

空難事故調查影片有感

一、前言

飛機應該是很安全的交通工具，發生事故比例比其他交通工具都低。可是萬一不幸搭上事故班機，可能一瞬間撞進地面深處，或空中解體由高空墜落，或在瞬間爆炸中消逝，生還機會就只能靠老天了。近日觀賞迪士尼頻道中『空中浩劫』幾十部影集，看到各式各樣的飛機事故，真的無奇不有，尤其看到影片內關於事故調查的不捨精神與嚴謹態度，以及隱藏在事故後邊的原因，更讓人不勝唏噓。每部片子前頭都強調，內容取材自**官方報告和目擊者證詞**，所以可信度應該很高。有感於各事故調查單位雖然各有不同，但其認真積極追查事故原因的精神與求證的嚴謹態度，值得我們工程人員學習，乃透過電子報摘錄幾次空難事故中影片內容介紹給大家參考。

This is a true story.
It is based on official reports
and eyewitness accounts.



二、空中浩劫 墜機案例影片摘錄

1. 第 15 季第 4 集：中華航空 120 號班機 - 致命細節

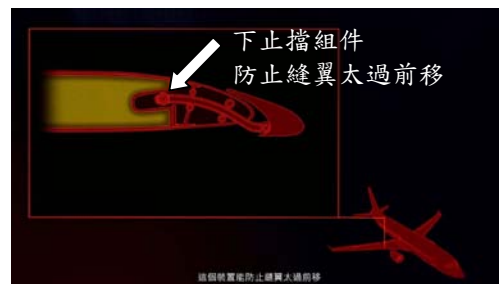
此次事故發生在 August 20, 2007，機上有 157 名乘客，機型是波音 737 客機，由台北飛往沖繩那霸機場的中華航空 120 號班機。當飛機在機場停妥並關掉引擎後，2 號引擎突然起火，所幸機上含機組人員 165 人全數安全逃離。

由於證據都被大火燒毀，而且全球有超過 5000 架 737 在使用，每 3-4 秒就有一架起飛或降落，調查人員擔心有設施瑕疵，所以尋找兩個黑盒子當然是重點之一，但首先還是先去找目擊證人。當時是飛行員停好飛機就關掉引擎，不久就聽到飛機失火。調查員想先依靠目擊者來知道的是，到底是怎樣的火？點火源是什麼？以及燃料來源是什麼？一開始調查員主要質疑的地方是，副機師說有用無線電跟航管員聯繫，讓他知道有一個輪子著火。但調查員由燒焦的殘骸檢查右側輪艙及起落架組件，無法說服他這是起火點，起火點應該在前面一點，看來飛行員的說法有誤。接著黑盒子找到了，也就是駕駛艙語音記錄儀以及飛行資料記錄器，也成功下載資料。事故現場高溫造成殘骸嚴



重損傷，幾乎不可能判斷起火點，只知道是在右側。他們看到燒焦的纜線也懷疑是不是電器火災，雖然嚴重的電子故障很罕見但並不是前所未聞。但由飛行記錄器也排除這個可能性。調查重點轉到右引擎，因為飛行途中內部會產生 2000 度華氏的高溫。調查員詳細檢查引擎內部核心，最容易發生故障的地方，發現引擎是外部受損不是內部受傷，所以也排除了這個可能性。調查陷入瓶頸，每天仍有數千架 737 飛機起飛，調查的壓力愈來愈大。調查員反覆細看被拍攝到的華航 120 航班被大火摧毀的影片，顯示大火很快蔓延整架飛機，但沒看到起火關鍵時刻，但也覺得有東西在助長火勢，卻不知道確切原因。調查員擴大搜查線索，終於有機場停機坪地面人員提供了關鍵細節，明確表示他看到有液體沿著右翼前緣流下來，然後就著火了。

