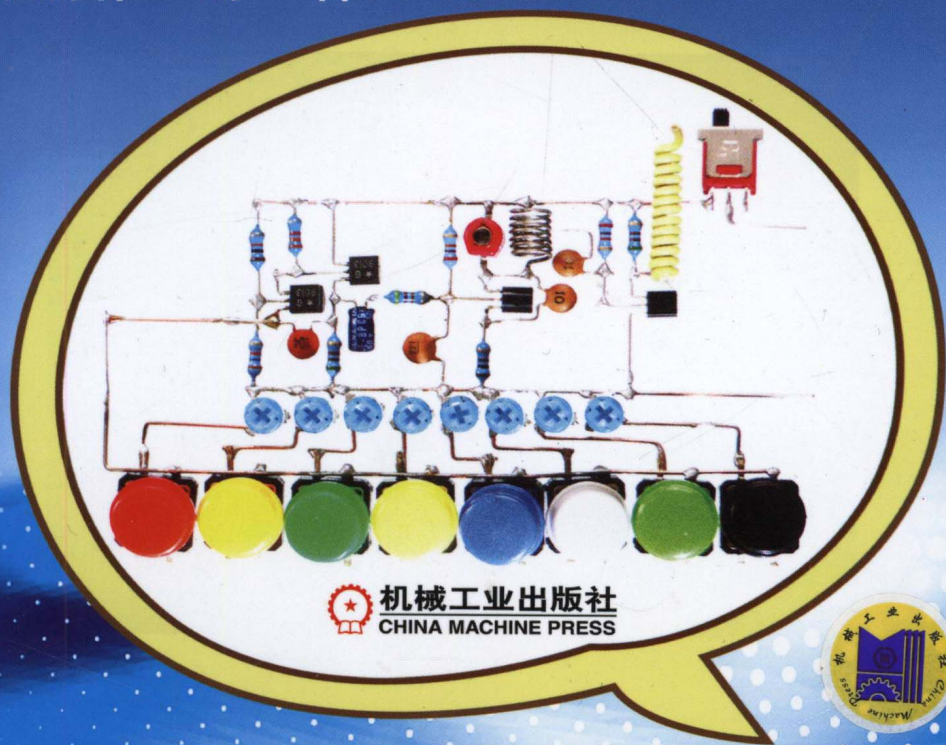


# 青少年趣味 电子制作 实物图解

刘航宇 徐燕林 编著  
徐润林 刘智



# 青少年趣味电子 制作实物图解

刘航宇 徐燕林 编著  
徐润林 刘 智



机械工业出版社

本书分为两部分编写。第1部分基础知识篇，首先给青少年初学者介绍书中使用的主要元器件的一些基础知识、制作时的工具准备和焊接技术等；第2部分电路制作篇，采用了对初学者学习电子制作特别有效的独特写作方法，即用彩色实物写真图按焊接制作步骤，真实地一步一步介绍整个焊接制作成功的全过程。这样做使第一次刚刚接触电路、一点基础知识都没有的青少年读者，也能按照彩色实物图分步介绍的电路焊接制作全过程，一步一步轻松地一焊即成、一用即灵，相信会给青少年朋友带来一个惊喜！本书介绍的电路都非常新颖、有趣，并有启发性和实用性，青少年朋友看了本书后，一定会对电子技术产生更加浓厚的兴趣。本书将会成为青少年朋友学习电子制作的良师益友。

本书适合广大青少年电子爱好者和中小学科技辅导员阅读和参考，同时适用于广大中小学开展科技活动时阅读和实践。

## 图书在版编目（CIP）数据

青少年趣味电子制作实物图解/刘航宇等编著. —北京：机械工业出版社，2013.7

ISBN 978-7-111-42713-1

I. ①青… II. ①刘… III. ①电子器件—制作—青年读物 ②电子器件—制作—少年读物 IV. ①TN-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2013）第115333号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：张俊红 责任编辑：闫洪庆

