



國家運輸安全調查委員會

重大運輸事故 調查報告 (第一冊)

中華民國 107 年 10 月 21 日

臺鐵第 6432 次車

新馬站重大鐵道事故 (補強)

報告編號：TTSB-ROR-20-10-001

報告日期：民國 109 年 10 月

本頁空白

依據中華民國運輸事故調查法，本調查報告僅供改善鐵道運輸安全之用。

中華民國運輸事故調查法第 5 條：

運安會對於重大運輸事故之調查，旨在避免運輸事故之再發生，不以處分或追究責任為目的。

本會依據 108 年 4 月 2 日立法院三讀通過「國家運輸安全調查委員會組織法」、「運輸事故調查法」，並作成附帶決議要求進行調查。

運安會成立後，應依法重新評估及檢視行政院 1021 鐵路事故行政調查報告，重新檢視與訪談相關關鍵物證與人證等，與宜蘭地檢署進行必要之會商，釐清本事故的系統性問題與根本肇因。

108 年 9 月 6 日運安會第三次委員會會議結論：建議針對 6432 事故行政院調查報告（107 年 12 月 21 日公告），依「運輸事故調查法」第 3 及 6 條之調查權責，提供必要之補強。

中華民國運輸事故調查法第 3 條：

為公正調查重大運輸事故，改善運輸安全，運安會依法獨立行使調查職權。

中華民國運輸事故調查法第 6 條：

運安會應負責下列運輸事故之調查：

- 一、發生於境內之重大運輸事故。

本頁空白

摘要報告

民國 107 年 10 月 21 日，交通部臺灣鐵路管理局（臺鐵）第 6432 次車普悠瑪自強號（事故列車）於 1450 時自樹林站出發，開往臺東站，約 1649 時，事故列車沿東正線往南進入蘇澳新馬站月台第 4 股道之右彎介曲線路段，於里程約 K89+251 處，車速約 140 公里/時，第 8 車廂（駕駛端）向左（海）側傾斜翻覆，8 節車廂全數出軌，其中第 8、7、5、3 車，共 4 節車廂傾覆，第 8 與第 7 車廂，及第 7 與第 6 車廂分離，新馬站第 6 股道右側鋼軌斷裂，插入第 6 車廂外側第 8 個窗戶，並穿透至車廂頂部，另新馬站 4 組電車線門型架斷裂損害。本次事故造成車載死亡 18 人、重傷 17 人、輕傷 274 人、無傷 61 人。

本調查報告詳列此事故的可能肇因有關之因素，以及其他安全因素，包括本事故相關之司機員、調度員、檢查員、列車故障及異常通報、登錄及處置程序、ATP 隔離程序、運轉速限、通訊程序、人機介面、列車各級定檢及臨時檢修、工單及零件管理機制、原廠手冊規定、保固及合約、軌道養護、司機員編制單位、人員訓練及獨立檢定、臺鐵程序手冊、安全資料運用、體檢制度、藥物指引、服務員緊急應變、人員應變演練、原廠系統設計、紀錄器及手冊內容、鐵道局監理職權、駕駛室影像紀錄器、乘客安全帶、傾斜系統與其空氣彈簧及鐵道營運機關（構）之安全管理系統（SMS）等。經調查整體事故發生過程，最後係由於車輛動力時有時無，本案司機員於行駛途中試圖解決異常狀況，依自身經驗隔離列車自動防護系統（ATP）後續行，致列車喪失自動限速功能，列車於羅東站停站出發後，本案司機員將列車以超過臺鐵各車種最高速限 130 公里/時之 140 公里/時車速持續運轉，運轉過程中與機車調度員及機務段檢查員多方通聯致分心，及錯失注意 K88+900 道旁之速限標誌（普悠瑪號適用 75 公里/時）而未能及時於進入彎道前降低列車車速。

本次事故調查期使臺鐵、交通部鐵道局及交通部引以為鑑，進而

避免重蹈覆轍，以提升未來之鐵道運輸安全，國家運輸安全調查委員會（運安會）針對臺鐵、住友商事株式會社、鐵道局及交通部提出多項安全改善建議，藉以改正調查所見之安全缺失。

依據中華民國運輸事故調查法、重大運輸事故之範圍及立法院決議文相關內容，運安會為負責本次鐵道事故補強調查之獨立機關，受邀參與本次調查之機關（構）包括：交通部臺灣鐵路管理局、交通部鐵道局、臺灣鐵路產業工會、日商日本車輛製造株式會社、臺灣東芝電子零組件股份有限公司、納博特斯克科技股份有限公司及龐巴迪股份有限公司。本調查報告於 109 年 9 月 30 日本會第 16 次委員會議審議通過後發布。

本事故調查經綜合事實資料及分析結果，調查發現共計 50 項，改善建議共計 27 項，如下所述。

壹、調查發現

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」、「其他調查發現」。

與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全行為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響鐵道運輸安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件、以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升事故發生之機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關

聯，但基於確保未來鐵道安全之故，所應指出之安全缺失。

其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進鐵道安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，以作為資料分享、安全警示、教育及改善鐵道安全目的之用。

與可能肇因有關之調查發現

1. 事故列車入出樹林調車場期間，已發生 1、8 車主風泵強制停止之故障並持續存在，第 110B 次車司機員及本案司機員針對列車故障狀況，未落實規定通報檢查員，且臺鐵普悠瑪號啟動整備程序之出車檢查項目不完整，未明訂最低設備清單，導致司機員缺乏明確之出車標準，因此錯失更換正常列車編組運轉之機會。
2. 安裝於事故列車第 1、3、6、8 車之四具主風泵中，1、8 車主風泵於出車前已強制停止及 3、6 車主風泵性能不佳，而臺鐵宜蘭線多曲線，每次通過曲線路段因啟動列車傾斜控制，須消耗主風缸(MR)之空氣壓力，多次傾斜作動使 MR 之空氣消耗速率高於供給，造成 MR 壓力不足，導致列車控制系統多次於運轉中主動切斷動力甚至停車。
3. 因臺鐵人員訓練及檢定方式欠周延，致本案司機員對列車系統及操作不熟悉，未能及時正確識別列車故障原因。另本案司機員延遲通報列車異常狀況且通報內容未包含駕駛顯示器單元(DDU)之故障碼及主風缸(MR)壓力值，又將列車自動防護系統(ATP)隔離後產生之故障訊息當成列車故障徵兆提供予協助人員，導致協助人員亦未能及時提供有效協助。
4. 由於主風缸(MR)壓力不足並不會出現告警聲或提示訊息於駕駛顯示器單元(DDU)上，其壓力值僅會顯示於駕駛室控制臺司機員正前方之壓力錶上。本案司機員忽略查看壓力錶，而依自身經

- 驗，誤認列車動力切斷係因列車自動防護系統（ATP）故障所致，於 1617:55 時未依規定通報調度員而逕自隔離 ATP，使列車喪失自動限速保護功能。
5. 臺鐵並未提供普悠瑪號車型相關運轉或操作手冊予司機員操作依循，致本案司機員未能依普悠瑪號原廠運轉手冊，於遭遇空壓機強制停止時，先確認主風缸（MR）壓力，若低於 6.5bar，須立即停車並通知綜合調度所等待指示之要求，卻於列車運轉中處理故障。
 6. 本案司機員於 1644:53 時自羅東站出發後，由於列車於羅東站前已因列車動力時有時無而造成誤點，且調度員要求能跑就儘量跑及通聯誤解不准停站檢修等之運轉壓力，將電門把手保持於 140 段位（該路段最高速限 130 公里/時），並持續與機車調度員及機務段檢查員討論斷路器復位跳開等問題，因此未注意 1649:20 時通過之道旁速限標誌（普悠瑪號適用之車速應低於 75 公里/時），而錯失執行減速之時機。
 7. 本案司機員於 1649:19 時至 1649:26 時駕駛期間，逐字唸出駕駛顯示器單元（DDU）上空壓機強制停止之故障訊息予機務段檢查員 B；於 1649:27 時，車速約 140 公里/時，司軔閘把手未制動，電門把手被快速由 140 段位收至 OFF 段位，列車於新馬站前介曲線段里程約 K89+251 處傾覆。

與風險有關之調查發現

運轉管理

1. 本案司機員於隔離列車自動防護系統（ATP）前後，多次於曲線段超過道旁速限標誌限制，未執行減速操控；臺鐵相關規範未明確敘明 ATP 隔離後，司機員須「注意運轉」之定義及內容，如注意道旁速限標誌，亦未見應對速限標誌實行呼喚應答之規定。

2. 本案司機員反映列車故障狀況後，行車調度員即轉知機車調度員，惟機車調度員無多車型故障排除能力，依慣例再轉機務段值班檢查員處理，且僅特定機務段檢查員才熟知普悠瑪號列車系統，造成本案司機員自隔離列車自動防護系統（ATP）起至 1649:27 時事故發生前，約有 62% 的列車運轉時間與多方人員通聯致分心。
3. 臺鐵未提供司機員普悠瑪號操作所需之相關運轉手冊、操作手冊或故障應急手冊，使得司機員未能正確認知列車系統狀況及操作。且本案司機員因所屬機務段主力車種非普悠瑪號，以致少有段訓，加上幹部段訓後無須測驗之慣例、普悠瑪號值乘頻率低及訓練不足等因素，可能為本案司機員對普悠瑪號系統及操作不熟悉之原因。
4. 臺鐵運轉規章未完整規範司機員於列車故障時應回報之項目，致本案司機員及機務段檢查員未使用駕駛顯示器單元（DDU）出現之故障代碼識別列車故障，亦未應用原廠運轉手冊之故障應急程序處置，延誤故障排除時效。
5. 臺鐵雖規定列車發生狀況時，司機員應先通報車站再轉綜合調度所調度員，然此間接之通報程序，以及本事故所有無線電通聯對話均未使用通訊標準用語、未正確覆誦及確認安全指示，造成不充分、錯誤或延遲資訊傳達之情形。
6. 本案司機員於隔離列車自動防護系統（ATP）後，列車仍出現動力切斷之狀況，惟該員未警覺故障原因並非先前判斷係 ATP 所致，而亦未回復 ATP 之原有功能。
7. 普悠瑪號列車自動防護系統（ATP）並未與綜合調度所連線，使得調度員未能即時得知 ATP 系統已隔離，錯失告知司機員於 ATP 隔離後應執行相關配套措施之機會。另臺鐵未規範調度員於發現司機員逕自隔離 ATP 時，須向司機員確認原因，亦無授予調度員於原因確定前要求司機員立即停車之權限。
8. 臺鐵綜合調度所主任調度員未發揮協調及決策功能，且臺鐵未完

整規範行車調度員、機車調度員對主任調度員之通報機制，主任調度員無法立即掌握資訊執行職務。

9. 臺鐵普悠瑪號駕駛顯示器單元（DDU）提供司機員列車運轉及故障狀況之資訊，在畫面呈現未能簡潔一致、同系統使用不同文字及重要失效無告警等方面有優化空間，可能降低本案司機員在識別與解讀 DDU 資訊之認知負荷。

維修管理

10. 第 1、8 車主風泵之冷卻器鰭片累積過多異物與髒污，導致工作油溫過高而於入庫時即強制停機，加上事故列車全車 4 具主風泵（1、3、6 及 8 車）因中空絲膜除濕機濾心沾附潤滑油，並伴隨有漏氣及洗脫空氣量大之現象，導致主風泵壓縮空氣之性能僅約為新品之 0.22 倍，壓縮空氣供給速率低。
11. 臺鐵以營運調度為理由要求臺北機廠，簡化維修項目及延遲維修排程，如三、四級維修排程會議決議僅換機油，四級維修延遲排程及誤認該編組仍在保固期間而認定主風泵不得自行拆解，且臺鐵檢修手冊不採用原廠維修手冊規定須 3 年更換濾心週期，造成事故列車主風泵中空絲膜除濕機濾心近 6 年未更換，致主風泵性能不佳。
12. 主風泵進氣口位於列車車底，其進氣方向為列車行進方向，此設計增加吸入軌道上異物機會，且進氣口濾網網目過大，可能無法有效阻絕異物；加上冷卻器位於主風泵底部，而整流罩遮住冷卻器上方部位，不易檢視異物堆積與否，致主風泵之冷卻器鰭片累積過多異物與髒污，無法發揮應有之潤滑油散熱效能，導致工作油溫過高，是致 1、8 車主風泵強制停機的主要原因之一，而原廠維修手冊及臺鐵檢修手冊均未明訂冷卻器清潔週期，僅原廠維修手冊故障排除程序有提及主風泵強制停機時，須執行冷卻器清潔。
13. 臺鐵檢修手冊未如原廠維修手冊，詳細提供明確的檢修工作施作

- 步驟、零件耗材、工具需求、圖示說明及檢修基準依據等，並轉化為工單文件，讓檢查員據以執行，並進行維修歷程管理，使檢查員可能未適當添加油量，導致中空絲膜除濕機濾心沾附潤滑油。
14. 臺鐵與列車立約商「住友商事株式會社」雙方未詳細規範採購合約內履約保固缺失改善之具體執行方式，導致事故前，公文往返延誤，錯失改善主風泵缺失之機會。
 15. 臺鐵未明訂列車回段，檢查員須檢視動力車交接簿、駕駛室控制臺系統、列車控制監視系統（TCMS）故障碼之時機及程序，無法即時發現列車故障。
 16. 臺鐵未明訂檢查員須完整登錄動力車交接簿、一、二級定期檢修及列車控制監視系統（TCMS）故障項目於臨時檢修單之規定，致使故障未能確實發現及修復。
 17. 臺鐵列車零件採購、零件管理及車輛檢修部門，缺乏供需橫向溝通機制、庫存資訊查詢授權，以致未能有效管理、規劃零件需求及供給。
 18. 臺鐵於新馬站里程 K89+023~K89+070 間未鋪設防脫護軌，不符合交通部相關規範之鋪設長度要求；臺鐵現行路線步行巡查方式及時間，不易發現軌道之缺陷；另臺鐵因軌檢車數量受限，於軌道整修後未能及時複查，難以確保修復後之成效。

組織管理

19. 臺鐵未依原廠文件內化並制訂各車型之操作手冊、故障排除手冊及檢修手冊，造成司機員在不同車型間產生操作程序的混淆與誤用，且檢查員依個人經驗編寫檢修手冊，內容未能涵蓋各車型原廠要求之維修項目。
20. 臺鐵司機員與檢查員訓練教師遴選、訓練內容制定、訓練考評、資格檢定等均無標準程序，造成臺鐵人員專業技術與能力良莠不齊；臺鐵員工訓練中心僅提供行政庶務協助，無實質參與訓練工

作及建立訓練制度，未能發揮訓練管理功能。

21. 臺鐵司機員之訓練、考核及檢定均由同一單位執行，且未明訂教師、檢定官資格與學員檢定合格標準，不利於維持檢定之成效與公正性。另臺鐵檢查員無須進行檢定，由單位主管審查後即核發證照，可能造成檢查員間專業程度落差過大。
22. 臺鐵司機員領有之證照係依車種區分，不須檢定即可駕駛同車種但不同車型之列車。另具備多車種駕駛資格之臺鐵司機員，於每兩年之技能檢定時，並未依駕駛執照所記載之多車種全面執行，僅選一車型執行檢定，未能確認司機員對各車型差異之熟練情形，增加司機員對車型系統知識與操作不熟悉之風險。
23. 臺鐵將司機員與檢查員編制於同一單位管理，可能造成營運績效優先於行車安全的決策。
24. 臺鐵無規章標準化程序，未建立分類及分級制度，難以讓各類人員正確引用與遵守；臺鐵未對司機員、檢查員、調度員等職務訂定作業手冊，造成人員在基本程序及非技術程序處置上無所依循。

其他安全因素

25. 臺鐵列車自動防護系統(ATP)管理電腦無法有效篩選出行駛過程中 ATP 被異常關閉之行為，造成臺鐵在司機員使用 ATP 管理面上的安全漏洞及異常事件統計失真。
26. 臺鐵未落實具駕駛資格人員之臨時體檢及尿檢抽驗，且體檢表單之設計與執行方式不易發現司機員是否有乘務高風險之身心疾患，另臺鐵未建立司機員藥物使用指引以作為乘務與體檢時之參考。
27. 臺鐵未明訂服務員行車事故應變相關安全職責及提供相關訓練，且未提供車長、服務員以及司機員等緊急疏散實作演練，不利於乘員疏散逃生時之效率及安全。

其他調查發現

1. 依國枝公式，採用軌距值 1,132 公厘，第 8 車車廂中心之「開始傾覆點」落在里程 K89+223 至 K89+224 之間。依 Simpack 軟體之四節車廂模擬結果，第 8 車全部右輪及左側第一轉向架前車輪組之車輪於里程為 K89+251.172 脫離軌道，即該處為事故列車第 8 車之「傾覆點」，與行車影像紀錄器相符。
2. 事故列車以約 140 公里/時進入新馬站介曲線起點 K89+073 處後，開始由 0 度啟動傾斜機制，在尚未到達完整 2 度傾斜前，列車已於 K89+251 處傾覆出軌。另相同 140 公里/時，完成 2 度傾斜列車與未傾斜列車，其傾覆時間差距僅 0.175 秒，傾斜動作完成與否對傾覆時機影響低。事故列車列車控制監視系統 (TCMS) 資料未有任何空氣彈簧破裂洩漏之故障訊息紀錄，顯示該事故期間空氣彈簧運作狀況正常。
3. 駕駛室安裝語音或影像紀錄器雖有侵犯個人隱私的疑慮，擔任安全關鍵職務的從業人員個人隱私不應優先於公共安全利益，惟對於紀錄器資料的存取及使用，應有適當的限制及規範。
4. 事故前，我國鐵路法規未要求鐵道營運機關（構）建置安全管理系統 (SMS) 之明確規定；臺鐵於事故前建置有 SMS 部分機制，惟未依據適當之 SMS 組成要素，完整建置 SMS 之各項政策、組織、職責、文件、程序、活動與訓練等。
5. 監理機關職權至少應包含：制訂安全法規、具備查核機制、人員檢定給證、事故/事件行政調查等，檢視鐵道局監理組織編制及相關法規並不完整，且鐵路法未賦予鐵道局監理職權，須由交通部逐一委任，安全監理法制並未完善。
6. 事故列車前班第 110B 次車駛入臺北機務段樹林調車場時，駕駛顯示器單元 (DDU) 之故障訊息欄位陸續顯示 1、8 車主風泵強制停機，依本會測試應有紅色總故障燈閃爍、DDU 故障確認鍵閃爍及 60 分貝告警聲，提醒司機員。
7. 事故發生前 30 秒，列車自動防護系統 (ATP) 於隔離狀態，人機

- 介面 (MMI) 無車速顯示，ATP 紀錄單元 (RU) 記錄車速為 140 公里/時，應與司機員使用之數位車速表所顯示之數值相同。
8. 普悠瑪號車載列車自動防護系統 (ATP) 之速限設定未依行車電報 111 調降，造成車載 ATP 之曲線速限仍較電報要求速限高 10 公里/時。
 9. 比對電門把手位置、列車速度、脈寬幅度調整 (PWM) 指令紀錄，本案司機員推拉電門把手提供速度指令後，如 140 段位，牽引系統依設計，以動力/煞車指令持續將列車車速穩定在 140 公里/時無誤。
 10. 列車超速遭列車自動防護系統 (ATP) 自動緊軔後，要重新運轉列車條件之一，須將電門把手拉回 OFF 段位，此與本案司機員事故時於動力切斷後，多次將電門把手回到 OFF 段位再推回 140 段位間來回操作的動作相符。
 11. 普悠瑪號司機員若手動隔離列車自動防護系統 (ATP)，列車控制監視系統 (TCMS) 會出現故障代碼 915「傾斜系統行駛中無法接收 ATP 資料」，惟日車原廠提供普悠瑪號之運轉手冊及 TCMS 故障/事件檢測規格書將該故障訊息誤植為「ATP 故障」。
 12. 考量重大事故資料完整度，傾斜控制系統 (TC/MC) 應以資料即時寫入之記錄機制較為妥適，以作為事故調查之參考。
 13. 鐵路法授權交通部聘請專家學者，調查「重大行車事故」，與運安會調查職權「重大鐵道事故之範圍」部分重疊，產生調查機制衝突問題。而國內鐵道事件每年發生約六百件非屬運安會調查範圍之案件，雖有營運機關 (構) 自行簡單查處，惟監理機關鐵道局監理調查作為之強度及廣度明顯不足。
 14. 里程 K89+218.75 處發現之疑似出軌點及鋼軌內側道碴、軌枕碎裂狀況，應為第 8 車傾覆後造成其他車廂出軌所致。
 15. 無證據顯示本案司機員因服用藥物、酒精、毒藥物或疲勞而影響其於事故期間之行為表現。

16. 依據國際相關研究，列車設置座椅安全帶應非減輕列車出軌或傾覆事故中乘員傷亡之有效方法。

貳、改善建議

一、致交通部臺灣鐵路管理局

運轉管理

1. 落實司機員遵守列車故障即時通報、列車自動防護系統隔離前通報及運轉速限之規定。(TTSB-RSR-20-10-001)
2. 明訂各車型最低設備清單及注意運轉定義；強化標準呼喚應答項目、各車型出車檢查程序及故障通報項目之規定，並修正車載列車自動防護系統速限設定。(TTSB-RSR-20-10-002)
3. 建立列車自動防護系統隔離之遠端監視功能、司機員單一窗口通訊機制，並授予綜合調度所調度員督導司機員於列車自動防護系統隔離後，執行相關安全配套措施之職權。(TTSB-RSR-20-10-003)

維修管理

4. 建立入庫列車檢查員臨時檢查機制；明訂及落實車輛故障資訊來源之登錄規定，如動力車交接簿、司機員通報、列車控制監視系統(TCMS)故障訊息、各級定期檢修發現等；建立零部件項目異動及維修週期修訂之程序，避免營運需求影響安全。(TTSB-RSR-20-10-004)
5. 落實各級定期檢修，建立維修管理之工單機制，強化施作程序及歷程追蹤；並檢討零件管理制度，強化與檢修單位之橫向溝通機制。(TTSB-RSR-20-10-005)
6. 強化軌道路線巡查作業程序，特別著重於增訂故障樣態說明及等級判定範例；提供適當量測工具及適量軌檢車等輔助設備；並落實防脫護軌設置規範要求。(TTSB-RSR-20-10-006)
7. 因應臺灣使用環境，與原廠合作，重新考量主風泵進氣方向、過

濾方式及冷卻器清潔週期。(TTSB-RSR-20-10-007)

組織管理

8. 依原廠文件內化並建立各車型操作手冊、檢修手冊及故障排除手冊，提供司機員、檢查員及調度員作業依據。(TTSB-RSR-20-10-008)
9. 強化及落實員工訓練中心之功能，建立各車型司機員、檢查員及機車調度員之標準訓練手冊、訓練教材、訓練師資等管理機制，特別著重於司機員之模擬機故障排除訓練及機車調度員多車型故障排除訓練等，並建立訓考分離制度。(TTSB-RSR-20-10-009)
10. 重新考量組織編制，階段性調整司機員及檢查員所屬單位，強化專業分工管理。(TTSB-RSR-20-10-010)
11. 建立規章手冊標準化，明訂格式、編撰、審核、發布、修訂、配發及廢止等規範。(TTSB-RSR-20-10-011)
12. 建立司機員、調度員及檢查員等各職務人員基本程序性且非技術性之作業手冊。(TTSB-RSR-20-10-012)
13. 建立通訊標準手冊，明訂通訊用語、發話及覆誦確認程序。(TTSB-RSR-20-10-013)
14. 明訂行車事故應變相關安全職責規範，並提供車長、服務員及司機員等有關列車疏散逃生實作演練及訓練，以增進疏散逃生時之效率與安全。(TTSB-RSR-20-10-014)

其他安全因素

15. 重新檢視並強化安全管理系統之建置。(TTSB-RSR-20-10-016)
16. 與車輛原廠合作，重新檢視列車人機介面系統，確保列車告警資訊能即時且清楚呈現，另重新檢視履約保固缺失改善之具體執行方式，明訂雙方權利義務。(TTSB-RSR-20-10-016)
17. 強化列車自動防護系統、列車控制監視系統及傾斜控制系統資料之即時寫入、蒐集與分析應用，有效提升安全管理。(TTSB-RSR-20-10-017)

18. 強化司機員體格檢查及藥毒物檢測規定，並建立司機員藥物使用指引。(TTSB-RSR-20-10-018)

二、致住友商事株式會社

1. 重新檢視履約保固缺失改善之具體執行方式，明訂雙方權利義務。(TTSB-RSR-20-10-019)
2. 重新檢視列車人機介面系統，確保列車告警資訊能即時且清楚呈現。(TTSB-RSR-20-10-020)
3. 優化傾斜控制系統之資料儲存方式，使其具備即時寫入功能。(TTSB-RSR-20-10-021)
4. 強化原廠手冊內容管理，設備內資訊與各項文件之間，應避免文字不一致情形。(TTSB-RSR-20-10-022)
5. 因應臺灣使用環境，重新考量主風泵進氣方向、過濾方式及冷卻器清潔檢修週期。(TTSB-RSR-20-10-023)

三、致交通部鐵道局

1. 明訂機車駕駛室內安裝具備防撞及防火功能之聲音影像紀錄器，紀錄器至少應有連續錄音、錄影 2 小時之能力，紀錄內容僅止用於事故調查，公開及發布應有適當的限制規範。(TTSB-RSR-20-10-024)
2. 強化鐵道從業人員技能檢定規範，明訂由監理機關執行司機員及檢查員之車型檢定給證相關規定並落實執行。(TTSB-RSR-20-10-025)
3. 修訂鐵路相關法規，明確訂定我國鐵路運輸安全管理系統組成要素與指導文件；發展與建置鐵道安全管理系統之評估工具與能量；要求鐵道營運機關（構）建置安全管理系統之相關規定。(TTSB-RSR-20-10-026)

四、致交通部

1. 重新檢視鐵路法及鐵路行車規則，賦予鐵道局監理職權及負責調查非屬運安會調查範圍之鐵道事故與異常事件。(TTSB-RSR-20-10-027)

本頁空白

目錄

摘要報告	I
目錄	XVI
表目錄	XXIV
圖目錄	XXVIII
英文縮寫對照簡表	XXXIV
第 1 章 事實資料	1
1.1 運轉經過	1
1.2 人員傷害	14
1.3 車輛、軌道及其他損害	15
1.3.1 車輛損害	15
1.3.2 軌道損害	25
1.4 天氣資料	26
1.5 列車運轉	27
1.6 人員資料	28
1.6.1 110B 次車司機員	28
1.6.2 本案司機員	28
1.6.2.1 本案司機員血壓與酒精檢測	28
1.6.2.2 體格檢查	29
1.6.2.3 藥毒物尿液抽驗	29
1.6.2.4 事故前活動	30
1.6.2.5 訓練紀錄	31
1.6.3 車長 A	32
1.6.4 車長 B	32
1.6.5 服務員	33
1.6.6 工務技術領班	33
1.6.7 福隆站長	33
1.6.8 頭城站長	33

1.6.9	行車調度員 A	34
1.6.10	行車調度員 B.....	34
1.6.11	行車調度員 C.....	34
1.6.12	機車調度員	34
1.6.13	機務段檢查員 A	35
1.6.14	機務段檢查員 B.....	35
1.6.15	機務段檢查員 C.....	35
1.6.16	宜蘭列檢員 A	36
1.6.17	宜蘭列檢員 B.....	36
1.7	列車資料.....	36
1.7.1	列車基本資料	36
1.7.1.1	列車基本規格.....	37
1.7.1.2	列車性能諸元.....	37
1.7.1.3	列車編組資料.....	38
1.7.2	定期檢修	39
1.7.2.1	TEMU2000 型一~四級檢修週期	39
1.7.2.2	主風泵檢修項目	40
1.7.2.3	主風泵檢修紀錄.....	43
1.7.3	不定期維修相關資料	45
1.7.4	主風泵及主風缸壓力	49
1.7.5	傾斜裝置	54
1.8	號誌、標誌及號訊.....	56
1.8.1	限速標誌	56
1.8.2	車載列車自動防護系統	58
1.9	通信.....	62
1.9.1	通聯系統	62
1.9.2	通聯紀錄	63
1.10	軌道、道岔及車站資料.....	64

1.10.1	軌道標準規範	64
1.10.2	新馬站軌道檢查養護資料	66
1.10.3	新馬站軌道線形確認	70
1.10.4	道岔基本資料	74
1.10.5	車站基本資料	74
1.11	紀錄器	75
1.11.1	影像紀錄	76
1.11.2	資料紀錄	77
1.11.2.1	列車控制監視系統紀錄	78
1.11.2.2	傾斜控制系統紀錄	85
1.11.2.3	列車自動防護系統紀錄	90
1.12	殘骸檢視與現場量測資料	93
1.12.1	事故現場量測	93
1.12.2	殘骸 3D 重建	95
1.12.3	列車出軌撞擊痕跡	96
1.13	醫療與病理	97
1.13.1	本案司機員事故後毒藥物檢驗	97
1.13.2	本案司機員事故前醫療紀錄	98
1.13.2.1	緩起訴處分轉介戒癮治療	98
1.13.2.2	診斷與檢測	99
1.13.2.3	門診治療藥物	99
1.14	生還因素	100
1.14.1	行車事故應變處理相關規定	100
1.14.1.1	車長乘務手冊	100
1.14.1.2	車服部服務員工作守則	101
1.15	測試與研究	101
1.15.1	本案司機員班表疲勞指數評估	101
1.15.2	主風泵性能及富油測試	103

1.15.3	列車車速比對驗證	105
1.15.4	列車傾覆臨界速度推估	108
1.15.5	列車傾覆行為模擬	111
1.15.6	主風泵運作實車測試	116
1.15.7	駕駛室人機介面測試研究	119
1.16	組織與管理	121
1.16.1	組織編制	121
1.16.1.1	臺鐵	121
1.16.1.2	機務處	121
1.16.1.3	臺北機廠	122
1.16.1.4	機務段	122
1.16.1.5	宜蘭機務分段	122
1.16.1.6	綜合調度所	122
1.16.1.7	員工訓練中心	122
1.16.2	人員職掌	123
1.16.2.1	行控室主任調度員	123
1.16.2.2	行車調度員	124
1.16.2.3	機車調度員	124
1.16.2.4	司機員	124
1.16.2.5	機務段檢查員	124
1.16.2.6	列車檢查員	124
1.16.2.7	車長	124
1.16.2.8	服務員	125
1.16.2.9	站長	125
1.16.3	人員派遣及配置	125
1.16.3.1	二線司機員派遣規定	125
1.16.3.2	列車檢查員駐站配置	125
1.16.3.3	機務段檢查員配置	125

1.16.4	訓練管理	126
1.16.4.1	訓練單位.....	126
1.16.4.2	訓練資源.....	126
1.16.4.3	人員訓練.....	127
1.16.5	檢定制度	132
1.16.5.1	司機員檢定.....	132
1.16.5.2	機務段檢查員.....	132
1.16.5.3	行車調度員.....	132
1.16.6	運轉規章及手冊	133
1.16.6.1	運轉規章.....	133
1.16.6.2	運轉手冊.....	133
1.16.6.3	入出庫程序.....	133
1.16.6.4	出庫整備.....	135
1.16.6.5	故障排除.....	135
1.16.6.6	通訊規定.....	138
1.16.6.7	專業術語.....	138
1.16.7	維修手冊	139
1.16.8	文件管理	139
1.16.8.1	制定及審核.....	139
1.16.8.2	發布管控.....	139
1.16.9	安全資料管理	140
1.16.9.1	安全資料蒐集.....	140
1.16.9.2	安全資料運用.....	141
1.16.10	保固	141
1.16.11	體格檢查	142
1.16.11.1	體檢規定.....	142
1.16.11.2	體檢執行概況.....	143
1.16.12	藥毒物尿液檢驗	144

1.16.12.1	尿液檢驗規定.....	144
1.16.12.2	尿液檢驗執行概況.....	144
1.16.12.3	事故後尿液檢驗作業之調整	145
1.17	其他資料.....	145
1.17.1	訪談摘要	145
1.17.1.1	110B 次車司機員	145
1.17.1.2	本案司機員.....	147
1.17.1.3	機務段檢查員 A.....	153
1.17.1.4	機務段檢查員 B.....	155
1.17.1.5	列檢員 A.....	157
1.17.1.6	列檢員 B.....	158
1.17.1.7	機車調度員.....	159
1.17.1.8	機務段人員 A.....	161
1.17.1.9	機務處行車技術科人員 A.....	162
1.17.1.10	機務處行車技術科人員 B.....	164
1.17.1.11	機務處車輛科人員.....	166
1.17.1.12	機務段人員 B.....	168
1.17.1.13	機務段人員 C.....	169
1.17.1.14	號誌員.....	169
1.17.1.15	機務處工事科人員 A 及 B.....	169
1.17.1.16	臺北機廠人員 A.....	171
1.17.1.17	臺北機廠人員 B.....	172
1.17.1.18	臺北機廠人員 C.....	173
1.17.1.19	員工訓練中心人員.....	173
1.17.1.20	機務處行車技術科人員 C.....	174
1.17.1.21	綜合調度所人員 A 及 B.....	176
1.17.1.22	車長.....	177
1.17.1.23	服務員.....	177

1.17.1.24	車長訓練講師.....	178
1.17.1.25	服務員主管.....	179
1.17.1.26	機務段勞安室人員.....	180
1.17.1.27	體格檢查醫院人員.....	182
1.17.1.28	本案司機員主治醫師	184
1.17.2	事件序	187
第 2 章	分析.....	193
2.1	運轉管理.....	193
2.1.1	出車前故障通報	193
2.1.2	運轉時故障通報	195
2.1.3	故障識別	196
2.1.4	故障處置	197
2.1.5	運轉壓力及分心操作	200
2.1.6	故障排除之協助及監控	202
2.1.7	車速與電門把手	208
2.1.8	傾覆點位置	209
2.2	維修管理.....	214
2.2.1	列車動力異常原因	214
2.2.2	主風泵冷卻器設計	219
2.2.3	維修方之故障登錄	220
2.2.4	維修工單機制	221
2.2.5	零件管理機制	221
2.2.6	維修排程	222
2.2.7	保固及合約	223
2.2.8	軌道	223
2.3	組織管理.....	225
2.3.1	司機員與檢查員編制	225
2.3.2	標準化程序及手冊	227

2.3.3	標準化訓練	230
2.3.4	獨立檢定機制	231
2.4	其他安全因素	233
2.4.1	安全監理	233
2.4.2	安全資料蒐集與運用	235
2.4.3	司機員健康管理	239
2.4.4	生還與應變管理	241
2.4.5	空氣彈簧狀態及傾斜確認	245
2.4.6	安全管理系統之建置	247
第 3 章	結論	249
3.1	與可能肇因有關之調查發現	249
3.2	與風險有關之調查發現	251
3.3	其他調查發現	255
第 4 章	改善建議	259
4.1	鐵道安全改善建議	259
4.2	已完成或進行中之改善措施	262

表目錄

表 1.2-1 傷亡統計表.....	14
表 1.6-1 本案司機員事故當日酒精及血壓檢測結果	29
表 1.6-2 本案司機員事故前活動紀錄	30
表 1.6-3 民國 106-107 年七堵機務段機班人員在職訓練內容摘要.....	31
表 1.6-4 民國 107 年 1-10 月臺北機務段檢查員在職訓練內容及時數.	35
表 1.6-5 民國 107 年 4-10 月列檢員與動力車在職訓練內容摘要.....	36
表 1.7-1 普悠瑪列車基本規格資料	37
表 1.7-2 普悠瑪列車性能資料	38
表 1.7-3 普悠瑪列車編組及設備資料	39
表 1.7-4 普悠瑪列車編組各級檢修項目週期表	40
表 1.7-5 主風泵（空氣壓縮機）零件養護及更換週期	41
表 1.7-6 事故列車編組「動力車交接簿」紀錄（主風泵部分）	46
表 1.7-7 普悠瑪列車編組臨修工單檢修紀錄（主風泵部分）	47
表 1.7-8 保固缺失事項通知單紀錄（主風泵部分）	48
表 1.7-9 傾斜系統作動時空氣彈簧高度變化	55
表 1.9-1 通聯紀錄發話源	64
表 1.10-1 軌道檢查說明.....	67
表 1.10-2 民國 107 年第二季軌道不整檢查結果	68

表 1.10-3 每次作業時間統計	69
表 1.11-1 本案紀錄器設備彙整.....	75
表 1.11-2 各紀錄器校時資訊.....	76
表 1.11-3 事件紀錄各欄位名稱說明.....	85
表 1.11-4 本案傾斜控制器/主傾斜控制器數位記憶卡資料概況	86
表 1.11-5 本案列車自動防護系統資料概況列表	92
表 1.12-1 事故現場車廂分布情形概要	95
表 1.15-1 本案司機員工作紀錄	103
表 1.15-2 普悠瑪號列車各系統車速偵測來源	105
表 1.15-3 列車傾覆臨界速度表	110
表 1.15-4 軌道線形參數.....	112
表 1.15-5 車廂及轉向架參數	113
表 1.15-6 未按下故障確認鍵，1 車及 8 車儀表顯示情況	120
表 1.15-7 按下故障確認鍵，1 車及 8 車儀表顯示情況	120
表 1.16-1 臺鐵現有模擬機	127
表 1.16-2 司機員新訓學科專業課程表	128
表 1.16-3 EMU 各型車出庫檢查（部分）項目比較表	134
表 1.17-1 事故列車運轉時序表	187
表 2.1-1 列車傾覆臨界速度推估表	211

表 2.2-1 主風泵供氣情境分析表	215
表 2.2-2 事故車主風泵性能測試結果摘錄	217
表 2.2-3 主風泵模擬冷卻器髒汙導致高溫停機之測試	218
表 2.4-1 事故列車 ATP 隔離前後傾斜完成時間比較	246

本頁空白

圖目錄

圖 1.1-1 事故現場殘骸分布圖	1
圖 1.1-2 DDU 故障訊息欄位示意圖（非事故列車）	3
圖 1.1-3 斷路器位置.....	13
圖 1.3-1 第 8 車車廂損傷概況圖	17
圖 1.3-2 第 8 車前後連結器損傷概況圖	17
圖 1.3-3 第 8 車主風泵除濕裝置概況圖	17
圖 1.3-4 第 8 車轉向架損傷概況圖	18
圖 1.3-5 第 7 車車廂損傷概況圖	18
圖 1.3-6 第 7 車連結器損傷概況	19
圖 1.3-7 第 7 車轉向架損傷概況	19
圖 1.3-8 第 6 車車廂損傷概況圖	20
圖 1.3-9 第 6 車連結器損傷概況	20
圖 1.3-10 第 6 車中空絲膜除濕機、油分離器及水分離器	21
圖 1.3-11 第 6 車轉向架損傷概況圖.....	21
圖 1.3-12 第 5 車損傷概況圖	22
圖 1.3-13 第 4 車損傷概況圖	23
圖 1.3-14 第 3 車損傷概況圖	24
圖 1.3-15 第 2 車損傷概況圖	24

圖 1.3-16 第 1 車損傷概況圖	25
圖 1.3-17 新馬站設施損壞說明	26
圖 1.5-1 事故列車到站時刻及運轉路線	27
圖 1.7-1 事故列車主風泵及 MR 設置	49
圖 1.7-2 壓縮空氣產生過程說明	51
圖 1.7-3 主風泵強制停止運作機制說明	51
圖 1.7-4 TCMS 駕駛顯示器單元之主風泵運作圖示	52
圖 1.7-5 停留軔機作動原理	53
圖 1.7-6 駕駛室兩側停留軔機按鈕	53
圖 1.7-7 普悠瑪號傾斜系統運作	54
圖 1.8-1 大里站至羅東站限速標誌設置	57
圖 1.8-2 羅東站至新馬站限速標誌設置	57
圖 1.8-3 車載 ATP 煞車曲線圖	58
圖 1.8-4 ATP 確認鈕.....	59
圖 1.8-5 駕駛室背向面板的 ATP 隔離開關	60
圖 1.8-6 數位車速表顯示即時車速	60
圖 1.8-7 ATP 隔離後 TCMS 駕駛顯示器單元.....	61
圖 1.8-8 行調無線電回傳 ATP 隔離訊息設計機制	61
圖 1.8-9 綜合調度所無線電調度台	62

圖 1.9-1 臺鐵行車調度無線電話系統架構圖	63
圖 1.10-1 新馬站軌道線形說明	65
圖 1.10-2 軌道設置說明.....	66
圖 1.10-3 儀器架設示意圖	69
圖 1.10-4 軌道軌距量測紀錄	70
圖 1.10-5 軌道水平及超高量測紀錄	71
圖 1.10-6 外軌量測紀錄.....	71
圖 1.10-7 內軌量測紀錄.....	72
圖 1.10-8 空拍圖 10 公尺長度測量（介曲線）	73
圖 1.10-9 新馬站軌道配置圖	75
圖 1.11-1 普悠瑪號列車影像紀錄設備位置圖（非事故列車）	77
圖 1.11-2 普悠瑪號資料紀錄設備位置示意圖	78
圖 1.11-3 普悠瑪號列車控制監視系統架構	78
圖 1.11-4 普悠瑪號駕駛顯示器單元位置示意圖	79
圖 1.11-5 駕駛顯示器單元主畫面（非事故列車）	80
圖 1.11-6 行駛紀錄產出之視覺化圖形.....	81
圖 1.11-7 速度感測器示意圖.....	81
圖 1.11-8 事故列車車速及停車情形套疊圖	82
圖 1.11-9 故障紀錄產出之資料型態.....	82

圖 1.11-10 事件紀錄產出之資料型態.....	84
圖 1.11-11 傾斜控制系統之硬體架構.....	86
圖 1.11-12 普悠瑪列車傾斜紀錄機制示意圖	88
圖 1.11-13 普悠瑪列車傾斜紀錄轉檔文件內容	89
圖 1.11-14 轉速計示意圖.....	89
圖 1.11-15 普悠瑪列車列車自動防護系統架構圖	90
圖 1.11-16 司機員操作面盤與數位車速表相對位置	91
圖 1.12-1 事故當晚現場分布圖	94
圖 1.12-2 事故次日現場分布圖	94
圖 1.12-3 事故次日現場列車及周遭環境受損分布情形	94
圖 1.12-4 第 8 節車廂轉向架及軌枕磨痕說明	96
圖 1.12-5 出軌處擋碴牆斷裂情形	97
圖 1.15-1 本案司機員之實際工作期間疲勞指數	103
圖 1.15-2 事故列車各系統紀錄車速摘錄	106
圖 1.15-3 事故列車各系統紀錄車速套疊圖 (1407:17~1643:40)	106
圖 1.15-4 最後 34 秒影像圖幅資料示意 (共 1,022 張)	107
圖 1.15-5 事故列車最後 34 秒速度變化圖	107
圖 1.15-6 軌道平面線形圖	108
圖 1.15-7 列車運行路線及車輛、轉向架結構說明	112

圖 1.15-8 第 8 節車廂第一轉向架脫軌係數與運行時間	113
圖 1.15-9 第 8 車第二轉向架脫軌係數與運行時間	114
圖 1.15-10 脫軌係數與摩擦係數關係圖	115
圖 1.15-11 第 8 車轉向架內側車輪浮起脫離鋼軌	116
圖 1.15-12 冷卻風扇進氣口濾網改善前後對照圖	117
圖 1.15-13 樹林站-蘇澳站測試列車 MR 壓力值.....	117
圖 1.16-1 機務動力車乘務學習人員教導訓練規定	129
圖 1.16-2 機務段運轉室公告欄	140
圖 2.1-1 ATP 隔離前事故列車實際車速及 ATP 速限紀錄比對	200
圖 2.1-2 ATP 隔離後事故列車實際車速與道旁速限標誌比對.....	200
圖 2.1-3 本案司機員於 ATP 隔離後到宜蘭站間無線電通訊情形	202
圖 2.1-4 本案司機員於宜蘭站至新馬站間無線電通訊情形	202
圖 2.1-5 DDU 示意圖（非事故車）	208
圖 2.1-6 出軌前 30 秒速度指令與牽引系統動力/煞車指令關係.....	209
圖 2.1-7 傾覆臨界速度圖	212
圖 2.1-8 第 8 車轉向架出軌位置說明	213
圖 2.1-9 行車影像紀錄器畫面擷取說明	214
圖 2.2-1 濕度及流量測量裝置	217
圖 2.2-2 事故列車 1 車冷卻器鰭片狀態比對	218

圖 2.2-3 事故列車 1 車冷卻器鰭片狀態模擬	218
圖 2.2-4 冷卻氣流行經方向圖	220

英文縮寫對照簡表

ATP	Automatic Train Protection	列車自動防護系統
BECU	Brake Electronic Control Unit	軔機電子控制單元
BOS	Booster	增速風泵
BOUN	N.F.B. for Brake Operating Unit	軔機電子控制單元斷路器
CTC	Central Traffic Control	中央行車控制
CU	Central Unit	中央單元
DDU	Driver Display Unit	駕駛顯示器單元
EB	Emergency Brake	緊急緊軔
FRACAS	Failure Recording and Corrective Action Systems	故障報告及改善系統
FRI	Fatigue Risk Index	疲勞風險指數
IV&V	Independent Verification & Validation	獨立查證與確證
MC	Main Compressor	主風泵
MMI	Man-Machine Interface	人機介面
MR	Main Reservoir	主風缸
MRPR	Main Reservoir Pressure Relay	MR 壓力繼電器
MRPS	Main Reservoir Pressure Switch	MR 壓力偵測開關
MSO	Mobile Switching Office	系統設備交換中心
PB	Parking Brake	停留軔機
PISC	Passenger Information System Controller	旅客資訊控制系統
PWM	Pulse Width Modulation	脈寬幅度調整
RU	Recording Unit	紀錄單元
SB	Service Brake	常用緊軔
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	同步光傳輸網路
SMS	Safety Management System	安全管理系統

TC	Tilting Controller	傾斜控制系統
TCMS	Train Control and Monitor System	列車控制監視系統
TU	Terminal Unit	終端單元

第 1 章 事實資料

1.1 運轉經過

民國 107 年 10 月 21 日，交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵）第 6432 次車普悠瑪自強號（以下簡稱事故列車）於 1450 時¹自樹林站出發，開往臺東站，約 1649 時，事故列車沿東正線往南進入蘇澳新馬站月台第 4 股道之右彎介曲線路段，車速約 140 公里/時，第 8 車廂向左（海）側傾斜翻覆，8 節車廂全數出軌，其中第 8、7、5、3 車，共 4 節車廂傾覆，第 8 與第 7 車廂，及第 7 與第 6 車廂分離，新馬站第 6 股道右側鋼軌斷裂，插入第 6 車廂外側第 8 個窗戶，並穿透至車廂頂部，另新馬站 4 組電車線門型架斷裂損害，本次事故造成車載死亡 18 人、重傷²17 人、輕傷 274 人、無傷 61 人，共 370 人。事故列車編組及現場殘骸分布，如圖 1.1-1 所示。



圖 1.1-1 事故現場殘骸分布圖

¹ 除非特別註記，本報告所列時間皆為臺北時間（UTC+8 小時），採 24 小時制。

² 重傷與輕傷之評估，係由臺灣鐵路管理局委託臺灣外傷醫學會，依病歷資料以外傷嚴重度分數（Injury Severity Score, ISS）決定。

民國 107 年 10 月 21 日 0714 時，第 110 次車自潮州基地發車前往潮州，執行載客任務，沿途停靠屏東、高雄、臺南、臺中、新竹、板橋、臺北及松山站，最後抵達南港站。依列車控制監視系統 (Train Control and Monitor System, TCMS)，運轉過程列車無故障紀錄。

樹林調車場

第 110 次車與第 110B 次車司機員於南港站內交接後，1203 時，第 110B 次車司機員於第 1 車駕駛，自南港站回送樹林調車場，依 TCMS 紀錄，1238:28 時列車駛入樹林調車場時，TCMS 駕駛顯示器單元 (Driver Display Unit, DDU) 故障訊息欄位 (FAULT) 顯示：「代碼 147-空壓機³強制停止/第 8 車」，當時主風缸 (Main Reversoir, MR⁴) 壓力值為 9.55 bar⁵。1240:18 時 DDU 出現第 1 車空壓機強制停止之故障訊息並覆蓋前項第 8 車之相同故障訊息，此時駕駛控制臺總故障燈及 DDU 故障訊息欄之「故障確認」鍵持續閃爍紅燈，伴隨約 60 分貝之告警聲響。110B 次車司機員稱「沒有注意到故障的情況」，1240:42 時，第 110B 次車司機員未降集電弓並取出主控鑰匙離開列車，且未於第 1 車動力交接紀錄簿上記錄空壓機強制停止之車輛故障訊息，亦未將此故障訊息告知臺北機務段運轉室或維修檢查員。本文駕駛室控制台相關控制及顯示系統，如圖 1.1-2 所示。

第 6432 次車司機員 (以下簡稱本案司機員) 稱約於 1340 時進入事故列車查看第 8 車動力交接簿及巡視列車狀況，之後至臺北機務段運轉室執行報到程序⁶，隨後領取鑰匙及內建有司機員資料、列車資料及停靠站資訊之列車自動防護系統 (Automatic Train Protection, ATP) 隨身碟，進入第 8 車駕駛室。1402:06 時，本案司機員插入主控鑰匙，

³ 空壓機即為主風泵，除非故障碼或訪談紀錄，本文統一以主風泵稱之。

⁴ 第 1~8 車均配有主風缸，由通氣管連接。

⁵ 列車出現故障訊息時，TCMS 才會記錄當時 MR 值。

⁶ 司機員報到作業是依「機班上下班報到管理規定事項」先至運轉室報到，並由運轉值班員告知出勤列車停放股道，之後司機員執行出段檢查作業。

1407:17 時起將 ATP 隨身碟插入駕駛控制臺 ATP USB 插座內。

1408:32 時本案司機員與臺北機務段運轉室進行出庫列車防護無線電及行調電話測試，測試結果正常，1409:24 時本案司機員向樹林調車場號誌樓申請出車，號誌員回復由 W6 股轉到開線 10 股，列車於 1410:16 時由機務段車庫出發，於 1413:02 時抵達到開線，1442:19 時車長 A 通知本案司機員「6432 樹調請開車」，通聯紀錄詳附錄 1，1442:25 時本案司機員回復「6432 樹調出發注意 開車收到 謝謝」。

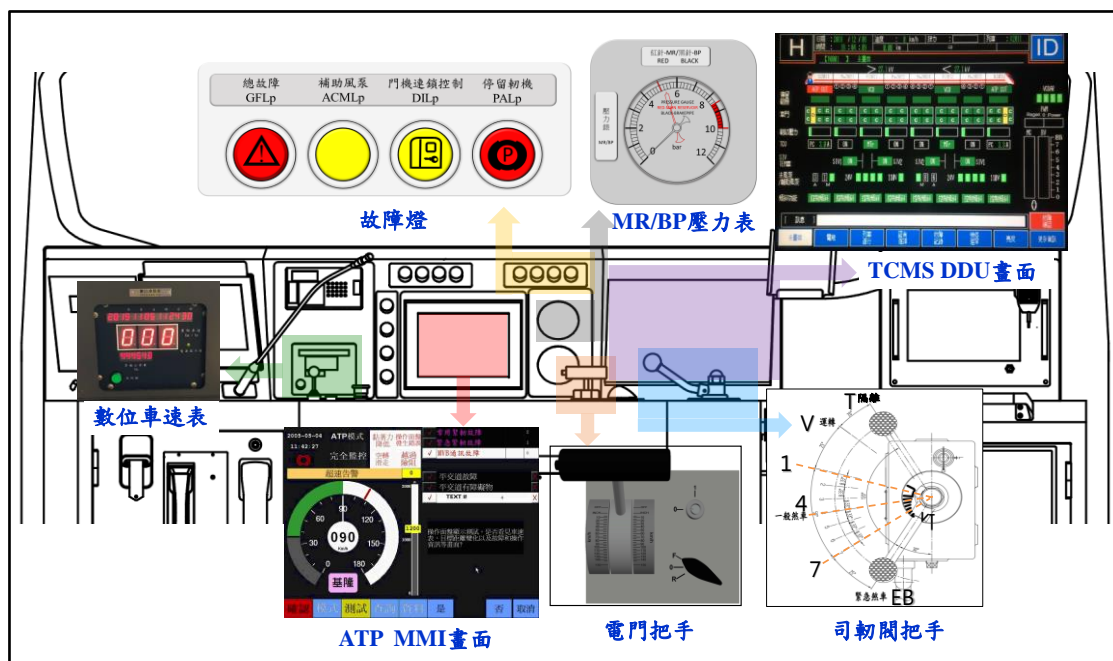


圖 1.1-2 DDU 故障訊息欄位示意圖（非事故列車）

樹林至牡丹

1442:31 時事故列車自樹林調車場出車，1450:04 時事故列車準點自樹林站出發，工務技術領班於松山站上車並進入駕駛室坐在本案司機員右邊座位，該工務技術領班依計畫執行松山站到宜蘭站軌道隨乘巡檢作業。

1533:05 時事故列車停靠七堵站。依列車傾斜控制系統（Tilting Controller, TC/MC）紀錄顯示，自樹林到七堵站期間列車有 3 次右傾斜及 2 次左傾斜作動紀錄。

1534:21 時列車自七堵站出發，經八堵、暖暖站，往四腳亭站途中，列車有 4 次右傾斜及 4 次左傾斜作動紀錄。

1539:13 時 TCMS 有不會顯示於 DDU 上之事件訊息 (EVENT) 「代碼 5-MR Pressure Lowered (MR 壓力過低) / 第 8 車⁷」之紀錄，當時車速 73 公里/時，里程⁸約 K3+100，依 TCMS，列車動力指令因 MR 壓力過低，未能建立，致無法輸出動力。即時 MR 壓力值可由駕駛控制臺司機員正前方之壓力錶顯示。依訪談紀錄，本案司機員有感受列車動力切斷，造成速度減緩。

1539:26 時至 1540:34 時，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。本案司機員稱感覺是 ATP 抑制列車動力。1540:28 時，速度 53 公里/時，動力指令建立，列車再度恢復動力。

經四腳亭、瑞芳，往猴硐途中，列車有 2 次右傾斜及 2 次左傾斜作動紀錄。

1544:56 時，車速 85 公里/時，里程約 K10+000，出現第 8 車 (第 2 次) MR 壓力不足，列車無法輸出動力。

1545:35 時至 1547:40 時，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。

1547:33 時列車位於瑞芳到猴硐間，車速 6 公里/時，MR 壓力恢復，1547:46 時列車第 1 次停車，本案司機員並無回報狀況或尋求支援，2 秒後本案司機員重新提速。

⁷ TCMS 紀錄顯示 1/8 車主風缸壓力不足訊息，依系統電路設計其壓力偵測器係對應偵測 3/6 車之主風缸壓力值，非 1/8 車本身。

⁸ 宜蘭段里程數標示由八堵站開始計算。

1549:20 時至 1554:37 時期間，列車通過猴硐、三貂嶺及牡丹站間，有 3 次右傾斜及 4 次左傾斜作動紀錄，車速約在 65 至 85 公里/時。

牡丹至貢寮

1554:37 時列車通過牡丹站，車速 84 公里/時，里程約 K20+200，出現第 8 車（第 3 次）MR 壓力不足及動力自動切斷，該路段為坡度 1.68% 之下坡路段⁹，依 ATP 紀錄，1554:47 時，列車滑行車速達 88 公里/時，超過 ATP 速限 85 公里/時，ATP 常用緊軔自動作動，依測試紀錄¹⁰，ATP 螢幕顯示超速告警訊息，並發出 73 分貝以上之連續告警聲響，直到列車車速較 ATP 允許速度低，告警聲響即停止。同時本案司機員將司軔閥把手拉至第 7 段位，並於 1554:52 時收至 V 段位¹¹，此時車速降至 81 公里/時。依訪談，本案司機員未注意到有告警聲響。

1556:06 時至 1557:17 時，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，且司軔閥把手由 1 至 4 段位間短暫反覆移動 2 次。1554:59 時列車位於牡丹及雙溪站期間，車速約 81 公里/時，有 1 次左傾斜，1557:18 時車速 48 公里/時，列車位於雙溪站，MR 壓力恢復正常，列車恢復動力。

依 TC 紀錄顯示，事故列車在雙溪貢寮間，有 1 次左傾斜及 1 次右傾斜作動，1558:30 時車速 103 公里/時，里程約 K24+600，出現第 8 車（第 4 次）MR 壓力不足。1558:54 時列車有 1 次左傾斜，1559:00 時車速 108 公里/時，里程約 K25+500，駕駛控制臺停留軔機燈亮，同時第 7 車停留軔機作動，此時 DDU 停留軔機欄位標示第 7 車為黃

⁹ 資料來源：臺鐵宜蘭線 K20~K22 平面及縱斷面圖。

¹⁰ 原車毀損，測試使用同型車。

¹¹ 司軔閥把手運轉位。

色。1559:00 時至 1600:00 時期間，列車有 1 次左傾斜及 1 次右傾斜作動。1559:11 時車速 107 公里/時，里程約 K25+800，出現第 1 車（第 5 次）MR 壓力不足，接著第 8 車及其他車之停留軔機陸續作動，DDU 停留軔機欄位標示各車為黃色，1600:07 時至 1602:00 時期間列車第 2 次停車，本案司機員未回報狀況或尋求支援。

1558:30 時至 1600:00 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閘把手未動作。1600:02 時起本案司機員將司軔閘把手由 V 段位移動至 T 段位¹²，1600:07 時移回為 V 段位。

1600:48 時至 1601:20 時期間，全車停留軔機陸續鬆軔，1601:20 時駕駛控制臺停留軔機燈熄滅，1601:43 時 MR 壓力恢復正常，1602:01 時列車重新運轉。

列車停車期間，車長 A 曾詢問本案司機員：「請問有事嗎」，本案司機員回復：「沒有動力了」，惟車長 A 未聽清楚內容再次詢問，但本案司機員未予回復，亦未有回報狀況或尋求支援紀錄。

1602:25 時列車車速 47 公里/時，里程約 K27+200，出現第 8 車（第 6 次）MR 壓力不足，1603:32 時車速 9 公里/時，MR 壓力恢復正常，列車恢復動力。依 TCMS 及 ATP 紀錄，此期間本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，且司軔閘把手由 1 至 4 段位間反覆移動。

1604:02 時車速 52 公里/時，里程約 K27+900，出現第 8 車（第 7 次）MR 壓力不足，1605:45 時車速 54 公里/時，MR 壓力恢復正常，列車恢復動力。此期間本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閘把手未動作。

¹² 司軔閘把手隔離位。

貢寮至大溪

1605:50 時本案司機員首次向福隆站長通報事故列車動力有時會自動消失之狀況，並請其通報綜合調度所（以下簡稱綜調所），隨後福隆站長告知綜調所行車調度員 A 前述情況，1607:10 時福隆站長轉達行車調度員 A 回復「能跑就儘量跑」予本案司機員。

1607:55 時至 1609:01 時期間，綜調所機車調度員首次向本案司機員通聯詢問列車狀況，本案司機員表示列車動力有時會自動消失，且說「故障指示燈 指示那個 1 車跟 8 車那個空壓機 那個跳開」。機車調度員複誦「空壓機跳開 1 車到 8 車的空壓機跳開」，本案司機員回應：「那個應該不會影響」，機車調度員再度確認時說：「那 空壓機跳開 就是你的空調 就是那個冷氣嘛 對不對」，本案司機員回復：「對可是我的那個動力有時候它會自動就切掉 就沒有了」。之後本案司機員請求在花蓮站派列檢員¹³上車查看，機車調度員回復可在列車停靠宜蘭站時，派列檢員上車查看。

1606:31 時（貢寮至福隆間）至 1610:42 時（石城到大里間）期間，列車有 3 次左傾斜及 5 次右傾斜。在通過石城站後，1610:53 時車速 120 公里/時，里程約 K38+700，出現第 8 車（第 8 次）MR 壓力不足，隨後有 3 次左傾斜及 1 次右傾斜。1611:23 時至 1612:07 時期間，司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。1612:11 時車速 105 公里/時，里程約 K40+500，駕駛控制臺停留軔機燈亮，第 7 車停留軔機作動。1612:20 時車速 105 公里/時，里程約 K40+800，出現第 1 車（第 9 次）MR 壓力不足，接著其他車輛停留軔機也陸續作動。1612:16 時（大溪至大里間）至 1613:00 時期間，有 2 次左傾斜及 1 次右傾斜。1612:53 時至 1613:36 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，1613:41 時、

¹³ 依臺鐵分工，列檢員主要負責查修客車故障，如空調、車門等，不負責機車故障。

1613:59 時及 1614:43 時，本案司機員將司軔閘把手於 V 段位移動至 T 段位，分別於 1613:46 時、1614:08 時及 1614:47 時回復到 V 段位。1613:49 時列車第 3 次停車於里程約 K43+000 處（大溪站前約 1.8 公里）。

1613:51 時機務段檢查員 A 首次通聯本案司機員，並瞭解列車發生電門歸零、停留軔機作動、通過中性區間後拉電門沒有速度等異常狀況，期間 1614:26 時機務段檢查員 A 說：「動力 那你如果把第 7 車那個馬達隔離咧」，本案司機員回復：「電氣車的馬達隔離」，機務段檢查員 A 說：「對 就把那一台 你是說某一車 哪一車的馬達 是第 7 車的馬達有問題嗎」，本案司機員回復：「第 7 車的馬達沒問題 是空壓機」。1617:06 時本案司機員提議重新降升集電弓，機務段檢查員 A 同意此提議並告知此處置若無效，則依該列車駕駛室內告示撥打手機給機務段檢查員 C 請求支援。

本案司機員和機務段檢查員 A 通聯期間，1615:30 時各車停留軔機陸續開始鬆軔，1616:48 時 MR 壓力恢復正常，1615:30 時至 1617:02 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 133 間反覆移動，司軔閘把手未動作。1617:09 時本案司機員降下集電弓，未將鑰匙轉至 OFF 位¹⁴，1617:21 時本案司機員上升集電弓，1617:40 時全列車停留軔機鬆軔，駕駛控制臺停留軔機燈熄滅。

1617:55 時本案司機員自行隔離 ATP。

1618:06 時列車由停止狀態重新運行，接近大溪站前，1618:27 時車速 50 公里/時，里程約 K43+100，出現第 8 車（第 10 次）MR 壓力不足。

大溪至頭城

¹⁴ 若降下集電弓後，有將鑰匙轉至 OFF 位，依系統設計可能 1,8 車主風泵會恢復運轉。

1619:51 時綜調所行車調度員 A 和本案司機員通聯，確認當時列車無動力狀況，並告知「你後面 6234 次車跟著」，建議滑行到龜山站內待避，「可以動就儘量溜到站內」。1620:02 時車速 48 公里/時，MR 壓力恢復正常，1620:24 時列車恢復動力。1618:30 時至 1620:25 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。

1620:33 時至 1623:59 時期間，機車調度員向本案司機員通聯，本案司機員回復列車之前動力有時會消失，但現在操作電門，可拉起速度，機車調度員請本案司機員「趕快速度加起來」，雙方討論重新降升集電弓後列車動力仍時有時無、本案司機員報「傾斜裝置車間通訊異常」、「停留軔機燈亮」、「空壓機強制停止」等徵兆，機車調度員要求本案司機員復位看看，試圖恢復動力。本案司機員表示，在列車無動力滑行及停留軔機作動情形下，將嘗試滑行到頭城站待避。

1621:02 時到 1622:16 時期間，有 2 次左傾斜及 3 次右傾斜，1622:16 時車速 127 公里/時，里程約 K48+000，出現第 8 車（第 11 次）MR 壓力不足。1622:17 時，DDU 故障 (FAULT) 訊息欄位顯示：「代碼 915-傾斜系統行駛中無法接收 ATP 資料/第 8 車」，當時 MR 值為 5.3bar，依調查測試，駕駛控制臺總故障燈及 DDU 「故障確認」鍵應會閃爍，伴隨告警聲響，DDU 傾斜功能欄位內第 8 車綠底白字之控制傾斜轉成黃底黑字之備援傾斜¹⁵，1622:18 時 DDU 故障 (FAULT) 訊息欄位顯示：「代碼 934-車間通訊異常/第 7 車」，當時 MR 值為 5.25bar，依測試紀錄，駕駛控制臺總故障燈及 DDU 「故障確認」鍵應會閃爍，伴隨告警聲響。

1622:57 時，MR 壓力過低，駕駛室控制臺停留軔機燈作動，同時

¹⁵ 依系統設計，隔離 ATP 後，列車車行 5 公里即自動將列車控制傾斜模式轉為備援傾斜模式，TCMS 螢幕顯示故障代碼 915 及 934。

第 7 車停留軔機實際作動。1622:20 時到 1623:05 時期間有 1 次左傾斜及 3 次右傾斜。1623:10 時車速 117 公里/時，里程約 K49+800，出現第 1 車（第 12 次）MR 壓力不足，接著其他車廂停留軔機也陸續作動。1622:19 時至 1623:34 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。1625:32 時全車停留軔機陸續鬆軔，1626:32 時車速 93 公里/時，MR 壓力恢復正常，列車恢復動力。

1623:39 時到 1624:42 時期間，列車有 1 次左傾斜及 2 次右傾斜。1624:37 時到 1624:52 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。

1625:15 時至 1626:01 時期間，本案司機員向頭城站長群呼通聯表示：「啊 請跟調度員報備一下 6432 請求頭城停車」，頭城站長回復：「你說有人坐錯車要我跟調度員報備嗎」，本案司機員回復：「欸 欸」；頭城站長轉述本案司機員請求予綜調所行車調度員 B，行車調度員 B 表示不同意，頭城站長再將前述結果告知本案司機員。1626:06 時駕駛室控制臺停留軔機燈熄滅，且 DDU 故障訊息欄位：「代碼 934-車間通訊異常/第 7 車」復歸，當時 MR 值為 5.45bar。1626:07 時 DDU 故障訊息欄位顯示：「代碼 934-車間通訊異常/第 7 車」，當時 MR 值為 5.45bar。自 1622:18 時至 1635:17 時期間，共 5 次故障代碼 934 車間通訊異常之出現及復歸。

1626:08 時到 1626:25 時期間，本案司機員將電門把手位置由 OFF 至 140 間反覆移動，司軔閥把手未動作。由 1626:32 時至 1629:41 時期間，有 1 次左傾斜及 2 次右傾斜。

在接近礁溪站前，1629:41 時車速 121 公里/時，里程約 K61+800，出現第 8 車（第 13 次）MR 壓力不足，1630:24 時至 1630:39 時期間有 1 次左傾斜，1631:46 時車速 102 公里/時，MR 壓力恢復正常。

頭城到宜蘭

1626:54 時至 1634:18 時期間，機務段檢查員 B 首度向本案司機員通聯瞭解列車狀況，如因速度拉不起來致晚點、停留軔機自動作動、DDU 顯示 1~8 車停留軔機燈都亮、馬達是否隔離等，並建議本案司機員你現在就繼續跑並確認車側綠燈（停留軔機）是否有亮。

依通聯紀錄，1632:35 時，本案司機員向機務段檢查員 B 提及 DDU 顯示「我現在駕駛端這邊變成是備援傾斜」。1632:42 時，機務段檢查員 B 首度回復可能是主風泵的問題，並告知將安排在花蓮換車，機務段檢查員 B 也詢問車長 A 所在車廂，想請協助確認車側停留軔機燈狀況。

1633:12 時，機務段檢查員 B 要求本案司機員觸控 DDU 內，第 8 車黃底黑字之「備援傾斜」鍵 5 秒，以重置為「控制傾斜」，本案司機員回復：「還是一樣黃的啊」，機務段檢查員 B 回復：「壓車的那個車的位置 壓車車下面的它會變成變成黃燈那個位置 壓 5 秒鐘看它會不會復原 如果不復原的話 其實備援傾斜也是可以用啦」。1633:09 時至 1633:49 時期間有 2 次左傾斜，1634:15 時，機務段檢查員 B 說那你先儘量這樣開。

宜蘭到羅東

列車於 1634:49 時至 1637:50 時期間，停靠宜蘭車站讓旅客上下車，在松山站上車的工務技術領班亦於宜蘭站下車，接著朝羅東站方向行駛。停靠宜蘭站期間宜蘭列檢員 A 上車於第 1 車檢查空調狀況，宜蘭列檢員 B 於第 8 車檢查動力狀況¹⁶。依訪談紀錄，車長向宜蘭列檢員 A 表示空調時好時壞，但當下沒問題。而本案司機員向宜蘭列檢

¹⁶ 16:10 時綜合調度所機車調度員打電話給宜蘭列檢員 A，告知該列車空調及動力有問題。

員 B 表示從臺北來的路上有機車不出力情形，但重新啟動後又正常，宜蘭列檢員 B 詢問本案司機員目前故障情形，本案司機員手比 DDU 上「故障確認」鍵在閃爍，並表示正常情形按「備援傾斜」鍵 5 秒後應該就不閃爍，接著本案司機員就去按「備援傾斜」鍵，之後「故障確認」鍵就不閃爍，「故障確認」鍵還是亮的，隨後在本案司機員表示恢復正常後，宜蘭列檢員 B 即下車以無線電向宜蘭列檢員 A 說明狀況。此期間本案司機員和機車調度員也同時通話說明電門自動切斷、停留軔機燈亮等列車故障狀況。

1635:17 時 TCMS 紀錄顯示原故障代碼 915 及 934 均復歸，當時 MR 值為 6.2bar，1637:51 時列車宜蘭站出發，故障代碼 915 再度產生，當時 MR 值為 7.35bar，1637:53 時故障代碼 934 再度產生，當時 MR 值為 7.35bar。1638:39 時至 1641:30 時期間列車有 1 次左傾斜及 2 次右傾斜。

1640:29 時至 1643:08 時期間，機務段檢查員 B 向本案司機員通聯，本案司機員使用控制臺左側的話筒通聯，1640:40 時機務段檢查員 B 問「你的 MR 現在是多少」，本案司機員回復「7 點多」且上升很慢，1641:02 時機務段檢查員 B 問「空壓機他有沒有顯示故障出來」，本案司機員回復「空壓機有顯示」，故建議本案司機員找車長 B 協助扳動駕駛室內駕駛助理側後方配電盤之「BOUN」斷路器（軔機電子控制單元斷路器），執行重置動作，意即開關扳至 OFF 位、再扳至 ON 位。又因車長 B 在第 1 車，故機務段檢查員 B 向本案司機員表示可以請車長 B 先操作第 1 車開關、再操作第 8 車開關，依訪談紀錄，車長 B 並未收到該指令，亦未執行，事故列車 1 車及 8 車空壓機強制停止，自始至終均無復歸紀錄¹⁷，斷路器位置如圖 1.1-3 所示。

¹⁷ TCMS 會記錄 BOUN 斷路器狀態，但另一附近 CMCN 斷路器（主風泵控制）狀態不會被記錄。

羅東到新馬

列車於 1643:41 時至 1644:52 時期間，停靠羅東站讓旅客上下車。依 TCMS 紀錄顯示，1644:10 時故障代碼 915「傾斜系統行駛中無法接收 ATP 資料」及故障代碼 934「車間通訊異常」均復歸，當時 MR 值為 7.2bar。另 1644:53 時列車從羅東站出發至新馬站期間，電門把手持續置於 140 段位，司軔閘把手均置於 V 段位，列車於 1646:36 時起超過臺鐵各車種最高速限 130 公里/時，速度到達 131 公里/時，1646:58 時，列車速度到達 140 公里/時，直至列車傾覆前 1 秒電門把手持續保持於 140 段位未收回。

