

电子工程师



入门·实践·提高系列丛书

**Full
Color**



全彩

图解电子元器件 识别与检测



◎赵广林 柳翠丽 梁芳 编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电子工程师入门·实践·提高系列丛书

全彩图解电子元器件识别与检测

赵广林 柳翠丽 梁芳 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书采用实物照片加上详细图注的方式对各种元器件进行详细介绍,使读者可以“零距离”地认识这些元器件;在写作形式上,力求通俗易懂,以满足不同文化层次的读者需求;在内容上,花费大量篇幅讲述最常用、最实用的元器件资料,一些应用范围很小的元器件则只做简单介绍,可使读者能够学习到电子元器件知识的“精华”,做到“学以致用”。

本书内容实用、图文并茂、通俗易懂,适合广大电子技术初学者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习,并可作为职业技术学校和专业人员上岗培训的基础教材。

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

全彩图解电子元器件识别与检测/赵广林,柳翠丽,梁芳编著. —北京:电子工业出版社,2015.11
(电子工程师入门·实践·提高系列丛书)

ISBN 978-7-121-27331-5

I. ①全… II. ①赵… ②柳… ③梁… III. ①电子元件-识别-图解 ②电子元件-检测-图解
IV. ①TN60-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第234577号

责任编辑:富 军

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.5 字数:396.8千字

版 次:2015年11月第1版

印 次:2015年11月第1次印刷

印 数:3000册 定价:59.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

在学习电子技术的过程中，最先遇到的问题就是怎样识别各种各样的电子元器件，怎样才能判断这些元器件是否正常。本书就从识别与检测电子元器件开始，带领电子爱好者进入学习电子技术知识的“大门”。

由于技术的进步，各种各样的新型电子元器件层出不穷，很多初学电子技术的读者在学习过程中遇到不熟悉的元器件时通常会一筹莫展。不熟悉、不了解这个元器件，更谈不上对它进行检测和应用。

本书采用实物照片加上详细图注的方式对各种元器件进行详细介绍，使读者可以“零距离”地认识这些元器件；在写作形式上，力求通俗易懂，以满足不同文化层次的读者需求；在内容上，花费大量篇幅讲述最常用、最实用的元器件资料，而对一些应用范围很小的元器件则只做简单介绍，可使读者能够学习到电子元器件知识的“精华”，做到“学以致用”。

本书共9章，详细介绍了常用电子元器件的识别、检测及选用知识，并给出许多新型、常用元器件的相关技术资料，不但可以使读者在阅读本书后能够掌握常用电子元器件的相关知识，而且还对一些不常用的、不熟悉的元器件有了初步的了解。

参加编写的有赵广林、贾廷雷、朱小伟、皮磊、刘宏美、潘世春、刘国明、王小娟、彭磊、李蕾、刘利利、杨坤、张娜、柳翠丽、梁芳。

由于时间仓促，加之作者水平有限，书中难免有错误之处，敬请广大读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 图解电阻器的快速识别与检测 1

1.1 固定阻值电阻器的识别与检测	1
1.1.1 色环电阻器的识别	1
1.1.2 线绕电阻器的识别	5
1.1.3 贴片电阻器的识别	7
1.1.4 网络电阻器的识别	9
1.1.5 保险电阻器的识别	12
1.1.6 精密电阻器的识别	13
1.1.7 固定阻值电阻器在电路图中的识别	15
1.2 电位器的识别	15
1.3 敏感电阻器的识别	18
1.3.1 光敏电阻器的识别	19
1.3.2 NTC 热敏电阻器的识别	19
1.3.3 PTC 热敏电阻器的识别	20
1.3.4 压敏电阻器的识别	21
1.4 电阻器的主要参数	22
1.4.1 固定阻值电阻器的主要参数	22
1.4.2 光敏电阻器的主要参数	27
1.4.3 NTC 热敏电阻器的主要参数	28
1.4.4 电位器的主要参数	29
1.5 电阻器的检测	30
1.5.1 普通电阻器的检测	30
1.5.2 电位器的检测	32
1.5.3 光敏电阻器的检测	34
1.5.4 热敏电阻器的检测	35
1.5.5 压敏电阻器的检测	36

