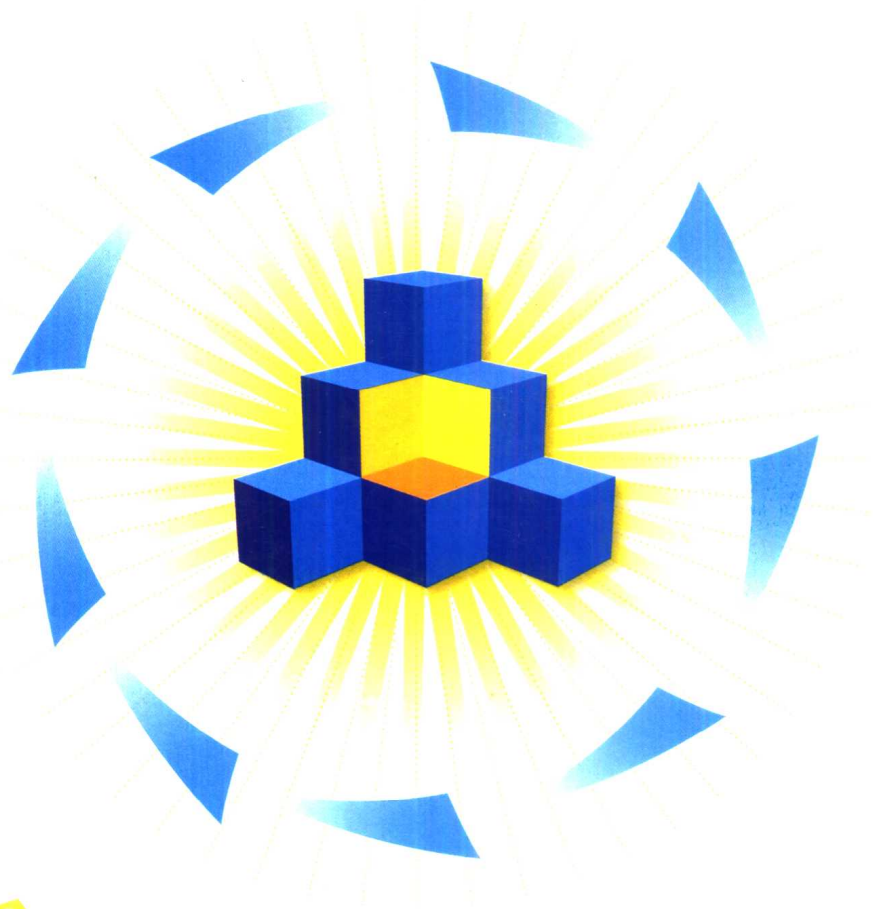


中国高等职业技术教育研究会推荐

高职系列教材

电子技术基本技能 实训教程

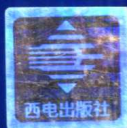
■ 主编 张永枫 李益民



面向

21 世纪

高级应用型人才



西安电子科技大学出版社

[http:// www.xduph. com](http://www.xduph.com)

☐ 中国高等职业技术教育研究会推荐

高职系列教材

电子技术基本技能 实训教程

主 编 张永枫 李益民
副主编 周山雪 孙德刚

西安电子科技大学出版社

2002

内 容 简 介

本书是高职电子技术专业的实训教材,通过实例引入器件的识别、测试方法以及测试设备的使用方法。开设本课程,可为学生培养专业技能和提高技术应用与创新能力奠定良好的基础。

实训内容主要包括:电阻、电容、电感、晶体二极管、晶体三极管等常用器件的识别、测试和应用;万用表、稳压电源、信号发生器、示波器、晶体管特性测试仪、Q表、扫频仪等常用仪器的操作和使用等。

本书内容取材合理,文字叙述清楚,可供高职、高专院校三年制或四年制师生作为电子技术基础实训教材,也可作为工种考核培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基本技能实训教程/张永枫,李益民主编.

