

中等职业教育电子信息类专业
“双证课程”培养方案配套教材

国家信息化
计算机教育认证

CEAC

指定教材

电子产品 结构工艺

主编 钟名湖
指导 中国职业技术教育学会
审定 CEAC 信息化培训认证管理办公室



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

电子产品结构工艺

主编 钟名湖

指导 中国职业技术教育学会

审定 CEAC 信息化培训认证管理办公室

高等教育出版社

内容提要

本书是 CEAC 认证教材,由高等教育出版社和信息产业部 CEAC 信息化培训认证管理办公室联合推出。本书参照了全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”成果之一——中等职业教育电子信息类“双证课程”培养方案,及教育部颁布的电子与信息技术专业教学指导方案编写,同时参考了相关行业职业资格标准或行业职业技能鉴定标准。

全书共分八章,包括基础知识、电子设备的防护设计(气候防护、热设计、减振缓冲和电磁屏蔽)电子设备的元器件布局与装配、印制电路板的结构设计及制造工艺、电子设备的整机装配与调试、电子产品技术文件和计算机辅助工艺过程设计、电子产品的微型化结构和整机结构。

本书可作为参加 CEAC 认证考试人员的复习考试用书,也可作为中等职业学校电子信息类专业教材及相关岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子产品结构工艺/钟名湖主编. —北京:高等教育出版社,2006.7

ISBN 7-04-019752-9

I. 电... II. 钟... III. 电子产品-生产工艺-资格考核-教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 059549 号

策划编辑	王卫民	责任编辑	王卫民	封面设计	于 涛
版式设计	王艳红	责任校对	王 雨	责任印制	毛斯璐

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 唐山市润丰印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 14.25
字 数 340 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 7 月第 1 版
印 次 2006 年 7 月第 1 次印刷
定 价 21.10 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19752-00

中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案配套教材

编 审 委 员 会

顾 问	黄 尧	陈 伟	刘来泉	李怀康	马叔平	余祖光
	王军伟	姜大源	高 林	刘 杰	周 明	王文瑾
	吕忠民	邹德林	张 方			
主 任	和 枫	鲍 涌				
	程 周	贾长云	赵佩华	谭建伟		
	洪京一	许 远				
课程审定	马 旭	曹洪波	杨春慧			
	张百章	杨元挺	李明生	王廷才	戎 磊	钟名湖
	陈振源	曹德跃	林理明	耿德普	章 夔	史新人
行业审定	谢文和	谭建伟	虞 勤	田文雅	谢 川	吴 伟
	赵佩华	韩希义	张凌杰	王协瑞	郑 宇	成宏超
	陈海斌	耿 骞	江林升	贾长云	张荣胜	
秘 书 长						
编 委						

出版说明

中等职业教育肩负着为社会主义建设培养数以亿计的高素质劳动者的历史任务。要完成这个历史重任,职业教育应增强服务于社会经济发展的意识,要从学科本位向就业与职业技能为本位转变。职业学校要坚持以服务为宗旨,以就业为导向,面向社会、面向市场办学,深化办学模式和人才培养模式改革,努力提高职业教育的质量和效益。

在职业教育中,国家提倡学历证书、培训证书或职业资格证书并举的双证书制度。双证书制度作为沟通职业教育与行业用人需求,联系职业教育与劳动就业制度的桥梁,起到越来越重要的作用,是促进职业学校学生就业的重要举措之一。

《中华人民共和国职业教育法》中明确规定了“在我国实行学历证书、培训证书和职业资格证书制度”。“证书标准”有助于推动职业学校人才培养模式的转变,起到促进就业作用,职业教育工作者、行业企业专家、相关政府部门或行业组织需要共同努力,科学、理智地选择各类职业认证及培训教学资源。

