

(美) 道格拉斯 A. 维格曼
斯科特 A. 夏佩尔 著
马 锐 译

飞行事故 人的失误分析

——人的因素分析与分类系统



■ A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis

The Human Factors Analysis and
Classification System

中国民航出版社

A Human Error Approach to Aviation Accident Analysis

- 本书详细阐述了人的因素分析与分类系统 (HFACS) 产生的历史背景、理论基础、框架结构及实际应用情况, 为军事飞行、民用航空或通用航空等有人参与的复杂系统, 提供了开展意外事故人的失误分析所需要的知识和工具。

ISBN 7-80110-734-9



9 787801 107343 >

ISBN 7-80110-734-9/V·246

定价: 45.00元

民航安全系列图书

飞行事故人的失误分析

——人的因素分析与分类系统

A Human Error Approach to
Aviation Accident Analysis

The Human Factors Analysis and Classification System

道格拉斯 A. 维格曼 斯科特 A. 夏佩尔 著

马 锐 译

袁修干 审校

中国民航出版社

图书在版编目(CIP)数据

飞行事故人的失误分析:人的因素分析与分类系统/
(美)维格曼(Wiegmann, D.), (美)夏佩尔(Shappell, S.)
著;马锐译. —北京:中国民航出版社, 2006.6
ISBN 7-80110-734-9

I. 飞…
II. ①维… ②夏… ③马…
III. 飞行事故-人的因素
IV. V328.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 050594 号

Copyright © Ashgate Publishing Limited 2006.

中国民航出版社通过中华版权代理公司购得本书中文简体字版权,享有全世界发行的专有权。未经许可,不得翻印。

北京市版权局著作权合同登记号:图字 01-2006-3910

飞行事故人的失误分析 ——人的因素分析与分类系统

(美)道格拉斯 A. 维格曼 斯科特 A. 夏佩尔 著 马锐 译

出版 中国民航出版社
社址 北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼(100028)
发行 中国民航出版社 新华书店经销
电话 (010) 64290477
照排 中国民航出版社照排室
印刷 北京华正印刷有限公司
开本 787×960 1/16
印张 10.5
字数 187 千字
印数 4000 册
版本 2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

书号 ISBN 7-80110-734-9/V·246
定价 45.00 元

(如有印装错误,本社负责调换)

民航安全系列图书 编审委员会

主 任：王昌顺

副主任：于振发

委 员：刘亚军 刘恩祥 王照明 张志忠
蒋怀宇 张红鹰 张光辉 苏兰根

序

安全是民航工作永恒的主题，是民航工作的头等大事。安全事故不仅使旅客的生命、财产受到损失，更影响到旅客对航空安全的信任度，影响到民航事业的长远发展。目前，我国航空运输已进入到了一个新的发展阶段，新形势、新情况对我国的航空运输安全保障能力，包括设备运行状况、保障手段和运行效率等方面都提出了越来越高的要求，而快速增长的飞行量则给航空安全带来更为严峻的挑战。因此，认真学习航空安全知识和管理方法，提高人员素质，不断夯实航空安全基础，从整体上提高安全管理水平已经越来越现实地摆在我们面前。

增强安全保障能力是一项复杂的系统工程，需要我们做大量的工作。它不仅需要基础设施的保障，更需要专业技术人员和安全管理人員素质和技术的支撑。在这种形势下，加大安全基础理论的研究工作，发展民航安全科学尤为重要。

由总局航空安全办公室倡导、中国民航出版社引进和推出的安全系列丛书便是在这种大环境中应运而生的，相信此系列图书的问世定会对我国民航业安全文化的研究和培育起到积极作用。此套丛书内容广泛，既有美国 McGraw-Hill 出版公司出版的《处置飞行中的紧急情况》、《多发飞行》等，也有国际知名的英国 Ashgate 出版公司出版的系列安全图书。这套书涉及航空安全的各个层面，对我国民航业的发展将提供理论研究的依据。其中，《处置飞行中的紧急情况》与《多发飞行》即将与读者见面。《处置飞行中的紧急情况》旨在帮助飞行员处理在空中可能面对的紧急情况，为他们提供了预防、管理及改出技术，使飞行员掌握