第2章 图解电容器的快速识别与检测	38
2.1 电容器的识别	38
2.2 电容器的主要参数	46
2.3 电容器参数的识别	52
2.4 电容器的检测	64
第3章 图解电感器/变压器的快速识别与检测	69
3.1 电感器的识别	69
3.2 电感器的主要参数	76
3.3 电感器参数的识别	77
3.4 电感器的检测	82
3.5 变压器的识别	83
3.6 变压器的主要参数	88
3.7 变压器的检测	90
第4章 图解二极管的快速识别与检测	92
4.1 二极管的识别	92
4.1.1 普通整流二极管/开关二极管的识别	92
4.1.2 快速恢复二极管的识别	93
4.1.3 肖特基二极管的识别	94
4.1.4 稳压二极管的识别	94
4.1.5 发光二极管的识别	97
4.1.6 整流桥的识别	99
4.1.7 检波二极管的识别	100
4.1.8 变容二极管的识别	101
4.1.9 双向触发二极管的识别	101
4.1.10 二极管电极与电路图形符号的识别	102
4.2 二极管的主要参数	104
4.3 二极管的检测	108
4.3.1 用数字式万用表检测二极管	108
4.3.2 用指针式万用表检测二极管	114
4.3.3 发光二极管的检测	117
4.3.4 稳压二极管的检测	118

第5章 图解三极管的快速识别与检测 124

5.1 三极管的识别	124
5.1.1 三极管类型的识别	124
5.1.2 三极管在电路图中的识别	128
5.1.3 三极管型号的识别	129
5.1.4 三极管引脚的识别	132
5.2 三极管的主要参数	133
5.3 三极管的检测	142
5.3.1 用指针式万用表检测三极管	142
5.3.2 用数字式万用表检测三极管	147

第6章 图解场效应管/晶闸管/绝缘栅双极晶体管的快速识别与检测 153

6.1 场效应管的识别与检测	153
6.1.1 场效应管的识别	153
6.1.2 场效应管的主要参数	158
6.1.3 场效应管的检测	160
6.2 晶闸管的识别与检测	162
6.2.1 晶闸管的种类	162
6.2.2 晶闸管的识别与检测	165
6.2.3 晶闸管的主要参数	167
6.3 绝缘栅双极晶体管的识别与检测	170
6.3.1 绝缘栅双极晶体管的识别	170
6.3.2 绝缘栅双极晶体管的主要参数	171
6.3.3 绝缘栅双极晶体管的检测	173

第7章 图解常用集成电路的快速识别与检测 176

7.1 集成电路类型的识别	176
7.1.1 数字集成电路	176
7.1.2 模拟集成电路	178
7.2 集成电路型号的识别	182
7.3 集成电路封装的识别	184
7.4 集成电路引脚的识别	187
7.5 集成电路电路图形符号的识别	188
7.6 集成电路的检测	190

第8章 图解开关与接插件的快速识别与检测	193
8.1 开关的识别与检测	193
8.1.1 机械开关	193
8.1.2 电子开关	199
8.1.3 温度开关	210
8.1.4 温度开关的主要参数和检测	212
8.2 接插件	213
8.2.1 耳机插头/插座	213
8.2.2 RAC 插头/插座	213
8.2.3 XLR 插头/插座	215
8.2.4 BNC 插头/插座	215
8.2.5 香蕉插头/插座	216
8.2.6 Y 形插头/插座	217
8.2.7 线路板接插件	217
第9章 图解其他常用元器件的快速识别与检测	219
9.1 晶振的识别与检测	219
9.1.1 晶振的识别	219
9.1.2 晶振的检测与代换	220
9.2 红外线接收头的识别与检测	221
9.3 LED 数码管的识别与检测	221
9.4 光电耦合器的识别与检测	225
9.5 光遮断器的识别与检测	228
9.6 陶瓷滤波器的识别与检测	231
9.7 声表面波器件的识别与检测	233
9.7.1 声表面波滤波器的识别与检测	233
9.7.2 声表面波谐振器的识别与检测	235
附录 怎样查询与识读电子元器件的主要参数	236

