

出國報告(出國類別：其他)

電力機車68輛購案 檢驗及監督(113年第5梯次)

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

職稱姓名：助理工程師 鄭啟宇

助理技術員 林威廷

派赴國家：日本

出國期間：113年6月19日至7月18日

報告日期：113年8月15日

摘要

有鑑於本公司臺鐵電力機車 E200、E300、E400 型及推拉式列車之 E1000 型近年來故障率居高不下、原物料停產、使用年限到期等問題，因此臺鐵於 2015 年提出「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫（2015 年-2024 年）」，包括 102 輛機車頭，其中 68 輛為本案之 E500 型電力機車。未來新型 E500 型電力機車將於測試完成後投入營運，逐步取代上述所提之老舊電力機車，以提升旅客安全和乘坐服務品質。

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基礎設施系統株式會社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 型轉向架之構造、功能及常見施工案例進行探討，以期提升同仁未來專業能力。

目次

壹、目的-----	3
貳、檢驗週報表-----	4
參、檢驗過程-----	9
一、電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池充電器出廠測試-----	9
二、車體水密例行測試-----	15
三、油漆例行測試-----	17
四、空調機出廠測試-----	20
五、電力轉換裝置之牽引動力單元性能例行測試-----	26
六、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-----	31
肆、通知改善事項-----	39
伍、心得與建議-----	42
陸、專題報告(轉向架總成概要與施工案例研討)-----	44
一、主懸吊-----	46
二、二次懸吊-----	51
三、牽引中心座與牽引中心柱-----	53
四、馬達連桿-----	54
五、軸箱總成-----	55
六、軔機單元-----	56
七、轉向架與車體介面-----	57
八、輔助設備-----	58
九、吊掛和頂升-----	62
十、轉向架施工案例研討-----	64

壹、 目的

電力機車68輛購車案，依契約規範規定，本公司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，以降低機車故障率、確保行車安全，提升列車準點及服務品質。

本梯次二人為本年度第五梯次，受機務處指派至日本東芝基礎設施系統株式會社之府中事業所，出國主要目的為辦理電力機車68輛監造檢驗工作，自113年06月19日起至113年07月18日返國，為期30天，配合車輛製造廠之工程計畫進度，進行車輛之例行測試、出廠測試、車體製造組裝檢查及各項缺失開立及改善等相關作業，以符合規範之規定。

貳、檢驗週報表

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 113 年 6 月 17 日 至 113 年 6 月 23 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
113.06.17	一	檢視 E513、E514、E515、E516、E517、E518 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.06.18	二	檢視 E513、E514、E515、E516、E517、E518 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.06.19	三	1. 檢視 E513、E514、E515、E516、E517、E518 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 第五梯監造人員(鄭啟宇、林威廷)赴日本。
113.06.20	四	檢視 E513、E514、E515、E516、E517、E518 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.06.21	五	檢視 E513、E514、E515、E516、E517、E518 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.06.22	六	例假
113.06.23	日	例假
備註：		

檢驗人員

張偉德
薛蔣猷
鄭啟宇
林威廷

車輛科

工程師李守謙 0626 1600
高級工程師陳勝國 0626 1900
科長魏大翔 0626 845

副處長

機務處副處長蕭建廷 0626 1100

處長

機務處處長鄭國璽 0626 1100

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 113 年 6 月 24 日 至 113 年 6 月 28 日止		
年月日	星期	辦理事項
113.06.24	一	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E514:電力轉換之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試程序書_7.1-輔助供電系統。
113.06.25	二	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 空調機出廠測試_7.1。 3. 軀機與供氣系統出廠測試_7.9。
113.06.26	三	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 第四梯監造人員(薛穗麒、張偉德)回臺灣。 3. 參與 E514 測試:車體水密例行測試程序書_7.2。 4. 參與 E516 測試:油漆例行測試程序書_7.1、7.2、7.3。
113.06.27	四	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E514 測試:車體水密例行測試程序書_7.3。
113.06.28	五	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E515 測試: 集電弓例行測試_7.2、空調機出廠測試_7.2.3。
113.06.29	六	例假
113.06.30	日	例假
備註：		

檢驗人員

鄭啟宇
林威廷

車輛科

助理宋安騏 0819
技師 0930
高級工程師 陳勝國 0809
工程師 000
科長 魏少翔 0819
0230

副處長

機務處 蕭建廷
副處長

處長

機務處 鄭國雲
處長

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 113 年 7 月 1 日 至 113 年 7 月 5 日止		
年月日	星期	辦理事項
113.07.01	一	例假
113.07.02	二	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E515 測試： 電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試_7.1 駕駛室及控制設備功能例行測試_7.2 電力轉換裝置之牽引動力單元性能例行測試_7.1、7.2 電力轉換裝置之 APU/HEP 性能例行測試_7.1、7.2
113.07.03	三	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E515 測試： 電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試_7.4。 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_7.3、7.4。
113.07.04	四	檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.05	五	檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.06	六	例假
113.07.08	日	例假
備註：		

檢驗人員 蕭啟宇 車輛科

副處長

處長

陳武廷

助理工程師 宋安祺 0819 0930

機務處副處長 蕭建廷

機務處處長 鄭國璽

高級工程師 陳勝國 0819 0000

科長 魏大翔 0819 0000

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 113 年 7 月 8 日 至 113 年 7 月 14 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
113.07.08	一	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E515 空調機出廠測試_7.1。
113.07.09	二	檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.10	三	1. 檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E517 測試：油漆例行測試程序書_7.1、7.2、7.3。 3. 參與 E515 測試集電弓出廠測試程序書_7.1。
113.07.11	四	檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.12	五	檢視 E511、E514、E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.13	六	例假
113.07.14	日	例假
備註：		

檢驗人員

鄭敏宇
林威廷
劉昌賢

車輛科

助理工程師 宋安騏 089 6930
高級工程師 陳勝國 0875 1003
科長 魏大翔 0879 1620

副處長

機務處副處長 蕭建廷
080 080

處長

機務處處長 鄭國璽
080 080

第五週

表四

車輛檢驗週報表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 113 年 7 月 15 至 113 年 7 月 21 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
113.07.15	一	例假
113.07.16	二	1. 檢視 E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E515: 測試車輛稱重例行測試_7.1、機車靜態車輛界限例行測試_7.2。
113.07.17	三	檢視 E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.18	四	檢視 E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。
113.07.19	五	1. 檢視 E515、E516、E517、E518、E519、E520、E521 組裝進度與施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. 參與 E515: 列車自動防護系統 ATP 例行測試_7.2.2 及_7.3、駕駛室及控制設備功能例行測試_7.2。
113.07.20	六	例假
113.07.21	日	例假
備註：		

檢驗人員

劉昌傑

謝呈明

車輛科

助理宋安驊 1819
技師 0930

高工陳勝國 1819
工程師 020

科長魏大翔 1819
1425

副處長

機務處蕭建廷
副處長

處長

機務處鄭國聖
處長

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」可由立約商執行，或由立約商委託獨立第三者或試驗室執行。「交車測試」則分為整備測試、性能測試及試運轉，機車運抵臺灣後陸續進行相關交車測試。本公司於機車製造期間派遣檢驗人員至製造廠（含零配件製造廠）執行各項檢驗及測試工作。監造期間於東芝府中廠內進行檢驗測試，主要進行「例行測試」及「出廠測試」，以下為第五梯次於監造檢驗期間所參與的檢驗項目：

一、電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池充電器出廠測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之蓄電池充電器出廠測試計畫書(EL68-SYS- PL-0007[ECS-E7-0040])、DDR-機車配置(EL68-SYS-DD-0002[ECS-E7-0001-020])之電力轉換裝置之 APU/HEP 性能例行測試計畫書實施測試。

依表 1-1 測試項目測試。

表 1-1 測試項目

項次	測試項目	對應程序書章節
1	輔助供電系統	7.1

(一) 測試設置

測試開始前，先確認下列項目：

1. 車輛移動到有電車線的路線上。
2. APU 手動隔離開關(APUIS1)在正常位置。
3. HEP 手動隔離開關(HEPIS1)在正常位置。



圖 1-1.將機車移動到有電區間



圖 1-2.APU/HEP 選擇開關

(二) 測試程序如表 1-2

表 1-2 輔助供電系統測試程序

項次	操作方式	說明
1	BatN 投入位(ON)。	用BVM 確認 110Vdc 蓄電池的電壓 110V/DC 蓄電池電壓為 77 V/DC 或更高。
2	將TSS 轉至客車。	確認 DDU(畫面 ID: D0001)為客車模式
3	於前端駕駛室插入主控制器 鑰匙，並轉動到ON位。	蓄電池接觸器(BaK1)閉合確在 DDU (畫面 ID: D0400)上的狀態。
4	按下集電弓升弓開關。	於DDU(畫面 ID: D0300)上確認 APU 正常運轉 於DDU(畫面 ID: D0300) 確認下列 APU 接觸器的操作狀態 <ul style="list-style-type: none"> • 機車本車輔助供電接觸器(APK11)閉合。 • 機車本車輔助供電接觸器(APK12)閉合。 於 DDU(畫面 ID: D0300)上確認 HEP 正常運轉。 於 DDU(畫面 ID: D0300) 確認下列 HEP 接觸器的操作狀態 <ul style="list-style-type: none"> • 客車輔助供電接觸器(HPK11)閉合。 • 客車輔助供電接觸器(HPK12)閉合。 於 DDU(畫面 ID: M0472)上確認 APU 電壓。 於 DDU(畫面 ID: M0473)上確認 HEP 電壓。
5	將 APUIS1 設置至 APU1 的 隔離位置。	於 DDU(畫面 ID: D0300) 確認 APU1 已停下，並確認 APU2 的運轉狀態。 於 DDU(畫面 ID: D0300) 確認 HEP1 及 HEP2 皆正常運轉。 於 DDU(畫面 ID: D0300)

		<p>確認下列 APU 及 HEP 接觸器的操作狀態</p> <ul style="list-style-type: none"> • APK11 接觸器斷開。 • APK12 接觸器閉合。 • HPK11 接觸器閉合。 • HPK12 接觸器閉合。 • APK20 接觸器閉合。 • APK30 接觸器斷開。
6	將 APUIS1 設置至 APU2 的隔離位置。	<p>於 DDU(畫面 ID: D0300)上確認 APU1 的運轉狀態，並確認 APU2 已停下。</p> <p>於 DDU(畫面 ID: D0300)</p> <p>確認 HEP1 及 HEP2 皆正常運轉。</p> <p>於 DDU(畫面 ID: D0300)</p> <p>確認下列 APU 及 HEP 接觸器的操作狀態</p> <ul style="list-style-type: none"> • APK11 接觸器閉合。 • APK12 接觸器斷開。 • HPK11 接觸器閉合。 • HPK12 接觸器閉合。 • APK20 接觸器閉合。 • APK30 接觸器斷開。
7	將 APUIS1 設置至正常位置。	<p>於 DDU(畫面 ID: D0300)上確認 APU 正常運轉。</p> <p>於 DDU(畫面 ID: D0300)</p> <p>確認下列 APU 接觸器的操作</p> <ul style="list-style-type: none"> • APK11 接觸器閉合。 • APK12 接觸器閉合。 <p>於 DDU(畫面 ID: D0300)上確認 HEP 正常運轉。</p> <p>於 DDU(畫面 ID: D0300)</p> <p>確認下列 HEP 接觸器的操作狀態</p> <ul style="list-style-type: none"> • HPK11 接觸器閉合。 • HPK12 接觸器閉合。
8	將 HEPIS1 設置至 HEP1 的隔離位置。	<p>於 DDU(畫面 ID: D0300)</p> <p>確認 APU1於 DDU(畫面 ID: D0300)</p> <p>確認 HEP1 已停下，及 APU2 皆正常運轉。</p> <p>並確認 HEP2 的運轉狀況。</p>

9.	將 HEP1S1 設置至 HEP2 的隔離位置。	<p>於 DDU(畫面 ID: D0300) 確認 APU1 及 APU2 皆正常運轉。 於 DDU(畫面 ID: D0300)上確認 HEP1 的運轉狀態，並確認 HEP2 已停下。 於 DDU(畫面 ID: D0300) 確認下列 APU 及 HEP 接觸器的操作狀態</p> <ul style="list-style-type: none"> • APK11 接觸器閉合。 • APK12 接觸器斷開。 • HPK11 接觸器閉合。 • HPK12 接觸器斷開。 • APK20 接觸器閉合。 • APK30 接觸器閉合。
10.	將 HEP1S1 設置至正常位置。	<p>於DDU(畫面 ID: D0300)上確認 APU 正常運轉。 於DDU(畫面 ID: D0300) 確認下列 APU 接觸器的操作狀態</p> <ul style="list-style-type: none"> • APK11 接觸器閉合。 • APK12 接觸器閉合。 <p>於DDU(畫面 ID: D0300)上確認 HEP 正常運轉。 於DDU(畫面 ID: D0300) 確認下列 HEP 接觸器的操作狀態</p> <ul style="list-style-type: none"> • HPK11 接觸器閉合。 • HPK12 接觸器閉合。

(三) 合格標準

表 1-2 輔助供電系統之合格標準

檢查項目	合格標準		
	確認項目	運轉狀況	顯示
按下集電弓升弓開關。	確認 DDU 顯示的畫面(ID: D0300)	APU 運轉	背景:綠色 字:白色
		PU 接觸器	背景:綠色 字:白色
	APU 運轉 (畫面ID: D0300)	APU 接觸器 (畫面ID:D0300)	背景:綠色
		HEP 接觸器 (畫面ID:D0300)	背景:綠色
		APU1 電壓 (畫面ID:M0472)	176 Vac± 44Vac
		APU2 電壓	440Vac ± 44Vac

		(畫面ID: M0472)	
		HEP 電壓 (畫面ID:M0473)	440Vac ±44Vac
將 APUIS1 設置至APU1 的隔離位置。	確認 DDU 顯示的畫面(ID: D0300)	APU1 停下	背景:白色 字:黑色
		APU2 運轉	背景:綠色 字:白色
		APU2 電壓 (畫面ID: M0472)	440Vac ± 44Vac
		HEP1 運轉	背景:綠色 字:白色
		HEP2 運轉	背景:綠色 字:白色
		APK11 接觸器	背景:黑色
		APK12 接觸器	背景:綠色
		HPK11 接觸器	背景:綠色
		HPK12 接觸器	背景:綠色
		APK20 接觸器	背景:綠色
		APK30 接觸器	背景:黑色
將 APUIS1 設置至APU2 的隔離位置。	確認 DDU 顯示的畫面(ID: D0300)	APU1 運轉	背景:綠色 字:白色
		APU1 電壓 (畫面ID: M0472)	440Vac ± 44Vac
		APU2 停下	背景:白色 字:黑色
		HEP1 運轉	背景:綠色 字:白色
		HEP2 運轉	背景:綠色 字:白色
		APK11 接觸器	背景:綠色
		APK12 接觸器	背景:黑色
		HPK11 接觸器	背景:綠色
		HPK12 接觸器	背景:綠色
		APK20 接觸器	背景:綠色
APK30 接觸器	背景:黑色		
將 HEPIS1 設置至HEP1 的隔離位置。	確認 DDU 顯示的畫面(ID: D0300)	APU1 運轉	背景:綠色 字:白色
		APU2 運轉	背景:綠色 字:白色
		HEP1 停下	背景:白色 字:黑色
		HEP2 運轉	背景:綠色 字:白色
		APK11接觸器	背景:綠色
		APK12接觸器	背景:黑色
		HPK11 接觸器	背景:黑色
		HPK12 接觸器	背景:綠色
		APK20 接觸器	背景:綠色
		APK30 接觸器	背景:綠色

