

电子工程师
成长之路

图解 常用电子元器件 的识别与检测

◎ 赵广林 编著



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

电子工程师成长之路

图解常用电子 元器件的识别与检测

赵广林◎编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书采用数码照片的形式对各种元器件进行详细的介绍,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,花费大量的篇幅讲述最常用、最实用的元器件资料,对一些应用范围很小的元器件则只做简单介绍,使读者能够学习到电子元器件知识的“精华”,做到“学以致用”;在应用电路实例中,尽量介绍日常生活中常用的电子产品电路,使读者在学习电子元器件知识的同时可以掌握各种电器的原理,加深学习的效果。

本书大量采用图解形式,图文并茂、内容生动、直观易懂,适合电子技术初学者阅读,也可作为电子技术基础培训的教材使用。

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

图解常用电子元器件的识别与检测 / 赵广林编著. —北京:电子工业出版社, 2013.1

(电子工程师成长之路)

ISBN 978-7-121-19098-8

I. ①图… II. ①赵… III. ①电子元件—识别—图解②电子元件—检测—图解 IV. ①TN6-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 285256 号

责任编辑:富 军

印 刷:北京东光印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

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:19.75 字数:505.6 千字

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:45.00 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

认识和了解电子元器件是电子技术入门的“敲门砖”，了解常用电子元器件的特性、应用电路及检测方法对分析电子电路可起到事半功倍的效果。

本书以目前电子电路中常用元器件为主线进行介绍，包括常用元器件外形与参数的识别方法、常用电路中该元器件的功能识别及用万用表检测元器件的方法等内容。

本书共分11章，各章均对所述电子元器件的类型及主要参数和典型应用电路的识别方法、检测方法进行详细的说明。

第1章介绍常用电阻器和电位器的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第2章介绍常用电容器的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第3章介绍常用电感器和变压器的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第4章介绍常用二极管的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第5章介绍常用三极管的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第6章介绍常用场效应管的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第7章～第10章介绍常用晶闸管、集成电路、晶振、谐振器件、开关、接插件、继电器的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

第11章介绍常用传感器的类型、应用电路的识别方法和检测方法。

为了增加图书的易读性与实用性，在编写本书的过程中力求突出“图解”和“常用”两大特色，尽量满足读者要求的“看得懂”、“记得住”、“用得着”这些基本要素。

参加本书编写的还有王姝钰、刘利利、刘国明、张志化、李蕾、杨坤、潘世春、贾廷雷、刘宏美、朱小伟、皮磊、王小娟、彭磊、张娜，在此一并表示感谢。

由于编写时间仓促，加之编者水平有限，书中错误之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编著者

第 1 章 图解电阻器和电位器的识别与检测	1
1.1 普通电阻器	1
1.1.1 普通电阻器外形的识别	1
1.1.2 普通电阻器电路图符号的识别	10
1.1.3 普通电阻器封装形式和主要参数的识别	11
1.1.4 电阻器标称阻值的识别	17
1.1.5 普通电阻器应用电路的识别	26
1.1.6 普通电阻器的检测	33
1.2 敏感电阻器	35
1.2.1 光敏电阻器	36
1.2.2 压敏电阻器	38
1.3 电位器	42
1.3.1 电位器的类型及其阻值的识别	42
1.3.2 电位器应用电路的识别	45
1.3.3 电位器的检测	48
第 2 章 图解电容器的识别与检测	51
2.1 电容器种类的识别	51
2.2 电容器电路图形符号及其参数的识别	58
2.2.1 电容器电路图形符号的识别	58
2.2.2 电容器的主要参数	59
2.2.3 电容器主要参数的识别	63
2.3 电容器的检测	70
2.3.1 用指针式万用表检测电容器	71
2.3.2 用数字式万用表检测电容器	72
2.4 电容器应用电路的识别	73
2.4.1 电容器的串、并联电路	73
2.4.2 电容器滤波电路	74
2.4.3 电容器微积分电路	75
2.4.4 电容器信号过滤电路	77
2.4.5 电容器信号耦合电路	79
2.4.6 电容器振荡电路	79
2.4.7 电容器降压电路	79

