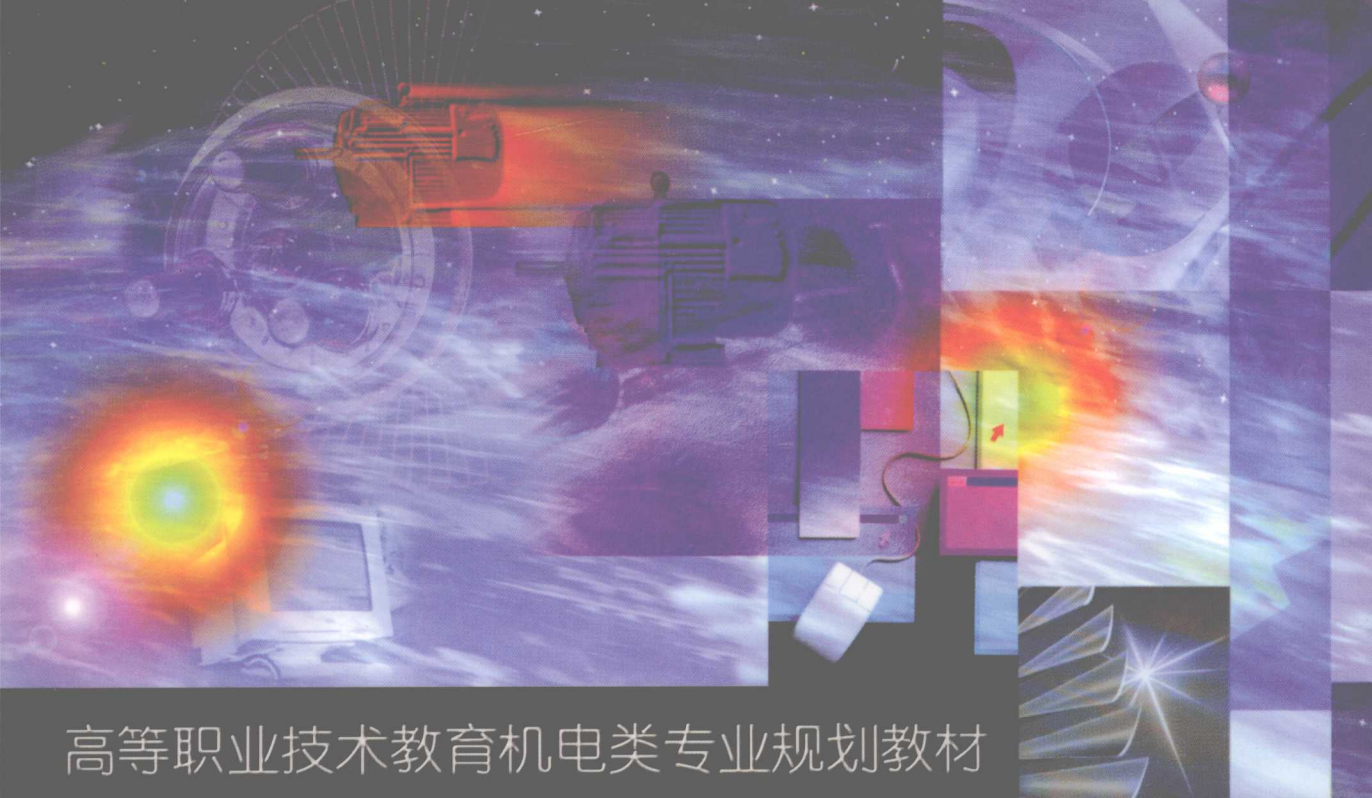
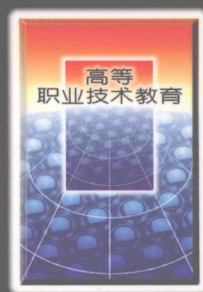




高等职业技术教育机电类专业规划教材



电子设备维修技术

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

陈梓城 主 编

林训超 副主编



高等职业技术教育机电类专业规划教材

电子设备维修技术

高等职业技术教育机电类专业教材编委会 组编

主 编 陈梓城

副主编 林训超

参 编 孙丽霞 魏 中 李伟明

主 审 唐程山



机械工业出版社

本书内容包括：电子仪器设备日常维护和维修的基础知识，电子设备故障检查基本方法，电子电路调试技术、抗干扰技术。除常见的电路外，还编入单片开关电源、微机系统调试及抗干扰等。在维修实例中，均根据电路原理进行故障分析、运用故障检查方法检查故障。除常见的示波器、数字电压表（DVM）、频谱分析仪的维修外，还编入大规模 IC 构成的 DVM、智能型 DVM 原理与维修，以及目前维修量大的 VCD 及微机显示器维修等。

本书的读者对象为高职、高专电子、电工技术类专业师生以及从事电子工程技术工作和维修的有关人员。

图书在版编目（CIP）数据

电子设备维修技术/陈梓城主编. —北京：机械工业出版社，2000.

