

专题报告

自动化系统依赖问题

中国航空安全自愿报告系统（SCASS）

2016年6月

目 录

1. 自动化系统依赖问题..... 1
2. 一架 B737-700 飞机自动飞行、惯性基准系统和飞行仪表异常. 6

自动化系统依赖问题

涉及飞行员操作过程中对自动化系统的依赖，导致不稳定进近或可控飞行撞地风险增加。

1. 自动化系统依赖问题

AB 2015:27/10-5 1256598, 1259842 7/10/2015

ASRS 最近收到一些飞行机组的报告，报告中描述了与自动化依赖系统相关的事件，这些情况可能导致不稳定进近和/或可控飞行撞地事件。

(ACN 1256598) 一架 B777 飞机的飞行机组在一次 ILS 进近过程中，以垂直速度方式下降导致低于下滑道。两名弹射座椅上的备用机组人员指示复飞后，飞机机组在 390 英尺执行偏离复飞程序。

(ACN 1259842) 一架 B777 飞机的机组人员正在执行不稳定进近，突然弹射座椅上的机组指挥复飞。机长很困惑并缓慢作出反应，但可能无意中碰到了起飞/复飞 (TO/GA) 按钮，导致飞机爬升越过 3000 英尺改平。

ASRS 此前曾警示过这个问题上。告警信息编号为 2013:42/10-2 和 2013:39/10-1。

关键词： 自动化系统依赖 Automation Dependency

报告号： 1256598

时间： 2015 年 4 月

事件描述 1:

空管 (ATC) 发布许可指令“航向 190，高度 2500 英尺，仪表着陆 ILS 进近，速度 180 节直到最后进近定位点 (FAF)”时，我们略高于下滑道。现在我们正飞向机场，襟翼 5，速度约为 180 节。我稍微放出减速板，帮助下降至 2500 英尺，以便截获下滑道 GS。我们截获航道 (LOC)，高于下滑道 GS 一个点或更多。飞机开始在 2500 英尺平飞，因此我要求副驾驶 (FO) 转动主操纵板 (MCP) 高度 (ALT) 扭调到 2000 英尺。放下起落架会有所帮助，但我甚至都没想到。下降到 2000 英尺时飞机仍高于下滑道 GS。我调整 MCP 至 00000，同时，它的信息显示

“零是允许的”。我告诉 FO 进行设置，以便我能够以垂直速度方式下降。襟翼 20，放下起落架偏晚，1400—1300 英尺，执行着陆检查单。但是减速板仍处于放出状态。从这时起飞机变得不稳定。右后方的备用飞行员 (IRO) 喊出“复飞……复飞”。他说了两遍，因为我没有按起/复飞 TOGA 按钮，只推了油门，所以他和我都看不到情形的好转。我认为我按了自动油门按钮，但没有按起/复飞 TOGA，所以我的内心很矛盾。有人大叫“减速板”，因此我将减速板手柄放下。这有很大帮助！大约从这时起，我终于在各种指导下使飞机爬升。收起落架和收襟翼都偏晚。随后我们终于在 1000 英尺高度恢复了飞机的稳定性，副驾驶告诉我，他复位了两个飞行指引仪，并使机身为光洁构型。我根据 ATC 许可，爬升至 3000、最低高度，然后爬升至 5000。这时我将飞机转交给副驾驶。到放轮挡时飞机仅剩余 18.3 加仑燃油。

事件描述 2:

机长为操纵飞行员 (PF)。副驾驶 (FO) 为监视飞行员 (PM)。另外，飞机上还有两名备用机组 (IRO)。机长和副驾驶在 6:30 再次休息。事件发生前头脑清醒且已工作 1 小时。