全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”课题组在中国职业技术教育学会、信息产业部信息化培训认证管理办公室的指导下,在教育行政部门、劳动和社会保障行政部门有关领导和学者的支持下,研发成功了中等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案,该方案于2005年通过中国职业技术教育学会、信息产业部信息化培训认证管理办公室组织的专家鉴定。根据该方案,我们共同组织编写了中等职业教育电子信息类专业“双证课程”唯一配套教材,并列入劳动和社会保障部全国职业培训与技能鉴定教材。

本套教材贯彻了课题改革的成果,突出行业需求、符合教学管理要求,力图体现当前中等职业教育教学改革与创新思想。主要特点有:

(1) 依据行业企业需求开发。配套教材根据信息产业发展对复合型高技能人才需求的特点,结合信息产业部最新推出的“CEAC——院校IT职业认证证书”标准要求,通过认证表明了持证人具备了相应认证的技术水平和应用能力,可以作为相关岗位选聘人员、技术水平鉴定的参考依据。将其引入学历教育,可以使中职学生在不延长学制的情况下,同时获得职业证书,提高就业的竞争力。

(2) 依据最新专业目录开发。配套教材以教育部最新制定的《中等职业教育专业目录》中的电子信息类专业设置情况为依据,进行专业课程建设。根据行业的职业认证的要求,每个专业的培养方案中,有3~5门课程与相应的职业认证要求直接对应。

通过对电子信息行业的职业分析,我们重点开发了一系列职业专项能力教材。因为职业专项能力采用循序渐进的方式进行培养,反映了某项职业专门技术从易到难的训练过程,也是理论学习从简到难的过程,故又称为“链式课程”(Chain Curriculum)教材。同时将努力配套立体化教学资源,以保证这些课程的授课质量。

本套教材包括“电子与信息技术专业”(电子测量技术方向、电子电路 CAD/CAM 方向、电子声像设备方向、电子产品营销方向)和“通信技术专业”(无线电通信设备方向、通信用户终端维护技术方向)的 13 门认证课程教材。

教材根据教育部“技能型紧缺人才培养方案”和中等职业教育电子信息类“企业技能型人才培养方案”编写,运用以就业为导向的职业能力系统化的开发方法开发而成。教材注重对学生职业技能的培养,使认证考试和中职学校日常教学紧密结合。教材出版的同时,将为教师提供可供教学使用的电子演示文稿和考证复习题,以帮助学生顺利取得“国家信息化计算机教育认证——院校 IT 职业认证证书”。

由于时间仓促,本套教材还不可避免地存在这样那样的不足,甚至由于学识水平所限,虽竭智尽力,仍难免谬误,希望专家、同行、学者给予批评指正。

高等教育出版社
CEAC 信息化培训认证管理办公室
2006 年 4 月

序

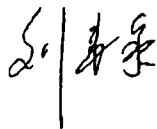
我很高兴看到,根据全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”成果之一的“中等职业教育‘双证课程’培养方案”,编制出了“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”。该培养方案的系列配套教材,将由高等教育出版社出版。

中等职业教育肩负着为社会主义建设培养数以亿计的高素质劳动者的历史任务。全面建设小康社会,走新型工业化道路,提高产业竞争力,推进城镇化,解决“三农”问题,促进就业和再就业,对提高劳动者素质、加快技能型人才培养提出了迫切要求。

为适应经济社会迅速变革的需要,职业教育应坚持以学生为中心、以能力为本位的原则,增强服务经济社会发展和人的发展的能力。以服务为宗旨,以就业为导向,面向社会和市场办学,深化办学模式和人才培养模式改革,提高教育教学质量,是职业教育一项长期的任务。中等职业教育要根据行业企业需求,设置专业、开发课程,推进精品课程和精品教材建设。紧跟当今世界行业企业生产和技术进步的要求,不断更新教材和教学内容,增强职业教育的适应性和针对性。实行产教结合,加强校企合作,积极开展“订单式”培养。优化课堂教学和实训环节,强化就业技能和综合职业能力培养,大力推行学历证书和职业资格证书教育。

