

乔善勋◎著



空难 启示录

APOCA 谁是航空
OF AIR 安全的
金钥匙 LYPSE
CRASH

畅销航空安全图  歌》姊妹篇
全面解析航空安全中的人为因素

中国工程院院士 刘大响
中国航空学会常务理事 张聚恩
北京航空航天大学飞行学院院长 张建华

作序
亲情
推荐

中国民航出版社



空难 启示录

APOCA 谁是航空 安全的 金钥匙 LYPSE
OF AIR 金钥匙 CRASH

乔善勋◎著

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

空难启示录：谁是航空安全的金钥匙/乔善勋著.
—北京：中国民航出版社，2018.5
ISBN 978-7-5128-0536-1

I. ①空… II. ①乔… III. ①飞行事故-案例②民用
航空-飞行安全 IV. ①V328.2②V328

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 089594 号

空难启示录：谁是航空安全的金钥匙

乔善勋 著

责任编辑 韩景峰

出 版 中国民航出版社 (010) 64279457

地 址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)

排 版 中国民航出版社录排室

印 刷 北京环球画中画印刷有限公司

发 行 中国民航出版社 (010) 64297307 64290477

开 本 787×1092 1/16

印 张 23.5

字 数 445 千字

版 印 次 2018 年 6 月第 1 版 2018 年 6 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5128-0536-1

定 价 68.00 元

官方微博 <http://weibo.com/phcaac>

淘宝网店 <https://shop142257812.taobao.com>

电子邮箱 phcaac@sina.com

序一

安全是航空发展的基础，没有安全做为保障，航空业的发展就无从谈起。如果说发动机是飞机的“心脏”，那么飞行员便是飞机的“灵魂”，人的因素可谓是航空安全中最关键的一环。

成功的飞行员具备果断、积极和沉稳的性格，糟糕的飞行员则具有精神迟缓、好大喜功、鲁莽且缺乏幽默感等特点。优秀的飞行员不仅需要具备扎实的技术，还要有良好的情绪控制能力，尤其是协同工作能力必不可少。从数十例航空事故中我们看到，优秀的飞行员能够在危难中挽狂澜于既倒，蹩脚的飞行员却能让一帆风顺变成折戟沉沙。

航空安全是一项系统工程，在航空事故的案例中，我们不但要关注飞行员的人为因素，还要关注包括空中乘务员、维修人员、空中管制员、管理者等其他辅助人员的人为因素。飞行是一项严谨的工作，飞行员休息不好、飞行前跳过检查单的项目、维修技师忘记揭开皮托管上的胶布……都会酿成悲剧，这就更加要求相关人员敬畏规则，遵章飞行。

改革开放以来，我国航空已经发展成为世界第二大市场。虽然民航安全保持较高水准，但是通航安全问题不容小觑，其中 2015 年通航事故 12 起，死亡 18 人；2016 年通航事故 23 起，死亡 26 人；2017 年通航事故 38 起，死亡 9 人。这就需要我们在保障通航安全运营方面防微杜渐，尤其是重视人为因素。

希望乔善勋老师这本《空难启示录》的出版，能够普及航空安全知识，让航空从业者认识到关注人为因素的重要性和必要性。在此向广大喜爱航空、关注航空发展的朋友推荐这本书。

中国工程院院士

2018 年 3 月 26 日

序二

继 2016 年 10 月写作出版《空难悲歌——航空安全背后的故事》后，年轻而勤奋的乔善勋老师在教学之余，又完成了新作《空难启示录——谁是航空安全的金钥匙》。在上一本书的第一部分，作者已经写到了关于“人的因素”，而本书汇集了更多空难案例，集中揭示引发这些空难事故的人为因素，令读者倍感震惊，对“人为因素”有了更深的认识，也对现阶段加强航空安全的主要方向作出了导引。

