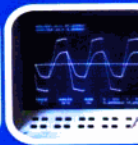
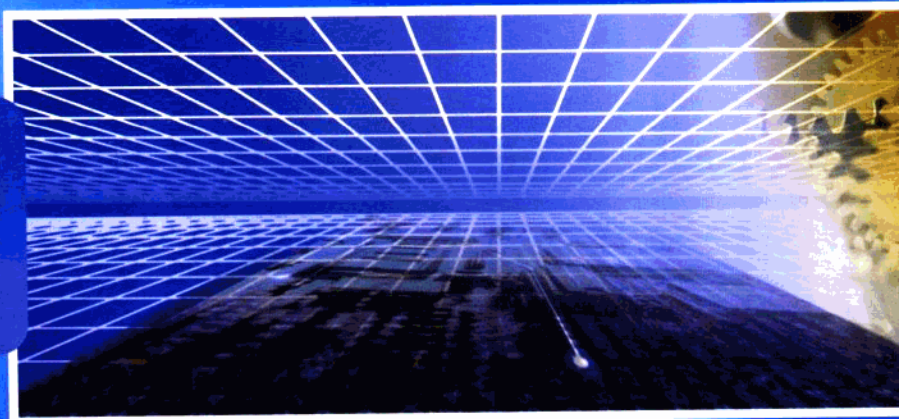


D-K-BT011-0Y

空军航空机务系统教材

飞机结构战伤抢修

张建华 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

D-K-BT011-0Y

空军航空机务系统教材

飞机结构战伤抢修

张建华 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书系统地论述了飞机结构战伤抢修的基本理论与方法。主要介绍了飞机战伤抢修的基本概念、飞机战伤、战伤检测与评估、结构修理和战伤抢修的组织与管理等内容。每章最后附有复习思考题,便于自学。

本书可作为航空机务系统的培训教材,也可作为有关院校航空修理专业本科生、硕士研究生的教材及相关研究单位、工厂、部队工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

飞机结构战伤抢修/张建华主编. —北京:国防工业出版社,2007.1
(空军航空机务系统教材)
ISBN 7-118-04887-9

I. 飞... II. 张... III. 军用飞机—维修—教材
IV. V271.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 144785 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 100044)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

※

开本 787×1092 1/16 印张 11¼ 字数 265 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

总 序

发生在世纪之交的几场局部战争表明,脱胎于 20 世纪工业文明的机械化战争正在被迅猛发展的信息文明催生的信息化战争所取代。信息化战争的一个显著特点,就是知识和技术密集,战争的成败越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量和数量,以及人与武器的最佳配合。因此,作为人才培养基础工作的教材建设,就显得格外重要和十分紧迫。为了加快推进中国特色军事变革,贯彻执行军队人才战略工程规划,培养造就高素质新型航空机务人才,空军从 2003 年开始实施了航空机务系统教材体系工程。

实施航空机务系统教材体系工程是空军航空装备事业继往开来的大事,它是空军装备建设的一个重要组成部分,是航空装备保障人才培养的一个重要方面,也是体现空军航空装备技术保障水平的一个重要标志。两年来,空军航空机务系统近千名专家、教授和广大干部、教员积极参与教材编修工作,付出了艰辛的劳动,部分教材已经印发使用,效果显著。实践证明,实施教材体系工程,对于提高空军航空机务人才的现代科学文化水平和综合素质,进而提升航空机务保障力和战斗力,必将发挥重要作用和产生深远影响,是一项具有战略意义的工程。

空军航空机务系统教材体系工程,以邓小平理论和“三个代表”的重要思想为指导,以新时期军事战备方针为依据,以培养高素质新型航空机务人才为目标,着眼空军向攻防兼备型转变和航空装备发展需要,按照整体对应、系统配套、紧贴实际、适应发展,突出重点,解决急需的思路构建了一个较为完整的教材体系。教材体系的结构由部队、院校、训练机构教育训练教材三部分组成,分为航空机务军官教育训练教材和航空机务士兵教育训练教材两个系列十六个类别的教材组成。规划教材按照新编、修编、再版等不同方式组织编修。新编和修编的教材,充实了新技术、新装备的内容,吸收了近年来航空维修理论研究的新成果,对高技术战争条件下航空机务保障的特点和规律进行了有益探索,院校的专业训练教材与国家人才培养规格接轨并具有鲜明的军事特色,部队训练教材与总参颁布的《空军军事训练与考核大纲》配套,能够适应不同层次、不同专业航空机务人员的教育训练需要,教材的系统性、先进性、科学性、针对性和实践性与原有教材相比有了明显提高。

