

中等职业教育电类专业规划系列教材

电子技能与训练

彭克发 林红 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书是“中等职业教育电类专业规划系列教材”之一，由教育部职业教育与成人教育司组织编写，旨在为中等职业教育电类专业提供一套系统、实用的教材。本书内容涵盖了电子技术的基本理论、基本知识和基本技能，注重培养学生的实践能力和创新精神。本书可作为中等职业教育电类专业及相关专业的教材，也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

中等职业教育电类专业规划系列教材

电子技能与训练

彭克发 林红 主编

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第062711号
I. 电... II. 彭... III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN
ISBN 978-7-308-32619-8
(中等职业教育电类专业规划系列教材)
电子技术基础(林红主编) 北京: 中国电力出版社, 2007

中国电力出版社出版
北京三里河路6号 100044 http://www.cepp.com.cn
编辑: 周娟 责任编辑: 吕文英 责任印制: 李亚
北京世纪印务有限公司印刷 2007年3月第1版
787mm×1092mm 1/16·8.2印张·313千字
定价: 12.00元



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

本书由教育部职业教育与成人教育司组织编写，旨在为中等职业教育电类专业提供一套系统、实用的教材。本书内容涵盖了电子技术的基本理论、基本知识和基本技能，注重培养学生的实践能力和创新精神。本书可作为中等职业教育电类专业及相关专业的教材，也可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

本书是中等职业教育电类专业规划教材《电子技术基础》的配套用书。内容包括序论(即电子技能的性质、任务、要求和电子产品的设计、生产、调试等过程)、基础技能训练(即各种常用仪器仪表的使用、各种元器件的识别与检测)、电子设备生产工艺要点(即印制电路板制作、焊接技术、调试过程)、基本技能训练(即分压式电路、电源、传感器等制作与调试)、实用技能训练(即触摸延时开关、声光双延时节电开关、电器遥控待机节电保护器、新型无线遥控电路、红外线围墙栅栏防盗报警器、声光报警器、闪烁灯电路、温控器)等五章内容。本书从应用的角度出发,深入浅出地介绍有关知识和基本技能,结合课题训练等实践环节,尝试理论与实践一体化教学法。书中每章列举了难度不同、规格各异的课题,方便教师教学及读者自学。

本书既可作为中等职业学校电类专业教学用书,也可作为职业上岗培训教材,还可作为相关技术人员的参考用书。

彭克发 林红 主编

中国电力出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子技能与训练/彭克发,林红主编. —北京:中国电力出版社,2007

(中等职业教育电类专业规划系列教材)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 5619 - 8

I. 电… II. ①彭…②林… III. 电子技术 - 专业学校 - 教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 069711 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

策划:周娟 责任编辑:吕允英 责任印制:陈焊彬 责任校对:李亚

北京铁成印刷厂印刷·各地新华书店经售

2007 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·8.5 印张·213 千字

定价:15.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

本社购书热线电话(010-88386685)

前 言

根据 2006 年全国职业教育工作会议精神和电类专业教学大纲要求,我们组织在教学一线上工作多年、具有丰富教学经验的老师们编写了这套中等职业教育电类专业系列教材。本系列教材在知识、技能要求的深度和广度上,以国家技能鉴定中心颁发的相关专业中级技能鉴定要求为依据,突出这部分知识的掌握和专业技能的训练,力求使学生在获取毕业证的同时,又能取得本专业的初、中级技术等级证书。

电子技能与训练是电子技术应用专业的一门重要的技术技能课。本书在编写中力求突出以下特点:

- (1) 体现电子技术的新知识、新器件、新工艺、新技术的应用。
- (2) 内容丰富、全面、详实,涵盖中职信息技术类学生必须掌握的各种基本技能。
- (3) 列出大量难度不同、规格各异的技能训练项目,训练内容既有实用性,又便于实现。
- (4) 各章有明确的知识和技能目标,体现以能力为本位的职教特色。

本课程教学时数为 120 学时左右,各章课时安排建议如下:

教学课时分配建议表

章 序	课 时 数	章 序	课 时 数
1	10	4	24
2	22	5	35
3	19	机动时间	10

本书由重庆电子工程职业学院研究员彭克发和重庆市江南职业中学林红老师任主编,西南大学张元平老师、重庆市第 18 中学张文生老师、重庆黔江民族职教中心倪元兵老师任副主编,参加本书编写的还有重庆工商学校杨洪江、赵顺洪、杨鸿老师、重庆工艺美术学校先力老师、重庆市第二财贸学校蒋厚学老师、重庆綦江县职业高级中学柯世民老师、重庆奉节袁梁职业中学陈家阳、晏裕玫老师、重庆铜梁县职业高级中学童光发老师、重庆市彭水郁山职业中学李小林老师、重庆荣昌职业教育中心郭建、鲁世金老师、重庆梁平职业教育中心程跃新老师。全书由彭克发制订编写大纲和负责编写的组织及统稿和编审工作。

