

# 电子技术

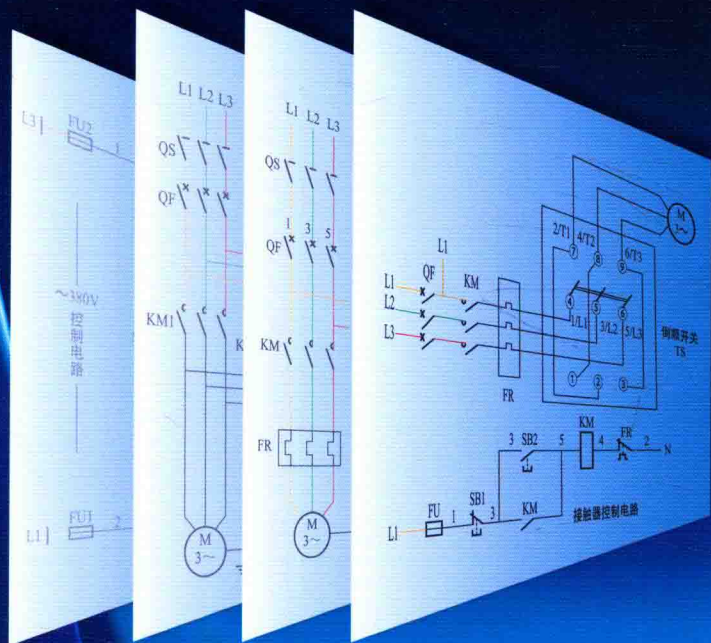
DIANZI JISHU QINGSONG RUMEN  
CONG YUANQIJIAN DAO DIANLU



# 轻松入门

(从元器件到电路)

张大鹏 张宪 主编



化学工业出版社

# 电子技术

DIANZI JISHU QINGSONG RUMEN  
CONG YUANQIJIAN DAO DIANLU



# 轻松入门

(从元器件到电路)

张大鹏

张 亮 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电子技术轻松入门：从元器件到电路/张大鹏，张宪  
主编. —北京：化学工业出版社，2016.3  
ISBN 978-7-122-26039-0

I. ①电… II. ①张… ②张… III. ①电子技术  
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 007291 号

---

责任编辑：卢小林  
责任校对：王 静

文字编辑：徐卿华  
装帧设计：王晓宇

---

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）  
印 装：大厂聚鑫印刷有限责任公司  
787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$  字数 476 千字 2016 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899  
网 址：<http://www.cip.com.cn>  
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定 价：59.80 元

版权所有 违者必究



近年来,电子技术的发展日新月异,现代电子设备性能和结构发生了巨大变化,令人目不暇接。我们已经进入了高速发展的信息时代。电子技术的广泛应用,给工农业生产、国防工业、科技和人们的生活带来了革命性的变化。如果我们想正确地掌握、使用,尤其是维修电子产品,就必须具有一定的理论知识和较强的动手能力。为推广现代电子技术,普及电子科学知识,我们编写了《电子技术轻松入门(从元器件到电路)》一书,以帮助正在学习电子技术的读者,尽快理解现代电子设备与电子装置构成原理,了解各种电子元器件与零部件的检测,掌握电子电路的应用和识读,学会制作简单电子设备的一些基本方法。

本书力求使广大电子爱好者通过学习,轻松进入电子科学技术的大门,激发他们对电子技术的探索兴趣,掌握深入研究电子技术所必备的理论知识和实际操作能力,并把它应用到生产和实际生活中去。

本书从广大电子爱好者的实际需要出发,在内容上力求简洁实用、图文并茂、通俗易懂。在编写安排上力争做到由浅入深,所编内容注重实用性和可操作性。本书可为初学者奠定较扎实的理论知识和实际操作技能,既是广大初学者的启蒙读本和速成教材,也是电子爱好者们的良师益友。本书对学习电子元器件检测和分析识读电子电路有相当裨益。

本书主要介绍了电阻器检测与应用电路、电位器检测与应用电路、电容器检测与应用电路、电感器和变压器检测与应用电路、半导体二极管检测与稳压电路、晶体三极管检测与放大电路、单结晶体管 and 晶闸管检测及可控整流电路、半导体集成电路检测与应用电路、组合逻辑与时序逻辑应用电路识读、显示器件检测与应用电路、光电器件检测与应用电路、继电器与开关及应用电路、电子电路识图方法等方面的知识。

本书由张大鹏、张宪主编,郭振武、刘小钊、白效松副主编,参加本书编写和整理资料的还有韩凯鸽、张军、刘欣颜、邹放、张伟、谭允恩、张磊、李玉轩、杨冠懿、张济、张宣、何宇斌、韩玲桂等,由赵慧敏、王冠群主审。

本书在编写过程中,曾得到出版社和同行的大力支持和帮助,并借鉴了相关报刊和图书的有关资料,在此一并向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者



