

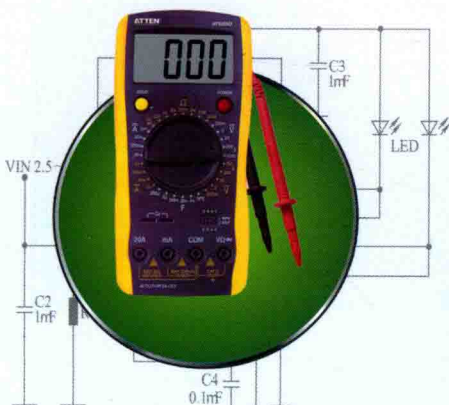
12天学通

电子元器件 及电路

刘祖明 张安若 祝建孙 编著

第2版

The Second Edition



化学工业出版社

12 天 学 通

电子元器件及电路

刘祖明 张安若 祝建孙 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书介绍电阻器、电位器、电容器、二极管、三极管、发光器件、显示器件、电感与变压器、继电器、场效应晶体管、晶闸管、集成电路、电声器件、开关、接插件、继电器、石英晶体振荡器、陶瓷谐振元器件等常用电子元器件的基本概念、识别方法、性能特点、检测方法。着重介绍电子元器件在电路中的作用,让广大电子爱好者能够更好地理解、搞清楚元器件在不同电路中有不同的作用。

本书在讲解了几种电子元器件知识的同时,增加了相关电子元器件的典型应用电路,对选用的电路具有较强的针对性和实用性,实现了理论联系实践,达到“举一反三”的效果。同时为读者学习其他电子元器件提供学习方法,指明应用的方向。

本书可供广大电子爱好者及相关专业师生使用及电子工程技术人员在专业技术工作中参考,也可作为电子元器件检测与维修的工具书及职业院校电类专业学习电子元器件选用的教材。

图书在版编目(CIP)数据

12 天学通电子元器件及电路/刘祖明,张安若,祝建孙
编著. —2 版. —北京:化学工业出版社,2017.5
ISBN 978-7-122-29376-3

I. ①1… II. ①刘…②张…③祝… III. ①电子元器件-基本知识②电路-基本知识 IV. ①TN6②TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 065496 号

责任编辑:李军亮 徐卿华

装帧设计:刘丽华

责任校对:宋 玮

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 装:北京云浩印刷有限责任公司

850mm×1168mm 1/32 印张10 字数266千字

2017年6月北京第2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:38.00 元

版权所有 违者必究

FOREWORD

前言



电子元器件是元件和器件的总称。电子元器件发展史其实就是一部浓缩的电子发展史。电子技术是19世纪末、20世纪初开始发展起来的新兴技术，20世纪发展最迅速，应用最广泛，成为近代科学技术发展的一个重要标志。电子元器件处于电子信息产业链上游，是通信、计算机及网络、数字音视频等系统和终端产品发展的基础，对电子信息产业的发展起着至关重要的作用。基于市场需求的新特点，电子元器件正在向超微化、片式化、数字化、智能化、绿色化方向发展。

电子元器件是所有电子技术的基础，目前电子技术已融入几乎所有行业，新增相关从业人员和爱好者是一个巨大的需求人群。本书从广大电子爱好者的实际需要出发，在内容上力求简洁实用，图文并茂，通俗易懂，以达到举一反三、融会贯通的目的。在编写安排上力争做到由浅入深，循序渐进，所编内容具有实用性和可操作性。

本书主要介绍电阻器、电位器、电容器、二极管、三极管、LED、LED数码管、电感与变压器、继电器、场效应管、晶闸管、集成电路、电声器件等常用电子元器件的基本概念、识别方法、性能特点、检测方法。

电子元器件是构成电子产品的最小单元，设计产品是根据需要选择各种电子元器件，然后将这些电子元件器连接起来，组合成具有实用价值的电子产品。本书采用元器件与电路应用相结合方式，可以有效帮助读者迅速提高电子水平，为以后的电子小制作打下良好的基础。同时对电子元器件熟练掌握，为以后学习更深层次的电子技术打下坚实的基础，逐渐成为电子技术领域高手。集成电路是一种采用特殊工艺，将晶体管、电阻、电容等元件集成在硅基片上而形成的具有一定功能的器件。集成电路不仅在工业、民用电子产品及设备方面得到广泛的应用，同时在军事、通信、遥控等方面也得到了广泛的应用。集成电路是当今半导体工业发展的趋势，是大有作为的。

