

2014年7月17日,马来西亚航空公司MH17航班在乌克兰靠近俄罗斯边界坠毁,机上295人全部遇难。资料照片



空难调查

像考古也像破案

2020年5月22日,一架巴基斯坦国际航空公司的客机在卡拉奇国际机场附近准备降落时坠毁,机上99人中97人遇难。资料照片



2019年3月10日,埃塞俄比亚航空公司ET302航班从亚的斯亚贝巴博莱国际机场出发,起飞6分钟左右即坠毁,机上157人全部遇难。资料照片

2020年8月7日,印航货运公司航班在喀拉拉邦卡利卡特机场冲出跑道,造成包括飞行员和乘客在内的21人死亡,另有多人受伤。资料照片

“像考古队员一样用碎片还原飞机”

一架飞机的残骸在去年结束了它特殊的20多年的服役生涯。

1996年7月17日,美国环球航空TWA800号航班从纽约肯尼迪国际机场起飞,不久,这架飞往巴黎的波音747飞机底部突然爆炸,残骸散落在纽约长岛的海面上,机上230人全部遇难。

为了调查这起事故的原因,调查人员从海水中打捞出数以万计的飞机残骸碎片,并在此后的数年间小心翼翼地将其拼凑起来,最终得出结论。这次调查也成为航空史上历时最长、最复杂、最昂贵的调查之一,花了4年多,耗资4000多万美元。

在与遇难者家属达成协议后,飞机残骸被搬入位于弗吉尼亚州的美国国家运输安全委员会(NTSB)培训中心的一间仓库。根据约定,残骸不做展示,仅能用于培训,20多年来已被来自世界各地的数千名空难调查人员和运输专家研究过。

随着这间占地近3000平方米的仓库租约到期,TWA800号的残骸终于退役并被销毁。“调查技术的进步,如3D扫描和无人机图像,降低了大规模重建调查技术的重要性。”美国国家运输安全委员会在声明中表示。

“每起事故的调查几乎都是从还原现场开始。调查机构寻找黑匣子,从坠机地搜索所有残骸、找现场的所有物证,都是为了还原事故发生时的原貌。”在接受记者采访时,《航空知识》杂志主编、北京航空航天大学航空专家王亚男表示,空难的调查过程既像考古也像破案。

当地时间1996年7月17日晚8点,在美国纽约肯尼迪国际机场的停机坪内,环球航空TWA800号班机起飞已经晚点了1个小时。这架波音747客机搭载了212名乘客和18名机组成员,7月天气炎热,机舱内的乘客等得烦躁不安。

飞机之所以晚点,是因为一件无人认领的托运行李被运上了飞机。自1985年有人将一件装有炸弹的托运行李送上飞机导致印度航空182号航班失事后,几乎全球的航空公司都要求所有行李和乘客必须一一对应,飞机才能起飞。

当晚8点19分,机场通知已经找到行李主人,虚惊一场,TWA800号航班终于获准起飞。起飞后不久,在爬升过程中,飞机底部突然传来一声巨响并冒出白烟,飞机解体,大量燃油在海面上燃起熊熊大火。搜救人员经过一夜搜寻,确认机上230人全部遇难。

美国国家运输安全委员会(NTSB)立即成立了空难调查组。根据《国际民用航空公约》及其附件的相关规定,通常由空难发生地所在国负责调查,飞机运营人、制造商所属国和遇难乘客所属国可以派代表参与调查。

熟悉航空史的王亚男介绍,空难调查一般从三个方面并行开展,一方面是找寻黑匣子,因为它是可靠的数据依据,“任何证据也比不上黑匣子来得直接有力”;另一方面是现场的调查,坠机现场所有残骸的搜集整理以及飞机相对方位的基本复原,目的是“再现事故发生一瞬间的状态”;还有一方面则是事故的外围调查,比如对事故关联的所有人员进行调查,调取所有相关的信息、档案文献等。

残骸打捞到第七天,海洋搜救队找到了飞机黑匣子,然而黑匣子数据对调查并没有什么帮助,座舱语音记录仪对话内容都很正常,在一声巨响过后就停止了记录,飞行数据记录仪也没有任何异常。调查员检查了所有的飞机残骸,希望从中找到飞机被炸弹炸毁或者导弹击中的痕迹,但没有任何线索。