第 1 章

图解电阻器的快速识别与检测

电阻器，英文名称是 Resistors，是一种对电流流动具有一定阻抗力的器件，也是电子电路中最常用的一种电子元器件。在电路分析及实际工作中，为了表述方便，通常将电阻器简称为电阻。

常用的电阻器分三大类：阻值固定的电阻器被称为普通电阻器或固定电阻器；阻值连续可变的电阻器被称为可变电阻器（包括微调电阻器和电位器）；具有特殊作用的电阻器被称为敏感电阻器或特种电阻器（如热敏电阻器、光敏电阻器、压敏电阻器）。

1.1 固定阻值电阻器的识别与检测

固定阻值的电阻器，就是这种电阻器的电阻值在生产出来以后，包括应用中，电阻值都是固定不变的，是最常用的电阻器之一。常见固定阻值的电阻器有色环电阻器、线绕电阻器、贴片电阻器、网络电阻器、保险电阻器、精密电阻器等多种类型。

**应用
提示**

电阻值的基本单位是欧姆（符号 Ω ），较大的单位为千欧（ $k\Omega$ ）和兆欧（ $M\Omega$ ）。它们的换算关系是： $1M\Omega = 1000k\Omega$ ， $1k\Omega = 1000\Omega$ 。

1.1.1 色环电阻器的识别

色环电阻器，顾名思义就是在电阻器上用不同颜色的色环来表示参数的一种电阻器，如图 1-1 所示。

最常用的色环电阻器是 4 色环电阻器和 5 色环电阻器。精密的色环电阻器通常采用 6 色环。

色环电阻器是一种采用环形色环来表示电阻值和误差等参数的电阻器。

4 色环电阻器用前面的 3 个色环表示阻值，用第 4 个色环表示误差。第一道色环为十位数，第二道色环为个位数，第三道色环为应乘倍数，第四道色环为允许误差（允许误差

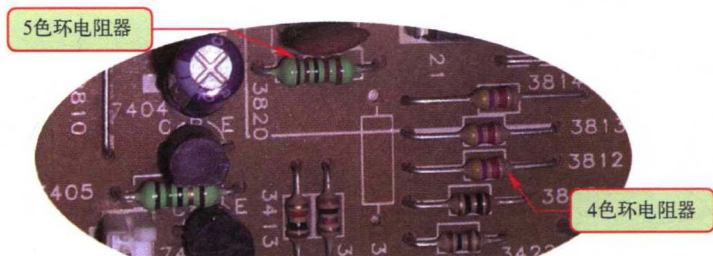


图 1-1 常用的色环电阻器

通常为 5%)。

5 色环电阻器用前面 4 个色环表示阻值，用第 5 个色环表示误差：第一道色环为百位数，第二道色环为十位数，第三道色环为个位数，第四道色环为应乘倍数，第五道色环为允许误差（允许误差通常为 1%）。

色环电阻器表面各种颜色所代表的数值见表 1-1。

表 1-1 色环电阻器表面各种颜色所代表的数值

颜色	有效电阻值数字	乘数	允许误差	温度系数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, 限六色环电阻器)
黑	0	$\times 1$		
棕	1	$\times 10$ 的 1 次方	$\pm 1\%$	± 100
红	2	$\times 10$ 的 2 次方	$\pm 2\%$	± 50
橙	3	$\times 10$ 的 3 次方		± 15
黄	4	$\times 10$ 的 4 次方		± 25
绿	5	$\times 10$ 的 5 次方	$\pm 0.5\%$	± 20
蓝	6	$\times 10$ 的 6 次方	$\pm 0.2\%$	10
紫	7	$\times 10$ 的 7 次方	$\pm 0.1\%$	± 5
灰	8	$\times 10$ 的 8 次方		± 1
白	9	$\times 10$ 的 9 次方		
金		$\times 0.1$	$\pm 5\%$	
银		$\times 0.01$	$\pm 10\%$	
无色			$\pm 20\%$	

