

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 14 梯次）

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

姓名職稱：助理工程師 林志仰

技術員 許博至

赴派國家：日本

出國期間：114 年 09 月 12 日至 10 月 11 日

報告日期：114 年 10 月 20 日

摘要

為執行國營臺灣鐵路股份有限公司（以下簡稱本公司）電力機車汰換計畫，配合「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫（104-113 年）」中所列新型電力機車購案，本梯次派員前往日本東芝府中事業所，進行 E500 型電力機車之檢驗與監督工作，以確保車輛品質符合本公司技術規範與合約要求。

配合本公司向日本東芝公司採購 68 輛 E500 型電力機車之交車進度，實地檢視車輛製造、組裝與測試過程，進行檢驗及品質監督，確保機車符合設計規格、安全性能及營運需求。



圖 1 東芝 E500 電力機車組裝工廠

目次

壹、目的-----	P.4
貳、檢驗週期表-----	P.5
參、檢驗測試結果-----	P.9
肆、缺失改善事項-----	P.62
伍、心得與建議-----	P.67
六、專題報告-----	P.80

壹、目的

為因應現有 GE 電力機車及 E1000 型推拉式電力機車車齡老舊、維修困難等問題，本公司於「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫（104 至 113 年）」中編列電力機車汰換項目，並於本次採購案中由日本東芝得標製造 68 輛 E500 型新型客貨兩用電力機車，作為未來營運主力車種，期藉由本案有效提升行車穩定性、改善準點率，並降低車輛事故發生率。

本梯次於 114 年 9 月 12 日至 10 月 11 日間，前往日本東芝府中事業所執行駐廠監造任務，目的為依據合約規範對車輛製造、組裝及測試各階段進行現場監督與品質確認。檢驗項目包含車體結構、關鍵零組件配裝、配線工程、功能測試及整車出廠前檢驗，並持續追蹤前幾梯次已發現之問題項目是否妥善改善。此外，也將即時記錄並回報現場施工狀況與潛在缺失，確保製程透明與品質一致，並促使廠商依約限期改善不符項目。

本次駐廠亦提供同仁觀摩學習東芝車輛製造與品質管控流程之機會，藉此吸收國外先進工法與管理經驗，以期對日後本公司電力機車之維修管理、妥善率提升及故障處置能力有所助益。透過此輪駐廠監督，除能強化交付車輛之品質保證，也有助於臺鐵整體機車汰舊換新政策順利推進，實現提升營運效率與乘客服務品質之目標。

貳、檢驗週期表

表 2-1 第一週檢驗週期表

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表			
專案名稱：電力機車 68 輛案			
期間：自 114 年 09 月 12 日 至 114 年 09 月 21 日止			
年 月 日	星期	辦 理 事 項	
114.09.12	五	交通日。	
114.09.13	六	例假。	
114.09.14	日	例假。	
114.09.15	一	例假。	
114.09.16	二	1. 檢視 E546、E547、E548、E549、E550 組裝進度及施工狀況。 2. E543、E544 出廠運送至川崎貨物。 3. E545：完成車振動例行測試(TP-0089)。 4. E545：電磁波例行測試(TP-0090)。	
114.09.17	三	1. 檢視 E546、E547、E548、E549、E550 組裝進度及施工狀況。 2. E545 現場調整作業。 3. E546：電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試，(TP-0026)，第 7.2 節冷卻裝置及冷卻系統。	
114.09.18	四	1. 檢視 E547、E548、E549、E550 組裝進度及施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. E545 現場調整作業。 3. E547 準備進測試區。 4. E546：低速試運轉出廠測試(TP-0082)，第 7.4 節牽引力模式之低速運轉功能、第 7.5 節電軔指令之低速運轉功能、第 7.6 節無人裝置功能。	
114.09.19	五	1. 檢視 E548、E549、E550、E551 組裝進度及施工狀況。 2. E545 現場調整作業。 3. E547 耐壓測試準備。 4. E546：完成車振動例行測試(TP-0089)，第 7.1 節完成車振動例行測試 5. E546：電磁波例行測試(TP-0090)，第 7.1 節車內磁場量測測試。 6. E549：油漆例行測試(TP-0057)。	
114.09.20	六	例假。	
114.09.21	日	例假。	
備註：			
檢驗人員	車輛科	副處長	處長

表 2-2 第二週檢驗週期表

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛案			
期間：自 114 年 09 月 22 日 至 114 年 09 月 28 日止			
年 月 日	星期	辦 理 事 項	
114. 09. 22	一	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E547 耐壓(絕緣)測試準備。 3. E551：轉向架例行測試(TP-1000-03)，第 7.2 節輪軸組殘留不平衡量、第 7.3 節車輪踏面輪廓。	
114. 09. 23	二	例假。	
114. 09. 24	三	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E547 耐壓(絕緣)測試完成復位。 3. E546：機車靜態車輛界限例行測試(TP-0055)，車輛稱重例行測試(TP-0056)。	
114. 09. 25	四	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E547 PCC、LCMS 軟體安裝。 3. E547：駕駛室及控制設備功能出廠測試(TP-0023)，第 7.2 節電動雨刷與噴水器運作測試、第 7.3 節內部照明照度測試，第 7.4 節電子警鐘運作測試。 4. E547：軋機與供氣系統例行測試(TP-0058)，第 7.2 節輔助空壓機測試。 5. E547：空調機例行測試(TP-0059)，第 7.1.2 節風扇運轉測試。 6. E547：駕駛室及控制設備功能例行測試(TP-0060)，第 7.1 節駕駛台面板。	
114. 09. 26	五	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E547 軋機、ATP、NVR 軟體安裝。 3. E547：駕駛室及控制設備功能例行測試(TP-0060)，第 7.2 節面板盤。 4. E547：電力轉換裝置之牽引動力單元性能例行測試(TP-0063)，第 7.1 節前進位出力測試、第 7.2 節後退位出力測試、第 7.3 節再生電軋測試。	
114. 09. 27	六	例假。	
114. 09. 28	日	例假。	
備註：			
檢驗人員	車輛科	副處長	處長

表 2-3 第三週檢驗週期表

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 114 年 09 月 29 日 至 114 年 10 月 05 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114. 09. 29	一	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E547：電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試，(TP-0026)，第 7.4 節電力電路之過電壓或過低電壓保護措施，第 7.5 節接地故障偵測系統。 3. E547：電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試(TP-0027)，第 7.3 節輔助電源接地或短路之偵測電路，第 7.4 節輔助電源過載保護裝置。
114. 09. 30	二	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E545、E546 輪軸蓋扭力確認。 3. E545：車輛稱重例行測試(TP-0056)，轉向架出廠測試(TP-0019)。 4. E547：軔機與供氣系統例行測試(TP-0058)，第 7.8 節軔機系統功能測試，第 7.9 節緊急軔機功能測試。
114. 10. 01	三	1. 檢視 E548、E549、E550、E551、E552 組裝進度及施工狀況。 2. E547 走行測試前點檢作業。 3. E549：油漆例行測試(TP-0057)改善項目確認。
114. 10. 02	四	1. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度及施工狀況。 2. E547 現場殘留作業。 3. E548 測試區耐壓測試準備。 4. E548：車體水密例行測試(TP-0015)。 5. E550：油漆例行測試(TP-0057)。
114. 10. 03	五	1. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度及施工狀況。 2. E548 測試區耐壓測試準備。 3. E547：電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試(TP-0027)，第 7.1 節輔助供電系統。 4. E547：低速試運轉出廠測試(TP-0082)，第 7.1 節馬達線路連接測試。
114. 10. 04	六	例假。
114. 10. 05	日	例假。
備註：		
檢驗人員	車輛科	副處長 處長

表 2-4 第四週檢驗週期表

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 114 年 10 月 06 日 至 114 年 10 月 12 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.10.06	一	1. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度及施工狀況。 2. E545：Class C 驗證。 3. E546：Class C 驗證。
114.10.07	二	1. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度及施工狀況。 2. E548 耐壓測試復位。 3. E545、E546：入線檢查。 4. E547：軀機與供氣系統出廠測試，第 7.9 節軀力對軀缸壓力之曲線圖。
114.10.08	三	1. E547 測重準備作業 2. E548 耐壓測試復位準備作業。 3. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度及施工狀況。 4. E545、E546：出貨準備,甲種運輸。 5. TM 工廠見習。
114.10.09	四	1. E548 序列測試，軀機軟體安裝。 2. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度與施工狀況。 3. E547：車輛稱重例行測試(TP-0056)。 4. E547：機車靜態車輛界限例行測試(TP-0055)。 5. E552：轉向架例行測試(TP1000-03)。
114.10.10	五	1. 檢視 E549、E550、E551、E552、E553 組裝進度與施工狀況。 2. E547：轉向架出廠測試(TP-0019)。 3. E548：軀機與供氣系統出廠測試(TP-0020)，軟體安裝(CCTV、ATP)。 4. E548：空調機出廠測試(TP-0022)。 5. E548：駕駛室及控制設備功能出廠測試(TP-0023)，第 7.1 節後端駕駛台面板操作測試。 6. E548：軀機與供氣系統例行測試(TP-0058)。 7. E548：重連模擬測試。
114.10.11	六	例假。
114.10.12	日	例假。
備註：		

檢驗人員

車輛科

副處長

處長

參、檢驗測試結果

一、車輛稱重例行測試

1. 前言

依據電力機車 68 輛採購規範（19-GF2-00133）產出之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-1006)[ECS-E7-0039]，車輛稱重例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1004)(ECS-QA-E7-TP-0056)之規定進行測試。

2. 測試儀器

車輛稱重例行測試使用之測試設備規格型號請參照表 3-1-2-1。

表 3-1-2-1 車輛稱重測試儀器				
項次	測試器材	型號	製造商	參考圖像
1	軸重量測設備	M19-1676-1	KYOWA	圖 3-1-2-1

軸重測試設備安裝在測試區的地坑內，檢測每個車輪負載，透過記錄站傳輸至電腦並顯示於電腦上，根據 6 個車輪附載數據，經由電腦軟體計算出車軸負載和左右車輪負載差異。



圖 3-1-2-1 軸重測試設備

3.測試程序

(1)放置重量塊，分別在各個沙箱上、駕駛室、機械室走道放置重量塊，模擬沙箱裝滿砂、駕駛室載人、氮氣鋼瓶之重量，再進行軸重量測。



圖 3-1-3-1 沙箱上放置重量塊



圖 3-1-3-2 駕駛室放置重量塊



圖 3-1-3-3 機械室走道放置重量塊

(2)牽引車連結稱重測試車輛，如圖 3-1-3-4 所示



圖 3-1-3-4 牽引車連結測試車輛

(3)測試程序

車輛稱重測試程序請參照表 3-1-3-1 及圖 3-1-3-5 所示。

表 3-1-3-1 車輛稱重測試程序		
項次	操作方式	說明
1	牽引車由西側移至東側，牽引車推動測試車輛，直到轉向架 1 的每個車輪位於檢測單元中央位置。	測試數字顯示於電腦
2	牽引車由西側移至東側，牽引車推動測試車輛，直到轉向架 2 的每個車輪位於檢測單元中央位置。	測試數字顯示於電腦
3	牽引車由西側移至東側，直到轉向架 2 的所有車輪完全通過檢測單元。	無
4	牽引車由東側移至西側，牽引車拉動測試車輛，直到轉向架 2 的每個車輪位於檢測單元中央位置。	測試數字顯示於電腦
5	牽引車由東側移至西側，牽引車拉動測試車輛，直到轉向架 1 的每個車輪位於檢測單元中央位置。	測試數字顯示於電腦

測試 ID	項次	測量點	條件
1	1	轉向架 1 第 1 次	
	2	轉向架 2 第 1 次	
		-	
	3	轉向架 2 第 2 次	
	4	轉向架 1 第 2 次	

圖 3-1-3-5 車輛稱重程序

(4)測試後調整

測試結果顯示於電腦，可從畫面中看到左右車輪重量，以及該軸重量。針對數值超出規範的檢測結果會以紅字顯示，工作人員再加以調整後，依照表 3-1-3-1 車輛稱重測試程序進行第二次量測。

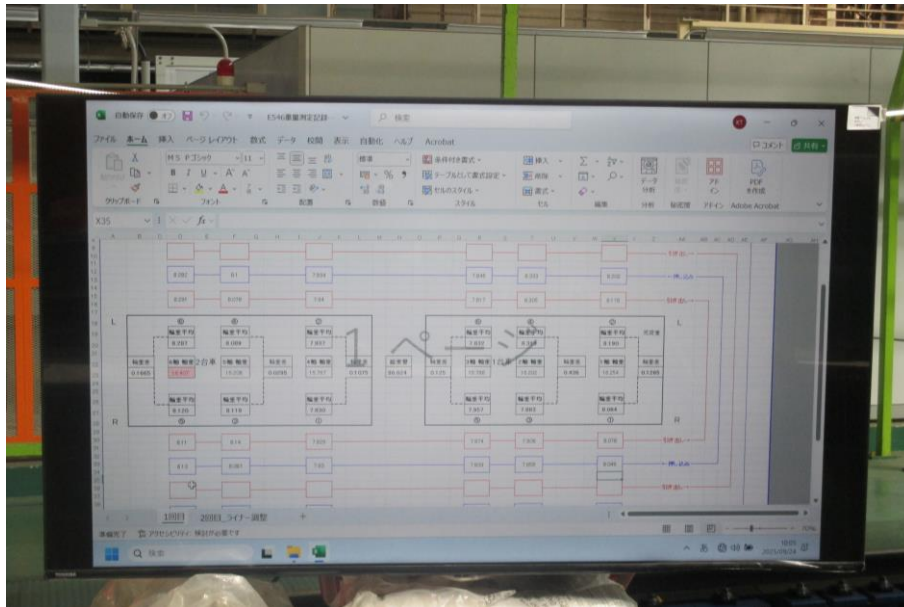


圖 3-1-3-6 電腦螢幕顯示檢測數值

L	⑥		④	
	輪重平均		輪重平均	
	8.287		8.089	
	輪重差		輪重差	
	0.1665	6軸 軸重 2台車 16.407	5軸 軸重 16.208	0.0295
R	輪重平均		輪重平均	
	8.120		8.119	
	⑤		③	

圖 3-1-3-7 數值超過規範值，以紅字顯示

工作人員進行車軸重量分佈的調整，以該車第二轉向架為例，第六軸車軸軸重高於第五軸及第四軸，其中以第四軸其重量最輕（如圖 3-1-3-6、圖 3-1-3-7 所示）。則調整方式為在第四軸轉向架圈簧下方加上墊圈。墊圈型式為兩片半月形墊圈為一組，其墊圈有卡榫設計，將兩片墊圈放置於圈簧下方後，調整其位置，再利用卡榫對接成完整一組圓形墊圈（如圖 3-1-3-8、圖 3-1-3-9、圖 3-1-3-10 所示）。



圖 3-1-3-8 墊圈外觀



圖 3-1-3-9 使用千斤頂抬升圈簧後，在圈簧下方加裝墊圈



圖 3-1-3-10 調整兩片半月形墊圈位置，將其組合成圓形墊圈

(5)調整後再測試

依照表 3-1-3-1 程序進行一至六軸車軸稱重，數據顯示於電腦並記錄（如圖 3-1-3-11），局部放大圖 A 和 B 請參考圖 3-1-3-12 和圖 3-1-3-13，E546 檢測結果詳細記載數據請參照測試結果(圖 3-1-5-1、圖 3-1-5-2)。



圖 3-1-3-11 顯示於電腦畫面的各個車軸重量分佈

		⑤		④		③		L
		檢重平均		檢重平均		檢重平均	死荷重	
		7.813		8.302		8.180		
檢重差		3軸 軸重 1台車		2軸 軸重	檢重差	1軸 軸重	檢重差	
0.1165		15.742		16.161	0.442	16.238	0.1225	
		檢重平均		檢重平均		檢重平均		
		7.929		7.860		8.058		
		⑤		④		③		R

圖 3-1-3-12 局部放大圖 A

L		⑤		④		③		
		檢重平均		檢重平均		檢重平均		
		8.234		8.036		8.081		
檢重差		6軸 軸重 2台車		5軸 軸重	檢重差	4軸 軸重	檢重差	
0.1855		16.283		16.076	0.0045	16.086	0.0755	
		檢重平均		檢重平均		檢重平均		
		8.049		8.040		8.005		
R		⑤		④		③		

圖 3-1-3-13 局部放大圖 B

4. 測試合格標準

每個車軸負載的標準相當於標稱值 16.0 公噸的 $\pm 3\%$ (15.6 ~16.4 公噸)，車輪負載差異，每個平均值標準需小於 0.8 公噸，請參照表 3-1-4-1。

表 3-1-4-1 車輛稱重例行測試合格標準		
項次	測試項目	標準值
1	車軸負載	15.6 ~16.4 公噸
2	車輪負載左右差異	<0.8 公噸

5.測試結果
E546 車輛稱重例行測試結果顯示所有測試項目均符合標準，測試結果請參照圖 3-1-5-1 和圖 3-1-5-2。

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0056
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0056
P - 3

序號 SERIAL No. E546

附件 Attachment：測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章 節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	車輛稱重 Vehicle Weighing	7.1	24/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

項目 Item		合格標準 Criteria	測量 Measured	結果 Result
轉向架 1 Bogie 1	#1 車軸 #1 axle	車軸負載，公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4*	16.2 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
		車輪負載左右差異，公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0.1 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	#2 車軸 #2 axle	車軸負載，公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4*	16.1 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
		車輪負載左右差異，公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0.4 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	#3 車軸 #3 axle	車軸負載，公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4*	15.7 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
		車輪負載左右差異，公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0.1 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

備註：*標準根據為 EN15528。
Note: * Criteria is determined in accordance with of EN15528.

