

出國報告書(出國類別：其他)

傾斜式電聯車 136 輛購案
赴日本車輛製造廠監造檢驗

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：陳家仁 檢修主任

蔡立祥 助理工務員

派赴國家：日本

出國期間：102 年 10 月 31 日至 11 月 19 日

報告日期：103 年 2 月 5 日

摘要

本次監造由臺灣管理鐵路局臺北機務段陳家仁及七堵機務段蔡立祥參與，工作項目主要為：車頂、車下、內裝、配線及轉向架之製造組裝。本傾斜式電聯車 136 輛之駐廠監造作業係依據「交通部臺灣管理鐵路局機務處因公派員出國監造、受訓作業要點」及「136 輛傾斜式電聯車規範」之「檢驗與驗收規定」項目及契約之相關檢驗程序而執行。

此駐廠監造工作主要係由駐廠監造人員每日於現場直接參與車體製造及組立等檢查外，同時亦與廠商品保人員共同參與各項製造與組裝檢視相關事宜。並針對各項檢查中發現瑕疵，要求廠商立即改善，以合乎規範及契約之規定，並確保車輛品質、安全舒適及高品質要求，以提供更便捷舒適交通載具。

目次

壹、 目的-----	3
貳、 監造週報-----	4
參、 監造日誌-----	12
肆、 心得及建議-----	22
伍、 專題報告	
專題報告（一）-----	24
專題報告（二）-----	30

壹、目的

此次購車案是爲了改善花東地區的交通運輸需求及汰換本局老舊車輛，以提升運能與減少車輛誤點的機率。自 102 年 10 月 31 日起至 102 年 11 月 19 日返國爲期 20 天，指派至日本車輛製造廠日本車輛製造株式會社 (NIPPON SHARYO,LTD) 豐川製作所爲辦理 136 輛傾斜式列車監造檢驗工作，配合車輛製造廠之工程計畫進度，進行監造辦理後續車輛之出廠檢查、例行測試、車體製造組裝檢查、及轉向架製造組裝檢查等相關作業。車輛製造期間，執行監造檢驗工作，以確認車輛性能及製造品質符合規範要求，俾利未來車輛維修提高營運服務品質。

貳、監造週報

車 輛 監 造 第 一 週 報 表

工程名稱：	傾斜式電聯車 136 輛採購案	
期間：	自 102 年 10 月 31 日至 102 年 11 月 3 日止	
年月日：	星 期	辦 理 事 項
2013/10/31	星期四	去程(臺北-名古屋) 23:30 至住宿旅館
2013/11/01	星期五	1.赴日本車輛公司與各部門主管會談。 2.日本車輛公司安排監造人員接受安全 衛生教育訓練。 3.觀看日本車輛公司簡介紀錄片，及豐川 工場生產線現場製程說明。 4.瞭解第 14.15.16.17 編成現在的各項施作 進度。
2013/11/02	星期六	例假日
2013/11/03	星期日	例假日
備註：		

車 輛 監 造 第 二 週 報 表

工程名稱：	傾斜式電聯車 136 輛採購案	
期間：	自 102 年 11 月 04 日至 102 年 11 月 10 日止	
年月日：	星 期	辦 理 事 項
2013/11/04	星期一	日本假日(整理資料)
2013/11/05	星期二	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。 2. 日本車輛公司車體及電氣部門就集電弓系統會議。 3. 第 17 編進行室內內裝作業及電裝作業,車下大型機器安裝作業、管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業。 4. 第 18 編進行車下配線,進行車下空氣配管作業、進行天花板、車下電線配管、天花板配線作業、架高車體進行車下風道設置等作業。 5. 轉向架部分：塗裝作業、回轉檢查、電裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、氣密檢查、管面銲接及塗裝作業、車輪組裝作業。
2013/11/06	星期三	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議,通知缺失改善項目。 2. 瞭解日本車輛公司就傾斜系統與車體運行會議。 3. 第 17 編進行室內內裝作業及電裝作業、車下大型機器安裝作業、管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業。 4. 第 18 編進行天花板內裝作業、車下配線,車下空氣配管作業、天花板、車下電線配管及天花板配線作業。 5. 轉向架部分：電裝作業、塗裝作業、回轉檢查、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、管面銲接

		及塗裝作業、氣密檢查。
2013/11/07	星期四	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。 2. 瞭解日本車輛公司空調機安裝作業會議。 3. 第 14 編 1-4 車例行測試,完成車側重測 (TED2027、TEMA2053、TEP2027、TEMB2054)。 4. 第 17 編內電裝作業,車下大型機器安裝作業、管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業。 5. 第 18 編天花板內裝作業、管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業、車下配線作業、車下空氣配管作業。 6. 轉向架部分：電裝作業、塗裝作業、回轉檢查、車輪組裝作業、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、管面銲接及塗裝作業、氣密檢查。
2013/11/08	星期五	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議,通知缺失改善項目。 2. 瞭解日本車輛公司空簧安裝作業會議。 3. 第 14 編 1-4 車例行測試,完成車側重測試。(TED2027、TEMA2053、TEP2027、TEMB2054)。 4. 第 17 編室內內裝作業及室內電裝作業、車下大型機器安裝作業。 5. 第 18 編管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業,管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、管路清掃、天花板內裝作業,車下配線作業。 6. 轉向架部分：電裝作業、塗裝作業、回轉檢查、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、車輪組裝作業、下半部艙裝

		作業、管面銲接及塗裝作業、氣密檢查。
2013/11/09	星期六	例假日
2013/11/10	星期日	例假日
備註：		

車 輛 監 造 第 三 週 報 表

工程名稱：	傾斜式電聯車 136 輛採購案	
期間：	自 102 年 11 月 11 日至 102 年 11 月 17 日止	
年月日：	星 期	辦 理 事 項
2013/11/11	星期一	1. 至港口進行第 12 及 13 編組，車輛狀況檢查確認。 2. 現場車輛狀況檢查確認。 3. 第 16 編進行車下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業、室內內裝作業及室內電裝作業。 5. 第 17 編室內內裝作業及室內電裝作業、車下大型機器安裝作業、管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業、天花板內裝作業。 4. 轉向架部分：塗裝作業、回轉檢查、電裝作業、車輪組裝作業、上半部艤裝作業、下半部艤裝作業、管面銲接及塗裝作業、氣密檢查、車輪組裝作業。
2013/11/12	星期二	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議，通知缺失改善項目。 2. 空調機作業現場瞭解作業情形及現場安裝情形，預定第 14 編這星期完成第 15 編下星期完成。 3. 第 15 編進行輻射性檢查現場參與作業。 4. 現場車輛狀況檢查確認。 5. 第 16 編下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業、室內內裝作業及室內電裝作業。 6. 第 17 編車下大型機器安裝作業、管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業、天花板內裝作業。 7. 轉向架部分：電裝作業、塗裝作業、

		回轉檢查、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、氣密檢查、管面銲接及塗裝作業
2013/11/13	星期三	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議,通知缺失改善項目。 2. 第 15 編呈現車通電確認檢查. 3. 第 14 編空調機作業現場瞭解作業情形及現場安裝情形 4. 現場車輛狀況檢查確認 5. 第 16 編車下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業,室內內裝作業及室內電裝作業。 6. 第 17 編車下大型機器安裝作業,管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業, 天花板內裝作業. 7. 轉向架部分：電裝作業，塗裝作業、回轉檢查、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、車輪組裝作業管面銲接及塗裝、氣密檢查、管面銲接及塗裝作業
2013/11/14	星期四	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議,通知缺失改善項目。 2. 第 16 編高壓電線連結、室內內裝整合作業,車下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業,室內內裝作業及室內電裝作業。 3. 第 17 編室內內裝作業及室內電裝作業,車下大型機器安裝作業管路清掃、車下小型機器安裝(跳線箱等)、連結器安裝及室內內裝作業。 4. 轉向架部分：回轉檢查、塗裝作業、電裝作業、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、管面銲接及塗裝作業、氣密檢查 5. 第 14 編成 6、7、8 車空調機作業。

