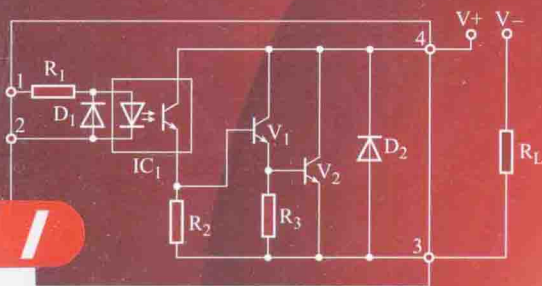


DIANZI YUANQIJIAN SHIBIE YU JIANCE  
WANQUAN ZHANGWO

# 电子元器件识别与检测 完全掌握

孙立群 编著



化学工业出版社

DIANZI YUANQIJIAN SHIBIE YU JIANCE

WANQUAN ZHANGWO

# 电子元器件识别与检测 完全掌握

孙立群 编著



化学工业出版社

·北京·

本书根据电子元器件的特点，循序渐进地讲解了各种电子元器件的识别与检测方法。为了让内容更加贴近工作，书中采用了大量的实物照片，真实展现了典型的电子元器件的识别与检测方法、更换技巧等知识，具有很强的实用性和可操作性。

本书语言通俗、图文并茂、内容由浅入深，引导读者轻松入门并快速掌握电子元器件的识别与检测。

本书可供电子行业技术人员、电子爱好者及家电维修人员学习使用，也可作为职业类学校相关专业的参考教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

电子元器件识别与检测完全掌握/孙立群编著. —北京: 化学工业出版社, 2014. 6  
ISBN 978-7-122-20261-1

I. ①电… II. ①孙… III. ①电子元件-识别②电子元件-检测 IV. ①TN60

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 066459 号

责任编辑: 李军亮  
责任校对: 吴静

装帧设计: 尹琳琳



出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)  
印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司  
装 订: 三河市宇新装订厂  
787mm×1092mm 1/16 印张 17 字数 426 千字 2014 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

# 前 言

电子元器件是组成电子产品的最小单元，其性能往往决定着电子产品质量。在电子产品的生产以及维修环节，都需要对电子元器件进行检测，因此准确掌握电子元器件的检测方法和技巧，是技术人员所必须要掌握的技能。

笔者曾于2011年出版了《图解电子元器件检测快速精通》一书，出版后深受读者欢迎，至今印刷多次，有许多热心读者打来电话或发来邮件，对本书给予了很高的评价，但同时也指出一些不足。笔者经过认真考虑，并根据读者提的意见，结合这几年笔者的积累，在保留《图解电子元器件检测快速精通》一书精华部分的基础上，对内容做了进一步的完善修订，从而编写了本书。

本书从电子行业从业人员和电子爱好者的实际需要出发，详细介绍了电子元器件的检测方法，在内容上力求简洁实用、通俗易懂、图文并茂、点面结合，以达到举一反三、融会贯通的目的，书中采用大量的实物照片，对典型的电子元器件的识别与检测方法、更换技巧等知识做了详细的介绍，不仅能为初学者打下坚实的基础，而且可帮助电子行业技术人员快速识别与检测电子元器件，具有极高的实用性、可操作性。

本书介绍了各种电子元器件的检测方法，重点介绍了利用简单工具尤其是利用万用表检测元器件的方法，本书主要分三部分：

第一部分主要包括电阻器、电容器、二极管、三极管、场效应管、晶闸管、电感、变压器、电流互感器、熔断器的识别、检测方法，这些元器件属于基本元器件，应用广泛，掌握它们的检测技巧是分析电路和排除故障的基础。

第二部分主要介绍了开关、继电器、电声器件、传感器、晶振（石英振荡器）、电机、温控器、IGBT、定时器、磁控管、显示器等器件的识别、检测方法，这些元器件虽然没有基本元器件那么重要，但也广泛应用在不同电路中，正因如此，掌握它们的检测技巧是提高维修技能的阶梯。

第三部分主要介绍典型的稳压器、运算放大器、电压比较器、电源模块等集成电路的识别与检测方法，掌握这些元器件的检测技巧是成为维修高手的关键。

参加本书编写的还有宿宇、李杰、赵宗军、聂学、张燕、王明举、陈鸿、王书强、李佳琦、李盾、孙昊、王忠富、刘众、傅靖博、邹存宝、毕大伟、张国富、杨玉波、赵月茹、李瑞梅、郭立祥等。

