



Human Factors

Impacts in Air Traffic Management

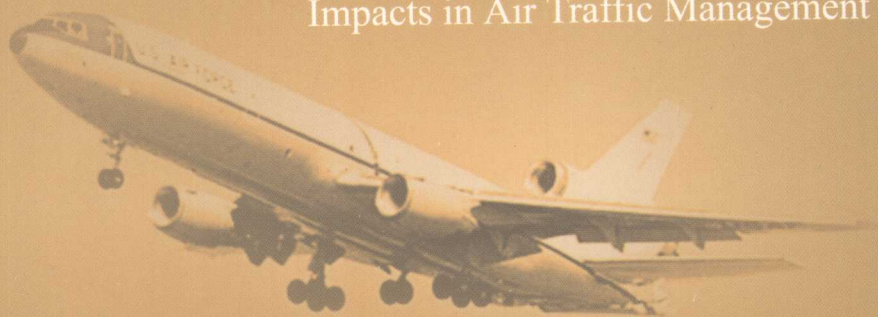
人的因素 在空空中交通管理中的影响

Barry Kirwan Mark Rodgers Dirk Schäfer/编
闫少华 陈治怀/等译

中国民航出版社

人的因素 在空中交通管理中的影响

Human Factors
Impacts in Air Traffic Management



20世纪90年代末，欧洲空中交通界的许多人对人因研究提出了一个非常严肃的问题，这个问题从根本上讲对人因研究专业人士是个严峻的挑战——人们虽然对人因的重要性毫无争议，然而却质疑人因研究的能力。人因研究是否能够产生现实的解决方案并转化为可行的操作办法？哪里公布有表现人因影响的案例研究？哪里有证据表明人因研究除了应用研究和学术论文之外还有更多效用？有没有一些成果既对操作层面的管制员有意义，又对空中交通服务机构的经理人和首席执行官有意义？

这本书，正是为回答这些质疑而编成的，它汇集了欧美人因研究方面的精华，同时给出了海量的参考文献。

ISBN 978-7-80110-827-2



9 787801 108272 >

定价：118.00元

民航安全系列图书

人的因素在空中交通 管理中的影响

Human Factors Impacts in Air Traffic
Management

Barry Kirwan, Mark Rodgers, Dirk Schäfer 编
闫少华 陈治怀 等译

中国民航出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

人的因素在空中交通管理中的影响 / (法) 柯万 (Kirwan, B.)
等编; 闫少华等译. —北京: 中国民航出版社, 2007. 12
书名原文: Human Factors Impacts in Air Traffic Management
ISBN 978-7-80110-827-2

- I. 人…
- II. ①柯… ②闫…
- III. 空中交通管制 - 研究
- IV. V355.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 177182 号

责任编辑: 姚祖梁

Copyright © Barry Kirwan, Mark Rodgers and Dirk Schäfer 2005.

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 01-2007-0770

人的因素在空中交通管理中的影响

Barry Kirwan, Mark Rodgers, Dirk Schäfer 编

闫少华 陈治怀 等译

出版	中国民航出版社
地址	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	长城印刷有限公司
发行	中国民航出版社 (010) 64297307、64290477
开本	787 × 960 1/16
印张	35.5
字数	570 千字
印数	2000 册
版本	2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

书号	ISBN 978-7-80110-827-2
定价	118.00 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員素质和技术的支撑。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

A stylized, handwritten signature in black ink, likely belonging to Li Jing, the Vice Chairman of the Civil Aviation Administration of China. The characters are fluid and cursive, with the first character being a large '李' (Li) and the second being a smaller '景' (Jing).

