

世界民航事故调查跟踪

2011年第9期(总第24期)



中国民航大学民航安全科学研究所

二〇一一年十月

目 录

事件调查报告：中华航空公司 B738 爬升过程中座舱失压.....	1
事件调查：伏林航空 A320 巴塞罗那附近遭遇尾流 7 人受伤.....	6
事件调查：芬兰通勤航空 AT72 赫尔辛基附近油量异常.....	9
事故调查：梅帕蒂航空双水獭客机宾图尼中断起飞偏出跑道.....	13
事故调查：美国联合航空 B744 飞机悉尼起飞时擦尾.....	16
事件调查：快达航空 B734 布里斯班起飞后发动机故障.....	20
事件调查：伊比利亚航空公司 A346 在厄瓜多尔基多重着陆.....	22

事件调查报告：中华航空公司 B738 爬升过程中座舱失压

2010 年 7 月 22 日台北时间 17:09，一架中华航空公司(以下简称华航) B737-800 客机(注册号 B-18612) 执行 CI112 航班，从台湾桃园国际机场起飞，飞往日本广岛国际机场，机上载有飞行机组成员 2 人、客舱机组成员 5 人、乘客 89 人。

依据飞行机组面谈及飞行记录器资料，大约 17:12:45 机长(CM1)告知副驾驶(CM2)左边几乎没有压力，当时飞机爬升通过 31,000 英尺，飞行机组检查座舱高度约为 8,000 英尺，爬升通过 33,000 英尺时，飞行机组检查座舱压力垂直速度表的指示为上升率 900 英尺/分，17:27:13 飞行资料记录器显示有主警告信息，当时飞行高度约为 35,300 英尺。座舱高度上升接近 10,000 英尺，CM2 向航管请求下降至 32,000 英尺并告知飞机有舱压问题，飞行机组发现座舱高度及其爬升率仍持续上升后向航管请求下降至 10,000 英尺并返航，下降过程中，约 17:29:07，通过约 36,200 英尺，座舱产生声响警告，组员执行紧急下降程序。下降期间飞行机组曾检查氧气面罩位置，发现其已下掉，约 17:34:29，高度为 18,130 英尺，CM2 呼叫“MAYDAY”，将应答机设置到 7700，请求继续下降至 8,000 英尺，获得航管同意后由航管引导于台北时间 18:11 返降桃园机场落地，人机均安。

2011 年 4 月 29 日，台湾“行政院飞航安全委员会”公布了此次事件的调查报告，总结如下：

调查发现：

与事故可能原因有关的调查发现：

1. 本次事故飞机在放行时，飞机维护记录簿即登记左侧发动机供气系统供气压力低的故障，虽然修修人员执行检查并认为状况正常，但飞机在爬升过程该系统因失效而跳脱，因左供气系统失效致左空调系统无法提供舱压；而右空调系统空气循环机出口软套管破损，使该空调系统提供舱压的进气不足，最后两空调系统均无法顺利提供舱压致该机在爬升过程中失压。

2. 左发动机供气系统失效是因该系统预冷器控制阀气密封胶圈破损，致该控制阀未能有效控制预冷器以提供冷却空气，在无足够冷却空气情况下该供气系统因超温自动关闭。

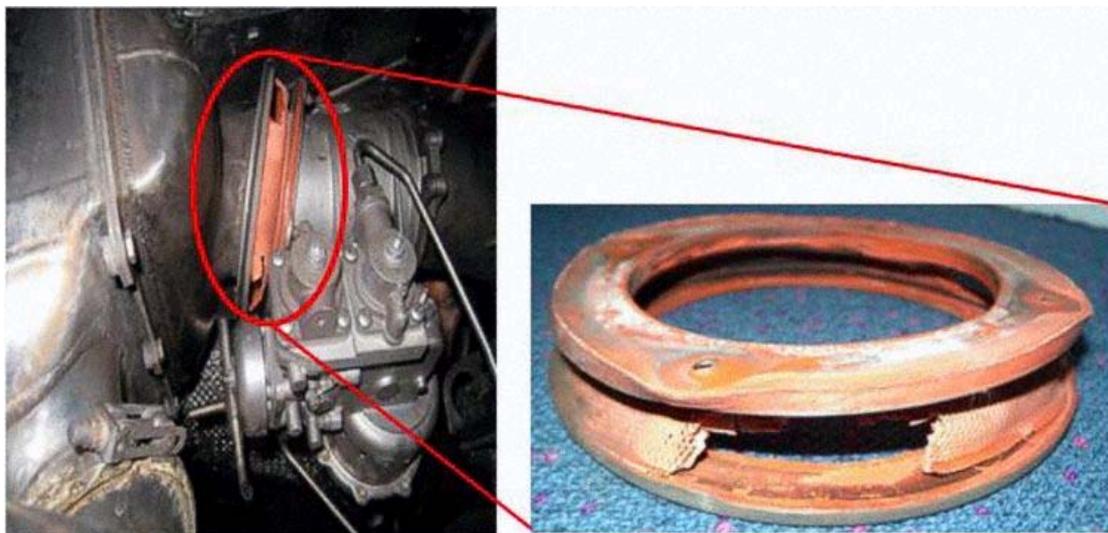


图 1：左侧的预冷控制阀和密封垫圈

3. 右空调系统循环机出口的软套管破裂可能原因为，在空调系统正常工作情况下软套管与钢环摩擦所造成。

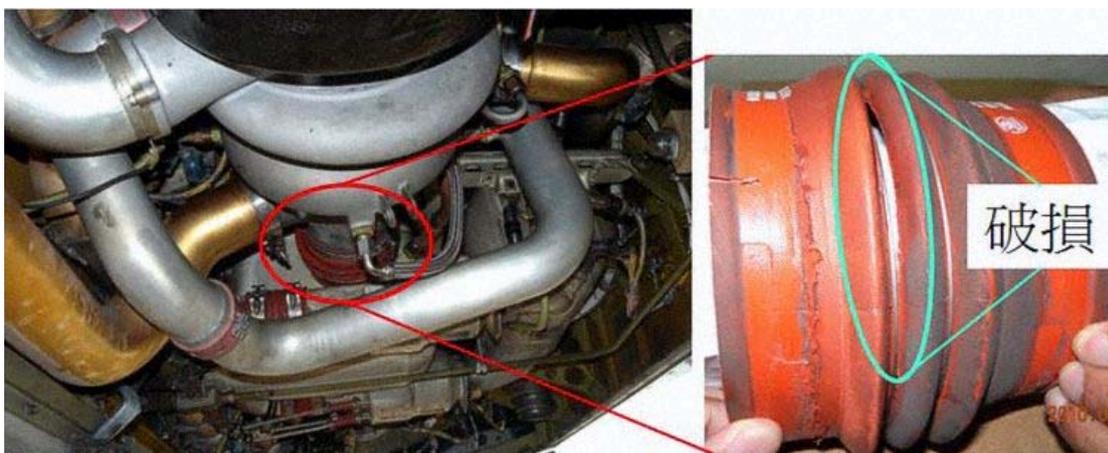


图 2：右侧破裂的软管

与风险有关的调查发现：

1. 飞行机组具备状况警觉能力，但未于发现舱压异常现象初期，立即执行相关处置。
2. 该机于 17:27:13 出现主警告灯时，依 CVR 抄件及 FDR 资料，期间约有 90 秒(至

