

主 编：臧和发 王金海
副主编：施海伟 徐明锋 于晓亮 尹常京

航空电子装备 维修技能



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

014059257

V242
25

航空电子装备维修技能

主 编： 臧和发 王金海
副主编： 施海伟 徐明锋
于晓亮 尹常京



V242/25

北京航空航天大学出版社



北航

C1747442

内 容 简 介

本书系统地介绍了航空电子装备的维修技能、故障排除和装备的检测。全书共分5章,第1章为绪论,第2章为焊接技术,第3章为航空无线电设备的基本维修技能,第4章为无线电设备的故障分析与排除,第5章为航空电子装备的检测与修理。

全书突出实践,以维修检测为主,简明扼要,通俗易懂,图文并茂。

本书可供从事研制、生产和使用航空电子装备的工程技术人员和维修人员学习与参考,也可作为军、地二用职业培训教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

航空电子装备维修技能 / 臧和发,王金海主编. --
北京:北京航空航天大学出版社,2014.8

ISBN 978-7-5124-1352-8

I. ①航… II. ①臧… ②王… III. ①航空电气设备
—维修 IV. ①V242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 177985 号

版权所有,侵权必究。

航空电子装备维修技能

主 编: 臧和发 王金海

副主编: 施海伟 徐明锋 于晓亮 尹常京

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316524

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:7.75 字数:174 千字

2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷 印数:2 000 册

ISBN 978-7-5124-1352-8 定价:16.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前 言

随着航空装备的更新换代,装备保障工作的复杂性不断加大,对维修保障质量提出了更高的要求。在理论培训的基础上,实践与实训环节越来越被人们所重视。航空电子设备维修技能是以提高学生的动手能力和工作综合实践能力为目标的。因此,如何搞好在校学生航空电子设备的维修技能的培训,使他们不仅掌握航空装备的原理、维修工作的原则和规律,而且具有较强的实践能力,是航空电子装备维修技能教学应重视的问题。

本书结合当前航空电子装备教学需要,针对现代职业教育的特点,本着注重实效、突出针对性、重在全面提高学员综合实践能力,培养岗位任职所需人才的基本原则,对实践技能操作规范进行整合,力求使该书成为一本理论与工作实践有机结合的实用书籍。书中收集编纂了针对性强、贴近实际工作的内容。全书涵盖了航空维修的基本概念、维修技能和基本保障工作及标准等内容。由于装备保障工作的特殊性,对于各层次从事本行业工作的人员掌握知识点的要求一致。

本书适用于从事航空维修工程工作专业人员装备实训培训。在体系安排和内容选取上符合相关专业的标准要求,各章内容具有独立性,亦可用于军、地再职培训参考用书。

本书主要编写人员:臧和发、王金海、施海伟、徐明峰、尹常京、于晓亮、张国新、赵阳、王晓杰、丛健。全书由臧和发、施海伟统稿。施海伟、王兵负责全书的作图。宋军杰主审全书。

本书的编写得到了相关专业专家的鼎力帮助和技术指导,在此一并表示感谢。本书是编者在多年工作实践基础上共同努力编写而成的,由于经验不足,水平有限,错误和疏漏之处,诚恳广大读者给予指正。

编 者
2014 年 5 月

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 维修与航空维修	1
1.1.1 维 修	1
1.1.2 航空维修	1
1.2 可靠性、维修性和保障性	6
1.2.1 可靠性	6
1.2.2 维修性	7
1.2.3 保障性	7
第 2 章 焊接技术	9
2.1 焊接基本知识	9
2.1.1 焊接的分类	9
2.1.2 焊接的方法	9
2.2 焊接材料	10
2.2.1 焊 料	10
2.2.2 焊 剂	11
2.2.3 锡焊的条件及特点	12
2.3 常用焊接工具	14
2.3.1 电烙铁	14
2.3.2 装配工具	16
2.4 手工焊接技术	17
2.4.1 焊接基本操作	17
2.4.2 合格焊点及质量标准	19
2.5 实用焊接技艺	25
2.5.1 印制电路板的焊接	25
2.5.2 导线的焊接	27
2.5.3 易损元器件的焊接	30