译者的话

进入 21 世纪,随着我国航空运输业的飞速发展,空中交通管理面临着飞行活动剧增的挑战。空中交通管理与其他航空子系统相比,自动化程度较低,要保障飞行安全和提高空中交通系统效率,必须以人为中心进行研究和管。人为因素(或称作“人因工程”,简称“人因”)便是以提高运行或操作的安全和效率为主要目标的学科。

航空发达国家在空管人因领域已经进行了长期和大量的研究。本书正是介绍欧美等航空发达国家近期在空管人因领域的研究方法、经验、结论和展望,内容既涉及运行管理,也包括系统开发,它是航空发达国家人因研究的新成果。希望此书的翻译出版能为我国空管的运行管理与研究开发人士提供借鉴与参考,从而加速我国的空管现代化建设。

本书前言与第 1 章由刘永纲译;第 2 至第 5 章由王万乐译;第 6 至第 7 章由闫少华译;第 8 至第 12 章由黄宝军译;第 13 至第 15 章由陈治怀译;第 16 至第 19 章由闫少华译;第 20 至第 21 章由赵巍飞译;闫少华对全书进行了统稿,空管局的苗旋做了最后的审校并提出了许多有益的建议和意见。

由于译者水平有限,再加上空管人因研究在我国是较新的领域,许多名词概念尚待确定,译文中错误之处在所难免,还望业界同僚不吝指正。

译者

2007 年 10 月

前 言

关于此书

人们早已认识到人的效能（书中将简称为“人效”）和人的因素（书中将简称为“人因”）对空中交通系统效能至关重要。许多空中交通服务提供公司和机构，或已雇用人因专家，或至少对采纳公共领域的通用研究成果和良好作法发生了兴趣。美国联邦航空局（FAA）和欧洲空中导航安全组织（EUROCONTROL）等机构已经在此领域大量投入，它们有着资深的人员和各种项目，供以不断探索当前和未来空中交通管理（书中将简称为“空管”或 ATM）活动和机构中的人因问题，并持续提供指导原则和解决办法。

然而，在上世纪 90 年代末欧洲的多次会议上，空中交通界的许多人都提出了一个严肃的问题。这个问题从根本上讲是个严峻的挑战——人们虽然对人因的重要性毫无争议，然而却质疑人因的能力。人因是否能够产生现实的解决方案并转化为可行的操作办法？哪里公布有表现人因影响的案例研究？哪里有证据表明人因除了应用研究和学术论文之外还有更多效用？有没有一些成果既对操作层面的管制员有意义，又对航行服务机构的经理人和首席执行官有意义？这些问题使得空管人因界明白了两点：第一，空管人因存在着潜在的“形象问题”；第二，更重要的是，要在方便可得的公布文献中找到这样的证据的确困难。尽管在空管人因方面已有许多书籍和文章，然而，要么有的是专为（人因）同僚而著，要么散落难聚。人因案例研究往往又未涉及最终结果，没有说明解决方法如何采纳、甚至是否

采纳，更没有说明是否对运行系统产生了持续的影响。

所以，经过一些讨论，本书的编者和作者们以及各自的工作机构决定接受这个挑战，力争编写一本书，把人因产生真实影响的案例归集成册。在相对较短的时间内，我们同一些作者取得了联系，有 20 余位作者自愿将重点关于运行层面影响的文章交给编辑，供本书采用。以产生实际影响作为标准来选择本书可收录的文章，实属不易。这一标准也排除了很多当前正在进行中的研究，无论这些工作有多么重要，或者其前景有多么灿烂。在方法学方面有三篇文章例外，因为我们觉得，一些在方法上比较前沿的研究工作，如果在未来可能产出更好的人因工作影响，收纳在书中，可能是有益的。最终我们选择了侧重于以下四个方面的文章：

- 直接的运行影响（如席位移交协议的变更）；
- 有直接保证运行效能的人力资源功能的影响（如培训成功率的提高）；
- 对目前及未来人因工作起关键作用的方法学“工具”，以及
- 有关运作大型融合的人因计划的方法。

在此核心结构以外，我们还增加了一些介绍性的内容，用以描述人因发展的历史背景和当前人因的驱动因素（或压力）。本书最后一部分是探讨涉及人因起作用的方面和需要进一步开发与实施方面的问题。

所以从总体上来说，本书的主要目的是对空管人因所面临的挑战予以响应。当有人问及“空管人因是不是真正能够出成果”时，至少在本书给定的范围内，人们可以引用这些案例，给予肯定的回答。