10

高等职业技术教育机电类专业规划教材

ISBN 7-111-07909-4

I. 电... II. 陈... III. 电子设备-维修-高等教育：技术教育-教材 IV. TN07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2000）第 09772 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：王玉鑫 贡克勤 版式设计：张世琴 责任校对：罗莉华

封面设计：姚 毅 责任印制：洪汉军

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 8 月第 1 版·第 3 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·19.75 印张·484 千字

定价：25.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

高等职业技术教育机电类专业教材编委会

名誉主任委员：严雪怡 刘际远

主任委员：上海电机技术高等专科学校 孙兴旺 副校长

副主任委员：福建高级工业专门学校 黄森彬 副校长

南京机械高等专科学校 左健民 副校长

陕西工业职业技术学院 翟 轰 校 长

湘潭机电高等专科学校 曾家驹 副校长

包头职业技术学院 李俊梅 副校长

无锡职业技术学院 韩亚平 调研员

浙江机电职业技术学院 管 平 副校长

机械工业出版社教材编辑室 林 松 主 任

(排名不分先后)

委员单位：邢台职业技术学院

湖南工业职业技术学院

(等 26 所院校)

序

职业教育是指受教育者获得某种职业或生产劳动的职业道德、知识和技能的教育。机电行业的职业技术教育培养的是在生产一线的技术、管理和运行人员，他们主要从事成熟的技术和管理规范的应用与运作。随着社会经济的发展和科学技术的进步，生产领域的技术含量在不断提高。用人单位要求生产一线的技术、管理和运行人员的知识与能力结构与之适应。行业发展的要求促使职业技术教育的高层次——高等职业教育蓬勃成长。

高职教育与高等工程专科、中专教育培养的人才属同一类型，都是技术型人才，毕业生将就业于技术含量不同的用人单位。高等职业教育的专业设置必须适应地区经济与行业的需求。高等职业教育是能力本位教育，应以职业分析入手，按岗位群职业能力来确定课程设置与各种活动。

机械工业出版社出版了大量的本科、高工专、中专教材，其中有相当一批教材符合高等职业教育的需求，具有很强的职业教育特色，在此基础上这次又推出了机械类、电气类、数控类三个高职专业的高职教材。

专门课程的开发应遵循适当综合化与适当实施化。综合化有利于破除原来各种课程的学科化倾向，删除与岗位群职业能力关系不大的内容，有利于删除一些陈旧的内容，增添与岗位群能力所需要的新技术、新知识，如微电子技术、计算机技术等。实施化是课程内容要按培养工艺实施与运行人员的职业能力来阐述，将必要的知识支撑点溶于能力培养的过程中，注重实践性教学，注重探索教学模式以达到满意的教学效果。

本教材倾注了众多编写人员的心血，他们为探索我国机电行业高职教育作出可贵的尝试。今后还要依靠广大教师在实践中不断改进，不断完善，为创建我国的职业技术教育体系而奋斗。

赵克松

前 言

随着经济飞速发展,科技和社会的不断进步,新型电子仪器设备层出不穷。各类电子仪器设备应用于各行各业直至社会家庭,保有量剧增,维修量也随之增加。需要既掌握电子技术(包括微机技术)、又有较强实践动手能力的技术人员从事维修工作。高等职业技术教育电子设备运行与维修、电子测量仪器、应用电子技术等专业开设了“电子设备维修技术”课程,为解决教材急需,特编写此教材。

在教材编写过程中体现职教特色,以能力培养为主线,为培养学生的电子设备维修能力服务。考虑到电子电路抗干扰能力、电子电路调试能力是维修能力内涵之一,又为培养电子技术应用能力所必需,故将电子电路调试技术、电子电路实用抗干扰技术编入本教材。调试技术的内容曾在本课程学习之前在相关的教学环节学过,本书仅对其作较系统地概括总结,为培养维修中的调试能力服务。教学中可视前期教学情况选用,也可供同学们复习、自学。

本教材是在编者所在学校试用两轮的讲义基础上修改增编而成的。经修改更具实用性和教学内容的先进性。前四章为维修基础知识,后五章为典型仪器设备维修实例。全书以理论指导维修实践。每一实例均从电路工作原理入手,进行故障分析;故障检修中均以相应的故障检查方法检查故障。书中编入了单片集成开关电源调试、微机系统调试与抗干扰技术、大规模 IC 构成的 DVM 维修、智能型 DVM 维修等内容。考虑到 VCD 与微机显示器等社会保有量和维修量较大,且亦属于电子设备范畴,有的学校开设了此类设备的课程,亦将其编入。电子仪器设备种类繁多,不可能一一论及,尽管电子仪器设备用途各异,原理不一,但均是由基本电路组成的,且维修程序与故障检查方法是通用的。编写过程中作者试图通过典型仪器设备维修实例的阐述,培养学生的故障分析能力、故障检查能力及故障排除修复能力。教材注重职业道德教育,以培养学生良好职业习惯和科学严谨的工作作风。

该课程是理论与实践紧密结合、实践性很强的课程。教学过程中应注意启发式教学和举一反三能力的培养,为维修其它仪器设备和新型仪器设备打好基础。为提高教学效果,教学过程中最好能采用边教学边实践的方法进行。本课程教学时数为 50 课时左右,各校可根据专业方向的不同对教学内容和时数作适当删减或编写补充讲义。

