

DIANZI ZHIZUO

电子制作入门丛书

# 电子小制作入门

□ 吴桂秀 编著

浙江科学技术出版社

# 前 言

电子制作是基础电子技术理论学习过程中必不可少的一项实践活动。不仅如此,电子制作的“立竿见影”的效果,更会激发广大青少年电子爱好者深入学习电子技术的浓厚兴趣。在完成一项电子制作的过程中,不仅可加深对理论的理解,还能学到新的知识,完善对电子元器件属性的认识,同时提高了动手能力。

本书作为电子制作入门读物,密切结合实际,在坚持科学性、标准化原则下,力求通俗易懂。本书首先介绍常用电子元器件的基本性能、识别和使用方法,以及基本工具和仪器的使用,再分章叙述电子趣味小制作、电子门铃和报警电路、电源电路、其他实用电路、印刷电路板制作等内容。其中精选的55个电子小制作线路,有些简单容易,也有具有一定难度的。读者可根据自己的实际情况,选择合适的电路进行制作。

本书可供广大电子爱好者及电子设备、家用电器等行业的维修人员参考、阅读。

由于作者经验不足,书中难免有疏漏或不当之处,敬请读者批评指正。

**编著者**

**2001年10月**

# 目 录

第一章 常用电子器件简介	1
第一节 电阻器和电位器	1
一、固定电阻器	1
二、微调电阻器和电位器	6
第二节 电容器	10
一、固定电容器	10
二、可变电容器和微调电容器	17
第三节 电感器	19
一、电感线圈	19
二、变压器	25
第四节 晶体二极管和三极管	30
一、二极管	30
二、稳压二极管	35
三、晶体三极管	38
四、场效应三极管	44
第五节 单结晶体管和可控硅	54
一、单结晶体管	54
二、可控硅	57
第六节 集成电路	65
一、集成运算放大器	65
二、数字集成电路	71

三、音乐和语音集成电路 .....	81
四、集成稳压器 .....	87
第七节 敏感器件和显示器件 .....	94
一、热敏电阻和光敏电阻 .....	94
二、光敏二极管和光敏三极管 .....	97
三、其他敏感器件 .....	100
四、显示器件 .....	102
第八节 常用电声器件 .....	110
一、发声器件 .....	110
二、传声器件 .....	114
第九节 其他元器件 .....	116
一、微型贴片元器件 .....	116
二、发光二极管和激光二极管 .....	117
三、光电耦合器件 .....	119
四、熔断器和保险元件 .....	121
五、继电器和干簧管 .....	124
六、开关和接插件 .....	127
七、电池 .....	131
<b>第二章 基本工具和仪器的使用</b> .....	<b>137</b>
第一节 电烙铁与焊接技术 .....	137
一、电烙铁 .....	137
二、焊接技术 .....	139
第二节 万用表的使用 .....	143
一、指针式万用表的使用 .....	143
二、数字式万用表的使用 .....	147
第三节 通用示波器的使用 .....	152
一、示波器面板控制器的名称和作用 .....	152

二、测量操作方法 .....	158
<b>第三章 趣味电路小制作</b> .....	<b>168</b>
<b>第一节 电子小玩具</b> .....	<b>168</b>
一、电子幻花筒 .....	168
二、猜硬币 .....	171
三、光电打靶 .....	175
四、电子探雷 .....	181
五、吹电灯 .....	187
六、电子转盘 .....	191
<b>第二节 趣味光控电路</b> .....	<b>197</b>
一、电子报晓鸡 .....	197
二、夜光钟 .....	199
三、闪烁指示器 .....	203
四、光控变调声响器 .....	206
<b>第三节 简易电子琴</b> .....	<b>210</b>
一、8 音阶简易电子琴 .....	210
二、11 音阶简易电子琴 .....	215
三、具有颤音效果的 15 音阶简易电子琴 .....	220
四、简易电子琴集成电路简介 .....	225
<b>第四节 提醒器</b> .....	<b>237</b>
一、简易定时提醒器 .....	237
二、定时音乐提醒器 .....	241
三、定时呼叫提醒器 .....	245
四、蓄电池充电提醒器 .....	249
五、冰箱关门提醒器 .....	252
<b>第五节 电子昆虫</b> .....	<b>255</b>
一、电子萤火虫 .....	255