由于时间仓促，书中难免有不妥之处，敬请读者给予批评指正。

编者

# 目 录

## 第一章 电阻、电容的识别与检测

1

第一节 电阻的识别与检测 .....	2
一、电阻的作用 .....	2
二、电阻的命名 .....	2
三、电阻的主要参数 .....	4
四、典型电阻的识别 .....	4
五、阻值的标注 .....	7
六、电阻的串/并联 .....	8
七、普通电阻的检测 .....	8
八、可调电阻的检测 .....	10
九、压敏电阻的检测 .....	10
十、热敏电阻的检测 .....	11
十一、电阻的更换 .....	12
第二节 电容的识别与检测 .....	13
一、电容的作用 .....	13
二、电容的特性 .....	13
三、电容命名方法 .....	14
四、电容的主要参数 .....	15
五、典型电容的识别 .....	15
六、容量的标注 .....	17
七、电容的串/并联 .....	18
八、电容的放电 .....	18
九、普通电容的检测 .....	19
十、MKP、MKPH 电容的检测 .....	20
十一、洗衣机运转(运行)电容的检测 .....	21
十二、空调器风扇电机运行电容的检测 .....	22
十三、空调器压缩机运行电容的检测 .....	22
十四、电容的更换 .....	23

## 第二章 晶体管的识别与检测

25

第一节 晶体管型号命名方法 .....	26
一、中国晶体管型号命名法 .....	26

二、日本晶体管型号命名法 .....	27
三、韩国晶体管型号命名法 .....	28
四、美国晶体管型号命名法 .....	28
五、国际电子联合会晶体管型号命名法 .....	28
第二节 二极管的识别与检测 .....	29
一、二极管的分类 .....	29
二、二极管的主要特性 .....	31
三、普通整流二极管的识别与检测 .....	32
四、开关二极管的识别与检测 .....	35
五、快恢复/超快恢复二极管的识别与检测 .....	35
六、肖特基二极管的识别与检测 .....	37
七、整流桥堆的识别与检测 .....	37
八、高压整流堆的识别与检测 .....	38
九、稳压管的识别与检测 .....	41
十、发光二极管的识别与检测 .....	43
十一、红外发光二极管的识别与检测 .....	45
十二、光敏二极管的识别与检测 .....	46
十三、双基极二极管的识别与检测 .....	47
十四、双向触发二极管的识别与检测 .....	49
十五、瞬间电压抑制二极管的识别与检测 .....	50
十六、贴片二极管的识别与检测 .....	51
十七、二极管的更换 .....	52
第三节 三极管的识别与检测 .....	52
一、三极管的分类和构成 .....	53
二、三极管的特性曲线和主要参数 .....	53
三、普通三极管的识别与检测 .....	57
四、行输出管的识别与检测 .....	66
五、达林顿管的识别与检测 .....	68
六、带阻三极管的识别与检测 .....	72
七、光敏三极管的识别与检测 .....	73
八、复合三极管的识别与检测 .....	74
九、贴片三极管的识别与检测 .....	75
十、三极管的更换 .....	75
第四节 场效应管的识别与检测 .....	76
一、场效应管的特点 .....	76
二、场效应管的分类与基本原理 .....	76
三、场效应管的主要参数 .....	77
四、绝缘栅型场效应管的检测 .....	78
五、结型场效应晶体管的检测 .....	80
六、双栅极场效应晶体管的检测 .....	81
七、场效应管的更换 .....	81

第五节 晶闸管的识别与检测 .....	82
一、晶闸管的特点与分类 .....	82
二、晶闸管的命名方法与主要参数 .....	82
三、单向晶闸管的识别与检测 .....	84
四、双向晶闸管的识别与检测 .....	86
五、可关断晶闸管的识别与检测 .....	87
六、BTG 晶闸管的识别与检测 .....	89
七、光控晶闸管的识别与检测 .....	90
八、四端小功率晶闸管的识别与检测 .....	91
九、逆导晶闸管的识别与检测 .....	93
十、温控晶闸管的识别与检测 .....	94
十一、晶闸管的更换 .....	94
第六节 IGBT 的识别与检测 .....	94
一、IGBT 的构成与特点 .....	94
二、IGBT 的主要参数 .....	95
三、IGBT 的检测 .....	95
四、IGBT 的更换 .....	96

