

國家運輸安全調查委員會

民國 112 年鐵道列車紀錄裝置普查報告

報告日期:112/8/31

一、背景說明

本會過去為建立飛航紀錄器解讀能量，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，供本會筹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。民國 108 年 8 月本會改制為運安會，調查範圍擴及水路、鐵道與公路重大運輸事故調查，參照過去建立飛航紀錄器解讀能量之基礎，於 109 年度起每年進行國籍鐵道列車紀錄裝置普查，掌握國內業者鐵道列車紀錄裝置安裝情形。

普查目的有二：（一）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；（二）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，逐步建立相關程序與解讀能量，以在事故發生後即早研判發生肇因。

107 年發生第 6432 次車新馬站正線出軌事故後，本會「1021 臺鐵第 6432 次車新馬站重大鐵道事故（補強）調查報告」提出改善建議「...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...」；「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。」，然我國目前尚無針對安裝鐵道紀錄器或必要紀錄參數之相關規範，上述建議仍有待落實。以民用航空業為例，國內外法規對於飛航紀錄器皆有明確規範，且涵蓋技術規格，甚至包含年度檢修等要求；鐵道相較航空、水路，因營運範圍主要為區域性質而非跨國運輸，並未存在一套共同可遵循的國際規範，迄今仍由各國（或區域）訂定規範。本報告亦將探討鐵道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，希冀透過每年度之普查，盤點國內鐵道業者對於鐵道列車紀錄裝置安裝之進展與規劃方向，促進業者對於鐵道列車紀錄裝置及必要參數之重視。

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，並依據去年度普查後之後續建議新增及調整普查項目。其中，前 3 項問題同去年度之普查，唯對於重要參數資料之定義再做更明確之說明以符合大眾捷運系統及鐵路系統之不同，詳見表 1；有鑑於鐵道系統部分資料可透過資訊傳輸記錄於行控中心或道旁設施，亦調查記錄於非列車紀錄裝置或系統之必要參數取得方法，作為未來調查規劃之參考；是否具備影像紀錄裝置與無線電通訊紀錄則和參數類型資料紀錄裝置做區分，獨立為題，分別詢問安裝情形；最後則詢問業者對於安裝具備抗撞毀殘存記憶體之事件紀錄器（event recorder, ER，或稱 on-train monitoring recorder, OTMR）之規劃，以及參數紀錄資料之應用情形。問卷內容如下：

- (一) 列車型號、現役列車數量、投入營運時間等基本資料。
- (二) 依據各車種回答，哪些特定參數資料可透過列車資料紀錄裝置存取紀錄。
- (三) 依據各車種回答，其所搭載可記錄重要參數的資料紀錄裝置為何，並填寫各項列車紀錄裝置之型號、製造商、可記錄之重要參數、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）輸出能力等資訊。
- (四) 哪些特定參數資料可透過非列車紀錄裝置或系統存取紀錄。
- (五) 非列車紀錄裝置／系統名稱、型號、製造商、可記錄之參數、讀取方式、資