—西安:西安电子科技大学出版社,2002.8

高职系列教材

ISBN 7-5606-1153-2

I. 电… I. ①张… ②李… II. 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(2002)第 046981 号

责任编辑 马乐惠 钟宏萍

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)8227828 邮 编 710071

<http://www.xduph.com> E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印 刷 西安兰翔印刷厂

版 次 2002年8月第1版 2002年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 10.5

字 数 239千字

印 数 1~4 000册

定 价 12.00元

ISBN 7-5606-1153-2/TN·0207(课)

XDUP 1424001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

本书封面贴有西安电子科技大学出版社的激光防伪标志,无标志者不得销售。

高等职业技术教育“计算机及应用电子技术专业” 教材编审专家委员会

主任：闵光太(中国高等职业技术教育研究会副会长，

金陵职业大学校长，教授)

副主任：俞克新(中国高等职业技术教育研究会秘书长，研究员)

孙建京(北京联合大学教务长，副教授)

余苏宁(深圳职业技术学院计算机应用工程系副主任，副教授)

李荣才(西安电子科技大学出版社总编辑，教授)

计算机组

组长：余苏宁(兼)

成员：(按姓氏笔画排列)

丁桂芝(天津职业大学计算机工程系主任，副教授)

朱振元(长沙大学高级工程师)

张 燕(金陵职业大学计算机系讲师)

唐连章(广州大学副教授)

韩伟忠(金陵职业大学计算机系主任，副教授)

樊月华(北京联合大学应用技术学院副教授)

颜 彬(江汉大学副教授)

应用电子技术组

组长：孙建京(兼)

成员：(按姓氏笔画排列)

付植桐(天津职业大学副教授)

刘守义(深圳职业技术学院电子通信工程系副主任，高工)

李建民(江汉大学应用物理系副主任，副教授)

高泽涵(广州大学机电工程系副主任，高级实验师)

鲁宇红(金陵职业大学副校长，副教授)

熊幸明(长沙大学工程系主任，副教授)

总策划：梁家新

策 划：马乐惠 徐德源 云立实

H/A62/07

序

在即将跨入 21 世纪的前夕,中共中央、国务院召开了第三次全国教育工作会议,并颁发了《中共中央、国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》,进一步明确了高等职业教育的重要地位,指出“高等职业教育是高等教育的重要组成部分。要大力发展高等职业教育。”在这一方针的指引下,我国高等职业教育取得了空前规模的发展。至 1999 年,从事高等职业教育的高等职业学校、高等专科学校和独立设置的成人高校已达 1345 所,占全国高校总数的 69.2%;专科层次的在校生占全国高校在校生的 55.37%,毕业生占高校毕业生总数的 68.5%。这些数字表明,高等职业教育在我国高等教育事业中占有极其重要的地位,在我国社会主义现代化建设事业中发挥着极其重要的作用。随着社会的发展、科技的进步,以及我国高等教育逐步走向大众化,我国的高等职业教育必将进一步发展壮大。

在高等职业教育大发展的同时,也有着许多亟待解决的问题。其中最主要的是按照高等职业教育培养目标的要求,培养一批“双师型”的中青年骨干教师;编写出一批有特色的基础课和专业主干课教材;创建一批教学工作优秀学校。

为解决当前高职教材严重匮乏的问题,西安电子科技大学出版社与中国高等职业技术教育研究会联合策划、组织编写了计算机及应用电子技术两个专业的教材,现已出版。本系列教材,从策划到主编、主审的遴选,从成立专家组反复讨论大纲,研讨职业教材特色到书稿的字斟句酌,每走一步都比较扎实、十分精心。作者在编写中紧密联系实际,尽可能地吸收新理论、新技术、新工艺,并按照案例引入、改造拓宽、课题综合(通过一个大型的课题,综合运用所学内容)的思路,进行编写,努力突出高职教材的特点。本系列教材内容取材新颖、实用;层次清楚,结构合理;文笔流畅,装帧上乘。这套教材比较适合高等职业学校、高等专科学校和成人高校等高等职业教育的需要。

教材建设是高等职业院校基本建设的主要工作之一,是教学内容改革的重要基础。为此,有关高职院校都十分重视教材建设,组织教师积极参加教材编写,为高职教材从无到有,从有到优而辛勤工作。但高职教材的建设还刚刚起步,还需要做艰苦的工作,我们殷切地希望广大从事高等职业教育的教师,在教书育人的同时,组织起来,共同努力,编写出一批高职教材的精品,为推出一批有特色的、高质量的高职教材作出积极的贡献。

