

国际航空 人为因素研究现状

主编 李学仁 杜军 罗敏



国防工业出版社

National Defense Industry Press

国际航空人为因素研究现状

主编 李学仁 杜军 罗敏



国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

国际航空人为因素研究现状/李学仁,杜军,罗敏主编.

—北京:国防工业出版社,2013.2

ISBN 978-7-118-08541-9

I. ①国... II. ①李... ②杜... ③罗... III. ①民用航空—飞行安全—人为因素—研究 IV. ①V328

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 018583 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 9¼ 字数 207 千字

2013 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3500 册 定价 29.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

本书编委会名单

主编 李学仁 杜 军 罗 敏

编者 (按汉语拼音顺序)

罗 敏 戎 梅 王黎静

审校 罗 敏 戎 梅

终审 杜 军

前 言

回顾世界民用航空运输业的发展历程,全世界民航界一直致力于采用先进技术,努力健全规章,完善管理体系和培训系统,改进运行方式,使得今天民航运输安全水平不断提高。但是,随着新技术、新材料、新工艺在民用航空器上得到广泛应用,国际航空界已逐渐形成共识,即现代航空器的机械可靠性远远大于人的操作可靠性。

据国际航空数据统计,在目前所发生的航空事故中,80%以上的事故都与人为因素有关。所以,在航空器设计和制造技术趋于完美的今天,降低事故率首要的方法应该是减少人的差错,消除或控制导致人为差错的各种可能因素。这是当前世界各国广泛开展民航人为因素研究的缘由。

本书以立足民航、着眼国际、围绕原理、突出应用为指导思想,针对国际航空人为因素研究的主要领域的基本理论、研究现状以及发展趋势进行了探讨。全书分为五章:第1章主要介绍了人为因素、航空人为因素的发展史以及人为因素的相关概念;第2章以认知心理学为主线,着重介绍了人在认知过程中各个层面上表现出的能力、局限性以及可能带来的风险;第3章介绍了几种典型的人为因素分析模型及其应用条件,为事故调查中的人为因素分析提供帮助;第4章从人机工效角度介绍了驾驶舱人机界面、驾驶舱环境以及自动化的设计需要考虑的因素;第5章介绍了人为因素在现代民航安全管理上的应用,主要包含团队资源管理、产品寿命周期中涉及的人为因素以及安全文化等方面。

本书主编李学仁:空军工程大学航空航天工程学院院长,教授,硕士导师,主要从事航空安全和检测技术研究;杜军:空军工程大学航空航天工程学院检测技术与状态监控教研室主任,副教授,硕士导师,主要从事飞行数据挖掘和分析工作;罗敏:中国民航科学技术研究院工程师,主要从事民用航空安全人为因素研究、安全管理研究。

本书主要由中国民航科学技术研究院罗敏(负责编写第1~第3章)、戎梅(负责编写第5章)两位工程师,北京航空航天大学王黎静教授(负责编写第4章)共同策划

编著。本书由罗敏、戎梅审校,杜军终审。

此外,中国民航科学技术研究院李敬对本书的撰写提供了技术支持和有价值的评审,在此深表感谢。

作者

目 录

第1章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 人为因素学的发展历程	1
1.3 航空人为因素研究的发展	2
1.4 人为因素定义和研究领域	5
第2章 人的局限与能力	8
2.1 概述	8
2.2 视觉局限和能力	9
2.2.1 人类视觉系统的工作原理	9
2.2.2 飞行活动中的视觉功能	10
2.2.3 进近和着陆过程中的视错觉	15
2.3 听觉局限和能力	17
2.3.1 生理机制	17
2.3.2 听力丧失	18
2.4 生理节奏、睡眠和疲劳	19
2.4.1 生理节奏	19
2.4.2 睡眠	20
2.4.3 疲劳	25
2.5 缺氧	28
2.5.1 缺氧原因	28
2.5.2 缺氧阶段	29
2.5.3 预防缺氧的对策	30
2.6 注意力	31
2.6.1 注意力相关概念	31
2.6.2 打断与干扰	32
2.6.3 减少打断和干扰的策略	33
2.7 前庭系统	33
2.7.1 生理机制	34
2.7.2 主要功能	35
2.7.3 前庭错觉类型	35
2.8 情景意识	37

