



高职高专“十二五”规划教材

电子技能训练

主 编 周玉康
副主编 罗 庚 涂代国



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



高职高专“十二五”规划教材

电子技能训练

主 编 周玉康

副主编 罗 庚 涂代国

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书是与“模拟电子技术”、“数字电子技术”课程配套使用的实践教材。全书由三大部分组成(即三个实训教学模块):第一部分是电子技能基础训练,共七个单元十五个课题,主要介绍了常用电子元器件的基本结构、分类、技术参数、用途及其识别与检测方法,电子装联的基本方法与技能等;第二部分是模拟电子技术实训部分,共十个相关课题,涉及放大电路、信号发生电路、开关电源、收音机与功放等与工程实际紧密结合的应用型课题;第三部分是数字电子技术实训,共十一个课题,以典型运用为例,介绍常见电子电路的工作原理及其组装与调试方法。全书图文并茂,系统地反映了电子技术应用的基本知识与技能。

本书可作为高职高专应用电子技术、电气自动化技术、电子信息技术等专业的实践教材,也可供从事电子技术的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技能训练 / 周玉康主编. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2012.3

ISBN 978-7-5124-0674-2

I. ①电… II. ①周… III. ①电子技术—高等职业教育—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 263529 号

版权所有,侵权必究。

电子技能训练

主 编 周玉康

副主编 罗 庚 涂代国

责任编辑 罗晓莉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:333 千字

2012 年 3 月第 1 版 2012 年 3 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0674-2 定价:26.00 元

前 言

本教材是在多年教学改革与实践的基础上,根据高职高专人才培养目标和现代科学技术发展的需求,以电子技术应用所需的基本知识与技能为主线,以着重培养学生电子技术实践能力与应用创新能力为目的而编写的,其特点主要表现在:

(1) 在内容的安排上,将电子技术应用所需的基本知识与技能以及电子装联技术的新材料、新工艺有机结合在一起,将理论知识的讲授与技能训练融为一体,使能力培养贯穿于整个教学过程。

(2) 本书内容在保证科学性的前提下,从工程应用出发,删繁就简,重点突出、概念清晰、操作性可靠、实用性强,具有较强的可操作性。

(3) 教材结构模块化,模块结构课题化。一个模块反映一个知识面,突出一种能力训练;一个课题反映一个知识点,强化一项基本技能,教材结构具有职业教育特色,符合高职教育需求。

(4) 本教材对实训课题进行了认真仔细地筛选,课题的设置与工程应用紧密结合,使课题更具有科学性、系统性、代表性和实用性。

本书主要由周玉康、罗庚、涂代国编写,参加部分编写和审核工作的有简元金、申勇、孙宏伟、李彬、肖正洪、宋睿、吴丹、阳妮、文璇、刘丽红等。

由于时间仓促加上编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2011 年 11 月

本书内容及其他问题请联系理工事业部,电子邮箱 goodtextbook@126.com,联系电话 010-82317036。

目 录

第一部分 电子技能基础训练	1
第一单元 阻容器件的认知与检测	3
课题一 电阻器	3
课题二 电容器	14
第二单元 电感器与变压器的认知与检测	22
课题三 常见电感器	22
课题四 变压器	28
第三单元 常用半导体器件的认知与检测	32
课题五 半导体二极管	32
课题六 半导体三极管	38
课题七 晶闸管	43
课题八 常用集成电路	49
第四单元 印制板制作	57
课题九 印制板的手工制作	57
课题十 自动化制板	63
第五单元 手工焊接技能	68
课题十一 通孔元器件焊接	68
课题十二 贴片元器件焊接	78
课题十三 导线端头处理工艺	84
第六单元 线扎与电缆制作	88
课题十四 线扎制作	88
课题十五 电缆制作	93
第二部分 模拟电子技术实训	97
课题一 基本放大电路	99
课题二 差动放大电路	102
课题三 波形发生电路	105
课题四 直流稳压电源	108
课题五 触摸延时开关电路	111
课题六 RC 正弦波振荡电路	114
课题七 光控开关和报警电路	116
课题八 开关电源电路	118
课题九 功放电路	121
课题十 超外差收音机	125
	1