本书基础起点低，语言通俗易懂，内容图文并茂且循序渐进，读者通过本书阅读可以轻松掌握电子元器件的检测与应用。

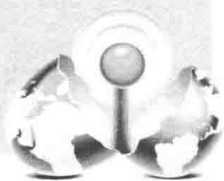
全书由刘祖明、张安若、祝建孙负责编写，由刘祖明负责全书的统稿工作。第1章、第4章、第5章、第6章由刘祖明编写，第2章、第3章、第7~10章由张安若编写，第11章和第12章由祝建孙编写。参与资料收集及整理工作的还有钟柳青、刘国柱、邱寿华、刘文沁、陈建斌、王华、刘艳明、钟勇、刘艳生。在此对以上人员致以诚挚的谢意。

笔者长期从事电子技术的研究和开发工作，积累了丰富的实践经验，并且编写了数本关于电子元器件、电子制作方面的图书，在业界产生了一定的影响。本书出版三年来，深受广大读者的关注与喜爱，很多读者发来邮件或打来电话与笔者交流电子元器件检测与应用方面的经验，并提出了许多宝贵的意见。笔者经过这三年的考虑，在吸取读者意见的基础上，

并结合这几年电子元器件发展的新技术与新内容，决定对本书进行内容修订，增加了电子元器件常用的技能及相关知识点，使本书内容更加全面和实用。

本书可供广大电子爱好者及相关专业师生使用，及电子工程技术人员在专业技术工作中参考，也可作为电子元器件检测与维修的工具书及职业院校电类专业学习电子元器件选用的教材。

编者



CONTENTS

目录

第1天 电阻器

/1

- 1.1 上午学基础 电阻器的识别 1
- 1.2 下午学技能 电阻器的检测 20
- 1.3 晚上学应用 电阻器在电子电路中的应用 32

第2天 电位器

/39

- 2.1 上午学基础 电位器识别 39
- 2.2 下午学技能 电位器的检测 46
- 2.3 晚上学应用 电位器在电子电路中的应用 49

第3天 电容器

/53

- 3.1 上午学基础 电容器识别 53
- 3.2 下午学技能 电容器的检测 66
- 3.3 晚上学应用 电容器在电子电路中的应用 78

第4天 二极管

/82

- 4.1 上午学基础 二极管的识别 82
- 4.2 下午学技能 二极管的检测 96
- 4.3 晚上学应用 二极管在电子电路中的应用 106

第5天 三极管

/112

- 5.1 上午学基础 三极管的识别 112
- 5.2 下午学技能 三极管的检测 123
- 5.3 晚上学应用 三极管在电子电路中的应用 134

第6天 发光二极管

/142

- 6.1 上午学基础 LED 数码管的识别 142
- 6.2 下午学技能 LED 数码管的检测 152
- 6.3 晚上学应用 LED 数码管在电子电路中的应用 163

第7天 电感器、变压器

/173

- 7.1 上午学基础 电感器、变压器的识别 173
- 7.2 下午学技能 电感器、变压器的检测 183
- 7.3 晚上学应用 电感器、变压器在电子电路中的
应用 189

第8天 场效应管、晶闸管

/191

- 8.1 上午学基础 场效应管、晶闸管的识别 191
- 8.2 下午学技能 场效应管、晶闸管的检测 204
- 8.3 晚上学应用 场效应管、晶闸管在电子电路中的
应用 206

第9天 集成电路

/211

- 9.1 上午学基础 集成电路的识别 211
- 9.2 下午学技能 集成电路的检测 235
- 9.3 晚上学应用 集成电路在电子电路中的应用 240

第 10 天 电声器件

/245

- 10.1 上午学基础 电声器件的识别 245
- 10.2 下午学技能 电声器件的检测 258
- 10.3 晚上学应用 电声器件在电子电路中的应用 261

第 11 天 开关、接插件、继电器

/266

- 11.1 上午学基础 开关、接插件、继电器的识别 266
- 11.2 下午学技能 开关、接插件、继电器的检测 274
- 11.3 晚上学应用 开关、接插件、继电器在电子电路中的应用 284