“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”及其系列配套教材,是国家信息化培训认证管理办公室和中国职业技术教育学会合作的结果,是进行电子信息类专业建设和课程改革的有益探索。这种由电子信息领域教育专家和信息产业行业部门合作,在对信息产业人才需求进行分析的基础上,有针对性地设计出符合产业发展需求的技能型人才培养方案,编写出配套教材并由行业部门颁发相应的职业资格证书,将有利于提高学生的职业能力,有利于职业学校人才培养“供需对路”,有利于教育更好地为行业企业服务。在国内还少有成套方案、成熟经验的情况下,能在较短的时间内编写出系列教材及相应的数字化教学资源,实属难能可贵。

希望这套教材的出版,对中等职业教育电子信息类专业建设有所裨益和推动,并再接再厉,在不断借鉴国内外经验的基础上,在教育教学中不断改革和实践,以期该套教材日臻完善。



2006年4月10日

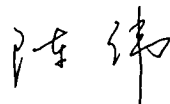
序

党的十六大、十六届五中全会和《2006—2020 年国家信息化发展战略》对推进信息化建设提出了更新、更高的要求。要完成好信息化推进的各项任务,人才是关键。培养大批既有专业技术,又能熟练运用电子信息技术的人才,已成为加快经济社会发展的迫切任务之一。

马叔平同志牵头研究的全国哲学社会科学“十五”规划重点课题“职业教育与就业准入制度互动关系研究”取得了一系列成果,其中之一“中等职业教育电子信息类专业‘双证课程’培养方案”已通过评审。本课题以信息产业和信息化的需求为导向,研究如何培养急需的信息化人才和信息产业一线技术工人,我感到非常及时。

我非常欣慰地看到,该课题在研究中很好地体现了“坚持以就业为导向,增强职业教育主动服务经济社会发展的能力”的原则。在对信息产业行业的人才需求进行调查分析的基础上,结合国家有关的职业标准、行业认证标准,制定符合信息产业发展和信息化建设需要的“人才培养”方案,既有利于培养符合需求、供需对路的人才,促进信息产业和信息化的发展,同时也有利于教育部门深化教育改革,提高办学质量和效益,实在是值得肯定的。

信息化推进司作为信息产业部负责推进信息化工作的职能部门,肩负着推动信息化人才培养的职责。该方案符合推进信息化建设、促进信息化人才培训的工作目标。期待该方案在推动信息产业人才培养方面能够发挥积极作用,为我国信息化建设做出应有的贡献。



2006 年 4 月 6 日

前 言

本书根据教育部制定的中等职业学校电子信息类专业3、4年制(50~70学时)《电子产品结构工艺教学基本要求》编写。本书主编参加了教学基本要求的起草和审定工作,在这一过程中,发现原有同类教材与新的教学基本要求存在一定差异。为了及时编写出与新教学基本要求配套的教材,邀请了具有丰富生产实践经验的人员一道开始了本书的编写工作。

本教材为CEAC认证指定教材。

本书在编写中力求体现以下特色:

1. 简洁但不零散,本书尽可能以简洁的方式把知识传授给学生,使其便于教师教,便于学生学,避免因追求简化而出现的不能自圆其说的现象,从可靠性概念入手,引入防护设计,将防护设计应用到元器件布局与部件、整机设计,教材的内容编排符合逻辑顺序。

2. 知识面宽但不深,《电子产品结构工艺》是一门综合性学科,本书仍然保留其涉及内容多、知识面广的特色,其中既有可靠性、三防、热设计、减振、电磁兼容的简单理论,又有元器件布局与组装、整机的装配与调试工艺、技术文件的编制与管理、微型化结构及整机结构方面的知识,为拓宽学生的知识面,适应将来不断变换的工作岗位创造了条件。同时,在这些理论、知识的介绍中,本书力求简——删除了以往的诸如理论创立背景、理论推导过程、过多的理论计算等,力求浅——介绍以一线工作岗位够用、就问题讲问题、不作过多的延伸。

