

波音夢幻首出事 印航墜機解析

交通部民用航空局航空醫務中心 何邦立

杏林隨筆・波音夢幻首出事
印航墜機解析

2025年6月12日發生的印度墜機空難，墜毀的飛機不屬老舊型號，而是波音公司的王牌夢幻客機波音787-8型，是波音投入了400多億美元研發出來的新機型，從2011年開始營運、沒有出現過機毀人亡的事故。這次印度航空的墜機，給波音787安全紀錄畫上了句點。

生還者口述

印度當地時間下午1點38分，印度航空AI 171號航班，從愛哈邁達巴德的帕特爾國際機場起飛，飛往英國倫敦。機上230名乘客，12名機組人員。愛哈邁達巴德是印度西北的一個大城市，航班原定於英國時間下午6點25分降落，航程9小時。但是飛機從跑道上剛加速起飛，50秒之後，就和塔台失聯，隨後就墜落下來，跟著一聲大爆炸，機場塔台看到一個火球，在遠處升了起來。消防人員和救護車迅速抵達了救護現場，在火焰和濃煙當中，一個年輕男子搖晃的走了出來，他跌撞的走進一輛救護車，語無倫次的告訴急救人員，他剛從墜毀的飛機中爬了出來，這位男子名叫維斯瓦拉梅什，印裔英人；急救人員趕緊把他送到醫院，醫生發現該男子神智雖然有些恍惚，身體上也有多處輕傷，但是沒有生命危險。印度官方隨後證實了拉梅什為這場空難的唯一倖存者。

拉梅什向印度斯坦時報講述了自己的遭遇，他說飛機起飛之後大約在5到10秒間，他就感覺飛機好像卡在空中了，即不能上升也不能下降；突然拉梅什發現燈光開始閃爍，綠燈和白燈都忽明忽暗，接著聽到Bang! Bang!的聲音。就在拉梅什惶恐不安的時候，飛機一下

撞上了什麼東西，發生劇烈的震動，他被震暈了，等他睜開眼的時候發現，空姐已經倒在地上不動，拉梅什剛好坐在緊急出口旁邊，他解開安全帶，想從緊急出口出去，但是手卻使不上勁，於是就奮力用腳踹開緊急出口擠了出去。拉梅什回憶，當時是坐在11A座位上，身邊的兩位乘客也沒有動靜，他感覺自己是從廢墟中爬了出來。

專家們表示，有人能從這樣的失事現場中倖存下來，真是一個不可思議的奇蹟！能夠在強烈的撞擊下存活下來、還能走動；還要在不到1分鐘的時間內逃離機艙，免得死於爆炸大火中。

AI 171號航班墜落的原因，同樣不可思議，從機場的錄像看，飛機已經脫離了跑道正在上升中，可是奇怪的是飛機上升著，突然間機頭仰角增加、保持著向上的姿勢，可是實際上卻開始往下降，直到在遠處砰的一聲墜毀，變成一個火球。根據美聯社報導，飛機墜毀在居民區、飛機大部分機身起火，墜毀在一個醫



學院的宿舍樓、而機尾則是卡在一棟混凝土建築物裡，當時一批學生正在用餐，飛機爆炸時有5位學生沒能及時逃出、機外死亡人數高達38人。拉梅什所在的機身部分斷裂開來，鑽進了建築物的一樓、他即時幸運的逃出、沒在後來的爆炸中受傷、這是2025年迄今最嚴重的一場空難。有人不禁要問，這亮眼安全記錄的波音787夢幻客機，為什麼會發生這麼致命的事情？

夢幻客機致命事故探因

波音787夢幻機型是從1990年代末期開始籌劃，共投資400多億美元研發成功，2011年正式進入營運；其強勁競爭對手為空巴A350。波音787創新的使用了大量複合材料，利用電氣原理取代了不少傳統的機械設備，採用GE、勞斯萊斯兩款新進發動機，比舊式波音767-300ER，能夠節省燃油20%，且速度和續航力皆佳。波音787可以靠單一引擎起飛、巡航和降落，只要不是兩具發動機同時熄火，都有機會逃生。本次失事航班是787-8型，2014年才交付印航機隊，使用的是通用公司發動機，目前兩黑盒子已經找到了進行解讀中。

