

人为因素对航空安全影响的研究

凌晓熙 中国民航飞行学院;广汉市民航飞行学院 618307

摘要

自从民用航空诞生以来，安全对航空运输的影响是每一个航空公司、每一个航空从业人员的永恒命题。由于科学技术的迅速发展，飞机硬件已经非常可靠，如今越来越多的航空事故统计显示人为因素是造成航空事故的最主要的原因。本文围绕人为因素对航空安全的影响详细讨论了人为因素的定义、分类、产生原因及条件，并且重点讨论了航空维修人员对航空安全的影响，从而提出了一些能够遏制人为错误的措施，以提高航空运输的安全性。

关键词

航空安全;人为因素;维修人员;维修差错;人为因素分类

1 引言

自从航空器诞生以来，航空安全一直受到人们的广泛关注，同时人们也采取了大量的措施来保障航空安全。

对于20世纪最后40年的航空安全状况统计结果表明，在世界范围内，大型喷气运输飞行的事故率基本呈下降状态，特别是与喷气式飞机投入商业飞行的最初几年相比。由于飞机技术的进步，使年事故率由每百万飞行架次27，在短短的5年内下降至每百万飞行架次5以下^[1]，从1967年以来，基本保持了比较低的事故率，每百万飞行架次在1.5~3之间。

然而社会公众关注的不是事故率，而是飞行事故发生的次数和频率。我们可能在以后的年代里比较满意地得到较低的事故率，但社会公众因事故发生的次数在增加而仍然感觉到飞行是危险的。因此，航空界，特别是商业航空界绝不能满足于保持一个已有的低事故率，或者有稍微下降的事故率。我们必须使事故率下降到能使飞行事故数量下降的水平。

如果我们想使商业航空安全更上一层

楼的话，在以下四个方面要给予更大的关注：

1、人为因素；2、进近和着陆；3、可控飞行撞地（CFIT）；4、失去对飞机的控制。

而在这四个因素中，对航空安全事故影响起首要作用的是人为因素，据统计80%以上的飞行事故是由于人的原因造成的^[2]。这其中造成飞机机毁人亡的飞行事故的主要原因为5个方面：飞行机组、飞机、维修、天气和机场以及空中交通管制。

飞行机组是一个主要因素，它的飞行事故次数超出了其他各类因素的总和。因此，从20世纪80年代以来人们对于人为因素对航空安全的影响越来越加以重视，并且开展了大量的研究工作，进而提出了一系列关于人为因素的理论，其中具有代表性的理论有海恩法则，墨菲定律和事故链原理^[3]。

2 人为因素分析

“人为因素”，通常是指与人有关的任何因素。国际上对它的一个定义是Edwards教授提出的，即“人为因素是通过系统应用人为科学，在系统工程框架中优化人与其活动的关系”^[3]。人为因素包括生活和工作环境中的人；人与机器、程序和环境的关系；还包括人与人之间的关系。人为科学研究人的机体和本性、人的能力和极限以及在单独工作与作为团队工作时的行为，这是人为因素主要关心的问题。

2.1 人为因素分类

从错误的性质来看，我们可以将人为因素分为基于技能的错误，基于法规的错误，基于知识的错误以及复合错误。

基于技能的错误是指飞行员在执行一项非常熟悉的，不用有意识地去思考如

何去做的工作时的疏失和失误。

基于法规的错误是指当飞行员执行一系列熟悉的子程序时，由于对状况识别产生了错误，在采取反应行动时，应用了错误的法规或选择不正确的程序。

基于知识的错误是指当飞行员面对一个新奇的，不熟悉的状况，又没有可供参考的程序时的疏失或者处置错误。

复合错误即指复合式“知识、技能、法规”方面的错误。

表1是PSM+ICR飞行事故和事故征候中确认的错误种类统计。表中有单一类型如技能、法规、知识的错误，同时也有复合式错误，如知识加法规，知识加技能和法规加技能等状态。单一类型错误的比例还比较大，如技能型错误占29%，法规型错误占21%。

表2是PSM+ICR事故中确认的错误种类及所占百分比例。这里与表1最大的不同是，复合型错误所占比例相对较

表1 涡轮风扇飞机PSM+ICR造成事故和事故征候中的错误种类一览表^[4]

