

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列

机组资源管理

徐宝钢 李永平 童小兵 魏鹏程 编著

清华大学出版社

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列

运输机飞行仿真技术及应用

飞行人因工程

机组资源管理

飞行运营管理

民用航空法概论

空中交通管理基础

飞机系统

航空动力装置

飞机空气动力学

飞机飞行力学

飞行性能与计划

仪表飞行程序设计原理

航空机载电子设备

航空气象

空中领航

陆空通话

飞行专业英语（阅读）

飞行专业英语（听力）

飞行基础英语（一）

飞行基础英语（二）

清华大学出版社数字出版网站

WQBook 书文局泉
www.wqbook.com

ISBN 978-7-302-29429-0



9 787302 294290 >

定价：25.00元

卓越工程师教育培养计划配套教材

飞行技术系列



机组资源管理

徐宝纲 李永平 童小兵 魏鹏程 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要介绍机组资源的管理(CRM),其意义在于指导飞行员利用所有可以利用的资源(包括硬件、软件、环境以及人力资源),达到安全、高效和舒适飞行的目的。

本书共分10章,内容包括绪论,威胁与差错管理,文化、标准操作程序与CRM的关系,影响机组协作的个人因素,机组成员的沟通,情景意识,判断与决策,工作负荷管理,领导与协作和自动化管理等。

本书不仅适合高等院校飞行技术、空中交通管制(或航行管制)、飞行签派专业的学生使用,也可供航空企事业单位、民航局及其下属管理局的相关工作人员作为培训教材使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

机组资源管理/徐宝纲等编著.--北京:清华大学出版社,2012.9

(卓越工程师教育培养计划配套教材·飞行技术系列)

ISBN 978-7-302-29429-0

I. ①机… II. ①徐… III. ①座舱—飞行安全—资源管理—高等学校—教材 IV. ①V328

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第161079号

责任编辑:庄红权 洪 英

封面设计:常雪影

责任校对:刘玉霞

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:12.5

字 数:295千字

版 次:2012年9月第1版

印 次:2012年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:25.00元

产品编号:046441-01

卓越工程师教育培养计划配套教材

总编委会名单

主 任：丁晓东 汪 泓

副主任：陈力华 鲁嘉华

委 员：（按姓氏笔画为序）

丁兴国	王岩松	王裕明	叶永青	刘晓民
匡江红	余 粟	吴训成	张子厚	张莉萍
李 毅	陆肖元	陈因达	徐宝纲	徐新成
徐滕岗	程武山	谢东来	魏 建	

卓越工程师教育培养计划配套教材

——飞行技术系列编委会名单

主 任：汪 泓 丁兴国 郝建平

副主任：谢东来 陈力华 魏 建

委 员：（按姓氏笔画为序）

卫国林 马银才 王秉良 王惠民 史健勇

石丽娜 匡江红 吴 忠 陆惠忠 范海翔

郝 勇 徐宝钢 贾慈力 隋成城 鲁嘉华



我国“十二五”发展规划的重点建设目标之一,是根据国民经济发展对民航业的要求,不断扩充与优化配置航线和飞机等资源。在民航业持续快速发展的同时,必然会使飞行技术专业人才高度匮乏。在《中国民用航空发展第十一个五年规划》中,中国民用航空局对未来20年全行业人才需求进行了预计分析,其中,“十二五”期间需增加飞行员16 500人。因此,飞行技术人才的培养是推动或阻碍民航发展的关键。

与其他本科专业相比,飞行技术专业的学生除了学习掌握飞行原理、飞机系统、航空动力装置、航空气象、空中领航、机载设备、仪表飞行程序设计、空中交通管制等飞行技术的专业知识外,还需具备一定的管理能力和较高的英语水平。并且,飞行技术专业人才的培养多采用学历教育与职业教育同步实施的模式,要求同时取得学历、学位证书和职业技能证书(飞行驾驶执照)后,才有资格担任民航运输机副驾驶员。