本书由九江职业技术学院陈梓城高级讲师任主编,成都航空职业技术学院林训超副教授任副主编。九江职业技术学院孙丽霞、李伟明,成都航空职业技术学院魏中参编。其中孙丽霞编写了第四章;魏中编写了第五章;李伟明编写了第八章;林训超编写了第一章第五、六节和第六章第七节,其余各章节均由陈梓城编写。

本书由成都航空职业技术学院唐程山副教授任主审。唐程山老师认真负责对书稿进行了全面的审阅,提出了宝贵意见,在此表示衷心感谢。本书编写过程中得到九江职业技术学院、成都航空职业技术学院领导和教务处及电子工程系有关同志大力支持。陈梓城编写的文稿由陆青录入,特表示谢意。

由于编者水平有限,错误和不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2000 年 2 月于九江

目 录

序	
前 言	
绪 论	1
第一章 电子仪器设备的日常维护和	
维修基础知识	4
第一节 电子仪器设备的运行环境	4
一、气候环境效应及其影响	4
二、机械环境的影响	6
三、电磁环境的影响	7
四、精密电子仪器设备和智能型电子	
仪器设备运行条件	8
第二节 电子仪器设备日常维护	10
一、防尘与去尘	10
二、防潮与驱潮	11
三、防热与排热	11
四、防振与防松	12
五、防腐蚀	12
六、防漏电	12
第三节 电子仪器设备的运行使用注意	
事项	14
一、仪器设备开机前注意事项	14
二、仪器设备开机时注意事项	14
三、仪器设备操作运行时注意事项	14
四、仪器设备操作运行完毕后注意事项	15
第四节 维修电子仪器设备的一般程序	15
一、研究熟悉工作原理	15
二、熟悉操作运行规程	16
三、了解故障情况	16
四、初步表面检查	16
五、修前定性测试	16
六、拟定检测方案	16
七、故障分析	17
八、故障处理	17
九、校验	18
十、填写检修记录及交付使用	18
第五节 电子测量仪器的计量检定	19
一、计量的定义、特点与分类	19
二、电子计量中量值传递与检定	22
三、电子测量仪器计量中的注意事项	26
第六节 电子设备维修与装备条件	26
一、人员配置	26
二、设备配置	27
三、规章制度	27
思考题与练习题	28
第二章 检查电子设备故障的基本方法	29
第一节 直觉法	29
第二节 通电观察法	29
第三节 对症下药法	31
第四节 测量电压法	31
第五节 测量电阻法	32
第六节 替代法	33
第七节 波形法	34
第八节 短路法	35
第九节 改变现状法	36
第十节 分割测试法	37
第十一节 整机比较法	37
第十二节 测试器件法	38
第十三节 逻辑分析法	38
第十四节 自诊断法	39
第十五节 信号注入法	39
第十六节 检查故障方法的运用	40
思考题与练习题	41
第三章 电子电路调试技术	42
第一节 电子电路调试技术概述	42
一、调试前的准备工作	42
二、调试步骤	43
三、可靠性测试	44
四、调试中注意事项	46
第二节 分立元件放大电路调试	46
一、静态工作点的调试	46
二、动态调试	47
三、常见故障排除	49
第三节 集成运放电路的调试	50
一、集成运放外接电阻选取	50
二、集成运放静态调试	51
三、集成运放电路的动态调试	53
四、安装调试中需注意的问题	54
五、多级电路调试	54