读者指南

此书的编写主要针对四类读者。一是管制员，他们需要人因的帮助，以便在相关的空管工作中、在要求严格的岗位上发挥高标准和高水准的工作效能。二是空管中心的管理者，此书可以帮助他们认识各种各样的人因问题，并且通过实例来理解人因是如何起作用的，如有可能，本书还会帮助他们发现一些解决之道。本书的第三类读者当然就是人因专业人员，他们可能正在从事空管或航空领域的工作，也可能正在研究和解决本书案例研究中提到的有关问题。书中一些案例研究的介绍是十分坦诚的，指出了什么是可行的、

什么是不可行的。有关“人因计划”的部分尤为如此，任何机构中的人因小组领导都会对这个问题感兴趣。最后一类读者是相关领域（如界面设计、程序开发、人员培训等）的工作者，他们可能想对人因有更多的了解，并且想知道在实际工作中人因到底是怎么回事。这些人因人员很少独立工作，他们的工作总是离不开与管制员、管理人员、工程师、设计人员和其他专业的人员打交道。这是人因作为一门“系统性”学科的属性，同时这也意味着，如要产生任何真正的影响，通常需要许多其他人员和人因人员一起在项目中合作。

以上总体描述了本书的结构。本书共包含 6 个部分的内容：

1. 绪论；
2. 运行中的人因；
3. 人因与人力资源；
4. 人因方法；
5. 人因融合计划；
6. 探讨与结论。

不过，考虑到部分读者可能并不想读完整本书，所以下面的表格可以帮助读者找到感兴趣的内容。例如，如果某些读者主要对培训感兴趣，则可以从 Voller 和 Foller 所写的第八章开始；如果某些读者对有关机场的内容感兴趣，则可以从 Cardis 所写的第三章开始。因此表 1 起到了一个“路线图”的作用，可以帮助读者快速找到自己需要的内容。为了帮助读者查找一些相关的案例研究，表中增加了以下内容：

- 开展研究的动因（驱动因素）；
- 研究的生命阶段周期（如设计、运行）；
- 研究的核心内容——空管功能（如机场、军事、航路等）；
- 主要采用的人因方法（如工作负荷量测度、访谈、人的可靠性评估等）；
- 产生影响的类型。

对于一个想大致了解本书内容的读者，绪论部分概述了 ATM 中人因的历史，讨论了当前人因研究的驱动因素，或者说是背景问题。因为这种空管方面的人因驱动因素，或者说是令人关注的问题，是人因在某特定领域产生影响的促进力。人因的作用也正是在这样一个高要求的领域中不可避免地被

人评价。在本书主要的四部分内容之后，第五部分提出了一些关于空管人因的问题。这些问题可以回过头来评价人因本身的“效能”，看人因是否正在产生所需的效果，及如何提高人因自身的“效能”。

表 1 案例研究章目速览表

章	空管功能	生命周期阶段	人因功能	影响领域
2	终端区(TMA)	运行	数据采集与分析	程序
3	机场	运行	事件分析与人因分析	机场标志
4	所有	运行	事件分析	事件分析方法
5	所有	运行	事件分析	事件学习系统
6	军事开放飞行情报区(OFIR)	运行	人的可靠性	程序和间隔标准
7	流量管理	运行/设计	效能分析	协同决策
8	塔台 进近 航路	培训	培训分析	培训过程与媒介
9	所有	运行	选拔	有效管制员队伍
10	所有	运行	危机事件应激管理	CISM 系统
11	所有	运行	班组资源管理	培训过程与媒介
12	区域管制中心(ACC)	运行	倒班工作	倒班工作的做法
13	所有	设计	人效测度	人效评估
14	所有	设计	仿真	空域设计
15	进近 航路 军用	设计	人为差错预测	HMI;安全保证
16	所有	从设计到购置	技术准备水平/集成	人因融合过程
17	终端雷达进近管制区 (TRACON)和塔台	设计	可用性和原型化	界面设计
18	所有	设计	安全环境;HMI 设计	HMI;文化
19	所有	所有	综合	培训;HMI;程序
20	所有	所有	综合	人因融合过程

