

國家運輸安全調查委員會

民國 111 年鐵道列車紀錄裝置普查報告

報告日期:111/8/31

一、背景說明

本會每年執行國籍民用及公務航空器飛航紀錄器普查，以掌握飛航紀錄器之廠牌及型別，供本會籌建飛航紀錄器解讀能量之參考依據，並於飛航事故發生時能迅速解讀與分析紀錄器之資料。本會自民國 108 年 8 月改制為運安會，調查範圍納入水路、鐵道與公路重大運輸事故調查，為進一步掌握國內業者鐵道列車紀錄裝置安裝情形，於 109 年度首次進行國籍鐵道列車紀錄裝置普查。

普查目的有二：了解我國各鐵道營運業者所屬列車安裝之紀錄裝置品牌、規格、紀錄參數與資料讀取方式；規劃鐵道事故調查時運輸工程組所需資料取得的方式與程序。此外根據普查結果，本會逐步建立相關程序與解讀能量，以即早研判事故發生肇因。

以民用航空器之飛航紀錄器為例，國內外法規有明確規範，且涵蓋技術規格，甚至包含年度檢修等要求。然而，我國監理單位交通部鐵道局迄今尚未制訂任何鐵道列車紀錄裝置相關法規，惟 107 年發生第 6432 次車新馬站正線出軌事故後，交通部開始推動鐵路行車規則修法，納入安裝影音紀錄器以供查核，但未要求具備防撞防火功能。此項修訂與本會「1021 臺鐵第 6432 次車新馬站重大鐵道事故（補強）調查報告」改善建議之「...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...」存有差距，對於列車各項重要性能資料紀錄的必要性仍缺乏前瞻性的論述。另「0402 臺鐵第 408 次車清水隧道重大鐵道事故調查報告」亦提出改善建議之「評估安裝符合國際建議標準之事件紀錄器，並積極應用紀錄器內之安全資料提升行車安全。」、「參考國際鐵道安全規範或研究，修訂監理法規納入安全標準或建議措施，如：...列車紀錄器必要參數及抗撞毀殘存能力等。」。因此，本報告亦將探討必要紀錄參數之重要性，並藉由國際 IEEE 1482.1-2013 事件紀錄器建議標準及歐美主要國家法規標準，比對國內業者列車紀錄裝置相關參數，提出建言。

二、具體工作項目

本次普查對象共有 9 家營運業者，分別為交通部臺灣鐵路管理局、台灣高速鐵路股份有限公司、阿里山林業鐵路及文化資產管理處、台灣糖業公司等 4 家鐵路系統業者，及臺北大眾捷運股份有限公司、新北大眾捷運股份有限公司、桃園大眾捷運股份有限公司、臺中捷運股份有限公司與高雄捷運股份有限公司等 5 家大眾捷運系統業者。

本次普查延續前次問卷設計概念，採循序引導問答的方式進行，問卷共有 4 題，分別為：

1. 列車種類及設計等問題，包括列車型號、現役列車數量、營運速度時緊急煞車之煞車距離等。
2. 車載紀錄裝置基本問題，依據上題回答各車種所搭載的資料紀錄裝置是否具備某些特定參數記錄資料¹。
3. 依據第一題所回答各車種所搭載的資料紀錄裝置，及分別填入各裝置所記錄之各項參數。
4. 依據所填入的各車載資料紀錄裝置，填入裝置之型號、製造商、資料讀取方式、資料輸出格式與是否具備一般通用格式檔案（如.csv 檔）輸出能力。

三、普查結果

本次普查結果概述如下。

3.1 交通部臺灣鐵路管理局

交通部臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵)現役動力列車包含:傾斜式列車 TEMU1000 (太魯閣列車)及 TEMU2000 (普悠瑪列車);電聯車 EMU1200、EMU300、EMU500、EMU600、EMU700、EMU800、EMU900、EMU3000;柴聯車 DR1000、DR2800、DR2900、

¹ 本次普查以下參數: 時間、列車速度、列車位置、動力把手位置、制軔/煞車把手位置、電機/引擎出力值%、事件紀錄及故障紀錄、保安裝置開關、列車供電電壓、行車影像紀錄、車次編號、車輛編號、駕駛員 ID、軔機或煞車裝置壓力/動力制軔、主壓力低壓警告、鳴笛狀態、保安裝置速限、車門啟閉狀態、無線電通聯紀錄等 19 項參數或資料。

DR3000、DR3100；電力機車頭 E200、E300、E400、推拉式自強號 E1000；柴電機車頭 R20、R100、R150、R180/190 等車型。其中，EMU3000 及 EMU900 為 110 年引進之新型列車，本年度 EMU3000 有 15 列通過試車測試並投入營運；EMU900 列車新增 20 列通過試車測試，含 110 年已投入者共計 24 列車投入營運。據統計，民國 95 年以後投入營運之 TEMU 及 EMU 型列車佔總體列車輛數達約 56.4%²。