第四节 振荡电路的调试	55	特性	105
一、不起振的调试	55	二、微小电压放大电路抗干扰措施	109
二、振荡波形不良的调试	56	三、集成运放电路抗干扰装配工艺	112
三、其它非正常振荡现象及其消除	56	第五节 数字电路的干扰及其抑制方法	115
四、石英振荡器的调整	57	一、数字电路外部干扰及其抑制方法	115
第五节 直流稳压电源调试	58	二、数字电路的内部干扰及其抑制	116
一、直流稳压电源调试方法及性能参数测试	58	三、A/D 转换器的噪声抑制	117
二、串联型稳压电路调试	60	第六节 高频电路抗干扰措施	120
三、集成稳压电源调试	62	一、高频电路外界噪声及其抑制	120
四、分立元件开关电源测试	64	二、接收机电路的几种干扰及其抑制措施	121
五、单片集成开关电源及其调试	66	三、高频电路抗干扰装配工艺	124
第六节 数字电路的调试	71	第七节 微型计算机及微处理机电路抗干扰措施	130
一、集成门电路测试	71	一、增加总线的抗干扰能力	130
二、组合逻辑电路测试	72	二、系统装接设计	131
三、时序逻辑电路的测试	73	三、系统防辐射措施	135
四、数字电路的常见故障查找方法	76	四、抑制存储器部分产生的噪声	136
第七节 微处理机系统调试	77	五、微机系统软件抗干扰措施	137
一、静态调试	77	思考题与练习题	140
二、动态调试	78	第五章 示波器原理与维修	142
三、软硬件联调	79	第一节 示波器的基本原理	142
四、常见故障及其原因	80	一、示波器的组成	142
思考题与练习题	81	二、示波器管的波形显示原理	148
第四章 电子电路实用抗干扰技术	82	三、XJ4328 双踪示波器简介	149
第一节 抗干扰技术概述	82	第二节 示波器检修程序	153
一、噪声与抗干扰技术的定义	82	一、了解故障情况	153
二、噪声种类及其特点	82	二、初步表面检查	154
三、抗干扰三要素	86	三、检修前定性测试	154
四、电磁干扰测量和常用干扰测量仪器简介	87	四、电源电压测试	154
五、干扰量测量的内容	88	五、关键节点波形观测	155
第二节 噪声传播途径抑制噪声措施	88	六、研究电路工作原理	155
一、导线传导耦合噪声的抑制方法	88	七、故障的分析、查找、修复	155
二、公共阻抗耦合噪声抑制方法	89	八、示波器检修注意事项	155
三、电容性耦合噪声抑制方法	91	第三节 示波器电路故障分析	156
四、电感性耦合噪声抑制方法	92	一、低压电源电路故障分析	156
五、电磁场耦合噪声抑制方法	93	二、高压电源及显示电路故障分析	156
六、接地及其在抗干扰中的作用	93	三、Y 通道故障分析	157
第三节 电源电路抗干扰措施	97	四、X 通道故障分析	158
一、电源变压器抗干扰措施	97	第四节 示波器典型故障检修	160
二、电源滤波器	100	一、电源指示灯不亮	160
三、串联调整式稳压电源的抗干扰措施	101	二、开机无光迹	160
四、开关稳压电源抗干扰措施	103	三、有光点而无扫描线	161
第四节 集成运放电路抗干扰措施	105	四、无信号显示	161
一、集成运放电路的噪声及其抗共模噪声		五、波形稳不住	161

六、出现回扫线	163	二、非正弦波的傅里叶级数表示法	214
七、亮度不正常	163	三、非实时频谱分析仪的基本原理	215
八、聚焦不良	165	四、实时频谱分析仪的基本原理	216
九、波形前后疏密不一致	165	第二节 频谱分析仪故障检测方法	217
十、扫描线过短	166	一、扫频式频谱分析仪故障检测方法	217
十一、同步过强	166	二、实时频谱分析仪的故障检测方法	217
十二、机壳带电	166	第三节 直流稳压电源的故障检修	218
十三、故障检修实例	167	一、“+15V”直流稳压电源的故障检修	218
思考题与练习题	170	二、“+1000V”直流高压稳压电源的故障检修	220
第六章 数字电压表原理与维修	171	第四节 “超程”指示灯亮信号不能输入的故障检修	221
第一节 数字电压表基本工作原理	171	一、故障分析	221
一、积分编码式 DVM 基本工作原理	171	二、故障检查与修理	221
二、反馈比较式 DVM 基本工作原理	173	第五节 数字显示器不显示 dB、Hz 值的故障检修	222
第二节 数字电压表检修程序	174	一、数字显示器不显示 dB 值的故障检修	222
一、修前定性测试	174	二、数字显示器不显示 Hz 值的故障检修	223
二、测量电源电压	174	思考题与练习题	226
三、变动可调元件	175	第八章 微机彩色显示器原理与维修	227
四、观测工作波形	175	第一节 彩色显示器基本工作原理	227
五、研究电路原理	175	一、彩色 CRT	227
六、拟定测试方案	175	二、扫描电路	227
第三节 调零不正常的故障检修	176	三、视频驱动电路	229
一、DZ-26 型直流 DVM 前置放大器原理	176	四、电源电路	229
二、故障检测	176	第二节 典型彩色显示器电路分析	229
第四节 测压不正常的故障检修	179	一、开关电源电路	232
一、一个极性电压不能校准、不能测压故障检修	179	二、三色视频放大电路	232
二、PZ-8 跳字故障检修	181	三、行、场扫描电路	232
第五节 数字“停零”不能测压故障检修 ...	182	四、行输出电路	233
一、时间编码和积分编码 DVM 停零故障	183	第三节 显示器维修基本知识	233
二、逐次反馈比较式 DVM 停零故障	183	一、维修注意事项	233
第六节 大规模集成电路 DVM 工作原理与故障检修	184	二、检修一般顺序与基本规则	234
一、SX1842 型 DVM 基本工作原理	184	三、主要电路发生故障时的征兆	234
二、故障检修实例	191	第四节 微机彩色显示器故障检修实例	235
第七节 智能型数字电压表原理与检修	193	一、无光栅、无图像故障检修	235
一、智能型数字电压表基本工作原理	193	二、水平一条亮线故障检修	236
二、8520A 智能数字电压表故障检修程序	199	三、水平不同步故障检修	236
三、故障检修示例	201	四、字符显示有轻微的横向抽动、机内传出“吱吱”声故障检修	238
思考题与练习题	213	五、字符显示颜色偏紫色的故障检修	239
第七章 频谱分析仪的原理与维修	214	思考题与练习题	239
第一节 频谱分析仪的基本原理	214		
一、电信号波形的时域分析与频域分析 ...	214		