將 HEP1S1 設置至HEP2 的隔離位置。	確認 DDU 顯示的畫面(ID: D0300)	APK11接觸器	背景:綠色
		APK12接觸器	背景:黑色
		HPK11 接觸器	背景:黑色
		HPK12 接觸器	背景:綠色
		APK20 接觸器	背景:綠色
		APK30 接觸器	背景:綠色
		APU1 運轉	背景:綠色 字:白色
		APU2 運轉	背景:綠色 字:白色
		HEP1 運轉	背景:綠色 字:白色
		HEP2 停下	背景:白色 字:黑色

(五) 測試照片



圖 1-3.APU/HEP 正常送電



圖 1-4.APU1 隔離測試

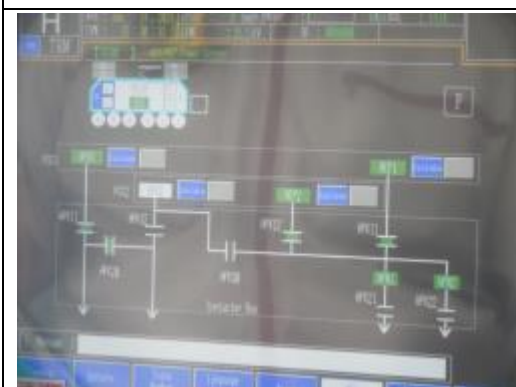


圖 1-5.APU2 隔離測試

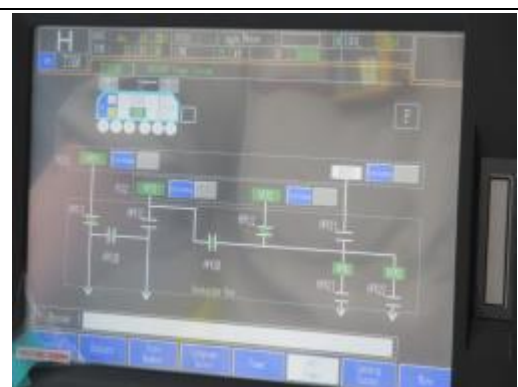


圖 1-6.HEP1 隔離測試

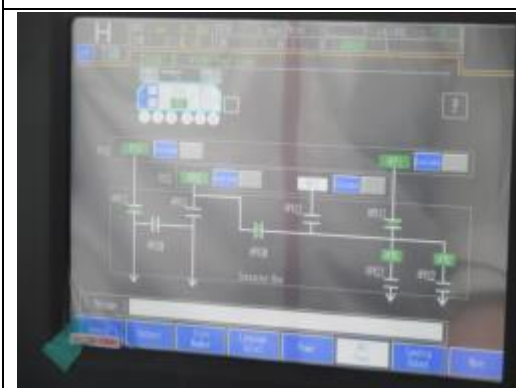


圖 1-7.HEP2 隔離測試



圖 1-8.HEP1/HEP2 隔離測試

二、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 2 公尺以內。
2. 將絞盤的纜線與車輛兩端連結。
3. 測試前的準備工作如下：
 - 關閉所有車窗、車門和其他開口。
 - 開啟空調、通風和排風系統。
 - 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。
5. 車輛以每分鐘 200mm 的移動速度緩慢前進和後退。移動速度為車輛每個外部結構噴灑共 10 分鐘。
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。
8. 如有需要時將搭配使用輔助工具，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。尤其光以目視檢查難以檢查的異常，該處會以內視鏡加以確認。

(二)測試結果

本梯次監造人員於現場參與 E514 第三次水密例行測試，於噴灑過程 10 分鐘後和靜置 15 分鐘後進行漏水檢查，發現駕駛室側窗窗溝處有少部分進水現象及組合式冷卻塔下部鉚釘接合矽膠填補處有部分滲水。此兩項問題已於當日開立缺失單，請立約商改善處理，並於後續製造車輛列管追

蹤，持續嚴格監督。

(三) 測試照片



圖 2-1. 調車進入測試股道



圖 2-2. 將絞盤的纜線與車輛兩端連結



圖 2-3. 移動測試絞鍊設備



圖 2-4. 灑水持續 10 分鐘



圖 2-5. 檢視流量計壓力



圖 2-6. 檢視側窗是否進水



圖 2-7.檢視組合式冷卻塔



圖 2-8.組合式冷卻塔矽膠填補處滲水

三、油漆例行測試

依電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之油漆例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])、車體技術規格(EL68-BDY-DD-0001[ECS-E7-0032-04])之規定，施行油漆例行測試。

(一)測試程序

1. 依表 3-1 項目測試。
2. 將依圖 3-4 上所示位置量測油漆膜厚，量測方法說明於圖 3-3 內。

表 3-1 測試項目

測試 ID	測試項目
1	機械室側牆總成
2	駕駛室結構
3	車架

3. 測試儀表-膜厚計精度校正



圖 3-1.檢測員執行膜厚計精度校正



圖 3-2.以 100µm 測試卡校正

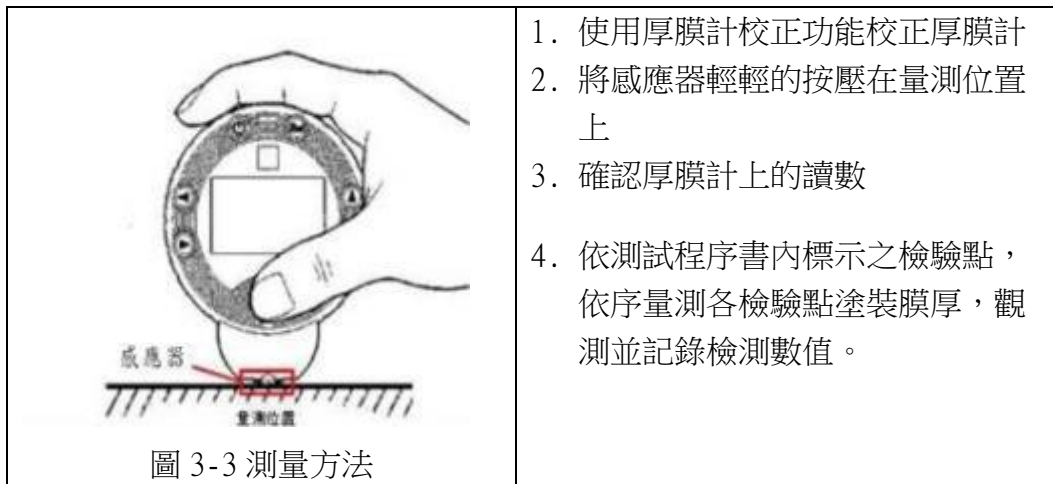


表 3-2 合格標準

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



(二)測試結果

本梯次監造檢驗人員於現場參與 E516 油漆塗裝膜厚測試，機械室側牆與車架膜厚均符合測試程序書之合格標準，惟於各駕駛室結構側窗下之量測

點，該四處檢測點油漆膜厚均未符合測試程序書之合格標準，此問題已於當日開立缺失單，請立約商改善處理。

(三)測試照片



圖 3-5. 量測機械室側牆膜厚



圖 3-6. 量測車架膜厚



圖 3-7. 量測駕駛室結構膜厚



圖 3-8. 量測駕駛室結構膜厚



圖 3-9. 量測駕駛室結構膜厚不足



圖 3-10. 量測駕駛室結構膜厚不足

四、空調機出廠測試

依電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之空調機出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040])、空調機技術規格(EL68-ACV-DD-0001[ECS-E7-0032-21])規定，施行空調機出廠測試。

依表 4-1 項目測試。

表 4-1 測試項目

項次	測試項目	對應程序書章節
1	風量	7.1
2	排水裝置	7.2

項次一:風量測試

(一)測試設置


在測試開始前，確認下列項目：




1. 機車已移動至電車線下方。
2. 相關蓋板已安裝在車輛上。
3. 開啟 ACMCN。
4. 開啟 ACCCN。
5. 開啟 ACPS。
6. 開啟 SA 風量調整板。
7. 百葉窗葉片與駕駛室地板垂直。

(二)測試方式

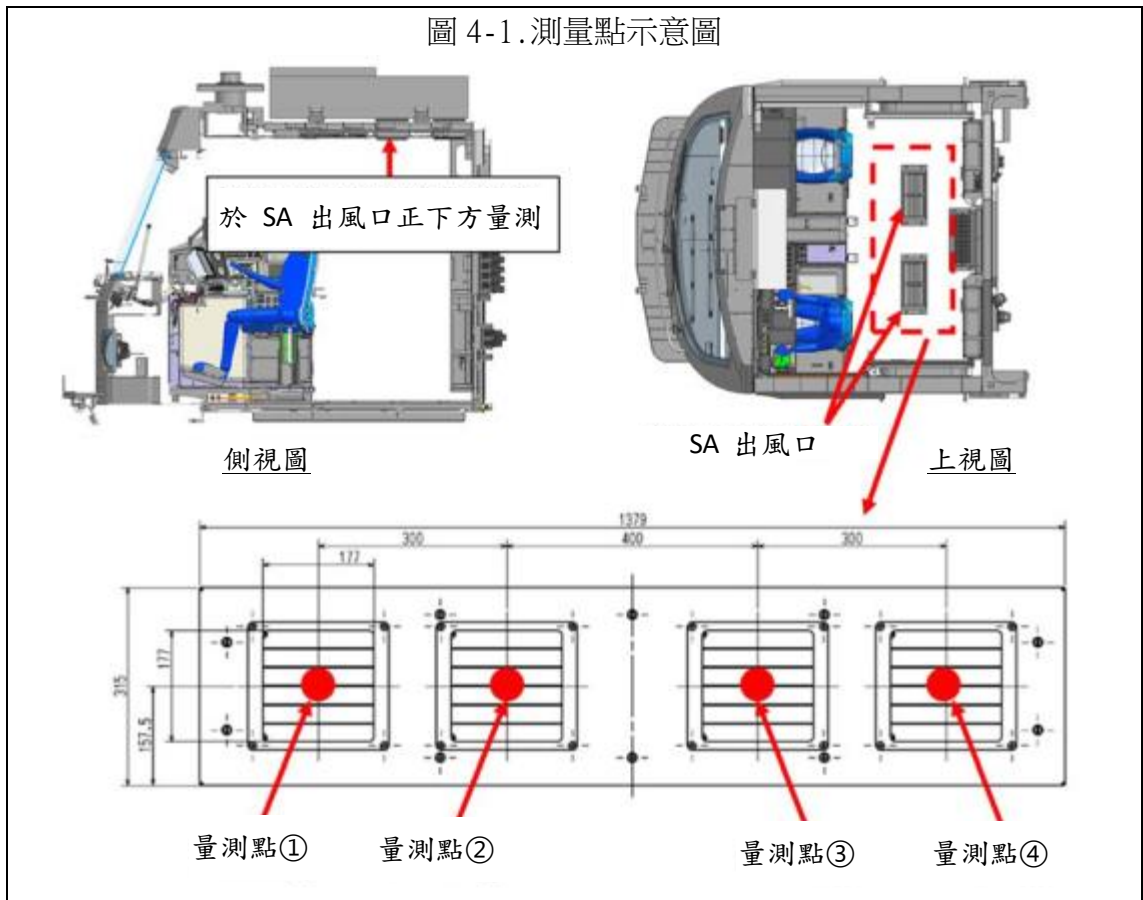
依表 4-2 順序測試。

表 4-2 空調機出廠測試順序

順序	操作方式	說明
1	插入主控制器鑰匙並開啟前端駕駛室的 KS。	於 DDU 畫面(畫面 ID:D0001)確認蓄電池狀態。當蓄電池運作，其電壓會顯示在畫面上。 
2	按下 升弓按鈕。	於 DDU 畫面(畫面 ID:D0001)確認集電弓已升。

3	將空調機溫度開關 (ACTH)的溫度設為低於室外溫度。	<p>1. 確認空調操作面板上的空調機運轉燈亮燈。於 DDU 畫面(畫面 ID:D0001)確認空調機運轉。</p> <p>2. 「空調」的圖示顏色為綠色(運轉)。</p>  <p>1.   蓄電池 空調</p> <p>3. 於空調機控制箱確認下列接觸器動作：</p> <p>4. 空調機單元的蒸發器鼓風機馬達接觸器 (EBMK)閉合。</p> <p>5. 3分鐘後，空調機單元的冷凝風扇馬達接觸器 (CFMK) 閉合。</p> <p>6. 壓縮機接觸器(CPK)閉合。確認冷空氣從 SA 區域吹出。</p>
4	等待20分鐘使運轉穩定。	N/A
5	使用扇葉式空氣流量計量測圖 4-1 所示的 SA 出風口指定位置的風速。風量於 4 個 SA 出風口正下方進行量測。	<p>風量 Q(m³/min)由下列公式計算：</p> <p>風量=風速(m/s)*60*面積(m²)</p> <p>面積(m²) 為 SA 出風口面積：</p> <p>177L(mm)*177W(mm) *10⁻⁶</p> <p>計算4個量測點的風量的總和，確認風量在標準範圍內。</p>

量測位置依圖 4-1 測試



(三) 測試結果

本梯次監造人員於現場參與 E514 空調機測試，立約商依測試程序書施行測試，立約商使用的扇葉式空氣流量計有定期檢驗紀錄並符合檢驗標準。分別測量前、後端駕駛室各出風口風量，計算風量總和，風量均在標準範圍內。

(四)測試照片



圖 4-2 扇葉式空氣流量計



圖4-3於四個出風口正下方進行量測



圖 4-4 於四個出風口正下方進行量測



圖 4-5 於四個出風口正下方進行量測

ST3FD403 12-3, TP-0022: 7.1, TP-0023: 7.4
日期: 2024 / 6 / 5

位置	風速 (m/s)	風量 (m³/min)	合計 (m³/min)	合格標準
1	5.13	2.74	5.33	≥16.3
2	5.23	2.83	5.51	
3	4.52	2.47	5.15	
4	5.05	2.68	5.41	
合計		10.54	10.54	

圖 4-6 記錄量測數據

FTR-VAC 計算式
ID 1 (P-1, P-4) 車號: 8534

F-out	風速(m/s)	風量(m³/min)	合計(m³/min)	合格標準
	①	5.23		
②	2.03	1.11	11.46	≥16.3
③	4.52	2.47		
④	5.05	2.68		
⑤	5.05	2.68		

R-out	風速(m/s)	風量(m³/min)	合計(m³/min)	合格標準
	①	5.13		
②	2.74	1.51	10.54	≥16.3
③	5.33	2.94		
④	5.41	2.98		
⑤	5.41	2.98		

風量=風速(m/s)*60*面積(m²)
面積(m²) 為 SA 出風口面積:
177L(mm)*177W(mm) *10⁻⁶
= 風速*60*0.177*0.177

圖 4-7 風量總和數據表

項次二:排水裝置測試

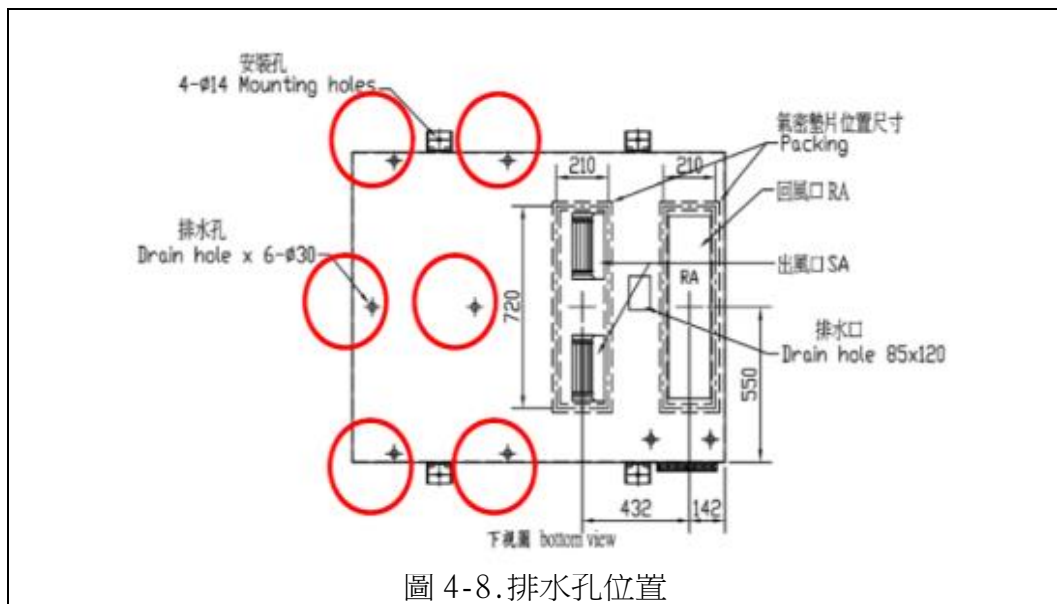
(一)測試目的

本測試目的為驗證空調機的排水功能。

(二)測試條件

測試開始前確認以下項目：

1. 確認機車為非啟動狀態。
2. 將標有紅圈的六個排水孔用膠帶密封。



(三)測試程序

表 4-3 空調機出廠測試程序

NO.	項目	驗證
	操作程序	說明
1	從空調機內部端灌水直至室外端滿水。	目視確認回風口與出風口沒有漏水。
	1 分鐘後，移除排水孔膠帶。	水應透過 6 個排水孔排出。水從 6 個排水孔經由雨水溝排到外面。
2	於後端駕駛室重複上述測試。	於後端駕駛室重複上述測試。