在某种意义上，航空的发展史就是一部不断提高航空器和航空运营安全性、消减各类事故的历史。在这个进程中，人类已经取得了巨大的进步，现代航空器已然成为最安全的交通工具之一。据国际航空运输协会（IATA）数据，2017 年全球航空业旅客总量为 40.8 亿人次，这意味着每天都有超过 1100 万人次飞翔在天地之间，这是何等壮观的社会景象！人们满怀信任地把乘机作为远行的基本方式。现代航空带给人类的巨大福祉无可替代。

航空安全最基本的物质条件是适用的航空器，其技术基础是自身的设计与制造。经历百多年的奋斗与积累，人们已经建立起宏大的航空科学技术体系，建立了基本完备的、满足各种复杂环境下安全飞行要求的设计与制造标准，也根据千变万化的实际飞行情况，构建了充分考虑人—机系统特性的使用和操纵飞机的规程与方法。时至今日，虽然我们仍需不断提高航空器自身的安全性，但是航空器自身技术性能制约成为引发空难主因的状况，已经有了根本性的改变。

而“人为因素失事”仍然是目前为止尚未解决的难题，且此消彼长，在事故与空难中“人为因素”占比呈现出明显提高的趋势。飞行活动本就是人（驾驶者和管理者）、机（航空器）、环（飞行环境）三要素组成的大系统。其中，技术精湛、体魄康健、品格优秀的飞行人员，精准高效的运行管理者，特别是默默无闻但责任重大的空管员，忠于职守、不可有丝毫懈怠的地面维修与服务人员，是最为要者。人的素养与技能不是绝对的，需要用技术和管理的多重手段，去消除和抑制人为因素可能产生的不良后果；还要针对严峻复杂的政治态势，去努力营建无暴力干扰的运行环境，当然，这个问题涉及的因素比较复杂。

航空安全是永无止境的。我们需要在技术因素和人为因素这两条战线上打上百年、千年的持久战。技术因素和人为因素往往交织在一起，需要我们辩证施治。当前，关注人为因素的影响，致力于人为因素的控制，赢取在此领域的进步，必将对航空安全水平的提高产生现实而重大的影响。

中国航空学会常务理事

张聚恩

2018年4月22日于北京

序三

百年航空史既是人类探索航空极限发展的历史，也是人类探索航空安全和完善飞行安全学科的历史。1912年9月10日，英国皇家空军的一架飞机在飞行中因机翼蒙皮问题而导致空难，事故导致两名飞行员遇难，这是世界首次发生军用飞机事故，自此飞行事故成为航空业最关心的课题之一。

安全是航空发展的基石，没有安全就没有民用航空的发展。民航业的较高安全水平是用血和泪的代价换来的。航空安全是一个系统工程，而人是最活跃、最关键的因素。随着航空科学的发展，飞机本身的可靠性在逐步提高，造成空难的原因从占大多数的机械故障等因素转换为人为因素，人为因素原因占航空事故起因的80%。有很多由人为因素导致的空难案例，原因涉及飞行员的判断和决策能力、情景意识、机组资源管理等方面。我们能从本书的案例中，得知飞行中人的行为局限性、人的差错行为、机组资源管理的诞生和应用，这些都是为了尽量减少人为因素对飞行安全的影响。

只有积极总结航空事故的经验教训，找出防止事故发生的预防措施，才能真正做到防微杜渐，而航空空难案例正是帮助我们总结教训的最好手段。本书按照时间轴梳理了20世纪70年代至今世界上典型人为因素航空事故案例，事故过程值得广大飞行员参考借鉴，尤其是值得广大飞行学员们学习。

北京航空航天大学飞行学院院长

张建华

2018年5月

致 谢

感谢北京航空航天大学恩师徐扬禾教授、陈晏清教授，是他们的课程让我能够系统地学习航空安全知识。感谢中国民航出版社韩景峰编辑，他的帮助让这本书得以问世。感谢中国工程院刘大响院士，中国航空学会常务理事张聚恩老师、北京航空航天大学飞行学院张建华院长对本书的做序推荐。感谢北京航空航天大学陈光教授、河南省民航办康省桢主任、上海航空学会金鸿明秘书长、南航集团公司法律标准部周易之副总经理、北京航空航天大学校友总会黄瑞勇副秘书长、中国投资协会创新委通航产业委员会赵欣常务副主任委员、《大飞机》杂志王文奇老师对本书出版的指导。最后感谢我的家人，感谢我的夫人卢宁女士对我的鼓励，感谢亲爱的女儿乔卢敏熙来到我的世界，正是她们的支持和陪伴让我愉快地度过了每一段创作时光。