二、昆虫鸣仿声器 .....	258
三、电子蟋蟀 .....	261
第六节 节日彩灯 .....	265
一、小型闪烁彩灯 .....	265
二、简单的闪烁彩灯 .....	269
三、声控彩灯 .....	274
四、多花样彩灯 .....	276
五、霹雳流水闪光彩灯 .....	281
六、跳马追逐彩灯 .....	286
第四章 电子门铃和报警电路 .....	291
第一节 简易电子门铃 .....	291
一、简易单音电子门铃 .....	291
二、简易变调电子门铃 .....	293
三、简易双音调电子门铃 .....	296
第二节 音乐电子门铃 .....	300
一、叮咚电子门铃 .....	300
二、声光音乐电子门铃 .....	304
第三节 语言电子门铃 .....	308
一、常用语言电子门铃 .....	308
二、声光语言电子门铃 .....	311
第四节 密码电子门铃 .....	313
一、按键密码电子门铃 .....	313
二、电子狗密码门铃 .....	317
第五节 实用报警器 .....	322
一、断线式报警器 .....	322
二、贵重物品防盗报警器 .....	327
三、触摸式防盗报警器 .....	331

<b>第五章 电源电路</b> .....	336
<b>第一节 整流电源电路</b> .....	336
一、6V 整流电源 .....	336
二、简易可控硅整流电源 .....	339
<b>第二节 简易直流稳压电源</b> .....	342
一、简易 6V 稳压电源 .....	342
二、简易 3~6V 可调稳压电源 .....	345
<b>第三节 集成电路稳压器</b> .....	350
一、多路输出稳压电源 .....	350
二、1.25~13.5V 可调稳压电源 .....	355
<b>第四节 基准电压源</b> .....	359
一、基准电压源结构原理 .....	359
二、0~6.95V 基准电压源制作 .....	361
<b>第六章 其他实用电路</b> .....	364
<b>第一节 灯光调节器</b> .....	364
一、单向可控硅灯光调节器 .....	364
二、双向可控硅灯光调节器 .....	370
<b>第二节 实用定时电路</b> .....	376
一、简易声光秒发生器 .....	376
二、暗室自动曝光定时器 .....	379
三、可调长时间定时器 .....	383
<b>第三节 信号放大电路</b> .....	386
一、随身听 .....	386
二、音频功率放大器 .....	387
<b>附录 印刷电路板制作</b> .....	391
一、敷铜板简介 .....	391
二、印刷电路板上元器件布局的一般原则 .....	392

三、印刷电路板布线设计要点 .....	393
四、印刷电路板图形设计要点 .....	394
五、业余条件下制作印刷电路板的简易方法 .....	395



# 第一章 常用电子元器件简介

了解常用电子元器件的基本结构、性能和表示它们的图形符号,是进行电子小制作之前必须掌握的知识。电阻器、电容器、电感器等,通常称为电子元件或简称元件;而二极管、三极管、集成块等,通常称为电子器件或简称为器件。凡是具有一定功能的电子电路,都是由电子元件、电子器件和接插件连接而成的。

## 第一节 电阻器和电位器

### 一、固定电阻器

#### 1. 固定电阻器的种类和特性

电阻器,简称为电阻,按其制造材料不同,可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器和线绕电阻器等多种。

(1)碳膜电阻器。碳膜电阻器是在真空、高温状态下分解出的碳沉积在瓷棒的表面形成碳膜,再经过刻槽方法确定阻值,最后在电阻体表面涂上一层保护漆,并以数字或色环标明阻值而制成。碳膜电阻器稳定性较高,高频特性好,价格低廉,使用比较普遍,但它的热稳定性不如金属膜电阻器好。

