

出國報告（出國類別：開會）

參加歐盟飛航紀錄器工作小組會議 出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：研究員／郭嘉偉

派赴國家／地區：法國巴黎市

出國期間：民國 113 年 10 月 6 日至 10 月 11 日

報告日期：民國 113 年 12 月 11 日

公務出國報告提要 系統識別號*****

出國報告名稱：參加歐盟飛航紀錄器工作小組會議出國報告

頁數：22 頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：國家運輸安全調查委員會

聯絡人：郭芷桢

電話：(02) 8912-7388

出國人員姓名：郭嘉偉

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：運輸工程組

職稱：研究員

電話：(02) 8912-7388

出國類別：考察 進修 研究 實習 視察 訪問 開會 談判 其他 _____

出國期間：民國 113 年 10 月 6 日至 10 月 11 日

出國地區：法國巴黎市

報告日期：民國 113 年 12 月 11 日

分類號/目

關鍵詞：事故調查、飛航紀錄器、民航法規

內容摘要：

歐洲民用航空設備組織（The European Organization for Civil Aviation Equipment, EUROCAE）為一專為民用航空機載電子系統、設備，及航空系統地面設備訂定標準的組織，於 1963 年由歐洲民航會議決議於瑞士琉森設立。成立工作小組 WG-118 的契機，乃固態式飛航紀錄器問世以來，其最低運作性能標準係參考 ED-55（FDR）與 ED-56A（CVR），並在 2013 年更新為 ED-112A 版本後，為因應 2018 年 ICAO 在第 6 號附約第 11 版修正中有關飛航紀錄器之增加規定，EUROCAE 於 2020 年啟動 ED-112B 文件的編撰程序，並成立本工作小組 WG-118，陸續完成 ED-112B（含 Change 1）及簡式飛航紀錄系統標準 ED-155A 之編修。召開本次會議主要目的係 ED-155A 定稿前之審視會議，亦為 2022 年後工作小組再次辦理實體會議。

目次

一、前言.....	3
二、行程.....	5
三、會議摘要與心得.....	6
四、建議.....	22

本頁空白

一、前言

歐洲民用航空設備組織（The European Organization for Civil Aviation Equipment, EUROCAE）為一專為民用航空機載電子系統、設備，及航空系統地面設備訂定標準的組織，於 1963 年由歐洲民航會議決議於瑞士琉森設立。EUROCAE 的成員包含設備製造商、各國政府監理機構、系統服務供應商、民航業者、機場業者與學界等，且成員並不限於歐盟地區。多年來，EUROCAE 以一非營利機構的角色，協助國際民航界訂定民航電子系統/設備之性能標準，其成果除廣泛地被國際民航組織 ICAO 引用為相關系統之設計指引（guidance material, GM）之外，亦被歐洲航空安全署 EASA 視為符合歐洲技術標準命令（European Technical Standard Orders, ETSOs）之可接受適航符合性辦法（acceptable means of compliance, AMC）。而為了建立一全球通用之民航標準，EUROCAE 除在訂定標準時和航空無線電技術委員會 RTCA 及美國汽車工程師協會 SAE 保持密切合作外，也會參照 ICAO 相關標準與美國航空無線電公司 ARINC 所制定規範，因此所制定出的標準文件均獲得國際民航業一致認可。

EUROCAE 制定標準文件的流程均以成立工作小組為始，小組成員必須為 EUROCAE 會員，並義務性擔任編輯或意見研討任務，工作小組成立時均有 EUROCAE 職員擔任專案經理一職，負責控管進度與回應小組成員需求。當文件草案完成後，還須經由 EUROCAE 內的公開意見徵求（open consultation）階段，由各方專家仔細審視後方能正式發布。迄今，EUROCAE 已經發布超過 250 份標準文件。

成立工作小組 WG-118 的契機，乃固態式飛航紀錄器問世以來，其最低運作性能標準（minimum operational performance standard, MOPS）係參考 ED-55（FDR）與 ED-56A（CVR），2003 年 EUROCAE 將上述兩份文件整合為 ED-112，並在 2013 年更新為 ED-112A 版本後，為因應 2018 年 ICAO 在第 6 號附約第 11 版修正中有關飛航紀錄器之增加規定，EUROCAE 於 2020 年啟動 ED-112B 版本文件的編撰程序；此外，有關簡式飛航紀錄系統（lightweight flight recording systems）的規範則始於 2009 年之 ED-155 文件，自發行以來迄今亦超過 10 年多，此次亦因應 ICAO 第 6 號附約第 11 版修訂而計畫一併改版成 ED-155A，EUROCAE 遂成立工作小組 WG-118 以完成上述工作。

本會由筆者代表申請加入該工作小組，共同參與該文件之編撰與線上技術討論會議。自 2020 年起受 COVID-19 疫情影響，成員之間的討論會議均以線上會議方式進行；以每六周為一輪，進行一次全體會議及五個次工作群組（FDR、人機介面紀錄、CVR、自動拋射飛航紀錄器、先進空中移動紀錄器）討論會議，於 2022 年中完成 ED-112B 版本文件草案，工作小組遂於英國倫敦舉辦工作小組首次實體會議，並共同確認定版之 ED-112B 文件。

