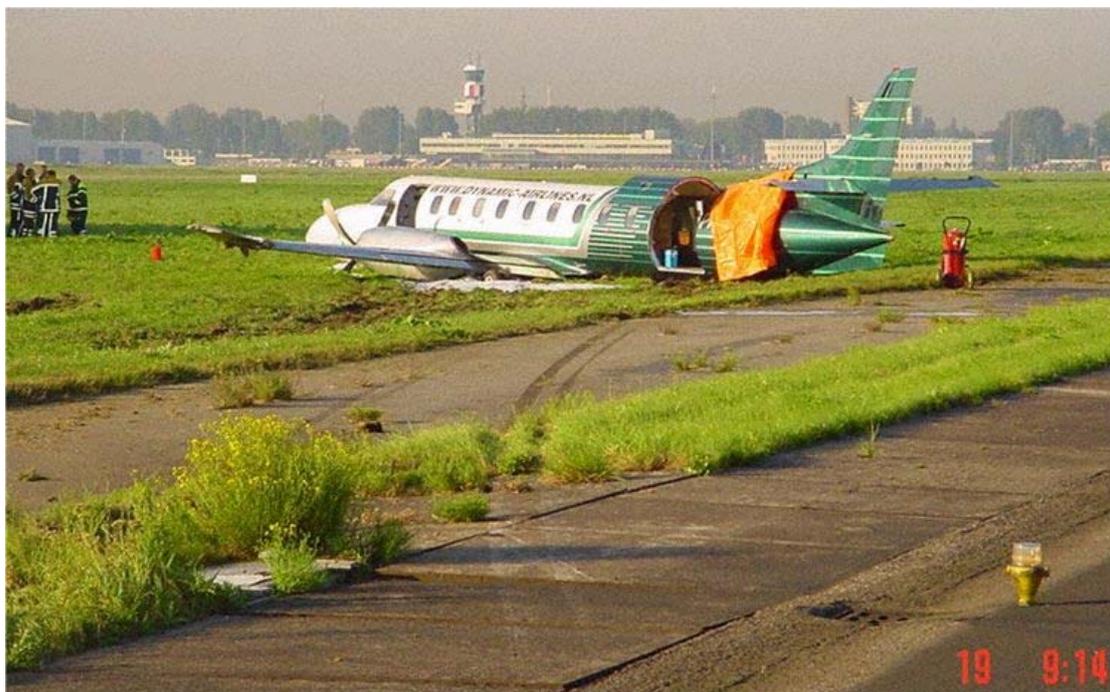


世界民航事故调查跟踪

2011年第8期(总第23期)



中国民航大学民航安全科学研究所

二〇一一年九月

目 录

事件调查报告：加航爵士 DH8A 客机北部湾冲出跑道.....	1
事件调查：波兰航空 B763 飞行中超速和失速同时警告.....	6
事件调查：蓝镖航空 B752 孟买起飞时撞一串跑道边灯.....	10
事件调查报告：伊比利亚航空 A346 着陆时低于最低油量.....	13
事故调查：动态航空公司 SW4 鹿特丹中断起飞时偏出跑道.....	16
事件调查：Expressjet 航空 E145 在芝加哥遭遇雷击.....	18
事件调查：快达航空 B712 飞机在爱丽丝泉两次发生抖杆.....	19
事件调查报告：瑞安航空 B737 都柏林着陆时擦发动机.....	23

事件调查报告：加航爵士 DH8A 客机北部湾冲出跑道

2008 年 12 月 14 日，一架加拿大爵士航空公司 DHC-8-100 客机（注册号 C-GTBP），执行从加拿大多伦多到北部湾的 QK-7779 航班，机上载有 15 名乘客和 3 名机组人员。飞行员向北部湾机场 08 号跑道做仪表进近，但是随后在浓雾和跑道道面结冰的情况下，飞机冲出跑道（跑道长 10000 英尺/3050 米）大约 80 米。飞机最终停在跑道边的一座雪堆旁，没有人员受伤。

2010 年 8 月，加拿大运输安全委员会（TSB）发布了此次事件的最终调查报告，总结如下：

作为事件原因和影响因素的调查发现：

1. 飞机的进近速度高于加拿大爵士航空公司标准操作程序（SOP）中规定的速度。因为飞机只有降低到适当的速度才能转变为着陆构型，所以推迟了这架飞机向最低下降高度（MDA）进行的最后下降。
2. 向最低下降高度（MDA）进行的最后下降没有在最后进近定位点（FAF）开始。因此，虽然飞机下滑角（FPA）大约为 3° ，而且飞机的下降率也是固定的，但是飞机一直在要求的垂直下滑剖面之上，这导致飞机到达最低下降高度（MDA）时已飞过了复飞点（MAP）。
3. 机组人员在进近过程中没有注意到达复飞点（MAP）的距离或时间。因此，飞机在到达最低下降高度（MDA）之前飞过了复飞点（MAP），不过飞机最终没有复飞。
4. 当跑道边灯进入视野时，机组人员继续进近准备着陆，但是没有准确判断出飞机的位置和位置变化情况。此外，遮盖了跑道边灯的干草丛也妨碍了机组人员的判断。
5. 加拿大爵士航空公司没有给机组人员提供足够的初始的建立稳定固定下降角进近（SCDA）的训练，也没有任何 SCDA 的复训，所以机组人员对 SCDA 进近许多方面都不熟悉。
6. 加拿大运输部门批准了加拿大爵士航空公司的训练大纲，但是没有资料显示该公司的 SCDA 训练大纲满足加拿大航空规章（CAR）和商业航空服务标准

(CASS) 的规定。机组人员因此没有接受安全执行该进近方式所需的所有训练。

作为风险的调查发现:

1. 加拿大爵士航空公司关于何时禁止 SCDA 进近方式的政策过于简化，加上这方面训练的不足以及 SCDA 进近方式的不经常使用，使得机组人员可能在恶劣天气或低能见度的条件下执行他们不熟悉的或没受到良好训练的进近方式时存在安全风险。
2. 加拿大交通运出版物 TP308 中并没有关于为非精密进近程序制定距离测量设备/高度表的规范；因此，杰普逊公司制作的加拿大进近图和 NAV CANADA 公司（加拿大的民航导航服务提供商）制作的加拿大飞行员（CAP）进近图中没有详细的下降剖面信息，诸如根据国际民航组织（ICAO）附件 4 规定使用距离测量设备时，要有一个显示每海里的高度/高的表。由于没有这种信息，进近时机组人员可能不能快速参考以及交叉检查他们的垂直位置。
3. 加拿大飞行员（CAP）进近图的剖面图中没有显示下降率的图表或 ICAO 附件 4 中建议的最后进近下降梯度。缺乏这些信息，飞行员可能会有情景意识降低的风险。
4. 与航空公司的标准操作程序相反，机组人员在 SCDA 进近时使用飞行员监控进近程序，这会在关键飞行阶段中导致差错或造成机组人员之间沟通上的失误。
5. 飞机速度没有设定在适当的进近或参考速度上，这也违反了公司的程序。错误的速度设置程序导致飞机速度不合适。
6. 飞机操作手册没有强调使用地速对于 SCDA 垂直速度（VS）计算的重要性，而且关于 SCDA 进近垂直速度和使用飞机空速或地速的信息之间存在矛盾。另外，由于 SCDA 训练的不足，机组人员可能不注意会偏离计划进近剖面。
7. J 系列航行通告（NOTAM）或加拿大爵士航空公司的飞机通信寻址与报告系统（ACARS）都没有报告跑道边上有一排干草丛的情况，飞机移动道面情况报告（AMSCR）中也没有报告说跑道端有干草丛。因此，机组人员对于干草丛毫不知情，也没有全部可用信息用来在着陆前评估跑道状况。