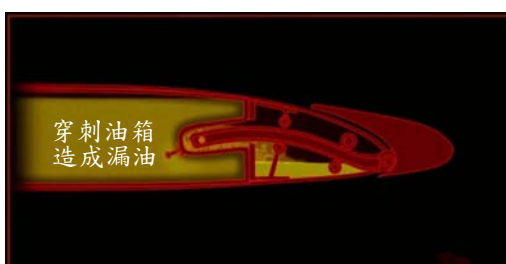
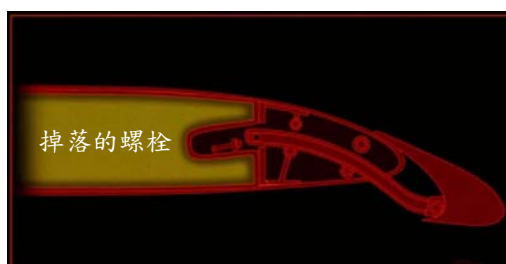
從機翼這部分漏出的液體只有一個可能，噴射機燃油。737 載有 4390 加侖的燃料，大部分儲存在油箱裡。油箱位於飛機兩個巨大的機翼內。知道漏油，接著就是調查從那裡漏出來的。油管是供油系統中最脆弱的，它們會被折彎有時會暴露在外，可能被東西敲到或刺傷，火災造成很大損傷但也沒找到破裂的油管。既然不是油管，那唯一可能出錯的地方就是油箱本身了。油箱是由鋁合金製成，設計上能承受很多年的飛航壓力，應該不會破裂或漏油。檢查油箱是目前為止最困難的挑戰，只能用管道鏡這種小型攝影機進入檢查狹窄空間。突然間清楚看到有螺栓從油箱凸出來，正是地面工作人員看到漏油的地方。接著要調查的是螺栓來自何處並弄清楚為什麼會發生。調查員切開機翼檢查，並研究 737 機翼結構的示意圖。終於發現，螺栓是來自縫翼下止擋組件，這個裝置能防止縫翼太過前移。找到了破洞穿刺物也知道來自何處，現在要去追究了解的是怎麼發生的。調查員翻遍波音的技術檔案，有了驚人的發現，原來下止擋組件問題發生過兩次案例，這個裝置的分離導致輕微漏油，來自下止擋元件的零件穿刺了油箱，就和 120 號班機一樣。波音很擔心這個問題，發出特別工作指令，想確保全球 737 下止擋元件的安全。指令是「更換下止擋元件上的螺母」，建議的方法是先取下螺帽，然後塗上螺母硬化



材料之後再重新裝上螺帽。調查方向轉到去調查這架飛機是否有依照工作指令去作業。但根據紀錄，這個下止擋在事故發生前幾週才被動過，更換的工作指令如報告顯示已經完成，且螺帽仍然還固定在上面。調查員決定清點零件，再更精細去拆解這個組件做比對，終於發現少了一個墊圈。他們非常仔細檢查機翼其他部分，才在機翼前緣元件裡找到這個墊圈。螺帽還在墊圈卻已鬆開掉落，非常離奇。於是調查員來到了台灣中華航空的總部，請示範如何進行維修工作，希望能釐清墊圈分離的謎團。親眼看到執行過程時才知道，要維修下止擋有點複雜，技師視線非常受限，必須用手進去摸索。可以想像你站在機翼的下方，但你看不見。紀錄顯示工作指令的維修，是技師唯一一次維修，也解釋了在沖繩發現的墊圈是在台灣維修過程中脫落。調查員再去實驗，看這組件沒有墊圈的情況下如何表現，有了驚人的發現。墊圈是唯一能阻止組件從底座掉出去的東西。沒有墊圈，組件會從縫翼滑軌掉出來。



這飛機在設計時，想把空間利用發揮到最大，在前緣縫翼的設計上想出了軌道室這個構造，用來收納移動的滑軌。縫翼軌道室是延伸進去油箱的空間，縫翼軌道室能容納縫翼前後移動的裝置，裡邊的空間很小只能容納滑軌，金屬異物只要佔據軌道室一點空間就可能發生事故。如右圖，下降時縫翼拉出，下止擋組件因缺少墊圈而脫落在軌道室，著陸後縫翼推回歸位，把下止擋組件也推插入油箱壁，導致漏油。



中華航空120號班機的調查結果指出，前幾個星期，一個關鍵零件的維修缺失，丟失了墊圈讓下止擋變成隱藏的危機，終於導致右翼油箱被刺穿漏油而發生火災。飛機應該載有幾千公斤的燃料，但飛機滑行時引擎廢氣的力量足以驅散漏油，燃料不會碰到熱燙的尾管或剎車，但一旦飛行員停好飛機關掉發動機，情況立刻變得危險。漏油開始直

