

出國報告（出國類別：其他）

## 傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案 監造檢驗及監督(第 3 梯次)

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：幫工程司 陳敏祥

工務員 蕭啓全

派赴國家：日本

出國期間：104 年 10 月 19 日至 11 月 13 日

報告日期：105 年 1 月 20 日

## 摘要

本局為提昇服務品質，改善車輛行駛宜蘭線及北迴線路線彎道需限速之情形，及提高東部幹線運能，分別於 2006 年購入太魯閣自強號 48 輛及 2012 年再購入普悠瑪自強號 136 輛，惟近年來為因應東西部旅運量增加之需求，再辦理後續擴充增購普悠瑪自強號 16 輛，預定於 104 年 12 月底陸續交車投入營運。本案由日本車輛製造株式會社製造，依照契約規範規定，車輛製造期間本局需派遣監造人員至製造廠（含零配件製造廠）執行監造工作，並檢視有關工作(包括製造、測試、修正)之進行，以確保車輛製造品質及車輛性能均符合規範要求。

本批 2 人係執行監造本案之第 3 批次人員，奉派至日本車輛製造株式會社 (Nippon Sharyo, LTD) 豐川製作所執行監造檢驗工作，除依照契約規範要求執行各項檢查及檢驗工作外，另針對以優化減震系統來提高舒適度方案，其中對橫向震動以加裝半主動式油壓減震器優化，而在垂直震動方面則在轉向架上加裝 4 支一次懸吊油壓減震器來降低震動優化，另在車體中心銷左右兩側之橡皮止檔上，除優化橡皮材質外，並對其游動餘隙作適度修正，對此三項優化項日本批監造人員加強注意檢查，期能如期如質交車，於 104 年 10 月 19 日起程，至 104 年 11 月 13 日返國，為期 26 天。

# 目次

壹、 目的-----	3
貳、 監造週報表-----	4
參、 監造過程-----	8
一、 轉向架製造-----	8
二、 - 車體製造-----	16
肆、 心得及建議-----	22
一、 心得-----	22
二、 建議-----	23
伍、 專題報告-----	26
一、 傾斜式電聯車轉向架概要與檢查-----	26
二、 三相交流感應馬達 -----	45
三、 結語-----	56

## 壹、目的：

- 一、本次增購之傾斜式電聯車普悠瑪自強號 16 輛購車案，係由日本車輛製作株式會社製造。為確保車輛之製造品質，分批指派專業人員前往車輛製造廠辦理監造及檢驗作業。以確實掌握製造商對車輛製造時程表之管控，瞭解車架組裝、檢驗工作；鋁合金車體組裝、檢驗工作；車體塗裝、地板、車門、車窗、內部配管配線、車下配管配線、司機員室內裝、客室內裝、車下設備安裝工作等；轉向架框組裝、檢驗、機械加工，轉向架組裝、檢驗工作；車體與轉向架組合工作等。督導製造商確實依規範規定施工及檢驗，期能如期如質交車。並藉以學習軌道車輛製造過程及相關維修先進技能，提高本局維修技術，以提升本局服務品質。
- 二、本批 2 人係執行監造本案之第 3 批次人員，奉派至日本車輛製造株式會社(Nippon Sha ryo, LTD)豐川製作所、電機設備製造之東芝株式會社(Toshiba Transport Engineering Inc.)府中事業所、軔機系統製造之 Nabtesco 神戶工場及傾斜制御裝置設計製造之 Interface 大分事業所等 4 家廠商，辦理各項監造及檢視工作。於 104 年 10 月 19 日起程，至 104 年 11 月 13 日返國，為期 26 天，完成確認工作。

## 貳、 監造週報表

### 車輛監造週報表(第一週)

工程名稱：104年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16輛購案出國監造		
期間：自104年10月19日至104年11月13日止		
日期	星期	辦理事項
10月19日	一	桃園機場搭中華航空 17:05 (CI150)班機至名古屋。
10月20日	二	1.赴日本車輛公司與各部門主管會談，說明生產進度以及有關行程。 2.日本車輛公司安排安全衛生教育訓練。 3.瞭解豐川各工場及車輛製作現況。
10月21日	三	1.車下配管配線、車內配線、車體玻璃安裝及車體上批土檢查。 2.TEMA2073、TEP2037、TEMB2074 車體風道安裝檢查。 3.TEMB2072、TEP2036、TEMA2071、TED2037 車內配線及車下配管檢查。 4.TED2035、TEMA2069、TEP2035 轉向架檢查。
10月22日	四	1.車內配線、車下配管配線、車體玻璃安裝、車體上批土及天花板安裝檢查。 2.TED2035、TEMA2069、TEP2035、TEMB2070 車內天花板安裝檢查。 3.TED2037、TEMA2073、TEP2036 車下配管及車內配線檢查。 4.TEP2038、TEMA2075 轉向架組裝檢查。
10月23日	五	1.車下配管配線、車內配線、車體上批土塗裝、轉向架氣密檢查、配管及輪軸安裝檢查。 2.TED2035、TEMA2069、TEP2035 轉向架組裝完成檢查。 3.TEMB2076、TED2038 車體風道安裝檢查。 4.TEP2037、TEMB2074、TEMB2076 轉向架機械加工檢查。 5.TEP2036、TEMA2071、TED2036、TEMB2072 車內配線及車下配線檢查。
10月24日	六	例假日
10月25日	日	例假日
備註： U18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 U19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

車 輛 監 造 週 報 表 (第二週)

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案出國監造		
期間：自 104 年 10 月 19 日至 104 年 11 月 13 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
10 月 26 日	一	1.車內配管配線及車下配管配線安裝檢查。 2.TED2035 車下大型器吊掛檢查。 3.TED2036 車下線槽檢查。 4.TEMB2076、TEP2038、TEMA2075 風道安裝檢查。 5.轉向架管座焊接、機械加工、氣密試驗、輪軸組裝及荷重試驗檢查。
10 月 27 日	二	1.車內配管、配線及車下配管、配線及連結器安裝檢查。 2.TED2035 車內內裝及電裝檢查。 3.TEMA2069 車下大型器吊掛檢查。 4.TEMA2075 車下管架安裝檢查。 5.轉向架管座焊接、機械加工、配管安裝、軋機配件及馬達安裝、輪軸組裝及荷重試驗檢查。
10 月 28 日	三	1.車內配管、配線及車下配管、配線及連結器安裝檢查。 2.TEP2035 車下大型器吊掛檢查。 3.TED2035、TEMA2069 車內內裝及電裝檢查。 4.轉向架機械加工、配管安裝、軋機配件及馬達安裝、輪軸組裝及荷重試驗檢查。
10 月 29 日	四	1.車內配線、車下配管、配線及天花板安裝檢查。 2.TEMB2070 車下大型器吊掛檢查。 3.TEP2035、TEMA2069 車內內裝及電裝檢查。 4.轉向架配管安裝、軋機配件、馬達安裝、輪軸組裝及荷重試驗檢查。
10 月 30 日	五	豐川→豐橋→東京
10 月 31 日	六	例假日
11 月 1 日	日	例假日
備註： U18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 U19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

車 輛 監 造 週 報 表 (第三週)

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案出國監造		
期間：自 104 年 10 月 19 日至 104 年 11 月 13 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
11 月 2 日	一	1.東京→東芝株式會社府中事業所。 2.公司簡介、產品簡介及說明。 3.工廠安全教育講習。 4.電機產品製造工程視察。
11 月 3 日	二	東京 →新神戶
11 月 4 日	三	1.新神戶 → Nabtesco 株式會社神戶工廠。 2.產品簡介及說明。 3.品質管控說明。 4.工廠安全教育講習。 5.制動裝置及車側自動門設計製造視察。
11 月 5 日	四	新神戶 → 小倉
11 月 6 日	五	1.小倉 → 杵築 Interface 株式會社大分事業所。 2.Interface 株式會社大分事業所介紹各部門幹部。 3.產品簡介及說明。 4.工廠安全教育講習。 5.傾斜制御裝置設計製造視察。
11 月 7 日	六	例假日
11 月 8 日	日	例假日
備註： U18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 U19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

車 輛 監 造 週 報 表 ( 第 四 週 )

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案出國監造		
期間：自 104 年 10 月 19 日至 104 年 11 月 13 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
11 月 9 日	一	1.車內車下配管及配線、行李架、車內飾板安裝檢查。 2.TEP2035、TEMB2070、TED2035、TEMA2073 車下配線安裝檢查。 3.TED2038、TEMB2074 行李架安裝檢查。 4.TEP2037、TEP2038、TEMB2074、TEP2036、TED2037 車內飾板安裝檢查。 5.TED2036 車下主排障器安裝檢查。 6.轉向架管座焊接、輪軸組裝及荷重試驗檢查。
11 月 10 日	二	1.車內車下配管及配線、行李架、車內飾板安裝檢查。 2.TED2035 車內、車下配管配線安裝檢查。 3.TEMB2070、TED2037、TEMB2076、TEP2037 車下配線安裝檢查。 4.TEMB2074、TEMA2073、TED2036 車內飾板安裝檢查。 5.TEMA2069 轉向架與車體組裝檢查。 6.TEMA2075 車下大型器吊掛檢查。 7.TED2038、TEMB2072 車內廁所配件安裝檢查。 8.轉向架配管安裝、軋機配件及荷重試驗檢查。
11 月 11 日	三	1.車內配管配線、車下配管配線及車內飾板安裝檢查。 2.TEMA2069 車內座椅安裝及車體塗裝檢查。 3.TED2035、TED2036 駕駛室配線檢檢查。 4.TEP2036、TEMB2074、TEMB2072 車下配線安裝檢查。 5.TED2036、TED2037、TEMA2071、TED2038 車內飾板安裝檢查。 6.TEMA2073、TEP2037 車下配管安裝檢查。 7.TEMB2072 空氣管路洩漏試驗檢查。 8.轉向架荷重試驗檢查。
11 月 12 日	四	1.車內配管配線、車下配管配線及車內飾板安裝檢查。 2.TEP2035 車內廁所配件、車門配線及座椅安裝檢查。 3.TED2038、TEMA2069、TED2037、TEMA2073、TEP2037 車內配線及飾板安裝檢查。 4.TEP2036、TEMA2071、TEMB2076 車下配線安裝檢查。 5.TED2035、TED2036 駕駛室配線及飾板安裝檢查。 6.TEMA2075、TEP2038 車內飾板安裝檢查。 7.轉向架中心銷座安裝及各部螺栓標示塗裝檢查。
11 月 13 日	五	名古屋中部國際機場→桃園國際機場
備註：		
U18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036		
U19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		



