

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 5 梯次)

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

職稱姓名：	工程師	鍾禎昌
	助理工程師	鄭啟宇、詹國永、陳國豪
	技術員	李光裕
	監工員	劉諒煌
	技術領班	黃正安

派赴國家：日本

出國期間：114 年 03 月 02 日至 03 月 20 日

報告日期：114 年 05 月 07 日

摘 要

國營臺灣鐵路股份有限公司為提升旅運服務品質，改善現有 E200、E300、E400 和 E1000 電力機車老舊易故障之課題，推動「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」，將採購 1000 餘輛新型車輛取代現有老舊車輛計畫，其中有 68 輛電力機車(E500 型)，由立約商日本東芝株式會社得標並製造。依計畫購置車輛陸續投入營運後，有效提升旅運服務品質外，有效減少列車故障發生，帶動傳統鐵路運輸系統再升級，提高民眾對大眾運輸工具之使用率。

本批 7 位學員係本（114）年度第 5 梯次赴日本進行專業訓練，自 3 月 2 日起至 3 月 20 日止，地點為東芝基礎設施系統株式會社府中事業所。課程內容涵蓋本型機車十大系統專業說明，並安排至現場操作示範與實地講解，進一步加深學員對技術細節的理解。也安排參訪轉向架組裝廠與跨接電纜供應商，並由專業廠商進行詳細的講解與示範。訓練結束後，將統整所學課程內容及現場見聞，進行技術轉移與知識傳承，確保所學維修技能能夠有效應用於本型機車的保養維修工作，並為車輛的穩定營運提供有力支持。

目次

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、電力轉換裝置(PCC)	10
二、主控制器	17
三、跨接電纜	21
四、ATP 隔離後限速備援系統	24
五、主變壓器	26
六、牽引馬達	28
七、火災偵測系統	34
八、韌機	37
伍、主變壓器設計和維護差異專題報告	50
一、電力機車主變壓器設計分析	50
二、E1000 型電力機車主變壓器注油流程	52
三、E500 型電力機車主變壓器注油流程	52
四、未來主變壓器維護之展望	54
陸、心得與建議	54
柒、附件	55

壹、目的

本次出國訓練係依據《電力機車 68 輛購車規範附錄 D 訓練規定》，由立約商提供專業訓練課程，旨在培訓 E500 型電力機車（以下簡稱「本型機車」）的檢修種子師資人員。此訓練計畫的主要目的是確保參訓人員具備必需的專業維修技能、故障診斷能力及相關知識，從而能夠高效且安全地執行本型機車的維修工作，進而保障機車的穩定運行與長期可靠性。具體目標如下：

1、提升維修技能：

透過對本型機車各項系統的深入了解，讓學員掌握高效的維修操作技能，並能夠針對日常運行中的各種問題進行全面檢查與維修，從而確保機車運行的穩定性與安全性。

2、強化故障診斷與排除能力：

提升學員的故障診斷能力，使學員能在遇到機車故障時迅速定位問題並解決，從而有效縮短故障處理時間，提升故障排除的效率。

3、深入系統操作與維護知識

深入介紹本型機車關鍵系統的運作原理與維護要點，使學員能夠全面理解各系統的特性及維護需求，保障機車的長期穩定運行。

4、遵守技術規範與維修標準

訓練學員了解並遵守各項技術規範與維修標準，確保機車的運行可靠性與高效性。

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 03 月 03 日 至 114 年 03 月 09 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.03.03	一	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)
114.03.04	二	1. 駕駛室(Cab) 2. 考核(Assessment) 3. 工廠導覽與保養說明示範(Factory Tour & Maintenance Demonstration)
114.03.05	三	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)
114.03.06	四	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. 牽引馬達鼓風機(Blower)
114.03.07	五	1. ATP 隔離後限速備援系統(ATP Backup) 2. 機車控制監視系統（LCMS）(Locomotive control monitoring system) 3. 考核(Assessment) 4. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)
114.03.08	六	例假(official holiday)
114.03.09	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 03 月 10 日 至 114 年 03 月 16 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.03.10	一	5. 牽引馬達(Motor) 6. 考核(Assessment) 7. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)：牽引馬達(Motor)
114.03.11	二	4. 電力轉換裝置(PCC)(Power conversion device) 5. 考核(Assessment)
114.03.12	三	4. 主控制器(Master Controller) 5. 實務說明 (Maintenance Demonstration)：至八王子京王重機整備株式会社參訪轉向架組裝。
114.03.13	四	5. 跨接電纜(Jumper) 6. 工廠導覽(Factory Tour)：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。
114.03.14	五	5. 工廠導覽(Factory Tour)：電力轉換裝置(PCC) (Power conversion device) 6. 考核(Assessment) 7. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)：車體與連結器 (Carbody&Coupler)
114.03.15	六	例假(official holiday)
114.03.16	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 03 月 17 日 至 114 年 03 月 23 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.03.17	一	8. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)：車體(Carbody) 9. 軔機/供氣系統(Brake/Air supply System)
114.03.18	二	6. 軔機/供氣系統(Brake/Air supply System) 7. 實務說明(Maintenance Demonstration)：軔機/供氣系統(Brake/Air supply System)
114.03.19	三	6. 避雷器(Surge Arrester) 7. 考核(Assessment) 8. 結業式(Closing Ceremony)
114.03.20	四	返台行程日
114.03.21	五	無
114.03.22	六	例假(official holiday)
114.03.23	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03月02日至114年03月20日止		
日期	當地時間	辦 理 事 項	地點
03月02日	移動日	去程	台北-東京
03月03日	09:00~11:00	簡介、概論說明	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 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)、連結器(TISS)	
	16:30~17:00	考核	
03月04日	09:00~12:00	駕駛室	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 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)	
03月05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 320 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	
03月06日	09:00~10:00	鼓風機	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	10:00~12:00	主變壓器	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~14:30	主變壓器	
	14:30~16:30	火災偵測系統	
	16:30~17:00	考核	
03月07日	09:00~12:00	ATP 隔離後限速備援系統	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 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	保養說明示範(LCMS)	

第二週

TRC 68輛電力機車 日本專業訓練			
期間	自114年03月02日至114年03月20日止		
日期	當地時間	辦 理 事 項	地點
03月10日	09:00~11:30	牽引馬達	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	11:30~12:00	考核	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	保養說明示範(牽引馬達)	
03月11日	09:00~12:00	電力轉換裝置(PCC)	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~16:30	電力轉換裝置(PCC)	
	16:30~17:00	考核	
03月12日	09:00~11:30	主控制器	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	11:30~12:00	考核	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	實務說明(轉向架)	
03月13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	
	13:00~14:00	跨接電纜	
	14:00~17:00	工廠導覽(跨接電纜)	
12月14日	09:00~11:00	工廠導覽(PCC)	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	11:00~12:00	考核	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~17:00	保養說明示範(車體與連結器)	
備註: 03 月 12 日 13:00~17:00 參訪京王重機整備株式會社(實務說明轉向架)			

第三週

TRC 68輛電力機車 日本專業訓練			
期間	自114年03月02日至114年03月20日止		
日期	當地時間	辦 理 事 項	地點
03月17日	09:00~10:00	保養說明示範(車體)	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	10:00~12:00	軀機 / 供氣系統	
	12:00~13:00	午休	
	13:00~15:00	軀機 / 供氣系統	
	15:00~17:00	實務說明(軀機 / 供氣系統)	
03月18日	09:00~12:00	軀機 / 供氣系統	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	12:00~13:00	午休	
	13:00~16:30	軀機 / 供氣系統	
	16:30~17:00	實務說明(軀機 / 供氣系統)	
03月19日	09:00~11:00	避雷器	日本東京 府中工廠 訪客中心 320 室
	11:00~12:00	考核	
	12:00~13:00	結業式	
03月20日	移動日	回程	東京-台北

肆、E500 電力機車專業訓練報告

一、電力轉換裝置(PCC)

1、PCC 功能說明:

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。

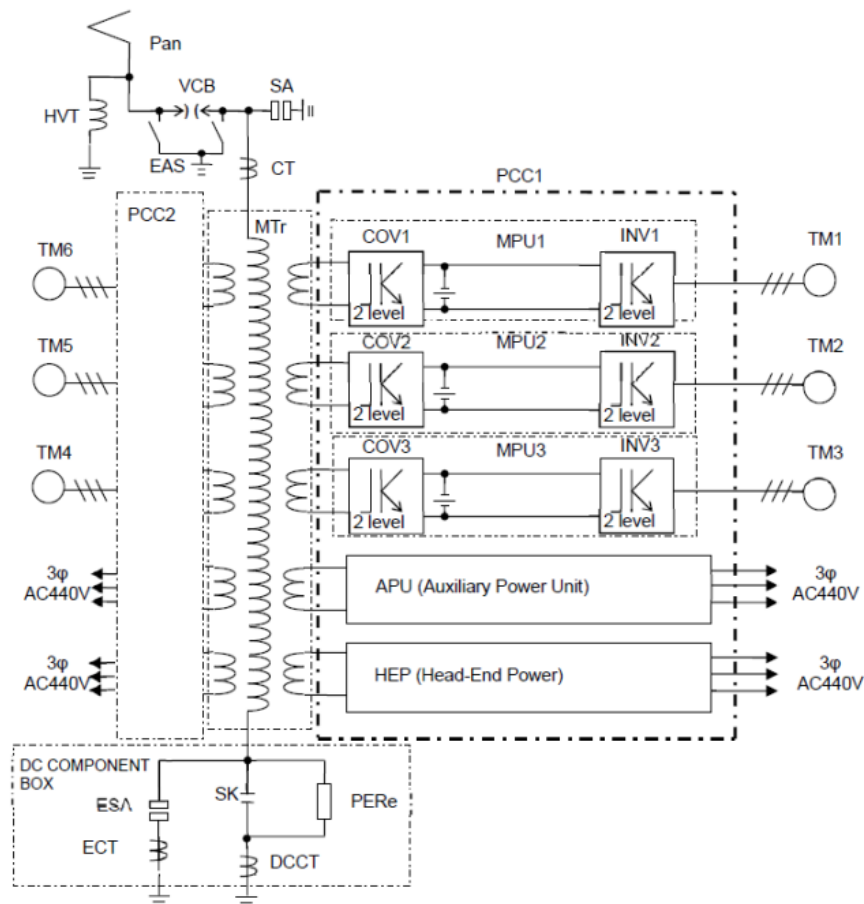


圖 4-1-1-1 主電路設備配置

(1) 主電路

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。

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。

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。

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 PCC 2 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。

接地避雷器 (ESA)

當 PERe 出現故障或 SK 無法閉合時，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。

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。

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。

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。

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。

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。

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) 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)輔助接觸器（AK）和充電電阻（CR_e）建立的 AC 預充電電路。

(2)由接觸器（K）和電流互感器（ACCT）建立的交流輸入電路。

(3)由 IGBT 橋單元（COV）建立的 WM 整流器。

(4)直流鏈電路包含：濾波電容器(FC)、過電壓抑制 IGBT(OVT)、過電壓抑制二極體(OVDd)、過電壓抑制電阻（OVRe）、直流鏈電壓感測器(DCPT)、包含電阻(GRe)及電容(GFC)的接地偵測用 DCPT(GDCPT)、包含電阻(DCHR)的高電壓指示燈(P-LED)、包含電阻(DSRe)的直流鏈接電開關(DS)。

(5)包含 IGBT 三相橋式單元（INV）的牽引變流器。

(6)AC 輸出三相電路由 2 個電流傳感器監控（CTU, CTW）。

2、速控控制電路功能說明:

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。如下圖所示，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。當牽引力和制動力發生變化時，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。

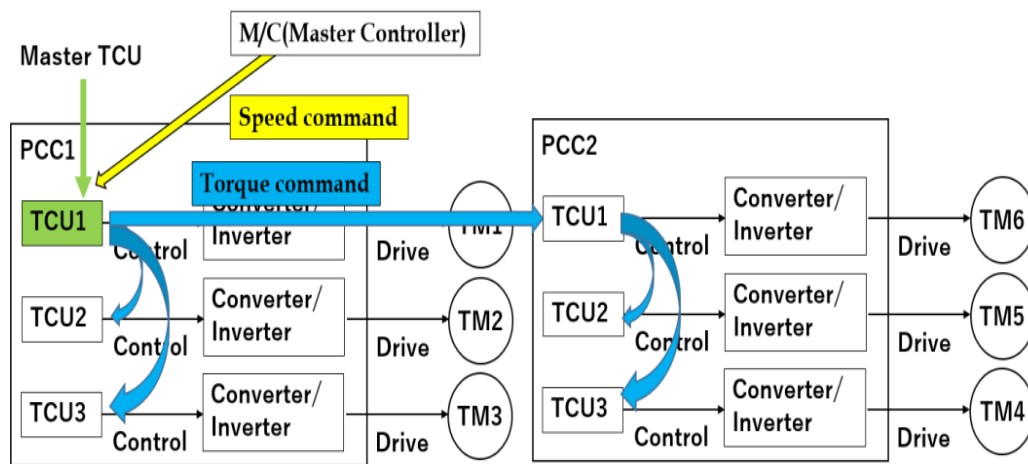


圖 4-1-2-1 速度控制模式配置

3、輔助供電電路概述:

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。

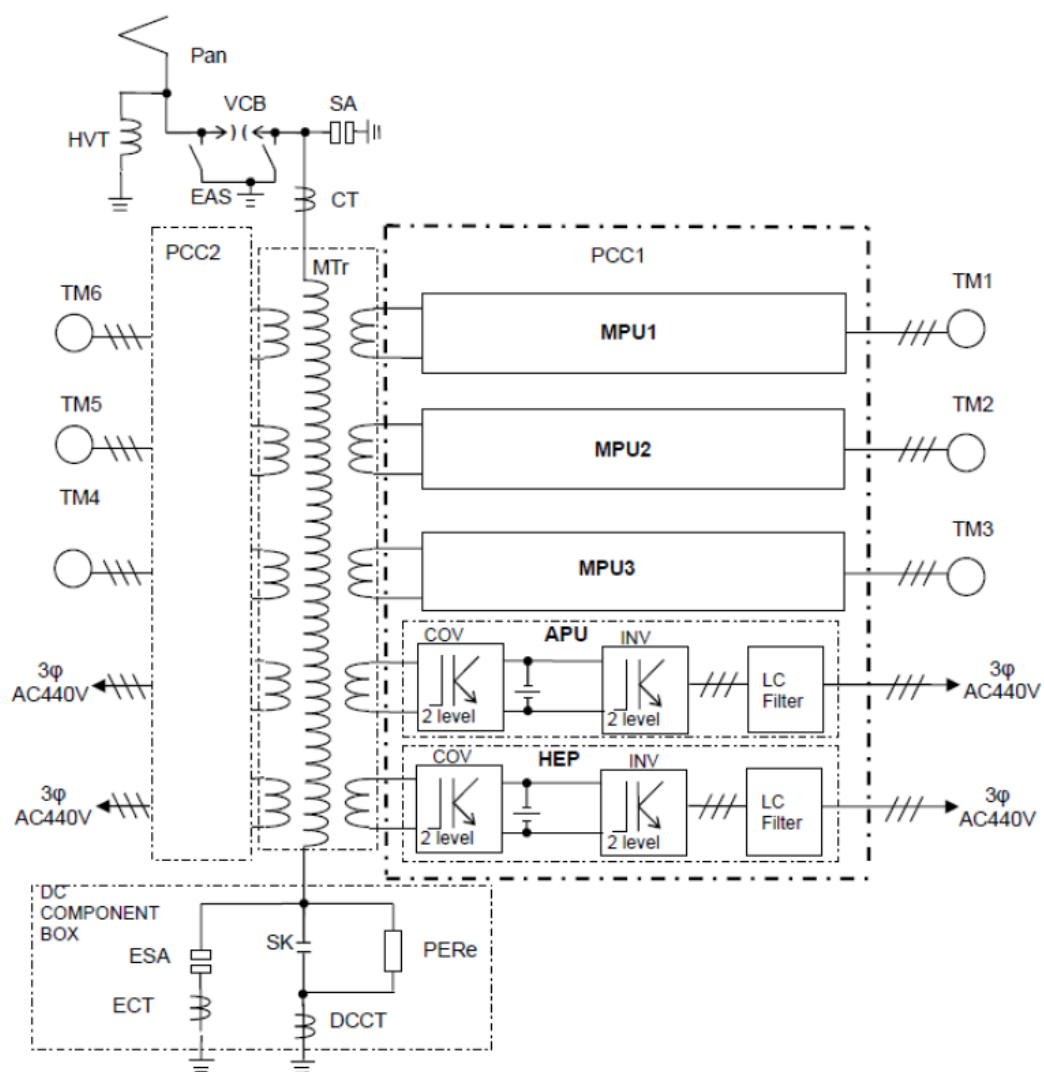


圖 4-1-3-1 輔助供電電路主迴路方塊圖

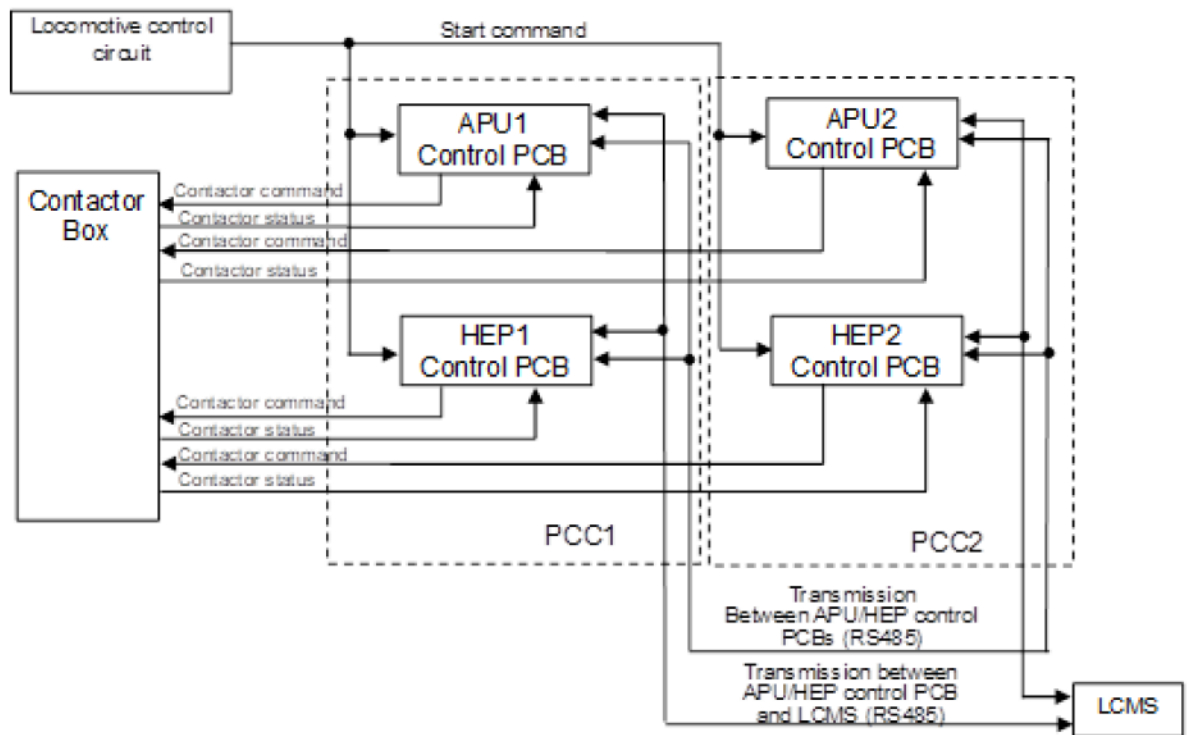


圖 4-1-3-2 輔助供電電路控制方塊圖



圖 4-1-3-3 PCC 全視圖



圖 4-3-4 U-APU



圖 4-1-3-5 P-PWB 控制板



圖 4-1-3-6 AK 與 U-INV



圖 4-1-3-7 DS 開關



圖 4-1-3-8 冷卻水位



圖 4-1-3-9 冷卻水幫泵

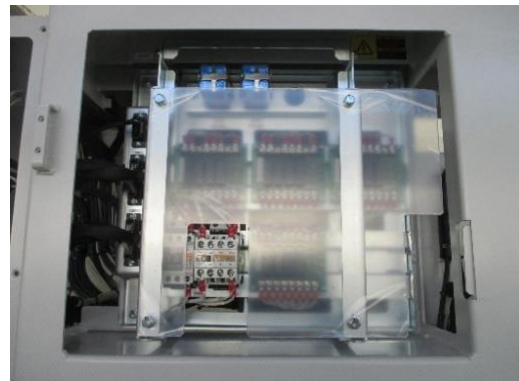


圖 4-1-3-10 U-I/F 與 P-AUB



圖 4-1-3-11 面板 KEY



圖 4-1-3-12 ACL 交流電抗器



圖 4-1-3-13 水冷快速接頭



圖 4-1-3-14 ACC 交流電容器



圖 4-1-3-15 PCC 廠內測試(1)



