弓分流導線更換

(4)集電弓固定插銷&襯套(線性滑軌)更換

卸除作業：

- a. 卸除螺帽。
- b. 卸除螺桿組。
- c. 卸除襯套。

安裝作業：

- a. 安裝新品。
- b. 安裝螺桿組。
- c. 安裝螺帽(扭力 14N-m)。

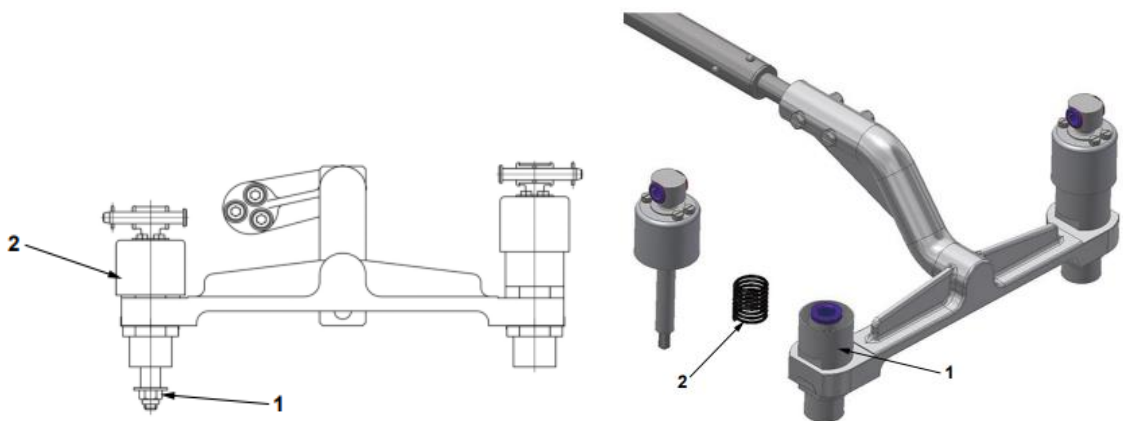


圖 62 集電弓固定插銷&襯套(線性滑軌)更換

(5)集電弓主彈簧鍊更換

卸除作業：

- a. 鬆開鎖固螺帽。
- b. 鬆開調整螺絲，讓主彈簧恢復自然長度。
- c. 卸除鍊條螺栓，再卸除主彈簧鍊。

安裝作業：

- a. 安裝新品，再安裝鍊條螺栓。
- b. 鎖固調整螺絲，再調整接觸力。
- c. 安裝鎖固螺帽。

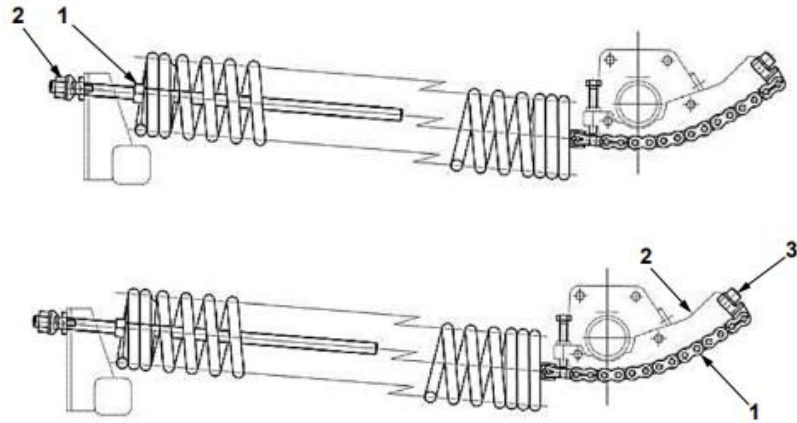


圖 63 集電弓主彈簧鍊更換

(7)集電弓 L 型軸承更換

卸除作業：

- a. 鬆開螺帽。
- b. 將 L 型軸承(仍裝設於水平桿的狀態)從下臂桿卸除。
- c. 鬆開 L 型軸承的鎖固螺帽。

安裝作業：

- a. 將新的 L 型軸承安裝於水平桿上，再裝上鎖固螺帽。
- b. 將 L 型軸承(仍裝設於水平桿的狀態)裝設至下臂桿。
- c. 重新鎖固螺帽。

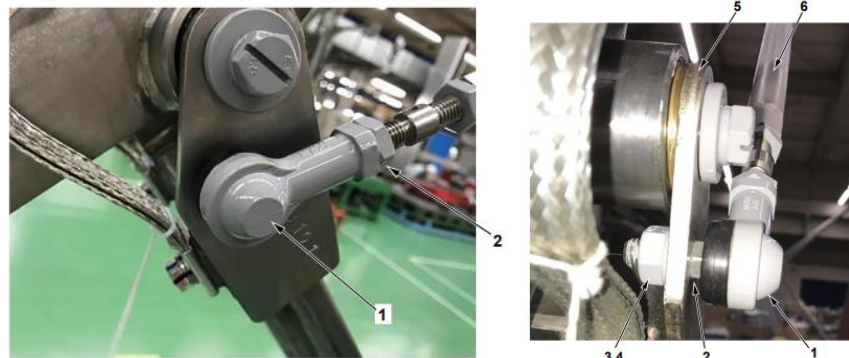


圖 64 集電弓 L 型軸承更換

二、傳動裝置

(一)牽引馬達

結構簡易的三相鼠籠式非同步牽引馬達，係運用於列車營運。此牽引馬達為自通風式，可透過一組固定於轉軸的風扇進行通風。

1. 牽引馬達規格及額定

表 3 牽引馬達額定規格表

項目	額定規格
型號	HS32532-10RB
類型	EFO-K

系統	型式	三相鼠籠式感應馬達
	極數	4 極
	通風方式	自通風式
	安裝方式	轉向架安裝型
	啟動方式	向量控制式
額定	輸出	190 [kW]
	電壓	1400[V]
	頻率	110 [Hz]
	電流	102 [A]
規格	絕緣等級	200 級
	介電測試電壓	2,760 [V]，每 1 分鐘（檢修時） (交流 50[Hz]至 60[Hz])
	最高工作轉速	5,761 [min-1]
	最高測試轉速	6,913 [min-1]
	重量	515 [kg]

2. 牽引馬達構造

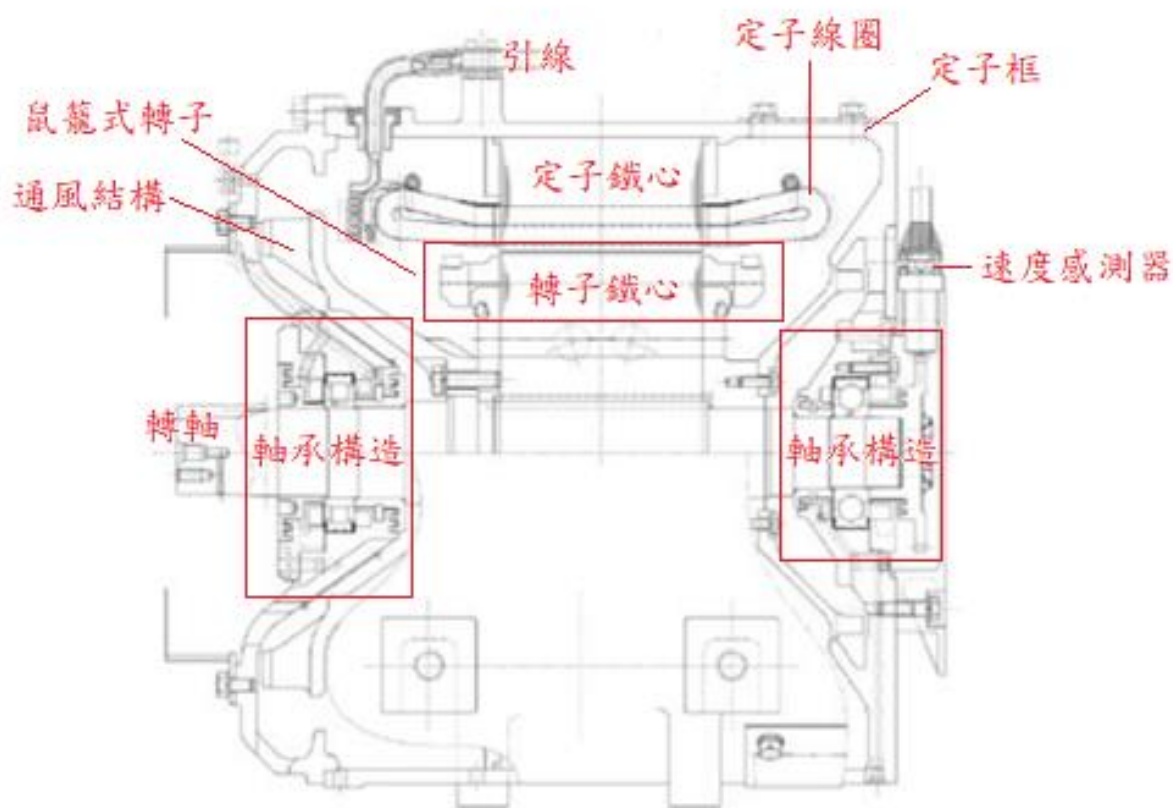


圖 65 牽引馬達構造

- a. 定子框：定子框為鑄造型。
- b. 定子鐵心：由無機塗層絕緣的矽鋼片層堆疊而成。
- c. 定子線圈：矩形截面的銅線由絕緣材料包覆，並由楔固定在槽中。整個定子真空浸漬於 200 級無溶劑樹脂，之後烘烤處理。

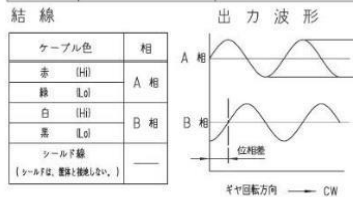
- d. 轉軸：在轉軸每個截面變化處均使用最大可能倒角半徑值。整個轉軸表面除了螺紋部位外均施作精細加工。
- e. 轉子鐵心：以無機塗層進行絕緣的矽鋼片層在轉軸上以干涉配合堆疊而成。設置軸向氣流通道以利冷卻。
- f. 鼠籠式轉子：本馬達轉子屬鼠籠式轉子結構，短路環及導電條互相焊接在一起，以承受高速旋轉。短路環採用非磁性材料，可確保轉子導電條的強度能承受離心力及熱應力。在轉子導電條和槽之間的空間塗上清漆以提升轉子的冷卻能力。
- g. 通風結構：馬達透過安裝在轉軸上的風扇以自行通風。冷卻空氣經由齒輪端的進氣口進入馬達，再由齒輪端的對面側排出。
- h. 軸承構造：反驅動側 滾珠軸承(6311)
 驅動側滾子軸承(NU214)
 軸承呈密封狀，每個軸承座都設有潤滑脂蓋。設有中間補充潤滑結構供定期檢修時用。



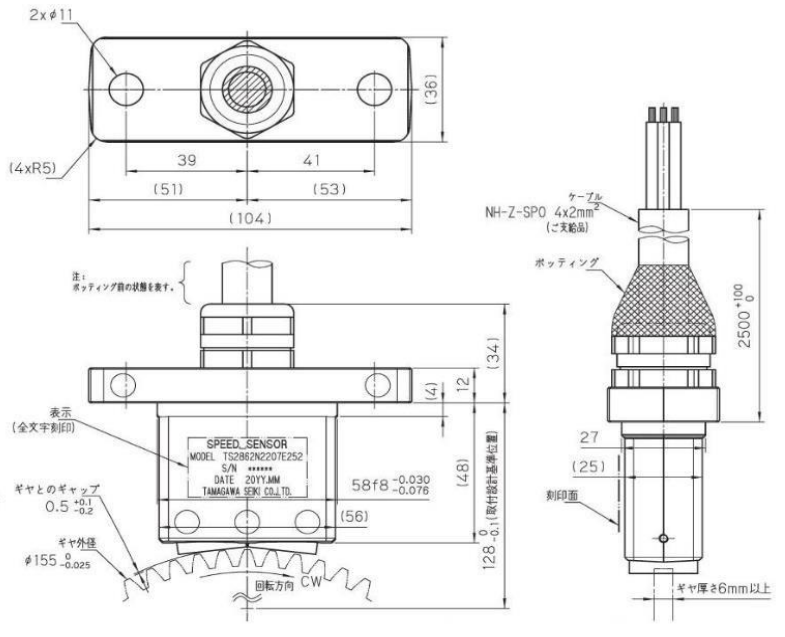
圖 66 中間軸承補充潤滑用潤滑脂蓋

- i. 速度感測器：速度感測器包含一組速度感測器及 PG 齒輪。其可偵測出輸入至變流器控制單元之脈衝波 A 及 B 的轉速。速度感測器本身不須額外提供電源。速度感測器概覽如下所示。

項目	仕様	備考
ケース材質	AC2B-T6	
出力	無電流方式2相出力タイプ	
AB相相差	90°±36°	
出力電圧	1.0Vp-p以上	回転数 : 30min ⁻¹ (rpm) ギャップ : 0.6mm 負荷抵抗 : 1.0kΩ (抵抗値不明) 使用ギヤ : 47歯(フルート) 互換 モジュール : 2.5 歯数 : 60 外径寸法 : φ155mm-0.025 材質 : SS400 又は同等品
絶縁耐力	AC2000Vrms 1分間	1-F線 - ケース間
絶縁抵抗	100MΩ以上	1-F線 - ケース間 at DC500V
質量	0.6kg 以下	ケーブル除く
	1.8kg 以下	ケーブル含む
動作温度範囲	-40℃ ~ +100℃	ケーブル除く
保存温度範囲	-40℃ ~ +85℃	
湿度範囲	30% ~ 100% RH	
耐振性	IEC61373	CATEGORY 3
耐衝撃性	IEC61373	CATEGORY 3
寿命 (MTBF)	1.4×10 ⁶ Hr以上	平均温度+85℃
保護等級	IP67	
温度衝撃	-40℃ ~ +100℃ 300サイクル	



注) 1.指定なき寸法公差は±0.5mmのこと。
2.納入時は合格証を添付する。
3.ケーブル立ち上がり部はケーブルグラウンドから30mmの範囲で曲げの力が加わらないこと。



速度センサ (TS2862N2207E252)

Ref. No. YTR-017 Rev.0

圖 67 速度感測器

j. 引線

3. 牽引馬達特性

- 低轉速域的馬達扭力為定值。
- 在中轉速域，扭力隨轉速增加呈比例下降。在該速域，馬達輸入保持定值。
- 在高轉速域，扭力隨著轉速的平方呈比例下降。
- 此扭力特性係根據所需列車性能所算出。
- 牽引馬達係由牽引變流器適切地控制，以產生滿足營運需求的扭力。

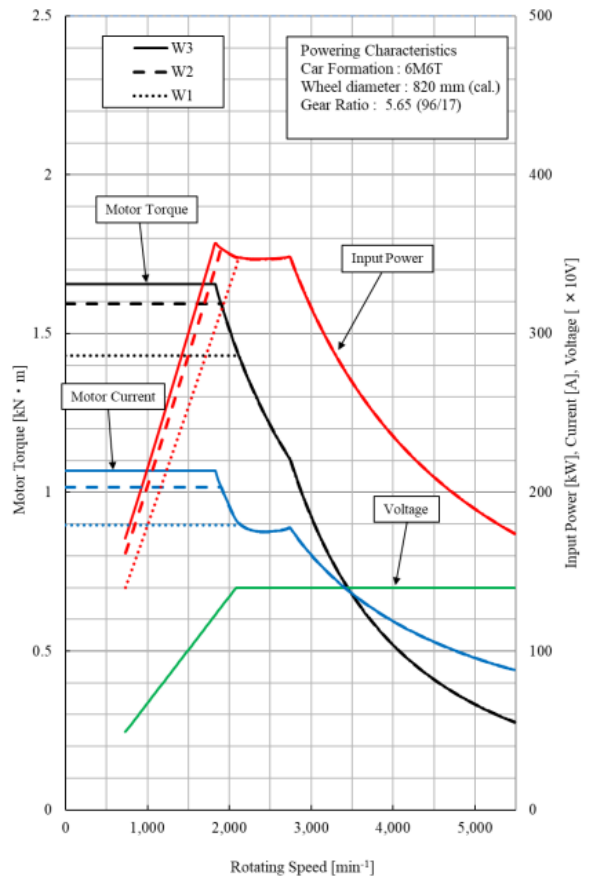


圖 68 牽引馬達特性圖

4. 牽引馬達更換

由日立電機公司主任技師遠藤雅章，帶領至工廠見習各部門技師示範並解說拆解組裝時，如何使用特殊維修工具。(維修工具/測量儀器/設備/材料)

11.5.1.3 牽引馬達















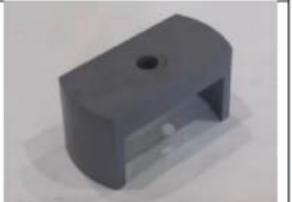
吊掛吊架【T-1】 	管路【T-2】 	螺絲栓【T-3】 
吊架【T-4】 	墊片【T-5】 	支撐【T-6】 
螺絲栓【T-7】 	導引【T-8】 	環【T-9】 
螺絲栓【T-10】 	制動器【T-11】 	螺絲栓【T-12】 
螺絲栓【T-13】 	鈎【T-14】 	夾鉗【T-15】 
螺絲栓【T-16】 	固定板【T-17】 	底座【T-18】 



