

KONGZHONG JIAOTONG
GUANLI ZHONG
REN DE YINSU



空中交通管理中 人的因素

李宗冀 罗晓利 编著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

国家自然科学基金资助项目：60472128

空中交通管理中人的因素

李宗冀 罗晓利 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

空中交通管理中人的因素 / 李宗冀, 罗晓利编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2009.2
ISBN 978-7-5643-0202-3

I. 空… II. ①李…②罗… III. 空中交通管制—研究
IV. V355.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 023538 号

空中交通管理中人的因素

李宗冀 罗晓利 编著

责任编辑	万 方
特邀编辑	刘 恒 牛 君
封面设计	本格设计
出版发行	西南交通大学出版社 (成都二环路北一段 111 号)
发行部电话	028-87600564 87600533
邮 编	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸	170 mm×230 mm
印 张	15.875
字 数	293 千字
印 数	1—1 500 册
版 次	2009 年 2 月第 1 版
印 次	2009 年 2 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5643-0202-3
定 价	40.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前言

安全是民航永恒的主题，是民航文化的灵魂。就国家大局来说，航空安全事关人民群众的生命财产、社会稳定、国家安全以及国家经济建设；就民航整个行业来说，安全工作是民航所有工作的重中之重，是用血的代价换来的经验教训。安全形势好，其他工作就能有条不紊地开展；安全出了问题，全行业的正常工作，尤其是行业形象和整体效益就会受到影响。对民航空管来说，安全是其工作的宗旨和发展的基础。

毫无疑问，“人”是航空“人-机-环境”复杂系统中占主导地位的第一要素，空中交通管理（以下简称空管）中的人的因素问题也不例外，这一点可从现有的空管差错中人的因素所占比例得到证实（李京利等，2005）。ICAO 等国际性民航组织的研究结果也表明：3/4 以上的航空事故都是由人的因素造成的，而空管员及空管活动关联者作为飞行活动的重要保障，对于确保飞行活动的安全、高效起着举足轻重的作用。正是基于对人的因素在空管活动和空管安全管理中重要性的认识，世界民航发达国家已经广泛深入地对空管中人的因素进行研究，一些研究成果也已在空管设备设计和制造以及空管工作中得以应用。

在 2008 年民航工作会议上，中国民航局李家祥局长在阐释“持续安全理念”时也多次提到与人的因素有关的民航安全管理工作思路，他指出，落实持续安全理念是个系统工程，从工作思路上讲，要在“四个体系”的建设上下工夫；就理念体系而言，主要是牢固树立系统安全观念、过程安全观念、全员安全观念和统筹安全观念；进一步明确了民航安全管理工作下一步的努力方向是人文内涵式管理，即伴随着社会进步，通过安全理念的创新，提高人的整体素质，促进人的全面发展，建设良好的安全文化，实现由“要我安全”向“我要安全”的更高的安全管理层次转变，使安全管理变为人文需求与人文自觉。

空管中人的因素的研究最早可追溯到 20 世纪 50 年代，但比较系统的研究则是 80 年代以后的事情。从文献报道和 ICAO 对空管人因的重视程度上看，国际上对空管人因的系统研究始于 80 年代中期以后，是与 ICAO 一系列决议、咨询通告的发布以及出版物的出版分不开的。

2004 年，“中国民航人误分类分析系统的研究”在国家自然科学基金委员会立项（项目负责人：罗晓利，编号：60472128），其中“空管人误的分类分析”

是本课题研究的重要组成部分。同年，西南空管局因应民航空管工作的需要，在李宗冀局长的领导下联合中国民航飞行学院有关专家组建了“民航空管人因训练体系的开发和应用”课题组。经过课题组近四年时间的努力工作，“民航空管人因训练体系的开发和应用”已于2008年11月结题，“中国民航人误分类分析系统的研究”亦将在近期结题。本书是以上述两个课题为依托，总结课题研究成果，并参照国际上相关文献资料编写而成的。它既可以作为空管学员学习空管中人的因素的教材，也可作为在职空管员在岗培训的学习材料。对于空管模拟机人因训练程序设计和从事空管人因研究的人员来说，本书亦具有较高的参考价值。自2006年10月，本书初稿的编写完成后，已先后五次对西南片区200余名在岗管制员、管制业务骨干以及新管制员进行了培训，并根据他们的反馈意见对初稿进行了修订。