第3章 图解电感器和变压器的识别与检测	82
3.1 电感器类型的识别	82
3.2 电感器电路图形符号和参数的识别	85
3.3 电感器应用电路的识别	88
3.4 电感器的检测	94
3.5 变压器类型的识别	95
3.6 变压器电路图形符号与应用电路的识别	101
3.6.1 变压器电路图形符号的识别	101
3.6.2 变压器应用电路的识别	101
3.7 变压器的检测	106
第4章 图解二极管的识别与检测	109
4.1 二极管类型的识别	109
4.2 二极管电路图形符号和极性的识别	121
4.3 二极管应用电路的识别	122
4.3.1 二极管整流电路	122
4.3.2 二极管开关电路	127
4.3.3 二极管续流电路	128
4.3.4 二极管降压电路	129
4.3.5 二极管检波电路	129
4.3.6 二极管隔离电路	130
4.3.7 二极管限幅电路	131
4.3.8 二极管逻辑门电路	132
4.3.9 稳压二极管应用电路	133
4.3.10 双向触发二极管应用电路	134
4.3.11 变容二极管应用电路	135
4.3.12 发光二极管应用电路	135
4.4 二极管的检测	139
第5章 图解晶体三极管的识别与检测	141
5.1 晶体三极管种类的识别	141
5.2 三极管型号与图形符号的识别	145
5.3 三极管引脚的识别	150
5.4 三极管应用电路的识别	151
5.4.1 三极管电路的连接形式	151
5.4.2 三极管工作特性曲线的识别	152
5.4.3 三极管放大电路的识别	155
5.4.4 三极管开关电路	167
5.5 三极管的检测	170
5.5.1 用指针式万用表检测三极管	170
5.5.2 用数字式万用表检测三极管	179

第 6 章 图解场效应管的识别与检测	182
6.1 场效应管类型的识别	183
6.1.1 场效应管的构造与特性的识别	183
6.1.2 场效应管类型的识别	188
6.2 场效应管电路图形符号及引脚功能的识别	190
6.3 场效应管应用电路的识别	193
6.4 场效应管的检测	200
6.4.1 用指针式万用表检测场效应管	200
6.4.2 用数字式万用表检测场效应管	203
第 7 章 图解晶闸管的识别与检测	205
7.1 晶闸管类型的识别	205
7.2 晶闸管应用电路的识别	209
7.3 晶闸管电路图形符号的识别与检测	213
第 8 章 图解集成电路的识别与检测	215
8.1 集成电路类型的识别	215
8.1.1 数字集成电路	215
8.1.2 模拟集成电路	217
8.2 集成电路型号与引脚的识别	228
8.2.1 集成电路型号的识别	228
8.2.2 集成电路引脚的识别	230
8.2.3 集成电路封装的识别	231
8.2.4 集成电路电路符号的识别	234
8.3 集成电路应用电路的识别	235
8.3.1 运算放大器的应用电路	235
8.3.2 数字集成电路的应用电路	240
8.3.3 三端稳压集成电路的应用电路	243
8.3.4 音频功率放大器的应用电路	249
8.4 集成电路的检测	257
第 9 章 图解晶振/陶瓷谐振元器件的识别与检测	259
9.1 晶振的识别与检测	259
9.2 陶瓷谐振元器件的识别与检测	261
9.2.1 陶瓷滤波器的识别与检测	262
9.2.2 声表面波器件的识别与检测	264
第 10 章 图解开关/接插件/继电器的识别与检测	267
10.1 开关的识别与检测	267
10.1.1 开关类型的识别	267
10.1.2 开关电路符号的识别	270
10.1.3 开关的检测	271
10.2 接插件的识别与检测	271

10.3 继电器的识别与检测	277
10.3.1 电磁继电器	277
10.3.2 固态继电器	281
第 11 章 图解常用传感器的识别与检测	284
11.1 热释电红外传感器	284
11.2 霍尔传感器	286
11.3 温度传感器	291
11.3.1 模拟输出集成温度传感器	292
11.3.2 数字输出集成温度传感器	294
11.3.3 热电偶温度传感器	295
11.3.4 双金属温度传感器	297
11.3.5 热敏电阻器	298
11.4 光电传感器	305