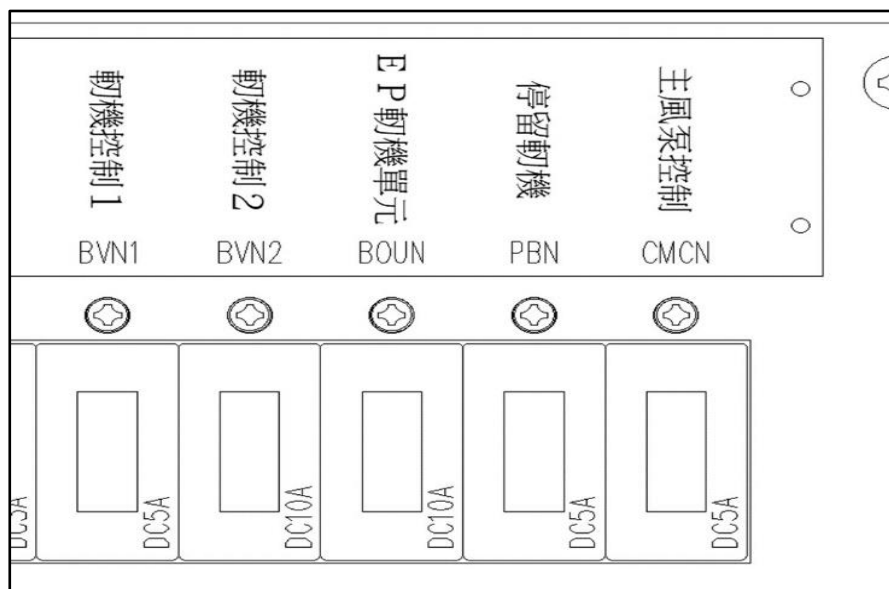


圖 1.1-3 斷路器位置

在 1646:57 時至 1648:31 時期間，機車調度員向本案司機員通聯，確認主風泵（空壓機）BOUN 斷路器復位狀況，本案司機員表示第 8 車復位後又跳，第 1 車沒有去復位，機車調度員向本案司機員建議可以請車長 B 幫忙去 1 車復位。1647:59 時本案司機員：「對啊 對啊 現在變成把 ATP 把它關起來」，機車調度員問：「ATP 關起來會好嗎」，本案司機員回復：「ATP 關起來它現在速度是有的」。

1648:52 時起至 1649:27 時列車傾覆為止，機務段檢查員 B 向本案司機員持續通聯。1648:52 時，機務段檢查員 B 想確認 BOUN 斷路

器復位狀況，本案司機員表示：「1 車沒有復位 8 車復位之後還是跳」，機務段檢查員 B：「1 車 什麼跳開 你說什麼東西跳開」，1649:20 時，列車通過新馬站前速限標誌，而普悠瑪號列車適用最高速限為 75 公里/時，1649:19 時至 1649:26 時期間，本案司機員回復：「那個 就是那個空氣壓 空氣 空壓機強制停止」。1649:27 時，TCMS 記錄電門把手於 1 秒內收回至 OFF 段位，同時中止後續記錄，事故列車脫軌翻覆。

1.2 人員傷害

事故列車共搭載 370 人，包含 4 名乘務人員，分別為司機員、車長、服務員及車掃員。事故發生後，總計車載 18 名乘客死亡，17 人重傷，274 人輕傷¹⁸，詳如表 1.2-1。

表 1.2-1 傷亡統計表

傷亡情況	司機員	車長	服務員	車掃員	旅客	總計
死亡	0	0	0	0	18	18
重傷	0	0	0	1	16	17
輕傷	1	0	1	0	272	274
無傷	0	1	0	0	60	61
總計	1	1	1	1	366	370

¹⁸ 本事故臺鐵無法提供乘客座位表，調查小組無法製作傷亡者之車廂座位分布圖。

1.3 車輛、軌道及其他損害

1.3.1 車輛損害

事故後該列車八節車廂全毀，殘骸移至臺鐵富岡基地 A4-1 廠房外側存放，另有部分車廂之轉向架及主風泵集中存放至廠房內部。

調查小組於民國 108 年 12 月 9 日至富岡基地檢視事故列車殘骸，各車廂皆有部分車窗碎裂；除車廂間電氣連結、空氣連結及機械連結斷裂外，亦有機械切除之痕跡；部分車廂前後端有擠壓變形情況，其中以第 8 車車廂及駕駛室嚴重變形；轉向架及車輪部分，除 8 車一號轉向架、7 車一號轉向架、6 車二號轉向架、4 車二號轉向架及 1 車二號轉向架外，其餘皆已拆除另外存放；所有車廂底盤設備部分扭曲變形，另外 3 車及 6 車集電弓皆已拆除。各車廂損傷情形簡述如下：

第 8 車車體嚴重損毀，如圖 1.3-1；其車頭前端連結器無損、後端連結器毀損，如圖 1.3-2。主風泵冷卻器外觀堆積異物，中空絲膜除濕機、油分離器及水分離器外罩磨損變形，內部狀況如圖 1.3-3。二號轉向架全部損毀脫離；一號轉向架半損毀，且海側車輪踏面及車軸頸軸承處有明顯磨擦痕跡，輪緣則無明顯磨損痕，如圖 1.3-4。

第 7 車車廂及兩端損毀變形且車窗碎裂，如圖 1.3-5；前後兩端連結器均損毀，如圖 1.3-6；一、二號轉向架皆損毀，如圖 1.3-7。

第 6 車車廂及前後兩端均損毀變形，鋼軌彎曲變形插入車廂海側，如圖 1.3-8；前後兩端連結器損毀，如圖 1.3-9；主風泵冷卻器遺失，中空絲膜除濕機、油分離器及水分離器外罩磨損變形，如圖 1.3-10；轉向架皆損毀，如圖 1.3-11。

第 5 車車廂嚴重變形，兩端連結器及轉向架均損毀，狀況如圖 1.3-12。

第 4 車車廂變形，兩端連結器及轉向架均損毀，狀況如圖 1.3-13。

第 3 車車廂前後端變形，兩端連結器損毀，一號轉向架及二號轉向架全毀，主風泵冷卻器堆積異物，如圖 1.3-14。

第 2 車車廂變形，兩端連結器損毀，一號轉向架及二號轉向架全毀，如圖 1.3-15。

第 1 車車廂後端損毀變形，一號轉向架全毀、二號轉向架半毀，後端連結器損毀，主風泵冷卻器堆積異物並變形，如圖 1.3-16。





圖 1.3-1 第 8 車車廂損傷概況圖



圖 1.3-2 第 8 車前後連結器損傷概況圖

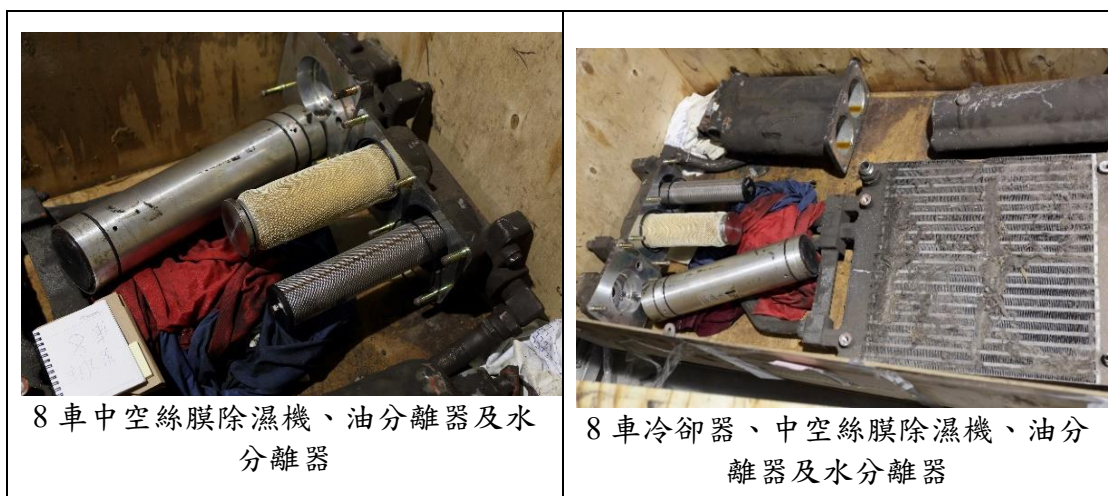


圖 1.3-3 第 8 車主風泵除濕裝置概況圖

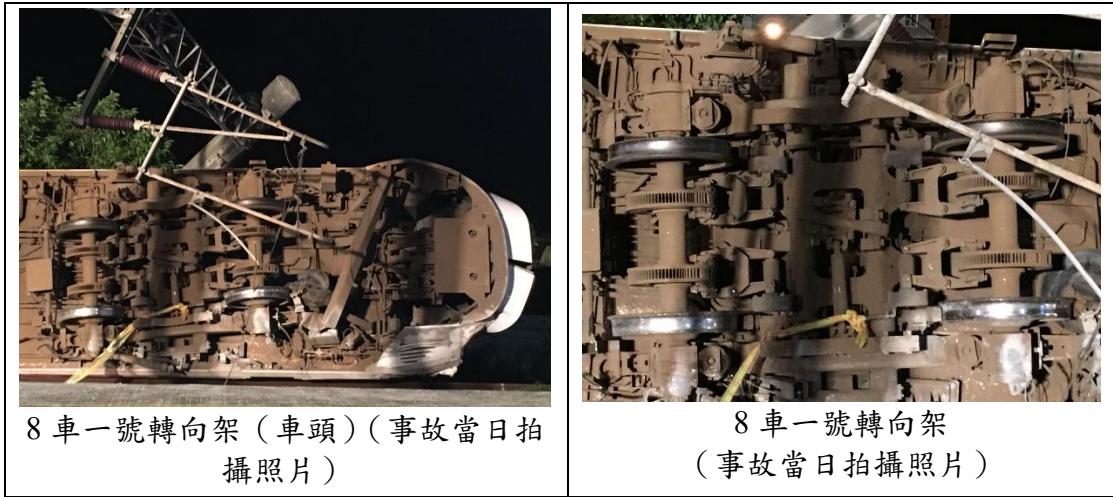


圖 1.3-4 第 8 車轉向架損傷概況圖



圖 1.3-5 第 7 車車廂損傷概況圖



圖 1.3-6 第 7 車連結器損傷概況

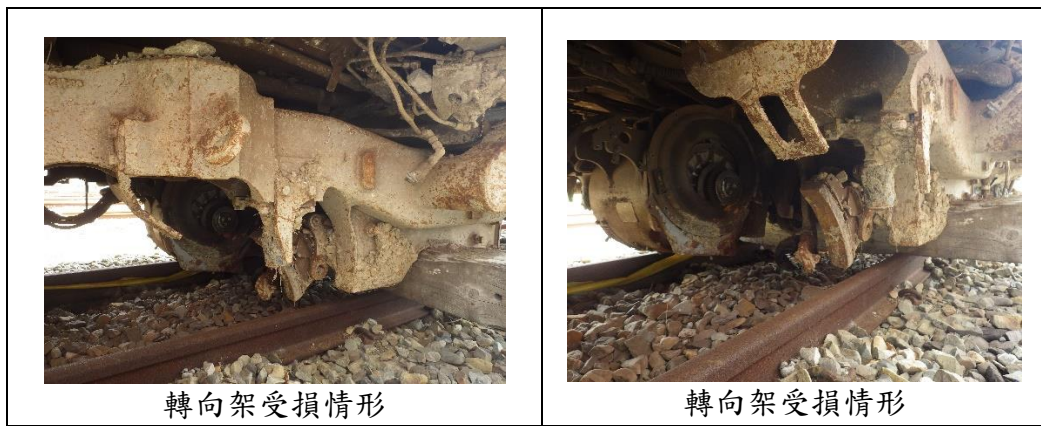


圖 1.3-7 第 7 車轉向架損傷概況

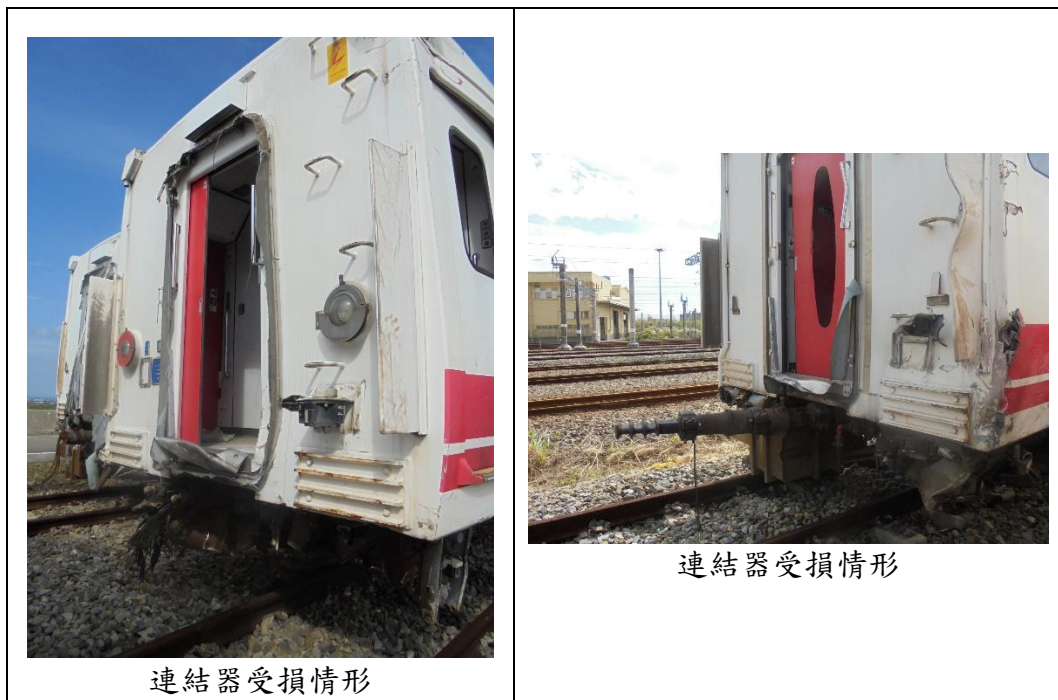




車側海側

車端受損情形

圖 1.3-8 第 6 車車廂損傷概況圖



連結器受損情形

連結器受損情形

圖 1.3-9 第 6 車連結器損傷概況



圖 1.3-10 第 6 車中空絲膜除濕機、油分離器及水分離器



圖 1.3-11 第 6 車轉向架損傷概況圖



5 車車廂翻覆狀況 (事故當日拍攝照片)



連結器受損情形



連結器受損情形

圖 1.3-12 第 5 車損傷概況圖



車端受損情形



車廂受損情形



圖 1.3-13 第 4 車損傷概況圖





圖 1.3-14 第 3 車損傷概況圖



圖 1.3-15 第 2 車損傷概況圖



圖 1.3-16 第 1 車損傷概況圖

1.3.2 軌道損害

檢視新馬站空拍圖及月台監視器畫面，列車出軌後，沿運行路徑

撞擊月台電車線門型架、軌道鋼軌及擋碴牆，第 7 車車廂分離後損害圍牆，新馬站第 6 股道右側（山側）之鋼軌因第 8、7 車車廂撞擊斷裂，穿透第 6 車車廂左側車窗及車頂，如圖 1.3-17 所示。

依臺鐵提供設備損壞修復紀錄，項目如下：電桿基礎 4 座、電桿 9 支、門型架 4 組、懸臂組 16 組、主吊線及接觸線 1,380 公尺，及架空地線 120 公尺。東正線（第 4 股道）軌枕 250 支、第 5 股軌枕 250 支及第 6 股軌枕 166 支，第 4、5 股軌道 150 公尺及第 6 股軌道 100 公尺修復、石碴軌道扣件及軌枕。擋碴牆 120 公尺（K89+200 至 K89+320）修復。圍牆 30 公尺及新馬站受損月台修復。地上感應器 1 組。

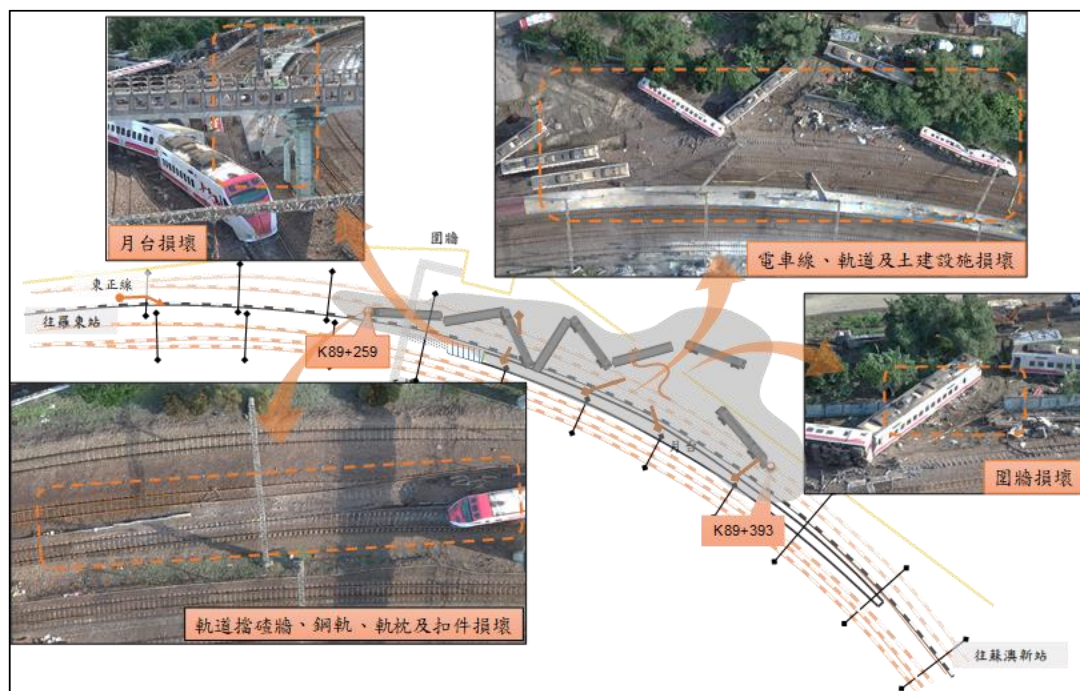


圖 1.3-17 新馬站設施損壞說明

1.4 天氣資料

依據中央氣象局民國 107 年 10 月 21 日宜蘭縣冬山觀測站資料，當日：

- 1 1600 時，氣溫 23.9°C，降雨量 0 公厘，陰天。
- 2 1700 時，氣溫 22.7°C，降雨量 0 公厘，陰天。

1.5 列車運轉

事故列車預定到站時刻、實際到站時刻及運轉路線，如圖 1.5-1 所示。



圖 1.5-1 事故列車到站時刻及運轉路線

事故列車起點為樹林調車場，過汐止站後，第 6234 次車¹⁹成為其續行列車，八堵到宜蘭間，兩車的表定運行時隔約為 4 分 30 秒。事故列車運行當中除樹林調車場、臺北站及七堵站為就地控制外，其餘

¹⁹ 6234 次車為太魯閣自強號列車，樹林到花蓮，事故通聯中出現兩次，分別為 1606:59 時，福隆站回報綜調所 6432 次車故障，綜調所說 6432 次車能跑就跑，6234 次在後面跟著及 1619:51 時，綜調所問 6432 次司機員列車狀況，並提醒後面 6234 次跟著。

各站均為中央控制。

依據臺北機務段提供民國 107 年 10 月 21 日車輛運用計畫，當天如需更換編組，可用 6448 次 TED2019+2020（表定 1935 時開）。

機車調度員在訪談中表示，普悠瑪列車只有在臺北機務段(樹林)及花蓮機務段可調度運用。

另依訪談紀錄，第 6432 次車原為七堵機務段指導股工務員班表，因為跨日該員無法執勤，數日前即排定由七堵機務段運轉股副主任即本案司機員擔任該次車司機員。

1.6 人員資料

1.6.1 110B 次車司機員

該員於民國 97 年進入臺鐵，曾任技術助理及檢車助理，自民國 103 年 1 月起擔任七堵機務段司機員，具電力機車、推拉式電車組及電車組乘務資格。

民國 107 年 4 月至 10 月該員在職訓練成績皆為 100 分，體檢合格。事故當日該員 110B 次勤務是由南港站開至樹林調車場入庫，酒測合格。

1.6.2 本案司機員

該員於民國 87 年進入臺鐵，曾任技術工及技術助理，自民國 103 年 10 月起擔任司機員，民國 106 年 3 月起擔任七堵機務段工務員兼運轉副主任，負責司機員排班，具電力機車、推拉式電車組及電車組乘務資格。

1.6.2.1 本案司機員血壓與酒精檢測

本節資料係摘錄自「107年10月21日七堵機務段酒精含量測定器測試紀錄表」，本案司機員於事故當日1122時進行檢測，結果如表1.6-1。

表 1.6-1 本案司機員事故當日酒精及血壓檢測結果

測試時間	酒精測定 ²⁰	血壓 (收縮壓/舒張壓)
1122 時	合格	128mmHg/72mmHg

1.6.2.2 體格檢查

本案司機員於民國 107 年 7 月 10 日接受臺鐵辦理之年度司機員體檢，檢查結果顯示：血壓、聽力與視力等項目皆合格；另 9 項司機員自評項目，包括酒癮、藥癮、法定傳染病及心智/神經系統等，該員均填寫「否」；體檢醫師判定其體格檢查結果為「合格」。

體格檢查包含尿液檢查，內容係一般健康檢查常見項目，未包含藥毒物檢測。

1.6.2.3 藥毒物尿液抽驗

臺鐵於民國 106 年與民國 107 年曾針對司機員做藥毒物尿液抽驗，但未包含本案司機員。

七堵機務段勞安室人員表示：據其詢問執行尿液檢驗之護理師，本案司機員於事故前應未曾被抽驗。臺鐵雖無明文規定二線支援一線之司機員無需接受尿液檢驗，但實務上通常主要抽驗一線司機員。另

²⁰ 依臺鐵「行車人員酒精濃度測定管理須知」(民國 107 年 5 月 3 日鐵行字第 1070013643 號函訂定、民國 107 年 9 月 3 日鐵行字第 1070033250 號函修訂、民國 108 年 9 月 23 日鐵安預字第 1080033656 號函修訂)，行車人員於上班時進行酒精測試。測試方式是先以快速酒測器(麥克風式)測試，通過測試即為合格。如快速酒測器顯示含有酒精濃度再以微電腦式酒精測定器測試取證。測試結果詳實填記在紀錄表中。本案司機員於事故當日的快速酒測器結果顯示為無顏色(合格)，故未再施行微電腦式酒精測定器之測試。

表示，本案司機員為二線支援一線人員，其值班乘務多在週六或週日之加班車次，而護理師係於週一至週五執行尿液檢驗作業，可能因此未被抽驗。

本案司機員表示：擔任一線司機員²¹時曾被抽驗尿液，擔任幹部（二線司機員）後則未被抽驗。

1.6.2.4 事故前活動

本案司機員於事故前之活動，主要整理自民國 107 年 10 月 13 日起至事故當日之上班期間相關活動²²，睡眠資料部分則因距事故發生時已久，未能取得完整資料，活動紀錄如表 1.6-2。

表 1.6-2 本案司機員事故前活動紀錄

10 月 13 日	休息日
10 月 14 日 至 10 月 15 日	本日執行駕駛勤務（1R15 工作班）。 1200 時上班，1240 時由七堵站便乘 ²³ 4351 次列車至樹林調車場，1338 時抵達樹林調車場，1442 時值乘 ²⁴ 6432 次普悠瑪列車，1722 時抵達花蓮站，1752 時於花蓮站與另一司機員站交 ²⁵ 下班；臺鐵於司機員下班後有提供備勤室供其休息；2007 時再次上班，2137 時值乘 6253 次列車由花蓮站至樹林調車場，10 月 15 日 0040 時抵達樹林調車場，0130 時下班。
10 月 16 日	本日於辦公室執行行政工作（常日班）。 0800 時上班，1200 時至 1300 時休息，1300 時上班，1700 時下班。
10 月 17 日	本日於辦公室執行行政工作（常日班）。 0800 時上班，1200 時至 1300 時休息，1300 時上班，1700 時下班。
10 月 18 日	本日執行駕駛勤務（1B2 臨時工作班）。 0708 時上班，0758 時由七堵站便乘 1137 次列車至富岡站，

²¹ 指以乘務工作為主、未擔任幹部或主管職之司機員。

²² 資料來源為「臺灣鐵路管理局乘務員工作報單」、臺鐵提供之「第 6432 次車事故司機員事發前一個星期班表」、機務處排班人員訪談紀錄。

²³ 指司機員所執行之駕駛勤務的車次不在其工作出發地點，由機務處安排其搭某特定班次至出發地點、或接班地點。

²⁴ 指司機員執行某特定駕駛勤務。

²⁵ 指司機員在車站內將其駕駛之列車交接給下一位司機員。

	0937 時抵達，1015 時至 1250 時值乘 8725 次、8720 次列車於富岡機廠與後龍站間試車，1342 時便乘 2174 次列車返回七堵站，1503 時抵達，1523 時下班。
10 月 19 日	本日執行駕駛勤務（1R16 工作班）。 0534 時上班，0704 時由七堵站值乘 418A 次 PP ²⁶ 列車至樹林調車場，0850 時抵達，0910 時值乘 418 次 PP 列車至花蓮站，1224 時抵達，1254 時與另一司機員站交下班；1408 時上班，1448 時由花蓮站便乘 177 車次至七堵站，1720 時抵達，1740 時下班。
10 月 20 日	休息日
10 月 21 日	本日執行駕駛勤務（1R15 工作班）。 1200 時上班，1240 時由七堵站便乘 4351 次列車至樹林調車場，1338 時抵達樹林調車場，1449 時值乘 6432 次普悠瑪列車往花蓮站，1649 時列車進入新馬站前，發生本事故。

本案司機員於訪談時表示：不記得事故前一日（10 月 20 日）的起床時間，事故前一日晚上就寢時間約 2300 時，不記得就寢前有沒有服用藥物助眠，其表示因隔日有乘務工作，習慣上不會使用藥物助眠，在未使用藥物助眠下，睡眠品質多少會受到影響；事故當日（10 月 21 日）本案司機員約 0900 時起床，當日應該沒有攜帶任何藥物上車，且當日事故前應未服用任何藥物。

1.6.2.5 訓練紀錄

民國 107 年 4 月至 10 月在職訓練皆有簽到退，但非如其他受訓司機員有測試成績。在職訓練相關本次事故之內容摘要如表 1.6-3。

表 1.6-3 民國 106-107 年七堵機務段機班人員在職訓練內容摘要

施訓月份	宣導事項	訓練內容
106 年 2 月	對號旅客列車遇有「ATP 車上設備故障時」或「隨身碟故障需改手動輸入 ATP 資料時」，司機員應通報調度員，由值班站長主動協助司	與本次事故無相關

²⁶ Push-pull 推拉式。

	機員實施「站車呼喚應答機制」	
106 年 10 月	運轉中遇 ATP 車上設備故障時，應於下一站重新啟用 1 次，若仍無法正常開啟時，應依相關規定辦理	與本次事故無相關
107 年 4 月	與本次事故無相關	傾斜式列車操作及常見故障訓練（含停留軔機及抑制傾斜）
107 年 5 月	落實動力車交接簿填寫及故障通報機制，避免始發站列車延誤	與本次事故無相關
107 年 6 月	同仁於出庫或交接動力車時，協助檢視行車紀錄器系統狀態，指示燈顯示綠色為正常，如發現異常應填寫於動力交接簿	與本次事故無相關
107 年 7 月	同仁於出入庫或站交接時若發現行車監視設備異常時，應立即通報並註記於動力車交接簿	EMU700、TEMU1000 & 2000 型列車停留軔機不鬆軔故障處理
107 年 8 月	加強行車中遇有路線異常通報，以利事故防範	傾斜式電車組故障應急處理（主風泵強制停機、全車停留軔機不鬆軔等） ATP 故障停用後相關操作規定
107 年 9 月	七堵 PP 機車、客車故障改善會議主席指示：司機員應即時回報正確資訊，以利技術人員給予技術支援	與本次事故無相關
107 年 10 月	ATP 使用及管理要點修正	107 年度行車人員學科技能檢定

1.6.3 車長 A

該員於民國 77 年進入臺鐵，曾任運務工及站務佐理，自民國 94 年 7 月起擔任宜蘭運務段車長，民國 107 年 4 月至 10 月在職訓練測驗均合格。事故當日在第 6432 次車勤務是由樹林調車場至宜蘭站，酒測合格。

1.6.4 車長 B

該員於民國 106 年 11 月進入臺鐵任職，曾任站務員。民國 107

年 9 月 5 日運輸班受訓結業；民國 107 年 10 月 21 日車長見習完畢後即單獨作業值勤。事故當日在第 6432 次車勤務是由宜蘭站至臺東站，酒測合格。

依據訪談，臺鐵無該車長於事故前接受緊急應變與逃生相關訓練之紀錄。

1.6.5 服務員

該員於民國 101 年 4 月進入臺鐵，以約聘僱方式任職服務員，之後曾短暫於車站擔任銷售工作。事故時隸屬臺鐵餐旅服務總所車勤分部。事故當日該員在第 6432 次車勤務係由樹林站至臺東站。

依據訪談，臺鐵無該服務員於事故前接受緊急應變與逃生相關訓練之紀錄。

1.6.6 工務技術領班

該員於民國 79 年進入臺鐵，民國 91 年起擔任工務養路技術領班。事故當日隨乘第 6432 次車由松山站至宜蘭站執行路線巡查。

1.6.7 福隆站長

該員於民國 89 年進入臺鐵，曾任站務佐理、車長、列車長、副站長及替班站長，自民國 107 年 2 月起擔任福隆站長。民國 107 年 4 月至 10 月在職訓練主題皆為 EP 盤²⁷訓練，全數簽到參加但無成績。事故當日為日班，酒測合格。

1.6.8 頭城站長

²⁷ 就地控制盤。

該員於民國 86 年進入臺鐵，曾任技術助理、站務員、車長、列車長、副站長及替班站長，自民國 106 年 7 月起擔任頭城站長。民國 107 年 4 月至 10 月在職訓練主題皆為 EP 盤訓練，測驗均合格。事故當日為日班，酒測合格。

1.6.9 行車調度員 A

該員於民國 75 年進入臺鐵，曾任機車助理、司機員及機車長，自民國 93 年 11 月起擔任綜調所行控室工務員。民國 107 年 4 月至 9 月綜合調度所教育訓練均有簽到，該類複訓無測驗。事故當日為行控室第 5 台（龜山—八堵）日班，酒測合格。

1.6.10 行車調度員 B

該員於民國 67 年進入臺鐵，曾任站務員、車長、副站長、副調度員及調度員，自民國 105 年 1 月起擔任綜調所行控室主任調度員。民國 107 年 4 月至 9 月綜調所教育訓練請假 1 次，該類複訓無測驗。事故當日為行控室北區行車調度領班，酒測合格。

1.6.11 行車調度員 C

該員於民國 88 年進入臺鐵，曾任站務佐理、站務員、營業科科員及客車組調度員，自民國 103 年 10 月起擔任綜合調度所行車調度工作。民國 107 年 4 月至 9 月綜調所教育訓練請假 1 次，該類複訓無測驗。事故當日為行控室第 4 台（蘇澳—龜山）日班，酒測合格。

1.6.12 機車調度員

該員於民國 74 年進入臺鐵，曾任機車助理及司機員，具電力機車、柴電機車、推拉式電車組及電車組乘務資格。自民國 104 年 4 月起擔任綜調所工務員兼機車調度員。民國 107 年 4 月至 9 月參加 1 次綜調所教育訓練，該類複訓無測驗。事故當日為北區機車調度員日班，

無需酒測。

1.6.13 機務段檢查員 A

該員於民國 98 年進入臺鐵，曾任技術助理，自民國 105 年 7 月起擔任臺北機務段助理工務員。民國 107 年 4 月至 10 月事故前，皆有參加內部訓練，同年 7 月 31 日及 8 月 7 日曾參加 TEMU1000/2000 型車輛簡介及圖面說明之在職訓練，該類複訓無測驗。事故當日為日班，無需酒測。

1.6.14 機務段檢查員 B

該員於民國 75 年進入臺鐵，曾任技術助理及助理工務員。自民國 96 年 11 月起擔任臺北機務段工務員。民國 107 年 4 月至 10 月事故前皆有參加內部訓練，同年 7 月 31 日及 8 月 7 日曾參加 TEMU1000/2000 型車輛簡介及圖面說明在職訓練，該類複訓無測驗。事故當日為日班，無需酒測。

1.6.15 機務段檢查員 C

該員於民國 101 年進入臺鐵，曾任技術助理。自民國 103 年 6 月起擔任臺北機務段助理工務員，民國 107 年多次擔任訓練講師。民國 107 年 4 月至 10 月事故前皆有參加內部訓練，同年 7 月 31 日及 8 月 7 日曾擔任 TEMU1000/2000 型車輛簡介及圖面說明之講師。事故當日休假。普悠瑪列車駕駛室有該員手機號碼，供司機員在車輛故障時尋求技術支援。表 1.6-4 顯示民國 107 年 1-10 月臺北機務段檢查員在職訓練內容及時數。

表 1.6-4 民國 107 年 1-10 月臺北機務段檢查員在職訓練內容及時數

訓練內容	總時數 (單位：小時)
集電弓相關	10
EMU500 型相關	22

TEMU1000 型相關	17
TEMU1000/2000 型相關	2
R150 型相關	4
其他	5

1.6.16 宜蘭列檢員 A

該員於民國 75 年進入臺鐵，曾任技術工、檢車助理及檢車員，自民國 93 年 7 月起擔任宜蘭機務分段助理工務員。民國 107 年 4 月至 10 月除 8 月未參加外，每個月皆參加列檢人員配合機班辦理之在職訓練。複訓無測驗。事故當日為宜蘭站日班，無需酒測。

1.6.17 宜蘭列檢員 B

該員於民國 84 年進入臺鐵，擔任宜蘭機務分段技術助理。當天為宜蘭站日班，無須酒測。民國 107 年 4 月至 10 月事故前除 6 月未參加外，每個月皆參加列檢人員配合機班辦理之在職訓練。複訓無測驗。民國 107 年 4-10 月在職訓練內容如下表 1.6-5。

表 1.6-5 民國 107 年 4-10 月列檢員與動力車在職訓練內容摘要

施訓月份	訓練內容
107 年 4 月	GE 機車不出力應檢查處所及故障處理
107 年 5 月	無相關
107 年 6 月	無相關
107 年 7 月	未辦理
107 年 8 月	ATP 車上設備故障時之應變處理
107 年 9 月	ATP 車上設備故障時之應變處理 GE 機車故障應急處理
107 年 10 月	傾斜式列車故障應急處理

1.7 列車資料

1.7.1 列車基本資料

臺鐵事故列車為 TEMU2000 型普悠瑪自強號，由 2 單元

(TEMU2007 及 TEMU2008) 共 8 輛車廂組成編組，屬動力分散式之傾斜式電聯車，每一單元有 2 輛動力車與 2 輛非動力車。製造廠商為日本車輛製造株式會社，事故時臺鐵共有 19 編組，臺北機務段配置 11 編組、花蓮機務段配置 8 編組，事故列車屬臺北機務段。

依臺鐵 TEMU2000 傾斜式電聯車運轉手冊 Rev.0，普悠瑪列車部分基本尺寸、性能與編組資料如下述。

1.7.1.1 列車基本規格

列車長、寬、高、使用軌距及重量如表 1.7-1 所示。

表 1.7-1 普悠瑪列車基本規格資料

項目	規格
8 節車廂總長	168,390 公厘
駕駛車廂總長度 (第 1、8 車)	22,095 公厘
非駕駛車廂總長度 (第 2~7 車)	20,700 公厘
車廂寬度	2,900 公厘
客車廂高度 (地板至天花板)	2,200 公厘
兩轉向架中心間之長度	14,300 公厘
軌道 (車輪) 軌距	1,067 公厘
8 車廂列車重量 (W0 狀況下) ²⁸	345 公噸
8 車廂列車重量 (W3 狀況下)	413 公噸

1.7.1.2 列車性能諸元

列車馬達動力、速度、牽引系統、軀機系統、集電弓、主變壓器、

²⁸ W0 為列車空車狀態重量；W1 為 W0 再加上列車乘務人員及營運必備物品之重量；W2 為 W1 加上全車一半座位搭乘乘客之重量；W3 為 W1 加上全車所有座位搭乘乘客之重量。

主變換裝置及主風泵如表 1.7-2 所示。

表 1.7-2 普悠瑪列車性能資料

項目	特性	
電力	AC 25 kV, 60 Hz	
牽引馬達動力	200 kW x 16 = 3,200 (kW 列車)	
最大營運速度	140 公里/時	
最大設計速度(W3 狀況下於開放區域水平軌道)	150 公里/時	
牽引系統	VVVF 三相鼠籠式感應馬達 (Squirrel cage rotor)	
軔機系統	動力車廂	具電軔之電氣-空氣軔機
	非動力車廂	具碟盤式軔機之電氣-空氣軔機
具停留軔機之煞車卡鉗組	每車廂之編號 3 及 4 軸具停留軔機 (彈簧機構及空氣壓力回傳類型)	
集電弓	單臂式集電弓、整合式集電弓頭、壓力偵測升弓	
主變壓器	強制油冷型、額定容量 1,980 kVA、額定電壓 26125V/1087V x 2/469V x 2, 60 Hz	
主變換裝置	整流器	單相電壓三階控制
	變流器	三相電壓三階控制
	主切換裝置	IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)
主風泵 (空壓機)	2,000 公升/分，螺桿式壓縮機	

1.7.1.3 列車編組資料

列車車廂單元、車廂型式、集電弓配置、停留軔機、主風泵、列車控制監視系統配置、列車自動防護系統、紀錄單元、傾斜控制及座位數如表 1.7-3 所示。

表 1.7-3 普悠瑪列車編組及設備資料

車廂編號	1	2	3	4	5	6	7	8
單元編號	第一單元 TEMU2007				第二單元 TEMU2008			
車廂型式/ 編號	TED 2007	TEMA 2013	TEP 2007	TEMB 2014	TEMB 2016	TEP 2008	TEMA 2015	TED 2008
集電弓			1			1		
停留軔機	2	2	2	2	2	2	2	2
主風泵	1		1			1		1
列車控制監 視系統 TCMS	1							1
列車自動 防護系統 ATP	1							1
列車無線電	1							1
紀錄單元 RU	1							1
傾斜控制器	1	1	1	1	1	1	1	1
車廂座位數	34	52	48	52	52	48	52	34

1.7.2 定期檢修

1.7.2.1 TEMU2000 型一~四級檢修週期

交通部「鐵路機車車輛檢修規則」(中華民國 105 年 4 月 19 日交通部交路監(一)字第 10597000351 號令)第 9 條規定，內容如下：

機車之定期檢修各級週期得由鐵路機構視車種型式、車況及使用情形擬訂檢修週期，報請交通部核定；其各級檢修週期最長不得超過下表規定：

級 別		檢修週期
一級	使用期間	三日
二級	公里數	90,000
	使用期間	三個月
三級	公里數	1,000,000
	使用期間	三年
四級	公里數	4,000,000
	使用期間	十二年

前項表列公里數及使用期間以先到者為施行期間，使用期間得扣除停用及滯留日數。

臺鐵訂定「TEMU 2000 傾斜式電聯車檢修手冊」(版本：2013 12 REV.0，以下稱檢修手冊)中之「交通部臺灣鐵路管理局各型機車檢修週期及級別表²⁹(961226)」，普悠瑪自強號一至四級檢修級別週期，如表 1.7-4 所示。

表 1.7-4 普悠瑪列車編組各級檢修項目週期表

檢修級別	檢修別	週期
一級檢修	1A	3 日或 1 千 8 百公里
二級檢修	2A	3 個月或 7 萬 2 千公里
	2C	1.5 年或 43 萬公里
三級檢修	3A	3 年或 100 萬公里
四級檢修	4A	6 年或 172 萬公里
	4B	12 年或 344 萬公里

1.7.2.2 主風泵檢修項目

日本車輛提供臺鐵「TEMU 2000 傾斜式電聯車維修手冊」(版本：2014 06 REV.0，以下稱維修手冊)及「TEMU 2000 傾斜式電聯車零件手冊」(版本：2014 06 REV.0，以下稱零件手冊)以執行列車檢修維護作業。在維修手冊「PART 4 軀機系統」中第 2.2.2.10 節「檢查、

²⁹事故前該表未同步修訂納入 TEMU2000 型。

養護」針對主風泵³⁰訂定各零件的養護整備項目。其中每3年更換項目有吸入過濾濾心、油分離濾心、保壓逆止閥、油溫調整閥、除濕機、除濕過濾器及潤滑油；每6年更換項目除了前述每3年更換項目外，還包括壓縮機、電動機、吸入閥、溫度感知器、油錶、印刷基板、空冷除濕&油冷卻、耦合器彈簧、防震塊、風扇固定及L型橡膠襯套，詳細的零件更換週期如表 1.7-5 所示。

表 1.7-5 主風泵（空氣壓縮機）零件養護及更換週期

部位		養護內容	1A 級 (每3天)	2A 級 (每3月)	4*2 級 (每12月)	3 級 (每3年)	2*3 級 (每6年)
壓縮機	轉子	傷痕、熔著的檢查					○
	軸承	更換					○
	機械油封	更換					○
	接面 O 形環	更換					○
電動機	軸承	更換					○
	波型墊圈	更換					○
	墊片	更換					○
吸入過濾濾心	清潔		○	○	○	○	
	更換				○		
油分離濾心	更換				○	○	
下部墊片	更換				○	○	
吸入閥	閥	更換					○
	活塞螺絲	更換					○
保壓逆止閥	閥	更換				○	○
	活塞螺絲	更換				○	○
	限制器	確認有無堵塞				○	○
安全閥	確認噴氣壓力					○	○
	更換						○
油溫調整閥	更換				○	○	
油過濾器	更換			○	○	○	
溫度感知器	更換						○
油錶	更換						○

³⁰原廠維修手冊稱主風泵為空氣壓縮機。

印刷基板	更換					○
空冷除濕 & 油冷卻	更換					○
耦合器彈簧	更換					○
防震塊	更換					○
風扇固定	更換					○
L型橡膠襯套	更換					○
各部位墊片、O型環	拆解更換	○	○	○	○	○
潤滑油	油量	檢查	○	○	○	○
	排水	檢查				○
	換油	更換				○

※壓縮機由日本原廠養護³¹

節錄「維修手冊」有關主風泵 1 級（每 3 天）、2 級（每 3 月）、4*2 級（每 12 月）、3 級（每 3 年）及 2*3 級（每 6 年）檢查程序，其中每 3 年之 3 級檢查有「更換除濕機」項目即指更換中空絲膜³²，及「更換除濕過濾器」項目包含更換「水分離過濾器」跟「油分離過濾器」。另「空冷除濕 & 油冷卻」即指油冷卻空氣鰭片，未出現於維修手冊 3 級檢查程序中；表 1.6-5 「主風泵（空氣壓縮機）零件養護及更換週期」中 2*3 級檢查（每 6 年）有更換「更換空冷除濕 & 油冷卻」項目。

節錄臺鐵「檢修手冊」有關主風泵一至四級維修內容，其中每 3 年之三級檢查有潤滑油更換及操作狀態檢修、濾清器拆卸及清掃檢修、NF-3B 壓力調節閥拆卸及裝配狀態檢修、吸油過濾器及保壓閥拆卸整理檢修等，但沒有原廠維修手冊 3 級檢修中提及的「更換除濕機」及「更換除濕過濾器」項目。每 6 年之四級檢查程序有本體及迴轉機構重整檢修、濾清器全盤檢修、調壓器全盤檢修、安裝設備全盤檢修、驅動連接設備全盤檢修等 5 項，僅前 3 項有程序，後 2 項僅有標題無實質內容。

³¹ 壓縮機由日本原廠養護指的是螺旋式壓縮機，由電動馬達帶動以產生壓縮空氣。

³² 位於水分離器及油分離器後段，為乾燥空氣功能。

1.7.2.3 主風泵檢修紀錄

檢視事故列車編組主風泵各級檢修情形如下：

2 級檢修

第 1 次執行日期為民國 102 年 9 月 9 日，累積執行 21 次。檢修紀錄中有關主風泵的檢修內容主要是檢視其運作狀態、油質油量、空氣進出口、壓縮空氣乾燥機及進氣濾網狀況，並記錄主風泵除壓、復壓作用值、保安閥作用值與油量，結果如附錄 4 所示。

由檢修結果得知，某些檢修項目無潤滑油量格數紀錄，或者僅有油量格數紀錄，無後續補油處置敘述，亦無補油數量標準之依據說明。

3 級檢修

事故列車編組 3A 檢修於民國 104 年 10 月 20 日至 10 月 29 日執行。節錄檢修紀錄中關於主風泵部分，如附錄 5 所示

- (1) 「TEMU2000 型電聯車氣軔部分進廠檢查表」檢查項目為更換油(含除濕裝置)、總風缸&自動排水閥清潔、安全閥清潔、除/復壓壓力開關清潔、MR 逆止閥、濾清器及軟管清潔。
- (2) 「台灣鐵路管理局機務處 機車四級檢修紀錄表(TEMU2000 氣軔裝置) 檢修別：3A」檢修項目有主風泵、空氣濾清器、機油濾清器芯子、安裝橡皮吊架、安裝螺栓、中間冷卻管鬆壓閥、鬆壓閥、主風缸濾清止回閥及主風缸手動排水閥。
- (3) 「交通部台灣鐵路管理局機務處電聯車檢查報告表(TEMU2000-氣軔試驗紀錄表)」試驗項目有主風泵除/復壓壓力測試及保安閥作用測試等。

另查臺鐵民國 104 年 6 月 18 日「研議第 1 次 3A 檢修執行項目」會議紀錄第 5 項「討論事項與結論」，節錄內容如下：

- 1、TEMU2000 型擬於 104 年 7 月進廠進行 3A 檢修，因 2000 型車輛運用頻繁，為避免影響本局車輛調度運用，請臺北機廠檢修時程控制在 10 個日曆天（含假日）出廠試車完成並交段。
- 6、軔機及門機部分屬原廠保固 6 年，進廠不拆卸保養。
- 8、轉向架部分只更換閘瓦、齒輪油及摩擦子，其餘部分拆卸只做吹塵、清潔及保養。
- 9、牽引馬達、動力模組原廠保固 6 年進場不拆卸，但需做清掃吹塵。
- 10、車身與前後連結器皆不拆卸，自動連結器、半自動連結器由機廠做檢查動作、現車潤滑，另請 VOITH（福依特趨動技術股份有限公司）於 105 年提供教育訓練。
- 11、空氣壓縮機不拆，惟須換新油。
- 12、台灣住友商事股份有限公司自 104 年 1 月 23 日最後測試完成日起提供 3 年正常運轉之保固期，保固期間提供 1,2,3 級檢修技術服務。

其中結論第 11 點：空氣壓縮機不拆，惟須換新油，經查從民國 104 年 1 月 1 日至事故當日止，其中主風泵中空絲膜除濕機無向原廠請購紀錄。

4 級檢修

按事故列車第 1 次 3A 檢修完工日期民國 104 年 10 月 29 日起算，4A 檢修（6 年期保養）應於民國 107 年 10 月 28 日前辦理。臺鐵曾於民國 106 年 12 月將事故列車編組排定於民國 107 年 8 月進行 4A 檢修作業。民國 107 年 9 月 17 日機務處函臺北機廠（發文字號：機工字第 1070010010 號）因應 EMU500 型電聯車車廂服務更新及車廂無階化之進行，請其研議修正「臺北機廠 107 年機車、車輛維修計畫修訂管制表」，並依各段回報加計滯留天數重新計算排定管制表時程，以利車輛運用及達成年度修車計畫。臺北機廠依「交通部臺灣鐵路管理局各型機車檢修週期及級別表（961226）」備註第 4 點規定「使用

期間得扣除停用及滯留日數”扣除滯留日數 195 天³³修改事故列車編組 4A 檢修期程於民國 108 年辦理³⁴。

民國 107 年 9 月 20 日臺北機廠函復（發文字號：北廠工字第 1070004304 號）機務處修訂後之管制表，機務處復函（發文字號：機工字第 1070010248 號）臺北機廠同意准予備查。

此外對於滯留車（滯留日）定義，見於「交通部臺灣鐵路管理局各型機車檢修程序（961231）」第 9 條“機車因配置運用、構造或性能，致不適用於營運者稱為停用車。相當期間在三個月以內者稱為第一種停用車，其指定及解除由機務處處長核定。損壞程度較大或因待料，需要三個月以上方能修復而停止使用者，稱為第二種停用車，其指定及解除由機務處陳局核定。其因不適用於營運而停修者，以經核定日為停用開始日期，復工之日為解除日期。”、第 10 條“不屬於第一、第二種原因，但因故停用者，稱為滯留車，於滯留期間內得不施行本程序規定之定期檢修。”以及臺鐵回復監察院關於滯留日說明資料“凡列車置於段、庫內超過 24 小時未出去運用者，如：預備車輛、維修車輛、保養車輛等為滯留日”。

1.7.3 不定期維修相關資料

列車不定期維修項目主要來自於司機員執勤時填寫在動力車交接簿及檢修人員執行定期檢修時發現的列車故障缺失。此外，如果列車在保固期內³⁵，臺鐵會填具「TEMU2000 型傾斜式電聯車保固缺失事項通知單」給日本車輛。

不定期維修中有關主風泵部分，檢視動力車交接簿、臨修工單及

³³滯留總天數從 104 年 10 月開始統計，截止統計至 107 年 8 月 31 日為止。

³⁴臺鐵表示事故列車編組 4A 保養日期為 107 年 10 月 28 日加計滯留日數 195 天為其保養日期，在此期限日之前臺北機廠安排之。

³⁵依日本車輛原廠提供資料，事故列車編組保固期為至民國 105 年 6 月 11 日止。

「TEMU2000 型傾斜式電聯車保固缺失事項通知單」紀錄，如下述：

(1) 事故列車編組「動力車交接簿」中有關主風泵異常狀況紀錄，節錄整理如表 1.7-6 所示。

表 1.7-6 事故列車編組「動力車交接簿」紀錄（主風泵部分）

TEMU2007		
日期	車輛情況	檢修情況
106.7.14	TED2007 主風泵油量少，動力正常	（欄位空白，無後續處置作為敘述）
107.4.21	TED2008、TEP2008 主風泵油量過低	限度內（檢查員 4/21 簽註）
107.5.28	#1 空壓機 ³⁶ 強制停止，147 ³⁷	（欄位空白，無後續處置作為敘述）
107.10.5	動力正常，TED2007 號#1 轉向架下有洩漏聲	此為主風泵作用時，中空斯膜的丁力聲。（檢查員 10/6 簽註）
107.10.10	動力正常，空壓機強制停止，1、8 車，No.147 ³⁸	※當空壓機強制停止時，請將 EP 韌機單元 BOUN 扳下再扳上，空壓機即可復位。（檢查員 10/10 簽註）
107.10.18	TEP2007 車下風泵聲很大 樹調入庫時 TED2008 空壓機強制停止（代碼 147）	（欄位空白，無後續處置作為敘述）
107.10.19	同上	（欄位空白，無後續處置作為敘述）
TEMU2008		
日期	車輛情況	檢修情況
105.11.5 ~ 105.11.6	TED2008 與 TEP2008 風泵油量少，動力正常	停機檢正常。（檢查員 11/7 簽註）
106.7.15	MR 復壓時，車下有洩漏聲	OK。（檢查員 7/23 簽註）
107.3.4 ~ 107.3.8	TEP2007 主風泵油偏低	限度內。（檢查員 3/8 簽註）
107.7.25	TEP2007 兩個主風泵潤滑油均低於 MIN 位	限度內可用。（檢查員 7/25 簽註）

³⁶ 「空壓機」即為主風泵。

³⁷ TCMS 故障代碼，147-空壓機強制停止。

³⁸ 107.10.10 當日 110B 次車司機員報修列車故障缺失。

107.8.3	1,6,8 車風泵油 MIN 以下，玉里站 1 車空壓機強制停止，過彎道 MR 降到 7 bar	(欄位空白，無後續處置作為敘述)
107.9.21	1,8 車空壓機強制停止	已復位，正常。(檢查員 9/21 簽註)
107.10.3	Nobatasco 系統機油量較低，已知會檢查員	油位限度內，待日可再補滿。(檢查員 10/4 簽註)
107.10.7	鳳林-萬榮間 1 車發生空壓機強制停止	已恢復。(檢查員 10/8 簽註)
107.10.10 ~ 107.10.11	注意 MR 壓力會到 6.5kg	行駛中若有主風泵熱停機，麻煩請重置 BOUN 或 EP 軔機單元。(檢查員 10/10 簽註)
107.10.21 (事故當日)	動力時有時無(停留軔機行進中會作用)(1 車及 8 車空壓機強制停止) ³⁹	

經查閱事故列車編組動力車交接簿紀錄得知，表單「交通部鐵路管理局機務處 動力車交接用記錄用紙」無流水編號及複寫功能；「檢修情況」欄位內容時見空白，無檢修人員後續處置作為敘述；列車故障缺失項目登錄無管制編號；檢修人員無後續處置依據。

(2) 臺鐵普悠瑪列車編組臨修工單有關主風泵異常狀況與處理方式統計資料，節錄整理如表 1.7-7 所示。

表 1.7-7 普悠瑪列車編組臨修工單檢修紀錄 (主風泵部分)

日期	段位	車號	檢修別	車別	故障概況	處理方式
105.12.21	北機	TED2005	臨修	1 車	主風泵遭異物撞擊漏油	更換主風泵
106.10.6	北機	TEP2001	臨修	3 車	主風泵遭異物撞擊漏油	更換空氣壓縮機總成
107.6.20	花蓮	TED2027	臨修	1 車	機油芯子洩漏	機油濾心破洞；更換濾心
107.7.31	北機	TED2005	臨修	1 車	主風泵異	主風泵異音大；更

³⁹ 本案司機員在宜蘭站停車時註記列車故障缺失。

					音大	換主風泵
107.8.8	花蓮	TED2027 TED2028	臨修	1 車 8 車	主風泵自 動隔離	1.壓力開關 Y 型濾 網堵塞；管路積水 2.自動排水電磁閥拆 下整理；壓力開關 Y 型濾網拆下整理
107.9.27	北機	TED2003	臨修	1 車	主風泵自 動隔離	主風泵中空絲膜堵 塞；更換中空絲膜
107.10.9	北機	TEP2001	臨修	1 車	主風泵異 音大及壓 力難建立	主風泵異音大及壓 力難建立；更換主 風泵

(3) 事故列車編組從試運轉至民國 107 年 10 月 17 日止，臺鐵開立給日本車輛「TEMU2000 型傾斜式電聯車保固缺失事項通知單」有關主風泵部分的紀錄，如表 1.7-8 所示。

表 1.7-8 保固缺失事項通知單紀錄（主風泵部分）

	TRA 工作指示號	日期	故障情形
北機	06742	105.8.25	TEP2008 主風泵運轉時漏氣(疑中空絲膜故障)
北機	06743	105.8.25	TED2008 主風泵運轉時漏氣(疑中空絲膜故障)
北機	06745	105.8.25	TEP2008 MR<5kg 主風泵異音
北機	06746	105.8.25	TED2008 MR<5kg 主風泵異音

臺鐵臺北機務段於民國 107 年 8 月 20 日函（發文字號：北機檢字第 1070002885 號）機務處，機務處民國 107 年 8 月 24 日轉行文（發文字號：北機檢字第 1070009046 號）給臺灣住友商事股份有限公司（以下簡稱日本立約商），敘明 TEMU2000 傾斜式電聯車主風泵發生多項缺失如下：

- (1) 中空絲膜不良及閥件、管路空氣洩漏，迫使主風泵長時間持續運轉，導致過熱停機發生，肇致後續 MR 壓力無法建立。
- (2) 長期過運轉，易造成內部機件磨耗效能變差，致使 MR 建立速度較慢。

- (3) 潤滑油嚴重流失，易造成風泵內部機件損壞之虞並徒增油料成本。
- (4) 除水效果不佳，造成管路短時間大量積水，易造成閥類作動不良。

日本車輛於民國 107 年 9 月 12 日函復（發文字號：SIKE2-TEMU2001-303）臺鐵請其補充詳細故障資訊（發生日期、編組、號車、發生地點、發生情形及調查結果等），並告知臺鐵關於主風泵維護保修相關內容，記載於原廠之「維修手冊 Part 4」以及「檢修手冊 1 級~4 級」之中，請其確認。臺鐵復於民國 107 年 10 月 15 日行文（發文字號：北機檢字第 1070010307 號）補充臺北機務段 FRACAS（Failure Recording, Analysis and Corrective Action Systems）管理表資料，並加附臺北機務段所屬車輛排水及補油之統計資料。至事故當日止，日本車輛無函復資料⁴⁰。

1.7.4 主風泵及主風缸壓力

事故列車 8 節車廂共有 4 個主風泵，分別設置於第 1、3、6、8 節車廂車底，主風泵將空氣壓縮至主風缸（Main Reservoir, MR），供應全數車廂設備所需，如圖 1.7-1 所示。

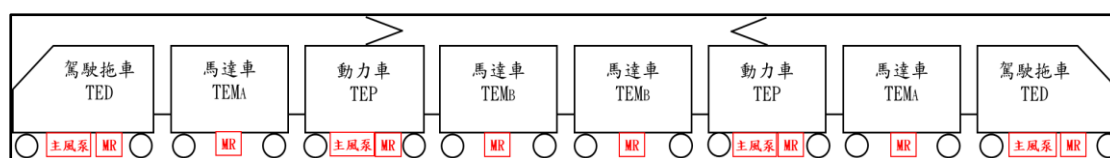


圖 1.7-1 事故列車主風泵及 MR 設置

每個主風泵控制線路上設有 MR 壓力偵測器，其中任一車廂之壓力偵測器偵測 MR 壓力低於 8.5 bar 時，將透過同步控制線路聯動 4 個主風泵一起運作補充 MR 壓力至 10 bar 後停止。

⁴⁰ 日本車輛表示臺鐵民國 107 年 10 月 15 日的公文（北機檢字第 1070010307 號）送達時已是民國 107 年 10 月 19 日，當下著即進行適當對應，並於民國 107 年 11 月 26 日回函文書（SIKE2-TEMU2001-313）。

主風泵製造之壓縮空氣除送至主風缸儲存外，亦會由空氣管路輸送至其他風缸，以利供應軔缸、空氣彈簧、傾斜裝置、廁所、門機、汽笛、集電弓與真空斷路器等使用。

主風泵壓縮空氣產生過程請參閱圖 1.7-2，主風泵運作時，新鮮空氣由右側「1.新鮮空氣進氣口」先經過「2.空氣濾清罐」初步過濾空氣裡的灰塵後，進入由「4.主風泵馬達」驅動的「3.螺旋壓縮裝置」產生壓縮空氣。此時壓縮空氣過程會混入空氣裡釋出的水氣，及螺旋壓縮裝置的冷卻油與油氣，故壓縮空氣進入「5.油回收器」後，需先經過「6.油分離器濾心」對內含油進行初步過濾。後續至「9.冷卻器」⁴¹以左側進風口引入之冷卻氣流，對壓縮空氣與潤滑油進行冷卻後，再送至「10.水分離器」與「11.油分離器」，將壓縮空氣析出的水份與油氣進行過濾分離，以獲得較乾燥且純淨的壓縮空氣，避免多餘雜質與油氣侵蝕壓縮空氣供應管路，最後再通過「12.中空絲膜除濕裝置」進入中空絲膜內徑並利用膜的滲透壓作用，將壓縮空氣中大部分的剩餘水份排出後，再透過壓縮空氣供應管路輸送至主風缸與其他風缸儲存。

主風泵另設有兩個溫度感測器「7.溫度感測器(1)」與「8.溫度感測器(2)」各負責偵測潤滑油溫與壓縮空氣溫度，兩個溫度感測器其中之一偵測溫度超過 120 度時，會關閉主風泵溫度開關，連帶送出溫度過高訊號至軔機電子控制單元 (Brake Electric Control Unit, BECU)。BECU 與主風泵溫度開關供電來源相同且均由 BOUN 斷路器控制，BECU 收到高溫訊號後即送出停止訊號至主風泵，強制停止主風泵運作，且於 TCMS 駕駛顯示器單元顯示「故障代碼 147-空壓機強制停止」。其運作說明如圖 1.7-3。

⁴¹ 主風泵冷卻器功能為冷卻壓縮空氣與潤滑油溫度，於臺鐵的維修手冊內又稱油冷卻器。

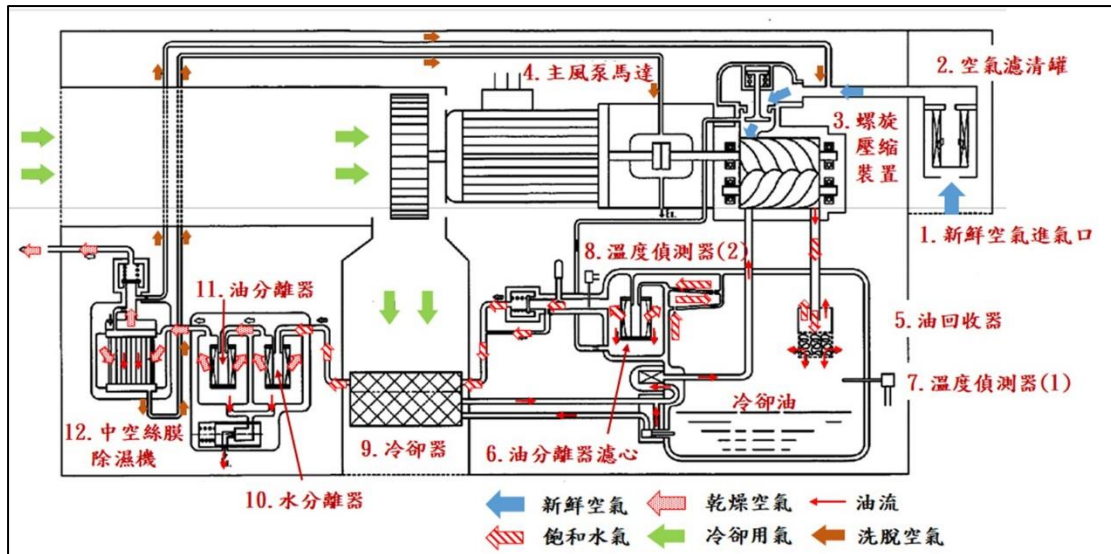


圖 1.7-2 壓縮空氣產生過程說明

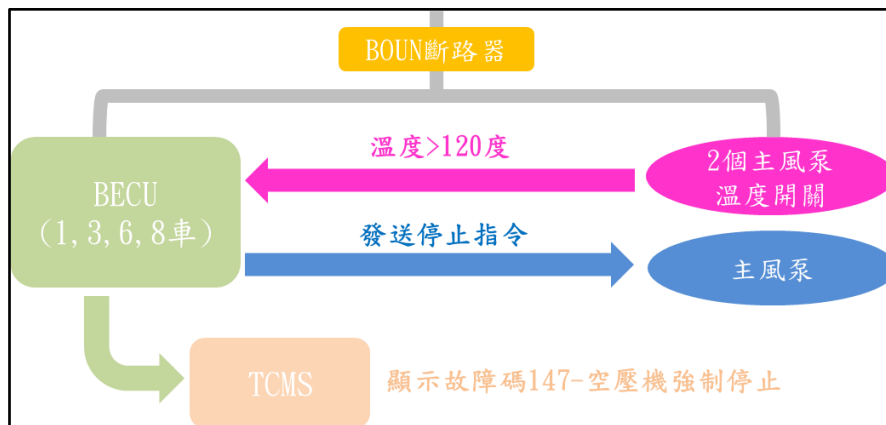


圖 1.7-3 主風泵強制停止運作機制說明

依日本車輛提供普悠瑪號設計文件-軀機系統 (DAR-TEMU-TBDY-0005) 之 TRA 傾斜式電聯車空氣消耗量計算書，在 4 個主風泵同時運作時，由 MR 壓力 8.5 bar 充氣至 10 bar 所需時間約為 1.14 分鐘，由 10 bar 消耗至 8.5 bar 的時間約為 2.06 分鐘，設計階段預計主風泵運轉率為 35.5%，計算公式為 $1.14 / (1.14 + 2.06)$ ，即主風泵約有 35.5% 時間處於運轉狀態，64.5% 時間處於待機狀態。

MR 壓力偵測開關 (Main Reservoir Pressure Switch, MRPS) 設置於第 3、6 車廂 (TEP 車)，MRPS 偵測到 MR 壓力低於 5.5 bar 時，

將會通過線路分別將第 1、8 車廂 (TED 車) 的 MR 壓力繼電器 (Main Reservoir Pressure Relay, MRPR) 消磁並切斷牽引指令抑制動力輸出。待 MRPS 偵測到 MR 壓力恢復至 6.0 bar 時，將會通過線路分別將第 1、8 車廂的 MRPR 激磁，恢復牽引指令與動力輸出。

第 1、3、6、8 號車 4 個主風泵運作狀態，司機員可於 TCMS 駕駛顯示器單元確認，於運轉狀態時將以綠底顯示，停機狀態則為黑底，無任何告警聲，如圖 1.7-4 所示。



圖 1.7-4 TCMS 駕駛顯示器單元之主風泵運作圖示

普悠瑪號編組每個車廂都有停留剎機 (Parking Brake)，其中 TEM_A 與 TEM_B 車 MR 壓力小於 5.0 bar，TED 與 TEP 車之 MR 壓力小於 4.5 bar 時，該車廂停留剎機汽缸彈簧開始驅動活塞啟動動力，確保發生 MR 壓力過低現象導致失去動力停車後，列車至少可因停留剎機作用保持靜止狀態，不至於發生溜逸。此外，隨著 MR 壓力持續降低，停留剎機汽缸彈簧作動動力亦會逐漸提升，請參閱圖 1.7-5。

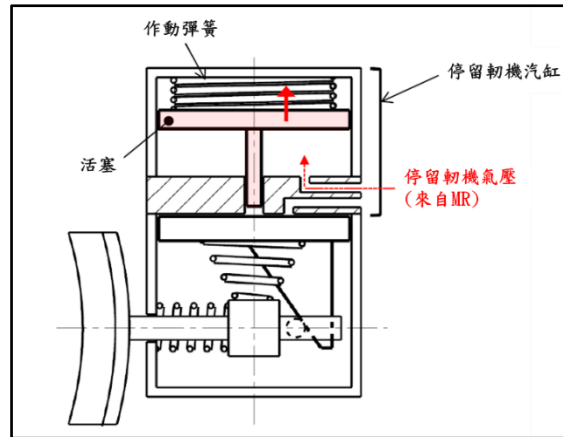


圖 1.7-5 停留軔機作動原理

此時如 MR 壓力恢復，則使停留軔機作動軔力開始減少， TEM_A 與 TEM_B 車 MR 壓力達到 5.0 bar，TED 與 TEP 車之 MR 壓力達到 4.5 bar 以上時，該車廂停留軔機將完全鬆軔。後續 MR 壓力達到 5.5 bar 以上時，設置在停留軔機空氣管路中的壓力開關將會動作，使駕駛臺前方停留軔機燈指示燈熄滅（但並非此壓力開關作動使停留軔機鬆軔）。

此外亦可透過設置在駕駛室兩側的停留軔機按鈕，作動（紅色緊軔）或取消（綠色鬆軔）全數車廂停留軔機之軔力，如圖 1.7-6。



圖 1.7-6 駕駛室兩側停留軔機按鈕

傾斜指令啟動各車廂傾斜或復位。

列車運行期間，各車廂傾斜系統依車速變化，對應改變車廂空氣彈簧高度，以利啟動待機高度預備傾斜或配合進出彎道作動傾斜/復位，停車前恢復至標準高度，以利車身地板對齊月台水平高度，說明如表 1.7-9。

表 1.7-9 傾斜系統作動時空氣彈簧高度變化

列車車速狀態	空氣彈簧狀態	左側空氣彈簧高度	右側空氣彈簧高度
1. 停車狀態	兩側空氣彈簧維持標準高度 	200mm	200mm
2. 時速提升至 30 km/hr 以上	兩側空氣彈簧抬升至標準高度+35mm(待機高度)。 	235mm	235mm
3. 時速提升至 50km/hr 以上	開放傾斜功能。 N/A	235mm	235mm
4. 抵達彎道且系統預測過彎側向加速度 $>0.8m/s^2$	彎道外側空氣彈簧高度抬升至標準高度+70mm，彎道內側空氣彈簧下降至標準高度，達傾斜角度 2 度。 	270mm (通過右側彎道為例)	200mm (通過右側彎道為例)
5. 離開彎道時	兩側空氣彈簧皆恢復至標準高度+35mm。 	235mm	235mm
6. 時速下降至 30 km/hr 以下	停止傾斜功能。 N/A	235mm	235mm
7. 時速下降至 10 km/hr 以下	兩側空氣彈簧下降至標準高度 	200mm	200mm

1.8 號誌、標誌及號訊

1.8.1 限速標誌

「交通部臺灣鐵路管理局軌道標誌設置規定」⁴³內規定，傾斜式列車行駛區間，限速標分成上、下板標示，限速標上板專供傾斜式列車使用，下板供其他列車使用。曲線半徑 700 公尺以上時，速限標上板不需設置（傾斜式列車限速 130 公里/時）。曲線半徑 1,000 公尺以上時，速限標上下板均不需設置。

依臺鐵提供資料，臺鐵於民國 104 年 5 月 1 日起為期 3 個月，針對樹林站至臺東站間調整普悠瑪號列車通過曲線速度降低 10 公里/時，以評估提升乘車舒適性及延長養護週期，經內部討論成效良好，民國 104 年 8 月 17 日奉准延續該運轉模式。

臺鐵於民國 106 年 2 月 17 日發出行車電報 111 規定，自 106 年 2 月 20 日起（以列車始發站時刻為基準）台鐵全線普悠瑪號班次（TEMU2000 型）於曲線路段 R600（含）以下地點，按原傾斜式列車速限標（橘色限速標）減 10km/hr 行駛。車上 ATP 軟體及行車實施要點第 75 條未依電報內容調整。

依普悠瑪號第 6432 次車行車紀錄器畫面，大里站至新馬站傾斜式列車限速標設置說明如圖 1.8-1。

⁴³ 中華民國 107 年 9 月 28 日鐵工路字第 1070032678 號函修正。

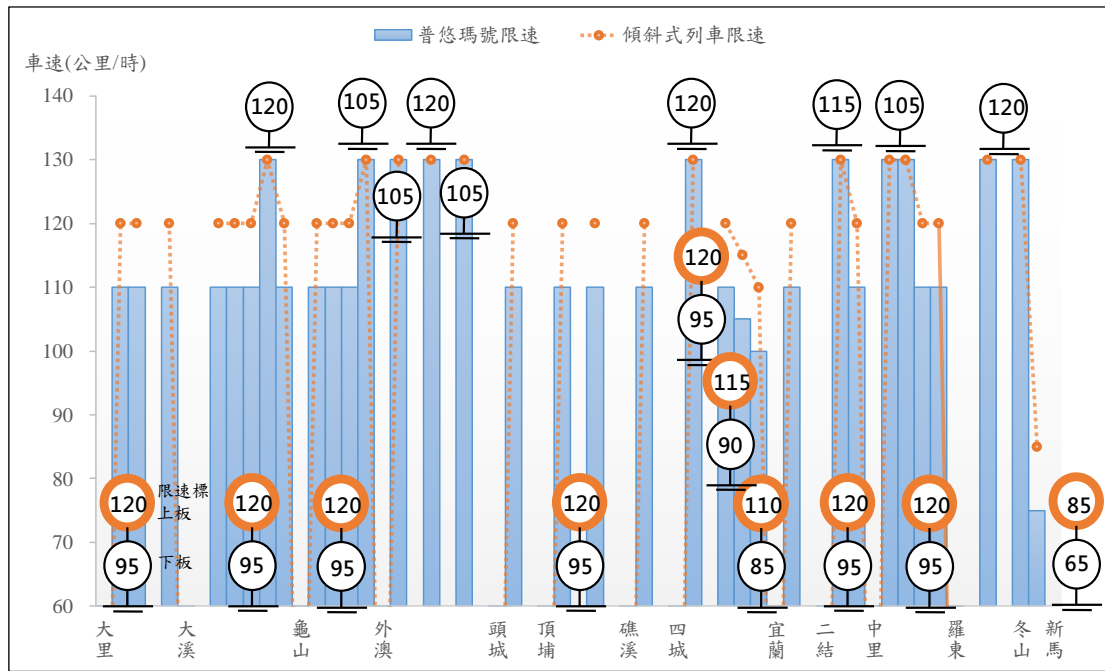


圖 1.8-1 大里站至羅東站限速標誌設置

羅東站至新馬站設置有 3 組限速標誌，依普悠瑪號第 6432 次車行車紀錄器畫面，列車於 1644:52 時自羅東站出發，於 1646:07 時經過第 1 組限速標誌（120 公里/時），1648:42 時經過第 2 組限速標誌（120 公里/時），1649:20 時經過第 3 組限速標誌（85-65 公里/時），行駛路線限速標誌設置說明如圖 1.8-2。

