

出國報告（出國類別：考察）

赴新加坡參加飛航紀錄器 解讀與分析訓練出國報告

服務機關：行政院飛航安全委員會

姓名職務：調查實驗室主任／官文霖

派赴國家：新加坡

出國期間：民國 100 年 9 月 28 日至 10 月 1 日

報告日期：民國 100 年 10 月 14 日

目次

壹、目的	2
二、過程	3
三、心得	4
3.1 飛航紀錄器相關規範與標準及建議措施	
3.2 經驗分享與討論議題	
3.3 法航 447 之飛航紀錄器與機載晶片解讀	
3.4 Airbus 機隊之飛航紀錄器解讀系統	
肆、建議	21

壹、目的

為促進本會與國際飛安專家交流並推動亞洲安全網業務，提升我國調查能量，保持本會於紀錄器解讀及發展能與先進國家並駕齊驅，派本會官員赴新加坡航空事故調查局（AAIB）參加飛航紀錄器解讀與分析訓練（Flight Recorders Training Program）。本次會議由台灣 ASC、澳洲 ATSB、法國 BEA、法國 Airbus、美國 Honeywell 公司及新加坡 AAIB 擔任授課講員。

本次研討會係由 AAIB 主辦，參與人數約 90 人，亞太地區的民航監理機構及飛航事故調查機構均派員參加，詳圖 1。研討主題包括：ICAO ANNEX 6 相關標準及建議措施（SARPs）、歐盟 ED112 及 ED155 的紀錄器相關規範、飛航紀錄器解讀與分析的軟體及硬體、各調查機構的經驗分享、Airbus 機隊之飛航紀錄器系統特性，以及 AF447 飛航紀錄器與機載晶片之解讀等。



圖 1 各國代表合影

二、過程

日期	起訖地點	詳細任務
09/28	台北-新加坡 BR225	起程
	飛航紀錄器水下演練研討會	會議
09/29	<ul style="list-style-type: none"> ◆ ICAO ANNEX 6 標準及建議措施 (SARPs) ◆ 歐盟的飛航紀錄器相關規範 (ED-112/ED-155) ◆ 飛航資料紀錄器之資料寫入機制 ◆ 座艙語音紀錄器開始及停止紀錄機制 ◆ 飛航紀錄器解讀系統簡介 	
09/30	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 機載晶片之解讀與發展現況 ◆ 應用多重資料來源進行飛航性能分析 ◆ 飛航資料之展示及動畫應用工具 ◆ 澳航 QF32 飛航事故調查經驗分享 ◆ 法航 447 之飛航紀錄器與機載晶片解讀 ◆ Airbus 機隊之飛航紀錄器系統特性 ◆ 各調查機構的經驗分享與座談 	
10/01	新加坡-台北 BR226	返國

三、心得

以下心得分爲四部份，包括：飛航紀錄器相關規範與標準及建議措施、經驗分享及討論議題、法航AF447飛航紀錄器與機載晶片之解讀、Airbus機隊飛航紀錄器系統之特性等。

3.1 飛航紀錄器相關規範與標準及建議措施

會議第一天主要討論飛航紀錄器的相關適航規範，主要依據ICAO ANNEX 6 標準及建議措施（SARPs），及歐盟的飛航紀錄器相關規範（ED-112／ED-155），針對固定翼航空器其最大起飛重量（MTOW）大於5,700公斤者（TYPE 1A型）及27,000公斤者（TYPE 1型），詳列於ANNEX 6 Part 1 6.3節。ICAO ANNEX 6 第9版Appendix 8，詳列32項（TYPE 1）及78項（TYPE 1A）必要紀錄參數之名稱及相關標準。

歐盟的飛航紀錄器相關規範包括：ED-112及ED-155，均由歐盟航電組織EUROCAE負責籌組工作小組後訂定。目前，約有20個工作小組運行中，它據以收集、處理及研擬各會員國及業界代表之意見，透過會議形成共識後，提出與ICAO ANNEX 6標準及建議措施（SARPs）有關的修訂文件給ICAO下屬的飛航紀錄器工作小組研議，再透過AIG會議討論後送交ICAO大會裁定新修訂SARPs的施行日期。此外，ED-112及ED-155屬航空器製造商生產飛航紀錄器的適航標準與相關業界標準的規範文件。固定翼航空器最大起飛重量（MTOW）大於5,700公斤適用ED-112，MTOW低於5,700公斤適用ED-155。有關美國FAA TSO與EUROCAE的飛航紀錄器相關規範及發展歷程詳下表：

	CVR	FDR
FAA	TSO-123B	TSO-124C124B
EUROCAE (MTOW大於5700 KG)	ED-56A → ED-112	ED-55A → ED-112
EUROCAE (MTOW小於5700 KG)	Nil → ED-155	Nil → ED-155

目前，固態式航紀錄器的最低運行性能規格（MOPS）如下：

- ◆ Impact Shock （3400 Gs 6.5ms）
- ◆ Penetration （227kg w 6 mm pin dropped from 3 m）
- ◆ Static crush （22,25 KN {5000 lbs} on all axis for 5mins）
- ◆ High temperature fire （1100 Deg C for 1 hour）
- ◆ Low temperature fire （260 deg C for 10 hours）
- ◆ Deep sea pressure （6000 m）
- ◆ Sea water immersion （3 m for 30 Days）
- ◆ Fluid immersion （48 hours）

我國民航局頒布之航空器飛航作業管理規則中，飛航紀錄器（Flight Recorders）定義：係指任何裝置於航空器上可獲取航行資料，當航空器發生意外或事故後可供調查使用之記錄儀器。包括：飛航資料紀錄器及座艙語音紀錄器。然而，ICAO ANNEX 6 第9版（2010年7月）所定義之飛航紀錄器係指任何裝置於航空器上具備Crash Protected功能用以獲取航行資料，當航空器發生意外或事故後可供調查使用之記錄儀器。包括飛航資料紀錄器（FDR）、座艙語音紀錄器（CVR）、座艙影像紀錄器（AIR），及數據鏈通訊紀錄器（DLR），細節詳見於6.3.1 至6.3.3。

針對舊式飛航紀錄器的廢止，ANNEX 6亦有明確規定，重點節錄如下：

- ◆ 自1998年1月1日起，全面廢止金屬錫箔式的飛航紀錄器；

- ◆ 自2012年 1月1日起，全面廢止以FM調變的磁帶式飛航紀錄器；
- ◆ 自2012年 1月1日起，全面廢止磁帶式飛航紀錄器；

我國民航局頒布之航空器飛航作業管理規則第一百十一條：

航空器使用人應於航空器上裝置飛航紀錄器，以記錄供航空器失事調查使用之必要飛航資料，其詳細規範依附件十二辦理。但該航空器原製造廠未提供技術通報供改裝且使用者無法於市場上取得我國、美國、歐洲聯合航空安全署或原設計國等之民航主管機關之補充型別檢定證供技術修改所需者，不在此限。

飛航紀錄器應於飛航前開啓，不得於飛航中關閉。但於航空器失事、航空器重大意外或航空器意外事件發生後，應於飛航中止時即關閉飛航紀錄器，於取出紀錄前，不得再開啓飛航紀錄器。

航空器使用人應執行飛航紀錄器系統操作及評估檢查以確認飛航紀錄器系統持續可用。

ICAO ANNEX 6 第9版6.3.4節、11.6節對於飛航紀錄器的適航性檢查及發生飛航事故後飛航紀錄器的保全亦有明確規定，全文如下：

6.3.4.3 Continued serviceability

Operational checks and evaluations of recordings from the flight recorder systems shall be conducted to ensure the continued serviceability of the recorders.