2.8.1	定义	37
2.8.2	维持情景意识	37
2.9	记忆	39
2.9.1	感官记忆	39
2.9.2	短时记忆	40
2.9.3	长时记忆	41
2.9.4	工作记忆	42
2.10	决策	43
2.10.1	影响决策的因素	43
2.10.2	提高决策质量的方法	44
2.11	工作负荷	44
2.11.1	工作负荷定义	45
2.11.2	工作负荷的测量评估	45
2.11.3	工作负荷、工作量和绩效	46
2.12	压力	47
2.12.1	压力源	47
2.12.2	压力症状	48
2.12.3	管理压力	49
2.13	态度	50
2.13.1	反权威(别告诉我该怎么办)	50
2.13.2	冲动(这有什么可想的)	50
2.13.3	侥幸心理(这不会发生在我身上)	51
2.13.4	大男子主义(我能处理好)	51
2.13.5	顺从(有什么用呢)	51
2.14	生活方式	51
2.14.1	药物对飞行安全的影响	52
2.14.2	营养和饮食习惯对飞行安全的影响	55
2.14.3	身体锻炼对飞行安全的影响	55
第3章	人为差错	56
3.1	人为差错定义及相关概念	56
3.1.1	人为差错	56
3.1.2	违章	57
3.1.3	失误	57
3.1.4	组织差错	58
3.1.5	失效	58
3.2	人为因素分析模型	58
3.2.1	SHEL 模型	58

3.2.2 Reason 模型	61
3.2.3 民航不安全事件人为因素分析模型(OHFAM)	65
第4章 人机工效方面的研究	72
4.1 驾驶舱人机界面.....	72
4.1.1 发展历程	72
4.1.2 驾驶舱人机界面设计的工效研究内容	77
4.1.3 驾驶舱人机界面系统的发展趋势	80
4.2 驾驶舱环境.....	82
4.2.1 驾驶舱环境对人的影响及相关设计要求.....	82
4.2.2 驾驶舱环境的发展	87
4.3 驾驶舱自动化.....	88
4.3.1 使用自动化的原因	89
4.3.2 自动化的分级	90
4.3.3 自动化带来的问题	91
4.3.4 自动化系统设计和研究	93
第5章 航空安全管理上的应用	96
5.1 团队资源和威胁管理.....	96
5.1.1 个人与团队	96
5.1.2 团队资源管理.....	100
5.1.3 威胁与差错管理.....	106
5.2 产品生命周期中的人为因素	113
5.2.1 产品生命周期.....	113
5.2.2 产品生命周期中的人为因素规划	115
5.3 安全文化	123
5.3.1 组织安全	123
5.3.2 航空安全文化内涵.....	124
5.3.3 安全文化建设现状.....	133
参考文献	137

第1章 绪 论

1.1 引 言

人为因素不是一门独立的学科,而是由多种学科综合发展而来的,从最初涉及到的航空医学和临床心理学,到社会心理学和认知心理学,再到工效学和社会学。实际上,这些学科帮助界定了人为因素中的各个“研究领域”。举例来说,航空医学强调的是运行人员的健康;临床心理学是为了挑选满足其特殊工作性质要求的人员;社会心理学的引入是因为很多工作是一种团队行为,需要配合和协调;认知心理学使得人们明白如何管理知识以及形成专业知识,并做出决策;工效学的出现则是因为看到了航空器设计中需要考虑的各种人机交互问题;而社会学的加入是因为明白了必须采用系统方法来看待个体行为。

个体和团体的能力和局限会对飞行安全造成哪些危险?航空业发展中,解决技术任务后存在哪些人为因素问题需要解决?这是当前航空人为因素研究致力解决的两个重点。如今,如果仔细观察各大研究机构的职责划分和研究范围,不难看出,航空医学和心理学工作者已经逐步退出了人为因素的研究舞台,而逐渐被计算机和系统工程师占据。出现这种现象的原因很简单:人为表现研究即人的能力和局限研究以及人为差错的研究在航空安全研究的初期就已经被关注了,航空医学和心理学在前领路,发展到今天,已经形成了稳固的人为因素理论基础。而后发展起来的两门学科:一是人机工效学,很大程度上发挥了这些理论知识的价值,更能快速、直接地体现人为因素在设计、生产、使用和维护阶段的作用,因此越来越受到安全管理者的偏爱;二是系统工程学,强调了在产品的全寿命周期内,以事故预防为目的的系统安全方法,在系统概念阶段就进行安全分析和危险控制,更受到了广泛的赞同和关注。