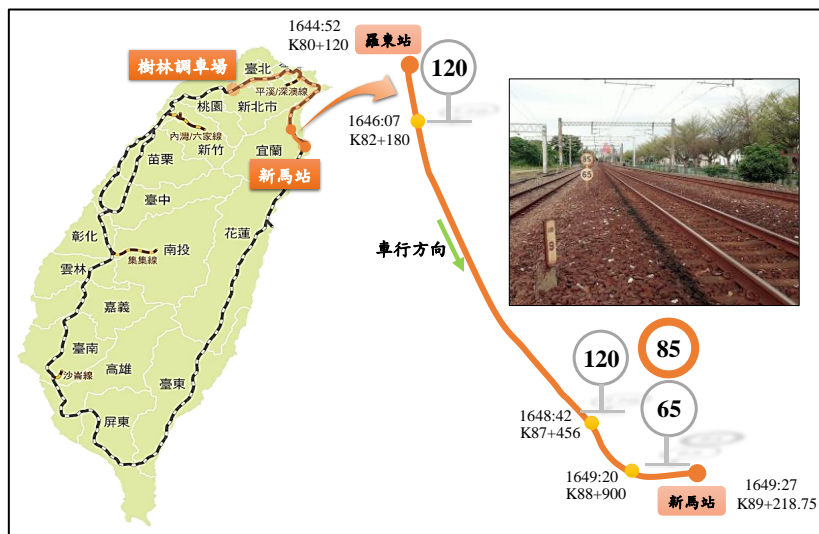


圖 1.8-2 羅東站至新馬站限速標誌設置

1.8.2 車載列車自動防護系統

列車自動防護系統包含車載 ATP 及地上感應器，車載 ATP 透過地上感應器接收來自綜合調度所或車站設定之號誌資訊、速度限制、距離及坡度⁴⁴，確保列車運行不超過號誌速限。

車載 ATP 收到地上感應器資訊後，將依據上述接收之資訊產生號誌速限、常用與緊急緊軔速度監控曲線，及至停止點前之煞車曲線，以利即時監控車速有無超過相關曲線，如圖 1.8-3。

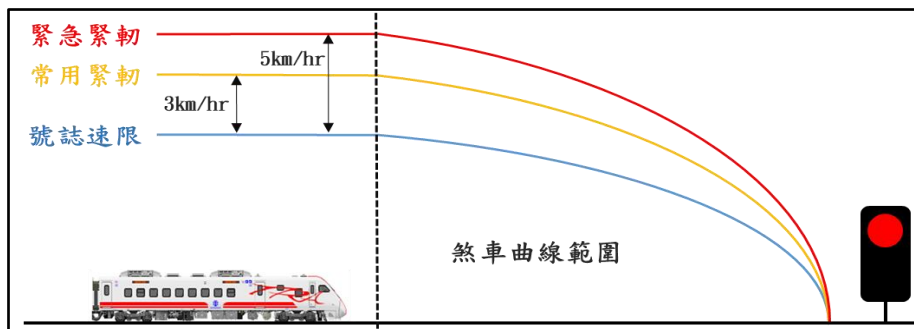


圖 1.8-3 車載 ATP 煞車曲線圖

車載 ATP 於駕駛室之螢幕畫面顯示前方路線號誌速限與即時車速，並持續比對車速是否超過號誌允許速限。當車載 ATP 偵測到車速超過號誌速限 3 公里/時以上，將發出告警聲響並自動啟動常用緊軔（Service Brake）減速；車速超過號誌速限 5 公里/時以上，則啟動緊急緊軔（Emergency Brake）減速。

ATP 因超速啟動常用緊軔後，如車速低於號誌速限時，此時司機員可按下駕駛臺上紅色 ATP 確認鈕解除 ATP 緊軔，如圖 1.8-4 所示。ATP 因超速啟動緊急緊軔時，需等候列車車速為零後，才可按下駕駛臺上紅色 ATP 確認鈕解除 ATP 緊軔。

⁴⁴ 依 TEMU2000 傾斜式電聯車運轉手冊（版次 2014 06 REV.0）。



圖 1.8-4 ATP 確認鈕

車載 ATP 啟動緊急或常用緊軔時，會同步切斷列車動力，即使司機員已確認解除 ATP 緊軔命令，ATP 仍會持續抑制動力輸出，司機員須將電門把手切到 OFF，才能解除 ATP 抑制動力輸出機制⁴⁵。

依 ATP 紀錄，當日事故列車於樹林站發車後，至 1617:55 時本案司機員隔離 ATP 前，車載 ATP 系統運作正常且正常接收 ATP 地上感應器傳遞之資訊。1617:55 時後，因本案司機員以駕駛室背板的「ATP 隔離開關」轉至關機位置隔離車載 ATP，如圖 1.8-5，故車載 ATP 螢幕畫面為關閉狀態，改由紀錄單元 (Recording Unit, RU) 將即時車速資訊顯示至數位車速表 (Speedometer)，如圖 1.8-6 所示。經確認第 8 車駕駛室行車影像紀錄器，ATP 隔離後沿途道旁號誌顯示狀況正常，未有冒進險阻號誌現象。

⁴⁵ 參考龐巴迪公司 ATP 系統車上設備操作手冊 2.3.2.2.2 說明。



圖 1.8-5 駕駛室背向面板的 ATP 隔離開關



圖 1.8-6 數位車速表顯示即時車速

車載 ATP 隔離後，除 ATP 於 RU 檔記錄 ATP 為隔離狀態外，於 TCMS 駕駛顯示器單元也會顯示紅色「ATP CUT」圖示，提示司機員車載 ATP 為隔離狀態，如圖 1.8-7 所示。

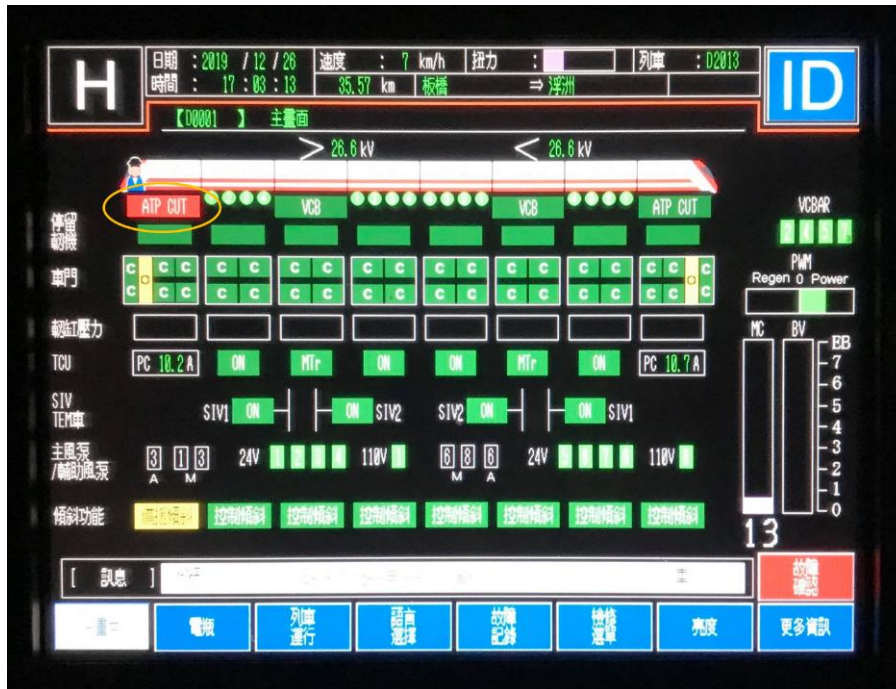


圖 1.8-7 ATP 隔離後 TCMS 駕駛顯示器單元

依普悠瑪號行車調度無線電話系統設計文件 (DAR-TEMU-TELC-0006) 說明，已依業主需求對行調無線電 (TETRA) 規範要求，提供乾接點 (Dry Contract) 連接 ATP 隔離開關。其機制利用 ATP 隔離開關隔離 ATP 時，聯動閉合該乾接點並傳送訊息至行調無線電，行調無線電將立刻發送該列車之 ATP 隔離訊息至綜調所。相關設計機制如圖 1.8-8 所示：

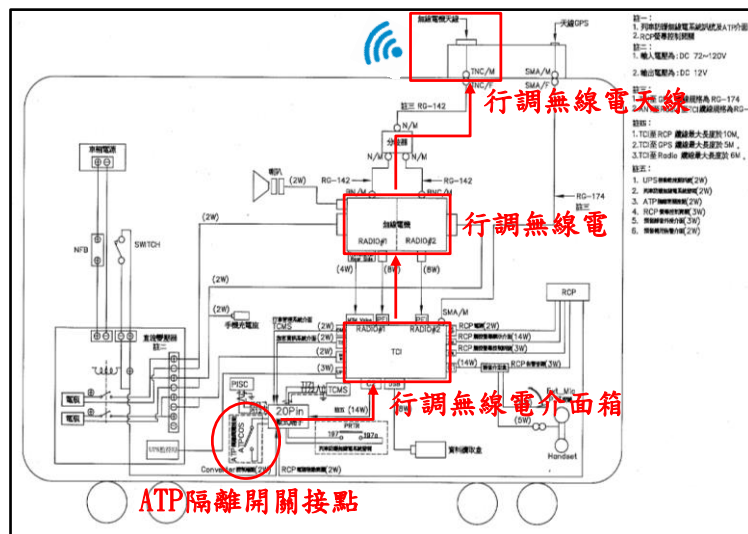


圖 1.8-8 行調無線電回傳 ATP 隔離訊息設計機制

列車 ATP 系統關閉時，該關閉訊號將由無線電系統傳回綜調所，車次等資訊將顯示於無線電調度臺螢幕，如圖 1.8-9 所示。

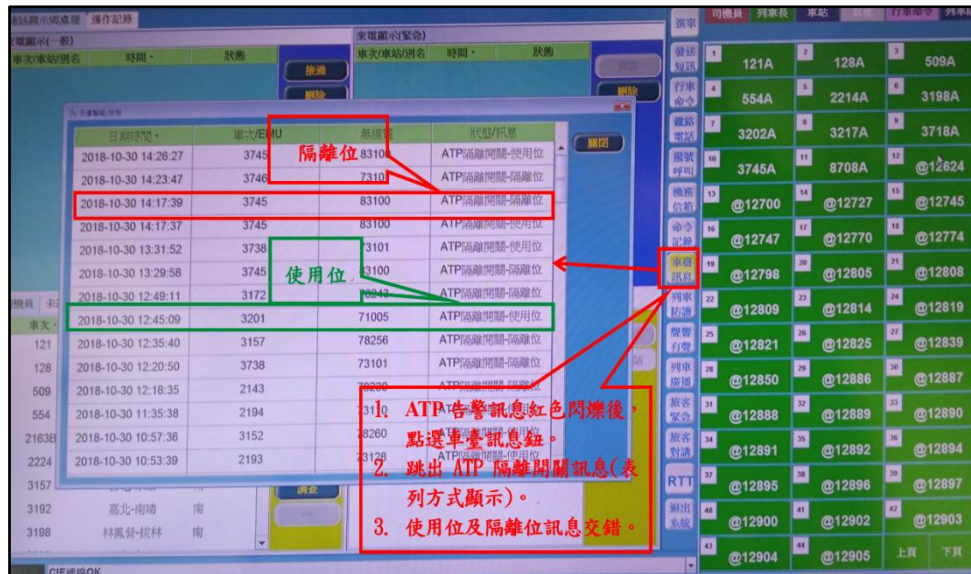


圖 1.8-9 綜合調度所無線電調度台

1.9 通信

1.9.1 通聯系統

臺鐵設有「行車調度無線電話系統」做為行車保安及列車調度使用，該系統主要由「系統設備交換中心（含備援中心）」、「無線電轉播站」、「無線電中繼站」、「無線電調度台」等設備所組成，各設備間透過臺鐵既有的環島同步光傳輸網路（Synchronous Digital Hierarchy, SDH）連線進行通訊工作。系統中的終端使用設備則有「無線電桌上台」、「無線電車上台」及「無線電手持機」，終端設備則是經由無線電轉播站及無線電中繼站的涵蓋訊號，來進行收話與發話，如圖 1.9-1 所示。

行車調度無線電話系統的中樞為系統設備交換中心（Mobile Switching Office, MSO），主要用於控制並監控整個系統的運作情形，其內部設有錄音系統，可將終端使用設備的通話內容進行錄音。

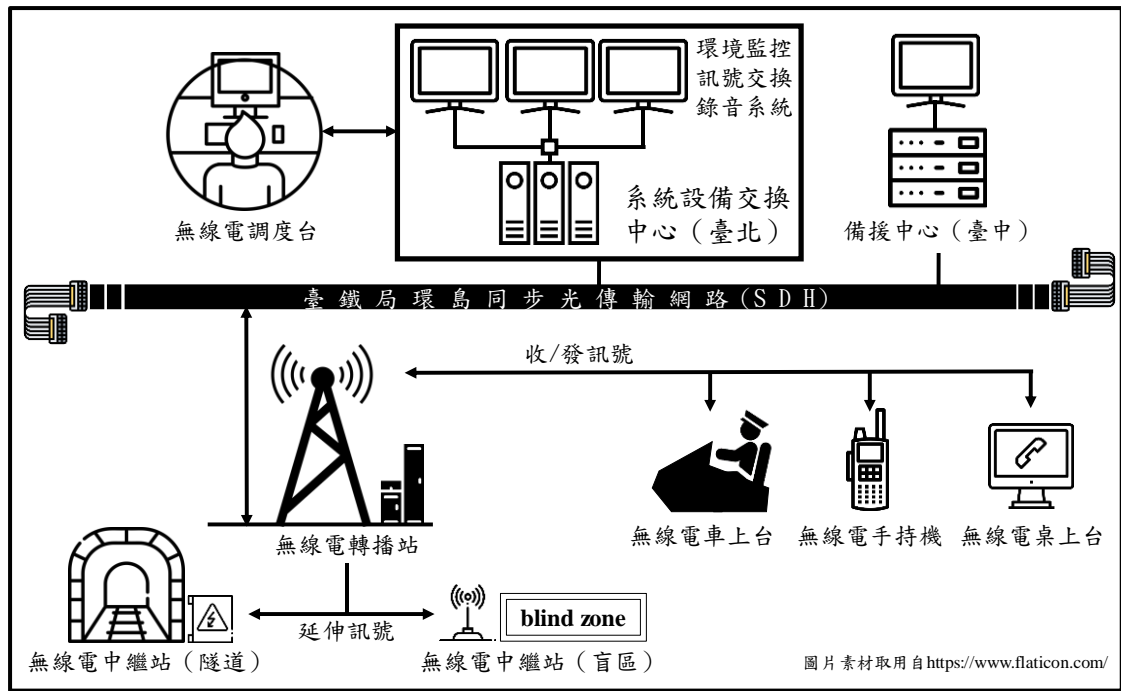


圖 1.9-1 臺鐵行車調度無線電話系統架構圖

1.9.2 通聯紀錄

民國 108 年 10 月 17 日，本會調查小組自交通部鐵道局接收電子數位檔案，資料夾名稱為「編號 3.6 運轉/8_1071122 臺鐵提供（通聯紀錄）」；另於同年 10 月 25 日自臺灣宜蘭地方法院接收電子數位檔案，資料夾名稱為「編號 07 107.10.21（6432 次所有有關通訊對話錄音檔彙整）」⁴⁶。

調查小組檢視通話紀錄之發話類型，可分為「群組呼叫」及「個別呼叫」兩類，群組呼叫為當一終端設備之發話，於同一頻道內的所有終端設備均可接收；個別呼叫則為兩終端設備間的獨立通話，其餘終端設備無法接收⁴⁷。

⁴⁶ 有關接收自交通部鐵道局及臺灣宜蘭地方法院之通聯紀錄電子數位檔案，該原始來源均為臺鐵自系統設備交換中心所下載之資料。

⁴⁷ 依據臺鐵「行車調度無線電系統使用管理須知」第四點第一項規定：行車調度無線電系統終端設備以使用「群呼」為原則，群呼無法聯繫或行車運轉有其需要時，可改以「個別呼叫」，無訊號服務區有通信需求時，應以「直通模式」（對講機功能）通話。

整理之通話紀錄抄件保留外部與列車內部對話內容，其餘列車外部通話內容均予排除，有關本案抄件發話源整理如表 1.9-1 所示。

表 1.9-1 通聯紀錄發話源

發話源	職稱
司機員	第 6432 次車司機員
車長 A	第 6432 次車車長（宜蘭前）
車長 B	第 6432 次車車長（宜蘭後）
站長 A	福隆站值班站長
站長 B	頭城站值班站長
站長 C	宜蘭站值班站長
號誌員	樹林調車場號誌員
檢查員 A	臺北機務段助理工務員
檢查員 B	臺北機務段工務員
機車調度員	機務處機車調度員
行車調度員	綜合調度所行控室工務員

1.10 軌道、道岔及車站資料

1.10.1 軌道標準規範

新馬站東正線屬於第 4 股道，依臺鐵提供民國 98 年 10 月委託測繪之「宜蘭線 K88~K90 平面及縱斷面圖」，軌道線形里程及長度如圖 1.10-1。依據交通部「臺灣鐵路管理局鐵路建設作業程序」規定，路線等級屬於特甲級線，屬臺鐵工務處宜蘭工務段養護範圍，其軌道線形變化包含直線段、介曲線段及曲線段三種，介曲線段功能為避免列車由直線段直接進入曲線段時產生振動及噪音，曲線段曲率半徑不得小於 300 公尺，坡度變化不得超過千分之 25，軌枕每公里鋪設數量，曲率半徑小於 400 公尺之曲線，不得少於 1,800 根(每 10 公尺 18 根)，路面寬度自軌道中心至路肩外緣應在 2.6 公尺以上。路線軌距直線段

為 1067 公厘，介曲線段依其設定長度遞增，曲線段半徑在 240 公尺至 320 公尺期間，應加寬 10 公厘，其配置包含 50kg-N 硬頭鋼軌、鋼軌扣夾配件、預力混凝土軌枕及道碴道床，曲線段設置防脫護軌，其功能為避免列車高速通過小曲率半徑彎道時，外側車輪爬上鋼軌踏面，造成列車脫軌，因此加裝防脫護軌於曲線內側鋼軌旁邊，軌道配置斷面如圖 1.10-2 所示。

新馬站介曲線段超高變化量是由 0 公厘線性遞增至 90 公厘，圓曲線超高為 90 公厘。

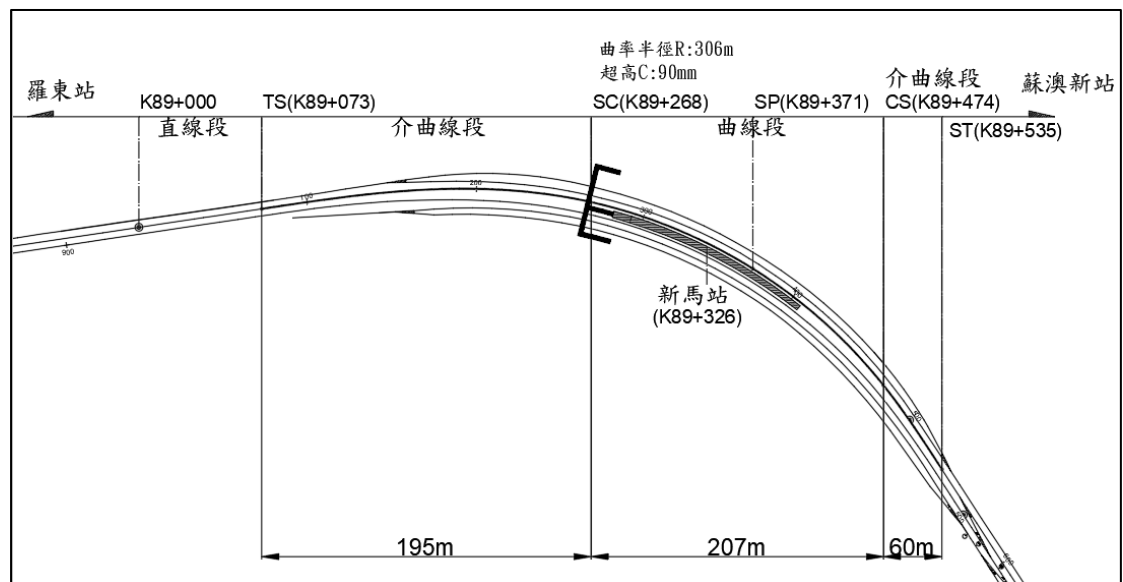


圖 1.10-1 新馬站軌道線形說明

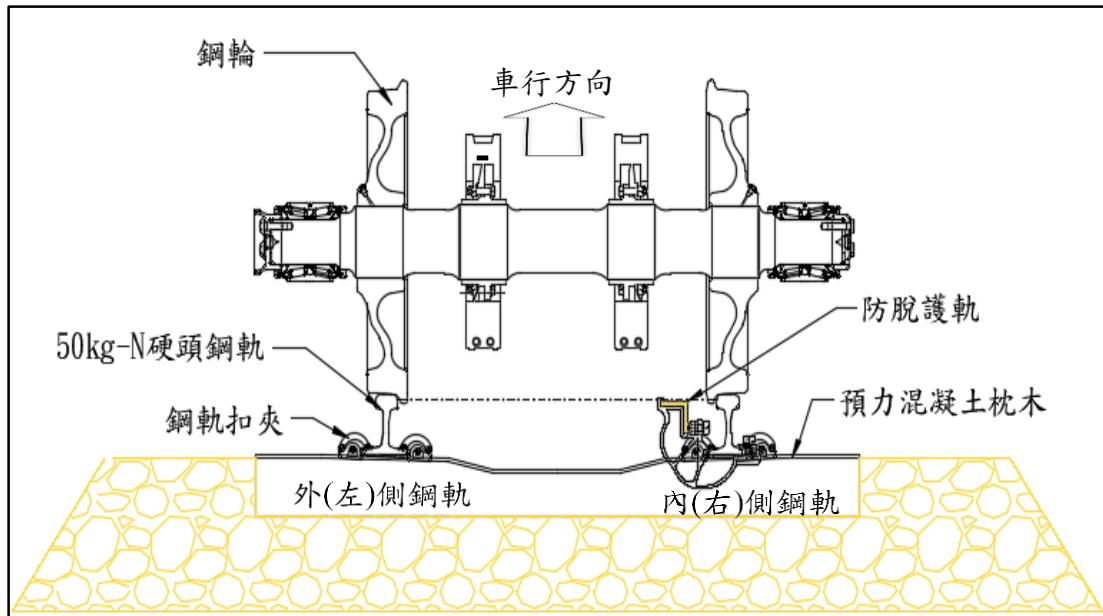


圖 1.10-2 軌道設置說明

新馬站彎道連接月台區之介曲線採三次拋物線方式設計，以連接直線段及圓曲線段（曲率半徑 $R=306$ 公尺），其長度依「交通部臺灣鐵路管理局鐵路建設作業程序」規定，特甲級線之介曲線經計算最小長度須大於 72 公尺，臺鐵表示新馬站曲線為既有設置路線，依據前述作業程序第二篇、第一章、第二節、十一、(二)項「但現有路線因情形特殊，得採下列最大數值。…」規定，最小長度須大於 37.8 公尺如附錄 6，其前、後介曲線設置長度分為 195 公尺及 60 公尺。

1.10.2 新馬站軌道檢查養護資料

臺鐵依據交通部「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」進行養護作業，檢查種類分為甲種及乙種，另依據「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」，其轄區路線須安排每週 1 次巡查，每月至少 1 次列車振動檢查，與軌道檢查有關項目、方式及頻率摘要如表 1.10-1 所示：

表 1.10-1 軌道檢查說明

種類	項目	方式	頻率	位置
甲種	軌道不整（軌道軌距、水平、高低、方向、平面性）	軌道檢查車	每季	正線
	路線噴泥 ⁴⁸	人員乘車目視檢查		
乙種	站內股道、站外路線	人力檢查	半年	正線每 3 公里檢查一處，未達 3 公里視一處
路線巡查	路基軌道、橋梁隧道	人力檢查或車巡方式檢查	每週	各轄區路線
列車振動	里程振動平均倍數值 >2.5	車巡方式	每月	各轄區路線

一、甲種檢查

每季定期以軌道檢查車 EM-80 檢查全線軌道動態容許不整值，檢測系統為車下 3 組非接觸式鐳射掃描方式，檢測項目包含軌距、水平、高低、方向及平面性不整值。

軌道檢查車基礎資料採圖形化方式輸出，採 Windows98 作業系統，利用客製化數據處理軟體（DOS）進行圖形掃描後匯出軌道不整點清單，針對未超出容許公差之量測數據，須由紙本列印圖形進行人工判讀。

⁴⁸ 指軌道鋼軌下方支撐裝置有空隙及沉陷情形產生。

檢視新馬站里程範圍 K89+000 至 K89+474，民國 106 年第四季、民國 107 年第一季及第二季軌道檢查車檢查結果，未發現路面噴泥現象，軌道不整有 2 處，如表 1.10-2 所示：

表 1.10-2 民國 107 年第二季軌道不整檢查結果

問題點	檢查日期	里程及線形	量測結果	修復日期
左軌方向 不整	民國 107 年 7 月 12 日	K89+170~K89+227 介曲線 (57 公尺)	標準:13 公厘 實測:16 公厘	民國 107 年 8 月 7 日
右軌方向 不整		K89+335~K89+342 曲線 (月台, 7 公尺)	標準:13 公厘 實測:14.5 公厘	

二、乙種檢查

採人工步巡目視檢查方式，針對各轄區之車站股道、道岔、站外路線、鋼軌伸縮接頭、側溝及除草、平交道、橋面軌道及辦公房舍進行檢查作業，確認項目包含軌道線形不整、鋼軌扣件、軌枕及道碴，排水溝暢通性，平交道板及路面噴泥、環境整理。

民國 107 年均執行蘇澳新站 (里程 K90+200) 進行檢查作業，未包含新馬站 (里程範圍 K89+000 至 K89+474)。

三、路線巡查

本項作業目的為維護行車安全、環境景觀、鐵路設施設備、確保產權完成性，及天然災害受損情形確認。由養護人員以步巡軌道方式進行目視檢查，每週執行 1 次，其餘 6 天由現場工務領班及主任輪流以車巡方式進行檢查。

民國 107 年 6 月 19 日至 10 月 15 日冬山站 (里程 K85+100) 至蘇澳新站 (K90+200) 巡查結果，新馬站檢視里程 K89+000 至 K89+474 未發現軌道異常情形。每次巡查作業時間統計如表 1.10-3，軌道路況確認計 20 項，未包含道岔及轉轍器確認項目。巡查有異常時，於路

線巡查記事表記錄問題點及說明處理情形，巡查無問題則於處理情形欄位填寫正常。

表 1.10-3 每次作業時間統計

取樣日期	作業時間
民國 107 年 10 月 1 日	0800 至 1010 (130 分鐘)
民國 107 年 10 月 8 日	0800 至 1010 (130 分鐘)
民國 107 年 10 月 15 日	0800 至 1000 (120 分鐘)

四、列車振動檢查

採 GPS 列車振動測定器架設於普悠瑪號駕駛室第 1 組轉向架上方之車廂地板，由該儀器加速規量測列車行駛狀態之三軸向振動量 (X、Y、Z)，如圖 1.10-3，並由 GPS 定位系統紀錄列車運行位置及行駛里程數，路線量測範圍由宜蘭站至蘇澳新站，臺鐵工務處依經驗值訂定維修標準，於影響乘客舒適度之橫向加速度 (Y 軸，左右晃動量) 大於該路線平均值 2.5 倍以上，列入為立即整修位置。X 軸 (前後，列車加減速) 振動量未列改善項目。

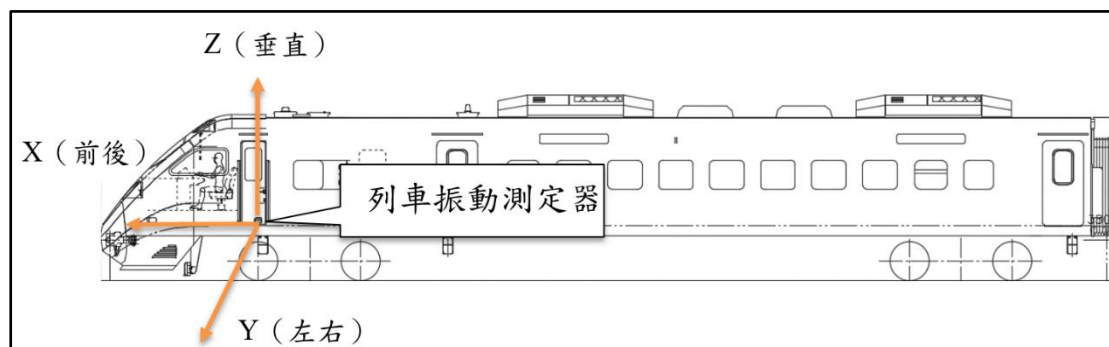


圖 1.10-3 儀器架設示意圖

依工務處民國 107 年 7 至 9 月份報表，新馬站範圍里程 K89+000 至 K89+474 未發現有左右振動值超出維修標準。惟有 1 筆故障位置 (K77+337 至 K77+338) 經改善後仍重複檢出平均振動值大於 2.4。另每月報表有載明不良位置處理方式及完成日期，改善結果採次月列

車振動檢查進行複檢確認。

1.10.3 新馬站軌道線形確認

依軌道檢查車距事故發生前（民國 107 年 10 月 21 日）最近 1 次線形量測數據為民國 107 年度第二季，量測日期為民國 107 年 6 月 8 日，第三季因檢查車故障，工務處於民國 107 年 8 月 8 日發布行車電報通知取消量測作業。針對新馬站列車出軌事故範圍里程 K89+000 至 K89+400，量測結果說明如表 1.10-4，其中軌距及水平（直線段）、超高（介曲線及曲線）數據分布如圖 1.10-4 及 1.10-5，鋼軌方向性量測數據分布如圖 1.10-6 及 1.10-7。

表 1.10-4 民國 107 年第二季軌道線形量測結果

量測項目	維修標準（公厘）	量測結果（公厘）
軌距	1067~1077 ⁺¹⁰ ₋₅	K89+150~200 間低於下限標準
水平及超高	±11	直線及介曲線符合標準（介曲線前段接近下限），曲線段 K89+325~400 超出上限
高低	±13	符合標準（最大值 10；約 K89+93）
方向	±13	符合標準
鋼軌磨耗	不得超過 14	符合標準（最大值 8；K89+87 至 K89+210）

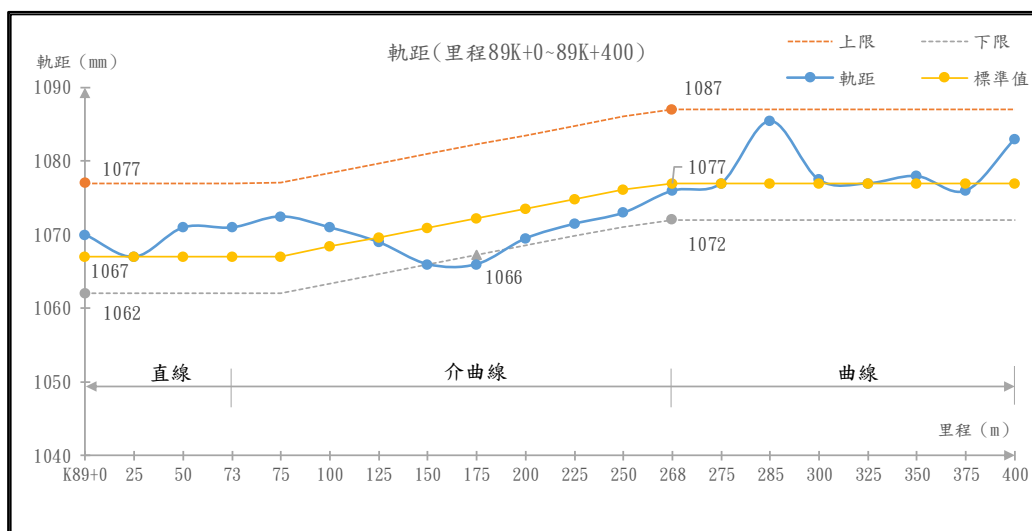


圖 1.10-4 軌道軌距量測紀錄

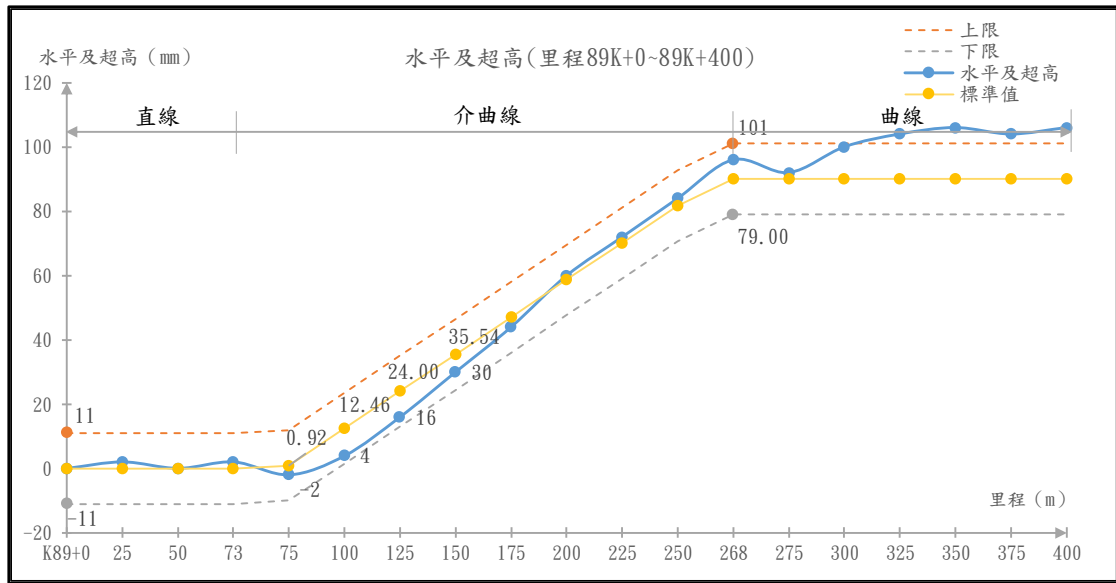


圖 1.10-5 軌道水平及超高量測紀錄

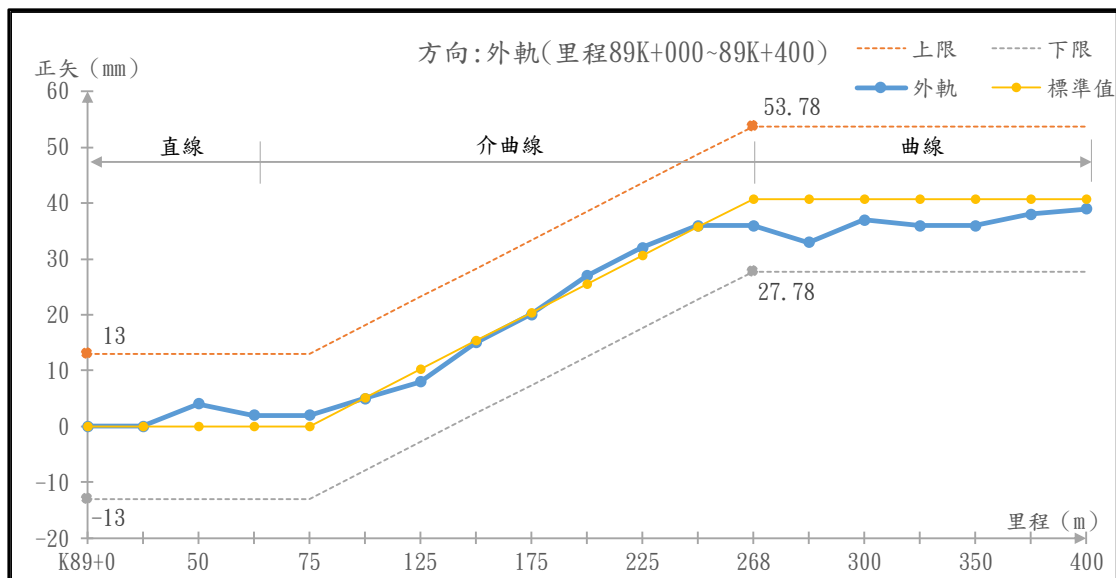


圖 1.10-6 外軌量測紀錄

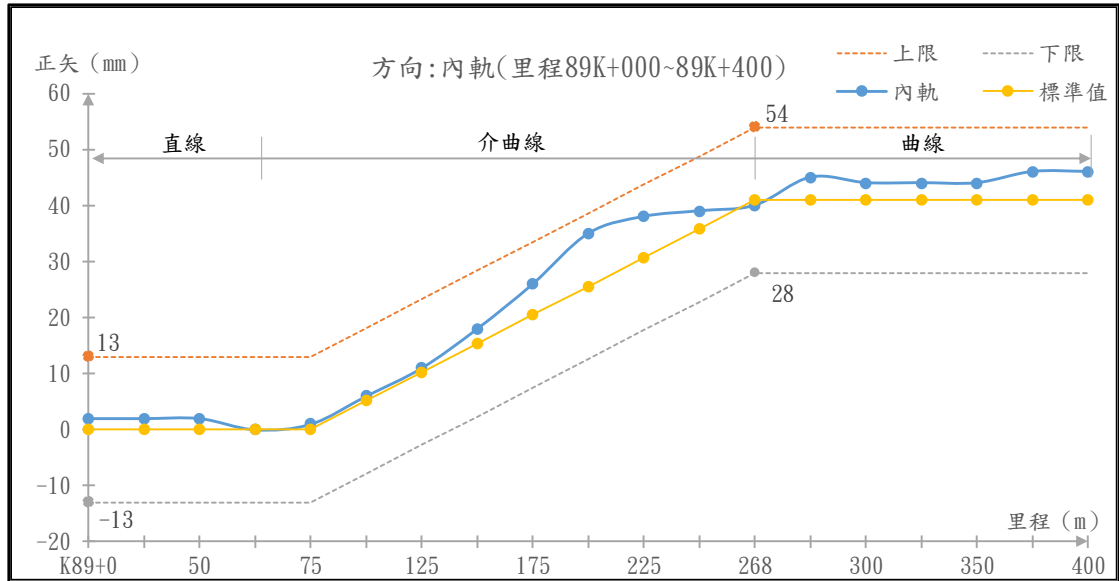


圖 1.10-7 內軌量測紀錄

依交通部「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」第五節軌枕說明，新馬站直線段及曲線段屬半徑 600 公尺以下之曲率，其鋼軌軌枕配置間距為 380 公厘，依事故隔日現場空拍圖及使用 Google Earth 確認直線段、介曲線及曲線段各 10 公尺範圍之軌枕數量，如圖 1.10-8，符合配置間距 380 公厘，如表 1.10-5。

防脫護軌依上述規範，於正線半徑不滿 400 公尺及陡坡路線含有曲線或高路堤及其他認為必要之處所進行鋪設，防脫角鐵鋪設區域之兩端各應延長鋪設 50 公尺。新馬站防脫護軌應鋪設里程 K89+023 至 K89+585，事故前鋪設里程 K89+070 至 K89+590（包含曲線段里程 K89+073 至 K89+535）。



圖 1.10-8 空拍圖 10 公尺長度測量（介曲線）

表 1.10-5 新馬站各路段軌枕數量確認

路段	10 公尺軌枕配置根數	軌枕數量
直線段		19 根
介曲線		18 根
曲線		17 根軌枕，間距 380 公厘

依交通部「1067 公厘軌距鐵路長焊鋼軌鋪設及養護規範」，半徑 300 公尺以上未滿 600 公尺之曲線，為確保道碴橫向阻力，外軌側道碴肩寬應保持 600 公厘以上，高度 150 公厘以上，內軌側道碴肩寬應保持 400 公厘以上，高度 50 公厘以上。民國 108 年 3 月 2 日會同臺鐵人員進行量測複檢結果如表 1.10-6。

表 1.10-6 外軌側道碴肩寬及高度量測

項目	線形	規範值 (公厘)	實測值 (公厘)
外軌側道碴肩寬	直線	自軌枕邊緣起算，應大於 600	850
	介曲線		830
	曲線		755
外軌側道碴高度	介曲線	自軌枕邊緣起算，應大於 150	220
	曲線		170

1.10.4 道岔基本資料

事故列車 8 節車廂殘骸散布里程範圍為 K89+259 至 K89+393，檢視該車運行東正線（第 4 股道）前後道岔設置情形，於經過武荖坑溪鐵橋至新馬站月台範圍（里程 K88+200 至 K89+474）內無道岔及轉轍器設備。

1.10.5 車站基本資料

新馬站屬招呼站，未設置車站服務人員，其營運業務由車長辦理之車站，為平面式車站，月台型式為島式月台，位於兩股路線中間，列車行駛停於月台兩側，乘客當站下車後，由該站月台步行至人行天橋出站。現場軌道配置說明如圖 1.10-9 所示。

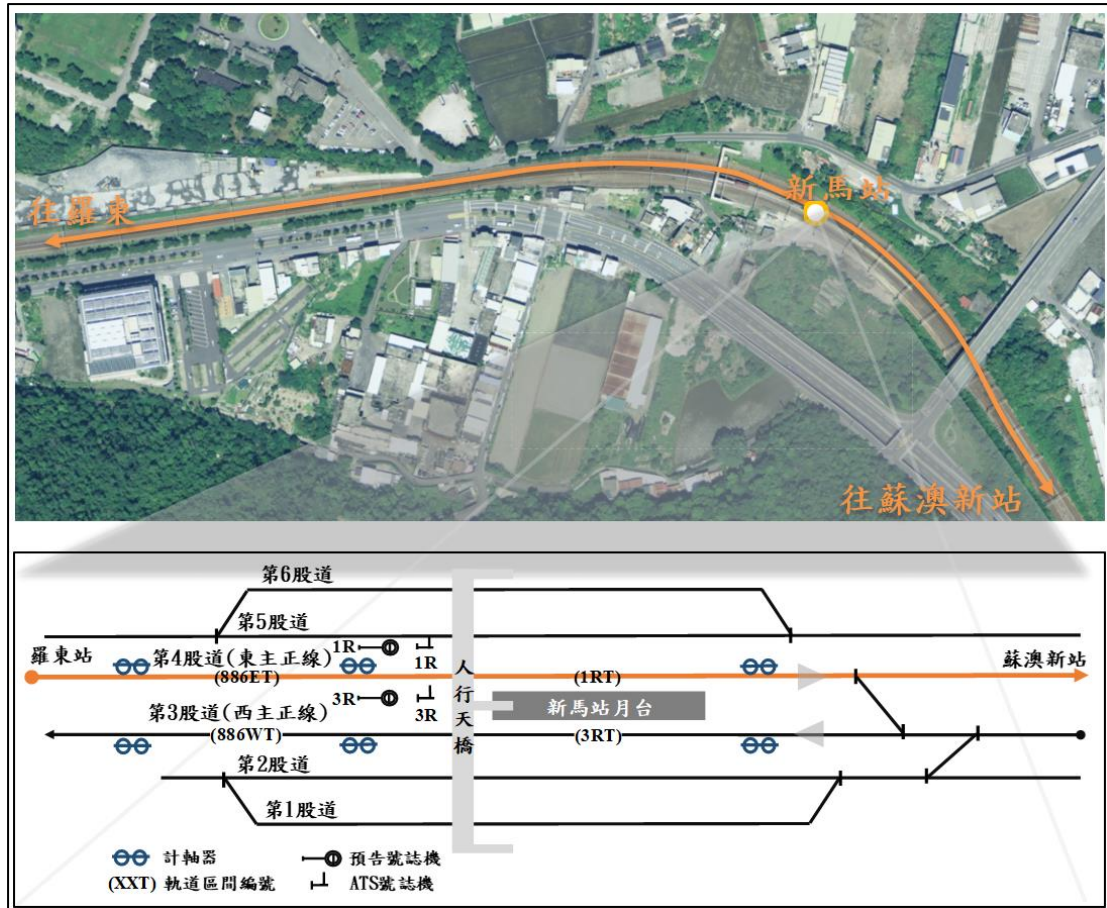


圖 1.10-9 新馬站軌道配置圖

1.11 紀錄器

本案部分紀錄器解讀資料由臺灣宜蘭地方法院、交通部鐵道局等單位移交由調查小組重新檢視，區分為「影像紀錄」及「資料紀錄」等兩類，另部分紀錄器由列車殘骸內尋獲，調查小組對於相關紀錄器均重新解讀及檢視，整理如表 1.11-1 所示。

表 1.11-1 本案紀錄器設備彙整⁴⁹

設備類別	設備/系統名稱	資料形式	設備/資料來源
影像紀錄	車外影像監視系統	電子數位檔案	臺灣宜蘭地方法院 交通部鐵道局

⁴⁹ 有關本章節交通部鐵道局所提供之電子數位檔案，其原始資料來源均為臺鐵協助該局下載之資料。

	行車影像紀錄器	1.電子數位檔案 2.數位錄影主機 3.SD 記憶卡	臺灣宜蘭地方法院 交通部鐵道局
	集電弓監視影像紀錄器	Micro SD 記憶卡	列車殘骸內尋獲
資料紀錄	列車控制監視系統	電子數位檔案	臺灣宜蘭地方法院 交通部鐵道局
	傾斜控制系統	1.傾斜控制器 2.主傾斜控制器 3.CF 記憶卡	臺灣宜蘭地方法院
	列車自動防護系統	1.電子數位檔案 2.CF 記憶卡	臺灣宜蘭地方法院 交通部鐵道局
	軔機電子控制單元	電子數位檔案	臺灣宜蘭地方法院

此外臺鐵行調無線電系統中的無線電車上台，內部建有 GPS 模組，可提供標準時間資訊傳送給列車控制監視系統⁵⁰，因此調查小組以列車控制監視系統的時間資訊做為校時標準，並比對各車站到達時間點，各紀錄器間校時資訊整理如表 1.11-2 所示。透過各紀錄器時間校正，即可將各類型紀錄器資訊整合，除可相互比較各系統間資訊外，後續也可做為事故分析時序基礎，本文各紀錄器時間均為校正過基準時間。

表 1.11-2 各紀錄器校時資訊

系統	列車控制 監視系統	傾斜控制 系統	列車自動 防護系統	行車影像 紀錄器	集電弓監 視影像紀 錄器	車外影像 監視系統
時間校正	基準±0	+2 sec	-5.5 sec	-1 sec	-79 sec	-549 sec

1.11.1 影像紀錄

⁵⁰ 資料來源：整理自臺灣鐵路管理局「TEMU2000 傾斜式電聯車維修手冊 PART 7 輔助電氣設備 -1.4.3.1.7.3 時刻資訊的發訊 (2014 年 6 月 Rev.0 版)」。

普悠瑪號列車上計有三種影像紀錄設備，分別為「車外影像監視系統（日車原裝）」、「行車影像紀錄器（臺鐵加裝）」、「集電弓監視影像紀錄器（臺鐵加裝）」等三種影像紀錄設備，各設備位置如圖 1.11-1。

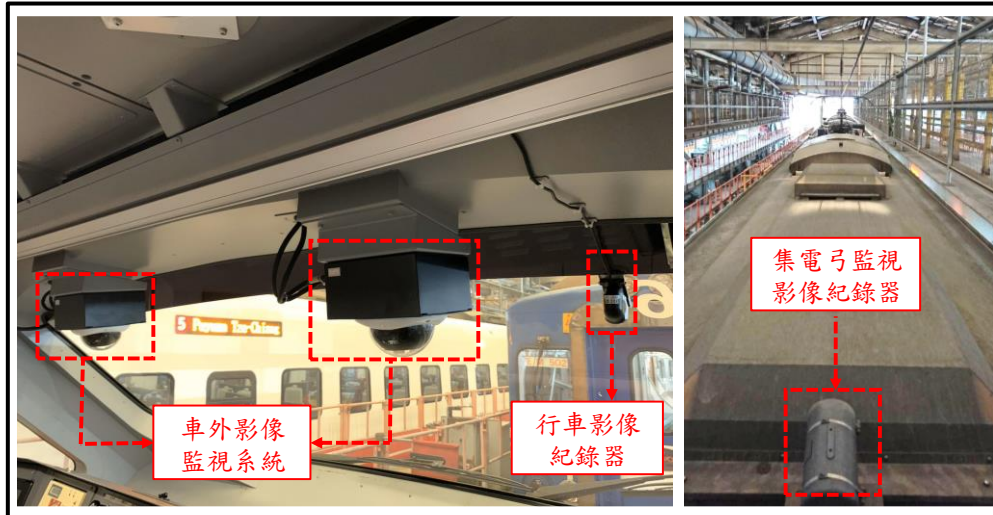


圖 1.11-1 普悠瑪號列車影像紀錄設備位置圖（非事故列車）

普悠瑪號在 1、8 車駕駛室設有行車影像紀錄器，其功能與車外影像監視系統類似，可用於事故後影像重播，惟其影像⁵¹解析度較佳，同時內部建有金電容⁵²，當設備無預警斷電時仍有足夠電量維持錄影狀態，經檢視該影像畫面於 1649:30（校時時間 1649:29）中斷。本案後續動態影像調查作業，將採用行車影像紀錄器之影像畫面進行研究。

1.11.2 資料紀錄

事故列車計有「列車控制監視系統 TCMS」、「傾斜控制系統 TC/MC」、「列車自動防護系統 ATP」及「軀機電子控制單元 BECU」

⁵¹ 本次取得事故普悠瑪號列車行車影像紀錄器相關資料，係於 108 年 10 月 24 日自臺灣宜蘭地方法院接收本案 TED2008(8 車)數位錄影主機一台及 SD 記憶卡一張(108 刑管 228 編號 32、108 刑管 228 編號 34)，並於同年 10 月 25 日接收影像電子數位檔案，資料夾名稱為「編號 05 行車紀錄器影像（列車前方，擷取與本案有關時間）」。

⁵² 一種具備重量輕、小型化特性的高容量電容。

等四種設備具資料紀錄功能，其設備位置如圖 1.11-2（以 TED 車為範例）。除 BECU 外，其餘均有連續之車速紀錄可供速度分析使用。

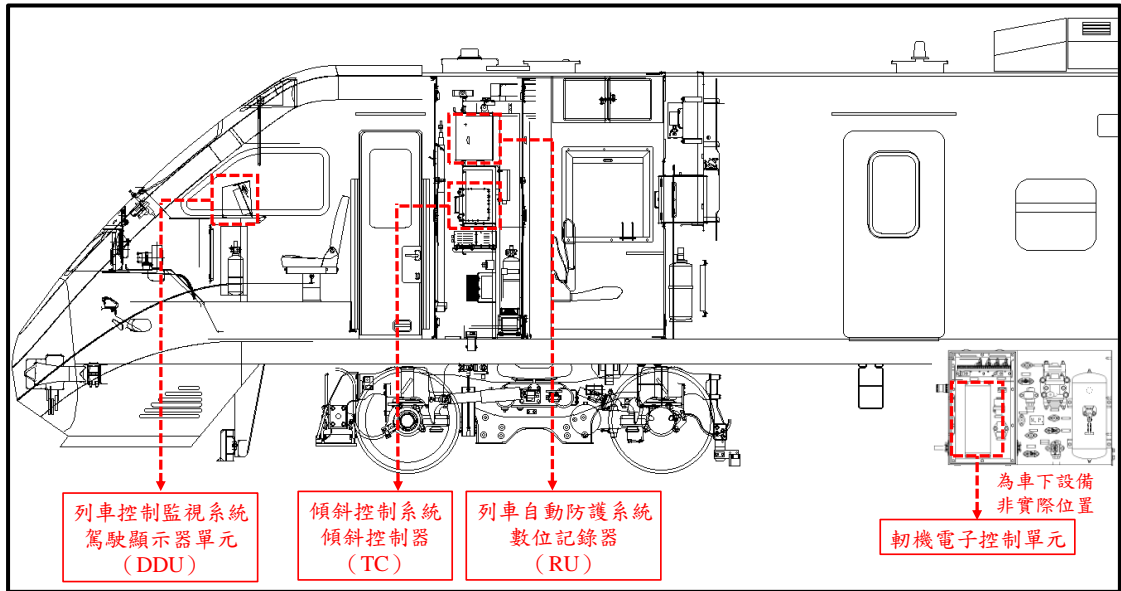


圖 1.11-2 普悠瑪號資料紀錄設備位置示意圖

1.11.2.1 列車控制監視系統紀錄

設置列車控制監視系統主要目的為供司機員更容易監控車上設備狀態，並使檢修人員方便確認各項設備狀態，事故列車控制監視系統為日商株式會社東芝 Toshiba Corporation（以下簡稱東芝）開發設計，其架構主要是由 1、8 車上的中央單元 (Central unit, CU)、2-7 車的終端單元 (Terminal Unit, TU) 及 1、8 車駕駛顯示器單元 (Driver Display Unit, DDU) 所構成如圖 1.11-3。

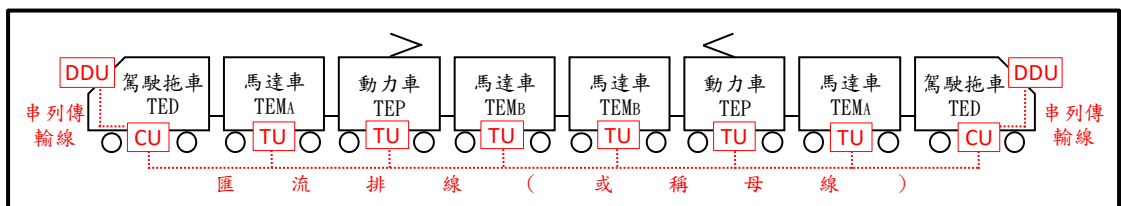


圖 1.11-3 普悠瑪號列車控制監視系統架構

列車控制監視系統隨著主控制鑰匙將主控制器轉至 1 (On) 位後觸發中央單元電源後啟動，當系統啟動後駕駛臺右側之駕駛顯示器單元（如圖 1.11-4）將會顯示至主畫面（圖 1.11-5），提供使用者（司機員、檢修人員）了解車輛設備運轉狀態及資訊，主畫面各圖塊顯示說明如附錄 7。

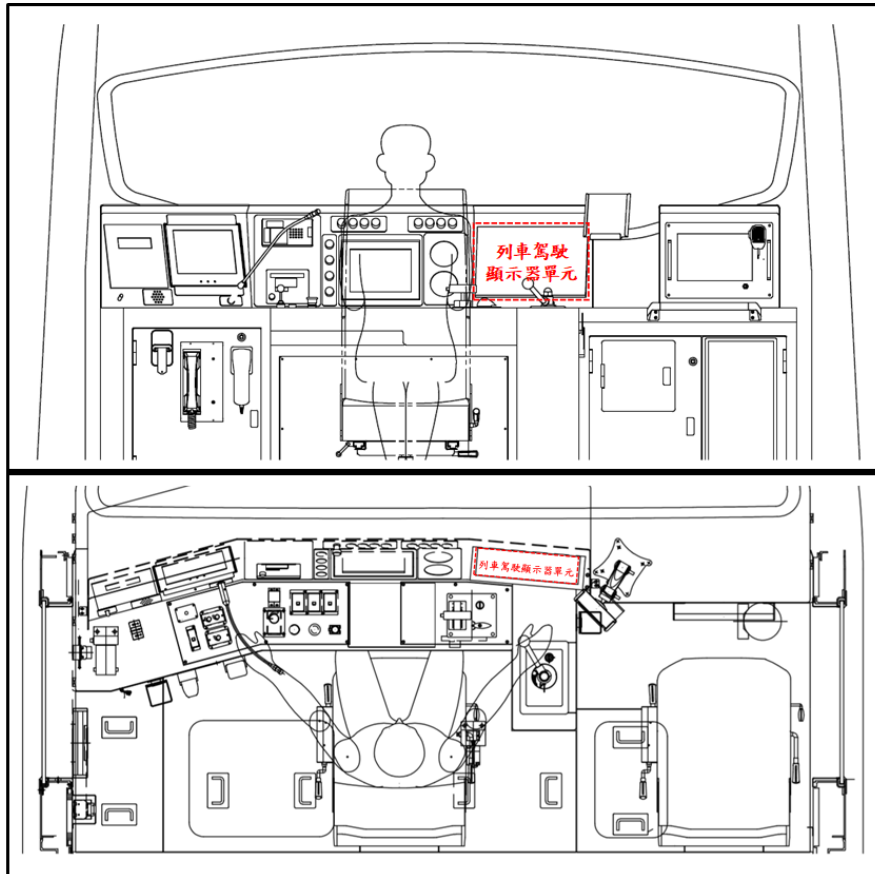


圖 1.11-4 普悠瑪號駕駛顯示器單元位置示意圖

測器」，如圖 1.11-7，偵測齒輪轉數及轉動方向頻率數，透過計算式來運算出列車速度，列車控制監視系統所紀錄之車速，將會與其他紀錄器所偵測的車速於後續進行分析比較。

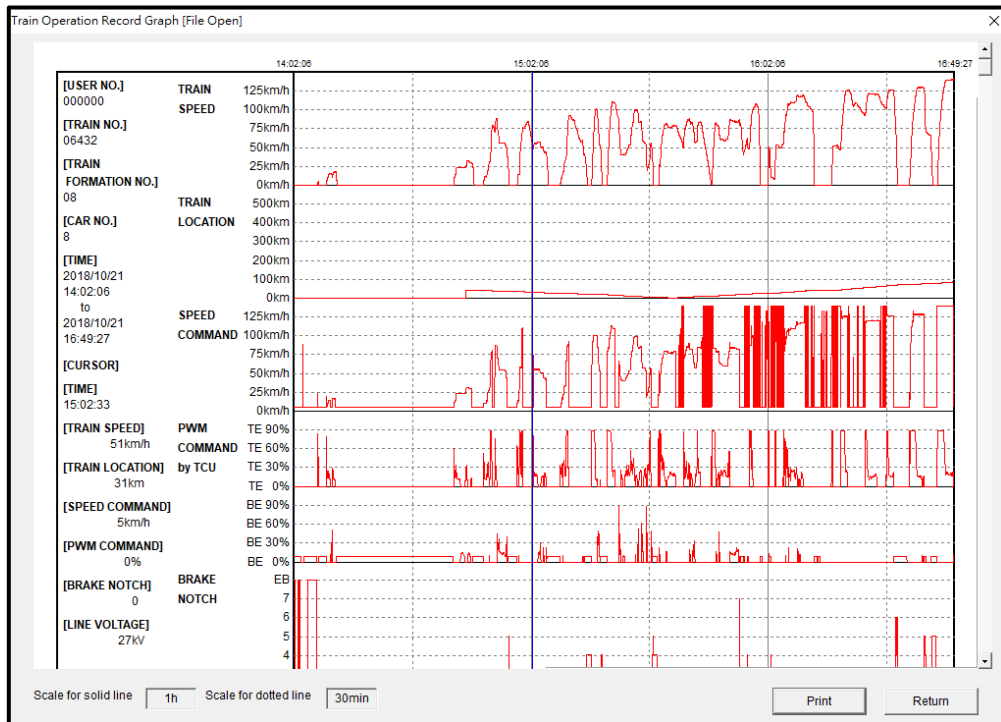


圖 1.11-6 行駛紀錄產出之視覺化圖形

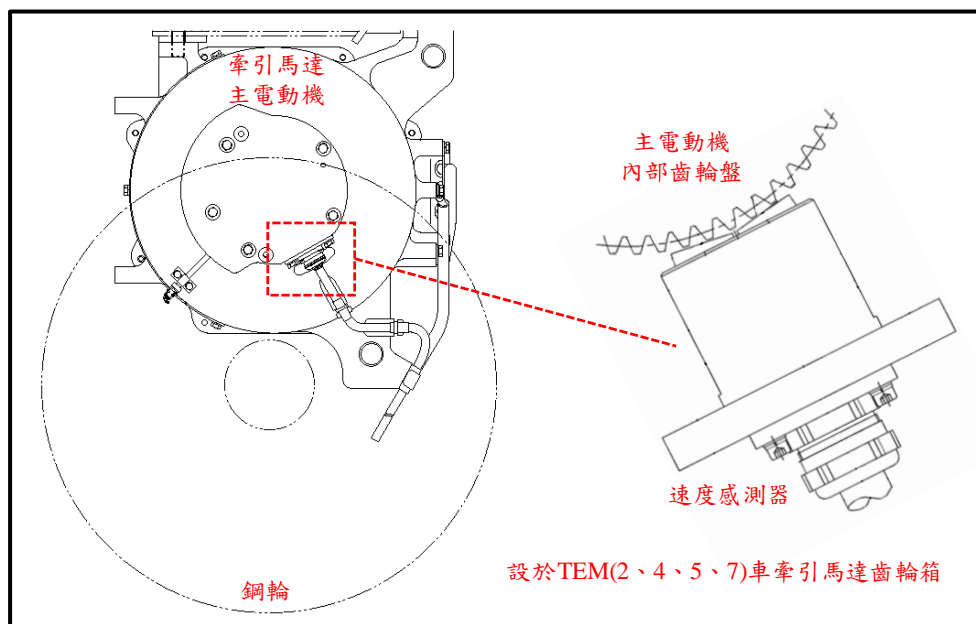


圖 1.11-7 速度感測器示意圖

將事故列車車速依時間進行套繪，並將停靠站、停留軔機作用造成停車、升降弓及關閉 ATP 之時序，如圖 1.11-8。

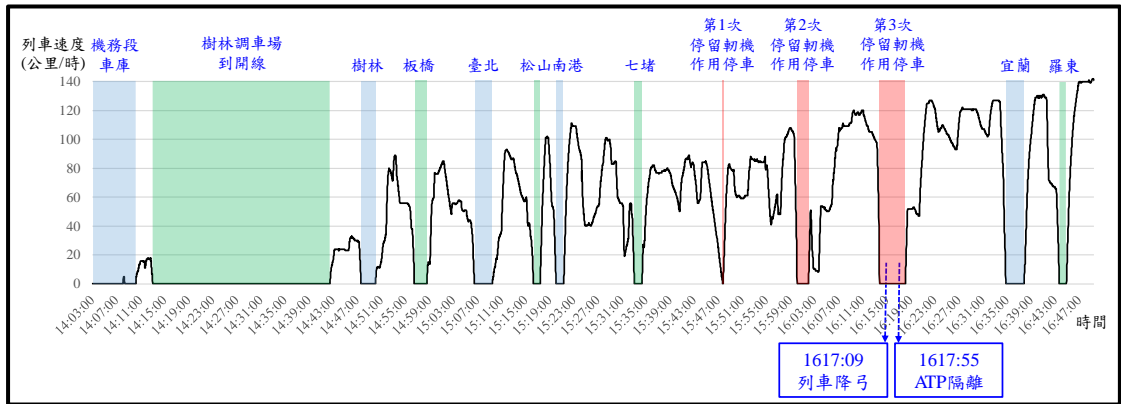


圖 1.11-8 事故列車車速及停車情形套疊圖

二、故障紀錄：當有設備發生故障時，該故障訊息第一時間會顯示於駕駛顯示器單元主畫面，亦可提供使用者查閱歷史故障紀錄，產出紀錄資料依其故障日期與時間由新至舊排序，最大可儲存 1,000 筆故障紀錄，當故障超過 1,000 筆時會從最舊的紀錄開始覆蓋。該資料產出為表列式訊息（如圖 1.11-9），每一筆產出故障訊息包含計 27 種欄位資訊。

編號 No.	故障代碼 Fault Code	設備名稱 Device Name	故障名稱 Fault Name	日期與時間 Date and Time	發生/復位 Event Type	S/N of Car	車輛編號 Car No.	車種 Car Type
1	0609	Others	MTr blower low speed fault	18/10/21 16:49:28:20	Occurrence	08	6	TEP
2	0842	Battery	NFB for battery off	18/10/21 16:49:28:20	Occurrence	08	8	TED
3	0232	TCU	110Vdc low voltage	18/10/21 16:49:28:20	Occurrence	15	7	TEMA
4	0232	TCU	110Vdc low voltage	18/10/21 16:49:28:20	Occurrence	16	5	TEMB
5	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:44:55:20	Occurrence	15	7	TEMA
6	0915	TILT	ATP failure	18/10/21 16:44:53:20	Occurrence	08	8	TED
7	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:44:09:60	Recovery	15	7	TEMA
8	0915	TILT	ATP failure	18/10/21 16:44:09:60	Recovery	08	8	TED
9	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:39:59:20	Occurrence	15	7	TEMA
10	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:39:58:40	Recovery	15	7	TEMA
11	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:37:53:20	Occurrence	15	7	TEMA
12	0915	TILT	ATP failure	18/10/21 16:37:51:20	Occurrence	08	8	TED
13	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:35:16:60	Recovery	15	7	TEMA
14	0915	TILT	ATP failure	18/10/21 16:35:16:60	Recovery	08	8	TED
15	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:33:33:0	Occurrence	15	7	TEMA
16	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:33:32:80	Recovery	15	7	TEMA
17	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:33:16:80	Occurrence	15	7	TEMA
18	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:33:16:0	Recovery	15	7	TEMA
19	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:31:28:80	Occurrence	15	7	TEMA
20	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:31:28:0	Recovery	15	7	TEMA
21	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:26:06:60	Occurrence	15	7	TEMA
22	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:26:05:60	Recovery	15	7	TEMA
23	0863	Toilet	Urinal alarm	18/10/21 16:26:03:60	Recovery	14	4	TEMB
24	0860	Toilet	Toilet alarm	18/10/21 16:26:03:40	Recovery	14	4	TEMB
25	0863	Toilet	Urinal alarm	18/10/21 16:24:58:0	Occurrence	14	4	TEMB
26	0860	Toilet	Toilet alarm	18/10/21 16:24:52:80	Occurrence	14	4	TEMB
27	0934	TILT	inter car comm. fault	18/10/21 16:22:18:40	Occurrence	15	7	TEMA

圖 1.11-9 故障紀錄產出之資料型態

在事故列車發車前計有 2 筆故障紀錄尚未復位 (Recovery)。第 1 筆為 1238:28 時，8 車空壓機強制停止 (Comp forced stop，故障碼 147)；第 2 筆為 1240:18 時，1 車空壓機強制停止 (Comp forced stop，故障碼 147)。

行駛過程共計發生 6 次的 4 車廁所故障/復位紀錄 (Toilet alarm，故障碼 860)、6 次的 4 車尿器故障/復位紀錄 (Urinal alarm，故障碼 863)；另有 3 次的 8 車傾斜系統 ATP 故障/復位紀錄 (ATP failure，故障碼 915) 及 8 次的傾斜系統車輛間通訊異常/復位紀錄 (inter car comm. Fault，故障碼 934)。

最後 4 筆故障紀錄時間均為 1649:28，分別為 5、7 車輸入 TCU DC110 V 電源過低 (110Vdc low voltage，故障碼 232)、8 車蓄電池斷流器跳脫 (NFB for battery off，故障碼 842)、6 車主變壓器鼓風機低速斷流器跳脫 (MTr blower low speed fault，故障碼 609)。

三、追蹤紀錄：無相關。

四、統計數據：無相關。

五、車上檢查紀錄：無相關。

六、事件紀錄：記錄列車運行過程中，特別需要注意的數位資訊，而這些事件紀錄並無法即時顯示於駕駛顯示器單元主畫面，僅能透過本項功能進行查閱，該事件紀錄資料依其故障日期與時間由新至舊排序，最大可儲存 1,000 筆事件紀錄，當事件超過 1,000 筆時會從最舊的紀錄開始覆蓋。該資料產出為表列式訊息 (如圖 1.11-10)，每一筆產出的事件訊息包含計 11 種欄位資訊，其內容整理如表 1.11-3。

經查閱本次事故列車事件紀錄，1355:05 時行調無線電開啟 (TDRS not ready，Recovery，事件代碼 43)，1402:06 時主控制器鑰

匙開啟 (Master Control Key OFF, Recovery, 事件代碼 46), 1617:07 時、1617:08 時第 6 車、3 車分別發生 VCB 切開 (VCB Open, Occurrence, 事件代碼 5) 約 35 秒後復位, 1617:55 時 ATP 隔離 (ATP has been isolated, Occurrence, 事件代碼 10)。

於列車行駛期間 8 車及 1 車合計發生 13 次⁵⁴的 MR 壓力過低 (MR pressure lowered, Occurrence, 事件代碼 5), 4 次⁵⁵的停留軔機緊軔 (Parking brake (lamp in the driving cab), 事件代碼 4); 最後 3 筆事件紀錄時間均為 1649:28, 紀錄內容分別為車門 3 隔離中 (Door 3 isolated, Occurrence, 事件代碼 28)、車門 4 隔離中 (Door 4 isolated, Occurrence, 事件代碼 29)、PISC 準備中 (PISC not ready, Occurrence, 事件代碼 34)。

編號	Event No.	事件代碼	事件名稱	Date and Time	發生/復位	車輛編號	車廂	車種	車次	列車位置
1	0034		PISC not ready	18/10/21 16:49:28.20	Occurrence	08	8	TEA	06432	
2	0029		Door 4 isolated	18/10/21 16:49:28.20	Occurrence	15	7	TEA	06432	
3	0028		Door 3 isolated	18/10/21 16:49:28.20	Occurrence	15	7	TEA	06432	
4	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	14	4	TEB	06432	
5	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	07	3	TEP	06432	
6	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	13	2	TEA	06432	
7	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	07	1	TEA	06432	
8	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	08	8	TEA	06432	
9	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	15	7	TEA	06432	
10	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	08	6	TEP	06432	
11	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	16	5	TEB	06432	
12	0036		Door obstruction 2	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	14	4	TEB	06432	
13	0036		Door obstruction 2	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	07	3	TEP	06432	
14	0036		Door obstruction 2	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	13	2	TEA	06432	
15	0035		Door obstruction 1	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	08	8	TEA	06432	
16	0035		Door obstruction 1	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	15	7	TEA	06432	
17	0035		Door obstruction 1	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	08	6	TEP	06432	
18	0035		Door obstruction 1	18/10/21 16:44:35.0	Recovery	16	5	TEB	06432	
19	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	14	4	TEB	06432	
20	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	07	3	TEP	06432	
21	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	13	2	TEA	06432	
22	0038		Door obstruction 4	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	07	1	TEA	06432	
23	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	08	8	TEA	06432	
24	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	15	7	TEA	06432	
25	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	08	6	TEP	06432	
26	0037		Door obstruction 3	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	16	5	TEB	06432	
27	0036		Door obstruction 2	18/10/21 16:44:33.0	Occurrence	14	4	TEB	06432	

圖 1.11-10 事件紀錄產出之資料型態

⁵⁴ 其中第 8 車發生計 10 次, 第 1 車發生計 3 次, 第 1 車 MR 壓力過低均伴隨於 8 車後出現。
⁵⁵ 第 1 次停留軔機緊軔發生於 14:02:06 時, 當時列車位置在機務段車庫內。

表 1.11-3 事件紀錄各欄位名稱說明

編號	欄位名稱	備註
1	No.	編號
2	Event Code	事件代碼
3	Event Name	事件名稱
4	Date and Time	日期與時間
5	Event Type	發生/復位
6	S/N of Car	車輛編號
7	Car No.	車廂編號
8	Car Type	車種
9	Train No.	車次
10	Train Location[km]	列車位置[km]
11	Train Speed[公里/時]	列車速度[公里/時]