在特殊环境和条件下，如何正确操纵飞机以保证飞行安全。《多发飞行》一书以口语化的方式，对多发飞行做了理论和实践的讲解，帮助飞行员更好地驾驶多发飞机，让多发飞行更安全。

本套书引进与借鉴航空大国先进的科技成果，学习其优秀的经验，弥补了我国安全理论研究与实践经验的不足，相信它将大大推动我国民航科研、管理与教学的发展，为我国与国际航空界的接轨，实现从民航大国向民航强国的跨越式发展提供理论基础的保障，对我国民航业的发展具有重要的理论价值与现实意义。

中国民用航空总局副局长

王长川

译者前言

人是航空领域最活跃的因素，随着飞机可靠性安全性的日益提高，人逐渐成为飞行事故的主要肇事者。据国际民航组织（ICAO）统计，人的因素（human factors）已经占到了飞行事故致因因素的 75% 左右。20 世纪 70 年代以来，航空发达国家一直把人的因素作为航空安全的重要课题进行研究，尤其是美国，十分重视人的因素研究，其研究成果也一直居世界领先地位。

本书由美国学者道格拉斯 A. 维格曼博士（Douglas A. Wiegmann）和斯科特 A. 夏佩尔博士（Scott A. Shappell）共同撰写。维格曼博士是伊利诺斯大学厄巴纳 - 香槟分校航空安全研究领域的专家，夏佩尔博士是美国民用航空医学研究所资深研究员，二人长期从事美国海军飞行事故人的因素调查和研究工作，是国际知名的人的因素研究专家。本书英文版初版于 2003 年，随后每年都有加印，可见十分畅销。目前该书被美国伊利诺斯大学作为讲授飞行事故调查的主要教材使用，同时该书也用于美国海军、陆军以及加拿大国防军的军事安全军官和航空军医们的飞行事故调查课程中。

书中详细阐述了人的因素分析与分类系统（HFACS）产生的历史背景、理论基础、框架结构及实际应用情况，为军事飞行、民用航空或通用航空等有人参与的复杂系统提供了开展意外事故人的失误分析所需要的知识和工具。由于几乎所有的飞行事故都牵涉到人的失误（human error，又称为人失误，人员失误，人为差错），而目前多数事故调查和预防方案都不是根据人的失误理论框架设计的，因此在实际操作时产生很多问题。本书阐述的 HFACS 基于里森的人的失误模型，囊括了人的失误的各个方面，包括操作者的情况、监督因素以及组织失职等因素。作者从不同学科对人的失误问题进行了详细探讨，从组织因素、不安全行为的监督、不安全行为的前提、不安全行为四个层次对人的失误产生的原因进行了详细分解，其 HFACS 解决了人的失误理论研究和实践应用长期分离的状态，针对飞行事故人的失误调查也有了可操作的步骤，填补了人的失误领域一直没有操作性强的理论框架的空白。该理论框架在美国海军大量飞行事故调查研究的基础上提出，经过

了大量的案例检验，目前已被美国陆海空三军和民航组织广泛采用，在调查飞行事故人的失误方面逐渐树立起权威。

我国民航界从 20 世纪 90 年代中期以来，逐渐加大了对人的因素的研究力度，取得了很多有重大意义的研究成果。但是在人的失误领域，由于其失误本身十分复杂，加上研究条件限制，该领域的研究在我国一直没有很大进展。希望这本书的出版能起到抛砖引玉的作用。本书可作为军事和民用航空飞行事故人的失误调查的主要教材和参考资料，也可作为其他行业安全技术及管理、事故调查及预防人员的参考书，同时对从事人机工程、航空及航天工效研究的人员也具有很高的参考价值，军事和民航的相关从业人员也能从阅读本书中受益。