中国高等职业技术教育研究会会长

李家亮

前 言

电子技术基本技能实训是一门操作性较强的专业基础课,它是专业技能实训和技术应用与创新能力实训等许多后续课程的基础。基本技能实训的目的就是让学生了解电工电子方面的基本知识,掌握常用器件的识别与测试方法,熟悉常用工具和仪器设备的使用,使学生能够独立运用它们分析和解决在后续专业课学习及电子产品的制作与调试过程中出现的一些问题。书中将教学内容分成7个单元模块,把主要的知识点和技能训练内容都融合在各个单元模块中。各单元内容分三部分:第一部分是通过实训提出应知和应会的基本要求,初步了解基本概念和基本操作方法;第二部分是扩展对器件和仪器设备的了解与使用;第三部分是对常用器件和仪器仪表的综合运用。在各单元模块的开始都以常用器件的基本应用电路作为实例,使学生了解器件的主要特性、识别方法和测试手段。核心内容是电路的分析、测试方法,此外还根据电路测试的实际需求逐步引入相关仪器设备及工具的使用。本书在各章节的教学内容编排上都充分地体现了这一特点。全书共安排了14个实训项目,每章包含两个实训项目,首先推出的实训项目较简单,第二个实训项目则相对复杂,起到进一步强化操作技能、熟悉仪器仪表的作用。实践证明,这种安排符合学生对事物的认知规律。

根据高职教育的特点,书中十分注重培养学生的实践能力和应用能力。实训课教学是否成功就在于学生能否真正掌握必备的基本技能并应用于实践。书中减少了验证性实验,增加了操作性、设计性、工艺性和综合性训练。因此,在实训内容的组织和安排上,有意识地训练学生对常用器件和仪器设备的应用意识和操作意识,使他们能够借助仪器设备来测试、分析和调试电路。

本书与普通高等教育的实验教材有着很大的区别,我们只关注各种常用器件的外部特性和对仪器仪表的熟练运用,通过对器件的测试和对典型电路的分析与调试,不断强化对仪器仪表的操作和使用方法的掌握,即本书更加注重器件测试和借助仪器仪表完成对电路的测量过程,而对器件的内部结构与原理不做太多阐述。几年来,我们在电子技术基本技能实训课程的教学一直采用教、学、做相结合的教学模式,收到较好的教学效果。书中将这种经验在内容编排上作了充分体现,如第一章通过学习电阻的分压和分流作用,启发学生构建测量电流、电压和电阻的应用电路,逐步掌握电流表、电压表及万用表的基本原理与应用,特别适合于边讲、边做、边总结的教学方法,具有较强的可操作性。本书在内容安排上的另一特点就是强调对仪器仪表的重复使用,即对在前面章节中已用过的仪器仪表,在后续章节中仍要求重复使用,其作用就是让学生熟练运用常用的仪器仪表。实践证明,只有在对仪器设备的使用达到熟练运用的前提下,才能真正借助它们快速地测试、查找和排除实际中存在的各类问题。

本书适合于边教、边启发、边做、边学习的教学方法,在每章开始的实训项目中,先对相关的知识点予以讲解,在此基础上启发学生独立完成实训内容;在实训中,根据测试器

件和电路参数的要求,当需要使用相关仪器仪表时,有针对性地介绍它们的基本操作和使用方法。

本书参考教学时数为56~64学时(含实训),具体安排如下:第1章6学时;第2章8~12学时;第3章6学时;第4章6~8学时;第5章6~8学时;第6章6学时;第7章8学时。各实训单元内容可根据专业和考证需要予以取舍。

参加本书编写的人员有:张永枫(第1、3章)、李益民(第5、6章)、周山雪(第2章)、孙德刚(第4、7章)。本书由张永枫负责总体策划及统稿。

由于时间紧迫和编者水平有限,书中的错误和缺点在所难免,热忱欢迎读者对本书提出批评与建议。

编 者

2002年6月

于深圳职业技术学院

目 录

第 1 章 电阻元件的识别、检测与应用	1
实训 1.1 电阻在分压、分流电路中的应用	1
1.1 电阻器及其应用	4
1.1.1 电阻器的分类	4
1.1.2 电阻器的型号及命名	6
1.1.3 电阻器的主要性能指标	7
1.1.4 电阻器的识别方法	7
1.1.5 电阻器的测量与代换	11
1.2 万用表及其应用	16
1.2.1 指针式万用表	16
1.2.2 数字式万用表	19
1.3 直流稳压电源及其应用	22
1.4 接插件及开关	23
实训 1.2 电阻应用电路的测试	28
本章小结	29
习题 1	29
第 2 章 电容元件的识别、检测与应用	31
实训 2.1 微分、积分电路波形观测	31
2.1 电容器及其应用	34
2.1.1 电容器的分类	34
2.1.2 电容器的型号及命名	36
2.1.3 电容器的主要性能指标	36
2.1.4 电容器的识别方法	38
2.1.5 电容器简易测试	39
2.2 示波器及其应用	39
2.2.1 示波器的基本结构	40
2.2.2 示波器显示波形的原理	42
2.2.3 示波器面板上的开关和旋钮	45
2.2.4 示波器的基本应用与使用方法	49
2.3 低频信号发生器	56
2.3.1 低频信号发生器	56
2.3.2 函数信号发生器	59

