

每逢飛機發生意外，大家必定看到尋找「黑盒」的新聞內容。到底「黑盒」是甚麼呢？今期 e-zone 便為大家揭開其神秘面紗。

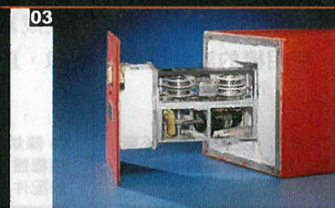
黑盒在災難中的角色



text/AIR editing/ming
photo/維基百科 art/No.1

黑盒

謎の拆解





01



02

黑盒組成

「黑盒」其實只是一個統稱，實際是由兩個小盒所組成，分別是「駕駛艙錄音器」(Cockpit Voice Recorder, CVR)及「飛行資料記錄器」(Flight Data Recorder, FDR)。CVR 除會將駕駛艙中的對話錄音外，引擎噪音、失速警鈴、起落架收放等，均是其錄音目標。至於 FDR 則利用飛機上的感應器，收集飛機的飛行高度、速度、方向等資料。目前 CVR 及 FDR 能分別將飛機失事前 2 小時的聲音及 25 小時的飛航資料儲存。

造價不菲

為了提高資料經過燃燒、因掉落時高速摩擦生熱，或跌落海洋深淵後仍未被銷毀的機會，「黑盒」不但要有將資料精密地記錄的能力，還要可承受 30 分鐘 1,100℃ 以上高溫、6,000 多公尺的水壓及電池可持續供電 30 天的特性。

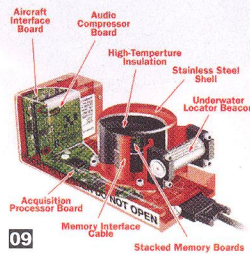
整個黑盒只有資料儲存的部分，會特別得到保護。圓柱體造型的資料儲存空間，擁有三層保護裝置：最外層的厚度約為 0.64cm 的不銹鋼或鈦外殼；第二層則是 1 吋厚的乾砂 (Dry Silica) 物料以將高溫隔絕；最內層是由一層薄鋁將記憶體覆蓋。

CVR 及 FDR 的造價平均約要 US\$10,000 至 15,000 (約 HK\$78,000 至 HK\$117,000)。

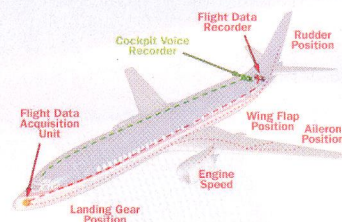


07

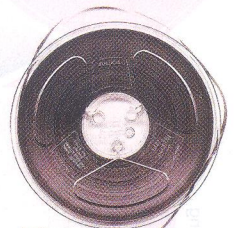
08



09



10



11

- 07 飛機失事時較少出現生還者，因此需要「黑盒」將資料記錄，以追查事故原因。
- 08 CVR 會將機師的對話錄音。
- 09 CVR 及 FDR 的外殼經過特別設計，能在空難時保護已記錄的資料。
- 10 飛機發生意外時，機尾受到的影響較小，因此 FDR 及 CVR 均會置於機尾。
- 11 初期「黑盒」利用磁帶記錄資料，但現已漸漸被 Flash Memory 淘汰。

嚴格試煉

為確保「黑盒」中的記憶體能安然度過各種惡劣環境，在黑盒製成時需要面對各式各樣有關壓力、高溫等測試。

A 重力撞擊

研究人員會利用可產生 3,400G (Gravitational Force) 衝擊力的空氣炮射至黑盒的鋁金屬上，以察看是否仍能使用。由於這衝擊力已超越了黑盒在現實中有機會面對的衝擊力，因此只要能通過這項測試，理論上黑盒將不怕任何撞擊。

註：1G = 1 地球重力

B 墮落測試

這測試將 500 磅重物在 10 米高落下，直撼「黑盒」最脆弱的中心，而且重物的底部更會凸出一支 0.25 吋的鋼針，以圖插破「黑盒」外層。

C 靜態撞擊

測試人員會在 5 分鐘內，以每平方吋 5,000 磅的力量撞擊「黑盒」，以測試其連續抗撞力。

D 防火耐力

「黑盒」將會放置於三個以丙烷為燃料的燃燒器中，當中的溫度高達 1,100℃。黑盒內的記憶體起碼要在一小時內，仍可正常運作才算合格。

E 鹽水沖刷

「黑盒」將被放置於鹽水中 30 天，以測試對抗海水入侵的能力。

F 化學劑測試

「黑盒」將會放置在不同的化學液體中，包括：飛機燃油、潤滑劑及滅火劑等，以確保「黑盒」能在各環境中正常運作。

more about

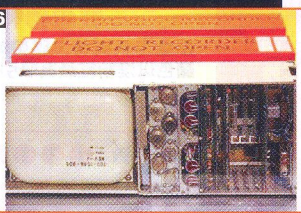
古今黑盒功能比較

黑盒面世至今，一直有不少改良。最大分別自然是記憶體的改變。起初「黑盒」以磁帶記錄資料，但磁帶容易損壞，而且需要活動零件才可操作，容易出現不能正常運作的情況。到了後來，Flash Memory 的出現，因穩定性較高，又能收集超過 700 個參數，比磁帶的約 100 個超出七倍，於是逐漸取代磁帶，成為黑盒的儲存媒體。

05



06



- 01 Dave Warren 在 1956 年，成功製造了第一個 FDR 試用版，對追查飛機失事的原因及提升安全度有莫大幫助。
- 02 空難時，很多時只有黑盒能逃過一劫。
- 03 黑盒若用 Flash Memory 儲存，資料較少因受到撞擊而損壞。
- 04 CVR 及 FDR 的外殼並不是黑色的，反而是鮮艷的橙紅色，以便在空難後搜尋。
- 05 若「黑盒」掉落在海洋，搜索將更困難，因此有廠商加入「underwater locator beacon」，以便就「黑盒」定位。
- 06 「黑盒」內的電子零件設計複雜。

現今應用範圍

近年，除了飛機備有黑盒以記錄飛航資料外，汽車亦有同樣的裝置。汽車黑盒可將行駛車速、意外日期、時間及地點等資料記錄；更可在黑盒上加設警報裝置，當車主遇劫時，便可即時記錄當時情況，以便警方追捕。☹

☹ 延伸閱讀：<http://science.howstuffworks.com/black-box.htm>