错误总类	百分比(%)
技能	29
知识、法规	26
法规	21
知识	10
知识、技能	7
法规、技能	7

表2 涡轮风扇飞机PSM+ICR造成事故中的错误种类^[4]

错误总类	百分比(%)
知识、法规	29
知识、技能	19
知识	14
法规	14
技能	14
法规、技能	9

大，如知识加法规型错误为29%，知识加技能型错误占19%。

2.2 影响航空安全的航空人员

在航空活动中，涉及到方方面面的工作人员，他们中的任何一环都可能对航空安全造成重要的影响。这些人员包括飞行员，空中交通管制员，航空器维修人员。在以往的研究中，人们对飞行中人为因素对安全的影响更着眼于飞行机组的表现，其次是空中交通管制员的表现。直到现在，在可获得的文献中很少能够找到讨论影响检查与维修航空器的航空维修人员表现方面的人为因素问题。这是人为因素研究的严重疏忽。

其实，维修人员的环境、时间压力、个人能力和局限与飞行员、管制员一样是影响其表现的重要因素，再加上老旧飞机的特别要求，更增加了工作量、时间压力，需要更丰富的知识和比以前更熟练的工作要求。

因此，本文中将着重研究维修人员对于航空安全的影响。

2.3 发生人为错误的原因

从人的行为学角度来看，人的行为是会发生错误的。人的行为是由人的思想、情绪、感情、能力、行为动机等因素所决定。也可以说人的行为是人的思想、感情、情绪、能力和行为动机等因素的综合反映。动机是引起个人行为，维持该行为，并将此行为导向某一目标的过程^[5]。

对个人动机的模式具有决定性影响作用的因素有以下三种：

其一是嗜好与兴趣。如果同时有好几种不同的目标，同样可以满足个人的某种需求，则个人在生活过程中养成的嗜好，影响他选择哪一个目标。

其二是价值观。价值观的最终点便是理想。他强调生活的方式与生活的目标，影响到更长期更广泛的行为。有人认为“人生以服务为目的”，有人以追求真理为目标，有人则重视物质享受。

其三是抱负水准。所谓抱负水准是指一种想将自己的工作做到某种质量标准的心理要求。一个人的嗜好和价值观决定其行为的方向，而抱负水准则决定其行为达到什么程度。个人在从事某一实际工作前，自己内心预先估计能达到的成就目标，然后驱使全力向此目标努

力。如果工作的结果其质量和数量都达到或超过了原来设定的标准，便会有“有所成就”的感觉（成就感），反之则有失败感、挫折感。

每个人的抱负水准高低不同，凡抱负水准低的人做事马马虎虎，得过且过。缺乏上进心。一般说来，一个士气高昂的企业团体，其成员都有较高的抱负水准。

影响人的行为的因素还有知觉的判断，其错误的原因有知觉防御、成见、哈罗效应、投射归因等。所谓“哈罗效应”，又称“晕轮效应”，是一种以点盖面的思想方法，它以事物的某一特性为依据，而忽略了事物的其他特性，就对整个事物作出全面的评价，结果就会产生错觉，这实际上就是认识事物时的片面性。“投射归因”是一种以己度人的思想方法，以自己所有的品质为依据，去判断别人的品质，认为只要自己的品质别人也一定有，这是认识事物的主观主义。

3 维修人员与航空安全

航空器维修人员是负责航空器适航性和处于安全运行的技术保障人员。他们与航空安全的密切关系，主要集中在经维护修理后的航空器适航品质和安全质量方面。航空器维修是航空系统的基本组成部分，它的人为差错的增加，可能导致系统安全网的崩溃。“维护相关”差错成为一些严重事故的可能原因，20世纪80年代前半期，据统计，有17起由于维修责任引起的机毁人亡、人机严重受损的重大重复事故发生或重大适航影响的事故和事故征候。80年代后半期共发生类似事故28起，比80年代前半期增加了65%。而同期航空运输交通量只增加了22%。90年代前3年有25起事故涉及维修差错，而80年代前3年仅有7起。

