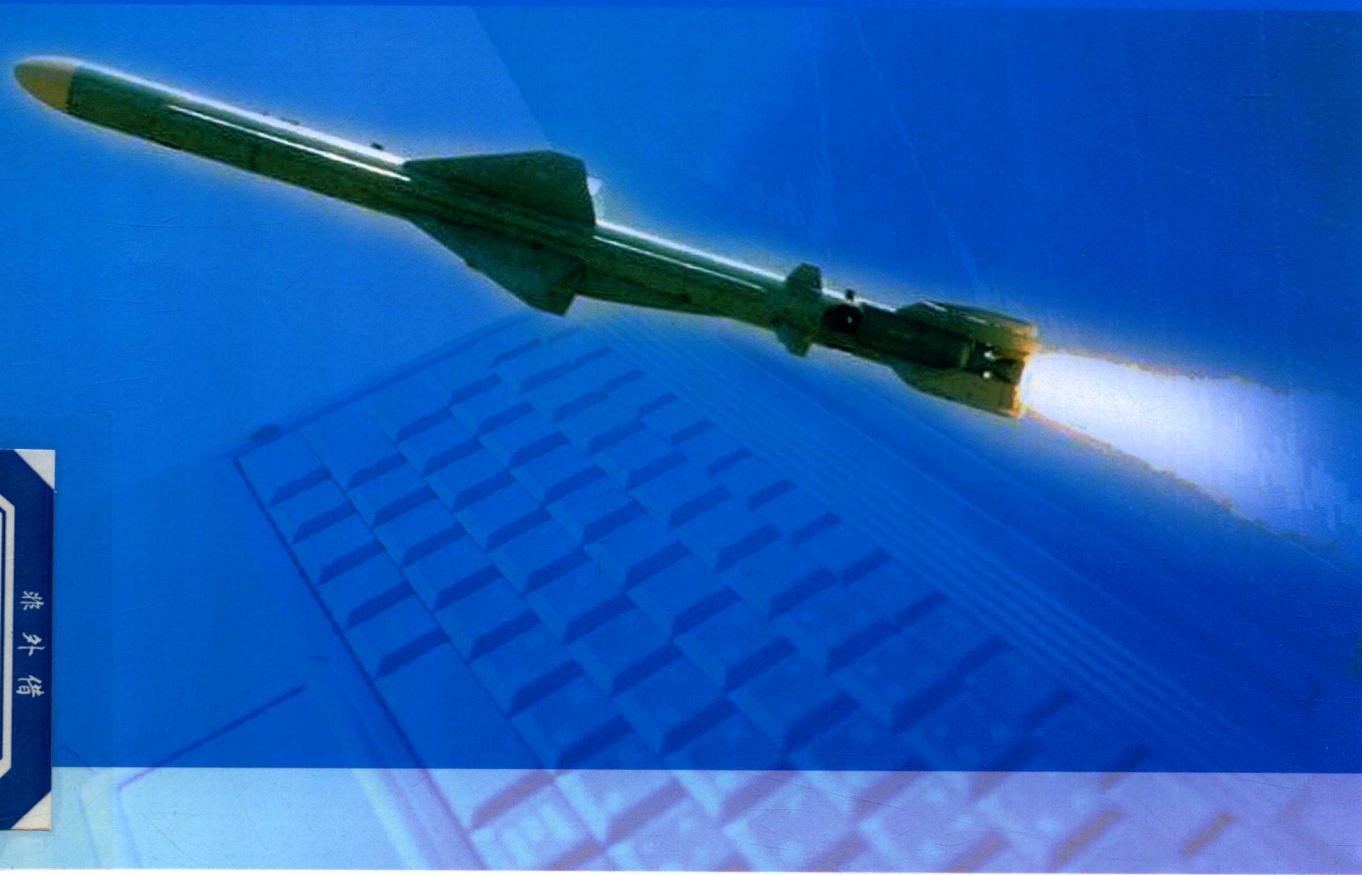




海军重点建设教材

电子设备 故障诊断与维修技术

王 朕 秦 亮 张文广 聂新华 编著



课外借



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



海军重点建设教材

电子设备故障诊断与维修技术

王 朕 秦 亮 张文广 聂新华 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

故障设备的诊断与维修是每一名工程师都会遇到的,也是每一名军事院校测试、维修保障专业学员或地方理工科电子电气类本科学生应了解和掌握的内容。

本书将电子设备故障的诊断、电子设备的故障维修作为整体,按照工程实践要求,遵循教学及学生认知规律,以电子设备为基本研究对象,对其发生故障后的故障诊断与进一步开展设备维修所用的理论、技术、仪器、工具和设备作了系统而全面的论述。全书主要内容可以分为三大部分,第一部分主要介绍电子设备诊断与维修的基本概念、目的和意义、发展历程、方法和分类及未来发展方向;第二部分主要介绍电子设备的故障规律分析、故障诊断方法和智能故障诊断技术;第三部分主要介绍电子设备常用维修技术、元器件的检测、维修工具及仪器、维修工艺及综合故障诊断设备。

书中每一章都由导语、正文、本章小结、思考题和课外阅读五部分组成。导语用于激发学习本章知识的兴趣,而课外阅读主要用于扩展学生的知识面。

本书体系新颖,结构完整,内容丰富,重点突出,尤其注重实用性和先进性。本书可作为军事院校测控工程、维修保障等相关专业本科学历教育和任职教育学员的教材或参考书,或作为地方高校理工科电子电气类本科学生的专业教材,也可作为部分专业研究生、高级士官和任职培训学员的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子设备故障诊断与维修技术 / 王朕等编著. -- 北京:北京航空航天大学出版社, 2018.2

ISBN 978-7-5124-2606-1

I. ①电… II. ①王… III. ①电子设备—故障诊断②电子设备—故障修复 IV. ①TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 305444 号

版权所有,侵权必究。

电子设备故障诊断与维修技术

王朕 秦亮 张文广 聂新华 编著

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>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328036

