

全国家用电器维修培训教材

元 器 件

姚金生 编

人民邮电出版社

72.61
802

全国家用电器维修人员培训教材 4

元 器 件

姚金生 编著

人民邮电出版社

DS80/18
内 容 提 要

本书是全国家用电器维修人员培训教材之一。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的基本工作原理、主要技术指标、性能测试、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。

本书可作为家用电器维修人员、军地两用人才和职业中学培训的补充读物，也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。

全国家用电器维修人员培训教材 4

元 器 件

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

一二〇一工厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1988年2月 第1版

印张0.875 页数220 1988年2月 第1次印刷

字数：160千字 印数：1—48350册

ISBN7-115-03608-X/TN

定价：1.70元

《全国家用电器维修人员培训教材》编委会

主 编 隋经义

副主编 王明臣 沈成衡 宁云鹤

编 委 高坦弟 陈 忠 刘学达

段玉平 左万昌 赵文续

张道远 李 军

前 言

自1986年初中央五部委发出《关于组织家用电器维修人员培训的通知》以来,在各地有关部门的大力支持下,家用电器维修培训工作在全国蓬勃开展起来,并取得了可喜的成果。

1987年4月9日,中国科协、商业部、国家工商行政管理局、劳动人事部、电子工业部、总政宣传部、中国电子学会召开的“全国家电维修培训工作会议”强调指出了这项工作的重要意义,同时指出要对现有教材进行修改,并编写基础与专业基础教材,以适应全国家用电器维修培训工作的需要。

实践证明,编写好家用电器维修培训教材是搞好培训工作的重要保证。我们认真研究了各地培训班对试用教材《家用电器维修指南丛书》的意见,按照统一教学计划的要求,组织有一定理论知识和维修实践经验的作者,编写了这套家用电器维修培训教材。并由科学出版社、人民邮电出版社、电子工业出版社、科普出版社、解放军出版社共同出版。

本教材主要阅读对象是具有初中以上文化程度,从事或准备从事家用电器维修工作,参加家用电器维修培训班的学员;也可供从事家用电器生产的工人、初级技术人员和广大电子技术爱好者参考;还可作为军地两用人才的培训教材。教材共分十七册出版。其中基础课教材五种:《电工基础》、《机械常识》、《电动机》、《元器件》、《家用电器维修基础》;专业基础课教材两种:《低频电路原理》、《高频电路原理》;专业课教材十种:《电风扇、吸尘器的原理和维修》、《洗衣机的原理和维修》、《电冰箱、

空调机的原理和维修》、《电热器的原理和维修》、《电子钟表的原理和维修》、《收音机的原理和维修》、《录音机的原理和维修》、《黑白电视机的原理和维修》、《彩色电视机的原理和维修》、《磁带录像机的原理、使用和维护》。教材分册出版，适于不同专业培训班选用；增加基础课和专业基础课教材，又为缺乏基础知识的学员提供了方便。此外还出版补充读物若干种，对教材起到拾遗补缺的作用。

在组织编写本教材时，我们注意贯彻理论与实践相结合的原则。基础课教材和专业基础课教材在介绍基本理论和电路时，紧密联系家用电器的实际，将共性的基础知识讲清楚。在教材的深度和广度上，尽可能照顾中、小城市和农村学员的实际水平，力求深入浅出，通俗易懂。

由于家用电器维修培训牵涉面广，学员水平参差不齐，要求不同，加之我们的水平有限，时间仓促，这套教材还会存在许多不足之处。我们恳切希望全国各地家用电器维修培训班的学员、教师，以及关心家用电器维修培训工作的同志们，对这套教材提出宝贵的意见。

全国家用电器维修人员培训教材编委会

1987年10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	9
五、电阻器的质量鉴别与代用	9
第二节 电位器	11
一、电位器的结构与功用	11
二、各种电位器	13
三、电位器的修理与代用	17
第三节 电容器	19
一、固定电容器	19
二、电容器的主要技术参数	29
三、固定电容器的质量检查、代用和修理	31
四、可变电容器的结构与规格	33
五、可变电容器的修理与代用	36
六、半可变电容器(微调电容器)	38
第四节 电感元件	40
一、线圈的自感与电感量	40
二、电感器的种类与参数	41

三、家用电器中常见的电感线圈·····	44
四、电感器的测量与代用·····	51
五、变压器的工作原理和结构·····	51
六、变压器的主要技术参数·····	53
七、各种用途的变压器·····	54
八、变压器的故障及修理·····	62
九、磁性元件·····	63
第二章 电声元件与继电器 ·····	67
第一节 扬声器 ·····	67
一、扬声器的发声原理·····	67
二、扬声器的种类·····	69
三、扬声器的主要技术参数·····	73
四、怎样选用扬声器·····	76
五、扬声器与放大器的配接·····	81
六、扬声器的更换与修理·····	81
第二节 传声器 ·····	83
一、传声器的工作原理·····	83
二、传声器的使用与维修·····	87
第三节 开关与继电器 ·····	88
一、各种各样的开关·····	88
二、继电器·····	93
第三章 半导体器件 ·····	102
第一节 晶体二极管 ·····	102
一、半导体基本知识 ·····	102
二、晶体二极管的工作原理 ·····	104
三、各种晶体二极管 ·····	106
四、晶体二极管的主要技术参数 ·····	115