图解电阻器和电位器的识别与检测

电阻是物质中阻碍电子流动的能力，即电阻值，单位为“欧姆(Ω)”。电阻器是对电流流动具有一定阻抗力的器件。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。

电阻器（英文名称为 Resistor）和电位器是电子电路中常用的电子元器件。常用的电阻器分三大类：阻值固定的电阻器称为普通电阻器或固定电阻器；阻值连续可变的电阻器称为可变电阻器（包括微调电阻器和电位器）；具有特殊作用的电阻器称为敏感电阻器或特种电阻器（如热敏电阻器、光敏电阻器及压敏电阻器）。

电阻器在电子电路中主要承担着限压、限流及分压、分流的作用，还可以与电容、电感和晶体管构成电路，完成阻抗匹配与转换、电阻滤波电路等功能。

1.1 普通电阻器

1.1.1 普通电阻器外形的识别

根据制作的材料不同，电阻器可分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、线绕电阻器等；根据电阻器的外形，电阻器可以分为色环电阻器、贴片电阻器、水泥电阻器、排阻、保险电阻器等。

1. 色环电阻器

色环电阻器，顾名思义就是在电阻器表面用不同颜色的环来表示阻值等参数的一种电阻器，如图 1-1 所示。

常用的有四色环电阻器和五色环电阻器。四色环电阻器一般是碳膜电阻器，用前面的三个色环来表示阻值，用第四个色环表示误差；五色环电阻器一般是金属膜电阻器，为更好地表示精度，用前面四个色环表示阻值，第五个色环表示误差。

在色环中紧靠电阻体一端的色环为第一环，露着电阻体本色较多的另一端为末环。由于金色、银色在有效数字中并无实际意义，只表示误差值，因此只要最边缘的色环为金色或者银色，则该色环必为最后一道色环。

