

《无线电》汇编丛书

无线电

元器件精汇

(第2版)

《无线电》杂志社 编

电阻器 电容器

电感器和变压器 继电器

开关、接插件和保险元件

石英晶体和陶瓷元器件

电声器件 音频磁头与视频磁头

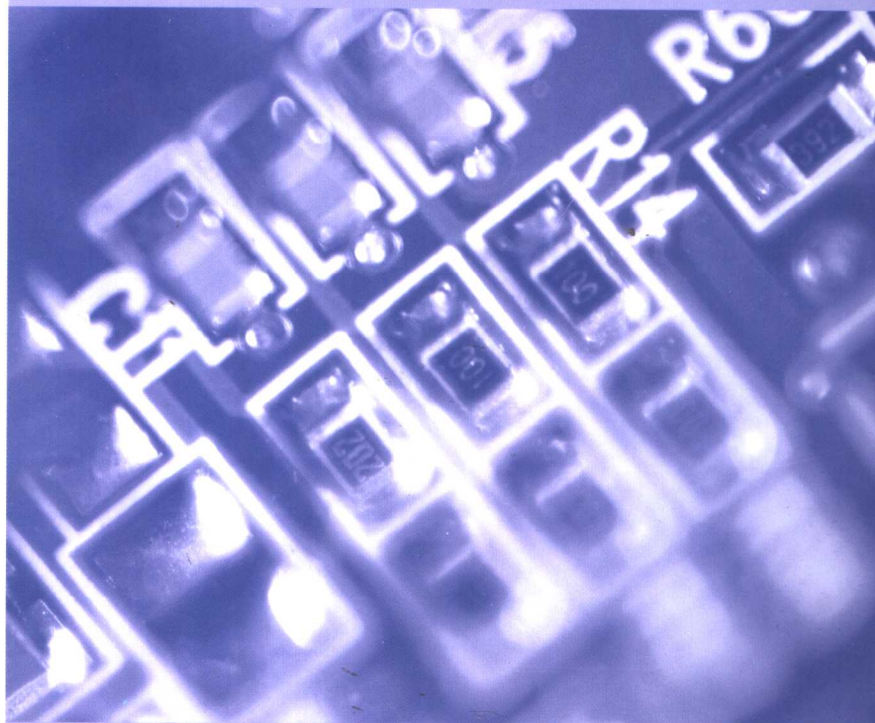
光电器件 传感器

晶体二极管 晶体三极管

场效应管 单结晶体管 and 晶闸管

片状元器件 集成电路

电源集成电路及其应用



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

无线电元器件精汇

(第 2 版)

《无线电》杂志社 编

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

无线电元器件精汇/《无线电》杂志社编. —2版. 北京: 人民邮电出版社, 2005.9
ISBN 7-115-13544-4

I. 无... II. 无... III. 电子元件—基本知识 IV. TN6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 066285 号

内 容 提 要

本书主要介绍了在学习、应用电子技术时,应当了解和掌握的 17 类电子元器件的结构、分类、主要技术参数及在电路中的作用,并扼要地叙述了用万用表检测元器件性能的方法。另外,还介绍了晶体三极管和集成电路的代换常识及使用注意事项。

本书内容详实,资料性强,主要供电子技术初学者阅读,此外,对广大电子技术工作者、科研人员、家电维修人员、无线电爱好者、广播电视技术人员均有很高的参考价值。

无线电元器件精汇(第 2 版)

- ◆ 编 著 《无线电》杂志社
责任编辑 肖学云
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
河北人民邮电出版社印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 24.25
字数: 610 千字
印数: 26 001—32 000 册
- 2005 年 9 月第 2 版
2005 年 9 月河北第 10 次印刷

ISBN 7-115-13544-4/TN·2526

定价: 34.00 元

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223

前 言

随着现代科学技术的发展，电子技术不仅广泛应用于工农业生产、医疗卫生、文化教育、广播电视、科学研究及国防建设等领域，而且已渗透到人们日常生活的各个方面。有关专家预言，21 世纪将是微电子技术的核心信息社会。我国已把“利用微电子技术改造传统产业”定为今后的一项产业政策。由此可见，学习和掌握一些电子技术基础知识和基本操作技能，对现代社会的人们，尤其是跨世纪的青少年一代，是何等的重要。

