

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3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 朱昭璋

技術員 簡嘉佑

派赴國家：日本

出國期間：114年03月02日至03月31日

報告日期：114年5月23日

摘要

此次採購之臺鐵E500型電力機車，是國營臺灣鐵路股份有限公司（原交通部臺灣鐵路管理局，下稱本公司）引進的大型電力機車，目的是為汰換服務超過40餘年之GE電力機車(E200、E300、E400型)及E1000型(PP推拉式)電力機車。這些為本公司服務多年之電力機車，因為各種結構與電氣設備方面之問題，保養上與維修零件採購上的困難，造成了遠低預期之妥善率及影響旅客的乘車體驗。

因此於104年提出臺鐵整體購置以及汰換車輛計畫（104年至113年），「機車102輛（A組：電力機車68輛、B組：柴電機車34輛）案」，而其中的68輛則是本次監造之車輛，希望E500型電力機車全數製造完畢並上線營運後，可提升本公司自強、莒光及各項觀光列車等之行車安全性與舒適度，並且減輕後勤同仁的工作壓力，進而提升準點率。

為確保行車與車輛品質，本公司於113年即開始派遣各維修廠段同仁，前往位於日本的東芝府中事業所進行檢驗之工作，以確保有關之製造、組裝及測試工作皆符合本公司之規範。



目次

壹、 目的.....	3
貳、 檢驗週報.....	4
參、 檢驗過程.....	8
一、 低速試運轉出廠測試	9
二、 油漆例行測試	14
三、 車體水密例行測試	17
四、 轉向架例行測試-車軸超音波測試	19
五、 高壓設備出廠測試-主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水測試	21
六、 車輛稱重例行測試	22
七、 ATP隔離後限速備援系統出廠測試	25
八、 空調機出廠測試-空調機單元容量測試	29
九、 轉向架例行測試-車輪踏面輪廓測試	30
肆、 缺失改善事項.....	32
伍、 專題報告.....	45
一、 真空斷路器簡述	45
二、 真空斷路器構造簡易說明	45
三、 本公司所屬電力機車真空斷路器種類	46
四、 GE電力機車PLB型式真空斷路器構造及動作原理	47
五、 E1000型電力機車電磁空氣型式真空斷路器構造及動作原理	50
六、 E500型電力機車電動型式真空斷路器構造及動作原理	53
七、 PLB型式、電磁空氣型式真空斷路器曾發生故障問題探討比較	55
陸、 心得與建議.....	58

壹、 目的

本公司為減少車輛老舊所造成的營運上的損失、降低維修成本，與改善事故日益提高的情形下，提出了電力機車68輛購車案，為確保施工品質與車輛性能符合本公司之規範與預期，本梯次於114年3月2日起至114年3月31止至東芝府中製造所，為期30天針對E500型電力機車進行各項例行測試、車輛水密、出廠測試等檢驗與監督。

本梯次藉由在日本東芝府中製造所進行監造及檢驗的工作期間，觀摩不同於本公司的作業模式、工法與管理方式，從中學習並取其優點，期望為本公司之作業檢修與管理上能夠更進步及改善，屆時必定能提高車輛之妥善率與品質。



貳、檢驗周報

第一週

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 03 月 03 日 至 114 年 03 月 07 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.03.03	一	1. E531 低速運轉出廠測試程序書第 7.1 項測試至 7.8 項測試檢視 2. 第二梯次與第三梯次工作交接 3. 第三梯次廠區安全教育講習 4. E531 水密測試(第三次), 走行測試檢視 5. E532 耐壓復位, 電源確認
114.03.04	二	1. 第二梯監造人員(陳良, 李育璋)回國移動日 2. E531 走行測試 3. E532 耐壓測試復位, 電源確認, 安裝軟體與調整 4. E534 油漆測試檢視 5. E536 轉向架例行測試檢視
114.03.05	三	1. E531 現場作業, 調整 2. E532 例行測試 3. E531 轉向架出廠測試檢視 4. E531 軸端蓋過磅檢視 5. E529、E530 前後端控制面板旋鈕外蓋與空調機斷路器外蓋軸節檢視
114.03.06	四	1. E531 重量寸法測定檢視 2. E532 例行測試檢視, 440V 通電檢視 3. E529、E530 車軸端蓋過磅檢視
114.03.07	五	1. LCMS 實習 2. E531 各種調整作業 3. E532 重連確認, 走行前確認, 水密測試(第二次) 4. E531、E532 前後端空調斷路器外蓋軸節與控制面板旋鈕外蓋檢視
114.03.08	六	例假
114.03.09	日	例假
備註：		

第二週

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 03 月 10 日 至 114 年 03 月 16 日止	
年 月 日 星期	辦 理 事 項
114.03.10 一	1. E532 水密測試檢視(第三次), 高壓例行(含社內測試) 2. E531 重聯確認 3. E538 溶接例行 4. 馬達分解與測試見學
114.03.11 二	1. E536 車體與轉向架安裝檢視 2. E532 走行測試 3. E529、E530 入線確認 4. E534 斷路器盤配線檢視 5. E533 水密測試(第一次) 6. 20241224 表二通知改善項目 改善確認
114.03.12 三	1. 京王重機見學 2. E531 與 E532 重連測試 3. E533 耐壓準備檢視 4. E536、E537 車軸超音波測試檢視(7.1) 5. E537 轉向架例行測試(7.2、7.3) 6. E529、E530 入線(移至川崎港)
114.03.13 四	1. E531 重量寸法測定檢視 2. E532 例行測試檢視, 440V 通電檢視 3. E529、E530 車軸端蓋過磅檢視
114.03.14 五	1. E532 現場作業, 轉向架出廠測試檢視 2. E533 耐壓復位 3. PCC 見學 4. 連結器組裝見學
114.03.15 六	例假
114.03.16 日	例假
備註：	

第三週

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 03 月 17 日 至 114 年 03 月 23 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114. 03. 17	一	1. E532 重量, 尺寸測試檢視 2. E533 電源確認, 軟體安裝 3. E534 車輛屋頂安裝
114. 03. 18	二	1. E532 後端連結器調整 2. E532 車軸端蓋過磅檢視 3. E533 例行測試(含社內測試) 4. 533 集電弓測試檢視 5. E535 油漆例行檢視
114. 03. 19	三	1. E532 後端自動連結器測試 2. E532 APC 高度測定檢視 3. E533 例行測試 4. E533 ATP 限速備援系統出廠測試檢視 5. E538 機械室側牆焊點檢視
114. 03. 20	四	日本國定假日(春分日)
114. 03. 21	五	1. E533 車頂檢視 2. E533 例行測試
114. 03. 22	六	例假
114. 03. 23	日	例假
備註：		

第四週

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 03 月 24 日 至 114 年 03 月 30 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114. 03. 24	一	1. E533 例行測試 2. E533 排氣隔離塞門測試檢視 3. E534 水密測試檢視(第一次) 4. E534 耐壓測試準備 5. E535LVE 檢試
114. 03. 25	二	1. E533 例行測試、軋機測試 2. E533 空調機出廠測試檢視 3. E537 駕駛室進貨檢查 4. E534 耐壓測試準備
114. 03. 26	三	1. E533 現場缺失作業 2. E534 耐壓測試復原 3. E538 轉向架例行測試準備 4. E537 機械室側牆與駕駛室連接
114. 03. 27	四	1. E538 轉向架例行測試檢視 2. E536 油漆例行測試檢視 3. E533 啟動測試、APU\HEP 隔離測試、HEP 客車給電測試、噪音測試 4. E533 水密測試檢視(第二次) 5. E534 耐壓復舊、電源確認、軟硬體安裝(PCC、LCMS、ATP、軋機)、例行測試
114. 03. 28	五	1. E533 水密測試檢視(第三次)、走行測試檢視 2. E533 振動測試、電磁波例行測試 3. E534 安裝軟體，例行測試
114. 03. 29	六	例假
114. 03. 30	日	例假
備註：		

參、檢驗過程

立約商應依採購規範執行檢驗測試，機車測試分「型式測試」、「例行測試」、「出廠測試」與「交車測試」。

「型式測試」應於製造期間進行，可由立約商執行或是由立約商委託獨立第三方或實驗室執行。

「交車測試」則是當車輛運抵臺灣後陸續進行相關交車測試。

「例行測試」與「出廠測試」則是於東芝府中工廠內部進行之檢驗與測試，本公司則派駐監造人員在場參與，以下為114年度第三批人員參與之項目：

週期	車號	參與項目
3/3	E531	低速試運轉出廠測試
3/4	E534	油漆例行測試
3/5	E531	轉向架出廠測試
3/10	E532	車體水密例行測試
3/12	E537	轉向架例行測試-車軸超音波測試
	E533	高壓設備出廠測試-主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水測試
3/17	E532	車輛稱重例行測試
3/18	E535	油漆例行測試
3/19	E533	ATP隔離後限速備援系統出廠測試
3/25	E533	空調機出廠測試-空調機單元容量測試
3/27	E538	轉向架例行測試-車輪踏面輪廓測試

一、低速試運轉出廠測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040])低速試運轉出廠測試程序書(EL68-SYS-TP-2001[ECS-QA-E7-TP-0082])之規定實施測試。

此次測試項目本公司監造人員由7.2項目，一直參與到7.8項，項目名稱如表3-1所示

表 3-1、監造人員參與低速試運轉出廠測試項目

項目	名稱
7.2	INCH(寸動)模式之低速運轉功能
7.3	速度控制模式之低速運轉功能
7.4	牽引力模式之低速運轉功能
7.5	電軔指令之低速運轉功能
7.6	無人裝置功能
7.7	牽引系統效率測試
7.8	溫度等級測試

(一) INCH(寸動)模式之低速運轉功能

INCH(寸動)模式之低速運轉測試操作方式與合格標準如表 3-2

表 3-2、INCH(寸動)模式之低速運轉測試操作方式與合格標準

項次	項目	驗證
	操作方式	合格標準
1	在前端駕駛室暫停軔機做緊/鬆軔測試 1.MCH 設為 OFF 位。 2.機車為靜止狀態。 3.TSS 並未設為「貨車」模式。 4.暫停軔機隔離開關設為正常位。	BC 壓力 (4.6bar±0.14)。
2	REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位且 IBH 設為「REL」位。	BC 壓力 (0bar+0.1)。
3	MCH 設為 INCH 位。	機車加速至約 7km/h。
4	MCH 設為 OFF 位。 ABH 設為「MIN」位。	機車減速。機車速度 降低至 1.4km/h 以下 時，暫停軔機作用。 爾後機車停止。
5	REV 把手設為「OFF」位。	

	關閉鑰匙開關並取出駕駛員鑰匙。	
6 至 10	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複上述步驟 1 至 5。	於後端駕駛室實施與上述相同之驗證步驟。

(二) 速度控制模式之低速運轉功能

速度控制模式之低速運轉功測試操作方式與合格標準如表 3-3

表 3-3、速度控制模式之低速運轉功測試操作方式與合格標準

項次	項目	驗證
	操作方試	合格標準
1	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「20」位。	機車加速至約 20km/h。
2	MCH 設為「10」位。	機車減速至約 10km/h。
3	MCH 設為「20」位。	機車加速至約 20km/h。
4	IBH 設為「FULL」位。	機車減速。 軔機作用，而出力並未中斷。
5	IBH 設為「REL」位。	軔機鬆軔，機車加速。
6	MCH 設為「OFF」位。 ABH 設為「MIN」位。	軔機作用，爾後機車停止。
7	關閉鑰匙開關並取出駕駛員鑰匙。	
8~14	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複上述步驟 1 至 7。	於後端駕駛室實施與上述相同之驗證步驟。

(三) 牽引力模式之低速運轉功能

牽引力模式之低速運轉功能測試操作方式與合格標準如表 3-4

表 3-4、牽引力模式之低速運轉功能測試操作方式與合格標準

項次	項目	驗證
	操作方式	合格標準
1	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「20」位。	機車往前方移動。
2	MCH 設為「OFF」位。	機車滑行中。
3	MCH 設為「20」位。	機車往前方加速。
4	ABH 設為「MIN」位。	機車減速。 軔機作用，而出力並未中斷。
5	ABH 設為「Run」位。 IBH 設為「FULL」位。	
6	IBH 設為「REL」位。	軔機鬆軔，機車加速。
7	MCH 設為「OFF」位。 ABH 設為「MIN」位。	軔機作用，爾後機車停止。
8	關閉鑰匙開關並取出駕駛員鑰匙。	無
9~16	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複上述步驟 1 至 8。	於後端駕駛室實施與上述相同之驗證步驟。

