



飛 航 安 全

馬航370班機飛機 憑空消失之研究

空軍備役士官長 葉莉亭

提

要

2014年3月8日，馬來西亞航空由吉隆坡飛往北京馬航370的班機，途中突然與地面控制塔失去聯繫，悲劇性地失事並且以史無前例的方式消失，至今謎團未解。是什麼原因讓各種通訊及衛星都無法監測到一架先進飛機憑空消失！？未來，究竟還能有什麼樣新的通訊技術能被廣泛使用以保證飛航安全？

關鍵詞：初級雷達、次級雷達

壹、緒論

一、研究背景與動機：

馬來西亞航空公司 (Malaysia Airlines) 編號370號班機 (以下簡稱馬航370)，2014年3月8日於當地時間凌晨0043時 (標準時間Coordinated Universal Time, UTC+0800以下均以標準時間計算) 由馬來西亞吉隆坡機場 (Kuala Lumpur International Airport) 前往北京機場 (Beijing Capital International Airport)，機型為波音777-200ER馬航370原定於北京2230時 (UTC) 抵達北京首都國際機場，途中於馬來西亞吉隆坡航空管制區 (Kuala Lumpur Centre) 和越南胡志明市航空管制區 (Ho Chi Minh Centre) 交界，突然與地面控制塔失去聯繫，一小時後飛機即關閉次級雷達 (Secondary Surveillance Radar, SSR)，導致飛機在民航雷達上消失，並且與馬來西亞梳邦空管中心失去聯繫。



圖1 Transponder關閉位置示意圖

資料來源：<http://theaviationist.com/2014/03/19/mh370-shot-down/> (檢索日期2014年4月24日)

依照民航雷達資料，該班機失蹤前的最後位置位於馬來西亞與越南海域的交界處土珠島 (Tho Chu Island) 以南約140哩及哥打巴魯 (Kota Bharu) 東北東約90哩。後經馬來西亞軍方雷達偵測航機改向西方轉西北方飛行 (參閱圖1)，進入印度洋。歷經16天搜索，馬來西亞總理納吉布 (Naguib) 正式宣布該班機已經墜毀於南印度洋，機上人員全數罹難，^{【註1】} 為波音777-200ER繼2013年7月6日的韓亞航空 (Asiana Airlines) 編號214號班機空難以來的第二起致命空難。

二、研究目的：

馬航370的黑盒子和飛機主體能找到嗎？其實答案是明確的，那就是希望渺茫，根本沒有可能，或許永遠是個謎。面對科技領軍新世紀，任何先進的儀

註1 http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/world/2014-03/25/c_126310076.html (檢索日期2014年4月24日)



器設備都會失靈，即使有少量殘骸流出飄流，也暴露不了馬航370墜落的確切位置，這正是馬航370終結者的真正用意？若判定是機械故障為何沒有發出代表飛機發生緊急狀況的「7700」識別電碼？如果是劫機，亦未發出劫機狀況信號「7500」種種疑問，人們都需要有明確的解釋。

從以飛機通訊的角度，我們不禁要問：在資訊技術高度發展的今天，為什麼會有各種通訊方式(包含衛星通訊系統)都沒有監測到一架民航飛機的狀況出現！未來，究竟還有什麼新的通訊技術能廣泛使用以保證飛航的安全！因此，國際民航組織應統籌研擬規定，包含飛機製造商及各國研擬解決之道，藉以確保飛航安全。

- 三、研究流程：首先藉由閱讀大量相關文獻，將範圍及相關文獻之議題以引發研究動機。在確定研究目的與背景後再持續蒐集與閱讀相關文獻，運用文獻分析法與制度分析法，並輔以歷史研究法作為補充編寫結論。