此次大规模教材编修工作,系统整理总结了空军航空机务事业创业 50 多年来的宝贵经验,将诸多专家、教授、骨干的学识见解和实践经验总结继承下来,优化了航空机务保障教材体系,为装备保障人员提供了一套系统、全面的教科书,满足了人才培养对教材的急需。全航空机务系统一定要认真学习新教材,使其真正发挥对航空机务工作的指导作用。

同时,教材建设又是一项学术性很强的工作,教材反映的学术理论内容是随实践的发展而发展的。当前我军建设正处在一个跨越式发展的历史关键时期,航空装备的飞速发展和空军作战样式的深刻变化,使航空机务人才培养呈现出许多新特点,给航空机务系统教材建设带来许多新问题。因此,必须十分关注航空装备的发展和航空机务教育训练的改革创新,不断发展和完善具有时代特征和我军特色的航空机务系统教材体系,为航空机务人才建设提供知识信息和开发智力资源。

魏 钢

二〇〇五年十二月

空军航空机务系统教材体系工程编委会

主 任 魏 钢

副主任 周 迈 毕雁翎 王凤银 袁 强 韩云涛

吴辉建 王洪国 王晓朝 常 远 蔡风震

李绍敏 李瑞迁 张凤鸣 张建华 许志良

委 员 刘千里 陆阿坤 李 明 郇 卫 沙云松

关相春 吴 鸿 朱小军 许家闻 夏利民

陈 涛 谢 军 严利华 高 俊 戴震球

王力军 曾庆阳 王培森 杜元海

空军航空机务系统教材体系工程总编审组

组 长 刘桂茂

副组长 刘千里 郇 卫 张凤鸣

成 员 孙海涛 陈廷楠 周志刚 杨 军 陈德煌

韩跃敏 谢先觉 高 虹 彭家荣 富 强

郭汉堂 呼万丰 童止戈 张 弘

空军航空机务系统教材体系工程 机械专业编审组

组 长 陈廷楠

成 员 王行江 陈柏松 王献军 赵 斌 高 虹
呼万丰 邱炳辉

前 言

飞机战伤抢修是高技术局部战争中损伤飞机“再生”的最佳途径,是保持和提高航空兵部队持续作战能力最直接、最有效、最经济的手段,是战斗力的“倍增器”。为适应空军武器装备跨越式发展的需要,提高航空机务部队的飞机战伤抢修能力,中国人民解放军空军装备部将《飞机结构战伤抢修》列入“空军航空机务系统教材体系工程”规划,供部队军官训练使用。

未来战争中,飞机维修的重点任务是对战伤飞机实施抢修。如何提高飞机战伤抢修能力,是未来高技术局部战争中的一个重要课题。以美军为代表的西方国家,经过近 30 年的研究和实践,具备了比较完善的战伤抢修体系。本书以国外飞机战伤抢修理论与实践的成功经验为参考,以我军武器装备战伤(场)抢修研究与发展的现状为基础,以“飞机战伤抢修研究”科研成果为主要内容编写而成。在编写中以飞机战伤抢修实施过程为主线,就这一过程中涉及的问题进行了系统的论述,旨在为战时损伤飞机的抢修提供具体的指导原则、分析方法和实用技术。

全书共分 5 章。第 1 章绪论:阐述了战伤抢修的定义、目的、意义、特点以及航空装备的抢修性等基本概念,介绍了国内外战伤抢修的研究发展现状;第 2 章飞机战伤:阐述了攻击武器的威胁机理、飞机战伤模式、飞机战伤影响分析和飞机战伤试验与分析等内容;第 3 章战伤检测与评估:阐述了战伤检测与评估的常用知识、基本程序、主要内容、实施方法及机体结构战伤评估中需要处理的主要技术问题;第 4 章结构修理:介绍了飞机结构形式及其受力特点和飞机铝合金蒙皮、内部构件、密封结构、复合材料构件、导管、操纵拉杆及飞机线路的抢修技术;第 5 章战伤抢修的组织与管理:阐述了飞机战伤抢修的组织管理工作,包括抢修管理内容、组织实施方法以及抢修备件的战时供应。以上 5 章内容围绕飞机战伤的随机性、战伤抢修的快速性和修复后飞机的任务适用性展开,反映了我军在该领域的研究水平。