飞行引导到最后进近点平均海平面 (MSL) 4000 英尺截获航向。选定航向道 (LOC) 模式。获得进近许可，但 PF 决定不选择进近模式，因为我们大约高出下滑道 0.5 个点。PF 试图选择改变飞行高度层开始下降，但高度窗口还是显示 4000 英尺。他试图将高度下降至 2000 英尺，并重新选择改变飞行高度层 (FLCH)。但随后他选择垂直速度并在下降率 (FPM) 窗口调节下降率为 1300 英尺/分钟，促使飞机下降截获下滑道。关于这种情况以及将会发生什么情况进行了一系列讨论。备用机组 (IRO) 指示关注截获下滑道，并在下降过程中，喊出“好，截获下滑道”，但未选择进近模式。我认为自动驾驶仪仍处于接通状态，且仍处于垂直速度 (V/S) 模式，所以它继续通过下滑道指引下降。PF 和 PM 都试图选择适当的模式截获下滑道，但进行了过多的讨论且存在多个错误，包括：偏晚的构型设置（襟翼 20 度）、放出的减速板，在 MCP 高度窗口中选择 0000，讨论设置一个更好的高度等。

飞行员失去情景意识，致使这架飞机下降低于下滑道。在低 1 个点时，备用机组 (IRO) 告知，低 1 个点，但操作机组没有做出任何反应，且飞机姿态没有任何变化。在低于 2 个点时，备用机组 IRO 告知低 2 个点，但飞行状态仍没有变

化。在平均海平面（MSL）大约 1150 英尺时，备用机组请求复飞。其他备用机组告知已请求复飞。大约 10 秒钟后，当备用机组全力指示复飞，“立即复飞！”之后，操控飞行员（PF）开始向前推动油门杆，但一直没有选择 TOGA 电门。动力达到 80% 左右。但飞机继续下降低于 500 英尺，而操控飞行员（PF）正慢慢试图执行复飞程序。但没有发布任何指令。备用机组（IRO）开始告诉飞行员同时完成以下工作：抬机头，增加动力，收起减速板，收起落架。PF 努力扭转当时的情形，直到 MSL390 英尺左右飞机停止下降。监控飞行员（PM）完成飞行指引和自动驾驶，PF 似乎重新获得情景意识并控制飞机。根据塔台主管发布的指令开始爬升转为水平导航（LNAV）。重新准备进近。将飞机控制移交给副驾驶。飞机二次进近和着陆正常。

事件描述 3:

我是另一名备用机组 IRO 飞行员（拐角座椅）。我们预料低云底高，并在航班的最后 3 小时一直监测自动航站情报服务（ATIS）。当这两名操纵飞行员二次休息回来后，ATIS 报告现在显示云底高为目视飞行规则（VFR），因此执行了目视进近简令。后来我们发现，这是错误的，因为机场遇到了 ATIS 问题。机长为操纵飞行员，空管指示我们离开 4000 英尺后下降，开始进近。我们被许可进近，但高于下滑道中止进近。PF 在 2000 英尺左右放出减速板，并在 MCP 上设置了较低的高度，试图从上方截获下滑道。随后 PF 断开自动驾驶，并增大下降率。大约在雷达高度表 1200 英尺，我们越过下滑道并低下滑道 1 个点。我喊出“下滑道（glide slope）”，但没有任何反应。垂直航路偏差继续下去，并低于下滑道 2 个点，我喊出“复飞”。PF 和非操纵飞行员（PNF）没有回应，我再次叫复飞。这时中间座位的另一名 IRO 意识到我们完全偏出下滑道（高度低），并也叫复飞。尽管 PF 认为他已经按下 TOGA 电门，实际正相反是断开了自动油门。我们持续下降，PF 对于将会发生什么似乎失去了判断能力。PNF 也没有回应。其他 IRO 喊出减速板还未收上，且发动机推力过小。我喊出好几次增加推力并爬升，因为我们高度越来越低，仍然处于可靠的仪表气象条件（IMC）。最后大约在高于地面 1000 英尺高度我们终于开始爬升；其他 IRO 提醒起落架仍处于放出位置。飞机仍处于进近模式，这引起了 PNF 和 PF 的关注。然后机长将飞机转交给副驾驶准备着陆，最后飞机被引导并平稳着陆。