(2)金属膜电阻器。金属膜电阻器是用合金粉通过真空蒸发,在瓷管上分布生成一层金属粉膜而制成。它的性能比碳膜电阻器更好。金属膜电阻器精确度高,噪声低,高温下工作稳定

性好,但价格较贵。

(3)线绕电阻器。线绕电阻器是用电阻率较大的镍铬、锰铜等合金丝绕在陶瓷骨架上而制成。这种电阻器的最大优点是阻值精确,功率范围大,并具有耐高温、噪声小等优点,但不适宜在高频电路中工作。

固定电阻器的外形和符号如图 1-1 所示。

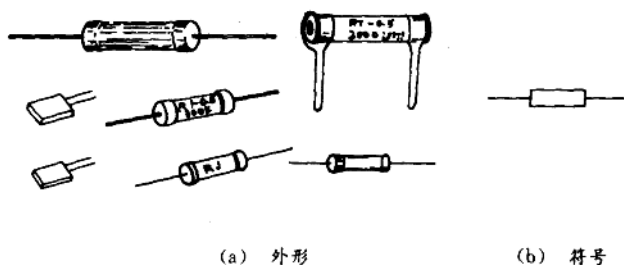


图 1-1 固定电阻器的外形和符号

## 2. 固定电阻器标称值和允许误差

(1)标称阻值。为了便于生产和使用的标准化,国家制定了标称阻值的标准,如表 1-1 所示。表中所列的是标称阻值的基数,电阻的阻值可以是表中基数再乘以 10、100 等倍率,可以得到更多的标称阻值。例如基数 3.6,标称阻值可以有 3.6 $\Omega$ 、36 $\Omega$ 、360 $\Omega$ 、3.6k $\Omega$ 、36k $\Omega$ 、360k $\Omega$ 、3.6M $\Omega$  等等。“ $\Omega$ ”就是“欧姆”或简称“欧”。 $\Omega$ 、k $\Omega$ 、M $\Omega$  是电阻器阻值的单位,1k $\Omega$ =1 000 $\Omega$ 、1M $\Omega$ =1 000k $\Omega$ 。

表 1-1 标准化的电阻器标称值

标称值系列	允许偏差	电 阻 器 标 称 值
I 级 (E24)	$\pm 5\%$	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
II 级 (E12)	$\pm 10\%$	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
III 级 (E6)	$\pm 20\%$	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

(2)允许偏差。电阻器实际阻值与标称值之间的允许偏差,对于不同系列的电阻器是不同的。正如表 1-1 所规定: I 级电阻器的允许偏差为  $\pm 5\%$ , II 级电阻器的允许偏差为  $\pm 10\%$ , 而 III 级电阻器的允许偏差为  $\pm 20\%$ 。

### 3. 固定电阻器阻值表示方法

(1)阻值直标法。在电阻器上标明标称阻值,后面跟上标明误差等级,这就是阻值直标法。例如  $1.5k\Omega$ , 表示该电阻的阻值为  $1.5k\Omega$ , 允许偏差为  $\pm 5\%$ 。

(2)阻值的色环表示法。通常用 4 条色环来表示电阻标称值和误差,即自左至右第一、第二色带用来表示 2 位有效数字,第三色带表示乘数,第四色带表示误差,如图 1-2 所示。精密电阻采用 5 条色环来标志,比 4 条色环表示方法多了一位有效数字。常用四色环电阻识别表如表 1-2 所示。五色环电阻识别如表 1-3 所示。

表 1-2 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	$10^0$	
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	$10^9$	-20% ~ +50%
金			$10^{-1}$	±5%
银			$10^{-2}$	±10%
无色				±20%