1.11.2.2 傾斜控制系統紀錄

普悠瑪號之特色在於列車行駛經過曲線彎道時，可利用傾斜控制系統執行車廂傾斜，提升旅客乘坐舒適度，並使得列車行經曲線時的速限可以更加提升。

傾斜控制系統之硬體主要由：空氣彈簧（AS）、高度變換器（HCLV）、傾斜控制單元（TC）、主傾斜控制單元（MC）、傾斜控制放大器（AMP）及增速風泵（BOOSTER）所構成，如圖 1.11-11。其中傾斜控制器設置在 TED、TEP、TEM_B（1、3、4、5、6、8）車，主傾斜控制器設置在 TEM_A（2、7）車，均具備紀錄傾斜及運行狀態（Monitoring Data）的功能。

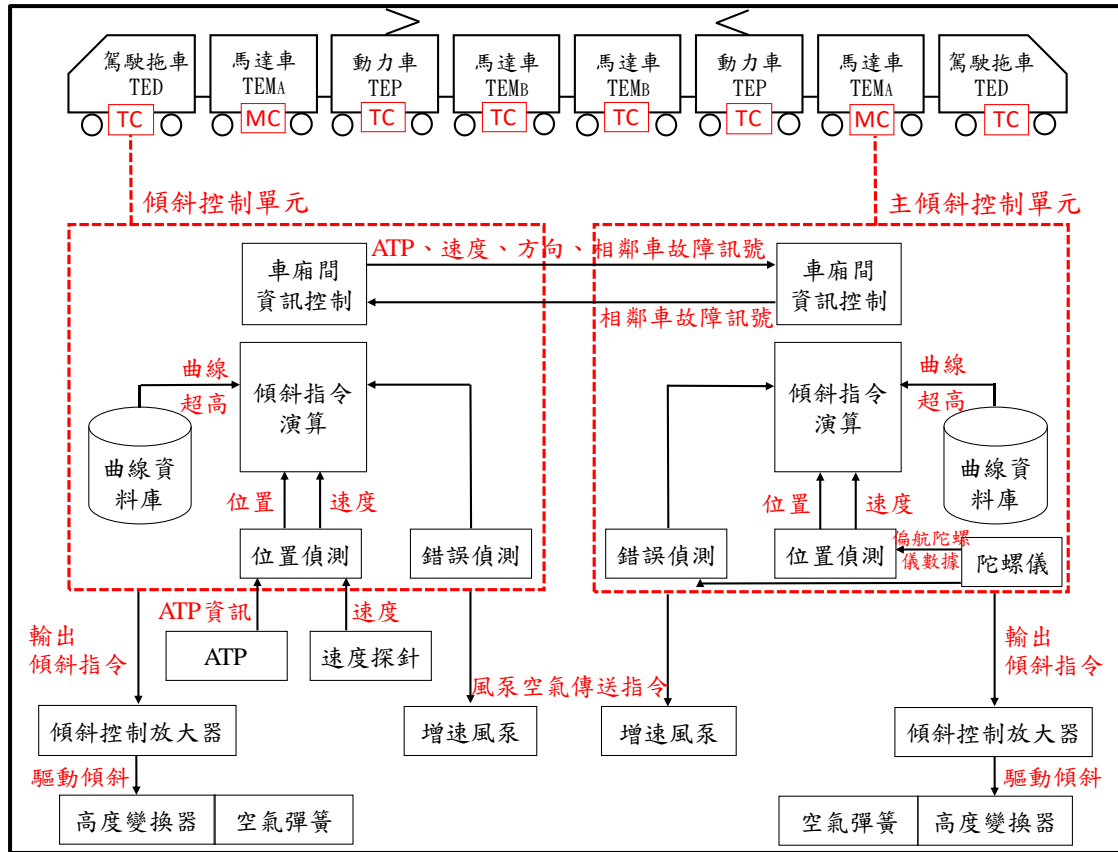


圖 1.11-11 傾斜控制系統之硬體架構

在傾斜控制單元或是主傾斜控制單元⁵⁶主機上均設有數位記憶卡插槽（相容 CF 記憶卡），以保存傾斜紀錄及運行狀態，本次經解讀之傾斜紀錄資料概述如表 1.11-4。

表 1.11-4 本案傾斜控制器/主傾斜控制器數位記憶卡資料概況

編號	車號	證物編號	解讀日期	紀錄開始時間	紀錄停止時間
1	TED2007	108 刑管 229	民國 108 年	1402:05	1643:39

⁵⁶ 調查小組於民國 108 年 10 月 24 日自臺灣宜蘭地方法院接收本案 TED2007（1 車）傾斜控制單元、TEMA2013（2 車）主傾斜控制單元主機各兩台及 CF 記憶卡各兩張（108 刑管 229 編號 1、108 刑管 229 編號 2、108 刑管 229 編號 9、108 刑管 229 編號 10），並於同（108）年 11 月 5 日邀請日商日本車輛製造株式會社 Nippon Sharyo, Ltd（以下簡稱日車）共同解讀 CF 記憶卡資料，於當日完成記憶卡資料下載並轉檔為可讀文件。調查小組復於民國 108 年 11 月 6 日向臺灣宜蘭地方法院申請並獲同意移轉本案第 3~8 車傾斜 CF 記憶卡（108 刑管 229 編號 9-9），於 11 月 8 日再次邀請日車共同解讀，均於當日完成各車記憶卡資料下載並轉檔為可讀文件。

	(1 車)	編號 9	11 月 5 日		
2	TEMA2013 (2 車)	108 刑管 229 編號 10		1402:06	1643:40
3	TEP2007 (3 車)	108 刑管 229 編號 9-9	民國 108 年 11 月 8 日	1402:05	1643:39
4	TEMB2014 (4 車)			1402:04	1643:38
5	TEMB2016 (5 車)			1402:08	1643:41
6	TEP2008 (6 車)			1402:04	1643:38
7	TEMA2015 (7 車)			1402:05	1643:40
8	TED2008 (8 車)			1402:05	1643:38
備註：檔案內容為逐秒之紀錄產出，其中第 8 車 1626:04、第 7 車 1639:57 之資料內容遺失。					

而該轉檔後之文件資料呈現該車廂逐秒之傾斜狀態，同時亦有列車位置、速度紀錄，此類訊息均可作為後續分析依據，以下對於傾斜紀錄機制及內容進一步說明：

(1) 傾斜紀錄機制：當列車在停車的狀況下，系統將定義此時為「①停車狀態」，此時的傾斜數據將會以 1 分鐘之週期儲存到暫存記憶體，而當列車行駛速度來到 30 公里/時以上時，系統則定義列車進入「②行駛狀態」，此時的傾斜數據也是以 1 分鐘的週期儲存到暫存記憶體，一直到列車行駛速度降至 2 公里/時以下時，系統將進入「③寫入狀態」將暫存記憶體數據以檔案形式寫入 CF 記憶卡中，當所有紀錄均寫入完畢後再次進入「①停車狀態」，並以這三種狀態持續循環紀錄機制，如圖 1.11-12 所示。

本次各車廂解讀出的傾斜紀錄時間停止於 1643:38~41 間，乃因為列車出軌斷電當下之時速維持在 30 公里/時以上，無法進入「③寫入狀態」，系統仍持續判定列車在「②行駛狀態」，該傾斜數據尚未以

檔案之形式寫入 CF 記憶卡中，僅儲存在暫存記憶體中，而該暫存記憶體因屬於揮發性記憶體，當列車出軌斷電後內容即無法保存，調查小組解讀出的傾斜紀錄結果尚符合前述的紀錄機制。

(2) 傾斜紀錄內容：經解讀轉檔出的傾斜紀錄資料名稱為「monitoring_data」的 CSV 文件檔，檔案開啟後可呈現該車廂每秒鐘的傾斜狀況，其中每秒鐘可呈現 22 項紀錄欄位如圖 1.11-13 所示，各欄位之表示內容整理如附錄 9 所示。

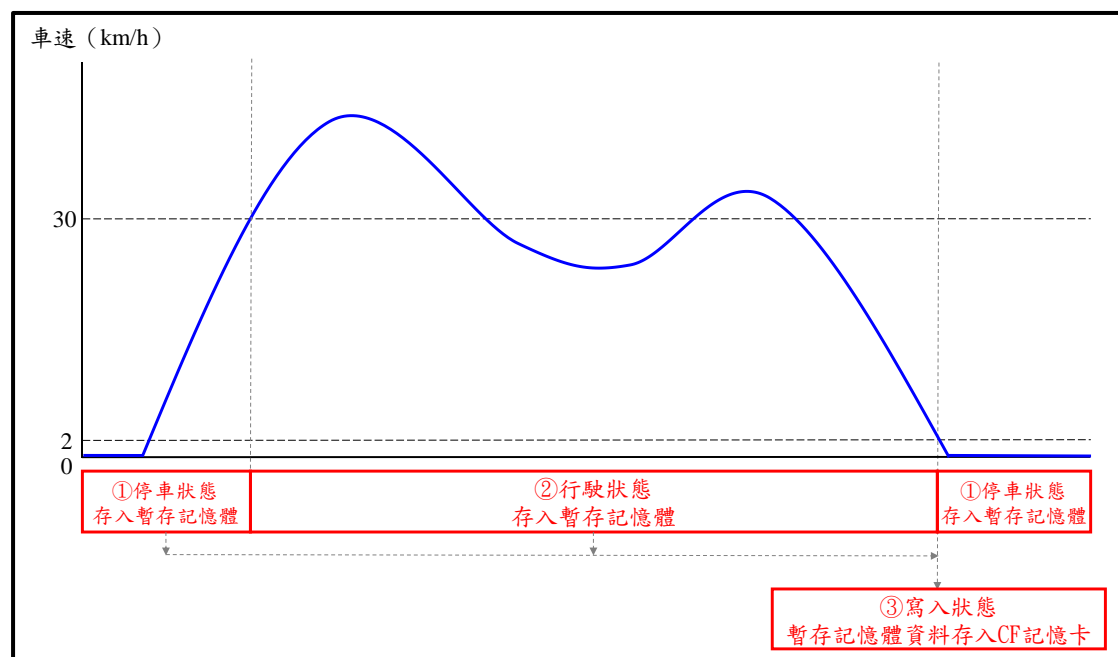


圖 1.11-12 普悠瑪列車傾斜紀錄機制示意圖

時刻	カウンタ	年月日時分秒	状態ビット	路線コード	現在位置[m]	速度[km/h]	曲率[1/m]	カント[mm]	空気ばね高さ1位[mm]
607183325	6807004	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183326	6807254	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183327	6807504	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183328	6807754	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183329	6808004	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183330	6808254	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183331	6808504	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183332	6808754	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183333	6809004	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183334	6809254	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183335	6809504	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183336	6809754	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	
607183337	6810004	2018/10/21 14:02	0x02		0	0	0.0022	52	

圖 1.11-13 普悠瑪列車傾斜紀錄轉檔文件內容

本次列車的傾斜紀錄，計發生 32 次的左傾斜（傾斜指令 51）、34 次的右傾斜（傾斜指令 68），於 1622:17 第 8 車的傾斜狀態恢復標準高度（傾斜指令 17）並持續至紀錄中止，同時間第 7 車的備援側轉向架傾斜狀態啟動紀錄，即開始對第 8 車下達傾斜指令。

在本項傾斜紀錄中所呈現之列車速度，是由安裝在 TED（1、8）車第 2 軸上的轉速計如圖 1.11-14 所計算，有關該列車速度後續將與前述列車控制監視系統所記錄的速度進行比對。

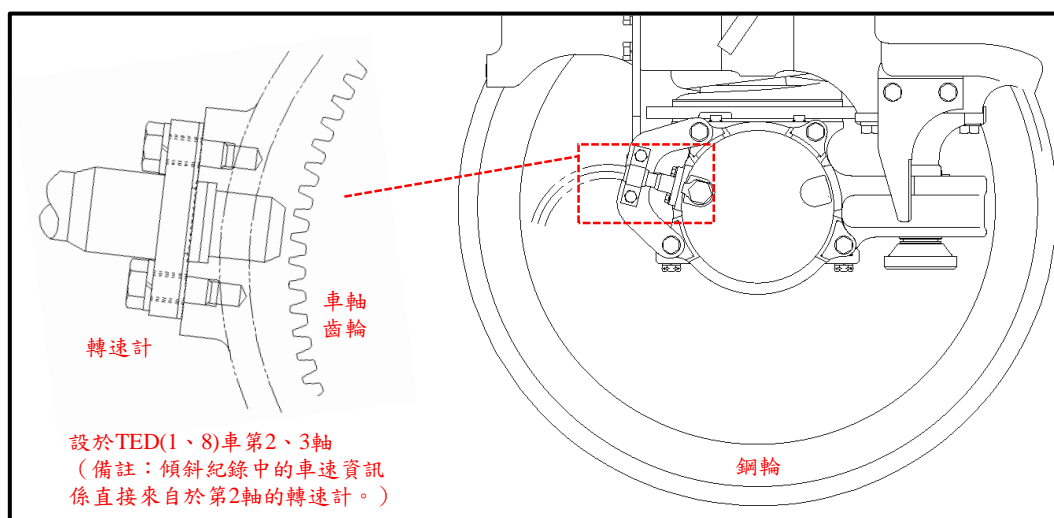


圖 1.11-14 轉速計示意圖

1.11.2.3 列車自動防護系統紀錄

在普悠瑪列車上設有列車自動防護系統，該系統可以連續偵測和監控司機員的動作、列車速度等訊息，輔助司機員在最安全及高效率的情況下駕駛列車，列車自動防護系統的車上設備主要是由：人機介面 (Man-Machine Interface, MMI)、紀錄單元 (RU)、數位車速表 (LED speedometer)、ATP 主電腦控制模組 (ATP-CU)、數位界面單元 (DX)、安全數位界面單元 (VDX)、速度與距離單元 (SDU)、速度與距離處理器組 (SDP) 以及感應子傳輸模組 (BTM) 等單元組成，而各單元則藉由多功能車輛匯流排 (MVB) 來相互傳輸資訊如圖 1.11-15 所示。

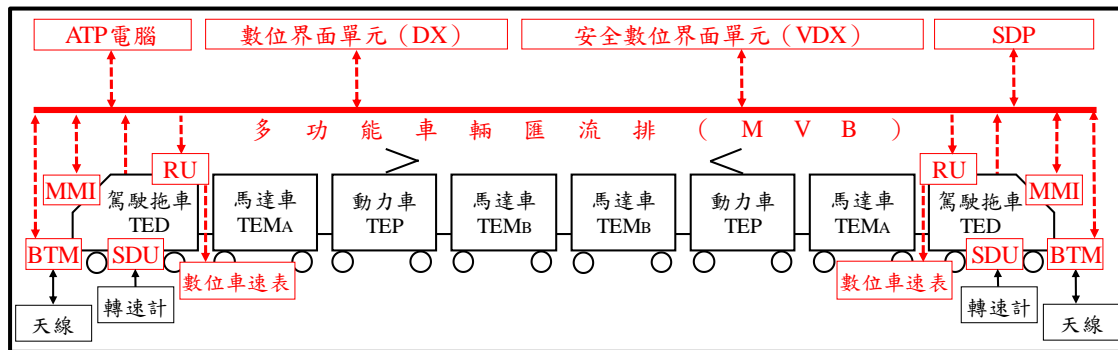


圖 1.11-15 普悠瑪列車列車自動防護系統架構圖

而整個列車自動防護系統架構與司機員間，主要是透過司機員操作面盤及數位車速表來進行連結，其中司機員操作面盤 (內含電腦及內建觸控型 LCD 螢幕) 主要可呈現運轉模式、列車速度、允許速限、目標距離及目標速度等資訊，可提供司機員監視列車行駛狀態。

其中列車自動防護系統紀錄單元可以直接從多功能車輛匯流排中收集並記錄列車行駛資料，主要有二種功能⁵⁷，分述如下：

(一) 事件判讀用：在列車行駛過程中，如有相關故障或事故發

⁵⁷ 資料來源：整理自臺灣鐵路管理局 ATP 系統車上設備操作手冊 (2017 年 8 月 3 日 3NSS004830D0137 6.4C 版)。

生時，為了重建當時列車行駛情形，此時紀錄單元儲存的事件紀錄，即可提供做為維修或調查分析使用。紀錄單元是直接從 MVB 蒐集資料，包括運轉等級、操作模式、速度、方向、距離、從地上設備收到的訊號、停靠車站、聲響指示、告警、警示、司機員下的指令、車上設備的收送訊號、故障訊息等紀錄，可儲存的範圍可包含 2400 km 行程或 240 小時之運轉紀錄。

(二) 傳送速度資訊到數位車速表：當紀錄單元偵測到 ATP 故障(含隔離狀態下)或司機員操作面盤故障時，將負責提供速度資訊至數位車速表顯示如圖 1.11-16。

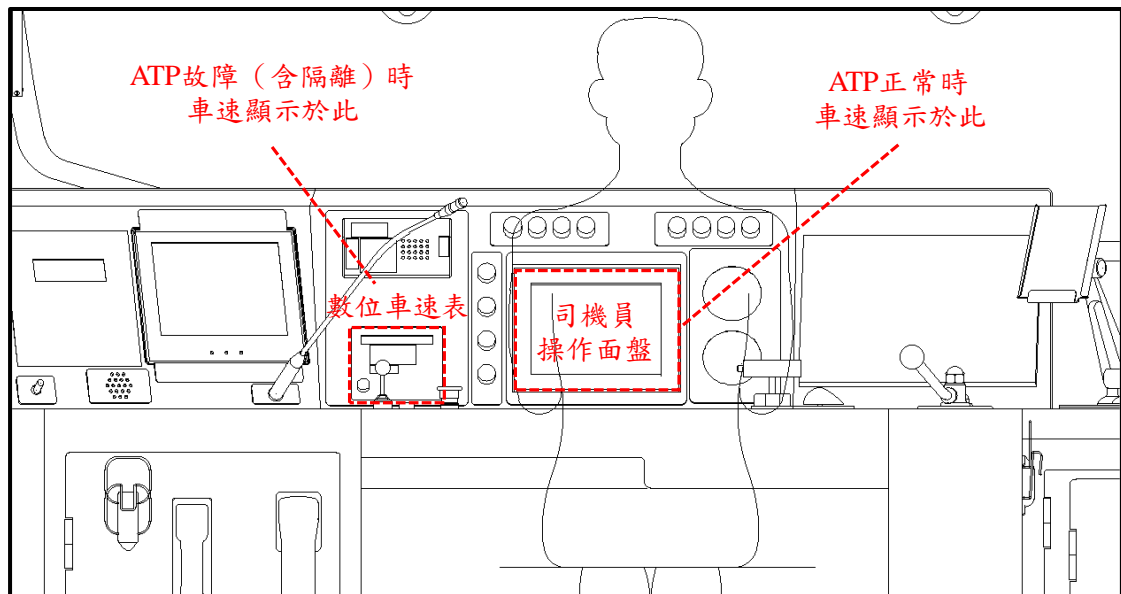


圖 1.11-16 司機員操作面盤與數位車速表相對位置

調查小組讀取本次事故列車自動防護系統資料⁵⁸，其中司機員隨身碟資料，其內容均為副檔名 MMI 之檔案，另讀取紀錄單元 CF 記憶卡資料，其內容均為副檔名 RU 之檔案。經調查小組聯繫列車自動

⁵⁸ 有關本次事故列車自動防護系統資料來源除 108 年 10 月 17 日自交通部鐵道局接收的列車自動防護系統車速表外，另於同 (108) 年 10 月 24 日自臺灣宜蘭地方法院接收本案司機員隨身碟 (108 刑管 230 編號 1)、TED2008 (8) 車紀錄單元 CF 記憶卡 (108 刑管 228 編號 34)。

防護系統原廠 Bombardier Transportation Taiwan Ltd. (龐巴迪股份有限公司臺灣分公司) 協助，於民國 108 年 10 月 29 日將上開資料分別轉檔為可判讀之 mmg、rug 文件檔案，經轉檔後的事務列車資料結果如表 1.11-5 所示：

表 1.11-5 本案列車自動防護系統資料概況列表

項目	設備	證物編號	原始內容	資料轉檔日期	轉檔內容	紀錄開始時間	紀錄結束時間
1	司機員隨身碟	108 刑管 230 編號 1	MMI	民國 108 年 10 月 29 日	mmg	1418:15	1617:58
2	紀錄單元 CF 記憶卡	108 刑管 228 編號 34	RU		rug	1407:22	1649:32

調查小組依據紀錄單元 CF 記憶卡轉出的資料進行判讀，其中 1618:01 (校時時間 1617:56) 紀錄 ATP 隔離 (T_STATUS_ATP ATP Running changed to Down) 之資訊，並於同時間紀錄到數位車速表啟動 (T_STATUS_SPEEDOMETER: Activate LED speedometer due to ATP-Down) 之資訊。

有關列車自動防護系統列車車速來源，係由裝設在 TED (1、8) 車第二與第三軸之轉速計獲得，轉速計內部有 4 組獨立光檢出器，其中 3 組光檢出器互相相差 120 度的機械角，將偵測到的脈衝數提供給速度與距離單元 (SDU)，此單元再將資訊經由 MVB 傳送到速度與距離處理器組 (SDP)，以進行速度、距離之計算。第 4 組光檢出器偵測的脈衝專供 RU 使用，RU 具有速度計算功能，當偵測到列車自動防護系統故障 (含隔離狀態) 時，將提供速度資訊給數位車速表進行備援顯示。

1.12 殘骸檢視與現場量測資料

1.12.1 事故現場量測

事故現場位於臺鐵新馬車站所在之彎道處，分布範圍自臺鐵宜蘭線東線里程 K89+200 起至 K89+500 止，沿東正線軌道北側長約 300 公尺，寬約 40 公尺之長條形區域。

事故發生後，財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心（以下簡稱國震中心）派遣無人機團隊前往現場勘查（事故當日夜間及次日清晨共兩次）。事後本會向國震中心取得事故現場空中測繪資料，含 4K 高解析度影片、2 千萬畫素照片及 2 公分精度三維數值模型，如圖 1.12-1 所示。

經比對相關現場資料後，確認事故後第 8、7 車⁵⁹與後續車廂連結斷裂分離，第 8、7、5、3 車傾覆，唯採集空照圖時為進行搜救作業，原傾覆之第 7 車已經扶正。

依據國震中心提供之無人機空中測繪資料，次日上午之現場分布如圖 1.12-2 所示，第 3、4 車已因搜救需求移動至旁邊之軌道上，同時自里程 K89+220 處開始有鋼軌、枕木、電桿、門型架及其他相關建物設備受損之情形，如圖 1.12-3 所示，各車廂於現場之分布概要如表 1.12-1 所示。

⁵⁹ 該車行進方向為第 8 車為車頭，第 1 車為車尾。

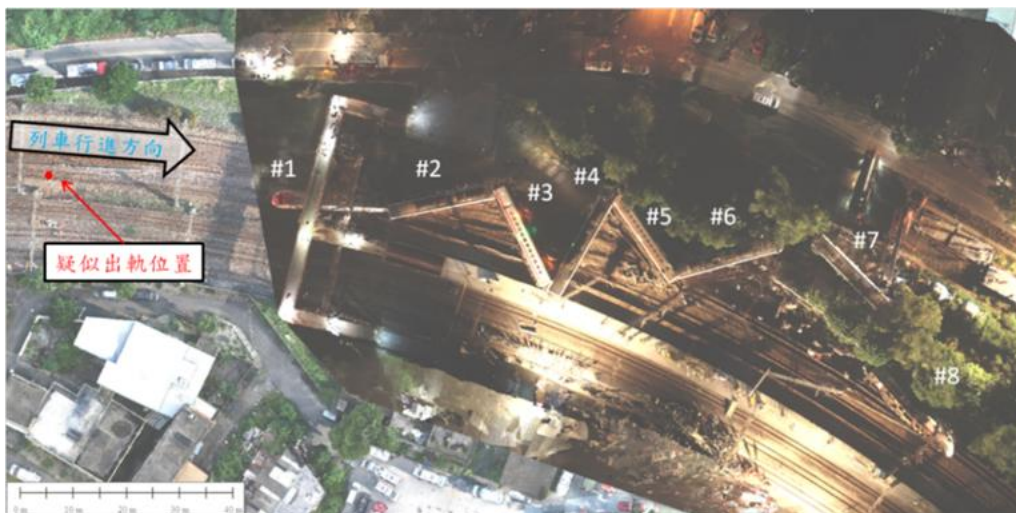


圖 1.12-1 事故當晚現場分布圖



圖 1.12-2 事故次日現場分布圖



圖 1.12-3 事故次日現場列車及周遭環境受損分布情形

表 1.12-1 事故現場車廂分布情形概要

車廂編號	車廂幾何中心位置與疑似出軌點 ⁶⁰ 相對距離	車廂幾何中心位置偏出軌道相對距離	車廂姿態	車廂損壞情形
8	162 公尺	10 公尺	左傾約 90 度翻覆，沿軌道方向右偏約 10 度	嚴重損毀，左側全車左後方約 1/3 車身潰縮，駕駛座右上方有一凹痕 ⁶¹ ，車頂並有長約 6.4 公尺之大面積塌陷
7	147 公尺	26 公尺	左傾約 70 度翻覆（拍攝時已扶正），沿軌道方向右偏約 15 度	部份損毀，車廂左前端約 2 公尺 x 0.5 公尺區域潰縮
6	124 公尺	18 公尺	未翻覆，沿軌道方向左偏約 40 度	輕微損毀，第 6 股軌道西側鋼軌彎曲變型由插入車廂左側 ⁶²
5	107 公尺	15 公尺	左傾約 90 度翻覆，沿軌道方向右偏約 35 度	輕微損毀
4	95 公尺	10 公尺	未翻覆，沿軌道方向左偏約 80 度	輕微損毀
3	85 公尺	7 公尺	左傾約 90 度翻覆，沿軌道方向右偏約 45 度	輕微損毀
2	70 公尺	8 公尺	未翻覆，沿軌道方向左偏約 30 度	輕微損毀
1	48 公尺	3 公尺	未翻覆，沿軌道方向左偏約 15 度	輕微損毀

1.12.2 殘骸 3D 重建

本會調查小組為比較並辨識事故列車損毀情形，攜帶裝備至臺鐵富岡基地進行事故列車之殘骸與正常車廂建模比對，利用 3D 雷射掃描儀（簡稱光達）進行各車廂之 3D 掃描作業，如附錄 10 所示。

⁶⁰臺鐵宜蘭線東線 K 89+200 位置。

⁶¹比對其凹痕與電桿外型吻合。

⁶²正線向外第二股軌道斷裂點距疑似出軌點約 130 公尺。

1.12.3 列車出軌撞擊痕跡

檢視新馬站事故現場車輛翻覆、軌道線形照片及發生隔日之空拍圖，第 6432 次車第 8 節車廂第一組轉向架左側（海側）車輪踏面及頸軸承有磨擦痕跡；第 8 節車廂第一組轉向架右側（山側）車輪踏面無磨擦痕跡，第二組轉向架毀損脫離。出軌位置經現場丈量，距軌道 K89+200 百公尺里程標有 18.75 公尺，里程為 K89+218.75，屬「介曲線」區域內，鋼軌內側道碴及軌枕有碎裂狀況，如圖 1.12-4 所示，防脫護軌表面無撞擊痕跡。里程約 K89+224.285 處開始，擋碴牆有連續斷裂現象，如圖 1.12-5 所示。

另依據臺鐵提供之行車影像紀錄器畫面，事故列車於通過新馬站人行天橋前最近一組之電車線門型架後向左翻覆，該門型架里程約 K89+240。

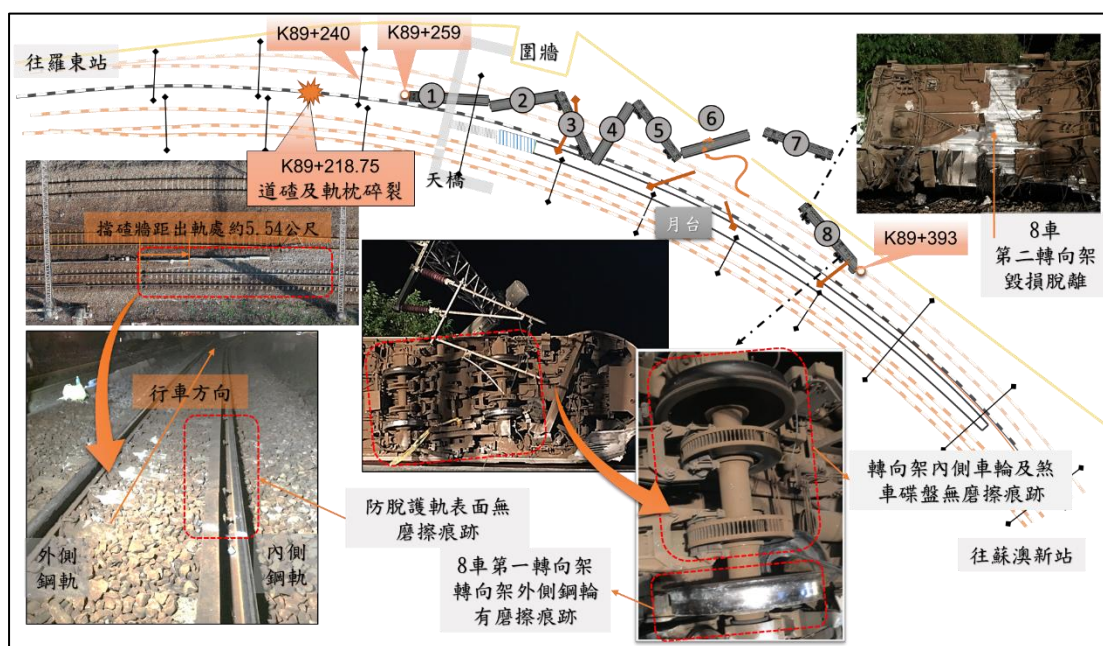


圖 1.12-4 第 8 節車廂轉向架及軌枕磨痕說明

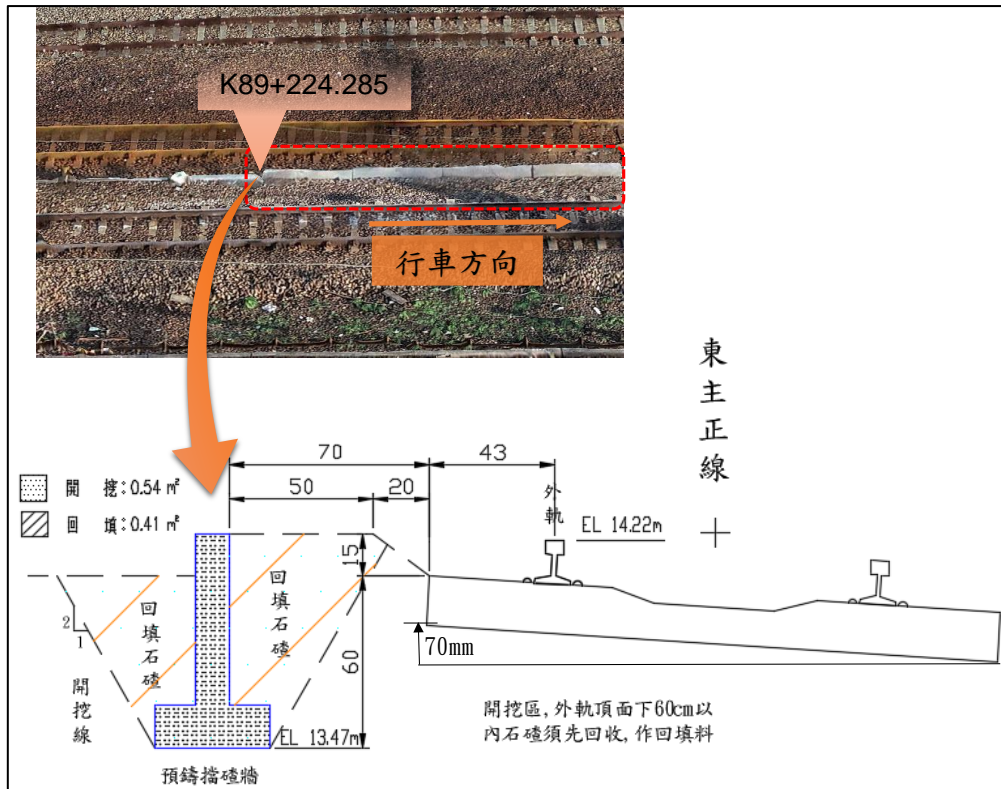


圖 1.12-5 出軌處擋碴牆斷裂情形

1.13 醫療與病理

1.13.1 本案司機員事故後毒藥物檢驗

本節係整理自「法務部法醫研究所毒物化學鑑定書⁶³」、「內政部警政署刑事警察局鑑定書⁶⁴」與「法務部調查局濫用藥物實驗室鑑定書⁶⁵」。本案司機員事故後的藥毒物檢測項目包括：酒精含量、一般毒藥物篩檢、毒品、鎮靜及安眠藥；送驗檢體包含其血液、尿液及頭髮。

檢驗結果為血液及尿液中均未檢出酒精、安非他命類、鎮靜安眠藥及其他常見毒藥物成分；其血液及尿液中檢出之 Tramadol、Acetaminophen、Morphine 等成分，與事故後在羅東聖母醫院急診就

⁶³ 本鑑定書受理日期為民國 107 年 10 月 24 日，報告日期為民國 107 年 10 月 26 日。

⁶⁴ 本鑑定書為民國 107 年 10 月 26 日刑鑑字第 1078005866 號函。

⁶⁵ 本鑑定書為民國 107 年 10 月 29 日調科壹第 10723212910 號函。

醫紀錄中所使用之 Morphine 與 Ultracet 藥物相符合。

另頭髮送驗結果顯示，本案司機員在各頭髮區段，其海洛因代謝物、安非他命類藥物、愷他命代謝物及苯乙胺迷幻藥代謝物檢驗，均呈陰性反應。

1.13.2 本案司機員事故前醫療紀錄

1.13.2.1 緩起訴處分轉介戒癮治療

本案司機員曾因施用第二級毒品（安非他命）經臺北地檢署裁定緩起訴處分，並轉介至臺北市立聯合醫院○○院區○○○○科接受為期一年的戒癮治療⁶⁶。

臺北市立聯合醫院○○院區○○○○科及○○科醫療紀錄顯示，本案司機員於民國 107 年 1 月 30 日初次接受○○○○科門診戒癮治療，至事故前 1 次 9 月 25 日門診，期間共接受 13 次○○○○科門診。另為利開立處方用藥，主治醫師於門診時視需要讓本案司機員以健保身分加掛○○科門診，計 7 次門診。

主治醫師於訪談時表示：門診治療初期自本案司機員所獲知之資訊為該員乃從事排班相關工作，並未包含其工作包含列車駕駛，後來知道其為列車駕駛，但因事故後本案司機員仍接受主治醫師之治療，所以主治醫師不記得確切知道本案司機員之工作包含列車駕駛之時間點。

本案司機員於訪談時表示：門診治療期間可能未告知主治醫師其

⁶⁶ 緩起訴處分戒癮治療：為貫徹「斷絕供給、降低需求」之反毒新策略，經由檢察官緩起訴處分之行使，使毒癮患者經治療後早日脫離毒害，重返健康社會，並預防毒癮患者因籌措購毒費用衍生犯罪，特於刑事訴訟法中制定緩起訴處分命戒癮治療，對施用第一級毒品與第二級毒品者，經醫療機構評估後，實施為期一年的藥物、心理或社會復健治療，藉由提高自我控制與社會適應降低其再犯可能性。（法務部官網）

工作包含駕駛列車。

1.13.2.2 診斷與檢測

本案司機員於○○○○科及○○科門診接受治療之概況摘要如下：

○○科門診

主治醫師診斷結果為其他興奮劑濫用（other stimulant abuse）、無併發症（uncomplicated）；每次門診（計 13 次）皆會對本案司機員進行尿液毒品檢測，項目為安非他命及搖頭丸，檢測結果皆為陰性。

○○科門診

主治醫師診斷結果為適應性失眠症⁶⁷（adjustment insomnia），並開立處方用藥，幫助緩解本案司機員因緩起訴造成之焦慮及睡眠困擾。

主治醫師於訪談表示：經診斷本案司機員並未到憂鬱症或焦慮症之程度，主要是本案司機員對於被判緩起訴之狀況覺得內疚與自責，進而出現焦慮的情緒反應並影響睡眠品質。

1.13.2.3 門診治療藥物

事故前本案司機員於○○○○科及○○科門診期間，醫師依據本案司機員之睡眠困擾及焦慮狀況曾陸續開立處方藥物，協助解決上述

⁶⁷ 適應性失眠症，又稱急性失眠症，其臨床特徵和慢性失眠症類似，以入睡困難或維持睡眠困難為特徵，但持續時間較短（數日或週），通常伴隨生活壓力源如職業、財務或健康等問題。適應性失眠症通常不需治療，隨著壓力事件之消除或解決，症狀也跟著緩解，惟若症狀已明顯影響個體之日常生活或使其感受痛苦則需藥物治療；另個體本身若有一些惡化因子，如不當的壓力管理技巧、焦慮、不良之睡眠衛生習慣或物質濫用等，則適應性失眠症可能會進展成慢性失眠症，此時症狀則可長達數月或年。以上綜整自美國睡眠協會（American Sleep Association），原文出處 <https://www.sleepassociation.org/sleep-disorders/insomnia/adjustment-insomnia/>。

狀況。

本案司機員於訪談時表示：主治醫師有告知藥物可能的副作用，並提醒用藥期間盡量不要開車或駕駛等，本案司機員亦因擔心用藥對駕駛勤務之影響，而於乘務前一晚盡量不使用。其表示未服用藥物當晚，睡眠品質多少會受到影響，至於對隔日精神狀況之影響則表示不太清楚，可能從旁人對其之觀察會較準確。另其表示事故前的用藥對記憶力表現應影響不大。

主治醫師於訪談表示：藥單或藥袋都會註明藥物的副作用，大部分的人不一定會產生副作用；本案司機員服用的藥物確實存在影響精神狀態的可能性，但可能性與影響程度會與用藥時間、藥物效用持續時間、個人的適應性、以及劑量等因素有關。主治醫師另表示：本案司機員服用安眠藥之狀況應未到藥物成癮的程度，一般而言，例如：不吃安眠藥無法睡眠；或是必須服用大量的藥物才會產生效果之狀況，才是屬於藥物成癮。

1.14 生還因素

1.14.1 行車事故應變處理相關規定

1.14.1.1 車長乘務手冊

臺鐵「車長乘務手冊⁶⁸」有關車長職責與列車出軌應變作為相關內如摘錄如下：

壹、車長之職責

車長之職掌：「隨乘列車擔任行車、查票，並指揮監督隨車人員，辦理乘客隨身攜帶物品之查驗，車內服務及清潔、秩序之

⁶⁸ 車長乘務手冊無生效日期、版期、修訂紀錄、手冊審核、與管制相關資訊。

維持等一切事宜」。茲特將其主要任務列舉如下：

五、如遇發生事故，災變或需退行等情事時，辦理列車防護、處理事故、應變措施以及退行等之各種措置，並應照顧嚮導乘客避難等工作。

拾壹、行車事故應變處理

二、列車出軌：

(一) 確認列車出軌狀況，並視行車方式施行適宜之列車防護，如有妨礙鄰線時，應於列車駛來方向施行第一種列車防護。

(二) 通報兩端站，請求救援並阻止後續列車進入該區間。

(三) 如有人員傷亡時應指揮隨車服務人員搶救。

(四) 依照鐵路重大事故通報卡蒐集相關資料通報兩端站。

(五) 引導乘客疏散至安全地點並請求辦理接駁。

(六) 依值班站長及調度員之指示，配合辦理搶修作業。

1.14.1.2 車服部服務員工作守則

臺鐵「餐旅服務總所車勤服務部車勤服務人員值乘工作守則」係將服務員之工作區分為：開車前、列車行進間與到達終點站三類，其中與行車事故應變有關者摘錄如下：

二、列車行進間

(十) 巡行列車要項

3. 巡行列車遇有特殊或危急情事，應即報告列車長，俾採應變處理措施。

1.15 測試與研究

1.15.1 本案司機員班表疲勞指數評估

臺鐵司機員之乘務工作是由臺鐵機務處依「交通部臺灣鐵路管理局動力車乘務員勤務時間排班須知⁶⁹」之原則規劃出各機務段「機班運用表⁷⁰」，再由各機務段排班副主任將各工作班之內容進行分組、安排次序，並將司機員排入各工作班中。司機員排班須知為疲勞管理之基礎，為強化疲勞管理，國外鐵道業已將疲勞生物數學模式⁷¹納入疲勞風險管理之機制內，以利分析司機員派遣前班表之疲勞風險並進行管理。

疲勞生物數學模式乃依科學上對疲勞原因之瞭解進而發展的電腦分析程式，以預測工作班存在之疲勞風險。本會使用英商 Fatigue Risk Management Science Limited 所開發之疲勞生物數學模式-多模組運具駕駛員疲勞風險評估分析系統 (Fatigue Risk Index, 簡稱 FRI)，評估本案司機員事故前實際工作期間之疲勞指數⁷²，結果如下：

依本案司機員「乘務員工作報單」紀錄，其於民國 107 年 10 月 14 日至 21 日之工作紀錄如表 1.15-1。FRI 分析結果如圖 1.15-1，其中事故當日之班表疲勞指數為 5.95，代表該工作班產生高度疲勞 (Karolinska 睡眠量表在 8 或 9 分) 之機會為 5.95%。

⁶⁹ 民國 93 年 3 月 12 日鐵人二字第 093005489 號函 (臺北市政府同意核備)；民國 93 年 4 月 6 日機管考字第 0930002392 號函 (自民國 93 年 5 月 1 日起實施)；民國 104 年 10 月 16 日鐵人二字第 1040035017 號函 (北市府 10438849400 號函同意核備)；民國 105 年 12 月 19 日鐵人二字第 1050040648 號函 (北市府 12 月 5 日北市勞資字第 10546172800 號函同意核備)。

⁷⁰ 本機班運用表自民國 107 年 4 月 23 日起使用。

⁷¹ Fatigue biomathematical model.

⁷² 疲勞指數 (Fatigue Index)，代表某工作班產生疲勞平均可能性 (average probability)，總分介於 0~100，分數越高代表該工作班表產生之高度疲勞 (Karolinska 睡眠量表在 8 或 9 分) 的機率越大。

表 1.15-1 本案司機員工作紀錄

上班日期	工作班 起始時間	下班日期	工作班 結束時間	工作負 荷 ⁷³	注意 力 需求	工作班中休 息頻率（平 均幾分鐘休 息 1 次）	工作班中 平均每次 休息時間 （分鐘）	工作班中 最長工 作時間 （分鐘）	工作班中 最長工作 時間後之 休息時間 （分鐘）	由住處至上班 處之通勤時間 長度（分鐘） ⁷⁴
107/10/14	1200	107/10/15	0130	2	2	338	135	352	135	50
107/10/16	0800	107/10/16	1700	1	1	240	60	240	60	50
107/10/17	0800	107/10/17	1700	1	1	240	60	240	60	50
107/10/18	0708	107/10/18	1523	2	2	0	0	495	0	50
107/10/19	0534	107/10/19	1740	2	2	318	91	423	91	50
107/10/21 ⁷⁵	1140	107/10/22	0133	2	2	349	135	370	135	50

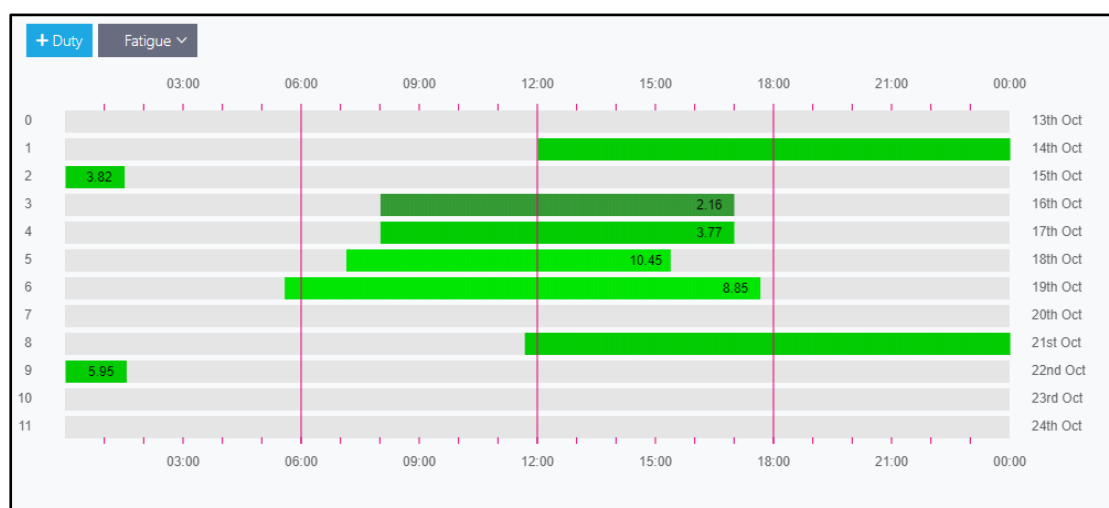


圖 1.15-1 本案司機員之實際工作期間疲勞指數

1.15.2 主風泵性能及富油測試

本會調查小組於臺鐵富岡機廠取得事故列車第 1 車主風泵、第 8 車除濕裝置、第 8 車冷卻器與第 3 車冷卻器等組件。民國 109 年 3 月

⁷³ 參考國外鐵道業使用 FRI 分析之經驗，列車乘務的工作負荷及注意力需求多在中等或中等以上，故本案司機員在乘務工作之工作負荷設定為 2: moderately demanding, little spare capacity，注意力需求亦為 2: most of the time；另辦公室行政工作（常日班）之工作負荷及注意力需求的設定值則低於乘務工作之設定，兩者皆設為 1。

⁷⁴ 因無本案司機員實際通勤時間資料，故使用 Google map 路線規劃，以其住所及七堵機務段之位置推估平均通勤時間。

⁷⁵ 因臺鐵未提供本案司機員事故當日的乘務員工作報單，故使用機班運用表之預劃時間。另為分析事故當日班表之疲勞指數，故工作班時間為機班運用表之預劃時間，非事故發生時間。

2 日至 14 日期間於納博特斯克公司大溪工廠進行主風泵測試，參與測試單位包含：本會、日本車輛、臺鐵、交通部鐵道局與臺鐵產業工會代表。

本次測試結果顯示，造成主風泵油溫上升主要因素歸納如下：

1. 冷卻器鰭片上方異物堆積；
2. 中空絲膜除濕機內部劣化，造成洗脫空氣⁷⁶大量增加；
3. 潤滑油品質劣化；
4. 油分離器濾心性能劣化，導致潤滑油量減少；

上述 4 點主因，依其程度不同皆能造成油溫上升現象，數個主因同時複合發生時（如綜合第 1、2、4 等多項因素），可能引發主風泵油溫過高，導致強制停止現象。

舉此合理推測第 6432 車次事故編組，其 4 台主風泵均可能因上述單一因素或複合因素，處於運作溫度容易升高狀態。由第 8 車中空絲膜除濕機發生內部劣化，造成洗脫空氣大量增加，可能事故編組中有部分主風泵因蓄壓能力不足造成運作時間變長，後續引起油溫過高與強制停止現象。此外，事故編組發生 2 台主風泵強制停止後，亦將造成整體蓄壓能力進一步劣化，導致壓縮空氣供給量不足於消耗量，造成 MR 壓力過低引發失去動力及停留軔機動作等現象。各項主風泵測試如附錄 13。

經送檢事故車 TEP2007 車（3 車）主風泵空氣乾燥機濾心（含中空絲膜、油分離器與水分離器濾心）與 TED2007（1 車）主風泵取得殘存潤滑油，比對結果證實 3 個濾心均有沾附送檢之潤滑油。中空絲膜、油分離器與水分離器濾心富油檢測結果如附錄 14。

⁷⁶ 洗脫空氣用途為帶走中空絲膜外表水氣並冷卻主風泵馬達、空氣壓縮構造部位及連軸器。

經送檢事故車 TED2008 車（8 車）中空絲膜（製造日期 2012 年 5 月），經初步剖開金屬外殼後，其內部濾心狀況與新品中空絲膜濾心之比對，如附錄 15。

1.15.3 列車車速比對驗證

本文紀錄器設備說明普悠瑪號列車上共有「列車控制監視系統 TCMS」、「傾斜控制系統 TC/MC」、「列車自動防護系統 ATP」等 3 類系統可以紀錄列車車速，進一步確認各系統的車速偵測來源均不相同，彙整如表 1.15-2 所示。

表 1.15-2 普悠瑪號列車各系統車速偵測來源

系統		車速偵測來源
列車控制監視系統		根據列車輪徑資料及牽引控制單元中「速度感測器」偵測的齒輪轉數及轉動方向頻率數，透過計算式來運算出。
傾斜控制系統		根據安裝於 TED（1、8）車第 2 軸上的轉速計所計算出。
列車自動防護系統	MMI 紀錄	經由裝設於 TED（1、8）車第 2 與第 3 軸之轉速計獲得，轉速計內部有 4 組獨立光檢出器，其中 3 組光檢出器將偵測到的脈衝數提供給速度與距離單元後，傳送至速度與距離處理器組進行速度、距離之計算。
	RU 紀錄	TED（1、8）車第 2 與第 3 軸轉速計內部第 4 組光檢出器偵測的脈衝直接提供 RU 進行速度計算。

為進一步比對事故列車各系統的車速紀錄（圖 1.15-2），並將各車速紀錄進行套疊，結果發現其速度呈現趨勢均為一致（圖 1.15-3），各系統間速度相對誤差經計算均小於 1 公里/時，表示各系統車速紀錄數據可信度為高。

Sync time	列車控制監視系統	列車自動防護系統-RU	傾斜控制系統
1618:12	15	16.992	14.72
1618:13	18	19.980	17.17
1618:14	20	21.996	19.02
1618:15	22	23.976	22.08
1618:16	24	25.992	23.92
1618:17	27	27.972	25.76
1618:18	29	29.988	28.22
1618:19	31	32.976	31.28
1618:20	34	34.992	33.13
1618:21	36	37.980	35.58
1618:22	38	39.996	38.03
1618:23	40	41.976	39.87
1618:24	43	43.992	41.71
1618:25	45	46.980	44.78
1618:26	47	48.996	46.01
1618:27	50	50.976	48.46
1618:28	52	51.984	50.92
1618:29	52	51.984	51.53
1618:30	52	51.984	51.53
1618:31	52	51.984	51.53
1618:32	52	51.984	51.53
1618:33	52	51.984	51.53

圖 1.15-2 事故列車各系統紀錄車速摘錄

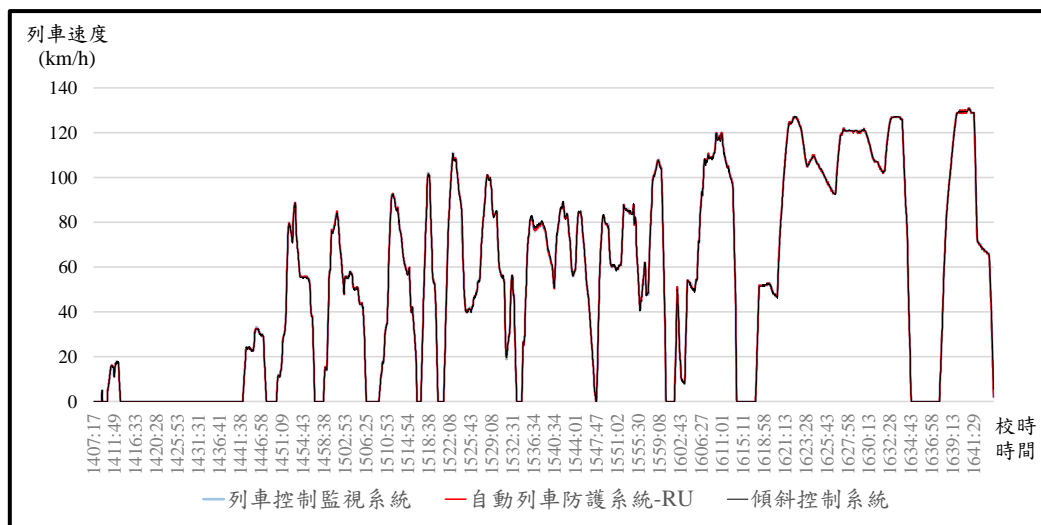


圖 1.15-3 事故列車各系統紀錄車速套疊圖 (1407:17~1643:40)

使用動態影像分析軟體，以獲取列車速度，對應共計 1,022 幅影像⁷⁷，如圖 1.15-4，事故列車最後 34 秒之平均速度為 140 公里/時。

⁷⁷ 合計 34.1 秒， $34.1 \times 29.97 = 1,022$ 。

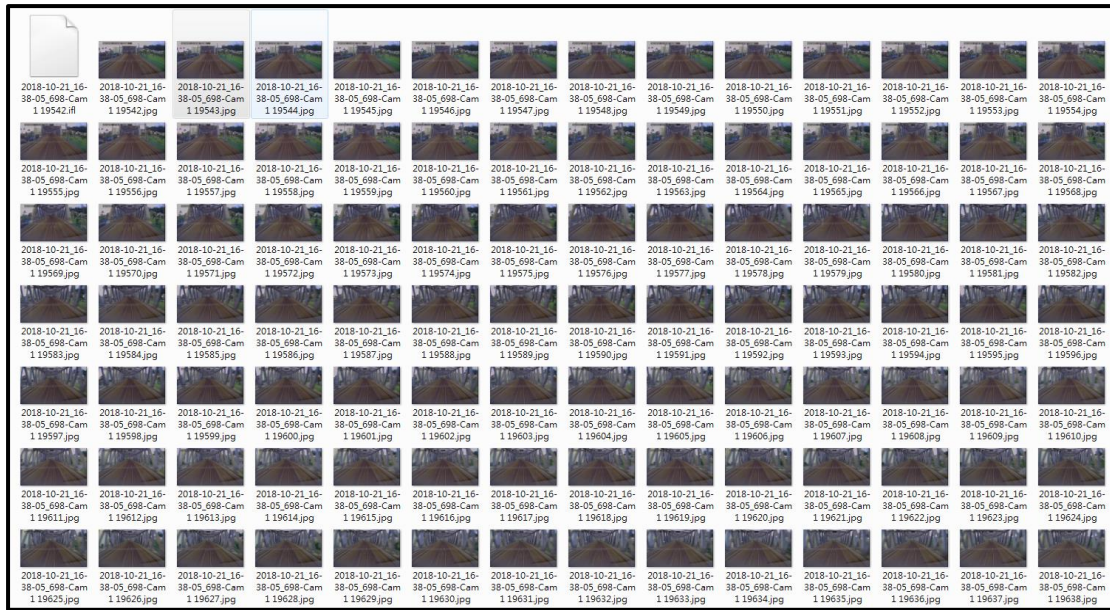


圖 1.15-4 最後 34 秒影像圖幅資料示意 (共 1,022 張)

影像推估速度與列車控制監視系統間的速度關係，如圖 1.15-5。

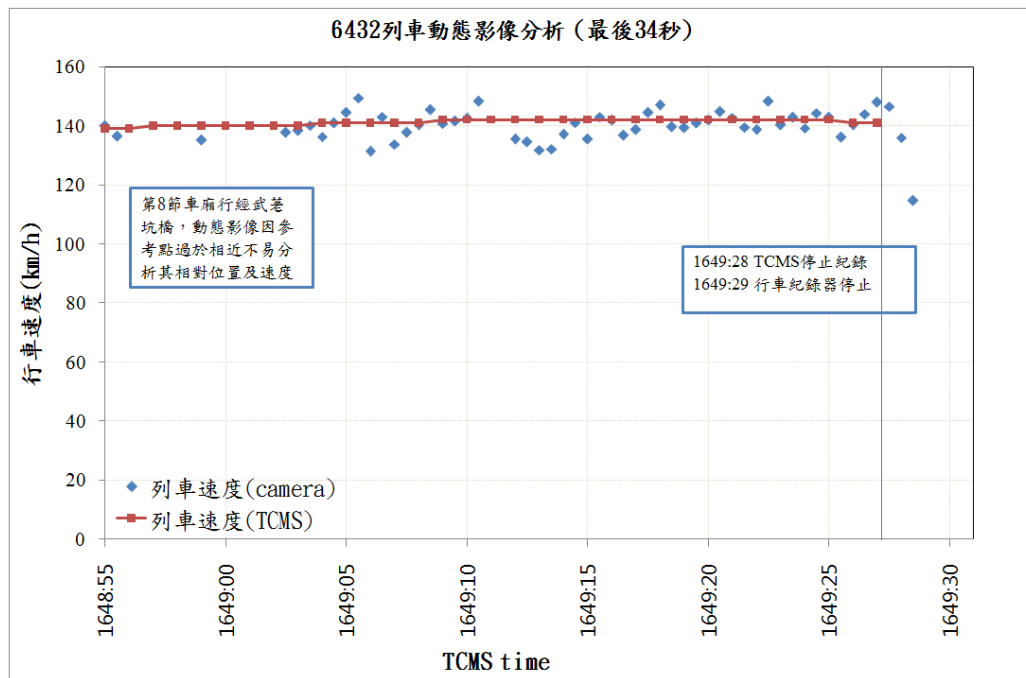


圖 1.15-5 事故列車最後 34 秒速度變化圖

1.15.4 列車傾覆臨界速度推估

一般列車行駛於曲線路段時，在曲線半徑、超高、列車重心高度、軌距及橫向擺動等因素下，會有一個允許列車安全通過之臨界速度，而此臨界速度是指列車車輪離開鐵軌並開始翻覆的速度，通常稱為「傾覆臨界速度」。

事故列車編組傾覆點是在進入新馬站前的介曲線處。所謂介曲線（又稱緩和曲線），顧名思義，是於直線與圓曲線間加設的另一種曲線，如下圖 1.15-6 所示。

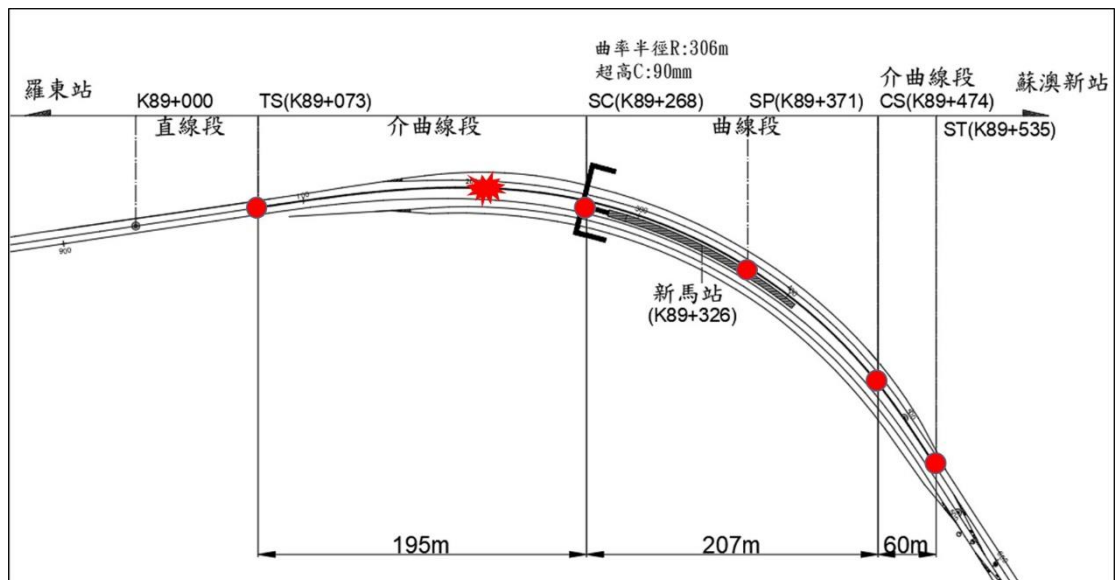


圖 1.15-6 軌道平面線形圖

依臺鐵宜蘭工務段曲線資料表，新馬站彎道路段（曲率半徑 306 公尺）之主要控制點里程如下：

- (1) 介曲線起點 (TS) 里程：K89+073.006
- (2) 介曲線與曲線連接點 (SC) 里程：K89+268.006
- (3) 曲線中點 (SP) 里程：K89+371.296
- (4) 曲線與介曲線連接點 (CS) 里程：K89+474.585

(5) 介曲線終點 (ST) 里程：K89+534.585

事故列車編組傾覆地點介於上述介曲線起點 (TS，里程 K89+073.006) 及介曲線與曲線連接點 (SC，里程 K89+268.006) 處。

而列車傾覆臨界速度的計算，國際上廣泛引用日本工程師國枝雅治 (Masaharu Kunieda) 博士的數學公式 (不考慮側風效應)：

$$D = \frac{2h_G}{G} \left(\frac{V^2}{R \cdot g} - \frac{c}{G} \right) + \frac{2h_G}{G} \left(1 - \frac{\mu}{1 + \mu} \cdot \frac{h_{GT}}{h_G} \right) \cdot \frac{\alpha_y}{g}$$

其中，

D： Risk Rate

h_G ：車輛重心高度⁷⁸ (單位：公厘)

h_{GT} ：轉向架重心高度⁷⁹ (單位：公厘)

G：軌距值⁸⁰ (單位：公厘)

c：超高值⁸¹ (單位：公厘)

R：曲線半徑⁸² (單位：公尺)

α_y ：橫向振動加速度⁸³ (單位：公尺/秒²)

⁷⁸ 車輛重心高度：日本車輛原廠提供之 TED 空車重心高度為 1,330 公厘，乘客滿載重心高度為 1,433 公厘，考量載客率等因素將使重心升高，並參考日本事故調查對車輛重心高度補正 1.25 倍，故代入計算得預估重心高度為 1,662 公厘。

⁷⁹ 轉向架重心高度：依據日本車輛原廠提供之資料為 500 公厘。

⁸⁰ 軌距值：鐵路軌道兩條鋼軌期間的距離，以鋼軌的內距為準，臺鐵的軌距為 1,067 公厘。

⁸¹ 超高值：指外側軌較內側軌提高之高度，在介曲線路段不是固定值。於本報告中，用以模擬傾斜列車通過曲線時的傾斜角度。

⁸² 曲線半徑：新馬站彎道曲線半徑為 306 公尺，在介曲線路段則不是固定值。

⁸³ 橫向振動加速度：依據日本車輛原廠提供之資料為 0.981 公尺/秒²。

μ ：轉向架•車體質量比⁸⁴

g ：重力加速度（單位：公尺/秒²）

當 D 值為 1 時即代表列車到達傾覆臨界狀態，由此導出列車傾覆速度公式如下：

$$V = \sqrt{\left(\frac{c}{G} + \frac{G}{2h_G} - A\right) \cdot R \cdot g} \quad , \quad A : \left[1 - \frac{\mu}{1+\mu} \cdot \frac{h_{GT}}{h_G}\right] \cdot \frac{\alpha_y}{g}$$

依上述公式代入相關參數數值，求得武荖坑溪鐵橋曲線中心、介曲線路段（每間隔 25 公尺）及新馬站曲線中心於列車編組傾斜裝置作用下兩個不同傾斜角度（0°、2°）、兩個軌距值（1,067 公厘、1,132 公厘）及兩種車廂重心高度（1,433 公厘、1,662 公厘）下的傾覆臨界速度資料，如表 1.15-3 所示。

表 1.15-3 列車傾覆臨界速度表

里程	超高	曲線半徑	車廂重心高度 (1,433 公厘)				車廂重心高度 (1,662 公厘)			
			0°	2°	0°	2°	0°	2°	0°	2°
			傾覆臨界速度 (1,067 公厘)		傾覆臨界速度 (1,132 公厘)		傾覆臨界速度 (1,067 公厘)		傾覆臨界速度 (1,132 公厘)	
K88+200 武荖坑溪鐵橋曲線中心	100	900	207.3	212.1	212.0	216.4	192.3	197.4	196.4	201.1
直線路段 (略)	∥	∥	∥	∥	∥	∥	∥	∥	∥	∥
K89+073 介曲線起點 (TS)	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K89+100	4	2387	294.5	303.3	305.8	313.9	266.0	275.8	276.8	285.7
K89+125	16	1193	212.3	218.4	219.9	225.5	192.5	199.3	199.7	205.9
K89+150	30	796	177.2	182.1	183.1	187.6	161.4	166.8	166.9	171.9
K89+175	44	597	156.6	160.8	161.5	165.3	143.3	147.9	147.8	151.9
K89+200	60	477	143.2	146.9	147.3	150.6	131.6	135.6	135.3	138.9
K89+225	72	398	133.0	136.2	136.5	139.5	122.6	126.1	125.7	129.0
K89+250	84	341	125.0	128.0	128.2	130.9	115.6	118.8	118.3	121.3
K89+268	90	306	119.4	122.2	122.2	124.8	110.5	113.5	113.0	115.8

⁸⁴ 轉向架•車體質量比：依據日本車輛原廠提供之資料為 0.41（滿載）。

介曲線終點 (SC)										
K89+371 新馬站曲線 中心	90	306	119.4	122.2	122.2	124.8	110.5	113.5	113.0	115.8

從 TCMS 紀錄得知，從 1648:57 時起事故列車編組通過武荖坑溪鐵橋後車速在 140 公里/時以上（最高到 142 公里/時），由上面計算公式求得的理論值資料得知，列車傾覆點落在里程 K89+200 至 K89+225 之間。

1.15.5 列車傾覆行為模擬

本項利用 Simpack 動力學模擬軟體，以普悠瑪號 4 節車廂連結狀態，自列車通過武荖坑溪鐵橋直線段開始至新馬站彎道（里程範圍 K88+750 至 K89+635）及實際車速條件下進行模擬。

車輛模擬架構包含車廂、轉向架及輪軌介面設定，車廂由中心插銷鎖固轉向架連接桿及空氣彈簧支撐，轉向架懸吊系統包含主懸吊、空氣彈簧、左右動緩衝器及抑制行駛偏擺之油壓阻尼器，列車運行路線、車廂數及轉向架結構說明如圖 1.15-7。

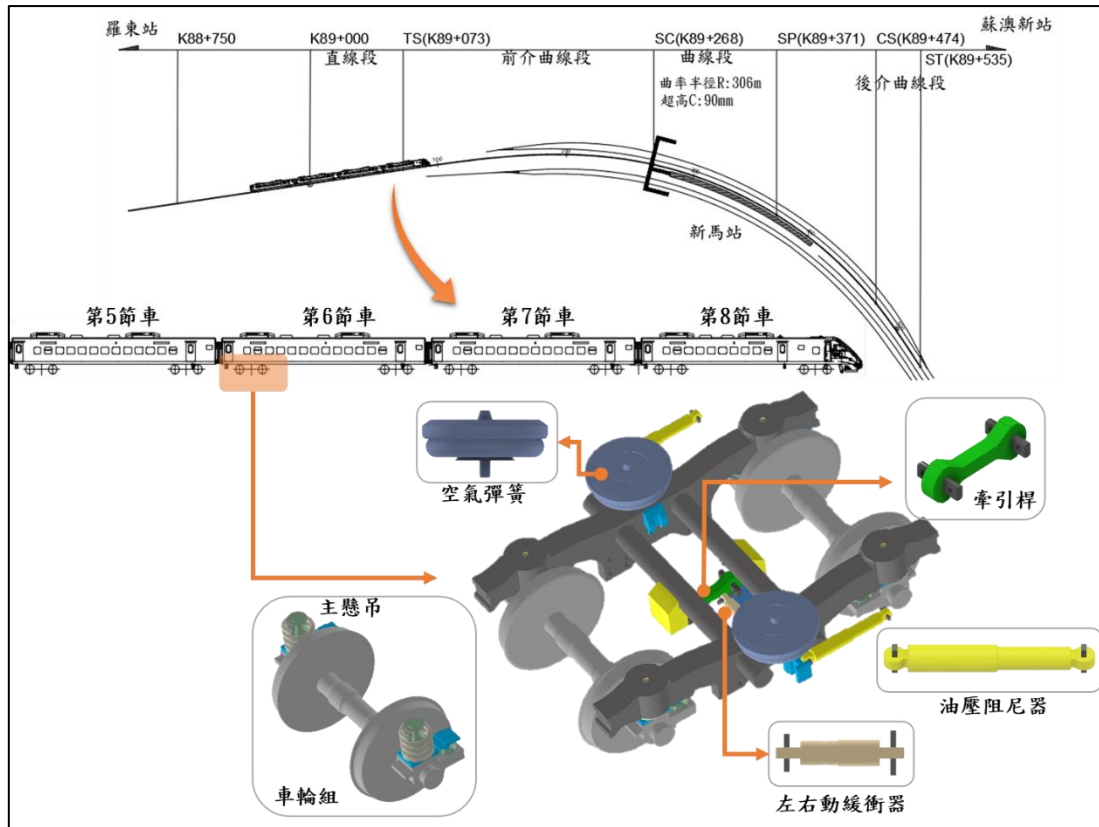


圖 1.15-7 列車運行路線及車輛、轉向架結構說明

軟體設定參數包含車輛傾斜裝置（作動時間 5 秒）、轉向架減震系統、新馬站軌道線形（直線段漸變至曲線段）及防脫護軌設置，採原廠設計值及軌道線形實測值（里程 K89+000 至 K89+400），以符合列車實際運行狀態。基本參數設定說明如表 1.15-4 及表 1.15-5。

表 1.15-4 軌道線形參數

線形	起點	直線	介曲線	曲線	介曲線	直線
分段長度 (公尺)	0	323	195	207	60	100
里程	K88+750	K89+073	K89+268	K89+475	K89+535	K89+635
縱向高度 (坡度) 里程	K88+750 至 K89+039		K89+039 至 K89+597		K89+597 至 K89+635	
縱向高度 (坡度) 值	-0.01		0.0023		0.0082	
防脫護軌里程	K89+70 至 K89+590					
軌距 (公厘)	1,067		漸變	1,077	漸變	1,067

超高 (公厘)	0		0→90	90	90->0	0
速度值 (公里/時)	140	141	142	141	141	141
車輛傾斜 2°	水平	水平	右傾	右傾	右傾	恢復水平

表 1.15-5 車廂及轉向架參數

項目	車廂	8 (車頭)	7	6	5
	單位	TED	TEMA	TEP	TEMB
轉向架重量	公斤	11,750	14,950	11,650	14,950
車廂+轉向架重量 (全載：滿座)	公斤	38,705	42,462	41,987	42,622
車廂重心距地高	公厘	1,366	1,277	1,337	1,278
轉向架重心距地高	公厘	500	500	500	500

第 8 車轉向架脫軌係數與運行時間如圖 1.15-8 及圖 1.15-9。運行時間 11.295 秒時，第 8 車第一轉向架右側車輪脫軌係數為 11.7135，開始大於 1.06；運行時間 11.455 秒時，第 8 車第二轉向架右側車輪脫軌係數為 1.0818，開始大於 1.06。