“空军航空机务系统教材体系工程”系列教材,实行主编负责制和主审责任制,本书由空军第一航空学院张建华教授担任主编,陈廷楠教授担任主审。张建华教授负责撰写第 1 章,姚武文教授负责撰写第 2 章和第 3 章,代永朝教授负责撰写第 4 章,涂明武教授负责撰写第 5 章。沈空航空中心修理厂周平辉高级工程师、空军第一航空学院吕伯平副教授、于克杰教授、王国祥副教授等对本书进行了审查,空军“航空机务系统教材体系工程”机械专业编审组审查了本书的纲目和书稿,王行江副教授对本书进行了全面审查,并提出了一些修改意见。

本书在编写过程中得到了上述单位和个人的具体帮助与大力支持,承蒙提出了许多具体修改意见,同时作者还参阅和引用了有关资料和文献,有些正式出版的文献已在本书的参考文献中列出,有些难免遗漏,在此一并表示诚挚的感谢。

由于作者水平所限,错讹之处望批评指正。

主编 张建华
2006 年 10 月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 战伤抢修的意义与特点	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 战伤抢修的意义	2
1.1.3 战伤抢修的特点	4
1.2 战伤抢修的研究与发展	7
1.2.1 外军在战伤抢修领域的发展状况	7
1.2.2 我军在战伤抢修领域的研究现状	13
1.2.3 战伤抢修研究的发展趋势	13
1.3 航空装备的抢修性	14
1.3.1 基本概念	14
1.3.2 抢修性设计要求	16
1.3.3 抢修性系统分析	20
1.3.4 战伤抢修数据库	24
复习思考题	25
第 2 章 飞机战伤	26
2.1 威胁机理	26
2.1.1 导弹战斗部威胁机理	26
2.1.2 防空火炮威胁机理	32
2.1.3 核武器威胁机理	33
2.2 战伤模式	35
2.2.1 飞机战伤基本形式	35
2.2.2 飞机复合型战伤模式	36
2.2.3 不同武器打击的战伤模式	37
2.2.4 飞机上典型材料的战伤模式	41
2.2.5 飞机电网战伤模式	43
2.2.6 飞机宏观战伤模式	44
2.3 飞机战伤影响分析	45
2.3.1 确定飞机执行任务的基本功能	45
2.3.2 确定完成基本功能的重要部件	45
2.3.3 战伤模式的影响与分析	46
2.4 飞机战伤试验与分析	46

2.4.1	飞机战伤实弹试验	46
2.4.2	飞机战伤模拟试验	51
2.4.3	飞机战伤仿真	53
	复习思考题	56
第3章	战伤检测与评估	57
3.1	概述	57
3.1.1	战伤评估的必要性	57
3.1.2	战伤检测的基本方法	58
3.2	战伤检测	58
3.2.1	飞机烧伤检测	58
3.2.2	机上网战伤检测	65
3.2.3	飞机结构大范围变形检测	67
3.2.4	复合材料损伤检测	72
3.2.5	其他损伤的检测	72
3.3	飞机战伤评估的基本程序及主要内容	74
3.3.1	收集信息	74
3.3.2	检测确定损伤范围	74
3.3.3	分析损伤模式影响并确定损伤等级及重点损伤	74
3.3.4	估计抢修所需的资源和现场具备的修理能力	75
3.3.5	确定损伤修复的级别	78
3.3.6	确定受伤飞机的抢修先后顺序	78
3.3.7	评估制定修理方案	78
3.3.8	初步确定飞机的使用限制	80
3.4	战伤评估方法	82
3.4.1	机体结构战伤评估方法	82
3.4.2	机体结构战伤评估的主要技术问题	88
3.4.3	飞机系统战伤评估方法	91
3.4.4	飞机气动损伤评估	96
	复习思考题	97
第4章	结构修理	98
4.1	飞机结构型式及其受力特点	98
4.1.1	机翼结构型式和受力特点	98
4.1.2	尾翼结构型式和受力特点	104
4.1.3	机身结构型式和受力特点	105
4.2	飞机铝合金蒙皮修理	106
4.2.1	蒙皮裂纹修理	106
4.2.2	蒙皮压坑修理	108
4.2.3	蒙皮破孔修理	108
4.3	飞机内部构件修理	113