日期 Date: 24/09/2025

日期 Date:

測試人員
Tested by 野村山

由下列人員見證
Witness by

檢查人員
Checked by 工藤貴之

核定人員
Approved by 村 = 理

圖 3-1-5-1 E546 車輛稱重例行測試報告書

序號 SERIAL No. E546

項目 Item		合格標準 Criteria	測量 Measured	結果 Result
轉向架 2 Bogie 2	#4 車軸 #4 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4	16.0 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	#5 車軸 #5 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4	16.0 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	#6 車軸 #6 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4	16.2 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0.1 ☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

備註: *標準根據為 EN15528。

Note: * Criteria is determined in accordance with of EN15528.

日期 Date: 24/09/2025

日期 Date:

測試人員

Tested by

檢查人員

Checked by

核定人員

Approved by

野村山

工藤貴之

村上 理

由下列人員見證

Witness by

二、輪軸組殘留不平衡量及車輪踏面輪廓例行測試

1.前言

依據電力機車 68 輛採購規範（19-GF2-00133）產出之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-1006)[ECS-E7-0039]，轉向架例行測試程序書(EL68-BOG-TP-1001)(ECS-E7-1000-03)之規定來進行測試。

2.測試儀器

輪軸組殘留不平衡量及車輪踏面輪廓例行測試所使用工具請參照下表表 3-2-2-1。

表 3-2-2-1 輪軸組殘留不平衡量及車輪踏面輪廓測試儀器				
項次	測試器材	型號	製造商	參考圖像
1	測試量規	ID-C112AX	Mitsutoyo	圖 3-2-2-1
2	車輪直徑測量工具	TY-50	Shinyei Technology	圖 3-2-2-2
3	踏面輪廓確量具	N/A	TISS	圖 3-2-2-3
4	厚薄規	100A25	NAGAI GAUGE	圖 3-2-2-4



圖 3-2-2-1 測試量規



圖 3-2-2-2 車輪直徑量測工具



圖 3-2-2-3 踏面輪廓確量器



圖 3-2-2-4 厚薄規

3. 測試程序

(1) 確認轉向架編號及各車輪編號



圖 3-2-3-1 轉向架編號



圖 3-2-3-2 車輪編號

(2)記錄車輪組的不平衡量，不平衡量打印在車輪表面。輪軸組靜態不平衡量打印在輪箍外側，輪軸組動態不平衡量打印在輪箍內側。

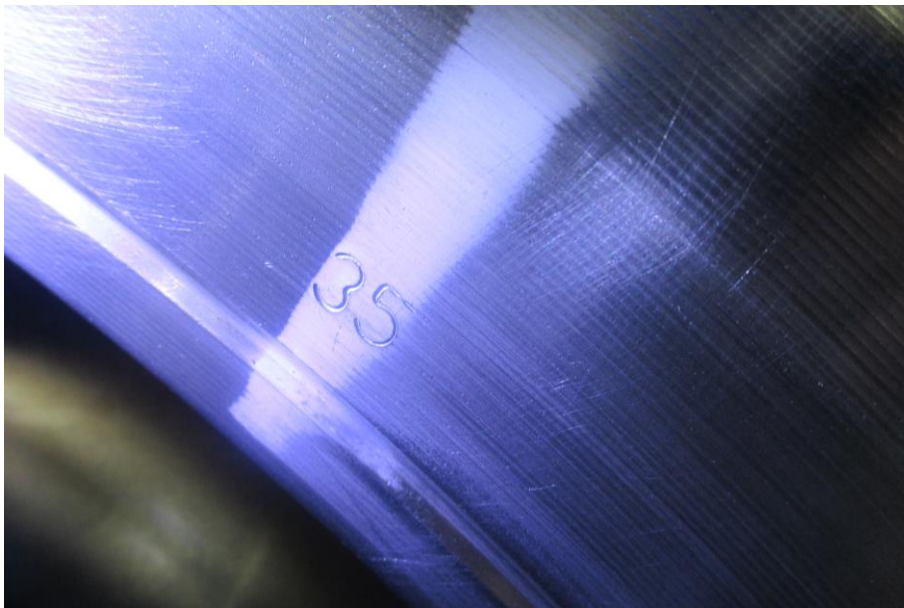


圖 3-2-3-3 車輪不平衡量

- (3)用手轉動車輪，確認轉動平順。
- (4)設置指示量規指向車輪表面量測。
- (5)轉動車輪並量測其偏擺，確認指示量規的讀值在合格標準內（圖 3-2-3-4）。



圖 3-2-3-4 設置指示量表

- (6)使用車輪直徑檢測工具 TY-50 檢測車輪直徑數據並記錄於表單（圖 3-2-3-5）。



圖 3-2-3-5 量測車輪直徑

(7)目視檢查車輪表面是否有毀損或異物，並使用車輪踏面確認量規檢查踏面形狀，並記錄於表中（圖 3-2-3-6）。



圖 3-2-3-6 檢測車輪踏面形狀

4. 合格標準

輪軸組殘留不平衡量及車輪踏面輪廓合格標準請參照表 3-2-4-1。

表 3-2-4-1 輪軸組殘留不平衡量及車輪踏面輪廓例行測試標準		
測試項目	讀值或測量值	合格標準
車輪靜態不平衡量	讀值	< 72 gm
輪軸組動態不平衡量	讀值	< 75 gm
轉向架之車輪偏轉量測	量測值	< 0.5 mm
車輪直徑	量測值	D: Ø 924 mm (= Ø 924 mm ~ Ø 928 mm)
車輪踏面形狀	量測值	踏面量具與實際踏面的間隙以厚薄規進行測量，其間隙應小於或等於 0.5 mm。

5.測試結果
編號 0111 轉向架和編號 0112 轉向架之輪軸組殘留不平衡量及車輪踏面輪廓例行測試結果顯示所有測試項目均符合標準，測試結果請參照圖 3-2-5-1 至圖 3-2-5-6。

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	氣溫 Temp. (°C)	濕度 RH (%)	結果 Result
2.	輪軸組殘留不平衡量 Residual imbalance of wheel axle set	7.2.	22/09/2025	24.8	36	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試結果：
Test Results:

測試項目 Object	讀值或量測值 Read out or Measured Value				合格標準 Criteria
車輪靜態不平衡量 (讀值) Wheel Static Imbalance (Read out)	Axle#	#1	#2	#3	< 72 gm
	Gear-side	12	9	18	
	Counter				
	Gear-Side	9	6	21	
輪軸組動態不平衡量 (讀值) Wheelset Dynamic Imbalance (Read out)	Axle#	#1	#2	#3	< 75 gm
	Gear-side	35	25	13	
	Counter				
	Gear-Side	55	26	27	
轉向架之車輪跳動量測 (量測值) Runout of Wheel on the Bogie (Measured Value)	Axle#	#1	#2	#3	< 0.5 mm
	Gear-side	0.299	0.289	0.256	
	Counter				
	Gear-Side	0.268	0.251	0.262	

關於供應商車輪靜態不平衡和輪軸組動態不平衡的紀錄，在本文件的附錄 1 中。
Supplier's record for wheel static imbalance and wheelset dynamic Imbalance is attached in Annex 1 of this document.

日期 Date: 22/09/2025	日期 Date: 22/09/2025
測試人員 Tested by 林秉明	由下列人員見證 Witness by 許博宇
檢查人員 Checked by 山本 拓典	林志輝
核定人員 Approved by 村上 理	

圖 3-2-5-1 轉向架 No.0111 測試結果

序號 SERIAL No. 0111

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	氣溫 Temp. (°C)	濕度 RH (%)	結果 Result
3.	車輪路面輪廓 Contour of wheel tread	7.3.	22/09/2025	24.8	36	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試結果：

Test Result:

測試項目 Item	量測值 Measured Value (mm)				合格標準 Criteria (mm)
車輪直徑 D Wheel diameter D	1 號車軸 Axle No.1	傳動端 1st Gear-Side	926.5	$\begin{matrix} +4 \\ \varnothing 924^0 \\ (= \varnothing 924 \sim \varnothing 928) \end{matrix}$	
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	926.5		
	2 號車軸 Axle No.2	傳動端 1st Gear-Side	926.5		
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	926.5		
	3 號車軸 Axle No.3	傳動端 1st Gear-Side	926.5		
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	926.5		

日期 Date: 22/09/2025

日期 Date: 22/09/25

測試人員
Tested by 林秉朗

由下列人員見證

Witness by 許博望

檢查人員
Checked by 山本拓典核定人員
Approved by 村上理

林志仰

圖 3-2-5-2 轉向架 No.0111 測試結果

序號 SERIAL No. 0111

測試結果：

Test Result:

測試項目 Item	結果 Result (OK / NG)		合格標準 Criteria
車輪輪廓 Wheel Profile	1 號車軸 Axle No.1	傳動端 1st Gear-Side	OK
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	OK
	2 號車軸 Axle No.2	傳動端 1st Gear-Side	OK
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	OK
	3 號車軸 Axle No.3	傳動端 1st Gear-Side	OK
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	OK

需搭配 D11-4-01836 設計圖的指定形狀量具。踏面量具與實際踏面的間隙以厚薄規進行測量，其間隙應小於或等於 0.5 mm。
To match the shape of the gauge specified by the drawing D11-4-01836.
The gap between the inspection gauge and the actual product measured by thickness gauge shall be 0.5 mm or less.

附錄 2 的車輪尺寸證書之驗證結果

Confirmation Result of Certificate for Wheel Dimensions as shown in Annex 2

位置 Location	D1	D2	D3H	D3D	D4	D9
通過/失敗 Pass/Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail
位置 Location	C1	H	S	T1	T2	踏面 Profile
通過/失敗 Pass/Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail

日期 Date: 22/09/2025日期 Date: 22/09/2025測試人員
Tested by 林秉朗

由下列人員見證

Witness by 許博宇檢查人員
Checked by 山本拓典林志仰核定人員
Approved by 村上理

圖 3-2-5-3 轉向架 No.0111 測試結果

序號 SERIAL No. 0112

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	氣溫 Temp. (°C)	濕度 RH (%)	結果 Result
2.	輪軸組殘留不平衡量 Residual imbalance of wheel axle set	7.2.	22/09/2025	24.8	36	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試結果：

Test Results:

測試項目 Object	讀值或量測值 Read out or Measured Value				合格標準 Criteria
車輪靜態不平衡量 (讀值) Wheel Static Imbalance (Read out)	Axle#	#1	#2	#3	< 72 gm
	Gear-side	34	27	09	
	Counter Gear-Side	32	31	22	
輪軸組動態不平衡量 (讀值) Wheelset Dynamic Imbalance (Read out)	Axle#	#1	#2	#3	< 75 gm
	Gear-side	18	35	20	
	Counter Gear-Side	61	29	47	
轉向架之車輪跳動量測 (量測值) Runout of Wheel on the Bogie (Measured Value)	Axle#	#1	#2	#3	< 0.5 mm
	Gear-side	0.263	0.216	0.225	
	Counter Gear-Side	0.294	0.237	0.272	

關於供應商車輪靜態不平衡和輪軸組動態不平衡的紀錄，在本文件的附錄 1 中。

Supplier's record for wheel static imbalance and wheelset dynamic Imbalance is attached in Annex 1 of this document.

日期 Date: <u>22/09/2025</u>	日期 Date: <u>22/09/2025</u>
測試人員 Tested by <u>林永明</u>	由下列人員見證 Witness by <u>林志仰</u>
檢查人員 Checked by <u>山本 拓典</u>	<u>許博至</u>
核定人員 Approved by <u>村上 理</u>	

圖 3-2-5-4 轉向架 No.0112 測試結果

序號 SERIAL No. 0112

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	氣溫 Temp. (°C)	濕度 RH (%)	結果 Result
3.	車輪踏面輪廓 Contour of wheel tread	7.3.	22/09/2025	24.8	36	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試結果：

Test Result:

測試項目 Item	量測值 Measured Value (mm)			合格標準 Criteria (mm)
車輪直徑 D Wheel diameter D	1 號車軸 Axle No.1	傳動端 1st Gear-Side	926.5	$\overset{+4}{\underset{0}{\text{Ø}924}}$ (=Ø924~Ø928)
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	926.5	
	2 號車軸 Axle No.2	傳動端 1st Gear-Side	926.5	
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	926.5	
	3 號車軸 Axle No.3	傳動端 1st Gear-Side	926.5	
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	926.5	

日期 Date: 22/09/2025日期 Date: 22/09/2025測試人員
Tested by 林 軒朗由下列人員見證
Witness by檢查人員
Checked by 山本 拓果核定人員
Approved by 村上 理林志仰
許博至

圖 3-2-5-5 轉向架 No.0112 測試結果

序號 SERIAL No. 0112

測試結果：

Test Result:

測試項目 Item	結果 Result (OK / NG)		合格標準 Criteria
車輪輪廓 Wheel Profile	1 號車軸 Axle No.1	傳動端 1st Gear-Side	OK
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	OK
	2 號車軸 Axle No.2	傳動端 1st Gear-Side	OK
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	OK
	3 號車軸 Axle No.3	傳動端 1st Gear-Side	OK
		非傳動端 2nd Counter Gear-Side	OK

需搭配 D11-4-01836 設計圖的指定形狀量具。踏面量具與實際踏面的間隙以厚薄規進行測量，其間隙應小於或等於 0.5 mm。
To match the shape of the gauge specified by the drawing D11-4-01836.
The gap between the inspection gauge and the actual product measured by thickness gauge shall be 0.5 mm or less.

附錄 2 的車輪尺寸證書之驗證結果

Confirmation Result of Certificate for Wheel Dimensions as shown in Annex 2

位置 Location	D1	D2	D3H	D3D	D4	D9
通過/失敗 Pass/Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail
位置 Location	C1	H	S	T1	T2	踏面 Profile
通過/失敗 Pass/Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail	✓通過 Pass □失敗 Fail

日期 Date: 22/09/2025日期 Date: 22/09/2025測試人員
Tested by 林秉明由下列人員見證
Witness by檢查人員
Checked by 山本拓典核定人員
Approved by 村上理林志仰
許博經

圖 3-2-5-6 轉向架 No.0112 測試結果

三、油漆例行測試

1.前言

依據電力機車 68 輛採購規範（19-GF2-00133）產出之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-1006)[ECS-E7-0039]，油漆例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1005(B))(ECS-QA-E7-TP-0057)之規定來進行測試。

2.測試儀器

油漆例行測試所使用之測試儀器請參照下表 3-3-2-1。

表 3-3-2-1 油漆例行測試儀器				
項次	儀器	製造商	型式	參考圖像
1	膜厚計	Kett	LZ-990	圖 3-3-2-1



圖 3-3-2-1 膜厚計

3.測試程序

(1)檢視供應商提供之油漆塗裝作業所使用的油漆塗料類型證明書是否符合 DDR 中所述之規格。DDR 所述油漆規格請參照表 3-3-3-1，廠商所使用之油漆其證明文件如圖 3-3-3-1 至圖 3-3-3-4 所示。

表 3-3-3-1 DDR 所述油漆塗料規格							
測試 ID	測試項目	底漆	補土	中塗漆	面漆	光澤度	顏色
1	機械室側牆總成	UNIEPOCH 30	NAX PUTTY LIGHTFLEXT	NAX BES NONSAN PRASUF HS	NAX MIGHTYLAC	G70	橘色（台灣塗料工業同業公會 No.1-64 橘色）
2	駕駛室結構	UNIEPOCH 30	NAX PUTTY LIGHTFLEXT	NAX BES NONSAN PRASUF HS	NAX MIGHTYLAC	G70	橘色（台灣塗料工業同業公會 No.1-64 橘色）
3	車架	UNIEPOCH 30	-	-	NAX MIGHTYLAC	G70	深灰色（RAL 7016 煤灰色）

(株)東芝 行

TRA向け機関車の製作において以下指定の塗料を使用していることを証明いたします。

49 号機 側構体		
手配コード	形 格	備 考
5P3T1175P031	ユニエボック30 プライマーNC ライトグレー	
5P3T1175P042	nax/パテライトフレックスT 春秋型	
5P3T1175P027	nax BES ノンサンブラサフHS	
5P3T1175P062	naxマイティラックG2 KB型 -T No.1-64 Orange G70	

(刻印: A-49,B-49)

2025年8月1日

会社名: 株式会社 川熱
 担当者: 大石 龍一



圖 3-3-3-1 E549 機械室側牆總成油漆證明文件

株式会社東芝 御中

TRA向け機関車の製作において以下指定の塗料を使用していることを証明いたします。

49号機 運転室構体		
手配コード	形格	備考
5P3T1175P031	ユニエボック30 プライマーNC ライトグレー	
5P3T1175P042	nax/パテライトフレックス	
5P3T1175P027	nax BES ノンサンブラサフHS	
5P3T1175P062	naxマイティラックG2 KB型 -T No.1-64 Orange G70	

(刻印: F-49 R-49)

2025年 7月 24日

会社名: 株式会社デザイン
 担当者: 飯島 忠道



圖 3-3-3-2 E549 駕駛室結構油漆證明文件

株式会社東芝 行

TRA向け機関車の製作において以下指定の塗料を使用していることを証明いたします。

49 号機 車体台枠		
手 配 コ ー ド	形 格	備 考
5P3T1175P031	ユニエボック30 プライマーNC F	
5P3T1175P061	naxマイティラックG2 KB型 RAL7016 G70	

(刻印: F-49, R-49)

2025年 7月 9日

会社名: 協三工業株式会社

担当者: 原田 友則



図 3-3-3-3 E549 車架油漆證明文件

東芝インフラシステムズ株式会社 御中

 2023年6月16日
 日本ペイント・インダストリアルコーティングス株式会社
 営業本部 東京営業所

●当社塗料出荷基準

品目名	色	艶	出荷基準
マイティラックG-2 KB型-T	Ns1-64orange	有(G70)	色相: 見本板より ΔE0.5以内、光沢: 指示光沢より ±5 以内
	RAL7016 Anthracite Grey	G70	色相: 見本板より ΔE0.5以内、光沢: 指示光沢より ±5 以内