实训 2.2 常用电子仪器使用练习	60
本章小结	64
习题 2	65
第 3 章 电感元件的识别、检测与应用	67
实训 3.1 电感在并联谐振电路中的应用	67
3.1 电感器及其应用	69
3.1.1 电感器的分类	69
3.1.2 电感器的型号及命名	72
3.1.3 电感器的主要性能指标	72
3.1.4 电感器的识别方法	74
3.1.5 电感器的测量	75
3.2 Q 表及其应用	79
实训 3.2 电感应用电路的测试	84
本章小结	86
习题 3	86
第 4 章 二极管特性及其应用	88
实训 4.1 二极管特性测试及其应用	88
4.1 晶体二极管及其应用	90
4.1.1 晶体二极管的结构	90
4.1.2 晶体二极管的分类及命名	91
4.1.3 晶体二极管的特性曲线	93
4.1.4 晶体二极管的主要技术参数	95
4.1.5 晶体二极管的简易测试	96
4.2 晶体管特性图示仪及其应用	97
实训 4.2 晶体二极管的应用	100
本章小结	102
习题 4	102
第 5 章 晶体三极管特性及其应用	104
实训 5.1 晶体三极管特性测试及其应用	104
5.1 晶体管及其应用	105
5.1.1 晶体三极管的结构和分类	105
5.1.2 晶体三极管的型号及命名	106
5.1.3 晶体三极管的特性曲线及参数	107
5.1.4 晶体三极管的识别方法	111
5.1.5 晶体三极管的简易测试	112
5.2 应用晶体管特性图示仪测试三极管特性曲线	114
5.2.1 晶体三极管输入特性测试	114

5.2.2 晶体三极管输出特性测试	115
实训 5.2 晶体三极管的应用	115
本章小结	119
习题 5	120
第 6 章 电路的频率特性测试	122
实训 6.1 R、L、C 串联交流电路幅频特性测试	122
6.1 电路的频率特性介绍	123
6.1.1 电路的频率特性简单概述	123
6.1.2 放大电路频率特性总体描述	124
6.2 扫频仪及其应用	125
6.2.1 BT-3 型高频扫频仪原理介绍	125
6.2.2 BT-3C 型高频扫频仪的使用	128
实训 6.2 调频高频放大器选频电路幅频特性测试	131
本章小结	132
习题 6	133
第 7 章 稳压电源的制作与电路分析	134
实训 7.1 直流集成稳压电源的制作	134
7.1 稳压电路工作原理介绍	136
7.1.1 三端集成稳压器的引脚识别与性能检测	136
7.1.2 稳压电源的基本工作原理	138
7.1.3 主要性能指标及其测试方法	139
7.1.4 安全使用注意事项	140
7.2 电子线路图读图基本知识介绍	140
7.2.1 电子线路图的分类	140
7.2.2 读图的一般方法	141
7.3 焊接技术	142
7.3.1 焊接工具	142
7.3.2 镀锡技术	143
7.3.3 手工烙铁焊接技术	144
7.3.4 焊点要求及质量检查	146
7.4 调试与诊断技术	150
7.4.1 调试技术	150
7.4.2 电子装置的故障排除	151
实训 7.2 指针式万用表的制作	152
本章小结	154
习题 7	154
参考文献	156

第1章 电阻元件的识别、检测与应用

电阻器是在电子线路、各种电子电器设备中应用最多的电子元件。无论是在家用电器、电器仪表还是在各类电子应用设备中，都会用到各种不同规格、型号的电阻。电阻一般可用来降低电压、分配电压、稳定和调节电流、限流、分配电流、滤波、阻抗匹配及为其他器件提供必要的工作条件等。本章将介绍电阻元件的识别与检测及常用仪器仪表的使用方法。

实训 1.1 电阻在分压、分流电路中的应用

1. 实训目的

- (1) 熟悉电阻元件在电子线路中分流、分压的作用，掌握电阻元件的识别与测量方法。
- (2) 了解万用表、直流稳压电源的功能，掌握利用万用表测量电压、电流、电阻的基本方法。
- (3) 掌握电阻电路的分析、计算和测试的基本方法和操作步骤。