大家知道，任何一个简单或复杂的电子装置、设备或系统，都是由作用各不相同的电子元器件组成的。可以这样说，没有高质量的电子元器件，就没有高性能的电子设备。从事电路设计的技术人员都知道，欲使电路具有优良的性能，达到预定的高指标，必须精心选择、正确使用元器件。实践证明，一个崭新的电子元器件的出现，无不带来电路设计的一次革命，使电子设备的性能产生一次质的飞跃。

青少年学习电子技术，首先应该了解并掌握电子元器件的构造、分类、性能特点及在电路中的作用。因为只有具备了这方面的知识后，才能学习由电子元器件组成的电子电路的工作原理和过程。针对这一情况，本书主要介绍了电子技术中经常使用的 17 大类电子元器件的构造、分类、性能特点及在电路中的作用等。

本书主要是由《无线电》杂志上发表的文章精选汇编而成，其前身为《无线电元器件精汇》。《无线电元器件精汇》出版后曾受到广大无线电爱好者的广泛好评，此次重新修订，保留了原书的精华，删除了一些稍为过时的部分，补充了大量反映新器件、新技术、新应用的内容。因此，本书除了可供电子技术初学者阅读外，对广大电子技术工作者、科研人员、家电维修人员、无线电爱好者、广播电视技术人员均有很高的参考价值。

《无线电》杂志社

目 录

第1章 电阻器和电位器	1
第1节 电阻器	1
第2节 特种电阻器	11
第3节 电位器	17
第2章 电容器	24
第1节 固定电容器	24
第2节 可变电容器	33
第3章 电感器和变压器	36
第1节 电感器	36
第2节 变压器	45
第4章 继电器	55
第1节 普通电磁式继电器和干簧式继电器	55
第2节 小型磁保持湿簧管和湿簧继电器	61
第3节 固态继电器	64
第4节 步进继电器	75
第5章 开关、接插件和保险元件	81
第1节 机械开关	81
第2节 薄膜开关	84
第3节 接近开关	85
第4节 小型插头座和印制板插座	90
第5节 保险元件	91
第6章 石英晶体和陶瓷元器件	95
第1节 石英晶振元件	95
第2节 陶瓷谐振元件	101
第7章 电声器件	108
第1节 扬声器	108
第2节 耳机	109
第3节 讯响器	111
第4节 微型直流音响器	112
第5节 传声器	114
第8章 音频磁头和视频磁头	119
第1节 音频磁头	119
第2节 视频磁头	123
第9章 光电器件	128
第1节 普通发光二极管	128
第2节 电压型发光二极管和闪烁发光二极管	130

第3节	红外发光二极管	133
第4节	红外线接收管与红外线接收头	136
第5节	红光半导体激光二极管	136
第6节	光电二极管和光电三极管	140
第7节	光电耦合器	147
第8节	光电开关	151
第9节	光晶闸管	155
第10节	LED 数码管	159
第11节	液晶显示器	162
第12节	激光头组件	170
第10章	传感器	175
第1节	概述	175
第2节	磁敏传感器——霍尔集成电路	178
第3节	温度传感器和温敏元器件	184
第4节	半导体热敏电阻	194
第5节	热释电传感器	199
第6节	湿敏传感器	203
第7节	集成加速度传感器	206
第8节	力学量传感器	207
第9节	压力传感器	212
第10节	电化学气体传感器	216
第11节	光敏器件	217
第11章	晶体二极管	220
第1节	概述	220
第2节	检波、整流二极管	224
第3节	全桥、半桥和硅堆	226
第4节	稳压二极管	229
第5节	硅调谐变容二极管	231
第6节	硅电压开关二极管	234
第7节	快恢复二极管	235
第8节	肖特基二极管	237
第9节	瞬态电压抑制二极管	240
第10节	双向触发二极管	242
第11节	精密二极管	243
第12章	晶体三极管	246
第1节	概述	246
第2节	三极管的识别与检测	250
第3节	大功率三极管的散热	260
第4节	晶体管阵列器件	261