第 12 天 石英晶体振荡器、陶瓷谐振元器件 /289

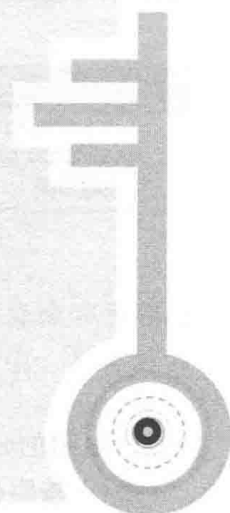
- 12.1 上午学基础 石英晶体振荡器、陶瓷谐振元器件识别 289
- 12.2 下午学技能 石英晶体振荡器与陶瓷谐振元器件的检测 296
- 12.3 晚上学应用 石英晶体振荡器、陶瓷谐振元器件在电子电路中的应用 302

参考文献

/306



电阻器



电阻器是目前世界上所有电子产品中应用最多的无源元件之一，在电子设备中约占有元器件总数的30%以上，是组成电路的最基本元件。在实际电子电路中，为了方便表述与分析，通常将电阻器简称为电阻。在这一章节将介绍电阻的种类、参数、识别与应用。

1.1

上午学基础 电阻器的识别

在对电阻器的种类介绍前，先要对电阻器功能进行一个简单的介绍。

电阻器是电子电路中应用最多一种元件，其质量的好坏直接关系到电子电路的稳定性。电阻器在电路中主要作用是稳定或调节电路中的电流和电压，同时还可以作为分流器、分压器及负载使用。电阻器的外形和电路符号，如图1-1所示。

通用型电阻器种类很多，如炭膜电阻、金属膜电阻、金属氧化膜电阻、金属玻璃釉电阻、实心电阻、线绕电阻等。通用型电阻器的阻值范围宽，精度有三种，分别为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ ，功率为 $0.1\sim 10\text{W}$ 。

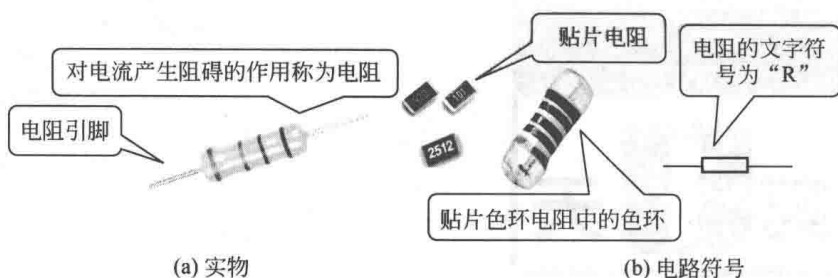


图 1-1 电阻器的外形和电路符号

电阻的分类如下。

① 按阻值是否连续变化，可分为固定电阻和可变电阻器（电位器）。

② 按结构或材质不同，可分为炭膜电阻、金属膜电阻、氧化膜电阻、水泥电阻、线绕电阻等。

③ 按功能或使用场合不同，可分为普通电阻、热敏、光敏、压敏、湿敏、气敏电阻、熔断电阻等。

(1) 炭膜电阻 (RT)

炭膜电阻是用有机黏合剂将碳墨、石墨和填充料配成悬浮液涂覆于绝缘基体上，经加热聚合而成。固态碳氢化合物在高温和真空中分解，炭沉积在瓷棒或者瓷管上形成一层结晶炭膜。改变炭膜厚度和用刻槽的方法变更炭膜的长度，可以得到不同的阻值。其外形如图 1-2 所示。炭膜电阻的阻值范围为 $1\Omega \sim 10M\Omega$ ，额定功率有 0.125W、0.25W、0.5W、1W、2W、5W、10W 等。