（四）電軔指令之低速運轉功能

電軔指令之低速運轉功能測試操作方式與合格標準如表 3-5

表 3-5、電軔指令之低速運轉功能測試操作方式與合格標準

項次	項目	驗證
	操作方式	合格標準
1	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「30」位。	確認機車移動。
2	MCH 設為「OFF」位。	機車滑行中。
3	REV 把手設為「電軔指令」位。	無
4	MCH 設為「30」位。	電軔作用。 DDU 的馬達標誌顏色從綠色轉為橙色。
5	ABH 設為「MIN」位。	
6	MCH 設為「OFF」位。	軔機作用，爾後機車停止。
7	關閉鑰匙開關並取出駕駛員鑰匙。	無

8~14	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複上述步驟 1 至 7。	於後端駕駛室實施與上述相同之驗證步驟。
------	------------------------------------	---------------------

(五) 無人裝置功能

無人裝置功能測試操作方式與合格標準如表 3-6

表 3-6、無人裝置功能測試操作方式與合格標準

項次	項目	驗證
	操作方式	合格標準
1	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位，且 IBH 設為「REL」位。 MCH 設為「10」位。	機車加速至約 10km/h。
2	維持項次 1 狀態 1 分鐘。	持續 1 分鐘時間踩踏 DMP 後，VLA 發出警告。
3	鬆開 DMP。	確認 VLA 停止。
4	ABH 設為「MIN」位。	軔機作用，爾後機車停止。
5	關閉鑰匙開關並取出駕駛員鑰匙。	
6~10	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複項次 1 至 5 操作。	確認以上操作同樣適用於後端。
11	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「10」位。	機車加速至約 10km/h。
12	維持項次 11 狀態 1 分鐘。	持續 1 分鐘時間踩踏 DMP，並檢查 VLA 是否發出警告。
13	維持項次 12 狀態 5 秒鐘。	VLA 持續響起 5 秒鐘，且 VSA 發出警告。
14	鬆開 DMP。	確認 VSA 停止。
15	ABH 設為「MIN」位。	軔機作用，爾後機車停止。
16	關閉鑰匙開關並取出駕駛員鑰匙。	

17~22	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複項次 11 至 16 操作。	確認以上操作同樣適用於後端。
23	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「10」位。	機車加速至約 10km/h。
24	維持項次 23 狀態 1 分鐘。	持續 1 分鐘時間踩踏 DMP 後，VLA 發出警告。
25	維持項次 24 狀態 5 秒鐘。	VLA 持續響起 5 秒鐘，且 VSA 發出警告。
26	維持項次 25 狀態 5 秒鐘。	VSA 持續響起 5 秒鐘，且緊急緊軔作用。
27	緊急緊軔鬆軔。	確認緊急緊軔已鬆軔。
28~32	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複項次 23 至 27 操作。	確認以上操作同樣適用於後端。
33	在前端駕駛室 REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「10」位。	機車加速至約 10km/h。
34	鬆開 DMP。	未踩踏 DMP 持續 5 秒鐘後，VSA 發出警告。
35	持續項次 34 狀態 5 秒。	VSA 持續響起 5 秒鐘，且緊急緊軔作用。
36	緊急緊軔鬆軔。	確認緊急緊軔已鬆軔。
37~40	在後端駕駛室插入駕駛員鑰匙，轉開 KS 並重複項次 33 至 36 操作。	確認以上操作同樣適用於後端。

(六) 牽引系統效率測試(E513 或其後之機車)

牽引系統效率測試操作方式與合格標準(E513 或其後之機車)
如表 3-7

表 3-7、牽引系統效率測試操作方式與合格標準

項次	項目	合格標準
1	REV 把手設為「前進」位。 ABH 設為「Run」位。 MCH 設為「20~30」位。	機車加速至約 20km/h~ 30km/h。
2	透過 DDU 螢幕確認牽引馬達 1~6 的牽引馬達電流。	機車到達所需速度 後，取某個瞬間的 牽 引馬達電流輸入值的 變化應落在中 位數 $\pm 10\%$ 之內
3	MCH 設為「OFF」位。 ABH 設為「MIN」位。	軔機作用，爾後機車 停止。

(七) 溫度等級測試

溫度等級測試操作方式與合格標準如表 3-8

表 3-8、溫度等級測試操作方式與合格標準

項次	項目	合格標準
1	檢查故障紀錄畫面內容。	未偵測到 THC 故障。 未偵測到 THI 故障。

二、油漆例行測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])、油漆例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1005[ECS-QA-E7-TP-0057])之規定實施測試。

本測試目的為油漆例行之測試，以驗證符合採購規範要求、設計規格與工藝標準。

(一) 測試程序

1. 使用標準且校正使用期限內之膜厚計，測試前進行校正後(圖 3-1，對圖 3-2 的 16 個點位進行量測，量測方式如圖 3-3 所示。



圖 3-1、膜厚計本體與校正

2. 檢視油漆色調無明顯差異。
3. 標記油漆表面輕微瑕疵或髒汙。



圖 3-2、膜厚量測之點位

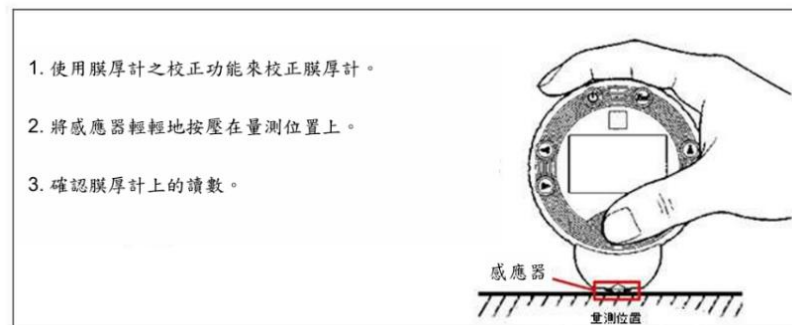


圖 3-3、膜厚計量測方法

(二) 合格標準

1. 量測塗裝模厚，是否合於規定值並記錄，標準如表 3-9

表 3-9、塗裝模厚規定值

測試項目	合格標準
機械室側牆總成塗裝膜厚(1~6)	120-5350um
駕駛室結構塗裝膜厚(7~12)	120-5350um
車架塗裝膜厚(13~16)	80-250um

2. 檢視油漆色調無明顯差異，廠商給予的塗料證明書(表 3-10)與色卡(圖 3-4)號碼需一致，之後與車體塗裝進行對比(圖 3-5)，不可有明顯之差異。
3. 標記油漆表面輕微瑕疵或髒汙待後續處理如圖 3-6

表 3-10、廠商給予的塗料證明書

●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	No.1-64orange	有(G70)	色相：見本板より $\Delta E0.5$ 以内、光沢：指示光沢より ± 5 以内
	RAL7016 Anthracite Grey	G70	色相：見本板より $\Delta E0.5$ 以内、光沢：指示光沢より ± 5 以内



圖 3-4、外包廠商提供之色牌



圖 3-5、使用色牌對車體油漆進行比較



圖 3-6、對瑕疵進行標註

三、車體水密例行測試

依電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之車體水密例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])引用 IEC61133:2016 之規定，施行車體水密例行測試。

(一) 測試程序

1. 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二公尺以內，如圖 3-7 所示。

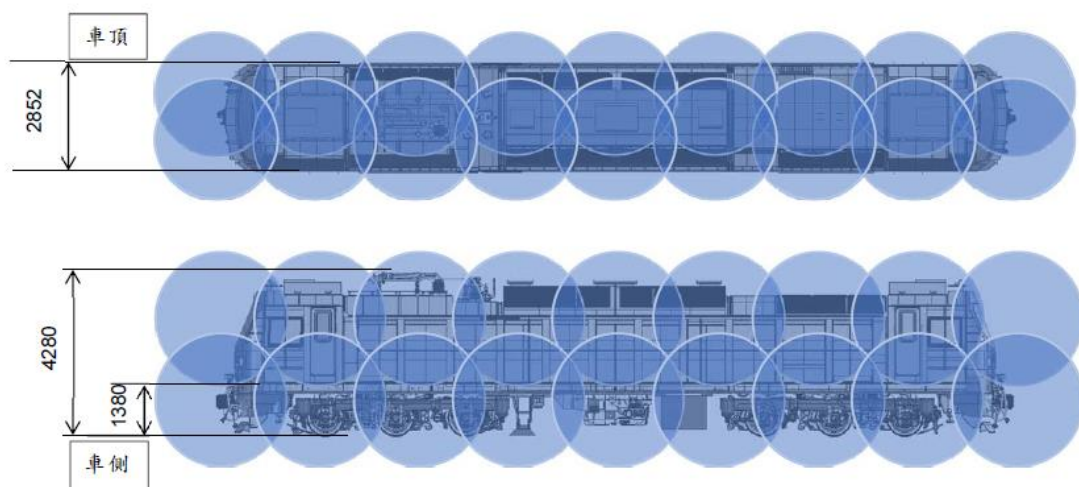


圖3-7、水密測試灑水位置

2. 將絞盤的纜線與車輛兩端連結，如圖 3-8 所示。



圖3-8、絞盤纜線固定狀況

3.測試前的準備工作如下：

- (1)關閉所有車窗、車門和其他開口。
- (2)開啟空調、通風和排風系統。
- (3)為進行灑水時的檢查，配置檢查人員於車身結構內部。

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規定的標準，如圖 3-9。



圖3-9、流量計數值

5.車輛以每分鐘 200mm 的移動速度緩慢前進和後退。車輛每個外部結構噴灑共 10 分鐘如圖 3-10。



圖3-10、水密測試灑水狀況

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規定的標準。

7. 在噴灑過程中和噴灑完成 15 分鐘後進行檢查。

(二) 合格標準

在灑水測試完成並實施首次目視檢查後，於測試實施日期後的三天再次實施目視檢查以確認沒有水侵入的痕跡，如圖 3-11。



圖 3-11、窗溝與天花板檢查是否滲水

四、轉向架例行測試-車軸超音波測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])、轉向架例行測試程序書(EL68-BOG-TP-1001[ECS-QA-E7-1000-03])之規定實施測試。

該測試是將輪軸組安裝於轉向架框的狀態下進行測試。

在車軸的生產過程中，每個車軸都依照EN13261進行超音波探傷檢測和磁粉檢測。

(一) 測試程序

1. 鬆開每個車軸的端蓋螺栓與車軸端蓋，如圖 3-12 所示。



圖3-12、拆下車軸端蓋

2. 將探頭放置於車軸端部如圖 3-13 所示。超音波測試之可用空間

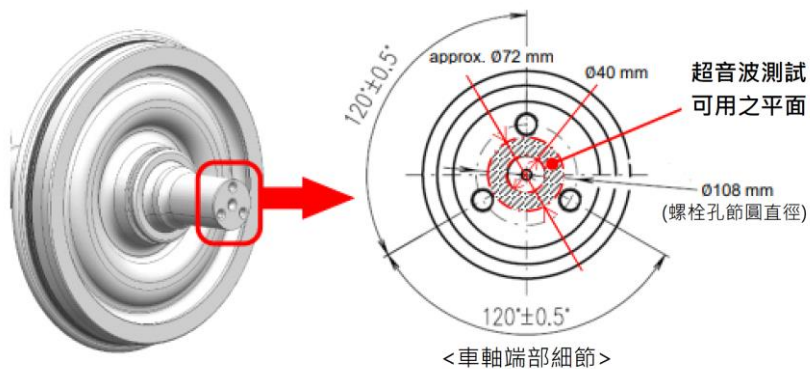


圖3-13、使用超音波量測設備進量測與量測點

3. 設定超音波量測設備的頻率量級為 2MHz，時間基準範圍為 2,500mm。

4. 確認探頭角度型式與探頭傳感器是否為符合的規格。

(二) 合格標準

探頭髮射測試脈波。畫面的全高調整為測試脈波的高度。同一個探頭接收回波。接收到的底部表面回波的幅度應大於畫面全高(即為發射

測試脈波之幅度)的50%。背景雜訊的高度應小於畫面全高的10%，如圖3-14所示。



圖3-14、超音波量測之畫面

五、高壓設備出廠測試-主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0040])、高壓設備出廠測試程序書EL68-HVE-TP-2001[ECS-QA-E7-TP-0025])之規定實施測試。

本次測試為主變壓器與高壓穿套連結裝置(圖3-15)之防水功能。車體水密例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1001[ECS-QA-E7-TP-0015])規定的防水測試後，確認主變壓器與高壓穿套連結裝置的防水功能是充足。