貳、研究方法與航空專有名詞介紹

一、研究方法：

本研究在研究方法上主要是採用文獻分析法與制度分析法，並輔以歷史研究法作為補充，此三種研究方法之概念與操作方式分述如下：

- (一)文獻分析法：文獻分析法，是尋求歷史資料、檢視歷史紀錄並客觀地分析、評鑑這些資料的研究方法，由於常需要大量的歷史資料與文獻，因此亦稱歷史文獻法。當研究者對歷史資料進行蒐集、檢驗與分析後，便可以從了解、重建過去所獲致的結論中，解釋社會現象的現況，甚至預測將來之發展。不同文獻對於研究有不同助益或侷限，例如正規紀錄，包括了官方資料和年報等，是文獻研究時最大宗來源，其多半從正面、應然面之角度立論。若觀察角度與概念適合，是一種質量俱備的資料形式；另外，像是可跨越瑣細、簡潔有力地樹立主要論據的統計數字資料、以及撮錄摘釋一份原籍最精華部分的二手資料，均是文獻分析時可採用的文件。本研究主要是蒐集自國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)及馬來西亞所公佈相關資料與文件。
- (二)制度分析法：本研究所採用的制度分析法，主要是指當蒐集國際民航組織相關法令文獻後，進一步深入了解並分析其運作的方式，特別是在飛航管制方面，此乃本文研究成果與傳統法學論文相較，更具說服力之所在。
- (三)歷史研究法：歷史研究法是從歷史資料中，如日記、信函、官方文件和遺物



等，利用觀察和測量的方法，將史料有系統地組織，並加以解釋，使各自分立不相關連的史實發生關係，以研究過去所發生的事件或活動，尋求一些事件間之因果關係以及發展規律，以便做為瞭解現在和預測將來之基礎。

二、航空專有名詞介紹：

航空是20世紀初期和中期先後創建並迅速發展的科學與技術領域，從機體設計到飛航精密操作，每一個環節均緊密相扣，它是以數學、物理學以及現代技術科學為基礎，航空與航科學與技術綜合應用許多其他學科和工程技術的最新成果。由於其獨特的專業性，大多數人並不瞭解其運作之模式。本研究將幾個重要名詞逐一解釋，使非專業人員瞭解其意涵。

(一) 飛航管制 (Air Traffic Control, ATC)

1. 依據交通部「民用航空法」(2015)中對飛航管制之定義：「指飛航管制機構為防止航空器間、航空器與障礙物間於航空站跑、滑道滑行時之碰撞及加速飛航流量並保持有序飛航所提供之服務」；另可稱為航管服務，指為防止航空器間及在操作區內航空器與障礙物間之碰撞與加速並保持空中交通之有序暢通所提供之區域管制、近場管制及機場管制等服務。飛航管制就是「空中交通管理」，負責在航空器起飛、降落及飛航途中，利用雷達及其他輔助性自動化資訊裝備，透過陸空無線通信，提供航空器安全、有序、便捷之專業性服務。飛航管制業務的所有作業程序及管制技術都依據並符合國際間的通用標準。
2. 凌鳳儀(1998)則解釋為：「航空器於起飛、降落及飛航中，由地面飛航管制人員及航空器駕駛員，依據世界標準作業程序及管制技術，運用精良的雷達及自動化裝備，以陸空通信聯絡方式，合作達成航空器安全、有序及快速的飛航」。

(二) 飛航管制之演進：

1. 目視飛航管制階段(1930年以前)：自1903年萊特兄弟(Wrights Brothers)製造第一架動力飛機之後，當時航空器飛行距離幾百公里，而且須白天天氣良好下飛行，航空器以「目視飛航」為主，也就是靠著飛行員的眼力，眼力好的飛行員隔離標準當然會在目視發現飛機後，立即避讓。
2. 人工管制階段(1934年至1945年)：此階段由於雙向無線電通訊系統啟用，使原本近距離的目視飛航管制階段，進階至中距離人工語音管制階段，飛機在20人以上每小時300公里、特高頻(Very High Frequency, VHF)、導航不用看到地面飛航。



3. 雷達系統管制階段(1945年至1980年)：雷達系統運用在第二次世界大戰時，當時皆以軍事用途最多，戰後被廣泛運用在飛航管制系統上，雷達發明讓飛航管制單位邁向自動化的關鍵因素，後來電腦不斷整合雷