上述内容仅仅是为航空人为因素的研究领域开了一点儿门缝,接下来本书将逐渐为读者打开这扇大门,完整、系统地介绍国际航空人为因素的主要研究领域、研究现状和研究成果,提供关于人为因素的知识体系的简明参考资料,旨在帮助读者形成系统的人为因素概念,教会读者如何注意在实际工作中运用人为因素知识,提高安全生产、运行和维护的效率。

本书将有关航空人为因素方面的主要著作进行了详细的研究和归类,甄选有关航空人为因素的权威资讯和重要文献,为已经或即将从事航空制造、航空医学以及安全管理等方面研究、工作的读者提供全面、实用的信息。但是,作为一门正在发展的综合学科,还有更多的内容和细节在未来等待我们共同学习、彼此促进,进一步完善。

1.2 人为因素学的发展历程

正如引言中所描述的,人为因素学并不是一门独立的学科,它的形成和发展主要依靠

心理学和人机工效学的发展。

人类首次制造工具始于 5000 多年前,将斧头手柄制作成适合于手的大小和形状以便提高工作效率,可视为人为因素的早期运用或萌芽。19 世纪八九十年代,Tilor 和 Gibureth 在工业界分别开展了对时间知觉和运动知觉的研究;Golton 和 Cattell 则分别对人类的智力差异、感觉与运动能力产生了浓厚的兴趣。这些研究试图探索人类时间知觉与运动知觉的形成机理及其影响因素,以及人类智力的遗传与环境、教育等问题,它们可被视为人为因素研究的开端。

第一次世界大战(1914 年—1918 年)的爆发促进了人为因素研究的发展,使它成为提高工作质量和进行人员选拔的必要手段。例如,美国在 1917 年—1918 年招收的两百万新兵中实施了智力测验,以便将他们更好地分配到军队的各个岗位上。英国皇家空军飞行员基于他自己在第一次世界大战期间的亲身经历和观察,于 1918 年发表了《成功与失败飞行员的基本品质》一文,指出了好的飞行员应该具备的品质。这些研究虽然并不深入,没有离析出定量的指标,但它为人为因素在此领域中的应用播下了种子,同时也为后继的飞行员心理选拔研究奠定了基础。

在人为因素理论发展的一百年历史中,一个重要的里程碑是 1924 年—1930 年在美国西方电气公司霍桑工厂所进行的研究。该研究表明:与工件本身没有直接联系的心理因素可以对工作效率产生影响,这就是著名的“霍桑效应”。由此派生出了“工作动机”这一重要的新概念,它标志着人们新思想与老观念的分离,“霍桑效应”和“工作动机”的研究使人们开始重视人与机器的相互关系。

第二次世界大战(1939 年—1945 年)的爆发进一步推动了人为因素研究的发展。在此期间,仪器和设备操作的复杂化程度日益突显,操作者必须付出很大的努力才能应付,这便要求采用更为科学的手段来进行人员选拔和训练以解决问题。在这一时期,剑桥大学心理学实验室研制出了“座舱模拟器”,即“剑桥座舱”。从该模拟器得到的实验结果表明:人的技能性行为的效率在很大程度上取决于设计、布局;要使操作效率达到最佳,就必须使机器符合人的特点,否则便可能得到相反的结果。例如 1947 年,美国开展了“三指针高度表”误读倾向的研究,这常常被后来的研究者们用来作为说明设备设计不良诱发飞行员错误的一个例子。1940 年人们首次将几起飞行事故定性为人为失误,35 年后,这一观点得到国际航空运输协会(IATA)的肯定。

人为因素作为一门学科创立,应归功于英国工效学协会(1949 年)和国际工效学协会(1959 年)的诞生,它们的诞生促进了工效学的规范化。1957 年美国成立的人为因素协会后来成为了国际工效学协会的一个重要分支机构。自此以后,这些协会每年定期召开学术会议,并创办了自己的刊物,使该领域的研究与学术交流全球化。

1.3 航空人为因素研究的发展

相比人为因素学,航空人为因素在第二次世界大战期间才开始得到应用。早期关注的航空人为因素问题多是噪声、振动、温度和速度对人的影响,后来逐渐向航空任务的认知方面扩展,研究人们在复杂工作环境中的角色优化并涉及人为表现的所有方面。为了使设计出的飞机能够更好地被飞行员所使用,设计者根据人的特性设计驾驶舱仪表和操