臺鐵目前使用兩種資料紀錄裝置，分別為列車控制監視系統 (train control and monitoring system, TCMS) 及列車自動防護系統³(automatic train protection, ATP)。TCMS 透過螢幕顯示列車相關系統即時狀態，司機員開車時可透過該裝置監控列車相關系統狀態，列車進廠後，維修人員也可透過該系統之行駛紀錄、故障紀錄等相關參數了解該車狀況，進行必要之維護。目前僅 95 年後引進之 EMU700、EMU800、EMU900、EMU3000、TEMU1000、TEMU2000 等 6 款新型車種有安裝 TCMS，但各車款所安裝之 TCMS 皆屬不同型號甚或不同 TCMS 製造商，其資料架構上亦有所差別，如 TEMU1000 太魯閣號車載 TCMS 紀錄係列車出現異常才會記錄，而 TEMU2000 普悠瑪號車載 TCMS 紀錄為連續性 1Hz 資料，差異極大。

ATP 系統安裝於臺鐵現役動力列車，且於各路段裝設地面裝置，當列車通過地上感應器 (balise, 或稱應答器) 時傳遞速限資訊，達到提醒駕駛速限之保護列車功能，並將列車速度、運轉等級、故障訊息等參數記錄於紀錄單元 (recording unit, RU) 中。臺鐵所有列車安裝之 ATP 系統皆為加拿大龐巴迪公司 (Bombardier) 所製造，型號為 TRA-RU，可利用 USB 裝置讀取紀錄內容。

綜合兩種資料紀錄裝置之資料，民國 95 年以前投入營運之列車，因僅裝置 ATP 系統，未記錄列車位置、動力把手位置 (或稱電門把手位置)、制軔/煞車把手位置、電機/引擎出力值%、事件紀錄及故障紀錄、列車供電電壓、軔機或煞車裝置壓力/動力制軔、主壓力 (main reservoir, MR) 低壓警告、車門啟閉狀態等紀錄參數；民國 95 年以後投入營運之列車，僅部分車型未記錄主壓力低壓警告、車門啟閉狀態；此外，目前全臺鐵列車皆未有鳴笛狀態之紀錄參數。

² 普查民國 95 年至今年 7 月出廠且投入營運之臺鐵列車輛數為 1140 輛，較去年新增 180 輛 EMU3000 型列車及 200 輛 EMU900 行列車，普查現役列車總輛數為 2021 輛。

³ 由於各鐵道營運業者慣用語不同，以下統稱 ATP 系統。

影像紀錄裝置部份，所有列車皆有安裝行車監視系統，電車皆有安裝集電弓攝影裝置，此外 TEMU2000 列車另有安裝車外影像監視系統。

有關營運速度實施緊急煞車，除推拉式自強號 E1000 型緊急煞車之距離約 750 公尺，其餘列車緊急煞車之距離約 600 公尺至 650 公尺之間。

行車調度無線電系統(簡稱行調無線電)為臺鐵列車與行控中心間之主要通訊模組，終端設備包含調度台、車上台、桌上台、手機⁴等，司機員與調度員間之通話皆會記錄於台北之綜合調度所。

3.2 台灣高速鐵路股份有限公司

台灣高速鐵路股份有限公司（以下簡稱高鐵）現役列車為日系 700T 高速列車（以下簡稱 700T）。700T 由川崎重工、日本車輛、日立製作所共同打造，現役列車有 34 列共 408 輛車，營運速度 300 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 4,500 公尺。

700T 安裝日本東芝事件紀錄器（event recorder），可記錄列車系統相關參數，於車頭端（意即第 1 車及第 12 車）安裝紀錄裝置，記錄司機員開車時之列車速度、列車位置、動力把手位置、ATC 允許速度等參數，後勤人員亦可於列車返回基地下載行車參數，監控列車是否有異常狀態。700T 之列車自動控制系統（automatic train control, ATC）訊號使用軌道進行傳輸，車上端感應器將訊號傳輸至行車電腦即時調整限速，並於軌道每一公里設置應答器，掌控列車位置。

台灣高鐵車種單一且皆使用事件紀錄器，本次普查除列車行車影像、軔機或煞車裝置壓力/動力制軔、無線電通聯紀錄等參數未記錄於事件紀錄器外，其餘普查參數皆被記錄。

3.3 阿里山林業鐵路及文化資產管理處

阿里山林業鐵路及文化資產管理處（以下簡稱林鐵）現役動力列車有 25 噸柴油機頭及 SHAY 蒸汽機車作為牽引車。25 噸柴油機車現役有 16 輛，SHAY 蒸氣機車現役有 3 輛，較 110 年度普查時各新增 1 輛，係重新整修後投入營運。25 噸柴油機車營運速度依路段分為平地線及山地線，平地線營運速度約 35 公里/小時，山地線營運速度約 18 至