第三部分 数字电子技术实训	133
课题一 语音提示和报警电路.....	135
课题二 秒信号发生器.....	137
课题三 LED 电源变换电路	140
课题四 红外线自动干手器.....	141
课题五 数码管驱动电路.....	144
课题六 顺序控制与显示电路.....	147
课题七 步进电机数字控制电路.....	149
课题八 D 类功率放大器.....	152
课题九 可编程放大电路.....	154
课题十 晶体管直流电流放大倍数测量电路.....	157
课题十一 声控计数器.....	163
附 录	168
参考文献	200

第一部分

电子技能基础训练

第一单元 阻容器件的认知与检测

阻容器件是电子电路中应用最广泛的基本元器件,约占电子设备中元件总数的 30% 以上,其性能的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。

本单元主要介绍常见阻容器件的性能、特点、主要参数、识别与检测方法等。

课题一 电阻器

1.1 认知基础

1.1.1 分类

电阻器种类繁多,形状各异,有多种分类方法。

1. 按结构分

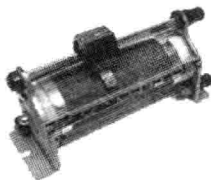
电阻器按结构分可分为以下几种。

固定电阻器其形如图 1.1.1(a)所示。

可变电阻器:有滑线变阻器和电位器两种,如图 1.1.1(b)和图 1.1.1(c)所示。



(a) 固定电阻器



(b) 滑线变阻器



(c) 电位器

图 1.1.1 部分常用电阻器

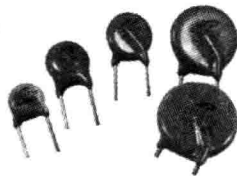
敏感电阻器:有热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻、湿敏电阻、气敏电阻等,如图 1.1.2 所示。