本书由马锐、李栋翻译，北京航空航天大学袁修干教授审校。其中，李栋翻译了第一章，马锐翻译了其余部分，并对全书进行统稿，袁修干教授审校了全书。周倩、李栋、刘伟、韩彦东、史海文，柳忠起、康卫勇等审阅了译稿并提出很多修改意见，在此深表感谢。在本书引进、翻译出版过程中，中国民航出版社李梅副总编，杜文晔编辑做了大量工作，在此表示衷心感谢。责任编辑王迎霞为本书做了大量的润色工作，在此特别感谢。同时还要感谢中国民航出版社为本译作顺利出版所做的工作。

由于飞行事故人的因素研究涉及方方面面的知识，加之译者水平有限，译文不当、错漏之处在所难免，恳请广大读者和专家们批评指正。译者的邮箱为：mrmmx@163.com，期待与您交流。

马 锐

2006 年 4 月于北航人机环境工程研究所

致 谢

没有亲爱的妻子们的理解和支持，我们根本无法完成这本书的写作。我们永远感激她们在整个撰写过程中给予的鼓励和谅解。我们十分了解她们忍受的艰难，当我们离开家，抛掉日常生活所有的烦心事展开写作之旅时，她们不但要料理家务、照看孩子，而且还要容忍我们在似乎无法完成这本书的日子里的闷闷不乐和绝望的表情。

同时我们还要感谢詹姆斯·弗雷泽上尉（CAPT James Fraser），罗格·多尔特上校（COL Roger Daugherty），约翰·施密特上尉（CAPT John Schmidt）和迪伦海军少将（Rear Admiral "Skip" Dirren），他们授予 HFACS 海军及海军陆战队一等奖。另外，我们要感谢印度空军中校纳林德·塔内加（Wing Commander Narinder Taneja），他在伊利诺斯大学（the University of Illinois）做访问学者期间，为验证 HFACS 的有效性持续不懈地分析了大量的飞行事故数据。我们还要感谢克里斯蒂·德特威勒（Cristy Detwiler）和卡伦·爱尔斯（Karen Ayers）在本书编辑过程中给予的帮助。

前 言

由于飞机本身已相当可靠，人已经成为导致飞行事故的重要因素。因此，越来越多的航空机构组织让其安全从业人员（负责制定事故调查程序和其他安全计划）针对人的失误（human error）这样一个高度复杂又常常模糊不清的因素开展研究。然而，目前多数航空安全从业人员很少接受正规的人的因素或航空心理学培训，相反，他们很多是拥有一般工程或其他技术背景的职业飞行员。因而，多数安全专业人员带着不恰当的知识储备来完成他们的新任务，很快他们就沮丧地发现，现成的调查及预防航空人的失误的标准方法根本不存在。这也不足为奇，因为人的失误是人的因素和心理学领域研究人员和学者们数十年来一直苦苦钻研的课题。

实际上，近年来出现了人的失误框架和与之相关的事故调查方案激增的现象，以至于似乎有多少对该课题感兴趣的人，就有多少人的失误模型出现（Senders and Moray, 1991）。更糟糕的是，多数人的失误模型要么太“学术化”或太抽象使从业者难以理解，要么太简单，缺少理论分析，不能找到飞行操作过程中导致人的失误的潜在原因。

由于缺少足够的引导去绕开现有的一堆杂乱无章的人的失误模型，很多安全专业人员仅凭直觉或者“时髦心理学”概念来制定事故调查和失误管理方案，而不是基于理论和实验数据。结果，从表面上看来，事故分析和预防计划产生了众多的活动（如：事故征候报告，安全讨论会和“差错意识”的训练），但是，实际上这些活动仅仅触及到人的失误潜在致因因素的皮毛，难以实现显著提高航空安全现状的目的。

本书的意图是，通过提供一个全面的、用户容易掌握的框架来帮助从业者有效地调查和分析航空人的失误，从而改变现状。这就是人的因素分析与分类系统（the Human Factors Analysis and Classification System, HFACS），该框架基于詹姆斯·里森（James Reason, 1990）著名的“瑞士奶酪”事故致因模型建立。实际上，HFACS在数量和质量上改进了飞行事故和事故征候调查得来的信息，架起了理论和实践之间的桥梁。