4.3.1	长桁修理	113
4.3.2	铝梁(墙)的修理	115
4.3.3	隔框和翼肋修理	116
4.4	密封结构修理	117
4.4.1	飞机结构密封形式	117
4.4.2	整体油箱渗漏修理	118
4.4.3	整体油箱破孔修理	120
4.5	复合材料构件修理	121
4.5.1	复合材料构件的结构特点及战伤修理要求	121
4.5.2	层压板结构修理	124
4.5.3	蜂窝夹芯结构修理	127
4.5.4	蜂窝壁板结构修理	130
4.6	导管和操纵拉杆修理	133
4.6.1	导管修理	133
4.6.2	操纵拉杆修理	136
4.7	飞机线路战伤修理	137
4.7.1	概述	137
4.7.2	导线和导线束断裂修理	137
4.7.3	电缆的包扎	140
	复习思考题	141
第5章	战伤抢修的组织与管理	143
5.1	概述	143
5.1.1	飞机战伤抢修组织的一般程序	143
5.1.2	飞机战伤抢修组织与管理的基本要求	143
5.2	飞机战伤抢修的组织	144
5.2.1	抢修人员	144
5.2.2	抢修装备	145
5.2.3	抢修技术、法规	155
5.3	飞机战伤抢修的管理	158
5.3.1	飞机战伤抢修管理的指导思想	158
5.3.2	战斗各阶段战伤抢修的管理	159
	复习思考题	163
	参考文献	164

第1章 绪 论

航空装备的维修,是航空装备保障的重要组成部分。作战期间,航空装备维修的重点任务是对战伤飞机实施抢修。飞机战伤抢修是保持航空部队持续作战能力最直接、最有效、最经济的途径,是战斗力的“倍增器”。战伤抢修属于修复性维修的范畴,可以说是修复性维修的一种特殊形式。当“战斗恢复力”(combat resilience,又称“抢修性”)的武器装备特性被提出来以后,传统的战伤抢修概念已难以涵盖它所拥有的新内涵。传统的战伤抢修主要局限于研制一些便于抢修的工具或设备,利用当时先进的工艺、材料和技术进行靠前抢修。而新概念则强调武器装备本身应具有便于战伤抢修的属性。在战场上,如何使这种属性发挥其保持战斗力的作用,则是一个人机系统工程。作为武器装备的一个重要特性,“战斗恢复力”一经提出,由于其能直接影响战斗力,立即引起世界各国的普遍关注,特别是一些先进的军事大国,很快展开了与此相应的理论研究、法规体系的制定以及组织指挥体系的建立等。针对这一情况,我国在1991年引入这一新概念,也开展了有关的课题研究。

众所周知,现代作战飞机单价值几千万甚至数亿元,战时,若能及时修复受损伤的飞机,就相当于节约了需补充新飞机而带来的开支。不仅如此,由于战伤飞机得到修复,再次投入战斗,掌握了战斗主动权,使己方在作战中打击了敌方,保护了自己,由此产生的军事效益之大是无法估算的。本章从基本概念入手,依次介绍战伤抢修的意义与特点,战伤抢修的研究与发展,抢修性设计研究的内容。

1.1 战伤抢修的意义与特点

1.1.1 基本概念

1.1.1.1 飞机战伤(Aircraft Battle Damage, ABD)

美国陆军把“战伤”叫做“战场损伤”(battlefield damage),即装备在广义战场上的损伤,包括武器装备遭到敌方破坏,即“战斗损伤”(battle damage),还包括一切在战场上发生的导致功能丧失或降低的事件,如随机故障、耗损性故障、人为差错,以及装备得不到供应品、装备不适用等。此处的广义战场应该理解为海上、陆地和空中,而战伤的含义则很广泛,与我们平时所理解的仅限于作战中装备遭打击所受的战伤不同,而是影响装备执行任务的所有事件。因此,在GJB20437—97《武器装备战场抢修手册的制定要求》中对战场损伤采取如下定义:在战场上需要处理的一切妨碍武器装备完成预定任务的事件,包括:战斗损伤、随机故障、耗损性故障、人为差错、偶然事件、武器装备不适应战场环境、得不到供应品(如油液、备件等)、技术支援中断等。

美国空军采用“战斗损伤”的概念,其含义与陆军的“战场损伤”含义相近。从有关美国空军战伤修理的资料上看,他们似乎更强调作战中的损伤。当然,如果在作战中,除战斗损伤外,

