

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 4 梯次)

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

姓名職稱：工程師 陳森淇

助理工程師 蔡宜青

助理工程師 蕭啟全

助理工程師 李忠泰

助理工程師 郭雅仁

技術領班 許水銓

技術領班 沈忠良

派赴國家：日本

出國期間：114 年 02 月 11 日至 03 月 04 日

報告日期：114 年 04 月 04 日

摘 要

國營臺灣鐵路股份有限公司（原臺灣鐵路管理局）(下稱台鐵公司)，為因應機車各車型逐年進入汰換階段，遂於 2015 年提出「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(104~113 年)」，本次監造車輛 E500 電力機車為其項下「機車 102 輛(A 組：電力機車 68 輛、B 組：柴電機車 34 輛)案」之 A 組採購案。

目前台鐵公司現有電力機車包括 E1000 型及 E200~E400 型電力機車，有鑑於本公司電力機車皆因車型老舊、所需原廠料件停產、使用年限到期導致故障頻繁，其近年來故障率居高不下並影響營運，此次向(日本東芝基礎設施系統株式會社東芝インフラテクノサービス株式会社)(下稱東芝 TOSHIBA 公司)購入之 E500 電力機車，將逐年替代舊有電力機車，逐步取代上述之老舊電力機車，以期改善故障的發生頻率，以達到提升準點率，並給予乘客安全及優良的乘坐品質與體驗。

為提升新型車 E500 車輛出廠品質，本公司派遣各相關單位檢驗人員至日本東芝 TOSHIBA 公司之府中事業所執行監造、檢驗工作，針對機車相關的例行測試及出廠測試進行全面檢視，並確認是否符合契約規範內容。本次報告將針對 E500 型電力機車之相關構造、組件及功能，常見施工案例進行探討，以期提升同仁未來專業能力及檢修技能。

本批人員於 114 年 02 月 11 日起至 03 月 04 日止，於東芝 TOSHIBA 公司府中製造廠，對其機車製造期間執行檢驗、訓練工作，包含現場檢視有關製造、組裝及測試工作，確認符合契約規範內容。



目次

壹.	訓練課程:	7
一.	訓練細節(Detail of Training)	7
二.	時程表(Time schedule).....	8
貳.	檢驗週報	16
參.	目的	19
肆.	專題報告	20
一.	E500 電力機車簡介、說明介紹	20
(一)	概述:	20
(二)	機車性能:	20
(三)	機車構成:	21
(四)	結論:	32
二.	駕駛室專業訓練.....	33
(一)	概述:	33
(二)	結構:	35
三.	駕駛室車體及低壓設備.....	67
(一)	概述車體及低壓設備.....	67
(二)	結構及性能說明.....	68
四.	跨接電纜.....	73
(一)	概要:	73
(二)	440V YL14-6 型跨接電纜規格	73
(三)	單芯 YL16-1(KE2)型跨接電纜規格	74
(四)	32 芯 IC32 型跨接電纜規格	74
(五)	結構說明:	75

(六)	結論:	84
五.	電力轉換裝置 (PCC)	86
(一)	概述:	86
(二)	結構及性能說明.....	89
(三)	操作示範(作用)	94
(四)	結論.....	101
六.	主控制器.....	103
(一)	概述:	103
(二)	操作機構單元的主要部位如下:	103
(三)	主控制器各部名稱.....	105
(四)	主控制器 PWM 模組:	107
(五)	裝置整體的額定規格與性能:	107
(六)	主控制器操作機構單元外形尺寸.....	108
(七)	其他部位的額定規格與性能.....	109
(八)	操作方法.....	109
(九)	定期檢修:	111
(十)	結論:	114
七.	(機車)主變壓器	115
(一)	變壓器原理.....	115
(二)	外觀.....	116
(三)	主變壓器的位置.....	116
(四)	主迴路.....	117
(五)	主電路圖.....	117
(六)	主變壓器規格.....	118

(七)	主變壓器外形概要.....	119
(八)	主變壓器的主要特徵.....	119
(九)	檢修保養.....	125
(十)	特殊工具.....	127
(十一)	結論:	129
八.	火災偵測系統 Fire Detection system	132
(一)	燃燒之要件.....	132
(二)	火災之分類.....	133
(三)	滅火作用與滅火劑表.....	134
(四)	滅火原理與方法.....	136
(五)	火災偵測與滅火.....	136
(六)	系統功能說明.....	138
(七)	結論:	139
九.	避雷器.....	140
(一)	目的:	140
(二)	鐵路車輛用避雷器的配置狀態.....	140
(三)	避雷器種類與分類.....	141
(四)	避雷器的變遷.....	142
(五)	作用原理與構造演進.....	143
(六)	避雷器規格.....	150
(七)	聚合型避雷器的種類與構造比較.....	153
(八)	結論:	156
伍.	心得與建議	159
一.	心得:	159

(一)	環保性能.....	159
(二)	運輸效率.....	159
(三)	維護成本.....	159
二.	建議:	160
(一)	明確修車需求與容量規劃 (Define Repair Needs and Capacity Planning) :	160
(二)	優化廠房佈局與流程設計 (Optimize Plant Layout and Process Design) :	161
(三)	選擇合適的設備與工具 (Select Appropriate Equipment and Tools) : 161	
(四)	建立高效的人員組織與培訓體系 (Establish Efficient Personnel Organization and Training System) :	162
(五)	導入智慧化管理與資訊系統 (Implement Intelligent Management and Information Systems) :	162

壹. 訓練課程：

一. 訓練細節(Detail of Training)

表 1-1

項目	說明	備註
訓練名稱 Name of Training	專業訓練 Professional Training	
批次 Number of batches	第一批 1	
預計訓練日期 Planned date of Training	2025/2/12~3/3、3/24~3/28	
訓練地點 Place of Training	日本／臺灣（TRC廠段） Japan/Taiwan(TRC Depot)	日本受訓地點請參照 次頁時程 Please refer to the following schedule for the place of training in Japan.

二. 時程表(Time schedule)

自本通知發佈之日起，訓練計劃按以下時程表進行。請注意每個訓練項目的時間以及順序可能會根據實際訓練進度而有所變動。部分在教室授課的方式為線上進行輔以現場工程師或翻譯人員協助。

As of the issuance date of this notification, the training is planning to be conducted in accordance with the following time schedule. Please note the time will be adjusted according to the actual training progress and the order of lecture may be adjusted depending on the situation. Some classroom lecture will be remote training assisted by local engineers or translator

表 1-2

次序 Day	當地時間 Local Time	系統／設備 System/Equipment	地點 Location
1	日期(Date)： 2025/2/12		
	09:00~11:00	簡介、概論說明 Introduction & Overview	日本東京 Tokyo,Japan
	11:00~12:00	機車性能 Locomotive Performance	
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~16:30	車體（含低壓設備箱）、連結器（TISS） Carbody (Include LVE), Coupler(TISS)	
	16:30~17:00	考核 Assessment	
2	日期(Date)： 2025/2/13		
	09:00~12:00	駕駛室 Cab	日本東京 Tokyo,Japan
	12:00~13:00	午休	

		Lunch	
	13:00~13:30	考核 Assessment	
	13:30~17:00	保養說明示範 Maintenance Demonstration	
3	日期(Date)： 2025/2/14		
	09:00~12:00	轉向架、輪軸組、傳動裝置 Bogie、Wheelset、Driving Unit	日本東京 Tokyo,Japan
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~16:30	轉向架、輪軸組、傳動裝置 Bogie、Wheelset、Driving Unit	
	16:30~17:00	考核 Assessment	
4	日期(Date)： 2025/2/17		
	09:00~11:00	牽引馬達 Motor	日本東京 Tokyo,Japan
	11:00~12:00	鼓風機 Blower	
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~13:30	考核 Assessment	
	13:30~17:00	保養說明示範 Maintenance Demonstration	
5	日期(Date)： 2025/2/18		

	09:00~11:30	主控制器 Master Controller	日本東京 Tokyo,Japan
	11:30~12:00	考核 Assessment	
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~17:00	保養說明示範 Maintenance Demonstration	
6	日期(Date)： 2025/2/19		
	09:00~12:00	電力轉換裝置（PCC） Power conversion device	日本東京 Tokyo,Japan

次序 Day	當地時間 Local Time	系統／設備 System/Equipment	地點 Location
6	12:00~13:00	午休 Lunch	日本東京 Tokyo,Japan
	13:00~16:00	電力轉換裝置（PCC） Power conversion device	
	16:00~17:00	考核 Assessment	
7	日期(Date)： 2025/2/20		
	09:00~12:00	保養說明示範 Maintenance Demonstration	日本東京 Tokyo,Japan
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~15:30	機車控制監視系統（LCMS） Locomotive control monitoring system	

	15:30~16:00	考核 Assessment	
	16:00~17:00	工廠導覽 Factory Tour	
8	日期(Date)： 2025/2/21		
	09:00~12:00	(機車)主變壓器 Locomotive main transformer MTr	日本東京 Tokyo,Japan
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~14:00	(機車)主變壓器 (Locomotive) main transformer MTr	
	14:00~16:00	火災偵測系統 Fire Detection system	
	16:00~17:00	考核 Assessment	
9	日期(Date)： 2025/2/25		
	09:00~12:00	跨接電纜 Jumper	日本東京 、群馬 Tokyo/Gunma, Japan
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~14:00	跨接電纜 Jumper	
	14:00~17:00	工廠導覽 Factory Tour	
10	日期(Date)： 2025/2/26		
	09:00~12:00	ATP 隔離後限速備援系統 ATP Backup	日本東京 Tokyo,Japan

	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~15:00	工廠導覽 Factory Tour	
	15:00~16:00	考核 Assessment	
11	日期(Date)： 2025/2/27		
	09:00~12:00	軔機／供氣系統 Brake/Air supply System	日本東京 Tokyo,Japan
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~17:00	軔機／供氣系統 Brake/Air supply System	
12	日期(Date)： 2025/2/28		
	09:00~12:00	避雷器 Surge Arrester	日本東京 、神奈川 Tokyo/Kanaga wa,Japan
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~17:00	工廠導覽 Factory Tour	

次序 Day	當地時間 Local Time	系統／設備 System/Equipment	地點 Location
13	日期(Date)： 2025/3/3		
	09:00~11:00	保養說明示範 Maintenance Demonstration	日本東京 Tokyo,Japan
	11:00~12:00	考核	

		Assessment	
	12:00~13:00	結業式 Closing Ceremony	
14	日期(Date)： 2025/3/24		臺灣 Taiwan
	08:30~10:00	行車調度無線電（TDRS） Driving dispatch radio	
	10:00~10:30	列車防護無線電（TPRS） Train protection radio	
	11:00~12:00	列車防護系統（ATP） Train protection system	
	12:00~13:00	午休 Lunch	
	13:00~16:00	蓄電池充電器 Battery Charger	
	16:00~16:30	考核 Assessment	
15	日期(Date)： 2025/3/25		臺灣 Taiwan
	08:30~11:30	空調機（VAC） Air conditioner	
	11:30~12:30	午休 Lunch	
	12:30~14:00	旅客資訊系統（PISC） Passenger Information System	
	14:00~15:30	行車影音輔助監視系統（CCTV） Driving audio and video auxiliary monitoring system	
	15:30~16:00	考核	

		Assessment	
16	日期(Date)： 2025/3/26		
	08:30~11:30	冷卻系統 Combined Cooling Tower	臺灣 Taiwan
	11:30~12:30	午休 Lunch	
	12:30~14:30	連結器 Coupler	
	14:30~16:30	機車實務（連結器） Operation practice in Locomotive (For Coupler)	
17	日期(Date)： 2025/3/27		
	08:30~11:30	集電弓 Pantograph	臺灣 Taiwan
	11:30~12:30	午休 Lunch	
	12:30~15:30	照明設備 Lighting	
	15:30~16:30	考核 Assessment	
18	日期(Date)： 2025/3/28		
	08:30~11:00	蓄電池 Battery	臺灣 Taiwan
	11:00~12:00	考核、結業式 Assessment, Closing Ceremony	
	12:00~13:00	午休 Lunch	

	13:00~16:30	機車實務 Operation practice in Locomotive	
--	-------------	--	--

※第 14～18 天的時程為暫定，若有任何異動，將另行通知 TRC。

※The schedule for Day 14 to 18 is tentative. If there are any changes, TRC will be notified separately.

貳. 檢驗週報

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛		
期間：自 114 年 02 月 10 日 至 114 年 02 月 16 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114. 02. 10	一	無
114. 02. 11	二	赴日行程日。
114. 02. 12	三	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. 02. 13	四	1. 駕駛室(Cab) 2. 考核(Assessment) 3. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)
114. 02. 14	五	1. 轉向架、輪軸組、傳動裝置(Bogie、Wheelset、Driving Unit) 2. 考核(Assessment)
114. 02. 15	六	例假(official holiday)
114. 02. 16	日	例假(official holiday)
備註：		

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛		
期間：自 114 年 02 月 24 日 至 114 年 03 月 02 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114. 02. 24	一	日本國定假日
114. 02. 25	二	1. 跨接電纜(Jumper) 2. 日本東京群馬工廠導覽(Tokyo/Gunma, JapanFactory Tour)
114. 02. 26	三	1. ATP 隔離後限速備援系統(ATP Backup) 2. 工廠導覽(Factory Tour) 3. 考核(Assessment)
114. 02. 27	四	軔機／供氣系統(Brake/Air supply System)
114. 02. 28	五	避雷器(Surge Arrester)/東芝 TOSHIBA 能源系統浜川崎工廠導覽(TOSHIBA Energy System Hamakawa Factory Tour)
114. 03. 01	六	例假(official holiday)
114. 03. 02	日	例假(official holiday)
備註：		

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛		
期間：自 114 年 02 月 17 日 至 114 年 02 月 23 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114. 02. 17	一	1. 牽引馬達(Motor) 2. 鼓風機(Blower) 3. 考核(Assessment) 4. 保養說明示範(Maintenance Demonstration)
114. 02. 18	二	1. 主控制器(Master Controller) 2. 考核(Assessment) 3. 保養說明示範(Maintenance Demonstration) 4. 京王重機整備株式会社參訪轉向架組裝。
114. 02. 19	三	1. 電力轉換裝置 (PCC) (Power conversion device) 2. 考核(Assessment)
114. 02. 20	四	1. 保養說明示範(Maintenance Demonstration) 2. 機車控制監視系統 (LCMS) (Locomotive control monitoring system) 3. 考核(Assessment) 4. 工廠導覽(Factory Tour)
114. 02. 21	五	1. (機車)主變壓器(Locomotive main transformer MTr) 2. 火災偵測系統(Fire Detection system) 3. 考核(Assessment)
114. 02. 22	六	例假(official holiday)
114. 02. 23	日	例假(official holiday)
備註：		

參. 目的

電力機車 68 輛購車案，依契約規範規定，本公司國營臺灣鐵路股份有限公司將於製造期間派遣檢驗人員至車輛製造廠（含零配件製造廠）執行監造、檢驗工作（包含製造、測試、修正）之進行，以確保車輛性能及製造品質符合規範要求，亦可藉此機會學習日本軌道車輛技術、製造過程及相關維修工法。

駐廠檢驗期間，與製造廠工程人員技術交流，增進專業知識，提升自身本質學能，運用在相關維修上，以增加機車妥善率、確保行車安全，提升列車準點及服務品質。

本梯次七人為本年度 114 年第一梯次，受機務處指派至日本東芝基礎設施



系統株式會社(東芝インフラシステムズ株式会社)之府中事業所，出國主要目的為辦理電力機車 68 輛學習及檢驗工作，針對機車相關的例行測試及出廠測試進行全面檢視，並確認是否符合契約規範內容，車輛學習、檢驗全面檢視工作，自 114 年 02 月 11 日起至 114 年 03 月 04 日返國，為期 22 天。

國營臺灣鐵路股份有限公司 電力機車 E500 型 圖 3-1

肆. 專題報告

一. E500 電力機車簡介、說明介紹

(一) 概述:

本電力機車之基礎構思規格為可與本公司 E200/E300/E400 及 E1000 型牽引之客車和貨車做連結並取代上述機車車型其運用。

為了協助司機員相對乘務工作，也採用現有電聯車 EMU800/TEMU2000 型等車輛所使用之如速度控制及暫停軔機等功能進行輔助。



圖 4-1-1-1

(二) 機車性能:

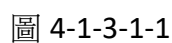
E500 型電力機車性能是以單機牽引客車 15 輛為 525 噸，貨車為 1250 噸時可以達到足夠的加速度、最高速度及牽引力。

另將本案機車取代換現有機車時，於 E1000 型推拉式自強號運用以及 E200 和 E400 機車牽引客車運用及其 E300 牽引貨車運用上都可以滿足其所需性能。

機車性能與現有機車相比有足夠的使用裕度設計並能確保其運轉可靠度。

1. 機車示意圖

1. 機車示意圖



The image displays two technical drawings of the CRH2A-200 high-speed train bogie. The top drawing is a plan view showing the layout of the bogie frame, including the traction center, traction motors, and various suspension components. The bottom drawing is a side view showing the bogie's profile, including the wheels, suspension system, and the main frame structure.

Top View Labels:

- 階梯 (Staircase)
- 5781
- 橫向減震器 (Lateral damper)
- 牽引中心座 (Traction center seat)
- 砂箱 (Sand box)
- 轉向架框 (Bogie frame)
- 牽引馬達 (Traction motor)
- 懸吊連桿 (Suspension link)
- 傳動裝置&接地裝置 (Drive and grounding device)
- 牽引中心柱 (Traction center column)
- 轉向減震器 (Steering damper)
- 側承墊 (Side bearing pad)
- 軸箱總成 (Axle box assembly)
- APC偵測器 (APC detector)
- 輔助排障器 (Auxiliary wiper)

Bottom View Labels:

- 1139 一次懸吊側承墊 (1139 Primary suspension side bearing pad)
- 958 轉向架框頂面 (958 Bogie frame top surface)
- 1850 車軸中心距 (1850 Axle center distance)
- 1850 車軸中心距 (1850 Axle center distance)
- 吊掛鏈 (Hanging chain)
- 垂直減震器 (Vertical damper)
- 主懸吊搖臂 (Main suspension arm)

Dimensions:

- 280 (Overall width)
- 1709 (Distance between axle centerlines)

圖 4-1-3-2-1

3. 整體設備配置（車端）

表 4-1-3-3

項次	設備名稱	前端/ 後端	合計	項次	設備名稱	前端/ 後端	合計
1	上頭燈	1/1	2	11	32 芯控制連接線插座	1/1	2
2	下頭燈與尾燈	2/2	4	12	MR 軟管	2/2	4
3	擋風玻璃	1/1	2	13	BP 軟管	1/1	2
4	雨刷	2/2	4	14	MR 角塞門	2/2	4
5	96 芯控制連接線附插頭	1/1	2	15	BP 角塞門	1/1	2
6	96 芯控制連接線解掛收藏座	1/1	2	16	電子喇叭	1/1	2
7	96 芯控制連接線插座	1/1	2	17	汽笛	2/2	4
8	3 芯 440V 電力跨接電纜附插頭	2/2	4	18	電子警鐘	1/1	2
9	3 芯 440V 電力跨接電纜解掛收藏座	2/2	4	19	連結器	1/1	2
10	3 芯 440V 電力跨接電纜插座	4/4	8	20	主排障器	1/1	2
				21	連結器上方攝影機	1/1	2

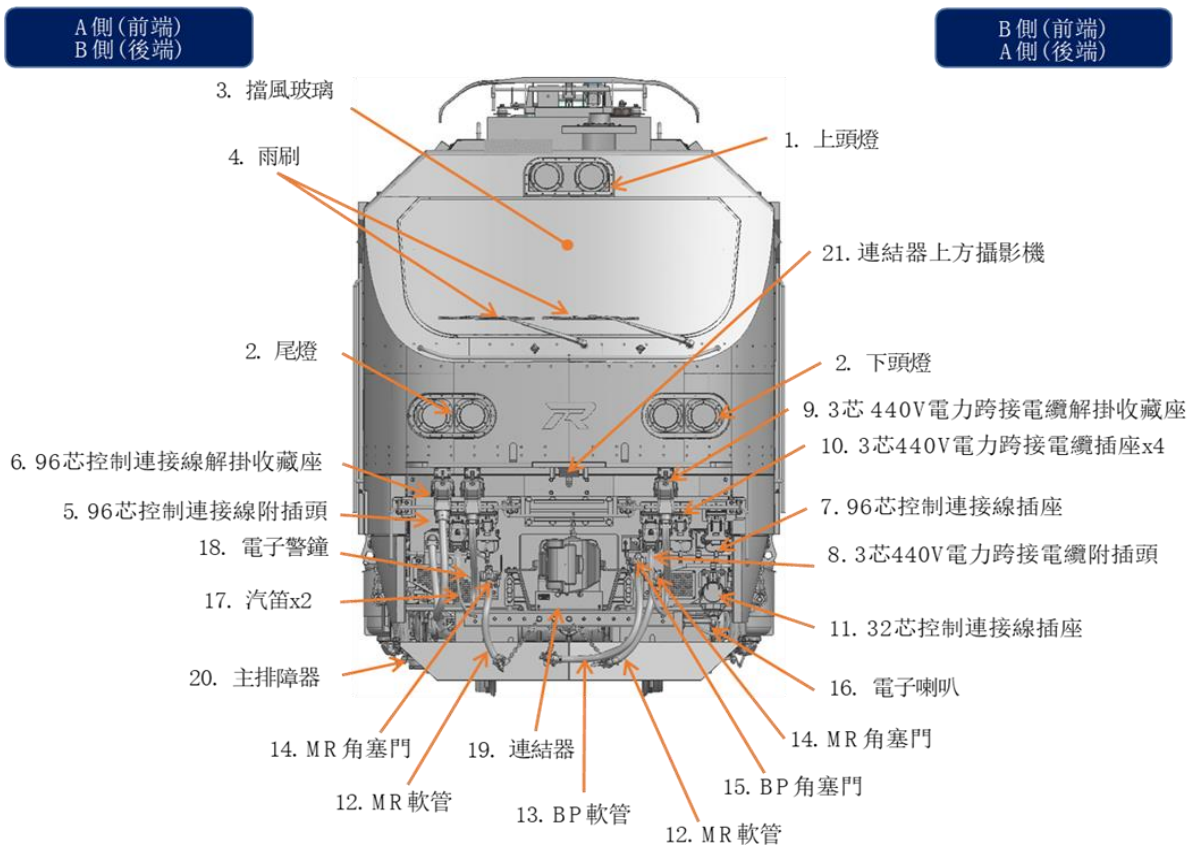


圖 4-1-3-3-1

4. 整體設備配置（車頂）

表 4-1-3-4

項次	設備名稱	合計	項次	設備名稱	合計
1	集電弓	1	7	AC 高壓穿套	1
2	真空斷路器/接地開關	1	8	空調機	2
3	避雷器	1	9	行車調度無線電天線	2
4	高壓比壓器	1	10	GPS 天線(行調用)	2
5	壓縮空氣穿套	1	11	列車防護無線電天線	2
6	支撐絕緣礙子	4	12	集電弓監視攝影機	1

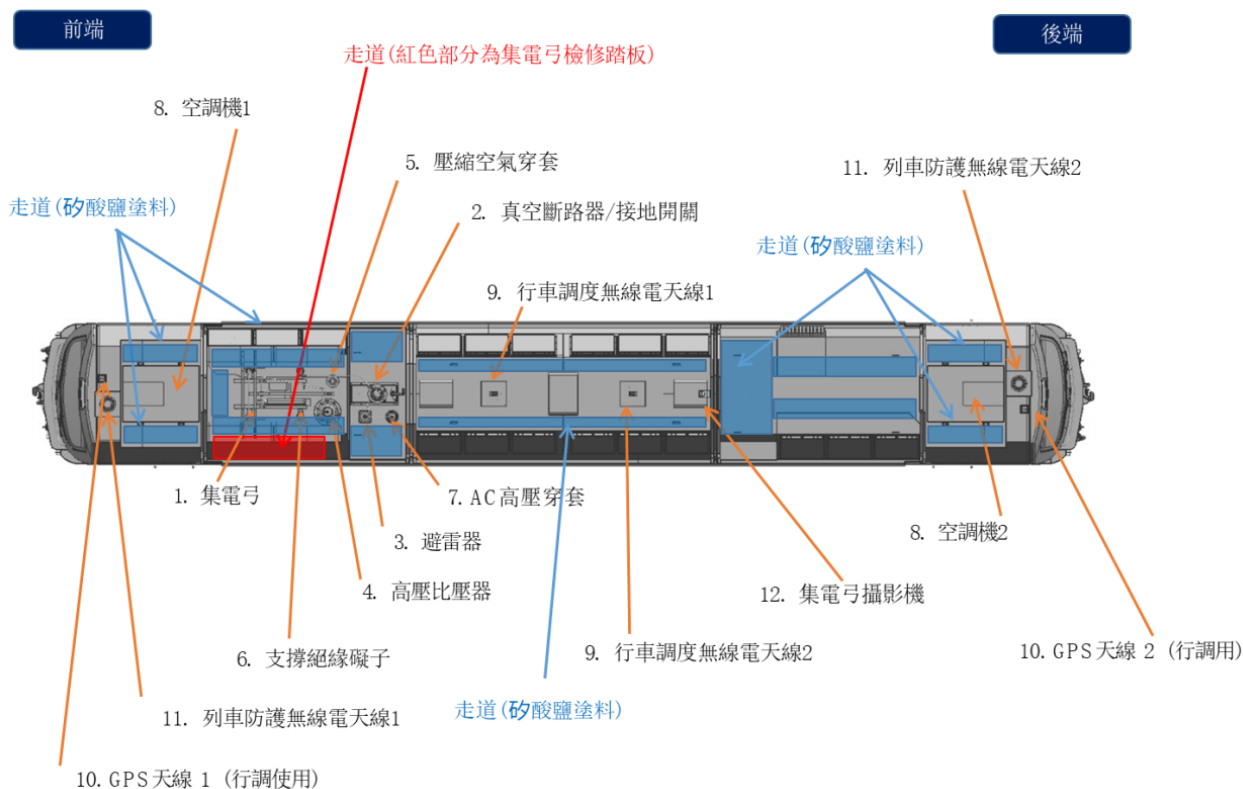


圖 4-1-3-4-1

5. 整體設備配置（機械室）

表 4-1-3-5

項次	設備名稱	合計	項次	設備名稱	合計
1	電力轉換裝置 (包含輔助供電單元)	2	10	主風缸	1
2	組合式冷卻塔	2	11	軔機供氣風缸	1
3	ATP 設備箱	1	12	牽引馬達鼓風機	2
4	低壓設備箱	1	13	AC110 V 變壓器	1
5	蓄電池充電器	1	14	接觸器箱	1
6	直流成分抑制箱	1	15	比流器	1
7	軔機控制單元	1	16	電源插座(AC110V)	2
8	空氣壓縮機	2	17	機械室照明燈	6
9	空氣乾燥器	2			

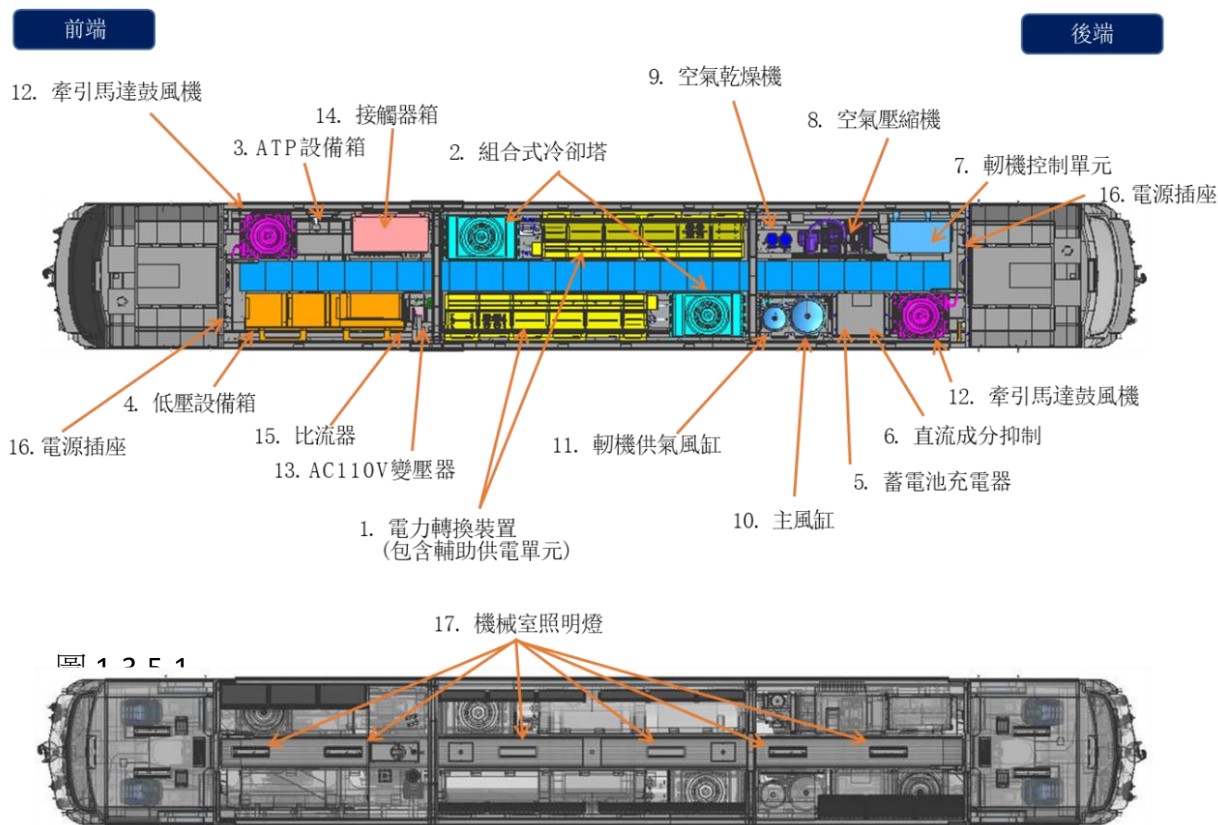


圖 4-1-3-5-1

6. 整體設備配置（車下）

表 4-1-3-6

項次	設備名稱	合計	項次	設備名稱	合計
1	主變壓器	1	5	ATP 天線	1
2	蓄電池箱(110V)	1	6	連結器	2
3	轉向架	2	7	汽笛	4
4	牽引馬達	6	8	電子喇叭	2

前端

後端

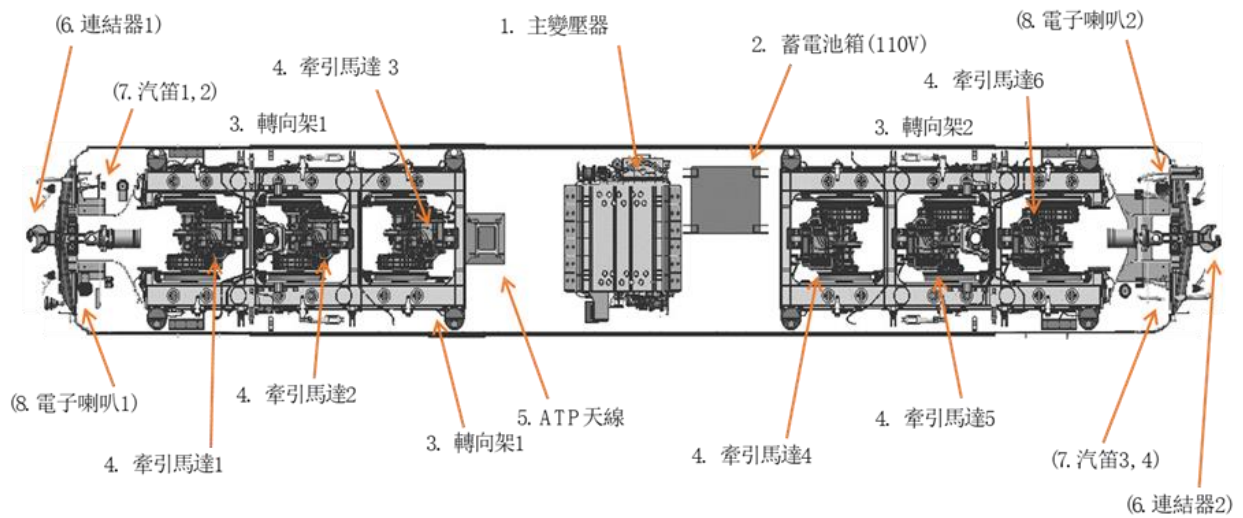


圖 4-1-3-6-1

7. 設備位置與配線位置概念圖

表 4-1-3-7

裝置編碼	裝置名稱	裝置編碼	裝置名稱
CJP	96 芯控制跨接電纜插頭	LVE	低壓設備
PCRC	3 芯 440V 電力跨接電纜 插座	PCC	電力轉換裝置
DEM	除霧器	CTBM	冷卻塔鼓風機馬達
CJ32R	32 芯控制跨接電纜插座	ATr	440Vac/ 110Vac 輔助變壓器
CJR	96 芯控制跨接電纜插座	DCCB	直流成分箱
A/C	空調機	BCM	軀機控制模組
JB	接線箱	CM	空氣壓縮機
TMBM	牽引馬達鼓風機馬達	BCG	蓄電池充電器

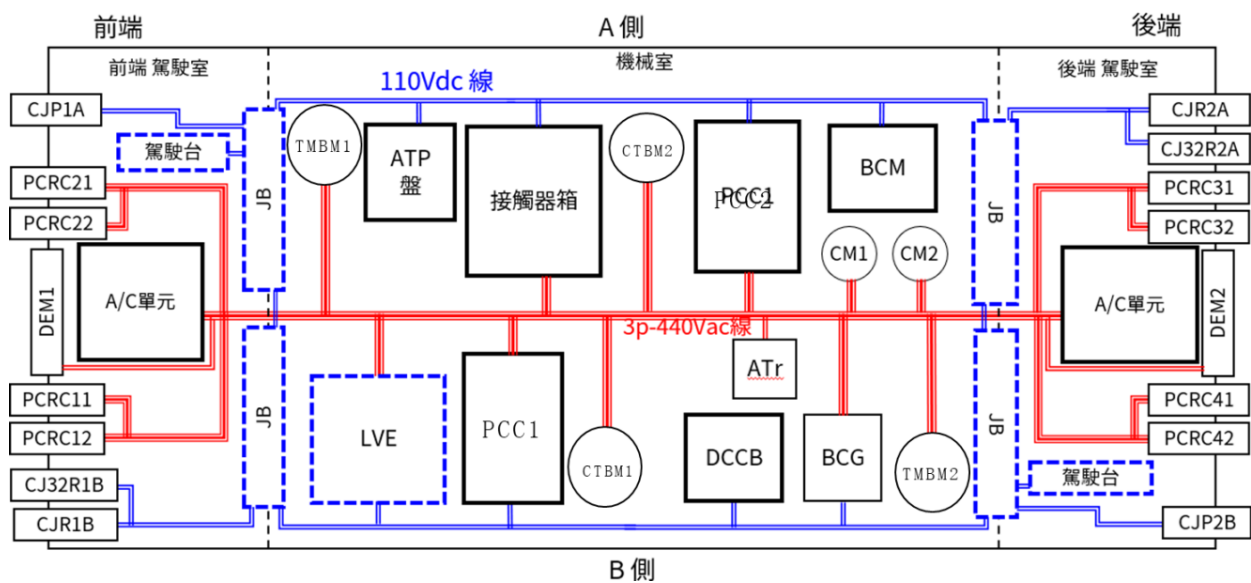


圖 4-1-3-7-1

8. E500 型機車主要規格:

表 4-1-3-8

主要規格		
一般	車種	交流電力機車(客車/貨車)
	重量	96 t (軸重 16 t)
	車輪配置	Co-Co
	車輪直徑	924-879-834 mm
	齒輪比	3.91 (90/23)
	電車線	25 kVac/60 Hz
	駕駛室配置	兩端
性能	最高速度	130 km/h
	最大功率	3888 kW (踏面) 3972 kW (馬達)
	起步牽引力	280 kN
	額定牽引力	226 kN
	啟動加速度	0.73 m/s ² (2.6 km/h/s) (推拉牽引 PP 客車 15 輛 525 噸) 0.43 m/s ² (1.5 km/h/s)

		(單一機車牽引 PP 客車 15 輛 525 噸) 0.20m/s ² (0.7 km/h/s) (單一機車牽引 1250 噸貨車)
	額定速度之 加速度	0.59 m/s ² (2.1 km/h/s) (推拉牽引 PP 客車 15 輛 525 噸) 0.34 m/s ² (1.2 km/h/s) (單一機車牽引 PP 客車 15 輛 525 噸) 0.16m/s ² (0.6 km/h/s) (單一機車牽引 1250 噸貨車)
	減速率(全緊軔)	0.65 m/s ² (2.3 km/h/s)
	減速率(緊急緊軔)	0.7 m/s ² (2.5 km/h/s)
牽引系統	變流器裝置	絕緣閘雙極電晶體(IGBT)
	馬達	交流感應馬達
速度控制	速度控制	提供
軔機	氣軔	自動氣軔 電空軔機
	電軔	電軔 (再生電軔)
	停留軔機	彈簧緊軔(電磁閥控制)
	暫停軔機	有
	客車/貨車 司軔閥切換	客車/貨車
機車客車 跨接電纜	供電	三相交流 440V
	控制	96 芯
設備	ATP	有
	行車調度無線電	有
	列車防護無線電	有
	警醒裝置	有
	火災偵測	有
	行車監視系統	有

9. 系統概述:

(1) 列車模式(圖 4-1-3-9-1-1)

本機車可適用各種列車模式和機車編組。

列車模式透過自動識別與手動開關設置。

機車兩端都設有駕駛員座椅且只有一個選定的駕駛室處於主控狀態，根據主控鑰匙插入位置與跨接電纜連結狀況會自動判別前進方向。由於運行、軋機模式會依據被牽引的客車或貨車而不同，因此於駕駛室設置列車選擇開關。

(2) 駕駛模式(圖 4-1-3-9-2-1)

機車有兩種控制模式。

A.一種是牽引力模式。

B.一種為公司現有車 EMU800 所使用的速度控制模式。



圖 4-1-3-9-1-1



圖 4-1-3-9-2-1



圖 4-1-3-9-1

10. 牽引系統

- (1) 牽引馬達為感應式馬達，採用 IGBT 元件之三相電壓型 PWM 向量控制，因其低損耗 及精密控制特性使其可以達到高效能的運用。
- (2) 各車軸之牽引馬達由一組 PWM 變流裝置來進行各別控制。即使發生故障 TCU 也可 以單獨切斷故障單元。
- (3) 由於啟動牽引力和輸出有著高冗餘性設計，與現有 PP 編組(E1000)相比有著充足的 性能，因此以兩輛 E500 運轉時，在隔離 5 個牽引馬達運轉時也可達到 PP 編組(E1000) 的性能。

11. 軔機系統

- (1) 軔機控制模式與現有機車相同，採用自動軔機(自閥)(圖 4-1-10-1)與單獨軔機(單閥)(圖 4-1-10-2)兩個把手來進行控制。
- (2) 操控自動軔機(自閥)把手時，對客車及貨車的空氣軔機進 行控制時，會有電軔氣軔混合軔機的功能，以電軔補足氣 軔。
- (3) 自強號客車因為有電空軔機，因此在使用自動軔機(自閥) 把手時由機車電空軔機系統發出指令，由此可加快客車空 氣軔機的反應速度。
- (4) E500 型機車備有暫停軔機功能，於客車運用上，車輛在停止及啟動時暫停軔機會自動進行緊軔與鬆軔。



圖 4-1-3-10-1-1 自動軔機(自閥)

圖 4-1-3-10-2-1 單獨軔機(單閥)

圖 4-1-3-10-1

12. 輔助供電系統

- (1) 機車的輔助供電系統包含供電給機車之輔助設備及供電給客車的設備。
- (2) 每個系統由兩個電壓型 PWM 變流器/整流器單元組成，單一機車共有 4 個整流器/變流器單元(APU1、APU2、HEP1、HEP2)。
- (3) 當單一整流器/變流器故障時，可切換到備援模式便以保持正常電源供應。

13. 客車輔助供電跨接電纜

考量將與推拉式自強號客車做連結，將與 E1000 型相同，於左右兩側供電迴路裝設 跨接電纜。每個供電迴路最大可輸送 450kVA 的電源。

14. 控制跨接電纜

- (1) 本機車不僅可以進行推拉式的重聯控制，為了控制自強號客車的介面，另有裝設控制用跨接電纜。
- (2) 機車與自強號客車間的訊息傳輸內容主要為車門開關與客車導引的資訊，如到站名稱等。

15. ATP

- (1) ATP 裝設本公司現今使用之龐巴迪公司製造的 ATP 設備。
- (2) ATP 系統會在運行期間能隨時依據接收到的最高速度、路線限速與各種號誌顯示與 限速條件，計算出最大可允許之車速。如果列車速度超過此最大值，則軔機將自動作動。

16. 火災偵測

- (1) 本機車基於 EN45545 提供火災防護的設計。
- (2) 機械室及駕駛室設有火災檢測器。因此可盡早對駕駛員無法直接確認狀況之機械室、後端駕駛室和推拉式運轉時的後端輔助機車發生之火警進行偵測。

(四) 結論:

針對將來電力機車 E500 取代 E200、E300、E400 型電力機車及 E1000 型電力機車，則未來電力機車將會車種單一化，那麼也代表著車輛所使用的各種制式設備也都被標準化，不會造就像目前使用應各車型生產國家不同，車輛的各種制式設備相對複雜(GE 電力機車使用英制、美規，PP 電力機車使用公制)，另控制監視系統演進從 GE 電力機車僅有簡易監視系統，分為功能作用指示燈、狀態指示燈，次要故障指示燈以及故障指示燈。

演進 PP 推拉式電力機車列車控制監視系統(TCMS)，於單一機車時是由即時數位硬體系統主機透過串列通訊系統及差動串列通訊系統與配有作業系統的駕駛顯示器及 PCE1 組成，當組成完整一編組時也能與重連機車做通訊取得重連機車狀態集電弓升降弓、客車送電，馬達出力及故障碼。

進而 E500 型電力機車機車控制監視系統(LCMS) (透過接收 DI(Digital Input)、

AI(Analog

Input)以及利用串列通訊協定如 RS485) 與網路通訊協定如乙太網路來監控車上設備，並且記錄分析監控所得之資訊後 顯示在駕駛顯示器 (DDU) 上。

車輛設計簡潔標準化，相對乘務人員駕駛工作相對輕量化。

二. 駕駛室專業訓練



圖 4-2-1

(一) 概述:

駕駛室位於機車的兩端，駕駛控制台上設置有駕駛車輛時所需之指示燈、顯示器及控制把手，機車兩端駕駛室皆安裝駕駛座椅及助理座椅，駕駛座椅位於機車的左側，駕駛室側窗則位於駕駛座椅側邊。

駕駛室側門安裝於駕駛室的兩側，駕駛員可從月台及軌道進入駕駛室，於駕駛室及機械室之間安裝隔間牆。

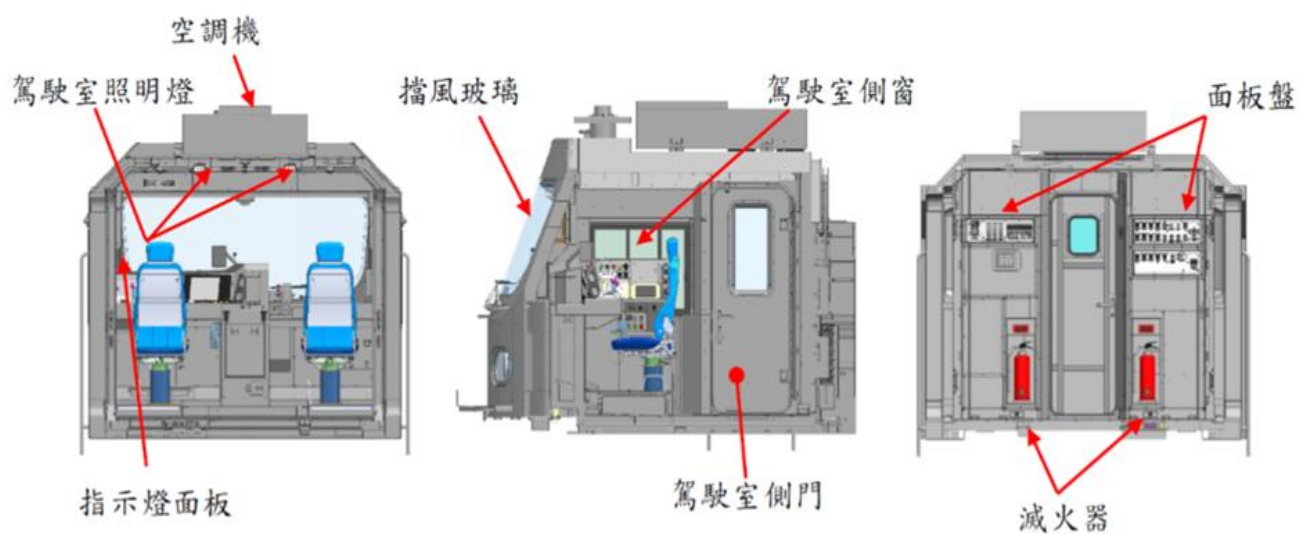


圖 4-2-1-1-1

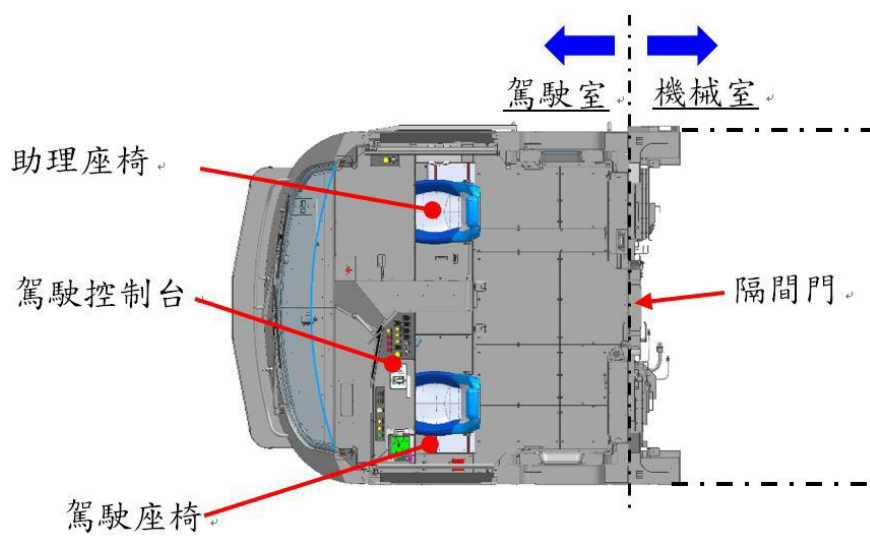


圖 4-2-1-2-1

(二) 結構:

1. 駕駛室側門

駕駛室側門安裝於駕駛室兩側，可經由駕駛室側門由車站月台和軌道進出駕駛室，於駕駛室側門兩側安裝防滑扶手及防滑階梯，駕駛室側門高度為 1,750mm，寬度是 620mm。

駕駛室側門統一型式門鎖，使用的鑰匙和本公司規範 PD-861002(圖 4-2-2-2)相同，解鎖車門，向下轉動把手並將門向駕駛室內部方向開啟(圖 4-2-2-1)。