	<b>Page</b>
<b>1</b> <b>第一章</b>	
<b>CHAPTER</b> 电阻器检测与应用电路	001
第一节 电阻器的基础知识	001
第二节 电阻器的检测与使用	006
第三节 敏感电阻器的检测与使用	008
第四节 电阻器的应用电路	017
<b>2</b> <b>第二章</b>	
<b>CHAPTER</b> 电位器检测与应用电路	021
第一节 电位器的基础知识	021
第二节 电位器的检测与使用	025
第三节 电位器的应用电路	030
<b>3</b> <b>第三章</b>	
<b>CHAPTER</b> 电容器检测与应用电路	034
第一节 电容器的基础知识	034
第二节 电容器的检测	046
第三节 电容器的应用电路	050
<b>4</b> <b>第四章</b>	
<b>CHAPTER</b> 电感器和变压器检测与应用电路	053
第一节 电感器的基础知识	053
第二节 电感器的检测	060
第三节 变压器的检测	062
第四节 电感器和变压器的应用电路	065
<b>5</b> <b>第五章</b>	
<b>CHAPTER</b> 半导体二极管检测与稳压电路	068
第一节 二极管的特性与主要参数	068
第二节 稳压二极管的主要参数与检测	076

第三节	二极管组成的整流电路	078
第四节	硅整流桥的检测与使用	079
第五节	滤波电路	084
第六节	串联调整型稳压电路	087
第七节	三端集成稳压器的应用电路	092
第八节	开关稳压电源的应用电路	096

## 第六章 Page

### 晶体三极管检测与放大电路 103

第一节	晶体三极管的基础知识	103
第二节	晶体三极管的检测与使用	108
第三节	晶体管放大电路	116
第四节	晶体管放大电路应用电路	122
第五节	功率放大器应用电路	124

## 第七章 Page

### 单结晶体管 and 晶闸管检测及可控整流电路 134

第一节	单结晶体管的结构与检测	134
第二节	单结晶体管触发电路	138
第三节	晶闸管的结构与检测	140
第四节	晶闸管的可控整流电路	146
第五节	晶闸管的应用电路	150

## 第八章 Page

### 半导体集成电路检测与应用电路 154

第一节	集成电路的基础知识	155
第二节	集成电路的使用与检测	159
第三节	集成运算放大器的使用与检测	163
第四节	集成运算放大器组成的有源滤波器	166
第五节	集成运算放大器的应用电路	170

## 第九章 Page

### 组合逻辑与时序逻辑应用电路识读 174

第一节	常用组合逻辑电路部件	174
第二节	组合逻辑电路应用电路	178
第三节	常用时序逻辑电路部件	182
第四节	解读数字电路图	193

## 第十章 Page

### 显示器件检测与应用电路 197

第一节	液晶显示器的使用	197
第二节	发光二极管的选用	200
第三节	LED 数码显示器的选用	204

第四节	显示器件的应用电路	209
-----	-----------	-----

## **11** CHAPTER

### 第十一章

Page

	光电器件检测与应用电路	212
第一节	光电二极管的使用	212
第二节	光电晶体管的使用	216
第三节	硅光电池的使用	219
第四节	光电耦合器的使用	222
第五节	光电开关与光晶闸管	224
第六节	光电器件的应用电路	227

## **12** CHAPTER

### 第十二章

Page

	继电器与开关及应用电路	232
第一节	继电器的使用与检测	232
第二节	开关的正确选用与检测	246
第三节	继电器与开关的应用电路	251

## **13** CHAPTER

### 第十三章

Page

	电子电路识图方法	254
第一节	电子电路识图的基本概念	254
第二节	看电子电路图的方法	258
第三节	电子电路识图步骤	271
第四节	电子电路识图要求	273
	参考文献	277

# 第一章



# 电阻器检测与应用电路

## 第一节 电阻器的基础知识

### 一、电阻器的分类及技术指标

电阻器是电路元件中应用最广泛的一种，在电子设备中约占元件总数的 30% 以上，其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。电阻器主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压，其次还可作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

电阻器按结构可分为固定式、可变式和敏感式三大类。电阻器的分类详见表 1-1。

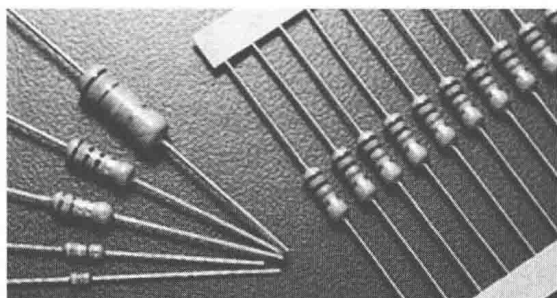
表 1-1 电阻器按结构分类

电阻器结构	电阻器类别	
固定式	膜式电阻	碳膜电阻 RT、金属膜电阻 RJ、合成膜电阻 RH 和氧化膜电阻 RY 等
	实芯电阻	有机实芯电阻 RS 和无机实芯电阻 RN
	金属线绕电阻(RX)	通用线绕电阻器、精密线绕电阻器、功率型线绕电阻器、高频线绕电阻器
	特殊电阻	MG 型光敏电阻、MF 型热敏电阻、压敏电阻器、湿敏电阻器、气敏电阻器、力敏电阻器、磁敏电阻器
可变式	滑线式变阻器	可调电阻器
	电位器	电位器应用最广泛
敏感式	(同特殊电阻)	MG 型光敏电阻、MF 型热敏电阻、压敏电阻器、湿敏电阻器、气敏电阻器、力敏电阻器、磁敏电阻器