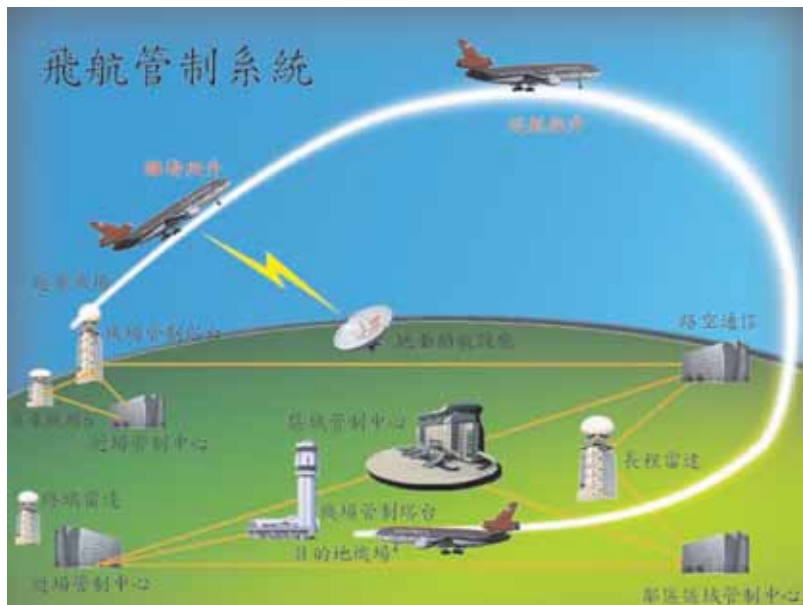


圖2 飛航管制系統示意圖

資料來源：交通部民用航空局網頁

達資料，使得飛航管制單位不需藉由飛行員報告位置，可更精確掌握航空器資料，終端雷達天線40浬範圍內左右隔離現已由原來5浬調整至3浬，空域使用量增大，可大幅提升飛航效率；終端雷達天線40浬範圍外空域，仍維持5浬。

4. 飛航管制階段(1980年至2011年)：飛航管制工作乃由人員、系統、組織管理、工作環境、制度與程序等層面所構成。依據交通部「民用航空法」第9條中對飛航管制之定義：「指飛航管制機構為防止航空器間、航空器與障礙物間於航空站跑、滑道滑行時之碰撞及加速飛航流量並保持有序飛航所提供之服務」；另飛航管制極需各種軟、硬體層面相互協調，才得以維持飛航安全，例如「交通部民用航空局」(Civil Aeronautics Administration Ministry of Transportation and Communications, CAA)於「三貂角」及「鵝鑾鼻」設置兩座長程航路雷達，搜索偵測距離各可達二百五十浬，有效縮小航機的隔離標準，更增加空域使用的效率。
5. 先進空中導航系統階段(2011年迄今)：以衛星及數位化技術之通訊、導航、監視系統(Communication, Navigation, Surveillance, CNS)及全球均通行適用之飛航管理系統(Air Traffic Management, ATM)，達到充分利用空域資源、最佳化航線安排、以及進一步提昇飛航管制之服務品質及確保飛



航安全的目的。

(三) 初級雷達與次級雷達：飛航管制單位主要是利用兩種雷達系統，初級雷達 (Primary Surveillance Radar, PSR) 與次級雷達 (Secondary Surveillance Radar, SSR)，來監控、追蹤民航機的空中動向。

1. 初級雷達信號：以天線為中心360度向四周發射強力無線電脈波，當接收飛機反射之脈波，根據發射與接收之時間差及當時天線角度，即可計算出航機之兩度空間之方位及距離(沈啟，2014)。【註2】
2. 次級雷達信號：以天線為中心360度向四周發射詢問脈波組，機載答詢器根據接收到之脈波組性質，分別傳送該航機之代號或高度，次級雷達一般常用之識別方法是以航機載答詢器作為辨認特徵，可進行敵我識別(沈啟，2014)。【註3】所有商用飛機都必須配備答詢器，地面雷達站根據它連續發送的代碼，來確定飛機的身分，計算其速度與方向。但是飛機出海240公里之後，就無法與地面雷達站聯繫，機組人員要改以高頻無線電波聯繫飛航管制單位(張有恆，2004)。

(四) 地面如何掌握空中飛機：飛航管制單位如何判明飛機的呼號，最常用的是使用雷達電碼 (Ident)，飛航管制單位通常為了確定飛機位置，直接要求飛機掛上特殊電碼 (Transponder, Mode-3/A)，飛機掛上特定的數字後，飛航管制單位運用航管系統比對，符合飛航資訊，確定後，飛機的相關資料結合飛機

