

航空维修安全研究丛书

总主编 张楠

航空 维修安全导论

Introduction to Aviation
Maintenance Safety

主编 姜明远 马震宇



国防工业出版社
National Defense Industry Press

航空维修安全研究丛书

航空维修安全导论

主 编	姜明远	马震宇		
副主编	卫志术	姜蒯峰	李 雪	
编 委	李 鸣	史 明	胡东升	李 雷
	王 蕾	仇 潇	邓 力	李姓姓
	秦翔宇	黄兴家	胡英俊	刘 涛
	张志伟	马尚柏	刘 铭	赵华伟

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书在系统研究了航空维修安全的科学内涵、哲学思想、基本观念等内容的基础上,深入探究了航空维修安全的特点规律、理论方法、工程技术、管理控制、安全文化建设等航空维修安全基本问题,希冀为航空维修安全领域提供一本融合理论与实践,系统性、应用性和可操作性强,既可作为航空维修工程专业本科生、研究生的教材或参考书,也可供从事航空维修安全管理工作人员和机务工作者学习使用的理论书籍。

图书在版编目(CIP)数据

航空维修安全导论/姜明远,马震宇主编. —北京:国防工业出版社,2014.3

(航空维修安全研究丛书/张楠主编)

ISBN 978-7-118-08823-6

I. ①航... II. ①姜... ②马... III. ①航空器—维修—研究 IV. ①V267

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 042164 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)

北京嘉恒彩色印刷有限公司

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 214 千字

2014 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2500 册 定价 36.00 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

《航空维修安全研究丛书》 编写委员会

总 主 编 张 楠

副总主编 马震宇 姚晓军 张学峰

委 员 姜明远 郭建胜 王 瑛 惠晓滨

史 越 杜 军 王端民

序一

航空维修安全是航空安全的重要组成部分,航空维修安全工作在航空维修工作中的地位作用十分重要。航空维修安全工作要以系统理论作指导,预防航空维修事故要遵循该行业领域的特点规律。

《航空维修安全导论》、《航空维修安全分析与评价》、《航空维修差错管理与控制》、《航空维修事故预防与监控》和《航空装备危险源管理》五本书,从航空维修安全理论、思想、技术、方法、管理、文化,到航空维修差错因素分析、控制方法、管理理论、事故预防、事故处理,以及航空维修危险性分析、安全性评价、综合性评估和航空装备危险源辨识、管理、控制、预警机制研究等全方位入手,紧紧围绕航空维修安全这条主线,在安全科学理论的指导下,进行深入的故障机理和人为差错机理研究,为提高航空维修安全工作的针对性和有效性奠定理论基础;在安全发展科学方法的支持下,对大量故障数据进行宏观数理统计分析,通过把握统计规律去认识飞机故障常见的早期故障、随机故障、损耗故障形态等故障规律和安全规律,为实现安全、可靠、经济的科学维修提供技术支撑。

这套丛书的付梓出版,是一件非常值得高兴的事,应该说这是我们空军装备系统在航空维修安全领域做的一件极具理论研究价值和现实指导意义的开创性工作,它必将为系统预防和有效控制航空维修安全事故,为航空维修安全建设与发展等装备实践活动产生深远的影响。

空军是高技术高风险军种,从诞生之日起,提高战斗力与保证飞行安全就相伴相生。从一定意义上讲,空军战斗力的成长史,就是一部与飞行事故的斗争史。总结中外空军历史教训,分析飞行与维修安全事故,统计数据表明:设计和制造的差错,会使飞机留下缺陷和隐患;地勤维护人员的差错,会直接导致机电失效;空勤人员的差错,会直接导致操作失误;场务保障、指挥人员、气象预报等的差错,会直接导致飞机进入非预期的应力环境,从而导致意外飞行事故的发生。

生。这些设计中的缺陷、操作中的错误、指挥中的失误、人为的差错,在不同的阶段,或个别或综合地成为飞行安全的杀手,映射出飞行安全和维修保障的复杂性和综合化。

分析近十年来发生的严重飞行事故,固然有装备本身故障率高,稳定性、可靠性和安全性不足的问题,但多数还是使用不正确、管理不严格、维护不精细造成的。从思想根源上讲,就是缺乏强烈的安全意识和风险意识,对新装备往往看技术先进、操纵性能好、安全系数大的一面多,而对其结构复杂、系统复杂的特点认识不到位,安全警觉性不高;对战备训练、重大军事行动往往考虑完成任务多,而对可能遇到的安全隐患估计不足、防范不力;对做好新形势下的安全工作往往是提泛泛要求多,而对面临的新情况新问题研究不够,防范的预见性、科学性和有效性不强,这些原因是造成事故案件多发的根本问题。