料輸出方式等。

(六) 影像紀錄裝置安裝情形、是否含駕駛臺影像、若尚無駕駛臺影像是否有規劃安裝／規劃內容或所遭遇之困難。

(七) 是否有記錄無線電通訊內容，及所記錄的資料類型。

(八) 各車種是否已有安裝事件紀錄器，若尚未安裝，是否已有安裝規劃之內容，或所遭遇之困難。

(九) 業者對於列車紀錄參數資料之下載及應用情形。

表 1、普查參數定義說明¹

參數	定義說明
時間	列車是否具備可與標準時間（如 GPS 時間等非由人工輸入之標準時間）校正之時間系統，用以作為其他參數資料記錄時參照？
列車速度	列車是否具備可記錄車輛行駛速度之裝置？
列車位置	列車是否具備可記錄列車所在位置，如里程數、經緯度等資訊之裝置？
列車供電電壓	列車是否具備可記錄供電電壓之裝置？
電機/引擎出力值%	列車是否具備可記錄推進系統如電機/引擎/馬達的出力值%（輸出值是多少）之裝置？
動力把手位置	列車是否具備可記錄主控制把手（如動力把手/電門把手等）所在檔位或加減速指令之裝置？若為無人駕駛列車，可填選「N/A」
制軔/煞車把手位置	列車是否具備可記錄制軔/煞車把手等控制減速的把手所在檔位或減速指令之裝置？若為無人駕駛列車，可填選「N/A」
煞車裝置輸出值	列車是否具備可記錄任一煞車裝置輸出值之裝置，例如記錄空氣煞車之軔管壓力、動力煞車、機械煞車、電力煞車、馬達煞車、電磁煞車等。
事件紀錄及故障紀錄	列車若發生事件、故障或告警時，是否具備記錄功能？
保安裝置開關	列車是否具備可記錄保安裝置是否被人為隔離之裝置。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 等。

¹ 因各家業者系統設備有所不同，本表參數為廣義之說明，可藉由直接或間接方式判別參數資料即認定為具備該參數之記錄功能。

保安裝置速限	列車是否具備可記錄保安裝置啟動下速限之裝置。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 等。
主風缸壓力低壓警告	列車是否具備可記錄主風缸 (main reservoir, MR) 低壓警告之裝置？
鳴笛狀態	是否有記錄使用鳴笛及使用時間點。若無鳴笛裝置，請填選「N/A」。
車門啟閉狀態	是否有可記錄列車車門開啟或關閉之指令及開關狀態相關參數之裝置？

三、 普查結果

本會於民國 112 年 8 月 8 日完成資料蒐集，我國現有 9 家鐵道營運業者所營運現役車種共有 48 種，其中，臺鐵 23 種車種，北捷 7 種車種；全部車種所安裝之不同鐵道列車運行資料紀錄裝置則有 41 種規格之多。各家業者鐵道列車紀錄裝置安裝情形及所記錄之參數概述如下：

(一) 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、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 等車型共 23 種。其中，EMU3000 及 EMU900 為 110 年引進之新型列車，本年度 EMU3000 列車已有 31 列投入營運、EMU900 列車已有 48 列投入營運。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 65.3%²。營運速度下實施緊急煞車時，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。

臺鐵目前主要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)，

² 本年度普查臺鐵現役列車總輛數為 2,407 輛，民國 95 年至今年 7 月出廠且投入營運之臺鐵列車輛數為 1,572 輛，佔整體 65.3%，較去年新增 190 輛 EMU3000 型列車及 240 輛 EMU900 行列車

³ 由於各鐵道營運業者慣用語不同，以下統稱 ATP 系統。

此外，傾斜式列車 TEMU1000 及 TEMU2000 之限速備援系統可記錄列車速度及位置。

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，部分型號未記錄主風缸壓力低壓警告，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。

臺鐵所有現役動力列車皆安裝加拿大龐巴迪公司（Bombardier）所製造，型號為 TRA-RU 之 ATP 系統，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，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，故而僅有記錄時間、列車速度、列車位置、保安裝置開關、保安裝置速限等參數；民國 95 年以後投入營運之列車，僅部分車型未記錄主風缸壓力低壓警告；此外，目前全臺鐵列車皆未有鳴笛狀態之紀錄參數。

臺鐵另可透過中央控制行車系統、運轉紀錄器、ATP 監控電腦等非列車系統記錄列車位置及保安裝置開關參數之資料。

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。

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，終端設備包含調度臺、車上臺、桌上臺、手機⁴等，司機員與調度員間之通話

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。

皆會記錄於臺北之綜合調度所。

(二) 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使用具備抗撞毀殘存記憶體之事件紀錄器，對於本次普查所列之參數皆有記錄。影像紀錄裝置方面，高鐵相較於前次普查，已開始陸續安裝行車監視系統⁵，記錄車前行車影像。無線電通訊內容亦有完整記錄發話時間、發話者及發話內容錄音。