6.3.4.4 Flight recorder electronic documentation

Recommendation.— The documentation requirement concerning FDR and ADRS parameters provided by operators to accident investigation authorities should be in electronic format and take account of industry specifications.

Note.— Industry specification for documentation concerning flight

recorder parameters may be found in the ARINC 647A, Flight Recorder Electronic Documentation, or equivalent document.

11.6 Flight recorder records

An operator shall ensure, to the extent possible, in the event the aeroplane becomes involved in an accident or incident, the preservation of all related flight recorder records and, if necessary, the associated flight recorders, and their retention in safe custody pending their disposition as determined in accordance with Annex 13.

3.2 經驗分享與討論議題

本次會議與會者十分踴躍分享經驗與遭遇的問題，主要提問問題包括：CVR 斷電機制、各種航電訊號如何寫入FDR、飛航紀錄器的解讀與分析工具、FDR紀錄參數的精準度及正確性、飛航資料之展示及動畫應用等。

有關CVR斷電機制將於3.4節說明，各種航電訊號如何寫入FDR的問題，涉及磁帶式及固態式兩種規格。一般而言，民航機的航電訊號採用ARINC 429或629Z匯流排作為感測器、特定機載電腦及顯示端的標準。航電訊號可以概分為類比訊號、數位訊號及電門開關等三種，透過數位訊號擷取單元（DFDAU or FDIU）轉換為數位資料後，再採用ARINC 573或717的匯流排標準，將ARINC 429或629的資料匯流排的資料以串列方式寫入FDR，比較特別的是Boeing 787型機採用ARINC 767的訊號標準將飛航資料寫入FDR，如圖2為ARINC 573標準的FDR原始資料格式。

歐美飛航事故調查機構的飛航紀錄器解讀工具極為類似，CVR多用MAGIX Samplitude、Sony Sound-Forge、Sony VEGAS或是ADOBE Audition作為座艙聲音處理及抄件撰寫的工具；FDR多用Flightscape Insight，少數用FDC GRAF或Airbus Airfase。然而，飛航事故調查所涉及的分析極為多樣性且複雜，所以有些調查機構的工程部門亦需靠自行研發的方式，來發展資料整合及分析工具。例如：NTSB的DANTE、BEA的LEA及LOLA、ASC的TRK2KML及OIMIS等。

Word No	SUBFRAME 1				SUBFRAME 2				SUBFRAME 3				SUBFRAME 4				Word No												
	MSB BIT 12	INPUT BITS			MSB BIT 12	INPUT BITS			MSB BIT 12	INPUT BITS			MSB BIT 12	INPUT BITS				LSB BIT 1											
01	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	01
02	Indicated Airspeed				Indicated Airspeed				Indicated Airspeed				Indicated Airspeed				02												
03	Angle of Attack LH				Angle of Attack LH				Angle of Attack LH				Angle of Attack LH				03												
04	Normal Acceleration				Normal Acceleration				Normal Acceleration				Normal Acceleration				04												
05	Longitudinal Acceleration				Longitudinal Acceleration				Longitudinal Acceleration				Longitudinal Acceleration				05												
06	Lateral Acceleration				Lateral Acceleration				Lateral Acceleration				Lateral Acceleration				06												
07	VOR 1 Frequency				ILS 1 Frequency				DME 1 Frequency				Present Position Latitude Fine				07												
08	Left Spoiler 2 Position				Left Spoiler 2 Position				Left Spoiler 2 Position				Left Spoiler 2 Position				08												
09	Left Spoiler 4 Position				Left Spoiler 4 Position				Left Spoiler 4 Position				Left Spoiler 4 Position				09												
10	Left Spoiler 5 Position				Left Spoiler 5 Position				Left Spoiler 5 Position				Left Spoiler 5 Position				10												
11	NI/EPR Actual Eng 1				NI/EPR Actual Eng 1				NI/EPR Actual Eng 1				NI/EPR Actual Eng 1				11												
12	Normal Acceleration				Normal Acceleration				Normal Acceleration				Normal Acceleration				12												
13	Pitch Attitude				Pitch Attitude				Pitch Attitude				Pitch Attitude				13												
14	Left Elevator Position				Left Elevator Position				Left Elevator Position				Left Elevator Position				14												
15	Capt Pitch Command Position				Capt Pitch Command Position				Capt Pitch Command Position				Capt Pitch Command Position				15												
16	F/O Pitch Command Position				F/O Pitch Command Position				F/O Pitch Command Position				F/O Pitch Command Position				16												
Validity: A319, A320, A321		DFDRS		Validity: A319, A320, A321		DFDRS		Validity: A319, A320, A321		DFDRS		Validity: A319, A320, A321		DFDRS															
DA		06-Jan-97		DA		06-Jan-97		DA		06-Jan-97		DA		06-Jan-97															

圖 2 FDR 原始資料格式 (ARINC 573 標準)

FDR紀錄參數的精準度及正確性要求，詳列於ICAO ANNEX 6 PART 1 Appendix 8中。以實務經驗而言，飛航事故發生後取得正確的解讀文件為首要工作，Airbus 稱為Flight Data Recording Parameter Library (FDRPL)，Boeing 稱為Interface Control Document (ICD)。FDR解讀人員務必詳實參照FDRPL或ICD文件逐一比對每一項飛航參數的Word Location、Data bits、Sign Conversion、Scale Factor等。最易造成解讀錯誤的地方有三：忽略正負號、Scale Factor小數點未輸入或過少、雙字元的組合運算。

討論過程中Airbus代表針對氣壓高度(屬雙字元)的精準度提出說明，考慮來自ADC的氣壓高度為1,200呎，FDR的精確字元Scale Factor為64呎，則真實記錄的原始資料為18 (1200 / 64=18.75)，FDR解讀後氣壓高度為1,152呎 (18*64=1,152)，兩者相差48呎，此結果以超出ICAO ANNEX 6 Part 1 Appendix 8的標準。因此，FDR紀錄參數的精準度係由Appendix 8飛航參數列表的紀錄分辨率(recording resolution)決定。通則如下：