第 13 章 场效应管	263
第 1 节 绝缘栅场效应管和结型场效应管	263
第 2 节 功率 MOS 场效应管	273
第 14 章 单结晶体管 and 晶闸管	282
第 1 节 单结晶体管	282
第 2 节 晶闸管	288
第 3 节 双向晶闸管	295
第 4 节 可关断晶闸管	298
第 5 节 大功率晶闸管模块	300
第 15 章 片状元器件	303
第 1 节 概述	303
第 2 节 贴片式电阻器	307
第 3 节 贴片式电容器	314
第 4 节 贴片式电感器	323
第 5 节 贴片式二极管	327
第 6 节 贴片式三极管	332
第 16 章 集成电路	336
第 1 节 概述	336
第 2 节 集成运算放大器	349
第 3 节 CMOS 集成电路和 TTL 集成电路	354
第 4 节 音乐集成电路	359
第 5 节 存储器	365
第 17 章 电源集成电路及其应用	368
第 1 节 综述	368
第 2 节 三/四/五端集成稳压电路	370
第 3 节 低损耗线性稳压器	377

第 1 章 电阻器和电位器

第 1 节 电 阻 器

电阻器通常简称为电阻，是一种应用十分广泛的电子元件。

一、种类和符号

电阻的种类繁多，通常分为固定电阻、可变电阻和特种(敏感、熔断等)电阻三大类。

固定电阻可按电阻体材料、结构形状、引出线及用途等分成多个种类，如图 1-1 所示。电阻在电路中的图形符号如图 1-2 所示，其字母代号为 R。电阻的种类虽多，但常用的主要为 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻和片状电阻，它们的实物外形参见图 1-3。其中，过去的国产 RT 型电阻外表通常涂覆绿漆，RJ 型金属膜电阻则涂覆红漆，且一般都印上型号及规格等，较易识别。近年来随着进口及合资产品大量上市，RT 型电阻中以色环电阻占据主流地位，其底色并不很一致；RX 型线绕电阻外表多为黑色，被釉线绕电阻则多为深绿或浅绿色。片状电阻外表一般都为黑色，且上面

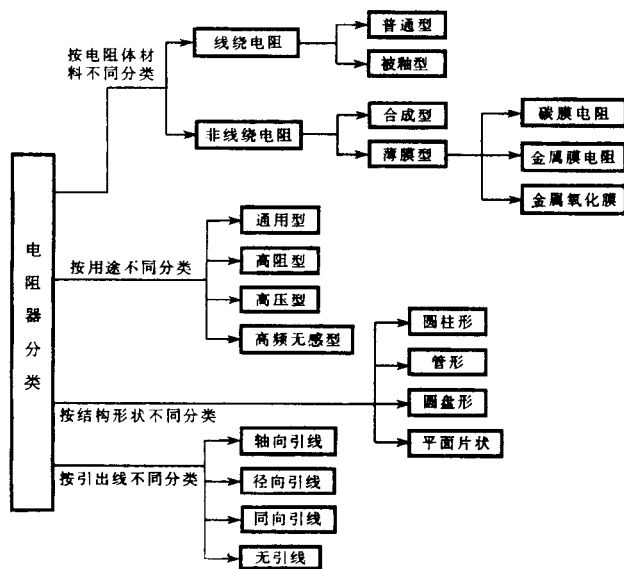


图 1-1 电阻器分类

标注有代表阻值的数字；若不为黑色且标注为 0 或 000 或根本无标注，这种片状元件并非电阻，而是一种用于代替连接导线、阻值为零的“桥接元件”。现在这种元件已大量应用于各类电子整机中，实践中切勿与片状电阻相混淆。

下面重点介绍一下应用最普遍的碳膜电阻、金属膜电阻和线绕电阻的特点。

1. 碳膜电阻器

碳膜电阻器的外形如图 1-4 (a) 所示，内部结构如图 1-4 (b) 所示。这种电阻器是用结晶碳沉积在瓷棒或瓷管上制成的。改变碳膜的厚度和用刻槽的方法变更碳膜的长度，可以得到不同的阻值。碳膜电阻器的主要特点是高频特性好，价格低。除了普通碳膜电阻器外，还有高频电阻器和精密型电阻器。碳膜电阻器是应用最多的一种电阻器，它广泛地用于收音机、电视机以及其他的电子设备中。