(四)測試結果

本梯次監造人員於現場參與 E515 空調機測試，立約商依測試程序書施行測試，測試後檢視空調機內部排水功能正常，駕駛室內無滲水現象。

(五)測試照片



圖 4-9. 開啟空調機上蓋



圖4-10. 開啟空調機上蓋



圖 4-11. 排水孔用膠帶密封



圖 4-12. 注水至空調機室外端



圖 4-13. 靜置一分鐘測試



圖 4-14. 觀察室內是否有滲水現象

五、電力轉換裝置之牽引動力單元性能例行測試

依電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書 (EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039])、牽引系統技術規格 EL68-TRC-DD-0001 DS4-DD-EA2723-35、機車控制監視系統(LCMS)技術規格 EL68-CMS-DD-0002 ECS-H1-0026 軔機系統技術規格 EL68-BRK-DD-0001 ECS-E7-0032-14 之規定，施行電力轉換裝置之牽引動力單元性能例行測試。

(一)測試項目：

表 5-1 測試項目

項次	測試項目	對應程序書章節
1	前進位出力測試	7.1
2	後退位出力測試	7.2

(二)測試程序：

項次一： 前進位出力測試

依表 5-2 測試

表 5-2 前進位出力測試順序

測試 ID	項次	項目	驗證
		操作方式	說明
1	1	將主控制器鑰匙開關設在「ON」位。確認集電弓在降弓位置。 操作 SQS 測試開關，設定為「測試」模式。	主控制器鑰匙開關為「ON」的駕駛室，在 LCMS 上顯示為啟動狀態。DDU 畫面(D0001)上集電弓顯示為降弓狀態。
		操作 DDU 畫面，按下「檢修選單」按鈕進入檢修選單畫面(DDU 畫面編號 M0001)。	-

按下「車輛設備靜態功能測試」。	DDU 畫面編號 M0100 顯示出「車輛設備靜態功能測試選擇畫面」。
選擇「5.牽引系統」並按下設定按鈕。	DDU 顯示「牽引或輔助設備測試準備就緒畫面」並開始確認測試準備狀態(DDU 畫面編號 M0105)。
根據測試準備畫面的導引操作必要之開關或按鈕(如有顯示)。	當測試準備已完成，「下一個」按鈕應顯示可操作。
當已完成測試準備，按下「下一個」按鈕，進入牽引系統測試準備就緒畫面。	DDU 顯示「牽引系統測試準備就緒畫面」，並開始確認測試準備狀態(DDU 畫面編號 M0106)。
根據測試準備畫面的導引操作必要之開關或按鈕(如有顯示)。	當測試準備已完成，「下一個」按鈕應顯示可操作。
當已完成測試準備，按下「下一個」按鈕，進入「牽引測試主畫面」(DDU 畫面編號 M0160)。	-
選擇「5-1 前進位出力測試」，並按下「開始」按鈕。	DDU 顯示「前進位出力測試畫面」(DDU 畫面編號 M0161)，並顯示「TCU 測試準備中」之訊息。
-	LCMS 顯示以下訊息：將司軔閥設為「鬆軔」，並將逆轉機設於「F-前進」位，再將主控制器設於「INCH(寸動)」位。
操作 EBV，將自動司軔閥設於「運轉位」位，並將單獨司軔閥設於「鬆軔/運轉位」。	DDU 畫面顯示以下訊息：將主控制器設為「OFF」位。
將逆轉機設於「F-前進」位，再將主控制器設為「INCH(寸動)」。	
將主控制器設為「OFF」位。	DDU 畫面將顯示為「前進位出力測試畫面」(DDU 畫面編號 M0161)，並出現「TCU 測試準備中」之訊

		息，而非 DDU 畫面編號 M0161 示意的「測試結束」訊息。
	-	DDU 畫面顯示以下訊息：將逆轉機設為「OFF」位。
	將逆轉機設為「OFF」位。	確認 DDU 上顯示的車輛設備測試結果為「正常」。
	-	驗證 DDU 顯示內容與合格標準相符。
	按下「下一個」按鈕。	DDU 畫面顯示為「牽引系統測試後 TCU 狀態畫面」。
	按下「下一個」按鈕。	DDU 畫面顯示為「牽引或輔助設備測試後電車線供電狀態畫面」。
	按下「下一個」按鈕。	DDU 顯示為「車輛設備靜態功能測試選擇畫面」(DDU 畫面編號 M0100)。

項次二：後退位出力測試

依表 5-3 測試

表 5-3 後退位出力測試順序

測試 ID	項次	項目	驗證
		操作方式	說明
2	1	選擇「5.牽引系統」並按下設定按鈕。	DDU 顯示「牽引或輔助設備測試準備就緒畫面」並開始確認測試準備狀態(DDU 畫面編號 M0105)。
		根據測試準備畫面的導引操作必要之開關或按鈕(如有顯示)。	當測試準備已完成，「下一個」按鈕應顯示可操作。
		當已完成測試準備，按下「下一個」按鈕，進入牽引系統測試準備就緒畫面。	DDU 顯示「牽引系統測試準備就緒畫面」，並開始確認測試準備狀態(DDU 畫面編號 M0106)。

根據測試準備畫面的導引操作必要之開關或按鈕(如有顯示)。	當測試準備已完成,「下一個」按鈕應顯示可操作。
當已完成測試準備,按下「下一個」按鈕,進入「牽引測試主畫面」(DDU 畫面編號 M0160)。	-
選擇「5-2 後退位出力測試»,並按下「開始」按鈕。	DDU 顯示「後退位出力測試畫面」(DDU 畫面編號 M0162),並顯示「TCU 測試準備中」之訊息。
-	DDU 顯示以下訊息:將司軔閥設為「鬆軔»,並將逆轉機設於「R-後退」位,再將主控制器設於「INCH(寸動)」位。
操作 EBV,將自動司軔閥設「運轉位」位,並將單獨司軔閥設於「鬆軔/運轉位」。將逆轉機設於「R-後退」位,再將主控制器設為「INCH(寸動)」。	DDU 畫面顯示以下訊息:將主控制器設為「OFF」位。
將主控制器設為「OFF」位。	DDU 畫面將顯示為「後退位出力測試畫面」(DDU 畫面編號 M0162),並出現「TCU 測試準備中」之訊息,而非 DDU 畫面編號 M0162 示意的「測試結束」訊息。
-	DDU 畫面顯示以下訊息:將逆轉機設為「OFF」位。
將逆轉機設為「OFF」位。	確認 DDU 上顯示的車輛設備測試結果為「正常」。
-	驗證 DDU 顯示內容與合格標準相符
按下「下一個」按鈕。	DDU 畫面顯示為「牽引系統測試後 TCU 狀態畫面」。

	按下「下一個」按鈕。	DDU 畫面顯示為「牽引或輔助設備測試後電車線供電狀態畫面」。
	按下「下一個」按鈕。	DDU 顯示為「車輛設備靜態功能測試選擇畫面」(DDU 畫面編號 M0100)。

(三)測試合格標準

表 5-4 合格標準

測試 ID	項次	測試項目	合格標準
1	1	前進位出力測試	AK(預充電接觸器)「ON」、AK(預充電接觸器)「OFF」、K「ON」、閘極單元供電、閘極單元斷電、K「OFF」。確認 DDU 上顯示的車輛設備測試結果為「正常」。
2	1	後退位出力測試	AK(預充電接觸器)「ON」、AK(預充電接觸器)「OFF」、K「ON」、閘極單元供電、閘極單元斷電、K「OFF」。確認 DDU 上顯示的車輛設備測試結果為「正常」。

(四)測試結果

本梯次監造檢驗人員於現場參與 E515 牽引動力單元性能例行測試，立約商依測試程序書依序施行測試，測試前進位出力訊號與後退位出力訊號，在 DDU 上顯示皆正常。

(五)測試照片



圖 5-1. 前進位出力測試



圖5-2. 檢視出力測試訊號



圖 5-3. 後退位出力測試



圖 5-4. 檢視出力測試訊號

六、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

依電力機車 68 輛採購規範(EL68-SYS-PL-0007 [ECS-E7-0040])、機車系統技術規格 EL68-SYS-DD-0002 ECS-E7-0001-020、輔助供電系統技術規格 EL68-APS-DD-0002 DS4-DD-EA2723-36 之規定，施行電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試。

依表 6-1 項目測試

表 6-1 測試項目

項次	測試項目	對應程序書章節
1	輔助供電接地或短路之偵測電路	7.3
2	輔助供電過載保護裝置	7.4

項次一：輔助供電接地或短路之偵測電路：

(一)測試目的

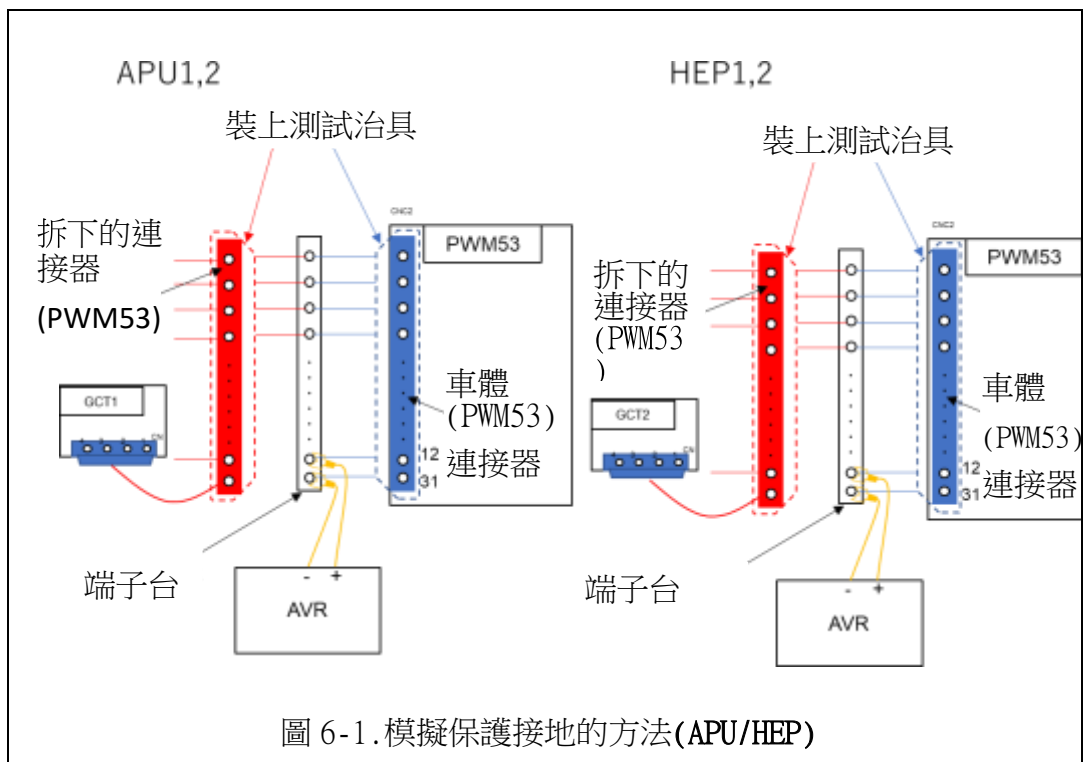
該測試用於驗證輔助電源接地或短路之偵測電路。重點在於保護檢查，故僅用控制電源進行測試。

(二)測試設置

APU1、APU2、HEP1 及 HEP2 將採用一樣的測試。

1. 將機車移動至建築物內。
2. 確認機車沒有通電。
3. 打開 APU 及 HEP 的控制保護蓋板。
4. 從 APU 中的 PWM53 上拆下連接器 CNC2。
5. 將測試治具安裝到機車側的 PWM53。
6. 將鱷魚夾連接至來自 PWM53 的連接器 CNC2 的 12 號及 31 號針腳的電線上，並將它們連接到 AVR。

在拆下的 PWM53 的連接器 CNC2 和機車側的 PWM53 的連接器 CNC2 之間安裝帶有端子台的測試連接器，以便在指定位置輸入電壓。



(三)測試程序

表 6-2 輔助供電接地或短路之偵測電路測試順序

測試 ID	項次	項目	驗證	
		操作方式	說明	
1	1	BatN 投入位(ON)。	用 BAVM 確認 110Vdc 蓄電池的電壓，110Vdc 蓄電池電壓為 77Vdc 或更高。	
	2	於前端駕駛室插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合。於 DDU(畫面 ID:D0400)上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。	
	3	從 AVR 向 PWM53 的連接器 CNC2 的 12 號及 31 號針腳輸入 4Vdc 或更高的電壓。	於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。	
	4	將 AVR 的輸出設定至 0V。	N/A	
	5	於 DDU(畫面 ID:D0300)上，按下復位按鈕。	於 DDU(畫面 ID:D0300)上，確認隔離已被解除。	
	6	拔出主控制器鑰匙，並轉動到 OFF 位。BatN 切離位(OFF)。	N/A	
	7	從 APU1 移除 AVR，並連接 AVR 至 APU2。	N/A	
	8	插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。BatN 投入位(ON)。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合。於 DDU(畫面 ID:D0001)上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。	
	9~12	對 APU2 重複項次 3 至項次 6。	項次 9，於 DDU(畫面 ID:F0110)上，	確認偵測到隔離。
			項次 11，於 DDU(畫面 ID:D0300)上，	確認隔離已被解除。
	13	從 APU2 移除 AVR，並連接 AVR 至 HEP1。	N/A	

14	插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。BatN 投入位 (ON)。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合。於 DDU(畫面ID:D0001)上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。
15~18	對 HEP1 重複項次 3 至項次 6。	項次 15，於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。
		項次 17，於 DDU(畫面ID:D0300)上，確認隔離已被解除。
19	從HEP1移除AVR，並連接AVR至 HEP2。	N/A
20	插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。BatN 投入位 (ON)。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合。於 DDU(畫面 ID:D0001)上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。
21~24	對 HEP2 重複項次 3 至項次 6。	項次21，於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。
		項次23，於 DDU(畫面 ID:D0300)上，確認隔離已被解除。

(四)合格標準

表 6-3 合格標準

測試ID	檢查項目	合格標準
3-3	輸入電壓。	於DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。
3-5	於 DDU(畫面 ID:D0300)上，按下復位按鈕。	於DDU(畫面 ID:D0300)上，確認隔離已被解除。
3-9	輸入電壓。	於DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。
3-11	於DDU(畫面 ID:D0300)上，按下復位按鈕。	於DDU(畫面 ID:D0300)上，確認隔離已被解除。
3-15	輸入電壓。	於DDU(畫面 ID:F0110)上，