识别色环电阻器时，最难的在于怎样将误差色环（允许偏差色环）与其他色环区分开，4 色环电阻器的误差色环通常是金色和银色，5 色环电阻器的误差色环通常为棕色、蓝色、绿色。

误差色环没有采用橙色、黄色的。因此，若某端环是橙色或黄色，则一定是第一道色环。金、银、黑等色环不可能为第一道色环。一般成品电阻器的阻值不大于 $22\text{M}\Omega$ ，若试读电阻值大于 $22\text{M}\Omega$ ，则说明色环读反了。

色环电阻器最靠近引线一边的色环通常为第一色环，误差色环通常会离其他色环远一点，色环电阻器的误差色环与其他色环的区别如图 1-2 所示。

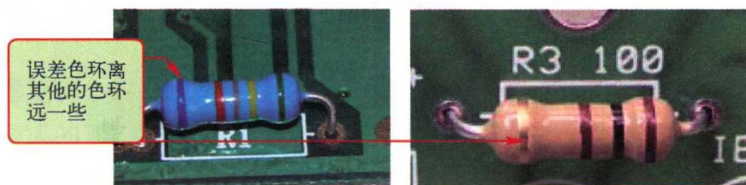


图 1-2 色环电阻器的误差色环与其他色环的区别

在色环距离差不多时，最宽的色环为最后一道色环。

例如，一个4色环电阻器的色环颜色排列为棕、黑、金、金，则这只电阻器的阻值为 1Ω ，允许误差为5%；若色环分别为棕、黑、黑、金，则阻值为 $10 \times 1 = 10\Omega$ ，误差为5%。其识别方法如图1-3所示。



图 1-3 色环电阻器的识别方法图

4色环电阻器各色环代表的含义与识别方法如图1-4所示。

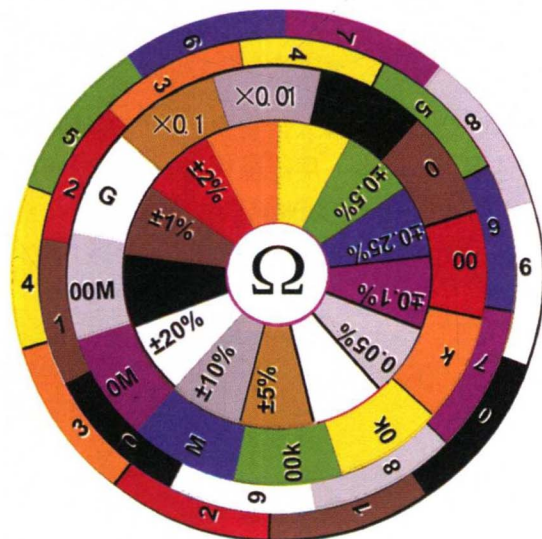


图 1-4 4色环电阻器各色环代表的含义与识别方法

例如，一个5色环电阻器的色环颜色排列为黄、黑、黑、棕、棕，则阻值为 $400 \times 10 = 4000\Omega$ ，误差为1%，如图1-5所示。



图1-5 5色环电阻器识别示意图

精密的色环电阻器通常采用6道色环。6道色环中的第一色环为百位数，第二色环为十位数，第三色环为个位数，第四色环为应乘倍数，第五色环为误差色环（允许误差通常为1%），第六环为温度系数色环，如图1-6所示。