版式设计：霍永明 责任校对：杜雨霏

封面设计：马精明 责任印制：乔宇

北京中画美凯印刷有限公司印刷

2013年7月第1版第1次印刷

148mm×210mm·4.25印张·113千字

0001—4000册

标准书号：ISBN 978-7-111-42713-1

定价：19.80元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：（010）88361066 教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：（010）68326294 机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：（010）88379649 机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：（010）88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前言

FOREWORD

青少年朋友，你可能已被今天万花筒一样的神奇电子世界所吸引了吧！你很可能想成为一名电子爱好者，学习一些电子技术，利用无所不能的奇妙电子技术动手制作一些你心想的、有趣的、好玩的和有用的东西，来丰富你的课外生活，培养动手能力，锻炼创新本领，将来成为国家的栋梁之材！

为了配合实现你的理想和行动，我们特组织编写了这本趣味丛生、内容新颖、具有启发性和有一定实用性的《青少年趣味电子制作实物图解》一书，为青少年朋友们学习电子制作时提供参考。

为了使青少年初学者快捷地进入电子制作的大门，切实做到看了书立即就能动手成功制作，本书采用了对电子制作初学者特别有效的独特写作方法，使初学者一看就懂，一学就会。本书采用真彩实物图示，图跟图解，即用彩色实物组装图与专业原理图相互对照，用积木式的方法，示教板模式，特别是利用彩色实物图，真实地一步一步介绍整个电路焊接的全过程，这样做，即使第一次刚刚接触电路，一点基础知识都没有的人，对乍看起来比较复杂的电路，按照彩色实物写真图介绍的焊接步骤，耐心认真地一步一步去焊接，也能轻松地一焊即成、一用即灵，相信会给你带来一个意想不到的惊喜！因此，本书将成为引导青少年朋友进入电子殿堂的良师益友。



本书中介绍的电路都经过作者装试验证，工作都很可靠，只要选用的元器件质量没有问题、焊接无误，一定能装制成功。期盼你的佳音！

教育部门的徐继成、姜云昌、郑传辉三位领导同志，对青少年的素质教育、动手能力和创新精神的培养，都非常重视，在本书的编写过程中，给予了热情的鼓励和有力的支持，在此表示衷心感谢！

张永勇、罗耀章、徐祖华三位老师对本书的编写提出了很多宝贵的建议，并提供了很多素材，丰富了本书的内容，在此表示谢意！

由于本书的写作方法是一种新的尝试，难免还有不足之处，希望读者朋友多多提出批评和改进意见。

最后，预祝青少年朋友早日成才，以光辉的成就为祖国争光！

作 者



## 前言


<b>第1部分 基础知识篇</b>	<b>1</b>
1.1 电阻器	1
1.2 电容器	4
1.3 晶体二极管	6
1.4 晶体管	7
1.5 光敏元器件	9
1.6 晶闸管	10
1.7 集成电路	11
1.8 电子制作常用工具	12
1.9 指针式万用表	16
1.10 数字式万用表	17
1.11 焊接技术	19
<b>第2部分 电路制作篇</b>	<b>23</b>
2.1 闪闪发光、彩色秀丽的电子胸花	23
2.2 奇妙逼真的电子生日蜡烛	27
2.3 有趣的空中电子琴	32
2.4 有益的秘穴探宝游戏	37
2.5 益智的无线电“猎狐”游戏	43

2.6	智能巡迹机器人	50
2.7	青少年记忆力增强器	57
2.8	青少年反应能力训练器	62
2.9	豪气测试仪	67
2.10	学习疲劳程度测试仪	72
2.11	撒谎测试仪	77
2.12	青少年防近视护眼自动测光调光灯	83
2.13	远距离鸟声采录装置	87
2.14	光学电子查看鸟巢器	96
2.15	信鸽回巢无线告知器	102
2.16	用收音机遥测温度装置	110
2.17	远足野营露宿太阳能照明、保安两用灯	115
2.18	磁场辐射测试仪	121




# 第1部分 基础知识篇

## 1.1 电阻器

水流过管子时要受到阻力，管子粗些、短些，阻力就小些，流得就畅快；管子细些、长些，阻力就大，就流得不畅快。同样，电流通过导体时也会受到一定的阻力，这个阻力电工学上叫做“电阻”。导体的电阻大小与导体的材料、长度、截面积及温度等有关，导体的长度越长，截面积越小，电阻就越大；反之，导体的长度越短，截面积越大，电阻就越小。电阻在电路中用文字符号“R”来表示，在电路中的图形符号为.