		6. 第 14 編成 1、2、3、4 車雨漏測試。
2013/11/15	星期五	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。 2. 第 14 編冷氣完工通電測試、PISC 測試完成。 3. 第 15 編空調機作業。 4. 第 16 編高壓電線連結、室內內裝整合作業、車下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業。 5. 第 17 編室內內裝作業及室內電裝作業車下大型機器安裝作業。 6. 轉向架部分：電裝作業、塗裝作業、回轉檢查、電裝作業、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、管面銲接及塗裝、氣密檢查、管面銲接及塗裝作業。 7. 第 15 編成 1、2、3 車 空調機作業 8. 第 14 編幅射性檢查。
2013/11/16	星期六	例假日
2013/11/17	星期日	例假日
備註：		

車 輛 監 造 第 四 週 報 表

工程名稱：	傾斜式電聯車 136 輛採購案	
期間：	自 102 年 11 月 04 日至 102 年 11 月 10 日止	
年月日：	星 期	辦 理 事 項
2013/11/18	星期一	1. 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。 3. 第 15 編空調機作業。 4. 第 16 編等待與轉向架結合、高壓電線連結、室內內裝整合作業、車下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業。 5. 第 17 編車下配線連結、配管連結、漏氣檢查、室內內裝整合作業。 6. 第 16、17 編轉向架 (待空簧安裝)。 7. 第 15 編 7、8 車空調機作業。 8. 第 14 編成 幅射性檢查。 9. 轉向架部分：電裝作業、塗裝作業、回轉檢查、電裝作業、車輪組裝作業、上半部艙裝作業、下半部艙裝作業、管面銲接及塗裝、氣密檢查、管面銲接及塗裝作業。
2013/11/19	星期二	返國
備註：		

參、監造日誌

十月三十日〈星期四〉

由臺北搭乘中華航空公司空中巴士抵達日本名古屋轉乘鐵路至日車豐川車輛製造廠。當地時間晚上11時30分到達。

十一月一日〈星期五〉

09:00日車製造廠介紹周邊環境及辦理進出證件。

10:30日本車輛公司安排監造人員接受安全衛生教育訓練。

14:00與日車各部門開會請日車報告執行情況及後續執行方式。

15:30廠區介紹及察看傾斜式電聯車製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度排程。

經了解目前第14編及第15編已製造完成，且完成大部分的測試工作，放置於停留線做小部分的內裝及外觀瑕疵修補（圖1～圖4），將要求日車儘速如期完成各項工作。

第16編及第17編目前排程至12月2日完成車輛組裝工作。



圖1內裝整理



圖2駕駛台整理



圖3外觀修補



圖4外觀修補

十一月二日〈星期六〉例假日。

十一月三日〈星期日〉例假日。

十一月四日〈星期一〉日本國定假日。

十一月五日〈星期二〉

07:30進入日車辦公室，準備文件資料。

10:30請日車對集電弓，提出之應急處理方法，說明並討論。

13:00討論行程，彙整資料。

14:00現場察看傾斜式電聯車製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度逐一察看並記錄。

提出改善事項:內裝上層燈罩鋁板，接縫彎角處毛邊，應予以磨圓用其他方法施作改善（圖5、圖6）。TEP車高壓電纜由高壓穿套引進處，其高壓電纜導槽,上蓋安裝螺絲，間距過大，會因振動而產生異音（圖7、圖8），請日車改善。



圖5接縫彎角處毛邊



圖6接縫彎角處毛邊



圖7高壓電纜導槽



圖8高壓電纜導槽

十一月六日〈星期三〉

07:30進入日車辦公室，準備文件資料。

09:00 每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。瞭解日本車輛公司就傾斜系統與車體運行會議。

10:00現場察看傾斜式製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度逐一察看並記錄。

轉向架配管漏氣檢查（圖9、圖10）、車輛組裝工作完成送電測試（圖11、圖12）



圖9漏氣檢查

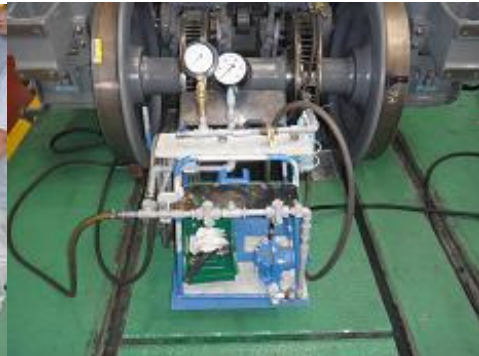


圖10漏氣檢查



圖11送電測試



圖12送電測試

十一月七日〈星期四〉

07:30進入日車辦公室，準備文件資料。

09:00每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。

13:00日車回覆集電弓故障處理程序，提出說明。

15:00第14編1-4車(TED2027、TEMA2053、TEP2027、TEMB2054)例行測試-完成車測重試驗。(圖13~圖16)

16:00現場察看傾斜式製造作業情況與流程。



圖13測重試驗



圖14測重試驗



圖15測重試驗



圖16測重試驗

十一月八日〈星期五〉

07:30進入日車辦公室，準備文件資料。

09:00每日工作項目、流程確認及製程進度管制表討論會議。

13:30(TED2027、TEMA2053、TEP2027、TEMB2054)第14編1-4車例行測試，完成車測重試驗。

14:30現場察看傾斜式製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度逐一察看並記錄，現場高壓電纜於高壓穿套與主變壓器兩端之結線方法。(圖17~圖20)



圖17高壓電纜結線



圖18高壓電纜結線



圖19高壓電纜結線



圖20高壓電纜結線

十一月十一日〈星期一〉

08:30至名古屋港勘查，車輛車體狀況及車體內裝作整體檢查，預備裝船返回基隆港卸船。（圖21～圖24）

16:00現場察看傾斜式製造作業情況與流程。



圖21 外觀檢查



圖22 外觀檢查



圖23內裝檢查



圖24內裝檢查

十一月十二日〈星期二〉

07:50進入日車辦公室，準備文件資料。

09:30匯整資料及討論電力車真空斷路器接地開關，於車內操作處，應有正確操作方法的中文標示，並標示於明顯的位置。（圖25、圖26）

13:00現場施作第15編例行測試，輻射測試,測試結果良好。（圖27、圖28）

15:00現場察看第14編，第三車冷氣安裝作業情形。

15:3 現場察看傾斜式製造作業情況與流程。

16:30回辦公室整理資料。



圖25接地開關



圖26 接地開關



圖27輻射測試



圖28輻射測試

十一月十三日〈星期三〉

09:50進入日車辦公室，準備文件資料。

09:30討論行程，匯整資料。

10:30第15編現車通電狀況檢查確認（圖29、圖30）及PISC測試（圖31、圖32）。

13:30現場察看傾斜式製造作業情況與流程。

16:00第14編空調機作業現場瞭解作業情形及現場安裝情形。



圖29送電測試



圖30送電測試



圖31 PISC測試



圖32PISC測試

十一月十四日〈星期四〉

07:50進入日車辦公室，準備文件資料。

09:00預定近日將第14及15編運至名古屋港，這幾天會加緊趕工，以期以達到預定時程。第15編今天通電檢查最後一天，明天開始空調機安裝工程作業。

10:00第14編TEMU2027空調機安裝作業完成。

雨漏測試確認。（圖33～圖36）

13:00廠內傾斜動作測試。

14:30現場察看傾斜式電聯車製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度排程。

16:00第14編空調機作業現場瞭解作業情形及現場安裝情形。



圖33雨漏測試



圖34雨漏測試



圖35雨漏測試



圖36雨漏測試

十一月十五日〈星期五〉

07:50進入日車辦公室，準備文件資料。

09:30日車製造廠表示第16及17編預定12月中旬完成各項工作。第14編今天通電檢查作業，PISC測試完成。

10:00第14編現車通電檢查作業及PISC測試。

13:30現場察看傾斜式製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度逐一察看並記錄。

16:00第15編空調機作業現場瞭解作業情形及現場安裝情形。（圖37～圖40）



圖37空調機作業



圖38空調機作業



圖39空調機作業



圖40空調機作業

十一月十六日〈星期六〉例假日。

十一月十七日〈星期日〉例假日。

十一月十八日〈星期一〉

07:50進入日車辦公室，準備文件資料。

09:30討論行程，匯整資料，今天將針對第16及17編轉向架空氣彈簧進行安裝。（圖41、圖42）

10:00現場察看主變壓器與連結器等大型配件安裝。（圖43、圖44）

13:30現場察看傾斜式製造作業情況與流程，依日車製造廠提供之進度逐一察看並記錄。

16:00第15編空調機作業現場瞭解作業情形及現場安裝情形。



圖41空氣彈簧安裝



圖42空氣彈簧安裝



圖43主變壓器安裝



圖44連結器安裝

十一月十九日〈星期二〉搭乘中華航空公司，返抵國門。

伍、心得及建議

一、 本次奉派至日本執行 136 輛傾斜式列車監造檢驗工作，為期 20 天中看到一些日本車輛公司對於車輛的製造方式與工作態度及其工廠的作業程序，有許多值得我們參考與學習的地方。

