

技术工人基础技术丛书

JISHU GONGREN JICHU JISHU CONGSHU

电子工人 基础技术

DIANZI GONGREN
JICHU JISHU

陈国强 主编

常用电子元件基础知识

电工基础知识

正弦交流电路

电子电路基础

脉冲电路基础

数字电路基础

无线电基础知识

常用仪器仪表

上海科学技术出版社



技术工人基础技术丛书

电子工人基础技术

陈国强 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电子工人基础技术/陈国强主编. —上海: 上海科学技术出版社, 2007. 1

(技术工人基础技术丛书)

ISBN 7-5323-8644-9

I. 电... II. 陈... III. 电子技术—基本知识

IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 108855 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 12.75

字数 287 000

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月第 1 次印刷

印数 1—5 100

定价 26.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书是供家用电子产品维修行业用的初级技术基础教材。书中以通俗易懂的文字和大量的视图,系统地介绍有关的电子基础知识。内容涉及常用电子元件的应用知识、电路的基本概念与电磁场的应用、正弦交流电路的基本概念与电路特性、常用电子电路的工作原理和分析方法、脉冲电路产生与波形变换电路的工作原理、常用数字电路的工作原理与电路分析、无线电产品的工作原理与故障分析、常用仪器仪表的组成原理与使用方法。

本书可供初级职业技术教育培训之用,也可作为电子行业工厂职工和具有初中文化程度的无线电爱好者的自学之用。

前 言

随着国民经济的发展和人民生活水平的不断提高,更多的家用电子产品进入千家万户。从传统的收音机、录音机、电视机等电子产品,到 MP3 与 MP4 播放机、数字电视、CDMA 移动电话、全球定位系统(GPS)、电子计算机等现代数字电子产品,家用电子产品已逐步成为人们学习、工作和生活不可缺少的一部分。这些电子产品的进步和发展,都离不开新器件、新技术、新工艺和新材料的更新换代。

为了让更多从事于电子产品的装接、调试和维护的工程技术人员,了解和熟悉电子领域的进展,并跟上日新月异电子产品的发展节奏,本书增加了新的知识点和应用技术,各章内容具体分配如下。

在第一章中,以常用电子元件的特性、技术参数、规格型号、使用及检测方法为重点,还特别介绍表面安装元件,它是电子产品微型化和集成化的基础。

第二章中介绍电路的基本物理量、电阻和电容元件的连接方式及其特点、电磁感应原理与变压器的工作原理。

第三章中介绍正弦交流电的基本概念以及在交流电作用下电路的特性和分析计算方法。

第四章中以晶体管为中心的各种电子电路的工作原理与作用,着重介绍整流电路、低频小信号放大器、负反馈放大器、功率放大器、运算放大器、正弦振荡器、稳压电源等电子电路。运算放大器广泛应用于信号的加工处理中,特别是以运算放大器的线性工作状态为重点,讨论了各种电路的结构和作用。由于开关稳压电源应用的广泛性和高效节能性,着重介绍了这种稳压电源的组成与工作原理。

第五章中讨论了各种脉冲波形变换电路的电路形式、工作原理和应用。最后介绍了一种脉冲产生电路的作用。

第六章中介绍了基本逻辑门电路、编码器与译码器、常用进制计数器、移位寄存器和 D/A(数/模)与 A/D(模/数)转换。其中,D/A(数/模)与 A/D(模/数)转换是模拟信号向数字信号发展的基础。

第七章中介绍实现音频、图像、数据等信号远距离传送的方式与手段。在发射机中采用了调制技术,在接收机中,根据接收信号的频率范围以及信号的调制波的特点,选择一种解调技术,而应用最为广泛的无线电产品是收音机和电视机。

在第八章中介绍了常用仪表——万用表、常用低频和高频信号发生器、万能电桥、高频 Q 和晶体管特性图示仪的使用方法。这为电子产品的检测和维护提供了技术支持和测试方法。

