

「黑盒子」之父——

· 沈運曾譯 ·

人稱「碰撞先生」的雷安教授

——綽號人稱「碰撞先生」的雷安教授對今日飛航安全之貢獻功不可沒

有關航空器飛航資料之記錄儀，其實早在甚至有動力載人飛行之前便有的了。不過那時——即早期「輕於空氣(lighter-than-air)」飛航之資料，係僅以語音或手寫信號方式，將高度及風向予以紀錄。萊特弟兄(Wright brothers)在其「飛行者號(Elyers)」上，便曾使用及其粗糙之儀器，來計



綽號「碰撞先生」的「黑盒子」之父——傑姆斯雷安教授。

量時間、距離，及引擎之轉速(rpm)。到上世紀二〇年代，許多飛機上，包括林白(Charles Lindbergh)飛越大西洋的「聖路易精神號(Spirit of St. Louis——見本刊第三八七、六三九及六九四期本欄)」，都只裝上一隻小小的自動氣壓計，和一個旋轉的紙滾筒，配上墨水鐵尖筆而已。直到二次大戰後，紀錄器已變得更加精巧，也被普遍利用，但它們多半仍都犯有同樣的毛病，那就是：沒有一個能經得起嚴重的摔砸！因此，往往是將不必要的記錄下來，重要而最有用的飛航資料，通通給摔毀掉了。

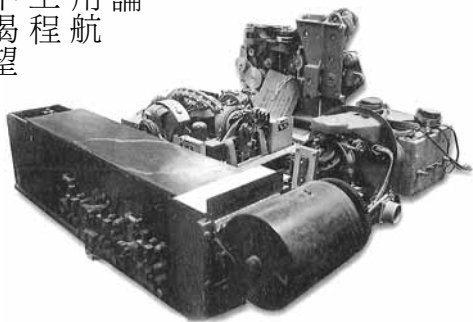
其實在二戰時期也沒有少做這方面之試驗，「美軍陸航(US Army Air Corps)」與美國「民航委員會(Civil Aeronautics Board)」便曾聯合起來，鼓勵研發「經得起摔砸」的飛航資料紀錄器。此舉有兩大必須之理由：第一，戰時訓練與任務飛行之數量日增，墜機失事亦相對增加，從而人員傷亡及航空器損毀加重。為求積極改善，故從訓練方式，至飛機之結構、設

計，均需經常不斷革新。因此必須由飛航資料，來作為改良革新之依據。

第二，無論軍方或民用航空的修護工程人員，無不渴望

，能找到在飛機出事墜毀後，浪費無數人力和時間，去對飛機的詳細目視檢查的替代方式。巴不得能獲得一個飛航資料紀錄儀，依照其可靠之資料，發現有無潛在之危險。有幾家公司一面生產，一面也開始注意到紀錄儀之設製，但終究非急迫之二線工作，故直到大戰結束，進展仍然不多。

其實，早在大戰初期「通用機器廠(General Mills)」，便曾涉及替陸航及其他一些軍事單位研發精密儀器，一部分工作繼續進行了十年之久。該廠機械部門曾四處尋找有經驗之工程師，參加發展一項新式飛航資料紀錄儀的工作，正式予以命名為「飛航資料紀錄儀(FDR—Flight Data Recorder)」計畫。



一部雷安實驗室機械式之電腦。

終於，他們挑選到愛荷華大學（University of Iowa）匹茲堡工程學院（Pittsburgh Engineering School）畢業的傑姆斯雷安教授（Prof. James J. Ryan），當經濟不景氣初期，他曾在「西屋電氣公司（Westinghouse）」工作過，後來於一九三一年才到明尼蘇達大學（University of Minnesota）任教。他對解決軍方問題並不陌生，戰時，他曾協助過標準高度表、加速計、與張力設計之紀錄儀。噴射機時代來臨後，雷安教授曾奉命擔任美國空軍一項特別計畫的首席飛行員。

「究竟應在甚麼高度？甚麼速度時？打開保險傘？或飛行員已不能用傘時，啟動其自動開傘裝置，才夠安全？」此項工作，正好為發展精確而牢固的飛航資料紀錄儀，打下良好基礎。



雷安製模型A之飛航資料紀錄儀原型機，能記錄高度、空速及加速度。

而「通用機器廠」這批人馬，並非試圖製作此種新式「FDR」的唯一單位，法國人也曾試過各種形狀的攝影機來紀錄之辦法，但卻不能解決膠片化學性的可燃問題。

「通用電氣公司（General Electric）」亦曾插上一腳，想出一件稱為「自動同步機（Selsyn）」的小發射器，用以附著於每一儀器上。但這卻需要龐雜而笨重的管道線路，來發送