在 ED-112B 順利出版後，工作小組持續以每個月一次的頻率於線上會議進行包含 ED-155 之改版、先進空中移動紀錄器法規草案之討論，並納入虛擬飛航資料紀錄器（virtual flight data recorder, VFDR）規範等三個次工作群組任務。ED-155A 草案於本年 8 月定稿，並進行公開意見徵求，工作小組遂擇於 10 月於 EUROCAE 巴黎總部進行第二次實體會議，共同確認定版之 ED-155A 內容。

以下將介紹本次 WG-118 工作小組會議之組成，並依據工作小組內分工之次群組內容進行法規修訂討論及論述。



圖 1 工作小組 WG-118 與會成員合照

二、行程

日期	起訖地點	記要
10/6 – 10/7	台北 – 法國巴黎	啟程
10/8	法國巴黎	ED-112B (含 Change 1) 討論 虛擬飛航資料紀錄器 VFDR 討論
10/9		先進空中移動 AAM 紀錄器討論 ED-155A 公開意見徵求討論
10/10 – 10/11	法國巴黎 – 台北	返國

三、會議摘要與心得

本次工作小組共有 20 位參加位於法國巴黎 Eurocae 總部進行的會議，與會者代表單位如下列（括號內為人數）：我國 TTSB（1）、美國 NTSB（2）、美國 FAA（1）、英國 AAIB（2）、加拿大 TSB（1）、法國 BEA（3）、德國 BFU（1）、歐盟 EASA（1）、紀錄器製造商 L3（1）、紀錄器製造商 FDS（1）、航空器製造商李奧納多 DRS（1）、空中巴士公司（2）、顧問公司 CGI（2），以及 Eurocae 本案專案經理 1 人，另飛機製造商波音公司原定出席代表表示，因配合公司於工會罷工期間縮減開支的影響，取消出席會議。

由上列參與人員可知 WG-118 工作小組的成員主要來自三個領域：各國政府航空事故調查單位、飛航紀錄器及地面支援設備製造商，及航空器製造商。對於以上這三個領域的專家來說，其所代表的機關/公司皆在 ED-112B 或 ED-155A 這兩份文件的內容上具有類似利益團體的身分。由於 Eurocae 所產出有關飛航紀錄器的最低性能標準文件公布後均為 ICAO 所採用並寫入 ICAO 附約規範當中，必然獲得 ICAO 會員國之遵守而內化成為其國內法，因此對於飛機製造商或是飛航紀錄器製造商來說，Eurocae 文件內所律定的標準牽涉到其公司產品開發所需的成本及技術能量，對於公司經營及產品銷售上會有深遠的影響，因此派遣公司專家參與技術規格的編修，必要時以公司立場發聲，自然格外重要；而以政府事故調查機關的立場來說，調查員希望從飛航紀錄器當中取得的資訊或資料應具備的品質則應寫入標準當中供調查作業所需，以利調查員釐清事故真相。此外紀錄器原廠應提供的資料下載裝備方式或技術資源的提供亦可寫入此類標準文件當中，以利製造商遵循，因此在紀錄器最低性能標準的修訂上亦有著力點。本報告以下所敘述之各項最低性能標準議題，在討論的過程中都可以見到這三類領域的專家彼此間不同的立場跟折衝協調。

以下將分別就 ED-112B 及 ED-155A 增修內容過程當中新增或引發比較多討論的議題進行論述。

3.1 ICAO Annex 6 第 11 版飛航紀錄器相關增修條文

ICAO 於 2018 年 7 月發布第 11 版第 6 號附約第 1 冊，當中對於國際民航運輸定翼

機裝置之飛航紀錄器新增內容摘要如下：

飛航資料紀錄相關

1. 維持 2016 年 1 月 1 日後申請航機型別適航認證 TC、最大起飛重量在 5,700 公斤以下的渦輪發動機航空器，應裝配記錄 16 項律定必要參數之 FDR，或記有飛航軌跡及速度參數的飛航影像紀錄系統（AIRS），或至少記有 7 項律定必要參數的航機資料紀錄器系統（ADRS）。
2. 新增 2023 年後申請航機型別適航認證 TC、最大起飛重量在 5,700 公斤以上之渦輪發動機航空器，應裝配記錄 82 項必要參數之 FDR（另外已有 2005 年 1 月 1 日起取得航機個別適航認證 COA 之航機 FDR 應記錄 78 項必要參數的規定）。

座艙語音紀錄相關

3. 規定所有 CVR 應至少記錄 120 分鐘之錄音（刪除原本 30 分鐘之文字）。
4. 維持 2022 年 1 月 1 日起取得個別適航認證 COA、最大起飛重量在 27,000 公斤以上之民航機 CVR 應記錄至少 25 小時。
5. 維持 2016 年 1 月 1 日起申請航機型別適航認證 TC、最大起飛重量介於 2,250 至 5,700 公斤，需由超過 1 名駕駛員操作的渦輪發動機航空器應安裝 CVR 或座艙語音紀錄系統（CARS）。

人機介面紀錄（新增）

6. 2023 年 1 月 1 日後申請航機型別適航認證 TC、最大起飛重量在 27,000 公斤以上之民航機，其紀錄器應記錄人機電子介面之資訊，並包含組員操作旋鈕、開關等歷程之紀錄。人機介面紀錄長度應在 2 小時以上，並且必須得以與 CVR 紀錄時間同步。

