

國家運輸安全調查委員會

民國 114 年鐵道列車紀錄裝置普查報告

報告日期:114/8/29

一、背景說明

本會於民國 108 年 8 月改制為運安會後，調查範圍擴及水路、鐵道與公路重大運輸事故調查，自 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本會所需資料之取得方式與程序，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。

相較於航空使用之飛航紀錄器 (Flight Recorders)、水路採用之航行資料紀錄器 (Voyage Data Recorder, VDR)，鐵道業界則是使用事件紀錄器 (Event Recorder, ER) 以保存事故資料。然而，我國目前尚未有針對鐵道事件紀錄器安裝之相關規範，若事故列車未安裝事件紀錄器，調查人員即需取得各項列車運轉設備之 log 紀錄，如：列車自動防護系統、列車監控系統、車載控制器等，才能整合調查所需之資訊。這些列車運轉設備中內建的運行資料紀錄裝置，原始安裝目的來自營運及維修之需求，而非專為事故或意外事件之重現及分析，亦不具備事件紀錄器所要求的抗撞毀殘存資料保護功能。本普查範圍所定義之「鐵道列車紀錄裝置」泛指安裝於列車上具備記錄功能之設備，含「運行資料紀錄裝置」、「影像紀錄裝置」及「無線電通訊紀錄裝置」，不限定為事件紀錄器。

本報告亦將盤點國內鐵道業界對於鐵道列車紀錄裝置安裝之進展與規劃方向，希冀透過每年度之普查，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

本次普查對象包括我國 9 家鐵道營運業者，分別為鐵路系統業者 4 家：國營臺灣鐵路股份有限公司、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，及大眾捷運系統業者 5 家：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。

本次普查採循序引導問答的方式進行，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) 本會依據過去重大鐵道事故調查經驗擇定事故調查時必須取得之列車運行參數共 14 項（下稱普查參數¹），並請業者依據各列車型號逐項確認，是否可透過運行資料紀錄裝置存取參數紀錄。
- (三) 各列車型號所搭載之運行資料紀錄裝置為何，並填寫各項紀錄裝置之型號、製造商、可記錄之參數、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) 哪些普查參數可透過非列車紀錄裝置或系統（如：行控中心或道旁設施等）存取，做為輔助參考。
- (五) 上述非列車紀錄裝置或系統之名稱、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具備抗撞毀殘存記憶體之事件紀錄器，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。

¹ 普查參數包含：時間、列車速度、列車位置、列車供電電壓、電機/引擎出力值%、動力把手位置、制軔/煞車把手位置、煞車裝置輸出值、事件紀錄及故障紀錄、保安裝置開關、保安裝置速限、主風缸壓力低壓警告、鳴笛狀態、車門啟閉狀態等。

三、 普查結果

本會於民國 114 年 7 月 21 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 46 種²，其中，國營臺灣鐵路股份有限公司 21 種車種最多，臺北大眾捷運股份有限公司 7 種車種次之；全部車種所安裝之運行資料紀錄裝置共有 47 種規格、影像紀錄裝置共有 35 種規格（同一列車可能安裝多種不同用途之紀錄裝置，不同列車亦可能選用同一種紀錄裝置）。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）國營臺灣鐵路股份有限公司

國營臺灣鐵路股份有限公司（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 EMU500、EMU600、EMU700、EMU800、EMU900、EMU3000；柴聯車 DR1000、DR3000、DR3100；電力機車頭 E200、E300、E400、E500、推拉式自強號 E1000；柴電機車頭 R20、R100、R150、R180/190、R200 等車型共 21 種³。EMU3000 為 110 年引進之新型列車並逐年投入營運，本年度 50 列皆已投入營運；E500 及 R200 為 112 年引進之新型列車，本年度普查時 E500 已有 30 輛開始投入營運、R200 已有 22 輛投入營運。電力機車頭(E200、E300、E400 及 E1000)、柴電機車頭(R20 及 R100)以及柴聯車(DR3000)則逐步汰換中。