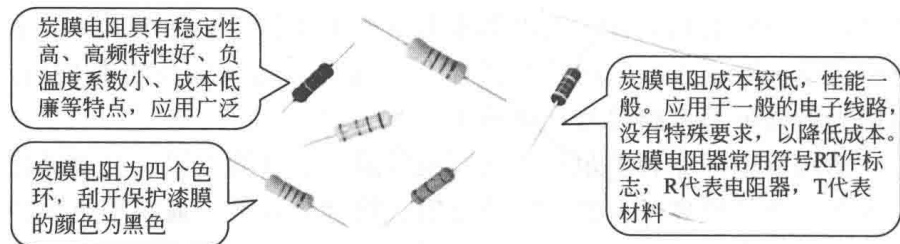


图 1-2 炭膜电阻



注



炭膜电阻器外表常涂成绿色或橙色，可在 70°C 的温度下长期使用，应用在收录机、电视机等一些电子产品中。

(2) 金属膜电阻 (RJ)

金属膜电阻是在真空中加热合金，合金蒸发，使瓷棒表面形成一层导电金属膜；刻槽和改变金属膜厚度可以控制阻值。其外形如图 1-3 所示。

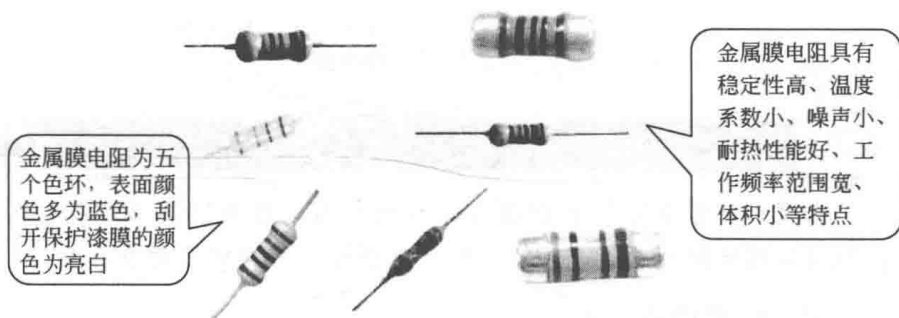


图 1-3 金属膜电阻



注



- ① 电子电路设计中一般常用的电阻为炭膜电阻或金属膜电阻。
- ② 金属膜电阻与炭膜电阻分辨，在表面看不出来，只有将电阻外表的漆刮去才能分辨。炭膜电阻的电阻体为黑色，金属膜电阻的电阻体为白色。
- ③ 金属膜电阻外表常涂成红色，稳定性好于炭膜电阻，且体积远小于同功率的炭膜电阻，适用于稳定性和可靠性要求较高的场合，如各种仪器仪表表中。

(3) 金属氧化膜电阻 (RY)

金属氧化膜电阻是由能水解的金属盐类溶液（如四氯化锡和三

氯化铈) 在炽热的玻璃或陶瓷的表面分解沉积而成。其外形如图 1-4 所示。

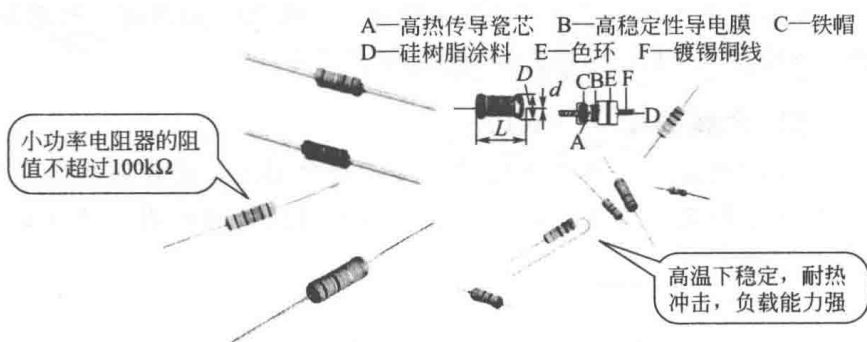


图 1-4 金属氧化膜电阻



注

金属氧化膜电阻器的耐压高、耐热性好，最高可达 200°C ，可以与金属膜电阻器替换使用，其缺点是长期工作时的稳定性稍差。

(4) 水泥电阻

水泥电阻是将电阻线绕在无碱性耐热瓷件上，外面加上耐热、耐湿及耐腐蚀之材料保护固定并把绕线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。其外形如图 1-5 所示。