17:28:44)飞机仍维持约 840 英尺/分的爬升率爬升，直至获航管许可下降后才开始下降高度。

3. 华航的维修作业未能于过境检查正确发现及处理航空器供气系统的故障。
4. 区管中心管制员未听到该机宣告紧急状况，以及发现状况后未告知协调席(管制督导)。
5. 部份客舱组员在氧气面罩自动下落时，未依规定立即就坐及采取自我保护措施，或使用可携式氧气装备(POB)，提高自身缺氧的风险。

其它发现：

1. 飞行机组相关飞行证照，符合现行民航法规的规定。
2. 无证据显示飞行机组在该次飞行中有任何受酒精药物的影响。
3. 客舱机组未汇集客舱状况并向飞行机组回报，落地后亦未依规定将客舱缺点登录于客舱缺点记录簿。
4. 该型机 “EMERGENCY DESCENT” MEMORY ITEM 未包含通知航管单位的程序。
5. 事故当时北部管制区未实施分席管制，无协调员从旁协助时，管制员工作量可能已超过正常的负荷。
6. 区管中心事前已了解值班人力缺员的情况，但未能控管人力并调派适当人员代班。
7. 事故当时区管中心的休息人员较规定多 1 人，管制督导应可调整管制员轮休时间以补足所需人力。
8. 飞航服务总台现行的《航管业务通用手册》无航管单位临时人力不足的处理程序。
9. 《台北区域管制中心业务手册》中，对于副主任的班务调派及管制督导的作业现场人力调配，其间的权责不明。
10. 区管中心北部管制区雷达席得知该机宣告紧急状况后，未确认管制督导是否已收到这一信息，以致管制督导事后方得知此情况。
11. 兼任协调席的管制督导于北部席业务繁忙情况下，离开协调席，事前未主动调配人力，亦未安排适当接手人员。
12. 航管单位成员均了解各项程序规定，却因沟通不良的人为因素，致使整体作业表现受到影响，显示航管单位在班组资源管理及团队合作方面的训练待加

强。

安全建议：

致“交通部民用航空局”：

1. 督导中华航空公司要求飞行机组在飞行中发现异常现象时，应即时进行相关处置。(ASC-ASR-11-04-001)
2. 督导中华航空公司研拟于该型机“EMERGENCY DESCENT” MEMORY ITEM，增订通知航管单位的程序。(ASC-ASR-11-04-002)
3. 督导中华航空公司参考飞机制造厂服务信函(Service Letter 737-SL-21-045)及利用客舱压力控制器内建检查功能，评估建立 737-800 机型舱压系统的性能趋势监督机制。(ASC-ASR-11-04-003)
4. 督导中华航空公司加强修护作业人员适当运用故障排除手册及故障排除能力。(ASC-ASR-11-04-004)
5. 重新检视《台北区域管制中心北部席分席管制作业程序》及相关人员的工作负荷，调整分席管制时段以及人力的配置。(ASC-ASR-11-04-005)
6. 在《航管业务通用手册》中，订定临时值班人力不足的处理原则，供管理人员凭以遵循。(ASC-ASR-11-04-006)
7. 重新检视《台北区域管制中心业务手册》，对于副主任的班务调派及管制督导的作业现场人力调配，厘清相关权责。(ASC-ASR-11-04-007)
8. 落实区管中心对于值班人力的控管，以及作业现场的人力调配。(ASC-ASR-11-04-008)
9. 重新检视航管人员训练课程配置，加强航管人员人为因素及班组资源管理训练，增进团队合作效能。(ASC-ASR-11-04-009)
10. 督导中华航空公司，要求客舱组员确依客舱失压处置程序，实施紧急程序并自我保护。(ASC-ASR-11-04-010)

致中华航空公司：

1. 要求飞行机组在飞行中发现异常现象时，应即时进行相关处置。
(ASC-ASR-11-04-0011)

2. 研拟于该型机“EMERGENCY DESCENT”MEMORY ITEM, 增订通知航管单位的程序。(ASC-ASR-11-04-012)
3. 参考飞机制造厂服务信函(Service Letter 737-SL-21-045)及利用客舱压力控制器内建检查功能, 评估建立 737-800 型机舱压系统的性能趋势监督机制。(ASC-ASR-11-04-013)
4. 精进航空器修护作业人员航空器供气系统的专业知识及故障排除能力。(ASC-ASR-11-04-014)
5. 客舱失压时, 要求客舱组员确依客舱失压处置程序, 实施紧急程序并自我保护。(ASC-ASR-11-04-015)

事件调查：伏林航空 A320 巴塞罗那附近遭遇尾流 7 人受伤

2006 年 5 月 28 日，一架西班牙伏林航空公司空客 A320-200 型飞机（注册号 EC-JDK）执行 VY-1190 次航班从西班牙巴塞罗那飞往圣地亚哥德孔波斯特拉，机上载有 137 名乘客和 7 名机组人员。飞机被许可爬升到 FL370。当飞机爬升离开巴塞罗那，通过 FL325 时，飞机遇到严重湍流，造成飞机向右侧滚转并掉高度。机组人员在 FL303 重新控制住飞机并在 FL310 继续往圣地亚哥德波斯特拉机场并安全着陆。4 名乘客和 3 名机组人员受到轻伤，飞机也受到轻微损坏。

一架未能识别的空客 A340-300 在 FL330 上飞行，与该架 A320 同样的航路同样的方向，位于 A320 前方大约 10 海里处。

2011 年 2 月，西班牙航空事故和事件调查委员会（CIAIAC）公布了他们西班牙语版的最终调查报告，总结说：

湍流的发生是由在 FL330 以地速 464 节飞行的空客 A340-300 产生的尾流湍流引起的，A340-300 在空客 A320 前方 10.13 海里处，与 A320 同样的航路同样的方向。