当前,空军建设正处在战略转型发展的重要时期,高新武器装备大量列装,军事斗争准备加速推进,重大军事演习接连不断,影响安全的不确定因素明显增多。特别是航空装备质量和维修安全工作,正面临着问题最多、困难最大、矛盾最集中的严峻挑战,装备新老并存、多代并存、试验试用与正式列编并存、进口与国产兼有、机械化与信息化复合发展等。新装备、新理论、新技术的消化吸收,新体制、新模式、新机制的探索实践,新情况、新问题、新课题的亟待研究,对领导机关,对一线部队,对全体官兵,都是全新的考验和磨练。

因此,从事航空装备维修保障的工作人员,要认真研究由于装备的技术复杂性和信息化程度的日益提高,由于装备的多代并存和事故诱因的多种多样,由于人员素质不适应装备发展和作战训练方式的重大变化,由于主战平台的高技术化和攻防对抗的装备体系化等等原因,导致安全事故“事件链”延长、安全事故“预防点”前移、安全形势“滞后期”明显、安全工作“互动性”突出、军事训练“风险性”扩大和装备保障“复杂性”加剧的特点规律;要综合运用辩证思维和系统科学的方法,着眼国内外、军内外航空维修安全的历史和现实问题,总结历史经验,概括特点规律,创新理论方法,探寻技术途径,对航空维修安全的理论与实践问题进行专题探索和体系研究,认真思考如何运用现代质量观、系统安全观等先进的管理理念和管理方式,结合航空维修安全理论与技术的深化研究,最大限度

地降低维修差错发生的概率,最大可能地预防和控制维修事故这一航空维修领域亟需破解的重大现实课题。

即将出版的这套丛书,在这一领域开了个好头,迈出了可喜的一步。航空装备维修战线的各级干部有必要抽出时间系统地阅读一下这套丛书,从中汲取营养和智慧,学习理论和技术,掌握规律和方法,在具体工作中以科学为准绳从源头上把住装备设计制造质量关,以质量为标准从出口处把住飞机维修翻修质量关,以法规为依据从一线中把住装备保障维护质量关,与此同步完善质量能监督、安全能监控的组织管理机制,健全质量有标准、安全有规范的制度管理机制,实行质量要问责、安全要问效的绩效管理机制,努力开创空军航空装备质量和维修安全工作的新局面。只要我们以科学理论为先导,以技术进步为推动,紧紧盯住质量源头、大修质量和保障一线这三个最重要的质量关口,不断完善监督有力、监控有效、执行有法的质量安全长效管理机制,相信我们的航空装备维修质量安全工作就一定会上到一个新的台阶,收获不菲的工作成效。

空军工程大学教授 科学院士 李应红

2014年2月15日

序二

航空维修是复杂的系统工程,面对的是系统高度综合、部件复杂精密的高科技装备,所处的是人、机、环、管诸多因素错综复杂、纵横交织,以及各类危险源比比皆是的生态环境,往往由于安全意识薄弱、维修水平不高、质量把关不严、管理机制松懈等原因,导致维修差错经常出现,不安全事件屡屡发生,影响和制约装备的安全使用和飞机的安全飞行,成为困扰航空维修安全管理与控制由来已久的顽疾难题。如何提高安全管理和技术水平,用现代质量观、系统安全观等先进的管理理念和管理方式,最大限度地降低维修差错发生的概率,最大可能地预防和控制维修事故,是航空维修领域必须致力研究和亟需解决的重大现实课题。

因此,以航空维修安全为主线,系统谋划航空维修安全领域基础理论与方法技术的体系研究,从航空维修安全理论、安全思想、安全技术、安全方法、安全分析、安全管理、安全文化,到航空维修差错因素分析、差错控制方法、差错管理理论、差错事故预防、差错事故处理,以及航空维修危险性分析、安全性评价、综合性评估和危险源辨识、危险源管理、危险源控制、危险源预警机制研究等全方位入手,体系化编写《航空维修安全研究丛书》,是一件极具理论研究价值和现实指导意义的开创性工作。