以上内容的编排,是考虑到电子学原理各部分既有自成体系、相对独立性又有知识点之间的相关性,尽可能按照读者的认知规律,循序渐进,结合实验的结果和例题进行讲解,突出

知识的应用,为读者进入高一层的学习打下基础。

书稿中的示意图、图片和照片等,形象地反映事物的本质和规律,避免对书稿内容进行不必要的大量的文字叙说,以提高直观性与可读性。

本书稿的最大特点是可读性强、内容通俗易懂,每章内容后都配有“本章小结”,便于教学和自学。

在编写过程中,受到以前编写过的电子基础知识教材的影响和启发,特别是受到杨之邦先生的大力支持和帮助,他提出了许多建设性的意见,编者在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加上撰写时间仓促,书中难免存在错漏之处,敬请读者提出批评与改进意见。

编 者

目 录

第一章 常用电子元件基础知识	1
第一节 电阻器	1
一、电阻器的分类	1
二、电阻器的主要参数	6
三、电阻器的识别	8
四、电阻器的选用与检测	9
第二节 电容器	10
一、电容器的分类	10
二、电容器的主要参数	12
三、电容器的识别	13
四、电容器的选用与检测	13
第三节 电感器	14
一、电感器的分类	15
二、电感器的主要参数	16
三、电感器的识别	16
四、电感器的选用与检测	17
第四节 表面安装元件	17
一、表面安装元件的识别	18
二、表面安装元件的检测	21
本章小结	22
第二章 电工基础知识	23
第一节 电路的基本物理量	23
一、电流	23
二、电阻	23
三、电压	24
四、电动势	25
五、欧姆定律	26
第二节 电阻的连接	27
一、电阻的串联	27
二、电阻的并联	29
三、电阻的混联	30
第三节 电容的连接	30

一、电容的串联	31
二、电容的并联	32
第四节 电功与电功率	32
一、电功	32
二、电功率	33
第五节 磁与电磁	33
一、磁场	33
二、电流与磁场	34
三、电磁感应	34
四、变压器的结构与原理	36
本章小结	39
第三章 正弦交流电路	41
第一节 正弦交流电的基本概念	41
一、正弦交流电的产生	41
二、正弦交流电的主要物理量	42
三、正弦量的周期、频率和角频率	43
四、正弦量的相位和初相位	44
五、正弦量的三要素	45
六、正弦量的相位差及相位关系	45
七、正弦交流电的表示方法	46
第二节 正弦交流电路	48
一、纯电阻交流电路	48
二、纯电容交流电路	49
三、纯电感交流电路	51
第三节 谐振电路	52
一、串联谐振电路	53
二、并联谐振电路	54
本章小结	55
第四章 电子电路基础	57
第一节 半导体二极管	57
一、PN 结	58
二、半导体二极管的伏安特性	58
三、二极管的主要参数	58
四、二极管的简易检测	59
第二节 整流电路	59
一、半波整流电路	59
二、全波整流电路	60
三、桥式整流电路	62
四、倍压整流电路	63

第三节 晶体三极管	64
一、共发射极三极管的输入特性曲线	64
二、共发射极三极管的输出特性曲线	64
三、晶体三极管的主要参数	65
四、晶体三极管的简易检测	66
第四节 放大器	67
一、放大器的作用与分类	67
二、放大器的主要性能指标	68
三、三种组态的放大器	68
第五节 负反馈放大器	71
一、负反馈放大器的概念	71
二、负反馈放大器的作用	72
三、负反馈放大器类型的判别	73
第六节 功率放大器	74
一、功率放大器的类型	74
二、功率放大器的效率	78
第七节 集成运算放大器	79
一、集成运算放大器的特性	79
二、反相放大器	80
三、同相放大器	80
四、加法放大器	81
五、减法放大器	81
六、有源滤波器	81
第八节 正弦振荡器	82
一、RC 振荡器	82
二、LC 振荡器	83
三、晶体振荡器	87
第九节 稳压电源	88
一、二极管稳压电路	89
二、串联型晶体管稳压电路	89
三、开关稳压电源	90
本章小结	92
第五章 脉冲电路基础	94
第一节 脉冲常识	94
一、脉冲的基本概念	94
二、脉冲的主要参数	94
第二节 脉冲波形变换电路	95
一、微分电路	95
二、积分电路	96

