



电子技术基础教材

电子元器件与 实用电路基础

(修订版)

韩广兴 等编著

- 电阻·电容·电感·变压器·晶体管的功能与特点
- 直流电路·交流电路·基本放大电路·功率放大器
- 脉冲数字电路·电机及驱动电路·电源电路
- 振荡电路·调制解调电路
- 实用电路与制作



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



电子技术基础教材

电子元器件与 实用电路基础

(修订版)

全书从认识电子元件和半导体器件起步，到各种实用电路的结构、性能和工作原理，由浅入深地进行了详细的讲解。特别是以大量的实用单元电路为例进行了图解，使读者易懂易学。本书的重点是对各种常用电路的工作原理及所用元器件，用图示方法形象直观地将它们的外形、标记、特征、性能及安装方法等表示出来。具有中学文化程度的业余爱好者能够读懂本书，本书也是家电维修人员和电子工厂技工的电子基础入门教材，可作为各类专业院校的电子基础教材。

ISBN 7-121-00660-X



9 787121 006609 >



天启星

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

责任编辑：陆伯雄 谭佩香

责任美编：李倩

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 7-121-00660-X

定价：28.00元

电子元器件与实用电路基础

(修订版)

韩广兴 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

本书是学习电子技术的入门教材。全书从认识电子元件和半导体器件起步,到各种实用电路的结构、性能和工作原理,由浅入深地进行了详细的讲解。特别是以大量的实用单元电路为例进行了图解,使读者易懂易学。本书的重点是对各种常用电路的工作原理及所用元器件,用图示方法形象直观地将它们的外形、标记、特征、性能及安装方法等表示出来。电路分析以实用为主,简化了公式推导和计算,适于自己动手制作。具有中学文化程度的业余爱好者能够读懂本书,本书也是家电维修人员和电子工厂技工的电子基础入门教材,可作为各类专业院校和培训班的电子基础教材。

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

电子元器件与实用电路基础 / 韩广兴等编著. —修订版. —北京: 电子工业出版社, 2005.1
电子技术基础教材
ISBN 7-121-00660-X

I.电... II.韩... III.①电子元件—技术培训—教材②电子电路—技术培训—教材
IV.①TN6②TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 126336 号

责任编辑: 陆伯雄 谭佩香

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

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

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 23.75 字数: 515 千字

印 次: 2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

本书是《电子元器件与实用电路基础》的修订本。自 2002 年本书第一版出版以来，承蒙读者厚爱，已印刷 6 次。本书的读者面比较广，除了家电维修人员和电子工厂的技工外，还被各类专业院校和培训班选做电子基础教材。

为了更加适合读者的需求，根据读者的意见，本次修订本在内容上做了少量的调整，改正了原书中出现的错误，并且不再随附光盘以大幅度降低书价。

当今社会已进入了高速发展的信息时代，人们生活在各种电子产品和设备的环境之中。各种电子产品和设备都是由电子线路组成的，电子元器件又是组成电子线路的最基本的单元。认识电子元器件、学习基本电子线路的基本知识是学习电子技术的第一步。了解电子元器件的性能、特点和使用方法，学会基本电子线路的设计和计算方法，才能进一步学习各种专业电子技术。

为了便于初学者入门，本书从构成电路的基本元器件电阻、电容、电感、半导体晶体管，以及集成电路的结构、功能和应用开始，一步一步地介绍由这些元器件构成的常用基本电路。例如直流和交流基本电路、放大器、振荡电路、调制解调电路，以及发射和接收电路等等。为了引起初学者的兴趣，本书以人们生活中经常遇到的典型电子产品为例，详解各种单元电路的基本结构，各元器件的功能和工作原理。特别是对各种电路中的元器件，从外形、特征、标记及性能等，通过图解方式形象直观、深入浅出、循序渐进地进行讲解。本书是学习电子技术的入门教材，具有中学文化程度就能读懂。本书既适合于家电维修人员和电子工厂的技工阅读，也适合于电子技术业余爱好者学习，还可用做各类专业院校的电子基础教材。

参加本书编写的还有韩雪涛、唐艳辉、闵杰、廖汇芳、李玲、韩雪冬、宋勇梁(第 5 章~第 8 章)、陶冬伟(第 9 章)、王士玺(第 10 章、第 11 章)和胡南平(第 12 章)等同志。