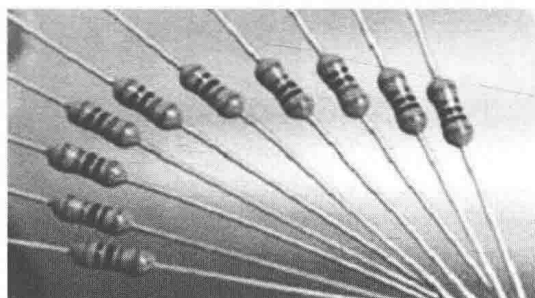
图 1-1 所示为常用的几种电阻器实物。



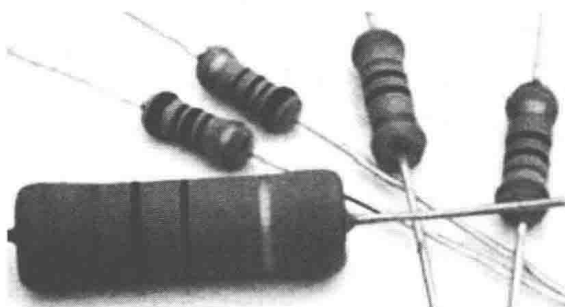
除了上述电阻器外, 还有一类特殊类型的电阻器。例如: 棒状电阻器、管状电阻器、片状电阻器、纽扣状电阻器以及具有双重功能的熔断电阻器等。



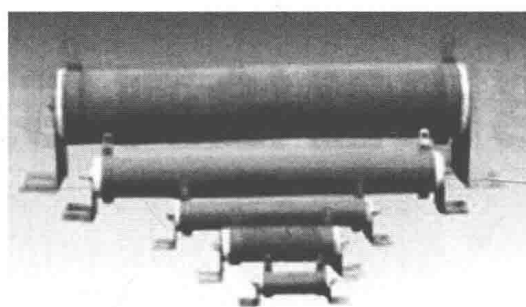
(a) 碳膜电阻



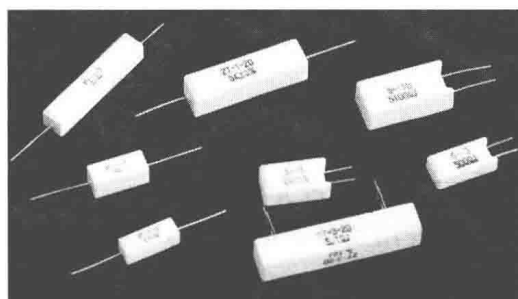
(b) 金属膜电阻



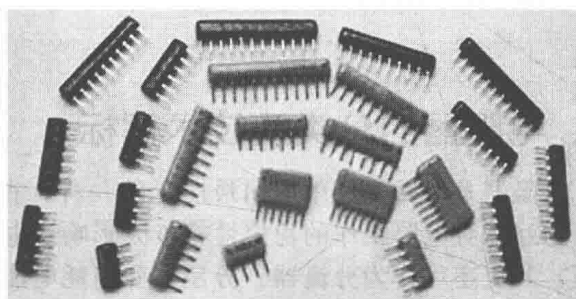
(c) 金属氧化膜电阻



(d) 大功率涂漆线绕电阻器



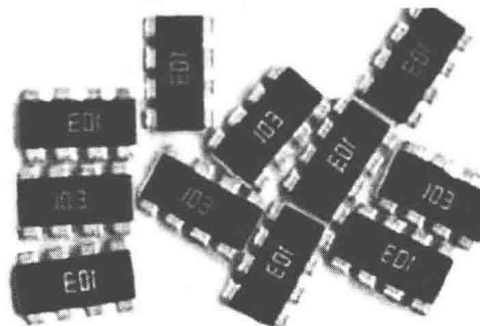
(e) 水泥电阻



(f) 直插排阻



(g) 贴片电阻



(h) 贴片排阻

图 1-1 常用的几种电阻器实物

## 二、电阻器的型号及标称阻值

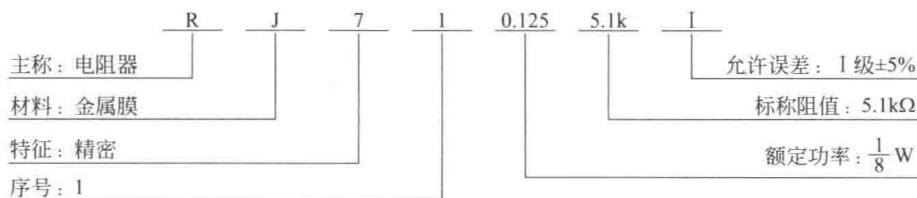
### (1) 电阻器的型号

电阻器的型号命名详见表 1-2。

表 1-2 电阻器的型号命名

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示特征		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳膜	1,2	普通	包括： 额定功率 阻值 允许误差 精度等级
RP	电位器	P	硼碳膜	3	超高频	
		U	硅碳膜	4	高阻	
		C	沉积膜	5	高温	
		H	合成膜	7	精密	
		I	玻璃釉膜	8	电阻器——高压 电位器——特殊函数	
		J	金属膜(箔)			
		Y	氧化膜			
		S	有机实芯	9	特殊	
		N	无机实芯	G	高功率	
		X	线绕	T	可调	
		R	热敏	X	小型	
		G	光敏	L	测量用	
		M	压敏	W	微调	
				D	多圈	

示例：RJ71-0.125-5.1 k I 型的命令含义。



由此可见，这是精密金属膜电阻器，其额定功率为  $\frac{1}{8}$ W，标称电阻值为 5.1kΩ，允许误差为 ±5%。

(2) 电阻器的主要性能指标

电阻器的主要性能指标有：标称阻值和允许误差、额定功率、最大工作电压、温度系数、电压系数、噪声电动势、高频特性、老化系数等。

(3) 电阻器的标称阻值

标称阻值是指电阻体表面上标示的电阻值。其单位为欧 (Ω)，对热敏电阻器则指 25℃ 时的阻值，或标以千欧 (kΩ)、兆欧 (MΩ)。标称阻值系列如表 1-3 所示。