虽然，人的因素在民航空管工作中有着举足轻重的作用，我国也作了一些研究，但从总体研究水平和应用情况而言，与国际上航空发达国家相比还有较大的差异，没有步入持续研究和广泛应用的正确轨道。非常遗憾的是，我国民航迄今尚没有见到“空管人因”方面的专著或教材出版，这在一定程度上制约了空管人因理论和知识在民航中的普及和应用，对于民航管制员的培训也是非常不利的。在当前民航空管工作中“错、忘、漏”等人因问题突出、不安全事件屡禁不止的背景下，大力加强空管中人的因素的研究和应用已成当务之急。该书较全面地介绍了空管人因的基本理论和有关知识，深入浅出地分析了各类空管人因案例，对于防止空管工作中的“错、忘、漏”具有指导意义。本书的出版在一定程度上可以弥补上述不足，满足我国空管部门和空管人员培养单位对于空管人因学习的迫切需求。

作者在编写本书过程中的基本思路是：（1）科学性。即作为学术著作，其内容应该尊重客观事实，有关数据和图表等都应有据可查，对事件和现象的分析应采取科学、客观的态度。（2）实用性和针对性。与国内其他同类教材相比，本书主要针对民用航空中的空管工作实际，注重知识内容和方法的实用性，即根据形成空管职业能力和保障空管安全的需要取舍内容，针对空管工作中常见的人的因素问题展开讨论和分析，其目的在于使读者能学以致用。（3）逻辑性与系统性。在各章节、各段落之间，作者都较为注意行文逻辑的严密性和各章节知识单元的系统性。（4）新颖性与全面性。本书所编撰的内容主要选自近10年来ICAO和欧、美国家有关专家发表的学术论文、研究报告以及本课题研究所取得的研究成果，内容较新、覆盖面较广。

根据以上编写思路，本书的编写体系是：第一章“绪论”，其目的就是要为读者提供有关空管中人的因素的入门知识，为读者建构起本书的基本框架，

了解空管人因的发展历史和基本概念、空管任务的人因学分类等，为学习后续章节的内容奠定基础；第二章“空管人误的识别与控制”，其目的是使读者把握空管人误的识别与控制原理、知识和技术；第三章“影响管制员工作表现的心理因素”，其目的是使读者对影响管制员工作表现的心理因素有较为深入的认识；第四章“管制员的情景意识”，其目的是使读者了解管制员情景意识的基本含义和在管制工作中的作用，管制员情景意识的分类，情景意识测量方法，影响管制员情景意识的因素以及情景意识的管理和训练方法等；第五章“空管信息沟通”，其目的是使读者充分认识空管信息沟通的特点，分析该过程中可能存在的问题，进而积极采取措施，预防和消除可能存在的不良影响，充分发挥良好的信息沟通在空管工作中的积极作用；第六章“管制员的判断与决策”，其目的是使读者了解管制工作与判断和决策的关系，管制员决策的类型和模式，影响管制员决策的因素以及提高管制员决策的方法；第七章“班组资源管理”，其目的是使读者了解班组资源管理的基本含义、必要性，影响班组资源管理的因素以及提高班组资源管理效率的方法；第八章“应激与应激管理”，其目的是使读者正确认识应激、掌握应激管理的科学手段和方法，减轻其不利影响。