五、晶体二极管的质量鉴别与代用	117
第二节 晶体三极管	118
一、晶体三极管的工作原理	118
二、晶体三极管的分类	123
三、晶体三极管的主要技术参数	126
四、晶体三极管的简易测试方法	129
五、晶体三极管的更换与代用	132
第三节 场效应晶体管	134
一、结型场效应晶体管的工作原理	134
二、MOS 场效应晶体管的工作原理	137
三、场效应管的主要技术参数	139
四、如何鉴别场效应管的好坏	142
五、场效应晶体管的应用与代用	146
第四节 可控硅和单结晶体管	148
一、可控硅的工作原理	148
二、可控硅的主要技术参数	150
三、多种用途的可控硅	152
四、用万用表检查可控硅的好坏	154
五、单结晶体管	156
第五节 半导体集成电路	159
一、半导体集成电路的基本知识	160
二、集成电路的内部结构	162
三、集成电路与分立元器件电路的差别	163
四、千姿百态的集成电路	164
五、半导体数字集成电路	166
六、半导体模拟集成电路	174
第六节 特殊半导体器件	181

一、热敏半导体器件	181
二、光敏半导体器件	184
三、力敏半导体器件	187
四、磁敏半导体器件	189
五、气敏半导体器件	190
六、压敏半导体器件	192
第四章 电真空器件	194
第一节 电子管	194
一、热电子发射	194
二、电子管的基本结构与工作原理	195
三、千姿百态的电子管	197
第二节 黑白显像管	197
一、黑白显像管的结构与工作原理	197
二、黑白显像管的参数与使用	199
第三节 彩色显像管	201
一、彩色显像管的工作原理	201
二、三种彩色显像管	202
第四节 磁控管	208

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

8810471

- 1 -

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。

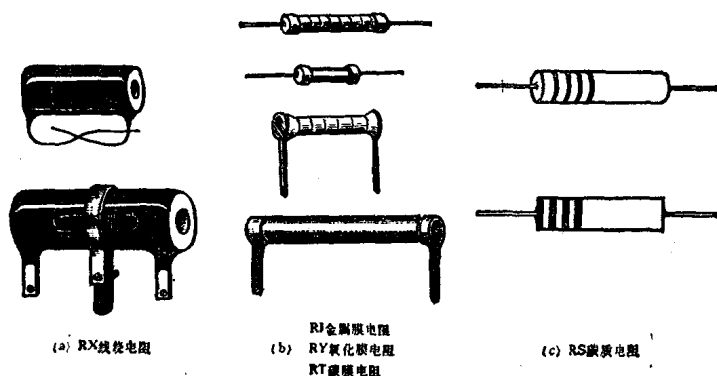


图1-1 各种各样的固定电阻器

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(3~100瓦),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。

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“1”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℃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瓦~2瓦。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

表1-1

额定功率 (瓦)	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

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℃下长期工作。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1/2瓦至几瓦。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1-2表估算。

实芯电阻器是由石墨、碳黑等导电材料及不良导电材料混

表1-2

额定功率 (瓦)	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

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1/8瓦到数瓦(大的可达10瓦)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 Ω)、兆欧(M Ω)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。

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4.5k Ω)，误差为 $\pm 10\%$ 。

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。

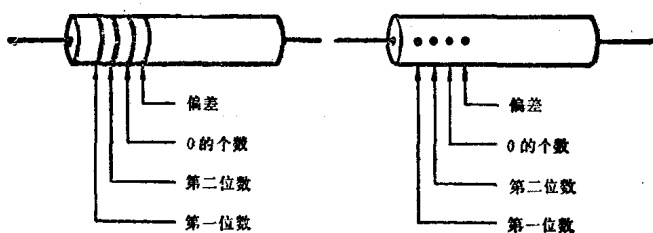


图1-2 色标电阻器的标记

表1-3

色 标	A	B	C	D
颜 色	第一位数	第二位数	应乘位数	误 差
黑	/	/	$\times 10^0 = 1$	/
棕	1	1	$\times 10^1 = 10$	/
红	2	2	$\times 10^2 = 100$	/
橙	3	3	$\times 10^3 = 1\ 000$	/
黄	4	4	$\times 10^4 = 10\ 000$	/
绿	5	5	$\times 10^5 = 100\ 000$	/
蓝	6	6	$\times 10^6 = 1\ 000\ 000$	/
紫	7	7	$\times 10^7 = 10\ 000\ 000$	/
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	/	/		$\pm 20\%$

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

标 称 值 系 列	电 阻 标 称 值											
E 24(误差 $\pm 5\%$)	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
E 12(误差 $\pm 10\%$)	1.0		1.2		1.5		1.8		2.2		2.7	
E 6(误差 $\pm 20\%$)	1.0				1.5				2.2			

标 称 值 系 列	电 阻 标 称 值											
E 24(误差 $\pm 5\%$)	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
E 12(误差 $\pm 10\%$)	3.3		3.9		4.7		5.6		6.8		8.2	
E 6(误差 $\pm 20\%$)	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2.2欧、22欧、220欧、2.2千欧、22千欧、220千欧、2.2兆欧等这一阻值系列。在应用电路时要尽量选择标称值系列，无标称系列数时应选相近值。

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