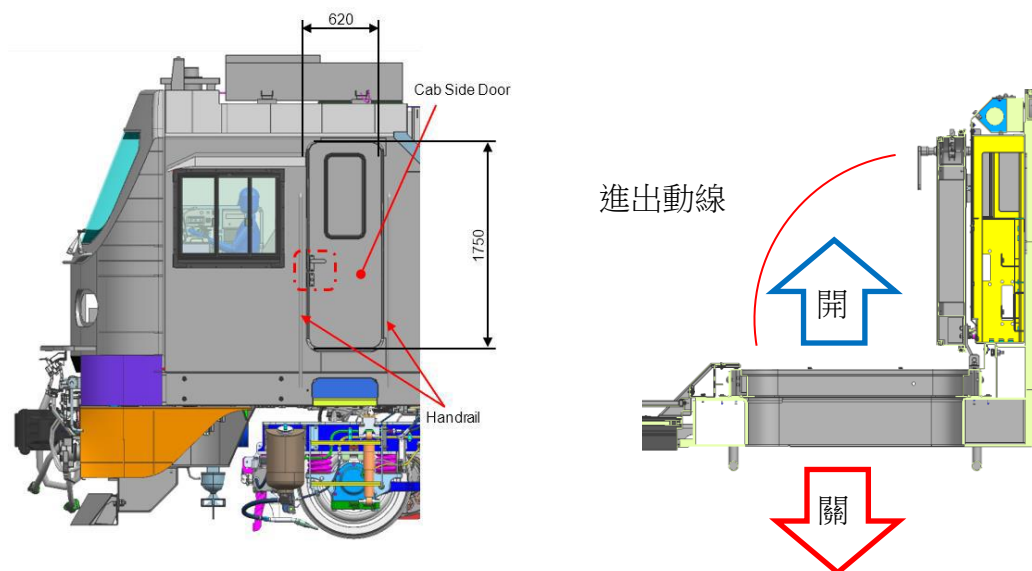


圖 4-2-2-1-1

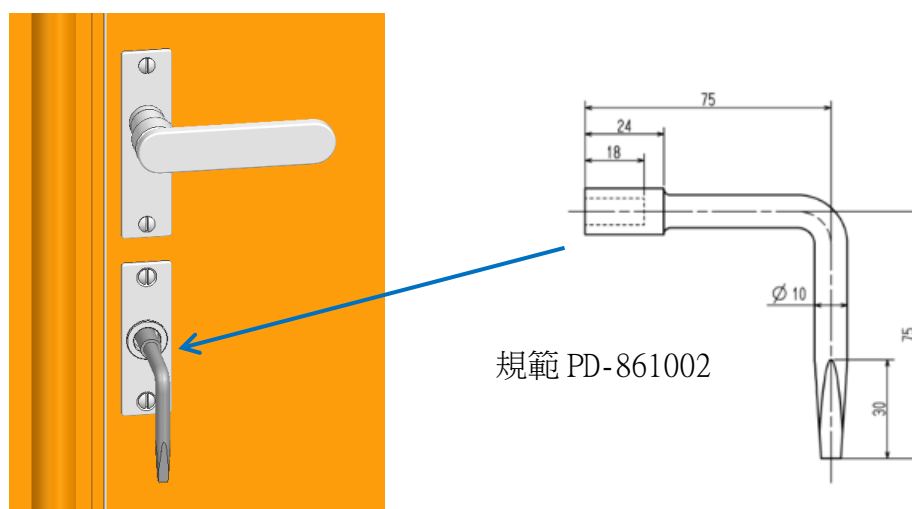


圖 4-2-2-2-1

駕駛室側門朝著駕駛室內部方向開啟。駕駛室側門裝有磁力感應器，駕駛員可藉由 LCMS 顯示器或指示燈來確認駕駛室側門之開啟及關閉狀態。

圖 4-2-2-3 頂部的磁力感應器偵測門的開啟或關閉。

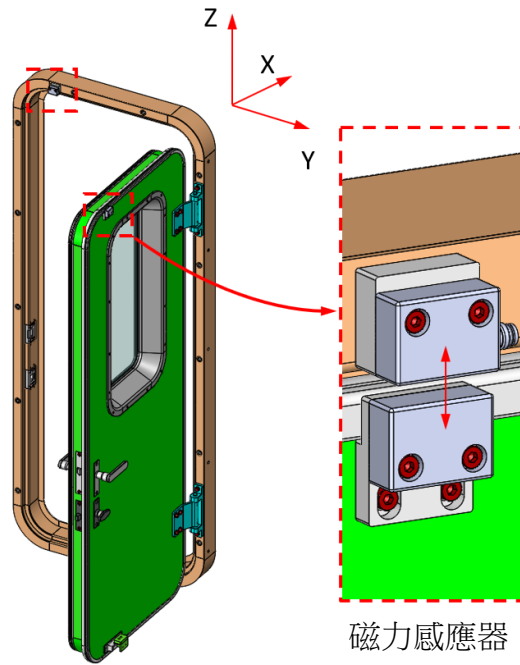


圖 4-2-2-3-1

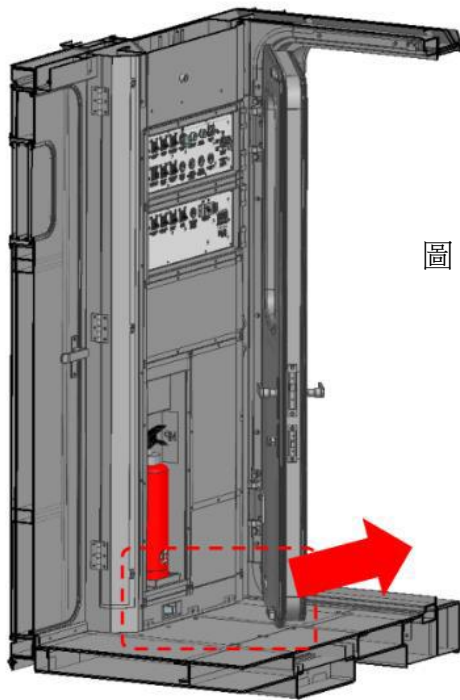


圖 4-2-2-4-1 可以透過底部的球形門檔維持開啟。

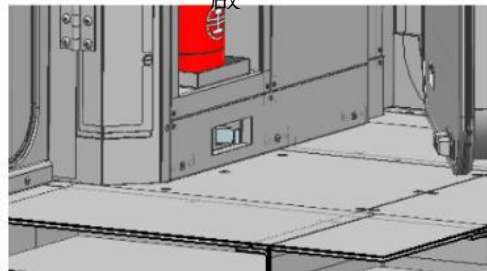


圖 4-2-2-4-1

2. 擋風玻璃及遮陽簾

(1) 擋風玻璃

每個駕駛室均裝有擋風玻璃，擋風玻璃採膠合安全玻璃，擋風玻璃厚度為 13.9 mm，擋風玻璃由密封膠固定在車身上。

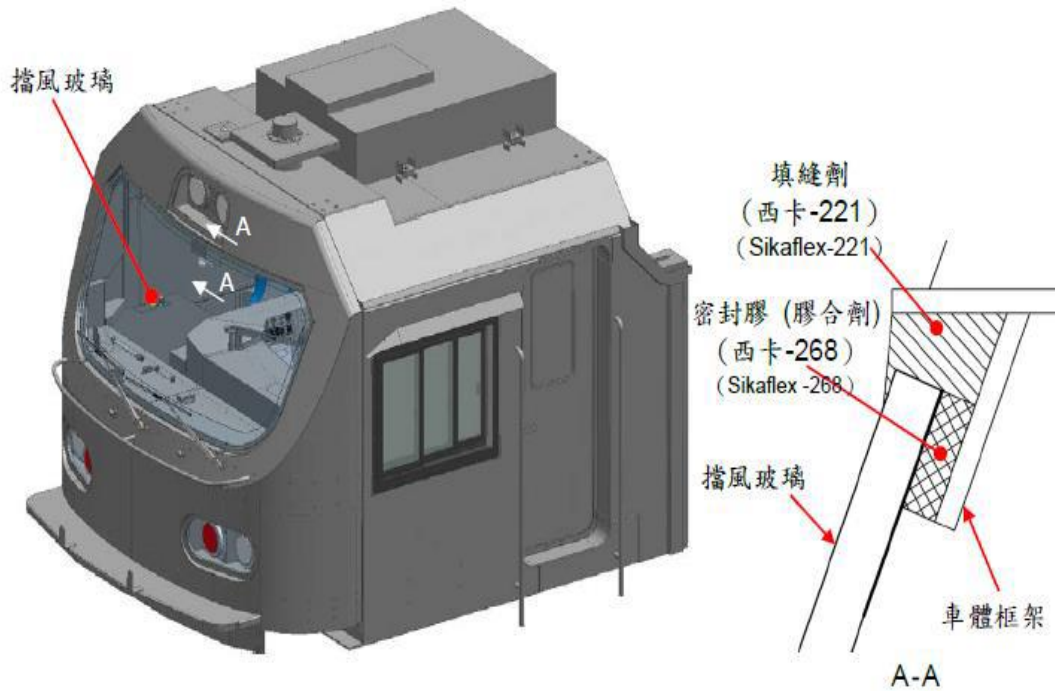


圖 4-2-2-2-1-1

擋風玻璃已安裝玻璃除霧器，其覆蓋擋風玻璃 80%的可見區域。

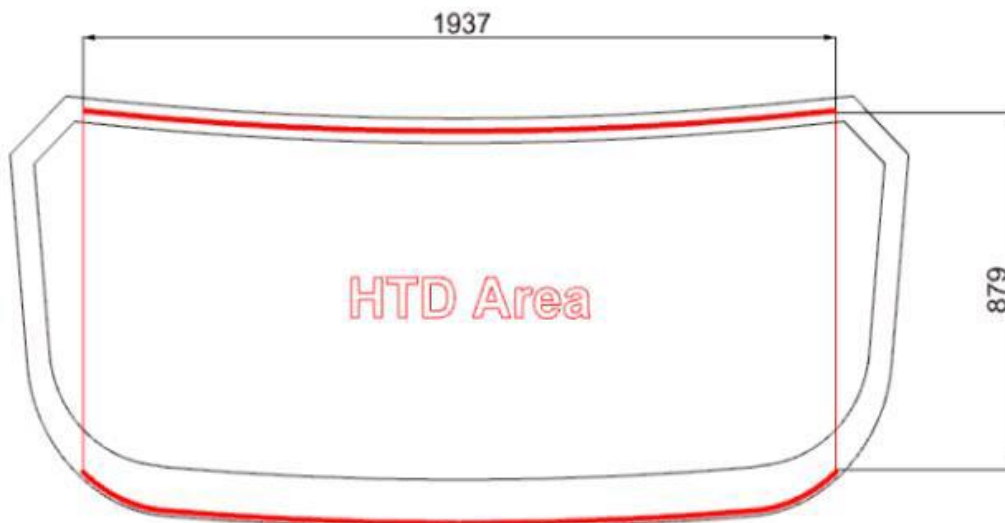


圖 4-2-2-2-2-1

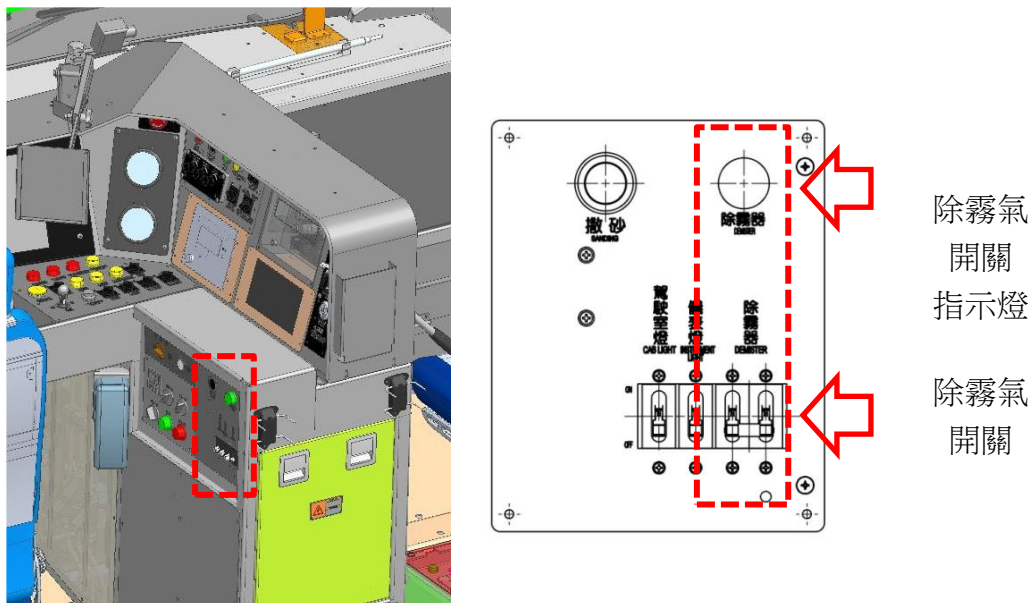


圖 4-2-2-2-3-1

(2) 擋風玻璃遮陽簾

擋風玻璃前方裝有手動遮陽捲簾，遮陽捲簾顏色為灰色。遮陽捲簾高度為 530 mm，寬度為 2,270 mm，此遮陽捲簾可以調整捲簾捲起的高度，工作人員可易於觸及擋風玻璃遮陽捲簾。

拉住較低處並將捲簾上下拉動，鬆手後，捲簾將會停在該位置。

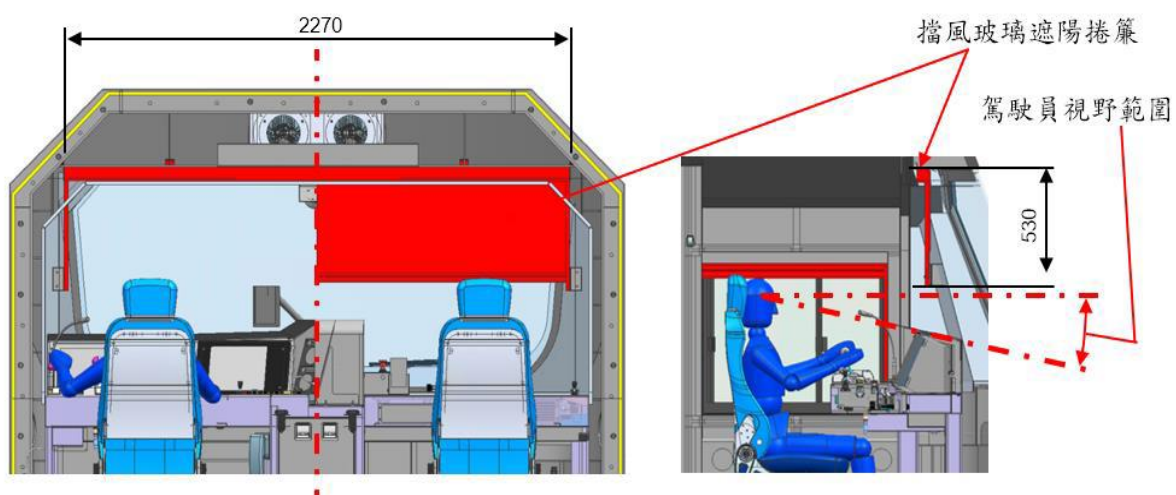


圖 4-2-2-2-2-1

(3) 側窗遮陽簾

手動遮陽捲簾安裝於駕駛室側窗上，並能覆蓋整個駕駛室側窗。遮陽捲簾顏色為灰色，遮陽捲簾高度為 750mm，寬度為 940 mm，此遮陽捲簾可以調整覆蓋於側窗的高度。

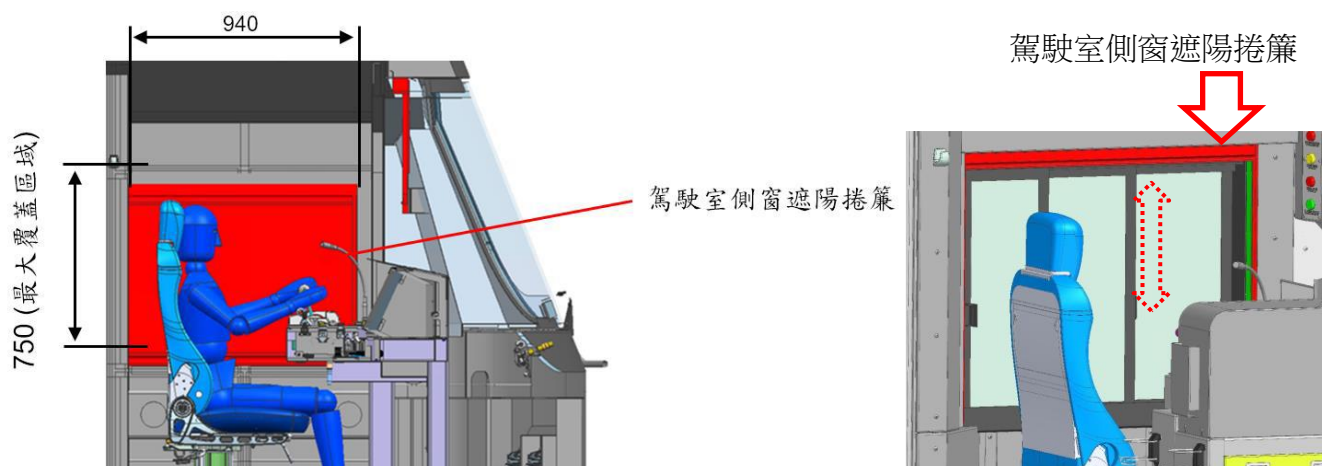


圖 4-2-2-2-3-1

(4) 通風扇

通風扇安裝在駕駛室中，通風管經過駕駛台後方接至車下。通風系統更換空氣，通風扇和通風管位於駕駛室與車端結構之間，靠助理那一側。空調運作時排風，強制氣冷時停止。

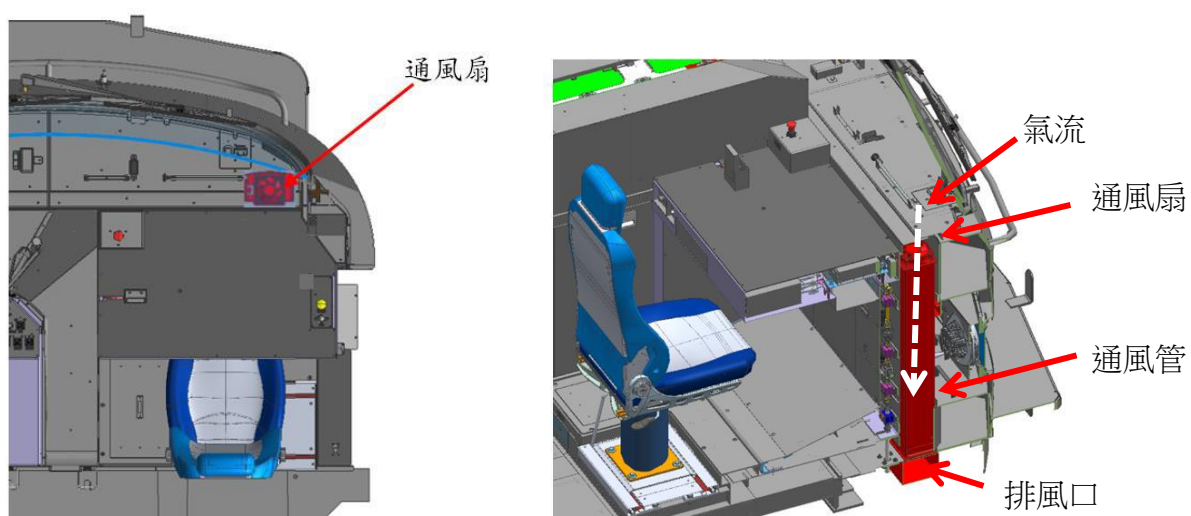


圖 4-2-2-2-4-1

(5) 隔間門

隔間門安裝在駕駛室與機械室之間，隔間門高度為 1750mm，寬度是 570mm，隔間門開啟時，出入動線的寬度為 530mm。駕駛室隔間門安裝窗戶是為了從駕駛室確認機械室情形，隔間門上的窗戶由兩片厚度 14 mm 的強化玻璃組成。

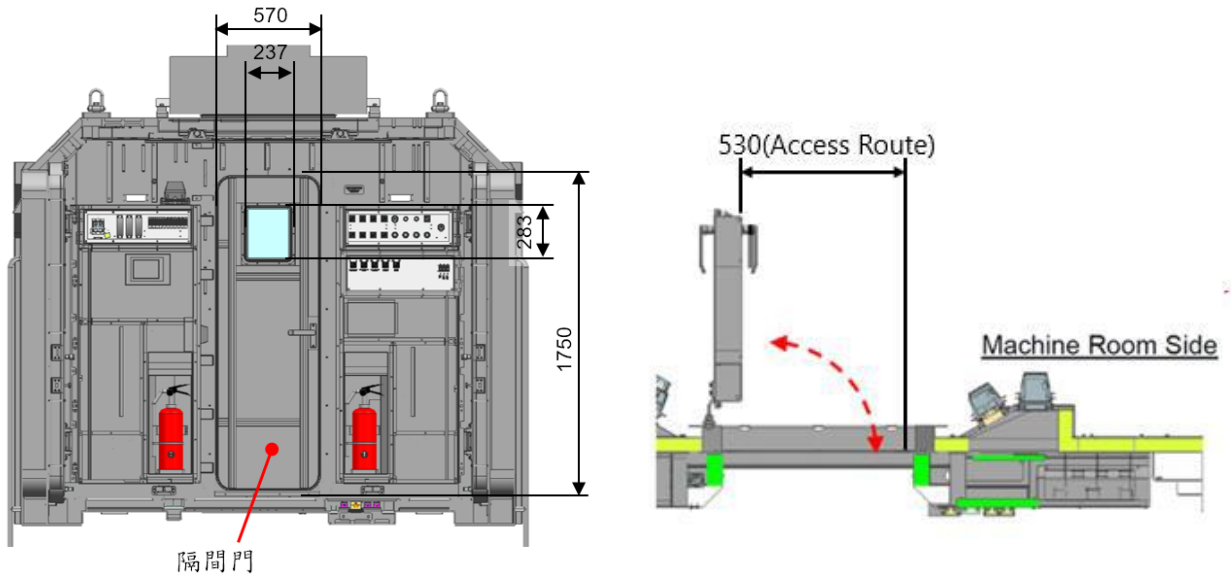


圖 4-2-2-2-5-1

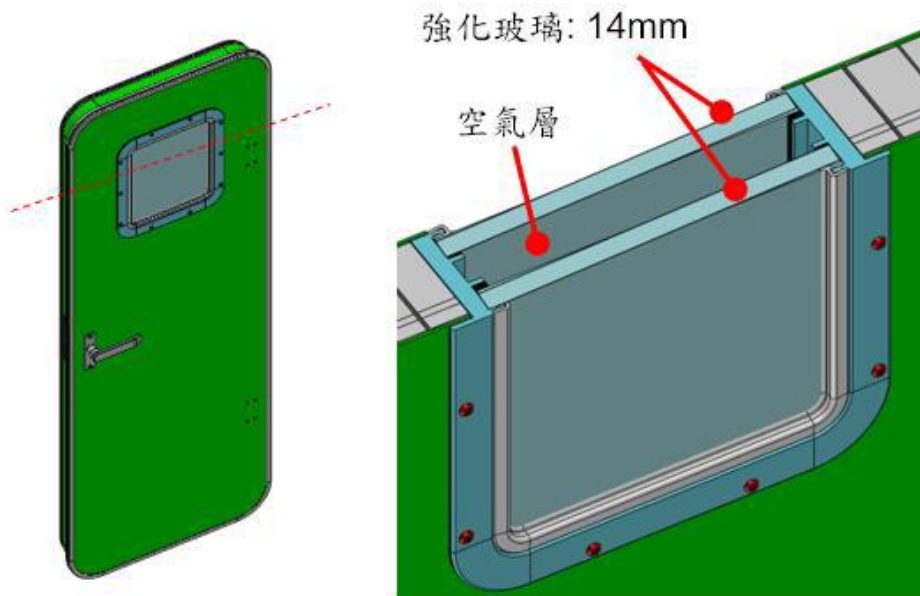


圖 4-2-2-2-5-2

(6) 駕駛室側窗

駕駛室側窗安裝於駕駛位旁及助理位旁，駕駛室側窗採用強化安全玻璃，經過熱處理以防止瞬間破裂，駕駛室側窗有三片遮光安全玻璃，厚度為 11.5mm。

這種玻璃的結構是兩片以聚乙烯醇縮丁醛樹脂膠合的安全玻璃，駕駛室側窗開口尺寸高度為 642 mm，寬度則是 520 mm。

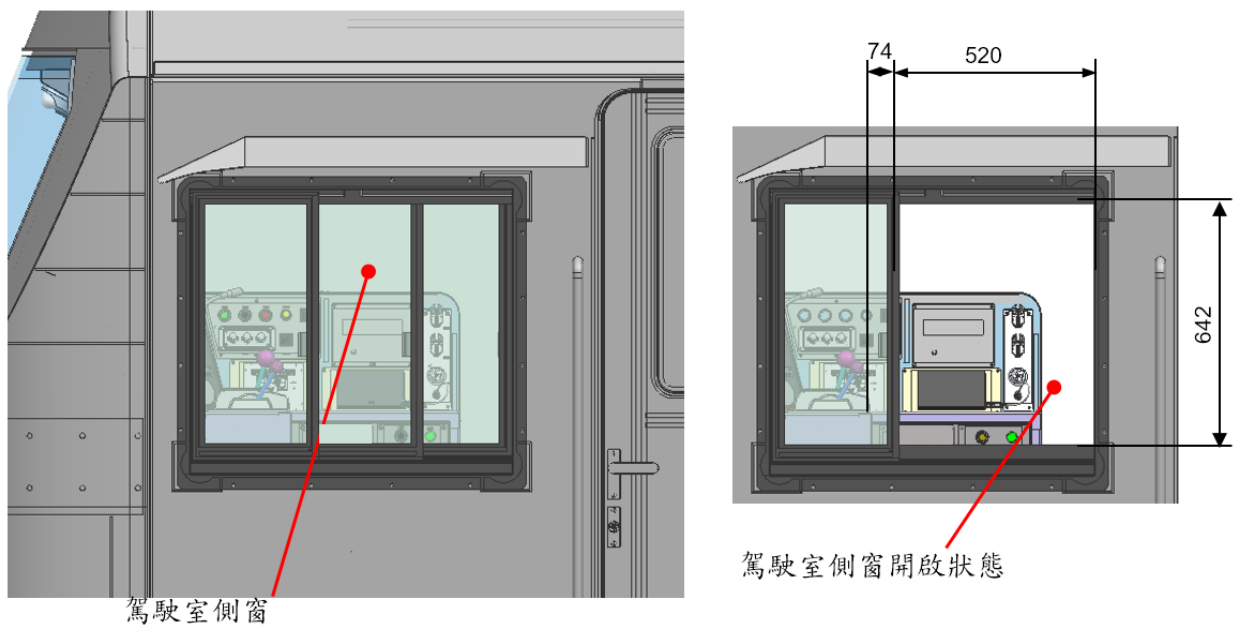


圖 4-2-2-2-6-1

(7) 駕駛室座椅

每個駕駛室內設有可調式並具迴轉功能之座椅二套，駕駛室座椅位置如下圖 1-2-2-10 所示。

位於左側的是駕駛員座椅，右側為助理座椅。駕駛座椅無配置扶手，座椅為難燃材質，符合 EN45545-2.座椅布為耐火纖維製成，其顏色為深灰色。

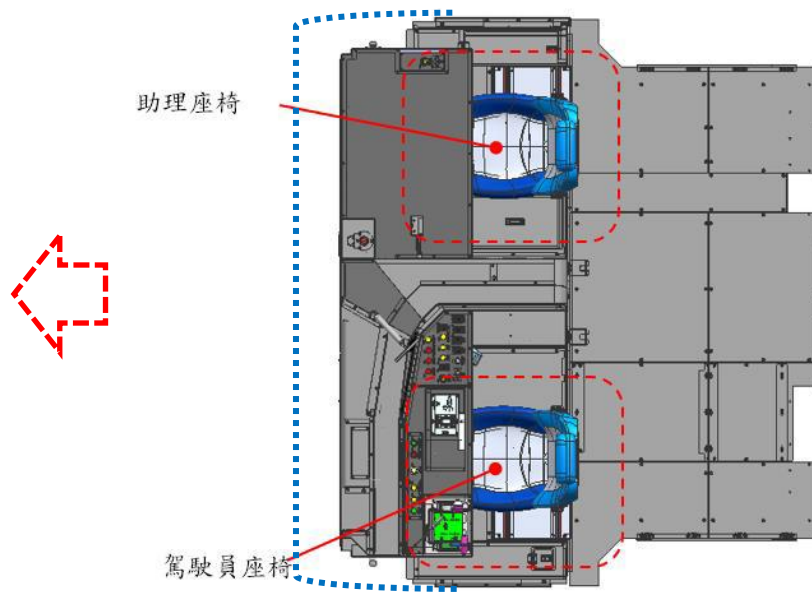


圖 4-2-2-2-7-1

座椅可自正常位置左右各迴轉 90 度，於 0 度、90 度為固定點，座椅座墊面的高度可向上調整 150mm，前後位置可調整 150mm(圖 1-2-2-2-11)。

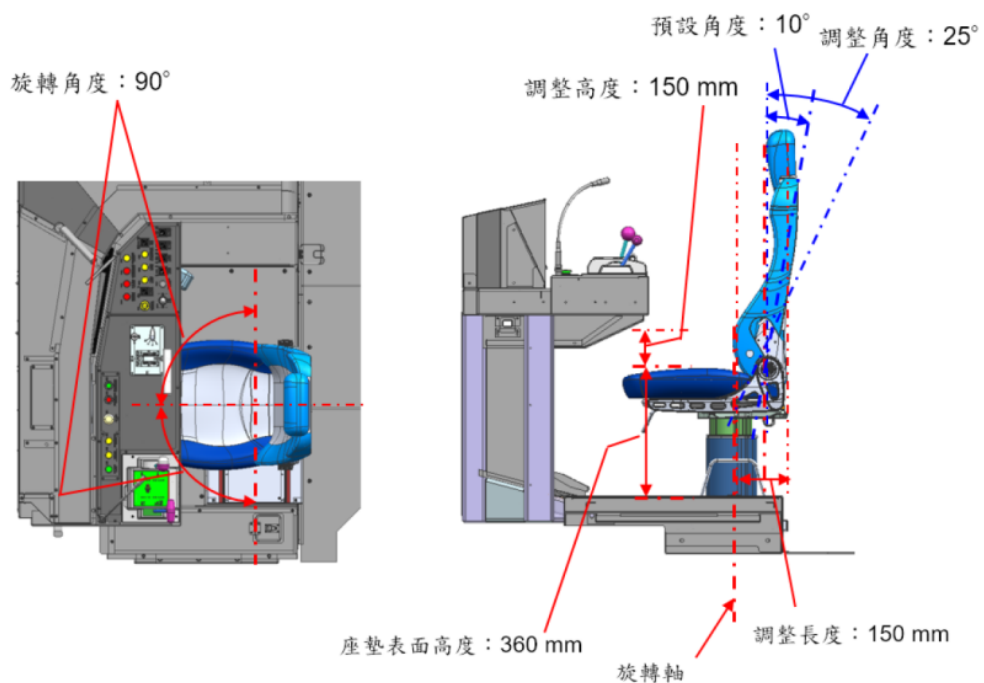


圖 4-2-2-2-7-2

駕駛座椅具有橫向滑動（左右）功能，駕駛室座椅可向車側窗的方向移動（以座椅正常的位置為基準最多可調整 200 mm。

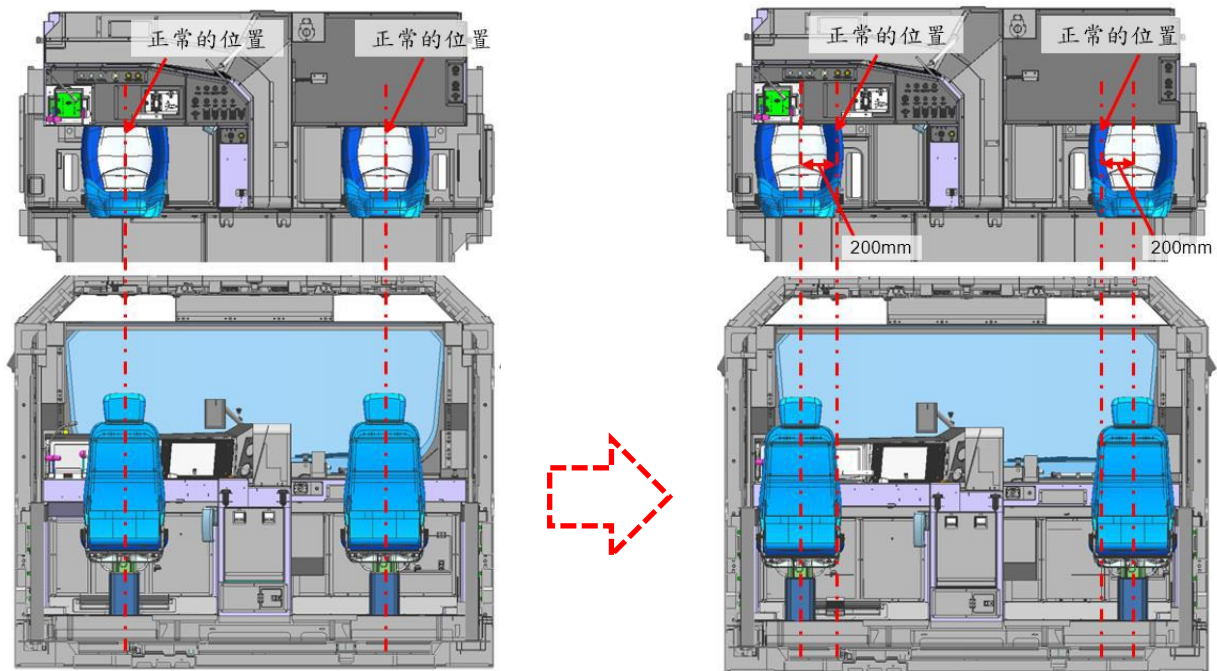


圖 4-2-2-7-3

(8) 無人裝置腳踏開關

無人裝置腳踏開關安裝於駕駛腳下，移動範圍為以駕駛員座椅中心線為基準，左右移動約 200 mm。

此踏板的上半部為腳踏開關，駕駛員可以輕鬆地接觸到無人裝置腳踏開關並坐在駕駛員座椅上進行操作。

機車運行時，未踩下無人裝置踏板 5 秒後，警醒裝置將發出短循環警告。如果短循環警告持續達 5 秒鐘，緊急緊軔將作動。持續踏住無人裝置踏板達 1 分鐘後，警醒裝置將發出長循環警告，如果長循環警告持續達 5 秒鐘，警醒裝置將發出短循環警告，如果短循環警告持續達 5 秒鐘，緊急緊軔將作動。

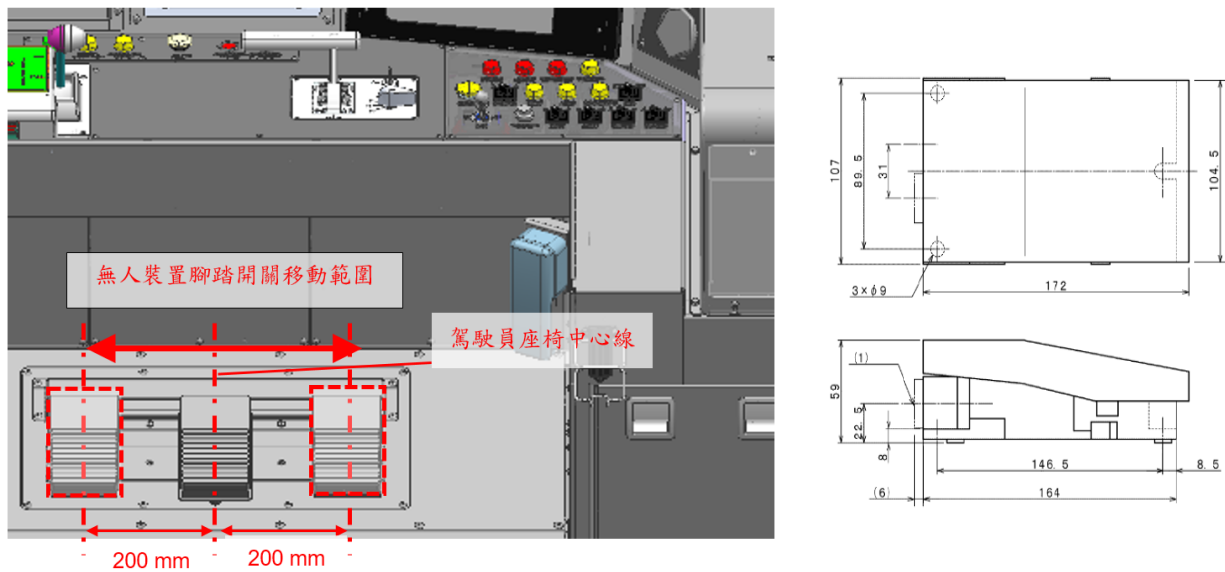


圖 4-2-2-2-8-1

(9) 雨刷設備

電動雨刷器作用速度可多段調整，且於停止時可自動復歸原位，雨刷臂並不會干擾駕駛員視線，雨刷系統為單臂式，由馬達驅動。雨刷器可掃掠擋風玻璃 69.2% 之面積。

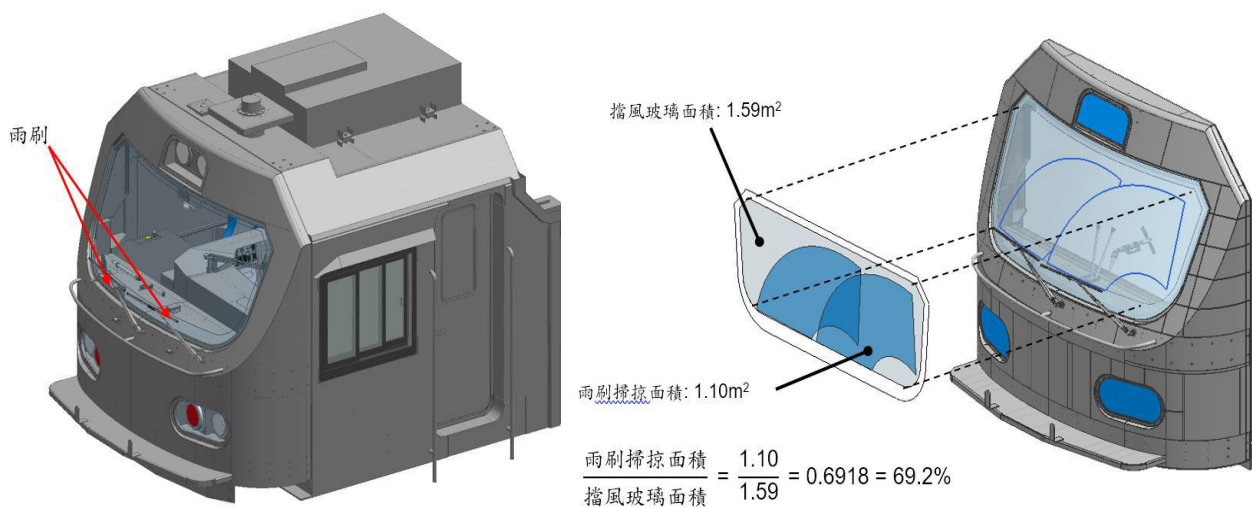


圖 4-2-2-2-9-1

雨刷系統由位於駕駛台的雨刷開關操作。

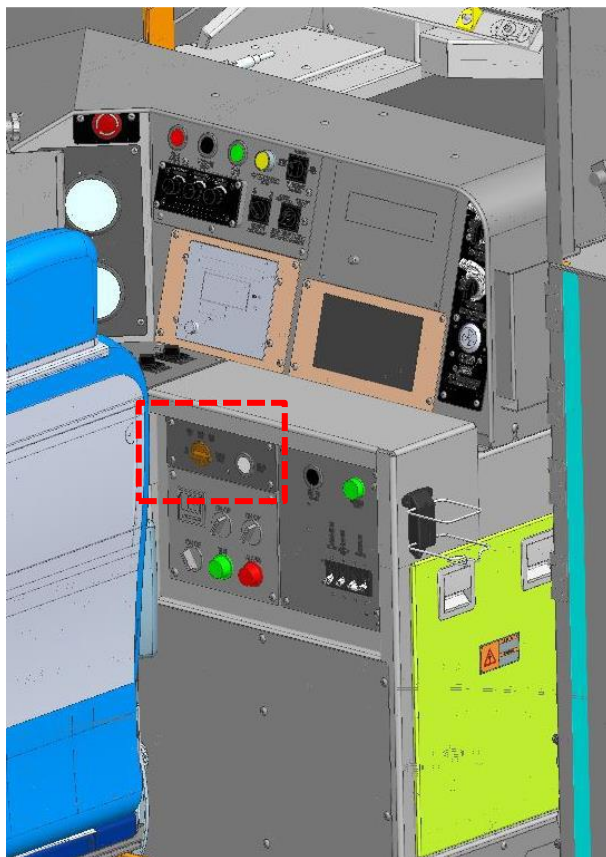


圖 4-2-2-2-9-2

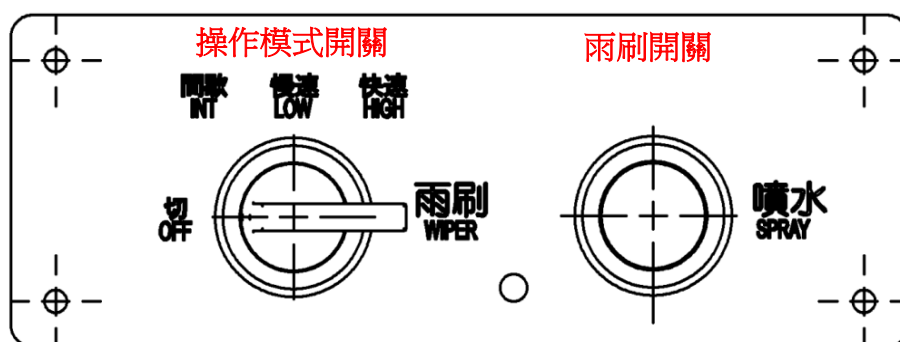


圖 4-2-2-2-9-3

只要按住雨刷水按鈕，雨刷水就會噴出，放開按鈕，噴水就會停止。

操作模式可透過操作模式選擇開關在「切」、「間歇」、「慢速」和「快速」之間切換。

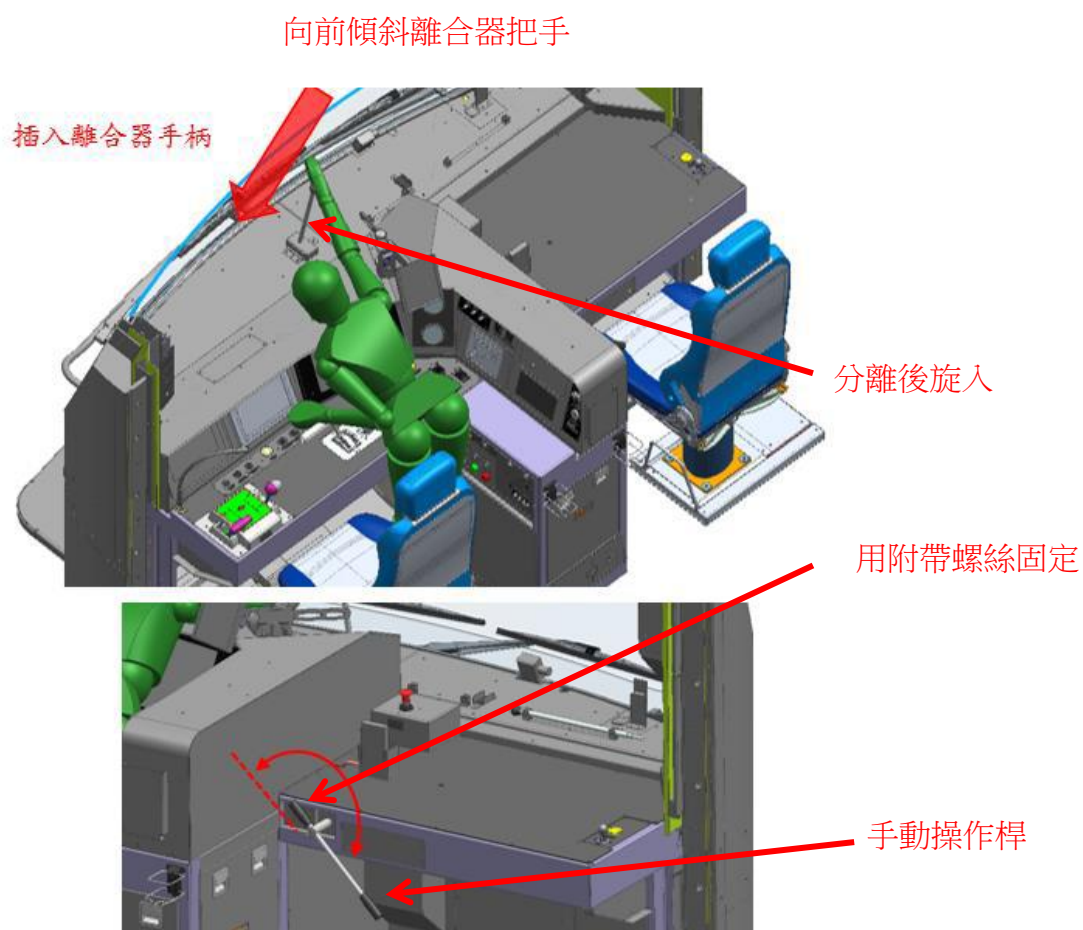


圖 4-2-2-2-9-4

雨刷器可以從助理座位側使用手動操作桿進行手動操作。

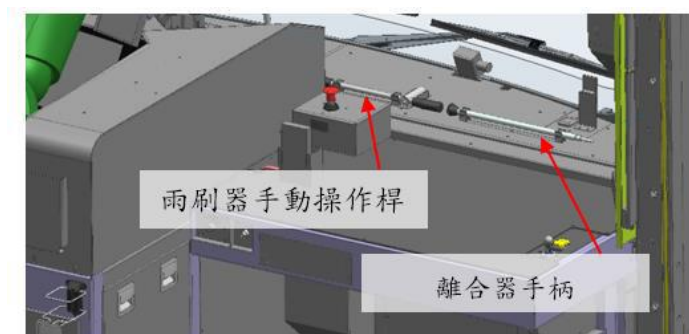


圖 4-2-2-2-9-5

對於手動操作，可向前推動離合器手柄與馬達分離。透過向前傾斜離合器手柄，分離離合器手柄與馬達。

旋轉兩刷手動操作桿進行手動操作。

(10) 雨刷水箱

雨刷水箱安裝在駕駛員座椅周圍的腳踏板下方，工作人員可打開地板上的檢修蓋來觸及水箱，水箱容量為 10 L，可藉由位於水箱側面的水位計來檢查水箱裡的水量，水箱的標示牌貼在水箱的檢修蓋上。

