

复杂电磁环境下 海军航空装备技术保障

孙荣平 林典雄 李振伟 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

复杂电磁环境下海军 航空装备技术保障

孙荣平 林典雄 李振伟 主编

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书围绕复杂电磁环境下航空装备技术保障这一主题,在深入分析战时海军机场复杂电磁环境构成要素、生成特点、演变规律和干扰特性的基础上,揭示了其对航空装备技术保障的影响模式、机理和效应,提出了以构建电磁兼容性维修机制和电磁防护型保障体系为主要内容的对策措施。

图书在版编目(CIP)数据

复杂电磁环境下海军航空装备技术保障 / 孙荣平, 林典雄, 李振伟主编. —北京: 国防工业出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 118 - 08392 - 7

I. ①复... II. ①孙... ②林... ③李... III. ①电磁环境 - 海军航空 - 装备 - 军械技术保障 IV. ①E925

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 259699 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责任公司
新华书店经售

*

开本 710 × 960 1/16 印张 10 $\frac{3}{4}$ 字数 205 千字
2012 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 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)88540777

发行邮购: (010)88540776

发行传真: (010)88540755

发行业务: (010)88540717

复杂电磁环境下海军航空装备技术保障

编委会

主任 王小平

副主任 朱海秦 王胜军 高晓利 陈震

委员 黄金德 赵钧 窦强 厉军标

强海滨 林典雄

主编 孙荣平

副主编 林典雄

编者 孙荣平 林典雄 李振伟

序

复杂电磁环境是战时一切作战行动和装备保障活动所必须面对的战场环境。海军航空兵由于使命所然,其机场大部分分布在沿海地区。随着海军战略方针由近海防御转向远海防卫,海军航空兵必将由岸基为主发展为岸基与舰基相结合,由近海为主过渡到近海与远洋相结合。特殊的使命任务和地理位置,使海军航空装备技术保障面临特殊的电磁环境。这种特殊性主要表现在保障作业场所处在气象条件最为复杂、作业空间最为暴露、辐射源最为密集、电磁干扰最为严重、电子对抗和制电磁权争夺最为激烈的沿海或舰面区域,这些都会对装备的使用和保障带来严重影响。

如何适应信息化条件下一体化联合作战对航空装备技术保障的要求,确保在复杂电磁环境下,能够迅速、连续、高强度地完成航空装备技术保障任务,是海军航空装备技术保障工作面临的重大现实课题。《复杂电磁环境航空装备技术保障》一书在深入分析海军机场复杂电磁环境构成要素、特点和基本规律的基础上,提出了复杂电磁环境对航空装备技术保障的影响模式,探讨了其影响机理和效应,解决了涉及复杂电磁环境航空装备技术保障的关键技术问题,构建了电磁兼容性维修机制和电磁防护型保障体系为主要内容的新型保障体制,形成了航空装备技术保障电子防御能力建设的主要思路和评估体系。该书从理论与实

践的结合上,对复杂电磁环境下的航空装备技术保障进行了深入、系统、全面的研究和论述,内容详实、观点新颖、论证充分。其研究成果对适应信息化条件下一体化联合作战航空装备技术保障需求,提高复杂电磁环境下航空装备技术保障能力和水平,推动海军航空兵机务部队开展复杂电磁环境下航空装备技术保障训练,具有重要的现实指导意义。

很高兴看到这本书的出版,相信会对我海军航空装备技术保障更好地建设发展作出贡献。

李喜宏

前 言

复杂电磁环境是信息化战场环境的主要特征之一,是未来信息化条件下作战所无法回避的客观现实。它既是电子信息武器装备广泛应用的必然结果,更是敌我双方争夺战场制电磁权而人为的累积效应。未来,任何作战准备和军事行动只有将整个过程置于复杂电磁环境这一大背景下去思考、谋划和运筹,才能较好地贴近战争实际,从而赢得战争的主动权,否则势必脱离实际,造成被动挨打。