本书在编写过程中得到重庆工商学校、重庆垫江职业教育中心、重庆梁平职业教育中心、重庆市第二财贸学校、重庆工艺美术学校、重庆荣昌职业教育中心、重庆铜梁职业高级中学、重庆江南职业学校、重庆綦江职业高级中学、重庆忠县马灌职中、重庆忠县新生职业中学、重庆石柱一职中、重庆垫江一职中、重庆第 18 中学、重庆电子工程职业学院、重庆黔江民族职教中心、重庆市彭水郁山职业中学等单位领导的大力支持和指导,使该教材得以顺利完成。同时,本书在送审以前,特别是重庆教育科学研究院特级教师、研究员唐果南对本书进行了认真仔细地审阅,并提出了许多修改意见。在此一并致以诚挚的谢意!

由于编者水平有限,在编写本书中难免存在不足之处,恳请读者多提批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 序论	1
1.1 电子技能训练的性质和任务	1
1.1.1 电子技能训练的性质	1
1.1.2 电子技术技能训练的任务	1
1.2 电子技术技能训练的基本要求	1
1.3 电子产品的设计、制作、生产的一般过程	3
1.3.1 电子产品的设计	3
1.3.2 电子产品制作	3
1.3.3 电子产品的生产	5
思考与练习	8
第2章 基础技能训练	9
2.1 常用电子仪器的使用	9
2.1.1 电子仪器的分类	9
2.1.2 常用电子仪器的介绍与使用练习	9
2.2 电阻器的识读与检测	16
2.2.1 电阻器的型号命名方法	16
2.2.2 电阻器的主要参数	18
2.2.3 电位器(RP)	20
2.2.4 用万用表检测电阻器	21
2.2.5 技能训练一 电阻器的识读与检测	23
2.3 电容器的识读与检测	24
2.3.1 电容器的型号命名方法	24
2.3.2 电容器的主要参数	27
2.3.3 用万用表检测电容器	28
2.3.4 技能训练二 电容器的识读与检测	30
2.4 电感器的识读与检测	30
2.4.1 电感器的分类	30
2.4.2 电感器的主要参数	32
2.4.3 电感器、变压器的检测	34
2.4.4 技能训练三 电感器的识别与检测	34
2.5 半导体器件的识读与检测	35
2.5.1 半导体分立器件的识读与检测	35
2.5.2 半导体集成电路的识读与检测	42

2.5.3 技能训练四 晶体二极管和三极管的识读与检测	44
2.5.4 技能训练五 集成电路的识别与检测	46
第3章 电子设备生产工艺要点	47
3.1 电子设备组装工艺	47
3.1.1 布局	47
3.1.2 布线工艺	49
3.1.3 印制电路板的组装	51
3.1.4 组装结构工艺	53
3.2 焊接技术	55
3.2.1 焊接的基本知识	55
3.2.2 手工焊接技术	56
3.2.3 生产焊接技术	62
3.3 调试工艺	62
3.3.1 调试仪器和工具	63
3.3.2 调试工艺技术	70
3.3.3 整机检验	72
思考与练习	75
第4章 基本技能训练	76
4.1 分压式偏置放大器的安装与调试	76
4.1.1 电路工作原理	76
4.1.2 电路元器件的选择	77
4.1.3 装配图及安装步骤	77
4.1.4 调整与测试	77
4.1.5 技能训练六	78
4.2 低频功率放大器制作	79
4.2.1 低频功率放大器的组成及原理	79
4.2.2 低频功率放大器的仿真分析	80
4.2.3 低频功率放大器的制作过程	81
4.2.4 技能训练七	82
4.3 互补对称 OCL 功放电路的制作	83
4.3.1 电路组成与工作原理	83
4.3.2 电路元器件选择	83
4.3.3 电路安装与调试	84
4.3.4 技能训练八(互补对称 OCL 功放电路安装过程中造成的故障维修)	85
4.4 直流稳压电源的制作	86
4.4.1 直流稳压电源的组成及工作原理	86
4.4.2 电路制作、调试与指标测量	87
4.4.3 装配注意事项	89
4.4.4 技能训练九	89