## 參、 監造過程

本批監造小組於日本車輛豐川製作所執行監造檢驗工作，每日依日車提供之製造流程、工作項目、施工廠區及施工進度表，先開會研討後再到施工廠區進行各項檢查及測試工作。

### 一、 轉向架製造

(一) 傾斜式電聯車係採用無搖枕轉向架，轉向架有兩種型式，分別為具有驅動裝置之 M 轉向架及次要轉向架用的 T 轉向架。轉向架構造組成主要有：轉向架框、空氣配管、軔機裝置、主電動機（馬達）及齒輪裝置、輪軸裝置、軸箱支撐裝置、車體支撐裝置、軸端機器、排障器、APC 接收器等。

(二) 轉向架製造、組裝過程：轉向架框之退火、塗裝、機械加工、去毛邊、測量框架、水密檢查、氣密檢查、管座焊接、配管安裝、軔機安裝、馬達安裝、輪軸組裝、轉向架組裝、功能檢查（包含配管檢查、荷重檢查、軔機檢查等）。



圖 3-1 轉向架變形修正加熱



圖 3-2 轉向架變形修正冷卻



圖 3-3 轉向架機械加工



圖 3-4 轉向架機械加工鑽孔



圖 3-5 氣密試驗設備



圖 3-6 氣密試驗加壓測試



圖 3-7 氣密試驗計時



圖 3-8 檢視試驗壓力錶



圖 3-9 檢視試驗壓力記錄



圖 3-10 檢視試驗槽是否有氣泡





圖 3-11 氣密試驗完成用空氣吹淨



圖 3-12 轉向架管座銲接



圖 3-13 轉向架焊渣清除



圖 3-14 機械加工去毛邊



圖 3-15 轉向架配管



圖 3-16 軔機機件檢查



圖 3-17 碟式軔機、停留軔機檢查



圖 3-18 制動器與碟式軔機卡鉗組裝



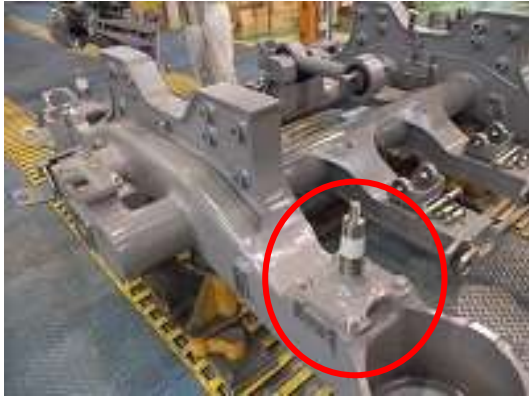


圖 3-19 轉向架內筒安裝檢查



圖 3-20 軋機機構安裝



圖 3-21 安裝固定螺絲



圖 3-22 馬達車輪組檢查



圖 3-23 T 車車輪組檢查



圖 3-24 轉向架車軸軸承檢查-1



圖 3-25 轉向架車軸軸承檢查-2



圖 3-26 軸箱體檢查



圖 3-27 軸箱下蓋及內筒檢查



圖 3-28 軸箱體套入軸承



圖 3-29 軸箱下蓋固定螺絲鎖緊



圖 3-30 軸箱前蓋組裝後安裝止動線



圖 3-31 軸箱下蓋固定螺栓止動線檢查



圖 3-32 馬達軸心檢查

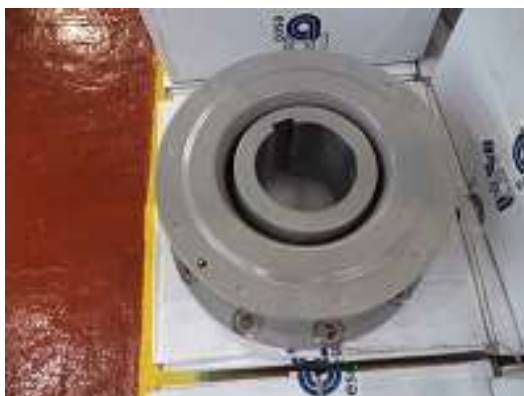


圖 3-33 馬達撓性接頭檢查



圖 3-34 馬達撓性接頭安裝-1





圖 3-35 馬達撓性接頭安裝-2



圖 3-36 馬達撓性接頭安裝檢查



圖 3-37 齒輪箱聯軸器組裝檢查

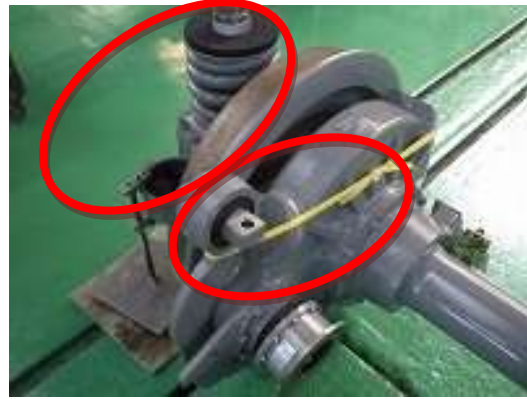


圖 3-38 軸箱支持裝置及齒輪箱吊臂固定



圖 3-39 轉向架與輪軸組裝-1



圖 3-40 轉向架與輪軸組裝-2



圖 3-41 轉向架與輪軸組裝-3



圖 3-42 齒輪箱吊桿安裝螺栓



圖 3-43 軸箱懸掛(內)安裝



圖 3-44 軸箱懸掛(內)固定螺栓鎖緊



圖 3-45 軸箱懸掛(外)安裝



圖 3-46 馬達安裝



圖 3-47 馬達固定螺栓鎖緊



圖 3-48 開瓦安裝



圖 3-49 檢查各部位螺栓是否鬆弛



圖 3-50 螺栓鬆弛鎖緊作業





圖 3-51 空車荷重與滿載荷重測試



圖 3-52 拖車轉向架各部尺寸量測



圖 3-53 配管壓力洩漏檢查



圖 3-54 配管洩漏檢查後配管拭淨



圖 3-55 軔機裝置作用檢查



圖 3-56 軔機機構間隙調整



圖 3-57 轉向架功能檢查錄影



圖 3-58 荷重試驗完成塗裝



## 二、車體製造



圖 3-59 車體塗裝檢查



圖 3-60 車體批土檢查



圖 3-61 車內內裝隔熱棉檢查



圖 3-62 車內風道安裝檢查



圖 3-63 車內配線拉線



圖 3-64 車內配線



圖 3-65 車內配線檢查-1



圖 3-66 車內配線檢查-2

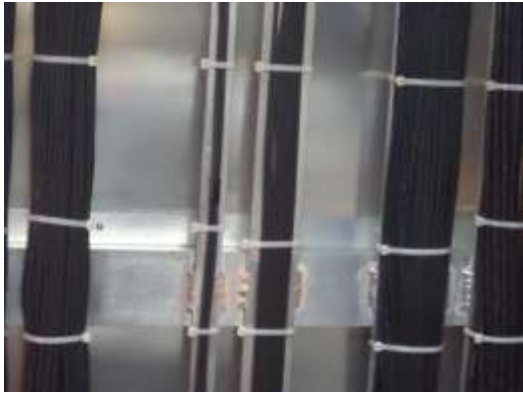


圖 3-67 車內配線檢查-3



圖 3-68 車內配線檢查-4



圖 3-69 車內通道門配線檢查



圖 3-70 車內配電盤檢查



圖 3-71 駕駛室配線檢查



圖 3-72 駕駛室配管檢查



圖 3-73 車內通道門配管檢查



圖 3-74 廁所配管檢查





圖 3-75 車內地板研磨檢查



圖 3-76 車內飾板安裝



圖 3-77 車內內裝檢查



圖 3-78 車內側板安裝檢查



圖 3-79 車內飾板安裝檢查-1



圖 3-80 車內飾板安裝檢查-2



圖 3-81 行李架安裝檢查



圖 3-82 駕駛室飾板安裝檢查



圖 3-83 車頂高壓設備檢查



圖 3-84 配管加工



圖 3-85 車下配管焊接檢查



圖 3-86 車下配管檢查-1



圖 3-87 車下配管檢查-2

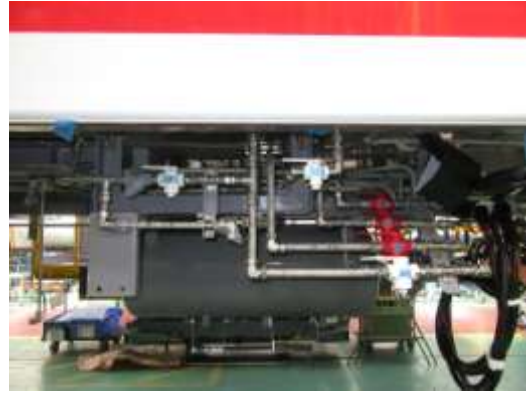


圖 3-88 車下配管檢查-3



圖 3-89 車下配管檢查-4



圖 3-90 車下線槽安裝檢查





圖 3-91 車下配線檢查-1



圖 3-92 車下配線檢查-2



圖 3-93 管線末端封管作業檢查



圖 3-94 電瓶箱安裝前檢查



圖 3-95 增速風泵檢查



圖 3-96 車下高壓電纜線施工



圖 3-97 高壓電纜線檢查



圖 3-98 前罩及連結器檢查



圖 3-99 車架中心插銷檢查



圖 3-100 車頂空調機檢查



圖 3-101 車頂高壓設備檢查



圖 3-102 座椅安裝檢查



圖 3-103 標誌塗裝檢查-1



圖 3-104 標誌塗裝檢查-2

## 肆、心得及建議

### 一、心得

本次奉派至日本辦理傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛監造檢驗工作，製造廠日本車輛製造株式會社豐川製作所，成立於西元 1964 年 7 月，主要產品為鐵道車輛關連製品(電車、客車、新幹線車輛、特急形車輛、通勤車輛、地下鐵車輛)、輸送機器關連製品(機關車、貨車、大型路上車輛、大型無人搬送車)。在監造期間看到有關車輛製造過程，包括車體部分(含材料加工、焊接、車體塗裝、配管、配線、儀裝及內裝等)及轉向架部分(含焊接、加工、組立及試驗檢查)。此行學習到很多車輛製造上之先進技術。