圖 4-1-3-16 外接水流計



圖 4-1-3-17 PCC 廠內測試(2)



圖 4-1-3-18 模擬 TCU 訊號



圖 4-1-3-19 監控輸出訊號



圖 4-1-3-20 模擬訊號工作台



圖 4-1-3-21 模擬監控設備(1)



圖 4-1-3-22 模擬監控設備(2)

二、主控制器

1.課程內容：

- 1.1 課程概要：介紹主控制器的基本概念與功能。
- 1.2 操作方法：詳細解釋主控制器的操作方法，並進行示範。
- 1.3 機器組成：介紹主控制器的結構及各組成部分，清楚了解每個元件的功能及作用。
- 1.4 定期檢修：說明如何進行主控制器的日常檢查與定期維護，保證其正常運作。
- 1.5 使用與保管：教授如何正確使用及妥善保管主控制器，延長其使用壽命。

2.定期檢修：

2.1 主控制器各零件更換週期，如(圖 4-2-2-1)所示。

表1. 主控制器操作機構單元				
No.	名稱		所需數量	建議更換週期
1	旋轉式編碼器	E6C3-AG5C-3RO	1個	12年
2	凸輪開關	SDJ-A2/ZBS/R1L	17個	12年
3	煞車片		1個	6年
4	刻度拉桿		1個/支	20年
5	煞車片拉桿		1個/支	20年

表2. 主控制器PWM模組			
No.	名稱		建議更換週期
1	PWM轉換電路板	PUZ137	12年

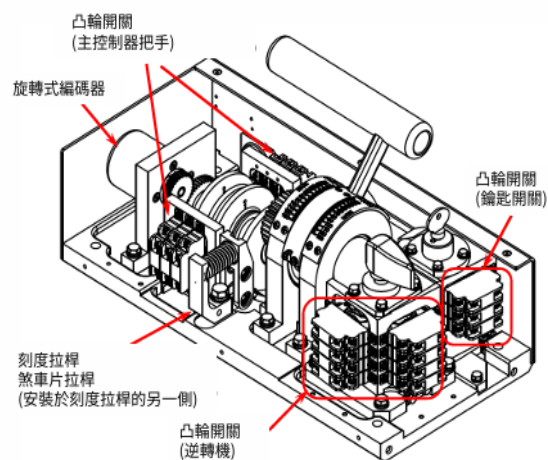


圖 4-2-2-1 主控制器各零件更換週期

2.2 主控制器把手拆解方法(3 級檢修、不定期檢修)，如(圖 4-2-2-2)所示。

插入 M6 套筒扳手和 M8 套筒扳手，握住 M6 套筒扳手不要轉動，轉動 M8 套筒扳手側的螺絲，將把手從豎柄拆下。

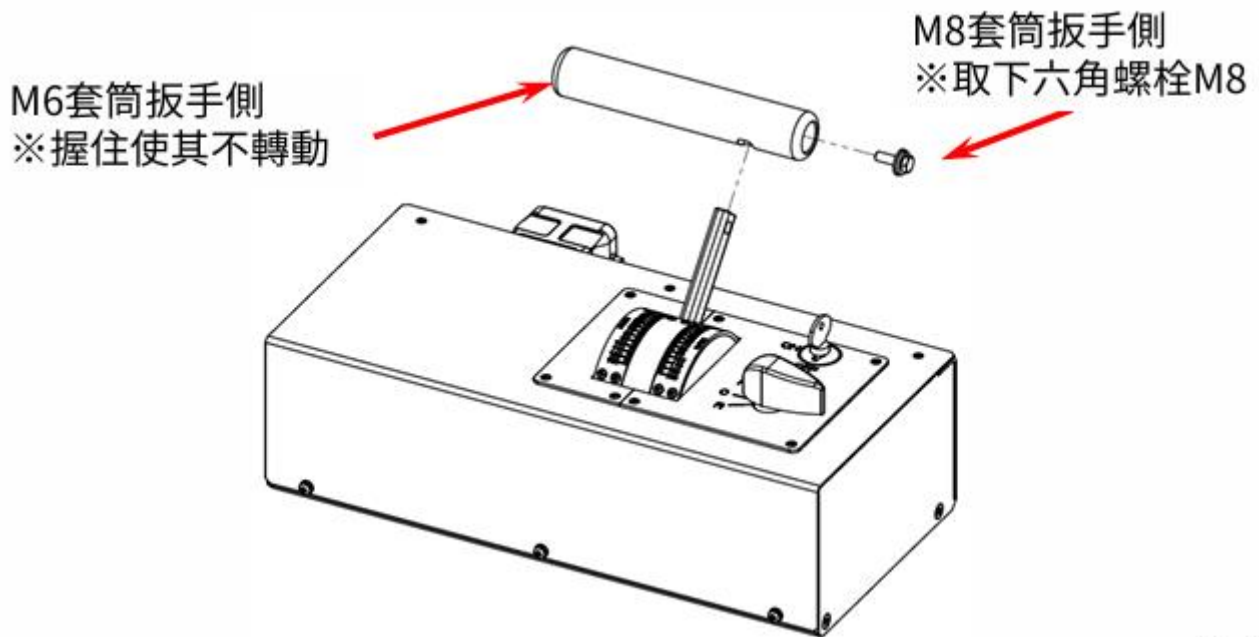


圖 4-2-2-2 主控制器把手拆解

2.3 主控制器操作機構單元外蓋拆解方法(3 級檢修、不定期檢修)，如(圖 4-2-2-3)所示。

2.3.1 拆下逆轉機固定螺絲 (附彈簧墊圈/平墊片的 M4 內六角螺栓*1 只)，拆下逆轉機。

2.3.2 拆下固定銘牌的螺絲 (M3 埋頭螺絲*8 只)，取下銘牌。

2.3.3 拆下固定主蓋的螺絲 (M4 丸頭螺絲*3 只、M3 埋頭螺絲*3 只)，取下主蓋。

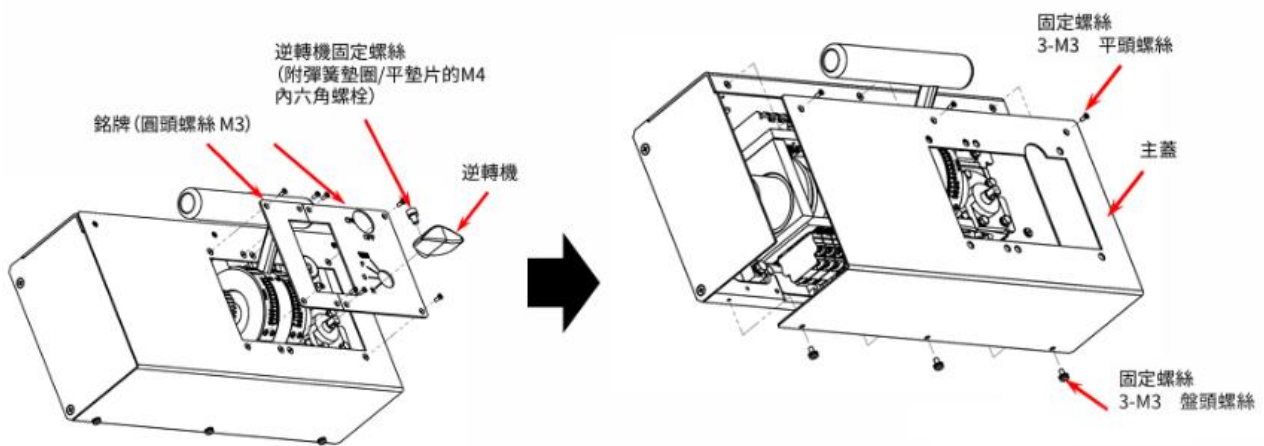


圖 4-2-2-3 主控制器操作機構單元外蓋拆解

2.4 主控制器操作機構單元清潔與上油方法(2 級檢修、2 級檢修)，如(圖 2-2-2-4)所示。

2.4.1 先清潔殘留的舊潤滑脂後再上油，使用建議的潤滑脂 (ENEOS Multi-Knock Grease No.1)，為圖所標示位置上油。

2.4.2 2 級檢修(3 個月)：不拆外蓋進行目視檢查。

3 級檢修(3 年)：拆開外蓋進行目視檢查與潤滑。

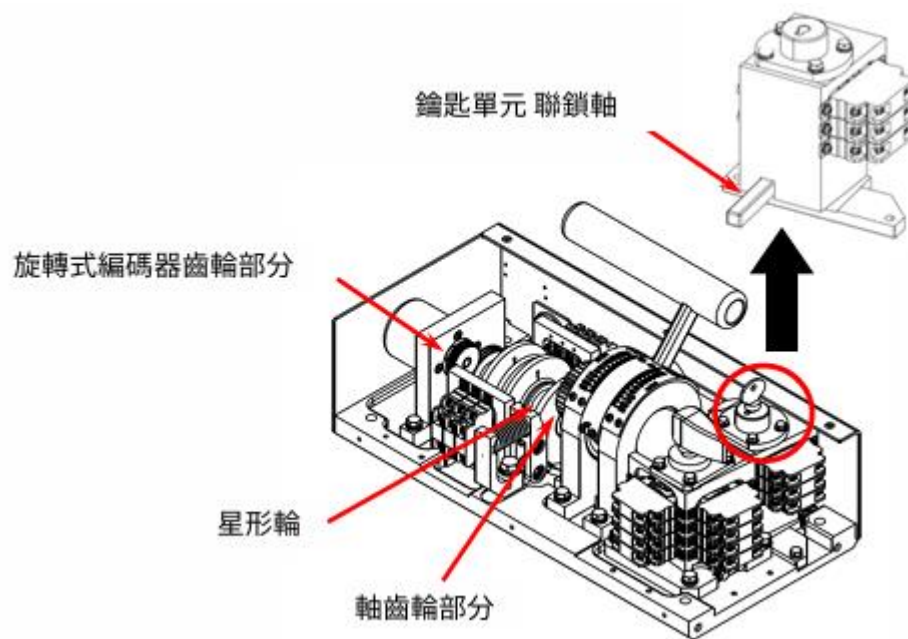


圖 4-2-2-4 主控制器操作機構單元清潔與上油

2.5 主控制器 PWM 模組外蓋拆解方法，如(圖 4-2-2-5)所示。

2.5.1 更換 PWM 轉換電路板時，需要打開 PWM 模組外蓋。拆下固定螺絲(M4 螺絲*6)，取下外蓋。

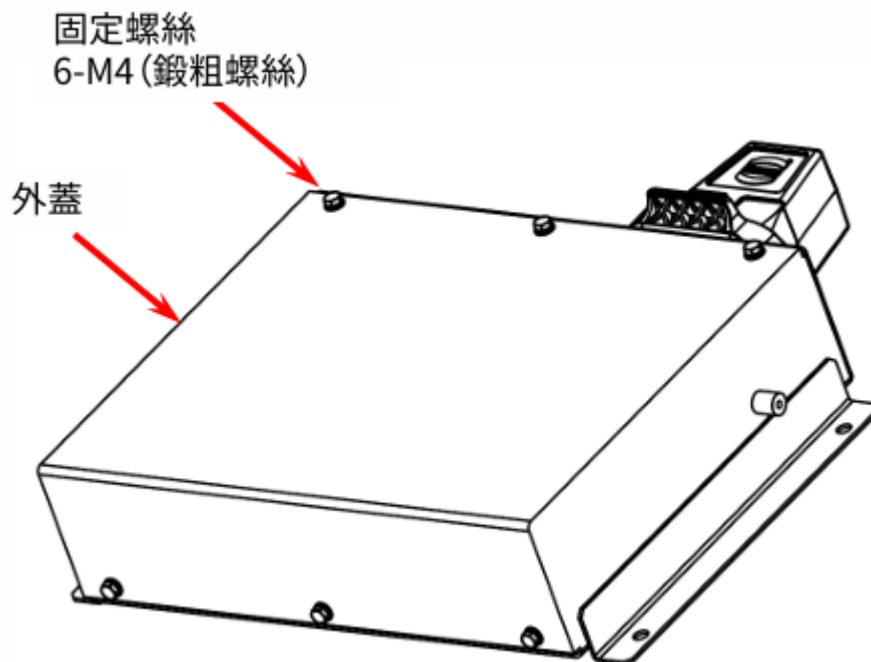


圖 4-2-2-5 主控制器 PWM 模組外蓋拆解

2.6 旋轉式編碼器的初始設定，如(圖 4-2-2-6)所示。

2.6.1 變更主控制器操作機構單元和主控制器 PWM 模組的組合時，需要設定旋轉式編碼器的初始值。

2.6.2 步驟：

- 連接主控制器操作機構單元和主控制器 PWM 模組。
- 將主控制器操作機構單元的主控制器把手置於"OFF"位置。
- 開啟主控制器電源。
- 打開主控制器 PWM 模組側邊的檢視窗口。
- 主控制器把手處於"OFF"位置時，LED 燈 (LD1、LD2) 會隨著旋轉式編碼器的數值點亮，請依照 LED 燈顯示的順序切換 DIP 開關 (DSW1)。(燈亮→ON)

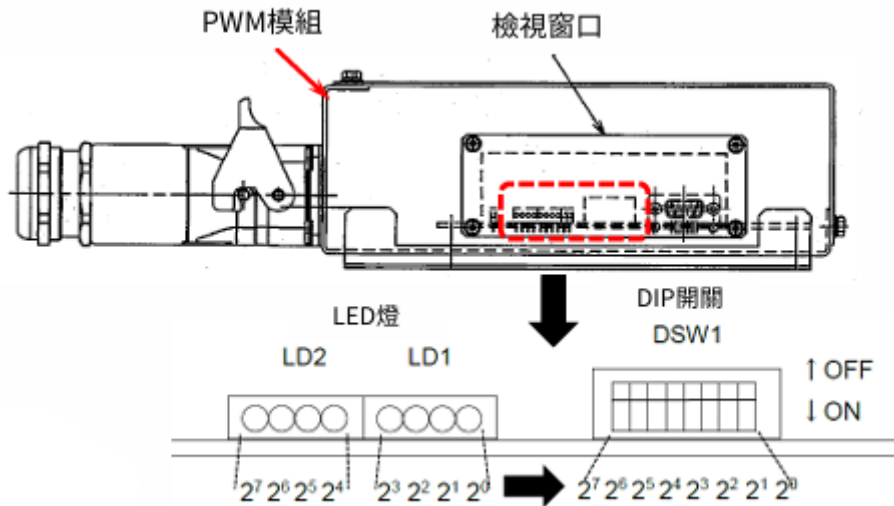


圖 4-2-2-6 旋轉式編碼器設定方式



圖 4-2-2-7 主控制器外部

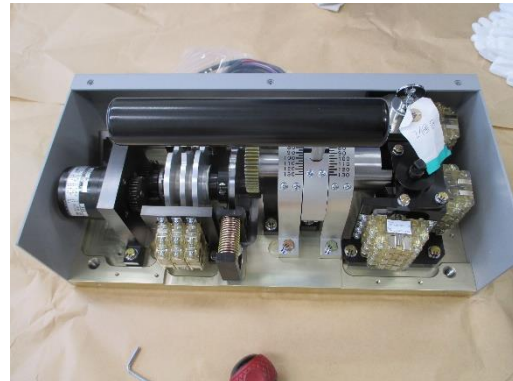


圖 4-2-2-8 主控制器內部

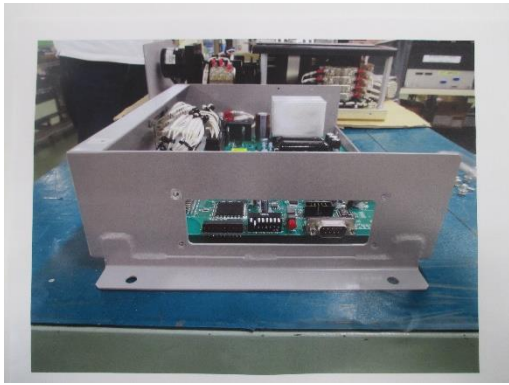


圖 4-2-2-9 主控制器 PWM 模組(1)