由于电子技术的发展十分迅速，新的电路及电子器件不断问世，因此编辑出版往往跟不上时代发展的需要。您对本书的内容有何意见和要求，请与作者直接联系(邮编：300191，地址：天津市南开区复康路 23 号 306 室，电话：022-23369060/022-23696251)，韩广兴教授将为您提供技术咨询。

由于作者水平有限，错误和不妥之处恳请读者和同行批评指正。

作者
2005 年 1 月

目 录

| | |
|-----------------------------|----|
| 第 1 章 常用电子元器件的基本功能和特点 | 1 |
| 1.1 电阻器 | 2 |
| 1.1.1 电阻器的功能 | 2 |
| 1.1.2 电阻的种类和特点 | 3 |
| 1.1.3 电阻的规格和参数 | 4 |
| 1.1.4 半可调电阻器 | 5 |
| 1.1.5 特殊电阻器 | 5 |
| 1.2 电位器 | 10 |
| 1.2.1 电位器的功能和特点 | 10 |
| 1.2.2 电位器的种类 | 10 |
| 1.3 电容器 | 12 |
| 1.3.1 电容器的功能 | 12 |
| 1.3.2 电容器的结构和特点 | 12 |
| 1.3.3 电容器的种类和特点 | 13 |
| 1.4 电感元件 | 16 |
| 1.4.1 电感元件的功能 | 16 |
| 1.4.2 电感量计量单位和特性 | 16 |
| 1.4.3 电感元件的种类 | 16 |
| 1.4.4 电感线圈的基本参数 | 18 |
| 1.5 变压器 | 20 |
| 1.5.1 变压器的种类 | 20 |
| 1.5.2 变压器的常用铁芯 | 22 |
| 1.5.3 变压器的特性 | 22 |
| 1.5.4 小功率电源变压器的设计和制作 | 23 |
| 1.6 电气元件的检测 | 27 |
| 1.6.1 电路板上元件的检测 | 27 |
| 1.6.2 测量导线(电源线等) | 27 |
| 1.6.3 电容的测量 | 28 |
| 1.6.4 放大电路中偏置电阻的测量 | 28 |
| 1.7 RLC 元件的组合电路 | 29 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| 第 2 章 直流电路 | 31 |
| 2.1 电子线路的基本概念 | 32 |
| 2.2 电路中的电流和电压 | 32 |
| 2.2.1 电流 | 32 |
| 2.2.2 电压与电动势 | 33 |
| 2.3 欧姆定律 | 34 |
| 2.4 电路的工作状态 | 36 |
| 2.4.1 有载工作状态 | 36 |
| 2.4.2 开路状态 | 37 |
| 2.4.3 短路状态 | 37 |
| 2.5 电功及电功率 | 38 |
| 2.5.1 电功 | 38 |
| 2.5.2 电功率 | 38 |
| 2.6 电阻的连接 | 38 |
| 2.6.1 电阻的串联 | 39 |
| 2.6.2 电阻的并联 | 39 |
| 2.6.3 电阻的混联 | 40 |
| 2.7 电容的连接和计算方法 | 41 |
| 2.7.1 电容的串联 | 41 |
| 2.7.2 电容的并联 | 42 |
| 2.8 电感的连接和计算方法 | 43 |
| 2.8.1 电感的串联 | 43 |
| 2.8.2 电感的并联 | 43 |
| 2.9 直流电路的分析与计算方法 | 44 |
| 2.9.1 电流定律(克希霍夫第一定律)..... | 44 |
| 2.9.2 电压定律(克希霍夫第二定律)..... | 45 |
| 2.9.3 叠加定理 | 45 |
| 2.9.4 戴维南定理 | 46 |
| 2.9.5 诺顿定理 | 47 |
| 第 3 章 正弦交流电路 | 49 |
| 3.1 交流信号的特点 | 50 |
| 3.2 正弦交流信号的特点 | 51 |
| 3.3 正弦交流电的主要物理量 | 52 |
| 3.3.1 周期、频率和角频率 | 52 |
| 3.3.2 初相位和相位差 | 52 |
| 3.4 正弦交流电的有效值 | 53 |
| 3.5 正弦交流电的向量表示法 | 54 |

