

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

电 子 信 息 基 础 系 列



电子技术实训指导

朱永金 主编

杨开明 唐 林 副主编

清华大学出版社



21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

电 子 信 息 基 础 系 列

电子技术实训指导

朱永金 主编

杨开明 唐 林 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是高职高专电子信息类专业电子技术实践与技能训练教材。全书共 8 章,分为 3 个实训板块。主要内容包括:元件认识与测试,印制电路板制作及电子安装工艺;模拟、数字电路的课程设计及电路制作、安装和测试;典型整机电路的安装、调试和故障检修等。

本书也适用于成人大专、中等职业教育电子信息类专业实践教学和职业培训机构对电子信息类工种的培训用书,也是电子技术爱好者的参考用书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实训指导/朱永金主编. —北京:清华大学出版社, 2005. 11

(21 世纪高职高专规划教材·电子信息基础系列)

ISBN 7-302-11909-0

I. 电… II. 朱… III. 电子技术—高等学校; 技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 113105 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦
http://www.tup.com.cn 邮 编: 100084
社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

责任编辑：刘 青

印刷者：北京四季青印刷厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印张: 18.5 字数: 376 千字

版次: 2005 年 11 月第 1 版 2005 年 11 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-11909-0/TN · 281

印 数: 1 ~ 4000

定 价：23.00 元

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经历的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• 公共基础课

公共基础课系列

• 计算机类

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• 电子信息类

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• 机械类

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• 经济管理类

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

• 服务类

旅游系列

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设:加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzgz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量的教材。

高职高专教育教材编审委员会

前言

电子技术实训指导

本书是为高职高专电子信息类专业编写的电子技术实践和技能训练教材。全书分3个部分,共8章。第1部分为电子技术基础实训,内容包括:元件的认识与测试、印制电路板制作、焊接与安装技术训练。第2部分为课程设计实训,内容包括:EWB电子仿真软件简介、模拟电路设计和数字电路设计实训。第3部分为整机安装与调试实训,内容包括:收音机安装与调试、黑白电视机安装调试与维修实训。为了与实训内容相配合,附录了常用模拟、数字集成电路索引,集成电路引脚功能图,常用仪器等内容。

本书内容针对不同的专业可作不同的处理。对于应用电子技术专业,可将其分散在各个学期相关课程中实施。每个部分的实训内容安排在1~2个教学实训周内完成,总学时在80~120学时,要求及学时分配如下:

第1部分的3章内容可分段进行,也可集中实训。重点是掌握元件测试方法、实验室印制电路板制作技术、锡焊接安装技术及电子工艺知识。15~25学时。

第2部分主要介绍电子电路基本设计方法和举例,在课程设计中,可要求学生选择其中的一个课题进行设计,或对某一电路进行改进。对设计电路首先进行仿真测试,然后再制作和调试。35~55学时。

第3部分选择典型电子设备进行整机安装工艺实践训练,同时要求学生掌握电子整机调试方法及基本技能,训练故障检修技能。30~40学时。

为适应高等职业教育的改革要求,突出学生实践技能和创新能力培养,本书在编写时力求体现以下特点:

1. 教材内容的实用性。教材紧扣高等职业教育“强调应用,注重实践”的指导思想,内容具有较强的针对性和实用性。
2. 编写思路的新颖性。以技能训练为主,结合必要的理论知识,做到理论与实践的有机结合,使教材具有很强的指导作用和实践操作性。
3. 能力结构的完整性。对电子技术工作岗位所需要的基本知识和基本技能进行学习和训练,全方位培养学生电子技术应用能力。
4. 教材体系的科学性。在内容的安排上,从元件认识与测试、仪器的使用,到电路的

设计制作和整机的安装测试,构成一个完整的校内电子实训教材体系。体现了技能训练和能力的培养从简单到复杂、从单项到综合、从低级到高级的逐步强化和提高的过程。

本书既是一本内容较完整的电子技术教学实训教材,也是模拟电路和数字电路课程的补充内容,又是整机安装、调试和维修的实训指导书。因此,本书可作为高职高专院校电类专业实训指导教材,亦可作为独立设课的实训教材,还可作为成人大专、中职相关专业实践教学用书和各种职业培训机构相关工种的培训用书。

