



电子技术培训教材

元器件

姚金生 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

电子技术培训教材

元 器 件

姚金生 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是电子技术培训教材之一。主要内容包括家用电器中所用的电子元件、电声器件、半导体器件及电真空器件、数码显示器件的基本工作原理、主要技术指标、性能测试、元器件的安装与焊接、使用注意事项和代用品等。对某些元器件还简单地介绍了它们的修理方法。

本书可作为中等专业学校、技校、职校的电子技术专业基础课教材,也可作为家用电器维修人员、军地两用人才的培训教材,可供家用电器维修人员、销售人员和广大电子爱好者自学参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

元器件/姚金生编著. —北京:电子工业出版社,2001.9

电子技术培训教材

ISBN 7-5053-7013-8

I. 元… II. 姚… III. 电子元件—技术培训—教材 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 063468 号

责任编辑:王小民

特约编辑:高坦弟

印刷者:河北省邮电印刷厂

装订者:河北省邮电印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>
北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:850×1168 1/32 印张 8 字数 205 千字

版 次:2001 年 9 月第 1 版 2004 年 3 月第 10 次印刷

定 价:10.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;若书店售缺,请与本社发行部联系调换。

电话 68279077

编者的话

包括家用电器在内的各种电子设备,主要都是由形形色色的电子元器件构成的。要掌握电子技术,进而维修电子设备,必须了解电子元器件的结构、工作原理和应用知识。10年前,为了满足家电维修人员培训的急需,作者曾编写了《元器件》一书,该书的出版,受到了广大电子爱好者和家电维修人员的欢迎。

电子技术的发展日新月异,新型电子元器件层出不穷,应广大读者的要求,10年后的今天,作者在该书的基础上,做了较大的修改,补充了一些有关新型电子元器件的内容,力求跟上电子技术发展的步伐。例如,电声器件中补充了最常用的耳机;电子显示器件中增加了液晶显示器(LCD)和发光管显示器(LED)的介绍;针对手机、寻呼机等设备中广泛采用表面元器件的情况,增加了“表面元器件”一章……至于书名,则未做改动。

本书的特点是通俗、新颖、实用,适合具有初中以上文化程度,从事或准备从事家用电器维修、电子产品生产和电子技术应用的广大读者阅读。可作为中等专业学校、技校、职校的电子技术专业基础课教材。在阅读本书时,要在掌握每种元器件工作原理的基础上,着重对它们在电路中的作用加深理解。这是因为随着电子技术的发展,电子元器件的外型及功能都发生了很大变化,但在电子电路中的基本作用是不变的;而恰恰是不同元器件的不同功能,使它们成为电子设备中不可忽缺的组成部分。例如,半导体集成电路是当今电子元器件中发展速度最快、最为活跃的一员,但其工作原理、内部结构仍然是相似的,只不过其集成度成千上万倍地提高了,品种型号更是五花八门。

由于电子元器件种类繁多,作者水平又有限,本书在介绍电子元器件时难免挂一漏万,甚至有表述不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 9 月

目 录

第一章 电子元件	(1)
第一节 电阻器	(1)
一、电阻器的作用	(1)
二、各种各样的电阻器	(1)
三、电阻器的主要技术参数	(5)
四、半可调电阻器	(8)
五、电阻器的质量鉴别与代用	(9)
六、几种特殊的电阻器	(11)
第二节 电位器	(14)
一、电位器的结构与功用	(14)
二、各种电位器	(15)
三、电位器的修理与代用	(19)
第三节 电容器	(21)
一、固定电容器	(21)
二、电容器的主要技术参数	(32)
三、固定电容器的质量检查、代用和修理	(34)
四、可变电容器的结构与规格	(37)
五、可变电容器的修理与代用	(40)
六、半可变电容器(微调电容器)	(41)
第四节 电感元件	(44)
一、线圈的自感与电感量	(44)
二、电感器的种类与参数	(45)
三、家用电器中常见的电感线圈	(47)
四、电感器的测量与代用	(54)