目 录

第3章 航空无线电设备基本维护技能	32
3.1 线束的分类	32
3.2 线束和电线标识	32
3.3 线束的典型加工	33
3.3.1 一般技术要求	33
3.3.2 标识的制作	34
3.3.3 电线、电缆切割及剥线要求	35
3.3.4 线束的绑扎	36
3.3.5 电连接器的端接	38
3.3.6 接线端子与永久性接头(对对接头)的端接	41
3.4 电缆的包扎和测量	47
3.5 电缆导线的测量	49
3.6 电缆的导线焊接与冷连接	51
3.6.1 焊接用的器材和工具	51
3.6.2 焊接导线的一般步骤和方法	52
3.6.3 焊接中常见的几个问题	54
3.6.4 导线的冷连接	54
3.7 航空无线电设备机件的拆装	55
3.7.1 紧固零件和连接零件的拆装	55
3.7.2 拆装机件的一般步骤和方法	65
3.8 机件的清洗和涂油	66
3.8.1 无线电设备维护中常用油料和洗涤剂	66
3.8.2 机件擦洗和涂油的一般步骤和方法	67
3.9 耳机话筒组的维护	69
3.9.1 耳机话筒组的主要技术性能	69
3.9.2 结 构	69
3.9.3 使用维护	69
3.10 无线电设备在不同自然条件下的维护特点	70
3.10.1 不同季节的维护特点	70
3.10.2 不同地区的维护特点	71
第4章 无线电设备故障分析与排除	73
4.1 故障及其分类	73

目 录

4.1.1 故障的定义·····	73
4.1.2 故障的分类·····	73
4.2 无线电设备的常见故障原因和模式·····	74
4.2.1 常见故障原因·····	74
4.2.2 寿命耗损的原因·····	76
4.2.3 常见故障模式·····	76
4.3 故障分析和排除的基本方法·····	76
4.3.1 检修故障的概念及意义·····	76
4.3.2 检修故障的方法步骤·····	77
第5章 航空电子装备的检测与修理 ·····	81
5.1 概 述·····	81
5.1.1 航空电子装备故障的确定·····	81
5.1.2 检测主要内容·····	82
5.1.3 测量注意事项·····	82
5.2 电子装备主要性能测量·····	84
5.2.1 发射功率或天线电流·····	84
5.2.2 调幅度与频偏·····	90
5.2.3 频率与频率特性·····	96
5.2.4 接收机灵敏度·····	104
5.2.5 非线性失真系数的测量·····	111
5.2.6 无线电罗盘定向能力参数的测量·····	111
参考文献 ·····	114

第1章 绪 论

航空技术装备(包括直升机及机载设备)无论在空中使用还是地面停放,其技术状况总会由于内部和外部各种因素的影响,由正常变为不正常,由良好变为不良好状态,这样的直升机(飞机)不能升空执行任务,否则,会造成各种惨痛的事故。

科学技术的进步促进了航空电子装备的发展。新装备的不断更新,推动了航空电子装备维修工作的发展,航空电子装备的维修已从分散、定性、依靠经验的维修阶段进入到系统、定量、科学的阶段,维修模式的改变显著提高了航空电子装备维修的综合效益。因此,科学维修越来越被人们所重视。

本章重点论述航空维修的基本概念、地位、任务、特点、要求和原则,使我们对航空维修有一个初步的认识。

1.1 维修与航空维修

1.1.1 维 修

维修就是维护和修理的统称。维护就是保持某一种事物或状态不消失、不衰竭、相对稳定;修理就是使损坏了的设备能重新使用,即恢复其原有的功能。维修是伴随着生产工具的使用而出现的,随着生产工具的发展,机器设备大规模地使用,人们对维修的认识也在不断的深化。虽然对维修定义的标准略有区别,但基本认为:维修是为了使装备保持、恢复和改善规定技术状态所进行的全部活动,最终目的是提高装备的使用效能。