(a) 热敏电阻



(b) 光敏电阻



(c) 压敏电阻

图 1.1.2 部分敏感电阻

2. 按外形分

电阻器按外形分可分为圆柱形、圆盘形、管形、方形、片状、纽扣状电阻。

3. 按材料分

电阻器按材料分可分为以下几种。

合金型:用块状电阻合金拉制成合金线或碾成合金箔片,制成电阻。如线绕电阻,精密合金箔电阻等都属于合金型。

薄膜型:在玻璃或陶瓷基体上沉积一层电阻薄膜,膜的厚度一般在几微米以下。薄膜材料有碳膜、金属膜、化学沉积膜、金属氧化膜等,如图 1.1.3 所示。

合成型:电阻体由导电颗粒(石墨、碳黑)和有机(无机)黏结剂混合而成,又可分为制成薄膜和实芯两种类型。



图 1.1.3 部分常用电阻器

4. 按安装方式分

电阻器按安装方式分可分为插件电阻和贴片电阻,如图 1.1.4 所示。

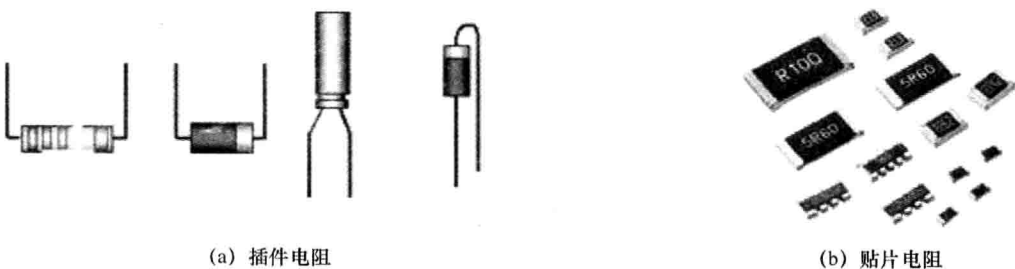


图 1.1.4 部分常用电阻器

1.1.2 符 号

常见电阻器的电路符号如图 1.1.5 所示。

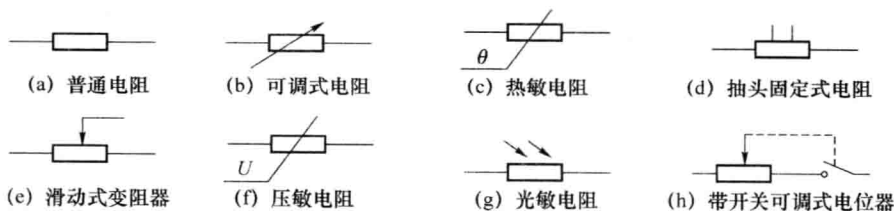


图 1.1.5 常见电阻器符号

1.1.3 单 位

电阻的基本单位是欧姆,简称欧,符号为 Ω , $1 \Omega = 1 \text{ V/A}$ 。

其他常用单位有 $\text{M}\Omega$ (兆欧)、 $\text{k}\Omega$ (千欧)、 Ω (欧)、 $\text{m}\Omega$ (毫欧)、 $\mu\Omega$ (微欧)。他们之间的换算

关系为：

$1\text{ M}\Omega=1\,000\text{ k}\Omega$
 $1\text{ k}\Omega=1\,000\text{ }\Omega$
 $1\text{ }\Omega=1\,000\text{ m}\Omega$
 $1\text{ m}\Omega=1\,000\text{ }\mu\Omega$

1.1.4 作用

在电子设备中,电阻器主要用于稳定和调节电路中的电流和电压,同时还可作为消耗电能的负载、分流器、分压器、稳压电源中的取样电阻、晶体管电路中的偏置电阻等。

1.1.5 主要技术指标

电阻器的主要技术指标有额定功率、标称阻值、允许偏差、温度系数、非线性度和噪声系数等。由于电阻器表面积有限,一般只标明阻值、精度、材料和额定功率,而对于功率小于0.5 W的电阻,通常只标明阻值和精度,材料及功率由外形颜色和尺寸判断。

1. 标称阻值

标称阻值即标称在电阻器上的电阻值,是根据国家制定的标准系列标注的。常见标称值系列如表1.1.1所列。

表 1.1.1 电阻常见标称值系列

E24 允许 偏差±5%	E12 允许 偏差±10%	E6 允许 偏差±20%	E24 允许 偏差±5%	E12 允许 偏差±10%	E24 允许 偏差±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	—	—
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

电阻器的实际阻值对于标称值的最大允许偏差范围,即标称阻值与实际阻值的差值跟标称阻值之比的百分数,称为允许误差。电阻的精度等级如表1.1.2所列。

表 1.1.2 电阻器的误差等级

偏差百分数/%	±0.1	±0.25	±0.5	±1	±5	±10	±20	+20 —10
字母代号	B	C	D	F	J	K	M	—
曾用符号	—	—	—	0	I	II	III	IV
备注	精密元件				一般元件			

3. 额定功率

在规定的环境温度下,长期连续工作而不损坏或不改变电阻器性能的情况下,电阻器上所

允许消耗的最大功率为额定功率。

在线路图中,常用电阻器及其功率标注方法如图 1. 1. 6 所示。

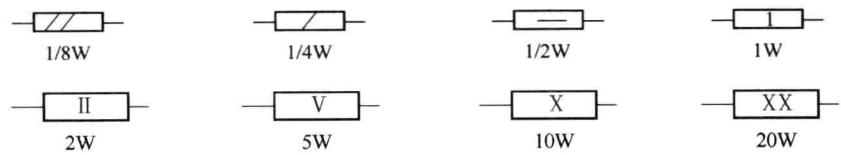


图 1. 1. 6 电阻器常用功率符号

4. 温度系数

温度系数即温度每变化 1℃所引起的电阻值的相对变化。所有材料的电阻率,都会随温度而变化,在衡量电阻温度稳定性时,使用如下温度系数。

$$\alpha_r = \frac{R_2 - R_1}{R_1 (t_2 - t_1)}$$

式中: α_r 为电阻温度系数,单位为 $1/^\circ\text{C}$, R_1 、 R_2 分别是温度为 t_1 、 t_2 时电阻的电阻值,单位为 Ω 。温度系数越小,电阻的稳定性越好。

