

SHIYONG DIANZI AIHAOZHE CHUJI DUBEN

实用电子爱好者 初级读本

张 宪 张大鹏◎主编



金盾出版社

实用电子爱好者初级读本

主 编	张 宪	张大鹏		
副主编	郭振武	程 玮	刘小钊	白效松
参 编	韩凯鸽	杨冠懿	邹 放	吴子谦
	赵建辉	李志勇	郭丽莉	刘欣妍
	陈 影	赵 鹏	杨纯艳	沈 虹
主 审	谭允恩	付少波	赵慧敏	何宇斌

金盾出版社

内 容 提 要

本书主要介绍常用电子元器件指标与检测、半导体器件指标与检测、集成电路指标与检测、基本放大电路识读、振荡与调制电路识读、直流稳压电源识读、集成运算放大器识读、集成数字电路识读,以及电子设备装配、常用电子仪器仪表使用等方面的知识。

本书为电子电路及元器件的初级读物,内容丰富、图文并茂、通俗易懂,适合于农村电工和广大电子爱好者阅读,也可供非电工电子专业的大中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用电子爱好者初级读本/张宪,张大鹏主编. —北京:金盾出版社,2016.8
ISBN 978-7-5186-0850-8

I. ①实… 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 066208 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)
邮政编码:100036 电话:68214039 83219215
传真:68276683 网址:www.jdcbs.cn

封面印刷:北京印刷一厂

正文印刷:双峰印刷装订有限公司

装订:双峰印刷装订有限公司

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:16.75 字数:402 千字

2016 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

印数:1~3 000 册 定价:56.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

随着我国电子行业的飞速发展和人民生活水平的不断提高，我国已经进入了电子时代。电子产品与人们的联系从来没有像现在这样紧密。不论是工作还是生活，都有大量的电子产品出现在我们身边。人们在享受电子产品带来的财富、愉悦、方便、快捷，感受它的梦幻神奇的同时，也不时被它的故障搞得不知所措、焦头烂额。人们越来越认识到，在电子时代，如果没有电子知识，就会被时代远远地抛在后面。为此，加入电子爱好者的队伍，丰富自己的电子知识，探求电子世界的奥秘，正在成为很多人的现实需求。为了满足这部分读者的需求，在深入调查研究的基础上，我们编写了本书。

本书共十章，分为三个部分。第一部分为第一章至第三章，分别介绍常用电子元器件、常用半导体器件、常用集成电路的种类、结构、图形符号、主要参数、命名方法、检测方法等；第二部分为第四章至第八章，分别介绍了基本放大电路、振荡与调制电路、直流稳压电源、集成运算放大器、集成数字电路的电路结构、工作原理及识读方法，每一章均从基本电路开始介绍，经过单元电路，过渡到应用电路；第三部分为第九章和第十章，主要介绍电子设备装配和电子测量仪器使用方面的知识，包括整机电原理图和印制板图的识读方法和技巧，电子元器件的加工、线缆的加工、电子元器件及线缆的焊接以及万用表、示波器、频率计等测量仪器的结构和使用方法等，目的是提高电子爱好者对知识的综合运用能力和实际操作能力。

本书从广大电子爱好者的实际需要出发，在内容设置上注重实用性和可操作性；在内容安排上力争做到由浅入深、循序渐进、融会贯通；在文字叙述上，力求做到图文并茂、通俗易懂。

本书在编写过程中，得到金盾出版社和同行的指导和帮助，参考和借鉴了有关书刊和网络媒体的相关资料，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，书中错漏之处难免，恳请广大读者批评指正。

作 者

目 录

第一章 常用电子元器件指标与检测	1
第一节 电阻器.....	1
第二节 电位器.....	11
第三节 电容器.....	15
第四节 电感器.....	23
第五节 继电器.....	29
第六节 开关.....	33
第二章 半导体器件指标与检测	39
第一节 二极管.....	39
第二节 晶体管.....	47
第三节 单结晶体管和场效应管.....	57
第四节 晶闸管.....	67
第三章 集成电路指标与检测	74
第一节 集成电路基础知识.....	74
第二节 集成运算放大器.....	77
第三节 三端集成稳压器.....	82
第四节 数字集成电路基础知识.....	86
第四章 基本放大电路识读	100
第一节 晶体管基本放大电路.....	100
第二节 功率放大电路及其应用.....	103
第三节 场效应管放大电路.....	111
第五章 振荡与调制电路识读	115
第一节 LC 振荡电路.....	115
第二节 RC 振荡电路.....	120
第三节 石英晶体振荡电路.....	123
第四节 调幅与检波电路.....	126
第五节 调频与鉴频电路.....	129
第六章 直流稳压电源识读	133
第一节 整流电路.....	134
第二节 滤波电路.....	139
第三节 直流稳压电路.....	143
第四节 实用直流稳压电源电路.....	149
第五节 开关稳压电源电路.....	154