机组人员的操作，比如（机长和副驾驶）同时进行的侧杆输入，延误了自动油门和自动驾驶仪的断开，左侧方向舵的输入不符合程序，因此有可能致使外部影响加剧。

副驾驶（35 岁，持有航线运输飞行员执照，累计飞行时间 5,700 小时，空客 A320-200 的飞行时间 500 小时）是把杆飞行员，机长（51 岁，持有航线运输飞行员执照，累计飞行时间 14,000 小时，空客 A320-200 的飞行时间 1,800 小时）是监控飞行员。飞机在自动驾驶和自动油门接通的状态下正爬升通过 FL325，这时严重的湍流引起飞机向右侧滚转并下降，并且自动驾驶无法消除滚转和下降。当飞机右倾斜角达到 33 度时，两名机组人员开始操作侧杆达到机械限动，他们不协调的移动侧杆 21 秒，并促使自动驾驶断开。当机长为应对垂直负载增加而控制机头下降时，副驾驶拉侧杆并控制机头上升，两名机组人员执行一个左

侧滚转操作来抵消飞机的右滚转。记录显示，一个 10 度方向舵的左输入被降低到左 1.7 度。结果，飞机开始向左滚转，达到左倾斜角 33 度，之后再次向右滚转，飞机经过 4 次右/左滚转循环和四次俯仰循环，自动油门系统被断开，又发生两次分别为 9 度和 5.2 度的方向舵左输入。最大倾斜角为左 33 度和右 49 度，最大俯仰角为机头向下 0.4 度和机头向上 8.7 度，垂直加速达到-0.45g 和 +1.69g，侧向加速达到向左 0.47g 和向右 0.32g。机长接管了飞机控制，并宣布“我来操控”，按下超控按钮，副驾驶回应“你来控制吧”，自动油门系统在湍流开始 33 秒后被断开，飞机稳定在 FL303。自动油门和自动驾驶仪在湍流开始后 45 秒再次接通，飞机爬升至 FL310 并继续飞行。

四名乘客和三名机组人员受轻伤，主要是擦伤。

飞行后检查表明，没有超过设计极限，飞行控制系统没有检查出异常，除了后面厨房和后门由于服务车的碰撞受到一些轻微损坏，机身没有受到其他任何损坏。

两名机组人员在飞行后访谈中报告，他们没有听到语音提示“双输入”。

CIAIAC 报告称，天气情况不是引发这一事件的因素。与 A340-300 的间距满足要求。

2001 年 11 月 12 日，一架美国航空公司空客 A300-600 型飞机，注册号 N14053，航班号为 AA-587，从纽约肯尼迪机场起飞后不久在贝尔港坠毁。NTSB 的最终报告确定可能的原因是：

由于副驾驶不必要的、过度的方向舵踏板输入引起的（方向舵）载荷超过设计极限载荷，从而造成垂直安定面在飞行中从机身分离。导致这样的方向舵踏板输入的因素是，包括空客 A300-600 型飞机方向舵系统的设计特征以及美国航空公司实施的先进飞机操纵程序。

作为调查的结果，2002 年 NTSB 公布了一项安全建议，要求飞机制造商重视方向舵和垂直安定面的结构要求和审查，并呼吁关注：某些方向舵的动作可能超过结构设计极限并引起结构失效。

结果，2004 年 6 月空客公司发布了飞行机组操作手册的修改，详细指出审查和设计标准并且强调可能因某些方向舵输入而超过设计极限，并引起结构失

效。空客还表示，方向舵不应该用来纠正由任何湍流引起的滚转和偏航振荡。

事故报告下载地址：

http://www.fomento.es/NR/rdonlyres/ACD842EA-C549-4758-B37C-5273FEB946CB/101097/2006_029_IN.pdf

翻译：孟令慧； 校对：徐蕾

事件调查：芬兰通勤航空 AT72 赫尔辛基附近油量异常

2010年7月5日，一架芬兰通勤航空公司 ATR-72-500 客机(注册号 OH-ATK)，执行从芬兰库奥皮奥到赫尔辛基的 FC-256 航班，机上载有 18 名旅客和 4 名机组人员，在赫尔辛基进近时机组人员报告说燃油泄漏，但是仍然希望进行正常着陆。大约 15 分钟之后飞机在 15 号跑道安全着陆。

据一位地面目击者称，在飞行员通过无线电报告了燃油泄漏之后，应急服务部门设定了他们待命的位置。降落后跑道暂时关闭，应急服务部门密切注意飞机并对跑道进行了检查。其他航班都转到 22L 跑道。

2011年5月，芬兰 Onnettomuustutkintakeskus（事故调查委员会 AIBF）发布了此次事件的最终调查报告，总结如下：

事件发生的基本原因是，飞行员在赫尔辛基万塔机场和库奥皮奥机场没有遵循最低设备清单（MEL）和放行偏差指南（DDG）。相反，他们过分依赖于机械师的错误建议。

另一个原因，飞行员在库奥皮奥发现燃油不平衡问题，但是他们没有去寻找原因。在飞行计划中，他们只考虑总油量是否足够、决定在库奥皮奥不用给飞机加油。飞行员对燃油系统如何工作的概念存在误解。

第三个原因，飞行员在发现右翼燃油箱燃油不足时，没有及时按照非正常程序检查单的要求尽快着陆。

影响因素还包括两名飞行员的经验不足、飞行技术有限、机长表现欠佳、机组资源管理不善、炎热的天气造成令人不适的工作环境以及由起飞延误引起的匆忙感觉。

在从赫尔辛基飞往库奥皮奥的飞行前准备阶段，左主油箱断路器在复位后一次又一次的突然断开。一名机务人员对飞机进行了维护，发现左主油箱的电动燃油泵有问题，然后将该问题记录在保留项目清单上，并按照最低设备清单进行了所有检查，在执行完 MEL 后放飞飞机。

机械师和机长用英语交谈，但英语并不是他们的母语。机械师表示，燃油输送供油活门应当一直保持开启状态，当机长询问机械师活门是否真的应当一直保持开启时，机械师再次给予了肯定回答。

然而 MEL 要求只有在发动机启动时需要将交输供油活门打开，之后应该关闭。

机组人员没有参考 MEL 和 DDG，在整个飞行过程开启着交输供油活门致使两个发动机的燃油由右侧燃油箱单独供给。

飞机抵达库奥皮奥时左边燃油油箱燃油剩余 960kg，右边油箱燃油剩余 480kg，480kg 的燃油不平衡量仍然在允许的范围内 (730kg)。机组将燃油不平衡记录在了航班日志中，然而并没有调查造成不平衡的原因。