圖 4-2-2-10 主控制器 PWM 模組(2)

三、跨接電纜

1.課程內容：

- 1.1 課程概要：介紹跨接電纜的基本概要與檢修保養項目。
- 1.2 操作方法：詳細解釋跨接電纜的型號，並進行操作示範及簡單實習。
- 1.3 機器組成：介紹跨接電纜結構及各組成部分，讓學員清楚了解每個元件的功能及作用。
- 1.4 定期檢修：說明如何進行跨接電纜的定期檢查項目，以保證其正常運作。
- 1.5 使用與保養：教授如何正確使用及妥善保養跨接電纜，延長其使用壽命。

2.定期檢修：

- 2.1 跨接電纜部分零件維修保養週期，如(圖 4-3-2-1)所示。

●維修保養內容

NO	項目		週期	注意事項	做法
2	絕緣台	確認狀態	拆解時	表面無污漬	以乾淨的布(砂紙等)擦拭清潔
				無裂痕、龜裂、缺角等損傷	若有損傷則更換絕緣台
		清潔	3個月		氣吹並以乾淨的布擦拭清潔
3	防水墊片(插座)	確認狀態	拆解時	表面無劣化、無損傷	有劣化或損傷的話進行更換 (參考5-1.更換防水墊片)
		更換	4年		更換 (參考5-1.更換防水墊片)

圖 4-3-2-1 跨接電纜各零件維修保養週期

- 2.2 跨接電纜拆解方法(以 YL14-6 型跨接電纜為例)，如(圖 4-3-2-2)所示。

- 2.2.1 拆卸固定絕緣台的帶孔六角螺栓(3 個)。
- 2.2.2 帶孔六角螺栓拆卸後，將絕緣台從前面取出。
- 2.3.3 若絕緣台上裝有附電線接觸片的話，則提著電線將絕緣台推出。

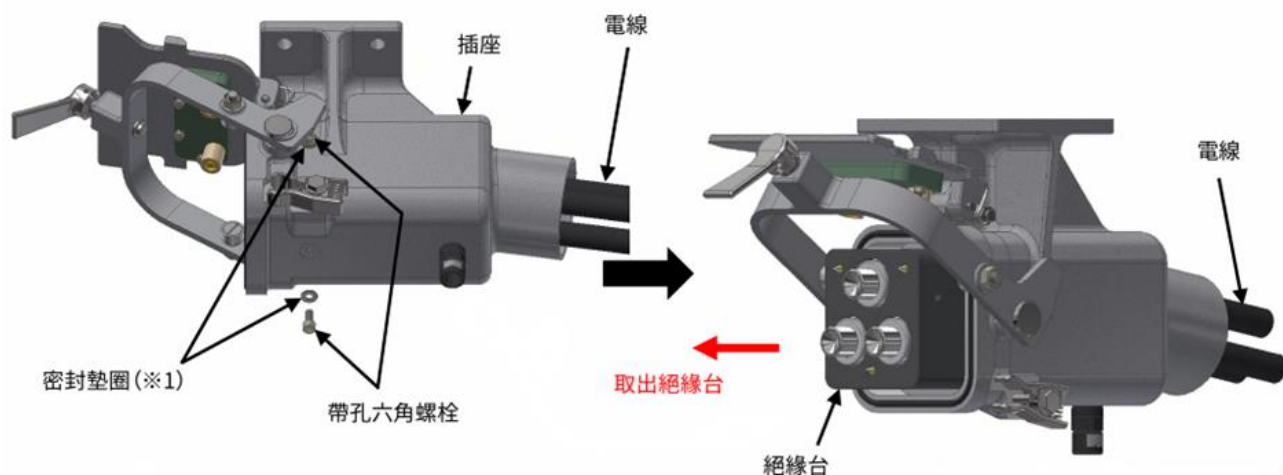


圖 4-3-2-2 YL14-6 型跨接電纜拆解

2.3 跨接電纜接觸片拆解方法(YL14-6 型跨接電纜為例)，如(圖 4-3-2-3)所示。

2.3.1 接觸片(大)應使用特殊工具 (TOL41)、接觸片(小)應使用特殊工具 (TOL271)。

2.3.2 將特殊工具筆直貼上絕緣台 並插入到碰觸接觸片即可解開卡扣。。

2.3.3 在壓下特殊工具的頭部後即可往絕緣台的背面推出接觸片，再從後面輕拉電線即可將接觸片整個取出。

①接觸片(大)



圖 4-3-2-3 YL14-6 型跨接電纜拆解接觸片(大)

2.4 YL14-6 型跨接電纜清潔與上油方法(2 級檢修)，如(圖 4-3-2-4) (圖 4-3-2-5)所示。

2.4.1 用乾淨的布擦拭把手與滾輪的髒污後，於相關部位塗上指定粘度的工業用潤滑油，並將多餘的潤滑油擦拭乾淨。

2.4.2 用乾淨的布擦拭蓋子的凸輪以及插座內部後，再各自塗上少量的指定潤滑油。

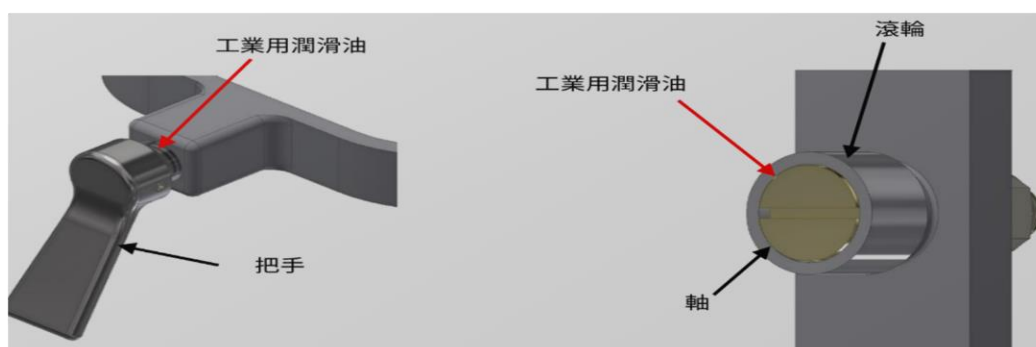


圖 4-3-2-4 把手、滾輪的清潔與上油

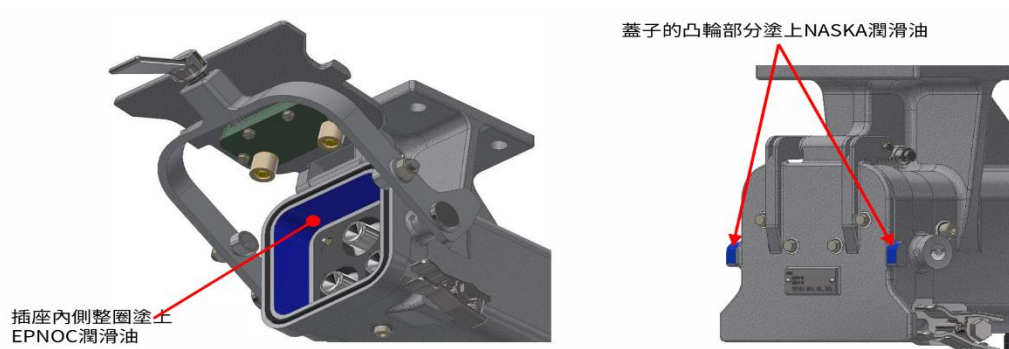


圖 4-3-2-5 YL14-6 型跨接電纜清潔與上油



圖 4-3-2-5 現場實作(1)

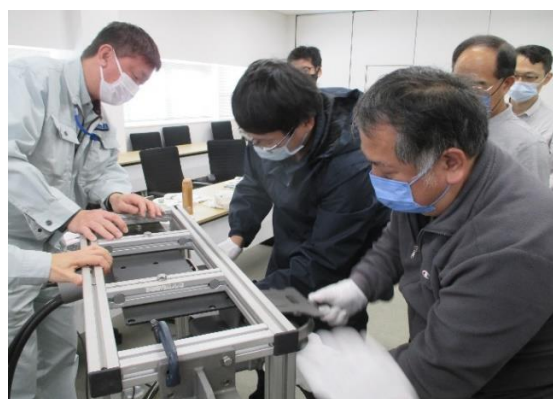


圖 4-3-2-6 現場實作(2)



圖 4-3-2-7 現場實作(3)



圖 4-3-2-8 現場實作(4)

四、ATP 隔離後限速備援系統

1.課程內容：

- 1.1 課程概要：介紹限速備援系統的基本概念與功能。
- 1.2 結構說明：介紹限速備援系統的結構及規格，能清楚了解每個元件的組成及位置。
- 1.3 系統功能說明：詳細解釋限速備援系統的設計原理和作動條件。
- 1.4 定期檢修：說明如何進行限速備援系統的定期維護及更換週期，保證其正常運作。
- 1.5 故障排除及使用軟體：教授相關故障代碼及使用軟體讀取限速備援系統。

2.定期檢修：

2.1.限速備援系統檢修週期，如(圖 4-4-2-1)所示。

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

圖 4-4-2-1 限速備援系統檢修保養週期

2.2 限速備援系統拆解方法(4 級檢修、不定期檢修)，如(圖 4-4-2-2)所示。

2.3.1 依照連接器拆卸說明拆解連接器①②③。

2.3.2 拆下接地端子螺絲，並拆下接地線④。

2.3.3 拆下安裝螺絲⑤，即可拆下 ATPBU (若要安裝，請依相反順序執行上述步驟)。

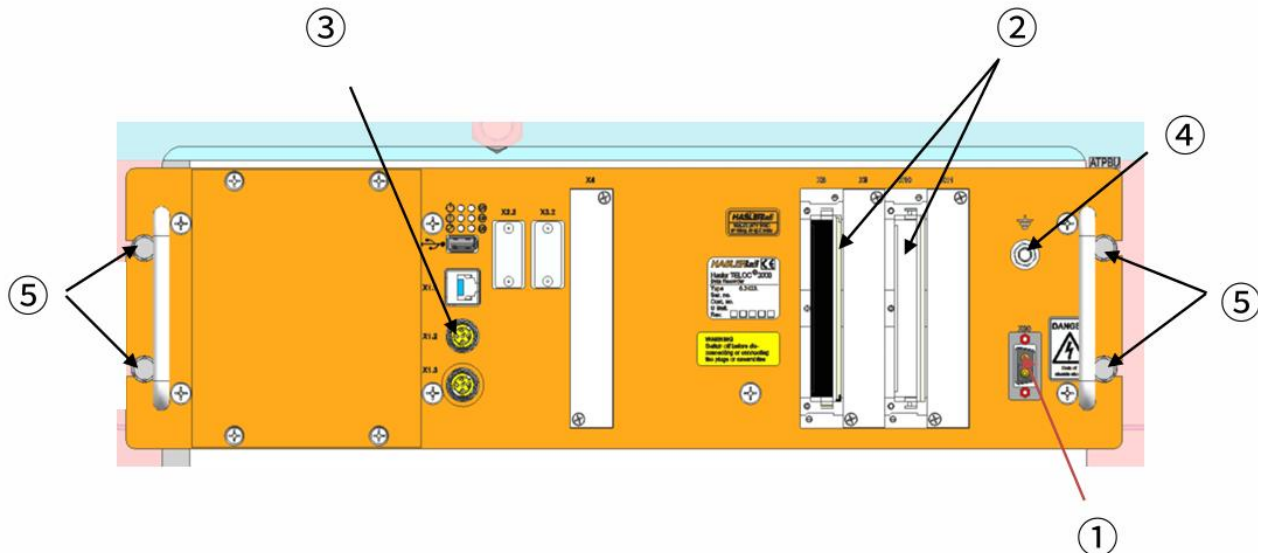


圖 4-4-2-2 限速備援系統拆解

2.3 使用軟體設定限速備援系統，如(圖 4-4-2-3)所示。

2.3.1 透過乙太網路線將已安裝 Service tool 軟體的筆記型電腦連接到 ATP 限速備援單元，即可使用 Service tool 軟體。

2.3.2 Service tool 軟體具有以下功能:設定車輪直徑、模擬、記錄讀取(圖 4-4-2-4)。

連接 Service tool，並確認軟體處於 Configuration mode(設定模式)

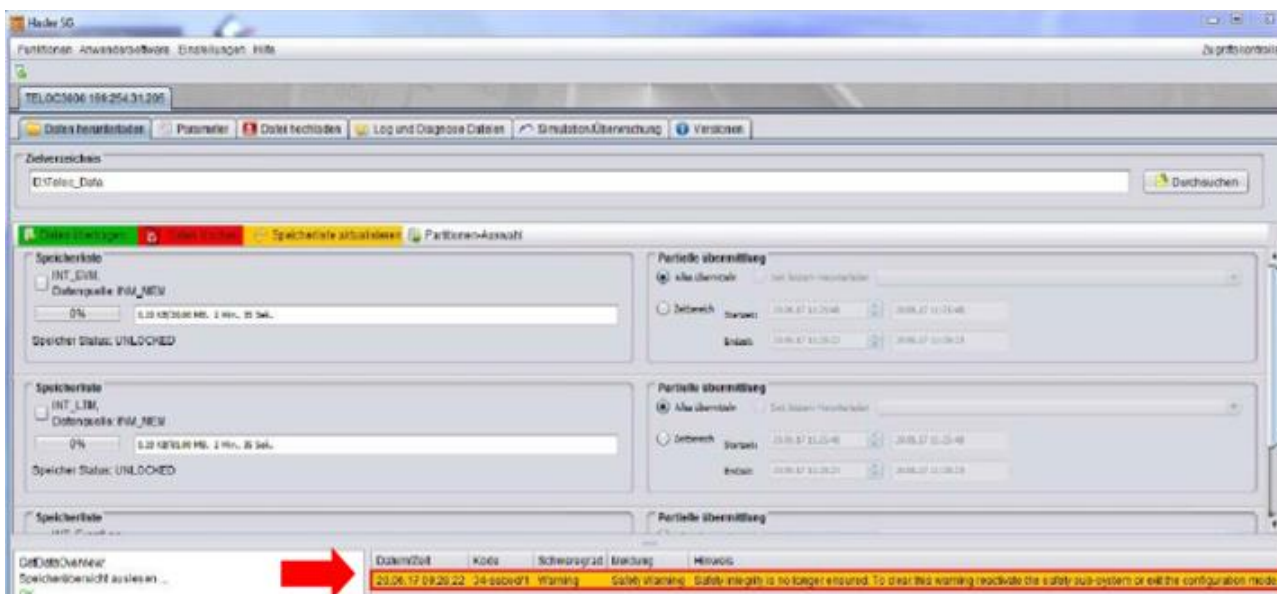


圖 4-4-2-3 限速備援系統設定模式

在 Parameter(參數)標籤中可以設定車輪直徑

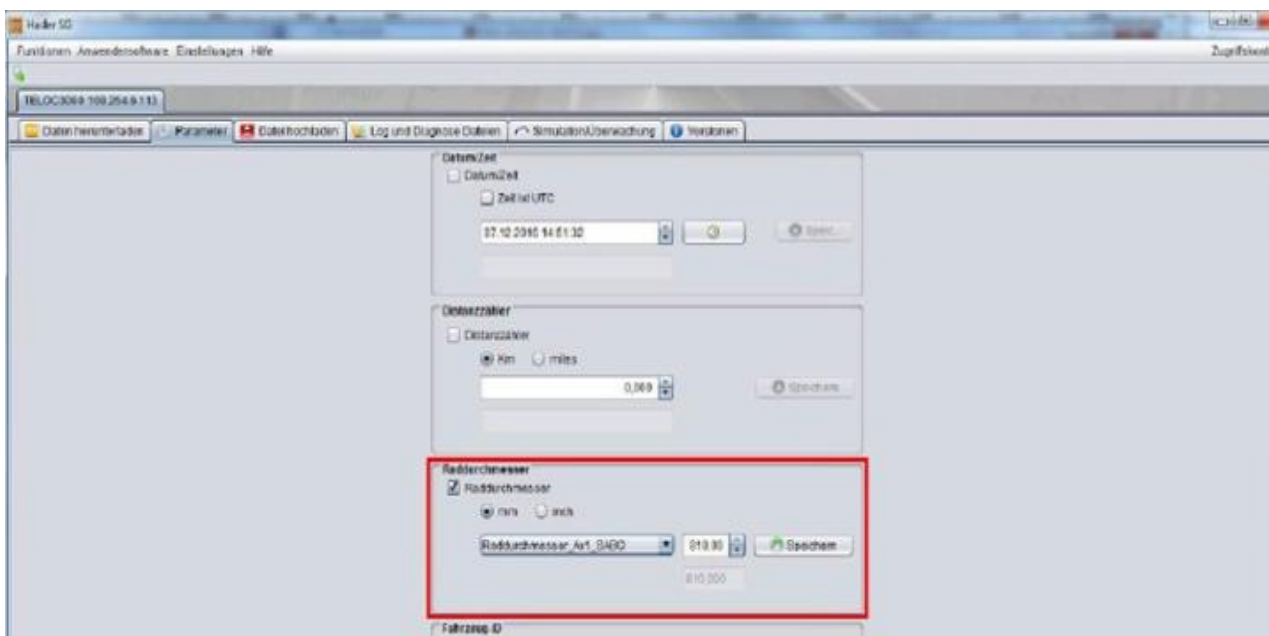


圖 4-4-2-4 限速備援系統車輪直徑設定



圖 4-4-2-5 限速備援系統主機外觀



圖 4-4-2-6 硬體連結實作

伍、主變壓器

(1)主變壓器注油過程：

- 1.使用主變壓器加油工具組（特殊工具）(圖 4-5-1-1)。
- 2.將加油工具組、油桶及主變壓器之間使用管路連接(圖 4-5-1-2)，打開冷卻水塔內部油冷卻器排氣閥(圖 4-5-1-4)（注油過程中主變壓器內部空氣由此排出）。
- 3.啟動加油幫浦(圖 4-5-1-5)，打開主變壓器注油考克(圖 4-5-1-6)，此時油開始注入主變壓器。
- 4.注油時檢視擴充油箱油位(圖 4-5-1-3)，讓油位維持在（室溫+5°C < 油位 < 室溫+15°C）。
- 5.注油過程中關閉考克(圖 4-5-1-7)，讓擴充油箱油位停止上升或打開考克(圖 4-5-1-7)，讓擴充油箱油位上升。
- 6.觀察冷卻水塔內部油冷卻器排氣閥(圖 4-5-1-4)，當油從排氣閥流出後立即關閉排氣閥。