臺鐵現役動力列車皆有安裝列車自動防護系統⁴（Automatic Train Protection, ATP），該系統係由加拿大龐巴迪公司（Bombardier）製造，型號為 TRA-RU。ATP 系統在列車通過地面裝置感應器（Balise, 或稱應答器）時，可接收速限資訊，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，涵蓋時間、列車速度、列車位置、保安裝置開關、保安裝置速限等普查參數，可利用 USB 裝置讀取紀錄內容。

民國 95 年後引進之 EMU700、EMU800、EMU900、EMU3000、TEMU1000、TEMU2000 等 6 款新型車種有安裝 TCMS，供駕駛員以圖形化方式查看列車相關資

² 鐵路系統 31 種（含高鐵 1 種）、捷運系統 11 種、輕軌系統 4 種。

³ 較上年度之普查新增電力機車頭 E500 及柴電機車頭 R200 等 2 車種。

⁴ 由於各鐵道營運業者慣用語不同，以下統稱 ATP 系統。

訊，同時記錄列車狀態。本年度新投入營運之 E500 及 R200 機車頭則安裝機車控制監視系統（Locomotive Control and Monitoring System, LCMS），該系統具備 4G/5G 遠端傳輸單元，可將列車狀態傳輸到行控中心⁵。各車款所安裝之 TCMS 或 LCMS 皆屬不同型號甚或不同製造商，紀錄型態及頻率也不同。EMU800 型以後之車型，其所配置之 TCMS 設備硬體已符合國際 IEC 60571⁶標準及 IEC 61373⁷標準，或歐洲標準 EN 50155⁸。

此外，TEMU1000、TEMU2000、EMU600、EMU700、EMU800 及 E1000 等車種，亦安裝限速備援系統，可記錄時間、列車速度及位置。

綜合 ATP 及 TCMS（或 LCMS）兩種運行資料紀錄裝置之資料，民國 95 年以後投入營運之 8 款車種除未記錄鳴笛狀態及少數普查參數外，其餘參數皆有紀錄。本年度臺鐵現役列車總輛數為 2,633 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 1,892 輛，佔整體 71.9%。

ATP 資料於列車駛達終點後，由駕駛員以 USB 下載，紀錄保存 1 年。有 TCMS（或 LCMS）紀錄之車輛於 2A 級以上保養（周期約 3 個月）或遇有行車異常事件時，下載故障紀錄並分析，紀錄保存 1 年以上。所下載之資料主要用於故障排除、維修管理及營運分析等用途。

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，所有列車皆有安裝對外行車監視系統，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。臺鐵列車目前雖尚無駕駛臺影像紀錄裝置，然本年度已開始著手研議尚無汰換計畫之車型的安裝計畫。

行車調度無線電系統為臺鐵列車與行控中心間之主要通訊模組，終端設備包含

⁵ 中央通訊社（113 年 10 月 13 日）。台鐵新機車 E500 馬力大，為舊式 1.4 至 1.8 倍。資料來源取自 <https://www.cna.com.tw/news/ahel/202410130052.aspx>

⁶ IEC 60571: Railway applications - Electronic equipment used on rolling stock 《鐵路應用－車載電子設備》，由國際電工委員會（International Electrotechnical Commission, IEC）制定

⁷ IEC 61373: Railway applications - Rolling stock equipment - Shock and vibration tests 《鐵路應用－車載設備－衝擊與振動試驗》

⁸ EN 50155: Railway applications - Rolling stock - Electronic equipment 《鐵路應用－車載電子設備》

調度臺、車上臺、桌上臺、手機¹⁰等，司機員與調度員間之通話皆會即時傳輸至行控中心，並保存半年之錄音檔紀錄。

(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），現役列車有 34 列共 408 輛車。

700T 搭載日本東芝原廠事件紀錄器，可記錄列車系統相關參數，安裝於車頭端（意即第 1 車及第 12 車），對於本次普查所列之參數除電機/引擎出力值%及煞車裝置輸出值外，其餘皆有涵蓋，其中主風缸壓力低壓警告需由主儲氣槽（Main Reservoir, MR）低壓時列車所產生之非常煞車故障碼間接認定。後勤人員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、進行故障排除或事件調查，並依法規進行資料保存。

