

出國報告(出國類別：其他)

106LMM001T「推拉式電車組及
EMU500 型電聯車電機系統更新」
採購案(B 案)出國專業教育訓練
(第 1 梯次)

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：工 務 員 卓慶湖

工 務 員 黃鈺翔

助理工務員 李家宏

派赴國家/地區：韓國/清州、日本/東京/赤穗/大阪

出國期間：112 年 02 月 06 日至 02 月 22 日

報告日期：112 年 03 月 21 日

摘要

交通部臺灣鐵路管理局(以下稱本路) EMU500 型通勤電聯車，自民國 84 年 6 月陸續由韓國大宇引進至民國 86 年 10 月底全部交貨 86 組，共 344 輛。由於使用的 GTO 是屬於上一代的電力電子產品，常造成動力系統(Converter/Inverter；整流器/變流器，簡稱 C/I)與靜態變流器(SIV)故障，影響車隊妥善率之鉅，故本次電機系統更新案採用較新一代的電力電子 IGBT(絕緣閘極雙極性電晶體)，除可減少車隊事故發生外，並可減少冷卻鼓風機之安裝，降低噪音，對於提升旅客的乘車品質有莫大的裨益。

本次為第一梯次赴韓國、日本參與改造設備之專業教育訓練，是為依照交通部年度施政計畫「鐵路行車安全改善六年計畫(104-111)」，列車電機系統更新工程」，EMU500 型通勤電聯車電機系統更新案(由士電團隊得標)。並且也同步導入 IV&V(Independent Verification and Validation；獨立驗證與認證)，檢驗系統的功能、品質及安全是否符合本計畫技術標準及規範要求並提出安全確認文件。為提升本路 EMU500 型動力改造車隊檢查技能與維修品質，安排種子人員到韓國宇進產電工廠(SIV)以及日本三菱伊丹製作所(C/I)、三菱赤穗工廠(主變壓器)、Yutaka 高崎工廠(85 芯與 4 芯跳線)等零組件設備商接受原廠檢測專業訓練，並了解國外目前較新的科技帶回國內，使得 EMU500 型電聯車經過電機系統改造案後，得以提高車隊運用妥善率。

目次

壹、 出國目的.....	3
貳、 訓練週報.....	4
參、 訓練過程.....	7
一、 訓練日誌.....	7
肆、 專題報告	
EMU500 型更新設備之主變壓器保養與動力整流器(Converter)	
與變流器(Inverter)維修保養簡介	16
伍、 心得與建議.....	56

壹、出國目的：

- 一、依據 107 年 4 月契約補充條款附件 5 說明，各項教育訓練應於車輛更新後之車輛交車數量達半數前辦理完成，以及機務處機車字第 111001099 號文指示，配合立約商國外產線作業，派員出國專業訓練，然因全球新冠肺炎 (COVID-19) 影響，這三年來國內外政府對於入出境都有相當程度的一些管制措施，也延後了出國專業訓練的時程。近來隨著疫苗的普遍施打與各國邊境解封政策下，以及廠商所有設備均已抵運臺灣並安裝完成與試運轉，仍分派 2 梯次種子人員赴韓國、日本廠商專業訓練。
- 二、EMU500 型電聯車電機系統更新工程之國外專業訓練，本次為第一梯次，由富岡機廠卓工務員慶湖、花蓮機務段黃工務員鈺翔及嘉義機務段李助理工務員家宏等三員於 112 年 02 月 06 日至 02 月 22 日止，共計 17 天赴韓國宇進產電、日本 Yutaka 高崎工廠、三菱電機赤穗工廠及伊丹製作所參與教育訓練，學習新設備檢修技術，俾使更新的設備與車輛除了更安全，以及提升車隊的妥善率與乘車服務品質。

貳、訓練週報：

EMU500型電聯車電機系統更新採購案出國教育訓練(第一週)週報表

案號名稱	106LMM001T「推拉式電車組及EMU500型電聯車電機系統更新」採購案B案)	
期間	112年 2月 6日至112年 2月 12日止	
地點	韓國、日本	
年/月/日	星期	辦理事項
2023/2/6	一	去程：桃園國際機場(華航 CI160 班機)→韓國仁川國際機場→清州
2023/2/7	二	1.宇進產電清州工廠介紹暨安全教育宣導事項。 2.靜態變流器(SIV)設計原理、維修保養、檢測訓練。 3.提問及回答。
2023/2/8	三	1. 靜態變流器(SIV)設計原理、維修保養、檢測訓練。 2.提問及回答。
2023/2/9	四	移動日：韓國清州→仁川機場(韓航 KE705 班機)→日本成田機場→東京
2023/2/10	五	1.YUTAKA 高崎工廠介紹暨安全教育宣導事項。 2. 85 芯與 4 芯跳線結構概述、拆裝說明(YUTAKA 製作所) 3.提問及回答。
2023/2/11	六	例假日。
2023/2/12	日	移動日：東京→播州赤穂
備註：		

EMU500型電聯車電機系統更新採購案出國教育訓練(第二週)週報表

案號名稱	106LMM001T「推拉式電車組及EMU500型電聯車電機系統更新」採購案(B案)	
期間	112年 2月 13日至112年 2月 19日止	
地點	韓國、日本	
年/月/日	星期	辦理事項
2023/2/13	一	1.三菱電機公司及赤穗工廠介紹暨安全教育宣導事項。 2.主變壓器設計原理、操作與維護及檢測訓練。 3.提問及回答。
2023/2/14	二	1.主變壓器設計原理、操作與維護及檢測訓練。 2.提問及回答。
2023/2/15	三	移動日：播州赤穗→姫路→新大阪。
2023/2/16	四	1.三菱電機公司及伊丹製作所介紹暨安全教育宣導事項。 2.整流/變流器(C/I) 設計原理、操作與維護及檢測訓練。 3.提問及回答。
2023/2/17	五	1.整流/變流器(C/I) 設計原理、操作與維護及檢測訓練。 2.提問及回答。
2023/2/18	六	例假日。
2023/2/19	日	例假日。
備註：		

EMU500型電聯車電機系統更新採購案出國教育訓練(第三週)週報表

案號名稱	106LMM001T「推拉式電車組及EMU500型電聯車電機系統更新」採購案B案)	
期間	112年 2月 20日至112年 2月 22日止	
地點	韓國、日本	
年/月/日	星期	辦理事項
2023/2/20	一	1.整流/變流器(C/I)檢測訓練、故障排除。 2.提問及回答。
2023/2/21	二	1.整流/變流器(C/I)檢測訓練、故障排除、課程總結。 2.提問及回答。
2023/2/22	三	回程：新大阪→關西機場(華航 CI157 班機) →桃園國際機場
備註：		

參、訓練過程：

一、訓練日誌：

112年02月06日：

- 1.桃園國際機場 07:50 搭乘中華航空(CI160 班機)。
- 2.11:15 抵達韓國仁川國際機場。
- 3.15:00 入住清州 J-one Hotel。

112年02月07日：

- 1.早上到宇進產電工廠安全提示及課堂 SIV(靜態變流器)講解與提問，如圖 1-1~圖 1-2 所示。
- 2.下午到第二工場，SIV 設備講解及意見提問，如圖 1-3~圖 1-6 所示。



圖 1-1 課堂講解



圖 1-2 課堂故障提問



圖 1-3 宇進產電第二工場



圖 1-4 SIV 電子卡維修講解



圖 1-5 相似 SIV 設備

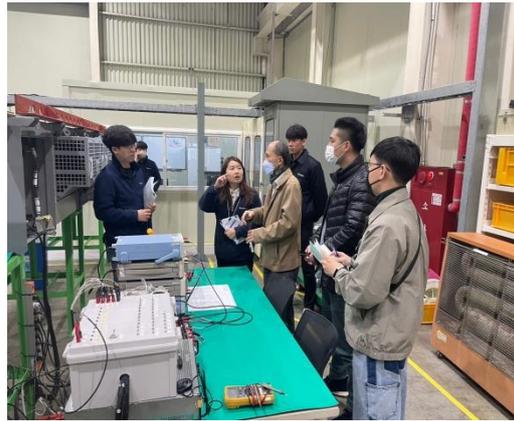


圖 1-6 現場提問與意見交流

112年02月08日：

- 1.早上到宇進產電課堂 SIV 拆裝與故障說明。如圖 1-7~圖 1-8 所示。
- 2.下午到第二工場以類似設備講解 SIV 故障分析，以及指導電腦故障下載，如圖 1-9 到圖 1-10 所示。

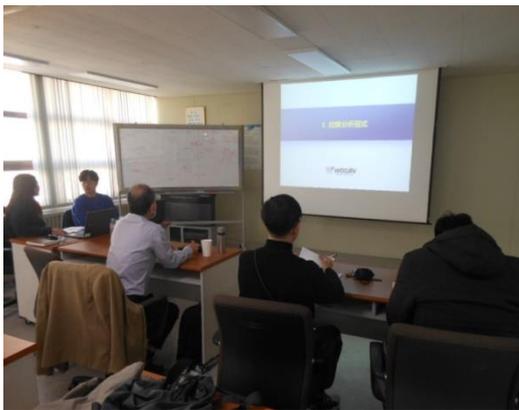


圖 1-7 SIV 故障分析



圖 1-8 故障提問與解答

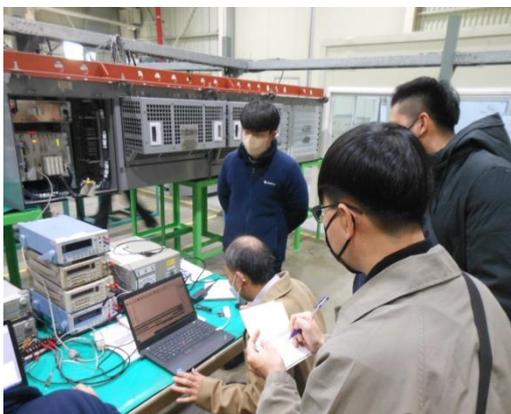


圖 1-9 SIV 故障下載實作



圖 1-10 SIV 故障問題討論

112年02月09日：移動日，從韓國仁川機場搭乘韓航 KE705 航班到東京成田機場。再住宿東京大井町東橫 INN 旅館。

112年02月10日：

- 1.早上搭京濱東北線到 YUTAKA 公司高崎工廠聽取 4 芯與 85 芯跳線產品與製造流程講解，以及高崎工廠相關位置介紹暨安全教育宣導事項。如圖 1-11 所示。
- 2.YUTAKA 公司說明 4 芯與 85 芯跳線拆修保養方式，如圖 1-12~圖 1-15 所示。
- 3.問題討論，如圖 1-16 所示。。



