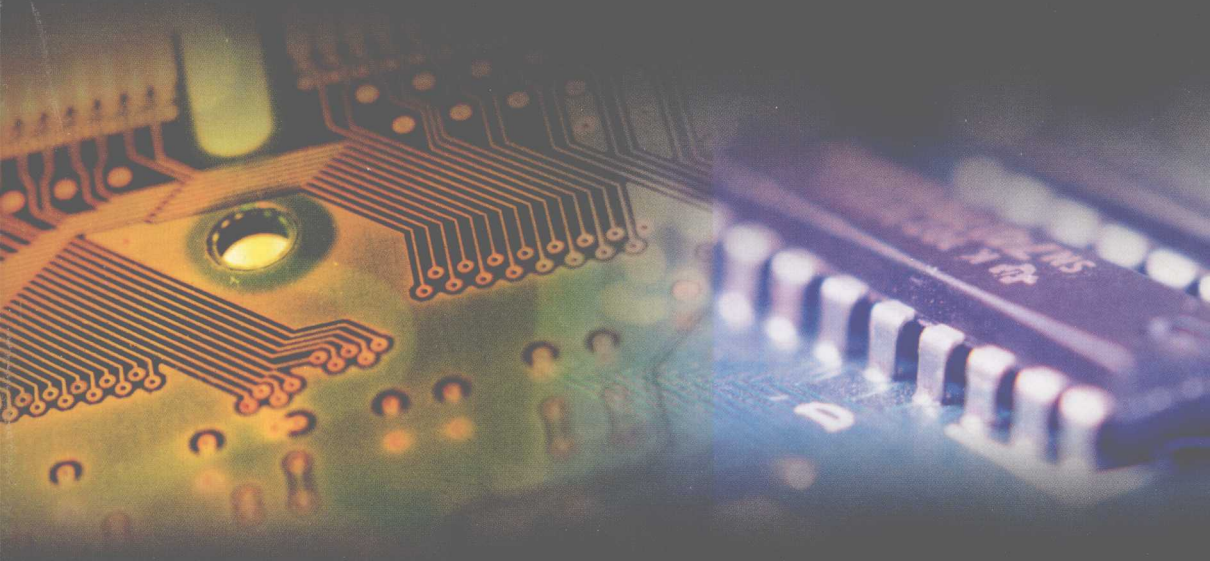




高等职业教育人才培养创新教材出版工程



电子技术实训与制作

■ 陈守林 主 编



科学出版社

www.sciencep.com

● 高等职业教育人才培养创新教材出版工程

电子技术实训与制作

陈守林 主编

马起朋 方尧江
张孝红 张春富

参编

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书比较详细地介绍了基本电子元器件的识别、判断、测量方法及常用仪器仪表的使用等基础知识,以实验实训的结构形式精选、安排了大量与“电子电工”和“数字电路”课程相对应的技能训练项目;实用电子制作部分具有实用性和趣味性,可供学生业余制作或与前面内容配合训练使用。

本书可供高职高专院校应用电子技术、电子信息类及机械电子类相关专业作为实训教材使用,同时也可作为其他职业学校、成人教育教材,对电子爱好者也是一本较好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实训与制作/陈守林主编. —北京:科学出版社,2005

(高等职业教育人才培养创新教材出版工程)

ISBN 7-03-016158-0

I. 电… II. 陈… 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 094603 号

责任编辑:刘宝莉 余 丁 / 责任校对:张怡君

责任印制:安春生 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 9 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2005 年 9 月第一次印刷 印张:19 1/4

印数:1—4 000

字数:366 000

定价:24.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

本书是高职高专院校应用电子技术、电气自动化、机电一体化、电机与电器等机械电子类、IT类专业实验实训教材,它贯彻了以能力为本的教学思想,落实了“培养技能,重在应用”的原则,在整体编写思路很好地体现了职业教育的特色。