同时发生了妨碍执行作战任务的其它事件,一并作为战伤考虑也是与实际情况相符合的。

综上所述,飞机战伤是指战时发生的妨碍飞机完成预定任务的战斗损伤、随机故障、耗损性故障、人为差错、意外故障以及维修供应品不足和环境变化等事件。飞机在飞行中遭受的损伤:一是被空空导弹或航炮炮弹击伤,二是被地面武器打伤,三是超负荷执行作战任务时飞行员操作过猛造成的损伤等。飞机在地面停放时的损伤主要是指遭轰炸、意外事故造成、人为差错以及维修供应品不足和环境变化造成的损伤。当然损伤源也可以是高精尖武器,如核武器、激光武器、离子束武器等。

1.1.1.2 飞机战伤抢修(Aircraft Battle Damage Repair,ABDR)

美国陆军把战伤抢修称之为“战场损伤评估与修理(Battlefield Damage Assessment and Repair,DBAR),即在战场上采用应急诊断和修复技术,迅速恢复装备战斗力的一系列活

美国空军的定义是“飞机战斗损伤评估与修理”(Aircraft Battle Damage Assessment and Repair,ABDAR),即战时通过有效使用维修资源,对战伤的飞机进行评估,通过延迟修理、修理或串件使用,使之迅速恢复某种程度的执行任务的能力而采取的维修措施(MIL-M-87158A 中的定义)。

我国三总部 1982 年所编《中国人民解放军军语》中的提法叫“战场修理”,即战时对损坏的装备在损坏地点或就近进行的修理。

海军装备部 1991 年所编《舰船装备维修名词术语》中的提法叫“战损修理”,即战时舰船遭到破损或损坏时所进行的修理。

《武器装备战场抢修手册的制订要求》中采取“战场抢修”(battlefield damage assessment and repair)的定义,即战场损伤评估与修复,指在战场上运用应急诊断和修复等措施,将损伤武器装备迅速恢复到完成当前任务所需的工作状态或自救的一系列活

《飞机战伤评估与修理技术手册编制要求》(GJB3897—99)采用“飞机战伤评估与修理”的定义,即战时通过有效使用保障资源对战伤飞机进行评估,采用现场修理或延迟修理等措施,使之恢复一定程度任务的能力(包括至少出动一次或飞回后方修理场所)的战时维修活

综上所述,飞机战伤抢修或叫飞机战伤评估与修理(ABDAR),是指战时在前线环境下,通过有效地使用一切可以利用的维修资源,在有限的时间内对战伤飞机进行评估,并施以标准修理和非标准的应急修理,使之恢复到具有一定程度的执行下次任务或自救的能力。从这一定义可以看出,“前线环境”可以是前线机场,也可以是具备起降条件的地域。“维修资源”可以理解为当时可以利用的一切人力、物力。“有限时间”一般指 24h。且战伤抢修不要求恢复飞机的全部功能,只要求短时内恢复到一定功能,其结果是能至少执行一次任务。

1.1.2 战伤抢修的意义

1.1.2.1 弥补战争损耗,补充战斗实力

历史经验表明,战争中战伤飞机的数量远远超过战损飞机的数量。不修理时,战伤的飞机也就是损失的飞机;而修复之后,可以再投入战斗,弥补战争损耗,补充战斗实力。

抗美援朝战争,我军战损飞机 257 架,战伤和事故损伤飞机 835 架,即每损失一架飞机,有 3.3 架飞机战伤。当时我空军正是初建时期,修理水平不高,许多可以修复的飞机未能修复,但是还是修复了 315 架飞机,及时补充到战斗中去。

在第二次世界大战的太平洋战争中,美军每损失一架飞机,就有 2 架~4 架飞机需要进行战伤抢修。美军在越南战争参战飞机总数中,未受损伤的占 21%,战损的占 23%,有 56%受

到不同程度的损伤,其中 F4 战斗机,每损失一架,就有 4 架是带伤返回的。1973 年中东战争,以色列每损失两架 F4 战斗机,就有 9 架是战伤的;战争的第一周,以色列空军共修复了 100 架飞机,这相当于 5 个战斗中队实力。英阿马岛冲突中,英军参战飞机总数中战伤的占 40%,其中 90% 的飞机及时得到修复。历史表明,对战斗机来说,战争中每损失一架飞机就有 3 架~5 架受伤。如果飞机的生存力和保障条件良好,敌方威胁力中等,通过计算机模拟显示,战损与战伤的比例可高达 1:15 甚至 1:20。直升机与坦克也基本相同。所以可以预期未来战争中有大量战伤飞机需要修复,对补充战斗实力有重要作用。