编写这套丛书的目的是让“以质量为核心,大力推进精心维修、依法维修、科学维修,努力实现个人维修零差错、单位保障零事故”的航空维修安全观落在理论研究与工作实践的实处,让安全发展理念成为推动航空维修安全研究深入发展的思想动力。为此,这套丛书的编写,紧紧围绕航空维修安全这根主线,一方面在安全科学理论(事故致因理论、风险控制理论、安全行为理论、安全管理理论和嵌套安全控制理论、人为差错机理理论、装备故障机理理论等)的指导下,进行深入的故障机理和人为差错机理研究,准确描述故障产生和发展的过

程,科学确定预防措施和时机,合理降低维修工作量,为提高维修工作的针对性和有效性奠定理论基础;另一方面是在安全发展科学方法(统筹优化法、综合评价法、信息分析法、目标管理法、机制决策法、预先实践法、预测分析法、装备运筹学方法等)的支持下,对大量故障数据进行宏观数理统计分析,形成清晰的统计规律,通过把握统计规律去认识飞机故障常见的早期故障形态、随机故障形态、损耗故障形态等故障规律和安全规律,科学确定维修内容,为实现安全、可靠、经济的精心维修、依法维修和科学维修提供技术支撑。

这套丛书包括《航空维修安全导论》、《航空维修安全分析与评价》、《航空维修差错管理与控制》、《航空维修事故预防与监控》和《航空装备危险源管理》五册,定位为专业教科书、工作指导书、技术工具书三位一体的综合集约书,用系统科学的思维方式和综合集成的编写方法著述,希冀对航空维修安全工作起到系统理论支撑、技术方法咨询和操作实践指导的作用。我们相信这套丛书的出版,对航空维修安全管理与应用研究的深入发展将起到一定的推动和促进作用。

丛书编写委员会

2014年1月

前 言

航空维修安全是为了保持和恢复航空装备的可靠性,通过对人—机—环境系统的规划、协调和监控,及时发现、消除危及飞行和作战安全的因素,对其进行维修,避免人员和航空装备非战斗损失,保证航空装备的空中和地面安全。因此,确保航空维修安全是航空兵部队的永恒主题。

当前,我军航空装备建设面临着机械化、信息化复合发展的新形势,体制编制不断调整,武器装备不断更新,官兵思想观念不断变化。历史经验证明,调整转型时期,改革任务越重,挑战与机遇并存,危机与转机同在,新旧观念碰撞、新旧体制交织、新旧装备共存,是一个矛盾凸显期和隐患高发期,重视安全发展尤为重要。因此,要求我们根据维修安全面临的新形势、新情况、新问题,运用辩证思维和系统科学的方法,着眼国内外、军内外航空维修安全的历史和现实问题,总结历史经验,概括特点规律,创新理论方法,探寻技术途径,对航空维修安全的理论与实践问题进行专题探索和深入研究,希望能为系统预防和有效控制航空维修事故,为航空维修安全建设与发展等实践活动,提供一定的理论依据和方法指导。

本书在编写过程中参考了相关论著,在学习、借鉴的基础上提出了一些新的观点,在理论上力求富有时代性、科学性;在结构上力求具有系统性、逻辑性;在数据资料上力求最新并有权威性;在文字表述上力求深入浅出、通俗易懂。全书共七章,内容包括航空维修安全思想、航空维修安全特点规律、航空维修安全理论、航空维修安全方法、航空维修安全技术、航空维修安全管理、航空维修安全文化。从辩证法和系统科学的角度剖析了航空维修安全的科学内涵,在分析影响维修安全的主要因素和总结经验教训的基础上概括了其特点规律,介绍了航空维修安全理论、方法、技术,探讨了维修安全文化建设的重要作用。从其内容和结构来看,主题突出,理论脉络清晰,方法的可操作性强,理论密切结合应用,充分体现了系统性和实用性。

在本书的编写过程中,得到了空军装备部机关各部门及本领域专家的大力支持,特此表示感谢。同时,本书参考、吸纳了国内外、军内外安全学科和相关学科领域专家学者的理论研究成果,我们对这些成果的创造者表示钦佩,并对这些成果为本书提供参考和引用深表谢意。