2. 实训设备与器件

- (1) 实训设备：直流稳压电源 1 台、万用表 1 台、电烙铁。
- (2) 实训器件：电阻元件、磁电系微安表头、万能板。

3. 实训电路与说明

在一些仪器仪表中，经常使用磁电系微安表头作为指示被测数据大小的指示器，它能够将流入表头的直流电流值的大小变化转换为指针偏转角度大小的变化。根据指针所在位置的表盘刻度值就能直接读出被测参数值的大小。但这种表头允许通过其磁电系线圈的电流值很小，因此，在实际应用中不能用它直接测量较大的电流，也不能直接用来测量电压或电阻。在图 1.1 中，分别给出用微安表头、电阻元件组成的几种基本电路，它们可分别用于测量直流电流和直流电压。首先，对各种电路的基本工作原理进行定性分析，再根据实训内容的要求在图 1.1 中正确选择出与之对应的电路，并根据被测参数的范围要求计算出电路中各电阻元件的阻值。

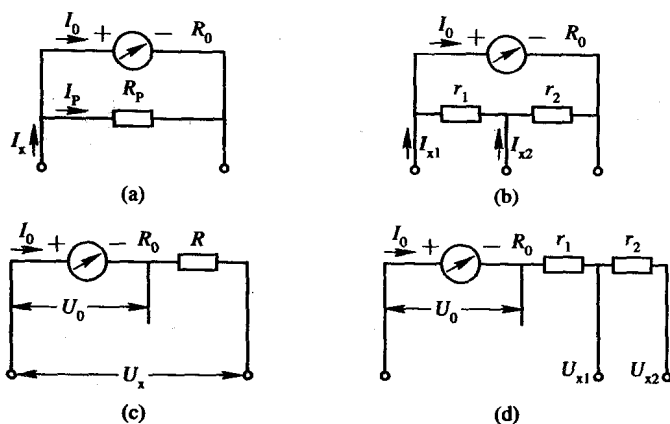


图 1.1 电阻分流、分压示意图

4. 实训内容与步骤

(1) 用满偏为 $50\ \mu\text{A}$ ，内阻为 $3.5\ \text{k}\Omega$ 的磁电系微安表头测量直流电流，设被测电流范围为 $0\sim 1\ \text{mA}$ 及 $0\sim 5\ \text{mA}$ 。

(2) 用同样的磁电系微安表头测量直流电压，设测量电压范围为 $0\sim 5\ \text{V}$ 及 $0\sim 10\ \text{V}$ 。

(3) 根据上述要求确定测量电路，并计算出各电阻参数值。

(4) 检测元器件。首先用万用表测量出电阻元件的参数值，再将测得的参数值和器件上的标识(文字、符号、色环)值相对照；若选用可变电阻，还要确定可变电阻的调试范围，并对初始值进行预调；用万用表测试磁电系微安表头是否完好。

(5) 连接和调试电路。在万能板(或面包板)上焊接(连接)电路。焊接前，首先根据电路图确定各元器件在电路板上的位置分布，如按信号的流向将元件顺序排列。连接导线在焊接前必须将焊接端刮净、镀锡，焊点要光滑、清洁，如果在面包板上连接，还要注意剥线头的长度，剥线不宜过长，以正好牢固插入插孔最为适宜。布线要合理、整齐、美观。在面包板上接线时，应将导线贴在面包板表面，不能将导线从器件上方跨接。元件的标称值要尽量露出，并朝向容易读数的一面。导线的颜色要符合习惯用法，一般正电源用红线，负电源用蓝线，地线用黑线，信号线可用其它颜色的导线。

在通电前，要先检查实训电路的连接是否正确，并用万用表检查各器件间接触是否良好。用直流稳压电源模拟被测电压信号(若用电压源模拟电流信号时，应在电压源的输出端串入一个相应的电阻)时，应先将输出电压的幅值调至最小。待检查无误后，接通电源及输入信号。然后逐渐增大输入信号，观察微安表指针的变化情况，此时表针的偏转角度也应逐渐增大(注意输入信号不许超出规定的量程范围，否则将损坏微安表头)。当输入信号达到在允许测量范围内的最大值时，指针应正好指在满偏位置上，否则应重新修正电阻元件的参数值。将记录的结果分别填入实验数据表 1-1 和表 1-2 中。

表 1-1 测直流电流实验数据

直流电流 输入信号/mA									
微安表头 读数值									

表 1-2 测直流电压实验数据

直流电压 输入信号/V									
微安表头 读数值									

5. 实训总结与分析

(1) 要了解所使用的磁电系微安表头的性能和使用方法。磁电系微安表头是根据通电线圈在磁场中受力的原理而构成的指针式指示器, 指针偏转的角度与通过线圈电流的大小成正比。以测量 0~1 mA 直流为例, 若用满偏为 50 μA 、内阻为 3.5 $\text{k}\Omega$ 的磁电系微安表头直接测量 0~1 mA 的直流电流, 测量值将超出表头允许通过的最大电流 50 μA , 所以不能直接测量, 应设法将通过表头的电流限制在 50 μA 以内。