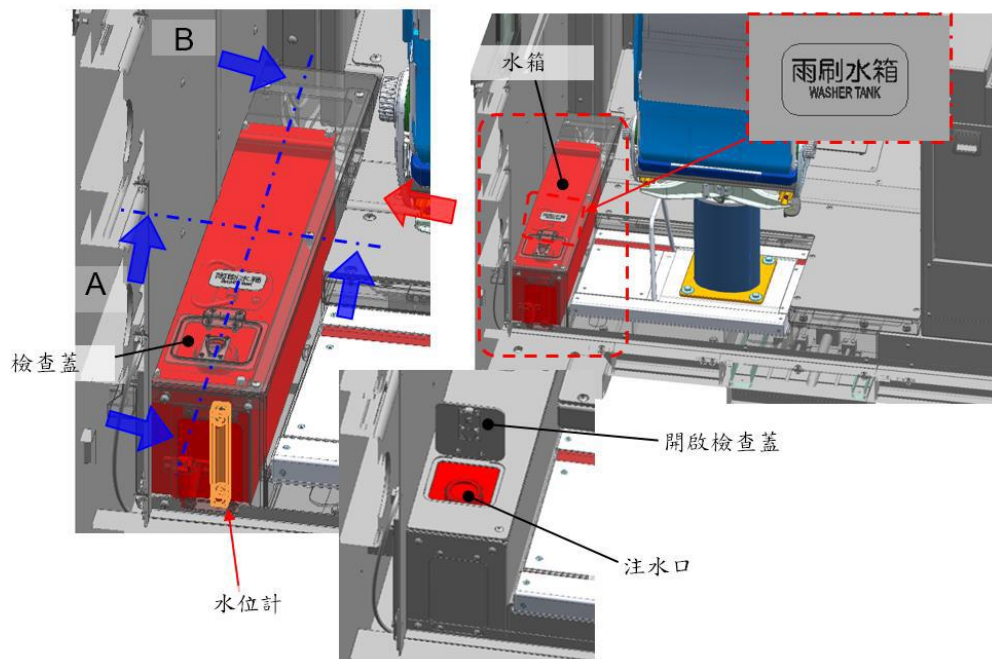


圖 4-2-2-2-10-1

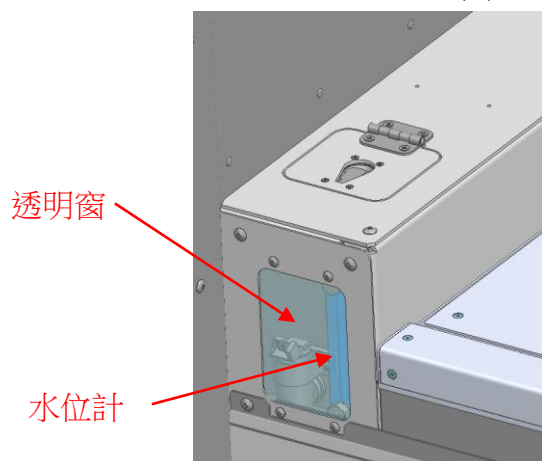


圖 4-2-2-2-10-1-1



圖 4-2-2-2-10-1-2

透過透明窗檢查水箱水位計，以檢查剩餘雨刷水體水位，打開門蓋以重新填充雨刷水。

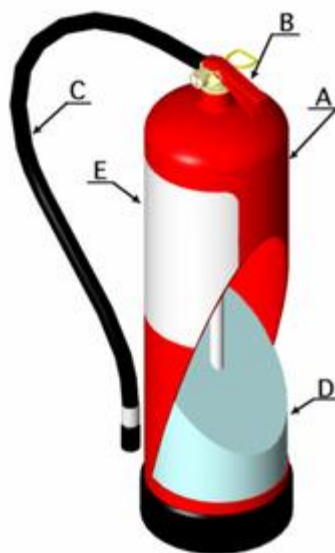
拆下雨刷水箱蓋以重新注入。

(11) 滅火器

滅火器通常由以下配件所組成（見圖 1-1-1）：

- A. 一個或數個罐或筒（A），內藏滅火劑、推進氣或兩者皆有。
- B. 一個閥門（B），用以阻擋或控制滅火劑的流動。
- C. 一條喉管（C），用以將滅火劑噴射至火上，3 公斤以下的滅火器可能沒有喉管，只有噴嘴。
- D. 滅火劑（D），當滅火劑噴射或接觸著火的物料時，能令火熄滅或燃燒受控，推進氣體，將滅火劑推出。
- E. 標籤（E），顯示使用方法，限制，限期等資料。

滅火器內藏的如果是水、泡沫式、粉劑或鹵代烷（Halon，亦稱海龍、哈隆），其筒內壓為 100 萬至 300 萬帕，常見材料為碳鋼或不鏽鋼。使用二氧化碳的滅火筒內壓高達 2500 萬帕，通常由合金鋼，或鋁合金製造。



滅火器切面圖 4-2-2-2-11-1

於每一駕駛室的駕駛室隔間牆上皆安裝 2 具滅火器，滅火器為 ABC 型車用乾粉式滅火器，現為從台灣當地供應商處購買，其字樣大小與本公司現行使用者相同，並標示中英文「滅火器」字樣。

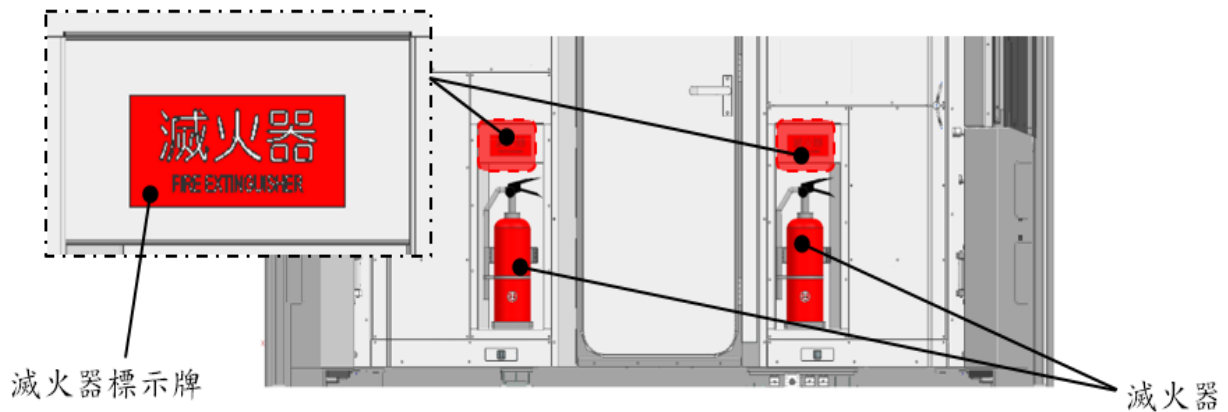


圖 4-2-2-2-11-2



圖 4-2-2-2-11-3



圖 4-2-2-2-11-4

鬆開滅火器固定支架，拿出滅火器，拔出安全插銷並下壓滅火器手柄以釋放滅火劑。

(12) 蜂鳴器(警報)

蜂鳴器位於駕駛室的天花板上，本節詳細說明將列舉於各檢修系統的手冊上。

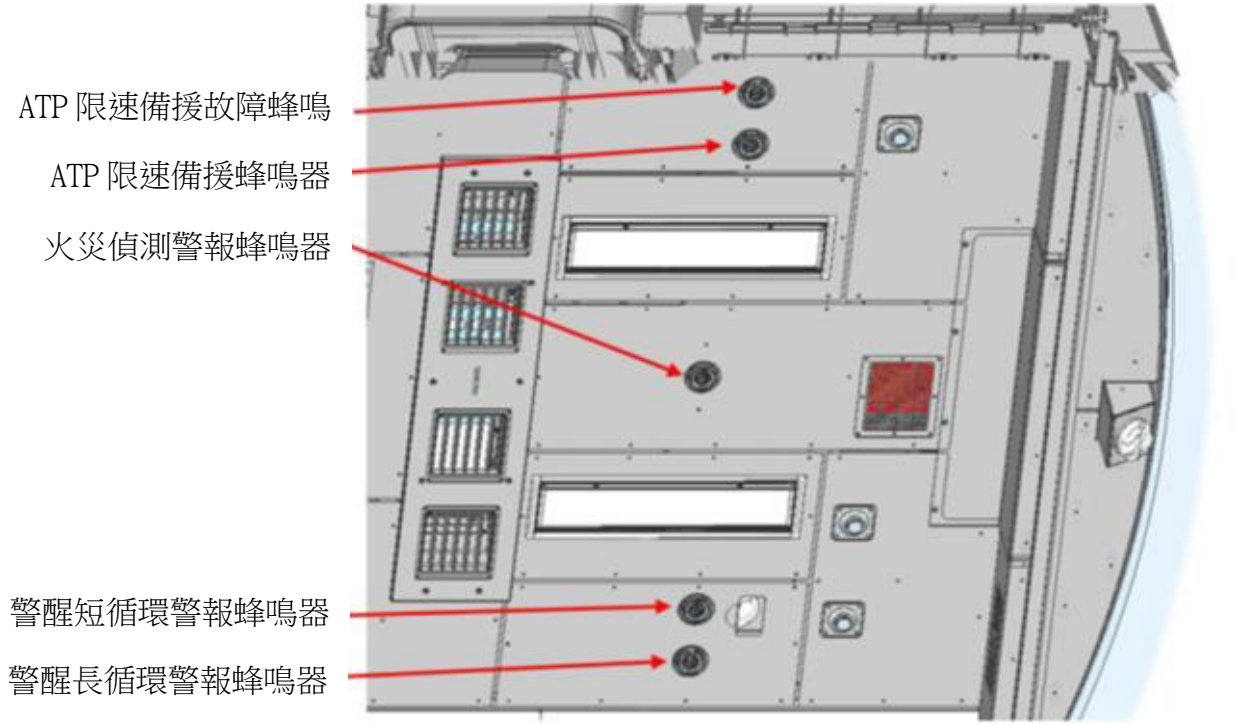


圖 4-2-2-2-12-1

(13) 前方視野攝影機&駕駛室內攝影機

每一駕駛室均設置用於記錄駕駛員前方視野的攝影機，前端視野攝影機的位置在上頭燈的下方，前端視野攝影機的記錄區域與駕駛員目光所及範圍相同，詳細說明於各系統的技術手冊。

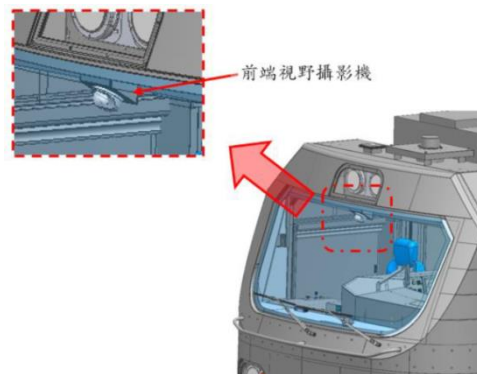


圖 4-2-2-2-13-1

駕駛室內攝影機

駕駛室內攝影機安裝在駕駛室天花板上，用以記錄駕駛員在駕駛台操作過程中的手部動作，如圖所示。詳細說明於各系統的檢修手冊。

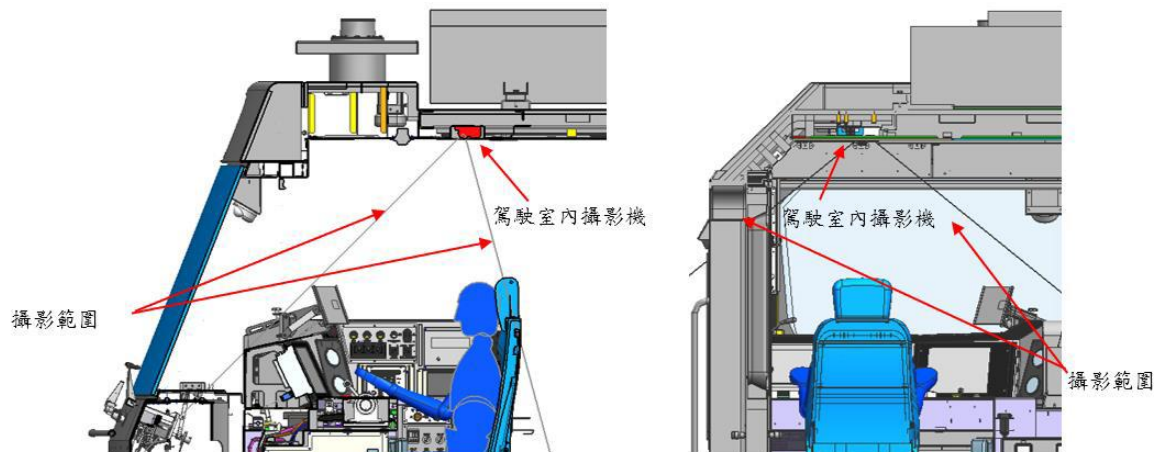


圖 4-2-2-13-2

(14) 軔機部件

軔機部件詳細說明於各系統的檢修手冊。

司軔閥

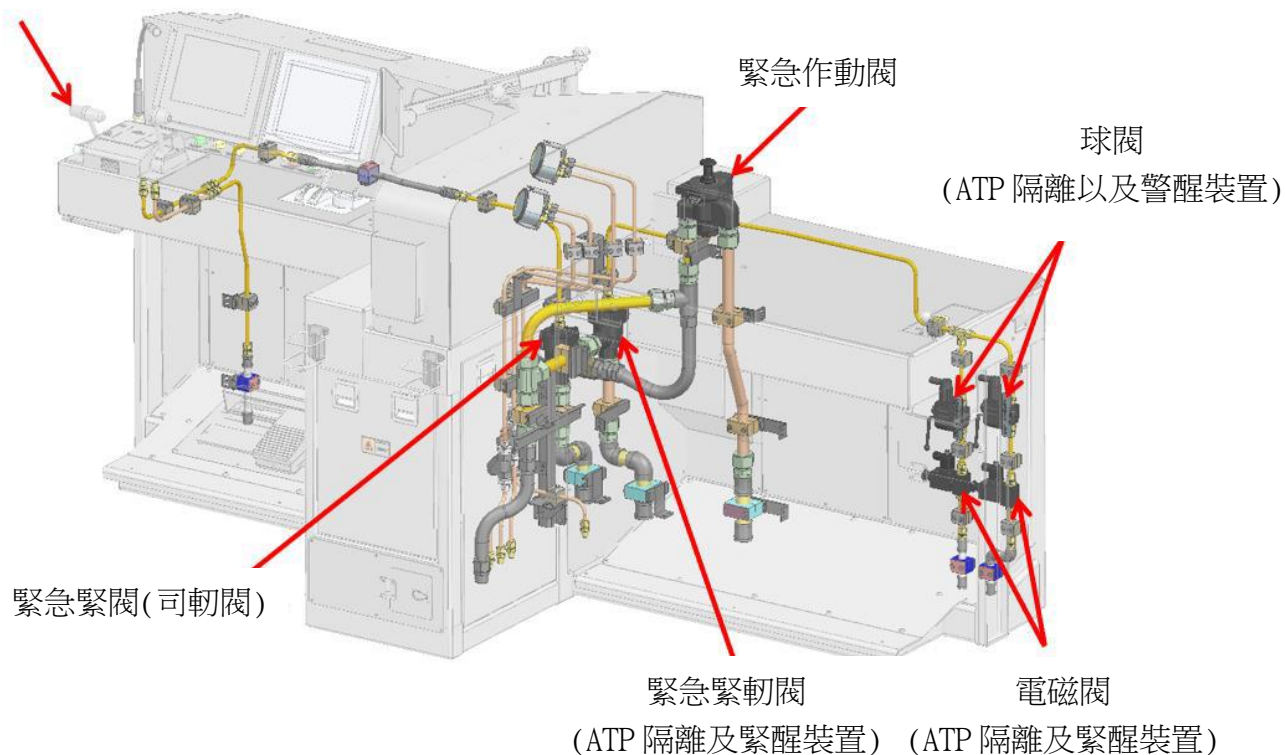


圖 4-2-2-14-1

(15) 指示燈與開關(駕駛台前視圖)

以下說明駕駛室內指示燈和開關的位置，其各設備的說明將在其授課時間進行解說。

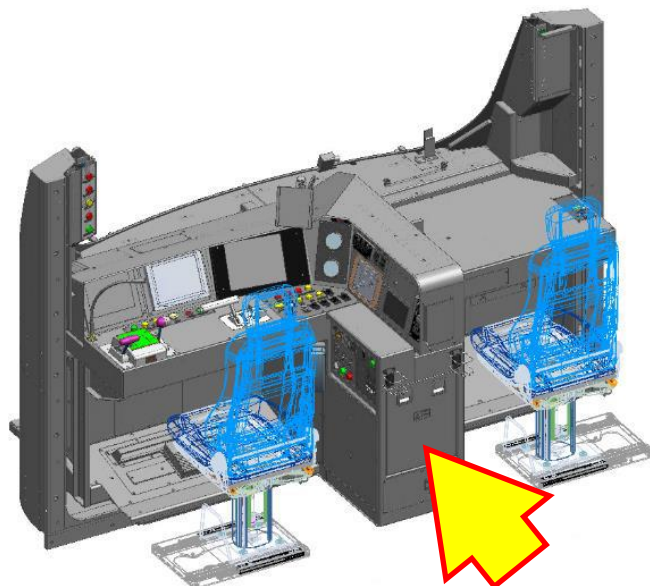


圖 4-2-2-2-15-1

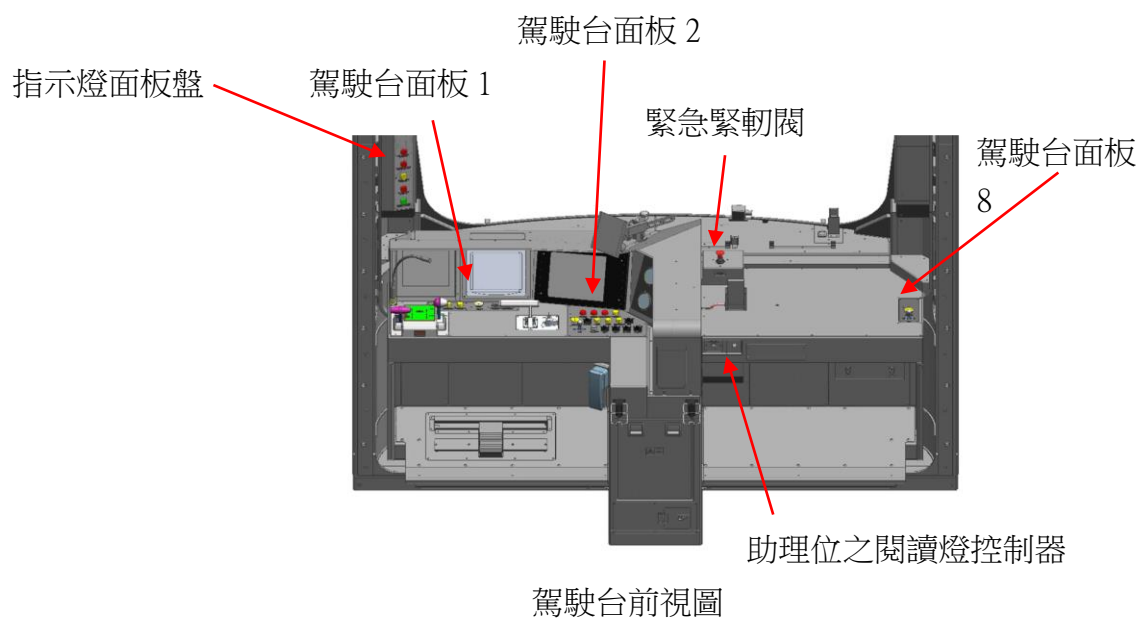


圖 4-2-2-2-15-2

(16.) 駕駛台面板

A. 駕駛台面板 1

表 4-1-16-1

No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	車門連鎖指示燈	DIL1,2	綠
2	電空軔機指示燈	EPBIL1,2	黃
3	停留軔機指示燈	PAIL1,2	黃
4	ATP 確認按鈕	ACK1,2	-
5	停留軔機緊軔開關	PBS1,2	紅
6	停留軔機鬆軔開關	PBRs1,2	綠

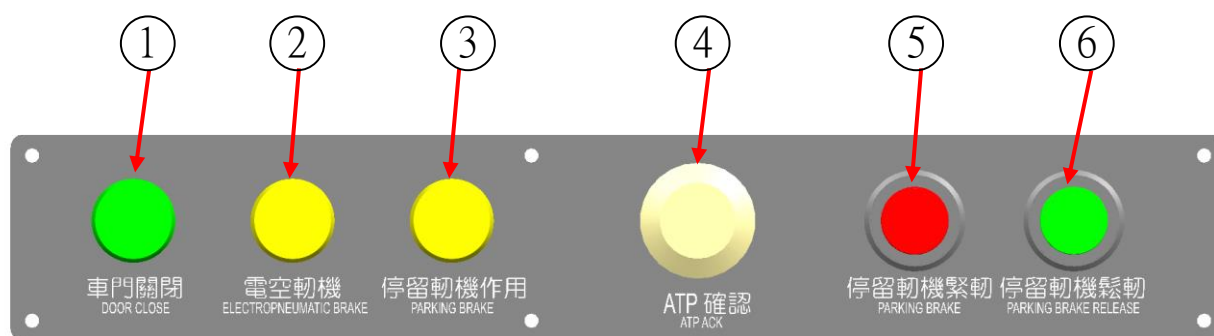


圖 4-2-2-2-16-1

B. 駕駛台面板 2

表 4-1-16-2

No	裝置名稱	裝置編號	顏色	No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	總故障指示燈	GFIL1,2	紅	9	5 公里速度偵測指示燈	SDIL1,2	黃
2	火災偵測指示燈	FDIL1,2	紅	10	尾燈開關	TLpS1,2	●
3	車門連鎖旁路指示燈	DIRIL1,2	紅	11	汽笛開關	AHS11,21	●
4	電車線電壓指示燈	LVIL1,2	黃	12	TDRS 發話按鈕	TDRBT1,2	●
5	電氣喇叭開關	EHS11,21	●	13	下頭燈開關	LHLpS1,2	●
6	電子警鐘開關	ARS1,2	●	14	上頭燈開關	UHLpS1,2	●
7	下頭燈指示燈	LHIL1,2	黃	15	後端下頭燈用開關	RLHLpS1,2	●
8	上頭燈指示燈	UHIL1,2	黃	16	後端上頭燈用開關	RUHLpS1,2	●

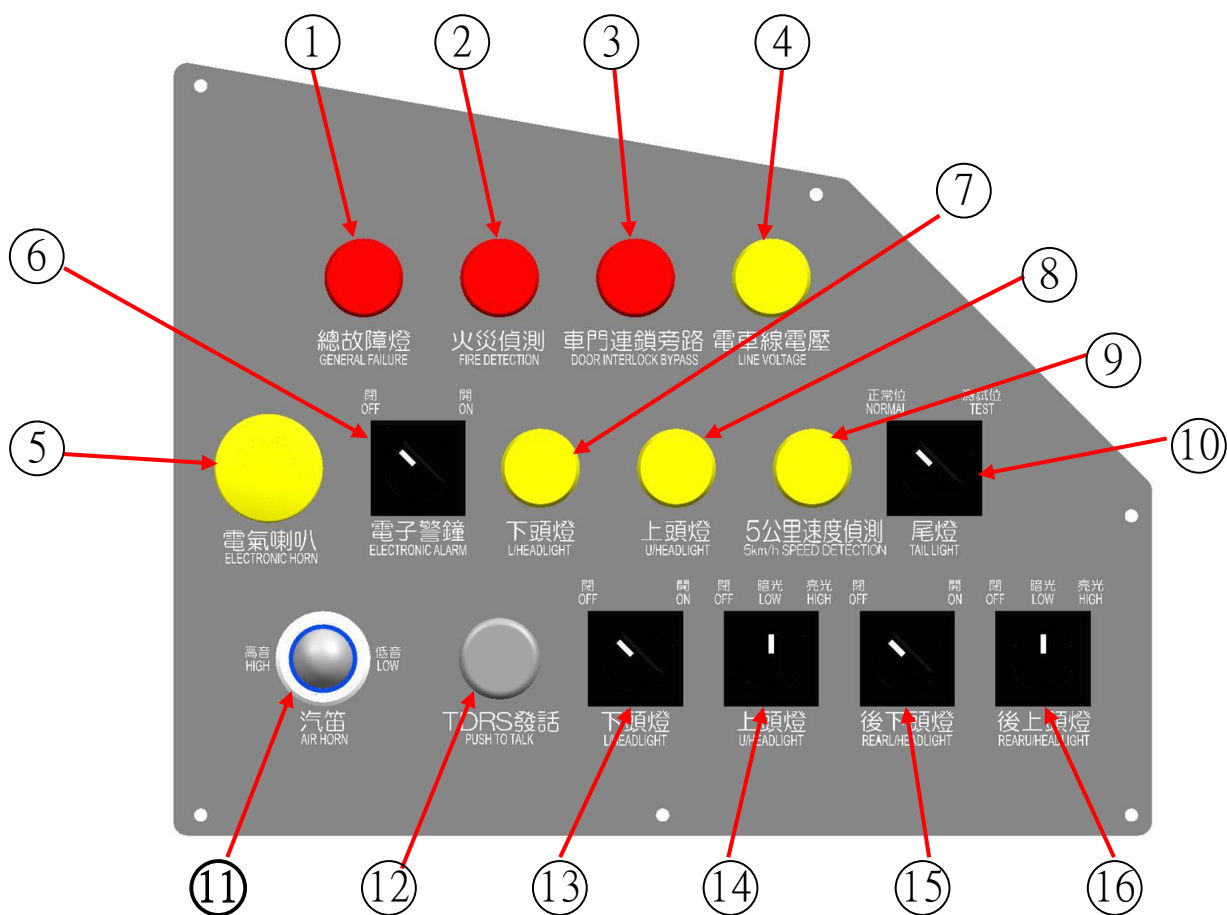


圖 4-2-2-2-16-2

c. 駕駛台面板 8

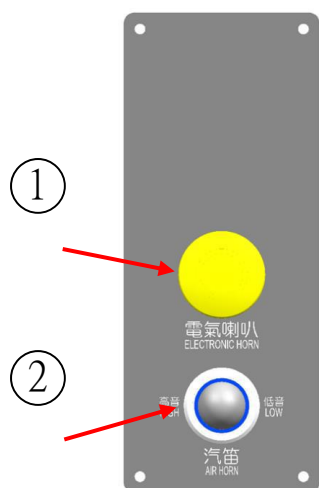


圖 4-2-2-2-16-3

表 4-1-16-3

No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	電氣喇叭開關	EHS12,22	●
2	汽笛開關	AHS12,22	●

D. 指示燈面板盤裝置一覽

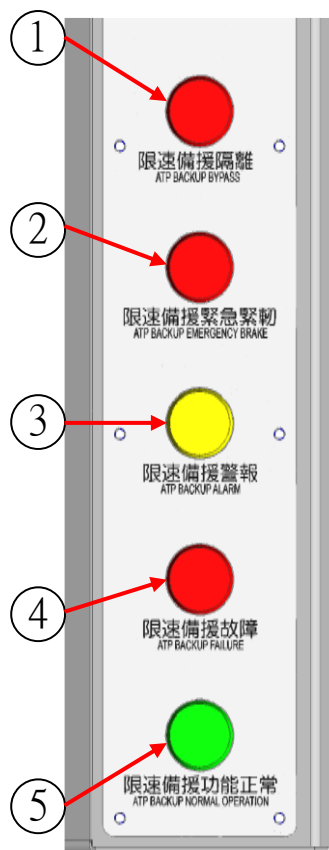


表 4-1-16-4

No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	限速備援隔離指示燈	ATPBUBIL1,2	紅
2	限速備援緊急緊軔指示燈	ATPBEBIL1,2	紅
3	限速備援警報指示燈	ATPBALRIL1,2	黃
4	限速備援故障指示燈	ATPBFIL1,2	紅
5	限速備援功能正常指示燈	ATPBNOIL1,2	綠

圖 4-2-2-2-16-4

E. 指示燈與開關(駕駛台側視圖)

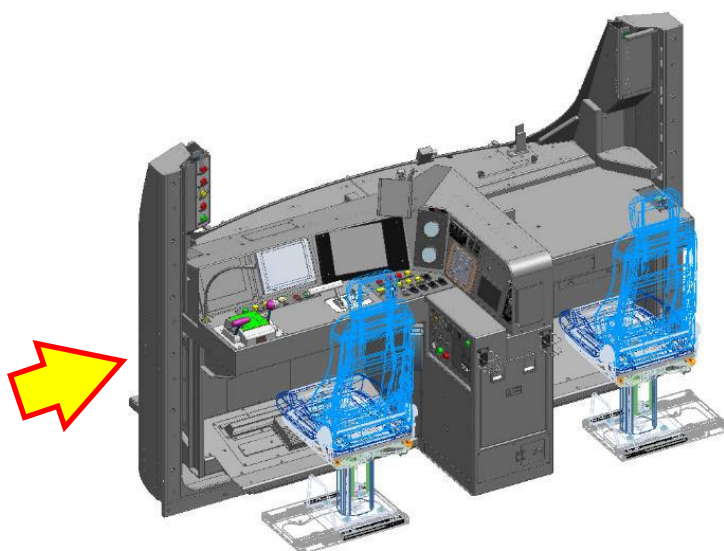


圖 4-2-2-2-16-5

駕駛台側視圖

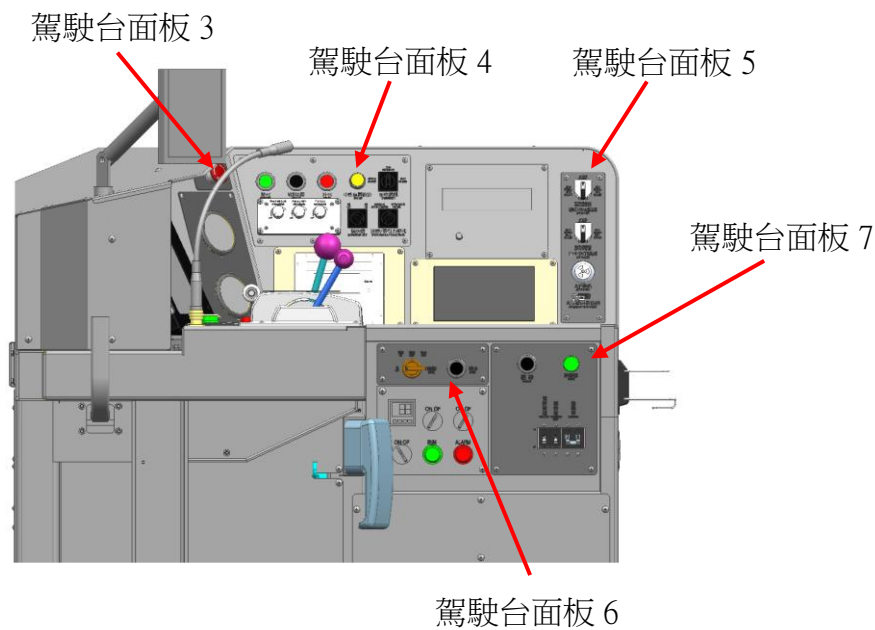


圖 4-2-2-2-16-6

F. 駕駛台面板 3、4



圖 4-2-2-2-16-6

表 4-16-6

駕駛台面板 3			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	3 合 1 緊急按鈕	3in1EB1	●

駕駛台面板 4

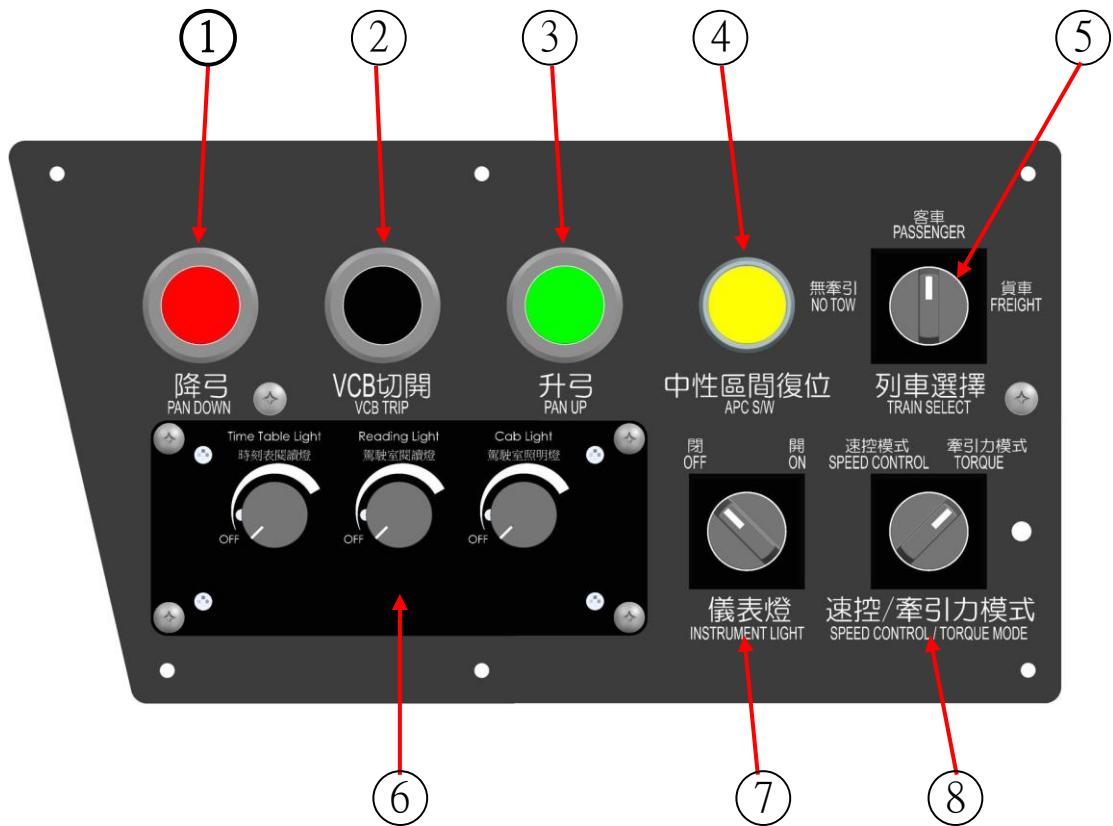


圖 4-2-2-2-16-7

表 4-16-7

駕駛台面板 4 裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	集電弓降弓開關	PanDS1、2	紅
2	VCB 跳脫開關	VTS1、2	黑
3	集電弓升弓開關	PanUS1、2	綠
4	自動電力控制(APC)開關	APCS1、2	黃
5	列車選擇開關	TSS1、2	●
6	駕駛室燈控制器	CLpC1、2	●
7	儀表燈開關	ILpS1、2	●
8	速度控制/牽引力模式開關	STMS1、2	●

G. 駕駛台面板 5、6

駕駛台面板 5

表 4-16-8

駕駛台面板 5			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	機車輔助供電單元隔離開關	APUIS1、2	●
2	客車輔助供電單元隔離開關	HEPIS1、2	●
3	ATP 喇叭		●
4	ATP 隨身碟插槽		●

圖 4-2-2-16-8

駕駛台面板 6

表 4-16-9

駕駛台面板 6			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	雨刷開關	WIPS1、2	●
2	雨刷水噴水開關	WIPSS1、2	●

圖 4-2-2-16-9

H. 駕駛台面板 7



表 4-16-10

駕駛台面板 7			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	撒砂開關	SDS1、2	黑
2	除霧器指示燈	DEMIL1、2	綠
3	駕駛燈斷路器	CLpN1、2	●
4	儀表燈斷路器	ILpN1、2	●
5	除霧器斷路器	DEMN1、2	●

圖 4-2-2-2-16-10

I. 空調操作盤面板

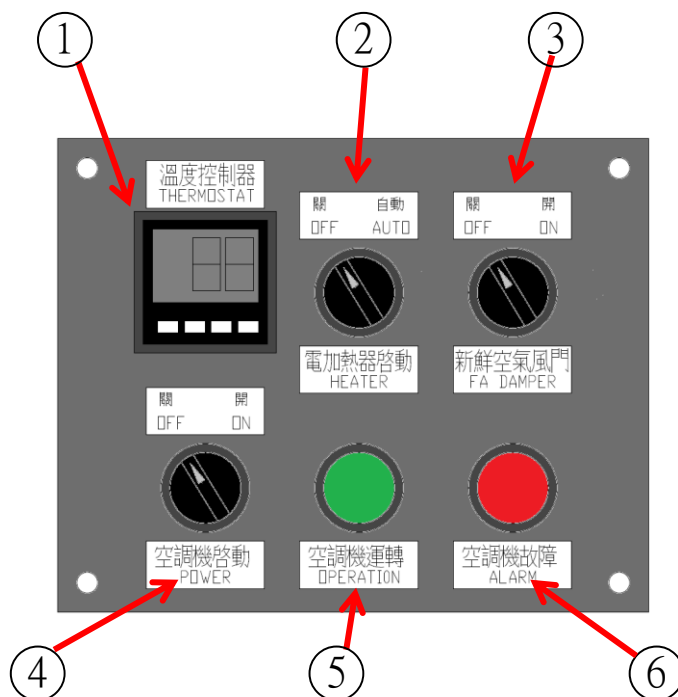


圖 4-2-2-2-16-11

表 4-16-11

空調操作盤面板			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	溫度開關	ACTh	●
2	空調電加熱器開關	ACEHS	●
3	新鮮空氣風門開關(※1)	ACFADS	●
4	空調電源開關	ACPS	●
5	運轉指示燈	ACNOIL	綠
6	故障指示燈	ACAIL	紅

J. 指示燈與開關(後牆)

駕駛室後牆面板盤

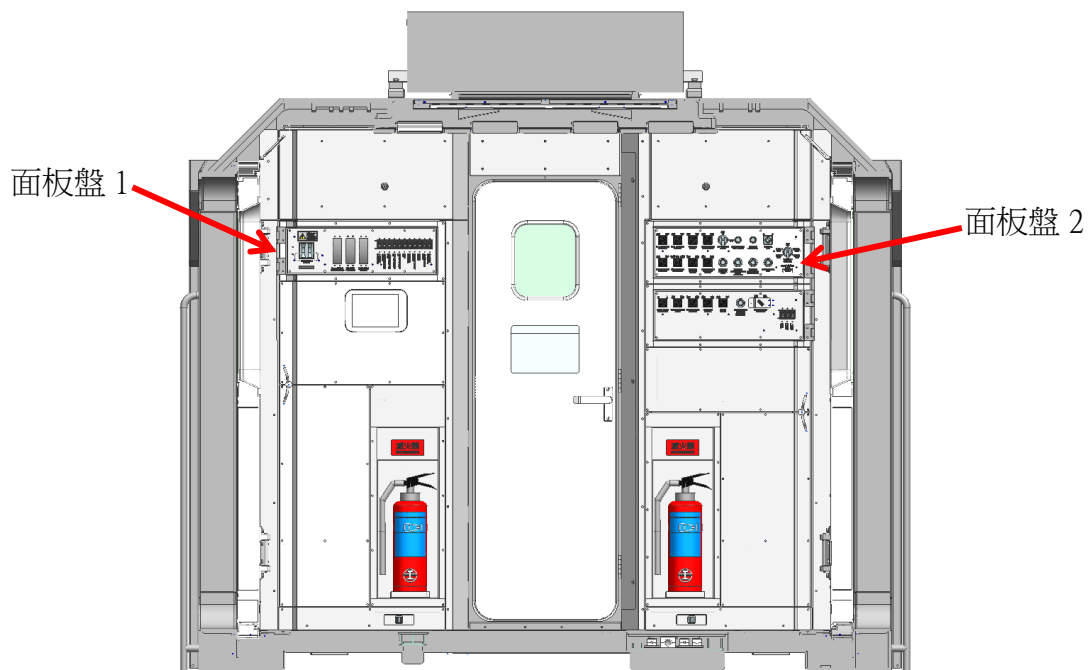


圖 4-2-2-2-16-12

面板盤 1 前端

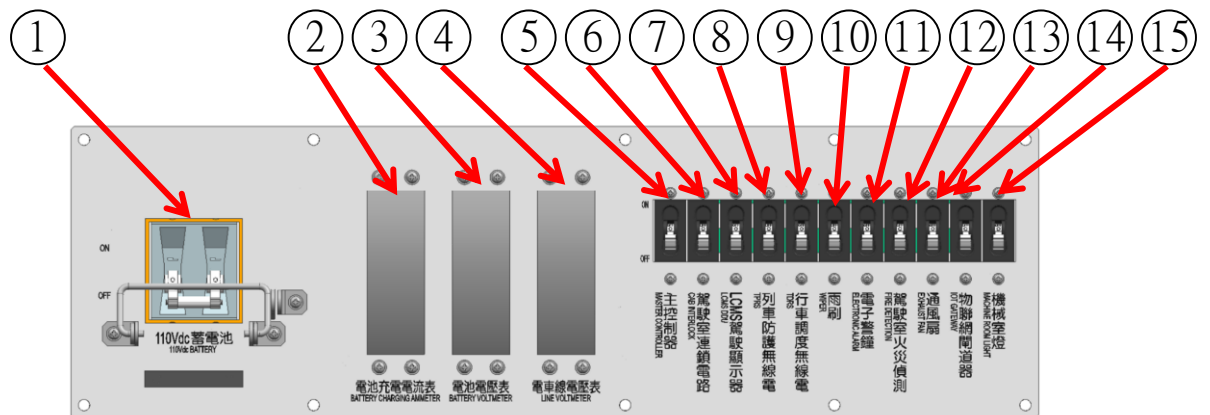


圖 4-2-2-2-16-13

表 4-16-13

面板盤 1			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	110Vdc 蓄電池 MCCB：前端 *後端無 MCCB（為預留位置）	BatN	●
2	蓄電池充電電流表：前端 *後端無顯示儀錶	BAM	●
3	蓄電池電壓表：前端 *後端無顯示儀錶	BVM	●
4	電車線電壓表	CVM1、2	●
5	主控制器 MCCB	MCN1、2	●
6	駕駛室連鎖電路 MCCB	HCRN1、2	●
7	LCMS 駕駛顯示器 MCCB	LCMSDN1、2	●
8	列車防護無線電 MCCB	TPRN1、2	●
9	行車調度無線電 MCCB	TDRSN1、2	●
10	雨刷 MCCB	WIPN1、2	●
11	電子警鐘 MCCB	EAN1、2	●
12	駕駛室火災偵測 MCCB	FDCN1、2	●

13	通風扇 MCCB	EXFN1、2	●
14	物聯網閘道器 MCCB：前端 *後端無 MCCB（為預留位置）	GWN	●
15	機械室照明 MCCB：前端 *後端無 MCCB（為預留位置）	MRLpN	●

面板盤 1 後端

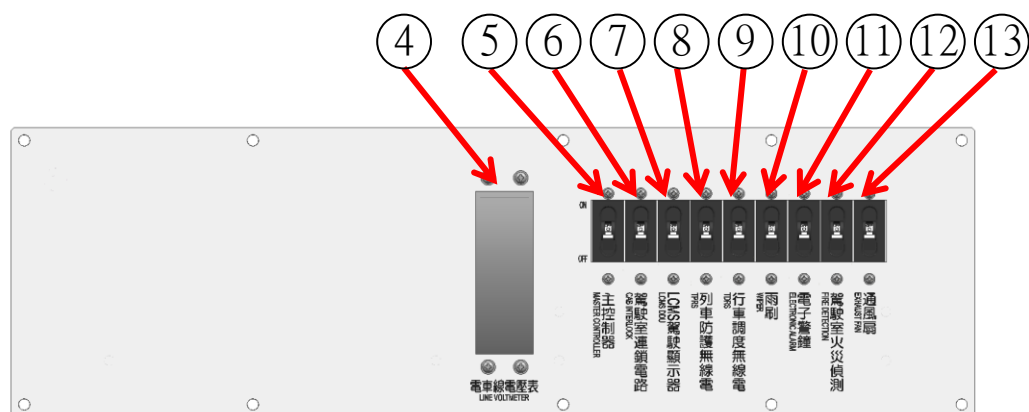


圖 4-2-2-2-16-14

面板盤 2

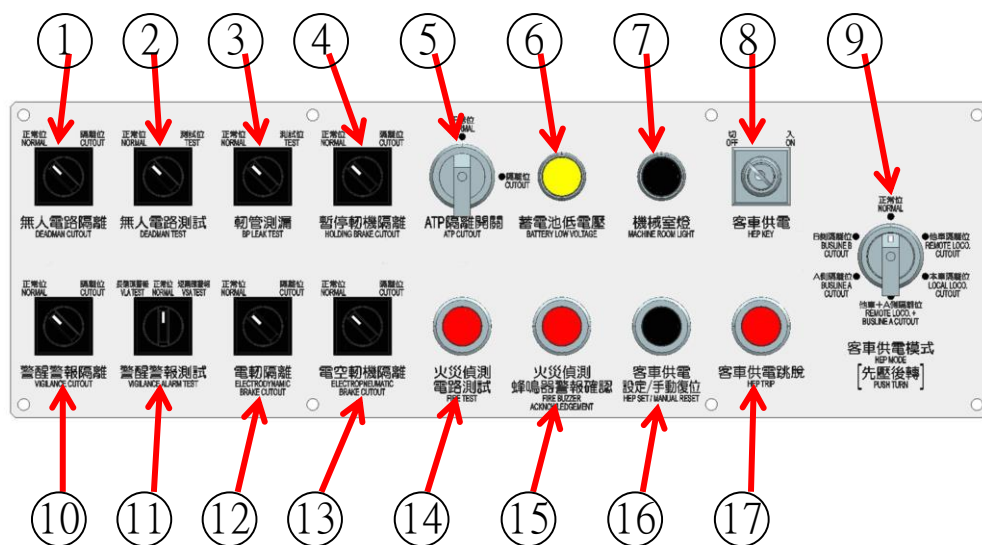


圖 4-2-2-2-16-15

表 4-16-15

面板盤 2			
表 1-2-2-31 裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	無人裝置隔離開關	DCOS1、2	●
2	無人裝置測試開關	DMTS1、2	●
3	軔管測漏開關	BPLTS1、2	●
4	暫停軔機隔離開關	HBCOS1、2	●
5	ATP 隔離開關	ATPCOS1、2	●
6	蓄電池低電壓開關	BatLVS1、2	●
7	機械室照明開關	MRLpS1、2	●
8	客車供電開關	HEPKS1、2	●
9	客車供電模式開關	HEPMS1、2	●
10	警醒警報隔離開關	VCOS1、2	●
11	警醒警報測試開關	VATS1、2	●
12	電軔隔離開關	EDBCOS1、2	●
13	電空軔機隔離開關	EPBCOS1、2	●
14	火災偵測電路測試開關	FDTS1、2	紅
15	火災偵測蜂鳴器警報隔離開關	FDBzAS1、2	紅
16	客車供電設定/手動復位開關	HEPSS1、2	黑
17	客車供電跳脫開關	HEPTS1、2	黑

面盤 3

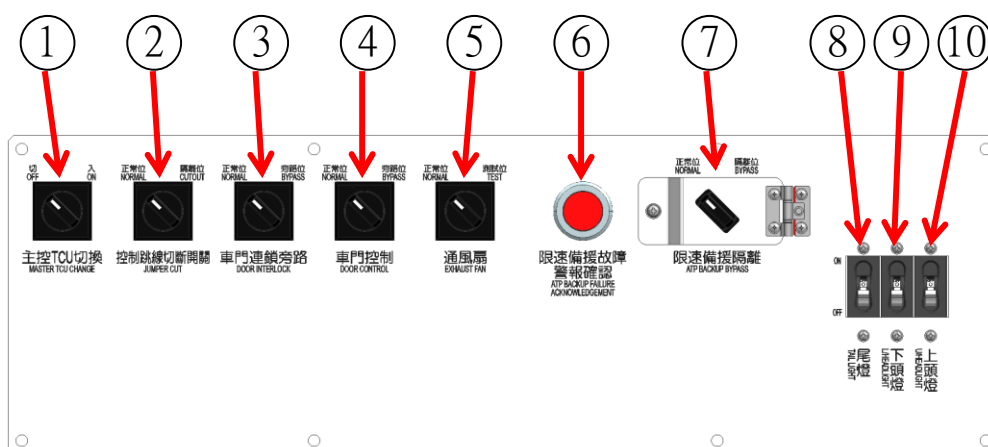


圖 4-2-2-2-16-16

表 4-16-16

面板盤 3			
裝置一覽			
No	裝置名稱	裝置編號	顏色
1	主控 TCU 切換開關	TCUCgS1、2	●
2	控制跨接電纜切斷開關	JCS1、2	●
3	車門連鎖電路旁路開關	DIRS1、2	●
4	車門控制旁路開關	DCS1、2	●
5	通風扇開關	EXFS1、2	●
6	限速備援故障警報確認開關	ATPBUFAS 1、2	紅
7	限速備援隔離開關	ATPBUBS1、2	●
8	尾燈斷路器	TLpN1、2	●
9	下頭燈斷路器	LHLpN1、2	●
10	上頭燈斷路器	UHLpN1、2	●