圖3-15、高壓穿套連結裝置

(一) 測試程序

1. 車體水密測試後，打開連結裝置的保護蓋板。
2. 拆解連結裝置並確認其內部，如圖 3-16。



圖3-16、對連結裝置實施拆解

- 3.重新組裝連結裝置。
- 4.重新蓋上保護蓋板。

(二) 合格標準

目視水沒有滲入如圖 3-17。



圖3-17、高壓穿套內部檢查

六、車輛稱重例行測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])、車輛稱重例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1004[ECS-QA-E7-TP-0056])之規定實施測試。

軸重量測設備按裝於機坑內，計有6組量測單元，每次量測一組轉向架，將量測結果傳輸記錄並顯示於電腦上，經由電腦軟體計算出車軸負載及車軸左右負載差異，如圖3-18所示。

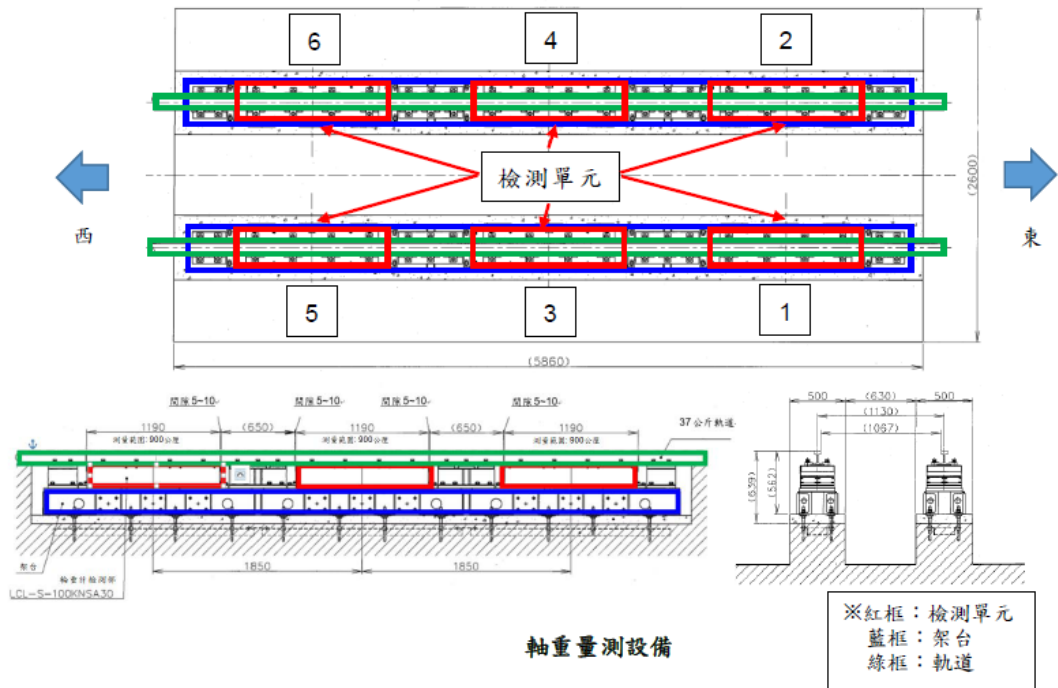


圖3-18、軸重測試設備

駕駛室裝有相當於乘載人員質量的重物(160公斤)，由於砂箱未裝入砂，因此在各砂箱上放上20KG重物代替如圖3-19。



圖3-19、駕駛室與砂箱實施配重

(一) 測試程序(圖3-20)

1. 將牽引車由西側移至東側，直至轉向架 1 的每個車輪位於各檢測單元正中央的位置。
2. 將牽引車由西側移至東側，直至轉向架 2 的每個車輪位於各檢測單元正中央的位置。
3. 將牽引車由西側移至東側，直至轉向架 2 的所有車輪完全通過檢測單元。
4. 將牽引車由東側移至西側，直至轉向架 2 的每個車輪位於各檢測單元正中央的位置。

5.將牽引車由東側移至西側，直至轉向架 1 的每個車輪位於各檢測單元正中央的位置。

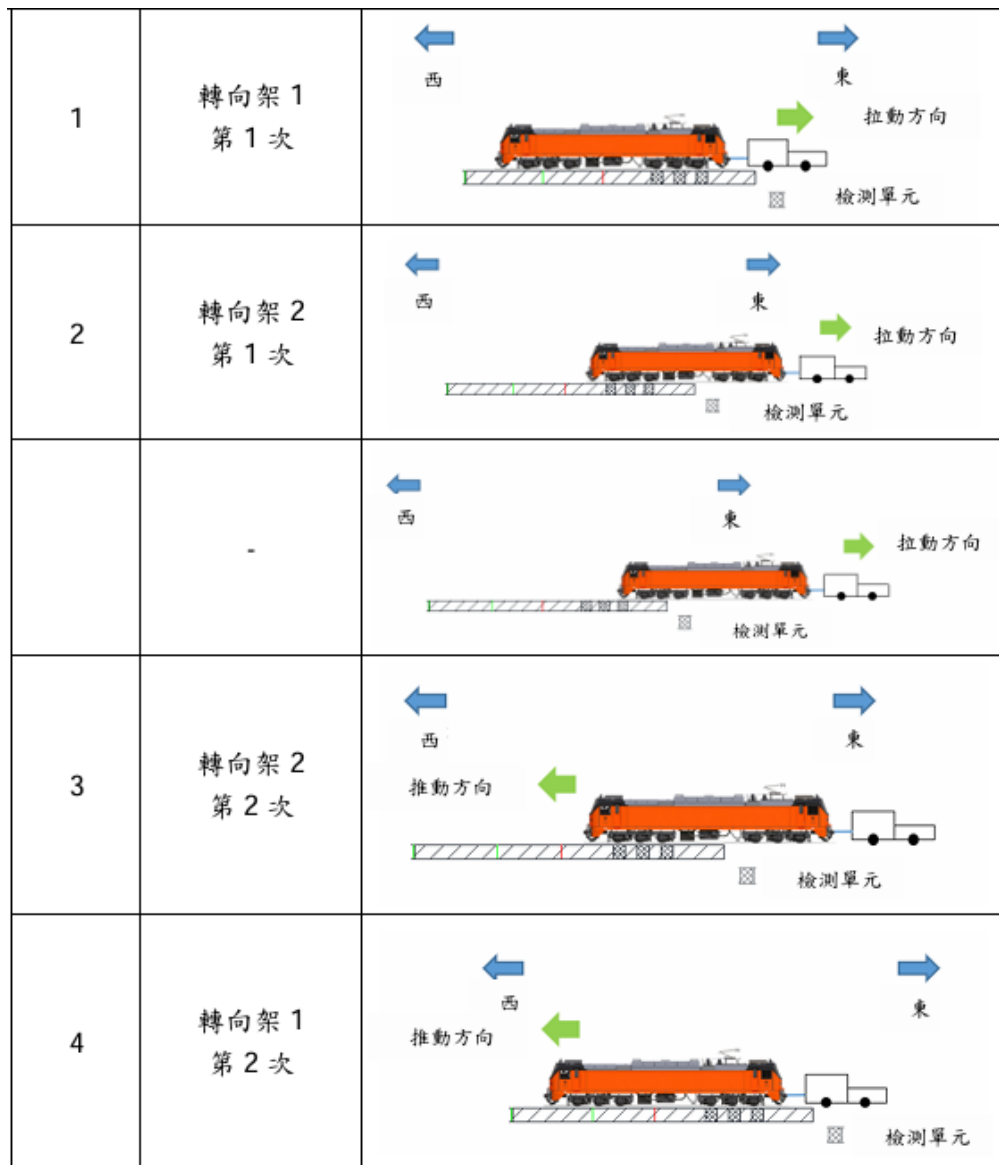


圖3-20、測試車輛移動方式

(二) 合格標準

1.測量車輪負載(圖 3-21)

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)。

2.車輪負載差異，每個平均值標準需小於 0.8 公噸。

3.車輛重量即為平均值之總和，車輛重量的標準為 93.2~98.8 公噸。

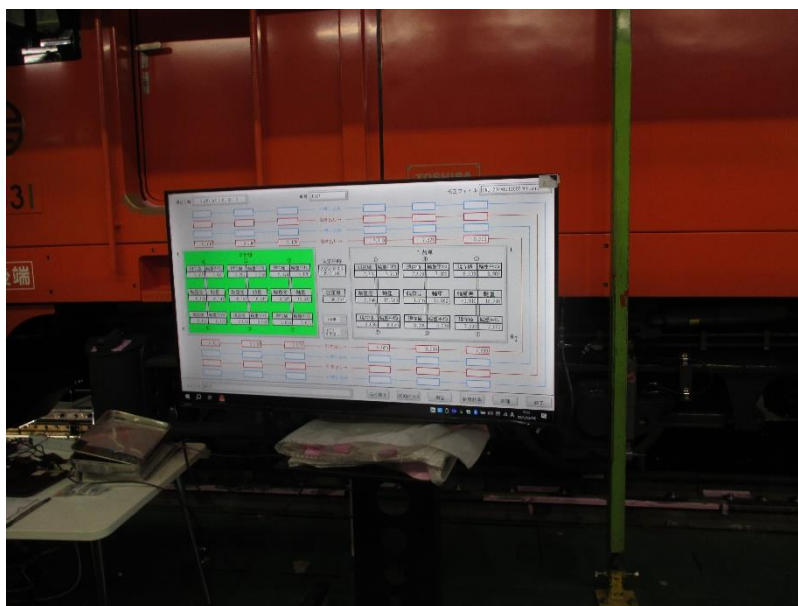


圖3-21、電腦紀錄各車軸之重量

當車軸平均值過大時，則於較輕軸一側的一次簧增加墊片，當施工完則需再次測量，如圖3-22。



圖3-22、東芝人員對平均值過大之車軸進行調整

七、ATP隔離後限速備援系統出廠測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040])、ATP隔離後限速備援系統出廠測試程序書(EL68-SYS-TP-2004[ECS-QA-E7-TP-0098])之規定實施測試。

(一) 於測試前確認以下項目：

1. 集電弓確實升起接收電車線電力，啟動 440Vac、110Vac 與 110Vdc 迴路。
2. 操作電子司軔閥單閥把手使車輛軔機作動以確保車輛不會在測試中移動。
3. 確認 ATPBNOIL 指示燈亮。
4. ATP 隔離後限速備援系統(TELOC®3000)與模擬測試用電腦連接。

5.將 MCH 放至於 OFF 位。

6.確認測試由機車前端駕駛室開始進行。

(二) 測試程序與合格標準如表3-11

表3-11、ATP隔離後限速備援系統出廠測試程序與合格標準

項次	項目	合格標準
1	將KS置於ON位	
2	設定ATP隔離開關至旁路位	
3	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設定至"57"進行模擬(模擬時速57公里)	1確認ATPBA聲響。 2確認黃色ATPBALRIL燈亮。
4	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設定至"56"進行模擬(模擬時速56公里)	1確認ATPBA停止發出告警聲響。 2確認ATPBALRIL燈滅。
5	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設定至"60"進行模擬(模擬時速60公里)	1確認ATPBFA警示音響。並確認該聲響與ID1-3之聲響不同。 2確認紅色ATPBEBIL指示燈亮 3確認黃色ATPBALRIL指示燈亮。 4確認緊急軔機動作。 5確認LCMS DDU上有顯示緊急對應操作，並依照畫面指示將軔機把手移動至緊急緊軔位維持60秒。
6	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設定至"0"進行模擬(模擬時速0公里)	1確認ATPBA停止發出告警聲響。 2確認ATPBALRIL燈滅。 3確認ATPBEBIL燈滅。
7	將司軔閥把手放至於緊急緊軔位60秒後移動至運轉位。	1緊急軔機鬆軔。 2確認LCMS DDU畫面解除緊急操作說明之顯示。
8	使用電腦將 TELOC®3000 內"TELOC_OK"及“Speed_60”的參數設定至“Low”進行模擬(模擬ATP隔離後限速備援系統故障)	1確認ATPBFA警示音響。並確認該聲響與ID1-3、5之聲響不同。 2確認ATPBA警示音響。並確認該聲響與ID1-5相同。 3確認紅色ATPBFIL指示燈亮。 4確認紅色ATPBEBIL指示燈亮。