		確認偵測到隔離。
3-17	於DDU(畫面 ID:D0300)上， 按下復位按鈕。	於DDU(畫面 ID:D0300)上， 確認隔離已被解除。
3-21	輸入電壓。	於DDU(畫面 ID:F0110)上， 確認偵測到隔離。
3-23	於DDU(畫面 ID:D0300)上， 按下復位按鈕。	於DDU(畫面 ID:D0300)上， 確認隔離已被解除。

項次二：輔助供電過載保護裝置

(一)測試目的

該測試用於驗證輔助電源的過載保護裝置。重點在於保護檢查，故僅用控制電源進行測試。

(二)測試設置

將測試治具安裝到車身側的 PWM53。

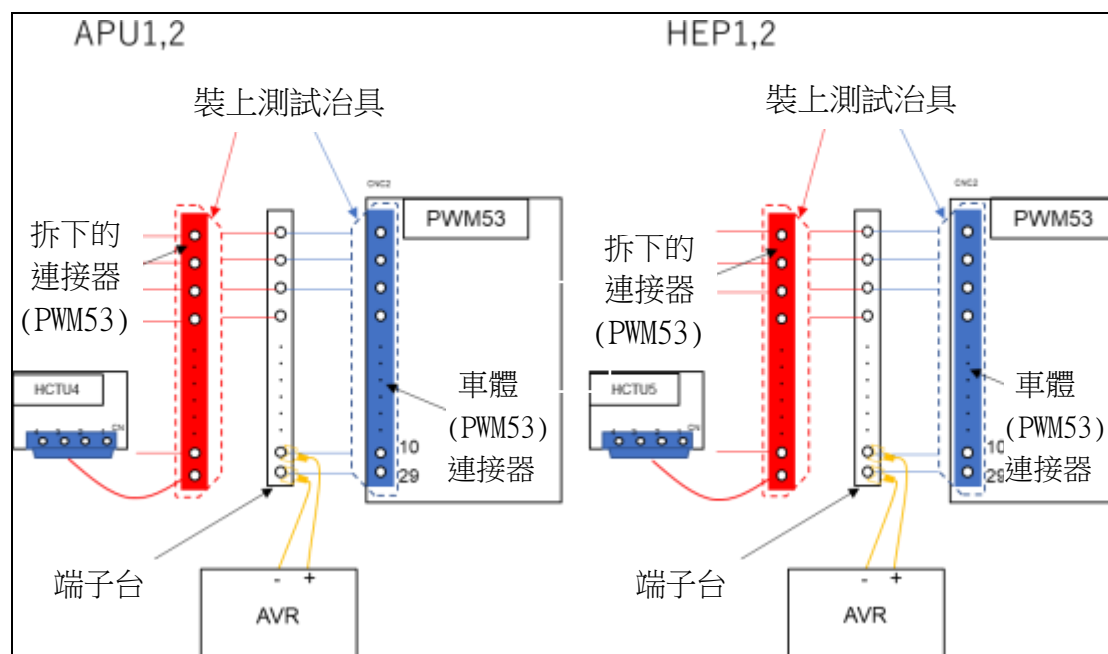


圖6-2. 模擬過載保護的方法 (APU/HEP)

(三)測試程序

表 6-4 輔助供電隔離裝置及過載保護裝置測試順序

測試 ID	項次	項目	驗證
		操作方式	說明
2	1	BatN投入位(ON)。	用 BAVM 確認 110Vdc 蓄電池的電壓，110Vdc 蓄電池電壓為 77Vdc 或更高。
	2	於前端駕駛室插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合。於 DDU(畫面 ID:D0400)上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。

3	在 PCC1 上 APU1 的 LED 顯示板(IND)按下順序按鈕 2 秒以上，開啟閘極啟動指令。	於 DDU(畫面 ID:D0001)上，確認 APU1 的整流器及變流器的閘極已啟動。
4	從 AVR 向 PWM53 的連接器 CNC2 的 10 號及 29 號針腳輸入 5Vdc 或更高的電壓。	於 DDU(畫面 ID:APU:M0472,HEP:M0473)上，確認為過電流。
5	重複輸出 4 次電壓。(於 10 分鐘內)。	於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。
6	將 AVR 的輸出設定至 0V。	N/A
7	於 DDU(畫面 ID:D0300)上確認 APU 的狀態。於 DDU(畫面 ID:D0300)上按下 HEP 的復位按鈕。	於 DDU(畫面 ID:D0300)上確認 APU 的復位按鈕未顯示於 DDU(畫面 ID:D0300)上確認 HEP 的隔離已解除。
8	拔出主控制器鑰匙，並轉動到 OFF 位。BatN 切離位 (OFF)。	N/A
9	從 APU1 移除 AVR，並連接 AVR 至 APU2。	N/A
10	插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。BatN 投入位 (ON)。	N/A
11~16	對 APU2 重複項次 3 至項次 8。	項次 13，於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。 項次 15，於 DDU(畫面 ID:D0300)上，確認隔離已被解除。
17	從 APU2 移除 AVR，並連接 AVR 至 HEP1。	N/A
18	插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。BatN 投入位 (ON)。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合。於 DDU 上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。
19~24	對 HEP1 重複項次 3 至項次 8。	項次 21，於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。

		項次 23，於 DDU(畫面 ID:D0300) 上，確認隔離已被解除。
25	從 HEP1 移除 AVR，並連接 AVR 至 HEP2。	N/A
26	插入主控制器鑰匙，並轉動到 ON 位。BatN 投入位 (ON)。	蓄電池接觸器(BatK1)已閉合於 DDU 上確認蓄電池接觸器(BatK1)的狀態。
27	對 HEP2 重複項次 3 至項次 8。	項次 29，於 DDU(畫面 ID:F0110) 上，確認偵測到隔離。
		項次 31，於 DDU(畫面 ID:D0300) 上，確認隔離已被解除。

(四)合格標準

表 6-5 合格標準

測試 ID	檢查項目	合格標準
4-5	輸入電壓，重複 4 次 (於 10 分鐘內)。	於 DDU(畫面 ID:F0110)上，確認偵測到隔離。
4-7	確認 DDU。	於 DDU(畫面 ID:D0300)上 確認復位按鈕未顯示。
4-13	輸入電壓，重複 4 次 (於 10 分鐘內)。	於 DDU(畫面 ID:F0110)上， 確認偵測到隔離。
4-15	確認 DDU。	於 DDU(畫面 ID:D0300)上 確認復位按鈕未顯示。
4-21	輸入電壓，重複 4 次 (於 10 分鐘內)。	於 DDU(畫面 ID:F0110)上， 確認偵測到隔離。
4-23	於 DDU(畫面 ID:D0300)上， 按下復位按鈕。	於 DDU(畫面 ID:D0300)上， 確認隔離已被解除。
4-29	輸入電壓，重複 4 次。 (於 10 分鐘內)。	於 DDU(畫面 ID:F0110)上， 確認偵測到隔離。
4-31	於 DDU(畫面 ID:D0300)上， 按下復位按鈕。	於 DDU(畫面 ID:D0300)上， 確認隔離已被解除。

(四)測試照片



圖 6-3. 安裝測試治具



圖6-4. 安裝測試治具



圖 6-5. 利用電源供應器調整輸入電壓



圖 6-6. 執行 APU 復位按鈕

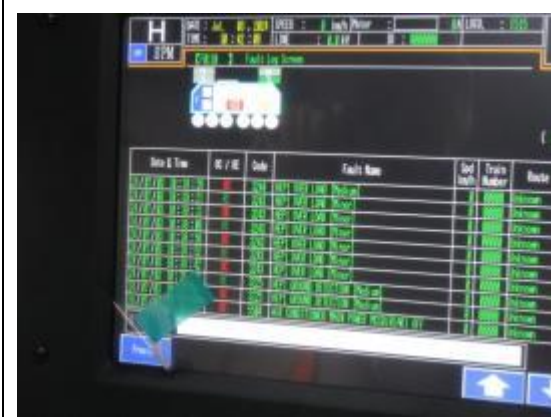


圖 6-7. 於 DDU 上檢視測試情形

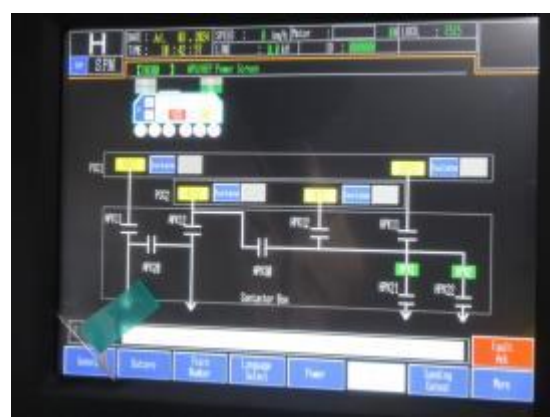


圖 6-8. 於 DDU 上檢視測試情形

肆、通知改善事項

專案名稱：電力機車 68 輛專案		
車號	不良處所	廠商回覆
通案性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車下轉速計纜線與固定安螺碰磨。 2. 前端車下右側車架結合鈹有間隙。 3. 車側無頂升標識。 4. PCC 控制箱外蓋未標識內部設備名稱。 5. 前、後端列車防護天線接頭引線無加固。 6. 牽引力模式下電門把手拉 inch 位 LCMS 馬達會顯示有電流，但是實際上車子沒出力不會動。 7. 總風缸壓力歸零時，停留軔缸不會自動緊軔。 8. LVE 箱多條端子安裝座未設有保護罩防護，手部易直接接觸及異物掉落易導致短路，詳見 DDR-配線技術規格 E 版(5.14 規定)(通案性)。 9. 車上及車下觀察到多處接地線未按照規範用黃綠色標誌接地電纜，詳見 DDR-配線技術規格 E 版(附件 10-5.1 接地線標誌)。 10. 車下 MR 管吊掛方向不當。 11. 車下電子汽笛未在主排防護範圍內。 	<p>1~13 項立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。</p> <p>14. 下包商在製造過程中只用治具來對齊位置，經確認後該狀況是因為治具使用方式有誤造成的。已確實指導治具正確的使用方式，並確認後續之製品將以正確位置製造。</p> <p>15~17 項立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。</p>

	<p>12. 駕駛室結構塗裝膜厚未達標準 (<120 μm) 。</p> <p>13. 前、後端駕駛室兩側外部鈹金缺角。</p> <p>14. A 工程發現車架前、後端行車紀錄器引線開洞位置不當,請督導下包商施工品質。</p> <p>15. 前、後端連結器底座沒潤滑,連結器需左右移動時磨擦力會過大。</p> <p>16. PCC 控制箱外蓋未標識內部設備名稱。</p> <p>17. 前、後端列車防護天線接頭引線無加固。</p>	
E511	<p>1. 軛塊固定插銷裝反。</p> <p>2. 前端 BP 管品牌和後端不同,接頭處也未上漆。</p> <p>3. 駕駛室外部鈹金缺角。(前、後端駕駛室兩側皆有缺角)。</p> <p>4. 集電舟止擋橡膠安螺處鏽蝕。</p> <p>5. 集電弓銅管碰磨底座。</p> <p>6. 後端助理側車下 ATP 轉速計纜線固定線夾生鏽。</p>	<p>1~6 項立約商 7/18 前未回覆,交接由下梯人員確認。</p>
E514	<p>1. 車下停留軛機作用指示器顯示異常。</p> <p>2. 組合式冷卻塔鉚釘填膠處滲水。</p> <p>3. 集電弓銅管碰磨底座。</p> <p>4. 前端駕駛室助理側外側"前端"標識貼紙遺失。</p> <p>5. 車下兩側 ATP 轉速計纜線及限速</p>	<p>1~3 項立約商 7/18 前未回覆,交接由下梯人員確認。</p> <p>4. 已補貼完成。</p> <p>5. 項立約商 7/18 前未回覆,交接由下梯人員確認。</p>

	備援速度感測器纜線未固定。	
E515	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車下 ATP 速度偵測纜線固定處未包覆。 2. 風道固定夾太鬆，易鬆脫。 3. 車下兩側轉速計纜線皆與固定安螺碰磨。 4. 前端駕駛室下方 TB-WGA 及機械室 LHDTB1 線號未包覆熱縮套。 5. 後端 MR 錶之連結銅管碰磨車體。 	<p>1~4 項立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。</p> <p>5. 後端 MR 錶之連結銅管碰磨車體，改善完成。</p>
E516	<ol style="list-style-type: none"> 1. 後端車下 A 側 96 芯跨接電纜座固定螺絲未劃扭力記號。 2. 車下後端 B 側停留軔缸與空氣軟管易碰磨。 3. 集電弓緩衝簧作用不順。 4. 車下砂箱蓋型式和其他車不一樣。 	<p>1. 作業完成並確認劃上扭力記號。</p> <p>2~4 項立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。</p>
E517	<ol style="list-style-type: none"> 1. 車下前端 A 側砂箱蓋有兩個無法全開且型式不一樣 2. 後端司機側下方電纜接頭未扭緊 	1、2 項立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。
E518	前端車下 A 側空氣軟管破磨車體	立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。
E521	後端駕駛室內部引線彎折	立約商 7/18 前未回覆，交接由下梯人員確認。

伍、心得與建議

(一)心得

很高興有機會代表本公司參與電力機車E500的製造及檢驗過程，在東芝的府中工廠參與了許多車輛檢驗測試，觀摩了日本人的工作精神。監造檢驗期間，發現日本東芝公司對員工的福利和環境設備是值得我們學習的，現場工作環境有空調系統、安全防護設備齊全、餐廳及餐食多樣化、選擇多，總是能吸引許多人來求職。現場也有很多來自臺灣的年輕人在東芝府中工廠任職，也希望未來我們也能從這些優點中學習，吸引更多人才來為臺鐵努力，讓臺灣的軌道產業注入新活力。

本次出國監造檢驗我感受到日本東芝公司建立了一個很棒的工作環境給廠內員工，有專業的設備、人性化的管理及擁有舒適的空調系統，讓員工夏天可以不用汗流浹背、冬天不會天寒地凍。工廠內部則有完整的標準作業流程和施工計畫，由一位較資深、經驗豐富的工程師帶領其他同仁按部就班的完成自己分內的工作。

在每日進行檢驗的過程中，我了解到東芝製造E500現場測試分兩個組別，一組約6人，分別負責單、雙數車號的製造和測試流程，並依據進度前中後期分為A~D四個工程同步進行，不斷的溝通和配合下才能避免同時爭搶工具及檢修股道。雖然看到很多優點但也同時注意到外包工程的缺點，因為車輛為多個單位組成，有車架、轉向架、車體、駕駛室等。故些許零組件需委由協力廠商協助供料和組裝，但不同的廠商也導致了料件和工法品質不一。此次檢驗期間發現了許多協力廠商的工法缺失，立約商也即時針對問題進行檢討，並訂定改善對策。

最後，在出國監造檢驗期間，我深刻體驗到日本人的鐵道產業文化，期望回國後能將這些見識與同仁分享，並期勉未來臺鐵也能針對不足部分做改進，雖然知道這不是一朝一夕的事情，但是有了改變的開始才有可能脫胎換骨。

(二) 建議

這次在參與E500監造檢驗工作中我了解到一台車能真正上線運行需要經過很多流程從最初始的焊接組裝、配管配線、耐壓及防水測試、出廠及例行測試。要讓檢查員去檢驗全部項目其實不太實際，建議能讓相關專業的部門同仁一同參與，負責修繕的同仁負責檢視組裝及配線、檢查的同仁負責參與相關功能測試，不同領域的同仁能一同研討製造程序及施工方式並加強橫向聯繫，進而學習日本軌道車輛技術，以期運用在本公司的鐵道產業上。

在北府中工廠我感覺到東芝工程師在工作上的專業度，檢驗過程中見到很多來自台灣的翻譯和工程師，才知道東芝的員工福利讓很多台灣人願意離鄉背井一個人到日本打拼，甚至都貸款買了房子準備定居，對比我在台鐵十幾年來見證多少人為了更好的待遇而離開，我希望未來臺鐵能建立考核獎懲制度讓認真的基層員工及基層主管薪資有所提昇能有餘裕養家活口，讓不適任的員工收到該有的懲處以達警惕效果，這樣才能讓更多基層願意留下來為台鐵打拼。