第一天進入日本車輛豐川製作所，映入眼簾的就是環境優雅整潔，廠房雖然老舊，但各工廠規劃設計良好，充分利用空間及二樓工作平台，動線流暢環境整潔，機具設備維護良好，工廠外規劃自行車停放區、物料採用自動倉儲設備管理，工廠內之員工，皆依其工作性質穿著規定的防護用具，如焊接工作人員均穿著防塵面罩等，皆是值得我們學習的地方。

此行日本車輛豐川製作所監造期間，車輛製造雖是傳統勞力密集工業，但是該公司充份利用機械設備以節省時間及勞力，加上嚴密之施工計畫及流程管控進度，故能完成客戶之需求。本局現行人力老化，新進人員流動率高，維修機械設備老舊、電動工具及個人維修配備不足，應考慮增設機械設備、電動工具，改善工作流程，以節省時間及人力。



## 二、建議

(一) 因為日本車輛豐川製作所廠區空間有限，要同時生產不同國內及國外之車輛，依據工作進度時程表如期完成交車，故車輛停放位置需事先規劃妥當及配合工作進度增加車輛調移次數，惟有利用高效率之工作台車（如圖 4-1、圖 4-2），始能加速車輛調移。工作台車分為主動台車及從屬台車，主動台車係利用蓄電池為電力，可前後移動及上下升降，從屬台車僅可上下升降，此種台車可利用於臺北機廠及高雄機廠之修車用途。



4-1 主動台車



圖 4-2 從屬台車

(二) 例假日期間搭乘日本各式鐵路運輸時，發現日本車站月台並沒有分第○月台及 A 側、B 側，而是以一股道代表一月台，並直接以阿拉伯數字順序來區別月台，使旅客更容易區別搭乘列車位置，減少誤乘之機會。另日本車站月台列車乘車資訊（如圖 4-3），均有指示各班次之車廂數，並且於各該月台地面上亦有標示每種列車車廂數等候搭乘位置，使旅客更容易得知乘車資訊，讓上下車更為順暢，可作為本局未來改善之參考。





圖 4-3 車站列車乘車資訊



圖 4-4 車站置物箱

(三) 近年來自助旅行蔚為風氣，不管是國內或是國際旅遊，常見背包客背著背包，拖著行李到各地旅遊。所以日本的大車站均設置有大小行李收費置物箱（如圖 4-4）以方便旅客暫時寄放。本局目前雖有此項服務但車站不多，未來可再增加提供服務之車站及空間，以增加附屬業務收入。

(四) 日本許多車站均設有紀念章，車站亦很貼心的提供紙張供旅客使用（如圖 4-5），為旅客到此一遊留下了見證，也讓旅客有搜集紀念章的樂趣。各個車站亦用心規劃，配合當地文化特色推出屬於自己車站特殊紀念章。也有車站配合當地的季節特色，每月更換紀念章，可作為本局未來之參考。



圖 4-5 紀念章及用紙



圖 4-6 止輪器收納架

(五) 本局現行在電聯車上皆有放置止輪器，因沒有規劃固定放置位置，目前是放置於機械室之地板上，保管取用不便，日本車輛止輪器收納架設計於車輪旁（如圖 4-6），不僅保管及取用均方便，本局未來採購車輛建議可採用該設計。

(六) 車站在辦理編組調車時，調車完畢後為防止停留車輛移動，一般皆會將停留車輛之最前端或最後端之手軔機鎖緊，但是在下一次編組調車時偶爾會發生遺忘將手軔機鬆開，以致車輛運用中發生鬆軔不良事故。在日本車輛公司看到貨車編組停留股道之最前端貨車（如圖 4-7），除了插有禁止移動之紅旗外，另外有懸掛手軔機鎖緊作用中之警示牌，可防止遺忘手軔機鬆開之情事，可作為車站之參考使用。



圖 4-7 禁動紅旗及手軔機鎖緊使用中警示牌

(七) 本局 GE 機車、R 型機車及莒光復興號折疊門客車，車齡老舊維修不易，加上陸續採購新車，車站及機檢段維修股道不足，故已發生車輛無處停放之問題，另為提高本局服務品質，建議老舊車輛應加速辦理報廢淘汰。

## 伍、 專題報告

### 一、 傾斜式電聯車轉向架概要與檢查

#### (一) 前言

傾斜式電聯車轉向架是二軸四輪無搖枕式，轉向架具有足夠之強度與剛性，能抵抗車輛行駛於不良路況所引起之應力與疲勞。其設計與製造在正常情況下，應能使用30年無需對轉向架框進行重大之重造、修理或補強工作。為提高通過彎道區域時之速度，會將空氣送入外軌側的空氣彈簧，讓高度上升的同時，會排出內軌側空氣彈簧的空氣，藉由車體維持2度傾斜，以保持乘坐時的舒適感，並可以更高速度地通過彎道的空氣彈簧傾斜的一種構造裝置。

轉向架空氣彈簧在運用狀態時，其距離軌面高度為980mm，空氣彈簧內部上面板與下方緊急簧間之間隙為65mm，萬一空氣彈簧破損或供氣系統故障時，因空氣彈簧上面板與下方緊急簧接觸，影響行車速度及旅客舒適，故發現破損後需限速75km/h行駛。因轉向架除使用中心插銷連接器與車體車架固定外，並同時使用左右動緩衝器及油壓緩衝器將轉向架與車體固定，以減低車輛前後及左右之衝動，故在發生重大事故時，可防止轉向架與車體脫離的風險。