4.5 传感器的识别、检测与应用	90
4.5.1 传感器的概念	90
4.5.2 常用传感器的识别	91
4.5.3 常见传感器的检测	99
4.5.4 常见传感器的应用	101
4.5.5 技能训练十	102
思考与练习	104
第5章 实用技能训练	105
5.1 触摸延时开关的制作	105
5.1.1 电路组成与工作原理	105
5.1.2 触摸延时开关的制作	105
5.1.3 技能训练十一 触摸延时开关制作过程中造成的故障维修	107
5.2 声光双控延时节电开关的制作	108
5.2.1 电路组成与工作原理	108
5.2.2 声光双控延时节电开关的制作	108
5.2.3 技能训练十二 声光双控延时节电开关制作过程中造成的故障维修	110
5.3 电器遥控待机节电保护器的制作	110
5.3.1 电器遥控待机节电保护器的功能介绍	110
5.3.2 电路组成与工作原理	111
5.3.3 电器遥控待机节电保护器的制作	112
5.3.4 技能训练十三 电器遥控待机节电保护器制作过程中造成的故障维修	114
5.4 新型无线遥控电路的安装与调试	114
5.4.1 电路组成与工作原理	114
5.4.2 新型无线遥控电路的制作	119
5.4.3 技能训练十四 对新型无线遥控电路安装过程中造成的故障维修	121
5.5 红外线围墙、栅栏防盗报警器	121
5.5.1 电路组成与工作原理	121
5.5.2 电路元器件选择	122
5.5.3 电路的安装与调试	122
5.5.4 技能训练十五 安装调试红外线围墙、栅栏防盗报警器	122
5.6 声光报警器电路的安装与调试	123
5.6.1 电路组成及工作原理	123
5.6.2 电路元器件选择	123
5.6.3 电路安装与调试	123
5.6.4 技能训练十六	123
5.7 闪烁灯电路的安装与调试	124
5.7.1 电路组成及工作原理	124
5.7.2 电路元器件选择	124
5.7.3 电路安装与调试	124

00	5.7.4 技能训练十七	125
00	5.8 温度控制器电路的安装与调试	125
10	5.8.1 电路组成与工作原理	125
00	5.8.2 电路元器件选择	126
101	5.8.3 电路安装与调试	126
101	5.8.4 技能训练十八	127
	参考文献	128

201	 常用继电器应用案例 2 章	
201	 2.1 继电器的应用案例 1	
201	 2.1.1 继电器的应用案例 1.1	
201	 2.1.2 继电器的应用案例 1.2	
201	 2.1.3 继电器的应用案例 1.3	
201	 2.2 继电器的应用案例 2	
201	 2.2.1 继电器的应用案例 2.1	
201	 2.2.2 继电器的应用案例 2.2	
201	 2.2.3 继电器的应用案例 2.3	
201	 2.3 继电器的应用案例 3	
201	 2.3.1 继电器的应用案例 3.1	
201	 2.3.2 继电器的应用案例 3.2	
201	 2.3.3 继电器的应用案例 3.3	
201	 2.3.4 继电器的应用案例 3.4	
201	 2.4 继电器的应用案例 4	
201	 2.4.1 继电器的应用案例 4.1	
201	 2.4.2 继电器的应用案例 4.2	
201	 2.4.3 继电器的应用案例 4.3	
201	 2.5 继电器的应用案例 5	
201	 2.5.1 继电器的应用案例 5.1	
201	 2.5.2 继电器的应用案例 5.2	
201	 2.5.3 继电器的应用案例 5.3	
201	 2.5.4 继电器的应用案例 5.4	
201	 2.6 继电器的应用案例 6	
201	 2.6.1 继电器的应用案例 6.1	
201	 2.6.2 继电器的应用案例 6.2	
201	 2.6.3 继电器的应用案例 6.3	
201	 2.6.4 继电器的应用案例 6.4	
201	 2.7 继电器的应用案例 7	
201	 2.7.1 继电器的应用案例 7.1	
201	 2.7.2 继电器的应用案例 7.2	
201	 2.7.3 继电器的应用案例 7.3	

主要思想 1

第1章 序 论

1.1 电子技能训练的性质和任务

1.1.1 电子技能训练的性质

电子技能训练是中职学校电类专业一项重要的集中基本技能训练,是理论知识的综合与应用。

目前,我国的教育改革进入了新阶段,国家对中等职业教育从宏观到微观做出了一系列根本性的改革,尤其是对中职培养目标的定位,对中职毕业生基本素质和能力的要求作了明确的说明,其意义是深远的。中等职业学校要培养与我国社会主义现代化建设要求相适应,德、智、体、美等方面全面发展,具有综合职业能力,在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和初中级专门人才。中等职业学校毕业生应该掌握必需的文化基础知识、专业知识和比较熟练的职业技能,具有继续学习和适应职业变化的能力,具有创新精神和实践能力以及立业创业能力。

为适应市场经济和中职培养目标的要求,职业教育应突出对学生职业技能的培养。电类专业是实践性很强的专业,应该加强对学生实践能力的培养,尤其是对中等职业学校的学生而言,学生的实际操作能力显得尤为重要。电子技术技能训练作为一门独立的课程,正体现了实践的重要性,只有通过各种实践教学,才能使中职毕业生具备“比较熟练的职业技能”和“适应职业变化的能力”。技能训练是中等职业学校一个重要的实践教学环节,它与实验、生产实习、毕业实习一起构成了实践性教学体系,中职学生较强的动手能力,依赖于实践性教学体系对学生的培养。电子技术技能训练是电类专业各种技能训练中最基本的技能训练,它是巩固理论知识、理解理论知识的实际应用、加强实际操作能力、培养学生的职业技能等不可缺少的环节。