3.1 维修中的人为差错

维修中的人为差错表现为一种由维修人员行为所导致的非意向性的航空器缺陷（有形的失效或损伤）。它有两种基本形式：

第一种差错是在维修工作进行之前并不存在这些缺陷。对航空器所做的任何维修工作都是发生人为差错的机会，如航线更换件安装不正确、组装时忘记取下液压管上的堵头或在接近某处做工作时

用脚踏坏了某条空气管路等。

第二种差错是在对航空器进行定期或不定期的缺陷检查时，一种不想要的或不安全的状态没有检查出来。例如一结构裂纹在目视检查时未发现或由于诊断错误拆下无问题的电子盒，而有故障的却留在飞机上。

国外某航空公司对1989-1991年所发生的与维修有关的122起人为因素进行了分析；另外，根据中国民航1994年1-6月发生的42起人为差错的统计结果进行初步分析，可以对维修人为差错的类别及其比例有一个初步的概念，参见表3。

3.2 维修差错的原因

发生以上人为差错的原因是多方面的，探讨起来比较复杂。但是可以将主要原因大致分为以下几类：

（一）生理原因

人体各功能系统（呼吸系统、循环系统、消化系统、神经系统等）和人体的各机能器官及生理节奏等生物体活动规律等与人体的疲劳特性等，都可能成为发生人为差错的生理方面原因。除此之外，人的大脑的生理活动规律，特别是大脑意识的活动水平，对人体的行为和人为差错的影响尤其是不可忽视的。

（二）心理原因

、注意的心理特性影响作用

人们在工作时，经常由于不注意出现人为差错或劳动事故。大量事实表明，不注意是人体特性的本质表现之一。应该说，任何正常人都不愿意在危险场合不注意。但是，人们大脑意识水平并不能永远保持在同一水平或最佳水平状态下，身不由己或心不由己会经常出现，在注意与不注意之间来回变换，并且不注意也是常常要发生的现象。

、臆测判断

所谓臆测判断，是指由个人无根据的推测所作的随意性判断。臆测完全是主观随意性产物，以臆测作为指令，是发生人为差错的重要原因。但是人们常

表3 维修人为差错的类别及比例^[6]

维修差错类别	外航某公司	中国民航
疏忽、遗漏	56%	71%
不正确的安装	30%	17%
装错件	8%	5%
其他	6%	7%

常作这种主观臆测判断。

- 、工作者个人特性
- 、其他心理因素

比如，过度紧张和过分松弛、焦躁反应和单调作业等，这些无疑都会导致发生人为差错。

(三) 管理方面的原因

- 、组织领导方面

比如，企业领导对人为差错重视不够，具体的管理措施、程序没有落实；负责人为差错的组织机构不健全，目标不明确，责任不清楚，检查工作不落实。

- 、车间方面

作业时间安排不合理，违反人体特性；缺乏均衡的、稳定的作业计划；联合作业意识低；车间常有无原则的纠纷和争论。

- 、工作特性及工作环境方面

作业者承担连续作业；作业动作和作业姿势不安全、不合理；工作要求力量过大、精度极高等；难以把握的状况和难以预测的局面；难以确认结果的作业操作；不适宜的物理环境因素（噪声、温度、湿度、照明、振动、粉尘、高空、气味等）。

- 、人机工程设计中的一些问题

信号的形态和含义难以区分；操作工具的形态难以识别；相关的显示装置却被分散布置；显示的指针方向与操作方向不一样，不相对应；操作力不当；作业范围不当；设备布置缺乏充裕的空间。

4 人为差错的杜绝

从上面的分析中我们可以看到由于人为因素造成的飞行安全事故所占比例是巨大的，同时由于诱发人为错误的条件在日常生产和生活中极易出现，因此人为因素成为了航空生产中的巨大安全隐患。那么我们能否杜绝这些严重危害航空安全的人为错误就事关重大了。

人的行为是可以训练的。人们可以经过学习、沟通，吸取他人的经验教训，积累和总结自己的经验和教训，从中找出有效的纠正和防范措施，并认真贯彻执行，在生产的全过程中，逐项落实到每一个员工、每一个运作环节；形成有效的监督机制，人为差错就可以得到最大限度的遏制，最终达到杜绝人为