本书作为高职高专教材,密切联系生产过程实际,以就业为导向,重视学生职业能力的培养,做到有的放矢,有针对性和方向性。

本书的编者多为具有副高级以上职称的专业教师。在编写过程中,我们综合了多年的职业教学经验,充分考虑了学生的基础情况和科学技术发展现状,增加实际案例的应用与分析,以培养应用性技能型人才为目的,以“必须、够用”为尺度,结合“电路分析基础”、“电子技术基础”及“数字逻辑电路”理论课程实践训练需求,以实验实训的结构形式,分别选编了15个项目。第一章、第五章作为基础训练内容,既可以用于课堂教学,又可以用于学生的业余训练,也可以供业余电子爱好者参考。

本书是实验实训教材,主要内容包括常用元器件的判别与仪器仪表的使用,“电路分析基础”、“电子技术基础”、“数字电子技术”课程实训项目及实用电子制作等五大章。

第一章为常用仪器仪表使用与元器件的判别和测量,介绍电阻、电容、电感及晶闸管等常用元器件读值方法及好坏判别等基本知识,万用表、示波器等仪器仪表的原理与使用方法;第二章为电路分析基础,介绍电路的基本概念与基本定律、电路的分析方法、交流电路等实训项目;第三章为电子技术基础,主要包括半导体器件的检测训练,交流放大电路、直流运算放大电路、电源电路等实训项目;第四章为数字逻辑电路,介绍微分积分电路、限幅嵌位电路、多谐振荡器、触发器、时序逻辑、A/D与D/A转换、555定时器等内容;第五章为电子制作,提供了原理简单、易于操作,有实用性和趣味性的电子制作电路供学生业余训练用。

本书由山东经贸职业学院机电工程系组织编写。陈守林任主编,提出全书的总体构思和编写指导思想,并对全书进行了统稿。第一章由马起朋、张春富、方尧江编写;第二章由张春富编写;第三章由方尧江编写;第四章由张孝红编写;第五章主要由陈守林、马起朋编写。本书在编写过程中得到了山东经贸职业学院教务与科研处的大力支持,在此一并表示感谢。

鉴于编者水平有限,且时间仓促,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

目 录

前言

第一章 常用元器件的判别与仪器仪表的使用	1
1.1 电阻器与电位器	1
1.2 电容器	11
1.3 电感器	20
1.4 晶闸管	24
1.5 万用表	32
1.6 钳形表	40
1.7 示波器	41
1.8 信号发生器	52
第二章 电路分析基础	60
2.1 电源的外特性实训	60
2.2 基尔霍夫定律实训	62
2.3 电流表和电压表的扩程实训	66
2.4 用惠斯通电桥测电阻实训	70
2.5 叠加定理实训	73
2.6 戴维南定理实训	76
2.7 电容器的充放电特性实训	78
2.8 互感电路研究实训	83
2.9 串联谐振实训	86
2.10 并联谐振实训	89
2.11 荧光灯的安装及功率因数的提高实训	92
2.12 三相负载的星形联结实训	96
2.13 三相负载的三角形联结实训	99
2.14 三相异步电动机的使用实训	103
2.15 一阶动态电路响应的研究实训	109
第三章 电子技术基础	113
3.1 晶体二极管的判别与检测实训	113