		5確認ATPBNOIL指示燈滅。 6確認緊急軔機動作。 7確認LCMS DDU上有顯示緊急對應操作，並依照畫面指示將軔機把手移動至緊急緊軔位維持60秒
9	使用電腦將 TELOC®3000 內"TELOC_OK"及 “Speed_60”的參數設定至“High”進行模擬(模擬ATP隔離後限速備援系統復位)	1確認ATPBFA停止發出告警聲響。 2確認ATPBA停止發出告警聲響。 3確認ATPBFIL指示燈滅。 4確認ATPBEBIL指示燈滅。 5確認綠色ATPBNOIL指示燈亮。
10	將司軔閥把手放至於緊急緊軔位60秒後移動至運轉位。	1確認緊急軔機鬆軔。 2確認LCMS DDU畫面解除緊急操作說明之顯示
11	使用電腦將 TELOC®3000 內"TELOC_OK"及 “Speed_60”的參數設定至“Low”進行模擬(模擬ATP隔離後限速備援系統復位)	1確認ATPBFA警示音響。並確認該聲響與ID1-3、5之聲響不同。 2確認ATPBA警示音響。並確認該聲響與ID1-5相同。 3確認紅色ATPBFIL指示燈亮。 4確認ATPBNOIL指示燈滅。 5確認紅色ATPBEBIL指示燈亮。 6確認緊急軔機動作。 7確認LCMS DDU上有顯示緊急對應操作，並依照畫面指示將軔機把手移動至緊急緊軔位維持60秒
12	按壓ATPBUFAS按鈕。	蜂鳴器停止聲響。
13	將ATPBUBS設定至旁路位。	確認紅色ATPBUBIL指示燈亮。
14	將司軔閥把手放至於緊急緊軔位60秒後移動至運轉位。	1確認緊急軔機鬆軔。 2確認LCMS DDU畫面解除緊急操作說明之顯示
15	使用電腦將 TELOC®3000 內"TELOC_OK"及 “Speed_60”的參數設定至“High”進行模擬(模擬ATP隔離後限速備援系統復位)	1確認ATPBFIL指示燈滅。 2確認ATPBEBIL指示燈滅。 3確認綠色ATPBNOIL指示燈亮。
16	使用電腦清除	

	TELOC®3000的 "TELOC_OK"及 "Speed_60" 設定	
17	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設 定至"60"進行模擬(模擬 時速60公里)	確認緊急軔機未動作。
18	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設 定至"0"進行模擬(模擬 時速0公里)	
19	將ATPBUBS設定至正常 位。	確認ATPBUBIL指示燈滅。
20	將ATPCOS設定至正常 位。	
21	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設 定至"57"進行模擬(模擬 時速57公里)	確認車輛沒有因限速備援系統作 動。
22	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設 定至"60"進行模擬(模擬 時速60公里)	確認車輛沒有因限速備援系統作 動。
23	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設 定至"0"進行模擬(模擬 時速0公里)	
24	使用電腦將 TELOC®3000 內"SYS_SPEED"的參數設 定至"60"進行模擬(模擬 時速60公里)	1確認ATPBFA警示音響。並確認該 聲響與ID1-3、5之聲響不同。 2確認ATPBA警示音響。並確認該聲 響與ID1-5相同。 3確認紅色ATPBFIIL指示燈亮。 4確認ATPBNOIL指示燈滅。 5確認紅色ATPBEBIL指示燈亮。 6確認緊急軔機動作。 7確認LCMS DDU上有顯示緊急對應 操作，並依照畫面指示將軔機把手 移動至緊急緊軔位維持60秒

25	使用電腦將 TELOC®3000 內"TELOC_OK"及 “Speed_60”的參數設定至“High”進行模擬(模擬ATP隔離後限速備援系統復位)	1確認ATPBFA停止聲響。 2確認ATPBA停止聲響。 3確認ATPBFIL指示燈滅。 4確認ATPBEBIL指示燈滅。 5確認綠色ATPBNOIL指示燈亮。
26	將司軔閥把手放至於緊急緊軔位60秒後移動至運轉位。	1確認緊急軔機鬆軔。 2確認LCMS DDU畫面解除緊急操作說明之顯示
27	關閉主控制器開關並拔除鑰匙。	
28~54	移動至後端駕駛臺並重複1~27項目動作。	

八、空調機出廠測試-空調機單元容量測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040])、空調機出廠測試程序書(EL68-ACV-TP-2001[ECS-QA-E7-TP-0022])之規定實施測試。

本測試在於測試空調機符合規範需求、設計規格、製造圖及製造品質標準。

(一) 測試程序

- 1.使用標準且在校正使用限度內之扇葉式空氣流量計(圖 3-23)進行量測。



圖 3-23、扇葉式空氣流量計

- 2.對圖 3-24 所指示之 4 處量測點進行量測。

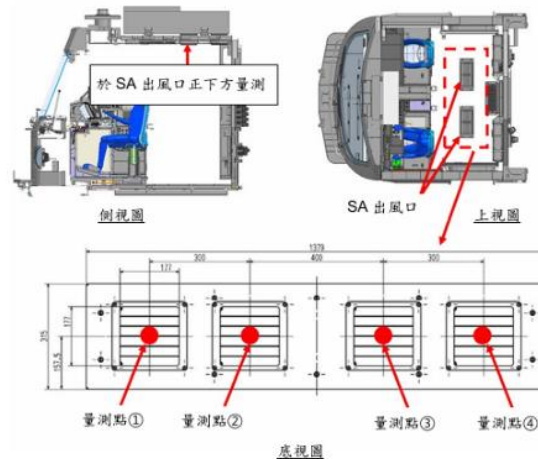


圖3-24風量量測處

(二) 合格標準

在指定位置測量(圖 3-25)，四處量測點風量總和 ≥ 16.3 (立方公尺/分鐘)。



圖3-25、對量測點進行風量之量測

九、轉向架例行測試-車輪踏面輪廓測試

依據電力機車68輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])、轉向架例行測試程序書(EL68-BOG-TP-1001[ECS-E7-1000-03])之規定實施測試。

對於在工廠進行的完整機車測試，進行任何工廠測試之前，需檢查車輪踏面的狀況。

於廠內用量具測量車輪直徑，並檢查車輪輪廓是否正確，車輪和輪軸組是否正確安裝在完成的轉向架上。

供應商將進行車輪踏面輪廓測量(車輪形狀及相關尺寸)，作為出廠的最終測試。

(一) 測試程序

1. 將一組完整的轉向架移動到測試區域進行測量。

2. 目視檢查車輪踏面，確認是否有損壞和異物。
3. 準備車輪直徑測量工具 TY-50(圖 3-26)及車輪踏面確認量規(圖 3-27)。
4. 測量車輪直徑並記錄在表中。
5. 用量規檢查車輪踏面形狀，並記錄在表單上。



圖 3-26、車輪直徑量測工具



圖 3-27、車輪踏面確認量規

(二) 合格標準

1. 車輪直徑 $D: \phi 924_0^{+4} (= \phi 924 \sim \phi 928)$ (圖 3-28)
2. 需搭配指定形狀的量具，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 0.5mm。(圖 3-29)



圖 3-28、車輪直徑量測



圖 3-29、使用厚薄規進行量測

肆、 缺失改善事項

一、本梯次的已回應之缺失改善事項如表4-1下所示

表4-1、已回應之缺失改善事項

專案名稱：電力機車68輛專案		
車號	不良狀況	廠商回覆
通案性	斷路器盤背面有三個元件（FDRe1、2、3），其上方之接線，線號：242，其折角近乎90度，亦有折斷之風險，日後其餘車輛同樣地方都需確認此問題是否已改善，且皆需在裝車前進行確認。(圖4-1)	長期觀察，有明顯改善。
	E527斷路器盤多處配線折角90度。後續車輛都需確認相同位置此問題是否已改善，且務必於斷路器盤裝車前進行確認。(圖4-2)	長期觀察，有明顯改善。
E529	E529前後車頭外面側邊的車號牌（共4塊）與附近的車體漆色有明顯落差。(圖4-3)	因為車號牌的材質與車頭材質不同，因此底層加工工法也有所不同，故塗裝後成品可能會有細微差異。又因為工法不同，所以塗裝膜厚也有差異，也可能使色澤再有些差異。但經東芝與檢驗人員於現場確認都在油漆例行程序及測試報告合格標準內。附上施工廠商塗料證明，以佐證使用塗料相同，往後會督導施工廠商後續工藝，以達到目視較無明顯色差。

改善通知單編號 No. : 241025_All-1	回答日期 Date : 2025/03/25
類型 Type : ☐ 說明 Explanation ■ 改善 Improvement ☐ 其他 Others	車號 Train No. : All
缺失內容 Punch Items 斷路器背面有三個元件(FDRe1、2、3),其上方之接線,線號:242,其折角近乎 90 度,亦有折斷之風險,下圖從 E524 所攝,日後其餘車輛同樣地方都需確認此問題是已否改善,且需在裝車前進行確認	
改善內容 Improvement / 說明 Explanation 長期觀察,有明顯改善.	

圖 4-1、斷路器盤多處配線折角近乎 90 度之缺失改善

TOSHIBA

改善事項聯絡書

EL68-NCR-00204 Rev.0

改善通知單編號 No. : 241128_All

回答日期 Date : 2025/03/25

類型 Type :

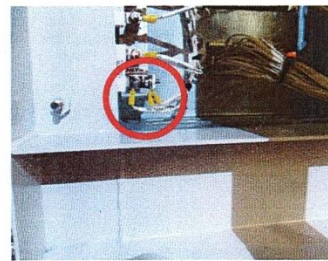
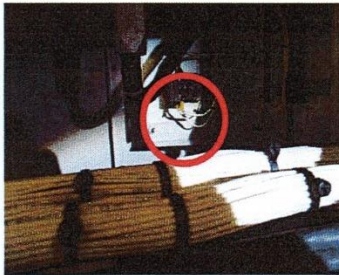
☐說明 Explanation ☒改善 Improvement ☐其他 Others

車號 Train No. :

All

缺失內容 Punch Items

E527 斷路器盤多處折角 90 度。前案 113.10.25 及 113.11.12 有相同待改善處,本次新增一處需改善,後續車輛都需確認相同位置此問題是否已改善,且務必於斷路器盤裝車前進



改善內容 Improvement / 說明 Explanation

長期觀察,有明顯改善.

圖 4-2、斷路器盤多處配線折角近乎 90 度之缺失改善

改善通知單編號 No. : 241224_E529	回答日期 Date : 2025/3/11
類型 Type : ☒ 說明 Explanation ☐ 改善 Improvement ☐ 其他 Others	車號 Train No. : E529

缺失內容 Punch Items

E529 前後車頭外面側邊的車號牌(共 4 塊)與附近的車體漆色有明顯落差。



改善內容 Improvement /說明 Explanation

因為車號牌的材質與車頭材質不同,因此底層加工工法也有所不同,故塗裝後成品可能會有細微差異。
 又因為工法不同,所以塗裝膜厚也有差異,也可能使色澤再有些差異。
 但經東芝與檢驗人員於現場確認都在油漆例行程序及測試報告合格標準內。
 附上施工廠商塗料證明,以佐證使用塗料相同,
 往後會督導施工廠商後續工藝,以達到目視較無明顯色差。



圖4-3、車號牌與車頭烤漆漆色有明顯落差之缺失改善

二、本梯次開立的未回應缺失改善事項如表4-2下所示

表4-2、未回應之缺失改善事項

專案名稱：電力機車68輛專案		
車號	不良狀況	缺失單圖片
E535	E535 前端連結器上提桿有明顯撞擊痕跡。	圖4-4
E533	E533第一轉向架A側之第一軸軔缸高壓軟管，已摩擦車體。	圖4-5
E536	駕駛室結構（外側屋頂），參照車體技術規格，5.6塗裝規格，目測與E531、E533、E535表面塗漆不相符，疑未補土或補土不足，仍可看見鐵板結構上強度鐵條。	圖4-6
E534	同上	圖4-7
E532	同上	圖4-8
通案性	軔機控制單元上方說明貼紙主風缸隔離塞門圖示繪製為隔離位，其餘圖示皆繪製在運轉位，怕造成乘務員判斷錯誤。	圖4-9
E534	機械室側牆（A、B兩側前、後端共四處），板金目測有不明凸起，疑吊掛或頂升後，表面變形未處理。	圖4-10
E535	同上	圖4-11