飛航紀錄器資料救援

7. 維持前一版條文，維持 2021 年 1 月 1 日起申請航機型別適航認證 TC、最大起飛重量在 27,000 公斤以上、載運 19 名乘客以上之民航機，應裝載經操作人國別認可，得以快速取回飛航資料紀錄之飛航紀錄器。

3.2 ED-112B 介紹與 FDR 必要紀錄參數議題

ED-112B 文件名稱為「Minimum Operational Performance Standard for Crash Protected Airborne Recorder Systems」，架構由兩大部分組成，第一部分為飛航紀錄器本身的設計標準（design specification），另外一部分則為相關紀錄器系統的最小運行性能標準。在第一部份的紀錄器設計標準，又細分為 5 個章節，分別為背景、通用設計標準、可拋射紀錄器設計標準、語音飛航資料紀錄器設計標準、及獨立電源供應單元設計標準。第二部分則分為六個單元，分別為 CVR 系統、FDR 系統、影像紀錄器系統、資料鏈結紀錄器系統、組員人機介面紀錄器系統、及即時飛航資料傳輸系統等。此外，文件當中的第一部分也提供了兩個重要的表格，第一個表格是各種紀錄器需要對應的設計標準及最小運行性能標準參照章節；第二個表格是基於航空器運行規則所需的紀錄器種類所做出的紀錄器系統建議組合。相較於前一版的 ED-112A，此版將第二部分原有之 CNS/ATM 紀錄器系統更名為資料鏈結紀錄器系統，另外第二部分的組員人機介面紀錄器系統及即時飛航資料傳輸系統為本版新增內容。

在 ED-112 文件（ED-155 文件亦同）當中，針對第一部分每一章講述的不同類型飛航紀錄器，章節的組成均為：

1. 背景說明
2. 標準測試條件下之最低性能標準
3. 環境測試條件下之最低性能標準
4. 抗撞毀殘存測試流程
5. 設備安裝與安裝性能（即安裝測試）

針對第二部分不同資料紀錄類型的單元，章節組成均為：

1. 背景說明
2. 設計規格
3. 標準測試條件下之最低性能標準
4. 環境測試條件下之最低性能標準
5. 測試流程
6. 設備安裝與安裝性能（即安裝測試）

工作小組在文件修訂也回顧了當中有關「SHALL」與「SHOULD」使用的時機。在語意上，SHALL 較 SHOULD 更有強制性，因此在 ED-112A（及 ED-155）版本中，多數有關設計與運行性能相關的規定多使用 SHALL，僅少數地方使用 SHOULD。下段有關紀錄器加密議題的文字可以做為使用上參考。

另外有關於未來影響 ICAO 第六號附約的 FDR 必要紀錄參數項目，ED-112B 針對 ICAO Annex 6 Table A8-1 原 82 項 FDR 必要紀錄參數進行了編修，摘要如下：

- 3. Indicated airspeed 解析度由 1 kt 改為 0.5 kt。
- 10. Flaps、10a Trailing edge flap position、10b Cockpit control selection 角度取樣率由 0.5 Hz 改 1 Hz。
- 14. Outside air temperature 改 Total air temperature or outside air temperature：當 Mach number 有被記錄時，OAT 及 TAT 兩者擇一記錄即可，反之則兩者都需記錄。
- 第 21 項，含 21a、21b、21c 與第 22 項，含 22a、22b、22c，有關 ILS/GNSS 等水平及垂直偏移量取樣率由 0.5 Hz 改 1 Hz。
- 第 24 項由原 Warnings 改 Warnings and cautions，即所有會在多功能控制顯示系統上傳達給駕駛員的警告與警示必須被記錄。
- 第 31 項 Navigation data 新增 33f Estimated position error、33g GNSS altitude。
- 第 32 項起落架，含 32、32a、32b 項，取樣率由 0.25Hz 改 2Hz。
- 第 34 項，新增 34c Brake temperature、34d Autobrake level selection、34e Anti-skid system activation。
- 第 35 項，額外發動機參數新增 35j Engine oil pressure、35k Blade angle（turboprop）、35l Condition lever position（turboprop）。
- 第 37 項新增 Windshear caution。
- 第 56 項改為 Fuel quantity each tank system reported to fuel quantity system
- 第 61 項與第 69 項除冰相關參數取樣率由 0.25 Hz 改 1 Hz。
- 新增第 83 項，含 83. Cabin pressure control and variation、83a Cabin altitude rate、83b Outflow valve position、83c Cabin pressurization control and select mode。

- 新增第 84 項，含 84. Nose wheel steering、84a Nose wheel steering angle、84b Nose wheel steering control position。
- 新增第 85 項 Aircraft track。
- 新增第 86 項 True airspeed。
- 新增第 87 項 Takeoff performance parameters，含 87a Vr、87b V1、87c V2、87d Selected takeoff mode or values, used for automatic takeoff performance calculations。
- 新增第 88 項 Designation of active procedures，含 88a Selected SID、88b Selected STAR、88c Next active waypoint、88d Designator of the runway selected for landing。
- 新增第 89 項 Altitude rates，含 89a Pitch rate、89b Roll rate、89c Yaw rate。
- 新增第 90 項 Wheel speed。
- 新增第 91 項 Crew entered information used for performance, control, and engine calculations。
- 新增第 92 項 Mach number。