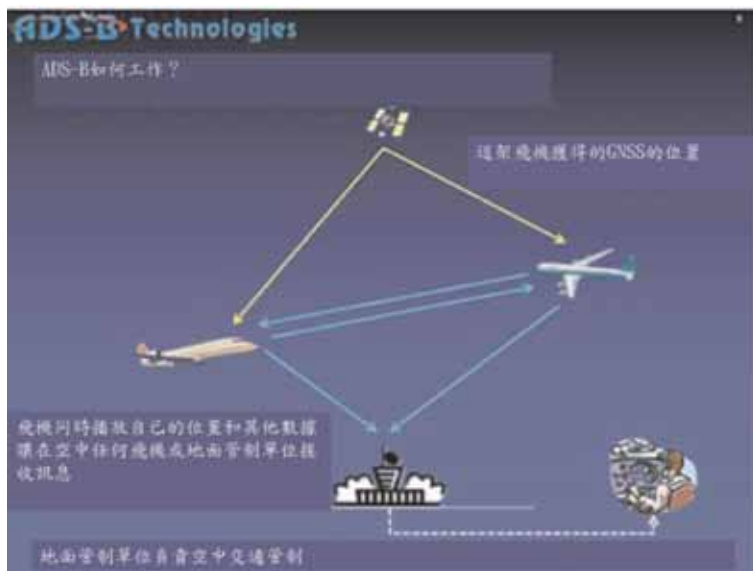


圖3 GPS運作模式示意圖

<http://www.stormmediagroup.com/opencms/news/detail/2211ee77-ac48-11e3-b035-ef2804cba5a1/?uid=2211ee77-ac48-11e3-b035-ef2804cba5a1> (檢索日期2014年4月24日)

註2 沈啟，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2014年，頁152。

註3 沈啟，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2014年，頁152。



位置就會自動在雷達顯示器中顯示出來，此時，飛航管制單位會請求飛機(Ident)，飛行員調好特殊的4位數字(代表該航班)，飛機的位置就會出現「ID」閃爍，供飛航管制單位正確地掌握相關位置。



圖4 飛航資料紀錄器

(五)全球定位系統：全球定位系統(Global Positioning System,

GPS, 以下簡稱GPS)即

http://zh.wikipedia.org/wiki/File:Fdr_sidefront.jpg (檢索日期2014年4月24日)

為儀器飛行(Instrument Flight Rules, IFR)是指以接近完全依賴儀器來導航的飛行方式，飛機不需靠任何地面助導航電台組成，藉助飛機上先進衛星導航及定位系統自動定位，機載的GPS接收器，獲取飛機位置、高度、速度等資料，提供給飛航管制單位和其他飛機。

(六)飛航資料紀錄器：飛航資料紀錄器(Flight Recorder)，俗稱黑盒子，是安裝在航空器上，用於航空器事故的調查或維修和飛行試驗。^{【註4】}很多的空難發生後只有飛航資料紀錄器能夠向調查人員提供飛機出事故前各系統的運作情況，因為空難時通常發生在一瞬間，而飛航資料紀錄器則可以提供飛機失事瞬間和失事前，飛機的飛行狀況、機上設備的工作情況及駕駛艙通話紀錄等，根據機上人員的各種對話分析及以對事故作出正確的判斷與分析。

(七)通信定址與報告系統：通信定址與報告系統(Aircraft Communication Addressing and Reporting System, ACARS)，是一種在航空器和飛航站之間通過無線電或衛星傳輸短消息(報文)的數字數據鏈系統。該協議於上世紀70年代提出，其格式當時稱之為Telex，有3種網絡方式：

1. 無線電超高頻(Very High Frequency, VHF)：是最為廉價且通用的一種通

註4 http://news.xinhuanet.com/mil/2010-08/02/content_13951745.htm，新華網，2010年08月02日(檢索日期2014年4月24日)



訊方式。但由於其直線傳輸的局限性而無法跨海洋傳播。

2. 通信衛星：通過衛星網絡可以覆蓋除極地外的全球，但卻相當昂貴；高頻網絡是新近建立起來的，其目的是為了覆蓋通信衛星的死角。
3. 無線電或衛星傳輸短消息(報文)：包括空中交通管制、航空運行控制(Airplane Operating Control, AOC)和航線管理控制等三種。