圖 1-11 YUTAKA 高崎工廠介紹



圖 1-12 跳線製造流程說明



圖 1-13 跳線拆解維修說明



圖 1-14 跳線拆解所需工具



圖 1-15 跳線端子拆解維修說明



圖 1-16 提問與回覆

112年02月11日：例假日。

112年02月12日：例假日，移動日，東京大井町搭乘新幹線到播州赤穂。

112年02月13日：

- 1.早上到三菱電機赤穂工廠與磯工廠介紹暨安全教育宣導事項，如圖 1-17~圖 1-18 所示。
- 2.主變壓器設計原理、製造流程與維護及檢測訓練。如圖 1-19~圖 1-21 所示。
- 3.問題討論。如圖 1-22 所示。



圖 1-17 三菱電機赤穂工廠



圖 1-18 廠區簡介與課程說明

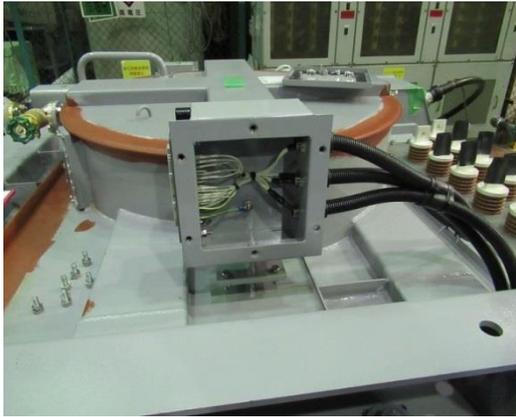


圖 1-19 主變壓器接線盒



圖 1-20 主變壓器涼油器鼓風機



圖 1-21 主變壓器構造說明



圖 1-22 主變壓器油測討論

112年02月14日：

- 1.主變壓器總論與保養訓練，如圖 1-23~圖 1-24 所示。
- 2.以本路主變壓器在出貨船運前，預先錄影講解以及提問與回覆，如圖 1-25~圖 1-28 所示。



圖 1-23 主變壓器總成課堂說明



圖 1-24 主變壓器油溫錶拆裝講解



圖 1-25 主變壓器總成預先錄影說明



圖 1-26 主變壓器油溫錶拆裝檢查



圖 1-27 主變壓器油溫錶拆裝檢查



圖 1-28 主變壓器油溫錶提問回答

112年02月15日：移動日，播州赤穂搭特級快到姫路，再轉JR山陽線到大阪

112年02月16日：

- 1.早上到三菱電機伊丹製作所工廠說明與整流器/變流器(Converter/Inverter；以下簡稱C/I)製造工程，以及安全教育宣導事項。如圖1-29~圖1-30所示。
- 2.C/I相關元件課堂說明，如圖1-31所示。
- 3.VVVF之IGBT開關問題討論，如圖1-32所示。



圖 1-29 工廠介紹



圖 1-30 工廠 CI 設備流程檢視



圖 1-31 課堂說明



圖 1-32 VVVF 之 IGBT 開關問題討論

112年 02月 17日：

1. CI 相關元件課堂說明、故障下載教學，如圖 1-33~圖 1-34 所示。
2. APC 自動復位提問與故障討論，如圖 1-35 所示。



圖 1-33 CI 設備說明



圖 1-34 CI 故障下載教學



圖 1-35 APC 自動復位問題討論

112 年 02 月 20 日：

1. C/I 相關元件課堂說明、拆卸與安裝說明，如圖 1-36~圖 1-38 所示。
2. 電子卡電池更換提問與故障討論，如圖 1-39 所示。



圖 1-36 C/I 設備拆裝講解



圖 1-37 影片輔助說明



圖 1-38 維修時程說明



圖 1-39 防塵膠條問題討論

112年02月21日：

1. C/I 相關元件維修時程、拆卸與安裝說明，如圖 1-40~圖 1-41 所示。
2. 備品提問與討論，如圖 1-42 所示。



圖 1-40 C/I 設備故障說明



圖 1-41 C/I 設備故障討論

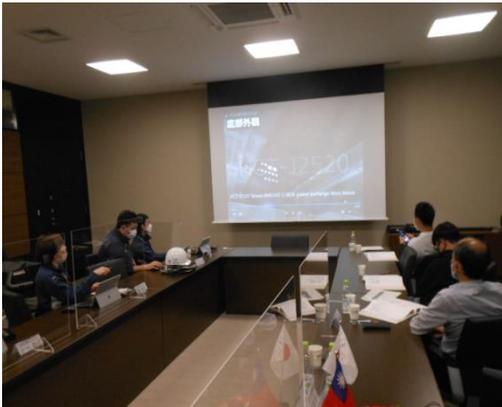


圖 1-42 備品問題討論

112年02月22日：

由大阪關西國際機場搭乘中華航空(CI157 班機)抵達桃園國際機場。

肆、專題報告：

EMU500 型更新設備之主變壓器保養與動力整流器(Converter)與變流器(Inverter)維修保養簡介

EMU500 型電聯車電機系統更新是採用較新一代與成熟的 IGBT 控制電路，小型化設計與設備模組化，除了維修與更換來說更增加其便利性外，也提供 PTU 電腦監測與故障碼下載，方便車輛即時監控與往後的查修能更精準的判斷與處置。

EMU500 型電機系統更新作業主要是下列四項：

- 一、主變壓器總成更新。
- 二、牽引動力系統(含箱體)更新(未含牽引馬達)。
- 三、靜態變流器(SIV)總成更新。
- 四、85 芯與 4 芯跳線更新。

其更換範圍如圖 2-1 所示。並對於其跳線與動力模組(Converter/Inverter 以下簡稱 C/I)相關電機系統檢修保養提出明。

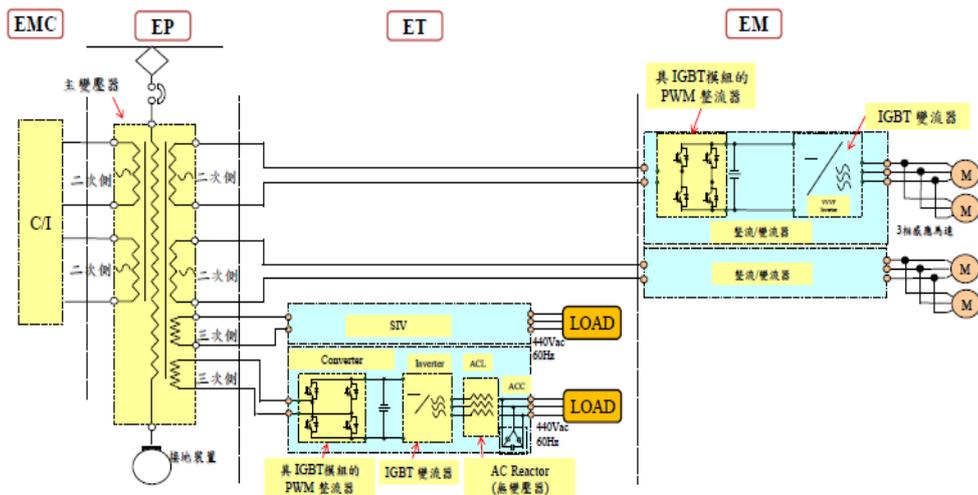


圖 2-1 EMU500 型電機系統更新範圍

一、主變壓器專業訓練：

主變壓是用於供應列車所需之所有電力，其功能是将電車線 25KV 降壓到適合每一繞組供電電壓，可分一次側、二次側與三次側。本次電機改造更新使用之主變壓器其各繞組額定值如表 2-1 所示。

繞組	額定容量	額定電壓	額定電流
架空線(一次側)	2622 kVA	25000 V	105 A
牽引負載(二次側)	2216 kVA	710 V	780 A×4G
輔助(三次側)	406 kVA	437 V	465 A×2G

表 2-1 主變壓器各繞組額定值

註解：

(1)額定電機容量：250kW；牽引電機的效率：0.93；變流器的效率：0.99，

(2)整流器的效率：0.98；額定二次電壓：710V

(3)額定二次電流：

$$250\text{kW} \times 2 / 0.93 / 0.99 / 0.98 / 710\text{V} = 780\text{A}$$

(4)額定三次電流：

$$203\text{kVA} / 437\text{V} = 465\text{A}$$

(5)SIV的額定輸入功率：203kVA

(6)額定三次電壓：437V

型號：ATM39

形式：單相、60Hz、浸油式、外鐵式、波紋密閉恆壓型。

冷卻方式：強制油冷+強制氣冷(KDAF)

連接示意圖，如圖 2-1 所示：

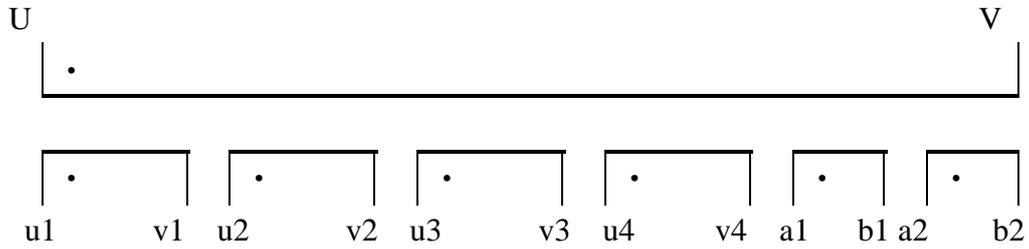


圖 2-1 主變壓器端子連接示意圖

溫升限制		量測方法
矽油	155°C [環境溫度 45°C +110 溫升]	溫度計法
繞組	260°C [環境溫度 45°C +215 溫升]	電阻法

表 2-2 溫升限制

(一)設備配置圖：

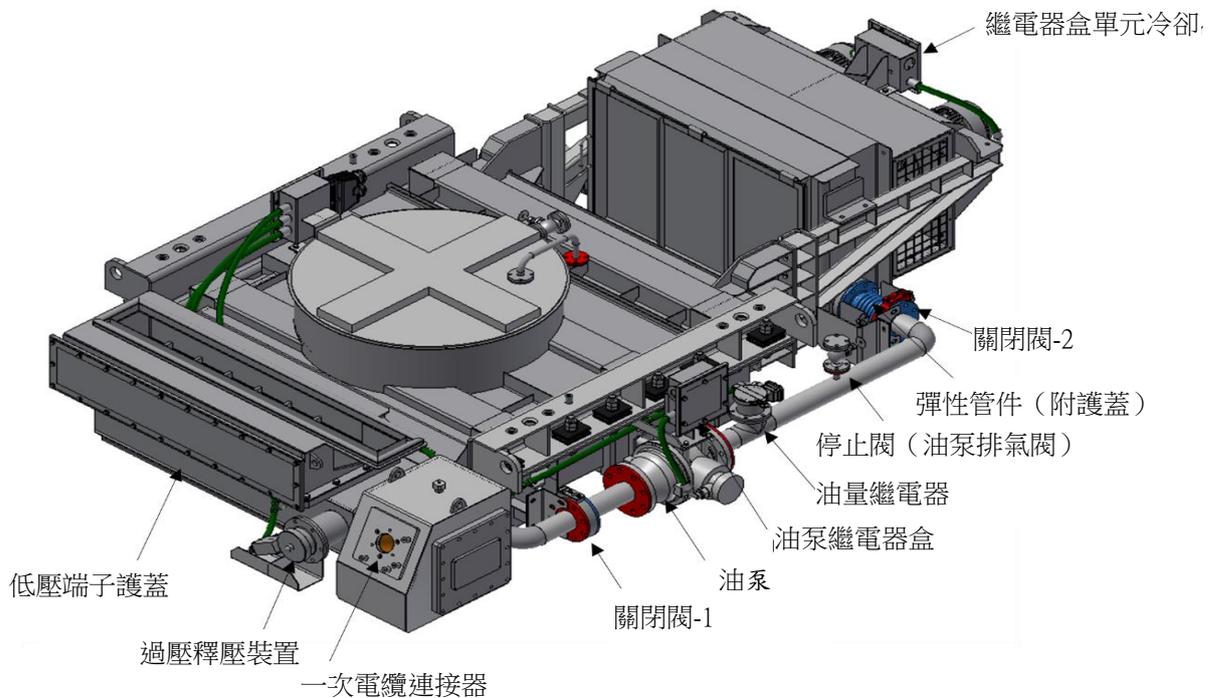


圖 2-2 主變壓器(左側)