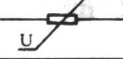
优选形 	电阻器一般符号
	可变(可调)电阻器
	压敏电阻器
	热敏电阻器
	0.125W 电阻器
	0.25W 电阻器
	0.5W 电阻器
	1W 电阻器(大于 1W 用阿拉伯数字表示)
	滑线式变阻器
	有两个固定抽头的电阻器

图 1-2 电阻器在电路中的图形符号



图 1-3 常用电阻实物外形

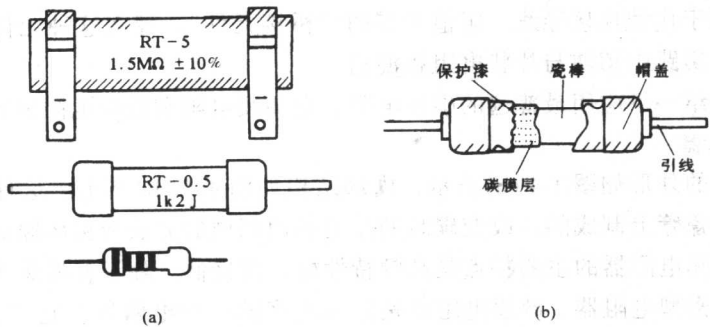


图 1-4 碳膜电阻的外形和结构

2. 金属膜电阻器

常用的金属膜电阻器的外形如图 1-5 (a)所示,内部构造如图 1-5 (b)所示。

金属膜电阻器的电阻膜是通过真空蒸发等方法,使合金粉沉积在瓷基体上制成的。刻槽和改变金属膜厚度可以精确地控制阻值。金属膜电阻器的主要特点是耐热性能好,其额定工作温度为 70°C 。最高可达 155°C 。它与碳膜电阻器相比,体积小、噪声低、稳定性好。它的工作频率也较宽,但成本稍高。通过合金粉成分的调节和成膜工艺的更换等方法,还可以制成精密、高阻、高频、高压、高温等各种类型的金属膜电阻器。金属膜电阻器适用于要求较高档的通信设备和电子仪器等电路中;在收音机、电视机等民用产品上也得到了较多的应用。

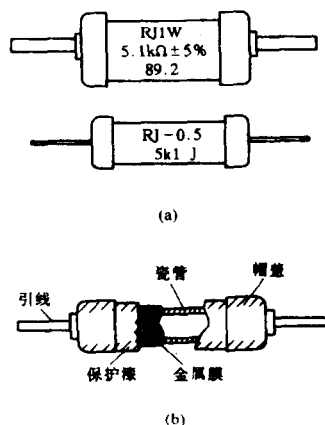


图 1-5 金属膜电阻器的外形和结构

3. 线绕电阻器

线绕电阻器是用电阻率较大的镍铬合金、锰铜等合金线在陶瓷骨架上缠绕而制成的。图 1-6 是几种线绕电阻器的外形和内部结构图。线绕电阻器有很多特点,如耐高温(能在 300°C 的高温下稳定工作)、噪声小、阻值的精度高等。线绕电阻器的额定功率较大($4 \sim 300\text{W}$),常在电源电路中用作限流电阻等。也可制成精密型电阻器,如在万用表中作分流电阻用。一般的线绕电阻器由于结构上的原因,其分布电容电感较大,不宜用在高频电路中。