◆ $FDR紀錄值 \leq 感測器量測值 \leq FDR紀錄值 + 紀錄分辨率 [正斜率]$

如：航向 $FDR90度 \leq 感測器量測值 \leq 90度 + 0.3515625度$

◆ $FDR紀錄值 - 紀錄分辨率 \leq 感測器量測值 \leq FDR紀錄值$ [負斜率]

如：Roll $FDR -10.2度 - 0.3515625 \leq 感測器量測值 \leq -10.2度$

本次會議中，澳洲ATSB提報飛航資料之展示及動畫應用工具時，多次提到本會發展的TRK2KML程式，並展示如何將真實的調查資料透過TRK2KML建立3D動軌跡並於Google Earth中進行分析，詳圖3。

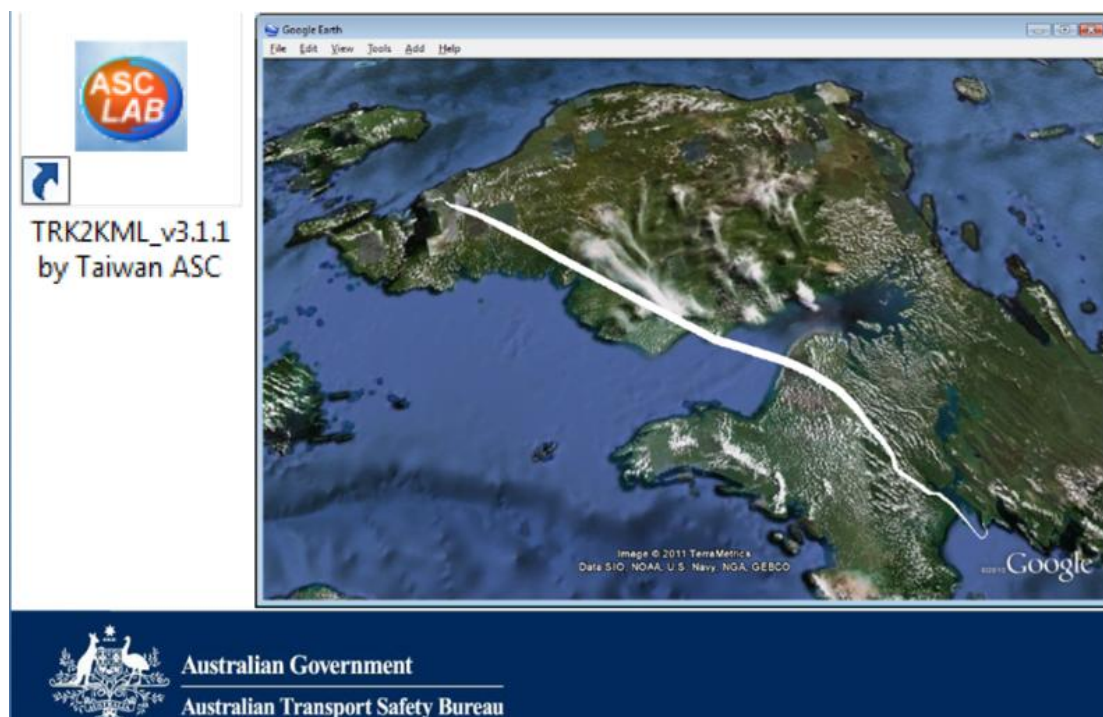


圖3 ATSB展示TRK2KML程式功能

本次會議Honeywell飛航紀錄器部門提報機載晶片的調查應用，所謂機載晶片係指飛機上各種航電裝備內的非揮發性記憶體（Non-Volatile Memory, NVM）。常見的可用機載晶片如：GPS、FDAMS、DMC、FADEC、WXR、EGPWS、TCAS、IHAS，及HUMS（只見於特定直升機）。

Honeywell公司生產的各種EGPW設備，均會紀錄EGPWS被觸發前20秒及觸發後10秒的資料，取樣率1秒。特別注意，NVM不會紀錄事件的觸發日期與真實時間。圖4為EGPWS所紀錄參數的範例。

此外，Honeywell公司生產的各種EGPW設備如升級為Smart Landing模組，

則航空器於起降階段也會紀錄相關參數，這對跑道入侵與衝出跑道的調查極為有用，參數有航機經緯度、經緯度來源 (FMS/IRS/GPS)、GPS高度、地理高度、GPS狀態、真實航向及最接近的機場資料庫等。

• List of parameters recorded in EGPWS “Warning” Flight History Data

Alert Type	Terrain Database Elevation	Engine Torque Data #1
System Operating Time	GPS Satellites Visible	Engine Torque Data #2
Corrected Altitude	GPS Satellites Tracked	Engine Torque Data #3
Latitude	Pitch Angle	Tactical (Low Altitude) Select
Longitude	Roll Angle	Helicopter EGPWS Only
Position Source	Glideslope Deviation	
Position Uncertainty(HFOM)	Localizer Deviation	
Airspeed	Display Range #1	
True Airspeed	Display Range #2	
Ground Speed	Terrain Display Enabled #1	
Minimum Operating Speed	Terrain Display Enabled #2	
Barometric Altitude (Uncorrected)	Landing Gear Down	
Geometric Altitude	Landing Flaps Selected	
Geometric Altitude VFOM	Terrain Awareness & TCF Inhibit	
GPS Altitude	Audio Inhibit	
GPS VFOM	Body AOA	
Radio Altitude	Longitudinal Acceleration	
Altitude Rate	Normal Acceleration	
Magnetic Track	Inertial Vertical Acceleration	
True Track	Filtered Shear/Total Shear	
True Heading	Static Air Temperature	

HFOM – horizontal figure of merit
VFOM – vertical figure of merit

圖 4 EGPWS 紀錄參數範例

3.3 法航 447 之飛航紀錄器與機載晶片解讀

2009年6月1日，一架法航447班機A330-203客機（以下簡稱AF447），執行巴西里約熱內盧加利昂國際機場至法國巴黎戴高樂機場載客任務。該機載有216名乘客以及12名機組人員，該機於巡航高度3,5000呎因不明原因失蹤。經BEA調查後推測當時該機可能進入強烈的暴風雨區域並遭遇強烈的亂流，因不明原因致失事墜海。BEA預計2012年上半年將公布調查報告。

2011年4月2日，法國BEA以側掃聲納找到疑似殘骸區域；一天內以ROV確認殘骸。整個AF447水下偵搜面積達17,000平方公里，殘骸分布面積約才0.12平方公里，平坦的水底，水深3,900公尺。BEA經歷五階段偵搜的工作，共176天海上作業，才找到AF447主殘骸，紀錄器及部分遺體（水深約3900公尺），詳圖5~6。AF447 水下偵搜及殘骸打撈費用達3,460萬歐元，約14.4億台幣。