事件描述 4:

我们被许可 ILS 进近。飞机截获航道，并高于下滑道 (GS) 半个点。这次进近是经过准备的，我们位于 3000 英尺。我们选定 2500 英尺和 V/S 以便追赶 GS。速度为 180 节，襟翼 5。仍高于下滑道，起落架放下，襟翼放至 20。全构型时我们低于下滑道 1 个点，襟翼 25，在 1000 英尺仍在修正截获下滑道。700 英尺高度时仍低于下滑道 2 个点，请求复飞，在 400 英尺开始缓慢复飞。执行复飞时航向 (HDG) 220，爬升至 3000 英尺。复飞过程中复飞电门未按下，这引起了一些混乱并延迟了初始爬升，襟翼收上，起落架仍放下。飞机在爬升收上起落架前，低于下滑道超过 3 个点。我们被引导执行二次 ILS 进近，由副驾驶执行进近并正常着陆。

提要：

一架 B777 飞机的飞行机组在一次仪表着陆 (ILS) 进近过程中，以垂直速度方式下降低于下滑道。两名弹射座椅上的备用机组指示复飞后，飞机机组在 390 英尺执行偏离复飞程序。

关键词： 自动化系统依赖 Automation Dependency

报告号： 1259842

时间： 2015 年 5 月

事件描述 1：

XXR 仪表进近，机长正在执行进近。当时自动驾驶接通，机长试图从上面截获下滑道。副驾驶 (FO) 曾两次向机长提出，使用垂直速度表 (VSI) 以 1000-1500 英尺/分钟的下降率下降。机长设定构型并使用减速板。机长请求襟翼 25/30，减速板放出。副驾驶 (FO) 认为减速板应先收上。

减速板收回后，飞机上仰。自动驾驶接通，随后飞机开始爬坡左转。关于飞机为什么爬升还在转弯，机长感到困惑，并试图重写操控对飞机的控制。备用机组 (FB) 喊出“复飞”。

机长迟于执行复飞程序。飞机低速 10 多节并逐渐减速，同时试图紧追飞行指引指令杆。副驾驶 (FO) 示意机长放低机头，因为我们的速度过低（而且是在爬升）。机长加速并要求襟翼收上（襟翼放出状态为 20/25 度），而备用机组 (FB) 要求收起落架。飞机爬升至 3400 多英尺（许可高度为 3000 英尺），速度提升至 270 多节。

后来，机长承认他的手指碰到了起复飞 TO/GA 电门，导致飞机在自动驾驶系

统下复飞。现在我也不能确定，我们是否超速放出襟翼，因为当务之急是保持飞机的控制。我不知道机长是否在维修日志中记录可能发生襟翼超速放出的情况。二次进近和着陆都很正常。

报告反馈 1:

询问该事件发生时的飞机高度，报告人说大概是在 2500 英尺。他还说飞机没有问题，而减速板收起则是机头上仰的原因。

事件描述 2:

我们正向 ZZZ 机场 8R 跑道执行 ILS 进近。太阳还没出来，我发现进近高度偏高。我提醒说我认为我们将难以在稳定进近前下降足够的高度，但我们仍在继续。（我没有很好地判断第一个信号）。我们勉强在 2000 英尺满足起落架放下和襟翼 20 度的参数要求。我能够在 1500 英尺完成构型，但我们仍然高于下滑道至少 1.5 个点左右。现在它来了。因此，为努力完成进近过程，我放出减速板，但那是我最大的错误。开始复飞是在 1500 英尺左右。由于这架飞机左转，但我们需要直飞，所以我断开自动驾驶，这增加了我的工作量。事情发生很快，我超出许可的爬升高度约 320 英尺。之后，一切都缓慢恢复正常，进行正常的进近和着陆。从另一方面来说，FB 的表现值得真棒。