8. 驾驶舱话音记录仪（CVR）在事件发生后没有关闭，数据已被新内容覆盖。因此，CVR 无法向 TSB 调查部门提供和这一事件有关的信息。
9. 加拿大爵士航空公司训练大纲手册（TPM）没有这样的程序说明，即在加拿大交通部咨询通告 700-013 中说明的紧急程序培训部分中的事故或不安全事件之后，要关闭飞行数据记录仪或驾驶舱话音记录仪的程序。相关内容的缺失，增加了飞行员不知道正确的关闭程序的风险。

副驾驶（总飞行 4500 小时，该种机型 1200 小时）当时负责飞行，机长（总飞行 9500 小时，该种机型 4500 小时，作为机长 500 小时）当时负责监控。起飞前，两人讨论了进近的情况，由于下滑道不工作，他们不得不使用航向台进行非精密进近。他们讨论了稳定的固定下降角进近（SCDA）和标准非精密进近的优缺点。运营人采用的标准操作程序中 SCDA 进近的运行标准（2600 英尺的跑道视程 RVR）比标准阶梯下降进近的运行标准（4000 英尺的跑道视程 RVR）要低，所以该机组对 SCDA 进近方法进行了深入讨论。

在向北部湾机场进近时，机组做了 08 号跑道 SCDA 航向台进近的简报，计划在 2500 英尺的高度飞过最后进近定位点，到达最低下降高度 1480 英尺（机场标高 1170 英尺）前采用 700 英尺每分钟的下降率。

飞机自动驾驶仪操纵飞机在 2500 英尺高度飞过最后进近定位点（FAF），指示空速 170 节，地速 200 节，副驾驶之后开始放慢飞机速度，放下襟翼和起落架。飞机以 700 英尺每分钟的下降率在预定的下滑道之上下降。飞过最后进近定位点大约 3.3 海里时，飞机速度降到了目标速度 120 节（地速 140 节），并调整到了着陆构型。飞机在 1700 英尺高度飞过复飞点，在最低下降高度之上 220 英尺，机组这时仍没意识到他们已经远远高过预定的下滑道。在最低下降高度或之上时，机组看到了一些跑道边灯。机长这时断开自动驾驶开始自己控制飞机。飞机使用参考速度 104 节，接地时速度 109 节，大约已穿过跑道入口 8900 英尺，剩余跑道长度大约 1200 英尺到 1050 英尺。飞机接着以 58 节的表速穿过跑道端，最终在离跑道端 260 英尺/79 米处停下来。机组没有看到跑道端灯，但接地后不久就看到了 26 号跑道的进近灯光。

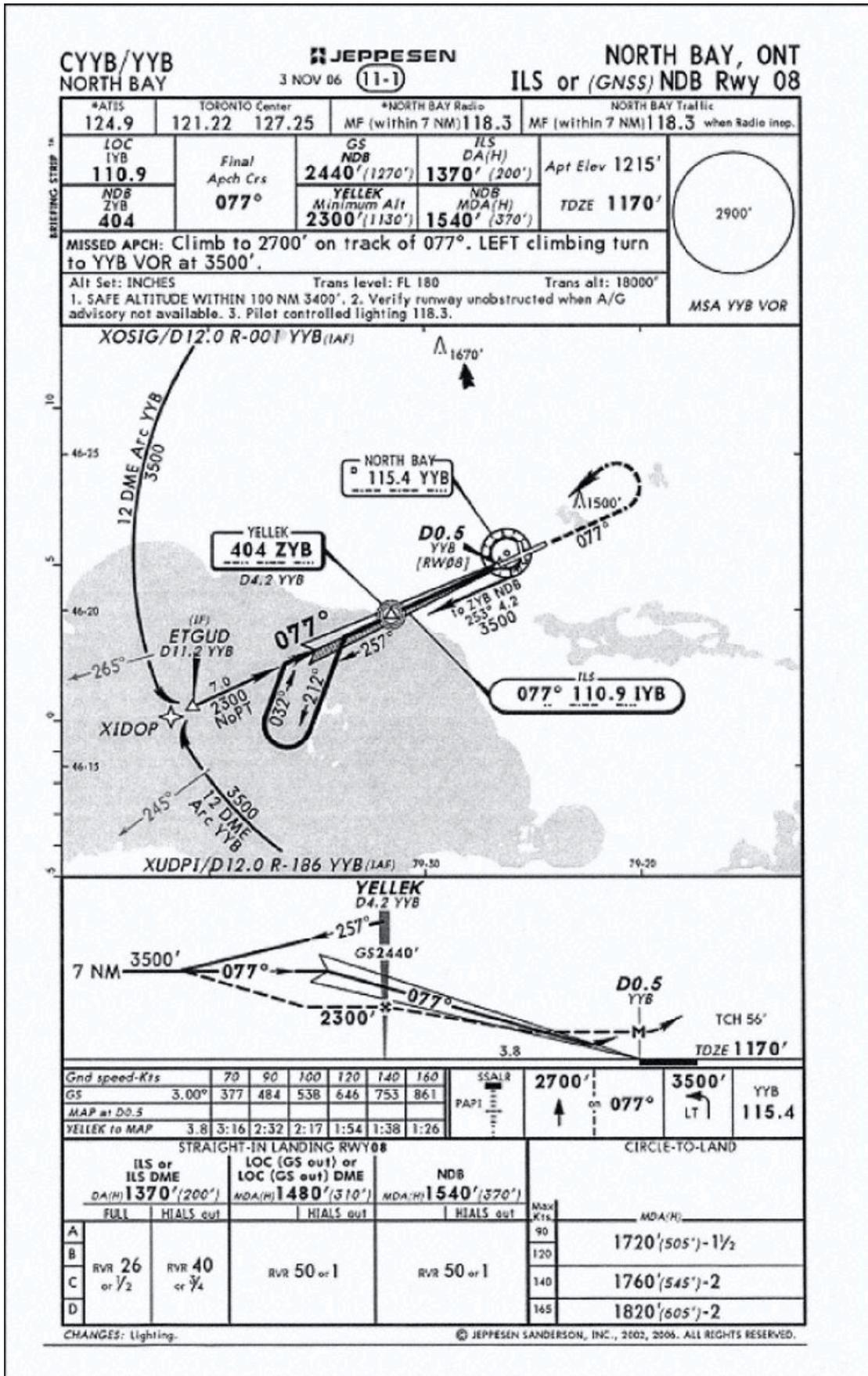


图 1: 北部湾机场进近图

飞机没有明显的损伤，因此该机组决定让发动机继续转动来供电和供热。

TSB 报告说飞机确实遭受轻微损伤，但没有透露具体细节。

TSB 分析说，由运营人采用的标准操作规程中规定 SCDA 进近可以降低最低标准，这可能会误导机组人员执行这一类型的进近。由于缺乏训练和较少使用这类进近，飞行员并不熟悉这类进近。地速被用来作为垂直速度的参考，然而其重要性没有在运行手册中被强调。

进近图中没有下降率表或最后进近下降梯度，这和 ICAO 的建议不符。虽然机场装有 DME 设备，但是图中也没有列出每海里对应高度/高的表格。如果有这些信息，飞行机组人员就能立即确认他们的下降剖面。因此机组人员并没有获得安全执行 SCDA 进近所需的全部工具。

运营人现在调整了他们的训练计划，要求每年进行一次 SCDA 进近程序的训练。

事故调查报告下载地址：

<http://www.bst-tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/aviation/2008/a08o0333/a08o0333.pdf>