第七章 集成运算放大器电路识读	163
第一节 理想集成运算放大器.....	163
第二节 集成运算放大电路.....	164
第三节 由集成运算放大器组成的有源滤波器.....	167
第四节 集成运算放大器应用电路.....	172
第八章 数字集成电路识读	177
第一节 数字集成电路中的时序逻辑器件.....	177
第二节 集成 555 定时器.....	185
第三节 逻辑电路图的组成及识读方法.....	189
第四节 组合逻辑应用电路识读.....	191
第五节 时序逻辑应用电路识读.....	194
第六节 555 定时器应用电路识读.....	198
第九章 电子设备装配	200
第一节 装配工具.....	200
第二节 元器件的装配.....	206
第三节 导线线端加工与捆扎.....	209
第四节 电子设备的整机装配.....	213
第五节 电子设备整机装配实例.....	217
第十章 常用电子测量仪器仪表	220
第一节 指针式万用表.....	220
第二节 数字式万用表.....	227
第三节 示波器.....	234
第四节 信号发生器.....	239
第五节 交流毫伏表.....	247
第六节 频率计.....	248
附录 电子电路常用图形符号和文字符号	251

第一章 常用电子元器件指标与检测

第一节 电 阻 器

一、电阻器的分类

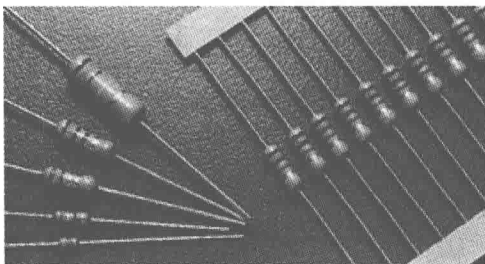
电阻器是电路元件中应用最广泛的一种,在电子设备中约占元件总数的 30%以上,其质量的好坏对电路工作的稳定性有极大影响。电阻器主要用途是稳定和调节电路中的电流和电压,其次还可作为分流器、分压器和消耗电能的负载等。

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。

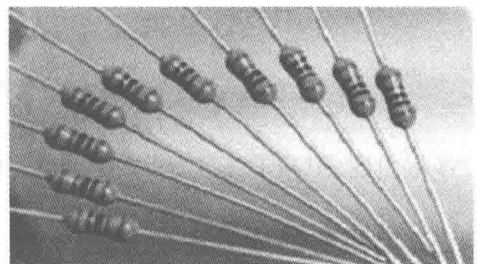
表 1-1 电阻器按结构分类

按结构	细 分 类 型	
固定式	膜式	碳膜电阻器(RT)、金属膜电阻器(RJ)、合成膜电阻器(RH)和氧化膜电阻器(RY)等
	实芯	有机实芯电阻器(RS)和无机实芯电阻器(RN)
	金属线绕(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
	特殊电阻器	光敏电阻器、热敏电阻器、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	绕线式	大功率(滑线式)型、小功率型
	膜式	全密封式、半密封式、非密封式
敏感式	(同特殊电阻器)	光敏电阻器、热敏电阻器、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

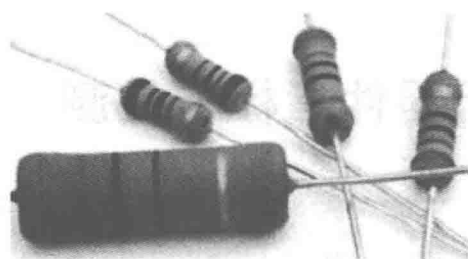
图 1-1 所示为常用的几种电阻器实物图。常用电阻器的电路图形符号如图 1-2 所示。