好的，下面是我学到的一部分知识。1) 不要试图挽救一个糟糕的进近过程。发现偏高，应该谨慎地尽快采取措施。2) 根据标准操作程序 (SOP)，减速板不应超过 5 度。3) 根据进近简令，简要说明复飞程序，（即，取消襟翼操纵和 FD 程序，断开自动驾驶）。依据 SOP，使用垂直速度模式截获下滑道。4) 始终牢记这是一个漫长的夜晚，无论我怎么想怎么感觉。每个程序和许可指令的每一步都要特别留意，并承认在这架飞机上我的经验有限。

事件描述 3:

进近管制记录我们的最终进近。我是一名备用机组，坐在弹射座椅上。在我看来，鉴于我们的高度和天气状况，太接近四转五。机长执行这次进近，他是操纵飞行员，获得许可后试图减速并下降。副驾驶与机长讨论说进近将会遇到困难。在大约 1500 英尺，我喊出“复飞”。飞机开始立即左转，我认为这是由于按下复飞电门后，这架飞机的 LNAV 自动接通导致的。无论如何，作为机长，我都会断开自动驾驶，转为目视复飞飞行。此后不久，我们空速超过 275 节，且高度偏差约 300 英尺左右。然而 ATC 对此并没有进行评论。二次进近和着陆很正常。

建议 ATC 在需要的时候能够给出更好的引导。

提要:

一架 B777 飞机的机组人员正在执行不稳定进近，突然弹射座椅上的机组指挥复飞。机长很困惑并缓慢作出反应，但可能无意中碰到了起飞/复飞 (TO/GA) 按钮，导致飞机爬升超过 3000 英尺高度才改平。

2. 一架 B737-700 飞机自动飞行、惯性基准系统和飞行仪表异常

AB 2015:20/3-7 1251357 5/29/2015

ASRS 收到一架 B737-700 飞机飞行机组的报告，报告中描述了他们的自动飞行系统异常的情况。报告者表示异常情况起初显示为机长的主飞行显示 (PFD) 出现飘忽不定的显示，同时伴有语音告警。飞行过程中出现其他几个问题，包括惯性基准系统 (IRS) 故障、所需导航性能 (RNP) 告警和非指令性方向舵输入。机组人员返航起飞机场。航后机组根据维修人员反馈表明可能是 IRS 转换开关故障。

关键词: 惯性基准系统故障 IRS Fault

报告号: 1251357

时间: 2015 年 3 月

事件描述 1:

巡航飞行越过 37500 英尺准备在 FL380 高度层改平飞行，自动驾驶系统进入驾驶盘操纵俯仰方式。看起来好像自动驾驶系统不会在指定高度改平飞行。副驾驶 (FO) 和我接手控制飞机并断开两套自动驾驶系统和自动油门。

大约在同一时间，机长的主飞行显示器 (PFD) 的空速和高度表开始出现多个飘忽不定的显示。同时伴随有多个语音告警。我将飞行控制转接到 FO 一侧，同时拿出快速检查单 (QRH)。首先，在 QRH 中没有发现哪种说明与我们的情况相一致。我首先查看了空速不可靠检查单，但其他条款都不起作用，所以我们不确定这是否是我们应该执行的检查单。

我们通知 ATC，我们遇到一些导航问题，并询问我们的航路状况。他们回复我们的高度不稳定，并表示从 38000 英尺快速变化。我们切换至我们的 2 号应答机，尝试是否可解决该问题。随后指挥中心告诉我们在 38000 英尺平飞。然后，

我收到的是无法使用导航性能—所需导航性能 (Nav Perf-RNP)。RNP 和实际导航性能 (ANP) 均为琥珀色。我转到主操作系统 (POS) 第 2 页, 并注意到我们的惯性基准系统 (IRS) 渐渐偏移。左侧显示 13 英里而右侧显示 5 英里, 甚至更远一些。询问我们的航迹状况, 被告知看起来我们已经偏离航路。我们请求航向引导至附近的短程导航系统 (VORTAC)。收到许可并告知按程序执行。

