

出國報告（出國類別：其他）

赴日本辦理傾斜式電聯車 32 輛(4 組)
監辦暨督導車輛備品製造案

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：徐仁財 總工程司

林景山 副處長

許調泰 副處長

蕭建廷 副工程司

派赴國家：日本

出國期間：105 年 6 月 16 日至 6 月 22 日

報告日期：105 年 7 月 1 日

摘要

為配合國家觀光政策的推行，以及因應本島東西部旅客需求量的增加，臺鐵局於 95 年及 101 年分別購入太魯閣號(48 輛)及普悠瑪號(136 輛)列車，而 103 年受惠於日幣貶值匯差，行政院核准臺鐵局增購 2 組普悠瑪號及 2 組太魯閣號總計 32 輛，以彌補臺鐵整體運輸的不足，提供全民優質快速的鐵道運輸服務。

再次增購之 4 組(32 輛)傾斜式列車，分別為向「日本車輛製造株式會社」(Nippon Sharyo, Ltd.)購置 2 組(16 輛)普悠瑪號，於 104 年 12 月 24 日及 25 日運抵臺中港，隨即轉送彰化機務段進行整備及試車，105 年投入春節營運。及「株式会社 日立製作所」(Hitachi, Ltd.)購置 2 組(16 輛)太魯閣號，提前於 105 年 1 月 12 日與 2 月 25 日交車，車輛製造廠積極趕趕製造，提前如質交車，以強化臺鐵局營運車隊，符合國家整體交通運輸及觀光政策需求。

依購車案契約規範規定，本局將派員赴車輛原製造廠監造檢驗工作，以確認車輛備品性能及製造品質符合規範要求，並藉此機會拜會日車公司與日立公司對於提前交車投入營運表達謝忱。本次由徐總工程司仁財率團共 4 人前往日本東京都「株式會社 日立製作所」、「住友商事株式會社」(Sumitomo Corporation)，茨城縣「水戶工廠」(日立水戸エンジニアリング株式会社)，名古屋市「日本車輛株式會社」、「日本車輛豐川製造所」。期間自 105 年 6 月 16 日起至 6 月 22 日止，共計 7 日。

本次監造檢驗除車輛備品製造品質外，重點為太魯閣號與普悠瑪號之「旅客資訊系統」(Passenger Information System, PIS)因應方案及未來趨勢。另外有鑒於普悠瑪號列車自投入商業運轉以來，乘客對於乘坐品質的要求更臻細緻，故立約商日本車輛針對普悠瑪號減震系統進行優化，提出普悠瑪號之抗搖設計，於各轉向架(Bogie)增設「橫向半主動油壓致動器」(lateral semi-active hydraulic actuator)、「傳統垂直減震器」(conventional vertical dampers)與中心銷「橡膠止檔」(Bumpstops)予以改善優化。其中橫向擺動之優化主要擷取日本新幹線(Shinkansen)現車技術之半主動式油壓減震器，以有效吸收來自軌面橫向的振頻，藉以提升旅客乘坐舒適度(Ride Comfort)。

目錄

| | |
|---|----|
| 壹、目的 | 4 |
| 貳、監造過程..... | 5 |
| 一、監造週報表..... | 5 |
| 二、監造過程紀要..... | 7 |
| (一)、住友商事株式会社 (Sumitomo Corporation) | 7 |
| (二)、株式会社日立製作所(Hitachi,Ltd.)..... | 7 |
| (三)、株式会社ユタカ製作所(YUTAKA Manufacturing Co.,Ltd.)工場 | 7 |
| (四)、日立水戸エンジニアリング株式会社..... | 8 |
| (五)、日本車輛豐川製作所 | 9 |
| 參、專題報告..... | 11 |
| 一、太魯閣與普悠瑪自強號「旅客資訊系統」(PIS)的異同 | 11 |
| (一)、硬體系統(Hardware System)..... | 11 |
| (二)、通訊方式 (Communication)..... | 12 |
| (三)、PIS 與 TCMS 及 ATP 間介面..... | 15 |
| (四)、無線通訊 Wireless com..... | 15 |
| (五)、語音系統(Voice System)..... | 15 |
| (六)、車位影像及錄影系統(CCTV & DVR System)..... | 16 |
| (七)、軟體 Software..... | 16 |
| 二、太魯閣與普悠瑪列車乘坐品質探討 | 17 |
| (一)、緣由 | 17 |
| (二)、主動式橫向與垂向二次懸吊系統(ALS,AVS) | 19 |
| (三)、主動懸吊提高乘坐舒適性 | 21 |
| (四)、太魯閣列車實際的應用 | 24 |
| (五)、普悠瑪列車實際的應用 | 25 |
| (六)、日本新幹線 N700S 應用..... | 27 |
| 肆、心得與建議..... | 28 |

圖目錄

- 圖 1-1 拜會住友商事座談剪影(一)
- 圖 1-2 拜會住友商事座談剪影(二)
- 圖 2-1 拜會日立本社座談剪影(一)
- 圖 2-2 拜會日立本社座談剪影(二)
- 圖 3-1 拜會 YUTAKA 工場座談剪影
- 圖 3-2 YUTAKA 工場合影
- 圖 3-3 YUTAKA 工場電氣連結器剪影
- 圖 3-4 列車自動連掛與解連系統測試
- 圖 4-1 拜會日立水戶工場座談剪影(一)
- 圖 4-2 拜會日立水戶工場座談剪影(二)
- 圖 5-1 拜會日本車輛豐川製作所座談剪影(一)
- 圖 5-2 拜會日本車輛豐川製作所座談剪影(二)
- 圖 5-3 日本車輛豐川製作所合影
- 圖 5-4 零系新幹線前合影
- 圖 5-5 日車人員講解鋁合金焊接技術(一)
- 圖 5-6 日車人員講解鋁合金焊接技術(二)
- 圖 5-7 豐川工廠試車線
- 圖 5-8 豐川工廠察看備品存放情形
- 圖 6-1 太魯閣列車之車內顯示器(SI)
- 圖 6-2 普悠瑪列車之車內顯示器(SI)
- 圖 7-1 普悠瑪列車駕駛拖車(TED)之 PIS,VCS 與 CCTV 之通訊配線圖
- 圖 7-2 普悠瑪列車馬達 A,B 車(TEMA,TEMB)與電力車(TEP)之 PIS,VCS 與 CCTV 之通訊配線圖
- 圖 8 主動懸吊系統的原理
- 圖 9 止擋橡膠限制車體與轉向架側向位移
- 圖 10 利用垂向致動器使車體傾斜，並經由車體傾斜減低橫向加速度(右圖)
- 圖 11 主動式抗搖桿應用方式
- 圖 12 傾斜控制裝置構成
- 圖 13 傾斜控制缸的外觀
- 圖 14 HCLV 外觀照片 (左側可見 BULV)
- 圖 15 HCLV 構造
- 圖 16 抑制車體的橫向左右振動
- 圖 17 「N700S」配備高性能的“全主動阻尼控制裝置”
- 圖 18 東日本旅客鐵道 E657 系"常陸 (HITACHI) "號列車寫真
- 圖 19 E657 系車廂內寫真
- 圖 20 E657 系車內顯示器

圖 21 LED 席位占用指示

表目錄

表 1：太魯閣列車自 2007 至 2016 年旅客投書與車身晃動有關列表

表 2：普悠瑪列車自 2013 至 2016 年旅客投書與車身晃動有關列表

表 3：日立號主要諸元表

壹、目的

- 一、為配合國家觀光政策的推行，以及因應本島東西部旅客需求量的增加，臺鐵局於 95 年及 101 年分別購入太魯閣 (48 輛)及普悠瑪 (136 輛) 自強號列車，而 103 年受惠於日幣貶值匯差，行政院核准臺鐵局增購 2 組普悠瑪自強號及 2 組太魯閣自強號總計 32 輛，以彌補臺鐵整體運輸的不足，提供全民優質快速的鐵道運輸服務。
- 二、再次增購之 4 組(32 輛)傾斜式列車，分別為向「日本車輛製造株式會社」(Nippon Sharyo,Ltd.)購置 2 組(16 輛)普悠瑪自強號，於 104 年 12 月 24 日及 25 日運抵臺中港，隨即轉送彰化機務段進行整備及試車，105 年投入春節營運。及「株式会社 日立製作所」(Hitachi, Ltd.)購置 2 組(16 輛)太魯閣自強號，提前於 105 年 1 月 12 日與 2 月 25 日交車，車輛製造廠積極趕趕製造，提前如質交車，以強化臺鐵局營運車隊，符合國家整體交通輸運及觀光政策需求。
- 三、依購車案契約規範規定，本局將派員赴車輛原製造廠監造檢驗工作，以確認車輛備品性能及製造品質符合規範要求，並藉此機會拜會日車公司與日立公司對於提前交車投入營運表達謝忱。

貳、監造過程

一、監造週報表

| 工程名稱：傾斜式電聯車 32 輛(普悠瑪號 2 組)(太魯閣號 2 組)監辦暨督導車輛備品製造 | | |
|---|----|---|
| 期間：自 105 年 6 月 16 日 至 105 年 6 月 22 日止 | | |
| 日期 | 星期 | 辦 理 事 項 |
| 6 月 16 日 | 四 | 1、啟程：台北(松山)國際機場(TSA)→東京(羽田)機場 (HND) 2、移動：搭乘東武巴士→東京都墨田区錦糸 1-2-2→入住東武酒店(LEVANT TOKYO)/TOBU HOTEL 3、東武酒店(LEVANT TOKYO)準備拜訪監造事宜。 |
| 6 月 17 日 | 五 | 1、移動：錦糸町→勝どき(地下鉄) 2、拜訪住友商事株式会社(Sumitomo Corporation) (1)、介紹各部門及認識相關幹部。 (2)、公司簡介及產品說明。 3、移動：勝どき(地下鉄)→淺草橋→東京(JR) 4、日立本社株式会社日立製作所(Hitachi,Ltd.)訪問/交通社社長 正井先生 (1)、介紹各部門及認識相關幹部。 (2)、公司簡介及產品說明。 |
| 6 月 18 日 | 六 | 1、例假日 2、移動(東京→淺草橋(JR)→秋葉原→上野(JR)新幹線 Max たにかわ 309 号→高崎 3、株式会社ユタカ製作所(YUTAKA Manufacturing Co.,Ltd.)工場參訪 (1)、YUTAKA 製作所簡介及產品說明。 (2)、參觀各工場生產線(連結跳線電纜、自動連結器)。 |
| 6 月 19 日 | 日 | 1、例假日 2、JR 仙石線(日本 311 地震後，軌道復建與營運方式見學) 3、移動：高崎→大宮→仙台→上野(JR)特急ときわ 75 号(高萩行)→水戶 |
| 6 月 20 日 | 一 | 1、移動：水戶(JR)常磐線→勝田駅 2、拜訪茨城縣日立水戸エンジニアリング株式会社 (1)、水戶工廠簡介及產品說明。 (2)、參觀各工場生產線(牽引整流 / 變流器)。 3、勝田(JR 特急ときわ 78 号)→東京(JR 新幹線ひかり 521 号)-名古屋(新幹線) |

| | | |
|-------|---|--|
| 6月21日 | 二 | 1、移動：名古屋→豊橋→豊川→諏訪町 2、日本車輛豊川製作所會議室開會： (1)、日本車輛豊川製作所介紹相關幹部。 (2)、日本車輛豊川製作所簡介及產品說明。 (3)、問題討論。 3、參觀製作所各工場生產線。 4、移動：豊川→豊橋→名古屋→藤が丘 5、Linimo 磁浮列車(藤が丘⇔八草)試乘。 6、移動：藤が丘→りんくう常滑 |
| 6月22日 | 三 | 1、移動：りんくう常滑→名鉄空港線・中部国際空港 2、回程：名鉄空港線・名古屋中部国際空港→桃園(CI151) |
| 備註： | | |