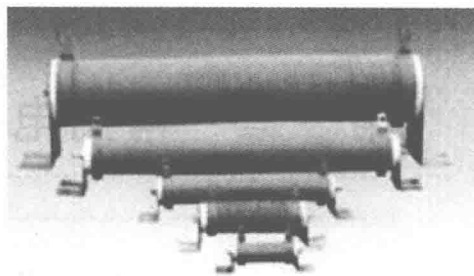
(a) 碳膜电阻器



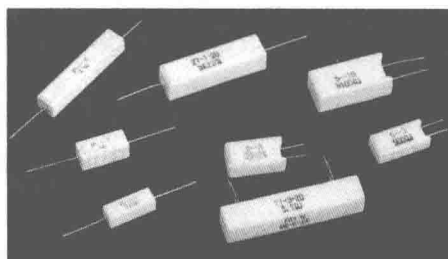
(b) 金属膜电阻器



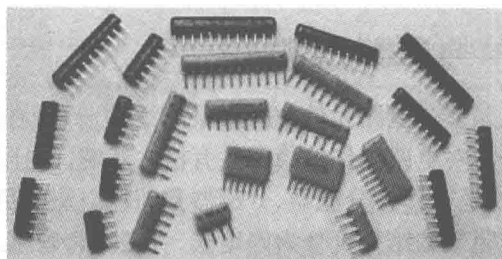
(c) 金属氧化膜电阻器



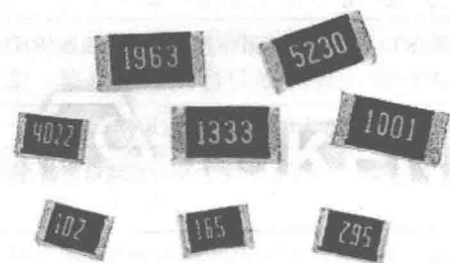
(d) 大功率涂漆线绕电阻器



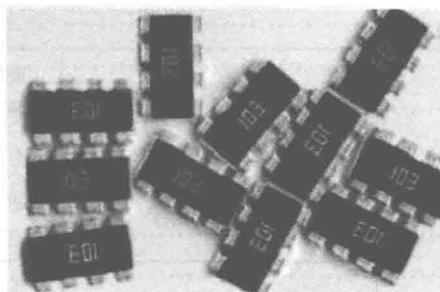
(e) 水泥电阻器



(f) 直插排电阻器



(g) 贴片电阻器



(h) 贴片排电阻器

图 1-1 几种常用的电阻器实物

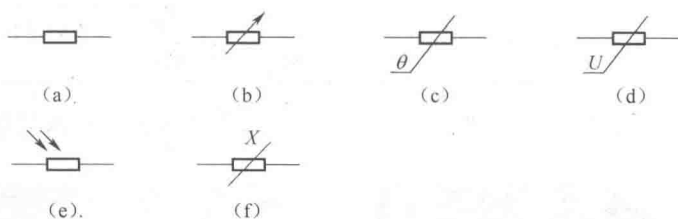


图 1-2 常用电阻器电路图形符号

(a)一般符号 (b)可变电阻器 (c)温度电阻器
(d)压敏电阻器 (e)光敏电阻器 (f)磁敏电阻器

二、电阻器的型号命名方法

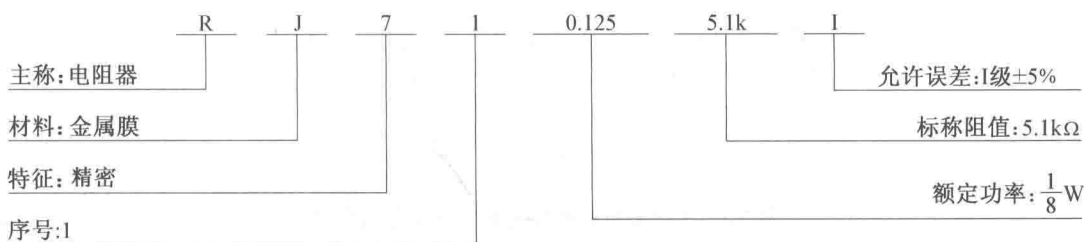
国产电阻器的型号命名由三部分或四部分组成。第一部分为产品主称,用字母“R”表示电阻器;第二部分用字母表示电阻器的电阻体材料;第三部分用字母或数字表示电阻器的类

别;第四部分用数字表示生产序号,以区别电阻器的外形尺寸和性能。电阻器型号中各部分字母及数字的具体含义见表 1-2。

表 1-2 电阻器的型号命名法

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
		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型的含义。



上述型号表示该产品为精密金属膜电阻器,其额定功率为 $\frac{1}{8}$ W,标称电阻值为 $5.1\text{k}\Omega$,允许误差为 $\pm 5\%$ 。

三、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、高频特性、老化系数等。

1. 标称阻值

标称阻值是指电阻体表面标示的电阻值,对热敏电阻器则指环境温度为 25°C 时的阻值。其单位为欧(Ω)、千欧($\text{k}\Omega$)、兆欧($\text{M}\Omega$)。标称阻值系列见表 1-3。

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 电阻器的标称阻值系列

允许误差	系列代号	标称阻值系列
$\pm 5\%$	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
$\pm 10\%$	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
$\pm 20\%$	E6	1.0 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8

2. 允许误差

一个电阻器的实际阻值不可能绝对等于标称阻值,总有一定的偏差。允许误差是指电阻器实际阻值对于标称阻值的最大允许偏差。它表示产品的精度。一般允许误差小的电阻器,其阻值精度就高,稳定性也好,但价格也就贵些。