海军航空装备技术保障是战时海军航空兵能否顺利升空作战、执行任务的重要前提。现代战机机载设备众多、交联关系复杂、布局紧凑,其本身是一个复杂的电磁兼容体,而飞机机体本身又是一个复杂的电磁散射体。航空装备技术保障的整个过程依托机场实施,而机场及其周边空域由于受机场设施和周边民用设施的影响,电磁环境比较复杂,对航空装备技术保障潜在的电磁干扰因素较多。依据一体化联合作战的要求,大量执行不同作战任务的不同种类或型号的飞机集结于同一机场实施综合化保障是未来航空装备技术保障的基本形态之一,这就存在着飞机间相互干扰的可能,势必使保障过程中的电磁环境更加复杂。另一方面,由于航空兵作战具有对地面技术保障依赖程度高,起飞后在空中飞行速度快、活动半径大、任务空域广、对敌攻击能力强等特点,故将敌方飞机瘫痪在机场往往比在空中进行攻击,军事效果更加显著。因此,战时我枢纽机场、主战机场和前敌机场必将成为敌释放电磁干扰、进行战役级和战略级电子攻击的重点对象。战术级电磁干扰属自卫式干扰,其电磁干扰对象是敌机载雷达及

通信、导航系统,目的是保证我机自身安全;战役级电磁干扰对象是敌方雷达、导弹阵地和军用机场,目的是掩护己方机群的突击;战略级电磁干扰对象是敌指挥中枢及重要军事设施,目的是夺取和保持己方的制电磁权。另外,战时敌方的电磁攻击主要来自海上或海空,而海军航空兵机场大都地处沿海地区,距敌近且天然电磁屏障少,实施电磁干扰防护较为困难。

开展复杂电磁环境下海军航空装备技术保障研究,了解和掌握战时海军机场空域复杂电磁环境的构成要素,潜在干扰源及其干扰途径、干扰样式和干扰方式,复杂电磁环境的生成特点、构成规律及其演变特性,进而分析和揭示其对航空装备技术保障工作的影响模式、影响机理和影响效应,提出复杂电磁环境海军航空装备技术保障电磁干扰预防的对策和措施,建立复杂电磁环境下海军航空装备技术保障电磁兼容性维修机制和电磁防护型保障体系,对增强航空装备技术保障过程的抗干扰能力和对复杂电磁环境的适应能力,做到在复杂电磁环境下,航空装备技术保障时间不延长,过程不紊乱,质量不降低,确保飞机能够及时顺利升空执行作战任务具有十分重要的现实意义。

编者
2012年8月

目 录

第 1 章 航空装备技术保障的界定	1
1.1 航空装备技术保障的概念	1
1.1.1 装备	1
1.1.2 航空装备	1
1.1.3 装备保障	1
1.1.4 航空装备技术保障	2
1.2 航空装备技术保障的特点	2
1.2.1 保障任务繁重	3
1.2.2 保障强度超大	3
1.2.3 保障要素多元	3
1.2.4 保障技术高新	4
1.2.5 保障环境多变	4
1.3 航空装备技术保障的实施	4
1.3.1 航空机务保障活动	4
1.3.2 航空机务保障组织	5
1.4 航空装备技术保障管理	7
1.4.1 计划管理	7
1.4.2 质量管理	7
1.4.3 技术管理	8
1.4.4 安全管理	8
1.4.5 信息管理	8

第 2 章 复杂电磁环境的界定	10
2.1 复杂电磁环境的概念	10
2.1.1 环境	10
2.1.2 电磁环境	10
2.1.3 复杂电磁环境	11
2.2 复杂电磁环境的特征	12
2.2.1 形态特征	12
2.2.2 动态特征	12
2.2.3 对抗特征	13
2.2.4 相对特征	13
2.2.5 危害特征	13
2.3 复杂电磁环境的度量	14
2.3.1 先总后分方法	14
2.3.2 先分后总方法	15
第 3 章 战时海军机场复杂电磁环境的构成	18
3.1 复杂电磁环境的构成要素	18
3.1.1 辐射源要素	19
3.1.2 信号要素	21
3.1.3 空间要素	22
3.2 潜在干扰源及传播途径	23
3.2.1 干扰源的分类及产生机理	24
3.2.2 干扰传播途径和耦合方式	35
3.3 潜在干扰源主要干扰方式	47
3.3.1 干扰方式分类	47
3.3.2 瞄准式干扰	48
3.3.3 跟踪式干扰	49
3.3.4 阻塞式干扰	50
3.3.5 扫频式干扰	51
3.3.6 灵巧式干扰	51
3.3.7 毁伤式干扰	52