目 录

第一章 规则缺失的 1970 年代

1-1 “鬼怪”的魔咒——战斗机和休斯西部航空 706 号航班撞机事件	3
1-2 为什么吵过架的飞行员不能上天——英国欧洲航空 548 号航班事故	9
1-3 一只故障灯泡酿成的空难——东方航空 401 号航班事故	15
1-4 致命的货舱门——美国航空 96 号航班和土耳其航空 981 号航班事故	20
1-5 失败的婴儿营救计划——美国空军 C-5 运输机事故	27
1-6 飞行员的空中盲区——太平洋西南航空 182 号航班事故	32
1-7 机组资源管理诞生的秘密——联合航空 173 号航班事故	37
1-8 美鹰折翼和美国航空史上最惨痛的空难——美国航空 191 号航班事故	44

第二章 惊险和奇迹并存的 1980 年代

2-1 创造客机无动力滑翔记录的“吉姆利滑翔机” ——加拿大航空 143 号航班事故	51
2-2 火噬客舱——加拿大航空 797 号航班事故	58
2-3 在太平洋上空翻滚的客机——中华航空 006 号航班事故	66
2-4 跑道惊魂——英国空旅航空 28M 号航班事故	74
2-5 机身积冰的麦道 DC-8——火箭航空 1285 号航班事故	81
2-6 致命的检查单和混乱的驾驶舱——西北航空 255 号航班事故	87
2-7 空中的枪杀案——太平洋西南航空 1771 号航班事故	95
2-8 撕裂天花板的波音 737 客机——阿罗哈航空 243 号航班事故	99
2-9 无视飞机设计瑕疵引发的空难——联合航空 811 号航班事故	106
2-10 引发空难的客机积冰——安大略航空 1363 号航班事故	114
2-11 迷失亚马逊的波音 737——里约格朗德 254 号航班事故	120

第三章 新科技应用的 1990 年代

3-1 燃料耗尽的空难——哥伦比亚航空 52 号航班事故	127
3-2 不翼而飞的螺栓——美国大陆快运 2574 号航班事故	133
3-3 谁在驾驶飞机——俄罗斯航空 593 号航班事故	137
3-4 葬送美国商务部长的空难——美国空军 IFO21 号航班事故	145
3-5 火之丧歌——瓦卢杰航空 592 号航班事故	151
3-6 “断头航班”纽约长岛上空的空难——环球航空 800 号航班事故	159
3-7 一块胶布引发的空难——秘鲁航空 603 号航班事故	166
3-8 两架客机为何在昆西机场相撞——联合快运航空 5925 号航班事故	173

第四章 曲折成长的 2000 年代

4-1 客机目标——五角大楼——美国航空 77 号航班事故	181
4-2 利纳特机场的迷雾撞机——北欧航空 686 号航班事故	187
4-3 消失的尾翼——美国航空 587 号航班事故	193
4-4 马失前蹄的飞行员——十字航空 3597 号航班事故	199
4-5 凤凰·劫——中国国际航空 129 号航班事故	205
4-6 空间迷失的飞行员——闪光航空 604 号航班事故	212
4-7 失速的麦道客机——西加勒比海航空 708 号航班事故	218
4-8 失败的海上迫降——突尼斯国际航空 1153 号航班事故	223
4-9 失败的降落和梦魇的旅程——加鲁达印尼航空 200 号航班事故	232
4-10 亚马逊丛林上空的撞机——戈尔航空 1907 号航班事故	237
4-11 “无人驾驶”的航班——亚当航空 574 号航班事故	243
4-12 致命的反推器设置——巴西天马航空 3054 号航班事故	250
4-13 1.04 厘米垫圈引发的空难——中华航空 120 号航班事故	256
4-14 因结冰遭受重创的波音 777——英国航空 38 号航班事故	262
4-15 追魂 28 秒的梅里达空难——圣巴巴拉 518 号航班事故	270
4-16 冲出跑道的麦道客机——西班牙航空 5022 号航班事故	278
4-17 飞行员疲劳的代价——科尔根航空 3407 号航班事故	285
4-18 0.7 秒的延迟——联邦快递 80 号航班事故	290
4-19 突然消失的客机——法国航空 447 号航班事故	299

