



M anaging Maintenance Error

维修差错管理

James Reason , Alan Hobbs 著 ■

徐建新 贾宝惠 等译 ■

中国民航出版社



Managing Maintenance Error

维修差错管理

James Reason , Alan Hobbs 著 ■

徐建新 贾宝惠 等译 ■

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

维修差错管理 / (美) 瑞森 (Reason, J.), (美) 霍布斯 (Hobbs, A.) 著; 徐建新等译. —北京: 中国民航出版社, 2007. 9
ISBN 978-80110-818-0

- I. 维…
- II. ①詹… ②霍… ③徐…
- III. 飞机 - 维修
- IV. V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 145488 号

责任编辑: 邢 璐

Copyright © Ashgate Publishing Limited 2003.

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 01-2007-3910

维修差错管理

詹姆斯·瑞森 艾伦·霍布斯 著 徐建新 贾宝惠 等译

出版	中国民航出版社 (010) 64290477
社址	北京市朝阳区光熙门北里甲 31 号楼 (100028)
排版	中国民航出版社照排室
印刷	北京京师印务有限公司
发行	中国民航出版社 新华书店
开本	787 × 960 1/16
印张	11
字数	188 千字
印数	3000 册
版本	2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

书号	ISBN 978-7-80110-818-0
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：李 健

副主任：于振发

委员：刘亚军 刘恩祥 王照明

王战斌 周来振 蒋怀宇

张红鹰 张光辉 苏兰根

序

由总局航空安全办公室倡导、中国民航出版社引进的安全系列图书陆续与大家见面了。这套书的原版出自英美等航空发达国家，内容涉及航空安全的各个层面，对我国民航业安全文化的研究和培育将起到积极作用，同时，对航空运输企业及地面服务与保障部门的安全管理也具有很好的借鉴意义。

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，而快速增长的运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，提高全员素质，不断夯实航空安全基础，从整体上提高安全管理水平已经成为摆在我们面前越来越现实的问题。

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员素质和技术的支撑。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。

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



译者前言

民航是一个高技术、高投入、高风险的行业，民用飞机的维修差错造成的损失是巨大的。一方面，由维修差错引发的事故屡见不鲜，轻者造成一定的经济损失，重者造成重大人身伤亡，甚至对人类造成灾难性的事故；另一方面，维修差错是维修人员在工作中经常出现的问题，无法完全避免。我们惟一能够做到的，就是通过让维修人员了解维修差错造成的原因和相应的预防措施，有效地减少维修差错事故的发生。

《维修差错管理》一书通过大量的实例，全面、系统、深入地分析了造成维修差错的原因、维修差错的类型、危害以及预防措施，这对于工业领域中从事管理、监督或执行维修活动的各类人员理解维修差错管理的思路、控制维修差错事故的发生都具有重大的参考价值。

本书由中国民航大学航空工程学院徐建新教授和贾宝惠副教授担任主译，并对全文进行统稿。第1~3章由谢钧翻译；第4~6章由闫芳翻译；前言以及第7~10章由徐建新翻译；第11~12章由贾宝惠翻译。

承蒙李建珺对全书进行审校，冀晓东对全文进行校对，特此感谢。

由于维修差错管理涉及的领域较广，术语翻译有一定的难度，加上译者水平有限，书中翻译不妥或错误之处，恳请各位专家和广大读者批评指正。

最后，我们希望本书的内容能够对从事飞机维修管理和维修技术的人员起到一定的帮助作用。

译者
2007年9月

前 言

设想有一种现象，它每年造成巨大的经济损失，并且更糟糕的是，还在世界范围内造成人员伤亡。不难猜想，就是这种鲜为人知的风险却导致飞机坠毁，医疗设备失灵，关键的技术系统不到时候就失效，等等。在这些情况下，我们希望在全世界范围内共同努力，弄清这一问题并加以克服。

事实证明原来就有这么一种现象，只是很少被人关注，很少成为热门话题。这就是维修差错。虽然，人易犯错误的特性并不新鲜，但令人苦恼的是：现代技术能扩大其影响，这种现象越来越明显。在 300 年前的一次维修差错，比如说钉一块马蹄铁时出现差错，产生的后果至多影响屈指可数的几个人。而现在，维修差错则远非如此，造成的后果比以往要严重得多，例如由维修差错引起的飞机失事或铁路灾难关系到数百条人命，原油泄漏造成长期的环境破坏，化工厂或原子能行业都有潜在的灾难性事故危险。

在许多工业领域，从前人工处理的工作由自动化操作取代，从而提高了安全性和可靠性。但是维修谈何容易。只要我们还得靠人的双手和大脑来保持我们的现代技术，我们就面对这种嘲弄：维修是引起失效的重要（有人说是主要）原因。危及系统完整性的有两种与维修相关的风险：一种风险是有人未做或未完成一项预定的维修工作，从而导致实际的或潜在的失效，或者是未发现失效；另一种风险是维修人员导入了产生失效的因素，如果没有这些因素，失效本来就不会发生。