⁴ 手提或背於身上之攜帶式行車調度無線電發射器／接收器設備。

25 公里/小時，最高營運速度下緊急煞車之距離約 30 至 46 公尺⁵；SHAY 蒸氣機車營運速度約 14 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 26 公尺⁶。

SHAY 蒸汽機車本年度已有 2 輛新安裝數位行車速度紀錄器，記錄時間、列車速度等參數，另有 1 輛仍未安裝資料紀錄器。民國 94 年前引進之柴油機車頭，使用類比式行車速度紀錄器（俗稱大餅），記錄列車車速及引擎轉速；94 年後引進之柴油機車頭，安裝數位式行車速度紀錄器，記錄列車速度、引擎轉速、緊急煞車等參數。柴油機車頭皆有安裝行車影像紀錄器，所有機車皆有記錄無線電通聯紀錄。

3.4 台灣糖業公司

台灣糖業公司（以下簡稱糖鐵）現役動力列車有 346 號蒸汽機車 1 輛、日系柴油機車 1 輛、汽油客車 1 輛、德系柴油機車 15 輛。4 種列車營運速度皆約 15 公里/小時，德系柴油機車之煞車距離約 68 公尺。主要行駛於溪湖糖廠、烏樹林糖廠、蒜頭糖廠、新營糖廠、橋頭糖廠周圍等路線。糖鐵動力列車中，日系柴油機車及德系柴油機車安裝機械式行車速度紀錄器（俗稱大餅）及行車影像紀錄器，346 號蒸汽機車安裝行車影像紀錄器。司機員於發車前安裝可攜式攝影機記錄影像資料，列車行駛之速度記錄於機械式行車速度紀錄器中。

3.5 臺北大眾捷運股份有限公司

臺北大眾捷運股份有限公司（以下簡稱北捷）現役動力列車包含高運量電聯車 301 型、321 型、341 型、371 型、381 型，及中運量電聯車 256 型、370 型、610 型等 8 種列車共 1,221 輛車。高運量列車營運速度 80 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 190 公尺；中運量電聯車 256 型、370 型列車營運速度 70 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 65 公尺；610 型列車營運速度 80 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 205 公尺。其中，有關中運量列車之煞車距離差異，256、370 型列車車重較輕、使用膠輪行駛（非行駛於鋼軌上）、使用油壓煞車系統等因素，因此具備較短之煞車距離。

北捷除環狀線 610 型列車外，其餘車種皆使用列車監督資訊系統（train supervision

⁵ 聯掛空車廂條件下測得之數據，依任務編組分聯掛 4 節車廂及 5 節車廂，聯掛 4 節車廂時煞車距離約 46 公尺，聯掛 5 節車廂時煞車距離約 36 公尺，車廂數量多其緊韌力道較強。

⁶ 聯掛 2 節空車廂測得之數據。

information system, TSIS) 記錄列車行駛參數，其中 256 型、370 型為本年度新增裝設該紀錄裝置。列車行駛以自動化駕駛為主，車載系統接收地面端漏波電纜 (leaky cable) 訊號，即時調整列車速度及回傳訊號給行控中心，行駛期間 TSIS 會記錄列車時速、位置、事件及故障紀錄等參數。

在列車與號誌系統緊密搭配下，列車必要紀錄參數如主壓力低壓警告、保安裝置速限 (速度碼)、車門啟閉狀態等，於 TSIS 系統及車載號誌系統皆有記錄。其餘必要參數中，高運量車型皆未記錄鳴笛狀態；電機/引擎出力值%記錄於推進設備事件紀錄而非車載紀錄裝置，可於查修及事故調查時取得相關資訊；371 型及 381 型未記錄軔機或煞車裝置壓力/動力制軔。中運量列車因屬無人駕駛，動力把手位置、制軔/煞車把手位置、保安裝置開關、鳴笛狀態、無線電通聯紀錄等參數不適用，256 型未紀錄列車供電電壓，而車次編號須以行控中心端站發車時間推算。

行車紀錄影像部份，僅文湖線 256 型、370 型列車有安裝對外行車影像紀錄器，而所有列車每一車廂皆有安裝對內閉路電視 (closed-circuit television, CCTV)，其中駕駛車廂之 CCTV 可攝錄到大部分駕駛台操作狀態。環狀線 610 型車之影像紀錄以義大利車輛公司製造之 Faiveley 車載號誌裝置回傳存放於行控中心，其餘列車之影像記錄存放於列車裝置中。