任何固定电阻器的阻值都应符合表 1-3 所列数值乘以  $10^n \Omega$ ，其中  $n$  为整数。

表 1-3 标称阻值

允许误差	系列代号	标称阻值系列											
±5%	E24	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
±10%	E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
±20%	E6	1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8						

### 三、电阻器的允许误差及额定功率

#### (1) 电阻器的允许误差

允许误差是指电阻器和电位器实际阻值对于标称阻值的最大允许误差范围。它表示产品的精度。一个电阻器的实际阻值不可能绝对等于标称阻值,总是有一定的偏差的。两者间的偏差允许范围称为允许误差。一般允许误差小的电阻器,其阻值精度就高,稳定性也好,但生产要求就相应提高,成本也加大,价格也就贵些。电阻器的电阻允许误差应根据电路或整机实际要求来选用。例如通常的电子制作实验对电阻精度大多无特殊要求,可选用普通型的电阻器(允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 均可);在测量仪表(如万用表)及精密仪器中,对许多电阻器都要求高精度(如 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 等),不能选用普通精度的电阻器。

允许误差等级如表 1-4 所示。线绕电位器允许误差一般小于 $\pm 10\%$ ,非线绕电位器的允许误差一般小于 $\pm 20\%$ 。

表 1-4 允许误差等级

级 别	005	01	02	I	II	III
允许误差	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$

电阻器的阻值和误差,一般都用数字标印在电阻器上,但体积很小的一些合成电阻器,其阻值和误差常用色环来表示。如图 1-2 所示。它是在靠近电阻器的一端画有四道或五道(精密电阻)色环。其中,第一道色环、第二道色环以及精密电阻的第三道色环都表示其相应位数的数字。其后的一道色环则表示前面数字再乘以 10 的  $n$  次幂,最后一道色环表示阻值的容许误差。各种颜色所代表的意义如表 1-5 所示。

表 1-5 色环颜色的意义

颜色 数值	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	本色
代表数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
容许误差	F( $\pm 1\%$ )	G( $\pm 2\%$ )				D( $\pm 0.5\%$ )	C( $\pm 0.25\%$ )	B( $\pm 0.1\%$ )			J( $\pm 5\%$ )	K( $\pm 10\%$ )	$\pm 20\%$

例如,四色环电阻器的第一、二、三、四道色环分别为棕、绿、红、金色,则该电阻的阻值和误差分别为

$$R = (1 \times 10 + 5) \times 10^2 \Omega = 1500 \Omega, \text{ 误差为 } \pm 5\%$$

即表示该电阻的阻值和误差是:  $1.5 \text{ k}\Omega \pm 5\%$ 。

#### (2) 电阻器的额定功率

电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度下,假定周围空气不流通,在长期连续负载而不损坏或基本不改变性能的情况下,电阻器上允许消耗的最大功率。当超过额定功率时,电阻器的阻值将发生变化,甚至发热烧毁。不同材料的电阻器额定功率与电阻器外形尺寸及应用的环境温度有关。在选用时,根据电阻器的额定功率和环境温度的不同,应当留有裕量,为保证安全作用,一般选其额定功率比它在电路中消耗的功率高 1~2 倍。

额定功率分 19 个等级,常用的有 1/20W、1/8 W、1/4W、1/2W、1W、2W、4W、5W……在电路图中,非线绕电阻器额定功率的符号表示法如图 1-3 所示。

实际中应用较多的有 1/4W、1/2W、1W、2W。线绕电位器应用较多的有 2W、3W、5W、10W 等。电阻器的额定功率系列见表 1-6。

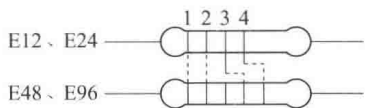


图 1-2 阻值和误差的色环标记

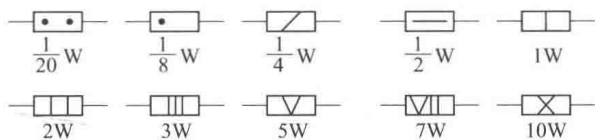


图 1-3 额定功率的符号表示法

表 1-6 电阻器的额定功率系列

类别	额定功率系列
线绕电阻	0.05 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 10 16 25 40 50 75 100 150 250 500
非线绕电阻	0.05 0.125 0.25 0.5 1 2 5 10 25 50 100
线绕电位器	0.25 0.5 1 1.6 2 3 5 10 16 25 40 63 100
非线绕电位器	0.025 0.05 0.1 0.25 0.5 1 2 3