本书的出版由国家自然科学基金（项目编号：60472128）资助。民航局航空安全办公室刘亚军主任多次指示，“要把民航人为因素研究持续不断地开展下去”，并指派课题组罗晓利同志参加了2007年在美国Dayton举行的国际航空心理学研讨会，收集到了大量宝贵资料，在此深表谢意。作为科研项目成果之一的著作，离不开课题组全体同仁的通力合作和不懈努力。本课题组由以下人员组成：李宗冀、罗晓利、张瑞庆、王丽、徐小蓉、牟海鹰、李洪安、陈军华、王宏海、段昊、赖志坚、张卫东、牟华、曹锦锋。他们或参与了本书部分章节的撰写，或对本书的撰写和修订提出了具体的意见，对本书的出版都作出了积极的贡献。最后由李宗冀和罗晓利对全书进行了统稿。本书部分内容使用了民航航空管局、ICAO、FAA以及Eurocontrol的资料，在此一并表示感谢。

由于作者水平所限，书中不当之处在所难免，望广大读者批评指正。

李宗冀 罗晓利
2009年2月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 空管中人的因素的发展历史	1
第二节 空管人因的含义、研究对象、学科性质及相关学科	7
第三节 空管任务分析	10
第四节 空管人因的研究范围	17
第五节 学习空管人因的意义	19
附录 A 美、德空管中人的因素研究近况	21
第二章 空管人误的识别与控制	27
第一节 空管安全现状	27
第二节 空管工作中人的错误分析	38
第三节 空管中的威胁与错误管理	72
附录 A 1990—2003 年中国民航 152 起小于间隔飞行事件的 分类统计报告	90
第三章 影响管制员工作表现的心理因素	102
第一节 认知过程与工作表现	102
第二节 注意与工作表现	111
第三节 个性与工作表现	116
附录 A 气质调查表	123
第四章 管制员的情景意识	126
第一节 概 述	126
第二节 影响管制员情景意识的因素	137
第三节 情景意识的管理与训练	150
附录 A 案例分析	155
附录 B 有关 ATC 的目标指向（面向目标）的认知任务分析例子	156

第五章 空管信息沟通	164
第一节 概 述	164
第二节 信息沟通障碍	169
第三节 信息沟通障碍的预防与克服	173
第六章 管制员的判断与决策	178
第一节 空管系统中的判断与决策概述	178
第二节 影响管制决策的因素	187
第三节 提高管制决策能力的方法	198
附录 A 双岗制分工模型中的信息传递与交流	203
附录 B 空管中人的因素应用 —— 虚构案例分析	206
第七章 班组资源管理	210
第一节 概 述	210
第二节 加强班组资源管理的措施与方法	214
第三节 领导艺术	221
第八章 应激与应激管理	230
第一节 概 述	230
第二节 应激的管理	235
附录 A A, B 型性格与应激	241
参考文献	243

第一章 绪论

在空中交通管理的“人-机-环境”复杂系统中，人是首要因素。随着空管设备的可靠性提高，尤其是在空管自动化程度日益提高的情况下，人的失误造成的事故和事故征候占有很大比例。来自各方面（如 FAA，NTSB，ICAO 等）的统计数据均显示：人的失误造成的空管事故和事故征候以及空管事件高达 70% 以上。随着空中交通流量的增加，人的失误造成的空管事故与事件比例还会进一步增高。基于这样的安全形势，前美国联邦航空局局长 Admiral D.N. (1986) 先生指出：“我们已经花了 50 年的时间在硬件上，现在硬件已经非常可靠，应该是与人一起工作的时候了。”

本章作为本书的绪论，其目的就是要为读者提供有关空中交通管理中人的因素（Human factors in air traffic control，简称空管人因）的入门知识，为读者建构起本门课程的基本框架，了解空管人因的发展历史和基本概念，为学习后续章节的内容奠定基础。因此，本章的主要内容包括：① 空管人因的发展历史；② 空管人因的含义、学科性质及相关学科；③ 空管人因的研究对象和研究范围；④ 学习空管人因的意义。

第一节 空管中人的因素的发展历史

英国心理学家爱斯伯尔（Esper，1964）指出：了解过去是聪明地计划未来的唯一基础。通过学习空管中人的因素的历史，读者可以更好地把握该学科发展的历史脉络，更深刻地理解它的实质和意义，更好地预测它的未来。