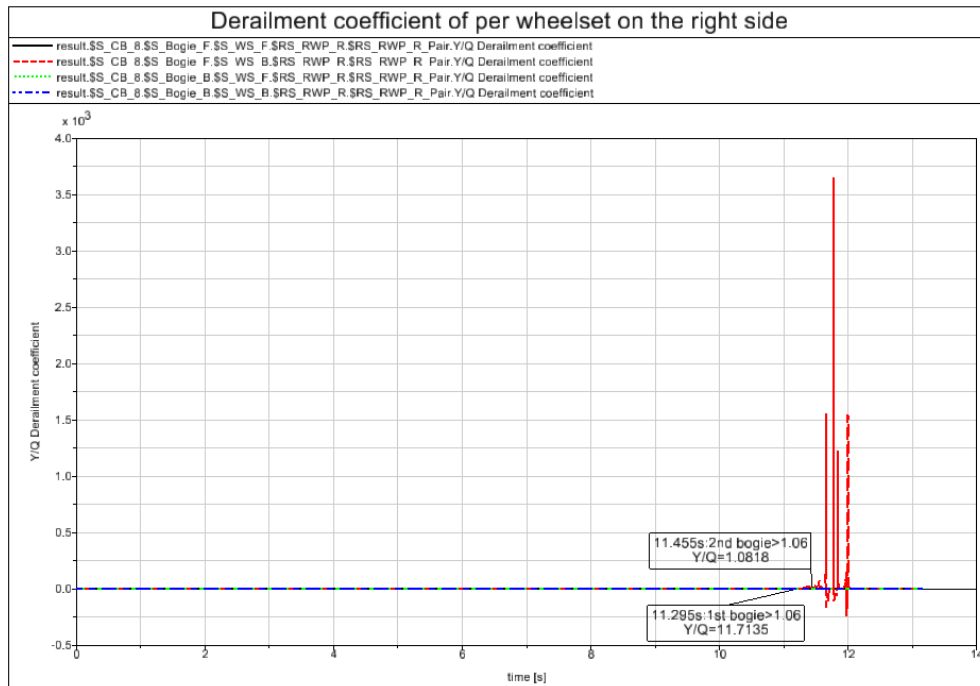


圖 1.15-8 第 8 節車廂第一轉向架脫軌係數與運行時間

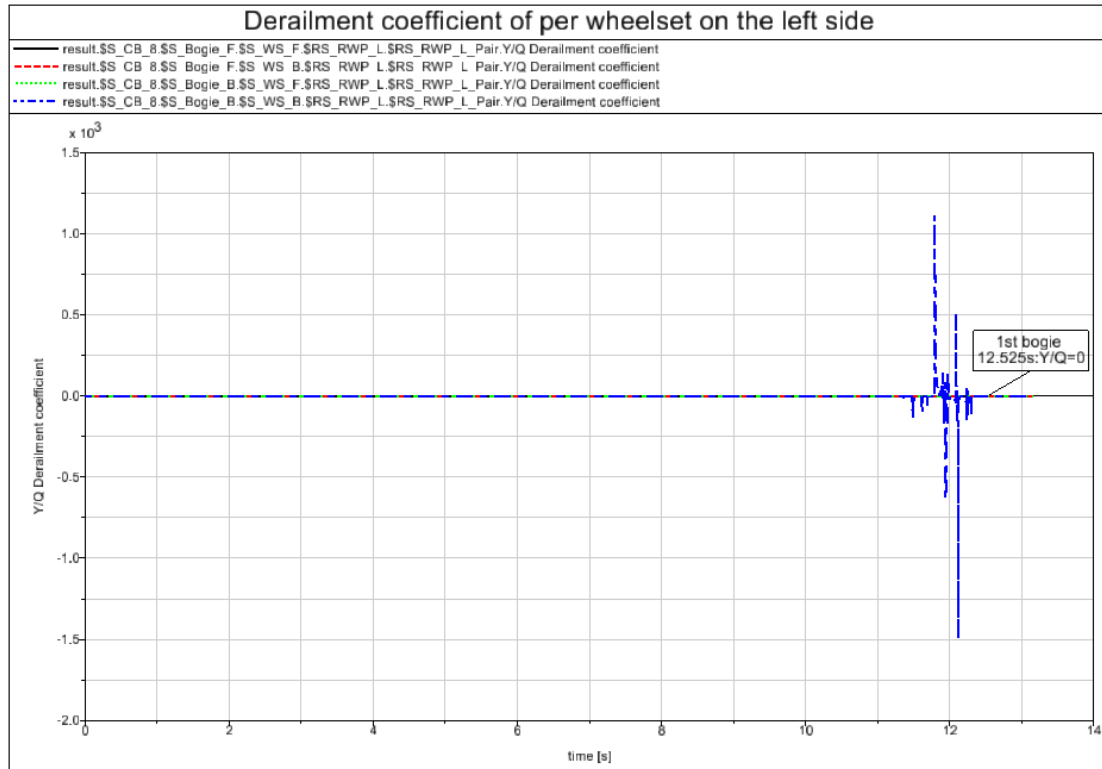


圖 1.15-9 第 8 車第二轉向架脫軌係數與運行時間

Y/Q (橫壓/輪重, 脫軌係數安全值) = $K \times (\tan\alpha - \mu) / (1 + \mu \tan\alpha) = 1.06$,
 其中, α (轉向架輪緣傾斜角度): 68° , μ (輪軌摩擦係數): 0.3, K
 (安全係數, 日本鐵道技術基準 (土木編)) = 0.85。第 8 車兩組轉向
 架車輪脫軌係數開始發生大於安全值 1.06 時, 脫軌係數與摩擦係數
 對比關係圖如 1.15-10。

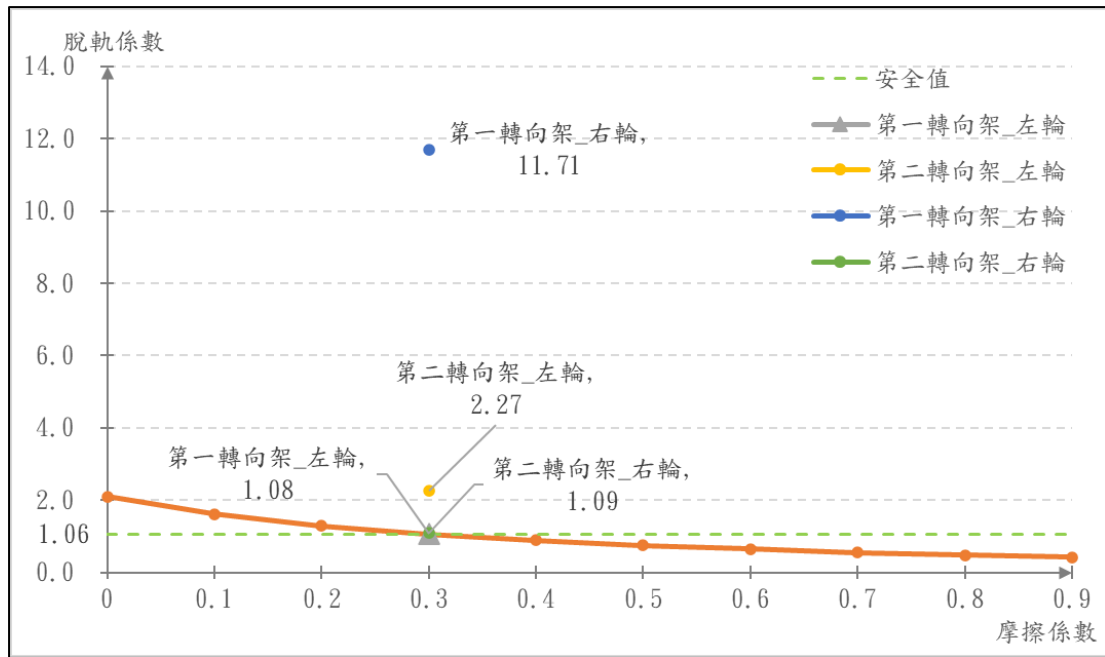


圖 1.15-10 脫軌係數與摩擦係數關係圖

第 8 車運行時間 12.075 秒時，第一及第二轉向架右側車輪均與鋼軌無接觸行為發生，即與鋼軌脫離。運行時間 12.525 秒時，第 8 車第一轉向架左側車輪，最先與鋼軌發生無接觸行為，里程為 K89+251.172，第 8 車兩組轉向架右側車輪浮起脫離鋼軌如圖 1.15-11。

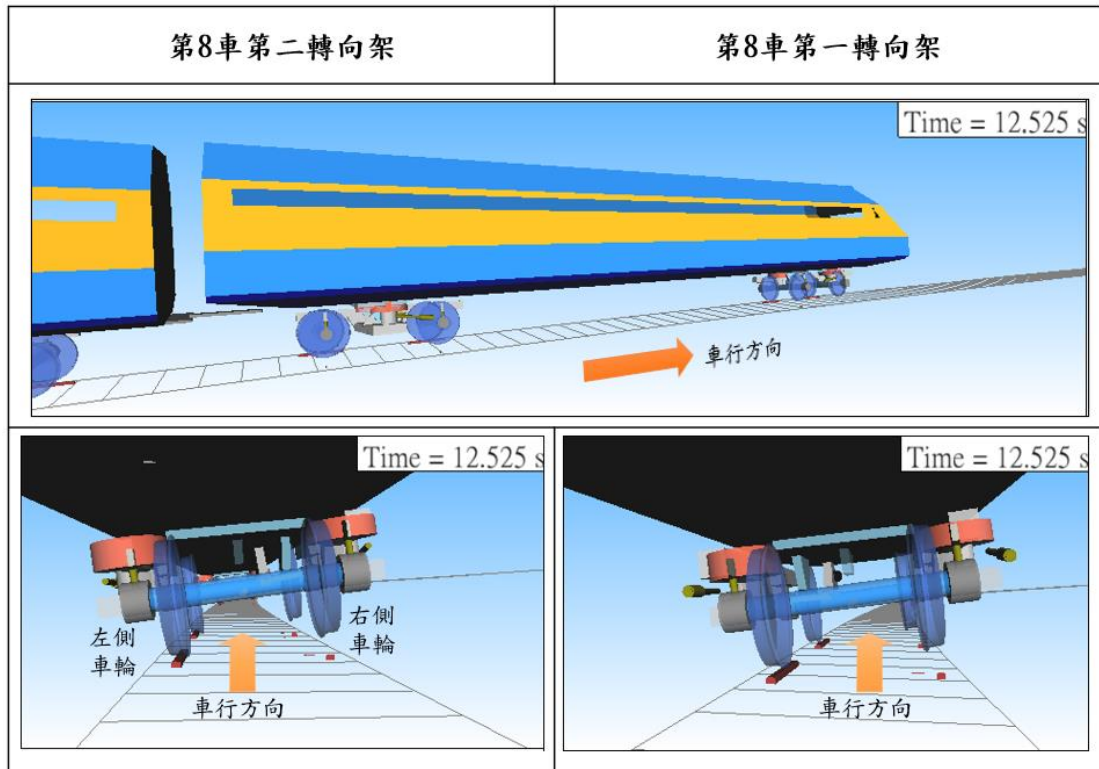


圖 1.15-11 第 8 車轉向架內側車輪浮起脫離鋼軌

1.15.6 主風泵運作實車測試

調查小組於民國 108 年 12 月 26 日進行普悠瑪實車測試，並分靜態與動態兩部分。靜態測試主要是在臺鐵樹林調車場機車廠內進行，並在靜態測試結束後著即進行動態測試。動態測試分去、回程兩趟，去程路線起點新北樹林站（樹林調車場）至終點宜蘭蘇澳站以及回程宜蘭蘇澳站至新北樹林站（樹林調車場）。靜態與動態測試內容如下：

1. 靜態測試

- (1) 檢視 1、3、6 與 8 車車底主風泵冷卻風扇進氣方向，發現 1、8 車車底主風泵冷卻風扇進氣口正對列車行進方向，進氣口濾網網目過大且無其他設備阻擋，增加吸入異物與髒污之機會。圖 1.15-12 為主風泵冷卻風扇進氣口濾網改善前後對照圖。

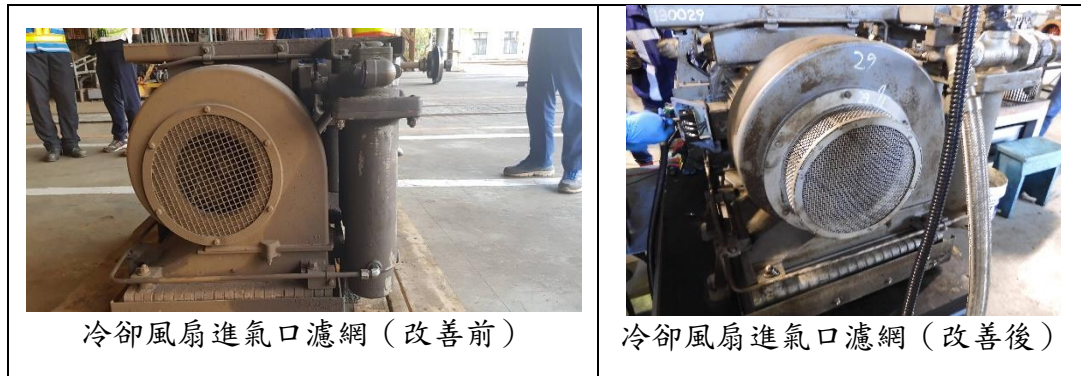


圖 1.15-12 冷卻風扇進氣口濾網改善前後對照圖

- (2) 於第 1 車駕駛室將 BOUN 斷路器跳開，中斷該車 BECU 與主風泵溫度偵測器電源供應後，確認該車主風泵可於無溫度偵測防護狀態下繼續維持運轉（確認溫度偵測功能與主風泵運作無直接聯動之設計）。
- (3) 於第 1、8 車模擬主風泵溫度開關閉合訊號後，TCMS 畫面顯示故障代碼 147「空壓機強制停止」並確認 1、8 車主風泵未運轉。

2. 動態測試

- (1) 去程從樹林站至蘇澳站，每隔一分鐘記錄駕駛控制臺壓力錶的 MR 壓力值（1、8 車主風泵無運轉），如圖 1.15-13 所示。

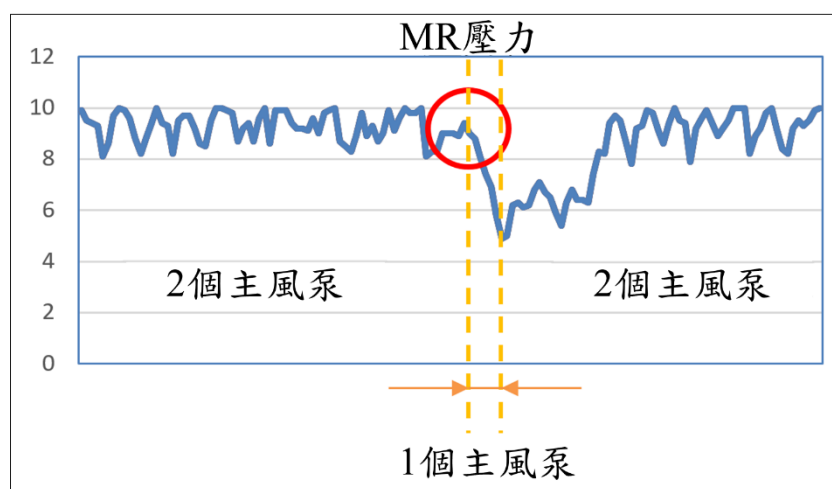


圖 1.15-13 樹林站-蘇澳站測試列車 MR 壓力值

- (2) 從上圖可以得知，測試列車在 1、8 車主風泵全程無運轉條件下，整個測試過程 MR 壓力大部分介於 8 bar 至 10 bar 間。除了途中嘗試再關閉一個主風泵停止運轉時（列車組僅剩一個主風泵在運轉），MR 壓力開始下降，期間產生列車動力切斷（MR 壓力低於 5.5 bar）及全車停留軔機作動（MR 壓力低於 5.0 bar，圖中紅圈處）乃至於停駛。
- (3) 統計樹林站至冬山站間主風泵運轉時間（扣除中間停站多於 30 秒與站間停車之時間）為 1 小時 51 分 40 秒，兩個主風泵運轉時間約為 1 小時 27 分 58 秒（猴硐站至頭城站間主風泵曾連續運轉 35 分 59 秒）。本次主風泵運轉率約為 79%。
- (4) 依據臺鐵提供之數據，普悠瑪號列車在通過曲線啟動傾斜時，每次約需消耗主風缸 0.6bar 之 MR 壓力。
- (5) 本次測試列車搭載人員數約 35 人，樹林站至羅東站紀錄車側門開關 1 次。與事故當日第 6432 次車普悠瑪 MR 壓力消耗情境差異比較如下：
- 事故列車總人數共 370 人（多約 10.6 倍人數）。
 - 樹林站至羅東站車側門開關 8 次。
 - 因為搭載人員數量多約 10.6 倍，維持車身高度所需空氣彈簧壓力增加。
 - 宜蘭站與羅東站上下車旅客較多，造成空氣彈簧洩氣後需再次充氣。
 - 傾斜系統在車速約高於 30 公里/時時，會將空氣彈簧充氣至待機高度，預備傾斜。所以搭載人員數多 10.6 倍將造成空氣彈簧充氣至待機高度的 MR 壓力需求增加。
- (6) 列車通過武荖坑溪鐵橋前 MR 壓力約為 10 bar，通過鐵橋曲線路段後降至 9.2 bar，通過新馬站後再降至 8.9 bar。
- (7) 測試列車從羅東站出發後加速至 130 公里/時後，量測噪音測得

16 秒平均噪音值 87 分貝；過冬山站減速至 75 公里/時後，量測噪音測得 30 秒平均噪音值 77 分貝。車速從 75 公里/時至 130 公里/時，駕駛室噪音值變化差異約為 10 分貝，因為多人於駕駛室實際感受噪音與震動變化不明顯，無法作為車速變化判斷依據。

- (8) 速控模式下將電門把手由刻度 130 移至 25 時，因速差太大一開始除了電氣煞車作動外還會有空氣煞車，待速差降低後，空氣煞車停止作動，只剩電氣煞車而已。經確認維修手冊說明，因為時速 100 公里/時至 130 公里/時間牽引系統設定之電氣煞車力較弱，所以速控模式啟動空氣煞車來彌補不足之煞車力。
- (9) 當關閉 ATP 且行駛里程數達 5 公里後，第 1 次跳出故障代碼 915 ATP Failure，而且 DDU 裡司機員駕駛所在車廂圖示鈕顯示黃底黑字「備援傾斜」，此時長按此圖示鈕可以重置並恢復顯示為綠底白字「控制傾斜」；第二次開始列車經移動即跳出，TCMS 將再次切換先頭車顯示為備援傾斜。

1.15.7 駕駛室人機介面測試研究

為了解故障產生後，列車駕駛控制臺如何將故障狀態顯示予司機員，司機員進行確認動作後，故障狀態顯示之改變等進行測試，調查小組於民國 109 年 3 月 5 日進行測試，測試結果分述如下：

1. 以普悠瑪同型列車行駛於樹林站至樹林調車場間，駕駛室內保持日常通話、指差確認、行調無線電話、車廂相關服務廣播等外在干擾下，將一車外影像監視斷流器切斷，使用噪音計實測故障產生後，TCMS 車載螢幕告警音約 60 分貝，另駕駛室控制臺總故障燈之紅色閃爍、TCMS 車載螢幕內「故障確認鍵」之紅色閃爍及「故障代碼 612 CCTV 斷流器跳脫（車 1）」清楚明顯；司機員觸控 DDU「故障確認鍵」後，告警音變成靜音狀態、總故障燈之紅色閃爍變成恆亮狀態、TCMS 車載螢幕內「故障確認鍵」之紅

色閃爍變成恆亮狀態及「故障代碼 612 CCTVN 斷流器跳脫 (車 1)」變成空白顯示。

- 另將事故列車第 1 車 TCMS 車載螢幕 (序號:12332575) 及第 8 車 TCMS 車載螢幕 (序號: 12332576) 分別取代測試列車之第 1、8 車 TCMS 車載螢幕，於靜態狀況中，將一車外影像監視斷流器切斷，測試結果均同第 1 點，顯示事故列車第 1、8 車 TCMS 車載螢幕狀態正常。
- 模擬事故當天 110B 次車司機員將列車開入樹林調車場時發生故障，該員未按下第 1 車駕駛室 TCMS 車載螢幕上「故障確認」鈕，維持集電弓升弓，拔除主控鑰匙離開列車，及本案司機員於第 8 車插入鑰匙後駕駛室內之顯示情況，測試結果如表 1.15-6。

表 1.15-6 未按下故障確認鍵，1 車及 8 車儀表顯示情況

顯示情況		告警聲	總故障燈	DDU 上 故障確認鍵	故障訊息
動作序					
1 車	故障出現	有	閃爍	閃爍	有
	主控鑰匙 OFF 位	有	閃爍	閃爍	有
8 車	進入駕駛室	有	閃爍	閃爍	有
	主控鑰匙 ON 位	有	閃爍	閃爍	有
	按下故障確認鍵	無	恆亮	恆亮	無

- 另模擬若前次車司機員按下第 1 車駕駛室 TCMS 車載螢幕上「故障確認」鈕後，維持集電弓升弓，拔除主控鑰匙離開列車，及本案司機員於第 8 車插入鑰匙後駕駛室內之顯示情況，測試結果如表 1.15-7。

表 1.15-7 按下故障確認鍵，1 車及 8 車儀表顯示情況

顯示情況		告警聲	總故障燈	DDU 上 故障確認鍵	故障訊息
動作序					

1 車	故障出現	有	閃爍	閃爍	有
	按下故障確認鍵	無	恆亮	恆亮	無
	主控鑰匙 OFF 位	無	恆亮	恆亮	無
8 車	進入駕駛室	無	閃爍	閃爍	有
	主控鑰匙 ON 位	無	閃爍	閃爍	有
	按下故障確認鍵	無	恆亮	恆亮	無

1.16 組織與管理

1.16.1 組織編制

本節整理節錄自「交通部臺灣鐵路管理局辦事細則」⁸⁵、「交通部臺灣鐵路管理局臺北機廠辦事細則」⁸⁶、「交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段辦事細則」⁸⁷、「交通部臺灣鐵路管理局七堵機務段辦事細則」⁸⁸、「交通部臺灣鐵路管理局綜合調度所辦事細則」⁸⁹及臺鐵提供「交通部臺灣鐵路管理局組織系統表」⁹⁰，摘要如下：

1.16.1.1 臺鐵

臺鐵設有企劃處、運務處、工務處、機務處、電務處、材料處及行政處，並設有主計室、人事室、政風室、秘書室、員工訓練中心、勞工安全衛生室等。

1.16.1.2 機務處

機務處設有綜核科、行車技術科、車輛科、工事科及車輛技術研

⁸⁵ 民國 106 年 09 月 20 日修正。

⁸⁶ 民國 106 年 07 月 28 日修正。

⁸⁷ 民國 95 年 5 月 4 日發布。

⁸⁸ 民國 95 年 5 月 4 日發布。

⁸⁹ 民國 95 年 5 月 4 日發布。

⁹⁰ 版本：2018 年 7 月。

考科；臺北、高雄及花蓮機廠辦理機車車輛三、四級維修保養業務；七堵、臺北、新竹、彰化、嘉義、高雄、花蓮、臺東等機務段辦理機車（動力車）一、二級維修保養業務；宜蘭機務分段及臺北、高雄檢車段辦理車輛（客貨車）一、二級維修保養業務。

1.16.1.3 臺北機廠

臺北機廠負責電聯車、電力機車、蒸汽機車、推拉式機車組三、四級檢修。

1.16.1.4 機務段

臺北及七堵機務段設有運轉、指導、檢查、修繕及檢修等股，負責動力車運轉、電力機車、柴電機車、電聯車及柴油客車一、二級檢修、臨時檢修運用及各型動力車三、四級檢修出廠會檢試車。

1.16.1.5 宜蘭機務分段

負責客貨車檢修。

1.16.1.6 綜合調度所

臺鐵綜合調度所行控室（以下稱行控室）隸屬運務處轄下綜合調度所分支機構，採 24 小時三班制輪值，由運務、機務、工務、電務等跨單位合署辦公。法定職掌節錄如下：

- 一、辦理行車調度工作、登記及繪製運行圖。
- 二、行車事故及災害之應變處理措施及通報。

1.16.1.7 員工訓練中心

員工訓練中心分設教務、綜核二科法定職掌如下：

- 一、教務科

- (一) 訓練法規之擬定與修訂。
- (二) 訓練計畫之擬定、執行與考核。
- (三) 訓練教材之編製與管理。
- (四) 教育設備與器材之規劃與管理。
- (五) 訓練資料之管理與證件之核發。
- (六) 講師(教授)遴聘。
- (七) 學員考選、報到、開訓、結訓。
- (八) 教育訓練之研究與發展。
- (九) 有開代訓及專業證照訓練。

二、綜核科

- (一) 員工訓練中心人事、福利及勞安業務。
- (二) 員工訓練中心年度預算編列、執行、控管及帳務管理。
- (七) 受訓學員住宿及供膳、差假勤惰管理、操行考核及保健業務。
- (八) 受訓學員文康體育活動之策劃實施、生活管理、輔導及獎懲案件之擬辦。

1.16.2 人員職掌

本節整理節錄自「交通部臺灣鐵路管理局辦事細則」⁹¹、「交通部臺灣鐵路管理局行車實施要點」⁹²、「鐵路機車車輛檢修規則」⁹³、「行車事故應變處理標準程序」⁹⁴、「交通部臺灣鐵路管理局綜合調度所辦事細則」⁹⁵及臺鐵提供各段、廠、所、隊、中心員工服務手冊，摘要如下：

1.16.2.1 行控室主任調度員

辦理轄區內有關行車業務及應變措施等事宜。

⁹¹ 民國 106 年 09 月 20 日修正。

⁹² 民國 105 年 04 月 14 日鐵運轉字第 1050011325 號函修正。

⁹³ 民國 105 年 4 月 19 日修正。

⁹⁴ 民國 103 年 5 月 20 日電報修訂。

⁹⁵ 民國 95 年 5 月 4 日發布。

1.16.2.2 行車調度員

負責行車調度工作，行車事故及災害應變處理措施及通報，對於工程施工之路線封鎖、慢行、電車線斷電、電搖車行駛等申請之准許與發布行車命令，對於動力車及機班調度之協調及列車乘務員之臨時指派等項目。

1.16.2.3 機車調度員

協助處理機車、車輛異常及協調就近機務段準備救援機車與機車、機班有關事宜；詢問列車故障情形，聯繫車輛所屬段之檢查員，協助進行故障排除或準備於適當地點換編組。

1.16.2.4 司機員

運轉動力車整備、駕駛乘務、車輛調動、運轉事故處理、教導學習司機員等事項，必要時兼辦號誌工作。

1.16.2.5 機務段檢查員

辦理車輛 1、2 級檢修保養工作、故障查修、車輛故障原因調查、協助轄區內行車事故搶修、協助外段車進段時之故障排除、材料配件提出申請、車輛調配運用等。

1.16.2.6 列車檢查員

於客貨車開出始發站前及到達中途站或終點站時，就其連結裝置、軀機裝置、車軸及軸箱、電氣裝置、列車後部標誌、給水裝置、風檔與渡板、車內設備及行裝置之狀態及作用，由外部施行檢修。

1.16.2.7 車長

隨乘列車擔任行車、查驗票，及指揮監督隨車人員，辦理旅客隨

身攜帶物品之查驗，車內服務及清潔秩序之維持。

1.16.2.8 服務員

旅客服務、備品補充、物品銷售、廣播及協助車長。

1.16.2.9 站長

指揮監督所屬員工處理總務、客運、貨運、運轉等一切事宜。

1.16.3 人員派遣及配置

1.16.3.1 二線司機員派遣規定

「交通部臺灣鐵路管理局 99 年 12 月 21 日鐵機行字第 0990037530 號函」：現有機務行車幹部，年齡及體格檢查均符合現員定者，每年至少須執行 72 小時以上乘務工作，以維持其證照之有效性。

「機務處曾任司機員人員動力車駕駛暨教練證照發給要點」⁹⁶：為維持駕駛工作證照之有效性，每月以實際乘務一工作班為原則，在不影響正常工作下，由各段排定班表，經段長核准後擔任乘務工作。

1.16.3.2 列車檢查員駐站配置

臺鐵於宜蘭等 17 個站配置有駐站列車檢查員。

1.16.3.3 機務段檢查員配置

臺鐵於七堵、臺北、新竹、彰化、嘉義、高雄、花蓮、臺東等 8

⁹⁶ 104 年 9 月 4 日鐵機字第 1040030949 號函修訂。

個機務段配置機務段檢查員，未於車站設置駐站人員。

1.16.4 訓練管理

1.16.4.1 訓練單位

員工訓練中心

「交通部臺灣鐵路管理局員工訓練中心訓練要點」⁹⁷：

- 八、 職前訓練之教學科目由各主管單位訂定之。
在職訓練教學科目分為一般課程及專業課程，各主管單位須依學員訓後擬任工作進行職能分析後加以訂定之。
外界委託訓練之教學科目由委託單位訂定之。
- 十一、 各科班教材及講義，專業課程由主管單位審查，一般課程由本中心審查，其編撰、修訂及審查費用由本中心支給。至於相關著作權之歸屬或約定則由各主管單位辦妥後，再交由本中心辦理教學事宜。

經訪談員工訓練中心人員，目前僅執行學員住宿及供膳、差假勤惰管理等行政業務。

1.16.4.2 訓練資源

1. 訓練講師

「交通部臺灣鐵路管理局甄試訓練委員會設置要點」⁹⁸：

- (一) 關於本局訓練策略、訓練計畫、教育進修等各項資源運用、督導及審議等事項。
- (二) 關於職前訓練、在職訓練及發展訓練之審議事項。
- (三) 督導各處室教育訓練審查小組覈實辦理年度訓練計畫及管考所屬自辦訓練。
- (四) 審議員工訓練中心所彙辦各單位年度訓練開班情形、未來培訓之研究與發展計畫等事項。

⁹⁷ 107年6月27日鐵員教字第1070019757號函修頒版本。

⁹⁸ 民國103年2月0日鐵人二字第1030004639號函第三點修正條文發布。

(五) 備查員工訓練中心施訓成果報告及各單位訓練教材納入教材庫等事項。

(六) 關於本局各種入所訓練甄試章則之審議。

經訪談員工訓練中心人員，各單位派至員工訓練中心授課教師需經該委員會審核通過，審核標準無完整明文規範。

2. 訓練教材

經訪談，員工訓練中心目前未參與各項專業訓練教材之撰寫、編訂及審核，訓練教材由各處自行編撰。

3. 訓練設備

經訪談，員工訓練中心目前有 ATP 駕駛模擬器，動力車模擬機配置及管理如表 1.16-1。

表 1.16-1 臺鐵現有模擬機

車種	數量 (套)	設置地點	可否正常使用
EMU700 型	1	七堵機務段 (七堵)	可
EMU1000 型	2	臺北機務段 (樹林)	可
		花蓮機務段 (花蓮)	可
EMU500 型	5	員訓中心 (北投)	可
GE 電力機車	5	員訓中心 (北投)	可 (2 套) 否 (3 套)

1.16.4.3 人員訓練

1. 司機員

(1) 新訓

第一階段於員工訓練中心完成學科訓練，第二階段於各機務段接受術科訓練。

學科

「機務處動力車輛及局外廠商車輛調動機駕駛證照發照及其管理須知」⁹⁹：新進駕駛人員訓練時數規定不得低於 478 小時，專業課程如表 1.16-2。

表 1.16-2 司機員新訓學科專業課程表

科目	時數	備註
鐵路概要	32	含路線、號誌概要、機務概要
鐵路車輛與軀機裝置	240	
運轉規章	80	
運轉理論	60	
鐵路電氣	40	含電工學、電子學
標準運轉法	20	
工作安全	6	
合計	478	以上各項為最低數

術科

依「機務動力車乘務學習人員教導訓練須知」¹⁰⁰：學習人員應完成下列三階段教導訓練（第一階段訓練結束後，應實行測驗，成績及格者始得施行第二、三階段訓練）始得接受資格審查如圖 1.16-1。

⁹⁹ 民國 100 年 3 月 7 日鐵人一字第 1000006426 號修訂版。

¹⁰⁰ 民國 105 年 12 月 28 日鐵機行字第 1050043407 號函。

學習類別 訓練階段	第一類人員 (學習機車助理)	第二類人員 (學習司機員)	第三類人員 (轉換學習司機員)
第一階段 (段內教育)	1 天	1 天	1 天
第二階段 (模擬駕駛學習 或隨車見習)	1 天	1 天	1 天
第三階段 (乘務學習)	應完成 1 個月以上之乘務學習	應完成 11 個月以上及 2 萬公里以上之乘務學習(11 個月內如同時學習多種動力車駕駛時，得依次審查，排第 1 順位審查者需 2 萬公里以上之乘務學習；第 2 順位及以後審查者需 1 萬公里以上之乘務學習；不必再轉換學習)	轉換學習駕駛各型動力車輛者，應分別完成 1 個月及 3 千公里以上之乘務學習。(柴電機車得以累積調車工作班，60 乘務天以上之乘務學習時數抵充。)
備註	該類學習人員包括： 1. 員訓中心機車助理班或司機員班結業未具乘務經驗人員。 2. 專案指派學習人員。 3. 完成特考新進人員職前實務訓練及 1 個月以上之乘務學習，並經審查合格者，得免除本類之學習。	1. 須具備單獨辦理機車助理工作滿 3 個月以上之經歷，始得接受本類人員訓練。 2. 學習期間表現優良進度超前者，可視學習狀況，得提前 3 個月審查。	1. 須已具備司機員駕駛資格者，始得接受本類人員訓練。 2. 停止駕駛工作達半年以上者，比照該類學習人員，必須分別完成(原核可駕駛車種)1 個月及 3 千公里以上之溫故學習乘務並通過審查後，始得再派任駕駛工作。

圖 1.16-1 機務動力車乘務學習人員教導訓練規定

經訪談機務段人員，司機員術科訓練由機務段指導股安排，訓練方式採「師徒制」方式，由教導司機員帶領學習司機員，訓練科目、訓練方式及評量方式未見有完整明文規範。

教導司機員由主管遴選平日表現優異人員，遴選、訓練及考核制度未見有明文規範。

(2) 在職訓練

「機務段機班人員在段訓練實施須知」¹⁰¹：

- 五、 各訓練單位應每月舉辦訓練 1 次，實施訓練之日期及時間，宜配合各單位行車業務自行決定。
- 六、 各訓練時間以 2 小時為原則，但必要時得酌量延長之。
- 七、 訓練內容以精神訓話，行車規章重點講解，行車工作執行

¹⁰¹ 民國 76 年 8 月 26 日機行機字第 5836 號修訂。

要領與駕駛技術之研究改進，以及各種動力車故障應急處理能力之培養為主要目標。

十一、每月訓練場次排定期間以 1 週為原則，每 1 場次訓練人數以指定工作班參加之方式平均予以分配，現車講解時，應採小班制。

十二、訓練方式，應儘量避免講師單方向之講解方式，對各訓練題目先作重點說明後，即採取問答方式之測驗...運轉部份如列車防護或機車助理在列車運轉中，對緊急事項之提醒或採取緊急停車措施之方法等，亦須實地演練，期收訓練效果。

2. 機務段檢查員

機務段檢查員訓練採「師徒制」，新訓及在職訓練之訓練項目、訓練方式、訓練時數、講師遴選及評量方式無完整明文規範。以下整理自機務段業務主管訪談內容。

(1) 新訓

經鐵路特考及格，佐級人員¹⁰²分發至機務段修繕股¹⁰³進行 2-3 個月訓練，後續由主管依表現決定是否至檢查股學習；員級人員直接至檢查股進行約 3 個月訓練。

員工訓練中心開設「檢修員班」時，各段主管指派平日表現優良人員參訓，相關指派人員標準並無完整明文規範。

(2) 在職訓練

機務段每月執行段訓，訓練科目、訓練方式及講師由機務段決定。

3. 行車調度員

¹⁰² 鐵路特考分為士、佐、員、高員四種資位別，考取後即符合公務人員資格。

¹⁰³ 機務段修繕股工作職掌請參閱 1.19.1.4。

本節係事行車調度員訓練（新訓及在職訓練）之訓練項目、訓練方式、訓練時數、講師遴選及評量方式無完整明文規範。以下整理自綜合調度所業務主管訪談內容。

(1) 新訓

「交通部臺灣鐵路管理局行車人員技能體格檢查實施要點」¹⁰⁴：
(1) 運務行控人員：340 小時（已擔任列車長、副站長或司機員職務者除外）、實務見習 320 小時。

經訪談行控室人員，行車調度員訓練時數及科目依「交通部臺灣鐵路管理局行車人員技能體格檢查實施要點」辦理。訓練教材編訂程序、訓練評量制度及講師遴選標準並無明文規範。依行控室主管提供「機務處報名 90 年度第一期調度員班 12 名錄取轉任調度員訓練計畫」範例，訂有訓練期間、訓練方式及訓練課程等項目。

(2) 在職訓練

經訪談行控室人員，事故發生前綜合調度所對在職訓練之執行頻率、執行方式、訓練內容及是否有評量制度未見有完整明文規範，依綜合調度所提供文件（會議紀錄），定期於每週四安排行控室行車人員在職訓練，辦理事故案例研討、場站配置調整說明、變更閉塞技能訓練、規章更新、調度注意事項宣導等業技能訓練。

綜合調度所提供「交通部臺灣鐵路管理局鐵運調字第 1080016077 號函」¹⁰⁵，民國 108 年 5 月 16 日後已設有「綜合調度所調度人員績效考核評鑑制度」、「調度人員評鑑委員會設置要點」、「調度人員績效考核評鑑辦法」及「調度人員績效考核評鑑作業定」等規範。

¹⁰⁴ 交通部 105 年 9 月 19 日交路監（一）字第 1059700103 號備查。

¹⁰⁵ 民國 108 年 5 月 16 日。

1.16.5 檢定制度

1.16.5.1 司機員檢定

「交通部臺灣鐵路管理局行車人員技能體格檢查實施要點」¹⁰⁶

八、駕駛人員技能檢定項目如下：

(一) 客貨車駕駛人員：

1. 學科項目：

(1) 鐵路概論 (2) 號誌路線 (3) 鐵路車輛 (4) 檢查維修
(5) 運轉規章 (6) 運轉理論 (7) 鐵路電氣 (8) 作業安全。

2. 術科項目：

(1) 速度觀測 (2) 軀機操作 (3) 軀機以外機器之操作 (4)
準點運轉 (5) 緊急應變。

經訪談機務段指導股人員，司機員學科與術科審查由指導股老師負責，審查標準作業程序未見有明文規範；機務處行車技術科人員訪談表示，司機員審查由各段執行，行車技術科針對司機員初始駕駛資格進行核備，轉換車種之資格審查採備查方式。

1.16.5.2 機務段檢查員

經訪談機務段人員，檢查員訓練完成後，經單位主管審查核發證照，事故前定期檢定程序、內容及檢定執行方式未有完整明文規範。

1.16.5.3 行車調度員

「交通部臺灣鐵路管理局行車人員技能體格檢查實施要點」：

九、行控人員技能檢定項目如下：

(一) 學科項目：

1. 鐵路概論 2. 號誌路線 3. 鐵路車輛 4. 檢查維修 5. 運轉規
章 6. 運轉理論 7. 鐵路電氣。

(二) 術科項目：

¹⁰⁶ 交通部 105 年 9 月 19 日交路監(一)字第 1059700103 號備查。

1.行車控制設備與指令之操作 2.運轉保安設備操作問題處理 3.行車事故處理 4.水情監控與隧道安全。

「運務處行車人員職務轉換訓練規定」¹⁰⁷：

(一) 學科項目：

1.鐵路概論 2.號誌路線 3.鐵路車輛 4.檢查維修 5.運轉規章 6.運轉理論 7.鐵路電氣。

(二) 術科項目：

1.行車控制設備與指令之操作 2.運轉保安設備操作問題處理 3.行車事故處理。

1.16.6 運轉規章及手冊

1.16.6.1 運轉規章

臺鐵「運轉規章(上)(下)冊」約 660 頁，內容涵蓋交通部頒訂之鐵路法、鐵路行車規則；臺鐵訂定之實施要點、特定事項、管理要點、使用須知及工作要點等，為司機員行車必需攜帶文件。該手冊由運務處運轉科負責編彙。

1.16.6.2 運轉手冊

日本車輛提供「臺灣鐵路管理局傾斜式電聯車 TEMU2000 運轉手冊」¹⁰⁸ (以下簡稱 TEMU2000 運轉手冊)。經訪談，司機員及機務段指導股老師未配發該手冊。

1.16.6.3 入出庫程序

入庫

「TEMU2000 運轉手冊」：

4.3.2 關閉列車

¹⁰⁷ 民國 107 年 4 月 30 日運運考字第 1070004659 號函。

¹⁰⁸ 版本：2014 06 REV.0。

當列車已反段並欲關閉時，須遵守下列步驟：

- 4.3.2.1 所有車門必須關閉，且指示燈 (DILp) 必須亮起，若指示燈未亮燈，必須使用位於 TED 之車門控制盤關閉車門，將撥報關門警示音，且前述之指示燈亮起。
 - 4.3.2.2 主控制器須被置於「OFF」位置，而反轉開關須被設置於「N」中性點位置。
 - 4.3.2.3 司機員司軔閥須被設置於「隔離」位置。
 - 4.3.2.4 按下於司機員面板上之 VIS 開關，並確認 SIV 電壓錶顯示 0V AC。
 - 4.3.2.5 使用司機員面板上之 (PanDS) 開關降下集電弓，並確認電車線電壓錶顯示小於 0.55KV。
 - 4.3.2.6 將主控制器及司機員司軔閥鑰匙轉置「0」並取出兩鑰匙。
 - 4.3.2.7 確認所有駕駛室裡之燈已關閉。
 - 4.3.2.8 由車廂門離開列車。
- 臺鐵提供「各型車出庫檢查項目」中，未見 TEMU2000 型回段或入庫的程序。

出庫

臺鐵於事故前並無訂定「TEMU2000 型出庫檢查表」，提供資料僅有「TEMU1000 型出庫檢查表」(無版次)，另於「TEMU2000 型新自強號起動整備及簡易故障處理」¹⁰⁹中說明啟動前準備及起動等程序。

經本會調查，臺鐵對 EMU 各車型車出庫檢查項目如表 1.16-3。

表 1.16-3 EMU 各型車出庫檢查 (部分) 項目比較表

車型	升弓前			回段或 入庫/停 機	版本
	雙端駕駛 室檢查	確認各故 障指示燈 /總故障 燈	查閱動力 交接簿		
EMU500	有	有	有	有	102

¹⁰⁹ 北機指導股 102.3.6。

EMU600	有	有	有	有	無
EMU700	有	有	有	有	無
EMU800	無	有	有	有	無
TEMU1000	有	有	有	有	無
TEMU2000	有	無	無	無	102.3.6

1.16.6.4 出庫整備

依日本車輛提供之「TEMU2000 運轉手冊」中明訂有相關車輛出庫程序如附錄 16。

經調查「臺鐵 TEMU2000 型新自強號起動整備及簡易故障處理」¹¹⁰ 啟動程序

1. 助理位後面確認所有控制斷流器開關在 ON 位（除 ATP 隔離開關外），隔離開關在正常位。
2. 確認 ATP、EBMV 考克開通位（管路平行）。
3. 插入並旋轉主控制器鑰匙 0→1 位，接通 110V 及 24V 控制電源。
4. 待輔助風泵燈熄，按下升弓按鈕，使集電弓升弓，20 秒後 VCB 閉合。
5. 啟用測試防護無線電及行調電話，並完成註冊。
6. 待 MR 壓力建立，司軔閥鑰匙 0→1 位，司軔閥把手置運轉位，BP 充氣完成，再置隔離位。
7. 啟用 ATP 系統，待 MMI 顯示車速畫面司軔閥運轉位。軔機測試完成，輸入資料。
8. 按下 PB 鬆軔鈕。上下頭燈扳置適當位置。
9. 完成整備

1.16.6.5 故障排除

運轉中機車故障

¹¹⁰ 北機指導股 102.3.6。

「機務運轉標準作業程序_列車運轉中機車故障之處理(編號肆-4)」中節錄如下。

運轉中途遇機車發生故障時：

- 一、將詳情通報站長，並請求救援。
- 二、竭力排除故障，必要時得打開行動電話，請示相關單位支援應急處理方式，避免列車延誤。

注意事項(四)撥打行動電話聯繫或請求協助應急處理動作，應於停車後辦理，以維行車安全。

「動力車中途檢查及中途站交接工作基準」¹¹¹

(四)機班人員及隨車機務員於運用中，發現動力車有異狀時，應予適切之處置，並將其異狀及處理經過情形，紀錄於動力車交接簿及工作班報告單內，下班報告時，並應報告值班檢修工務員及運轉副主任。

「TEMU2000 運轉手冊_表六-3 附件 3 BECU 故障應急手冊」中，遇空壓機強制停止(故障碼 147)的故障處置為：

請確認MR壓力，若低於6.5bar請立刻停車並通知行控中心等待指示。

「TEMU2000運轉手冊_表六-14 附件14車體傾斜控制單元一覽表」，遇ATP故障(故障碼915)的故障處置為：

車體無法傾斜。檢查異常之處、如果能行駛則當作非傾斜車輛繼續行駛。此外回段後請向檢查員報告。

「TEMU2000運轉手冊_表六-14 附件14車體傾斜控制單元一覽

¹¹¹ 民國 80 年 9 月 9 日機行機字第 5737 號函。

表」，遇車輛間傳輸異常（故障碼934）的故障處置為：

繼續行駛，回段後，請檢查員進行故障分析。

列車停於站間

「機務運轉標準作業程序_行車事故(災害)緊急通報之處理(編號肆-1)」，列車因故(包括機車故障、列車出軌或傾覆、路線或電車故障、列車障礙等情事)停於站間中途無法即時運轉時，司機員應立即通報最近站站長轉報調度員，並視運轉區間施行之閉塞方式作必要之列車防護。

通報內容

「機務運轉標準作業程序_行車事故(災害)緊急通報之處理」(編號肆-1)，司機員通報內容應包括(節錄)事故狀況、事故發生時間及地點、損壞情形等。

ATP相關

依「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統(ATP)使用及管理要點」¹¹²：

第二條第三項第6款

運轉中司機員遇ATP系統車上設備故障時，應以行車調度無線電話向調度員要求於下一站(簡易、招呼及號誌站除外)重新啟用，經啟用1次後仍無法正常使用時，依本項第13款規定辦理，除將故障原因填入「動力車交接簿」外，並於下班時向運轉值班人員報告。

第二條第三項第13款第2目

¹¹² 民國 107 年 09 月 19 日鐵機行字第 1070034983 號函修正。

列車於運轉途中發現ATP車上設備故障，無法由機務段所更換機車（編組）或加派機車助理、司機員或機車長時，司機員應適宜減速注意運轉，並通報行車調度員轉知機車調度員於前方適當地點更換機車（編組）或加派機車助理、司機員或機車長同乘。

第二條第三項第14款規定：

列車運轉中如遇變化而切換運轉模式時，司機員應通報行車調度員（或值班站長），並注意運轉。

經訪談機務段人員，臺鐵於事故前，並無配發給司機員「TEMU2000 應急故障處理手冊」。

1.16.6.6 通訊規定

「交通部臺灣鐵路管理局行車調度無線電系統使用管理須知」¹¹³

第4條第6項：

行車調度無線電系統終端設備通話時一律使用國語、詞句清晰、語氣和藹、快慢適中，內容力求簡明扼要，並嚴禁與業務無關之談話。

呼叫方式如下：

- 1.發話人呼叫.....聽到請回答，受話人若未回應，應繼續呼叫受話人，確認受話人收悉。
- 2.受話人回答.....聽到了請講。
- 3.通話結束應以「通話完畢」、「謝謝」等作為結語。

1.16.6.7 專業術語

臺鐵對相關維修暨設備專業術語無完整明文規範。

本會調查小組於民國 108 年 12 月 26 日以 TEMU2000 實車測試發現，主風泵於 TCMS 主畫面及故障碼分別以主風泵及空壓機兩個

¹¹³ 民國 106 年 8 月 8 日鐵運轉字第 1060026098 號函修訂。

名稱顯示。

1.16.7 維修手冊

臺鐵「傾斜式電聯車規範」第 980508-5 號契約規範 4.4.4.3 保養檢修手冊明訂，立約商應依據臺鐵之各級檢修週期分冊編訂檢修手冊，其內容應獲臺鐵同意。

經訪談機務處車輛科人員，臺鐵與日本車輛因維修週期及維修項目訂定等因素，尚未對「TEMU 2000 傾斜式電聯車維修手冊」¹¹⁴ 內容完成核定。

1.16.8 文件管理

臺鐵對文件管理制訂及管理程序未能提供完整明文規範，本節整理自機務處及機務段人員訪談及實地調查內容。

1.16.8.1 制定及審核

機務段運轉室公告欄文件含規章及技術兩大類，技術類文件轉貼自局或處來函；規章類文件以公告方式張貼，文件內容未見撰寫、審核人員、發布日期、有效期間及版次等註明。

1.16.8.2 發布管控

機務段文件發布張貼於公告欄如圖 1.16-2，司機員閱讀後，於紀錄表上簽名。文件張貼於公告欄之時間及存檔管理未見完整明文規範。

¹¹⁴ 版本：2014.06 REV.0。



圖 1.16-2 機務段運轉室公告欄

1.16.9 安全資料管理

本節整理自「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統（ATP）使用及管理要點」¹¹⁵及機務段人員訪談內容。

1.16.9.1 安全資料蒐集

1. ATP 資料¹¹⁶

（一）運轉值班人員

1. 建立行車基本資料並予檢核及確認。
2. 隨身碟之工作班資料下載、確認及錯誤訂正。
5. 隨身碟資料上傳作業。
6. 管理電腦及隨身碟除使用於ATP系統外，不得移作其他用途，並應妥善保管且使其運作正常。
7. 緊急派班及電腦當機時，交付空白隨身碟及乘務員工作報單。
8. 派班、修改資料及下載、上傳由運轉值班人員負責。

¹¹⁵ 民國 107 年 9 月 18 日鐵機行字第 1070034983 號修正。

¹¹⁶ 司機員於執勤時配有一 USB 隨身碟，內含該車次之時刻表、停靠站等，勤務過程中，司機員操作行為包括車速等資料將被記錄。

10. 司機員如於運轉中發生人員死傷、動力車故障或其他事故，應於下班時主動報告，運轉副主任或值班人員接獲報告，必須保存隨身碟內資料以備相關單位取用。

2. TCMS 資料

經訪談機務段人員，TCMS 資料由機務段檢查員於維修時針對故障資料進行下載。

1.16.9.2 安全資料運用

1. ATP 資料

(二) 指導工務員

1. 將所屬組員之行車紀錄表分析、考核，如有違規事項彙總列表，並於次月 25 日前報處備查。
2. 定期將管理電腦內之 ATP 行車資料下載儲存至光碟片。
3. 對使用 ATP 系統異常違規之司機員作考核、糾正及追蹤。

機務段指導股指導老師針對司機員駕駛行為進行分析，項目包函是否違反號誌運轉、超速、車上設備及地上設備異常進行分析。

機務處行車技術科以抽查方式對司機員駕駛行為進行抽查分析。

2. TCMS 資料

經訪談機務段人員，TCMS 下載資料存放於機務段供故障分析使用。相關資料儲存及運用未見有完整明文規範。

1.16.10 保固

臺鐵「傾斜式電聯車規範」第 980508-5 號契約規範：

5.8.1 保固期限

立約商應對所供應之電聯車組，自完成「最後測試」次日起(如第 5.6.4 節所述)，提供 3 年正常運轉之保固期。依本契約所採購之備品零件、工具、儀器等，自臺鐵局驗收合格日之次日起亦應保固 3 年。

5.8.2 保固範圍

(1) 在保固期間內，若發現任何因設計、材料、製造不當或因立約商任何行為或疏失所導致之任何瑕疵、缺失或損害，立約商應於接獲臺鐵局通知後，於最短時間內完成「改善」，或儘速免費修理、更換。但因正常之耗損或臺鐵局疏忽及不正確操作所產生者，不在此限。「改善」完成後之任何零件，其保固期間自缺失完成改善後次日起算 3 年。

依台灣住友商事股份有限公司¹¹⁷於 2016 年 7 月 1 日¹¹⁸發函臺鐵資料顯示，事故列車 TEMU2000 型普悠瑪號第 4 編組於 2016 年 6 月 11 日完成履約保固。

1.16.11 體格檢查

1.16.11.1 體檢規定

本節之司機員體格檢查規定係整理自「鐵路行車人員技能體格檢查規則¹¹⁹」第 2 條至第 7 條，以及「交通部臺灣管理局行車人員技能體格檢查實施要點¹²⁰」第 2 點至第 7 點，摘要如下：

- 行車人員擔任行車工作須經體格檢查合格，檢查項目包括聽力、視力，以及不得有包括下列情形之一者：慢性酒精中毒；

¹¹⁷ 住友商事株式會社在臺營業代理人。

¹¹⁸ 發文字號：SC-TRA-C-160011。

¹¹⁹ 本檢查規則的修正日期為民國 101 年 3 月 19 日。

¹²⁰ 本實施要點為民國 102 年 12 月 6 日交路（一）字第 1029700088 號備查；民國 105 年 9 月 16 日交路監（一）字第 1059700103 號備查。

藥物成癮；法定傳染病但經醫師臨床診斷，確認無影響行車安全者，不在此限；心理精神異常等。

- 行車人員經派任後，每年至少接受 1 次體格檢查。
- 鐵路機構認為於行車人員健康情形異常或其他必要情況時，應實施臨時檢查。
- 行車人員自覺難以勝任行車工作時，應主動請求停止勤務。

事故後鐵路行車人員技能體格檢查規則第 4 條第 3 款¹²¹增訂「無施用毒品」之項目。

1.16.11.2 體檢執行概況

臺鐵司機員體檢執行概況係整理自七堵機務段勞安室人員、辦理該段民國 107 年司機員體檢之恩樺醫院人員及本案司機員之訪談紀錄，以及本案司機員民國 107 年的體檢資料，含健康檢查報告與體格檢查表（詳如附錄 17），摘要如下：

體檢業務辦理

民國 107 年七堵機務段司機員體檢是由得標之恩樺醫院以巡迴體檢¹²²方式、配合司機員排班，共分五日完成段內所有司機員體檢。

受檢者自評項目

此等項目為鐵路行車人員技能體格檢查規則第 4 條第 3 款之內容，項目為酒癮、藥癮、骨骼、傳染病、心智/神經系統、肌肉關節活動度、平衡機能、心血管系統及重大疾病。

檢查方式是由受檢司機員於體檢前先於檢查表中之自主評量項目進行勾選並簽名，並於體檢時由醫師問診時複評。醫師問診會對受

¹²¹ 本檢查規則於民國 109 年 2 月 4 日修正。

¹²² 指受委託之醫療機構事先至機務段進行人員與設備等布置，並在機務段執行各項檢查。

檢者進行理學檢查，並對其進行觀察或詢問相關問題。部分項目常見問診或檢查方式如下：

- 藥癮檢查：一般較不易被發現，除非受檢者主動告知或問診時有其他檢驗數據支持。
- 法定傳染病檢查：因涉及之法定傳染病類別眾多，當受檢者主動告知或體檢時有明顯臨床症狀才較易被發現。現行檢查項目與機制（X光檢查）較能被發現的是肺結核。
- 心理與精神狀態檢查：主要透過醫師問診時的對談及觀察了解受檢者的精神狀態。

1.16.12 藥毒物尿液檢驗

1.16.12.1 尿液檢驗規定

司機員藥毒物檢測係明定於「臺鐵尿液檢驗標準作業程序」，臺鐵每季不定時會對行車控制及駕駛人員施行尿液抽驗。此標準作業程序的法令依據為「陸運特定人員尿液採驗實施要點¹²³」，依此要點第三條，抽驗率每年應達 25% 以上；但連續兩年之不合格（陽性反應）檢出率均低於 1% 時，其抽驗率可降至 10%。

1.16.12.2 尿液檢驗執行概況

七堵機務段勞安室人員於訪談時表示：司機員尿液檢驗是由機務段自行辦理，項目為安非他命與鴉片類藥物。勞安室每年 2 月、5 月、8 月及 11 月會執行段內司機員尿液隨機抽驗，前一季已被抽驗之人員，下一季會剔除於抽驗名單中。執行尿液隨機抽驗時間原則上配合護理師週一至週五上班時間。被抽驗之司機員於上班時至保健室向護

¹²³ 本要點於民國 88 年 3 月 4 日訂頒發布全文（交通部交路八十八字第 001514 號函），並於民國 103 年 4 月 2 日修正發布第 6 點、第 7 點及第 11 點（交通部交路字第 1035003916 號函）。

理師取得兩個試瓶，自行至廁所留下尿液檢體，並於完成後交回。護理師會將檢體送交委託之單位進行分析。

「交通部臺灣鐵路管理局民國 107 年尿液採驗實施計畫」指出，臺鐵於民國 102 年至民國 106 年度對其乘務人員、調度員及動力車駕駛（含助理）人員之抽驗比例介於 10%~15%間，檢驗結果均合格。

1.16.12.3 事故後尿液檢驗作業之調整

尿液檢驗部分，七堵機務段勞安室人員於訪談時表示：民國 108 年起已將二線支援一線人員的尿液檢驗作業納入每季抽驗範圍（每季抽 1 名）；民國 108 年第三季進行 1 次全數尿檢。另七堵機務段會透過每月 1 次 2 小時司機員段訓，由護理師進行公共衛生與用藥知識相關宣導。

1.17 其他資料

1.17.1 訪談摘要

1.17.1.1 110B 次車司機員

司機員訓練內容包含了解車輛的結構、故障排除及簡易故障排除。拿到駕照後，轉換車種訓練有學科訓練，還有上一天模擬機，半年的實車操作，看師傅教什麼就學什麼。基本上司機員每個車種都會開到，局裡會提供故障排除的手冊。司機員拉箱中需帶行車與故障處理手冊及局裡規定事項等資料，還有臺鐵提供的簡易維修工具。段訓時會請檢查員教導工具的使用及故障排除。

當天與前一趟司機員交接時，被告知動力正常。基於誠信原則，該員未去看動力交接簿，也不曉得是否有關於動力交接簿的相關程序。該員拿到鑰匙後進行列車外觀檢查，進入本務端，確認當時車上

TCMS 無任何故障訊息，之後運轉到樹調。若交接有遇到故障，會告知機務段運轉室，請維修人員來做檢修。

到樹調運轉入庫時要注意號誌、轉轍器開通方向等路線上的狀況，無法一直看著儀表板，該員沒注意到 1 及 8 車空壓機強制停機的故障訊息與聲音。入庫停妥後，檢查員當面告知要做檢修不需要降弓，離開駕駛室時沒有留意到有無燈號變化。

一般情況，把鑰匙交給運轉室並回報列車所在股道及是否有異常，不需將動力交接簿交回。若接車時未跟上一個司機員面對面交接時，需查去看動力交接簿。當次乘務司機員需要寫動力交接簿，給檢查員或接班司機員看的。

臺鐵提供的故障方式是假設性，裡頭雖有簡易的說明，但不易從文字中判斷是出現何種狀況，亦不會告知列車發生故障時會出現何種狀況，還是要透過檢查員告知司機員如何進行簡易排除。規章沒規定司機員要回報什麼項目，就以當下所看到的來回報，檢查員問什麼就答什麼。

段裡訓練曾告知遇主風泵故障要去扳 BOUN，但未告知該故障會出現什麼訊息或狀況。該員沒親身遇過，無法告知主風泵故障時會如何呈現。

臺鐵並未對出入庫有清楚的規範，路局是師徒制，都是師傅告知要做的事項。事故後鐵路局有制定出入庫注意事項及檢查表單。

列車發生故障時，TCMS 上會出現紅色文字，總故障燈會亮，該員表示沒聽過有警告聲。如果接車時發現動力交接簿內有未處理的故障紀錄且故障仍在，會通報檢查員來確認，傳承下來的是車子有問題就找檢查員。事故發生前僅知有 ATP 隔離後將訊號送至綜調所的系統，該員不清楚該系統的功能。

局裡有隨乘人員會上車問司機員運轉上面的問題，譬如出發號誌機壞了要如何處理，也會檢查勤務裝備，查核後會簽署表單。該員認為司機員遇到故障若自己有把握的話，可自己處理，不會的就把訊息丟出去。

受訪者於訪談摘要完成後提出修改意見：

- 刪除「看師傅教什麼就學什麼」
- 刪除「基於誠信原則，該員未去看動力交接簿，也不曉得是否有關於動力交接簿的相關程序」
- 刪除「該員沒注意到 1 及 8 車空壓機強制停機的故障訊息與聲音」
- 刪除「但未告知該故障會出現什麼訊息或狀況。該員沒親身遇過，無法告知主風泵故障時會如何呈現」
- 刪除「傳承下來的是車子有問題就找檢查員」
- 刪除「該員不清楚該系統的功能」

1.17.1.2 本案司機員

該員不太記得事故前一休息日（10月20日）幾點起床，但當晚約 11 點多入睡；不太記得有無服用藥物助眠，但以隔日有乘務工作來說，自己原則應盡量不用藥物。該員當時因在戒癮治療期，睡眠品質多少有受一些影響。事故當日（10月21日）約 9 點起床。當天乘務應未攜帶任何個人藥物（含治療失眠之藥物）且當天上午或中午亦未服用任何藥物。

該員平時負責七堵司機員排班。當天報到後乘坐電聯車到樹調報到。表定約 5 點多抵達花蓮，中間休息 2 個多小時，後續勤務是 PP 列車，開到臺北車站，再返回七堵入庫，大概到半夜十二點半結束勤務。原本排定這勤務的人有事，該員幾天前就知道要開的車次。事故前一週有開過普悠瑪。

依當日勤務搭車到樹調庫房時，先到列車上看 8 車動力交接簿及列車狀況，沒去看 1 車的。上車時看到總故障燈亮，沒有聲音，TCMS 皆顯示正常。

隨後向臺北機務段運轉室人員反映該車總故障燈亮，並詢問是否可以換編組，運轉室人員回答無預備編組，並把鑰匙給該員，該員當下覺得應該不是什麼大問題。在運轉室報到時不會看到前一班司機的報單。當天運轉室沒有提到該編組有問題。

回到列車進行發車前檢查，曾呼叫臺北機務段檢查員，但無人回應。該員依其他車種的應急處理手冊，把所有的駕駛室後方所有的 Breaker 重置，之後就出庫。當天沒有跟號誌樓報告列車異常。出車與否是運轉值班室決定，當天運轉值班室不知該員重置所有的 Breaker。值班室錄影已不存在。

過瑞芳後感受到車子異常，走走停停，速度時有時無，電門跟速度不一致。而後向福隆站長報備列車狀況，檢查員也有來電詢問。第 1 次停車時，該員覺得是停留軔機問題。曾請隨乘工務員協助按停留軔機鬆軔按鈕，但不是每次都能鬆軔。

約在大溪區間，跟檢查員討論後重新升弓，操作順序是 VCB 切開、關閉 ATP、按降弓，最後關鑰匙。規章未硬性規定隔離前要先報備，曾和檢查員說 ATP 不再開啟，並請檢查員跟調度員報備，檢查員回答「好、好、好」。未重開 ATP 是認為它會影響動力。重新升弓後 TCMS 上 ATP 顯示 OUT，總故障燈恆亮，重新發車後動力仍時有時無。將 ATP 隔離後以為會有人在宜蘭上車隨乘，但都沒有。

電門持續來回操作的原因，是想試試這樣能不能解決車子不會動的狀況。目前沒有要如此操作電門的程序。運行中沒有操作逆轉機把手，都在前進位。

後來覺得車子問題蠻大的，向頭城站要求停車，想快停下來，且在頭城可以待避讓後車通過。當下聽到調度員說不准停車，但沒聽到他說旅客誤乘的事情。事後聽錄音檔才知道頭城站長回什麼。該員覺得臺北機務段檢查員要求探頭看車外及打手機給檢查員的指令很奇怪。

在宜蘭站前從 TCMS 上的圖示知道 1、8 車主風泵強制停機，顏色跟平常不一樣。印象中傾斜控制異常時總故障燈會閃。

宜蘭站停車時，傾斜異常還亮著，那時該員在寫動力車交接簿。檢查員好像沒上車，只站在車門邊也不知道如何處置。該員按下 TCMS 上的傾斜異常，轉為恆亮。隨乘工務員下車前有問是否要繼續開車，但站長和調度員已經在催，就繼續開。之後行調電話一直來，有檢查員，有調度員，都是問車子的狀況。該員當時未注意 MR 壓力，有人提醒才去看壓力錶。

一開始重置一到兩次的是最上面最右邊的主風泵斷路器開關，到最後檢查員才說是 BOUN。檢查員一直說會請人幫忙做復位，但都沒有。

看到武荖坑溪鐵橋時把電門收到 82，用任務箱壓著警醒裝置，依檢查員（不確定還是調度員）離開駕駛座轉身去要求重置 BOUN。轉過頭來時發現速度跟平常不一樣，緊急緊軔之後將司軔閘置於隔離位。

6432 次車翻覆後，有聽到救援車，聽到主任來電手機鈴聲後才有一點意識，該員告訴主任車子翻了，請主任趕快去救旅客。後來有看到消防員在敲擊駕駛室的擋風玻璃。駕駛室有擊窗器可在緊急狀況使用，手電筒則是個人自行攜帶，但不清楚駕駛室是否有不斷電系統，可能車長會較瞭解。

該員表示正常司機員在發生列車出軌事故後要先按列車發報按

鈕，以便透過遠端行車調度無線電讓附近列車收到訊息，同時向車長及調度員報備，並尋求行控中心協助打急救電話。

通聯紀錄中（約 1649 時）的復位是指重置 BOUN。通聯紀錄中（約 1649 時）空壓機強制停止的資訊是顯示在 TCMS 上，好像是顯示「1、8 車空壓機強制抑制」，當時是看著 TCMS 訊息唸的。

檢修同仁事後有到現場查看，他們說鐵軌翹起來是煞車造成的。動力交接簿和工作報單都一度遺失，後來又說動力交接簿找到了。

列車故障時要回報檢查員跟調度員，描述當時現象及顯示給檢查員聽，遵循檢查員的指令，相信他們的專業。列車換編組由機車調度員決定。乘務員和維修員都有交接簿，調度員是口頭交接。

ATP ON 時超速，會有超速告警聲，每台列車音量不太一樣，該員不會去調音量。本案司機員沒印象當天是否有超速告警聲響。ATP 強制緊軔時只會注意 ATP 的告警聲，不會去看 TCMS。

ATP ON 時，在 ATP 上及 TCMS 下面可看到車速。ATP 關閉後，只能從數位表及 TCMS 看到車速，但電門、數位表及 TCMS 的速度顯示都不一樣。

主風泵有很多學名。空壓機是空氣壓縮機，也有叫壓風機或風壓機，所以當下覺得跟主風泵不同。該員在駕駛 PP 時都是講主風泵，所以當下認為空壓機與主風泵不同，亦沒有接收到空調異常資訊。該員知道若主風泵跳脫是無法打氣。

當時 TEMU2000 自強號啟動準備、簡易故障處理及 TEMU1000 出庫檢查表是審查考試時的檢查標準，非線上使用。如超過半年沒有開過某車種，要重新訓練及審查。

車子入庫需有入庫檢查，約需 40 分鐘，當時入庫檢查沒有檢查

表，司機員在工作報單上寫運轉的異常狀況，若正常則勾正常。繳回工作報單時運轉副主任會問列車有無問題。

司機員訓練是師徒制，每個師傅作法都不同，路局沒有標準的訓練文件。段訓是以段內主力車種（PP、莒光號及貨物列車）為主，很久才會提到普悠瑪或太魯閣。考核時有筆試及實際運轉。在七堵機務段只受過 700 型電聯車模擬機訓練，一般是路線上號誌異常情境，無法模擬車輛故障。故障排除是跟著師傅學習時，遇到了才會教導。有人在學習過程中 1 次故障都沒遇到，因此，每個司機員的處理能力不一樣。

段訓全程參加後有考試，段訓沒有成績是因為沒上完就去做原本的排班業務，事後不會去補訓。該員不確定事故前半年內是否在段訓上過主風泵故障排除的課程。

該員非常反對二線支援一線，那些人本來是指導老師，當他們上去開車，就沒人做指導監督。據說是因司機員不夠，處裡的長官要二線支援一線，不確定是否有上面核准。

執行駕駛勤務時，必需帶工作報單、隨身碟、時刻表、號誌紀錄簿及急修工具包，這是師傅教的。每列車都有動力車交接簿，回段後檢查員會去看。除普悠瑪外，車上都有緊急應變處理手冊。

當 ATP 隔離後，行控中心會有警示及警音，調度員確認後警音才會停止。依事故前的規定，ATP 隔離後以適宜的速度去運行，但事故發生後，路局即規定 ATP 隔離後車速要壓到 60 以下。

列車誤點對是二線的該員沒有影響，但對司機員可能有壓力，也可能影響考核。

該員心中的疑問

- 空調故障不會影響動力，錄音檔中調度員怎會講空調？錄音檔與自己的認知有很大的落差。
- 臺北機務段明明有編組可換，為何要到花蓮才換？
- 為何六年來行控中心都沒有發現普悠瑪沒裝 ATP 遠端監視系統？
- 正常情況檢查員應要對車種很熟悉，怎會派不熟悉的值班？
- 臺鐵規定要日檢，怎會在事故發生後說 3 天檢查一次？

該員當時因緩起訴一事心情受影響，雖已將懲處簽呈、悔過書及報告書呈給主管，卻遲未收到機關處分結果，心情也一直懸著。當時雖主動告知檢調受緩起訴處分之事，也配合毛髮檢驗，但後來消息卻外傳。檢調在確認檢驗結果後也無替該員澄清。基於這些事件對該員情緒造成衝擊，需藉藥物使自己狀況穩定。該員亦有將每週需回診受戒癮治療的事告知段上直屬主任，但未特別提用藥治療的狀況。

該員當時緩起訴戒癮治療是在臺北市立聯合醫院○○院區執行，項目為藥物及諮商服務，在門診接受戒癮治療可能未告知醫師自己是司機員。

該員認為用藥對睡眠與隔日精神恢復有幫助，但部分藥物無法讓其睡整晚，治療過程曾因此換藥，換藥過程通常需經歷一段身體對藥物的適應期。該員表示醫師有告知藥物可能副作用，如注意力不集中、盡量不要開車或駕駛等，本身也擔心用藥對駕駛勤務影響，於乘務前一晚盡量不使用。惟未服用藥物的那晚，睡眠品質多少會受到影響，至於隔日精神狀況是否也同時受影響則不太清楚，可能從旁人對其之觀察會較準確。

該員認為事故前用藥對記憶力影響應不大，這部分從其平時工作內容及表現可知（需正確安排段內司機員工作班），但在事故後曾向醫師反映用藥似乎會讓其容易忘東忘西。

該員除藥物治療外，也曾接受諮商服務，但覺效果不彰；此外臺鐵在事故後也有許多新措施，如安心專線、文章小品等來協助有需要的員工。

該員已不太記得體檢時是否主動告知，或醫師是否詢問自己的用藥狀況，也不認為體檢檢查表的自填項目，有理解題意的困難。但不太記得當時自評後醫師是否再逐項詢問或確認，僅記得每次體檢隊伍皆排得很長，有時上午體檢，下午還要趕工作班；另醫師問診會在一個開放空間，旁邊還有其他等待受檢人員。

該員不清楚臺鐵是否對二線司機員（幹部）施行尿毒物檢驗，也不知道對幹部尿液抽驗方式是否有不同規定，記得以前擔任一線司機員時會被抽驗到，但成為幹部後似乎就沒被抽驗過。該員在緩起訴處分前也已多次向機務段提出，認為二線支援一線是不妥作法。

1.17.1.3 機務段檢查員 A

該員工作內容是對入庫的列車作日檢，或有列車發生故障時，負責安排其他車輛上線，要讓下一班車子可以順利的開出去。

局裡有新車進來時，會給基礎資料及訓練，但這不足以讓檢查員應付列車的所有狀況。當事故發生後，段內會發「事故快報」，讓檢查員瞭解整個事故的處理過程及故障排除方法，並安排檢查員上課。若無法上課，也會有資料給他們。段內每個月會有 2-3 天的教育訓練，事故前，訓練就是主管利用早上開會或其他集會的時間，將最近發生的事件告訴大家，沒有固定的時間。事故後，感覺比較有制度的在執行這件事。

臺鐵車種太多，沒有人可以全部瞭解，該員對本段車包括太魯閣、普悠瑪及電聯車比較瞭解，但也不敢說專精，因為該員不知道是不是有其他的故障是至今還沒遇過的。若是遇到其他車種的故障，該員必

須打電話聯絡該車種的本段檢查員，向他們請教。

所有的車種皆有維修手冊，但車種太多，實務上也沒有太多人會看。臺鐵提供的訓練是不夠應付工作所需。有些車種的異常一年才遇到兩三次，忽然接到電話要對某車種提供技術支援時，該員是沒有把握。該員認為車種太多是主要問題，不僅司機員要駕駛不同車種，維修、備料及訓練等皆是問題。