3.2	晶体三极管的判别与检测实训	116
3.3	低频信号电压放大器实训	122
3.4	差动放大器实训	133
3.5	射极跟随器实训	138
3.6	场效应管放大器实训	146
3.7	负反馈放大器实训	150
3.8	互补对称功率放大器实训	156
3.9	集成运算放大器指标测试实训	159
3.10	集成运算放大器的基本应用——模拟运算电路实训	166
3.11	低频功率放大器——OTL 功率放大器实训	171
3.12	串联型晶体管直流稳压电源实训	176
3.13	集成直流稳压电源实训	184
3.14	LC 正弦波振荡器实训	188
3.15	反向自动增益控制电路实训	193
第四章	数字电子技术	196
4.1	微分、积分电路的组装调试与波形观察实训	196
4.2	限幅电路与嵌位电路的组装调试与波形观察实训	200
4.3	分立元件多谐振荡器实训	205
4.4	数字电路实验装置的使用及基本门电路的逻辑功能测试实训	207
4.5	常用集成门电路的逻辑功能测试实训	213
4.6	三态门 (TSL 门)、集电极开路门 (OC 门) 逻辑功能测试实训	220
4.7	数据选择器和数据分配器实训	224
4.8	触发器实训	228
4.9	寄存器和移位寄存器实训	233
4.10	集成计数、译码及显示电路综合应用实训	237
4.11	555 定时器及其应用实训	249
4.12	模/数 (A/D) 转换器实训	253
4.13	三位半数字式直流电压表的组装、调试与分析实训	257
4.14	彩灯循环控制器的设计与制作实训	259
4.15	抢答器的设计与制作实训	265
第五章	实用电子制作	274
5.1	如何正确识读电路原理图与印刷板电路图	274
5.2	电子电器组装与制作技巧	276

5.3 电子音乐门铃制作	278
5.4 水开报警器制作	280
5.5 充电器制作	281
5.6 3V 集成稳压电源制作	282
5.7 简单的测谎器制作	283
5.8 讯响报警器制作	284
5.9 使用方便的床头灯电路制作	285
5.10 光控自动照明灯制作	286
5.11 饮水机节电开关制作	287
5.12 触摸式报警器电路制作	288
5.13 家电保护电路制作	290
5.14 省电实用的电话灯制作	291
5.15 录音电路制作	292
5.16 安装简单的收音机制作	294
5.17 简易调频无线话筒制作	296
参考文献	299

第一章 常用元器件的判别与仪器仪表的使用

1.1 电阻器与电位器

电阻器和电位器是最常用的电子元件。电阻器通常简称为电阻，据统计一般电子产品中电阻器可达元器件总数的 40% 左右，由此可见电阻器在电路中的重要作用。电位器的应用也很广泛，在收音机中，用它来控制音量和音质，在电视机中，用它来与选频道、调节亮度等。

1.1.1 电阻器的分类

电阻器的种类繁多，按照不同的标准可以分为不同的种类，电阻器的符号和部分电阻器的形状如图 1.1 所示。通常把电阻器分为固定电阻、可变电阻和特种电阻三大类，固定电阻主要用于阻值固定而不需要变动的电路中，起限流、分流、分压、降压、负载或匹配作用；可变电阻主要用于阻值需要频繁变动的电路中。电阻器按材料结构分类，可分为金属绕线电阻器和膜式电阻器两种。电阻器按用途分类可分为普通电阻器、高阻电阻器、高压电阻器、高频电阻器、精密电阻器等五种。其他分类方法不再一一介绍。

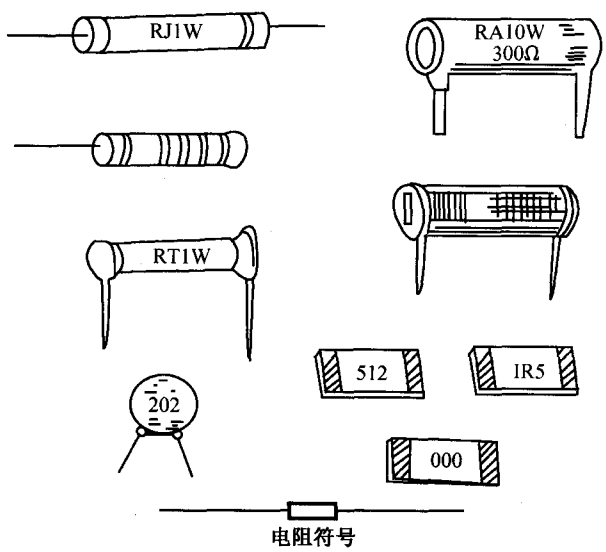


图 1.1 电阻符号和部分电阻的形状

1.1.2 电阻器的主要性能参数

1. 电阻与电阻值

电阻是指导电材料在一定程度上阻碍电流流通的一种物理性能。对于一定的导体,加在导体两端的电压 U 与通过导体的电流 I 之比,称为导体的电阻值,用 R 表示,即 $R = \frac{U}{I}$ 。在电工和电子技术应用中把具有电阻性能的实体元件称为电阻器。导体的电阻只与材料有关。