日本車輛公司豐川製作所，整個工廠的結構極類似本局臺北機廠，分工細密，每個員工各司其職，一輩子從事一樣的工作，做好自己的本份，每位員工都是日本車輛公司最大的資產，尤其是資深員工帶著年輕的員工將他們的技術傳承給年輕的一代這種無私的精神值得學習。另外在日車工廠內每個工區辦公室外牆上都看到員工的專業證照，也得知證照可為它們提升薪資與職位升遷的機會，所以每位員工秉持著上班學習下班充實進修精神，盡心盡力充實本職技能。

日車工廠的裝配動線規劃順暢，每個環節緊密結合，從其工廠廠房的配置位置可略為知曉，也由此得知，一座規劃完善的廠房對於工作效率及產能提升有莫大的幫助。(圖 45)。

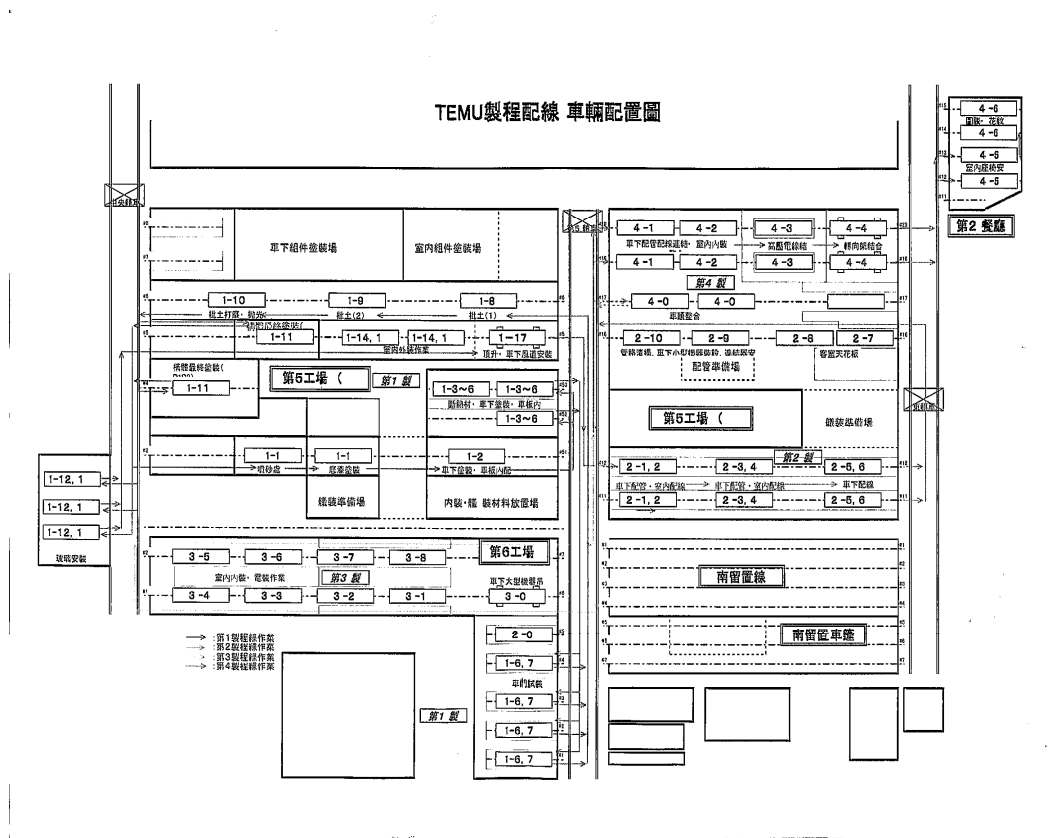


圖 45 日車廠房位置圖

二、臺灣鐵路管理局有一百多年優久的歷史與傳統，在運、工、機、電各單位通力合作之下，創造出龐大的大眾運輸體系，貫徹上級交代的任務，用最好的品質認真用心服務的態度，服務社會大眾。

然而時代變遷至今，科技日新月異，固有傳統值得且需要保留，但車輛的維修已從傳統的柴油車輛變成高壓電氣、電腦控制的電車，從臺鐵員工訓練所持續增開訓練課程，無不希望本局員工增加專業技能提昇整體服務品質，更鼓勵與補助員工進修取得各種相關的國家技術證照，透過取得技術證照的過程，也能學習各項本職學能技術與知識，一方面透過員訓所教育訓練及現場實習，使得每位同仁本職學能大大提昇。

臺鐵近年來新建的廠房從動線的規劃、車輛維修、倉儲系統工作環境，整體規劃無不力求完善，整體性已與世界各國並駕齊驅，透過設備儀器不斷的更新創新，讓維修更有效率，品質更加穩定。

三、在搭乘的旅程中發現就旅客座椅前方網袋的功能也和我們國內不同，在JR公司它們在網袋內放入一些關於它們鐵道周邊延線的一些名勝古蹟與特產，以及車站周邊一些商家的資訊廣告，也就可以從中增加公司營運獲利。（圖46、圖47）



圖46資訊廣告

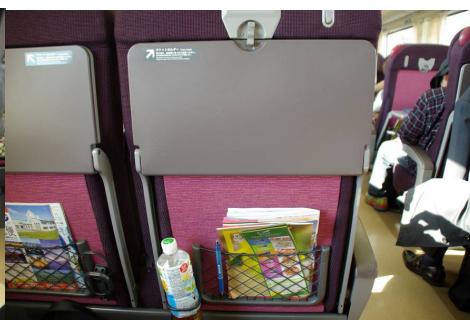


圖47資訊廣告

伍、 專題報告（一）

PISC旅客資訊系統及旅客服務設施

本次採購136 輛傾斜式列車，增加了大量的旅客服務設施， PISC旅客資訊系統有即時訊息提供沿途各站天氣概況、停靠站及開門側訊息（圖48），再於各車廂兩端LCD螢幕顯示。（圖49）



圖48GSM/GPRS系統天線



圖49LCD螢幕

增設了大件行李架放置行李。(圖50、圖51)



圖50行李放置區



圖 51 行李放置區

TED車的圓弧形無障礙廁所，不僅內部空間加大，更備有扶手、盥洗等設施，使用上更為方便，加上各座椅扶把上的盲胞點字標提供身障人士更貼心的服務。(圖52、圖53)