电阻器在电路中的作用是：调节电路中的电流和电压，可组成分流器和分压器，可调节时间常数，可作为电路中的匹配元件或消耗功率的负载。

电阻器分为固定式和可变式两大类。固定式电阻器主要用在阻值不需要变动的电路中，起限流、分流、分压、降压、负载和匹配等作用。可变式电阻器分成可变和半可变两类。可变电阻器又称变阻器或电位器，主要用于阻值经常变动的电路中，如用来调节音量、音调、电流、电压等，可变电阻器在结构上分为旋柄式和滑杆式两种。半可变电阻器又称为微调电阻器或微调电位器，其主要作用是对某电路进行调试，使电路符合设计要求。可变电阻器在电路中的文字符号用“RP”来表示，在电路中的图形符号为。根据电阻器的制作材料，可分为碳膜、金属膜、

线（金属丝）绕等电阻器。另外，还有一些用特殊材料制作的电阻器，如热敏电阻器、光敏电阻器、湿敏电阻器和压敏电阻器等。各类电阻器的外形图如图1-1所示。

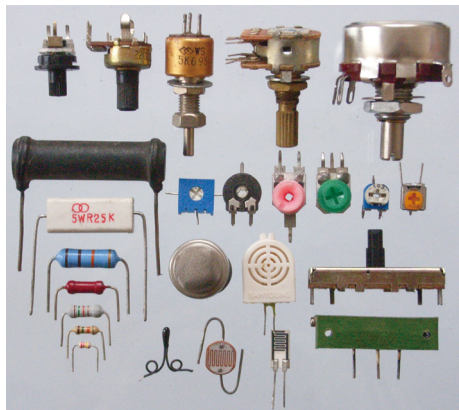
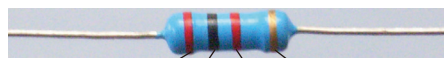


图1-1 各类电阻器的外形图

电阻器的基本单位是欧姆，简称欧，用字母“ $\Omega$ ”表示。阻值大的电阻器常用千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）作单位，它们的换算关系是： $1k\Omega=1000\Omega$ ， $1M\Omega=1000000\Omega$ 。

电阻器的标识除阻值外，还有功率，所谓电阻器的功率是电阻器本身承受电流和电压的乘积，单位是瓦特（W），一般电路中使用的电阻器都会使用承受功率稍大一点的电阻器。电阻器常用的功率有： $1/16W$ 、 $1/8W$ 、 $1/4W$ 、 $1/2W$ 、 $1W$ 、 $2W$ 、 $5W$ 等。本书电路中用的电阻器大都为 $1/4W$ 的。

固定式电阻器的阻值现在都用色环来表示。有4条色环表示法和5条色环表示法，本书用的都是4条色环表示法的电阻器，如图1-2所示，其中靠近电阻器一端的为第1环，其余按顺序为第2



第1环 第2环 第3环 第4环

图1-2 4条色环表示法

环、第3环、第4环，每一个色环都代表一个数字。颜色和数字的对应关系见表1-1。如某个电阻器色环是棕、黑、红、银，从表1-1中对照这个电阻器的阻值就是 $1\text{k}\Omega$ ，误差等级是 $\pm 10\%$ 。

表1-1 颜色和数字的对应关系

颜色	第1色环 第1位数字	第2色环 第2位数字	第3色环 倍 率	第4色环 误 差
黑	—	0	$\times 1$	—
棕	1	1	$\times 10$	—
红	2	2	$\times 100$	—
橙	3	3	$\times 1000$	—
黄	4	4	$\times 10\ 000$	—
绿	5	5	$\times 100\ 000$	—
蓝	6	6	$\times 1000\ 000$	—
紫	7	7	$\times 10\ 000\ 000$	—
灰	8	8	$\times 100\ 000\ 000$	—
白	9	9	$\times 1000\ 000\ 000$	—
金	—	—	$\times 0.1$	$\pm 5\%$
银	—	—	$\times 0.01$	$\pm 10\%$
无	—	—	—	$\pm 20\%$