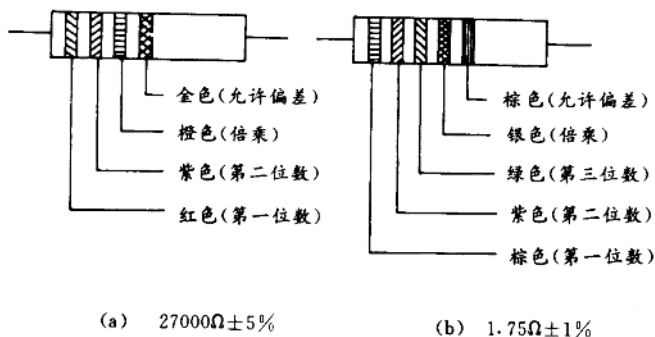


图 1-2 阻值色环表示法示例

表 1-3 五色环电阻识别表

环序	1	2	3	4	5
颜色	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	$10^0$	
棕	1	1	1	$10^1$	$\pm 1\%$
红	2	2	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	$10^3$	
黄	4	4	4	$10^4$	
绿	5	5	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	$10^8$	
白	9	9	9	$10^9$	
金				$10^{-1}$	
银				$10^{-2}$	
无色					

#### 4. 固定电阻器的额定功率

固定电阻器的额定功率一般分为:0.0625W、0.125W、0.25W、0.5W、1W、2W、5W、10W等。表明电阻器额定功率的符号如图 1-3 所示。

电阻器的体积与它的额定功率有关。对于阻值为  $R$ , 额定功率为  $P$  的电阻器, 允许通过的电流值  $I$  为:

$$I \leq \sqrt{\frac{P}{R}}$$

例如, 对于  $1\text{k}\Omega$ 、0.125W 的电阻器, 根据上式可算出允许通过的电流不应超过 0.0112A, 即不应超过 11.2mA, 否则电阻

器将会烧坏。

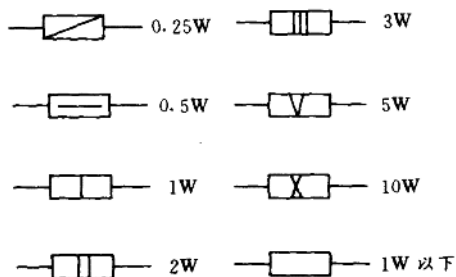


图 1-3 电阻器标称功率符号

## 二、微调电阻器和电位器

### 1. 微调电阻器

微调电阻器的常见外形和符号如图 1-4 所示。改变电阻值通常用小起子插入它的长方形孔中进行左、右旋转调节,以改变活动端和两个固定端之间的阻值。为达到所需要的阻值,往往需要来回地调节数次。微调电阻器比较适合用在不需要经常调节的电路中,例如作为晶体管工作点调节的偏流电阻。

### 2. 电位器

(1) 电位器的种类和特性。按照制造材料不同,电位器可分为线绕电位器(WX)和非线绕电位器两大类。线绕电位器额定功率大、寿命长、噪声低、温度稳定性好,但阻值范围小( $100\Omega \sim 100k\Omega$ ),分布电感和分布电容大,不适用于高频电路,且价格较贵。非线绕电位器包括碳膜电位器(WT)、合成碳膜电位器(WH)、金属膜电位器(WJ)、玻璃釉膜电位器(WI)、氧化膜电位

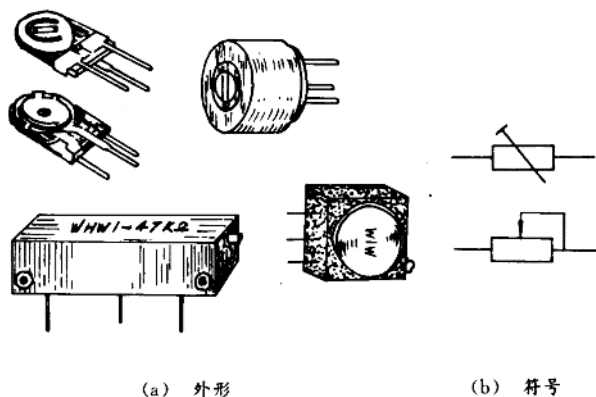


图 1-4 微调电阻器的常见外形和符号

器(WY)、有机实芯电位器(WS)和无机实芯电位器(WN)。它们共同的特点是阻值范围宽,分布电感和分布电容小,制造成本低,但额定功率较小,寿命较短,噪声比线绕电位器大。