第九章 VCD 机原理与维修	240	第四节 典型 VCD 机检修实例	283
第一节 典型 VCD 机原理	240	一、VCD 机维修注意事项	283
一、整机方框图及工作过程简介	240	二、VCD 有激光、荧光屏显示 NO DISC	
二、主机板电路	241	故障检修	283
三、混响板电路	243	三、开机主导轴反飞转故障检修	284
四、机芯板 (PCB-24M) 电路	245	思考题与练习题	286
五、解码板电路	266	附录	288
第二节 VCD 机故障检修——流程图法	272	附录 A XJ4328 示波器电路图	288
一、流程图法	272	图 A-1 XJ4328 示波器垂直输入电路图	288
二、典型 VCD 机信号流程框图	273	图 A-2 XJ4328 示波器垂直开关和放大	
三、整机故障检修流程	273	电路图	290
四、故障检修子流程	273	图 A-3 XJ4328 示波器水平通道电路图	292
第三节 VCD 机的调试	277	图 A-4 XJ4328 示波器电源及示波管	
一、各种时钟信号的检测	277	电路图	294
二、关键节点对地电压值、引脚对地电		附录 B 新科 25CVCD 电路图	296
阻值测试	278	图 B-1 新科 25CVCD 主电路原理图	296
三、激光光功率的调整	278	图 B-2 新科 25CVCD 混响和耳机电路	
四、循迹平衡调整	279	原理图	298
五、循迹增益调整	279	附录 C 新科 25CVCD 典型 IC 测试数据	300
六、聚焦增益调整	280	表 C-1 BA6395 引脚实测数据	300
七、聚焦平衡调整	280	表 C-2 CXA1782BQ 引脚实测数据	300
八、RF 信号调整	281	附录 D VCD 相关术语解释	301
九、调整中需注意的问题及调整综合示例	281	参考文献	303

绪 论

随着经济的不断发展和科技的不断进步,电子仪器设备应用越来越广泛。各行各业直至社会家庭,电子仪器设备无处不有。随着电子技术飞速发展,电子仪器设备的集成化、数字化和自动化程度越来越高,智能化、模块化、软件化的仪器设备日益增多,对加快四化建设步伐和提高人民生活质量起重要作用。目前世界上拥有和推出的电子仪器设备有万余种,社会上电子设备拥有量日益增大,因而维护保养和维修量也日益增大。有的设备一天产值上万元甚至几十万元,有时会因一台关键设备产生故障,致使整条生产线、整个企业生产或重大科研项目陷于瘫痪。所以电子仪器设备的维修及其维修质量,直接影响社会效益和经济效益,具有重要的地位和作用。

“电子设备维修技术”课程是高等职业教育电子测量仪器、电子设备运行与维修、应用电子技术等专业的专业课程。它为同学们参加电子设备维修实习和日后从事电子仪器设备维修工作提供理论知识和方法指导。通过教学要达到以下要求:

①了解使用环境对电子仪器设备的影响;熟悉仪器设备运行环境条件;掌握日常维护内容和方法。

②掌握电子仪器设备使用注意事项。

③掌握维修一般程序和故障检查的基本方法。

④熟悉常用电子电路调试基本方法,并通过实训,巩固掌握调试技能。

⑤熟悉电子电路实用抗干扰技术,为设备维修和技术改造打好必要基础。

⑥通过典型仪器设备故障分析,熟悉巩固所学故障查找和故障排除方法,并通过实习掌握维修技能。

“电子设备维修技术”是一门工程实践性很强的综合性课程。在电子仪器设备维修过程中,既要熟悉单元电路原理,又要掌握电路调试技术,有时还要采取抗干扰措施;既要熟悉整机原理及其性能参数,又要掌握整机联调与检定、检验方法和技能;既要掌握故障诊断、检测方法,又要掌握电子技术工艺及维修技能,显而易见,维修工作是理论与实践相结合、专业基础知识与工艺技能并用的技术工作。

本课程的学习对同学们日后从事电子设备运行与维修工作,具有重要作用。为提高学习效果,为日后从事维修工作打好基础,应注意以下几点:

1. 坚持理论与实践相结合的原则

这是本课程的特点与维修工作的性质所决定的。本教材所述内容,是维修技术实践经验的总结,它对我们从事维修工作起指导作用。学习维修规程、维修方法和实用技术的目的在于应用,在于用来指导维修工作实践。

陆游诗云:纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。是说要把书本上的知识变成自己的东西,要通过实践,方能真正领会其真谛并牢固掌握。俗话说,熟能生巧。只有反复实践,才能熟练掌握维修技能。

2. 重视分析问题解决问题能力和举一反三能力的培养

仪器设备维修关键程序之一是故障的分析判断。用故障检查方法查找到故障部位后,也有故障元器件分析判断问题;在查到故障元器件后,还应进行产生故障原因的分析判断,并将其排除、修复,才能使仪器设备安全可靠运行。分析问题解决问题能力的强弱,直接影响维修质量和速度。