三、限幅器	97
四、箝位器	99
第三节 双稳态电路	100
一、反相器	100
二、双稳态电路的组成	101
第四节 单稳态电路	102
一、集 - 基耦合单稳态电路	102
二、单稳态电路的作用	104
第五节 射极耦合触发器	105
一、电路的组成	105
二、射极耦合触发器的作用	106
第六节 多谐振荡器	106
一、多谐振荡器的电路组成	106
二、多谐振荡器的作用	108
本章小结	108
第六章 数字电路基础	109
第一节 基本逻辑门电路	109
一、基本逻辑关系	109
二、基本逻辑门	109
第二节 编码与译码	113
一、编码器	113
二、译码器	114
第三节 计数器	116
一、触发器	116
二、二进制计数器	117
三、十进制计数器	118
第四节 移位寄存器	120
一、单向移位寄存器	120
二、双向移位寄存器	121
第五节 D/A(数/模)与 A/D(模/数)转换	122
一、D/A(数/模)转换	122
二、A/D(模/数)转换	123
本章小结	124
第七章 无线电基础知识	126
第一节 概述	126
第二节 调幅与检波	127
一、调幅	127
二、调幅波的频带宽度	128
三、调制包络线	129

四、检波·····	129
第三节 调频与鉴频·····	130
一、调频·····	130
二、调频波的频带宽度·····	130
三、调频立体声广播·····	131
四、鉴频·····	132
第四节 超外差式调幅收音机·····	133
一、超外差式调幅收音机的组成框图及其作用·····	133
二、调幅收音机的整机指标·····	134
三、超外差式调幅收音机常见故障分析·····	136
第五节 黑白电视接收机·····	138
一、黑白电视信号·····	138
二、黑白电视接收机的组成·····	139
三、黑白电视机常见故障的判断·····	141
第六节 彩色电视接收机·····	142
一、彩色电视信号·····	142
二、彩色电视接收机的组成·····	142
三、彩色电视接收机组成框图及各部分的作用·····	142
四、彩色电视机常见彩色故障的判断·····	144
本章小结·····	145
第八章 常用仪器仪表·····	146
第一节 磁电系电表·····	146
一、测量机构·····	146
二、测量原理·····	146
第二节 万用表·····	147
一、模拟式万用表的组成·····	147
二、MF368 型万用表的使用方法 ·····	148
三、UT30B 型数字式万用表的使用方法 ·····	151
第三节 信号发生器·····	153
一、AS1033 型低频信号发生器 ·····	153
二、AS1053 型高频信号发生器 ·····	156
第四节 通用示波器·····	160
一、概述·····	160
二、波形显示原理·····	160
三、通用示波器的组成·····	160
四、XJ4323 型示波器组成原理 ·····	165
五、XJ4323 型示波器面板介绍 ·····	166
六、XJ4323 型示波器的使用方法 ·····	169
第五节 集中参数测量仪·····	172

一、TH2811 型 LCR 数字电桥	173
二、QBG - 3D 高频 Q 表	174
第六节 晶体管特性图示仪	177
一、概述	177
二、XJ4810 型晶体管特性图示仪面板介绍	178
三、XJ4810 型晶体管特性图示仪使用方法举例	181
本章小结	188
参考文献	189

第一章 常用电子元件基础知识

在计算机、通信设备、家用电子产品、家用电器及电子仪器、仪表中,大量使用电子元件。了解和掌握电子元件的特性、技术参数、规格型号、使用及检测方法等,对于电路的设计和整机的安装、调试和维修都具有重要的意义。