- 7.關閉主變壓器注油考克(圖 4-5-1-6)和加油幫浦(圖 4-5-1-5)，停止注油。
- 8.將主變壓器油泵外接 440VAC 三相電源(圖 4-5-1-8)，運轉時等待 30 分鐘後停止運轉。
- 9.慢慢將冷卻水塔内部的油冷卻器排氣閥(圖 4-5-1-4)打開，如果有油流出則補充工作完成。
若沒有油漏出則重複以上注油步驟。
- 10.打開考克(圖 4-5-1-7)後讓主變壓器靜置一天。
- 11.檢視擴充油箱油位(圖 4-5-1-3)，油位應該維持在 (室溫-5℃ < 油位 < 室溫+5℃)。
- 12.擴充油箱油位過高時，打開排油塞(圖 4-5-1-9)讓擴充油箱油排出直到油位符合規定後關閉排油塞。



圖 4-5-1-1 加油工具組

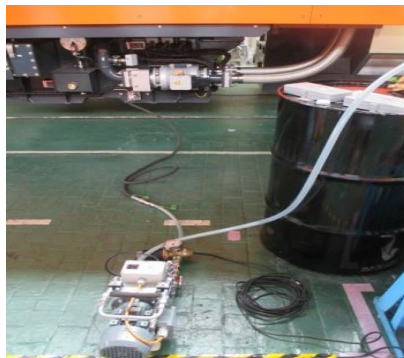


圖 4-5-1-2 油桶管路連接

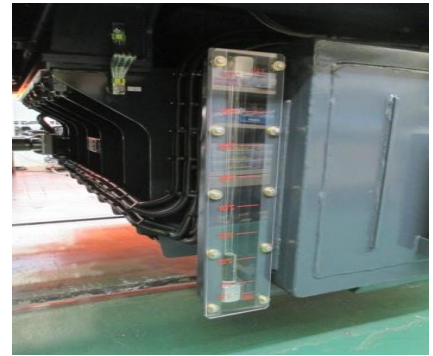


圖 4-5-1-3 油位高度指示



圖 4-5-1-4 油冷排氣閥



圖 4-5-1-5 加油幫浦



圖 4-5-1-6 注油考克



圖 4-5-1-7 擴充油箱考克



圖 4-5-1-8 外接三相電源



圖 4-5-1-9 排油塞

(2)主變壓器定期檢查過程：

- 1.使用觸摸方式檢查油泵運轉狀態(圖 4-5-2-1)。
- 2.檢查電器接頭(圖 4-5-2-2)、考克(圖 4-5-2-3)、管路(圖 4-5-2-4)及偵測裝置狀態。
- 3.過壓釋壓閥測試(圖 4-5-2-5)及過壓閥釋放油的油滯留箱檢查。
- 4.檢查矽膠顏色(圖 4-5-2-6) (乾燥劑正常為橘色)。



圖 4-5-2-1 檢查油泵運轉狀態



圖 4-5-2-2 檢查電器接頭狀態



圖 4-5-2-3 檢查考克狀態

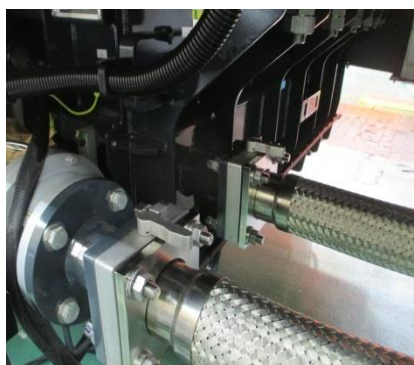


圖 4-5-2-4 檢查管路狀態



圖 4-5-2-5 過壓釋壓閥測試



圖 4-5-2-6 檢查乾燥劑顏色

六、牽引馬達

(1)牽引馬達拆解過程：

- 1.D 端(Drive 縮寫)軸承室固定螺絲拆解(圖 4-6-1-1)，安裝軸心襯套和定位導引銷(圖 4-6-1-2)。
- 2.速度探針(圖 4-6-1-3)和 N 端(Non-Drive 縮寫)軸承室外蓋(圖 4-6-1-5)固定螺絲拆解，安裝 N 端軸承外蓋定位導引長螺栓(圖 4-6-1-7)。



圖 4-6-1-1 D 端軸承室拆解



圖 4-6-1-2 安裝襯套和導引銷



圖 4-6-1-3 速度探針拆解



圖 4-6-1-4 N 端齒盤外蓋

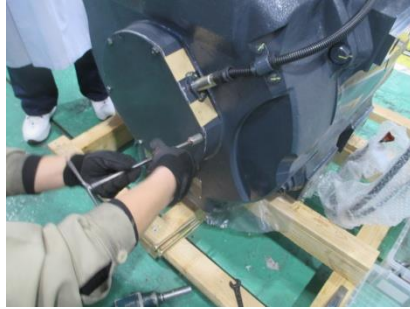


圖 4-6-1-5 N 端齒盤外蓋拆解



圖 4-6-1-6 齒盤與速度探針

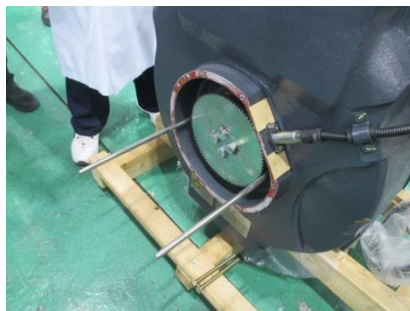


圖 4-6-1-7 導引長螺栓



圖 4-6-1-8 安裝 L 型治具



圖 4-6-1-9 調整適當距離



圖 4-6-1-10 確認安裝鬆緊度



圖 4-6-1-11 氣動旋入螺栓



圖 4-6-1-12 將轉子水平移出

3. 安裝L型治具(圖4-6-1-8)固定轉子軸心，調整至適當距離(圖4-6-1-9)，再確認L型治具與軸心間鬆緊度(圖 4-6-1-10)。

4. D端及N端同時氣動順時針旋入螺栓(圖4-6-1-11)，將轉子總成緩慢逼出。

5. 使用固定式起重機將轉子水平移出(圖 4-6-1-12)，將轉子放置平台固定(圖 4-6-1-14)。



圖 4-6-1-13 移動轉子



圖 4-6-1-14 轉子放置平台



圖 4-6-1-15 拆除齒盤止擋片

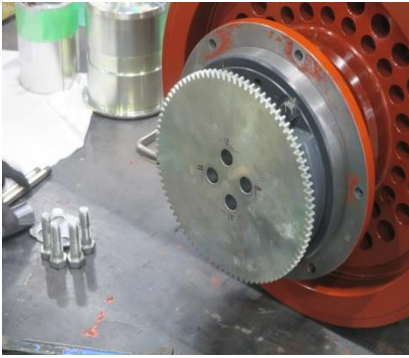


圖 4-6-1-16 齒盤卸下

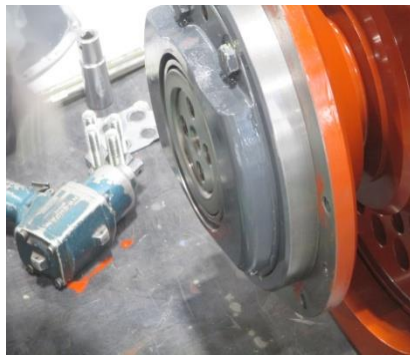


圖 4-6-1-17 分離N端軸承室

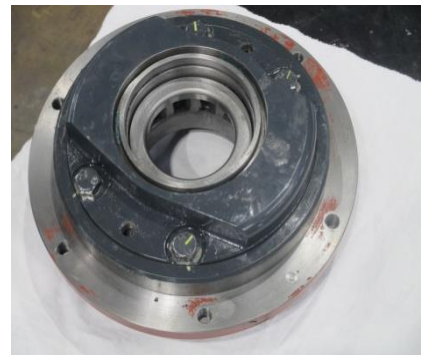


圖 4-6-1-18 N端軸承室

6. 拆除齒盤固定止擋片和螺絲(圖 4-6-1-15)，將齒盤卸下(圖 4-6-1-16)，分離N端軸承室放置工作檯(圖 4-6-1-18)。

7. 使用特殊治具(圖 4-6-1-19)及油壓機，加壓緩慢將油封逼出，並使用雙鉤吊具(圖 4-6-1-20)將 D 端軸承室吊至工作檯面平放(圖 4-6-1-21)。



圖 4-6-1-19 使用特殊治具



圖 4-6-1-20 使用雙鉤吊具



圖 4-6-1-21 平放於工作檯



圖4-6-1-22 轉子內環和內圈



圖4-6-1-23 D端內環和內圈



圖4-6-1-24 N端內環和內圈

8. 使用特殊治具和油壓機，加壓分離轉子 D 端內環和軸承內圈(圖 4-6-1-23)。

9. 使用特殊治具和油壓機，加壓分離轉子 N 端內環和軸承內圈(圖 4-6-1-24)。

10. 清潔轉子軸面，塗上防鏽油(圖 4-6-1-26)。

11. 使用鐵環墊高 D 端軸承室，螺帽鎖固鐵塊(圖 4-6-1-27)，使用立式油壓機緩慢加壓分離 D 端軸承。

12. 使用鐵環墊高 N 端軸承室(圖 4-6-1-31)，螺帽鎖固鐵塊，使用立式油壓機緩慢加壓分離 N 端軸承。



圖 4-6-1-25 移出內環和內圈



圖 4-6-1-26 清潔轉子軸面



圖 4-6-2-1-27 螺帽鎖固鐵塊

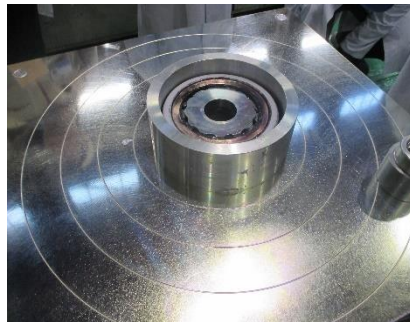


圖 4-6-1-28 D 端軸承分離(1)



圖 4-6-1-29 D 端軸承分離(2)

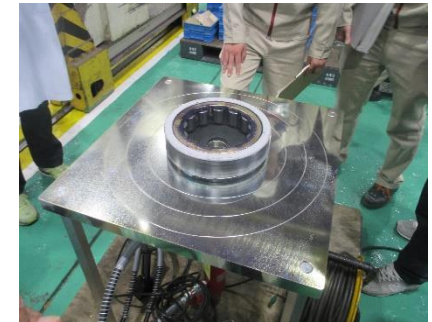


圖 4-6-1-30 D 端軸承分離(3)

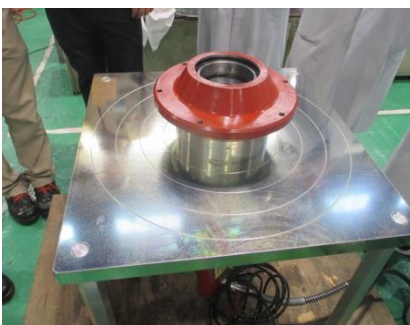


圖 4-6-1-31 墊高 N 端軸承室

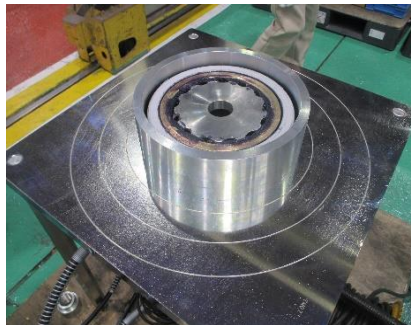


圖 4-6-1-32 N 端軸承分解



圖 4-6-1-33 D 端 N 端軸承

(2)牽引馬達組裝過程：

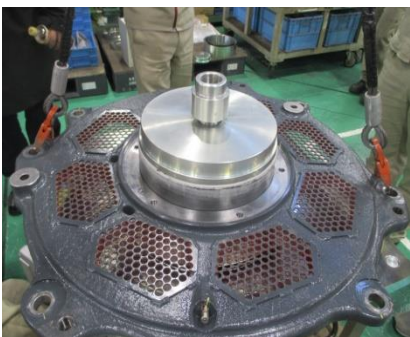


圖 4-6-2-1 螺帽鎖固鐵塊



圖 4-6-2-2 高組計測量絕緣值



圖 4-6-2-3 加熱內環、內圈

1.螺帽鎖固 D 端鐵塊(圖 4-6-2-1)，使用立式油壓機加壓 D 端軸承，緩慢壓入 D 端軸承室；螺帽索固 N 端鐵塊，使用立式油壓機加壓 N 端軸承，緩慢壓入 N 端軸承室。

2.使用高阻計檢查軸承與外蓋總成間之絕緣值(圖 4-6-2-2) (標準 $>10\text{M}\Omega/500\text{V}$)。

3.使用電磁加熱器(圖 4-6-2-3)將 D 端及 N 端內環和軸承內圈加熱至 150°C 。



圖 4-6-2-4 安裝內環和內圈

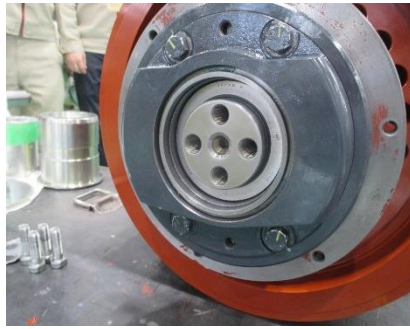


圖 4-6-2-5 安裝 N 端軸承室



圖 4-6-2-6 安裝止擋片和螺絲

4.將加熱 D 端內環、軸承內圈(圖 4-6-2-4)套入 D 端轉子軸；加熱 N 端內環、軸承內圈套入 N 端轉子軸，等待 N 端軸承內圈冷卻後，安裝 N 端軸承室(圖 4-6-2-5)。

5.安裝齒盤放入止擋片，使用螺絲鎖固並將止擋片四個角敲至貼齊螺絲頭(圖 4-6-2-6)。



圖 4-6-2-7 使用吊具組裝轉子



圖 4-6-2-8 吊起轉子總成



圖 4-6-2-9 安裝導引長螺栓

6.等待軸承內圈冷卻後，使用雙鉤吊具將 D 端軸承室安裝至 D 端轉子軸心內(圖 4-6-2-7)。

7.使用特殊 L 型治具將轉子總成吊起(圖 4-6-2-8)，再安裝定位導引長螺栓(圖 4-6-2-9)。



圖 4-6-2-10 安裝定位導引銷



圖 4-6-2-11 水平組裝



圖 4-6-2-12 注視導引長螺栓



圖 4-6-2-13 拆除定位長螺栓



圖 4-6-2-14 鎖固螺絲

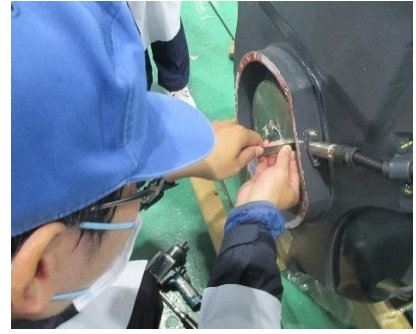


圖 4-6-2-15 使用厚薄規

8.安裝定子 D 端定位導引銷(圖 4-6-2-10)，

9.使用特殊 L 型治具將轉子總成吊起，水平安裝至定子總成內(圖 4-6-2-11)。

10.注視定位導引長螺栓插入 N 端側對稱螺絲洞內(圖 4-6-2-12)。

11.組裝完成後，拆除 D 端定位導引銷及 N 端定位導引長螺栓(圖 4-6-2-13)。

12.使用螺絲將 D 端和 N 端軸承室總成旋緊鎖固(圖 4-6-2-14)。

13.使用厚薄規檢查齒盤與速度探針間隙(圖 4-6-2-15) (標準 0.5mm~1.5mm 之間)。

(3)牽引馬達測試過程：

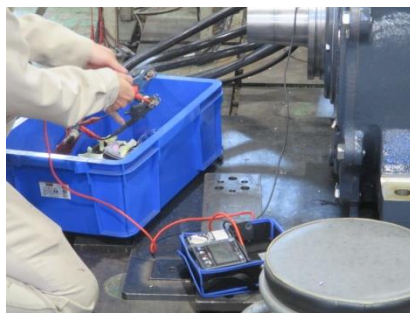


圖 4-6-3-1 測量繞組絕緣值



圖 4-6-3-2 紅夾跟引線連接



圖 4-6-3-3 黑夾連接定子導體

1.使用高阻計量測馬達總成各繞組絕緣(圖 4-6-3-1) (標準 $>5\text{M}\Omega/1000\text{V}$)。

2.負載端(紅夾)與三相引線連接(圖 4-6-3-2)。

3.接地端(黑夾)連接至定子導體處(圖 4-6-3-3)。



圖 4-6-3-4 耐壓試驗機



圖 4-6-3-5 調至 2200V



圖 4-6-3-6 變頻器

4.調整耐壓試驗機電壓、電流、時間控制面板(圖 4-6-3-4)。

5.使用耐壓試驗機調至 2200V(圖 4-6-3-5)，測量馬達總成一分鐘，檢視洩漏電流值。

6.變頻器設定 75Hz 使馬達運轉(圖 4-6-3-6)。

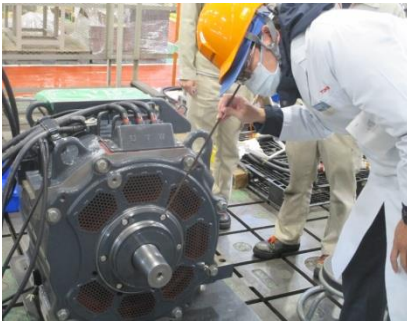


圖 4-6-3-7 檢測軸承異音



圖 4-6-3-8 測量 D 端軸溫

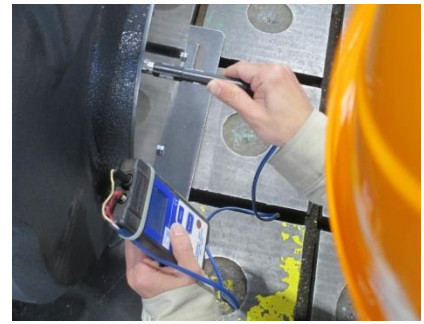


圖 4-6-3-9 測量 N 端軸溫

7.使用圓頭鐵桿聽軸承滾動聲音，分辨軸承是否有異音產生(圖 4-6-3-7)。

8.使用儀器量測馬達 D 端軸承溫度(圖 4-6-3-8)。

9.使用儀器量測馬達 N 端軸承溫度(圖 4-6-3-9)。



圖 4-6-3-10 線路連接



圖 4-6-3-11 設定 12V



圖 4-6-3-12 示波器

10.檢查儀器與速度探針線路連接是否正確(圖 4-6-3-10)。

11.供應 12V 直流電壓連接測試速度探針(圖 4-6-3-11)。

12.檢視示波器輸出波形是否正常(圖 4-6-3-12)。

七、火災偵測系統檢修：

(1)LHD 更換過程：

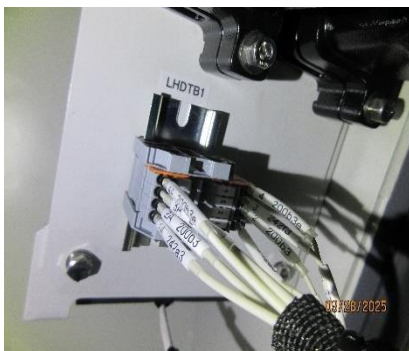


圖 4-7-1-1 LHDTB1 端子台

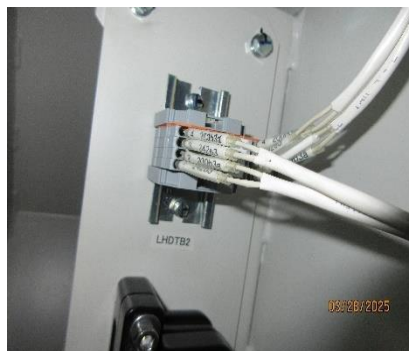


圖 4-7-1-2 LHDTB2 端子台



圖 4-7-1-3 LHDTB3 端子台

拆卸過程

- 1.將機械室 LHDTB1 端子台接線拆除(圖 4-7-1-1)。
- 2.將機械室 LHDTB2 端子台接線拆除(圖 4-7-1-2)。
- 3.將機械室 LHDTB3 端子台接線拆除(圖 4-7-1-3)。