1.1.2 航空维修

1. 航空维修的内涵

航空维修是指为使航空装备保持、恢复和改善规定的技术状态所进行的全部活动,是航空兵战斗力的重要组成部分。航空维修是一个多层次、多环节、多专业的保障系统,主要包括维修思想、维修体制、维修类型、维修方式、维修专业、维修手段、维修作业等,并以维修管理贯穿其中,使之相互联系、相互作用,构成一个有机的整体。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,受到各种因素的作用和影响,其技术状态会偏离规定的标准,而航空维修的基本任务正是为了经常保持和迅速恢复航空装备规定的技术状态,保证航空装备的最大出动强度和持续作战能力,以满足航空装备高速、高强度和持

第1章 绪论

续作战的使用需求,保证作战、训练任务的实施和飞行安全。

2. 航空维修的分类

航空装备有不同的分类方法,最常见的是按照维修性质和功能,将其分为预防性维修、修复性维修、改进性维修和战场抢修四种基本类型。

(1) 预防性维修

预防性维修是指为预防故障或提前发现并消除故障征兆所进行的全部活动。主要包括清洁、润滑、调整、定期检查等。这些活动均在故障发生前实施的,目的是消除故障隐患,防患于未然。由于预防性维修的内容和时机是事先加以规定并按照预定的计划进行的,因而也称为预定性维修或计划维修。

(2) 修复性维修

修复性维修是指航空装备发生故障后,使其恢复到规定技术状态所进行的全部活动。主要包括故障定位、故障隔离、分解、修理、更换、组合、安装、调校及检测等。由于修复性维修的内容和时机带有随机性,不能在事前做出确切安排,因而也称非定性维修或非计划维修。

(3) 改进型维修

改进型维修是指为改进已定型和部署中使用的航空装备的固有性能、用途或消除设计、工艺、材料等方面的缺陷,而在维修过程中,对航空装备实施经过批准的改进和改装。改进型维修也称改善型维修,是维修工作的扩展,实质是修改航空装备的设计。

(4) 战场抢修(又称战场损伤评估与修复)

战场抢修是指战斗中航空装备遭受损伤或发生可修理的事故后,在损伤评估的基础上,采用快速诊断与应急修复技术使之全部或部分恢复必要功能或自救能力而进行的航空装备战场修理活动。战场抢修虽然属于修复性范畴,但由于维修环境、条件、时机、要求和所采取的技术措施等与一般修复性维修不同,因而可把它视为一种独立的维修类型。

3. 航空维修方式

航空维修方式是指航空装备维修时机和工作内容的控制形式。科学的确定维修方式,对增强维修工作的针对性、经济性具有重大意义。在长期的维修实践中,人们对控制装备的拆卸和更换时机的维修方式形成了比较稳定的做法,并归纳总结为:定时方式、视情方式和状态监控方式。

(1) 定时维修方式

定时维修方式是指航空装备使用到预先规定的间隔期,按事先安排的内容进行维修。规定的间隔期一般是以直升机、发动机的主体使用时间为基准的,可以是累计工作时间、日历时间或循环次数等。维修工作的范围从装备分解后清洗、检查直到装备大修。定时方式以时间为标准,维修时机的掌握比较明确,便于安排计划,但针对性、经济性差,工作量大。

(2) 视情维修方式

视情维修方式是对航空装备进行定期或连续监测,在发现其有功能参数变化,有可能出现

故障征兆时进行的维修。视情维修是基于大量故障不是瞬时发生的,故障从开始到发生,出现故障的时间总会有一个演变过程而且会出现征兆。因此,采取监控一项或几项参数跟踪故障现象的办法,则可采取措施预防故障的发生,所以这种维修方式又称预知维修或预兆维修方式。视情维修方式的针对性和有效性强,能够较充分地发挥航空装备的使用潜力,减少维修工作量,提高使用效益。