根据计算，飞机仍有足够的燃油返回赫尔辛基，于是在库奥皮奥就没有再添加燃油。

当飞机飞离库奥皮奥爬升穿过 FL170 高度层时，燃油不平衡量已增至 600 kg，这引起了机组人员的注意，但机组人员却认为他们有足够的燃油到达赫尔辛基。

约 12 分钟后，这架飞机距离赫尔辛基 84 海里，机组人员首次试图与当班的机械师联系商议。2 分钟之后，燃油不平衡已增至 800 kg，又过了 2 分钟，机组人员接到右燃油箱燃油量过低报警。机组人员与值班机械师交流试图找出故障的原因，但是他们也无能为力。机组人员开始执行相关检查单，然而，燃油泄漏或燃油量过低的检查单都没有完成。

又过了 2 分钟，机组人员向空中交通管制员 (ATC) 报告说他们遇到了一个小的技术问题，要求直接飞往赫尔辛基并建议希望使用正常操作程序降落。此时，燃油不平衡量已增至 880 kg，右燃油箱只剩下 130kg 燃油。4 分钟后，他们开始从 FL200 高度层向赫尔辛基下降。由于燃油量不足，机组人员考虑关闭右发动机，右燃油箱剩下 80kg 燃油，在接下来的 8 分钟内使右侧发动机处于慢车状态。

又过了 4 分钟，飞机被许可下降到 5000 英尺，机组人员在此期间与工程人员进行了交流，交流结果是要保持右发动机尽可能长时间的运行，左边的油箱还剩余 890 kg 燃油。

又过了 5 分钟，考虑到可能发生了燃油泄漏，机组要求优先着陆。右边的油

箱只剩下 50 kg 的燃油。飞机被允许在 15 号跑道目视进近，大约 4 分钟后，飞机在 15 号跑道安全着陆。当时右边油箱中的燃油只剩下 20 kg。

落地 2 分钟后右边油箱的油量表显示为 0，左边油箱还有 870 kg 的燃油剩余，一分钟后飞机到达了停机位。

ATR 系列飞机的燃油系统包括两个机翼油箱，每个油箱都安装有电动泵，通常只有发动机起动之后才运行，除非交输供油活门保持在开启状态，发动机启动之后燃油引射泵自动开启为发动机供油。

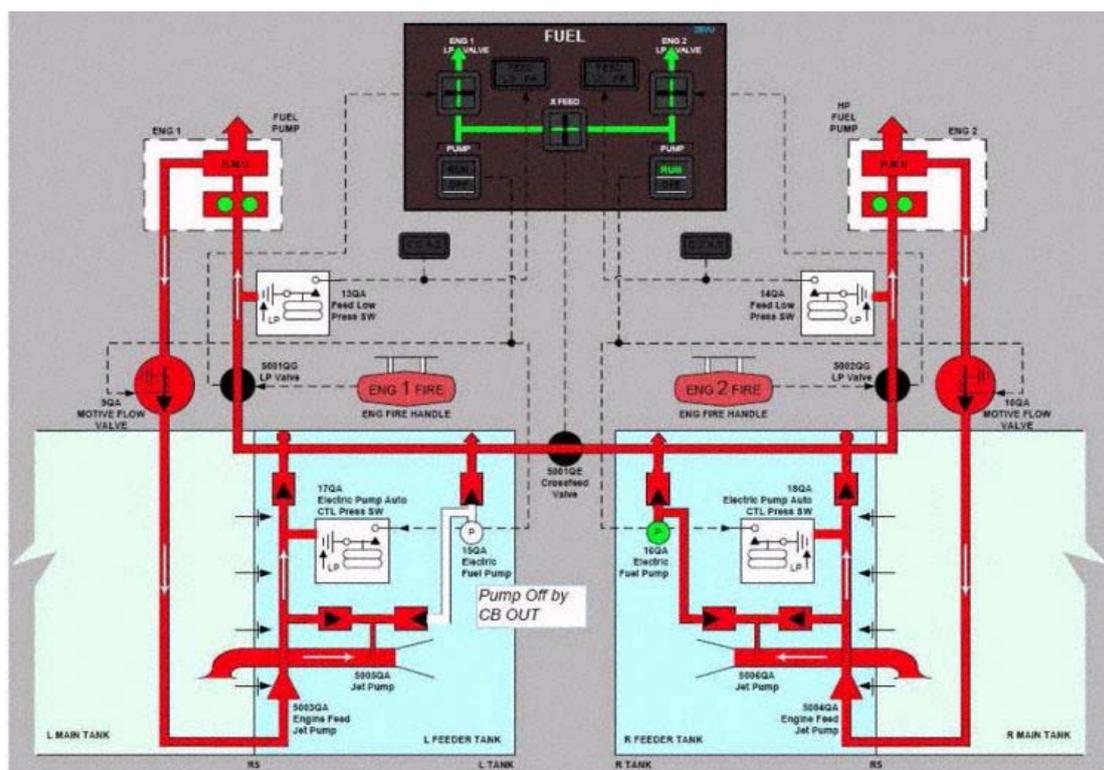


图 1：燃油系统

调查中，对于当右边油箱燃油耗尽时发动机是否会停车进行了测试，测试表明两个发动机将会继续工作，只不过此时是由左油箱通过左边的燃油引射泵供油。

机长（36 岁，航线运输驾驶员执照，总计飞行时间为 2523 小时，该机型飞行时间为 2233 小时），副驾驶（27 岁，商用飞行驾驶执照，该机型飞行时间为 753 小时）都已经完成了运营人的机型等级培训课程，其中包括运营人的系统培训(36 小时)。

作为此次事件的调查结果，运营人对培训大纲中的 MEL 训练内容进行了更改。

事故调查报告下载地址：

http://www.onnettomuustutkinta.fi/Satellite?blobtable=MungoBlobs&blobcol=urldata&SSURIdapptype=BlobServer&SSURIcontainer=Default&SSURIsession=false&blobkey=id&blobheadervalue1=inline;filename=C7-10L_netting.pdf&SSURIsscontext=SatelliteServer&blobwhere=1296729124336&blobheadername1=Content-Disposition&ssbinary=true&blobheader=application/pdf

翻译：许星； 校对：徐蕾

事故调查：梅帕蒂航空双水獭客机宾图尼中断起飞偏出跑道

2010年7月18日，一架印尼梅帕蒂航空公司的哈维兰德 DHC-6-300 双水獭型飞机（注册号为 PK-NUH），执行从印尼宾图尼飞往索龙的 MZ-836 航班。机上载有 6 名乘客及两名机组成员，飞机因左侧主起落架爆胎而中断起飞，但在减速过程中飞机向右偏转，飞机停下来时前起落架和右侧主起落架已滑出了跑道道面，前起落架折断。事故中没有人员伤亡，但飞机受到了严重损坏。