第五章 不断前行的 2010 年代

5-1 飞行员疲劳引发的灾难——埃塞俄比亚航空 409 号航班事故	307
5-2 魂断重雾——Manx2 航空 7100 号航班事故	313
5-3 消失的火车头冰球队——雅罗斯拉夫尔空难事故	318
5-4 战地货机坠机疑云——美国国家航空 102 号航班事故	324
5-5 爪哇海上的空难——印尼亚洲航空 8501 号航班事故	332
5-6 关错发动机的 ATR72——复兴航空 235 号航班事故	339
5-7 “天空谋杀案”——德国之翼 9525 号航班事故	346
附 航空工程学上的漏洞导致飞行员失误的事故	351
后记	358
参考文献	360

第一章

规则缺失的
1970年代

“鬼怪”的魔咒

战斗机和休斯西部航空 706 号航班撞机事件



休斯西部航空涂装的 DC-9 型客机

1971 年的一天，美国圣盖博山附近有目击者称，他们看到了战斗机和客机相撞的惨剧。接着空管员发现一架客机从雷达上消失了，而美国军方也声称有架战斗机失踪，空中到底发生了什么事情，导致两架飞机相撞呢？

休斯西部航空 706 号航班是从美国洛杉矶国际机场飞往美国西雅图国际机场的定期航班，中

间经停盐湖城国际机场、博伊西机场、刘易斯顿机场、帕斯科机场和亚基马机场。1971 年 6 月 6 日的航班上，客机共搭载有 44 名乘客和 5 名机组成员。

休斯西部航空（Hughes Airwest）创建于 1968 年，枢纽机场位于旧金山。其创始人是航空大亨霍华德·休斯——电影《飞行者》主人公的原型。当天，706 号航班使用机型为 DC-9 型客机（McDonnell Douglas DC-9），这是 20 世纪 60 年代道格拉斯公司生产的双发窄体客机，其最主要竞争对手为波音 727 型客机，它的外部特征为 T 型尾翼和后挂式双涡扇发动机。在 1965 年至 1982 年间，共生产 976 架。

F-4 “鬼怪 II”（McDonnell Douglas F-4B Phantom II）是一种双座双发全天候远程超音速战斗/截击机，是美国麦克唐纳飞行器公司为美国海军研制的，但后来还被美国空军所青睐，成为



F-4 战斗机在投放 500 磅 Mk-82 型炸弹

同时在空军、海军服役的机型。F-4 最高时速达 2.23 马赫，海平面爬升率达 210 米/秒，它的机身采用大量钛金属，还率先使用脉冲多普勒雷达，可以超视距发射导弹。在 1958 年至 1981 年间生产多达 5195 架。

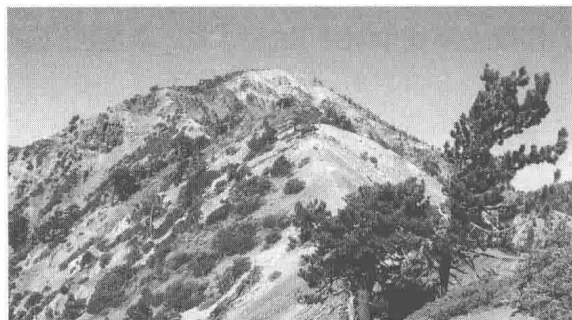
洛杉矶国际机场是美国加州大洛杉矶地区的主要机场，也是美国地区最繁忙的机场之一，每天空管员都要面对繁忙的指挥工作。当地下午 6 点 02 分，706 号航班从洛杉矶国际机场起飞，他们将在空管员的指挥下飞往第一站盐湖城。