5. 电压系数

电阻器的阻值与其所加的电压有关,这种关系可以用电压系数表示。其指外加电压每改变 1V 时,电阻器阻值的相对变化量。

电压系数表示了电阻器对外加电压的稳定程度,电压系数越大,电阻器的阻值对电压依赖性越强;反之则弱。

6. 最大工作电压

电阻器的最大工作电压是指电阻器长期工作不发生过热或电击穿被损坏等现象的电压。

1. 1. 6 电阻器的型号命名方法

根据我国国家标准规定,电阻器型号命名由以下四部分组成:

第一部分,用字母“R”表示电阻器的主称。

第二部分,用字母表示电阻器的导电材料,具体如表 1. 1. 3 所列。

表 1. 1. 3 电阻器型号中主称、材料部分符号及意义

主 称		电阻器导电材料	
符 号	意 义	符 号	意 义
R	电 阻 器	H	合成碳膜
		I	玻璃釉膜
		J	金属膜
		N	无机实芯
		G	沉积膜
		S	有机实芯
		T	碳膜
		X	线绕
		Y	氧化膜
		F	复合膜

第三部分,一般用数字表示分类,个别类型用字母表示,如表 1.1.4 所列。

表 1.1.4 电阻器型号中分类部分的数字和字母的含义

数字(字母)	电阻器类别	数字(字母)	电阻器类别
1	普通	7	精密
2	普通	8	高压
3	超高频	9	特殊
4	高阻	G	高功率
5	高温	T	可调

第四部分,用数字表示序号,以区别外形尺寸和性能指标。

例:RT11 型普通碳膜电阻器,RJ71 型精密金属膜电阻器。

1.1.7 电位器的型号命名法

电位器产品型号一般由下列四部分组成:

第一部分:用字母“W”表示电位器的代号。

第二部分:用字母表示材料代号,具体含义如表 1.1.5 所列。

第三部分:用字母表示类别,具体如表 1.1.6 所列。

第四部分:用数字表示序号。

表 1.1.5 电位器材料代号

代 号	H	S	N	I	X
材 料	合成碳膜	有机实芯	无机实芯	玻璃釉膜	线绕
代 号	J	Y	D	F	——
材 料	金属膜	氧化膜	导电塑料	复合膜	——

表 1.1.6 电位器类别代号

代 号	G	H	B	W
类 别	高压类	组合类	片式类	螺杆驱动预调
代 号	Y	J	D	M
类 别	旋转预调类	单圈旋转精密	多圈旋转精密	直滑式精密类
代 号	X	Z	P	T
类 别	旋转低功率类	直滑式低功率	旋转功率类	特殊类

1.1.8 标识方法

1. 直标法

直标法是将电阻器的类别、标称电阻值及允许偏差、额定功率以及其他主要参数的数值等直接标注在电阻器外表面上。如图 1.1.7 所示为采用直标法的电阻。



图 1.1.7 直标法

2. 文字符号法

文字符号法是用英文字母和阿拉伯数字符号两者有规律地组合起来标注电阻器的标称阻

值。表 1.1.7 所列为用文字符号标注电阻器标称阻值实例。

表 1.1.7 用文字符号标注电阻器标称阻值实例

标称阻值	文字符号	标称阻值	文字符号
0.1 Ω	R10	1 MΩ	1 M0
1 Ω	1R0	3.32 MΩ	3M32
3.32 Ω	3R32	10 MΩ	10M
1 kΩ	1k0	1 GΩ	1G0
3.32 kΩ	3k32	33.2 GΩ	33G2
10 kΩ	10k	1 TΩ	1T0

