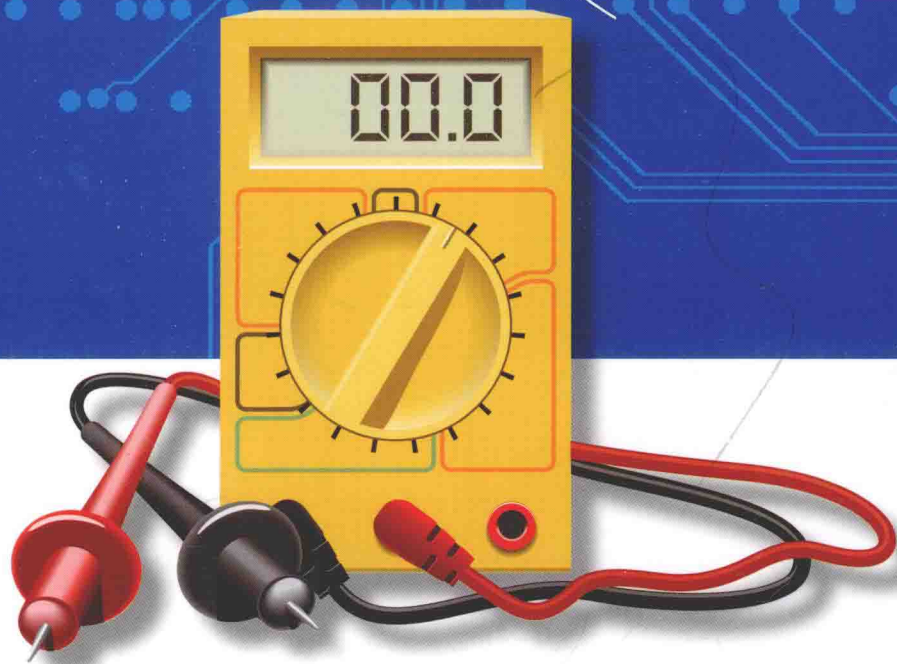


新版

电工电子 技能实训教程

唐树森 舒奎 王立 编著



中国工信出版集团



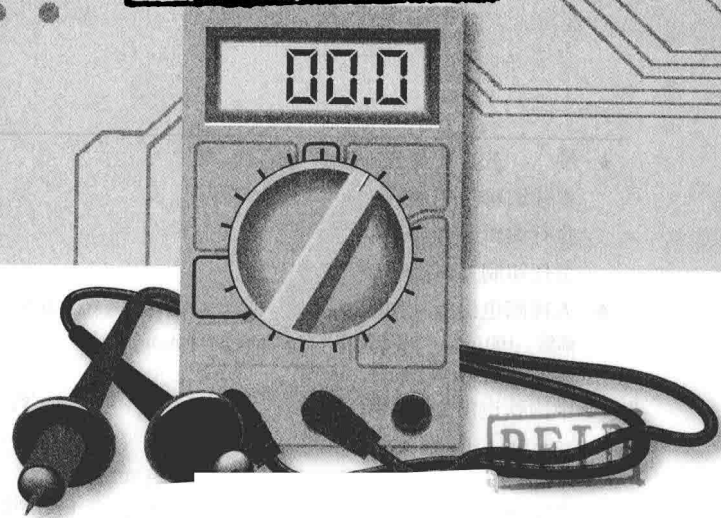
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

第2版

电工电子 技能实训教程

唐树森 舒奎 王立 编著

常州大学图书馆
藏书章



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

新版电工电子技能实训教程 / 唐树森, 舒奎, 王立
编著. — 2版. — 北京: 人民邮电出版社, 2016.10
ISBN 978-7-115-43642-9

I. ①新… II. ①唐… ②舒… ③王… III. ①电工技
术—高等学校—教材②电子技术—高等学校—教材 IV.
①TM②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第230350号

内 容 提 要

本书是按照教育部高等院校实践教学水平评估和教学大纲的基本要求, 结合当前教学改革的需要, 总结了近几年的实践教学改革经验编写而成的, 是专门面向实践教学环节的实训指导书。