本书的宗旨在于：虽然维修差错的风险不能完全避免，但对维修差错可以更有效地管理。维修人员和他们的管理者们需要了解维修差错为什么会发生以及维修差错的风险如何得以控制，等等。多数案例分析来自于航空工业，但我们着眼于维修中人的因素，而非限于维修某一特定设备。我们坚信，本书对于各种维修人员都是非常有用的。

我们的针对性的读者是在广泛的工业领域中从事管理、监督或执行维修

活动的人员。我们的主要目的—直是规定出一些基本的原则，您可以根据需要应用到实际工作中去。我们讲述了一系列差错管理的技术，但本书不是试图列出一长串可用的、现有的工具。我们的目的在于让读者理解维修差错管理的思路，按照这种思路能够提出一些有效的纠正措施，以便适应具体情况。根据我们的经验，维修人员都是心灵手巧和适应能力强的人，他们完全有能力找到自己的解决办法。没有一种绝对的解决办法，而重中之重是找出基本的问题。

虽然两位作者均是人为因素的专家，但我们一直力图尽量避免心理上的干扰。我们俩曾花了大量的时间观察维修单位的工作，和维修人员交流（虽然他们大都在航空领域），我们相信，我们对维修的本质及其维修工作在怎样的压力下进行都有中肯的理解。但是，对于一些情况，在学科的联系上我们还未能加以很好地沟通，对此我们事先表示歉意，作为人，我们都难免犯错误。

最后，我们对所有的维修人员，尤其是在英国、美国、新加坡、澳大利亚的维修人员，表示由衷的感谢，感谢他们在访问期间对我们的热情接待，感谢他们花了大量宝贵时间奉献他们的专业技术知识，向我们解释复杂的工作。我们也要感谢我们的从事人为因素研究的同事，他们对原稿提出了很多宝贵意见。

詹姆斯·瑞森 (James Reason)

艾伦·霍布斯 (Alan Hobbs)

目 录

序

译者前言

前 言

第一章 维修中人的效用问题	(1)
失败的根源	(1)
成功的保障	(3)
拆卸与更换	(4)
代办差错与遗漏差错	(5)
小结	(7)
第二章 人的风险	(9)
采用整体观点	(9)
系统包括人的要素	(10)
与人有关的扰乱	(11)
每种扰乱都有其历史根源	(12)
系统建立防线应付可预测的扰乱	(12)
系统防线也可能失效	(13)
道义问题	(14)
差错就好比是蚊子	(16)
展望	(16)
第三章 人的效用的基本原则	(18)
心理学符合工程的需要	(18)

心理功能图	(19)
意识工作空间的局限性	(20)
注意力	(20)
警觉性下降	(22)
注意力和习惯	(23)
控制模式和形势	(24)
三个效用等级	(25)
获得技能的阶段	(27)
疲劳	(29)
压力来源	(30)
激发	(30)
处理信息负荷过重	(31)
个性类型	(31)
思维和决策上的片面性	(33)
小结	(34)
第四章 差错的多样性	(35)
什么是差错?	(35)
基于技能的认知失效、过失和失误	(36)
基于规则的差错	(44)
基于知识的差错	(47)
违规	(48)
违规类型	(50)
维修差错的后果	(54)
小结	(54)
第五章 引发差错的局部因素	(57)
文献资料	(58)
时间压力	(58)
工具保管与控制	(59)
协作配合与沟通	(60)

工具和设备	(61)
疲劳	(62)
知识与经验	(63)
不良的程序	(64)
程序的使用	(65)
导致违规的因素之一——个人观念	(66)
差错与引发差错的条件之间的关系	(67)
小结	(68)
第六章 三种系统失效案例和组织性事故的模式	(71)
潜在状况和动态失效	(71)
Embraer 120 事件：轮班交接失误	(72)
Clapham Junction 列车相撞：防御衰退	(75)
The Piper Alpha 大爆炸：工作许可和交接班制度失效	(79)
组织安排上的事故模式	(82)
防御	(83)
小结	(85)
第七章 差错管理原则	(88)
不需要新的理论和概念	(88)
差错管理原则	(89)
对差错管理的管理	(93)
差错管理原则的总结	(93)
第八章 人员与团队措施	(95)
人员措施	(95)
团队措施	(103)
小结	(107)
第九章 工作场所和任务措施	(109)
疲劳管理	(109)

