

人的因素案例集

民用航空器维修差错

中国民用航空总局航空器维修人的因素课题组/编著



中国民航出版社

人的因素案例集

——民用航空器维修差错

中国民用航空总局航空
器维修人的因素课题组 编著

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人的因素案例集: 民用航空器维修差错/中国民用航空总局航空器维修人的因素课题组编著. —北京: 中国民航出版社, 2003.3

ISBN 7-80110-476-5

I. 人…
II. 中…
III. 民用飞机-维修-事故-案例-中国
IV. V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 009804 号

人的因素案例集——民用航空器维修差错

中国民用航空总局航空器维修人的因素课题组 编著

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 64290477
印刷 北京飞达印刷责任有限公司
照排 中国民航出版社激光照排室
开本 850×1168 1/32
印张 11
字数 264 千字
版本 2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月第 1 次印刷

书号 ISBN 7-80110-476-5/V·167
定价 22.00 元

(如有印装错误, 本社负责调换)

加強民用航空人的
因素研究和應用，減少
航空器維修中人的差錯，
不斷提高維修質量和
安全管理水平。

標 乞 乞
二〇〇二年十月廿四日

前 言

民用航空中的差错事故有 3/4 是由于人的因素造成的，为此，世界各国都在积极研究解决从业人员的人为表现问题，以减少人为差错事故的发生。

2000 年 4 月 3 日，民航总局下发了“关于开展人为因素研究工作的通知”，将“民用航空人为因素研究及其应用”列为一项重要的科研课题，成立了课题领导小组和机组资源管理、航空器维修、空中交通管理三个专业课题组，以推动全行业的人的因素研究和应用。

航空器维修系统在教育人的因素的理论、方法，紧密联系实际，开展维修差错调查研究方面做了大量的工作，取得了积极的效果。为了及时总结和交换人的因素的研究经验及成果，促进航空器维修人的因素的研究不断向深度和广度扩展，我们编写了这本《人的因素案例集——民用航空器维修差错》。

本书汇集了我国民用航空维修近 12 年的差错事故，首次按照人的因素的原理和方法对事件进行调查和分析，突破了传统的调查、分析模式，不但归纳了航空器维修系统存在的主要缺陷，而且指出了导致差错事故发生的基本原因，为维修系统采取对策提供了客观的、基于数据的依据。

本书对维修系统来讲无疑是极具实用价值的资源。它有助于

民用航空主管部门有针对性地制定规章、程序和加强监督检查力度；各维修单位可以此为鉴，找出问题和差距，制定有效的措施，从而减少差错事故的发生，提高安全管理水平；每一个航空器维修人员亦可从中吸取教训，防止类似问题的再次发生。

在编写过程中，我们深刻体会到：要将每个事件准确归类是很困难的。虽然维修差错类型与子项的划分已经明确，但是，由于每个人对同一事件的理解不同，就有可能出现多种不同分类，从而影响差错类型统计的准确性。为了确保本案例集在事件分类方面的准确性和规范性，我们就此问题进行了较深入地探讨，因此，本书可作为维修差错类型划分的范例，供读者参考。

本书是《民用航空人的因素培训手册》的辅助材料，可作为航空器维修人的因素分析和教学的参考。国内外成功的经验表明：在人的因素的培训中，教材的科学性、逻辑性以及实用性与案例分析相结合，可达到加深理解和学以致用功效，这也是我们编辑本案例集的初衷。

本书主要取材于1990—2001年我国民用航空运输类飞机维修过程中造成一定后果和影响的335例人的因素的事件。各单位所报的每一个维修差错事件都包括两个部分：一部分是事件的综合描述。另一部分是一份维修差错调查表（见附录）。考虑到篇幅限制和便于阅读等因素，本书略去了“维修差错调查表”，将该表中建议的预防措施列为每个事件的纠正措施，将诱因纳入原因统计和分析之中。在部分事件的文字说明中，插入了差错后果图片，使读者印象更加深刻。

为了避免产生负面影响，在案例集编写过程中，删除了相关单位名称、机号 and 人员姓名。

参照波音公司推荐的维修差错决断方法（MEDA）分类，结合我国民用航空器维修的特点，本书将维修差错类型分为九个部

分：1) 安装不当；2) 放行前或工作后遗漏；3) 检查/测试/故障隔离欠妥；4) 损坏飞机/发动机/附件；5) 外来物影响安全和使用；6) 勤务缺陷；7) 修理不当；8) 人员伤亡；9) 其他类型。每个部分里又分为若干子项。