※上記出荷基準に基づき、塗料を出荷判断しております

※出荷基準に満たないものに関しては一切出荷しておりません

図 3-3-3-4 E549 油漆出貨標準

(2)確認膜厚計校正日期和膜厚計量測是否符合公差值。將校正用厚度規（100um）放置於校正用板上（材質為鐵Fe），使用膜厚計測量，確認讀值符合公差規格。



圖 3-3-3-5 膜厚計校正有效日期到 2026.08



圖 3-3-3-6 校正用板



圖 3-3-3-7 校正厚度規 100um



圖 3-3-3-8 確認膜厚計讀值符合公差

(3)使用膜厚計依據 DDR 文件所述之測試區域進行檢測，檢測位置如圖 3-3-3-9 所示，機械室側牆總成共六處，駕駛室結構共六處，車架共四處，共計十六處。



圖 3-3-3-9 量測位置共計 16 處

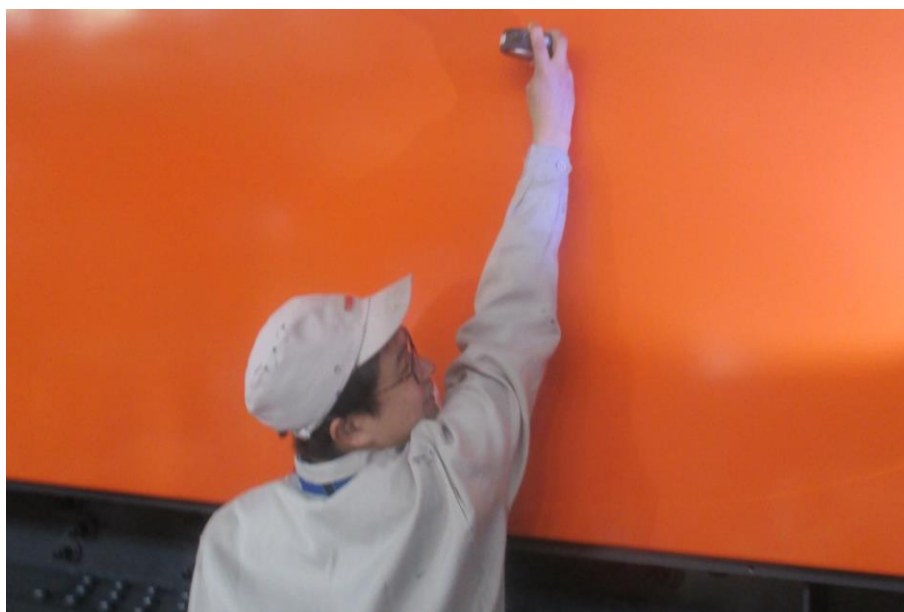


圖 3-3-3-10 E549 機械室側牆總成油漆膜厚量測



圖 3-3-3-11 E549 駕駛室結構油漆膜厚量測

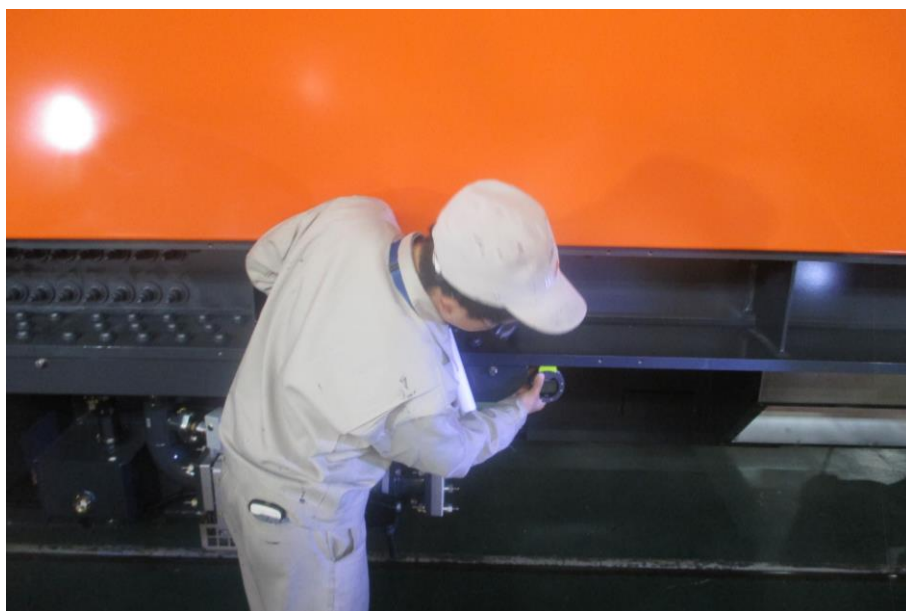


圖 3-3-3-12 E549 車架油漆膜厚量測

(4)油漆廠商依據 DDR 文件所述之油漆規格提供色調卡，使用色調卡對比車身顏色，檢視車身及車架顏色是否正確。



圖 3-3-3-13 色調卡



圖 3-3-3-14 使用色調卡比對車身色調是否吻合



圖 3-3-3-15 使用色調卡比對車架顏色是否吻合

4. 合格標準

油漆例行測試合格標準請參照表 3-3-4-1。

表 3-3-4-1 油漆例行測試合格標準		
項次	測試項目	合格標準
1	油漆類型	確認為表 3-3-3-1 DDR 所述油漆塗料規格之「實際的產品型號與用途」
2	塗裝狀態	裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷
3	油漆膜厚	120~5350 (μm)

5.測試結果
油漆例行測試結果顯示所有測試項目均符合標準，測試結果請參照圖 3-3-5-1 至圖 3-3-5-4。

TOSHIBA

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0057
Test Report Document No.: ECS-QA-E7-TR-0057
P - 4

序號 SERIAL No. E549

附件 Attachment：測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	機械室側牆總成 Machine Room Side Panel Assy	7.1	19/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	實測值 Measured value	結果 Result
1	1	油漆類型 Paint type	油漆類型符合測試程序書的表 7-2 中所列之測試 ID 1 之實際的產品型號與用途。 Paint type is conforming to Table 7-2 Test ID 1 "Actual product type and usage" of the test procedure.	Confirmed Attachment 3 Page 1	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	2	塗裝狀態 Painting condition	塗裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷 There are no abnormalities in painting and no excessive externally damage or scratch.	-	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	3	油漆膜厚 Painting thickness	120~5350 (μm)	1. 994 (μm) 2. 1238 (μm) 3. 1088 (μm) 4. 698 (μm) 5. 753 (μm) 6. 714 (μm)	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 19/09/2025
測試人員
Tested by 林秉中朗
檢查人員
Checked by 山本拓典
核定人員
Approved by 村上理

日期 Date: 19/09/2025
由下列人員見證
Witness by 許博至 19/09/2025
林志銘 19/09/2025

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-3-5-1 E549 油漆例行測試檢測結果

序號 SERIAL No. E549

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2	駕駛室結構 Cab Structure	7.2	19/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	實測值 Measured value	結果 Result
2	1	油漆類型 Paint type	油漆類型符合測試程序書的表 7-2 中所列之測試 ID 2 之實際的產品型號與用途。 Paint type is conforming to Table 7-2 Test ID 2 "Actual product type and usage" of the test procedure.	Confirmed Attachment B Page 2	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	2	塗裝狀態 Painting condition	塗裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷 There are no abnormalities in painting and no excessive externally damage or scratch.	-	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	3	油漆膜厚 Painting thickness	120~5350 (μm)	7. 1161 (μm) 8. 562 (μm) 9. 626 (μm) 10. 1081 (μm) 11. 723 (μm) 12. 567 (μm)	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 19/09/2025	日期 Date: 19/09/2025
測試人員 Tested by 林 永明	由下列人員見證 Witness by 許博立
檢查人員 Checked by 山本 拓典	林志仰
核定人員 Approved by 村上 理	

圖 3-3-5-2 E549 油漆例行測試檢測結果

序號 SERIAL No. E549

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
3	車架 Underframe	7.3	19/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	實測值 Measured value	結果 Result
3	1	油漆類型 Paint type	油漆類型符合測試程序書的表 7-2 中所列之測試 ID 3 之實際的產品型號與用途。 Paint type is conforming to Table 7-2 Test ID 3 "Actual product type and usage" of the test procedure.	Confirmed - Attachment 3 Page 3	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	2	塗裝狀態 Painting condition	塗裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷 There are no abnormalities in painting and no excessive externally damage or scratch.	-	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	3	油漆膜厚 Painting thickness	80~250 (μm)	13. 129 (μm) 14. 125 (μm) 15. 119 (μm) 16. 123 (μm)	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 19/09/2025	日期 Date: 19/09/2025
測試人員 Tested by 林 秉安朗	由下列人員見證 Witness by 許博全
檢查人員 Checked by 山本 拓典	林志仰
核定人員 Approved by 村上 理	

圖 3-3-5-3 E549 油漆例行測試檢測結果

序號 SERIAL No. E549

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
4	色調 Hue	7.4	19/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	結果 Result
4	1	確認油漆供應商 所提供之報告書 Painting supplier's report confirmation	報告書中各檢視項目均無異常情形 There are no abnormalities in the results of each inspection item in the report.	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
	2	色調 Hue in painting	油漆色調無明顯差異 The hue is no abnormalities in painting.	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 19/09/2025	日期 Date: 19/09/2025
測試人員 Tested by 林秉強	由下列人員見證 Witness by 許博至
檢查人員 Checked by 山本 拓典	林志輝
核定人員 Approved by 村上 理	

圖 3-3-5-4 E549 油漆例行測試檢測結果

四、完成車振動測試例行測試

1.前言

依據電力機車 68 輛採購規範（19-GF2-00133）產出之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-1006)[ECS-E7-0039]，完成車振動測試例行測試程序書(EL68-OTH-TP-1002)（ECS-QA-E7-TP-0089）之規定來進行測試。

2.測試儀器

完成車振動測試例行測試所使用之測試儀器請參照下表 3-4-2-1。

表 3-4-2-1 車振動測試儀器				
項次	器材	型號	製造商	參考圖像
1	3 軸振動儀	VM-54	RION	圖 3-4-2-1



圖 3-4-2-1 車振動測試儀

3.測試程序

(1)設置車振動測試儀於機械室地板，如（圖 3-4-2-2）所示。

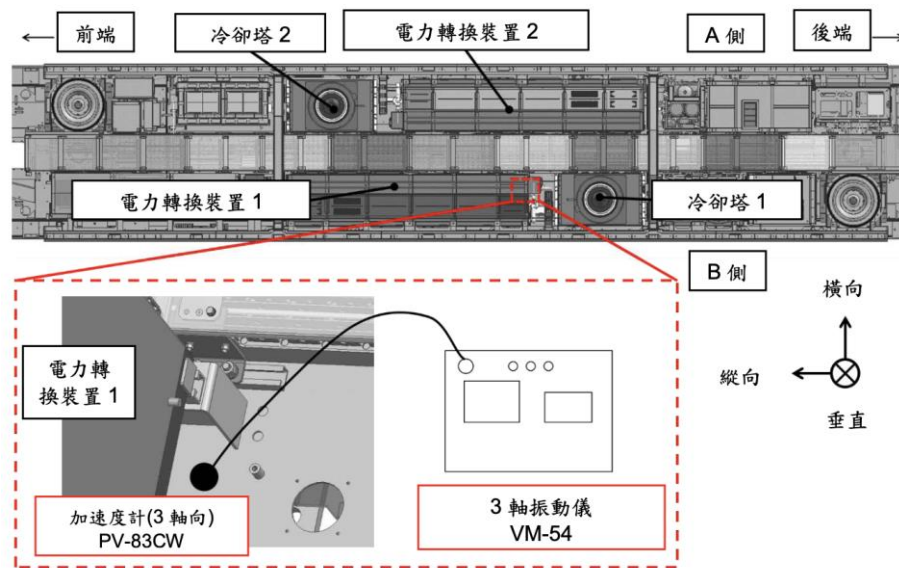


圖 3-4-2-2 車振動測試儀設置位置

(2)將測量儀器的測量範圍設置為 10 m/s^2 ，並設置為最大保持模式。

(3)機車在測試軌道的 A 端和 B 端之間以 $20 \pm 5 \text{ km/h}$ 的速度滑行 10 秒。

(4)測量機車向前滑行運轉時的振動加速度 RMS 數值符合標準。



圖 3-4-2-3 量測振動加速度 RMS 數值符合標準

4. 測試合格標準

振動測試合格標準 RMS 數值為垂直向 $\leq 5.72 \text{ m/s}^2$ 、橫向 $\leq 2.55 \text{ m/s}^2$ 、縱向 $\leq 3.96 \text{ m/s}^2$ 。

5. 測試結果

完成車振動測試例行測試結果顯示所有測試項目均符合標準，測試結果請參照圖 3-4-5-1。

TOSHIBA	測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0089
	Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0089
	P - 3

序號 SERIAL No. E545

附件 Attachment : 測試紀錄 Test Record

測試編號 Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	振動測試 Vibration Test	7.1	16/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試 ID Test ID	測試項目 Test item	合格標準 Criteria			量測數值 Measured Value		結果 Result
1	振動測試 Vibration test	等於或小於以下 數值 (RMS) Equal to or less than following values(RMS)	垂直 Vertical	5.72 m/s ²	垂直 Vertical	0.131	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
			橫向 Transverse	2.55 m/s ²	橫向 Transverse	0.116	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
			縱向 Longitudinal	3.96 m/s ²	縱向 Longitudinal	0.051	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date : 16/09/2025	日期 Date :
測試人員 西山 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 工藤貴之 Checked by	
核定人員 村上 理 Approved by	

圖 3-4-5-1 E545 車振動測試例行測試結果

五、車體水密例行測試

1.前言

依據電力機車 68 輛採購規範（19-GF2-00133）產出之例行測試計劃書(EL68-SYS-PL-1006)[ECS-E7-0039]，車體水密例行測試(EL68-BDY-TP-1001)(ECS-QA-E7-TP-0015)之規定來進行測試。

2.測試設備

車體水密例行測試設備規格請參照下表 3-5-2-1 至表 3-5-2-3 和圖 3-5-2-1 至圖 3-5-2-3 所示。

表 3-5-2-1 車體水密例行測試設備			
項次	儀器	型號	製造商
1	水密測試設施	(TISS No. 101496490)	京王建設

表 3-5-2-2 噴嘴規格	
噴嘴型式	1*1/2F BBXP 150 S316
噴嘴壓力	0.35 MPa
噴水量(額定)	150 L/min
噴灑角度	120°
有效噴嘴數量	62 個

表 3-5-2-3 噴灑形狀

項目	規範要求	頂面	側面	車輛端面
噴灑距離	2000mm 之內	1200mm	1300mm	1550mm
噴灑直徑		4157mm	4503mm	5369mm
有效範圍噴灑直徑		3198mm	3464mm	4130mm
單個噴嘴的 流率需求: q		108 L/min	108 L/min	150 L/min
有效噴灑面積: S		8 m^2	9.4 m^2	13.4 m^2
噴灑容積/ m^2 ($=q / S$)	11 L/ min/ m^2	13.5 L/min/ m^2	11.4 L/min/ m^2	11.2 L/min/ m^2
單列的噴嘴數量		2	2+2	4
單列水流		650 L/min (=108x6)		600 L/min (=150x4)
列數		9		2