飞行技术人才培养具有专业性强、培养难度大和成本高的特点。伴随着大型民用运输机的生产与发展,必然要求提高飞行员的学历层次。国内设置飞行技术本科专业的高等院校仅有中国民航飞行学院、中国民航大学、北京航空航天大学、南京航空航天大学、上海工程技术大学等几所。而且,培养学士学位飞行技术人才的历史仅二十多年,尽管积累了一定的培养经验,但适用的专业教材相对较少。

在飞行技术专业的学科建设中,上海工程技术大学飞行学院和航空运输学院秉承服务国家和地区经济建设的宗旨,坚持教学和科研相结合、理论和实践相结合。2010年,上海工程技术大学飞行技术专业被列为教育部卓越工程师教育培养计划的试点专业,上海工程技术大学被列为教育部卓越工程师教育培养计划的示范单位。为满足飞行技术专业卓越工程师教育培养的需要,上海工程技术大学从事飞行技术专业教学和研究的骨干教师以及航空公司的业务骨干合作编写了“卓越计划”飞行技术系列教材。

“卓越计划”飞行技术系列教材共20本,分别为《运输机飞行仿真技术及应用》、《飞行人因工程》、《机组资源管理》、《飞行运营管理》、《民用航空法概论》、《空中交通管理基础》、《飞机系统》、《航空动力装置》、《飞机空气动力学》、《飞机飞行力学》、《飞行性能与计划》、《仪表飞行程序设计原理》、《航空机载电子设备》、《航空气象》、《空中领航》、《陆空通话》、《飞行专业英语(阅读)》、《飞行专业英语(听力)》、《飞行基础英语(一)》、《飞行基础英语(二)》等。

系列教材把理论和实践相结合作为编写的理念和原则,具有基础性、系统性、应用性等



特点。在借鉴国内外相关文献资料的基础上,坚持加强基础理论,对基本概念、基础知识和基本技能进行详细阐述,能满足飞行技术专业卓越工程师教育培养的教学目标和要求。同时,强调理论联系实际,体现“面向工业界、面向世界、面向未来”的工程教育理念,实践上海工程技术大学建设现代化特色大学的办学思想,凸显飞行技术的专业特色。

系列教材在编写过程中,参阅了大量的中外文书籍和文献资料,吸收和借鉴了现有部分教材的优势,参考了航空运输企业的相关材料,在此,对国内外有关作者和企业一并表示衷心的感谢。

受编者水平和时间所限,书中难免有错误和遗漏之处,敬请读者提出宝贵意见,不足之处还请同行不吝赐教。

上海工程技术大学 汪泓

2012年1月



机组资源管理(CRM)于20世纪70年代末期在国际上兴起,最初的CRM训练主要代表了机组资源管理的出现和兴起。1979年,美国国家航空航天局(NASA)飞行机组资源管理行业专题研讨会上就提出了机组资源管理的概念,20世纪80年代初,NASA给出了关于如何运用集体最优、协同作用的实践指导,强调机组之间的通信、任务分配、相互监督,并强化协同分工和集体决策的重要性。即作为一个团队工作时,1+1的结果大于2,被称为机组资源管理的全新原理。

经过30多年的研究和实践,CRM的概念及由此产生的训练方法的改变大致可划分为5个时代,即驾驶舱资源管理(cockpit resource management, CRM)、机组资源管理(crew resource management, CRM)、公司资源管理(corporate resource management, CRM)、错误管理(error management, EM)、威胁与错误管理(threat & error management, TEM)。

在现代飞行中人的因素愈发显得重要,而机组资源管理无疑是其中最重要的一环。笔者结合自身多年的飞行经验,搜集了大量的飞行资料,并参考了当前关于机组资源管理方面的书籍,编写了本书。本书共分10章,包括绪论,威胁与差错管理,文化、标准操作程序与CRM的关系,影响机组协作的个人因素,机组成员的沟通,情景意识,判断与决策,工作负荷管理,领导与协作和自动化管理等内容。

本书由上海工程技术大学徐宝钢负责统稿和审稿,由徐宝钢、李永平、童小兵、魏鹏程共同编写完成。本书在编写过程中,参考了国内其他民航院校的相关教材、部分航空企业的规章及行业标准。