(三) 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 15 輛，SHAY 蒸氣機車現役有 3 輛。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 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⁶；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⁷。

⁵ 截至 2023/6/26 已有 12 列車完成安裝。

⁶ 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。

⁷ 聯掛 2 節空車廂測得之數據。

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。SHAY 蒸汽機車有 2 輛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 輛仍未安裝運行相關資料紀錄裝置。柴油機車頭皆有安裝行車影像紀錄器並有對內駕駛臺影像，SHAY 蒸氣機車亦於本年度新安裝行車影像紀錄器並已規劃未來設置駕駛臺影像攝影裝置。所有機車皆有留存無線電通聯紀錄。

（四）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 2 輛、汽油客車 2 輛、德系柴油機車 16 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。糖鐵列車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 號蒸汽機車及汽油客車則僅安裝行車影像紀錄器（汽油客車之行車影像紀錄器為本年度新安裝）。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。

（五）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 型等 7 種⁸ 列車共 218 列 1,153 輛車。高運量電聯車營運速度 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。其中，有關中運量電聯車車之煞車距離差異，256、370 型電聯車車重較輕、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。

北捷自行開發列車監控資訊顯示系統（train supervision information system, TSIS）即時監視列車各子系統，將原本分散於車輛原廠單一設備之運行紀錄進行整合，並

⁸ 610 型環狀線主管機關權責於本年度 5 月 23 日移轉，改由新北大眾捷運股份有限公司負責營運。

搭配感測器訊號，透過網路通訊系統回傳，使駕駛員或行控中心可在第一時間瞭解電聯車即時狀態，在設備呈不穩定狀態時即可先作預防維修或人力調派，回傳之紀錄資料亦同步保存至資料庫伺服器中，供後續大數據分析，評估風險趨勢。

綜合 TSIS 及車載號誌系統、車載通訊系統等紀錄裝置，必要紀錄參數多有記錄，未記錄之參數為鳴笛狀態、電機/引擎出力值%、371 型及 381 型之煞車裝置輸出值、256 型列車供電電壓。其中，鳴笛狀態因捷運系統屬專用路權，少有鳴笛使用情形；電機/引擎出力值%記錄於推進設備事件紀錄未整合至車載紀錄裝置，但可於查修及事故調查時取得相關資訊。中運量電聯車因屬無人駕駛，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。

行車紀錄影像部份，所有車型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臺操作狀態。對外行車影像紀錄器則是僅中運量無人電聯車有安裝，用以確認軌道狀態。

北捷目前設有高運量線及文湖線兩個行控中心，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，相關通話紀錄皆會記錄於行控中心。此外，由於 256、370 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。

（六）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）今年度普查現役列車有輕軌（light rail train, LRT）2 種及捷運 1 種。輕軌使用國產列車，淡海線現役列車共 15 列 75 輛車，今年度新通車之安坑線共 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。此外，本年度 5 月捷運環狀線主管權責移轉至新北市，610 型列車改由新北捷負責營運，現役列車共 17 列 68 輛車，該型號列車營運速度 80 公里/小時，該速度下緊急煞車之距離約 205 公尺。

輕軌列車目前使用符合 IEEE 1482.1-2013 鐵道列車事件紀錄器標準之 REDBOX 紀錄器，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。此外，列車上之 ATP 系統可記錄保安裝置相關參數，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⁹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。綜合兩種紀錄裝置相關紀錄參數，除列車位置、主風缸壓力低壓警告、鳴笛狀態等參數未記錄，其餘普查之參數皆有記錄。列車位置可於非列車設備轉轍器控制單元中記錄，保安裝置速限亦可於應答器中存取紀錄。影像紀錄裝置方面，車廂對內 CCTV 可記錄駕駛臺影像。輕軌列車未記錄無線電通訊相關資料。