分析问题解决问题能力的培养,一是有赖于扎实的专业基础知识;二是要靠掌握维修基本方法并灵活运用;三是要靠在实践中反复实践并总结积累经验。学习本课程的主要目的,就是培养同学们的分析判断故障的能力和解决问题、排除故障的能力。

电子仪器设备种类繁多,新型仪器设备层出不穷。各类不同的仪器设备有其特殊性即个性。但各类仪器设备均是由基本单元电路组成的,其基本原理上有相通的地方,有其共性即规律性的东西。它们离不开电子技术、微机技术、传感技术、自动控制技术等基础知识。故障检查方法等维修技术也是通用的。掌握了一种仪器设备原理和维修技术则对别的仪器设备有触类旁通的作用。关键是找出其特殊性和共性的地方,在学习本课程和维修实践中,要注意举一反三能力的培养。即把所学知识和参考文献介绍的方法、经验,用来解决未曾见过的故障和用于新型仪器设备的维修,并能总结出自己的经验。

3. 重视知识更新,跟上时代发展步伐

电子技术日新月异。新技术、新工艺、新型元器件不断涌现,新型仪器设备层出不穷。要使自己跟上时代发展步伐,才能适应自己的岗位工作要求。这就要求我们不断进行知识更新,学习新技术、新工艺、新型元器件和新产品知识。掌握其原理及使用注意事项,通过试验掌握其特性,并做好维修资料搜集、性能参数测试等维修基础工作,为应用和维修新型仪器设备打好基础。

4. 培养严谨、细致的工作作风,培养良好职业道德

电子仪器设备维修是一项细致严密的技术工作。在电子仪器设备的运行、维修过程中,不按规程和工艺要求操作,就会留下隐患甚至酿成大祸。如维修过程中掉进一块焊锡,就可能使设备内电路造成短路,造成设备故障,造成停产事故,造成经济损失。具有严谨细致的工作作风是维修人员必备的素质,也是是否具有良好职业道德的重要标志。在国家劳动部颁布的无线电装配工、调试工、家电维修工职业技能鉴定考核大纲中,均把安全生产、文明生产作为应会考核评分项目之一。把仪器仪表、工具摆放是否整齐,工位是否整洁作为考核评分内容。这说明国家职能部门对工作作风及行为规范的重视,因它对技术水平正常发挥起基本保证作用。

维修工作和操作运行是密不可分的。维修人员应把督促操作运行人员照章操作运行和做好运行记录作为自己职责之一。维修后应将故障原因及注意事项向操作运行人员和用户进行技术交底。

维修可分为三级:第一级维修是更换整个模块;第二级是更换电路板等组件;第三级是更换元器件。第一级修理速度最快,停机时间最短,但维修费用最大;第二级修理比第一级稍慢,但更换电路板等组件的费用比更换整个模块的费用低得多;第三级修理最经济,但要检测出故障元器件,并予以更换、调试,往往要较长时间。对照上述三级维修,第二、第三级更符合我国国情。坚持用户第一、物有所值、勤俭节约的原则是维修工作者职业道德的表现。应该从为节省用户每一分钱出发,坚持二、三级维修,总的原则应从经济效益考虑。如要在极短的时间内需修好的设备,只能用第一、二级维修。等修好后,再把更换下来的模

块、电路板进行维修，以备用。

维修工作是一项重要且繁杂、细致的技术工作。“没有维修不了的仪器设备，关键在于物有所值。”这是维修界的一句行话。但要做到维修快速、高质，甚至开发出新的性能，这是高境界。要达到这一境界，要有扎实的理论实践功底，并在实践中勇于探索，善于总结、不断提高。

第一章 电子仪器设备的日常维护和维修基础知识

第一节 电子仪器设备的运行环境

任何电子仪器设备无一不是在一定的环境中储存、运输和工作的。环境中的各种因素都会对设备产生一定的影响，加速或造成设备损坏。其中必然接触到三种环境：气候环境、机械环境与电磁环境，有的使用场合还存在着腐蚀性气体、粉尘或金属尘埃等特殊环境条件。在设备安装、改造与设计时要考虑环境影响，这对提高设备稳定性、可靠性具有重要意义。

一、气候环境效应及其影响

气候环境与地理环境密切相关，自然环境是指某一地区的气候条件和地理条件。气候环境要素主要包括：温度、湿度、气压、盐雾、风沙、太阳辐射等，地理环境主要包括：海拔、土壤条件、昆虫和微生物等。

气候环境可以粗分成热带、亚热带、温带和寒带。根据湿度情况，热带又可以细分为湿热带区、干热带区和交替区；亚热带分为亚湿热区和亚干热区；温带分为温和区和干燥区，表 1-1 列出了这些区域的典型温、湿度参数和其他因素存在的情况。