电阻器的允许误差等级如表 1-4 所示。

表 1-4 电阻器的允许误差等级

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

3. 额定功率

电阻器的额定功率是在规定的环境温度和湿度条件下,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。电阻器的额定功率与外形尺寸及应用的环境温度有关。

额定功率分 19 个等级,电阻器的额定功率系列见表 1-5。常用的有 $1/4\text{W}$ 、 $1/2\text{W}$ 、 1W 、 2W 。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。

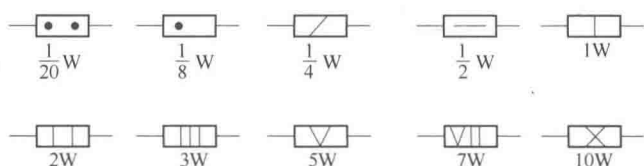


图 1-3 非线绕电阻器额定功率的符号表示法

表 1-5 电阻器的额定功率系列

(W)

类 别	额定功率系列
线绕电阻器	0.05 0.125 0.25 0.5 1 2 4 8 10 16 25 40 50 75 100 150 250 500
非线绕电阻器	0.05 0.125 0.25 0.5 1 2 5 10 25 50 100

四、电阻器参数的标注方法

电阻器参数的标注方法主要有直标法和色标法,有时也采用文字符号法。

1. 直标法

采用直标法的电阻器,其电阻值用数字、允许误差用百分数直接标注在电阻器的表面。额定功率较大的电阻器,将额定功率也直接标注在电阻器上。

例如:2.2kΩ±5%,5W 4.7Ω±10%等。

2. 色标法

色标法用印制在电阻器表面不同颜色的色环来表示电阻值和允许误差。其中:普通电阻器用四道色环表示,精密电阻器用五道色环表示,如图 1-4 所示。对于普通电阻器而言,第一道色环表示第一位数字,第二道色环表示第二位数字,第三道色环表示 10 的倍数,第四道色环表示允许误差。对于精密电阻器而言,第一道色环与第二道色环的含义与普通电阻器相同,第三道色环表示第三位数,第四道色环、第五道色环的含义分别与普通电阻器第三、四道色环的含义相同。每种色环的具体含义见表 1-6。

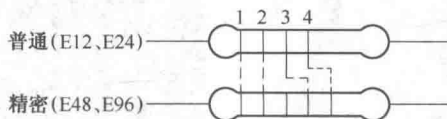


图 1-4 电阻器的色环标记

表 1-6 电阻器表面色环颜色的含义

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			
允许误差	(±1%)	(±2%)				(±0.5%)	(±0.25%)	(±0.1%)			(±5%)	(±10%)	±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,则该电阻器的阻值和误差分别为:

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

即该电阻器的阻值和误差是:1.5kΩ±5%。

3. 文字符号法

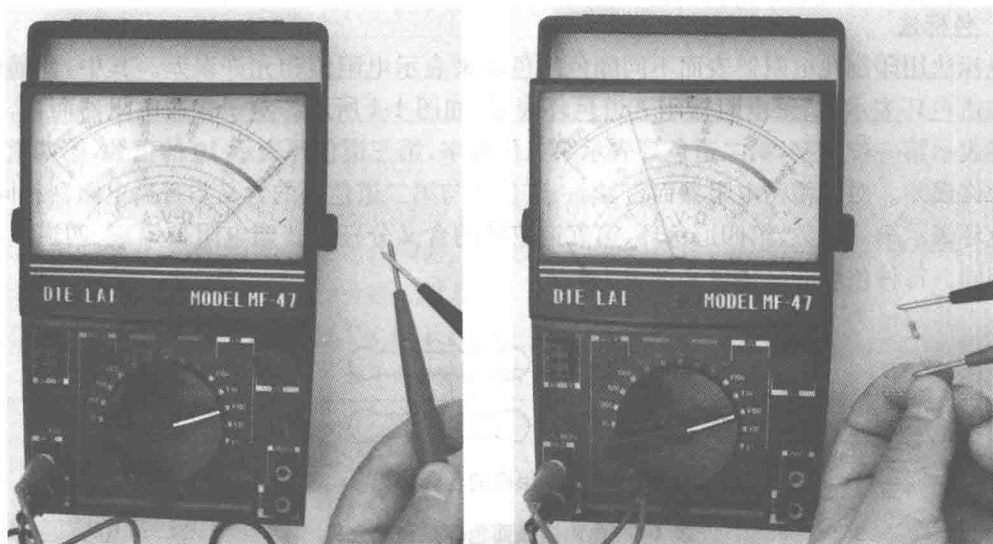
采用文字符号法标注的电阻器,阻值用数字与字母组合在一起表示。其由两部分组成:一部分表示阻值,由数字和字母组成,通常,字母 R、K、M 前面的数字表示电阻值的整数,文字符号后面的数字表示电阻值的小数值。另一部分表示允许误差,用符号表示,其中: B 为 ±0.1%, C 为 ±0.25%, D 为 ±0.5, F 为 ±1%, G 为 ±2%, J 为 ±5%, K 为 ±10%, M 为 ±20%, N 为 ±30%。