陸、專題報告-轉向架總成概要與施工案例研討

概述

鐵路轉向架很少被普通乘客注意到，但它們是火車及其驅動系統和引導機構的重要組成部分。標準鐵路車輛有兩個轉向架，通常位於車輛端部附近。依設計每個轉向架分為四輪或六輪轉向架，為車體提供支撐，並用於提供其牽引和制軔。

轉向架安裝在車輛的車體與軌面之間，支撐著車輛的重量、吸收振動、牽引車輛，使車輛在直線或彎曲軌道上平穩行駛。本案E500型機車車軸的配置是依據TRC規範要求的Co-Co類型，每輛機車有兩個三軸轉向架。每個轉向架由三組車軸組成，牽引馬達和齒輪裝置安裝在轉向架框架內。

本公司電力機車專案所使用之轉向架為窄軌 Co-Co 類型，最大軸重為 16 噸，委由一家澳洲鐵路公司 UGL Rail 公司設計製造，型號是 FlexiCurve 之 FC4-CG16A。FlexiCurve 轉向架經由 UGL Rail 公司長期開發，在世界上應用於標準軌距和窄軌的電力機車與柴油機車。

E500 型機車轉向架的主要尺寸與設計如下列：

表 6-1

1	軌距	1,067 mm
2	轉向架軸距	1,850 mm + 1,850 mm
3	車輪直徑(新品/全磨耗)	924 mm / 834 mm
4	軸頸軸承中心距離	1,709 mm
5	最高設計速度/最高營運速度	140 km/h / 130 km/h

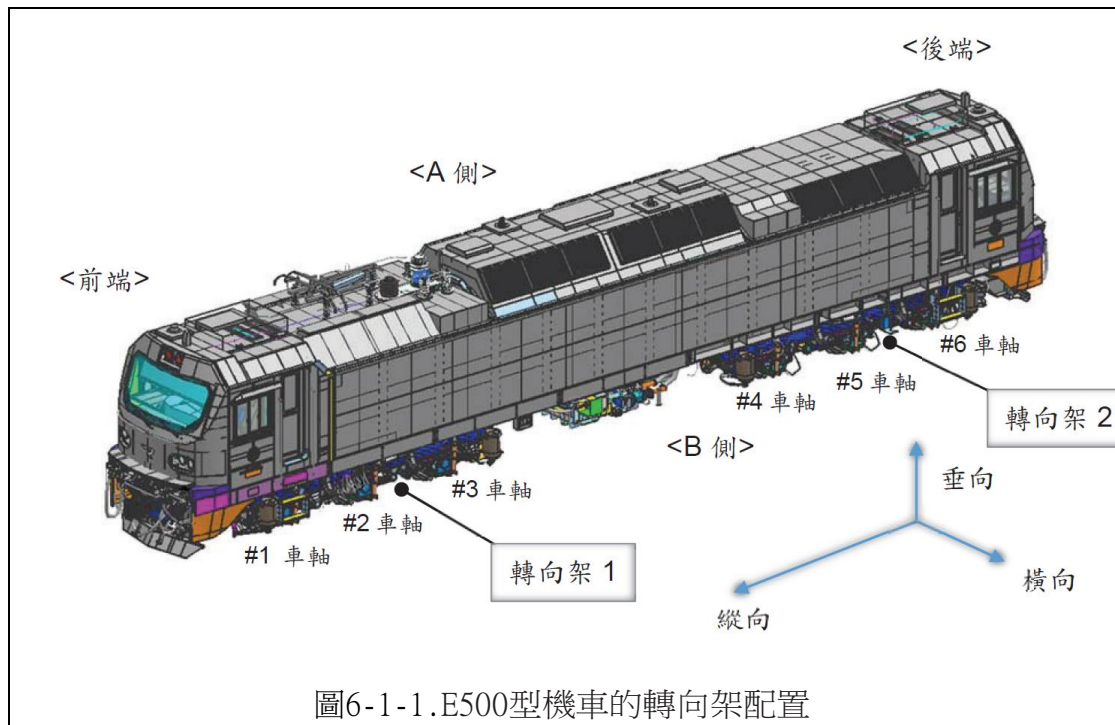
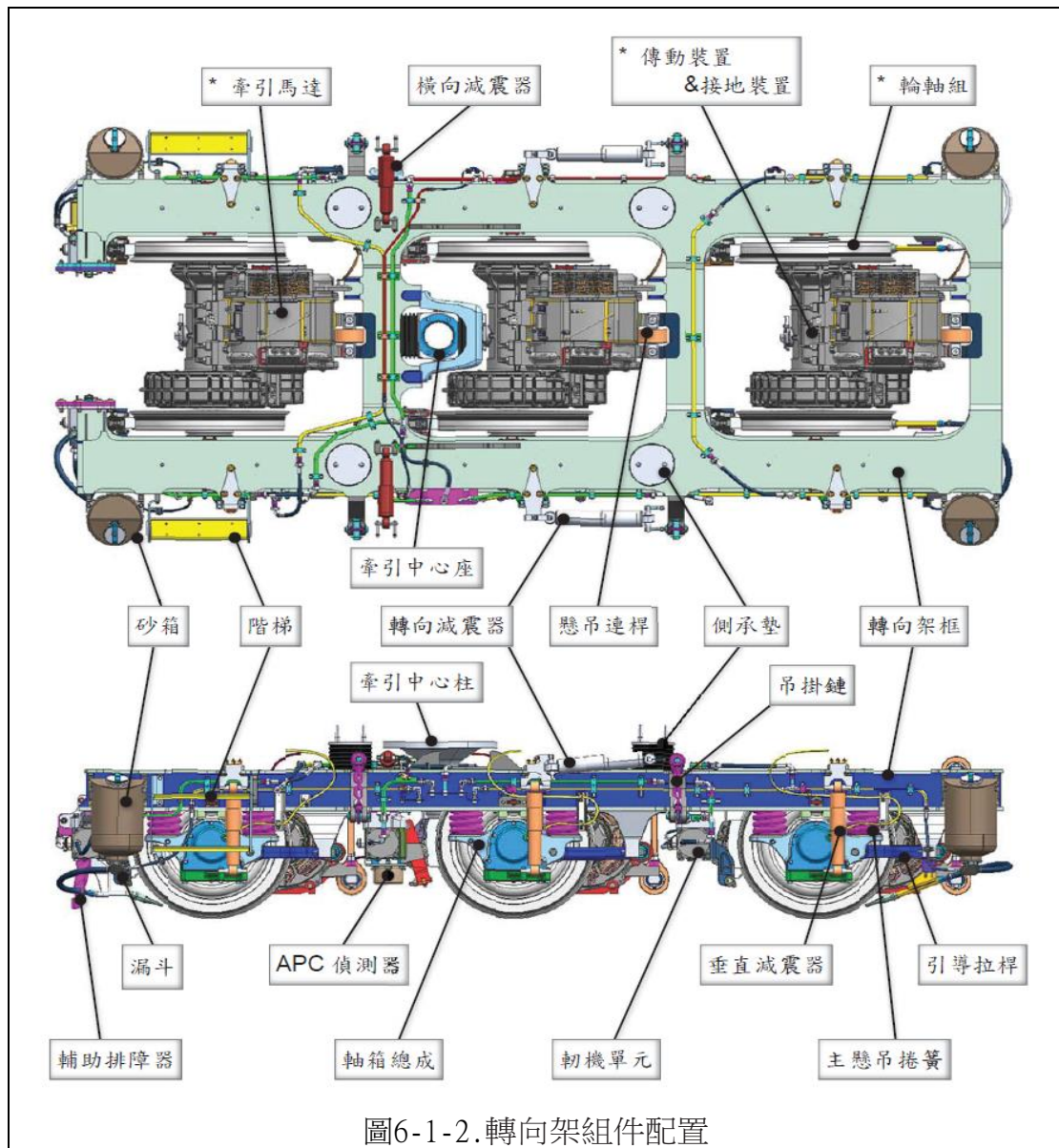


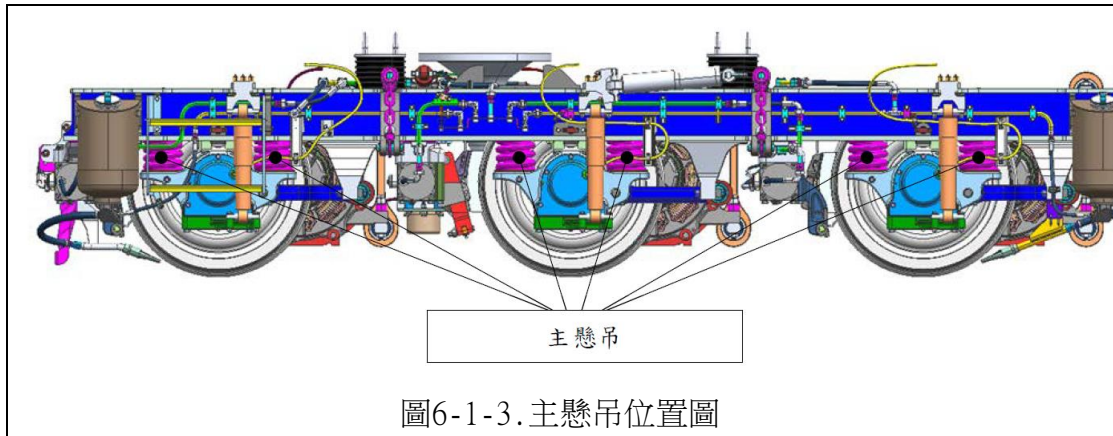
圖6-1-1.E500型機車的轉向架配置

轉向架框架採用鋼構焊接的方式組成，且有三個牽引馬達排列佈置。六個主懸吊捲簧安裝在六個軸箱總成和轉向架框架之間。每個軸箱總成各使用兩個鋼捲簧配置，共十二個鋼捲簧及配置六個引導拉桿。二次簧使用四個橡膠的金屬側承墊。兩個轉向減震器、六個垂直減震器和兩個橫向減震器是液壓式的減震器，安裝配置以控制機車車身的動態運動。



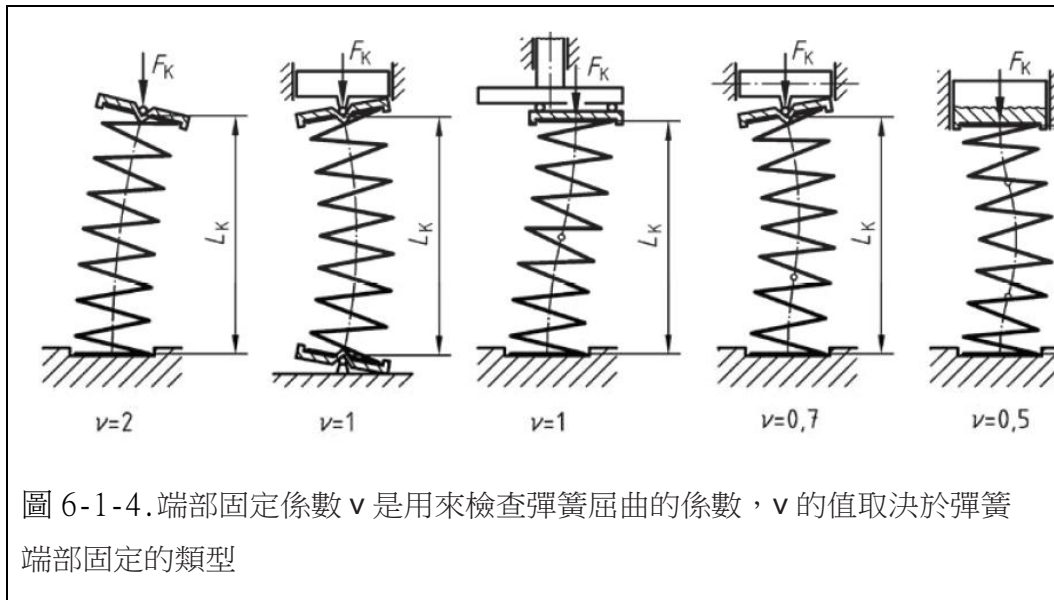
一、主懸吊

主懸吊由一對長行程的卷簧組成。卷簧的彈性有助於高乘坐舒適度，低靜態重量轉移效應，以及高柔軟度可承受軌道的不平整，以降低出軌的風險。軸箱裝配高性能的垂直油壓減震器，以控制機車的晃動。



(一) 主懸吊卷簧

主懸吊卷簧之目的為承受機車車體的垂直負荷並維持垂直剛性。



卷簧的特性如表所示：

表 6-2 捲簧特性

項目	數值
外徑	210 mm
空車時捲簧軸向負荷	31,900 N
31,900 N負荷時的工作高度	395 mm
行駛時的最小高度	345 mm
卷簧完全壓縮時高度	311.5 mm
軸向彈性係數	300 N/mm
最大切向撓度	25 mm
端部固定係數(EN13906-1)	固定式， $v=0.5$