任务频率	(110)
设计	(111)
保管	(113)
备件、工具和设备	(114)
使用遗漏管理程序	(114)
小结	(120)
第十章 组织措施	(122)
事故是如何发生的：提示	(122)
被动和主动措施：携手合作	(123)
被动结果措施	(124)
主动预防措施	(126)
确定防御中的缺口	(130)
小结	(131)
第十一章 安全文化	(133)
什么是安全文化？	(133)
是否能够建立更安全的文化？	(134)
创造公正的文化	(135)
创造报告文化	(138)
创造学习文化	(140)
安全文化的类型：好的、坏的以及中等的类型	(142)
小结	(143)
第十二章 对差错管理的的管理	(146)
其他方面	(146)
安全管理系统和质量管理系统的主要特点	(149)
为什么差错管理如此必要？	(150)
加强防范意识	(151)
适应性的研究	(152)
小结	(157)

第一章 维修中人的效用问题

失败的根源

如果把安排活动的任务交给一个邪恶的天才，让其保证在活动过程中会错误百出，该天才可能会提出这样的方案：让活动者身处一个窄小阴暗的地方，在缺少必要的工具和时间紧迫的情况下频繁地进行大量的拆卸并更换零部件，而且还可能会有另外的限制约束。这就是，编写手册和程序的人可能没有从事过该活动的经历，即使有，也不多。同时还很可能这样安排，那些开始这项活动的人并非必须是最终完成这项活动的人。还有，更怪癖的安排可能是：让好几个组同时或者按次序地在同一个设备的相同项目上工作或者蜂拥而上。

与维修有关的活动会更多地涉及到人的效用问题，这是不足为怪的。表 1-1 示出的是四份事故调查分析的综合情况，其中三份和美国核电站有关，一份和日本核电站有关^①。从中我们可以看出，与维修有关的人的效用问题所占的比例远高于其他方面的人的效用的问题，调查报告中有三份表明，维修差错在潜在的严重事故根源中的比例占一半以上。对于安全以及其他极为重要的行业，尚未得到可以进行对比的数据，但是，基于上述事实，所有和维修有关的工作与核电站的情况类似，这个比例用于和维修有关的工作也不会有很大出入。

表 1-1 核电站事故中活动和绩效问题的关系*

活动的种类	人的绩效问题所占的比例(%)
维修、校准、测试	42 ~ 65
正常的电站运行	8 ~ 30
不正常的、紧急情况下的电站运行	1 ~ 8

* 综合了 3 份美国、1 份日本的事事故调查数据（见注①）。

在很多技术领域，维修差错是引起一些重大事故的主要原因。这些事故包括：

- 阿波罗 13 号登陆舱的一个氧气罐爆裂（1970）
- 英国傅立克斯市化工厂环己烷外泄造成的爆炸（1974）
- 美国宾西法尼亚州三哩岛核电站因冷却液的缺失险酿大祸（1979）
- 一架 DC10 飞机在美国芝加哥奥黑尔机场坠毁（1979）
- 印度博帕尔市附近，一家生产杀虫剂的工厂由于甲基异氰酸酯毒气泄漏引发灾难性的事件（1984）
- 日航一架 B747 飞机在日本高天原山附近坠毁（1985）
- 英国北海帕尔法采油平台发生爆炸（1988）
- 英国伦敦克拉彭地区铁路交汇处发生火车相撞（1988）
- 美国德克萨斯州，帕萨丁纳，休斯顿附近的菲利普石油公司发生爆炸（1989）
- 英国牛津郡上空一架 BAC1-11 飞机驾驶舱挡风玻璃爆裂（1990）
- 一架 EMB-120 飞机在美国德克萨斯州鹰湖上空解体（1991）
- 多米尼加共和国普拉塔港，由于皮托管的堵塞导致一架 B757 飞机失事（1996）
- 美国佛罗里达州一架 DC9 的飞机，机舱内氧气发生器着火（1996）

此外，专家估计在 1982—1991 年间维修差错是造成飞机空中灾难的第二大原因，仅次于可控飞行撞地事故^②。

除了上述惨剧外，维修差错的主要影响从财务盈亏上比人员伤亡更容易感受到。维修差错造成巨大、持续的经济损失。美国核电站因为维修或因为设备运转中断所造成的损失每天高达上百万美元。在火力发电站，56% 的停工都是在计划停机或维修停机后不到一周内发生的^③。通用电气公司估计每次发动机空中停车——其主要原因通常是维修差错——给航空公司造成的经济损失大约为 500000 美元。波音公司评估的结果是，每次因为维修引起的航班取消而造成的经济损失为 50000 美元，因维修造成的航班延误每小时经济损失为 10000 ~ 20000 美元^④。ValuJet DC9 飞机在佛罗里达湿地坠毁的相关诉讼费用目前已超过 10 亿美元。维修差错不仅威胁到生命和财产安全，它们对于企业的运营来说也是一件非常糟糕的事情。然而，这些维修差错一直是以相当类似的方式发生的，认识了这些类似的发生方式，就使我们找到