翻译：姚慧敏； 校对：左夏玮

事件调查：波兰航空 B763 飞行中超速和失速同时警告

2009 年 6 月 19 日，一架波兰航空公司的波音 767-300 客机(注册号 SP-LPA) 执行由美国伊利诺伊州芝加哥飞往波兰华沙的 L0-2 航班，机上载有 206 名乘客和 10 名机组人员，进入飞行约 70 分钟（当地时间 6 月 19 日 22:02，世界协调时 6 月 20 日 02:02）时，飞机位于加拿大北湾东南偏东约 9 海里，飞行高度层 FL330，这时飞机遇到“高速严重颠簸”并开始明显偏离指定高度。后来机组人员报告说，他们的空速已变得不可靠并要求改航到加拿大多伦多。在下降到多伦多的过程中，机组人员报告空速已恢复正常，要求等待以减轻重量。不需要救护车。在等待和下降的过程中，机组人员在下降到 16000 英尺时被命令停止下降，然而他们未能遵守指令并报告空速问题重新出现。问题发生后 73 分钟，飞机直接进近安全降落到 23 号跑道，并滑行至停机位。

事件发生时，空中交通管制报告在 FL300 以上的所有高度有连续的晴空颠簸，后来又由于一架在 FL330 的波音 763 的报告而改为严重颠簸。

6 月 22 日，加拿大运输安全委员会（TSB）报告说，该飞机在飞行途中的北湾附近，飞行高度层 FL330 时，遭受突然的且非指令性的超速状况，抖杆器触发，左右侧发动机电子控制（EEC）警示灯全部亮起。情况得到解决时，飞机已下降到 FL280。飞机改航到多伦多并降落，没有发生进一步事件。TSB 已派出调查人员到现场。

2011 年 3 月 8 日，加拿大 TSB 发布此次事件的最终调查报告，总结如下：

作为事件原因及影响因素的调查结果：

- 大气数据计算机（ADC）的锁相环（PLL）电路内存在一个缺陷，这导致机长位突然且错误的空速和高度仪表指示。
- 机组人员没有将机长位仪表的读数与副驾驶或备用仪表的读数进行比较。因此，机组人员认为机长的仪表是正确的，并且输入控制，这导致重大的高度和空速偏差。

作为风险的调查结果:

- 波兰航空公司的初始培训和复训的飞行训练大纲中没有包括超速警告事件的
实际训练。因此，飞行机组可能反应不当并使局势恶化。
- 尽管波音的服务通告 SB 767-34A0332 的修订版 5 要求对机组操作手册(FCOM)
章节进行修改，但没有具体说明应该有哪些变化。因此一些手册可能被不正
确的修改，从而增加了机组人员不了解他们所运行飞机的状态的风险。
- 波兰航空公司的 FCOM 错误的描述说，在不可靠空速事件中，事发飞机上不
会显示“IAS DISAGREE”以及“ALT DISAGREE EICAS”的信息。这增加了机
组人员识别错问题的风险。
- 安装的驾驶舱话音记录器 (CVR) 的录音能力不足 2 小时，造成事故调查人
员无法使用相关信息的风险，并且可能使重大的安全问题无法被识别。
- 对 ADC 的初步检查和拆卸过程中发现，部件内部有大量积聚的灰尘和污垢，
这可能导致内部温度的升高。

其它调查结果:

- 飞机在等待中处于慢车推力状态，飞行机组没有监控空速。为试图保持高度，
自动驾驶仪增加迎角直到抖杆器触发。在恢复的过程中机组人员使飞机爬升
穿越航班的批准高度，导致间隔丧失。

飞机在靠近北湾附近巡航，高度层 FL330，机长（飞行小时总数 19,000，此
机型飞行小时数 8,000）为当时的把杆飞行员，副驾驶（飞行小时总数 7,000，
此机型飞行小时数 1,800）是监控飞行员，自动驾驶仪和自动油门接通。

22:03（世界协调时 6 月 20 日 02:03），在 5 秒内，机长位的仪表指示空速
从 276 节增加到 320 节，高度表指示增加了 450 英尺。自动驾驶仪指令下俯 2
度以恢复到指定高度，超速警告触发，于是机长将油门杆移至慢车位。自动油门
自动断开，自动驾驶仪仍然工作。自动驾驶仪再次下俯 2 度，随后又上仰约 8
度。超速警告持续约 41 秒。机长断开自动驾驶仪并开始爬升，推力仍然处于慢
车状态，机长位的仪表指示空速减少到 297 节（KIAS）。机长增加俯仰角使飞机
上仰 12 度，空速迅速增加到 324 节并再次触发超速警告。此时飞机已爬升至约
35400 英尺后再次下降，随着飞机下降，机长位的仪表指示空速在减少前最大达
到 339 节。

飞机下降至 34700 英尺时，机长位的仪表指示空速减少到 321 节，抖杆器触发，抖杆器触发和超速警告在同一时间并存。超速警告持续 20 秒，然后改为间歇性警告 26 秒，然后停止。抖杆器间歇性激活 110 秒。当飞机下降到 FL330 时，机长位的仪表指示为 278 节，机长增加推力，9 秒后抖杆器停止。