(二) 垂直減震器

各主懸吊安裝垂直油壓減震器。垂直減震器在車體和軸箱的固定點使用橡膠軸襯。橡膠軸襯會老化而性能降低，因此是消耗品，需定期更換。

(三) 引導拉桿

轉向架四個角落的軸箱是由三叉型的引導拉桿來提供縱向與橫向的約束，拉桿的端部有橡膠軸襯。中間軸的軸箱是用直引導拉桿提供縱向約束，而可允許橫向浮動。

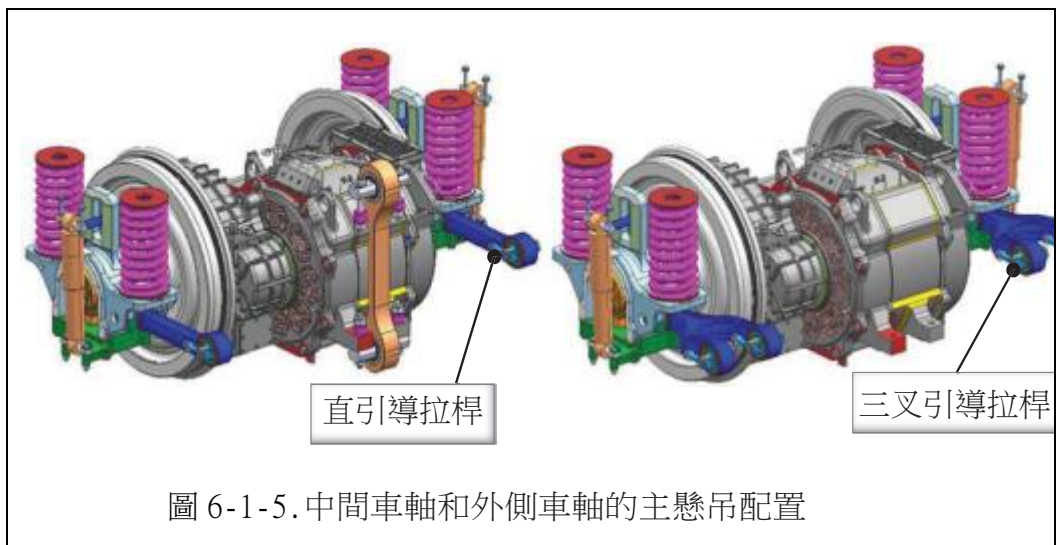


圖 6-1-6. 轉向架總成



圖 6-1-7. 轉向架吊掛安裝



圖 6-1-8. 主懸吊卷簧



圖 6-1-9. 垂直減震器



圖 6-1-10. 三叉引導拉桿



圖 6-1-11. 直引導拉桿

(四) 固定棒

固定棒穿過軸箱頂部的延伸環，在吊掛的時候可保持輪軸組在轉向架架框。若要拆卸輪軸組則取出固定棒。在不拆卸主懸吊的狀況下可單獨拆卸輪軸組。

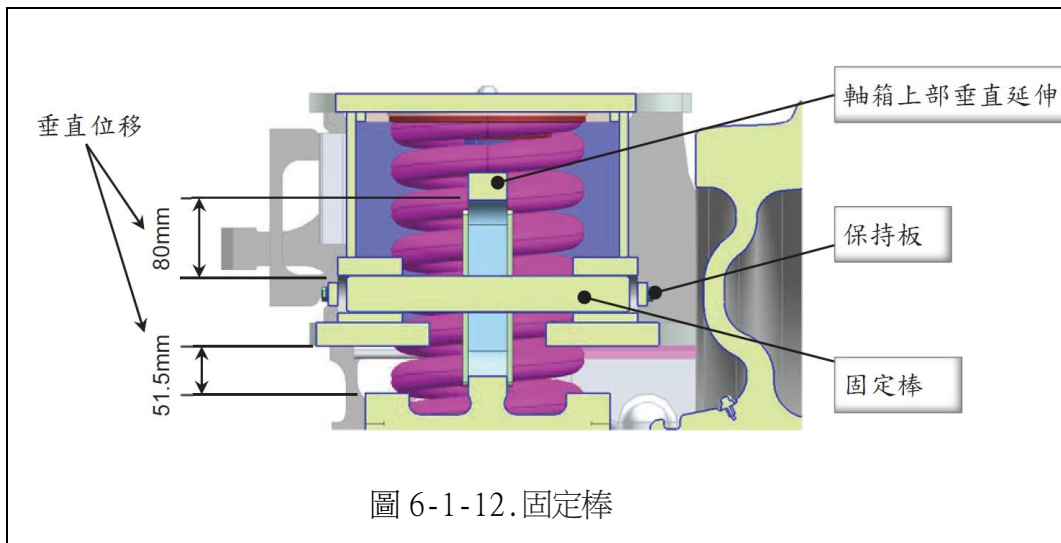


圖 6-1-12. 固定棒



圖 6-1-13. 軸箱頂部的延伸環



圖 6-1-14. 固定棒內、外側皆有安裝止擋片

(五) 主懸吊彈簧

下方卷簧座可從下方頂起，以便插入或移除主懸吊調整墊片。使用千斤頂轉接塊，繞過引導拉桿從下方頂升卷簧，如此一來無需任何拆卸作業便能調整墊片。即使同一個轉向架上有新品車輪與磨耗車輪，使用調整墊片後可維持輪重均勻分布。

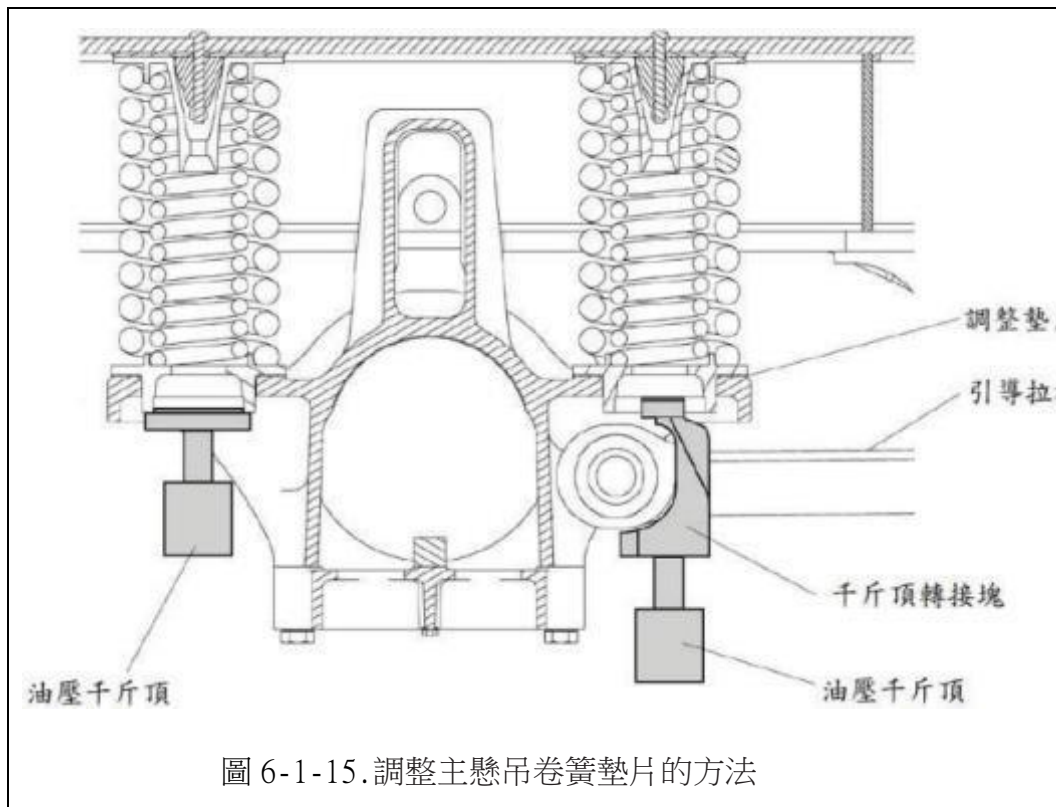


圖 6-1-15. 調整主懸吊卷簧墊片的方法

二、 二次懸吊

機車車體的重量坐落在四個側承墊，然後傳遞到轉向架框，再經由主懸吊卷簧傳遞到輪軸組，並安裝減震器以控制機車車體的動態晃動。

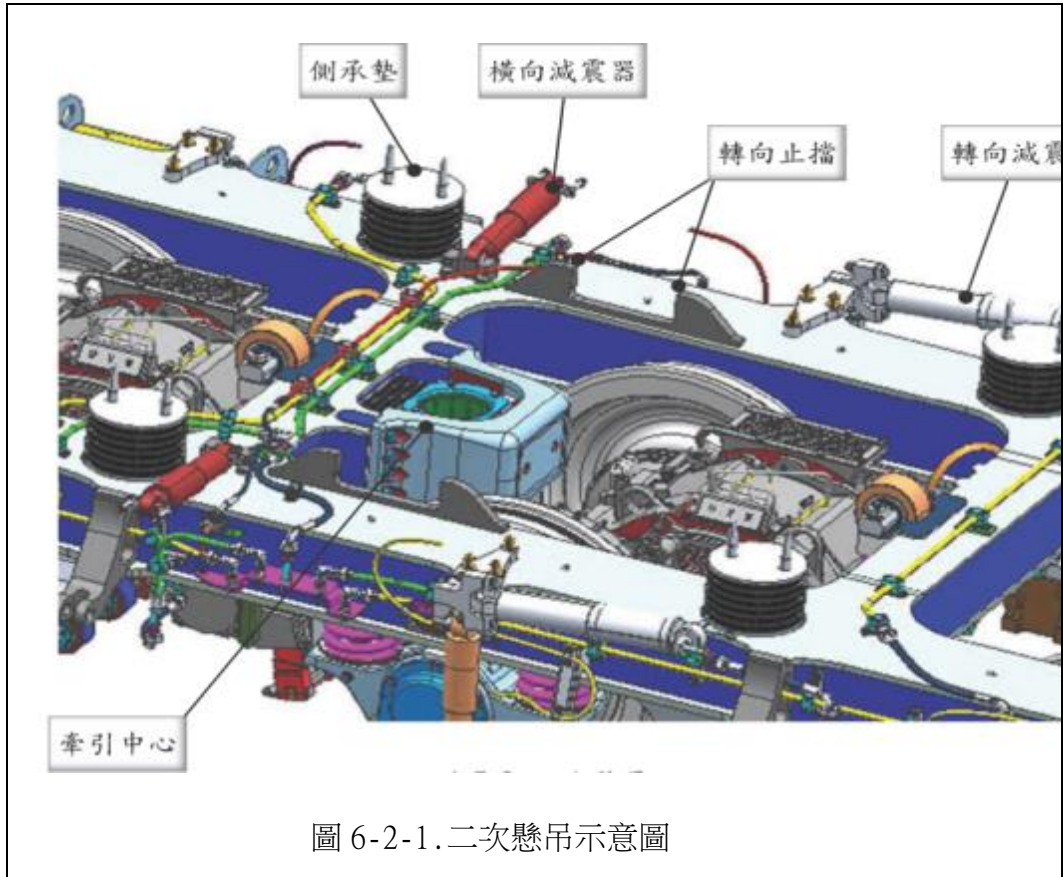


圖 6-2-1. 二次懸吊示意圖

(二) 側承墊

機車車體由安裝在機車車底架和轉向架之間的橡膠-金屬側承墊來支撐。側承墊的功能是提供機車車體重量的彈性支撐，並允許轉向架有相對於車底架的橫向和轉向自由度。側承墊的垂直方向有高剛性，在橫切方向則有低剛性以允許車體下的轉向架可以自由的轉向。二次懸吊的橫向剛性大多由牽引中心來提供。側承墊的橫切方向的低剛性，是轉向架設計上在最大軸重之穩定度的關鍵因素。

(三) 橫向減震器

轉向架的兩側各安裝一個橫向減震器，位置在轉向架框與機車車體之間，以減緩橫向移動量。連結處使用橡膠軸襯，因會隨著時間老化變質，因此是消耗品，需定期更換。

(四) 轉向減震器

轉向架的兩側各安裝一個轉向減震器，位置在轉向架框與機車車體之間，以控制轉向架的偏擺。連結處使用橡膠軸襯，因會隨著時間老化變質，因此是消耗品，需定期更換。



圖 6-2-2. 側承墊與橫向減震器



圖 6-2-3. 轉向減震器

(五) 轉向止擋

轉向止擋是金屬的擋塊，可以在過度轉向前限制轉向架的偏擺旋轉角度，它還可在出軌時讓轉向架能儘量維持朝前，避免橫切軌道或損壞車體。轉向止擋亦作為轉向架的備援縱向束制，在牽引中心失效時轉向架仍能安全地留在原位。

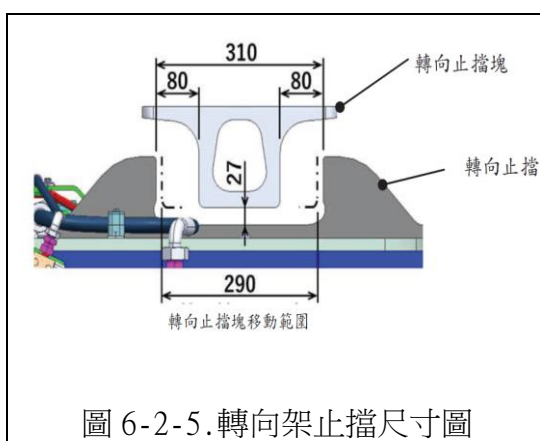


圖 6-2-5. 轉向架止擋尺寸圖



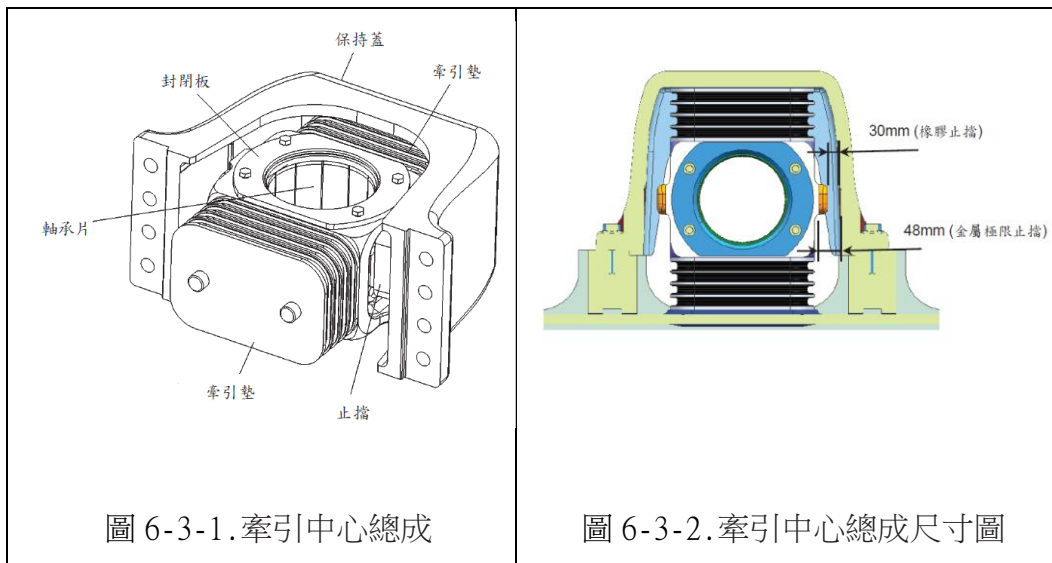
圖 6-2-6. 轉向架止擋

三、牽引中心座與牽引中心柱

牽引中心提供車體與轉向架之間的牽引力、煞車力和慣性力的傳遞。固定於車體底部的牽引中心柱穿入轉向架框上的牽引中心座。

(一) 牽引中心總成

牽引中心總成包含兩個牽引墊，允許轉向架自由轉動之軸承片(低摩擦係數)以及兩個橡膠橫向止擋與金屬極限止擋以限制橫向移動量，在安裝時牽引墊施加壓縮，除了提供縱向的彈性固定，亦提供大部分的一次懸吊橫向剛性，側承墊的垂直方向有高剛性，但在剪切/橫向懸吊的剛性上是軟的。



牽引墊的功能是提供車體與轉向架之間的彈性連結。牽引墊在縱向(亦為軸向或壓縮)有較高的剛性，而在橫切向有較低的剛性。牽引墊的橫切方向的低剛性，是轉向架設計上在最大軸重之穩定度的關鍵因素。由於其較低的橫向剪切剛性，能夠吸收由於轉向架之間的位移而傳遞到輪軸的位移和力量。因此減少了側向力並增加了防止脫軌的穩定性。

(二) 牽引中心柱

牽引中心柱以螺栓安裝於車體底部。牽引中心柱的端部有錐度，以利安裝轉向架時可容易穿入及對準二次懸吊。



圖 6-3-3. 牽引中心總成



圖 6-3-4. 牽引中心柱

四、馬達連桿

各牽引馬達於轉向架的安裝是使用一個有橡膠軸襯的垂直懸吊連桿，稱為馬達連桿或稱扭矩作用力連桿。橡膠軸襯的功能是提供馬達連桿在牽引馬達的鼻端和在轉向架框之固定點的彈性擺動。因橡膠會隨著時間老化變質，故橡膠襯墊為耗材，需定期檢視更換。

馬達連桿是以 90mm 厚的 350 級鋼板(AS3678 熱軋)製造成形，兩端壓入緊配橡膠-金屬軸襯。

表 6-3 馬達連桿強度計算

負荷條件	定義	計算	容許應力	應力限度比值
保證負荷	牽引控制短路，加上支撐之馬達質量的20g慣性負荷	114.4MPa	287.0MPa	0.40 (<1)
疲勞負荷	最大牽引力，加上支撐之馬達質量的6g慣性負荷(全幅度正反交替負荷)	60.1MPa	78.0MPa	0.77 (<1)
軸襯緊配負荷	以最嚴苛條件的緊配力對應最小的斷面強度	47.2MPa	287.0MPa	0.16 (<1)



圖 6-4-1.馬達連桿



圖 6-4-2.馬達連桿裝配螺栓

五、軸箱總成

(一) 軸箱與周邊設備配置

翼式軸箱內設置 AAR Class K 整合軸承。軸箱與轉向架框之間的連接包含兩個卷簧、一個垂直減震器和一個三叉或直引導拉桿，如圖所示。轉向架的各車軸以獨立懸吊，未採用均衡樑。