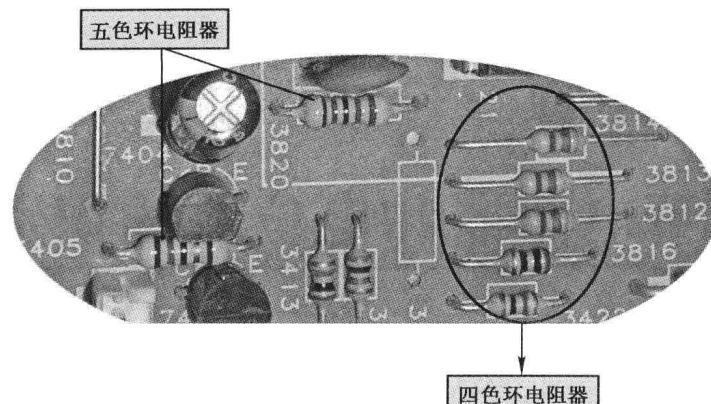


图 1-1 常用的色环电阻器

2. 贴片电阻器

贴片电阻器又称无引线电阻器、片状电阻器、表面安装电阻器等。

贴片电阻器主要有矩形和圆柱形两种形状。常用的贴片电阻器形状为黑色扁平的小方块，两边的引脚焊片呈银白色，如图 1-2 所示。

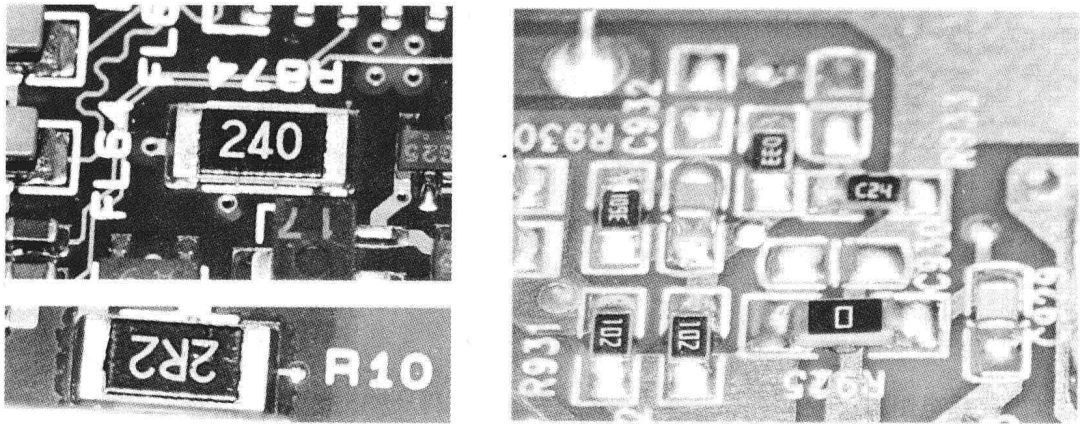


图 1-2 常用的贴片电阻器

3. 水泥电阻器

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而成，由于其外形像是一个白色长方型水泥块，故称为水泥电阻器。常用的水泥电阻器如图 1-3 所示。

目前常用的水泥电阻器是 RX27 系列水泥电阻器, 该系列水泥电阻器的外形如图 1-4 所示。

RX27 系列水泥电阻器的功率为 1~100W。该系列电阻器的主要参数见表 1-1。

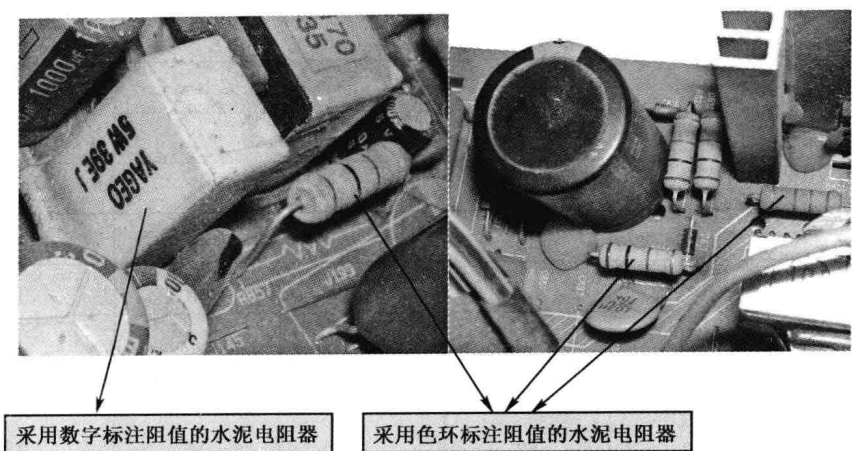


图 1-3 常用的水泥电阻器

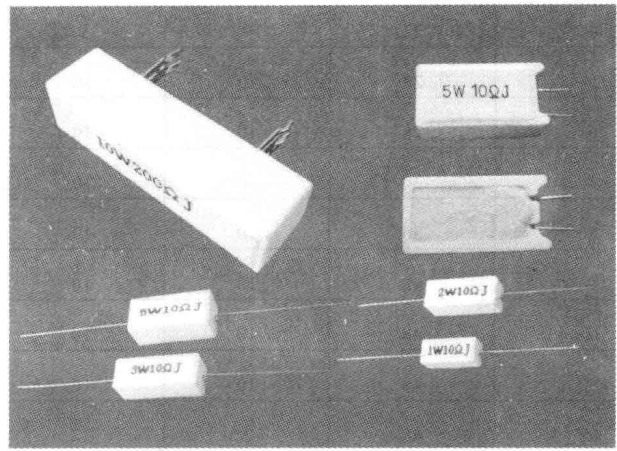


图 1-4 RX27 系列水泥电阻器的外形

表 1-1 RX27 系列水泥电阻器的主要参数

型 号	功率 (W)	尺寸 (mm)			阻值范围 (Ω) ($\pm 5\%$)
		长	宽	高	
RX27—1 (SQP)	1	12.5	5.5	5.5	0.2~270
	2	18	6.5	6.5	0.1~820
	3	22	8	8	0.1~3.3k
	4	22	8	8	0.1~3.3k
	5	22	10	10	0.1~3.3k
	6	35	10	10	0.1~7.5k
	7	35	10	10	0.1~7.5k
	8	35	10	10	0.1~7.5k