3. 交叉但不重复,《电子产品结构工艺》与《EDA技术》、《电子整机装配实习》等教材以往存在许多内容的交叉及重复,本书在教学基本要求制定及编写大纲制订时,与上述两门课程教学基本要求的执笔者进行了广泛的讨论,征得行业指导委员会的同意,将相关的重叠内容进行了分工,使其内容介绍有交叉,但避免了过多的重复。

4. 突出“四新”但不拔高,本书注重对目前企业采用的新知识、新技术、新工艺、新方法的收集,如新列入的微组(MPT)技术、自动调试技术、电子产品结构性故障的检测与分析、计算机辅助工艺过程设计(CAPP)、微型化结构等均为目前结构工艺行业新近采用的先进技术,在本书中都作了介绍,同时在处理这些新知识时,尽量采用通俗易懂、大众化的语言,如微组装技术,选用的举例就是已普遍使用的手机,且不涉及其原理,仅就组装方面的知识进行介绍。

5. 突出实践并兼顾理论,本书编写以突出实践为重点,以介绍目前生产实际的结构工艺为重点,但在内容分析和方法介绍中,始终将基本理论贯穿其中,使理论与实践相得益彰。

书中打*号的为选学内容,是新的教学基本要求中的选用模块,其余内容是教学基本要求必修的基础模块和实践模块。

本书基础模块、实践模块和选修模块教学为50学时,学时分配方案建议如下,供参考。

序 号	内 容	学 时 数			
		合计	理论课	实践课时	机动
一	基础知识	2	2		
二	电子设备的防护设计	14	12	2	
三	电子设备的元器件布局与装配	12	8	2	2
四	印制电路板的结构设计及制造工艺	10	6	2	2
五	电子设备的整机装配与调试	4	4		
六	电子产品技术文件和计算机辅助工艺过程设计	6	4	2	
七	电子产品的微型化结构	2	2		
合 计		50	38	8	4

本书基础模块、实践模块和选修模块教学为 70 学时,学时分配方案建议如下,供参考。

序 号	内 容	学 时 数			
		合计	理论课	实践课时	机动
一	基础知识	4	4		
二	电子设备的防护设计	18	14	2	2
三	电子设备的元器件布局与装配	14	10	2	2
四	印制电路板的结构设计及制造工艺	14	10	2	2
五	电子设备的整机装配与调试	6	6		
六	电子产品技术文件和计算机辅助工艺过程设计	6	4	2	
七	电子产品的微型化结构	2	2		
八	电子设备的整机结构	6	4		2
合 计		70	54	8	8

本书由南京信息职业技术学院钟名湖主编,济南第九职业中专陈桦、南京洛普公司张裕荣、南京信息职业技术学院文沛先、王玫参编。其中陈桦编写第一章、第二章的 1、2 节,张裕荣编写第三、五、七章,文沛先编写第四、八章,王玫编写第六章,钟名湖编写第二章的第 3、4 节、第六章的第 4 节、附录并统稿。本书由南京信息职业技术学院龚维蒸审稿,提出了许多宝贵的修改意见,为保证本书质量的提高起到了很好的作用,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中尚存在许多不足之处,欢迎批评指正。

编 者

2006 年 4 月

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail: dd@hep. com. cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