本章着重介绍电阻器、电容器、电感器的作用,以及技术参数、规格型号、选用及检测方法。

第一节 电 阻 器

电流通过物体时,该物体对通过它的电流产生一定的阻力,这种阻碍电流的作用称为电阻。人们专门生产具有一定几何形状、一定技术性能、在电路中起到电阻作用的一种元件称为电阻器。电阻器是组成电路的最基本元件之一。

电阻器在电路中起到限制电流、降低电压、分配电压的作用,以调节和稳定电路中的电流和电压。电阻器还起到负载的作用。电流通过电阻器时,会产生热效应。电阻器用文字符号“R”来表示,其阻值的基本单位用欧姆(希腊字母 Ω)来度量。此外,电阻的辅助单位有 $k\Omega$ 和 $M\Omega$,其换算关系如下:

$$1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$$

一、电阻器的分类

电阻器的分类种类很多,结构形式不同,分类方法也多种多样。一般根据电阻器的结构特点及在电路中的作用,可分为固定电阻器和可变电阻器两种。

1. 固定电阻器

固定电阻器的阻值相对固定,也不易随工作温度的影响,一经制成不再改变。固定电阻器可分线绕电阻器和非线绕电阻器两类。

线绕电阻器是用镍铬合金、锰钢合金等电阻丝绕在绝缘支架上制成的,其外面涂有耐热的釉绝缘层,或用较粗的金属导线直接绕成空心形状,其外形如图 1-1 所示。线绕电阻器一般可承受较大的电功率。

非线绕电阻器可分为薄膜电阻器、实心电阻器和金属玻璃釉电阻器等。薄膜电阻器是利用蒸镀的方法将具有一定电阻率的材料蒸镀在绝缘材料表面制成的。常用的被蒸镀材料是碳或某些金属合金,因而薄膜电阻有碳膜电阻(用“RT”标志)和金属膜电阻(用“RJ”标志)之分。碳膜电阻器的基本结构如

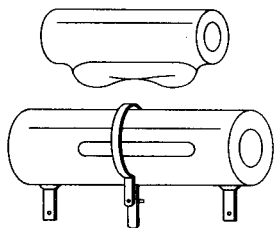


图 1-1 线绕电阻器外形图

图 1-2 所示。

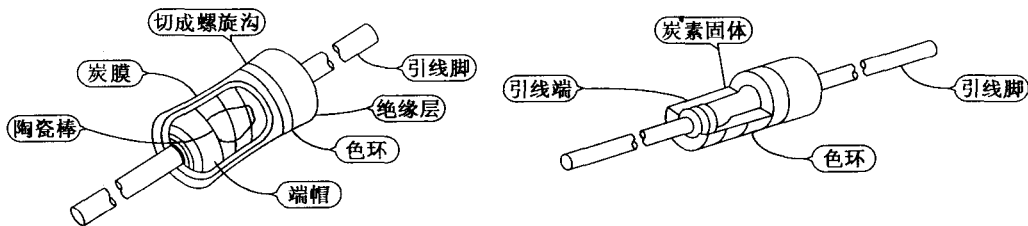


图 1-2 炭膜电阻器的结构图

炭膜电阻器的稳定性好,负温度系数不大,受电压和频率的影响小,作脉冲负载稳定,造价低,家电产品中大多数采用炭膜电阻器。金属膜电阻具有较高的耐高温性能,温度系数小,热稳定性好,噪声小等优点,价格便宜。

金属膜电阻器耐热性、噪声指标、温度指标都比炭膜电阻器好,体积小(它为同样额定功率下约为炭膜电阻器的一半),精度可达 $\pm 0.5\% \sim \pm 0.05\%$ 。但作脉冲负载稳定性差,价格较贵。

实心电阻器是由石墨和炭黑等导电材料及不良导电材料混合并加入黏结剂后压制而成的。实心电阻器的机械强度高、成本低,但阻值误差大,对电压和温度稳定性差。

金属玻璃釉是由贵金属银、钼、钨、钨等金属氧化物和玻璃釉黏合剂混合成浆料,涂覆盖在陶瓷基体上,经高温烧结制成。金属玻璃釉电阻器具有耐高温、功率大、阻值宽、温度系数小、耐湿性好的特点,该电阻器又称厚膜电阻器。