北捷目前設有三個行控中心，依路線分別為高運量線、文湖線、環狀線。行控中心人員透過數位式無線電進行一對多輛車之管理，當列車因路線切換等情形，行控會下達調頻之動作以維持通訊順暢，相關通話記錄皆會記錄於行控中心。另由於 256、370、610 型車為無人駕駛，車上對講機使用直線通話方式，藉由道旁線路直通行控中心。

3.6 新北大眾捷運股份有限公司

新北大眾捷運股份有限公司 (以下簡稱新北捷) 使用國產輕軌列車 (light rail train, LRT)，現役列車共 15 列 75 輛車，營運速度 70 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 68 公尺。輕軌列車目前使用兩種資料紀錄裝置，分別為 REDBOX 事件紀錄器及 ATP 系統。

列車營運時，司機員可透過 REDBOX 附帶之網路功能，即時監控全車系統狀態。

相關紀錄參數除列車位置、電機/引擎出力值%、車次編號、主壓力低壓警告、鳴笛狀態、保安裝置速限、無線電通聯記錄等參數未記錄，其餘普查之參數皆有紀錄。

ATP 系統分為車上端及地面端應答器，當列車通過應答器時，列車速度表⁷之紅色指針即時調整為該路段之限速，當列車時速超過 1 公里/小時，蜂鳴器啟動警告音；當列車時速超過 2 公里/小時，ATP 系統啟動營運煞車（動力煞車）；當列車時速超過 5 公里/小時，ATP 系統啟動緊急煞車。

3.7 桃園大眾捷運股份有限公司

桃園大眾捷運股份有限公司（以下簡稱桃捷）使用日系動力列車，分別為普通車（commuter）及直達車（express），現役列車共 31 列 135 輛車。列車因營運需求不同分為 4 輛 1 列及 5 輛 1 列。另配合軌道土建坡度需求，全列車皆為馬達動力車（motor car），營運速度為 90 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 270 公尺。

普通車及直達車皆使用 3 種資料紀錄裝置：控制及監視系統（control and monitoring system, CMS）記錄號誌相關資訊，例如行駛速度、駕駛模式、車廂編號、線電壓等資料；行車監控記錄系統（on-train monitoring and recording, OTMR）屬事件紀錄器，記錄全車系統之相關資訊，例如車門啟閉狀態、列車速度、第三軌電壓、馬達煞車等參數；資料紀錄裝置（data recorder）主要記錄列車自動駕駛及 ATP 系統的故障訊息等資料，例如車次編號、速度碼等參數，屬車載號誌系統之紀錄設備。綜合 3 種資料紀錄器，除鳴笛狀態、無線電通聯紀錄未記錄，其餘普查之參數皆有記錄。

影像紀錄裝置部份，所有列車皆裝有數位影像錄影機（digital video recorder, DVR）記錄車廂內影像及駕駛室操作台。無線電通聯部分，司機員與行控中心（operation control center, OCC）之對話皆會記錄於無線電錄音子系統中，紀錄時間以子母鐘系統為準。

3.8 臺中捷運股份有限公司

臺中捷運股份有限公司（以下簡稱中捷）使用中運量 EMU 無人駕駛列車，現役列車共 18 列 36 輛車，營運速度 75 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 167 公尺。

⁷ 列車速度表分紅色指針及白色指針，紅色指針顯示該路段 ATP 系統之限速，白色指針為列車實際速度。

中捷列車主要使用兩種資料紀錄器：列車管理系統(train management system, TMS)，記錄列車線電壓、車門啟閉狀態、煞車空氣壓力等車上設備狀態；車載控制器(carborne controller, CC)，記錄時間、駕駛模式、列車速度、緊急煞車等參數。綜合兩種資料紀錄裝置，除車次編號參數未記錄須由發車時間推算，駕駛員 ID、無線電通聯紀錄等參數因 EMU 為無人駕駛列車不適用，其餘普查之參數皆有記錄。車廂內 CCTV 則為對內視角，可攝錄駕駛室操作台動作。

3.9 高雄捷運股份有限公司

高雄捷運股份有限公司(以下簡稱高捷)使用高運量捷運列車、輕軌列車 CAF Urbos 3⁸及 ALSTOM Citadis 305⁹型等列車，現役列車共 66 列 246 輛，較 110 年度普查時新增 4 列 20 輛 ALSTOM Citadis 305 型列車。高運量捷運列車營運速度 80 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 245 公尺；CAF Urbos 3 及 ALSTOM Citadis 305 輕軌列車營運速度 50 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 35 公尺。