参加本书编写的有:朱永金(第1章、第4章、第6章),唐林(第2章、第3章),官泳华(第5章),杨开明(第7章),王志军(第8章),吴敏(附录)。由朱永金担任主编,并负责全书的内容组织和统稿工作。

宁波职业技术学院吴志荣教授仔细审阅了本书,并对本书的编写和具体内容提出了许多宝贵意见和建议,在此深表谢意。由于编者水平有限,书中难免存在诸多问题和不完善的地方,敬请广大读者批评指正。

编 者

2005年8月

目 录

电子技术实训指导

第 1 部分 电子技术基础实训

第 1 章 元件的认识与检测实训	3
1.1 阻抗元件的认识与测试	3
1.1.1 阻抗元件的标称值与标志	3
1.1.2 电阻器	6
1.1.3 电容器	13
1.1.4 电感和变压器	20
1.1.5 实训内容及要求	24
1.2 半导体分立元件的检测	25
1.2.1 国产半导体元件的命名	25
1.2.2 晶体二极管	25
1.2.3 晶体三极管	29
1.2.4 晶闸管	32
1.2.5 场效应管	36
1.2.6 实训内容及要求	39
1.3 半导体集成电路识别与测试	39
1.3.1 集成电路的分类	39
1.3.2 国产集成电路的命名	40
1.3.3 集成电路封装与引脚识别	41
1.3.4 集成电路的检测方法	43
1.3.5 实训内容及要求	43
1.4 开关及继电器选用	44
1.4.1 开关	44

1.4.2	继电器	45
1.4.3	实训内容及要求	46
第2章	印制电路板制作	47
2.1	印制电路板的特点	47
2.2	印制电路板的设计基础	49
2.2.1	印制板用基材	49
2.2.2	过孔	50
2.2.3	导线尺寸	51
2.2.4	焊盘尺寸	51
2.2.5	金属镀(涂)覆层	52
2.2.6	印制接触片	52
2.2.7	非金属涂覆层	52
2.2.8	永久性保护涂覆层	53
2.2.9	敷形涂层	54
2.2.10	印制电路板的尺寸	55
2.2.11	阻燃性	56
2.2.12	印制电路板基板的选择	57
2.3	印制电路板设计过程	57
2.3.1	线路图设计的基本方法	57
2.3.2	印制电路板图设计中应注意的事项	58
2.3.3	印制电路板的设计	59
2.3.4	PCB 计算机辅助设计软件	60
2.4	印制电路板的简易制作	61
2.4.1	敷铜板的选用	61
2.4.2	印制电路的制作方法	61
2.4.3	印制电路板制作实训及要求	68
第3章	焊接与安装技术	69
3.1	焊接的基础知识	69
3.2	锡焊接工具与材料	71
3.2.1	手工锡焊接的工具	71
3.2.2	焊接材料	72
3.2.3	锡焊的条件	74

3.2.4	实训内容	77
3.3	手工焊接工艺	77
3.3.1	元件的手工焊接	77
3.3.2	拆焊与重焊	80
3.4	电子装配工艺概述	81
3.4.1	元器件引脚的成形要求	81
3.4.2	元件的安插方法和要求	82
3.4.3	印制电路板的装配	83
3.4.4	实训内容	87
3.5	波峰焊与回流焊接	87
3.5.1	波峰焊接	87
3.5.2	回流焊接	87
3.6	表面组装技术	88
3.6.1	表面组装技术的发展	88
3.6.2	表面组装技术的组成	89
3.6.3	用表面组装技术组装的电子产品的主要优点	90
3.7	其他组装技术	90
3.7.1	微组装技术	90
3.7.2	MPT 主要技术	91
3.7.3	实训内容	91

第 2 部分 课程设计实训

第 4 章	EWB 电子电路仿真平台的使用	95
4.1	EWB 软件简介	95
4.2	EWB 软件初步使用知识	96
4.2.1	EWB 软件界面	96
4.2.2	EWB 创建电路的方法	99
4.2.3	虚拟仪器的使用	101
4.2.4	EWB 的基本分析方法	104
4.3	电路仿真举例及测试训练	105
4.3.1	虚拟工作台仿真电路的步骤	105
4.3.2	单管放大器仿真测试	106