影像紀錄裝置方面，皆已安裝車廂對內閉路電視（closed-circuit television, CCTV）及行車監視系統，但尚無駕駛臺影像紀錄設備之裝設規劃。無線電通訊紀錄亦涵蓋發話時間、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¹¹，SHAY 蒸氣機車現役有 3 輛¹²。

早期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（DL45~51）則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。有 2 輛 SHAY 蒸汽機車安裝數位行車速度紀錄器，記錄時間、列車速度等參數，另 1 輛仍未安裝運行相關資料紀錄裝置。

¹⁰ 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。

¹¹ 現役柴油機車頭編號為：DL31、DL33、DL38、DL39-43、DL45~51 等 15 輛。

¹² 現役蒸氣機車頭編號為：21、25、31 號等 3 輛。

柴油機車頭皆有安裝雙向行車影像紀錄器並有駕駛臺影像，SHAY 蒸氣機車安裝行車影像紀錄器，但無對內駕駛臺影像。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）現役動力列車有蒸汽機車 2 輛¹³、日系柴油機車 2 輛、汽油客車 3 輛¹⁴、德系柴油機車 16 輛，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，蒸汽機車及汽油客車則安裝行車監視系統，於影像畫面中同步顯示當時車速。糖鐵列車皆已安裝或規劃安裝駕駛臺影像紀錄設備。

(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，7 種列車共 218 列 1,153 輛車。

北捷自行開發列車監控資訊顯示系統（Train Supervision Information System, TSIS），可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，以及評估風險趨勢。本年度 371 型及 381 型完成 TSIS 傳輸至行控中心之設置，目前所有車型皆可將部分參數回傳並記錄於行控中心。

綜合 TSIS 及車載號誌系統、車載通訊系統等紀錄裝置，已涵蓋大部分普查參數，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列車紀錄裝置，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、

¹³ 較去年增加 1 輛原靜態展示之 370 號機車

¹⁴ 較去年增加 1 輛原靜態展示之 562 號機車（成功號）

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 CCTV，其中駕駛車廂之 CCTV 可攝錄到駕駛臺操作狀態。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。數位式無線電通話紀錄皆會記錄於行控中心。

(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)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，安坑線共 15 列 75 輛車；捷運環狀線 610 型列車現役列車共 17 列 68 輛車。

輕軌列車目前使用符合 IEEE 1482.1-2013 標準¹⁵之鐵道列車事件紀錄器，列車上之 ATP 系統則可記錄保安裝置相關參數，綜合兩種紀錄裝置相關參數，除列車位置、主風缸壓力低壓警告、鳴笛狀態等參數未記錄，其餘普查參數皆已涵蓋。另可透過轉轍器控制單元記錄列車位置、或於應答器中存取保安裝置速限紀錄。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，控制列車上之自動列車控制 (Automatic Train Control, 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 IEC EN 62625¹⁶列車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。

¹⁵ IEEE 1482.1: Standard for Rail Transit Vehicle Event Recorders 《鐵路運輸車輛事件紀錄器》，由電機電子工程師學會 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 制定

¹⁶ IEC 62625: Electronic railway equipment - On board driving data recording system 《電子鐵道設備 - 車載資料紀錄系統》

環狀線車廂有安裝對內 CCTV，因係無人駕駛，主要為掌握車廂內旅客突發狀況。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。

桃捷列車使用 3 種運行資料紀錄裝置：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，除未記錄鳴笛狀態，其餘普查之參數皆有紀錄。操作員工作站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，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。

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（Carborne Controller, 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（Train Management System, TMS）則監

控與控制車載設備運作情形，其中央單元（Central Unit, CU）內部可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涵蓋。

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，因係無人駕駛，安裝目的非為攝錄駕駛室操作臺動作，但操作臺在 CCTV 可視範圍。

（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共 42 列、輕軌列車 CAF Urbos 3 型 9 列及 ALSTOM Citadis 305 型 15 列。