(3) 状态监控方式

状态监控方式是在航空装备发生故障或出现功能失常现象以后进行的维修,称为事后维修方式。对不影响安全或完成任务的故障,不一定必须做拆卸、分解等预防性维修工作,可以使用到发生故障之后予以修复或更换。状态监控方式不规定航空装备的使用时间,因而能最大限度地利用其使用寿命,使维修工作量达到最低,是一种最经济的维修方式。

上述三种维修方式,各有其特点和适用范围,关键在于方式的针对性和适应性。由于航空电子装备系统复杂,组成单元众多,一般都采用三种维修方式结合的办法。随着航空电子装备的发展,以及可靠性工程、维修性工程等技术的发展,这三种维修方式已逐渐融合,成为更加合理的维修工作类型。

4. 航空维修等级划分

航空维修等级是根据航空维修的深度、广度及维修时所处场所划分的。这种等级的划分又称为维修级别。航空维修级别是科学组织维修工作,合理配置维修资源,提高维修综合效益的重要条件,是确定维修作业体制、设置维修机构的重要依据。

航空装备发展水平、维修思想、维修作业内容确定了航空维修级别。世界各国可根据国情和军情的不同将航空级别划分为不同模式,我国对航空维修实行三级维修,即基层级维修、中继级维修和基地级维修。

基层级维修:这是直接使用航空装备的单位对装备所进行的维修。主要包括日常维护保养、周期性检测、定期性检修、一般性改装、直升机结构小修和轻度战伤抢修等。

中继级维修:这是航空兵师等修理机构对航空装备所进行的修理。主要包括机体结构的中修,机件的中修、大修,部分零配件的修配制造,较大的改装和战伤直升机的抢修等。

基地级维修:这是指航空修理厂或航空装备制造厂对航空装备的维修。主要包括航空装备大修,技术复杂的改装,事故修理,零备件的制造,平时、战时直升机抢修支援或技术支援等。

5. 航空维修的任务

直升机(飞机)无论在空中飞行还是地面停放都不可能随时保持良好。一方面要求航空技术装备必须符合一定的技术条件;另一方面,在使用过程中受各种因素影响设备会偏离这个技术条件,这是一对矛盾。解决这对矛盾就是维修的重要任务,航空维修的基本任务是对航空技术装备实行有效的监督、控制和管理,保持、恢复和提高设备的可靠性,使最大数量的直升机处于良好的战斗准备状态,发挥最大效能,保证飞行安全,确保战斗、训练任务和各项飞行任务的执行。

第1章 绪论

航空维修的具体任务是：

- ① 准确掌握航空技术装备的情况，周密计划航空技术装备的合理使用与适时维修。
- ② 严格组织实施航空技术装备的使用与维修的质量控制，遵守航空技术装备的使用与维修规定，确保航空技术装备的维修质量。
- ③ 组织实施航空技术装备的维护保养，准确迅速地完成任务准备、机械日检查和特定检查等工作，保证航空技术装备经常处于良好状态。
- ④ 组织实施航空技术装备的定期检修和日常修理，及时恢复良好，为战斗、训练任务提供更多的可用直升机。
- ⑤ 及时处理航空技术装备的制造、修理质量问题和组织售后服务工作。
- ⑥ 做好战时和外出直升机的机务保障工作，保证战斗和外出飞行任务的遂行与安全。
- ⑦ 组织实施直升机（飞机）、人员和设备的疏散、隐蔽、伪装、防护和抢救工作。做好直升机和设备的停放与保管工作。
- ⑧ 组织实施航空工程人员的在职业务训练和对飞行人员进行装备使用教育。
- ⑨ 组织开展技术革新活动，研究改进维修方式，改革维修手段和作业组织。总结推广先进的维修工作经验，不断提高航空工程保障能力。
- ⑩ 组织实施航材、四站的外场供应保障工作。

以上任务要求不仅要从技术上保证航空技术装备具有良好的可靠性和战术技术性能，而且要求各级工程机务部门对各项维修工作实施有效的组织管理，使整个维修工作能以最少的人力、物力和时间，取得最大的维修效果。