4.3.3	低通滤波器仿真测试	108
4.3.4	触发器构成计数器的仿真测试	111
第5章	模拟电路课程设计实训	113
5.1	概述	113
5.1.1	单元电子电路设计的基本步骤	114
5.1.2	电路的软件仿真调试方法	114
5.1.3	制作安装与实验测试	115
5.1.4	设计报告的撰写	115
5.2	模拟电路的设计制作与调试	116
5.2.1	直流稳压电源的设计与制作	116
5.2.2	分立元件放大器的设计与调试	121
5.2.3	集成运算放大器的基本应用与设计实训	127
5.2.4	信号发生器的设计与制作	134
5.2.5	声、光双控节能开关的设计制作	137
5.2.6	设计实训题选	138
第6章	数字电路课程设计实训	140
6.1	组合逻辑电路设计	140
6.1.1	组合逻辑电路设计方法与步骤	140
6.1.2	组合逻辑设计举例	142
6.2	时序逻辑电路设计	144
6.2.1	用触发器设计同步时序逻辑电路的方法与步骤	144
6.2.2	中规模时序逻辑电路的设计方法	145
6.2.3	中规模时序逻辑电路的设计举例	148
6.3	数字电路调试与测试方法	151
6.4	数字电路设计制作与调试实训	153
6.4.1	显示译码电路的设计	153
6.4.2	八路循环彩灯控制电路设计与制作	156
6.4.3	四人抢答器设计制作与测试	158
6.4.4	时钟秒脉冲发生器设计与制作	161
6.4.5	时钟电路设计制作与测试	162
6.4.6	工业计数控制系统的设计制作与测试	165
6.4.7	脉搏测试仪的设计制作与测试	169

6.4.8 设计实训题选	172
--------------	-----

第3部分 整机安装与调试实训

第7章 收音机的安装与调试	175
7.1 收音机概述	175
7.1.1 收音机的分类	176
7.1.2 超外差式收音机的组成及工作原理	176
7.2 收音机电路图的识读	179
7.2.1 电子技术文件简介	179
7.2.2 电子电路图的分类	180
7.2.3 电原理图的识读方法	181
7.2.4 分立件收音机电路的识读	182
7.2.5 集成电路收音机电路简介	185
7.3 收音机的装配工艺	187
7.3.1 电子整机装配工艺概述	187
7.3.2 741型中波收音机的装配	189
7.4 收音机的调试	191
7.4.1 电子产品调试工艺概述	191
7.4.2 收音机的调试	193
7.4.3 收音机的性能测试	197
7.5 收音机的检修	198
7.5.1 收音机的检修程序	198
7.5.2 收音机的检修方法	199
7.5.3 收音机检修实例	201
7.6 收音机安装调试实训考核及要求	203
第8章 黑白电视机装接与调试	204
8.1 黑白电视接收机概述	205
8.1.1 超外差内载波电视机特点	205
8.1.2 电视机方框图	205
8.1.3 典型集成电路电视机	206
8.2 电视机装接与调试	206

8.2.1	稳压电源电路安装与调试·····	207
8.2.2	图像中放电路安装与调试·····	210
8.2.3	伴音电路安装与调试·····	215
8.2.4	同步分离电路安装与调试·····	218
8.2.5	场扫描电路安装与调试·····	220
8.2.6	行扫描电路安装与调试·····	223
8.2.7	视频放大输出电路安装与调试·····	226
8.2.8	整机总装·····	229
8.3	整机统调与检验·····	233
8.4	电视机安装和统调中的常见故障及其检修·····	235
8.4.1	故障检修的基本方法·····	235
8.4.2	光栅故障的检修·····	236
8.4.3	图像故障的检修·····	243
8.4.4	伴音故障的检修·····	249
8.4.5	统调及维修实训报告要求·····	250
附录 A	TTL 数字集成电路索引·····	251
附录 B	CMOS 数字集成电路索引·····	257
附录 C	通用运算放大器集成电路索引·····	260
附录 D	常用集成电路引脚功能图·····	261
附录 E	常用仪器的使用·····	269
E.1	晶体管特性图示仪的使用·····	269
E.2	频率特性测试仪的使用·····	277
E.3	数字电桥的使用·····	280
参考文献	·····	284