圖 69 牽引馬達更換（維修工具/測量儀器/設備/材料）

(1) 牽引馬達移除

a. 從車體接線電纜斷開牽引馬達的導線和接地線。

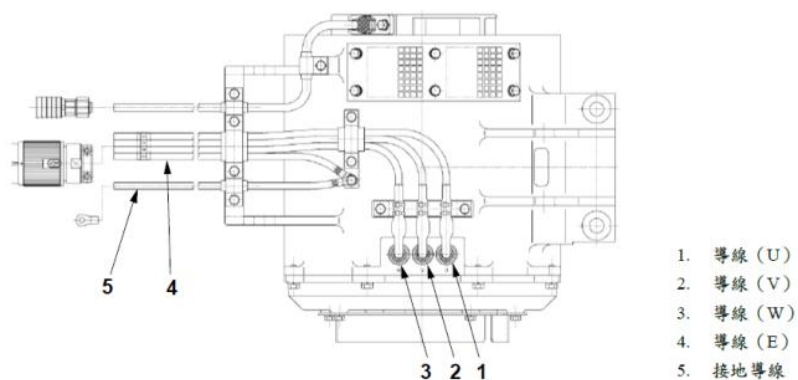


圖 70 牽引馬達導線和接地線

b. 移除牽引馬達的轉向架螺栓之後，從轉向架移除牽引馬達。

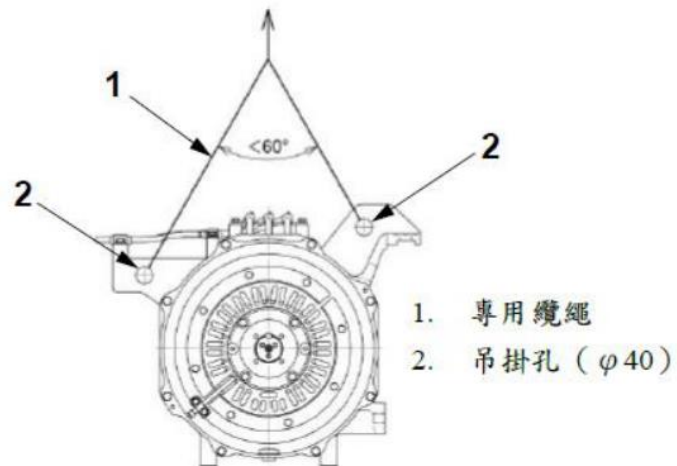


圖 71 牽引馬達吊掛點

c. 將牽引馬達放在水平底座或底板上。

d. 移除聯軸器。關於移除和處理聯軸器。

(2) 牽引馬達拆解

a. 從轉向架移除牽引馬達組件。

b. 移除速度感測器。

c. 移除感測器。

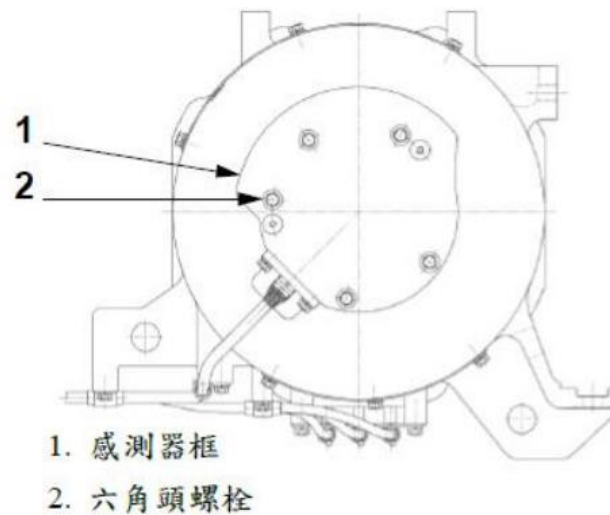


圖 72 牽引馬達拆解

d. 移除六角頭螺栓。

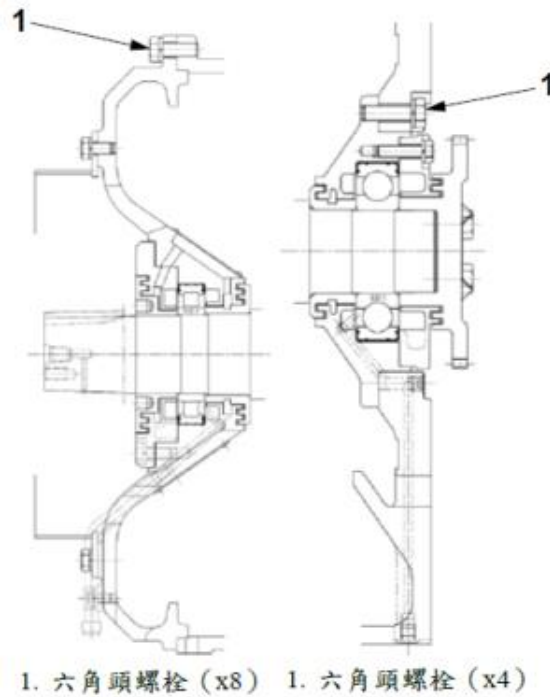


圖 73 移除六角頭螺栓

e. 在 180° 對稱位置將螺椿栓鎖入軸承框的螺紋孔內。

f. 連接吊架和管路到驅動側的軸端部份上。

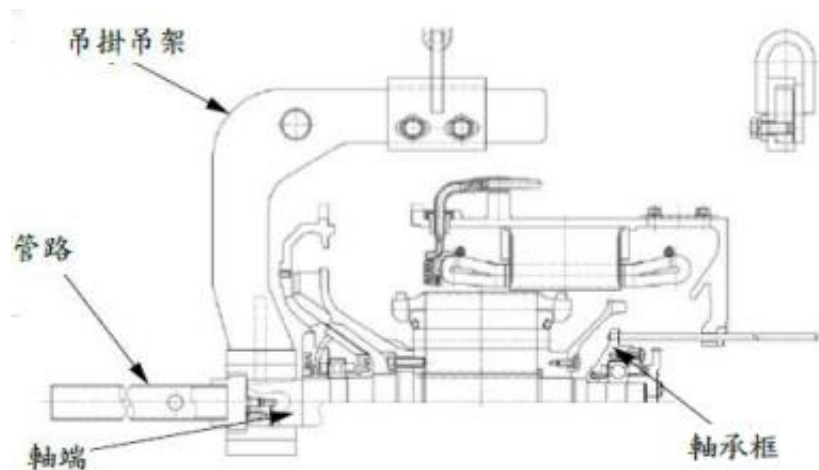


圖 74 螺椿栓鎖入軸承框、連接吊架和管路

g. 從定子框的接合面拉離軸承托架和軸承框。

- 鎖定兩個螺栓 M12X30 或更多(整個螺紋部份)以便移動到軸承托架的螺紋孔內。
- 鎖定兩個螺栓 M10X40 或更多(整個螺紋部份)以便移動到軸承框接合的定子框的螺紋孔內。

h. 拉出轉子

- 在牽引馬達平置的狀況下，以天車吊掛轉子。稍微拉緊繩索，交替鎖緊螺栓，從定子框拉出轉子。
- 拉出轉子後，將轉子鐵芯小心放在具有 V 溝槽的合適底座上，避免損壞轉子。

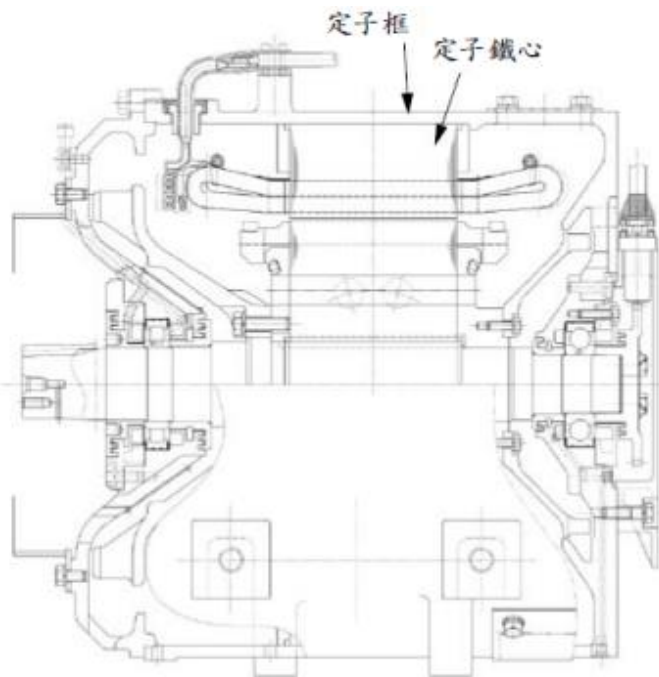


圖 75 拉出轉子

(3) 牽引馬達組裝

- a. 安裝軸承零件。
- b. 將轉子組裝到定子框。
 - 將定子框放在水平底座或地板上。
 - 將 2 個導軌鎖到轉子的軸承框，然後將吊架安裝到驅動側軸端來吊掛轉子。將 2 個導軌螺栓對準定子框的對應安裝孔之後，將轉子插入到定子框內。

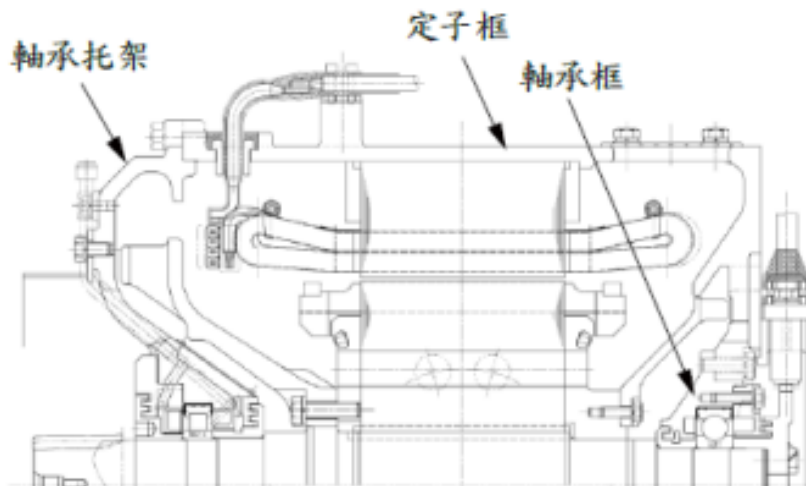


圖 76 轉子組裝到定子框

- 將轉子組裝到定子框內，使軸承托架的安裝孔對準電子框的動應螺紋孔內。
- 移除安裝到軸承框的 2 個導軌。
- 以六角頭螺栓將軸承托架固定到轉子框上。
- 以潤滑脂填充每一拉出孔以防生鏽。

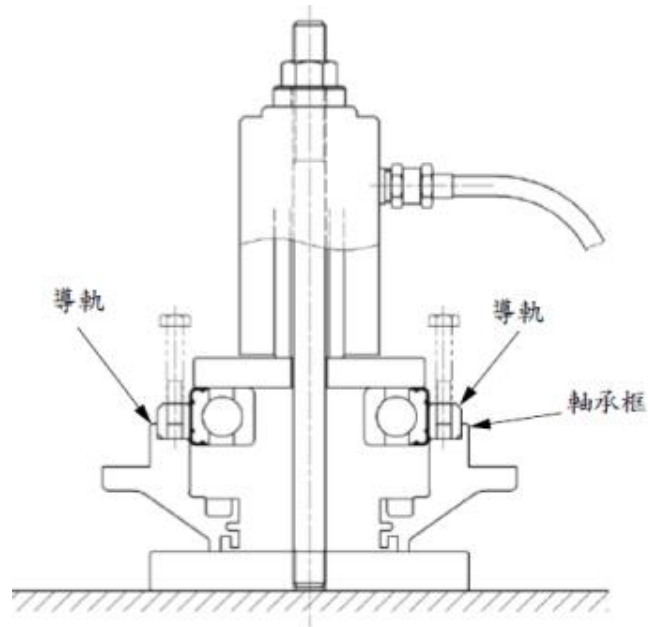


圖 77 導軌及軸承框

- c. 安裝速度感測器。
- d. 組裝後檢查牽引馬達。

5. 牽引馬達預防檢修計畫

表 4 牽引馬達預防檢修計畫表

零件說明	預防性維護工作	1A (3 天)	2A (3 個月/ 72,000km)	3A (18 個月/ 430,000km)	3B (3 年 /860,000km)	4A (6 年/ 1,720,000km)	4B (12 年/ 3,440,000km)
牽引馬達 軸承	潤滑				3 年		
牽引馬達 定子	目視檢查				3 年		
牽引馬達 速度感測器	目視檢查				3 年		
牽引馬達	功能檢查					6 年	
牽引馬達 定子	清潔					6 年	
牽引馬達 速度感測器	功能檢查					6 年	
牽引馬達 轉子	目視檢查					6 年	
牽引馬達 轉子	清潔和上漆					6 年	
牽引馬達 軸承	清潔					6 年	

牽引馬達 軸承	更換					6 年	
牽引馬達	絕緣體診斷						12 年

6. 牽引馬達故障檢修

表 5 牽引馬達故障檢修表

問題	原因	補救措施	參考
異常噪音	軸承損壞、刮傷 或生鏽	請換新的軸承	11.2.2.8.6 軸承—更換
	軸承電蝕	檢查接地線的連接	等級 1 牽引馬達—目視檢查
	混合的異物進 入定子縫隙中	檢查牽引馬達內是否有異物。	等級 1 牽引馬達—目視檢查
震動	轉子不平衡	檢查以確保軸沒有彎曲 檢查是否正確安裝平衡重量 修正平衡	11.1.3.7.4.1 轉子—目視檢查
	軸承損壞、刮傷 或生鏽	檢查每一零件的配合尺寸是否 正確 檢查軸承零件是否正常	11.2.2.8.6 軸承—更換
過熱	冷卻空氣不足	檢查轉子空氣孔是否堵塞 檢查轉子內部是否累積灰塵 檢查空氣進口孔和出口孔是否 堵塞	11.1.3.7.4.1 轉子—目視檢查 11.1.3.7.4.2 轉子—清潔和上漆
	過載	檢查以確保列車在不超出其規 格範圍的狀況下操作	請聯絡製造商
	軸承的潤滑脂 錯誤	檢查潤滑脂數量 檢查潤滑脂是否正確密封	等級 3 軸承—潤滑
	軸承損壞、刮傷 或生鏽	請換新的軸承	11.2.2.8.6 軸承—更換
	配合不當的軸 承	檢查每一零件的配合尺寸是否 正確	11.2.2.8.6 軸承—更換
介電崩解	定子線圈短路	檢查絕緣護套是否損壞 檢查線圈捆綁零件是否鬆脫 檢查介電強度是否正常 更換短路零件的絕緣體	11.1.3.7.1 功能檢查
速度感測器 波型故障	灰塵	檢查速度感測器和軸承制動器 的縫隙面是否沒有累積灰塵 檢查縫隙尺寸是否正確	11.1.3.7.3 速度感測器—功能檢 查
	斷開速度感測 器	檢查縫隙尺寸是否固定連接 檢查連接器是否適當連接	11.1.3.7.3 速度感測器—功能檢

			查
油洩漏	軸承上的潤滑脂過多	檢查潤滑脂數量是否正確	等級 3 軸承—潤滑
內部磨損	定子上累積灰塵	檢查定子框內部是否累積灰塵	11.1.3.7.2 定子—清潔

(二)齒輪箱

EMU3000 採用單段減速的齒輪箱。齒輪箱為鑄鐵製，並採用垂直懸掛式支撐方式。本驅動裝置採用齒輪式撓性連結器式平行萬向接頭軸驅動方式

1. 齒輪箱規格

表 6 齒輪箱規格表

項目	規格	
製造商	東洋電機製造株式會社	
減速方式	以螺旋齒輪進行單段減速	
齒輪各參數	齒數	小齒輪 17 大齒輪 96
	齒輪比	5.647
	齒輪中心間距離[mm]	362
	齒距[mm]	72
	模數(齒直角)[mm]	6
	工具壓力角	26°
	螺旋角	左 20° 右 20°
軸承	小齒輪用	圓錐滾子軸承 2 組
	齒輪箱支撐用	圓錐滾子軸承 2 組
齒輪支撐方式		垂直吊舉（使用防震橡膠）
齒輪箱		一體成形齒輪箱球墨鑄鐵製

2. 構造及機能

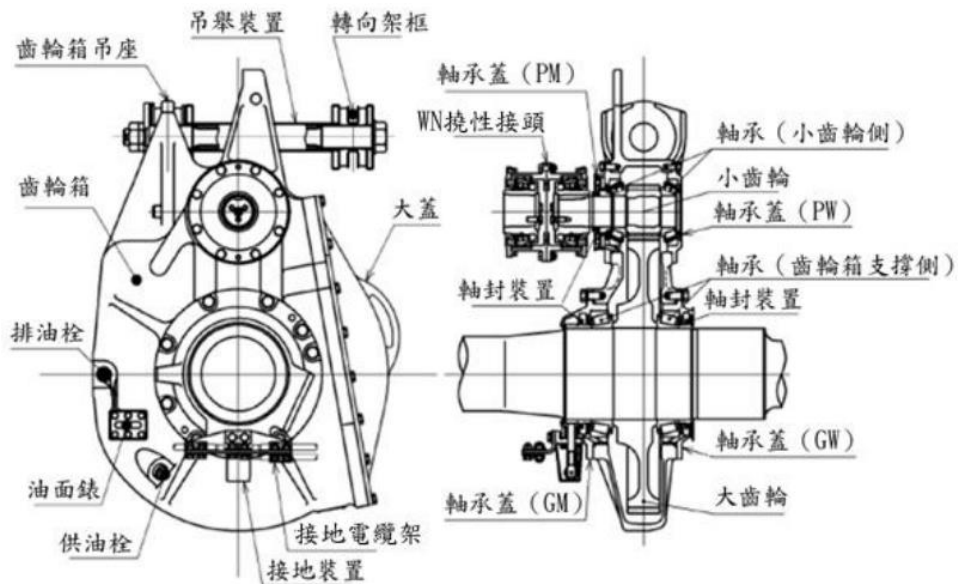


圖 78 驅動裝置各部位名稱及構造

- 齒輪：藉由螺絲齒輪進行單段減速，小齒輪以鎳鉻鉬鋼製成，在滲碳淬火後進行磨削完成，大齒輪以碳鋼製成，在高頻淬火後進行磨削完成。
- 軸承：小齒輪及齒輪箱支撐側都是藉由圓錐滾子軸承來支撐。齒輪箱支撐側的支撐方式係為雙邊支撐方式。
- 齒輪箱：齒輪箱為一體成形，其上側附有大蓋的構造，材質為具減低噪音效果的球墨鑄鐵(F C D)。齒輪箱下部設有排油栓及供油栓。栓的前端設有磁鐵，可吸附著潤滑油內的鐵片或磨耗的鐵粉，以供判斷齒輪或軸承等是否有之異常。



圖 79 供油栓・排油栓（附磁鐵）

- 潤滑構造：齒輪及各軸承以齒輪箱內共通的潤滑油進行潤滑，齒輪採用浸油潤滑方式，軸承則採用藉助於大齒輪旋轉的飛濺潤滑方式。
- 軸封裝置：為防止潤滑油洩漏，旋轉部（小齒輪軸、車軸）及固定部（齒輪箱）之間設有軸封裝置，其為容易保養的非接觸式迷宮構造。
- 接合面的密封構造：圓筒部（軸承蓋與齒輪箱間）的密封使用O型環，平面部（齒輪箱和大蓋及油面錶之間）的密封則使用密封劑（液態墊圈）。
- 油面錶：油面錶上標有兩條紅線以表示潤滑油量的最高線及最低線，而潤滑油量要管理在此範圍內。

- 懸吊裝置：懸吊裝置以防震橡膠為中介，從轉向架框支撐齒輪箱。懸吊方式為垂直懸吊，除分解及組裝作業容易外，藉由將齒輪箱吊舉座上下襯墊交換可調整馬達軸中心與小齒輪軸中心的上下方向位置。

齒輪箱的防震橡膠一般為 6~10 年做更換。更換的基準為針對於新品厚度 26.5mm，當磨耗程度達到 25mm 以下時，或是當有龜裂發生時則須更換。

- 接地裝置：為防止齒輪齒面及軸承轉動面等發生電蝕，在齒輪箱上設有 1 組接地裝置。其構造係藉由恆壓彈簧使金屬化碳製的碳刷和壓入車軸的拋油環接觸。接地裝置設有電線支架可固定來自車體或馬達之接地線。

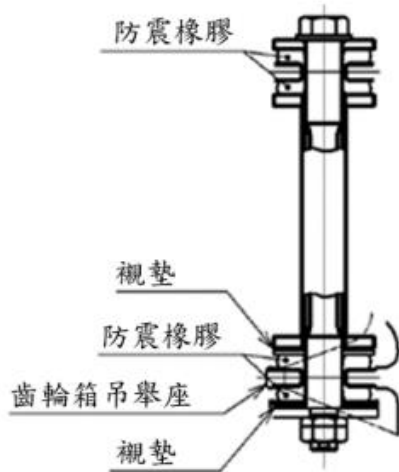


圖 80 懸吊裝置

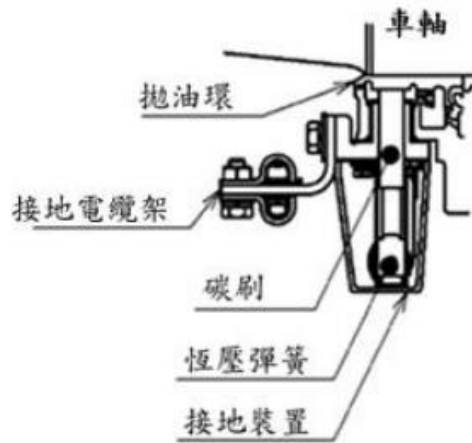


圖 81 接地裝置、電線支架

- 撓性連結器：行駛時所產生的馬達軸及小齒輪軸的中心相對位移能由撓性連結器補償。

3. 齒輪裝置檢查項目

(1) 外觀檢查

- 潤滑油量確認：在空車且停止狀態下確認油面位於上限線~下限線之間



圖 82 潤滑油量確認

- 確認潤滑油是否有乳化·劣化情況：在空車且停車狀態下確認油面位於上限線~下限線之間



圖 83 潤滑油乳化·劣化

(2) 磁性栓（供油栓）檢查

在供油栓頂端設有磁鐵，根據附著物的狀態確認軸承等是否出現異常狀態。

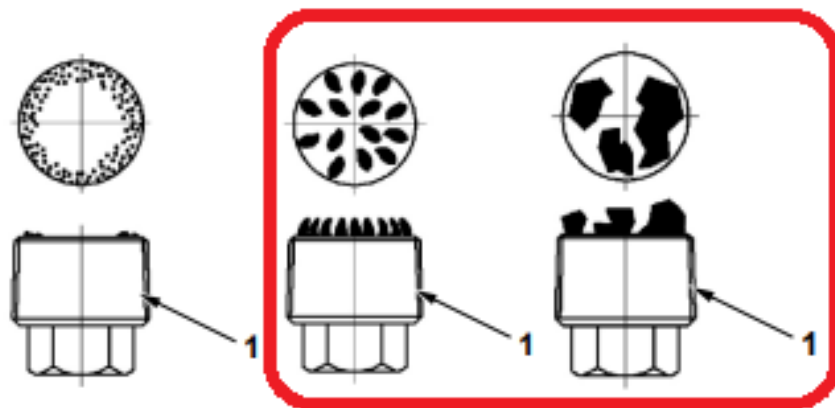


圖 84 磁性栓（供油栓）檢查

(3) 潤滑油更換

● 排油方法

- ① 將容量可供裝填規定油量(約 2.2ℓ)潤滑油的容器預備放置於排油栓底下。
- ② 將排油栓拆除。
- ③ 經過 10 分鐘左右後，擦拭排油栓的周圍。
- ④ 排油栓螺紋處纏繞止洩帶四圈，將密封劑塗覆在整圈後鎖緊(扭力:100N·m)