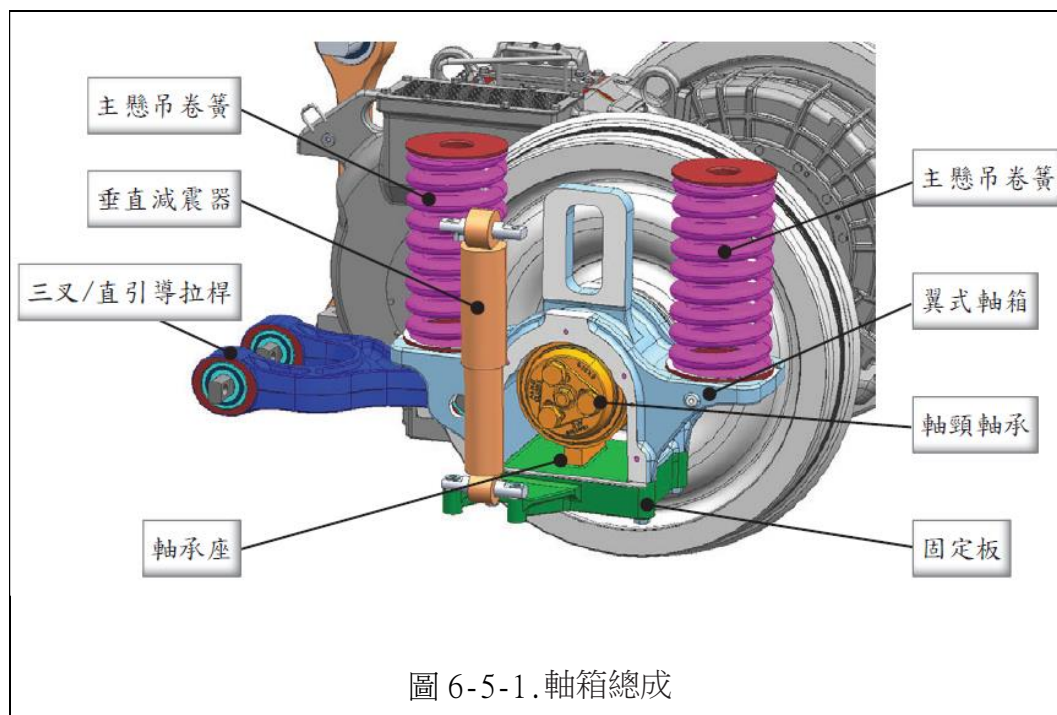


圖 6-5-1.軸箱總成

(二) 軸箱設計

每組轉向架有 6 組軸箱。軸箱為翼式設計，設置固定板，允許更換輪軸組時不須拆除懸吊。機車所使用的轉向架是與標準軌距的「Flexicurve」轉向架相同，軸箱的設計參考其轉向架（機車重量 141 噸

，轉向架重量 20.5 噸，機車車體重量 100 噸）。軸箱鑄件和固定板鑄件 AS183 延性鑄鐵（1S01083/JS/500-7/S）。軸頸軸承裝入車軸後，軸箱裝在軸頸軸承上。



圖 6-5-2. 軸箱實體圖



圖 6-5-3. ATP 轉速計及限速備援脈波產生器

（三）軸箱之驗證與認證

UGL FlexiCurv 被動導向式轉向架的軸箱完成了結構分析，分析對象是作為基準的標準軌用轉向架(機車重量 141 噸，轉向架重量 20.5 噸，機車車體重量 100 噸)。由於軸箱的設計不會因為軌距尺寸的差異而有所不同，且施加在軸箱上的應力大小與負荷（機車重量和轉向架重量）是成正比的。

六、軔機單元

（一）軔機單元設計

Knorr 公司供應的單元軔機設置於每車輪，包含內建の間隙調整機構。其中兩個軔機單元包含內建的彈簧作動的停留軔機。有停留軔機的軔機單元設置於不同車軸(#1 車軸和#3 車軸在 A 側，#4 車軸和#6 車軸在 B 側)，以避免打滑。中間車軸(#2 和#5 車軸)配置了兩種型式的活動式軔機單元(左側與右側)。間隙調整機構的設計為自動式。單元軔機採用簡化轉向架的設計，免除軔機連桿、軸套和分開式間隙調整機構的相關保養需求。

（二）軔機單元配置

各轉向架配置了四種型式的踏面軔機單元(TBU)，如表所示。

表 6-6-1 軋機單元配置

轉向架 編號	車軸 編號	車輪 編號	A/B側	不含停留軋機之 踏面軋機單元	含停留軋機之 踏面軋機單元	用於中間軸之 踏面軋機單元
轉向架1	#1	1	A		V	
		2	B	V		
	#2	3	A			V (R)
		4	B			V (L)
	#3	5	A		V	
		6	B	V		
轉向架2	#4	7	A	V		
		8	B		V	
	#5	9	A			V (L)
		10	B			V (R)
	#6	11	A	V		
		12	B		V	



圖 6-6-1. 不含停留軋機之踏面軋機單元



圖 6-6-2. 含停留軋機之踏面軋機單元

七、轉向架與車體介面

(一) 二次懸吊

1. 牽引中心柱—固定於車底架
2. 側承墊—位於車底架
3. 橫向減震器—以螺栓安裝於車底架的固定座
4. 轉向減震器—以螺栓安裝於車底架的固定座
5. 轉向止擋—與車底架的轉向止擋塊介面(橫向減震器固定座)
6. 吊掛鏈—連接到車底架的固定座

(二) 供氣

1. 軋缸與停留軋機空氣軟管
2. 撒砂空氣軟管

(三) 電纜

1. 接地電纜
2. 牽引馬達引線
3. 馬達速度感應器與溫度感應器傳輸線
4. BCM 用之速度感應器傳輸線
5. ATP 用之轉速計傳輸線
6. SRM 用之脈波產生器傳輸線
7. APC 偵測器傳輸線

八、輔助設備

輔助設備包含階梯、APC 偵測器固定座、輔助排障器和撒砂系統。

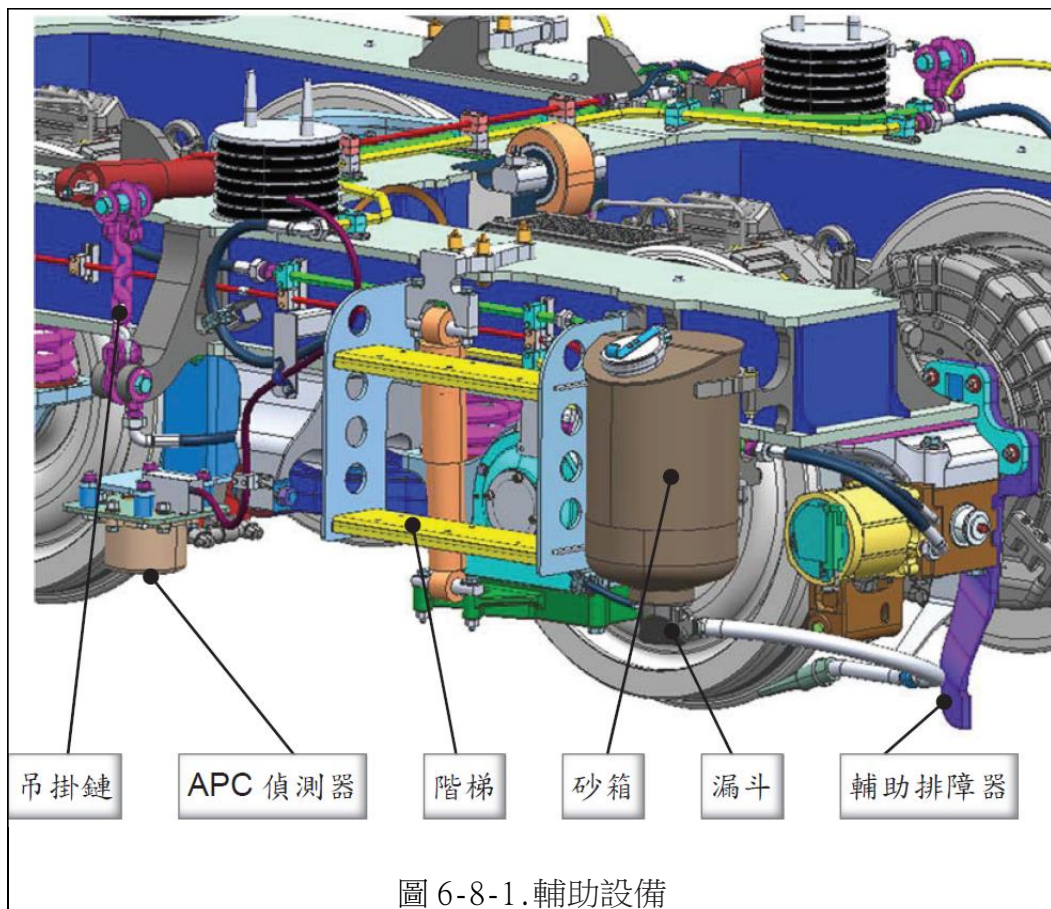


圖 6-8-1. 輔助設備

(一) APC 偵測固定座

APC 偵測器組裝於固定座上，再以螺栓固定在轉向架框上。

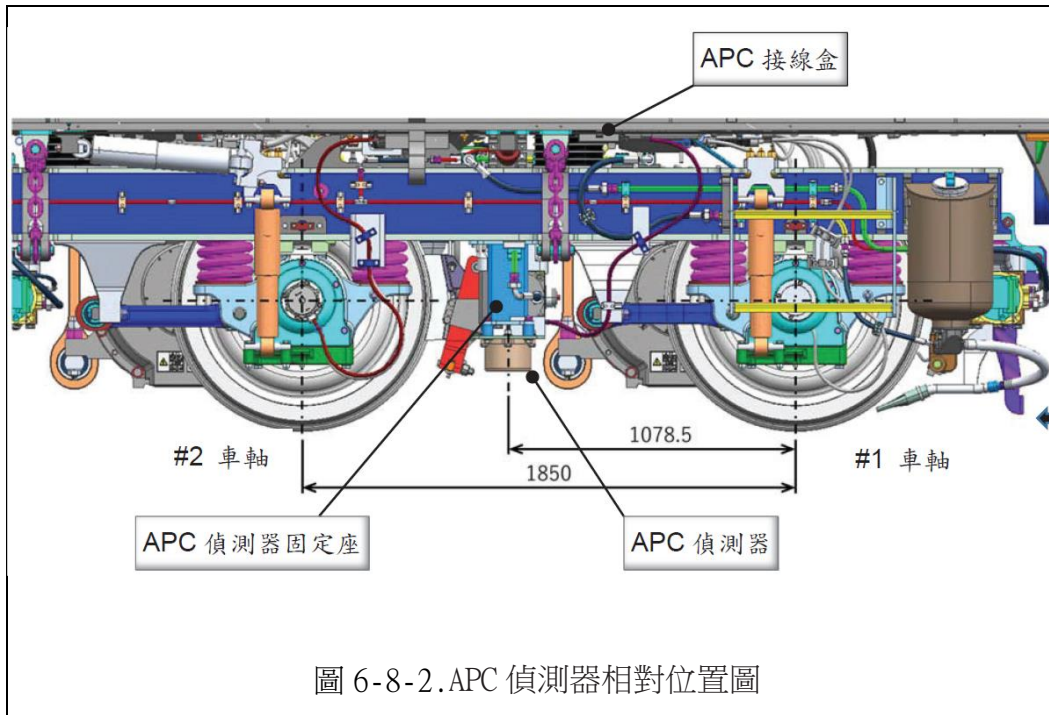


圖 6-8-2. APC 偵測器相對位置圖

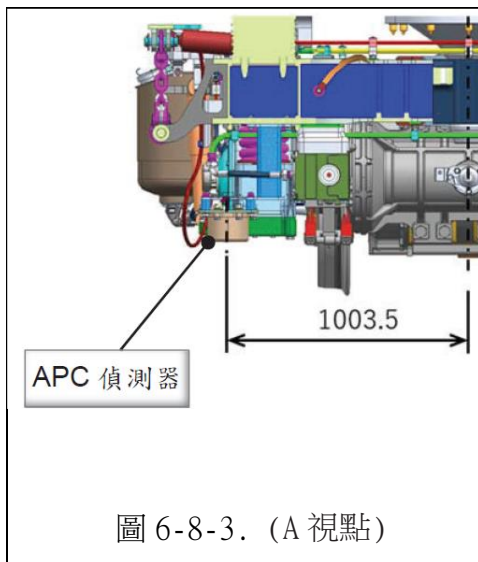


圖 6-8-3. (A 視點)

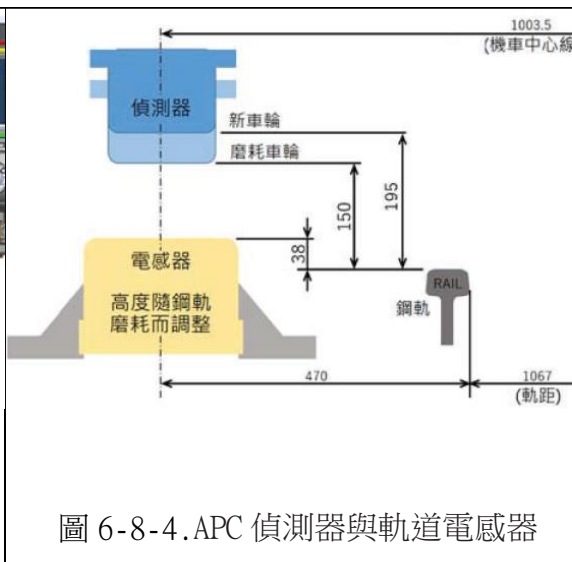


圖 6-8-4. APC 偵測器與軌道電感器



圖 6-8-5.APC 偵測器支架



圖 6-8-6.APC 偵測器實際安裝情形

第一批抵台之機車 E501~E506，於性能測試試運轉期間，發生 E502 APC 偵測器支架焊道處斷裂掉落之情事，本梯次於駐廠檢驗期間，立約商與本公司協調後，重新設計 APC 偵測器支架型式並製造生產，交貨期程約在八月，並優先交付六組支架到臺灣，安裝於在臺之機車 E501~E506 使用。目前 E501~E506 使用暫時加強之補強支撐架，以因應後續的試運轉任務。