參、飛安謎團解析

馬航370失聯，2014年3月8日由馬來西亞吉隆坡機場前往北京機場，馬航370原定於北京2230時(UTC)抵達北京首都國際機場，一小時後飛機即關閉次級雷達及機上所有通信裝備，導致飛機在民航雷達上消失，後經馬來西亞軍方雷達偵測航機改向西方轉西北方飛行，跨越馬來半島並進入印度洋(時序表)。

表1 馬航370時序表

項次	飛行時間	標準時間UTC	事 件
1	0000	03071641	從吉隆坡起飛。
2	0020	1701	機組確認35,000呎改平。
3	0026	1707	飛機通信定址與報告系統發出最後一組數據。
4	0038	1719	最後一次與馬來西亞航管語音回報。
5	0040	1721	最後一次初級雷達與次級雷達回應。
6	0041	1722	機載答詢器和廣播式自動回報監視(Automatic dependent surveillance-broadcast, ADS-B)關閉。
7	0049	1730	越南航管要求空中其他飛機聯繫馬航370，無回應。
8	0056	1737	飛機通信定址與報告系統應該再次傳遞數據，但是並未完成。
9	0130	1811	國際海事印度洋地區衛星接收到七個數據交換前傳輸之信號中的第一個。
10	0134	1815	最後一次於馬來西亞軍方雷達發現位置在檳城西北173哩(320公里)。
11	0340	2021	馬來西亞航空緊急宣布客機失去聯繫。
12	0643	2324	馬來西亞航空公司向媒體正式發表第一份班機失聯聲明。
13	0730	03080011	國際海事印度洋地區衛星捕捉到飛機ACARS發出的最後一次完整數據交換前傳輸之信號。
14	0738	0019	飛航計畫外，通過飛機發出的無法解釋的「部分數據交換前傳輸」之信號。
15	0834	0115	國際海事衛星預定下次數據交換前傳輸之信號，未收到飛機答覆。

一、機載答詢器：

馬航370起飛後，航班正常爬升至巡航高度(飛機完成起飛階段後進入預定航線的飛行)。1722時航班飛行至馬來西亞和越南的交接處時(參閱表1項次6)，由於未知原因，機組人員突然關閉包括機載答詢器在內的所有的通訊設備，導致航班與胡志明飛航情報區失去聯繫。^{【註5】}當時天氣狀況良好，航班未發



圖5 Ping數據推斷資料示意圖

<http://www.stuff.co.nz/world/asia/9844415/Jet-sighting-consistent-with-MH370> (檢索日期2014年4月24日)

出任何求救信號。民用雷達此後無法跟蹤該班機，馬來西亞軍方偵測到了其雷達反射波(參閱圖1)。

二、飛機通信定址與報告系統：

通信定址與報告系統，根據國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)飛行管理系統(Flight Management System, FMS)的ARINC739規範，原本每30分鐘傳送引擎狀況資料，1701時(UTC)馬航370保持高度350，機組兩次重覆了客機保持在高度350(參閱表1項次2)。

此時，通信定址與報告系統向地面發送數據，表明飛機一切正常。馬來西亞軍方雷達發現，馬航370便更改向左轉90度(參閱圖1)，高度下降至15,000呎朝東飛行。一個小時後軍方雷達資料在麻六甲海峽(Strait of Malacca)消失，經國際海事衛星組織(Inmarsat plc, International Maritime Satellite Organization)發現，無接收到馬航370傳送資料，惟衛星系統連線仍然暢通，經統計馬航370回答計6次，顯示馬航370衛星通信系統運作至少7小時以上。

註5 http://big5.xinhuanet.com/gate/big5/news.xinhuanet.com/world/2014-04/21/c_126415621.htm (檢索日期2014年4月24日)