一、人的因素的历史

人类首次制造工具始于 5 000 多年以前。将斧头手柄制作成适合于手的大小和形状以便改善工作效率，这是原始工效学的早期运用。但是，作为一门科学的人的因素却仅有一百多年的历史。

19 世纪 80 年代至 90 年代, 泰勒和吉布瑞斯 (Tilor, Gibreth) 在工业界分别开展了对时间知觉和运动知觉的研究。高尔顿和卡特尔 (Golton, Cattell) 则分别对人类的智力差异以及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, 人类智力的遗传与环境、教育因素的关系等问题。它们可被视为科学的人的因素的开端。

第一次世界大战的爆发极大地刺激了人的因素的发展, 使它成为提高工件质量和进行人员选拔的必要手段。譬如, 英国皇家空军飞行员 Rippon, 基于他在一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》的学术论文, 认为好的飞行员应该是: ① 富有灵感和幽默感的运动员型的人; ② 充满活力、富有激情并且合群的人; ③ 具有天生的巧手; ④ 具有勇敢与果断的意志品质; ⑤ 具有独立性等。这些研究虽然没有离析出定量的研究指标, 但它毕竟为心理学在航空领域中的运用播下了种子, 同时也为后继的飞行员心理选拔研究奠定了基础。

在人的因素发展的百年历史中, 一个重要的里程碑是 1924—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接触的心理因素可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。过去, 人们将注意力集中在身体与机器的直接关系上, 但“霍桑效应”和“工作动机”的研究使人们开始重视心理与机器、心理与工作效率的关系。

第二次世界大战的爆发进一步推动了人的因素的发展。在此期间, 操作仪器与设备的复杂化日益明显, 使操作者必须尽最大努力才能应付。这样, 人员选拔与训练问题便要求采用更为科学的手段去解决。在这一时期里, 剑桥大学心理实验室研制了“座舱研究模拟器”, 即后人所称的“剑桥座舱”。从该模拟器所得的实验结果表明: 人的技能性行为的效率在很大程度上取决于设计和布局。换句话说, 要使操作效率达到最佳, 就必须使机器符合人的特点, 否则便只能得到相反的结果。1947 年, 美国也开展了对“三指针高度表”误读倾向的研究, 这常被人们用来说明设备设计不良、诱发飞行员错误的一个特例。

作为一门技术并有着自己特定研究对象的“人的因素”的创立, 应归功于英国工效学研究协会 (1949)、美国国际工效学协会 (IEA, 1957) 的诞生。它们促成了工效学或人的因素研究的制度化。1957 年美国成立的人的因素协会后来成为 IEA 的一个分支机构。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, 使该领域的研究与交流具有“全球化”的性质。

人的因素适用于广泛的领域, 除民航空管领域以外, 人的因素在核工业、化工工业、航天、工程设计、公共安全、海运和道路交通等领域已经得到了极

其广泛的运用。

二、空管人因的历史

人的因素在民用航空中的运用始于 20 世纪 70 年代,在空中交通管理中的运用则更晚。1975 年,国际航空运输联盟(IATA)20 世纪技术会议在伊斯坦布尔举行。在历经一周热烈而丰富多彩的讨论后,会议总结道:“人的因素的广博性质以及它在民用航空中的运用至今仍然没有得到应有的重视。这种对人的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。”许多人认为,伊斯坦布尔会议是关于民用航空中人的因素问题的一个重要转折点。它标志着人的因素的重要性已得到民航界官方的承认。它带给人们两点重要的启示:第一,在民用航空中对人的作用和能力存在着某种程度的误解;第二,在民航运输中,人的因素的基础教育依然几乎是一片空白。这两点启示告诫人们应尽快采取措施。

不幸的是,17 个月以后,伊斯坦布尔会议的预言还是成真了。特纳利夫岛事故为上述两点启示划上了一道醒目的着重号,似乎在敦促民航界给人的因素让出一席之地。在这次事故中,两架 Boeing 747 飞机在特纳利夫岛地面相撞,造成 583 人死亡,损失一亿五千万美元。这是除“9.11”事件以外,迄今为止世界航空史上最大的灾难,而事故的原因则完全是由一系列人的失误造成的。在这次事故中,除了飞行员的错误以外,管制员未能及时发现和纠正飞行员的错误也是该次事故的重要原因。