(2) 熟悉电阻元件分压、分流的基本原理和运算公式。若测量 50 μA 以上的直流电流时应在表头上并入分流电阻 R_p , 如图 1.1(a) 所示。如果分流电阻的阻值选择适当, 当被测(输入)电流在 0~1 mA 范围内变化时, 流过表头的电流将在 0~50 μA 的范围内变化, 表针也将在 0 至满刻度值的范围内偏转。若在表盘上标以相应的刻度值, 就能直接由指针的位置读出被测的电流值。所以, 问题的关键就在于如何根据被测对象和被测对象的变化范围选择满足要求的测量电路, 并准确地计算出各器件的参数值。

在图 1.1(a) 中, 可由分流公式 $I_0 = I_x \cdot R_p / (R_0 + R_p)$ 计算出分流电阻 R_p 的值。其中, I_x 为被测电流, I_0 为流过表头的电流, R_0 为表头内阻。设 n_1 为分流系数, 则有

$$I_x = \frac{I_0(R_0 + R_p)}{R_p} = n_1 I_0$$

$$n_1 = \frac{I_x}{I_0} = \frac{R_0 + R_p}{R_p}$$

分流电阻为

$$R_p = R_0 / (n_1 - 1)$$

若将被测电流的最大值 $I_{x\max} = 1 \text{ mA}$, 表头满量程值 $I_{0\max} = 50 \mu\text{A}$, 内阻 $R_0 = 3.5 \text{ k}\Omega$ 代入式中, 则分流电阻的近似值为

$$R_p = \frac{R_0}{n_1 - 1} = \frac{3.5 \times 10^3}{\frac{1 \times 10^{-3}}{50 \times 10^{-6}} - 1} \approx 184 \, \Omega$$

(3) 掌握电阻元器件的识别方法,如色环电阻值的读法。了解电阻元件的材料、标识和使用功率。实际中,若阻值参数和使用功率选择不当,会出现错误,甚至损坏器件和设备。若实际提供的阻值与所计算电阻的阻值不符,可采用可变电阻或用其它阻值的电阻经过串并转换后来替代。如果采用两个(或多个)电阻的串并联来替代某一电阻时,就要注意当阻值满足要求时,电阻的使用功率也应符合要求。

(4) 掌握直流稳压电源的使用方法。若用直流稳压电源作输入直流电流信号源使用时,应在稳压电源的输出回路中串入限流电阻,使得当电压源输出在 $0 \sim 5 \text{ V}$ 范围内变化时,电流 I_x 应在 $0 \sim 1 \text{ mA}$ 的范围内变化,限流电阻的大小可通过计算得到。

(5) 了解万用表的结构特点、原理和使用方法,能熟练运用万用表完成实训电路中各参数的测量,并掌握正确的测量方法。通过实训了解万用表测量电流、电压和电阻时表盘刻度的确定方法。

(6) 通过实训,能独立分析实训项目中各基本电路的工作原理并掌握相关元件参数的计算方法。

1.1 电阻器及其应用

为了能够正确识别、选择和使用电阻器,本节将重点介绍电阻器的种类、识别及测量的基本方法。

1.1.1 电阻器的分类

常用的电阻器种类很多,一般分为固定电阻器和可变电阻器两大类。固定电阻器是指电阻器的阻值固定不变,而可变电阻器的阻值可根据需要在一定范围内进行调节。

1. 固定电阻器

固定电阻器(简称电阻)可根据制作材料和工艺的不同,分为碳膜、金属膜和线绕式等不同类型。

(1) 碳膜电阻器(RT)。碳膜电阻器是在磁棒或瓷管上按一定工艺要求先涂一层碳质电阻膜,然后在两端装上帽盖,焊上引线,并在表面加涂保护漆,最后印上技术参数。碳膜电阻器稳定性好,电压的改变对阻值影响小。其阻值范围大,可以制作成几欧姆的低值电阻,也可以制作成几十兆欧的高值电阻。而且碳膜电阻制作成本低,价格便宜,因此是目前使用得最多的一种电阻器,常在精度要求不高的收音机、录音机中得到广泛使用。