### 第三章 电感器件的识别与检测

97

第一节 电感线圈 .....	98
一、电感的识别 .....	98
二、电感的主要参数、分类 .....	98
三、典型电感的识别 .....	99
四、电感量的标注 .....	100
五、电感的串/并联 .....	101
六、电感的检测 .....	101
七、电感的更换 .....	101
第二节 共模滤波器的识别与检测 .....	102
一、共模滤波器的识别 .....	102
二、共模滤波器的检测 .....	102
第三节 变压器的识别与检测 .....	103
一、变压器的基本原理和分类 .....	103
二、变压器的主要参数 .....	103
三、典型变压器的识别 .....	104
四、变压器的检测 .....	105
第四节 电流互感器的识别与检测 .....	107
一、电流互感器的识别 .....	107
二、电流互感器的检测与更换 .....	108
第五节 电磁炉谐振线圈(线盘)的识别与检测 .....	109
一、谐振线圈的识别 .....	109
二、谐振线圈的检测 .....	109

## 第四章 电声器件、电加热器件的识别与检测

111

第一节 电声器件的使用与测量 .....	112
一、扬声器 .....	112
二、耳机 .....	115
三、蜂鸣片和蜂鸣器 .....	116
四、话筒 .....	118
第二节 电加热器件的识别与检测 .....	120
一、电加热器的作用、分类 .....	120
二、典型电加热器件的识别 .....	121
三、电加热器的检测 .....	122

## 第五章 继电器、电磁阀的识别与检测

125

第一节 继电器的识别与检测 .....	126
一、继电器的作用与分类 .....	126
二、电磁继电器 .....	126
三、干簧继电器 .....	130
四、固态继电器 .....	130
五、交流接触器 .....	135
六、热继电器 .....	137
七、继电器的更换 .....	137
第二节 电磁阀的识别与检测 .....	138
一、电磁阀的构成与分类 .....	138
二、二位二通电磁阀 .....	139
三、二位三通电磁阀 .....	141
四、四通阀 .....	141

## 第六章 温度控制器件、定时器件的识别与检测

145

第一节 温度控制器件的设备与检测 .....	146
一、分类 .....	146
二、双金属温控器 .....	146
三、磁性温控器 .....	148
四、制冷温控器 .....	148
第二节 定时器件的识别与检测 .....	150
一、发条机械式定时器 .....	150
二、电机驱动机械式定时器 .....	151

## 第七章 电动机、启动器的识别与检测

153

第一节 小家电用电动机识别与检测 .....	154
一、吸油烟机风扇电机 .....	154
二、电风扇（吊扇）电机 .....	155



第二节 洗衣机电动机识别与检测 .....	155
一、双桶波轮洗衣机电机 .....	155
二、滚筒洗衣机电机 .....	157
三、排水牵引器的检测 .....	158
第三节 电动自行车用电动机识别与检测 .....	159
一、有刷直流电机 .....	160
二、无刷直流电机 .....	161
三、电动车用电机的检测 .....	162
第四节 制冷设备用电动机识别与检测 .....	162
一、电冰箱风扇电机 .....	162
二、空调器风扇电机 .....	163
第五节 压缩机识别与检测 .....	167
一、压缩机的分类 .....	167
二、电机绕组参数 .....	168
三、压缩机电机绕组的检测 .....	168
第六节 启动器、过载保护器的检测 .....	169
一、重锤启动器的检测 .....	169
二、过载保护器的检测 .....	171

## 第八章 传感器的识别与检测

173

第一节 传感器的组成与分类 .....	174
一、传感器的分类 .....	174
二、传感器的主要特性 .....	175
第二节 磁敏传感器的识别与检测 .....	175
一、典型磁敏传感器的识别 .....	175
二、磁敏传感器的检测 .....	178
第三节 气敏传感器的识别与检测 .....	179
一、气敏传感器的识别 .....	179
二、气敏传感器的检测 .....	180
第四节 温度传感器的识别与检测 .....	181
一、热敏三极管 .....	181
二、热电偶传感器 .....	181
三、热释电传感器 .....	181
第五节 光敏传感器的识别与检测 .....	182
一、典型光敏传感器的识别 .....	182
二、典型光电传感器的检测 .....	184
第六节 湿敏传感器的识别与检测 .....	187
一、湿敏传感器的特性和构成 .....	187
二、典型湿敏传感器的识别 .....	188
三、典型湿敏传感器的检测 .....	188
第七节 遥控接收器的识别与检测 .....	189
一、遥控接收器的识别 .....	189