繼電器盤



圖 4-2-2-2-16-17

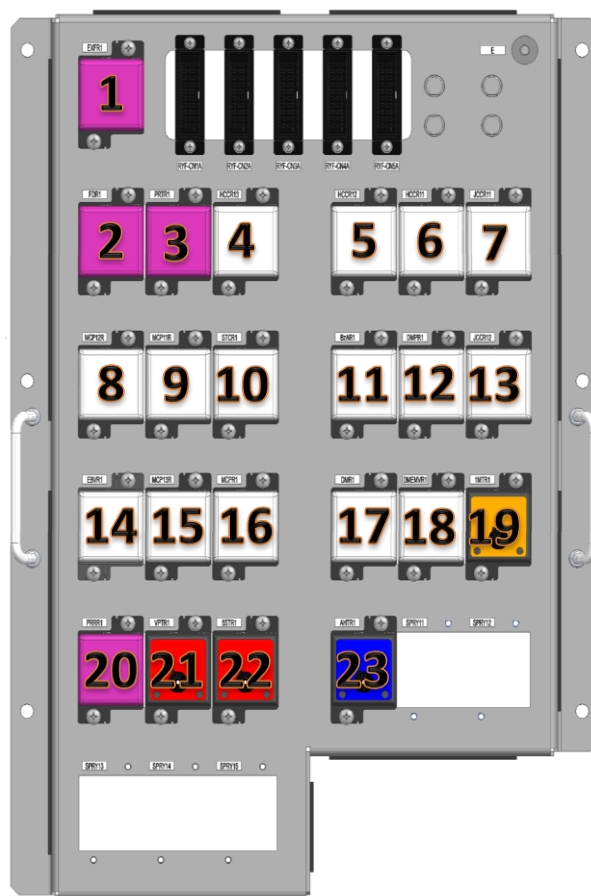


圖 4-2-2-2-16-18

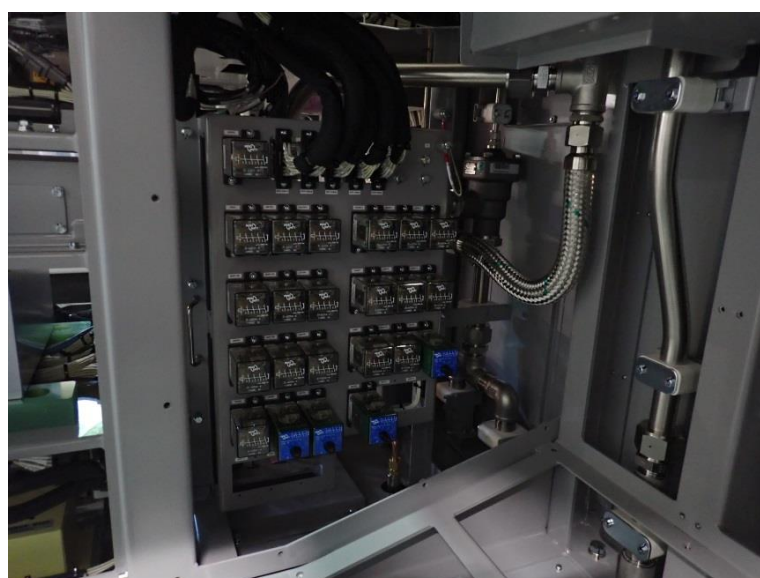


圖 4-2-2-2-16-19

表 4-16-18

繼電器盤					
裝置一覽					
No	裝置名稱	裝置編號	No	裝置名稱	裝置編號
1	通風扇繼電器	EXFR1、2	13	駕駛室控制跨接電 纜切斷繼電器	JCCR12、22
2	駕駛室火災偵測 繼電器	FDR1、2	14	電子司軔閥 繼電器	EBVR1、2
3	TPRS 發報 繼電器	PRTR1、2	15	主控制器電控把手 中繼繼電器	MCP13R、 23R
4	本務控制駕駛室 繼電器	HCCR13、23	16	主控制器電控把手 OFF 位偵測繼電器	MCPR1、2
5	本務控制駕駛室 繼電器	HCCR12、22	17	無人緊急緊軔 繼電器	DMR1、2
6	本務控制駕駛室 繼電器 HCCR11、21	HCCR11、21	18	無人裝置緊急緊軔 電磁閥繼電器	DMEVVR1、2
7	駕駛室控制跨接電 纜切斷繼電器	JCCR11、21	19	無人 1 分鐘延時 繼電器	1MTR1、2
8	主控制器電控把手 中繼繼電器	MCP12R、 22R	20	TPRS 接收 繼電器	PRRR1、2
9	主控制器電控把手 中繼繼電器	MCP11R、 21R	21	無人緊急緊軔 5 秒 延時繼電器	VPTR1、2
10	速度控制/牽引力模 式開關指令繼電器	STCR1、2	22	無人 5 秒延時 繼電器	5STR1、2
11	火災偵測蜂鳴器警 報確認繼電器	BzAR1、2	23	汽笛延時 繼電器	AHTR1、2
12	無人腳踏開關 繼電器	DMPR1、2			

三. 駕駛室車體及低壓設備

(一) 概述車體及低壓設備

此為車體維護及低壓設備維護的說明。 另外，維護轉向架可能需將其與車體分離，亦說明如何分離車體和轉向架。

表 4-3-1-1

檢修週期			
1 級檢修	1A	使用期間	3 天
	1B	使用期間	1 個月
2 級檢修	2A	使用期間	3 個月
		使用距離	63,000 km
	2B	使用期間	6 個月
		使用距離	126,000 km
	2C	使用期間	1 年
		使用距離	200,000 km
3 級檢修	3A	使用期間	3 年
		使用距離	1,000,000 km
	3B	使用期間	6 年
		使用距離	2,016,000 km
4 級檢修	4A	使用期間	12 年
		使用距離	4,000,000 km
	4B	使用期間	20 年
		使用距離	12,000,000 km

(二) 結構及性能說明

1. 車體由模組化結構組成。

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

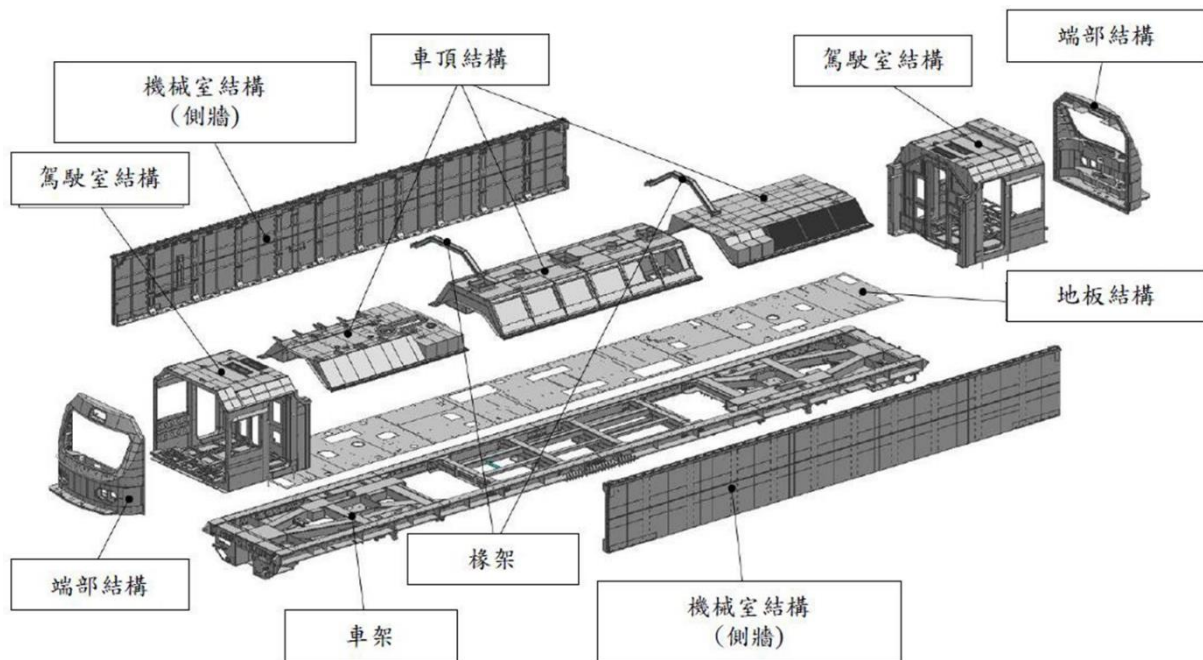


圖 4-3-2-1-1

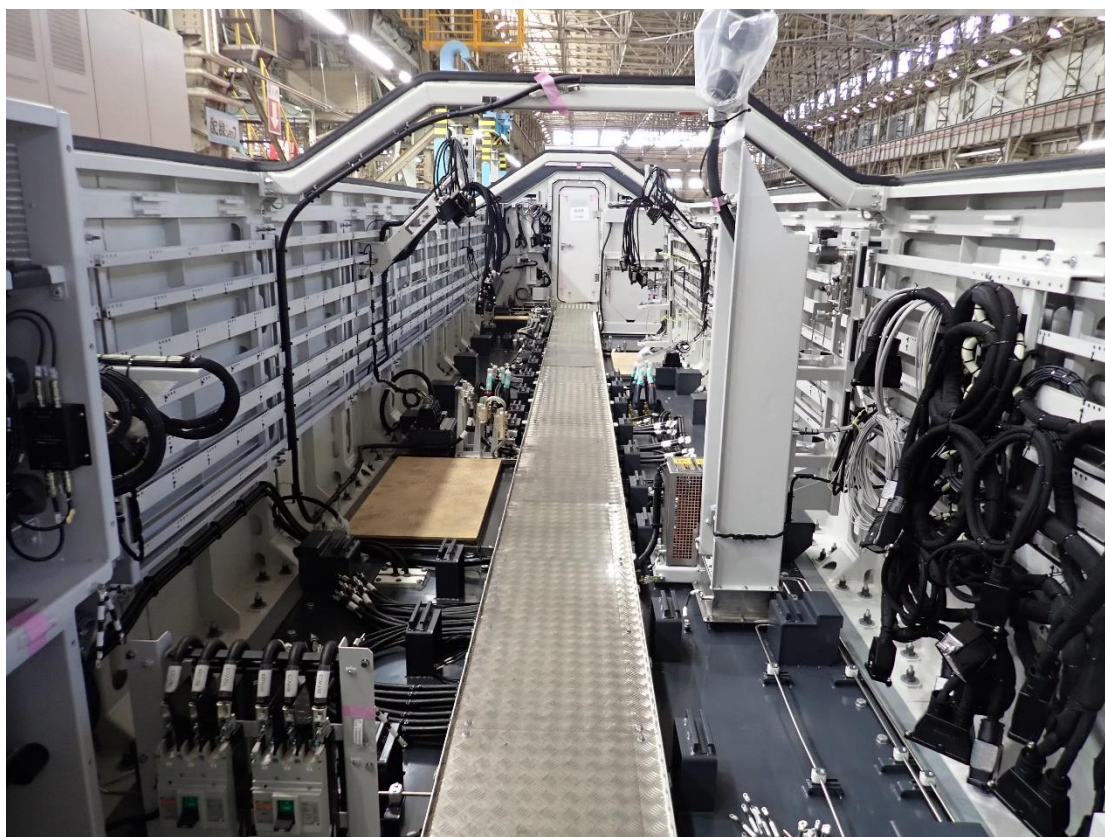


圖 4-3-2-1-2

表 4-3-2-1

項次	設備名稱	合計	項次	設備名稱	合計
1	電力轉換裝置 (包含輔助供電單元)	2	10	主風缸	1
2	組合式冷卻塔	2	11	軋機供氣風缸	1
3	ATP 設備箱	1	12	牽引馬達鼓風機	2
4	低壓設備箱	1	13	AC110 V 變壓器	1
5	蓄電池充電器	1	14	接觸器箱	1
6	直流成分抑制箱	1	15	比流器	1
7	軋機控制單元	1	16	電源插座	2
8	空氣壓縮機	2	17	機械室燈	6
9	空氣乾燥器	2			

2. 結構及性能說明(低壓設備箱(LVE))

(1) 低壓設備箱配置於前端 B 側

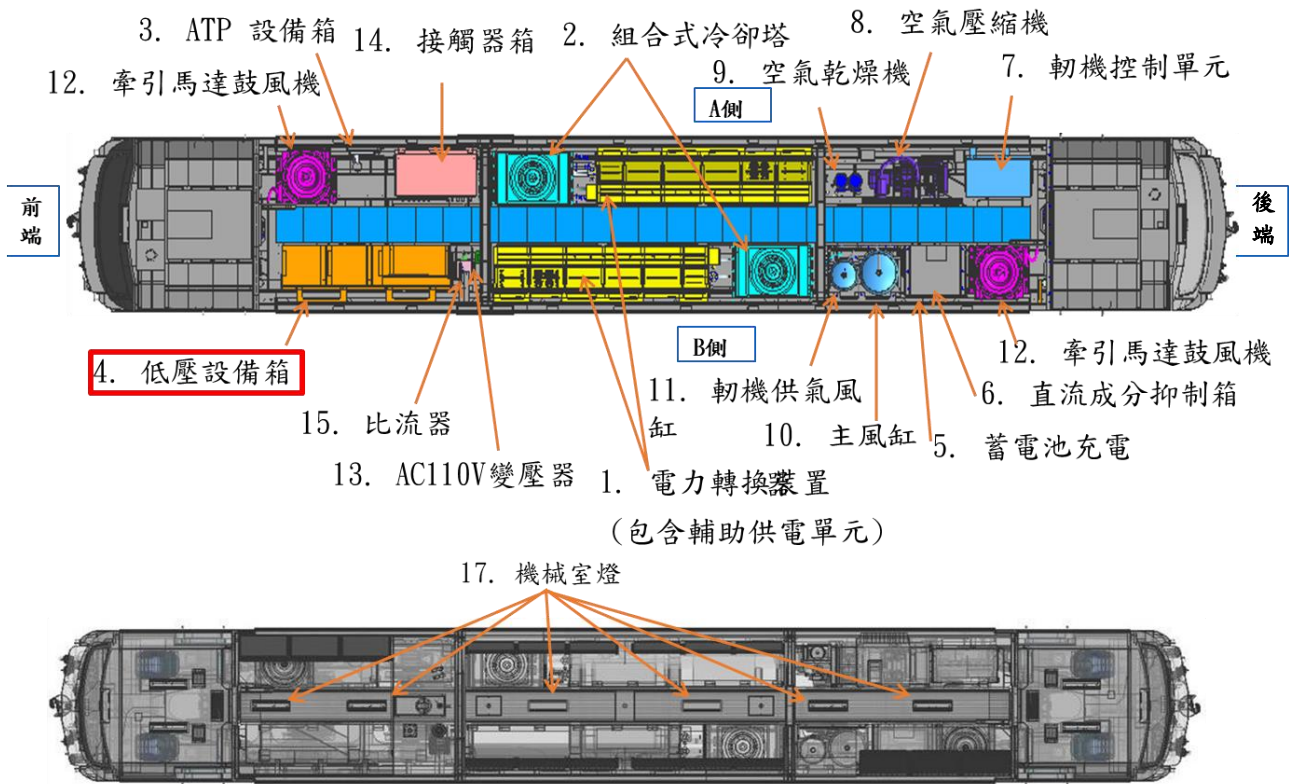


圖 4-3-2-1-1

(2) 結構及性能說明(低壓設備箱(LVE))

表 4-3-2-2

項次	設備名稱	項次	設備名稱
1	24VDC AVR1, 2 (自動電壓調整器)	9	SES (PISC 串列式網路交換器)
2	緊急揚聲器放大器	10	SES 光隔離器
3	速度偵測繼電器模組	11	網路錄影機
4	ACOCR 繼電器 (一次側過電流繼電器)	12	觸控螢幕
5	乙太網路交換器 1 (LCMS 網路交換器)	13	電力控制系統
6	DSL1, 2 (擴展乙太網路交換機)	14	LCMS 中央單元
7	24V 電力單元(LCMS 供電單元)	15	RIO A 型(遠端 I/O 模組)
8	資料紀錄器(LCMS 資料紀錄器)	16	ATP 限速備援系統

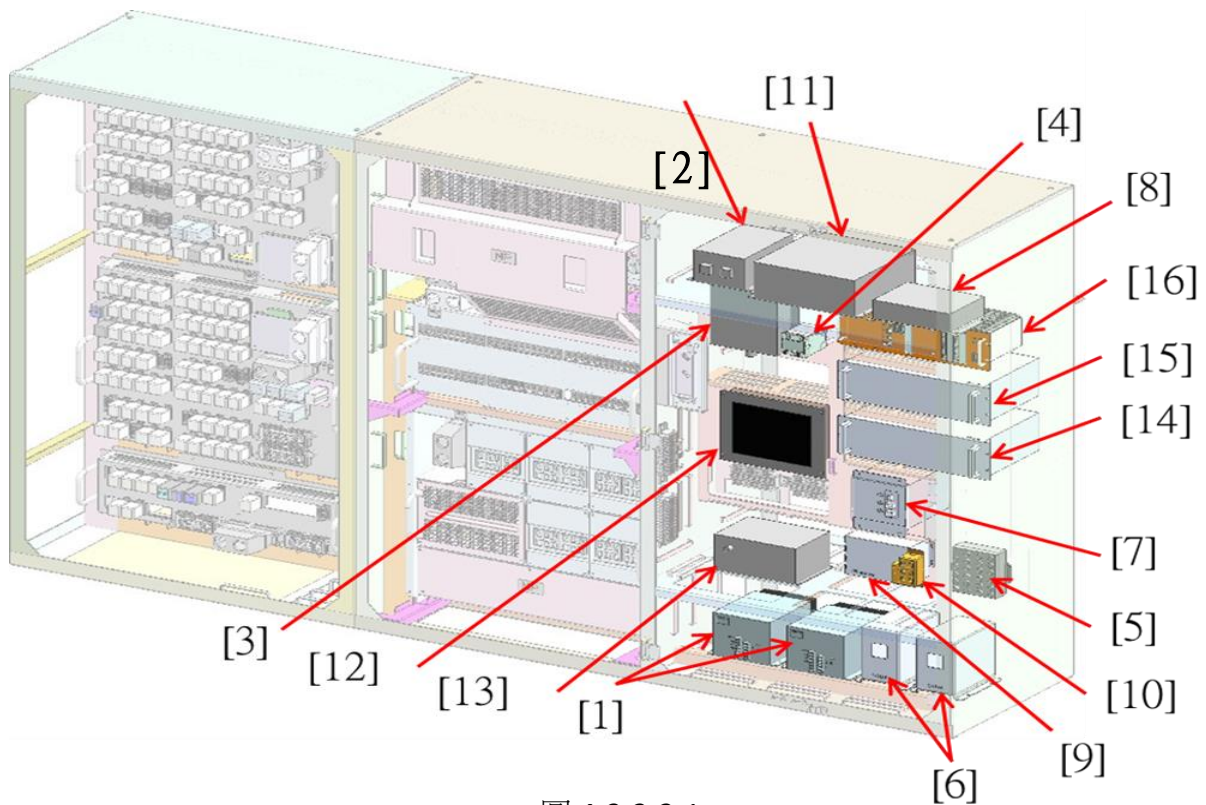


圖 4-3-2-2-1

(3) 結構及性能說明(低壓設備箱(LVE))

LVE 的主要設備配置線圖

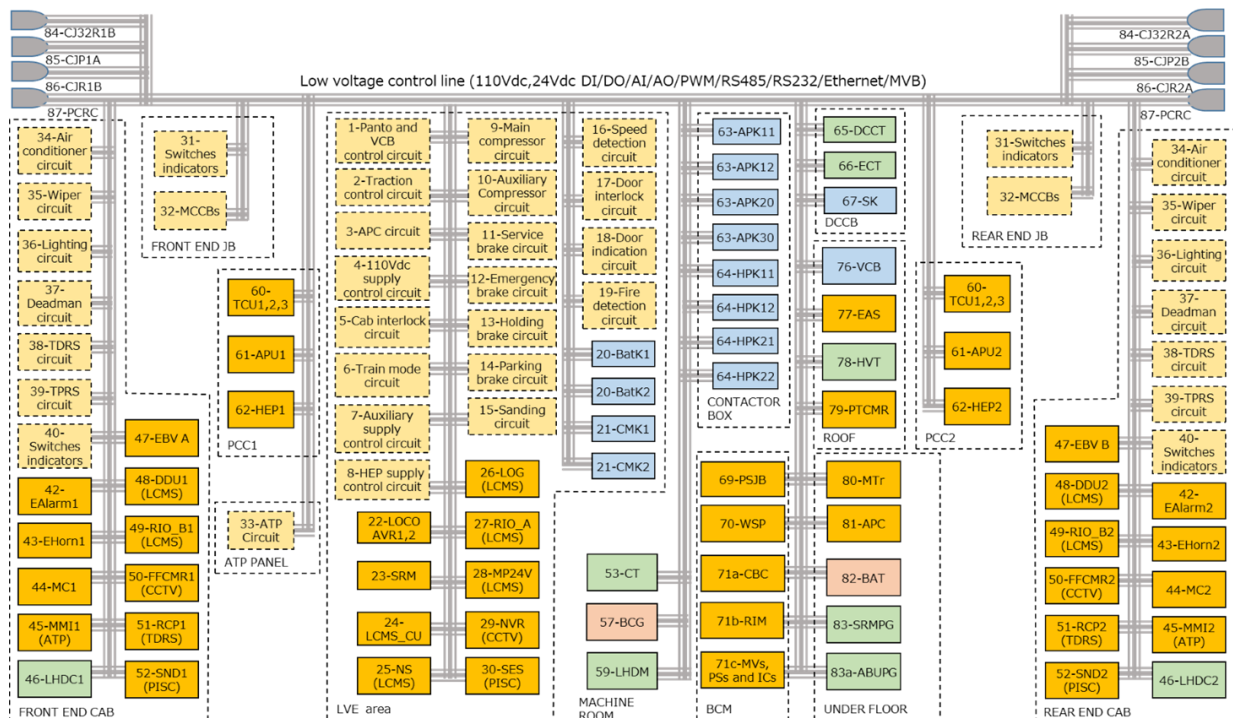
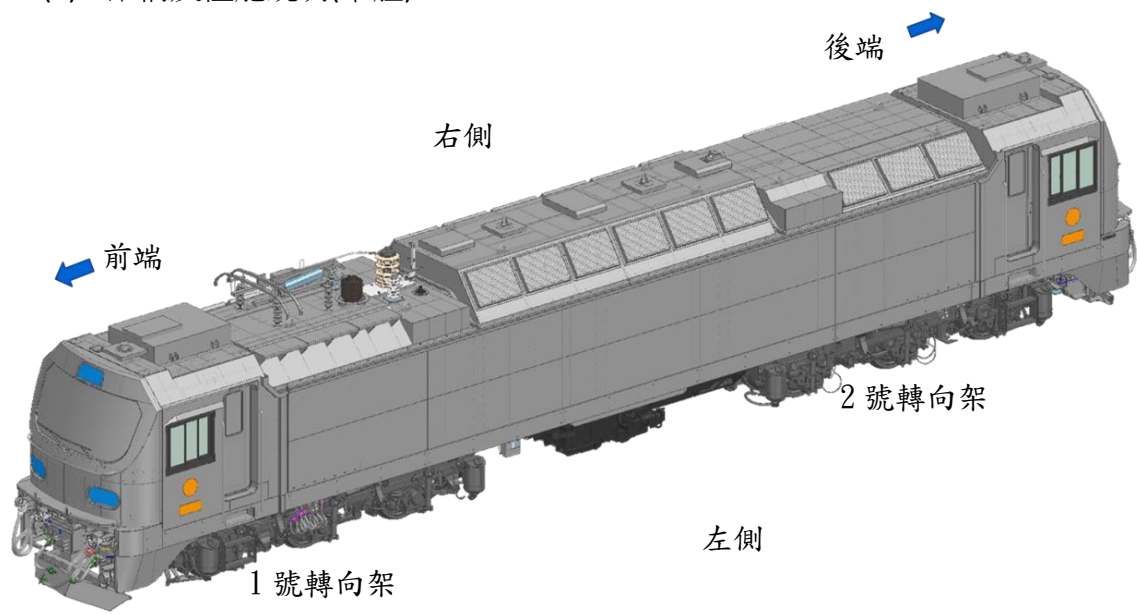


圖 4-3-2-3-1

(4) 結構及性能說明(車體)



車輛裝有兩台轉向架(CO-CO)，前端側為 1 號轉向架、後端側為 2 號轉向架。

圖 4-3-2-4-1

四. 跨接電纜

(一) 概要:

跨接電纜為鐵道車輛之間進行電氣迴路連掛、解掛時所使用的跨接電纜，分為插頭以及插座插座事先裝設在車體上插頭有分成單插頭或雙插頭裝設電纜線之末端。

為了避免在解掛後受到粉塵等侵害插座設有蓋子另外也設有解掛用收藏座用來收納插頭，插頭與插座的連接使用凸輪和滾輪以及緊固臂鎖緊接頭易於連掛和解掛並且為防水構造。(YL 16 (KE 2 除外))、解掛時所使用的跨接電纜。

分為插頭以及插座 插座事先裝設在車體上插頭有分成單插頭或雙插頭裝設在電纜線之末端，為了避免在解掛後受到粉塵等侵害插座設有蓋子另外也設有解掛用收藏座用來收納插頭，插頭與插座的連接使用凸輪和滾輪以及緊固臂鎖緊接頭易於連掛和解掛並且為防水構造。(YL 16 (KE 2 除外))

(二) 440V YL14-6 型跨接電纜規格

表 4-4-2

型號	YL14S-6 插座/ YL14P-6 插頭	
連接方式	以緊固臂連掛，接觸式接點	
接點	3 芯(大)	3 芯(小)
額定電壓	440V ac	110V dc
額定電流	每接點 400A	每接點 10A
耐電壓	1900V ac1 分鐘	1250V ac1 分鐘
絕緣電阻	20M Ω 以上/ 以 500V dc 高電阻計	20M Ω 以上/ 以 500V dc 高電阻計
接觸電阻	1m Ω 以下	5m Ω 以下
接觸壓力	108.8N	14N
行程	6mm	4mm
防水	符合 IP67 (於 1 公尺水深 30 分鐘)	
重量	YL14S-6 : 約 5.5kg / YL14P-6 : 約 3.5kg	
其 他	符合 JRIS E4202 跨接電纜	

(三) 單芯 YL16-1(KE2)型跨接電纜規格

表 4-4-3

型號	YL16P-1 (KE2) 插頭
連接方式	塞蓋式
接點	單芯
額定電壓	440V ac
額定電流	每接點 400A
耐電壓	1900V ac 1 分鐘
絕緣電阻	20MΩ 以上/ 以 500V dc 高電阻計
防水	符合 IPX7 (於 1 公尺水深 30 分鐘)
重量	YL16P-1(KE2) : 約 1.9kg(單體)
其 他	符合 JRIS E4202 跨接電纜

(四) 32 芯 IC32 型跨接電纜規格

表 4-4-4

型號	IC32MD 插座	
連接方式	以緊固臂連掛,接觸式接點	
接觸片	φ 14 接觸片	φ 7 接觸片
接點	2 芯	30 芯
額定電壓	100V	100V
額定電流	每接點 120A	每接點 20A
接觸電阻	5m Ω 以下	50m Ω 以下
接觸壓力	85.3N	25N
行程	8mm	5.9mm
耐電壓	AC1200V1 分鐘	
防水	1 公尺水深 15 分鐘	
其他	符合 JRIS E4202 跨接電纜	

(五) 結構說明：

跨接電纜由鋁合金外框、可動式加上固定式的接觸片、絕緣台等元素組成跨接電纜，考量到室外使用，採用具優秀耐候性且堅固的構造。

1. YL14-6 型跨接電纜構造(凸)

(1) 外觀尺寸

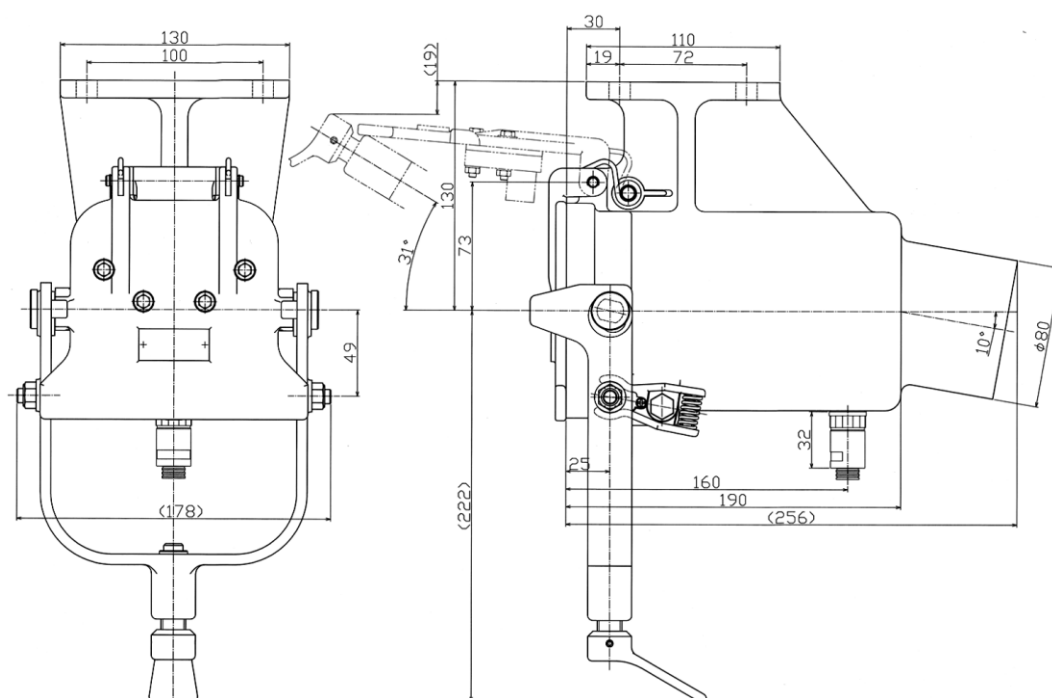


圖 4-4-5-1-1-1

(2) 零件構成

本組件由 3 個 3 相 440V 的大接點以及聯鎖迴路用接點組成，當插頭與插座連掛時以及解掛後插座單獨狀態下，其聯鎖迴路的 2 個接點為短路狀態。

表 4-4-5-1

件號	零件名稱	件號	零件名稱
1	插座本體	10	防水墊片
2	絕緣台	11	緊固臂總成
3	特殊螺栓(固定絕緣台)	12	支撐軸
4	接觸片總成(大)	13	緊固臂卡夾
5	接觸片總成(小)	14	卡夾螺紋軸
6	翻蓋	15	彈簧
7	銷	16	銷
8	支撐筒	17	接頭
9	彈簧	18	短路用接觸片

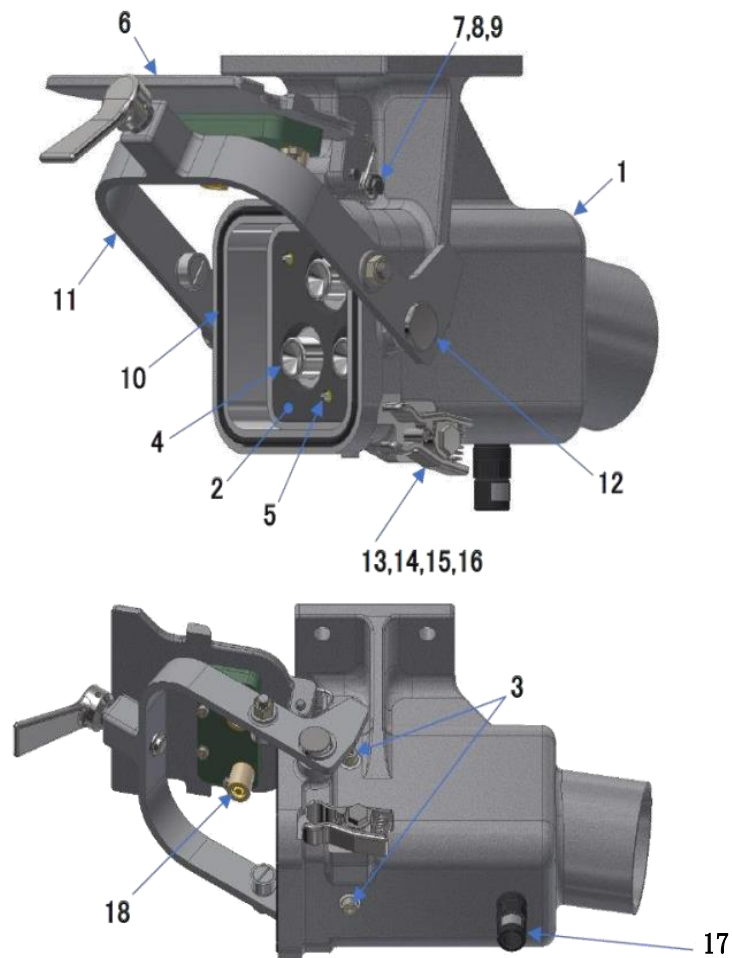


圖 4-4-5-1-2-1

2. YL14-6 型跨接電纜構造(凹)

(1) 外觀尺寸

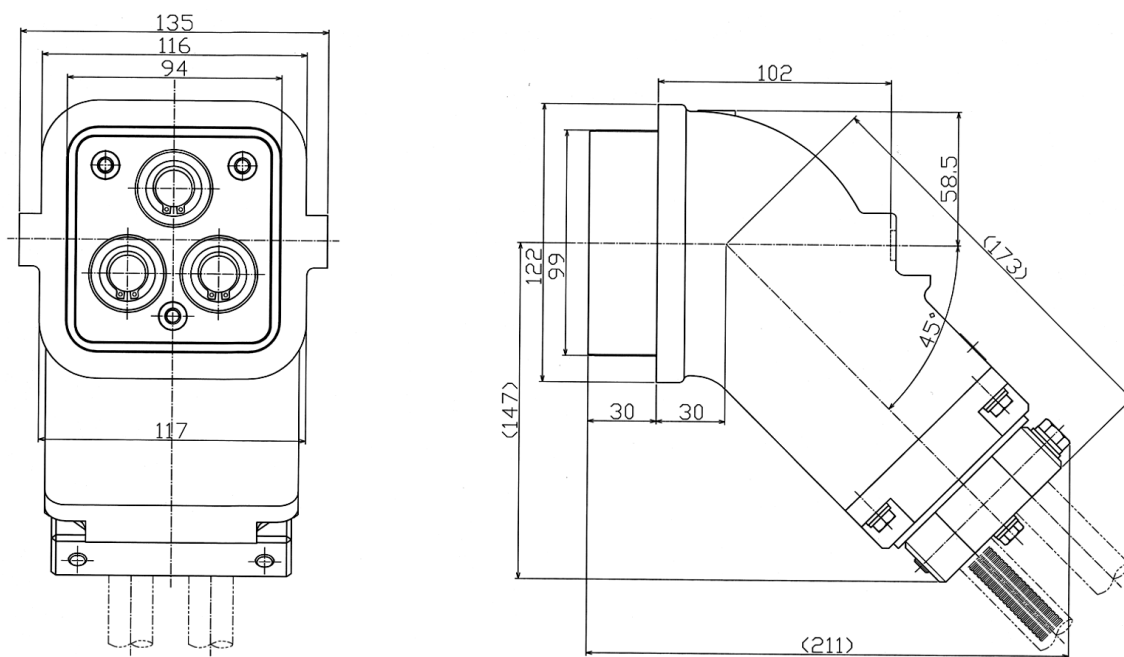


圖 4-4-5-2-1-1

(2) 零件構成

插頭上具有 3 個 3 相 440V 的大接點。3 相電線與聯鎖電線由可撓軟管包覆，並且兩端皆為插頭的構造。

插頭在解掛狀態會收納在內含短路用接點的收納座內，因此跟插座單獨狀態相同，聯鎖迴路的 2 個接點會處於短路狀態。

表 4-4-5-2

件號	零件名稱	件號	零件名稱
1	插頭本體	8	電線夾(中)
2	螺絲	9	電線夾(下)
3	絕緣台	10	夾板
4	接觸片(大)	11	套環
5	接觸片(小)	12	接頭
6	鎖固面	13	墊片
7	電線夾(上)		

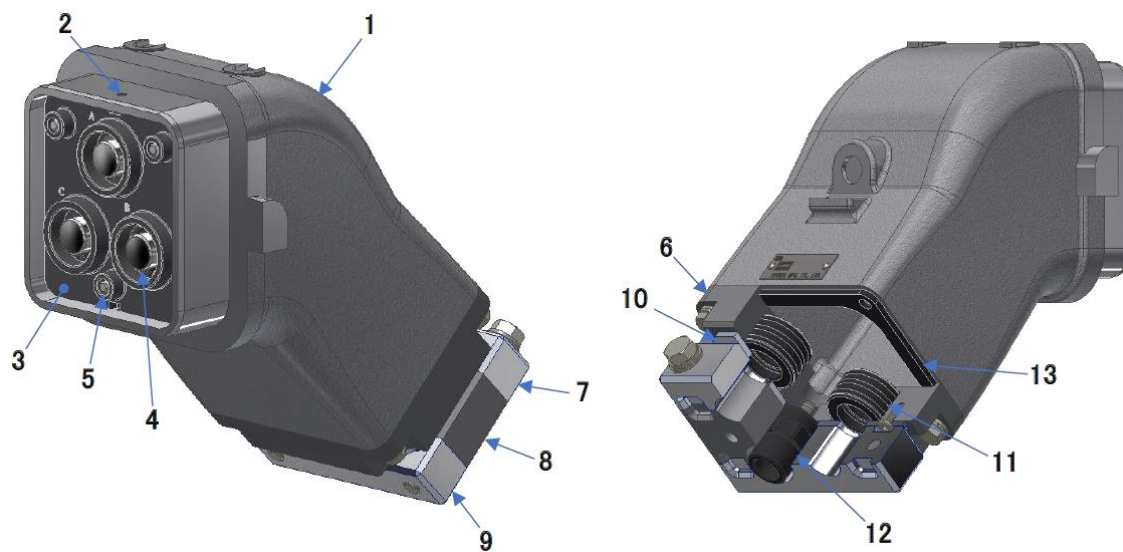


圖 4-4-5-2-2-1

3. YL11-96 型跨接電纜構造

(1) 外觀尺寸

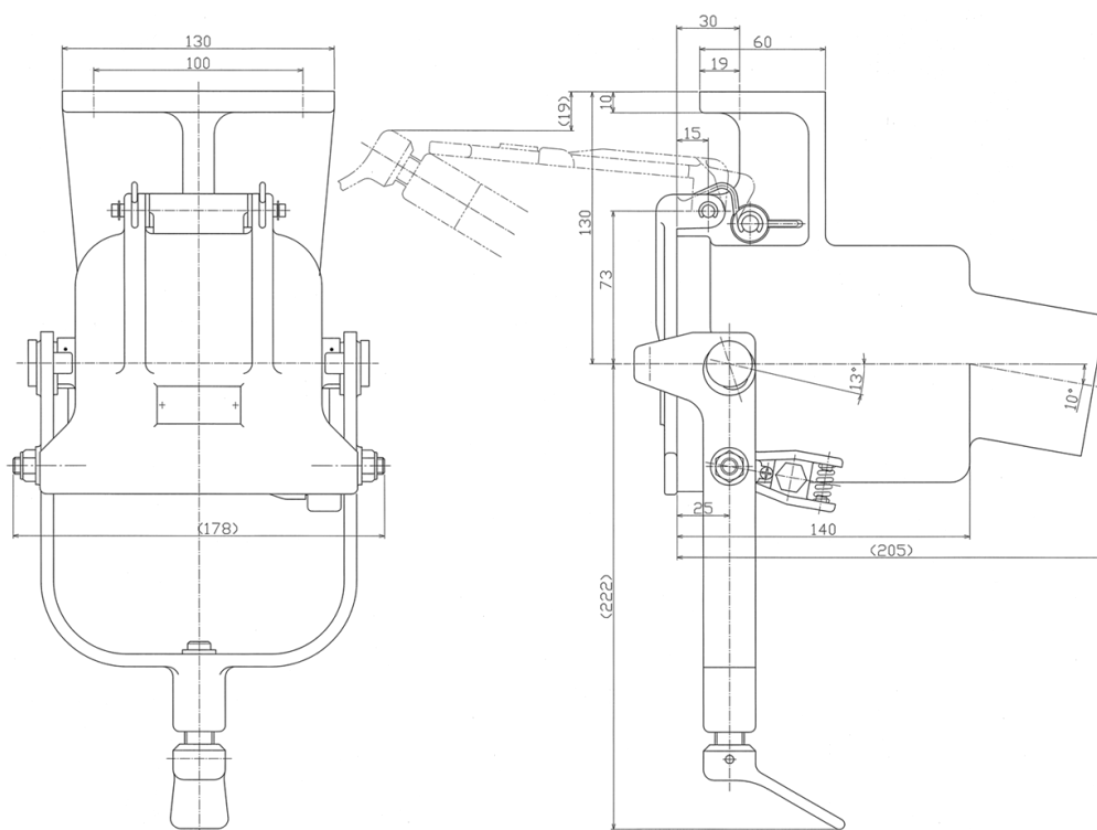


圖 4-4-5-3-1-1

4. YL11-96 型跨接電纜構造

(1) 外觀尺寸

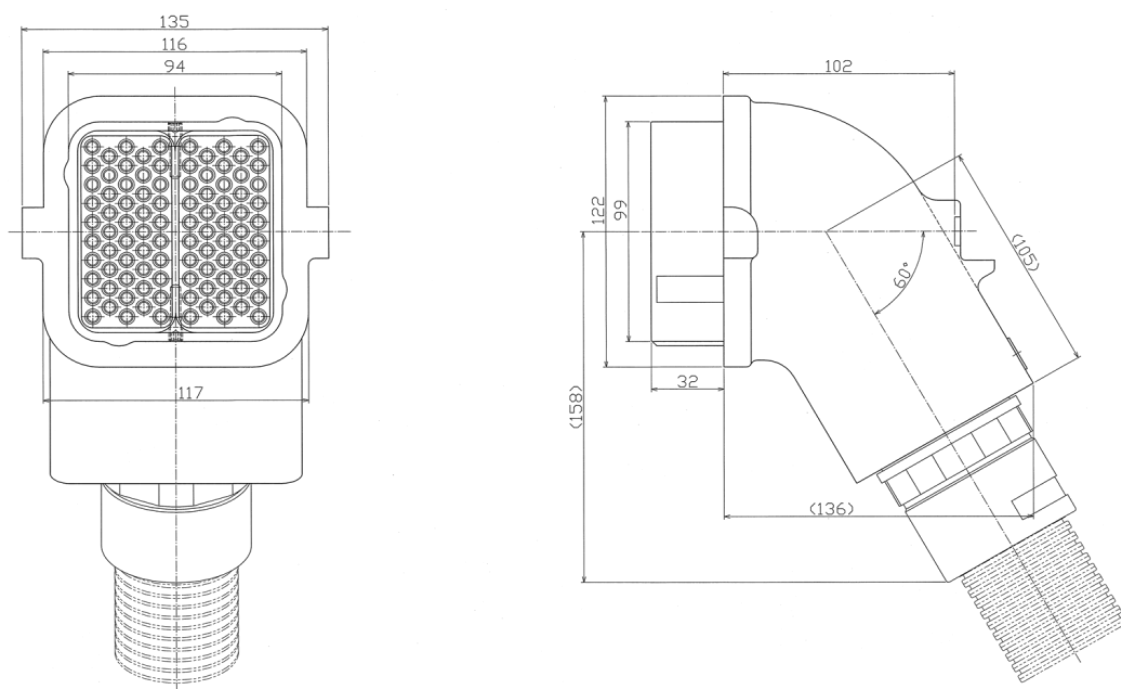


圖 4-4-5-4-1-1

(2) 零件構成

插頭備有 22 個遮蔽接點、63 個控制接點以及 11 個短路接點，11 條遮蔽電線與 63 條電線收納在可撓性軟管內，以上組合成一個單邊插頭。

解掛的時候須將本插頭插到收納座裡，可保護不受粉塵等侵入，由於 96 型插頭體上有防呆設計，故其不能與 440V(6 芯)跨接電纜插座相連接。

表 4-4-5-4

件號	零件名稱
1	插頭本體
2	特殊螺栓
3	絕緣台
4	接觸片總成
5	直通接頭
6	可撓軟管

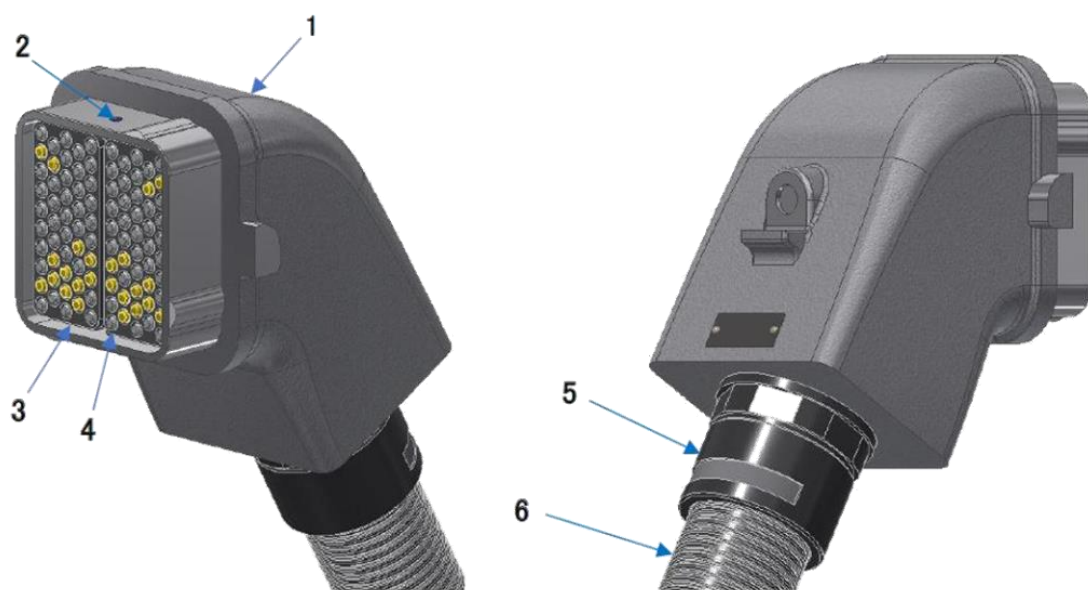


圖 4-4-5-4-2-1

5. YL16-1(KE2)型跨接電纜構造

(1) 外觀尺寸

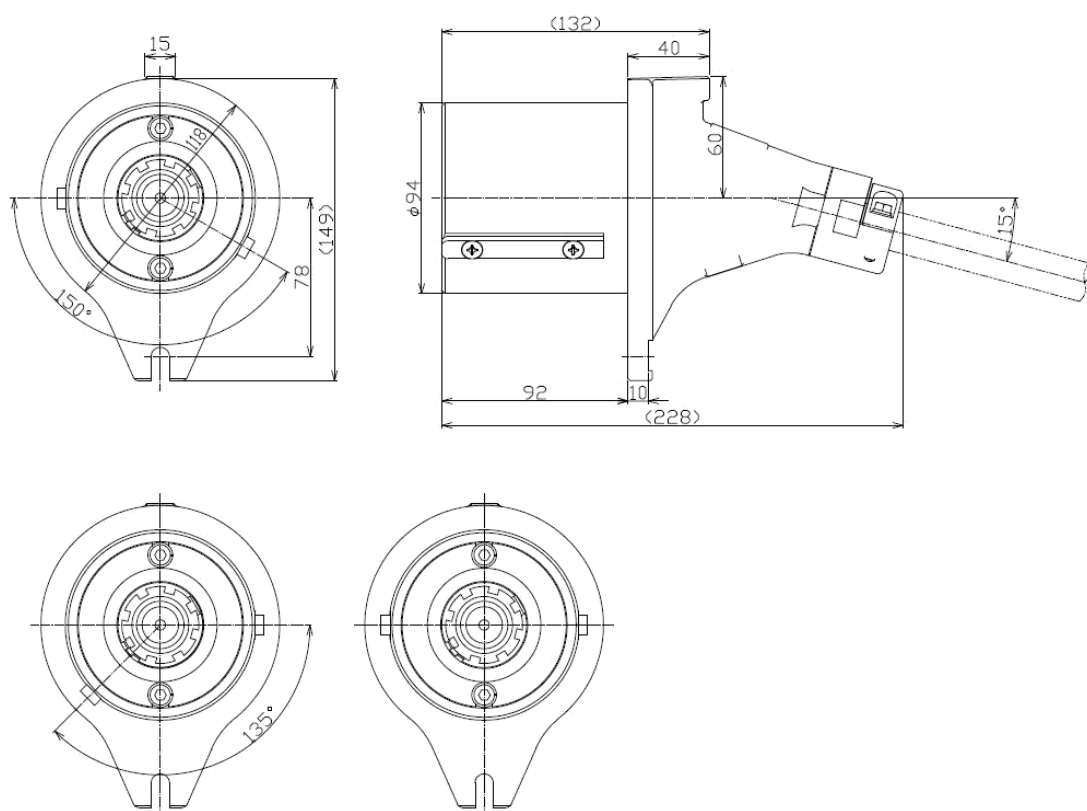


圖 4-4-5-5-1-1

(2) 零件構成

YL16-1(KE2)型跨接電纜插頭為可與現行莒光號的 KE2 型插座嵌合的形狀，KE2 型跨接電纜的插座一樣有翻蓋以及翻蓋內側有卡榫以維持連掛狀態。另外，因為 440V 的插頭以及電線的組合，E500 型機車頭與莒光號客車的連掛會使用特殊的雙側插頭。