飞机在空中解体时,首先脱落的部分可能就是问题的根源,调查员发现,最靠近机场的残骸来自中央油箱,上面有明显的烧灼痕迹。

上世纪90年代,美国本土接连遭遇恐怖袭击,联邦调查局(FBI)也针对这场空难展开了刑事调查,他们表示在飞机残骸中发现了微量来历不明的爆炸物残留,认为这是一起针对美国民众的恐怖袭击。也有目击者表示,看到了有疑似导弹的

物体飞上天空。这让NTSB的调查方向受到了很大的质疑。

NTSB决定,把所有的飞机残骸拼接起来,这可能是唯一可以证明飞机不是被导弹炸毁的最直接的方法,但又注定是一项漫长而又艰苦的工作。在拼接飞机残骸的同时,调查员也在寻找促使油箱起火爆炸的原因,他们需要证明飞机油料可燃并且爆炸的威力可以炸毁油箱,此外还要找到引燃油箱的火花。

尽管事发当天肯尼迪机场的温度没有达到飞机油箱内油气混合物的可燃温度,但调查员在研究了飞机图纸后发现,空调系统正好在中央油箱的下方,在运转时自身会不断发热,而事发当天飞机因为晚点,为了给乘客降温,空调系统已经连续工作了几个小时。

调查员找来了一架相同型号的波音747,并提前几个小时打开了空调。在气温相同、油料相同的条件下,调查员也飞到相同的高度,发现超出可燃温度整整16摄氏度。另一项实验则显示,加热到相同的温度,油箱会产生爆炸,威力超出油箱强度一倍之多。

点燃油箱的火花是哪来的呢?调查员反复听座舱语音记录仪时发现,对话中有人说了一句,“4号引擎的油料表怎么像发了疯一样”,随后录音也出现了两处短暂的声音缺失,认为一定是飞机线路出现了短路。一架波音747飞机的线路长达290公里,布满整个机身,调查员仔细排查后发现,有一部分电线的绝缘皮破损脱落。在飞机的线路布局中,油量指示系统有大量的电线直接就布设在油箱里。

另一边,拼接飞机残骸的庞大工程也已经完工,拼接后的机身看不到被导弹击中中的痕迹。最终版的调查报告于2000年8月23日公布,NTSB认为客机坠毁可能是由于飞机内多条同捆电线的绝缘胶损毁,高压电力被传送到连接油箱内油量传感器的电线,油箱内的高温燃油雾气被高压电力所产生的火花点燃后引起爆炸,最终导致飞机解体。FBI也认同了油箱爆炸推论。

报告建议对所有波音747飞机上的电子线路进行检查和维修,同时也建议对飞机的设计作出重大修改,包括在空调系统和油箱之间增加额外的隔离层。美国联邦航空局随后要求大飞机需要在中央油缸加入惰性气体,并在中央油缸和空调设备之间添置隔热物料,避免燃油被加热。

“考古队员从土里拿到了大量的碎片,要把它拼成一个完整的器物,可能历时几十年都得不到结果,因为一些碎片已经遗失在土层中。”王亚男打比方说,“空难调查也是一样,用海量的碎片去

拼接出原来飞机的样子,可想而知是相当困难的,而且不是光拼接出样子就完成任务,还要用这些残骸碎片还原出的飞机,找到它出事的症结。”

“黑匣子往往是决定性的证据”

王亚男介绍,空难发生后,黑匣子的搜寻、译码和识读,现场残骸,包括飞机残骸和遇难者遗骸的检定和提取,外围的调查等会同期推进,但来自飞机黑匣子的数据被认为是关键证据。

“就像破案一样,有一些外围的证据,有一些关键性的证据,这些关键性的证据可能就在黑匣子的信息里。”很多情况下,黑匣子里面的信息可能直接就给出了重要的调查方向,其他的工作压力就减轻了。

客机的“黑匣子”正式名称是“飞行信息记录系统”。它们负责及时接收飞机飞行中各种传感器收集的信息,并自动转换成相应的数字信号连续进行记录。为了方便找寻,黑匣子被涂上醒目的橙红色,并标注“Do Not Open(请勿打开)”,但在它使用初期,因其记录的数据主要用于航空事故调查、维修或飞行试验,具有很强的神秘感,因此被称作“黑匣子”,这个名称沿用至今。

国际民用航空组织(ICAO)要求大型商用飞机携带2个飞行记录器:分别是飞行数据记录器(FDR)和座舱语音记录器(CVR)。前者至少记录过去25小时运行的1000多种飞行参数,后者则记录飞行员机组人员在最后2小时操作中的通信和驾驶舱的环境声音。