第1及第2階段均已整合各種資源（空中偵察機、多波束、側掃聲納、潛艦、ROV、AUV、投落送探測器、拖曳式聽音器.....）；組成跨國工作小組，收集近20年海上空難案例，探討落水點及打撈的技術。第3至第5階段，採用國際標方式”call for tender”尋求業界最佳的技術，最後BEA整合了巴西經貿部門及BIMCO及FMS兩大資源，獲得（phase 3 & 4）：

[1] 伍茲霍尔海洋研究所（Woods Hole Oceanographic Institution），配備

REMUS 6000 AUV

[2] ANNE CANDIES - Phoenix International，配備 ORION SSS, CURV21

ROV

[3] Seabed Worker，配備 TRITON ROV

[4] 第 5 階段（遺體、紀錄器及部份主要殘骸打撈）：

◆ Alcatel-Lucent/LDA – Cable Ship + Phoenix

◆ France Telecom Marine（FTM）

◆ Phoenix International：MV EDT ARES

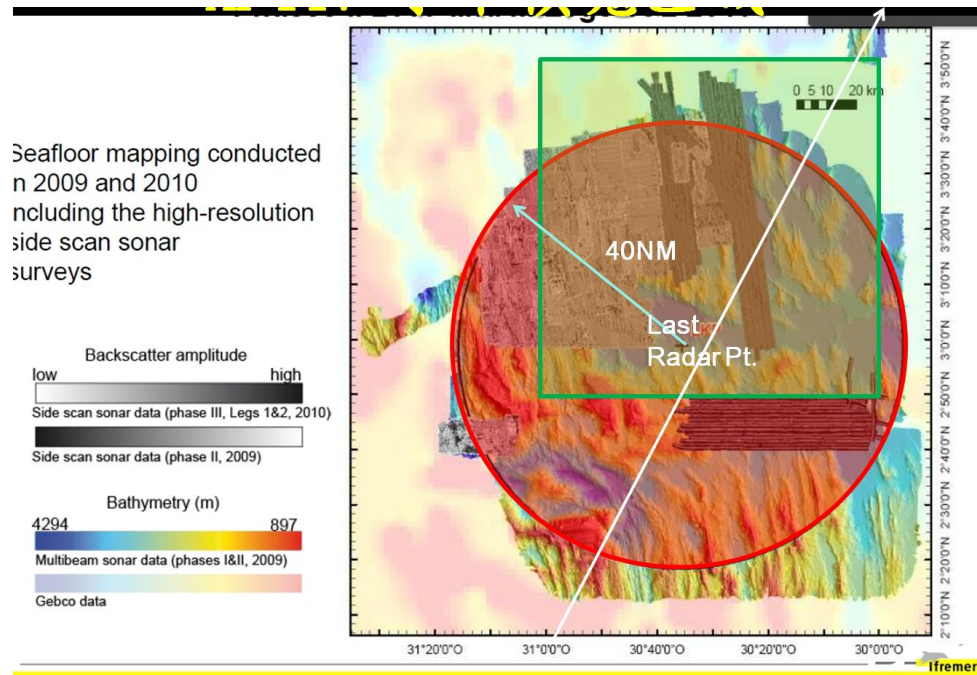


圖5 AF447 水下偵搜區域

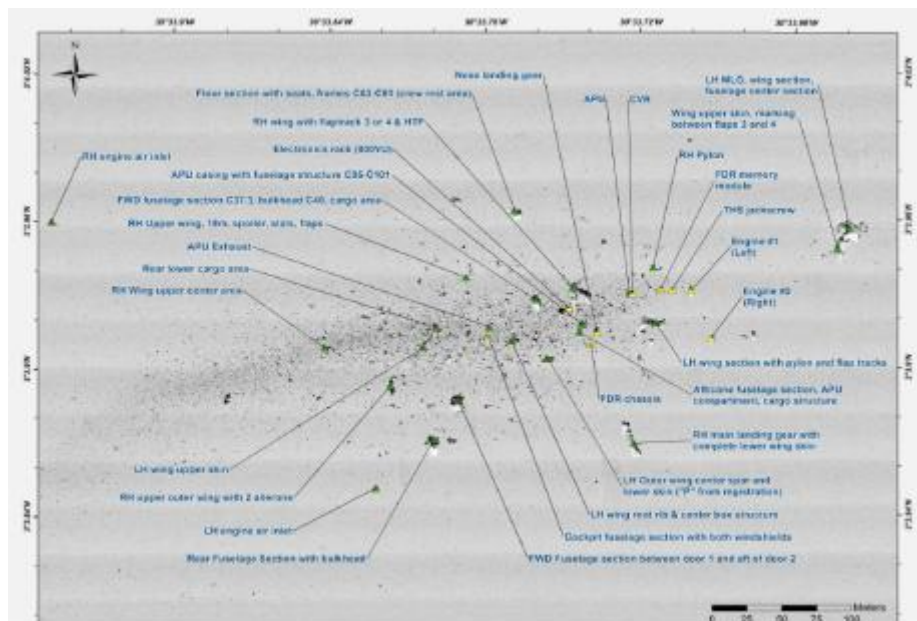


圖6 AF447主要殘骸之水下分布圖

2011年5月1日及5月2日，BEA的打撈團隊確認找到FDR及CVR，且FDR的ULB已脫落僅有CSMU的部份，整具CVR較為完整，其ULB有一撞擊痕跡，詳圖7。其CSMU晶片模組參考J-STD-033B及TSOP 48 with Thickness <1.4mm等規範，

亦即以電子溫控烤箱90度C經歷34小時進行乾燥處理。

BEA與會人員於會議中亦說明，CVR CSMU PCB電路板因腐蝕嚴重，換掉幾顆電阻後，詳圖8。經下載個別晶片內的原始資料，解壓縮發現5軌錄音存在數十秒資料空白，此乃個別晶片內局部記憶體區塊（data blocks loss）流失所致，且此現象已發生過2次，BEA正在研擬相關改善建議給飛航紀錄器製造商。