本車型之轉向架可分為2種，各別為具有馬達裝置的M轉向架與拖車轉向架用的T轉向架。

M轉向架如圖5-1所示、T轉向架如圖5-2所示。

轉向架組裝完成之重量，M 轉向架=6900~7000kg、T 轉向架=5900~ 6100kg。

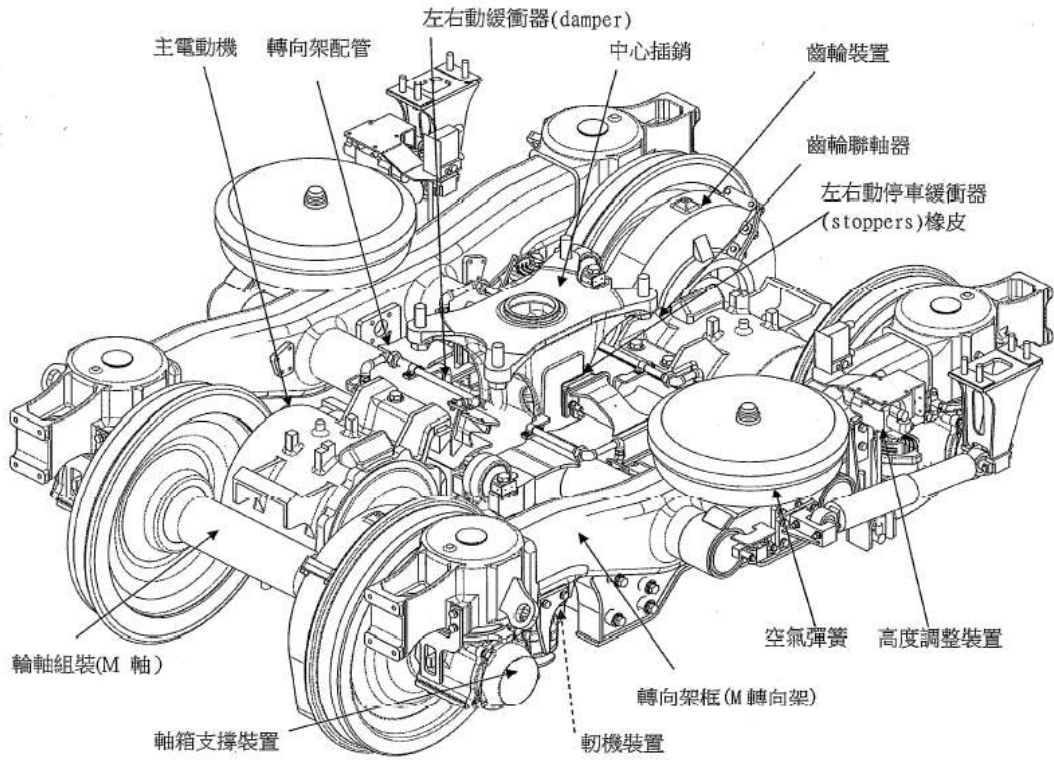


圖5-1 M轉向架

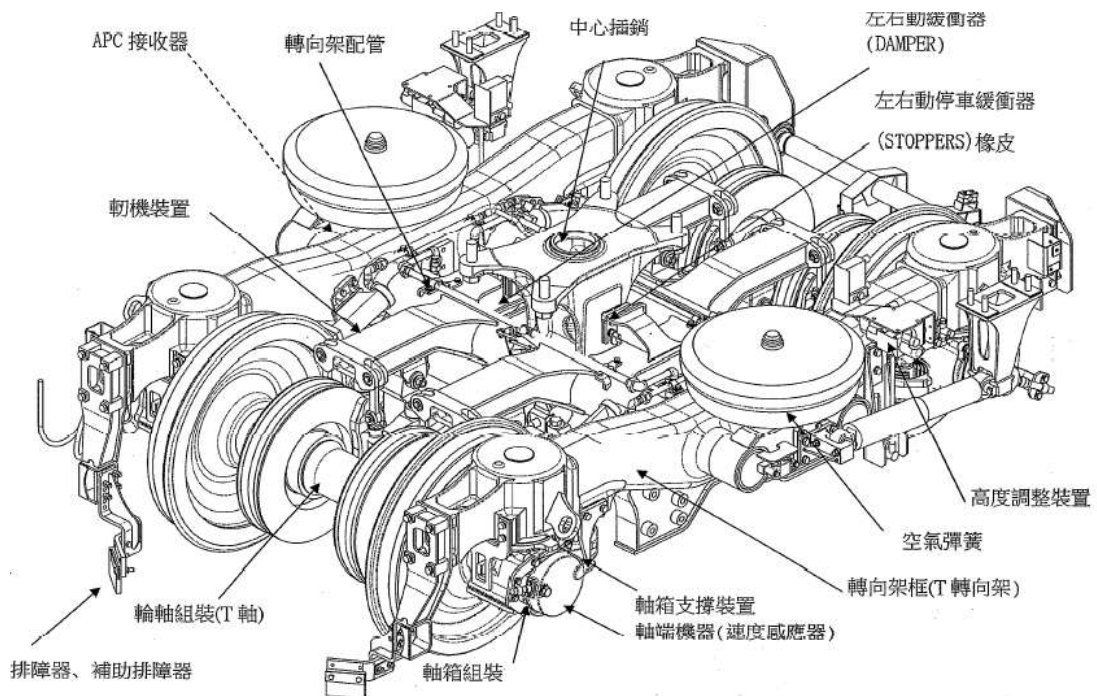


圖5-2 T轉向架

## (二) 轉向架框

轉向架框是由日本車輛製造株式會社設計，轉向架主要部位的材料是採用耐候性鋼板(SMA490BW)，再將應力集中的位置減到最小量，故在強度上可達到最高可靠度。

轉向架框架主要結構分為側樑及橫樑，分別焊接組裝後再結合組焊。側樑是由壓力機材與鑄鋼製的彈簧帽所組成；橫樑是使用無縫長筒管，並兼具空氣彈簧的補助空氣室(44.5L/空氣彈簧)的機能。兩個補助空氣室是經由差壓閥互相連接。

差壓閥的動作壓力是設定在1.5 bar，左右的空氣彈簧壓力差超過這個動作壓力時，閥就會打開，防止車體大幅度傾斜。

## (三) 輪軸組裝

M 轉向架及 T 轉向架之車輪，為共同之一體式軋製車輪，其設計、製造及檢驗應符合 AAR M-107 之標準，車輪材質採用 B 級，車輪新製時的直徑為  $\phi 860\text{mm}$ ，踏面硬度為 300~341HB，踏面形狀為 TRA 的 LC4348(A)圓弧踏面，輪箍寬度為 135mm。

車軸是依據 AAR 的 M101、Grade F 的材質，M 轉向架使用之車軸，有壓入車輪、車軸軸承及齒輪裝置；T 轉向架用車軸，則有壓入車輪、車軸軸承及軋機碟盤。

車軸軸承是 NTN 製的密封圓錐滾輪軸承，以使用無 Gear 前蓋的軸承作為一般用，接地用則是使用附 Gear 前蓋的軸承，作為速度探知用。T 轉向架使用之車軸，每 1 軸上有安裝 2 片軋機碟盤。軋機碟盤則是採用壓入輪軸內的輪轂部，與由螺栓連結輪轂的碟盤部所構成。

#### (四) 軸箱支撐裝置

軸箱支撐裝置，每一組軸箱使用兩個圓筒積層橡皮及非線形特性的線圈彈簧的串連方式，藉由滑動部的排除以及構造的簡單化，以達到搭乘舒適度的提升、減少噪音及維修不費力之目的。

#### (五) 車體支撐裝置

車體及乘客重量是由安裝於每一轉向架框上部的2組空氣彈簧所支撐。空氣彈簧為公稱 $\phi 520\text{mm}$ 的無枕樑式，為前後與左右方向之彈簧彈性系數不相同的各向異性的一種形式。

空氣彈簧的彈簧特性與衰減特性，設定在能獲得良好乘坐舒適度的最佳數值。空氣彈簧的下側凸起部，設有 $\phi 14\text{mm}$ 的節流孔，藉由空氣通過節流孔，就會發生衰減力。

空氣彈簧下面的積層橡皮，具有作為空氣彈簧排氣時的補助彈簧的機能，藉由與設置在空氣彈簧內部的緩衝橡皮的併用，在排氣行走時，能抑制對車體振動影響的一種構造。

運用中的車體高度，藉由高度調整裝置來保持。本車輛的高度與調整閥，與以往不同，使用附有對應空氣彈簧傾斜方式的車高控制機能的LV（稱為LV with Height Changer、H C L V，與以往的LV作區別。）

HCLV有以下兩個機能。

1. 作為原本LV的機能，因應空氣彈簧高度的變動，供給空氣彈簧內的空氣。另外，藉由排氣，保持車體維持在所定高度的機能。例如，乘客重量增加，車體就往下下降，高度調整閥轉變成供氣位置，供給空氣到空氣彈簧，使車體上升，到達所定的高度後，就

切斷空氣的供給。相反的，乘客重量減少，車體就會往上升，高度調整閥轉變成排氣位置，就會讓空氣彈簧降低到所定的高度。調整車體地面高度（空氣彈簧高度）時，就會藉由改變連結高度調整閥與轉向架框的高度調整桿的長度來進行。

2. 曲線通過時，為使車體傾斜，就會將LV的中止供排氣的中立位置offset（藉由外軌側高，內軌側低的控制），之後以平常LV的機能、保有將各自的空氣彈簧高度，配合offset的中立位置的機能（HC機能）。

本車輛的高度調整裝置，由這個HCLV與支援LV、以及切換兩者的切換閥，三個裝置所構成。

車體台架與轉向架框之間，轉向架側樑側面，各裝有左右1支油壓式的緩衝器(yam-damper)，對於轉向架的左右晃動時，使其產生衰減力，維持高速行走時的安定性。

## （六）軔機裝置

**M**轉向架：在每一個車輪，安裝有1組內藏間隙調整器(slack adjuster)機能的踏面側向擠壓式的軔機機組，後位轉向架的踏面軔機機組，4個中有2個附有停留軔機活塞。

**T**轉向架：每1軸安裝有2組附有間隙調整器(slack adjuster)機能的軔機卡鉗，各車的後位轉向架的卡鉗機組，4個中有2個附有停留軔機活塞。

停留軔機：在停留軔機活塞內的空氣壓，**M**轉向架為0.5MPa、**T**轉向架為0.45MPa以下時，就會自動啟動的構造。藉由行走前的操作，停留軔機活塞內的空氣壓若上升到上述的壓力以上的話，停留

軔機就會自動解除，不過除此之外，藉由拉起側樑兩邊的停留軔機斷開電纜的控制桿，就可以手動解除。

M轉向架踏面軔機安裝有燒結合金製（Sintered shoe）閘瓦，T轉向架的卡鉗軔機則安裝有燒結合金製（Sintered shoe）的軔塊（brake pad）。此外，T轉向架在每一個車輪安裝1組踏面清潔裝置。

#### （七）主電動機及齒輪裝置

主電動機連結於轉向架框，主電動機的車軸回轉，藉由齒輪聯軸器來傳導至齒輪裝置的小齒輪。

齒輪裝置，透過安裝小齒輪側端部的齒輪箱懸掛，被橫樑上的托架彈性支撐。齒輪裝置的齒輪比為5.60。齒輪裝置有安裝接地裝置。

#### （八）配管

轉向架的空氣配管，分為（1）基礎軔機配管（每一個輪軸有1系統、2系統/轉向架）。（2）停留軔機配管（後轉向架有1系統）。（3）踏面清潔配管（各T轉向架有1系統）。

配管的材料，係採用配管用不銹鋼鋼管。

配管的螺絲則使用管用錐形(taper)螺絲。此外，M轉向架的基礎軔機配管的連結部，有一部分是使用Swagelok。轉向架配管與車體配管，是以armored hose來相連接。T轉向架的軔機卡鉗與轉向架配管間，也是以armored hose相連接。



## (九) 轉向架例行測試檢查

### 1. 轉向架框架目視檢查

#### (1) 檢查條件

轉向架焊接完畢後實施目視檢查

#### (2) 檢查程序

- a. 檢查焊道是否依照圖面指示標準進行
- b. 目視檢查時必須檢查機械加工後表面如裂縫、氣孔、焊陷、焊道堆疊等焊接缺陷。
- c. 檢查焊接後焊渣的清除

#### (3) 檢查紀錄

- a. 檢查之結果記錄於圖 5-3
- b. 檢驗中指出之缺失應以兩面簡圖並紀錄缺失之描述及大略之位置。
- c. 攝影紀錄最初的轉向架框架目視檢查過程



## 2. 轉向架架框及配件焊接目視檢查標準

### (1) 適用範圍

此目視檢查標準適用於轉向架以及鋼鐵組件之焊接

### (2) 檢查標準

目視檢查標準如圖 5-4

目視檢查標準

項目	檢查標準
Crack 龜裂	不得有任何龜裂
Incomplete fusion 熔合不良	不得有肉眼可見之熔合不良
Incomplete penetration 滲透不足	不得有肉眼可見之滲透不足
Undercut 焊陷	(1) 焊陷深度應在板厚的 10% 以內並不超過 0.3 mm (2) 在焊道兩端 50 mm 範圍內不得有焊陷
Overlap 搭疊	不得有搭疊現象
Pit 麻點	不得有麻點
Spatter 焊濺物	不得有焊濺現象
Arc strike 弧擊	弧擊應移除之
Effective length of intermitted weld 有效焊道長	(1) 有效焊道長應在指示長度的 100% 至 110% (2) 焊道間距應在指示長度的 90% 至 110% 之間 (3) 如焊道無法依據指示之長度與間距辦理時，應依據焊接作業標準執行
Leg length without groove 無開槽腳長	腳長應不低於板厚的 80%
Root opening of a fillet weld	填角焊之焊道根面間隙不得大於 1.0 毫米，且不得有連續大於 0.5 毫米之間