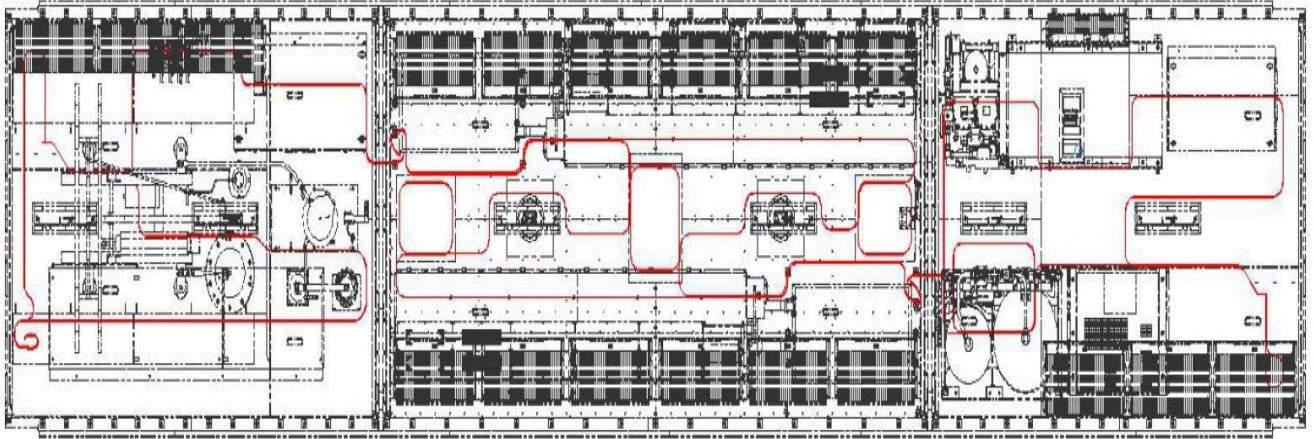


圖 4-7-1-4 前端車頂

圖 4-7-1-5 中央車頂

圖 4-7-1-6 後端車頂

- 4.將前端車頂 LHD 接線（紅色標線）拆除更新(圖 4-7-1-4)。
- 5.將中央車頂 LHD 接線（紅色標線）拆除更新(圖 4-7-1-5)。
- 6.將後端車頂 LHD 接線（紅色標線）拆除更新(圖 4-7-1-6)。

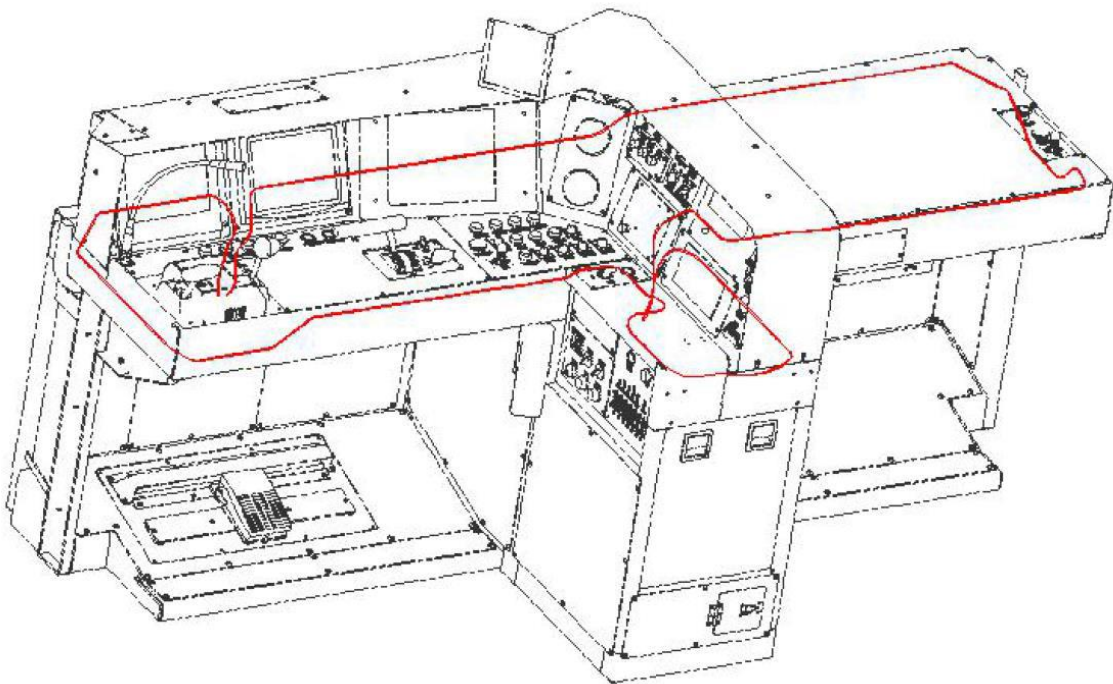


圖 4-7-1-7 駕駛台蓋板

組裝過程

- 1.將機械室 LHDTB1 端子台接線復原(圖 4-7-1-1)。
- 2.將機械室 LHDTB2 端子台接線復原(圖 4-7-1-2)。

3.將機械室 LHDTB3 端子台接線復原(圖 4-7-1-3)。

4.將駕駛台蓋板(圖 4-7-1-7)拆除，將 LHD 接線（紅色標線）拆除更新後，再復原蓋板。

2、氮氣鋼瓶更換過程：



圖 4-7-2-1 氮氣瓶閥門

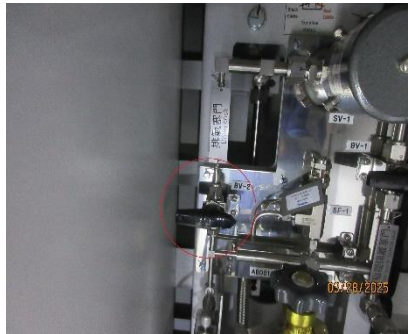


圖 4-7-2-2 排氣閥



圖 4-7-2-3 壓力表



圖 4-7-2-4 氮氣鋼瓶的接頭



圖 4-7-2-5 固定鋼瓶的螺栓



圖 4-7-2-6 固定鋼瓶底座螺栓

拆卸氮氣鋼瓶：

1.關閉氮氣瓶（2 支）的閥門(圖 4-7-2-1)。

2.打開排氣閥（BV-2）(圖 4-7-2-2)。在此過程中，將會從空氣管中釋放少量氮氣。

3.確認壓力表(圖 4-7-2-3)顯示為 0MPa。

4.拆下連接到氮氣鋼瓶的接頭(圖 4-7-2-4)。

5.鬆開固定氮氣鋼瓶上方的螺栓(圖 4-7-2-5)。

6.鬆開固定氮氣鋼瓶底座的螺栓(圖 4-7-2-6)，並取下氮氣鋼瓶。

安裝氮氣鋼瓶：

1.先放置已充填氣體的氮氣鋼瓶，並將瓶身固定架螺栓旋緊(圖 4-7-2-5)。

2.再將固定鋼瓶底座固定架的螺栓旋緊(圖 4-7-2-6)。

3.旋緊氮氣鋼瓶的連接頭(圖 4-7-2-4)。

4.關閉排氣閥（BV-2）(圖 4-7-2-2)。

5.打開氮氣鋼瓶的閥門(圖 4-7-2-1)。

6.確認壓力表顯示為 10MPa 以上(圖 4-7-2-3)。

八、紓機系統：

1. 供氣設備系統-無油壓縮機 VV270-T

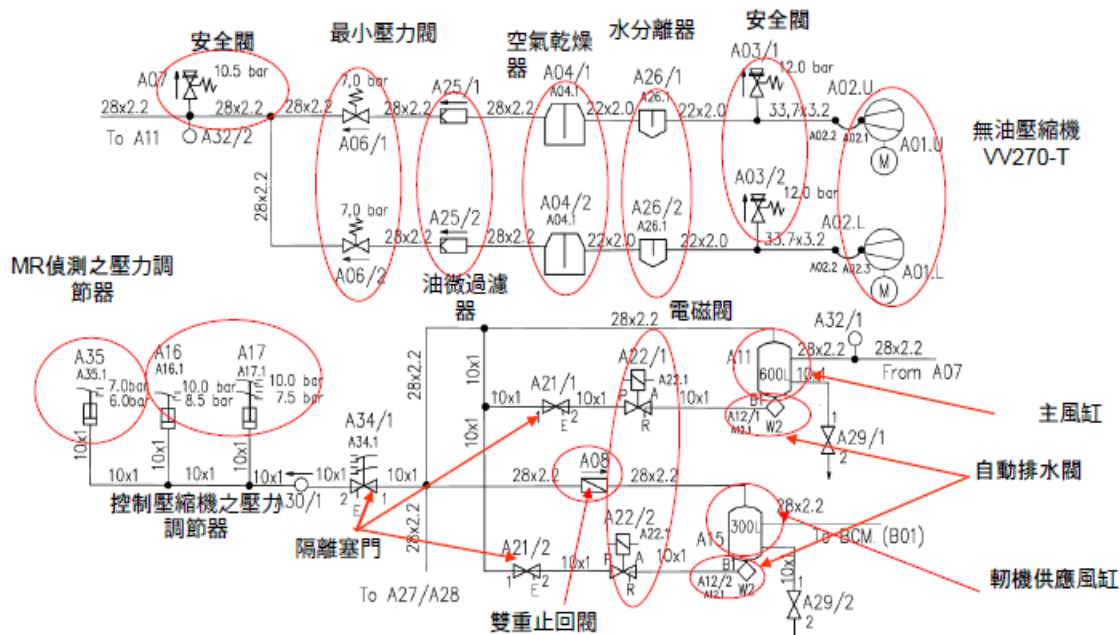
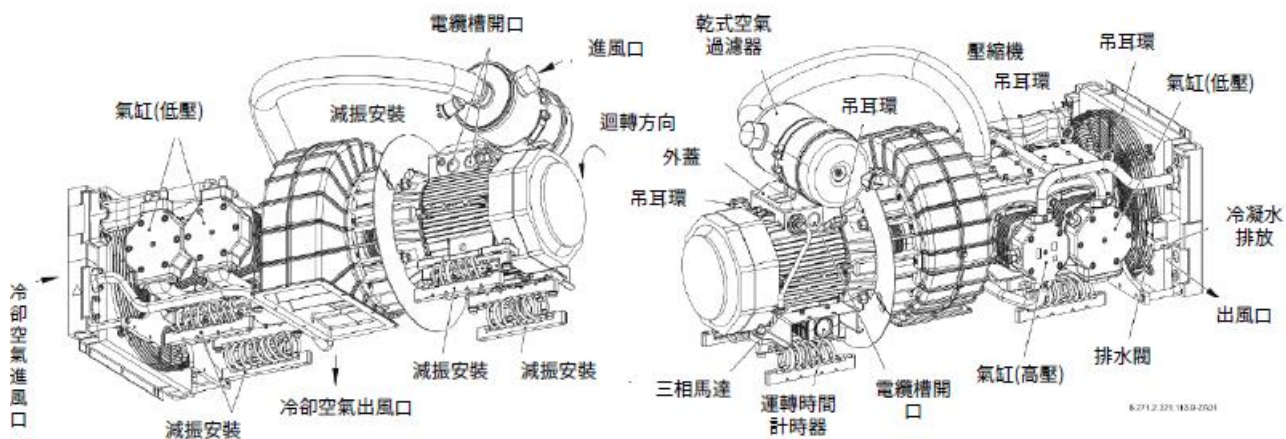


圖 4-8-1-1：無油壓縮機線路圖



- 兩階段壓縮機 (高低壓氣缸)
- 散熱器用於冷卻壓縮空氣
- 冷卻管道用於溫度循環 (上層表面和下層表面)
- DC440V 60Hz 三相馬達
- 輸送量 2400 公升/分鐘