续表

型 号	功率 (W)	尺寸 (mm)			阻值范围 (Ω) (± 5%)
		长	宽	高	
RX27—1 (SQP)	9	48	10	10	0.1~12k
	10	48	10	10	0.1~12k
	11	48	10	10	0.1~12k
	15	48	12.5	12.5	0.1~12k
	20	60	14	14	0.2R~30k
	25	60	14	14	0.2R~30k
RX27—3 (SQZ)	3	22	9	9	1R~120k
	4	22	9	9	1R~120k
	5	28	10	10	0.1~6.2k
	6	28	10	10	0.1~6.2k
	7	36	10	10	0.1~7.5k
	8	36	10	10	0.1~7.5k
	9	48	10	10	0.1~12k
	10	48	10	10	0.1~12k
	11	48	10	10	0.1~12k
	15	48	12.5	12	0.2~18k
	20	63	15	13	0.2~20k
	25	63	15	13	0.2~20k
	30	75	19	19	0.3~39k
	40	88	19	19	0.5~56k
	50	88	19	19	0.5~56k
	100	133	24	24	1R~1.5k
RX27—4H (SQH)	10	48	10	10	0.1~3.3k
	11	48	10	10	0.1~7.5k
	15	48	12	12.5	0.1~12k
	20	63.5	14	14.5	0.2~18k
	25	63.5	14	14.5	0.2~20k
	30	75	19	19	0.3~39k
	40	88	19	19	0.5~56k

续表

型 号	功率 (W)	尺寸 (mm)			阻值范围 (Ω) ($\pm 5\%$)
		长	宽	高	
RX27—5 (SQM)	1	10	10	5.2	0.1~100
	2	20.5	11	7	0.1~820
	3	25	12	8	0.1~3.3k
	4	25	13	10	0.1~3.3k
	5	25	13	10	0.1~3.3k
	6	39	13	10	0.1~7.5k
	7	39	13	10	0.1~7.5k
	8	39	13	10	0.1~7.5k
	9	51	13	10	0.1~12k
	10	51	13	10	0.1~12k
	11	51	13	10	0.1~12k
	15	51	13	10	0.1~12k
	20	35	16	12	0.1~12k