航空维修安全学科正处在快速发展之中,但其理论框架还处在建立初期,内容体系还有待完善,加上编者能力和水平有限,书中不妥之处在所难免,恳祈读者批评指正。

作者

2014年1月

目 录

第 1 章 航空维修安全思想	1
1.1 航空维修安全的科学内涵	1
1.1.1 航空维修安全的基本含义	1
1.1.2 航空维修安全的基本矛盾	2
1.1.3 航空维修安全的地位作用	4
1.1.4 维修安全的内在特点	6
1.2 航空维修安全的哲学思想	7
1.2.1 航空维修安全的哲学认识	7
1.2.2 航空维修安全的思维方法	10
1.2.3 树立辩证的航空维修安全哲学观	13
1.3 航空维修安全的基本观点	18
1.3.1 适应安全发展的观点	18
1.3.2 科技进步推动的观点	19
1.3.3 以人为本的观点	19
1.3.4 加强安全文化建设的观点	20
1.3.5 注重系统预防的观点	21
1.3.6 注重防差错设计与改进的观点	22
1.3.7 强化质量管理的观点	23
第 2 章 航空维修安全特点规律	26
2.1 航空维修安全工作的突出特点	26
2.1.1 复杂性	26
2.1.2 随机性	27
2.1.3 相对性	28
2.1.4 经济性	28

2.1.5	潜隐性	29
2.1.6	周期波动性	29
2.1.7	局部稳定性	30
2.2	影响航空维修安全的主要因素	31
2.2.1	人员要素	31
2.2.2	装备要素	43
2.2.3	环境要素	44
2.2.4	能量要素	47
2.2.5	信息要素	49
2.2.6	管理要素	50
2.3	促进航空维修安全的基本规律	50
2.3.1	需求牵引律	51
2.3.2	科技支撑律	51
2.3.3	管理能动律	52
2.3.4	人才决定律	52
2.4	航空维修安全工作的经验教训	53
2.4.1	航空维修安全发展历程	53
2.4.2	航空维修安全工作的主要经验教训	57
第3章	航空维修安全理论	59
3.1	安全管理理论	59
3.1.1	安全管理的基本原理	59
3.1.2	安全管理的基本理论	61
3.1.3	安全管理的基本模式	62
3.1.4	安全管理的基本原则	63
3.2	风险控制理论	64
3.2.1	安全风险学的基本概念	64
3.2.2	风险控制的基本内涵	65
3.2.3	风险估测理论	66
3.2.4	风险管理理论	67
3.2.5	风险控制决策	68
3.3	安全行为理论	69

3.3.1	安全行为科学的基本概念	70
3.3.2	安全行为科学的研究范畴	70
3.3.3	安全行为模式分析	71
3.3.4	安全行为因素分析	72
3.3.5	安全心理指数分析	74
3.3.6	安全行为理论应用	76
3.4	嵌套安全控制理论	79
3.4.1	嵌套安全控制理论的基本概念	79
3.4.2	嵌套安全控制方法	80
3.5	墨菲定律与海恩法则	85
3.5.1	墨菲定律与海恩法则的基本含义	86
3.5.2	墨菲定律与海恩法则对航空维修安全工作的启示	88
第4章	航空维修安全方法	90
4.1	统筹优化法	90
4.1.1	系统分析的观点	90
4.1.2	仿生优化的算法	91
4.1.3	统筹规划的思想	92
4.2	信息分析法	93
4.2.1	信息过滤	93
4.2.2	数据挖掘	94
4.2.3	辅助决策	94
4.3	目标管理法	95
4.3.1	目标分解	95
4.3.2	主成分分析	96
4.3.3	标杆评定	96
4.4	预先实践法	97
4.4.1	系统仿真	97
4.4.2	模拟演练	98
4.4.3	虚拟现实	98
4.5	军事运筹学方法	99
4.5.1	统筹法的概念	99