3. 数码法

数码法是用三位数字标注电阻器的标称阻值(多用于片状电阻),如图 1.1.8 所示。该方法的前两位数字表示电阻值的有效数字,第三位数字表示有效数字后面零的个数,或者说是 10 的幂数。少数片状电阻器有用 4 位数字标注阻值的,有效数字比 3 位数阻值标注多了 1 位,第四位表示零的个数。

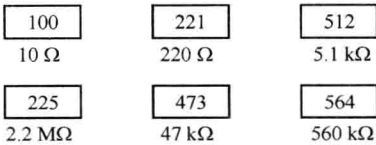


图 1.1.8 数码法

4. 色标法

色标法指的是将电阻器的参数用不同颜色的色带或色点标注在电阻体表面的标注方法,如图 1.1.9 所示。其各种颜色代表的意义如表 1.1.8 所列。

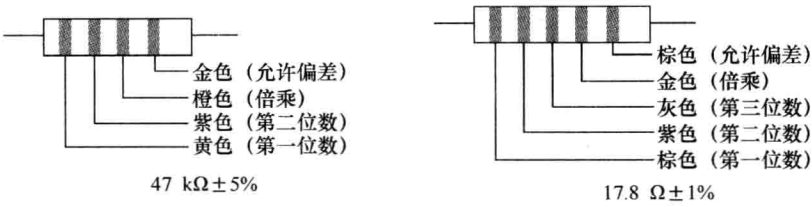


图 1.1.9 色标法

表 1.1.8 色标法各种颜色所表示的意义

颜色	有效数字	乘数	允许偏差%	颜色	有效数字	乘数	允许偏差%
棕色	1	10 ¹	±1	紫色	7	10 ⁷	±0.1
红色	2	10 ²	±2	灰色	8	10 ⁸	—
橙色	3	10 ³	—	白色	9	10 ⁹	±20
黄色	4	10 ⁴	—	黑色	0	10 ⁰	—
绿色	5	10 ⁵	±0.5	金色	—	10 ⁻¹	±5
蓝色	6	10 ⁶	±0.25	银色	—	10 ⁻²	±10

色标法读数方法为：首先判断出电阻器的误差环，即最后一环，然后从第一环开始读数，若为四环电阻，前两环为有效数字，第三环为倍乘数，即 10 的幂次方，也即有效数字后零的个数，第四环为允许误差；若为五环电阻，则第三环也为有效数字，读法与四环电阻相同；若为三环电阻，前两位为有效数字，第三环为倍乘数，误差环为无色，值为 $\pm 20\%$ 。五环电阻一般都是精密电阻，其误差多为 $\pm 1\%$ ，所以该电阻误差环多为棕色。

在色标法中对误差环的确定方法是：两端色环中，更靠近引脚的一环为首环；反之，另一端靠近引脚的一环即是误差环；电阻体两边的两个色环与其他色环比较粗细，比其他环更粗或更细为误差环。

1.1.9 电阻器的检测

1. 指针式万用表检测固定电阻器

当电阻器的参数标志因某种原因脱落或欲知道其精确阻值时，就需要用仪器对其进行测量。对于常用的碳膜、金属膜电阻器以及线绕电阻器的阻值，可用普通指针式万用表的电阻挡直接测量。

(1) 选择挡位

对电阻器的阻值进行测量需使用万用表“ Ω ”挡。首先根据电阻器阻值大小，选择适当的倍率挡，如图 1.1.10 所示。测量 $100\ \Omega$ 以下的电阻器可选用“ $R \times 1$ ”挡；测量 $100\ \Omega \sim 1\ \text{k}\Omega$ 的电阻器可选“ $R \times 10$ ”挡；测量“ $1\ \text{k}\Omega \sim 10\ \text{k}\Omega$ ”的电阻器可选“ $R \times 100$ ”挡；测量 $10\ \text{k} \sim 100\ \text{k}\Omega$ 的电阻器可选“ $R \times 1\text{k}$ ”挡；测量 $100\ \text{k}\Omega$ 以上的电阻器可选“ $R \times 10\text{k}$ ”挡。