航班的机长是西奥多·尼古拉 (Theodore Nicolay)，50 岁，他曾在军队服役，累计 15500 飞行小时，其中 DC-9 型客机超过 2500 飞行小时。副驾驶普莱斯·布鲁纳 (Price Bruner)，49 岁，累计 17200 飞行小时，其中 DC-9 型客机超过 300 小时。

当天下午 5 点 16 分，一架隶属美国海军陆战队的 F-4 战斗机，从内华达州法伦航空基地起飞。机载两名飞行员，一名飞行员是詹姆斯·理查德·飞利浦 (James R. Phillips) 中尉，27 岁。一名是雷达拦截官克里斯托福·希斯 (Christopher E. Schiess)，24 岁。

706 号航班起飞后，需要爬升至 33000 英尺 (约 10058 米) 巡航高度，然而突然它的图标从空管员的雷达上消失了。空管员多次呼叫 706 号航班未果，他们不知道客机正在遭受一场浩劫。F-4 战斗机的垂直尾翼撞上了客机驾驶舱左下方，这直接导致机头和机身分离，战斗机的右侧机翼则从客舱下方划过。

不久就有其他航班飞行员回传一条消息，有飞行员看到客机坠毁在圣盖博山脉上，这距离洛杉矶市中心约 30 千米。706 号航班重重地摔在山体上，事故共造成 49 人遇难。F-4 军机的雷达拦截官希斯启动弹射跳伞从灾难中逃出升天，飞行员理查德则不幸殒命。



圣盖博山脉

由于事故牵涉到民航和军方，调查组由美国国家运输安全委员会 (NTSB) 和美国军方联合组成。圣盖博山位于洛杉矶县北部和圣贝纳迪诺县西部，地理位置偏远崎岖，调查员只能借助直升机赶赴现场。

首批救援队员经过艰苦跋涉才赶到现场，他们发现只有客机的尾部是完整的，其余的部件都散落在山脊上。

有目击者称，他们听到一声爆炸响，然后就看见 DC-9 客机像自由落体一样坠落。甚至还有人看到军机和 706 号航班相撞的瞬间，他们称当时军机好像在做特技飞行。特技飞行是飞行员操纵飞机进行超出必要范围的机动动作，这也是空中格斗的基本功，飞机一般会在俯仰轴和滚转轴上做出剧烈动作。

特技飞行同样是危险系数高的机动动作，所以需要严格限制空域。调查员翻阅雷达记录时，他们根本没有找到 F-4 战机的飞行信息。

空中撞机，是飞机事故最惨烈的事故之一，一旦发生，很少有人生还。

20 世纪 70 年代，越战正酣，美军为了培训成熟飞行员，各个航空基地都在加班加点训练，加州的气象条件良好，很适合空军训练。但这起事故引起民众的轩然大波，也让在加州附近的民众感到恐慌，他们担心自己会成为下一个受害者。

调查员开始走访唯一的幸存者——希斯，他告诉调查员，当时是客机撞了他们。希斯坐在战机后排座位，飞利浦在前排负责操纵飞机，他们还在进行训练科目，正要准备打道回府。战斗机在爬升至 15000 英尺（约 4572 米）的时候，做了一个 360° 的副翼侧滚翻动作，没想到，他们和 706 号航班不期而遇。希斯在发生撞击 5 秒后，启动了座椅弹射装置。

理清谁负事故的主体责任至关重要，那么到底谁才是撞机者？

F-4 战机上并没有配置“黑匣子”设备，机身在坠地后也被撞成了碎片。调查员只能从客机上寻找线索，他们将 DC-9 型客机的残骸重新拼凑起来，用以帮助还原事情的真相。现在还缺失客机的机头，这个部件在事发地一千米外才发现。