二、遥控接收器的检测 .....	189
------------------	-----

## 第九章 开关、连接器件、磁控管的识别与检测 191

第一节 开关器件的使用与检测 .....	192
一、开关的分类 .....	192
二、开关的主要参数 .....	192
三、典型开关的识别 .....	193
四、典型开关的检测 .....	195
第二节 连接器件的识别与检测 .....	196
一、连接器的识别 .....	196
二、连接器的检测 .....	196
第三节 磁控管的识别与检测 .....	197
一、磁控管的构成 .....	197
二、磁控管的工作原理 .....	198
三、磁控管的检测 .....	199

## 第十章 熔断器、晶振、陶瓷元件的识别与检测 201

第一节 熔断器件的识别与检测 .....	202
一、熔断器的识别 .....	202
二、熔断器的检测 .....	203
第二节 晶振的识别与检测 .....	203
一、晶振的识别 .....	204
二、晶振的检测 .....	206
第三节 陶瓷元件的识别与检测 .....	207
一、陶瓷元件的命名、分类和主要参数 .....	207
二、典型陶瓷元件识别 .....	207
三、典型陶瓷元件的检测 .....	209

## 第十一章 显示器件的识别与检测 211

第一节 LED数码管的识别与检测 .....	212
一、LED数码管的分类 .....	212
二、LED数码管的特点 .....	212
三、LED数码管的构成与原理 .....	213
四、LED数码管的检测 .....	213
第二节 彩色显像管的识别与检测 .....	214
一、彩色显像管的识别 .....	214
二、彩色显像管的检测 .....	216
第三节 示波管的识别与检测 .....	219
一、示波管的识别 .....	219
二、示波管的检测 .....	221
第四节 真空荧光显示屏的识别与检测 .....	221

一、VFD 的识别 .....	221
二、VFD 的检测 .....	222
第五节 液晶显示器的识别与检测 .....	222
一、LCD 的识别 .....	222
二、LCD 的检测 .....	224
第六节 显像管管座的识别与检测 .....	224
一、显像管管座的识别 .....	224
二、显像管管座的检测 .....	225

## 第十二章 集成电路的识别与检测

227

第一节 集成电路的特点、分类和主要技术参数 .....	228
一、集成电路的特点 .....	228
二、集成电路的分类 .....	228
三、集成电路的主要技术参数 .....	229
四、集成电路的检测与代换 .....	230
第二节 三端稳压器的识别与检测 .....	231
一、三端稳压器的识别 .....	232
二、三端不可调稳压器 .....	233
三、三端不可调稳压器的测量 .....	235
四、三端可调稳压器 .....	235
第三节 四端、五端稳压器的识别与检测 .....	237
一、四端稳压器 .....	237
二、五端稳压器 .....	238
第四节 电源控制芯片(电源模块)识别与检测 .....	240
一、UC/KA3842、UC/KA3843 的识别与检测 .....	240
二、TDA4605 的识别与检测 .....	242
三、STR-F6654/F6656 的识别 .....	244
四、STR-S6709 的识别 .....	246
五、电源模块 VIPer12A .....	249
六、电源模块 FSD200 .....	249
七、电源模块 FSDM311 .....	251
八、三端误差放大器 TL431 .....	251
第五节 其他常用的集成电路的识别与检测 .....	253
一、四运算放大器 LM324 .....	253
二、四电压比较器 LM339 .....	254
三、双运算放大器 LM358 .....	256
四、双电压比较器 LM393 .....	257
五、驱动器 ULN2003/ $\mu$ PA2003/MC1413/TD62003AP/KID65004 .....	259
六、驱动器 ULN2083/TD62083AP .....	260