该 HFACS 框架最初是为美国海军及海军陆战队作为事故调查和数据分析工具研发的，后来逐渐被采用。目前，美国陆军、空军、海岸警卫队以及全球范围内的其他军事和民航组织也采用该系统作为业已存在的事故调查系统的补充。另外，该系统已通过研讨会和专业会议以及大学传授给了数以千计的学生和安全专业人员。实际上，HFACS 在很多航空部门内已相当知名，全球有越来越多的组织对探讨它的用途感兴趣。因此，我们收到了无数要求提供更多该系统信息的请求，然而，这些信息看上去却常常像生活常识一样简单。

迄今为止，没有任何单一文献包含了现有的 HFACS 研发和应用的所有信息。我们以前有关该课题的工作已经以技术报告、科技期刊或会议论文的形式出版了。而且，由于 HFACS 的研发是逐步进行的，我们以前的出版物和陈述包含了很多陈旧的、不完善版本的信息。然而由于因特网的普及及其使用的方便，很多旧版本正通过网上可供下载的文件和陈述传播。结果是一些组织在使用该系统的旧版本，而没能从大大完善的最新版本中获益。因此，撰写这本书的目的是综合我们在该领域众多的描述，以一种不同于技术期刊或其他科技出版物的形式拓展它们。因此，本书将作为对 HFACS 框架的最新描述感兴趣的人的公共资源。

这本书主要是为航空安全领域的从业人员撰写的（他们不一定是学者）。因此，我们有意从应用角度来描述人的失误和 HFACS。这样做，我们希望从业者能从本书中找到高效调查和分析飞行事故，以及事故征候中人的失误所必需的成分。也许，实现航空安全水平显著提高的目的更将指日可待。

本书的范畴

为了给讨论 HFACS 搭建平台，第一章综述了历来人的失误在飞行事故中扮演的角色。该章也调查了众多事故预防方案收效甚微的系统原因，强调了研发一个全面的人的失误框架的必要性。

顺着这条主线，作为研发 HFACS 的基础，第二章探讨了文献中几种著名的人的失误观点，每种观点的优势和不足都用趋向制定统一的、囊括各种观点优势的人的失误理论的观点进行了讨论。

第三章探讨了其中最有影响的一个理论，即詹姆斯·里森（James Reason）的“瑞士奶酪”事故致因模型。以里森模型作为理论基础，我们详细

展开了 HFACS 框架，用来描述隐性差错（Latent Failures）和显性差错（Active Failures）或者说是里森设想的“奶酪中的洞”。

简单描述 HFACS 是不够的，毕竟不能纸上谈兵。因此，要想使他人认同 HFACS 能用来进行飞行事故分析，有效的办法就是通过一系列的案例来展示其实用性。为此，第四章提供了数个 HFACS 如何被用来解释导致飞行事故的人的因素的案例。

在事故调查领域之外，第五章阐明了在现有的事故数据库中，如何应用 HFACS 开展全面的人的因素分析。也举例说明了这些分析的结果如何帮助确定海军航空领域关键的人的因素问题，因此有效的干预措施才能被制定出来并贯彻实施。

尽管如此，人们怎样才能知道 HFACS 在不同的操作背景里是否有效？一个显而易见的方法就是应用它，看看它是否管用。然而，在今天，多数组织承担不起等待验证 HFACS 是否管用所消耗的时间和资金。显然，一个较好的途径是用某种客观的标准来评价该模型。第六章描述了一套设计标准和验证过程来确保 HFACS 作为事故调查和数据分析工具的有效性。

作为本书的最后一章，第七章被命名为“这些是怎么回事”。该章陈述了一些人们常问和常关注的关于 HFACS 的问题。虽然我们认为前面的章节已充分说明了这些问题，在该章我们直接面对这些问题，以便更好地帮助读者确定 HFACS 是否适用于他们的组织。

声 明

本书阐述的观点属于我们个人，并不代表联邦航空局（FAA）或者美国交通部（DoT）。也不代表美国海军（U. S. Navy）、国防部（DoD）或者联邦政府的其他部门。我们已尽全力提供了引用文献的出处，对没有能提供出处的其他人的成果和观点深表歉意。