接滴在火熱的尾管上，漏出的噴射機燃油一接觸立即著火。很明顯燃料燃燒得非常充分，就像炸彈一樣燒起來。幸好客艙機組人員專業的引導讓 157 名乘客下了飛機，只用了 1 分 42 秒，接著 8 名機組員也全部安全脫離。但也燒毀掉一部七千萬美元的 737。



那霸機場的火災，讓調查人員有了驚人的領悟。接到指令的維修，事實上卻引起了火災，這有些諷刺。華航的維修程序是為了防止意外，但本質上這個程序和這起事故的發生有很大關係。在那霸機場大火之後，全球航空當局下令檢查所有 737 機隊，在美國就發現了 21 架飛機有同樣缺陷，它們全部都有漏油與著火的災難風險。波音也立即採取措施重新設計下止擋結構，並確保改良後的零件都安裝在每一架飛機上。



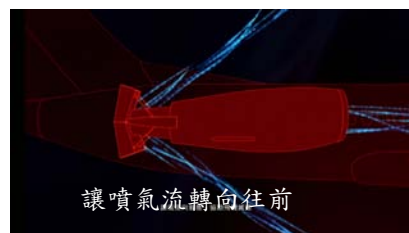
[空難調查文章內容及照片大部分摘自影片畫面及字幕]

2. 第 14 季第 10 集：天馬航空 402 號班機

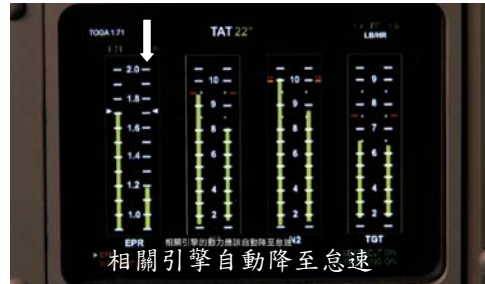
1996/10/31 早上 89 位乘客準備搭乘天馬航空公司由巴西聖保羅到里約熱內盧的短程航班，這家公司剛獲得最佳區域航空公司大獎，機身上都還寫著「第一名」當廣告來推廣業務和客機。機長是該公司最有經驗之一的飛行員，擁有將近 6500 飛行時數，副機長經驗較少，一週前才取得駕駛福克 100 的資格，這架短程噴射客機由勞斯萊斯的雙引擎驅動。早上 8:26 才獲得塔台同意啟動引擎可以起飛。在跑道上加速時機組人員即收到警報，表示 2 號自動油門失靈了，但單聲警報不足以讓他們放棄起飛，接著又再度有兩聲警報告訴他們這問題也影響另一引擎。機長決定要靠手動調整動力，他們確實也可以用手動模式繼續起飛沒有值得擔心的事，一切就像例行的起飛一樣。接著在空中高度還不到 50 英尺時，飛機突然危險地向右側翻滾，機長必須立即拉平飛機，空速太低，時間對解除這起故障尤其重要，機長的努力開始奏效，機翼回到水平狀態，但這只是暫時的緩解，空速驟降到危險程度，更糟糕的是機長無法維持水平狀態。起飛 25 秒後 402 號航班撞向地面，墜入加巴庫拉社區。房屋壓垮街道陷入火海，機上 95 人全數罹難。