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

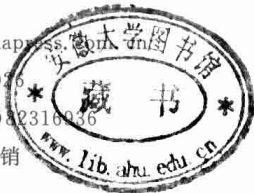
北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:20.5 字数:525 千字

2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷 印数:2 000 册

ISBN 978-7-5124-2606-1 定价:46.00 元



前 言

随着现代工业和军事装备的发展,电子设备的应用越来越广泛。随着电子设备性能的逐渐提高,其结构也越来越复杂。通常,电子设备越复杂,发生故障的概率越高、可靠性越差;同时,随着自动测试技术的发展,电子设备或武器装备的自动检测变得越来越简单、越来越智能化,但对操作人员(尤其是部队相应岗位的官兵)的设备维护与维修技能的要求却逐渐提高。由于生产设备、武器装备的信息化、电子化和智能化程度越来越高,电子设备故障导致的企业停产、装备不可使用越来越不可接受,因此,快速完成故障设备的诊断和维修也成为设备操作人员或维修保障人员的能力要求之一。这就要求军事院校测控、维修保障等相关专业的学员或地方理工科电子电气类专业学生要掌握一定的电子设备故障诊断与维修知识,具备一定的故障诊断与维修的能力。鉴于此,国内部分高校开设了电子设备故障诊断和维修课程,但目前尚无同时涵盖电子设备的故障诊断与维修两方面内容的参考书或教材,编者根据相关专业人才培养计划和部队岗位任职能力要求,并结合实践经验编写了本教材,在考虑系统性、理论性和实践性的基础上力求内容全面、重点突出。

本教材共9章,分为三大部分。

第一部分为第1章绪论,主要介绍电子设备维修与诊断的相关概念、目的和意义、发展历程、方法和分类及未来研究方向。

第二部分为电子设备的故障诊断,包括第2~4章,其中第2章是电子设备的故障分析,主要介绍故障的描述、模式、分布规律,并从器件和设备两个方面分析设备发生故障的机理,最后总结电子设备的故障规律;第3章是电子电路故障诊断方法,介绍电子设备的基础电路/模拟电路和数字电路的故障诊断方法,并着重介绍模拟电路故障诊断中的故障字典法、组合逻辑电路故障诊断的D算法以及时序逻辑电路的故障诊断步骤;第4章是智能故障诊断技术,首先简单介绍智能故障诊断技术的分类,然后着重介绍当前在综合故障诊断设备或系统级设备故障诊断应用较多的四种智能故障诊断技术:基于故障树的故障诊断技术、基于专家系统的故障诊断技术、基于神经网络的故障诊断技术和基于信息融合的故障诊断技术。