2. 可变电阻器

可变电阻器又称变阻器或电位器,是一种阻值连续可调的电阻器。主要用在阻值需要经常变动的电路中,用来调节音量、音调、电压、电流和功率等。电位器按调节方式分为旋转式和直滑式电位器,如图 1-3 所示。

电位器按电阻体的材料可分为线绕电位器和炭膜电位器,此外还有一些特殊用处和特殊结构的电位器。

线绕电位器是用康铜丝和镍铬合金丝绕在一个环状支架上制成的。线绕电位器的特点是:功率大、耐高温、热稳定性好、噪声低。它的阻值变化通常是线性的。通常用于大电流调节的电路中,由于这种电位器呈现的电感量大,所以不宜用在高频电路场合。

炭膜电位器的电阻体是在绝缘基体上蒸涂一层炭膜制成的。它的特点是:结构简单、绝缘性好、噪声小、成本低,因而广泛用于家用电子产品中。

此外,还有实心电位器、多圈微调电位器和微型蜗轮式电位器,如图 1-4 所示。它们的电阻体是由炭黑、石墨与云母粉或石英粉加黏合剂调和而制成。

无论电位器的结构和外形上有多大的变化,电位器总有 3 个引出端,其中两个为固定端(如图 1-3 中的 1、3 端),其间阻值最大;一个为活动端(如图 1-3 中的 2 端)。活动端是一个与轴相连的簧片,簧片与电阻片弹性接触,转动轴可改变 1~2 点间和 2~3 点间的触点位置,从而改变 1~2 点间和 2~3 点间的电阻值。当 1~2 点间的电阻值减小时,2~3 点间的电阻值随之增加,而 1~2 点间与 2~3 点间的电阻值之和应为电位器的标称电阻值。

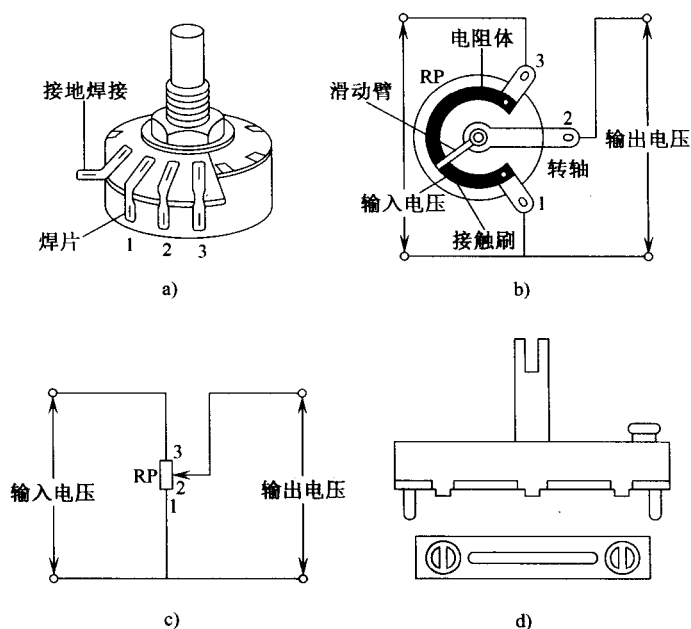


图 1-3 电位器的结构及图形符号

a) 外形; b) 连接方法; c) 等效电路; d) 直滑式电位器

电位器的阻值变化规律是指轴的旋转角度与电阻值变化关系的规律。阻值随转轴角度均匀变化的电位器称为线性电位器,用字母“X”表示;阻值开始时变化小,以后阻值变化逐渐加快,近似呈指数规律,称之为指数式电位器,用字母“Z”表示;阻值开始时变化大,以后阻值变化逐渐减慢,近似呈对数规律,称之为对数式电位器,用字母“D”表示。