当飞机下降至 29,100 英尺时，机长位的仪表指示空速从 255 节迅速下降到 230 节且停止波动。飞机继续下降到 27,900 英尺。

在整个事件中，副驾驶的空速指示器没有显示任何超速迹象。

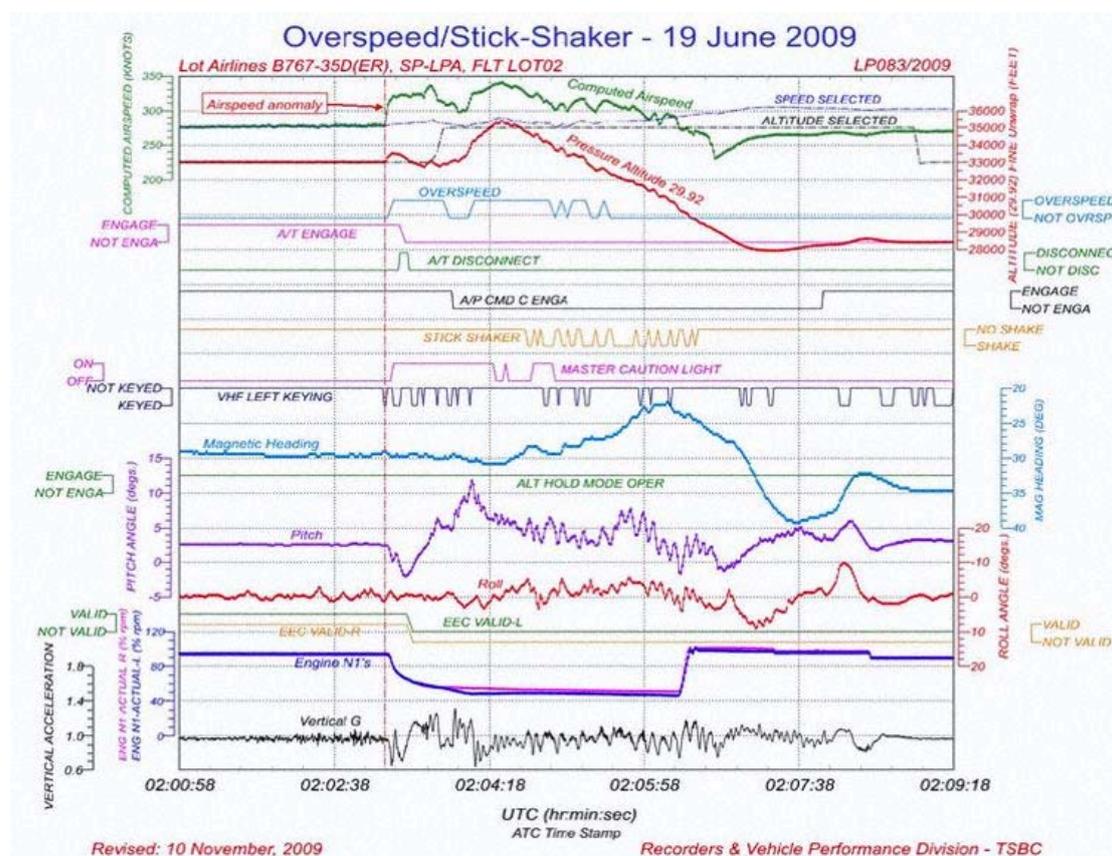


图 1：事件发生过程中的 FDR 数据

机组人员决定改航到多伦多并表示他们需要放油，但没有宣告紧急状态。直到降落，没有发现进一步的系统异常。

为了放油，飞机进入 10,000 英尺的等待航线，自动驾驶仪被接通，自动推力被断开。下降到等待高度过程中，推力被减小到慢车状态，改平后，机长增加俯仰角以维持高度。当飞机上仰 7.6 度时抖杆器触发，飞机下降到 9600 英尺，在那里机长增加了推力（根据飞行数据记录器记录为 111% N1）。飞机开始爬升。当飞机爬升至 9840 英尺时，机长断开自动驾驶仪，但无法阻止飞机继续爬升至

10,500 英尺，造成与另一架飞机的间隔减小，该飞机的机组人员做出反应并遵守空中防撞系统（TCAS）的决断咨询。ATC 意识到高度偏差并询问他们是否需要任何方式的协助。

机组人员在安全降落后提交的技术报告中总结到：“超速指示，不寻常的搏斗，振动，抖杆器触发，失速，机长和副驾驶的空速指示器指示不一致，且发动机指示和机组警告系统（EICAS）上的 EEC 左右侧灯全部亮起。

维修人员没有发现结构损坏，也没有发现飞机系统的任何异常，放行飞机投入运行。

2009 年 7 月 21 日，由另一机组执行从美国伊利诺伊州芝加哥飞往波兰华沙的 LO-2 航班，当飞机进入飞行大约 2 小时后，高度层 FL340 时发生类似的事件。机长的仪表指示空速在大约 11 秒内从 278 节增加到 336 节，同时高度显示增加 990 英尺并出现超速警告。机组人员断开自动油门并减小推力。不久后显示左侧和右侧 EEC 信息。自动驾驶仪被断开，飞机手动飞行。飞行机组注意到机长和副驾驶以及备用的空速指示器（ASI）之间的差异。机组人员执行不可靠空速检查单，机长将其 ADC 从正常选择到备用，超速警告停止，此时该警告已持续 201 秒，所有指示恢复正常。航班继续正常飞往目的地。

SP-LPA 配备有霍尼韦尔 ADC，左侧 ADC 总运行已累计 92,302 小时，自大修后已运行 48,296 小时。2009 年 7 月 21 日的超速事件之后，该 ADC 被移除并在霍尼韦尔设施处检查。部件内部发现大量积聚的灰尘和污垢，可能导致内部环境温度升高并造成部件在规定温度外运行。

当在气压高度 34,000 到 45,000 英尺之间以及温度在+ 45 到+60 摄氏度之间（估计的该部件运行环境）进行测试时，该 ADC 产生类似于 2009 年 7 月 21 日事件中的间歇性错误。该故障已被查出是 PLL 电路问题。

事故报告下载地址：

<http://www.bst-tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/aviation/2009/a09o0117/a09o0117.pdf>

翻译：张楠； 校对：崔振新

事件调查：蓝镖航空 B752 孟买起飞时撞一串跑道边灯

2010年6月9日，一架印度蓝镖航空公司的波音757-200飞机（注册号为VT-BDM）执行DZ-201货运航班，从印度孟买飞往班加罗尔，机上载有2名机组人员。飞机在孟买的27号跑道起飞时明显没有对准跑道的中心线，并撞掉了跑道左侧的15盏跑道边界灯，进行纠正后又多撞掉了右侧的4盏跑道边界灯。飞机继续起飞和后续飞行，机组人员没有向空中交通管制报告这次意外。飞机抵达班加罗尔后，发现轮胎漏气以及金属和玻璃碎片，这些碎片并不是来自飞机制造商设计的起落架上，飞机是在从孟买离场起飞约90分钟后着陆的。

发现起落架上的外来物后，在飞机离场3小时后孟买机场官员了解到这一情况并检查孟买的27号跑道，当时仅发现跑道边界灯已经被撞掉。结果导致跑道关闭约50分钟。

蓝镖航空公司事后发表评论说，这架飞机在班加罗尔着陆后发现轮胎漏气。印度民航总局正在进行调查。

孟买机场评论道，很明显机组人员没有准确地对准跑道中线，很可能是错把跑道边线灯当成跑道中线灯。大约撞击10盏跑道边界灯后，机组人员向右转向，但飞机在离地起飞前，向前又穿过跑道右侧的边线灯。

据孟买民航消息称，副驾驶是一名受监督的飞行学员，并可能正在接受机长的“测验”。飞机起飞时看上去像是“醉酒的马”一样离场。

2011年2月28日，印度民航总局公布了此次事件的最终调查报告，总结事件的可能原因是：

事件的原因是由于右侧位置上的机长错误地使飞机对准跑道右侧边界灯而不是跑道中线灯，即使是在副驾驶（FO）通知了这一情况后。

事件的影响因素包括：

- 在飞机进入跑道过程中，向跑道中线右侧移位时对于移位范围的确定出现了错误的判断/评估。
- 机长和副驾驶的不适当的机组资源管理（CRM）的实践。就副驾驶而言，在向机长强调飞机移位时缺乏意见的坚持性。对机长而言，缺乏对副驾驶建议

的足够重视。

DGCA 报告说，机长（58 岁，持有航线运输驾驶员执照 ATPL，总共飞行小时 8160 小时，该机型飞行小时为 1539 小时）作为离场时的驾驶飞行员，副驾驶（40 岁，持有商用飞机驾驶执照 CPL，总共飞行小时 1664 小时，该机型飞行小时为 898 小时）作为监视飞行员。

该飞机前往 N1 等待点准备从孟买机场的 27 跑道离场，并被许可在进场的波音 777 飞机之后进入 27 号跑道。跑道中线灯自 2010 年 4 月 29 日就已经不可用（相应的航行通告 NOTAM 已发布）。飞机离场时风势很平静，薄雾中的能见度约为 4000 米，温度为 29 摄氏度，露点为 26 摄氏度，天空下了一点毛毛雨且跑道道面是湿的。

机长驾驶飞机上跑道但对准了跑道右侧的边线。副驾驶（监视飞行员）提醒机长注意到跑道中线在他们的左侧，机长确认了这一情况，但打算在起飞滑跑期间纠正这一偏差。

允许起飞后，机长向前推动油门杆，飞机开始起飞滑跑，但前起落架的机轮仍在向右侧偏。在机长突然向左操纵飞机前，副驾驶快速且连续的喊了两遍他们在跑道的右边。飞机继续起飞并继续飞往班加罗尔，在那里副驾驶担任驾驶飞行员并将飞机安全着陆。

当飞机到达其停机位置，一名地面机械师注意到右侧主机轮损坏，#3 轮胎漏气，#3、#4、#8 轮胎上有很深的切口而 #7 轮胎已经露出了橡胶。#3 轮胎制动装置呈现出有外来物损坏的迹象，油嘴发生变形。许多小玻璃碎片嵌入在不同的位置。左侧主机轮没有发现任何损坏。