第三部分为电子设备的维修,包括第5~9章,其中第5章是电子设备维修技术,首先介绍电子设备维修技术的发展及意义,然后介绍基层级和基地级两个维修层次常用的维修技术,最后介绍电子设备维修的基本步骤和常用方法;第6章是电子元器件检测,从电子设备的基层单元/器件开始,介绍常用线性元器件、分

立半导体器件和集成电路的识别、检测与替换修复方法;第7章是电子设备维修工具及仪器,首先介绍焊接、拆焊、装配等常用工具,然后重点介绍维修时常用的数字万用表、数字示波器、数字电桥、频谱分析仪、函数信号发生器、直流稳压电源和电子负载的基本原理及使用方法;第8章是电子设备的维修工艺,介绍电子设备生产和维修时必用的装配连接、焊接、装配和调试工艺;第9章是综合故障诊断设备,介绍大型或系统级电子设备进行测试诊断与维修所采用的综合故障诊断设备的开发流程、体系结构,并以一款便携式数模混合电路板故障诊断设备为例详细讲解了综合故障诊断设备的开发过程。

本教材由王朕副教授、秦亮讲师和张文广副教授共同编写,聂新华讲师编写了部分课外阅读,绘制了大量插图,并完成了书稿文字的初步校正。史贤俊教授担任本书的主审,并提出了许多宝贵的意见,在此表示诚挚的谢意。

在本书编写过程中,参考了大量国内外书刊资料、兄弟院校相关教材、学术及学位论文、国家标准和仪器使用说明等资料,在此对原作者致以深深的敬意和谢意。同时,海军航空大学岸防兵学院、参谋部教务处等领导机关、教研室各位同事都给予了大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于水平有限,难免有错误和疏漏之处,恳请读者、专家批评指正并联系我们,修订时一定予以更正。

编 者

2018年3月

目 录

第1章 绪 论	1
1.1 电子设备诊断与维修的相关概念	1
1.1.1 故障与故障诊断	1
1.1.2 维修与电子设备维修	2
1.1.3 可靠性与电子设备的可靠性	4
1.1.4 维修性与电子设备的维修性	4
1.1.5 保障性与电子设备的保障性	5
1.2 电子设备诊断与维修的目的和意义	5
1.2.1 电子设备诊断与维修的目的	6
1.2.2 电子设备诊断与维修的意义	7
1.3 电子设备诊断与维修的发展	8
1.4 电子设备故障诊断的方法及分类	9
1.4.1 故障的分类	9
1.4.2 故障诊断方法及分类	11
1.5 电子设备诊断与维修的研究方向	16
1.5.1 电子设备故障诊断的研究方向	16
1.5.2 电子设备维修技术的研究方向	17
本章小结	18
思考题	19
课外阅读:美军装备现行维修体制介绍	19
第2章 电子设备的故障分析	25
2.1 电子设备的故障	25
2.1.1 电子设备的故障描述	25
2.1.2 电子设备的故障模式	27
2.1.3 电子设备常见故障模式分布	28
2.2 电子设备故障机理分析	32
2.2.1 电子元器件失效机理分析	32
2.2.2 电子设备的故障机理分析	35
2.3 电子设备故障规律分析	36
2.3.1 浴盆曲线规律	37
2.3.2 复杂设备无耗损区规律	38