五、变压器的工作原理和结构	(55)
六、变压器的主要技术参数	(56)
七、各种用途的变压器	(57)
八、变压器的故障及修理	(64)
九、磁性元件	(65)
第二章 电声元件与继电器	(69)
第一节 扬声器	(69)
一、扬声器的发声原理	(69)
二、扬声器的种类	(71)
三、扬声器的主要技术参数	(74)
四、怎样选用扬声器	(78)
五、扬声器与放大器的配接	(79)
六、扬声器的更换与修理	(83)
七、耳机	(85)
第二节 传声器	(86)
一、传声器的工作原理	(86)
二、传声器的使用与维修	(91)
第三节 开关与继电器	(93)
一、各种各样的开关	(93)
二、继电器	(97)
第四节 磁头	(105)
一、磁头的结构及种类	(105)
二、磁头的主要参数	(107)
三、磁头的检测方法	(109)
四、磁头的保养与代换	(110)
第五节 石英谐振器及陶瓷滤波器	(112)
一、石英谐振器	(112)
二、陶瓷滤波器	(115)
第三章 半导体器件	(118)

第一节 晶体二极管	(118)
一、半导体基本知识	(118)
二、晶体二极管的工作原理	(119)
三、各种晶体二极管	(122)
四、晶体二极管的主要技术参数	(132)
五、晶体二极管的质量鉴别与代用	(134)
第二节 晶体三极管	(135)
一、晶体三极管的工作原理	(136)
二、晶体三极管的分类	(140)
三、晶体三极管的主要技术参数	(142)
四、晶体三极管的简易测试方法	(145)
五、晶体三极管的更换与代用	(147)
第三节 场效应晶体管	(150)
一、结型场效应晶体管的工作原理	(150)
二、MOS 场效应晶体管的工作原理	(152)
三、场效应管的主要技术参数	(154)
四、如何鉴别场效应管的好坏	(156)
五、场效应晶体管的应用与代用	(161)
第四节 可控硅和单结晶体管	(163)
一、可控硅的工作原理	(163)
二、可控硅的主要技术参数	(165)
三、多种用途的可控硅	(166)
四、用万用表检查可控硅的好坏	(168)
五、单结晶体管	(170)
第五节 半导体集成电路	(173)
一、半导体集成电路的基本知识	(173)
二、集成电路的内部结构	(175)
三、集成电路与分立元器件电路的差别	(176)
四、千姿百态的集成电路	(177)

五、半导体数字集成电路·····	(179)
六、半导体模拟集成电路·····	(187)
第六节 特殊半导体器件·····	(193)
一、热敏半导体器件·····	(193)
二、光敏半导体器件·····	(195)
三、力敏半导体器件·····	(201)
四、磁敏半导体器件·····	(203)
五、气敏半导体器件·····	(204)
六、压敏半导体器件·····	(206)
第四章 电真空器件·····	(207)
第一节 电子管·····	(207)
一、热电子发射·····	(207)
二、电子管的基本结构与工作原理·····	(208)
三、千姿百态的电子管·····	(209)
第二节 黑白显像管·····	(210)
一、黑白显像管的结构与工作原理·····	(210)
二、黑白显像管的参数与使用·····	(212)
第三节 彩色显像管·····	(214)
一、彩色显像管的工作原理·····	(214)
二、三种彩色显像管·····	(215)
第四节 磁控管·····	(220)
一、普通磁控管·····	(220)
二、连续波磁控管·····	(221)
三、同轴磁控管和反同轴磁控管·····	(221)
第五章 数码显示器件·····	(223)
第一节 半导体数码管·····	(223)
一、半导体数码管的结构及工作原理·····	(223)
二、LED 数码管的使用 ·····	(224)
三、LED 数码管的检测 ·····	(226)

四、LED 点阵显示器	(226)
第二节 液晶显示器	(228)
一、液晶显示器的结构及工作原理	(228)
二、LCD 显示器的检测	(230)
第三节 荧光数码管	(230)
第四节 辉光数码管	(231)
第六章 元器件的安装与焊接	(233)
第一节 焊接原理与焊接工具	(233)
一、焊接原理	(233)
二、电烙铁	(234)
三、焊锡与焊剂	(235)
第二节 手工焊接技术	(235)
一、手工焊接方法	(235)
二、焊接质量不高的原因	(236)
三、易损元器件的焊接	(237)
第三节 表面组装技术	(237)
一、表面组装元器件	(237)
二、表面组装元器件的焊接方法	(241)
三、手工更换表面组装元器件的方法	(242)

第一章 电子元件

第一节 电 阻 器

当你打开一台收音机、录音机或电视机时,就可以看到很多密密麻麻的电子元件。其中为数最多的要数一种两端出线的圆柱形小棒,它们当中细的有如火柴梗,粗的有如小鞭炮。这就是组成家用电器电路的主要元件——电阻器。