图 1：事故飞机

2011年5月5日，印尼国家运输安全委员会（NTSC）公布了此次事故的最终调查报告，总结了造成此次事故的可能原因为：

- 由于保险丝熔化，发动机的扭矩指示降至零位。
- 由于重刹车造成了右侧主机轮爆胎，从而引起飞机偏向右侧。
- 对于飞行员的复训和熟练性检查无效。

副驾驶（32岁，持有商用驾驶员执照，总飞行小时数2534小时，此型号飞机飞行小时数为1949小时）是该航段的把杆飞行员，机长（38岁，持有航线运输驾驶员执照，总飞行小时数8468小时，此型号飞机飞行小时数为5286小时）负责监控飞行。

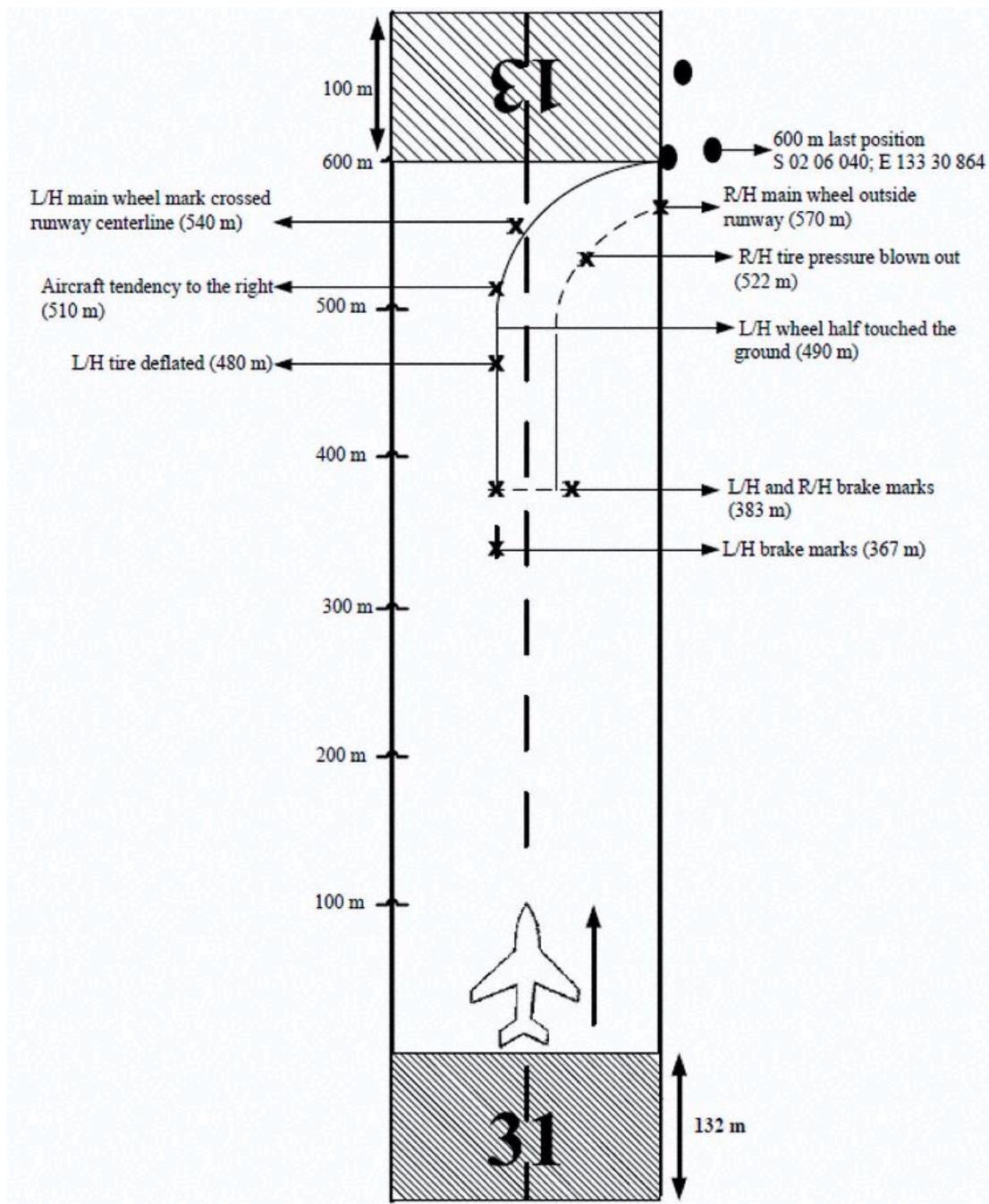


图 2：事故概图

当机长喊话“拉起”时，飞机正在沿着宾图尼 31 号跑道加速；一秒钟之后，

当发现一个发动机扭矩指示降至零时，机长大喊“失效失效”，副驾驶中断起飞，将油门杆拉向了相反方向，同时在飞机沿着 600 米长跑道滑行至大约 367 米处时使用重刹车，飞机开始减速，左侧主轮胎沿跑道滑行至 480 米处开始泄气，此时飞机向右偏转，然后右侧轮胎在 522 米处也开始泄气，飞机滑行至跑道 570 米处时脱离道面并在跑道尽头处以正横方向停止（沿跑道 600 米处），此时前起落架折断、两主起落架轮胎瘪平且右侧踏板弯曲。

在这次事故发生的两周前，一次发动机的扭矩指示曾经因为一根保险丝熔化降至零。这次事故之后，发现相关的发动机的扭矩指示的保险丝也有熔化的现象，没有从飞行数据记录器读取的数据中发现发动机不对称的迹象。在随后的地面滑行中，发动机扭矩指示又恢复正常工作。

国家运输安全委员会（NTSC）分析称，对于双水獭型飞机，决断速度 V_1 与抬前轮速度 V_r 相等，起飞时不应该在速度超过 V_1 后选择中断起飞。

NTSC 在他们对这次事故的描述报告中说，左侧轮胎在沿跑道滑行 480 米处开始漏气，并且左侧机轮在沿跑道滑行 490 米处时半离地面，飞机在沿跑道 490 米处时开始右偏。在转向过程中，右侧轮胎在沿跑道滑行到 522 米处时开始漏气。

NTSC 分析说，随着右侧主轮胎的漏气，机轮产生了阻力，这可能是引起了飞机向右偏转的原因。

NTSC 分析说，两名飞行员都在真实飞机中进行过“标准化”的训练，他们的训练教学大纲没有包括中断起飞的训练。在访谈中，飞行员们都不能描述发动机扭矩系统，这表明飞行员们对于相关飞机系统和飞行程序缺少充足的知识 and 技能，表明飞行员的训练还不足以满足资质标准。