高運量捷運列車使用 3 種資料紀錄裝置，分別為車輛控制單元(vehicle control unit, VCU)、資料紀錄器(data recorder)、ATP 系統。VCU 包含總體控制、中央控制、牽引動力控制，並於行駛時記錄系統相關事件訊息。資料紀錄器記錄列車速度、列車位置、煞車命令等參數。ATP 車載元件執行安全相關功能，裝置有 fail-safe 之微電腦系統 SIMIS，可處理來自於里程脈波產生器與 ATP 天線資料，以監控列車行駛並於突發狀況啟動緊急煞車。綜合三種紀錄裝置，除電機/引擎出力值%、列車供電電壓、行車影像紀錄、車次編號、駕駛人員 ID、剎機或煞車裝置壓力/動力制剎(空氣煞車/馬達煞車)、鳴笛狀態、無線電通聯紀錄等未記錄於車載紀錄器，其餘普查之參數皆有記錄。

輕軌列車安裝有 CCTV 行車影像紀錄器並使用兩種資料紀錄裝置，分別為列車控制監視系統 TCMS、事件紀錄器。TCMS 顯示列車系統即時訊息，並記錄時間、列車速度及故障紀錄等訊息；事件紀錄器主要提供後勤人員於列車進廠維修時了解列車狀況。除電機/引擎出力值%、列車供電電壓、車次編號、駕駛員 ID、剎機或煞車裝置壓力/動力制剎、保安裝置速限、無線電通聯紀錄等參數未記錄於資料紀錄器裝置中，CAF Urbos

⁸ Urbos 3 使用雙電層電容器(即超級電容)，讓車輛得以在無外部電源時仍可駕駛。

⁹ ALSTOM Citadis 305 屬法國阿爾斯通 Citadis X-05 系列車輛。

3 列車未記錄列車位置，其餘普查之參數皆有記錄。

四、討論

4.1 必要紀錄參數

根據普查結果，我國現有 9 家鐵道營運業者所營運現役車種共有 47 種¹⁰。其中，臺鐵擁有 23 種車種，北捷擁有 8 種車種；全部車種所安裝之不同鐵道列車紀錄裝置則有 63 種規格之多。由於車種製造商國別及出廠年份不同，各車種配備之鐵道列車紀錄裝置規格亦不相同，加上目前國際對於鐵道運具必要紀錄參數並無規範，本報告僅從重大鐵道事故調查需求研擬必要紀錄參數之建議共 19 項，其中 9 家業者所屬多數列車均具有記錄前 10 項必要參數能力：

- ◆ 時間
- ◆ 列車速度
- ◆ 列車供電電壓
- ◆ 列車位置
- ◆ 動力把手位置（或稱電門把手位置）
- ◆ 制軔/煞車把手位置
- ◆ 電機/引擎出力值%
- ◆ 事件紀錄及故障紀錄
- ◆ 保安裝置開關（依鐵路行車規則名詞定義，保安裝置指維持車輛及列車安全運轉所需之設備及設施，例如 ATP、ATC）
- ◆ 行車影像紀錄

其餘 9 項參數如下：

¹⁰ 本年度之普查統計不計入靜態展示及維修工程車種之數據。

- ◆ 車次編號
- ◆ 車輛編號
- ◆ 駕駛員 ID
- ◆ 軔機或煞車裝置壓力/動力制軔（氣壓或機械煞車壓力/馬達或電力煞車）
- ◆ 主壓力低壓警告（MR 低壓警告）
- ◆ 鳴笛狀態
- ◆ 保安裝置速限（ATP 或 ATC 速限）
- ◆ 車門啟閉狀態
- ◆ 無線電通聯紀錄

下表統計本次普查之必要參數記錄能力之情形。

表 1 我國鐵道列車營運車輛之紀錄參數比較

| 參數名稱 | 國內鐵道列車 記錄比例 (%) | 民國 95 年後投入營運 列車記錄比例 (%) |
|----------------------|--------------------|----------------------------|
| 時間 | 98 | 100 |
| 列車速度 | 96 | 100 |
| 列車位置 | 40 | 89 |
| 動力把手位置 | 41 | 100 |
| 制軔/煞車把手位置 | 41 | 100 |
| 電機/引擎出力值% | 21 | 56 |
| 事件紀錄及故障紀錄 | 45 | 100 |
| 保安裝置開關 | 80 | 100 |
| 列車供電電壓 | 36 | 83 |
| 行車影像紀錄 ¹¹ | 91 | 89 |
| 車次編號 | 64 | 61 |
| 車輛編號 | 81 | 100 |
| 駕駛員 ID | 72 | 80 |
| 軔機或煞車裝置壓力/動力制軔 | 32 | 67 |
| 主壓力低壓警告 | 32 | 67 |
| 鳴笛狀態 | 9 | 24 |
| 保安裝置速限 | 74 | 83 |
| 車門啟閉狀態 | 53 | 94 |
| 無線電通聯紀錄 | 67 | 64 |