空難調查人員到達現場，發現幸好 402 號航班墜落地點距離一所小學不到 60 英尺，當時有 800 名學生在早課，街道也很空曠民眾不多。調查作業首先得找出飛機所有殘骸，引擎起落架、右翼、左翼及機尾，確認飛機沒有在空中遺失零件很重要，這樣才能開始拼湊這謎團。飛機起飛時在低空墜毀，首先判斷罪魁禍首是失去推力。檢查勞斯萊斯引擎發現觸地時引擎是在高速轉動所以引擎沒問題，排除可能原因是正確的第一步。由現場目擊證人得知飛機是向右側翻滾。由加巴庫拉事故現場破碎殘骸，證實目擊者的說詞。他們發現右翼卡在大樓裡，飛機以一個角度切進去，像刀子一樣。極速的右側翻滾可能導致機翼失去升力而墜機，但為何飛機會如此急速翻滾呢？起飛時操作設置不當或襟翼縫翼位置均會影響。但調查員去精密量測收放縫翼的機械裝置，起飛的位置是 8 度正確，也排除了這個可能性。接著去調查飛行員 24 小時行蹤，都有休息，也都有駕駛該客機的資格。調查員期盼黑盒子能補全缺失的線索。座艙通話記錄器完好，飛行資料記錄器外觀看起來嚴重燒毀已呈灰色，但仍寄去製造地的美國去做分析。防火防撞功能奏效，資料完整取出，此時距離失事調查已過了三天。在下載的數據中，首先發覺二號引擎動力很奇怪，忽高忽低最後才達到全推力。另外有目擊者說看到飛機一部份推力反向器在墜毀前運轉。但目擊者證詞還不夠，他們需要鐵證，很快在飛行記錄器中找到鐵證，資料顯示反向器兩度開合然後完全展開，讓大家非常驚訝。因為反向器是一種氣動剎車，是用於降落後減速的，它怎麼會在起飛時展開。而且這根本不可能會發生，因為推力反向器系統有一項安全功能，稱為機輪受力開關，用來防止它在空中意外開啟。機輪一但著陸被壓縮，機員就能手動開啟推力反向器。調查員測試了檢測機輪、何時安全落地的電子裝置並檢查所有電路。不懈的努力終於讓他們發現一個出錯的感測器，它間歇性的失靈，指示推力反向器的開和關。當葉片打開時不同的偏航力矩就會作用在飛機上，機師必須去應對每個偏航力矩，那是需要高度專注，非常緊繃的狀況。而且是在高度和空速很低的环境裡。調查員發現還有一個問題，福克 100 還有一張安全網，即使感測器失靈應該也能保護飛機的安全。如果失靈的推力反性器在起飛時展



開，相關引擎的動力應該自動降至怠速以避免反向器造成煞車。駕駛艙裡不會有警報響起，但安全系統會立即啟動，飛行員什麼都不用做，使用一具引擎也能安全爬升。所以問題還在，為何 402 號班機沒安全離開康哥涅斯。



由座艙通話器得知，起飛四秒鐘後出現警報，機長冷靜告訴副駕駛只是自動油門失靈，繼續起飛。離地不久，駕駛艙內氣氛急轉直下。機師對話出現「鎖住了」「把自動加速油門關掉，拉這個」「它是關的」，看來機組人員認為問題出在自動加速油門上，根本沒提到反向器。他們關注在自動加速油門上，而且駕駛艙控制似乎有些問題，但就是沒有警報告訴他們反向器已經展開。結論是機組人員很困惑，不知道發生了什麼。調查人員繼續追查，想弄清楚在關鍵的最後幾秒機組人員到底做了什麼？為了打造更詳細的情境，他們做了新的嘗試，結合航班資料和駕駛艙錄音，創造出客機的即時動態。由即時動態可以一秒一秒的去評估意外發生的情形，新的動畫模擬揭露了驚人的細節。也就是機組人員在反向器展開時的反應喊“鎖住”，他一定是指油門控制桿的動作，自動系統已經將它降至怠速就跟它的設計一樣。但飛行員誤解了控制桿的動作，他們以為這是故障，以為是失靈的自動加速油門在降低引擎動力。很不幸的他們試圖駕凌系統，一心想讓引擎恢復全推力狀態。事實上，他們終於在推力反向器完全打開的那部引擎上獲得全部推力。



為何機組人員對於旨在拯救飛機的自動系統如此困惑？調查員想知道航空公司是如何訓練飛行員，也查到天馬航空公司曾諮詢過福克關於推力反向器在起飛時展開進行訓練，福克回應這種故障的機率低於飛行時數的十億分之一，非常罕見，這項訓練並無必要。未經訓練造成他們沒有足夠的資訊，能在對的時間做出對的決定。讓副駕駛努力去恢復他認為起飛所需的動力。不過這個安全系統應該要萬無一失的，副駕駛本應無法操作自動化系統，但不知為何他的確做到了。調查員去檢查安全系統的元件，包括油門控制桿意外啟動時會將他拉回的纜線，它由油門控制桿一路接到反向器。發現這條纜線狀況良好，但是在某個連接點分開了。這種纜線的設計是能承受 632 磅的驚人力道，不解一個飛行員怎能拉那麼大力。調查員決定