二、監造過程紀要

(一)、住友商事株式会社 (Sumitomo Corporation)

住友商事株式会社為傾斜式電聯車 136 輛購案立約商，本次增購 2 編組 16 輛普悠瑪自強號亦由該社代表簽約。藉由此次監造機會徐總工程司針對該司積極參與本局各項購車標案表達謝意之外，並期許該司可能為本局引進優質舒適的先進軌道車輛。



圖 1-1 拜會住友商事座談剪影(一)



圖 1-2 拜會住友商事座談剪影(二)

(二)、株式会社日立製作所(Hitachi,Ltd.)

本局於 95 年購入太魯閣號(48 輛) 投入營運後，受到台灣民眾好評。藉由 103 年受惠於日幣貶值匯差，行政院核准本局後續擴充增購 2 組(16 輛)太魯閣自強號。「株式会社 日立製作所」(Hitachi, Ltd.) 接獲訂單積極趕製製造，提前於 105 年 1 月 12 日與 2 月 25 日如質交車，特藉此機會對於提前交車投入營運表達謝忱。

該司交通社社長 正井先生特別感謝本局選用太魯閣自強號作為 Hello Kitty 彩繪列車，該列車 105 年 3 月 14 日首航受到國際媒體的關注，日立公司亦同感光榮。



圖 2-1 拜會日立本社座談剪影(一)



圖 2-2 拜會日立本社座談剪影(二)

(三)、株式会社ユタカ製作所(YUTAKA Manufacturing Co.,Ltd.)工場

YUTAKA 工場為供應太魯閣自強號車間電氣跳線連結器之專業製造廠，主要產品為高、低壓電氣跳線連結器(High-voltage/Low-voltage Connectors)、軌道車輛用之相容乙太網路連結器(Ethernet-compatible Connectors)及列車自動連掛與解連系統(Automatic Train Coupling and Uncoupling System)。

為能了解自動連結器之相關技術與檢測方式等，特於行程中利用例假日安排至 YUTAKA 工場見學，並於接待討論會中就軌道技術、營運、維修保養等層面交換意見。



圖 3-1 拜會 YUTAKA 工場座談剪影



圖 3-2 YUTAKA 工場合影



圖 3-3 YUTAKA 工場電氣連結器剪影



圖 3-4 列車自動連掛與解連系統測試

(四)、日立水戸エンジニアリング株式会社

日立水戶工廠為專業鐵路運輸系統的設計，製造，測試和支援工廠，主要提供本局太魯閣自強號牽引系統整流/變流器與輔助供電系統，廠內並有一座電梯研究塔(G1 TOWER)負責日立公司所生產設計的高速電梯運轉測試之用，該研究塔經歷過日本 311 地震，依然挺立無恙，特別介紹其特殊的防震設計供我們參考。

日立公司利用雙方會談介紹該公司所設計的新式車輛，並就目前太魯閣號運轉應用與維修技術交換意見。徐總工程司除肯定日立公司的造車工藝外，對於其對軌道工業技術的不斷創新與研發，亦表達讚賞之意。



圖 4-1 拜會日立水戶工場座談剪影(一)



圖 4-2 拜會日立水戶工場座談剪影(二)

(五)、日本車輛豐川製作所

豐川製作所為 136 輛傾斜式電聯車的製造與組裝工廠，此次增購之 2 組(16 輛)普悠瑪自強號經日車公司豐川製作所配合本局營運需求，積極攬趕製造，於 104 年 12 月 24 日及 25 日運抵臺中港，投入 105 年春節營運，徐總工程司特別代表本局表達謝忱。

由於增購之 2 組(16 輛)普悠瑪自強號，經過日車公司針對乘坐舒適度優化，實際營運後受到各方肯定，於會談中特別提請該公司針對優化部分進行說明，以供後續其餘 17 編組(136 輛)提升方式參考。並針對目前使用於普悠瑪自強號之「旅客資訊系統」(PIS)為較複雜之乙太網路傳輸與 LCD 液晶螢幕顯示方式，其妥善率及穩定度表達關切，就此議題雙方進行意見交流。



圖 5-1 拜會日本車輛豐川製作所座談剪影(一)



圖 5-1 拜會日本車輛豐川製作所座談剪影(二)



圖 5-3 日本車輛豐川製作所合影



圖 5-4 零系新幹線前合影



圖 5-5 日車人員講解鋁合金焊接技術(一)



圖 5-6 日車人員講解鋁合金焊接技術(二)



圖 5-7 豐川工廠試車線



圖 5-8 豐川工廠察看備品存放情形

參、專題報告

一、太魯閣與普悠瑪自強號「旅客資訊系統」(PIS)的異同

(一)、硬體系統(Hardware System)

太魯閣列車 PIS 其主要係由旅客資訊系統控制器(Passenger Information System Controller, PISC)、車外終站指示器(Destination Indicator, DI)、車內資訊指示器(Synchronous Indicator, SI)如圖 6-1、麥克風(MIC)、隱藏式麥克風(簡稱 MPA)、播音放大器(Power Amplifiers, PA)、駕駛室監聽喇叭(Monitoring Speaker for Driver, MS_D)、車長室監聽喇叭(Monitoring Speaker for Conductor, MS_C)、播音喇叭(Broadcast Speaker, BS)、客室緊急通信(Emergency Intercom for Passenger, EIP)與車長室緊急通信(Emergency Intercom for Conductor, EIC)等所組成。其中旅客資訊系統控制器有 5 個輸出入介面分別是 USB、PA、TCI、HUB 與 TCMS 插座；而普悠瑪列車 PIS 則將各組件分別整合成「旅客資訊系統」(PIS)、「語音播報系統」(VCS)與「車外影像監視系統」(Closed-Circuit Television ,CCTV)，其中 VCU(Voice Control Unit)、DVR(Digital Video Recorder)及 VSR(Video Servo) 整合於 PISC 之機櫃中，另將 PA 與 CCU(Car Communication Unit)整合於同一機櫃中。

普悠瑪列車 PIS 之顯示器比太魯閣列車多「前端顯示器」(Front Indicator, FI)，前端顯示器(FI)接收 PISC 之指令，顯示以下功能：顯示駕駛拖車車號、顯示起訖站名、顯示線別、顯示車種及顯示車次。另外於車外終站指示器雖都一樣採用 LED 顯示，但是太魯閣列車 PIS 的 DI 具有多種顏色顯示之 LED，普悠瑪列車的 DI 僅有橘色與紅色二種。太魯閣列車 PIS 採 LED 形式之車內顯示器(SI)，可以清晰顯示相關列車行車資訊給全列車所有乘客。普悠瑪列車 PIS 之車內顯示器(SI)(如圖 6-2)採用 TFT_LCD 做為顯示介面。可以較生動活潑的顯示方式顯示行車資訊與氣象、旅遊資訊、車外影像監視系統之監視影像、目前時間、前方停靠站數量、站名、及轉乘資訊、政令宣導、顯示預錄之廣告短片等等；並可以依據實務之運行，延伸顯示車廂序號、列車開門方向及列車廁所使用狀況等。

因普悠瑪列車 PIS 之車內顯示器(SI)採用 TFT_LCD 做為顯示介面，其包含廣告畫面與車外 CCTV 之影像傳輸，所需處理之資料量非常龐大，故其相關硬體設備規格需為處理速度快且具有大記憶容量之產品方可勝任。於 LCD 螢幕同一顯示畫面中，需進行畫面切割之影像處理，顯示政令宣導又能以跑馬燈方式顯示列車行車資訊(車次、線別、終點站及沿途停靠站等)，故其技術層次已較太魯閣列車之 PIS 更高一階，惟可惜 TFT_LCD 並非目前以 LED 為背光源之新式主流產品，產品壽命較短。



圖 6-1 太魯閣列車之車內顯示器(SI)



圖 6-2 普悠瑪列車之車內顯示器(SI)

(二)、通訊方式 (Communication)

太魯閣列車 PIS 採用串列式通信模式(RS-485)，可提供全列車 PIS 半雙工通信使用。普悠瑪列車 PIS 則採用全列車網路通訊方式，並具備不同層面強化性能及向下延伸相容性。其系統採用網際網路通訊協定 (TCP/IP)進行資訊傳輸與控制。而網路設計共分為兩層式設計，第一層為環式乙太網路骨幹，藉由車廂通信單元(Car Communication Unit, CCU)連結全列車之 PIS 主要組件；第二層為內部環式或星式網路，連結其他 PIS 組件。於新增設備時可即插即用自動取得 IP，且具備後續可自由接入迴路擴充功能。也因為控制方式不同，太魯閣列車 PIS 可藉由單一開關重置全列車旅客資訊系統，但普悠瑪號如需全列車進行系統重置，則僅能藉由司機員送電鑰匙開關做 Key-on/off 動作來達成，否則就只能逐一車廂進行重置動作了。

目前普悠瑪列車 PIS 是台灣唯一使用全網路通信的列車，這也將是未來車廂通訊之趨勢。目前於澳洲鐵路、歐洲鐵公路及中國高速鐵路上(CHR-380)亦採用此全列車 PIS 網路系統技術。

以下僅就普悠瑪列車各車廂 PIS、VCS 與 CCTV 之通訊配線架構提供參考。駕駛拖車(TED)的 CCU 形式如圖 6-1 所示為 CCU1A 外，馬達 A、B 車(TEMA、TEMB)與電力車(TEP)之 CCU 形式如圖 6-2 為 CCU1B，且此三車廂之 PIS、VCS 與 CCTV 之通訊配線架構完全相同，車輛配置順序為：TED-TEMA-TEP-TEMB=TEMB-TEP-TEMA-TED。