(2) 金属膜电阻器(RJ)。金属膜电阻器的外形和碳膜电阻器的相似,只是在磁棒或瓷管表面用真空蒸发或烧渗法制成金属膜,如镍铬合金膜和金铂合金膜等。金属膜电阻器体积更小,除具有碳膜电阻器的特征外,它比碳膜电阻器的精度更高,稳定性更好,噪音更低,阻值范围更宽,最明显的是其耐热性能超过碳膜电阻器。由于制作成本高,价格较贵。因此这类电阻器主要用于精密仪器仪表和高档的家用电器中,如音响设备、录像机等。

(3) 线绕电阻器。线绕电阻器是用电阻系数较大的锰铜或镍铬合金电阻丝绕在陶瓷管上制成的。在它的外层涂有耐热的绝缘层,其两端有引线或安装金属脚,可分为固定式和可调式两种。线绕电阻器的特点是精度高,噪音小,功率大,一般可承受 $3\sim 100\text{ W}$ 的额定功率。它的最大特点是耐高温,可以在 150°C 的高温下正常工作。但由于其体积大,阻值不高(在 $1\text{ M}\Omega$ 以下),不适合 2 MHz 以上的高频电路,因此只适用于在需要大功率电阻的电路中作分压电阻、泄放电阻或滤波电阻。此外,精密的线绕电阻也用于电阻箱、测量仪器(如万用表)等电器设备和小型电讯仪器仪表中。由于线绕电阻器的电感较大,因而不能在高频电路中使用。

(4) 热敏电阻器。热敏电阻器是用热敏半导体材料经一定烧结工艺制成的。这种电阻器受热时,阻值会随着温度的变化而变化。热敏电阻器有正、负温度型之分,用户在使用时应注意这一点。正温度型电阻器(用字母 PTC 表示)随着温度的升高,阻值增大;负温度型电阻器(用字母 NTC 表示)随着温度的升高,阻值反而下降。根据这一特性,热敏电阻器在控制电路中可用于控制电流的大小和通断,常作为测温、控温、补偿、保护等电路中的感温元件。

(5) 光敏电阻器。光敏电阻器是利用硫化镉或硫化铋等具有光电效应的半导体材料制成的电阻器。光敏电阻器的阻值受外界光线强弱的影响:当外界光线增强时,阻值逐渐减小;当外界光线减弱时,阻值逐渐增大。如用硫化镉制成的光敏电阻,在无光线照射时,阻值为 $1.5\text{ M}\Omega$;而在有光线照射时,其阻值明显减小;在强光线照射时,其阻值可小至 $1\text{ k}\Omega$ 。根据光敏电阻这一特点,它常被用于电视接收机的自动亮度控制电路和光电自动控制器、照度计、电子照相机、光电开关和光报警器等电路中。

(6) 压敏电阻器。压敏电阻器是用氧化锌作为主要材料制成的半导体陶瓷器件,是对电压变化非常敏感的非线性电阻器。在一定温度和一定电压范围内,当外界电压增大时,阻值减小;当外界电压减小时,其阻值反而增大,因此,压敏电阻能使电路中的电压始终保持稳定,在电子线路中可用于开关电路、过压保护、消噪电路、灭火花电路和吸收回路中。

2. 可变电阻器

可变电阻器是指其阻值在规定的范围内可任意调节的变阻器,它可分为半可调电阻器和电位器两类。

(1) 半可调电阻器。半可调电阻器是指电阻值虽然可以调节,但在使用时经常固定在某一阻值上的电阻器。这种电阻器一经装配,其阻值就固定在某一数值上,如晶体管应用电路中的偏流电阻。在电路中,如果需作偏置电流的调整,只要微调其阻值即可。半可调电阻器中,功率较小的大多属于碳膜电阻器,功率较大的则多属于线绕电阻器,它常在收音机中作电源滤波和调整偏流用。

(2) 电位器。电位器是通过旋转轴来调节阻值的可变电阻器。普通电位器由外壳、旋转轴、电阻片和三个引出端子组成。当转动旋转轴时,电位器的接触簧片紧贴着电阻片转动,使两个引出端的阻值随着轴的转动而变化。由于电位器的阻值具有可调性,因此常用作分压器和变阻器,如收录机的音量调节及电视机的亮度与对比度调节等都用电位器来控制。电位器的种类很多,常见的有模式电位器、实心式电位器、绕线式电位器等三大类。