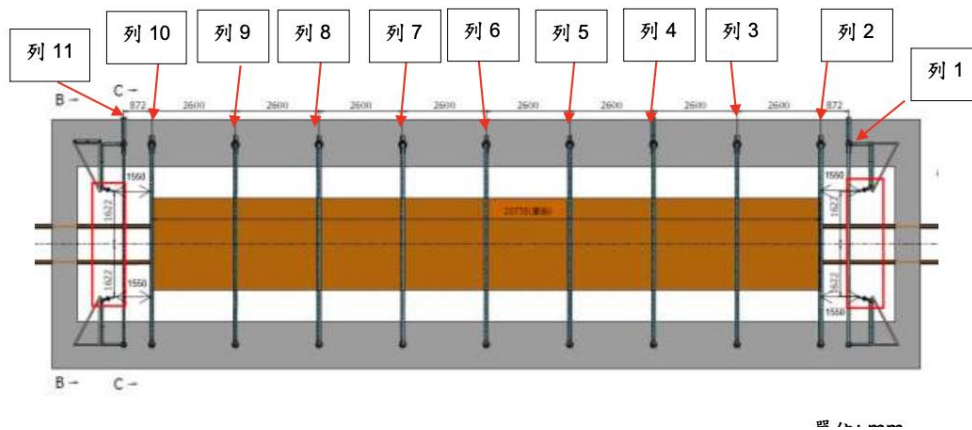


圖 3-5-2-1 水密測試設施噴嘴配置

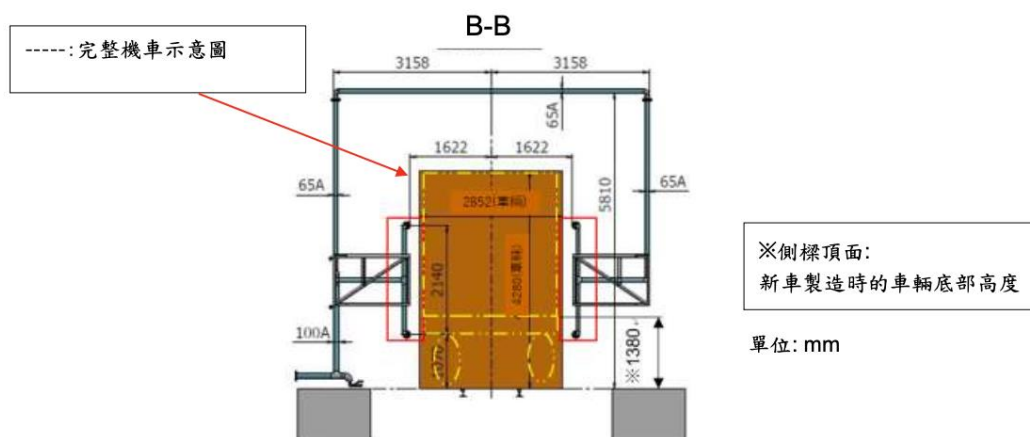


圖 3-5-2-2 水密測試設施用於端面噴嘴配置

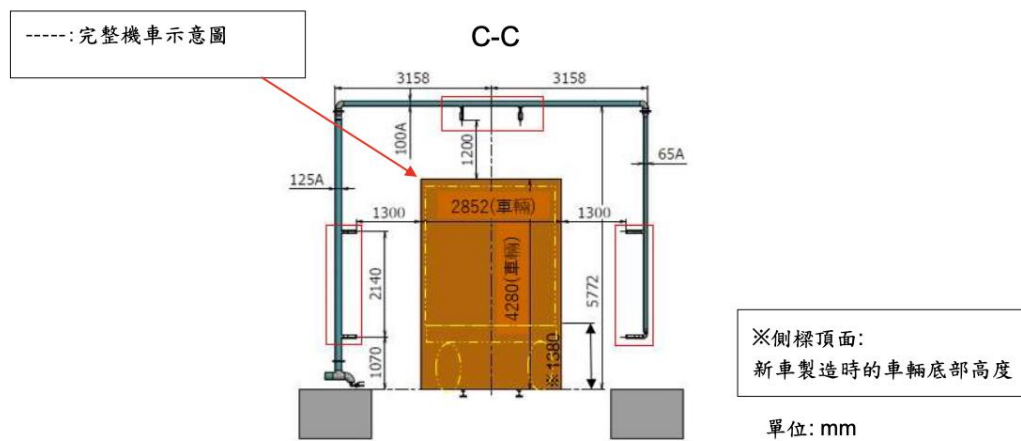


圖 3-5-2-3 水密測試設施用於側面/頂面測試的噴嘴配置

3.測試程序

(1)車輛配備組裝完成前之水密測試其組裝狀態為駕駛室、側牆、車頂與車架上的大部分設備已安裝（圖 3-5-3-1 ）。

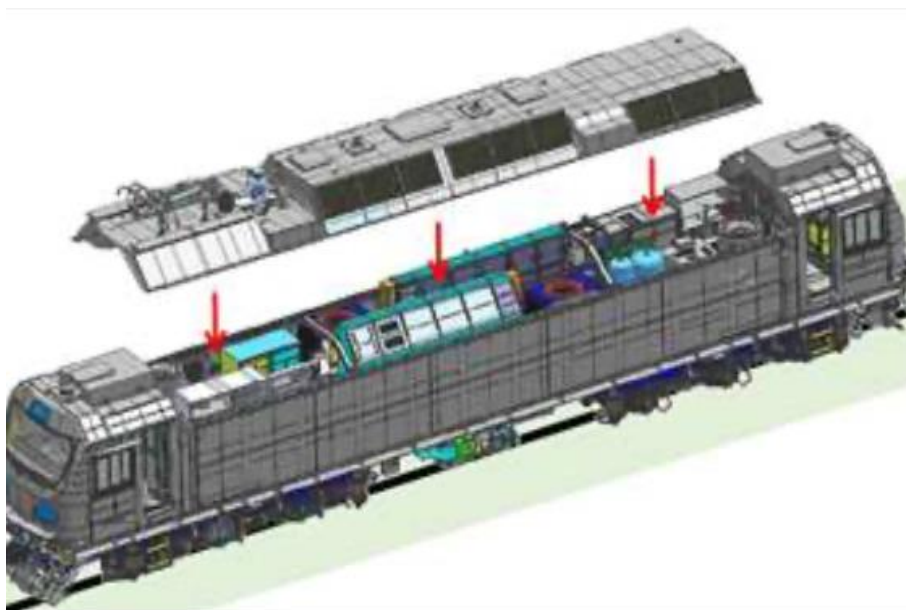


圖 3-5-3-1 車輛配備組裝完成前之水密測試

(2)將車輛放置在水密測試設施內。並保持測試裝置之噴嘴與車輛距離 2 公尺以內。

(3)為進行灑水時的檢查，配置檢查人員於車身結構內部檢視灑水過程是否有漏水。

(4)測試開始時，拍下 11 個流量計的照片並記錄每個流量計的壓力位準，確認其數值是否有達到表 3-5-2-3 的標準（頂面和側面 650 L/min、端面 600 L/min）（圖 3-5-3-2）。



圖 3-5-3-2 灑水設施流量計

(5)在水密測試設施處向車輛連續噴水 10 分鐘（圖 3-5-3-3）。



圖 3-5-3-3 E548 水密測試過程

(6)測試結束時，拍下 11 個流量計的照片並記錄每個流量計的壓力位準，確認其數值是否有達到表 3-5-2-3 的標準。

(7)在噴灑過程中和噴灑完成 15 分鐘後進行檢查。

(8)搭配使用輔助工具，如手電筒、鏡子以及內視鏡以目視檢查的方式確認車體結構沒有漏水。

(9)於執行測試日期後三天檢查水痕。

4. 合格標準

測試合格標準請參照表 3-5-4-1。

表 3-5-4-1 車體水密例行測試合格標準		
項次	測試項目	合格標準
1	車體結構完成後，車體配備組裝完成前。	以 11 L/min/ m^2 的噴水量連續噴灑完後的 15 分鐘，無滲水現象。

5. 檢驗結果
車體水密例行測試結果顯示所有測試項目均符合標準，測試結果請參照圖 3-5-5-1 至圖 3-5-5-4。

附件 Attachment：測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章 節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	車體配備組裝完成前水密測試 Waterproof test before the completion of body assembly	7.1.1	02 / 10 / 2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

<Test Set-up>測試前準備
流量計確認
Flow meter confirmation
測量流量計
-Measured flow meter.

列數 Line No.	噴灑範圍 Injection Area	單列的噴 嘴數量 Nozzle Quantity per Line	流量計數值及 水流速率 Flow meter readout and water flow rate [L/min]		合格標準 Criteria [L/min]	結果 Result
			At the Starting A 開始時 A	At the End B 結束時 B		
1.	車輛端面 Vehicle End	4	660	650	>600	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
2.	頂面與側面 Roof and Side	6	740	740	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
3.	頂面與側面 Roof and Side	6	750	700	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
4.	頂面與側面 Roof and Side	6	750	710	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
5.	頂面與側面 Roof and Side	6	740	710	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 02 / 10 / 2025

測試人員
Tested by 野木上毅

檢查人員
Checked by 工藤

核定人員
Approved by 村上理

日期 Date: 02 / 10 / 2025

由下列人員見證
Witness by 許博至
林志仰

圖 3-5-5-1 E548 水密測試檢驗結果

序號 SERIAL No. E548

列數 Line No.	噴灑範圍 Injection Area	單列的噴 嘴數量 Nozzle Quantity per Line	流量計數值及 水流速率 Flow meter readout and water flow rate [L/min]		合格標準 Criteria [L/min]	結果 Result
			At the Starting A 開始時 A	At the End B 結束時 B		
6.	頂面與側面 Roof and Side	6	750	710	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
7.	頂面與側面 Roof and Side	6	750	700	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
8.	頂面與側面 Roof and Side	6	750	710	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
9.	頂面與側面 Roof and Side	6	740	710	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
10.	頂面與側面 Roof and Side	6	740	710	>650	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
11.	車輛端面 Vehicle End	4	660	650	>600	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 02/10/2025

日期 Date: 02/10/2025

測試人員

Tested by

檢查人員

Checked by

核定人員

Approved by

野木山 毅

工藤

村上 理

由下列人員見證

Witness by

許博宇

林志仰

圖 3-5-5-2 E548 水密測試檢驗結果

序號 SERIAL No. E548

測試結果

<Test Result>

項次 No.	位置 Location	檢查項目 Inspection items	合格標準 Criteria	結果 Result
1.	端部結構 Top structure	擋風玻璃 Front window	以 11 L/min/m ² 的噴水量，噴灑完成後 15 分鐘，無滲水現象。 No water leakage shall be observed after 15 minutes from spraying the water of 11L/min/m ² .	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
2.		檢修蓋內部（頭燈和尾燈） Inside the access panel (Head and tail light)		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
3.		車頭 End Structure		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
4.	駕駛室 Cab	側窗 Side window		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
5.		側門 Side door		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
6.		空調機 Air conditioner		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
7.	車頂 Roof	車頂間的結合處 Roof to roof joints 車頂與機械室結構(側牆)的結合處 Joints between Roof and Machine Room Structure(Side Panel)		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
8.	機械室 Machine room	車架與側牆及駕駛室與側牆的結合處 Joints between Underframe and Side wall, Cab and Side wall		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
9.	車下 Underfloor	轉向架(側邊而非底部) Bogies (Side, not the bottom)		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
10.		車下設備 Underfloor equipment		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
11.		車外設備箱 External equipment boxes		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

日期 Date: 02/10/2025

日期 Date: 02/10/2025

測試人員

野木山 毅

由下列人員見證

Tested by

Witness by

檢查人員

工藤

許博聖

Checked by

核定人員

Approved by

村上 理

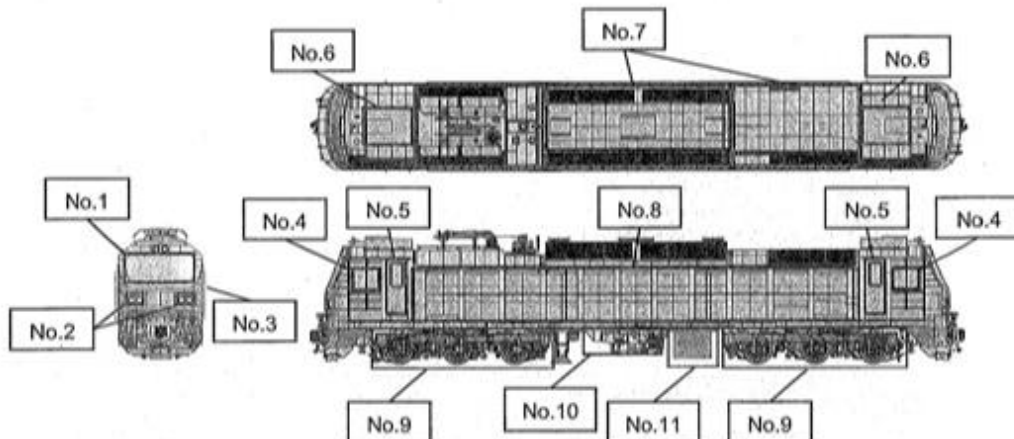
胡志軒

圖 3-5-5-3 E548 水密測試檢驗結果

序號 SERIAL No. E548

如果檢查結果不合格，請在下圖中填寫缺失的詳細資訊

If the inspection result is failure, fill in the details of defect in the figure below



項次 No.	位置 Location	缺失敘述 Defect Description	改善/修復方式 Improve/Repair Method	備註 Remark

日期 Date: 02/10/2025

日期 Date: 02/10/2025

測試人員 野木山 毅

由下列人員見證

Tested by

Witness by

檢查人員 工藤

Checked by

核定人員

Approved by

村上 理

許偉立

林志仰

圖 3-5-5-4 E548 水密測試檢驗結果

六、電磁波例行測試

1.前言

依據電力機車 68 輛採購規範（19-GF2-00133）產出之例行測試計劃書(EL68-SYS-PL-1006)[ECS-E7-0039]，電磁波例行測試程序書(EL68-EMC-TP-1001)(ECS-QA-E7-TP-0090)之規定來進行測試。

2.測試儀器

電磁波例行測試所使用之測試儀器型號請參照下表 3-6-2-1。

表 3-6-2-1 電磁波例行測試儀器				
項次	測試儀器	型式	備註	參考圖像
1	三軸磁向量高斯計	VGM	量測磁場用	圖 3-6-2-1



圖 3-6-2-1 電磁波例行測試儀器

3. 測試程序

(1)以最大加速度將車速由 0 km/h 加速至 20km/h，記錄最大加速度下於前端駕駛室司機員側磁場強度。

(2)以電軔施以最大減速度將車速由 20 km/h 減速至 0 km/h，記錄最大減速度下於前端駕駛室司機員側磁場強度。

(3)以最大加速度將車速由 0 km/h 加速至 20km/h，記錄最大加速度下於後端駕駛室司機員側磁場強度。

(4)以電軔施以最大減速度將車速由 20 km/h 減速至 0 km/h，記錄最大減速度下於後端駕駛室司機員側磁場強度。

備註：因測試軌道距離的限制，本測試在府中工廠測試軌道進行時，機車目標速度可為低速 (20km/h $\pm$ 10)。

4. 合格標準

合格標準請參照表 3-6-4-1。

表 3-6-4-1		
項次	測試項目	合格標準
1	自地板起算 0.9 m 處之司機員座椅處量測 x,y,z 軸電磁波數值	小於 833mG

5.測試結果
電磁波例行測試結果顯示所有測試項目均符合標準，測試結果請參照圖 3-6-5-1 和圖 3-6-5-2。

序號 SERIAL No. E545

4. 測試結果 Test Results

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	車內磁場量測測試 Onboard Magnetic Field measurement test	7.1	16/09/2025	☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail

測試 ID Test ID	條件 Condition	合格標準 Criteria	實測值，mG Measured Value, mG		結果 Results
1-1	以最大加速度將車速由0 km/h加速至130 km/h(*註1)。 Accelerate from 0km/h to 130km/h(*note1,2) at maximum acceleration.	機車於最大加速度下，前端駕駛室司機員側之磁場強度應小於833 mG。 The magnetic field level at maximum acceleration on the front driver's side shall be less than 833 mG.	X 1.42		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
			Y 8.25		
			Z 1.90		
2-1	以電制施以最大減速度將車速由130 km/h(*註1)減速至0 km/h。 From 130km/h(*note1,2), it stops at 0km/h with maximum deceleration by dynamic braking.	機車於最大減速度下，前端駕駛室司機員側之磁場強度應小於833 mG。 The magnetic field level at maximum deceleration on the front driver's side shall be less than 833 mG.	X 0.36		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
			Y 3.46		
			Z 0.50		

日期 Date: 16/09/2025

日期 Date:

測試人員 蔣山
Tested by

由下列人員見證
Witness by

檢查人員
Checked by

蔣貴元

核定人員
Approved by

村上 理

圖 3-6-5-1 E545 電磁波例行測試結果

序號 SERIAL No. E545

測試 ID Test ID	條件 Condition	合格標準 Criteria	實測值, mG Measured Value, mG		結果 Results
3-1	以最大加速度將車速由 0 km/h 加速至 130 km/h(*註1)。 Accelerate from 0km/h to 130km/h(*note1,2) at maximum acceleration.	機車於最大加速度下，後端駕駛室司機員側之磁場強度應小於 833 mG。 The magnetic field level at maximum acceleration on the rear driver's side shall be less than 833 mG.	X 0.23		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
			Y 0.00		
			Z 0.88		
4-1	以電制動以最大減速度將車速由 130 km/h(*註1)減速至 0 km/h。 From 130km/h(*note1,2), it stops at 0km/h with maximum deceleration by dynamic braking.	機車於最大減速度下，後端駕駛室司機員側之磁場強度應小於 833 mG。 The magnetic field level at maximum deceleration on the rear driver's side shall be less than 833 mG.	X 0.13		☒ 通過 Pass ☐ 失敗 Fail
			Y 2.53		
			Z 0.44		

*註 1: 由於測試軌道距離的限制，本測試在府中工廠測試軌道進行時，機車目標速度可為低速(20km/h±10)。

*註 2: E507 號機車及其之後的測試目標機車速度可以在 TRA 幹線以 0km/h 至 130km/h 之間執行，因為根據 E501 交車測試確認的機車速度，沒有顯著差異。

*Note1: The target locomotive speed can be low speed (i.e. 20km/h±10) when this test conduct at test track in Fuchu complex due to restriction of test track distance.

*Note 2: The target locomotive speed for E507 and later locomotives can be carried out with between 0km/h to 130km/h in TRC mainline because there are no significant different depending on locomotive speed which confirmed by E501 commissioning test.

日期 Date: 16/09/2025

日期 Date:

測試人員 西山

由下列人員見證

Tested by

Witness by

檢查人員

Checked by

核定人員

Approved by

圖 3-6-5-2 E545 電磁波例行測試結果

肆、缺失改善事項

1. 通知改善事項

本梯次開立缺失改善事項共計 2 項，所開立之缺失改善項目請參照下表 4-1-1。

表 4-1-1 開立缺失改善事項		
車號	不良之處	廠商回覆
E548	空氣壓縮機架上 500 號跳線經過之處，未安裝保護套，可能造成跳線外皮破損。 (請參照圖 4-1-1)	改善已完成。 (請參照圖 4-2-1)
E550	車體油漆外觀檢驗發現多處表面掉漆、刮傷缺失。 (請參照圖 4-1-2)	改善已完成。 (請參照圖 4-2-2)

表二

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案			
日期：114.09.18 (四)		地點：東芝府中事業所	
車 號	不	良	處 所
E548	空氣壓縮機(CM)架上 500 號跳線經過處未安裝保護套，可能導致跳線外皮破損。 		

承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

圖 4-1-1 E548 通知改善事項

表二

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.10.02（四）	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E550	車體油漆外觀檢驗發現多處表面掉漆、刮傷缺失。 

承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，
檢驗人員及承造廠各執一份。

圖 4-1-2 E550 通知改善事項

2.已結案通知改善事項

(1) E548 空氣壓縮機跳線可能與壓縮機框架摩擦，改善方式廠商以更改 500 號跳線安裝角度，避免其跳線磨擦空氣壓縮機，經確認方式可行，此缺失已結案。

TOSHIBA

改善事項聯絡書

EL68-NCR-00256 Rev.0

改善通知單編號 No. : 250918_E548	回答日期 Date : 2025/10/9
類型 Type : ☐ 說明 Explanation ■改善 Improvement ☐ 其他 Others	車號 Train No. : E548

缺失內容 Punch Items

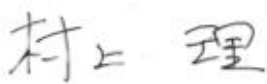
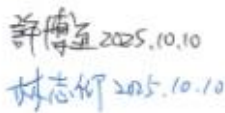
空氣壓縮機(CM)架上 500 號跳線經過處, 未安裝保護套, 可能導致跳線外皮破損。



改善內容 Improvement /說明 Explanation

已改善。



東芝人員簽名 Toshiba Signature	台鐵檢驗人員簽名 TRC Signature
	
茲接受以上改善內容或說明。 Accept the above improvement or explanation.	