| | | |
|------------|----------------------|-----------|
| 3.6 | 正弦交流电路 | 55 |
| 3.6.1 | 单一元件构成的交流电路 | 55 |
| 3.6.2 | 混合元件构成的交流电路 | 58 |
| 3.7 | 谐振电路 | 61 |
| 3.7.1 | 串联谐振电路 | 61 |
| 3.7.2 | 并联谐振电路 | 63 |
| 第4章 | 电机及驱动电路 | 67 |
| 4.1 | 电磁基本概念 | 68 |
| 4.1.1 | 磁场与磁力线 | 68 |
| 4.1.2 | 电动力的产生原理 | 72 |
| 4.2 | 直流电机 | 73 |
| 4.2.1 | 直流电动机的基本结构及分类 | 73 |
| 4.2.2 | 直流电动机的工作原理 | 74 |
| 4.2.3 | 直流电动机的功率和效率 | 77 |
| 4.2.4 | 直流电动机的电压平衡关系 | 78 |
| 4.2.5 | 直流电动机的启动、调速与反转 | 78 |
| 4.3 | 录音机电机及驱动电路 | 80 |
| 4.3.1 | 录音机电机的结构特点 | 80 |
| 4.3.2 | 录音机电机的稳速装置 | 82 |
| 4.4 | 录像机电机及驱动电路 | 86 |
| 4.4.1 | 鼓电机及其驱动电路 | 87 |
| 4.4.2 | 主导轴电机及其驱动电路 | 89 |
| 4.4.3 | 电机的转速和相位检测 | 91 |
| 4.5 | 实用电路 | 96 |
| 4.5.1 | 光控电机驱动电路 | 96 |
| 4.5.2 | 可双向旋转的光控电机驱动电路 | 96 |
| 第5章 | 半导体器件 | 99 |
| 5.1 | 半导体的基本特性 | 100 |
| 5.1.1 | 物质的导电特性 | 100 |
| 5.1.2 | 半导体的种类和特点 | 100 |
| 5.2 | 半导体二极管 | 103 |
| 5.2.1 | 载流子的漂移和扩散 | 103 |
| 5.2.2 | PN结及其单向导电性 | 104 |
| 5.3 | 半导体三极管 | 110 |
| 5.3.1 | 三极管的结构 | 110 |
| 5.3.2 | 三极管的电流放大作用 | 112 |
| 5.3.3 | 晶体管的特性曲线 | 116 |

| | | |
|------------|------------------------|------------|
| 5.2.4 | 晶体管的主要参数..... | 118 |
| 5.4 | 场效应管..... | 121 |
| 5.4.1 | 结型场效应管..... | 121 |
| 5.4.2 | 绝缘栅型场效应管(MOS FET)..... | 124 |
| 5.4.3 | 场效应管与普通三极管的比较..... | 125 |
| 5.5 | 晶闸管(可控硅)..... | 125 |
| 5.5.1 | 晶闸管的结构、特点及电路符号..... | 125 |
| 5.5.2 | 晶闸管的工作原理..... | 126 |
| 5.5.3 | 主要技术参数..... | 126 |
| 5.6 | 半导体器件型号命名方法..... | 127 |
| 5.7 | 集成电路..... | 128 |
| 5.8 | 万用表检测晶体管放大倍数的方法..... | 128 |
| 第6章 | 基本放大电路..... | 129 |
| 6.1 | 放大器的种类和特点..... | 130 |
| 6.1.1 | 放大器的基本功能..... | 130 |
| 6.1.2 | 放大器的种类..... | 131 |
| 6.1.3 | 电压放大和电流放大..... | 131 |
| 6.2 | 基本放大电路的构成..... | 133 |
| 6.2.1 | 基本放大电路的组成..... | 133 |
| 6.2.2 | 静态工作点的设置..... | 134 |
| 6.2.3 | 电流的放大作用..... | 135 |
| 6.2.4 | 信号中直流与交流的关系..... | 137 |
| 6.3 | 共射极放大电路的工作原理..... | 138 |
| 6.3.1 | 直流通路和交流通路..... | 138 |
| 6.3.2 | 静态工作点的计算..... | 139 |
| 6.3.3 | 交流参数的计算..... | 140 |
| 6.3.4 | 非线性失真..... | 146 |
| 6.3.5 | 放大电路的稳定性..... | 147 |
| 6.4 | 共集电极放大电路..... | 150 |
| 6.4.1 | 静态工作点的计算..... | 151 |
| 6.4.2 | 交流参数的计算..... | 152 |
| 6.5 | 共基极放大器..... | 153 |
| 6.5.1 | 共基极电路的静态工作点..... | 153 |
| 6.5.2 | 交流参数的计算..... | 154 |
| 6.6 | 放大电路的频率特性..... | 155 |
| 6.6.1 | 影响频率特性的主要元件..... | 155 |
| 6.6.2 | 放大器的频率特性..... | 156 |
| 6.6.3 | 影响频率特性的因素..... | 157 |