圖52無障礙廁所



圖53盲胞點字標

新增加的座椅編排方式，更適合全家出遊增加了親子樂趣。圖54



圖54餐桌座椅

各車廂前端增設垃圾筒，提供更整潔的環境 圖55



圖55垃圾筒



圖56車間防墜裝置及防爬器



圖57新增自動販賣機



圖58育嬰室設備



圖59育嬰室設備

專題報告（二）

一、傾斜時機

傾斜狀態變化流程如圖 60 所示。

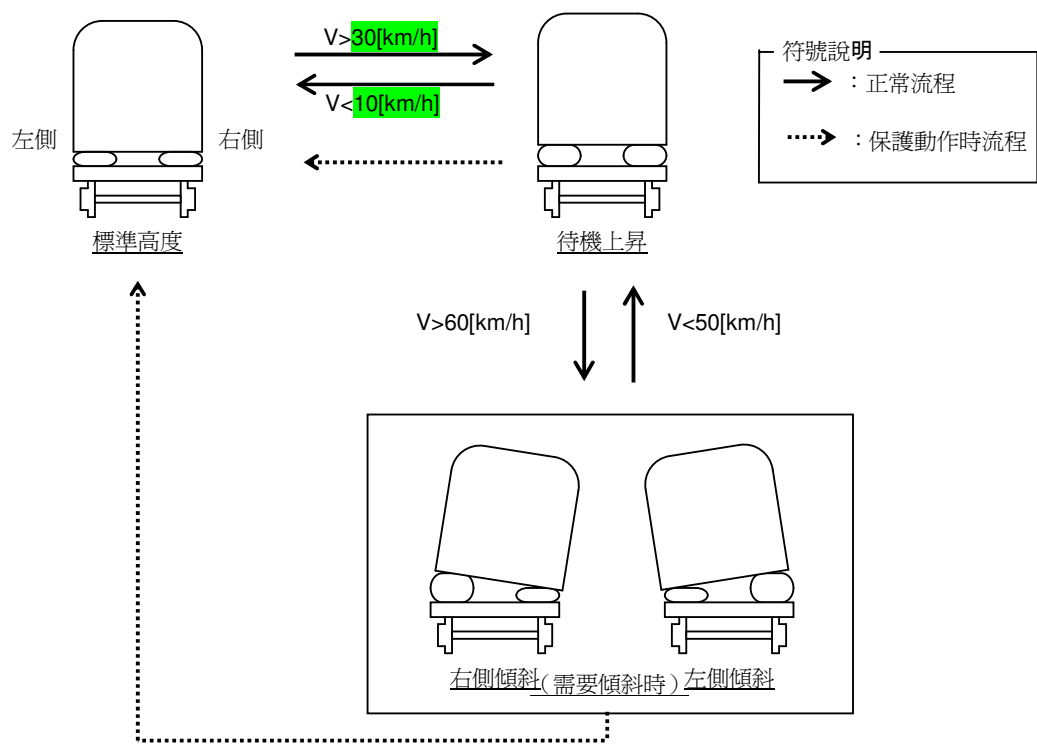


圖 60 傾斜狀態變化流程圖

各傾斜動作狀態下空氣彈簧高度如表 1 所示。該高度為相對於標準高度狀態（車站停車狀態）之位移量。

表 1 空氣彈簧高度

狀態	左側空氣彈簧高度[mm]	右側空氣彈簧高度[mm]
標準高度	0	0
待機上昇	35	35
右側傾斜	70	0
左側傾斜	0	70
右側備援傾斜	70	0
左側備援傾斜	0	70

在通過曲線時，傾斜動作的時機模式圖如圖 61 所示。本系統是以調整傾斜開始的時機，達到最佳的傾斜動作。(以下動作說明為在地點校正備援以外之情形)

在計算出自車所在位置後

○階段 1 (A 地點~ R^{1B}) …考慮到對空氣彈簧充氣有遲滯時間差，為使在圓曲線入口 R^{1B} 處達到所需的最大傾斜角，故在入口側緩和曲線起點(R^{1A})或其前方(A 地點)，MC、TC 即發出傾斜指令，車體開始傾斜。

○階段 2 (R^{1C} ~B 地點) …在曲線出口側緩和曲線處，為使在緩和曲線起點 R^{1C} 處開始回正，在其前方 (B 地點) 發出回正指令。

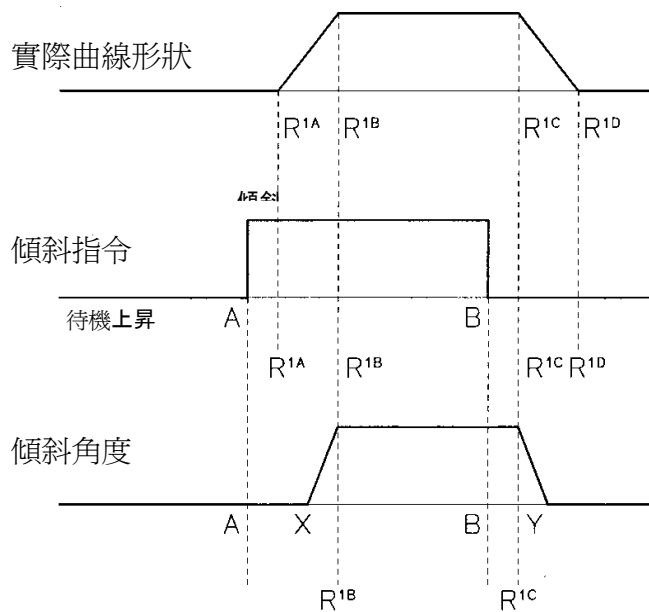
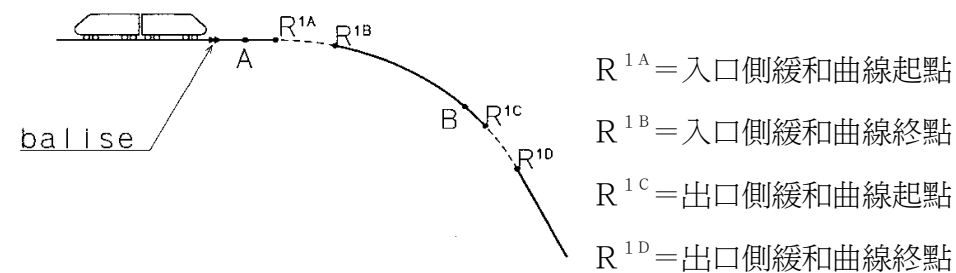


圖 61 曲線上之傾斜動作

發出傾斜訊號到實際傾斜開始為止的時間差，實測結果如圖圖 62 所示。

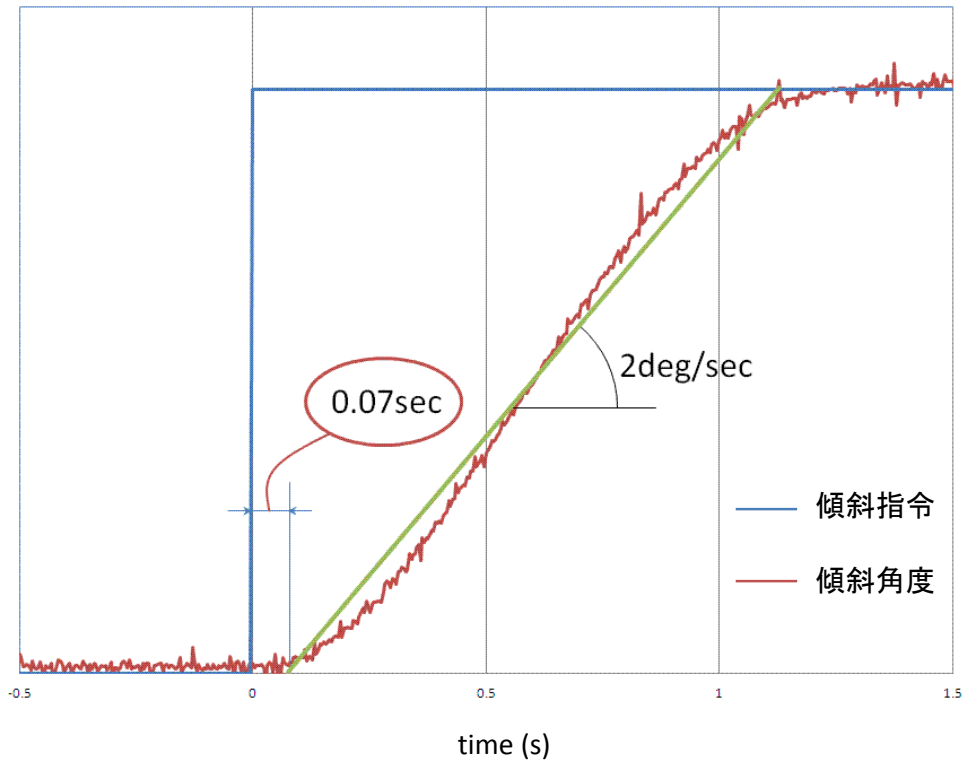


圖 62 發出傾斜訊號到實際傾斜開始為止的時間

從圖中可知遲滯時間為 0.07 秒。此 0.07 秒即為圖 61 之 A 到 X 點為止、以及 B 點到 Y 點（=R^{1C} 點）之時間。傾斜訊號將考慮此遲滯時間提早發出。各種備援模式之系統遲滯時間如表 2 所示。