Toshiba Corporation

圖 4-2-1 E548 已結案通知改善事項

(2)E550 車體油漆外觀多處表面掉漆和刮傷，經廠商改善後進行確認，確認已改善，此缺失已結案。

TOSHIBA

改善事項聯絡書

EL68-NCR-00257 Rev.0

改善通知單編號 No. : 251002_E550	回答日期 Date : 2025/10/10
類型 Type : ☐ 說明 Explanation ☒ 改善 Improvement ☐ 其他 Others	車號 Train No. : E550
缺失內容 Punch Items 車體油漆外觀發現多處表面掉漆, 刮傷缺失。 	
改善內容 Improvement / 說明 Explanation 已改善。 	
東芝人員簽名 Toshiba Signature	台鐵檢驗人員簽名 TRC Signature
村上 理	許博 2025.10.10 林志衍 2025.10.10 茲接受以上改善內容或說明。 Accept the above improvement or explanation.

Toshiba Corporation

圖 4-2-2 E550 已結案通知改善事項

伍、心得與建議

一、心得

監造時，參觀電力機車生產組裝廠區，廠區規劃成四大區域，其中：A 區工程為車上、車下設備裝設工程，B 區工程為：駕駛室、側牆結構裝設工程，C 區工程為：機械室機器裝設工程，D 區工程為：防水膠、車頂裝設工程工程，其每區工程所需要使用之各部零組件及模組，零組件皆放置於該區之物料架上，並分類、分區整齊放置(如圖 5-1)，另外模組部分也事先放置於該區固定區域(如圖 5-2)，利於安裝時即時取用，不會因為要尋找料件及領取料件而浪費時間。



圖 5-1 C 工程區物料放置於該區料架上

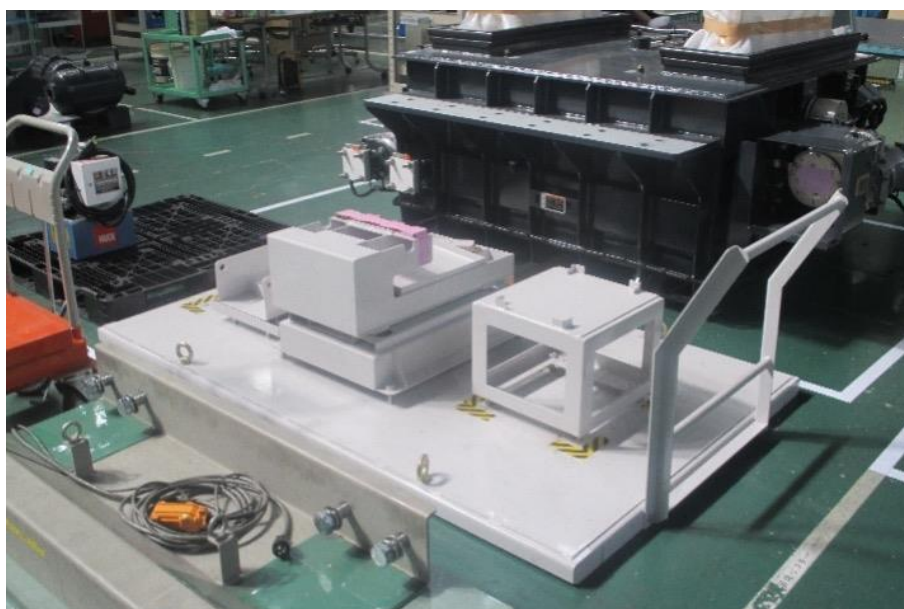


圖 5-2 A 工程區主變壓器放置固定區域

東芝府中工廠於測試區內安裝有軌道式電動調車機，方便隨時調動車輛進行測試，因為廠區內無電車線，調動車輛時使用軌道式電動調車機(如圖 5-3、圖 5-4)，不必像富岡機廠在調動車輛時須使用柴電機車並須請司機開車來調動車輛，不但節省時間，也節省人力，值得我們效仿學習。



圖 5-3 測試區之軌道式電動調車機(1)



圖 5-4 測試區之軌道式電動調車機(2)

廠區於車輛進行車身與轉向架分離作業時，使用方法類似富岡機廠使用 2 台大型固定式起重機將車身吊起，惟其不同處，是東芝府中廠所使用之大型門型吊架治具(如圖 5-5、圖 5-6)，較富岡機廠使用之門型吊索，更安全且方便，且其門型吊架治具於作業完成後，還設計有專門的放置場所(如圖 5-7、圖 5-8)，不但節省工作空間，也兼顧了廠區工作人員安全，不致發生危險。



圖 5-5 使用門型吊架治具吊動車輛(1)



圖 5-6 使用門型吊架治具吊動車輛(2)



圖 5-7 門型吊架治具放置場所(1)

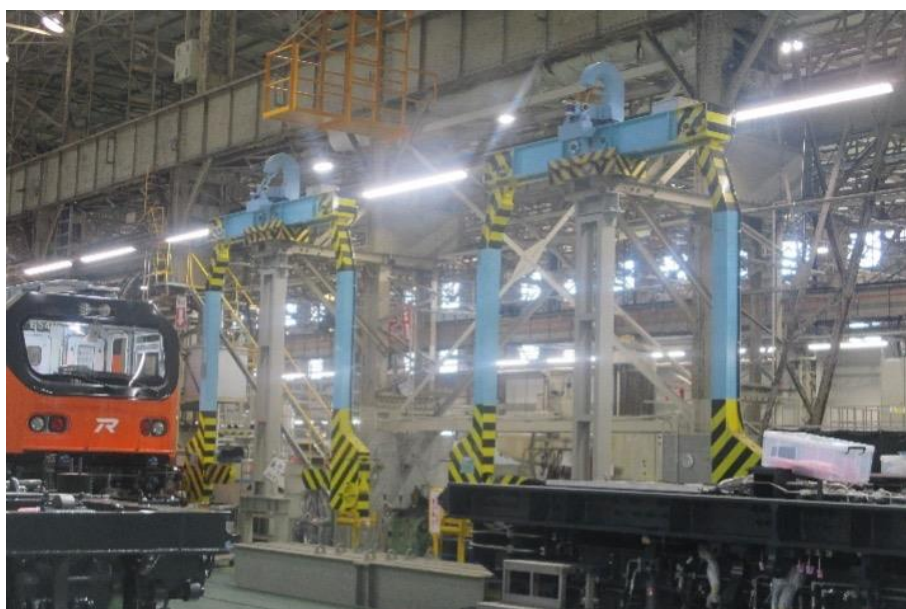


圖 5-8 門型吊架治具放置場所(2)

東芝府中廠區於工作人員使用之工具管理，設有專門之工具室，其工具借用，使用廠區自行設計之工具管理系統(如圖 5-9)，工作人員須借用工具時，先自行至電腦查詢該工具借用情形及擺放位置，然後登記借用，再至工具儲藏架上領用工具，領用後再至電腦區掃工具上之條碼(如圖 5-10)及員工識別證紀錄工具已借用，等工具使用完成後，再操作電腦系統掃工具上之條碼及員工識別證以記錄歸還，這套無人管理之工具使用管理系統，方便操作且節省人力，值得我們效法。



圖 5-9 電腦工具管理系統



圖 5-10 工具上之條碼

檢視工作區內低壓設備箱之繼電器盤，發現其中之延時繼電器如空氣壓縮機延時繼電器 1、2(CMTR1、2)、自動排水單發延時繼電器(ADOSR)、空氣壓縮機電源延時繼電器(CPCTR)……等，貼紙上皆有標示時間設定值(如圖 5-11、5-12)，這種做法可以方便檢修人員即時確定延時繼電器調整的時間是否正確，不必再去確認電路圖面等相關技術資料，有維修同仁誤觸導致時間調整錯誤時，也能即時發現，建議爾後新購的車輛能沿用此方法標示。



圖 5-11 貼紙上皆有標示延時繼電器時間(1)



圖 5-12 貼紙上皆有標示延時繼電器時間(2)

東芝府中工廠雖然建造年代久遠，但其廠區整體規劃與設備設施有條不紊，不但可節省機車安裝工時，更可節省人力，並能因應不同生產需求迅速調整設備配置，展現出極高的應變與管理能力；且東芝府中工廠除生產本公司 E500 型電力機車外，還有生產台灣高鐵公司的 N700ST 型列車之電氣系統模組、日本本地之電力機車及其他如電梯、電池、發電機類產品，但該公司管制嚴格，非屬臺鐵公司專案之區域皆有隔離，非專案相關人員不得任意參觀，拍照亦嚴格限制，僅能使用該公司提供的數位相機，且每日拍照結束後，相機內檔案須繳回上傳該公司雲端系統，嚴守公司機密與智慧財產權，顯示其對保護本身技術與專業資產不遺餘力。

目前富岡機廠負責維修的電聯車有 EMU500、600、700、800 型，以及傾斜式電聯車 TEMU1000、TEMU2000 型，其中 EMU600、700、800、TEMU2000 型的電氣系統(如牽引馬達、主變壓器、整流/變流模組(C/I)、TCMS…等)也是採用東芝生產的零組件，與 E500 型電力機車使用的東芝原廠電氣系統架構大同小異，其中有關 LCMS(電聯車為 TCMS)的操作介面、牽引馬達的維修保養，乃至電力轉換裝置(PCC)使用之動力接觸器(型號：CM77-A5)(如圖 5-13、圖 5-14)，皆與電聯車有高度的相容性，如此一來，對於電氣系統零組件的維修保養，可以有效的整合運用，達成臺鐵公司各車型維修整合一致性的目標。

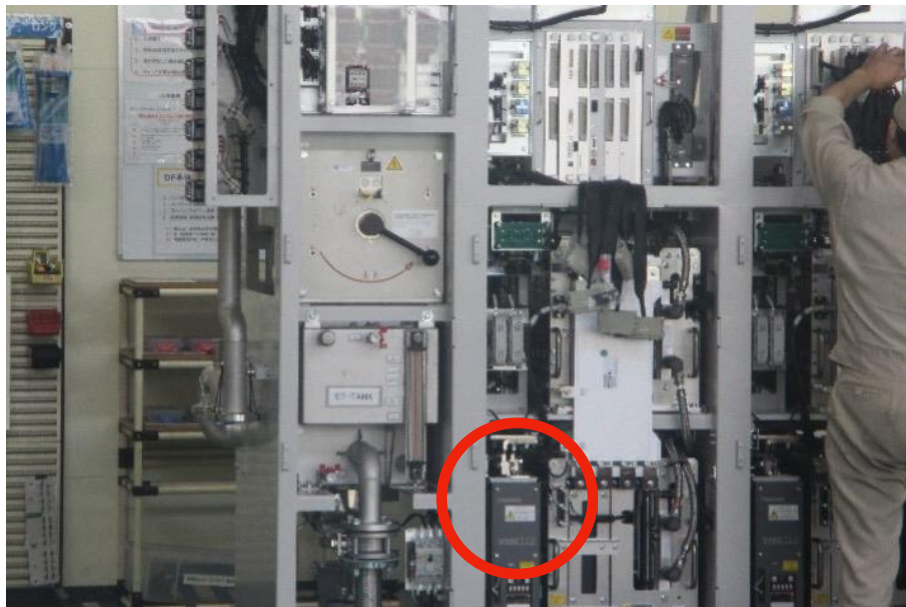


圖 5-13 PCC 內部使用之動力接觸器



圖 5-14 EMU800 型使用之動力接觸器

本次監造行程包含 PCC 組裝工廠參觀、LCMS 工廠參觀，其中 PCC 模組化設計及組裝的專業展示，整齊地擺放組裝所需求的模組化零組件(如圖 5-15)，能更深入理解生產流程的效率與彈性，解說人員詳細的介紹 PCC 電力閘流體 IGBT 的冷卻方式，讓我們對車輛的冷卻系統有更進一步的理解。在 LCMS 見學中，解說人員仔細地介紹 LCMS 透過乙太網路，連接到其他各個介面如 RIO 單元、CPU 中央單元及資料紀錄器等的作用方式(如圖 5-16)，另針對 E500 型機車頭與 PP 客車資訊傳輸的部分，透過推拉式客車的 DIC，經過控制跨接電纜，與 E500 型的 LCMS 連接(如圖 5-17)，所以可以透過 LCMS 畫面訊息知道目前 PP 客車車門狀態為開啟或關閉，以及是否隔離或故障，讓我們對 LCMS 資料傳輸，有更深一層的了解，獲益良多。



圖 5-15 PCC 組裝模組化零組件整齊擺放



圖 5-16 LCMS 連接車輛各介面圖示

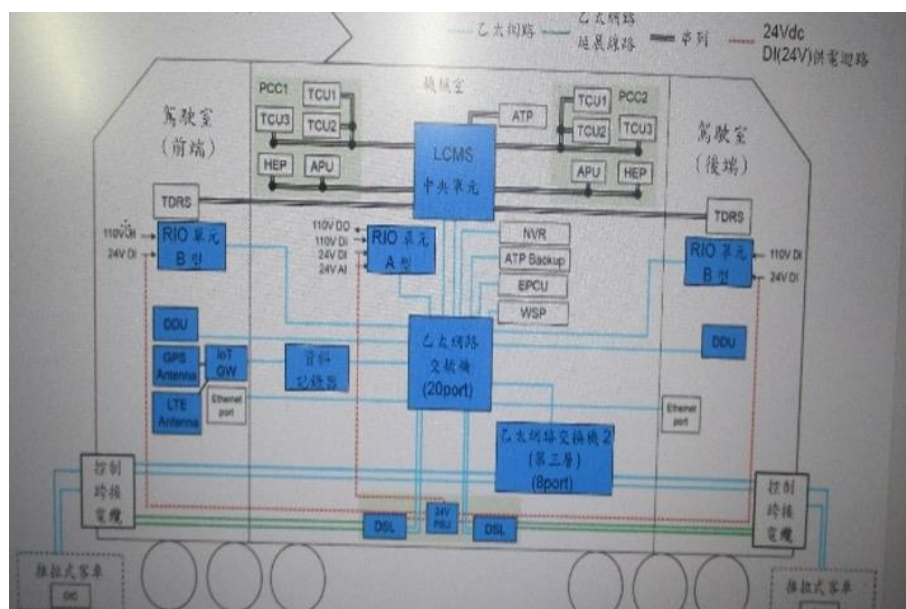


圖 5-17 LCMS 與 PP 客車連接示意圖

監造期間的最後一週，見證了 E545 及 E546 兩車於 114 年 10 月 6 日辦理第三方公證單位 C 級認證(如圖 5-19)，10 月 7 日辦理 JR 入線檢查(如圖 5-20)，車輛進行甲種運輸，正式交車前，須完成 C 級公證以及 JR 入線檢查，其檢查數據需合格方可離廠船運至臺灣交車。



圖 5-19 E545、E546 辦理 C 級公證出廠



圖 5-20 E545、E546 辦理 JR 入線檢查

二、建議

本梯次對赴東芝府中事業所監造所觀察到的工廠管理及廠房設備，提出建議如下：

1. 訪客參訪管理制度：

建議本公司未來在接待外賓參觀時，能事先取得來賓之相關個人資料後，申請入廠之 QR CODE 識別碼，入廠參觀時掃描 QR CODE，節省入廠需填寫資料及換證件進出之管理手續，也可強化參觀人員之身分識別與管控，提升廠區安全等級；同時，應效法東芝公司外賓不得私自以手機拍攝廠內設備、車輛維修等相關照片，統一規定由本公司提供之相機拍攝，並應經本公司同意，相機拍攝完畢後，除由外賓下載照片檔案外，當日外賓所拍攝之相片資料亦需上傳至本公司之雲端資料庫，以有效管制，避免本公司相關技術資料外洩。

2. 工具管理與廠房設備精進：

建議本公司維修機廠可參考東芝公司府中機關車工場，檢修人員借用維修相關工具時，可建置無人之自助式電腦工具管理系統，可有效簡化工具借用流程及簡省人力；另機車車身與轉向架分離時，吊掛時使用門型式吊架治具，方便使用且安全；測試區使用軌道電動式牽引車，不用在使用柴電機車調動測試車輛，既方便又可節省人力，建議後續擴充廠房設備時可考慮添購設備。

3.工廠職業安全衛生管理：

東芝府中工廠內建置每月無災害日數綠十字統計圖樣(如圖 5-21)，當該月達成零災害日數時，圖樣會完整顯示綠十字，此種圖像化設計管理模式，可有效激勵全廠同仁戮力達成零災害目標；另外藉由徹底執行 3S 運動(如圖 5-22)，讓廠區環境乾淨整齊，人員也依規定配戴安全裝備，值得本公司各維修廠段學習及效法。