填角焊之焊道根面 間隙									
The depth of penetration bead 焊道過透深度	焊道過透深度不得大於 3 mm								
Leg length with single bevel groove single J groove 有開槽腳長	腳長應不低於板厚的 25%								
Superficial roughness of weld bead 焊珠表面凹凸	連續 25 mm 長度內應不超過 2 mm								
Uneven width of weld bead 焊珠寬度差異	連續 25 mm 長度內應不超過 2 mm								
Height of Reinforcement 焊冠	<p>焊冠高度應依下表標準</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Thickness of plate 板厚</th> <th>Height 高度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.2 或以下</td> <td>2 以下</td> </tr> <tr> <td>超過 4.5 至 9</td> <td>3 以下</td> </tr> <tr> <td>9 以上</td> <td>4 以下</td> </tr> </tbody> </table> <p>(單位：mm)</p>	Thickness of plate 板厚	Height 高度	3.2 或以下	2 以下	超過 4.5 至 9	3 以下	9 以上	4 以下
Thickness of plate 板厚	Height 高度								
3.2 或以下	2 以下								
超過 4.5 至 9	3 以下								
9 以上	4 以下								
Plug welding 塞孔焊	(1) 不得有溶填不足現象 (2) 焊冠高度應如上表標準								
The decrease of base metal width by grinding 焊接部修飾研磨-母 材水平方向	切削量應在 0.3 mm 以內								
The decrease of base metal thickness by grinding 焊接部修飾研磨-母 材板厚方向	切削量應在 0.3 mm 以內								

圖 5-4 目視檢查標準表

### 3. 轉向架框架尺寸檢查

(1) 檢查條件

機械加工後的轉向架尺寸測量及目視檢查

(2) 檢查程序

a. 尺寸測量

(a) 圖 5-5 所示之項次尺寸必須量測或計算

檢查項目

單位：mm

No. 項次	Item 項目及參考說明	Reference 符號	Drawing Dimension 圖面尺寸	Tolerance 允收標準
1	Longitudinal length between tram marks at A1 & A2 長軸方向 A1 及 A2 標記之長度	A1, A2	2400	±3
2	Difference between A1 & A2 A1 及 A2 標記之長度差異	A1-A2	0	Less than 1
3	Lateral length between tram marks at B1 & B2 橫軸方向 B1 及 B2 標記之長度	B1, B2	1640	±0.5
4	Difference between B1 & B2 B1 及 B2 標記之長度差異	B1-B2	0	Less than 1 1 以內
5	Difference between diagonal length over tram marks at C1 & C2 對角線 C1 及 C2 標記之長度	C1-C2	0	Less than 1.5 1.5 以內
6	Lateral length between the centers of air spring guides at D 空氣彈簧中心橫軸方向 D 標記之長度	D	2000	±1
7	Lateral length between the centers of air spring guides & center of bogie frame 空氣彈簧中心與轉向架框架中心的距離	D1, D2	1000	±1

圖 5-5 檢查項目表

(b) 尺寸量測之抽樣頻率為全部轉向架架框

(c) 詳細的尺寸量測點，如圖 5-6 所示

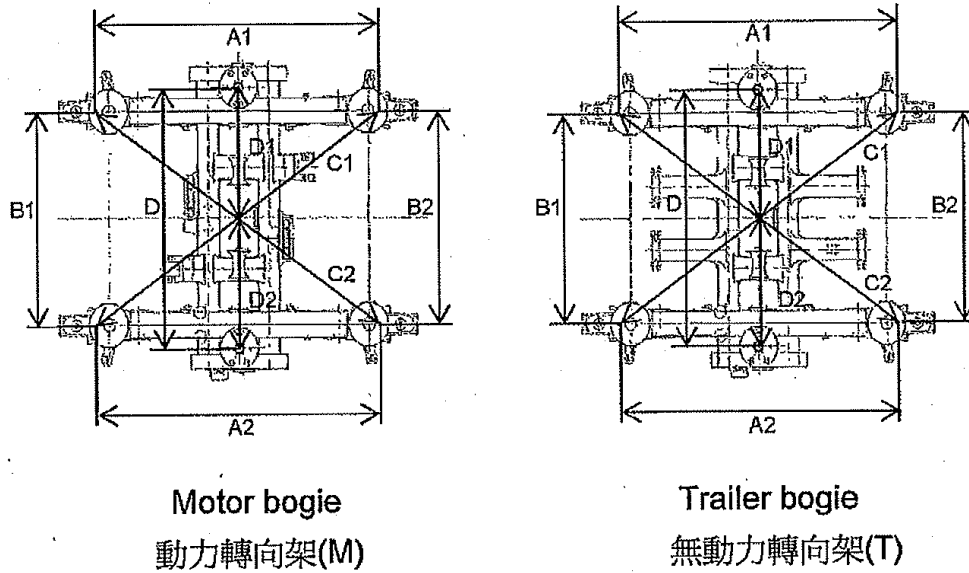


圖 5-6 尺寸量測點

b. 目視檢查

(a) 機械加工後之表面狀況

(b) 目視檢查時必須檢查機械加工後表面如裂縫、氣孔、焊陷、  
焊道堆疊等焊接缺陷。

(3) 檢查紀錄

檢查之結果記錄於圖 5-7



#### 4. 轉向架功能檢查

##### (1) 檢查條件

- a. 轉向架組裝完成後實施
- b. 本項檢查的實施對象為轉向架單體
- c. 施加荷重進行檢查時，空氣簧/偏搖油壓減振器將予以暫時性卸除。
- d. 與車體連結後，將依圖 5-8 的 No. 1~3 三個項目再度進行調整。

##### (2) 檢查程序

- a. 依圖所列之功能檢查項目為在荷重實驗機上加掛相當於空車狀態(AW0)的荷重下實施檢查。
- b. 其次，加掛相當於滿載狀態(AW3)的荷重下實施軔機功能檢查及配線檢查。
- c. 施加荷重時的情形如圖 5-10 所示，以荷重橫樑從轉向架上方施加荷重。
- d. 各轉向架的荷重條件如圖 5-9 所示
- e. 實際的荷重施加值大小為如圖 5-9 所示的數值減掉荷重所需治具(荷重橫樑、I 形承受鑄塊及荷重承受台)重量的值。
- f. 本項檢查適用於全體完成之轉向架

##### (3) 尺寸測定

##### (4) 軔機功能

- a. 檢查軔機裝置是否能圓滑動作
- b. 自動間隙調整裝置作用後進行煞車來令片間隙的測定
- c. 軔機功能將以下述的壓力實施



(a) 動力車轉向架

基礎軔機 0.334~0.402 Mpa

緊急軔機 0.432~0.520 Mpa

停留軔機解除 0.50 Mpa

(b) 拖車轉向架

基礎軔機 0.263~0.324 Mpa

緊急軔機 0.337~0.416 Mpa

停留軔機解除 0.45 Mpa

(5) 軔機配管之空氣洩漏

(6) 在緊急軔機壓力的壓力值為 0.52 Mpa 的條件下，使用肥皂水檢查配管、L 型管確認無空氣外漏之情事。

(7) 配線狀況

檢查配線是否有充足的長度，彎曲方式是否適當，是否有施以合適的支撐及保護措施。另檢查配線是否與其他零件有所接觸。

(8) 螺栓及螺帽的締結情況

使用錘子檢查螺栓及螺帽是否鎖緊

(9) 塗裝狀況

確認塗裝狀況有確實依圖面指示分色塗裝

(10) 檢查紀錄

a. 檢驗之結果紀錄於圖 5-11

b. 檢驗中指出之缺失應以兩面簡圖並紀錄缺失之描述及大略之位置。

c. 攝影紀錄轉向架功能檢查過程

檢查項目

單位：mm

No. 項次	Item 項目	Criteria 判定基準		
		Reference 參照	Drawing Dimension 圖面尺寸	Tolerance 公差
1	Vertical distance between axle box & hanger 軸箱本體基準面和轉向架樞基準面的間隙	A1, A2 A3, A4	70	±3
2	Difference between these four A's A 尺寸的差	Max A-Min A	---	4 or less than 4 4 以下
3	Thickness of adjusting liner 墊片的厚度 (Record liner quantity) (墊片量的紀錄)	A1, A2 A3, A4		t 1.2
				t 1.6
				t 2.3
				t 3.2
				t 4.5
			t 6.0	
4	Difference between height of motor side & gear side of gear coupling 主電動機側及齒輪裝置側的齒輪形聯軸器的高低差	B1-B2 B3-B4	3.0	±1.5
5	Brake function 制機功能	---	Work smoothly 能夠圓滑進行動作	
	Brake pad clearance 煞車來令片的間隙	C1, C2 C3, C4	Motor bogie M 轉向架 Trailer bogie T 轉向架	6 or more than 6 6 以上  There should be a gap 有間隙無完全緊貼之情事
6	Air leakage for brake piping 檢查制機配管有無空氣外漏之情況	---	No leakage 無空氣外漏之情事	
7	Wiring condition 配線狀況	---	To be properly supported and secured, with sufficient slack and proper bends, and not contacting other parts 配線有充足的長度，彎曲方式適當，並施以合適的支撐及保護。	
8	Tightness of bolts & nuts 螺栓及螺帽的締結	---	Properly tightened and torqued 兩者均有確實締結	
9	Painting condition 塗裝狀況	---	To be painted evenly with proper coverage and without excessive sags 塗裝狀態清楚確實	