捷運環狀線 610 型車為無人自動駕駛列車，透過通訊式列車控制（communications based train control, CBTC）技術精準掌握列車位置並決定安全行駛速度，車載控制器（carborne controller, CC）為車輛與 CBTC 系統相連之介面，控制列車上之 ATC 系統。車載控制器中記錄列車速度、列車位置、電機/引擎出力值%、煞車裝置輸出值、事件紀錄及故障紀錄、車門啟閉狀態等參數。車上之列車管理系統（train management system, TMS）中資料庫單元（database unit, DBU）則監控列車子系統狀態並收集記錄電聯車相關警訊如主風缸壓力低壓警告、事件紀錄及故障紀錄。除此之外，環狀線列車安裝符合 IEC¹⁰ EN 62625 車載資料紀錄系統規範之靜態事件紀錄器（static event recorder, SER），詳實記錄列車狀態、指令及運轉要求等多項參數並儲存於專用抗撞毀殘存記憶體。環狀線車廂對內 CCTV 主要為掌握車廂內旅客突發狀況，並未包含駕駛臺影像。無線電通訊紀錄則是有記錄發話時間及發話者 ID。

（七）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，現役列車共 31 列 135 輛車，列車因營運需求不同分為普通車（commuter）4 輛 1 列及直達車（express）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。

桃捷列車使用 3 種資料紀錄裝置：控制及監視系統（control and monitoring system,

⁹ 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。

¹⁰ 國際電子技術理事會 International Electrotechnical Commission

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；行車監控紀錄系統 (on-train monitoring and recording, OTMR) 屬符合國際標準之事件紀錄器，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，除鳴笛狀態未記錄，其餘普查之參數皆有記錄。操作員工作站則可遠端顯示列車位置，或下載事件及故障紀錄。

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臺。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。

(八) 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 17 列 34 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。

臺中捷運烏日文心北屯線屬全自動無人駕駛系統，以 CBTC 技術為基礎，架構行車監控系統，其中，車載控制器 (CC) 子系統安裝於電聯車上，主要監督及控制電聯車自動駕駛及手動駕駛時的安全，並具備資料紀錄器 (data logger unit, DLU) 記錄列車速度、列車位置、駕駛模式、速限、緊急煞車等多項參數及事件，以進行問題分析。列車管理系統 (TMS) 則監控與控制車載設備運作情形，其中央單元 (central unit, CU) 內部設有事件紀錄器 (event recording, EVR)，記錄電聯車組運行狀況。綜合兩種資料紀錄裝置，除動力把手位置、制軔/煞車把手位置因屬無人駕駛列車不適用外，其餘普查之參數皆有記錄。

臺中捷運行控中心另透過列車自動監視 (automatic train supervision, ATS) 監控行車狀況，維持臺中捷運系統的整體營運及行車效率，行控號誌電腦 (ATS datalogger) 記錄告警訊息及事件並儲存於資料庫伺服器。無線電通訊紀錄如發話時間、發話者及發話內容錄音亦記錄於行控中心席位。

臺中捷運車廂內 CCTV 則為對內視角，目的非為攝錄駕駛室操作臺動作但在可視範圍，本年度普查另新增有對外行車監視系統。

(九) 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 3¹¹及 ALSTOM Citadis 305¹²型等列車，現役列車共 66 列 246 輛。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。資料紀錄器具備抗撞毀殘存記憶體，可保存記錄列車速度、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，除列車供電電壓、電機/引擎出力值%、煞車裝置輸出值、鳴笛狀態等參數未記錄，其餘普查之參數皆有記錄。位於行控中心之 ATS 系統，則可以影像方式回放列車位置紀錄。捷運列車目前無對內或對外影像紀錄裝置，仍在規劃中，無線電通訊紀錄則有保存。