(2) 调零

测量挡位选择好后还需要对万用表电阻挡进行调零。将万用表两表笔短接，转动调零旋钮使表针指向电阻刻度的 $0\ \Omega$ 处，如图 1.1.11 所示。

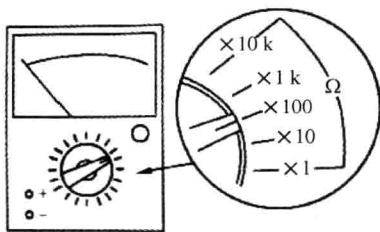


图 1.1.10 挡位选择示意图

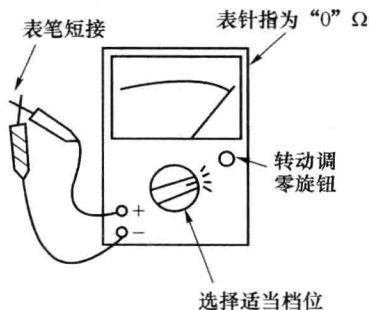


图 1.1.11 调零示意图

注意：测量中，每更换一次挡位，都要重新对该挡位进行调零。

(3) 测量

将万用表两表笔分别与电阻器的两端引线相接，如图 1.1.12(a)所示。表针应指在相应的阻值刻度上。如表针不动、指示不稳定或者指示值与电阻器上标示值相差太大，则说明该电阻器已经损坏。

在测量几十千欧以上阻值的电阻器时，注意不可用手同时接触电阻器的两端引线，以免和人体电阻并联，影响所测电阻器实际值。如图 1.1.12(b)所示。

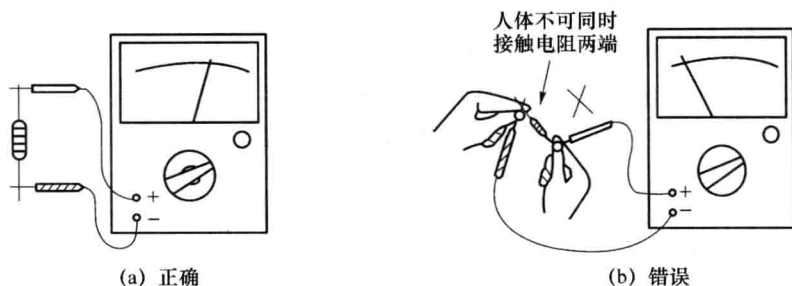


图 1.1.12 测量方法示意图

(4) 读 值

读出指针位的刻度值 X , 电阻器的阻值即是 X 乘上所用的电阻挡倍率。例如: 万用表指针指示的刻度值是 10, 所用的倍率是“ $R \times 1k$ ”, 则该电阻器的测量值为 $10 k\Omega$ 。

2. 数字万用表检测电阻器

用数字万用表检测电阻器方法如下:

① 用数字万用表测量电阻器前不用调零, 将挡位旋扭转到适当的“ Ω ”挡位置, 打开电源开关即可测量。

② 选择挡位。选择测量挡位时尽量使显示器显示较多的有效数字。一般测量 200Ω 以下的电阻器可选“ 200Ω ”挡, “ $200 \Omega \sim 1999 \Omega$ ”电阻器可选“ $2 k\Omega$ ”挡, “ $2 \sim 19.99 k\Omega$ ”电阻器可选用“ $20 k\Omega$ ”挡; “ $20 \sim 199.9 k\Omega$ ”电阻器可选“ $200 k\Omega$ ”挡; “ $200 k\Omega \sim 1999 k\Omega$ ”电阻器可选“ $2 M\Omega$ ”挡, “ $2 M\Omega \sim 19.9 k\Omega$ ”电阻器可选“ $20 M\Omega$ ”挡; “ $2 M\Omega \sim 199.9 M\Omega$ ”电阻器可选“ $200 M\Omega$ ”挡; “ $200 M\Omega$ ”以上的电阻器因已超出最高量程而无法测量。