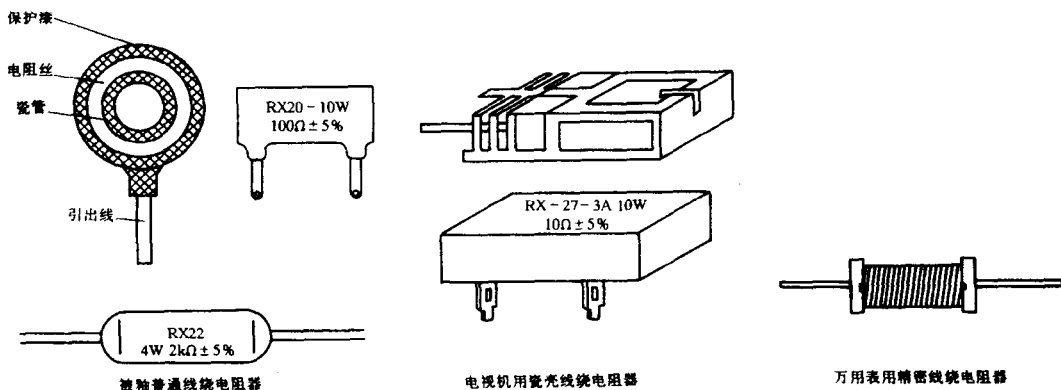


图 1-6 线绕电阻器外形和结构图

二、主要技术参数

标称阻值、允许误差和额定功率是固定电阻器的主要参数。了解了这些参数的定义以及标志方法后,就能正确选用各种电阻器。

1. 标称阻值和允许误差

电阻器上都标有电阻的数值,这就是电阻器的阻值标称值。电阻器的标称值往往和它的实际值不完全相符。实际值和标称值的偏差,除以标称值所得的百分数,叫电阻的误差,它反映了电阻器的精度。不同的精度有一个相应的允许误差,表 1-1 列出了常用电阻器的允许误差的等级(精度等级)。

表 1-1 常用电阻器允许误差的等级

允许误差	± 0.5%	± 1%	± 2%	± 5%	± 10%	± 20%
级 别	005	01	02	I	II	III
类 型	精密型			普通型		

现在成品固定电阻器大都为 I 级或 II 级，III 级很少，能满足一般应用的要求。02、01、005 级的精密电阻器，仅供测量仪器及特殊设备选用。

国家有关部门规定了阻值系列作为产品的标准，表 1-2 是普通电阻器的标称值系列。表中的标称值可以乘以 10^n ，例如，4.7 这个标称值，就有 0.47Ω 、 4.7Ω 、 47Ω 、 470Ω 、 $4.7k\Omega$ ……

表 1-2 电阻标称值系列

系列及允许的误差			系列及允许的误差		
E ₂₄	E ₁₂	E ₆	E ₂₄	E ₁₂	E ₆
± 5%	± 10%	± 20%	3.3	3.3	3.3
1.0	1.0	1.0	3.6		
1.1			3.9	3.9	
1.2	1.2		4.3		
1.3			4.7	4.7	4.7
1.5	1.5	1.5	5.1		
1.6			5.6	5.6	
1.8	1.8		6.2		
2.0			6.8	6.8	6.8
2.2	2.2	2.2	7.5		
2.4			8.2	8.2	
2.7	2.7		9.1		
3.0					

2. 电阻器的额定功率

当电流通过电阻器的时候，电阻器便会发热。功率越大，电阻器发热越厉害。如果使电阻器发热的功率过大，电阻器就会烧坏。电阻器长时间正常工作允许所加的最大功率叫做额定功率。

电阻器的额定功率通常有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、5W、10W 等。表示电阻器额定功率的通用符号如图 1-7 所示。

三、主要技术参数的标志方法

电阻器的额定功率、阻值及允许误差一般都标在电阻器上。额定功率较大的电阻器，一般都将额定功率值直接印在电阻

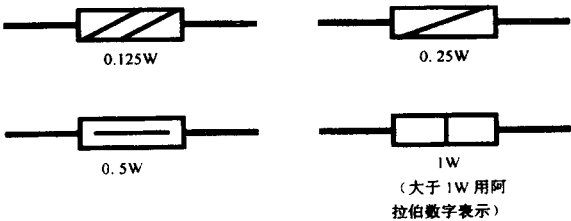
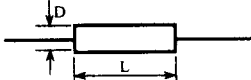


图 1-7 电阻器额定功率的通用符号

器的表面上。额定功率较小的电阻器，可以从它的几何尺寸和表面面积上看出，见表 1-3。

表 1-3 电阻器额定功率与几何尺寸对应表

额定功率	外形尺寸 (mm)	种类	碳膜电阻		金属膜电阻	
			L	D	L	D
0.06W			8	2.5		
0.125W			12	2.5	7	2.2
0.25W			15	4.5	8	2.6
0.5W			25	4.5	10.8	4.2
1W			28	6	13	6.6
2W			46	8	18.5	8.6