纵系统;发现了航空雷达兵在长时间地注视雷达以后会出现注意警觉性降低,从而脱漏信号的现象;英、美等国为了提高其空军飞行员的基本素质,开始了人员选拔的研究。

为了描述人为因素在民航领域应用的历史,需要先给读者建立一个整体思路,在此引用 1999 年 ICAO 理事会前主席阿萨德·柯台特博士对航空人为因素发展在航空界经历的三个阶段的精辟概述。

第一个阶段从航空最初兴起到 20 世纪 70 年代,认为只有“超人”能胜任飞行工作,注重人员的选拔和培训,以期望选出“最优”的飞行员;第二个阶段为 20 世纪 80 年代的人为限制时代,认为需要更多的技术改进和新技术开发来抑制人为差错,但同时航空安全专家也注意到,无论如何注重加强培训,也避免不了因技术更新附加的额外任务引起的新失误,换言之,人的失误能够击败设计最精良的技术性安全防护手段;第三个阶段从 1995 年后至今的人为策略时代,航空安全专家意识到失误本身是不可避免的,但它可以作为研究人的认知策略的一种方式,也因此提出了加强事故预防的风险管理机制方案。概括起来说,航空人为因素不仅局限在个人的表现层面,而应包括人和技术之间、人和其所属的组织机构之间的相互作用,要从系统、组织角度来解决航空安全问题。

为了更好地解读上述三个阶段,本书将带领读者回顾航空人为因素发展史上的重大事迹和研究成果。

在民用航空发展的早期,由于当时的资源状况和技术水平不高,航空技术存在显而易见的需要改进之处,人们关注的更多的是技术开发和改进。随着科技的进步,民用航空安全状况出现了新的问题,此时虽然硬件技术得到了长足的进步,但航空事故率却仍然居高不下。经过对航空事故分析发现,人为因素在航空事故的诱发因素中所占的比例高达 80% 以上。由此航空界对安全问题的认识产生了一次大的飞跃,人为因素引起广泛重视,并由此引发了航空安全管理的一系列变革,解决航空安全问题的主要方式开始由技术角度转变为从人的角度解决。这就是航空人为因素的初始阶段,注重人员的选拔和培训,以期望选出“最优”的飞行员。

1971 年,英国的罗福堡大学开设了为期两周的“运输机操作中的人为因素”短期课程。此后,阿斯顿大学和美国的南加利福尼亚大学也相继效仿。

1975 年,IATA 二十世纪技术会议是民用航空人为因素研究的一个重要转折点。该会议上提出:“人为因素在民用航空中的运用至今仍然没有得到应有的重视,这种对人为因素的忽视将有可能引起操作的失误或使设计出的飞机不适合飞行员的操作。最糟糕的是,这种态度将引起重大灾难”。此次会议标志着人为因素的重要性已得到民航界官方的认可。

与此同时,美国联合航空公司建立了一套非惩罚的事故报告系统。1976 年,美国联邦航空局(FAA)和美国国家航空航天局(NASA)以此为模型建立了航空安全报告系统(ASRS),此系统对每起事件提供了客观的报告,它不以惩罚为目的,从而能够客观真实地找到发生事件的内在原因。这一系统的建立,为航空管理和研究机构深入开展人为因素的研究工作以及有效地减少人为因素造成的事故提供了重要的保证。

1977 年,航线运输驾驶员协会国际联合会(IFALPA)在一部分民航界人士和飞行员的呼吁下,在华盛顿召开了人为因素专题讨论会,最后指出:“在频繁的失误面前,运用人为因素的知识问题已受到普遍的关注……但在许多商用航空领域里,人为因素的专业

知识仍然匮乏”。在上述会议的影响下,荷兰皇家航空公司开设了第一个针对其职员和飞行员的“人为因素意识课程”,它具有规模大、耗资少、有专门的教学大纲及教材等特点。

20 世纪 80 年代,当时的 FAA 局长指出,“我们花了 50 年的时间在硬件上,现在硬件已非常可靠了,如今该是与人在一起工作的时候了”。国际民航组织(ICAO)指出:“在过去的十年里,航空安全的局势已较以往有了长足的进步,且维持在一个相对稳定的水平上,但人为原因的航空事故却仍然居高不下。在目前的形势下,只要能够对人为因素加以改善,就将在很大程度上减少航空事故的发生”。因此,从这个时期开始,不少国家将人为因素列为一门科学进行专门研究。