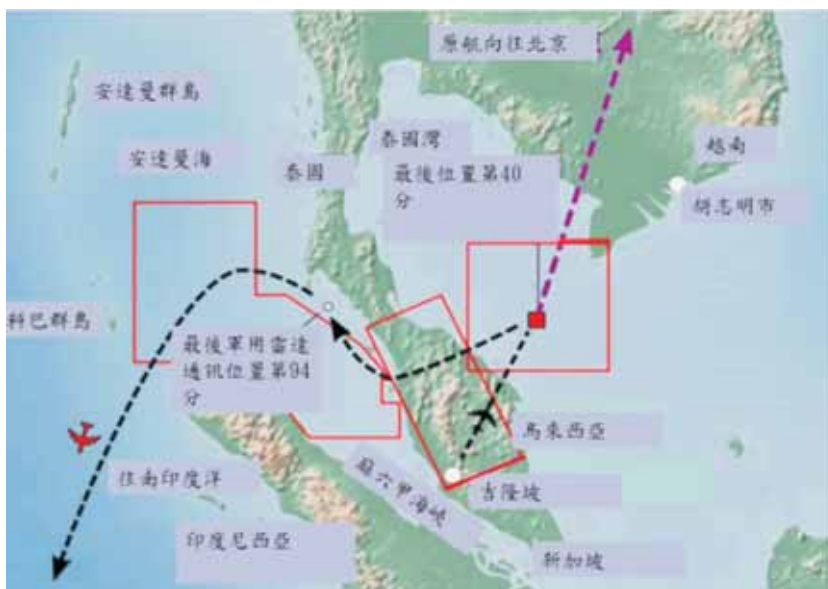


圖6 通信定址與報告系統推斷飛行航線示意圖

http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/MH370_Route_2014.03.25.zh-hans.png (檢索日期2014年4月24日)

三、都卜勒雷達效應 (Doppler effect)：

經機載答詢器與通信定址與報告系統，國際海事衛星組織判斷，馬航370在麻六甲海峽北部消失，往南朝澳洲珀斯市 (Perth) 1,000公里外印度洋才停止回答 (參閱表1項次15)。

四、小結

2014年3月9日陸續協助執行搜尋任務，各國亦無法發現馬航370確實位置。研判馬航370應該墜毀於南印度洋，再根據澳洲、中國與法國衛星均拍攝疑似馬航370殘骸，馬來西亞總理納吉布 (Naguib) 於3月24日宣布，馬航370確定墜毀。

肆、飛安謎團推論

儘管事故研究學者一致認為，遭遇空難身亡的風險極低。但馬航370為何憑空消失，各國擁有許多高科技裝備，卻無法尋獲，此次飛安事件是否造成民航界重整呢！本研究綜整馬航370可能造成之因素推論，以便今後避免類似事情重演。分述如后：

一、人為疏失：

(一) 飛安狀況：



表2 波音777飛安事件統計表

項次	發生時間	飛安事件內容
1	2001年9月5日	英國航空在丹佛國際機場加油期間，加油喉管突然鬆脫，噴灑燃料並起火，其中一個發動機發生爆炸。 ^{【註6】}
2	2005年8月1日	馬來西亞航空前往吉隆坡，飛行顯示儀器發生衝突，顯示飛機速度過低並出現失速。 ^{【註7】}
3	2008年1月17日	英國航空038號班機在倫敦希斯路機場降落前，發動機突然失去動力，降落時起落架穿破機翼，導致機體出現損毀。 ^{【註8】}
4	2011年7月29日	埃及航空一架波音777-200ER飛往吉達的MS667次班機，停泊期間駕駛艙失火，機上人員全數逃生。 ^{【註9】}
5	2011年11月3日	新加坡航空一架777-300ER，於降落德國慕尼黑機場時，主起落架多輪爆胎冒出大量濃密黑色煙霧，以致因煞車力道過猛所引起的高溫使主輪爆胎。 ^{【註10】}
6	2013年7月6日	韓亞航空214號班機在舊金山國際機場著陸時墜毀，是777投入商運以來首次有乘客在營運中死亡。 ^{【註11】}

波音777是一款由美國波音公司製造的長程雙發動機廣體客機，是目前全球最大的雙發動機廣體客機，三級艙佈置的載客量由283人至368人，航程由5,235哩至9,450哩(9,695公里至17,500公里)。僅發生六次飛安事件(二次飛機起火)，三員乘客死亡，波音777未發生嚴重飛安事故，馬航370是波音777營運19年來最嚴重的事故，也是馬來西亞航空歷史上最嚴重的事故。

(二) 通訊系統狀況：

馬航370雖然關閉機載答詢器，以阻止飛航管制單位管制(追蹤)，事後經飛機通信定址與報告系統報告發現飛機持續飛行，馬航370數度轉彎，由此可證明，飛機處於正常操作情況。