6. 航空维修的特点

航空维修不同于日常生活中的维修，其特点是航空维修的本质表现。因此，只有按照航空装备维修特点实施维修，才能收到良好的效果。

（1）高安全性技术保障

航空装备是在空中使用的复杂系统，对可靠性、安全性有着特殊的要求，必须保证每一次和整个寿命周期过程使用的安全可靠。因此，航空装备维修必须以可靠性为中心，做好全方位的技术保障。随着高新技术的快速发展及广泛运用，航空装备的新技术含量显著增加，微电子技术、光电技术、人工智能技术和软件密集系统等新工艺应用，航空维修将成为一种技术综合性很强的活动。开展创新性的航空维修活动，必须研究维修活动的内涵，即必备的要素：一是掌握一定的维修专业知识和技能的人，即维修的主导者；二是航空技术装备本身，即维修对象；三是由人所使用的工具设备器材以及必要的技术资料，即维修手段。

（2）航空维修要具有快速反应和应变能力

现代战争的突然性、战术的多变性、战斗的复杂性、兵器的破坏威力大和空中战机的转瞬即逝等特点，要求航空兵部队具有很强的快速反应能力，能随时做好出动准备，广泛实施机动作战，在复杂环境下多出直升机，出好直升机。航空维修搞好了，直升机的战术、技术性能及时

得到保持和恢复,部队的战斗力就能很好地发挥,反之,就会被动挨打;我们的机务保障组织得很科学,很合理,地面准备快,直升机出动次数多,一架直升机顶几架用,反之准备不及时,出不去,战斗力被削弱;我们的工程机务部队,精干有力,适应性强,机动性好,随时能修,说走就走,就能及时恢复战斗力,反之就形成拖累。由于航空维修直接关系到部队战斗、训练任务的完成,关系到部队的快速反应能力、战斗出动强度、持续战斗能力、部队机动能力等各个方面,因此,其自身必须具备快速反应和应变能力。

(3) 航空维修的环境复杂

航空技术装备的维修保障工作都是在野外实施的。不管日晒雨淋、风吹雪裹,不管白天黑夜、寒冬酷暑,都要保障作战训练任务的完成。这种作业环境往往与直升机高可靠性的要求是直接矛盾的。

维修作业环境的复杂性还表现在地形、气候等对人员、装备带来的影响。我国幅员辽阔,各地自然条件差别很大,维修作业各有不同的特点和要求。同时,风暴、风沙、雨雪、冰雹等也会给装备带来种种危害。

航空维修的上述突出特点决定其对从事航空维修的人有着严格的要求,只有达到了这些要求,才能做好航空维修工作,确保圆满完成任务。

(4) 高消耗性

航空装备系统复杂、作战训练使用要求高、耗费巨大,特别是航空装备不断的更新换代,使用和保障费用急剧增长,已成为制约航空装备建设发展的一个瓶颈。据统计,航空装备的使用和保障费用占寿命周期费用的比例超过60%,有的高达80%以上,已成为寿命周期费用的主要组成部分。因此,须加强航空装备维修系统的规划和科学管理,改善维修的综合效益,抑制使用和保障费用需求的增长,保障航空维修的可持续发展。

7. 航空维修工作的基本原则

航空维修工作的基本原则是根据航空维修的性质任务和工作特点确立的,它是组织实施航空维修工作过程中,需要建立的基本观念和需要掌握的一些方针政策,把握航空维修工作中最基本的工作原则,是飞行安全的可靠保证。

(1) 平战结合,全力保障

外场维修工作要把平时和战时的维修要求紧密地结合起来,保持经常的战斗准备。要从陆航航空工程工作在未来战争中的保障特点出发,研究制定在不同情况下组织实施航空工程保障工作的预案,并定期组织演练,提高快速反应机动能力。全体航空工程人员都要发扬认真负责、准确迅速、团结协作、刻苦耐劳的优良维护作风。主动与有关部门配合,全力以赴、千方百计地完成保障任务。