有时手头现有的电阻器数值与需要的电阻器数值不符，可以采用电阻器的串联或并联的方法来解决。两个或两个以上的电阻器，将它们的首尾相接，这种连接方式叫做电阻器的串联，串联后总的电阻值等于各个电阻值之和，即

$$R_{\text{总}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

两个或两个以上的电阻器，将它们的一端连在一起，另一端也连在一起，这种连接方式叫做电阻器的并联，并联后总的电阻值的倒数等于各个电阻值的倒数之和，即

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

电阻器在使用前应用万用表测量一下，看其两端阻值是否与标称值相符，要了解电阻器在整个电路中工作环境条件及电路要求，对于一般电路，可选用价钱便宜的碳膜电阻器就可以了。对于稳定性和电性能要求较高的电路，可以选用价钱较高、稳定性好的金属膜电阻器。电阻器在存放和使用过程中，应防高温、防潮，以免降低电阻器的可靠性。

电位器和微调电阻器一般由电阻体和滑动触头组成，电刷与电阻体接触的位置随机械运动而改变，同时改变阻值。判断电位器和微调电阻器的好坏，主要是判断它的活动臂滑动触头与电阻片的接触好坏，可用万用表测量活动臂滑动触头与电阻片之间的电阻，当徐徐转动活动臂时，表头指针应平稳摆动，如有跳动跌落现象，则说明接触不良，质量不佳，不可使用。

## 1.2 电容器

在我们周围的物质世界中，大家能看到许多容器，如盛粮食、油、水、食品等的容器。在无线电设备中，则有一种与上述容器不同的容器，在它的内部可以储存电荷，我们称它为“电容器”。电容器是电子设备中的基本元件，在电路中用字母“C”表示。电容器的基本结构是由两个或两组互相靠近，但又彼此绝缘的金属片组成，这两个金属片叫做电容器的极板，两个金属材料之间的绝缘材料叫做电容器的介质。电容器有充电和放电的特性，还有能让交流信号通过和不让直流信号通过的特点，即“隔直通交”的作用。电容器对于交流电的阻力叫做容抗。电容量越大，容抗越小；频率越高，容抗也越小。电路中常用电容器的这种特性设计各种类型的滤波器，来分离高、低频电流。

电容器种类繁多，按介质材料来分，有气体介质电容器（空气、充气或真空）、液体介质电容器（充油或充化学液）、无机介质电容器（云母、陶瓷、玻璃等）、有机介质电容器（纸介