2.3.3 设备全寿命故障率递减规律.....	39
本章小结	39
思考题	39
课外阅读:概率论与数理统计的起源与发展.....	40
第3章 电子电路故障诊断方法	43
3.1 电子电路故障诊断方法概述.....	43
3.1.1 模拟电子电路故障诊断方法概述.....	43
3.1.2 数字电子电路故障诊断方法概述.....	47
3.2 故障字典法.....	52
3.2.1 直流域中字典的建立.....	53
3.2.2 频域中字典的建立.....	59
3.2.3 时域中字典的建立.....	62
3.3 组合逻辑电路故障诊断典型方法.....	64
3.3.1 测试矢量的生成.....	64
3.3.2 D算法.....	65
3.4 时序逻辑电路故障诊断简介.....	70
3.4.1 时序电路的功能核实序列.....	71
3.4.2 同步时序逻辑电路的故障诊断.....	73
本章小结	76
思考题	76
课外阅读:武器装备的自修复技术.....	76
第4章 智能故障诊断技术	80
4.1 概 述.....	80
4.1.1 基于信号处理的故障诊断技术.....	80
4.1.2 基于解析模型的故障诊断技术.....	81
4.1.3 基于知识的故障诊断技术.....	81
4.2 基于故障树的故障诊断技术.....	82
4.2.1 故障树的基本概念.....	82
4.2.2 故障树分析的方法.....	84
4.2.3 故障树的定性分析.....	86
4.2.4 故障树的定量分析.....	88
4.3 基于专家系统的故障诊断技术.....	90
4.3.1 专家系统概述.....	90
4.3.2 专家系统故障诊断原理.....	99
4.3.3 专家系统故障诊断方法	105
4.4 基于神经网络的故障诊断技术	107

4.4.1 神经网络	108
4.4.2 神经网络故障诊断原理	109
4.4.3 神经网络故障诊断方法	114
4.5 基于信息融合的故障诊断技术	116
4.5.1 信息融合的概念	116
4.5.2 基于信息融合的故障诊断原理	120
4.5.3 信息融合故障诊断方法	124
本章小结.....	128
思考题.....	128
课外阅读:人工智能编年史	129
第5章 电子设备维修技术	134
5.1 概 述	134
5.1.1 维修技术的发展	134
5.1.2 设备维修的意义	136
5.2 常用电子设备维修技术	138
5.2.1 基层级维修常用维修技术	138
5.2.2 基地级维修常用维修技术	138
5.3 常用电子设备维修方法	140
5.3.1 设备维修的基本步骤	140
5.3.2 常用维修方法	141
本章小结.....	147
思考题.....	147
课外阅读:战场抢修技术简介	147
第6章 电子元器件检测	153
6.1 线性元器件的识别与检测	153
6.1.1 电阻器的识别与检测	153
6.1.2 电容器的识别与检测	159
6.1.3 电感器的识别与检测	167
6.1.4 变压器的识别与检测	169
6.2 分立半导体器件的识别与检测	175
6.2.1 二极管的识别与检测	175
6.2.2 三极管的识别与检测	180
6.3 集成电路的识别与检测	184
6.3.1 集成电路的识别	184
6.3.2 集成电路的典型故障	185
6.3.3 集成电路的典型检测方法	186

本章小结·····	189
思考题·····	189
课外阅读:军用电子元器件选用现状及建议 ·····	189
第7章 电子设备维修工具及仪器 ·····	192
7.1 常用维修工具 ·····	192
7.1.1 焊接工具 ·····	192
7.1.2 拆焊工具 ·····	194
7.1.3 装配工具 ·····	195
7.2 常用测量仪器 ·····	198
7.2.1 数字万用表 ·····	199
7.2.2 数字示波器 ·····	205
7.2.3 数字电桥 ·····	211
7.2.4 频谱分析仪 ·····	214
7.3 其他维修仪器 ·····	218
7.3.1 函数信号发生器 ·····	218
7.3.2 直流稳压电源 ·····	221
7.3.3 电子负载 ·····	223
本章小结·····	225
思考题·····	225
课外阅读:虚拟仪器技术简介 ·····	226
第8章 电子设备的维修工艺 ·····	229
8.1 电子设备装连工艺 ·····	229
8.1.1 紧固件连接技术 ·····	229
8.1.2 粘接技术 ·····	232
8.1.3 导线连接技术 ·····	235
8.1.4 印制板连接技术 ·····	237
8.2 电子设备焊接工艺 ·····	238
8.2.1 焊接工艺基本知识 ·····	238
8.2.2 手工焊接工艺 ·····	242
8.2.3 印刷电路板的焊接修复与改装 ·····	249
8.3 电子设备装配工艺 ·····	254
8.3.1 装配工艺技术基础 ·····	254
8.3.2 装配准备工艺 ·····	256
8.3.3 电子元器件的装配 ·····	261
8.3.4 电子设备整机组装 ·····	267
8.4 电子设备调试工艺 ·····	271