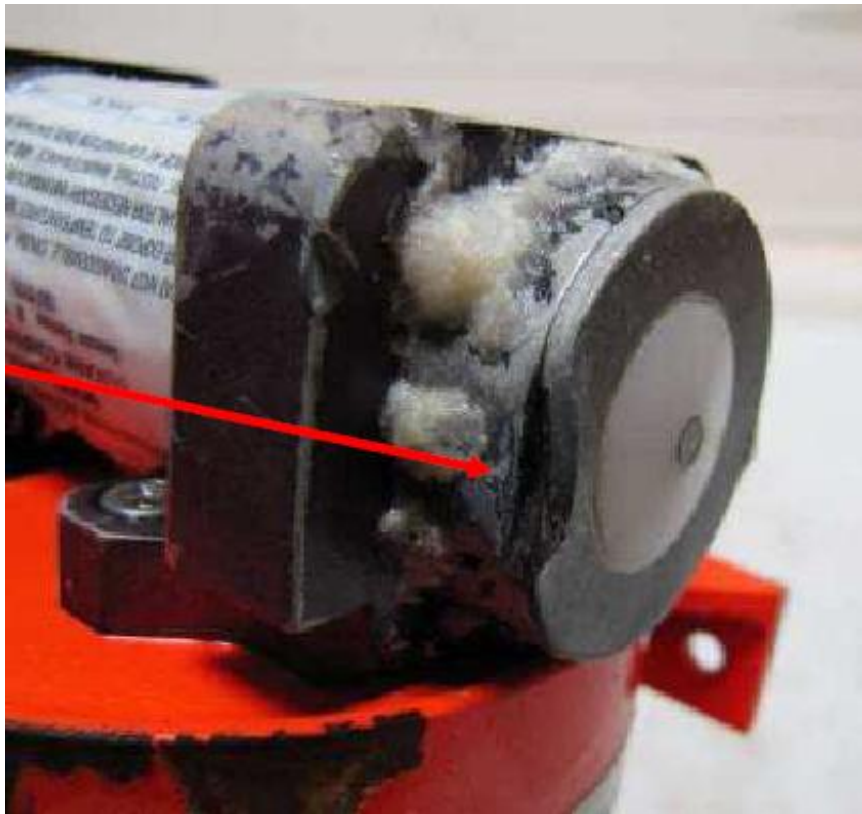


圖7 CVR的損壞電路版修補

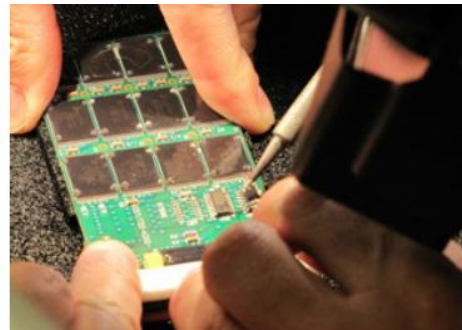
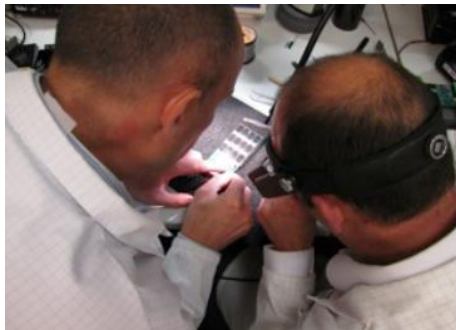


圖7 CVR之ULB外觀圖

目前，BEA逐步將AF447班機的機載晶片從殘骸中標示出來，並將晶片內的

原始資料進行解讀，包括：FMC、eQAR、FCGC等，詳圖8。晶片的解讀程序與損壞GPS晶片的解讀程序一致，BEA係用LOLA軟體系統進行原始資料下載及解讀，再以LEA軟體進行分析。

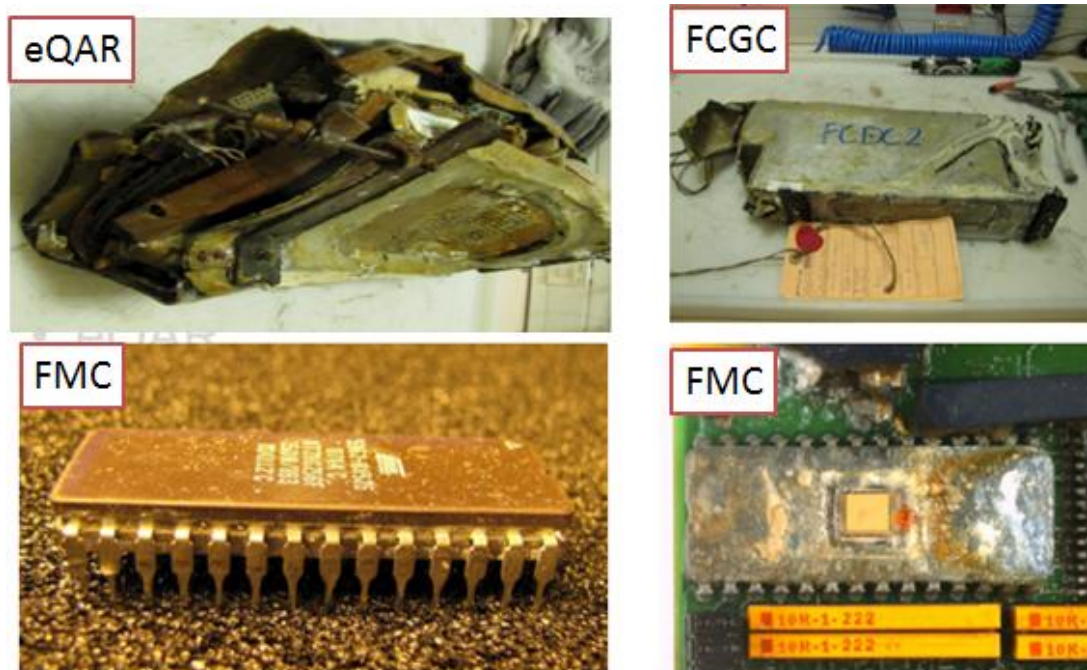


圖 8 AF447 之機載晶片內有紀飛航資料

根據FDR解讀資料，AF447遭遇亂流期間其空速、攻角等參數出現異常，就算配合「Capt Switched on ADR3」、「Capt Switched on IRS3」、「F/O Switched on ADR3」、「F/O Switched on IRS3」也難以找出參數異常理由。經過反覆研究發現，問題有兩種可能：一為ARINC 429資料匯流排的狀態參數(Sign Status Matrix, SSM)及Airbus機隊自動切換資料來源。

採用ARINC 429將資料傳入DFDAU再寫入FDR的過程中，只要資料來源屬Non-valid data，ARINC 429會將該參數設定為Not Computed Data (NCD)或Failure/Warning (FW)狀態，則該NCD則寫入”3072”，若為FW則寫入”2560”資料。正常情況下，FDR只紀錄第一套空速(ADR 1及姿態(IRS 1)，除非正駕駛將『AIR DATA』旋鈕由『NORM』轉為『CAPT ON 3』。故AF447遭遇亂流期間

其空速指示異常的解讀值均為384 (3072 *0.125)，再檢查「Capt Switched on ADR3」的變化即可研判空速紀錄是否由「ADR1」轉「ADR3」，或屬NCD狀態。

假設：『一航機之ADR 1異常且ADR 2/3都正常』下，AIRBUS機隊設計邏輯：『狀況1 駕駛員未用『AIR DATA』旋鈕，則3筆NCD/FW紀錄後，FDR將自動選擇紀錄ADR 2資料；狀況2 駕駛員使用『AIR DATA』旋鈕，FDR將立即自動紀錄ADR 3資料』，詳圖10。