本书内容分为3篇: 第一篇为电工电子认识实习指导, 内容包括常用电子元器件基础知识、电工技术基础知识和常用电子技术设备指导; 第二篇为电工电子装配实习指导, 分别介绍了万用表和调频调幅收音机的原理与安装工艺; 第三篇为电类专业生产实习指导, 介绍了电子线路原理图与印制电路板设计技术、EDA技术以及电子线路设计软件Multisim与硬件调试平台ELVIS的联合开发方法。

本书可作为高等院校各类工科技术及相关专业(包括生产过程自动化、应用电子技术、机电应用技术、工业企业电气自动化等)的实训教材或指导书, 也可以作为高职、函授、成人高校教材。

◆ 编 著 唐树森 舒 奎 王 立

责任编辑 王朝辉

执行编辑 杜海岳

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

中国铁道出版社印刷厂印刷

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 19.75

字数: 476千字

2016年10月第2版

2016年10月北京第1次印刷

定价: 45.00元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

前 言

电工技术与电子技术是高等工科院校实践性很强的技术基础课程。为了培养高素质的专业技术人才,在理论教学的同时,必须十分重视和加强实践性教学内容。如何在实践教学过程中培养学生的实践能力、实际操作能力、独立分析问题和解决问题的能力、创新思维能力和理论联系实际的能力,是高等工科院校着力探索与实践的重大课题。

本教材是按照教育部高等院校实践教学水平评估和教学大纲的基本要求,结合当前教学改革的需要,总结了近几年的实践教学改革经验编写而成的,是专门面向实践教学环节的实训指导书。

本书内容分为3篇:第一篇为电工电子认识实习指导,内容包括常用电子元器件基础知识、电工技术基础知识和常用电子技术设备指导;第二篇为电工电子装配实习指导,分别介绍了万用表和调频调幅收音机的原理与安装工艺;第三篇为电类专业生产实习指导,介绍了电子线路原理图与印制电路板设计技术、EDA技术以及电子线路设计软件 Multisim 与硬件调试平台 ELVIS 的联合开发方法。

本书的特点是突出实用、强调能力、分段培养。注重实用技术的传授,以培养动手能力为主线,重点放在实际操作技能的训练上,培养学生解决实践问题的能力;遵循循序渐进的原则,按照基础知识—基础训练—综合技能训练的顺序合理安排。

本书内容涉及面比较广泛,可作为高等院校各类工科技术及相关专业(包括生产过程自动化、应用电子技术、机电应用技术、工业企业电气自动化等)的实训教材或指导书,也可以作为高职、函授、成人高校教材。

本书主要由大连工业大学唐树森副教授、王立高级工程师、舒奎副教授和李博实验师参与编著,另外参与第一版编著的还有何文波工程师、张素娟工程师。本书在编写的过程中得到了大连工业大学实践教学管理中心和信息学院的关心和支持,在此对他们表示由衷的感谢!

由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评、指正。

编著者

目 录

第一篇 电工电子认识实习指导

第 1 章 常用电子元器件	1
1.1 电阻器	1
1.1.1 分类	1
1.1.2 参数规格及符号	1
1.1.3 性能	4
1.1.4 使用及检测	6
1.2 电容器	7
1.2.1 分类	7
1.2.2 参数规格及符号	8
1.2.3 性能	11
1.2.4 使用及检测	12
1.3 电感器	13
1.3.1 分类	14
1.3.2 参数规格及符号	14
1.3.3 性能	15
1.3.4 使用及检测	16
1.4 二极管	16
1.4.1 分类	17
1.4.2 参数规格及符号	17
1.4.3 性能	18
1.4.4 使用及检测	20
1.5 三极管	21
1.5.1 分类	21
1.5.2 参数规格及符号	21
1.5.3 性能	23
1.5.4 使用及检测	24
1.6 场效应管	26
1.6.1 分类	26
1.6.2 参数规格及符号	26
1.6.3 性能	27
1.6.4 使用及检测	28
1.7 晶闸管	30