表 4-4-5-5

件號	零件名稱	件號	零件名稱
1	插頭本體	6	鎖固面
2	螺紋	7	電線夾
3	絕緣台	8	O 型環
4	接觸片	9	墊片
5	止擋墊片		

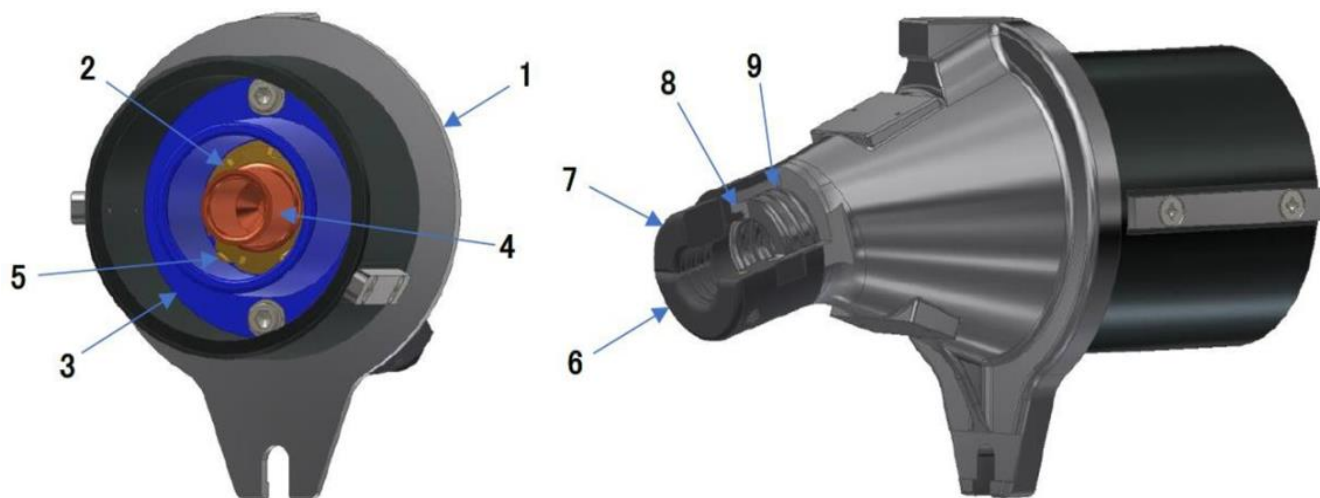


圖 4-4-5-5-2-1

6. YL16-1 型跨接電纜構造

(1) 外觀尺寸

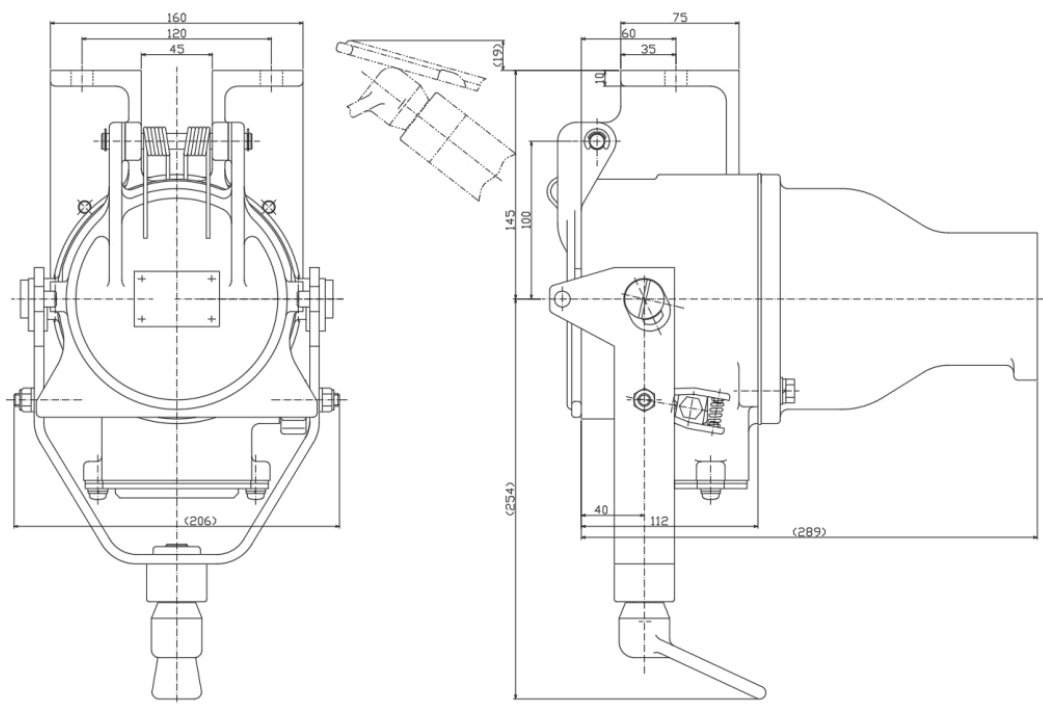


圖 4-4-5-6-1-1

(2) 32 芯 IC32 型跨接電纜零件構成

32 芯跨接電纜的插座是設計成可以與莒光號客車既有的 IC32 型插頭連掛的形狀。使用凸輪和滾輪以及緊固臂來達成連掛的構造。

將 E500 型機車頭與莒光號客車的控制迴路以電氣方式做連結。

表 4-4-5-6

件號	零件名稱	件號	零件名稱
1	插座本體	9	緊固臂總成
2	絕緣台	10	支撐軸
3	接觸片總成(大)	11	緊固臂卡夾
4	接觸片總成(小)	12	螺紋軸
5	蓋	13	彈簧
6	銷	14	銷
7	彈簧	15	蓋
8	防水墊片		

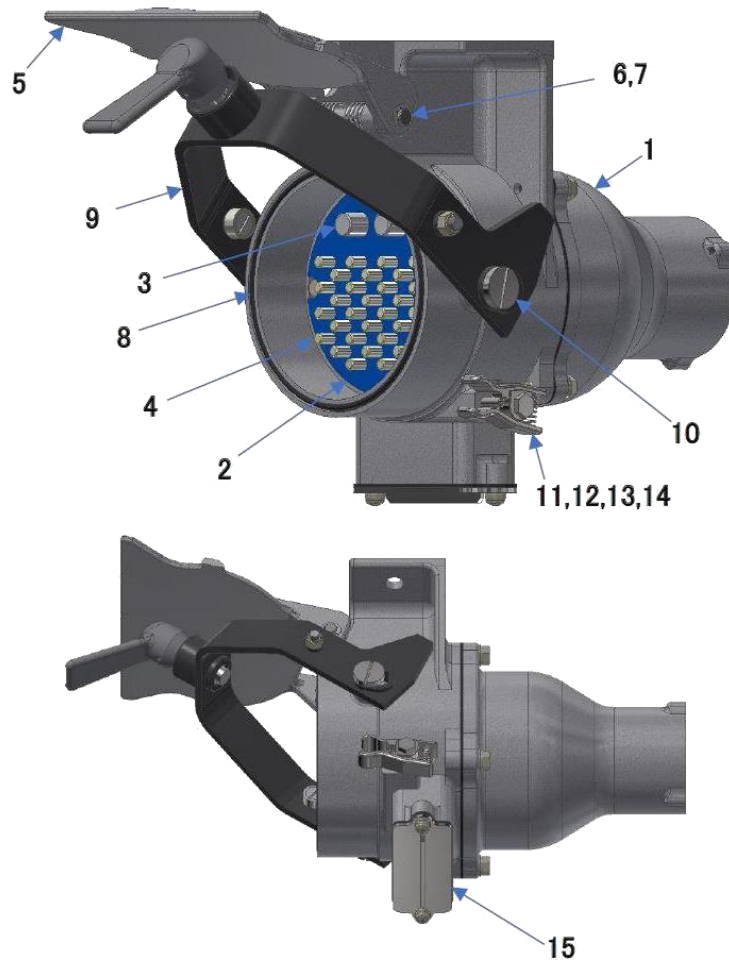
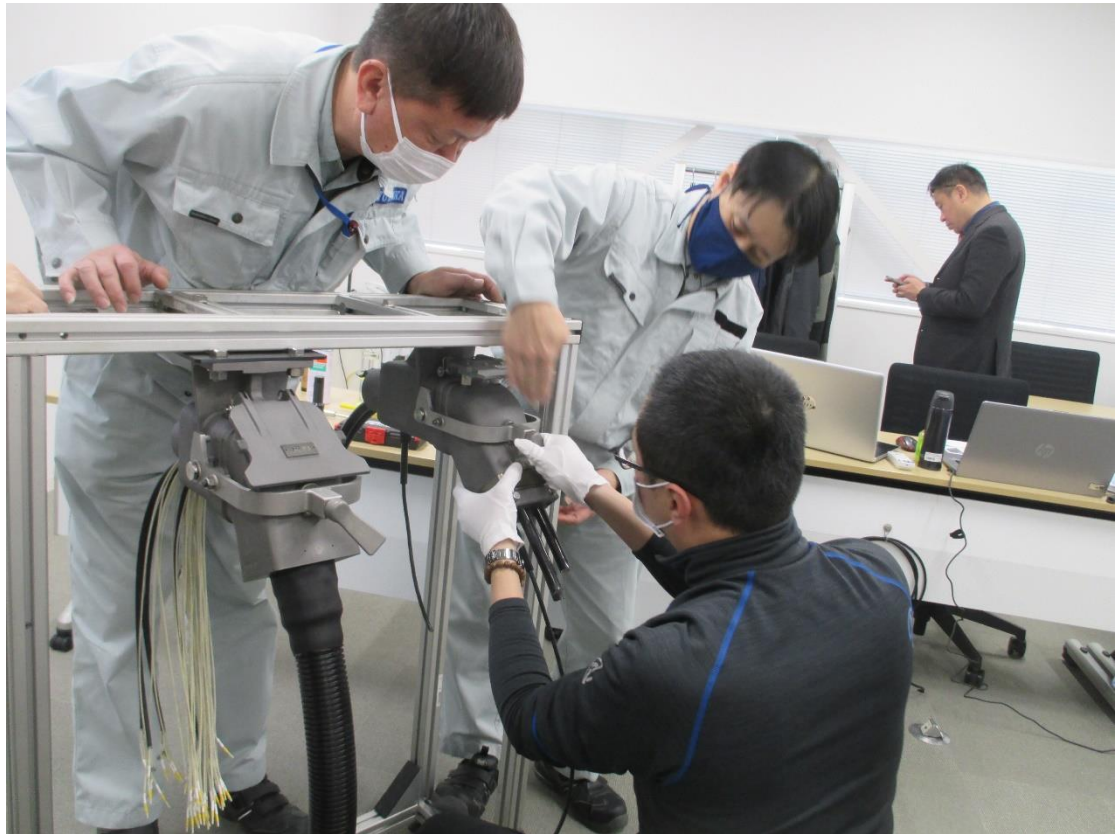


圖 4-4-5-6-2-1

(六) 結論:





動力集中式列車其客用車廂為無電力車廂，所以需要藉由電力機車設置跨接電纜連接客車和另一輛電力機車，提供客用車廂所需的輔助電源及控制系統之連接，另可藉由光纖傳輸相關訊號至電力機車 LCMS(機車控制螢幕系統)。

E500 型電力機車跨接電纜設置於機車的兩端，有 3 相 440V 跨接電纜(兩組)、96 芯控制跨接電纜、32 芯控制跨接電纜，另 E500 電力機車所配置的跨接電纜能兼容臺灣鐵路股份有限公司原有的 PP 推拉式客車和莒光號客車，將使公司運能得兼具。

五. 電力轉換裝置 (PCC)

(一) 概述:

3 個 MPU (牽引馬達的主電源單元; 1 個變頻器/MPU + 1 個逆變器/MPU)、1 個 APU (機車輔助負載的輔助電源單元; 1 個變頻器 + 1 個逆變器) 和 1 個 HEP (車頭端電源; 1 個變頻器 + 1 個逆變器) 安裝在 1 個 PCC (電力轉換控制箱) 中, 並且有 2 個 PCC 安裝在一個機車上(圖 4-5-1-1~圖 4-5-1-4)。

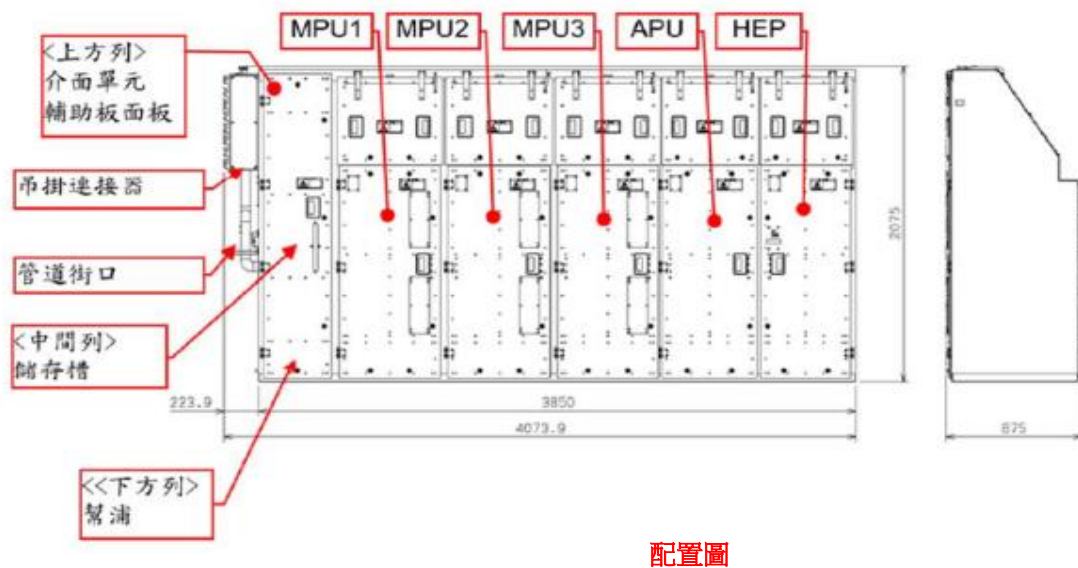


圖 4-5-1-1



圖 4-5-1-2



圖 4-5-1-3



圖 4-5-1-4

作為 PCC 的冷卻系統，使用了一個幫浦安裝在安裝在 PCC 中的循環冷卻系統，以提高冷卻性能並實現 PCC 的小型化。冷卻水通過幫浦循環，熱水被轉移到結合式冷卻塔進行熱交換。冷卻劑使用添加防凍劑的水，以確

保在 0°C 下的性能。此外，PCC 冷卻水和冷卻油的熱交換器集成在一起，由單獨安裝在機車上的結合式冷卻塔進行強制風冷(圖 4-5-1-5、圖 4-5-1-6)。

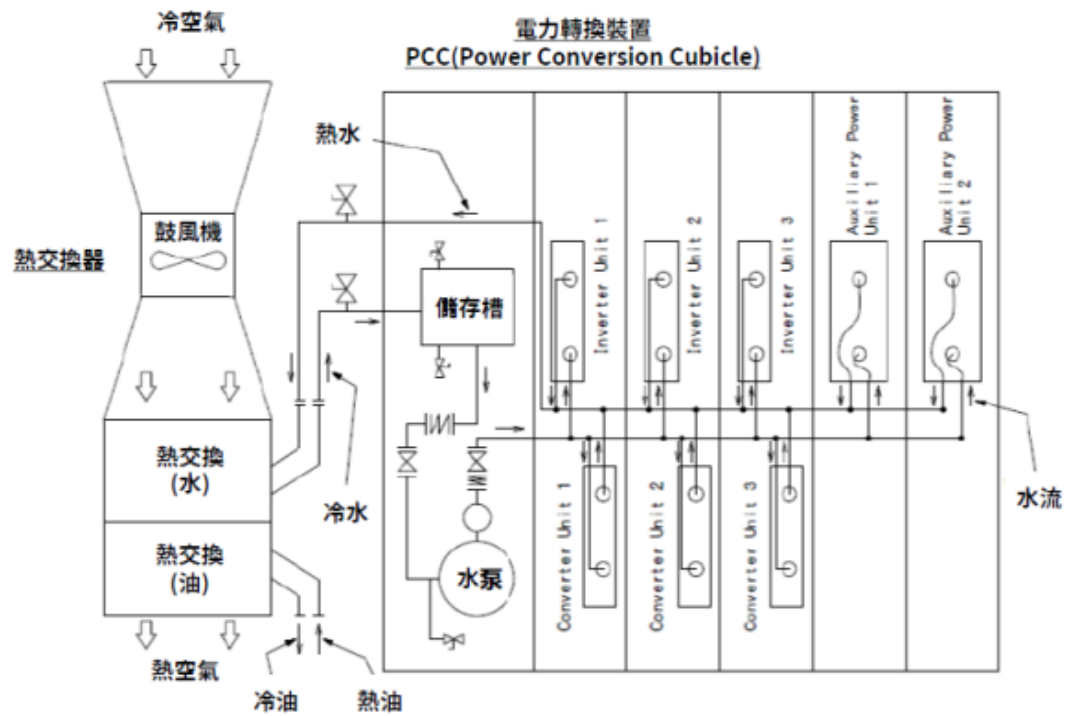


圖 4-5-1-5

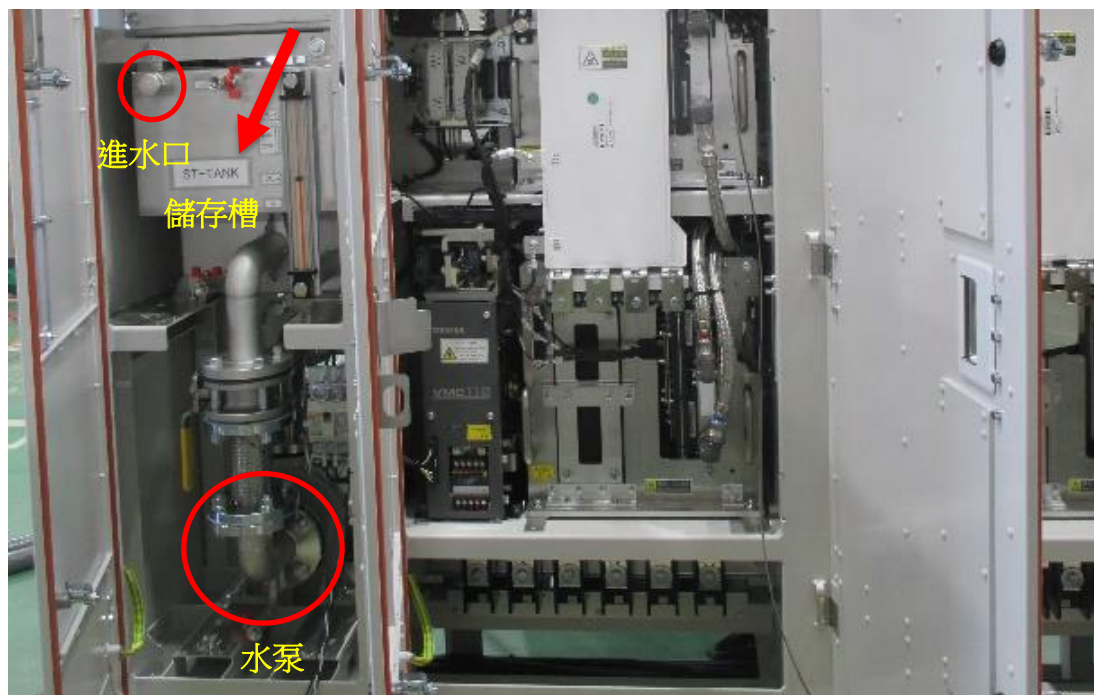


圖 4-5-1-6

(二) 結構及性能說明

1. 主電路系統

六個牽引動力單元(MPUs)分別設置於電力轉換裝置 1(PCC1)及電力轉換裝置 2(PCC2)。HVT(高壓比壓器)及 CT(比流器)會偵測一次電壓及電流，偵測到電車線過電壓或過電流時會切開 VCB 以對主迴路進行保護。

MPU 由牽引控制單元(TCU)所控制。一個 MPU 設置一個 TCU 來對感應馬達各軸進行控制。TCU 會由設置於馬達之速度感應器(PG)與三相輸出電纜上之 CT 來偵測馬達回轉速度及馬達電流，並對牽引馬達進行轉差頻率式向量控制(圖 4-5-2-1-1)。

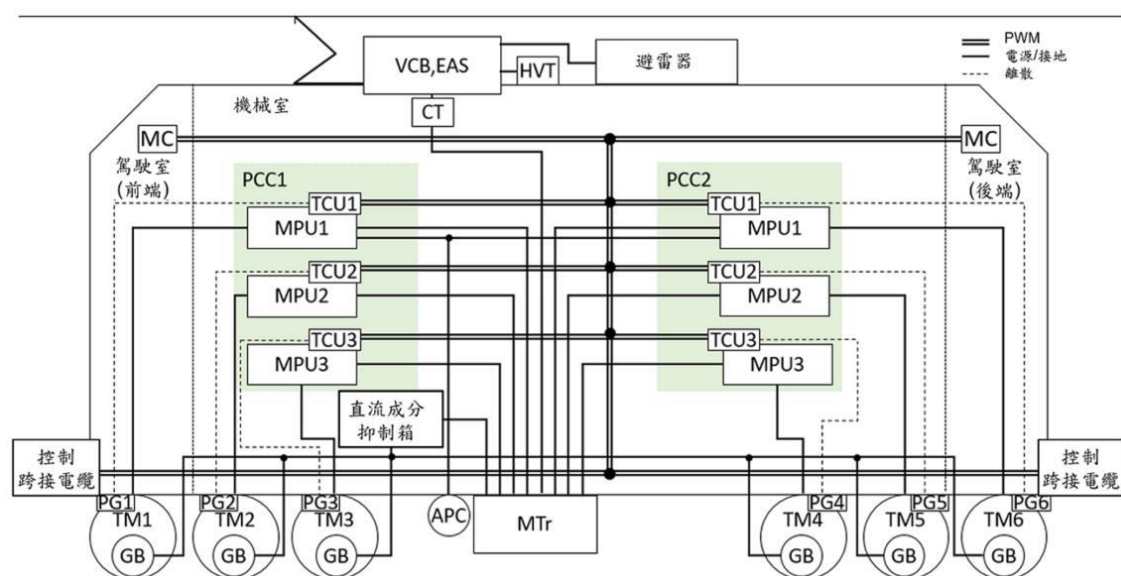


圖 4-5-2-1-1

2. 440Vac 輔助供電系統

PCC 設置各一組機車本車輔助供電單元(APU)與客車輔助供電單元(HEP)。

APU 與 HEP 於操作上具有互換性，使其於故障時可以進行備援動作。APU 與 HEP 之輸出會經由接觸器箱內接觸器組對輔助設備使用三相 440Vac 電源及客車三相 440Vac/450kVA 電源進行供電(圖 4-5-2-2-1)。

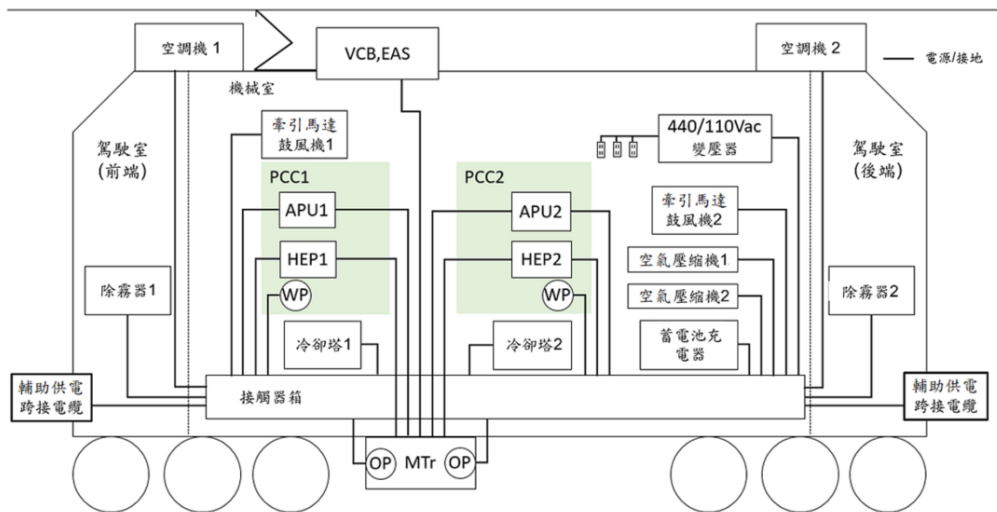


圖 4-5-2-2-1

3. 440Vac 輔助供電模式

通常狀況 APU1 為可變頻率模式，APU2 為固定頻率模式，會對各機器進行 225VA 之供電。HEP1、2 會以固定頻率模式同步運作，會於輸出側並聯來供給 450kVA 的電源。APU1 以可變頻率模式動作時，有負載設備之牽引馬達鼓風機、組合式冷卻器鼓風機為了減輕噪音，會依需求降低其轉速。若有一個 APU 發生故障的話，會以剩下那個 APU 來供給全機車的電力。若有一個 HEP 發生故障時，APU2 會切換備援模式改以 HEP 的模式運作，因此 APU1 會改為供給全機車的電力(圖 4-5-2-3-1)。

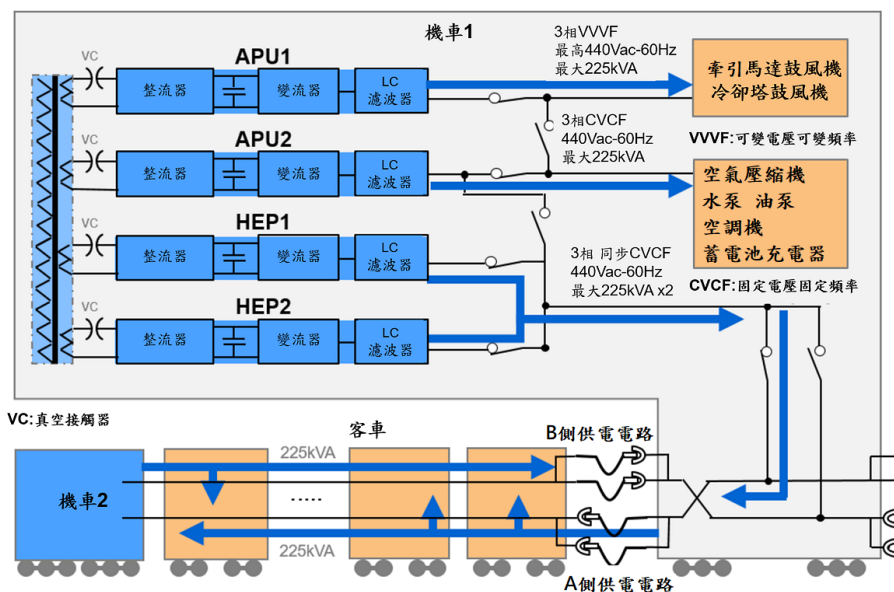


圖 4-5-2-3-1

4. 440Vac 客車輔助供電模式

客車的供電電路分為 A、B 兩側。一般運用上，本務機車與後連機車會各自對單側供電電路進行供電。其中一機車的輔助電源裝置故障造成單側供電電路供電中斷時，會由供應正常之機車對 A、B 側供電電路進行電源供應。另外 A、B 側任一供電電路發生故障的話，會切換為單側供電電路供應 450kVA 電源模式。HEP 接觸器部分可由本務機車端對後連機車接觸器進行控制，因此本務機車端的輔助電源故障時，也還是可以對後連機車端接觸器進行控制來進行備援供電客車的供電電路分為 A、B 兩側。當本務機車的前端駕駛室為主控端時，右後方為 A 側供電電路、左後方為 B 側供電電路。(圖 4-5-2-4-1、圖 4-5-2-4-2)。

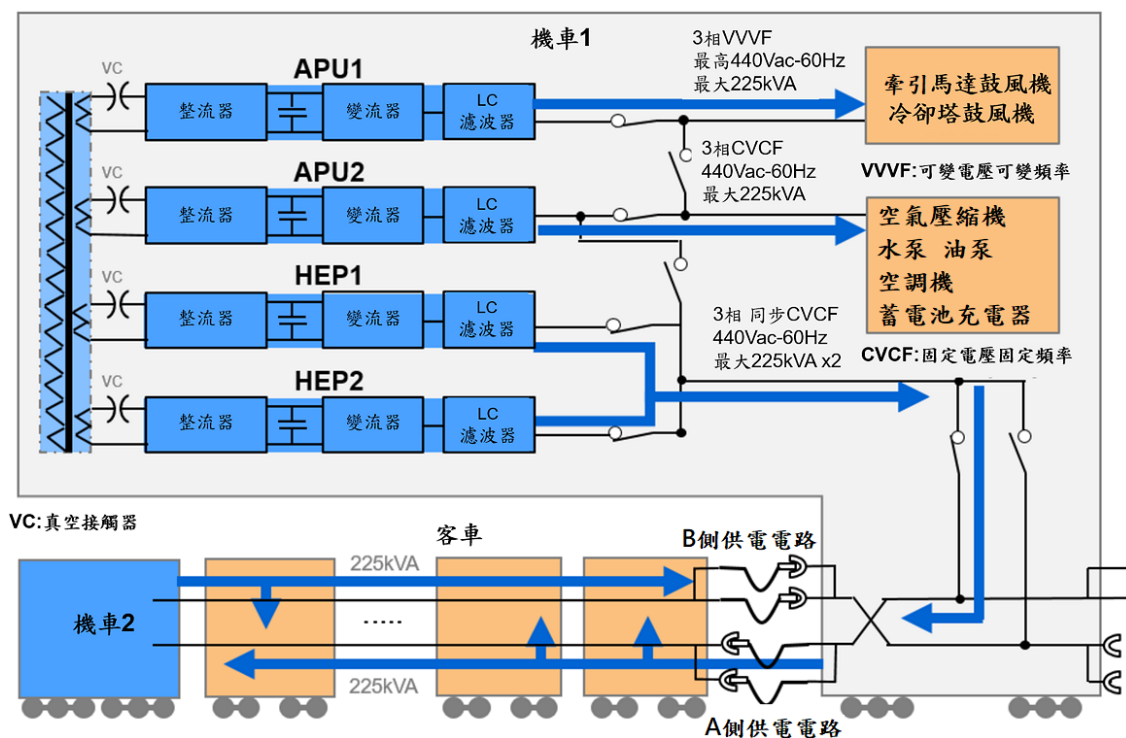


圖 4-5-2-4-1

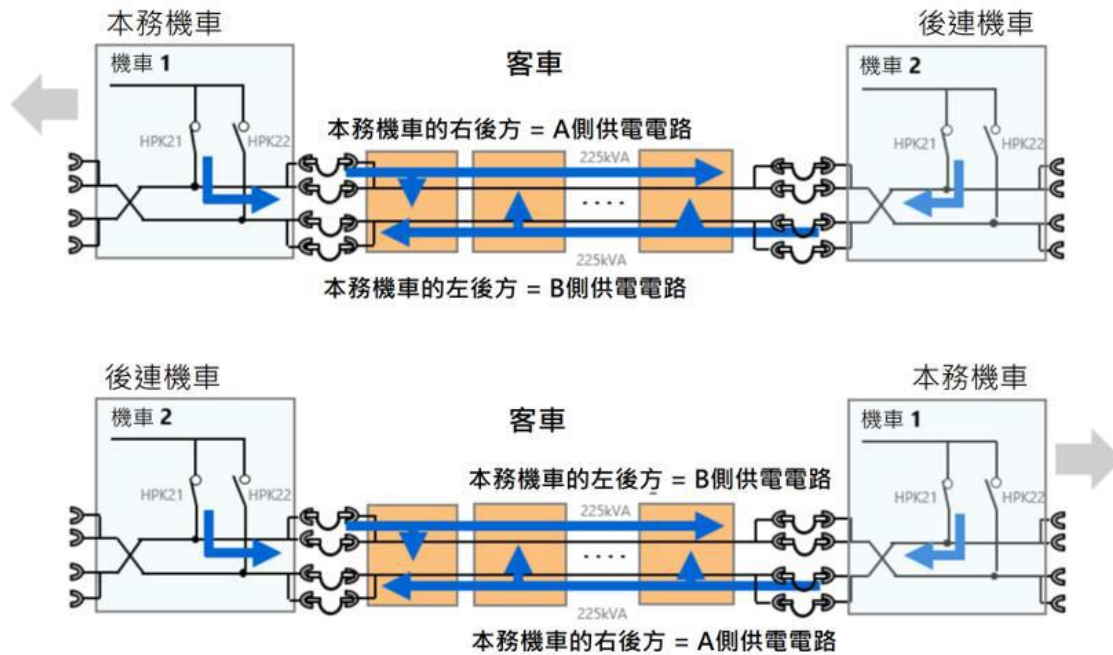


圖 4-5-2-4-2

5. 440Vac 輔助電路系統-冷卻系統

一台牽引馬達鼓風機(MB)可對 3 軸份的牽引馬達進行冷卻。組合式冷卻塔 (CCT) 循環水用於 PCC 的電力單元冷卻和用於 MTr 冷卻的循環油。CCT1 可以對 1 台 PCC 之電力單元及半個 MTr 單元系統進行冷卻。牽引馬達鼓風機與 CCT 各有 2 台，架構具有備援性，即使 1 台機器故障，機車可以降低功率繼續運行，是保有冗餘性的結構。PCC 水泵內有水流偵測器監控流量，MTr 油泵內有流量偵測器監控流量，若有發生流量突然降低或停止時會對其進行保護動作。PCC 內與 MTr 內皆有設置溫度感測器(TS)，意料之外的過載動作時會進行保護。PCC 內有設置排風扇，其電源是由 PCC 內之 AVR 電源來供應。蓄電池也有設置溫度感測器，發生非預期的溫度上升時，保護動作將作動(圖 4-5-2-5-1、圖 4-5-2-5-2)。

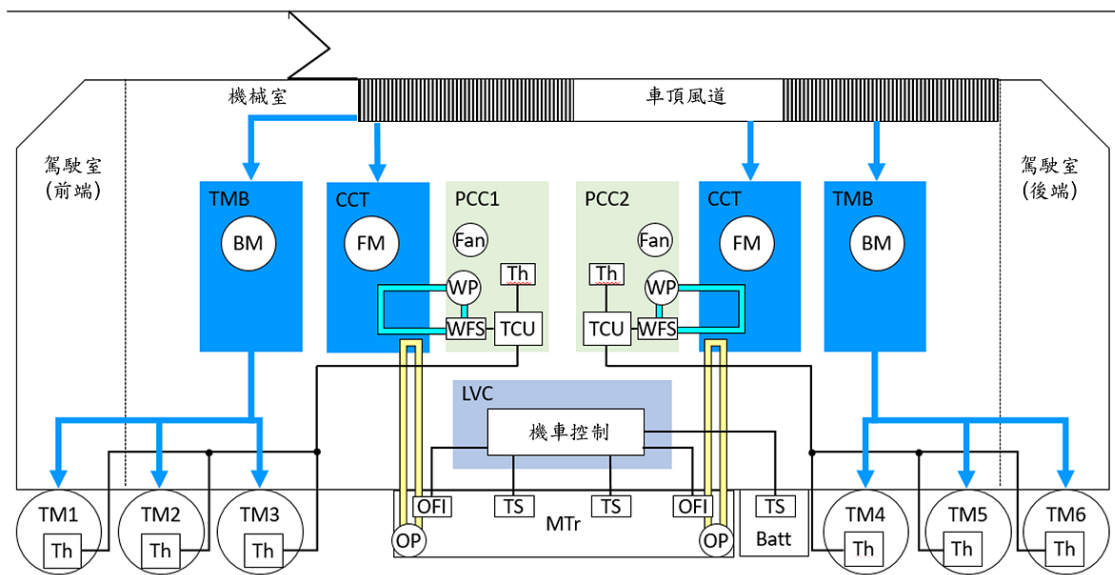


圖 4-5-2-5-1

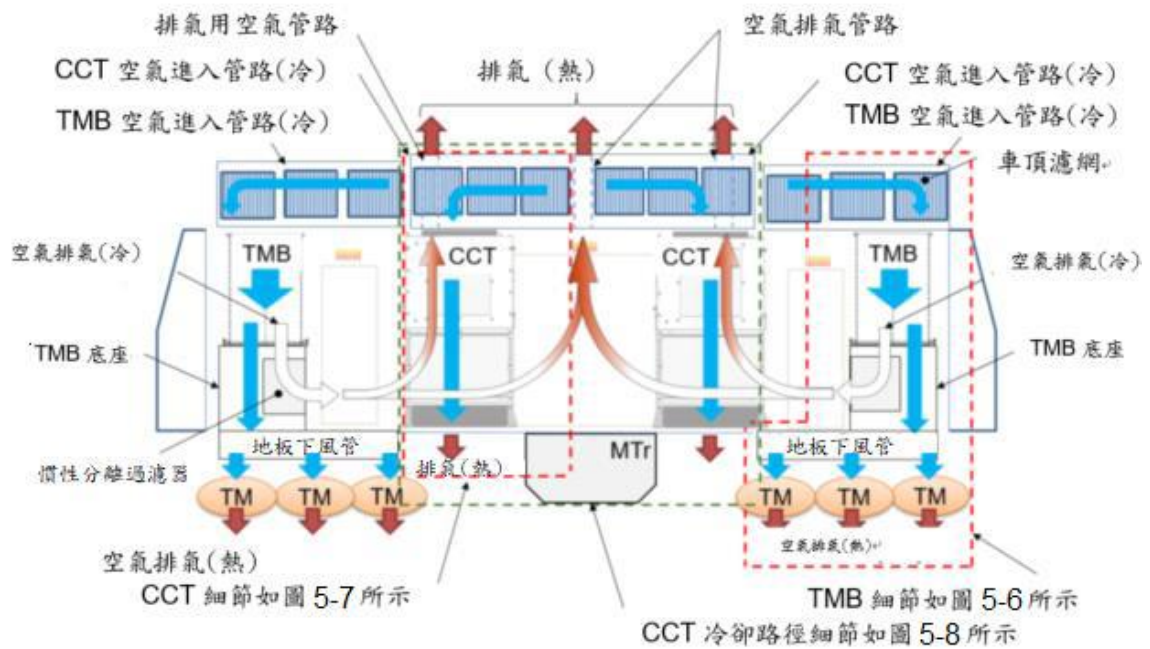


圖 4-5-2-5-2

6. 110Vdc 輔助系統

機車的控制电路、电气控制单元以及駕駛台的輔助电路所需之 110Vdc 电源由蓄電池充電器藉由蓄電池接觸器(BatK)供應。蓄電池充電器停止時會由蓄電池進行供應 110Vdc 控制电源，基本上電池容量可以維持正常狀況下 3 小時之運行。

110Vdc 电源主要用於機車的控制电源、集電弓上升用輔助空氣壓縮機、雨刷、燈及電子警鐘等。牽引控制單元(TCU)與輔助电源控制單元(ACU)設置於 PCC 內，電空控制單元(EPCU)則設置於軔機控制單元(BCM)內。TCU、ACU、EPCU 為電子控制方式之控制單元(圖 7-2.8)。

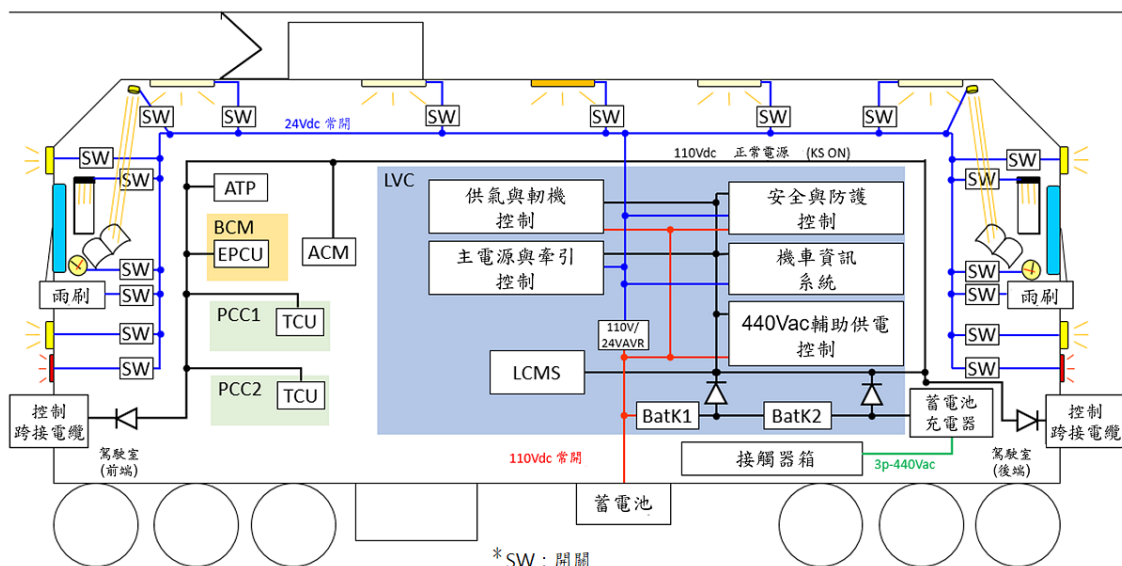


圖 4-5-2-6-1

(三) 操作示範(作用)

1. 前言

因製作本篇專題沈忠良領班，目前職稱為現場電器班領班，而主要業務為現場拆裝、維修部分，故以下篇幅將以三、四級檢修為模型，介紹拆裝、檢修及測試的說明及介紹。

總成安裝及拆卸安裝支架：搬運 PCC 需要使用特殊吊掛架，其中包含上、下支架，安裝位置如圖 4-5-3-1-1。

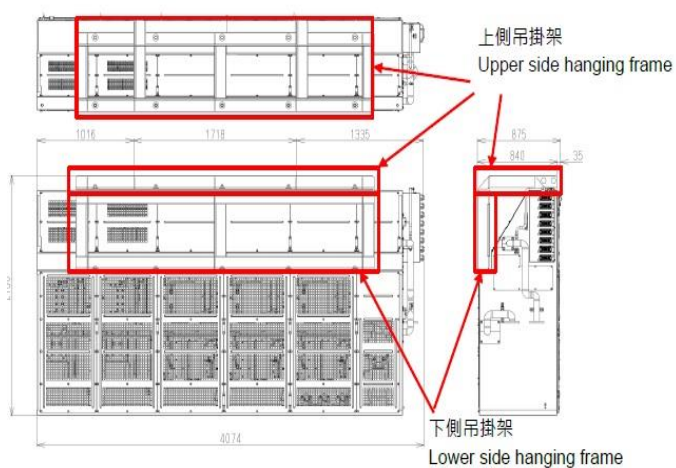


圖 4-5-3-1-1

2. 吊掛：吊掛架及 PCC 重量約 3655 kg，因此為了安全作業須特別注意重心位置。故需使用足以承受重量的鋼絲，如圖 4-5-3-2-1。

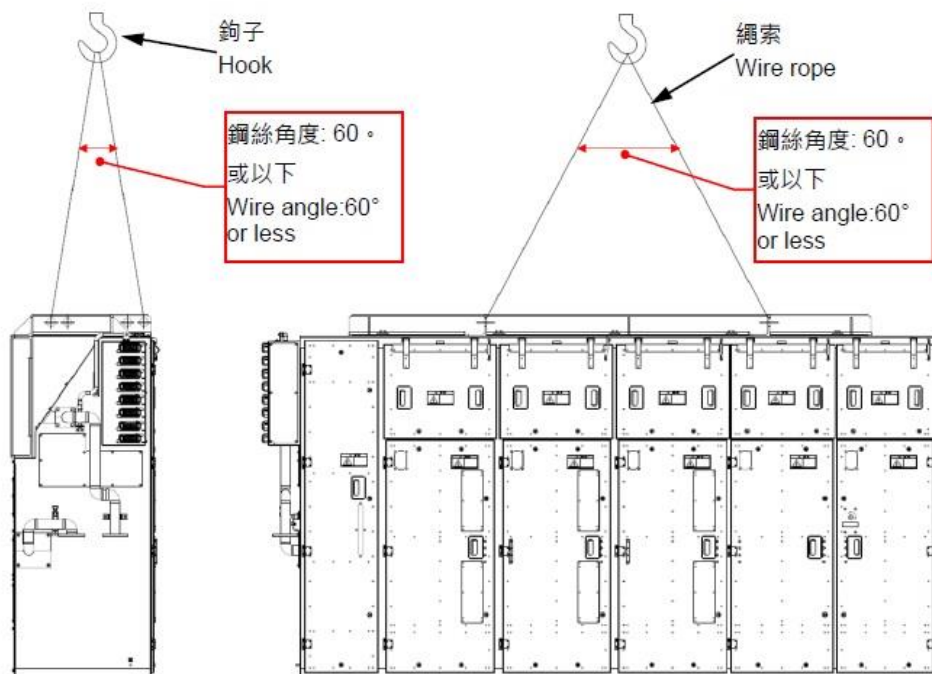


圖 4-5-3-2-1

3. 沖洗、注入、排出冷卻水

PCC 使用強制循環水冷卻。此外，由於配置與冷卻器分離，裝置安裝在車體上，並在與冷卻器的管道連接完成後注入冷卻水。管道內可能殘留有灰塵、污垢等，因此有必要清潔管道內部。因此，在注入冷卻水之前，請使用自來水進行初次沖洗，然後使用純水進行次級沖洗。

此外，在初次沖洗和次級沖洗完成後，立即將裝置中的自來水和純水排出。如果裝置內殘留有自來水或純水，零件可能因凍結而受損，因此請小心。

A. 初次沖洗(自來水清洗)

確認各閥門狀態，如表 4-5-3-3。打開儲存桶的進水口蓋，用水管等注入自來水至液位計上方標籤，打開排氣栓塞 AV1，外加交流電源給幫浦，啟動水泵。自來水將流入管道，儲存桶的水位將會下降，因此請用液位計確認。當水位下降到下限標籤時，繼續從水箱進水口加入自來水直到水位穩定持續運轉 30 分鐘，關閉水泵(圖 4-5-3-3-1、圖 4-5-3-3-2)。