(2) 质量第一,安全可靠

外场维修人员必须树立“质量第一”的观念,外场维修管理活动必须以质量控制为核心,所进行的一切维修工程都必须符合质量检查标准,各项机务准备与检查都必须安全可靠。

第1章 绪论

(3) 严密组织,严守规章

外场维修工作具有专业分工细,工作内容多,质量要求高,时间要求紧,工作环境差等特点,各级航空工程部门和机务大队要切实加强外场维修工作的组织领导。周密计划、统筹安排、分级管理、严格落实各类人员的岗位责任制。组织实施机务保障,必须向战斗胜利负责,向国家财产负责,向战友生命安全负责。每项维修工作都要按照条例、规程去做。

(4) 科学维修,预防为主

外场维修工作要贯彻“以可靠性为中心”的维修思想,把技术过程和管理过程有机地结合起来。从装备的实际技术状况出发,选择适当的维修方式和采取科学的维修手段,通过一系列的查看、检测和诊断工作,来发现机件的可靠性下降状况,及时采取预防措施,以保持和恢复装备的可靠性。

(5) 艰苦奋斗,勤俭节约

组织实施外场维修工作,必须发扬我军艰苦奋斗的优良传统,贯彻勤俭节约的原则,力争以最小的人力、物力消耗,取得最大的维修效益。要不断改进维修工作的方式方法,提高维修工作的质量和效率,要爱护装备、设备和维修设施,防止因使用维护不当而提前损坏;要加强器材、四站装备的管理,节约器材、能源,杜绝浪费;合理使用维修经费,保证取得应有的经济效益,要尽量减少航空技术装备在地面的工作时间,充分发挥装备的最大使用效益。

1.2 可靠性、维修性和保障性

可靠性、维修性和保障性是装备质量的重要内容,是装备效能的决定因素,也是航空装备的固有属性。对航空装备的作战能力、生存性、部署机动性、维修人力、使用和保障费用等具有重要影响。

可靠性、维修性和保障性理论已在航空电子装备的研制、生产和使用维修中得到广泛的应用。

1.2.1 可靠性

1. 可靠性的定义

可靠性是指产品在规定的条件下和规定的时间内,完成规定功能的能力。规定的条件是指产品的使用环境条件、应力条件以及操作人员的技术要求等;规定的时间是指产品的有效使用期限,通常用使用时间、动作次数日历时限等来表示;规定的功能是指产品的质量特性应具备全技术标准。

根据设计和应用的角度不同可靠性有不同的定义标准。从设计角度出发,可靠性分为基本可靠性和任务可靠性。从应用角度出发可靠性分为固有可靠性和使用可靠性。随着信息技术在航空装备中的广泛应用,软件可靠性逐渐引起了人们的重视。软件可靠性是在规定的条

件下和规定的时间内,软件不引起系统故障的能力。软件的可靠性与软件存在的差错、系统输入和系统使用有关。

2. 电子装备的可靠性

高新技术的不断发展加速了航空电子装备综合化、系统化、智能化的发展,科技含量越来越高,工艺制作生产越来越复杂,这就导致了电子装备的可靠性下降。因为电子装备的元器件及数量是决定可靠性的关键,元器件越多,可靠性就越低。

为了提高电子装备的可靠性,必须在原材料、设备、工艺、试验、管理等方面采取相应的措施。对于研制和生产单位来说,必然会使装备成本增加,但从使用方面来说,由于装备可靠性的提高大大减少了使用和维修费用。电子装备的可靠性主要取决于设计制造,而制造尽量保持设计的可靠性。因此,设备的设计阶段必须在性能上做出权衡,运用技术措施提高可靠性。

电子装备电磁兼容性的可靠性是不容忽视的问题,当电子装备内部或外部电磁干扰超过允许值时,就会使装备性能降低或不能工作。

1.2.2 维修性

1. 维修性的定义

维修性是指装备在规定的条件下和规定的时间内,按规定的程序和方法进行维修时,保持或恢复其规定的能力。其概率度称为维修度。规定的条件是指维修机构、场所、人员、设备、设施、工具、备件、技术资料等资源。规定的程序与方法是指按技术文件采用的维修工作类型、步骤和方法等。