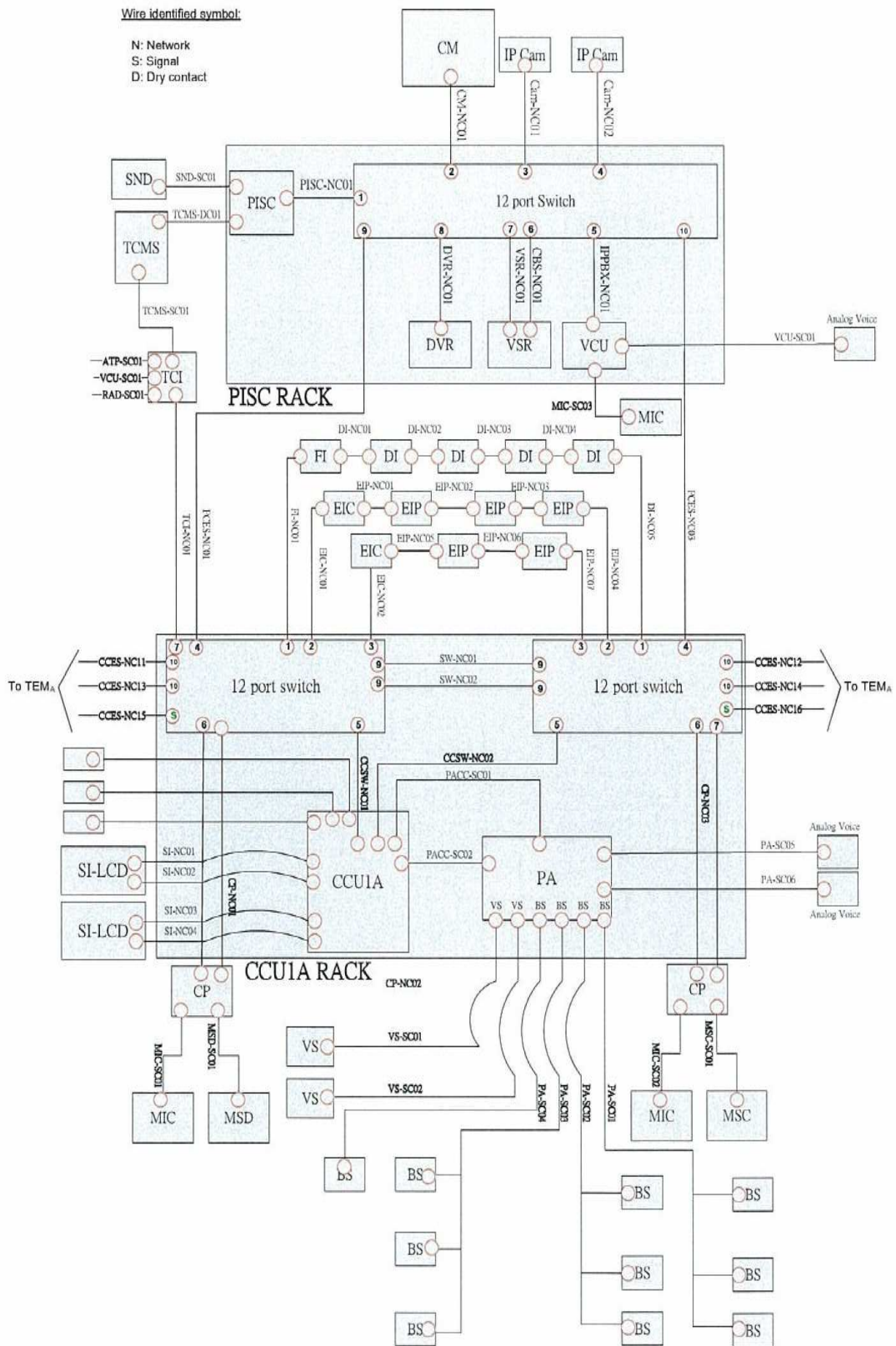


圖 7-1 普悠瑪列車駕駛拖車(TED)之 PIS,VCS 與 CCTV 之通訊配線圖

Wire identified symbol:

N: Network
 S: Signal
 D: Dry contact

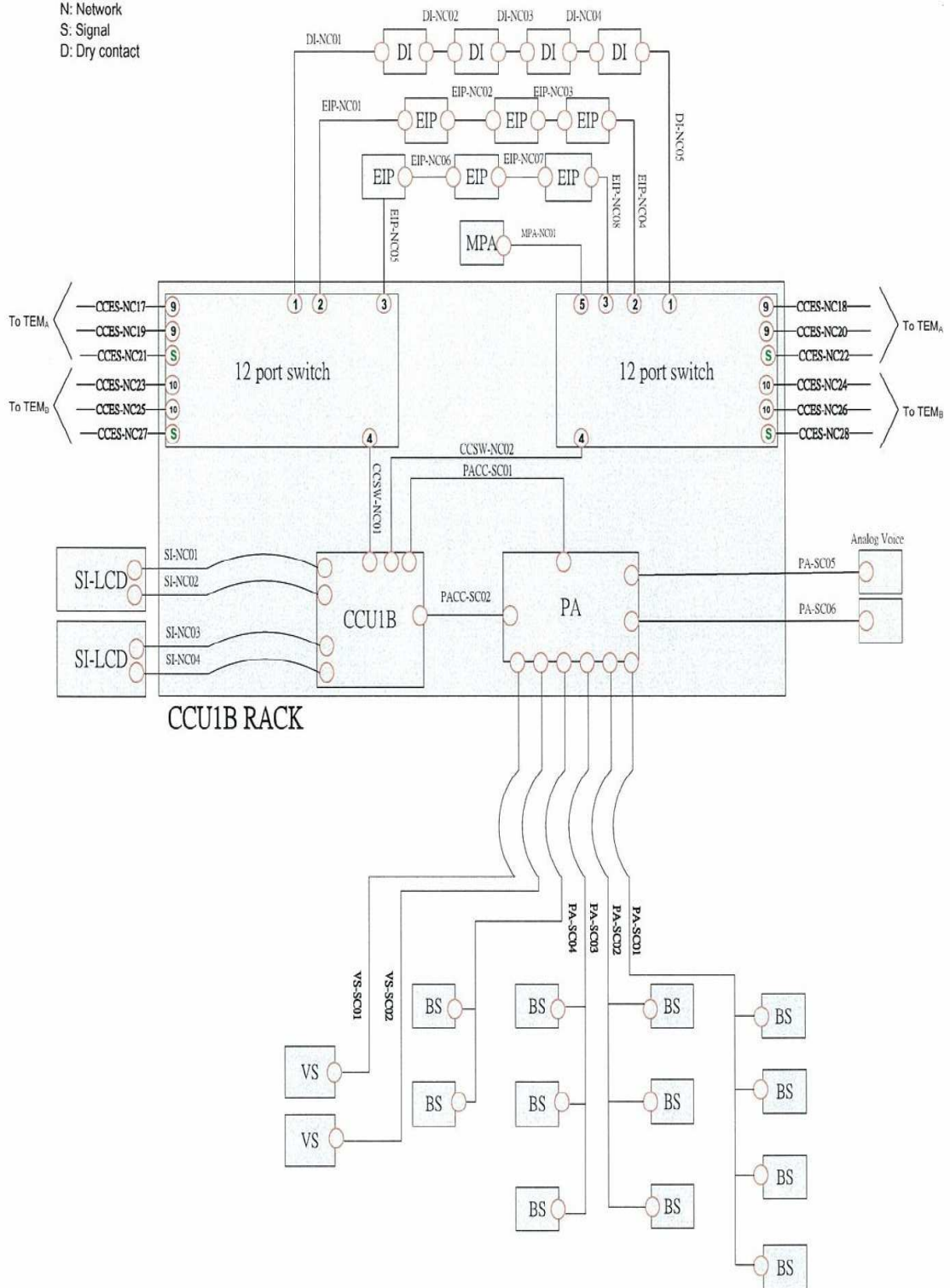


圖 7-2 普悠瑪列車馬達 A,B 車(TEMA,TEMB)與電力車(TEP)之 PIS,VCS 與 CCTV 之通訊配線圖

(三)、PIS 與 TCMS 及 ATP 間介面

太魯閣列車 PIS 與 TCMS 有介面連接，再藉由傾斜控制系統提供路線與里程資訊，與 ATP 無直接關聯。普悠瑪列車 PIS 則以 RS-485 串列埠與 ATP 系統之地上子(Balise) (VCU-ATP)通信，Balise 是列車 ATP 系統的組件之一。藉由與 VCU-ATP 之 RS-485 通信埠，擷取鐵路沿線地上子之訊號；並據此訊號，來判斷列車停靠車站時之開門方向。再利用 SI-LCD，將此訊息顯示告知列車上所有乘客。PISC 有一個和列車里程錶之界面，同時輔以全球衛星定位(Global Positioning System, GPS)測量接收器，用來作為計算列車在軌道上的實際位置，此功能可就實際之列車位置與預存之時刻表進行運轉時間誤差計算。

(四)、無線通訊 Wireless com.