由上表可知，鐵道列車記錄參數能力可略以民國 95 年分界，之前列車紀錄參數較缺乏，資料多來自共通性系統（如 ATP），或後續安裝其他感測器進行監控（如北捷列車）；民國 95 年後，北捷引入 341 型、371 型列車，民國 96 年高鐵正式投入營運，臺鐵也陸續引進新式傾斜式列車與 EMU 電聯車，並導入 TCMS 系統，增加資料紀錄能力。而民國 100 年後通車的捷運系統（高捷、桃捷、新北捷、中捷等）多款列車裝配符合國際標準之列車事件紀錄器，資料紀錄更加齊全。因此，在民國 95 年後投入營運的 18 款鐵道列車中，具備普查紀錄參數的比例較高，且 19 項建議必要紀錄參數有 13 項參數於統計比例達 8 成以上；然而整體而言，電機/引擎出力值%、車次編號、軔機或煞車裝置壓力/動力制軔、主壓力低壓警告、無線電通聯紀錄、尤其是鳴笛狀態等參數的

¹¹ 因大眾捷運系統多為封閉式軌道，需要記錄對外行車影像之情形較少，因此行車影像紀錄之統計基準為：若該影像紀錄裝置可攝錄到駕駛室操作台操作情形，縱有死角仍計為具備該項必要參數。

記錄比例仍較為缺乏。考量現今歐洲、北美各國對於鐵道列車必要紀錄參數均有律定法規，項目介於 25 至 33 項不等¹²，且對於參數之精確度與記錄頻率均有詳細律定，對於車齡較長之列車其必要紀錄參數項亦有規定(10 項以下)。本次普查結果，可以對我國鐵道系統監理機關在未來如果制定相關法規時，具有一定的參考價值。

執行重大鐵道運輸事故調查，針對紀錄參數較為缺乏的動力列車，應著重於現場蒐證；民國 95 年後投入營運之車種紀錄參數較完善，除現場精密量測外，可藉由下載車載資料進一步了解事故發生原因。

綜觀本年度普查結果，列車必要參數中，列車速度、行車影像紀錄及無線電通聯紀錄之記錄比例已較 110 年度略有提昇，顯見業者已開始逐步重視鐵道列車紀錄裝置之安裝，如圖 1。

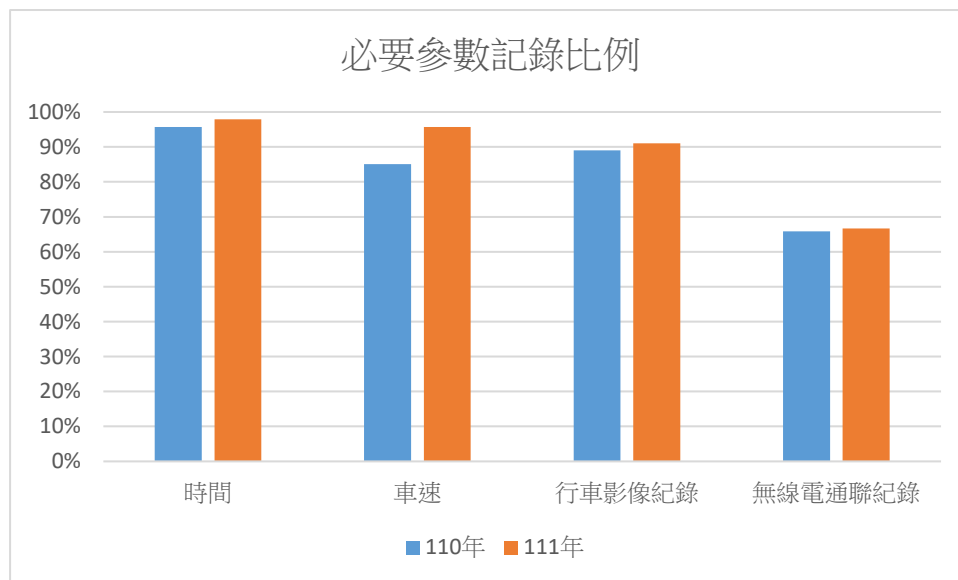


圖 1 111 年度與 110 年度必要參數記錄比例比較

4.2 鐵道列車事件紀錄器與國際標準

放眼歐美各國之鐵道列車紀錄器法規相關內容，除律定必要紀錄參數外，也規定紀錄器須符合抗撞毀殘存標準。其中，又以 IEEE 1482.1-2013 標準最為受到各國認可（如加拿大、美國、英國，當中英國採用之 IEC EN 62526-1:2013 法規有關記憶體模組之抗撞毀殘存亦引用 IEEE 1482.1-2013 標準）。如同航空飛航紀錄器的 ED-112B 標準，IEEE 1482.1-2013 係鐵道列車事件紀錄器標準，當中有關記憶體模組抗撞毀殘存標準，其測