未來 92 項必要紀錄參數除將參考現行規定於一定年限內導入取得個別適航認證的航空器外，亦有可能逐漸導入目前已經投入運行的航空器中。但其實以目前主要廠家製造之飛航資料紀錄器，可記錄的參數早已包含以上 92 項必要紀錄參數。

3.3 ED-155A 介紹

ED-155A 文件名稱為「Minimum Operational Performance Specification for Lightweight Flight Recording Systems」，架構如同 ED-112B，由兩大部分組成，第一部分為飛航紀錄系統的設計標準（design specification），另外一部分則為飛航資料紀錄系統的最小運行性能標準。在第一部份的紀錄器設計標準，又細分為 5 個章節，分別為背景、通用設計標準、可拋射紀錄器設計標準、語音飛航資料紀錄器設計標準、及即時飛航資料傳輸設計標準。第二部分則分為五個單元，分別為座艙語音紀錄系統、飛航資料紀錄系統、飛航影像紀錄系統、資料鏈結紀錄系統、組員人機介面紀錄系統。而為了與 ED-112B 的架構貼近，ED-155A 文件當中第一部份的語音飛航資料紀錄器設

計標準及即時飛航資料傳輸設計標準，第二部分的組員人機介面紀錄系統為本版新增的內容。

原始文件 ED-155 在 2009 年 7 月發行，迄今已 15 年。簡式飛航紀錄系統顧名思義，其無論硬體或軟體規格均不若 ED-112A 所述之紀錄器所要求之性能或規格來得高（或嚴格），也因此相對符合 ED-112A 標準之紀錄器來說，研發生產上對於設備製造商的門檻較低，應用上理應更容易被市場所接受。ICAO 在過去幾年間陸續改版第六號附約之後，ED-155 文件亦到了應該增修的時間，於是在 WG-118 工作小組的共識下，於 ED-112B 文件完成改版後，即開始編修 ED-155A 文件的任務。

ED-155A 文件所述之簡式飛航紀錄系統所適用對象為最大起飛重量在 5,700 公斤以下的航空器，此類航機多數為載客量較小的區間客機、旋翼機或是普通航空器。而為了促進此類航空器所有人安裝簡式飛航紀錄系統，紀錄器的價格將是一個重要的因子；因此 ED-155 文件在 2000 年代構思的時候，即想定紀錄器無須具備有如大型民航機一般的抗撞毀殘存條件，資料品質如記錄參數量或取樣率標準低於 ED-112B 飛航紀錄器的要求，意即考量紀錄器的市場接受度下，在紀錄資料品質上採取了一定程度的妥協。

ED-155A 當中律定的飛航資料必要紀錄參數共 42 項，相較於 ED-155 並無增加。而此版主要增修之處在以下數處：

- 新增 2-1.5 Monitoring of Proper Operation：符合 ED-155A 標準之紀錄器應配置 BITE（build-in test equipment）以確保其正常運作。
- 2-1.9 Equipment Design Specification 一節當中新增，紀錄資料不得加密。有關資料加密有關議題曾在工作小組中引起熱烈討論，細節將會在本報告後續章節敘述。
- 2-1.15 Crash Survival 一節修訂並詳述紀錄器之抗撞毀殘存單元環境測試的順序。製造商應備妥兩具測試用單元，分別經歷撞擊-靜力重壓-高溫火試，及撞擊-靜力重壓-深海水壓-海水浸泡兩種不同環境測試。其中第二種測驗當中最後一步的浸水測試，需打開單元外蓋以評估記憶體電路板受海水腐蝕的影響。
- 新增 2-1.16 Recorder Download and Replay Equipment 一節，介紹紀錄器的地面支援設備（ground support equipment, GSE）以及事故調查員紀錄器設備

(accident investigator Recorder Equipment, AIRE) 應具備的功能。這兩款工具有異之處在於，GSE 是航空公司、監理機關或調查機關在紀錄器正常情況之下進行資料下載的設備，而 AIRE 則是事故調查員專用，可用於紀錄器發生損壞情況下進行測試、資料救援及下載的工具。ED-155A 當中亦敘明，紀錄器在進入商用時，製造商即應一併提供紀錄器對應的 GSE 及 AIRE；製造商不得將提供給調查機關的 GSE 或 AIRE 進行資料加密（但賣給航空器所有人的 GSE 得加密）。