太魯閣列車 PIS 在當時並無此項功能之要求，而普悠瑪列車 PIS 提供數位式行動通訊系統(Global System for Mobile Communications, GSM)與通用封包無線服務 (General Packet Radio Service, GPRS)，藉由 GSM 的無線電及網路架構下，提供以「封包」為基礎的數據服務與外部通信，可上傳及下載相關列車資訊及網路相關訊息；並提供 4.1.1.1.6 無線網路 WLAN IEEE 802.11 b/g 介面，可供檢修廠段等特定區域之無線區域網路使用，以利檢修之需要。然而，目前各廠段尚無基地台建置，此項功能尚未開通應用。

(五)、語音系統(Voice System)

1、語音格式(Voice Format)

太魯閣列車 PIS 採用類比信號傳送語音及資訊處理，較容易因傳送之距離因素而造成語音訊號損耗，及因外在雜訊干擾所引起的噪音現象。

普悠瑪列車 PIS 語音播報系統以工業乙太網路環式骨幹設計。系統對外通信經由播音控制器(Voice Control Unit, VCU)及播音放大器，藉由車廂通信單元 (CCU) 直接與貫穿全車之環式工業乙太網路骨幹連線，將播音清晰均勻的傳送至列車之每一個客座處。語音播報系統之語音檔案為 MP3 格式，儲存在 PIS 系統之 PISC 內。語音檔案從 PISC 經由列車上網路，以聲音網際網路通訊協定(VOIP)傳遞至各個車廂之播音放大器，進行播放。

2、緊急通話系統(Emergency Intercom)

太魯閣列車之緊急通話系統亦採用類比信號處理及傳送語音，除了較容易造成語音因傳送距離引起之損耗及噪音干擾現象外，亦無法識別由何處傳出之緊急通話需求，因此亦會造成處理緊急事務之延緩。普悠瑪列車緊急通話系統亦以工業乙太網路骨幹設計，因此可以確保將播音清晰均勻的傳送至列車長或駕駛室內之對講機處。語音檔案經由列車上網路，以聲音網際網路通訊協定(VOIP)傳遞，並可以藉由網路識別而在 CP 上標示詳細之發話位置(哪一個車廂之哪一個對講機)。並且由於使用網路架構，所以可以同時連接及使用較多之對講設備。

(六)、車位影像及錄影系統(CCTV & DVR System)

本車外影像監視系統係為環式工業乙太網路骨幹設計，系統內部網路將由網路攝影機、控制監視螢幕、數位錄影機及影像伺服器組合而成。監視影像將由影像伺服器藉由車廂通信單元 (CCU) 直接與貫穿全車之環式工業乙太網路骨幹連線，將車外影像監視資料傳送至其他地方。操作人員可以藉由安裝於車長室/服務員室之控制監視顯示器，監看監視畫面並調整所有監視監看功能；並可以將車外影像經由網路回送至旅客資訊顯示系統控制器 PISC。此車外影像可經由 PIS 網路，傳送至各個車廂之車內顯示器播放，以供旅客欣賞沿途景色；亦可經由 PISC 之 USB 介面，擷取儲放至其他儲放裝置。車外影像監視系統可以透過設計與車輛 TCMS 系統之通訊，自動結束於 SI_LCD 之播放作業。

普悠瑪列車 PIS 在正常操作模式下，車外影像監視系統能以影像壓縮或串流方式，連續錄影儲存所有攝影機(四組攝影機)所存入之影像 60 小時(每日 20 小時 X3 天)，每只攝影機之影像儲存每秒影幅數為 30。每個儲存畫面將輔以時間/日期及畫面事件追蹤功能，以供日後權責單位稽查考核。每一個電聯車編組，將於車長室/服務員室設置一個數位錄影機。此錄影機將儲放設置於本編組之兩組攝影機之錄影資料。當系統開啟後，攝影機自動啟動攝影。若攝影機之錄影時間即將超過 60 小時，本系統將於控制螢幕上顯示將達最大錄影時間之相關警示資訊，並將此訊號傳送至 PISC。若於警示緩衝時間內無任何操作指示，在正常操作模式下，數位錄影機將自動執行覆蓋功能，以後壓前的方式，將新的影像依序儲放於先前儲放之影像位置，並取消警示畫面。此警示畫面於錄影時間達每 60 小時時，執行一次；警示緩衝時間暫定為 30 分鐘。車外影像監視系統之錄影模式如下：

- 1.直接錄影模式(正常操作模式)。
- 2.事件錄影模式(預留模式)。
- 3.定時錄影模式(預留模式)。

增加車外影像監視系統及數位錄影系統，除了可以提供乘客欣賞車外沿途美麗景致外，亦可提供安全之保障。如遇事故發生，亦可成為事故研判分析及佐證之依據。

(七)、軟體 Software

太魯閣列車 PIS 之軟體架構為標準串列通信模式，同時因為每一個組件皆為獨立組件，所以不需要特別的整合需求，也因為通信流量較不壅擠，所以軟體處理層面較為單純。

普悠瑪列車 PIS 因為採用全列車網路設計，所以系統軟體架構較為複雜。也因為如此可以有較大的彈性來處理功能的展延與擴充。又因為網路採用 DHCP 定址，所以每一次登錄系統時，都必須進行繁瑣之定址及確認傳送作業，較一般簡易網路通訊系統複雜度高許多。也因為進行多系統之整合及交互功能，所以系統分為較

多層級來進行多工分層負責模式。

二、太魯閣與普悠瑪列車乘坐品質探討

(一)、緣由

彙整太魯閣(如表 1)與普悠瑪(如表 2)列車開始營運後旅客意見書。

| 案件編號 | 諮詢日期 | 主旨 | 內容 |
|-----------------|------------|----------------------------|---|
| 0001-0705-00343 | 2007/5/14 | 太魯閣號 | 太魯閣號傳聞都說乘坐時搖晃會暈車,真的嗎? |
| 0001-0707-00310 | 2007/7/21 | 搖晃顛簸的太魯閣號 | 本人搭乘 96.7.21.1069 次之太魯閣號回花蓮,延途車廂搖晃顛簸令人非常難過,甚至想吐...(略)。 |
| 0001-0711-00034 | 2007/11/2 | 太魯閣號震動太大 | 您好,日前第一次搭乘太魯閣號十分興奮,但乘坐後感到十分失望,車廂震動太大,大到杯子的水都會震出來...(略)。 |
| 0001-1111-00536 | 2011/11/18 | 建議太魯閣號列車的廁所地面新增排水孔 | 太魯閣號列車應該會有許多觀光客搭乘,對於廁所之清潔維護應該更加注重。由於太魯閣號列車搖晃嚴重...(略)。 |
| 0001-1205-00317 | 2012/5/14 | 一些建議以及問題 | 最近搭乘太魯閣號發現震動的不適感較先前明顯,是否有耗材需要更換或保養,以前搭車都不會暈車,現在這種情形感覺非常明顯 |
| 0001-1210-00637 | 2012/10/26 | 太魯閣號 | 先前搭太魯閣號從台北南下到台中,車身不斷的搖晃,睡覺都有困難,希望可以改進。 |
| 0001-1301-00013 | 2013/1/1 | 282 太魯閣自強號行車抖動 | 101/12/31 號坐 282 車次太魯閣自強號第 2 車在彰化到豐原這區間感覺特別晃動,而且還會一種奇怪的震動...(略)。 |
| 0001-1304-00440 | 2013/4/18 | 4 月 17 日 283 次太魯閣第 5 車抖動嚴重 | 4 月 17 日從花蓮搭乘 283 次太魯閣第 5 車廂(編號 1024),花蓮開車後立即覺得本車廂上下跳動嚴重,乘坐舒適感大幅下降...(略)。 |
| 0001-1310-00630 | 2013/10/29 | 搭太魯閣 288 次有振動感 | 10 月 28 日搭乘 288 車次太魯閣號行經楊梅和埔心一段,在第 7 車廂感覺有振動感,很像是該段鐵軌不平穩導致,坐在車上有卡到東西感覺...(略)。 |
| 0001-1409-00110 | 2014/9/4 | puyuma 太魯閣車輛太晃,廁所應用坐式馬桶 | 傾斜式列車行駛時容易搖晃,廁所應使用坐式馬桶,避免乘客在使用廁所時,因車輛搖晃導致受傷。 |
| 0001-1412-00046 | 2014/12/3 | 太魯閣號列車搖晃嚴重 | 12 月 2 日從花蓮站搭乘 283 車次太魯閣號列車回田中,一路上列車搖晃震動很嚴重...(略)。 |
| 0001-1507-00597 | 2015/7/27 | 太魯閣號很晃 | 7 月 25 日搭乘 273 次的自強號從台北到彰化,同行坐過的家人都覺的這台太魯閣號開起來特別晃...(略)。 |
| 0001-1510-00313 | 2015/10/10 | 太魯閣號避震器有問題? | 10 月 9 日搭乘 5219 次自強號花蓮往台北座位在 4 車,期間列車出現上下晃動後,一直有撞到底盤的聲音及感覺,而且第一次坐到會頭暈...(略)。 |

表 1：太魯閣列車自 2007 至 2016 年旅客投書與車身晃動有關列表

| 案件編號 | 諮詢日期 | 主旨 | 內容 |
|-----------------|------------|----------------------------|--|
| 0001-1302-00318 | 2013/2/17 | 車廂內廁所不安全 | 你好,我於 102/2/15 搭 223 車次普悠瑪號由羅東到台北,途中去上廁所時,因為火車搖晃過大,造成小腿撞到了產生傷口…(略)。 |
| 0001-1303-00062 | 2013/3/3 | 強烈建議..請加強改進 | 本人於 2013 年三月三日下午三點三十分 223 車次普悠瑪號....但我對這次的搭程非常的失望,車廂內沒開空調、車身搖晃也太大了吧!! 第一次暈車還是暈火車…(略)。 |
| 0001-1303-00097 | 2013/3/5 | 202 車次普悠瑪號讓我受傷 | 我於 3 月 2 日早上搭乘 202 車次由台北搭到花蓮普悠瑪號,搭乘期間車子搖晃不已,造成頭暈難耐想吐…(略)。 |
| 0001-1303-00330 | 2013/3/12 | 關於普悠瑪 TEMU2000 型與 EMU800 型 | 本人在 3/9 首次搭乘普悠瑪 TEMU2000 型列車,整體評價還算不錯....列車行進時,車廂晃動較明顯…(略)。 |
| 0001-1305-00150 | 2013/5/7 | 普悠瑪反而比自強號還顛 | 5/1 我乘自強號台北至羅東,5/3 乘普悠瑪回台北,路程很顛,反而沒有比自強號平穩…(略)。 |
| 0001-1307-00193 | 2013/7/9 | 普悠瑪號 | 搭乘好幾次 223 車次..就感覺 7/7 搭乘時比其他次搭乘時特別搖晃. 振動特別大…(略)。 |
| 0001-1307-00503 | 2013/7/22 | 普悠瑪列車舒適度極差! | 7/20 回程搭乘 223 次"普悠瑪"由花蓮到松山! 恕我直言"普悠瑪列車是我們搭乘過搖晃最厲害的列車"…(略)。 |
| 0001-1307-00788 | 2013/7/31 | 車廂晃動大 | 本人 7/29 搭乘 175 次第 8 車廂晃動很大並有撞擊聲…(略)。 |
| 0001-1308-00705 | 2013/8/27 | 普悠瑪-行車不穩 | 去花蓮玩了 2 天,回程時乘坐 8/26 早上 8:45 新自強號-普悠瑪,好恐怖的火車又,=_= 超晃超抖的…(略)。 |
| 0001-1309-00880 | 2013/9/29 | 新自強號 | 新自強號常常在乘車的時候發出噪音且晃動非常劇烈…(略)。 |
| 0001-1407-00322 | 2014/7/9 | 育嬰室及車廂問題反映 | 7/2 搭乘 5406 普悠瑪號,車廂設有育嬰室很貼心,....畢竟普悠瑪實在是晃得太厲害了! |
| 0001-1408-00841 | 2014/8/27 | 普悠瑪相關問題 | 我 8/26 週二搭乘普悠瑪台北到花蓮當天來回,我是第一次搭乘這個車型,行進中車廂搖晃非常厲害,並且感覺一直跳動…(略)。 |
| 0001-1410-00116 | 2014/10/5 | 車廂震動-花東線普悠瑪號 | 本人於 20140929 搭乘 441 次普悠瑪號於台東回程松山時明顯感覺該次列車行駛時震動嚴重…(略)。 |
| 0001-1410-00753 | 2014/10/27 | 請問普悠瑪號是破銅爛鐵嗎? | 2014/10/23 搭乘貴局最新車種-普悠號 222 次樹林-花蓮。我搭的是 2 車,當列車行駛至一定速度(60km/hr)以上時,即每車廂有跳動情況時,整個車廂快解體一樣…(略)。 |
| 0001-1410-00813 | 2014/10/29 | 普悠瑪搖晃問題 | 我每個月要往返台北與花蓮之間數次,感覺上普悠瑪搖晃的狀況厲害…(略)。 |
| 0001-1411-00820 | 2014/11/30 | 乘客頭頂上方的行李層 | 搭乘 11/30 (日) 的 282 次普悠瑪自強號,因劇烈搖晃導致前方乘客的行李掉落…(略)。 |
| 0001-1503-00323 | 2015/3/13 | 普悠瑪號缺乏座式馬桶 | 普悠瑪號僅有無障礙車廂有座式馬桶,其餘車廂仍是舊式落伍的蹲式馬桶,不符合鐵標榜的通用設計原則。且傾斜式列車會搖晃…(略)。 |