在实用电路中,电压单位以 V (伏特) 表示,电流单位以 A (安培) 表示,电阻单位以 Ω (欧姆) 表示。在实际应用中还使用 $k\Omega$ 、 $M\Omega$ 、 $G\Omega$ 等单位,它们的关系为 $1k\Omega = 10^3\Omega$ 、 $1M\Omega = 10^3k\Omega$ 、 $1G\Omega = 10^3M\Omega$ 。

2. 标称阻值与允许误差

标称阻值是指标注于电阻体上的名义阻值。电阻器的标称值往往和它的实际阻值不完全相符,实际阻值和标称阻值的偏差,除以标称阻值所得的百分比,叫电阻的误差,不同的精度有一个相应的允许误差,表 1.1 列出了常用电阻器的允许误差等级。

表 1.1 常用电阻器允许误差等级

允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$
级 别	005	01	02	I	II	III
类 型	精密型			普通型		

3. 额定功率

当电流通过电阻器时,电阻器便会发热。功率越大,电阻器发热越多。如果使电阻器发热的功率过大,电阻器就会烧坏。电阻器在正常大气压力及额定温度下,长期连续工作并能满足规定的性能要求时,多允许耗散的最大功率称为额定功率。成品电阻器常见的额定功率有 20W、0.125W、0.5W、1W、2W、4W 等。

4. 额定电压

额定电压是电阻器长期稳定工作所能承受的电压。额定电压和额定功率密切相关。

其他诸如额定温度、最低环境温度、最高环境温度、最大工作电压、环境温度范围、温度系数等也是电阻器的重要参数。这里不再一一列出。

1.1.3 电阻器和电位器的命名法

电阻器和电位器的命名法一般由四部分组成，依次分别代表名称、材料、分类和序号。

第一部分表示主称：用字母表示是电阻器还是电位器。

第二部分表示材料：用字母表示电阻器或电位器是由哪种材料构成。

第三部分表示分类：用阿拉伯数字表示，个别类型也用字母表示。

第四部分表示序号：用数字表示。

电阻器和电位器的命名法如表 1.2 所示。

表 1.2 电阻器和电位器的命名法

第一部分 主 称		第二部分 材 料		第三部分 特 征			第四部分
符 号	意 义	符 号	意 义	符 号	意 义		
					电阻器	电位器	
R W	电阻器 电位器	T	碳膜	1	普通	普通	序号，用数字表示， 表示同类产品不同 品种，以区分产品的 外形尺寸和性能指标 等。
		H	合成膜	2			
		S	有机实芯	3	超高频		
		N	无机实芯	4	高阻		
		J	金属膜	5	高温		
		Y	氧化膜	6			
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特种函数	
		P	硼碳膜	9	特殊	特殊	
		U	硅碳膜	G	高功率		
		X	线绕	T	可调		
		M	压敏	W		微调	
		G	光敏	D		多圈	
		R	热敏	B	温度补偿		
				C	温度测量		
				P	旁热式		
				W	稳压式		
				Z	正温度系数		

【例 1.1】 电阻器 RJ73，说出每个字母和数字的含义。

第一部分：主称，R 表示电阻器。

第二部分：材料，J 表示金属膜。

第三部分：分类，7 表示精密。

第四部分：序号，3 表示序号为 3。

该电阻为：精密金属膜电阻器。

1.1.4 电阻器的阻值标志方法

电阻器的阻值主要有四种标志方法：直标法、文字符号法、数码法和色标法。

1. 直标法

直标法是指阻值用阿拉伯数字表示，单位直接标出，允许误差用百分数表示。

2. 文字符号法

文字符号法是指阻值用数字和符号组合在一起表示，组合规律如下：文字符号 Ω 、K、M、G 等前面的数字表示整数阻值，文字符号后面的数字表示小数点后面的小数阻值，允许误差用符号表示，D 为 $\pm 0.5\%$ 、F 为 $\pm 1\%$ 、G 为 $\pm 2\%$ 、J 为 $\pm 5\%$ 、K 为 $\pm 10\%$ 、M 为 $\pm 20\%$ 。