圖 5-21 無災害日數綠十字統計圖樣

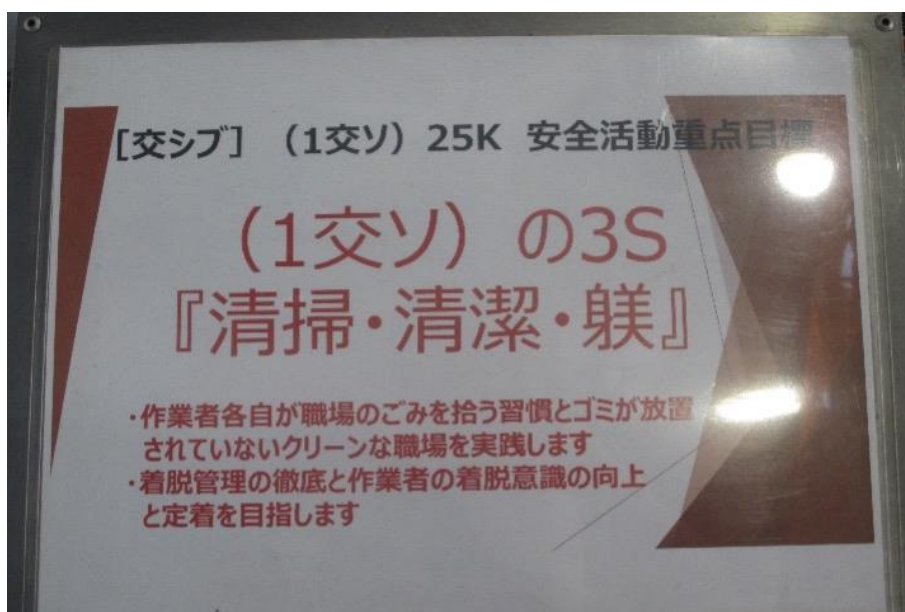


圖 5-22 3S 推動宣導海報

4. 自行開發測試治具及使用專用測試機台：

此次監造行程安排了 LCMS 見學，看到了目前測試 LCMS 人員透過東芝公司內部自行開發製作之治具，可以模擬車上各種訊號傳輸，來了解 LCMS 作動是否正常(如圖 5-23)；另提出 LCMS 是否有專用測試機台問題，解說人員回答目前專用測試機台已安裝完成準備運送交付本公司，所以未來富岡機廠維修人員可利用專用測試機台來測試 LCMS 是否功能正常，有助於本公司 E500 型電力機車三、四級維保作業順遂；本公司各車輛維修保養廠可效法東芝公司自行開發製作測試治具，以提升本公司維修技術水準及研發能力。



圖 5-23 LCMS 東芝自行研發之測試治具



圖 5-24 東芝提供之 LCMS 專用測試機台

陸、專題報告

E500 型電力機車冷卻系統

一、概要

E500 型電力機車冷卻系統設計，目的在確保牽引馬達、電力轉換裝置（PCC）、及主變壓器（MTr）等關鍵元件在台灣高溫、高濕與高鹽霧的嚴苛氣候下，能長時間安全穩定運作。

冷卻系統主要分為兩大區塊：

牽引馬達與機械室冷卻系統（CSTMMR）

組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT）

兩大區塊各有對應的風扇／鼓風機，並以特殊除塵過濾結構加強防塵、防水與抗腐蝕性能。

二、冷卻系統架構

E500 型電力機車冷卻系統分為兩大系統，牽引馬達與機械室冷卻系統（CSTMMR）和組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT），冷卻系統相關設備配置圖參考圖 6-2-1。

牽引馬達與機械室冷卻系統（CSTMMR）由引馬達鼓風機(TMB)構成，一台機車配置兩台牽引馬達鼓風機(TMB)，一台牽引馬達鼓風機(TMB)可冷卻三台牽引馬達，牽引馬達鼓風機(TMB)也同時保持機械室正壓且讓機械室得以通風。

組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT）由一個組合式冷卻塔(CCT)和冷卻塔鼓風機(CCTB)所構成。一個組合式冷卻塔(CCT)可冷卻一個位於機械室之電力轉換裝置(PCC)同時滿足掛於車下之主變壓器之一半的散熱需求。冷卻塔鼓風機(CCTB)針對冷卻塔(CCT)強制通風進行塔內水冷卻及油冷卻。

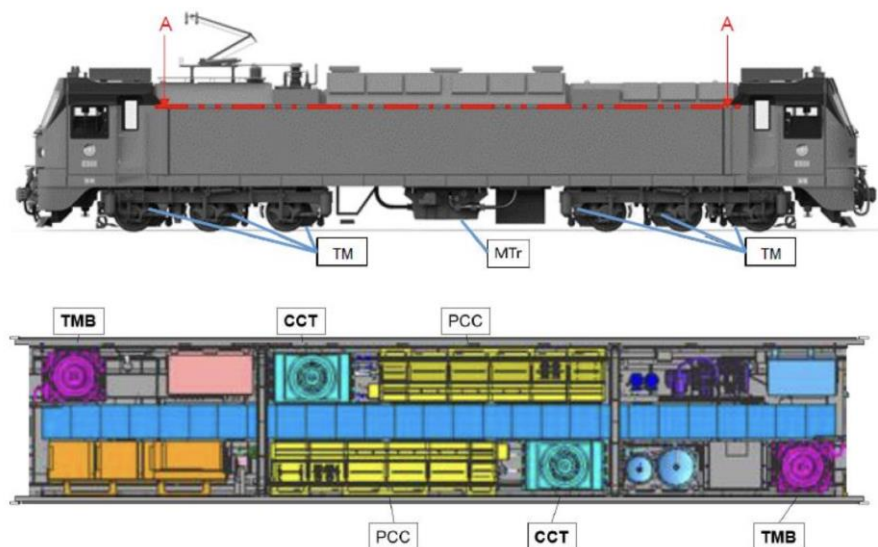


圖 6-2-1 冷卻系統配置

三、冷卻系統其電力供給來源

E500 型電力機車配有 2 套 PCC（電力轉換裝置），每個 PCC 由 3 個 MPU、1 個 APU 和 1 個 HEP 所組成。APU/HEP 接收由主變壓器的單相交流電轉換為直流電的轉換器並將直流電轉換為 3 相交流電，而 LC 濾波器進一步向輔助設備提供平順的輸出電壓，供電系統迴路如圖 6-3-1 所示。

輔助供電系統架構如下圖，正常情況下，APU 供應 440V 三相交流電源給機車本身、HEP 供應 440V 三相交流電源給客車負載，如圖 6-3-2 所示。在故障情況下，執行接觸器連鎖以確保備用電源供應。

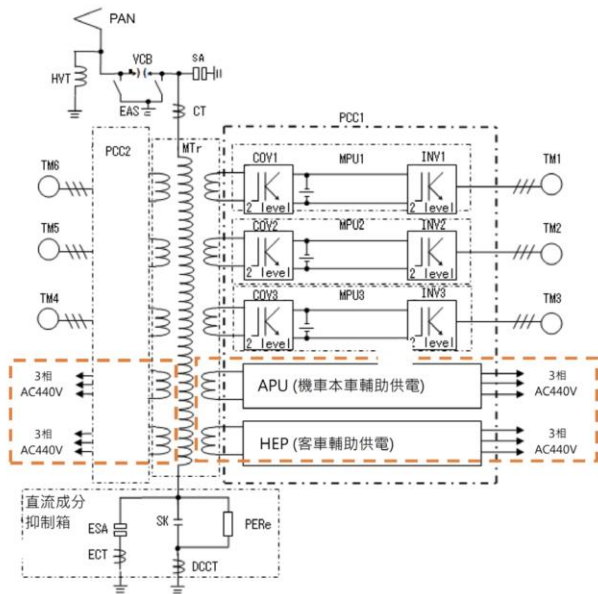


圖 6-3-1 供電系統迴路

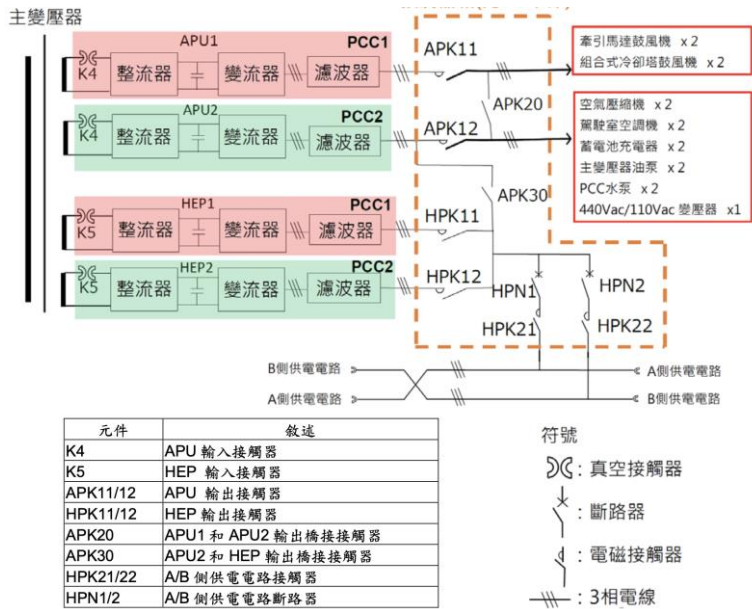


圖 6-3-2 供電系統架構

APU1 輸出三相交流電驅動鼓風機馬達，輸出電壓和頻率是可改變。在啟動操作時，電壓和頻率會在一定時間內增加到 440V-60Hz，以降低啟動電流。當可降低冷卻能力時，APU1 會降低輸出頻率和電壓，以較低的速度驅動鼓風機馬達來降低噪音。

表 6-3-1 冷卻系統供電方式

設備	供電方式	控制特點
牽引馬達鼓風機	APU1 VVVF 模式（三相 440V）	啟動時，電壓/頻率同時逐步提升，抑制湧浪電流
組合式冷卻塔鼓風機	APU1 VVVF 模式（三相 440V）	啟動時，電壓/頻率同時逐步提升，抑制湧浪電流
主變壓器油泵	APU2 CVCF 模式（三相 440V, 60Hz）	恆壓恆頻供電，確保持續穩定運轉
PCC 水泵	APU2 CVCF 模式（三相 440V, 60Hz）	恆壓恆頻供電，確保持續穩定運轉

四、牽引馬達與機械室冷卻系統（CSTMMR）

牽引馬達鼓風機（TMB）將新鮮空氣自機車外部吸入機車內部，新鮮空氣先通過主要過濾器（除塵板）後，再流入車頂的風管（TMB 之進氣管）。

TMB 吸入的空氣會在 TMB 基座處分為兩股，其中一股風會被吹往牽引馬達（TM）。

另一股風則通過次要過濾器（旋風分離過濾器）後吹進機械室，加壓機械室內的空氣讓機械室得以通風，這股風會經由通風用排氣管排出車外，讓機械室內熱空氣排出室外，維持設備正常運作之溫度，加壓機械室也可防止灰塵進入。CSTMMR 氣流示意圖如圖 6-4-1 所示。

1. 牽引馬達與機械室冷卻系統（CSTMMR）冷卻流程

(1) 新鮮空氣導入與初步過濾

進氣來源：新鮮空氣自車外吸入。

主要過濾：空氣先通過設置於車頂的除塵板，利用其特殊橫截面與離心原理將大顆粒灰塵與水滴分離（隨車進行無須定期清理）。

(2) 鼓風機動力送風

空氣進入牽引馬達鼓風機（TMB），TMB 將空氣加壓後送到風管中。

TMB 具有足夠風量與靜壓，可同時滿足三台牽引馬達與機械室冷卻（設計最大風量 317 m³/min，含裕度）。

(3) 氣流分配

分流設計：經 TMB 後，空氣分為兩路：

第一路：供應三台牽引馬達（TM），用於冷卻各馬達。

第二路：通過旋風分離過濾器進入機械室，進一步分離細小灰塵並保持機械室內正壓（限制外部塵埃、濕氣入侵）。

所有過濾器採免維護設計，旋風分離產生之灰塵／水份自動排出車外。

(4) 馬達與機械室冷卻

供 TM 的冷卻氣流直接吹過牽引馬達，帶走馬達發熱，確保馬達溫度低於限制。

進入機械室的氣流使得室內維持正壓、降低溫升並通風，保護電子與電力元件。

(5) 排氣

馬達冷卻後的熱空氣以及機械室內的氣體，最後都利用專設的風管／排氣管排出車外，封閉循環確保無熱積壓。

(6) 風量調節

配有風量調節閥板，確保冷卻空氣可根據設計最適分配到三台 TM 與機械室（通常於首輛完成調整，後全部批量依標準裝配）。

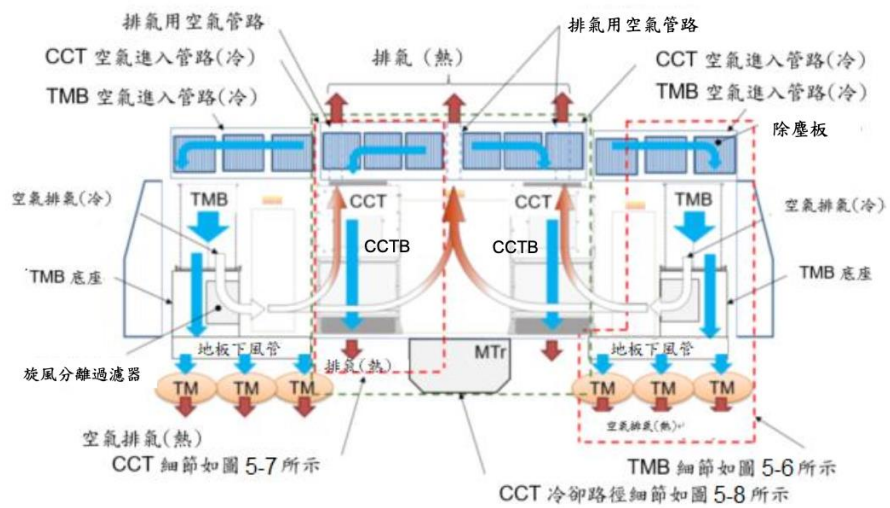


圖 6-4-1 CSTMMR 氣流示意圖

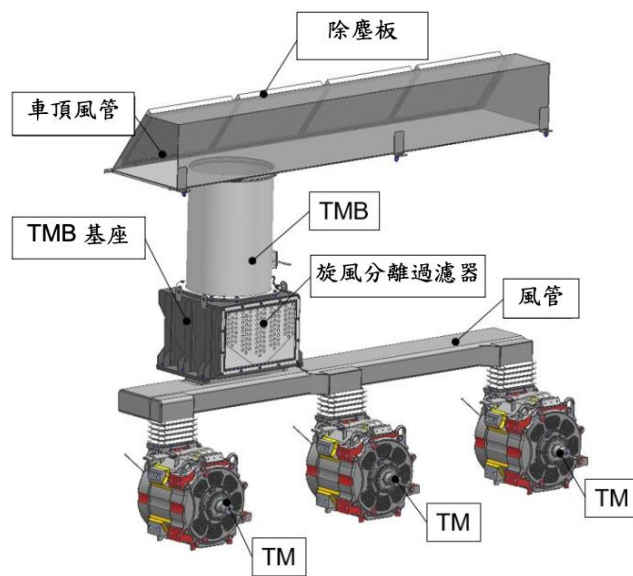


圖 6-4-2 CSTMMR 與馬達配置示意圖

2. 牽引馬達與機械室冷卻系統（CSTMMR）相關設備

(1) 馬達鼓風機（TMB）：

型號：RAF-60D 軸流送風機，籠式感應馬達驅動。

額定風量：317 m³/min（單台），三台牽引馬達風量需求合計 200 m³/min（含 10% 裕度），機械室需求 117 m³/min。

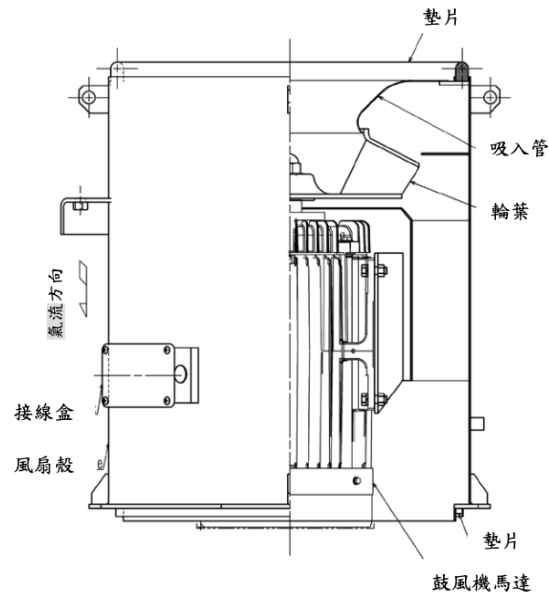


圖 6-4-3 馬達鼓風機構造圖



圖 6-4-4 馬達鼓風機外觀照片

(2)除塵板：

除塵板安裝於車頂進氣口，由多片鋁製板材排列構成，橫截面具有特殊形狀。原理為利用空氣流經曲折通道時產生的離心力，讓懸浮於空氣中的灰塵和水滴沿著板壁運動並被分離。分離出的灰塵與水分會經底部排出口，自動排出設備外，不會隨氣流進入後續的冷卻與機電設備。