| | | | |
|-----------------|------------|---------------|---|
| 0001-1506-00387 | 2015/6/19 | 普悠瑪非常不穩 | 我媽媽 70 多歲，火車行進間上廁所非常困難，一般人站著都非常 的晃…(略)。 |
| 0001-1507-00487 | 2015/7/22 | 車速太快 | 我是搭乘 7/17,411 車次的普悠瑪列車,行駛途中車速很快,常會發生 劇烈抖動；而且罕見搭火車會有頭暈,想吐的情形…(略)。 |
| 0001-1510-00649 | 2015/10/18 | 普悠瑪的椅子 | 本人本周搭乘普悠瑪號之後,我覺得有以下事情想向您反映,第一是 在行進間車子的搖晃非常嚴重且大力…(略)。 |
| 0001-1512-00523 | 2015/12/20 | 車身問題 | 本人全家....搭乘 237 次(12 月 19 號).羅東往樹林.第 2 車 廂.45.47.46.48 的位置.當車子在加速時.會抖得很厲害…(略)。 |
| 0001-1602-00237 | 2016/2/14 | 車廂通道門關太 快。 | 我現在坐在 431 的列車上,剛剛火車經過花蓮站時!--我往後走去第 八車廂時,人在通道門前,門是開的,因車廂搖晃…(略)。 |
| 0001-1604-00715 | 2016/4/27 | 136 次普悠瑪 | 行車搖晃遠高於一般自強號，老人或小孩使用洗手間會有危險… (略)。 |
| 0001-1606-00339 | 2016/6/14 | 普悠瑪號平穩性 | 我是台鐵的愛用者，經常南來北往我和同事都習慣先網路買票輕鬆 免排隊搭火車，覺得很好，一段時間下來，我們都有共同感覺，普 悠瑪號的平穩度實在太差了，明顯搖晃不舒服…(略)。 |
| 0002-1606-00028 | 2016/6/16 | 普悠瑪 | 普悠瑪搭乘後,震動過大,無法看書報…(略)。 |

表 2：普悠瑪列車自 2013 至 2016 年旅客投書與車身晃動有關列表

綜觀旅客投書內容，讓旅客感到不舒適的感覺主要來自垂向的震動與橫向的晃動。而有關傾斜式車輛於彎道上提高速度，因車輛通過彎道之時間縮短，會產生很大之離心力。如果傾斜動作無法完全抵消此離心力，則此離心力將作用在旅客身上，讓旅客感到不適。又為完全抵消此離心力，而使傾斜作動之角度過大，會讓車體轉動角速度變快，旅客會有飄飄然的感覺。諸如此類傾斜式車輛於彎道上的輪軌關係，已有多位本局同仁有詳盡探討，在此將就目前用於新式車輛，不論傾斜與否都可應用之主動式致動器(active actuator)作探討，以改善在直線、彎道與行經轉轍器或因路線不良所造成之震動，提升更為全面性之乘坐品質。

(二)、主動式橫向與垂向二次懸吊系統(ALS,AVS)

為使軌道車輛運輸具有競爭力的方法之一是增加營運速度。然而，更高的速度通常會在車輛產生更多的作用力和加速度，這對乘坐舒適性產生負面影響。傳統的被動式懸吊難以維持乘客可接受的舒適性。因此，主動式二次懸吊技術可以改進或維持因車輛增加速度或軌道條件不佳時的乘坐舒適度。

主動式橫向二次懸吊系統(Active Lateral secondary suspension System, ALS)的研發，包括車體橫向和偏轉模式(yaw modes)的動態控制。此外，懸吊系統中加入準靜態橫向車體控制(quasi-static lateral car-body control)，以維持車輛在通過曲線超高時轉向架上方車體的橫向中心，從而避免中心銷與止擋(bump-stop)的接觸。透過模擬裝置和軌道測試，顯示 ALS 系統相比被動系統可以提供顯著橫向乘坐舒適性的改

進。

其次，利用模擬的方式開發主動式垂直二次懸吊系統（Active Vertical secondary suspension system, AVS），包括車體的垂直和滾動模式(vertical and roll modes)的動態控制與車體的準靜態側傾控制(quasi-static roll control)，可讓列車在曲線上以更高的速度行駛，表現出顯著的垂直乘坐舒適度改進。另外，如果車體結構的剛性降低與垂直空氣彈簧剛性增加，AVS 系統可有效補償負乘坐品質效應(negative ride comfort effects)。

兩種主動式懸吊系統（ALS 和 AVS）結合使用於軌道車輛上，相較於傳統被動系統可提高橫向和垂直乘坐舒適度，其主要優點有：

- 1、提高旅客乘坐的舒適性
- 2、列車於彎道提速仍能維持良好的乘坐品質
- 3、於軌道路線條件不佳的情況，仍能維持良好的乘坐品質
- 4、減低車身重量

一般而言，主動懸吊系統的原理是藉由本身某些信號與控制確認信號（例如車體加速度）所形成的一個閉迴路(closed loop)（圖 8）。為了達成此目的，於車輛懸吊系統上就必須包含有致動器(actuators)、傳感器(sensors)和控制器(controller)。致動器可代替傳統的被動式阻尼器(passive dampers)，例如車體和轉向架之間的阻尼器。其動作方式係依據控制器所發出的出力需求信號，此出力需求信號由傳感器偵測車輛機械系統的輸出，信號回授給控制器計算出力需求而來，進而使致動器主動產生一個所需的控制力。而這些信號，取決於影響機械系統所產生的致動器力形成控制閉迴路。

如何使致動器的控制力輸出與作動力需求一致，則取決於致動器的特性。理想的致動器要能產生和要求相同且相當是無限頻寬和毫無延遲的力量。實際上，這是難以實現的，業主對於主動懸吊系統採用與否，總是會有執行器性能和成本之間權衡的問題。

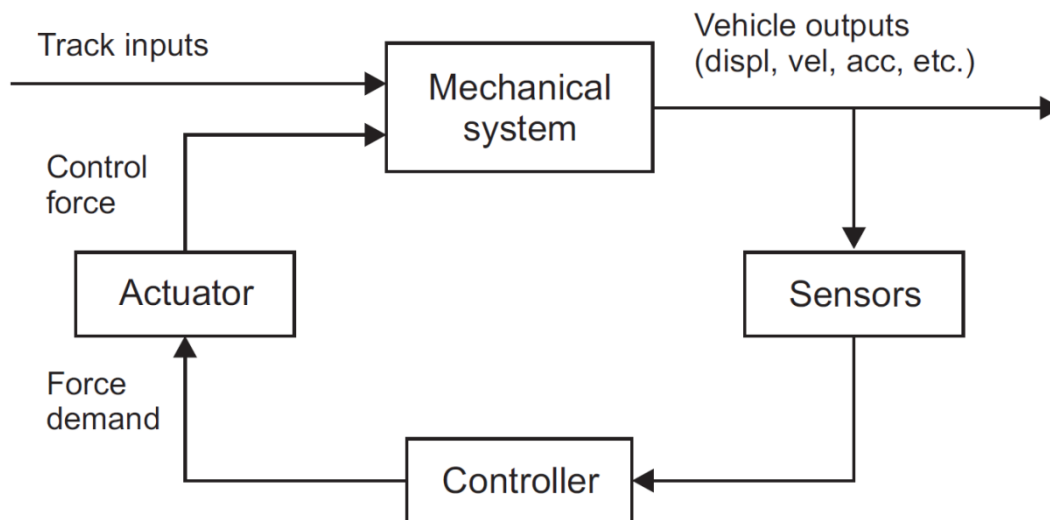


圖 8 主動懸吊系統的原理

(三)、主動懸吊提高乘坐舒適性

二次懸吊有二種方式可供採行，一種是在現有的被動式阻尼器上以並聯或串聯的方式組合致動器。致動器與被動式彈簧並接，可使用較小之致動器，因為不論是橫向或是垂向之準靜態負載需求(required quasi-static loads)，主要由被動式彈簧負責吸收；而致動器與被動式元件串接的好處是當致動器性能不夠好時，亦可以吸收車輛的高頻振動。另一種方式則為完全由致動器取代被動元件，但此種情況需要有較高性能之致動器，以確保當致動器故障時仍能以被動模式運作。

主動懸吊一般而言有兩種做法，即所謂的全主動式(fully-active)和半主動式(semi-active)。全主動式懸吊提供高性能的控制，並在較寬的頻譜產生最佳響應。它能夠在相對阻尼速度的相反方向產生作用力，也就是說能量可經由懸吊系統轉移和消散掉。但相對的需要有許多傳感器和外部電源，以及一個複雜的控制方法才能達到如此功能。

介於被動與全主動式之間即為半主動式懸吊系統，致動器安裝於兩個機構間，其作用力取決於相對阻尼的速度差，故而無法將相對的力量進行轉移到系統上，僅能藉由致動器將之消散掉，且無法運用在與相對阻尼速度相反的方向上。儘管有這些缺點，半主動懸吊如果控制系統發生故障，仍然可在被動模式下工作，相較於全主動式懸吊系統它並不需要外部電源，較不複雜且更便宜。

1、動態控制(Dynamic control)