质、聚苯乙烯、聚四氟乙烯、涤纶、玻璃釉等)。按结构分,有固定电容器、可变电容器和微调电容器3种。一些电容器的外形如图1-3所示。

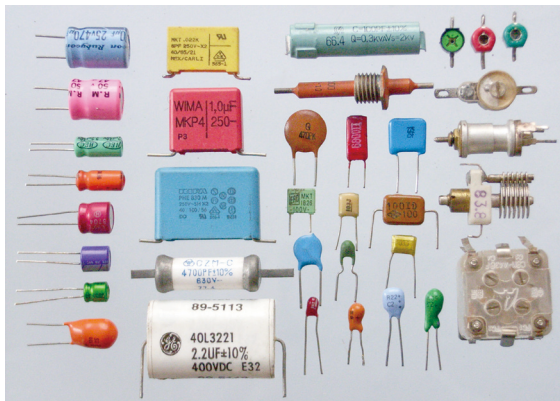


图1-3 各类电容器外形图

电容器的容量基本单位为“法拉”,用字母“F”表示。在实际应用中因法拉单位太大,所以常用的容量单位是微法( $\mu\text{F}$ )和皮法( $\text{pF}$ ),它们之间的关系是:1法拉( $\text{F}$ )=1000 000微法( $\mu\text{F}$ ),即 $10^6\mu\text{F}$ ,1微法( $\mu\text{F}$ )=1000 000皮法( $\text{pF}$ ),即 $10^6\text{pF}$ 。近年来在一些瓷片、涤纶电容器上常用3位数来表示电容器的容量,此法是以 $\text{pF}$ 为单位,3位数字中前两位表示有效数字,第3位数字为有效数字后面零的个数。如电容器标出103,则表示该电容器的容量为 $10^4\text{pF}$ ,即 $0.01\mu\text{F}$ ,又如标出101则该电容器的容量为 $100\text{pF}$ 。

在实际应用中,手头现有的电容器容量与要求的不相符时,也可以通过采用电容器的串联和并联来达到要求的电容值。但需注意的是,其结果恰恰与电阻器串联和并联后的结果相反,即电容器越串联,容量越小,越并联,容量越大。

电容器在安装使用时应先用万用表的 $\text{R} \times 1\text{k}$ 或 $\text{R} \times 10\text{k}$ 档位检验一下好坏。方法是当两个表笔接触电容器的两端时,指针应向

顺时针方向（向右）迅速摆动一下后又恢复到“ $\infty$ ”（无穷大）位置，将表笔交换一下再测时，除又摆动一次复原外，第二次指针摆动的幅度应该比前一次大一些，这是因为被测电容器在第一次测试时储存了电能。如果被测的电容器容量大于 $10\mu\text{F}$ ，在交换表笔测试之前应将电容器两引线短路一下，使前一次测试时充入的电能放掉，以免打弯指针。电容器的容量越大，测试时指针摆幅就越大，利用这个特征，可以大约估计电容量的大小。对于 $4700\text{pF}$ 左右的电容器，用万用表的 $R \times 10\text{k}$ 档测试时，仅能看到指针微小跳动，容量再小一点的电容器用指针式万用表就不能再判断其容量了，只能检查一下有无漏电或击穿的情况。

在测试过程中万用表接触电容器的电极后，万用表的指针摆到“0”附近不再返回，说明电容器已经击穿，内部短路；如果指针回返不到“ $\infty$ ”（无穷大）位置，说明电容器漏电；如果指针反复对调去测量指针也不动，说明电容器开路已坏。在测量时凡是有以上3种情况之一的电容器都不能使用。电容器使用时必须符合电路对电容器的耐压值要求，一般要求电容器的工作电压值比电路中的工作电压取值要高一点，使用中才更安全可靠。电解质电容器有正、负极之分（负极都标在壳上），使用时正、负极不能接反，否则可引起击穿或炸裂。电容器在存放的过程中，如果温度过高，易加剧电容器的老化；如果温度过低，特别是对电解质电容器来说，易造成电解液失效，不能使用；如果周围环境太潮湿，电容器易发生变质、锈蚀等现象。

### 1.3 晶体二极管

晶体二极管一般简称二极管。它的突出特点是具有单向导电性，即给其加正向电压导通，加反向电压截止。二极管的种类很多，种类不同用途也不同，可用于进行整流、检波、稳压、隔离、极性保护、发光等。二极管的文字符号是字母“VD”，在电路中

的图形符号为  $\rightarrow|$ 。二极管的极性识别很简单，如玻璃封装的二极管负极端有一道黑色环，黑色塑料封装的二极管负极端有一道银色或白色环，也有在二极管外壳上直接印上二极管符号的。发光二极管的长脚为正极，短脚为负极。各种二极管的外形图如图1-4所示。