20 世纪 50 年代,著名实验心理学家 Fitts (1954)及其同事构建了 Fitts 模型,利用该模型开展的关于运动目标信号识别的研究对于空管设备设计和任务评估具有重要意义。迄今为止,该模型已在人机界面设计方面产生了巨大影响,成为空管设备设计和空管人误研究的重要参考资料。

1970 年,美国的研究表明,在空管领域的研究中普遍存在着重系统设计、轻空管人因研究的倾向。譬如,空管人因的研究对个人的性格和个体差异缺少注意,并认为一个问题只存在一个最佳答案,在看待和划分管制员技术时缺乏细致的工作。在空管人因的研究中,有些问题可以通过工效学实验进行定量研究,但有些问题却不能。譬如,管制员工作环境、空域设计、任务分析程序、雷达显示清晰度和代码、数据输入的影响等可以通过实验和测试来加以解决;而人的动机和需要的作用、引发疲劳的原因和结果、人机相互适应的问题和最大工作量的标准等则必须采用生理、心理学方法来解决。

从文献报道和 ICAO (International Civil Aviation Organization) 对空管人因

的重视程度上看,国际上对空管人因的系统研究始于 20 世纪 80 年代中期以后,是与 ICAO 的一系列决议、咨询通告的发布以及出版物的出版分不开的。概括起来,以下一些重大事件促成了空管人因研究的进一步深入和广泛应用。

1986 年,ICAO 大会通过了“关于飞行安全与人的因素的 A26-9 号决议”。航行委员会提出了以下目标:“根据各缔约国的经验,研究实用的人的因素材料和方法,并将其提供给各缔约国,使他们对人的因素在民用航空中的重要性更加重视,并做出积极的反应。另外,修订现有 ICAO 附件和其他手册中有关人的因素在目前和未来运行环境中的作用方面的内容,从而提高航空安全。特别要强调那些会影响未来国际民航组织 CNS (Communication, Navigation and Surveillance) /ATM (Air Traffic Management) 设计、更改和使用的人的因素问题。”

ICAO 于 1991 年 9 月 5 日至 20 日在蒙特利尔举行的“第十次航行会议”上,与会者“认识到了人的因素在未来空中交通管制系统设计和过渡阶段中的重要作用”,并提出“自动化在减少人的差错方面存在的巨大潜力”研究报告,建议“在开展人的因素研究时,尤其应将 CNS/ATM 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 空中航行委员会同意修改 A26-9 号决议内容,将未来航行系统中人的因素工作包括在内,重点放在 CNS/ATM 相关的人-机界面上。

1993 年,ICAO 发布了“空中交通管制中人的因素”的 241-AN/145 号咨询通告,描述了空管人因的一些基本问题,其中包括工作站设计和人员的选拔与训练。

1994 年,ICAO (Circular 249) 发布了 CNS/ATM 系统中的人因学问题咨询通告,介绍了以人为中心的概念。

1996 年,ICAO (Doc 9683) 出版了人因训练手册,第一部分介绍了航空中人的因素的概念;第二部分则给出了运行人员人因学训练大纲。

1997 年,ICAO (Doc 9758) 出版了空中交通管理系统人因学指南,该手册包含了为政府和设备供应商在空管设备设计技术和认证程序时融入人的因素原理的指导性意见。

1998 年,ICAO 出版了航线运行安全审计手册 (LOSA, Doc 9803, Doc 9806),该手册为营运者进行安全审计,获取日常营运过程中的安全数据提供了指南。航空安全审计目前已在航空公司、机场等民航领域内实施,我国民航亦于 2005 年在航空公司开始全面开展此项工作。在最近的文献中 (2007, 2008),已有关于建构空管安全审计体系的报道,所使用的审计工具和方法移植于 LOSA。