## 四、电阻器的选用及注意问题

选用电阻器时注意的问题见表 1-7。

表 1-7 选用电阻器时注意的问题

序号	注意问题
1	根据电子设备的技术指标和电路的具体要求选用电阻的型号和误差等级
2	为提高设备的可靠性,延长使用寿命,应选用额定功率大于实际消耗功率的 1.5~2 倍
3	电阻装接前应进行测量、核对,尤其是在精密电子仪器设备装配时,还需经人工老化处理,以提高稳定性
4	在装配电子仪器时,若所用非色环电阻,则应将电阻标称值标志朝上,且标志顺序一致,以便于观察
5	电阻要固定焊接在接线架上时,较大功率的线绕电阻应用螺钉或支架固定起来,以防因振动而折断引线或造成短路,损坏设备
6	电阻引线需要弯曲时,不应从根部打弯,这样容易引起引线折断,或者造成两端金属帽松脱,接触不良,而应从根部留出一定距离,最好大于 5mm,用尖嘴钳夹住引线根部,将引线折成所需角度
7	焊接电阻时,烙铁停留时间不宜过长,以免电阻长时间受热,引起阻值变化,影响设备正常工作
8	选用电阻时应根据电路中信号频率的高低来选择
9	电路中如需串联或并联电阻来获得所需阻值时,应考虑其额定功率。阻值相同的电阻串联或并联,额定功率等于各个电阻额定功率之和;阻值不同的电阻串联时,额定功率取决于高阻值电阻,并联时,取决于低阻值电阻,且需计算方可应用
10	电阻在存放和使用过程中,都应保持漆膜的完整,不要互相碰撞、摩擦。否则,漆膜脱落后,电阻防潮性能降低,容易使导电层损坏,造成条状导电带断裂,电阻失效

例如问题 8, 一个电阻可等效成一个  $R$ 、 $L$ 、 $C$  二端线性网络, 如图 1-4 所示。不同类型的电阻,  $R$ 、 $L$ 、 $C$  三个参数的大小有很大差异。线绕电阻本身是电感线圈, 所以不能用于高频电路中, 薄膜电阻中, 若电阻体上刻有螺旋槽, 工作频率在 10MHz 左右, 未刻螺旋槽的 (如 RY 型) 工作频率则更高。

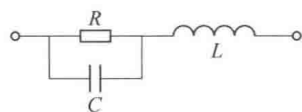


图 1-4 电阻器的等效电路

## 第二节 电阻器的检测与使用

### 一、使用电阻器前的质量检查

电阻器在使用前必须逐个检查,应先检查一下外观有无损坏、引线是否生锈、端帽是否松动。尤其是组装较复杂的电子装置时,由于电阻多,极易搞错。要检查电阻器的型号、标称阻值、功率、误差等,还要从外观上检查一下引脚是否受伤,漆皮是否变色;最好用万用表测量一下阻值,如图 1-5 所示,测好后分别记下,并把它顺序插到一个纸板盒上,这样用时就不会搞错了。测量电阻时,注意手不要同时搭在电阻器的两脚上,以免造成测量误差。

### 二、万用表对电阻器的简单测试

万用表对电阻器的简单测试见表 1-8。

表 1-8 万用表对电阻器的简单测试

方法	内容
用欧姆表、电阻电桥和数字欧姆表直接测量	当测量精度要求较高时,一般采用电阻电桥来测量电阻。电阻电桥有单臂电桥(惠斯登电桥)和双臂电桥(凯尔文电桥)两种
	当测量精度要求不高时,可直接用欧姆表测量电阻。现以 MF-47 型万用表为例,介绍测量电阻的方法。首先将万用表的功能选择波段开关置 $\Omega$ 挡,量程波段开关置合适挡。将两根测试笔短接,表头指针应在刻度线零点,若不在零点,则要调节“ $\Omega$ ”旋钮(零欧姆调整电位器)回零。调回零后即可把被测电阻串联于两根测试笔之间,此时表头指针偏转,待稳定后可从刻度线上直接读出所示数值,再乘上事先所选择的量程,即可得到被测电阻的阻值。当另换一量程时必须再次短接两测试笔,重新调零。每换一量程挡,都必须调零一次
根据欧姆定律 $R=U/I$	通过测量流过电阻的电流 $I$ 及电阻上的压降 $U$ 来间接测量电阻值

特别要指出的是,在测量电阻时,不能用双手同时捏住电阻或测试笔,因为那样的话,人体电阻将会与被测电阻并联在一起,表头上指示的数值就不单纯是被测电阻的阻值了。

### 三、用指针式万用表对固定电阻器进行测试

阻值不变的电阻器,称为固定电阻器,固定电阻器简称电阻。用万用表测试固定电阻器,即是对独立的电阻元件进行测试,方法如图 1-6 所示。

这种测试方法又叫开路测试法。测试前应先将指针式万用表调零,即把万用表的红表笔与黑表笔相碰,调整调零旋钮,使万用表指针准确地指零,如图 1-6 (a) 所示。

万用表的电阻量程分为几挡,其指针所指数值与量程数相乘即为被测电阻器的实测阻值。例如,把万用表的量程开关拨至  $R \times 100$  挡时,把红、黑表笔短接,调整调零旋钮使指针指零,然后如图 1-6 (b) 所示将表笔并联在被测电阻器的两个引脚上,此时若万用表指针指示在“50”上,则该电阻器的阻值为  $50 \times 100 \Omega = 5 \text{ k}\Omega$ 。

在测试中,如果万用表指针停在无穷大处静止不动,则有可能是所选量程太小,此时应把万用表的量程开关拨到更大的量程上,并重新调零后再进行测试。

如果测试时万用表指针摆动幅度太小,则可继续转换量程,直到指针指示在表盘刻度的中间位置,即在全刻度起始的 20%~80% 弧度范围内时测试结果较为准确,此时读出阻值,测试即告结束。