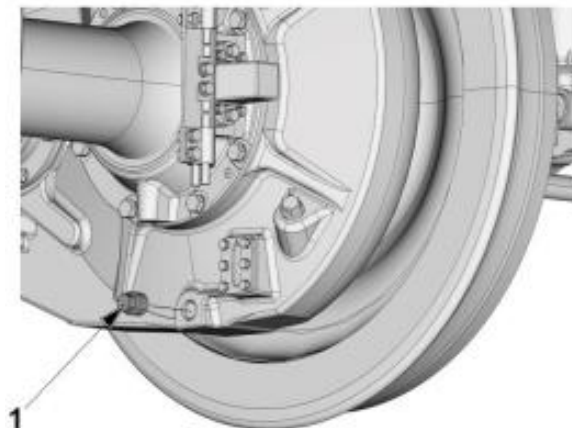


圖 85 潤滑油排油口

● 供油方法

- ①將將供油栓取下
- ②將潤滑油從注油口加油至油面計刻度上限線為止
- ③擦拭注油口周圍
- ④對供油栓螺紋部整圈施作密封劑後鎖緊(扭力:100N·m)



圖 86 潤滑油供油口

(4)接地碳刷檢查

- ①鬆開 4 根螺栓 A (右圖) 與固定金屬座，並移除接地裝置的外蓋。
- ②鬆開下圖紅圈所標示之螺栓，並取出接地碳刷。(再組裝時的扭力:5.8N·m、螺栓類需更換為新品)

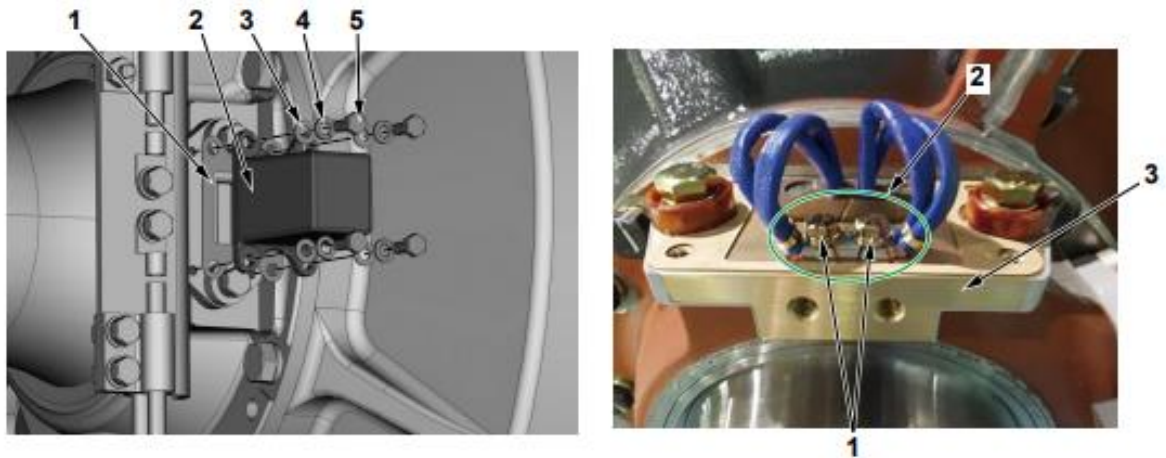


圖 87 接地碳刷外蓋螺栓

③檢查項目

- 是否有斷裂或變色
- 電線或端子是否有變色或斷線狀況
- 碳刷是否可滑順移動
- 碳刷滑動面上是否有生鏽或異常磨耗現象
- 碳刷磨耗量確認

如果僅須確認磨耗量，亦可採用下列方法
接地碳刷維持安裝定位之狀態

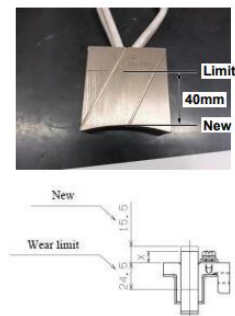


圖 88 接地碳刷量測

- ①將接地碳刷往車軸中心側按壓
- ②量測下圖所示的高度差值 X
(碳刷突出方向定為+)
- ③確認是否可滿足以下範圍
 $-24.5 \leq X \leq 15.5$

(5)齒輪檢查

取下齒輪箱蓋後，以目視確認齒輪面。⇒若出現如照片之情況則需更換大齒輪。

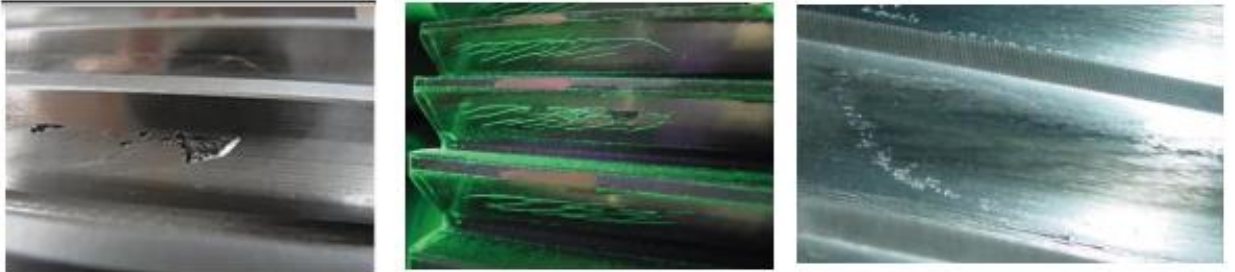


圖 89 齒輪受損

4.吊掛裝置檢查項目

(1)吊掛螺栓的檢查方法

螺紋部確認：以目視檢查及磁粉探傷來確認螺紋部是否有損傷

尺寸量測：量測以下所示 A、B 處尺寸，並確認與新製造時的尺寸差異 ⇒尺寸差異超過 0.5mm 時將更換成新製品



新製品尺寸 [mm]

A	φ 50.5
B	φ 38.5

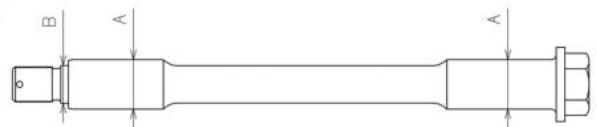


圖 90 吊掛螺栓的檢查方法

(2)緩衝橡膠的檢查方法

基本上會在大修時更換緩衝橡膠。下列將說明除大修以外分解時的檢查方法。

外觀確認：對全體進行目視檢查，確認是否有龜裂。

尺寸量測：量測下圖所示 C 部位的尺寸，確認其是否超過 25mm。

⇒25mm 以下則需更換新品（參考：新製造時尺寸為 26.5mm）

硬度確認：量測緩衝橡膠的硬度，確認其值約為 A65(±5)（標準範圍）

(3)承座的檢查方法

外觀確認：目視檢查外觀、確認有無磨耗情形

量測尺寸：量測下圖中 D、E 部位，確認與新製造時的尺寸差異。

⇒尺寸差異超過 0.5mm 時，請更換新品。

三、行走系統

(一)轉向架

1.轉向架總成

EMU3000 轉向架是一種無搖枕轉向架，由轉向架框架、輪軸組、軸箱支撐裝置、車體支撐裝置、軔機裝置等構成。軌距為 1067mm、軸距為 2100mm、擁有營運最高速度 140km/h 的運行穩定性。

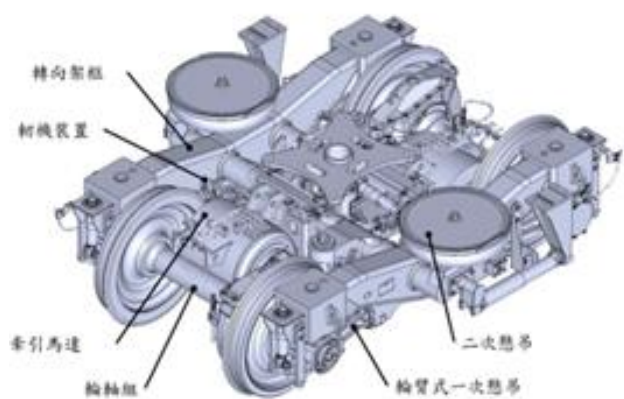


圖 91 轉向架總成(馬達車轉向架)

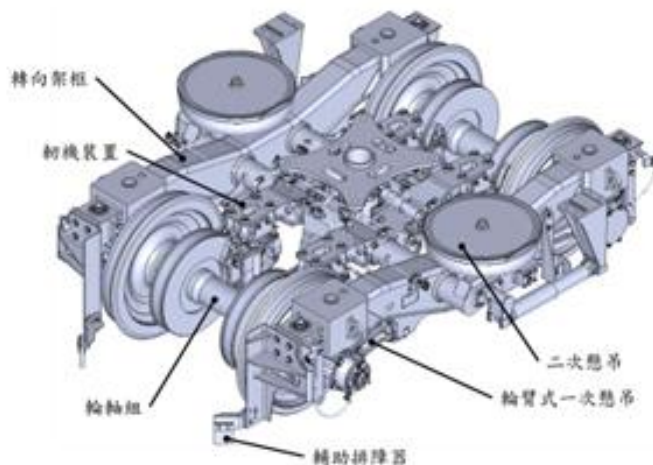


圖 92 轉向架總成(前頭車前端轉向架)

2.轉向架框

轉向架框架是由 2 個側樑、2 個橫樑所組成的 H 型銲接結構物。側樑構造由鋼板加工壓製成 U 字斷面的上板和下板焊接而成。於側樑兩端焊接安裝了支撐一次懸吊彈簧蓋，並在下板焊接安裝了接連到軸箱體的軸臂橡膠架。側樑藉由輔助空氣組件與二次懸吊一起支撐車身重量，並將載重傳到一次懸吊和輪軸。

2 個側樑由 2 個橫樑連接，用連接樑連接加以補強。橫樑採用鋼管，牽引馬達架、驅動裝置架、軔機架等支架經由焊接組裝。橫樑的內部作為空氣彈簧的輔助空氣室。

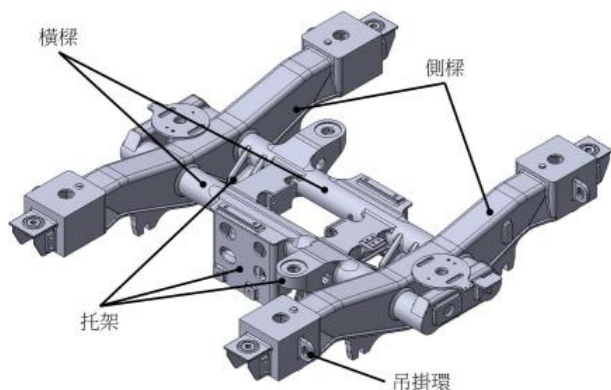


圖 93 轉向架框(馬達轉向架)

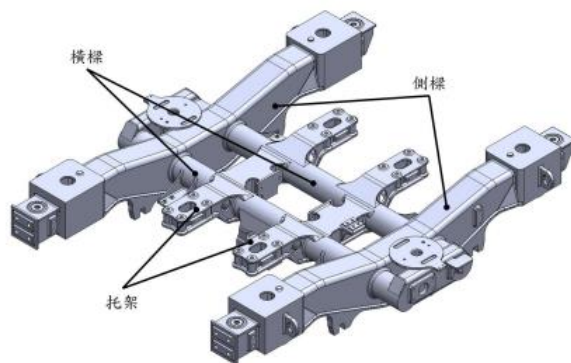


圖 94 轉向架框架(拖車轉向架)

3. 懸吊裝置

懸吊由一次懸吊及二次懸吊組成。每個懸吊都將根據日本國內實績及台灣過去的城際列車案件進行最優化設計。

(1) 一次懸吊

由軸彈簧、軸彈簧防振橡膠、軸臂防振橡膠、直向減振器組成，且考慮車輛行駛穩定性，過曲線的安全性及乘坐舒適性。在軸彈簧防振橡膠與軸箱體間安裝有用於調節一次懸吊的高度和軸重平衡的墊片。軸箱體採用軸臂式，零件數量少且結構簡單。

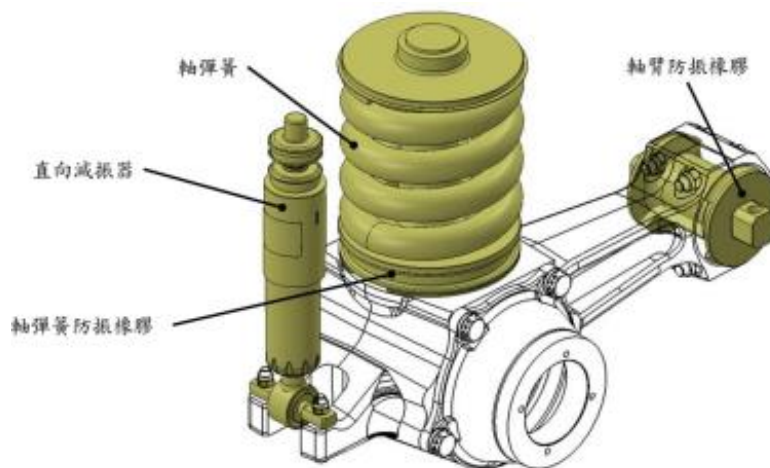


圖 95 一次懸吊構造

(2) 二次懸吊

二次懸吊是用於減少經由輪軸及轉向架框架傳遞來的振動的裝置，由空氣彈簧、抗蛇行減振器、橫向減振器及橫向擋塊橡膠組成。

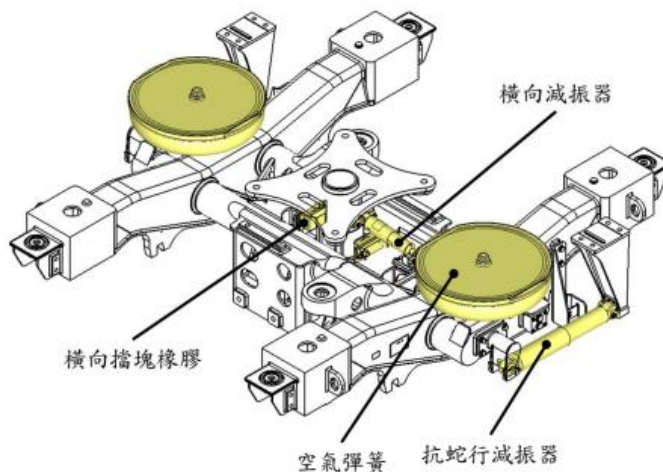


圖 96 二次懸吊構造

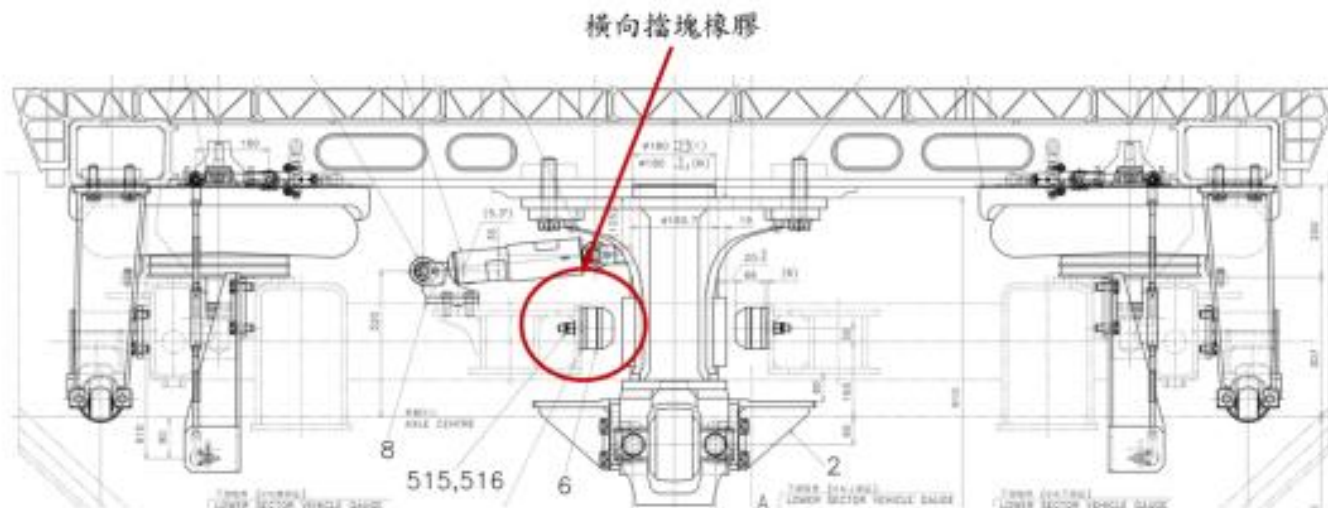


圖 97 橫向擋塊橡膠配置圖

4. 車體支撐裝置

由中心銷、牽引桿、空氣彈簧、抗蛇行減振器、橫向減振器及水平閥（LV）組成。連接轉向架框架與中心銷的牽引桿採用單桿式。

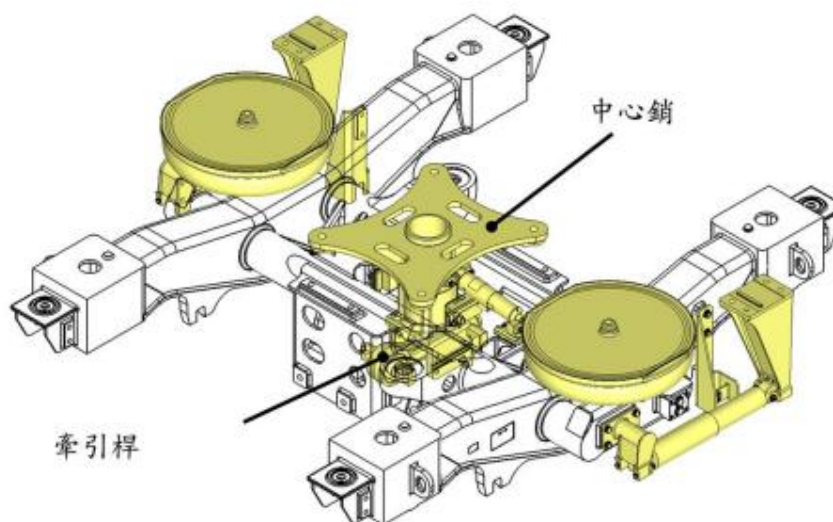


圖 98 車體支撐裝置

5. 輪軸

車輪採用符合 AAR M-107 Class B 級的材料製造，採用實心軋鋼車輪，新製車輪直徑為 860mm，車輪踏面寬度為 135mm。車輪磨耗為 40mm，車輪最小直徑考慮以 780mm 做設計。硬度符合 300~341HB，車輪不平衡度測定於單品時實施，為 125g/m 以下。車軸採用 AAR M-101 Class F 或同等級以上材料。