- 新增 2-4.2.5 深海水壓測試及海水浸泡測試一節，律定深海水壓測試適用的水壓為 10MPa，相當於近 100 個大氣壓或海水深 1,000 公尺，時間 24 小時；海水浸泡測試水深 1 至 3 公尺，水溫攝氏 25 至 35 度，浸泡時間 30 天。
- 新增第一部份第四章（座艙語音資料紀錄），此部分與 ED-112A/B 極為類似，導入紀錄器設計與資料存取的一些基本原則。
- 新增第一部份第五章（即時飛航資料傳輸），與 ED-112B 相似，定義 TFRD 系統的等級（class）及類型（type）。TFRD 分為在緊急狀況才傳輸資料的 class T 紀錄系統及會持續不斷以近即時方式傳輸資料的 class C 系統，在類型上，則分為傳輸聲音的 type V、傳輸飛航資料的 type F、傳輸資料鏈結的 type D、傳輸影像的 type I、傳輸人機介面畫面的 type M，一個系統可以兼有超過一種類型功能。TFRD 系統有幾個基本的原則，包括：
 - Class T 系統需要在本地端儲存 20 分鐘量的緩衝區資料
 - Class T 系統需要在觸發傳送機制內 1 秒鐘開始傳送資料，並得在傳送觸發事件前後各 20 分的資料後停止
 - Class C 系統需要在起飛前航空器以自身動力移動起開始傳送資料，並持續傳送直到航空器無法再以自身動力移動（即航班結束）為止
 - TFRD 系統毋需具備抗撞毀殘存標準
 - 儘管目前 TFRD 系統是輔助實體紀錄器、有助於調查人員盡早取得飛航資料的額外設備，但未來監理機關可視技術進展狀況允許航空器僅配備 TFRD 系統，取代實體飛航紀錄器。
- 修訂第二部分 Part I – 座艙語音紀錄系統，包含：
 - 新增 I-2.1.9 語音紀錄頻道，定義座艙語音紀錄系統應記錄的音軌。

- 新增 I-2.1.10 區域麥克風極性，應定義區域麥克風收音敏感度之方向性（即極性）。
- 修訂表 I-3.1 語音品質規格當中的錄音頻率、動態範圍、及訊噪比，使其較 ED-112B 的語音品質要求較低，符合 ED-155A 之紀錄器所設定的性能特性。
- 修訂 I-6.1.1 介面設計的概念，導入將駕駛員發話音訊與收音音訊分開頻道記錄的概念，與 ED-112B 理念一致。
- 修訂 I-6.2.1 駕駛區域麥克風一節有關麥克風數量與位置的描述，導入未來可安裝兩個 (或更多) 區域麥克風藉以提升語音可辨識度之可能性，與 ED-112B 理念一致。
- 改寫 I-6.2.2 語音消除一節的文字。
- 新增第二部分 Part V – 人機介面紀錄系統。相關內容將於下段一併簡述。

3.4 機組員人機介面紀錄

會有 FCMIR 的需求源自於事故調查時，儘管現行之 FDR 與 CVR 已經提供相當充分的資訊給調查員進行事故原因的分析與判斷，但在某些特定環境下仍有所不足，而缺乏的就是對於飛航組員人為因素分析的更直接證據，如當下操作航機時飛行儀表呈現給組員的畫面為何，或是組員選取呈現哪些系統頁面，或組員的視線正在注視何處等等。雖然這些資訊可以透過安裝影像紀錄器來解決，不過對於重視隱私權的歐美社會或飛行員工會組織，對於在大型民航機駕駛艙安裝影像紀錄器這項議題上一直未能取得相關利益團體的信任，也因此才會出現 FCMIR 系統，提供一個中繼的解決方案，能使駕駛員放心隱私權不被侵擾，同時也可達到部分調查員希望有的資訊。儘管仍有不足，影像紀錄器未來仍將是民航界努力溝通需要達成共識的方向。

有關機組員人機介面紀錄 FCMIR 的內容均為新增，並律定於 ED-112B 及 ED-155A 的 Part V，系統的性能特徵摘要如下：

- FCMIR 紀錄的範疇為：
 1. 顯示給飛航組員的資訊與旋鈕或開關的模式
 2. 觸控式螢幕上與實體旋鈕或開關功能相同的選擇
 3. HUD 顯示的內容、任何強化飛行視覺系統資訊
 4. 任何用以顯示資訊給駕駛員的新創系統，如透過 AR 眼鏡所顯示的資訊
- FCMIR 紀錄範疇則不包括：
 1. 非飛航組員的行動
 2. 其他非透過電子儀表顯示給飛航組員的資訊（如印表機印出的資訊或平板式的電子飛行包 EFB）
 3. 非顯示類的資訊
 4. 某些旋鈕或開關操作（如操縱桿移動等）在飛航資料紀錄系統已經記錄者
- FCMI 紀錄的時間容誤不得超過 0.25 秒（ED-122B）。
- FCMI 紀錄內容與原則應包括以下各項（如航空器具備者）：
 1. PFD
 2. ND
 3. 供飛航組員飛行、導航、通訊用之航空器系統監視顯示
 4. 發動機指示顯示
 5. 天氣、其他航空器位置、地障的顯示
 6. 組員警告系統的顯示
 7. 備用儀表的紀錄
 8. 電子飛行包的顯示
 9. 任何新式的電子顯示資訊
 10. 不得記錄內含飛航組員正常就坐時頭或肩膀的畫面
 11. 可使用機械或軟體的記錄方式達到 FCMIR 的需求
 12. 符合 FCMIR 需求的解決方案不得導致資訊被無意中遮蔽，如透過運動追蹤而遮蔽
- FCMIR 紀錄需易於由記憶體以通用業界格式下載讀取，且品質與時間資訊不因此流失。