【例 1.2】 $2\Omega 3J$ 表示 $2.3\Omega \pm 5\%$ 、 $5K4K$ 表示 $5.4k\Omega \pm 10\%$ ； $1M5M$ 则表示电阻值为 $1.5M\Omega$ ，允许误差为 $\pm 20\%$ （大多数电阻器的允许误差值为 J、K、M 三类）。

3. 数码法

数码法是指在电阻器上用三位数码表示标称值的标志方法。数码从左到右，第一、二位为有效值，第三位为指数，即零的个数，单位为欧。允许误差通常采用文字符号表示。

4. 色标法

色标法是指用标在电阻体上不同颜色的色环作为标称阻值和允许误差的标记方法。

普通精度的电阻器用四环表示，紧靠电阻端的为第一色环，其余依次为第二、三、四色环。第一道色环表示阻值的第一位数字，第二道色环表示阻值第二位数字，第三道色环表示阻值末尾加有几个零，第四道色环表示阻值的误差。精密电阻器用五条色环表示阻值及误差，两端的色环总会有一个色环离电阻体的边缘更近一些，这条色环就是第一道色环，其余依次为第二、三、四、五色环。第一道色环表示阻值的第一位数字，第二道色环表示阻值的第二位数字，第三道色环表示阻值的第三位数字，第四道色环表示阻值末尾加有几个零，第五道色环表示阻值的误差。四环和五色环的色环颜色和数值对应关系如表 1.3 和表 1.4 所示。

表 1.3 四色环电阻识别表

环序 颜色	1	2	3	4
	第一位有效数字	第二位有效数字	倍乘数零的个数	允许偏差
黑	0	0	10^0	$-20\% \sim +50\%$
棕	1	1	10^1	
红	2	2	10^2	
橙	3	3	10^3	
黄	4	4	10^4	
绿	5	5	10^5	
蓝	6	6	10^6	
紫	7	7	10^7	
灰	8	8	10^8	
白	9	9	10^9	
金			10^{-1}	$\pm 5\%$
银			10^{-2}	$\pm 10\%$
无色				$\pm 20\%$

表 1.4 五色环电阻识别表

环序 颜色	1	2	3	4	5
	第一位有效数字	第二位有效数字	第三位有效数字	倍乘数零的个数	允许偏差
黑	0	0	0	10^0	$\pm 1\%$
棕	1	1	1	10^1	
红	2	2	2	10^2	
橙	3	3	3	10^3	$\pm 2\%$
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.5\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.25\%$
灰	8	8	8	10^8	$\pm 0.1\%$
白	9	9	9	10^9	
金				10^{-1}	
银				10^{-2}	
无色					

【例 1.3】 某电阻器的 4 道色环依次为“黄、紫、橙、银”，则有四色环电阻识别表示其阻值为 47kΩ，误差为±10%。某电阻器的 5 道色环依次为“红、黄、黑、橙、金”，则有四色环电阻识别表示其阻值为 240kΩ，误差为±5%。

【例 1.4】 某色环电阻各色环的颜色如图 1.2 所示，试说出其阻值和误差。

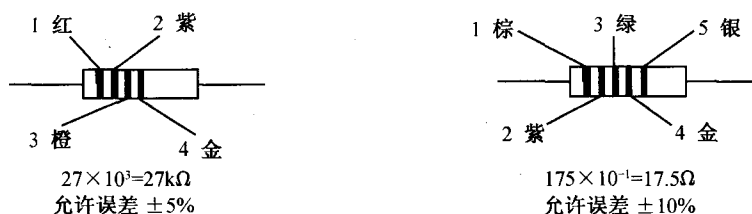


图 1.2 色环电阻的识别

1.1.5 常用电阻器

1. 碳膜电阻器

碳膜电阻器是将结晶碳沉积在陶瓷棒或瓷管上制成的。改变碳膜的厚度和用刻槽的方法变更碳膜的长度，可以得到不同的阻值。碳膜电阻器成本低、性能稳定、阻值范围宽、温度系数和电压系数低，是目前应用最广泛的电阻器。