從 X 到 R^{1B} 為止的時間，理論上是傾斜所需時間（1 秒）再加上不反應的遲滯時間，但此遲滯時間在整體傾斜動作中所佔比例非常短暫，因此僅考慮傾斜所需時間即可。此一傾斜所需時間乘以當時速度，即可推算出傾斜訊號發出到動作完成時所行駛之距離，即距離 $d[m] = \text{速度 } v[\text{km/h}] / 3.6 \times \text{傾斜所需時間 } t[s]$

由此計算出之距離，即提早動作之距離。

表 2 各種備援模式之系統遲滯時間

備援模式	遲滯時間 [s]
TC/MC	0.07
AMP/HCLV	0.07
BOS	0.07
地點偵測	2.0

其次，在通過 S 曲線時，傾斜動作的時機模式圖如圖 63 所示。在此亦以調整傾斜開始的時機，達到最佳的傾斜動作。

在計算出自車所在位置後

○階段 1 （A 地點～曲線 a）…考慮到對空氣彈簧充氣有遲滯時間差，為使在圓曲線入口 R^{1B} 處達到所需的最大傾斜角，故在入口側緩和曲線起點(R^{1A})或其前方 (A 地點)，MC、TC 即發出傾斜指令，車體開始傾斜。

○階段 2 （B 地點～ R^{1D} ）…在曲線 a 出口側緩和曲線處，為使在緩和曲線起點 R^{1C} 處開始回正，在緩和曲線前方（B 地點）發出回正指令。以上動作與單一曲線的情況相同。

○階段 3 （ R^{1D} ～曲線 b）…之後為對應下個曲線 b，接下來將在緩和曲線起點或是其前方（C 地點）發出朝反方向傾斜的指令。此時對曲線 a 所下達的傾斜指令予以取消，只讓對曲線 b 所下達的傾斜指令有效。

○階段 4 （D 地點～直線）…在曲線 b 出口側緩和曲線也和階段 2 一樣，為使在緩和曲線起點 R^{2C} 處開始回正，在其前方（D 地點）發出回正指令。

依以上所敘述，在曲線區間進入前，藉提早發出指令機制，可防止傾斜的遲滯時間差。

$$\begin{array}{l}
 \text{曲線 a} \left\{ \begin{array}{l} R^{1A} = \text{入口側緩和曲線起點} \\ R^{1C} = \text{出口側緩和曲線起點} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} R^{1B} = \text{入口側緩和曲線終點} \\ R^{1D} = \text{出口側緩和曲線終點} \end{array} \\
 \text{曲線 b} \left\{ \begin{array}{l} R^{2A} = \text{入口側緩和曲線起點} \\ R^{2C} = \text{出口側緩和曲線起點} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} R^{2B} = \text{入口側緩和曲線終點} \\ R^{2D} = \text{出口側緩和曲線終點} \end{array}
 \end{array}$$

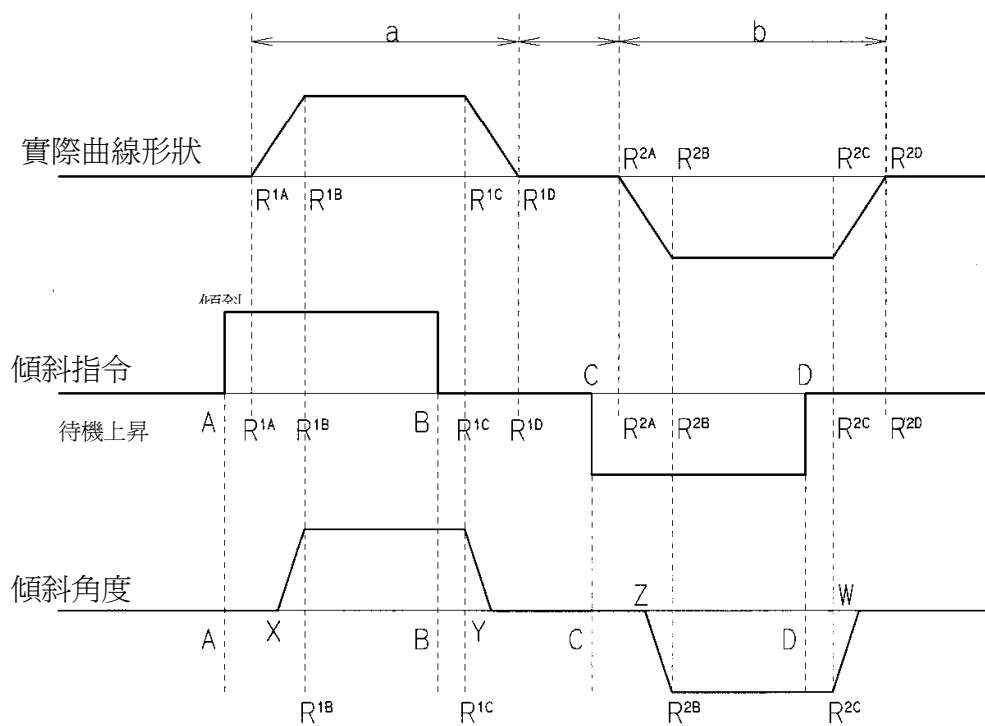
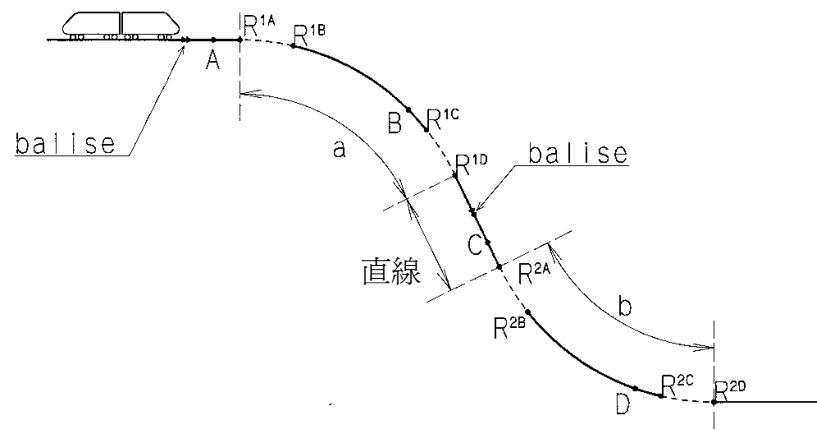


圖 63 曲線通過時傾斜動作（例：由曲線 a,b 所構成之 S 形曲線）

在 S 形曲線的情形，調查自第 1 曲線完成傾斜回正到開始進行第 2 曲線傾斜動作的時間（曲線間車體不傾斜的時間）。

調查區間為臺鐵局全部電氣化幹線區間（包括屏東～台北～花蓮、台中線、

成追線)。已確認符合規範規定，須傾斜之所有 S 形曲線均可達到及時傾斜，並無來不及導致逆傾斜的情形。

此外，以上計算是使用 2011 年 9 月 15 日臺鐵局所提供之註明 100 年 6 月～7 月日期的曲線表。計算上所使用的假定條件如下。

曲線通過速度，如在曲線表內有註明者依該數值，未註明者依規範第 12 章之「臺鐵局列車路線彎道限速表（修正表）」將曲線的設計速度換算為傾斜列車限速。不過，臺鐵局所提供之實際路線限速與「臺鐵局列車路線彎道限速表（修正表）」以曲線半徑所算出的曲線通過速度相較，大多數曲線限速均偏低。此應係「臺鐵局列車路線彎道限速表（修正表）」所示數值均以理想的超高條件下而定，而現實路線上因各種限制只能採取較低的超高所致。因此，實際路線上標示的限速並非依照上述限速表，而是以非傾斜車輛的設計速度所計算出之傾斜式限速更為合理。此外，曲線路段最高速度已分別用 140km/h 以及 130km/h 兩種速度計算。