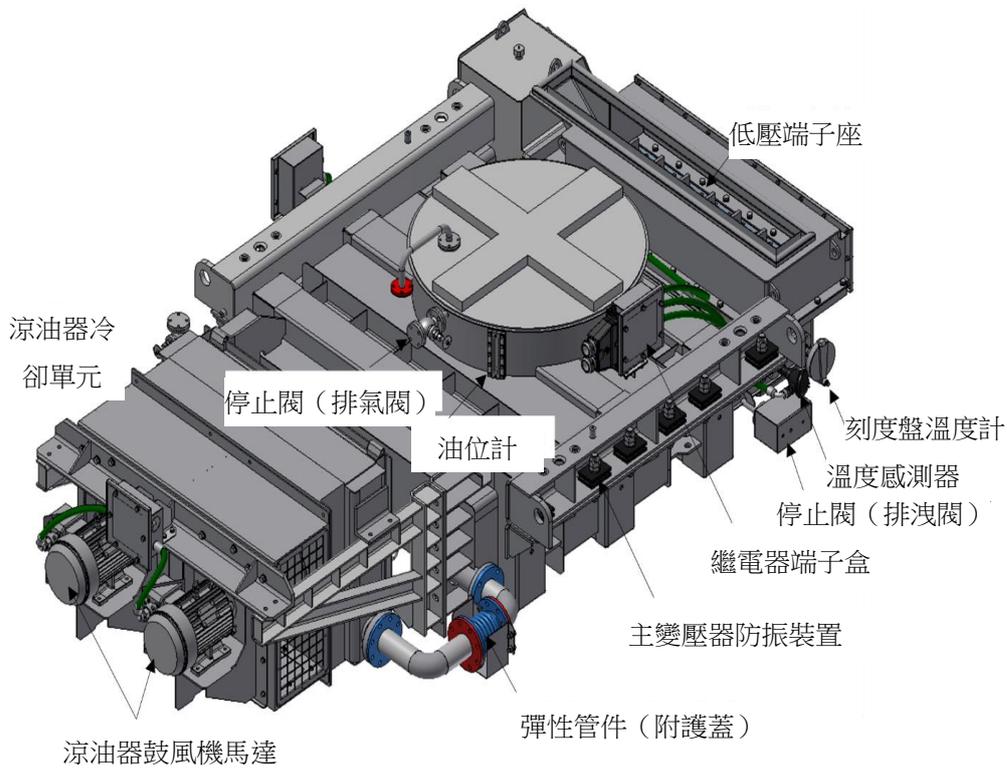


圖 2-3 主變壓器(右側)

(二)主變壓器相關零組件說明：

1、一次側高壓電纜：

一次側繞組連接到真空斷路器，接線與端子由電纜頭引出，如圖 2-4~圖 2-5 所示。



圖 2-4 一次側高壓電纜頭



圖 2-5 一次側高壓電纜頭(背面)

2、低壓套管：

分為 4 組二次繞組與二組三次繞組，其中 4 組二次繞組連接到 C/I，三次則連接到 SIV 輔助供電。均突出到端子套管。端子套管的導體

材料為鍍銀黃銅。端子連接的螺栓、墊圈和彈簧均由鋼製成，鍍鋅防蝕。如圖 2-6 所示。

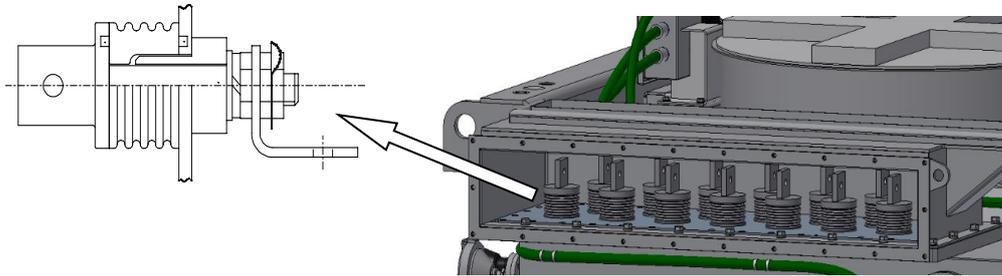


圖 2-6 低壓套管位置

3、冷卻單元：

在變壓器內加熱後的油，經由油泵送至油冷卻器。熱油在油冷卻器內藉著油和風扇氣流之間的熱交換達到降溫的效果。其中油冷卻器由鋁製成，油冷卻器元件由鋁管板和波紋鱗片組成，並交錯堆疊。如圖 2-7 所示。



圖 2-7 油冷卻器單元

4、油泵：

油泵位在變壓器油箱與油冷卻器之間的管路上，構造為軸流、全罩式直接耦合驅動馬達，泵浦以三相馬達驅動，其功能是在循環變壓器油。如圖 2-8 所示。



圖 2-8 油泵

5、金屬波紋管儲油箱：

金屬波紋管儲油箱由金屬波紋管與油表組成，金屬波紋管至於主變壓器槽頂部，由相同寬度的多孔不鏽鋼環片製成。堆疊這些環片，再將每個角落邊緣內外交錯焊接而成波紋管，具有伸縮性。再將每個角落邊緣內外交錯焊接而成波紋管，具有伸縮性。為了在完全油封之下使變壓器內的壓力相等於大氣壓力，金屬波紋管覆以法蘭蓋，蓋上有一條單向透氣管，僅能將波紋管內的空氣通到外面，防止油氧化與變質。油則封在鋼瓶和波紋管之間。如圖 2-9 所示。

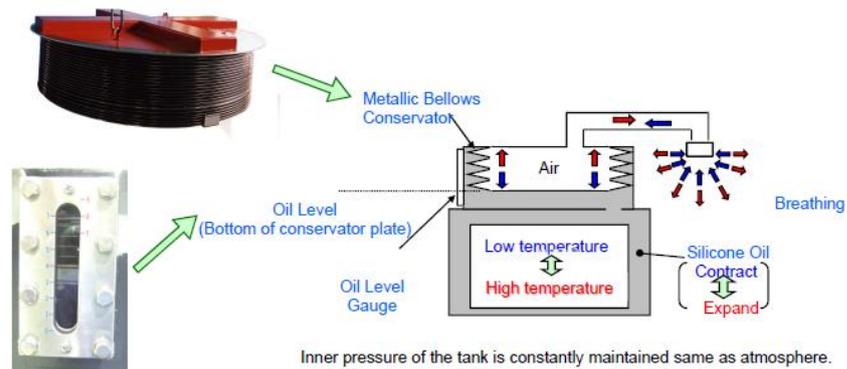


圖 2-9 主變壓器儲油箱系統

6、刻度盤溫度計：

位於主變壓器槽壁，刻度盤溫度計由感測元件、指示零件與最高溫度指針所組成，為指示目前油溫與曾發生最高操作油溫。可量測範圍為 -50°C ~ 150°C 。另可無須排出變壓器油即可更換溫度計。如圖 2-10 所示。

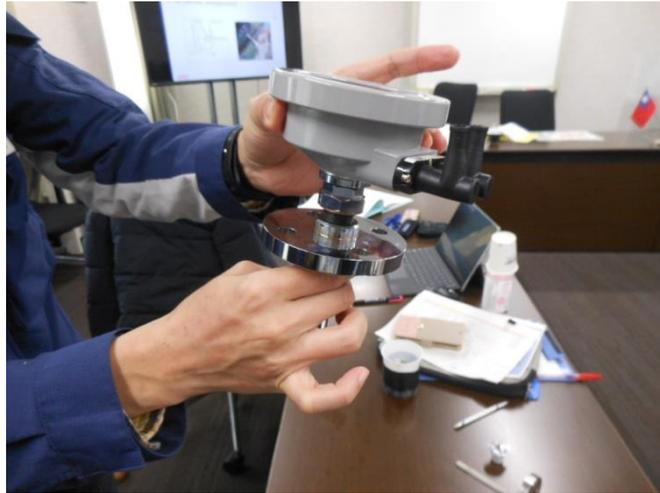


圖 2-10 刻度盤溫度計構造講解

7、油流繼電器：

安裝於油冷卻單元與油泵之間，其功能是偵測油流為停止或流動。當泵浦開始運轉時，油會流動，指示為” RUN” 運轉；油流停止時，彈簧會將軸和擋板帶回原始位置，指針則指示” STOP” ，並具有 C-type 微動開關，送出告警訊號。如圖 2-11 所示。



圖 2-11 油流繼電器

8、釋壓閥：

位於主變壓器槽壁，當牽引轉換器異常運轉或主變壓器繞組障時可能產生異常壓力，壓力超過設定值(0.1±0.015Mpa)時，閥會立即運轉，並釋放壓力，當內壓變低後，閥會自動關閉，防止油流出太多。如圖 2-12 所示。

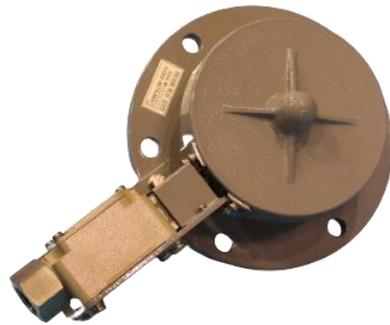


圖 2-12 釋壓閥

9、感溫器(PT100)：

安裝在主變壓器槽壁上，並監控主變壓器之油溫。如圖 2-13 所示，其基本設計資料如下。

元件：PT100Ω

溫度範圍：-50°C~150°C

輸出：4~20mA(@DC24V)