高運量捷運列車使用 3 種運行資料紀錄裝置，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，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涵蓋。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。捷運列車已有裝設行車監視系統及車廂對內 CCTV，無線電通訊紀錄亦有保存。

高雄輕軌列車使用兩種運行資料紀錄裝置，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，其餘普查參數皆有紀錄，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、分析與討論

鐵道業界營運範圍主要為區域性質而非跨國運輸，然而國際上仍有鐵道事件紀錄器、必要紀錄參數及聲音影像紀錄器之建議標準，歐美主要國家亦有相關法規，皆為事故發生後能完整釐清事故肇因，改善並提升鐵道安全。依據普查結果，以下分別就國內鐵道列車各項普查參數紀錄比例、影音紀錄裝置安裝情形、紀錄裝置資料保存及應用情形、事件紀錄器安裝情形探討國內現況與國際建議標準之落差，並說明鐵道事故調查時本會所需資料之取得方式與程序。

(一) 必要紀錄參數

本普查對於各項參數是否有紀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記錄該參數之功能，下表統計普查範圍內 46 車種中，具有相關列車運行資料紀錄裝置，可記錄該項普查參數之車種比例：

表 1、114 年度 我國鐵道列車普查參數紀錄比例

參數名稱	國內鐵道列車 紀錄比例
時間	100%
列車速度	100%
列車位置	74%
列車供電電壓	41%
電機/引擎出力值%	30%
動力把手位置	48%
制軔/煞車把手位置	45%
煞車裝置輸出值	41%
事件紀錄及故障紀錄	50%
保安裝置開關	79%
保安裝置速限	79%
主風缸壓力低壓警告	37%
鳴笛狀態	9%

車門啟閉狀態	48%
--------	-----

本普查自 112 年度起，對重要參數有做更明確之定義說明，因此近三年之參數定義較有一致性，由下圖 1 所示，各項參數逐年略有上升趨勢。各項參數紀錄比例之提升，主要取決於營運業者對車輛運轉設備之更新計畫，然而常受限於保固年限、經費編列或技術問題等。通常僅在汰換早期引入之列車，抑或引入新型列車時，紀錄比例才會產生變化。資料分析後顯示，民國 95 年後投入營運之列車具備較多的紀錄參數；鐵路/捷運/輕軌系統亦因列車運轉設備不同，可記錄之參數亦有不同。