馬達車轉向架的輪軸配有驅動裝置，拖車轉向架的輪軸配有兩個安裝於輪軸的煞車碟。兩個輪軸的軸頸間距為 1640mm。

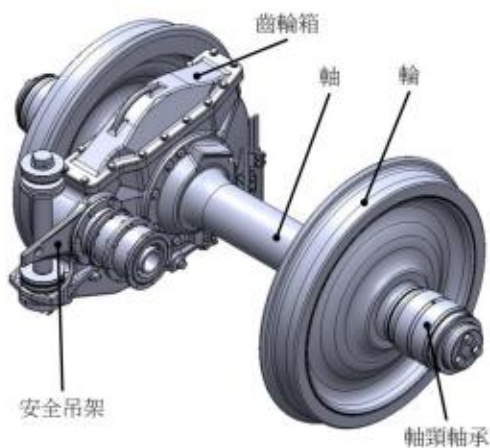


圖 99 馬達輪軸

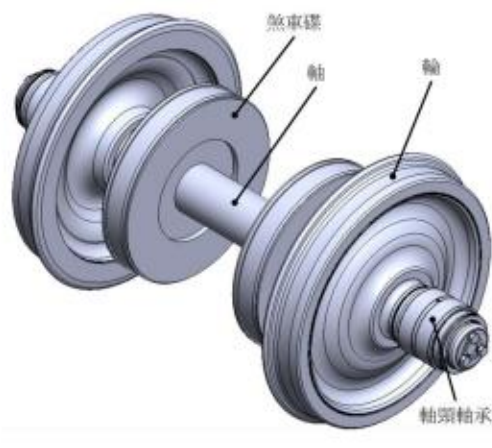


圖 100 拖車輪軸

6. 軸頸軸承

軸頸軸承採用密閉式圓錐滾子軸承。潤滑方式是油脂潤滑，並安裝接觸式油封。L10 壽命為 300 萬公里。軸頸軸承採用 4 種類型：一般型、速度感測器軸承（軔機系統使用）、速度感測器軸承（車載號誌用）、和接地裝置軸承。內輪、外輪、滾子和油封採用共用的設計，軸端零件則依據類型分別進行設計。

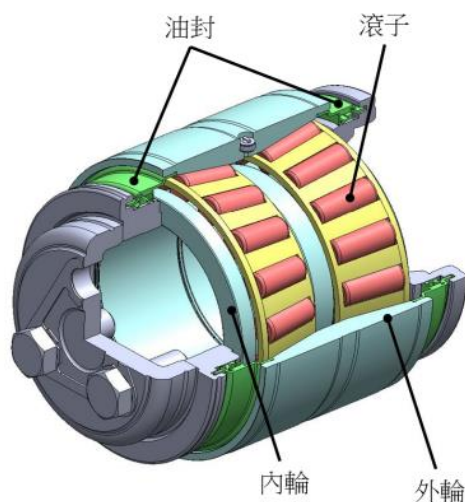


圖 101 密閉式圓錐滾子軸承

7. 軔機裝置

在馬達車轉向架的各車輪上安裝了踏面煞車，拖車轉向架每個軸安裝兩個碟煞。踏面煞車使用燒結式閘瓦，碟煞使用燒結式煞車片。於拖車轉向架的各軸裝載 1 組停留軔機，以及在拖車轉向架的各車輪上安裝踏面清掃裝置。

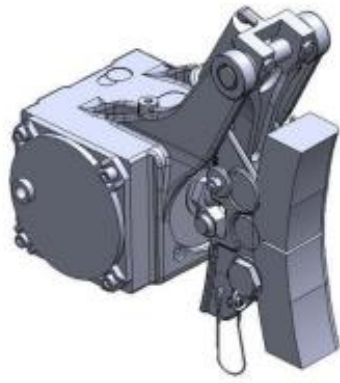


圖 102 踏面煞車裝置

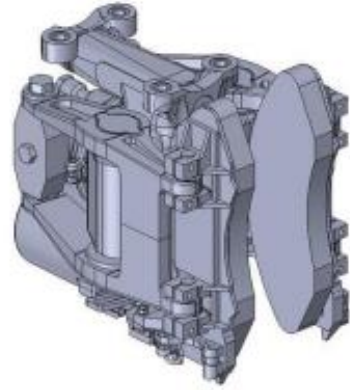


圖 103 碟煞裝置

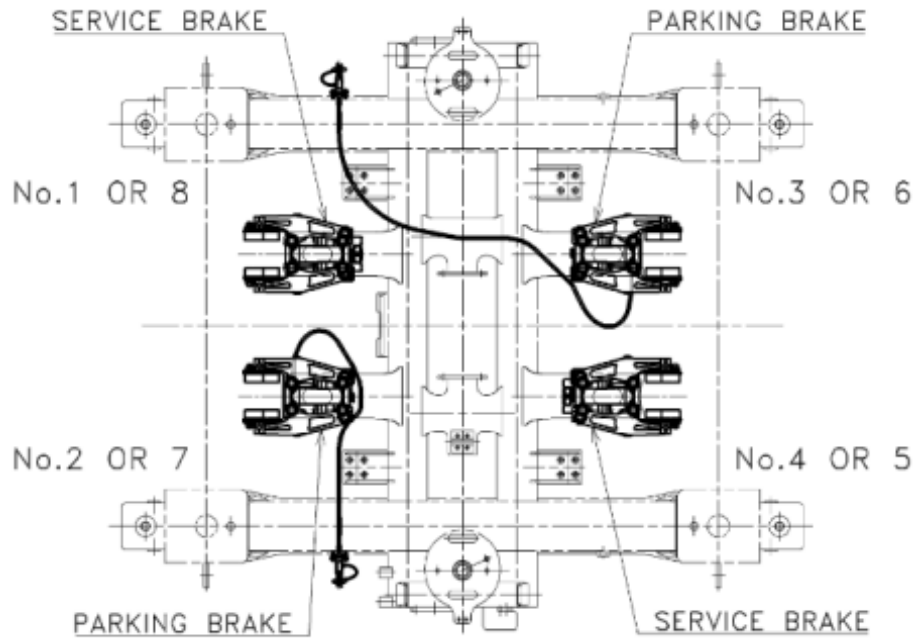


圖 104 停留軔機的解鎖拉桿配置

8. 轉向架拆解作業流程圖

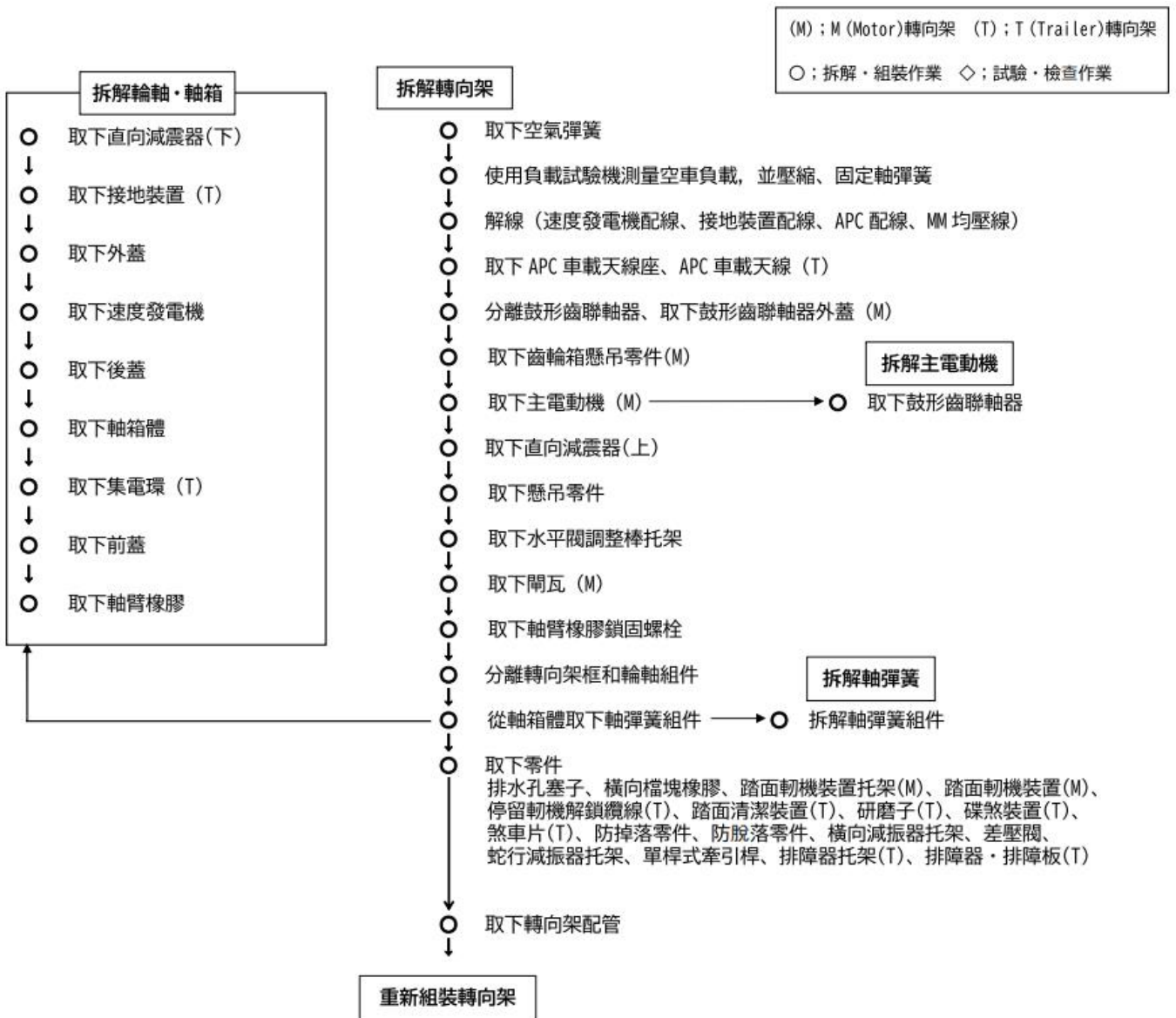


圖 105 轉向架拆解作業流程圖

9. 轉向架重新組裝 · 檢查作業流程圖

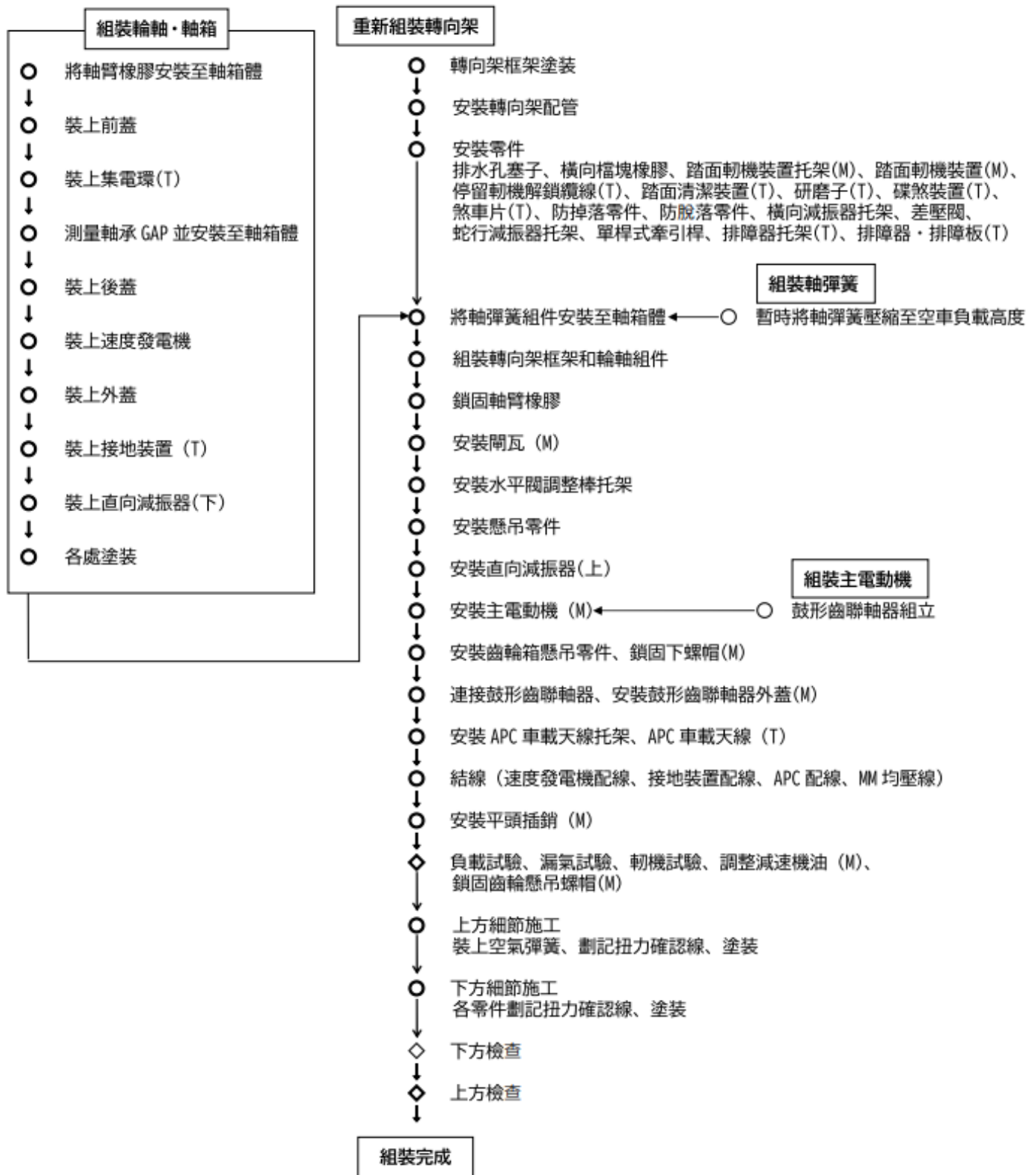


圖 106 轉向架重新組裝 · 檢查作業流程圖

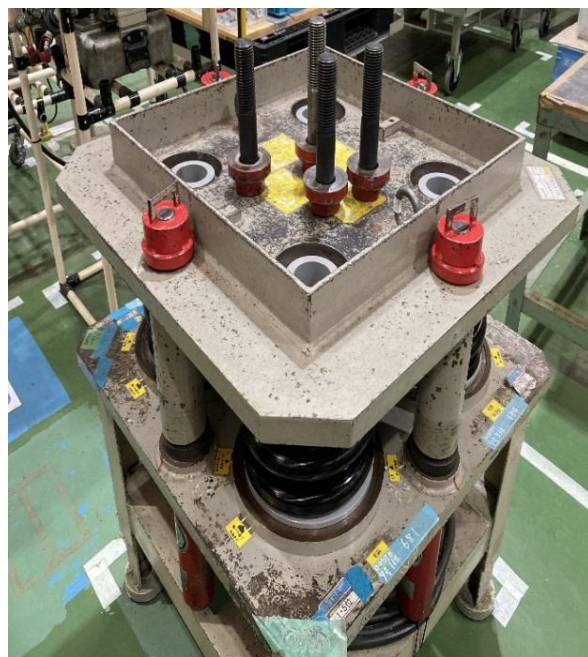


圖 107 轉向架重新組裝設備



圖 108 轉向架重新組裝設備



圖 109 轉向架介紹



圖 110 轉向架介紹

四、輔助供電設備

(一)靜式變流器(SIV)

1.系統概要

SIV 會將來自於車輛主變壓器之第三繞組 AC477V 1 ϕ 之電力輸入轉換為 AC440V 3 ϕ 加以輸出，對 440V 迴路供應電源。每個車輛單元之 SIV 容量為 360kVA(180kVA x 2 臺)，通常情況下之最大負載估算值為 194.2kVA，能夠穩定供電。此外，當 1 臺 SIV 故障時，剩餘之 1 臺 SIV 也能夠繼續給負載供電。SIV 由電容充電迴路、整流器迴路、DC 中間迴路、變流器迴路、AC 輸出迴路等 5 種主要迴路所構成。SIV 為成熟產品且在 EMU1000 之實際供

貨業績中得到驗證，其設計是沿襲了 EMU1000 之設計。

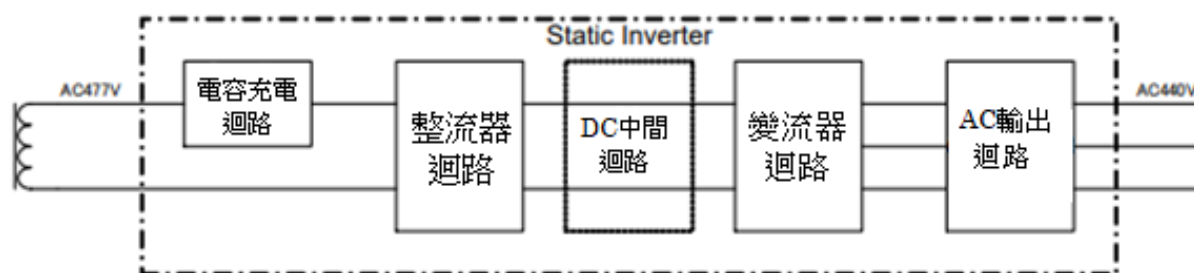


圖 111 SIV 之主迴路結構

電容充電迴路：當 DC 電容開始充電時，ACAk 會接通，來自 DC 電容的充電電流會流進充電電阻器 ACHRe。接下來，當 DC 電容充分充電後，ACK 就會接通，使 ACHRe 短路。

整流器迴路：為了對 DC/AC 靜式變流器迴路供應電力，整流器迴路會扮演升壓斬波電路的角色，透過 PWM 控制的方式將 AC 電力轉會為 DC 電力。

DC 中間迴路：DC 中間迴路會將整流器所產生的 DC 電壓透過濾波電容加以平滑化。此一迴路也具有接地偵測的功能。

變流器迴路：來自於整流器的 DC 電力（透過 DC 中間迴路）會被以開關方式轉換成方波。透過適當地調整脈衝振幅，就可以獲得所期望的正弦波波型。

AC 輸出迴路：AC 濾波器由 ACFL 與 ACFC 構成。AC 濾波器會將來自於變流器的方波加以平滑化，形成正弦波，由此可以降低雜訊與電力損失。此一迴路中也有在能確保輸出電壓穩定時對車輛供應輸出電壓之 AC 輸出接觸器 3pMK。

2. 一般規格

表 7 靜式變流器規格表

項目		規格
輸入	額定電壓	AC 477V 單相
	電壓變動	性能保障：額定電壓+15%/-24%（連續） 運作保障：額定電壓-30%（1 秒） 額定電壓+ 16%（瞬間）
	主變壓器之一次側電壓	額定 25.0kV
控制電壓	額定電壓	110V DC
	電壓變動	DC77V 至 121V（熱線圈的狀態） (DC66V-冷線圈的狀態)
輸出	額定容量	180 kVA
	額定電壓	440V +/- 3 %, 3 相
	額定頻率	60Hz +/- 1Hz
	功率因數	0.85
	過負載條件	150%, 2 秒, 200%, 30 毫秒 急速輸出電流限制時間(過電流保護)>20msec
整流器	輸入整流器	IGBT PWM rectifier

類型	輸出變流器	IGBT PWM inverter Constant Voltage Constant Frequency control
	效率	90 %以上 (額定負載、額定輸入電壓條件下)
噪音		額定負載條件下 70dB 以下 100kVA 輸出條件下 67dB 以下
冷卻方式		採用使用熱導管的自然冷卻方式。 當熱導管受熱，熱導管內的液體將會蒸發、汽化，並朝散熱區移動。當到達散熱區，則會透過液化將熱朝外部排出。這循環將不斷地重複將熱排出。