1.1.2.2 保持一定的持续战斗力

图 1-1 为 1973 年中东战争中以色列空军战损、战伤以及修复好的累积飞机数目随持续战斗天数的关系曲线。从图中可以推算出,战损与战伤之比,由开始的 1:3 发展到后来为 1:7。战争的第三天,60 架战伤飞机中有 40 架经过修复,投入战斗,余下 20 架未能修复。但战争持续到两周时,战伤的飞机除 3 架外均得到修复,使战斗力得以“再生”,并始终保持着一定的持续战斗力。反之,如果以军没有修复战伤飞机的能力,那么第八天就完全丧失了战斗力。

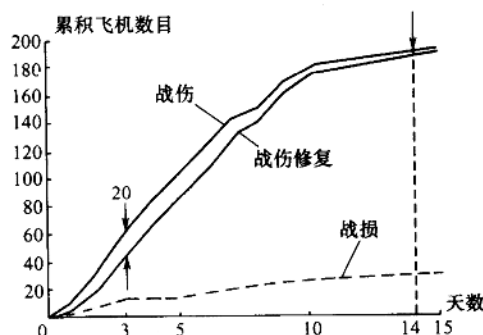


图 1-1 战损、战伤及修复

图 1-2 反映的是一个战斗飞行团 40 架飞机随作战持续天数的变化情况。这是通过计算机模拟得到的。其条件是:战损率 1%~2%,战伤率 8%,战斗出勤率 80%。战伤修理能力分为三级:即不修理、中等修理和良好修理。对不修理来说,战伤飞机也就是战损飞机。中等修理是指 50% 的战伤飞机在 24h 内修复,其余的列为损失数。良好修理是指 50% 的战伤飞机在 24h 内修复,30% 的战伤飞机在 48h 内修复,余下的列为损失数。从图中可以看出,战争持续到第十天,不修理情况下只剩下 3 架~4 架飞机可以参战;而中等修理和良好修理时,分别有 10 架~12 架、16 架~20 架可以参战。良好修理比不修理的效果(增加 12 架~16 架)远大于提高飞机的生存力、使战损率由 2% 减到 1% 的效果(增加 1 架飞机)。这一结论与美军后勤管理学院 1989 年 8 月模拟的结果(AD-A213 117)基本一致。

1988 年 11 月,美军空军系统司令部在给空军部的一个报告中指出:假设在未来中欧战场上,第一天有 100 架飞机升空作战,如具备较好的战伤飞机修理条件,则在前 19 天的战斗中能够使 75% 的飞机升空作战;反之,当战斗进行到第 8 天时便没有能够升空作战的飞机了。

图 1-3 是 100 架直升机随作战持续天数的变化情况。其战损率为 3%~5%,战伤率 15%~25%。如果不修理,出动 20 批次后,几乎没有战斗力了。如果具备完全修理的能力(所有战伤的直升机 6h 内修复),则在 20 批次时仍然有 40%~65% 的直升机可以参战。

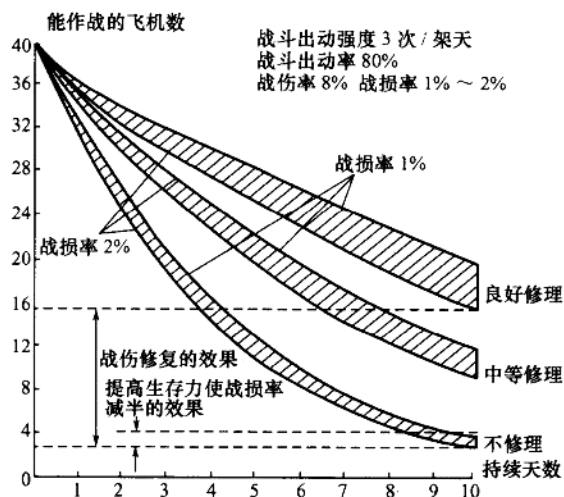


图 1-2 能作战飞机数随持续战斗天数的变化

总之,在保持持续战斗力上,战伤抢修起到了关键的作用。

1.1.2.3 战斗力的倍增器

图 1-4 是直升机累积出动架次随作战持续天数的变化情况。战斗开始时有直升机 100 架,每天出动 4 次,战损率 5%,战伤率 25%。从图中可以看出,完全修理(所有战伤的直升机 6h 内修复)的累积出动架次是不修理的 6 倍。所以,有人称战伤抢修是战斗力的倍增器。