- FCMIR 記憶體正常情況下須容易下載讀取，遇損壞情況時可以特殊技術或工具讀取。記憶體的組織必須包含偵測因存取管理所造成之檔案毀損。
- FCMIR 紀錄刪除功能可以與 CVR、飛航影像紀錄系統或座艙語音記錄系統資料刪除功能整合。
- FCMIR 紀錄時間長度需與 FDR 或飛航資料紀錄系統之紀錄時間相同。
- FCMIR 資料擷取完成至開始寫入紀錄器時間不得超過 2 秒；資料自開始寫入紀錄器至儲存至記憶體中時間不得超過 1 秒。
- 僅限 ED-112B：FCMIR 紀錄必須可以與 CVR 資訊同步。如果 FCMIR 紀錄裝置不只一個，則必須全部與 CVR 同步。
- 僅限 ED-112B：不得以 FCMIR 紀錄取代原本 FDR 或 CVR 上紀錄參數數據，但可以 FCMIR 紀錄替代資料鏈結紀錄 DLR 需求。

3.5 ED-112B CVR 相關議題

ED-112B 版本文件有關 CVR 部分以及前述 ED-155A 文件編修均由英國 AAIB 的 Mark Ford 資深調查官擔任次工作小組的負責人，由他負責在編修過程中不斷拋出供含筆者在內的次工作小組成員許多可能需要修訂的議題進行討論。除前述已在 ED-155A 文件當中提到的修訂內容外，有關 ED-112B 文件中關於 CVR 系統的相關規定記載於文件當中的 Part I，以下就各項修訂議題提出摘要說明：

- 有關 CVR 語音收音頻率，針對組員頻道（CAM1、CAM2、CAM3）可收音範圍由原本之 150 Hz 至 3.5 kHz 增加為至 6 kHz；對於區域麥克風 CAM 音軌收音頻率由原本的 150 Hz 至 6 kHz 增加為至 10 kHz。對於 150 Hz 以下之音頻，特別是 CAM 音軌，得以使用 second order low pass filter 保留其特性。
- 未來 CVR 系統的設計上，允許將組員 hot mic 音訊與航管通聯音訊分離，並可以使用兩個不同位置的區域麥克風，使總共的 CVR 音軌數可達到七軌：CAM1 hot mic、CAM1 received、CAM2 hot mic、CAM2 received、CAM3、CAM A、CAM B 共七個音軌。

- 有關於新增區域麥克風的位置，建議安裝在駕駛艙內距離駕駛艙門較近的地方，如此可以收錄品質較好的觀察員席乘員的語音（考量有時候觀察員不一定會戴上 hot mic，或進入駕駛艙人員站立位置離原區域麥克風位置較遠）。
- 對於 CVR 音訊是否在記錄於記憶體時需要加以壓縮，還有壓縮時的格式進行了討論。考量到目前 25 小時 CVR 所製造出來的語音資料空間巨大，因此儘管記憶體價格已經相對便宜，但資料壓縮仍有其需要，惟資料壓縮格式不得使用如 mp3 會犧牲語音品質的壓縮格式。
- ED-112B 將要求 CVR 製造商移除語音自動放大率控制（automatic gain control, AGC），因為使用 AGC 可能造成低頻率段音訊於部分情況品質不佳。
- ED-112A 建議 CVR 語音不得在紀錄器仍安裝在航空器時下載資料，但隨著 ICAO 附約近期的改版當中，已經移除相關文字，因考量安全管理的效率，已經允許在機上下載 CVR 資料，因此建議將 ED-112A 當中相關文字移除。
- 移除 ED-112A 文件中有關需要加速度感測器數據來確認事故後停止飛航紀錄器繼續記錄的邏輯（原因為目前飛航紀錄器的開始／停止記錄邏輯均已有與發動機開關車時間構聯，且 G 值感測器開關並不絕對可靠）。
- 在 ED-112B 中對於 GSE 與 AIRE（accident investigator recorder equipment）的功能需求列出了詳細的定義，其中明確指出 AIRE 需要具備能從單一記憶體中直接下載記錄資料，並且在下載個別記憶體資料後再組合成完整資料的需求。

3.6 即時紀錄器資料救援與虛擬飛航資料紀錄器

有關飛航紀錄器資料傳輸 TFRD 議題，源自於 2014 年的馬來西亞航空 MH370 事故，在事故發生多年後，由於疑似航空器墜海地點地處偏遠的東印度洋，面積過大，加以海深均為超過三千公尺以上的深海，因此除了一片漂至東非地區海岸的襟翼殘骸之外，並無發現任何航機的其餘蹤跡。因此，民航界開始研擬及時紀錄器資料傳輸或是快速紀錄器救援的方式，希望避免類似這種情況再度發生。後續經整合之後，主要的解決方式分為兩種，第一種是發展拋射式的飛航紀錄器 ADFR，即航機遇險時透過自動觸發機制或駕駛員手動釋放，將安裝於垂直尾翼上、具飄浮能力的飛航紀錄器拋

出，以便於飛機剛墜海或即將墜海時可以讓飛航紀錄器與航機脫離，並浮於海面上，發出定位訊號使救援行動能夠及時將紀錄器取回。另外一種方式是透過衛星即時、持續的傳輸關鍵飛航資料至地面，並於飛機遇險時能透過一定機制傳輸完整的飛航資料回地面，以保全關鍵之飛航資料。不過第二種方式成功與否很大因素取決於衛星是否能夠提供足夠頻寬供正在飛行的航機使用，甚至有需要時傳輸包括駕駛艙語音等大量資料。