¹² 本會運輸工程組技術報告 TTSB-EDR-21-04-001。

試及操作環境如表 2 所示：

表 2 IEEE 1482.1-2013 記憶體模組抗撞毀殘存標準

| 測試項目 | 測試標準 | 測試時間 | 備註 |
|------|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| 高溫火燒 | 攝氏 750 度 | 60 分 | 使用烤箱 |
| 低溫火燒 | 攝氏 260 度 | 10 小時 | |
| 撞擊 | 55g's | 100ms | 0.5 sine crash pulse |
| 靜力擠壓 | 110kN | 5 分鐘 | |
| 液體浸泡 | 一號柴油 二號柴油 水、鹽水 潤滑油 | 任一液體浸泡 48 小時 | 完成後靜置於乾燥處 48 小時 |
| | 消防滅火溶劑 | 上述完成後再進行浸 泡 10 分 | |
| 靜水壓力 | 15 公尺深 | 攝氏 25 度 48 小時 | |

裝設符合 IEEE 1482.1-2013 標準之事件紀錄器有以下優勢：

第一、對於鐵道營運業者來說，其紀錄參數豐富，且具有精確度與記錄頻率之要求，不但符合目前歐美各國鐵道發達國家所訂定之必要紀錄參數需求之外，其餘資料更可做為營運安全單位平日監控列車運轉之安全。機務單位可將記錄數據或事件紀錄等資料輸入安全管理系統，藉由監測數據降低設備異常頻率，以提高列車可靠度，可謂有相當助益。

第二，對於事故調查單位或監理機關，當符合 IEEE 1482.1-2013 標準的事件紀錄器遭遇重大事故時，其資料具一定之保存能力，如同過去幾年發生的幾件國內重大列車出軌事故，均因強力撞擊或翻覆造成列車嚴重受損，部分資料紀錄裝置更因此而損壞，使得資料無法救援。如搭載前述標準的事件紀錄器，如此嚴重事故下紀錄器記憶體存活機率應可大幅提升。

第三，我國監理機關如能採用國際標準並制定相關列車紀錄裝置規格標準，將會是國內鐵道法規與國際標準接軌的良好開始。對於正在推行的鐵道安全管理系統中之行車風險識別與管控落實，將會是一大助益。

依據今年普查結果，表 3 列出符合 IEEE 1482.1-2013 標準或 EN 62526-1:2013 標準之列車事件紀錄器。

表 3 本年度普查裝配符合 IEEE 1482.1-2013 標準事件紀錄器列車一覽

| 營運業者/車型 | 紀錄器廠牌/型號 | 紀錄參數數目 | 資料讀取介面 |
|---------------------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| 台北捷運環狀線 610 列車 | 義大利車輛 Faiveley | 6 ¹³ | USB |
| 新北市捷運 列車 | Deuta-Werke Redbox Safe+ | 24 | USB |
| 桃園捷運 列車 | HaslerRail TELOC 1500 | >50 | USB Ethernet |
| 高雄捷運 Urbos 3 電聯車 | HaslerRail TELOC 1500 | >50 | USB Ethernet |

由表 3 可知，目前國內安裝且符合 IEEE 1482.1-2013 標準事件紀錄器之列車，均屬大眾捷運營運範圍，應為引進之列車車齡及軌道系統較新，使得業者得以選配較高規格之列車資料紀錄裝置。但，目前國際主流鐵道列車事件紀錄器，廠家所製造之裝置亦可改裝至車齡較高之列車中，得以符合較低標準之必要紀錄參數需求，且亦能對車齡較高之動力列車，達到資料監控能力，使行車安全及可靠度達到一定水平。

4.3 運安會鐵道列車紀錄裝置解讀情形

本會改制為運安會後，致力於鐵道業者行車安全的提升，透過各種管道，以產官學合作的方式積極建置鐵道列車紀錄裝置之解讀能量，迄今運輸工程組已迅速建立了多數列車車載資料解讀能力。對於列車紀錄資料解讀率，定義為對於列車裝配之任一資料紀錄裝置之資料，得逕行以通用格式讀取，無須特殊軟體轉檔，或已取得資料解讀軟體者，即認定為對於該款列車具備解讀能力。對於本年度普查之 47 款鐵道列車，本會目前已具備當中 39 款列車之資料解讀能力，解讀率達 83%。其中，本會於改制後優先建置臺鐵各款列車紀錄裝置解讀能量，並於 110 年完全到位；8 款列車紀錄資料須由業者協助方能取得資料者，除林鐵動力列車 (DL45-51) 外，其餘為捷運列車，包含北捷環狀線、桃捷、新北捷、高捷，以及高鐵 700T 列車之 7 款列車均安裝國外製造之事件紀錄器，需原廠解讀軟體方能轉譯原始資料，因此本會尚缺乏解讀能力，未來將持續規畫建置高