3. 整流器單元—更換

(1) 移除蓋子

(2) 移除整流器單元

a. 移除將光纖電纜固定於定位的束線帶。

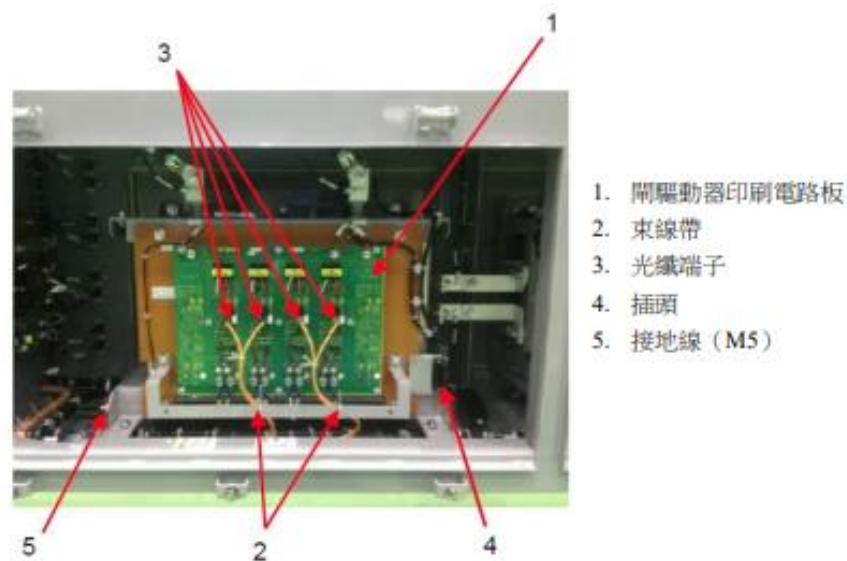


圖 112 整流器單元：移除電纜

b. 從閘驅動器印刷電路板移除光纖端子。

c. 拉出塞子。

d. 從接地端子移除接地線。只有一個到主體側。

e. 斷開電纜。

f. 從端子移除 2 個螺絲 (M8)、2 個螺絲 (M10)、鎖定墊片和平墊片。

g. 移除 2 個螺絲 (M8)、鎖定墊片和平墊片。

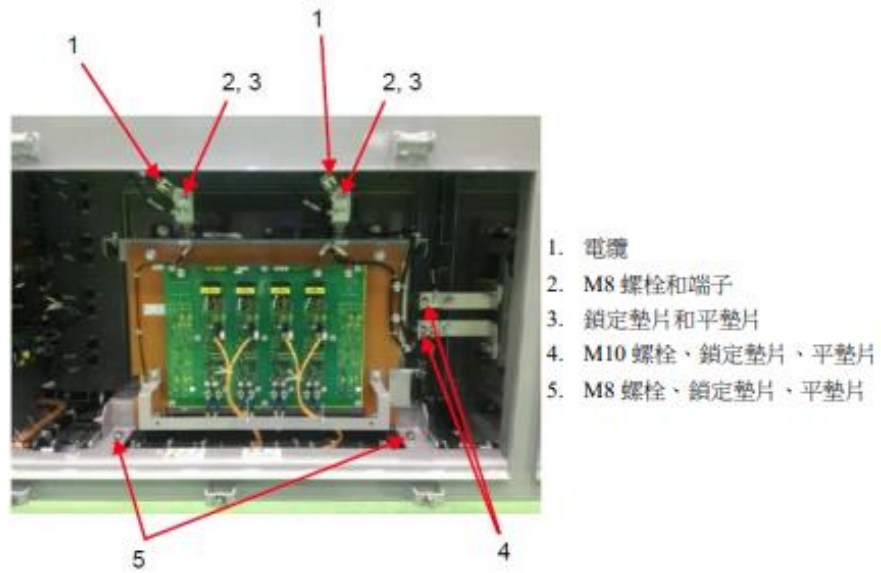


圖 113 整流器單元：螺栓移除

h. 移除整流器單元 1 4 個螺栓(M8)、鎖定墊片和平墊片。

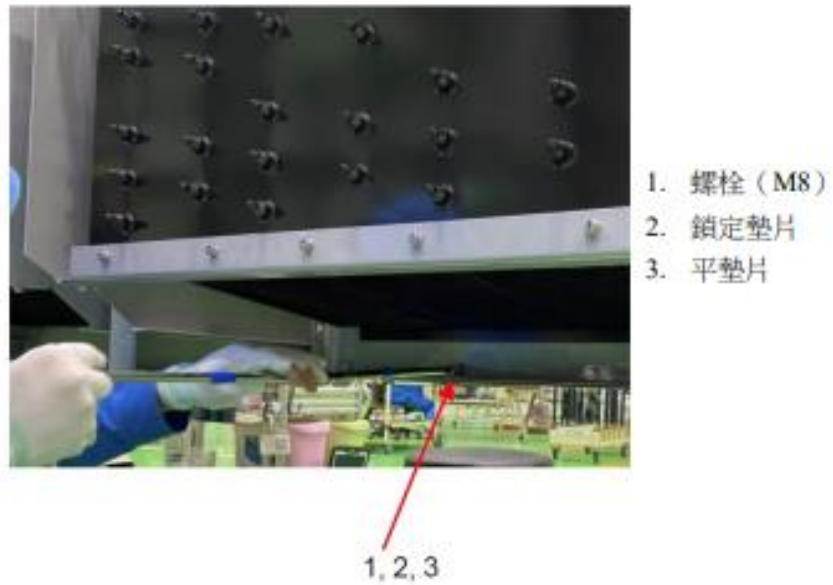


圖 114 移除整流器單元 1 的螺栓

i. 將升舉器置於整流器單元下方。

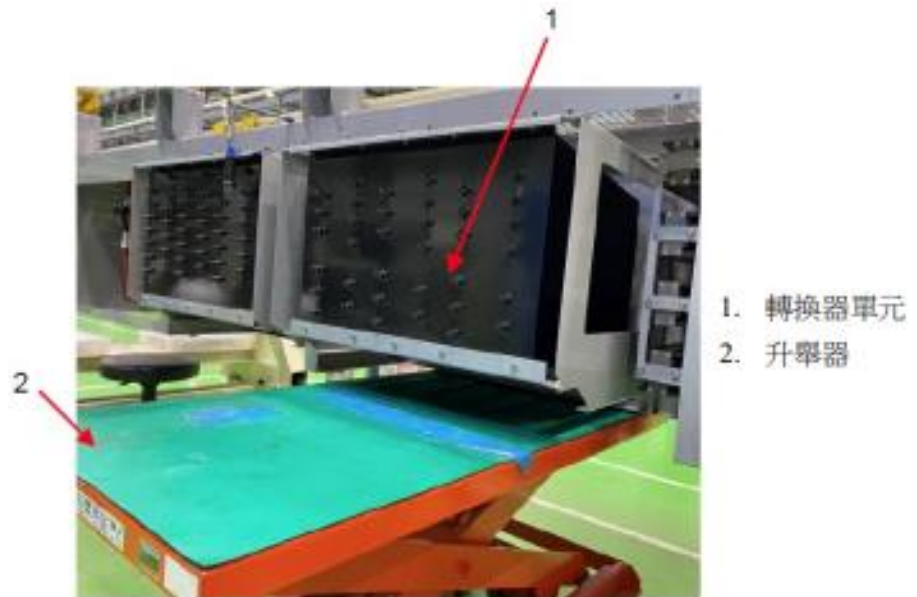


圖 115 移除整流器單元 1 升舉器安裝

j. 移除整流器單元 2 2 個螺栓(M5)、鎖定墊片和平墊片，然後移除固定托架。



圖 116 移除整流器單元 2 的螺栓

k. 移除整流器單元 3 4 個螺栓(M8)、鎖定墊片和平墊片。

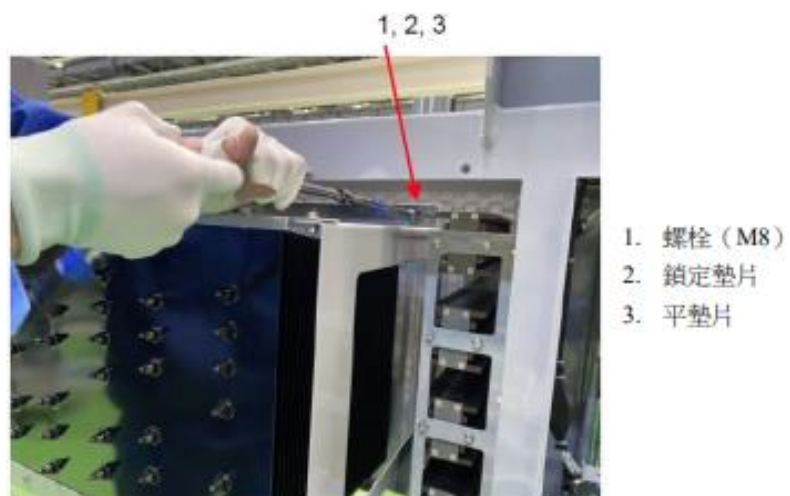


圖 117 移除整流器單元 3 的螺栓

1. 從靜態反向器拉出轉換器單元。

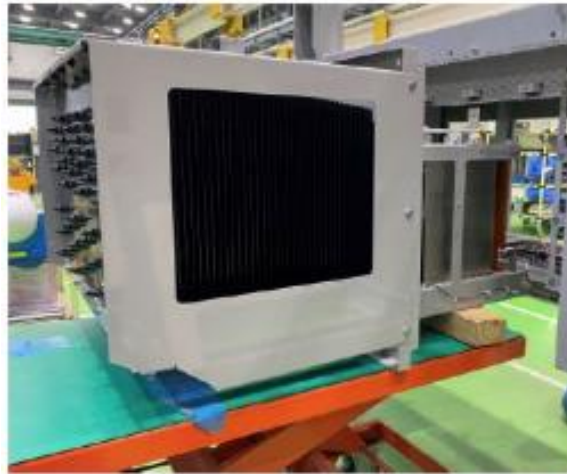


圖 118 整流器單元：升舉器安裝

m. 若要安裝整流器單元，請將移除程序反向。

4. 變流器單元—更換

(1) 移除蓋子

(2) 移除整流器單元

a. 移除將光纖電纜固定於定位的束線帶。

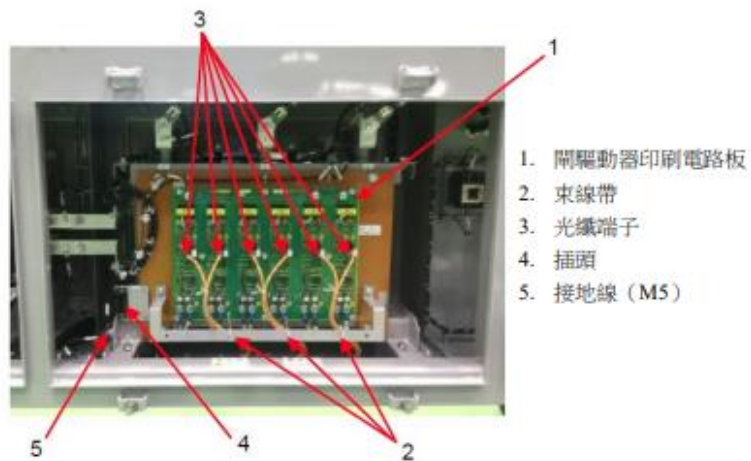


圖 119 變流器單元：移除電纜

b. 從閘驅動器印刷電路板移除光纖端子。

c. 拉出塞子。

d. 從接地端子移除接地線。只有一個到主體側。

e. 斷開電纜。

f. 從端子移除 2 個螺栓(M8)、2 個螺栓(M10)、鎖定墊片和平墊片。

g. 移除 2 個螺栓(M8)、鎖定墊片和平墊片。

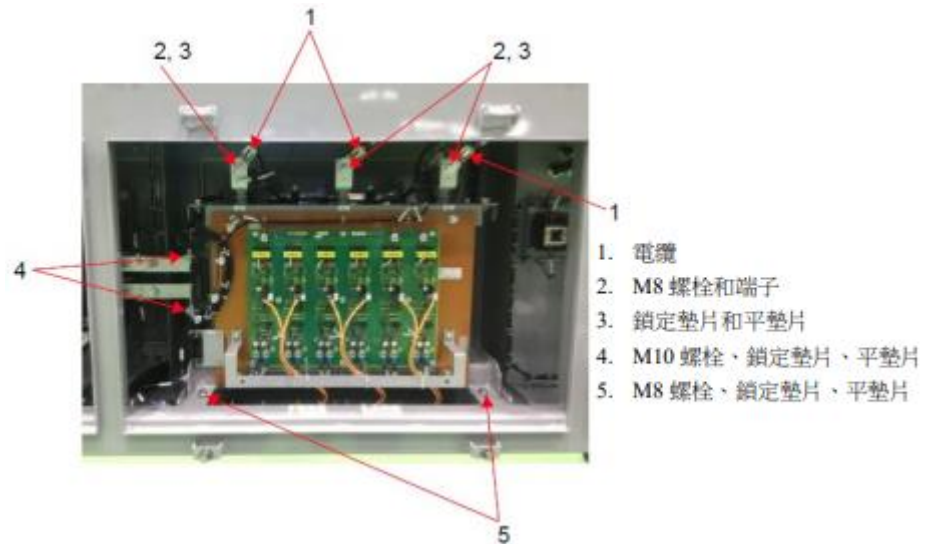


圖 120 變流器單元：螺栓移除

- h. 移除變流器單元 1 4 個螺栓(M8)、鎖定墊片和平墊片。
- i. 移除變流器單元 2 2 個螺栓(M5)、鎖定墊片和平墊片，然後移除固定托架。
- j. 移除變流器單元 3 4 個螺栓(M8)、鎖定墊片和平墊片。
- k. 將升舉器置於變流器單元下方。
- l. 從靜式變流器拉出變流單元。
- m. 若要安裝變流器單元，請將移除程序反向。

(二)列車控制監視系統(TCMS)

1. 系統概要

TCMS 能協助乘務及維修人員，且得以提供乘客舒適的服務。

TCMS 具有下述特點：

- TCMS 具有控制功能、監控功能及測試功能。TCMS 幫助乘務及維修人員使用該等功能。
- TCMS 傳送出力／制動指令來進行車輛駕駛。不過 TCMS 無法傳送如緊急軔機等安全指令。
- TCMS 備 LCD 觸控面板改善人機界面。
- 藉由使用 TCMS 的串列傳輸功能，可減少列車的電線數。然而，提供例如門機控制等與安全相關的控制 指令的電線仍應予保留。

TCMS 根據以下設計理念進行設計：

- TCMS 將監測各機載儀器並向乘務人員以顯示單元連續地告知其狀態資訊（例如：門機狀態、列車速度等）。
- 當偵測到錯誤時，TCMS 將在顯示單元上顯示該錯誤資訊並發出聲響警示。TCMS 將會向乘務人員顯示復位指引。
- 當列車的一處錯誤被偵測到時，TCMS 可在駕駛員顯示單元上顯示錯誤情形並提出必要採取行動之建議以協助乘務人員。
- 列車狀態記錄（例：事件資料、駕駛記錄資料等）都會儲存在中央單元的 SD 卡中，並可在 TCMS 維修應用程式中檢視。位於兩端的駕駛室車廂中每個中央單元內的 SD 卡都會獨立紀錄以確保如果任何一個故障時，另一邊仍可以在儲存空間中記錄。

- TCMS 內的控制與設定資料儲存於安裝於中央單元的不變性記憶體 (SD 卡) 中。因此，即便列車電源供應關閉時，控制與設定資料也不會被刪除。
- TCMS 有多餘的乙太幹線，因此雙線線路發生故障不會影響系統功能。如果中央單元或終端單元的電源供應失效時，路由器單元會關機，傳輸途徑便會自動略過此路徑，便可避開失效的路由器單元進行傳輸。
- 為達到駕駛控制功能，由系統-1 與系統-2 兩條傳輸支線連接至例如軀機控制單元及牽引控制單元等相關儀器處。該等儀器將透過系統-1 與系統-2 路徑接收到相同資訊，然後選擇兩個接收資訊中其中一者。來自系統-1 的資訊將比系統-2 的具有更高的優先性。如果系統-1 的傳輸故障時，儀器將不使用來自系統-1 的資訊而使用系統-2 的。
- TCMS 列車控制器(TC)會安裝在前頭駕駛車廂的兩個中央單元中。不論使用中的駕駛車廂位置，1 號車的 TC 均為主要列車控制器。如果主要列車控制器(TC)故障時，輔助列車控制器(TC)將成為主要列車控制器(TC)。如果輔助列車控制器(TC)成為主要列車控制器(TC)之後，之前的主要列車控制器(TC)修復完成時，該列車控制器(TC)便成為輔助列車控制器(TC)。輔助列車控制器(TC)將為待機模式，且其狀態將由主要列車控制器(TC)透過通信連結監控。
- 開啟電源供應器後，約需 35 到 40 秒來啟動 TCMS。在這段期間內，將進行 TCMS 的系統健康檢查。如果偵測到錯誤，會將其顯示於顯示單元上，而 TCMS 將中止開機程序。TCMS 經常會在開機程序成功後檢查本身健康狀況，並在電源開啟狀態下不停與監控伺服器及其他儀器持續通信。

2. 系統組織

TCMS 所包含之設備安裝於以下車廂內：

表 8 TCMS 系統組織

儀器	車廂編號											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
中央單元	✓											✓
終端單元		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
顯示單元	✓											✓
車輛介面單元	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