4.5.2	统筹图的基本结构	99
4.5.3	统筹法的应用过程分析	100
4.5.4	统筹法在航空维修中的应用	104
4.6	综合评价法	104
4.6.1	建立综合评价因素集	105
4.6.2	建立评价集	105
4.6.3	建立综合评价权重集	105
4.6.4	建立模糊关系矩阵	107
4.6.5	模糊综合评判	108
第5章	航空维修安全技术	109
5.1	危险性分析与检测技术	109
5.1.1	危险性分析	109
5.1.2	危险性评价	111
5.2	系统安全分析与安全评价技术	112
5.2.1	系统安全分析技术	112
5.2.2	系统安全性评价	114
5.3	事故预测及风险分析技术	116
5.3.1	事故预测概念	117
5.3.2	航空维修事故预测要素、原理和步骤	118
5.3.3	风险分析技术	124
5.4	事故应急救援理论与技术	124
5.4.1	应急救援系统	125
5.4.2	应急救援计划	125
5.4.3	应急救援设备与资源	127
5.4.4	应急救援行动	129
第6章	航空维修安全管理	132
6.1	建立航空维修安全管理体系	132
6.1.1	安全管理组织体系	132
6.1.2	安全法规制度体系	134
6.1.3	安全管理运行机制	137

6.2	建设航空维修安全管理队伍	139
6.2.1	提高航空维修安全管理人员的安全素质	139
6.2.2	提高维修管理人员的安全管理能力	148
6.2.3	搞好维修管理人员的安全教育	150
6.3	健全航空维修安全预警防范处置机制	158
6.3.1	基于信息系统的预警机制	158
6.3.2	安全态势评估与预测机制	163
6.3.3	危险源防范控制机制	164
6.3.4	特情处置与紧急救援机制	164
第7章	航空维修安全文化	166
7.1	航空维修安全文化的基本概念	166
7.1.1	安全文化的概念	166
7.1.2	安全文化作用对象	167
7.1.3	安全文化作用范围	168
7.1.4	安全文化层次结构	169
7.1.5	安全文化基本特征	170
7.1.6	航空维修安全文化的概念	172
7.2	航空维修安全文化的功能作用	173
7.2.1	航空维修安全文化的功能	173
7.2.2	航空维修安全文化的作用	175
7.3	航空维修安全文化的建设内容	176
7.3.1	航空维修安全观念文化	176
7.3.2	航空维修安全行为文化	178
7.3.3	航空维修安全管理(制度)文化	180
7.3.4	航空维修安全物态文化	181
7.4	航空维修安全文化的管理机制	182
7.4.1	齐抓共管机制	182
7.4.2	目标管理机制	182
7.4.3	分类管理机制	183
	参考文献	185

第1章 航空维修安全思想

航空维修安全思想，是航空维修安全活动在人们头脑中形成的理性认识，是航空装备安全思想和安全发展理念在航空维修安全领域的具体体现。航空维修安全思想，来自航空维修及其相关活动实践，集中反映了航空维修安全活动的基本规律，科学概括了航空维修安全的基本思想理论观点，是维修安全理论的核心和灵魂，对航空维修安全实践活动具有普遍的指导意义。本章在分析航空维修安全的科学内涵和哲学思想的基础上，阐明航空维修安全的基本观点，为宏观指导航空维修安全工作提供思想理论依据。

1.1 航空维修安全的科学内涵

安全发展是党中央和中央军委在新的历史时期提出的新的科学理念。安全发展事关我军广大官兵的根本利益，事关军队的健康发展和稳定大局。为履行我军新世纪、新阶段的新使命、新任务，航空装备系统必须准确理解维修安全的科学内涵，深刻认识航空维修安全的基本矛盾，牢牢把握航空维修安全的特点和基本规律，积极推进航空装备的安全发展。

1.1.1 航空维修安全的基本含义

1. 航空维修

新版《军语》对航空维修定义为：“保持、恢复航空装备规定技术状态而对航空装备进行维护和修理的活动”。航空维修是一个多层次、多环节、多专业的保障系统，包括维修思想、维修体制、维修类型、维修方式、维修专业、维修手段、维修作业、维修控制与管理等，并以维修控制与管理贯穿始终，相互联系、相互作用，构成了一个有机整体。

航空装备必须符合规定的技术状态，才能安全可靠地使用。航空装备在作战使用过程中，因受各种因素的作用和影响，其技术状态会偏离规定的使用标准。航空维修的基本任务，是为经常保持和迅速恢复航空装备规定的技术状态，保证航空装备的最短反应时间、最大出动强度和持续作战能力，以满足高速度、