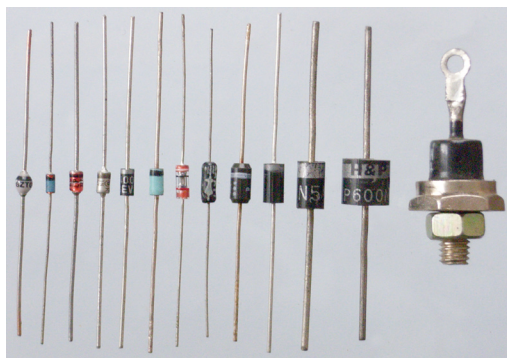


图1-4 各种二极管的外形图

为了很好地使用二极管，就必须鉴别二极管的好坏。由于二极管具有单向导电的特性，所以用万用表的电阻档就可以对二极管的性能进行测试。首先把万用表拨到 $R \times 100$ 档，把红表笔接到二极管带环的负极上，黑表笔接到二极管的无环端正极上，此时万用表的指针应指在刻度盘上的约 $650\Omega$ 的位置上，然后把红、黑表笔对调再测时，好的二极管指针几乎不动。如果测得的反向电阻很小，说明二极管已失去单向导电作用，如果正、反向电阻都很大，说明二极管已经断路损坏。要注意的是，测量二极管时万用表不宜使用 $R \times 1$ 和 $R \times 10k$ 档，前者通过二极管的电流较大，后者加在二极管上的电压较高，均可能损坏二极管。

## 1.4 晶体管

由电子管至晶体管是电子发展的一大飞跃。晶体管又称为三极管或晶体三极管，它的应用非常广泛，是电子电路中应用的主

要器件之一。它的主要作用是对信号进行放大或者工作在开关状态对电路进行控制。它的文字符号用字母“VT”表示，实物形状如图1-5所示。从结构形式上可分为NPN型和PNP型两大类，两者的基本特点都一样，在电路中都起“放大”和“开关”作用，在电路中用两种不同的图形符号来区分PNP型晶体管和NPN型晶体管，如图1-6所示。晶体管有3个引脚，其中E脚为发射极、B脚为基极、C脚为集电极。现在市场上最容易买到也是最便宜的是本书用得最多的小功率晶体管：9012、9013、9014、9015、8050、8550等。这些管3个引脚的排列规律是：把晶体管有型号的平面向上，3只引脚对着自己，左边的一只引脚为发射极“E”脚，右边的一只引脚为集电极“C”脚，中间的一只引脚为基极“B”脚。有的厂生产的晶体管把E、B、C已标在管面上，使用起来更加省事方便，对于肉眼无法识别的晶体管，可以像测二极管一样用万用表测正、反向电阻来判别晶体管3个引脚的极性。首先，判定基极“B”脚，用万用表的电阻档 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 档测量晶体管3个电极中每两个电极之间的正、反向电阻，当红表笔接某个电极，黑表笔先后接另外两个电极均测得低电阻值时，则说明红表笔所接的那个电极即为基极“B”脚，同时也可以确定这只晶体管为PNP型；反之当黑表笔接某个电极，红表笔先后接另外两个电极均测得低电阻时，则黑表笔所接的那个电极即为基极“B”脚，同时可以确定该管

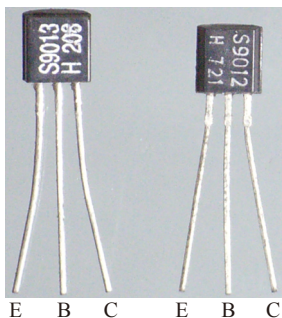


图1-5 晶体管的外形图

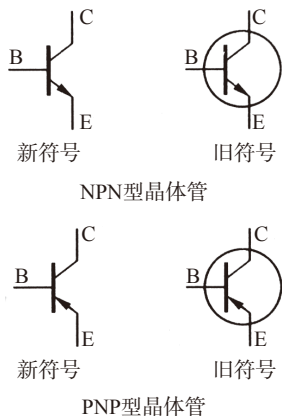


图1-6 NPN和PNP型晶体管的新旧图形符号

为NPN型。当已判定出晶体管的管型和基极“B”脚后，在判定晶体管的集电极“C”脚和发射极“E”脚时，可以假定另外两个引脚一个为集电极“C”脚，另一个为发射极“E”脚。将万用表置于 $R \times 1k$ 档，对于NPN型管，黑表笔接在假设的集电极“C”脚上，红表笔接在假设的发射极“E”脚上，然后用手捏住晶体管的“B”、“C”两个脚（注意勿让两个脚相碰），同时观察万用表指针向右摆动的幅度，再把黑、红表笔对调，再观察万用表指针向右摆的幅度，这时对比两次测试中指针向右摆动的幅度，若第一次测试指针向右摆动的幅度大，则说明集电极“C”脚和发射极“E”脚假设是对的，反之，若第二次测试时指针向右摆动的幅度大，则说明第二次假设是正确的。