保護運轉：T1=130°C；降低功率

T2=135°C；隔離所有功率

T3=125°C；恢復功率



圖 2-13 主變壓器油溫感溫器

10、減振器(橡膠)：

減振器安裝於車身橫樑與主變壓器之間，當主變壓器產生的振動與噪音通過減振橡膠時，一部份的振動會被吸收，所以傳到車身的振動與噪音就可以減少了，也達到提升乘車舒適度的功用。如圖 2-14 所示。

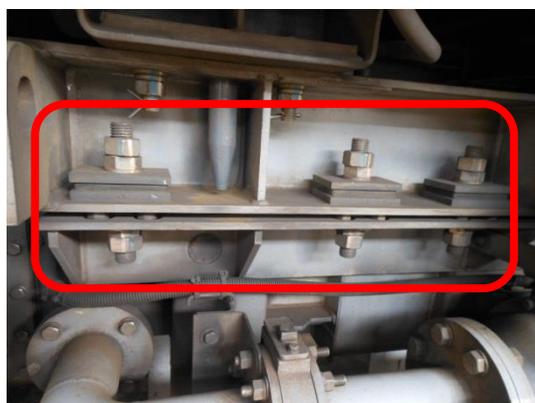


圖 2-14 主變壓器減振器

11、關閉閥：

關閉閥安裝於油泵入口側與涼油器入口側間，以交換油泵與油流繼電器，只要轉動軸即可隔離管路中的油，如圖 2-15 所示。

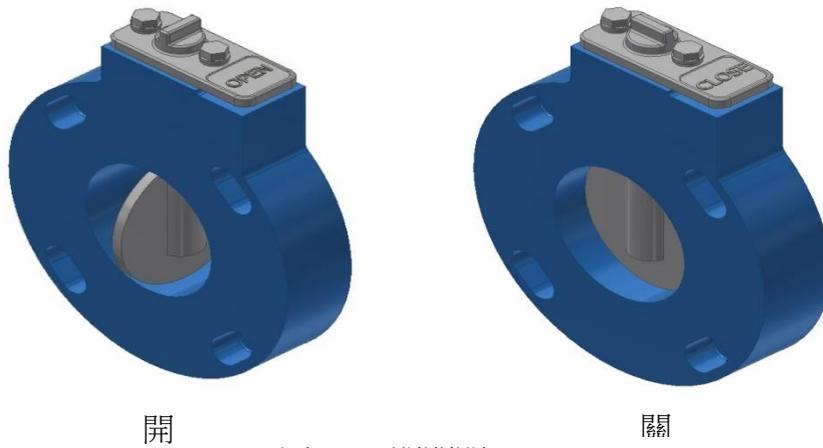


圖 2-15 關閉閥

12、停止閥：

使用了兩只形式相同的停止閥，用來排放主變壓器主體內的油，另一油泵排氣閥則用以交換油泵與油流繼電器，銘牌上也標有開關方向。如圖 2-16 所示。



圖 2-16 停止閥

(三)主變壓器保養時間表：

	一級	二級	三級	四級
檢修週期	1800 公里	900000 公里	1000000 公里	4000000 公里
	3 天	3 個月	3 年	12 年

編號	檢查點	檢驗說明	檢驗週期				備註/參考條款
			一	二	三	四	
1	外觀構造目視檢驗。	1) 引線、溫度計、油流繼電器、閥件及其他零件是否損壞。	○	○	○	○	4-1
		2) 法蘭、管路、油槽等是否漏油。	○	○	○	○	4-1
2	所有固定螺栓之鬆緊度	用檢查槌確認螺栓是否轉緊			○	○	4-2
3	檢查釋壓閥	檢查閥件操作記號。用壓縮空氣清潔極限開關。		○	○	○	4-3
4	檢查油位 (將車輛停在水平軌道上。)	在 MTr 不運作下將油位與溫度標示在油位曲線圖上。			○	○	4-4
5	檢查油循環	確認油泵操作時油流指示燈是否亮起。		○	○	○	4-5
6	檢查冷卻單元的油泵及風扇	聽油泵馬達與風扇馬達是否有異常噪音。		○	○	○	4-6
		更換風扇馬達軸承 更換油泵。				*	4-6 建議更換週期 <風扇> 風扇馬達軸承：4 年 <油泵> 油泵總成：15 年
7	電纜線與端子連接螺栓是否鬆弛	一次軸端電纜、二次及三次繞組			○	○	4-7
8	檢查絕緣電阻	以下列等級的高阻計測量各端子與接地的絕緣電阻。 (主電路：1000V， 輔助電路與繼電器電路：500V 或 100V)			○	○	4-8
9	檢查刻度盤指針溫度計	從變壓器拆下後，檢查操作功能，如指示溫度等。			○	○	4-9

編號	檢查點	檢驗說明	檢驗週期				備註/參考條款
			一	二	三	四	
10	溫度感測器	利用監控軟體檢查溫度指示值，與指針溫度計比較。			○	○	4-10
11	檢查灰塵聚積(冷卻單元)	空氣濾網及油冷卻器鰭片區域的灰塵聚積	○	○	○	○	4-11
12	檢查減振器	目視檢查				○	4-12
						**	4-12 (**) 建議更換週期：6年

表 2-3 主變壓器(MTr)保養期程與說明

二、轉換器與變流器(Converter/Inverter；簡稱 C/I)：

(一)、C/I 略圖與一般元件保養：

動力牽引系統的功能除可提供牽引力使列車加速外，也可以操作電軔使輔助列車減速；每個整流器/變流器皆安裝在馬達車下，如圖 2-17~圖 2-18 所示。

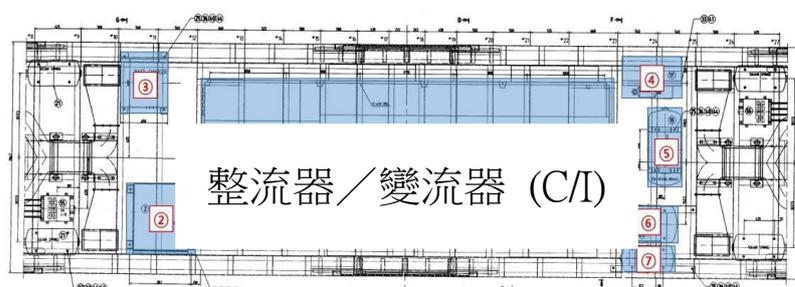


圖 2-17 C/I 安裝位置

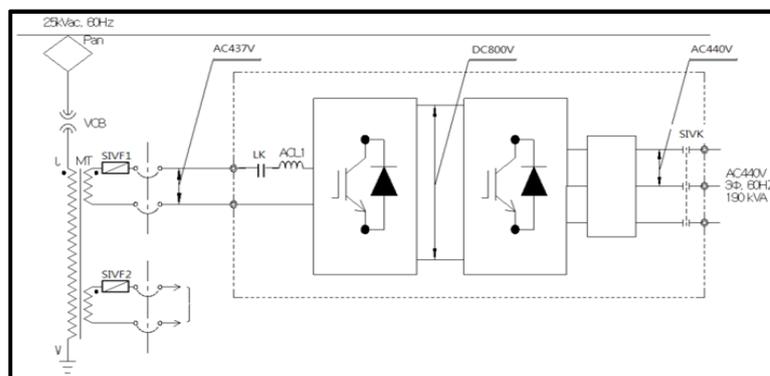


圖 2-18 C/I 略圖

1、設備運送：

使用堆高機搬運設備時，應在設備底部縱向及橫向放置棧板。使用起重機吊掛箱體，安裝強度足夠的轉接器，避免箱體變形。

2、更換護蓋：

用方形扳手，(8mm×8mm) 轉動門鎖。將護蓋打開 45 度並滑動。關閉護蓋的程序與開啟程序相反。

3、主接線介面：

如圖 2-19 所示，拆下端子螺栓，從端子排上拆下電纜。在固定壓帽螺帽的情況下，鬆開鎖定螺帽。注意螺帽指定扭力。

鎖定螺帽 (M50)：20[N·m] (與壓蓋螺帽相同)

(M32)：18[N·m] (與壓蓋螺帽相同)

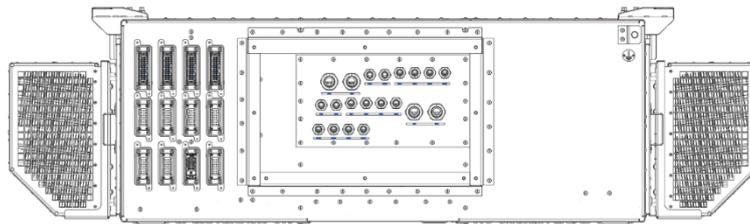


圖 2-19 主接線電纜固定接線頭

最後確定電纜固定接頭與接線之間無間隙即可，如圖 2-20 所示。

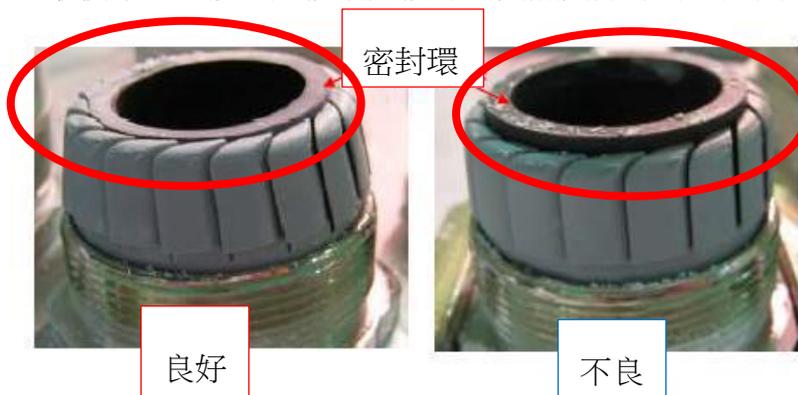


圖 2-20 確認密封環無錯位

4、牽引整流器/變流器的目視檢查：

檢查箱蓋、橡膠墊片、箱體外部等零配件有無損壞或劣化之狀況。

如圖 2-21 所示。

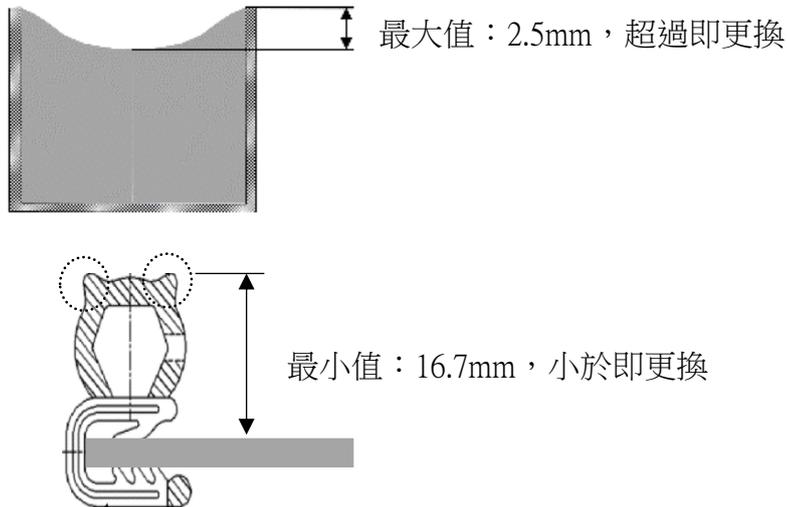


圖 2-21 橡膠墊片檢查

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查箱蓋、安裝托架和緊固件的狀況。	目視	○	○	○	○	-	-
2	檢查箱蓋、橡膠墊片、箱體外部、安裝托架、接地帶、匯流排損壞或劣化、電纜損壞或劣化以及絕緣材料劣化的狀況。	目視 觸摸		○	○	○	如果發現墊片嚴重損壞，則更換。	-
3	建議每 3 年更換一次墊片。	更換			○	○	-	-