本书不仅适合高等院校飞行技术、空中交通管制(或航行管制)、飞行签派专业的学生使用,也可供航空企事业单位、民航局及其下属管理局的相关工作人员作为培训教材使用。

限于作者水平有限以及时间紧迫,书中难免存在错误和不足之处,我们真诚地希望读者给予批评指正。

编者

2012年7月



第 1 章 绪论	1
1.1 机组资源管理概述	1
1.1.1 定义	1
1.1.2 发展历史	3
1.2 机组资源管理训练	5
1.2.1 训练的重要性	5
1.2.2 训练的内容及模块	5
1.2.3 训练的途径与目标	7
本章小结	10
复习与思考	10
阅读	10
第 2 章 威胁与差错管理	13
2.1 人的错误与人的可靠性	14
2.1.1 定义	14
2.1.2 “错误”的澄清	15
2.1.3 错误的类型	16
2.1.4 错误产生的内因及外因	17
2.2 威胁与差错管理模型	18
2.2.1 威胁与差错的定义	18
2.2.2 产生威胁的因素	18
2.2.3 产生差错的因素	20
2.2.4 差错及其产生的后果	20
2.2.5 威胁与差错管理模型	21
2.3 航线运营中常见威胁与差错	21



2.4 威胁与差错管理的有效方法	28
2.4.1 差错管理的基本原则	28
2.4.2 机组进行差错管理的职业工具	29
2.4.3 差错的预防与监控	33
本章小结	35
复习与思考	35
阅读	36
 第3章 文化、标准操作程序与 CRM 的关系	38
3.1 文化差异及其对 CRM 的潜在影响	39
3.1.1 中华民族独特的文化	39
3.1.2 中华文化的主要特征	41
3.1.3 中华文化对 CRM 潜在的影响	42
3.1.4 职业文化、组织文化以及安全文化的含义	43
3.1.5 国内外所倡议的职业文化、安全文化差异	44
3.2 标准操作程序与 CRM 关系	47
本章小结	48
复习与思考	49
阅读	49
 第4章 影响机组协作的个人因素	52
4.1 需求与动机	52
4.1.1 需求与动机的关系	54
4.1.2 需求的金字塔	54
4.1.3 人存在着内在和外在的动机	55
4.2 性格与态度	55
4.2.1 性格与态度的含义	55
4.2.2 性格类型	56
4.2.3 个人态度反映出个人性格特征	57
4.2.4 5 种危险态度	59
4.3 应激	60
4.3.1 应激概述	60
4.3.2 飞行员经常面临的应激源和应激	61
4.3.3 飞行员的应激管理	65
4.4 疲劳	68
4.4.1 飞行疲劳的影响	68



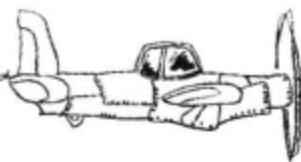
4.4.2 导致疲劳的原因	70
4.4.3 对付飞行疲劳的措施	71
本章小结	74
复习与思考	74
阅读	74
第 5 章 机组成员的沟通	77
5.1 沟通	77
5.1.1 沟通的含义与分类	77
5.1.2 沟通范围与原则	78
5.1.3 影响沟通的因素	80
5.2 驾驶舱内的沟通类型	81
5.3 沟通障碍与沟通技巧	82
5.3.1 沟通障碍	82
5.3.2 沟通技巧	83
5.4 机组成员之间的沟通	85
5.4.1 飞行机组与客舱乘务组之间的沟通	85
5.4.2 在飞行正常情况下的沟通	86
5.4.3 在应急情况下的沟通	88
本章小结	88
复习与思考	88
阅读	88
第 6 章 情景意识	92
6.1 人的信息加工能力与智力局限	92
6.2 情景意识与飞行安全的关系	94
6.3 个人与机组情景意识	94
6.3.1 情景意识含义	94
6.3.2 个体与机组情景意识的差异	95
6.4 情景意识的影响因素	96
6.5 情景意识的保持方法	99
6.5.1 建立驾驶舱情景意识的途径	99
6.5.2 识别情景意识下降和保持驾驶舱情景意识的途径	102
6.6 有效的监控与交叉检查技巧	105
6.6.1 标准程序检查	105
6.6.2 相互回答与相互确认	106