1.7.1	分类	30
1.7.2	参数规格及符号	30
1.7.3	性能	31
1.7.4	使用及检测	33
1.8	单结管	38
1.8.1	符号及参数规格	38
1.8.2	性能	39
1.8.3	使用及检测	40
1.9	半导体集成电路	41
1.9.1	分类	41
1.9.2	参数规格及符号	42
1.9.3	使用及检测	46
1.10	焊接技术	48
1.10.1	焊接工具	48
1.10.2	元器件的焊接	50
第2章	电工技术基础知识	54
2.1	常用低压电器	54
2.1.1	刀开关、负荷开关和组合开关	54
2.1.2	低压断路器	56
2.1.3	主令电器	58
2.1.4	熔断器	60
2.1.5	接触器	61
2.1.6	继电器	65
2.1.7	电器元件的维护	69
2.2	低压配电线路	70
2.2.1	概述	70
2.2.2	导线截面积的选择	71
2.2.3	配电箱	72
2.3	低压配电线路安装工艺及规程	73
2.3.1	进户线路	73
2.3.2	电缆线	77
第3章	电子仪器设备使用指导	82
3.1	BT3C-B型频率特性测试仪	82
3.1.1	概述	82
3.1.2	仪器成套性	82
3.1.3	性能参数	83
3.1.4	仪器方框图	83
3.1.5	原理简述	84
3.1.6	仪器面板布局及操作说明	84

3.1.7	仪器使用与存放须知	85
3.1.8	仪器的应用测量和检查	86
3.1.9	仪器的维修	87
3.2	UT39A/B/C 型数字万用表	88
3.2.1	概述	88
3.2.2	仪器的成套性	88
3.2.3	安全操作准则	88
3.2.4	安全标志	89
3.2.5	综合指标	89
3.2.6	外观结构	90
3.2.7	按键功能及自动关机	90
3.2.8	显示符号及其含义	91
3.2.9	操作说明	91
3.2.10	技术指标	94
3.3	YB1713 双路直流电源	97
3.3.1	概述	97
3.3.2	性能指标	98
3.3.3	工作原理	98
3.3.4	使用方法	100
3.3.5	一般维修	101
3.3.6	成套性	101
3.3.7	储存	101
3.4	YB4320G/40G/60G 示波器	102
3.4.1	概述	102
3.4.2	仪器的成套性	102
3.4.3	使用注意事项	102
3.4.4	面板控制键作用说明	103
3.4.5	操作方法	107
3.4.6	技术指标	114
3.4.7	保养与储存	116
3.5	SG2270 型超高频毫伏表	116
3.5.1	概述	116
3.5.2	性能特性	116
3.5.3	工作原理	117
3.5.4	结构特性及使用方法	117
3.5.5	维修、故障处理	118
3.5.6	仪表的成套性	118
3.6	SG3320 多功能计数器	118
3.6.1	概述	118

3.6.2	技术指标	119
3.6.3	工作原理	120
3.6.4	结构特征	121
3.6.5	使用说明	121
3.6.6	维护与维修	124
3.6.7	仪器的成套性	125
3.7	SG1052S 高频信号发生器	125
3.7.1	概述	125
3.7.2	工作特性	125
3.7.3	工作原理	126
3.7.4	结构特征	127
3.7.5	使用操作	129
3.7.6	仪器的成套性	129
3.8	Create-DCD 数控钻床	129
3.8.1	概述	129
3.8.2	Create-DCD 特点	130
3.8.3	Create-DCD 技术参数	130
3.8.4	Create-DCD 数控钻床的标准配置	130
3.8.5	数控钻床的安装	131
3.8.6	软件的使用	132

第二篇 电工电子装配实习指导

第 4 章	数字万用表原理与安装工艺	133
4.1	数字万用表原理介绍	133
4.1.1	双积分 A/D 转换器	133
4.1.2	直流电压的测量	135
4.1.3	直流电流的测量	137
4.1.4	交流电压的测量	138
4.1.5	电阻的测量	138
4.2	DT830B 数字万用表技术指标	139
4.2.1	直流电压	139
4.2.2	直流电流	139
4.2.3	交流电压	139
4.2.4	电阻	140
4.2.5	三极管	140
4.3	数字万用表元器件介绍	140
4.3.1	DT830B 数字万用表元器件清单	140
4.3.2	电阻器	142
4.3.3	液晶显示屏	143