動態控制主要減少因軌道的狀況不佳所產生的車體振動。致動器通常取決於應用的不同，被設計成控制大約 0.5Hz 和 4-10Hz 之間的振動。此種控制方式廣泛的被應用在高速鐵路的乘坐舒適度上，經過研究機構於實際運轉上模擬測試調查，包括全部車輛型式橫向和垂向制動器在主動式懸吊系統的動態影響程度，結果顯示主動二次懸吊能提高單一軌道車輛 30%的垂向乘坐舒適度，

和 45%的橫向乘坐舒適度。然而有可能因為致動器的形式不同，而降低所改善的乘坐舒適度到 15%。

在日本的研究主動二次懸吊系統可以用來降低車輛橫向、偏轉和滾動的動作，在滾動試驗台實際測試橫向和垂向主動式懸吊系統可提高 50%的乘坐舒適度。在義大利使用半主動式致動器取代被動二次懸吊系統降低了 10-20%的垂向加速度。

2、準靜態控制(Quasi-static control)

當以高速（高軌道平面加速度 **high track plane accelerations**）的曲線行駛時，車體相對於轉向架橫向向外移動時，產生車體和轉向架之間的準靜態位移。車體的這種橫向位移會增加撞擊橫向止檔的風險，進而對乘坐的舒適性有顯著影響(圖 9)。如果準靜態位移可被減小，不僅可以維持良好乘坐舒適性，也可以有更寬的車體輪廓，因為車體和轉向架之間間隙不必像以前那樣大。並且經由橫向止檔的位置改變，使車體和轉向架之間間隙減小，則可以改善側風穩定性。

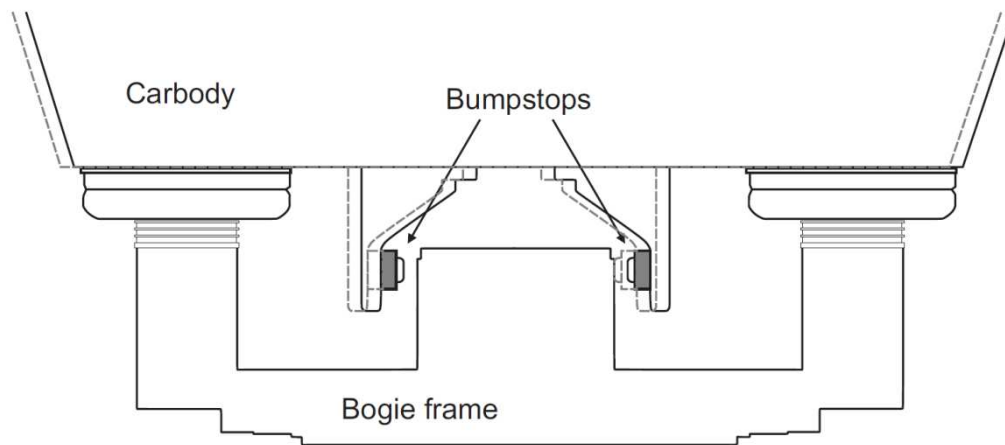


圖 9 止擋橡膠限制車體與轉向架側向位移

在曲線運轉時施加於轉向架上方車體中心的準靜態橫向控制，稱為低頻帶寬度控制(**low-bandwidth control**)，即為了盡量減少相對於轉向架車體的橫向位移，因而須檢測出決定軌道端狀態的低頻信號，例如列車是否在曲線上。車體中心是由連接到空氣彈簧的橫向氣動致動器來定位調整的。在曲線中，致動器由空簧內部的加壓空氣控制推動。這種延遲裝置的概念是在 90 年代初推出，並在 1983 年由 Pollard 提出低頻帶寬度控制的概念。

車輛在有軌道超高的彎道平面上向內傾斜，可允許更高的速度行駛而不影響乘坐舒適性(圖 10)。傾斜控制常見的方法是使用優先順序控制(**precedence control**)。也就是說，從前端引導轉向架所得到的軌道狀態信息，用以對其餘車輛更精確的傾斜控制，控制設計必須將經由濾波器輸入的車速和長度所造成的延遲考慮在內。傾斜控制的目標是讓乘客感覺到的橫向加速度為零，相同於無傾斜的感受。然而，

傾斜式列車依然有讓不可忽略的旅客數量感覺會暈車的問題。因此，通常並不會對加速造成的這種暈車現象進行完全補償，典型上僅約為 60-70% 的補償，即為部分傾斜補償(partial tilt compensation)。

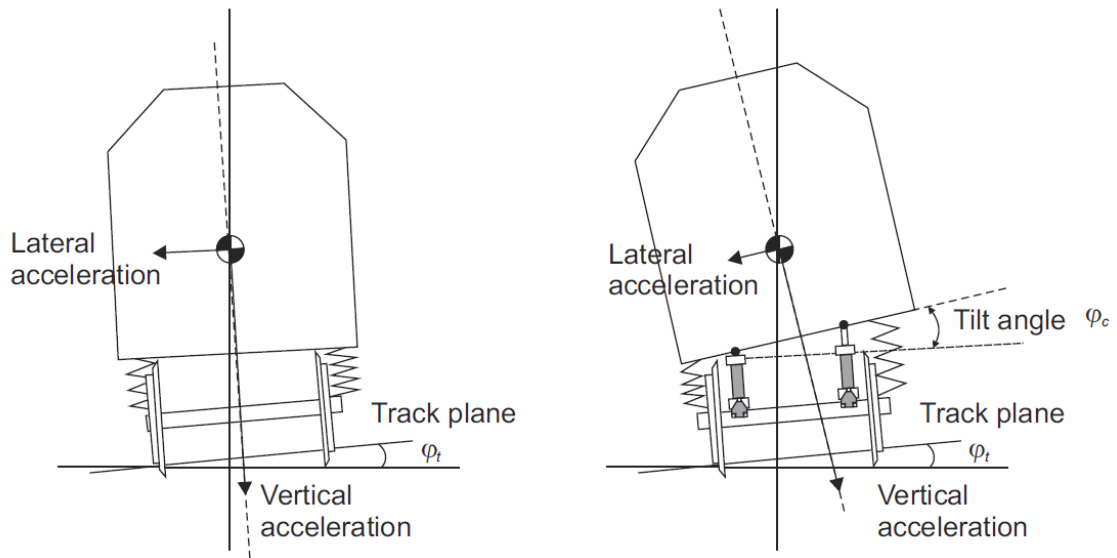


圖 10 利用垂向致動器使車體傾斜，並經由車體傾斜減低橫向加速度(右圖)

空氣彈簧可用於控制車體的準靜態滾動(quasi-static roll)，並因而產生傾斜。主動式空氣彈簧與二次懸吊的橫向致動器結合使用，以實現車體的傾斜和在曲線定心，如本局普悠瑪列車即為以此方式達成車體傾斜。試驗和數值模擬的結果證明，該主動懸吊系統可提高乘坐舒適性和允許在彎道更高的行駛速度。

另外，可以透過在二次懸吊中加入主動式抗搖桿來達成車體傾斜（圖 11）。主動式抗搖桿可以與二次懸吊的車體傾斜與動態水平控制的橫向致動器模擬整合。

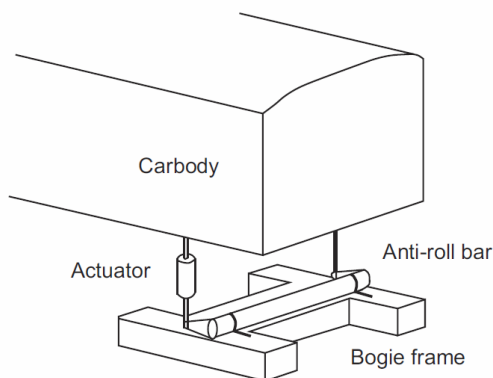


圖 11 主動式抗搖桿應用方式

(四)、太魯閣列車實際的應用

太魯閣列車的傾斜控制缸即為主動式致動器的應用，傾斜控制缸的作用是將輸入信號轉換為空氣壓力從而獲得推力，對車體傾斜進行控制。“傾斜控制缸及放大器”的產品構成如圖 12 所示，由安裝在轉向架與傾斜梁之間的“傾斜控制缸”、安裝在氣缸上的“直動式伺服閥”、設置在氣缸內的“變位傳感器”和安裝在車體控制裝置上的“伺服放大器”、“傳感器放大器”以及連接氣缸和各放大器的“電纜”構成。

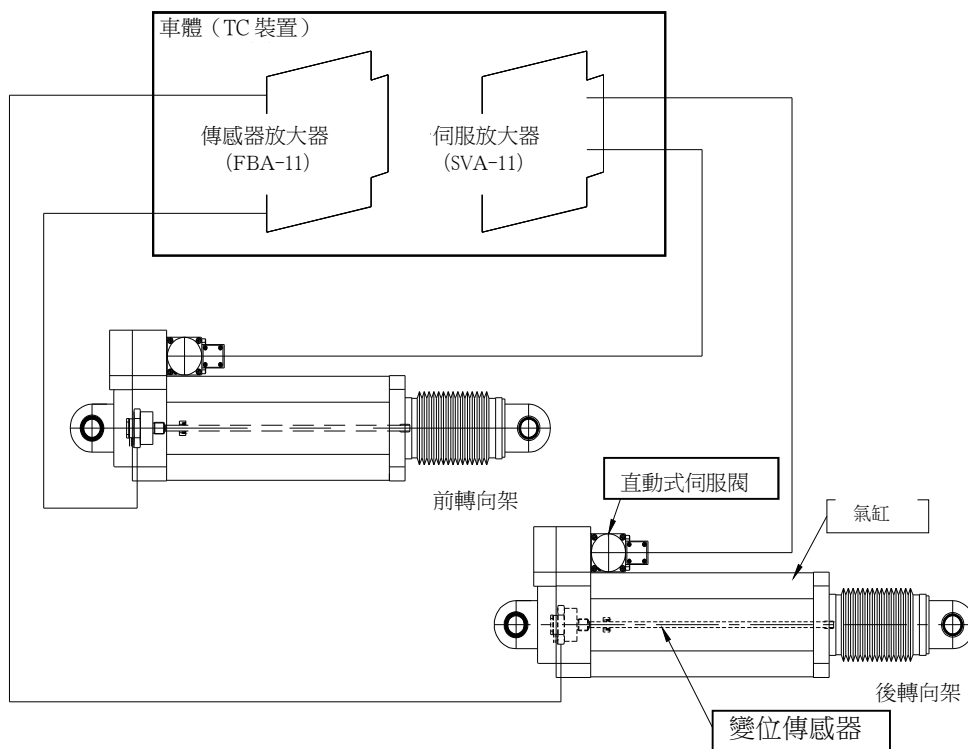


圖 12 傾斜控制裝置構成

傾斜控制缸外觀如圖 13 所示，傾斜控制缸是由單桿式空氣壓力缸和伺服閥、變位傳感器、最終過濾器一體化構成的。

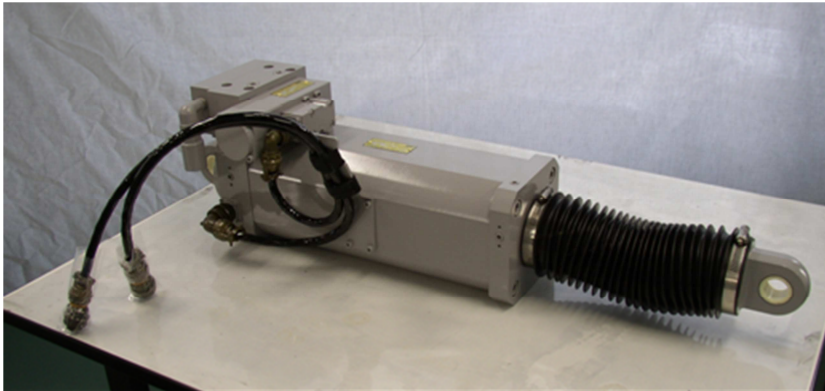


圖 13 傾斜控制缸的外觀

(五)、普悠瑪列車實際的應用

普悠瑪列車的車高控制水平閥與增購 2 編組 16 輛所採用之優化措施-半主動式橫向控制器，均為利用此主動式致動器原理來達成車身傾斜與提升乘坐舒適度的例證。

1、車高控制水平閥(HCLV)