圖 5-8 檢查項目表

各轉向架的測試荷重

單位：kN/轉向架

Load condition 荷重條件	AWx Designation 名稱	TED		TEM <sub>A</sub>		TEP		TEM <sub>B</sub>	
		Front bogie	Rear bogie	Front bogie	Rear bogie	Front bogie	Rear bogie	Front bogie	Rear bogie
		前位 轉向架	後位 轉向架	前位 轉向架	後位 轉向架	前位 轉向架	後位 轉向架	前位 轉向架	後位 轉向架
Tare load 空車荷重	AW0	144 (137)	130 (123)	134 (127)	124 (117)	154 (147)	141 (134)	134 (127)	125 (118)
Crush-Laden 滿載荷重	AW3	170 (163)	165 (158)	178 (171)	172 (165)	193 (186)	187 (180)	178 (171)	173 (166)

※(): The actual value applied with a loading machine

※(): 荷重實驗機的實際荷重值

圖 5-9-各轉向架的測試荷重

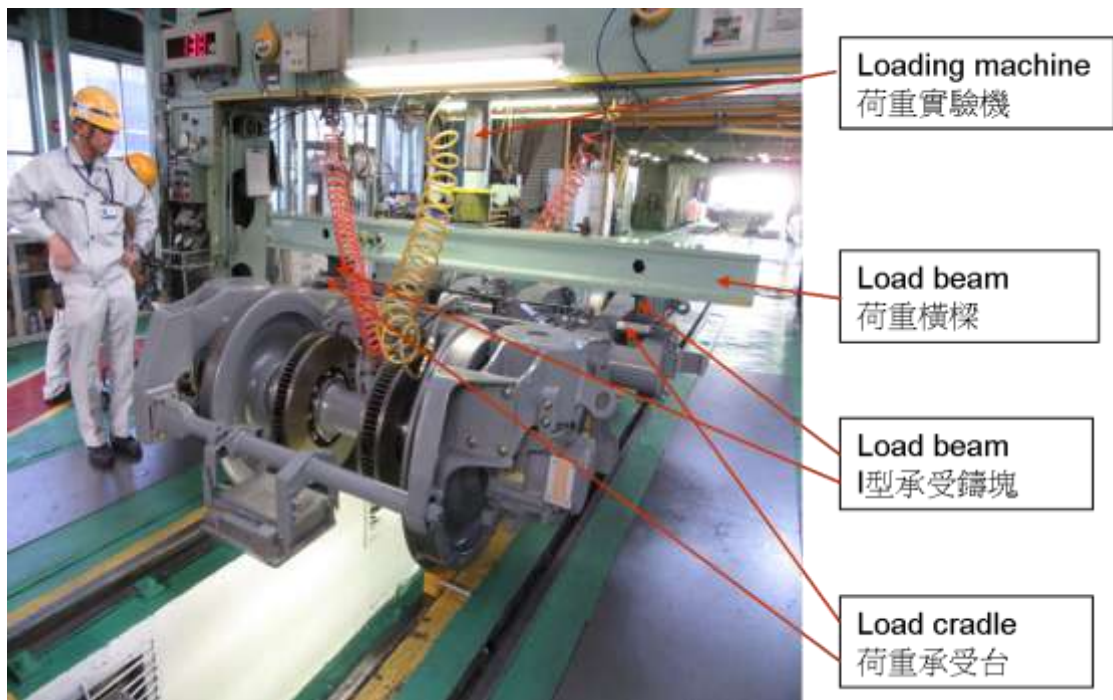


圖 5-10 施加荷重時的情形



## 5. 轉向架功能檢查作業



圖 5-12 荷重實驗機



圖 5-13 軔機配管加壓



圖 5-14 軔機洩漏檢查



圖 5-15 煞車來令片間隙測量



圖 5-16 踏面清掃裝置間隙測量



圖 5-17 軸箱檔塊間隙測量



圖 5-18 軸箱本體與轉向架框間隙測量



圖 5-19 側樑空氣彈簧位置測量





圖 5-20 APC 接收器尺寸測量



圖 5-21 轉向架尺寸臨時紀錄

## 二、三相交流感應馬達

### (一) 結構及原理

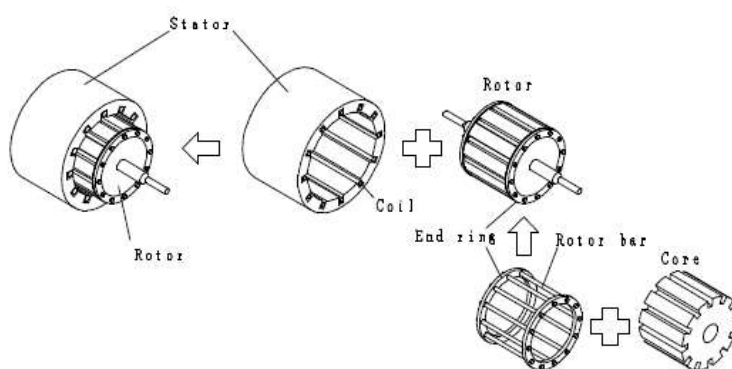


圖 5-22 三相交流感應馬達的基本結構

U、V 及 W 三相的繞組安裝在定子上。該轉子是鼠籠式結構，而轉子棒是藉著短路環來形成短路。

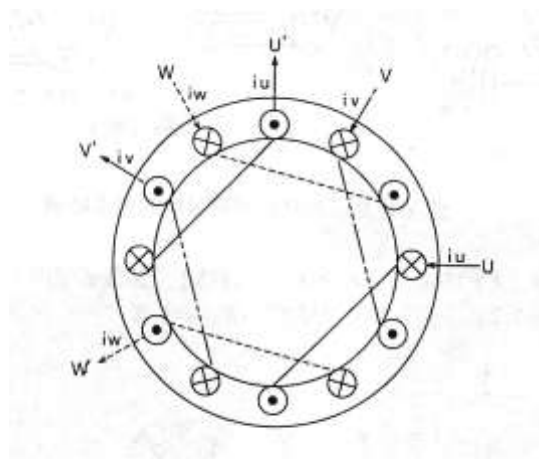


圖 5-23 定子線圈

當三相交流電壓輸入至定子線圈時，定子周圍則產生旋轉磁場。當鼠籠式轉子插至產生旋轉磁場的定子內時，且在轉子棒穿過旋轉磁場的磁通量時，會產生感應電動力，使二次電流流經轉子棒。因此，在轉子上即產生扭力。

流經定子線圈的 AC 電流在一個週期時，旋轉磁場會沿著轉子旋轉一圈。在 4 極的情況下，AC 電流在一個週期內，旋轉磁場將沿著轉子轉動 1/2 圈。在 6 極的情況下，AC 電流在一個週期內，旋轉磁場將沿著轉子轉動 1/3 圈。在 P 極的情況下，AC 電流在一個週期內，旋轉磁場將沿著轉子轉動 2/P 圈。

假設電源頻率為  $f_i$  (Hz)，轉子的轉動速度為  $n$  (rpm)，而極數為  $P$ ，則  $n$  代表「同步速度」。

$$n = 2 \times f_i \times \frac{60}{P} = \frac{120f_i}{P}$$

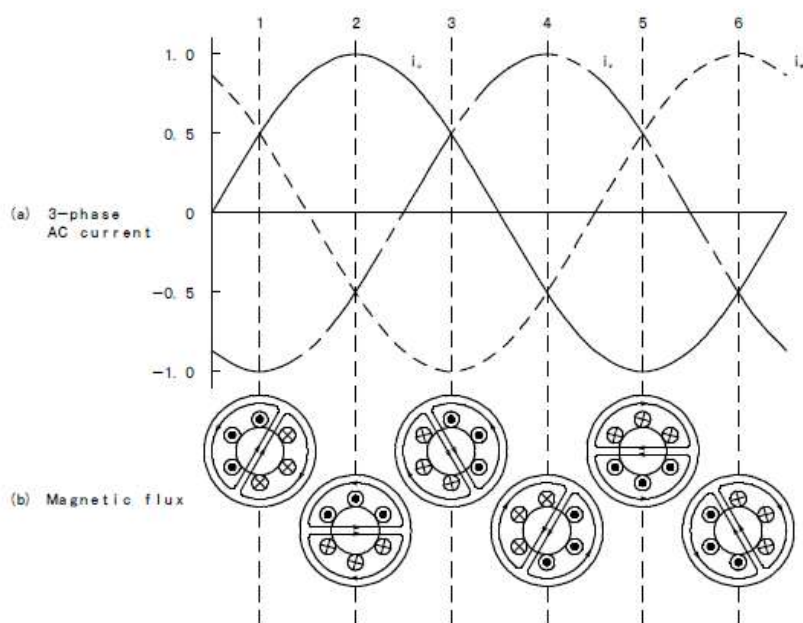


圖 5-24 3 相 AC 電流及磁通量

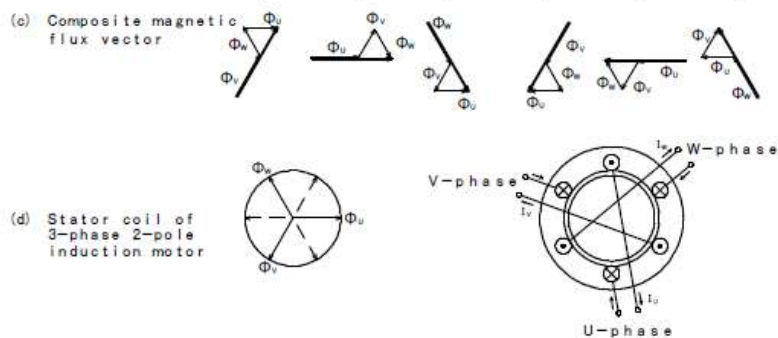


圖 5-25 3 相 2 極三相交流感應馬達旋轉磁場的產生原理

## (二) 轉差、轉差頻率及轉差率

轉子的旋轉速度幾乎等於旋轉磁場的轉速，但並不完全相等。兩者之間的差異稱為「轉差」。轉差是三相交流感應馬達的一個非常重要的控制要素。在出力時，而又有一個負載施於轉子上時，轉子的轉速會稍微落後於旋轉磁場。相反地，在電軔時，轉子的轉速會稍微領先於旋轉磁場。假設旋轉磁場的頻率為  $f_i$  (Hz)，而轉子的頻率為  $f_m$  (Hz)，則： $f_i - f_m = f_s$ ， $f_s$  稱為「轉差頻率」，而下列方程式中之  $S$  則稱為「轉差率」。

$$S = \frac{(f_i - f_m)}{f_i}$$

在出力時，由於  $f_i$  大於  $f_m$ ，所以  $f_s$  為正。相反地，在緊軔時， $f_i$  小於  $f_m$ ，所以  $f_s$  為負。