关于编者

Barry Kirwan (博士) 是国家空中交通服务局 (NATS) 的人因主管, 自 1996 年至 2000 年主持了一个重大项目, 在空管领域有着很大的影响。他与他的小组因对空管的巨大贡献, 1998 年获得了空中交通管制员协会奖。他曾在 BNFL 主持核能方面的人因工作 5 年, 还在一所大学为工效学硕士生讲学 5 年。同时他还编辑了《任务分析指南》一书, 其中收录了 10 项详细的研究案例, 展示出了任务分析的价值。此外, 他还编辑过一本安全规章方面的书; 在人的可靠性评估方面还自己撰写了一本书; 共发表了 150 多篇文章, 其中有两篇获得了两个刊物的最佳论文奖。目前, 他在巴黎南部 BRETIGNY 的 EUROCONTROL 工作, 主要负责安全与人因工作。

Mark D. Rodgers 目前是 FAA 人因研究与工程项目主管。在过去 12 年里, Rodgers 博士曾在 FAA 多个部门担任要职。最近他在航空研究办公室担任首席人因科学与技术顾问。此前, 他在 FAA 的民用航天医学研究院 (Civil Aerospace Medical Institute, CAMI) 和系统结构办公室任工程研究心理学家。在 CAMI 工作期间, 他负责指导在全国范围内将空中交通运行研究举措 (Systematic Air Traffic Operations Research Initiative, SATORI) 作为空中交通培训和事故调查工具的发展工作。他获得过多项奖励和荣誉, 比如, 空中交通管制员协会的特殊贡献奖、航天医学会的研发创新奖、FAA 技术应用奖和 FAA “展望明天” 安全奖等。他在人效及人因领域共写过 50 余篇技术报告、期刊文章、书籍章节。Rodgers 博士于 1991 年获得 Louisville 大学实验心理学博士学位。

Dirk Schäfer 博士目前在 Bretigny 的 EUROCONTROL 实验中心做人因方面的工作。他参与人因方面的协调和培训, 并在近期致力于人因实验室的建设工作。同时他还是一些工程人因方面的顾问。此前, 他作为研究人员在德国航天中心工作, 是空中交通管制仿真小组的领导。Dirk Schäfer 出书很多, 主要是关于空管和航空人因、空中交通复杂性、自由飞行和语音识别的领域。他获有慕尼黑德国武装部队大学 (German Armed Forces University) 的航天人因工程学博士学位。

目 录

序

译者的话

前言

第一部分 绪 论 /1

第一章 绪论 /3

第二部分 运行中的人因 /21

第二章 管制员岗位移交检查单和最佳办法的开发与实施 /26

第三章 跑道安全 /43

第四章 欧洲空中交通管理中的人因：从理论到实践 /70

第五章 FAA 减少运行差错致因的策略 /84

第六章 开放飞行情报区内缩小间隔：
人因安全判例的深入认识 /103

第七章 国家空域系统中的分布式工作：使用运行后评估工具（POET）
提供反馈环路 /123

第三部分 人因和人力资源 /145

第八章 支撑管制员培训改进的纵向人因研究 /149

第九章 非凡的成功：1981—1992 年空中交通管制员选拔 /172

第十章 危机事件应激管理在德国空中航行服务的实施 /201

第十一章 欧洲空管班组资源管理：一项为期 7 年的开发和实施
计划的结果 /220

第十二章 倒班工作与空中交通管制：将研究成果应用于
人力资源 /235

第四部分 人因方法 /275

第十三章 21 世纪空中交通管制员的效能测度 /279

第十四章 人的效能计算模型与空中交通管理 /314

第十五章 空中交通管理中的效能预测：人为差错分析法应用于
新的概念 /349

第五部分 人因融合计划 /383

第十六章 空中交通管理应用中人因计划的管理：案例研究 /387

第十七章 有效的标准终端自动化更替系统 (STARS) 用户界
面的开发 /416

第十八章 人因与变更管理：一种个人观点 /449

第十九章 一项 3 年空中交通管理人因计划的回顾 /470

第二十章 将人因融入公司的方针和工作方式 /496

第六部分 探讨 /517

第二十一章 探讨 /519

附录 缩略语列表 /546

第一部分

绪 论