例如:标注为 3R3K 的电阻器,表示该电阻器的阻值为 3.3Ω、允许误差为 ±10%;标注为 4K7J 的电阻器,表示该电阻器的阻值为 4.7kΩ、允许误差为 ±5%。

五、用万用表对固定电阻器进行测试

用万用表测试固定电阻器,主要是测量电阻器的实际电阻值。测量方法称为开路测试法。测量时先将选择开关置于适当量程(例如:测量 50Ω 以下的电阻器置于“×100”档,测量 1~100kΩ 的电阻器置于“×1k”档,测量 200kΩ 以上电阻器置于“×10k”档等),再将万用表调零,

使万用表指针准确地指零,如图 1-5(a)所示,然后如图 1-5(b)所示将表笔并联在被测电阻器的两个引脚上,读取电阻值。例如,把万用表的选择开关拨至 $R \times 100\Omega$ 档,此时若万用表指针指示在“50”上,则该电阻器的阻值为 $50 \times 100\Omega = 5k\Omega$ 。



(a) 将红、黑表笔短接调零使指针指零

(b) 表笔并联在电阻器两个引脚上测量

图 1-5 用万用表对固定电阻器进行测试

若测出的电阻值与标称值不符,说明该电阻器的误差较大或已变值。测试时如果万用表指针摆动幅度太小,说明选择的量程太大,应转换量程,直到指针指示在表盘刻度的 $2/3$ 位置。此时读出阻值较为准确。

在测试过程中如果发现在最高量程时万用表指针仍停留在无穷大处不摆动,表明被测电阻器内部开路。反之,若万用表在最低量程时,指针仍指在零处,则说明被测电阻器内部短路。

六、用数字万用表对固定电阻器进行测试

用数字万用表测试固定电阻器,所得阻值更为精确。用数字万用表测固定电阻器阻值的方法是:将数字万用表的红表笔插入“ $V \cdot \Omega$ ”插孔,黑表笔插入“COM”插孔,之后将选择开关置于电阻档,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 1-6 所示。本例中所测阻值为 $5.056 k\Omega$ 。显然,阻值的读数比指针式万用表更为精确。

如果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。需要指出的是,用数字万用表测试电阻器时无需调零。

七、用万用表在路测试固定电阻器

在路测试电阻器的方法如图 1-7 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电路中的储能元件进行放电。通常,需

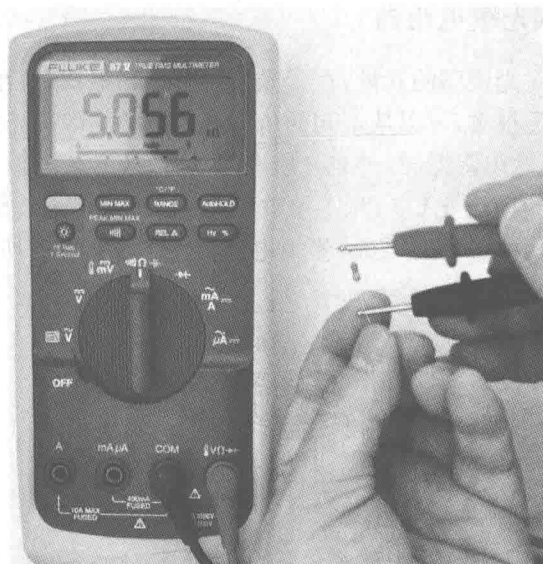


图 1-6 用数字万用表测试固定电阻器

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。

例如,当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,可以将数字万用表的选择开关拨至电阻档,在排除该电阻器没有并联大容量电容器或电感器等元件的情况下,把万用表的红、黑表笔分别并联在 $10\text{k}\Omega$ 电阻器引脚的两个焊点上,若指示值接近(通常是略低一点) $10\text{k}\Omega$ (图 1-7 所示测量值为 $9.85\text{k}\Omega$),则可认为该电阻器正常;若指示的阻值与 $10\text{k}\Omega$ 相差较大,则该电阻器有可能已经损坏。为了证实判断是否正确,还可将这只电阻器的一个引脚从焊点上焊脱,进行开路测试。