一、电阻器的作用

电阻器是利用金属或非金属材料具有电阻的特性制成的便于使用安装的电子元件。它在电路中的用途是阻碍电流通过。具体说,电阻器在电气装置中的作用,大致可以归纳为降低电压、分配电压、限制电路电流、向各种电子元器件提供必要的工作条件(电压或电流)等几种功能。

二、各种各样的电阻器

电阻器按其结构可分为固定电阻器和半可调电阻器两大类。

固定电阻器的电阻值是固定的,一经制成不能再改变。半可调电阻器的阻值可以在一定范围内调整(但这种调整不应过于频繁)。

固定电阻器的种类很多。家用电器中经常用到的有:线绕电阻器、薄膜电阻器和实芯电阻器等几种。图 1-1 是各种电阻器的外形图。

线绕电阻器(RX)是用镍铬合金、锰铜合金等电阻丝绕在绝缘的支架上制成的。绝缘支架多用陶瓷骨架或胶木骨架。绕成后其

外面通常涂有耐热的釉绝缘层或绝缘漆。图 1-1(a)是线绕电阻器的外形。线绕电阻器一般可以承受较大的电功率(3W~100W),可以在 300℃左右的高温下连续工作。它的热稳定性好。例如,在整流电源中的滤波电阻、降压电阻多采用线绕电阻器。线绕电阻器的另外一个特点是精度高、噪声小。由于电阻丝的电阻率是固定的,精确控制绕制的圈数可以制成高精度阻值的电阻器,精度可达千分之一或万分之一。万用电表中的分压器、分流器大多采用线绕电阻器。线绕电阻器有固定电阻值的,也有可变电阻值的。线绕电阻器的型号中有 RX 标志。后面若加有字母 Y 表示表层有釉, Q 表示酚醛涂层, C 表示具有耐潮性。例如符号 RXY 表示涂釉线绕电阻器。线绕电阻器的阻值及允许偏差一般都标注在它的外表面上。可变阻值线绕电阻器是在固定式线绕电阻器的绝缘层上开一条轴向长槽,使各圈电阻丝在槽中露出,并在电阻器上装上可沿轴向滑动的铜圈构成的。移动铜圈的位置即可在电阻器的一端和铜圈间得到不同的电阻值,从而达到改变阻值的目的。

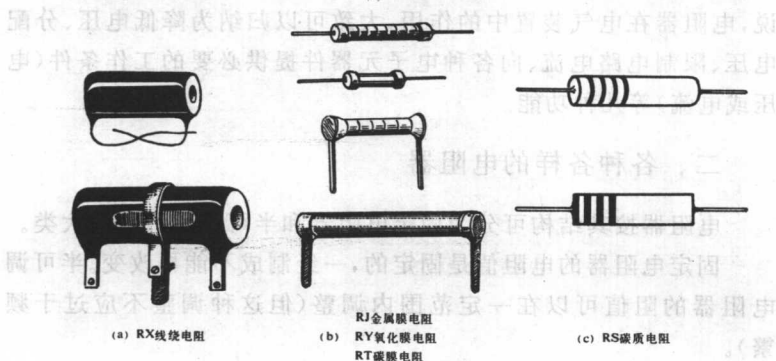


图 1-1 各种各样的固定电阻器

线绕电阻器也可以根据需要自制。方法很简单:根据电阻器所需的功率(瓦数)选择适合的电阻丝,在自制的“U”形胶木片上绕制。先测出单位长度的阻值,估算出所需阻值的长度,待绕得差不

多时再进行测量,直至达到要求之值。然后两端焊接好并做出引线即成一个自制的线绕电阻器了。万用表电流档分流器烧坏时就可以用这种方法自制电阻器,进行修复。但需注意,一般电阻丝不易沾锡,焊接时不妨用些助焊剂(例如焊油)以使焊接牢靠,免得影响阻值的稳定。

薄膜电阻器是用蒸发的方法将一定电阻率的材料蒸镀于绝缘材料表面制成的。图 1-1(b)是薄膜电阻器的外形图。最常用的蒸镀材料是碳或某些合金,绝缘材料主要是瓷管(棒)。这就是碳膜电阻器和金属膜电阻器。