班加罗尔跑道检查没有发现任何异常，随后将信息传达给孟买机场，在那里进行跑道检查发现总共有 15 盏跑道边线灯破损，其中有 9 盏在 N1 和 N4 滑行道之间的北边界线上，有 6 盏在 E1 滑行道和孟买两条跑道交叉处之间的南边界线上。上一次跑道检查是在蓝镖航空波音飞机离场前 6 分钟进行的，当时没有发现任何异常。孟买在收到班加罗尔发出的信息前还没有意识到这一问题。

从飞行数据记录器上得到的数据显示，该飞机在跑道上沿着 270.7 度的航向角加速约 944 英尺，直到记录到左方向舵发生偏转，此时飞机速度为 77 节，飞

机纠正到左侧边界线。紧接着，在 91 节的速度下，显示出飞机纠正向跑道右侧，并且选定的飞机航向角为 270 度，再次沿跑道滑行约 2780 英尺的距离。飞机在开始起飞滑跑 4523 英尺的距离后离地升空。两台发动机的发动机压力比（EPR）稳定且对称。

DGCA 分析说，机长最初沿着黄色的滑行线标志上跑道，但没有继续以该线为准。可能是由于机长无法估计飞机偏离中线右侧多远。然而，很可能的是右侧主机轮在飞机起飞滑跑的初始阶段，很接近跑道的右侧边线灯。

据估计左侧主起落架距离跑道中心线最大距离达到 4.4 英尺远，因此，不可能是左侧机轮撞击到跑道左侧边界灯。左侧机轮没有出现任何损坏。因此 DGCA 得出结论认为，跑道左侧边线灯的损坏不可能是蓝镖航空波音飞机造成的。

事故调查报告下载地址：

<http://dgca.nic.in/accident/reports/VT-BDM.pdf>

翻译：李华明； 校对：徐蕾

事件调查报告：伊比利亚航空 A346 着陆时低于最低油量

2008 年 6 月 20 日，一架伊比利亚航空公司空客 A340-600 客机（注册号 EC-IQR）执行 IB-6843 航班从西班牙马德里飞往阿根廷布宜诺斯艾利斯埃塞萨机场，机上载有 349 名乘客和 14 名机组，飞机向布宜诺斯艾利斯 35 号跑道目视盘旋进近准备在 17 号跑道着陆，由于 11:54 时（世界协调时）的天气，该航班中止了进近，复飞并改航至科尔多瓦（阿根廷）。从 FL350（35,000 英尺高度层）向科尔多瓦下降时，在科尔多瓦东南约 110 海里处，机组宣布处于紧急状态并报告油量低。飞机继续飞往科尔多瓦，并在 12:58（世界协调时）安全着陆。

2011 年 6 月，阿根廷民用航空事故调查委员会（JIAAC）公布了他们的西班牙语版的最终调查报告，总结这起严重事件的可能原因是：

在备降机场进近期间，机组由于油量低宣布紧急状态，并在低于规定的最低油量的情况下着陆，造成这一切的原因可能是由于安全管理体系的缺陷。

起作用的因素：

- 由于从配平油箱向主油箱自动燃油输送故障引起的重心移动导致了耗油量增加；
- 远程飞行合适的可用备降机场选择和临界天气状况下充足的备份燃油计划不当。

飞行计划确定了在乌拉圭蒙得维的亚的备降机场。根据载重表，起飞重量为 365,000 kg（最大起飞重量 366,200 kg），无燃油重量 237,500 kg，起飞油量 126,800 kg，估计油耗：飞往布宜诺斯艾利斯 113,872 kg，飞往蒙得维的亚 113,872 kg，剩余估计备份燃油 12,928 kg（JIAAC 注，这已低于从埃塞萨飞往科尔多瓦所需的 13,200 kg 油量）。

飞行机组包括一名机长（55 岁，持有航线运输驾驶员执照，共飞行 14,280 小时，有 2,612 小时该型飞机飞行经验），一名副驾驶（38 岁，持有航线运输驾驶员执照，共飞行 8,165 小时，有 5,697 小时该型飞机飞行经验）。

从马德里的起飞是正常的，但是，在 FL380（38,000 英尺高度层）巡航期间，

从尾翼配平油箱向主油箱的燃油输送出现问题，引起重心（CG）移动，导致燃油消耗增加。在巡航期间，飞机在南美大陆（巴西，乌拉圭）上空还需要绕飞天气，由重心引起的更高的燃油消耗和较远的绕飞减少了到达埃塞萨后的可用备份油量。

与蒙得维的亚管制中心联系时，机组屡次询问蒙得维的亚的天气情况，报告显示根据前面的飞行员报告蒙得维的亚的天气在恶化。

飞机被移交给 Baires 管制中心（Buenos Aires，布宜诺斯艾利斯），该中心许可他们向埃塞萨机场下降。机组表示对天气和燃油情况感到担忧。埃塞萨进近许可飞机 ILS 进近 35 号跑道盘旋至 17 号跑道，机组报告油量低并请求万一他们需要复飞的话能够优先处理（让他们）飞往科尔多瓦。

向 35 号跑道五边进近时，飞机被移交给了塔台并被许可在 17 号跑道着陆。在向 35 号跑道进近的五边下降穿过 800 英尺时，由于天气原因，机组中止了进近并复飞，爬升至 FL350（35,000 英尺高度层）直接被引导飞往科尔多瓦。

在科尔多瓦东南约 115 海里处机组请求并被许可向科尔多瓦下降，科尔多瓦东南 110 海里处，机组宣布燃油紧急状态。飞机继续飞行并在科尔多瓦安全着陆，剩余燃油 3,048 kg，比规定的最低油量 3,950 kg 少 902 kg。

JIAAC 分析称，考虑在 ATOVO 航路点（复飞结束航路点/标准仪表离场程序埃塞萨西北 55 海里）最后记录的 11,249kg 燃油，从埃塞萨飞往科尔多瓦的 355 海里，爬升、巡航和下降实际使用 8,167kg 燃油。如果机组没有在 35 号跑道的五边中止进近，而是目视盘旋后在 17 号跑道的五边中止进近，飞机抵达科尔多瓦时剩余燃油就会比规定的最低油量少 1987 kg，而不是实际的少 902 kg。

JIAAC 进一步分析说，机组没有考虑选择在埃塞萨 11 号跑道着陆，这条跑道在侧风分量和可用着陆距离的要求范围内，并装有 III a 类盲降（ILS）系统，该系统在空管部门要求之下可用。

没有考虑将罗萨里奥（布宜诺斯艾利斯西北 154 海里，02/20 号跑道长度 3000 米）作为备降机场。

JIAAC 进一步分析说，埃塞萨与蒙得维的亚邻近（117 海里），如果一个机场不能运行，那么另一个机场几乎也不能运行，在短时间内两个机场会面对同样的天气现象。所以机组选择改航至科尔多瓦是合适的，但是太晚了。尝试向埃塞萨

进近的决定是错误的。

运营人建立的安全管理体系没有负起相应的责任，使得飞机在配平油箱和主油箱之间燃油输送故障并且中途和目的机场天气条件恶劣的情况下继续飞行。

JIAAC 没有提供布宜诺斯艾利斯机场原始的 Metar 报，而是试图用明码电文说明它们，机场天气报告基本没有。该文指出 08:00（世界协调时）至 12:00（世界协调时）：风向 180 度至 220 度，风速约 20 节，阵风高达 36 节，能见度 7000 米，并逐渐降低，12:00（世界协调时）降低至 3000 米，雨，雾，密云高度从 4500 英尺下降至 1000 英尺，12:00 达到 1000 英尺。

埃塞萨 Metars:

SUMU 201300Z 15015 G 25 KT 3000 RA OVC004 11/11 Q1006-

SUMU 201200Z 00000 KT 1500 RA BKN003 OVC005 12/12 Q1006 NOSIG=

SUMU 201100Z 12005 KT 1500 RA VV003 12/12 Q 1006 NOSIG=

SUMU 201000Z 00000KT 3500 RA OVC004 12/12 Q 1007=

SUMU 200900Z 00000KT 3000 RA OVC004 12/12 Q 1007=

事故调查报告下载地址：<http://www.jiaac.gov.ar/files/2364645.pdf>

翻译：陈功； 校对：崔振新

事故调查：动态航空公司 SW4 鹿特丹中断起飞时偏出跑道

2005 年 9 月 19 日，一架荷兰动态航空公司 Swearingen SA-227 Metroliner 飞机（注册号为 PH-DYM），执行包机飞行从荷兰鹿特丹飞往英国伯明翰，机上有 17 名乘客和 2 名机组。当时飞机对正鹿特丹机场 24 号跑道准备起飞，但当飞机起飞加速时开始偏向跑道左侧，发动机起飞加速约 6 秒后，飞机偏出跑道左侧边缘，在飞机停下来之前所有起落架在松软地面上坍塌。1 名乘客受轻伤并被送往当地医院，但当天就出院了，飞机受到了严重损坏。



图 1：事故飞机

2011 年 3 月，荷兰安全委员会（DSB）发布了他们的最终调查报告，总结了导致事故的可能原因：

这起事故是由前轮转向系统液压泄漏造成的。跑道上的轮胎痕迹表明转向问题从起飞开始就出现了。机组在前轮转向电门一松开且前轮转向错误开始后立即做出了调整，但仍无法阻止飞机偏出跑道。

副驾驶作为离场的驾驶飞行员。在对正 24 号跑道过程中，前轮转向故障指示器响起，机长指出他忘了按压油门杆上的前轮转向电门，副驾驶随后确定他再

次使前起落架转向。

接到起飞许可后，副驾驶向前推油门杆并开始起飞滑跑。前起落架转向电门一松开，飞机就开始偏向左侧，副驾驶试图通过使用方向制动和右方向舵来修正，但飞机继续以约 50-60 节的速度向左偏离跑道。尽管两名飞行员都没有喊出中断起飞的指令，但还是中断了起飞过程。然而飞机仍离开了跑道铺筑道面冲进松软地面，左主起落架陷入并坍塌，使飞机左转，导致前轮和右主起落架支柱坍塌。飞机停下后，机长关闭了所有的飞机系统，副驾驶指令从左侧主门撤离飞机。

DSB 报告说，荷兰国家航空航天实验室对前起落架转向系统的检查中发现系统液压泄漏，这意味着前起落架转向系统无法再对方向舵脚蹬输入做出响应，而是非指令性的向左侧偏离。

事故调查报告下载地址：

http://www.onderzoeksraad.nl/docs/rapporten/2005134_PH-DYM_ENG.pdf

翻译：陈功； 校对：崔振新

事件调查：Expressjet 航空 E145 在芝加哥遭遇雷击

2010年3月12日，一架Expressjet航空公司的ERJ-145客机（注册号为N16561），为美国联合航空公司执行从美国格林威尔飞往芝加哥的奥黑尔机场的XE-5685/UA-5685航班，机上搭载42名乘客和3名机组人员。当飞机向奥黑尔机场04R跑道最终进近时，飞机被雷电击中，机组继续操控飞机安全降落。

3月20日NTSB报告称，在目视飞行气象条件下，飞机被雷电击中后受到轻微损坏。飞行机组遭遇到升降舵控制卡阻，但是他们还是设法降落，没有出现进一步的事件。

2011年4月28日，NTSB发布了对此事件的最终调查报告，总结事件可能的原因是：

在飞行中遭遇雷电。这导致了进近过程中飞机的尾部整流罩损坏并且隔框发生移位，尾部整流罩隔框的移位导致了升降舵不能完全偏转。

NTSB报告说，飞机下降穿过7000英尺高度，在向奥黑尔机场的04R跑道进近时被雷电击中。自动驾驶仪断开，副驾驶手动操纵飞机。机组人员注意到虽然所有的信息都正确显示，但主飞行和多功能显示器的颜色变成红色、紫色、绿色、蓝色和白色。最终进近阶段，当飞机下降到离地高度100英尺时，为了使机头向下低一点，副驾驶试图向前推操纵杆，但是操纵杆不能向前移动超过当前的向后拉60%的位置。飞机在接地区接地，没有其它意外发生。

降落后对飞机进行目视检查发现，航行灯附近的T型尾翼的整流罩表面的油漆不见了，航行灯板固定在整流罩上的螺丝钉顶端融化，右上方灯罩的一部分区域融化，支撑板的线束被烧穿并且电线护套融化，搭接线显示有电弧的痕迹，连接隔框和整流罩的几个铆钉从隔框法兰的孔里被拉了出来。整流罩内部的铝制隔框分开并且直到升降舵摇臂处才停止。

由于这个事件，巴西航空工业公司重新设计了尾部整流罩。

翻译：李新宇； 校对：徐蕾

事件调查：快达航空 B712 飞机在爱丽丝泉两次发生抖杆

2008 年 9 月 18 日，一架澳大利亚快达航空公司波音 717-200 飞机（注册号为 VH-NXE），执行 QF1949 航班，从澳大利亚凯恩斯飞往爱丽丝泉，机上载有 70 名乘客和 6 名机组，飞机向爱丽丝泉机场 30 号跑道进近。当飞机转弯至五边过程中，发生了两次抖杆。随后安全着陆，没有出现其它异常。

澳大利亚运输安全局（ATSB）在他们的初步调查报告中提到，这次飞行中机长作为驾驶飞行员，副驾驶作为监控飞行员。从凯恩斯起飞前，机组收到他们的天气简报，显示爱丽丝泉的温度为 35 摄氏度，伴有中度颠簸。

快达航空飞机被许可下降到 6500 英尺，同时另一架离场飞机被许可爬升到 5500 英尺。空管部门要求快达航空 717-200 机组看到另一架飞机后报告，但是快达航空机组没有看到离场的飞机。因此快达航空飞机保持高度，渐渐高于进近剖面。当快达航空飞机距离跑道 10 海里并避开离场飞机后，飞机被许可向 30 号跑道做目视进近。此时飞机在 6500 英尺高度上，表速是 250 节。

机长断开自动驾驶仪和自动油门，操纵飞机左转进入右三边。襟翼展开，起落架放下，速度下降到飞行管理系统（FMS）计算出的进近速度。

在右转进入五边的过程中，大约有 7 秒钟时间，指示空速低于计算出的进近速度，速度最大相差 6 节。在这 7 秒时间内，倾斜角为 30 度，飞机立即出现抖杆。机长向前推油门杆，并减小向后拉操纵杆的力量，以应对抖杆。此时机组意识到自动油门已经断开并重新接通了自动油门。

第一次抖杆发生后 5 秒，又一次发生抖杆。机长再次减小向后拉操纵杆的力量，抖杆随即停止。

飞机对准了跑道中心线，所有参数也都满足运营人对稳定进近的要求。在离地高（AGL）500 英尺时下降率小于 1000 英尺每分钟。机组在完成着陆并滑行到候机楼过程中没有其它事件发生。