針對上述問題，BEA的第三份AF447期中報告中已對EASA及FAA，以及ICAO提出兩項改善建議，原文如下：「That EASA and the FAA evaluate the relevance of making mandatory the recording of the air data and inertial parameters of all of the sources used by the systems」；對ICAO改善建議：「That ICAO require that aircraft undertaking public transport flights with passengers be equipped with an image recorder that makes it possible to observe the whole of the instrument panel」。

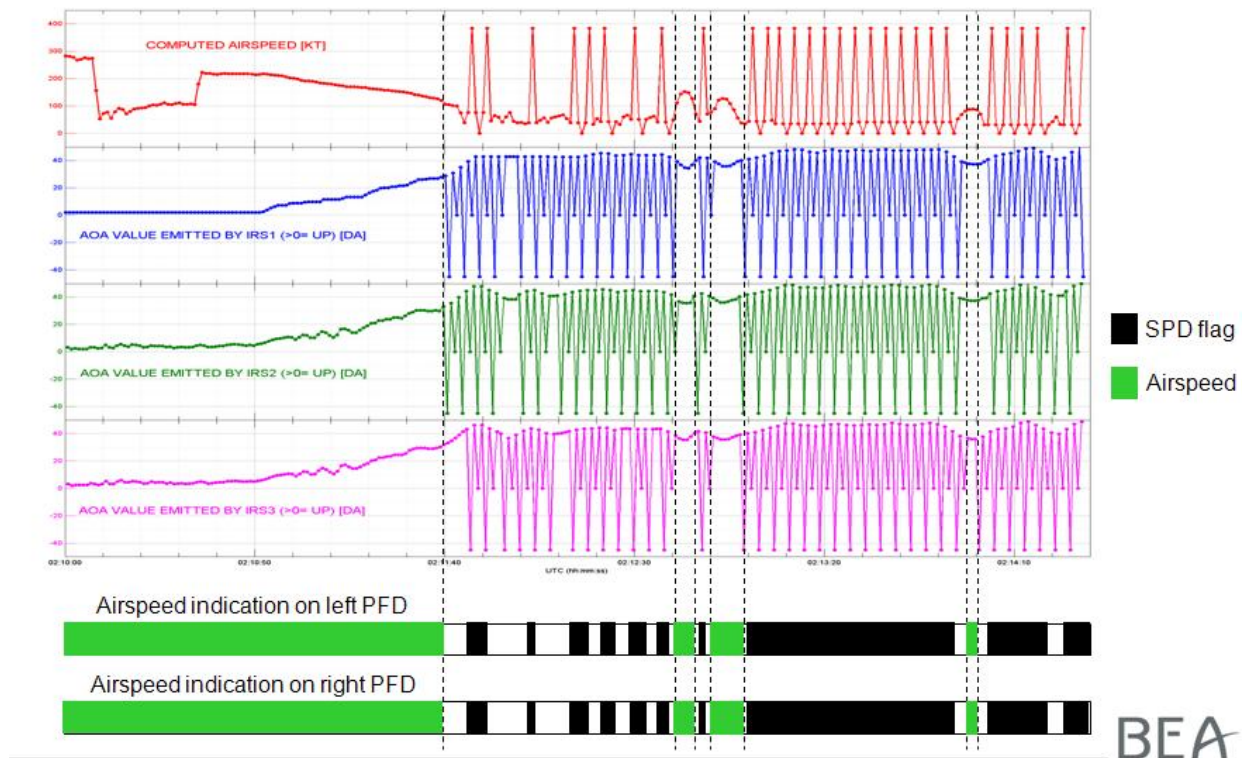


圖 9 AF447 事故發生期間之空速與攻角異常區段

3.4 Airbus 機隊之飛航紀錄器解讀系統

目前，Airbus公司的飛行測試及技術支援部門，以及飛航事故調查部門均使用Flightscape公司的Insight Analysis。隨著航電設備現代化，Airbus機隊（A320／A330／A340／A380）之飛航紀錄器系統極為多樣化且日益複雜。除了符合ICAO Annex 6 SARPs的CVR及FDR外，另有QAR、DAR(digital ACMS recorder)、SAR（Smart ACMS Recorder）。

有別於Boeing機隊（B737／B747／B757／B767）之飛航紀錄器系統，Airbus機隊的飛航資料紀錄器系統開始紀錄機制與斷電停止紀錄機制，及第一套航電系統失效期間，飛航資料紀錄器系統如何切換紀錄參數等問題於會中有深入的討論。摘要如下：

- ◆ CVR自動紀錄（在地面）：航機建立電力系統後5分鐘；第一具發動機開啓；
- ◆ CVR自動紀錄（在空中）：不論發動機是否運轉，根據CVR的電力系統網路之供電情形均會處於紀錄模式。
- ◆ CVR手動紀錄（在地面）：當航機建立電力系統，機組人員於駕駛艙按『GND CTRL』按鈕可強迫CVR進入紀錄模式。
- ◆ CVR自動停止：最後一具發動機停止運轉後5分鐘。
- ◆ CVR Erase：航機停止移動，Parking Brake Set後，機組人員於駕駛艙按『ERASE』按鈕後，可將CVR紀錄資料刪除。
- ◆ FDR紀錄參數來源：於正常模式下，Airbus機隊及Boeing機隊的FDR紀錄參數來源均來自第一套航電系統，亦即Capt.的參考儀表。第一套航電系統失效下，Airbus機隊的FDR會自動切換為第二套航電系統（約3筆資料，0.3秒到3秒）；惟Boeing機隊的FDR紀錄參數只能靠手動切換，詳圖10。