虽然只记录声音,但舱内语音记录仪有可能包含很关键的信息。“往往在飞机出现异常情况的时候,飞行员的交谈中会包括出现的信息。”王亚男举例,比如说飞机的状态怎么样,跟以前的状态对比是不是有些异常?或者当某些技术情况突发时,飞行员之间可能会相互给出一些操作指令。比如说,机长会要求副驾驶操纵一些系统,这些对话能体现飞行员的操作意图,包括对于飞机技术状态的讨论,也会包括飞行员的操作意图的记录。同时这个背景声音还会包括机舱内能够听到的系统的噪音,或者飞机上重要系统的报警声。

当地时间2015年3月24日,德国之翼航空公司一架编号为4U9525的空客A320客机在法国南部坠毁。这架飞机由西班牙巴塞罗那飞往德国西部城市杜塞尔多夫,载有144名乘客和6名机组人员。飞机残骸散落在山上,已完全解体,现场无人生还。

基于对失事客机两个“黑匣子”内数据及无线

电通信记录等信息的分析研究,调查人员指出,坠毁客机在爬升阶段已开启自动驾驶模式,飞机在海拔11600米高空进入巡航阶段后机长离开驾驶舱。此后,独自留在驾驶舱的副驾驶卢比茨“故意”将飞机巡航高度设定从海拔11600米调至海拔30米,导致飞机持续下降直至撞毁。

负责调查德国之翼客机坠毁事件的法国国家民航安全调查分析局(BEA)发布的调查报告确认了上述情形。

客舱通话记录仪显示,卢比茨曾多次对机长桑德海默说,“你可以去上厕所了”。桑德海默回答“你可以接管飞行了”之后,有座位向后推以及关门的声音。此后的2分钟里,飞机下降了600多米。

空管人员试图联络飞机,但未收到任何回应,机舱内“下降率”的自动报警信号几乎同时响起。不久传来巨大的击打声,像是有人试图进入驾驶舱。桑德海默大喊,“看在上帝的份上,打开门”,同时有乘客在尖叫。

2分钟后,语音记录里传来桑德海默用斧子砸门的声音,而飞机当时距地面仅有2000多米。大约90秒后,飞机上传来了新的警报声:“地面,拉升!拉升!”桑德海默大喊:“把该死的门打开!”在飞机撞山前的最后两分钟里,能听到卢比茨的呼吸声,但是他没说任何话。调查显示,卢比茨曾受到抑郁情绪困扰,但后来被允许重返返回飞行员岗位。就在坠机事件前几个月,他曾一度出现失眠症状,并担心自己失明,却未按规定向航空公司报告这些事宜。

黑匣子对于破解空难之迷至关重要,因此它也是飞机上最坚固的部件之一。它的存储单元可以承受400公里/小时以上的高速冲击,也能耐受1000摄氏度的高温1小时以上。在很多空难事故中,往往机身早已成为碎片,但黑匣子依然完好无损。

2018年10月,印尼狮航的一架波音737MAX飞机从雅加达飞往邦加槟港,在起飞后13分钟内坠入海面,造成189人死亡,这也是波音737MAX机型首次发生致命空难。飞机上的黑匣子,最后被印尼海军从爪哇海打捞出水。

飞行数据记录仪记录了事故的源头——飞机上一个新安装的“机动特性增强(MCAS)”系统。这是一套自动调节飞机倾角的系统,飞机的一个迎角传感器让飞行控制系统认为飞机仰角过大,不断下偏水平尾翼压低机头,飞行员就算手动拉起机头,5秒后它又会自动重复降低机头。飞行员拉操纵杆的动作只有26次之多,但最终未能挽救飞机。

半年后,2019年3月,同一机型,同一悲惨事件也降临在埃塞俄比亚航空公司的一架飞机上,它起飞大约6分钟后失事,机上157人死亡。埃航的客舱语音记录仪表明,坠机前的最后时刻,绝望的飞行员喊道,“拉高!拉高!”