第一章 基础知识	1	2.4.2 电场屏蔽	42
1.1 电子设备结构工艺	1	2.4.3 磁场屏蔽	45
1.1.1 现代电子设备的特点	1	2.4.4 电磁场的屏蔽	48
1.1.2 电子设备的生产工艺和结构工艺	2	2.4.5 电路的屏蔽	49
1.2 对电子设备的要求	2	2.4.6 新屏蔽方法	52
1.2.1 工作环境对电子设备的要求	2	2.4.7 馈线干扰的抑制	53
1.2.2 使用方面对电子设备的要求	3	2.4.8 地线干扰及其抑制	55
1.2.3 生产方面对电子设备的要求	4	小结	56
* 1.3 产品可靠性	5	习题	57
1.3.1 可靠性概述	5	第三章 电子设备的元器件布局与	
1.3.2 元器件可靠性与产品可靠性	9	装配	59
* 1.4 提高电子产品可靠性的方法	12	3.1 元器件的布局原则	59
1.4.1 正确选用电子元器件	12	3.1.1 元器件的布局原则	59
1.4.2 电子元器件的降额使用	12	3.1.2 布局时的排列方法和要求	60
小结	13	3.2 典型单元的组装与布局	61
习题	13	3.2.1 整流稳压电源的组装与布局	61
第二章 电子设备的防护设计	15	3.2.2 放大器的组装与布局	63
2.1 电子设备的气候防护	15	3.2.3 高频系统的组装与布局	64
2.1.1 潮湿、霉菌、盐雾的防护	15	3.3 布线与扎线工艺	68
2.1.2 金属腐蚀的防护	17	3.3.1 选用导线要考虑的因素	68
2.2 电子设备的散热	18	* 3.3.2 线束	70
2.2.1 温度对电子设备的影响	19	3.4 组装结构工艺	73
2.2.2 热的传导方式	19	3.4.1 电子设备的组装结构形式	73
2.2.3 电子设备的散热及提高散热能力的措施	22	3.4.2 总体布局原则	74
* 2.2.4 元器件的散热及散热器的选用	27	3.4.3 组装时有关工艺性问题	75
2.3 电子设备的减振与缓冲	31	3.5 电子设备连接方法及工艺	76
2.3.1 振动与冲击对电子设备的危害	31	3.5.1 紧固件连接	76
2.3.2 减振和缓冲基本原理	32	* 3.5.2 连接器连接	79
2.3.3 常用减振器的选用	35	* 3.5.3 其他连接方式	84
2.3.4 电子设备减振缓冲的结构措施	39	* 3.6 表面安装技术	92
2.4 电磁干扰及其屏蔽	42	3.6.1 安装技术的发展概述	92
2.4.1 电磁干扰概述	42	3.6.2 表面安装技术	92
		3.6.3 表面安装工艺	94
		3.6.4 表面安装设备	96
		3.6.5 表面安装焊接	97

* 3.7 微组装技术	98	5.2.1 调试工艺文件	136
3.7.1 组装技术的新发展	98	5.2.2 调试仪器的选择使用及布局	137
3.7.2 MPT 主要技术	99	5.2.3 整机调试程序和方法	138
3.7.3 MPT 发展	99	5.3 电子设备自动调试技术	140
3.7.4 微电子焊接技术	100	5.3.1 静态测试与动态测试	140
小结	101	5.3.2 MDA, ICT 与 FT	141
习题	101	5.3.3 自动测试生产过程	141
第四章 印制电路板的结构设计及		5.3.4 自动测试系统硬件与软件	141
制造工艺	103	5.3.5 计算机智能自动检测	142
4.1 印制电路板结构设计的一般		5.4 电子设备结构性故障的检测及	
原则	103	分析方法	143
4.1.1 印制电路板的结构布局设计	103	5.4.1 引起故障的原因	143
4.1.2 印制电路板上的元器件布线的		5.4.2 排除故障的一般程序和方法	144
一般原则	105	小结	145
4.1.3 印制导线的尺寸和图形	107	习题	145
4.1.4 印制板设计步骤和方法	109	第六章 电子产品技术文件和计算机	
4.2 印制电路板的制造工艺及		辅助工艺过程设计	147
检测	112	6.1 概述	147
4.2.1 印制电路板的制造工艺流程	112	6.1.1 技术文件的应用领域	147
* 4.2.2 印制电路板的质量检验	117	6.1.2 技术文件的特点	147
4.3 印制电路板的组装工艺	118	6.2 设计文件	148
4.3.1 印制电路板的分类	118	6.2.1 设计文件种类	150
4.3.2 印制电路板组装工艺的基本		6.2.2 设计文件的编制要求	151
要求	119	6.2.3 电子整机设计文件简介	153
4.3.3 印制电路板装配工艺	123	6.3 工艺文件	157
4.3.4 印制电路板组装工艺流程	124	6.3.1 工艺文件的种类和作用	157
* 4.4 印制电路板的计算机辅助		6.3.2 工艺文件的编制要求	158
设计(CAD)过程简介	127	6.3.3 工艺文件的格式	159
4.4.1 PCB CAD 软件系统	127	* 6.4 计算机辅助工艺过程设计	
4.4.2 印制板 CAD 设计流程图	128	(CAPP)	160
4.4.3 软件介绍	130	6.4.1 CAPP 简介	160
小结	132	6.4.2 CAPP 发展趋势	160
习题	132	6.4.3 CAPP 发展的背景	161
第五章 电子设备的整机装配与		6.4.4 CAPP 软件的基本功能	163
调试	133	6.4.5 CAPP 在企业信息化建设中的	
5.1 电子设备的整机装配	133	应用	165
5.1.1 电子设备整机装配原则与		小结	166
工艺	133	习题	166
5.1.2 质量管理点	136	第七章 电子产品的微型化结构	167
5.2 电子设备的整机调试	136	7.1 微型化产品结构特点	167