8.4.1 概 述	271
8.4.2 调试仪器	272
8.4.3 调试工艺技术	272
本章小结	273
思考题	273
课外阅读:国内外集成电路技术发展现状分析	273
第9章 综合故障诊断设备	277
9.1 综合故障诊断设备开发流程	277
9.2 综合故障诊断设备的体系结构	279
9.3 便携式数模混合电路板故障诊断设备	281
9.3.1 设备需求	281
9.3.2 总体设计	286
9.3.3 硬件设计	286
9.3.4 软件设计	296
9.3.5 电磁兼容及可靠性设计	304
本章小结	307
思考题	307
课外阅读:美军自动测试系统的现代化	307
参考文献	313

第1章 绪论

导语:了解过去才能理解现在,更有助于把握未来。通过学习绪论,可以理解教材所属知识的存在意义、需求背景、基本现状和未来发展,更有助于激发学习兴趣、促进有的放矢的学习。

1.1 电子设备诊断与维修的相关概念

1.1.1 故障与故障诊断

1. 故障

故障(Fault)通常是指设备在规定条件下不能完成其规定功能的一种状态。这种状态往往是由不正确的技术条件、运算逻辑错误、零部件损坏、环境恶化、操作错误等引起的。这种不正常的状态可分以下几种:

- ① 设备在规定的条件下丧失功能。
- ② 设备的某些性能参数达不到设计要求,超出了允许范围。
- ③ 设备的某些零部件发生磨损、断裂、损坏等,致使设备不能正常工作。
- ④ 设备工作失灵,或发生结构性破坏,导致严重事故甚至灾难性事故。

根据故障发生的性质,可将故障分为两类:硬故障和软故障。硬故障指设备硬件损坏引起的故障,如结构件或元部件的损伤、变形、断裂等;软故障如系统性能或功能方面的故障。设备故障一般具有以下特性:

- ① 层次性:故障一般可分为系统级、子系统(分机)级、部件(模块)级、元件级等多个层次。高层次的故障可以由低层次故障引起,而低层次故障必定引起高层次故障。故障诊断时可以采用层次诊断模型和层次诊断策略。
- ② 相关性:故障一般不会孤立存在,它们之间通常相互依存和相互影响。一种故障可能对应多种征兆,而一种征兆可能对应多种故障。这种故障与征兆之间的复杂关系,给故障诊断带来一定的困难。
- ③ 随机性:突发性故障的出现通常都没有规律性,再加上某些信息的模糊性和不确定性,就构成了故障的随机性。
- ④ 可预测性:设备大部分故障在出现之前通常有一定先兆,只要及时捕捉到这些征兆信息,就可以对故障进行预测和防范。

2. 故障诊断

故障诊断(Fault Diagnosis)就是对设备运行状态和异常情况做出判断。也就是说,在设备没有发生故障之前,要对设备的运行状态进行预测和预报;在设备发生故障后,对故障原因、部位、类型、程度等做出判断,并进行维修决策。故障诊断的任务包括故障检测、故障识别、故障分离与估计、故障评价和决策。故障诊断通常有以下几种分类方法。

① 根据诊断方式分:功能诊断和运行诊断。功能诊断是检查设备运行功能的正常性,如发电机组的输出电压、功率等是否满足功能需要,它主要用于新安装或刚大修后的设备;运行诊断则是监视设备运行的全过程,主要用于正常运行的设备。