△水泥电阻器具有耐高功率、散热性好、稳定性高、耐湿、耐震等特点。水泥电阻器主要用于大功率电路中，如电源电路的过流检测、保护电路、音频功率放大器的功率输出电路。

4. 排阻

排阻又称为网路电阻器或网络电阻器。排阻是将多个电阻器集中封装在一起组合制成的复合电阻器。

笔记本电脑中的排阻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。

直插式排阻通常都有一个公共端，在表面用一个小点表示，直插式排阻的外观颜色通常为黑色或黄色。常见的直插式排阻如图 1-5 所示。

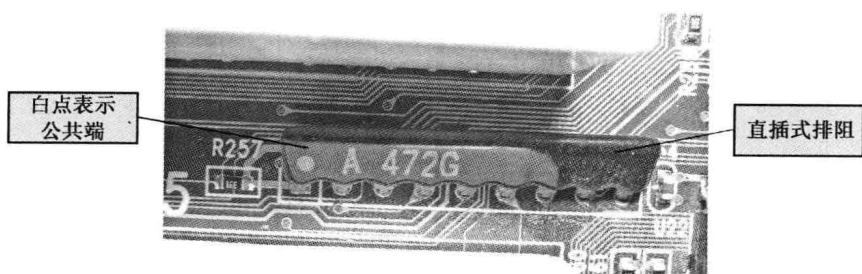


图 1-5 常见的直插式排阻

直插式排阻的阻值与内部电路通常可以从型号上识别出来。其型号标示如图 1-6 所示。型号中的第一个字母为内部电路结构代码，第一个字母代表的内部电路见表 1-2。

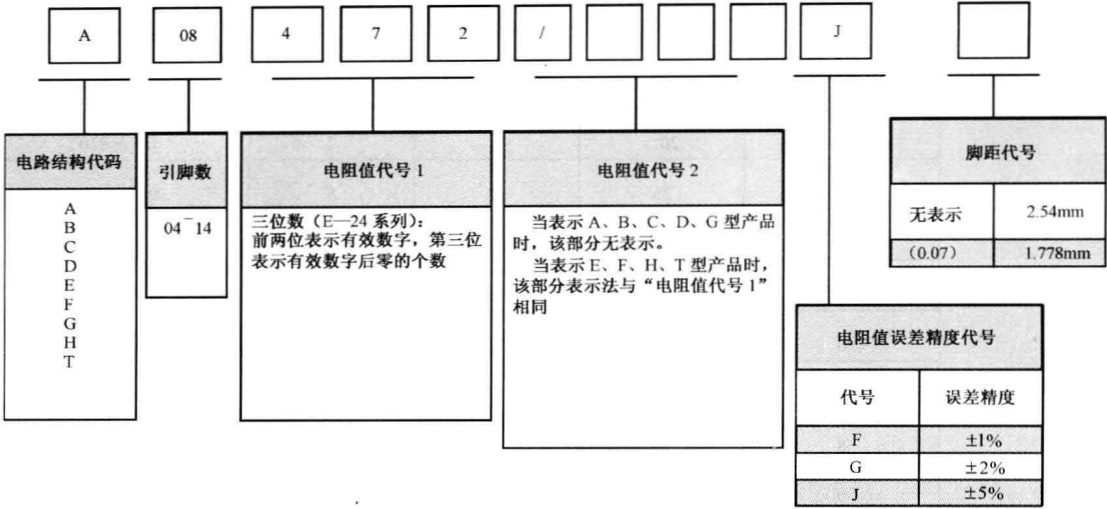


图 1-6 直插式排阻的型号标示

表 1-2 网路电阻器型号中第一个字母代表的内部电路

电路结构代码	等 效 电 路	电路结构代码	等 效 电 路
A	 $R_1=R_2=\dots=R_n$	F	 $R_1=R_2$ 或 $R_1 \neq R_2$
B	 $R_1=R_2=\dots=R_n$	G	 $R_1=R_2=\dots=R_n$
C	 $R_1=R_2=\dots=R_n$	H	 $R_1=R_2$ 或 $R_1 \neq R_2$
D	 $R_1=R_2=\dots=R_n$	I	 $R_1=R_2$ 或 $R_1 \neq R_2$
E	 $R_1=R_2$ 或 $R_1 \neq R_2$		

常用的贴片排阻有 8P4R (8 引脚 4 电阻) 和 10P8R (10 引脚 8 电阻) 两种规格, 如图 1-7 所示。这两种排阻的内部电路如图 1-8 所示。