7.1.1 电子产品结构的变化	167	8.2.2 显示器	195
7.1.2 组装特点	168	8.2.3 控制器	198
7.2 微型化产品结构设计举例	170	小 结	200
7.2.1 寻呼机的结构	170	习 题	200
* 7.2.2 移动电话(手机)的结构	173	附录 1 绝缘电线、电缆的型号和 用途	201
小 结	178	附录 2 XC76 型铝型材散热器截面 形状、尺寸和特性曲线	203
习 题	178	附录 3 叉指形散热器的型式、尺寸和 特性曲线	206
* 第八章 电子设备的整机结构	179	附录 4 电子设备主要结构尺寸 系列(GB3047.1~82)	209
8.1 机箱机柜的结构知识	179	参考文献	213
8.1.1 机箱	179		
8.1.2 机柜	182		
8.1.3 底座和面板	186		
8.1.4 导轨与插箱	188		
8.2 电子设备的人机功能要求	190		
8.2.1 人体特征	191		

第一章 基础知识

1.1 电子设备结构工艺

1.1.1 现代电子设备的特点

当前,电子技术广泛地应用于国防、国民经济各部门以及人民生活等各个领域。就电子设备来说,它广泛用于通信、广播、电视、导航、无线电定位、自动控制、遥控遥测和计算技术等方面;从电子设备的使用范围来看,在航天、航空、室内、野外、水面和水下都广为采用。因此,电子设备随着功能和用途的不同是极其多样化的。

由于生产和科学技术的发展,工艺革新和新材料应用,超小型化元器件和中、大规模集成电路的研制和推广,使电子设备在电路和结构上产生巨大的变化。再加上电子设备要适应更加广泛的用途和恶劣而苛刻的工作环境,就使当代电子设备具有不同于过去的特点。这些特点可归纳为以下几方面:

1. 设备组成较复杂,组装密度大

现代电子设备多要求具有多种功能,设备组成较复杂,元器件、零部件数量多,且设备体积小,因而组装密度大。

2. 设备使用范围广,所处的工作环境条件复杂

现代电子设备往往要在恶劣而苛刻的环境条件下工作。有时要承受高温、低温和巨大温差变化;高湿度和低气压;强烈地冲击和振动;以及外界的电磁干扰等。这些都对电子设备的正常工作产生影响。

3. 设备可靠性要求高、寿命长

现代电子设备要求具有较高的可靠性和足够的工作寿命。可靠性低的电子设备将失去使用价值。高可靠性的电子设备,不仅元器件质量要求高,在电路设计和结构设计中都要作出较大的努力。