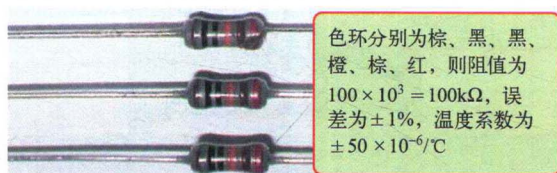


图1-6 6色环电阻器的识别

应用提示

快速识别色环电阻器的关键在于根据第三环（4色环电阻器）或者第四环（5色环电阻器）的颜色把阻值确定在某一数量级范围内，如几点几k Ω 还是十几k Ω ，再将前两环（5色环电阻器为前三环）读出的数“代”进去，这样就可以很快读出阻值。

色环电阻器一般是用碳、金属或金属氧化物膜制作成导电薄膜后，将这些导电薄膜设计成一个螺旋缠绕在绝缘体上，再覆盖一层绝缘材料制成的。所以，色环电阻器又被称为薄膜电阻器。4色环电阻器一般是碳膜电阻器；5色环电阻器一般是金属膜电阻器。

色环电阻器内部示意图如图1-7所示。

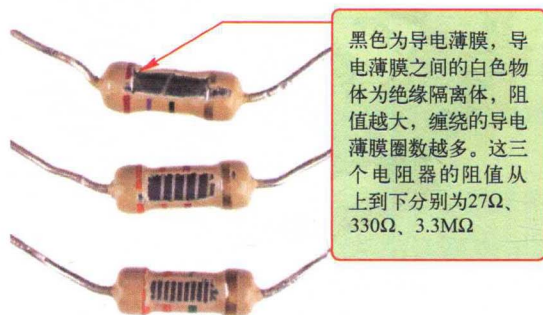


图1-7 色环电阻器内部示意图

1.1.2 线绕电阻器的识别

线绕电阻器是将金属电阻线绕在无性耐热瓷体上，表面涂以耐热、耐湿、无腐蚀的不燃性涂料保护而成的。线绕电阻器具有耐热性好、温度系数小、质轻、耐短时间过载、噪声小、阻值稳定、电感量低等优点，在精密仪器、大功率负载设备中广泛应用。常见的绕线电阻器如图1-8所示。

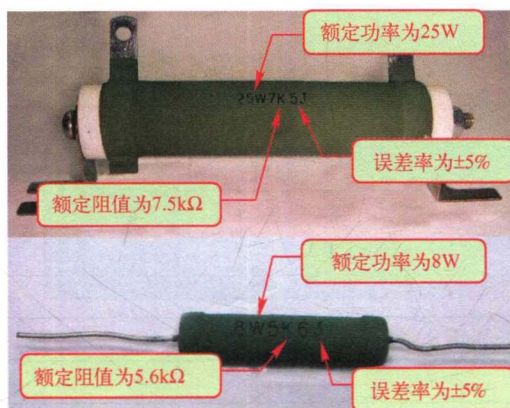


图1-8 常见的线绕电阻器

常见的水泥电阻器也是一种线绕电阻器，将电阻线绕在无感耐热瓷件上，外面加上耐热、耐湿及耐腐蚀材料保护固定。水泥电阻器通常是把电阻体放入方形瓷器框内，用特殊不燃性耐热水泥充填密封，由于其外形像是一个白色长方型水泥块，故称其为水泥电阻器。常用的水泥电阻器如图1-9所示。