电子元器件识别与检测 **完全掌握**

# 电阻、电容的识别与检测

## 第一章

■ 第一节 电阻的识别与检测

■ 第二节 电容的识别与检测

电阻（电阻器的简称）、电容（电容器的简称）是最基本的电子元件，也是应用范围最广的电子元件。

## 第一节

# 电阻的识别与检测

### 一、电阻的作用

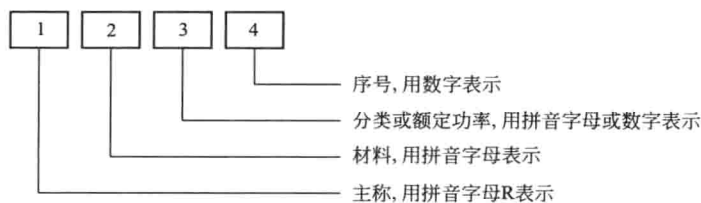
电阻的作用就是阻止电流，也可以说它是一个耗能元件，电流经过它就产生热能。电阻在电路中通常起分压限流、温度检测、过压保护等作用。它与电压、电流的关系是： $R=U/I$ 。其中， $R$ 是电阻、 $U$ 是电压、 $I$ 是电流。

### 二、电阻的命名

电阻的命名包括普通电阻命名和敏感电阻命名两部分。

#### 1. 普通电阻的命名

根据我国国家标准，普通电阻器产品的命名（型号）由4部分组成，各部分的含义如下：



普通电阻材料部分字母代号及含义如表 1-1 所示。

表 1-1 普通电阻材料部分字母代号及含义

字母代号	含 义	字母代号	含 义
T	碳膜	Y	氧化膜
P	硼碳膜	S	有机实芯
U	硅碳膜	N	无机实芯
H	合成膜	X	线绕
I	玻璃釉膜	C	沉积膜
J	金属膜		

普通电阻分类部分字母代号及含义如表 1-2 所示。

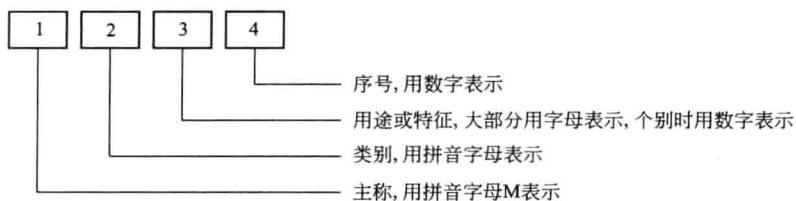
比如，RTX2 表示为 2 号小型碳膜电阻

#### 2. 敏感电阻的命名

根据我国国家标准，敏感电阻器产品的命名也是由 4 部分组成，各部分的含义如下：

表 1-2 普通电阻分类部分字母或数字代号及含义

数字/字母代号	含 义	数字/字母代号	含 义
1	普通型	G	高功率
2	普通型	L	测量
3	超高频型	T	可调
4	高阻型	W	微调
5	高阻型	C	防潮
7	精密型	Y	被釉
8	高压型	B	不燃性
9	特殊型		



敏感电阻类别部分字母代号及含义如表 1-3 所示。

表 1-3 敏感电阻类别部分字母代号及含义

字母代号	含 义	字母代号	含 义
Y	压敏电阻	S	湿敏电阻
Z	正温度系数热敏电阻	Q	气敏电阻
F	负温度系数热敏电阻	C	磁敏电阻
G	光敏电阻	L	力敏电阻

敏感电阻材料部分字母代号及含义如表 1-4 所示。

表 1-4 敏感电阻材料部分字母代号及含义

字母代号	含 义	字母代号	含 义
T	碳膜	Y	氧化膜
P	硼碳膜	S	有机实芯
U	硅碳膜	N	无机实芯
H	合成膜	X	线绕
I	玻璃釉膜	C	沉积膜
J	金属膜		

敏感电阻用途或特征部分字母和数字代号及含义如表 1-5、表 1-6 所示。

表 1-5 敏感电阻用途或特征部分数字代号及含义

数字代号 电阻	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	负温度系数热敏电阻	特殊用	普通用	稳压用	微波测量用	旁热式	测温用	控温用		线性型
正温度系数热敏电阻		普通用	限流用		延迟用	测温用	控温用	消磁用		恒温用
光敏电阻	特殊用	紫外光	紫外光	紫外光	可见光	可见光	可见光	红外光	红外光	红外光
力敏电阻		硅应变片	硅应变梁	硅杯						