## 1.5 光敏元器件

本书中使用的光敏元器件有光敏电阻器和光敏晶体管。两者都是利用半导体材料的光电效应原理制作的特殊光传感元器件，它们能够将光信号转变成电信号。它们常用在光控制、光探测，以及在生活中常用在光控玩具中等。

光敏电阻器（外形见图1-7）因在其结构上没有PN结，两个引脚没有极性之分，因此，使用起来更加方便。电敏电阻器的检测方法是：将指针式万用表置于 $R \times 1k$ 档，将红、黑表笔接触光敏电阻器的两个引脚，将光敏电器的感光窗口朝向光源，这时万用表的指针一般应向右偏转至几十欧姆，甚至几千欧姆处，此值称为光敏电阻器的亮阻值。然后，用不透光的遮光物把光敏电阻器的感光窗口遮住，此时万用表的指针应立即向左偏至高阻值位置，此阻值即为光敏电阻器的暗阻值，亮阻值和暗阻值差越大，说明光敏电阻器的灵敏度越高。如果测得的亮阻值很大，甚至无穷大，则说明光敏电阻器内部已经开路损坏；如果测得的暗阻值很小，甚至接近为零，则说明光敏电阻器已击穿损坏。

光敏晶体管（外形见图1-8）是在光敏二极管的基础上发展起来的光敏器件，由于其有电流放大作用，使光敏晶体管对光线照射的反应灵敏度大大提高，因此，在光纤通信中大量应用。光敏晶体管在正常使用时，其集电极“C”脚和发射极“E”脚之间所接直流电压的极性，与相同NPN和PNP型普通晶体管完全一致。其光电性能的检测方法是：将光敏晶体管的透明感光窗口朝向光源，把指针式万用表拨到 $R \times 1k$ 档，测NPN型光敏晶体管时，把红表笔接其发射极“E”脚，黑表笔接其集电极“C”脚，这时万用表的指针应向右偏转至几千欧姆处，用遮光物将被测管的感光窗口遮住时，其阻值应为无穷大（检测PNP型晶体管时将红、黑表笔对调一下即可）。万用表指针偏转很小，或无任何摆动，说明其灵敏度太低或已经损坏不能使用。

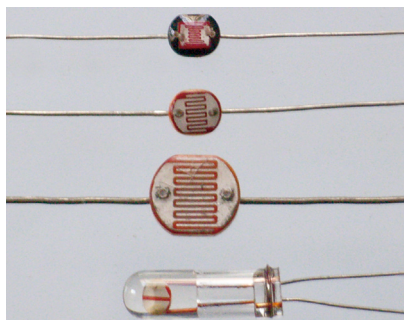


图1-7 光敏电阻器的外形图

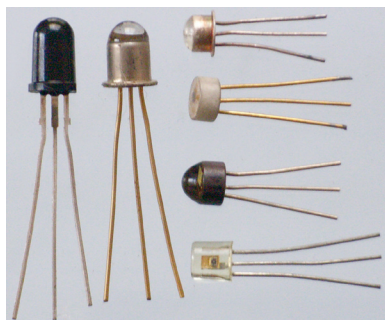


图1-8 不同形状的光敏晶体管

## 1.6 晶闸管

晶闸管全称叫做晶体闸流管，旧称可控硅。晶闸管的特性是它可以小电流（或电压）控制大电流（或电压）的功率型半导体器件，晶闸管好像控制水流的闸门一样来控制电路中电流的流通。它有体积小、功耗低、动作快、寿命长等优点，因此，使用非常广泛。晶闸管种类繁多，本书中使用了单向晶闸管和双向晶