② 根据诊断连续性分:定期诊断和连续监控。定期诊断是按规定的时间间隔进行,一般用于非关键设备且性能改变为渐发性故障及可预测性故障。连续监控是在机器运行过程中自始至终加以监视和控制,一般用于关键设备且性能改变属突发性故障及不可预测性故障。

③ 根据诊断信息获取方式分:直接诊断和间接诊断。设备在运行过程中进行直接诊断是比较困难的,一般都是通过二次的、综合的信息来做出间接诊断。

④ 根据诊断的目的分:常规诊断与特殊诊断。

电子设备故障诊断是一项十分复杂、困难的工作。虽然电子设备的故障几乎与电子技术本身同步发展,而故障诊断技术的发展速度似乎要慢得多。在早期的电子设备故障诊断技术中,其基本方法是依靠一些测试仪表,按照跟踪信号逐点寻迹的思路,借助人的逻辑判断来决定设备的故障所在。这种沿用至今的传统诊断技术在很大程度上与维修人员的实践经验和专业水平有关,基本上没有一套可靠的、科学的、成熟的办法。随着电子工业的发展,人们逐步认识到,对故障诊断问题有必要重新研究,必须把以往的经验提升到理论高度,同时在坚实的理论基础上,系统地发展和完善一套严谨的现代化电子设备故障诊断方法,并结合先进的计算机数据处理技术,实现电子电路故障诊断的自动检测、定位及故障预测。

所谓电子电路故障诊断技术,就是根据对电子电路的可及节点或端口及其他信息的测试,推断设备所处的状态,确定故障元器件部位和预测故障的发生,判别电子产品的好坏并给出必要的维修提示方法。

1.1.2 维修与电子设备维修

1. 维 修

维修就是维护和修理的统称。维护就是保持某一事物或状态不消失、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地深化。虽然对维修定义的标准略有不同,但基本都认为: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。

2. 电子设备维修

(1) 电子设备维修的内涵

电子设备维修是指为使电子设备保持、恢复和改善规定的技术状态所进行的全部活动,是一个多层次、多环节、多专业的保障系统。它主要包括维修思想、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。

(2) 电子设备维修的分类

按照维修性质和功能,电子设备维修可分为预防性维修、修复性维修、改进性维修和战场(现场)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:修复性维修是指电子设备发生故障后,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 改进性维修:改进性维修是指为改进已定型和部署中使用的电子设备的固有性能、用途或消除设计、工艺、材料等方面的缺陷,而在维修过程中,对电子设备实施经过批准的改进或改装。改进性维修也称改善性维修,是维修工作的扩展,其实质是修改电子设备的设计。

④ 战场(现场)抢修:战场(现场)抢修指在战斗中(使用中)电子设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电子设备战场(现场)修理活动。战场(现场)抢修虽然属于修复性范畴,但由于维修环境、条件、时机、要求和所采用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) 电子设备的维修方式

电子设备的维修方式是指电子设备维修时机和工作内容的控制形式。科学地确定维修方式,对增强维修工作的针对性、经济性具有重要意义。在长期的维修实践中,人们对控制设备的拆卸和维修方式形成了比较固定的做法,并归纳总结为:定期维修方式、视情维修方式和事后维修方式。

① 定期维修方式:定期维修方式是指电子设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。定期维修方式以时间为标准,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:视情维修方式是对电子设备进行定期或连续监测,在发现其功能参数变化,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,监控一项或几项参数跟踪故障现象以预防故障的发生,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,能够较充分地发现电子设备的使用潜力,减少维修工作量,提高使用效益。

③ 事后维修方式:在电子设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。事后维修方式不规定电子设备的使用时间,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,是一种比较经济的维修方式。

以上三种维修方式,各有其特点和适用范围,关键在于方式的针对性和适应性。由于大型电子设备系统复杂,组成单元众多,一般都采用三种维修方式结合的办法。随着现代电子技术及电子设备的发展,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。

1.1.3 可靠性与电子设备的可靠性

1. 可靠性

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的技术标准。

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。随着信息技术在电子设备中的广泛应用,软件可靠性逐渐引起了人们的重视。软件可靠性是指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