圖 6-8-7.APC 偵測器支架斷裂

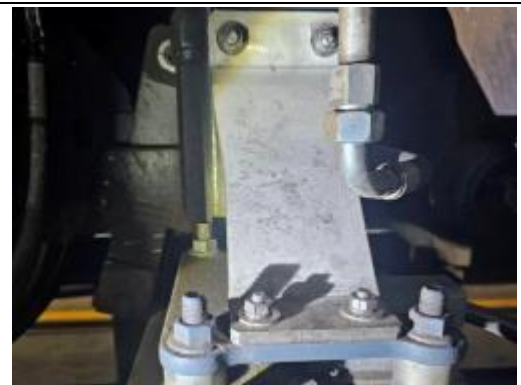


圖 6-8-8.現行 APC 暫用支撐架

新型 ATP 偵測器支架設計

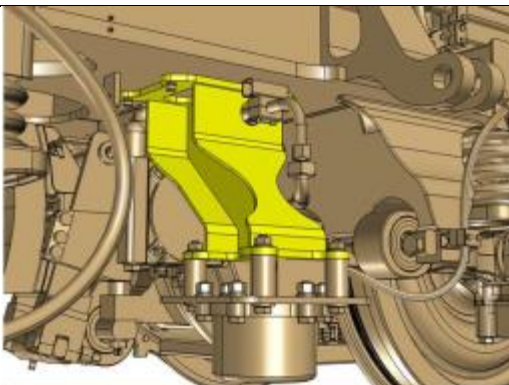


圖 6-8-9.新型 APC 偵測器支架設計

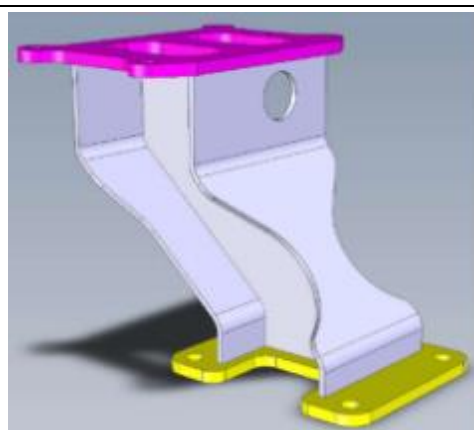
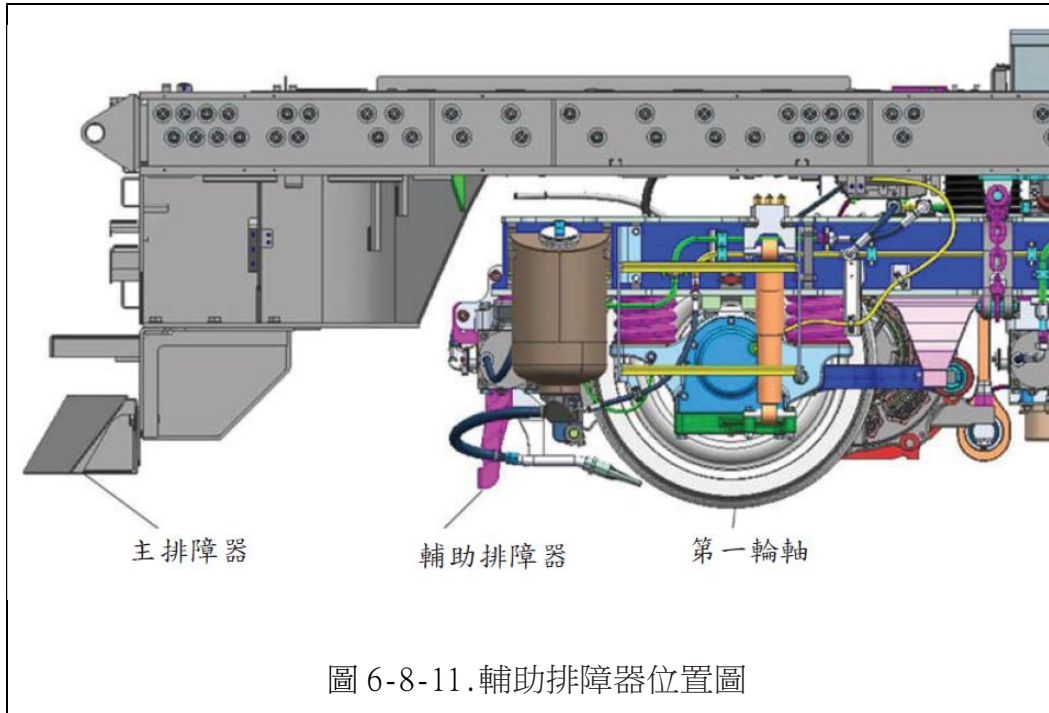


圖 6-8-10.新型 APC 偵測器支架示意圖

(二) 輔助排障器

輔助排障器設置於主排障器與第一個輪軸之間。區分為右側型和左側型兩種型式，輔助排障器安裝於轉向架兩端的車輪的前方。輔助排障器固定座連同安裝板用螺栓固定於轉向架框，設計允許輔助排障器離軌面的高度調整在 35 至 40mm 之間。



(三) 階梯

階梯是 U 型材料焊接而成以螺栓固定到轉向架框。階梯總成是鋁製，防滑踏面板以鉚釘固定在踏板上。



(四) 撒砂裝置

撒砂設備配置於各轉向架的外側四個車輪，撒砂的流量可以在漏斗部位調整。撒砂噴嘴與輔助排障器一起固定在轉向架框，可配合車輪的磨耗而調整到最佳的撒砂位置。

砂箱為不鏽鋼製，加砂孔和砂箱蓋位於各砂箱頂部，而砂箱蓋是回彈式，在鉸鏈部分有一個彈簧片，當砂箱蓋打開約 90 度時，彈簧片越過鉸鏈的突起部分，讓彈簧片使砂箱蓋立起來。除非對砂箱蓋施加外力，否則砂箱蓋不會關閉。



圖 6-8-14. 砂箱



圖 6-8-15. 砂箱蓋

九、吊掛和頂升

機車的結構應有行駛於軌道上以外的運送方式，因應例如運輸、在檢修廠維修或脫軌等意外。運輸的規劃方式為車體與轉向架安穩的固定在一起以避免晃動。而在異常的運輸，例如脫軌後的復原，則是利用吊掛鏈讓轉向架和車體一起吊掛或頂升，無須其他工具。

車體與轉向架之間有配置吊掛鏈條，每組轉向架有四處吊掛點，在頂升或吊掛時可防止轉向架完全分離。出軌後，於復軌工作時，轉向架須和車體一起頂升或吊掛，則吊掛鏈條維持在安裝狀態。吊掛鏈條的強度及設計可使轉向架安全及平穩的連同車體上升。

頂升車體分離轉向架時，下列轉向架與車體之間的連結必須分離，以防止過度拉扯：

(一) 二次懸吊

1. 橫向減震器—以螺栓安裝於車底架的固定座
2. 轉向減震器—以螺栓安裝於車底架的固定座

(二)供氣

1. 軔缸與停留軔機空氣軟管
2. 撒砂空氣軟管

(三)電纜

1. 接地電纜
2. 牽引馬達引線
3. 馬達速度感應器與溫度感應器傳輸線
4. BCM 用之速度感應器傳輸線
5. ATP 用之轉速計傳輸線
6. SRM 用之脈波產生器傳輸線
7. APC 偵測器傳輸線



圖 6-9-1. 吊掛鏈條



圖 6-9-2. 車側吊掛頂升標示點



圖 6-9-3. 吊掛頂升位置



圖 6-9-4. 吊掛頂升作業

十、轉向架施工研討

軌道轉向架、懸吊系統、車輪和車軸是機車車輛的重要組成部分。裝有車輪、懸吊和車軸的軌道轉向架總成支撐著車身本體，提供結構穩定性，同時提高乘坐品質。

本梯次檢驗人員於監造檢驗期間，立約商安排參觀位於八王子市的「京王重機整備株式會社」轉向架組裝工廠，於澳洲 UGL 公司生產製造之轉向架框，運抵日本京王重機工廠後，再依序組裝車軸、牽引馬達、懸吊系統、軔機系統、撒砂裝置等，待組裝完成後，再運至東芝府中工廠進行車身與轉向架組裝工程。

(一)實際案例分析：車軸配重墊片底座置換工程

京王重機於六月份組裝轉向架時，現場曾發生因施工不察，將車軸配重用墊片之底座方向裝反，導致於東芝府中工廠進行配重試驗時，無法頂升進行配重作業。本公司後續進行統計，墊片底座裝反之機車為有在臺灣之 E506 機車，及在東芝府中工廠之 E511 機車，E506 機車已在臺灣請立約商即時吊掛頂升復原完成。E511 機車則是請京王重機施工人員至東芝府中工廠施工。因工程浩大，需拆卸機械室車頂及將機械室設備，包括 PCC 總成、散熱鼓風機、組合式冷卻塔、充電器箱、低壓設備箱等設備吊掛而出，以減輕車體吊掛之所能承受之重量，施工期程約一星期。



圖 6-10-1. 吊掛出之充電器箱



圖 6-10-2. 吊掛出之散熱鼓風機

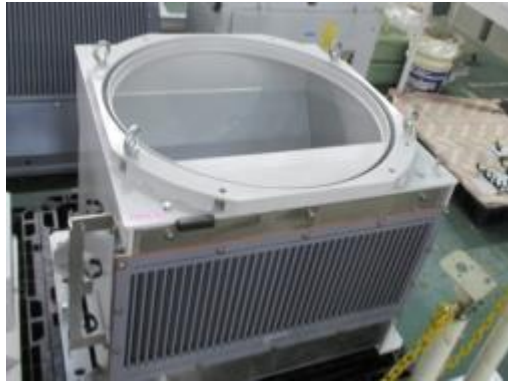


圖 6-10-3. 吊掛出之散熱鼓風機底座



圖 6-10-4. 車身吊掛作業

車身吊掛完成後，將轉向架定位施工，吊掛轉向架前須先拆卸輔助設備，包括砂箱、減震器及撒砂設備等，吊掛轉向架後，將錯置的墊片底座修正，並製作輔助工具確認安裝方向，依序調整各個位置，經本梯次檢驗人員確認無誤後，再請施工人員裝回轉向架框。轉向架復原後，再將機械室設備依序吊掛安裝，車頂裝回後，立約商再安排水密測試，以確保無漏水之虞。



圖 6-10-5. 拆下輔助裝置



圖 6-10-6. 吊掛轉向架



圖 6-10-7. 轉向架與輪軸組分離



圖 6-10-8. 錯置的墊片底座



圖 6-10-9.確認墊片底座安裝方向



圖 6-10-10.正確安裝方向之墊片底座

轉向架組裝工廠京王重機，因為施工的疏失而造成人力成本增加，工程進度延宕，立約商原預計的甲級拖運機車至港口，E511 機車因此也必須延後拖運。

本公司對於各型機車保養或維修，亦常有因施工不當而造成工期延後或成本增加之情事。本公司現場人員應以此案為借鏡，加強現場人員的培訓、建立專業檢修制度、導入合宜的工具、建立良好的施工環境及確保施工品質，建立維修、保養工作的專業度，以期降低車輛的故障率。

(二)實際案例分析：車軸配重測試及調整作業

車輛軸重是指每根車軸允許承受的最大整車重量。E500 電力機車依設計規範，車輛重量的標準為 93.2~98.8 公噸。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)。立約商於府中工廠配置軸重量檢測設備，軸重量檢測設備安裝於測試區地坑內，共有六組檢測單元，分佈在每個車輪的位置，每次可量測一組轉向架，檢測單元分別測量各車輪負載，六個車輪負載數據透過電腦計算出各車軸負載和左右兩側車輪負載的差異度。



圖 6-10-11.車軸檢測單元



圖 6-10-12.車軸檢測設備

本梯次檢驗人員於府中工廠參與 E516 車輛稱重測試，受測機車利用牽引機，分別牽引第一轉向架與第二轉向架於各車軸檢測單元上，反覆牽引測試兩次，檢測設備將兩次測試數據取平均值而產生一份數據報告。立約商現場資深工程師工藤貴之先生依測試結果進行判讀，除各車軸負載須符合規範要求外，各車軸負載左右輪差亦不可超過 0.8 公噸之規範標準。初測數據顯示，各車軸重及各左右輪差異皆符合契約規範之標準。但工藤先生根據數據解析及經驗判斷，針對#1 軸及#6 軸之左右輪軸重差可藉由配重調整而縮小其差異值，故於第一軸之第一位車架上，增加配重塊共 150 公斤；於第六軸之第十一位車軸左右捲簧底座上增加一只 3mm 厚之墊片，增加墊片前須利用千斤頂及治具將捲簧底座頂升，再將兩片嵌合式半月形墊片依序置入捲簧底座下，以達車軸配重平衡。配重塊及墊片施加於車體上後，再次施行車輛稱重測試。配重後的數據與配重前的數據比較，配重後縮小了各軸左右輪差，車軸的平衡度也大幅提升。



圖 6-10-13. 機車牽引機



圖 6-10-14. 測試人員儀器監控



圖 6-10-15. 測試數據判讀



圖 6-10-16. 增加配重塊



圖 6-10-17.兩片嵌合式半月形墊片



圖 6-10-18.利用千斤頂及治具頂升



圖 6-10-19.頂升高度約 10mm



圖 6-10-20.將墊片置入底座下

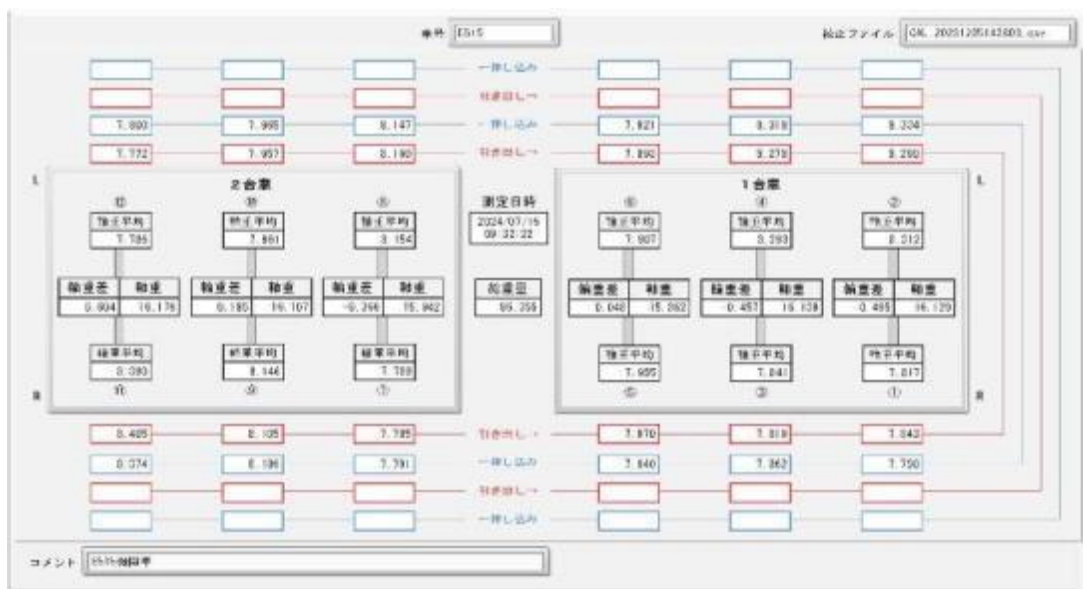


圖 6-10-21.E516 配重前軸重測試數據

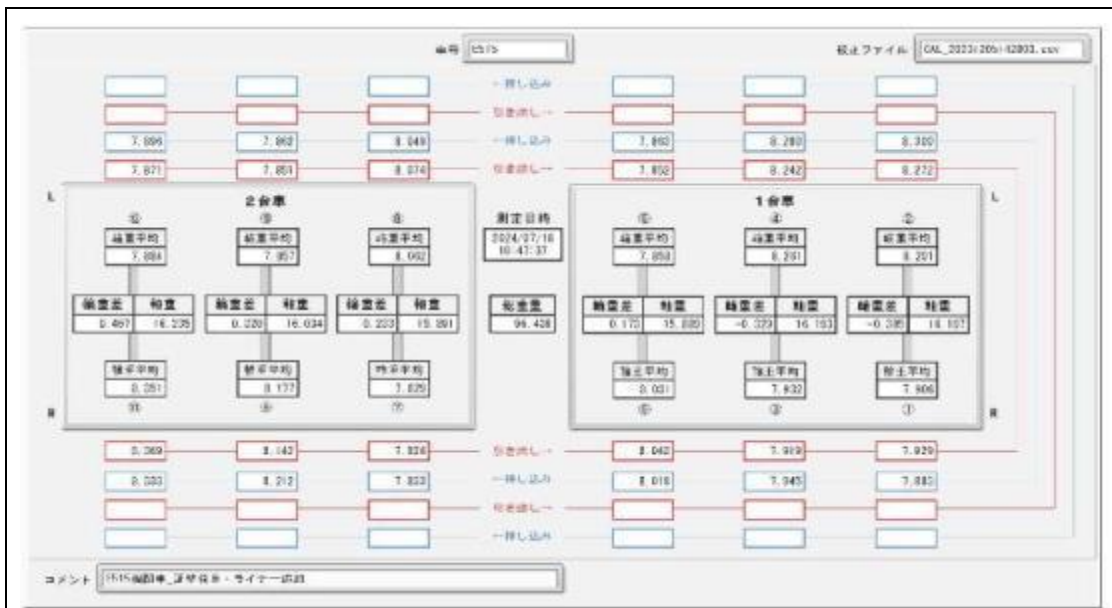


圖 6-10-22.E516 配重後軸重測試數據