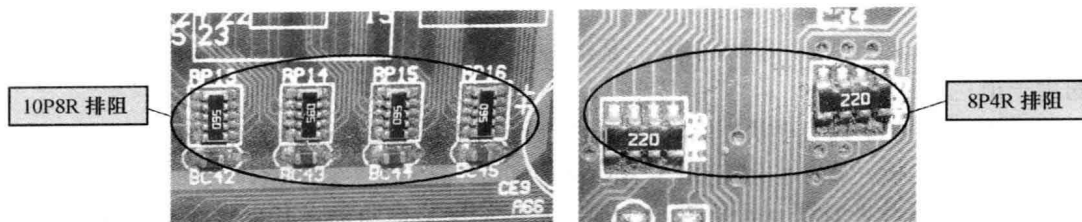


图 1-7 常见的贴片排阻

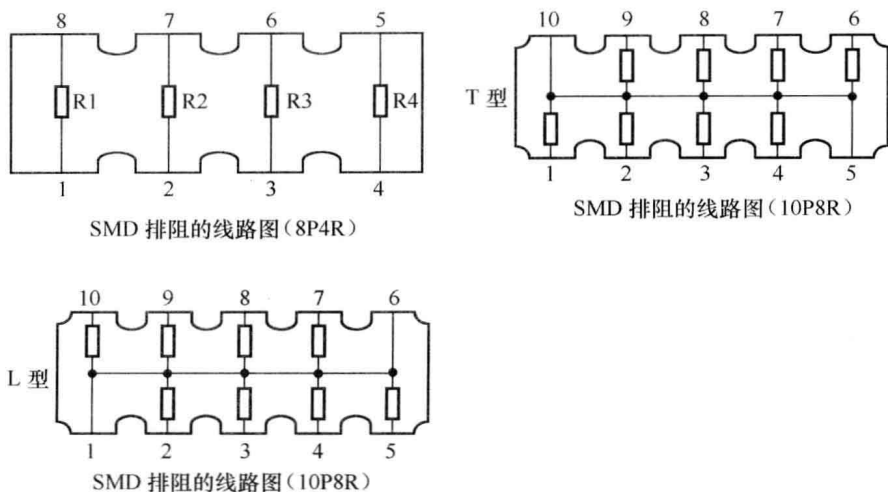


图 1-8 8P4R 和 10P8R 排阻的内部电路

⚠在通常情况下, 贴片排阻是没有极性的, 不过有些类型的 SMD 排阻, 由于内部电路连接方式不同, 在实际应用时还是需要注意极性的。如 10P8R 型的 SMD 排阻, 因其①、⑤、⑥、⑩引脚内部连接的不同, 而有 L 型和 T 型之分。L 型 10P8R SMD 排阻的①、⑥脚为相通的, T 型 10P8R SMD 排阻的⑤、⑩脚为相通的。因此, 在使用 SMD 排阻时, 最好确认一下该排阻表面是否有确定①脚的极性标记点。

5. 保险电阻器

保险电阻器又称熔断电阻器。保险电阻器在电路中起着熔丝和电阻的双重作用, 主要应用在电源输出电路中。保险电阻器的阻值一般较小 (几欧姆至几十欧姆), 功率也较小 ($1/8 \sim 1\text{W}$)。

常用的有贴片保险电阻器和大功率直插式保险电阻器。保险电阻器的形状有多种, 既有像普通电阻器的, 也有其他形状的。目前最常用的有下列几种。

① 类似二极管或磁珠状。这类保险电阻器的外形类似整流二极管, 全体为黑色, 只是没有二极管极性标注用的白色环。表面一般用字母标注其电流大小, 如 1.5A 125V 等字样。这种保险电阻器通常用于电脑的光驱、主板的键盘/鼠标接口电路中。

② 白色小方块状。这类保险电阻器的外形类似贴片电解电容，不过其颜色为白色，其上一般也有字母标注承载电流大小，如 400mA_U，表示其通过的最大电流为 400mA。

③ 类似普通电阻器状。这类形状的保险电阻器常用在一些低档的主板上、光驱及显示器中，其形状和普通电阻器类似，颜色一般为绿色或土色，有的上面标有电流值（如 1.1/2A），有的用一道色环标注。

④ 灰色扁平状。这类形状的保险电阻器类似扁平形状的贴片电感，其上有标注，如 LF110 字样。一般用于主板、笔记本电脑的 9 针串行通信接口、25 针并行通信接口、显示器外接接口中。