表 2-4 牽引整流器/變流器保養期程與說明

5、接觸器單元(K、AK、CHRe)：

主接觸器(K)：檢查輔助接點、消弧蓋與弧尖是否損壞或劣化。

預充電接觸器(AK)：檢查輔助接點、消弧蓋與弧尖是否損壞或劣化。

充電電阻單元(CHRe)：檢查是否有元件損壞、變形、劣化等情形。

接觸器單元，如圖 2-22 所示。檢查時程如表 2-5 所示。

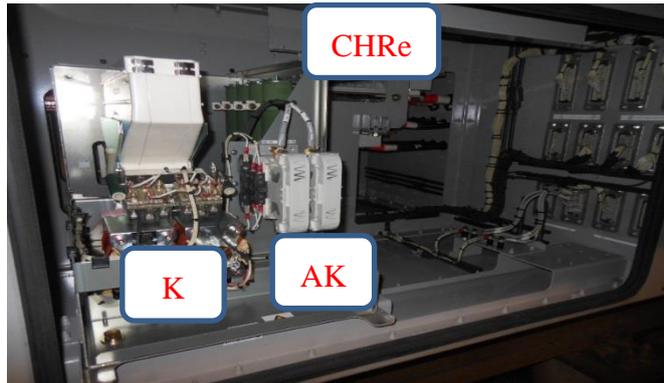


圖 2-22 接觸器單元

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	充電電阻器單元 (CHRe) 測量充電電阻器的電阻值。	測量	-	-	○	○	如果測量結果不合格或嚴重損壞，則更換電阻器。 E 標稱值：5.2 歐姆 (1.3 歐姆 x 4S)	2-e

表 2-5 充電電阻單元(CHRe)保養期程與說明

6、放電電阻(DBRe)：如圖 2-23

- (1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的側面檢查蓋。
- (2)鬆開並拆下連接電纜的螺栓 (3-M5x16)
- (3)鬆開並拆下 DBRe 單元的固定螺栓 (4-M10x30)
- (4)鬆開螺栓時，將單元掛在安全吊架上。



圖 2-23 DBRe 放電電阻

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查 GCT 的損壞和變色。	目視 觸摸	-	-	○	○	-	-
2	建議每 12 年更換一次 GCT。	更換	-	-	-	○	-	3-b

表 2-6 放電電阻(DBRe)保養期程與說明

7、牽引控制單元(Traction Control Unit；TCU)及繼電器 PCB：

- (1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的側面檢查蓋。
- (2)鬆開接頭的螺栓並將接頭與 TCU 中斷連接。
- (3)鬆開並拆下牽引控制單元的固定螺栓 (4-M6x20)。
- (4)從側面拆下牽引控制單元。如圖 2-24 所示。

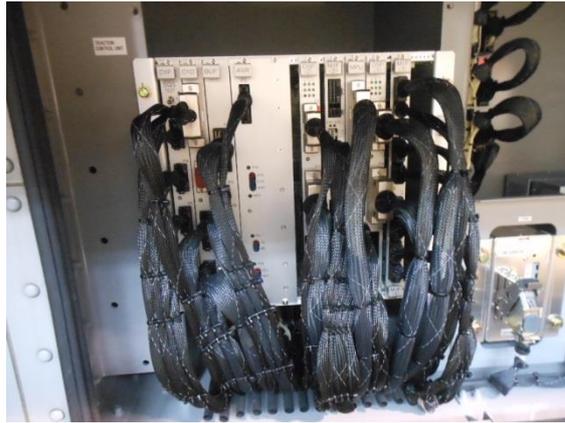


圖 2-24 牽引控制單元(TCU)

- (5)鬆開並拆下繼電器 PCB 的固定螺栓 (4-M6x20) 並將控制電路的電纜接頭中斷連接。
- (6)從側面拆下繼電器 PCB，如圖 2-25 所示。



圖 2-25 繼電器 PCB

(7)維修時程如下表 2-7 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查 PCB 接頭和 PCB 有無損壞	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
2	執行電子卡測試。	測試	○	○	○	○	使用 PTU 測試	-
3	建議每 12 年更換一次牽引控制單元。	更換	-	-	-	○	-	5-b
4	建議每 12 年更換一次 PCB。	更換	-	-	-	○	-	5-c

表 2-7 牽引控制單元(TCU)及繼電器 PCB 保養期程與說明

8、PS 單元(IGBT 模組電源供應器；PS1、PS2)：

- (1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的側面與底部檢查蓋。
- (2)將 conect 接頭與 PS 單元中斷連接。
- (3)鬆開並拆下 PS 單元的固定螺栓 (2-M10x30)。
- (4)從側面拆下 PS 單元。
- (5)繼續鬆開並拆下控制電路的螺栓 (8-M4x8)拔除連接器。
- (6)再鬆開並拆下電源供應器的螺栓 (6-M5x10)。
- (7)最後即可拆下電源供應器。如圖 2-26 示。



圖 2-26 PS 電源供應器

(8)維修時程如下表 2-8 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查單元上外觀有無損壞、變形或汙漬。	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
2	測量電源供應器的輸出電壓。	測量	-	-	○	○	如果 BTU 量測結果不合格或嚴重損壞，則更換電源供應器。 E 標稱值： AC24V， 100kHz	-
3	建議每 12 年更換一次電源供應器。	更換	-	-	-	○	-	6-b

表 2-8 PS 電源供應器保養期程與說明

9、PS 單元(DC/DC 轉換器；PSD1、PSD2)：

- (1)鬆開並拆下控制電路的螺栓 (8-M4x8)並拔除連接器。
- (2)再鬆開並拆下 DC/DC 的螺栓 (6-M5x10)。
- (3)最後即可拆下 DC/DC。如圖 2-27 示。

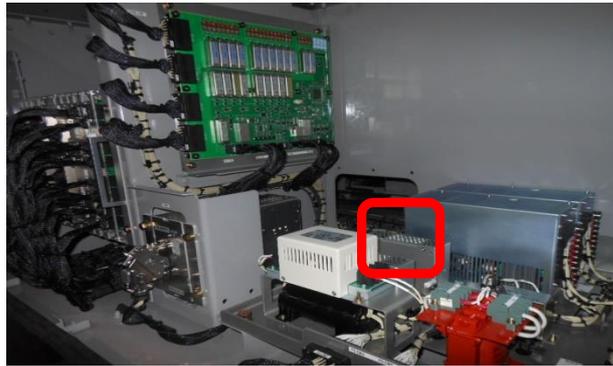


圖 2-27 DC/DC 單元

(4)DC/DC 維修時程如下表 2-9 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查單元外觀有無損壞、變形或汗漬。	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
2	測量電源供應器的輸出電壓。	測量	-	-	○	○	如果 BTU 測量結果不合格或嚴重損壞，則更換電源供應器。 E 標稱值： AC24V， 100kHz	-
3	建議每 12 年更換一次電源供應器。	更換	-	-	-	○	-	7-b

表 2-9 PS 單元(DC/DC 轉換器；PSD1、PSD2)保養期程與說明

10、PCT：

- (1)鬆開並拆下控制電路的螺栓 (4-M3.5)，再將它拆下。
- (2)再鬆開並拆下 PCT 的螺栓 (4-M5x16)。
- (3)最後即可拆下 PCT。如圖 2-28 示。



圖 2-28 PCT 位置

(4)PCT 維修時程如下表 2-10 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查 ACPT 外觀是否有損壞或變形。	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
2	檢查雜訊濾波器及核心是否有損壞、變形。	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
3	檢查 PCT 是否有損壞或變形。	目視 觸摸	-	-	○	○	-	-

表 2-10 PCT 保養期程與說明

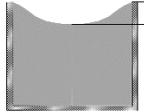
11、整流器模組更換(CONV1、CONV2)：

- (1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的底部檢查蓋。
- (2)鬆開並拆下主電力電路的螺栓 (8-M10x35、M10x25)，並將控制電路的連接頭移除。
- (3)鬆開並拆下整流器單元的固定螺栓 (4-M10x30)
- (4)鬆開並拆下整流器單元的固定 SUS 螺栓 (4-M10x30)
- (5)從側面水平拆下整流器模組並放在升降機上。
- (6)在整流模組上裝上 4 個環首螺栓，並使用起重機吊掛與搬運，如圖 2-29 示。



圖 2-29 整流模組(CONV1)

(7)整流模組維修時程，如下表 2-11 所示。。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查模組是否損壞、變形、汙損；電氣電纜是否損壞或變質；匯流排是否損壞或劣化；扣件的狀況；以及零組件是否	目視 觸摸	-	○	○	○	密封襯墊 永久性變形應低於 2.5 公厘 	-

	有變色情況。							
2	檢查散熱片部位及 電路板是否有汙損 情況	目視 觸摸		○	○	○	若確認散熱片 已髒污或其它 異物附著時，應 利用壓縮空氣 清潔散熱片	-
3	使用電容計量測濾 波電容器的電容值。	量測	-	-	-○	○	若測得的電容 數值超過正常 值 8000uF(4000uF x 2P)或嚴重損 壞時，應將電容 器替換。	
4	建議每 12 年替換濾 波電容器、電路板 (閘極界面卡)、密 封墊片及交流比流 器 (ACCT)。	更換	-	-	-	○	-	9-b

表 2-11 整流模組保養期程與說明

12、變流器模組更換(INV1、INV2)：

- (1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的底部檢查蓋。
- (2)鬆開並拆下主電力電路的螺栓(4-M10x25、7-M10x25)，並將控制電路的電纜連接頭移除。
- (3)鬆開並拆下變流器單元的固定螺栓 (4-M10x30)
- (4)鬆開並拆下變流器單元的固定 SUS 螺栓 (4-M12x25)
- (5)從側面水平拆下變流器模組並放在升降機上。