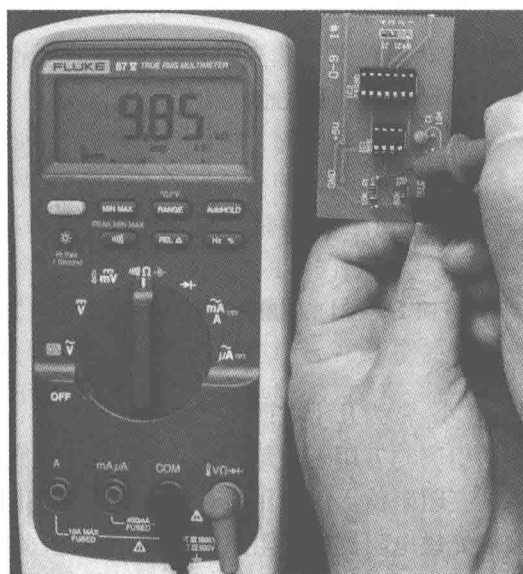


图 1-7 用数字万用表在路测试电阻器

八、用万用表测试光敏电阻器

光敏电阻器是一种对光敏感的元件,在无光照射时呈高阻状态,在有光照射时其阻值迅速减小。光敏电阻器的种类很多,可以从不同的角度进行分类。如按光谱特性分,可分为可见光光敏电阻器、紫外光光敏电阻器、红外光光敏电阻器等;按光敏电阻器的制作材料分,可分为硫化镉(CdS)光敏电阻器、硫化铅(PbS)光敏电阻器、硒化铅(PbSe)光敏电阻器、锑化铟(InSb)光敏电阻器等。几种硫化镉(CdS)光敏电阻器外形如图 1-8 所示。光敏电阻器广泛应用于各种控制电路中。

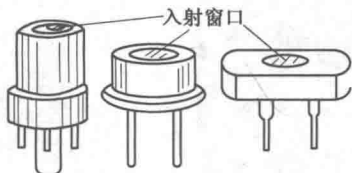


图 1-8 硫化镉光敏电阻器外形

光敏电阻器的主要技术参数有:亮电阻、暗电阻、最高工作电压、亮电流、暗电流、时间常数、电阻温度系数、灵敏度等。其中:亮电阻是指光敏电阻器受到光照射时的电阻值,暗电阻是指光敏电阻器在无光照射(黑暗环境)时的电阻值。

1. 对光敏电阻器暗阻的测试

光敏电阻器暗阻测试方法如图 1-9 所示。为严密遮住光敏电阻器,不让光线照射其入射窗口,可制作一个遮光筒,也可用黑布将光敏电阻器盖严。万用表测出的读数即为被测光敏电阻器的暗阻阻值。光敏电阻器的暗阻阻值很大,通常为几兆欧姆。因光敏电阻器无极性,所以不必考虑表笔的极性。需注意的是,在测试时不可用手接触光敏电阻器的引脚,以免造成测试误差。

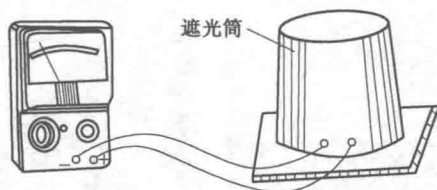


图 1-9 对光敏电阻器暗阻的测试

2. 对光敏电阻器亮阻的粗测

光敏电阻器的亮阻阻值较小,常为几千欧或几十千欧。

测试时,将光敏电阻器的引脚与万用表表笔接牢,然后用灯光照射光敏电阻器,此时万用表的读数,即为光敏电阻器的亮阻阻值。用万用表对光敏电阻器亮阻的测试方法如图 1-10 所示。用不同的光源照射,被测光敏电阻器的亮阻阻值不同。因此,此阻值仅是个粗测值。如果将灯光移开再测光敏电阻器的阻值,阻值将变大,但小于其暗阻阻值。由此可判断出被测光敏电阻器性能的好坏。