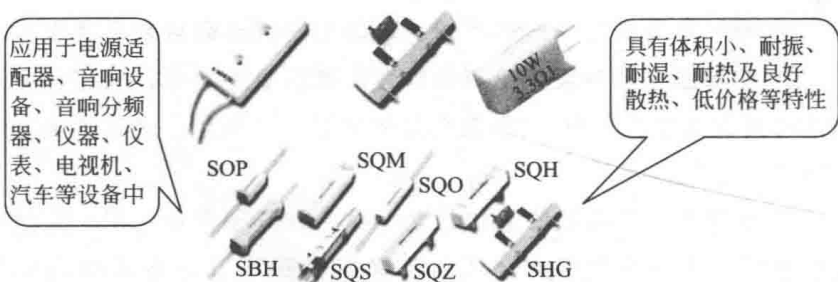


图 1-5 水泥电阻

(5) 线绕电阻

线绕电阻是用康铜、锰铜或镍铬合金丝绕在陶瓷骨架上而制成

的一种电阻器，表面有保护漆或玻璃釉。电阻丝一般采用一定电阻率的镍铬、锰铜等合金制成，绝缘骨架一般采用陶瓷、塑料、涂覆绝缘层的金属骨架。其外形如图 1-6 所示。

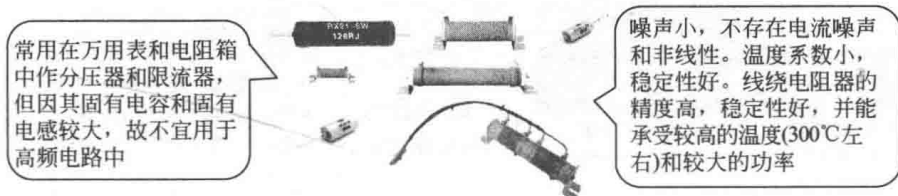


图 1-6 线绕电阻

(6) 玻璃釉电阻 (RI)

玻璃釉电阻又称为厚膜电阻，其结构是由贵金属银钯、钨、铈等的金属氧化物（氧化钯、氧化钨等）和玻璃釉黏合剂混合成浆料，涂覆在绝缘骨架上，经高温烧结而成。其外形如图 1-7 所示。

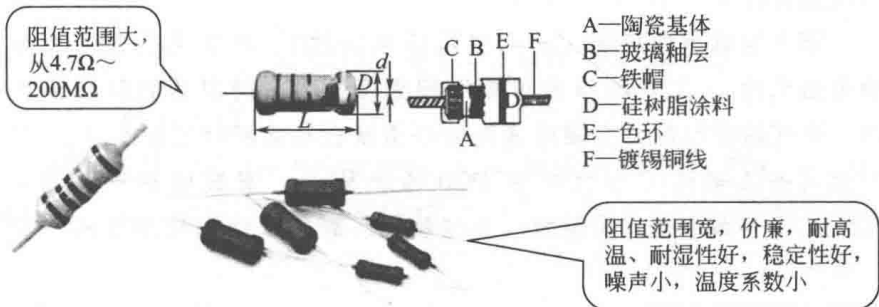


图 1-7 玻璃釉电阻

(7) 熔断电阻

熔断电阻又称为保险丝电阻，是一种具有电阻器和熔断器双重作用的特殊元件，当电路出现故障，通过熔断电阻的功率超过其额定功率时，熔断电阻会在规定时间内断开电路，从而达到保护电路中其他元器件的作用。熔断电阻器可分为可恢复式熔断电阻器和一次性熔断电阻器两种。其外形和电路符号如图 1-8 所示。