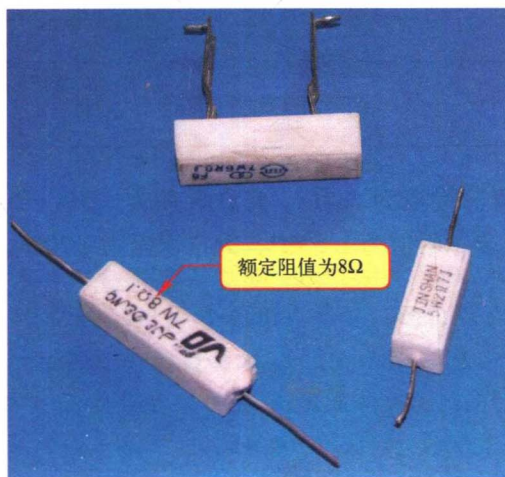


图1-9 常用的水泥电阻器

水泥电阻器具有耐高功率、散热性好、稳定性高、耐湿、耐振等特点，主要用于大功率电路中，如电源电路的过流检测、保护电路。

线绕电阻器的阻值等参数通常采用数字和文字符号按一定的规律组合标注在电阻体上,允许误差用百分数表示,没有标注偏差值的即为 $\pm 20\%$ 的允许误差。采用这种方法标注的电阻器,其阻值等参数识别方法如下。

用“R”或者“Ohm”表示“ Ω ”,用“k”表示“ $k\Omega$ ”。为了防止小数点在印刷不清时引起误解,故阻值采用这种标注方法的电阻体上通常没有小数点,而是将小于1的数值放在表示阻值单位的字母后面。在阻值后面用英文字母表示误差,不同字母表示的误差见表1-2。

表 1-2 不同字母表示的误差

文字符号	允许误差 (%)
B	± 0.1
C	± 0.25
D	± 0.5
E	± 0.005
F	± 1
G	± 2
J	± 5
k	± 10
L	± 0.01
M	± 20
N	± 30
P	± 0.02
W	± 0.05
X	± 0.002
Y	± 0.001
无	± 20

例如,6R2J表示阻值标称值为 6.2Ω ,允许误差为 $\pm 5\%$;3k6k表示阻值为 $3.6k\Omega$,允许误差为 $\pm 10\%$;1M5表示阻值为 $1.5M\Omega$,允许误差为 $\pm 20\%$ 。

应用提示 只要是R在最前面,即表示阻值小于 1Ω ,如R22= 0.22Ω ,2R2= 2.2Ω ;只要是出现R或R在最后面,即表示阻值小于 $1k$,如220R= 220Ω ,22R= 22Ω ,22R1= 22.1Ω ;只要是出现k或k在最后面,即表示阻值大于 $1k$,如2k2= $2.2k\Omega = 2200\Omega$,22k= 22000Ω 。

采用数字和文字符号标注的水泥电阻器示意图如图1-10所示。

有些精密线绕电阻器的阻值和误差及额定功率等参数均标注在电阻体上,如图1-11所示。

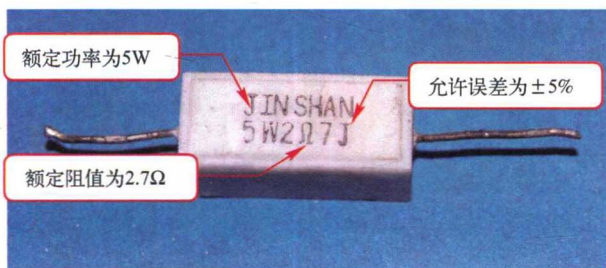


图 1-10 采用数字和文字符号标注的水泥电阻器示意图

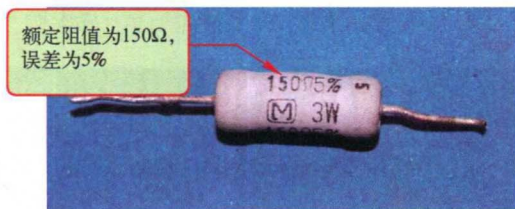


图 1-11 阻值标注在电阻体上的线绕电阻器

1.1.3 贴片电阻器的识别

贴片电阻器的形状通常为黑色扁平的小方块，两边引脚的焊片呈银白色，如图 1-12 所示。



图 1-12 贴片电阻器

贴片电阻器的阻值一般用三位数字来表示。在三位数字中，从左至右的第一、第二位为有效数字，第三位数字表示有效数字后面所加“0”的个数（单位为 Ω ）。如果阻值中有小数点，则用“R”表示，并占一位有效数字。