表二

通 知 改 善 事 項

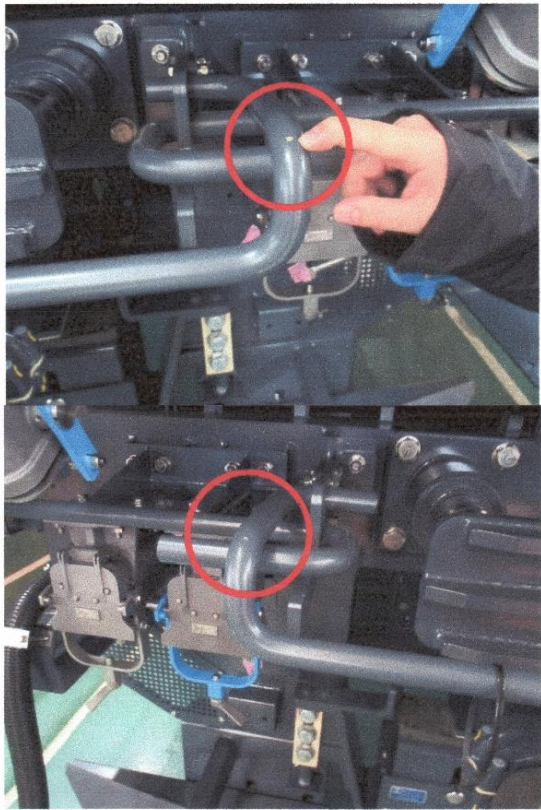
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.03.13（四）	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E535	E535 前端連結器上提桿有明顯撞擊痕跡 

圖 4-4、前端連結器上提桿有明顯撞擊痕跡之缺失單

表二

通 知 改 善 事 項

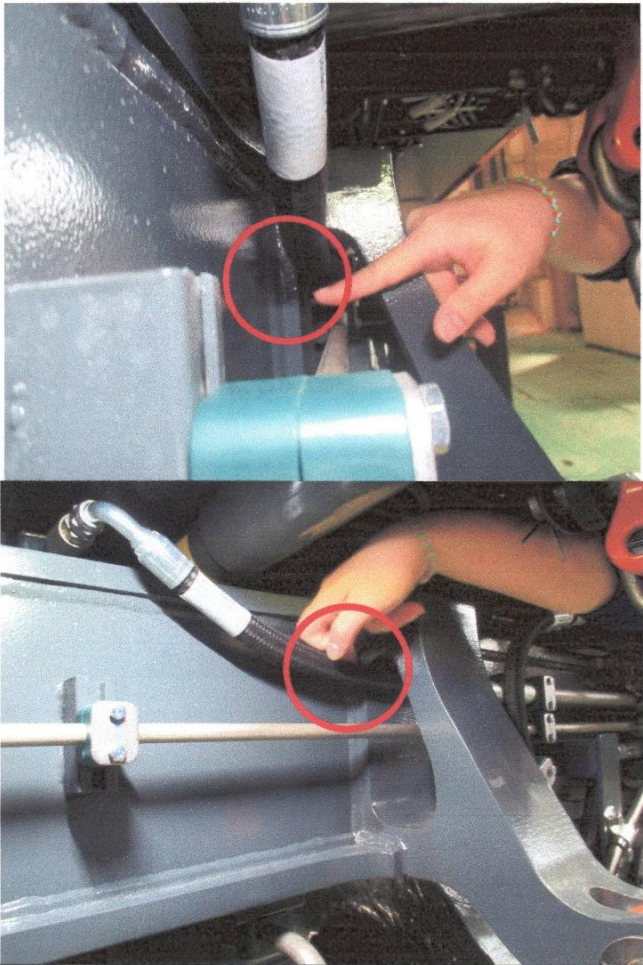
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.3.17（一）	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E533	E533 第一轉向架 A 側之第一軸軔缸高壓軟管，已摩擦車體。 

圖 4-5、第一轉向架 A 側之第一軸軔缸高壓軟管，已摩擦車體

表二

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.3.19 (三)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E536	E536 駕駛室結構(外側屋頂)，參照車體技術規格，5.6 塗裝規格，目測與 E531、E533、E535 表面塗漆不相符，疑未補土或補土不足，仍可看見鐵板結構上強度鐵條。  不正常  正常

圖 4-6、駕駛室結構（外側屋頂），疑未補土或補土不足，可看見鐵板結構上強度鐵條之缺失單

表二

通 知 改 善 事 項

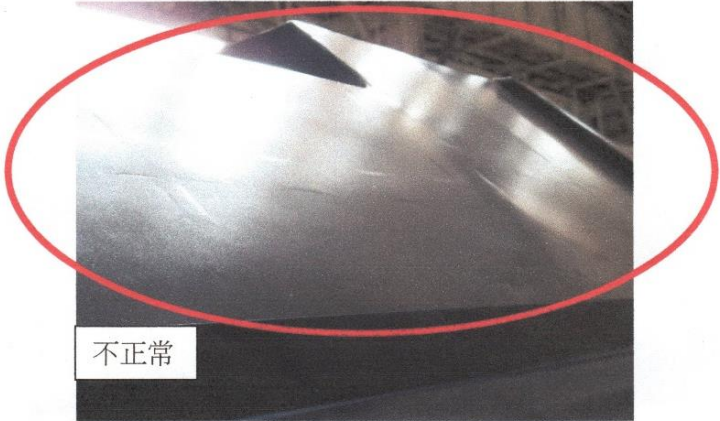
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.3.19 (三)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E534	E534 駕駛室結構(外側屋頂)，參照車體技術規格，5.6 塗裝規格，目測與 E531、E533、E535 表面塗漆不相符，疑未補土或補土不足，仍可看見鐵板結構上強度鐵條。  不正常  正常

圖 4-7、駕駛室結構（外側屋頂），疑未補土或補土不足，可看見鐵板結構上強度鐵條之缺失單

表二

通知改善事項

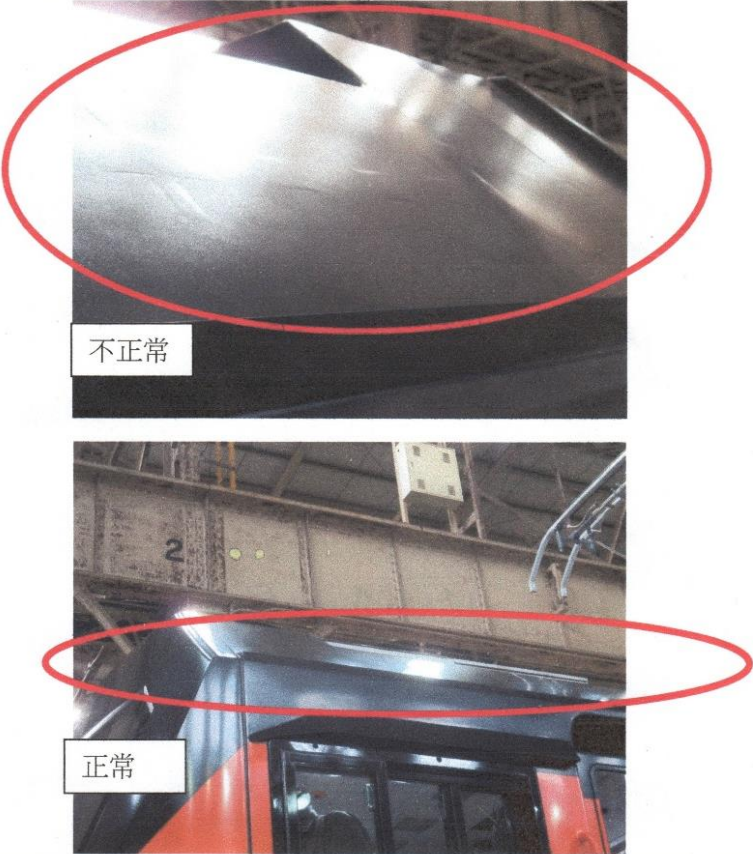
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.3.19 (三)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E532	E532 駕駛室結構(外側屋頂)，參照車體技術規格，5.6 塗裝規格，目測與 E531、E533、E535 表面塗漆不相符，疑未補土或補土不足，仍可看見鐵板結構上強度鐵條。  不正常 正常

圖 4-8、駕駛室結構（外側屋頂），疑未補土或補土不足，可看見鐵板結構上強度鐵條之缺失單

表二

通 知 改 善 事 項

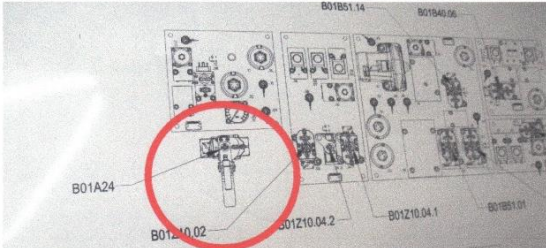
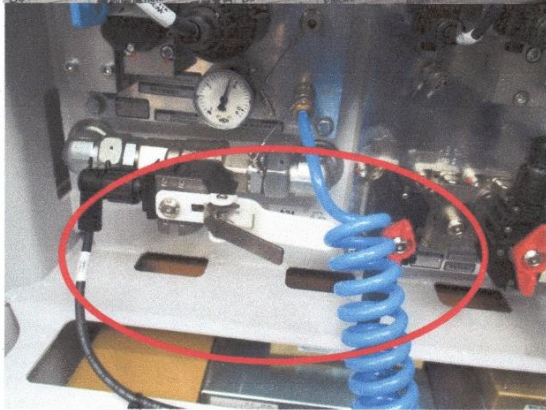
專案名稱：電力機車 68 輛案																																			
日期：114.03.21（五）		地點：東芝府中事業所																																	
車	號	不	良 處 所																																
ALL	軀機控制單元上方說明貼紙主風缸隔離塞門圖示繪製為隔離位，其餘圖示皆繪製在運轉位，怕造成乘務員判斷錯誤。																																		
<table><thead><tr><th>位置號</th><th>描述</th><th>Positions No.</th><th>Description</th></tr></thead><tbody><tr><td>B01A24</td><td>主風缸隔離塞門</td><td>B01A24</td><td>MR Isolation Cock</td></tr><tr><td>B01B40.06</td><td>停留制機隔離塞門</td><td>B01B40.06</td><td>Parking brake Isolation Cock</td></tr><tr><td>B01B51.01</td><td>轉向架隔離塞門 1</td><td>B01B51.01</td><td>Bogie Isolation Cock I</td></tr><tr><td>B01B51.02</td><td>轉向架隔離塞門 2</td><td>B01B51.02</td><td>Bogie Isolation Cock II</td></tr><tr><td>B01B51.14</td><td>緊急制機隔離塞門</td><td>B01B51.14</td><td>Emergency Brake Isolation Cock</td></tr><tr><td>B01F41.02</td><td>緊急制機隔離塞門</td><td>B01F41.02</td><td>Low MR Emergency Brake Isolation Cock I</td></tr><tr><td>B01Z10.02</td><td>緊急制機隔離塞門</td><td>B01Z10.02</td><td>Electro Pneumatic Brake Isolation Cock II</td></tr></tbody></table>				位置號	描述	Positions No.	Description	B01A24	主風缸隔離塞門	B01A24	MR Isolation Cock	B01B40.06	停留制機隔離塞門	B01B40.06	Parking brake Isolation Cock	B01B51.01	轉向架隔離塞門 1	B01B51.01	Bogie Isolation Cock I	B01B51.02	轉向架隔離塞門 2	B01B51.02	Bogie Isolation Cock II	B01B51.14	緊急制機隔離塞門	B01B51.14	Emergency Brake Isolation Cock	B01F41.02	緊急制機隔離塞門	B01F41.02	Low MR Emergency Brake Isolation Cock I	B01Z10.02	緊急制機隔離塞門	B01Z10.02	Electro Pneumatic Brake Isolation Cock II
位置號	描述	Positions No.	Description																																
B01A24	主風缸隔離塞門	B01A24	MR Isolation Cock																																
B01B40.06	停留制機隔離塞門	B01B40.06	Parking brake Isolation Cock																																
B01B51.01	轉向架隔離塞門 1	B01B51.01	Bogie Isolation Cock I																																
B01B51.02	轉向架隔離塞門 2	B01B51.02	Bogie Isolation Cock II																																
B01B51.14	緊急制機隔離塞門	B01B51.14	Emergency Brake Isolation Cock																																
B01F41.02	緊急制機隔離塞門	B01F41.02	Low MR Emergency Brake Isolation Cock I																																
B01Z10.02	緊急制機隔離塞門	B01Z10.02	Electro Pneumatic Brake Isolation Cock II																																