3.4	潜在干扰源典型干扰信号	53
3.4.1	功能性干扰典型信号	54
3.4.2	非功能性干扰典型信号	55
3.4.3	恶意干扰典型信号——超宽带干扰信号	57
3.5	潜在干扰源的有效范围	58
3.5.1	通信(导航)干扰有效区	59
3.5.2	跳频通信干扰有效区	61
3.5.3	雷达干扰有效区	63
3.6	复杂电磁环境的构成特点及规律	66
3.6.1	基本特点	66
3.6.2	一般规律	68
第4章	复杂电磁环境对航空装备技术保障的影响	70
4.1	影响模式	70
4.1.1	过程影响模式	70
4.1.2	环节影响模式	72
4.2	影响机理	75
4.2.1	同性干扰	75
4.2.2	乱真干扰	75
4.2.3	闭塞干扰	75
4.2.4	冲激干扰	76
4.2.5	错时干扰	76
4.2.6	毁伤干扰	76
4.3	影响效应	76
4.3.1	电磁干扰阈值确定	76
4.3.2	电磁干扰效应矩阵	79
4.3.3	电磁干扰效应分析	80
第5章	电磁兼容性维修	83
5.1	电磁兼容性维修内涵	83
5.2	电磁兼容性维修技术	84
5.2.1	故障诊断技术	84

5.2.2	电子检测技术	85
5.2.3	安装连接技术	85
5.2.4	电磁屏蔽技术	88
5.2.5	信号滤波技术	89
5.2.6	软件维护技术	89
5.2.7	维修信息技术	90
5.2.8	战损抢修技术	90
5.3	电磁兼容性维修方法	91
5.3.1	干扰预防	91
5.3.2	干扰鉴别	95
5.3.3	干扰排除	97
5.4	电磁兼容性维修手段	106
5.4.1	干扰信号模拟仿真类	107
5.4.2	干扰信号探测耦合类	108
5.4.3	干扰信号测试接收类	113
5.4.4	干扰信号参数分析类	115
第6章	电磁防护型保障体系	116
6.1	电磁防护型保障体系内涵	116
6.2	组织结构	116
6.2.1	责任与关系	117
6.2.2	编制与运行	117
6.2.3	岗位与职责	119
6.3	指挥关系	119
6.4	设施配置	120
6.5	运行机制	121
6.6	防护策略	123
6.6.1	频谱控制策略	124
6.6.2	时间控制策略	124
6.6.3	场地控制策略	125
6.6.4	方位控制策略	125

第7章 技术保障电子防御能力	126
7.1 技术保障电子防御能力构成	126
7.1.1 电磁干扰预测能力	126
7.1.2 电磁干扰监测能力	128
7.1.3 电磁干扰防护能力	129
7.1.4 电磁干扰排故能力	130
7.1.5 抗电磁干扰指挥能力	131
7.2 技术保障电子防御能力建设	132
7.2.1 建设的整体规划	132
7.2.2 电磁干扰预测能力建设	136
7.2.3 电磁干扰监测能力建设	138
7.2.4 电磁干扰防护能力建设	141
7.2.5 电磁干扰排故能力建设	142
7.2.6 抗电磁干扰指挥能力建设	142
7.3 技术保障电子防御能力评估	143
7.3.1 评估指标体系的构建	144
7.3.2 评估方法体系的确立	146
7.3.3 评估活动组织实施	156
参考文献	159

第 1 章 航空装备技术保障的界定

1.1 航空装备技术保障的概念

1.1.1 装备

按词典的解释,“装备”一词有两种含义:作为动词,指武器及军用器材的配备;作为名词,指武器及军用器材本身。按照我军装备研究的共识,装备是武器装备的简称,是用以实施和保障军事行动的武器、武器系统和军事技术器材的总称。装备主要指武装力量编制内的武器、弹药、车辆、器材、装置等,通常不包括人员、保障物资和基础设施。