大约在那个时候, 我收到 IRS 故障信息, 并再次查看 POS 第 2 页, 注意到我已经失去左侧 IRS。根据 QRH, 我将 IRS 转换到右侧系统。我的 PFD 没有出现什么显示, 副驾驶 (FO) 的 PFD 开始渐渐偏离, 导致他那一侧的情况更糟。我将 IRS 切换回正常状态, 且在很短的一段时间内修复 FO 仪表。

我呼叫签派和维修控制中心, 告知他们我们的情况。这一次, 我们一直手动飞行且导航设备都存在疑问。我通知他们, 我们将返航起飞机场。签派人员经飞机通讯寻址和报告系统 (ACARS) 再次同意返航。告知 ATC 我们的计划并收到航向回复。我们注意到, 备用航向指示器显示航向为 120 度, 但当时我们的航向仍为 300 度。还有一个信息显示它已失效 (INOP)。

只要 FO 开始转弯, 我们会收到两侧的非指令性方向舵输入引起的向左急剧滚转的告警信息。机长的仪表显示两个极端的俯仰和坡度角, 并收到每个现象的语音告警。然后我的 PFD 一片空白, 因为在 IRS 上我仍然将顶部旋钮设置在正常位置。

非指令性方向舵输入后, 我告知 ATC 我们不具备降低最小垂直间隔 (RVSM) 的能力。我们请求较低的高度并被指定 280 高度层。开始下降时, 我们意识到 28000 需输入到仪表气象条件 (IMC) 飞行数据中。考虑到使用 IMC 与我们的导航仪表故障不相符, 我请求停留在 34000, 保持目视气象条件飞行 (VMC) 并获得许可。

我们在几个不同的位置检查天气状况, 但都没有异常, 考虑到目前的状况, 我们感觉飞行还算顺利。通过雷达引导并使用 whiskey 磁罗盘, 我们返回起飞机场。起飞机场为目视气象条件, 且我们知道很容易执行目视进近。副驾驶和我轮流手动操纵飞机。我们决定不配平或改变飞机构型, 因为我们不知道飞机到底出现了什么故障, 以及是什么引起了方向舵输入使得飞机滚转。我们讨论我们的进近方式以及如何配置飞机的着陆构型。

因为我们遇到方向舵的非指令性输入问题，我们决定不使用减速板以免放出过早。较大的进近速度，襟翼放出 15 度，以防较大的方向舵摆幅。根据含有异常着陆构型的单发检查单，地面接近襟翼抑制开关被断开。选定自动刹车 3，但它们也失效了。断开自动刹车系统并使用正常制动装置。

进近过程中，当我们下降经过 12000 英尺时，我们遇到了第三次且更为剧烈的向左滚转，再次是由非指令性的方向舵输入造成的。这时我指示副驾驶断开偏航阻尼器。进近过程中，我们还是收到多个关于空速和风切变的假信号告警。进近期间，机长的红白两色旋转电极和黄色的失速指示器接通。接地后，整个滑跑期间机长的驾驶杆抖杆器失效。退出跑道后，我们滑行到停机位。滑行过程很平稳。

做出的所有决定都是基于对安全的关注。在任何时候，我们都没有偏离高度、允许间隔，以及联邦航空条例（FAR）。

报告反馈 1:

报告者表示，机长的 PFD 基本上空白。唯一可用的航向信息为液体罗经指示，而机组人员还不能确定它们是否可信。飞行结束后，乘客和乘务员报告几个显著的方向舵“突跳”，比机组人员感觉到的次数还多。维修人员报告，很明显 IRS 转换开关异常是起因。该零件被替换，飞机返回服务中。

事件描述 2:

[报告中没有更多的信息。]

提要:

一架 B737-700 飞机自动驾驶转换到非指令性的驾驶盘操纵，之前是 IRS 损失、空速飘忽不定、高度显示、俯仰和坡度指示，以及间歇的非指令性方向舵输入。该航班返回起飞机场，之后维修人员怀疑这起事件是由 IRS 转换开关故障引起的。