HC (Height Changer) 為保持空氣彈簧高度一定，與 LV (Levelling Valve) 相連結成 HCLV，對 LV 的高度資訊提供模擬變位，使空氣彈簧的高度調整到指定數值的裝置。水平閥係可將轉向架與車體間的高度達到規定高度，自動將空氣彈簧充氣或排氣的機械性切換閥，係一般使用在空氣彈簧車輛的部品。將其追加高度可變的功能「HC」之後成為 HCLV 如圖 14 所示，HC 係以外部指令方式改變，水平閥判斷水平位置的基準值，因而達到空氣彈簧高度的控制。

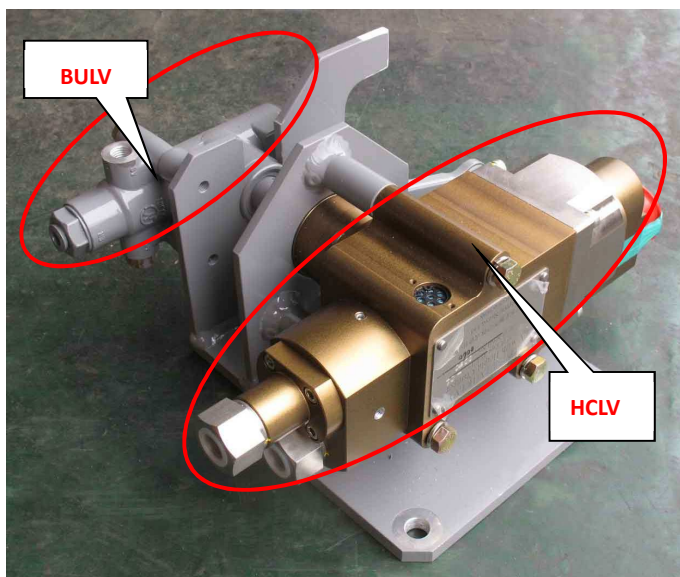


圖 14 HCLV 外觀照片 (左側可見 BULV)

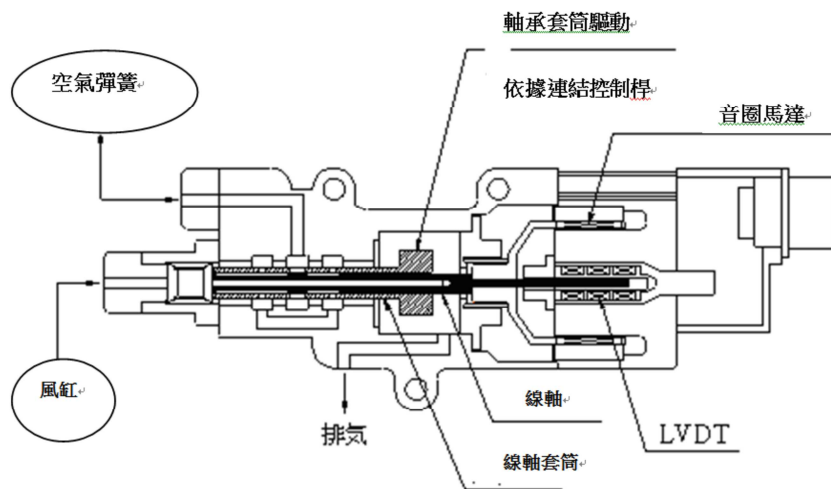


圖 15 HCLV 構造

2、半主動式振動控制裝置

為抑制車體的橫向振動，必須採取以下兩種控制方式：

- (1) 不讓軌道施加的加振力傳遞到車體
- (2) 止住車體的搖晃

一般鐵道車輛是在車體與轉向架框架之間裝上橫向銜接組件之橫向油壓減震器，利用此一油壓減震器擔負抑制車體與轉向架間變位的功能。

油壓減震器力 F 是與伸縮速度 v 成正比、亦即可表示為： $F = -Cv$

其中 C 值是油壓減震器之固定常數，依據此值決定了油壓減震器的特性。一般是以最具代表性的條件為優先來決定最佳的 C 值，而為了可以根據不同的行駛條件下必要的減衰力有變動時仍可提供最佳的油壓減震器特性，則可透過 C 值可變的半主動式油壓減震器來具體實現。

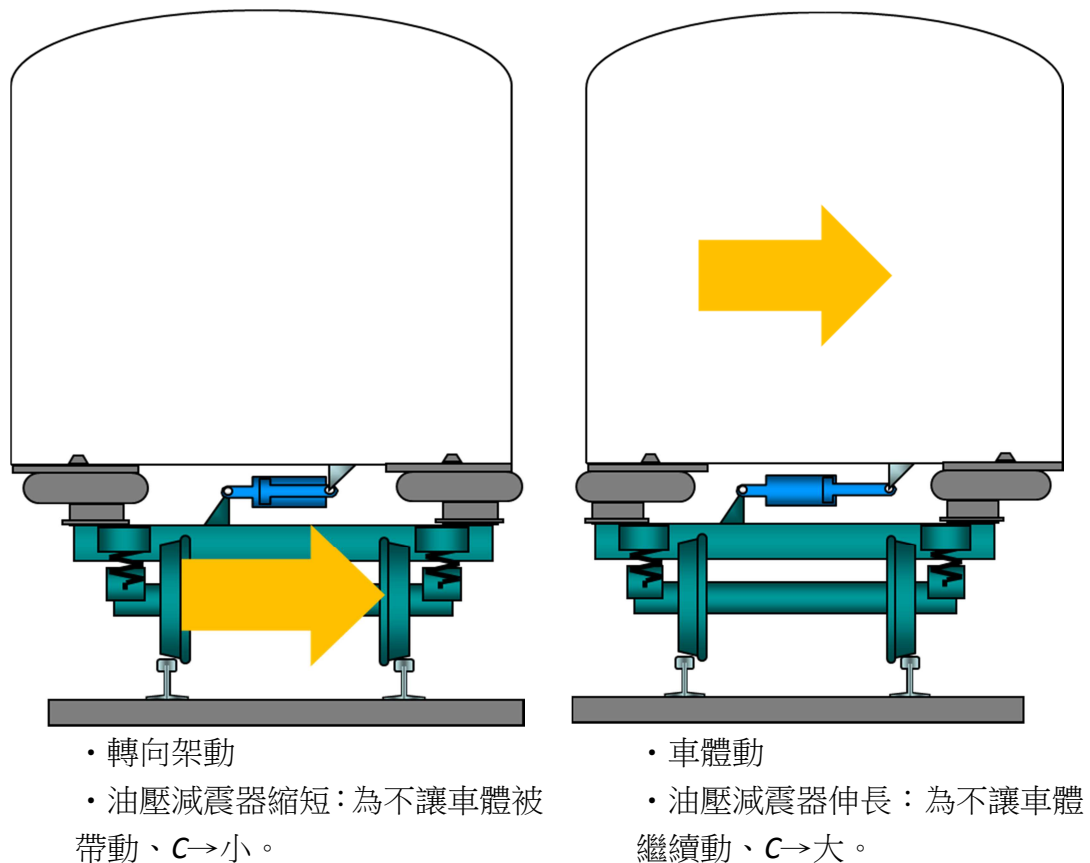


圖 16 抑制車體的橫向左右振動

(六)、日本新幹線 N700S 應用

日本東海旅客鐵道（JR 東海）將從 2020 年起在東海道新幹線啟用新型車輛「N700S」加入營運，N700S 是 N700 系列的大幅度型號改變，S 是 Supreme 的首字母。「N700S」最高行駛速度為 285 公里，與當前在東海道新幹線運營的車輛速度相同。但可透過輕量化車體降低 7% 的耗電量，其普通車廂也在所有座位上配備移動電源插座。由於採用小型大容量的鋰離子電池，停電時也可以使用廁所。車頭表面採用稜角設計，可降低行駛過程中的噪音和空氣阻力。

對「N700S」實現輕量化貢獻最大的是 JR 東海與東芝（TOSHIBA）、日立製作所（HITACHI）、三菱電機及富士電機等 4 家大型電機企業。這 4 家企業共同開發新技術，透過將碳化矽「SiC（炭化ケイ素）素子」的功率半導體元件嵌入車廂下的驅動系統中，實現機構小型化的目標。藉此可靈活進行車廂編組，可落實 4 節、8 節等多種編組組合。

在之前 N700 系列上使用半主動式油壓減震器，使列車能針對車輛橫向滾動造成乘坐品質降低有所改善，而此次在新型車輛「N700S」更進一步採用“全主動阻尼控制系統”，將更多的高性能全主動式阻尼器安裝在車輛的一次與二次懸吊系統中，大幅提高乘坐的舒適性(如圖 17)。