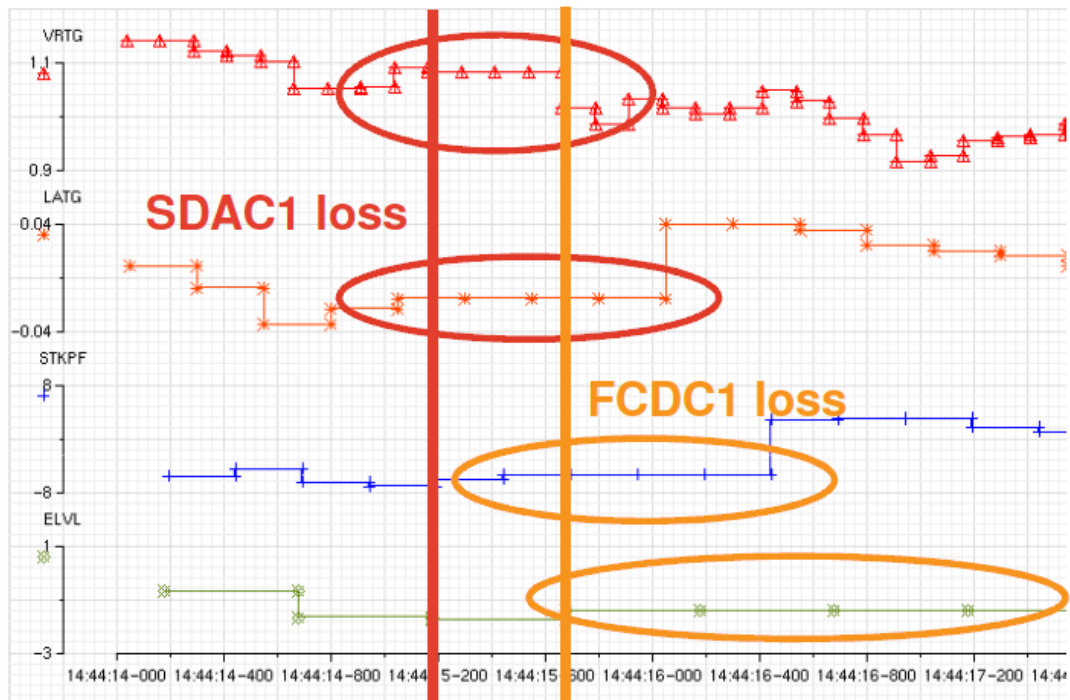


圖10 Airbus機隊之飛航資料紀錄器系統切換紀錄參數來源之案例

會議中亦針對A380飛航紀錄器系統作介紹，且澳洲ATSB於會議中也分享QF32的飛航事故調查經驗，說明如何透過國際合作，將QF32的CVR、FDR、VQAR、SAR等紀錄器進行解讀與分析。A380飛航紀錄器系統，包含：紀錄座艙語音，飛航資料，數位通信訊息等功能。A380之飛航紀錄器設計符合數種新型規範，包括：ICAO ANNEX 6，JAR OPS 1.715 AMD 4，ED-56A（SSCVR），ED-55（SSFDR），Digital Data Link Recording（ED-112），FAR 121.344 APP. M（88項必要紀錄參數），JAR OPS 1.712（ED-112，紀錄座艙語音，飛航資料，數位通信訊息等）。

A380客機具備紀錄『管制員-飛行員數據鏈通訊（Controller-Pilot Data Link Communications，CPDLC）資料於SSCVR記憶體中。A380客機設計兩種飛航紀錄器安裝規格，一為標準型（於機尾安裝兩具獨立的SSCVR，SSFDR），另一為改良型組合式紀錄器（Combined Voice and Data Recorder, CVDR）（分別安裝於駕駛艙及機尾），圖11為A380飛航紀錄器之安裝位置及基本規格。

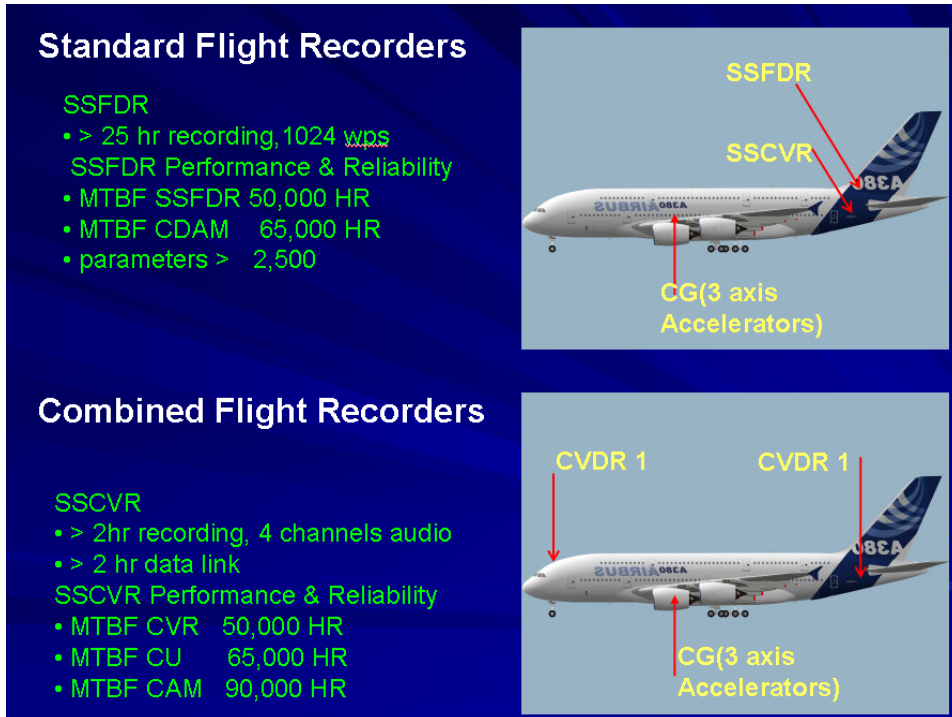


圖11 A380飛航紀錄器之安裝位置及基本規格

就飛航資料紀錄器(Solid-State Flight Data Recorder, SSFDR)而言, A380 客機之飛航資料紀錄器是由駕駛艙影像紀錄器(Flight Deck Image Recorder, FDIF), 數位式飛航資料紀錄器(Digital Flight Data Recorder, DFDR), 3軸加速儀(3 axis LAA), 快速擷取紀錄器(QAR), 及虛擬快速擷取紀錄器功能(VQAR)等次系統組成, 整個A380客機之機載航電資料匯流排, 除原有的ARINC 429資料匯流排外, 另有自動全雙工網路(Automatic Full Duplex Switched Network, AFDX)資料匯流排, 並採交互備援設計, 共有8組節點, 詳圖12。