TCMS 採用雙線乙太線路進行幹線傳輸。該等幹線連接至安裝於中央單元及終端單元的路由器。傳輸速度最高 100Mbps。

機載儀器則由串列介面（乙太網或 RS-485 標準）及／或離散介面連接至 TCMS。

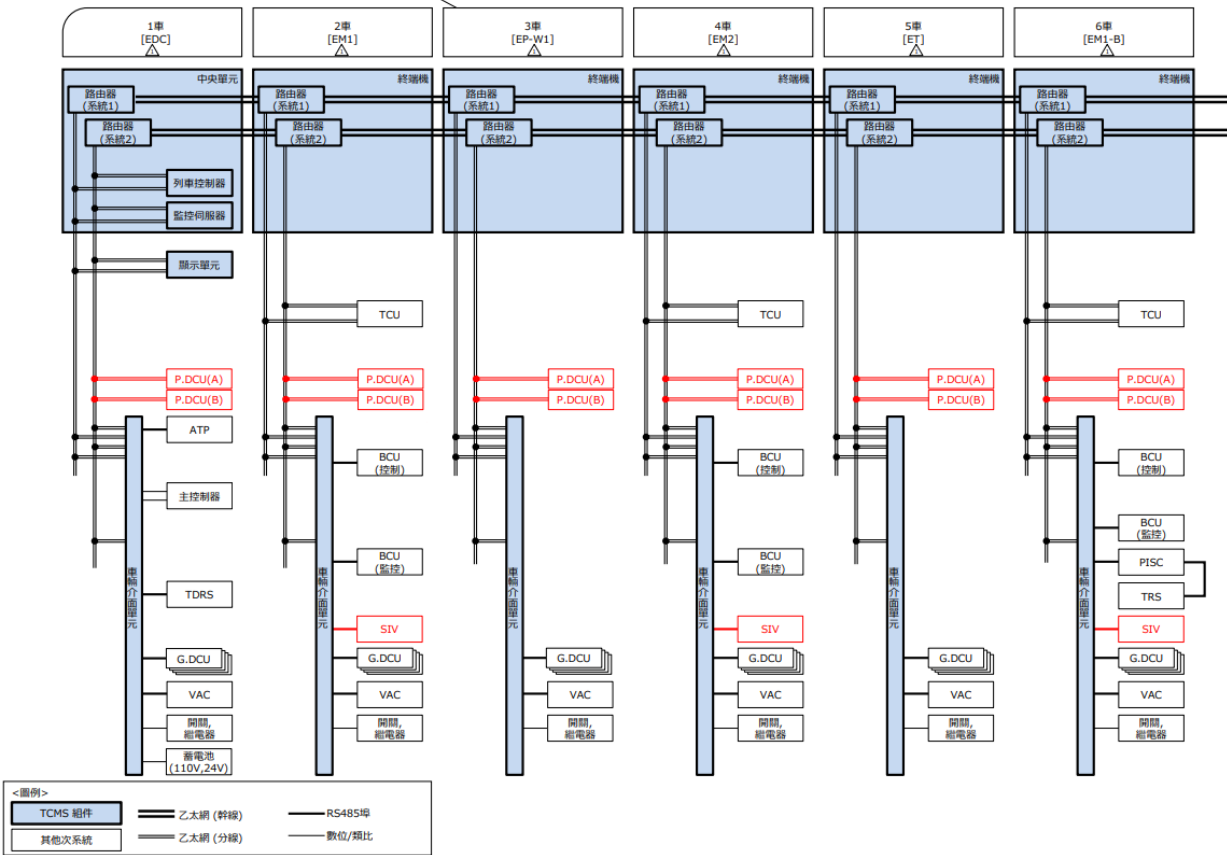


圖 121 1-6 車 TCMS 系統組織

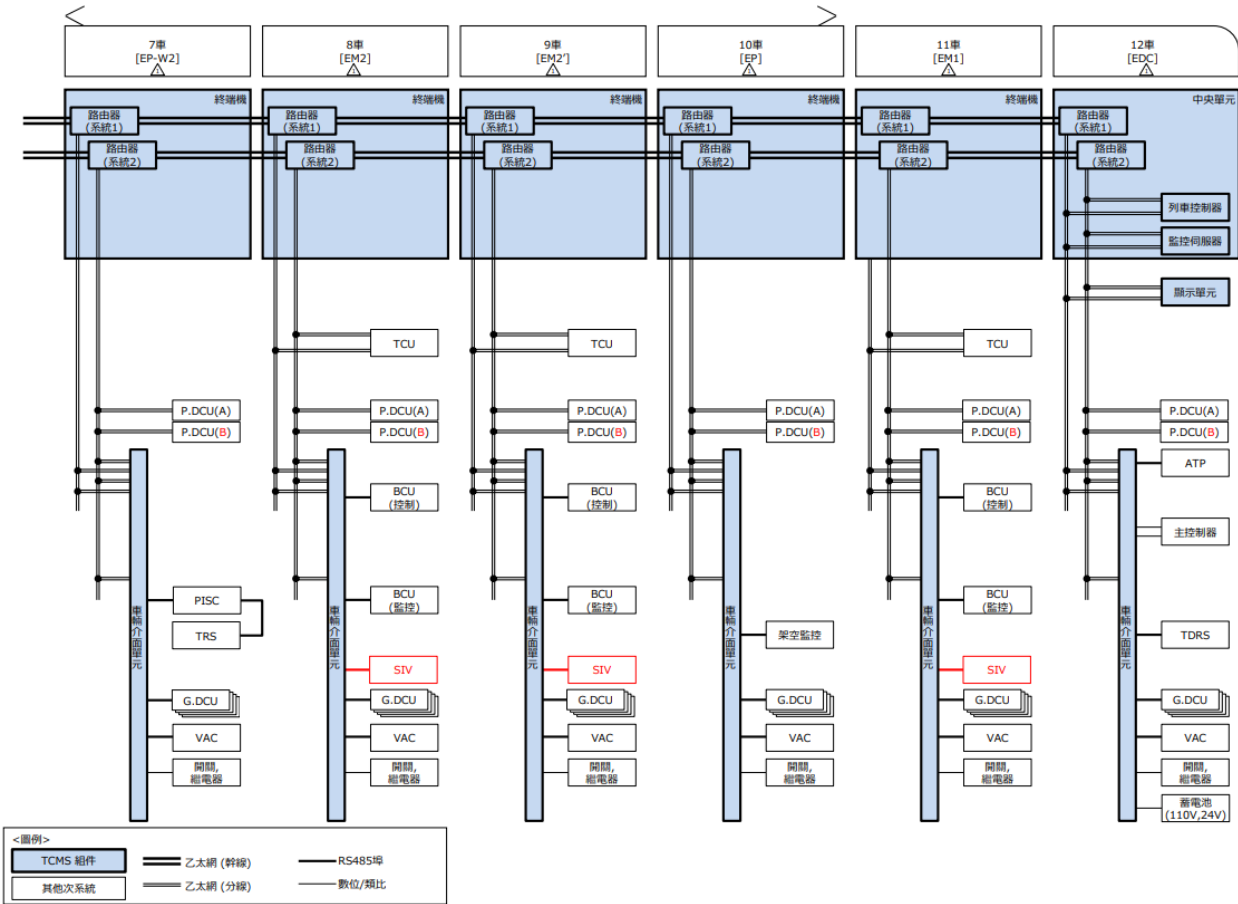


圖 122 7-12 車 TCMS 系統組織

3. TCMS 螢幕規格

(1) 一般畫面、運轉畫面



圖 123 TCMS 一般畫面



圖 124 TCMS 運轉畫面

(2)故障列表畫面



圖 125 TCMS 故障列表

(3)SIV 轉供畫面

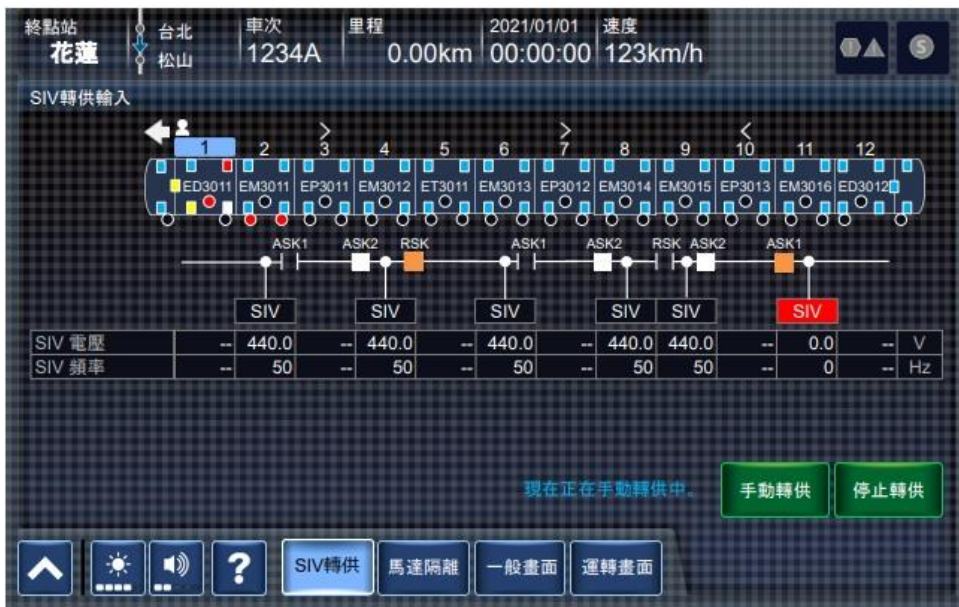


圖 126 SIV 轉供

(4)馬達隔離畫面



圖 127 馬達隔離

(5)檢修選項選單畫面



圖 128 檢修選項選單

4. TCMS 測試機台

(1)測試設備概要

本測試設備可供人員於定期檢修時，檢查前頭車及中間車的車輛介面單元硬體是否健全。測試時，測試設備會輸出各種等價訊號，確認前頭車及中間車的車輛介面單元是否正常動作。

(2)待測物設備

前頭車車輛介面單元

中間車車輛介面單元

(3)測試條件

- 請將前頭車及中間車的車輛介面單元從車輛取下後再實施測試。
- 每次僅對 1 台前頭車或中間車的車輛介面單元實施測試，測試前請重新接續測試用纜線。

- 前頭車及中間車的車輛介面單元由測試設備供電。
- 測試設備內部搭載精密儀器，請務必謹慎搬運、操作。
- 請於室內實施測試，以便管理測試設備周圍的溫度和相對溼度。
- 測試設備由建築物內部插座供電。
- 測試結果將由測試設備自動判定。

(4)測試設備構造

- 測試設備本體：依照操作裝置(筆記型電腦)的指示輸出各種條件(模擬輸出訊號等)，接收待測物傳來的各種訊號之後，再將接收資訊傳輸至操作裝置(筆記型電腦)。
- 操作裝置(筆記型電腦)：對測試設備本體下達測試執行指令，並接收測試設備傳來的測試結果，最後自動判定測試結果是否合格。
- 印表機：印表機與操作裝置(筆記型電腦)之間以 USB 纜線連接，從操作裝置選擇測試結果後 可用印表機列印。

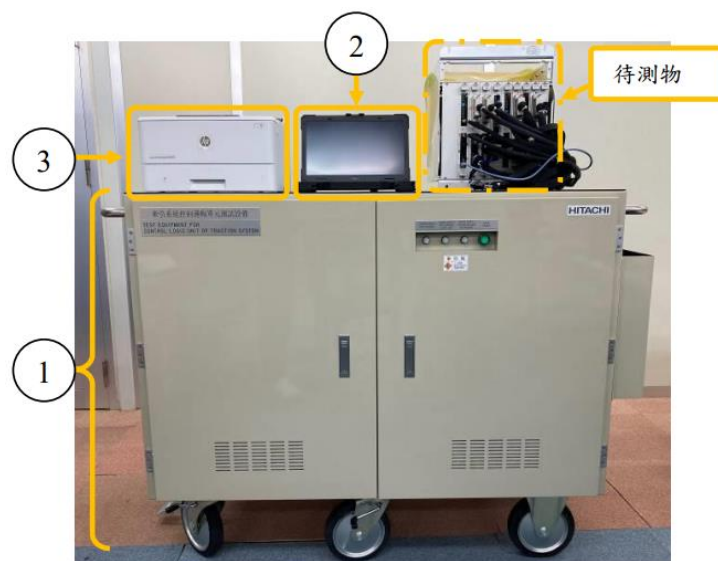


圖 129 測試設備

(5)操作步驟

a. 啟動操作裝置的電源

- ①測試設備背面設有「CS6」插座，請接上操作裝置(筆記型電腦)的電源線。
- ②測試設備背面設有「LAN」接頭，請接上操作裝置(筆記型電腦)的 LAN 纜線。
- ③測試設備背面設有「TLAN」接頭，請接上與邏輯部相連的測試用 LAN 纜線。
- ④測試設備背面設有「CS6」插座，使用印表機前，請插入印表機的電源線，並將印表機的 USB 纜線與操作裝置(筆記型電腦)連接。
- ⑤測試設備背面設有「TCN1~6」接頭，請分別接上與邏輯部相連的對應測試纜線。

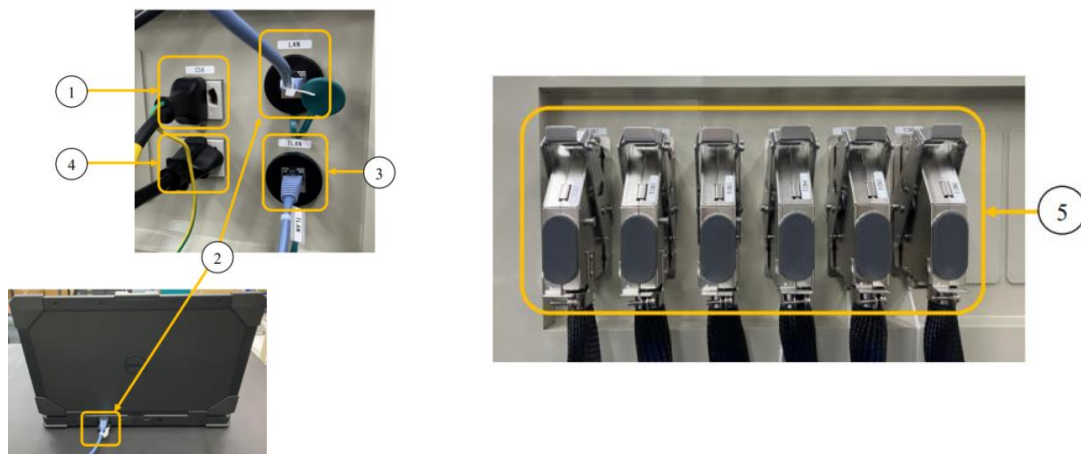


圖 130 測試設備連線

⑥請開啟操作裝置(筆記型電腦)電源。操作裝置(筆記型電腦)啟動後，會顯示 Windows 桌面。

b. 操作裝置桌面

①點擊「TCMS Test Equipment」圖示後，測試設備程式啟動，並顯示啟動畫面。啟動畫面結束後，將顯示主選單。

c. 主選單

①設定啟動資訊。

②若欲繼續實施上回中斷的測試，按下〔結果繼承〕即可選擇並開啟之前的測試結果。

③若欲解除〔結果繼承〕，按下〔繼承解除〕即可解除，系統會顯示啟動資訊設定畫面 並回到預設值。



圖 131 測試設備主選單

五、車體

(一)車體製作組裝

1.車體製作流程

管理單位	製造		QC						製造	QC	HB			
	車輛製作	交接	單車檢查		單元試驗			編組試驗			編組解體	出貨前檢查	出貨	
製作流程					構造檢查	特高耐壓試驗 耐壓試驗 艙裝檢查	單元試驗(1~4車)	單元試驗(5~8車)	單元試驗(9~12車)	編組組成				蓄電池試驗

圖 132 車體製作流程

2.車體製作作業

笠戶事業所負責製造車輛，依下列流程順序，實施車體構造製作至艙裝品安裝作業。製造部門分為負責製作車體構造的部門，以及負責塗裝、安裝配管、配線、機器的部門，1天可以產製1輛車輛。

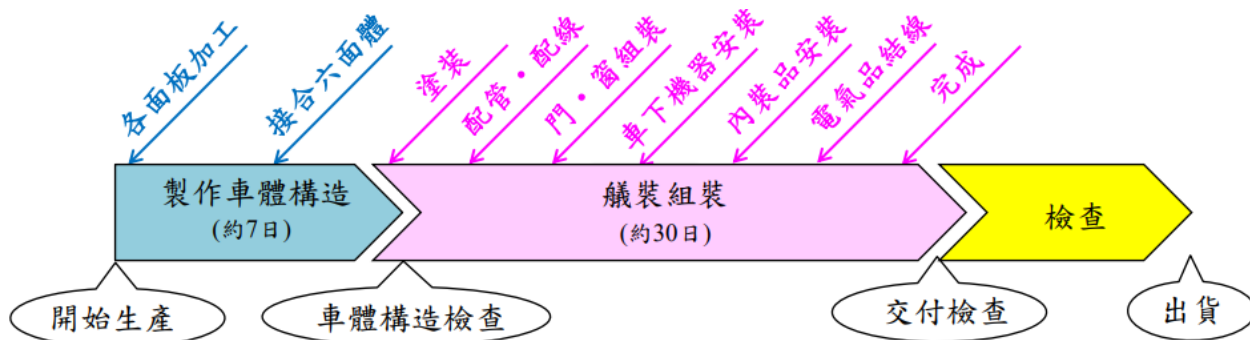


圖 133 車體製作組裝流程

(1)各面板加工：利用加工程式切割製成車側構造、車頂構造、底架構造、端牆構造、前頭構造。



圖 134 各面板加工

- (2)接合六面體：將前一步驟加工完成的各面板焊接為六面體。安裝焊接零件，此時品保部門將實施相關檢查作業，無問題即可執行下一步驟。



圖 135 接合六面體

- (3)塗裝工程：在車輛表面施以防鏽、中間塗層、面漆等數道工程，以呈現車輛美麗外觀。以噴漆方式實施塗裝作業。



圖 136 塗裝工程

- (4)配管・配線：架設車內、車下的配管和配線。安裝機器或內裝品之後，某部分配管和配線將受遮蔽而難以目視確認。因此，此階段將一邊確認鎖固情形，一邊謹慎進行作業。



圖 137 配管・配線

(5)門・窗組裝：車窗組裝時，為避免車內浸水，將同時實施密封膠條安裝作業。車門組裝時，因車門為可動構造，所以作業時將一邊確認安裝尺寸、一邊謹慎安裝。



圖 138 門・窗組裝

(6)車下機器安裝：安裝大重量的車下機器。鎖固車下機器後，連結配管並結線，逐步完成安裝作業。



圖 139 車下機器安裝

(7)內裝品安裝：組裝車內內裝相關零件。為使外觀整齊劃一，謹慎鎖固零件，讓各零件之間的縫隙均等。鎖固後為避免表面損傷，將實施養護作業。



圖 140 內裝品安裝

(8)電氣品結線：針對車下、駕駛室、上下台門通道等各處電機製品實施結線作業。結線完成後，由其他團隊確認導通情形，確保結線作業品質。



圖 141 電氣品結線

(9)完成：車輛完成後，將交付至品質保證部門。此時，品保部門將會同製造負責人一起確認車輛。若出現需改善事項，將實施修繕作業。



圖 142 完成

3. QC 試驗

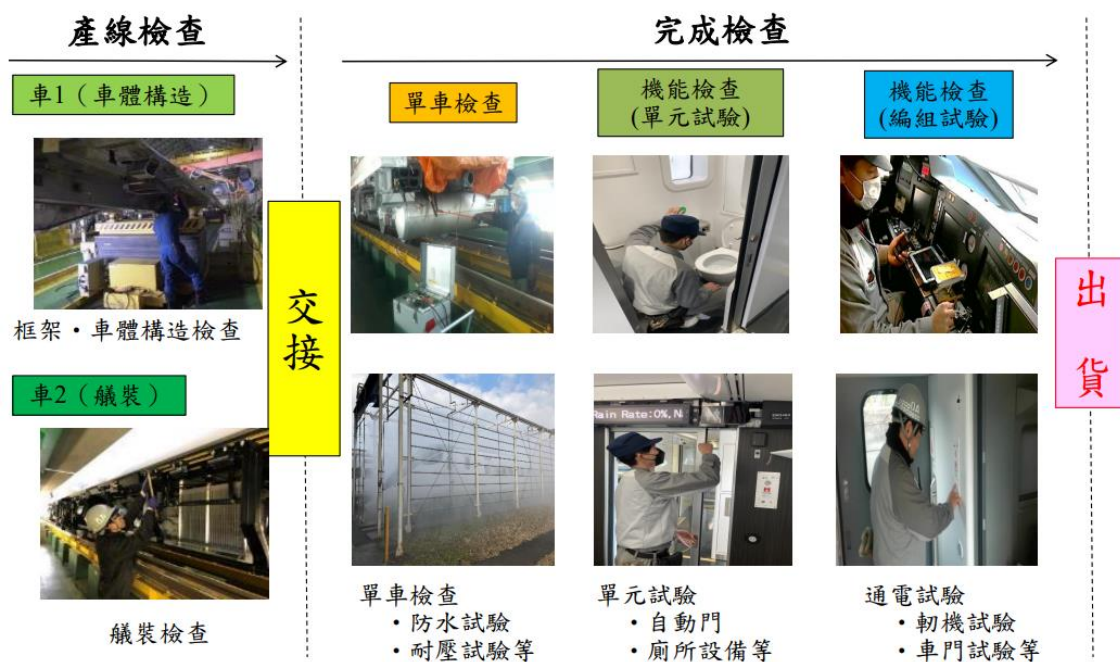


圖 143 QC 試驗流程

4. 列車防護無線電試驗

列車防護無線電能夠傳輸鐵道訊號，當鐵道上有列車緊急停止時，列車防護無線電便能傳輸訊號，警示附近行駛中的列車緊急停車，避免二次事故發生。但因日本國內規定不可隨意發送電波訊號，所以笠戶工廠會檢查電源裝置電源及 DC/DC 整流器，以確認設備健全性。



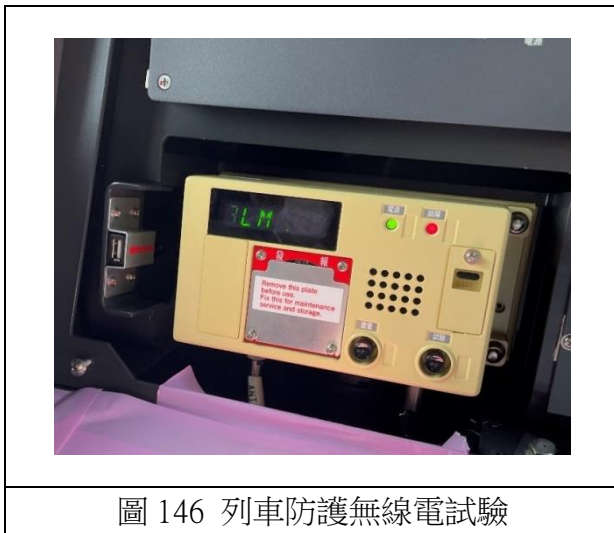


圖 146 列車防護無線電試驗



圖 147 列車防護無線電試驗

5. 火災預警設備試驗

確認火災發生時，各機能可否順利運作、滿足安全需求。

(使用煙霧機模擬火災發生情景以實施測試)