随着电子技术的快速发展,电子设备逐渐向综合化、系统化、智能化方向发展,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。

为了提高电子设备的可靠性,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,电子设备的设计阶段必须在性能上作出权衡,运用技术措施提高可靠性。

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

1.1.4 维修性与电子设备的维修性

1. 维修性

维修性是指设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功能的能力。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. 电子设备的维修性

电子设备的维修性具有一定的要求。维修工作量要少,便于维修,维修实践要短,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电子设备的维修性提出的具体要求。

电子设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、安全性要求等。

1.1.5 保障性与电子设备的保障性

1. 保障性

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,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. 电子设备的保障性

电子设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设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。保障分析是电子设备研制工作的一个重要组成部分,是研究保障对电子设备设计的影响和确定资源的分析。电子设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,制定电子设备维修规划,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,开展电子设备维修工作。

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设备使用的充分性。要现场考核保障资源的充分程度、设计要求和各量化指标,并进行保障费用核算,进而完善设备的保障系统,为设备性能改进等保障性问题的提供有价值的数据和资料。

1.2 电子设备诊断与维修的目的和意义

随着现代化大生产的发展和科学技术的进步,系统的规模日益扩大,复杂程度越来越高,同时系统的投资也越来越大。由于受到许多无法避免的因素影响,系统会出现各种各样的故障,从而或高或低丧失其预定的功能,甚至造成严重的损失乃至灾难性事故。国内外曾发生的

各种空难、海难、爆炸、断裂、倒塌、毁坏以及泄露等恶性事故,造成了人员伤亡,还产生了严重的社会影响;即使是日常生产中的事故,也因生产过程不能正常运行或机器设备损坏而造成巨大的经济损失。因此,如何提高系统的可靠性、可维护性和有效性,从而保证系统的安全运行并消除事故,是十分迫切的问题。

设备故障诊断技术为提高设备的可靠性、可维护性和有效性开辟了一条新的途径。对于工业生产过程来说,为了避免某些生产过程发生故障而引起整个生产过程瘫痪,必须在故障发生伊始迅速进行有效处理,维持系统的功能基本正常,从而提高设备的利用率和使用安全性,保证生产过程安全可靠地进行。用计算机监控系统检测生产过程中的故障并分离出故障源已成为生产控制的重要任务之一。

以武器装备为例,早在 20 世纪 50 年代,人们已从局部战争中认识到武器装备仅有优良的性能是远远不够的,由于可靠性、维修性差发生故障而影响武器装备的战备完好率和任务成功率,最终导致装备作战效能过低的教训至今仍令人记忆犹新。

从单纯追求性能到重视综合效能观念的变革经历了几十年的时间,这是问题的一个方面;另一方面,几十年来,在世界范围内,在部分高科技产品采购价格大幅度增长的同时,维修使用费用竟上升至约占投资费用的 $1/4$,甚至 $1/3$ 。

众所周知,由于可靠性、维修性不佳导致系统发生故障,已成为维修使用费用剧增的重要因素。我国是发展中国家,必须使用有限的资金大力发展民用产品和军事装备。对于武器系统来说,引入故障的检测与诊断是提高武器有效度、更好发挥现有装备效能的重要途径。面对两种发展趋势,迎接挑战是我们面临的刻不容缓的实际问题。而防止故障发生于发展故障诊断技术是十分重要的,两者有着不可分割的关系。

1.2.1 电子设备诊断与维修的目的

故障诊断技术是指在系统运行状态或工作状态下,通过各种监测手段判别其工作是否正常。如果不正常,经过分析与判断指出发生了什么故障,便于管理人员维修;或者在故障未发生之前提出可能发生故障的预报,便于管理人员尽早采取措施,避免发生故障(或避免发生重大故障)造成停机停产,给工程带来重大经济损失。这是故障诊断技术的任务,也是发展故障诊断技术的目的。

故障诊断是排除设备故障、开展设备维修的基础。它可以做到以下几点:

- ① 能及时、正确地对各种异常状态做出诊断,预防或消除故障,对系统的运行进行必要的指导,提高系统运行的可靠性、安全性和有效性,从而把故障损失降低到最低水平。
- ② 保证系统发挥最大的设计能力,制定合理的检测维修制度,以便在允许的条件下充分挖掘系统潜力,延长服役期限和使用寿命,降低全寿命周期费用。
- ③ 通过检测监视、故障分析和性能评估等为系统结构修改、优化设计、合理制造以及生产过程提供数据和信息。总之,故障诊断既要保证系统的安全可靠运行,又要获得更大的经济效益和社会效益。

对电子设备而言,故障诊断与维修的基本目的仍是在最经济、最有效、最不影响任务的情况下,最大可能保持设备功能的正常。

1.2.2 电子设备诊断与维修的意义

对工业系统、武器装备、电子设备开展故障诊断与维修的重要意义体现在以下方面。

1. 提高设备管理水平

“管好、用好、修好”设备,不仅是保证简单再生产的必不可少的条件,而且对保持战备完好率,提高企业经济效益,推动国民经济持续、稳定、协调发展具有极其重要的意义。而设备的状态监测和故障诊断是提高设备管理水平的一个重要组成部分。

2. 保证产品质量,提高系统的可靠性与维修性

现代高科技产品是一个复杂的技术综合体,要保证产品研制成功并能有效地应用,研制过程中就必须在可靠性、维修性、安全性、经济性、可生产性和质量控制等方面加以保证。在工业界,产品的可靠性问题已经被提高到产品生命线的高度(而不是单纯追求产品性能指标)。解决可靠性问题,需要动员各个职能部门的力量,运用各种手段和各种技术,协同作战;需要应用系统工程观点和优化观点,对产品(设备也是产品)进行从开发、设计、制造、安装调试到维修使用实施全过程管理;并需要有长期的技术更新、数据存储和经验的积累,包括对某些传统观念的更新,从而提高企业的自身素质来加以综合保证。通过开展故障诊断工作,可以有效地延缓系统可靠性的下降速度,并对维修决策提供有力的支持。

3. 避免重大事故的发生,减少事故危害性

现代化工业生产中重大事故的发生不仅会造成巨大的损失,而且会带来严重的灾难。近些年来,国际上曾先后发生过几起引起全球很大震动的严重事故,例如:

① 1986年1月28日,美国“挑战者”号航天飞机由于右侧固体火箭发动机装配接头和密封件失效,造成航天飞机爆炸,7名宇航员遇难身亡。

② 1986年4月,苏联切尔诺贝利核电站爆炸,造成2 000多人死亡,几万名居民撤离原居住区,溢出的放射性物质污染了西欧上空,带来近30亿美元的巨额损失,影响了国际政治关系。

③ 1986年10月与1988年2月,我国陕西和山西先后发生两起20万千瓦电站机组由于运行失稳导致机组剧烈震动、轴系断裂、零件飞出毁坏厂房的恶性电站事故。

④ 1998年9月2日,由美国纽约飞往瑞士日内瓦的瑞士航空111号航班由于机上电缆短路故障,造成飞机在加拿大哈利法克斯机场附近海域冲入大西洋解体,机上229人全部遇难。

⑤ 2003年11月29日,日本H2A火箭从日本鹿儿岛县种子岛宇宙中心发射升空,中途出现故障,未能将两颗间谍卫星送入预定轨道,由地面控制引爆。

⑥ 2011年3月12日,地震导致日本福岛核电站控制系统失常发生爆炸,造成极大核污染。

⑦ 2011年9月27日,上海地铁10号线突发设备故障导致两辆列车追尾,事故造成260人受伤。

故障的发生是不可避免的,但是开展有效的故障诊断工作,在故障发生之前对可能发生的故障进行预警,及早采取相应的措施,可以降低故障发生率和故障严酷度,从而避免重大事故的发生,减少事故危害性。

4. 可以获得潜在的巨大经济效益和社会效益

现代工业生产的特点是:设备大型化、生产连续化、高度自动化和高度经济化。这在提高