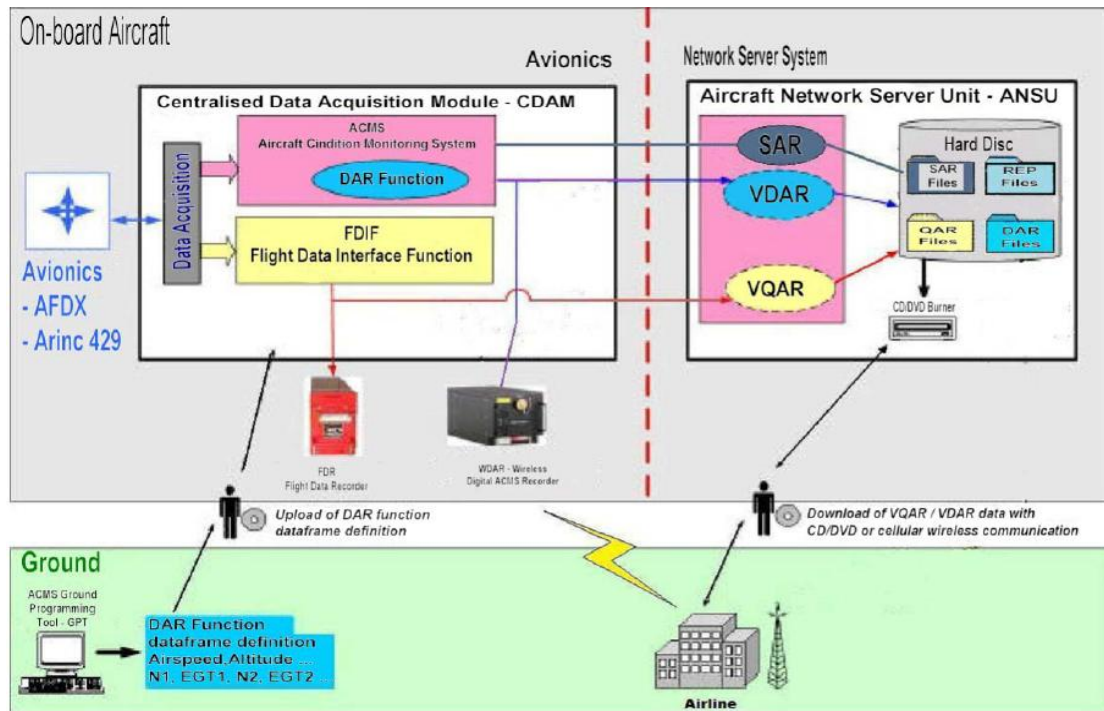


圖12 A380飛航資料紀錄器架構圖

A380之飛航資料紀錄器資料來源眾多，至少能持續紀錄25小時，常見的資料來源包括如下：

- ◆ FADEC (Full Authority Digital Engine Control, 全權數位發動機控制)
- ◆ CDS (Cockpit Display System, 駕駛艙顯示系統)
- ◆ FWS (Flight Warning System, 飛行警告系統)
- ◆ Flight Control/Guidance/ Auto Flight Systems (飛行控制/導引/自動駕駛系統)
- ◆ SFCC (Slat/Flap Control Computers, 縫翼/襟翼控制腦)
- ◆ LGERS (Landing Gear Extension/Retraction System, 起落架伸縮系統)
- ◆ ADIRS (Air Data Inertial Reference System, 大氣數據/慣性參考系統)
- ◆ FQMS (Fuel Quality Management System, 油量品質管理系統)
- ◆ BSCS (Brake and Steering Control System, 煞車及鼻輪轉向控制系統)
- ◆ AESS (Aircraft Environment Surveillance System, 航機環境監控系統)
- ◆ FMS (Flight Management System, 飛行管理系統)
- ◆ BMS (Bleed Air Management System, 供氣管理系統)

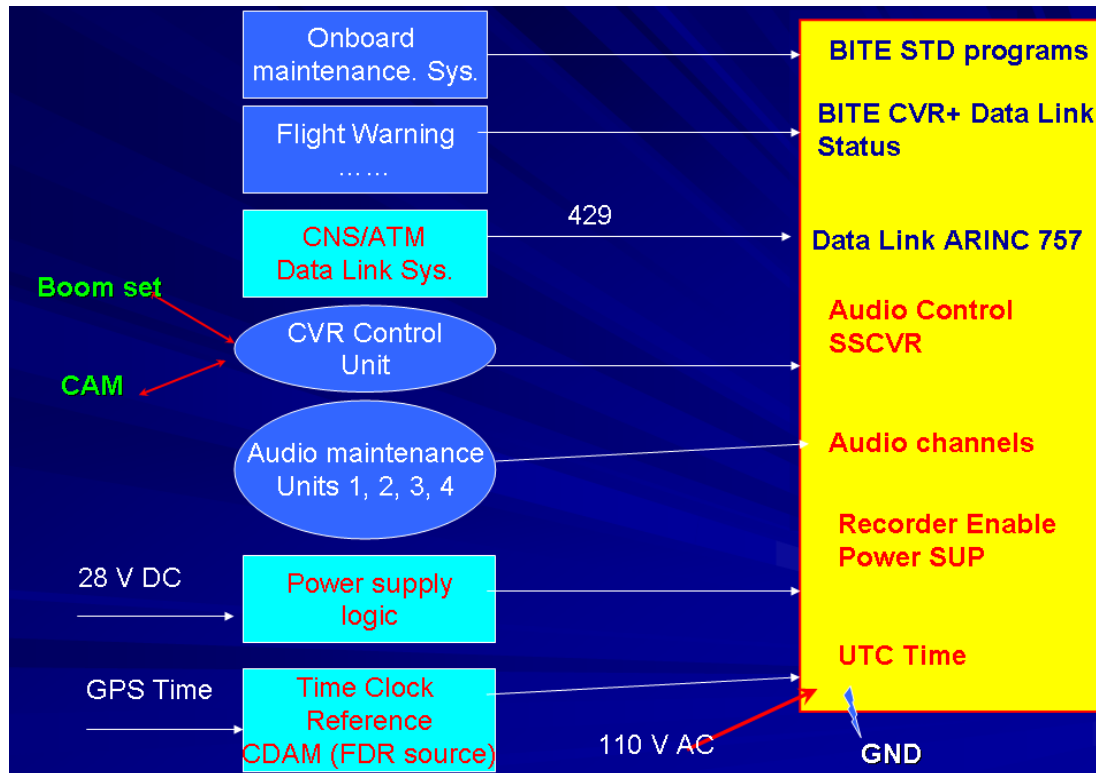


圖 13 A380 座艙語音及數位資料連結紀錄器系統架構圖

A380 客機之座艙語音及數位資料連結紀錄器系統（Cockpit Voice and Data Link Recorder System，CVDLRS）亦為目前最複雜的系統，CVDLRS包括：固態式座艙語音紀錄器，數位資料連結介面（Digital Data Link Interface，DDLI），圖 13為A380座艙語音及數位資料連結紀錄器系統（CVDLRS）架構圖。

座艙語音控制單元（Cockpit Voice Unit），包含了針對數位資料連結之記錄訊源如下：

- ◆ AFN（Aircraft Flight Notification，飛機航通知）
- ◆ ADS-C（Automatic Dependent Surveillance-Contract，約定式自動回報監視）
- ◆ DCL（Departure Clearance Link，離場許可連結）
- ◆ OCL（Oceanic Clearance Link，越洋許可連結）
- ◆ D-ATIS（Digital-Automatic Terminal Information Service，數據化機場終端資料自動廣播系統）

肆、建議

本次參加「赴新加坡參加飛航紀錄器解讀與分析訓練研討會」，行程圓滿且收穫豐富。各國的飛航紀錄器專家計90餘人出席，相關議題的討論及交流熱絡。

職提出兩項建議：

- 一、 持續精進新式飛航紀錄器之解讀與分析能量。
- 二、 於經費允許下，選派本會技術同仁赴歐美調查機構及飛航紀錄器原廠研習相關專業知識及技能。