此外, 还有其他特殊类型的电阻, 如气敏电阻、湿敏电阻等, 它们的分类、特点和应用将在其他课程中介绍。常用电阻器如图 1.2 所示。

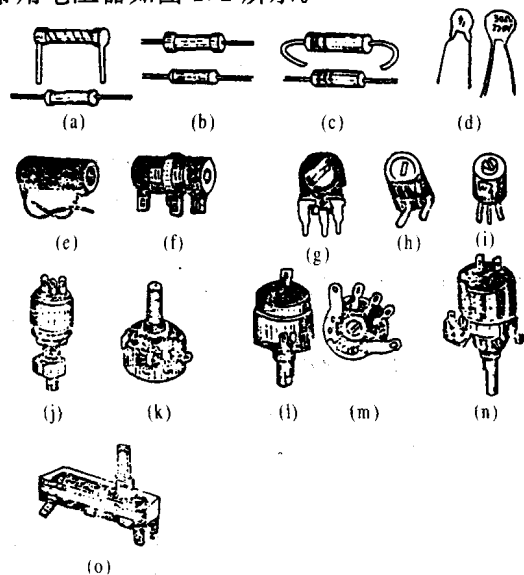


图 1.2 常用电阻器外形图

(a) 碳膜电阻; (b) 金属膜电阻; (c) 碳质电阻; (d) 片状热敏电阻; (e) 线绕电阻; (f) 滑动线绕电阻; (g)、(h)、(i) 微调可变电阻; (j)、(k)、(l)、(m)、(n)、(o) 各种电位器

1.1.2 电阻器的型号及命名

电阻器的型号很多, 根据国家标准(GB2470—81)规定, 国产电阻器的型号由四个部分组成。

第一部分用字母表示产品名称, 如用 R 表示电阻, W 表示电位器。

第二部分用字母表示产品制作材料, 如用 T 表示碳膜, 用 J 表示金属膜, 用 X 表示线绕等, 如表 1-3 所示。

表 1-3 电阻器材料与字母对照表

符号	H	I	J	N	S	T	X	Y
材料	合成膜	玻璃 釉膜	金属膜	无机 实心	有机 实心	碳膜	线绕	氧化膜

第三部分用数字或字母表示产品分类, 如表 1-4 和表 1-5 所示。

表 1-4 电阻产品分类与数字对照表

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
产品分类	普通	普通	超高频	高阻	高温	—	精密	高压	特殊

表 1-5 电阻产品分类与字母对照表

字母	G	T	W	D
产品分类	高功率	可调	—	—

第四部分用数字表示产品序列号。例如 RJ-71 为精密金属膜电阻, RXT-2 为可调线绕电阻。

1.1.3 电阻器的主要性能指标

1. 允许偏差

允许偏差是指电阻器的标称阻值与实际阻值之差。在电阻器的生产过程中, 由于技术原因实际电阻值与标称电阻值之间难免存在偏差, 因而规定了一个允许偏差参数, 也称为精度。常用电阻器的允许偏差分别为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$, 对应的精度等级分别为 I、II、III 级。我国电阻器的标称阻值有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 几种系列, 其中 E6、E12、E24 比较常用, 如表 1-6 所示。标称值不连续分布, 若将表中各数乘 10^n 可得到不同阻值的电阻器, 如 1.1×10^3 为 $1.1 \text{ k}\Omega$ 电阻器。

电位器的允许偏差、精度等级系列和标称阻值系列与电阻器相同, 其差别是电位器的标称阻值是指电位器的最大值。

表 1-6 电阻器参数表

系列	允许偏差	标 称 值												精度等级
E24	$\pm 5\%$	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	I
		3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1	
E12	$\pm 10\%$	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2	II
E6	$\pm 20\%$	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8							III

2. 额定功率 P

额定功率 P 是指在一定条件下, 电阻器能长期连续负荷而不改变性能的允许功率。额定功率的大小也称为瓦(W)数的大小, 如 $1/8 \text{ W}$ 、 $1/4 \text{ W}$ 、 $1/2 \text{ W}$ 、 1 W 、 2 W 、 3 W 、 5 W 、 10 W 、 20 W , 一般用数字印在电阻器的表面上。如果无此标示, 可由电阻器的体积大致判断其额定功率的大小。如 $1/8 \text{ W}$ 电阻器的外形尺寸长为 8 mm 、直径为 2.5 mm ; $1/4 \text{ W}$ 电阻器的外形尺寸长为 12 mm 、直径为 2.5 mm 。

电位器额定功率的意义与电阻器相同。

1.1.4 电阻器的识别方法

电阻器的主要参数(标称阻值和允许误差)可标在电阻器上, 以供识别。