1.1.2 电子技术技能训练的任务

电子技术技能训练的任务是:使学生具备作为在电子与信息技术领域生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和初中级专业人才所必需的基本知识、基本技能和初步的职业技能,为学生学习专业知识,增强适应职业变化的能力打下基础。

学生通过专业技能训练,应能了解电子产品设计与制作的一般过程,能阅读电路原理图、印制电路板(PCB)图,能借助手册查阅电子元器件及材料的有关数据,能正确选择使用元器件和材料,能熟练地装接电子电路并使用电子仪器进行测试,能在教师指导下解决电路制作过程中出现的一般问题,能对所制作电路的指标和性能进行测试并提出改进意见。

1.2 电子技术技能训练的基本要求

根据中等职业教育对电类专业人才的培养目标,并结合电子技能训练教学的性质和任务,提出以下基本要求:

1. 思想要求

中等职业教育的培养目标要求中职毕业应具有较强的实践能力。因此,实践性教学环节在中等职业教育中占有重要地位。

(1) 要求学生重视技能训练,遵守课堂纪律。电子技术技能训练是一门独立的课程,独立考核,纪律也是成绩考核中的一项。

(2) 要求学生做事认真细心,具有实事求是的科学态度,严谨负责的工作作风和吃苦耐劳的敬业精神。一个人的技术水平、业务能力是很重要的,但思想素质同样非常重要。

(3) 树立安全生产意识,养成良好的职业习惯。在任何情况下,不能用手触摸带电部分来判断是否有电;开关的熔丝烧断后不能用铜、铅导线代替;更换熔丝,要先切断电源,不能带电操作;焊接时注意烙铁不能乱搁,以免烫伤自己或他人;酒精、橡胶水等易燃品不能放在明火附近;工作台面要保持干净整洁,剪下的线头要及时清理清除,东西不能乱堆乱放;仪器使用完毕后,记住切断电源,面板上各旋钮拨至合适的位置。

2. 知识要求

中等职业教育虽然不要求培养学生能设计一个复杂的整机电路,但应该能看懂或基本上看懂各单元功能块所起的作用,而且对于学习过的单元电路应能正确选取和使用。电子技术技能训练的选题一般都比较简单,与“电子技术基础”课程的知识结合比较紧密。模拟电路的设计比较复杂,学生只要能够正确选取教师提供的几种方案电路就行了。数字电路的课题稍微有所不同,数字电路中,各单元电路之间的耦合关系也比模拟电路简单,有的各单元电路之间需要考虑电平要求、驱动能力,有的各单元电路之间可以直接相连。因此,对于一个不太复杂的数字系统,只要明确逻辑关系,就可以将各单元电路搭接成为一个数字系统。电子技术技能训练中的数字电路课题,指导教师提供给学生设计思路、设计方法、方案框图,甚至提供较难的或没有学过的电路,由学生自己画出具体的电路是完全可能的。

3. 技能要求

学生在选定具体的电路后,必须具备以下技能:

(1) 在有条件的情况下,能够进行简单的电路仿真。电路仿真及参数调整主要在电子工作平台上画电路图,会使用 EWB 中的各种仪器,并根据仪器显示的结果对电路进行修改,确定元器件的参数。

(2) 能生成简单的 PCB 图。了解印制电路板设计的基本知识和 Protel—PCB 的基本界面、基本操作方法,能将本技能训练的课题生成 PCB 图。

(3) 能制作简单的印制电路板。技能训练如果要制作一个课题,建议用手工方法制作印制电路板。如果不止一个课题,建议将一个课题的印制电路板手工制作,其余课题的印制电路板提供 PCB 图由厂家生产。

(4) 具备元器件的检测能力。元器件的检测能力是指:一是能够识别各种元器件;二是能够对各种元器件质量好坏进行检测。

(5) 应具备装配、调试和指标测量的能力。在老师的指导下,具有元器件、紧固件等装配技术,能使用电子仪器对电路进行测试,能根据要求调试出较好的性能。

(6) 应具备一定的分析、总结能力,并能写出一份较为完备的实训报告。

1.3 电子产品的设计、制作、生产的一般过程

1.3.1 电子产品的设计

电子产品的设计与制造过程,是市场调研、功能设计、研制开发、元器件采集、组织生产、质量论证、销售服务和市场反馈等一系列环节的实施过程。各个环节环环相扣、相互制约,以确保产品质量和市场价值。

在电子产品设计前,首先应对该产品进行充分的市场调研。

1. 市场调研

(1) 确定产品的功能。电子产品含义广泛。有的以电子电路为主,配以其他附件、外壳等,就成为完整的电子产品,如收音机、电视机等,其消费对象是产品的直接使用者;有的仅需制作一块电子电路板,作为其他产品的配件,如空调、洗衣机中的程序控制电路板,其消费对象是生产厂家。由此可见,不同的消费群体对产品的功能需求各有不同,而同一类产品,其功能也有很大的差别。所以,在产品设计前,就需要先做市场调研,然后,根据消费对象的需求,确定产品的功能。