TFRD 系統，如同先前於 ED-155A 文件一段所述，在 ED-112B 文件中區分為兩種等級，class T 系統設計在預先設定好的觸發條件出現時才會傳輸資料，而另外一類型的 class C 則是持續近乎即時地傳輸飛航資料。TFRD 系統定義可傳輸的紀錄資料類型其實就是 ED-112 文件中所討論的飛航紀錄器會記錄的資料類型：飛航資料紀錄 F、語音資料紀錄 V、資料鏈結紀錄 D、影像資料紀錄 I、組員儀表介面紀錄 M 等五種。

有關在 ED-112B 中 TFRD 系統相關特點，摘要如下：

- TFRD 兩種系統均需要具有自系統啟動後，儲存（緩衝）20 分鐘資料的能力。
- TFRD 必須傳出 FDR 必要紀錄參數資料，2 軌 CVR 音訊資料，即一軌 CAM 軌音訊，與一軌混合左座駕駛員、右座駕駛員、駕駛艙觀察席組員之音訊。
- 衛星通訊必須能夠足以提供夠大的頻寬以合理傳輸 FDR 必要參數資料、兩軌 CVR 音訊，與資料鏈結資料。
- 有關抗撞毀殘存條件等不適用於 TFRD 紀錄系統。
- 設計 TFRD 系統時必須考慮資訊傳輸安全。
- Class C 與 class T 兩種紀錄系統必須使用非揮發性記憶體。
- 兩種紀錄系統必須在航空器以發動機動力移動前開始記錄資料，並且持續到飛行任務結束，不再依賴發動機動力移動為止。
- Class T 紀錄系統得在傳輸事件前至少 20 分鐘的暫存資料、及緊急事件結束 20 分鐘的資料後停止傳輸資料。TFRD 系統不需要輔助獨立電源供應。
- 傳輸的飛航資料與資料鏈結紀錄品質必須要與固定式的 FDR 與 DLR 紀錄資料品質一致。
- 傳輸的壓縮語音資料品質必須要與 CVR 紀錄資料品質一致。
- 如果機上的 CVR erase 功能被啟動，TFRD 系統的暫存資料及地面上的紀錄必須依此更改為不得直接逕行讀取的格式（即無法使用正常下載解讀方法）。

有關於資料傳輸安全這一議題，此次在會議中曾引起廣泛討論，尤其是針對資料存於地面上資料中心後的安全性與真實性（尤其是機上紀錄器資料無法取回的情況），目前沒有一個絕對的定案或共識，惟目前相關的技術指引可從 ARINC 680（航空器自動遇險追蹤）及 ARINC 681（即時取回飛航資料）兩份指南，及 ICAO 第 10165 號文件（全球航空遇險與安全系統，GADSS）當中獲得。

自動拋射飛航紀錄器 ADFR 的內容詳述於 ED-112B 及 ED-155A 文件的 Section 3。摘要如下：

- 飛航組員在駕駛艙正常位置就坐時應隨時有清晰、且不被阻擋的 ADFR 拋射狀態之視覺提醒。
- ADFR 必須在航空器碰撞地面或水面時方能拋出，以便盡可能記錄足夠之飛航資料。
- ADFR 不得於非災難性的事件發生時，如重落地或機尾觸地事件時即被拋射。
- ADFR 得（may）於空中相撞或爆炸時拋射。
- ADFR 拋射條件由航空器製造商根據操作情境來定義。
- 感測器安裝數量與種類、最大加速度等用於判斷是否墜機與否的條件必須用於定義 ADFR 拋射條件。
- 由確認墜機至 ADFR 拋射的時間不得超過 50 毫秒。
- 為避免潛在的安全威脅，航空器於地面時拋射裝置可加以鎖定，意即無法以手動方式作動，如從地面靜止狀態拋射出 ADFR 時，ADFR 落地位置必須位於距拋射處下方 1 公尺的水平面 20 公尺範圍內。
- 如電力匯流排失效時，ADFR 拋射機構仍應有效作用至少 15 分鐘。
- ADFR 拋射後必須遠離航機殘骸位置。
- ADFR 拋射軌跡應考量航空器飛行特性使其拋射後遠離機體。
- ADFR 應於接觸水面後作動水下發報器，建議於水面下 1.5 米至 5 米之間的水壓作為致動條件。
- ADFR 的作動不得僅以 G-switch 作為唯一判斷條件，可另外使用如 MEMS 於結構分析等方式判斷。
- ADFR 須具備抗撞毀殘存條件，如穿透力、靜壓、高溫條件等另外有不同於固定式飛航紀錄器的定義。

- ADFR 需安裝符合 ED-62B 或 RTCA DO-204A 規定的 ELT。

3.7 先進空中移動紀錄器

在 WG-118 工作小組中，為因應 ICAO 正在進行編撰的新增第六號附約第四部份（Annex 6 Part IV）大型無人機飛航規則，而成立的次工作小組：先進空中移動（advanced air mobility, AAM）紀錄器規格。EASA 與 EUROCAE 均曾表達由於未來大型無人機紀錄器規格勢必與現行的定翼機、旋翼機規格相差甚多，如紀錄資料必須包括地面站資料規格或傳輸方式律定等，因此現今的 ED-112B 的 MOPS 形式似無法適用未來的無人機紀錄器規格，於是 EASA 建議改以另外的最小航空系統性能（minimum aviation system performance, MASP）文件方式取代。因此，目前 WG-118 工作小組對於大型無人機紀錄器規格編撰的協議為於完成 ED-112B 文件後，繼續進行先進空中移動紀錄器規格 MASP 文件的編撰工作，預計以 18 到 24 個月的時間完成。