不過這個安全系統應該要萬無一失的，副駕駛本應無法操作自動化系統，但不知為何他的確做到了。調查員去檢查安全系統的元件，包括油門控制桿意外啟動時會將他拉回的纜線，它由油門控制桿一路接到反向器。發現這條纜線狀況良好，但是在某個連接點分開了。這種纜線的設計是能承受 632 磅的驚人力道，不解一個飛行員怎能拉那麼大力。調查員決定

不過這個安全系統應該要萬無一失的，副駕駛本應無法操作自動化系統，但不知為何他的確做到了。調查員去檢查安全系統的元件，包括油門控制桿意外啟動時會將他拉回的纜線，它由油門控制桿一路接到反向器。發現這條纜線狀況良好，但是在某個連接點分開了。這種纜線的設計是能承受 632 磅的驚人力道，不解一個飛行員怎能拉那麼大力。調查員決定

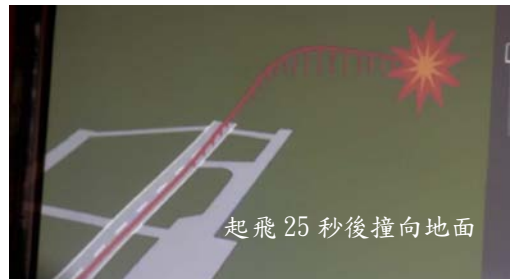


去做實驗，在拉力超過 900 磅時，在一處快速斷開處斷開了。該處是為了便於維護而提供的，實際上卻是系統的薄弱環節。

調查人員提出驚人的新假設來解釋事故。它始於電力故障，一個失靈的感測器讓右側推力反向器的鎖失效，自動油門斷開。這樣安全系統就可以承擔對發動機動力的控制。起飛後反向器展開了，安全系統拉回了發動機的動力，但機組人員不知道發生了什麼事，駕駛艙警報也未響起安全系統三度降低動力，但副駕駛三度恢復引擎的最大動力。調查員的結論是，當油門控制桿最後一次跳至怠速，副駕駛全力將它往前推，這是自然反應。他們的目標是儘快讓飛機飛高。基於這些機組人員擁有的資訊，我敢說百分之九十九的航班機組人員都會有相同的反應。當油門保持向前的狀況下，下一次反向器迴圈打開，副駕駛是推而自動系統是拉，結合的力量超越了設計師預期的力量，纜線被拉開了。推力反向器的葉片完全展開，一具引擎全力向後另一具引擎卻是全力向前，飛機激烈地向右側翻滾。一旦纜線斷開意外就無法避免了。

調查員認為這起空難是由於罕見的故障組合所導致，所有這些都促成了一場原本不可能發生的事故。這次調查教會我們的第一件事沒有什麼是萬無一失的。我們需要指導方針，資訊和訓練，以幫助飛行員處理緊急狀況。這起空難後天馬航空增加了新訓練以教授飛行員如何處置在起飛時展開的反向器。福克改善了它的推力反向系統，他們也修改了駕駛艙的警報。這樣如果反向器在起飛時展開，飛行員就會收到警報。學不到任何東西的調查是沒有價值的，最重要的就是學習並改善我們的所為。每當我們調查事故 我們都會尋找原因，我們想要確保同樣意外不會發生。

[空難調查文章內容及照片大部分摘自影片畫面及字幕]



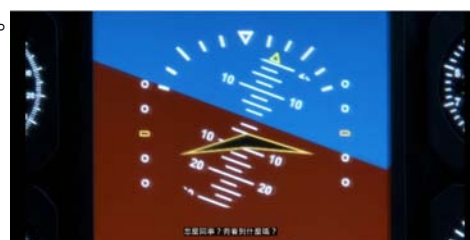
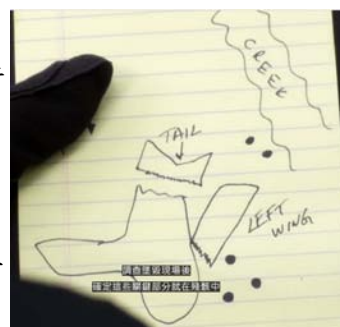
3. 第 14 季第 6 集：大西洋東南航空 2311 號班機