圖 4-8-1-2：VV270-T 無油壓縮機介紹外部構件

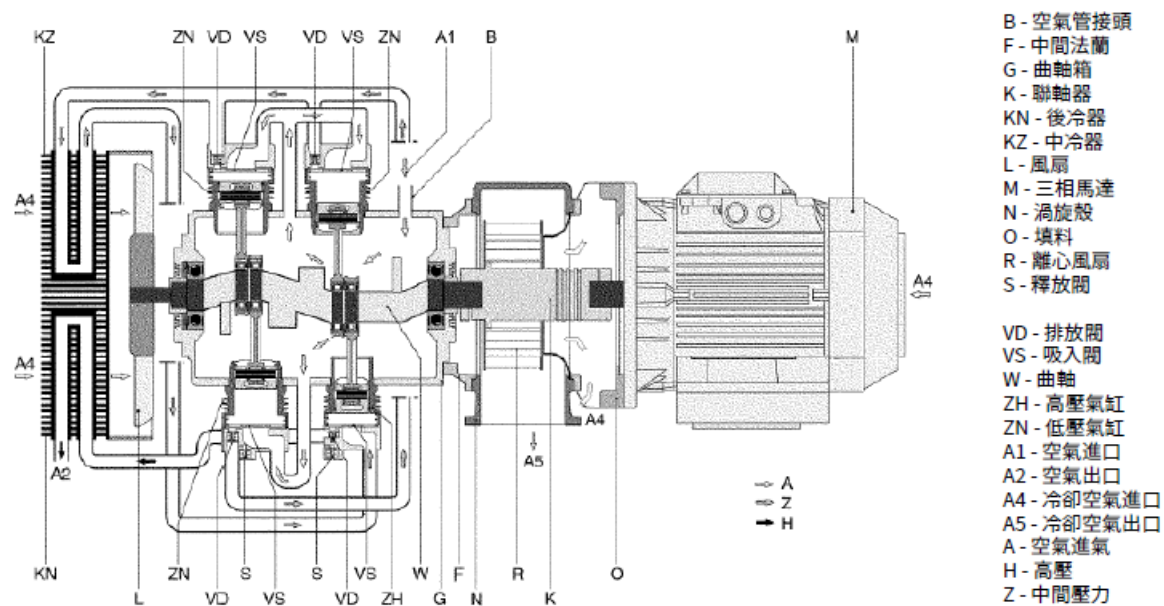


圖 4-8-1-3：無油壓縮機 VV270-T 剖面圖介紹內部構件

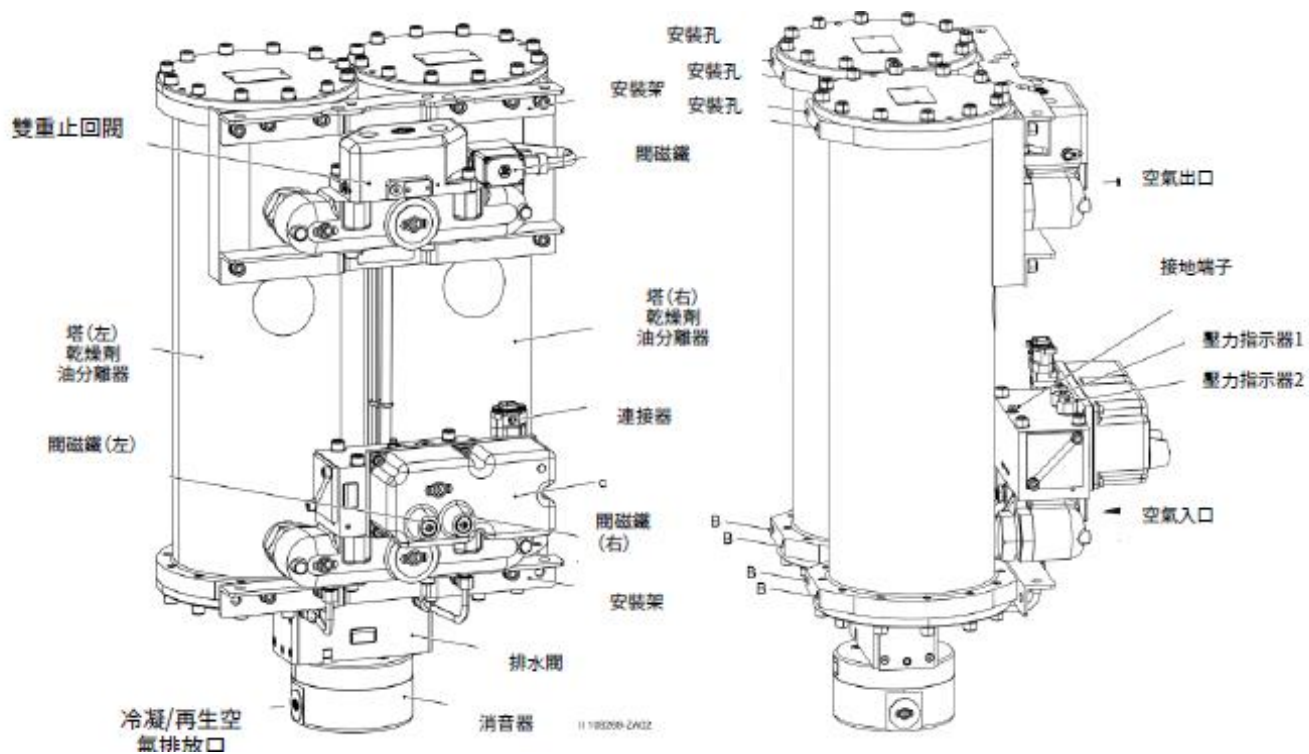


圖 4-8-1-4：LTZ2.2 空氣乾燥器介紹外部構件

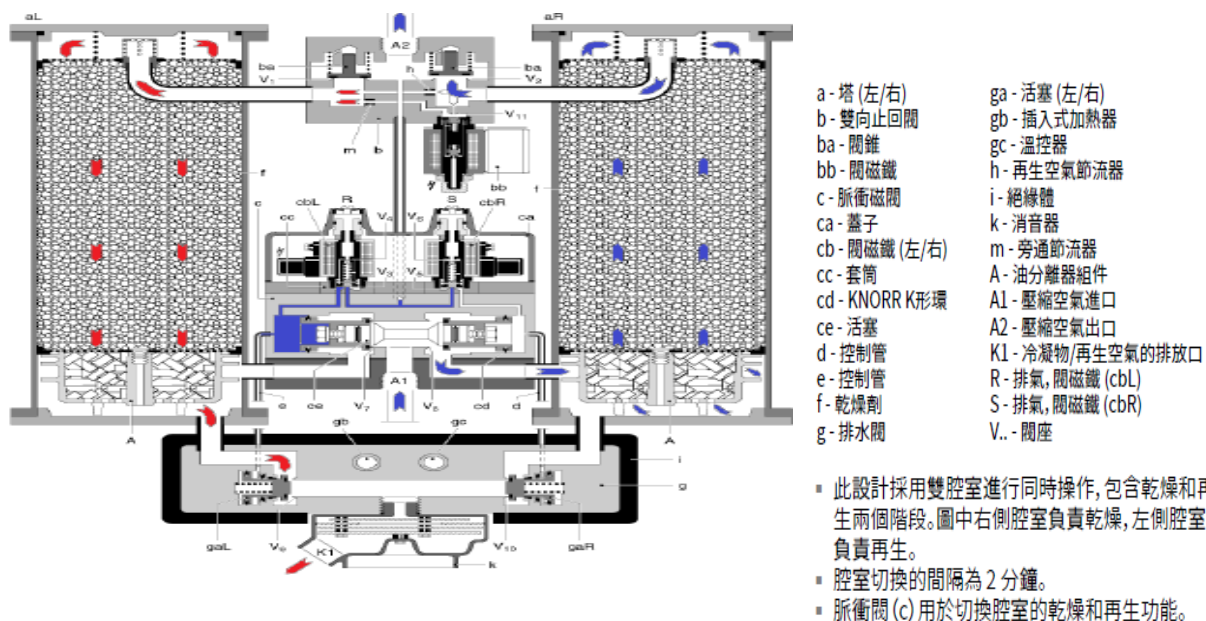


圖 4-8-1-5：LTZ2.2 空氣乾燥器剖面圖介紹內部構件

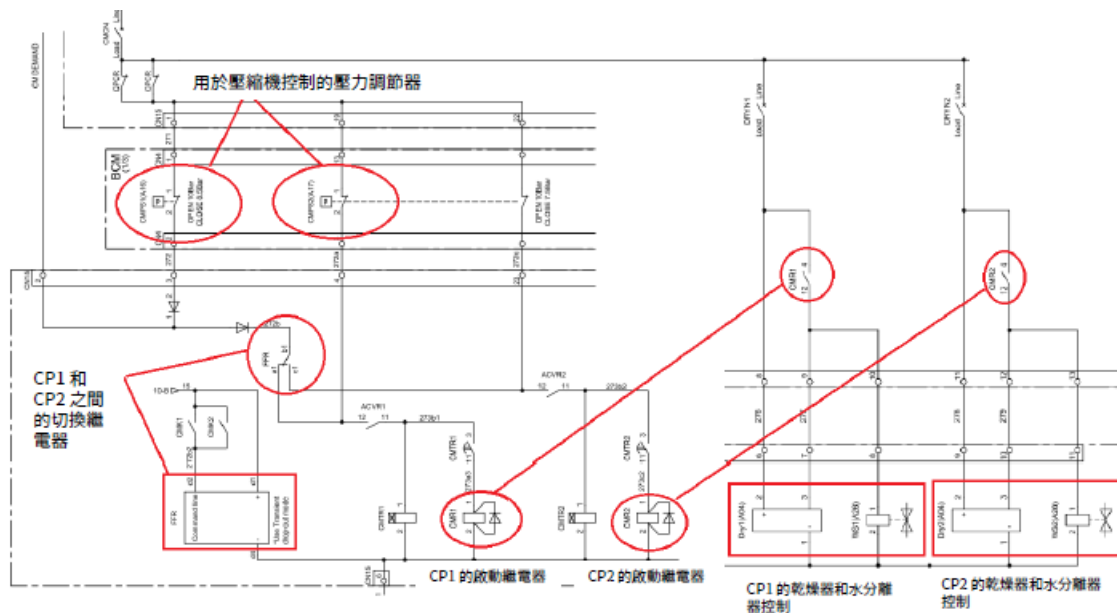


圖 4-8-1-6 壓縮機&乾燥器控制

安全閥:壓力高於設定壓力(10.5 bar 或 12.0 bar)，閥座將打開，壓縮空氣會從排氣孔排出。

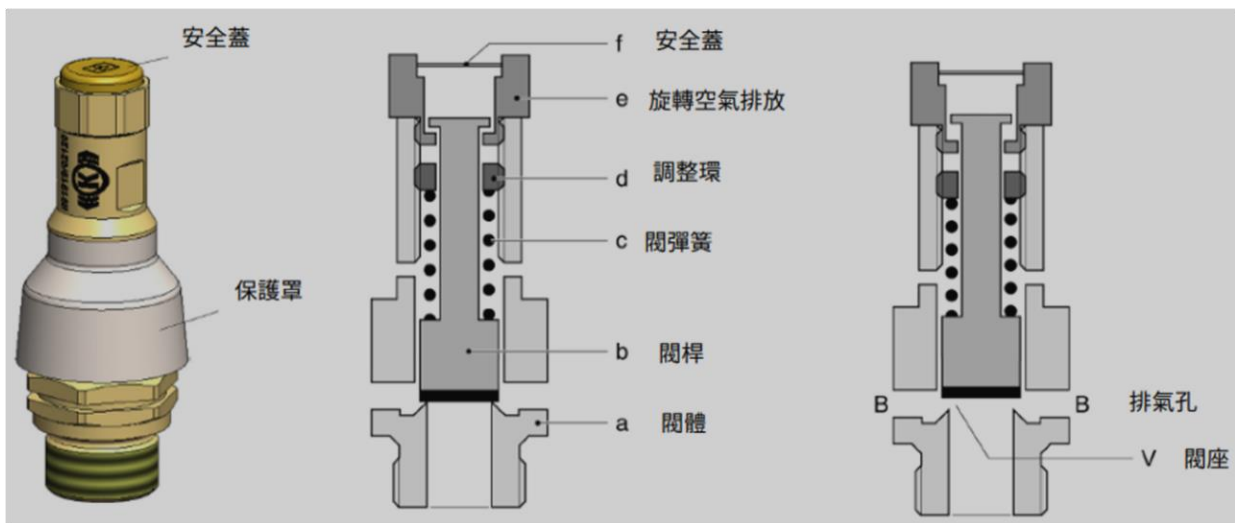
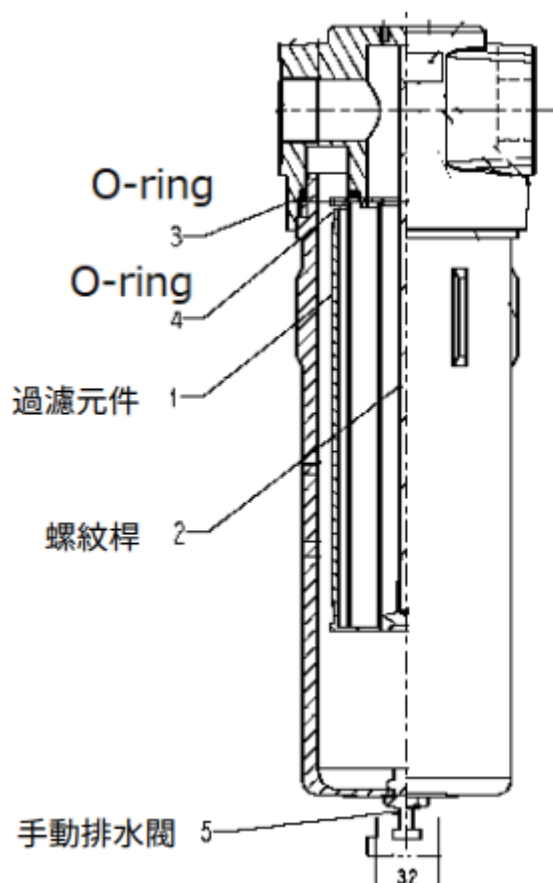


圖 4-8-1-7 安全閥外部及內部構件介紹



- 使用過濾元件去除水分和油脂
- 過濾元件每兩年更換一次
- 每三個月拉動手動排水閥進行排水

圖 4-8-1-8 微油過濾器構件介紹

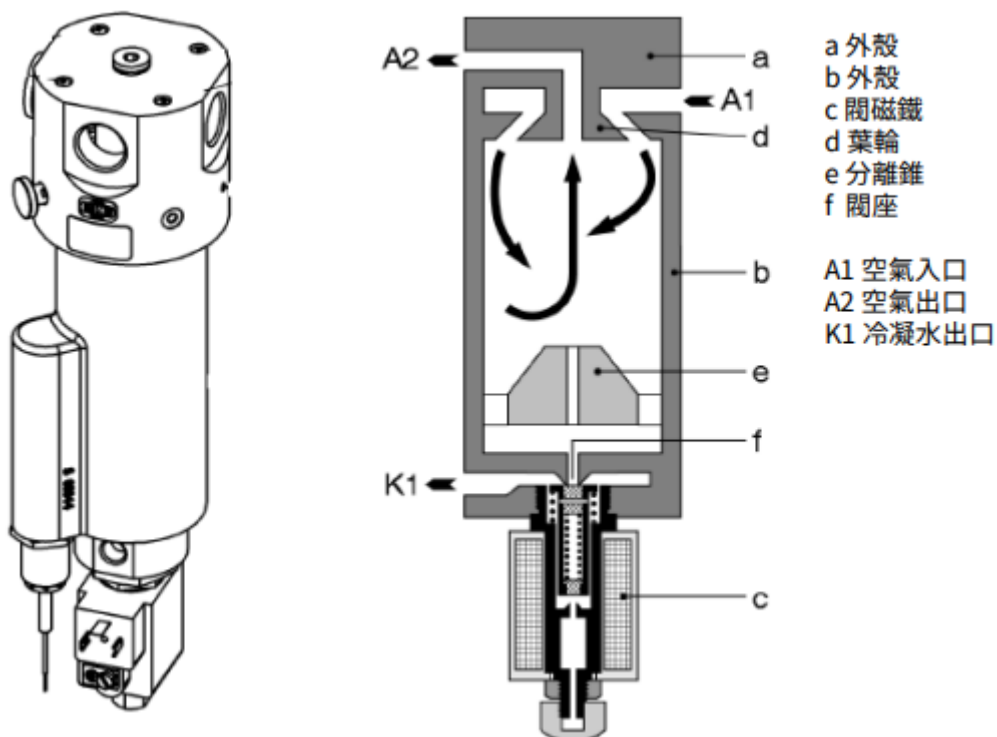


圖 4-8-1-9 水分離器內部構件介紹

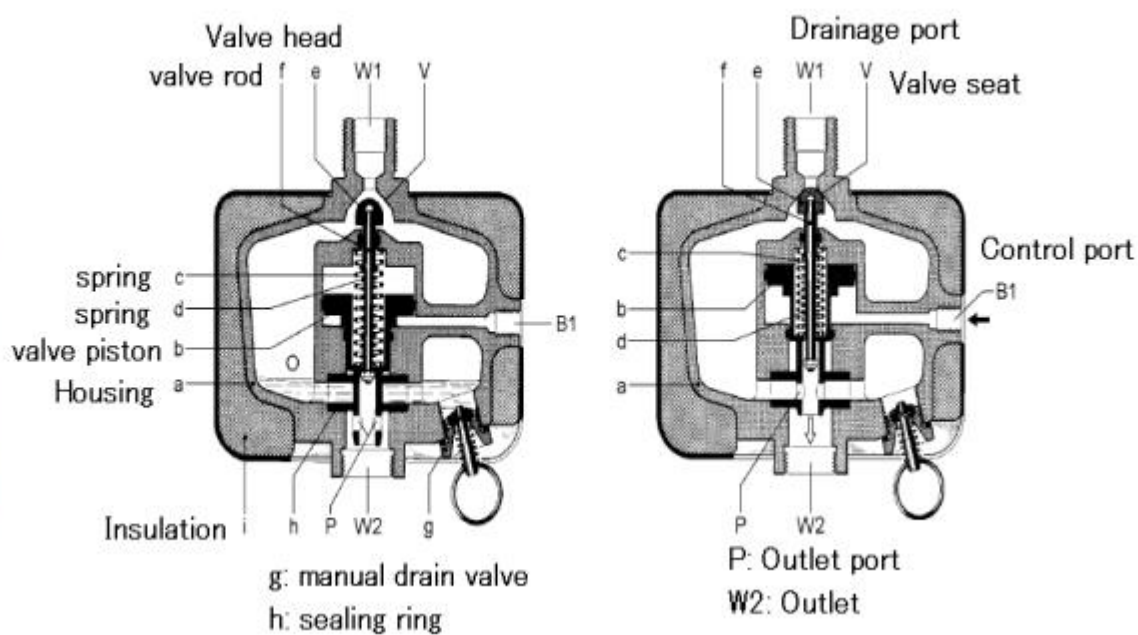


圖 4-8-1-10 自動排水閥內部構件介紹

無油壓縮機 VV270-T: 利用無油壓縮機所產生出的氣源，經油水分離及乾燥器乾燥後，再經由管路之輸送給軔缸，作為車輛剎車達到減速或停車的目的 (如圖 4-8-1-1 ~ 圖 4-8-1-10)。

2. 無油壓縮機 VV270-T 檢修

A、目視檢查壓縮機組彈性安裝件:

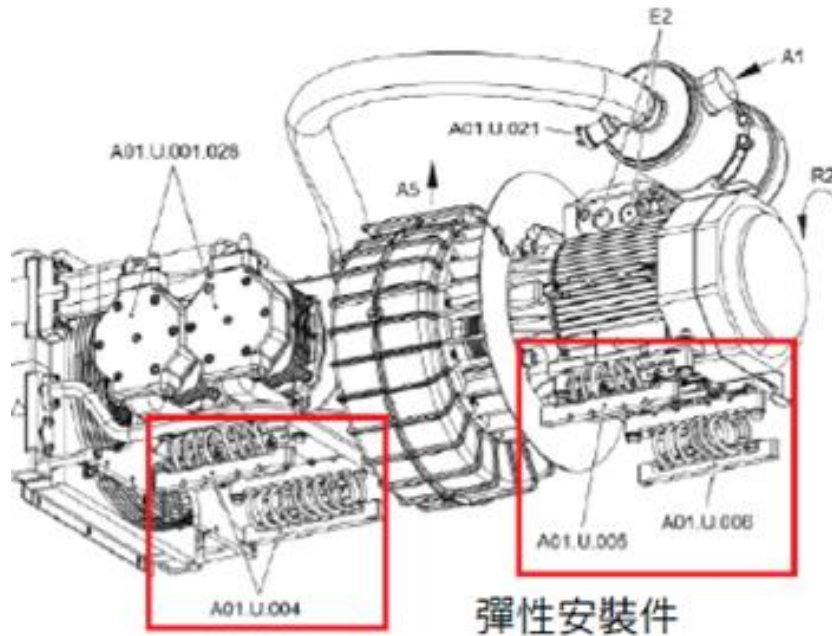


圖 4-8-2-1 壓縮機組彈性安裝件

- 1.關閉壓縮機馬達(圖 4-8-2-1)。
- 2.檢查電動壓縮機組彈性安裝件(A01.*.004、A01.*.005、A01.*.006)的螺絲連接目視無損壞，螺栓接頭無鬆動或缺損；如果發現任何損壞，則更新所有彈性安裝套件。
- 3.檢查電動壓縮機組彈性安裝件的線串元件(A01.*.)目視無損壞，無線束斷裂；如果發現任何損壞，則更新所有彈性安裝套件。

B、更換空氣過濾器濾芯:

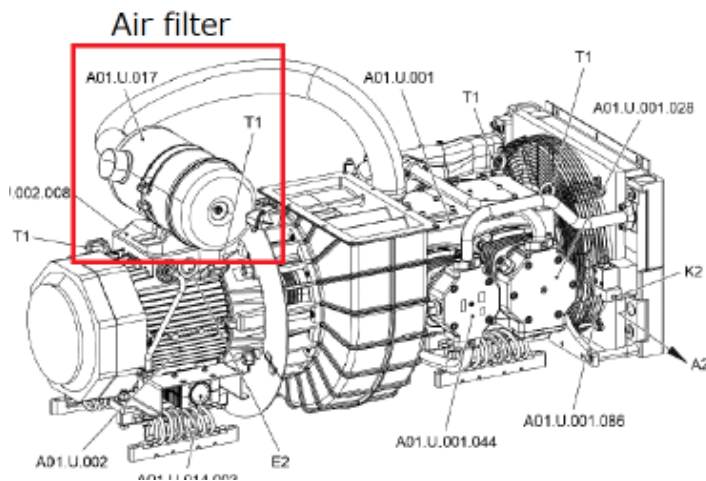


圖 4-8-2-2 空氣過濾器

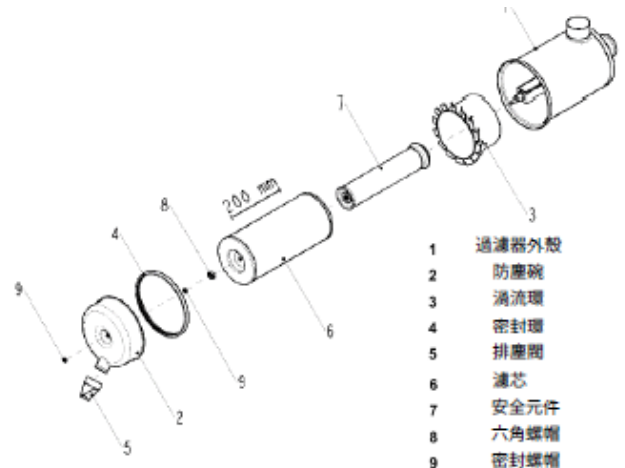


圖 4-8-2-3 空氣過濾器構造

更換程序：

一.閉閉縮機馬達,排出壓縮機內的壓力(圖 4-8-2-2)。

二.檢查真空指示器(A01.*.21)。

三.更換空氣過濾器(圖 4-8-2-3)。

1.鬆開密封螺帽(9),卸下集塵碗(2)及密封圈(4)。

2.鬆開第二個密封螺帽(9),取出濾芯(6)及渦流環(3)。

3.清潔過濾器(1)內部的灰塵,清潔過濾器外殼(1)的密封環支架、集塵碗(2)及渦流環(3)。

4.清潔後對部件進行目視檢查,更換任何有損壞跡象的零件。

5.如有必要更換安全元件(7):卸下螺帽(8),卸下安全元件(7),插入一個新的安全元件(7)並用螺帽(8)鎖緊固定。鎖緊扭矩=1.8-2.0Nm,每更換五次濾芯或兩年後須更換安全元件。

6.將新的濾芯(6)與渦流環(3)一起插入並用六角螺帽(9)鎖緊固定。鎖緊扭矩=9 (+1~ -1) Nm

7.將新的密封環(4)放入集塵碗(2)中。

8.使用第二個六角螺帽(9)將集塵碗(2)固定到過濾器外殼(1)上。

4.拉出復位按鈕(1)將真空指示器(A01.21)恢復到初始位置。

C、清潔冷卻器和汽缸散熱片

1.關閉馬達壓縮機組(A01.*)的電源(圖 4-8-2-2)。保護所有閥、電氣元件、接線盒及連接器。

2.用適合的蓋子保護進空氣進氣口(A1)。

3.將壓縮空氣吹過氣缸散熱片,並以與冷卻空氣流動相反的方向吹過冷卻器。

(1)用於高壓清洗的蒸汽噴射壓力不得超過 100bar,最好使用水。

(2)以類似的方式對本裝置執行蒸汽清潔(最高溫度為 70°C)。

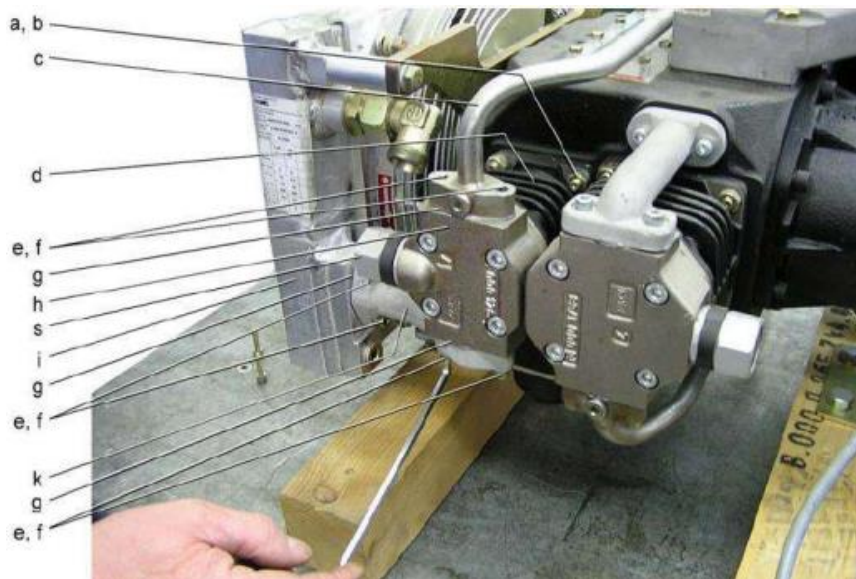
(3)若有嚴重的污垢沉積,可以將可溶於水的通用清潔劑添加到蒸汽噴射器中。

(4)小型或大型刷子也可用於清潔冷卻器。

4.拆下閥、電氣元件、接線盒及連接器上的所有蓋板。

5.拆下進氣口(A1)的蓋子。

3. 馬達壓縮機組高壓級活塞環檢修



a	六角螺栓
b	墊圈
c	壓縮空氣管
d	氣缸
e	機械螺栓
f	彈簧墊圈
g	密封圈
h	氣缸蓋
i	冷卻器
k	進氣歧管
s	排水閥

圖 4-8-3-1：高壓汽缸

檢修程序:

- 1.關閉馬達壓縮機組的電源，釋放壓縮機壓力(圖 4-8-3-1)。
- 2.等待馬達壓縮機(A01.*)冷卻並清潔高壓汽缸(A01.*.001.044)周圍的區域。
- 3.從進氣多歧管(圖中的 k)的法蘭接頭上擰下四個機械螺栓(圖中的 e),然後拆下彈簧墊圈(圖中的 f)及進氣多歧管。從壓縮空氣管(圖中 c)的法蘭接頭上拆下兩個機械螺栓(圖中的 e)然後拆下彈簧墊圈(圖中的 f)。
- 4.若法蘭仍然黏在汽缸蓋上,則從汽缸蓋(圖中的 h)上鬆開壓縮空氣管(圖中的 C)的法蘭。
- 5.鬆開四個六角螺栓(圖 4-8-3-2) (圖中的 a),然後拆下墊圈(圖中的 b)。
- 6.將汽缸(圖 4-8-3-1) (圖中的 d)連同汽缸蓋(圖中的 h)一起取出,將活塞(圖 4-8-3-4) (圖中的 n)墊在柔軟、乾淨無油脂的支架上,將暴露的活塞(圖中的 n)和連桿小心靠在曲軸箱上,披蓋布墊以充分緩衝。
8. 若目視發現損壞,則從氣缸圖(4-8-3-1) (圖中的 d)上拆下 O 形環(圖 4-8-3-5)(圖中的 o)。



圖 4-8-3-2：鬆開高壓汽缸



圖 4-8-3-3：取出汽缸



圖 4-8-3-4：高壓活塞



圖 4-8-3-5：活塞和 O 型環



圖 4-8-3-6：拆下活塞環



圖 4-8-3-7：清潔接合面

- 8.手動將活塞環(圖 4-8-3-6) (圖中的 m)從活塞襯套中推出並拉出。
- 9.清潔接合表面上的墊圈及其所有殘留物。
 - (1)蓋住活塞及曲軸箱的開口(例如使用塑膠片),以防止墊圈的任何部分進入曲軸箱。
 - (2)徹底清潔汽缸蓋(圖 4-8-3-7) (圖中的 h)及進氣多歧管【圖中的 k)的接合面。
 - (3)徹底清潔壓縮空氣管(圖 4-8-3-1) (圖中的 c)的連接面及冷卻器((圖中的 i)上的法蘭接頭。
- 10.更換任何損壞的部件，例如開裂、變形、鏽蝕或螺紋變形。
- 11.檢查所有打開的端口及連接處，無灰塵、碎屑或墊圈部件掉入開口中。
- 12.用壓縮空氣清潔端口及連接處。
- 13.拋棄拆下的彈簧墊圈(圖 4-8-3-1) (圖中的 f)及密封件(圖中的 g)。運行面上的塗層無剝落也無划痕。
- 14.目視檢查活塞，輕微的縱向或橫向划痕不會導致功能障礙，若損傷至塗層底部或活塞基材損壞,則必須更換活塞。若有明顯的塗層脫落跡象,則必須更換活塞。應特別注意塗層中的接縫。

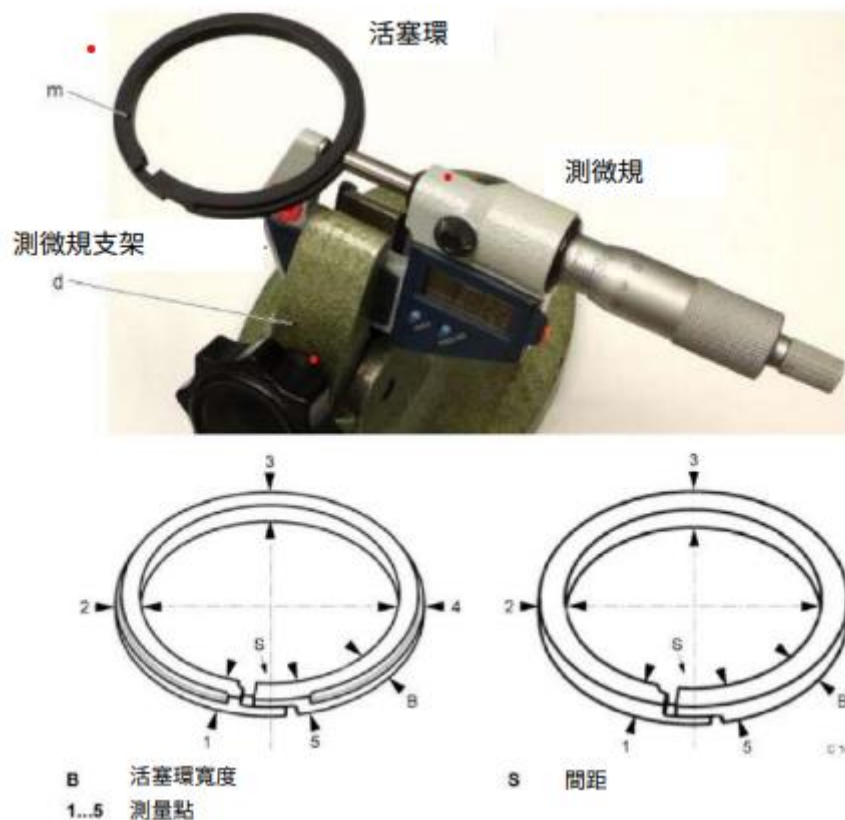


圖 4-8-3-8： 測量活塞環寬度圖

15.目視檢查 HP(高壓)的活塞環，未檢測到變形或破損，更換寬度(B)已達到或超過品質規格值或顯示有缺陷或划痕損壞的任何活塞環

表 2 – 測量報告活塞環檢查

Measurement of piston ring width (B) [mm] of the high-pressure piston ring at measuring positions 1 to 5. Comparison and assessment of measured piston ring widths at measuring positions 1 to 5 and the calculated average with the condemning limit values (VG) on page 2:								
Cylinder identification:								
Measuring point	1	2	3	4	5	Σ		$\varnothing$
Piston ring width (B):							$\div 5 =$	
Wear limit reached (yes / no):		-						

表2 – 活塞環磨損極限

Wear limit value (VG)								
Measuring point		1	2	3	4	5		$\varnothing$
HP	VV40-T	2.80	-			2.80		3.10
	VV80-T	3.00	-			3.00		3.50
	VV90-T	3.60	-			3.60		4.30
	VV120-T	5.00	-			5.00		6.40
	VV180-T	4.00	-			4.70		4.70
	VV270-T							

圖 4-8-3-9： 測量活塞檢查表

16.檢查活塞環寬度(B)是否保持在品質規格範圍內。

新零件的活塞寬度=8.00±0.05mm。

活塞環更換寬度界限=7.2mm。

活塞環報廢寬度界限=6.4mm。

活塞環寬度(B)必須使用千分米圍繞圓周測量至少五個點,將測量結果輸入測量報告中。

測量點 1 和 5,緊鄰接頭(S);測量點 3,接頭對面(S);測量點 2 和 4,與測量點 3 成 90 度角。

估值基礎是最小的測量值(圖 4-8-3-8)。

更換限度為公稱寬度與報廢限度之差的 50%,即環經檢驗後可再次使用相同的時間。

若在抽查活塞環時,活塞環的更換限制被標明,則必須對機組中所有壓縮機的大修間隔進行相應的調整。0.05 公厘的微小測量誤差(例如,經由使用卡尺而不是千分尺)會對使用壽命計算產生巨大影響。僅使用合適的測量設備並僅允許經過適當指導的技術專家進行測量。

(1)等待 30 分鐘,直到拆下的活塞環達到環境溫度。

(2)將測微規安裝在(圖 4-8-3-8)的支架(d)上。

順時針轉動棘輪關閉測微規,直到聽到並感覺到棘輪發出咔嚓聲。將比例設置為零。

逆時針轉動棘輪打開測微規。

(3)握住活塞環(圖 4-8-3-8),使測量點(1)位於測量表面之間,將活塞環的內側放在鐵砧上,順時針轉動棘輪以關上測微規,直到聽到並感覺到棘輪發出咔嚓聲。

(4)讀取測微規上的測量值,並將該值輸入測量報告中相應的測量點。

(5)在所有剩餘的測量點重複此測量程序,並將測量值寫入測量報告。

(6)計算測量位置 1 到 5 的所有測量值的平均值,並將該值寫入測量報告。

(7)比較及評估測量位置 1 及 5 的測量值,以及計算的平均值與測量報告第 2 頁上

相關風泵類型的相應不良極限(VG):

VG 測量點 1=5.00mm

VG 測量點 5=5.00mm

平均值=6.40mm

(8)當測量報告中列出的磨損標準中的至少一項無法回答“否”時,活塞環已完全磨損。組裝時必須更換新的活塞環。

17.確定更換活塞環的間隔。



活塞環的封閉側，標有“T”
表示頂部。



© 145074/10

圖 4-8-3-10：插入活塞環

- 18.用手充分轉動連接器軸器(圖 4-8-3-10)，使活塞到達上死點(TDC)。活塞、活塞環和氣缸必須安裝成絕對無油和油脂。
- 19.將新的或檢查過的活塞環(圖 4-8-3-4) (圖中的 m)稍微拉開，推到活塞上並滑入活塞周圍的襯套中，封閉的一面朝上用一層薄薄的 RENOLITHLT2-KB 潤滑劑潤滑 O 形圈(圖 4-8-3-1) (圖中的 o)並將其放入氣缸(圖中的 d)上的襯套中。
- 20.將氣缸(圖 4-8-3-1) (圖中的 d)對准其安裝位置並將其拉到活塞(圖 4-8-3-4) (圖中的 n)上,同時用手將活塞環(圖中的 m)壓入其襯套中，將氣缸推向曲軸箱。
- 21.使用墊圈(圖 4-8-3-1) (圖中的 b)及六角螺栓(圖中的 a)將氣缸(圖中的 d)固定到曲軸箱上。
交叉轉緊六角螺栓；鎖緊扭矩=78Nm。
- 22.用一層薄薄的 RENOLITHLT2-KB 潤滑劑潤滑機械螺栓的螺紋。
- 23.使用新墊圈(圖 4-8-3-1) (圖中的 g)、新彈簧墊圈(圖中的 f)及機械螺栓(圖中的 e)將壓縮空氣管連接到汽缸蓋；鎖緊扭矩=20Nm。
- 24.使用新墊圈(圖 4-8-3-1) (圖中的 g)、新彈簧墊圈(圖中的 f)及機械螺栓(圖中的 e)將進氣多岐管(圖中的 k)連接到氣缸及冷卻器(圖 11 的 i),用 RENOLITHLT2-KB 潤滑劑潤滑。
鎖緊扭矩=20Nm。
- 25.關閉球閥後，對馬達壓縮機進行約 30 分鐘的試運轉。無異常噪音。壓縮機不會太熱。

圖 4-8-3-1~圖 4-8-3-10 為無油壓縮機檢修，參照檢修手冊依照檢修基準把壓縮機本體之彈性安裝件，做目視的檢查是否有損壞；螺栓接頭無鬆動或缺損，如有異常必須更換新品件。 更換空氣過濾器，每更換五次濾芯或兩年後必須更換安全元件。關閉電源 清潔冷卻器和汽缸散熱片用水清洗

D、無油壓縮機檢修後，測試啟動運轉否正常。

- 1.啟動車輛待 MR 壓力達到檢修基準規定。
- 2.打開球閥以釋放 MR 儲氣筒壓力。
- 3.當 MR 壓力降低到一定程度後，壓縮機開始啟動運轉。
 - (1)檢查旋轉方向是否與方向指示箭頭 R2 一致。
 - (2)檢查空氣管連接處是否有洩漏。
 - (3)檢查有無異常運轉噪音。
 - (4)檢查排水閥有無空氣或水外洩。
- 4.當 MR 變成 10.0bar 時，關閉求閥壓縮機停止。當壓縮機停止時，檢查空氣或水是否確實由排水閥流出。