4.4	数字万用表装配步骤	143
4.5	数字万用表的调试	144
4.6	DT830B 数字万用表的使用	145
第 5 章	调频调幅收音机原理与安装工艺	146
5.1	无线电通信的基础知识	146
5.1.1	无线电波的划分	146
5.1.2	无线电波的传播	147
5.1.3	无线电广播的基本原理	148
5.2	无线电传播信号的处理	149
5.2.1	调制与解调	149
5.2.2	振幅调制与频率调制	150
5.2.3	检波与鉴频	152
5.3	收音机的构成及工作原理	155
5.3.1	收音机的分类	155
5.3.2	收音机的性能指标	155
5.3.3	收音机的工作原理和电路结构	156
5.3.4	收音机的附属电路	175
5.4	收音机的安装工艺	178
5.4.1	元器件及选择	178
5.4.2	HX108-2 调幅收音机安装工艺	183
5.4.3	HX203FM/AM 收音机安装工艺	187
5.5	测量与调试	190
5.5.1	直流工作点的调试	190
5.5.2	中频的调整	191
5.5.3	统调跟踪	191
5.5.4	HX108-2 型外差式收音机测量与调试	195
5.5.5	HX203 AM/FM 收音机的测量与调试	198

第三篇 现代电子线路设计技术指导——电类专业生产实习指导

第 6 章	电子线路原理图与印制电路板设计技术	203
6.1	Protel DXP 2004 软件简介	203
6.1.1	Protel DXP 的组成及特点	203
6.1.2	Protel DXP 的安装与启动	205
6.1.3	Protel DXP 的主窗口	206
6.1.4	Protel DXP 的设置	210
6.2	Protel DXP 2004 原理图设计基础	213
6.2.1	原理图设计一般步骤	213
6.2.2	工作环境设置	214
6.2.3	原理图的绘制	215

6.2.4	建立网络表	220
6.3	印制电路板 (PCB) 设计基础	221
6.3.1	PCB 的相关概念	221
6.3.2	PCB 设计的流程和原则	222
6.3.3	PCB 编辑环境	224
6.3.4	PCB 文件的创建	225
6.3.5	PCB 设计环境的设置	230
6.3.6	原理图信息的导入	234
6.3.7	元器件的放置及封装的修改	235
6.3.8	布线	238
6.3.9	PCB 设计的检查	241
6.3.10	PCB 图的打印及文件输出	241
第 7 章	EDA 技术	244
7.1	EDA 设计流程	244
7.1.1	设计输入	245
7.1.2	综合	245
7.1.3	元器件适配	246
7.1.4	仿真	246
7.1.5	编程下载	246
7.2	原理图输入设计方法	246
7.3	VHDL 设计	254
7.3.1	概述	254
7.3.2	VHDL 的基本结构	254
7.3.3	VHDL 的基本语句	259
7.4	电子线路实验举例	265
7.4.1	两位十进制频率计原理图输入设计	265
7.4.2	2 选 1 多路选择器 VHDL 设计	267
7.4.3	简单时序电路的设计	268
7.4.4	利用例化语句设计一位二进制全加器	270
第 8 章	ELVIS 与 Multisim 的联合应用	272
8.1	NI ELVIS 简介	272
8.2	NI ELVIS 硬件	272
8.2.1	NI ELVIS 硬件简介	272
8.2.2	NI ELVIS 平台工作站	273
8.2.3	NI ELVIS 原型实验板	275
8.3	NI ELVISmx 软件	278
8.3.1	NI 配置管理软件 MAX	278
8.3.2	软前面板 (SFP) 工具	279
8.4	NI Multisim II	281

8.4.1	NI Multisim II 的基本操作界面	281
8.4.2	菜单栏	282
8.4.3	元器件库	285
8.4.4	虚拟仪器的使用方法	286
8.5	ELVIS 与 Multisim 的应用举例	293
8.5.1	共射极单管放大器电路	293
8.5.2	基于 NI ELVIS II 的半波整流电路	300

第一篇 电工电子认识实习指导

第 1 章 常用电子元器件

1.1 电 阻 器

电阻器是电子产品中用得最多的元件，随着电子技术的不断发展，电阻器的品种也日益增多。它是一种耗能元件，主要用来稳定和调节电路中电流和电压的大小，在电路中起限流、降压、分流、隔离和分压等作用。