NTSC 向梅帕蒂发布了安全建议，提高对飞行员的训练以使他们能够充分的了解飞机系统，同时在训练大纲中要加入中断起飞这一项目。

事故调查报告下载地址：

http://www.dephub.go.id/knkt/ntsc_aviation/baru/Final%20Report%20%20PK-NUH.pdf

翻译：肖亚兵； 校对：徐蕾

事故调查：美国联合航空 B744 飞机悉尼起飞时擦尾

2010年5月7日，一架美国联合航空公司的波音747-400飞机(注册号N128UA)执行从澳大利亚悉尼飞往美国旧金山的UA-870次航班，机上搭载220名乘客，当地时间14:58(国际协调时04:58)飞机在悉尼34L跑道上起飞时刚刚抬前轮，临近滑行道上的另一架飞机的机组就报告说这架波音飞机在K滑行道和07/25跑道交叉口处擦尾。波音747飞机的机组操纵飞机爬升到了8000英尺高度，并且在塔斯曼海上空放油，离场80分钟后飞机安全返回悉尼机场并在34L跑道上安全着陆。飞机从G滑行道脱离跑道。

25号跑道因此短暂关闭，直到检查跑道后确信跑道可以起降。因为需要清扫，34L跑道继续关闭了近35分钟，因为这个跑道和邻近的滑行道不能被使用，导致延误起飞。塔台通知其他飞机说，由于擦尾产生碎片，34L跑道需要清扫。



图1：擦尾地点

2011年4月1日，澳大利亚运输安全委员会(ATSB)发布了此次事件的最终调查报告，总结如下：

起作用的安全因素：

- 在起飞过程的抬前轮阶段，由于地面风的波动，飞机的速度存在短暂的停滞。
- 为了抵抗侧风的影响，飞行员应用正确的控制输入时激活了飞行扰流板，这导致了轻微的升力损失。
- 飞行员升降舵的输入增加了瞬时俯仰率，超出了波音 747-400 型飞机上常见的数据。
- 减推力起飞增加了在抬前轮过程中阵风对飞机的影响。

机长驾驶飞机，飞机准备在 34L 跑道上在襟翼为 10 度的情况下减推力起飞。此时温度为 23 摄氏度，风向 300 度风速 10 节。

这个机长曾多次驾驶飞机飞往悉尼，据机长回忆，在以前相似的风况离场时，在与 25 号交叉口附近的抬前轮位置，飞机受到来自国际航班候机楼方向吹来的多变的侧风影响。在离场滑行过程中机组简令了这一情况。

在执行起飞前检查单的过程中，副驾驶说操作感觉比平时轻一点。机长同意副驾驶的看法但他认为这在系统容许范围之内。

机长使用跑道全长起飞。在抬前轮阶段机长感觉飞机的动作比他预想的“有点过”，但是没有一个机组人员意识到有什么不正常，机长仍然专注于操纵飞机进行恰当的爬升。没有系统警告提示。

当飞机爬升并穿过 1000 英尺高度时，塔台通知说，另一架飞机看到了这架波音 747 飞机在抬前轮过程中尾翼接触到了跑道。接班飞行员与空乘人员谈话，一位空乘人员报告说听到了类似转移货物的声音，但是没有人报告与擦尾相一致的声音。

机组人员把飞机在 8000 英尺高度改为平飞，并且完成了起飞阶段擦尾检查单，因为擦尾可能导致机舱失压，随后机组放油并返回悉尼安全着陆。

飞机尾椎受到磨损，辅助动力装置舱检修门受到损坏，并且尾椎部分的下机身骨架受到损坏。飞机的压力舱壁结构没有受到损坏。



图 2：尾部磨损情况

发生事故的时候，这架飞机在 4881 次飞行循环中已经累积飞行了 40696 个小时，并且没有未完成的维修项目。飞机的起飞总重是 828223 磅/375682 千克（比最大起飞重量 875000 磅低），重心在 12.7%MAC，配平位置被设置为 8.9 个单位。降落后，重心被证实在容许范围内，所有的货物都被正确的装载。对升降舵的检查显示，所有的参数在容许范围内，除了升降舵舵体内的线缆，该线缆的拉升程度比限定值稍微低一点。

据报道，起飞过程中的实际风向 327 度，风速 9 节，阵风 11 节。

飞行记录器显示，起飞滑跑过程中为了减小左侧风的影响，机长使用了右舵。刚开始抬前轮，飞机就开始向右滚转，角度达 1.5 度，为了应对这一情况，飞行员向左压杆 15 度，这导致了飞行扰流板的打开。同时，造成了飞机速度的（意外）损失。

虽然扰流板的打开导致的升力降低很小，但这样减小了机尾与地面的距离。飞机俯仰角达到 12.5 度时，空地开关开始变化，负荷系数记录了一个突变的峰

值，表明在那个点发生了擦尾。1.3 秒钟后，空地开关完全转到空中，飞机离地时已经到达离 34L 跑道和 25 号跑道交叉口南边 150 米的地方。

ATSB 分析说，由于环境因素造成的和扰流板的打开以及相应的空速损失使得机尾与地面的间隙缩小，直至抬前轮过程中飞机尾翼接触跑道。一个附加因素是减推力起飞导致了飞机长时间暴露在阵风中，因此缩小了机尾与地面的间隙。减推力起飞是公司的程序，这样机组只需控制俯仰和俯仰率。对飞行数据的分析显示，俯仰率比通常预期的约大每秒 0.5 度。俯仰率的增加与阵风的影响相一致，这种情况减小了飞机抬前轮时的速度和加速度，延长了飞机脱离跑道的的时间。如果俯仰率没有增加，飞机就会安全的脱离跑道。

波音公司分析说，起飞推力设置、控制输入和飞机对控制输入的反应都是能预料到的，对擦尾没有特别的意义。

事故调查报告下载地址：

<http://www.atsb.gov.au/media/2477340/ao2010029.pdf>

翻译：李新宇； 校对：崔振新

事件调查：快达航空 B734 布里斯班起飞后发动机故障

2009 年 11 月 10 日，一架澳大利亚快达航空公司波音 737-400 型飞机(注册号 VH- TJJ)执行 QF-637 航班，搭载 123 名乘客从澳大利亚昆士兰州的布里斯班飞往维多利亚州的墨尔本。飞机从布里斯班离场后几分钟，机组人员发现其中一台发动机异常振动。机组人员决定返回布里斯班，起飞后 30 分钟飞机在布里斯班安全着陆。