圖 148 煙霧模擬試驗

(二) 空調機

空調機是為了讓客室中維持舒適的溫濕度及乾淨空氣以提供乘客舒適的乘坐空間的設備。每個車廂於車頂上設置 2 台空調機，將從客室的回風空氣與大氣(新鮮空氣)的混合空氣以蒸發器進行冷卻後，並以天花板風道將冷空氣送入車廂中，達成車內的降溫及除濕。另外冬天則以電熱器達到車內的加溫。

空調機的交流 440V 60Hz 電源來自於安裝於車下的電源裝置(SIV)。

空調機具有以下的特長：

- 安裝及檢查等維護很容易。
- 搭配天花板風道，可使客室內維持均勻的溫度。
- 空調控制器搭載微處理器，冷暖氣皆能夠按照熱負荷進行極細微的車內溫度控制。
- 空調機的運轉操作可以從駕駛室的螢幕簡單地操作。
- 空調機為模組化設計，可從車輛取下而不損壞冷媒配管或配線。

1. 系統構成

空調機為將壓縮機、蒸發器/冷凝器、蒸發器風扇/冷凝器風扇及空氣送風機等安裝於堅固的框架內，並包覆外蓋形成一個單元組件後，藉由防震橡膠固定於車輛上。

各部件考量到車輛的振動做穩固的製造及安裝。空調空氣出口設有法蘭，並經由風道與車輛相連接。回風空氣吸入口設有襯墊，藉由襯墊與車輛相連接。

在空調機有含有 2 組冷凍循環，所使用的冷媒為 R407C。R407C 是符合中華民國行政院環境保護署最新規定的冷媒。冷氣運轉時，經壓縮機壓縮的高溫高壓氣態冷媒和冷凝器風扇吸入的室外空氣在冷凝器內部進行熱交換而冷卻，冷媒變成液態通過冷媒除濕器(dryer)後進入減壓裝置(毛細管)而膨脹。從減壓裝置(毛細管)出來的低壓飽和狀態的霧化氣態冷媒進入蒸發器，與客室回風空氣和新鮮大氣做熱交換將空氣冷卻、除濕後，透過天花板風道送入客室。

另一方面，由蒸發器所蒸發的冷媒將成為低壓飽和氣體或部分過熱氣體，再通過儲液器、過濾器後被吸入壓縮機後形成循環。

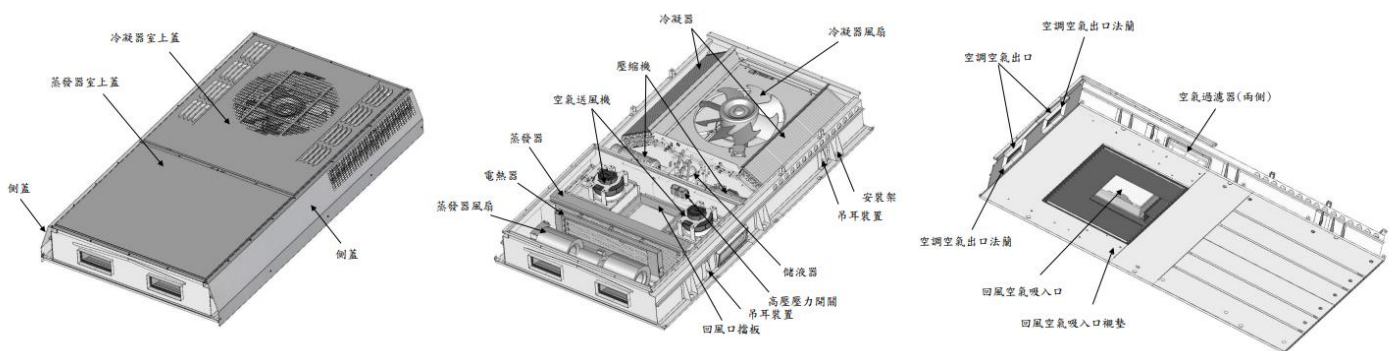


圖 149 空調機

(1) 新鮮空氣吸入口構造

空調機的新鮮空氣進氣口的構造如下圖。新鮮空氣進氣口設置了為了防止灰塵進入車內的不鏽鋼製的空氣過濾器。此外，為了防止雨水進入，設置了擾流板(baffle)。空調機內的空氣送風機為了要使壓力下降幅度最少設置於新鮮空氣進氣口附近。空氣送風機將清淨的新鮮空氣向車內供給。另有關於排氣部分，將與供給的新鮮空氣成比例的量的空氣從車輛(空調機外)向外排出。

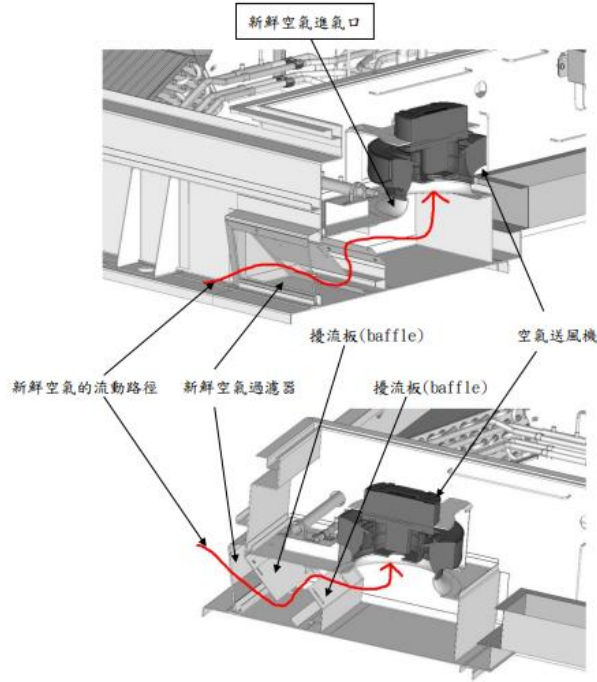


圖 150 新鮮空氣吸入口構造

(2)排水構造

空調機之排水為透過設在空調機底部的排水孔進行。

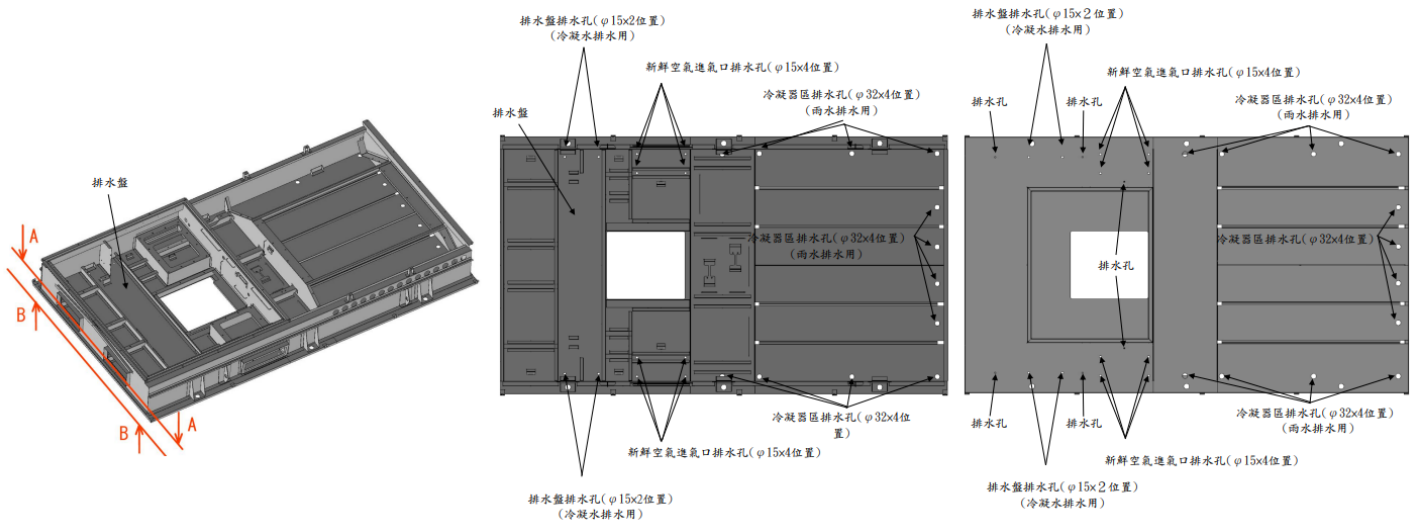


圖 151 排水構造

2. 空調機規格

表 9 空調機規格

No	項目	每組空調機 [/HVAC 單元]	每節車廂 [/車廂]
1	冷凍能力 [kW](JR t)	26.0(6.73)以上	52.0(13.46)以上
2	冷氣輸入電源(主迴路)[kW]	12.0 以下	24.0 以下
3	暖氣能力[kW]	4.0	8.0
4	暖氣輸入電源(主迴路)[kW]	4.6	9.2

5	風量[m ³ /min]	混和空氣	55.0	110.0
6		新鮮空氣	13.4	26.7
7		回風空氣	41.6	83.2

3. 空調控制器

從「以 TCMS 來監視、調整空調溫度」「能從列車長及服務員室(第 6 車和第 7 車)監視並調整空調溫度及相關設定」的觀點出發，日立導入了具電子式恆溫器功能且可與 TCMS 通訊的空調控制器。將如圖 134 所示空調控制器的顯示設定單元設置於車內上下車台，顯示客室溫度並能從車內上下車台確認之。從駕駛室可以藉由 TCMS 來監視、調整空調溫度。從列車長室及服務員室(第 6 車和第 7 車)可以藉由空調控制器的顯示設定單元來監視、調整空調溫度及相關設定。不論從駕駛室、列車長室及服務員室都可以設定空調溫度於 18°C ~ 28°C 的範圍。



圖 152 空調控制器的顯示設定單元

4. 空調機的控制系統

空調機由空調控制器所控制。空調控制器與 TCMS 通訊，並透過硬線來接收空調機控制用的信號。空調機包含以下的功能：溫度控制系統、緊急通風作動、火災偵測作動、故障偵測。

空調控制器在以下的狀況，將會向各設備傳送預先設定之作動指令。

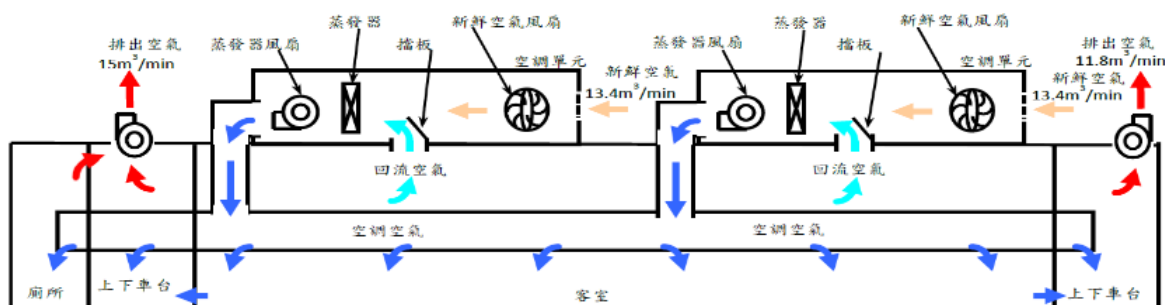
- 經由傳輸收到調速信號時 壓縮機不會同時作動下，使空調機開始運作。
- 藉由硬線收到緊急通風信號時 空調機回風口擋板閉合，蒸發器風扇、壓縮機、冷凝器風扇及電熱器立即停止，空氣送風機為了提供必要的新鮮空氣給車內，轉速上升後持續運作。
- 藉由硬線收到車內火災偵測信號、隧道火災偵測信號時 空調機內所有設備停止運轉。

表 10 緊急通風動作、火災偵測動作時的各指令動作一覽

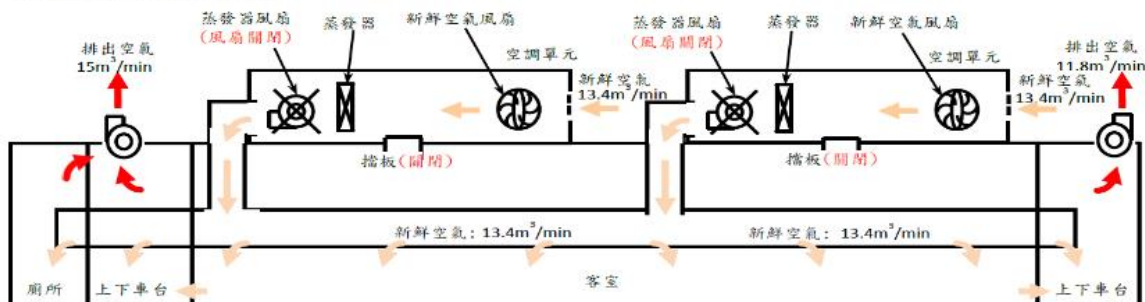
NO	空調指令	動作							
		空調機 1・空調機 2							
		蒸發器風扇		冷凝器風扇	壓縮機		空調機內電熱器	空氣送風機	回風口擋板
高速	低速	CP1	CP2						
1	平常狀態	依據表 11						● (低速)	開
2	緊急通風	-	-	-	-	-	-	● (高速)	閉
3	車內火災	-	-	-	-	-	-	-	-
4	隧道火災	-	-	-	-	-	-	-	-

—：停止 ●：連續運轉

1. 正常模式

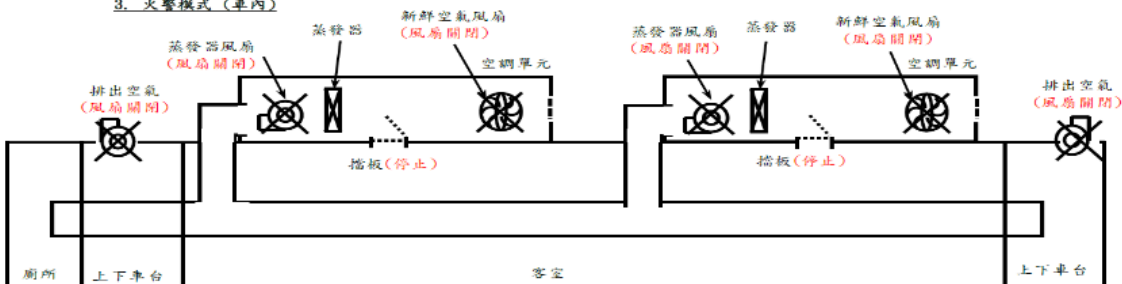


2. 緊急模式 (列車電源中斷)

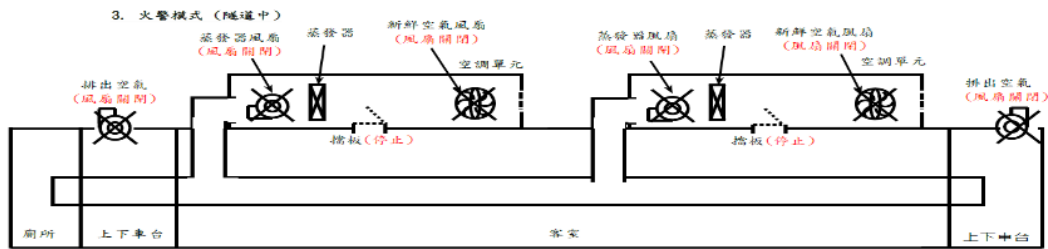


空調循環被限縮為最少通風，此時僅有直流供電風扇會運轉，而使吸入新鮮空氣與排出空氣量達到最少。回風擋板在此模式下將自動關閉。

3. 火警模式 (車內)



失火車輛內部空調循環功能將會完全關閉，但鄰近車輛將持續以正常模式運作。火、煙應保持在車輛內部以最小化對外界排出。



全列車將完全關閉 HVAC 循環功能。
 隧道內火災及煙塵被偵測且應由駕駛員手動觸發此模式。
 由 TCMS 發出警報來提醒駕駛員在事故後要手動切換回到正常模式，以避免以此模式繼續營運。
 CO₂ 感測器將啟動以告知 CO₂ 濃度等級，但是最終仍由駕駛員決定手動切換回正常模式。

圖 153 空調機各模式圖示

空調機運轉的車外溫度範圍為 -15°C ~ 45°C。溫度控制系統主要由空調機、空調控制器、回風溫度感測器、車內溫濕度感測器及車外溫度感測器。同樣地為了控制車內溫濕度，設置回風溫度感測器在車頂空調機內的回風口，車內溫濕度感測器設置在客室。車外溫度感測器則在車頭外部設置。

空調控制器會評估溫度感測器及濕度感測器的類比信號，根據電磁接觸器的控制來調整空調機的運作。

空調控制器根據從顯示器和空調控制器的顯示設定單元所設定的各指令及動作一覽表如表 9。

表 11 各指令動作一覽

No	指令來源	空調指令	運作模式	動作							空調機 2	壓縮機稼動率
				空調機 1						空調機內電熱器(註 1)		
				蒸發器風扇		冷凝器風扇	壓縮機					
				高速	低速		CP1	CP2				
1	顯示器	關	全停止	-	-	-	-	-	-	-	-	
2		送風	送風	●	-	-	-	-	-	-	-	
3		自動冷氣	強冷 2	●	-	●	●	●	-	與空調機 1 相同	100%	
4			強冷 1			●	○	○			75%	
5			弱冷 2			◎	○	○			50%	
6			弱冷 1			◎	○	○			25%	
7			除濕①			◎	○	○			25%	
8			除濕②			◎	○	○			33%	
9			送風			-	-	-			-	-
10			自動暖氣			100%	-	●			-	-
11		67%		○								
12		33%		○								
13		送風		-								
14		停止	-	-	-	-	-	-	-	-		
15		強冷 2	強冷 2	●	-	●	●	●	-	100%		
16		弱冷 2	弱冷 2	●	-	●	○	○	-	50%		
17		除濕	弱冷 1	●	-	◎	○	○	-	25%		
18			除濕①			◎	○	○				

19			除濕②			◎	○	○		25%
20			送風			-	-	-	33%	-
21		100%暖氣	100%	-	●	-	-	-	●	
22		67%暖氣	67%	-	●	-	-	-	○	
23		33%暖氣	33%	-	●	-	-	-	○	
24	空調 控制 器 的 顯 示 單 元	本車送風	與 No.2 相同							
25		本車自動冷氣	與 No.3~9 相同							
26		本車自動暖氣	與 No.10~14 相同							
27		本車強冷氣 2	與 No.3 相同							
28		本車強冷氣 1	與 No.4 相同							
29		本車弱冷氣 2	與 No.5 相同							
30		本車弱冷氣 1	與 No.6 相同							
31		本車除濕	與 No.17~20 相同							
32		本車 100%暖氣	與 No.21 相同							
33		本車 67%暖氣	與 No.22 相同							
34	本車 33%暖氣	與 No.22 相同								
35	本車弱送風	與 No.13 相同								