第 1 部分

电子技术基础实训

- 第 1 章 元件的认识与检测实训
- 第 2 章 印制电路板制作
- 第 3 章 焊接与安装技术

元件的认识与检测实训

实训目的

本章通过基础知识的学习和元件测试技能操作的训练,达到以下目标:

1. 知识目标

- (1) 掌握常用电子元件的分类和参数标示方法。
- (2) 掌握元器件的特性参数及使用方法。
- (3) 掌握常用电子元件的测试方法。

2. 技能目标

- (1) 能用万用表和仪器测试元器件的参数,并能根据测试结果判别元件的性能好坏。
- (2) 能正确选择和使用电子元件。

1.1 阻抗元件的认识与测试

1.1.1 阻抗元件的标称值与标志

阻抗元件包括电阻器(电位器)、电容器和电感器(变压器)。它们是电子产品中应用最广泛的电路元件。

1. 标称值

在电阻、电容、电感器的生产上,为了满足技术和经济上的合理性,采用 E 数列作为元件生产系列化规格,即按公式: $a_n = (\sqrt[n]{10})^{n-1}$ ($n=1,2,3,\dots$), E 取不同的值,计算形成数值系列。当 E 取 6,12,24, $\dots$ 所得值构成数列时,分别叫 $E6$, $E12$, $E24$, $\dots$ 标称系列。所谓 $E6$ 、 $E12$ 、 $E24$ 系列,就是在数字 1~10 内,该系列有 6、12、24 个取值。阻抗元件的制造就是按这样一个标准序列生产的,所以阻抗元件上的标示值叫标称值。常用 $E6$ 、 $E12$ 、 $E24$ 系列如表 1-1 所示。阻抗元件的标称值为标称系列值再乘以 10^n 倍, n 为正整数或负整数。

表 1-1 阻抗元件标称系列

1.0				1.5				2.2				3.3				4.7				6.8			
1.0		1.2		1.5		1.8		2.2		2.7		3.3		3.9		4.7		5.6		6.8		8.2	
1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1

2. 误差的表示

每个阻抗元件都是按标准系列生产,每个阻抗元件有一个标称值。阻抗元件制造出后,它的实际阻抗元件值不一定就是标称值,存在一定的误差,也称为偏差。对于不同的标称系列,误差不同,数值分布越疏,误差也就越大。元件的误差大小用误差等级表示,如 E6、E12、E24、E48、E96、E192 系列的误差等级分别为 $\pm 20\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 。

误差也用标准符号表示,表 1-2 给出常用误差符号与阻抗元件的误差等级之间的关系。

表 1-2 误差的表示方法

误差(%)	± 0.1	± 0.25	± 0.5	± 1	± 5	± 10	± 20	+20 -10	+30 -20	+50 -20	+80 -20	+100 0
字母代号	B	C	D	F	J	K	M			S	E	H
曾用符号				0	I	II	III	IV	V	VI		
说明	精密元件				一般元件					适用于部分电容		

3. 元件标称值和误差的标示法

电阻、电容、电感的标称值和误差等参数都用一定的表示方法标示在元件上。

(1) 直标法

直标法就是用文字符号和阿拉伯数字在阻抗元件表面直接标出型号、标称值、允许偏差(用百分数表示)、生产日期等参数。如图 1-1 所示。直标法可用单位代替小数点,如 0.27Ω 可标为 $\Omega 27$, $4.7k\Omega$ 则标为 $4k7$ 。直标法适用于体积较大的元件。

(2) 数码法

用三位数字表示元件的标称值。从左至右,前两位表示有效数位,第三位表示 10^n ($n=0\sim 8$)。当 $n=9$ 时为特例,表示 10^{-1} ,例如电容上数码标示 479 为 $4.7pF$ 。片状电阻多用数码法标示,如 512 表示 $5.1k\Omega$,而标志是 0 或 000 的电阻器,表示是跳线,阻值为 0Ω 。数码法标示电阻单位为欧姆(Ω),电容单位为皮法(pF),电感一般不用数码标示。数码法用字母标示元件的误差等级。

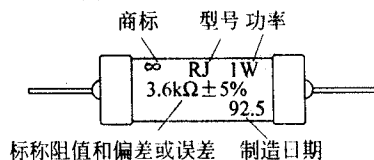


图 1-1 阻抗器件直标法