高雄輕軌列車使用兩種資料紀錄裝置，分別為列車控制監視系統（TCMS）及事件紀錄器。TCMS 顯示列車系統即時訊息，並記錄時間、列車速度、保安裝置開關及速限、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。Urbos3 輕軌電聯車除列車供電電壓、事件紀錄及故障紀錄、主風缸壓力低壓警告外，其餘普查參數皆有記錄，車廂有對內 CCTV，另由司機員配戴密錄器拍攝駕駛臺影像；Citadis 305 輕軌列車則無記錄列車位置、列車供電電壓、電機/引擎出力值%、煞車裝置輸出值、主風缸壓力低壓警告，車廂對內 CCTV 含駕駛臺影

¹¹ 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。

¹² ALSTOM Citadis 305 屬法國阿爾斯通 Citadis X-05 系列車輛。

像。高雄輕軌列車皆有保存無線電通訊紀錄，含發話內容錄音。

四、討論

(一) 必要紀錄參數

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，增加資料記錄能力。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 19 款鐵道列車中，具備普查紀錄參數的比例較高，14 項建議必要紀錄參數中有 11 項統計比例近 8 成以上。下表統計本次普查之必要參數記錄能力之情形：

表 2、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	96%	100%
列車速度	96%	100%
列車位置	75%	84%
列車供電電壓	35%	79%
電機/引擎出力值%	27%	68%
動力把手位置	41%	100%
制軔/煞車把手位置	41%	100%
煞車裝置輸出值	38%	79%
事件紀錄及故障紀錄	44%	95%
保安裝置開關	80%	100%
保安裝置速限	80%	100%
主風缸壓力低壓警告	29%	58%
鳴笛狀態	9%	22%
車門啟閉狀態	46%	100%

進一步分析各項參數記錄比例，說明如下：

- 時間：本年度重新定義「時間」參數為列車是否具備可與標準時間（如 GPS 時間等非由人工輸入之校準時間）校正之時間系統，大部分列車車種皆有標準時間系統，唯台糖蒸氣機車及內燃機車因僅採用影像行車紀錄而無此資料。
- 列車速度：台糖蒸氣機車及內燃機車因僅採用影像行車紀錄而無此資料。
- 列車位置：林鐵、糖鐵列車及輕軌列車車種較缺乏此項參數之紀錄。
- 列車供電電壓：民國 95 年後投入營運之鐵路系統列車記錄比例 100%，捷運系統記錄比例則為 67%。
- 電機/引擎出力值%：民國 95 年後投入營運之鐵路列車記錄比例 100%，捷運系統記錄比例則為 40% 較低，主要因北捷列車之電機/引擎出力值%需由原廠推進設備軟體另外轉出，無法直接傳輸至 TSIS 等紀錄裝置進行保存。
- 動力把手位置、制軔/煞車把手位置：在民國 95 年後投入營運之列車車種皆有記錄（全自動無人駕駛列車不適用）。
- 煞車裝置輸出值：民國 95 年後投入營運之鐵路系統列車記錄比例 100%，捷運系統記錄比例則為 73%。
- 事件紀錄及故障紀錄：在民國 95 年後投入營運之列車車種僅一款未記錄。
- 保安裝置開關、保安裝置速限：林鐵、糖鐵之列車無相關紀錄裝置。
- 主風缸壓力低壓警告：此參數記錄比例較低，若以鐵路及捷運系統分類，捷運系統記錄比例約 67%，鐵路系統比例約 12%。
- 鳴笛狀態：此參數記錄比例偏低，僅高鐵列車、中捷電聯車、高捷 2 種輕軌等 4 種車型有記錄之。
- 車門啟閉狀態：所有捷運系統列車及民國 95 年後投入營運之鐵路系統列車皆有記錄。