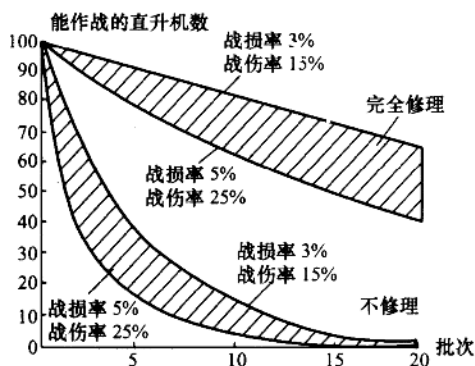


图 1-3 能作战的直升机随作战批次的变化

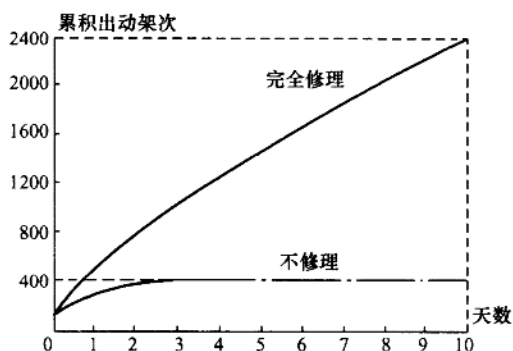


图 1-4 累积出动架次随作战持续天数的变化

1.1.3 战伤抢修的特点

在和平时期,如果不进行实战演习,将真实的飞机击伤,战伤抢修的问题是遇不到的。平时维修和战时维修的目的和工作重点各不相同。平时维修的目的是保持和恢复装备的固有可靠性和安全性,飞行安全放在首要地位。工作内容包括预防性维修和修复性维修两种,主要进行预防性维修工作。而战时维修的目的是保证飞机有最大的战斗出动架次。要求在短时间内把战伤飞机恢复到可再次投入战斗的状态,甚至是使战伤飞机能够再次执行一次作战任务,或能够自行飞到后方修理厂(自救)。工作内容除预防性维修、修复性维修之外,主要是战伤抢

修,如图 1-5 所示。西方国家,首先是美国空军认为,飞机的平时修理与战伤抢修基本上是两回事,甚至是“毫无共同之处”。与平时修理相比,战伤抢修有以下几个特点。

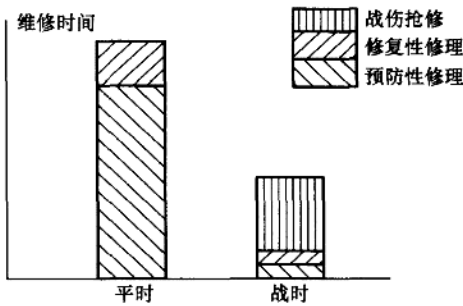


图 1-5 平时维修与战伤抢修停机时间比较

1.1.3.1 修理的时间要求不同

战伤抢修的首要要求是时间上的要求,即要求能够迅速及时地修复飞机并投入战斗,以增加出动架次。平时修理时间是按天或月来度量的,而战伤抢修时间则是按小时来计算。因为在激烈的战争中,战场形势瞬息万变,敌方的武器装备损耗也是严重的,我方只要能争取时间,赶在敌人飞机修复之前恢复我方飞机的部分任务能力,就能在下一回合战斗中克敌制胜。

一般来说,战伤抢修时间服从对数正态分布。这种变化关系如图 1-6 所示。它表明飞机修复的累积百分数与停机时间或修理时间的关系,是战斗环境下典型战伤抢修的统计。从图中可以看出,当停机时间(或修理时间)为 20h 时,大约有 50% 的飞机能够修复;停机时间(或修理时间)为 50h 时,大约有 75% 的飞机能够修复;如果要求所有的战伤飞机都得到修复,那么停机时间(或修理时间)在 1000h 以上。据此,战伤抢修时间一般要求在 24h 或者 48h 以内,甚至 6h 以内。且有如下规定:

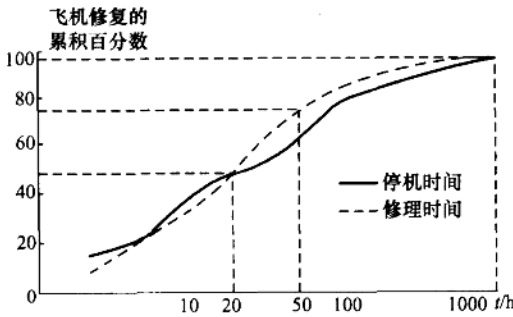


图 1-6 典型战伤抢修统计

(1) 50% 的战伤飞机在 24h 内修复,称为中等修理水平。美空军海湾战争期间所进行的飞机战伤修理就是这种修理水平。

(2) 50% 的战伤飞机在 24h 以内修复,且 30% 的战伤飞机在 48h 以内修复,称为良好修理水平。以色列在中东战争中属于这种修理水平,由图 1-1 可以看出,其战伤飞机的大部分均及时得到修复。1973 年以色列在戈兰高地战斗中,全部坦克的 75% 受到战伤,但是其中 80% 受伤的坦克在 24h 内得到修复。有的坦克打坏了修,修复了又被打坏,反复高达 4 次~5 次之多。

图 1-7 是典型战伤修理能力对出动架次的影响关系,这是按统计资料经过计算机模拟得到的。从图上可以看出,减少战伤修复时间,就可以增加出动架次。例如战斗的第三天,战伤修复时间由 48h 减为 6h,大致增加 25% 的出动架次,约增加 150 架次的战斗力。但战伤修复时间超过 48h 以后,对增加出动架次数就不明显了,特别是作战持续的天数较久时,几乎起不到作用。所以,如果采用和平时正常修理的方法来修理战伤飞机,其停机时间或修理时间通常远远超过 48h,难以达到提高出动架次的目的。

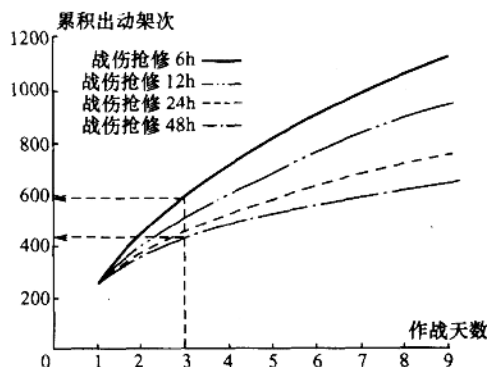


图 1-7 战伤修复能力对出动架次的影响

1.1.3.2 修理的环境条件不同

平时修理通常有固定的设施和设备,而且在纯作业环境中进行。在现代战争条件下,战伤抢修不可能有这样的条件。敌人的空袭和强烈的电磁干扰,是不可避免的,甚至对核武器、化学武器、生物武器的袭击,也要有所准备,一些恶劣的自然环境,如高温、高寒、潮湿、大风等等,也是可能出现的。战伤飞机往往降落在没有任何设施的场地上,缺乏动力、电源和水源等必要条件,要求就地修理。例如,英国空军就规定了一条战伤抢修的原则,就是必须保证战伤抢修工作能在除了冷气瓶以外没有其他任何动力的条件下进行。除此以外,还应当考虑到在战争条件下,修理人员的精神面貌和生理、心理因素也与平时修理不同。

1.1.3.3 引起修理的原因不同

平时修理的原因是由系统、设备的故障或结构的疲劳损伤而引起的。系统、设备故障的机理、表现形式以及发展过程,有其本身的内在规律。飞机结构的损伤也是取决于结构本身,包括结构的设计特征,结构的形式、材料、承力特点和应力范围等。结构的疲劳寿命也是按照正常的飞行剖面图和载荷谱而定的。因此,正常使用中的结构损伤(静力破坏、疲劳裂纹、腐蚀变形等等)有其本身的规律性。定期的检查和修理可以据此而预先确定重点部位。战伤抢修的原因是炮弹直接命中的射弹损伤,炸弹、导弹爆炸破片造成的破片损伤,或者核武器的冲击波和辐射所造成的损伤,等等。飞机遭受的这类损伤是外来的,带有偶然性,事先是难以预料的。进行战伤抢修的部位,常常是在平时修理中很少遇到或完全不接触的部位。

1.1.3.4 修理的标准和要求不同

平时飞机修理所使用的技术标准,是为了恢复其固有可靠性和安全性而制定的。从结构修理方面讲,则是为了恢复结构的全部静强度和足够的疲劳寿命及抗腐蚀能力而制定的。修理后的飞机要能恢复全部飞行性能,维持其使用寿命,并一直使用到下次规定的修理期限。技