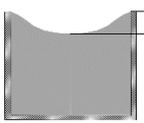
(6)在變流模組上裝上 4 個環首螺栓，並使用起重機吊掛與搬運，如

圖 2-30 所示。



圖 2-30 流模組(INV2)

(7)變流模組維修時程，如下表 2-12 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查模組是否損壞、變形、汙損；電氣電纜是否損壞或劣化；匯流排是否損壞或劣化；扣件的狀況；以及零組件是否變色。	目視 觸摸	-	○	○	○	密封襯墊 永久性變形應低於 2.5 公厘  最高：2.5 公厘	
2	檢查散熱片部位及電路板是否有汙損情況	目視 觸摸		○	○	○	若確認散熱片已髒污或其它異物附著時，應利用壓縮空氣清潔散熱片。	-
3	使用電容計量測濾	量測	-	-	-○	○	若測得的電容	

	波電容器的電容值。						數值超過正常值 8000uF(4000uF x 2P)或嚴重損壞時，應將電容器替換。	
4	建議每 12 年更換濾波電容器、電路板（閘極界面卡）、密封墊片及交流比流器（ACCT）。	更換	-	-	-	○	-	9-b

表 2-12 變流模組保養期程與說明

13、OVT 單元與過電壓電阻器及驅動器之更換：

- (1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的側面與底部檢查蓋。
- (2)鬆開並拆下主電力電路的螺栓 (3-M10x25)，並將控制電路的連接頭移除。
- (3)再鬆開並拆下 OVT 單元的固定螺栓 (4-M10x30)
- (4)繼續鬆開並拆下 OVT 單元的固定螺栓 (M10x30)
- (5)之後再從側面水平拆下 OVT 單元即可。
- (6)再鬆開並拆下 OVT 單元內主電路的固定螺栓 (M6x20)
- (7)繼續鬆開過電壓電阻器的螺栓(4-M5x12)，即可拆換過電壓電阻器，如圖 2-31 示。
- (8)將驅動器電路板主控制電路的接頭移除。
- (9)鬆開並拆下 OVT 驅動器的螺栓 (9-M4x30)，即可拆下驅動器電子板，如圖 2-32 示。



圖 2-31 OVT 單與過電壓電阻



圖 2-32 OVT 驅動器 PCB

(10)OVT 單元維修時程，如下表 2-13 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查有無損壞、變形、電纜和端子是否損壞或劣化、緊固件的狀況、單元上的污漬以及 PC 上的污漬。	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
2	測量過電壓電阻器的電阻值。	測量	-	-	○	○	如果 BTU 測量結果不合格或嚴重損壞，則更換電阻器。 E 標稱值：5.625 歐姆（3.75 歐姆 x 3S2P）	-
3	建議每 12 年更換一次 PCB。	更換	-	-	-	○	-	11-d

表 2-13 OVT 單元保養期程與說明

14、DCPT(在 OVT 單元內)之更換：

(1)鬆開並拆下主電力電路的螺栓 (2-M4x10)，並將控制電路的連接頭移除。

(2)再鬆開並拆下 DCPT 的螺栓 (4-M4x30)，即可拆下 DCPT。

如圖 2-33 示。



圖 2-33 DCPT

(3)DCPT 維修時程，如下表 2-14 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查 DCPT 有無損壞、變形。	目視 觸摸	-	○	○	○	-	-
2	建議每 12 年更換一次 DCPT。	更換	-	-	-	○	-	12-b

表 2-14 DCPT 保養期程與說明

15、電容器(C1、C2)之更換：

(1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的側面檢查蓋。

(2)鬆開並拆下連接電纜的螺栓 (3-M12、1-M8)。

(3)再鬆開並拆下電容器的固定螺栓 (4-M8x60)，即可拆下電容器。

在裝回電容時，電極的螺帽鎖緊扭力為 $15 \pm 2 \text{N}\cdot\text{m}$ ，如圖 2-34 示。



圖 2-34 電容器 C2

(4)電容的維修時程，如下表 2-15 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查單電容單元外觀是否有損壞、變形或汙漬。	目視 觸摸	-	-	○	○	-	-
2	使用電容計測量平衡電容器的電容。	測量	-	-	○	○	如果測量結果不合格或嚴重損壞，則更換電容器。 E 標稱值：100uF (200uF x 2S)	-
3	建議每 12 年更換一次平衡電容器。	更換	-	-	-	○	-	13-b

表 2-15 電容器(C1、C2)保養期程與說明

16、PWM Generator 單元：

(1)使用方形扳手打開牽引整流器／變流器的側面檢查蓋。

(2)將 PWM 產生器之連接插頭移除。

(3)再鬆開並拆下 PWM 的固定螺栓 (4-M8x20)，即可拆下 PWM。

如圖 2-35 示。



圖 2-35 PWM 產生器

(4)PWM 產生器的維修時程，如下表 2-16 所示。

編號	檢查點	方式	檢查週期				檢查描述	參考條款
			1 級	2 級	3 級	4 級		
1	檢查 PWM 外觀是否有損壞、變形或汙漬。	目視 觸摸	-	-	○	○	-	-
2	測量 PWM 產生器的輸出電壓。	測量	-	-	○	○	如果量測結果不合格或嚴重損壞，則更換 PWM。 標稱值： DC60V， 400Hz，工 作週期 7.5% - 45%	-
3	建議每 12 年更換一次 PWM 產生器。	更換	-	-	-	○	-	14-b

表 2-16 PWM 產生器保養期程與說明

(二)控制動作及與廠商討論說明：

1、直流成份：

主變壓器的一次繞組，透過直流成份箱與插入電阻(PERe)連接至接地回流碳刷。短路接觸器(SK)由 TCU 控制，在正常運轉下，並作為 PERe 的旁路。由於插入電阻(PERe)並非為了消耗高功率而設計，當 VCB 閉合 1~2 秒後，一旦 C/I 動作，短路接觸器(SK)就會閉合。假如 DCCT 偵測到主變壓器一次側直流成份過高(例如集電弓彈跳)時，SK 就會切開，此時直流成份即流入插入電阻(PERe)而限制。

一般而言。常見的直流成份過高有以下三種現象：

- (1)VCB 剛閉合時。
- (2)集電弓彈簧壓力不足無法維持追隨度或發生彈跳電弧中斷時。
- (3)直流成份比流器(DCCT)故障。

另外，當直流成份迅速降低，因為插入電阻(PERe)而採取保護措施，如果在一次電路中偵測到高於極限值的直流成份電流達 0.8 秒時，將立刻切開 VCB；若 SK 應閉合卻保持斷開，且直流成份電流流進插入電阻(PERe)故障，則接地避雷器(ESA)將會被擊穿。如圖 2-35

所示。

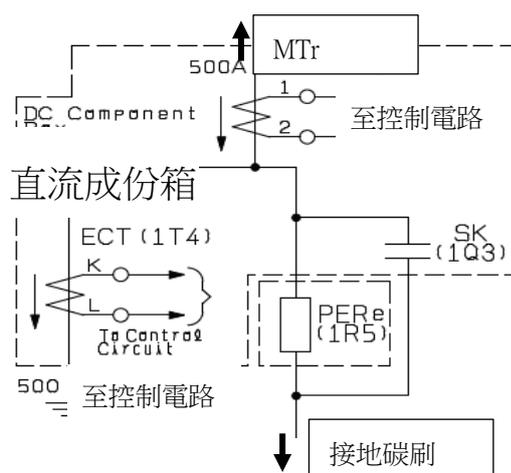


圖 2-35 直流成份箱

2、中性區間(APC)：

列車經中性區間的磁鐵而起動列車的 94 號線，在經過定義的時間後重置訊號以準備感應另一個磁鐵。若不再有任何感應子訊號時，終止列車 95 號線的取消脈衝。若天線未感應到個別磁鐵，司機可按下控制台上的發光按鈕啟動中性區間狀態(93 號線)。此燈於中性區間時亮起，即列車位於兩個磁鐵之間(92 號線)。如圖 2-36 所示。

當兩組車重聯時，各組車會正常獨立偵測感應子訊號；由於司機員無法從燈號判斷是否也在另一組偵測到感應子訊號，所以透過列車 12 號線傳遞 APC 訊號作為開啟訊號。為了防止按鈕、磁鐵與列車線路訊號到達時持續切換，在 50m 的最小 APC 區間內，不接受關閉訊號，只有在 APC 作用 300m 之後才能重新開啟。換言之，若是列車經過第二感應子後 APC 無復位信號，其復位條件有二：

- (1)300 公尺後自動復位。
- (2)停車(零速度)。

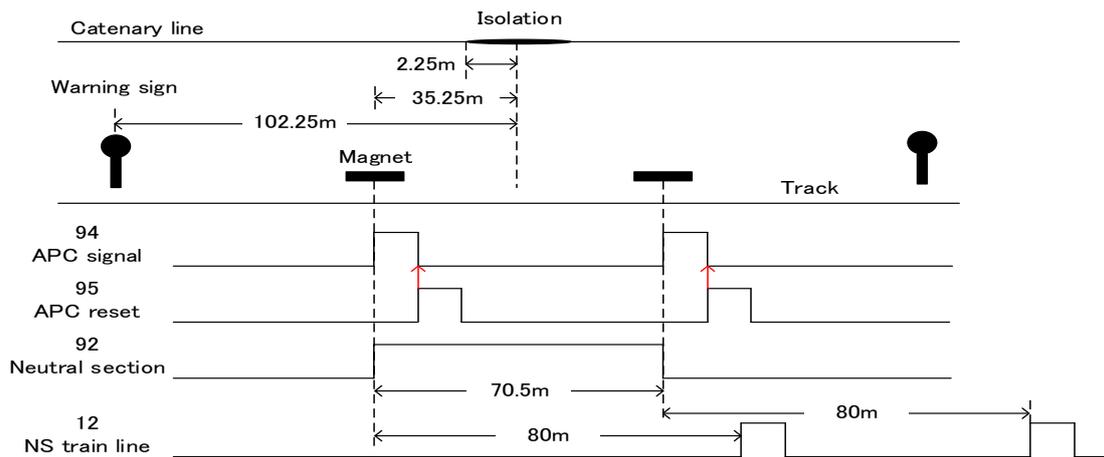


圖 2-36 APC 中性區間

3、真空斷路器(VCB)控制：如圖 2-37 所示

如圖由於 VCB 在安全方面相當重要，必須透過軟體(VCBONE1、VCBONE2)與硬體(VCBRQ、VCBONE1、VCBONE2)之功能進行連鎖。並透過比較傳入與傳出訊號，可偵測故障的數位輸出模組。