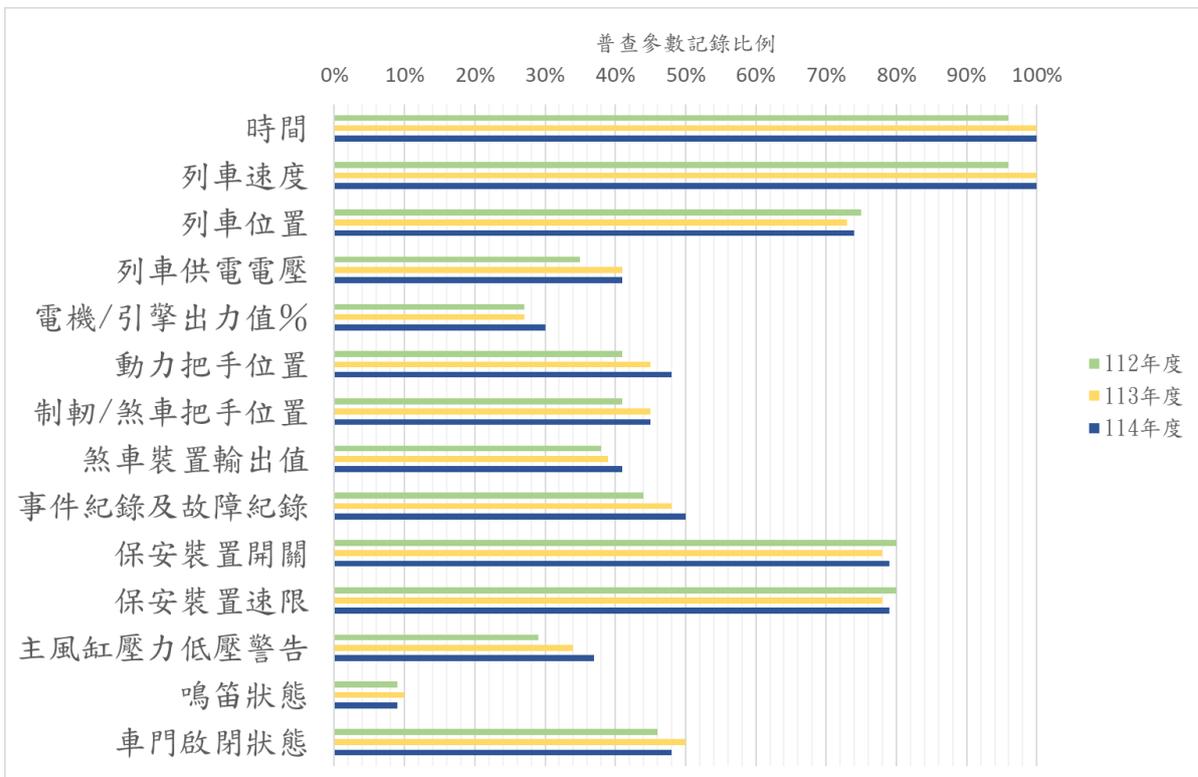


圖 1、112 -114 年度普查參數紀錄比例變化趨勢

整體而言，目前我國鐵道列車中對於「鳴笛狀態」的紀錄最為匱乏。北捷中運量電聯車因屬無人駕駛而無鳴笛裝置不計入統計，其餘列車僅高鐵 700T 型列車、中捷 EMU 電聯車（亦屬無人駕駛但有鳴笛裝置）及高捷兩款輕軌電聯車有記錄鳴笛的使用及時間點。鳴笛可以發出聲音警告，提醒軌道周圍的行人、自行車、汽車和其他交通工具注意列車接近，避免發生事故，鳴笛使用之紀錄有助於還原事故發生過程，包含駕駛是否有感知風險及做出對應動作、以及比對周遭人車之反應。另一紀錄比例較低之參數則為「主風缸壓力低壓警告」，僅高鐵、捷運系統及臺鐵最

新 5 款列車有記錄此項參數。主風缸壓力的穩定性和充足性直接影響制動系統的正常運作，一旦壓力不足，制動系統可能無法提供足夠的制動力，導致制動失靈或制動效果減弱，因此在如遇到障礙物、突然有緊急停車需求等事故類型中，此項參數之紀錄具參考價值，可協助釐清制動系統在事故中扮演的角色。

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¹⁷，且對於參數之精確度與紀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)。我國已完成必要紀錄參數相關法規草案，且業者及主管機關亦開始重視留存各項重要參數之紀錄，逐步推動相關感測及紀錄裝置之增設，可期待未來在克服技術、經費等問題後，提升各項參數之紀錄比例。

(二) 影像紀錄裝置及無線電通訊紀錄

本次普查 46 種列車中，有裝設影像紀錄裝置之比例為 100%，其中車廂對內 CCTV 安裝比例 33%、對外行車監視系統安裝比例 72%，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，39%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、以及目前未有汰換計畫之臺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。

無線電通訊紀錄部分，80%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。

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「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」，此項設施有利於調查員確認列車行進狀態、駕駛室人員操作與通聯情況，釐清人為因素之肇因。鐵道局已於 113 年 10 月 24 日將鐵路行車規則修正草案陳報交通部，惟交通部考量部分鐵路機構仍持反對意見，於 113 年 12 月