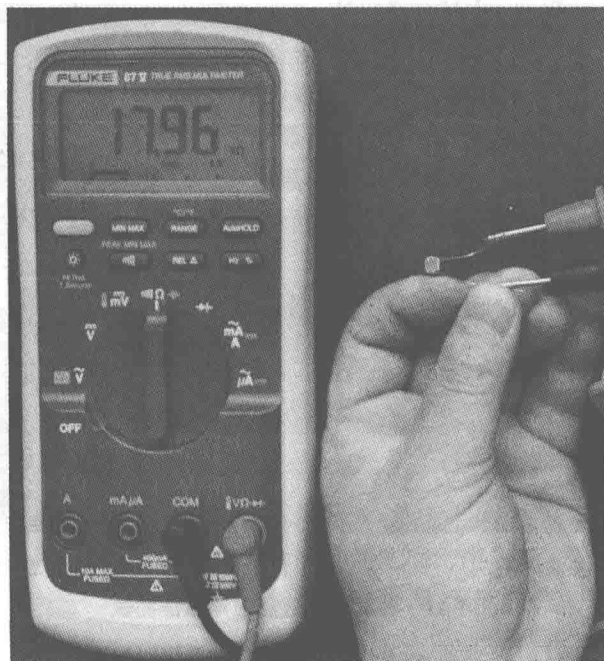


图 1-10 万用表对光敏电阻器亮阻的粗测

九、用数字万用表测试热敏电阻器

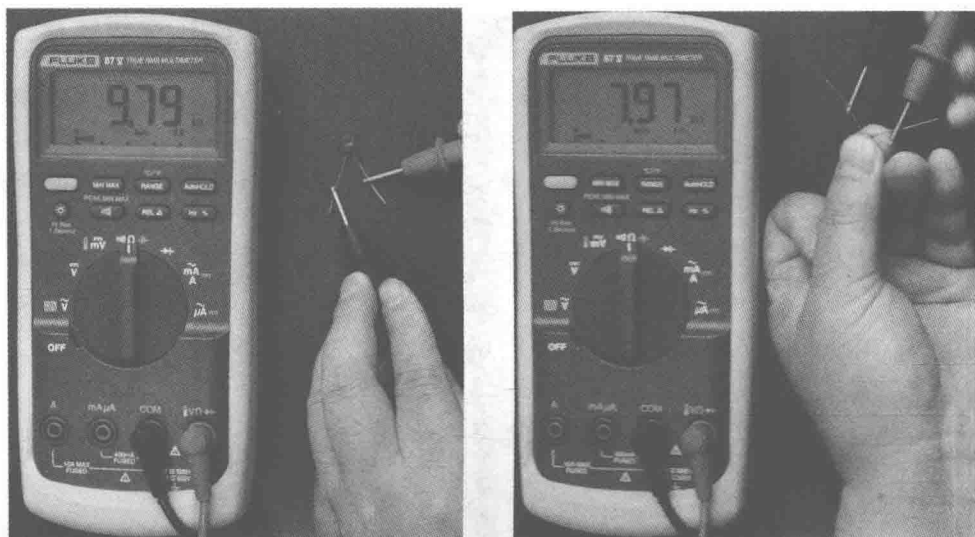
热敏电阻器是一种对温度反应比较敏感,阻值随着温度变化而变化的非线性电阻器。热敏电阻器根据不同的需要,有多种多样的类型。如:按对温度变化的灵敏度分类,可以分为高灵敏度(突变型)热敏电阻器和低灵敏度(缓变型)热敏电阻器;按热敏电阻器的结构和形状分类,可以分为圆片形(片状)热敏电阻器、圆柱形(柱状)热敏电阻器、圆圈形(垫圈状)热敏电阻器;按阻值随温度变化的特性分类,可以分为正温度系数热敏电阻器(PTC)和负温度系数热敏电阻器(NTC)等。

热敏电阻器的主要技术参数有:标称电阻、额定功率、允许偏差等。除此之外,还有测量功率、电阻温度系数、热时间常数、标称电压、工作电流、最高工作温度等。需要说明的是:热敏电阻器的标称电阻是在 25℃ 条件下用专用的测量仪器测得的,由于热敏电阻器对环境温度比较敏感,因此,在常温条件下测得的电阻值,与电阻器的标称电阻往往会有一定的误差。

1. 用数字万用表测试负温度系数热敏电阻器

负温度系数热敏电阻器也称 NTC 热敏电阻器。其主要特性是电阻值与温度变化成反比,即当温度升高时,电阻值却随之减小。它是应用较广泛的一种热敏电阻器,常用于温度检测、温度补偿、温度控制等。用数字万用表测试负温度系数热敏电阻器的方法如图 1-11 所示。

测试时根据电阻器的标称电阻将选择开关置于适当档位,先用测试表笔分别连接热敏电阻器的两只脚,如图 1-11(a)所示,记下此时的阻值。然后用手捏住热敏电阻器,使它温度慢慢升高,观察万用表,会看到热敏电阻器的阻值在逐渐减小。减小到一定数值时,指针停下来,如图 1-11(b)所示,说明热敏电阻器的性能良好。若气温接近体温,用这种方法就不行了,这时可用电烙铁或用电吹风机靠近热敏电阻器进行加热。若电阻器的阻值不随温度的升高而下