差错的目的。

在实际的航空生产中我们可以通过以下手段来遏制人为差错：

、树立人的因素意识，让员工认识到人在随意状态下的行为，或执行未经过验证确认是正确的措施的行为可能导致发生人为错误。

、建立足以确保飞行安全的法律、规章、条例体系和制定合理可靠的工作制度、生产流程、工艺规程、操作程序、技术标准。其中应特别重视制定防错、纠错措施及设置容错能力。

、在航空运输生产中，所有使用的飞机、器材必须是适航可用的，工艺、操作程序、数据、措施必须事先得到科学的验证并确定准确无误，或者是他人和自己过去取得并经过论证的成功经验，以此来确保人们在航空运输生产中的行为不发生差错。

、明确规范员工行为，坚持在航空运输生产中，特别是在飞行和飞机维修工作中一切都要按照规定操作，要求员工自觉遵守各类规章制度，必要时应强制执行。在长期的严格要求、严格管理下，使员工养成优良的工作作风。

、及时调查每次人为差错，找出导致发生差错的真实原因，制订补充或修订安全制度。

、管理人员对人为差错发生周期和某类差错高发期应有准确的预见性，并提前采取预防措施。

◀ 上接第 86 页

3.2 经过 20 s 后，T6 动作，计时器 T6 常闭触点断开，Y4 断电 T6 常开触点闭合，Y4 当 T8 常开触点闭合时接通，T8 常开触点断开时 Y4 断开，此时东西绿灯闪烁。

3.3 T6 动作，计时器 T7 接通，经过 3s 后，T7 动作；T7 的常闭触点断开，东西绿灯闪烁结束；同时 T7 的常开触点闭合，Y5 接通，东西黄灯工作；T7 常开触点闭合，计时器 T5 接通并计时；经过 2s 后，T5 动作，T5 的常闭触点断开，Y5 失电，东西黄灯停止工作。

3.4 东西黄灯停止工作时，计时器 T0 正好经过 25s 计时动作，T0 常闭触点断开，南北红灯熄灭；T0 常开触点闭合，Y6 接通，东西红灯工作；由于 Y6 的接通，Y0 的常开触点闭合，南北绿灯工作。

3.5 T0 动作后，常开触点闭合，T1 接通并计时 T0 常开触点闭合，T4 接通并计时。经过 25s 后，T1 动作计时器 T1 常闭触点断开，Y0 断电；T1 常开触点闭合，Y0 当 T8 常开触点闭合时接通，T8 常开触点断开时 Y4 断开，南北绿灯闪烁。

3.6 T1 动作，T1 常开触点闭合，计时器 T2 接通，经过 3s 后，T2 动作；T2 的常闭触点断开，南北绿灯闪烁结束；同时 T2 的常开触点闭合，Y1 接通，南北黄灯工作；T2 常开触点闭合，计时器 T3 接通并计时；经过 2s 后，T3 动作，T3 的常闭触点断开，Y1 失电，南北黄灯停止工作。当南北向黄灯停止工作时，正好东西向红灯工作了 30s，T4 计时 30s，此时 T4 动作，T0 复位，进入下一次循环。

参考文献

- [1] 钟仕兵. 人为差错因素的危害与预防[J]. 中国民用航空. 2005, (10): 63~64
- [2] 刘琳. 飞行事故有原因[J]. 百科知识. 2006, (02): 22~23
- [3] 丘勇. 对国外人为因素理论的再认识[J]. 中国民用航空. 2003, (12): 55~56
- [4] 班永宽. 航空事故与人为因素[M]. 北京: 北京民航出版社. 2002: 35
- [5] 李丽洁. 人为差错案例分析及其对策[J]. 中国民航学院学报. 2004, (S1): 71~74
- [6] 贾宝惠, 王秋奕, 于强. 飞机维修工程中的人为因素[M]. 中国民航学院学报. 2002, 20(6): 16~19

参考文献

- [1] 陈远龄. 机床电气自动控制[M]. 重庆: 重庆大学出版社. 2004
 - [2] 廖常初. PLC 的编程方法与工程应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社. 2001
 - [3] 贺哲荣. 流行 PLC 实用程序及设计[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社. 2006
 - [4] 三菱 FX2N PLC 使用手册
- 作者简介**
刘红平(1972-) 在读硕士研究生. 工程师. 主要研究方向: 计算机控制, 电气自动化