碳膜电阻器是将结晶碳沉积在陶瓷棒骨架上制成的。碳膜电阻器的电压稳定性好,造价便宜,并可在 70°C 以下长期工作。收录机、电视机中的电阻器大多采用碳膜电阻器。碳膜电阻器所允许的额定功率较小,一般为 $1/8\text{W}\sim 2\text{W}$ 。碳膜电阻器的型号中有 RT 标志,其阻值及误差等级常用数字或色点色环直接标记在电阻器外表面上。不过其额定功率不在电阻器外表面上标出,而以电阻器的直径和长度的不同加以区别:体积大的功率大,体积小的功率小,可参照表 1-1 确定碳膜电阻器的额定功率。

金属膜电阻器是用真空蒸发的方法将合金材料蒸镀于陶瓷棒骨架表面制成的。它的型号中有 RS 标志,外表常涂以红漆或棕漆。这种电阻器有较好的耐高温性能,可以在 125°C 下

表 1-1 碳膜电阻器额定功率

额定功率(W)	RT 电 阻 器 尺 寸	
	长度(mm)	直径(mm)
1/8	11	3.9
1/4	18.5	5.5
1/2	28.0	5.5
1	30.5	7.2
2	48.5	9.5

长期工作。它还适宜工作在较宽的频率范围,噪声小,温度系数低,稳定性好,精度高。在相同的额定功率下,它的体积可以比碳膜电阻器小一半。金属膜电阻器的功率一般为 $1/2W$ 至几 W 。在仪器仪表及通信设备中都大量采用金属膜电阻器,其精度可达 $\pm 0.05\%$ 。其阻值及精度等级标在外皮上,额定功率由体积大小确定,可参照表 1-2 估算。

表 1-2 金属膜电阻器额定功率

额定功率(W)	RJ 电 阻 器 尺 寸	
	长度(mm)	直径(mm)
1/8	6~8	2~2.5
1/4	7~8.3	2.5~2.9
1/2	10.8	4.2
1	13.0	6.6
2	18.5	8.6

实芯电阻器是由石墨、碳黑等导电材料及不良导电材料混合并加入粘结剂后压制而成的。其外形如图 1-1(c)所示。它的外形与薄膜电阻器差不多,不过它的内部没有绝缘瓷棒,而是实芯的,引线从内部引出。实芯电阻器成本低,价格便宜,但阻值误差较大,且噪声大,稳定性差。目前在家用电器中较少采用,但在低档电器中还有时用到。实芯电阻器的型号中有 RS 标志。

氧化膜电阻器(RY)是在绝缘瓷棒上沉积一层金属氧化膜制成的。它的外形及性能均与金属膜电阻器相同,但其制造工艺较简单,成本低,且耐热、耐压性能更好,可以替代金属膜电阻器使用。氧化膜电阻器的额定功率从 $1/8W$ 到数 W (大的可达 $10W$)不等,也可以由体积大小区别其功率大小。

电阻器(俗称电阻)在电路图中用文字符号 R 表示,单位是欧(姆),单位符号用希腊字母 Ω 表示。有时嫌欧姆单位太小而用千欧($k\Omega$)、兆欧($M\Omega$)表示,它们之间的关系是:

$$1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega = 1000000\Omega$$

三、电阻器的主要技术参数

电阻器的主要技术参数有标称阻值、阻值误差和额定功率。

标称阻值:即电阻器表面所标的阻值。阻值有两种标示方法,一种是直接用数字标出,体积小的电阻器则用色环或色点表示阻值。表 1-3 是色环色点标示法的规则(又称色码标示法)。图 1-2 是常用色标电阻器的标记。

表 1-3 色环色点标示法规则

色 标	A	B	C	D
颜色	第一位数	第二位数	应乘位数	误差
黑	/	/	$\times 10^0 = 1$	$\pm 1\%$
颜色	第一位数	第二位数	应乘位数	误差
棕	1	1	$\times 10^1 = 10$	$\pm 2\%$
红	2	2	$\times 10^2 = 100$	$\pm 3\%$
橙	3	3	$\times 10^3 = 1\ 000$	$\pm 4\%$
黄	4	4	$\times 10^4 = 10\ 000$	/
绿	5	5	$\times 10^5 = 100\ 000$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$\times 10^6 = 1\ 000\ 000$	$\pm 0.2\%$
紫	7	7	$\times 10^7 = 10\ 000\ 000$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$\times 10^8 = 100\ 000\ 000$	/
白	9	9	$\times 10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$	/
金	/	/	$\times 10^{-1} = 0.1$	$\pm 5\%$
银	/	/	$\times 10^{-2} = 0.01$	$\pm 10\%$
无色	/	/		$\pm 20\%$