4. 设备要求精度高、多功能和自动化

现代电子设备往往要求高精度、多功能和自动化,有的还引入了计算机系统,因而其控制系统较为复杂。精密机械广泛地应用于电子设备是现代电子设备的一大特点。自控技术、计算技术和精密机械的紧密结合,使电子设备的精度和自动化程度达到了相当高的水平。

上述电子设备的特点,只是对整体而言,具体到某种设备又各具自己的特点。由于当代电子设备具有上述特点,对电路设计和结构设计及制造工艺要求更高了,设计人员及生产制造人员充分了解电子设备的特点,对提高电子产品的性能和质量是很必要的。

1.1.2 电子设备的生产工艺和结构工艺

工艺工作是企业生产技术的中心环节,是组织生产和指导生产的一种重要手段。在产品的设计阶段,它的内容是确定产品的制造方案并完善生产前的技术准备工作;在产品的生产制造阶段,它的主要内容是组织指导符合设计要求的加工生产,直至出厂为止而采取的必要的技术和管理措施。工艺工作按内容可分为工艺技术和工艺管理,前者是生产实践劳动技能和应用科学研究成果的积累和总结,是工艺工作的核心;后者是对工艺工作的计划、组织、协调与实施,是保证工艺技术在生产中贯彻和发展的管理科学。工艺技术的实现和发展是由科学的工艺管理工作来保证和实现的。工艺工作将各个部门、各个生产环节联系起来成为一个完整的整体。它的着眼点就是促进每项工作操作简单、流畅、高效率、低强度。

设计和制造电子设备,除满足工作性能的要求外,还必须满足加工制造的要求,电路性能指标的实现,要通过具体的结构体现出来。电子设备是随着电子技术的发展而发展的,电子设备的结构和构成形式也随之发生变化。初期的设备较简陋,考虑的主要问题是电路设计。到20世纪40年代,出现了将复杂设备分为若干部件,树立起结构级别的先进想法;为防止气候影响,研制出密封外壳;为防止机械过载而研制出减振器,设备结构功能进一步完善;结构设计成为电子设备设计的内容。随后,由于军用电子技术的发展和野战的需要,结构设计的内容逐步丰富起来。目前,结构设计在电子设备的设计中占有较大的比重,直接关系到电子设备的性能和技术指标(条件)的实现。电子设备结构设计和加工工艺的任务就是以结构设计为手段,保证所设计的电子设备在既定的工作环境条件和使用要求下,达到技术条件所规定的各项指标,并能稳定可靠地完成预期的功能,即保证电子设备的可靠性。

1.2 对电子设备的要求

电子设备在使用、运输、贮存中要遇到各种因素的影响,加速或造成设备的损坏。这些因素包括工作环境(如气候、机械应力、电磁干扰等)、使用环境(如体积重量、操纵维修等)。在设计制造电子设备时,要充分考虑上述因素的影响,采取合理的工艺手段,力求将破坏应力降到最低限度。

1.2.1 工作环境对电子设备的要求

工作环境包括气候环境、机械环境和电磁环境,有的使用场合还存在着腐蚀性气体、粉尘或金属粉尘等特殊环境条件。前三者是影响电子设备的主要因素,必须采取有效措施,降低它们对设备的影响,确保设备的稳定性。

1. 气候条件对电子设备的要求

气候环境要素包括温度、湿度、气压、盐雾、风沙、太阳辐射等。气候环境对设备的影响主要有:温升过高,加速设备氧化,造成绝缘结构、防护层的老化,使电气性能下降;物体产生变形,导致机械应力增大,造成结构损坏;低温则会使相对湿度增大,产生凝露现象;气压变化,改变设备的散热条件,空气绝缘度降低;盐雾、霉菌、沙尘可加速腐蚀,使设备的可靠性下降,故障率上升。为减少和防止这些不良影响,电子设备应采取散热措施,限制设备的温升。保证设备在最高温度