(2) 确定产品的价位。不同消费群体对产品功能有不同的需求,不同的产品功能又有不同的材料结构,从而使产品的制造成本也各不相同。确定了产品的消费对象,也就确定了产品功能,同时也基本确定了产品的价位。增加产品功能,会大大提高产品造价。如果不进行充分的市场调研,盲目追求产品多功能,往往会由于产品价位高而失去市场。所以,根据消费对象确定产品的价位,是市场调研不可缺少的组成部分。

2. 产品设计

产品设计包括产品功能、内部结构、面板结构、使用安全性、可靠性等方面。

(1) 功能设计。电子产品的功能可由电子电路独立完成,或由电子电路与结构部件组合实现。产品的功能设计,由专业技术人员进行。

(2) 结构设计。整机结构分内部结构、前面板结构、后面板结构等。内部结构主要考虑机器内部各电路板、零部件的布局、安装、连接等;前面板结构既要考虑面板与机身的关系,又要考虑简洁、美观、大方,同时,前面板上的各按(旋)钮、开关等的布局要合理,标志要清晰;后面板结构则要考虑安放机器的辅助插口、电池盖板,粘贴产品铭牌等。

(3) 安全性和可靠性的设计。影响电子产品工作安全性、可靠性、使用寿命的因素很多。设计人员应重点考虑电子元器件的功耗、电路的抗干扰能力、高频电路对外辐射的有效抑制、整机的防潮湿和通风散热措施、抗振能力、过电压过电流自动保护、绝缘性能和漏电保护等。

(4) 产品的性价比。产品的性能与价格之比称为性能价格比,简称性价比。消费者除了追求产品的款式、造型、功能等因素外,更注重产品的性价比。产品的性能越好,价格越低,其性价比就越高。在确保产品性能优良的同时,尽力降低制造成本,提高产品利润,是设计人员应考虑的重要内容。

1.3.2 电子产品制作

1. 电子产品制作过程

电子产品制作的一般过程如图1-1所示。



图 1-1 电子产品制作过程

2. 电子产品的试制

电子产品从构思、设计到大规模生产,一般要经过产品试制阶段。产品的试制通常又分为样机试制、产品定型试制、小批量试制三个阶段。

(1) 样机试制。在完成产品的设计后,即可着手进行样机试制,也即是用试验的方法制作出一台或几台产品。这需从电路板安装、结构件安装、连接和调试,到整机组装,面板安装、整机性能检测等,一步不漏地完成整机生产需要操作的全部过程。试制时,除了记录完整的原始数据外,还应会同工艺人员编制工艺流程,为组织批量生产提供依据。

(2) 产品定型试制。产品定型试制与样机试制一样,也需要完成整机生产的全部操作过程。不同的是,前者注重电路板安装、结构件安装、连线和调试,后者侧重整机组装、面板安装、整机性能检测。

定型试制制作出的产品机,作为批量生产的样板机,应达到设计要求的各项指标。

(3) 小批量试制。在产品大批量生产前,还应进行小批量试制。试制数量一般为几十到数百台试件。小批量试制的目的,是为了验证元器件的可靠性、工艺流程的合理性。一旦发现问题,应立即解决。规范的小批量试制,既能使大批量生产少走弯路、避免损失,又为组织大批量生产提供科学保障。

3. 电子产品的印制电路板的制作

电子技术的进步带动了电子工艺的发展,大规模集成电路、微电子技术的日趋成熟,对印制电路板的制造工艺和精度不断提出了新的要求。印制电路板的品种从单面板、双面板发展到多层板、挠性板。印制电路板的线条越来越细,密度越来越高。

印制电路板的制造工艺发展很快,新设备、新工艺相继出现,不同的印制电路板其工艺也有所不同,但照相制板、图形转移、板子腐蚀、孔金属化、金属涂覆及喷涂助焊剂等环节都是必

不可少的。

工厂生产印制电路板批量大,印制板的质量高,成本大。作为技能训练用的印制电路板,可提供 PCB 图由厂家生产,也可采用手工方法制作。

(1) 元器件准备。产品制作过程中元器件准备,除了要对元器件进行检测,判断质量好坏外,还要了解货源进行采购,要将电路中所需要的各种元器件买回来。

由于技能训练的时间较短,不可能由学生自己去买元器件,一般统一由实验室提供,因此,元器件准备主要是要能够识别各种元器件,并对各种元器件好坏进行检测。

(2) 装配、调试与指标测量。在电子产品样机试制阶段或小批量试生产时,印制电路板装配主要靠手工操作,其顺序是:待装元件→引线整形→插件→调整位置→剪切引线→固定位置→焊接→检验。