按照结构不同,电位器又分为单圈电位器、多圈电位器以及单连、双连和多连电位器,又可分带开关电位器、锁紧和非锁紧型电位器等多种。按照调节方式不同,电位器还可分为旋转式电位器和直滑式电位器 2 种类型。

常见旋转式电位器和直滑式电位器外形及符号如图 1-5 所示。

(2) 电位器的标称阻值和额定功率。电位器的标称阻值和额定功率系列分别示于表 1-4 和表 1-5。表 1-4 中所列的是基数,标称值可以是表中所列的基数再乘以 10、100、1 000 等倍率。在线绕电位器中,允许偏差为  $\pm 1\%$ 、 $\pm 2\%$ ,在非线绕电

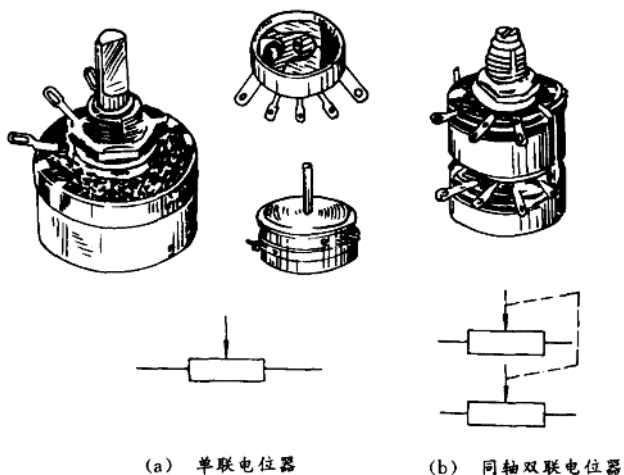


图 1-5 常见电位器的外形和符号

位器中允许偏差为 $\pm 5\%$ 的,只是在必要时才采用,所以一般不多见。

表 1-4 标准化的电位器标称值

允许偏差	系列	电位器标称值
$\pm 20\%$	E <sub>12</sub>	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
$\pm 10\%$		
$\pm 5\%$	E <sub>6</sub>	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8
$\pm 2\%$		
$\pm 1\%$		



表 1-5 电位器的额定功率系列

种类	额定功率(W)
线绕电位器	0.25,0.5,1,0.1,6,2,3,5,10,16,25,40,63,100
非线绕电位器	0.025,0.05,0.1,0.25,0.5,1,0.2,3

电位器的阻值变化规律有 3 种形式:直线式(X 型)、指数式(Z 型)和对数式(D 型)。在使用中,直线式电位器适用于作分压器,也勉强可用于作音量控制;指数式电位器适用于作音量控制;而对数式电位器适用于作音调控制,不宜用于作音量控制。

电位器阻值变化规律的 3 种形式如图 1-6 所示。

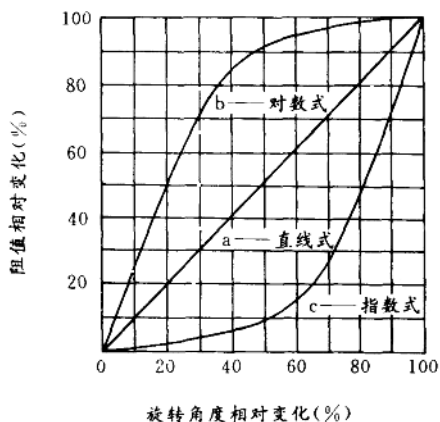


图 1-6 电位器阻值变化规律