圖 4-9、軀機控制單元上方說明貼紙主風缸隔離塞門圖示繪製有疑慮之缺失單

表二

通 知 改 善 事 項

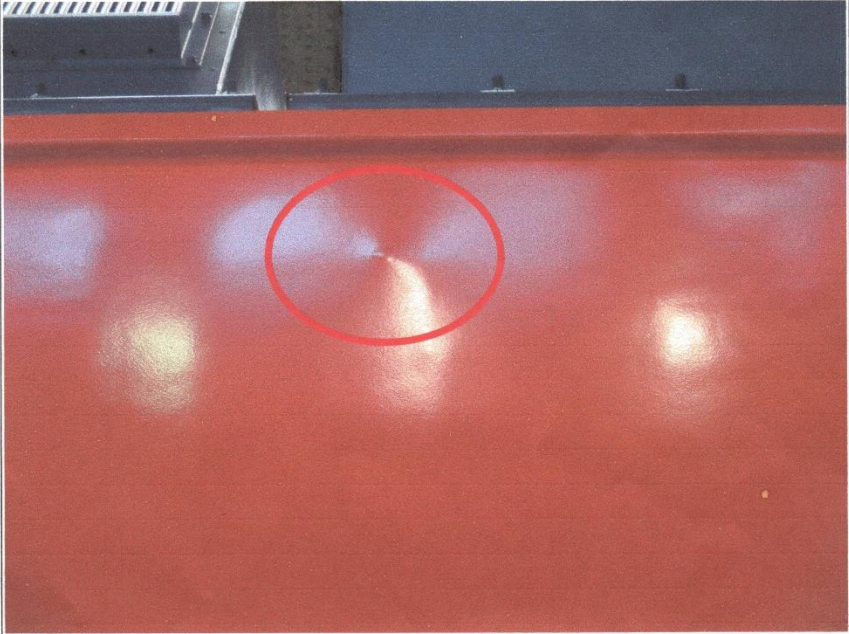
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.3.21（五）	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E534	E534機械室側牆(近B側後端)，板金目測有不明凸起，疑吊掛或頂升後，表面變形未處理。 

圖 4-10、機械室側牆板金目測有不明凸起之缺失單

表二

通 知 改 善 事 項

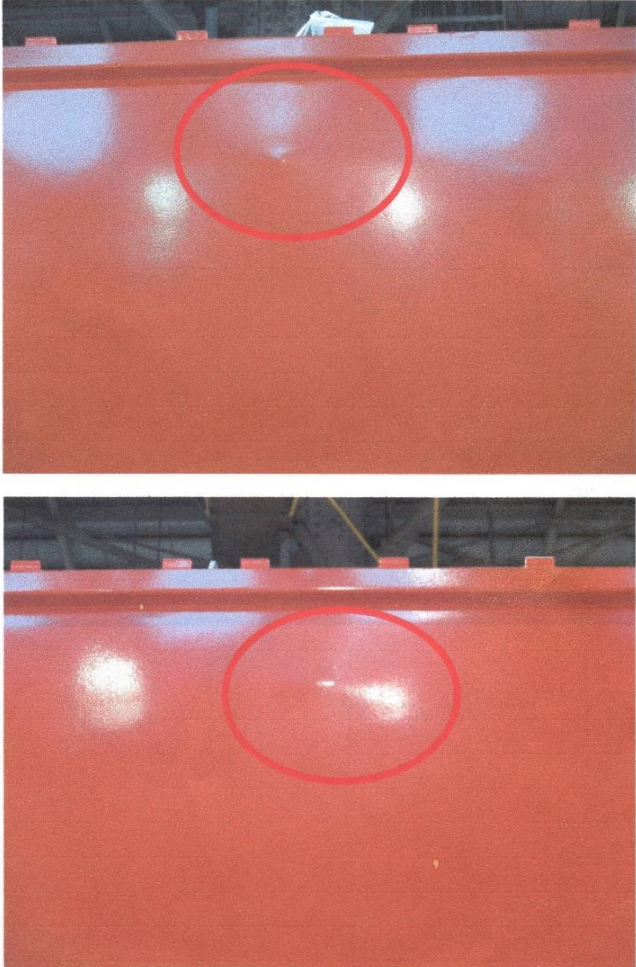
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.3.21（五）	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E535	E535機械室側牆(A、B兩側前、後端共四處)，板金目測有不明凸起，疑吊掛或頂升後，表面變形未處理。 

圖 4-11、機械室側牆板金目測有不明凸起之缺失單

伍、專題報告

本公司所屬電力機車真空斷路器之簡易說明與比較

一、真空斷路器簡述：

真空斷路器 VCB(Vacuum Circuit Breaker)，利用「真空」來達到「斷路」功能的電路保護設備，VCB 具有體積小、維護相對容易、壽命長、斷流容量大等優點，也因此適合用於控制、保護高壓電器設備及中高壓配電系統。

二、真空斷路器構造簡易說明：

真空斷路器主要由以下幾個部分組成(圖 5-1)：

- (一) 真空瓶：真空斷路器的核心，其中包含有斷路器的動、靜主接觸器，真空狀態可降低電弧誘導發生之火花。
- (二) 主接觸器：真空斷路器中會同時包括一個固定的主接觸器和一個可活動的主接觸器，用於連接或切斷電路。
- (三) 操作機構：操作機構用於開、閉真空斷路器的裝置，可以是電動、氣動或手動。
- (四) 外部接點：外部接點用於連接電器（負載）。
- (五) 絕緣支架：絕緣支架用於維持各電氣部件的固定位置，同時提供必要的絕緣性能。

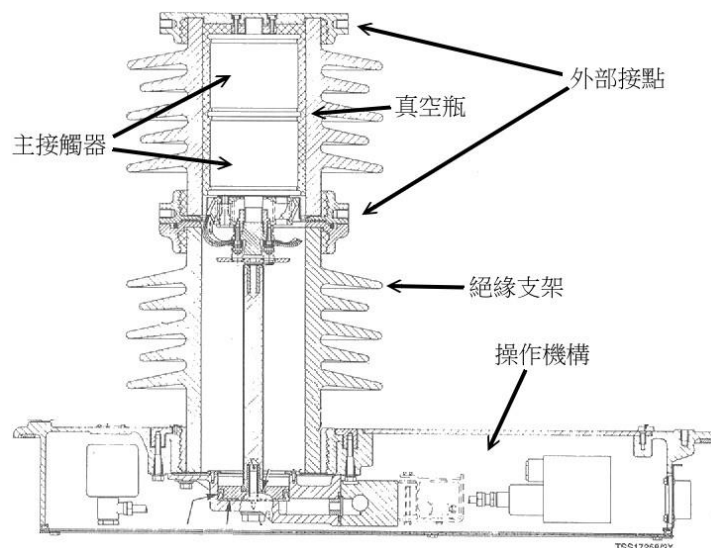


圖 5-1、真空斷路器總成主要部分

三、本公司所屬電力機車真空斷路器種類：

- (一) 1977 年 GE 電力機車所配置的真空斷路器為 PLB 型式 (Primary Line Breaker)，屬於電磁開關式，真空斷路器欲閉合或切開是利用電磁線圈通電時產生之推動力，推動內部聯動機構，將真空瓶內之主接觸器閉合或切開(圖 5-2)。



圖 5-2、GE 電力機車原廠所配置 PLB 型式真空斷路器總成外觀

- (二) 1996 年 E1000 型電力機車所配置的真空斷路器為電磁空氣式，與 GE 電力機車 PLB 型式不同的是，真空斷路器欲閉合或切開是利用電路系統來控制高壓空氣已推動或釋放內部聯動機構，將真空瓶內之主接觸器閉合或切開(圖 5-3)。



圖 5-3、E1000 型電力機車真空斷路器總成外觀

- (三) 本公司 2006 年採購 30 套電磁空氣式真空斷路器，用來改裝 GE 電力機車 E200 型前 30 輛，以取代 PLB 型式真空斷路器缺料、維修不易…等情形，其動作原理與 E1000 型電力機車之真空斷路器類似，外觀尺寸更是相同，僅細部構造略為不同，故此款真空斷路器可與 E1000 電力機車互用(圖 5-4)。



圖 5-4、改裝 GE 電力機車電磁空氣式真空斷路器總成外觀

(四) 另有少數 GE 電力機車(E414~418)為採購後期交車，裝設其他樣式真空斷路器，橫立雙瓶式真空斷路器，其動作原理也與 E1000 型電力機車之真空斷路器類似。

(五) 本公司 2024 年採購 E500 型電力機車，配備電動型式真空斷路器，外觀上與 E1000 型電力機車電磁空氣式真空斷路器略同，不同的是斷路器閉合方式不用高壓空氣推動，而是與 PLB 型式相同，是以電磁線圈推動(圖 5-5)。



圖 5-5、E500 型電力機車電動型式真空斷路器總成外觀

四、GE電力機車PLB型式真空斷路器構造及動作原理：

(一) 構造(圖 5-6)：

1. 真空瓶：二個，內部保有高真空度，以確保主接觸器不被燒損。
2. 聯動機構：一組，用以傳達電磁線圈之推動力，以推動主接觸器之閉合。
3. 電磁線圈：二個，一為閉合線圈（CLOSE SOLENOID），一為切開線圈（TRIP SOLENOID），用以產生推動主接觸器閉合與切開之作用力。

4. 電路盤：為控制電磁線圈，需有控制用電路盤，電路盤上有閉合及切開用大容量電容、矽控整流器、繼電器、電阻等元件，控制用電路盤裝設於車內其他地方，再經配線連接至車頂控制電磁線圈等裝置(圖 5-7)。

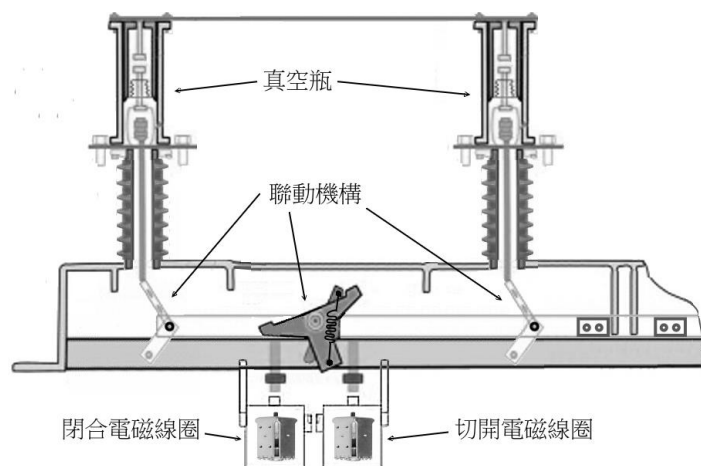


圖 5-6、PLB 型式真空斷路器構造



圖 5-7、控制用電路盤

（二）動作原理：

1. PLB 閉合作用：

(1) PLB 於切開位，控制軛（CONTROL YOKE）、肘節連桿（TOGGLE LINK）與二者間所附掛之彈簧，其相互關係位置如(圖 5-8)所示。此時控制軛軛柄抵住不鏽鋼銷（STAINLESS PIN），且肘節連桿與控制軛間所附掛之彈簧，其拉力重心位於支點 C 點右側。

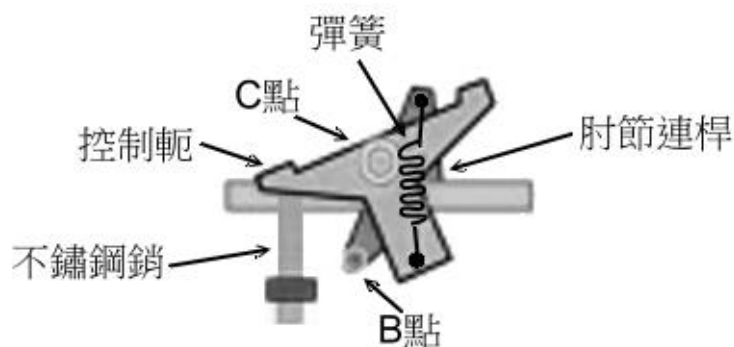


圖 5-8、PLB 切開時聯動機構

(2)當 PLB 旋鈕開關置於閉合位時，閉合線圈通電作用，於是柱塞向上推動不鏽鋼銷（STAINLESS PIN），再由該銷推動控制軛，使此控制軛即以支點 C 點為中心，順時鐘旋轉，當旋轉至如(圖 5-9)之位置時，彈簧拉力重心移至支點 C 點左側，於是由彈簧之拉力作用，肘節連桿（TOGGLE LINK）遂以支點 B 點為旋轉中心，逆時鐘方向旋轉。