为了更加全面、系统、深入地反映问题，使读者能够直观、明确地了解情况，我们对整个案例及其每个部分都做了数据统计，对原因进行了初步分析，并在此基础上提出了一些维修系统值得关注的问题，从而使本案例集更具参考价值。

需要特别指出的是：敢于把本单位发生的维修差错充分暴露出来是一种进步的表现，是优良企业安全文化的表征。能够按照人的因素的理论和方法，自觉查找系统方面的问题，特别是组织和管理者存在的潜在问题，是解决航空安全问题的关键。

本书由民航总局航空安全技术中心刘加祯、王红雷编写，民航总局飞行标准司徐超群审校。为慎重起见，民航总局“民用航空人为因素研究及其应用”课题航空器维修组邀请民航飞行学院罗晓利、东方航空公司祝希波、西南航空公司冯毅、北京飞机维修工程有限公司陈楠和广州飞机维修工程有限公司卓烈对该书进行了审定，并根据提出的意见，对本书做了进一步补充、修改。本书的编写得到了航空器维修系统各单位和有关人员的大力支持和帮助，我们在此表示衷心感谢。由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥或错误之处，请各位专家和广大读者批评指正。

编 者

2003 年 4 月

目 录

第一部分 数据统计和综合分析	1
第二部分 安装不当	8
一、未装所需设备/零件	12
二、安装了错误的设备/零件	22
三、方向不对/位置不妥	25
四、安装未完成	42
五、安装了多余部件	57
六、接近盖板未关或未关好	58
七、未恢复系统/设备	63
八、损毁	67
九、其他	72
第三部分 放行前或工作后遗漏	74
一、放行前未取下销子、堵头等	77
二、勤务盖板未关	84
三、检查、校验后未恢复	89
四、其他	91

第四部分 检查/测试/故障隔离欠妥	94
一、未发现性能下降	97
二、未发现潜在故障	97
三、未使系统/设备功能恢复/停止	101
四、未做适当测试	112
五、未将故障隔离	116
六、未做适当检查	116
七、其他	131
第五部分 损坏飞机/发动机/附件	133
一、移动/运输/滑行时损坏	136
二、被车辆/工作梯损坏	162
三、操作/试验时损坏	185
四、设备使用不当	213
五、使用有故障的设备	216
六、机坪上的碎物造成损坏	216
七、其他	217
第六部分 外来物影响安全和使用	221
一、将物件遗忘在飞机/发动机内	223
二、外物掉入开放系统	231
三、其他	235
第七部分 勤务缺陷	236
一、液/气不足或过多	239
二、液体型号不对	239

三、未按需加注·····	242
四、除冰（雪）不当·····	245
五、车辆勤务保障不当·····	246
六、其他·····	249
第八部分 修理不当·····	251
一、器材损坏或未正确选用·····	253
二、修理工艺偏差·····	258
三、未完成修理·····	272
四、试验不充分·····	277
五、工具/设备缺陷·····	277
六、其他·····	277
第九部分 人员伤亡·····	278
一、肌肉僵硬·····	280
二、接触性危险·····	281
三、滑/绊/跌倒·····	281
四、突发的危险·····	282
五、未使用保护设备·····	287
六、其他·····	287
第十部分 其他类型·····	289
附录 咨询通告——航空人员的维修差错管理·····	294

第一部分 数据统计和综合分析

航空器是民航的主要生产工具，是保证航空安全的物质基础。因此，航空器维修是关系到民用航空安全和效益的重要因素之一。航空器修正处在日趋复杂和急剧变化的环境中，使差错出现的概率增加。航空器维修中人的差错已成为航空事故发生的原因之一。

根据统计资料，世界上民用航空与维修有关的事故呈上升趋势，其所占的比例 1959 年为 3.4%，到 1996 年上升至 6%，增加了近 1 倍；我国运输飞行事故中维修所占的比例 1949—1998 年为 7.9%，1989—1998 年为 16.7%。

上述资料表明：如果我们不能从这些事故中吸取经验教训，采取有效对策，与维修相关的安全问题将会持续发生。

国际民航组织经过调查认为，在航空器维修方面主要存在以下三方面问题：

(1) 航空营运人为了降低成本，提高飞机利用率，要求减少维修停车场时间和保证航班正点，因此维修人员要承受巨大的时间压力。

(2) 飞机老龄化，维修工作量增加。同时，老龄飞机会发生一些很难发现的故障和缺陷，维修人员需要投入更多的精力和时间。

(3) 航空器维修系统中老龄飞机维修工作仍在继续，而许多

航空公司又引进了新型的飞机，这就进一步提高了对航空器维修的要求。这些飞机应用的新技术主要体现在复合材料结构、玻璃驾驶舱、高度自动化的系统、机内诊断和测试设备等，要求维修人员具有更丰富的知识、更良好的知识结构和更熟练的技术。