说明：表中的“普通”是指没有特殊的技术和结构要求，而不是指普通型电阻。

表 1-6 敏感电阻用途或特征部分字母代号及含义

字母代号	W	G	P	N	K	L	H	E	B	C	S	Q	Y
电阻													
压敏电阻	稳压用	高压保护	高频用	高能用	高可靠型	防雷用	灭弧用	干燥用	补偿用	消磁用			
湿敏电阻						控湿用				测湿用			
气敏电阻						可燃性							烟敏
磁敏元件	电位器							电阻器					

比如，正温度系数热敏电阻 MZ73A-1 中的 M 表示敏感电阻，Z 表示正温度系数热敏电阻，7 表示用于消磁，3A-1 表示序号；再比如，负温度系数热敏电阻 MF53-1 中的 M 表示敏感电阻器，F 表示负温度系数热敏电阻，5 表示用于测温，3-1 表示序号。

### 三、电阻的主要参数

电阻的主要参数包括标称阻值、额定功率和允许偏差三个。

#### 1. 标称阻值

标称阻值通常是指电阻表面上标注的阻值。在实际应用中，电阻的单位是欧姆（简称欧），用“Ω”表示。为了对不同阻值的电阻进行标注，还使用千欧（kΩ）、兆欧（MΩ）等单位。其换算关系为：1MΩ=1000kΩ；1kΩ=1000Ω。

#### 2. 额定功率

额定功率是指电阻在交流或直流电路中，在特定条件下（在一定大气压下和产品标准所规定的温度下）工作时所能承受的最大功率。电阻的额定功率值有 1/8W、1/4W、1/2W、1W、2W、3W、4W、5W、10W 等多种，其中常见的是 1/8W 和 1/4W 的电阻。

#### 3. 允许偏差

一只电阻的实际阻值不可能与标称阻值绝对相等，两者之间会存在一定的偏差，我们将该偏差允许范围称为电阻器的允许偏差。允许偏差小的电阻器，其阻值精度就越高，稳定性也好，但其生产成本相对较高，价格也贵。通常，普通电阻的允许偏差为±5%、±10%、±20%，而高精度电阻的允许偏差为±1%、±0.5%。

### 四、典型电阻的识别

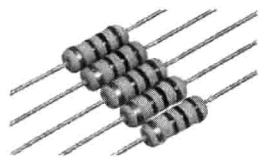
典型电阻包括普通电阻、可调电阻、热敏电阻、压敏电阻、熔断电阻、光敏电阻等。

#### 1. 普通电阻

普通电阻在电路中通常用字母“R”表示，电路表示符号如图 1-1 所示，常见的普通电阻的实物如图 1-2 所示。



图 1-1 普通固定电阻在电路中的表示符号



(a) 碳膜电阻



(b) 金属膜电阻



(c) 水泥电阻

图 1-2 普通电阻的实物

## 2. 可调电阻

旋转可调电阻的滑动端时它的阻值是变化的。若通过螺丝刀等工具进行调整的可调电阻就被称为可调电阻或微调电阻，而通过旋钮进行阻值调整的则称为电位器。可调电阻在电路中通常用 VR 或 RP 表示，常见的可调电阻（电位器）实物外形如图 1-3 所示，电路符号如图 1-4 所示。



图 1-3 常见可调电阻（电位器）的实物外形



图 1-4 可调电阻的电路符号

## 3. 热敏电阻

热敏电阻就是在不同温度下阻值会变化的电阻。热敏电阻有正温度系数和负温度系数两种。所谓的正温度系数热敏电阻就是它的阻值随温度升高而增大；负温度系数热敏电阻的阻值随温度升高而减小。正温度系数热敏电阻主要应用在彩电、彩显的消磁电路或电冰箱压缩机启动回路。负温度系数的热敏电阻主要应用供电限流回路或温度检测电路中。常见的热敏电阻实物外形如图 1-5 所示，电路符号如图 1-6 所示。