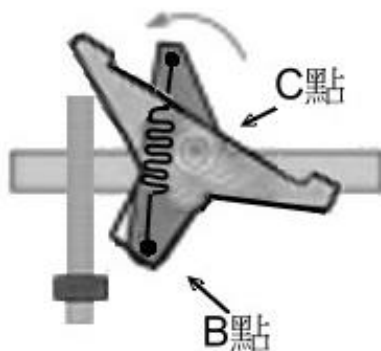


圖 5-9、PLB 閉合時聯動機構

(3)因驅動桿（ACTUATING BAR）與肘節連桿為一體的聯動機構，於是驅動桿向左側移動，將推桿（PULL ROD）上推如(圖 5-10)所示，使得真空瓶內之主接觸器移動達成閉合。此時驅動桿向左移動而並推動一只微動開關，由此微動開關之控制作用，而將閉合線圈電源切斷，以確保線圈不致燒損，並使 PLB 欲切開之控制迴路作用得以達成。

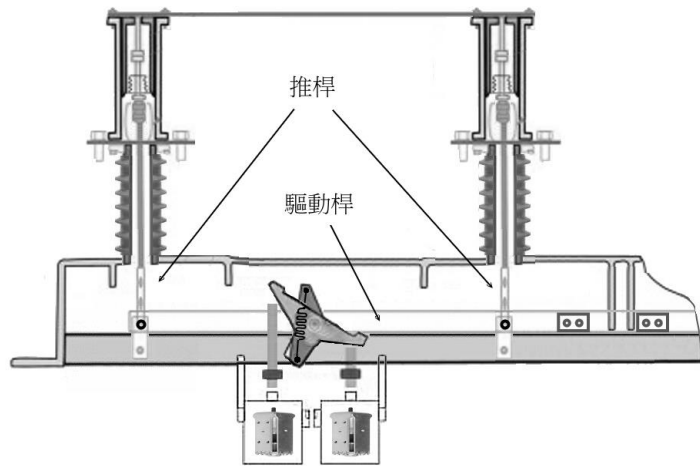


圖 5-10、PLB 閉合時聯動機構

2. PLB 切開作用：

PLB 閉合後，控制軛、肘節連桿與彈簧相互間之關係位置如(圖 5-9)所示，此時軛柄抵住切開線圈之不鏽鋼銷。當 PLB 旋鈕開關扳至切開位時，切開線圈通電作用，於是控制軛、肘節連桿、彈簧間之相互作用，即依 PLB 閉合時之反作用程序發生，使得驅動桿右移而將拉桿下拉，於是 PLB 主接觸點即被拉開如(圖 5-6)。當切開作用發生時，因驅動桿之右移而使微動開關之控制作用，將切開線圈電路切斷，使下一次 PLB 欲閉合之控制迴路作用得以達成，並確保線圈之完整不致燒損。

五、E1000型電力機車電磁空氣型式真空斷路器構造及動作原理：

（一）構造(圖 5-11~圖 5-13)：

1. 真空瓶：內部保有高真空度，以確保主接觸器不被燒損。
2. 繼動閥：連接電磁閥與氣缸，操作 VCB 閉合時將高壓空氣輸送到氣缸以推動活塞，切開時將高壓空氣排出。
3. 電磁閥：連接繼動閥與儲氣罐，受壓力開關與閉合迴路控制。
4. 儲氣罐：儲存由壓力調節器(限壓閥)進入的高壓空氣。
5. 壓力調節器(限壓閥)：調整正確適當高壓空氣進入儲氣罐，若過高的高壓空氣，易使氣封零件密合度被破壞，過低易使推力不足損壞主接觸器。
6. 空氣濾網：透過空氣濾網以減少進入設備的小顆雜質，雜質沉入底部，在壓力下降時，能由自動排水管排出。
7. 壓力開關：作為氣路與電路聯鎖配合之元件，防止壓力調節器(限壓閥)因阻塞或其他原因造成壓力過低，經校正後的壓力開關在適當壓力值控制內部電路接點，以符合閉合之條件。

8. 輔助接點單元：當主接觸器作用時，機械聯鎖帶動輔助接點單元，控制相關保持電路、燈號、繼電器等迴路。

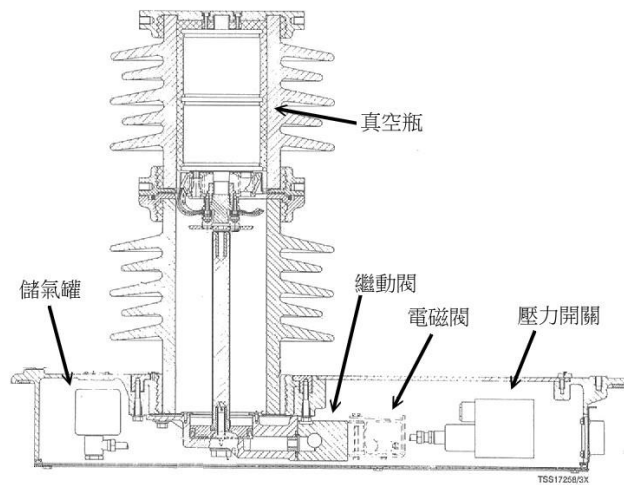


圖 5-11、電磁空氣式真空斷路器總成剖面圖

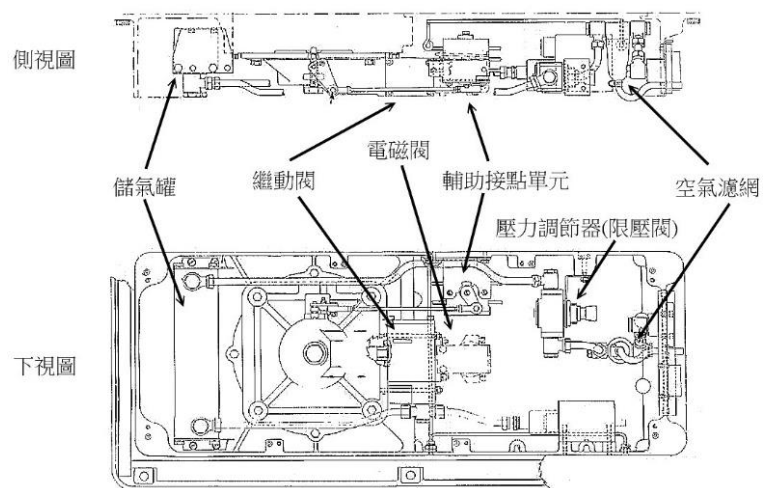


圖 5-12、電磁空氣式真空斷路器總成內部元件圖



圖 5-13、電磁空氣式真空斷路器總成內部元件實體圖

(二) 動作原理(圖 5-14)：

1. 真空斷路器閉合作用：

- (1) 高壓空氣由管口處進入，經①空氣濾網至②壓力調節器(限壓閥)，經②壓力調節器(限壓閥)適當高壓空氣(約 4.5Bar)進入③儲氣罐，並將④壓力開關內部接點導通，待使用者操作閉合真空斷路器。
- (2) 收到閉合指令，⑤電磁閥線圈通電產生電磁力，⑥電磁閥柱塞向右推動，使⑤電磁閥氣路 C 打開，再向上推動⑦繼動閥，使⑦繼動閥氣路 D 打開，高壓空氣即推動活塞使⑧真空瓶內主接觸器閉合。
- (3) 主接觸器閉合經凸輪帶動⑨機械聯鎖，並使⑩輔助接點單元作用，閉合迴路亦由輔助接點產生自我保持。

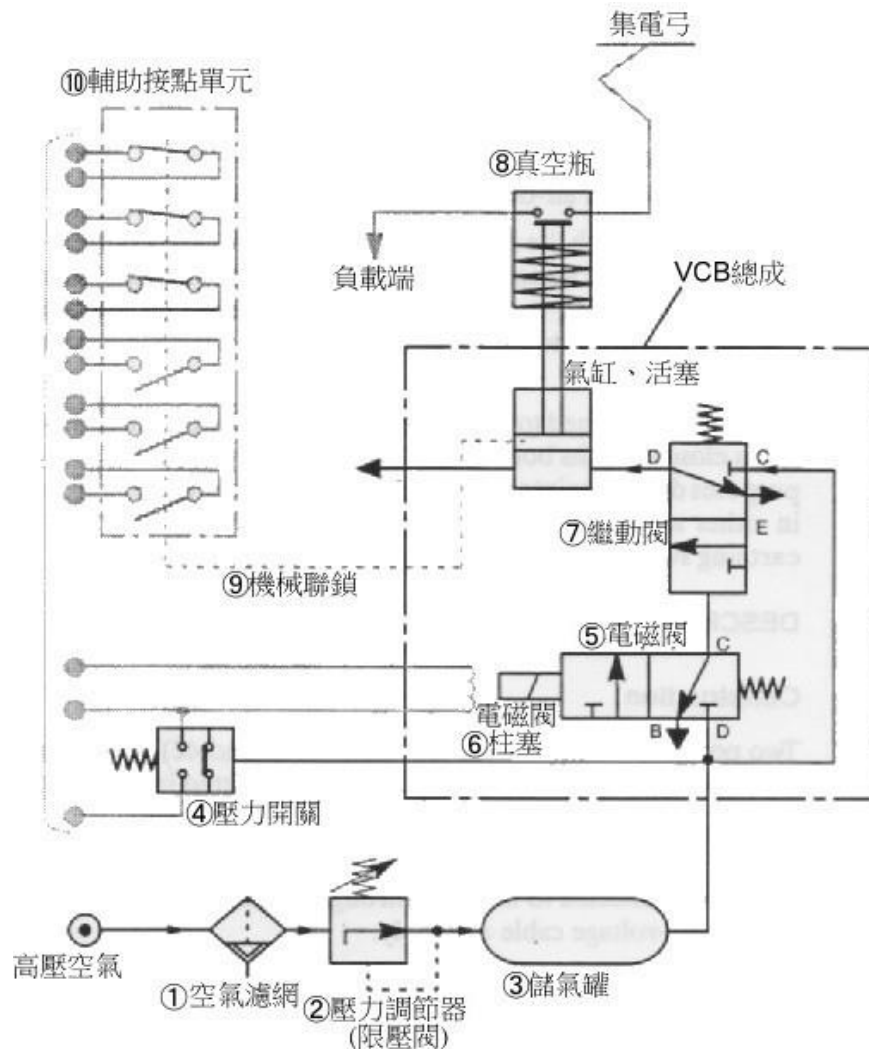


圖 5-14、電磁空氣式真空斷路器動作原理示意圖

2. 真空斷路器切開作用：

- (1) 使用者操作真空斷路器切開鈕，⑤電磁閥線圈斷電，電磁力消失
⑥電磁閥柱塞復原，⑤電磁閥氣路 C 排氣，⑦繼動閥氣路 D 排氣，高壓空氣被釋放，復原簧使⑧真空瓶內主接觸器切開。
- (2) 主接觸器切開經凸輪帶動⑨機械聯鎖，並使⑩輔助接點單元復原。

六、E500型電力機車電動型式真空斷路器構造及動作原理：

(一) 構造(圖 5-15)：

1. 真空瓶：內部保有高真空度，以確保主接觸器不被燒損。
2. 接地開關及接地開關把手：保養維修時，操作接地以防內部電子零件帶電而觸電。
3. 動作機構及低壓迴路：內含聯動機構(凸輪、連桿、復原彈簧)及①微電腦控制器及直流/直流變壓器，控制電容器充電及斷路器閉合與開放，直流電電源供應。②電容器，儲蓄電力以供閉合動作。③計次器，累計操作次數。④動作線圈，作動閉合的電磁線圈。⑤副接點，顯示真空斷路器的閉合狀態。⑥「備妥」繼電器，顯示斷路器機構已經準備好可執行閉合指令。

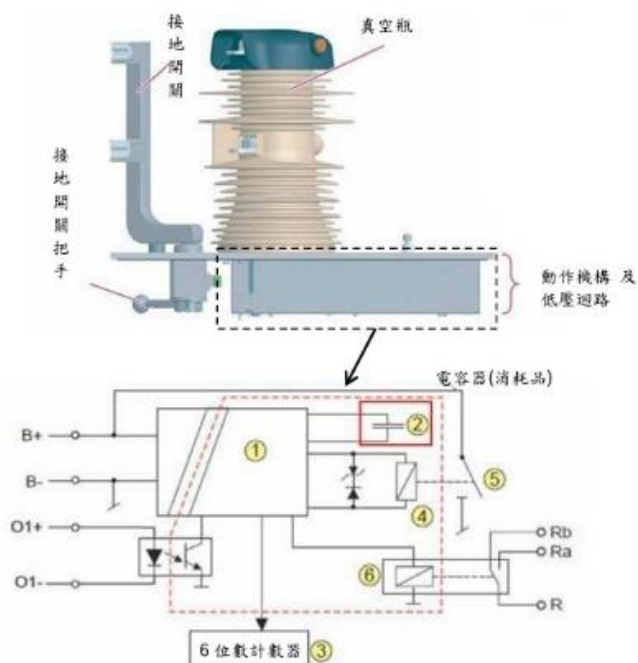


圖 5-15、E500 型機車電動型式真空斷路器構造圖

(二) 動作原理(圖 5-16)：

1.簡述：

- (1)是完全依靠電動操作的斷路器，並在斷開電源狀態時，可透過復位彈簧自動斷開，與 PLB 型式、電磁空氣型式真空斷路器控制方法不同，亦可以說是兩種型式的組合。
- (2)利用與 PLB 型式一樣的電磁線圈閉合，總成內部有電子電路控制單元，管理電容器的充、放電，及大容量的電容器。
- (3)與電磁空氣型式一樣的斷電即切開的動作原理，使用復原彈簧不用裝設切開用電磁線圈，不用安裝高壓空氣管路、閥體，在零組件相對較少的情況下，維護保養亦較為容易。