印制电路板的装配要按照安装的技术要求来安装,具体的安装技术、安装方法等问题见第3章印制电路板的组装。

电子设备或电子电路装配完成之后,必须通过调试才能达到规定的技术指标。调试工作包括调整和测试两个部分,调整主要是指对电路参数的调整,即对整机可调元器件及电气指标有关的调谐系统、机械传动部分进行调整,使之达到预定的性能要求;测试则是在调整的基础上,对整机的各项技术指标进行系统地测试,使电子设备各项技术指标符合规定的要求。

电子电路调试的一般步骤为通电前直观检查、通电检查、分块调试、整机联调。

电子产品的调试和电路的调试有共同之处,但电子产品的调试的内容更多且难度更大。由于电子产品的种类繁多,电路复杂,各种产品单元电路的种类及数量也不相同,所以调试程序也不尽相同,但对一般电子产品来说,调试程序大致为:通电检查→电源调试→分级分板调试→整机联调→整机性能指标测试→环境试验→整机通电老化→参数复调。

环境试验是检查电子产品对各种环境条件的适应能力,以检验产品在相应环境条件下正常工作的能力。环境试验有温度、湿度、振动、冲击和其他环境试验,按技术规定进行各项试验。

整机通电老化的目的是提高电子设备的可靠性,大多数电子设备在测试完成之后,均进行整机通电老化试验。

经过整机通电老化后,整机各项技术性能指标会有一定程度的变化,通常还需进行参数复调,使交付使用的产品具有最佳的技术状态。

1.3.3 电子产品的生产

生产阶段包括材料组织、场地和设备准备、生产流水线铺设、人员的组织和培养、工序安排、例行试验、质量检验、包装、入库、销售、售后服务等一系列过程。

1. 器件和材料的组织

电子产品是由电子元器件、零部件及其他配套件、装饰件等组成的,其种类、数量根据产品所需,有几十、几百、数千甚至上万件不等。电子产品的制造又离不开焊剂、焊料等辅助材料。这些器件和材料,除了少量由整机生产厂家自己制造外,大多由外协单位提供或采购人员购入。自己制作的部件,质量取决于本单位的管理水平、工艺要求和员工素质,一般不会出现质量问题。外协单位提供的器材,是根据甲方的要求加工的,质量通常也能得到保证。整机生产厂家应重点关注外购的器件和材料。外购元器件、零部件、配套件、辅助材料的质量,是决定整机的功能、安全性、可靠性和使用寿命的主要因素之一。器件和材料的组织,任何生产厂家都

不能忽视。

2. 场地和设备的准备

制造电子产品必须有场地和设备。场地的 size 可根据生产规模确定,一般应具备管理和技术部门所需的办公室和工作室、备料库、生产线或车间、成品库等。设备准备的范围较广,除充分备有必要的制作工具外,还应备有合适的检测仪器、仪表和调试工作台,并根据需要逐步添置或更新。场地和设备准备得越合理、越充分,对产品制造越有利。

3. 生产流水线铺设

不论规模如何,目前电子产品生产大多采用“流水线”模式。大规模电子产品生产系统一般由插件(贴片)线、焊接机、剪脚机、调试线、组装线、包装线等生产线和自动化专用机械组成。小规模电子产品生产流水线就是将一块电子电路板分成若干部分,每部分由一名员工负责安装,安装好的电路板再经过调试、与其他配件组装、总装、例行试验等工序后,成为整机产品。用“流水线”模式制造电子产品,可在保证产品质量的同时提高工作效率。

生产流水线的铺设方案应由工艺部门提出。工艺部门根据电路板焊接方式、产品制造的难易程度、规模的大小等,通盘考虑后确定岗位数,再由岗位数决定生产流水线的铺设方案。

4. 人员的组织和培训

目前,我国中小型电子整机生产企业一般仍然依靠人工操作完成整机生产。大型企业虽然采用自动化设备,也少不了人工操作。操作人员的素质将直接决定产品制造的质量。对从事生产流水线作业的员工,应进行必要的技术培训,使他们知道自己做什么,怎么做。还应进行素质教育和责任性教育,以保证生产出合格的产品。

5. 工序安排

电子产品一般由多道工序完成。科学、合理的工序安排,是保证生产效率的重要因素。工序安排采用“流水线”模式,大致应包括以下几个方面的内容:

(1) 将印制电路板划分成若干区域,每个区域中元器件的插件或贴片、零部件的安装作为一道工序,每道工序由一名员工完成。如果采用手工焊接,每道工序插件完毕就应立即焊接;采用波峰焊或其他一次性焊接的,可在插件或贴片全部完成后进行焊接。

(2) 部分功能电路安装后,就可进行测试。由于该测试在整块印制电路板安装中间进行,所以又叫做“中间测试”,简称中测。中测可以确定安装是否正确,如果发现问题,可及时剔出返修。根据需要,中测可分段进行,每次作为一道工序。