信號至紀錄儀；其他公司亦曾試圖改善墨水鐵尖筆與紙滾筒法，但到了高度及低氣壓情況時，墨水筆會結冰阻塞，甚至乾掉而失敗。有少數公司還試過，反過來用白漆塗寫於墨紙滾筒法，但白漆鐵筆太尖，竟把紙筒刻壞了。所有這些發明家們，共同所認同的事情，似乎只有一點，那就是裝置此一紀錄儀最安全的地方，應在「航空器的尾端」，由於墜機碰摔砸時，通常機尾部分是最後觸地的，正如一位飛機設計師說得好，「我從來沒見過一架飛機，是倒車時撞到山上去的」！

雷安按照不論在設計上、安裝上



雷安介紹他1953年之VAG資料紀錄儀。

及工作需求方面，都是盡可能簡單的方向去著手製造該儀器。他的研究小組日夜加班，務期每一個零組件或新想法，都經徹底的測試；其第一次的設計便達成目標。雷安的紀錄儀機械結構是：使用一個小巧的電動馬達，帶動一張兩英吋寬之鋁質薄片，以每小時四英吋平均速度作水平運動；一隻尖鐵筆在鋁片上劃出一道道弧形，作為時間線。該鋁片能耐華氏一千度高溫（後期設計能耐熱至華氏兩千度）持續三十分鐘，並能承受二十倍地球引力（G力值）。

測量高度，是用一真空氣壓膜盒，以管線與飛機上之「全靜壓系統

(Pitot-static System)」相連接。空速，則決定於一片當到達每小時五百英哩時，便能測量空氣靜壓與動壓之振動隔膜。另利用懸臂天平上，置一小小的砝碼，來計量加速度（從負三至正十二之G重力）。以上三種精準儀器，均分別有其尖嘴鐵筆，在其移動之軌跡上，將鉛片刺出微小孔點。

此一淨重十六磅，像淑女們帽盒般大小，世人通稱為「黑盒子」(Black Box)的紀錄儀，共分為兩層：有關紀錄之機件在上，下層則為測量用之儀器。而盒外部分僅有：「一、電動馬達之電源線。二、連接「全靜壓系統」之管路。三、通往羅盤以取得航向之連線」。這黑盒子經密封後防水防潮，為保持它操作容易之承諾，雷安將此一紀錄儀取名叫「雷安VGA（速度Velocity、重力G、高度Altitude）」——可連續工作三百小時仍無須維護。由於其外部絕少零組件，整個儀器，能極易裝置於機尾任何部位。

此一新「FDR」初步試飛即非常成功，雷安仍繼續研究，使之更趨完善。自一九五三年以後之設計，加了圓型弧狀蓋罩，仍維持上下兩層模式，但能接受更強烈之撞擊與更耐高溫。在不斷改良之下，整個設備變得

更為堅固、輕巧、更利於裝設與使用。當然，上述種種，均係遠在電子業界的微軟時代來臨之前的事，就當年時代情況而言，「雷安VGA」確實已達到工藝上的最高水準。

後來，「通用機器廠」終於將該設計專利權售予「洛克希德公司(Lockheed)」，雖又有改良調整，不過仍維其基本特性。到一九五七年，美國「民航委員會」——不久即合併入美國「聯邦航空署(FAA)」，下令規定，凡達一萬兩千五百磅重量之航空器，一律必須裝設「FDR」，一直到一九七〇年代，全世界所有航空器上裝設的此一設備，基本上均為「雷安VGA」之系統。

雖然雷安已圓滿完成了他在「FDR」計劃方面的工作，但離他希望研發整個運輸安全設備的宏願，為期尚早。他和他的學生們從明尼蘇達大學的實驗中，又展開一場對「減少車禍傷亡」的全盤性研究。在五〇年代及六〇年代初期，雷安和學生們在停車場、鄉村公路上和在實驗室的碰撞撞車上，已經砸壞過數百輛汽車，甚至用八十英尺高度起重機吊車，模擬每小時四十哩高速的撞車。由於雷安教授本人，在真槍實彈的模擬撞車測試中，常穿戴著一頂橄欖球員的護