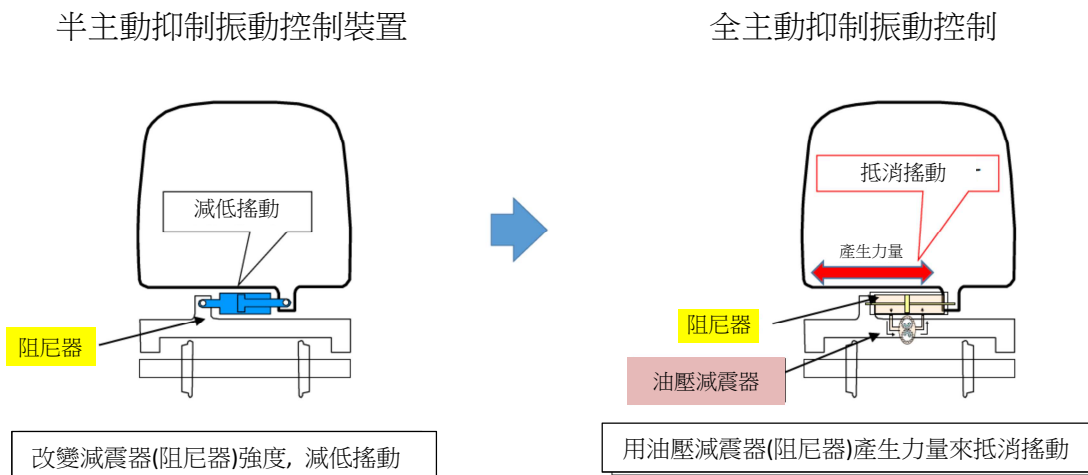


圖 17 「N700S」配備高性能的“全主動阻尼控制裝置”

肆、心得與建議

此次由東京到日立公司水戶工場，搭乘東日本旅客鐵道公司運轉於常盤線上的“常陸（HITACHI）”號列車，常磐線上運行的列車有主要連接品川至磐城的“常陸（HITACHI）”號與主要連接品川至勝田的“常盤（TOKIWA）”號 2 種。現在使用中的 E657 系列在設計時，以水戶偕樂園的白梅與紅梅相映成趣為創意原型，車身的基本色調為透著粉色的白色，側面的車窗下面則塗上粉紅色線條，如圖 18。經查詢其相關性能得知該車亦配備了全主動抗搖控制裝置，如表 3。E657 系所用的無搖枕轉向架 DT78 型（有動力）和 TR263 型（無動力）分別發展自 E259 系所用的 DT77 型和 TR262 型轉向架，車輪直徑為 860 mm，同一轉向架的兩軸軸距為 2,100 mm。



圖 18：東日本旅客鐵道 E657 系“常陸（HITACHI）”號列車寫真

| | | | | | | | | | | | | |
|------------|---|-------------|-----------|---------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|---------------|-----------|-------------|--------------|
| 編成 | ←仙台・いわき ⑩ Tc | 9号車 M2 | 8号車 M1 | 7号車 M2-100 | 6号車 M1-100 | 5号車 M1-100 | 4号車 T1 | 3号車 M2-200 | 2号車 M1-200 | 1号車 Tc | 上野・東京→ ① | 10両編成 (6M4T) |
| | | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ○●○●○●○● | ●●●●●●●● | ●●●●●●●● | ○●○●○●○● | | |
| 最高運転速度 | 130km/h | | | | | | | | | | | |
| 号車 | 10号車 | 9号車 | 8号車 | 7号車 | 6号車 | 5号車 | 4号車 | 3号車 | 2号車 | 1号車 | | |
| 車種 | Tc | M2 | M1 | M2-100 | M1-100 | Ts | T1 | M2-200 | M1-200 | Tc | | |
| 形式 | クハE657 | モハE656 | モハE657 | モハE656-100 | モハE657-100 | サハE657 | サハE657 | モハE656-200 | モハE657-200 | クハE656 | | |
| 定員 (人) | 60 | 64 | 68 | 64 | 66 | 30 | 72 | 64 | 68 | 44 | | |
| 質量 (t) | 34.8 | 40.0 | 41.4 | 40.0 | 41.4 | 34.1 | 31.1 | 40.0 | 41.4 | 36.1 | | |
| 連結面間距離 | 21500mm | | | | | | | | | | | |
| 車体長さ | 21100mm | | | | | | | | | | | |
| 車体幅 | 2946mm | | | | | | | | | | | |
| 屋根高さ | 3550mm | | | | | | | | | | | |
| 床面高さ | 1140mm | | | | | | | | | | | |
| 台車間中心距離 | 14150mm | | | | | | | | | | | |
| 台車形式 (歯車比) | TR263 (前位) TR263A (後位) | D178 (5.65) | TR263A | TR263B | TR263A | TR263B | D178 (5.65) | TR263 (前位) TR263A (後位) | | | | |
| パンタグラフ | PS37A (M1車に搭載) | | | | | | | | | | | |
| 主変圧器 | TM33 | | | | | | | | | | | |
| 主電動機 | C122 | | | | | | | | | | | |
| 主制御器 | MT75B | | | | | | | | | | | |
| 補助電源 | SC95 (3レベルIGBTインバータ方式) | | | | | | | | | | | |
| 電動空気圧縮機 | MH3130-C1600SI | | | | | | | | | | | |
| 冷房装置 | 屋上集中式冷房装置 (AU734) | | | | | | | | | | | |
| 保安装置 | ATS-P形、ATS-Ps形、デジタル列車無線、EB・TE装置、防護無線 (自動発報機能付き) VVVFインバータ制御方式、回生ブレーキ付き | | | | | | | | | | | |
| 制御方式 | 回生ブレーキ併用電気指令式空気ブレーキ、直通予備ブレーキ、抑速ブレーキ、耐雪ブレーキ、駐車ブレーキ | | | | | | | | | | | |
| ブレーキ方式 | 高運転台、非貫通 情報制御装置 | | | | | | | | | | | |
| 運転室構造 | 回転リクライニングシートグリーン車：2+2配置、シートピッチ1160mm 普通車：2+2配置、シートピッチ960mm | | | | | | | | | | | |
| 情報装置 | 片側1扉 (Tcのみ2扉)、開口926mm、空気式戸閉装置 (戸閉力弱め機能付き) | | | | | | | | | | | |
| 座席配置 | 形式座所 小座所 後座所 | | | | | | | | | | | |
| 側出入口 | 形式座所 小座所 後座所 | | | | | | | | | | | |
| トイレ | 形式座所 小座所 後座所 | | | | | | | | | | | |
| サービス機器 | 行先表示器 (フルカラーLED)、車内表示器 (フルカラーLED)、自動放送装置、AM・FM放送車内輻射装置 空気清浄機、乗客用コンセント、WiMAXによるインターネット環境の提供 | | | | | | | | | | | |
| 他 | フルアクリルタイプ動揺防止制御装置 (先頭車・グリーン車)、車体間ダンパ、車端ダンパ 移動禁止システム、デッキ防犯カメラ | | | | | | | | | | | |
| | 屋根上取付品 (交直切換器) : 4249mm | | | | | | | | | | | |
| | シングルアーム | | | | | | | | | | | |
| | 50/60Hz用、自冷式 | | | | | | | | | | | |
| | 260kVA 並列同期制御 スクリーマー式 1600L/min | | | | | | | | | | | |
| | 冷房41.9kW、暖房10kW | | | | | | | | | | | |
| | ATS-P型とATS-Ps型は2重系・統合形 | | | | | | | | | | | |
| | 先頭車のブレーキ制御装置は台車単位 | | | | | | | | | | | |
| | ドア閉閉案内機能付き (表示灯、チャイム) | | | | | | | | | | | |
| | 真空式汚物処理装置 | | | | | | | | | | | |

凡例：連結器 (+)；密着自動、-；半永久)
車軸 (○：T軸, ●：M軸)

表3：日立號主要諸元表

TR263，TR263A 轉向架配備有全主動式抗搖擺控制裝置。軸簧採用螺旋彈簧，配有一個車軸直立式阻尼器以改進乘坐品質。枕簧配有一個偏航阻尼器做為運行穩定性的改善。

由以上相關資料可得知，即使是非傾斜式車輛，為提高旅客乘坐舒適度均已配備主動式抗搖擺阻尼器，惟需要考量的因素僅有成本提高的問題，此項技術在世界各國均有非常好的使用實績。

另外 E657 系常陸號列車車廂內每個坐席都有交流電插座，並有 WiMax 網絡服務覆蓋。該列車於 2013 年 10 月至 2015 年 3 月間進行設備改裝，增加 LED 席位占用指示燈如圖 19-21。



圖 19: E657 系車廂內寫真 圖 20: E657 系車內顯示器 圖 21: LED 席位占用指示

在現今行動通訊與手持及隨身佩帶裝置普及化，在列車上提供電源插座是一項貼心的服務，以往本局曾考慮於高級列車安裝充電插座並配置 LCD 螢幕，以提供旅客影音服務，然而因營運需求座椅轉向時，容易將傳輸與電源線拉扯產生故障而作罷。如今行動電話普及，幾近人手一機，由列車提供影音服務的需求已不復存在。在每人都有這麼多的行動裝置下，提供補給電源才能切合旅客的需要。綜上，建議於新購之城距列車上應在車廂內每個坐席都有交流電插座，切合時代潮流。

無線通訊之進步造就手機產業的蓬勃發展，在世界各先進國家均早已廣泛的利用無線通訊，於企業所屬範圍提供無線通訊架接服務，其入口網頁商機無限。於軌道車輛的應用均作為旅客資訊系統 passenger information [display] system (PIS or PIDS)的子系統。於本局新購置車輛配置相關硬體設備其實不難，成功與否取決於車站與路線上無線基地台的配置密度，並與電信業者 4G/3G 訊號的涵蓋率呈正相關，因此建議應儘速成立整合跨處室之專案小組，由車站定點先行設置無線基地台，訂定通訊標準與招商合作方式，再推廣至末端鐵路沿線，如此接收端的動態車輛才能提供穩定而全方位的服務品質。

參考文獻

- 〔 1 〕 On Active Secondary Suspension in Rail Vehicles to Improve Ride Comfort
ANNELI ORVN”AS Doctoral Thesis in Railway Technology Stockholm, Sweden 2011.
- 〔 2 〕 Pollard, M.G. , 1983 . Active Suspensions Enhance Ride Quality. Railway Gazette International, pp. 850 – 853, November.
- 〔 3 〕 International Standard “Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part1 : General requirements” , ISO 2631-1, 1997.
- 〔 4 〕 International Union of Railways “Guidelines for evaluating passenger comfort in relation to vibration in railway vehicles” , UIC 513, 1994
- 〔 5 〕 傾斜式電聯車 TEMU1000 型維修技術手冊
- 〔 6 〕 傾斜式電聯車 TEMU2000 型維修技術手冊
- 〔 7 〕 傾斜式車輛傾斜原理，邱家財。
- 〔 8 〕 JR 東日本 E657 系特急形交直流電車,生產本部,技術部(小泉貴洋,関根眞一,堀口健一郎,平井明正 記)