③ 测量。两表笔不分正负分别接在被测电阻器的两端, LED 显示器即显示出被测电阻器 R 的阻值。如显示“000”表示电阻器已经短路, 仅最高位显示“1”说明电阻器开路; 显示值与电阻器上标称值相差很大, 则说明该电阻器已损坏。

1.1.10 电位器的测量

普通电位器对外有三个引出端, 如图 1.1.13 所示。固定端 1、3 和滑动端 2。固定端的电阻值就是电位器的标称阻值, 也是最大阻值。

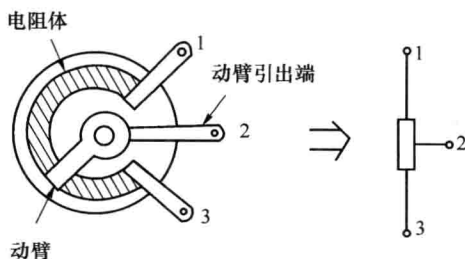


图 1.1.13 电位器的结构示意图

万用表的一支表笔与电位器动端相接, 另一表笔与任一定端相接, 来回旋转电位器旋钮, 在慢慢旋转轴柄的过程中, 转轴应该旋转灵活, 松紧适当, 听不到滋滋的机械声。在用万用表测量滑动端与固定端的阻值时, 表头指针应平稳移动, 如有跌落现象, 说明可变接触点接触

不当。

除普通电位器外,以下还将介绍不带开关的电位器、带开关的电位器的检测。

(1) 不带开关的电位器的检测

先测量电位器的两个固定端间的电阻值,再测固定端与活动端间的电阻值,缓慢旋转电位器的转轴,万用表指针应该平稳移动,若出现突然变化或不动的现象,说明电位器触点接触不良或已经损坏。

(2) 带开关的电位器的检测

应先检测电位器的开关开断是否良好,通过观察万用表的指针,打开开关,指针应指在零刻度,关闭开关,指针应不动,说明电阻为无穷大,若不符合上述测量结果,则该电位器开关已坏,阻值测量和不带开关电位器测量方法相同。

1.1.11 敏感电阻器

敏感电阻器是指一些对温度、光、电压、外力、气体浓度等反应敏感的电阻元件。它主要用于温度补偿、温度控制、过载保护、自动检测、自动控制等方面。常用的敏感电阻器有:光敏、热敏、磁敏、湿敏、气敏、压敏和力敏电阻器等。

敏感电阻器型号命名由下面4部分组成:

第一部分:主称(用字母表示);

第二部分:类别(用字母表示);

第三部分:用途或特征(用字母或数字表示);

第四部分:序号(用数字表示)。

1. 光敏电阻器

光敏电阻器大多数是由半导体材料制成的,形如图 1.1.14 所示。它是利用半导体的光导特性,使电阻器的电阻值随入射光线的强弱发生变化:当入射光线增强时,它的阻值会明显减小;当入射光线减弱时,它的阻值会显著增大。

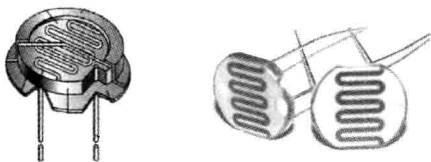


图 1.1.14 光敏电阻器

2. 热敏电阻器

热敏电阻器大多由单晶、多晶半导体材料制成,形如图 1.1.15 所示。正温度系数热敏电阻的阻值随温度增加而增加;负温度系数热敏电阻的阻值随温度减小而增加。负温度系数热敏电阻用得较多。



图 1.1.15 热敏电阻器