电阻的阻值及允许误差的标示方法主要有以下四种。

1. 直标法

直标法是将电阻器的标称值用数字和文字符号直接标在电阻体上，其允许偏差则用百分数表示，未标偏差值的即为 $\pm 20\%$ 的允许偏差。

2. 文字符号法

文字符号法是将电阻器的标称值和允许偏差值用数字和文字符号法按一定的规律组合标志在电阻体上。电阻器的标称值的单位标示符号如表 1-4 所示，允许偏差如表 1-5 所示。

表 1-4 电阻器文字符号法的阻值标注

文 字 符 号	单位及进位关系	名 称	文 字 符 号	单位及进位关系	名 称
R 或者 ohm	$\Omega (10^0)$	欧姆	G	$G\Omega (10^9)$	吉欧
K	$k\Omega (10^3)$	千欧	T	$T\Omega (10^{12})$	太欧
M	$M\Omega (10^6)$	兆欧			

表 1-5 电阻器文字符号法的误差值标注

文 字 符 号	允许偏差 (%)	文 字 符 号	允许偏差 (%)
Y	± 0.001	D	± 0.5
X	± 0.002	F	± 1
E	± 0.005	G	± 2
L	± 0.01	J	± 5
P	± 0.02	K	± 10
W	± 0.05	M (或者省略)	± 20
B	± 0.1	N	± 30
C	± 0.25		

为了防止小数点在印刷不清时引起误解，故阻值采用这种标示方法的电阻体上通常没有小数点，而是将小于 1 的数值放在英文字母后面。例如：6R2J 表示该电阻标称值为 6.2 Ω ，允许偏差为 $\pm 5\%$ ；3K6K 表示电阻值为 3.6k Ω ，允许偏差为 $\pm 10\%$ ；1M5 则表示电阻值为

1.5MΩ，允许偏差为±20%。

在有些精密电阻中，通常采用四位数字加两位字母的标示方法。前面的四位数字表示阻值：前三位数字分别表示阻值的百、十、个位数字，第四位数字表示前面三个数字后面加“0”的个数(10的倍率)，单位为欧姆；数字后面的第一个英文字母代表误差，第二个字母代表温度系数(如表 1-6 所示)。例如标示为“2151FC”电阻的阻值是 $215 \times 10 = 2.15\text{k}\Omega$ ，误差是 1%，温度系数为 50ppm/℃。

表 1-6 电阻器温度系数标注

字 母	温度系数(ppm/℃)	字 母	温度系数(ppm/℃)
C	50	T	10
D	25	V	5
Y	15		

3. 色标法

电阻的阻值除了直接标注之外，常以色环来标示。普通的电阻器用四色环表示，精密电阻用五色环表示。紧靠电阻体一端头的色环为第一环，露着电阻体本色较多的另一端头为末环。

普通电阻采用 4 色环标注，见表 1-7。其第一色环是十位数，第二色环为个位数，第三色环为应乘位数，第四色环为误差率(如图 1-8 所示)。例如 4 色环的电阻的颜色排列为红蓝棕金。则这只电阻的电阻值为 260Ω，误差率为 5%。

表 1-7 普通精度电阻器 4 色环颜色与数值对照表

色 环 颜 色	第一色环	第二色环	第三色环	第四色环
	第一位数字	第二位数字	前面两位数字后面加 0 的个数	误差范围
黑	—	0	$10^0 = 1 \quad \times 1\Omega$	—
棕	1	1	$10^1 = 10 \quad \times 10\Omega$	—
红	2	2	$10^2 = 100 \quad \times 100\Omega$	—
橙	3	3	$10^3 = 1\,000 \quad \times 1\,000\Omega$	—
黄	4	4	$10^4 = 10\,000 \quad \times 10\,000\Omega$	—
绿	5	5	$10^5 = 100\,000 \quad \times 100\,000\Omega$	—
蓝	6	6	$10^6 = 1\,000\,000 \quad \times 1\,000\,000\Omega$	—
紫	7	7	—	—
灰	8	8	—	—
白	9	9	—	—
金	—	—	$10^{-1} = 0.1 \quad \times 0.1\Omega$	± 5% (J)
银	—	—	$10^{-2} = 0.01 \quad \times 0.01\Omega$	± 10% (K)