April 5, 1991 一部大西洋東南航空公司 ASA2311 航班從亞特蘭大飛往大西洋海岸的布蘭茲維市，由 34 歲飛行小時將近一萬兩千小時資深飛行員機長及 36 歲在大西洋東南航空工作接近三年的副機長駕駛，EMB-12 是專為通勤航線而設計的小型螺旋槳飛機，能搭載大約 30 人。這架區間飛機由兩台渦

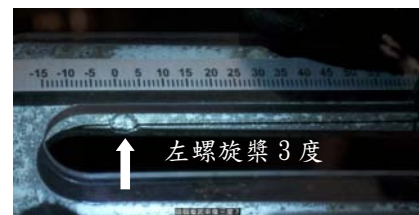
輪螺旋槳發動機驅動。今天有 20 位乘客包括太空總署太空人桑尼卡特及另一位名人前參議員約翰塔沃。起飛前 2311 號航班因為技術問題被延誤了，機組人員被迫換飛機。臨時換飛機雖不常見，但也不是什麼大事不會讓機組亂了陣腳。再過 5 分鐘飛機就要降落，都已經看到機場也已放下起落架。接著機長注意到了不尋常的聲音，一號螺旋槳似乎轉得更快，左邊的拉力比較重，所以將左邊動力調低。機長嘗試補救飛機沒來由的向左偏轉。此時距離地面不到三百公尺，飛機變得愈來愈難控制住。機組員顯然為某件事而措手不及，飛機往左翻滾，機組員急著想讓飛機身回正以致沒發現他們面對的危險有多大。飛機很快墜毀在樹林中央，救援人員抵達墜機地點發現毫無倖存者，機上 20 位乘客加上 3 位機組成員全部罹難，在撞擊那一刻就失去生命。由於飛機上有兩位知名乘客，2311 號航班的墜毀登上世界新聞頭條。



調查員到達現場時，飛機殘骸仍在燃燒。喬治亞州格林郡墜機現場附近一處拖車場的一些人，看到了飛機墜落的景象。目擊者看到飛機嚴重左偏。調查人員知道那是某種災難性的故障，突如其來的機械故障讓機組難以克服。調查從現場開始，要找到第一次衝擊的線索，所有殘骸都得做記錄，得查看墜毀現場蒐集實物證據，那是任何飛機事故調查最重要的一環。他們看殘骸 試圖估測出導致墜毀事件的發生順序。他們要找出機翼頂端、機尾頂端及機頭頂端。調查墜毀現場後確定這些關鍵部分都在殘骸中，表示不是機體崩解，飛機直到重擊地面前都保持無損。撞擊區域的形狀和大小也是線索 如果一架飛機特別是經過樹木，在樹林中間切割出一長條的區塊，調查員就會知道飛機撞擊到地面時應該水平的並緩慢降落。但這個案例中殘骸非常集中，表示飛機撞擊地面時是非常陡的角度墜地。調查員去量測被撞的樹，希望能幫助目擊者對於飛機飛行方式的描述。由樹頂被切割的狀況量測驗證飛機是往左大角度的偏移。當飛機左翻只有兩個原因，機長要想左偏或發生機長無法挽救的故障。調查員檢視飛機的飛行紀錄，接近落地時天氣晴朗，附近沒有其他飛機要閃躲，無法解釋為何飛機劇烈向左偏。