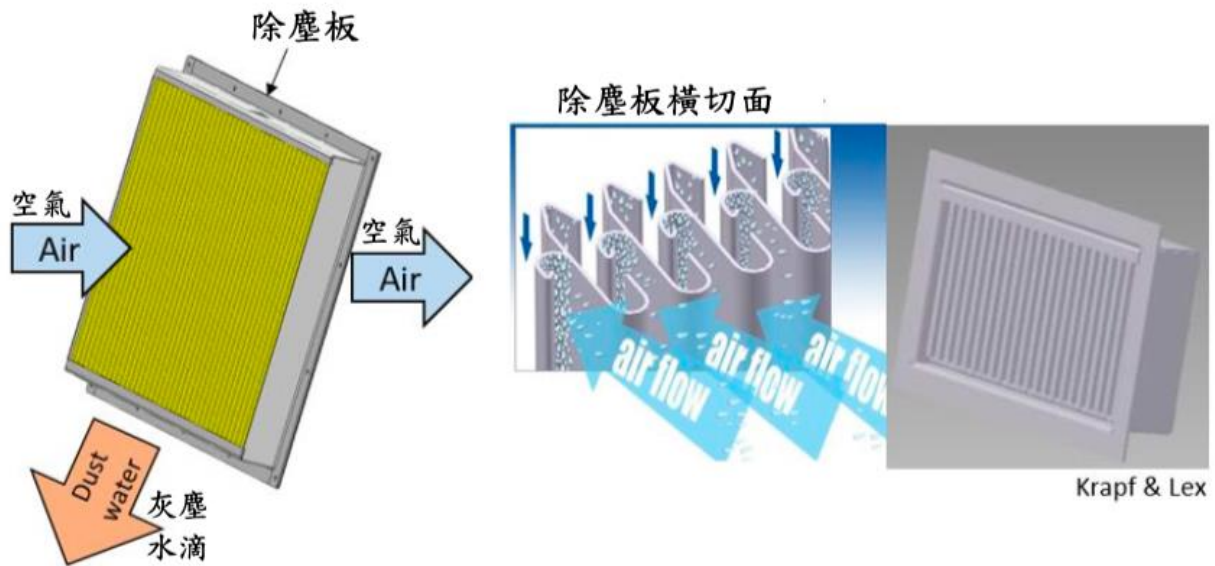


圖 6-4-5 除塵板運作原理



圖 6-4-6 除塵板

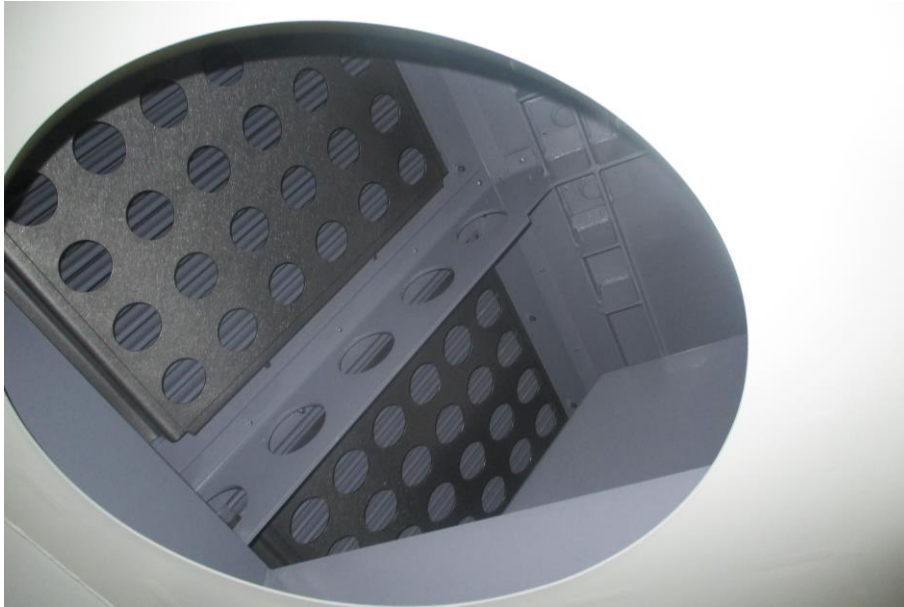


圖 6-4-7 除塵板內側

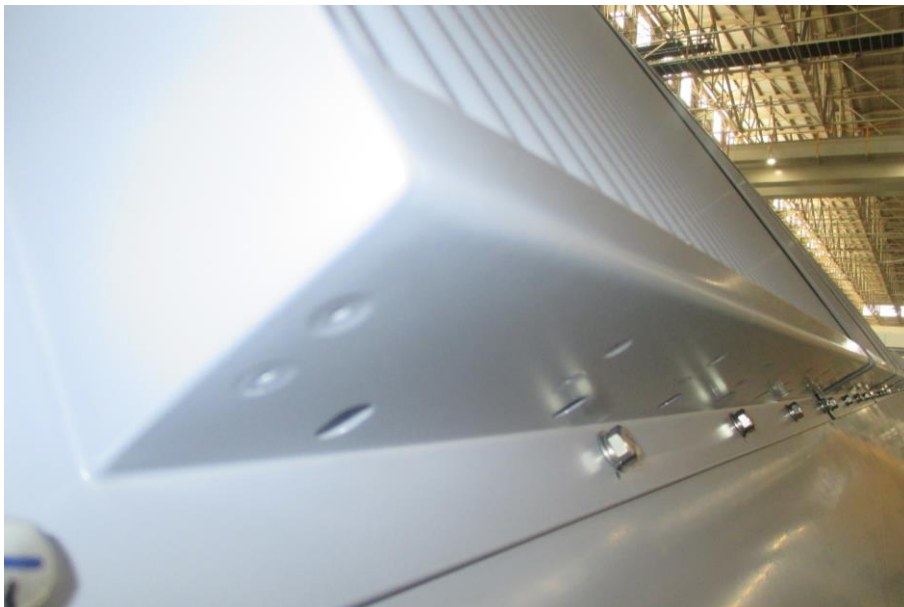


圖 6-4-8 除塵板底部排水孔

(3)旋風分離過濾器：

旋風分離過濾器設置 TMB 基座，作為二次更精細的空氣過濾裝置。結構由多個氣旋管組成。空氣進入氣旋管時形成旋轉氣流，灰塵與水滴因離心力作用，被甩向管壁並沿著導流槽至出口排出。經分離後的乾淨空氣會流向冷卻機械室內部加壓及散熱。

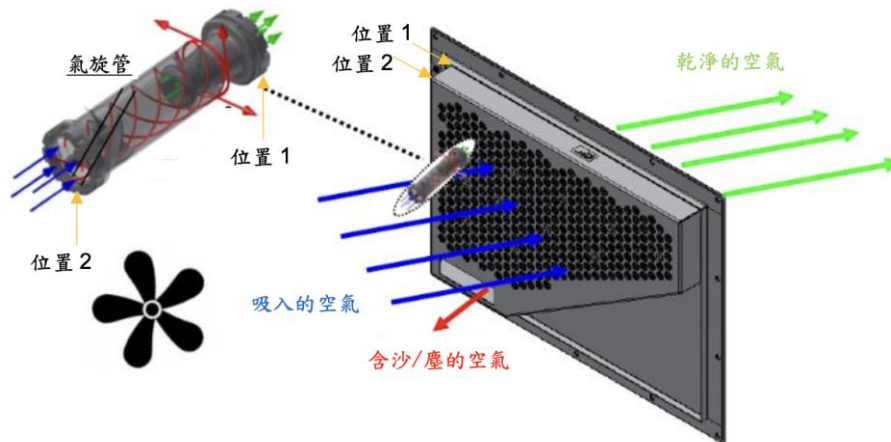


圖 6-4-9 旋風分離器

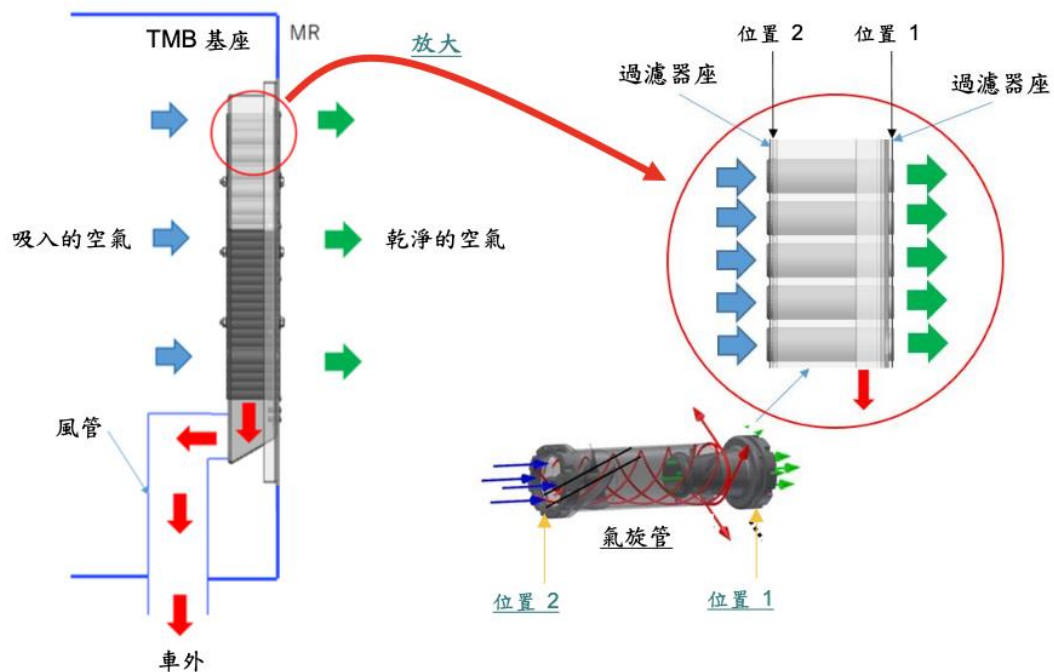


圖 6-4-10 灰塵經由旋風分離器排出車外

五、組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT）

組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT）主要目的為維持主變壓器（MTr）與電力轉換裝置（PCC）在安全溫度運行。單一機車配置兩台組合式冷卻塔冷卻塔（CCT），1 台 CCT 可以對 1 台 PCC 之電力單元及半個 MTr 單元系統進行冷卻。CSCCT 冷卻設備配置及 CCT 構造如圖 6-5-1 和圖 6-5-2 所示。

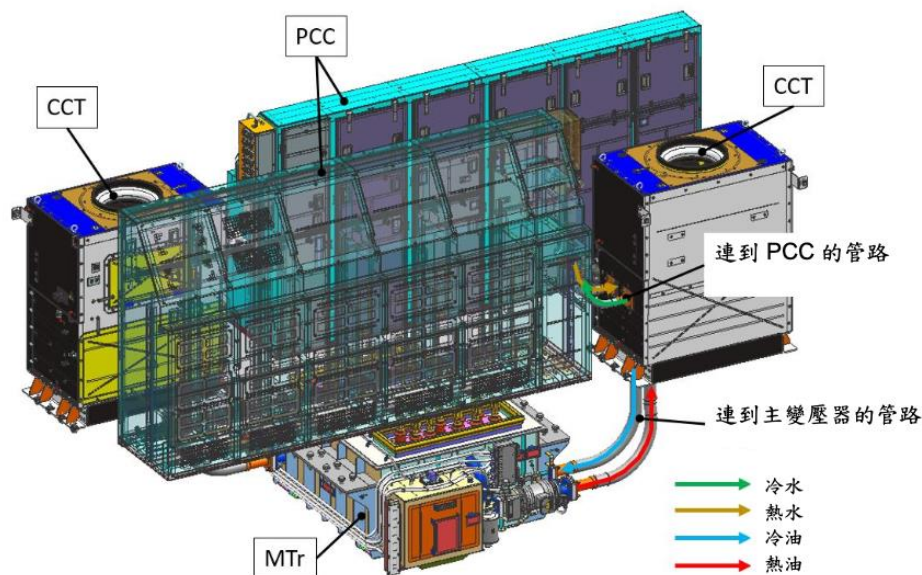


圖 6-5-1 CSCCT 設備配置圖

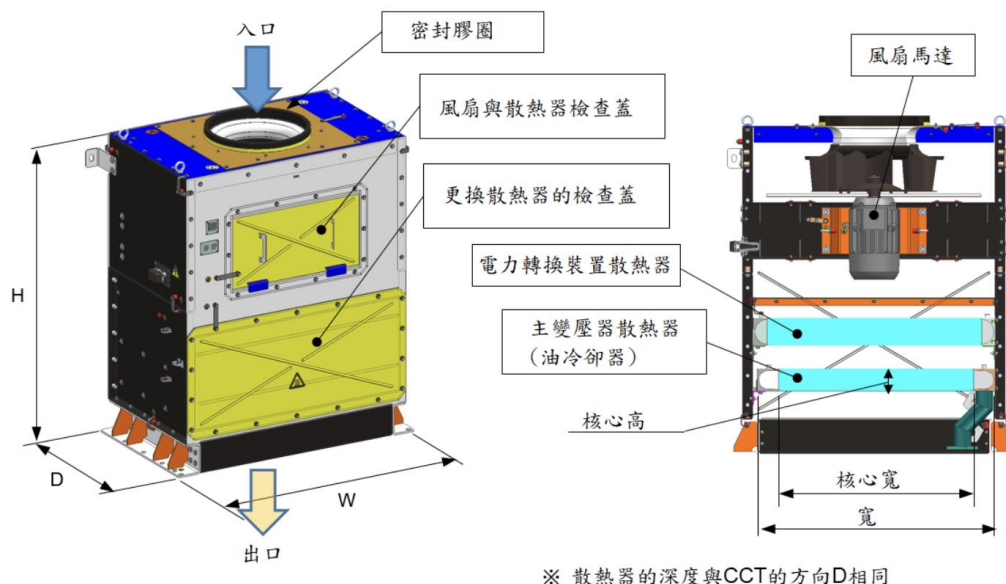


圖 6-5-2 CCT 構造圖

1. 組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT）冷卻流程

(1) 外部空氣吸入與初步過濾

新鮮外部空氣由車頂兩側進入，首先通過鋁製除塵板，利用離心原理分離出大顆粒灰塵及水分，過濾後空氣進入車頂風管導向組合式冷卻塔（CCT）。

(2) 鼓風機動力送風

空氣進入組合式冷卻塔，由內部的離心式鼓風機（CCTB，12kW，三相 440V，60Hz）加壓送風，確保所需冷卻能力及風量（ $4.7 \text{ m}^3/\text{s}$ ，靜壓 1080 Pa）

(3) 熱交換器冷卻主件

CCT 內設有上下兩個散熱器：

上部散熱器：負責冷卻 PCC（電力轉換裝置），使用冷卻水（含防凍液）在 PCC 與散熱器間循環。

下部散熱器：負責冷卻主變壓器（MTr），以專用冷卻油在 MTr 與散熱器間循環。

(4) 冷卻介質循環

各自分別的冷卻迴路（冷卻水/油）循環於設備本體與散熱器之間。

熱水（油）經散熱器流失熱量，冷卻後返回裝置持續循環。

(5) 冷卻後氣流排放

空氣經過熱交換器吸收熱量後，經車廂底部的專用風道排至車外。

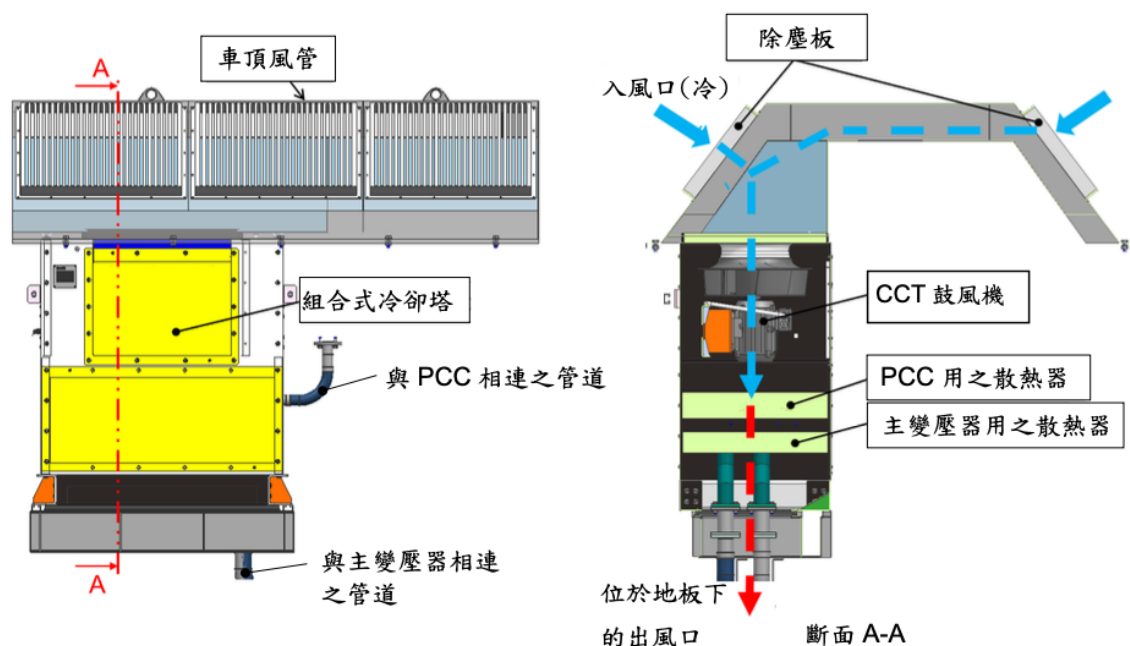


圖 6-5-3 CCT 冷卻示意圖

2. 主變壓器（MTr）冷卻方式

E500 電力機車的主變壓器冷卻方式屬於強力油冷與強力氣冷（KDAF）組合型油循環系統。

- 熱源散熱：主變壓器的繞組和磁芯在運作時會產生熱量，這些熱量主要透過循環之絕緣油進行帶走。
- 油循環方式：系統內設有兩組循環油泵裝置，將絕緣油在主變壓器和外部的油冷卻器之間來回循環，主變壓器冷卻架構如圖 6-5-4 所示。
- 氣冷加強：油冷卻器設於複合冷卻塔（CCT）內，由鼓風機吸入車外空氣穿過冷卻器，以高效率冷卻油溫，再將冷卻後的油送回主變壓器，強化整體冷卻效能，主變壓器冷卻方式參考圖 6-5-5 和圖 6-5-6。
- 雙泵冗餘設計：若主變壓器循環泵有一組發生故障，主變壓器總輸出容量會限制降載到 70%，以維持系統安全及避免過熱。