直線區間是加速到最高速度(140km/h)，而在次一曲線入口減速到限速。加速度為 0.3m/s^2 、減速度為 1.09m/s^2 。均依規範規定之數值。

傾斜角速度為 $2^\circ/\text{s}$ 。

表中之傾斜時橫向加速度為設計目標值。經單純計算後會達 0.8m/s^2 之曲線，則調整其目標值，本路之橫向加速度最大值均調整為 0.79。

「不需傾斜」：依規定速度（依非傾斜車輛速度和規範第 12 章「臺鐵局列車路線彎道限速表（修正表）」所計算出之傾斜車輛限速）行駛下，其橫向加速度並不超過規範 7.2.8.1 節規定之 0.8m/s^2 之曲線。此外，車體傾斜係數為 1.25。

「不需回正」：因為同向連續曲線，為不需回正動作之曲線。

「數據不整合」：資料中兩條曲線位置重疊，而無法計算曲線間的間隔的部分。

「直線長度不足」：銜接該曲線出口之直線，不符規範 6.3 節規定之部分。

車體傾斜係數：為支持車體的彈簧裝置因離心力造成變形致車體傾斜角度的相關係數，一般車輛取 1.2～1.3。本次為空氣彈簧式車體傾斜方式，是直接控制彈簧裝置的位移量，因此此數值變小。參考其他車種實績，採 1.06。

此外，在 S 形曲線上如因傾斜切換太慢導致產生逆傾斜狀態時，本傾斜機構設計不會造成出軌危險性增加，其理由如下：空氣彈簧車體傾斜系統，其傾斜中心（約在空氣彈簧高度）比車體重心位置低，因此傾斜時重心傾斜方向移動。因此如發生逆傾斜狀態時將使外軌側輪重略為增加，使橫壓輪重比即 Q/P 值稍有變小。因此，在逆傾斜狀態下完全沒有增加出軌的危險性傾向。

二、逆傾斜

此傾斜系統是利用路線資料庫與陀螺儀等，完善牢靠之地點偵測系統來發出傾斜傾斜指令，因此並不會發出往錯誤方向傾斜之指令。此外，路線資料庫與陀螺儀同時發生故障為罕見之複合故障，此時將如前述系統將自動切換到非傾斜模式，並不會往反方向傾斜。

在此做為參考資訊，包括不會發生的逆傾斜在內，各種傾斜角下的外軌側 Q/P 值，以數值模擬分析方式求出，以確認是否有出軌的危險性。計算條件為曲線半徑 400m、超高 100mm、速度 100km/h。其結果如圖 64 所示。

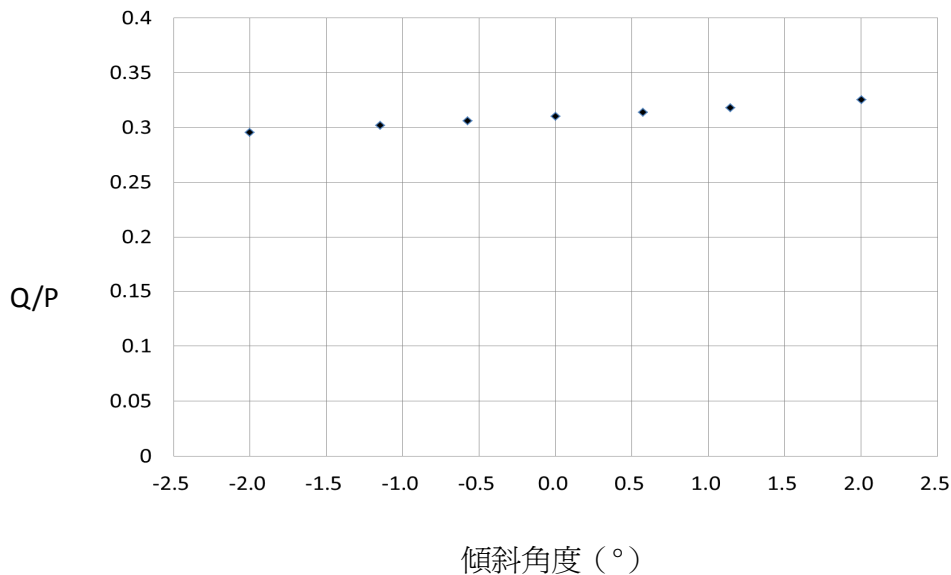


圖 64 傾斜角度與 Q/P 值之關係

Q/P 值在逆傾斜的情況下其變化量並不大。因此，即使在發生逆傾斜時也不會明顯增加出軌的危險性。此為空氣彈簧式車體傾斜車輛的特徵。

此外，考慮不出軌之 Q/P 值限度標準，依 Nadal 公式

$$\frac{Q}{P} = \frac{\tan \alpha - \mu}{1 + \mu \tan \alpha} \quad \text{其中}$$

：輪緣角（本案為 68°）

：摩擦係數（0.3）

考慮更為安全起見，通常多會在右值再乘以 0.85 倍為其限值。具體成為

$$\begin{aligned} \frac{Q}{P} &= \frac{\tan 68^\circ - 0.3}{1 + 0.3 \times \tan 68^\circ} \times 0.85 \\ &= 1.06 \end{aligned}$$

此外，翻覆一般不是看 Q/P 值，而是以輪重減輕量 ΔP 除以平均輪重 P 所得數值判斷，一般限度值採 $\Delta P/P=0.8$ 。而提案傾斜式車輛如以圖六十四之逆傾斜條件計算， $\Delta P/P=0.3$ 左右，距出軌尚有相當距離。

滾轉搖動控制

本傾斜控制系統係以控制左右空氣彈簧高度方式使車體保持水平。故利用此一功能可擁有抑制滾轉搖動的功能。

發生滾轉搖動時之空簧變位量，因 HCLV 的不反應範圍較此變位量為大，故在此範圍不會有充、排氣動作，使滾轉搖動無法有效收服。為使滾轉搖動及早消除，使用主動控制的方式縮小不反應範圍。滾轉控制係為抑制過剩的滾轉動作，此一接近於裝用抗搖桿的效果，是以 TC、MC 的控制命令與 HCLV 的動作所達成。

然而，當採用滾轉控制後，在直線路段高速行駛下，軌道高低不整所造成的滾轉動作，可能反而因為過剩的控制使乘坐舒適度惡化，因此必須進行調整使直線路段控制放緩。經驗證後，空氣彈簧的抑制指令，採取在彎道上為最大 20 mm，直線上為 ± 10 mm 的抑制控制為抑制滾轉搖動之最佳方案。

以下是新自強號 TEMU2001+TEMU2002 的傾斜系統逆傾斜測試(車體像曲線外側傾斜的測試)，實施如下：

日期：中華民國 102 年 1 月 23 日

車次：8790 次

測試區間：宜蘭縣 雙溪-貢寮間

測試方法：將第八車(TED2002)的路線資料庫上述區間的曲線方向變更反向

行車數度：傾斜速

結果：確認車體朝逆方向(曲線外側)傾斜。如圖 65、圖 66 所示與正常傾斜相較，與出軌有關之外軌側橫壓 Q、脫軌係數 Q/P 值幾無差異，故確認逆傾斜狀態並未對行車上安全性有所影響。

P Q 圖表比較 (逆傾斜vs順傾斜)