(3) 整块印制电路板安装完后,同样应进行测试,即总测。如果总测较费时,可设置多个相同的总测台,安排多个员工操作。

(4) 根据机内各部件的装配顺序,将整个内部装接分成若干工序,每道工序也由一名员工完成。前道工序装配的部件不能影响后道工序的操作。

无论是印制电路板元器件、零部件的安装,还是机内部件的装配、中测、总测,每道工序所用的时间应相对接近,以保证工件在生产“流水线”上畅通无阻地从前道工序流往下道工序。

(5) 参照前面各工序所用时间,安排前、后盖或上、下盖安装和面板装饰件、按(旋)钮的安装。

6. 例行试验

为了保证电子产品质量,在整机安装、调试、总装全部完成后,还应对整机进行例行试验。由于产品的使用功能、工作性质、使用场所差别较大,其例行试验的项目也有所不同。例

行试验一般有以下几种:

(1) 老化试验。在一定温度条件下、一定时间范围内对电子产品通电,测定产品工作性能的方法称为老化试验。原则上,电子产品出厂前,都需经过老化试验。老化试验的温度和时间可根据产品特点由生产厂家自行确定,但温度一般应不低于室温,时间应不少于24h。老化时,应密切注意产品的工作状态,发现异常产品,要立即剔除。

(2) 温度试验。温度试验就是将产品放入温度试验箱接受试验。试验项目有:

- 1) 额定使用范围上限温度试验,试验温度为40℃。
- 2) 额定使用范围下限温度试验,试验温度为-10℃。
- 3) 储存运输条件上限温度试验,试验温度为55℃。
- 4) 储存运输条件下限温度试验,试验温度为-40℃。

以上每项试验时间通常为4h。

(3) 湿度试验。湿度试验就是将产品放入湿度试验箱接受试验。试验项目有:

- 1) 额定使用范围湿度试验,相对湿度为80%。
- 2) 储存运输条件下的湿度试验,相对湿度为90%。

以上两项试验时间为48h,箱内温度为40℃。

由于温度试验和湿度试验都是在接近极限环境条件下进行的,试验时往往会使被试验产品受不同程度的损伤,属于破坏性试验,所以只对产品进行随机抽样试验。

(4) 振动和冲击试验。振动和冲击试验就是将待试验产品紧固在振动台和冲击台上进行单一频率振动试验、可变频率振动试验和冲击试验。试验有3个参数:频率、振幅和时间。一般电子产品只需做30Hz、0.3mm/1.28g的单一频率振动试验和10~50次/min,共1000次的冲击试验。

(5) 绝缘电阻和耐压测试。产品内部相互绝缘的电路之间、内部电路与金属外壳之间、金属外壳与电源插头等外部端口之间都要进行绝缘电阻和耐压测试。测试绝缘电阻时,应对测试部位加一定的测试电压。电压选择500V、1000V或2500V,测试时间达1min以上。耐压测试时,试验电压要在5~10s时间内逐渐增加到规定值(1kV、3kV或10kV),并保持1min。试验中,产品应无飞弧、扫掠放电、电晕、击穿等现象。

7. 质量检查

影响产品质量的因素很多。元器件和零部件选购、辅助材料选购、电子电路板安装、整机组装等,任何一个环节稍有疏漏,都有可能影响产品质量。因此,质量检验应该贯穿采购和生产的始终。

(1) 元器件、零部件及辅助材料的质量检验。元器件、零部件及辅助材料的质量,是决定产品的功能、安全性、可靠性和使用寿命的基础。因此,外购材料在生产前都应该进行质量检验,至少应该抽样检验。检验合格的才能上线安装。

(2) 安装过程中的质量检验。电子产品生产过程中的每道工序,都有可能因为操作的细微失误而影响质量。所以,无论是元器件安装、焊接、组装,还是整机总装,都应该安排若干道检验工序,以及时发现问题,解决问题。

(3) 整机质量检验。整机质量检验包括检验整机的各项功能是否符合设计指标、各操作按(旋)钮是否灵活可靠、面板装饰和外壳有无擦伤等。发现问题应退回处理。经处理后的整机仍要检验。有问题且未经处理的整机绝对不允许出厂。

经检验认定,产品合格后,负责产品检验的人员应在产品检验合格证上加盖姓名或代号的印鉴,让合格证随同产品一起流入下道包装工序。

整机质量检验是产品出厂前的最后一次检验,所以应该每台必检。

8. 包装、入库、销售、售后服务

经过例行试验和质量检验被确定的合格产品,就能进行包装、入库、销售。

(1) 包装。包装分外包装和内包装。其中,外包装大多用瓦楞纸或普通马粪纸。外包装表面印刷的装饰内容由厂家自行设计,通常可印上生产厂家、产品名称、生产批号、认证标志、产品图案、产品主要性能等。内包装一般由塑料薄膜袋和泡膜塑料共同组成,这样既防水又防振。塑料薄膜袋中除了产品外,还应有产品检验合格证。外包装中还应附有详尽的产品使用说明书和必要的附件。附件的种类、数量都要在说明书中注明。