不負其綽號「碰撞先生」之名，雷安戴著頭盔，正在明尼蘇達大學停車場測試碰撞汽車。

頭盔，親自坐在駕駛座，便得了一個綽號，人稱：「碰撞先生(Mr. Crash)」。他亦愛經常在城鄉各式博覽會場、車展會上以及電視上出現，鼓吹交通安全，是一位投身運輸安全工作永不倦怠的戰士。他時常利用媒體，發表呼籲國會的文章，希望趕緊立法，要求車廠製出更安全的汽車，以保障人民生命。

雷安和他的學生們，曾研發出一條伸縮性座位安全帶，縮壓減震阻板。初階自動駕駛和凹入式儀表板等安

全設備，都比底特律(Detroit)的汽車製造業大量生產車輛還早了許多年。到一九六六年美國「國家交通及機動車輛安全法案」及「公路安全法案」，經國會通過後，汽車之製造才有了針對安全方面的嚴格要求。

雷安後來由於健康不佳關係（或許是研試汽車安全碰撞太多之故），遂從大學教職中退休，並於一九七三年辭世，享年六十九歲。身後亦捐出他所獲之多項專利，以救濟交通中的傷亡人員。他在生前，便將他全部研究文字、繪圖照片、錄影、教學資料，以及各式「



2011年5月法國調查空難人員之駕駛艙錄音機。

EDR」之原型機，悉數捐獻給他老家愛荷華州黎克萊爾布的「水牛城比爾博物館

(Buffalo Bill Museum, Leclaire Iowa)」。該館特地重建一間雷安在「明尼蘇達大學」之辦公（研究）室，迄今與數種他「VGA」飛航資料紀錄儀之原型機一同展出。

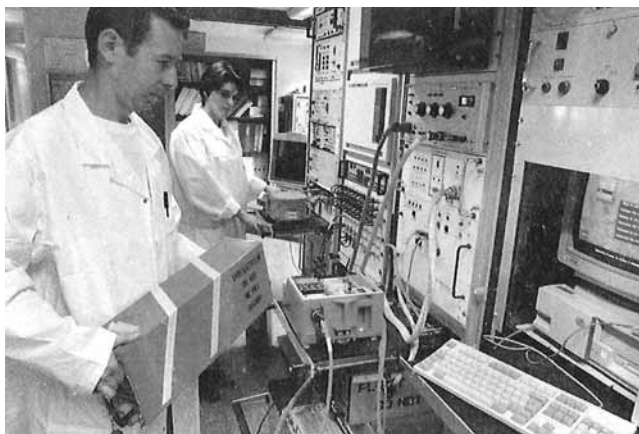
今天，當我們的飛航失事調查人員們，從一架飛機上尋獲的「黑盒子」中，順利找出並分析那些飛航資料時，很少人還會回憶起當年勇者鬥士們如何歷經千辛萬苦，才使這工作進化爲可能。雷安教授率領的研究家們，以及和他們後繼的這些改進者們，經由他們不斷的努力，才使航空安全獲得保證，而且至今持續的改進。

自從傑姆斯雷安教授開發滾筒尖筆機械式「飛航資料紀錄儀」後，歷經戲劇性之演變，黑盒子已不僅測量時間、空速、加速度和高度而已。

今天，所謂的「固態飛航資料紀錄儀(SSFDR—solid state flight data recorder)」，加上「駕駛錄音機(CVR—cockpit voice recorder)」，都是使用數位科技，回收資料更爲容易，而且基本上不需要維修。兩個分開的紀錄儀與錄音機，今天，已經不再是「黑色盒子」，爲了提高其能見度，已改爲鮮明的「國際橙紅色(International Orange)」——兩個密封的「橙盒子」，均能耐得住地心引力

的「G值」，耐熱、與高度（或水深），令人無法想像地忠實記錄各項參數及運作。

美國FAA現在已規定，凡最新之商用噴射航空器，其使用的「飛航資料紀錄儀」，必須能測量並存儲八十八項飛航參數資料，而這些參數大概可歸爲十一組：時間、高度、空速、垂直加速度、縱向加速度、航向、傾側狀、滾轉狀、各具引擎之推力、駕駛系統以及每次與航管無線電通訊之時間等。至於將來？相信離使用視頻紀錄的影像資料——應不會太遠了。



調查員正準備從一架軍機及一架民航機「黑盒子」中，找回紀錄的資料。