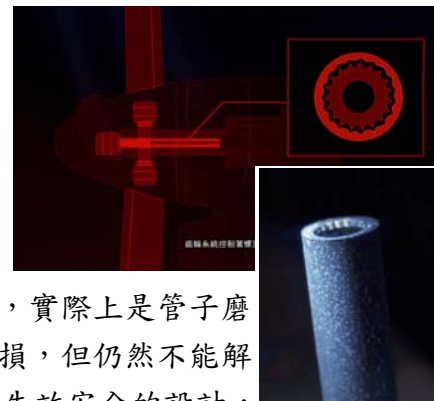


當時那個年代區間飛機無需配置飛行記錄器，調查員無法從機上的記錄器中找到原因。沒有記錄器讓實物證據更加重要。引擎在墜毀中嚴重損壞，螺旋槳葉片被扯掉。調查員先猜測是否遭遇某種引擎故障，他們知道面對媒體的壓力不會減少，但更重要的是把事情做對，所以寧願慢慢來，好好分析證據才有機會在這找到答案。把所有 2311 號航班的殘骸帶回機棚集中後逐一整理。先從操縱面來查，副翼操作正常，引擎中也找到許多葉子與樹枝，表示引擎正常運作。排除引擎故障注意力轉向飛機推力系統另一個主要部分『螺旋槳』。開始測試螺旋槳系統，就算正常也必須排除這個因素。調查員在螺旋槳深處發現了一個重要線索。該處螺旋槳裝置的兩部分在墜機時會撞在一起，這個參考點也許能讓調查人員知道當時螺旋槳是怎麼運轉的。把兩個刮痕對上就會得出當時螺旋槳葉片的角度。調查員發現左右引擎的葉片角度不同，他們的左螺旋槳角度非常低，飛行時絕不會是這個角度。左螺旋槳出了大問題！葉片過平，作用會像牆一樣阻擋飛機保持抬升需要的氣流。



EMB120 飛機有一根所謂的恆速螺旋槳，葉片在飛行中以固定速度旋轉，當飛行員需要更多動力時會讓葉片扭轉，改變角度好吸入更多空氣。在飛行中它的作用好像汽車自動變速裝置。就像換檔為了符合引擎負荷和速度。無論飛機是爬升或下降，這可以持續自動調整，不需要機組人員的介入。

調查員研究了控制左螺旋槳的機制，發現了一項令人擔憂的事實。齒輪裝置裡一個叫做套軸的關鍵部位，其齒狀結構完全磨損了，套軸無法固定住齒輪系統，而齒輪系統是用來控制著螺旋槳葉片角度的。他們去追查嚴重磨損原因，發現事故發生前不久，製造公司開始在名為輸送管的關鍵零件上，採用一種更堅固更粗糙的塗層，凹槽像發條裝置一樣嚙合進套軸的齒中，結果這一改動把它變成了一把大銼刀，實際上是管子磨損了套軸的齒輪。這一發現解釋了套軸為何會磨損，但仍然不能解釋飛機墜毀。螺旋槳的製造商堅信他們的產品有失效安全的设计，螺旋槳的设计，就算有磨損的部分，螺旋槳葉片也會被慢慢推到安全的順槳位置。儘管資料顯示如此，調查員想親眼見證。他們在製造的廠房設置了一場測試，在一副有引擎及螺旋槳組合的測試實驗中，技術員啟動開關讓輸送管離開套軸的輪齒。測試結果螺旋槳葉片沒有變平，而真的是移動到安全的



順槳位置，安全系統完全如預期中正常運行。調查員不服氣，一再觀看測試影片，查看是否有其他他們忽略掉的因素。終於找到，提出的問題是：飛行時飛機遇到亂流，會來回晃動，和飛機在地面時的震動不同。震動模式不同飛機呈現反應不一樣，可能會改變分析的結果。



要知道真相唯一的方法是做飛行測試。國家運輸委員會探員湯姆浩特建議在空中做真實飛行中遇上同樣故障的測試。當他第一次提出試飛時幾乎大家都不贊同，大家不覺得有其必要性，但他堅持需要證明這一點。測試移到巴西航空工業公司的巴西總部。改裝過重現 2311 號航班的故障狀況，風險很大。所以也設了一個安全措施，防止螺旋槳的位置低於 22 度。但只要螺旋槳葉片降到 22 度就表示知道它會變