⑤ 绿色扁平状。这类保险电阻器是现在常用的保险电阻器，其上一一般有电流标注，如 X26、X15、1×1 等字样，表示其电流为 2.6A、1.5A、1A。

贴片保险电阻器的颜色通常为绿色或灰色，表面标有白色的数字“000”或额定电流值，如图 1-9 所示。

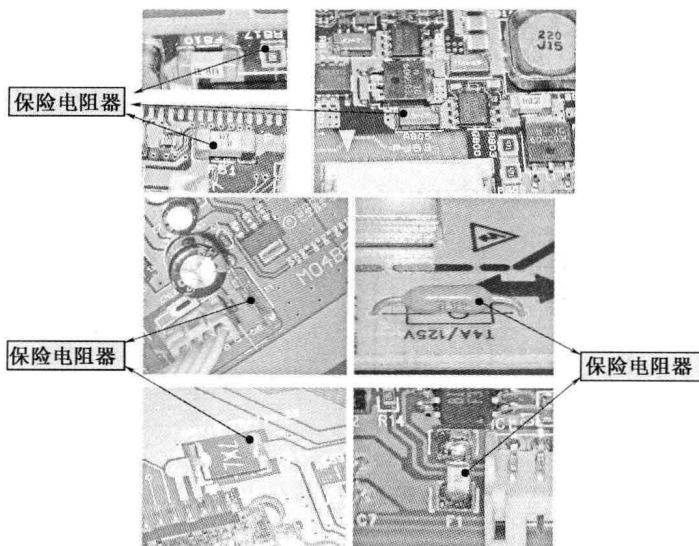


图 1-9 常用的贴片保险电阻器

当电路负载发生短路故障并出现过流时，保险电阻器的温度在很短的时间内就会升高到 500~600℃，这时电阻层便受热剥落而熔断，起到保险的作用，达到提高整机安全性的目的，因此保险电阻器损坏后，其表面颜色会变为褐色。

常用的大功率直插式保险电阻器一般用一个色环来标注额定阻值和额定电流，如图 1-10 所示。大功率直插式保险电阻器上不同色环表示的阻值见表 1-3。

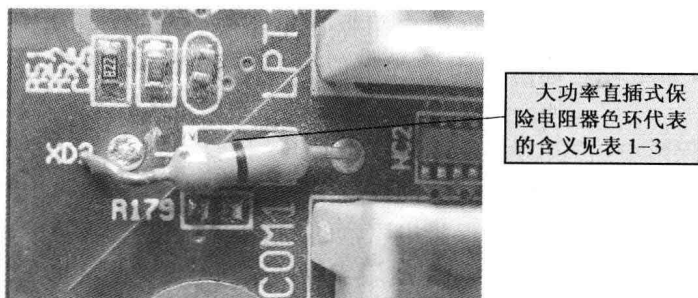


图 1-10 常用的大功率直插式保险电阻器

表 1-3 大功率直插式保险电阻器不同色环表示的阻值

颜 色	阻 值 (Ω)	功 率 (W)	电 流 (A)
黑色	10	1/4	3.0
红色	2.2	1/4	3.5
白色	1	1/4	2.8

目前常用的保险电阻器还有 RXF 系列线绕熔断电阻器。这种电阻器除了具有保险电阻器的功能外,还具有线绕电阻器的特点,即在遇到大电流时能够迅速断开过负荷电压,对线路可起到保护作用,主要适用于节能灯、充电器及各类电子线路中。这种电阻器的外形如图 1-11 所示。

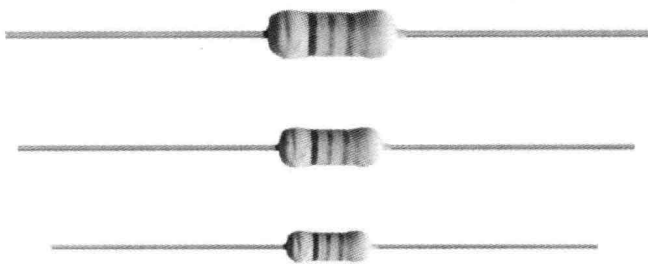


图 1-11 RXF 系列线绕熔断电阻器的外形

RXF 系列线绕熔断电阻器的额定功率有 1/4W、0.25W、1/2W、0.5W、1W、2W、3W 等,不同功率的尺寸见表 1-4。

表 1-4 RXF 系列线绕熔断电阻器主要参数表

额定功率 (W)	尺寸 (mm)		额定功耗倍率 (倍)	熔断时间 (s)
	电阻体长度	电阻体直径		
1/4	6.3 ± 0.5	2.3 ± 0.5	16	$\leq$
1/2	9.5 ± 0.5	3.5 ± 0.5	16	$\leq$
1	11.5 ± 0.5	4.5 ± 0.5	16	$\leq$
2	15.5 ± 1.0	5.0 ± 0.5	16	$\leq$

⚠ 保险电阻器损坏后,一定要查明原因再更换。否则如果直接用导线相连,则可能会造成更大的故障。

6. 线绕电阻器

线绕电阻器是用康铜、锰铜或镍络合金丝在陶瓷骨架上制成的一种电阻器,表面有保护漆或玻璃釉。