當電車線電壓介於 19 至 27.5KV 之間，主接觸器 K1、K2 在尚未閉合前且插入電阻(PERe)電流未超過限值 2.6 安培時，方可閉合 VCB 此時當主接觸器(K1、K2)未通電，一旦 TCU 軟體接點閉合，就會在動力車中操作用於控制 VCB 對應的接觸器繼電器。若運作期間，電車線電壓低於 17.5KV，會在 1 秒後取消 TCU 之 VCB 閉合訊號。還有 C/I 發生接地故障，則 GRR 禁止 VCB 閉合。

另一個可能導致 VCB 跳脫的原因為集電弓彈跳，造成 PERe 直流成份電流能量太大，有提出 3 秒後 PERe 冷卻後，再次 VCB 閉合。

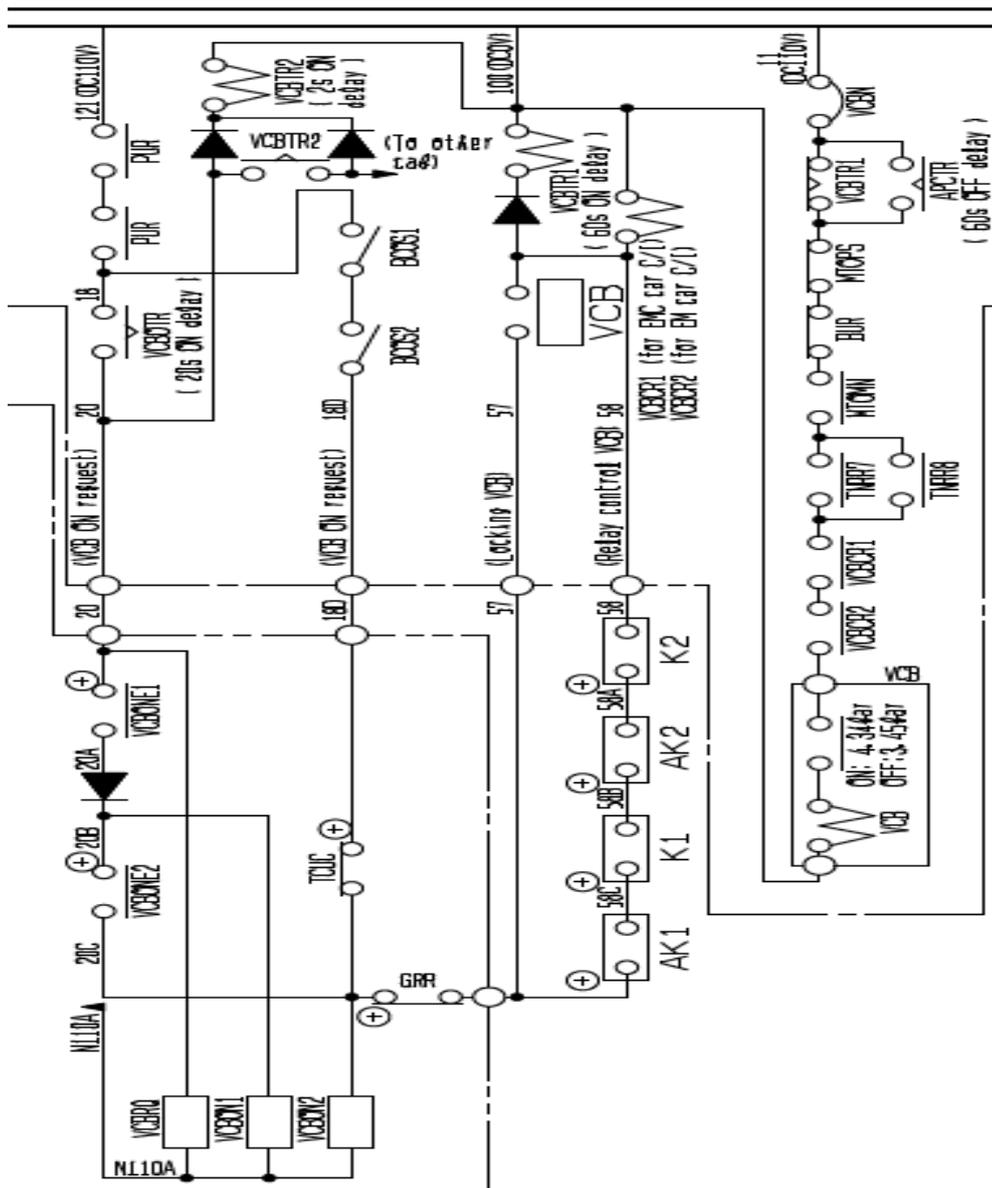


圖 2-37 VCB 控制部份電路

4、轉向架接觸器(BCOS1、BCOS2)控制：

- (1)當主控制器(MC)動作(即拉電門把手出力)時，TCU 另 B1R 動作。
- (2)BCOS1(或 BCOS2)關閉(也就是在正常位)時，B1ENA(或 B2ENA)訊號為” H” ，TCU 令 AK1R(AK2R)動作，此時 CNEAK1(CNEAK2)動作，之後 AK1(AK2)閉合。
- (3)濾波電容器預充電後，TCU 令 K1R(K2R)動作。

(4)CNEK1(CNEK2)已開啟，則 K1(K2)閉合。

(5)TCU 偵測到 K1(K2)閉合後，TCU 會切斷 AK1R(AK2R)，所 AK1(AK2) 會被切開。

(6)K1、K2 的切開條件：

- i 列車停止時。
- ii 整流器/變流器(CI)停止切換。
- iii 轉向架切換開關被手動隔離。

(三)故障排除(原廠建議)：

項次	故障現象	可能原因	處置方式
1	一次側電路過電壓-VSOVD	通過區段時	不需採取任何措施。
		交流比壓器 (ACPT) 故障	更換 ACPT
		TCU 單元故障	更換 TCU
2	一次側電路電壓不足-VSLVD	通過區段時	不需採取任何措施。
		交流比壓器 (ACPT) 故障	更換 ACPT
		TCU 單元故障	更換 TCU。
3	一次側電路頻率異常-FIR	通過區段時	不需採取任何措施。
		交流比壓器 (ACPT) 故障	更換 ACPT
		TCU 單元故障	更換 TCU
4	二次側電路 1 過電流-ISOCD1	通過區段時	不需採取任何措施。
		IGBT 故障	更換動力模組。
		TCU 單元故障	更換 TCU
		電流感測器故障	更換電流感測器。
5	二次側電路 2 過電流-ISOCD2	IGBT 故障	更換動力模組。
		TCU 單元故障	更換 TCU
		電流感測器故障	更換電流感測器。
6	接地故障- GD1, GD2	接地	清潔或更換相關元件
		電流感測器故障	更換電流感測器。
7	直流鏈電路過電壓-VDOVD1,2	通過區段時	不需採取任何措施。
		TCU 故障	更換 TCU
		電壓感測器故障	更換電壓感測器。
8	直流鏈電路過電壓-VDOVD3	TCU 故障	更換 TCU
		電壓感測器故障	更換電壓感測器。
9	直流鏈電路電壓不足-VDLVD1	通過區段時	不需採取任何措施。
		TCU 故障	更換 TCU
		電壓感測器故障	更換電壓感測器。
10	直流鏈電路電壓不足-VDLVD2	牽引故障	更換 TCU
		電壓感測器故障	更換電壓感測器。

項次	故障現象		可能原因	處置方式
11		(IGBT 自我保護-IGBTD)	IGBT 故障 閘控驅動器故障 散熱片故障	更換電源單元。
			冷卻空氣不足	清洗散熱片。 清洗空氣流通風管。
			TCU 故障	更換 TCU
12		DC110V 電源電壓不足-DCLVD	電流輸出電壓不足	排除車輛側的致因。
13		控制電源電壓不足-CPLVD	TCU 電源故障	更換 TCU 的電源。
			電源供應單元內繼電器的電源故障	更換供應單元內繼電器的電源。
14		閘控電源電壓不足-GPLVD	閘控驅動器電源故障	更換閘控驅動器的電源。
15		CPU 故障-WDTD	TCU 故障	更換 TCU
16		馬達過電流-MM OCD	IGBT 故障	更換電源單元。
			TCU 故障	更換 TCU
			電流感測器故障	更換電流感測器。
17		馬達電流相位失衡-PUD	牽引馬達線路連接錯誤	檢查牽引馬達線路的連接。
			TCU 故障	更換 TCU
			電流感測器故障	更換電流感測器。
18	整流器/變流器 CI 保護	充電電路故障-FCD	IGBT 故障	更換動力模組。
			充電接觸器 (AK) 故障	更換 AK
			充電電阻器 (CHRe) 故障	更換 CHRe
19		半導體單元過熱-THDC / THDI	散熱片故障	更換動力模組。
			散熱片堵塞 冷卻空氣不足	清洗散熱片。 清洗空氣流通風管。
20		空轉 / 打滑偵測-WSD	由於路段濕滑而使車輪空轉 / 滑走	檢查路段情況。
			TCU 故障	更換 TCU

項次	故障現象	可能原因	處置方式	
21	整流器/變流器 CI 保護	主控馬達過熱	牽引馬達過熱	更換牽引馬達。
		-MMOTD	TCU 故障	更換 TCU
22		主控馬達溫度感測器故障	溫度感測器故障	更換溫度感測器。
		-MMTSD	TCU 故障	更換 TCU
23		K 開關出現[未能閉合]之故障	K 開關未能打開	更換 K 開關。
		-KFD1	TCU 或繼電器 PCB 未能打開	更換 TCU 和繼電器 PCB
24		K 開關出現[未能打開]之故障	K 開關未能閉合	更換 K 開關。
		-KFD2	TCU 或繼電器 PCB 未能閉合	更換 TCU 和繼電器 PCB
25		AK 開關出現[未能閉合]之故障	AK 開關未能打開	更換 AK 開關。
		-AKFD1	TCU 或繼電器 PCB 未能打開	更換 TCU(O)和繼電器 PCB
26		AK 開關出現[未能打開]之故障	AK 開關未能閉合	更換 AK 開關。
		-AKFD2	TCU 或繼電器 PCB 未能閉合	更換 TCU 和繼電器 PCB
27		IGBT 過電壓保護故障-OVF	OVT 故障	更換 OV
28		脈衝產生器故障-PGD/PGABD	脈衝產生器故障	更換脈衝產生器。
	TCU 故障		更換 TCU	
29	VCB 啟用訊號 1 輸出錯誤-VCBFD1, VCBFD2	TCU 或繼電器 PCB 故障	更換 TCU 和繼電器 PCB	
30	SK 指令與操作之間產生差異-SKD	SK 故障	更換直流。組件箱內的 SK	
		TCU 故障	更換 TCU	
31	偵測到一次側電流-DCCTD	DCCT 故障	更換直流組件機箱內的 DCCT。	
		TCU 或繼電器 PCB 故障	更換 TCU 和繼電器 PCB	