¹⁷ 本會運輸工程組技術報告 TTSB-EDR-21-04-001。

12 日退請鐵道局再行研議。鐵道局表示將依交通部指示持續推動，本會亦持續列管中。本年度 4 月中，因出現數次列車行車意外事件，鐵路系統駕駛室內裝設影音紀錄器之議題再次被提出於公眾討論，可見列車駕駛員組織所關心的隱私權與運輸安全之間的衡量仍待持續溝通。觀諸加拿大¹⁸及美國¹⁹，分別於西元 2020 年 8 月及 2023 年 10 月完成鐵道列車影音紀錄裝置立法，明訂駕駛室應裝設影像紀錄裝置，並著重在列車影像紀錄之實際需求與資料保護條件。兩國法規自開始推動至入法均歷經七、八年時間方獲成功，關鍵在於對於駕駛員隱私權的保護與資料存取限制的權限。本會所提之改善建議亦明確表示「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」，已同時考量兼顧「運輸安全」與「個人隱私」；至於營運機構是否利用該設備進行人員管理，應由營運機構自行評估並與員工達成共識，本會並無意見。

此外，IEC 62625-3《電子鐵道設備 - 車載資料紀錄系統 - 影音紀錄》²¹標準即將於明（西元 2026）年正式發行。IEC 62625 與 IEEE 1482.1 為目前世界主要兩份鐵道列車事件紀錄器標準的參考文件。IEC 62625-3 將是有關影音紀錄的規格與最低性能標準，補強了該建議標準第一部分（IEC 62625-1：2013）有關行車資料紀錄在事故調查或監理檢查的完整度，著重於記錄駕駛員所說、所看到、所聽、所做的事情。IEC 62625-3 將其分為四種類型資料紀錄：

- (一) V-T 紀錄資料：即列車駕駛室前向影像（track）
- (二) V-C 紀錄資料：即列車駕駛室後向影像（cab）
- (三) A-A 紀錄資料：即駕駛室內的區域音頻（area）
- (四) A-C 紀錄資料：即駕駛員與外界通聯語音（communication），此處的資料來源可為無線電通聯紀錄，或可由 A-A 紀錄資料而得。

IEC 62625-3 考量各國國情與勞資關係不同，因而聲明影像及聲音並非均要記錄、且影像可能以其他來源如監視系統畫面來替代等針對影音資料，各國可根據其

¹⁸ SOR/2020-178 <https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2020-178/FullText.html>

¹⁹ 49 CFR 229.136 <https://www.ecfr.gov/current/title-49/part-229/section-229.136>

²¹ IEC 62625-3 Electronic railway equipment - On board driving data recording system. Part 3: Audio and video recording

國情，選擇將其中一至四種紀錄之紀錄器強制入法。

本會將持續關注 IEC 62625-3 之發布時程，以便給予監理機關採納相關技術規格作為國內有關法規的資訊，並建議監理機關以美加兩國列車影音紀錄器法規中對於駕駛員隱私權的保護與資料存取限制的權限兩大部分內容，做為制定我國相關法規的參考。最後，兩國法規均硬性規定鐵道業者應無償提供監理機關及政府相關機構（如運輸安全調查主責機關）紀錄器解讀相關軟硬體設備，這一點絕對值得我國採納。

（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，鐵道營運業者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，紀錄資料亦可用於分析以重現事故當時發生之狀況，進而產出更具意義之調查改善建議或措施，避免事故再發生。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。

本會於去（113）年 10 月辦理鐵道紀錄裝置資料安全應用研討會，邀集我國鐵道監理機關、業者、研究單位及紀錄裝置原廠，以鐵道列車紀錄裝置之安裝及資料實務運用現況進行意見討論及交流。該研討會重點之一即為鐵道相關紀錄資料於安全分析之應用，會中以航空界的經驗為例說明如何運用飛航紀錄數據，構建飛航操作品質保系統以提升飛航安全，做為鐵道界之借鑑，亦安排「大數據與 AI 在運輸安全資料分析中的應用」專題，展望當未來紀錄數據充分而完整時，安全趨勢分析應用

的發展潛力及願景。而在鐵道業者中，北捷及桃捷在資料應用上已有實績，研討會亦分別分享 TSIS 與 MARS (Monitoring & Analysis Reporting System) 整合平台之運用，透過將各項運轉設備、紀錄裝置、感測器所蒐集之監測數據導入管理系統及雲端資料庫進行大數據分析，作為決策依據並提升運轉可靠度及服務品質。實際案例包含：監控列車輔助電力系統之直流電壓輸出而即時檢出集電器保險絲斷路、軸碟溫監測等與安全風險相關之應用。透過本研討會之紀錄裝置資料應用案例分享及現場交流激發新的思考與創見，有效提升業者對紀錄裝置裝設及數據資料蒐集的重視，亦有助於未來事故調查時本會可能取得更多可用於還原事故肇因的資訊。