6.6.3 经常性的交叉检查.....	109
本章小结.....	110
复习与思考.....	110
阅读.....	111
第7章 判断与决策	113
7.1 判断与决策的含义	113
7.1.1 判断与决策的含义.....	114
7.1.2 判断的分类.....	115
7.2 飞行员判断与决策的过程	115
7.3 飞行过程中典型的决策陷阱	117
7.4 提高决策质量的方法	118
本章小结.....	123
复习与思考.....	123
阅读.....	124
第8章 工作负荷管理	127
8.1 工作负荷与作业表现	127
8.1.1 驾驶舱工作负荷的含义.....	127
8.1.2 工作负荷等级.....	128
8.2 影响工作负荷的因素	129
8.3 工作负荷的管理技巧	130
8.3.1 飞行员工作负荷程度主观评定方法.....	130
8.3.2 对不良驾驶舱工作负荷状态的预防途径.....	131
8.3.3 对机长和机组成员的特别建议.....	132
本章小结.....	133
复习与思考.....	133
阅读.....	134
第9章 领导与协作	138
9.1 机长的权威与机组成员的直陈	138
9.1.1 权威性与直陈性的含义.....	139
9.1.2 驾驶舱内可能存在的两种极端.....	140
9.1.3 给机长和机组成员的特别建议.....	142
9.2 几种常见的领导典型	142
9.2.1 独断型.....	142



9.2.2 放任型·····	143
9.2.3 自我中心型·····	143
9.2.4 齐心协力型·····	143
9.3 几种典型的管理方式 ·····	145
9.3.1 9,1 定向 ·····	145
9.3.2 1,9 定向 ·····	146
9.3.3 1,1 定向 ·····	147
9.3.4 5,5 定向 ·····	148
9.3.5 9,9 定向 ·····	149
9.3.6 家长式的管理方式·····	150
9.3.7 给机长和机组成员的特别建议·····	151
9.4 紧急情况下的领导 ·····	151
9.4.1 紧急情况含义和范围·····	151
9.4.2 紧急情况下的驾驶舱领导·····	152
9.4.3 给机长和机组成员的特别建议·····	153
本章小结·····	153
复习与思考·····	153
阅读·····	154
第 10 章 自动化管理 ·····	158
10.1 自动化的益处 ·····	159
10.2 自动化的陷阱 ·····	160
10.3 自动化的使用与管理 ·····	163
10.3.1 自动化带来的麻烦 ·····	163
10.3.2 利用自动化的基本原则 ·····	168
本章小结 ·····	171
复习与思考 ·····	171
阅读 ·····	171
附录 A 术语与缩略语 ·····	174
附录 B 机组标准操作程序 ·····	176
参考文献 ·····	182



绪 论

关键词

机组资源管理(crew resource management, CRM) 目标(target)
训练(training)

机组资源管理是全世界民航业界都十分关注的一项重要内容,只有透彻理解了什么是机组资源管理(CRM),才能明白它的重要性和意义,最终保证飞行安全。

本章主要的学习目标与要求:①了解机组资源管理的发展历史;②理解为什么学习机组资源管理;③了解机组资源管理训练方法;④认识机组协作对运行安全与效率的重要性;⑤认识机组资源管理能力需要持续强化。

1.1 机组资源管理概述

1.1.1 定义

机组资源管理(crew resource management),过去也称为驾驶舱资源管理(cockpit resource management),简称 CRM,是近年来针对飞行事故中的人的因素问题而提出的更深层次的课题。从驾驶舱设计到机组训练与运营,从人机工程学到人的行为感知力,CRM 通过引入认知心理学和使用新飞机的经验而不断丰富,在人-机-环境系统中的作用日益突出。