2. 电子装备的维修性

电子装备的维修性具有一定的要求。维修工作量要少,便于维修,维修时间要短,减少维修差错提高维修安全,注意人机的有机结合,维修费用要低等都是对航空电子装备的维修性提出的具体要求。

电子装备维修性涉及内容很多,主要包括:可达性,易拆装性,标准化,互换性,检测诊断准确、快速、简便,具有完善的防差错措施及识别标识,安全性,人素工程要求等。

1.2.3 保障性

1. 保障性的定义

保障性是指系统的设计特性和规划的保障资源能够满足平时战备完好性及战时使用要求的能力。保障性是装备系统的固有属性,它包括两方面的含义,即与装备保障有关的设计特性和保障资源的充足和适用程度。

保障性中所指的设计特性,是指与装备使用与维修保障有关的设计特性,如可靠性和维修性等,以及使装备便于操作、检测、维修、装卸、运输、补给(消耗品,如油、水、气、弹)等的设计特性。这些都是通过设计途径赋予装备的硬件和软件。如果装备具有满足使用与维修要求的设

第1章 绪 论

计特性,就说明它是可保障的。

计划的保障资源是指为保证装备完成平时和战时的使用要求所规划的人力和物力资源。其中,有些是沿用现役装备的保障资源,但大部分需要重新研制,人员也要进行专门训练。保障资源的满足程度有两方面的含义;一是指数量与品种上满足装备使用与维修要求;二是保障资源的设计与装备相互匹配。这两方面都需要通过保障性分析和保障资源的设计与研制来实现。由于保障资源的复杂性,保障资源的研制需要使用方与承制方的有效协调和实施科学管理方能顺利实施。

2. 电子装备的保障性

电子装备的保障性贯穿于从论证、设计到研制、生产、使用寿命周期。特别是论证、设计阶段是决定电子装备保障性优劣的关键,所涉及保障性问题将直接影响装备的设计特性和研制、生产、使用各阶段保障工程的开展。保障分析是电子装备研制工作的一个重要组成部分,是研究保障对电子装备设计的影响和确定资源的分析。电子装备使用阶段保障性的工作主要包括:

① 完善综合保障总计划。根据使用阶段发现的保障性问题,修订综合保障总计划的有关内容,完善综合保障总计划。

② 实施停产后的保障计划。

③ 制定维修规划。根据综合保障总计划,制定电子装备维修规划,确定维修组织、维修条件、维修计划、维修内容和维修要求。

④ 实施维修保障。根据维修规划,培训维修人员,提供维修技术、设备、设施、器材保障,开展电子装备维修工作。

⑤ 进行部署后的保障评估。部署后的保障评估是验证实际使用条件下,计划的保障资源对保证装备使用的充分性。要现场考核保障资源的充足程度、设计要求和各量化指标,并进行保障费用核算,进行完善装备的保障系统,为装备改性等保障性问题提供有价值的数据和资料。

第2章 焊接技术

将各种器件通过组装互连为整机,需要有合理的设计方法及先进的组装互连技术,否则,整机的可靠性是无法保障的。大量的电子产品调查表明,产品在调试和使用过程中,焊接不良造成的故障率超过故障总数的40%,日本某电器公司的电视机故障原因中有近80%属于焊接问题。通常,电子元器件的焊接主要是锡焊。锡焊技术虽然不是很复杂,但它是装配过程中一个关键的环节,焊接不良往往会损坏元器件外部的封装或内部的绝缘,甚至损坏元器件,影响元器件的工作效能。在对电子装备的维修方面,草率地焊接,往往会造成电路板铜箔脱落或者是焊点接触不良而导致装备工作不稳定甚至失效。所以,焊接技术是航空电子装备维修的基本技能,必须很好地掌握。