2. 金属膜电阻器

金属膜电阻器是用真空蒸发的方法将合金材料蒸镀于陶瓷棒骨架表面上制成的。刻槽和改变金属膜厚度可以精确的控制阻值。它的主要特点是耐热性能好，比碳膜电阻的精度高，稳定性好，噪声、温度系数小，但成本稍高。在仪器仪表及通讯设备中大量采用。

3. 绕线电阻器

绕线电阻器是用高阻合金线绕在绝缘骨架上制成，外面涂有耐热的釉绝缘层或绝缘漆。绕线电阻具有较低的温度系数，阻值精度高，稳定性好，耐热耐腐蚀，主要做精密大功率电阻使用，缺点是高频性能差，时间常数大。

4. NTC 热敏电阻器

所谓 NTC 热敏电阻器就是负温度系数热敏电阻器。它是以锰、钴、镍和铜等金属氧化物为主要材料，采用陶瓷工艺制造而成的。这些金属氧化物材料都具有半导体性质，因为在导电方式上完全类似锗、硅等半导体材料。温度低时，这些氧化物材料的载流子（电子和孔穴）数目少，所以其电阻值较高；随着温度的升高，载流子数目增加，所以电阻值降低。

5. PTC 热敏电阻器

PTC 是一种具有特高正温度系数的热敏电阻器，主要构成是 BaTiO_3 。

BaTiO₃陶瓷是一种典型的铁电材料，常温电阻率大，为绝缘体，经过半导化掺杂以后显示出强烈的 PTC 效应——常温下电阻值很低，随着温度的升高，在居里点附近发生突变，产生几个数量级的变化。这是因为在多晶 BaTiO₃ 半导体材料的晶粒边界存在一个由表面态引起的势垒层，在居里温度下，高阻的晶界具有铁电性，介电常数很大，势垒高度很低，电子很容易穿过势垒，相应的材料电阻率小。但在居里温度以上时，高阻层发生晶格转变，铁电性消失，介电常数急剧减小，由于介电常数按居里-外斯定律下降，所以势垒随之升高。随着势垒高度的急剧增高，电子难于越过势垒，相应材料的电阻率急剧上升，宏观上表现为材料的 PTC 效应。由于 PTC 热敏电阻器的这种特性，无论是工业电子设备还是家用电器产品中，热敏电阻器都得到了广泛的应用。

6. 压敏电阻器

压敏电阻器是一种对电压敏感的电阻器，具有对称的伏安特性，其阻值随着电压上升呈非线性下降，当电压在一定范围内进一步上升时，这种“短路”现象更加剧烈。

7. 光敏电阻器

光敏电阻器是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻器：入射光强，电阻减小；入射光弱，电阻增大。光敏电阻器一般用于光的测量、光的控制和光电转换（将光的变化转换为电的变化）。通常，光敏电阻器都制成薄片结构，以便吸收更多的光能。当它受到光的照射时，半导体片（光敏层）内就激发出电子-空穴对，参与导电，使电路中电流增强。

1.1.6 电位器的种类

电位器是一种具有三个接头的可变电阻器。其阻值可在一定范围内连续可调。按电阻体的材料可分为碳质、薄膜和线绕三种。它们的性能和特点与同材料的固定电阻器相似，所不同的只是电位器有可动的触点。因而使用电位器时需要考虑它的阻值变化特性、接触的可靠性、材料的耐磨性等。一般，线绕电位器的误差小于±10%，非线性电位器的误差小于±20%。其阻值、误差和型号均标在电位器上。按调节机构的运动方式可分为：旋转式、直滑式；按结构可分为单联、双联、带开关（开关式又有旋转式、推拉式、按键式等）、不带开关等；按用途可分为普通电位器、精密电位器、功率电位器、微调电位器和专业电位器等；按输出特性和函数关系可分为线性和非线性电位器。电位器的符号和部分电位器的形状如图 1.3 所示。