不同变化规律的电位器应用场合是不同的。线性电位器适用于作分压、分流、调节音调等;指数式电位器一般用于音量调整,因为人耳对声音响度特性近似于指数关系,当音量从零开始逐渐变大的一段过程中,人耳对音量变化的听觉灵敏度高,当音量达到一定程度后,人耳听觉逐渐变得迟钝;对数式电位器应用于电视机调整黑白对比度中,这是因为人的视觉与信号强度的对数呈正比例。

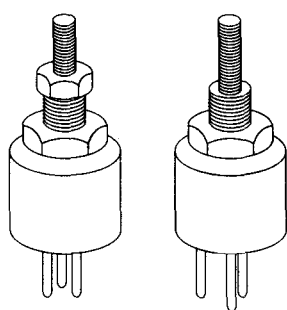
3. 特殊电阻器

特殊电阻器是组成材料特殊或工作原理与上述的电阻器有所不同。这些电阻器是水泥电阻器、熔断电阻器、热敏电阻器、湿敏电阻器、光敏电阻器、磁敏电阻器和气敏电阻器等 7 种。

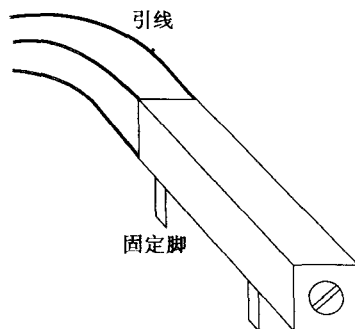
(1) 水泥电阻器。水泥电阻器是一种陶瓷绝缘的功率型线绕电阻器,例如彩色电视机中的大功率电阻,其结构如图 1-5 所示。

水泥电阻器有如下特点:

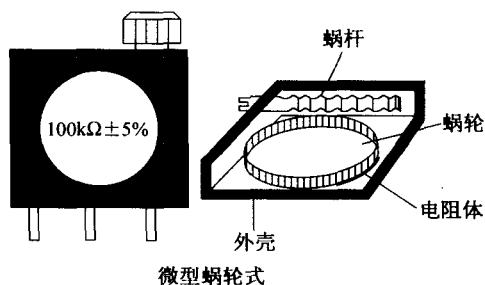
- 1) 采用陶瓷散热好,矿质材料包封,功率大。
- 2) 采用工业高频电子陶瓷外壳,具有优良的绝缘性能,绝缘电阻大于 $100\text{ M}\Omega$ 。
- 3) 电阻丝被严密包封于陶瓷内,具有优良的阻燃、防爆特性。电阻丝选用康铜、锰铜、