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¹³，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）。本次普查對於各項參數是否有記錄之定義採較為寬鬆之認定方式，可以直接或間接推算參數資料即認定為具備該參數之記錄功能，亦未詳加探究記錄頻率，然本普查結果，仍可對我國鐵道系統監理機關在未來制定相關法規時，具有一定的參考價值。

（二）影像紀錄裝置及無線電通訊紀錄

本次普查 48 種列車中，有裝設影像紀錄裝置之比例為 98%，其中車廂對內 CCTV 安裝比例 31%、對外行車監視系統安裝比例 69%，臺鐵電車車種另有安裝集電弓攝影裝置。駕駛臺影像畫面部分，44%之列車可攝錄駕駛臺操作影像，多數捷運系統、林鐵及糖鐵列車皆有記錄駕駛臺影像或已在規劃中，其餘尚無駕駛臺攝影裝置之業者則可能因受限於保固合約、技術困難或認為牽涉個人隱私而暫無規劃。本會「1021 臺鐵第 6432 次車新馬站重大鐵道事故（補強）調查報告」提出改善建議「...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...」，此項設施有利於調查員確認列車行進狀態、駕駛室人員操作與互動情況，釐清人為因素之肇因，目前鐵道局已蒐集國際相關資料，並持續彙整國內外錄影音紀錄器相關資訊、法令及案例，邀集鐵路機構討論研商，推動修法作業，本會亦持續列管此項建議內容。

無線電通訊紀錄部分，81%之列車具備保存通聯紀錄之設備，其中 97%所保存之紀錄含通話內容之錄音。各家業者無線電通訊系統架構各有所不同，紀錄存取位置不一，亦可能有同一家業者不同架構下時間不同步之狀況，調查時可搭配現場影像紀錄輔助對比時間校正。

（三）紀錄裝置資料保存及應用情形

鐵道列車紀錄裝置中之資料反映列車運行狀態，在設備出現異常或故障狀況時，可透過查閱分析運行參數資料，進行故障排修或維修管理，而當發生事故時，進行事故資料分析以重現事故當時發生之狀況，提出更具意義之改善建議，以避免事故

¹³ 本會運輸工程組技術報告 TTSB-EDR-21-04-001。

再發生。除此之外，紀錄裝置中所蘊含之大量資料更可進一步詳加利用，例如參考民航之飛航作業品質保（flight operation quality assurance, FOQA）系統運作模式，分析日常列車運行狀況，進行駕駛臺操作、重要零件運轉及列車可靠度之相關監測，掌握可能發生事故之前期指標，找出潛在的危險因子，研擬改善作為，甚或是透過即時監控列車行進狀況，進行預測性維修或提早因應異常事件，提升鐵道運輸安全。

目前 9 家業者中已有 7 家業者制定有紀錄裝置資料定期下載保存之相關規範或慣例，並訂有資料保存年限，亦有部分業者已應用紀錄資料於營運分析或安全趨勢分析。此外，北捷、桃捷、中捷列車具備資料即時傳輸功能，供行控中心即時監控列車運行狀況，及進行營運分析。

（四）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，其測試及操作環境如表 3 所示：

表 3、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	完成後靜置於乾燥處 48 小時
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	
	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 4 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，而高鐵 700T 列車、高捷捷運電聯車及高捷輕軌 Citadis 305 列車所安裝之事件紀錄器所採用之標準仍待查明。

表 4、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
新北捷運環狀線 610 列車	Faiveley TOM Recorder	6 ¹⁴	USB
新北捷運 淡海輕軌列車	Deuta-Werke Redbox Safe+	24	USB
新北捷運 安坑輕軌列車	Deuta-Werke Redbox Safe+	24	USB
桃園捷運 Kawasaki 列車	HaslerRail TELOC 1500	>50	USB Ethernet
高雄捷運	HaslerRail	>50	USB