例如,用四个色环表示阻值及误差的电阻器,四个环的颜色分别为黄、绿、红、银,则表示该电阻器阻值为 4500 欧(即 $4.5\text{k}\Omega$),误差为 $\pm 10\%$ 。

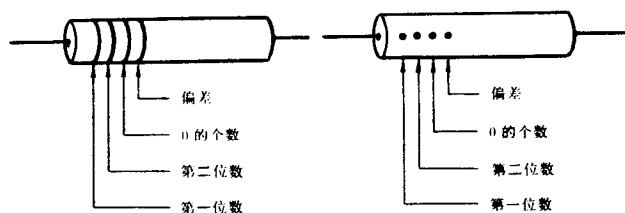


图 1-2 色标电阻器的标记

电阻器的标称阻值不是随意选定的。为了便于工业大量生产和使用者在一定范围内选用，国家规定出一系列的标称值。不同误差等级的电阻器有不同数目的标称值；误差越小，电阻器的标称值越多，如表 1-4 所示。

表 1-4 电阻器标称值

标称值系列	电 阻 标 称 值												
E24(误差±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	
E12(误差±10%)	1.0		1.2		1.5		1.8		2.2		2.7		
E6(误差±20%)	1.0				1.5				2.2				
E24(误差±5%)	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1	
E12(误差±10%)	3.3		3.9		4.7		5.6		6.8		8.2		
E6(误差±20%)	3.3				4.7				6.8				

将表中标称值乘以 10、100、1000……就可以扩大阻值范围。例如，表中的“2.2”包括 2.2Ω、22Ω、220Ω、2.2kΩ、22kΩ、220kΩ、2.2MΩ 等这一阻值系列。在应用电路时要尽量选择标称值系列，无标称值系列时应选相近值。

阻值误差(或称偏差)：电阻器上的标称值只表示该电阻器阻值在此标称值附近。如果用仪表测量会发现它的实际值与标称值

并不完全相同,这说明存在阻值误差。确切地说,阻值误差等于电阻实际值和标称值之差,除以标称值所得的百分数。电阻器的允许误差分为三个等级:Ⅰ级为 $\pm 5\%$,Ⅱ级为 $\pm 10\%$,Ⅲ级为 $\pm 20\%$ 。

电阻器的额定功率:当电流通过电阻器时,电流会对电阻器做功,电阻器会发热。电阻器所能承受的发热是有限度的,如果电阻器上所加电功率大于它所能承受电功率时,电阻器就会温度过高而烧毁。所以电阻器要有规定的额定功率。通常在规定的电压、温度等条件下,电阻器长期工作时所允许承受的最大电功率称为额定功率。额定功率的单位是瓦(W)。一般电阻器分为1/8、1/4、1/2、1、2、5、10W等数值。额定功率越大、电阻器的体积也越大。一般收录机、电视机中多采用1/8、1/4、1/2W电阻器,少数电流较大场合采用1W、2W甚至5W电阻器。

图1-3是在电路图中标志电阻器额定功率大小的图形符号。10W以上直接在电阻上标出。

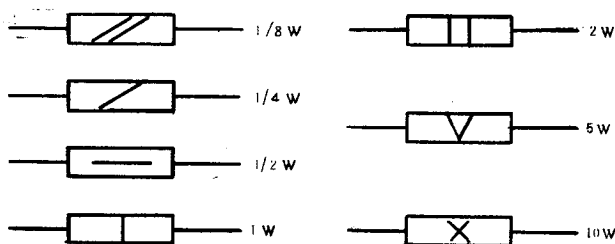


图 1-3 表示电阻器额定功率的图形符号

电阻器的最大工作电压:每一个电阻器都有其最大的耐压值,称为最大工作电压;当电阻两端电压超过极限工作电压时,电阻器的膜间或线间就会产生电飞弧,造成击穿以至烧毁。电阻器的额定功率越大,其最大工作电压相对也越高。

表1-5给出了部分碳膜电阻和金属膜电阻的最大工作电压规格参数。