表 4-5-3-3 各閥門初始狀態

閥門和栓塞的初始狀態		
裝置	代碼	狀態
分隔閥	VL1	打開
分隔閥	VL2	打開
排水閥	DV1	關閉
排水閥	DV2	關閉
排氣栓塞	AV1	關閉
排氣栓塞	AV2	關閉
排氣栓塞	AV3	關閉
熱交換排氣	—	關閉

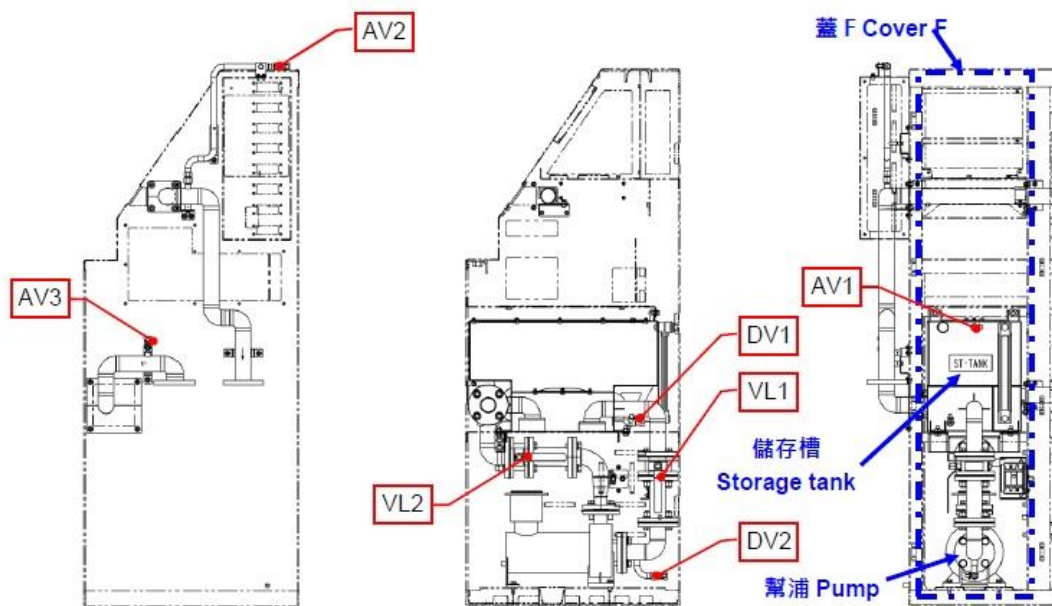


圖 4-5-3-3-1

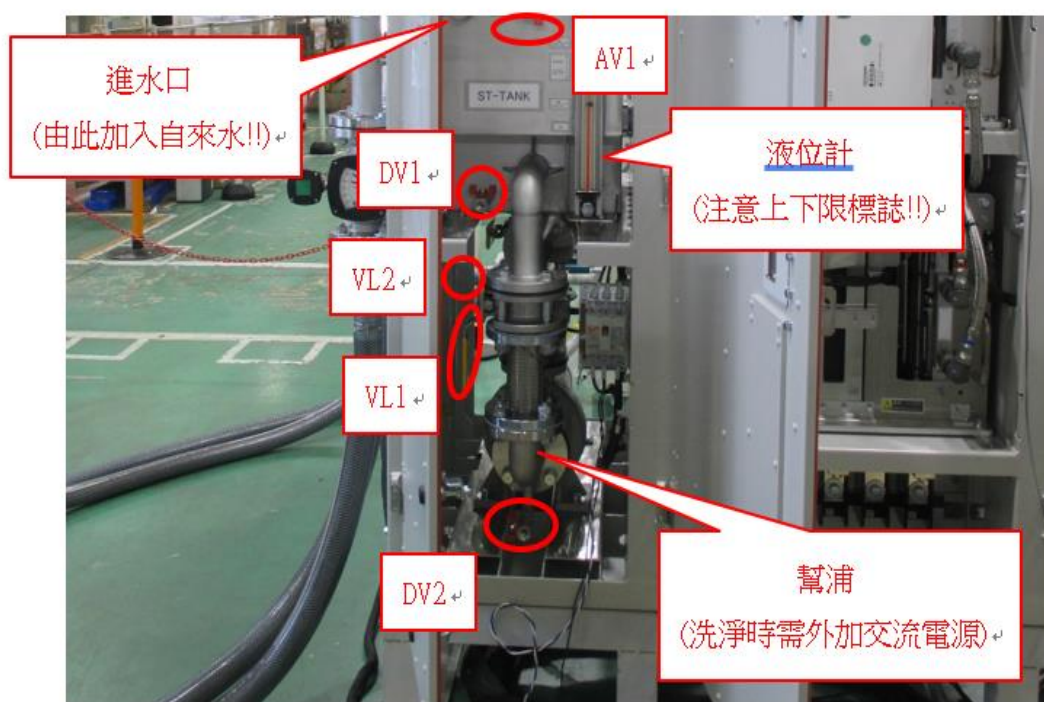


圖 4-5-3-3-2



圖 4-5-3-3

B.排水

連接排水管至排水閥 DV1、DV2，打開排氣栓塞 AV2、AV3 並打開排水閥 DV1、DV2 將自來水排出後，將各閥門回復初始狀態(圖 4-5-3-3-1、圖 4-5-3-3-2、圖 4-5-3-3-3)。

C.二次清洗(純水清洗)

流程與初次清洗流程相同，但需要注意的是，第二次清洗使用的是純水，且離初次清洗時間距離不可過長。

D.注入冷卻液

確認各閥門狀態，如表 4-5-3-3。與清洗流程相同，利用外接交流電啟動水泵將冷卻液加入儲水桶中，並控制液位於上下限之間，最後將 AV1~AV3 排氣栓塞依序關閉，並檢查各管路有無漏液。

E.排出冷卻液

※大氣壓力排冷卻液

連接排水管至排水閥 DV1、DV2，打開排氣栓塞 AV2、AV3 並打開排水閥 DV1、DV2 將冷卻液排出(表 4-5-3-4-1)。

表 4-5-3-4-1 使用大氣壓力排出冷卻液各閥門配置

排出時冷卻液各閥門狀態		
裝置	代碼	狀態
分隔閥	VL1	打開
分隔閥	VL2	打開
排水閥	DV1	打開
排水閥	DV2	打開
排氣栓塞	AV1	打開
排氣栓塞	AV2	打開
排氣栓塞	AV3	打開
熱交換排氣	—	打開

※外接空氣排放剩餘冷卻液

確認各閥門狀態，如表 4-5-3-4-2。連接空氣管至 AV1 並外接空氣，利用空氣管壓力將 DV2 剩餘純水往排出，完成後關閉 DV1、DV2 和熱交換器的閥門。關閉 VL1 和熱交換器排放，並往 AV2 外接空氣利用空氣管壓力將電力裝置剩餘冷卻液排至儲水桶。

表 4-5-3-4-2 使用外接空氣排出冷卻液各閥門配置

排出冷卻水時，閥門和栓塞的狀態		
裝置	代碼	狀態
分隔閥	VL1	打開
分隔閥	VL2	打開
排水閥	DV1	打開
排水閥	DV2	打開
排氣栓塞	AV1	打開
排氣栓塞	AV2	關閉
排氣栓塞	AV3	關閉
熱交換排氣	—	打開

4. PCC 試驗

A.絕緣電阻量測

測量絕緣電阻之前，在準備階段，請將控制電路的所有連接器以及 PCC 中端子塊處連接到車體端的所有連線全部拆卸，以取消與車體電路的電氣連接。對於 MPU 的牽引電源電路和 APU、HEP 的輔助電源電路，應分別進行絕緣電阻測量。進行量測時所有連線應全部與 PCC 內的導體短路，並拆卸接地到 PCC 框架的連線(表 4-5-3-5、圖 4-5-3-5-1)。

使用高阻計測試結果，應高於 $20\text{M}\Omega/1000\text{V}$ 以上。

B.介電(耐壓)測試

在準備階段，進行介電強度試驗之前，請將控制電路的所有連接器以及 PCC 中端子塊處連接到車體端的所有連線全部拆卸，以取消與車體電路的電氣連接。對於 MPU 的牽引電源電路和 APU、HEP 的輔助電源電路，應分別進行介電(耐壓)測量。進行量測時所有連線應全部與 PCC 內的導體短路。並拆卸接地到 PCC 框架的連線(表 7-4.1、圖 7-4.1)。接下來將 DS（斷路器）把手從接地位置調至正常位置，進行測量。

其測量結果：

MPU 和 PCC 框架之間施加試驗電壓（AC5600V 50Hz 或 60Hz - 1 分鐘），無異常狀態。

在 APU、HEP 和 PCC 框架之間施加試驗電壓（AC2500V 50Hz 或 60Hz - 1 分鐘），無異常狀態。

表 4-5-3-5 表 PCC 測試過程中需短路線號

短路線號	
MPU1	1501,1501A,1502,1511,1512,500A,511U1,511V1,511W1
MPU2	2501,2501A,2502,2511,2512,500B,511U2,511V2,511W2
MPU3	3501,3501A,3502,3511,3512,500C,511U3,511V3,511W3
APU	1553,1554,1556,LP4,LN4,705B4,512,303U,303V,303W,314U,314V,314W
HEP	1563,1564,1566,LP5,LN5,705B5,323U,323V,323W,345U,345V,345W



圖 4-5-3-5-1

(四) 結論

針對 PCC 電流轉換裝置的三、四級檢修訓練，主要有以下三個結論

1. 未來在台灣進行三、四級檢修可能遇到的問題

東芝在三、四級檢修課程中，主要以模組化為模型進行保養維修，但目前本廠在維修作業中，該如何界定最小維修單位？作用不正常直接更換模組又或者進行模組單體檢修？若前者為未來主要維修方式，備品的請購與適合的倉儲空間是否會限縮場內的修制動能？另外設備上的增購及場地的規劃，可能都是未來需要討論的問題。

比方說未來 PCC 總成需要做介電(耐壓)測試，但本場的耐壓試驗機皆設於高壓室，而高壓室因無天車且受限於場地上的空間與設計，會有窒礙難行的現象，若要在現場設置測試區，則得考量同仁的安全性與設備維護及安置成本。另外水冷系統及油泵的檢修、保養皆須供給外加電源方得以施

作，故為維持良好的檢修品質及效率，建議針對 E500 型三、四級檢修做適當的配套措施。

2. E500 型與 E1000 型、GE 機車檢修上的差異

模組化的檢修方式，可以有效提升現場維修效率，但因為來各系統幾乎都有所謂的控制中心，有更多的電路控制及繁瑣的制動系統，所以對於檢查員及現場維修人員的培訓將顯得格外重要。其中 E500 增加了防火系統、軔機電控系統、水冷系統…，在提升機車效能與安全性的同時，對於維修人員的本質學能上也是一種挑戰與學習的契機。

3. 未來該如何有效提升維修效率並減少故障率

如同先前所提到的問題，若能在 E500 型機車開始三四級維修前，先在場地規劃、設備配置及備品計畫上做好良好的配套，對於未來檢修作業上將建立良好的基礎。由於目前現場人員正陸續赴日進行教育訓練與檢驗作業，建議在不違反著作權的原則下進行現場影片拍攝並存檔以供未來教育訓練使用，進而改變本公司師徒制的陋習，有效建立正確的檢修文化，讓台鐵的技術傳承能夠永久存續。

六. 主控制器

(一) 概述：

主控制器由操作機構單元及 PWM 模組組成。



主控制器操作機構單元

圖 4-6-1-1



主控制器 PWM 模組

圖 4-6-1-2

(二) 操作機構單元的主要部位如下：

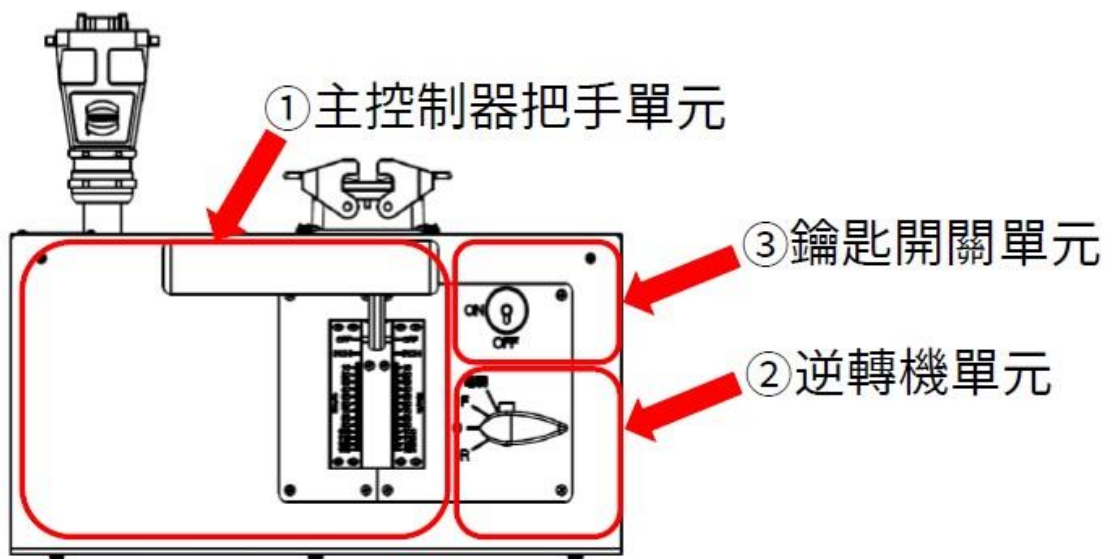


圖 4-6-2-1

操作主控制器把手，可以控制機車的驅動力；操作逆轉機，可以切換機車的行駛方向及電軔。

1. 主控制器把手單元：

- (1) 主控制器把手單元，由主控制器把手、編碼器、凸輪軸、凸輪開關、速度刻度與維持把手位置的停頓機構，以及將上述連結起來的單元和齒輪所組成，主控制器把手單元包含以下的單元。
- (2) 主控制器把手位置偵測單元，藉由編碼器及凸輪開關的併用，偵測主控制器把手的位置，藉由編碼器及凸輪開關併用。
- (3) 速度刻度與維持把手位置的停頓機構，藉由停頓機構的作用，在 OFF ~5km/h 之間的各刻度位置在操作時有卡頓感，另在 5km/h~130km/h 之間，設計為無刻度、可在任意之處停止的機制，是可使主控制器把手停止在所需位置的結構。
- (4) 聯鎖機構，透過與逆轉機單元的連動機構，逆轉機在“0”位置時，主控制器把手被鎖定。

2. 逆轉機單元：

逆轉機單元由逆轉機、凸輪軸、凸輪開關等部分組成鑰匙開關。

- (1) 逆轉機位置偵測功能，藉由凸輪開關，偵測逆轉機的 F、R、和電軔位置。
- (2) 聯鎖功能，聯鎖功能與鑰匙開關單元的組合，主控制器鑰匙在 ON 位置時，才可操作逆轉機，此外與主控制器把手單元的組合，逆轉機在 0 位置時，主控制器把手被鎖定。

3. 鑰匙開關單元：

鑰匙開關單元由鎖芯等零件組成：包含主控制器鑰匙、凸輪、凸輪開關等。

- (1) 主控制器鑰匙插入偵測功能，藉由凸輪開關，偵測鑰匙開關位在 ON、OFF 位置。

(2) 聯鎖功能，藉由與逆轉機的(聯鎖)機構，當鑰匙開關在“ON”位置時，可操作逆轉機，唯有在逆轉機位置在 0 位置時，才可操作鑰匙開關。

(三) 主控制器各部名稱

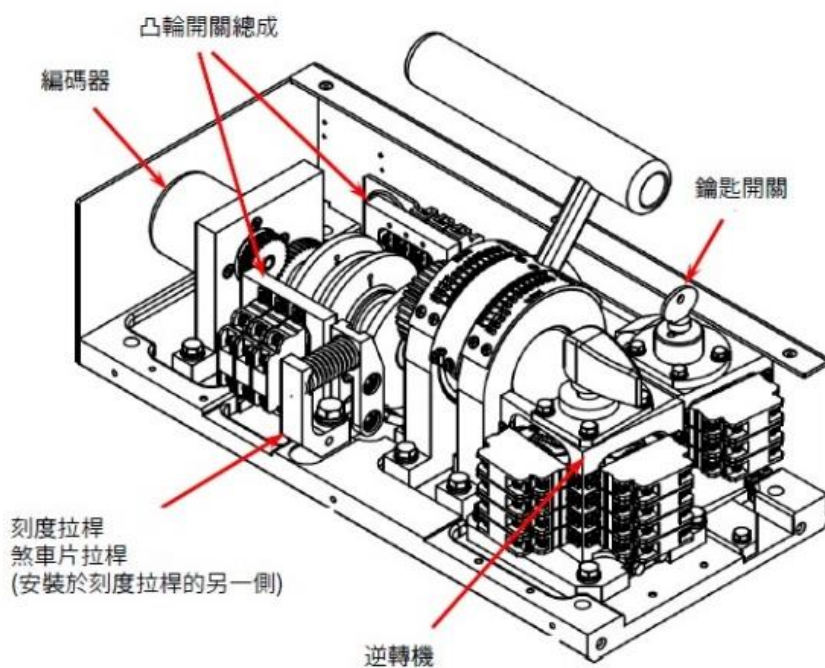


圖 4-6-3-1



圖 4-6-3-2

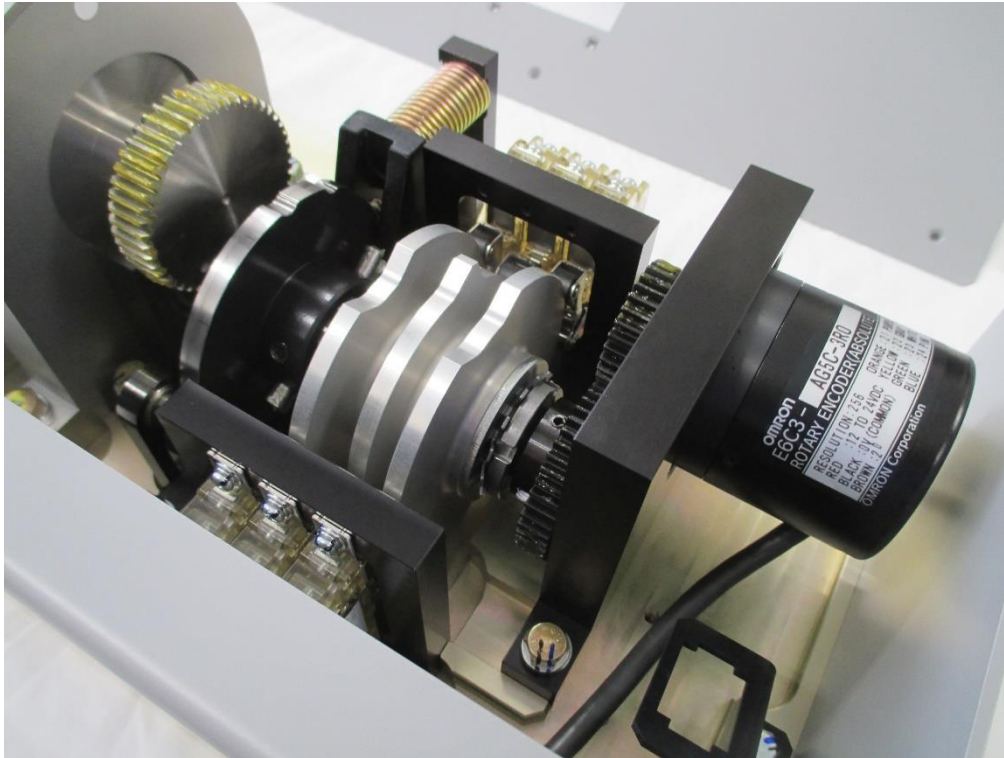


圖 4-6-3-3



圖 4-6-3-4

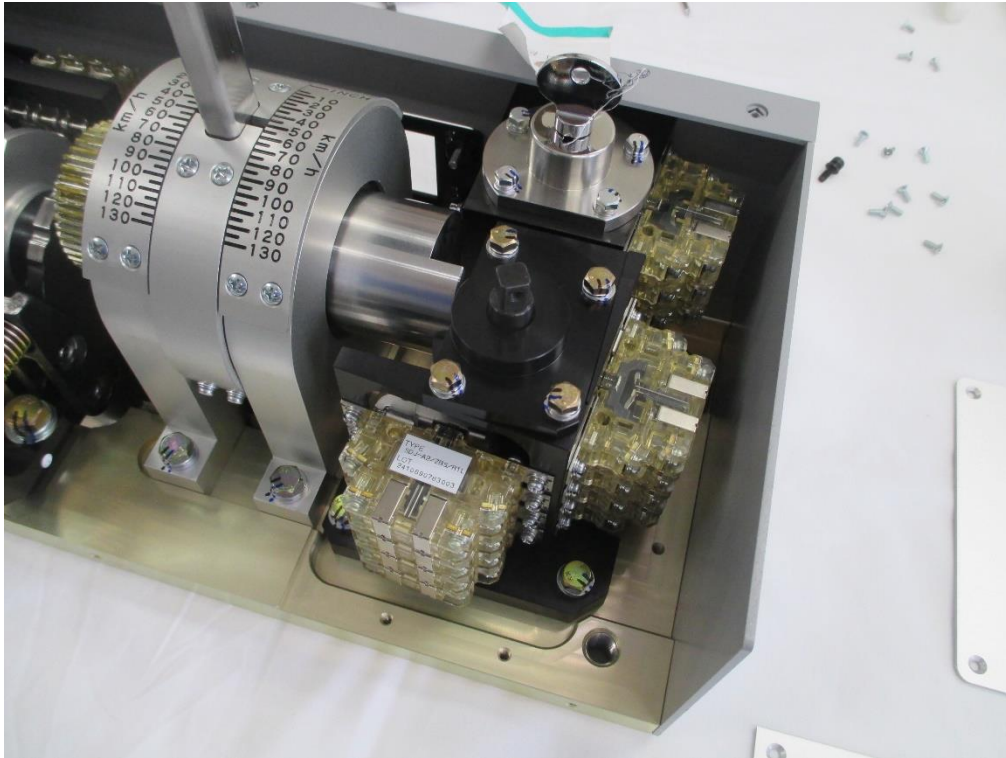


圖 4-6-3-5

(四) 主控制器 PWM 模組：

主控制器 PWM 模組由 PWM 轉換電路板組成，旋轉式編碼器偵測主控制器把手的角度，此電路板將旋轉式編碼器輸出的訊號轉換為 PWM 訊號。

PWM 轉換電路板上裝有雜訊濾波器與電源供應器。

(五) 裝置整體的額定規格與性能：

1. 型號

(1) 主控制器操作機構單元：KC204-A0

(2) 主控制器PWM模組：CVU019-A0

2. 重量

(1) 主控制器操作機構單元：16.6kg±10%

(2) 主控制器PWM模組：3.5kg±10%

3. 電源電壓：DC110V（77~137.5V）

4. PWM輸出：頻率：500Hz

(1) 負載比OFF~5km/h：10%

- ### (六) 主控制器操作機構單元外形尺寸

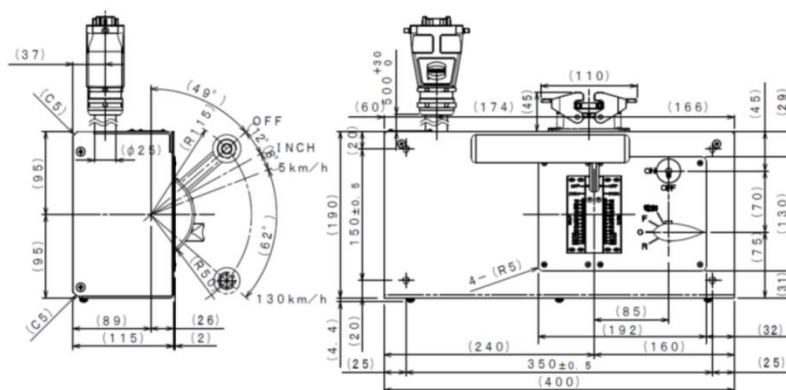


圖 4-6-6-1

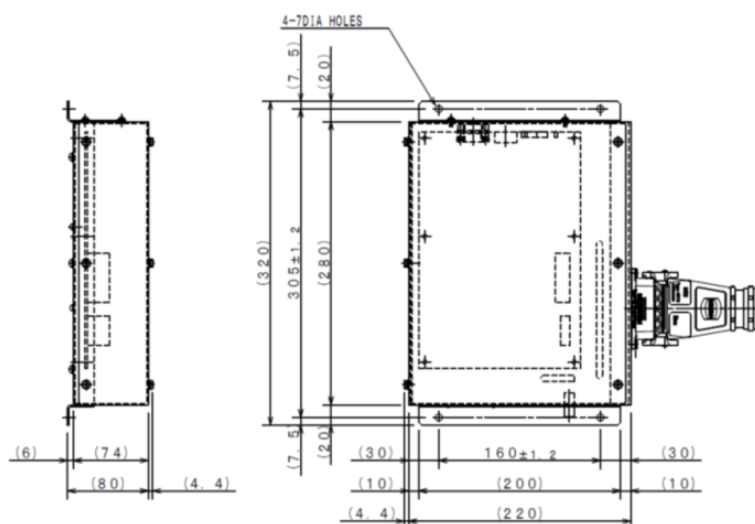


圖 4-6-6-2

(七) 其他部位的額定規格與性能

1. 旋轉式編碼器。

(1) 用途：偵測主控制器把手的角度。

(2) 電源電壓：DC12～24V。

(3) 角度數據位元數：8 位元，核對位元：1 位元，閃示位元：1 位元。

(4) 最小解析角度：0.46875°/位元，(主控制器把手操作角度換算值)。

2. 凸輪開關

(1) 型號：SDJ-A2。

(2) 接點組成：1a1b。

(3) 額定電流：10V。

(4) 額定工作電壓：DC 110V/1A (R/L=40ms)。

(5) 電氣壽命：100 萬次 (DC110V/1A (R/L=40ms))。

(6) 接點動作：瞬時作用。

(7) 防護等級 (IP 代碼)，接點：IP40，端子：IP00。

(八) 操作方法

1. 主控制器把手操作方法

主控制器把手的動作範圍為 82 度。在該操作範圍內的各刻度位置如下述：

OFF 位置：0°

INCH 位置：從 OFF 位置向司機員側傾斜 12 度的位置。

5km/h 位置：從 OFF 位置向司機員側傾斜 20 度的位置。

130km/h 位置：從 OFF 位置向司機員側傾斜 82 度的位置。

主控制器把手可停在 5km/h ～130km/h 之間的任一位置。

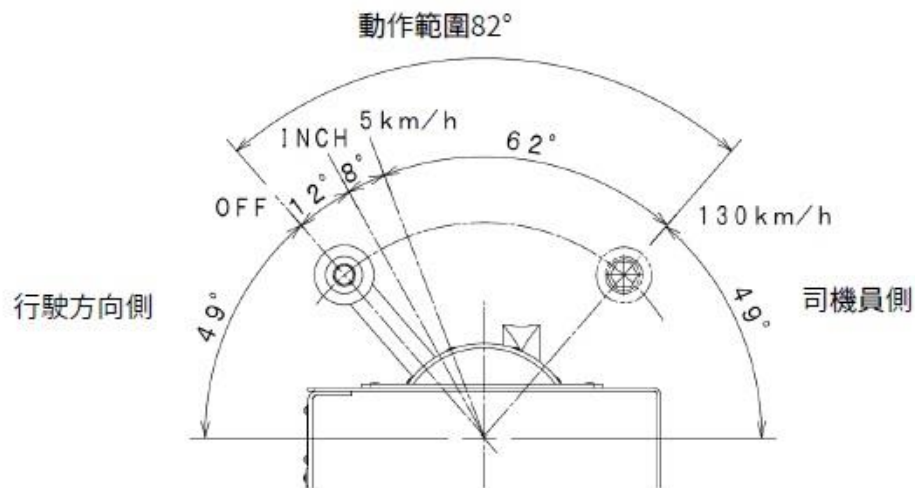


圖 4-6-8-1-1

2. 逆轉機操作方法：

(1) 鑰匙開關：圖 1-6-1-3

鑰匙開關有兩個位置：ON 和 OFF。

將主控制器鑰匙插入，即可操作鑰匙開關。



圖 4-6-8-2-1-1

(2) 逆轉機有四個位置：圖 1-6-1-3

電軔、F、O 和 R，將逆轉機位置設定為 F 或 R，可以選擇機車的行駛方向。

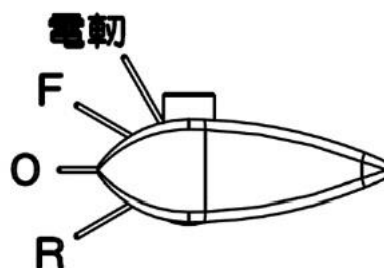


圖 4-6-8-2-2-1

聯鎖機構：

為了防止主控制器把手、逆轉機、鑰匙開關的誤操作，配有聯鎖機構。

(如下表所示)

表 4-6-8

把手、開關位置			聯鎖		
鑰匙開關	逆轉機	主控制器把手	鑰匙開關	逆轉機	主控制器把手
OFF	0	OFF	解鎖 (主控制器鑰匙可抽出)	固定在“0”	固定在“OFF”
ON	0	OFF	鎖定 (主控制器鑰匙不可抽出)	固定在“0”	固定在“OFF”
ON	F/R/電軔	OFF	鎖定 (主控制器鑰匙不可抽出)	可以選擇	“OFF”位置
ON	F/R/電軔	INCH ~130km/h	鎖定 (主控制器鑰匙不可抽出)	固定在 F/R/電軔中所選的位置	可以操作

(九) 定期檢修：

在對車輛進行耐壓測試(對主控制器施加高電壓的情況)或檢修保養之前，

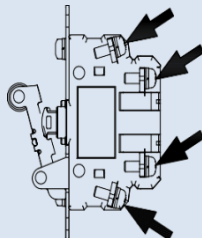
請務必斷開裝配之連接器，否則可能會導致觸電或裝置故障。

1. 螺絲鎖緊管理值

表 4-6-9-1

尺寸	鎖緊扭力管理 值 N · m
M4	1.8
M5	3.5
M6	6.0
M8	15.0

表 4-6-9-2

尺寸	特殊扭力 管理值 Nm	對象部分（特殊管理類別）	
M3	0.5~0.8	凸輪開關連 接處螺絲	
M4	3.5	板簧安裝螺絲附 內六角螺栓	

各零件的更換週期：

表 4-6-9-3

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- 3R0	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	Master Controller	1 個/支	20 年
表 2. 主控制器 PWM 模組				
No.	名稱		所需數量	更換週期
1	PWM 轉換電路板	PUZ137	1 個	12 年

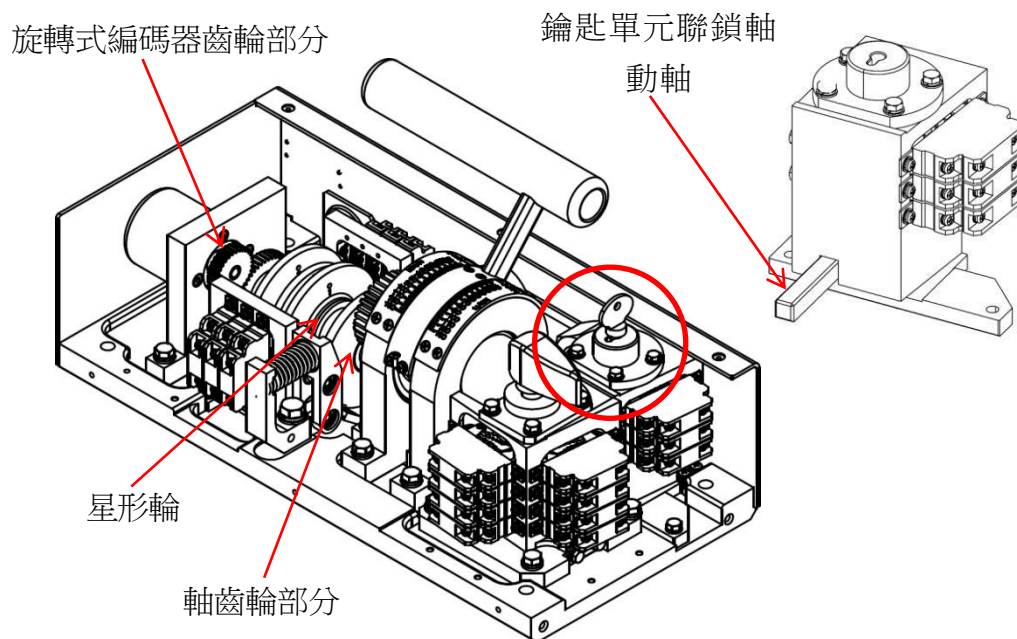


圖 4-6-9-1-1

1. 在對車輛進行耐壓測試(對主控制器施加高電壓的情況)或檢修保養之前，請務必斷開裝配之連接器，否則可能會導致觸電或裝置故障。
2. 主控制器操作單元清潔與上油方法
請使用建議的潤滑脂（ENEOS Multi-Knock Grease No.1），為上圖所示位置上油，如果還有殘留的舊潤滑脂，請事先清潔後再上油。
3. 2 級檢修(3 個月)：不拆外蓋進行目視檢查
4. 3 級檢修(3 年)：拆開外蓋進行目視檢查與潤滑

注意事項：

上油時請勿在凸輪上塗抹潤滑脂，否則可能會導致凸輪開關故障。

(十) 結論:

主控制器作為設備的核心管理單元，對機器運行的穩定性至關重要，透過正確的操作方法、完善的組件設計以及定期檢修，可以有效提升設備的可靠性與使用壽命，在實際應用中，應根據設備需求選擇合適的控制器，並建立完整的維護機制，以確保系統長期穩定運行。

這門課程內容豐富，涵蓋了理論與實務，不過，如果能增加更多實作案例或模擬操作的機會，讓同仁有更多動手實作的機會，學習效果可能會更好。

七. (機車)主變壓器

(一) 變壓器原理

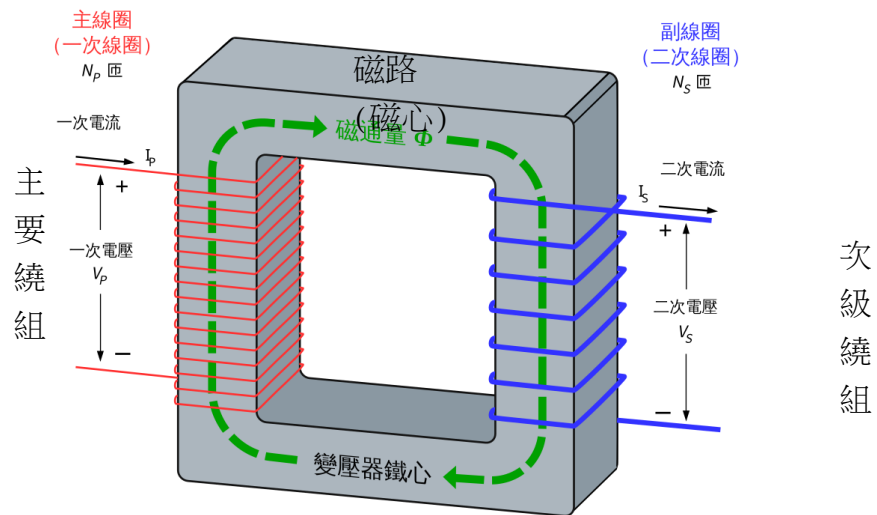


圖 4-7-1-1

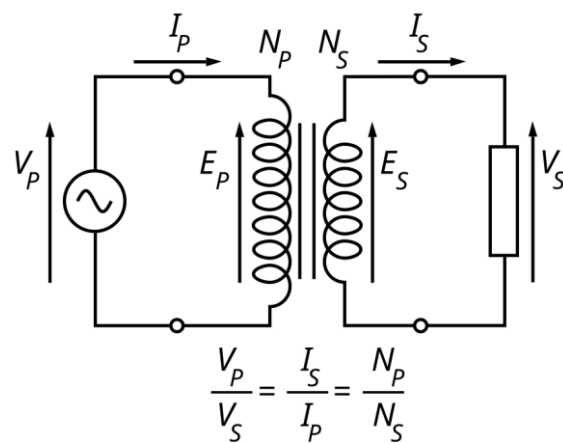


圖 4-7-1-2

(二) 外觀

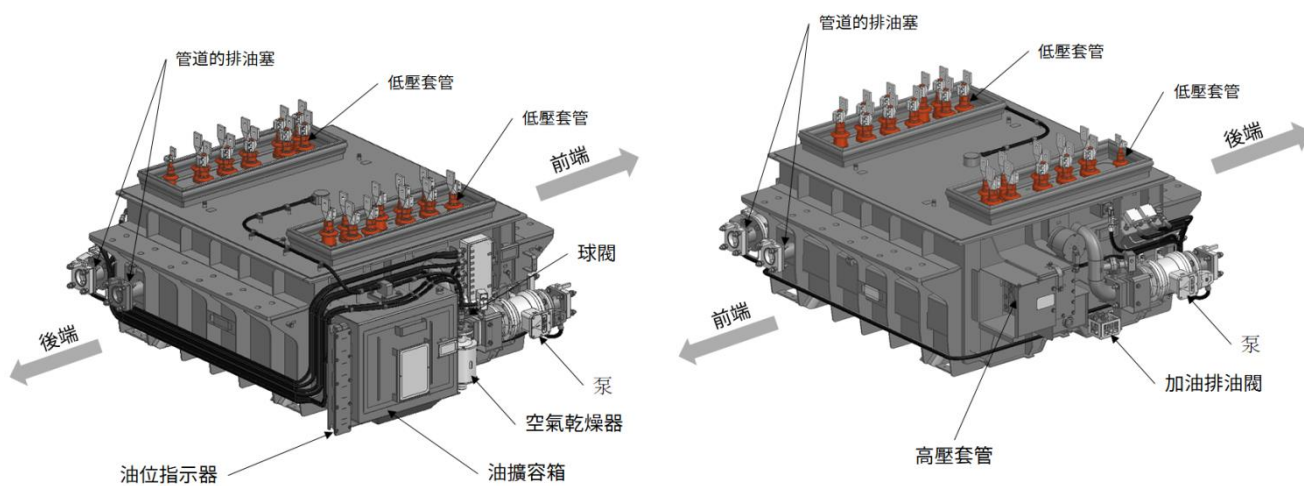


圖 4-7-2-1

(三) 主變壓器的位置

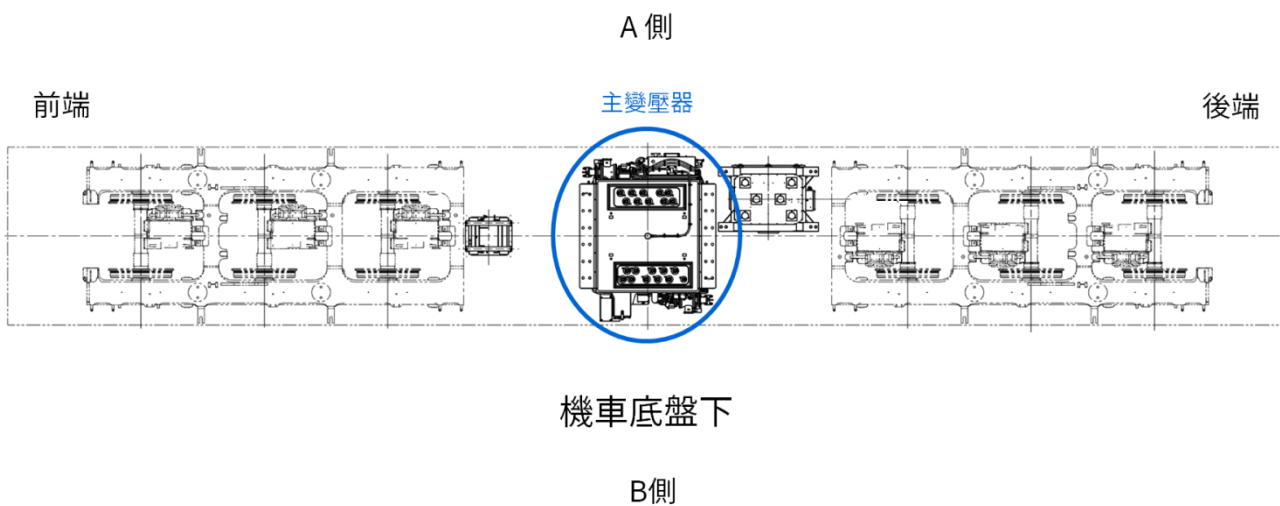


圖 4-7-3-1

(四) 主迴路

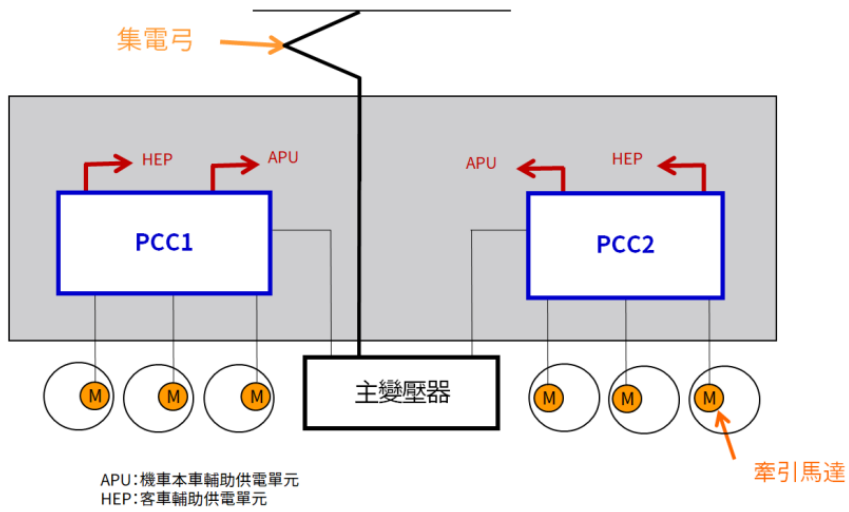


圖 4-7-4-1

(五) 主電路圖

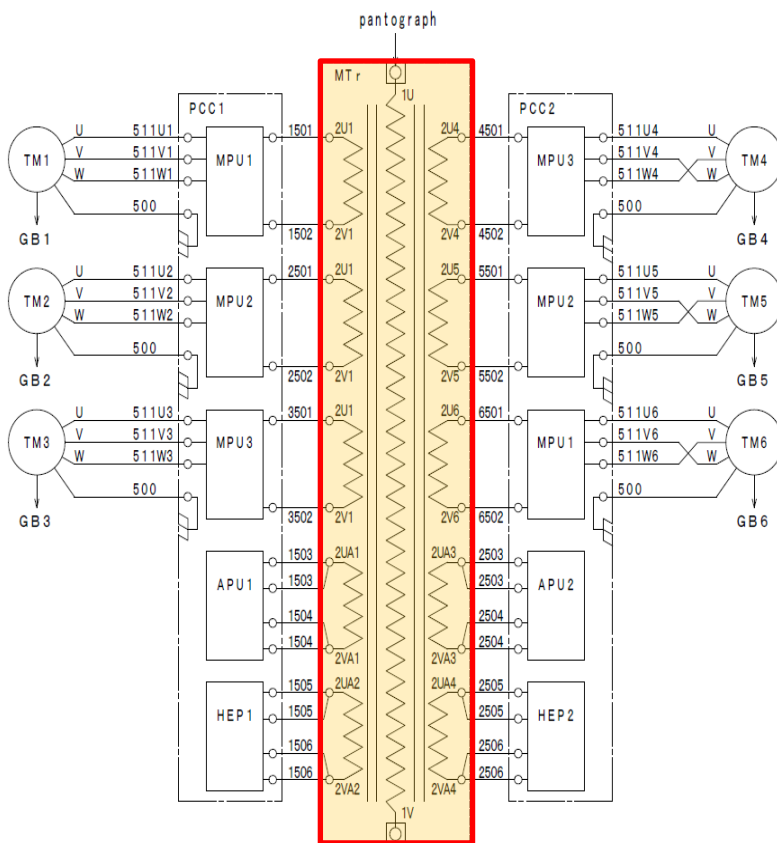


圖 4-7-5-1

(六) 主變壓器規格

- 1)類型：單相，有磁芯
- 2)冷卻類型：強制油冷卻、強制風冷卻
- 3)持續功率: 高於 5,460 kVA
- 4)絕緣等級：F 級(依 IEC 60310：2016)
- 5)生命週期：超過 30 年
- 6)架線電壓狀態

- 標稱： 25kV ac ，單相，60Hz
- 最小值： 17.5kV ac （至少 1 秒）
- 最大值： 30kV ac （瞬時）
- 波動範圍: 19kV 至 28.7kV (持續)

7)電源供應狀態

- 油泵功率; 3 相, 440 Vac, 60Hz
- 控制電路電源; 110Vdc

8)冗餘需求

主變壓器有 2 套油泵組，但只需一套油泵組即可保持冷卻能力，但主變壓器的總輸出功率將降低並限制在 70%。

9) 絕緣和冷卻液(酯類液體油)

沸點≥ 300°C (參照 ISO2592)

(七) 主變壓器外形概要

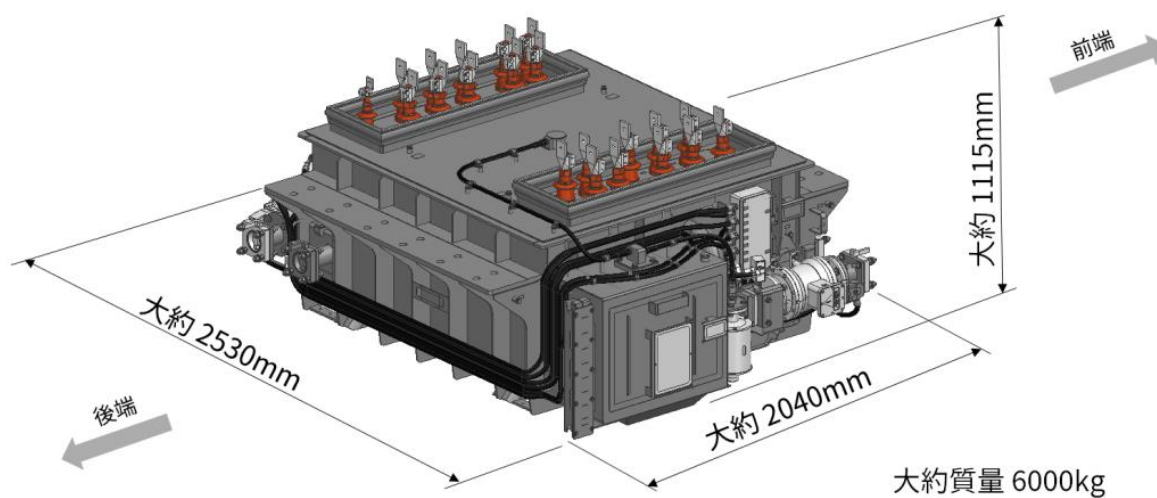


圖 4-7-7-1

(八) 主變壓器的主要特徵

1. 油擴容箱(保護器) 操作

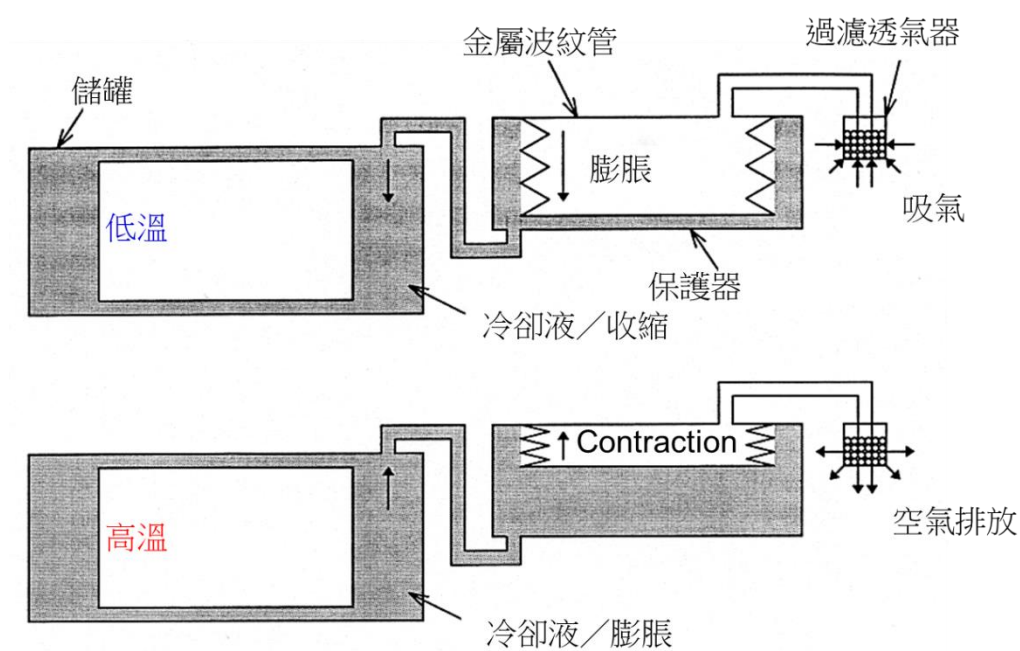


圖 4-7-8-1-1

(1) 位置的項目名稱

表 4-7-8-1

位置	數量	項目	位置	數量	項目
17.n	2	油泵	95.4	1	擴容油箱排水塞頭
22.n	6	蝶閥	95.5	1	油滯留箱排水塞頭
32.58	1	油位計	95.6	1	擴容油箱插塞頭
47.n	2	膨脹桶	95.7	1	管路通氣塞頭
61	1	釋壓閥	95.8	1	管路通氣塞頭
64.1	1	油位偵測器	98.1	1	管路通氣塞頭
64.3	1	油位偵測器	98.2	1	油泵排水塞頭
65.n	2	油循環偵測器	98.3	1	油泵通氣塞頭
66.2	1	透氣口	98.4	1	油泵排水塞頭
70	1	可鎖球閥	101	1	連接至擴容油箱的軟管
83	1	球閥	102	1	連接至空氣乾燥器的軟管
95.1	1	管路排水塞頭	OET	1	擴容油箱
95.2	1	管路排水塞頭	ORB	1	過壓閥釋放油的油滯留箱
95.3	1	過壓閥箱排水塞頭	TT	1	變壓器箱體