如果在测试过程中发现在最高量程时万用表指针仍停留在无穷大处不摆动,这就表明被

测电阻器内部开路,不可再用。反之,在万用表的最低量程时,指针指在零处,则说明被测电阻器内部短路,也是不能使用的。

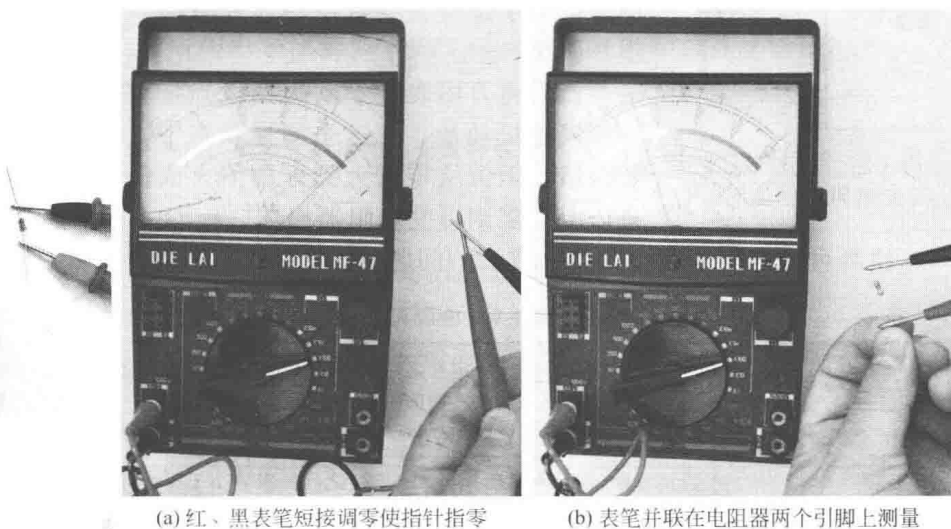


图 1-5 用万用表测量电阻的方法

图 1-6 万用表对固定电阻器进行测试

#### 四、用数字万用表对电阻器进行测试

用数字万用表测试电阻器,所得阻值更为精确。将数字万用表的红表笔插入“V·Ω”插孔,黑表笔插入“COM”插孔,之后将量程开关置于电阻挡,再将红表笔与黑表笔分别与被测电阻器的两个引脚相接,显示屏上便能显示出被测电阻器的阻值,如图 1-7 所示,所测阻值为 5.056 kΩ。显然,阻值比指针式万用表更为精确。

如果测得的结果为阻值无穷大,数字万用表显示屏左端显示“1”或者“-1”,这时应选择稍大量程进行测试。必须指出:用数字万用表测试电阻器时无需调零。

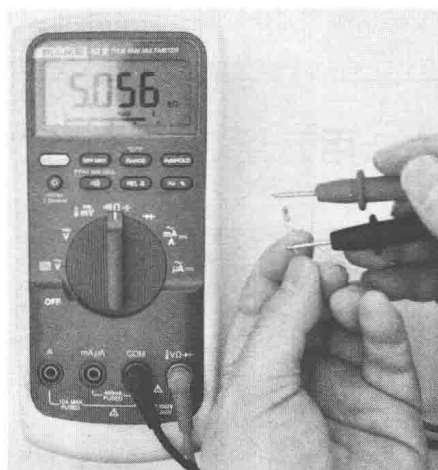


图 1-7 用数字万用表测试电阻器

#### 五、用万用表对可变电阻器进行测试

常用可调电阻的实物图如图 1-8 所示。

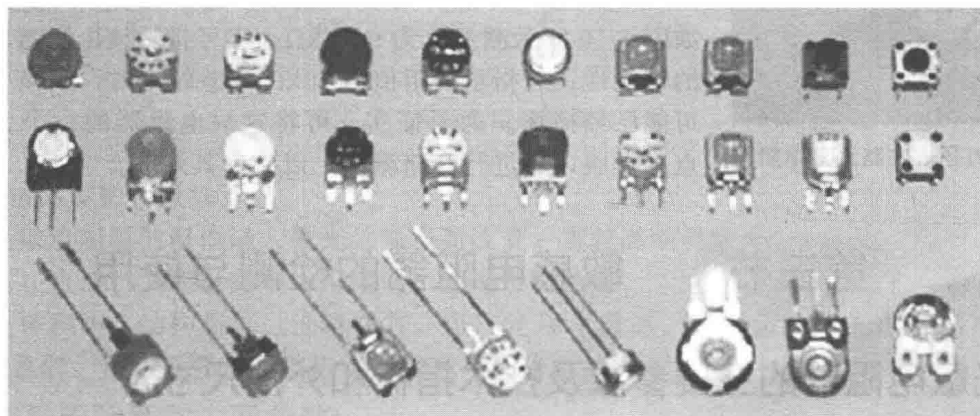


图 1-8 常用可调电阻的实物图

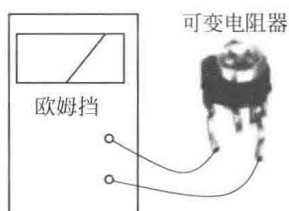


图 1-9 万用表检测  
可变电阻器标称阻值

用万用表检测可变电阻器时,万用表置于欧姆挡适当量程,两根表棒接可变电阻器两根定片引脚,如图 1-9 所示,这时测量的阻值应该等于该可变电阻器的标称阻值,否则说明该可变电阻器已经损坏。

然后将万用表置于欧姆挡适当量程,一根表棒接一个定片,另一根表棒接动片,在这个测量状态下,转动可变电阻器动片时,表针偏转,阻值从零增大到标称值,或从标称值减小到零。如果不符合以上结果则可变电阻器损坏。