—：停止 ●：連續運轉 ○：循環間歇運轉 ◎：間歇運轉（配合壓縮機運轉）

67%：空調機內電熱器的稼動率 67%間歇運轉

33%：空調機內電熱器的稼動率 33%間歇運轉

(註 1)空調機內電熱器運轉時蒸發器風扇也一定會運轉

製造現場實習



圖 154 空調機介紹



圖 155 空調機介紹



圖 156 空調機介紹



圖 157 空調機介紹



圖 158 空調機冷媒檢測介紹

圖 159 空調機冷媒檢測介紹

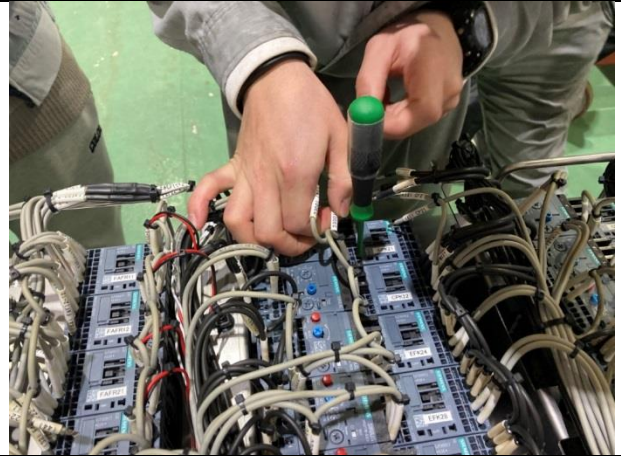


圖 160 繼電器安裝

圖 161 繼電器安裝

肆、心得及建議

一、鐵道技術演進

(一) 牽引變流器

在本次訓練課程中，原廠對於 EMU3000 的主變壓器、主變換器、整流器之相互連結控制有概要的說明，讓我們對於 EMU3000 電聯車動力輸出有更明確的了解。台灣鐵路電力列車從最初的直流牽引控制系統，如 EMU100~400，E100~400 等，演變為交流牽引控制系統 GTO，如 EMU500，E1000 等，後來因為發熱量和損耗過大再演變為 IGBT 系統，如 EMU500（動力改造）、EMU600~900、TEMU1000，2000 等。EMU3000 型整流器/變流器（型號：CII-HR1420F）採用最新技術的混合型 SiC 模組。日立製作所自 2013 年起製作、供應採用混合型 SiC 的主迴路裝置，於日本國內、海外案件均有充分的運轉實績。整流器動力裝置使用混合型 SiC 3.3kV/1200A 元件；變流器動力裝置使用混合型 SiC 3.3kV /1800A 元件。混合型 SiC 模組，將先前 IGBT 模組使用的矽二極體更換為碳化矽蕭特基二極體 (SiC-SBD)，以此減低運作時的損失。透過減少損失來抑制模組溫度上升，可做到冷卻裝置小型化。

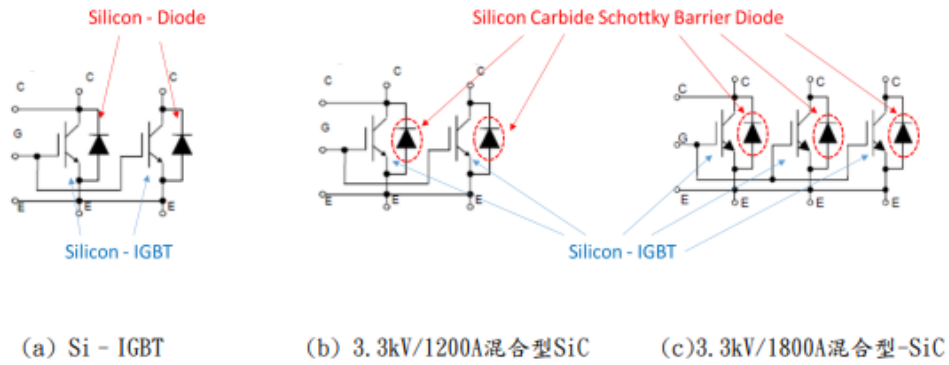


圖 162 Hybrid-SiC (混合型碳化矽)構成簡圖

與 TEMU1000 電車（太魯閣號）之尺寸 4360mm 相比，由於使用混合型 SiC，本案件的 EMU3000 之尺寸為 3650mm，實現了小型化。並且，在 TEMU1000 電車中，馬達個別隔離接觸器箱是與整流器/變流器分箱另置的，而本案中則與整流器/變流器一體化，所以最終尺寸為 4450mm。此外，設備箱體及外殼之接合構造，承襲其他案件具有 IP54 密封性，並採用符合 EN45545 密閉箱定義且具實績的構造，使用 EN45545 防火性能密封材料。由於採用相同的構造，故符合 IP54 規定，且依據密閉箱定義，箱內材料自防火要求對象中排除。

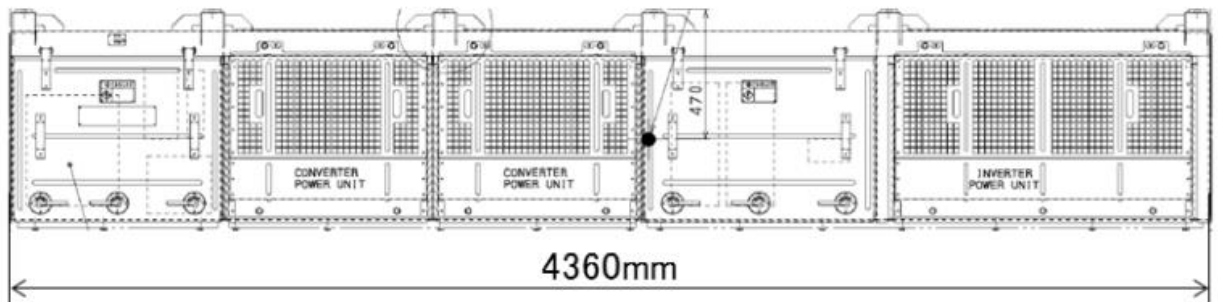


圖 163 TEMU1000 整流器/變流器外形圖

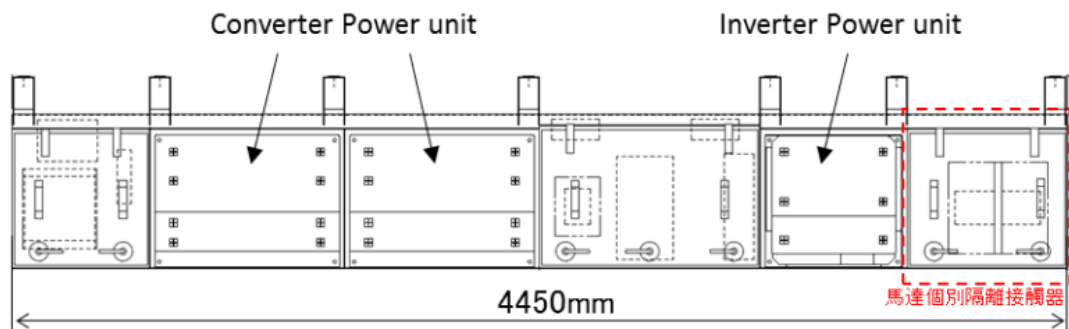


圖 164 EMU3000 整流器/變流器外形圖

在製造現場參觀時，可以感受到日本人的嚴謹態度，從材料整備，各項零件安裝，功能測試，QC，出貨都嚴格遵守 SOP。在廠區裡面移動時，也是遵守地上畫的動線前進。原廠技師在拆解零件時，有拆卸過的螺絲都會去除記號，在零件安裝後螺絲重新鎖緊後，會再重新畫上新的記號，以作為未來檢查是否鬆脫之依據。

牽引控制系統課程的最後，原廠有對於定速控制時扭力控制變化的說明，此議題是工時會議列管之議題，我們提出的問題是列車已經到達目標速度時，動力輸出仍然會呈現斷斷續續的輸出，而不是一個穩定的均速電流，在乘坐舒適度上可明顯感受到推力斷斷續續

的不舒服感覺。原廠提出資料，內容提到定速控制是用 PI 增益控制，偵測到速度偏差時藉由比例增益及積分增益去計算踏面作用力指令（馬達輸出電流值），從原廠提出的資料來看，P I 控制增益調大穩態偏差值變小可符合規範要求± 2 公里內，但在實際運轉上，在平坦路線上面速度只有差距不到 1 公里牽引馬達電流就輸出高達 180 安培，以至於偵測到出力過大而隨即切斷動力，如此周而復始反覆作用，則形成類似心電圖的扭力輸出狀態。

(二)牽引馬達

EMU3000 型沿襲 TEMU1000 型的牽引馬達的結構改進，定子框架設有排塵孔。以目前 TEMU1000 型所使用之馬達為基礎，包含排塵孔大小及相關定子構造，依據目前台灣鐵道行使環境進行優化設計。另外，為適應台灣的氣候條件如大雨等，使用可行駛海岸線之 Class200 絕緣等級之牽引馬達。

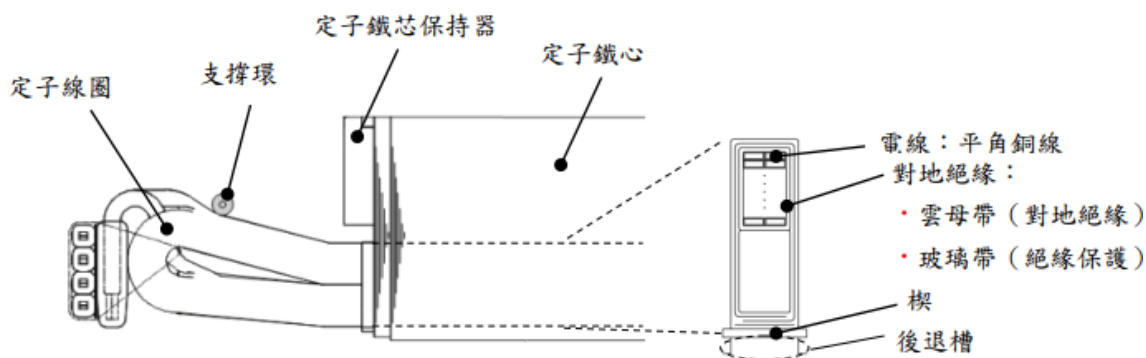


圖 165 定子線圈端部及定子槽內截面

EMU3000 型牽引馬達通風方式：

- 冷卻風從驅動側的進氣口進入馬達，從非驅動側的排氣口排出。
- 冷卻風內含的灰塵等，藉由風扇的離心作用跟冷卻風分離，從設於進氣口的排塵孔向外排出。該構造由於此功能，不需要用到濾網等過濾器等便能以乾淨的空氣來冷卻馬達內部。
- 在圖 166 中表示了馬達的構造及冷卻系統。
- 風扇為鋁合金製之耐高轉速構造。

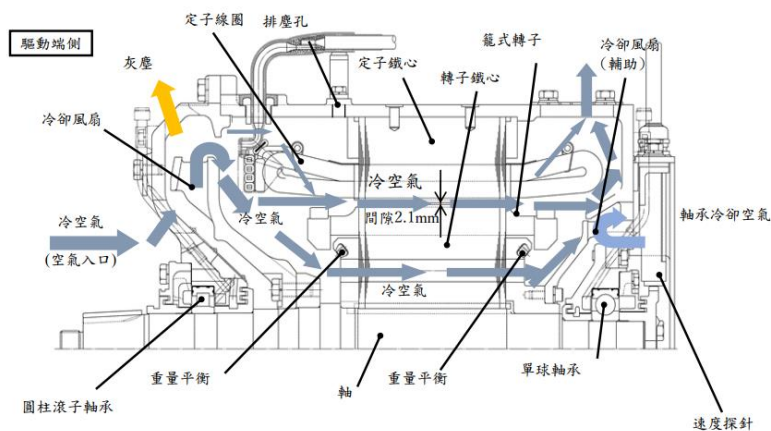


圖 166 定子線圈端部及定子槽內截面

(三)空調

日立空調的渦卷式壓縮機開發於 20 多年前，在全世界取得 205 個專利。這些壓縮機的平均故障間隔(MTBF)大幅超過 150000 小時，具有高度的信賴性。

日立空調的渦卷技術有下述的優點：

- 同等級最高 COP 值及高壓艙方式的高信賴性
- 低噪音、低振動

項目 \ 種類	渦卷式	迴轉式	往復式
COP[-]	2.9	2.6	2.6
噪音比[%]	90	105	100
振動比[%]	60	400	100
組件件數比[%]	40	60	100

另外蒸發器及冷凝器的銅管使用管內表面積增大的內側螺旋溝槽管，達到了較高的熱交換率。

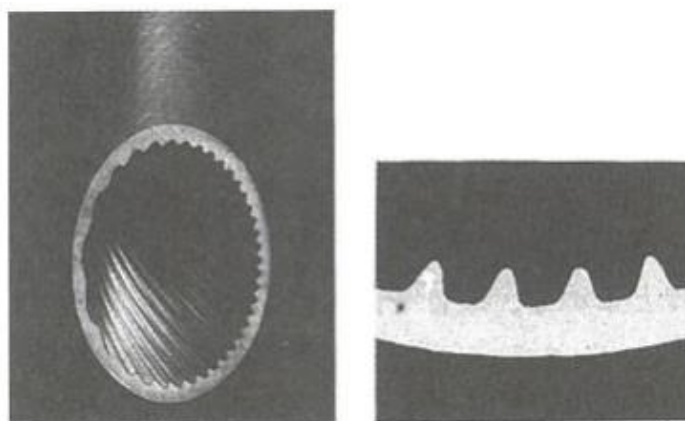
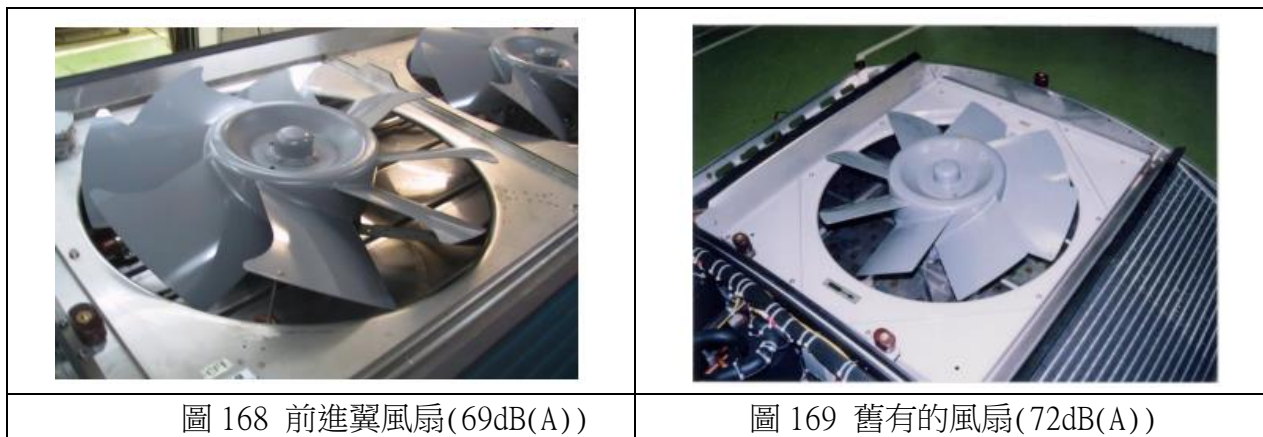


圖 167 蒸發器及冷凝器的銅管截面

空調機的噪音主要取決冷凝器風扇。

日立空調的冷凝器風扇採用風扇外緣朝旋轉方向伸長的前進翼風扇，與舊有的風扇相比可達到約 3dB(72dB(A)→69dB(A))的靜音。



二、訓練心得

(一)檢修人員心得：

本次城際電聯車 600 輛之專業訓練課程之訓練，就動力系統、傳動裝置、行走系統、輔助供電系統及車體等多項設備，除有設計原理及功能說明外，另對現場檢查與維修保養人員進行工作內容之解析，有助於日後一、二級段內保養更確實，電路邏輯及車輛機械硬體拆裝能有更進一步的車輛整體架構觀念，針對未來機廠之三、四級保養能提前了解知能並進一步預先規劃。

另於上課期間實地觀摩參訪各工廠之產品線之生產與組裝，加深對製造工廠流程（如生產製造、品管檢驗、教育訓練、出貨運送等）概念及將 ISO 品質概念，未來可將其融入於臺鐵車輛保養檢修、教育訓練、問題點追蹤與分析、改善與回饋等各層面與細節。

因此次上課內容項目較多、致時間較課程較為緊湊，且因製造前期受疫情影響，造成此次至工廠參加訓練時，車輛大多已完成生產製造，僅能由單獨或類似相關之設備就外部說明，因此設備內部結構組裝及相關測試驗證較為不足。

(二)運轉人員心得：

本次課程於空調機概要說明課程時有司機員提出關於駕駛室溫度過高的問題，在規範並沒有安裝獨立空調的限制下，最後解決辦法是將現有編組的客室風道加裝擋板遮蔽出風量，使駕駛端出風量增加，達到降低駕駛室溫度的目的。使用者角度認為駕駛室需要獨立空調或者是對駕駛室室溫的獨立要求，在臺灣這種氣候，這並不是困難奢侈的需求或者是先進的技術；再舉一例，部分地方瑕疵造成司機員的困擾，例如頭燈切換開關用按鍵式容易固著，新車至今已經發生多次，固著時無法關閉會嚴重影響列車在交會時的行駛。未來希望新車相關改善或甚至往後新購車輛規範跟駕駛有相關的部分能有司機員參與。

此外，司機員需要出庫檢查確認車輛能順利運行跟運行時故障排除的能力，這明顯需要對車輛的大部分設備相當認識及熟悉才有可能。這次出國，透過上課以及跟檢修人員的對談溝通，發覺有些設備的缺失是司機員必須要去特別注意的，但這並沒有在平日的訓練跟執勤時發現或強調。認為請檢修人員定期跟司機員上課溝通或加強橫向聯繫，分享車輛可能的缺失及錯誤，非常有助於行車安全，確保列車良好的運行，希望公司化後的臺鐵在這一方面有實質的作為。

三、建議事項

(一)牽引控制系統：

以司機員角度針對牽引控制建議可參照路線坡度資料加入演算法，在平坦線的路段，PI 控制增益值可以調降，讓扭力變動值變小，以增加行駛舒適性，在坡度比較大的路段，再調整加大 PI 控制值，讓扭力輸出變大以符合需求。又或者是可以導入 AI 技術，自動判斷路線的坡度狀態隨時調整 PI 控制增益值，目標是將輸出電流呈現一個穩定的狀態而不是波動狀態。目前原廠提到為符合規範要求，在實車上使用這個參數設定，如再變更參數，便無法符合規範要求，故認為此次車輛採用的參數，應收集資料，了解是否有旅客因現行參數中，造成乘坐的不適感。

(二)TCMS：

在 T C M S 部分，我們也有提出很多跟運轉無關的資訊顯示在螢幕上並發出警示音會可能影響運轉工作，原廠表示已經與本公司開會決議，若需要再更改警告層級及項目，日後的會議中再提出，可再作更改。

(三)駕駛室空調：

現今列車空調和過去之列車空調系統，在設計與功能上已有顯著之不同與進步，以往傳統之列車空調只有調節溫度之功能，甚至只有冷氣功能，就算在冬天，也因為要保持客艙內的空氣乾爽而須讓冷氣運轉，故導致客室內溫度普遍過低，進而造成搭乘旅客的困擾。再者，有關保養維修部分，也摒棄了傳統的設計觀念，改由模組化概念，以確保無須破壞任何冷媒管線，即可進行拆卸作業，除了大幅降低現場維修保養的工序之外，更可以因為冷媒的不外洩，而達到現今最重要的環保意識。綜觀本形式之列車空調系統，已有多種功能，除了基本的冷氣，尚有暖氣、濕度控制，車內外換氣，二氧化碳監控和強制換氣功能。因此，維修保養人員針對此項設備的工作規範須了解外，設計原理及功能也藉由此次之受訓監造，可增進後續電路及機械邏輯、故障查修能力。另外，針對原廠對於駕駛室與客室空調溫度的設計缺失，在此次工廠參訪中，也實際查看列車在生產線上組裝時，是否有依循之前缺失檢討會議之結論來執行改良方案，以期後續交車時能夠符合我方之規格需求。

(四)檢修流程：

對於原廠操作人員在實施各項裝置組裝時，所有流程於工廠中皆立有組裝順序及所需工具條列清晰，組裝流程圖及應確認事項皆有圖解說明，本公司諸多手冊，大多置放於置物櫃，實際施作並無法帶在身上確認，需要檢查員熟記檢查項目，故認為可嘗試將重點檢修項目，繪製工作流程圖及檢查點並置放於廠段集合地點，以維各廠段檢修品質一致。

(五)基礎教育訓練：

此次訓練交流發現，日本工廠新進操作員工，於實際上工前，會安排一整套基礎技能訓練，如螺絲鎖固方式、基本銲接線路、注油、清掃、及各式機械操作，對於基本技能項目安排實際操作考核及實作成品，完成基礎實作技能再開始由前輩帶領進行檢修工作，一方面可以實際減少檢修教學時間，新進同仁亦可更清楚操作要領之原因，建議本公司於新進同仁訓練時納入參考。

伍、 參考資料

1. EMU3000 型城際電聯車維修手冊
2. EMU3000 型城際電聯車專業訓練教材
3. EMU3000 型城際電聯車設計文件