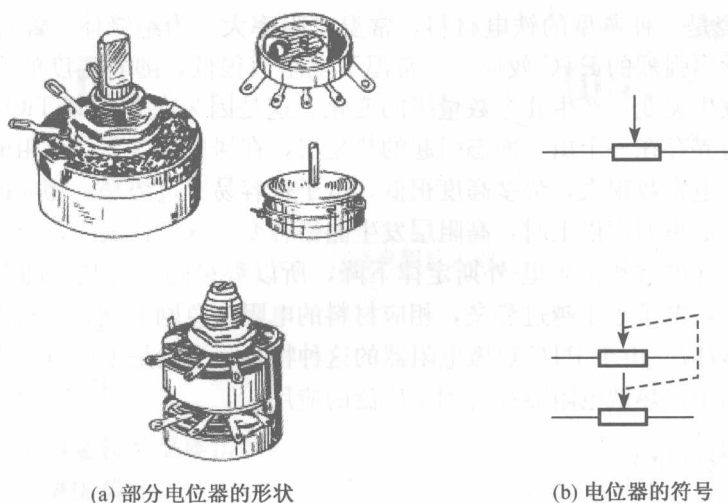


图 1.3 部分电位器的形状和电位器的符号

1.1.7 电位器的主要性能参数

电位器所用的电阻材料与相应的固定电阻器相同，因而主要参数与相应的电阻器相似。但是电位器除了与电阻器具有相同的性能参数外还有自己独特的一些参数。

1. 最大阻值和最小阻值

每个电位器外壳上都标有阻值，这是电位器的标称阻值，它是指电位器的最大电阻值。其最小电阻值为零。从理论上讲，电位器的电阻值是可以从零到最大值之间变化的。

2. 阻值变化规律

电位器的阻值变化规律有三种形式：直线式（X 型）、指数式（Z 型）和对数式（D 型）。在使用中，直线式电位器适于做分压器；指数式电位器适于做音量控制；对数式电位器适于做音调控制。

其他诸如符合度、线性度和动噪声也是电位器的重要性能指标。

1.1.8 常用电位器

1. 碳膜电位器

碳膜电位器的电阻体是用经过研磨的碳黑、石墨和石英粉等材料与有机黏合

剂配成悬浮液，涂敷于基体表面，经过聚合而成。该工艺简单，而且生产出的电位器阻值范围较宽，耐磨性好，分辨率高，价格便宜。缺点是电流噪声、非线性大，耐潮性及阻值稳定性差。它是目前应用最广泛的水位器。

2. 金属膜电位器

金属膜电位器的电阻体可由合金膜、金属氧化膜、金属箔等分别组成。其特点是分辨力高、耐高温、温度系数小、动噪声小、平滑性好。缺点是阻值范围窄，接触电阻大，耐磨性差。

3. 绕线电位器

绕线电位器是将康铜丝或镍铬合金丝作为电阻体，并把它绕在绝缘骨架上制成。绕线电位器特点是接触电阻小、精度高、耐高温、温度系数小、能承受较大的功率。其缺点是分辨力差，阻值偏低，高频特性差。主要用作分压器、变阻器、仪器中调零和工作点调整等。

1.1.9 电阻器和电位器使用中应注意问题和好坏判断

1. 使用中应注意的问题

- (1) 要正确选取阻值和允许误差。
- (2) 要按不同用途选择合适的电位器和电阻器种类。
- (3) 使用时电阻器的额定功率要比实际承受功率大 1.5~2 倍。
- (4) 选用电位器时还应注意尺寸大小和旋转轴柄的长短、轴端式样和轴上是否需要紧锁装置等。
- (5) 电位器轴应旋转灵活，松紧适当，无机械噪声。
- (6) 电阻器和电位器的好坏判断。