項次	故障現象	可能原因	處置方式
32	突波抑制器偵測到電流- EASD	PERe 故障	更換車側的 PERe
		TCU 故障	更換 TCU
33	一次側電流偵測到過電流- PCTD	PCT 故障。	更換 PCT
		TCU 故障	更換 TCU
34	主變壓器過熱- MTOTD	主變壓器過熱	更換主變壓器。
		TCU 故障	更換 TCU
35	主變壓器溫度感測器故障- MTTFD	溫度感測器故障	換溫度感測器。
		TCU 故障	更換 TCU。
36	主變壓油流故障- MTOFD	主變壓器故障	更換主變壓器。
		TCU 故障	更換 TCU
37	速度請求訊號故障- SPDROF	主控制器故障	檢查主控制器所傳送的訊號。
		TCU 故障	更換 TCU
38	PWM 訊號故障- PWMF	PWM 產生器故障 PWM 產生器與整流器／變流器 CI 之間的線路斷訊或產生短路	更換 PWM 產生器或線路。
		TCU 故障	更換 TCU
39	速度探針故障- TGD	速度探針故障	更換速度探針。
		TCU 或繼電器 PCB 故障	更換 TCU 和繼電器 PCB
40	旋轉方向錯誤- BSD	滑走時，將逆轉機把手設定在反向	僅限操作方面的錯誤
41	最高速度- MAXSPD	列車超速	將電門把手移至切斷位，再將司軔閥把手推到最大緊軔位
42	兩具馬達電流失衡- MMF	牽引馬達故障	更換牽引馬達
		電流感測器故障	更換電流感測器
		TCU 故障	更換 TCU

項次	故障現象	可能原因	處置方式	
43	故障 LED 指示	故障等級 A - 輕微故障	TCU 偵測到 C/I 非破壞性輕微故障。(如 VSOVD 等)	利用 PTU 裝置下載檢查 TCU 內的故障資料
44		故障等級 B - 中度故障	TCU 偵測到 C/I 中度故障時。(如 IGBTD 等)	利用 PTU 裝置下載檢查 TCU 內的故障資料
45		故障等級 C - 重大故障	TCU 偵測到 C/I 重大故障時。(如 DCCTD 等)	利用 PTU 裝置下載檢查 TCU 內的故障資料
46		整流器／變流器 C/I #1 故障	TCU 偵測到 C/I#1 的故障。	利用 PTU 裝置下載檢查 TCU 內的故障資料
47		整流器／變流器 C/I #2 故障	TCU 偵測到 C/I#2 的故障。	利用 PTU 裝置下載檢查 TCU 內的故障資料
48		零速度繼電器 1	馬達頻率 (FM) 在 0.1 Hz 或以下時，輸出 100 毫秒	若零速度繼電器 1 的 LED 維持亮燈時，請更換 TCU 和繼電器 PCB
49		零速度繼電器 2	馬達頻率 (FM) 在 0.1 Hz 或以下時，輸出 500 毫秒	若零速度繼電器 2 的 LED 維持亮燈時，請更換 TCU 和繼電器 PCB
50		水份、塵埃或髒汙物質進入箱體內	海綿橡膠變質	檢查橡膠或用手觸摸橡膠的方式檢查其狀況，若橡膠已變質請更換
51	單元固定所需的某個螺鬆動	振動	檢查螺絲或用手觸摸螺絲的方式檢查旋緊狀況。	
52	外層箱體已經損壞	被石塊擊中等	若損壞點會影響機器的功能，則將其更換。	

表 2-17 故障現象與相關處置方式

(五)已改造並測試完成車輛，共 63 組，如下表 2-18 所示：

輛次	改造車	進廠點交 與開工	輛次	改造車	進廠點交 與開工	輛次	改造車	進廠點交 與開工
1	EMU527	2019/06/13	22	EMU516	2021/04/06	43	EMU582	2022/03/01
2	EMU526	2020/01/02	23	EMU523	2021/04/19	44	EMU514	2022/03/14
3	EMU553	2020/03/11	24	EMU550	2021/05/03	45	EMU522	2022/03/25
4	EMU565	2020/04/28	25	EMU573	2021/05/10	46	EMU561	2022/04/07
5	EMU572	2020/05/26	26	EMU513	2021/06/03	47	EMU509	2022/04/29
6	EMU570	2020/06/29	27	EMU504	2021/06/18	48	EMU581	2022/05/11
7	EMU585	2020/08/03	28	EMU569	2021/07/05	49	EMU557	2022/05/25
8	EMU530	2020/09/14	29	EMU555	2021/07/19	50	EMU520	2022/06/07
9	EMU559	2020/09/28	30	EMU510	2021/08/04	51	EMU551	2022/06/22
10	EMU552	2020/10/12	31	EMU564	2021/08/19	52	EMU528	2022/07/07
11	EMU535	2020/10/28	32	EMU562	2021/09/03	53	EMU568	2022/07/25
12	EMU575	2020/11/11	33	EMU511	2021/09/22	54	EMU558	2022/08/05
13	EMU579	2020/11/23	34	EMU534	2021/10/04	55	EMU537	2022/08/23
14	EMU525	2020/12/07	35	EMU540	2021/10/19	56	EMU567	2022/09/06
15	EMU576	2020/12/24	36	EMU505	2021/11/10	57	EMU512	2022/09/23
16	EMU577	2021/01/07	37	EMU503	2021/11/18	58	EMU529	2022/10/11
17	EMU583	2021/01/18	38	EMU507	2021/12/08	59	EMU566	2022/10/21
18	EMU515	2021/02/19	39	EMU546	2021/12/22	60	EMU560	2022/11/01
19	EMU531	2021/02/26	40	EMU524	2022/01/10	61	EMU545	2022/11/22
20	EMU532	2021/03/05	41	EMU502	2022/02/07	62	EMU563	2022/12/02
21	EMU574	2021/03/18	42	EMU556	2022/02/16	63	EMU554	2022/12/16

表 2-18 已改造與測試完成車輛

伍、心得與建議：

一、心得：

本次專業教育訓練，除了參觀廠商工廠製造設備外，學人之長補己之短，還利用移動日與假日實地去搭乘地鐵(大阪地下鐵御堂筋線)與 JR(新幹線、寶塚線)及私鐵(南海電鐵、阪神、近畿)路線，在臺灣鐵路管理局即將公司化之際，對於提升車輛維修妥善率與旅客的服務品質方面，也是值得吾人未來購車或附屬事業參考。

(一)完整的教育訓練與作業證照的推行：

此次在原廠專業訓練，無論是在韓國或者是日本，在進入工場作業區門口，首先映入眼簾的就是看到牆上貼著各式的訓練合格證照；以 YUTAKA 公司為例，其以不同的顏色區分國家資格、社內檢定與作業場所認定。所以一個人可能不只有一張證照，資深者會更多。如此不僅可以提升員工的技能，也對企業形象與專業能力有正面的效果，值得我們學習。如圖 3-1 所示。



圖 3-1 牆上的訓練合格證照

(二)合適的維修工具：

此次訓練，最大的感想是發現製造或維修廠在生產或維修設備時，一定有會先把會使用到的工具整齊的擺放在旁邊的工作檯上，作業過程中對於該使用哪個工具或扭力磅數，一定是很嚴謹，確實遵照工作技令，否則對於其製造生產的設備必大打折扣，也是令人學習之處。如圖 3-1~3-2 所示。



圖 3-1 排放整齊的工具



圖 3-2 使用到的接點清潔劑

二、建議事項：

(一)車廂內把手採高低設計：

在參訪宇進產電電車出廠線時，其地鐵車廂內的旅客把手很吸引大家的注意，握手把採用了高低配置，目的就是讓身材較矮的乘客或兒童，也能握到把手，如此更能讓乘客安心站著搭乘。如圖 3-3 所示。



圖 3-3 旅客把手採高低配置

(二)新車加裝空氣濾清器：

另外在地鐵新車也看到每一車廂內，前後各裝一部空氣清淨機。想到本路的列車常在緊急緊軔或是行駛在地下道時，不時都會有聞瓦緊軔的異味或是地下道內殘留的油煙煙味，其不僅影響乘客健康，也對於乘車舒適度打了折扣，尤其是現在後疫情時代，若能加裝空氣清淨機，對於公司化後提升服務品質也是有莫大的助益。如圖 3-4 所示。

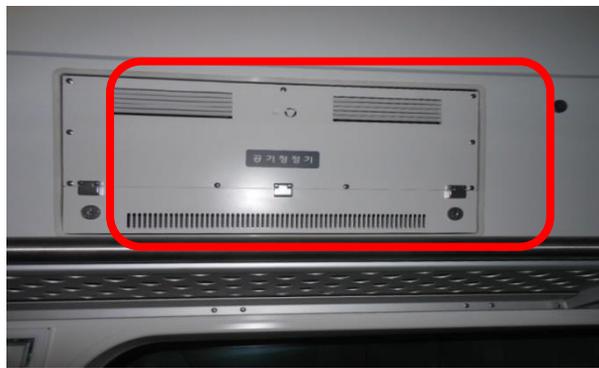


圖 3-4 空氣濾清器

(三)跳線架：

在日本 YUTAKA 外，我們也注意到其未使用的跳線都會整齊的擺放在跳線架上，除了整齊外也顯示其專業的一面，建議各廠段都能製作鐵架，而不是擺在地上任期受潮，如此才能使備品的保存更能確保其可靠度與妥善率。如圖 3-5 所示。



圖 3-5 YUTAKA 工廠的跳線架

(四)車頂安全移動護欄：

在車頂高空作業，首重就是防止人員有墜落受傷之危險，而此設計，除了保留原有可加掛安全母索掛鈎之外，更有護欄可以防護，並加掛輪子可在車頂移動，方便員工作業。如圖 3-6 所示。



圖 3-6 宇進產電車頂安全移動護欄

(五)USB 充電器位置：

在從東京搭乘東海道新幹線到撥州赤穗的 N700A 車上，其充電插位在座椅靠手的前端，相較起來比位在椅子下方還要彎腰去找插座而言，方便得多，另外比較不同的是，其充電插座是採用交流電，並附有防塵蓋，並非為一般的 USB 插座。如圖 3-7、圖 3-8 所示。



圖 3-7 座椅手靠的充電插座



圖 3-8 打開防塵蓋的充電插座

(六)動力模組放電終了指示燈：

另外在韓國宇進產電相似的 SIV 電腦實作教學時，吾人也發現其模組放電也有其獨特之處。若列車欲斷電維修時，規定最少都要等 10 分鐘後方能拆線作業，避免人員碰觸設備而被殘電感電的危險，而其動力設備組件加裝放電終了指示燈，若仍有殘電，指示燈持續點亮，當殘電已放盡時，指示燈滅，也可以增加人員雙重確認無電後始可維修的安全性。如圖 3-9 所示。



圖 3-9 放電終了指示燈