美国是国际上由官方组织进行人为因素研究最早的国家。他们最初将精力集中在飞行员和管制员的人为差错方面。1979 年由 NASA 提出并在泛美航空公司首先开展的驾驶舱资源管理(CRM)培训,很快在全世界得到推广。1988 年,Aloha 航空公司的一架波音 737-200 飞机的机身前段上蒙皮在飞行中突然撕裂,唤醒了人们深入开展维修和检查中的人为因素研究。同年,FAA 应国会要求编写了《战略项目计划》。次年,又制定了《民用航空人为因素国家计划》,其任务是开展以人为中心的应用研究,开发满足航空制造商、研究机构和政府部门要求的解决航空安全问题的新方法。此外,欧洲联合航空局(JAA)也提出了《安全战略动议》,在人为因素研究和应用方面取得了一些成果。

作为国际民航的代言人,ICAO 对航空人为因素问题的重要性也早有察觉。在 1976 年的 ICAO 大会决议中,就要求各成员国注重人为因素方面的研究。随后,ICAO 出版了一系列有关人为因素的指导性材料,又组织了多次国际研讨会,试图通过这些努力推动世界航空界对人为因素问题的探索。1986 年确立了发展人为因素计划的基础,即提供在各成员国的经验基础上,开发人为因素培训材料和措施,使成员国更加了解航空中人为因素的重要性,并使成员国对人为因素问题的反应更加迅速。同时,ICAO 成立了由不同背景、不同研究方向和代表不同地区的国际航空界专家组成的安全与人为因素小组。在 1986 年的该组织年会上,通过了飞行安全和人为因素方面的决议(A16-9);1988 年发布了关于“飞行安全与人为因素”决议(A26-9);1991 年 9 月,ICAO 在蒙特利尔召开的第十次航行会议上,强调了人为因素在未来空中交通管制系统设计和过渡阶段中的重要影响,并指出“自动化在减少人的差错方面存在着巨大潜力”,建议在开展人为因素研究时,一定要将新航行系统的使用和过渡方面的课题纳入其中。按照此次会议的建议,ICAO 航行委员会同意修改 A26-9 号决议的内容,将新航行系统纳入人为因素工作之中,重点放在新航行系统相关的人机界面上。简单回顾下,ICAO 在国际民航公约附件 1《人员执照的颁发》(1989 年)、附件 6《航空器的运行》(1995 年)、附件 13《航空器事故调查》(1994 年)中,都先后增加了人为因素要求。

20 世纪 70 年代末 80 年代是航空中人为因素研究及其应用迅速发展的时期,驾驶舱资源管理(CRM)、面向航线的飞行训练(LOFT)、人为因素训练大纲等类似训练内容得到快速发展。这个时期,人为因素研究集中于优化个人的表现,主要通过培训、制定规章和程序等规范个人的操作行为,提高个人的操作能力,同时努力通过改进设计来消除失误。用机器功能替代人的功能,将人的干预减少到最低限度,从而将失误的机会减少到最低限

度,这是一种从个人角度来消除失误的方法,是一种被动的解决航空安全的方法,被称为以人为中心的安全理论。

进入 20 世纪 90 年代以后,对个体的操作能力已经给予重视。但是,人不是在真空中工作的,而是在所处的社会背景下实践的。换句话说,单个人的行为是依照组织设计并要求其个体执行的规定和程序而表现的,因此系统中的人为差错可能是设计不严密、训练不够、检查单或手册的概念不准确或组织存在缺陷等原因引起的。那么,只有通过研究人的不佳表现或人为差错事件内隐含的系统深层次的缺陷,并将产生这些缺陷的原因和影响因素加以改进,才能达到预防事故的目的。从系统和组织的角度来解决航空安全问题,这种主动地解决航空安全的方法,就是系统安全的理论,也是当今航空人为因素研究的主导理论。

以 ICAO 的近几十年的举措为例,1998 年,ICAO 编辑出版了《人为因素训练手册》(ICAO Doc9683 – AN/950),指导各成员国开展人为因素方面的培训。2000 年,出版了有关空中交通管理的人为因素指南(ICAO Doc 9758 – AN / 966),增加了人为因素在现在和未来运行环境中的作用,侧重在未来通信导航监视及空中交通管理 CNS/ATM 系统中人为因素问题对系统设计、过渡和使用中的影响;随后在《航空器运行文件》(ICAO Doc 8168)、《空中规则与空中交通服务》(ICAO Doc 4444)和《运行手册的编写》(ICAO Doc 9376)中加入了有关人为因素的条款。2009 年,ICAO 秘书办组成了疲劳风险管理体系(FRMS)工作组,正式提出 FRMS 的概念,并开始制定有关的国际标准、建议措施,以及 FRMS 手册等,以推动航空运营人采纳并实施 FRMS,同时方便各国民航当局评估、监督 FRMS 的运行。