精密电阻采用 5 色环表示，见表 1-8。其第一色环为百位数，第二色环是十位数，第三色环是个位数，第四色环是应乘位数，第五色环为误差率。例如 5 色环的电阻的颜色排列为黄红黑黑棕，则其阻值为 $420 \times 1 = 420\Omega$ ，误差为 1%。5 色环的电阻通常是误差为 1%的金属膜电阻。

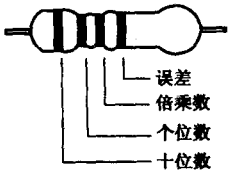
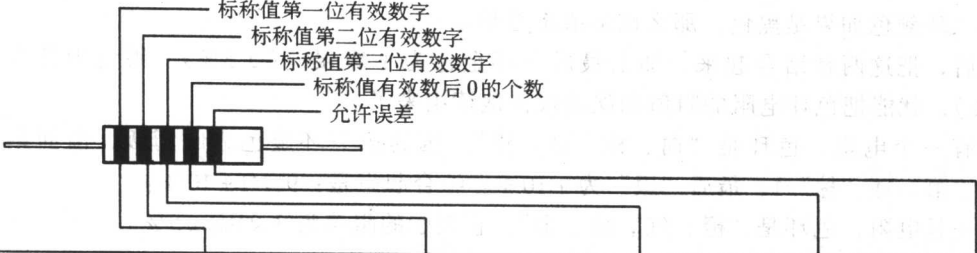


图 1-8 电阻器参数四色环表示法

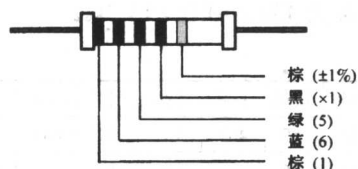
表 1-8

精密型电阻器与色环颜色——数值对照表



颜 色	第一位有效数	第二位有效数	第三位有效数	倍 乘	允 许 误 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}	

例：

代表阻值： $165 \times 1 \pm \% = 165\Omega \pm 1\%$

初学者在识别采用色标法表示其阻值的电阻器时，往往会遇到困难，下面介绍一种速读的方法。

首先，我们要把颜色与代表的数字熟记，即：棕 1、红 2、橙 3、黄 4、绿 5、蓝 6、紫 7、灰 8、白 9、黑 0。把它编成口诀如下：

棕 1 红 2 橙 3 黄 4 绿 5 蓝 6 是蓝，

7 紫 8 灰 9 雪白 黑色是零须牢记。

其次，关键是搞清第三环所表示的数量级。具体如下：金环：欧姆级；黑环：几十欧；棕环：几百欧；红环：几千欧；橙环：几十千欧；黄环：几百千欧；绿环，兆欧级。其余不常用，可以不记。

把以上的内容编成口诀：

表 1-10 电阻器参数数码表示法字母与倍率的对应关系

代 码 字 母	A	B	C	D	E	F	G	H	X	Y	Z
代 表 倍 率	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}

圆柱形表面安装电阻的阻值标识方法一般采用色环标识，RED 型碳膜电阻采用的是三色环标识：一环、二环表示有效数字，第三环表示有效数字乘以 10 的指数；ERO 型金属膜电阻采用五色环标识：一、二、三色环表示有效数字，第四环表示有效数字乘以 10 的指数，第五环表示偏差值，一般有 G ($\pm 2\%$) 级、F ($\pm 1\%$) 级。色环的第一条靠近电阻的某一端，最后一条一般比其他各条宽约 1 倍，因此，很容易识别。各种颜色所代表的倍率与普通色环电阻相同。

保险电阻通常采用文字符号法进行阻值标注，但有些公司的保险电阻上面只有一个色环，通过色环的颜色表示阻值(如表 1-11 所示)。

表 1-11 保险电阻参数色环表示法

颜 色	阻值(Ω)	功率(W)	电 流(A)	颜 色	阻值(Ω)	功率(W)	电 流(A)
黑色	10	1/4	3.0	白色	1 Ω	1/4	2.8A
红色	2.2	1/4	3.5A				