1.1.1 分类

电阻器分类方法很多，按制造工艺和材料，电阻器可分为：合金型、薄膜型和合成型。按照使用范围和用途，电阻器又可分为：普通型电阻器、精密型电阻器、高频型电阻器、高压型电阻器、高阻型电阻器、熔断型电阻器、敏感型电阻器、电阻网络、无引线片式电阻器等。最常见的是按阻值特性分类，如图 1-1 所示。

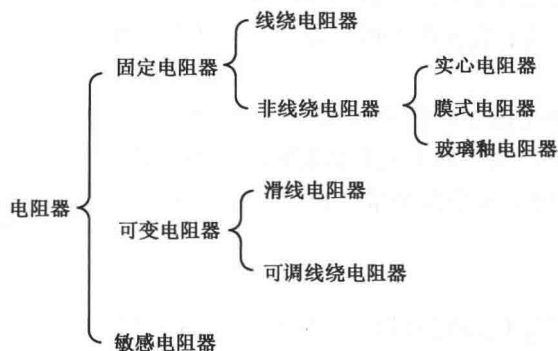


图 1-1 常见的电阻器分类

1.1.2 参数规格及符号

1. 参数规格

电阻器的主要参数有标称阻值、允许误差（精度等级）、额定功率、温度系数、噪声、

最高工作电压、高频特性等。在选用电阻器时一般只考虑标称阻值、允许误差和额定功率这3项最主要的参数，其他参数在有特殊需要时才考虑。

(1) 标称阻值

标识在电阻器上的电阻值简称标称值。不同精度等级的电阻器，其阻值系列不同。标称阻值是按国家规定的电阻器标称阻值系列选定的，标称电阻值单位用欧（Ω）、千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）。标称阻值系列如表 1-1 所示。

表 1-1 普通电阻器的标称阻值系列

E24 允许误差 ± 5%	E12 允许误差 ± 10%	E6 允许误差 ± 20%	E24 允许误差 ± 5%	E12 允许误差 ± 10%	E6 允许误差 ± 20%
1.0	1.0	1.0	3.3	3.3	3.3
1.1			3.6		
1.2	1.2		3.9	3.9	
1.3			4.3		
1.5	1.5	1.5	3.7	4.7	4.7
1.6			5.1		
1.8	1.8		5.6	5.6	
2.0			6.2		
2.2	2.2	2.2	6.8	6.8	6.8
2.4			7.5		
2.7	2.7		8.2	8.2	
3.0			9.1		

(2) 允许误差

电阻器的允许误差就是指电阻器的实际阻值对于标称阻值的允许最大误差范围，它标志着电阻器的阻值精度。普通电阻器的误差有±5%、±10%、±20% 3 个等级，允许误差越小，电阻器的精度越高。精密电阻器的允许误差可分为±2%、±1%、±0.5%……±0.001%等十几个等级。

(3) 额定功率

在规定的环境温度和湿度下，假设周围空气不流通，在长期连续工作而不损坏或基本不改变电阻器性能的情况下，电阻器上允许消耗的最大功率即为额定功率。额定功率的单位为瓦（W）。一般选用额定功率时要有余量（1~2 倍余量）。

2. 电阻器的符号

电阻器的表示符号国家已制定有相应的标准，如图 1-2 所示。

3. 电阻器阻值和误差的标注方法

(1) 直标法

直标法就是把电阻器的参数规格等信息直接标注在其表面，如图 1-3 所示。

(2) 文字符号法

文字符号法是用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来标称阻值，其允许误差也用文字符号表示，如图 1-4 所示，其中最后一位为允许误差。