（一）温度

温度是环境因素中影响最广泛的一个，它往往与其他环境因素结合在一起，成为主要的破坏应力。

高温环境的主要影响为：

- ①氧化等化学反应加速，造成绝缘结构、表面防护层等加速老化，迅速损坏；
- ②增强水气的穿透能力和水汽的破坏能力；
- ③使有些物质软化、融化，使结构在机械应力下损坏；
- ④使润滑剂粘度减小和蒸发，丧失润滑能力；
- ⑤使物体产生膨胀变形，从而导致机械应力增大，运行零件磨损增大或结构损坏。

对于发热量大的仪器设备来说，高温环境会使机内温度上升到危险程度，使电子元器件损坏或迅速老化，使用寿命大大缩短。

低温环境则会使空气的相对湿度增大，有时可能达到饱和而使机内元器件及印制电路板上产生凝露现象，使装置故障率大大增加。电子仪器设备运行时，总会使一部分电能转换成热能而使机内温度高于环境温度。凝露现象在电子仪器设备连续运行时几乎不发生，而经常发生在长期闲置或周期性停机后，特别是在低温高湿的条件下（例如冷天下雨的清晨）刚刚开机的一段时间里。低温环境也会使润滑剂粘度增大或凝固而丧失润滑性能，甚至把转动部分胶住，零下的低温可以使装置内的水分结冰，使某些材料性能变脆或严重收缩，造成结构损坏，发生开裂、折断、密封衬垫失效等现象。

（二）湿度

表 1-1 各气候区主要环境参数及其他因素

类别	气候区参数		热 带			业热带		温 带		寒 带	
			湿热区	干热区	交替区	亚湿热区	亚干热区	温和区	干燥区		
	环境条件										
气候因素	最高温度极限/℃	47	58	58	58	47	58	46	48	35	
	最低温度极限/℃	0	-5	-5	-5	-15	-30	低于-40	低于-40	-50	
	最热月平均最高温度/℃	36	45	45	45	36	40	32	35	25	
	最冷月平均最低温度/℃	8	5	5	5	-5	-20	-26	-26	-35	
	日气温最大变化/℃	10	40	40	40	20	40	20	25	20	
	最热月最高相对湿度	气温 35℃时 95%	气温大于 20℃时 80%，在沿海能持续 12h	在湿季时与湿热区相同，在旱季时与干热区相同			气温 30℃时 90%	气温大于 20℃时 80%，在沿海能连续 12h			
	最热月平均相对湿度	月平均气温大于 25℃时 90%	月平均气温大于 35℃时 15%				月平均气温大于 25℃时 86%	月平均气温大于 35℃时 15%	月平均气温大于 20℃时 80%	月平均气温大于 25℃时 15%	月平均气温大于 20℃时 80%
	最热月最低相对湿度	气温大于 35℃时 50%	气温 58℃时 5%				气温 35℃时 50%	气温 58℃时 5%		气温大于 30℃时 5%	
	湿热月数	2~12	0	1~3	1~3	1~4	0	0	0	0	
	干热月数	0	2~12	1~3	1~3	0	1~4	0	1	0	
雾	有	沿海	湿季	湿季	有	沿海	有	有	有		
露	有	沿海	湿季	湿季	有	沿海	有	有	有		
沙尘		有	旱季	旱季		有		有			
腐蚀因素	含盐空气	沿海	沿海			沿海	沿海	沿海			
生物因素	霉菌	有		湿季		有					
	昆虫	有		湿季		有					

湿度也是环境中起重大作用的一个因素。特别是它和温度因素结合在一起时，往往会产生更大的破坏作用。湿度的主要影响是由于绝缘度降低而引起误动作，以及产生腐蚀、生锈和润滑油劣化等。这些问题无论在运转状态还是运输保管状态都会引起。

湿热是促使霉菌快速繁殖的良好条件，也会助长盐雾的腐蚀作用。因此对湿热、霉菌和盐雾的防护合称三防，是湿热气候区产品设计和技术改造需考虑的重要一环。

（三）气压

所谓气压的影响，主要是指低气压对电子仪器设备的影响。气压降低，空气稀薄所造成的影响主要有：散热条件差、空气绝缘强度下降、灭弧困难。

气压主要随海拔的增加而按指数规律降低，对于高海拔地区使用的电子仪器设备来说，散热条件恶化所带来的温升增加，可由高海拔环境温度的降低所补偿。且两者大致能相互抵消。空气绝缘强度的下降关系大体上是：海拔每升高 100m，绝缘强度约下降 1%。

气压降低，灭弧困难，主要是影响电气接点的切断能力和使用寿命。

（四）盐雾

盐雾是一种氯溶胶，主要发生在海上和海边。在陆上则可因盐碱被风刮起或盐水蒸发而引起。盐雾的影响主要在离海岸约 400m 以内，高度约 150m 的范围内。再远，其影响就迅速减弱。在室内，盐雾的沉降量仅为室外的一半。因此，在室内、密封舱内，盐雾影响就变小。

盐雾对设备的作用主要表现为其沉降物溶于水（吸附在机上和机内的水分），在一定温度条件下对元器件、材料和线路的腐蚀或改变其电性能。结果使装置的可靠性下降，故障率上升。