一、自然災害說、鳥擊事件：當時機場附近根本沒有鳥群，而得以排除。

二、人為事故說：如起飛前，機師錯誤設置了襟翼，導致爬升中升力不足而墜落。飛機通常在起降時，才會使用襟翼，當它延展時改變了機翼剖面的弧度，增加了升力。飛行員不可能從一開始就錯誤設置襟翼；因為波音先進的軟件系統，駕駛艙中的警

鈴系統會大作，提醒機師修正，會阻止起飛過程中任何的輸入錯誤。

三、若駕駛員過早收起了襟翼，導致飛機升力不足，無法正常起飛最後墜毀；從機場塔樓監控視頻中，看到飛機已經2.5度的角度爬升，最後機頭以12.5度仰角進一步繼續爬升，這是正規起飛的關鍵時刻，若此時副駕駛錯誤收起襟翼而非起落架，導致墜毀，亦無可能；通常飛到這個高度，起落架會自動收起，此次失事航機起落架未收，看起來和襟翼無關。

四、資深機長史提夫Steve研究飛機正從頭頂超低空掠過的另一段視頻，他注意到一個細節，又仔細聽了錄影中嗡嗡的聲音，確認那個機腹灰色的東西突出，是衝壓空氣渦輪機Ram Air Turbin, RAT，飛機的緊急備用動力系統，這個RAT只在飛機斷電、液壓系統失能、或雙發動機完全失效才會緊急啟用。他的作用是暫時恢復飛機的電力和液壓系統，好讓飛行員能夠控制飛機並緊急安全迫降滑翔著陸。如果印航171班機的緊急備用動力系統RAT已經自動啟用，說明在墜機前飛機的兩個引擎都已經失能了。

五、史蒂夫機長還指出，證明墜機前兩具引擎都失效了，就是生還者的回憶墜機過程，他聽到了Bang! Bang!的聲音，也看到了飛機內部綠色和白色的LED燈忽明忽暗；史提夫機長認為是飛機斷電、RAT啟動恢復有限電力供應呈現出的現象。

六、另外印航機長自己發出的求救訊號 Mayday，這是法語求救的國際標誌，是緊急信號最高的級別，只有生命受到威脅情況下才採用。一般連喊三次，之後機長向塔台表明飛機喪失了動力和推力，此時飛機離地面的高度僅僅191米。隨後飛機的ADS-B自動應達器停止播報，飛機和塔台完全失聯；如果只有一具發動機熄火，波音787另具引擎會為飛機提供全部的動力和電力，飛機基本上還可以正常飛行。只有兩具發動機熄火，波音787才會啟用RAT幫助飛機迫降、或者爭取時間重新啟動發動機。

衝壓空氣渦輪機RAT

但是本次事件最不可思議的是飛機剛剛起飛，高度不及200公尺，兩具發動機同時都熄火了，導致不得不起用RAT應急動力尋求迫降。飛機給緊急備用動力系統RAT設計的範圍，是當飛機在12000米的高度、每小時700公里的巡航速度時、兩具發動機同時熄火，RAT還可以幫助飛機滑翔240公里。而現在高度只有190米，按比例計算只能滑行一公里，在1公里的距離內，要致活發動機的反應時間只有12秒，再加上該起飛機場人口非常稠密，飛行員沒有辦法尋找安全的迫降點，因此機場週圍環境為這起空難的嚴重性增加了難度。確切的墜機位置距離機場跑道盡頭大約1.5公里，完全吻合了波音787客機RAT能夠支持的上限；資深機長史提夫認為某關鍵因素讓兩具發動機同時熄火，引擎停擺，電力中斷，當然起落架也

就無法收起。

燃油污染導致雙發動機熄火

就在三天後的6月16日，印航又有一架787夢幻客機在22000呎高空遇到技術問題，可能跟燃料有關，包括油缸過濾器故障或燃料疑似受污染。全機緊急折返香港，安全降落、無人受傷。由於連續2架同型機都出狀況，已讓波音787安全性與印航維修監管受高度關切。印度政府14日下令，徹查所有航空公司旗下的波音787客機，甚至不排除全面停飛。

兩具發動機同時熄火，理論上極為罕見，但事實上就是發生了，究其原因一是燃油污染，水和某些顆粒狀物體進入油料中，可能造成燃油的污染，甚至微生物在油料中生長，都可能造成燃油堵塞、甚至損壞燃油設備，導致發動機突然熄火等的案例。