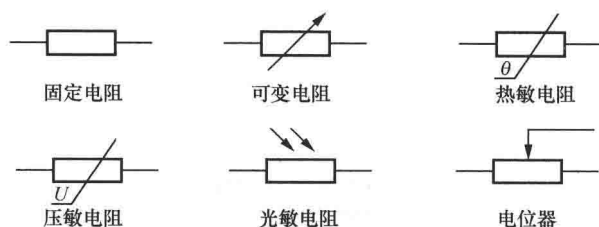


图 1-2 电阻器的符号

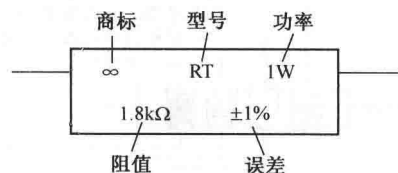


图 1-3 直标法

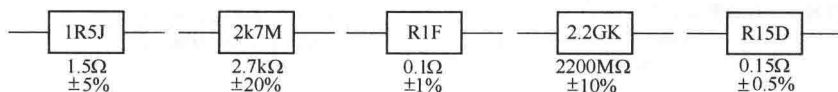


图 1-4 文字符号法

表示电阻单位的文字符号和表示允许误差的文字符号如表 1-2 所示。

表 1-2 电阻文字符号

文字符号	所表示单位	文字符号	所表示允许误差	文字符号	所表示允许偏差
R	欧姆 (Ω)	Y	$\pm 0.001\%$	D	$\pm 0.5\%$
k	千欧姆 ($10^3\Omega$)	X	$\pm 0.002\%$	F	$\pm 1\%$
M	兆欧姆 ($10^6\Omega$)	E	$\pm 0.005\%$	G	$\pm 2\%$
G	吉欧姆 ($10^9\Omega$)	L	$\pm 0.01\%$	J	$\pm 5\%$
T	太欧姆 ($10^{12}\Omega$)	P	$\pm 0.02\%$	K	$\pm 10\%$
		W	$\pm 0.05\%$	M	$\pm 20\%$
		B	$\pm 0.1\%$	N	$\pm 30\%$
		C	$\pm 0.25\%$	—	—

(3) 数码法

数码法用 3 位阿拉伯数字表示，前两位表示阻值的有效数字，第三位数表示有效数字后面零的个数。当阻值小于 10Ω 时，以 xRx 表示 (x 代表数字)，将 R 看作小数点，如图 1-5 所示。

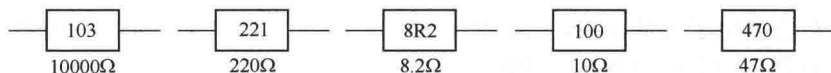


图 1-5 数码法

(4) 色标法

色标法是用不同颜色的色带或点在电阻器表面标出标称阻值和误差值的方法。色标法分两种。

① 两位有效数字的色标法。普通电阻器用 4 条色带表示标称阻值和允许误差，其中 3 条表示阻值，一条表示误差，如图 1-6 所示。例如，电阻器上的色带依次为绿、黑、橙和无色，则表示 $50 \times 1000 = 50k\Omega$ ，其误差是 $\pm 20\%$ ；电阻的色标是红、红、黑、金，其阻值是 $22 \times 1 = 22\Omega$ ，误差是 $\pm 5\%$ ；又如，电阻的色标是棕、黑、金、金，其阻值为 $10 \times 0.1 = 1\Omega$ ，误差为 $\pm 5\%$ 。

② 3 位有效数字色标法。精密仪器用 5 条色带表示标称值和允许误差，如图 1-7 所示。例如，色带是棕、蓝、绿、黑、棕，表示 $165\Omega \pm 1\%$ 的电阻值。