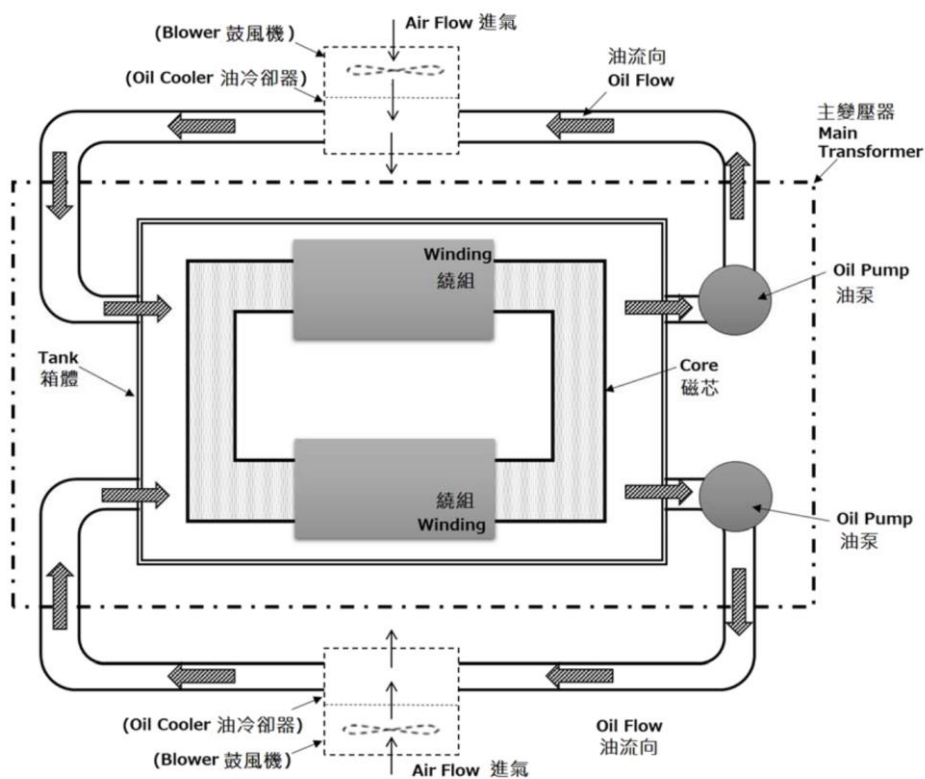


圖 6-5-4 主變壓器冷卻架構

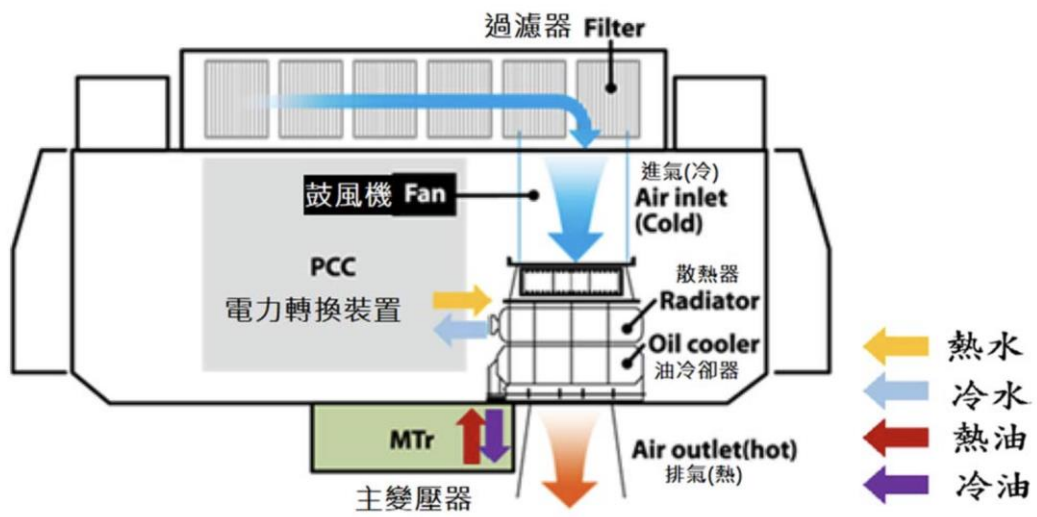


圖 6-5-5 主變壓器冷卻方式

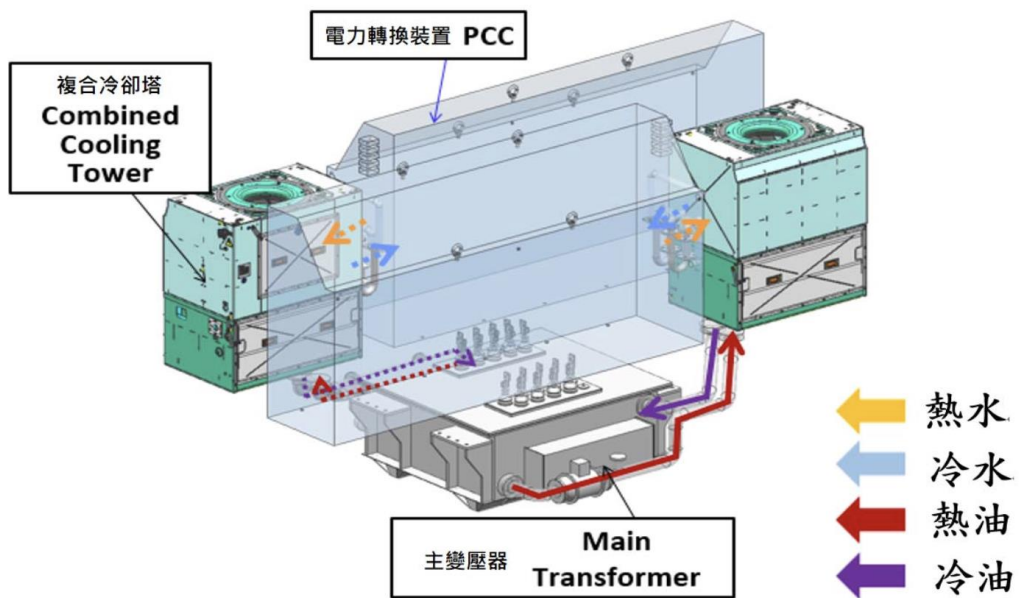


圖 6-5-6 主變壓器冷卻方式

3. 電力轉換裝置（PCC）冷卻方式

PCC（電力轉換裝置）採用水冷方式進行冷卻，主要目的是為了有效移除由 IGBT 功率半導體元件產生的大量熱能，確保系統高品質、高可靠度及高性能運作。冷卻系統設計概述如下：

- 每個 PCC 的牽引整流器（PWM 整流器）及變流器（VVVF 變流器）模組中的 IGBT 固定在鋁製水冷散熱器上，熱量透過冷卻水循環帶走。IGBT 冷卻參考圖 6-5-8。
- 冷卻水由一台冷卻水泵循環，冷卻水吸收 IGBT 與其他電子元件產生的熱能，之後送到組合冷卻塔與外部空氣熱交換降溫，再回流至 PCC 內部的冷卻系統，形成閉環循環。PCC 水冷迴路參考圖 6-5-7。
- 水冷路採用自動接頭設計，當拆卸電力模組時，接頭會自動關閉閥門，避免冷卻水洩漏，方便維修更換。
- 此冷卻方式不使用外部空氣直接冷卻 IGBT，避免灰塵污染，維持冷卻系統清潔。
- 同一冷卻水路亦用於輔助供電單元（APU）及客車輔助供電單元（HEP）的 IGBT 冷卻。
- 冷卻水泵規格為三相 440V、頻率 60Hz、流量 160L/min、出水壓力約 0.195MPa。
- 冷卻液為含 10%乙二醇和 1%防腐劑的水溶液，用於防止結冰及管路腐蝕。

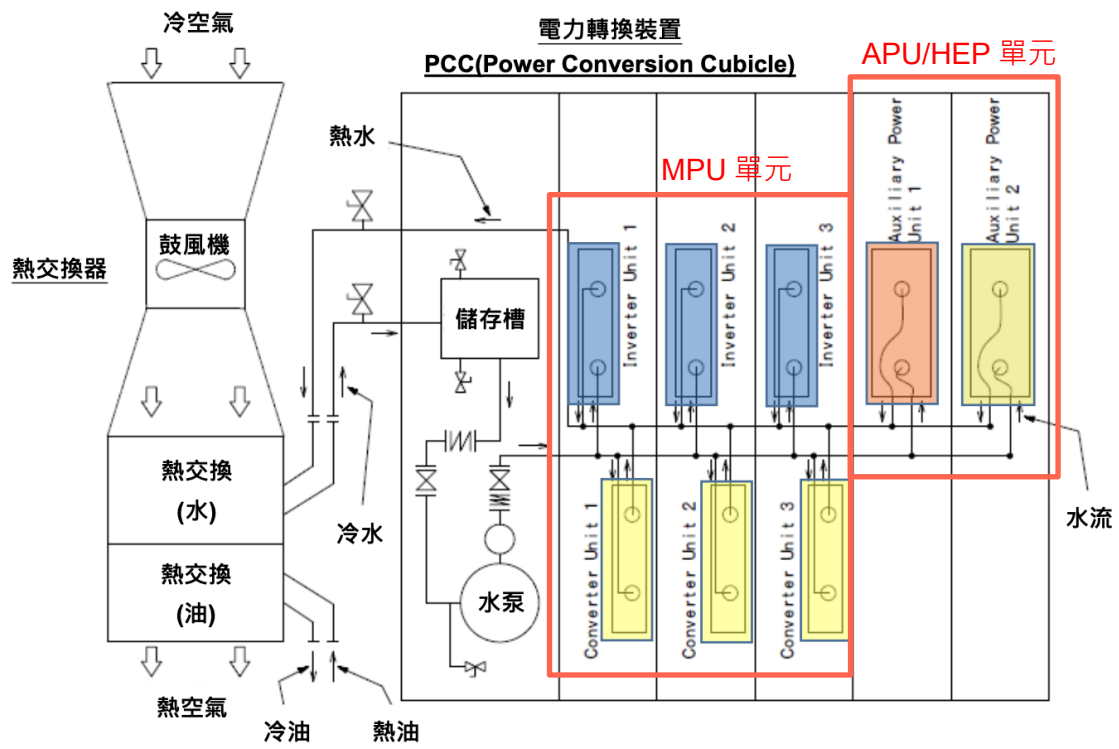


圖 6-5-7PCC 水冷迴路

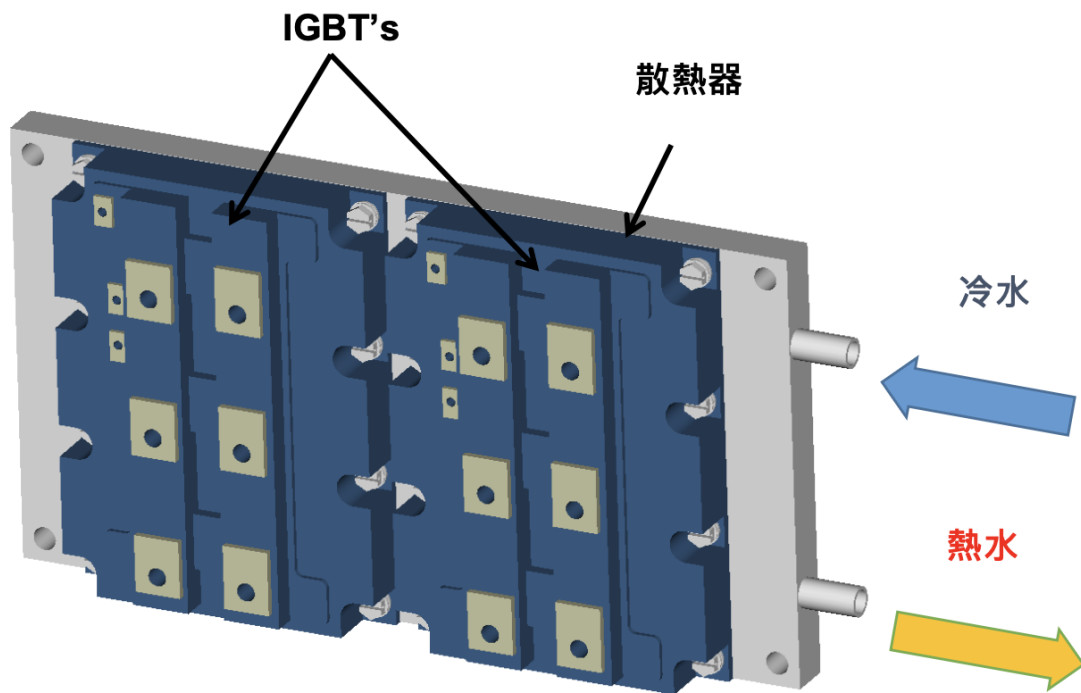


圖 6-5-8 IGBT 水冷



圖 6-5-9 PCC 冷卻水管路

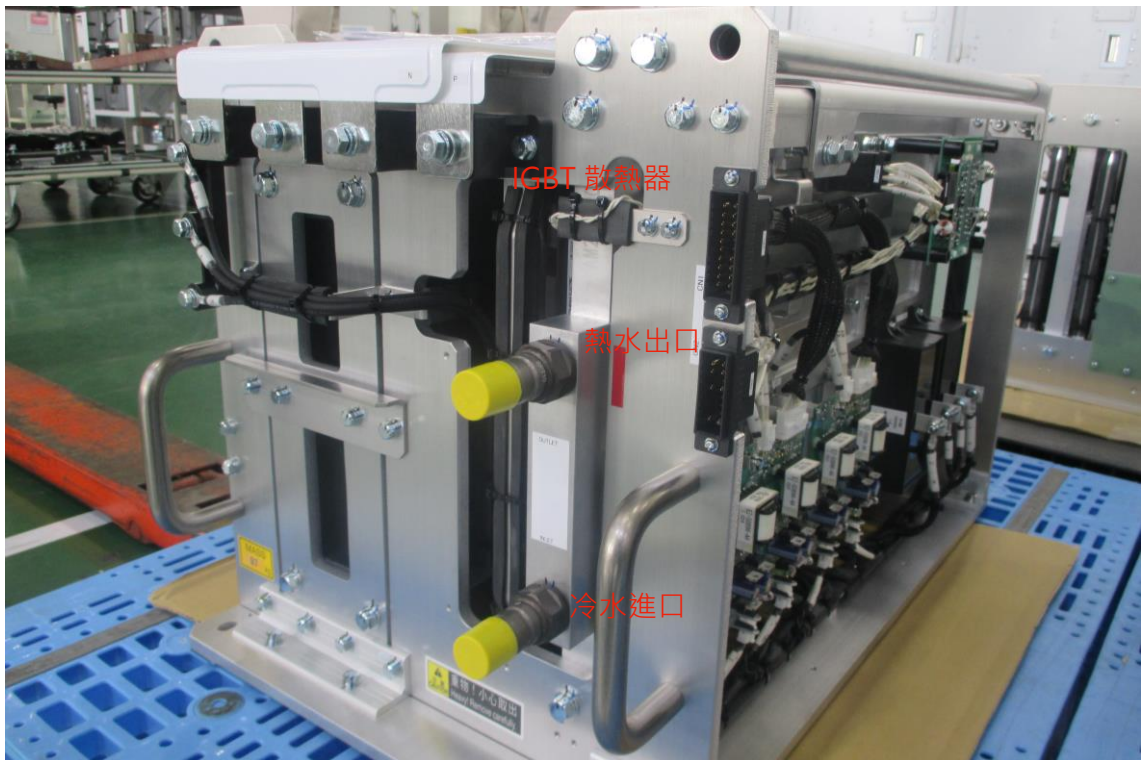


圖 6-5-10 APU/HEP 單元

4. 組合式冷卻塔冷卻系統（CSCCT）相關設備

(1) 主變壓器油泵：

額定電壓：440 VAC

頻率：60 Hz

額定電流：約 6.5 A

功能與設計：

油泵負責強制循環絕緣油，以帶走主變壓器繞組及磁芯產生的熱量。

系統採用兩組油泵循環設計，以提高可靠度與冗餘，若其中一組油泵故障，變壓器輸出功率將限制降載至約 70%。

油泵相關保護包括微型斷路器跳脫監測（MTOM1、MTOM2），以防止故障引起的油循環停止與過熱。

(2) 主變壓器油：

油種：酯類絕緣油

型號：MIDEL 7131

性能特點：

具良好絕緣性能與冷卻能力

火點為 IEC 61039:2008 中 K 級（Fire point class K），安全性較高

適用於強力油冷結構，適合鐵路運輸等嚴苛環境

(3)冷卻水泵：

額定電壓：三相 440V

頻率：60Hz

額定電流：4.5A

額定功率：約 1.8kW

流量：約 160L/min

出水壓力：約 0.195MPa

功能與設計：

冷卻水泵的主要功能是推動冷卻水在 PCC 冷卻系統中循環流動，將 IGBT 等半導體元件及其他電子元件產生的熱量帶走。冷卻水吸收熱量後，流向熱交換器降溫，再回流至 PCC，形成閉環冷卻系統。

出水壓力的設定考慮了管路、接頭、散熱器與熱交換器的壓降合計約 0.136MPa，給水泵留有適當壓力裕度。



圖 6-5-11 冷卻水泵

(4)冷卻液：

冷卻液為水溶液，其中：

乙二醇（防凍劑）含量約 10%（重量百分比）

防腐劑含量約 1%（重量百分比）

其餘為純水約 89%（重量百分比）

性能特點：

此配方可防止冷卻液在 0℃ 以下結冰，並有效防止冷卻管路腐蝕，確保冷卻系統的耐久性與穩定運作。

(5)風扇與馬達：

風扇類型：離心風扇

馬達規格

輸入電壓：三相交流 440 V

頻率：60 Hz

轉速：1765 rpm



圖 6-5-12 冷卻塔內部風扇馬達

(6)散熱器：

PCC 散熱器：約 70 kW 冷卻能力

主變壓器（MTr）散熱器：每台冷卻能力約 135.5 kW（每台 CCT 分擔主變壓器負載一半）



圖 6-5-13 冷卻塔內部散熱器



圖 6-5-14 PCC 散熱器與主變壓器散熱器