事发后,全球掀起了该机型的停飞潮,历时多年的调查最终确定,是配平系统的重大缺陷引发了空难。

“有些技术故障本来不致命,处置不够有效,导致情况恶化”

有时,空难的伏笔埋在地面。

2005年8月14日,希腊空军的飞行员接到任务,要驾驶战斗机跟踪一架民航客机。根据报告,这架客机在进入希腊首都雅典的飞行情报区后,始终不和航管联络,在雅典上空盘旋,没有任何应答。

空军飞行员驾驶战机飞至那架客机附近,看见客机的驾驶舱内,副机长似乎在低头昏睡,机长的位置空无一人。而在客舱,所有乘客都戴着氧气面罩,闭眼靠在椅背上。整架飞机上的人,似乎都在睡觉,后来这架飞机也被称为“幽灵航班”。

不久,这架载有115名乘客和6名机组人员的波音737-300型客机开始急速下降,最终因燃油耗尽坠毁在雅典东北部的山区中,无人生还。乘客的尸检报告证实,所有的乘客并非死于吸入有毒物质或爆炸,而是死于撞击。

空难调查人员发现,事发前工程师曾在检修中使用飞机的备用动力设备对机舱进行手动加压,以判断舱门是否有泄漏现象。在检查的过程中,为了不使用飞机的引擎而使用备用动力增压,工程师把负责增压的P-5增压板改为了“手动模式”。而残骸中找出的P-5增压板显示,飞机坠毁时,它依旧停留在“手动模式”。

当飞机爬升到5000米高空时,机舱内开始失压,客舱氧气面罩脱落,系统发出了警报。在客舱内,乘客们惊慌失措地戴上了氧气面罩,而在驾驶舱内,机长和副机长因为缺氧,已经不省人事。飞机在自动驾驶模式下,爬升到万米高空,开始平飞。而乘客们赖以生存的氧气面罩,只够用12分钟。

4个月后,事故调查组搭乘希腊奥林匹克航空公司相同型号的波音737飞机,以4个月前太阳神522航班相同的飞行时间、飞行路线,进行了一次试验。

在起飞后不久,调查人员要求机长将P-5增

压板改为“手动模式”,随着飞机高度的攀升,没过多久,驾驶室响起了警铃声。在飞机爬升到5000米高空的时候,主警报灯亮起。此时,机舱内的调查人员开始感受到缺氧的症状:耳膜膨胀,头晕目眩,几乎像是喝了酒一样,思维开始模糊。

据统计,大多数空难都发生在起飞和降落阶段,起飞阶段的3分钟与着陆阶段的7分钟甚至被统称为“黑色10分钟”。王亚男解释,因为这个时候飞机的速度和高度变化比较大的变化,要穿越对流层,大气的运动也是最剧烈的。起飞和降落时,飞机本身的构型也在发生很大的变化,发动机的油门、襟翼副翼的姿态都在变化,所以这个阶段飞机出问题可能性大。

他把飞行事故大体分几类,一类是技术故障,一类是人为原因。后者常常是操作原因或者各种各样的人的因素,还有一类是其他外部原因,由天气等环境变化引发。这些因素也有交织在一起的。他分析:“总体来讲技术故障和人的问题一般占了绝大多数,而这两者又常常同时出现。往往都是先出了一个技术故障,这个技术故障本来并不致命,但是飞行员的处置当时不够有效或者不够及时、不够准确,导致了飞机的状态恶化得很快,最后变成了一个很糟糕的局面。”

最典型的案例是,2009年6月法国航空公司的AF447号航班消失在大西洋上空事故。在历时2年、花费近3000万欧元的搜寻打捞后,飞机的黑匣子于2011年5月被找回。经过还原黑匣子中的座舱语音记录器数据,调查人员得知了AF447航班在失踪前一段时间到底发生了什么。

报告显示,坠机前,飞机在大西洋上空可能遭遇一团大冰晶团,高空低温下冰晶堵塞空速管使其失灵,导致无法读取空速数据,客机自动驾驶系统随之自动停转,警报系统响起。此时机长正在休息舱休息,副驾驶博南出于本能地拉起操纵杆,拉升机头,反而使机翼失去空气动力,机身急速下降;另一名副驾驶罗波特意识到飞机已处于失速状态,执行了“改出”流程,推下操纵杆,但由于二人毫无配合,各自为战,两种截然相反的操作作用互相抵消。当机长返回驾驶舱时,客机已处于失控状态,三人无力回天,飞机水平“拍”入大西洋中,机上238人全部遇难。

在王亚男看来,对空难的调查不仅要查明事故是怎样产生的,还要排查同样的情况会不会出现在其他飞机上,以防范同样的事故。正如纪录片《空中浩劫》所阐述的那样:“做任何调查,将矛头指向一个人并不难,但我们必须查出意外为何发生,以及如何避免意外再度发生。”

据《中国青年报》