图 1-6 2 位有效数字的阻值色标表示法

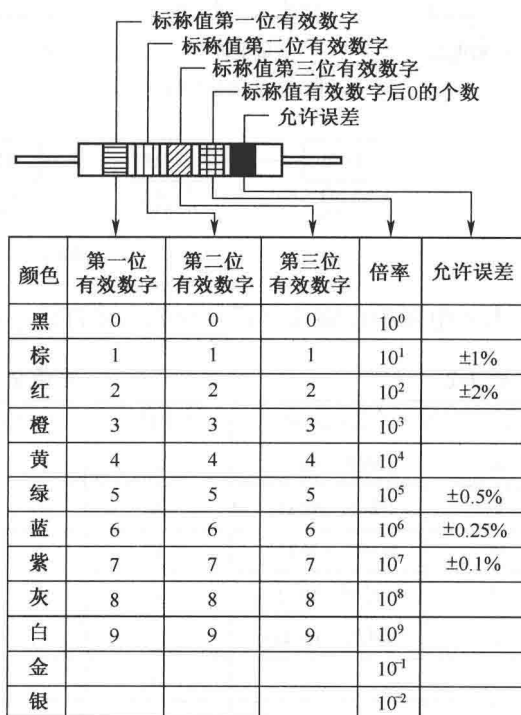


图 1-7 3 位有效数字的阻值色标表示法

1.1.3 性能

电阻器是一种与频率无关的元件，也就是说在任何频率的电路中，同一个电阻所表现出的阻值是一样的。不仅如此，电阻器在直流电路、交流电路中所呈现的阻值也是相同的，所以电阻器电路对许多电子元件来说，特性比较单纯，分析起来也比较简单。电阻器之所以能够降压限流，主要是因为电阻器是一种耗能元件，有电流流过电阻器时，消耗电能而发热，即将一部分电能转化成热能消耗掉。所以在实际电路中，我们常看到电阻器以负载的形式出现，且其特性满足欧姆定律。

下面我们重点了解一下几种敏感电阻器的主要性能。

敏感电阻器是指那些电特性对外界温度、电压、机械力、亮度、湿度、磁通密度、气体浓度等物理量反应敏感的电阻元件。目前，常见的敏感电阻器有热敏、光敏、压敏、力敏、湿敏、气敏和磁敏电阻器。

1. 热敏电阻器

热敏电阻器是利用半导体的电阻率受温度的影响很大的性质制成的温度敏感元件。常常

分为负温度系数热敏电阻器（即阻值随温度上升而减小的热敏电阻，简称 NTC）和正温度系数热敏电阻器（即阻值随温度上升而增加的热敏电阻，简称 PTC）。按照工作温度范围的不同，又可分为常温热敏电阻器（其工作温度范围 $-55\sim 315^{\circ}\text{C}$ ）、低温热敏电阻器（其工作温度范围小于 -55°C ）和高温热敏电阻器（其工作温度范围大于 315°C ）。

热敏电阻器的构造包括：用热敏材料制成的电阻体（敏感元）、引线及壳体。根据使用要求，可以把热敏电阻器制成各种形状，如图 1-8 所示。

2. 光敏电阻

光敏电阻是利用半导体材料的电阻率受光照的影响很大的性质制成的。

(1) 光敏电阻的结构及种类

光敏电阻利用半导体光电材料制成，它是由一块涂在绝缘板上的光电导体薄膜和两个电极所构成的。外加一定电压后，光生载流子在电场的作用下沿一定方向运动，即在回路中形成电流，这就达到了光电转换的目的。其原理如图 1-9 所示。

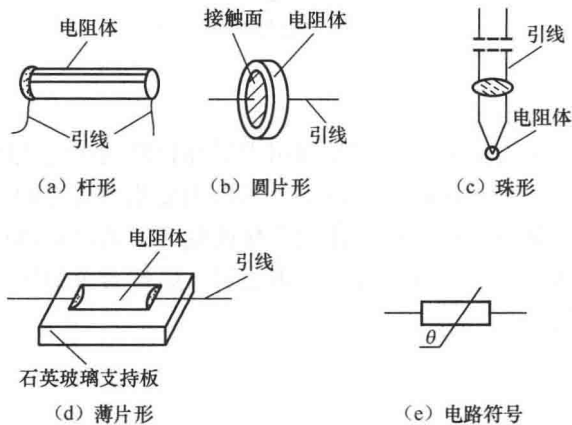


图 1-8 热敏电阻的结构和符号

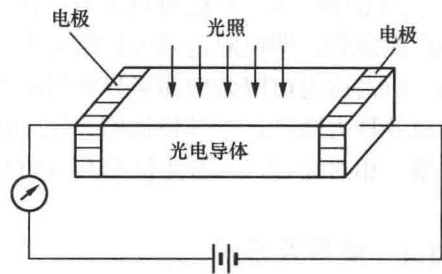


图 1-9 光敏电阻的原理

(2) 光敏电阻的光照特性和伏安特性

光敏电阻的光照特性指其电阻随光照强度变化的关系。图 1-10 所示是典型的硫化镉光敏电阻的光照特性。从图中可见，随光照强度的增加，光敏电阻的阻值迅速下降，然后逐渐趋于饱和，这时如光强再增大，电阻变化很小。