(三) 向南飛到油盡墜毀：

經飛機通信定址與報告系統資料測得研判，馬航370脫離馬來西亞雷達偵測範圍後，還繼續飛了5到6個小時(參閱表1)，飛行走廊的南端可能避開雷達偵測，往南飛會飛到浩瀚的印度洋。以波音777在機身設計上穩定性觀察，研判馬航370有可能在無人駕駛下持續飛行，直到燃油耗盡為止。

註6 <http://www.investigate.co.uk/Article.aspx?id=200802010700330296N>(檢索日期2014年4月24日)

註7 <http://www.thestar.com.my/News/Nation/2014/03/15/missing-mh370-najib-statement/>(檢索日期2014年4月24日)

註8 http://www.atsb.gov.au/publications/investigation_reports/2005/AAIR/pdf/air200503722_001.pdf(檢索日期2014年4月24日)

註9 <http://aviation-safety.net/database/record.php?id=20110729-0>(檢索日期2014年4月24日)

註10 <http://aviation-safety.net/database/record.php?id=20110729-0>(檢索日期2014年4月24日)

註11 <http://www.scmp.com/news/world/article/1277188/two-killed-many-injured-airliner-crashes-san-francisco-141-chinese-board>(檢索日期2014年4月24日)。



二、意外事故：

(一) 艙壓失效：

根據法國新聞社 (Agence France-Presse) 十二日報導，美國聯邦航空總署 (Federal Aviation Administration, FAA) 去年曾發出警告，並在馬航370失聯前三天發布適航指令 (Airworthiness Directive, AD)，點名波音777客機機身存在裂縫與腐蝕問題，可能導致飛機空中解體艙壓劇降。指令中稱在一架十四年的波音777客機機身發現長達40.6公分的裂縫，艙壓劇降會讓機組員與乘客失去知覺。

(二) 機翼受損：

馬航370為波音777-200ER長程雙發動機客機，該機於2002年5月14日首飛，同年5月31日交付給馬來西亞航空，【註12】依馬來西亞航空公司資料顯示，該飛機已累計飛行3,023航次，共20,243小時。【註13】根據資料該機曾於2012年8月9日在執行馬來西亞航空389號班機 (上海-吉隆坡) 時，在上海浦東國際機場 (Shanghai Pudong International Airport) 與執行中國東方航空 (China Eastern Airlines) 編號583號班機，準備飛往洛杉磯的一架空中巴士 A340-600發生擦撞，導致馬航客機的機翼受損。【註14】

伍、結論

馬航370自2014年3月8日與地面失去聯繫至今，運用機載設備中每次與地面進行的數據傳輸都是成為尋找這架飛機的重要線索，但謎團至今仍未得到解答。馬航370事件發生以來，國際航空運輸協會 (International Air Transport Association, IATA) 理事長兼執行長湯彥麟 (Tony Tyler) 主張，防範商用飛機上關鍵的安全和通信系統被人為關閉，並可能作出的一些改造包括：「將衛星通信系統和與空管雷達聯絡的應答器真正達到防干擾式」，以確保不再讓一架飛機就像是蒸發一樣消失。

一、管理意涵與貢獻：

飛航安全問題是一項複雜的人因工程 (Human Factor Engineering)，但它又涉及飛機和發動機運行的各個環節，研究飛機、發動機、飛機設備及各項子系統運行狀態。而對其進行監控、故障診斷和故障隔離，又對保障飛機安全運

註12 <http://www.scmp.com/news/asia/article/1443524/lost-malaysia-airlines-plane-had-clocked-normal-20000-hours-flying-time> (檢索日期2014年4月24日)

註13 <http://australianaviation.com.au/2014/03/contact-lost-with-malaysian-777/> (檢索日期2014年4月24日)

註14 <http://aviation-safety.net/wikibase/wiki.php?id=147571> (檢索日期2014年4月24日)



行極為重要。

以飛機通訊的角度，我們不禁要問：在資訊技術高度發展的今天，為什麼會有各種通訊方式(包含衛星通訊系統)都沒有監測到一架民航飛機的狀況出現！未來，究竟還有什麼新的通訊技術能廣泛使用以保證飛航的安全！