飞行数据记录器（FDR）和驾驶舱语音记录器（CVR）的数据已被覆盖，只有飞机的快速存取记录器（QAR）能够为 ATSB 的分析提供数据。

2011 年 3 月，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：

促成事故发生的安全因素包括：

- 当机长开始操纵飞机切入 30 号跑道的五边时（五边长 3 海里/6 千米），飞机高度高于适当的高度，速度大于适当的速度，距爱丽丝泉机场的距离也小于适当的距离；
- 机长没有意识到自动油门已经断开，导致发生第一次抖杆，由于疏忽使得空速下降到进近速度（Vapp）之下；
- 在飞机转向切入五边进近过程中，倾斜角 28 度，飞机俯仰角迅速变大，以及空速低于进近速度（Vapp）等原因共同导致了抖杆的发生；
- 在抖杆开始之前，飞行机组没有注意到正在降低的空速和用“红带”显示的抖杆速度之间的差距越来越小，也没注意到主飞行显示器上的俯仰限制指示；
- 机长在应对第一次抖杆时，没有保持航向或使用相关飞机制造商程序中要求的最大推力；
- 机长的判断能力和监控能力可能受到压力和疲劳的不利影响。

其它的主要发现：

- 飞机在距机场 400 英尺的高度上建立稳定进近，符合运营人关于稳定进近的政策和程序；
- 飞行机组在规定的飞行和执勤时间限制内驾驶飞机仍可能导致疲劳；
- 按照民用航空第 48 号令“飞行与执勤时间限制”中为保证机组执勤期健康的条款的规定，保证飞行机组在飞行前得到充分休息的责任由运营人和他们的飞行员共同承担。

ATSB 在初步调查报告的基础上补充说，飞机被许可在 30 号跑道上做目视进近，但是由于疏忽机组向飞行控制面板输入 2400 英尺的目标高度过晚，因此耽误了飞机的下降（从 6500 英尺高度）。机长（持有航线运输驾驶员执照，总飞行小时数 10000 小时，其中该机型 1000 小时）作为驾驶飞行员，副驾驶（持有航

线运输驾驶员执照，总飞行小时数 3800 小时，其中该机型 470 小时）作为监控飞行员。

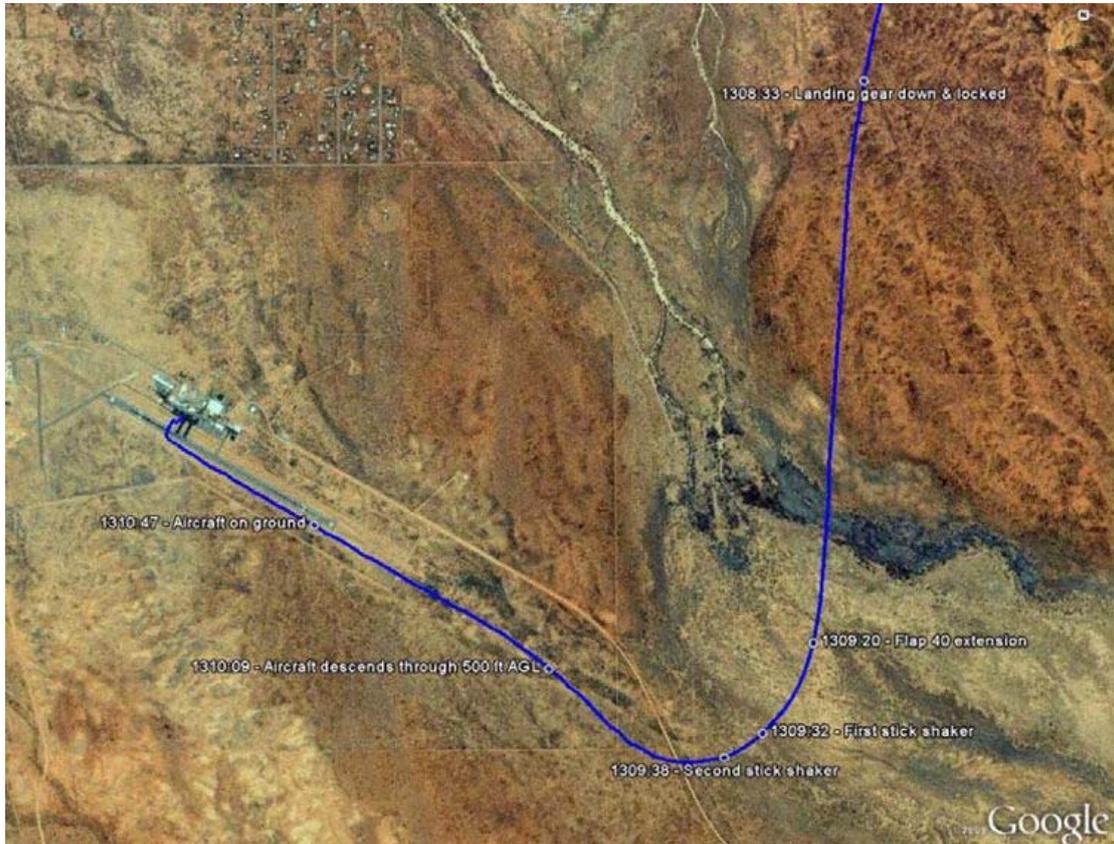


图 1：进近轨迹

机长之后回忆说，当意识到飞机高于进近剖面后，他断开自动油门并减小发动机推力（飞行数据记录器显示降至 28%N1），扰流板展开 45 秒。机长之后回忆说，他在飞行控制面板上选择‘PROF’（Profile，剖面），这本应该重新接通自动油门。

飞机下降穿越平均海平面（MSL）高度 4500 英尺/离地高（AGL）2700 英尺时，以校正空速 272 节（地速 292 节）的速度加入右四边。机长要求副驾驶在 FMS 上选择一个航向，以截获 3 海里长的五边，副驾驶按指示完成，但是 FMS 选择的进近却是在相反的方向上，ATSB 认为可能是因为高度太高速度太快。于是机长将自动驾驶仪断开。

在开始转向五边时，机组放出前缘缝翼，放下起落架并开始打开襟翼以降低飞机下降的速度。就在即将进入五边之前，襟翼选到了 40 度，飞机以校正空速 157 节（地速 180 节）的速度下降穿过 MSL2800 英尺的高度。机长向窗外看以保

持与跑道的目视接触，副驾驶检查着陆前检查单。

在转弯过程中，在离地高 950 英尺，倾斜角 28 度，空速为 135 节时发生抖杆。俯仰角从+6 度（机头向上 6 度）下降到-4 度（机头向下 4 度），但是没有立即出现油门杆的活动或发动机 N1 的增加（此时 N1 是 36%）。抖杆发生 3 秒后，倾斜角增加到 30 度，空速下降到 131 节。

之后机长回忆说，大概就在那时他意识到自动油门是断开的，后来不是他接通了自动油门就是他让副驾驶接通了自动油门。

又过了 3 秒后，飞机在倾斜角 27 度，俯仰角 0 度，指示空速 134 节的状态下，以 1800 英尺每分钟的下降率下降穿越离地高 850 英尺，此时再次发生抖杆。机头再次降低，记录的空速增加到指示空速 140-145 节。不久后油门杆开始活动，发动机 N1 增加到 76%。

飞机随后切入跑道中心延长线上，下降率减小到 900 英尺每分钟，飞机在离地高 500 英尺实现稳定的进近，机组随后安全着陆。

事件发生当天机长被安排为待命，后来通知要求他执行从达尔文飞往凯恩斯以及从凯恩斯飞往爱丽丝泉的航班。事件发生前一天，机长从 23:00（当地时间）开始休息，第二天早上 4:30（当地时间）起床（睡了大约 5 个半小时），6 点开始工作。

ATSB 分析说大多数人每晚需要 8 小时睡眠以达到和保持最佳的警觉性。如果一个人在一段时间内睡眠时间少于需要的时间，就会导致睡眠不足。普遍认为睡眠不足的人思维和动作迟缓，容易犯更多的错误，并且存在记忆困难。