条件下,元器件的温度不超过最高极限温度,并要求设备能承受高低温循环时的冷热冲击。采取措施,防止潮湿、盐雾、大气污染等因素对电子设备内元器件及零部件的侵蚀和危害,延长其工作时限。

2. 机械条件对电子设备的要求

机械环境主要是指电子设备在贮存、运输和使用过程中所承受的机械振动、冲击、离心加速度等机械作用。这些机械作用会使紧固件松脱,机械构件或元器件损坏、电参数改变,金属疲劳破坏等。最具破坏性的是共振现象,即整机或其组成部件的固有频率与外界激振力频率一致,此时物体振幅最大,造成元器件、组件或机箱结构断裂或损坏。应采取有效减振缓冲措施,保证电子设备内的元器件和机械零部件在外界强烈的振动和冲击下不损坏和发生过大的变形,提高电子设备的耐冲击力,保证电子设备的可靠性。

3. 电磁环境对电子设备的要求

在电子设备工作的空间,存在着各种因素产生的电磁信号。这些信号绝大多数不是电子设备所要接收的信号,构成了对电子设备的电磁干扰,使设备输出噪声增大,工作稳定性降低,甚至不能工作。造成电磁干扰的主要原因有:周围空间的电磁场,如载流导线周围产生的交变磁场,地球磁场,宇宙射线等;放电过程产生的电磁波;电源干扰,如供电电源的频率、幅度发生变化等;信号线路上的电气噪声干扰,如多束信号所用电线、电缆敷设在一起,产生各种电磁耦合等。另外,在电子设备中还存在一个内部相互干扰问题,高频、高电位元件(器件)对其他内部元器件形成的干扰。为保证电磁设备能够在电磁干扰的环境中正常工作,必须采取各种屏蔽措施,使其在各种干扰存在的情况下,还能有效地工作,提高电子设备的电磁兼容能力。

1.2.2 使用方面对电子设备的要求

电子设备的生产设计是基于使用的,应充分考虑使用方面对设备的要求。

1. 体积重量要求

电子设备正在向小型化发展,体积和重量日益减小,这是电子设备得到广泛应用的原因之一。减小设备体积和重量不但有经济意义,有时甚至起决定作用。例如军用电子设备,减小其体积重量,直接影响部队的战斗力和装备使用的灵活性,同时对减小体力消耗,提高战斗力有重要作用。研究电子设备体积重量的要求,应考虑设备的用途、运载工具、机械负荷等因素。另外,对于生产批量很大的产品还要特别考虑经济因素。

描述电子设备体积重量的指标主要有两个:平均比重(重量体积比)和体积填充系数。平均比重是指设备的总重量与总体积之比,用 D 表示。设备的平均比重对结构设计有直接影响:当 D 为 0.5 kg/dm^3 时,结构设计不会遇到很大困难;当 D 为 $1.5 \sim 1.7 \text{ kg/dm}^3$ 时,结构设计要精心安排;当 D 为 $2 \sim 2.2 \text{ kg/dm}^3$ 时,结构设计要应用特殊材料(如高强度轻金属合金),高稳定性元器件和采用新工艺、新结构;当 D 达到 2.5 kg/dm^3 时,结构设计将很困难。体积填充系数是指设备内全部零部件、元器件的总体积与机箱(柜)内部容积的比值,它表示了电子设备的紧凑性,用 K 表示。设备的平均比重增大,体积填充系数也会提高。一般电子设备的体积填充系数约为 $0.1 \sim 0.25$;结构比较紧凑的电子设备的体积填充系数为 $0.25 \sim 0.4$;采用灌封电路的设备,体积填充系数可达 0.6 。平均比重越高,体积填充系数越大,则设备的紧凑性越好,我们希望电子设备有较高的紧凑性,但较高的紧凑性会产生一系列矛盾。