¹³ 此為車載裝置中所記錄之參數數量，其餘大部分參數可即時回傳並存放於行控中心。

鐵、捷運之列車事件紀錄器解讀能量。

航空器、船舶等運具，有國際規範如國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）、國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）訂定之紀錄器標準格式可供遵循，因此在運具上的紀錄器設備，有既定規格可供讀取及運用，同時亦有許多商業軟體可相容該紀錄檔案類型，包括 PSI Insight Analysis、FAS（Flight Analysis System）、MADAS（Marine Accident Data Analysis Suite）等軟體，可供調查分析或模擬使用。然因鐵道列車紀錄裝置，目前尚無國際標準規範，紀錄器設備或紀錄內容多由車輛製造商自行設計，或由營運單位提出專屬需求，也因此鐵道事故調查上，常遭遇各式紀錄器檔案格式、時間、型態等資訊不一致問題，雖可解讀但各類資料難以進行整合，因此，今年度本會與高雄科技大學鐵道技術中心合作開發整合性解讀軟體。因近期鐵道事故以臺鐵局居多，第一階段優先整合開發臺鐵列車紀錄資料解讀模組，預計今年底開發完成，後續擴充至高鐵、捷運列車資料整合。屆時將可簡化原始資料匯入及解析步驟，以視覺化圖表整合紀錄器解讀成果，提昇事故資料處理效率；若復以搭配其他既有軟體之動畫模擬，將可完整重現事故相關資訊，將所蒐集的資料與成果對大眾及媒體進行有效溝通。

4.4 運安會鐵道列車紀錄裝置未來普查方向調整

本會自 109 年度自飛安會改制後，開始實施鐵道列車紀錄裝置普查，旨在事故發生時，掌握運輸工程組所需資料取得的方式與程序。然綜合執行普查 3 年與業者溝通之經驗，因鐵道列車紀錄裝置與飛航紀錄器性質有所不同，新式捷運列車之紀錄裝置通常具備傳輸資料至行控中心之功能，供行控中心即時監看及儲存，只有部份參數須保留於車載存放裝置，因此若普查時僅收集車載紀錄裝置參數，可能錯估必要參數記錄比例；而對於尚未能安裝符合國際建議標準紀錄裝置之車種，雖其紀錄器本身無必要紀錄參數，但調查所需之相關資料仍可能分散記錄於各項車載設備或人工紙本紀錄中。因此未來普查問卷之設計，除了解列車所裝載之紀錄裝置規格及所記錄參數外，亦應調查其他取得必要紀錄參數之方式。

此外，各業者對於鐵道相關參數所使用之術語不盡相同，甚或僅於語意上相近但存在部份歧義，因此問卷中應更明確說明各項必要參數之意義。大眾捷運系統與鐵路系統

之必要參數項目也應再斟酌，例如捷運系統因屬封閉軌道，通常無對外行車紀錄裝置，而若為無人駕駛列車，則不適用駕駛員 ID 等參數。

五、結論與建議

依據本年度鐵道列車紀錄裝置普查結果，本會對於鐵道列車紀錄裝置之解讀能量於扣除非現役營運車種後之解讀率與去年持平，並提出下列建議：

- (一) 有鑑於列車必要紀錄參數與紀錄裝置均存在國際共同採認標準，未來本會於重大鐵道調查案時，應持續建議交通部鐵道局建立有關列車事件紀錄器相關法規，並採用國際建議標準。
- (二) 分析國內業者尚未能安裝符合國際規範之鐵道列車紀錄裝置之原因，除法規外亦可從技術面、經濟面、車種及紀錄器購置合約等面向切入，研擬應對方案，協同業者實現鐵道紀錄裝置與國際標準接軌之可行性。
- (三) 規劃建立高鐵列車、國內捷運列車採用之事件紀錄器解讀能量。
- (四) 去年度(110年)辦理鐵道列車紀錄裝置解讀與分析研討會，邀請鐵道業者參加，以推廣、精進鐵道列車紀錄裝置之資料應用，互動經驗良好，本會應持續與各家業者保持聯繫交流。
- (五) 調整後續普查方向，調查記錄於非車載紀錄裝置之必要參數取得方法，整合參數定義，並依據大眾捷運系統及鐵路系統之不同、出廠年份區間等因素重新調整必要參數項目。