在飞行后的访谈中机长指出，由于个人和工作相关的问题让他感到压力。他回忆说在进近过程中他考虑到这些压力，并认为在下降开始前分散了他的注意力，可能是导致这次事件的原因。

事故调查报告下载地址：

<http://www.atsb.gov.au/media/2447295/ao2008064.pdf>

翻译：汪苧； 校对：左夏玮

事件调查报告：瑞安航空 B737 都柏林着陆时擦发动机

2009 年 11 月 19 日，一架瑞安航空公司的波音 737-800 型客机（注册号 EI-DAI）执行从意大利罗马飞往爱尔兰都柏林的 FR-9433 航班任务，机上搭载 127 名乘客和 6 名机组成员，飞机在都柏林机场跑道降落时左侧发动机（CFM56）短舱损坏。飞机最终安全着陆，滑行至机坪。

虽然机组意识到着陆时左机翼偏低，但没有意识到短舱接地。另一个机组接手了飞机，并且执飞了两个航段，即从都柏林飞往比得哥什，在到达比得哥什一个小时后，再从比得哥什返回都柏林（航班 FR-1892/1893）。

一位公众在地面上观察到 FR-9433 航班到达时的短舱损坏，并且报告了这起事件。在从比得哥什飞来的 FR-1893 航班抵达后，对（跑道）的检查发现了飞机的左侧发动机触地的证据。

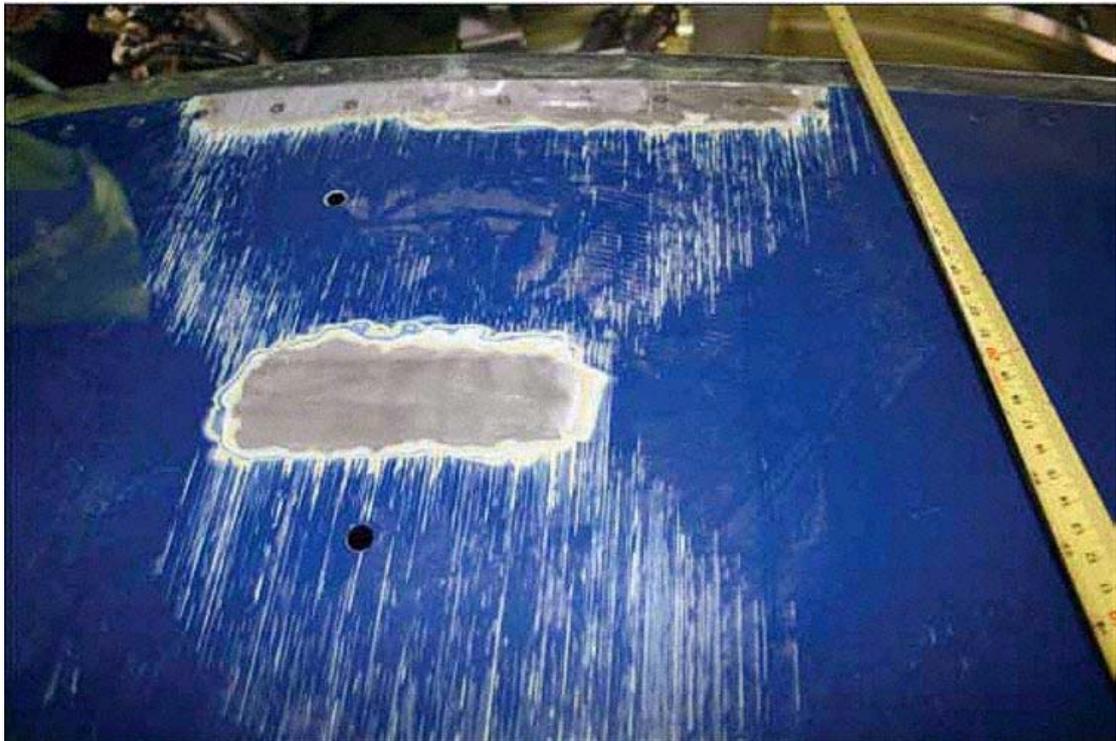


图 1：短舱的擦痕

2011 年 4 月 28 日，爱尔兰航空事故调查局（AAIU）发布了这起事件的最终调查报告，总结造成这起事件的可能原因是：

在接地的時候，飛機在不正確的俯仰姿態下向右滾轉了 12 度。

影响因素：

- 飛機接近地面時，在需要顯著機動和控制輸入的情況下繼續進近。

該機長（44 歲，持有航線運輸駕駛員執照，飛行時間 9840 小時，其中該機型 4730 小時）作為監控飛行員；副駕駛（無相關資料）作為把杆飛行員，駕駛着飛機從羅馬飛往都柏林。

飛機直到最後進近階段都一切正常。由於大風天氣，機組所使用的 V_{ref} 為 152 節，比計算出的 136 節的 V_{ref} 大 16 節。在離地高 300 英尺的高度，飛機有些向左偏離航道，機長指出了這一點，副駕駛立即進行了修正。

根據機長的看法，進近在到達離地高 25 英尺之前一直正常，到離地 25 英尺時由於風的影響左機翼下偏。機長協助副駕駛控制飛機，飛機再次穩定並開始拉平，然而飛機似乎沒有繼續下降，於是機長推杆。飛機朝着跑道下降，同時，左機翼再次下偏，飛機在“左機翼偏低的情況下溫和接地的”。副駕駛和機長都沒有發現發動機的短艙觸地。

飛行數據記錄器（FDR）記錄的數據表明自動駕駛儀在 400 英尺離地高時斷開，而記錄的方向舵的輸入量在隨後接近接地時有所增加。飛機在 150 英尺的離地高時偏離下滑道以下一個點。當離地高為 90 英尺時飛機向左滾轉了 9° ，7 秒鐘後在離地高為 70 英尺時向左滾轉為 10° ，兩秒鐘後在離地高為 16 英尺時傾斜角為向右 6° ，俯仰角從 3.6° 降至 1.7° 。飛機接地時左主起落架首先觸地，然後是前起落架，最後是右起落架。沒有風切變警告或告警的記錄。

AAIU 分析稱，儘管飛機偏到了定位信標的左邊，而且指示偏離下滑道以下一個點，但這並不一定意味着進近是不穩定的。然而，根據穩定進近運行標準在離地高 30 英尺以下配平手輪和方向舵的操作要求，此時飛機應該選擇復飛。

AAIB 稱機組沒有注意到短艙損壞，因此沒有把它寫在日誌里。飛行前巡檢的檢查單沒有特別要求檢查發動機短艙的下表面，所以接下來的兩次巡檢都沒有檢測到短艙損壞的事實。

事件發生當天，瑞安航空另一架 737-800 飛機也發生了擦發動機事件。

安全建议:

- 1、波音飞机公司应该修订运输/飞行前检查单，特别要求要检查发动机短舱的下表面是否与地面接触（IRLD2011005）。
- 2、波音飞机公司应该修订飞行机组训练手册（FCTM）以提醒营运人，即使在已发布的地面接触角——正常着陆表的包线以内时，在俯仰和滚转同时发生的状态下，由于假定的动态着陆负载的影响，仍会发生飞机结构接地。（IRLD2011006）。
- 3、瑞安公司应该实施一个安全意识程序，提醒飞行机组当着陆时处在复杂的风向条件下发动机短舱触地的危险（IRLD2011007）。

事故调查报告下载地址:

http://www.aaiu.ie/upload/general/13184-REPORT_2011_007-0.PDF

翻译：袁丁； 校对：徐蕾

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