按照国际民航组织的建议(ICAO217-AN/132 通告)和大多数成员国有关文献的描述,可以将驾驶舱资源管理定义为:有效地利用所有可以利用的资源(包括硬件、软件、环境以及人力资源),以便达到安全、高效以及舒适飞行目的的过程。硬件包括驾驶舱内自动驾驶仪和其他航空电子系统;软件包括各种操作程序、操作手册、操作方法;人员包括驾驶舱内外的机组人员(驾驶员和乘务人员),这个外延还在扩大着。机组资源管理的核心是调动人的主观能动性,即机组的协调配合。现代飞机可利用的资源是纷繁复杂的。

机组资源管理的含义见图 1.1。

要正确理解机组资源管理的概念,对表 1.1 的内容要有清晰的理解。

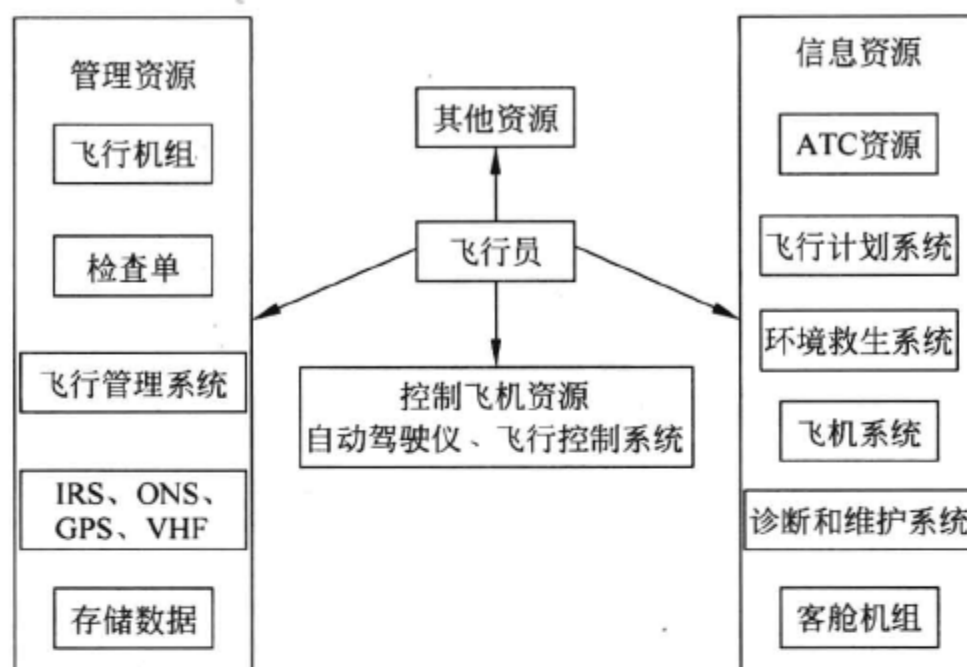


图 1.1 机组资源管理的含义

表 1.1 机组资源管理概念理解的区别

正确的机组资源管理概念	错误的机组资源管理概念
CRM 是改善机组表现的一个综合系统,其训练大纲并不局限于几个特殊的,或者固定的案例,也不是独立于其他飞行训练活动的特殊体系	CRM 是改善机组表现的、独立的训练体系; CRM 训练大纲主要通过案例分析来实现,是独立于飞行训练活动的特殊训练体系
CRM 不是仅针对个别机组成员进行训练,它将机组作为一个整体进行训练,适用于所有的机组和所有飞行员	CRM 是针对个别机组成员进行训练的特殊形式,强调的是个体飞行员的 CRM 能力的提高,只适用于出现差错的飞行员
CRM 并不仅仅是讲座形式的课堂教学,它可以延伸到所有机组训练中	CRM 就是讲座形式的课堂教学,经过课堂教学形式的训练,机组就会掌握 CRM 技能
CRM 并不是给予机组成员怎样与其他人一起工作的特别处方,也不是指挥驾驶舱行为的固定管理模式,训练的侧重点在于机组成员的态度和行为,以及他们对飞行安全的影响	CRM 就是要告诉飞行员与人相处的具体方法,使飞行员按照固定的行为方式对特定的情景做出反应,训练的重心就是要改变飞行员的个性品质
CRM 是一种为飞行机组检验其行为的机会,通过这种检验,可以使他们就如何改善驾驶舱群体工作做出努力	CRM 是一种检验飞行员个体行为的工具,通过这种检验,可以使他们就如何改善驾驶舱个体能力做出努力
CRM 并不是一种速成,不是一夜之间就可以形成的技能	只要飞行机组接受过 CRM 训练,就意味着他们具备了 CRM 能力