成功的做法。

成功的保障

很多人认为差错是随机发生的，捉摸不定且难以预计，因此很难有效进行控制。但事实并非如此。当然偶然性的因素是存在且会发生作用，人为造成的差错也不可能完全避免，但是绝大部分的失误、过失和错误是系统性的、有规律可循的。这一点在与维修有关的活动中尤其明显，下文将详细论述。

因为维修引发的灾难并非绝对无法预料的事情，大部分维修引发的灾难都会落入由形势和任务因素确定的模式中，而形势和任务因素在维修活动中很普遍。换言之，这些差错并不是由一些粗心大意的、不合格的人员所犯的，这一点是很显而易见的，因为即使是来自各种不同的维修机构中（常常是完备机构中的优秀人员），工作人员仍然会犯同样的错误。差错管理的一个基本原则告诉我们：一个最优秀的人可能会犯最严重的错误。

1997年，艾伦·霍布斯就维修人员所涉及的、或亲身经历过的以及别人告诉他的86起事件，访问了一些经验丰富的飞机维修人员。了解得出的结果是人的差错在所有的这些事件中几乎都起了重要作用。约有一半的事件牵连到员工的安全，而约有一半会影响到飞机的适航性。当问及提供这些事件报告的被访问者以前是否曾发生过类似或同样的事件时，他们的回答总结如图1.1^⑤。

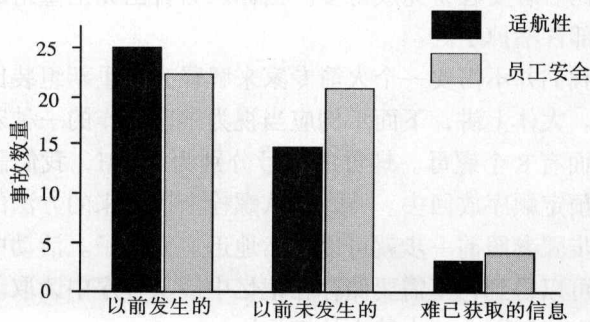


图 1.1 飞机维修事件重复发生的频率 (n=86)

资料来源：A. Hobbs, *Human Factors in Airline Maintenance: A Study of Incident Reports* (Canberra: Bureau of Air Safety Investigation, 1997)

被访者认为，一半以上的事件（尤其是对飞机造成严重后果的那些）以前曾发生过。在大部分情况下，维修人员作出这些判断时，他们也确信同样或类似的差错以后还会再次出现。这是一个很重要的发现，因为它表明不管谁是工作的执行者，在同样一个确定的处境和工作压力下，不同的人也会犯同样类型的差错。这些“差错陷阱”清楚地表明，我们重点要对付的是易出错的任务和形势，而不是易出错的人。

因此，成功的做法归纳为这样：如同轮廓清晰的企业风险可以管理一样，维修差错问题也可以用同样的方式进行管理。并且，由于多数维修差错都是按照可识别的和重复的类型发生的，这样，可以利用有限的资源，取得最大的纠正效果。但值得强调的是，一种绝对限制或遏制人为差错的方法是不存在的。如同本书第二章中讨论的一样，有效的差错管理需要多种对策，从整个系统的多方面入手，如个人、团队、任务、工作场所以及组织等。下面我们首先来看看维修差错的模式。

拆卸与更换

无论在哪种运营领域或者行业中，很多维修工作都涉及到两种重复的活动：(a)拆除紧固件、拆卸零部件；(b)更换紧固件后重新组装和安装。任何人都知道：如果将任何一件东西拆卸下来，然后试图将这些零部件重新组装起来，前者比后者要容易完成得多。当你认为自己完全重组成功时，往往会发现有个别部件漏掉了。

显然，我们并不需要一个火箭专家来解释为何重新组装比拆卸更容易出现人的差错。大体上讲，下面示例应当视为维修工作的一种宏观模式。设想一个螺栓上面有 8 个螺母。螺母的标号分别为 A - H，我们需要将它们拆下来，然后按预定顺序放回去。将螺母从螺栓上拆下来的方法的确只有一种，而且每一个步骤参照前一步就可以自然地迅速完成了。活动中所需要的知识从任务本身可以得到，不需要储存在记忆中或从程序中读取。这种属于“现实世界中的知识”而非“大脑中的知识”。

但是，当我们需要按特定顺序将螺母重新安装时，有 40000 多种将顺序搞错的方法（因子 8 的可能的组合： $8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = 40320$ ），此外，这还没有考虑进其他可能发生的遗漏。很明显，所有必需的知识若非