实心电位器



精细多圈微调电位器



微型蜗轮式

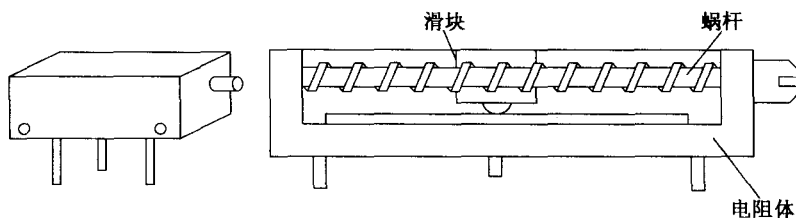


图 1-4 其他电位器的结构

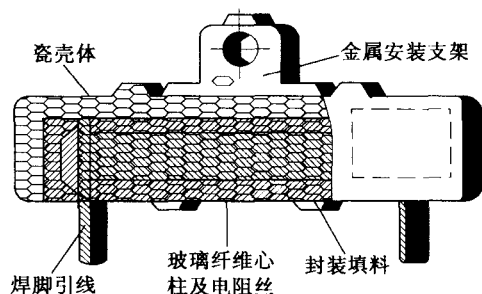


图 1-5 水泥电阻器的结构

镍铬等合金材料,有较好稳定性和过负载能力。电阻丝同焊脚引线之间采用压接方式,在负载短路的情况下,可迅速在压接处熔断,进行电路保护。

4) 具有多种外形和安装方式,可直接安装在印制电路板上,也可利用金属支架独立安装。

水泥电阻器有立式(如 HX-27 型)与卧式(如 RX27-3 型)两类。

(2) 熔断电阻器。熔断电阻器又名熔丝电阻器,是一种具有熔断丝(熔丝)及电阻器作用的

双重功能元件。在规定的负荷功率和使用环境温度范围内有普通电阻的特性;当电路发生故障,出现过载、过流和短路情况时,电阻中的电流超过额定值(即超过额定功率),它能按预定的电流和功率在过负荷时间内断开,相当于一般熔断丝。因此,它又被称为易熔电阻器和防火电阻器。

熔断电阻器经常使用在电源电路和电机驱动电路中,符号与外形如图 1-6 所示。熔断电阻器的额定功率一般有 0.25 W、0.5 W、1 W、2 W、3 W 等多种规格,阻值为零点几欧姆至十欧姆,少数为几十欧姆至几千欧姆。

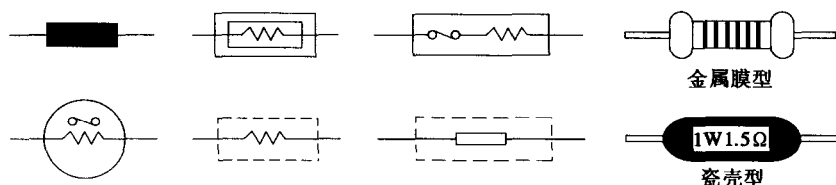


图 1-6 常见熔断电阻器的符号与外形图

熔断电阻器多为灰色,用色环或数字表示阻值。熔断电阻器的熔断时间一般为 10 ~ 60 s。

熔断电阻器常用型号有 RF10 型(涂覆型)、RF11 型(瓷外壳型)、RRD0910、RRD0911 型(瓷外壳型)等。RF10 型电阻器表面涂有灰色阻燃涂料,其电阻阻值用色环法表示。RF11 型电阻器的阻值用字母表示,例如 1 W 10 Ω 、2 W 1 Ω 等。也有不标功率的,只标阻值的,如 1 Ω 、10 Ω 等。

(3) 热敏电阻器。通常,电阻器当温度上升时其阻值有微小的变化(增大),而热敏电阻器的阻值则随温度变化而增大或减小。例如电视机中的消磁电阻中采用了热敏电阻器,温度增加时其电阻值也迅速增加,使消磁电流迅速减小,这类电阻器称正温度系数热敏电阻器。另外,还有一些电阻器当温度增加时其电阻值变小,主要在要求电压、电流稳定性高的电路中使用,用来补偿普通电阻变大的影响,即正温度系数和负温度系数产生的效果相抵消,使电路不受温度的影响,这类电阻器称负温度系数热敏电阻器。这种电阻用 R_T 表示。

目前用得较多的为负温度系数电阻器,可分为普通型负温度系数热敏电阻器、稳压型负温度系数热敏电阻器、测温型负温度系数热敏电阻器等。

(4) 湿敏电阻器。湿敏电阻器常用来作传感器,即用于检测湿度。它的种类很多,常用的有硅湿敏电阻器、陶瓷湿敏电阻器、氯化锂湿敏电阻器、高分子聚合物湿敏电阻器等。

(5) 光敏电阻器。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导电特性,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。光敏电阻器常用于光控水阀或光控开关之中。

光敏电阻器的外形结构多为片状,其外形结构和图形符号如图 1-7 所示。

(6) 磁敏电阻器。磁敏电阻器是利用磁电效应能改变电阻器的电阻值的原理制成的,其阻值会随穿过它的磁通量密度的变化而变化。它的显著特点是,在弱磁场中阻值与磁场成平方关系,并有很高的灵敏度。

(7) 气敏电阻器。气敏电阻器是一种新型半导体元件,它是利用金属氧化物半导体表