當天是綜調所北區調度員通知該員 6432 次車有問題，該員馬上打給司機員，一開始收訊很差，聽不清楚司機員在說什麼。該員換個地方再打給司機員，司機員回報沒動力，該員開始思考是不是停留軔機的問題。司機員再回報是過中性區間時發生的，該員直覺懷疑是不是某個偵測元件故障所導致，但司機員說都正常，因此，請司機員降弓再升弓。該員判斷當天的狀況已經超出自身的理解範圍，隨即聯繫段內對普悠瑪較熟悉的檢查員，請其作技術支援，另外該員也開始協調備用車。

該員想建議路局改善無線電收訊品質。當日該員和司機員通訊的品質很差，彼此聽不清楚對方所說的。司機員要一邊開車一邊回報故障狀況，可能也有困難，總覺得雙方沒有共同的語言，無法瞭解司機員表達的內容。司機員的描述必需足夠，檢查員才能準確判斷。回想當天，該員覺得該司機員也算盡責，一直在和檢查員及調度總所等通話並處理這故障狀況。

處理當日的異常事件中，該員一直都沒有聽到主風泵這個關鍵字，直到另一個檢查員告訴該員往主風泵的方向去問司機員，該員的師父才和司機員確認空氣壓力多少。請司機員重置 BOUN 是因為之前有遇到類似的事件，這是經驗累積而來的。司機員表示無動力，該員直覺想到馬達故障就會自動隔離，因此，該員才會問司機員馬達是否有隔離。

列車故障時，機車調度員會通知檢查員來作技術支援。該員也不知道這樣的程序是不是正確，只知道現在故障排除幾乎都是檢查員在做。

工作現場有本子記載普悠瑪過往事件，另有一本普悠瑪原廠手冊，手冊裡有故障碼及排除程序。每個司機員對故障的描述內容皆不一樣，當天該員如果知道故障碼的話，也許能較快判斷故障的原因。TCMS 有時會同時出現很多故障碼，有些是故障，有些是現象，司機員可能也不知道要將哪一筆資訊報給檢查員。

當天聯絡另一個檢查員不是標準的作業程序，在趕時間的情況下還是會打給熟悉該車種的檢查員。

1.17.1.4 機務段檢查員 B

事故時在運轉班，專責 EMU500 型電聯車一級檢修、緊急故障處理及緊急電話處理，不包括太魯閣及普悠瑪。運轉班又分檢車（EMU 小組）及動力兩部分，檢車（EMU 小組）是做客服的部分。運轉班是三班制需輪值，若車輛有安排日檢，就必須去做一級檢修。

檢查員訓練在員工訓練中心上課，實習時到機務段跟著現場人員學習。配屬新車時，鐵路局會規畫段內上課講習。因運轉班是 24 小時待命，常常在講習中間接到突發狀況或緊急電話，必須處理而離開。所以上課情形總是七零八落，沒有完整，常常有沒有測驗也不清楚。新車配屬的技術手冊是有的。一個車輛的組成，是由許多系統組成的。例如：車身系統、轉向架系統、軀機系統、牽引系統、SIV 輔機系統、自動門系統、TCMS 列車監視系統等等。每一個系統都有其供應廠商。每一個廠商提供的技術手冊只對該系統作解答。車輛的運行，是許多系統的整合，所以車輛運行中的故障，是許多系統的交互作用影響下所產生的問題。常常無法在廠商提供的技術手冊中得到解答。所以常常自行分析查找原因。故車輛應急處理方法，大部分是經驗累積下來

的。段裡複訓是不定期辦理。新的應急處理方法或資訊有時會透過 LINE 群組發布或與同仁交流分享。

以前各車輛配屬段依經驗自行編寫應急處理方法，鐵路局會擇期辦理比賽，擇優彙整成為鐵路局的車輛應急處理標準。

動力運轉班，檢查員有 2 個人，上班時間 12 小時。鐵路局有的車種都有可能入段或入庫。運轉班人員當然只有對本段配屬的車種比較熟悉，對他段車種就沒有那麼熟悉了。所以非本段所配屬的車種入段或入庫，遇有故障或問題時，檢查員就必須翻閱該車種的應急處理手冊，如果該手冊沒有列出這種故障，需要打電話到所屬段請求協助。

大概在事故前的八月份的時，機務段主任曾在 Line 群組上 Po 文，總風缸壓力降下無法建立時，可能是主風泵被抑制掉，要做 BOUN 切開及復位處理。該員才想到要問事故司機員 MR 壓力是多少，他回答是 7 點幾 bar，該員判斷可能是主風泵有問題。所以請事故司機員重置駕駛室後方電氣箱的 BOUN 開關，後來事故司機員又告知 TCMS 訊號顯示第 1、8 車主風泵強制停機，更確定是主風泵的問題。

當時事故司機員一個人做復位實有困難，所以才跟他說，是否請車長幫忙處理。該事故後，該員與其他同仁，分析研判發現其實只要降弓及 Key-OFF（即啟動電源 OFF，就是電瓶 OFF），再 Key-ON 及升弓就可做到 BOUN 重置的效果。

主風泵本身有過溫度保護裝置，當主風泵溫度過高時保護裝置，會強制停機，當溫度降至一定溫度後，再重置 BOUN 斷路器後就會恢復正常。據說列車購入後主風泵一直有問題，主風泵一直在修改測試中，也一直在保固中，所以作日檢時，檢查員也不敢去動主風泵。

本段車輛運用太過密集，致檢查員之工作量不勝負荷有苦難言。正在線上運轉的車輛，有故障須協助處理時，只能從行調電話中聽司

機的表述，故障回報方式沒有統一，如果司機表達不清或錯誤時，檢查員也會跟著錯。

1.17.1.5 列檢員 A

該員主要負責檢查貨物列車的行走裝置、軀車裝置及車架等。屬輪班性質，三個月在車庫，三個月在車站。目前擔任列車檢查員。

之前在員工訓練所大概受訓 4 個月。列檢可用的時間較短，只做車廂服務性設備，動力車則比較沒有接觸，大部都是司機員在執行的。

臺鐵有車輛檢修程序及檢修規章，每一種車型都有，但以服務性設備居多。有新車型進來時，利用每個月的在職訓練告知列檢員新車資訊，上完課沒有考試，但會要求列檢員寫資料。

當日，該員接到機車調度員通知事故列車誤點且空調機有問題。一般列車遇有誤點的狀況，列檢員會到車站去等，當天該員接到通知，請另一位同事去司機員端，該員去另一端問車長。車長告訴該員空調時有時無，該員當下判斷不是空調機的問題且無需進一步處置，隨後走往 8 車。

回列檢室要回報機車調度員的時候，電話就一直打不進去，沒多久就聽說蘇澳新站那裡電車線沒有電，後來又聽說車子翻了。

該員將檢查結果記在日誌簿上，但主管已下班，未即時通報主管。通常做法是隔天早上將前日的工作狀況回報給主管。

事故之前，該員並不熟悉普悠瑪列車，只看過一些資料。段內的訓練大部份是針對乘客車的服務設備，該員認為目前段內提供訓練足夠該員執行服務設備的檢修工作，但動力車的部份就較不足。通常是保養段比較瞭解，所以列檢員遇到比較不熟悉的問題，還是要打電話回保養段問檢查工務員。

當列車檢查員之前要先當技術助理，在員訓中心受訓並通過審查後才能當列檢員。

當天該員被通知的是空調機故障，所以認為是冷氣的問題。該員知道空壓機和空調機的不同，也知道空壓機又稱主風泵。

該員過去沒遇過因空調異常而致動力異常的狀況。如果當日知道是主風泵的問題，會先打電話回保養段問檢查員。雖列檢員工作的範圍是檢修車輛服務設備，但如果收到要支援動力車故障排除也是會盡力協助。

列檢員檢修依據的程序是「車輛檢修程序」，目前宜蘭段只有檢修股負責貨物列車，花蓮才有檢查股。

列檢員可對列車軀機異常、車門故障不能關閉、空調一半以上故障及車輪踏面擦傷等情況可要求列車停車，其他的情況列檢員沒有權利要求停駛。曾有同事遇到燒軸的情況要求列車停駛。

1.17.1.6 列檢員 B

該員負責列車檢查輪班作業，約 1 到 2 個月執行貨物列車故障維修及約 3 個月執行列車檢查的輪替。

宜蘭站主要負責貨車維修，該員工作內容為收容各級檢修到期車輛。列車檢查員主要是針對線上列車集電弓異常、貨物列車通過狀況（鬆軀不良）監視，及列車客服設備（如廣播、廁所、自動門...等）故障排除。一般列車故障，於接近宜蘭站時會收到車長通知，列檢員會上車檢查及排除故障。動力機車主要為支援故障復位，公告欄上有簡易復位程序。

當日約 1610 時接到電話通知 6432 次車動力及冷氣出問題，一同當班的工務員至 1 車處等，順便觀察車子進站狀況。該員進入 8 車駕

駛室及詢問車況，司機員表示運行途中有動力無法輸出情形，復位(司機未告知該員復位何種設備)並重新啟動後列車又正常了，當下 DDU 有故障燈閃爍，司機員自行按下抑制傾斜鍵後即不閃爍，並表示故障回復列車可正常開車。

有關普悠瑪號教育訓練內容為車輛介紹，未對故障排除詳細說明。列車在宜蘭停站僅約 3 至 5 分鐘，上車故障排除時間有限，主要以立即處理項目為主。機務處針對常見狀況，提供各車型簡易故障排除手冊。通常遇到該員無法處理的狀況，都是工務員處理，亦會詢問保養所屬段列檢員要如何處理。

檢車段會安排單位在職訓練，除輪值列檢外皆要參加，訓練頻率約每月一次，時間約一個早上。列檢室有技術手冊並會定期更新。

1.17.1.7 機車調度員

機車調度員在轄區內人員或車輛有問題時，進行救援或應急處置，使線路能暢通。車輛在正線上故障時，司機員先通報車站，車站通報行車調度員，行車調度員就會跟機車調度員說。機車調度員不需面對及指導司機員，主要是負責連繫。司機員不直接聯絡綜合調度所，是因為無線電話拿起來叫就是車站，如果要聯絡綜合調度所要再打電話。

事故列車從樹調出來之前都是屬於機務段，發車前車子有問題時運轉副主任會通報，事故列車此階段未曾通報過車子的異常狀況，因此機車調度員不會知道有狀況，發車與否由檢查員決定。此作業流程，行之有年，沒有明文規定。

本案司機員跟該員說風泵故障，因為聽不清楚，該員問是不是壓縮機故障，他說：「是」。機務段檢查員告訴該員可能是主風泵壞掉，它可以復位，接著該員就打給司機員問有沒有復位好，司機員說他那一車復位沒有好，後面還沒去復位，1 車跟 8 車壞掉，該員說沒關係，

會找車長並教車長怎麼復位。後來就發生事故。

列檢員主要負責檢修廁所或冷氣等項目，不會修機車頭，車子故障比較少叫他們。有些始發站為了要做氣軔及貫通試驗，會找列檢員處理。

以前都講主風泵，空壓機是最近幾年才改的，司機員應該都知道主風泵就是空壓機。司機員說是壓縮機，該員以為講冷氣，又司機員說找花蓮列檢員上車檢查，該員聯想到電聯車只要沒冷氣車子就沒有動力，所以找宜蘭列檢員先上車去看並請宜蘭準備救援作業。車子到羅東之前，機務段檢查員打電話給該員，才知道是主風泵問題。

司機員可以決定停車，或問檢查員，如故障排除後還是不行，行車調度員會發布命令把車子停駛。停車與否沒有規定，是由現場來決定。實務上也是有司機員堅持停駛不開，比如閘瓦不鬆軔。車子明顯故障不能開時，沒有人會去堅持車子續行。長期以來有著人力跟車子不足的問題，車子壞掉對後續運用會很麻煩。

以前規定司機員關掉 ATP 要通報行車調度員，如果 ATP 是壞掉，行車調度員會跟機車調度員講，機車調度員看是那個地方有人然後派助理支援司機員，如果沒有助理那就報備行駛，然後司機員要降低速度，並注意運轉。

如果 ATP 壞了，司機員要做站車呼喚應答。機車調度員在有車的地方換車，有助理的地方就派助理，如果都沒有就一直報備行駛到終點。因為人員不足，報備行駛的比例較派助理的多。

在普悠瑪事故前該員不知道有 ATP 隔離遠端監控系統這個東西。過往有很多司機員回報 ATP 故障要隔離，這要開到機務段才修理。

機車調度員每星期上一小時的政令宣導及注意事項等等，沒有固

定複訓。機車調度員是三班輪班制，沒上到課的自行看公告的會議紀錄。

普悠瑪這種車型只有臺北機務段（樹林）及花蓮機務段才有，當天只有花蓮有車可以換，要換其他電聯車也只有這兩段才有。

某些路段的無線電通訊品質不好。一般通話時不會覆誦對方的話，好像也沒有無線電通訊訓練。

該員認為這事故只跟超速有關，跟車子壞掉無關。

司機員放在機務段的優點是他們比較認識車子。以前當司機員時，行車沿途會注重指差確認動作，依道旁號誌及速限標誌來開車，現在司機員則是依螢幕指示去做。

1.17.1.8 機務段人員 A

七堵機務段所轄有推拉式自強號、EMU 電聯車、電力柴油客車、貨物列車等車種。新進司機員學科訓練由員工訓練中心辦理。完成後，返回所屬機務段進行術科訓練，優先學習段內主力車種，期滿後進行技能檢定（單獨審查），由審查員（段內指導員擔任，無遴選標準）評核合格後方能獲得駕駛執照。段內如有需要或司機員自身興趣等，可進行其他車種之轉換訓練。司機員管理由段內指導員進行技術評核，目前平均 50 個司機員設 1 指導員。指導員每月至少隨乘 20 次，紀錄司機員平日狀況。身心理及藥（病）理由段內勞安人員及護理人員負責。臺鐵目前沒有對司機員進行藥物指引宣導，如有司機員有特殊或異常狀況，由勞安人員彙整結果提報段內幹部。

若司機員如從段內出發，應執行出庫檢查，該時間納入工時。司機員應隨身攜帶臺鐵運轉規章，列車上應有該車種故障排除手冊。

司機員段訓課程以當月機務處規定之主題為主，其他課程由各段

因地制宜安排，訓練計畫表送機務處核備，訓練結束後亦將訓練成果報機務處核備。因為司機員人數不足，目前沒有司機員年度複訓制度。

約 105 年 12 月中旬副主管提供事故機司機員吸食毒品悔過書，洽詢該司機員表示私人因素造成壓力，第 1 次吸食就被警察查獲，因段內僅有悔過書，又考量該司機員為運轉副主任，故決定待警察機關通知後，再辦理後續通報、懲處等作業。但過一段時間後，也就忘記這件事，也無通報至局內，當下未想到依「鐵路行車人員技能體格檢查規章」第 5 條對該司機員進行臨時體格檢查。

因事故列車司機員為主管職，且非常態執行司機員勤務（二線支援一線），勞安人員不好意思抽驗該司機員尿液，指導員亦無要求進行段訓測驗，以避免尷尬情形。

過往由段內副段長每月召開 1 次車種故障改進小組檢討會、每 3 個月針對同類型故障召開檢討會議及每年由局裡機務處召開年度檢討會。由於各段司機員人數嚴重不足，又常常臨時加開列車，如司機員與檢查員對車輛故障產生爭執時，通常段內主管會有較禮遇司機員的情況。

1.17.1.9 機務處行車技術科人員 A

司機員基礎訓練除規章以外無固定教材，由現場具經驗的同仁擔任老師並自行編彙教材。訓練過程有模擬機的訓練，但不是每一種車種皆有，因軟硬體未能更新，現在也無法發揮應有的功能。

機車助理主要是認識司機員的工作，利用三個月時間進行路線熟悉，因為臺鐵的車種數量很多，目前仍以師徒制的方式進行。

司機員審查是交通部授權由臺鐵執行，審查的項目只有表單沒有手冊。目前故障排除檢定以筆試進行，臺鐵車種過多，要以實車檢定

確有困難。駕照是有期限的，過往是由臺鐵自己核發，這一兩年才開始由鐵道局頒發，目前尚未遇到要換發的情形。依過去的例子，司機員僅有被司法審判有罪才會被取消駕照。鐵道局每年會選幾個現場單位進行監理，主要還是以文件審查為主。

年度複訓（在職訓練）由各機務段自行辦理，機務處加以考核。遇有重大事故時，會有統一的案例宣導。

臺鐵二線支援一線的同仁皆是主管，原則上都是最優秀的同仁。二線人員一樣需接受段訓及考試，雖規定半年需開 1 次車，但實務上不會隔這麼久，目前局裡並無針對二線人員制定相關的規定。

過往列車故障就是停車檢查，臺鐵買的車輛都是最新的，這表示臺鐵對故障排除並無太多的經驗。因為司機員養成時間較長，故障排除能力較高。但近年來司機員的故障排除能力不似以往，需要檢查員提供即時的技術協助。機車調度員不可能熟悉所有車種，列檢員是負責車廂及服務設備的技術支援，僅能對動力機車故障提供簡單的協助。另外，司機員必須提供足夠的故障資訊，檢查員才能快速判斷並提供正確技術支援。若非失去動力或如車軸過熱等列車故障，原則上司機員是儘量開。行車調度員在聽完司機員、檢查員的判斷後才發「行車命令」，所以是行車調度員才有資格下達「停車」的決定。

事故後很多保修人員（檢查員）都認為沒有義務要提供司機員技術支援，只想把保養維修工作做好就好，列車在半路故障，那是司機員的問題，深怕提供技術支援之後會被移送法辦。若有列車在半途故障，會影響段內的考核紀錄，因此，主管仍希望檢查員提供技術支援。

局裡僅要求司機員依章行車，並無給司機員準點的壓力，只要不是個人疏失或是無故誤點，皆不會有懲處。行車調度員也僅在有異常誤點時詢問司機員是否有任何事故，但不會給司機員壓力，但經過這次普悠瑪事故後，有些調度員已不敢再問司機員了，怕給司機員壓力。

所有車種皆有故障排除手冊，原則上司機員需在勤務中攜帶，但實務上司機員如果可以記住，臺鐵也不特別要求。故障排除手冊在綜合調度所也會有，但機車調度員通常不會特別去看，因為車種太多，有些故障也是百年難得一見。

過往司機員不足時，若有勤務會請休假同仁幫忙，假的部份只能用欠的，如果年底無法還給司機員就只能換成現金。但勞基法實施的關係，現在已不能用此方法。一方面現在司機員比較注重休假，如果不准假，他們會舉發，另一方面勞檢單位也會開罰，特別在普悠瑪事故前那一段時間，退休人員很多，所以才會有當天本案司機員二線支援一線的狀況，這幾年司機員不足的情形真的嚴重。

日本把司機員和車長放在運務單位，讓有經驗的司機員擔任車長，在實務運作上人員的調度較有彈性，臺鐵則將司機員歸在機務處。該員認為目前的訓練給司機員太多理論及車輛細部設計課程，可就基本構造及運作程序理解即可，應多花時間在模擬機實作及故障排除訓練，應該會對司機員比較有幫助。另外，法規的制定也需要與時俱進，上階的法規要能依現行的運作方式作修訂，基層的程序才能作修改，例如早期沒有 CTC 中央控制，現在有，但法規沒有隨著修改，仍停留在以往的思維和作法，臺鐵建置的 CTC 系統就沒有發揮該有的功能。

1.17.1.10 機務處行車技術科人員 B

司機員需先至司機員班參加 18 週訓練課程，畢業後下段擔任機車助理工作 4 個月，後續擔任學習司機員 11 個月至臺鐵內部審查合格後，由交通部發照。車種轉換由各段執行。交通部鐵路人員行車技能體格檢查規則有規範司機員訓練綱要，臺鐵依此進行細部規劃（如證照發放要點）。現有駕駛模擬機的畫面以錄影方式呈現，僅有天然災害情境，沒有車輛異常與故障排除的情境。臺鐵並未採購普悠瑪駕駛模擬機。

事故前司機員每個月須參加 3 小時由指導股主辦之段訓及測驗。訓練項目由各段自行安排。事發前的 8 月份七堵段司機員已上過普悠瑪號的故障排除訓練，且包含主風泵故障排除內容。司機員只要通過每年的定檢，駕照即有效。尿檢由勞安不定期至現場對司機員或幹部抽測。鐵道局成立後每年抽一個機務單位進行考核，主要是確認文書作業的瑕疵。

普悠瑪號事故後，建立了雲端硬碟，收集 10 年的公文資料供各單位調閱。行車電報的保存及事後搜尋皆不容易。應早日推廣 SMS 統一文書作業標準。

機車調度員之背景均為資深司機員，主要工作為機車機班的運用。

2 線支援 1 線的原則為民國 100 年規劃教練證照時開始。因 55 優退專案及新車組購入，致司機員人力出現缺口，由機務單位具行車經驗的幹部重新取照。每半年開 1 次車，即可維持證照。目前司機員因待遇高所以不想轉幹部，但近年增加約 500 名司機員，車種也變多，希能增加幹部的人力，將業務適當的分配。

列車維修計畫為各段自行掌握，並未報備鐵道局。

車輛一旦出段，司機員應負車輛簡易故障排除之責，司機員尋求遠端支援時應具備確認雙方對話內容正確之能力。列車調度員、機車調度員與檢查員每個人的角色都很重要，但均依賴司機員對故障或異常的描述去執行協助工作。

司機員故障排除的依據除運轉規章外，細節由行政命令訂定。後來的列車都有 TCMS 可顯示異常或故障，司機員依畫面上的故障資訊回報檢查員，但現實中司機員對故障的描述能力各異。有規定以行動電話或協助應急處理動作時，應先停車。列車在正線上發生故障，司機員決定是否停車。如司機需趕點，應於規章規定範圍內執行，不

得超速運轉。

建議鐵道局在技能檢定時增加術科簡易故障排除。並於列車的駕駛室提供該車型之故障排除手冊供參，避免司機員個人記憶問題造成故障排除過程不順利。此外，司機員的駕駛訓練與審查合格過程中是不能依賴 ATP 的，應要求司機員具備獨立行車運轉控速能力並熟悉路線特性。ATP 隔離後的注意運轉指司機員應更留意道旁號誌與標誌顯示，並留意速度控制與司軔閘的操作。

1.17.1.11 機務處車輛科人員

第 1 次訪談

該員任職後主要都在檢修體系。事故前，臺鐵以使用環境、使用週期、經驗及內部檢修政策自訂檢修規範，有些是延用民國六七十年訂定的標準。事故前就開始要推動計畫性維修，但成本很高，終受預算限制僅能逐步汰換。

在普悠瑪採購案中，該員參與最後一場審標會、日本監造、試運轉、缺失改善及 RAMS 的執行。普悠瑪跟 EMU800 型列車採購是臺鐵自訂規範，由台銀採購部辦理採購。集合各段、廠對車輛熟悉的人員，成立採購規範審查小組，對採購規範逐條檢視編修。規範通過後開「處」的資規格，同意後再開「局」的資規格，總工程司簽核同意後依法辦理招標。設計變更如是由廠商提出，機關接受意見後會請專家學者共同討論，若同意即更改技術規範及招標文件。

每個月由各廠、段推薦派 2-3 人輪流前往日本監造。如發現和規範及設計文件有差異處會開出缺失單，缺失單交給日車，也會記在監造日誌內，彙整提報給機務處知悉。驗收是依據採購法辦理。從 EMU800、2000 型開始引進獨立查證與確證制度。交車測試都是在臺灣本地執行。普悠瑪列車測試是依據廠商提出且經機務處及 IV&V 審

查核可的測試程序書進行，測試程序書上的項目會全測。

主風泵維護是由行車技術科考核股督導。就該員的瞭解，在事故前普悠瑪主風泵幾乎沒有故障過，現場幾乎沒有回報缺失。約 105 年時臺北機務段發現有油溫過高或異音的情況，但這都是在 RAMS 執行完畢也過了保固期。有這種問題出現，該員認為是廠及段對於故障問題一直在等原廠處理，並沒有主動去了解。部份項目會因廠商改善而延長保固，現場常誤以為全車仍在保固期。

普悠瑪空壓機是 Screw type，非首次使用。該員曾對維修現場說空壓機的油加太多，但檢查員仍未等油全部回流，即以油表當下的顯示補油。

在 EMU700 型及太魯閣號即有油加過多的情況，多的油會排到空氣中，不見得會出現問題。普悠瑪這次的問題在於散熱不良，啟動自我保護將主風泵切斷，非主風泵故障。

事故發生後，該員才知道有 ATP 隔離遠端監視這項功能。它是歸在通訊系統內，委外由三商電腦維護保養，該系統故障不由臺鐵維修。該員的認知這次事故主因為超速，如主風泵故障甚至燒壞，也只是讓列車停下。目前臺鐵人才斷層相當嚴重。車輛及軌道維修的專業人才大都已退休或轉職。這次事故對檢修體系及司機員影響是負面的。

該員認為，臺鐵的運轉模式不能比照捷運或高鐵，對「人」的要求才是最重要，不可能全部倚賴機器。60 公里限速備援系統和 ATP 遠端監控系統一樣毫無意義，為何有人在車上需自動煞車，還能被隔離？應該先將安全政策訂好，像日本發生車輛故障就全面停駛或到下一站換車，但是臺鐵負有營運壓力，無法直接停駛。鐵路車輛設計越來越簡單，操作越來越簡單，故障機率越來越低，不需要 2 個司機員操作，該員認為可將司機員歸在運務處，施以嚴謹的訓練及要求。

第 2 次訪談

檢修流程從鐵路法開始到最後檢修程序、週期表等項目編好之後會到行技科，再根據其訂定標準紀錄表及工單。

交通部頒的檢修週期表，鐵路局會依照自己的需求去訂定，購車時會把檢修週期表附在採購合約，請車商遵照。普悠瑪的維修手冊目前尚未核定最終版本，仍請立約商依審查意見修正中。

實務上譬如 800 型，臺車只會做車，但不會維修，至於維修手冊，也是聘請日本的顧問等來寫的。列車通過交車測試，IV&V 有發安全證明，臺鐵就可以讓列車營運，契約上來講確實是這樣寫。

運轉手冊不會提供給司機員，因為太多太雜，要看機班如何去訓練。以前司機員發生故障會直接打電話求救，所以也不太需要看規章，但現在不會了。

1.17.1.12 機務段人員 B

該員和 6432 次司機員（排班副主任）都是二線支援一線。司機員用盡時，6432 次司機員會問我們能否跑班。

每月中公告次月司機員班表。6432 次是臨時班，非正班，工作班號 1R15，僅星期天有。6432 次司機員先排好正班，再排臨時班。約九月底，6432 次司機員問該員能否支援 10 月 21 日的 1R15，該員起初答應，後來發現 1R15 是兩日班，但發現 10 月 22 日有許多業務待處理，於是向 6432 次司機員婉拒。幾天後 6432 次司機員再詢問該員能否支援其他一日班，該員答應。不清楚 1R15 後來排給誰。

指導股負責司機員考核、監督及訓練。運轉股負責司機員人事及差勤管理，6432 次司機員屬運轉股。

司機員執勤需帶行車運轉規章、機務運轉標準作業程序及應急故障處理手冊。應急故障處理手冊是機務處找專家及段級長官撰寫。除 EMU800、TEMU1000 及 TEMU2000 外各車型皆有，一車型一冊。每年的保安週檢查司機員是否攜帶，平時則抽查。車上亦有應急故障處理手冊。

1.17.1.13 機務段人員 C

110B 次司機員到運轉室時回報列車所在股道，未提及列車異常。

6432 次司機員約 1340 時到運轉室報到，進行酒精量測、自主血壓量測及領取鑰匙，看來和一般司機員無異，過程中未提及列車異常。外段司機員未到臺北機務段運轉室報到前，不會知道列車編組及所在股道。

1.17.1.14 號誌員

號誌員僅在列車出入庫時就路線建立與否會和司機員有所互動。

車輛是否有狀況司機員並不會向號誌員反映，機務段運轉室與檢查員以及號誌員使用無線電頻道皆相同，如果司機員反映車輛有狀況，號誌員只是聽到而已。

110B 次司機員入庫時未呼喚或反映列車異常。6432 次司機員出庫時未呼喚或反映列車異常。

1.17.1.15 機務處工事科人員 A 及 B

機務處工事科有 3 個股，機料股，負責機務處所有料件使用的採購，廠務股負責 3~4 級保養廠維修計畫，機械股負責場廠段設備、工具與小額工程之請購、辦理與維護。

廠務股於每年底跟臺北機廠工作組討論 3~4 級維護計畫，3 級保

養時程約 3 年進廠（依年限或公里數，看誰先到），實務上幾乎所有的動力車都是時間先到；目前 18 組普悠瑪列車，平均一年會修 6 組車。臺鐵電聯車約有 1235 輛車，臺北機廠每年約需維護 400 輛左右。目前因執行幾個改造案（如無階化改造）導致列車到了期限無法進廠保養，若這種情形發生時，將會提早安排進行保養作業。以 109 年來說，有些車子會比較早排維修，因為有多項改造案進行。

普悠瑪 3A 級檢修，依本局各型機車檢修週期表約為 30 日，車輛科負責各型車輛之檢修項目標準及限度編修，保養細項為臺北機廠訂定，兩者均依循廠商提供之維修手冊（MI 手冊）去規劃對應之檢修規定。參照 MI 手冊內容轉換成檢修規定時，可有彈性處理，如廠商說 3 年要更換主風泵冷卻散熱鰭片，但依經驗冷卻器散熱鰭片不會損壞，所以實際上僅需清洗髒污即可，不作更換。訂定檢修規定時，車輛科發現疑問會與廠商討論並行文確認。MI 手冊內化成檢修規定時，會視實際零件使用狀況，調整維修保養內容與更換週期。

普悠瑪列車進行初次 3A 保養時主風泵隨車備品的數量有 8 組，發生 1021 事故後於民國 107 年 10 月 25 日查 PA 材料系統：普悠瑪（TEMU2000 型）主風泵隨車備品尚有 5 組未領用及共用件 EMU800 型主風泵隨車備品尚有 10 組未領用（含內部零組件，均使用中空絲膜等項目），所以一共有 15 組備品。機廠與各段皆可提維修備品採購需求，本科於民國 107 年 6 月接獲中空絲膜採購需求，並於當年 11 月 6 日決標。

維修手冊中更換中空絲膜不需要拆卸主風泵，機務段中空絲膜亦需將空氣乾燥機總成拆下更換，機廠則是將主風泵總成拆下檢修更換並經測試台測試，這也是車輛科與原廠對 MI 手冊迄今未核定原因。

現場的料件是依據既有各車輛維修計畫去提出採購規劃，讓料件能依使用需求取得，避免發生缺料的現象。

列車經 3~4 級保養後需至正線試車再交付所屬機務段，確認方式為：確認機廠檢修工單內進行之維修項目。

通知車輛所屬機務段派員與臺北機廠檢查員共同試車。車輛所屬段視人力派員參與，如遇非動力系統及輔助動力系統等小缺失，於試車單上載明，由臺北機廠派員至車輛所屬機務段改善，如遇動力系統及輔助動力系統問題則表示試車不成功，須再回機廠檢修後再行試車。

車輛交段後車輛所屬機務段會再進行出廠檢查，臺北機廠負責車輛保固 3 個月。

上述做法係長期如此但未有明確規範，試車單內亦未規範試車期間需執行的項目。實務上曾遇過機務段認為機廠未保養好，所以再回廠保養經驗，但未有明文規範。

目前鐵路局已著手訂定各檢修作業項目之 SOP，以利落實相關檢修規劃。

1.17.1.16 臺北機廠人員 A

該員主要負責安排 3~4 級維修保養之進行，並管理維修人力與外包作業，作業細項為技術組負責。以普悠瑪為例，工事科訂定維修管控表及作業天數。新購車輛會有一段試驗期調整維修作業的訂定方式。

一般新車保養會依上 1 次的維修經驗調整訂定，普悠瑪號第 1 次進行 3A 保養時，依太魯閣檢修項目的經驗值調整必要更換項目，因尚未有生命周期的規劃，除非進行細部拆解才有可能發現其使用問題，依經驗新車零件完整度尚佳，且考量保固期 5 年內如有拆除將喪失保固，因此會調整檢修項目縮短在 10 天內完成。

車輛科會於保固缺失會議中討論保固議題，3 級檢修前由段召開檢修會議，3 級檢修後則由臺北機務段向車輛科反映，列為保固會議

討論議題。維修保養過程如有發現問題，將於工單內載明，以利後續再追蹤依循。試車單最後由技術組彙整。

維修手冊內容由車輛科控管，最初檢修規定與標準未核定前，會先用廠商提供之 MI 手冊做為執行維修之參考。

1.17.1.17 臺北機廠人員 B

審核股負責自購與局購的材料，料物股是現場料物審核與管理。材料股依現場為準，料的總類與數目都由現場人員來確認，年底開出需求。用料預算則依據後年的修車計畫來彙整，我們有十個工廠，寫完後再給彙整給機務處。

檢修主要依維修手冊為主，但維修手冊並不完整，早期有檢修標準，內容有一至四級檢修標準，不同車種有不同標準，但大同小異。民國 85 年買新車後並無再繼續修訂檢修標準，之後都由各工廠制定各自的標準作業，再寫在檢修標準。檢修標準由各工廠各自修訂後給技術組審核，並盡量符合維修手冊，但維修內容還是依據現場人員的需求來制定。

中空絲模廠商在維修上有保固問題，所以並沒有去拆與維修。合約我們不曉得怎麼寫，也無接收到此設備維修訊息，所以都沒有去換，若合約上有寫，一定會去更換。之前有發現油跟水份無法濾掉，也有跟廠商反應，但並無接收到更換的訊息。

廠商給的叫做「維修手冊」，我們實際維修的內容叫「檢修標準」。今年的預算是買明年需要用的東西，我們每三個月與機務處有共料會議討論，若買不到料會用自購方式，有時候公告第二次等標期只有三天，馬上通知廠商要開標，請來投標。若是急需用料，會使用前一台列車，拆下來給後面的列車使用。

1.17.1.18 臺北機廠人員 C

技術組有檢查股、設備股及設計股。

維修手冊是局發函轉過來給組內，如何制訂出並不曉得。廠內是三級四級檢修，維修手冊與檢修手冊，應該是廠商給機務處再轉過來，我們自己也有自己的檢修規定，交通部有頒布檢修規則，有程序及週期表，還有檢修項目但檢修基準尚未完成。

事故列車是 104 年檢修，本人是 105 年到任，故不曉得情況。交通部檢修規則在下面檢修基準跟項目，我們的細則是參照十大項目而訂定。我們現在正積極制定維修準則。

廠內內部在職訓練都是不同項目，為不定期，基本上看最近有什麼故障，再由依此舉辦訓練。實務上，今年會提計畫報給機務處廠內明年的訓練內容。教育訓練並無規定方式，只有提報年度訓練內容，訓練講師是由各專業技術領班、主任或工務員擔當，也會有退休的師傅回來上課。訓練會簽到，但有無評量不清楚。

普悠瑪新車進來後，訓練的內容合約應該都有規定，廠商會依照合約來做教育訓練，結案應該也會需要訓練的資料及簽到。

普悠瑪事故前，無主風泵的測台，所以檢修時無拆下，只做一些簡單的維護及功能測試，會有維修紀錄單，事故後才開始拆下來做檢測。

1.17.1.19 員工訓練中心人員

員工訓練中心只是協助辦訓，所有課程訓練都是各處在辦，各處會來函給我們，至於訓練內容、需要的講師，都是各處決定。

目前本局設有甄試訓練委員會，依委員會決議辦訓，主席是副局

長，主要是辦運工機電各處的訓練，譬如明年要辦何種訓練，就會提給我們，我們再去處理。

員訓中心現在基本上算是行政單位，課程與講師的安排都是各處提供，而員訓中心只是做行政作業。目前本單位只有 20 幾個人，未來若變員工訓練所，會擴編有北中南東訓練中心，課程的安排及老師的甄選，才會在員訓所內負責，現在員訓中心只是協助辦訓。

司機員目前有證照，交通部有規定訓練時數，司機員的訓練計畫都是機務處安排在員訓中心結訓的考試等等都還是由機務處來處理，員工訓練中心安排教室、行政作業及成績計算。

模擬機分散在各機務段，員訓中心有簡易實習場，內有七部 ATP 駕駛模擬器，兩部是電力機車頭，五部是 500 型的電車，真正的模擬機要到各段。

員工訓練要點有學員成績的計算方式，若成績不及格就是退訓，就回原單位。

1.17.1.20 機務處行車技術科人員 C

司機員訓練主要是針對司機員的證照核定，才能發核備函正式成為司機，後面的車種轉訓是各段報上來，我們都是核備。段上每個月有段訓 2 小時，師資都是由段上選出，檢修的部份會發相關段的同仁來上課，負責司機員的應急處理。

司機員車種轉換有規定，實習期滿後，各段審查完有審查表並報核備函到處裡，司機員的轉換會來文，我們會打電話問一下此人的狀況，是否可用，基本上是段上自己去找人，報來做核備但證照還是段裡在發。

每個機務段都有運轉工作手冊，是機務處針對司機員做出來的。

段上業務由每個段自己督導，機務處會派人出去抽查，到段裡抽查指導老師是否認真上課，及司機員的行車運轉曲線，也會調閱司機員的 ATP 曲線，確認司機員是否超速及是否依號誌條件行駛。

司機員行車規章是由各段給每個司機員，分為上下兩冊，行車運轉規章每個司機員都有一本，另外開什麼車種就帶該車種的應急手冊。應急手冊有重新整理過 1 次，處有頒布，原廠的手冊司機員應該不用帶。

新車來會對司機員及車長辦一個訓練，會請原廠來上，會請一些司機員來上，當種子教官，後面再請種子教官帶人。

運轉規章內的內容修訂都要經過機務會報，跟局長簡報要修訂那些內容，現在業務在運安處負責，以前在運轉科。版次的修訂也都是運安處處理。行技課有指導業務的承辦人。修改的規章最後會在段訓的在職訓練中告知司機員。

每個月的在職訓練會告知司機員規章的修訂，若有新的，會先公告，然後在下 1 次的在職訓練告知。保安週會去抽查司機員有無修改。修改的規章會印年分，所以看年分會知道是否有更換。

行技科負責一、二級的檢修制定，譬如工單及檢修紀錄表，檢修基準的限度由車輛科制定，三、四級因較複雜，是由機廠制定。以前沒有訂各車型的檢修紀錄表，現在開始有在制定。早期都是用比照的方式，500 比照 400，諸如此類，但很多地方都不符實際。

在職訓練段每年都有排預定表出來，但若故障太多，段裡會告知要加訓哪些項目。段訓主要是規章的複習或精進，有時會政令宣導及勞安，規章方面會拿最近發生的案例作為檢討，技術的部分也是用新車的狀況來檢討。

司機員考試審核的標準若不及格會給他第二次甚至第三次的機會，不會輕易淘汰，基本上看他的學習精神，畢竟司機員的養成非常不容易。

1.17.1.21 綜合調度所人員 A 及 B

本局「行車人員技能體格檢查實施要點」有行車調度員的訓練規定及科目，現行科目是修正過的，包含老師的遴選、術科科目都有規定。

調度員結訓後，值台前要受兩個月的實務訓練。320 小時的實務見習，學科 70 分，術科 80 分才及格。課程安排經過教育訓練審查小組，有副處長，之後會送給員訓中心。員訓中心才會排課。

行控室依據跟隨見習的調度員及主任調度員（俗稱領班），後面由行控室主任，綜合考核最後成為調度員。除了考核外，還會看他的態度。行控室根據排課的內容，最後會經過指導老師簽名。約民國 107 年後才有此紀錄，之前並沒有。不確定事故前有無資料。

檢定完後，每年也是依據行車技能檢定，來制定訓練，兩年 1 次的規章測驗，另外還有體檢，事故後新進人員滿半年後還有 1 次規章測驗。目前回訓班因人力不足，無法開班，但每個禮拜四下午會有在職訓練，算是複訓，主要針對規章及事故做研討。此訓練沒有規定，是內部自己的訓練，若行控室比較忙碌時，就會臨時取消。師資一般是主任當主席，會請所長或副所長當指導。

每次是三個班，每個班都會簽名，每位調度員大概是三個禮拜上 1 次。另外事故檢討每個人都一定要親自參加。固定禮拜四的訓練有呈報給處，也因為人力不足，所以把此訓練當複訓。處裡面會有會議紀錄。事故後三個月也會做 1 次針對特定的主題做一個訓練，譬如閉塞方式，針對某一種閉塞方式，做比較深入的訓練，這個訓練早期就

有。

目前調度員班的業務在運務處綜核科，師資都是由他們審查的，在報給員訓中心，我們有需求給報給他們。

1.17.1.22 車長

事故當日該員從宜蘭接車預計到花蓮，與前一車長完成交接時，前一車長告知空調有跳開，到宜蘭時有列檢員上車維修空調。該員接車後並沒有與司機員有過通聯，亦無臺鐵人員聯繫該員請其聯繫司機員。

車長於出車前之整備工作包含檢查冷氣、廁所與燈光等，若有服務設施故障會嘗試復位。列車停站時，車長須注意列車開關門不要夾到乘客，防止乘客跌落月臺間隙。若列車有非正常停車須通報，並進行列車防護工作，到列車後方 200 至 600 公尺處防止其他列車追撞。

車長服勤時會攜帶急救藥品；列車緊急狀況時可轉開氣閥洩氣開門逃生。車窗旁有擊破器，窗戶標示有擊破點。行李架下方備有緊急逃生梯，每節車廂都有配置，外蓋有貼紙標示，主要是列車接駁時使用，因火車離地面有一定高度，需使用逃生梯讓乘客上下車。緊急狀況發生時車長會聽無線電並問司機員情形，臺鐵提供有隨身卡片供緊急通報時使用。臺鐵製作有車長乘務手冊，規範車長工作內容。

車長訓練未包含緊急疏散之實際演練，有逃生梯之使用訓練，訓練時有告知有事故時要廣播讓乘客知道，但未教導緊急疏散之廣播內容或如何下指令。每年臺鐵會辦理鐵安演習應會包括，但該員未參加過。

1.17.1.23 服務員

服務員職掌並未包括行車事故緊急應變與乘客疏散指揮，亦未曾

接受乘客疏散、列車安全設備與使用相關訓練，該員表示是服勤時自行觀察滅火器與擊破器位置，亦曾詢問師傅與車長；該員曾經因為列車臨停，而有走過緊急逃生梯的經驗，但不清楚於列車放置的位置，亦未有架設之經驗。該員同事曾向管理階層提過應提供安全裝備使用相關訓練，但未獲回應。臺鐵亦未提供服務員緊急應變或安全裝備相關執行或使用手冊。有關列車門的開啟，該員知道把安全閥拉掉就可以打開車門，是工作時問同仁的，並非訓練時教導的，但未曾手動開過，且服務員並未被配發開車門用的鑰匙。

本事故中，有從車長與無線電聯絡中，聽到提及 ATP 故障；ATP 故障後自動報站功能就無法使用，所以當日羅東站到站播報是該員人工播報；該員的經驗有時候會遇到 ATP 故障的狀況。

1.17.1.24 車長訓練講師

車長訓練業務，可區分為養成訓練及在職訓練，均遵循部頒「鐵路行車人員技能體格檢查規則」辦理。臺鐵車長均需值勤貨運及客運列車勤務，其中客運列車除客服業務外，亦須了解行車運轉相關作業。

車長養成訓練可分為學科及術科兩部分，其中包含 8 週於員訓中心進行學科訓練，2 週於各段進行術科訓練，待完成所有訓練後，由員訓中心彙整、確認通過訓練標準，給予完訓證明，後由各段主管確認可獨立執行車長勤務時，開始列入輪班值勤，一旦開始獨立執行車長勤務，應已具備臺鐵各式列車之車長資格；在職訓練則以經常發生之事故，或規章釋義為主，考試合格成績為 70 分，並登錄於其行車人員履歷卡。

有關行車事故應變處理相關訓練，係涵蓋於車長之運輸班訓練中；另外養成訓練有包含車上安全裝備之操作，但未有乘客疏散實作訓練。

運務處運轉課負責編製「車長乘務手冊」，考量車長勤務特性，

並以可隨身攜帶方式印製，以利其勤務中參考使用，除此之外，亦彙整運、工、機、電相關單位所提供之資訊，編訂「行車事故應變處理標準作業程序」，提昇對事故緊急應變處理能力，針對行車事故緊急通報系統、指揮系統、救援系統、建立一套完備制度。

上述手冊、作業程序內容，作為車長值勤時之作業依循，若有更新、調整之處，須由運務處長核決後，始正式生效實施，亦會同時副知餐旅服務員相關單位。

司機員、車長及服務員平時均為獨立作業，然而當遇臨時狀況時，服務員可依車長指示，協助廣播、協助疏散...等工作，若需進行列車防護時，司機員負責列車前端防護、車長負責列車後端防護，服務員可協助以廣播方式提供資訊予旅客；但是，彼此終究隸屬不同單位，尤其服務員又屬於附業中心，所以車上勤務屬橫向溝通，並不是直向指示。

考量勤務需要，車長應與司機員、服務員建立通訊管道，當遇臨時狀況時，目前實務作業可以廣播或以私人手機方式，請服務員與車長取得聯繫，然而私人手機非制式配備，並有個資法及個人隱私等種種考量，實務作業上易衍生困擾。

車長學員曾反應：若服務員能配有制式通訊設備，且服務員於其養成階段就能接受緊急應變相關訓練，相信會有很大幫助。

1.17.1.25 服務員主管

服務員屬餐旅總所自雇人員，非經鐵路特考不具公務人員身分。服務員養成係在員工訓練中心上課1週，內容主要是美姿美儀、旅客互動等，由餐旅服務總所辦理。另每年均安排在職訓練，由車勤服務部自行辦理，主要係根據客訴或實際勤務需要安排年度訓練課程，內容包含法定勞工安全事項。最近幾年有請消防局講授火災逃生、滅火

器使用、CPR（心肺復甦術）、AED（自動體外心臟電擊去顫器），以及請檢察官指導防範性騷擾等，大約 8 成服務員會參與年度在職訓練。

服務員服勤時須於 40 分鐘前至車勤派班室報到領取備品，再向車長報到登記。平常工作是停靠站、轉乘、列車誤點及相關資訊等播音與衛生紙、紙杯等備品放置、茶水補充，以及銷售休閒食品與便當。遇到特殊狀況時遵照車長指揮調度。目前因人力不足因素，一列車最多只會有 1 名服務員，約 60%之派乘率。

服務員訓練並未包括緊急應變相關的訓練，實際發生時係依照車長指揮調度進行緊急應變處理。車長配有行控電話與車門鑰匙，服務員則無。服務員職執掌主要為列車銷售與旅客服務，未涵蓋行車安全工作，沒有這個權責，除非車長指揮授權。

另外，若要對服務員實施乘客疏散訓練，並非餐旅總所單獨可以辦，涉及車廂構造等，需協同運務與機務等其他單位。

1.17.1.26 機務段勞安室人員

司機員因涉及全省各機務段，故體檢招標等事宜由機務處行車技術科統辦，接著由各機務段來執行。檢查項目部分，該員表示臺鐵有一制式「交通部臺灣鐵路管理局行車人員體格檢查表」供醫院施行檢查並填寫，其中部分項目如酒癮、藥癮、心理精神疾病等是由受檢者自行評量勾選後再由醫師複評。該員表示，採行兩階段之作法是自民國 107 年 7 月後的施行方式，主要為解決過去部分委託醫院僅提供檢查數據而未進行合格判定之實務問題。另該員表示，司機員自評、醫師複評之項目，因應本案司機員持有毒品之議題，於近期已增訂「無施用毒品」之項目，而檢查表應有配合修訂之。而醫院依契約書所訂之其他檢查項目會另施行檢查並製作報表。

合格標準判定方面，該員表示這部分是由體檢醫師負責，而勞安室在取得醫院體檢結果後會交由訓練考核單位（指導股），由其將體檢結果登錄於司機員的乘務人員資料卡中，以進行人員管理。目前臺鐵並無體檢證制度，僅就每年體檢結果登錄在乘務人員資料卡中。司機員體檢結果若有不合格之項目，勞安室會告知並提供相關建議給指導股，由其決定後續人員職務異動或調整。部分檢查項目如視力，受檢者經矯正後可安排複檢。

該員表示以現行體檢制度應無法有效掌握司機員有無用藥（如服用抗組織胺）等情形，但其認為這部分可藉由當班副主任於司機員報到時的勤前教育及現場觀察來瞭解司機員當天乘務前的身心狀況。

不過，該員認為未來若參考航空業或其他業界作法，由專業醫師編撰用藥指引，或於司機員新進訓練時提供用藥卡等方式應能增進司機員對於特定用藥的知能。另其表示目前段內有職醫可提供每月 1 次的醫療諮詢服務，亦可即時提供有相關用藥或有醫療需要之司機員來使用。

配合臺鐵司機員尿液檢驗相關規定，勞安室每年 3 月、6 月、9 月、12 月將檢驗結果送交至機務處行車技術科。為符合每年 25% 的抽檢率，段內於抽檢月份會各抽檢 12 人（段內應檢人數約 160 人）。勞安室若發現有司機員的檢驗結果呈陽性反應則會儘快通知指導股，指導股再通知運轉股以調整該司機員之職務，並擇日安排複檢，待複檢通過後再恢復乘務工作。有關民國 106 年、民國 107 年及民國 108 年七堵機務段司機員尿液檢驗的陽性檢出率，該員表示據其瞭解僅少數司機員因服用感冒藥物致使尿檢結果呈現陽性反應，此狀況通常於複檢後就無異常。

關於若有司機員主動報告持有毒品或用藥等情事臺鐵相關之因應機制，該員表示以勞安室之角度仍會依臺鐵尿檢作業規定對於主動

報告者進行尿液檢測，並建議指導股於檢驗結果出來前先暫停該員乘務職務。

事故後臺鐵在司機員尿檢與體檢作業制度面的改變包括：尿液檢驗目前實務作業優於法規規定；體檢作業方面，法規已新增無施用毒品之項目。

1.17.1.27 體格檢查醫院人員

依據臺鐵司機員體檢招標文件，司機員體檢是採巡迴體檢、非到院檢查方式辦理，故體檢醫院通常在體檢前一日先至機務段某特定場所進行相關人員與設備等布置，並於體檢當日在機務段內執行各項檢查。

該員表示臺鐵提供之制式的行車人員體格檢查表中的各項目即為法規（鐵路行車人員技能體格檢查規則第4條）中之檢查項目。各項目執行及判定方式如下：

視、聽力及血壓：此等項目是透過相關設備檢測，將檢測結果對照檢查表上合格基準進行判定；體檢時經量測若未達合格基準，依臺鐵合約可讓受檢者於醫院出報告前再到院辦理複檢。

酒癮、藥癮及傳染病等9項：此等項目列於體檢表中間，由受檢者於體檢前先自評並簽名，再由醫師問診時複評。醫師在問診中會針對每位受檢者進行理學檢查，並依表上所列之各複評項目對受檢者進行觀察或詢問相關問題。

- 酒癮檢查部分，醫師通常可由受檢者外觀發現常見症狀，如手抖、盜汗或焦躁等。
- 藥癮檢查方面則較酒癮不易發現，除非受檢者有主動告知或當下有其他檢驗數據之支持。該員表示臺鐵司機員的體檢規定中未對

藥癮原因有明確界定，如毒品或藥物成癮，惟一般而言在醫療用藥上主治醫師多會監控藥物使用狀況，包括定期抽血檢查以監控藥物血中濃度以免造成肝腎負擔。

- 法定傳染病方面，因涉及的疾病類別眾多，以現行臺鐵司機員的檢查項目而言，比較可能發現的傳染病是肺結核（經 X 光檢查結果）；其他諸如愛滋病、梅毒等則因未納入檢查項目而不易被發現；另臺鐵在法規中亦未明確指出需要評估的法定傳染病為何，故當受檢者自評為否，體檢時又無明顯症狀，醫師於問診中的確不易發現相關問題。
- 心理精神異常檢查方面，主要透過醫師與受檢者的對談過程去觀察並了解受檢者的精神狀態。
- 神經系統、肢體活動及平衡機能檢查方面，則是透過理學檢查來了解受檢者是否有相關的臨床表徵。
- 心血管系統檢查方面，主要透過血壓、血液檢查中反映心血管功能之指標，以及心電圖檢查來了解之，惟臺鐵司機員施行之心電圖檢查是較簡易的靜態心電圖，在結果判讀上可能有其限制。

以上酒癮、藥癮、心理精神異常、法定傳染病等 9 項目是以司機員自評、醫師複評之方式辦理。該員表示由於是受檢者自評並簽名，類似一份自我承諾書，故體檢醫師於複評時無法在其上更改，而表單中亦無其他欄位可供醫師做紀錄或加註說明。因此，複評時若發現受檢者有異常或有影響行車安全之虞，醫師目前僅能透過轉達或建議機務段（承辦單位）進行後續處置。至於體檢醫師當發現受檢者有異常或疑似異常之狀況是否調閱過去醫療紀錄或病歷，該員表示除非受檢者於體檢當日有攜帶相關就醫資料，否則以現行法規（如個資法）要調閱受檢者相關醫療紀錄是不容易的。

另外，自評項目的欄位僅提供受檢者「是或否」之選擇，受檢者

若在 9 項中有 1 項勾選「是」則會因而被判不合格而失去乘務資格。以民國 105 年至民國 107 年的承辦經驗，似乎無受檢者會在這些項目上勾選「是」。

再者，自評項目的題項說明多是複製法規內容，而疾病本身涉及之醫學專業度高，即使體檢醫師也需多方蒐集檢查數據或專科醫師之建議才能進行判斷。因此，目前臺鐵採取讓受檢者自評之方式，可能會使受檢之司機員因缺乏醫學專業知識而未能正確判斷。

在檢查表最下方有一欄位可讓體檢醫師判定本次體檢受檢司機員最終的檢查結果，但表單設計上為合格或不合格之二分選項，沒有其他選項，例如 xx 某項目經醫師複查後再核章等供體檢醫師選擇。

1.17.1.28 本案司機員主治醫師

事故時為臺北市立聯合醫院○○院區○○○○科總醫師，主要負責○○科內○○○○業務，包括：一、二級毒品緩起訴治療業務。

該員表示，本案司機員於民國 107 年 1 月 30 日因二級毒品緩起訴，強制戒癮治療而至○○院區○○○○科門診接受治療與地檢署合作之自費療程。

該員開始與本案司機員接觸時，會選擇用藥確實是在處理本案司機員失眠的問題（適應性失眠症），經診斷本案司機員沒有明顯的憂鬱症，但有一些偏向焦慮的個人特質，也尚未達診斷焦慮症之程度，因本案司機員對被判緩起訴覺得內疚及自責，進而影響情緒而睡不太好。

該員解釋適應性失眠症：通常失眠與情緒、壓力或外在事件影響有關，造成失眠的狀況很多，有一些是屬原發型失眠，也就是沒有其他問題或身體病而失眠，但這類型的失眠較少，大部分（可能 8、9 成）

失眠都是有一些原因所造成，評估司機員是因二級毒品緩起訴至心情受到影響，進而產生了失眠的現象。該員表示，本案司機員於門診治療期間除了失眠症狀以及來院治療前之興奮劑使用問題外，並沒有其他達到○○科診斷之病症。

該員表示，目前在學界及相關研究於藥駕、毒駕方面的科學實證爭議很大，要判斷某一疾病或用藥是否影響駕駛功能，目前尚無評估標準及定義。另外，法定傳染病依法要通報，醫院是通報給臺北市衛生局疾病管制處，但不會通報給個案雇主。

該員表示，依照規定藥單或藥袋上必須把藥物所有可能的副作用都列舉出來，但大部分的人較少出現其狀況，而這類的藥確實會有影響精神方面的可能性，至於藥物對駕駛副作用之影響程度，則要視個案本身體質及服用劑量有關。

該員表示，與本案司機員看診後期（不確定時間），曾與本案司機員討論過藥物之影響，本案司機員表示，如果有調度出勤便不會吃這些藥物，該員表示，本案司機員自我要求高，對用藥也很謹慎，醫院藥袋上也有警語提醒服藥從事交通運具應注意，至於藥物的效用期間都與個案服藥時間，及平日對此藥之適應性等有關，且個人差異也很大，據該員了解，本案司機員並沒有每天都服用該員開立的藥，可能是覺得有需要時才吃，平常沒狀況就不吃，這是他的用藥習慣。

該員表示，最先開的 Ativan 是睡不好時吃一顆，此藥同時也有解除焦慮的效用，後來本案司機員反應此藥無法改善睡眠，該員因而換成較為長效之藥物，如美舒鬱這顆藥，此藥在高劑量時，具有治療憂鬱的作用，但在司機員所用的低劑量範圍是協助深層睡眠為主，同一種藥物在不同劑量上有不同效用，上述幾顆藥都是針對本案司機員睡眠為主。依病歷紀錄顯示，Wellbutrin 這顆藥並不是直接用於治療失眠，但建議長期服用，是協助改善憂鬱及焦慮，連續吃兩週以上才會

慢慢發揮藥效。而 Erispan 效果類似 Ativan，是用以取代 Ativan，達最高血液中濃度之時間較短些。

該員表示，建議本案司機員應每天服藥，待改善睡眠後再慢慢減藥，本案司機員表示，有調派出勤時就不會吃藥，該員認為幾天不吃藥應不會對勤務有影響，只是對睡眠的影響就不清楚。

該員表示，全國約有四百多萬人使用安眠藥，若要討論安眠藥是否會影響駕駛能力，涵蓋層面大且影響人數甚廣。未來若要考慮安眠藥物對駕駛能力之影響，相關單位可能亦需同時將其他藥物列入考慮，如抗組織胺，或其他科別如神經科、風濕免疫科、心臟科用藥，故實難就單一因素而推估論定，需多方檢視駕駛人當時之狀態及個別因素。

1.17.2 事件序

表 1.17-1 事故列車運轉時序表

時間	運轉過程
0714~1153	第 110 次車從潮州基地開往南港站
1203	第 110B 次車從南港站開往樹林調車場
1238:28	TCMS 之 DDU 顯示故障代碼 147，故障訊息：空壓機強制停機（第 8 車）
1240:18	TCMS 之 DDU 顯示故障代碼 147，故障訊息：空壓機強制停機（第 1 車）
1240:42	第 110B 次車司機員取出主控鑰匙，依示未降下集電弓
1402:06	第 6432 次車本案司機員從第 8 車插入主控鑰匙，執行出庫檢查作業
1408:32	本案司機員與臺北機務段運轉室進行行調無線電測試
1409:24	本案司機員向機務段號誌樓通報出庫
1442:19	車長 A 通知「6432 樹調請開車」
1442:25	本案司機員回復「6432 樹調出發注意，開車收到，謝謝」
1450	事故列車準時自樹林站出發
1516	工務技術領班於松山站上車並進入第 8 車駕駛室，執行隨乘路線巡查作業
1539:13	事故列車第 1 次出現 MR 壓力不足（第 8 車，事件代碼 5，事件名稱 MR Pressure Lowered），動力自動切斷，當時車速 73 公里/時，里程約 K3+100
1540:28	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 53 公里/時，里程約 K4+600
1544:56	事故列車第 2 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），

	動力自動切斷，當時車速 85 公里/時，里程約 K10+000
1547:33	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 6 公里/時，里程約 K12+100
1547:46	事故列車停車，2 秒後列車重新提速
1554:37	事故列車第 3 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 84 公里/時，里程約 K20+200
1554:47	事故列車車速 88 公里/時，超過 ATP 速限 85 公里/時，ATP 常用緊軔作動
1557:18	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 48 公里/時，里程約 K22+900
1558:30	事故列車第 4 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 103 公里/時，里程約 K24+600
1559:00~	全車停留軔機陸續作動
1559:11	事故列車第 5 次出現 MR 壓力不足（第 1 車），當時車速 107 公里/時，里程約 K25+800
1600:06	因無動力且停留軔機作動，列車第一次停車於里程約 K27+000 處（貢寮站前 1.3 公里）
1600:48~	全車停留軔機陸續鬆軔
1601:43	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力
1602:01	事故列車重新運轉
1602:25	事故列車第 6 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 47 公里/時，里程約 K27+200
1603:32	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 9 公里/時，里程約 K27+500
1604:02	事故列車第 7 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 52 公里/時，里程約 K27+900
1605:45	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 54 公里/時，里程約 K29+300
1605:50~1607:10	本案司機員首次向福隆站長通報事故列車動力時好時壞狀況，隨後福隆站長告知行車調度員 A 前述情況，行車調度員 A 回復能跑就儘量跑
1607:55~1609:01	機車調度員和本案司機員通聯，雙方誤認列車有問題之空壓機為空調

約 1610	機車調度員電話通知宜蘭列檢員 A 事故列車冷氣及動力異常
1610:53	事故列車第 8 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 120 公里/時，里程約 K38+700
1612:11~	全車停留軔機陸續作動
1612:20	事故列車第 9 次出現 MR 壓力不足（第 1 車），當時車速 105 公里/時，里程約 K40+800
1613:49	因無動力且停留軔機作動，列車停車於里程約 K43+000 處（大溪站前約 1.8 公里）
1613:51	機務段檢查員 A 向本案司機員通聯瞭解列車異常狀況，同意司機員提議重新降升集電弓
1615:30	全車停留軔機陸續鬆軔
1616:48	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力
1617:09~1617:21	本案司機員降下集電弓後再重新上升
1617:55	本案司機員隔離 ATP
1618:06	事故列車重新運轉
1618:27	事故列車第 10 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 50 公里/時，里程約 K43+700
1619:51	行車調度員 A 向本案司機員通聯確認列車當時無動力，並告知後面有第 6234 次列車，建議至少溜到龜山站內待避
1620:02	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 48 公里/時，里程約 K44+500
1620:33~1620:55	綜合調度所機車調度員向本案司機員通聯詢問列車狀況，本案司機員回復動力時有時無，電門拉起來現在目前有，機車調度員請本案司機員趕快速度加起來
1622:16	事故列車第 11 次出現 MR 壓力不足（第 8 車），動力自動切斷，當時車速 127 公里/時，里程約 K48+000
1622:21~1623:59	機車調度員向本案司機員通聯瞭解重新降升集電弓後列車動力仍時有時無、傾斜裝置車間通訊異常、空壓機強制停機等現象，並要求司機員再復位再拉拉看能不能恢復動力，司機員表示在列車無動力滑行且停留軔機作動情形下，嘗試溜到頭城站待避

1622:57~	全車停留軔機陸續作動
1623:10	事故列車第 12 次出現 MR 壓力不足 (第 1 車)，當時車速 117 公里/時，里程約 K49+800
1625:15~1626:01	本案司機員向頭城站長通聯表示：「啊 請跟調度員報備一下 6432 請求頭城停車」，頭城站長覆誦：「你說有人坐錯車要我跟調度員報備嗎」，司機員回復：「欸 欸」；頭城站長轉述本案司機員請求予綜合調度所行車調度員 B，行車調度員 B 表示不同意，頭城站長再將前述結果告知本案司機員
1625:32	全車停留軔機陸續鬆軔
1626:32	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 93 公里/時，里程約 K55+600
1626:54~	機務段檢查員 B 向本案司機員持續通聯瞭解列車狀況，並建議本案司機員探頭確認車側綠燈 (停留軔機燈) 是否有亮；在本案司機員回復車側燈未亮後，機務段檢查員 B 認為不是停留軔機問題，並再向本案司機員確認其他異常狀況後，認為可能是主風泵的問題；之後本案司機員表示電門速度時有時無，機務段檢查員 B 回復將安排在花蓮換車
1629:41	事故列車第 13 次出現 MR 壓力不足 (第 8 車)，動力自動切斷，當時車速 121 公里/時，里程約 K61+800
1631:46	MR 壓力恢復正常，列車恢復動力，當時車速 102 公里/時，里程約 K65+600
1633	綜合調度所發送主管群組簡訊：「6432 次 (普悠瑪 TED2008) 15:57 晚 4 分通過雙溪站，雙溪站起機車動力切斷，沿途行慢，龜山 晚 14 分通過，計畫於宜蘭站派列檢查修...」
1634:49~1637:50	事故列車停靠宜蘭站，工務技術領班下車，宜蘭列檢員 A、B 分別前往第 1、8 車檢查，列檢員 B 向本案司機員瞭解異常狀況，並得知駕駛台螢幕上故障紅燈停止閃爍後，隨即下車並向宜蘭列檢員 A 說明狀況
1640:29~1643:08	機務段檢查員 B 向本案司機員通聯確認 MR 壓力為 7 點多但上升很慢，又得知第 1、8 車空壓機會有故障顯示，故建議找車長扳動駕駛室內後方

	配電盤之 BOUN 斷路器
1643:41~1644:52	事故列車停靠羅東站
1644:53	列車出發，從羅東站至新馬站期間，電門把手置於 140 段位，持續至列車傾覆前一秒，司軔閘置於 V 段位
1646:57~1648:31	機車調度員向本案司機員通聯確認主風泵（空壓機）BOUN 斷路器復位狀況，本案司機員表示第 8 車復位後又跳，1 車沒有去復位，機車調度員向本案司機員建議可以請車長 B 幫忙去 1 車復位開關。16:47:59 時本案司機員表示：「對啊 對啊 現在變成把 ATP 把它關起來」，機車調度員問：「ATP 關起來會好嗎」，本案司機員回復：「ATP 關起來它現在速度是有的」
1648:52~1649:26	機務段檢查員 B 向本案司機員通聯確認 BOUN 斷路器復位狀況，通話過程中本案司機員表示：「1 車沒有復位 8 車復位之後還是跳」，機務段檢查員 B：「1 車 什麼跳開 你說什麼東西跳開」，本案司機員回復：「那個 就是那個空氣壓 空氣 空壓機強制停止」
1649:20	列車通過新馬站前速限標誌，而普悠瑪號列車適用最高速限為 75 公里/時，列車未減速
1649:26	機務段檢查員 B 再向本案司機員要求復位 BOUN 斷路器時，本案司機員未再有任何回復
1649:27	依車頭影像紀錄、ATP 及 TCMS 紀錄顯示，事故列車進入新馬站前介曲線彎道，車速約 140 公里/時，電門把手於 1 秒內收回至 OFF 段位，車身以前進方向左傾出軌

本頁空白

第 2 章分析

第 2 章係依據第 1 章事實資料進行分析，共有四項議題，依序為 2.1 節運轉管理，包括：出車前故障通報、運轉時故障通報、故障識別、故障處置、運轉壓力及分心操作、故障排除之協助及監控、車速與電門把手、傾覆點位置；2.2 節維修管理，包括：列車動力異常原因、主風泵冷卻器設計、維修方之故障登錄、維修工單機制、零件管理機制、維修排程、保固及合約、軌道；2.3 節組織管理，包括：司機員與檢查員編制、標準化程序及手冊、標準化訓練、獨立檢定機制；2.4 節其他安全因素，包括：安全監理、安全資料蒐集與運用、司機員健康管理、生還與緊急應變管理、列車性能及安全管理系統之建置等。

2.1 運轉管理

在本節中，將針對列車運轉過程各環節，了解相關人員作業及程序之適當性，並分析事件發生情形與原因。依時間序，自出車前故障通報、運轉時故障通報、列車故障之識別、處置、司機員的運轉壓力及分心操作、請求支援及調度、列車傾覆時之車速與地點進行分析。

2.1.1 出車前故障通報

本節分析事故列車出車前本案司機員對已出現的列車故障之處置作為及臺鐵相關程序之適當性。

依臺鐵「動力車中途檢查及中途站交接工作基準」要求，當司機員發現異狀時，應記錄於動力車交接簿及工作班報告單內，並應於下班時，報告值班檢修工務員及運轉副主任。另依臺鐵「機務運轉標準作業程序_行車事故（災害）緊急通報及救援標準作業程序」要求，於機務段內或出車前發生機車故障時，司機員應通知檢查員請求技術

支援，或須向運轉室及行車室請求換車並記錄時刻。

依 1.1 節，1238:28 至 1240:18 時期間，事故列車前班第 110B 次車駛入臺北機務段樹林調車場時，第 1 車 DDU 之故障訊息欄位陸續顯示 1、8 車主風泵強制停機，依本會測試，應有紅色總故障燈閃爍燈號及 60 分貝告警聲。但依訪談紀錄，第 110B 次車司機員稱並未注意有故障燈號及告警聲，而本案司機員稱進入第 8 車駕駛室看到總故障燈亮，沒有告警聲響，機務段及運轉室人員則均稱未收到列車故障通報。

比對通聯紀錄、訪談紀錄及 1.15.7 節，本會認為事故列車入出樹林調車場期間，第 110B 次車司機員及本案司機員可能由駕駛室故障燈及 DDU 得知列車 1、8 車空壓機強制停止之故障情形，但未依規定通報機務段檢查員及運轉室人員，亦未依規定填寫動力車交接簿。

經查事故列車 TCMS 內 1,000 筆故障訊息紀錄，有 23 筆主風泵強制停機故障訊息，事故列車於事故前一日已完成 3 日週期之一級檢修，惟臺鐵一級檢修內容並未包含檢查 DDU 故障碼及故障訊息，因此若司機員未通報，臺鐵列車故障便無法立即被檢查員發現並執行故障排除作業，造成列車故障未被發現而進入運轉之風險。

此外，日車提供臺鐵之「TEMU2000 運轉手冊」載明，於發車前，司機員須檢查故障燈、DDU 故障訊息等。檢視臺鐵「TEMU2000 型新自強號啟動整備及簡易故障處理」程序，未要求司機員檢查如故障燈、DDU 故障訊息及動力車交接簿等完整出車檢查項目，因此未能於出車前協助發現列車故障。

另依 1.7.4 節及 1.7.5 節得知，普悠瑪號為高度依賴壓縮空氣壓力進行運轉之列車，若多具主風泵停機將造成主風缸壓力降低，導致如事故列車運轉過程中動力多次被切斷，甚至停留軀機作動而停車，因此本會認為，營運業者和列車製造商須依列車各設備性能，提出最低

設備清單¹²⁴，作為司機員判斷列車是否適合運轉之標準，並進而要求檢查員更換列車編組或拒絕發車。調查發現：臺鐵未明訂最低設備清單，以作為提供出車標準依據。

2.1.2 運轉時故障通報

依 1.1 節，事故列車已出現 7 次 MR 壓力不足，而導致動力自動切斷狀況後，1605:59 時本案司機員才第一次回報站長 A 列車有問題，動力會自然消失。依「機務運轉標準作業程序」，運轉中途遇機車發生故障時，須將詳情通報站長，並請求救援。此外，本案司機員在 1617:55 時逕自隔離 ATP 後，1622:17 時至 1644:55 時之間，DDU 自動出現數次故障代碼 915 及 934 之故障訊息，本案司機員僅在 1623:06 時向機車調度員提及傾斜裝置車間通訊異常，其他故障訊息皆未回報。

另本案司機員於列車異常或故障發生時，多僅回報自身感受到的現象，如動力時有時無、電門自己會歸零、停留軔機整個是作動等，回報內容不完整，若能於回報時提供如里程、時間、DDU 故障碼/故障訊息及車速等完整資料，可以使調度員及檢查員即時判斷故障原因，提供司機員即時的支援。

綜上所述，臺鐵無完整運轉規章規範司機員遭遇列車故障應回報之內容及項目。

另 1625:15 時本案司機員向頭城站長通聯表示：「啊 請跟調度員報備一下 6432 請求頭城停車」，頭城站長覆誦：「你說有人坐錯車要我跟調度員報備嗎」，頭城站長轉述本案司機員之請求予綜調所行車調度員，行車調度員再經由頭城站長告知本案司機員不同意其要求之指示。調查發現：本案司機員於列車發生狀況時，依規定須先通報車