二、實務貢獻：

(一) 律訂海上搜尋規範：

國際民航組織並沒有明確律訂海上搜尋，如運用影像衛星，各國大都不屬於近地軌道(Low Earth orbit)又稱低地軌道(指太空飛行器距離地面高度較低的軌道)，就像開車拿望遠鏡看，無法偵測其飛機動態；至於軍事分享，美軍靠熱源偵測信號；飛機無空中爆炸，便無法偵測目標。各國基於國防更不可能交出相關情報資訊。因此建議國際民航組織應統籌律訂搜尋規定，包含飛機製造商及各國研擬解決之道。

(二) 全球航空遇險與安全系統：

建議建立一個安全系統，才是杜絕類案根本之道。2015年2月在國際民航組織總部舉行的該組織第二次高級別安全會議(High-level Safety Conference, HLSC)上，提出了重要的新建議。在這次會議上，與會者建議採用國際民航組織的全球航空遇險與安全系統(Global Aeronautical Distress and Safety System, GADSS)，包括在近期用於正常飛行運行的15分鐘跟蹤目標和1分鐘遇險和異常飛行跟蹤要求。全球航空遇險與安全系統運行概念是在MH370航班消失後，國際民航組織立即設立的工作組於2014年製定的。其15分鐘和1分鐘跟蹤的規定，目前預計將分別於2016年和2021年適用。

(三) 推動串流的技術：

適時推動將「黑盒子」數據的資訊串流技術在飛行途中不斷把數據從飛機發回航空公司加以儲存。航空公司發生任何緊急狀況，有助於掌握飛機位置，還可以讓事故調查得以盡早展開。

三、未來研究建議：

礙於研究時間限制，本研究採用橫斷面研究之資料作為推論與驗證之依據，建議後續研究者在時間與經費許可情況下，可進一步採用縱斷面研究方法來進行搜集實證資料，並採用時間序列實證研究之方式，藉以尋求合理之驗證結果。

參考書目



一、中文部份：

(一)法規類書籍：

- 1.《飛航規則》(交通部民用航空局)，2008年。
- 2.《飛航及管制辦法》(交通部民用航空局)，2002年。
- 3.《台北飛航情報區飛航指南AIP》(交通部民用航空局)，2013年。
- 4.《民用航空法》(交通部民用航空局)，2008年。
- 5.《飛航管制程序ATMP》(交通部民用航空局)，2008年。

(二)一般書籍：

- 1.李彌，《航空運輸學》(航安海洋用品有限公司附設出版部)，2003年。
- 2.凌鳳儀，《航空運輸總論》(文笙書局)，1998年。
- 3.沈啓，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2014年。
- 4.張國政，《航空運輸專論》(交通部民用航空局發行)，2005年。
- 5.張有恆，《飛航安全管理》(華泰文化發行)，2004年。
- 6.張有恆，《航空運輸學》(華泰文化發行)，2007年。
- 7.趙維田，《國際航空法》(華泰文化)，1991年。

(三)論文、期刊

- 1.葉龍泉，〈我國飛航管制體系整合關鍵因素之研究〉，《開南大學空運管理所碩士論文》，2006年。
- 2.黃長宜，〈我國國家領空主權在民用航空使用之研究〉，《開南大學空運管理所碩士論文》，2009年，頁2。

二、英文部份：

1. John Cobb Cooper, Roman Law and the maxim “cujus Est Solium” in International Law, McGill University Press, 1952.
2. John Cobb Cooper, Exploration in Aerospace law, High Altitude Flight and National Sovereignty, 1968.
3. Carl Modig, “Information of FAA certification of aircraft”, Carl Modig Information Inc., 1975.

三、參考網站：

- (一)中華民國交通部民用航空局網頁 <http://www.caa.gov.tw>。
- (二)中華民國交通部運輸研究所網頁 <http://iot.gov.tw>。
- (三)國際民航組織(ICA0)網頁 <http://www.icao.org>。
- (四)維基百科網頁 <http://zh.wikipedia.org/wiki>。
- (五)聯合報 <http://www.udngroup.com/2c/>
- (六)中央社 <http://www.cnabc.com/index.html>

作者簡介

空軍備役士官長 葉莉亭

學歷:空軍航院83年班、開南大學空運管理學系碩士，經歷:鑑別士、攔管士、作戰士官督導長，現職:新北市政府、大學兼任講師。