目 录

序

译者前言

致谢

前言

第一章 犯错是人的本性——人都会犯错 1

航空安全趋势 3

关注之理由 8

人的失误与飞行事故 11

工程角度的事故调查 12

人的因素角度的事故调查 14

结论 17

第二章 人的失误观点 18

认知的观点 19

工效的观点 23

行为的观点 27

航空医学的观点 28

社会心理的观点 30

组织的观点 33

结论 38

第三章 人的因素分析与分类系统 39

里森的事故致因模型 39

生产系统的元素 39

生产系统的崩溃	40
里森模型的优势和局限	43
奶酪中洞的定义：人的因素分析与分类系统	43
操作人员的不安全行为	44
差错	45
违规	48
不安全行为的前提条件	49
操作者状态	49
人员因素	52
环境因素	53
不安全的监督	55
监督不充分	55
运行计划不适当	56
没有纠正问题	57
监督违规	57
组织影响	57
资源管理	58
组织氛围	59
组织过程	59
结论	61

第四章 飞行事故案例之 HFACS 研究

有时经验的确管用	64
用 HFACS 进行人的因素分析	66
总结	72
他们永远无缘观看的一场世界杯	73
用 HFACS 进行人的因素分析	75
总结	79
火山专列	80
用 HFACS 进行人的因素分析	82
总结	85
结论	86

第五章 揭开人的失误的面纱 87

 在舰队内部强化基本驾驶技能 93

 机组资源管理训练：成功了还是失败了 99

 通用航空领域对人的失误重视不够 103

 结论 108

第六章 超越直觉——评估框架的有效性 109

 框架的有效性 110

 影响有效性的因素 111

 信度 111

 全面性 119

 诊断性 124

 可用性 131

 结论 134

第七章 这些是怎么回事 135

参考文献

关于作者

第一章 犯错是人的本性——人都会犯错

9月17日……下午4:46,飞机被拉出机棚,移动到场地高的一头,停在起飞滑道上,怀特(Wright)先生和塞尔弗里奇中尉(Lieutenant Selfridge)登上飞机,坐在各自的位置上。飞机在早上5:14起飞,如同往常一样,绕着场地转到左侧。飞机连续飞行了4分18秒,绕场地飞了四圈半,刚通过场地低端的机棚时,我听到有人汇报,然后就看到一块螺旋桨叶片残片抖动着落到地面上。据我判断,那时飞机的高度大约是150英尺,之前飞机大多飞行在200英尺左右的高度,然后飞机下滑了大约75英尺。一刹那,时间对我来说好像停住了,飞机如同汹涌波涛中的船,像一块石头一样从余下的75英尺的空中直直的落了下来,接下来事情从机场转到了医院……

在飞机坠毁位置西面200英尺处,找到了螺旋桨叶片残片,它有2.5英尺长,是螺旋桨右桨的一部分。从叶片上的痕迹来看,很明显它与连接尾舵的拉索线的前端发生了碰撞,撞得十分严重,把线完全从线孔中拽了出来,同时也打坏了螺旋桨。机身尾部的舵失去拉力倒到一边,从下面来的气流不断冲击着舵面,使得飞机在向下滑的同时机尾有一个向上倾斜的趋势,而且这个趋势不断增加,直到完全打破飞机的平衡。然后,飞机向前倾,垂直落了下来,左机翼先于右机翼着地,飞机起落滑橇的前端首先接地,连同前面的舵一齐都撞碎了。

塞尔弗里奇中尉……在晚上8:10死亡,死因是眼睛上方的颅骨骨折,毫无疑问是他的头撞在木质支架上,或者是其中的一条拉索线上……怀特(Wright)先生有两三处肋骨骨折,眼睛上面有一个伤口,嘴唇上也有一个,还有一处是左侧髌部与膝部之间的股骨骨折(1st Lieutenant Frank P. Lalm, 1908)。

注意:飞行安全的前驱是弗兰克 P. 拉姆(Frank P. Lahm)(英文是Lahm,而不是他给陆军通信兵司令这封信中写的Lalm)。