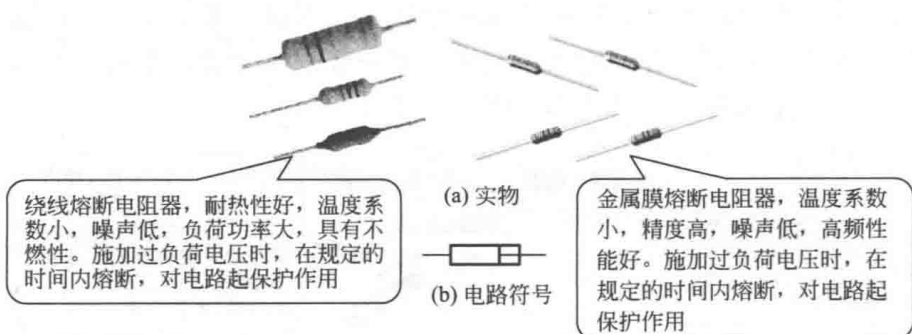


图 1-8 熔断电阻



注



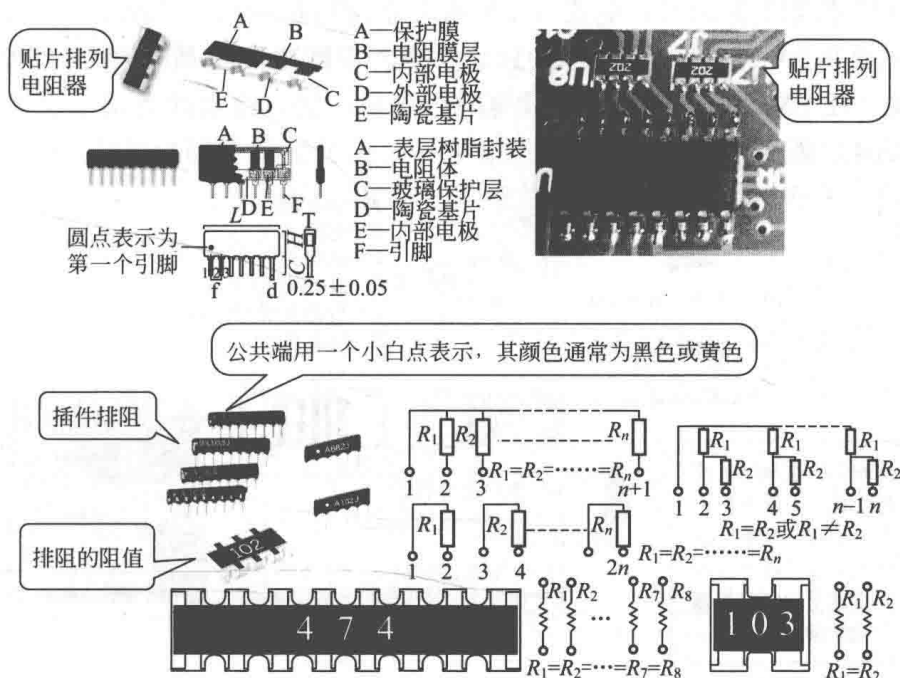
熔断电阻是近几年来才采用的一种新型元件，它集电阻器与熔断器（保险丝）于一身，平时具有电阻器的功能，当通过电阻的电流出现异常或过电流时，熔断电阻立即熔断，保护了电路中的其他重要元器件。

不可复式保险电阻（一次性熔断电阻器），其外形与普通金属膜电阻相似。工作时当因过载引起温度上升，同时达到某一温度时，涂有熔断料的异电膜层或绕组匝就自动熔断使电路断开。不可复式保险电阻可以直接在 PCB 板上安装，安装时应悬空 5~10mm。有线绕型、炭膜型、金属膜型、氧化膜型和化学淀积膜型几种。

(8) 排阻

排阻就是若干个参数完全相同的电阻，将它们的一个引脚都连到一起，作为公共引脚或公共端，其余引脚正常引出。有插件排阻和贴片排列电阻器两种。其外形、结构、电路符号及内部框图如图 1-9 所示。