¹⁴ 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。

Urbos 3 電聯車	TELOC 1500		Ethernet
-------------	------------	--	----------

由表 4 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。

對於列車紀錄裝置必要參數及抗撞毀殘存能力修訂監理法規納入安全標準或建議措施，鐵道局已就法規面進行檢視，訂定「鐵路指定產品之車輛設備衝擊及振動檢測程序」並修正「我國鐵道類標準整體架構(含參考標準)」，後續將邀集營運機構參與討論，本會亦持續列管。

(五) 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。

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，111 年則完成與高雄科技大學鐵道技術中心合作開發臺鐵列車紀錄裝置整合性解讀軟體，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；112 年本會取得林鐵動力列車(DL45-51)數位行車速度紀錄器、桃捷列車及高雄輕軌 Urbos3 之事件紀錄器解讀軟體，建置相關解讀能量，亦確認高捷捷運電聯車及輕軌 Citadis 305 所安裝之列車紀錄裝置，得逕行以通用格式讀取，因此對於本年度普查之 48 款鐵道列車，本會目前已具備當中 44 款列車之資料解讀能力，解讀率達 91.7%。餘新北捷淡海輕軌、安坑輕軌、環狀線 610 型及高鐵 700T 四款列車尚需原廠解讀軟體方能轉譯原始資料，建置該四款列車之解讀率為未來兩年年本會工作重點，解讀能量建置時程規劃如下表 5。

表 5、本會鐵道列車紀錄裝置解讀能量建置時程表

順序	非通用格式讀取之紀錄器	安裝車種	解讀能量建置時程
1.	Bombardier TRA-RU	臺鐵所有列車	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
2.	Toshiba MNR073-A0	臺鐵 EMU700	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
3.	Toshiba MNR096-A0	臺鐵 EMU800	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
4.	Hitachi 313-3D865377	臺鐵 TEMU 1000	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
5.	Toshiba MNR096-B0	臺鐵 TEMU 2000	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
6.	韓商現代樂鐵 RFC50400HF0	臺鐵 EMU900	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
7.	Hitachi ATICU-150	臺鐵 EMU 3000	111 年度已完成 (含整合軟體開發)。
8.	漢華行車速度紀錄器	林鐵 DL45~48、 DL50~51	112 年度已建置完成。
9.	Hasler TELOC 1500	桃捷、 高捷輕軌電聯車 Urbos 3	112 年度已建置完成。
10.	REDBOX Safe+ Typ1byb	新北捷淡海輕 軌、安坑輕軌	擬於 113 年度建置。
11.	FAIVELEY TOM Recorder	北捷環狀線	擬於 113 年度建置。
12.	TOSHIBA HS-200E	高鐵	擬於 114 年度建置。

(六) 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，並逐年檢討普查內容，以確實掌握安裝情形，依據去年普查結論之建議，本年度普查調整問卷方向，重新調整必要紀錄參數項目並給予各項參數更明確之定義說明，亦對於其他取得必要紀錄參數之方式進行了解。

此外，若僅以鐵道業者書面回饋之資料，對於鐵道業者實際設備安裝、資料下載分析運用等情形之瞭解深度及廣度仍較受限，未來亦將規劃安排各家鐵道業者實地參訪及第一線人員技術交流，以精進及推廣鐵道列車紀錄裝置之資料應用，並增進本會及鐵道營運業者之互動。另，歷年來本普查對象皆為鐵道業者，為進一步了解鐵道列車紀錄裝置，本會亦可規劃與紀錄裝置製造商、負責安裝紀錄裝置之車輛製造商、負責列車採購招標規範之主管單位如各市政府捷運局等進行交流。

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率由 83% 提升至 91.7%，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、新北捷捷運列車採用之事件紀錄器解讀能量，提升本會鐵道列車紀錄裝置解讀率。
- (四) 規劃實地參訪各家鐵道業者、紀錄裝置製造商、車輛製造商、列車採購招標單位等，與第一線人員技術交流，增進本會及鐵道營運業者之互動，以精進及推廣鐵道列車紀錄裝置之安裝及資料應用。