现代民用航空器被设计成在缺陷被检测和修理的情况下，能不限时间地安全飞行，因此，安全变成了检测和修理问题，而不是航空器结构故障问题。在某种意义上，我们已将安全系统的研究重点从航空器的物理缺陷转变为“以人为本”的复杂系统中的差错。

通过对本书中事件的分析可以看出，在我国民用航空维修系统中确实存在一些影响安全的潜在问题，值得认真研究解决。

这些事件按照航空器维修差错类型、发生次数和所占百分比排序见表 1-1。

表 1-1 民用航空器维修差错情况表 (1990—2001)

维修差错类型	件数	百分比 (%)
损坏飞机/发动机/附件	111	33
安装不当	90	27
检查/测试/故障隔离欠妥	48	14
放行前或工作后遗漏	26	8
外来物影响安全和使用	18	5
修理不当	13	4
勤务缺陷	12	4
人员伤亡	11	3
其他类型	6	2

经初步分析认为，导致航空器维修差错的主要原因和所占的

百分比见表 1-2 (每个事件可能由多个原因造成)。

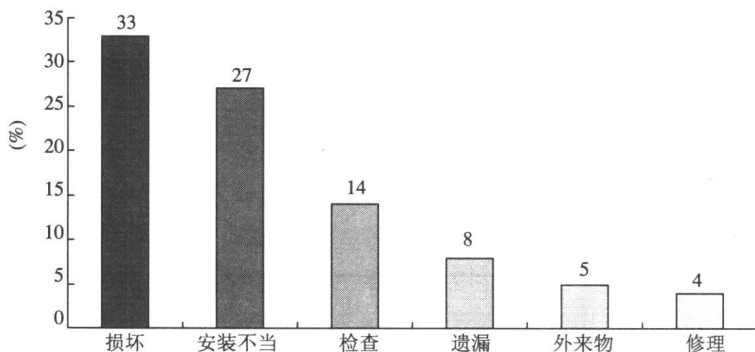


图 1.1 航空器维修人的差错主要类型及百分比 (1990—2001)

表 1-2 民用航空器维修差错的主要原因情况表 (1990—2001)

维修差错原因	件数	百分比 (%)
违规	152	45
知识和技能	135	40
计划和监管	89	27
维修文件	61	18
设备和工具	37	11
环境和设施	26	8
信息沟通	21	6
个人因素	17	5
工作任务	15	4
器材管理	14	4
飞机设计	5	1
组织机构	3	1

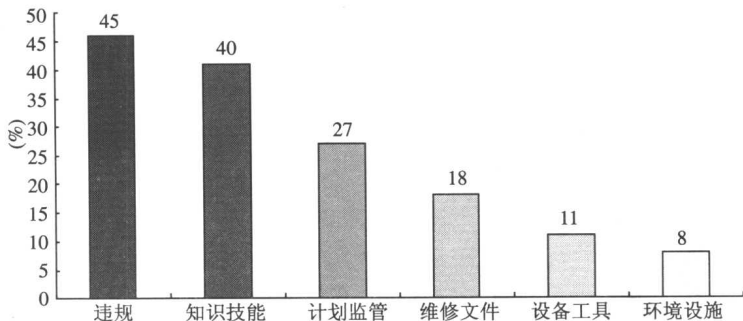


图 1.2 航空器维修中人的差错的主要原因及百分比 (1990—2001)

经过对上述统计数据进行分析可以看出, 要确保航空器维修质量, 提高安全管理水平, 有以下四个问题值得关注。

1. 营造良好的企业安全文化氛围

违规与被动犯错不同, 它是指从业人员主动犯错的行为。这种忽视安全规章、标准、程序的违规行为通常会导致严重后果, 甚至致命事故。根据对中国民航 50 年来所发生的 131 起飞行事故分析, 其中有 94 起是由于违规造成的, 占全部飞行事故的 72%。这 94 起中飞行机组原因 71 起, 占 75.5%; 维修原因 11 起, 占 11.7%。

在本书收集的航空器维修差错中, 有 45% 与违反规章、标准、程序、维修管理手册、维修手册、工作单 (卡) 等相关。这表明, 航空器维修系统在教育从业人员遵守规章、爱岗敬业、培养优良维护作风、严格要求和加强监管力度等方面存在缺陷。