网络电阻的阻值与内部电路通常可以从型号上识别出来。内部电路的阻值如图 1-9 所示，内部电阻排列方式如表 1-12 所示。

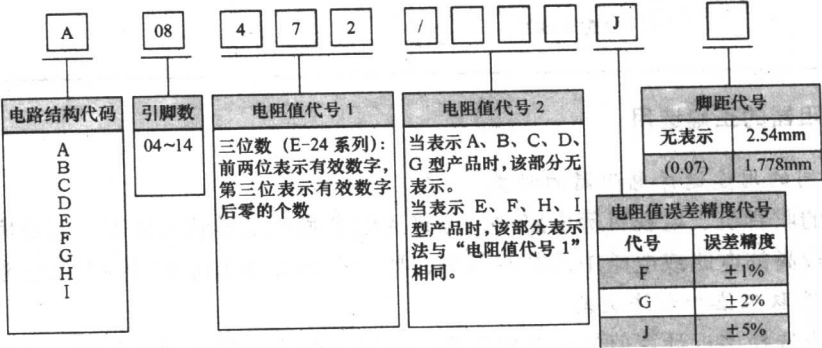
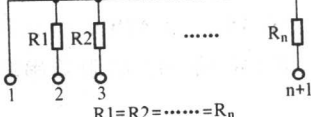
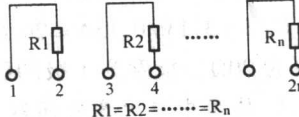
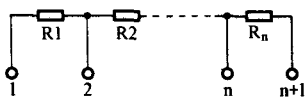
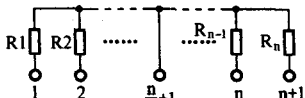
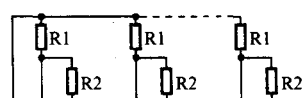
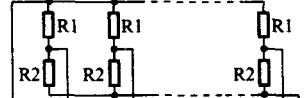
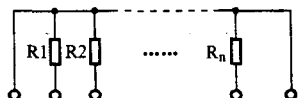
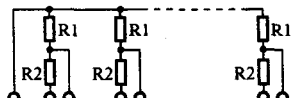
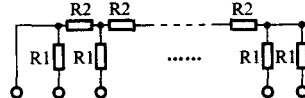


图 1-9 网络电阻参数识别

表 1-12 网络电阻内部排列方式

电路结构代码	等 效 电 路	电路结构代码	等 效 电 路
A	 $R_1=R_2=\dots=R_n$	B	 $R_1=R_2=\dots=R_n$

续表

电路结构代码	等效电路	电路结构代码	等效电路
C	 $R_1 = R_2 = \dots = R_n$	D	 $R_1 = R_2 = \dots = R_n$
E	 $R_1 = R_2 \text{ 或 } R_1 \neq R_2$	F	 $R_1 = R_2 \text{ 或 } R_1 \neq R_2$
G	 $R_1 = R_2 = \dots = R_n$	H	 $R_1 = R_2 \text{ 或 } R_1 \neq R_2$
I	 $R_1 = R_2 \text{ 或 } R_1 \neq R_2$		

四、电阻器的正确选用

1. 按不同的用途选择电阻器的种类

在一般的收音机、电视机等电路中，选普通的碳膜电阻器就可以了，它价廉而且容易买到。对要求较高的电路或电路中的某些部分，要看有关说明选用适当种类的电阻器。

2. 正确选取阻值和允许误差

电阻器应选择接近计算值的一个标称值。一般的电路对精度没有要求，选Ⅰ、Ⅱ级的允许误差就可以了。若有精度要求，如在修理万用表时换用的电阻器，则应选用005级精密电阻器。

3. 额定功率的选择

电阻器的额定功率应选用比实际承受功率大1.5~2倍的，才能保证耐用可靠。在某些场合，也可将小功率电阻器串、并联使用，以满足功率的要求。

例如：某电路要接一只电阻器，电路两端电压为3.1V，通过的电流为0.15A，经计算： $R = U/I = 3.1V/0.15A \approx 20.67\Omega$ ， $P = U \cdot I = 3.1V \times 0.15A = 0.47W$ 。可选用额定功率为1W、阻值为20Ω、精度为1级的碳膜电阻器，或者两只0.5W的10Ω电阻器串联起来使用。

4. 使用中应注意的问题

(1) 电阻器在安装时，它的两条引出线不要从根部打弯，须留出一定的距离，否则容易