E、空氣乾燥器之功能測試

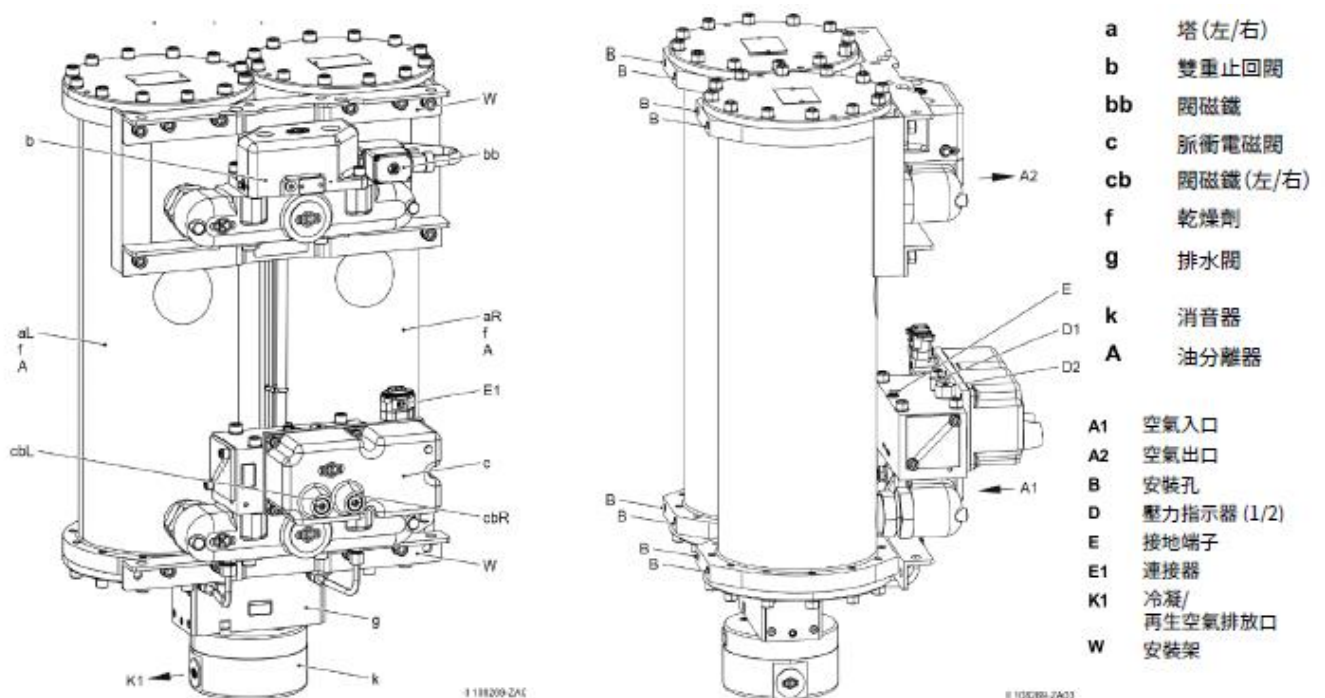


圖 4-8-3-11：空氣乾燥器

空氣乾燥器功能測試:

- 1.啟動車輛並等待總風缸壓力建立。
- 2.打開球閥。
- 3.一旦無油是空氣縮壓機開始運轉，稍微關閉球閥。
- 4.檢查空氣乾燥器組件的功能(圖 4-8-3-11)。
 - a.雙塔(aL、aR)必需定期在乾燥與再生之間交替作動。

- b.塔再生時，該塔的壓力指示器(D1、D2)顯示一個突出的紅色針。
- c.閥磁鐵必須定期穿梭。總循環時間約 256+14 秒。脈衝電磁閥©必須以指
定的時間間隔發出可聽見的穿梭聲。
- d.每次轉換時，必須從閥磁鐵(cbL、cbR)的排氣口排出一小段空氣。

5.關閉球閥。

F、E500 型電力機車與 E1000 型電力機車空氣壓縮機設計差異

E500 型電力機車是無油壓縮機設有空氣乾燥器，使壓縮產生的空氣經過乾燥器排出分，使機車、車輛需利用氣源作動的零配件，較有良善的效果。

E1000 型電力機車空氣壓縮機則無空氣乾燥器的設計，產生的空氣未經過乾燥器排出水分，需利用氣源作動的零配件，易產生故障或異常。

伍、主變壓器設計和維護差異專題報告

一、電力機車主變壓器設計分析

目前本公司營運使用之電力機車計有E200、E300、E400 型，用於牽引莒光號、觀光列車或貨物列車，及推拉式列車之E1000 型用於牽引自強號列車，以上所述之電力機車其主變壓器皆安裝於車體內部，而本次採購之E500型電力機車之主變壓器安裝於車體下方，因主變壓器安裝位置差異造成兩者間在維修及保養上有很大的差異，表格(圖5-1-1)列出E500型及E1000型主變壓器外觀及設計上的主要差異處。

	E1000 型主變壓器	E500 型主變壓器	備註
本體安裝位置	車體內部	車下	最大差異
油泵	一組	兩組	
涼油器	一組	兩組(含排氣孔 V1 及 V2)	
布氏裝置(含排氣孔)	有	無	
油位偵測器	無	有	
油流傳感器	無	有	
注油及排油孔	兩個孔(上下各一個)	一個孔(編號 70)	
副油箱	有(與大氣相連通)	有(金屬波紋管形式)	

圖 5-1-1 E500 和 E1000 比較表格

由於 E500 型電力機車轉向架設計為 Co-Co 形式因此車下高度及空間受限，無法一同將主變壓器本體及油冷卻器安裝在車下，原廠設計將主變壓器本體與油冷卻器分離，主變壓器安裝於車體下方，油冷卻器安裝於組合式冷卻塔內並置放於車體內，如(圖 5-1-2)所示為 E500 型電力機車主變壓器及組合式冷卻塔配置情形。

(圖 5-1-3)及(圖 5-1-4)所示為 E500 主變壓器本體配置之加油及洩油考克位置，(圖 5-1-5)及(圖 5-1-6)所示為組合式冷卻塔內部安裝油冷卻器及通氣閥位置。

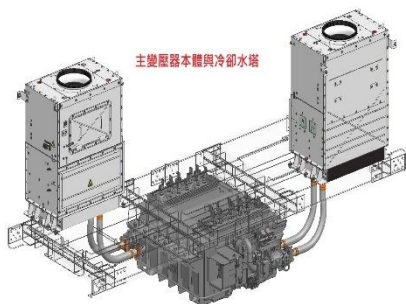


圖 5-1-2 E500 本體與冷卻水塔

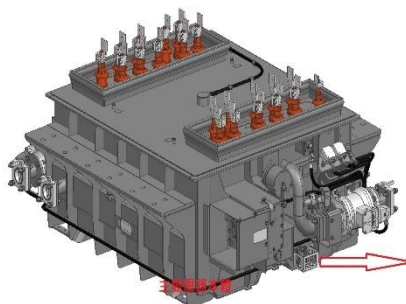


圖 5-1-3 E500 主變壓器



圖 5-1-4 加油和洩油考克

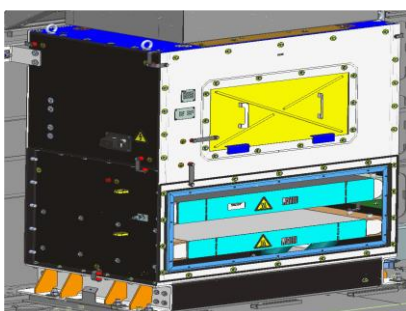


圖 5-1-5 組合式冷卻塔



圖 5-1-6 油冷卻器和通氣閥



圖 5-1-7 E1000 主變壓器



圖 5-1-8 副油箱和布氏裝置



圖 5-1-9 注油孔



圖 5-1-10 排油孔

如(圖 5-1-7)所示為 E1000 型電力機車主變壓器外觀圖，由於主變壓器安裝於車體內部，考量須預留走道空間故本體設計為直立式，涼油器則配置在主變壓器本體側邊並以管路與本體相連。副油箱及布氏裝置(含排氣孔)配置在主變壓器本體上方並以管路相連接(圖 5-1-8)所示，主變壓器本體上半部配置一個注油孔(圖 5-1-9)所示，下半部配置一個排油孔(圖 5-1-10)所示。

以上針對 E500 型及 E1000 型電力機車主變壓器之說明可以發現兩者最大的差異在於油冷卻器安裝的位置及高度，由於 E500 型主變壓器油冷卻器安裝在組合式冷卻塔內並置放於車體內，油冷卻器安裝位置高於主變壓器本體，因此在執行主變壓器加油過程中，如何將管路中的氣體完全排除是非常重要的，其流程較 E1000 型主變壓器相對複雜。

二、E1000 型電力機車主變壓器注油流程

以下描述E1000型主變壓器執行注油的流程，首先將(圖5-2-1)所示濾油機(加油機)的出油管與(圖5-2-2)所示主變壓器注油孔連接並將管路兩端考克打開，將濾油機的吸油管插入儲油桶並將考克打開，啟動濾油機(同時啟動真空及油泵)此時絕緣油從儲油桶經濾油機注入主變壓器本體，過程中須注意管路是否洩漏，一旦發生管路洩漏應即刻停止濾油機並將洩漏問題排除才能繼續執行注油。當(圖5-1-7)所示之副油箱油位視窗達到適當高度立即將(圖5-2-2)注油孔考克關閉防止油位繼續上升，停止濾油機運轉。將(圖5-2-3)布氏裝置之排氣孔打開直到絕緣油流出後立即關閉，再將布氏裝置復位旋鈕旋轉復位即完成注油程序。



圖 5-2-1 加油機



圖 5-2-2 主變壓器注油孔



圖 5-2-3 布氏裝置之排氣孔

三、E500 型電力機車主變壓器注油流程

東芝提供之注油設備(圖 5-3-2)，內容物包含幫浦、壓力錶、高壓軟管及快速接頭。

主變壓器與注油設備之連接狀態步驟:

步驟一：將(圖 5-3-2)所示之注油設備相關管路連接完成並開啟幫浦直到出油管路排出油液後即關閉幫浦，這個步驟的目的是要將注油設備管路內之空氣排除避免於執行注油過程中空氣進入主變壓器。

步驟二：將注油設備出油管路與主變壓器考克 70 連接如(圖 5-3-1)所示，關閉考克 83，其目的是在注油過程中讓主變壓器油能夠順利往上進入組合式冷卻塔油冷卻器內並將空氣由組合式冷卻塔(圖 5-1-5)通氣閥 V1/V2 排出。

步驟三：將組合式冷卻塔(圖 5-1-5)內部油冷卻器通氣閥 V1/V2 打開。

步驟四：開啟幫浦(圖 5-3-3)，確認壓力錶(圖 5-3-4)壓力值上升，同時檢查管路是否洩漏。

步驟五：打開考克 70(圖 5-1-4)，確認油液是否透過螺旋槳(流量檢測器)(圖 5-3-5)流動，此時開始進行注油，注油過程中可適時打開考克 83(圖 5-3-1)，讓擴充油箱油位上升(圖 5-3-7)並維持在(室溫+5℃ < 油位 < 室溫+1℃)。

步驟六：觀察(圖 5-1-5)所示通氣閥 V1/V2，當油溢出時立即關閉 V1/V2，並將(圖 5-3-1)所示考克 70 關閉及(圖 5-3-3)所示幫浦關閉。

步驟七：如(圖 5-3-6)將主變壓器油泵外接 440VAC 三相電源運轉 30 分鐘後停止運轉。

步驟八：將(圖 5-1-5)所示通氣閥 V1/V2 慢慢打開，如果有油流出則補充工作完成。如果沒有油漏出則重複以上注油步驟。

步驟九：將(圖 5-3-1)所示考克 83 打開，讓主變壓器靜置一天。

步驟十：檢視(圖 5-3-7)擴充油箱油位，油位維持在（室溫-5℃ < 油位 < 室溫+5℃）。

步驟十一：擴充油箱油位過高時，打開(圖 5-3-8)中排油塞讓擴充油箱油排出直到油位符合步驟十所述之規定後關閉排油塞。

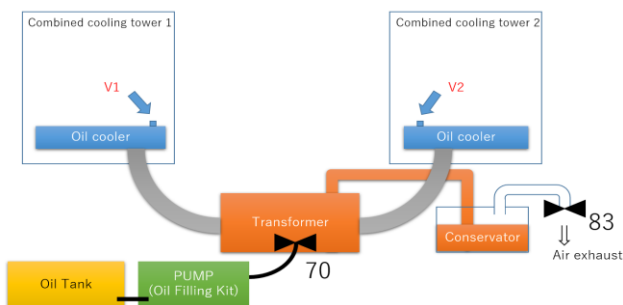


圖 5-3-1 主變壓器與注油設備連接圖

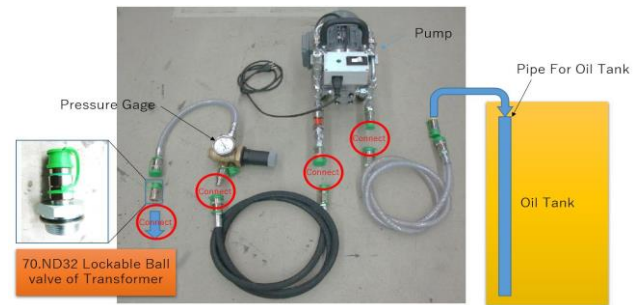


圖 5-3-2 東芝提供之注油設備



圖 5-3-3 幫浦



圖 5-3-4 壓力錶

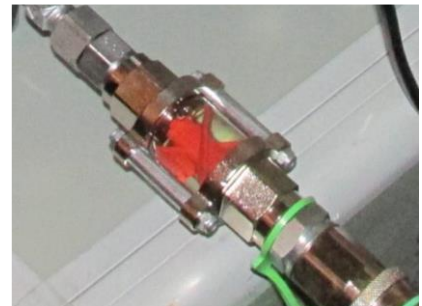


圖 5-3-5 流量檢測器



圖 5-3-6 油泵外接 440VAC



圖 5-3-7 擴充油箱油位



圖 5-3-8 排油塞

四、未來主變壓器維護之展望

- 1、E500 電力機車主變壓器油品與現役 E1000 型 PP 及 GE 機車油品不同不能混用，未來維護時要針對油品特別標示及加強人員訓練以避免油品混用。
- 2、因應油品不同，注油機也要特別標示，禁止混用(兩者注油機外觀不同，混用機會低)。
- 3、針對主變壓器注油流程的差異，重新訂定 SOP 並加強人員訓練，防止人員錯誤發生。
- 4、未來 E500 電力機車發生主變壓器油絕緣值過低時只有將油品更新一途，無法再使用濾油機將油品過濾加熱去除油品內的水分，因 E500 主變壓器設計只有一個注油孔。
- 5、E500 主變壓器新增油流偵測裝置，未來發生油泵故障時能即時被偵測出來，能夠有效防止主變壓器油溫過高情況發生，對主變壓器提供良好保護增加使用壽命。當然檢修時針對這些偵測裝置進行功能測試就相當重要，未來於三、四及檢修基準討論時將這些項目列入工單內容。

陸、心得與建議

本次奉派赴日本東芝府中事業所接受E500電力機車三、四級專業檢修訓練期間，東芝除了安排課堂的專業說明外也特別安排進入E500電力機車裝配工廠及衛星工廠進行實務說明訓練，其中實務說明訓練項目包含：牽引馬達拆解及組裝整修測試、轉向架組裝、連結器及主排障器組裝、車體矽利康塗佈、主變壓器檢修有關注油部分、機車控制監視系統（LCMS）出廠測試、跨接電纜線維修保養、電力轉換裝置（PCC）出廠測試及PTE軟體操作說明、主控制器拆解組裝維修保養、屋頂安裝作業及軀機系統各元件功能說明等。雖然已涵蓋了大部分檢修項目，但尚有牽引馬達鼓風機拆解維修保養、冷卻水塔散熱鼓風機拆解維修保養、駕駛室前擋風玻璃安裝、主變壓器油泵分解維修組裝測試等等項目未列入實務訓練，這些項目對於富岡機廠的維修作業至關重要，在此建議東芝能將這些項目排入下次檢修實務訓練中或是能夠提供檢修過程的影片供參考。另外針對東芝提供的實務訓練的方式在此有些許的建議，期望現場的實務訓練除了解說及示範拆解安裝測試外，能夠讓學員實際的拿起工具及儀器一起動手參與，這樣才能讓學員印象深刻收穫滿滿。

於訓練期間學員針對訓練內容提出了許多的問題，講師也不厭其煩地一一說明，解答心中許多的疑問，有關設計原理及維修方式與現役的 PP 及 GE 機車差異頗大，最大的差異莫過於電力轉換裝置（PCC）首次採用水冷卻系統來進行散熱，以及軀機系統全面進入電腦化控制的時代。這些改變無非是為了提高機車的性能及穩定度，相對的這些改變對於維修人員來說充滿了新奇與挑戰，以前的維修方式無法全部套用在 E500 電力機車上，必須要學習新的知識來面對新的維修模式，期待同仁一起努力學習迎接新的挑戰。

本次赴日受訓期間至協力廠商 YUTAKA 株式會社接受跨接電纜訓練及工廠參訪時，發現這間公司對跨接電纜設計及製造的專業程度讓人驚訝，跨接電纜接頭內任何形式的導電針腳，全部在廠內自行加工生產不假手他人，這點與台灣的企業時常採用外包的方式非常不同，而

這些加工生產的零件還會透過自動檢測機器將不良品檢出，並以此為依據進行生產製造問題修正來達到不良率的降低，特別是針對 C N C 加工機台操作人員之訓練要求，從牆上的人員名單及相關國家證照的取得，就能得知該公司對人員及產品品質要求極高，也因如此，該公司的產品深受日本各大軌道列車製造廠使用，這種職人的專業精神值得學習。

在這次受訓期間東芝詳盡說明維修方式後讓人心中浮現了許多疑問，雖 E500 電力機車大量採用模組化設計符合趨勢，模組化優點易於拆裝並降低維修時間，但東芝並未針對這些模組提供相關維修資料及材料清冊，這將造成台鐵維修人員無法自行針對模組來進行維修，只能完全仰賴東芝提供模組後勤維修服務，雖說東芝提供的模組後勤維修方式可以確保維修品質提高機車的妥善率，但模組必須漂洋過海送往日本維修，一來一往相當費時反而無法縮短車輛維修時間，為了達到要求勢必要採購大量的模組備品再加上東芝提供的後勤服務費用，這龐大的費用並非台鐵能夠長期負擔的。在此建議後續增購 20 輛 E500 電力機車採購案合約能夠要求東芝提供完整模組維修方式、測試資料、材料清冊及人員訓練，唯有自行維修才能降低維修成本且不會處處受制於人，台鐵才能走向財務穩健的未來。

柒、附件

參考文獻:

- 1.E500 型電力機車三、四級專業檢修訓練課程講義
- 2.E1000 型 PP 機車維修保養手冊