例如，标注为“240”贴片电阻器阻值的读取方法如下：

- ① 第一位代表阻值的十位数是 2；
- ② 第二位代表阻值的个位数是 4；
- ③ 第三位代表乘以 10 的几次方（即 10 的 0 次方），就是后面所添零的个数。

所以，标注为“240”贴片电阻器阻值为 $24 \times 10^0 = 24 \times 1\Omega = 24\Omega$ 。

贴片电阻器有时也采用数字 + 字母的形式来标注阻值，如图 1-13 所示。



图 1-13 数字 + 字母标注阻值的贴片电阻器

采用数字 + 字母的形式来标注阻值时，前两位是数字，第三位是字母。用这种方法表示的阻值与用前面的方法所表示的阻值在识别方法上有所不同——前两位数字只是一个代码，并不表示实际的阻值，代码表示的有效数字随封装形式的不同而变化，见表 1-3。

表 1-3 不同代码表示的有效数字

E-24 系列		E-96 系列						
数值	数值	代码	数值	代码	数值	代码	数值	代码
100	100	01	102	02	105	03	107	04
110	110	05	113	06	115	07	118	08
120	121	09	124	10	127	11	130	12
130	133	13	137	14	140	15	143	16
150	147	17	150	18	154	19	158	20
160	162	21	165	22	169	23	174	24
180	178	25	182	26	187	27	191	28
200	196	29	200	30	205	31	210	32
220	215	33	221	34	226	35	232	36
240	237	37	243	38	249	39	255	40
270	261	41	267	42	274	43	280	44
300	287	45	294	46	301	47	309	48
330	316	49	324	50	332	51	340	52
360	348	53	357	54	365	55	374	56
390	383	57	392	58	402	59	412	60
430	422	61	432	62	442	63	453	64
470	464	65	475	66	487	67	499	68
510	511	69	523	70	536	71	549	72
560	562	73	576	74	590	75	604	76
620	619	77	634	78	649	79	665	80
680	681	81	698	82	715	83	732	84
750	750	85	768	86	787	87	806	86
820	825	89	845	90	866	91	887	92
910	909	93	931	94	953	95	976	96

第三位用字母表示有效数字后所乘的倍率，各种字母与倍率的对应关系见表1-4。例如，“01A”表示的阻值为 $100 \times 10^0 = 100\Omega$ ，“13C”表示的阻值为 $133 \times 10^2 = 13.3\text{k}\Omega$ 。

表1-4 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
倍率	10^0	10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}

标注为“0”或“000”贴片电阻器的阻值为 0Ω ，这种电阻器实际上是跳线（短路线），如图1-14所示。在有些电路中，阻值为 0Ω 的贴片电阻器常用来作为保险电阻器或作为EMI电磁兼容电阻器使用。

图1-14 阻值为 0Ω 的贴片电阻器

1.1.4 网络电阻器的识别

网络电阻器又称网路电阻或者排阻。网络电阻器是将多个电阻器集中封装在一起，组合制成复合电阻器。

网络电阻器有直插式封装和贴片式封装两种类型。其中，贴片式封装又有8引脚和10引脚两种类型。

直插式网络电阻器通常都有一个公共端，在表面用一个小黑点表示。直插式网络电阻器的外观颜色通常为黑色或黄色。常见的直插式网络电阻器如图1-15所示。

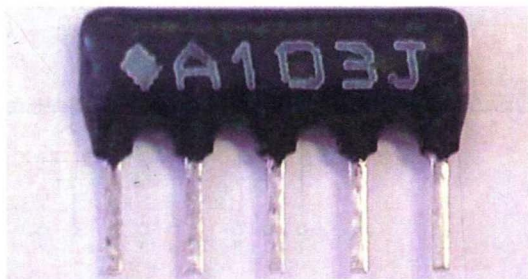


图1-15 常见的直插式网络电阻器

直插式网络电阻器的阻值与内部电路通常可以从型号上识别出来。其型号标注如图1-16所示。型号中的第一个字母为内部电路结构代码。第一个字母代表的等效电路见表1-5。