（五）霉菌

霉菌是指生长在营养基质上而形成绒毛状、蜘蛛网状或絮状菌丝体的真菌。霉菌种类繁多。霉菌的繁殖是它的孢子在适宜的温湿度、pH 值及其他条件下发芽和生长。最宜繁殖的温度为 20~30℃。霉菌的生长还需营养成分和空气。元器件上灰尘、人手留下的汗迹、油脂等都能为它提供营养。

霉菌的生长直接破坏了作为它的培养基的材料，如：纤维素、油脂、橡胶、皮革、脂肪酸脂、某些涂料和部分塑料，使材料性能劣化，会造成表面绝缘电阻下降，漏电增加。霉菌的代谢物也会对材料引起间接的腐蚀，包括对金属的腐蚀。

（六）沙尘

沙尘是一种典型的气胶体质。空气是它的传播媒介。尘粒有棱角，表面粗糙，能吸湿。它对电子仪器设备危害主要表现为擦伤零件表面和涂料，加速腐蚀，损害运动零部件，同时能加速霉菌生长。

二、机械环境的影响

机械环境主要是指产品在储存、运输和运行过程中所承受的机械振动、冲击和其他形式的机械力。在运输过程中仪器设备必然会受到机械振动的影响。当然在运输和储存的情况下生产厂家会设计合理包装来减轻振动对它的影响。在安装过程、搬动时，要防止摔打、滚动等情况发生，以免使紧固件松脱、机械构件或元器件损坏。在运行中则要靠产品本身和安装时采用防振措施来抵消机械振动的影响，对于任何设备，最具破坏性的现象是：整机或其组成部件的固有频率与外界的机械振动发生共振。严重的共振可使元器件、组件部件或机箱结

构断裂或损坏。

一般情况下，电子设备都要求安装在专门的电气控制室或其他基本没有机械振动的地方。所谓基本没有振动，通常是指：当振动频率在 $0.1 \sim 14\text{Hz}$ 范围内时，振动幅度不超过 0.25mm 。

有些仪器设备，要安装在有较强振动的主机上，例如柴油机、码头装卸机械或车、船舶等运输工具上，则应按照应用现场的振动条件，考虑采取必要的防振措施。

三、电磁环境的影响

对于电子仪器设备来说，它的电磁环境主要包括以下三个方面：周围空间的电磁场、供电电源品质、信号线路中的电气噪声干扰。

（一）周围空间的电磁场

众所周知，在载流导线周围将产生随电流变化的交变磁场。磁场中的导线将感生出交变电动势。交变电位差在介质空间可产生一个交变电场，高频交变电流流动的导线能产生相应的高频（射频）电磁波。此外，某些与外界绝缘的物体由于摩擦和其他原因，而积聚起一定数量的电荷，从而在其周围建立起静电场。在电子仪器设备各种场所的空间里充满着各种电磁场，其中有各个广播电台、无线电通信设备发射的高频电磁波，各种电气设备产生的电磁场和电磁波，雷电与宇宙射线造成的电磁波、地球磁场等等。

在相对湿度较低的干燥环境中，身穿化纤衣服的工作人员在绝缘较好的地板上行走时，会因摩擦而带上电荷，从而使其对地电位达到数千伏或更高，当电压超过 6kV 时，作为带电体的人，将通过其较突出的部位，如手指等，向周围尖端放电。在放电过程中会产生高频电磁波。当带电人员接近电子仪器设备时，也会对设备的外壳等金属部件放电，产生电火花。

数字式、智能型电子设备，对一般高频电磁波和电磁场并不十分敏感。这是因为它们的工作电平较高，一般都超过 1V 。有的设备的模拟信号输入电路的电平可低到数十微伏，但它们的频率响应范围很低，一般只有几十到几百赫兹。所以不大于数百毫伏的射频感应电动势并不足以影响设备的正常工作。

由于化纤织物应用范围不断扩大，电子设备的信号频率日益提高，电子元器件的工作电平，尤其是工作电流大幅度降低，静电放电干扰对电子设备安全运行的危害愈来愈严重，应严格按操作规程对设备进行操作运行、安装维修。

（二）供电电源品质

在各种电磁环境条件中，供电电源品质对电子仪器设备的影响最大。

理想的供电电源应是一个频率、幅值均等于规定值且恒定不变，波形为理想正弦曲线的交流电压源。实际供电电源只能接近理想程度。衡量电源品质的指标有：频率和幅值的静态与动态精度、谐波分量和叠加的瞬态干扰电压的幅值、延续时间和干扰波形出现的频数。

品质较好的电网频率波动范围为 $\pm 0.5\%$ ，幅度波动范围为 $+5\% \sim -10\%$ ；较差电网的电网频率波动可达 $\pm 1\%$ ，幅度波动为 $+10\% \sim -15\%$ 。在用电紧张地区，波动幅度更大，已属于不正常运行状态。

电子仪器设备一般都内设直流稳压电源，必要时还要加接交流稳压器，可适应很大的电源波动范围。大多数电子仪器设备对电网频率波动不敏感。影响电子仪器设备运行可靠性的主要因素是：尖刺形与高频阻尼振荡形的瞬态干扰电压及电源电压的瞬时跌落。