2. 电阻器的好坏判断

1) 固定电阻器与熔断电阻器的检测

检测固定电阻器和熔断电阻器，主要是测量电阻器的实际电阻值。测量时，可将万用表置于电阻挡的适当量程（例如， 50Ω 以下的电阻器，应使用 $R \times 1\Omega$ 挡； $50\Omega \sim 1k\Omega$ 的电阻器，应使用 $R \times 10\Omega$ 挡和 $R \times 100\Omega$ 挡； $1 \sim 200k\Omega$ 的电阻器，应使用 $R \times 1k\Omega$ 挡；大于 $200k\Omega$ 的电阻器，应使用 $R \times 10k\Omega$ 挡），两表笔分别接在电阻器的两个引脚上，然后读出电阻值。

若测出的电阻值与标称电阻值不符，则说明该电阻器的误差较大或已变值。若测得电阻器的电阻值为无穷大，则说明该电阻器已开路损坏。

2) 敏感电阻器的检测

(1) NTC 热敏电阻器的检测。用万用表电阻挡测量 NTC 热敏电阻器电阻值的同时,用手指捏住电阻器使其温度升高或利用电烙铁、电吹风等工具对电阻器加热。若电阻器的阻值能随着温度的升高而变小,则说明该电阻器性能良好;若电阻器不随温度变化而变化,则说明该电阻器已损坏或性能不良。

(2) PTC 热敏电阻器的检测。PTC 热敏电阻器的电阻值在常温下较小,可用万用表 $R \times 1\Omega$ 挡测量。若测得其电阻值为 0 或为无穷大,则说明该电阻器已短路或开路。在测量 PTC 电阻器电阻值的同时,用电烙铁对其加热,若其阻值能迅速变大,则说明该电阻器正常。

对于消磁用 PTC 热敏电阻器,也可以将其与 1 只 60W/220V 的灯泡串联后,接入市电。若通电后灯泡亮一会即慢慢熄灭,断电 30s 左右再通电,灯泡又重复上述现象,则说明该电阻器性能良好。

(3) 压敏电阻器的检测。用万用表 $R \times 1k\Omega$ 或 $R \times 10k\Omega$ 挡,测量压敏电阻器的电阻值,正常时应为无穷大。若测得其电阻值接近 0 或有一定的电阻值,则说明该电阻器已击穿损坏或已漏电损坏。

(4) 光敏电阻器的检测。在光线较暗的环境下,测量光敏电阻器的暗电阻是否正常。若暗电阻正常,则可将电阻器靠近光源(可见光光敏电阻器可用白炽灯泡照射,紫外光光敏电阻器可用验钞器的紫外线灯管照射,红外光光敏电阻器可用电视机遥控器内的红外发射管作光源),进一步测量其亮电阻。若光敏电阻器受光后阻值变化较大,则说明该光敏电阻器完好。否则,说明该电阻器性能不良。

1.1.10 电阻器的代换

1. 固定电阻器的代换

普通固定电阻器损坏后,可以用额定功率、额定阻值均相同的碳膜电阻器或金属膜电阻器代换。碳膜电阻器损坏后,可以用额定功率及额定阻值相同的金属膜电阻器代换。若手中没有同规格的电阻器更换,也可以用电阻器串联或并联的方法作应急处理。利用电阻串联公式($R_{\Sigma} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n$)将低阻值电阻器变成所需的高阻值电阻器,利用电阻并联公式($\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \cdots + \frac{1}{R_n}$)将高阻值电阻器变成所需的低阻值电阻器。

2. 热敏电阻器的代换

热敏电阻器损坏后,若无同型号的产品更换,则可选用与其类型及性能参数相同或相近的其他型号热敏电阻器代换。消磁用 PTC 热敏电阻器可以用与其额定电压值相同、阻值相近的同类热敏电阻器代用。例如,20 Ω 的消磁用 PTC 热