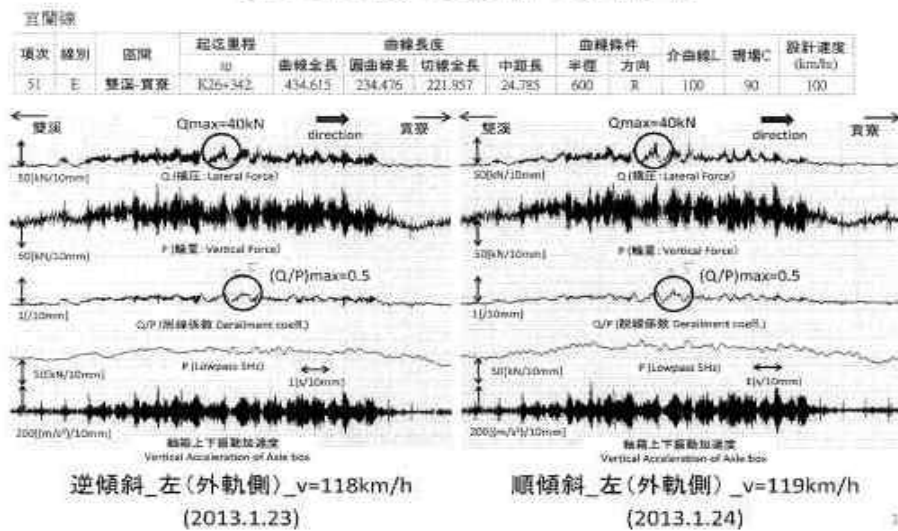


圖 65

P Q 圖表比較 (逆傾斜vs順傾斜)

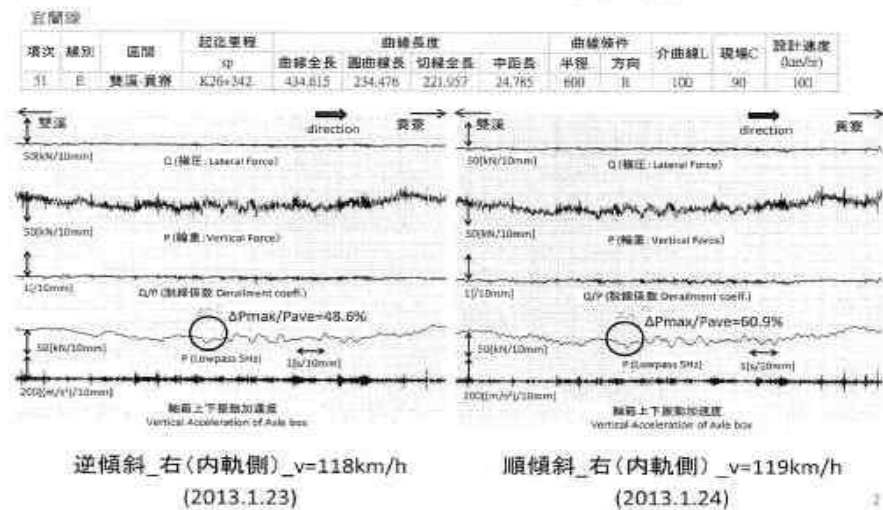


圖66

三、無感應馬達及VVVF整流器

早期感應馬達於工業界多作為定速使用。為將感應馬達應用於電聯車上以達最大的效益(參見說明)。需要有寬廣速度範圍及扭力之控制。

為達到此目的，可變電壓及頻率(VVVF)之整流器設計為可以自由改變輸出之電壓及頻率並可以此控制感應馬達的轉速。

說明：簡單結構、緊實、輕量及不存在會引起閃爍的整流器是對故障較不敏感及較易進行維修的。

整流器結構與操作

如何將直流電轉換成交流電(整流器操作)茲解釋如下，以一單相的整流器為例。

雖然供應電流為直流電，於操作這些開關時可以逆轉施加於載重之電壓。易言之，由重複開關之操作，可將交流電施加於載重上。此為直流-交流間轉換的基本原理。

IGBT (絕緣雙極閘流晶體開關)的基本功能及操作，其用於整流器或變流器間的開關，與傳統所用之GTO(開關)半導體開關間之比較。

IGBT基本結構與操作

IGBT 為一開關單元位於傳送者與接收者間藉由改變供給至閘門終端之電壓之正極與負極而開/關其通路。

IGBT 為一開關單元有以MOSFET 代表的”電壓控制”及大型電流雙極半導體開關代表的”小電壓降”的優勢。IGBT 為一建立於連接MOSFET至電晶體(4層 npn)之開關。然而，為破折線所包圍的npn 電晶體為無效力的，固於實際上，其應為一pnp 電晶體，他的傳送者有接地以及其底座連結於MOSFET，IGBT代表由以4 層pnpn 所建構及藉 n^+ 傳送者做接地觀點的半導體開關元件，但它為不同於操作觀點的半導體開關元件。

IGBT 的基本操作解釋如下：

當IGBT 開啓時，正電壓信號施加於MOSFET 之閘門。然後，n-頻道於閘門終端之上超越絕緣層而形成 p^+ 層。另電子群由傳送者的 n^+ 層注入並經由n-頻道進入n 層，並開啓MOSFET。此外，因為MOSFET 於 p^+ 及 n-層連結收集器之開啓

是有正向偏見的，pnp 電晶體的底座將爲之驅動，孔洞於p⁺層注入至n⁻層將開啓 pnp 電晶體，以此，IGBT 之收集器與傳送器將轉爲開啓。

操作模式敘述：

緊急模式手動駕駛)此操作模式僅於牽引力控制時主要控制器把手之PWM 設定點可以一扭矩指令於每一TCU 內讀取。每一個TCU 爲由主要控制器把手直接作且於此模式之主要TCU 扭矩設定點爲可忽視的。當第一次緊急模式操作充電時，K 於過濾電容器充電及OVT 開啓以檢查OVCT 之情形時爲降壓的。如果 OVCT 的輸出低於30A 時，主要整流器因OVCT 失效而自動分離。如果OVCT 之輸出超過30A，K 將於3 秒後重新增壓。

自動駕駛模式：

主要TCU 解釋由主要控制器把手之設定點爲一速度設定點並輸出一經控制的及格式化的動力控制點於PWM 列車線。PWM 設定點由每一TCU 於 TEMU2000 型傾斜式列車之扭矩特性中以適當數值加成而得以求得速度控制之模組值。

自動煞車模式：

主要TCU 解釋由主要控制器把手之設定點爲一速度設定點並輸出一經控制的及格式化的煞車控制點於PWM 列車線。PWM 設定點如同每一TCU 之煞車力設定點將轉化爲煞車扭矩並且其值將限制於由TEMU2000 型傾斜式列車扭矩特性所得之值。PWM 設定值也會傳至BECU。每一TCU 所達到再產生的煞車力爲經由PWM 傳至每一相關的BECU。當再產生的煞車力不足時，BECU 將產生一氣動的煞車力。

編組移動(寸動操作)：

駕駛設定點於主要TCU 內以一速度與車輛編組移動特性之功能所產生。於此情形下，扭矩設定點於低值時將維持於常數直到車速到達所設定之值，當施加於斜坡功能時車速降爲零。如果車速再一次降至車速限制以下時，主要控制器把手必須先設於OFF 位置。編組活動僅於由OFF 位置開始駕駛時得之。此操作模式僅於通電時才可激發。

司軔閥把手操作：

此操作僅於自動駕駛模式下激發。由煞車閥把手所發出的7 段煞車指令將可於每一TCU 中以重生之煞車指令讀取。此操作將較充電有較高之先後次序。

供電指令

為執行供電，駕駛需將主控制器逆轉開關(MCR)轉至前進或後退位置且主要把手(MCP)，換句話說動力/煞車把手，移至INCH 或 運轉位置。

所有TCU 可接收INCH, RUN 及設定點信號，但是只有主TCU 可經由55 號線讀取此指令及/或由56 號線讀取運轉指令。同時只有主TCU 可以經由67 及68 號線PWM 信號此設定點依據緊急開關位置被使用為速度設定點或扭矩設定點。