(a) 加热前测量

(b) 加热后测量

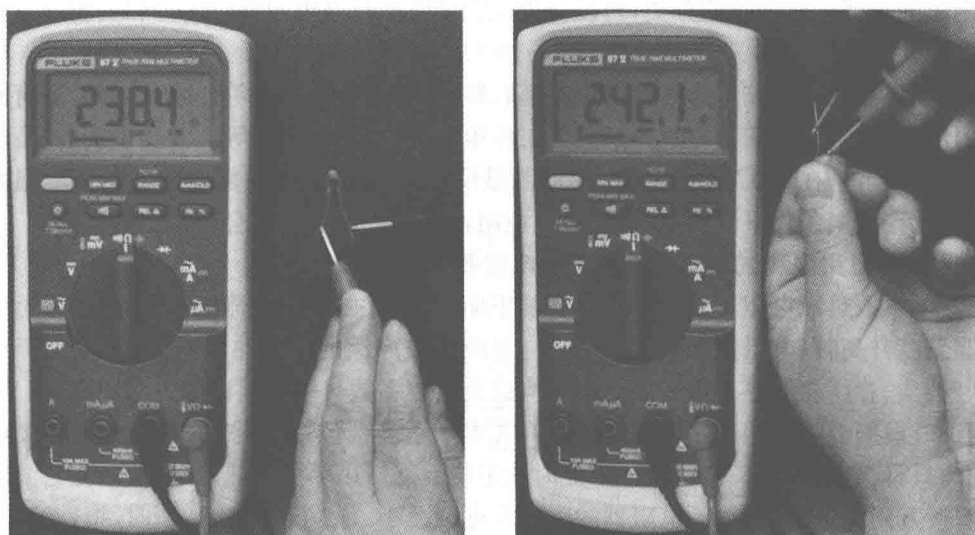
图 1-11 负温度系数热敏电阻器测试

降,则说明该热敏电阻器已损坏或性能不良。

2. 用数字万用表测试正温度系数热敏电阻器

正温度系数热敏电阻器也称 PTC 热敏电阻器。其主要特性是电阻值与温度变化成正比,即当温度升高时电阻值随之增大。正温度系数热敏电阻器在常温下阻值只有几欧姆至十几欧姆。当流经它的电流超过额定值时,其阻值能在几秒钟之内迅速增加至数百欧姆至数千欧姆。根据它的这一特性,其常作为无触点开关元件,普遍应用于电冰箱的起动电路中,具有起动时无接触电弧、无噪声、起动性能可靠等优点。

用数字万用表对正温度系数热敏电阻器的测试方法如图 1-12 所示。测试时,根据热敏电



(a) 加热前测量

(a) 加热后测量

图 1-12 正温度系数热敏电阻器的测试

阻器的标称电阻,先将数字万用表的选择开关拨至电阻档的适当量程,然后用红、黑两表笔分别与热敏电阻器的两个引脚相接(因热敏电阻器无极性,所以可任意连接),并记录其阻值,如图 1-12(a)所示。将万用表的示数与热敏电阻器的标称值进行比较,若误差不超过 20%,则此热敏电阻器是正常的。如果测得的电阻值为零或无穷大,则说明该电阻器已短路或已开路。

之后用手捏着 PTC 热敏电阻器,测量加温以后的阻值,如图 1-12(b)所示。若电阻值随温度(体温)的升高而增大,则说明此正温度系数热敏电阻器的性能良好。

第二节 电位器

一、电位器的分类及图形符号

1. 电位器的分类

电位器是可变电阻器的一种,通常由电阻体和转动或滑动触点两部分组成。通过改变动触点在电阻体上的位置,改变动触点与任一个固定端之间的电阻值,从而改变电压与电流的大小。由此可见,电位器是一种具有三个接头的可变电阻器,其阻值在一定范围内连续可调。电位器的分类见表 1-7。

表 1-7 电位器的分类

分类根据	细 分 类 型
按电阻体材料分	薄膜电位器,细分为碳膜电位器、合成碳膜电位器、有机实芯电位器、精密合成膜电位器和多圈合成膜电位器等
	线绕电位器,细分为通用线绕电位器、精密线绕电位器、大功率线绕电位器、预调式线绕电位器
按调节机构的运动方式分	旋转式电位器
	直滑式电位器
按结构分	单联电位器
	多联电位器
	带开关电位器,开关形式有旋转式、推拉式、按键式等
	不带开关电位器
按用途分	普通电位器
	精密电位器
	功率电位器
	微调电位器
	专用电位器
按阻值随转角变化关系分	线性电位器
	非线性电位器(指数式电位器、对数式电位器)

2. 常用电位器的外形和图形符号

常用电位器的实物如图 1-13 所示。常用电位器在电路中的图形符号如图 1-14 所示。