1.1.2 航空装备

航空装备是军事装备(武器装备)的下位概念,是用以实施和保障空中军事行动的航空器及其配置的各种装备的统称。航空装备通常包括飞机、直升机和航空弹药。飞机按用途(功能)可分为战斗飞机和保障飞机。战斗飞机包括歼击机、强击机、轰炸机、歼击轰炸机、无人攻击机等;保障飞机包括侦察机、预警机、电子战飞机、空中加油机、军用运输机、搜索救援机等。直升机也可以分为武装直升机和保障直升机,武装直升机包括攻击直升机、反潜直升机和用于其他作战样式的专用直升机,保障直升机包括运输、救护、引导等专用直升机。航空弹药主要包括机载导弹、航空炮弹、航空火箭弹、航空炸弹、空投水雷和鱼雷。

1.1.3 装备保障

按照军语,保障是指军队为遂行各种任务而采取的各项保障措施与进行的相应活动的统称。军事任务的遂行依赖于人、装备和环境,而军队战斗力的生成又基于人、装备和编制体制。由此可见,装备保障是军事保障的重点。装备保障可定义为:为满足部队遂行各项任务需要,对装备采取的一系列保证性措施以及进行的相应活动的统称。从装备作战使用的角度上说,装备保障可分为装备作战保障、装备后勤保障和装备技术保障。装备作战保障包括装备调配保障、测

绘保障、气象水文保障、电子对抗保障、侦察保障、通信保障等；装备后勤保障包括运输保障、储备保障、油料保障、经费保障等；装备技术保障包括使用保障、维修保障、管理保障、器材筹措与供应保障、装备研究与改革保障等。

1.1.4 航空装备技术保障

装备技术保障是指为保持、恢复和改善装备技术状态而采取的保证性措施及相应活动的统称。而航空装备技术保障属装备技术保障的范畴，特指为保持、恢复和改善航空装备技术状态而采取的保证性措施及相应活动。海军航空装备与空军航空装备和陆军航空装备定义的内涵与外延基本一致，但海军航空兵与空军航空兵及陆军航空兵相比，其承担的使命任务、编制体制和装备配置有所不同，故在航空装备技术保障的界定和组织实施方面略有不同，但总体大同小异。

根据《海军航空装备技术保障规定》（以下简称《规定》），航空装备技术保障是指为保持、恢复和提高航空装备技术性能，使之随时可用而采取的技术措施及其相关活动的统称。航空装备技术保障主要包括航空机务保障、工厂修理、航空军械保障、航材保障，以及相关的保障装备建设、保障人员专业培训和维修改革等内容。显然，《规定》从海军航空兵实际出发，将保障装备建设和保障人员专业培训也纳入了航空装备技术保障的范畴。而《规定》所称航空装备包括飞机、直升机、航空发动机、机载设备，以及飞机挂载的武器和其他外挂装（设）备等。这里《规定》从专业的角度将飞机分为飞机平台、发动机、机载设备及挂载的武器或任务系统。

值得指出的是，航空装备技术保障与航空机务保障既有联系又有区别。“航空机务保障”一词是随着航空兵的建立而逐步形成的，早期由于飞机构成相对比较简单，航空机务主要是指航空机械勤务。航空机务保障则主要是对飞机机体和航空发动机进行维护修理。以后，随着技术的进步和航空装备的发展，飞机构成日趋复杂，航空机务的含义已不再局限于航空机械勤务，而是泛指航空地勤各专业，其内容包括航空装备的使用保障和部队修理。从概念上说，航空机务保障隶属于航空装备技术保障，是航空装备技术保障的重要组成部分。