2011 年 7 月 20 日，澳大利亚运输安全局（ATSB）发布了此次事件的最终调查报告，总结如下：

与安全有关的因素：

- 飞行中，由于第一级低压涡轮（LPT）叶片级联破裂导致飞机右侧发动机发生故障。
- 合金叶片的热降解可能是引起第一级 LPT 叶片断裂的原因，导致过度的蠕变延伸，使叶尖冠罩与密封圈密封之间发生相互作用，叶片破裂。
- 安装在发动机 858322 上的一些 LPT 叶片的材质特性与先前已确定为易受蠕变破裂加工的铸件原料是一样的[次要安全问题]。

其他主要调查结果：

- LPT 叶片没有制造商规定的使用寿命，也没有要求记录单个叶片的服役历史。

ATSB 报告称，飞机爬升通过高度层 FL240 时，听到右侧有响亮的撞击声，右侧发动机（CFM56）仪表显示的排气温度（EGT）上升并且振动超出限制。机组人员执行了发动机的限制/喘振波动/失速检查单，发动机推力减到慢车推力，发动机指示恢复正常。机组人员返回布里斯班安全着陆，在滑行期间关闭发动机。

随后在发动机孔探检查中发现低压涡轮叶片大量损坏。更换发动机，并将故障发动机送去作进一步的分析。



图 1：受损的一级低压涡轮叶片

低压涡轮上游没有明显损伤，第 1 级低压涡轮叶片上显示有明显的裂缝、划痕和凹痕，与叶片碎片的多重撞击影响一致。但是导致多重撞击的最初原因无法确定，没有发现疲劳或叶片裂纹存在的证据。

事故调查报告下载地址：

<http://www.atsb.gov.au/media/2493354/ao2009069.pdf>

翻译：石瑞芳； 校对：徐蕾

事件调查：伊比利亚航空公司 A346 在厄瓜多尔基多多重着陆

2007 年 8 月 31 日，一架西班牙伊比利亚航空公司空客 A340-600 客机（注册号 EC-JFX）执行 IB-6635 航班从西班牙马德里飞往厄瓜多尔基多，向基多 35 号跑道 ILS 进近，然后目视盘旋至 17 号跑道着陆。在 17 号跑道上着陆时发生重着陆，两个右外主起落架轮胎和一个机身起落架轮胎爆裂。飞机在跑道上停了下来，无人伤亡，飞机共有 8 个轮胎受到损坏，机身起落架线束受损。

2007 年 11 月 9 日，另一架伊比利亚 A346 客机由于重着陆冲出了基多机场的跑道。

西班牙航空事故和事件调查委员会（CIAIAC）在他们发布的西班牙语版的公告 2/2011 中包含了这起严重事件的最终调查报告，总结如下：

未发现任何轮胎或飞机系统缺陷，也未发现任何跑道表面有外来物的证据。

可能导致这起严重事件的原因是接地时偏流角（飞机轴线与跑道中心线的夹角）过大并且由不稳定进近造成的下降率过大，不稳定进近体现在下降速度过快以及为维持计划的水平航路进行的不正常的大幅度偏航和滚转修正。

目视起落航线的三边航段与跑道之间的间隔太小，需要在短五边连续转弯，几乎没有在接地前稳定飞机的空间。

影响因素是当飞机在五边即将接地机组试图建立稳定进近期间的阵风，这些阵风产生了不断变化的侧风分量。

这架飞机在基多机场进近，实际着陆重量是 240.3 吨（最大着陆重量 259 吨）。基多报告的能见度在 10 千米以上，风向 120 度，风速 9 节，伴随风向 60 度到 180 度风速高达 19 节的阵风，飞机被许可下降至 17,000 英尺（跑道海拔 9,217 英尺），向 17 号跑道执行目视进近，但是机组未接受许可并要求向 35 号跑道做盲降进近盘旋至 17 号跑道。在截获 35 号跑道航向台时，机组接收到#2 发动机（左内侧发动机 Trent 556）蓝色液压泵的故障信息以及蓝色液压系统液压油量低指示。蓝色液压系统并不影响飞机的制动能力。6 分钟后，飞机脱离航向台继续目视绕飞飞向 17 号跑道。机组将自动刹车设置为 2 挡。下降穿越 11,600

英尺，机组断开自动驾驶仪，自动油门仍然选择 speed 模式（空速保持模式），在三边期间，飞机下降穿过离地高度 1500 英尺，正切 17 号跑道着陆入口，起落架放下，襟翼全开。在正侧方通过跑道入口后 17 秒，机组报告三转弯（转向四边）。