1. CRM 是什么

- (1) CRM 是改进机组工作的全方位课程;
- (2) CRM 是针对所有机组人员的课程;
- (3) CRM 是可以用于所有形式的机组培训的课程;
- (4) CRM 是强调机组人员的观点和做法,与它们对安全的影响的课程。



2. CRM 不是什么

- (1) CRM 不是一个快速的解决方案,不是立刻就可以实施的;
- (2) CRM 不是一个只给几个专业人士准备的培训课程,或者只讲几个事故案例的培训课程;
- (3) CRM 不是一次心理评估或者性格剖析;
- (4) CRM 不是为机组人员提供的某个特殊处方来教他们在驾驶舱如何同其他人一起工作;
- (5) CRM 不是一个被动的教室形式的讲座;
- (6) CRM 不是一个管理尝试,不是规定具体的驾驶方法。

1.1.2 发展历史

机组资源管理于 20 世纪 70 年代末期在国际上兴起。最初的 CRM 训练主要代表了机组资源管理的出现和兴起。1979 年,美国国家航空航天局(NASA)飞行机组资源管理行业专题研讨会上就提出了机组资源管理的概念,20 世纪 80 年代初,NASA 给出了关于如何运用集体最优协同作用的实践指导,强调机组之间的通信、任务分配、相互监督,并强化对协同分工和集体决策的重要性。即作为一个团队工作时,1+1 的结果大于 2,被称为机组资源管理的全新原理。同时,机组资源管理在几家大的航空公司中(泛美航空公司、美国联合航空公司、荷兰皇家航空公司、环澳大利亚航空公司等)进行了开发与实践,其内容和方法得到了进一步完善和发展。人们认识到通过训练能改善飞行机组成员之间的良好配合,使之协调合作,强调机组在安全飞行中的重要性。但有些课程(如心理和个性品质)使接受训练的人员普遍感到不适应,而且只简单地引入 CRM 的概念后,就发展成驾驶舱的应用知识,缺乏某些必要技能的过渡,以及运用这些技能有效地改善飞行机组的作业,使 CRM 并未充分发挥其作用。在过去的 10 年里,CRM 概念不断发展,美国联邦航空局在修改“咨询通告 120-51”时提出了 CRM 的最新定义,在人员方面,CRM 包含了所有飞行作业人员,包括机组乘务人员、空中交通管制人员、机务维修人员和其他与机组相关的人员。在技能方面强调 CRM 与传统技能的结合,也就是说,机组在驾驶舱的工作能力要由专门技能和 CRM 技能相互作用来完成,作为训练方案的一部分,这些技能应该一起进行训练和评估。后来出现了面向航线的飞行培训理论(LOFT),模拟器课程提供了逼真的飞行情况,并且能够评估机组的表现和机组作为一个整体的效能(performance),而不是单个驾驶员。1991 年,航空界出现了在其标准改装课程中实现机组资源管理,由于 CRM 这一模块被完全集成到培训之中,也称为飞行机组集成管理(AIM)。这种 CRM 模块和 LOFT 结合,将成为飞机驾驶员培训课程的一个必要工具。

经过 30 多年的研究和实践,CRM 的概念及由此产生的训练方法的改变大致可划分为 5 个时代:驾驶舱资源管理(cockpit resource management,CRM)、机组资源管理(crew resource management,CRM)、公司资源管理(corporate resource management,CRM)、错误管理(error management,EM)、威胁与错误管理(threat & error management,TEM)。

1. CRM 的初创时代

CRM 的初创起源于公司管理发展方面的训练,美国联合航空公司于 1981 年开设,这一