2.真空斷路器閉合：

- (1)真空瓶③內兩個主接點，一個是固定接觸器①和一個移動式接觸器②位於真空瓶③內。
- (2)當收到閉合指令⑩時，操作機構⑤在電磁裝置④的驅動下被推動。
- (3)移動式接觸器②透過彈簧⑨的彈力釋放，將移動式接觸器②向上推動，使主接觸器閉合①、②，凸輪⑥帶動輔助接點⑦。

3.真空斷路器閉合保持：

主接觸器閉合後，電磁裝置④在較小的保持電流驅動下，可將該機構保持在作用位。

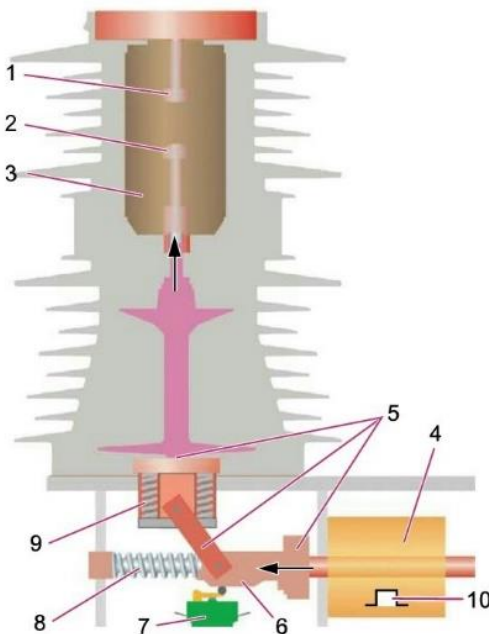


圖 5-16、電動型真空斷路器動作原理示意圖

4. 真空斷路器切開：

- (1) 當電磁裝置④的保持電流被切斷（控制電壓供應中斷）時，真空斷路器打開。
- (2) 透過釋放彈簧⑧的彈力釋放，將機構⑤推開，可確保真空斷路器快速切開，凸輪⑥帶動輔助接點⑦。

七、PLB型式、電磁空氣型式真空斷路器曾發生故障問題探討比較：

（一）PLB 型式：

1. 電磁線圈裝設於車頂，真空斷路器總成在定期保養後，密合度下降，易使雨水入侵。(圖 5-17、圖 5-2)
2. 控制接頭使用杜邦端子座，容易因為車體搖晃或雨水入侵而接觸不良。(圖 5-17)
3. 接點閉合使用電磁閥控制機械之撞擊方式，長時間使用，機構疲勞，壽年到限，作用機構斷裂。(圖 5-18)



圖 5-17、PLB 型式總成及杜邦端子座外觀

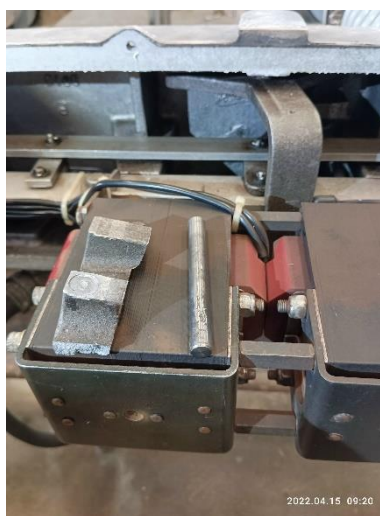


圖 5-18、PLB 型式內部機構斷裂

4.使用繼電器、可變電阻、電容、矽控整流器等…當控制元件，可變電阻內部碳膜、矽控整流器、電容等元件，均發生老化現象。(圖 5-19、圖 5-7)

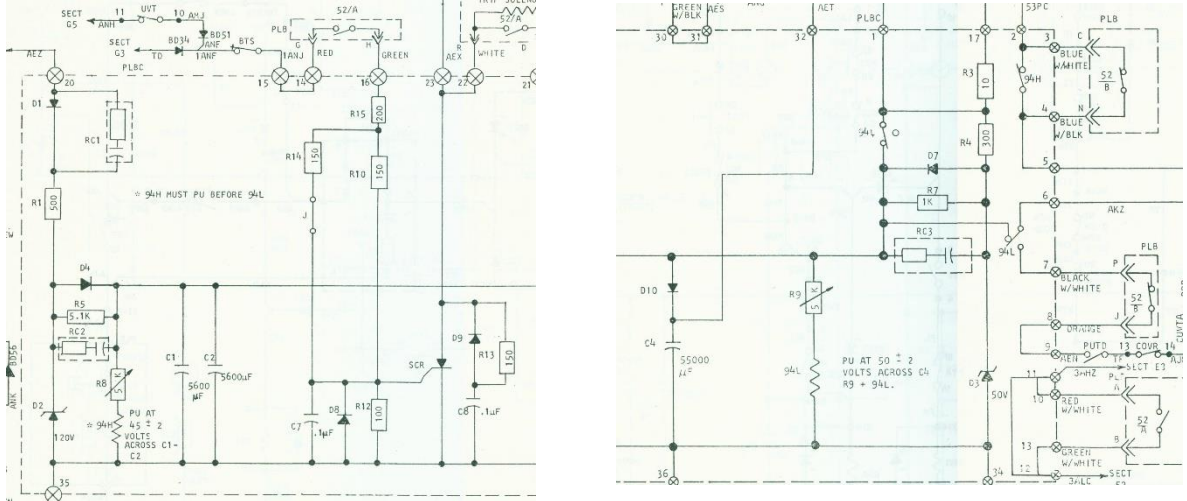


圖 5-19、PLB 型式控制電路圖-部份

(二) 電磁空氣型式：

1. 需有高壓空氣氣源及作用閥，在高壓空氣壓力不足或洩漏等原因，易產生 VCB 不閉合。
2. 因真空斷路器總成裝設於車頂，高壓空氣氣封易因為過熱現象材質變化，而產生漏氣。(圖 5-20)
3. 裝設於車頂，總成內部零件之塑膠製品，因長年曝曬有過熱現象，易有塑膠變質、輔助接點單元機構斷裂等問題。(圖 5-20)

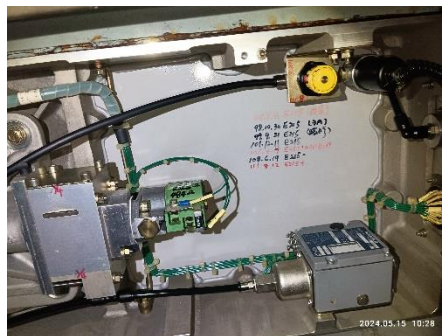


圖 5-20、電磁空氣型式內部零件塑膠製品

4. 閉合用電磁閥長期通電使用，有燒損疑慮。(圖 5-20、5-21)



圖 5-21、電磁空氣型式電磁閥

參考資料：

GE 電力機車構造與電路說明

GE 電力機車電路圖

E1000 型推拉式電力機車維修指導手冊

E500 型電力機車真空斷路器技術規格手冊

陸、心得與建議

一、在車內保養維修施工時，使用LED燈條(圖6-1)：

目前同仁在電力機車定期保養維修施工時，習慣開啟車內的走道燈，再配合自己的頭燈或手電筒施工，因照射範圍有限，及動力車电瓶置於使用位，若未能將相關斷流開關置關閉位，在更換零組件時，恐有觸電危險。若能使用 LED 燈條照明，可有較明亮的工作環境，也可方便判斷未知的隱憂，亦不怕誤觸相關開關。



圖 6-1、車內走道使用 LED 燈條方便照明

二、廠區各建築物內均設置有自動體外去顫器(AED)裝置(圖6-2)：

自動體外去顫器（automated external/electronic defibrillator，AED），是一臺能夠自動偵測傷病患心律脈搏、並施以電擊使心臟恢復正常運作的儀器。

在東芝府中事業所廠區各建築物內均有設置，並以明顯標誌標示。目前本公司各車站、廠、段及新自強號 3000 型車輛的第 7 節車廂亦有設置，惟廠、段所屬轄地較為寬廣，實可考慮增設 AED 裝置，於輪班人數較多的單位內，並固定安排操作教學，以備不時之需。



圖 6-2、建築物內自動體外去顫器(AED)裝置

三、吊掛作業保持水平(圖6-3)：

東芝府中事業所團隊同仁，在吊掛 E500 型電力機車車頂或該物件需水平鑲配時，為了維持吊掛物件的水平，會使用「手拉式鏈條吊車」。

以吊掛車頂為例，四條吊索中有二條使用固定式尼龍繩，另二條使用「手拉式鏈條吊車」，在操作物件上升前，先操作「手拉式鏈條吊車」控制鏈條長短，讓四條吊索呈現拉緊狀態，以使物件盡量水平。欲試吊上升時，在吊掛物少許離地後，再操作「手拉式鏈條吊車」確認及調整吊掛物件的水平。

與目前段上吊掛車頂作業時，使用固定式鋼索不同，固定式鋼索長短固定，受吊物件及受吊點亦不同，使用固定式鋼索在吊掛物件時易有少許偏心或傾斜，在物件最後要鑲配時，吊掛物件保持良好的水平，會較易於後端的作業流程。



圖 6-3、吊掛作業保持水平

四、高架作業入口處(圖6-4)：

東芝府中事業所之機車製造廠內，在高架作業入口處，有高架作業安全警語，提醒欲從事高架相關作業人員，各項安全原則。

入口處亦放置高架作業用背負式安全帶，且按照身型已大略調整適當尺寸(S、M、L)，方便高架相關作業人員使用。

於入口處放置高架作業用背負式安全帶，可適時減少：

- (一) 因背負式安全帶放置點與工作區距離太遠，員工同仁在路程遠近與工作快慢的選擇考量上，疑有放棄穿著的想法。
- (二) 在工作項目簡單，欲上高架時間較短時，背負式安全帶調整不易，而影響員工同仁穿戴意願。



圖 6-4、高架作業入口處

五、工具管理與材料管理：

東芝府中事業所之機車製造廠內，各項工具與材料，都會妥善的保存，在方便作業與管理的前提下，會井然有序地放置於各項容器或架上(圖 6-5)並且在使用完工具後會把上方的油汙清潔乾淨，以確保工具的使用壽命，以利下一位使用者使用。



圖 6-5 工具與材料井然有序放置

而在放置量表與過磅之器材的架子上，更會註明此量具的校正時間，以利使用者判斷此量具是否符合使用精度(圖 6-6)



圖 6-6 量具註明校正時間

當領取完材料及工具即將施工作業時，會依序排列整齊，以確保材料數量及存放，不會丟三落四(圖 6-7)，在這管理與整潔方面，可以是我們學習的標竿。

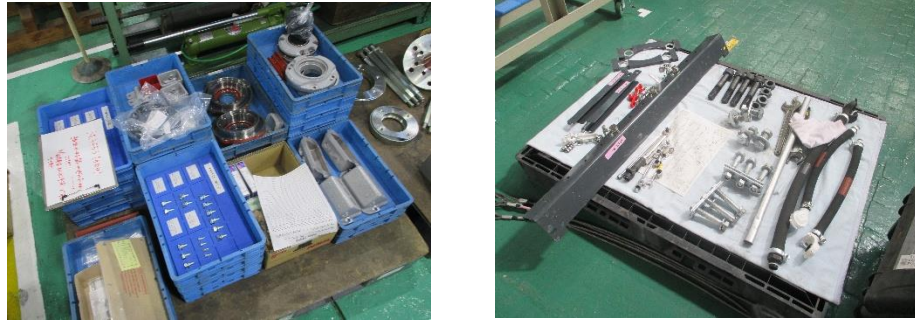


圖 6-7 材料及工具依序排列