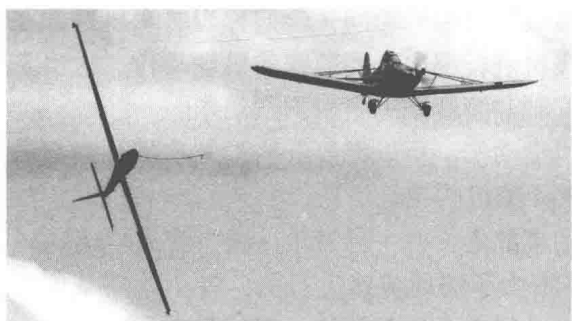


休斯西部航空涂装的 DC-9 型客机

调查员将 DC-9 型客机的“黑匣子”送到 NTSB 的实验室进行解析，他们发现由于冲击力巨大，驾驶舱语音记录仪（CVR）的数据尽数被毁，仅留存了飞行数据记录仪（FDR）的信息。FDR 的数据显示，事故前 706 号航班的飞行状态并无异常，它一直保持在航线上。

调查员从机头残骸的断口判断，当时战斗机从客机左侧飞过，尾翼将客机切割成两半。战斗机才是事故的“肇事者”。

调查员发现目击者和希斯之间的证词有出入，目击者认为军机当时在做特技



副翼侧滚翻示意图

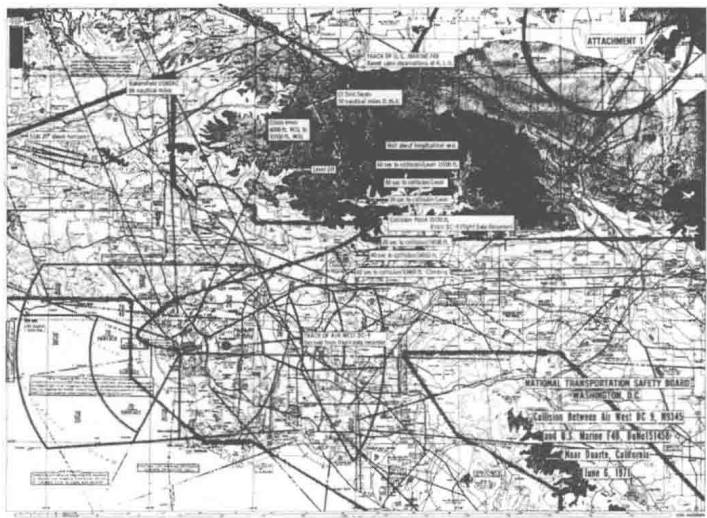
飞行动作。而希斯则称他们执行的是正常的机动训练——副翼侧滚翻训练。就是飞机以固定速度直线飞行，在桶形翻滚时加上筋斗动作，所以飞机在同样的时间内，飞行的距离较短。

F-4 型战斗机性能优越，转弯效率比客机高得多，当飞行员发现前面有障碍物的时候，他们最低也能以 5 个 G 力进行转弯。

6 月 6 日那天，天气能见度良好，这架灵活的战斗机为什么没有躲开一架庞大的客机呢？

调查员决定重新帮助希斯回忆当时的情形，希斯称当天下午他们在维护战斗机，F-4 战斗机的氧气系统在高空中会有漏气现象，他们需要驾驶战斗机从内华达的法伦基地，转场至洛杉矶机场附近的托洛基地进行维修。

由于担心氧气系统漏气，此次航行中飞利浦操控飞机的飞行高度要比平常低，这也为撞机的发生埋下伏笔。下午 6 时许，飞行员需要爬升高度以避开山体，他们从 1500 英尺快速爬升至 15000 英尺时，会有缺氧的隐患，这进一步降低了飞行员的反应能力。然而调查员发现，只有在非常高的高度，飞行员才会发生缺氧现象。



碰撞发生时的区域地图