¹²⁴ 指使列車可以執行運轉作業的最低需求車載設備清單。

站轉綜調所，可能造成不充分或錯誤之資訊傳達及決策延遲。

2.1.3 故障識別

事故列車動力時有時無期間，本案司機員認為是 ATP 影響列車動力，進而隔離 ATP。

1608:08 時至 1608:24 時，本案司機員向機車調度員反映動力會自動切斷並提及 1、8 車的空壓機跳開，機車調度員誤認空壓機為空調，而本案司機員認同並回復應不會影響動力；1547:46 時事故列車第一次停車時，本案司機員認為是停留軔機問題，並請隨乘工務員協助按壓鬆軔按鈕，顯示本案司機員對普悠瑪號列車系統的掌握度及熟悉度不足。

本案司機員所屬機務段之主力車種為推拉式自強號列車、莒光號及貨物列車，段訓很久才會訓練到普悠瑪號，且該員為司機員幹部，段訓不須測驗，亦不經常擔任普悠瑪號運轉勤務，因此本會認為本案司機員對普悠瑪號列車系統並不熟悉。

普悠瑪號列車高度依賴 MR 壓力，作為列車傾斜作動及煞車系統之力源，MR 壓力不足即會先造成動力切斷，進一步造成停留軔機作動，列車駕駛室控制臺之設計，係將 MR 壓力錶安排於司機員正前方位置，以便讓司機員容易監看列車 MR 壓力，本案司機員遲至 1640:45 時，經檢查員 B 提醒，才去注意控制臺壓力錶顯示列車之 MR 壓力值，加上 MR 壓力不足時，僅會造成動力切斷及停留軔機作動，在列車運轉上為 FAIL SAFE 設計，因此 MR 壓力不足並不是歸類於故障等級，僅歸類於事件等級，只會記錄於 TCMS 系統中，司機員不會收到顯示及告警之提醒，且同時，司機員又未能連結原 DDU 顯示之 1、8 車空壓機已經強制停止之故障訊息印象，可能因此未能成功識別出事故列車係因 MR 壓力不足而導致動力切斷。

檢視本案司機員持續將電門把手回拉到 OFF 段位再推回 140 段位間來回操作的動作，與列車超速遭 ATP 制動緊軔後，若要重新運轉列車，須將電門把手拉回 OFF 段位有相同操作程序，本會認為此操作驗證司機員誤認為列車車載 ATP 故障或制動，為列車動力時有時無的原因。依訪談紀錄，本案司機員表示當時是想試試能不能解決車子不會動的狀況。只是電門及司軔閘把手來回操作並將 ATP 隔離後，列車動力切斷之狀況仍持續發生，本案司機員仍未察覺先前故障原因識別有誤。

另本案司機員將 ATP 隔離後，TCMS 紀錄出現 3 次故障代碼 915，經本會實車測試及系統設計文件得知，當 DDU 出現故障代碼 915 之故障訊息為「傾斜系統行駛中無法接收 ATP 資料」，惟檢視「臺灣鐵路管理局傾斜式電聯車 TEMU2000 運轉手冊」、「臺灣鐵路管理局 Tilting EMU 用 TCMS 故障／事件檢測規格書」裡的故障代碼 915 之中文訊息均誤植為「ATP 故障」，存在設備與手冊間文字不一致情形。

2.1.4 故障處置

1. 故障應急程序

本案司機員於 1608:14 時起，有 5 次向調度員及檢查員表達該車 1、8 車空壓機有異常狀況，甚至最後一次於 1649:19 時，事故前 8 秒，將故障訊息逐字唸出予機務段檢查員，顯示本案司機員藉由 DDU 顯示之故障訊息，知道列車有空壓機強制停止之故障。

依原廠提供臺鐵之「TEMU2000 運轉手冊」之故障應急程序，故障碼 147 空壓機強制停止之故障處置為：「請確認 MR 壓力，若低於 6.5bar，請立即停車並通知行控中心等待指示」。依訪談紀錄，本案司機員稱臺鐵除普悠瑪號列車外，其他車種均會在車上放置故障應急程序。調查發現：依普悠瑪號運轉手冊之故障應急程序，若列車出現空壓機強制停止之故障訊息，應檢查 MR 壓力錶上的 MR 壓力值，若低

於 6.5bar，應立即停車等待綜調所指示。

本案司機員已知列車出現空壓機強制停止之故障訊息，未能依原廠提供該車種運轉手冊之故障應急程序，立即停車等待指示。惟臺鐵並未提供司機員普悠瑪號操作所需之相關運轉手冊、操作手冊或故障應急手冊。

依 1.6.2.5 節，本案司機員曾參加民國 107 年 8 月七堵機務段在職訓練，內容提及普悠瑪號主風泵強制停止的臨時處置，應重置 BOUN (EP 軔機單元) 斷路器之方式。1641:15 時機務段檢查員 B 曾要求本案司機員重置 BOUN 斷路器，本案司機員於訪談中稱，曾用行李箱壓住警醒裝置，再轉身到右後方配電盤重置斷路器。惟依事故列車 TCMS 紀錄，BOUN 斷路器自始至終無重置紀錄。本會認為本案司機員可能誤認而重置 TCMS 未記錄之 CMCN (主風泵控制) 斷路器，而非檢查員要求的 BOUN 斷路器。

2. 隔離 ATP 之通報及處置

依「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統 (ATP) 使用及管理要點」規定，遇 ATP 車載設備故障，司機員應通報行車調度員，並於下一站重啟，若重啟後無效，或於運轉中再次遭遇變化而須切換運轉模式時，司機員應再通報行車調度員或值班站長，並注意運轉。此 ATP 隔離之通報規定，於民國 106 及 107 年多次在本案司機員有參加之在職訓練中，列為宣導事項或訓練內容。

依訪談紀錄，因本案司機員誤認為列車動力切斷乃 ATP 故障造成，因此在第 9 次動力切斷後，於 1617:55 時逕自隔離 ATP，然未依上述規定及訓練宣導內容通報行車調度員，遲至 1647:59 時，本案司機員才告知機車調度員，而機車調度員並未多做詢問。

另依「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統 (ATP) 使用及

管理要點」，司機員於 ATP 故障或模式切換時，應注意運轉。惟臺鐵該規範中未明確敘明 ATP 隔離後，司機員須「注意運轉」之定義及內容，如注意道旁速限標誌運轉，導致司機員各自解讀，採取不同的行動。

3. 未遵循運轉速限

臺鐵乘務員守則明訂：絕對遵守號誌、絕不超速行車、勵行呼喚應答及根絕責任事故。道旁速限標誌及車載 ATP 號誌速限，係司機員運轉列車車速依循標準。

臺鐵於民國 106 年 2 月 17 日發布行車電報 111 規定：普悠瑪號通過曲線 R600 以下，限速須降低 10 公里/時。然普悠瑪號車載 ATP 號誌速限設定未依行車電報 111 調降曲線段速限，仍較該電報要求速限高 10 公里/時，顯示臺鐵各處管理及橫向聯繫不足。

檢視本案司機員速限遵循狀況時發現，1554:47 時事故列車因動力切斷及下坡，車速達 88 公里/時，超過車載 ATP 號誌速限 85 公里/時，致 ATP 常用緊軔作動。依電報 111，此時道旁速限標誌適用普悠瑪號列車之速限 75 公里/時；另接近石城路段時，列車實際車速非常貼近 120 公里/時，超過道旁速限標誌適用普悠瑪號列車之速限 110 公里/時，如圖 2.1-1。另於 ATP 隔離後，本案司機員亦多次操作列車，使其車速高於道旁速限標之速度未減速，如圖 2.1-2 中虛線框①②所示。

綜上所述，除了臺鐵未依電報 111 調降普悠瑪號車載 ATP 號誌速限設定外，本案司機員亦多次於通過曲線段時，未遵守道旁速限標誌減速運轉。

此外，為確保交通運轉中各項安全措施之執行，「交通部臺灣鐵路管理局行車特定事項」第 160 條規定，乘務員須對特定號誌、標誌、

號訊及路牌等進行呼喚應答，確認其顯示，但該規範未見對速限標誌應實行呼喚應答之規定。

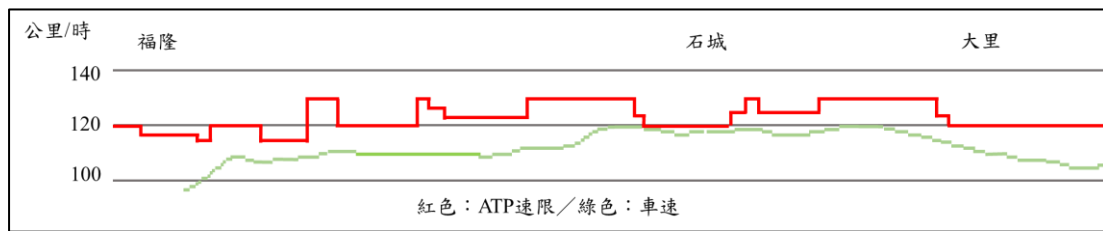


圖 2.1-1 ATP 隔離前事故列車實際車速及 ATP 速限紀錄比對

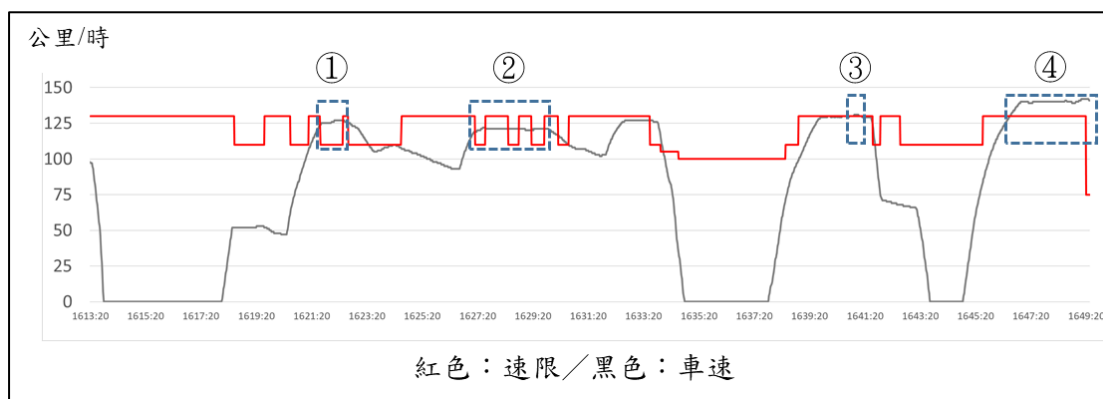


圖 2.1-2 ATP 隔離後事故列車實際車速與道旁速限標誌比對

2.1.5 運轉壓力及分心操作

依 1.5 節，事故列車抵達羅東站為 1643:30 時，相較預定到站時間 1629 時，延誤 14.5 分鐘；依 1.1 節，事故列車於 1644:53 時離開羅東站後，本案司機員持續將電門把手保持於 140 段位，超過臺鐵規定所有車種最高速限 130 公里/時。

依機務處行車技術科人員 A 訪談紀錄，臺鐵僅要求依規章行駛，無施加準點壓力予司機員，列車誤點若非個人疏失亦不會懲處；本案司機員於訪談中表示列車誤點之懲處對二線支援一線之司機員無影響。依通聯紀錄，本案司機員與站長、行車調度員、機務段檢查員等人通聯、進行故障排除之過程中，多位運轉調度人員及檢查員曾建議

並提醒本案司機員「你能跑就儘量跑吼」、「你先儘量這樣開齣」、「你後面 6234 跟著吶」。

綜上所述，事故列車於 1644:53 時離開羅東站時已誤點約 14 分鐘，本案司機員於羅東站發車後將電門把手移至 140 段位，高於運轉速限 130 公里/時，不排除係為增加運轉速度。然而，臺鐵於本案之運轉調度未見有要求列車準點之情形，本案司機員亦不認為事故時有準點之壓力，惟於運轉調度上，可能會給予本案司機員於列車故障情況，仍要維持列車繼續運轉之壓力。

事故當日 1617:55 時，本案司機員自隔離 ATP 起，至 1649:27 時事故發生前，本案司機員約有 62% 的列車運轉時間在使用無線電通聯，如圖 2.1-3 及圖 2.1-4 所示有色區塊。

羅東站出發後，自 1646:57 時至 1649:19 時本案司機員最後一次發話，約 2 分 22 秒期間，本案司機員與機車調度員及機務段檢查員 B 共計高達 33 筆之通聯，試圖排除主風泵強制停止之故障，另依 1.8.1 節，於 1649:20 時，列車通過最後傾覆前之速限標誌里程 K88+900，該速限標誌對普悠瑪號之速限要求為 75 公里/時。

本會認為，本案司機員於羅東站出發時，可能有誤點之運轉壓力，即將電門把手保持於 140 段位，超過臺鐵規定所有車種最高速限 130 公里/時，期間本案司機員分心與機車調度員及機務段檢查員 B 共計高達 33 筆之通聯，1648:52 時本案司機員與機務段檢查員 B 持續通聯，討論 BOUN 復位跳開問題，未注意 1649:20 時通過的速限標誌，該速限標誌規定普悠瑪號車速應低於 75 公里/時，因而錯失見到曲線速限標誌並執行減速之時機，1649:19 時至 1649:26 時本案司機員可能視線注意在 DDU 上，並逐字正確唸出空壓機強制停止之故障訊息予機務段檢查員 B，1649:27 時司機員察覺車廂開始傾覆，將電門把手收至 0 段位，期間未曾操作司軔閘把手啟動煞車，列車最終以車速

約 140 公里/時傾覆。

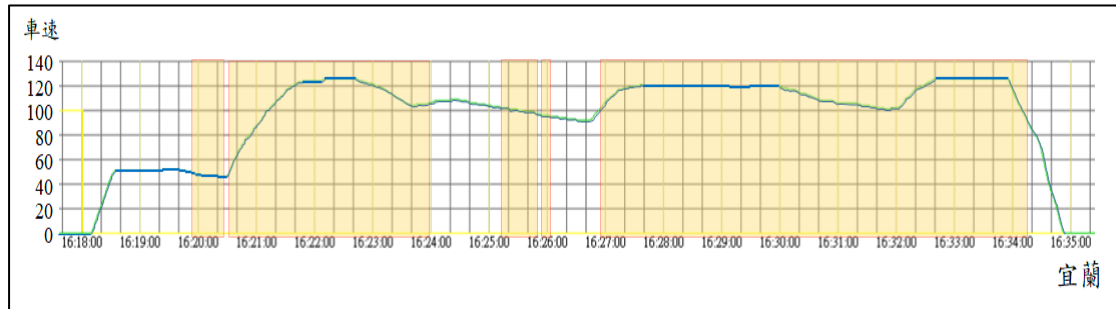


圖 2.1-3 本案司機員於 ATP 隔離後到宜蘭站間無線電通訊情形

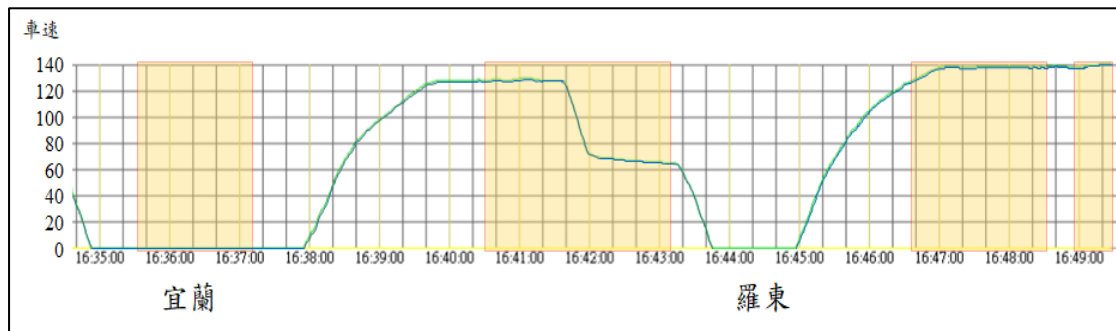


圖 2.1-4 本案司機員於宜蘭站至新馬站間無線電通訊情形

2.1.6 故障排除之協助及監控

1. 監控與調度

臺鐵設有中央控制中心稱綜合調度所，下設行控室，由運務、機務、工務、電務等跨單位合署辦公。行控室中包括有：主任調度員、行車調度員與機車調度員等，聯合執行列車運轉監控工作。

依「交通部臺灣鐵路管理局綜合調度所辦事細則」，行車調度員之職責為「負責行車調度工作，行車事故及災害應變處理措施及通報，對於工程施工之路線封鎖、慢行、電車線斷電、電搖車行駛等申請之准許與發布行車命令，對於動力車及機班調度之協調及列車乘務員之臨時指派等項目」。

依通聯紀錄，1605:50 時，本案司機員首次向福隆站長通報事故列車動力時好時壞之狀況，隨後福隆站長告知行車調度員前述情況，行車調度員立即回復可以動就儘量跑。調查發現：對於本案司機員反映列車行駛中動力消失狀況，行車調度員未向司機員詢問、瞭解列車狀況及協助解決問題，而立即回復司機員可以動就儘量跑，後續並將該資訊通知機車調度員處理。

因臺鐵無明文完整規範機車調度員職掌之規章，本會依訪談紀錄，臺鐵機務處人員表示機車調度員之職責為：協助處理機車、車輛異常及協調救援機車有關事宜，詢問列車故障情形，聯繫車輛所屬段之檢查員，協助進行故障排除或適當地點換編組。

1647:59 時本案司機員表示：「對啊 對啊 現在變成把 ATP 把它關起來」，機車調度員問：「ATP 關起來會好嗎」，本案司機員回復：「ATP 關起來它現在速度是有的」。臺鐵並無明文規範調度員於發現司機員逕自隔離 ATP 時，需向司機員確認原因，亦無授權調度員於原因確定前要求司機員立即停車之權限。

主任調度員又稱領班，依「交通部臺灣鐵路管理局各段、廠、所、隊、中心員工服務手冊」，主要負責「辦理轄區內有關行車業務及應變措施等事宜」。

本會調查中發現，主任調度員需適時與合署辦公之人員、相鄰調度轄區、行車組等，就行車調度工作，從事研究協調交換意見。惟現行主要業務僅為接收行車調度員每日行車命令，並不參與行車命令下達決策，且無明文規範行車調度員及機車調度員需主動向主任調度員報告之職責，主任調度員難以執行法定職責。調查發現：臺鐵未詳細規範行車調度員、機車調度員對主任調度員之通報機制，恐使主任調度員無法立即掌握資訊，發揮協調及決策功能。

事故當日，1607:58 時至 1641:13 時期間，行車調度員、機車調度

員、檢查員 A 及檢查員 B 等多方窗口多次和本案司機員通話，詢問列車狀況。類似的問題詢問多次，但未能有效獲取列車故障資訊及辨識故障原因。機車調度員因無協助排除故障能力，轉知列檢員、機務段人員協助，多方協助司機員，均未達成效，突顯臺鐵綜合調度所與司機員無單一對話窗口，多方對本案司機員通話，造成司機員運轉操作時分心干擾之情形。

另綜調所設有 ATP 遠端監視系統，可讓行車調度員即時得知列車 ATP 系統使用狀況，惟事故時，普悠瑪號 ATP 系統並未與綜調所連線，使行車調度員無法於第一時間得知該列車 ATP 系統已隔離，錯失與司機員確認隔離 ATP 原因的機曾，未能達到即時監視之目的。另外，經查其他車種 ATP 被隔離訊號發生之頻率過高，包括機廠內正常調車及 ATP 因故障隔離時皆會產生隔離訊號，嚴重影響行車調度員對於列車運轉資訊之判斷。

2. 機務段檢查員

1613:51 時，機務段檢查員開始協助司機員故障排除，由司機員敘述列車發生電門自動切掉，檢查員回應要隔離第 7 車馬達，司機員再澄清是空壓機有問題同時停留軀機作用，檢查員要求隔離停留軀機，之後司機員說列車過中性區間後，電門就有問題，討論無結果，故障也沒排除，1617:08 時，機務段檢查員要求司機員撥打臺北機務段某檢查員的私人行動電話，該員電話貼在每一臺普悠瑪號駕駛室控制臺上，讓司機員打電話尋求故障支援；另外，1626:54 時至 1634:15 時，司機員與另一機務段檢查員說明 DDU 每一車廂停留軀機綠燈都亮起來，機務段檢查員回復他懷疑 DDU 顯示的不準，要司機員請車長看車側綠燈，後檢查員又確定不是停留軀機問題，司機員有提到 8 車是備援傾斜狀態，檢查員請他觸控 DDU 試圖復原，此時速度恢復，檢查員叫司機員先儘量開，1640:20 時至 1644:08 時，檢查員才要求司機員查看 DDU 空壓機故障顯示及檢查 MR 壓力值，並要他有空或請

車長執行 BOUN 復位。

綜上所述，臺鐵機務段檢查員詢問本案司機員列車故障徵兆花費很長時間，並使用鬆軔及降升弓等試誤法，未使用如詢問 DDU 故障代碼方式，也未應用原廠故障應急手冊，端賴該檢查員經驗及專精車種，容易延誤故障處理時機，另臺鐵機務段值班檢查員僅專精某些或某一車種，其他車種須仰賴其他檢查員，列車故障須多次轉介，司機員也須要多次描述故障徵兆。

3. 無線電通訊與溝通

無線電通訊力求簡潔及正確，使營運訊息及指令能確實傳達，為避免在無線電通訊時發生誤解，通訊過程中應使用標準用語，如英文字母 A 唸成 Alpha、數字 7 唸成拐，及在對話的最後加上 over，表示移轉發話權給對話者等；受話者接獲安全指示或重要訊息時應覆誦，發話者應給予確認；受話者遇訊息接收不清楚或不明確時，需要求重發，以確認訊息內容。檢視「交通部臺灣鐵路管理局行車調度無線電系統使用管理須知」僅規定行車調度無線電系統終端設備通話時一律使用國語、詞句清晰、語氣和藹、快慢適中，內容力求簡明扼要，並嚴禁與業務無關之談話。

依本案通聯紀錄，1601:45 時本案司機員呼叫「沒有動力了」，1601:59 時車長 A 呼叫「麻煩重複剛才沒聽清楚」後，對話即結束，本案司機員並未重發，致車長 A 未能收到正確訊息；另如 1625:33 時，本案司機員無法排除故障，希望能在頭城站臨停檢修，因此請站長轉要求行車調度員「啊 請跟調度員報備一下 6432 請求頭城停車」，站長覆誦錯誤訊息「你說 有人坐錯車要我跟調度員報備嗎」，本案司機員卻回復「欸欸」確認無誤，致使綜調所行車調度員依規定否決頭城停車，讓事故列車錯失停車檢修之機會。

綜上所述，本事故所有無線電對話均未使用通訊標準用語、未正

確覆誦及確認安全指示，造成無線電通訊誤解及失效，影響運轉安全。另臺鐵相關程序未明確規範使用標準用語、覆誦確認及使用時機，使行車人員在使用無線電時無所遵循，提升人為疏失發生的機率。

4. 人機介面

人機介面是指司機員藉由列車駕駛室控制臺系統介面下達指令，列車亦透過介面回傳資訊或執行結果，以幫助司機員掌握列車運轉與系統運作之狀態。

受限人類心理特性，接收到的訊息須經有意義之重組與整合，因此人機介面在訊息呈現上必須清楚、一致、具可預測性且僅呈現必要之資訊¹²⁵，以降低使用者之認知負荷，並使其對外在情境建構正確之內在心智模式¹²⁶，以保持良好之情境覺察¹²⁷。

事故列車控制臺透過一彩色 LED 觸控式面板 DDU，提供列車資訊，使司機員即時監控車上設備狀態與故障資訊，如圖 2.1-5。

本事故列車動力切斷後，司機員若能正確有效使用與解讀 DDU 所提供之資訊，應有助於發現故障原因進而處置。相關說明分述如下：

- (1) DDU 面板雖顯示有列車故障代碼 (fault code) 訊息，如圖 2.1-5 之 ❶ 所示，但未考量故障之重要性等級進行呈現方式，以事故當日司機員處在較高工作負荷下，可能會影響其對列車故

¹²⁵ Human Machine Interface Systems for Cockpits in Rail Applications (https://cao.com/fileadmin/documents/PDFs/en/08_whitepapers/EAO_TA_HMI-Train-Cockpits-Applications_EN.pdf)

¹²⁶ 心智模式 (mental model)，最早由心理學家 Kenneth Craik 於 1943 年所提出關於人類認知系統與運作之概念，其目的是用來詮釋個體對外在物理世界之事件及其運作之內在認知歷程。個體若能對外界所處理之事物或作業建構一良好之心智模式，將有助於對外界情境之覺察與理解，並作出適當之判斷或問題解決。

¹²⁷ Tung, Y. W., & Chan, K. C. (2009). A Unified Human-Computer Interaction Requirements Analysis Framework for Complex Socio-technical Systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 26(1), 1-21.

障訊息之注意。

- (2) DDU 面板的主風泵圖示可提供 4 具主風泵運作資訊，如圖 2.1-5 之 ② 所示。然而，DDU 面板的主風泵圖示未如其他設備圖示與車廂位置圖示相對應，此種不一致的圖示排列可能增加司機員在主風泵狀態識別的認知負荷，並使其建構不一致的心智模式。
- (3) 當有主風泵強制停止故障訊息出現時，DDU 面板的主風泵圖示會由綠色變為白框黑底，如圖 2.1-5 之 ② 所示，此種顏色變化不易有效提醒司機員注意，與其他設備故障時，如靜態變流器故障顯示紅色圖塊、24V 電池充電器故障顯示紅色圖塊有所差異，可能增加司機員在系統故障識別的認知負荷。
- (4) 主風泵強制停止時，DDU 面板的故障訊息欄位會顯示「147-空壓機強制停止」，然而，故障訊息欄位上方之主要系統狀態顯示文字，係使用主風泵（如圖 2.1-5 之 ③ 所示），由於 DDU 面板所顯示之空壓機與主風泵係指同一系統，卻以不同用字指稱，可能造成司機員解讀故障訊息之誤判。
- (5) 事故列車 TCMS 在行駛過程中有數次「MR 壓力過低」致動力被切斷之「事件紀錄」，由於非屬「故障紀錄」，因此無法在 DDU 螢幕畫面中顯示及告警，僅能於事故後進行判讀，可能會造成司機員無法及時有效判斷列車動力切斷原因。

綜上所述，臺鐵普悠瑪號 DDU 提供司機員列車運轉及故障狀況之資訊，在畫面呈現、同系統使用不同文字及重要失效無告警等方面有優化空間，可能降低本案司機員在識別與解讀 DDU 資訊之認知負荷。



圖 2.1-5 DDU 示意圖（非事故車）

2.1.7 車速與電門把手

關於列車車速的紀錄，普悠瑪列車可持續記錄車速的紀錄器設備計有：TCMS、TC/MC、ATP 等三種設備。TCMS 車速係經由輪徑資料及牽引控制單元中的「速度感測器」，來偵測齒輪轉數及轉動方向頻率數，並透過計算式來運算出列車速度；TC/MC 列車速度，則是由安裝在 TED (1、8) 車第二軸上的轉速計所計算獲得；ATP 車速則由裝設在 TED (1、8) 車第二與第三軸之轉速計，將偵測到的脈衝數提供給速度與距離單元 (SDU) 與速度與距離處理器組 (SDP) 進行速度計算。檢視事故車三種紀錄器的車速紀錄套疊結果顯示：儘管普悠瑪列車的車速偵測方式在三種紀錄器均不相同，惟速度值均為一致，系統間速度相對誤差小於 1 公里/時，另以動態影像分析軟體比對行車紀錄器影像資料，本會認為事故列車傾覆前最後 30 秒之車速約為 140 公里/時。

當 ATP 於隔離狀態時，MMI 無法顯示車速，轉速計之脈衝數將直接提供給 RU 進行速度計算後，提供數位車速表顯示予司機員，並同步儲存在 ATPRU 紀錄器內，因此 ATPRU 紀錄會和司機員在駕駛室控制臺數位紀錄表所見車速相同。本會認為：事故前 30 秒，ATP 於隔離狀態，MMI 無車速顯示，ATP RU 紀錄車速為 140 公里/時，應和司機員所見數位車速表所顯示之數值相同。

比對事故列車電門把手位置、列車速度、PWM 指令紀錄後發現：本案司機員推拉電門把手提供速度指令後，牽引系統以動力/煞車指令持續將列車車速穩定在電門把手下達之速度指令。1644:53 時，列車由羅東站出發，司機員將電門把手推至 140 位後持續保持，直至 1649:27 時收回 0 位，事故前 30 秒牽引系統將列車車速穩定維持在 139-142 公里/時，同時列車傾覆。如圖 2.1-6 所示。

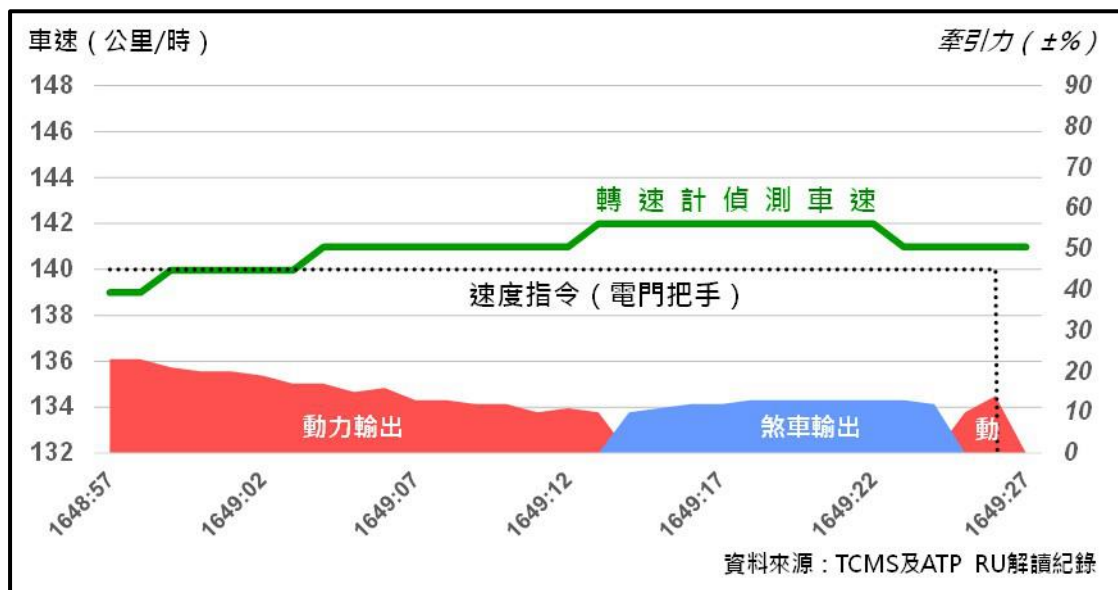


圖 2.1-6 出軌前 30 秒速度指令與牽引系統動力/煞車指令關係

2.1.8 傾覆點位置

本節採用日本工程師國枝雅治（Masaharu Kunieda）博士的數學公式（以下簡稱國枝公式）及 Simpack 模擬軟體進行可能傾覆點位置

分析，並結合事故現場空拍圖、臺鐵採證照片及行車影像紀錄器畫面驗證出軌位置。

由 1.15.4 節及表 1.15-3，依國枝公式在介曲線起點 K89+073 (TS) 開始，以每 25 公尺為一間隔，依車廂重心高度、列車傾斜角度及軌距值等不同條件計算列車傾覆臨界速度，比對 TCMS 紀錄，事故列車編組傾覆時車速約 140 公里/時，推測「開始傾覆點」位於里程 K89+200 至 K89+225 之間。本報告將「開始傾覆點」定義為轉向架右側車輪與鋼軌接觸力為 0 時，第 8 車車廂中心之位置。

本節以第 8 車參數值，求得里程 K89+200 至 K89+225 之間，每間隔 1 公尺的傾覆臨界速度，進而確認「開始傾覆點」位置。公式所採用的參數如下：

- (1) 車廂重心高度：日本車輛提供之第 8 車空車重心高度為 1,330 公厘，惟因事故當日乘客數為 370 人接近全載，故採用全載車廂重心高度 1,366 公厘；
- (2) 轉向架重心高度：依日本車輛提供之轉向架重心高度為 500 公厘；
- (3) 軌距值：提供兩軌頭內面之軌頂下 14 公厘距離之 1,067 公厘，或兩軌頭軌面中心線距離之 1,132 公厘¹²⁸；
- (4) 曲線半徑：依附錄介曲線計算取得各里程對應曲線半徑值；
- (5) 橫向振動加速度：採日本車輛提供之最大值 0.981 公尺/秒²；
- (6) 轉向架與車體質量比：依日本車輛提供第 8 車全載為 0.41。
- (7) 超高值：依臺鐵民國 107 年第二季軌道檢查車實際量測之超高值，另加上傾斜列車考量；惟 ATP 隔離前，完成傾斜時間

¹²⁸ 軌距值 1,132 公厘為軌距 1,067 公厘加上兩側車輪各與鋼軌接觸寬度 32.5 公厘。

為 3 秒，ATP 隔離後，完成傾斜時間為 7 秒，再者係由頭車後方 TEM_A 車陀螺儀偵測偏搖，認定進入彎道，本會推估事故列車在進入新馬站介曲線起點（K89+073）後，列車才正要開始進入傾斜狀態，採用 0° 帶入國枝公式。

依國枝公式計算結果顯示，當車速在 140 公里/時，若採用軌距值 1,067 公厘，則「開始傾覆點」落在里程 K89+212 至 K89+213 之間，若採用軌距值 1,132 公厘，則「開始傾覆點」落在里程 K89+223 至 K89+224 之間，如表 2.1-1 及圖 2.1-7。

表 2.1-1 列車傾覆臨界速度推估表

里程	超高 (公厘)	曲線半徑 (公尺)	軌距值	
			1,067 公 厘	1,132 公厘
K89+200	58.1	477.36	146.8	151.0
K89+201	59.1	466.17	145.3	149.4
K89+202	55.9	462.56	144.1	148.3
K89+203	60.2	459.00	144.4	148.5
K89+204	61.2	455.50	144.0	148.1
K89+205	61.3	452.05	143.5	147.5
K89+206	61.3	448.65	142.9	147.0
K89+207	61.3	445.30	142.2	146.4
K89+208	63.4	442.00	142.2	146.2
K89+209	64.5	438.75	141.9	145.9
K89+210	64.4	435.55	141.4	145.3
K89+211	62.2	432.29	140.5	144.4
K89+212	64.6	429.28	140.4	144.3
K89+213	64.5	426.21	139.9	143.8
K89+214	66.6	423.19	139.8	143.6

K89+215	66.6	420.21	139.3	143.1
K89+216	69.7	417.27	139.3	143.1
K89+217	71.9	414.38	139.3	143.0
K89+218	71.9	411.52	138.8	142.5
K89+219	69.7	408.70	138.3	142.0
K89+220	70.8	405.92	137.6	141.3
K89+221	69.7	403.18	137.0	140.7
K89+222	71.9	400.47	136.9	140.6
K89+223	74.0	397.80	136.8	140.4
K89+224	71.9	395.17	136.0	139.6
K89+225	71.8	392.57	135.5	139.1

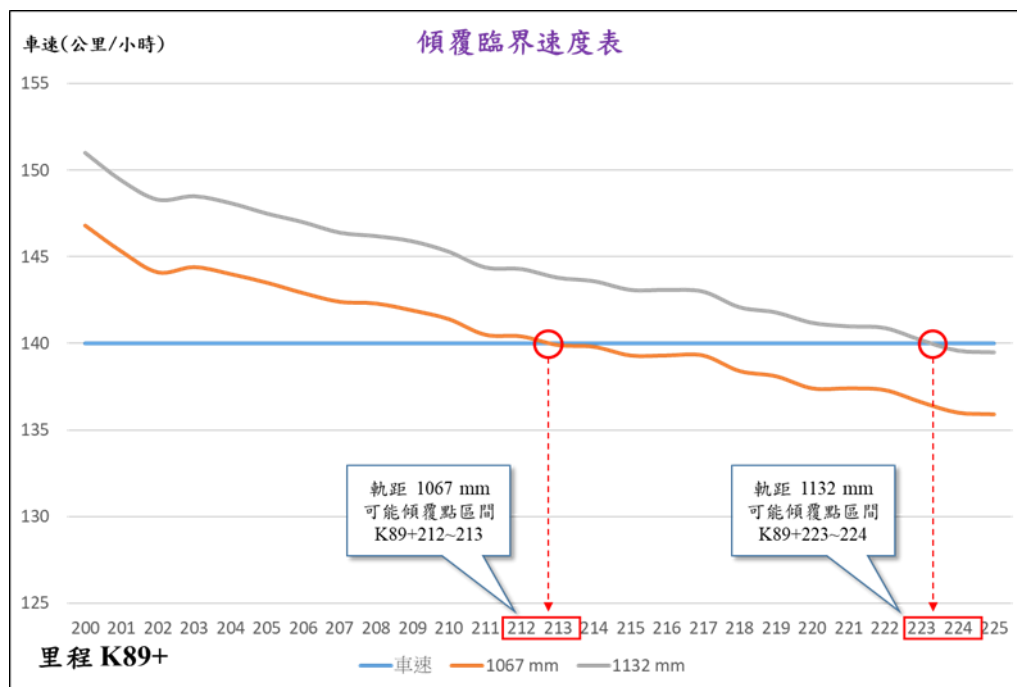


圖 2.1-7 傾覆臨界速度圖

依 1.15.5 節，列車轉向架脫軌係數大於安全值 1.06 時，表示列車運行之橫向力達到輪重力 1.06 倍，此時即可能發生轉向架車輪脫離鋼軌之行為。

由 Simpack 軟體模擬結果及圖 1.15-8,9 得知，事故列車自通過武

荖坑溪鐵橋後運行至新馬站介曲線時，即運行時間為 11.295 秒時，第 8 車第一轉向架右側車輪脫軌係數開始大於安全值 1.06，對應里程為 K89+201.565；於運行時間 11.455 秒時，第 8 車第二轉向架右側車輪脫軌係數開始大於安全值 1.06，對應里程為 K89+193.193，模擬結果顯示第 8 車第一及第二轉向架分別於里程 K89+201.565 及 K89+193.193 所受橫向力開始加大，兩組轉向架右側車輪與鋼軌接觸力為 0；於運行時間為 12.075 秒時，模擬結果顯示：第 8 車第一及第二轉向架分別於里程 K89+232.323 及 K89+218.023，車廂中心位置於里程 K89+225.173，兩組轉向架右側車輪與鋼軌接觸力為 0。

本報告將「傾覆點」定義為第 8 車兩組轉向架 4 個轉向架右側車輪與鋼軌接觸力為 0 時，4 個左側車輪於運行過程中，最先與鋼軌接觸力為 0 之車輪里程位置。模擬結果顯示在運行時間為 12.525 秒時，第 8 車全部右輪及左側第一轉向架前車輪組之車輪與鋼軌接觸力為 0，此時對應里程為 K89+251.172，即第 8 車車廂已出軌，並推測該處為事故列車第 8 車之傾覆點，如圖 2.1-8。

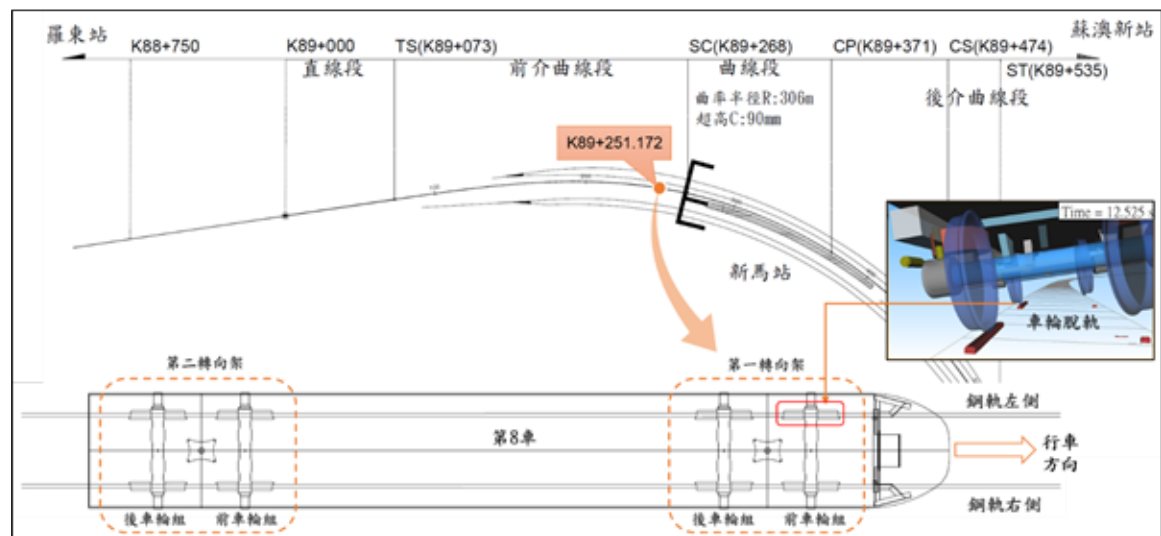


圖 2.1-8 第 8 車轉向架出軌位置說明

依據臺鐵提供之事故列車行車影像紀錄器畫面，第 8 車於通過新馬站人行天橋前最近一組之電車線門型架後，里程為 K89+240，隨即

向左傾覆，如圖 2.1-9。

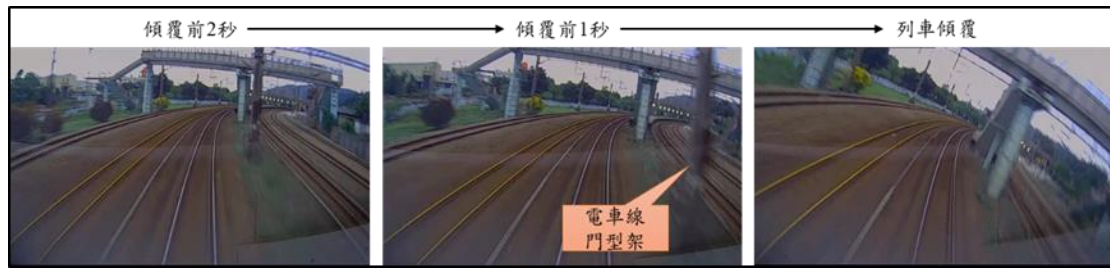


圖 2.1-9 行車影像紀錄器畫面擷取說明

依 1.12.3 節，於里程 K89+218.75 發現之疑似出軌點及鋼軌內側道碴、軌枕碎裂狀況，經比對 Simpack 軟體模擬結果，及第 8 車傾覆點里程為 K89+251.172，以及行車影像紀錄器畫面，本會認為里程 K89+218.75 發現之疑似出軌點及鋼軌內側道碴、軌枕碎裂狀況，應為第 8 車傾覆後造成其他車廂出軌所致。

綜上，事故列車運行進入新馬站介曲線段時，以較符合實際車輪與鋼軌接觸狀態之軌距值 1,132 公厘代入國枝公式，車廂轉向架右側車輪離開鋼軌時，車廂中心位置在里程 K89+223 至 K89+224 之間，與 Simpack 軟體模擬結果，里程 K89+225.173 之位置相近。另比對行車影像紀錄器畫面與 Simpack 軟體傾覆點位置，第 8 車左側第一轉向架前車輪組之車輪，在里程 K89+251.172 發生脫軌及車廂傾覆，與行車影像紀錄器顯示事故列車於通過里程約 K89+240 之門型架後傾覆相符合。

2.2 維修管理

在本節中，將針對列車動力切斷原因、維修方之故障登錄、應用維修工單於臨修及定檢、使用零件管理機制、變更維修排程、列車保固及合約、軌道等議題進行分析。

2.2.1 列車動力異常原因

檢視 TCMS 紀錄，事故列車分別於 1539:13 時、1544:56 時、1554:37 時、1558:30 時、1559:11 時、1602:25 時、1604:02 時、1610:53 時、1612:20 時、1618:27 時、1622:16 時、1623:10 時、1629:41 時共出現 13 次動力切斷之現象。

依事故列車原廠提供臺鐵之系統設計與牽引動力控制線路圖，下列項目發生都會影響系統切斷動力輸出，包括：車門關閉連鎖斷開、車載 ATP 作動、手動停留軔機作動及 MR 壓力不足等。

檢視 TCMS 紀錄，事故列車行駛過程中均未發生車門關閉連鎖斷開或手動停留軔機作動之紀錄。另參考龐巴迪公司 ATP 系統車上設備操作手冊，車載 ATP 啟動緊急或常用緊軔時，會同步切斷列車動力，即使司機員已確認解除 ATP 緊軔命令，ATP 仍會持續切斷動力輸出，司機員須將電門把手切到 OFF，才能解除該機制。ATP 僅於 1554:47 時因列車超速啟動常用緊軔，1617:55 時後，本案司機員已隔離 ATP，依系統設計已無車載 ATP 作動功能，但後續行駛期間仍然發生多次動力切斷情況。

究其原因，在排除 ATP 作動、手動停留軔機作動及車門關閉連鎖斷開等因素後，調查發現事故列車係因 MR 壓力不足，造成多次動力切斷現象。

調查小組與製造商納博特斯克公司，對主風泵無法供氣情境下的運轉率與供氣情況進行計算推估（參閱附錄 18）。計算結果顯示，普悠瑪號至多可容許 2 個主風泵無法運作之情境發生，此時仍可透過剩餘 2 個性能良好之主風泵獲得充足供氣，如下表 2.2-1。

表 2.2-1 主風泵供氣情境分析表

主風泵運作數	運轉率	供氣情況
4	約35.5%	8.5 bar至10 bar充氣時間:約1.14分

		10 bar至8.5 bar消耗時間:約2.06分
3	約46.1%	8.5 bar至10 bar充氣時間:約1.76分 10 bar至8.5 bar消耗時間:約2.06分
2	約67.2%	8.5 bar至10 bar充氣時間:約4.22分 10 bar至8.5 bar消耗時間:約2.06分
1	-----	單一主風泵已全時運轉，但仍無法供應全車所需壓縮空氣

事故列車於樹林站發車時，雖已有兩個主風泵（1、8車）處於故障停機狀態，然依前述主風泵設計性能及 1.15.6 節實車測試結果，於僅剩 3、6 車主風泵且性能良好運作情境下，列車仍可獲得充足之壓縮空氣，不至於發生如事故列車主風缸壓力不足，導致動力切斷與停留剎機作動等現象發生。

調查小組以新品主風泵、冷卻器與除濕機，測出壓縮空氣產生性能為 931.7NL/min，不同條件下，替換事故車第 8 車除濕機後，測出壓縮空氣產生性能分別為 185.7NL/min、207.9NL/min 及 180.7NL/min 等，顯示除濕機為造成產生壓縮空氣性能不足之主因。另於輸出壓縮空氣至 MR 管線處增加濕度計，檢測除濕機的除濕性能，並於中空絲膜濾心輸送洗脫空氣處增設流量計，檢測洗脫空氣量，設備如圖 2.2-1 所示。測試結果如表 2.2-2 顯示：使用事故列車中空絲膜除濕機及冷卻器測試，發現壓縮空氣產生性能僅為新品約 20~22%，且除濕機之中空絲膜濾心處產生大量排氣異音，壓縮空氣濕度增加約 4.5 倍，洗脫空氣增加約 4 倍。另依 1.1 節及 1.15 節，普悠瑪列車通過曲線路段啟動一次傾斜約需消耗 0.6bar 之 MR 壓力，而臺鐵宜蘭線路段多曲線，造成事故列車 1534:21 自七堵站開車後遭遇多次傾斜作動後即產生壓力不足記錄，致列車動力切斷之現象。

綜上所述，事故列車中空絲膜除濕機有漏氣及洗脫空氣量過大現象，且因主風泵中空絲膜除濕機除濕及冷卻器冷卻性能大幅下降，造成主風泵產生壓縮空氣量降低，致主風缸壓力不足。

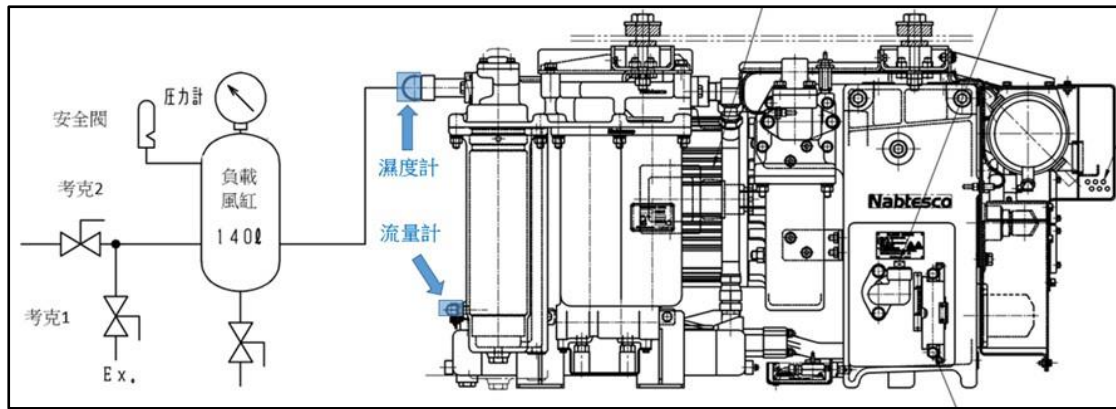


圖 2.2-1 濕度及流量測量裝置

表 2.2-2 事故車主風泵性能測試結果摘錄

測試使用事故列車零件	壓縮空氣產生性能	壓縮空氣相對濕度	洗脫空氣流量	備註
未使用	931.7 NL/min	21.4%RH	245 NL/min	使用新品主風泵、冷卻器及除濕機
8車除濕機	185.7 NL/min			測試期間發現除濕機的中空絲膜產生排氣異音。
3車冷卻器 + 8車除濕機	207.9 NL/min			經冷卻器互換，中空絲膜排氣異音非由冷卻器造成。
8車冷卻器 + 8車除濕機	180.7 NL/min	95.8%RH	961.2 NL/min	

另經中科院對 3、8 車中空絲膜除濕濾心進行破壞性檢測（參閱附錄 19），並與納博特斯克公司提供之中空絲膜新品交互比對結果，調查發現：主風泵因中空絲膜濾心有漏氣及洗脫空氣量大增的徵兆，內部管束沾附潤滑油，造成除濕效果不佳。

另依測試結果，本會排除事故列車 1、8 車發生主風泵強制停止為溫度開關或偵測器異常所導致之可能性。

檢視本會民國 108 年 12 月獲取之事故列車 1 車冷卻器鰭片實體，與民國 107 年 12 月檔案照片所示之實體狀況已有差異，如圖 2.2-2，故將冷卻器新品以厚紙板遮蔽相同面積之鰭片，進行模擬測試，如圖 2.2-3。測試結果顯示，使用事故列車 8 車除濕機與模擬事故列車髒污遮蔽之冷卻器鰭片，潤滑油工作溫度上升較快，於油溫 123.2 度時送出告警訊號並可導致強制停機，對比未遮蔽之新品冷卻器鰭片，潤滑油工作溫度僅 93.2 度並維持正常運作，如表 2.2-3 所示。

綜上所述，事故列車之冷卻器鰭片累積過多異物與髒污，無法依原設計發揮應有之潤滑油散熱效能，導致潤滑油溫工作溫度過高，致主風泵溫度開關送出溫度過高訊號至 BECU，並由 BECU 送出停止訊號至對應的主風泵，使其強制停機。

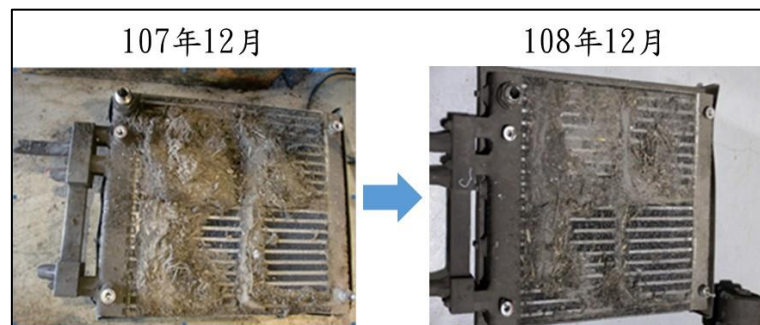


圖 2.2-2 事故列車 1 車冷卻器鰭片狀態比對



圖 2.2-3 事故列車 1 車冷卻器鰭片狀態模擬

表 2.2-3 主風泵模擬冷卻器髒污導致高溫停機之測試

測試使用零件	油溫	強制停機作動
模擬髒污冷卻器	123.2度	啟動
新品冷卻器	93.2度	未啟動

2.2.2 主風泵冷卻器設計

依 1.3.1 節及 1.15.2 節，事故列車 1、3、8 車的主風泵冷卻器外觀堆積髒污異物，如圖 2.2-2 及圖 2.2-3。

原廠提供臺鐵之維修手冊僅提及主風泵冷卻器每六年的四級維修週期應更換，但在一至三級維修週期未有清潔冷卻器之項目，而臺鐵檢修手冊亦無明訂，因此造成事故列車冷卻器交車迄今約 5 年 4 個月未清洗，髒污堆積，無法發揮應有之散熱效能，導致潤滑油工作溫度升高。檢視系統設計發現，主風泵散熱主要是透過冷卻氣流，冷卻氣流由列車行進方向透過進氣口濾網流入整流罩到達冷卻風扇，引導冷卻氣流轉 90 度垂直向下流經冷卻器，達到冷卻潤滑油及壓縮空氣溫度之目的，如圖 2.2-4。

綜上所述，位於車底之主風泵進氣口方向為列車行進方向，增加吸入軌道上異物機會，進氣口濾網網目過大，可能無法有效阻絕異物。加上冷卻器位於主風泵底部，而整流罩遮住冷卻器上方部位，不易檢視異物堆積與否，且原廠維修手冊及臺鐵檢修手冊均未明訂冷卻器清潔週期，造成冷卻器散熱不良導致主風泵強制停機。此外原廠維修手冊「PART 4 軛機系統」第 2.2.2.11 節「故障的現象與處理」中針對主風泵發生強制停機時提及原因可能是：油冷卻器外部堵塞，處置建議為：清潔油冷卻器。惟臺鐵未據以執行。

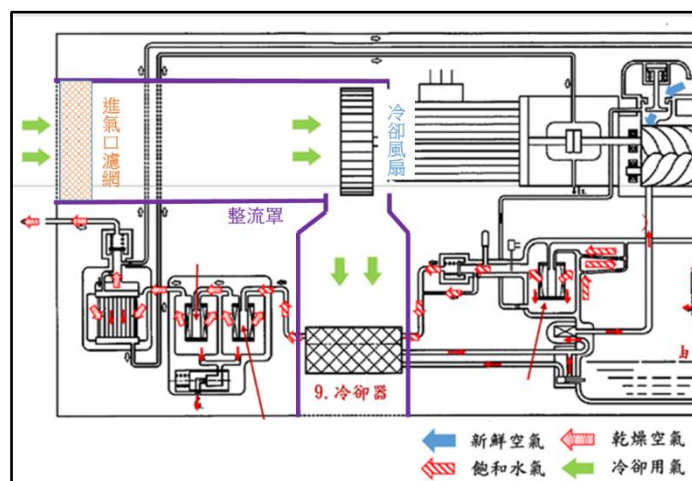


圖 2.2-4 冷卻氣流行經方向圖

2.2.3 維修方之故障登錄

經查事故列車 TCMS 內 1,000 筆資料即有 23 筆空壓機強制停止之故障訊息，未被發現及維修。另依臺鐵的 TEMU2000 傾斜式電聯車一級及二級檢修手冊，僅要求維修人員需檢視「TCMS、DDU、PISC、MMI 系統檢查」項目並確認下載功能正常，並未要求檢視故障碼。

事故列車在樹林調車場短暫駐停期間，2 位交接班司機員未回報列車故障，且經查並無檢查員進入列車兩端駕駛室檢視動力車交接簿內容、控制臺系統運作、TCMS 故障碼等，或和司機員面詢列車運轉狀況之規定，導致事故列車出庫前主風泵強制停機故障未能被發現。

檢視相關規範，臺鐵未明訂列車回段，檢查員須檢視動力車交接簿、駕駛室控制臺系統、TCMS 故障碼之時機及程序，無法即時發現列車故障。

另查民國 107 年 5 月 28 日司機員登錄於事故列車動力車交接簿之內容為「#1 空壓機強制停止，147」，惟檢修情況之欄位內容為空白，顯示維修人員無後續處置作為，且該筆故障紀錄並未被登錄臨時檢修單內。

另民國 107 年 10 月 10 日司機員登錄於事故列車動力車交接簿之內容為「動力正常，空壓機強制停止，1、8 車，No.147」，雖然檢修情況之欄位內容，維修人員已填寫處置作為，此筆紀錄亦未出現於臨時檢修單內。

另依事故列車二級檢修紀錄發現，部分紀錄有主風泵補油量過多、管路積水等異常狀況，但是卻未登錄在臨時檢修單或保固缺失事項通知單紀錄中。

臺鐵未明訂檢查員須完整登錄動力車交接簿、一、二級定期檢修及 TCMS 故障項目於臨時檢修單之規定，致使故障未能確實發現及修復。

2.2.4 維修工單機制

由於事故列車主風泵之中空絲膜除濕機濾心發現有富油現象，造成主風泵除濕效能不佳，檢視臺鐵檢查員使用之「TEMU 2000 傾斜式電聯車一級檢修手冊」加油程序及紀錄發現，檢修內容僅敘述油量及外觀狀態檢視，卻無油量檢查方式，且檢查紀錄表項目僅有空氣壓縮機運作及油量檢視供檢查員勾選是否完成，並無檢查油面方式及加油量紀錄；反觀原廠提供臺鐵之「TEMU 2000 傾斜式電聯車維修手冊」，內容詳盡完整，如以主風泵 1 級檢修項目確認油量為例，其施作步驟涵蓋自油錶確認油量、觀測油量方法及補油注意事項等。

綜上所述，臺鐵檢修手冊未如原廠維修手冊，詳細提供明確的檢修工作施作步驟、零件耗材、工具需求、圖示說明及檢修基準依據等充足資訊之程序並轉化為工單文件，讓檢查員據以執行，無法得知檢修作業是否依維修規範執行並進行維修歷程管理，使檢查員可能未適當添加油量，導致中空絲膜除濕機濾心沾附潤滑油。

2.2.5 零件管理機制

若所有級別檢修作業項目工單化，當列車維修時程排定時，即可明確列出相關資源需求，例如所需人力、零件與工具數量等。

以主風泵中空絲膜為例，依機務處工事科人員訪談紀錄得知，普悠瑪列車進行初次 3A 保養時，主風泵隨車備品的數量有 8 組，事故發生後臺鐵於民國 107 年 10 月 25 日查詢材料管理資訊系統發現普悠瑪號主風泵與 EMU800 型主風泵同型且共用，普悠瑪號主風泵隨車備品尚有 5 組未領用及 EMU800 型主風泵隨車備品尚有 10 組未領

用。

惟工事科於民國 107 年 6 月接獲維修單位有關中空絲膜採購需求，未能勾稽比對材料管理資訊系統之庫存資料，且因臺鐵公務機關與廠商詢報價確認時程過長，故遲至當年 11 月 6 日決標。另參閱附錄 4 TEMU2007+TEMU2008 二級檢修結果，民國 107 年 3 月 22 日及民國 107 年 6 月 21 日均曾提及事故列車主風泵高壓軟管到期待料中。依機務處工事科人員訪談紀錄，庫存零件是依據既有車輛維修計畫提出採購規劃，但因為檢修人員對零件的料號與採購部門系統建立料號有部分差異，同一零件卻有不同料號，且庫存資料查詢權限未授權現場人員，而使檢修人員誤認所需之零件無庫存。

綜上所述，本事故發生前，臺鐵已存在列車零件採購、零件管理及車輛檢修部門，三方缺乏供需橫向溝通機制及庫存資訊查詢授權等問題，未能有效管理、規劃零件需求及供給，造成事故列車主風泵中空絲膜除濕機濾心 5 年多未更換而仍有庫存未使用之現象。

2.2.6 維修排程

原廠提供臺鐵「TEMU 2000 傾斜式電聯車維修手冊」係依過往實際使用經驗，或者遵循安全性、可靠性和經濟性原則對系統零部件運行做數據採集、分析和工程評估，提供列車系統零部件的檢修週期。營運業者須有足夠的使用經驗或客觀數據，與原廠討論並經監理機關的審議簽核等嚴謹的作業程序，才能進行零部件檢修週期的異動或展延及項目的修訂¹²⁹。

依 1.7.2 節，臺鐵雖依據交通部「鐵路機車車輛檢修規則」第 9

¹²⁹ 參考交通部民用航空局民航通告 AC 120-017B_維護計畫管理 (Management of Aircraft Maintenance Program)。

條檢修週期規定，訂定列車的維修排程。但依據第 1.7.2.2 節，臺鐵民國 104 年 6 月 18 日「研議第 1 次 3A 檢修執行項目」會議紀錄中決議不拆空氣壓縮機僅換機油及民國 107 年 7 月 31 日「研議第 1 次 4A 檢修執行項目」會議紀錄中決議原廠保固 6 年不拆空氣壓縮機僅換機油，以及重新修訂列車維修排程。針對主風泵維修項目及列車維修排程，臺鐵機務處以營運調度為理由要求臺北機廠，簡化維修程序、延遲維修排程及臺鐵檢修手冊未依原廠維修手冊 3 年週期更換濾心，造成事故列車主風泵中空絲膜除濕機濾心年久損壞未更換。

2.2.7 保固及合約

經查，列車立約商「住友商事株式會社」於民國 105 年 6 月 11 日完成事故列車普悠瑪號之履約保固。本次事故涉及主風泵之相關維修議題，經本會訪談多位維修部門人員，發現臺鐵對「保固」一詞存有誤解，認為保固期間內對主風泵不得自行拆解相關零件，因此，於「研議第 1 次 3A 檢修執行項目」會議中可見「空氣壓縮機不拆」等決議，造成未「更換除濕機」及「更換除濕過濾器」等原廠規範之重要保養項目。

惟事故前臺鐵已發函「台灣住友商事股份有限公司」，於民國 107 年 8 月 24 日發函要求針對主風泵多項缺失履行保固之責，而依「台灣住友商事股份有限公司」於同年 9 月 13 日之回函內容，僅要求臺鐵再提供缺失發生之詳細資訊。

本會認為，臺鐵與列車立約商「住友商事株式會社」雙方未詳細規範採購合約內履約保固缺失改善之具體執行方式，導致事故前，公文往返延誤，錯失改善主風泵缺失之機會。若事故前雙方均能積極處理，或許可避免此事故之發生。

2.2.8 軌道

1. 軌道線形

依據交通部「臺灣鐵路管理局鐵路建設作業程序」規定，路線等級屬於特甲級線，軌枕每公里鋪設數量，曲率半徑小於 400 公尺之曲線，不得少於 1,800 根，亦即每 10 公尺 18 根。

依 1.10.1 節，里程 K89+268~K89+475 之曲線段曲率半徑為 306 公尺，檢視事故後空拍圖發現，里程 K89+000~K89+500 間直線段軌枕 19 根，介曲線段軌枕 18 根，曲線段軌枕 19 根，符合「臺灣鐵路管理局鐵路建設作業程序」之軌枕數量要求規定。

依交通部「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」規定，正線上半徑不滿 400 公尺之處所應鋪設防脫護軌；另同規範規定，新設與改良防脫護軌時，鋪設區域之兩端各應延長鋪設 50 公尺。

調查發現，里程 K89+023~K89+070 間未鋪設防脫護軌，不符合交通部「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」之防脫護軌鋪設長度要求。

2. 軌道養護

依「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」，路線巡查由養護人員以步巡軌道方式進行目視檢查作業，並填寫路線巡查紀事表，每週執行一次，檢查內容包含軌道線形不整、鋼軌損傷斷裂、螺栓扣件鬆脫、軌縫及伸縮接頭異常、枕木腐朽、接頭沉落、道床噴泥、路基橋樑及隧道邊坡異常、排水設施、平交道設備不整及異物侵入淨空等 20 項。

依「交通部臺灣鐵路管理局路線巡查安全作業程序」，人員以目視檢查軌道設備之缺陷或瑕疵，然並無相關故障態樣及等級判定說明，易造成每人檢查判定標準之不一致，且無明訂軌縫或鋼軌磨耗損傷標

準量測輔助工具，造成軌道檢查人員發現異常時，無法進一步利用量化數據協助進行缺陷態樣判定。

檢視民國 107 年 10 月 1 日至 10 月 15 日臺鐵執行冬山站至蘇澳新站範圍之每週路線巡查紀錄，檢查里程計 5.1 公里，作業時間 120 分鐘至 130 分鐘，平均每分鐘檢查 41.46 公尺，每秒走行約 0.7 公尺（1 步距離）。現行養護人員採 2 人一組方式，並於營運時段執行作業，其中一人須負責路線警戒，以確認作業範圍內之人員安全，路線上下行之巡查任務主要由另一人負責。

然而，臺鐵雙線上下行股道路面設置寬度約 8 公尺，路線巡查確認項目計 20 項，涵蓋軌道及土建設施，以巡檢速度每秒 1 步計，作業者須持續走行才能於作業時間內完成該段里程檢查，且發現異常點時，無多餘時間停留檢視。調查發現：臺鐵現行路線步行巡查方式及時間，不易發現軌道缺陷。

另外，依據臺鐵民國 107 年第二季軌道檢查車甲種檢查結果，新馬站里程範圍 K89+000 至 K89+474 有 2 處軌道線形方向不整，雖於一級及二級不整值報告說明，因焊接點不整應進行撥道整修，因臺鐵僅一輛軌檢車作業，整修後，需 3 個月後同一位置才能再度檢查，因此未能即時複測整修成效。

臺鐵軌道整修後，因軌檢車數量受限，未能及時複查，難以確保修復後之成效。

2.3 組織管理

本節將針對影響此次事故之根源因素，如司機員與檢查員編制、標準化程序及手冊、標準化訓練及獨立檢定制進行分析。

2.3.1 司機員與檢查員編制

1. 國內外多數鐵道營運業者將司機員與檢查員編制於不同部門管理，主要原因在於兩者工作屬性不同，工作績效考量亦不同。臺鐵將司機員與檢查員編制於同一單位管理，除造成管理上之不便亦可能造成營運績效優先於行車安全的決策產生。以下針對臺鐵現狀進行分析。犧牲安全標準以維護單位績效：臺鐵車組運用率高，加上車齡高，故障率也高，雖然司機員與檢查員對於廠內故障列車都有權利提出更換編組，但實務上因雙方屬同一單位也有共同主管，因此容易產生因為營運效率而犧牲安全標準，作出讓故障列車上線運轉的決策，造成運轉安全的風險。
2. 權責不清：現行臺鐵司機員遇列車故障時多仰賴該車種所屬機務段檢查員進行技術支援，係基於互相協助的立場，惟可能造成權責不清之狀況。
3. 不完整之故障排除手冊：由檢查員所編彙之故障排除手冊僅對技術面進行指導，未能充分考量司機員之工作特性以及非技術之程序面，例如：是否該停車、如何回報資訊等，無法符合司機員作業規範明確之需求。
4. 不完整之訓練教材：臺鐵現行司機員在職訓練部分是由檢查員提供教材及授課，但檢查員所編彙之教材偏重於系統及技術之層面，而司機員需求為狀況識別與確認、處置程序及規章遵守之層面，現行的教材恐無法符合司機員需求。
5. 弱化司機員故障排除之專業能力：臺鐵司機員與檢查員同屬機務段，對於車輛系統的知識，司機員多仰賴檢查員，易喪失系統知識能力。

本會認為，臺鐵應重新規劃司機員之組織編制，將司機員移出機務處，以具司機員背景之人員擔任主管、訓練講師、規章撰寫等工作，才可充份達到司機員專業管理，並藉由與檢查員不同單位間制度上之相互制衡，避免因營運效率而犧牲安全標準情形產生。

2.3.2 標準化程序及手冊

本會於調查期間，訪談多位司機員、檢查員、調度員及主管相關作業之規章依據，多數回答「記得好像有規定，但不記得在哪一份文件，也不確定是否有修改」、「我們都是這樣做，也不知道有沒有規定」等。據此，調查小組進一步探討臺鐵規章手冊之制定、修訂等管理，相關議題分析如下。

1. 規章文件未分類、分級及標準化

臺鐵「運轉規章」分為上下兩冊，內含管理、程序及操作等文件共計約 660 頁，內容繁雜，未有體系分類、分級。不同工作性質人員如司機員、調度員適用同一本規章，龐大的規章要求難以被清楚的瞭解及運用，難以讓第一線人員於操作時獲得清楚明白之指示。

另檢視臺鐵規章中之文件，格式不一，意旨不清。經本會調查，臺鐵未明訂規章之標準制定及修訂程序，造成規章文件眾多，新舊並存，無法使人員清楚明白該文件主旨。

綜上，臺鐵不同形式及新舊並存的大量文件，內容涵蓋複雜，欠缺規章標準化程序，未建立分類及分級制度，致臺鐵各層級人員無法準確地引用與遵守。

2. 未依職務特性建立工作手冊

臺鐵未對各職務制定相對應之工作手冊，提供該職務之工作規範。以下就各職務所需具備之工作手冊進行分析。

(1) 作業手冊

作業手冊在規範各職務人員工作內之職責規範及基本作業準則，例如規章表單填寫原則、事故發生時通報之對象、通報內容、通訊原則、停車及發車之通報規定等非技術之程序規定。

本案司機員因列車故障造成停車，於列車重新啟動前，均未取得行車調度員之授權，而調度員、檢查員在面對司機員故障回報時，亦無標準確認程序，無法即時完整瞭解列車狀況。經查臺鐵未對各職務人員訂定作業手冊，造成人員在基本程序及非技術程序處置上無所遵循，多依經驗傳承各行其事。

綜上所述，臺鐵未依工作職務訂定作業手冊，使人員無法了解工作職責，且對於程序作業無所遵循。

(2)操作手冊

操作手冊乃詳細描述設備之功能及操作程序，如同電子設備之使用說明書。因此，列車製造商會提供運轉手冊或相關文件以利營運業者制定列車操作手冊。本案司機員對於普悠瑪號列車 DDU 資訊顯示、總故障資訊的判讀、空壓機及空調機之名詞所代表的設備等均無法精準認知。本會認為，臺鐵未依原廠文件內化並制訂各車型之操作手冊提供司機員遵循，為司機員未能精準認知列車系統及操作之主要因素。

綜上所述，臺鐵車種眾多，未依原廠文件內化並制訂各車型之操作手冊提供司機員遵循，致使司機員平日無操作手冊可研讀、事故時亦無該手冊可參考，僅能依記憶、段訓教材內容、個人經驗處理，容易在不同車種間產生操作程序的混淆與誤用。

(3)故障排除手冊

故障排除手冊或文件內含列車故障代碼、名稱、顯示狀態、原因及排除程序，為列車廠商提供給營運業者依循之重要文件。

本會調查中發現，臺鐵未編彙故障排除手冊提供給第一線運轉人員，以本案為例，日本車輛提供之「TEMU2000 運轉手冊」，說明遇空壓機強制停止的故障處置為「請確認 MR 壓力，若低於 6.5bar 請立刻停車並通知行控中心等待指示」，若事故時司機員有該手冊可依循，或許可避免依個人經驗判斷之方式來處置。

另外，檢查員因無故障排除手冊，常常需依經驗自行分析、查找原因，並提出應急處理方法，再透過段內複訓或是社交群組與同仁交流分享，也因此形成在臺鐵內部透過比賽方式，擇優彙整成為車輛應急處理標準的制度。

綜上所述，臺鐵未有效利用原廠提供故障排除程序內化並制訂成故障排除手冊提供運轉人員使用，不利人員故障判斷及排除程序的進行。另外，臺鐵利用比賽的方式請各段人員依個人經驗編寫應急處理方式，未經原廠認證，無法確保列車故障得以排除。

3. 原廠維修手冊與臺鐵檢修手冊之差異

經調查臺鐵未使用日本車輛原廠提供「TEMU 2000 傾斜式電聯車維修手冊」，而使用自行頒訂之「TEMU 2000 傾斜式電聯車 O 級檢修手冊」進行維修，同時依經驗調整維修保養內容與更換週期。另檢視本事故普悠瑪號臺鐵檢修手冊及原廠維修手冊，針對主風泵維修項目在各級檢修均存有差異性，說明如下。