於緊急模式下，主TCU 使用INCH 及/或運轉信號以控制前進/後退作動信號(50 號線)。

列車2 號線於下列情形下通電：

_ 駕駛者司軔閥置於鬆軔位，以及_ HCR 為ON，及_ MCR 位於前進位。

MCR 位於後退位時，列車3 號線取代2 號線並通電。於自動駕駛模式，主TCU 之使用如同緊急模式，以及另外以列車速度控制前進/後退信號 (50 號線)。

列車2 號線於下列情形下通電：

_ 駕駛者司軔閥置於鬆軔位，以及_ HCR 為 ON，及_ MCR 於前進位，及_ 主控制器把手置於INCH 或 RUN 位置，及_ 列車速度低於主控制器的速度設定點。

MCR 位於後退位時，列車3 號線取代2 號線並通電。主TCU 產生扭矩指令(PWM 信號)並經由列車5 及6 號線

再生電軔指令

再生電軔僅有在自動駕駛模式時作用。主TCU 使用運轉信號及列車速度以控制 TCU煞車信號(51 號線)。列車4 號線_ 司機員操作司軔閥時。_ MCP 於 RUN 位置時。_ 車速設定點於實際車速之下。主TCU 產生扭矩指令 (PWM 信號) 並經列車5 及6 號線每一主整流器再生電軔煞車力的實現經由X18a 及X18b 號線以PWM 訊號傳送至相關的BECU。如果再生電軔煞車力不足，BECU 施加氣動煞車以補充不足。(圖67、圖68)

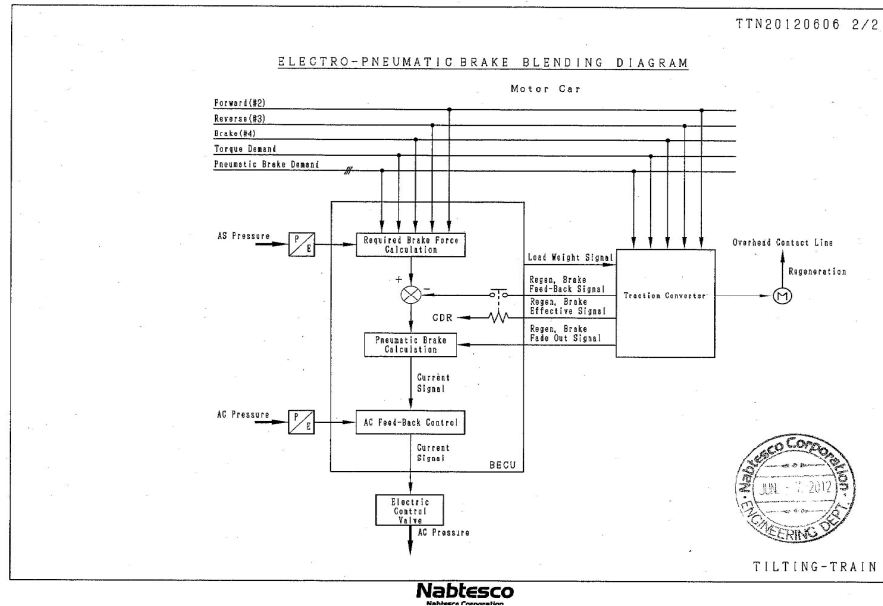


圖67再生電軔系統圖

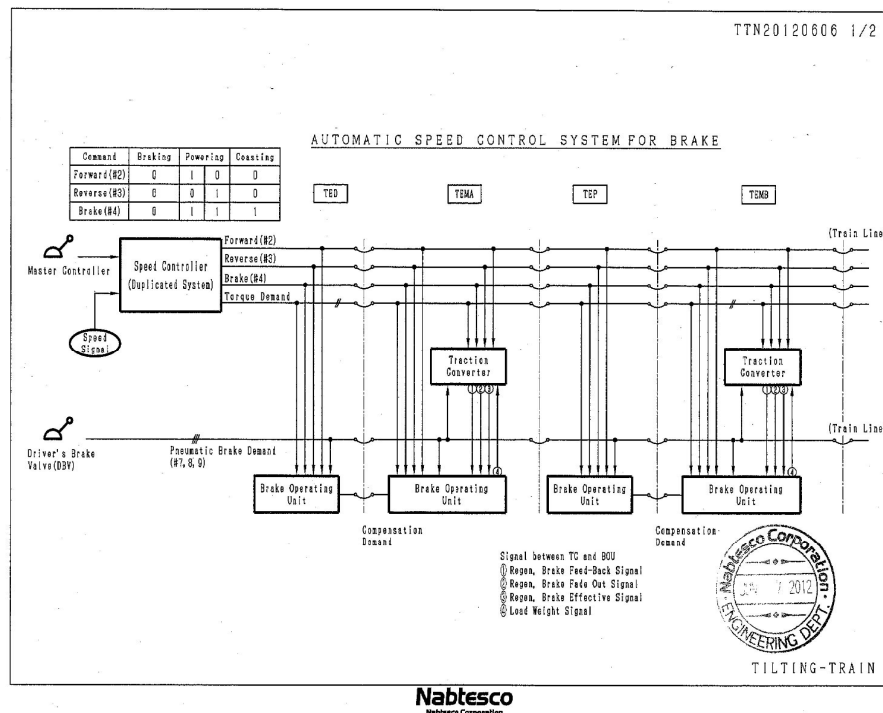
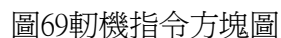


圖68再生電軔系統圖

- _ 電軔煞車優先。
- _ 車速/煞車指令信號由主控制器之位置所提供。
- _ 車速調整可由EMA/EMB 車之電子煞車所獲得。
- _ 如果電軔之煞車力不足，BECU 將施加氣動煞車以補其不足。
- _ 單獨而言，最大煞車力可由使用司軔閥(BV)經列車所有車輛之7 段閥信號而得。（圖69、圖70）



次線圈進入過濾電容器從所產生的電流。

由主TCU 關閉前進,後退或 煞車等信號時,每一TCU 停止輸出其閘門信號但是保持K 為關閉狀態。

如果任何錯誤情形發生,依照TCU 操作包括K 開放動作的保護需依據該錯誤情形。另一個K 開啓的原因乃因駕駛者之VCB 切離操作。

馬達驅動車輛斷電

如果車輛為馬達驅動車輛,斷電開關(CCOS)轉至斷電位置,則1652a 號線通電,且相關之TCU 可以確認之。

TCU 操作自己的CCOS 時,保持AK 及K 開啓。即指同一馬達駕駛車輛的四個牽引馬達的控制是由一沒有動力的TCU 所控制。

當兩輛馬達駕駛之車輛位於相同半截之EMU 為斷電時,單元61 號線斷電(TNRR1 及TNRR2)因單元61 號線斷電跳脫並禁止一組VCB 閉合。

偵測任何故障需要車輛斷電,故障之車輛是由TCU 自動斷電。

牽引馬達斷電

當VCB 閉合時,每一TCU 使馬達斷電真空接觸器(MCOK1, MCOK2, MCOK3, MCOK4)閉合。如果任一牽引馬達從TCMS 在斷電位置得到斷電指令(TCOS1, TCOS2, TCOS3,TCOS4)時,相對MCOK 仍保持斷電開啓。此時相對之牽引馬達被隔離之。

如果當MCOK 閉合時任何TCOSs 變為斷電位置,其被切斷時馬達電流即關閉。

偵測任何故障時需要牽引馬達斷電,其故障之馬達將被TCU 自動斷電。

限流電阻器分流接觸器

限流電阻器(PERe)分流接觸器(SK)為受每一TCU 使用一單元87 號線及SK 控制繼電器(SKR)所指導控制。每一TCU 監視從另一端的TCU 經由單元87a 號線SK 之控制信號,因為限流電阻器不是設計為消散較高之電力,當牽引變流器操作於動力或煞車模式時,它則必須立即關閉。

一旦偵測到湧流電流或電車線電力系統電壓消失等時,如因集電弓跳離,SK 被切開及啓動電力之湧流被PERe 所限制。