## (三) 轉子所產生的扭力

一般而言，在三相交流感應馬達的轉子上所產生的扭力可以表示如下：

$$T = k_1 \times \theta \times I \text{----- (式 1)}$$

其中：



$$\emptyset = k_2 \times (V/f) \text{----- (式 2)}$$

$$I = k_3 \times \emptyset \times f_s \text{----- (式 3)}$$

將(式 2)的磁場  $\emptyset$  及(式 3)的馬達電流  $I$  代入(式 1)得到：

$$T = k_1 \times \emptyset \times I_r = k_4 \times (V/f_i)^2 \times f_s \text{----- (式 4)}$$

此外馬達輸出功率  $P$  及馬達扭力可以(式 5)來表示，其中  $k_5$  為常數。

$$T = k_5 \times (P/f) \text{----- (式 5)}$$

其中  $T$  為扭力， $f_i$  為電源頻率， $I_r$  為轉子電流， $\emptyset$  為磁通量， $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $k_4$  為常數， $f_s$  為轉差頻率， $V$  為馬達端子電壓。

此等式說明轉子所產生的扭力  $T$ ，與轉差頻率  $f_s$  和馬達端電壓  $V$  除以電源頻率  $f_i$  平方的積成正比。同時，該等式亦說明當轉差率為負值時，所施加的電軔力也是負的。因此，針對電聯車輛主變流器箱內安裝有  $VVVF$  變流器而言，藉由控制  $V/f_i$  或轉差率即可隨意地控制牽引力及電軔力。

#### (四) 轉子旋轉的方向

三相交流感應馬達轉子的轉動方向是與定子的旋轉磁場轉動的方向相同。因此，當 3 相之任 2 相改變其相位順序時(例如，從  $U-V-W$  變為  $U-W-V$ )，旋轉磁場轉動的方向就變成與轉子轉動的方向相反。要改變相位之順序，則可針對  $VVVF$  變流器內改變每相切換元件的切換時間即可。控制感應馬達速度的技巧有以下三種：

1. 變壓定頻控制
2. 定壓變頻控制
3. 變壓變頻控制

(1) 變壓定頻操作 ( $T_e \propto V_s^2$ )

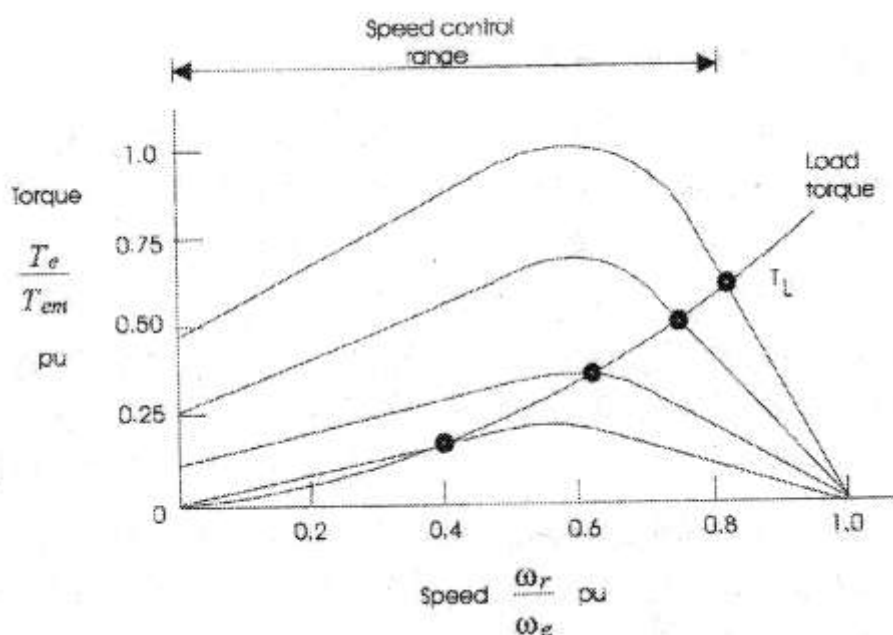


圖 5-26 改變定子電壓的扭力—速度曲線

圖 5-26 顯示當僅有供應電壓改變時扭力特性的變化，扭力隨著  $V^2$  的比例增加，但是起動的扭力低且有效的速度控制範圍小。此速度的控制方法是利用高轉差，在機械上會引起相當大的銅損。因此，會產生嚴重的機械溫升的問題。

同樣的，經由定子電壓來控制定子電流每單位安培所產生的扭力，隨著  $i_d$  的減少而減少。氣隙磁通的衰減與電壓和頻率的比率有關且隨著電壓減少、因此，增加電流量與在缺乏扭力/電流的特性下，減少電壓的結果有著同樣的扭力值。所以，此方法對於控制電聯車變流器系統是不適當的。

(2) 定壓變頻操作 ( $T_e \propto 1/f^2$ )

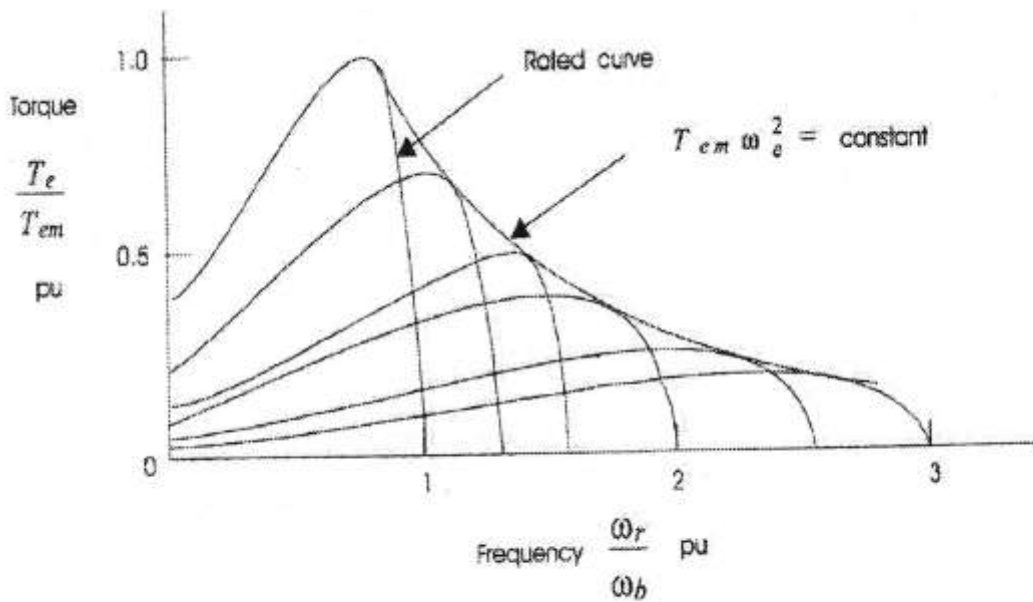


圖 5-27 定壓變頻的扭力—速度曲線

假如定子頻率增加到額定值以上，氣隙磁通和定子電流隨頻率增加而減少，相當大的扭力也隨著減少。假如嘗試在額定電壓下減少供應的頻率，氣隙磁通將會引起定子電流的過度飽和。因此，此扭力特性對於電器軌道的運轉是不適當的，之後它需求的速度控制超過一個包含扣除基本速度範圍的寬闊範圍。因此，扣除基本頻率  $\omega_b$  區域應隨著藉由定子電壓而減少以維持固定的氣隙磁通。

### (3) 變壓變頻操作

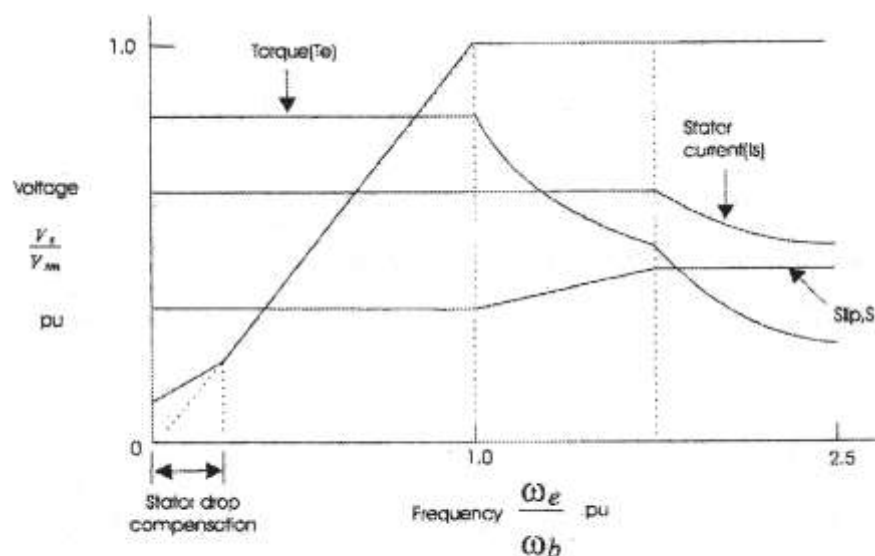


圖 5-28 變壓變頻的扭力—速度曲線

- a. 定扭力區在額定速度下使用。在此區域，電壓是依照定子頻率的改變做控制以維持  $V_s/\omega_e$  的比率，且馬達電流也由固定的轉差頻率來控制一個固定的速度。因此，此區的操作有一個具有高起動扭力的恆定加速特性。
- b. 定功率區在定子電壓上升到額定值之後開始。在此區域，當頻率增加，氣隙磁通依照  $V/F$  比率減少而減少。但是定子電流藉由增加轉差來維持固定，直到馬達扭力上升到馬達可以容許的最大值。此操作是等效於一個各自激磁且減弱磁場模式的直流馬達。
- c. 馬達特性區在被馬達特性曲線所限制的最大轉差開始。馬達的輸出扭力被以下的崩潰扭力所控制。因此，轉差頻率維持固定且對於速度控制僅有增加變流器頻率。所以，對於變流器頻率其定子電流是反比例的減少，且扭力隨變流器頻率的平方而反比例減少。