英國航空BA-038波音777飛機事故發生在2008年1月17日，BA從中國北京首都國際機場飛往英國倫敦國際機場，飛機在蒙古和俄羅斯上空飛行時，機艙外的氣溫寒冷達到零下65至74度，機組人員密切注意一旦油料結冰，那可不妙了。還好油料一直維持在攝氏零下30度以上，沒有發生結冰現象，飛機順利的飛越俄羅斯領空，進入了西歐，氣溫開始上升，機師們才鬆了一口氣，眼見就快抵達目的地，機長副機長調換位置，由副機長調整飛機的高度和速度，開始為著陸做準備，這時飛機離地面122呎，還有大約20秒就可落地，在這個時候兩具發動機都沒了反應，副機師做了幾次加速的動作，仍然全無反應，這下他明白大事不妙，只

能靠滑翔進場，幸運的是BA-38最後成功迫降在跑到盡頭約300米處草地上，所幸沒有發生起火爆炸，所有乘客都安全脫離，47人受傷。事故後經詳細的調查發現，油料中存有萬分之一的水份，要是平常這些極少量的水分，還不構成問題；但在俄羅斯的寒冷天空下，當環境溫度升高後，他們又結成了軟冰附著在油管内壁，隨著油料的流動，在降落前軟冰堵塞了發動機的燃油熱交換器，導致油量供應不足，造成雙發動機熄火，這些設計上極小的瑕疵構成安全隱患。2008年這場事故雖然沒有造成重大的人員傷亡，但是這架波音777客機，卻因為損傷太大被報廢了。

除了油料污染外、還有飛機電氣設備的故障，比如波音787所裝備的計算機控制系統電器、或者全權數字發動機控制系統FADEC，都有可能出現故障，只是目前還未發生過。另外還有自然因素如前提到的飛鳥撞擊，還有火山灰、沙塵暴等。再來就是人為破壞，尤其是黑客攻擊，改變系統程序也可能導致發動機不工作，只是這種機會非常小。現在對於印度航空公司空難的調查正在緊鑼密鼓進行中，波音和通用也會和印度政府攜手合作，盡快找到失事原因。

機長座椅在飛機起飛上仰過程中向後滑脫

據印度航空調查委員會(AAIB) 6月18日發布的初報中，在飛機起飛離地時，機長座椅插銷鎖定裝置失效，導致駕駛座意外向後滑脫，使得機長被動無意將油門桿拉至慢俚，導致起飛關鍵階段發動機功率大幅降低：副駕駛試圖

推進油門，擋不住推力桿向後的壓力。

殘骸檢查顯示，座椅鎖銷斷裂，具體零件號碼為BACB30LN5S02，為故障點。從維修日誌證實，該座椅在墜機前11天曾因「調節僵硬」問題進行維修。然而卻沒有維修後功能測試的記錄，屬維修鏈中的關鍵疏忽。

駕駛艙時間軸（來自CVR和FDR）

+0:12 秒：開始上仰

+0:15 秒：座椅滑動；油門桿拉回

+0:18 秒：機長大喊“我的座椅！”

+0:26 秒：飛機在離地高度 214 英尺（約64公尺）處失速

+0:38 秒：飛機撞擊地面

不到半分鐘，飛機就從正常起飛迅速惡化到完全失去升力，凸顯了低空飛行異常的殘酷性。

美國聯邦航空管理署(FAA)和歐洲航空安全署(EASA)已發布緊急適航指令 (AD 2025-16-51)，要求所有業者在72小時內檢查B787機長座椅導軌。印度航空已停飛12架有類似座椅維修紀錄的飛機，等待重新檢查。波音公司承諾：重新設計座椅鎖定裝置。更新油門桿阻力協議，以確保未來機隊安全（預計於 2026 年第三季完成）

2025年8月，國際民航組織(ICAO)將召開國際高峰會，重點討論駕駛艙人體工程學、設計漏洞和機組安全系統。

（資料來源：AAIB 初步報告 - A1171、FAA 緊急通知 2025-16-51、波音服務通告。）

以上資訊經查證不實，有人以為純屬惡作劇。個人經驗判斷，印航維修內部有人在吹哨子，提醒調查重點。抑或是調查委員會中，有消息不慎漏出。

波音的危機 喪失安全理念

波音的股價一口氣掉了9%，是波音的煩惱；有一種聲音認為波音在激烈的市場競爭當中，為了取悅股東，而放鬆了質量的管控，為了和空巴的激烈爭奪市場和提高產能，也放鬆了嚴謹的工程程序，由於這些改變，會不會導致波音失事的魔咒？