(2) 主變壓器的主要零件

A. 主套管

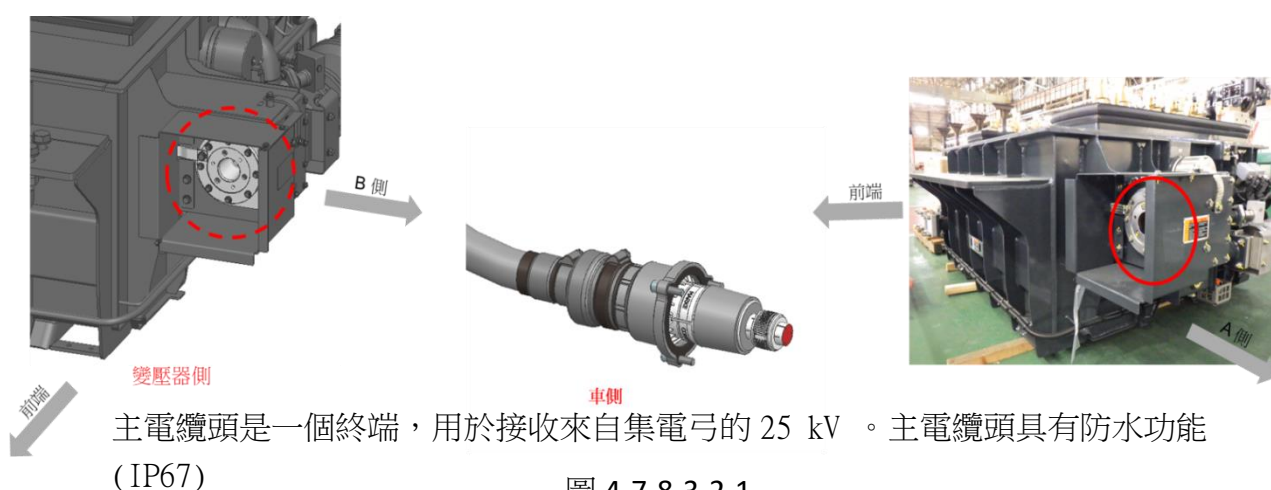


圖 4-7-8-3-2-1

B. 低壓套管

次級套管和三級套管位於主變壓器頂部，穿透至機房，並連接到 PCC。



圖 4-7-8-3-3-1

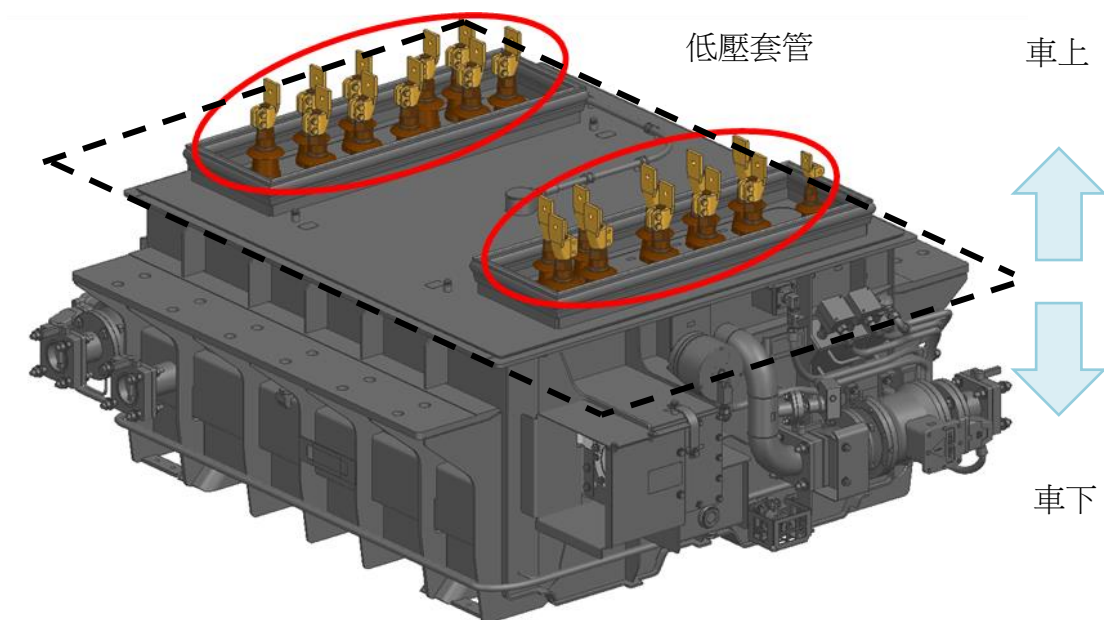


圖 4-7-8-3-3-2

C. 油泵

每一主變壓器有二組油泵，油泵安裝在 A 側和 B 側，每個都具有循環功能。

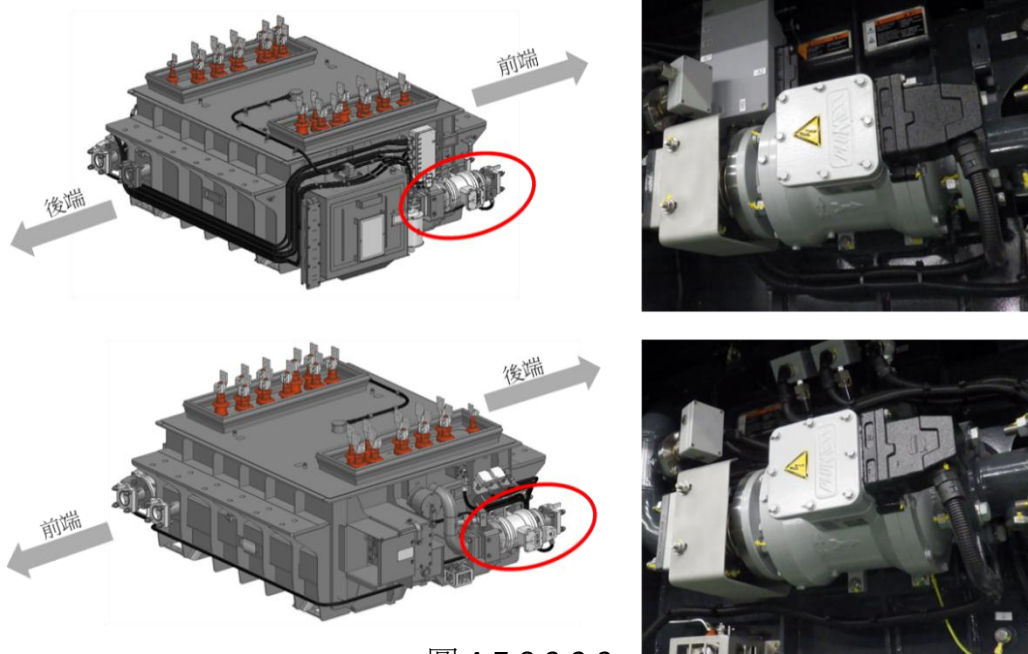


圖 4-7-8-3-3

D. 空氣乾燥器

空氣乾燥器安裝在 A 側的油泵旁邊，它的功能是保持密封的封閉空間中的空氣乾燥，並確保內外壓力平衡。



圖 4-7-8-3-4-1

- 平密封墊: 1ZCH104569 - 001
- 矽膠: HSN401022P0002
- 螺栓 7: 1ZCH102265-311
(數量: 每個空氣乾燥器 3 個)
- 平墊片 7: 1ZCH101823-008
(數量: 每個空氣乾燥器 3 個)
- 彈簧墊圈 7: 1ZCH101616-008
(數量: 每個空氣乾燥器 3 個)
- 墊片 8: 1ZCH104569-002
(數量: 每個空氣乾燥器 3 個)



圖 4-7-8-3-4-2

矽膠(乾燥劑)可以更換（更換新的矽膠）或再生。

矽膠完全乾燥時的顏色	矽膠完全飽和時的顏色
 橘色	 綠色

圖 4-7-8-3-4-3

(九) 檢修保養

1. 維護的預防措施

為了安全，在進行主變壓器的維護之前，請充分了解以下注意事項。

(1) 在故障跳脫後重新啟動

如果跳脫電路發生作用，主變壓器在追蹤原因之前不得啟動重新超過一次。

(2) 危險 (電擊)

運轉結束後，主變壓器非常熱，停止運行後，請至少等待 30 分鐘，不要觸碰它，在開始進行維護之前，請確保主變壓器已經接地，並請務必根據維護手冊，在檢查油泵、風機或低壓套管之前關閉電源，在運行期間，請勿靠近低壓套管或主電纜頭。

2. 一級檢修保養項目

表 4-7-9-1

項次	項目	檢修週期	備註	人力	時間(分鐘)	檢修項目
1	檢查矽膠	1 個月	I	1	5	43

(1) 空氣乾燥器內含矽膠，若無矽膠存在，應先檢查空氣乾燥器的完整性，如有必要，請更換空氣乾燥器，然後再根據二級檢修項目 44 或三級檢修項目 45 進行矽膠更換。

(2) 矽膠顏色:如果超過一半的矽膠已經變色（即已飽和濕度），則必須更換。參考以下 ABB Power Grids Sécheron 矽膠飽和度和顏色的對應表：

備註：潮濕的矽膠的顏色可能會有所不同，一旦矽膠的顏色不同於下表中描述的橙色，則被視為已飽和，圖 4-7-8-3-4-3。

3. 二級檢修保養項目

表 4-7-9-2

項次	項目	檢修週期	備註	人力	時間 (分鐘)	檢修項目
1	檢查儲罐帶蓋	1 年	T	1	30	1
2	檢查油箱	1 年	I	1	30	20
3	油質標準測試	2 年	I	1	30	21
4	檢查油泵	1 年	I	1	10	28
5	檢查油泵的電氣連接	1 年	I	1	5	33
6	檢查用於油擴容箱的軟管	1 年	I	1	5	37
7	檢查用於空氣乾燥器的軟管	1 年	I	1	5	39
8	檢查帶有矽膠的空氣乾燥器	1 年	I	1	15	41
9	用再生矽膠更換	4 個月	R	1	5	44
10	檢查接地連接	1 年	I	1	5	90
11	檢查變壓器或附件連接器	1 年	I	1	5	92
12	檢查電纜組	1 年	I	1	30	94
13	檢查連接盒	1 年	I	1	5	96
14	檢查連接盒上的連接器	1 年	I	1	5	98
15	檢查空氣乾燥器的球閥	1 年	I	1	5	104
16	檢查填充/排放球閥	1 年	I	1	5	106
17	檢查連接到儲罐的蝶閥	1 年	I	1	5	108
18	檢查未連接到儲罐的蝶閥	1 年	I	1	5	110
19	檢查膨脹桶	1 年	I	1	5	114
20	檢查釋壓閥	1 年	I	1	5	116
21	檢查釋壓閥的開關	1 年	I	1	10	118
22	檢查油循環偵測器	1 年	I	1	10	122
23	檢查油位指示器	1 年	I	1	5	124
24	檢查油位計	1 年	I	1	10	126
25	檢查帶有 4-20mA 輸出的 Pt100 溫度偵測器	1 年	I	1	10	132
26	檢查溫度偵測器	1 年	I	1	10	135
27	檢查保護罩	1 年	I	1	10	154

備註：I-檢查、A-調整、R-更換、C-清潔、L-潤滑、T-測試。

4. 三級檢修保養項目

表 4-7-9-3

項次	項目	檢修週期	備註	人力	時間(分鐘)	檢修項目
1	DIN 套管檢查	6 年	I			11
2	油完整功能測試	6 年	I			22
3	Plumettaz 泵馬達軸承組更換	8 年	I			31
4	以新的矽膠替換	6 年	I			45
5	檢查旗標接線端子	6 年	I			86
6	過壓閥功能測試開關	6 年	I			119
7	油位檢測器功能測試	6 年	I			127
8	雙 Pt100 溫度感測器功能測試	6 年	I			133

備註：I-檢查、A-調整、R-更換、C-清潔、L-潤滑、T-測試。

(十) 特殊工具

Items	Value
Voltage	110 V
Frequency	60 Hz
Speed rotation	1656 rpm
Power	0.25 kw
Pressure	0.4 bar
Flow rate	2 l/min
Length of hoses	3m
Size	800x600x650
Weight	Net 23kg Gross 36kg
Continuous operation time	More than 1 hour
Plug type	Type A with earth 

圖 4-7-10-1

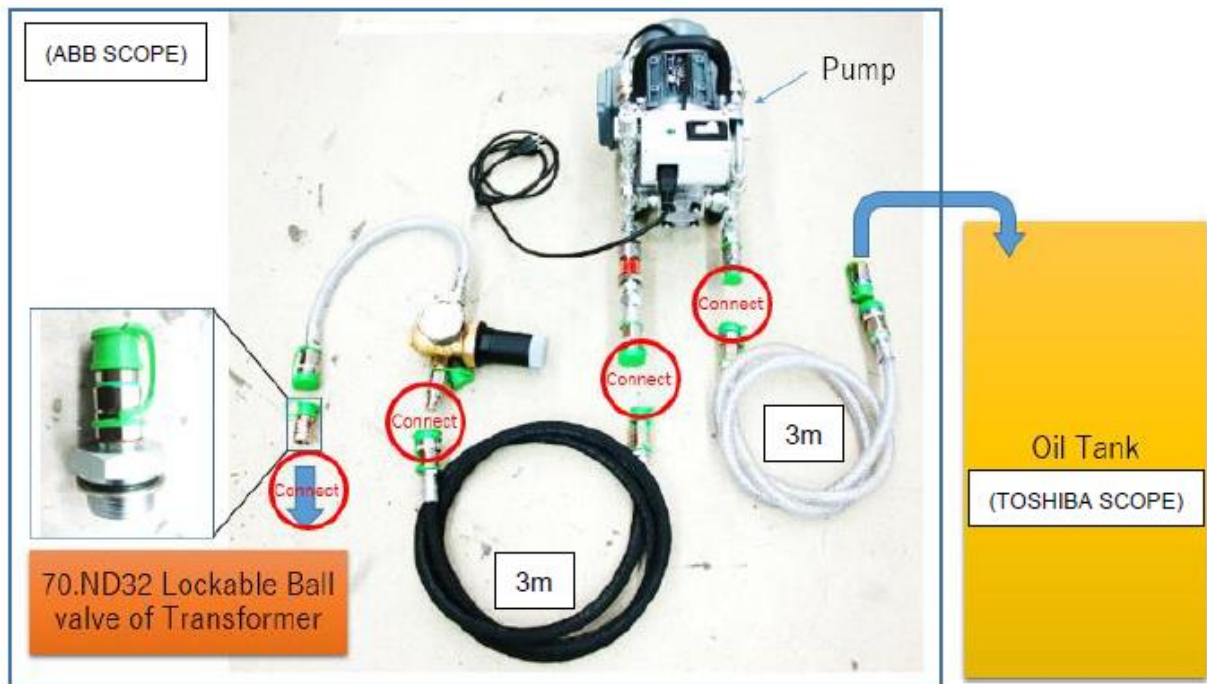


圖 4-7-10-2

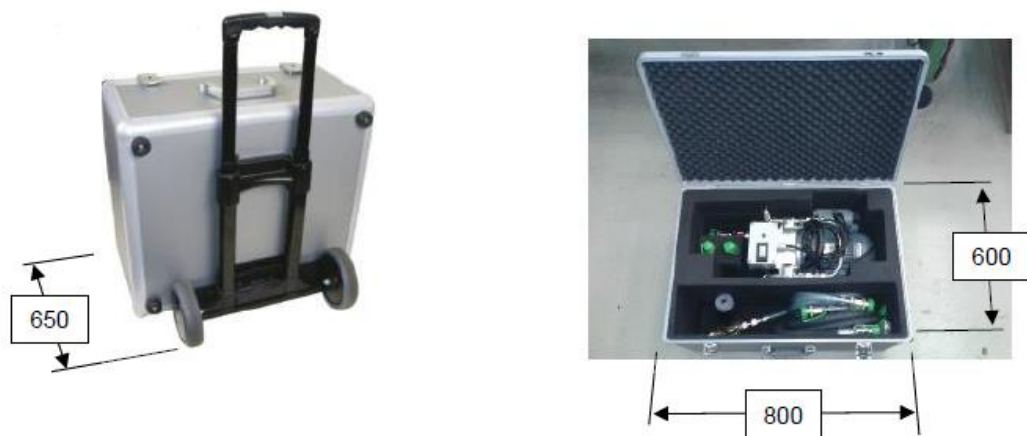


圖 4-7-10-3

表 4-7-10-1

Electrical characteristics

Table7-1 shows electrical condition at using oil filling kit.

Table7-1. electrical conditions

Items	Value
Rated voltage	100V
frequency	60Hz
Type of plug	Type A with earth

Environmental characteristics

Table7-2 shows environmental condition at using oil filling kit.

Table7-2. environmental conditions

Items	Value
Operating temperature	-10°C~45°C
Humidity	≤100%

Others

Table 7-3 shows other conditions at using oil filling kit.

Table7-3. other conditions

Items	Value
Oil	Fatty acid tetra ester oil
Oil viscosity	29 mm ² /s (@40°C)
Pressure	More than 0.4 bar
Height difference of oil circuit	2 m
Continuous operation time	More than 1 hour
Purchase specification of Transformer	5P3T1502
Oil filling procedure	RTD-E0-0423Rev.0 (It will be updated to revision 1 by user manual 2XCH199100-CSP from ABB)

(十一) 結論:

由於本公司 E500 型電力機車是相對較新的車型（2023 年開始交車），我們從原 E200、300、400 型及 E1000 型 PP 電力機車主變壓器的功能和重要性以及 E500 型電力機車的整體設計的優缺點：

1. 電力機車主變壓器的主要功能：

- * 降壓：將高壓的架空電車線（25kV AC）電壓降低到機車內部各電氣設備所需的工作電壓，例如牽引馬達、輔助供電系統等。
- * 電氣隔離：將高壓電路與低壓電路隔離，確保人員和設備的安全。

- * 提供不同電壓：可能會有多個二次側繞組，提供不同等級的電壓以供應不同的設備需求。

2. 現今電力機車技術和 E500 的設計優點:

- * 高效率：現代電力機車的主變壓器通常設計為具有較高的效率，減少能量損失，有助於節能。

- * 可靠性高：東芝作為知名的電機設備製造商，其產品通常具有良好的可靠性和耐用性，其 E500 型機車其經過嚴格的測試與調整才投入營運。

- * 先進的冷卻系統：大型電力變壓器在運作時會產生熱量，因此需要有效的冷卻系統（通常是油冷或強制風冷），E500 型電力機車採用了更先進的風扇冷卻技術，以確保變壓器在各種運行條件下都能維持在安全的工作溫度。

- * 輕量化設計：E500 型電力機車設計是朝向輕量化發展，以提高能源效率。

- * 保護功能：主變壓器配備過電流、過電壓等保護裝置，具備更精密的保護系統確保設備安全。

- * 機車整體系統的整合：E500 型為全新設計的機車，其主變壓器與整體的牽引系統、控制系統等有良好的整合，以發揮最佳性能。

- * 降低噪音：相較於舊型機車，更注重降低運轉噪音，主變壓器的設計也將其有所考量。

3. 將來檢修需注意風險:

- * 體積和重量：主變壓器是電力機車中體積和重量都相當大的部件，因此會影響機車的整體佈局和軸重，本車配置約為車輛前後之中間位置。

- * 散熱需求：即使有先進的冷卻系統，在高負載運轉時，主變壓器仍然會產生大量熱能，需要有效的散熱，因此需著重冷卻如系統故障，可能會導致變壓器過熱損壞。

- * 維護複雜度：主變壓器的結構相對複雜，如果發生故障，維修可能較為困難且耗時。

- * 供應電路的影響：電力機車在啟動、加速或制動時，會對供應電路的產生一定的影響，主變壓器的特性也會影響這種交互作用。

- * 成本較高：高性能的主變壓器通常製造成本較高。

* 潛在的油洩漏風險：油冷式變壓器存在油洩漏的潛在風險，需要定期檢查和維護。

* 電磁干擾：大型變壓器在運作時可能會產生電磁干擾，需要採取屏蔽措施以保護其他電子設備。

可以預期的是，作為新型電力機車，E500 型的主變壓器採用現代化的設計和技術，以提高效率、可靠性和安全性，然而，所有電力機車的主變壓器都存在體積重量、散熱需求和維護複雜度等固有的挑戰將是後續電力機車運用需多加注意事項。

八. 火災偵測系統 Fire Detection system

(一) 燃燒之要件

1. 燃料(可燃物)

包括可燃性及易燃性固體、液體與氣體，其濃度應達爆炸上限(UEL)與下限(LEL)之間時，方能產生燃燒反應。

在正常環境下，根據燃料的物質形態，可分為下列三種：

固體（如木、煤等）、液體（如汽油、火水等）、氣體（如煤氣、氫氣等）。

2. 氧氣(助燃物)

空氣含多種氣體混合而成，其中氮氣與氧氣構成主要成份，氧氣本身並不可以燃燒，一般情況下，大多數的物質在沒有氧氣的環境下是不能燃燒的。空氣的成份大致如下：氮氣佔 79.04%、氧氣佔 20.93%、二氧化碳佔 0.03%。

氧氣可由空氣供應，其含氧量約為 20.9% vol，在低含氧量之大氣中，仍能產生燃燒，但氧含量降至約 12%以下，火焰將熄滅；如再降至約 5%~6%以下時，可防止任何燃燒。含氧量愈高(大於 21%)，因燃燒速率增加，愈具危險性。氧氣高至某濃度時，原僅會發生燃燒物質可能會變成爆炸。在少數情況下，燃燒所需氧能自含氧量高氧化劑中取得而增加火災危險性。某些金屬能在無氧大氣中燃燒，如鎂能於二氧化碳(一種滅火劑)氣流中燃燒。

3. 熱力、熱源(或溫度)(能量)

熱力是能量的一種，經過化學和物理變化產生出來。高度的熱力引致物質燃燒，由燃燒產生的熱力可使物質繼續燃燒至殆盡。

明火、高溫表面、摩擦、衝擊、撞擊、自然發熱、電氣火花、雷擊、靜電以及煙蒂連鎖反應，燃料受高熱分解後將產生自由基中間產物，而引發連鎖反應。

4. 燃燒四面體(Fire Tetrahedron)

早期大家認為燃燒必須包含三個要素：可燃物(Fuel)、助燃物(Oxygen)、能量(Energy)，也就是燃燒三角形(Fire Triangle)，經過後來的研究，大家才發現要維

持燃燒持續進行，還必須包含重要的第四個要素連鎖反應(Chain Reaction)，也就是燃燒四面體(Fire Tetrahedron)

具備燃料、溫度、氧氣、連鎖反應

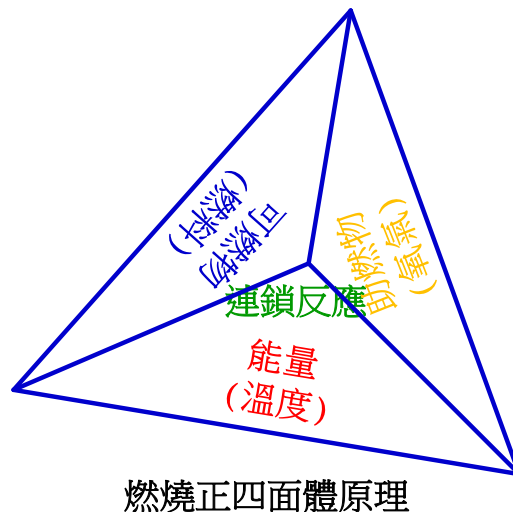


圖 4-8-1-1

(二) 火災之分類

1. 甲(A)類火災 木材、紙張、煤炭、橡膠及垃圾可燃性固體物質所引起火災，但不含固體油脂類物質所引起火災。此類燃燒均會產生熾熱灰燼或焦炭，亦稱固體火災。
2. 乙(B)類火災 可燃性氣體、液體與固體油脂類物質洩漏後，遇火源或高溫時，所引起火災，通常著火性液體或油脂類物質需先蒸發後方可燃燒，且此種燃料會浮於水面，故祇要能與空氣繼續接觸，燃燒仍可持續進行，亦稱液體火災。
3. 丙(C)類火災(電氣火災):電氣設備本身或其附屬設備，因使用電氣(器)設備時，因電流產生高熱引起火災不包括未通電電氣設備所引起火災。

4. 丁(D)類火災 金屬火災：鎂、鋁、鉀、鈉、鈦、鋯或其它氧化性金屬類物質以及禁水性物質所引起火災爆竹配製時因撞擊產生火災。此物質燃燒所產生溫度或熱能，通常均比一般之類（碳氫化合物）物質發生者為高。

(三) 滅火作用與滅火劑表

1. 滅火作用與滅火劑表

A 類（Class A）：含碳可燃固體之火警，如木、草、紙張、塑膠、橡膠

B 類（Class B）：可燃液體之火警，如汽油、柴油、油、機油、酒精

C 類（Class C）：可燃氣體之火警，如石油氣、天然氣、乙炔、甲烷 D 類

（Class D）：可燃固體金屬之火警，如鎂、銅、鐵、鋁、鈉、鉀、鋰

F 類（Class F）：燃燒烹調用脂肪和油的火警，如動植物油脂、食用油

2. 滅火劑成份

滅火器釋放的可以是固體、液體或氣體滅火劑。

表 4-8-3

各種滅火器可以滅的火災種類						
滅火器成分 \ 火災分類	1（含碳可燃固體之火災，如：木頭、草、紙張、塑膠、橡膠、棉被、纖維產品）	2（可燃液體之火災，如：汽油、柴油、礦物油、機油、酒精）	3（可燃氣體之火災，如：石油氣、天然氣、乙炔、甲烷）	4（通電中之電氣設備之火災，如：馬達、引擎、變壓器、電線、手機、電視）	5（燃燒烹調用脂肪和油之火災，通常為廚房發生之火災，如：動植物油脂、食用油，炸油）	6（活性金屬之火災，如：鎂、鋁、鈉、鉀、鋰）
水	迅速滅火	無法滅火	無法滅火	無法滅火，且會觸電	無法滅火	無法滅火，且產生的氫氣會爆炸

強化液	迅速滅火	可滅火， 但效能較低	無法滅火	可滅火	迅速滅火	無法滅火
中性強化液	迅速滅火	可滅火， 但效能較低	無法滅火	可滅火	迅速滅火	無法滅火
泡沫	可滅火	迅速滅火	無法滅火	無法滅火，且會 觸電	無法完全 滅火、抑 制火災	無法滅 火，且產 生的氫氣 會爆炸
乾粉	可滅火	迅速滅火	迅速滅火	可滅火， 但其腐蝕 性很可能 令電器設 備無法修 復	可滅火	無法滅火
濕粉	無法滅火	無法滅火	無法滅火	無法滅火	迅速滅火	無法滅火
二氧化碳	可滅火， 但效能較 低	可滅火	可滅火	可滅火	無法滅火	無法滅 火，且會 變成有毒 的一氧化 碳
鹵化烷	可滅火， 但效能較 低	迅速滅火	迅速滅火	迅速滅火	迅速滅火	無法滅 火，且會 變成有毒 的光氣
潔淨	可滅火	可滅火	可滅火	可滅火	無法滅火	無法滅火

金屬火 災用滅 火劑	無法滅火	無法滅火	無法滅火	無法滅火	無法滅火	可滅火
------------------	------	------	------	------	------	-----

(四) 滅火原理與方法

物質要發生燃燒，需要具備一定之條件，亦即可燃物、氧(空氣)、熱能(溫度)及連鎖反應四者兼備。此稱為燃燒之四面體，四者缺其一，燃燒即無法發生，即使發生亦無法持續。

滅火方法可歸納出下列四種：1.窒息法、2.冷卻法、3.除去滅火法、4.抑制連鎖反應法。

1. 窒息法：

將氧氣（O₂）自外部加以遮斷，阻絕可燃物與空氣接觸之方法。可分為：

- (1) 不燃性氣體覆蓋法：將不燃性氣體（二氧化碳CO₂或氮氣N₂）朝可燃物傾注，阻絕可燃物與氧氣接觸。
- (2) 不燃性泡沫滅火法：因泡沫與燃燒物混合的情況下，泡沫所含之水份會因熱而蒸發為水蒸氣，而泡沫本身會遮斷空氣（O₂）供應，達到阻絕效果。
- (3) 不燃性固體覆蓋法：燃燒面積若不大時，可使用沙、土、等不燃性固體覆蓋之，阻絕其與空氣之接觸，達到滅火效果。

2. 冷卻滅火法：利用滅火藥劑之冷卻效果，以降低燃燒溫度，達到滅火效果，通常以水為最經濟實用之滅火藥劑。
3. 除去滅火法：乃將燃燒物由火源中移除，減低燃燒面積之滅火方法。
4. 抑制連鎖反應法：利用化學藥劑於火焰中產生鹵素(或鹼金屬)離子，奪取燃燒機構之氫離子或氧離子，阻礙燃燒現象而產生負面之觸媒效果；如乾粉滅火器等。

(五) 火災偵測與滅火

火災偵測是使用名為線性熱偵測器（ Linear Heat Detector 簡稱 LHD）的偵測用電纜。特性為發生火災時，其熱量會熔化內部的聚合物。利用這個特性將其布置在車輛的各個迴路，以達到火災偵測的功能。LHD 設置在機械室以及兩端駕駛台內。

1. 線性熱偵測器（ Linear Heat Detector 簡稱 LHD）圖 4-8-5-1

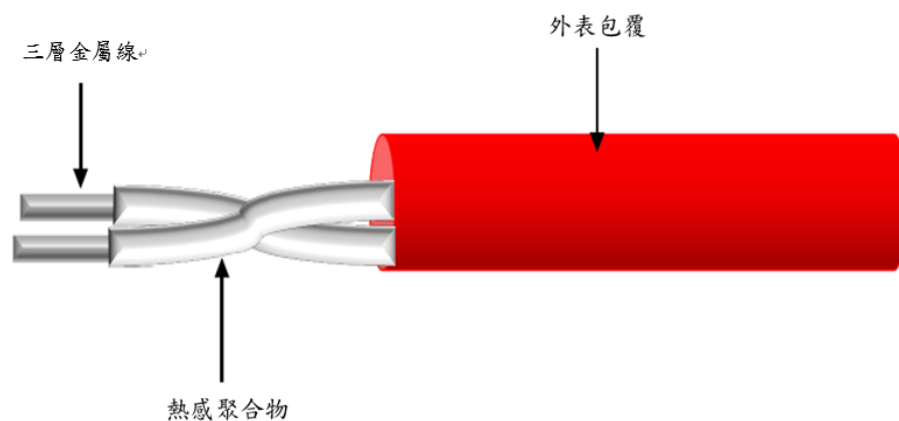


圖 4-8-5-1

2. 火災偵測作用簡圖 4-8-5-2

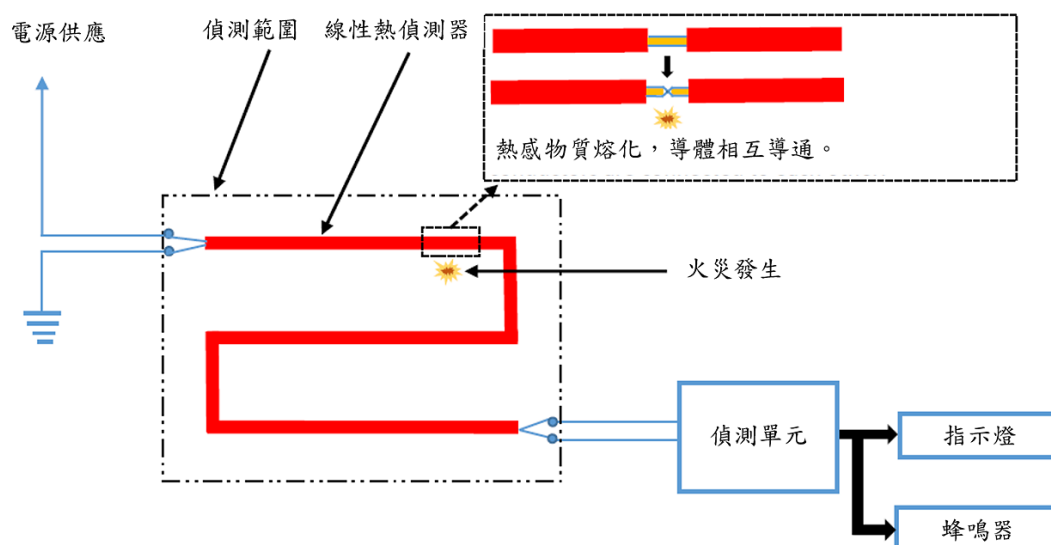


圖 4-8-5-2

自動滅火裝置對 PCC1、PCC2 的內部噴灑氮氣。從 PCC 背面的空氣管噴灑氮氣。僅在機械室偵測到火災時動作。(與火災偵測系動) 圖 4-8-5-3

3. 自動滅火噴氣示意簡圖 4-8-5-3

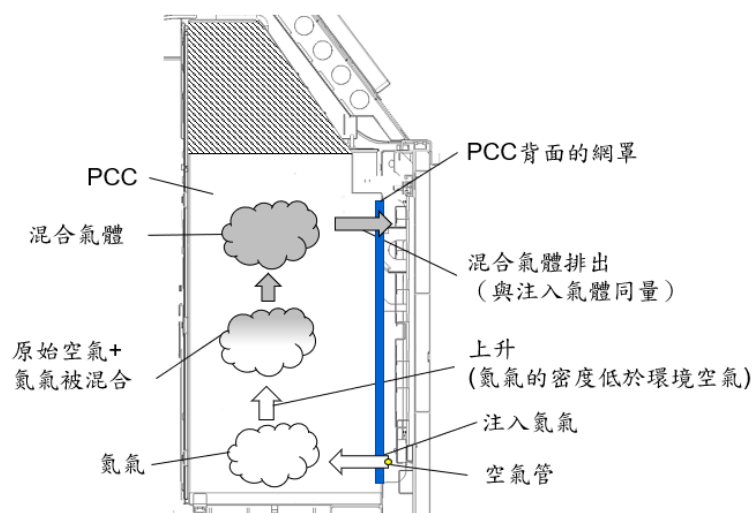


圖 4-8-5-3

(六) 系統功能說明

各個駕駛室都會裝設一個指示燈與蜂鳴器，以便司機員確認火災偵測狀況。司機員可藉由指示燈與蜂鳴器確認後連機車發生之火災。

此外，司機員可透過 LCMS 之 DDU 確認火災發生位置，且該功能藉由繼電器 1 與 RIO 單元傳輸狀態資訊，因此即便 LCMS 故障，指示燈與蜂鳴器還是會動作藉以對司機員進行告警。

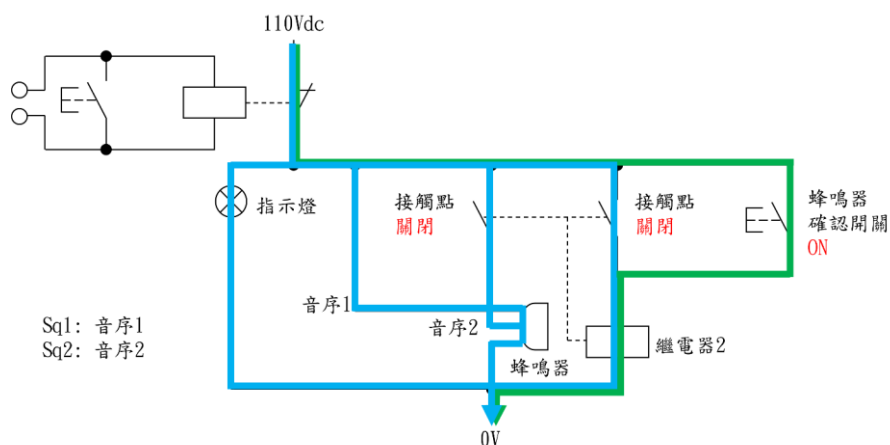


圖 4-8-6-1 火災偵測作用警告示意簡圖

自動滅火系統作用示意簡圖 4-8-6-2

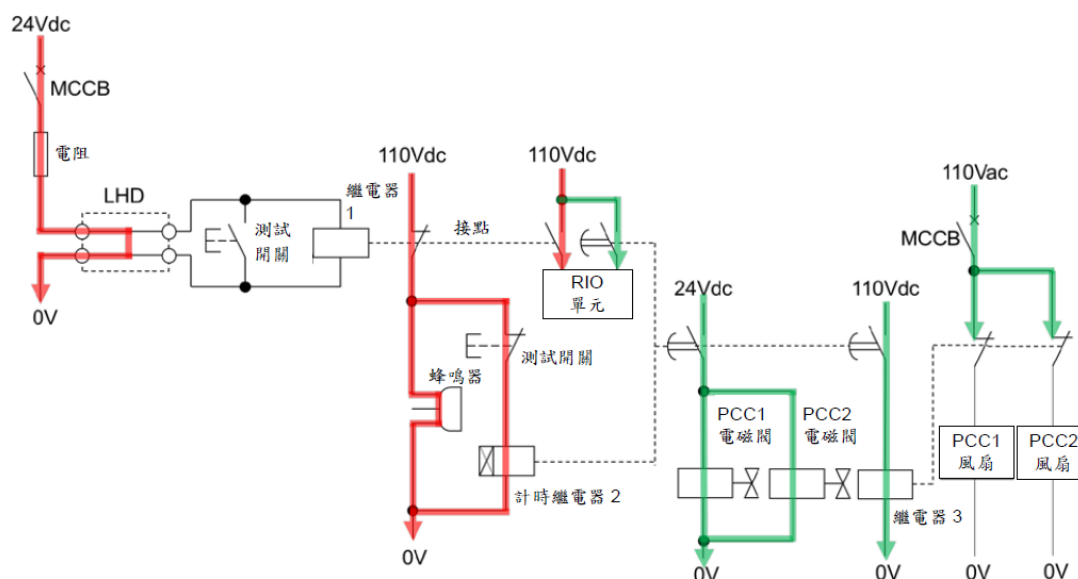


圖 4-8-6-2

(七) 結論：

火災偵測系統可以火災發生時間第一時間馬上發出警告，通知司機員使司機員能對火災概況有了解提早對火災作因應，運用惰性氣體噴灑火災現場減少空氣中氧氣含量抑制火焰，使火災於第一時內就消滅，避免火災擴大。自動滅火系統可以提早期作用滅火，可避免人員身陷火場滅火作業的危害，提供員工更大的安全保障，使軌道運輸更安全順暢。

參考資料

東芝專業檢修訓練教材

甲種業務主管 -火災爆炸預防管理實務

九. 避雷器

(一) 目的:

1. 避雷器(縮寫為 Arr 或 SA)

避雷器連接到接近真空斷路器輸出的主線,確保能保護並防止危險的高電壓,此外,避雷器會儘可能設置在接近集電弓的位置。

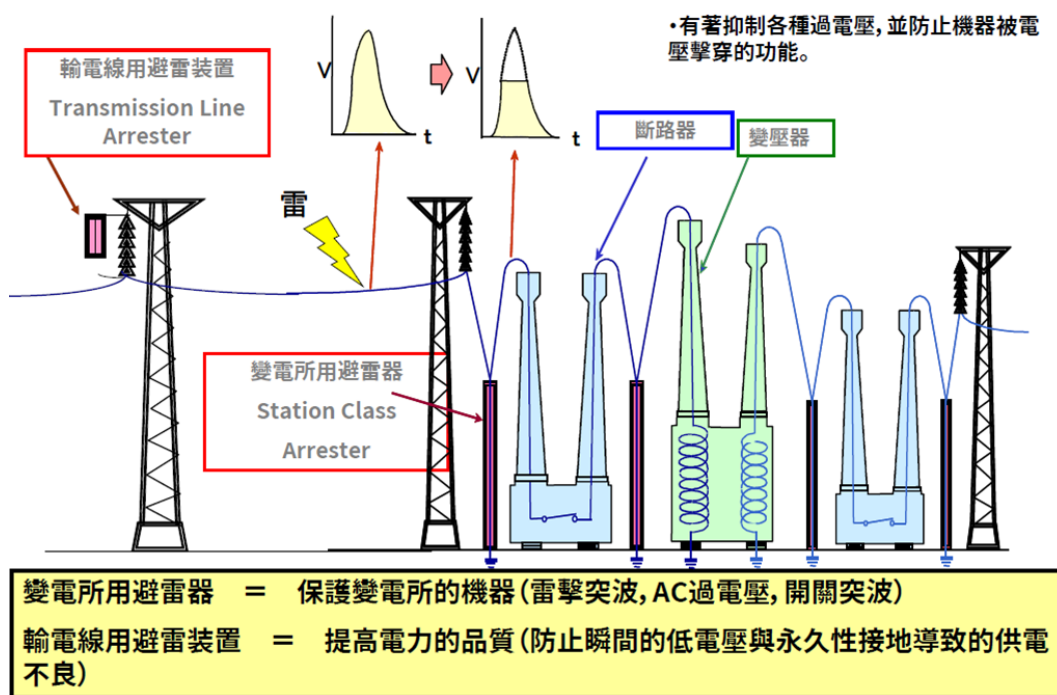


圖 4-9-1

(二) 鐵路車輛用避雷器的配置狀態

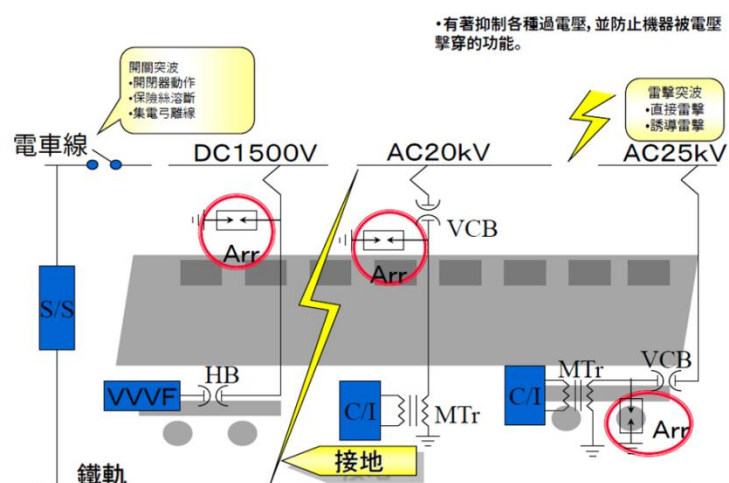


圖 4-9-2

(三) 避雷器種類與分類

1. 以構造分類

- (1) 陶瓷礙子型
- (2) GIS 型(氣體絕緣開關)
- (3) 聚合型

2. 以用途分類

- (1) 發電/變電用
- (2) 配電用
- (3) 直流送電用
- (4) 送電線用
- (5) 車輛用
- (6) 保護旋轉設備用



圖 4-9-3-2

3. 避雷器的種類與分類 – 鐵路車輛用

	AC用	DC用
陶瓷礙子型	 20kV、25kV用	 1500V用
聚合型	 25kV用	 1500V用 3000V用

圖 4-9-3-3

(四) 避雷器的變遷

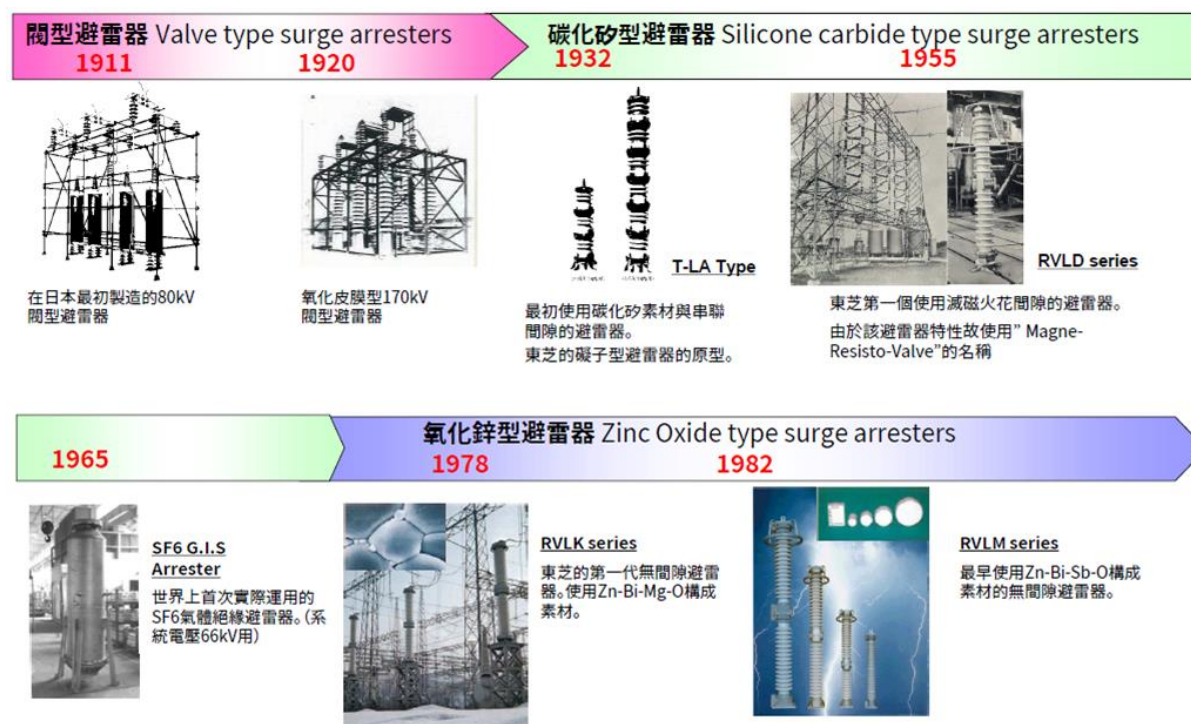
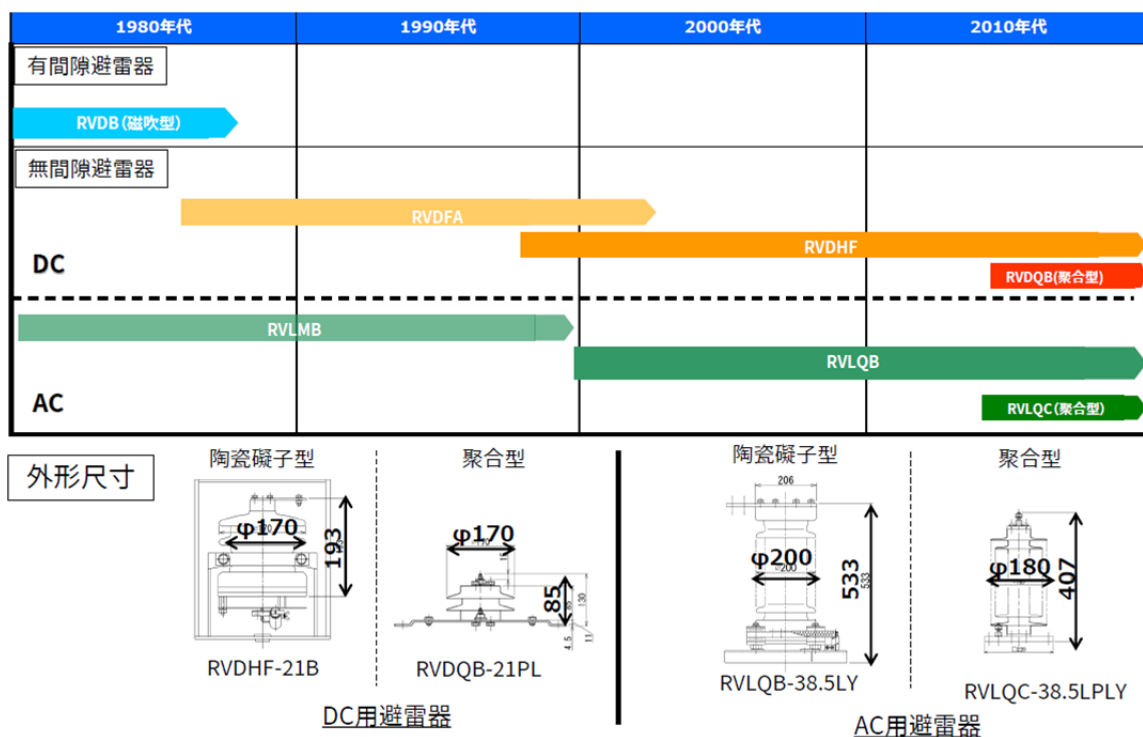