如果一个排阻是由 n 个电阻构成的，其就有 $n+1$ 只引脚，一般来说排阻最左边的那个引脚是公共引脚，一般用一个白色点标出来。



(9) 贴片电阻

贴片电阻 (SMD Resistor)，是金属玻璃釉电阻器中的一种，由基板、电阻膜层、电极、保护介质四部分组成。是将金属粉和玻璃釉粉混合，采用丝网印刷法印在基板上制成的电阻器。其封装有 0201 (英制表示法)、0402、0603、0805、1206、1210、2010、2512 (0603、1005、1608、2012、3216、3225、5025、6432)。其外形、结构如图 1-10 所示。目前应用最广的贴片电阻的尺寸代码是 0805 及 1206，并且逐步有趋势向 0603 发展，0402 和 0201 两种封装常用于集成度较高的产品中。贴片电阻的封装代码及尺寸，如表 1-1 所示。贴片电阻有 5 种参数，即尺寸、阻值、允差、温度系数及包装。

贴片电阻中的零欧电阻在电子电路应用很广，使用时要注意各尺寸贴片电阻允许的额定电流。70℃ 环境温度下通过电流为 0.5 A

的尺寸代码是 0402，电流为 1A 的尺寸代码是 0603、0805、1208，电流为 2A 的尺寸代码是 2010、2512。零欧电阻本质上相当于跳线，在 SMT 设计中贴片零欧电阻应用很广泛，给设计者带来了极大的方便。

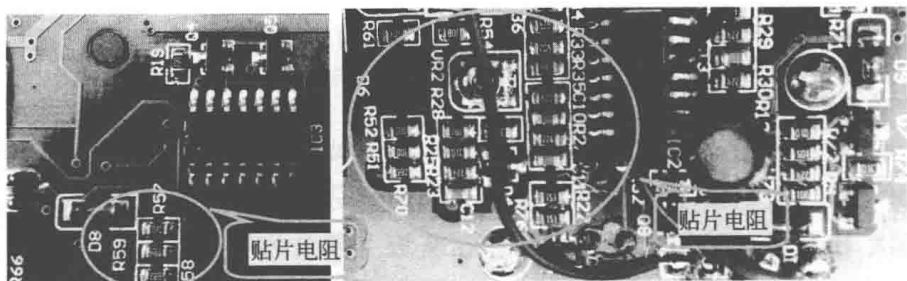
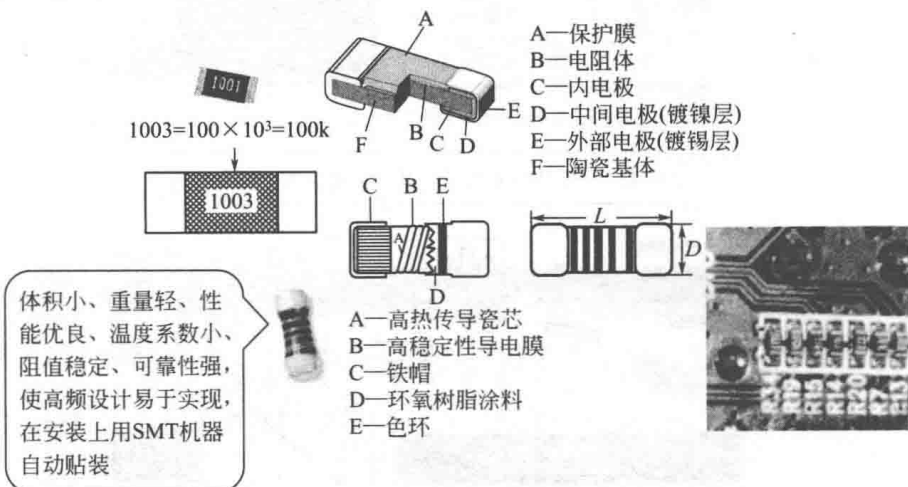


图 1-10 贴片电阻外形、结构

注

贴片电阻最常用的阻值系列是 E24、E96 系列，设计者应选择接近计算值的标称值的贴片电阻，在 E24、E96 系列中选择。贴片电阻功率一般都较小，选取贴片电阻时要留有一定的余量，必要时采用降功率设计。在设计 PCB 板中设计贴片电阻焊盘时，一定要注意焊盘尺寸公差。