早在2011年西雅圖商業雜誌就爆料說，波音已經從一家研發型的公司，改變為金融利益所驅動的製造工廠。波音在二戰中，因為軍方的戰機訂單而起家，在戰後以生產安全的大型客機稱霸全球；但是1990年代情況有所變化，歐洲的空中客機開始全面蠶食波音的市場，成為他最大的民航客機競爭對手，波音為了因應變化，在1997年和麥道公司合併，但是合併並沒有給波音帶來明顯的轉機，卻種下了惡果。

在2000年，空巴的新訂單和交付能力已超越了波音。2000年至2010波音一直處於下風，直到2011年波音787交付營運，波音才稍稍有起色，至少在交付能力方面略勝空巴。波音787研發成本高達400多億美元，而對手空巴A350研發僅僅150億美元，到現在為止波音787交付了1000多架，才勉強回本。而空巴生產的成本低、營運的成本也低，所以2019年來空巴無論是訂單數量、還是交付能力、又開始全面反超過波音。



西雅圖商業雜誌爆料，這麼些年來的競爭不利，波音公司不是著手於提高自己的產品品質，反而走偏門，花了太多錢去回購股份，提升自己的股價滿足股東的利益。據說從2013到2019年，波音公司就花了434億美元進行了23次股票回購操作，以拉高股價這種做法讓華爾街開心、股東開心；但是這筆錢要落到空巴手裡，三個類似A350的機型都搞出來了。波音公司這些年走偏門，CEO掏空公司、討好股東的做法，體現了管理層安全觀念極度的偏差，再再直接反映到飛機的品質上，前有737Max、現增787夢幻。

回顧2014年以來發生的多起重大空難，除了2014年馬航MH370班機空難外、2018年印尼獅子航空610班機空難、2019年衣索比亞航空302號班機空難、2022年中國東方航空5735號班機空難，到2024年底南韓濟州航空2216號班機空難，皆是波音737客機發生的事故。近兩年來，波音公司更是大小事故不斷，甚至連公司內部檢舉吹哨人在公聽會前一晚都會發生槍殺事件，事態嚴重可見一斑。如今波音夢幻機型已有14年的機齡，結構瑕疵已逐漸浮現…



RAT

波音在大陸市場份額從2019年的47%驟降至2025年的19%，原因絕對不只是政治因素。拚了17秒的印航機師「絕望求救音檔」曝光，呼叫「失去動力」。南航2025年4月初，突然拋售全部波音787-8十架飛機和2具發動機，真具先見之明！這批機齡剛滿10年的波音787-8，單架次大修預算已飆升至1.2億元人民幣，相當於機身殘值的67%。更吊詭的是，當印度航空171班機在6月12日墜毀時，黑匣子資料顯示其同款機型的鈦合金翼肋疲勞裂紋，與南航出售前檢測出的隱患高度吻合。

南航波音787-8的GE發動機高壓渦輪葉片，在累計飛行4.5萬小時後出現普遍晶界氧化。2025年春節前定檢時，南航某架787的水平安定面作動筒出現異常抖動，拆開後發現印度塔塔集團供應的軸承套圈存在細微砂眼，這

個來自班加羅爾工廠的零件，正是印度航空事故調查中被重點標注的隱患部件。而南航轉身就與空巴簽署292架飛機訂單，其中A350-900的碳纖維機身壽命比波音787多出4萬飛行小時，這種戰略性轉向讓波音在大陸市場份額驟降。

結語

今天回顧起英航事故，一個令人驚奇的巧合出現了，波音777是從1994年開始營運的，14年後的2008年，首次出現了重大事故。而波音787是從2011年開始營運的，也是14年後的2025年首次發生重大事故。而這兩次重大事故問題都出在發動機上。看起來萬無一失的雙發動機，都一起熄火，難道14年是波音設計上的上限、抑或是14年的魔咒？

上述14年魔咒的潛在原因，其實從性能數據上看，波音777，787和過去機型相比，安全有所提升；但與競爭對手空巴相比，略為遜色，比如空巴A330機型，從1994年開始營運，直到2009年，除了法航447班機由於新手開進了海底外，中間這15年都沒有發生致命事故。A350從2015年開始營運，到目前也沒有發生重大事故。

所以過去的商業科技大霸主波音，如今賣飛機全靠美國川普政府的壓力，華航在蔡英文政府時，也偷偷買進了十架波音787。冰凍三尺、早非一日之寒，波音除非一番洗心革面的大整頓，重新崛起早已不易！

（作者曾任民用航空醫學中心 主任）✈