2005 年 10 月, ICAO 起草了空管中的威胁与错误管理 (Threat and Error Management in Air Traffic Control, TEM) 咨询通告草案, 于 2008 年 9 月正式出版。其主要内容包括: TEM 的概念框架, 包括定义、组成要素、威胁与错误的对策以及威胁与错误的后果; 空管中 TEM 的讨论, 包括定义、空管中的威胁和错误、不希望出现的状态以及实际 ATC 情景分析、将 TEM 融入安全管理以及日常运行监测中。

表 1.1 空管人因发展历史中的重大事件及其意义

年代	事 件	意 义
1954	Fitts (1954) 及其同事开展了关于运动目标信号识别的研究, 构建了著名的 Fitts 模型	对于空管设备设计和任务评估具有重要意义
1975	国际航空运输联盟 (IATA) 20 世纪技术会议在伊斯坦布尔举行	带给人们两点重要的启示: 第一, 在民用航空中对人的作用和能力存在着某种程度的误解; 第二, 在民航运输中, 人的因素的基础教育几乎是一片空白。这两点启示告诫人们应尽快采取措施
1977	特纳利夫岛事故发生, 两架 Boeing747 飞机在特纳利夫岛地面相撞, 造成 583 人死亡, 损失一亿五千万美元	这是除“9.11”事件以外, 迄今为止世界航空史上最大的灾难, 事故的原因完全是由一系列人的失误所造成, 这起事件促使民航界对人的因素研究引起重视
1986	ICAO 通过了关于飞行安全与人的因素的 A26-9 号决议	做出了研究和出版空管人因读物的决定, 特别要强调那些会影响未来 CNS/ATM 设计、更改和使用的人的因素问题
1991	ICAO 在蒙特利尔举行“第十次航行会议”。ICAO 空中航行委员会同意修改 A26-9 号决议内容, 将未来航行系统中人的因素工作包括在内, 重点放在 CNS/ATM 相关的人-机界面上。	与会者“认识到了人的因素在未来空中交通管制系统设计和过渡阶段中的重要作用”, 并指出“自动化在减少人的差错方面存在的巨大潜力”, 建议“在开展人的因素研究时, 尤其应将 CNS/ATM 系统的使用和过渡方面的课题纳入其中”
1993	ICAO 发布了“空中交通管制中人的因素”的 241-AN/145 号咨询通告	描述了空管人因的一些基本问题, 其中包括工作站设计和人员的选拔与训练
1994	ICAO (Circular 249) 发布了 CNS/ATM 系统中的人因学问题咨询通告	介绍了以人为中心的概念

续表 1.1

年代	事 件	意 义
1996	ICAO (Doc 9683) 出版了人因训练手册, 第一部分介绍了航空中人的因素的概念; 第二部分则给出了运行人员人因学训练大纲	为开展空管人因训练奠定了基础
1997	ICAO (Doc 9758) 出版了空中交通管理系统人因学指南, 该手册包含了为政府和设备供应商在空管设备设计技术和认证程序时融入人的因素原理的指导性意见。	规范了空管设备设计和认证过程的人因学监控
1998	ICAO 出版了航线运行安全审计手册 (LOSA, Doc 9803, Doc 9806)	为营运者进行安全审计, 获取日常营运过程中的安全数据提供了指南。在最近的文献中, 已有关于建构空管安全审计体系的报道, 所使用的审计工具和方法移植于 LOSA
2005	ICAO 起草了空管中的威胁与错误管理 (TEM) 咨询通告草案、内容包括: TEM 的概念框架, 包括定义、组成要素、威胁与错误的对策以及威胁与错误的后果; 空管中 TEM 的讨论, 包括定义、空管中的威胁和错误、不希望出现的状态、以 TEM 为基础的实际 ATC 情景分析、将 TEM 融入安全管理以及日常运行监测	为实现空管人误的识别与控制奠定了基础