光敏电阻的伏安特性指光敏电阻上外加电压和流过的电流的关系。图 1-11 是典型的烧结膜光敏电阻的伏安特性。由图可见，所加电压愈高，光电流愈大，无饱和现象，同时，不同的光照，伏安特性有不同的斜率。

3. 压敏电阻

压敏电阻是一种电压敏感元件，其品种很多，有氧化锌压敏电阻、碳化硅压敏电阻及钛酸钡压敏电阻、金属氧化物压敏电阻等。目前使用较多的是氧化锌压敏电阻。

普通电阻遵守欧姆定律，而压敏电阻的电压和电流呈非线性关系。当压敏电阻两端所加电压低于标称额定电压值时，压敏电阻的电阻值接近无穷大，内部几乎无电流流过。当压

敏电阻两端电压略高于标称额定电压时，压敏电阻将迅速击穿导通，并由高阻状态变为低阻状态，工作电流也急剧增大。当其两端电压低于标称额定电压时，压敏电阻又能恢复为高阻状态。当压敏电阻两端电压超过其最大限制电压时，压敏电阻将被完全击穿损毁，无法自行恢复。

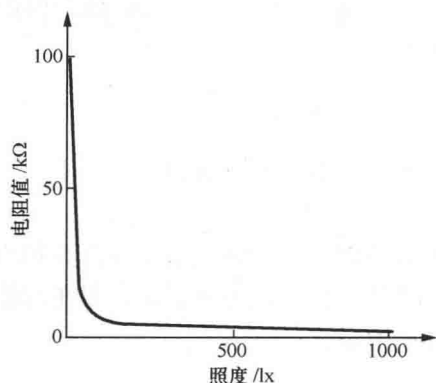


图 1-10 光敏电阻的光照特性

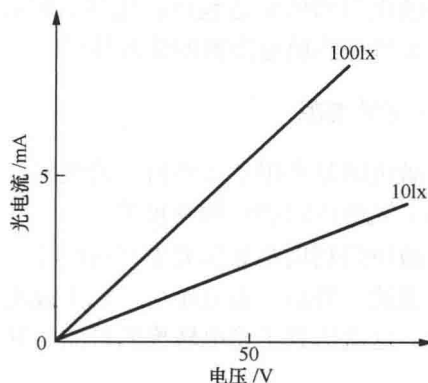


图 1-11 光敏电阻的伏安特性

4. 力敏电阻

力敏电阻是一种能将机械力转换为电信号的特殊元件，它是利用半导体材料的压力电阻效应制成的，即电阻值随外加压力大小而改变。力敏电阻是一种阻值随压力变化而变化的电阻。所谓压力电阻效应即半导体材料的电阻率随机械应力的变化而变化的效应。力敏电阻可制成各种力矩计、半导体话筒、压力传感器等，主要品种有硅力敏电阻器、硒碲合金力敏电阻器。相对而言，合金电阻器具有更高灵敏度。

1.1.4 使用及检测

电阻器在使用前应用测量仪表（如万用表）检查一下，看其阻值是否与标称值相符。实际使用时，在阻值和额定功率不能满足要求的情况下，可采用电阻串、并联的方法解决。但要注意，除了计算总电阻值是否符合要求外，还要注意每个电阻器所承受的功率是否合适，即额定功率值要比承受功率大 2 倍以上。使用电阻器时，除了不能超过额定功率，防止受热损坏外，还应注意不超过最高工作电压，否则电阻器内部会产生火花引起噪声。

电阻器种类繁多，性能各有不同，应用范围也有很大区别。要根据电路不同用途和不同要求选择不同种类的电阻器。在耐热性、稳定性、可靠性要求较高的电路中，应该选用金属膜或金属氧化膜电阻；在要求功率大、耐热性好，工作频率不高的电路中，可选用线绕电阻器；对于无特殊要求的一般电路，可使用碳膜电阻，以降低其成本。电阻器用于替换时，大功率的电阻器可代换小功率的电阻器，金属膜电阻器可代换碳膜电阻器，固定电阻器与半可调电阻器可相互代替使用。

电阻器的阻值可采用万用表的欧姆挡进行测量。首先要进行万用表调零，然后选择不同挡位，使指针尽可能指示在表盘的中部，以提高测量精度。如果用数字式万用表来测电阻器