(四) 鐵道列車事件紀錄器安裝情形

事件紀錄器安裝於鐵道列車上，可集中記錄各式零組件所感測之數據及操作運行指令等安全相關必要紀錄參數，並裝載符合國際規範之抗撞毀殘存記憶體，紀錄器外殼塗以國際慣例之橘色，達到保護重要資料的效果。依據今年普查結果，我國現役 46 種列車中，有 8 種已安裝事件紀錄器，安裝比例 17%。表 2 列出已安裝事件紀錄器之列車，其中大多適用 IEEE 1482.1-2013 抗撞毀殘存標準。

表 2、本年度普查裝配事件紀錄器列車一覽

營運業者	車型	紀錄器廠牌/型號
台灣高鐵	700T 列車	TOSHIBA / HS-200E
新北捷運	環狀線 610 列車	Faiveley / TOM Recorder
新北捷運	淡海輕軌列車	Deuta-Werke / Redbox Safe+
新北捷運	安坑輕軌列車	Deuta-Werke / Redbox Safe+
桃園捷運	Kawasaki 列車	HaslerRail / TELOC 1500
高雄捷運	Urbos 3 輕軌電聯車	HaslerRail / TELOC 1500
高雄捷運	Citadis X-05 305 輕軌電聯車	Alstom / BCM-NG
高雄捷運	捷運電聯車	Seimens / LZB 700M

目前國內安裝事件紀錄器之業者，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。然而，目前國際主流鐵道列車事件紀錄器，廠商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。

本會「0402 臺鐵第 408 次車清水隧道重大鐵道事故調查報告」提出改善建議「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。」後，鐵道局已就法規面進行檢視，訂定並公布「鐵路指定產品之車輛設備衝擊及振動檢測程序」及「我國鐵道類標準整體架構(含參考標準)」，並完成「1067mm 軌距車輛技術標準規範(草案)」之撰擬，將列車內安全及應變必要設備及標示、列車紀錄器必要參數及抗撞毀殘存能力相關國際標準納入規範，預期交通部將於 114 年底頒布。此外，臺鐵作為我國主要鐵路系統，已修訂列車採購準則，明確列出列車控制監視系統之監視項目，並納入未來新車採購之條件，提供立約商做為列車事件紀錄器之設計準則，可預期未來新採購之車輛投入營運後，可逐步提高我國鐵道列車事件紀錄器之安裝比例。

(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款列車運行資料紀錄裝置資料解讀能力，解讀方式約略可分為以下數種：

1. 資料紀錄裝置之資料得逕行以通用格式讀取
2. 經本會取得特殊軟體，進行轉檔解讀
3. 透過業者及原廠協助，進行下載解讀

對於目前我國營運中之 46 種列車，本會皆可透過上述方式解讀至少一種裝配於列車上之運行資料紀錄裝置，鐵道列車紀錄裝置解讀率已達 100%。此外，本會亦積極與國外調查單位進行技術交流及專業訓練，去年 12 月首次洽請英國鐵道事故調查局 (Railway Accident Investigation Branch, RAIB) 辦理事件紀錄器解讀訓練，包含解讀軟體之操作、數據確認、整理、分析及呈現之技巧及實例研討，精進本會鐵道事故調查技術能量。

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

維持 100%，並提出下列建議：

- (一) 持續透過普查掌握各車種之列車紀錄裝置安裝情形，維持 100%解讀率。
- (二) 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。
- (三) 建議鐵道營運業者安裝符合國際規範之鐵道列車紀錄裝置，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。
- (四) 持續關注國際上鐵道列車影音紀錄器建議標準推動情況，以及其他國家推動有關標準入法之最新動態。
- (五) 持續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。