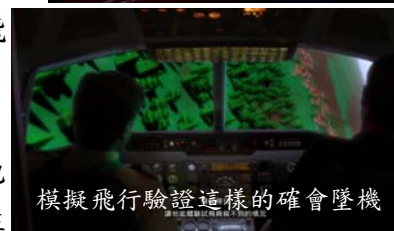
平，也就是浩特調查方向是正確的。試飛時螺旋槳先被設置到正常位置約 30 度，之後拉動控制桿將螺旋槳和螺旋槳控制系統切斷，左側葉片一如設計開始移往順槳位置移動。製造公司鬆了一口氣，調查員覺得也許實驗白做了。但此時發生戲劇性的轉變，看到轉速在增加，雖很緩慢，但是在增加，試飛員知道螺旋槳出錯了。隨著飛行繼續，葉片開始往相反方向偏移，也就是危險的水平位置。空氣動力學與震動還有實際飛行中螺旋槳的負荷，這些都是在實驗測試中無法預估的，必須在實際飛行中檢視。試飛員也開始感覺到飛機向左翻滾以及向左偏航。葉片也續移到這場試飛能允許的最低角度 22 度。這趟危險的飛行，讓對於墜毀的推論獲得證實，也讓漢密爾頓標準公司和航空局的人非常震驚，他們所相信的一切都被徹底推翻了。調查團隊還要再解答一個問題，就能解釋墜毀原因，就是葉片完全變平會發生什麼事。因為實際試飛為安全考量只允許降到 22 度，所以需要再以模擬飛行器來檢驗。模擬飛行確認了把葉片角度降到三度，飛機基本上就失去控制。模擬飛行讓調查員實際體驗到試飛員做不到的情況—墜機。



。這趟危險的飛行，讓對於墜毀的推論獲得證實，也讓漢密爾頓標準公司和航空局的人非常震驚，他們所相信的一切都被徹底推翻了。調查團隊還要再解答一個問題，就能解釋墜毀原因，就是葉片完全變平會發生什麼事。因為實際試飛為安全考量只允許降到 22 度，所以需要再以模擬飛行器來檢驗。模擬飛行確認了把葉片角度降到三度，飛機基本上就失去控制。模擬飛行讓調查員實際體驗到試飛員做不到的情況—墜機。



調查員解釋，當機組成員開始準備降落時，套軸的齒輪磨損了，但仍然能運行，降落減速把新的壓力加在本來就磨損的套軸上，齒輪卡不住了，螺旋槳的葉片會偏轉成不同的角度。當飛行氣流和來自引擎的機械震動，搖動著螺旋槳，讓葉片移動到危險的位置，飛機變得越來越無法控制，飛機終於翻滾過去，跌向地面。知道磨損的套軸是等著爆炸的定時炸彈，他們告訴全世界，失效安全系統行不通，讓航空公司現在就開始更換設備。事故



之後已增加了額外保障措施，阻止這種故障發生。改變不只影響了巴西航空工業公司，還有一些其他渦輪螺旋槳飛機。美國聯邦航空局也下令得更頻繁地檢查螺旋槳套軸。

[空難調查文章內容及照片大部分摘自影片畫面及字幕]

三、結語

- 1.看了空中浩劫影片，才知道飛行事故原來這麼多樣。停機後突燒毀、貨機貨艙嚴重失火墜毀、空中爆炸、機械故障墜機、機場地面撞機、空中撞機、全機缺氧死亡飛到油用光墜毀、機身突解體全員高空飛落、只靠美工刀挾持就能撞五角大廈、飛行員自殺全機陪葬等等。隨便一件事動不動就是幾百人罹難，很難想像當事者遇難時那幾分鐘的感受。
- 2.事故發生一定會做調查，由影片中可以深切體會到調查員在時間壓力下，面臨殘骸燒毀、大面積散落、潛入深海等蒐證困境，當然如果黑盒子找到也取出資料，可以協助解開謎團，卻也有遇到小飛機沒有黑盒子的無奈。看著調查員一步步去解出謎題，讓人佩服其專業及堅持。調查過程應是這些影集最吸引人及值得學習的地方。
- 3.這篇文章只是隨機摘錄幾部空中浩劫影片中的故事，以文字及截圖方式來重現影片內容，讓朋友知道有這些不錯的影片。如果有興趣，還是要去觀賞影片，更能體驗那面臨生死關頭的臨場感及解出事故原因過程的快感。