在本次的實體工作小組會議當中，由法國 BEA 提出了目前 MASP 文件的大綱，分為五個章節：

1. 目的與範圍
2. 方法
3. 系統性能要求
4. 互通性（interoperability）要求
5. 性能驗證

由於目前進度只完成了第一章內的 1.1 背景說明與文件目的的草案撰寫，在本次會議中，因為次工作小組主席美國波音公司代表未出席的緣故，由 BEA 代表說明希望持續由小組成員檢視本段文字內容；此外，BEA 會議中也表達，基於未來先進空中移動載具紀錄器抗撞毀殘存能力可能與普通航空器航電裝置相似的理由，希望透過向各國調查機關成員發問卷調查的方式，了解各國在調查普通航空器事故的時候，遭遇航電或資料紀錄裝置記憶體遭毀損的比率，以便未來能夠在本文件上撰寫適合的環境測試內容。

3.8 其他議題

一個在工作小組被廣泛討論的議題為飛航資料的所有權問題。原因起源於以往紀錄器製造商在設計飛航紀錄器時，所記錄的飛航資料均為通用 ARINC 格式，因此對於第三方的 GSE 製造商來說，設計自家的資料下載解讀裝備與紀錄器介接時就不會遇到困難，但近年來由紀錄器製造商 L3Harris 公司開始，為了儲存更多飛航資料在紀錄器內，開始使用自家的壓縮格式將資料進一步壓縮之後儲存於紀錄器內的記憶體，因此對於第三方 GSE 製造商來說，除非獲得紀錄器製造商授權或付出費用，不然就無法提供一站式的資料解讀服務（使用者需要先使用原廠工具將資料轉換成通用格式）。尤其當 L3Harris 公司最新的 25 小時座艙語音與資料紀錄器在設計時，宣稱考慮到資訊安全，還更進一步的將資料加密後進行傳輸，更使得使用者（如航空公司）需要每年付固定價格的費用，向原廠購買解密使用權利後，才能使用解密、但仍經壓縮的製造商紀錄格式檔案，否則就只能依賴 L3Harris 的雲端資料解讀服務（又是另外一筆更大的費用）。因此，過去的幾次視訊會議中，參與工作小組的 L3Harris 代表與 GSE 廠商、調查單位等針對飛航資料及駕駛艙語音資料所有權歸屬進行了許多的唇槍舌戰。最終，在 ED-112B 文字中，加入表述以下精神的文字：

1. GSE 並非機載設備，但仍有可能被作為對於航機系統網路攻擊的起點，因此設計上需要考量資訊安全。
2. GSE 得（may）使用加密的通訊協定進行資料傳輸。
3. 提供給事故調查機關的 GSE 或是事故調查套件 AIRE 不得（shall not）將下載資料加密。
4. 提供給航空器操作人的 GSE 得（may）加密傳輸，但此操作人須（shall）擁有是否加密的選擇權。
5. 提供給事故調查機關的 GSE 或是事故調查套件 AIRE 不得（shall not）要求使用登入密碼，密碼僅能使用在永久刪除紀錄資料功能，但該密碼必須（shall）清楚刊載在使用手冊。
6. 提供給航空器操作人的 GSE，播放語音或影像紀錄時須（shall）使用密碼管控，密碼應（should）由操作人妥善保管。

由上述除可見對於事故調查機關的資料運用自由，不應該被製造商的商業行為所受限，但對於售予航空業者的飛航紀錄器可在獲得客戶同意的情況下為資安因素進行加密，另外也可以發現 SHALL 與 SHOULD 的使用時機。

四、建議

本次參與歐洲民用航空設備組織技術活動，收穫豐碩。除藉由參與自工作小組成立以來第二次實體會議，得以有機會與長時間以來僅在視訊會議上只聞其聲、未謀其面的各國專家當面交流，並充分了解國際飛航紀錄器標準建立的過程、紀錄器法規各種應該考慮的面向、各方對於用字的使用與琢磨，以及不同單位的立場或使用需求折衝等，獲得了親身的體驗並有許多第一線的觀察。同時，也深深了解除了在飛航紀錄器解讀的技術上精進之外，對於國際相關法規發展（如 ICAO 法規、EASA 或 FAA 法規等）的熟稔、還有英語文字的掌握才是能夠在這個平台上能夠勝任愉快的關鍵。因此，據此提出以下建議：

- 持續參與 ED-112B 工作小組以及 EUROCAE 有關飛航紀錄器相關文件編撰活動，厚植運安會技術人員對於飛航紀錄器國際法規之見解及影響力，並派員參加未來技術討論會議以擴展與國際專家交流。

參加國際運輸安全協會年會出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

出國人職稱：研究員

姓名：郭嘉偉

出國地區：法國巴黎市

出國期間：民國 113 年 10 月 6 日至 10 月 11 日

報告日期：民國 113 年 12 月 11 日

建議事項：

	建議項目	處理
1	持續參與 ED-112B 工作小組以及 EUROCAE 有關飛航紀錄器相關文件編撰活動，厚植運安會技術人員對於飛航紀錄器國際法規之見解及影響力，並派員參加未來技術討論會議以擴展與國際專家交流。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行