检测可变电阻器要注意几个方面的问题见表 1-9。

表 1-9 检测可变电阻器注意的问题

检测可变电阻器 注意的问题	如果测量动片与任一定片之间的阻值已大于标称阻值,说明可变电阻器已出现了开路故障;如果测量动片与某定片之间的阻值为 0,此时应看动片是否已转动至所测定片这一侧的端点,否则可认为可变电阻器已损坏(在路测量时要排除外电路的影响)
	测量中,如果测量动片与某一定片之间的阻值小于标称阻值,并不能说明它已经损坏,而应看动片处于什么位置,这一点与普通电阻器不同
	断开线路测量时,可用万用表欧姆挡适当量程,一支表棒接动片引脚,另一支表棒接某一个定片,再用平口旋具顺时针或逆时针缓慢旋转动片,此时表针应从 $0\Omega$ 连续变化到标称阻值
	同样方法再测量另一个定片与动片之间的阻值变化情况,测量方法和测试结果应相同。这样,说明可变电阻器是好的,否则说明可变电阻器已损坏

## 六、用万用表在路测试电阻器

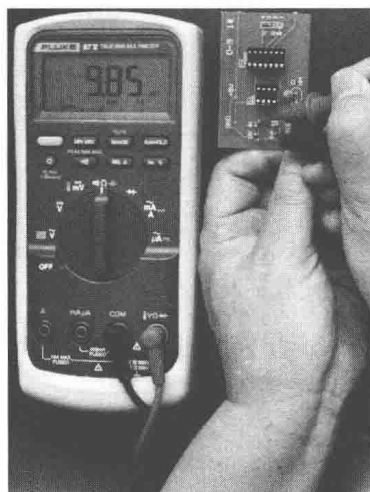


图 1-10 万用表在路测试电阻器

在路测试电阻器的方法如图 1-10 所示。采用此方法测印制电路板上电阻器的阻值时,印制电路板不得带电(即断电测试),而且还应对电容器等储能元件进行放电。通常,需对电路进行详细分析,估计某一电阻器有可能损坏时,才能进行测试。此方法常用于维修中。

例如,怀疑印制电路板上的某一只阻值为  $10\text{k}\Omega$  的电阻器烧坏时,可以采用此方法。将数字万用表的量程开关拨至电阻挡,在排除该电阻器没有并联大容量的电容器或电感器等元件的情况下,把万用表的红、黑表笔并联在  $10\text{k}\Omega$  电阻器的两个焊点上,若指针指示值接近(通常是略低一点)  $10\text{k}\Omega$ ,如图 1-10 所示测量值为  $9.85\text{k}\Omega$ ,则可排除该电阻器出现故障的可能性;若指示的阻值与  $10\text{k}\Omega$  相差较大时,则该电阻器有可能已经损坏。为了证实,可将这只电阻器的一个引脚从焊点上焊脱,再进行开路测试,以判断其好坏。

### 第三节 敏感电阻器的检测与使用

#### 一、光敏电阻器的主要参数及技术指标和外形尺寸

光敏电阻器大多数是由半导体材料制成的。它是利用半导体的光电特性,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。它与普通电阻一样，没有正负极性。因此，其阻值检测方法与测量普通电阻相似。

光敏电阻器的种类很多，由所用半导体材料不同又分为单晶光敏和多晶光敏电阻器。

根据光敏电阻的光谱特性分类，见表 1-10。

表 1-10 根据光敏电阻的光谱特性分类

类别	介绍
红外光光敏电阻器(响应峰值波长在红外光范围内的光敏电阻器)	硫化镉、硒化镉、碲化镉光敏电阻器、锗掺杂金光敏电阻器等
可见光光敏电阻器	砷化镓、硫化镉光敏电阻器(多以单晶或多晶硫化镉为主体材料的光敏电阻器)及硅、锗光敏电阻器等
紫外光光敏电阻器	硫硒化镉光敏电阻器,它是在硫化镉电阻中加入硒化镉,使光谱响应范围增大