违规与组织有关。虽然违规多数发生在操作者身上, 根源却在组织。企业文化是所有成员共享的信念和价值, 它决定人的行

为和对世界的认识。通过对组织设定的规范执行情况，可以反映出一个组织对违规的容忍程度，这是因为违规是在每个人共享同一价值观和团队提倡某种行为和态度的情况下发生的。管理人员对违规采取宽容态度，促成了不良安全文化氛围的形成。而扼制违规、加强企业文化建设的关键在于管理者。实践证明：在执行规章制度方面，哪个单位领导者敢于严格管理，并且以身作则，哪个单位违规问题就少。反之，违规现象就会不断发生。

在纠正违规方面建议考虑的问题：

(1) 加强教育，增强法制观念。加强安全教育，使维修人员树立正确的安全观念，摆正安全与生产、安全与效率的关系。认真落实“安全第一，预防为主”的方针，将遵守规章程序和严格按照相关标准、手册进行航空器维修工作落到实处，使之形成风气，变成每个员工的自觉行动。

(2) 领导干部要以身作则，身体力行。过去，我们在解决违规问题时，重点是处理当事人。实践证明：这种方法只能治标，不能治本。按照人的因素的理论和方法，解决违规问题必须从组织入手，营造良好的企业安全文化氛围，关键在于领导干部以身作则，身体力行，并且，敢于严格要求，大胆管理。

(3) 必须充分地认识到，营造良好的企业安全文化氛围不是一朝一夕的事。在航空器维修系统培养优良作风，营造良好的企业安全文化氛围是完全可以实现的，但是，必须充分地认识到，它不是一朝一夕即可实现的，需要大家共同努力，经过长期地培植和磨炼才能形成。

2. 维修人员素质问题

在航空器维修系统所发生的人的差错中，40%与人员素质有关。主要表现在：维修人员对于新机型、新技术不熟悉，工艺知

识不足，对设备、附件的结构不够清楚，对手册、技术文件的理解有偏差，不能及时发现飞机上已经存在危及安全的故障，对系统发生的复杂故障缺乏正确判断和迅速处理能力。这就造成了人与硬件和软件的不匹配，诱发维修差错。

飞行事故最能反映维修系统存在的缺陷。例如：1994年6月6日，在维修一架 Tu-154 飞机时，增稳系统两个信号插头互相插错，又未能履行检验职能，致使插错插头的问题未能被发现，从而诱发了机毁人亡的特别重大飞行事故。时隔不足五年，另一架 Tu-154 飞机因俯仰操纵系统机械问题，导致飞机失控坠地。连续发生因飞机机械故障造成大型运输飞机事故，充分暴露了航空器维修管理和人员素质方面的缺陷。

在提高航空器维修人员素质方面，需要重点研究解决以下两方面问题：

(1) 应对社会上人才竞争的挑战。航空器维修技术性很强，培养一名成熟的管理人员和维修人员所需周期一般为 8 年 ~ 10 年。要使航空器维修具备持续发展的动力和能力，其核心在于人力资源。而我们面临的形势是：一方面，随着我国民用航空保持较高速度发展，机队不断扩大，所需维修人员数量增加；另一方面，新技术飞机的使用，对维修人员提出了更高要求。目前，称职的管理人员和熟练的技术人员不足，其现状与客观需要的矛盾突出。在此情况下，迫切地任务是稳定队伍，加速培养人才。然而，由于对航空器维修地位和作用认识不足，缺乏激励机制，培训较差，致使一些素质较高的维修人员向条件优越的行业流动。如何应对社会上人才竞争的挑战，保持航空器维修队伍的稳定，这是民用航空系统所必须面对的深层次问题。

(2) 建立良好的培训系统。从航空器维修系统所发生的差错事故中可以清楚地看出，只经过简单的机型改装学习或完全依靠

在实际维修工作中摸索是远远不够的。随着新技术、新材料、新工艺在航空器上使用，维修人员需要更新知识、系统的理论学习和操作技能方面训练。实践证明，抓好人员的培训能有效地减少人为差错。做好培训工作，需要组织增加投入，建立培训系统，精心制定计划，选择教员，建立人员培训记录，以适应当前和将来航空器维修发展的需要。

3. 维修文件

根据统计，与维修文件相关的维修差错占 18%。主要反映在维修文件编译错误、不完善、不易操作、不适用等，造成人与软件不匹配，导致差错发生。

维修文件是航空器维修人员实施维修工作的基本依据和准则，维修文件是否科学、规范，直接关系到维修工作的质量和效率。为此，维修系统应高度重视并扎实地做好这方面的工作。

4. 环境和设施

维修差错有 8% 是由于环境和设施因素诱发的，突出地反映在工作场所照明不良和恶劣天气条件下露天作业两个方面。这是人与环境不匹配诱发的维修差错。

通过增加维修方面的投入，改善维修人员工作条件，可以减少此类维修差错的发生。