中国的航空人为因素研究起步较晚。由于我国不是航空器的生产制造国,特别是在人机工效领域,国内几乎没有研究,但是这并不阻碍民航业界在安全管理层面对人为因素的理解、研究和应用。

2001 年,民航局开展了《民用航空人为因素研究及应用》研究,从机组资源管理、航空器维修、空中交通管制、安全政策和企业安全文化五个方面分别描述了人为因素的特点及对安全的影响,并编制人为因素培训教材。2007 年,中国民航飞行学院经过十年的努力,完成了“CRM 训练”课题的研究。该项研究构建了完整航空人为因素/CRM 理论体系、训练与评价方法,撰写出版了多部航空人为因素著作,开发了 B737 机型 CRM 模拟机训练程序和训练手册,设计并实施了初教机 CRM 训练实验,对五千余名飞行员进行了培训。2008 年,中国民航科学技术研究院开发了适用于我国国情的不安全事件人为因素分析模型,并形成了相应的检查单和数据库软件系统,为行业安全管理和不安全事件调查中推广和贯彻人为因素的系统思想和方法提供了依据和参考。

1.4 人为因素定义和研究领域

“人为因素”,很多人称为“人的因素”,是由英文 Human Factors 翻译而来的。在英文中 Human 一词含有“人的”和“人为”概念。在中文中,“人的因素”通常是指与人有关的任何因素;“人为”是指人力所为,与天然、自然相对,并有由人所造成、不应当的意思,因此“人为因素”通常指人所做的,但更强调与人的弱点相关的那些因素。“人的因素”和

“人为因素”的实质内容没有区别,在我国安全生产管理界和民用航空界更多地使用“人为因素”一词。

关于人为因素的定义有很多。例如 Edwards 教授提出人为因素是通过系统地应用人为科学,在系统工程框架中优化人与其活动的关系;系统工程学中的人为因素概念指明在相互影响的工程领域中的工作人员必须做出决策时,人为因素专业人员应试图理解他们的目标、方法、困难和限制;人类学中的人为因素是研究人的机体和本性、人的能力和极限以及人在单独工作与作为团队工作时的行为;澳大利亚交通运输局(ATSB)将人为因素定义为一种多种类的学科,目的是把人为表现的能力和局限的有关知识应用到产品和系统的设计、运行、维护过程中。

在此,本书将参照 ICAO 在 227 通告中给出的人为因素的权威性定义,具体如下:

人为因素学是关于人的科学,研究工作和生活中的人的表现(能力和局限),以及人与人、人与硬件(设备)、软件(程序、手册等)和周围环境之间的关系。航空人为因素涉及航空系统中人的所有表现,其根据系统工程原理,通过系统地应用人的科学,以寻求人的最佳表现,实现安全和高效两大目标。

根据定义,这其中有三个基本要点,分别是:

(1) 人是航空系统中的核心,也是最关键的要素。因此,人为因素中最关键的一点是理解人为表现的能力和局限,以及人在单独工作和团体工作时的行为表现。

(2) 人为因素研究内容主要是解决人与人、人与硬件、人与软件、人与环境之间的关系界面问题。其中,人与人的关系界面是指人与人之间的交流与沟通,包括个人与所属团队和组织之间的相互影响,以及构成航空系统的各组织间的相互影响。

(3) 人为因素研究应该采用系统的观点和方法,即人们在相互影响的系统中工作时,需要充分理解系统工作的目标、运行的方法、所存在的困难和局限,积极主动地寻找系统中的缺陷(隐患),对系统中存在的安全隐患进行分析和评估,有针对性地采取措施,以提高系统的安全性和有效性,预防事故发生。

如引言中所述,人为因素涉及了诸多学科,其本身是一门跨学科的科学,但是每个学科本身又有其独特的意义,成为人为因素研究的工具,以下将描述各种学科对人为因素研究的贡献。