1.2 航空装备技术保障的特点

航空兵作战的特点及航空装备自身的特殊性，以及信息化条件下一体化联合作战对航空兵的要求，使航空装备技术保障具有显著的特点。

1.2.1 保障任务繁重

在信息化条件下的一体化联合作战体系中,海军航空兵承担的角色十分重要,任务十分繁重,作战时机不分昼夜,作战空域跨越陆海,作战任务复杂多样,起飞降落岸舰并举,飞机平台武器系统、任务系统的机电一体化程度和电子信息化程度越来越高,对航空装备技术保障的依赖性越来越大,从而使航空装备技术保障任务更加繁重。主要表现在:飞行机务保障任务加重,尤其是对飞机的故障预测和健康管理,监控和检测飞机各系统、设备的技术状态,加挂各种武器弹药和任务吊舱,输入、装订、校准、维护飞机有关系统的数据、程序和软件,不仅工作量增加了,而且技术要求提高了;航空武器的精确打击能力和毁伤力的增强,使飞机在空中和地面遭受战伤的比例增大,加上现代战机采用了诸如钛合金、复合材料、隐身技术之类的新结构、新工艺、新材料,使战伤抢修难度增加、任务加重;状态监控技术、自动测试技术、故障诊断技术和软控技术在航空装备技术保障领域的广泛应用,使航空装备维修技术复杂、保障装备种类繁多,无论是故障排除,还是战伤抢修,都离不开训练有素的航空装备技术保障人员和配套齐全的保障装备和设施。

1.2.2 保障强度超大

航空兵的作战特点集中反映为“三快”,即“快速部署、快速出动、快速机动”。在信息化条件下的一体化联合作战中,海军航空兵的“三快”特点将更加突出,唯此,才能保持其在现代战争中特殊的地位与作用。而海军航空兵“三快”特点的发挥又严重依赖地面装备保障,这就要求航空装备技术保障必须行动快、用时短、高强度持续保障能力强。这主要表现在,在战场日趋透明的情况下,要达成航空兵作战的突然性,就必须尽量缩短航空装备技术保障的准备时间,注重保障的时效性。在体系与体系的对抗作战中,为确保空中优势和任务的完成,飞机升空执行任务常需要保持一定的规模和较密的批次,这就要求航空装备技术保障必须承受很高的保障强度。现代战争,在不同的作战阶段航空兵常常要承担不同的作战任务,使航空兵的使用贯穿于整个战役的全过程,这就要求航空装备技术保障必须具备长时间持续保障的能力。

1.2.3 保障要素多元

飞行保障是一个涉及机械、军械、火控、仪电、航电等机务专业和四战、弹药、航材等勤务单位的多主体参与、多要素集成的复杂保障过程。因此,在航空装备技术保障中,必须多专业合成、多单位(部门)协作、一体化实施,才能达成快速、

优质、高效的装备保障目的。航空装备技术保障的多主体参与、多要素集成和一体化实施的特点,使装备保障具有较高的综合性。

1.2.4 保障技术高新

近年来,随着我军建设的跨越式发展,三代后战机陆续装备海航部队,成为海军航空兵的主战机型。这些装备的共同特点是,从使用材料到飞机构造,从机内自检测到故障诊断,从状态监控到健康管理,从机械电控到机电一体,从设备交联到系统集成,装(设)备的集成化、一体化趋势越来越明显。新材料技术、微电子技术、计算机技术、自动测试技术和数字电子技术及软件技术的广泛应用,使航空装备的高新科技含量越来越高,航空装备技术保障的难度越来越大。这主要表现在:机载设备交联关系复杂,机、电、光一体化,系统集成化程度高,使故障的判断和排除难度增大;检测设备的自动化程度高,检测手段和程序更为先进,对操作人员的专业知识和技能提出了更高的要求;机载设备的性能不断提高,其发射功率更大,灵敏度更高,从而对维护的精细度和准确性提出了更高的要求。

1.2.5 保障环境多变

海军航空兵机场大都处于人口稠密、城市集中、经济发达的沿海地区,周边环境除具有高温、高湿、高寒的特点外,电磁环境也极为复杂。战时极易受到敌方精确制导武器和电磁脉冲武器的进攻,以及以压制和欺骗为主要方式的电磁干扰,造成飞机损伤、设备损毁、指挥中断、控制失灵,严重影响航空装备技术保障工作的顺利实施。因此在新形势下,必须大力增强复杂环境下,航空装备技术保障过程的作战防卫能力和电磁防护能力。

1.3 航空装备技术保障的实施

在航空装备技术保障中,航空机务保障是决定飞机、直升机随时处于可用状态,承担飞行任务的关键因素。航空军械(弹药)保障、航空器材保障和工厂修理保障都须通过航空机务保障或与航空机务保障结合才能达到保持、恢复和提高航空装备技术性能,使之随时可用的保障目的。因此,这里将通过航空机务保障活动、组织和管理来重点论述航空装备技术保障的实施。

1.3.1 航空机务保障活动

航空机务保障活动按飞行任务可分为训练飞行机务保障、作战飞行机务