圖 4-9-3-4

(五) 作用原理與構造演進



AC用避雷器

圖 4-9-3-5

1. 鐵路車輛用的避雷器演進

氧化鋅材質（素材）

- 1980 年代投入實際使用的素材。
- 主要成分的氧化鋅（ ZnO ）與數種添加物（鉍…等等）構成的陶瓷材質。
- 電壓、電流越大阻值越小的非直線特性。
- 適用於現在製造的所有避雷器。

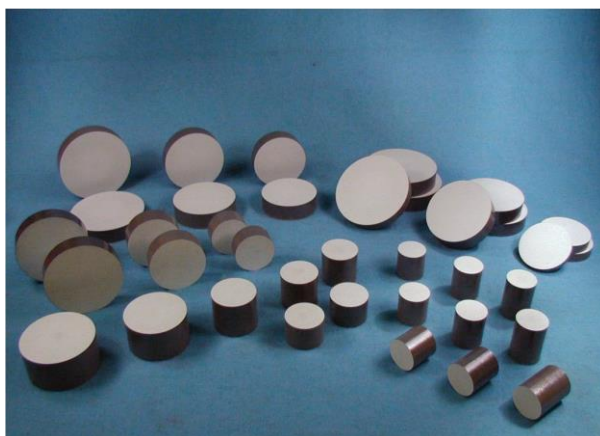


圖 4-9-5-1-1

根據避雷器的用途以及責任範圍，選擇最適合的素材用於產品（構成、素材尺寸等）

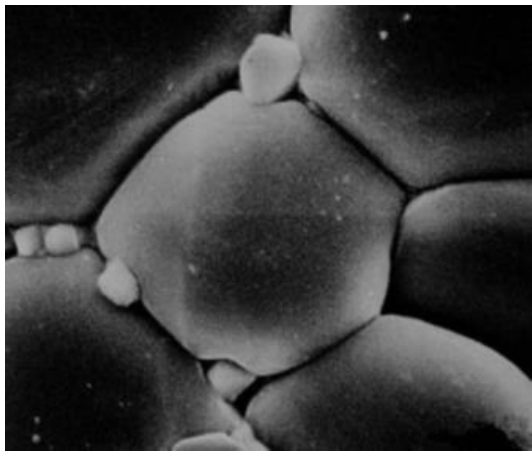


圖 4-9-5-1-2

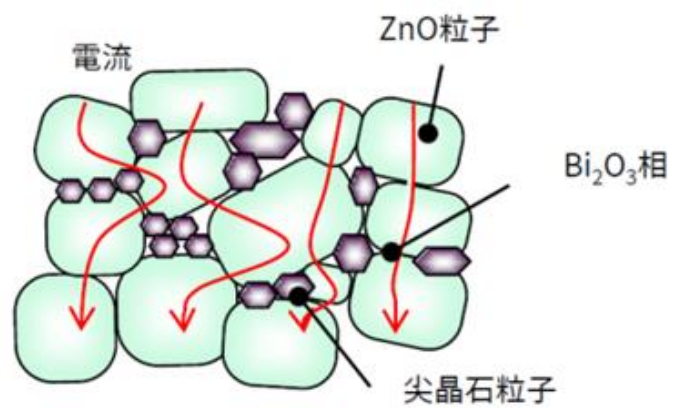


圖 4-9-5-1-3

2. 氧化鋅素材的製造工程

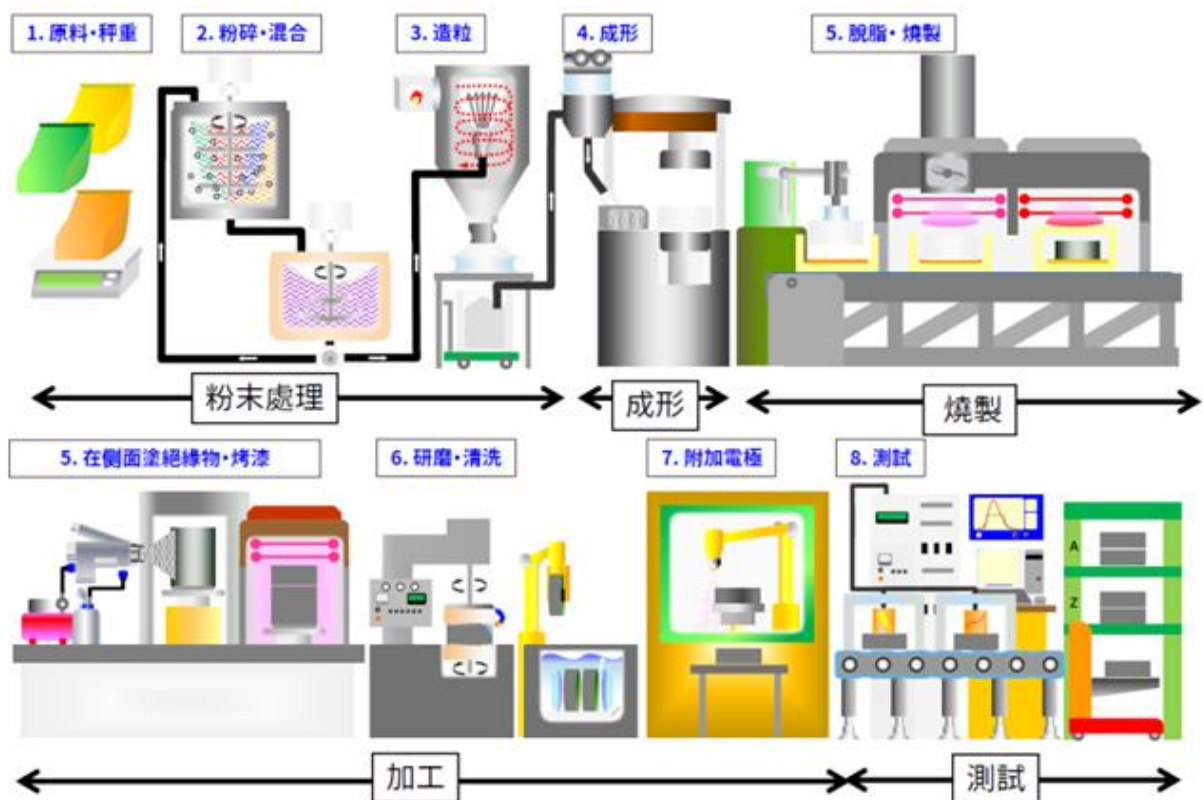


圖 4-9-5-2-2

3. 避雷器要求的性能：保護特性

避雷器最重要的功能是當系統發生各種過電壓時能保護被保護設備的抑制過電壓的功能(保護性能)。

抑制過電壓的功能以「限制電壓」表示，是絕緣協調（其它機器的絕緣設計）的基本。

JEC, JIS 等日本國內規格有規定各個額定電壓的限制電壓。

若避雷器的保護性能良好...

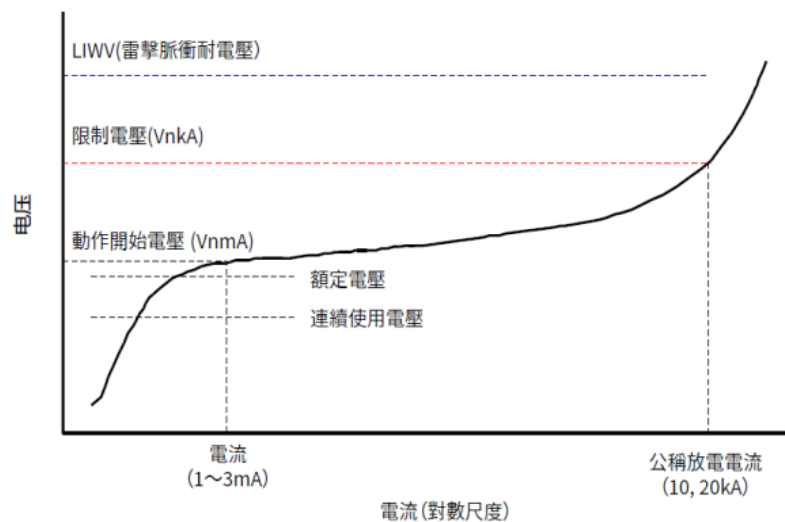
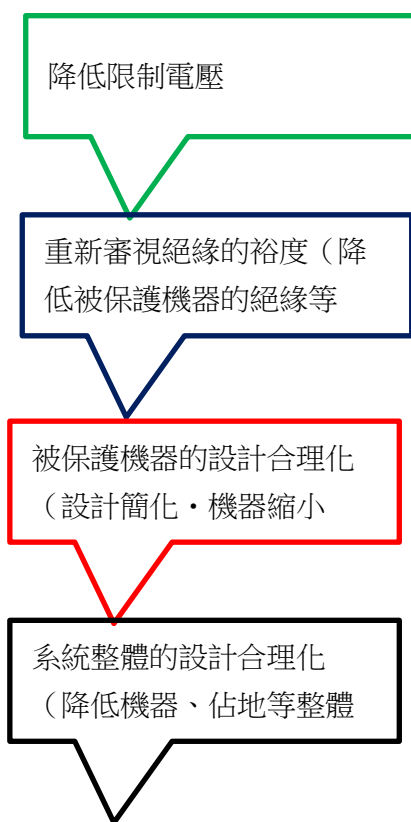


圖 4-9-5-3-1

4. 避雷器要求的性能：放電耐量熱穩定性

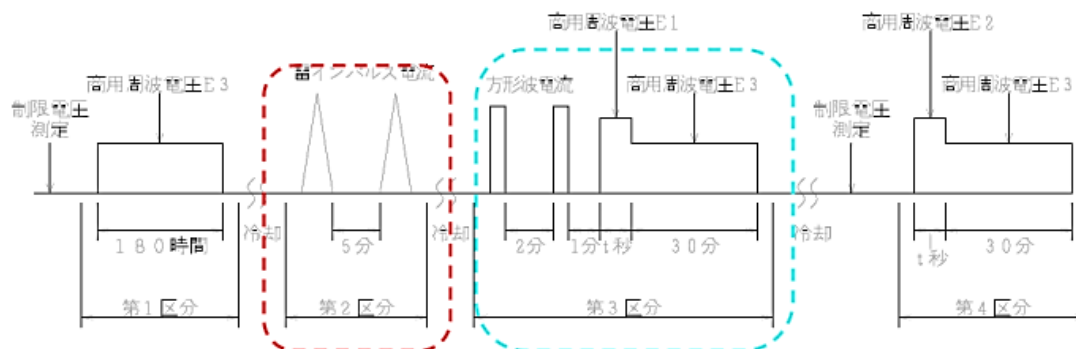
(1) 鐵路車輛用聚合型避雷器的放電耐量

表 4-9-5-4

系統電壓	額定電壓	放電耐量	
		大電流 (4/10 μ s)	電荷轉換率
DC 750V	1000V	100kA	2.5 A·s
DC 1500V	2000V		
DC 3000V	4000V	200kA	7.5 As
AC 25kV	38.5kV	100kA	700A -2ms (1.4As)

(2) 工作負載測試

工作負載測試



電荷轉換測試

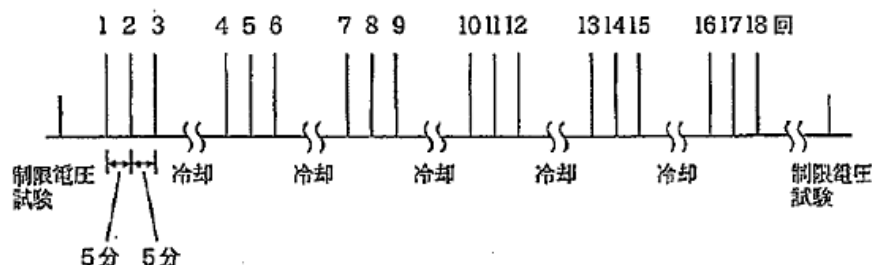


圖 4-9-5-4-1

對於實際系統可能產生的突波電流，必須達到在沒有素材損傷的情形下進行放電的性能要求。(放電耐量)

實際系統上的避雷器以下的性能要求，在施加工作電壓・短時間的過電壓的狀態下，素材不會被破壞且可處理雷擊・開關脈衝電流(切斷持續性電流)，其後對於持續施加的工作電壓不會有熱失控的情形，並可恢復現狀(自動復歸)。

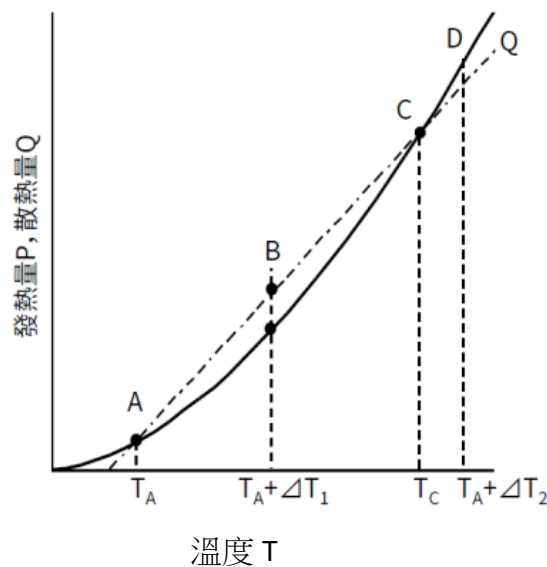


圖 4-9-5-4-2

正常運轉（A 點）

熱平衡狀態（ $P=Q$ ），A 點的溫度在 T_1 上保持穩定。

各種任務後（B 點：因工作處理而導致 ΔT_1 溫度上升的情形下）

溫度上升後的到達溫度未超過 T_C ，即 $P < Q$ ，素材溫度緩緩下降直到溫度 T_1 穩定。

各種任務後（D 點：因工作處理而導致 ΔT_2 溫度上升的情形下）

溫度上升後的到達溫度超過 T_C ，即 $P > Q$ ，發熱量超過散熱量。

發熱引起的素材溫升及洩漏電流增加導致素材破壞（熱失控）

5. 避雷器要求的性能：壽命

- (1) 除配置用電，電用輸電線用避雷器原始用素材（有間隙），由於氧化鋅型避雷器沒有間隙，故一直都有施加工作電壓，因此，對於這個施加的電壓，避雷器所用素材必須有不會劣化的性能要求。

素材的壽命評價方法使用溫度加速劣化測試，依照「溫度上升 10℃，施加電壓劣化係數為 2.5 倍」來進行評價。

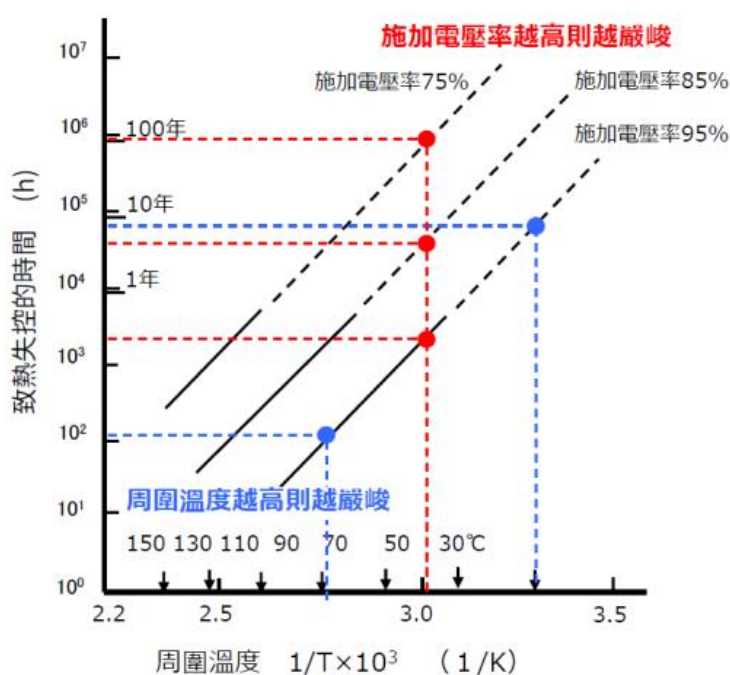


圖 4-9-7-1-1

- (2) 施加電壓率（stress factor, S）對於動作開始電壓 V_{NmA} ，施加電壓最大值的比率以百分比表示的值。

$$\text{施加電壓率} = \frac{\text{負載電壓峰值}}{\text{動作開始電壓}} \times 100 \quad [\%]$$

(3) 電壓應力大小的指標。

鐵路車輛用聚合型避雷器的直流施加電壓測試結果

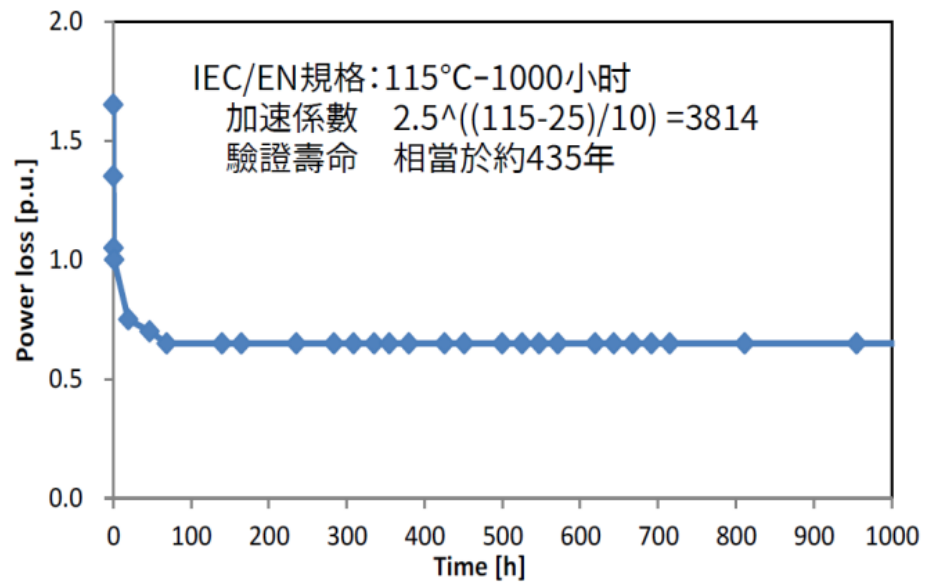


圖 4-9-7-3-1

在施加電壓率 90%，周圍溫度 115°C的環境下，確認 1000 小時內的損耗不會增加。

(六) 避雷器規格

表 9-1

避雷器的規格				
適用	規格編號	規格名稱	對象機種	備註
日本規格	JEC-203-1978	避雷器	有間隙 (主要為配電用)	統整至 JEC-2371
	JEC-217-1984	氧化鋅型避雷器	氧化鋅型 (無間隙)	統整至 JEC-2371
	JEC-2371-2003	礙子型避雷器	有間隙和無間隙	空氣型的最新規格
	JEC-2372-1995	氣體絕緣儲存槽型避雷器	儲存槽型 (高性能特性・有效接地系列)	GIS 型的最新規格
	JEC-2373-1998	氣體絕緣儲存槽型避雷器(3.3~154kV 系統用)	儲存槽型 (高性能特性・非有效接地系列)	GIS 型的最新規格
	JIS E 5003:2010	鐵路車輛用直流避雷器	DC 車輛用	
	JIS E 5010:2010	鐵路車輛用直流避雷器	AC 車輛用	
國際規格	IEC 60099-4:2014	第 4 部分:交流系統用無間隙金屬氧化物避雷器	陶瓷礙子型・儲存槽型・聚合型, 其他	
	IEC 60099-8:2011	第 8 部分:交流架空輸配電線路用外部串聯間隙的金屬氧化物避雷器 (EGLA) 1kV 以上系統	外置有間隙輸電線用	
	IEC 61992-5:2006	第 5 部分:直流專用突波抑制器和低電壓限制器系統	鐵路車輛: DC 用	
	EN 50526-1:2012	直流湧流(直流成分)保護器及限壓裝置	鐵路車輛: DC 用	

1. 矽橡膠材料

矽橡膠為聚合型材料的一種，自 1970 年代便實際使用在輸電用聚合型礙子的有機絕緣材料。聚合型材料除了矽橡膠，也有 EVA/EPDM、環氧樹脂等材料，但矽橡膠的耐電性、耐候性良好，表面可維持高度的撥水性，因此耐積污導電的特性也非常優秀。

另外，成型性、加工性也非常良好。經過了 20 年以上的實際運用，在一般運用下沒有收到劣化的報告並累積了良好的運作實績，也使得在世界各國得以普及。

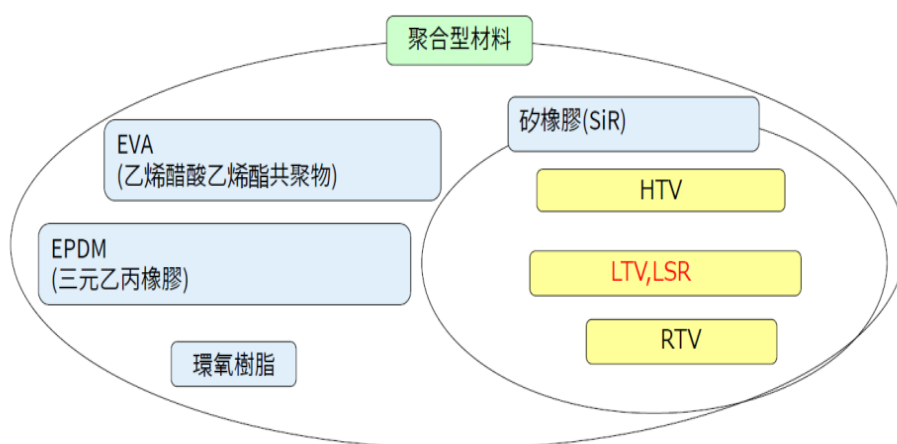


圖 4-9-6-1-1

(1) 矽橡膠 (SiR) 的主要特徵

撥水性高，在污損環境下造成撥水性下降時，有經過一定時間便可回復的特性。

低分子量矽膠(Low molecule weight)可滲出至表面，並維持撥水性。

耐電痕・耐腐蝕性高。

可射出成型，加工性能良好。

比重低，可輕量化。

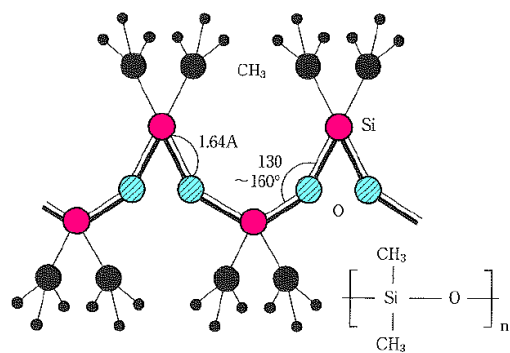


圖 4-9-6-1-1-1

(2) 矽橡膠的分子結構

(腐蝕)

發生在聚合材料表面，伴隨著無導電性質量損失的腐蝕由於絕緣性能沒有變化，作為絕緣體的功能不會馬上消失。

(電痕)

聚合材料的表面產生可導電性流路的狀態，做為絕緣體的性能已無法維持，且為無法接受的劣化狀態。

發生腐蝕的案例



圖 4-9-6-2-1

(七) 聚合型避雷器的種類與構造比較

陶瓷礙子型避雷器	聚合型避雷器(聚合物礙子套管)	聚合型避雷器(直接模鑄式)
- 氧化鋅素材裝在陶瓷容器內（氣密構造）。 - 內部裝入氮氣。 - 防爆膜構成的防爆構造。	- 只是將陶瓷套管換成聚合物套管（FRP筒+聚合型披覆）。 - 基本構造與礙子型避雷器相同。	- 由於是將氧化鋅以矽橡膠直接模鑄，故構造可簡單化。 - 可大幅進行小型及輕量化。 - 零組件數量少，可降低成本。

圖 4-9-7-1-1

表 4-9-7-1

	陶瓷礙子型避雷器	聚合型避雷器 (聚合物礙子套管)	聚合型避雷器 (直接模鑄式)
基本構造	- 氧化鋅素材放在陶瓷容器內 - 內部充填氮氣 - 由於是氣密構造，所以零組件較多	- 複合瓷套適用於絕緣容器 - 複合瓷套較輕 - 斗笠形狀設計，自由度高 - 零部件數量與瓷套型避雷器相同	- 將氧化鋅直接模鑄 - 內部無氣體 - 不需氣密構造，因此可大幅減少零組件的數量 - 斗笠形狀設計，自由度高
放壓構造	利用防爆膜將內部高壓氣體排出，電弧於外部作用	利用防爆膜將內部高壓氣體排出，電弧於外部作用	矽橡膠破裂後，電弧於外部作用
檢修保養	外觀檢查、絕緣阻值檢查、洩漏電流檢查等等	同左	同左

(1) 聚合型避雷器(直接模鑄式)

所謂直接模鑄：

使用內部零件素材，使用矽橡膠進行直接模鑄以形成絕緣披覆的工法，由於內部沒有氣體層因此不需採用如陶瓷礙子套管的密封構造，除可使零組件數量減少，構造簡單化，亦可達到小型化與輕量化。

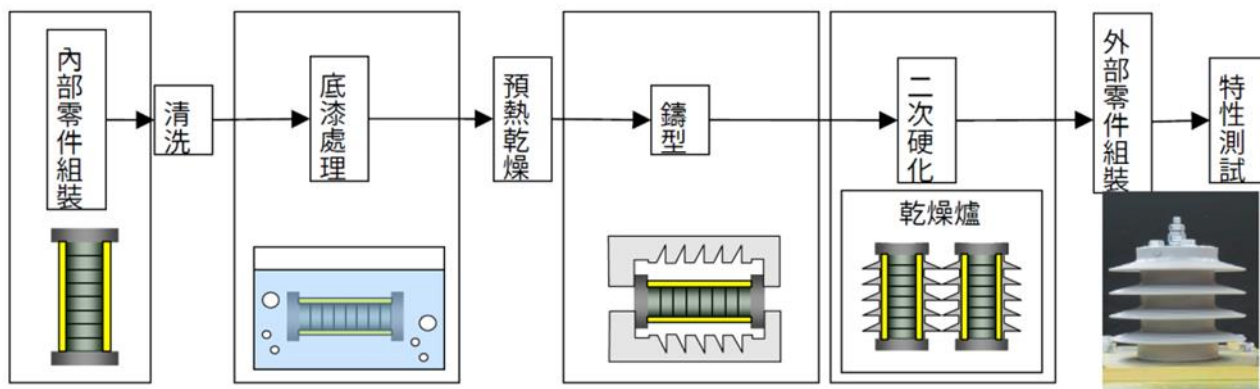


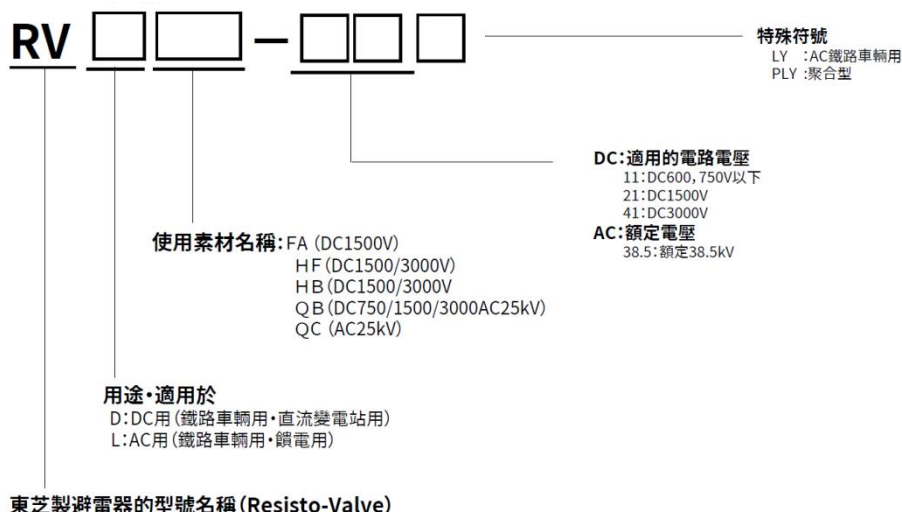
圖 4-9-7-1-1

(2) 聚合型避雷器(直接模鑄式)的製造工序

將氧化鋅素材直接模鑄，並達到構造簡單化與小型化。採用直接模鑄工法，雖不需另外製作氣密構造，但矽橡膠材料本身含有水分子，有氣體可穿透的特性，因此內部零組件需事先黏接牢固。

避雷器的型號名稱

表 4-9-7-2



(3) E500 型避雷器規格

型號:RYLQC-38.5LPLY (聚合材質型)

額定電壓:38.5kV

公稱電壓:25kV

公稱放電電流:10kA

臨界操作電壓: 超過 57.6kV_{crest}

(1mA_{crest} 直流電流下的避雷器終端電壓)

最大殘留電壓: 5kA 時為 96.6kV 或更低

10kA 時為 102kV 或更低

耐受放電電流:脈衝電流,100kA (4x10us)x2

方波電流,700Ax2msx20

重量:18kg

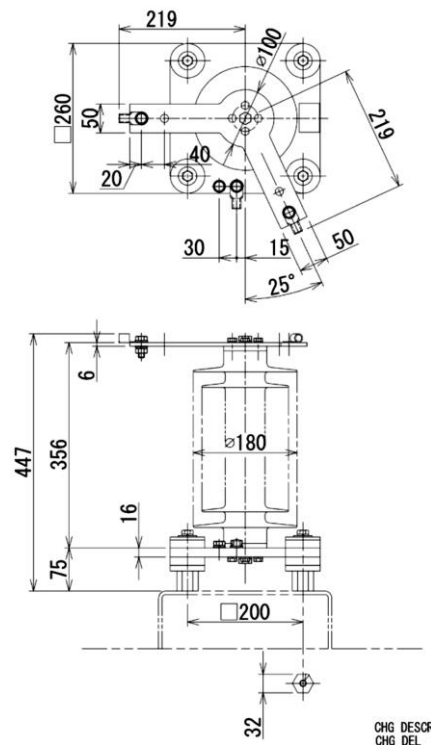


圖 4-9-7-3-1

(4) E500 型避雷器構造

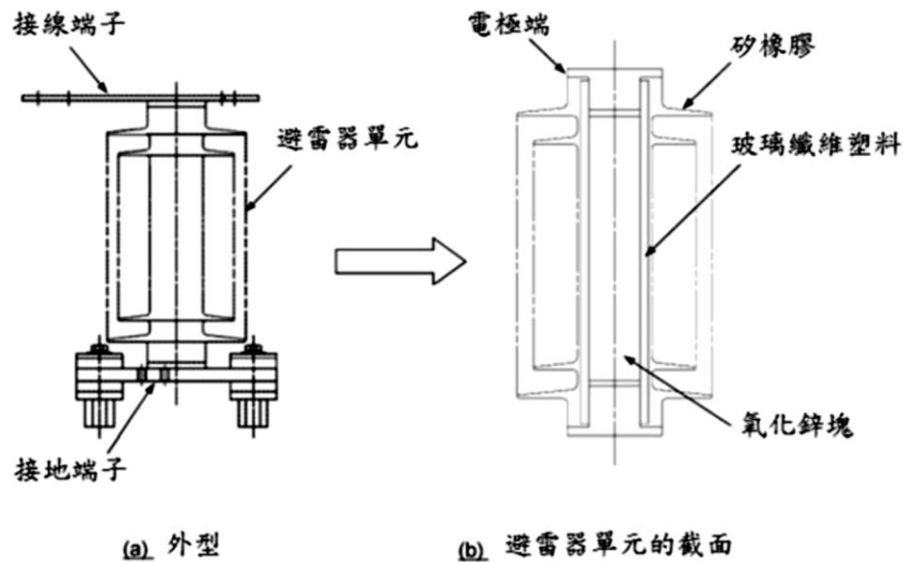


圖 4-9-7-4-1

避雷器由氧化鋅塊、矽橡膠絕緣材料和相關部件組成。

氧化鋅塊在每個單元中以單列方式堆疊，並由排列在氧化鋅塊周圍的玻璃纖維塑料(FRP)支撐，液態矽橡膠允許通過易於成型的擋板結構並填滿避雷器中的所有空間，因此避雷器內部不會存在空隙或氣隙。

(八) 結論:

1. 避雷器：

避雷器英文代號 **SA**，不管是電聯車或是電力機車，凡是在路線上運行，車頂上都需安裝避雷器，避開不良天候所引發雷擊或抑制變電所不穩定突波，確保車內各種高電氣設備能穩定運用，不被突發高壓電擊穿，造成行車事故。避雷器要設計靠近集電弓附近，並且避雷器電路要設計接在真空斷路器後，確保在最短距離和時間內防止雷擊和危險的高壓電引入主變壓器一次側前，將超過預期高壓電引入大地，避免主變壓器二次側的電氣設備損壞，電路應用如圖 4-9-8-1-1。

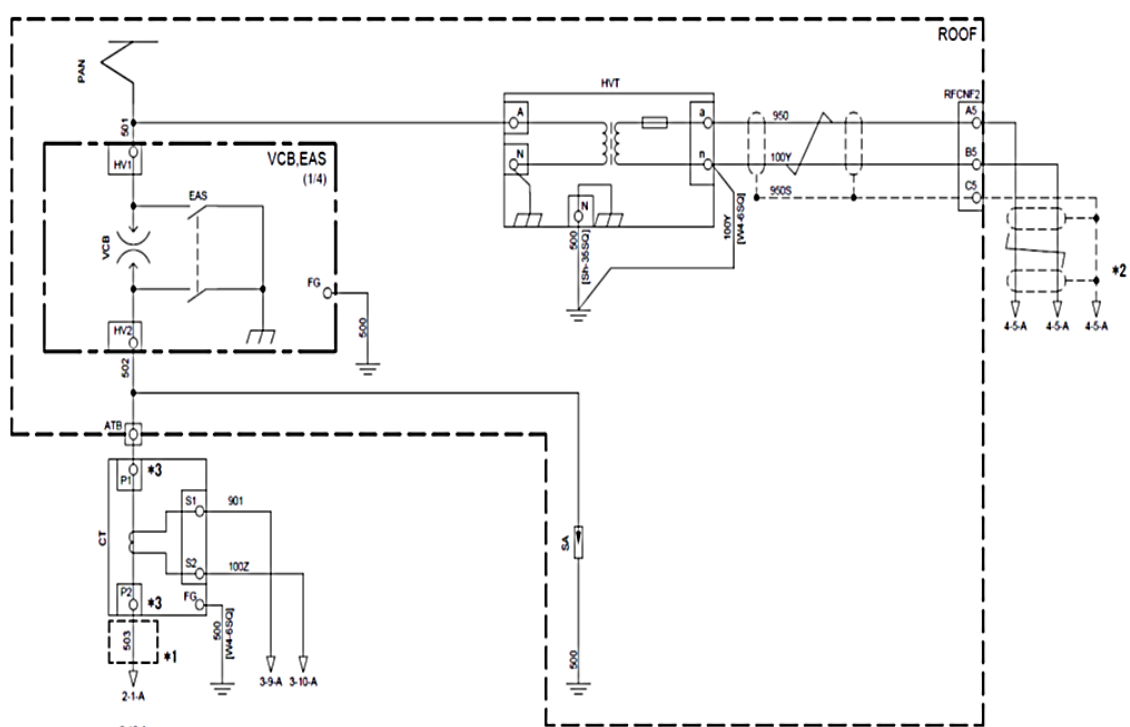


圖 4-9-8-1-1

當前鐵路用避雷器形式有兩種，一為陶瓷磚子型另一為聚合型(如圖 4-9-8-1-2)，此次所採購 E500 機車採用聚合型避雷器，主要原料為氧化鋅(如圖 4-9-8-1-3)及添加鉍和其它三種元素，添加其它元素後，優點為當遭遇電壓和電流越大時氧化鋅素材阻值越小的非線性特性，具有抑制過電壓功能，達到引高壓電入大地的保護功能。

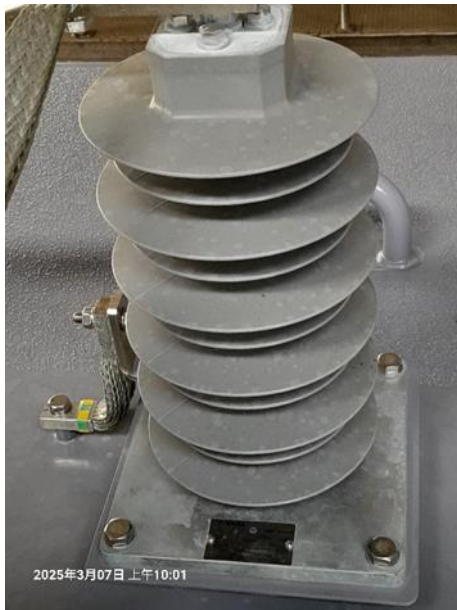


圖 4-9-8-1-2



圖 4-9-8-1-3

聚合型避雷器採用矽橡膠包覆主體氧化鋅素材，氧化鋅素材製作成一塊塊圓柱堆疊(如圖 4-9-8-1-4)，其面積大小根據避雷器用途及責任範圍選擇素材尺寸，採用無間隙工法注入矽橡膠灌模成型，避雷器內部因此不存在空隙和氣隙，故構造簡單化能降低成本，且可輕量化和小型化，除此之外，矽橡膠特點為耐電痕及耐候性良好，其表面具有高度撥水性，可耐積污特性非常優秀。



圖 4-9-8-1-4

2. 保養避雷器須注意下面幾點事項:

- (1) 不可對避雷器施加重量。
- (2) 不可損壞外殼。
- (3) 保養時不可使用鋼刷、銅刷刷外殼。
- (4) 用布擦拭後，布的纖維不可殘留在避雷器表面。
- (5) 用水或中性清潔劑擦拭避雷器後，需擦乾水份。
- (6) 用高阻計測量絕緣值時，設定 1000V，量測絕緣值需大於 1000M 歐姆。

參考文獻

圖 4-9-8-1-3:

:<https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E6%B0%A7%E5%8C%96%E9%8B%85>

圖 4-9-8-1-4:

<https://chinese.alibaba.com/product-detail/Wholesale-zinc-oxide-varistor-block-zinc-1600908287032.html>

伍. 心得與建議

一. 心得：

E500型電力機車的優點分析：

E500型電力機車是本公司於台灣鐵路運輸系統中重要的一部分，其設計和性能在滿足現代化交通需求方面表現出色，隨著電力機車技術的不斷進步，E500型不僅提升了運輸效率，還對環境保護和能源使用產生了積極影響，本文旨在探討E500型電力機車的主要優點，從其環保性能、運輸效率及維護成本等方面進行分析，以展示其在鐵路運輸中的重要價值。

(一) 環保性能

E500型電力機車的環保性能是其顯著優勢之一，相較於原有E200、E300、E400及E1000型PP電力機車及傳統柴油機車，E500採用交流牽引馬達電力驅動，顯著降低了碳排放和空氣污染，根據相關研究，電力機車的能源轉換效率更高，將來電力供應且可以利用再生能源供電，如風能和太陽能，進一步減少對化石燃料的依賴，此外，E500型電力機車在運行過程中噪音較低，有助於改善沿線居民的生活品質，展現了其在環境保護方面的卓越表現。

(二) 運輸效率

E500型在運輸效率方面的表現同樣值得肯定，其設計結構輕巧，啟動加速性能優異，能夠縮短列車的運行時間，提升運輸效率，此外，E500型設計具備多單元控制功能，能夠靈活調整運用(客運及貨運)及牽引車廂數量，以應對不同時段的客運需求，從而實現資源的最佳化配置，這種靈活性不僅提高了列車的運營效率，也增強了鐵路運輸系統的整體競爭力。

(三) 維護成本

E500型電力機車的維護成本相對較低，這是其另一項重要優勢，現行E500型電力機車相較於原有E200、E300、E400及E1000型PP電力機車的機械結構相對簡單，運行中機械磨損較少，因此需要的維修頻率和成本均低於原有電力機車。此外，E500型電力機車的設計充分考慮了部件的模組化和標準化，使得維修過程更加便捷，進一步降低了運營單位的維護負擔。這不僅有助於提升經濟效

益，也促進了鐵路運輸系統的可持續發展。

綜上所述，E500型電力機車在環保性能、運輸效率及維護成本等方面展現了顯著優勢，為台灣鐵路運輸系統的現代化發展提供了有力支持，其電力驅動技術不僅符合當前環保趨勢，還能有效提升運輸效率並降低運營成本，充分體現了電力機車的綜合價值，未來，隨著技術的進一步升級，E500型電力機車有望在鐵路運輸中發揮更大的作用，為可持續交通運輸的實現貢獻更多力量。

二. 建議：

本次於東芝北府中事業所學習 E500 型電力機車為期 22 日，在學習製造品質的同時，也了解到生產線整體的作業動向，並在過程中得到一些心得與公司化後車輛檢修建議事項：

(一) 明確修車需求與容量規劃 (Define Repair Needs and Capacity Planning)：

1. **分析現有公司車隊狀況：** 應詳細評估目前擁有的軌道車輛種類、數量、車齡、運行里程、故障頻率等數據，了解主要的檢修類型和需求量。
2. **規劃未來需求：** 未來車隊的需求計畫、將新技術的導入、另法規要求的變化等因素，預測未來年度時間內的修車需求。
3. **確定維修層級與範圍：** 明確各機廠將負責哪些層級的維修工作(總機廠制)，例如：定期維護、故障臨修、部件更換、大修翻新等，這將直接影響廠房的設施和設備需求。
4. **規劃維修線與工位：** 維修需求和預計的維修量，合理規劃維修動線及數量、長度以及各個工位的功能，考慮到不同車型的維修需求差異，可能需要設置通用和專用工位。
5. **預留擴充彈性：** 考慮到未來業務發展的可能性，設計預留一定的廠房軌道和設備升級的空間。

(二) 優化廠房佈局與流程設計 (Optimize Plant Layout and Process Design) :

1. **物流動線分析：**調整設計高效的車輛進出、部件運輸、廢棄物處理等物流動線，減少不必要的移動和等待時間。
2. **功能區域劃分：**合理劃分不同的功能區域，例如：檢修區、部件維修區、部件庫、辦公區、員工休息區等，確保各區域之間的協調運作。
3. **工位佈局優化：**依維修流程，合理佈置各個工位的設備和工具，確保操作空間充足且符合人體工學，提高工作效率和安全性。
4. **採用先進技術：**規劃引入自動化搬運設備、智能倉儲系統、遠程檢修診斷系統等先進技術，提升維修效率和管理水平。
5. **安全與環保考量：**佈局規劃中充分考慮消防安全、職業健康、廢棄物處理、噪音控制等環保和安全因素。

(三) 選擇合適的設備與工具 (Select Appropriate Equipment and Tools) :

1. **維修需求選型：**確定的維修層級和範圍，選擇所需的起重設備（天車、地走行吊車）、檢修平台、專用工具、檢測儀器等。
2. **設備的可靠性與耐用性：**選擇品質可靠、維護方便、使用壽命長的設備，降低長期運營成本。
3. **注重設備的安全性：**確保所選設備符合相關安全標準，並配備必要的安全保護裝置。
4. **引入先進檢測技術：**引入無損檢測設備、三維掃描儀等先進檢測技術，提高檢修精度和效率。
5. **完善的工具管理系統：**確保工具的齊全及精度、良好維護和易於取用，提高工作效率。

(四) 建立高效的人員組織與培訓體系 (Establish Efficient Personnel Organization and Training System) :

1. 明確崗位職責：根據維修流程和工作量，合理設置各個崗位的職責和權限。
2. 建立專業的維修團隊：招聘具有相關專業知識和技能的維修技術人員。
3. 重視員工培訓：完善的培訓體系，定期對員工進行技能提升、安全操作、新技術應用等方面的培訓，確保員工具備勝任工作的能力。
4. 推動團隊合作：鼓勵各部門和員工之間的溝通與協作，提高整體維修效率。
5. 建立績效考核體系：建立科學的績效考核體系，激勵員工積極工作。

(五) 導入智慧化管理與資訊系統 (Implement Intelligent Management and Information Systems) :

1. **強化維修管理系統 (MMIS)**：導入專業的維修管理系統進行優化，實現對維修工單、備件庫存、設備狀態、人員排班、成本控制等方面的全面管理。
2. **實時監控與數據分析**：利用感測器、物聯網等技術，實時監控設備狀態和維修進度，通過數據分析優化維修策略和預測故障。
3. **推動無紙化作業**：逐步實現維修記錄、操作手冊、技術圖紙等信息的電子化管理，提高信息查閱和共享效率。
4. **建立預警與診斷系統**：利用大數據分析和人工智能技術，建立車輛故障預警和遠程診斷系統，提高預防性維護能力，減少非計劃停機時間。
5. **提升資訊安全意識**：加強對機廠資訊系統的安全管理，防止數據洩露和系統故障。

參考文獻

台灣鐵路管理局，《台灣鐵路電力機車技術簡介》，2020 年。

李明哲，《電力機車與環境保護的關係探討》，交通科技期刊，2019 年。

張建華，《鐵路運輸效率提升策略分析》，鐵道學報，2021 年。

日本東芝基礎設施系統株式會社，專業訓練教材，2025 年。