(1) 一級檢修

針對「確認油量」與「排水」，臺鐵檢修手冊僅規範「油量及外觀狀態檢視」，未如原廠有詳細施作步驟與注意事項提示。

(2) 二級檢修

二級檢修每 3 個月執行一次，一年為週期，同週期內之二級檢修

執行項目有異，原廠維修手冊對此有清楚規範。檢視臺鐵檢修手冊僅有單一型式之二級檢修表單，實際檢修項目及內容也異於原廠維修手冊。

(3) 三級檢修

檢視臺鐵檢修手冊的三級檢修項目，發現其項目明顯異於原廠維修手冊所規範。以本事故關鍵設備「主風泵」檢修之重要項目「更換除濕機」即所謂中空絲膜的更換，便未見臺鐵檢修手冊對此有所規範。

(4) 四級檢修

臺鐵的四級檢修手冊有關主風泵的檢修內容有 5 項，然而原廠維修手冊卻未有明確的檢修項目。

經訪談發現，臺鐵認為原廠維修手冊所規範之維修項目及維修週期不符合臺鐵過往經驗，易造成臺鐵維修成本增加，因此不完全採用。本會認為，臺鐵檢修手冊依「矯正維修」的觀念，配合過往經驗制定，而原廠維修手冊係基於「預防維修」的概念制訂，因此產生原廠規定的維修項目較多，維修週期較短等差異性。

綜上所述，臺鐵在普悠瑪號列車運轉一開始即不完全採用原廠維修手冊，其檢修手冊項目內容多依第一線人員維修經驗及需求來制定，與原廠維修手冊存在差異，無法涵蓋必須維修項目。

2.3.3 標準化訓練

臺鐵對司機員及檢查員長期採用「師徒制」訓練方式，雖設有「員工訓練中心」，惟無法發揮其應有功用。

臺鐵新進司機員以「師徒制」方式進行術科訓練。師徒制的缺點包括：不正確或不安全的經驗及作法、不敢質疑及挑戰、不適當教學

技巧、無法標準化等。經本會調查司機員對於車種的瞭解程度，多依其師父教授的內容多寡而定，擁有同一車種駕駛資格的司機員可能對該列車有不同程度的理解，特別是列車故障排除的能力，需視與師父學習過程中是否曾遭遇，若無則無法學習，容易造成訓練品質不一。

檢查員的訓練方式亦完全採用「師徒制」，經本會調查，臺鐵無完整的檢查員標準新訓基礎教材，多數訓練內容係來自師父依其個人經驗所累積之知識。整個維修訓練制度依經驗傳承的觀念在進行，加上近年來臺鐵檢修人力不足與斷層，許多維修經驗，因無明文標準規範而未能得以傳承，以至於檢查員的檢修能力良莠不齊，造成某車種僅有單一檢查員專精之奇特現象。

綜上，臺鐵現行訓練採用師徒制，其教師遴選、訓練內容制定、訓練考評、資格檢定均無標準程序，學員完訓後的程度取決於師父教學內容的多寡，造成臺鐵人員專業技術能力良莠不齊，無法達到訓練之目的。

另依「交通部臺灣鐵路管理局辦事細則」，員工訓練中心應負責管理專業訓練，包括制訂訓練法規、講師遴聘、整合訓練資源、監督訓練品質、管理訓練、技能檢定及審查核發專業訓練證書，惟臺鐵員工訓練中心現行僅執行學員住宿及供膳、差假勤惰管理等行政業務，司機員及檢查員之訓練實施、訓練考評及資格檢定，均交由各機務段規劃執行。

綜上所述，臺鐵員工訓練中心僅提供行政庶務協助，無實質參與訓練工作及建立訓練制度，亦無法發揮訓練管理功能。

2.3.4 獨立檢定機制

臺鐵人員訓練及檢定皆自行執行，因缺員、檢定標準不一等因素，無法發揮檢定功能，使檢定流於形式化。以下就司機員及檢查員兩方

面，進行說明。

在司機員方面，臺鐵司機員於完成新訓或是車種轉訓課程後，由臺鐵自行檢定。經本會調查，臺鐵未明訂執行檢定官資格，雖有學員固定檢定項目，但合格標準多依賴執行檢定官之主觀判斷，因此，歷年來司機員於新訓及車種轉訓檢定合格紀錄近乎百分之百。參考國內其他鐵道業者，司機員之新訓檢定皆由監理機關派員執行，依同樣標準進行檢定程序，避免標準不一或是其他因素影響檢定的公正客觀。

另外，臺鐵現有多車種，如柴電機車、推拉式機車及電聯車等，以電聯車為例，又區分 500、600、700、800、1000 及 2000 等不同車型，依臺鐵現行規定，司機員僅需具有電聯車其中一車型之駕駛資格即可駕駛其他車型，無須再經過檢定程序。

綜上所述，臺鐵司機員新訓及車種轉訓之檢定，均自行執行，未由監理機關鐵道局執行，無一定客觀檢定標準，造成通過檢定之司機員專業知識及技能仍有落差，無法達到檢定之目的。另外，臺鐵司機員領有同一車種證照，不須檢定即可駕駛同一車種其他車型之列車，惟同一車種但車型不同，其系統及操作仍有差異，可能造成司機員操作不熟悉之風險。

另依「交通部臺灣鐵路管理局行車人員技能體格檢查實施要點」，技能檢定必須每兩年實行一次，本會發現，臺鐵司機員可同時具備多車種駕駛資格，惟每兩年之技能檢定並未依駕駛執照所記載之車種全面執行，而僅選擇一車種執行，難以確保司機員持續熟悉所有具備資格之車種駕駛能力。另臺鐵司機員訓練、考核及檢定均由同一單位執行，無法客觀公正進行檢定程序。

臺鐵車種眾多，檢查員須具備多車種知識及技能，但臺鐵檢查員依師徒制完成訓練後，無須進行檢定，即由單位主管審查後核發證照，審核制度流於型式，造成檢查員間專業程度落差過大。

2.4 其他安全因素

本節將針對其他安全因素進行分析，如安全監理、安全資料蒐集與運用、司機員健康管理、生還與應變管理、軌道、列車性能及安全管理系統之建置等。

2.4.1 安全監理

民國 107 年 6 月成立之交通部鐵道局負有鐵道營運監理職責，依鐵路相關法規如鐵路法、鐵路運送規則及鐵路行車規則等，對鐵路機關（構）執行監理作業。監理機關職權至少包含：制訂安全法規、具備查核機制、人員檢定給證及事故/事件行政調查等，檢視現行鐵道局監理職能並不完整。

1. 制定安全法規

鐵道運轉涉及多項系統，除了列車、軌道及號誌等設備之安全規範外，人員的訓練、運轉制度的規範皆是攸關安全的重要事項。以目前國內鐵道相關法規而言，監理機關針對運轉規定、人員訓練及資格檢定、設備維修等法令，應多參考國內外相關組織規範及法規，訂有更詳細之標準、規範及指導文件，此作法或可為我國鐵道監理機關之參考。

2. 具備查核機制

監理機關對於營運業者的安全檢查工作，包括針對人員資格、運轉及維修有關作業面及制度面之查核，以確保營運業者符合安全運轉標準規定。鐵道局營運監理事項眾多，查核項目必須依靠具專業與經驗的人員來執行。參考航空運輸，民航局設有檢查員制度，對營運業者進行定期及不定期查核，包括運轉、維修、客艙安全、危險物品、場站等查核人力，並提供檢查員配套之檢查指引、工具與訓練，檢查員制度不僅可以強化查核制度的完整性，更可主動發現營運業者潛在

的風險而即時加以輔導改善。

3. 人員檢定給證

列車運轉作業人員的專業應有一定之技術素質及水準，始能確保列車運作安全，運輸業監理機關通常依國內相關法規建立證照管理機制，執行人員資格檢定並發給合格證照。臺鐵司機員之檢定作業係由臺鐵自行執行，再由交通部授權發照，此種自行檢定之制度可能造成人員資格管控之漏洞，鐵道局為監理機關，應負有駕駛檢定給證之職責，若鐵道局可直接參與臺鐵司機員檢定項目訂定及實際執行檢定程序，並由鐵道局直接進行司機員駕照之核發及更新，應可確保鐵道業務之運作安全與發展。

4. 事故/事件行政調查

鐵道事故調查之目的依機關性質有所不同，監理機關執行之事故調查係以行政調查為主，除調查事故發生的原因外，亦包括檢視相關營運機關（構）與人員對鐵道相關法規之遵守，並依法給予處罰。國內發生重大鐵道事故時，運安會依「運輸事故調查法」執行安全調查，惟針對不屬運安會調查範圍之事故，鐵道局應考量與營運機關（構）建立適當之事故通報、調查、改善追蹤與事故統計分析機制與專業，以減少事故之發生。

交通部鐵道局組織法，明訂鐵道監理業務由其掌理，惟交通部鐵路法未賦予鐵道局監理職權，須由交通部逐一委任，安全監理法制並未完善。

另鐵路法授權交通部聘請專家學者，調查「重大行車事故」及其他關注案件，與運安會調查職權「重大鐵道事故之範圍」部分重疊，未在事實資料階段共同蒐集資料，並各自出具調查報告，產生調查機制衝突問題。而國內鐵道事件每年發生約六百件非屬運安會調查範圍之案件，雖有營運機關（構）自行簡單查處，惟監理機關鐵道局監理

調查作為之強度及廣度明顯不足。

本會依過去 22 年與民航局之合作經驗及模式，分享如下：民用航空法因應本會（原飛安會）成立，修改調查範圍，律定民航局僅調查非屬本會調查事故。接獲事故通報後，本會與民航局人員同時至事故現場初步勘查，若屬本會調查範圍，則民航局依參與式調查精神與本會共同訪談人員及事實資料共享，避免受調查人員被訪談多次及受調查單位須提供多次資料的問題。民航局人員參與本會舉行之事實資料確認會議後，依據本會發布之事實資料報告，檢視受調查單位及人員違反民用航空法相關管理規則部分，執行監理作為，並無另行出具調查報告之狀況，也不會因此產生報告不一致的問題；若非屬本會調查範圍，現場即交由民航局調查，民航局與營運業者已經由法規律定，非屬本會調查之事故/件中，較重要者由民航局調查，其次由營運業者調查，調查結果再陳報由民航局備查，並納入統計資料。此合作模式由本會、民航局及營運業者分工合作，不會漏失任一潛在風險，形成重大事故之可能性。

2.4.2 安全資料蒐集與運用

本會調查小組藉由本事故所蒐集的紀錄器設備，進一步探討臺鐵對紀錄器資料之有效應用程度，進而協助提升其運轉安全。以下針對 ATP、TCMS、TC/MC 等臺鐵現行三種安全資料之應用，以及裝設駕駛室攝影系統之議題進行分析。

1. 列車自動防護系統 (ATP)

本案司機員在事故列車運行期間，計發生常用緊軔介入 1 次；事故前三個月（民國 107 年 7 月至 10 月）計 29 趟次乘務，無 ATP 常用緊軔或緊急緊軔介入之情形；歷年總計異常違規共有 5 次常用緊軔介入，緊急緊軔介入及 ATP 隔離則未發生。

「交通部臺灣鐵路管理局列車自動防護系統（ATP）使用及管理要點」要求司機員於乘務後應將 USB 隨身碟繳回所屬機務段，機務段運轉股值班人員需下載及確認資料，並上傳資料至機務段 ATP 管理電腦。臺鐵 ATP 管理電腦已被設定為可自動篩選 ATP 介入超速所採取之常用緊軔、緊急緊軔等資訊，再由指導股人員依 ATP 行車紀錄進行司機員駕駛行為分析及考核，當有違規事由會定期彙總列表，列入平時及年終考核參考。

惟本會發現在列車行駛過程中，如發生 ATP 關閉行為，ATP 管理電腦無法自動篩選出該行為，倘未以人工方式加以判讀，ATP 關閉將被管理電腦視為無異常狀況，對於臺鐵在 ATP 使用管理層面上存在相當高的風險，不僅需耗費大量人力、時間來檢視是否有 ATP 關閉行為，也可能塑造出投機或僥倖心態，造成安全管理上的一大破口。

綜上所述，ATP 管理電腦無法有效篩選出行駛過程中 ATP 是否有被異常關閉行為，造成臺鐵在司機員使用 ATP 管理面上的安全漏洞及異常事件統計失真。

2. 列車控制監視系統（TCMS）

列車控制監視系統可儲存行駛紀錄、故障紀錄、事件紀錄等資訊，可提供機務檢修人員對列車設備運作情況檢視及追蹤，其中列車故障紀錄資訊，更可做為故障維修分析基礎，藉由故障趨勢、故障類型統計資料，進一步追蹤故障成因並獲得適當檢修。

檢視事故列車 TCMS 自民國 107 年 9 月 18 日起至事故發生日之 1,000 筆故障紀錄資料，其中 1、8 車發生「故障代碼 147：空壓機強制停止」共被記錄 23 次。而臺鐵對於 TCMS 故障紀錄雖在二級檢修時實施下載，但對故障紀錄內容不加以檢視，未能有效利用 TCMS 可提供之故障資料進行對應檢修及維修管考。

調查發現：臺鐵檢視 TCMS 故障紀錄之目的及週期，未能有效利用並發揮該項故障數據之功能，亦無法作為設備可靠度評估與檢修規劃之依據。

3. 傾斜控制系統 (TC/MC)

傾斜控制系統紀錄可協助了解各車廂空氣彈簧作動高度、傾斜角度及車速。傾斜控制系統會在車速升至 30 公里/時，先將系統運作狀況寫入暫存記憶體，直到車速降至 2 公里/時以下時，才會寫入 CF 記憶卡。因事故列車傾覆時車速仍高，暫存記憶體內的資料尚未寫入 CF 卡，即斷電消失，造成羅東-新馬間的傾斜控制系統資料未被記錄。

經查，上述 TC/MC 寫入資料邏輯設計是在避免列車於調車場調車期間與傾斜無關的大量資料寫入記憶卡中。惟考量重大事故資料完整性，同時作為 ATP 或 TCMS 行車速度紀錄失效時的備援儲存功能，臺鐵與日車應研擬辦法以完善即時記錄 TC/MC 資料，以為事故調查之參考。

4. 駕駛室影像語音紀錄器裝設

依訪談紀錄，本案司機員稱，看到武荖坑溪鐵橋時把電門收到 82，用任務箱壓著警醒裝置，依檢查員要求離開駕駛座，轉身去重置 BOUN 斷路器。經查，列車通過武荖坑溪橋時間約為 1649 時，且 TCMS 紀錄顯示，BOUN 斷路器無被復位紀錄；另通聯紀錄顯示本案司機員依 DDU 之故障訊息，約於 1649 時逐字唸出故障訊息。上述資訊顯示，本案司機員於該時間點同時做 BOUN 斷路器復位及使用行調無線電逐字唸出故障訊息予機務段檢查員，不合常理。另本案司機員稱，事故前數位車速表顯示速度約 80 幾公里/時與 ATP RU 紀錄 140 公里/時不同，上述兩點顯示人為印象與紀錄器記載不符，現有列車設備無法確實釐清事實。

視國際在駕駛室內裝設語音影像紀錄器（LVVRs, Locomotive Voice and Video Recorders）現況，發現美國 NTSB 於 2007 年 3 月 20 日發布之調查報告 RAR-07/01 中，曾針對 2005 年一起冒進號誌衝撞出軌事故提出一項建議：「聯邦鐵路管理局應要求在所有機車駕駛室內安裝具備防撞及防火功能的語音紀錄器，或是聲音影像紀錄器（僅止用於事故調查，對此類資訊公開及發布應有適當的限制條件）。語音紀錄器至少應有連續錄音 2 小時之能力，並能確保將駕駛室乘務員的聲音及無線電通聯對話紀錄下載（R-07-3）。」；加拿大 TSB 於 2013 年 6 月 10 日發布之調查報告 R12T0038，亦曾針對 2012 年一起超速出軌事故提出一項建議：「運輸部應要求行駛在正線上的所有主控機車都必需設置駕駛室內攝影機（R13-02）。」。其立論基點，仍是因為在事故調查過程中發現，裝設駕駛室語音影像紀錄器是唯一可以從客觀角度，來探討事故發生與人為因素（如通話、分心、疲勞、訓練等）間因果關係的最可靠方式。唯有確認關鍵安全議題後，才能有效提出正確建議，以解決事故根本原因並進一步提升鐵路安全。

TSB 針對三種類型紀錄器（語音紀錄器、影像紀錄器、語音影像紀錄器）在蒐集資料上的差異提出看法：若僅使用語音紀錄器，如果未搭配車前影像資料，仍無法取得有意義的人為因素資料，包括司機員如何操作列車，及司機員對系統狀態或告警之行為反應；倘單純使用影像紀錄器或語音影像紀錄器，則需要考量紀錄器架設的位置、角度與紀錄品質，否則無法取得乘務員間的互動過程資訊，亦失去分析關鍵要素。

本會認同 NTSB 及 TSB 之相關改善建議，儘管在駕駛室安裝語音或影像紀錄器，都有侵犯個人隱私的疑慮，但所有運輸調查事故中，擔任安全關鍵職務的從業人員個人隱私不應優先於公共安全¹³⁰利益；

¹³⁰ 參照 Transportation Safety Board of Canada(2016). Expanding the use of locomotive voice and video recorders in Canada, 8-10。

相對的，該紀錄資料的存取及使用，都應該要有適當的限制及規範。

2.4.3 司機員健康管理

本案司機員曾因施用第二級毒品經臺北地檢署裁定緩起訴處分戒癮治療，並自民國 107 年 1 月 30 日起於臺北市立聯合醫院接受戒癮及醫療相關處置。期間本案司機員經主治醫師診斷有適應性失眠症並開立處方用藥，以協助其緩解因緩起訴處分造成之焦慮症狀與睡眠困擾，該等藥物之副作用含短期記憶力缺失、眩暈、困倦、昏昏欲睡或嗜睡等。

依據主治醫師訪談紀錄，本案司機員服用安眠藥之狀況應未達藥物成癮程度，且其服用之處方用藥雖存在影響精神狀態之可能性，惟影響程度與用藥時間、藥物效用持續時間、個人適應性及劑量等有關。另依本案司機員訪談紀錄，其表示主治醫師有告知藥物可能之副作用，而其於乘務前一晚亦盡量不使用藥物，惟在未使用藥物助眠下睡眠品質多少會受影響。

本會認為，事故司機員於事故前自民國 107 年 1 月 30 日起，長期服用副作用可能會不利於列車駕駛勤務之藥物。雖存在安全方面之隱憂，惟無直接證據證實司機員因服用藥物而影響其於事故期間之行為表現。

有關本案司機員毒品施用狀況，依據事故前之醫療紀錄，其於戒癮期間 13 次門診所接受之安非他命及搖頭丸等尿毒物檢測結果皆呈現陰性反應；事故後之藥毒物檢測亦未檢測出酒精、安非他命、鎮靜安眠及其他常見毒藥物成分，事故前酒精測定亦為合格。以上證據顯示本案司機員應無因毒藥物或酒精而影響其事故期間之行為表現。

有關本案司機員事故時之疲勞狀況，因本會執行本案補強調查時距事故發生已久，調查小組未能取得本案司機員事故前 72 小時之完

整睡眠與活動資料進行分析；另依其事故前一週班表資料進行之疲勞指數分析結果，事故當日工作班產生高度疲勞之機會僅 5.95%。據此，本會認為無足夠證據顯示本案司機員因疲勞而影響其事故時之行為表現。

然而，檢視本案司機員相關之健康管理資料，並與相關人員訪談後，發現臺鐵未落實體格檢查與藥毒物尿液抽驗、體格檢查表單與執行方式不適當、以及未能提供司機員與體檢醫師藥物使用指引等狀況，分述如下：

1. 體格檢查與藥毒物尿液抽驗之落實

「交通部臺灣鐵路管理局行車人員技能體格實施要點」中規定，司機員當有健康情形異常或其他必要情況時應實施臨時檢查。然而，依機務處人員 A 訪談紀錄，臺鐵雖於民國 106 年 12 月獲知本案司機員被警方查獲施用毒品情事，但未對其施行臨時體格檢查以確認身心狀態是否仍適宜繼續執行乘務工作。

另依據臺鐵尿液檢驗標準作業程序，臺鐵每季皆應不定時對司機員施行尿液抽驗。但依機務段人員 A 訪談紀錄，機務段對二線支援一線之司機員習慣性未抽驗，使本案司機員在事故前已長期未被抽驗尿液，產生藥毒物尿液抽驗機制之安全漏洞。針對此狀況，依機務段勞安室人員訪談紀錄，事故後自民國 108 年起已調整將二線支援一線人員納入每季抽驗範圍，並於每年第三季進行乘務人員全面檢測。

2. 體格檢查表單與執行方式

依據體格檢查醫院人員訪談紀錄，臺鐵辦理司機員年度體檢時會提供體檢醫師制式體格檢查表，其中 9 項如酒癮、藥癮、法定傳染病、心理精神異常等皆採司機員自評、醫師複評方式辦理。調查小組檢視體格檢查表發現，自評題項雖與法規內容相同但涉及醫學用語，司機

員自評時可能因缺乏醫學知識而未能正確勾選或提供正確資訊。本會認為，自評題項之設計，若能從受檢者角度提問，如酒癮自評可藉由詢問近期飲酒狀況、頻率、量與種類等，將有助於受檢者勾選或填答，並使體檢醫師獲得有意義的資料以進行診察與檢驗。

另本會調查小組發現，表單中未設計可讓醫師填寫複評結果的欄位，僅讓受檢者自行勾選，此種設計不僅不便於體檢醫師撰寫複評結果，亦降低體檢者記錄重要檢查發現的動機。

3. 藥物使用指引

依據機務段勞安室人員訪談紀錄，事故後臺鐵會藉段訓進行用藥知識宣導，段內亦有職醫諮詢，惟尚未彙整相關資訊，進一步提供司機員與醫師乘務工作藥物使用指引，諸如乘務工作用藥概念、服用須暫停乘務之藥物、藥物濫用與依賴的基本知識，以及易成癮藥物等。

建立適當的藥物使用指引，不僅有助於司機員建立乘務工作正確的用藥知能，降低因不當用藥對列車運轉安全造成的影響，受理體檢之醫師亦可有一共同的原則與架構評估司機員藥物使用，並提供用藥司機員具體建議。

綜上所述，臺鐵在司機員體格檢查及藥毒物尿液抽驗等兩項重要風險管控機制，存在未依規定落實臨時體檢、尿檢未抽驗二線支援一線人員之情形；體檢表單之設計與執行方式不適當而不易發現司機員是否有乘務高風險之身心疾患、以及未建立司機員藥物使用指引以作為乘務與體檢時之參考等狀況，顯示司機員健康管理機制存在安全漏洞。

2.4.4 生還與應變管理

1. 服務員安全職責與訓練

依據臺鐵「車長乘務手冊」，如遇發生事故、災變或需退行等情事時，車長應執行列車防護、處理事故、應變措施以及退行等之各種措置，並應照顧及引導乘客避難等工作；手冊中亦針對包括列車出軌在內之多種行車事故類型，明訂車長應執行之應變處置作為。另於臺鐵「運務處行車事故應變處理標準作業程序」中，亦詳訂有車長於行車事故應變中之職責，以列車事故為例，授權車長得以指揮隨車服務員搶救傷亡人員。

服務員之職責部分則規範於臺鐵「餐旅服務總所車勤服務部車勤服務人員值乘工作守則」，然而，該守則除提及服務員於巡行列車遇有特殊或危急情事，應即報告列車長外，並未規範服務員於行車事故應變之安全職責。服務員主管訪談紀錄亦指出，服務員之職責主要為列車銷售與旅客服務，未包含行車事故應變相關之安全工作。

以上顯示臺鐵於規範與實務中皆未明訂或要求列車服務員具備行車事故應變相關安全職責。然而，考量事故發生後之應變作為繁重且攸關乘客之生還機會，若能明訂服務員之安全職責，使其能與車長、駕駛員組成應變團隊，有效分工與合作，應有助於行車事故應變之成效。

依據服務員與其主管之訪談紀錄，臺鐵未提供服務員有關行車事故應變與列車安全裝備使用相關訓練，亦未配發無線電子服務員，以利應變過程之溝通聯繫。服務員 A 於訪談時亦表示，係依靠自行觀察才清楚安全裝備如滅火器及破窗槌位置、經詢問同仁才得知開啟車門之方法、目前自己仍不清楚緊急避難梯收納位置，亦沒有架設的經驗。以上顯示，臺鐵於未明訂服務員行車事故應變相關安全職責狀況下，亦未提供服務員相關訓練，可能使得服務員不熟悉如何配合車長執行應變作為之流程與方式，以及安全設備之位置與使用。

2. 疏散模擬演練

臺鐵「車長乘務手冊」指出，車長之職責及應變處理事項，包含必要時引導乘客疏散至安全地點並請求辦理接駁。依據車長訓練講師訪談紀錄，車長於運輸班培訓過程中，須進行事故應變處理相關訓練，包含車上安全裝備如避難梯之操作，但未有乘客疏散實作演練。

本會認為，臺鐵若能提供車長、服務員以及司機員等緊急疏散實作演練或其他等效之訓練，使其熟悉疏散流程，規劃疏散動線、練習指令下達、架設避難梯等，應有助於增進乘員疏散逃生時之效率及安全。

3. 列車乘客安全帶

依據宜蘭縣消防局「蘇澳鎮新馬車站 107 年 10 月 21 日普悠瑪火車出軌災害搶救資料」，事故發生後計 9 名乘客因被拋出車廂而死亡。為探討列車座椅設置安全帶對於減輕出軌或傾覆事故傷亡程度之有效性，本會摘要國際相關報告說明如下。

英國鐵道安全與標準委員會（Rail Safety and Standards Board, RSSB）於 2007 年曾發布相關研究報告¹³¹指出：以內含感測器的碰撞測試假人，在未使用安全帶、使用兩點式安全帶、使用三點式安全帶情形下進行多樣實驗。結果可知，使用兩點式安全帶情況時，當前方遭撞擊後，軀幹將向前傾斜，頭部會撞擊前方椅背造成頸部受傷，其受傷程度比未使用安全帶，但乘坐於可吸收能量的適撞性座椅者嚴重；若使用三點式安全帶，頭頸部受傷程度最低，但須強化座椅結構，致減損座椅適撞性，因而使後方未繫安全帶的乘客受傷。

RSSB 報告另指出：安全帶主要提供縱向碰撞時的保護，除非是三點式安全帶，否則在車廂出軌或傾覆時保護效果有限，然而，三點

¹³¹ Passenger containment: A review of research carried out by RSSB on behalf of the rail industry and core recommendations.

式安全帶會將乘客束縛在座椅上，依據英國發生的 6 件鐵道事故之模擬推估分析結果，在使用安全帶情況下，每拯救 1 名乘員免於被拋出車外而死亡時，於乘員生存空間不足下，卻可能增加 8 名乘員死亡。

美國 NTSB 於 2019 年發布之鐵道事故調查報告¹³²指出：NTSB 認為相對於公路車輛，鐵道車輛對於乘客保護之標準提升仍有所不足，因此自 2016 年起，NTSB 於鐵道事故調查報告中重複提出兩項安全改善建議：

1. 執行研究以評估列車出軌及傾覆過程中乘客之傷亡原因，以及評估可能減輕乘客傷亡之方式，例如：設置安全帶與保護乘客免於被拋出。(R-16-35)
2. R-16-35 改善建議所指出之研究，識別出安全改善方式後，應據以制定鐵道列車乘客保護標準，以減輕列車出軌及傾覆可能造成的乘客傷亡。(R-16-36)

美國聯邦鐵路管理局（Federal Railroad Administration, FRA）於 2017 年回應 NTSB 上述改善建議，FRA 表示已持續支持相關研究，以評估列車出軌及翻覆後乘客受傷情形。FRA 認為在列車座椅設置安全帶並非提高安全性的有效方法，發生碰撞時列車的減速度僅為汽車的四分之一，且列車內部設計已為乘客提供一定的保護，其有效程度至少與汽車相同，不需要設置安全帶。FRA 認為致力於控制車廂內部物件的完整性以防止傷害乘客，並確保乘客能夠承受二次撞擊才是最有效的方法。

綜合上述，英國 RSSB 與美國 FRA 之研究結果顯示，設置座椅安全帶應非減輕列車出軌或傾覆事故中乘員傷亡之有效方法，惟國內鐵道監理機關與營運業者仍應持續關注有關列車乘客保護相關之研

¹³² Amtrak Passenger Train Head-on Collision with Stationary CSX Freight Train. Cayce, South Carolina. February 4, 2018. NTSB accident ID RRD18MR003.

究發展。

2.4.5 空氣彈簧狀態及傾斜確認

依臺灣鐵路管理局傾斜式電聯車 TEMU2000 二級檢修手冊¹³³，每 3 日檢查一次之第一級檢查，檢修人員需對空氣彈簧目測進行包括裂痕、損傷（超過 1.5mm 深）、變形及漏氣等確認；每 3 個月檢查一次之第二級檢查需量測空氣彈簧尺寸高度、損傷及漏氣確認。

檢視臺鐵民國 107 年 9 月 19 日針對事故車編組進行最近一次二級 A 檢修保養單內容，對於空氣彈簧檢查及量測結果均勻選為「良好」¹³⁴；最近一次一級檢修為民國 107 年 10 月 20 日，對於空氣彈簧部分亦無特殊註記¹³⁵。

另在行駛過程中如發生某一空氣彈簧破裂洩氣，空氣彈簧中央配置有橡膠支撐墊，可以作為臨時支撐車體高度之用，同時另外一側的空氣彈簧也會自動洩氣調整氣壓，讓車身高度維持在一定範圍內，確保車輛可安全行駛。而當有發生異常時，普悠瑪號列車軀機系統中的氣壓偵測單元會即時將 5 種故障訊息傳送並記錄至 TCMS。

綜上，事故列車 TCMS 及檢修紀錄，均未發現有任何空氣彈簧破裂洩漏之故障訊息紀錄，顯示該事故期間傾斜裝置之空氣彈簧運作狀況正常。

另因傾斜紀錄儲存機制設計，事故前約 6 分鐘的 TC/MC 紀錄無法被還原，惟仍可透過 ATP 關閉（1617:55 時）前後的 TC/MC 資料進行比對，以推估列車通過新馬站曲線前的傾斜狀態，如表 2.4-1。

¹³³ 版本：2013 12 REV.0。

¹³⁴ 參照台北機務段 TEMU200 型傾斜式電聯車二級 A 檢修保養單（民國 107 年 9 月 19 日）。

¹³⁵ 參照臺北機務段動力車保養檢修日誌（民國 107 年 10 月 20 日）。

表 2.4-1 事故列車 ATP 隔離前後傾斜完成時間比較

ATP 隔離前 (大里-大溪)				ATP 隔離後 (頭城-礁溪)			
狀態	時間	角度	線型	狀態	時間	角度	線型
傾斜 作動 3 秒	1611:50	0	直線	傾斜 作動 7 秒	1627:22	0	介曲線
	1611:51	-0.16	介曲線		1627:23	0.01	介曲線
	1611:52	-1.16	介曲線		1627:24	0.42	介曲線
	1611:53	-2	介曲線		1627:25	0.8	圓曲線
傾斜 回正 3 秒	1611:57	-2	介曲線		1627:26	1.16	圓曲線
	1611:58	-1.14	介曲線		1627:27	1.54	圓曲線
	1611:59	-0.14	直線		1627:28	1.92	圓曲線
	1612:00	0	直線	1628:29	2	圓曲線	
傾斜 作動 3 秒	1612:05	0	直線	傾斜 回正 6 秒	1627:31	2	介曲線
	1612:06	0.8	介曲線		1627:32	1.64	介曲線
	1612:07	1.8	介曲線		1627:33	1.26	直線
	1612:08	2	介曲線		1627:34	0.9	直線
傾斜 回正 3 秒	1612:11	2	圓曲線		1627:35	0.52	直線
	1612:12	1.32	介曲線		1627:36	0.14	直線
	1612:13	0.32	介曲線		1627:37	0	直線
	1612:14	0	直線	傾斜 作動 6 秒	1628:34	0	介曲線
傾斜 作動 3 秒	1612:15	0	直線		1628:35	0.38	圓曲線
	1612:16	-0.8	介曲線		1628:36	0.86	圓曲線
	1216:17	-1.8	介曲線		1628:37	1.14	圓曲線
	1612:18	-2	介曲線		1628:38	1.5	圓曲線
傾斜 回正 3 秒	1612:21	-2	介曲線		1628:39	1.88	圓曲線
	1612:22	-1.28	介曲線		1628:40	2	圓曲線
	1612:23	-0.28	介曲線	傾斜 回正 6 秒	1628:43	2	介曲線
	1612:24	0	直線		1628:44	1.88	介曲線
備註： 角度正值為右傾斜， 角度負值為左傾斜。					1628:45	1.5	介曲線
					1628:46	1.12	直線
					1628:47	0.76	直線
					1628:48	0.38	直線

		1628:49	0	直線
--	--	---------	---	----

本會發現，ATP 正常運作狀態下，列車傾斜作動是自直線路段進入介曲線前即啟動，由 0 度至 2 度完成時間固定均為 3 秒鐘，意即列車進入圓曲線前已完整完成傾斜機制；ATP 關閉後，傾斜系統轉為備援傾斜功能，列車行駛至介曲線路段才由陀螺儀偵測啟動傾斜機制，且完成傾斜時間由原 3 秒鐘延長至約 6~7 秒鐘，本會認為事故列車在進入新馬站介曲線起點 K89+073 處後，列車開始由 0 度啟動傾斜機制，在尚未到達完整 2 度傾斜前，列車已於 K89+251 處傾覆出軌。另依第 1.15.4 節，相同 140 公里/時，完成 2 度傾斜列車與未傾斜列車，其傾覆時間差距僅 0.175 秒，顯示傾斜動作完全與否對傾覆時機影響低。

2.4.6 安全管理系統之建置

安全管理系統（safety management system，簡稱 SMS）係組織為管理安全所採行之系統化方法，包含所需的組織、人員責任、政策、程序與活動等。SMS 組成構面包括：安全政策與目標、安全風險管理、安全保證與安全推廣，涵蓋預測式、主動式、與被動式之危害識別方法、及安全績效監測與評估機制。藉由 SMS 建置可協助組織識別運具運作直接或相關的危害因子、降低與控制安全風險在可接受程度內，進而降低重大運輸事故之發生率。SMS 建置一般需要依據完整之組成要素執行差異分析，再據以訂定建置計畫，完成建置後則應由監理機關或公正第三方進行評估，以確保 SMS 之有效性。

國際上包括：歐盟、美國、加拿大、澳洲、與日本等之鐵道主管機關皆訂定相關規範或指導文件¹³⁶，要求與協助鐵道營運業者建置 SMS，惟事故前，我國鐵路法規尚未有要求鐵道營運機關（構）建置

¹³⁶ 交通部運輸研究所，「鐵路運輸安全管理系統（SMS）制度化策略之研擬」，民國 108 年 8 月。

SMS 之明確規定，部分鐵道業者如台灣高鐵公司則自行建置。

臺鐵於事故前建置有 SMS 部分機制，例如：民國 105 年提出安全政策、建立有行車保安委員會等安全組織、民國 99 年開始推動「鐵路運輸旅客安全風險管理系統計畫」等，惟未依據適當之 SMS 組成要素，完整建置 SMS 各項政策、組織、職責、文件、程序、活動與訓練等，例如：缺乏專責之安全管理部門、各類安全行動任務編組與高階管理人員組成之安全委員會；未完整訂定各類人員之安全職責；未訂定與保存完整之安全管理系統相關手冊、表單、與紀錄；安全風險管理與確保機制未健全；未提供各類人員所需之安全管理訓練；安全文化之推廣活動不足等。

綜上所述，事故前，我國鐵路法規未要求鐵道營運機關（構）建置 SMS 之明確規定；臺鐵於事故前建置有 SMS 部分機制，惟未依據適當之 SMS 組成要素，完整建置 SMS 之各項政策、組織、職責、文件、程序、活動與訓練等。

第 3 章 結論

調查報告依據調查期間所蒐集之事實資料以及綜合分析，總結以下三類之調查發現：「與可能肇因有關之調查發現」、「與風險有關之調查發現」、「其他調查發現」。

與可能肇因有關之調查發現

此類調查發現係屬已經顯示或幾乎可以確定為與本次事故發生有關之重要因素，包括不安全行為、不安全狀況，或與造成本次事故發生息息相關之安全缺失。

與風險有關之調查發現

此類調查發現係涉及影響鐵道運輸安全之潛在風險因素，包括可能間接導致本次事故發生之不安全作為、不安全條件、以及關乎組織與系統性風險之安全缺失，該等因素本身非事故之肇因，但提升事故發生之機率。此外，此類調查發現亦包括與本次事故發生雖無直接關聯，但基於確保未來鐵道安全之故，所應指出之安全缺失。

其他調查發現

此類調查發現係屬具有促進鐵道安全、解決爭議或澄清待決疑慮之作用者。其中部分調查發現係屬大眾所關切，以作為資料分享、安全警示、教育及改善鐵道安全目的之用。

3.1 與可能肇因有關之調查發現

1. 事故列車入出樹林調車場期間，已發生 1、8 車主風泵強制停止之故障並持續存在，第 110B 次車司機員及本案司機員針對列車故障狀況，未落實規定通報檢查員，且臺鐵普悠瑪號啟動整備程序之出車檢查項目不完整，未明訂最低設備清單，導致司機員缺乏明確之出車標準，因此錯失更換正常列車編組運轉之機會。(2.1.1)

2. 安裝於事故列車第 1、3、6、8 車之四具主風泵中，1、8 車主風泵於出車前已強制停止及 3、6 車主風泵性能不佳，而臺鐵宜蘭線多曲線，每次通過曲線路段因啟動列車傾斜控制，須消耗主風缸 (MR) 之空氣壓力，多次傾斜作動使 MR 之空氣消耗速率高於供給，造成 MR 壓力不足，導致列車控制系統多次於運轉中主動切斷動力甚至停車。(2.1.1) (2.2.1)
3. 因臺鐵人員訓練及檢定方式欠周延，致本案司機員對列車系統及操作不熟悉，未能及時正確識別列車故障原因。另本案司機員延遲通報列車異常狀況且通報內容未包含駕駛顯示器單元 (DDU) 之故障碼及主風缸 (MR) 壓力值，又將列車自動防護系統 (ATP) 隔離後產生之故障訊息當成列車故障徵兆提供予協助人員，導致協助人員亦未能及時提供有效協助。(2.1.2) (2.1.3)
4. 由於主風缸 (MR) 壓力不足並不會出現告警聲或提示訊息於駕駛顯示器單元 (DDU) 上，其壓力值僅會顯示於駕駛室控制臺司機員正前方之壓力錶上。本案司機員忽略查看壓力錶，而依自身經驗，誤認列車動力切斷係因列車自動防護系統 (ATP) 故障所致，於 1617:55 時未依規定通報調度員而逕自隔離 ATP，使列車喪失自動限速保護功能。(2.1.4)
5. 臺鐵並未提供普悠瑪號車型相關運轉或操作手冊予司機員操作依循，致本案司機員未能依普悠瑪號原廠運轉手冊，於遭遇空壓機強制停止時，先確認主風缸 (MR) 壓力，若低於 6.5bar，須立即停車並通知綜合調度所等待指示之要求，卻於列車運轉中處理故障。(2.1.2)
6. 本案司機員於 1644:53 時自羅東站出發後，由於列車於羅東站前已因列車動力時有時無而造成誤點，且調度員要求能跑就儘量跑及通聯誤解不准停站檢修等之運轉壓力，將電門把手保持於 140 段位 (該路段最高速限 130 公里/時)，並持續與機車調度員及機務段檢查員討論斷路器復位跳開等問題，因此未注意 1649:20 時通過之道旁速限標誌 (普悠瑪號適用之車速應低於 75 公里/時)，

而錯失執行減速之時機。(2.1.4) (2.1.5)

7. 本案司機員於 1649:19 時至 1649:26 時駕駛期間，逐字唸出駕駛顯示器單元 (DDU) 上空壓機強制停止之故障訊息予機務段檢查員 B；於 1649:27 時，車速約 140 公里/時，司軔閘把手未制動，電門把手被快速由 140 段位收至 OFF 段位，列車於新馬站前介曲線段里程約 K89+251 處傾覆。(2.1.5) (2.1.7) (2.1.8)

3.2 與風險有關之調查發現

運轉管理

1. 本案司機員於隔離列車自動防護系統 (ATP) 前後，多次於曲線段超過道旁速限標誌限制，未執行減速操控；臺鐵相關規範未明確敘明 ATP 隔離後，司機員須「注意運轉」之定義及內容，如注意道旁速限標誌，亦未見應對速限標誌實行呼喚應答之規定。(2.1.4)
2. 本案司機員反映列車故障狀況後，行車調度員即轉知機車調度員，惟機車調度員無多車型故障排除能力，依慣例再轉機務段值班檢查員處理，且僅特定機務段檢查員才熟知普悠瑪號列車系統，造成本案司機員自隔離列車自動防護系統 (ATP) 起至 1649:27 時事故發生前，約有 62% 的列車運轉時間與多方人員通聯致分心。(2.1.6)
3. 臺鐵未提供司機員普悠瑪號操作所需之相關運轉手冊、操作手冊或故障應急手冊，使得司機員未能正確認知列車系統狀況及操作。且本案司機員因所屬機務段主力車種非普悠瑪號，以致少有段訓，加上幹部段訓後無須測驗之慣例、普悠瑪號值乘頻率低及訓練不足等因素，可能為本案司機員對普悠瑪號系統及操作不熟悉之原因。(2.1.3) (2.1.4) (2.3.1)
4. 臺鐵運轉規章未完整規範司機員於列車故障時應回報之項目，致本案司機員及機務段檢查員未使用駕駛顯示器單元 (DDU) 出現

- 之故障代碼識別列車故障，亦未應用原廠運轉手冊之故障應急程序處置，延誤故障排除時效。(2.1.2) (2.1.6)
5. 臺鐵雖規定列車發生狀況時，司機員應先通報車站再轉綜合調度所調度員，然此間接之通報程序，以及本事故所有無線電通聯對話均未使用通訊標準用語、未正確覆誦及確認安全指示，造成不充分、錯誤或延遲資訊傳達之情形。(2.1.2) (2.1.6)
 6. 本案司機員於隔離列車自動防護系統 (ATP) 後，列車仍出現動力切斷之狀況，惟該員未警覺故障原因並非先前判斷係 ATP 所致，而亦未回復 ATP 之原有功能。(2.1.3)
 7. 普悠瑪號列車自動防護系統 (ATP) 並未與綜合調度所連線，使得調度員未能即時得知 ATP 系統已隔離，錯失告知司機員於 ATP 隔離後應執行相關配套措施之機會。另臺鐵未規範調度員於發現司機員逕自隔離 ATP 時，須向司機員確認原因，亦無授予調度員於原因確定前要求司機員立即停車之權限。(2.1.6)
 8. 臺鐵綜合調度所主任調度員未發揮協調及決策功能，且臺鐵未完整規範行車調度員、機車調度員對主任調度員之通報機制，主任調度員無法立即掌握資訊執行職務。(2.1.6)
 9. 臺鐵普悠瑪號駕駛顯示器單元 (DDU) 提供司機員列車運轉及故障狀況之資訊，在畫面呈現未能簡潔一致、同系統使用不同文字及重要失效無告警等方面有優化空間，可能降低本案司機員在識別與解讀 DDU 資訊之認知負荷。(2.1.6)

維修管理

10. 第 1、8 車主風泵之冷卻器鰭片累積過多異物與髒污，導致工作油溫過高而於入庫時即強制停機，加上事故列車全車 4 具主風泵(1、3、6 及 8 車) 因中空絲膜除濕機濾心沾附潤滑油，並伴隨有漏氣及洗脫空氣量大之現象，導致主風泵壓縮空氣之性能僅約為新品之 0.22 倍，壓縮空氣供給速率低。(2.2.1) (2.2.2)
11. 臺鐵以營運調度為理由要求臺北機廠，簡化維修項目及延遲維修

排程，如三、四級維修排程會議決議僅換機油，四級維修延遲排程及誤認該編組仍在保固期間而認定主風泵不得自行拆解，且臺鐵檢修手冊不採用原廠維修手冊規定須3年更換濾心週期，造成事故列車主風泵中空絲膜除濕機濾心近6年未更換，致主風泵性能不佳。(2.2.6)(2.2.7)

12. 主風泵進氣口位於列車車底，其進氣方向為列車行進方向，此設計增加吸入軌道上異物機會，且進氣口濾網網目過大，可能無法有效阻絕異物；加上冷卻器位於主風泵底部，而整流罩遮住冷卻器上方部位，不易檢視異物堆積與否，致主風泵之冷卻器鱗片累積過多異物與髒污，無法發揮應有之潤滑油散熱效能，導致工作油溫過高，是致1、8車主風泵強制停機的主要原因之一，而原廠維修手冊及臺鐵檢修手冊均未明訂冷卻器清潔週期，僅原廠維修手冊故障排除程序有提及主風泵強制停機時，須執行冷卻器清潔。(2.2.2)
13. 臺鐵檢修手冊未如原廠維修手冊，詳細提供明確的檢修工作施作步驟、零件耗材、工具需求、圖示說明及檢修基準依據等，並轉化為工單文件，讓檢查員據以執行，並進行維修歷程管理，使檢查員可能未適當添加油量，導致中空絲膜除濕機濾心沾附潤滑油。(2.2.4)
14. 臺鐵與列車立約商「住友商事株式會社」雙方未詳細規範採購合約內履約保固缺失改善之具體執行方式，導致事故前，公文往返延誤，錯失改善主風泵缺失之機會。(2.2.7)
15. 臺鐵未明訂列車回段，檢查員須檢視動力車交接簿、駕駛室控制臺系統、列車控制監視系統(TCMS)故障碼之時機及程序，無法即時發現列車故障。(2.2.3)
16. 臺鐵未明訂檢查員須完整登錄動力車交接簿、一、二級定期檢修及列車控制監視系統(TCMS)故障項目於臨時檢修單之規定，致使故障未能確實發現及修復。(2.2.3)
17. 臺鐵列車零件採購、零件管理及車輛檢修部門，缺乏供需橫向溝

通機制、庫存資訊查詢授權，以致未能有效管理、規劃零件需求及供給。(2.2.5)

18. 臺鐵於新馬站里程 K89+023~K89+070 間未鋪設防脫護軌，不符合交通部相關規範之鋪設長度要求；臺鐵現行路線步行巡查方式及時間，不易發現軌道之缺陷；另臺鐵因軌檢車數量受限，於軌道整修後未能及時複查，難以確保修復後之成效。(2.2.8)

組織管理

19. 臺鐵未依原廠文件內化並制訂各車型之操作手冊、故障排除手冊及檢修手冊，容易造成司機員在不同車型間產生操作程序的混淆與誤用，且檢查員依個人經驗編寫檢修手冊，內容未能涵蓋各車型原廠要求之維修項目。(2.3.2)
20. 臺鐵司機員與檢查員訓練教師遴選、訓練內容制定、訓練考評、資格檢定等均無標準程序，造成臺鐵人員專業技術與能力良莠不齊；臺鐵員工訓練中心僅提供行政庶務協助，無實質參與訓練工作及建立訓練制度，未能發揮訓練管理功能。(2.3.3)
21. 臺鐵司機員之訓練、考核及檢定均由同一單位執行，且未明訂教師、檢定官資格與學員檢定合格標準，不利於維持檢定之成效與公正性。另臺鐵檢查員無須進行檢定，由單位主管審查後即核發證照，可能造成檢查員間專業程度落差過大。(2.3.3) (2.3.4)
22. 臺鐵司機員領有之證照係依車種區分，不須檢定即可駕駛同車種但不同車型之列車。另具備多車種駕駛資格之臺鐵司機員，於每兩年之技能檢定時，並未依駕駛執照所記載之多車種全面執行，僅選一車型執行檢定，未能確認司機員對各車型差異之熟練情形，增加司機員對車型系統知識與操作不熟悉之風險。(2.3.4)
23. 臺鐵將司機員與檢查員編制於同一單位管理，可能造成營運績效優先於行車安全的決策。(2.3.1)
24. 臺鐵無規章標準化程序，未建立分類及分級制度，難以讓各類人員正確引用與遵守；臺鐵未對司機員、檢查員、調度員等職務訂

定作業手冊，造成人員在基本程序及非技術程序處置上無所依循。
(2.3.2)

其他安全因素

25. 臺鐵列車自動防護系統（ATP）管理電腦無法有效篩選出行駛過程中 ATP 被異常關閉之行為，造成臺鐵在司機員使用 ATP 管理面上的安全漏洞及異常事件統計失真。(2.4.2)
26. 臺鐵未落實具駕駛資格人員之臨時體檢及尿檢抽驗，且體檢表單之設計與執行方式不易發現司機員是否有乘務高風險之身心疾患，另臺鐵未建立司機員藥物使用指引以作為乘務與體檢時之參考。(2.4.3)
27. 臺鐵未明訂服務員行車事故應變相關安全職責及提供相關訓練，且未提供車長、服務員以及司機員等緊急疏散實作演練，不利於乘員疏散逃生時之效率及安全。(2.4.4)

3.3 其他調查發現

1. 依國枝公式，採用軌距值 1,132 公厘，第 8 車車廂中心之「開始傾覆點」落在里程 K89+223 至 K89+224 之間。依 Simpack 軟體之四節車廂模擬結果，第 8 車全部右輪及左側第一轉向架前車輪組之車輪於里程為 K89+251.172 脫離軌道，即該處為事故列車第 8 車之「傾覆點」，與行車影像紀錄器相符。(2.1.8)
2. 事故列車以約 140 公里/時進入新馬站介曲線起點 K89+073 處後，開始由 0 度啟動傾斜機制，在尚未到達完整 2 度傾斜前，列車已於 K89+251 處傾覆出軌。另相同 140 公里/時，完成 2 度傾斜列車與未傾斜列車，其傾覆時間差距僅 0.175 秒，傾斜動作完成與否對傾覆時機影響低。事故列車列車控制監視系統（TCMS）資料未有任何空氣彈簧破裂洩漏之故障訊息紀錄，顯示該事故期間空氣彈簧運作狀況正常。(2.4.5)

3. 駕駛室安裝語音或影像紀錄器雖有侵犯個人隱私的疑慮，擔任安全關鍵職務的從業人員個人隱私不應優先於公共安全利益，惟對於紀錄器資料的存取及使用，應有適當的限制及規範。(2.4.2)
4. 事故前，我國鐵路法規未要求鐵道營運機關（構）建置安全管理系統（SMS）之明確規定；臺鐵於事故前建置有 SMS 部分機制，惟未依據適當之 SMS 組成要素，完整建置 SMS 之各項政策、組織、職責、文件、程序、活動與訓練等。(2.4.6)
5. 監理機關職權至少應包含：制訂安全法規、具備查核機制、人員檢定給證、事故/事件行政調查等，檢視鐵道局監理組織編制及相關法規並不完整，且鐵路法未賦予鐵道局監理職權，須由交通部逐一委任，安全監理法制並未完善。(2.4.1)
6. 事故列車前班第 110B 次車駛入臺北機務段樹林調車場時，駕駛顯示器單元（DDU）之故障訊息欄位陸續顯示 1、8 車主風泵強制停機，依本會測試應有紅色總故障燈閃爍、DDU 故障確認鍵閃爍及 60 分貝告警聲，提醒司機員。(2.1.1)
7. 事故發生前 30 秒，列車自動防護系統（ATP）於隔離狀態，人機介面（MMI）無車速顯示，ATP 紀錄單元（RU）記錄車速為 140 公里/時，應與司機員使用之數位車速表所顯示之數值相同。(2.1.7)
8. 普悠瑪號車載列車自動防護系統（ATP）之速限設定未依行車電報 111 調降，造成車載 ATP 之曲線速限仍較電報要求速限高 10 公里/時。(2.1.4)
9. 比對電門把手位置、列車速度、脈寬幅度調整（PWM）指令紀錄，本案司機員推拉電門把手提供速度指令後，如 140 段位，牽引系統依設計，以動力/煞車指令持續將列車車速穩定在 140 公里/時無誤。(2.1.7)
10. 列車超速遭列車自動防護系統（ATP）自動緊軔後，要重新運轉列車條件之一，須將電門把手拉回 OFF 段位，此與本案司機員事故時於動力切斷後，多次將電門把手回到 OFF 段位再推回 140 段位間來回操作的動作相符。(2.1.3)

11. 普悠瑪號司機員若手動隔離列車自動防護系統 (ATP)，列車控制監視系統 (TCMS) 會出現故障代碼 915「傾斜系統行駛中無法接收 ATP 資料」，惟日車原廠提供普悠瑪號之運轉手冊及 TCMS 故障/事件檢測規格書將該故障訊息誤植為「ATP 故障」。(2.1.3)
12. 考量重大事故資料完整度，傾斜控制系統 (TC/MC) 應以資料即時寫入之記錄機制較為妥適，以作為事故調查之參考。(2.4.2)
13. 鐵路法授權交通部聘請專家學者，調查「重大行車事故」，與運安會調查職權「重大鐵道事故之範圍」部分重疊，產生調查機制衝突問題。而國內鐵道事件每年發生約六百件非屬運安會調查範圍之案件，雖有營運機關 (構) 自行簡單查處，惟監理機關鐵道局監理調查作為之強度及廣度明顯不足。(2.4.1)
14. 里程 K89+218.75 處發現之疑似出軌點及鋼軌內側道碴、軌枕碎裂狀況，應為第 8 車傾覆後造成其他車廂出軌所致。(2.1.8)
15. 無證據顯示本案司機員因服用藥物、酒精、毒藥物或疲勞而影響其於事故期間之行為表現。(2.4.3)
16. 依據國際相關研究，列車設置座椅安全帶應非減輕列車出軌或傾覆事故中乘員傷亡之有效方法。(2.4.4)

本頁空白

第 4 章 改善建議

4.1 鐵道安全改善建議

致交通部臺灣鐵路管理局

運轉管理

1. 落實司機員遵守列車故障即時通報、列車自動防護系統隔離前通報及運轉速限之規定。(TTSB-RSR-20-10-001)
2. 明訂各車型最低設備清單及注意運轉定義；強化標準呼喚應答項目、各車型出車檢查程序及故障通報項目之規定，並修正車載列車自動防護系統速限設定。(TTSB-RSR-20-10-002)
3. 建立列車自動防護系統隔離之遠端監視功能、司機員單一窗口通訊機制，並授予綜合調度所調度員督導司機員於列車自動防護系統隔離後，執行相關安全配套措施之職權。(TTSB-RSR-20-10-003)

維修管理

4. 建立入庫列車檢查員臨時檢查機制；明訂及落實車輛故障資訊來源之登錄規定，如動力車交接簿、司機員通報、列車控制監視系統(TCMS)故障訊息、各級定期檢修發現等；建立零部件項目異動及維修週期修訂之程序，避免營運需求影響安全。(TTSB-RSR-20-10-004)
5. 建立維修管理之工單機制，強化施作程序及歷程追蹤；並檢討零件管理制度，強化與檢修單位之橫向溝通機制。(TTSB-RSR-20-10-005)
6. 強化軌道路線巡查作業程序，特別著重於增訂故障樣態說明及等級判定範例；提供適當量測工具及適量軌檢車等輔助設備；並落實防脫護軌設置規範要求。(TTSB-RSR-20-10-006)
7. 因應臺灣使用環境，與原廠合作，重新考量主風泵進氣方向、過濾方式及冷卻器清潔週期。(TTSB-RSR-20-10-007)

組織管理

8. 依原廠文件內化並建立各車型操作手冊、檢修手冊及故障排除手

冊，提供司機員、檢查員及調度員作業依據。(TTSB-RSR-20-10-008)

9. 強化及落實員工訓練中心之功能，建立各車型司機員、檢查員及機車調度員之標準訓練手冊、訓練教材、訓練師資等管理機制，特別著重於司機員之模擬機故障排除訓練及機車調度員多車型故障排除訓練等，並建立訓考分離制度。(TTSB-RSR-20-10-009)
10. 重新考量組織編制，階段性調整司機員及檢查員所屬單位，強化專業分工管理。(TTSB-RSR-20-10-010)
11. 建立規章手冊標準化，明訂格式、編撰、審核、發布、修訂、配發及廢止等規範。(TTSB-RSR-20-10-011)
12. 建立司機員、調度員及檢查員等各職務人員基本程序性且非技術性之作業手冊。(TTSB-RSR-20-10-012)
13. 建立通訊標準手冊，明訂通訊用語、發話及覆誦確認程序。(TTSB-RSR-20-10-013)
14. 明訂行車事故應變相關安全職責規範，並提供車長、服務員及司機員等有關列車疏散逃生實作演練及訓練，以增進疏散逃生時之效率與安全。(TTSB-RSR-20-10-014)

其他安全因素

15. 重新檢視並強化安全管理系統之建置。(TTSB-RSR-20-10-015)
16. 與車輛原廠合作，重新檢視列車人機介面系統，確保列車告警資訊能即時且清楚呈現，另重新檢視履約保固缺失改善之具體執行方式，明訂雙方權利義務。(TTSB-RSR-20-10-016)
17. 強化列車自動防護系統、列車控制監視系統及傾斜控制系統資料之即時寫入、蒐集與分析應用，有效提升安全管理。(TTSB-RSR-20-10-017)
18. 強化司機員體格檢查及藥毒物檢測規定，並建立司機員藥物使用指引。(TTSB-RSR-20-10-018)

致住友商事株式會社

1. 重新檢視履約保固缺失改善之具體執行方式，明訂雙方權利義務。

(TTSB-RSR-20-10-019)

2. 重新檢視列車人機介面系統，確保列車告警資訊能即時且清楚呈現。(TTSB-RSR-20-10-020)
3. 優化傾斜控制系統之資料儲存方式，使其具備即時寫入功能。
(TTSB-RSR-20-10-021)
4. 強化原廠手冊內容管理，設備內資訊與各項文件之間，應避免文字不一致情形。(TTSB-RSR-20-10-022)
5. 因應臺灣使用環境，重新考量主風泵進氣方向、過濾方式及冷卻器清潔檢修週期。(TTSB-RSR-20-10-023)

致交通部鐵道局

1. 明訂機車駕駛室內安裝具備防撞及防火功能之聲音影像紀錄器，紀錄器至少應有連續錄音、錄影 2 小時之能力，紀錄內容僅止用於事故調查，公開及發布應有適當的限制規範。(TTSB-RSR-20-10-024)
2. 強化鐵道從業人員技能檢定規範，明訂由監理機關執行司機員及檢查員之車型檢定給證相關規定並落實執行。(TTSB-RSR-20-10-025)
3. 修訂鐵路相關法規，明確訂定我國鐵路運輸安全管理系統組成要素與指導文件；發展與建置鐵道安全管理系統之評估工具與能量；要求鐵道營運機關(構)建置安全管理系統之相關規定。(TTSB-RSR-20-10-026)

致交通部

1. 重新檢視鐵路法及鐵路行車規則，賦予鐵道局監理職權及負責調查非屬運安會調查範圍之鐵道事故與異常事件。(TTSB-RSR-20-10-027)

4.2 已完成或進行中之改善措施

交通部臺灣鐵路管理局回復摘錄

1. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-001

107 年 12 月起，臺鐵局各機務段已於司機員在職訓練時，宣導務必遵守列車故障即時通報，並依據 107 年 10 月 22 日所修訂列車運轉中機車故障處理之標準作業程序，車輛故障請求協助應急處理動作，應於列車停車後辦理。列車自動防護系統隔離前，應依 107 年 11 月 15 日修正之 ATP 使用及管理要點規定，列車於運轉途中發生 ATP 車上設備故障經原地重開 1 次無效時，需通報行車調度員並以不超過 60 公里/時，將列車行駛至可加派助理人員或更換機車（編組）之地點。

2. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-002

臺鐵局於 108 年已增訂機車、車輛異常影響程度分級表，且分為列車出庫及運行中等兩類，作為司機員及檢修人員最低設備清單。各車型出庫檢查標準作業程序已於 107 年 12 月 28 日修訂並列入該局運轉規章。另臺鐵局 ATP 使用及管理條例，已明訂運轉中如遇變化而切換運轉模式時，司機員應通報行車調度員（或值班站長），並注意運轉。司機員駕駛列車無論 ATP 正常與否，皆須依運轉規章所定之各項條件（路線、號誌、車輛種別等）運轉列車。司機員標準呼喚應答項目，事故前已明訂於臺鐵局運轉規章特定事項 160 條，後續再滾動式檢討。司機員原訂有「動力車乘務員運轉標準作業程序」，並自 109 年 4 月起，朝泳道化方向重新修訂。普悠瑪號 ATP 車載系統彎道限速與現行規定不一致之情形，因未涉及安全且臺鐵局正研議該車種是否取消傾斜功能，待研議結果確定後再一併調整 ATP 彎道參數。

3. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-003

臺鐵局自 107 年 11 月配合普悠瑪列車完成 ATP 隔離開關乾接點接線後，已陸續召集相關單位召開「ATP 隔離開關遠端監視系統

優化方案需求會議」及增訂「ATP 隔離開關遠端監視系統調度員操作標準作業程序」，後於 108 年 7 月，配合 ATP 隔離開關遠端監視系統完成優化，修正「ATP 隔離開關遠端監視系統調度員操作標準作業程序」，並於 108 年 12 月配合總體檢改善建議，完成「ATP 隔離開關遠端監視系統調度員操作標準作業程序」泳道化並頒行實施。另以現有體制研議簡化綜合調度所與司機通訊機制，以減少司機員負擔，後續俟綜合調度所組織改造完成後，將升格為一級單位，屆時將研議建立單一窗口，辦理司機員通訊機制。臺鐵局將俟後續修正相關要點時，明確界定各單位執行相關安全配套措施之職權規範。

4. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-004

臺鐵局於 108 年 6 月 5 日鐵機行字第 1080016865 號函頒布「機車車輛異常影響程度分級處理表」，作為車輛異常之處置依據。

5. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-005

臺鐵局正辦理工單與檢修標準作業程序修訂，預計 109 年底前完成。有關建立工單維修管理機制，機務處將於工單增列「材料編號」一欄，以利後續庫存管理人員管控。另臺鐵局於 109 年 3 月 18 日訂定「機務維修材料供料標準作業程序」，以計畫引導預算編列，各廠段依預排修車計畫編列用料預算、機務處依用料期程排定每年購料計畫，並以預防保養維持輛可靠度，有效計畫控管購料及用料預算，避免物料堆積存值過高。並於年底檢討，年度實際用料應符合年度需求計畫，以差額±10%為目標。另機務處各廠段自 108 年 8 月起，定期召開「材料供料與檢修用料檢討會議」，以利提升現場檢修、材料之橫向溝通。

6. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-006

近年工務單位檢修制度調整，臺鐵局將重新檢討「路線巡查安全作業程序」，並將增訂巡查簿項目及攜帶量測工具等事項，納入檢討重點項目。另為落實防脫護軌設置規範要求，臺鐵局已於 108 年度清查全線防脫護軌設置情形，並就護軌不足路段，於 109 年度

起編列「小半徑曲線強化工程」預算，預定於 109 年底前完成 4 萬 6,902 公尺防脫護軌鋪設；針對防脫護軌與聯鎖號誌設備介面問題，刻正修訂「1067 公厘軌距軌道橋隧檢查養護規範」相關條文，規範修訂草案於 109 年 4 月 15 日陳報交通部審查中。

7. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-008

臺鐵局各型車購入後，相關廠段均依據廠商交付資料及該局檢修政策，修訂操作手冊（含故障排除方式）、檢修程序（含項目、基準及限度）及維修標準作業程序等。自 107 年 11 月至 108 年 3 月陸續完成各車種故障排除手冊修訂。

8. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-009

臺鐵局將讓員訓中心升等為員工訓練所，落實並改善各項訓練功能。目前司機員訓練分為學科及術科等兩方面，學科部分各主要科目皆有標準訓練教材，並配合新車種引進及規章修正持續更新，而術科部分主要著重實際操作，採師徒制教學方式。檢查員訓練以員訓中心的車輛檢查班為主，段內在職訓練為輔。車輛檢查班部分車種已有標準教材，將持續更新。車輛檢查班課程內容有學科及現車實習，並有測驗評量。段內在職訓練以段內所屬車輛之維修經驗傳承為主，亦有測驗評量。後續將加強檢查員及機車調度員之訓練手冊，教材及師資等管理機制。

9. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-011

規章格式：於 107 年 12 月 19 日編訂完成標準化、數位化運轉規章，同時建置於臺鐵局企業網站。規章編撰：捨棄傳統書冊編版，改採單元編號合併成冊，以達明確、穩定之功能。

規章修訂、廢止、審核及發布：規章制訂作業依規章內容規範及法規階層訂定，屬單位專業層級者，各依職掌修訂，提報局務會報審核通過後，辦理發布施行事宜。屬全局適用層級者，由「臺鐵局規章程序小組」研議修正，提報局務會報審核通過後，辦理發布施行事宜。

規章配發：規章依營運業務需要配發，屬單位專業層級者，由業管單位依業務作業需要配發，屬全局行車運轉業務適用者，編訂於運轉規章，標準化編訂並數位化建置。另為公文書檔管作業及考據引證需要，各業務執行主管單位配置標準化紙本運轉規章，並同時配合修正。

10. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-012

自 109 年 4 月起配合體檢小組建議朝泳道化方式重新修正「動力車乘務員運轉標準作業程序」，檢查員依照臺鐵局機務處列車異常或故障排除作業程序，協助司機員處理故障。另臺鐵局訂有「交通部臺灣鐵路管理局各段、廠、所、隊中心員工服務手冊」，含行車調度員各相關職稱之基本程序性且非技術性之作業基準，後續將持續滾動檢討修訂。

11. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-013

臺鐵局 109 年 4 月 8 日鐵運轉字第 1090011642 號函，已修訂完成「交通部臺灣鐵路管理局行車調度無線電系統使用管理須知」，使用須知含括通聯及車輛設備統一用語，並納入通話雙方須覆誦確認彼此通聯內容之規定，另每年辦理上、下半年度無線電聯合檢查，抽查無線電通話並填報監聽紀錄表，今（109）年度要求各處於 109 年 9 月底前再加強抽查所屬無線電通話是否違反須知，並填報行車調度無線電通聯考核紀錄表報運安處。

12. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-014

臺鐵局運務處為行車人員編訂「運務處行車事故應變處理標準作業程序」，內含緊急疏散及接駁作業，並訂定「運務處行車事故緊急應變演練（訓練考核三級制）計畫，要求各運務段、站、車班組提報計畫、執行、成果。108 年至 109 年 8 月舉辦行車人員行車事故應變演練計 84 場次，5,013 人次。服務員則規劃於相關新進人員訓練課程納入。司機員部分，自 109 年 46 期司機員班（109 年 5 月 18 日開課~9 月 11 日結訓）起，已新增「基礎維安應變」課程；另計畫自 47 期司機員班（109 年 10 月 26 日開課）

起，將運轉規章中「行車事故處理、分析」課程授課時數加倍，並將近三年行車事故案例納入教材。

13. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-015

臺鐵局依據運輸研究所協助建置安全管理系統（SMS），自 107 年 4 月開始分三個階段執行，108 年 4 月完成第一階段「基礎建置、落差盤點」，目前進入第二階段「落差改善及執行計畫」。後續預計於 109 年 11 月進入第三階段有效性提升，並於 111 年 10 月完成安全管理系統建置。另臺鐵局（局、處、段）實務運作執行情形：(1) 局內：每月召開安全管理系統（SMS）執行進度。(2) 處級：由各處成立 SMS 督導小組，定期召開各處執行安全管理會議。(3) 段級：定期召開段隊推動安全管理系統會議。

14. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-016

臺鐵局持續滾動檢討各車型人機介面，確認列車警告資訊已清楚呈現，如發現需改善者，將會同原廠研商改善作為。

15. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-017

列車自動防護系統部分，臺鐵局刻正將 108 年及 109 年（故障通報後，段 RU 資料分析結果及元件更換）整併成條列式資料庫，以利後續追蹤及所需用料分析。列車控制監視系統部分，已令各機務段於 2A 級定期保養及遇有行車異常事件時，下載並上傳雲端伺服器，以利後續大數據分析。「ATP 隔離後之限速備援系統」已於 108 年 8 月與中科院合作開發完成，暫定於 109 年 9 月底前與中科院完成簽約，預計 109 年 12 月底完成普悠瑪及太魯閣列車 52 套系統安裝。

16. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-018

尿檢抽檢：臺鐵局尿液採驗標準作業程序於 108 年修訂，司機員每年每人至少實施藥物抽檢一次。另檢討體檢表單之設計與執行方式，臺鐵局於 109 年 8 月 10 日以鐵安預字第 1090027408 號函頒修訂行車人員體格檢查表。藥物使用指引：(1) 用藥宜由醫師開立處方為宜。(2) 臺鐵局於 109 年 8 月 10 日以鐵安預字第

1090027408 號函頒行控人員自主健康管理相關規定，內容包括就醫須知、用藥須知及血壓管理。

交通部鐵道局回復摘錄

1. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-024

鐵道局已研擬鐵路行車規則修正草案，於 109 年 9 月 8 日依法制程序陳報交通部，其中為因應鐵路行車事故調查需要，擬明定鐵路機構應記錄列車運轉時駕駛室內駕駛臺之影像及各種聲音，並至少保存三個月以上，如涉及重大行車事故、一般行車事故及異常事件者，應予保存一年以上，後續俟交通部審議通過後即頒布實施。

2. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-025

交通部自 108 年委任鐵道局辦理國營鐵路駕駛檢定，因臺鐵駕駛執照種類及許可操作車種多且申請檢定人數多，刻與臺鐵局研議檢定實施計畫中。按現行鐵路法仍以交通部為主管機關，為強化鐵道局監理權責，業已於鐵路法修正條文案草案，將現行國營及民營鐵路列車駕駛需經交通部檢定並發給執照方得駕駛列車之規定，修正為鐵道局檢定並發給執照。另為強化對地方營及專用鐵路之監督，修正地方營及專用鐵路列車駕駛亦需經鐵道局檢定並發給執照。後續將俟鐵路法修正通過後，配合修正「國營及民營鐵路列車駕駛檢定給證管理規則」並由鐵道局檢定並發照。對於檢查員車型檢定給證部分，將加強監督臺鐵局人員訓練及合格給證，後續將就法規面與執行面研析交通部檢定給證之必要性。

3. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-026

參酌國內民航界過去推動方式及法令要求，以及運輸研究所 107 年「鐵路運輸安全管理系統（SMS）制度化策略之研擬」研究成果，鐵道局已於鐵路法修正草案要求鐵路機構建立安全管理系統，另亦於鐵路行車規則修正草案增訂安全管理專章並納入對鐵路機構之安全管理要求事項，包括鐵路機構應依其系統之規模及

特性，設置安全管理組織，實施安全管理，並建立安全管理系統等有關推動安全管理事項規定。

交通部回復摘錄

1. 改善建議編號：TTSB-RSR-20-10-027

為強化鐵路營運及安全監理事項，明確鐵道局法定監理事項，鐵路法修正草案已依鐵道局組織法所定之掌理事項，修正部分事項由鐵道局負責監理。另為確保行車安全，針對重大行車事故或經認定有調查必要之一般行車事故及異常事件，訂定調查機制。目前鐵路法修法草案已完成預告程序，後續將循序辦理法制作業。

重大運輸事故調查報告(第一冊)

中華民國 107 年 10 月 21 日，臺鐵第 6432 次車新馬站重大鐵道事故（補強）

編著者：國家運輸安全調查委員會

出版機關：國家運輸安全調查委員會

電話：(02)89127388

地址：231 新北市新店區北新路 3 段 200 號 11 樓

網址：<http://www.ttsb.gov.tw>

出版年月：中華民國 109 年 10 月（初版）

GPN：4710901310

ISBN：9789865454579（PDF）

*本會保留所有權利。未經本會同意或授權不得翻印。