## (五) 傾斜式電聯車牽引馬達

傾斜式電聯車 VVVF 變流器推動系統使用之牽引馬達

類型：SEA-431

型式：四極，鼠籠式，3 相感應馬達

通風：自行通風

1 小時額定：220 kW-1370 V-113 A-3100 轉/分-105Hz

連續額定：200 kW-1370 V-103 A-3105 轉/分-105Hz

絕緣等級：等級 H

耐壓試驗電壓：5400 V

最大運轉速度：5332 轉/分 (φ780mm 輪於 140 km/h)

最大設計速度：5713 轉/分 (φ780mm 輪於 150 km/h)

超速試驗：6450 轉/分

輪子直徑：φ860 mm (於新情況下)

φ820 mm (於計算情況下)

φ780 mm (於完全磨損情況下)

齒輪比：5.60 (84/15)

重量：大約 630kg

試驗：IEC 60349-2

## 1. 各部構造的特徵

### (1) 定子

利用藉由換流器運轉時的諧波電流的表皮效果現象增大交流電阻，爲了抑制溫度上昇而增加定子線圈的並聯數量，並將線圈的截面形狀設爲扁平狀。爲了使線圈端部能抵抗振動而加強固定。使定子槽形狀成爲後退槽，在槽開口部設置通風的空間以提高冷卻效果。將空氣間隙設計得比一般產業用的還要寬廣，成爲不易附著塵埃的構造。

### (2) 轉子

使轉子成爲堅固的鼠籠型，成爲抵抗高速旋轉的構造。爲了確保轉子線棒的滑差（slip），使用比電阻較大強度也較充分的鋅銅合金，而且，爲了使轉子端環盡可能抑制熱膨脹，因此由電阻較低的純銅所構成。轉子線棒與轉子端環利用銀焊強固地進行接合，在轉子端環上以安裝非磁性的固定環成爲更能抵抗高速旋轉的構造，並使信賴性能得以提升。

### (3) 軸承

爲防止軸承的電蝕，會採用比一般軸承可延長潤滑壽命的 PPS 絕緣軸承。在反驅動側採用徑向深溝槽的滾珠軸承，而驅動側則採用徑向滾筒軸承，並考量軸承負重選擇最適合之軸承大小。滾筒軸承採用可抵抗高速旋轉的導引滾輪方式。滾珠軸承箱（housing）採用卡式（cartridge）構造，不需分解軸承部就可一體地將轉子與軸承箱從定子

框取出。本主電動機的軸承周圍的構造採用迷宮式 (labyrinth) 構造，可進一步利用壓力差防止空氣的流動，並在防止軸承內的塵埃進入之負壓緩和穴設置鏡蓋。

軸承的構造爲了對應高速化，增加初期潤滑油的填充量，而且成爲可有效應用基礎油的構造。另外，也採用了可延長保修週期的中間上油 (interim greasesupply) 方式。而且，還具備了可將積蓄在端蓋的廢油室的舊潤滑油基礎油還原再利用的機構。

#### (4) 速度感測器

感測旋轉速度與旋轉方向的速度感測器，是採用電磁誘導型（無電源方式），且安裝在驅動側。

### (六)齒輪聯軸器的軸差調整要領（齒輪箱懸掛的調整要領）

齒輪箱懸掛裝置，管理調整主電動機側軸中心與小齒輪軸中心的差距。空車運行維護時，從主電動機側邊軸中心到小齒輪軸中心，爲了成爲  $2.0 \pm 1$  mm 的低狀態，以齒輪箱懸掛裝置上部的調整墊片來進行調整。注意主電動機軸中心至小齒輪軸間的差距，若超過上記的公差範圍的狀態，恐怕會有損害齒輪連軸器的危險。

本作業以放入車體狀態(運轉維護狀態、空氣彈簧有效狀態、軔機緩和狀態)或者以轉向架單體時(轉向架完成狀態)來進行。此外，調整作業以修理線(pit)來進行。以轉向架單體進行調整時，轉向架上負荷相當於車體重量之後，確認軸彈簧裝置 A 尺寸在基準範圍內之後再進行。

### 調整要領

1. 使用直角尺等來測量圖 5-29 的 L1、L2，確認高度差 L1-L2 為  $3.0 \pm 1.5 \text{ mm}$ 。尺寸偏離時，以齒輪箱懸掛裝置上部的調整墊片來調整。

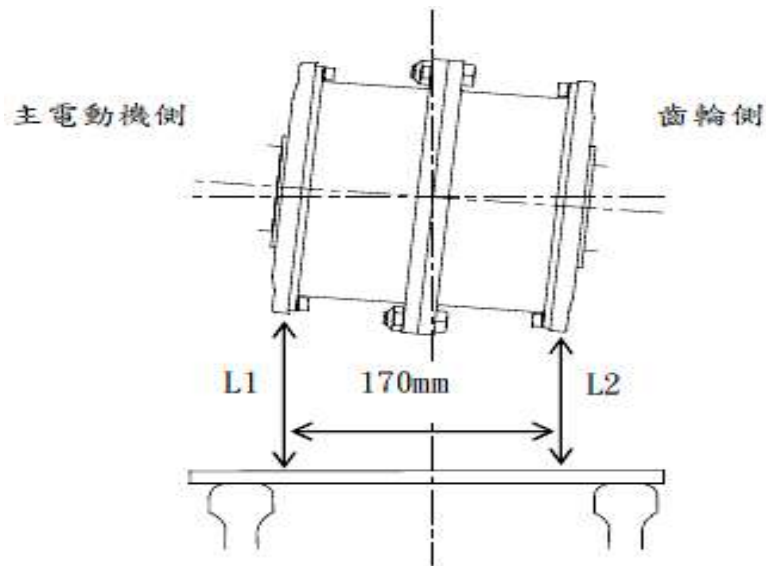


圖 5-29 齒輪輪軸器軸差測定要領

2. 前項值偏離的話，在齒輪箱懸掛裝置上部，藉由調整板的追加（小齒輪軸的高度上升）或者拔除（小齒輪軸下降），來調整小齒輪軸中心的高度。若追加 1 片調整板(t1)，小齒輪軸就會變高約  $0.7 \text{ mm}$ 。調整後，要確認緩衝橡皮左右的調整墊片數是否相同，調整板有沒有從座面露出來。



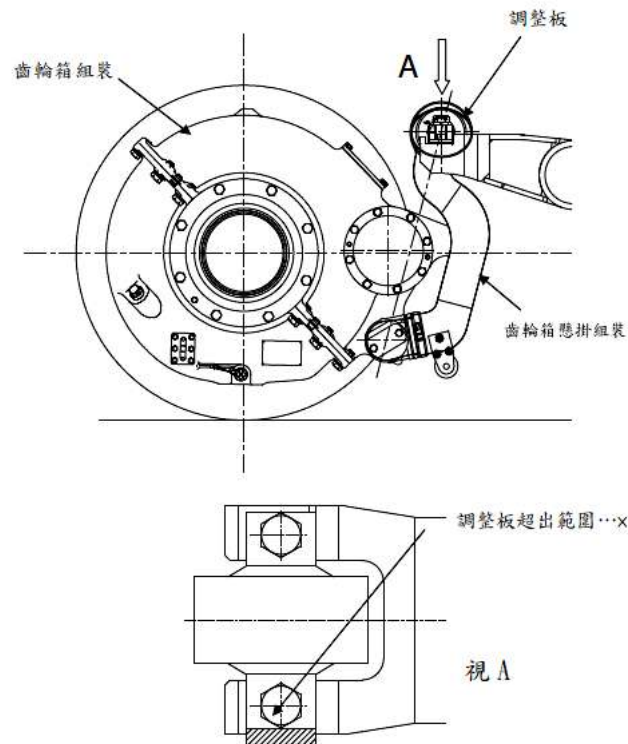


圖 5-30 齒輪箱懸掛裝置 調整版

### 三、結語

轉向架係支撐車體及乘客、行李之重量，使整輛車通過曲線軌道時能圓滑順暢通過；行駛中減少產生震動及噪音，影響乘客舒適度；傳達動力及在規定之距離內煞車停止。轉向架構造主要有：轉向架框、空氣配管、軔機裝置、主電動機（馬達）及齒輪裝置、輪軸裝置、軸箱支撐裝置、空氣彈簧、高度調整裝置、軸端機器、排障器、APC 接收器及油壓減震器等，其各個零組件之製造品質及組裝是否良好，關係整體車輛行車安全，本次監造期間見識到轉向架製造過程、檢驗方式、加工方式、組裝方法、檢查方法及調整要領等，尤其對牽引馬達組裝、輪軸組裝、軔機裝置、空氣彈簧及轉向架組裝有深入之瞭解，對於提升修車技術受益良多。

爲了確保車輛正常運用，平常除依據定期檢修之規定進行保養外，針對重要零組件亦應進行性能維持管理。因此車輛維修保養理念（預防性保養、事後維修、自主性保養）均應有計畫的進行。重要機器動力元件-如馬達，必須保持功能良好的狀態，針對各個部分進行定期檢查使其能發揮功能，並確認各個部分組件機構是否完好，同時適時地將磨損部分（消耗品）進行更換。此外由於每輛車的使用狀態不可能完全一樣，所以必須充分掌握實際的狀態，針對個案實施檢查，並依照檢修基準有計畫地進行保養維修。