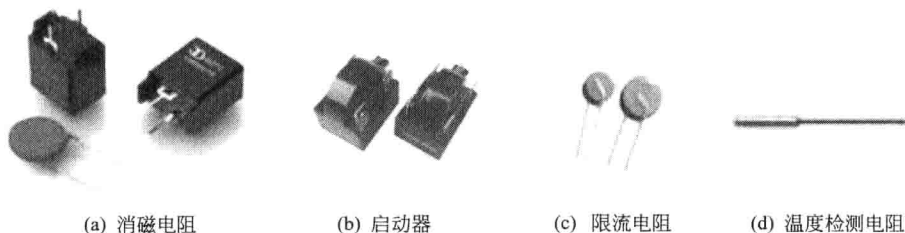


图 1-5 常见的热敏电阻实物外形



图 1-6 热敏电阻的电路符号

## 4. 压敏电阻

压敏电阻 VSR 是一种非线性元件，就是在它两端压降超过标称值后阻值会急剧变小的电阻。此类电阻主要用于市电过压保护或防雷电保护。常见的压敏电阻实物和电路符号如图 1-7 所示。

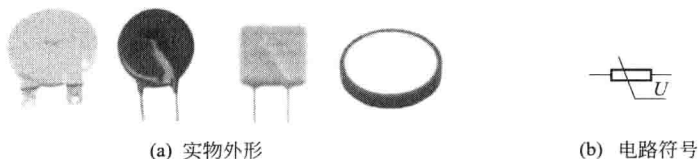


图 1-7 常见的压敏电阻



### 5. 熔断电阻

熔断电阻也叫保险电阻，它既有过流保护的作用，又有电阻限流的作用。熔断电阻通常安装在供电回路中，起到限流供电和过流保护的双重作用。当流过它的电流达到保护值时，它的阻值迅速增大到标称值的数十倍或熔断开路，切断供电回路，以免故障扩大，实现过流保护功能。因此，此类电阻过流损坏后除了应检查过流的原因，还必须采用同规格的电阻更换。常见的熔断电阻实物外形和电路符号如图 1-8 所示。

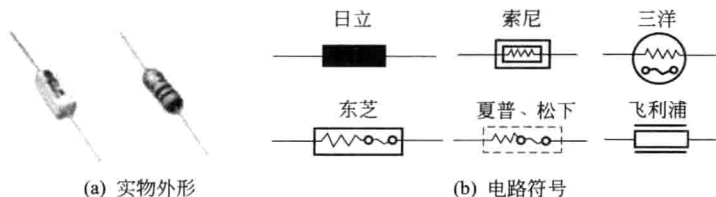


图 1-8 常见的熔断电阻

### 6. 光敏电阻

光敏电阻是应用半导体光电效应原理制成的一种特殊的电阻。当光线照射在它的表面后，它的阻值迅速减小。当光线消失后，它的阻值会增大到标称值。光敏电阻广泛应用在各种光控电路，如灯光开关控制、灯光调节等电路。典型的光敏电阻实物外形和电路符号如图 1-9 所示。

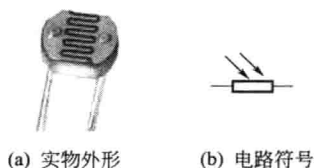


图 1-9 光敏电阻

### 7. 湿敏电阻

湿敏电阻是利用湿敏材料吸收空气中的水分而导致本身电阻值发生变化这一原理而制成的。当它吸收空气内的水分后阻值会发生变化。湿敏电阻具有体积小、灵敏度高优点，广泛应用在粮库、蔬菜大棚、楼宇等场所进行湿度控制。常见的湿敏电阻实物外形如图 1-10 所示。

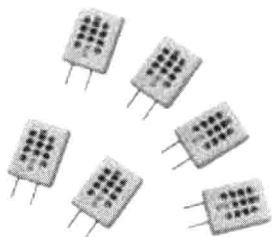


图 1-10 湿敏电阻实物外形

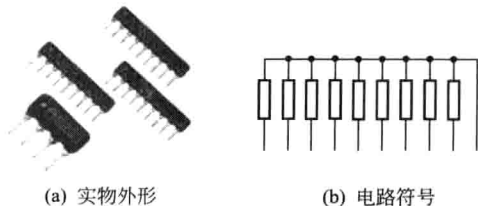


图 1-11 单列排电阻

### 8. 排电阻

排电阻由多个阻值相同的电阻构成，它和集成电路一样，有单列和双列两种封装结构，所以也叫集成电阻。典型的单列排电阻实物外形和电路符号如图 1-11 所示。

### 9. 贴片电阻

随着电路板越来越小型化，贴片电阻应用的越来越多，贴片普通电阻主要有矩形片状、圆柱贴片两种。而贴片微调电阻和普通微调电阻的外形相似，就是体积小许多，如图 1-12 所示。