(1) 心理学:关注的是特定领域内感官特征、信息处理、动机、情绪、研究方法、精神运动技能的心理成因,以及情绪和环境压力对人表现的影响。

(2) 生理学、医学和航空医学:主要关注环境系统、饮食和营养、环境因素对人的影响和要求的确定;关注疾病、药物对人的影响,以及人在高空低气压环境中身体状况和药物对行为、运动的影响;关注人体生理类型、特征、生物力学运动生理学。

(3) 工程学:关注的是应用领域的显示器和控制器设计、控制系统设计、复杂系统设计、光学系统设计、模拟机设计与人的友好交互等问题。

(4) 系统工程学:关注的是在技术日趋完善、自动化水平不断提高、系统复杂性不断增加的民航系统中人在系统中的作用,以及系统对人的错误操作的容错性、防错能力和系统对相关环境、系统的相容性。

(5) 社会学:关注的团队的组成以及在紧急情况下的行为。

(6) 统计学:通过正确分析、研究或归纳调查数据,总结共性问题。

从上述学科可以看出,人为因素研究主要是借用以上学科的知识,以解决在生产实践中可能发生的人类表现不佳的实际问题,具有很强的实践性。因而大多数情况下,人为因素研究作为一项项目而独立存在。

综合这些项目的类型,本书将国际航空人为因素研究领域归纳为四个方面,分别是人的能力和局限、人为差错、人机工效和在航空安全管理上的应用。这些研究领域的具体内容在接下来的章节中将分别介绍,其中:第2章人的能力和局限将从认知心理学的角度,探讨个体的生理机制所决定的能力和局限以及可能造成的风险;第3章人为差错将介绍几种典型的人为因素分析模型的理论基础以及其各自的应用条件;第4章人机工效将介绍人为因素相关知识是如何体现在驾驶舱人机界面设计、驾驶舱环境以及自动化设计方面的;最后,第5章航空安全管理上的应用将侧重介绍人为因素知识是如何应用到现代航空安全管理中的。

第2章 人的局限与能力

2.1 概 述

现在的飞行安全性、可靠性、舒适性以及系统运行效率如此之高,这在半个世纪前,是人们不可想象的。人们往往把这些进步归功于科技发展,而航空系统中的“人”则被看作是阻碍因素,尤其在涉及安全的领域。

对于“人”来说,上述观点是很不公平的。从20世纪50年代起,随着人体工程学和航空医学的发展,多年来一直把飞行员看作是从未成长变化的黑匣子,受到自身的感知、智力和心理素质表现方面的局限,更不要说这种表现还具有叫人无可奈何的不可预见性。随着现代心理学的发展,研究人员着重研究人的实际行事能力。他们指出,人的表现在一定的环境下是脆弱的,但人也同样具有很大的能力。换句话说,只要人们能对所处的环境有足够的控制,有充裕的时间去计划行动,之前有适当的培训,他们就能够去理解、学习、适应并随机应变。这些特点使“人”成为达到当前航空系统安全目标的至关重要的因素。

因此,了解人的局限和能力以及可能造成的风险是航空人为因素研究的基础。这也是本章的主要内容。

按照认知心理学的观点,人的行为是认知过程的结果。认知过程是人对外界感知信息进行觉察、记忆、理解加工,然后准备和控制行为的过程。简单地说,就是信息从输入,经过处理到输出,再由输出反馈到输入的循环过程,如图2-1所示。

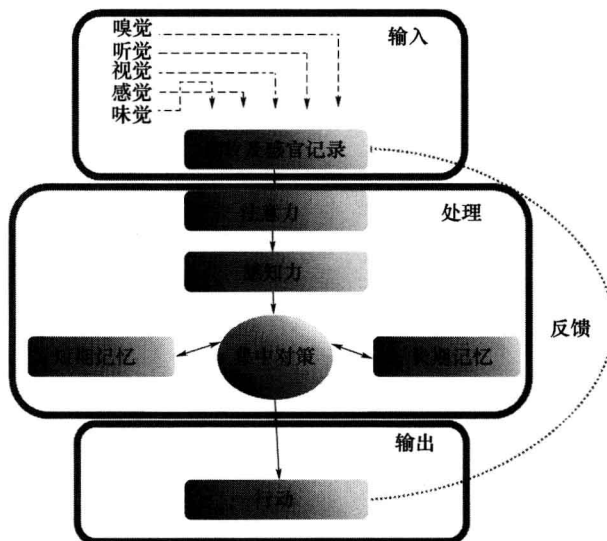


图 2-1 认知过程