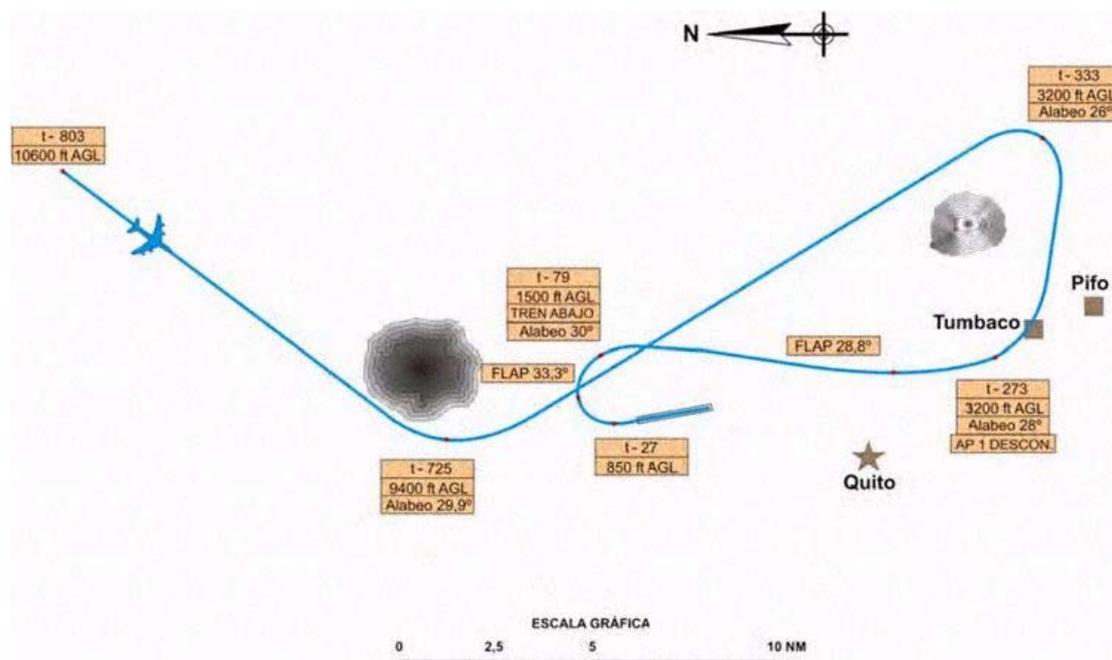


图 1：飞机飞行轨迹

约 40 秒后，机组报告他们正在五边，报告的风向为 140 度，风速 8 节。下降穿越离地 140 英尺时，飞机开始向右偏离中心线。报告五边进近后 23 秒，飞机以 172 度磁航向越过跑道入口（差不多对正跑道）基本在跑道中心线上，机翼接近水平，下降率约 960 fpm（英尺每分钟），稳定偏流角，但向右偏离了跑道中心线约 3 度，促使机组向左增大偏流角至大约 10 度。飞机在距离跑道入口 160 米处，以 146 节指示空速接地，地速 175 节，下降率 650 fpm，俯仰角为 5.7 度机头向上，倾斜角 2.5 度，垂直加速度 2.08G。两个外侧右主起落架轮胎和前右机身起落架轮胎爆裂，飞机大致沿着跑道中心线滑跑。在滑跑期间，机组接到指示，#2 起落架控制和接口装置故障，低胎压，自动刹车故障，并且被损坏的机身起落架线束导致刹车松开，管制塔台提醒机组发现了轮胎碎片。飞机在距离跑道入口 2720 米处停了下来。塔台指示机组原地等待，等候已经做出响应的应急服务人员。飞机在跑道上关闭发动机，乘客在跑道上离开飞机。在飞机被拖到停机坪

之前更换了轮胎。跑道因此被关闭约 90 分钟。

机长（54 岁，持有航线运输驾驶员执照，总飞行小时数 14,529 小时，具有 3,160 小时该机型的飞行经验）后来报告他认为进近是稳定的。

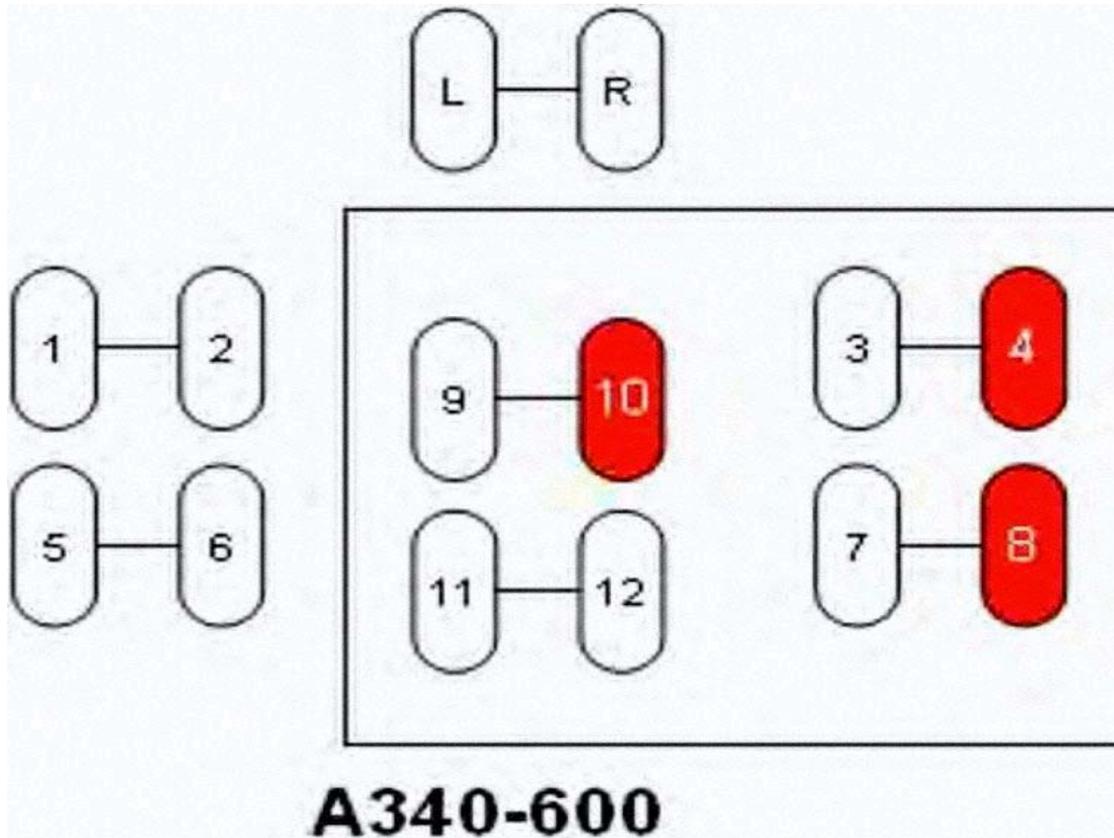


图 2：轮胎编号

3、4、7、8、9、10、11 和 12 号轮胎被送至制造商处进行进一步分析。4、8 和 10 号轮胎爆胎在跑道上留下碎片，其他轮胎受到类似刮擦的轻微损坏。对轮胎的检查表明接地前所有轮胎都没有缺陷。

机身起落架上的线束在滑跑期间被轮胎碎片撞击并损坏。

空客公司分析表明，飞机着陆时偏流角为 10 度，下降率 650 fpm。已经证明，轮胎能够承受偏流角 20 度、下降率 430 fpm 的接地。过大的垂直速度显著减少了轮胎能够承受的偏流角，实际的着陆已超出了轮胎设计规范。

CIAIAC 分析说，蓝色液压系统发生故障对这起事件并没有造成影响。刹车、扰流板和反推工作正常。有一座山在 17 号跑道进场航线内的复杂地形，使得仅

有约 1 海里长的五边，除了由机长执行进近和着陆的操作外，这一切都不在伊比利亚的标准操作程序之内。估算出在五边的下降率达到 1500 英尺每分（超过标准操作程序对稳定进近最大下降率 1200 fpm 的要求），在着陆开始拉平时下降率约为 1000 fpm。飞机接近地面逆风分量逐渐减小，到地面时几乎减小为零。

最安全的做法是在五边从足够的高度复飞以避免撞到地面。

事故调查报告下载地址：

http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/3F9C8F9B-35E8-43D7-B56E-5FE5185205EB/101751/2011_Boletin_02.pdf

翻译：陈功； 校对：崔振新

前車之鑒
后事之師
他山之石
可以攻玉

中国民航大学民航安全科学研究所

地 址：天津市津北公路 2898 号

邮 编：300300

电 话：022-24092582

传 真：022-24957940

网 址：www.air-safety.com

电 邮：safety@cauc.edu.cn