2.1 焊接基本知识

利用加热或其他方法,使焊料与被焊接金属原子之间互相吸引(相互扩散),依靠原子间的内聚力使两种金属永久地牢固结合,这种方法称为焊接。利用焊接的方法进行连接而形成的接点称为焊点。

2.1.1 焊接的分类

焊接通常分为熔焊、接触焊和钎焊三大类。

① 熔焊:利用加热被焊件,使其熔化产生合金而焊接在一起的焊接技术,如气焊、电弧焊、超声波焊等。

② 接触焊:不用焊料与焊剂就可获得可靠连接的焊接技术,如点焊、碰焊等。

③ 钎焊:用加热熔化成液态的金属把固体金属连接在一起的方法称为钎焊。在钎焊中起连接作用的金属材料称为钎料,即焊料。作为焊料的金属,其熔点必须低于被焊金属材料的熔点。钎焊按照使用焊料的熔点不同分硬焊(焊料熔点高于 450°C)和软焊(焊料熔点低于 450°C)。在电子设备装配和维修中主要采用的是钎焊。电子元器件的焊接称为锡焊,锡焊属于软钎焊,它的焊料是铅锡合金,熔点比较低,如共晶焊锡的熔点为 183°C ,所以在电子元器件的焊接工艺中得到广泛应用。

2.1.2 焊接的方法

随着焊接技术的不断发展,焊接方法也在手工焊接的基础上出现了自动焊接技术,即机器

第2章 焊接技术

焊接,同时无锡焊接也开始在电子产品装配中采用。

1. 手工焊接

手工焊接是采用手工操作的传统焊接方法,根据焊接前节点的连接方式不同,手工焊接方法分为绕焊、钩焊、搭焊、插焊等不同方式。

① 绕焊:将被焊接元器件的引线或导线缠绕在节点上进行焊接。其优点是焊接强度最高,此方法应用很广泛。高可靠整机产品的节点通常采用这种方法。

② 钩焊:将被焊接元器件的引线或导线钩接在被连接插件的孔中进行焊接。它适用于不便缠绕但又要求有一定机械强度和便拆焊的接点上。

③ 搭焊:将被焊接元器件的引线或导线搭在节点上进行焊接。它适用于易调整或改焊的临时焊点。

④ 插焊:将被焊接元器件的引线或导线插入洞形或孔形节点中进行焊接。例如,有些插件件的焊接需将导线插入接线柱的洞孔中,也属于插焊的一种。它适用于元器件带有引线、插针或插孔及印制板的常规焊接。

2. 机器焊接

机器焊接根据工艺方法的不同,可分为浸焊、波峰焊和再流焊。

① 浸焊:将装好元器件的印制板在熔化的锡锅内浸锡,一次完成印制板上全部焊接点的焊接,主要用于小型印制板电路的焊接。

② 波峰焊:采用波峰焊机一次完成印制板上全部焊接点的焊接。此方法已成为印制板焊接的主要方法。

③ 再流焊:利用焊膏将元器件粘在印制板上,加热印制板后使焊膏中的焊料熔化,一次完成全部焊接点的焊接。目前主要应用于表面安装的片状元器件焊接。

2.2 焊接材料

焊接材料包括焊料和焊剂。掌握焊料和焊剂的性质、作用原理及选用知识,对提高焊接技术很有帮助。

2.2.1 焊料

焊料是易熔金属,熔点应低于被焊金属。焊料按成分可分为锡铅焊料、铜焊料、银焊料等。在一般电子产品装备中主要使用锡铅焊料,俗称锡焊。

锡焊材料主要是锡和铅的合金,锡和铅都是软性金属,它们的熔点很低,一般的熔点温度在 250°C 以下,纯锡的熔点温度约 232°C ,具有较好的润湿性,但热流动性(或称漫流动性)并不好;铅的熔点温度比锡高,约 327°C ,它具有较好的热流动性,但润湿性能差,两者按不同的比例熔合后,则具有不同的特性。一般对较大的物体的锡焊铅含量多、锡含量少,并混入少量