三、我国民航的空管人因研究

受国际上空管人因研究和应用的影响, 针对我国民航安全形势, 我国民航在原局长杨元元的带领下, 于 2001 年启动了“民用航空中人为因素研究与应用”课题, 在科技部立项, 于 2004 年结题, 并获得国家安全生产科技进步二等奖、民航科技进步一等奖, 取得了丰硕的成果。该课题研究的范围涵盖了民航生产的关键领域, 划分为机组资源管理、空管人因、机务维护中人的因素三个子课题。在民航局空管局的领导下, 空管人因子项目组先后完成了以下内容的研究:

- ➔ 空管不安全事件的调研和数据的统计分析。
- ➔ 建立了空管不安全事件数据库。
- ➔ 组织了空管人因研讨会。

→ 编辑印刷了《空中交通管制中人的因素》教材。

2003—2005年,因应我国空管职业的需要,民航局空管局组织各地区空管局和中国民航飞行学院、民航学院的部分专家,开展了管制员心理选拔的研究,完成了管制员心理选拔系统的建构,分为计算机化的纸笔测试、情景化空管任务测试两种形式。主要内容涉及管制员能力倾向性品质测试和个性品质测试等,并很快在我国空管系统得到广泛运用。

值得一提的是,随着我国民航空管人因研究的深入和广泛应用,民航局空管局及各地区空管局日益重视对空管人因的研究和应用,在人员选拔、规章制度、安全管理以及人因培训等方面做了大量工作,涌现出了一批水平较高的学术队伍,从而为我国民航的空管人因的持续深入研究奠定了基础。

尽管如此,我国民航的空管人因研究与欧、美发达国家相比,起步较晚,差距较大。主要表现在以下三个方面:一是重视程度与欧美发达国家相比还不是很高;二是研究人员的数量和研究水平远远落后于欧美发达国家;三是研究成果较少,应用范围较狭窄,应用周期较长。2002年8~9月,笔者有幸参加了民航总局空管局组织的空管人因专家考察组,对美国联邦航空局(FAA)和德国宇航研究院(DLR)开展的空管人因研究及其运用情况进行了考察,在本书附录部分我们列出了基于该次考察报告撰写的论文,我国民航与欧美发达国家在空管人因研究方面的差距由此可见一斑。

第二节 空管人因的含义、研究对象、学科性质及相关学科

一、空管人因的含义及研究对象

空管人因目前尚没有一个统一的、令人满意的定义。虽然ICAO(1986)、Hopkin(1993)以及欧洲空管委员会(1996)分别对航空中人的因素、空管人因给出过定义,但从目前使用的情况来看,这些定义都不能使人完全满意。以下介绍的是几个具有代表性的定义:

广义的人的因素可定义为:影响人的表现的因素(欧洲空管委,1996)。按照ICAO的建议(ICAO Circular 227, 1986),航空中人的因素(Human factors in aviation)可定义为:是关于人的科学。其研究的范围涉及航空系统中人的一切表现。它常利用系统工程学框架,通过系统地运用人的科学知识,以寻求人

的最佳表现。它的两个相互关联的目的是安全和效益。Hopkin (1993) 在其《空管中人的因素》一书中将空管人因定义为：是关于空管人员的学科，涉及空管工作和生活环境中的空管人员本身，空管人员与设备的关系，管制过程与环境的关系，空管人员与空管人员之间的关系以及与其他人员的关系。空管人的因素包括空管系统中人的特性，它利用系统工程学框架，通过对人体科学的应用，以寻求人的最佳表现。其相互关联的目标是空管效率和安全。

根据上述定义和大多数学者的观点，罗晓利（2006）将空管人因定义为：是研究管制员行为及其影响因素的科学，研究的重点是空管中可能存在的威胁及由此可能诱发的管制员错误、错误产生的后果及错误管理的措施与方法。在这一概念中，比较明确地提出了空管人因的研究对象是研究管制员行为及其影响因素的科学，既包含了管制员行为表现，尤其是不良表现本身，由此产生的绩效或后果，也包含了诱发这些行为的影响因素，更为重要的是必须提出解决问题和错误的管理的方法。在这些影响因素中，既包含空管环境因素、设备因素、程序因素，也包括人际因素、个人局限以及社会文化因素。