在业余制作中用得最多的是可见光光敏电阻器，即硫化镉光敏电阻器。硫化镉光敏电阻器通常都是制成薄膜结构的，以便于接收更多的光线。

光敏电阻器由玻璃基片、光敏层、电极组成。

光敏电阻器的外形结构多为片状，其外形结构和电路符号如图 1-11、图 1-12 所示。

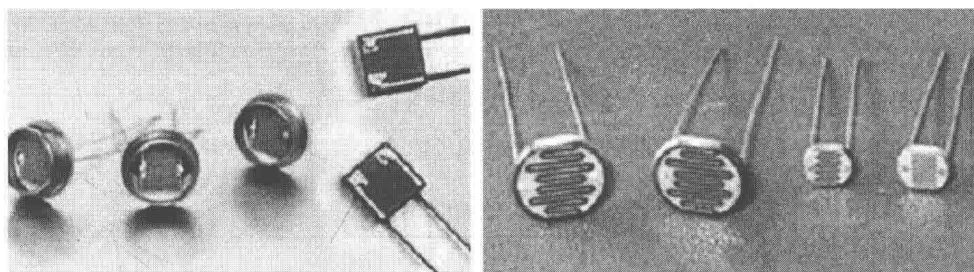


图 1-11 光敏电阻器实物图

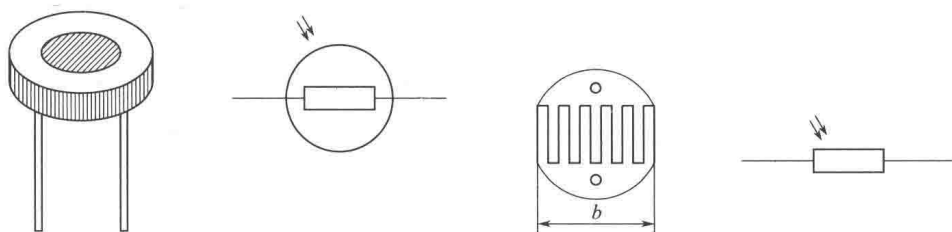


图 1-12 光敏电阻器结构和符号

光敏电阻器的特点如下。

- ① 光敏电阻器的阻值随入射光的强弱而改变，有较高的灵敏度。
- ② 它在直流、交流电路中均可使用，其电性能稳定。
- ③ 它体积小、结构简单、价格便宜，可广泛用于检测、自动计数、光电自动控制、医疗电器、通信、自动报警、照相机自动曝光等电路中。

### 1. 光敏电阻器的主要参数

光敏电阻器的主要参数见表 1-11。



表 1-11 光敏电阻器的主要参数

主要参数	定义
光电流、亮阻	光敏电阻器在一定的外加电压下,当有光照射时(一般照度为 100lx 时),流过光敏电阻的电流称光电流。外加电压与光电流之比称为亮阻
暗电流、暗阻	光敏电阻器在一定外加电压下,当没有光照时(照度为 0lx 时),流过光敏电阻器的电流称为暗电流。外加电压与暗电流之比称为暗阻
灵敏度	灵敏度是指光敏电阻器不受光照射时的电阻值(暗阻,当照度为 0lx 时的)和受光照射时的电阻值(亮阻,即 100lx 时的)的相对变化值
光谱响应	光谱响应又称光谱灵敏度。它是指光敏电阻器在不同波长的单色光照下的灵敏度。若把不同波长下的灵敏度画成曲线,就可得光谱灵敏度分布图,又称光谱响应曲线。硫化镉光敏电阻器光谱响应峰值波长为 0.52~0.85 $\mu\text{m}$ 之间
光照特性	光敏电阻器输出的电信号随光照强度而变化的特性称为光照特性。光敏电阻器的光照特性多数情况下是非线性的,只是在微小区域呈线性
伏安特性曲线	伏安特性曲线是描述光敏电阻器的外加电压和流过的光电流的关系。对于光敏元件来说,其光电流随外加电压增大而增大。硫化镉光敏电阻器在规定的极限电压下,它的伏安特性具有较好的线性
温度系数	光敏电阻器的光电效应受温度影响较大,不少光敏电阻器在低温下的光电灵敏度较高,而在温度升高时则灵敏度降低,因此这类元件只宜用于低温环境中。硫化镉光敏电阻器与温度的关系较复杂,有时亮阻随温度增加而增大,而有时又变小。通常用电阻温度系数来描述光敏电阻的这一特性。它表示温度改变 1 $^{\circ}\text{C}$ 时,电阻的相对变化
额定功率	额定功率亦称功耗。其含义是,当光敏电阻用于某种电路中所允许加上的功率。主要取决于光敏电阻本身特性、环境温度及光敏电阻本身所产生的温度,也就是说,环境温度升高,光敏电阻器允许消耗的功率就降低。额定功率 $P=I^2R$ , 式中, $P$ 为光敏电阻的额定功率(W); $I$ 为光电流(A); $R$ 为亮阻( $\Omega$ )

## 2. 常用光敏电阻的技术指标和外形尺寸

国产光敏电阻的型号为 MG41~MG45。常用的 MG45 型塑封光敏电阻的技术指标见表 1-12。

表 1-12 MG45 光敏电阻技术指标

型号	额定功率/mW	亮阻/k $\Omega$	暗阻/M $\Omega$	环境温度/ $^{\circ}\text{C}$	时间常数/ms	最高工作电压/V
MG45-1	10	$\leq 2\sim 10$	1~10	-40~+70	$\leq 20$	50
MG45-2	20	$\leq 2\sim 10$	1~10	-40~+70	$\leq 20$	85
MG45-3	50	$\leq 2\sim 10$	1~10	-40~+70	$\leq 20$	150
MG45-5	200	$\leq 2\sim 10$	1~10	-40~+70	$\leq 20$	250

外形尺寸见图 1-13 及表 1-13。

表 1-13 MG45 光敏电阻外形尺寸

型号	$D/\text{mm}$	$d/\text{mm}$	$b/\text{mm}$	$h/\text{mm}$	$L/\text{mm}$
MG45-1	$\phi 5\pm 0.2$	$3.5\pm 0.1$	$4.3\pm 0.1$	$1.6\pm 0.1$	$25\pm 5$
MG45-2	$\phi 9\pm 0.5$	$6.4\pm 0.1$	$8\pm 0.5$	$2\pm 0.5$	$25\pm 5$
MG45-3	$\phi 16\pm 0.5$	$12\pm 0.1$	$16\pm 0.5$	$2\pm 0.5$	$25\pm 5$

## 二、数字万用表测试光敏电阻器

### 1. 万用表对光敏电阻器暗阻的测试

光敏电阻器可分为可见光光敏电阻器、红外光光敏电阻器、紫外光光敏电阻器。常见的几种硫化镉光敏电阻器如图 1-14 (a) 所示,对光敏电阻器暗阻测试方法如图 1-14 (b) 所示。