体积较小的产品除了内外包装外,还可将若干小包装置于大包装中。大包装上也要印上生产厂家、产品名称、生产批号、认证标志、数量等文字,同时印上防淋、防振、小心轻放、包装放置朝向等标志符号。

(2) 包装后的电子产品应由专门人员连同送货单一起送交成品仓库。成品仓库根据送货单验收、登记后,将产品收入库内。

生产线上包装后的电子产品是不允许直接出厂销售的。

(3) 销售。产品由单位的销售部门组织专职人员销售。销售是一门学问,同时也是各生产企业十分重视的一项工作。产品优、服务好,加上行之有效的销售方法,才能使企业的生存空间和发展空间逐步扩大。

(4) 售后服务。目前,几乎所有的企业都越来越重视产品的售后服务。有时甚至将售后服务的承诺摆放到与宣传产品的功能特点同等的位置。各企业可以结合自己的产品,根据客户的要求,制定切实可行的售后服务措施,培养素质良好的售后服务人员,建立完整的售后服务网络,实施客户满意的售后服务工作。

思考与练习

1. 简述电子技术技能与训练的基本要求。
2. 电子产品设计前为何要进行市场调研?
3. 电子产品设计主要包括哪几个方面?
4. 简述电子产品制作的一般过程。
5. 电子产品试制通常分为哪3个阶段?
6. 电子产品的生产阶段包括哪些过程?
7. 组织生产前应做哪些准备?为什么要进行人员的组织和培训?
8. 采用“流水线”模式生产如何进行工序安排?
9. 例行试验的内容有哪些?
10. 电子产品为什么要进行绝缘电阻和耐压测试?测试的具体要求有哪些?
11. 质量检验是怎样贯穿采购和生产的始终?
12. 电子产品包装的主要要求有哪些?

第2章 基础技能训练

2.1 常用电子仪器的使用

2.1.1 电子仪器的分类

电子仪器是指利用电子技术对各种电量进行测试的设备的统称。常用电子仪器按照功能不同,可分为专用仪器和通用仪器两类。专用仪器是为特定目的而专门设计制作的仪器,适用于特定的测试对象,方便使用;通用仪器的应用面广、灵活性好。本书所讲述的仪器多数是通用仪器,按其用途可分为以下几种:

(1) 万用表。它是多功能测量的一种电子表。在电子电路实验中一般使用的有机械万用表和数字万用表等。

(2) 信号发生器。通常使用的信号发生器有低频和高频正弦波信号发生器、脉冲信号发生器、函数信号发生器、噪声信号发生器等。

(3) 示波器。示波器分为通用示波器和多踪示波器等。

(4) 频率、相位测量仪器。有通用电子计数器、数字式频率计、数字式相位计等。

(5) 模拟电路特性测试仪。有失真度测试仪、扫描仪、噪声系数测试仪等。

(6) 数字电路特性测试仪。有逻辑笔、逻辑分析仪等。

20世纪70年代起,微处理器开始用于电子仪器,制造成“智能仪器”。智能仪器具有自动化测试功能,它能够进行自动测试、分析并显示测试结果。智能仪器虽然先进,但它不能完全取代传统的电子仪器,因为并非所有场合都需要自动化测试。在实际工作中,只有在需要大量重复或快速测试的情况下,使用智能仪器才有意义。其他场合大量使用的仍是传统的通用仪器。因此,熟练掌握传统的通用仪器的使用技术是十分重要的。

2.1.2 常用电子仪器的介绍与使用练习

1. 低频信号发生器的使用

低频信号发生器是进行电子电信号测量的仪器设备。下面以 FJ - XD22PS 低频信号发生器为例,介绍低频信号发生器的使用。这种仪器是多用途测量仪器,它除了能够输出正弦波、矩形波、尖脉冲、TTL 电平、单次脉冲 5 种波形外,还可以作频率计使用,测量外输入信号的频率。

(1) FJ - XD22PS 低频信号发生器面板介绍。FJ - XD22PS 低频信号发生器面板如图 2-1 所示。

(2) 主要技术性能。

1) 信号源部分的主要技术性能如下:① 频率范围:1Hz ~ 1MHz,由频段选择和频率粗调细调配合可分 6 挡连续调节。② 频率漂移:1 挡 $\leq 0.4\%$; 2 ~ 5 挡 $\leq 0.1\%$; 6 挡 $\leq 0.2\%$ 。③ 正弦波:频率特性 $\leq 1\text{dB}$ (第 6 挡 $\leq 1.5\text{dB}$),输出幅度 $\geq 5\text{V}$,波形的非线性失真:20Hz ~ 20kHz $\leq 0.1\%$ 。④ 正、负矩形脉冲波:占空比调节范围 30% ~ 70%,脉冲前、后沿 $\leq 40\text{ns}$;波形失真:在额定输出幅度时,前、后过冲及顶部倾斜均小于 5%;输出幅度:高阻输出 $\geq 10\text{V}$,50 Ω 输