值得一提的是，在经历了太多惨痛教训以后，人们越来越认识到：人是空管系统的关键因素，即便近年来空管设备自动化程度的提高在一定程度上减少了人的错误的发生率，但人始终处于空管系统的中心地位，空管设备的发展和完善的管制程序以及良好的空管环境只有在被管制人员熟练掌握、合理使用的情况下才能发挥出应有的作用，先进的空管设备、管制程序以及良好的空管环境仅仅是提高管制员工作能力，减少人的失误的工具和条件。要达到安全、高效管制的目的，必须对人的局限、空管中存在的威胁进行研究，在此基础上提出有效的管理方法。

二、空管人因的学科性质

空管人因是一门由多学科组成的交叉性边缘学科，兼具空管方法学或哲学和空管应用科学的学科性质。

（一）空管人因是一门由多学科组成的交叉性边缘学科

从学科构成成分来说，空管人因吸取了航空心理学、航空工效学、航空医学与生理学、人体测量学、生物力学、事故调查学与统计学、空中交通管制学科基础理论等多学科的知识与理论以及技术，并与空管实际紧密结合起来，以解决空管中的人的因素问题。因此，我们说它是一门由多学科组成的交叉性边缘学科。

1. 航空心理学 (aviation psychology)

航空心理学是研究航空系统设计和操纵中人的行为的科学。它通过研究特定环境中的人的行为,了解人的内部心理过程和心理状态以及动机、情绪、个性等心理现象。在早期,航空心理学的研究重点是从业人员的心理选拔;而现在,其研究的重心已移向了航空设备设计的心理学原理,判断与决策、应激与应激管理、个体间交流、班组协调与配合等问题。它不断地从心理科学和其他相关学科中吸取养料,从而使该学科在空管人因科学中起着日益突出的作用。从全球范围内从事航空人因的专家来看,大多数都来自航空心理学家,几乎所有航空人因著作和研究成果都是由航空心理学家完成的。由此可见,航空心理学在空管人因科学中所占的地位。霍金斯、金森以及理查德(1987, 1991, 1995)指出:随着航空自动化程度的增高,对信息的监视与控制将会变得越来越重要,这正是航空心理学成为空管人因科学领头学科的重要原因之一。

2. 航空工效学 (aviation ergonomics)

航空工效学是工效学的组成部分,主要的研究内容有:① 空管设备和系统应怎样设计才有利于管制员的使用,从而达到高工效;② 根据人类自身的特点(生理、心理、人体测量学、生物力学等特点),向工程设计人员提出设计要求和提供有关数据;③ 研究人与空管自动化设备在功能方面如何配合的问题,从而使人-机系统的总体效益达到最佳。

3. 航空医学及航空生理学 (aviation medicine and aviation physiology)

航空医学及航空生理学是研究航空环境中心身疾病,特定环境对管制员身体的影响,药物、酒精对管制员的特殊副作用等问题的科学,是空管人因的重要组成部分。

4. 人体测量学、事故调查学以及统计学 (anthropology, biomechanics, accident investigation science and statistics)

人体测量学、事故调查学以及统计学在设计工作界面和大多数设备的过程中,身体测量和肢体运动特点的评估都是一个重要的环节。人体参数不仅在不同种族、不同年龄和不同性别的人群中有差异,就是在特定的群体中这些差异也是明显的。因此,在一项设计之初,首先就必须测量人体的各种参数。人体测量学的知识与技术便成为解决上述问题的途径。空管事故调查学和统计学亦是空管人因的重要组成部分。其主要原因在于:空管事故和事件调查的结果及其分析是空管人因的重要知识来源和发展动力,它不但能促进设计者的技术更新,而且对广大管制员也具有重大的教育意义。而统计学则是分析实验数据,事故调查结果统计以及趋势预测的必不可少的工具。

总而言之,空管人因是一门综合性的多学科领域,它的知识来源于与人有