| | | |
|--------------|---------------------|------------|
| 6.6.4 | 展宽频带的方法..... | 158 |
| 6.7 | 场效应管放大电路..... | 160 |
| 6.7.1 | 自给偏压共源放大电路..... | 160 |
| 6.7.2 | 栅极接正电位的共源放大电路..... | 163 |
| 6.8 | 调谐放大电路..... | 164 |
| 6.8.1 | 调谐放大器的功能..... | 164 |
| 6.8.2 | 基本调谐放大电路的构成及特点..... | 165 |
| 6.8.3 | LC 并联谐振回路及频率特性..... | 166 |
| 6.8.4 | 调谐放大器性能分析..... | 168 |
| 6.8.5 | 实用调谐放大电路..... | 170 |
| 6.9 | 放大电路中的负反馈..... | 172 |
| 6.9.1 | 反馈的基本概念..... | 172 |
| 6.9.2 | 反馈类型的判别..... | 174 |
| 6.9.3 | 负反馈对放大电路性能的影响..... | 176 |
| 6.9.4 | 负反馈放大电路分析举例..... | 181 |
| 6.10 | 关于分贝的概念..... | 183 |
| 第 7 章 | 直流放大器..... | 185 |
| 7.1 | 直流放大器的功能特点..... | 186 |
| 7.2 | 直接耦合放大电路..... | 186 |
| 7.2.1 | 单管直接耦合放大电路..... | 186 |
| 7.2.2 | 两级直接耦合放大电路..... | 188 |
| 7.3 | 直接耦合放大电路的零点漂移..... | 188 |
| 7.3.1 | 零点漂移的概念及产生的原因..... | 189 |
| 7.3.2 | 抑制零点漂移的方法..... | 189 |
| 7.4 | 差动放大电路..... | 189 |
| 7.4.1 | 基本差动放大电路..... | 189 |
| 7.4.2 | 射极耦合差动放大电路..... | 191 |
| 7.4.3 | 差动放大电路的连接方式..... | 192 |
| 7.5 | 运算放大电路..... | 194 |
| 7.5.1 | 运算放大电路的基本接法..... | 194 |
| 7.5.2 | 运算放大电路的典型应用..... | 196 |
| 第 8 章 | 功率放大器..... | 199 |
| 8.1 | 功率放大器的特点..... | 200 |
| 8.1.1 | 功率放大器的基本特点..... | 200 |
| 8.1.2 | 功率放大器的种类..... | 200 |
| 8.1.3 | 甲类放大器的特性..... | 202 |
| 8.2 | 乙类推挽功率放大电路..... | 204 |

| | | |
|------------|-------------------------|------------|
| 8.2.1 | 乙类推挽放大的结构和工作原理 | 204 |
| 8.2.2 | 乙类放大器的计算 | 206 |
| 8.3 | 互补对称功率放大电路 | 208 |
| 8.3.1 | 甲乙类的互补对称电路 | 208 |
| 8.3.2 | 单电源互补对称电路 | 209 |
| 8.3.3 | 采用复合管的互补对称电路 | 211 |
| 8.4 | 集成功率放大电路 | 212 |
| 8.4.1 | 集成功率放大器的输出级电路 | 212 |
| 8.4.2 | 集成功率放大器的典型应用 | 214 |
| 8.5 | 音频功率放大器 | 216 |
| 8.5.1 | 音频功率放大器的种类 | 216 |
| 8.5.2 | 音频功率放大器的性能指标 | 217 |
| 8.5.3 | 音频功率放大器的电路结构和工作原理 | 223 |
| 8.6 | 实用电路 | 242 |
| 8.6.1 | 大功率双声道音频放大器 | 242 |
| 8.6.2 | 杜比环绕立体声音频信号处理电路 | 243 |
| 8.6.3 | 杜比环绕立体声解码集成电路 | 244 |
| 8.6.4 | 杜比逻辑定向环绕立体声解码处理电路 | 245 |
| 8.6.5 | 环绕声处理电路 | 246 |
| 8.6.6 | 多声道音频信号处理电路 | 246 |
| 第9章 | 振荡电路 | 247 |
| 9.1 | 振荡电路的基本原理 | 248 |
| 9.1.1 | 振荡现象 | 248 |
| 9.1.2 | 振荡电路工作原理 | 249 |
| 9.2 | 振荡器的组成及振荡条件 | 250 |
| 9.2.1 | 振荡器的组成 | 250 |
| 9.2.2 | 振荡条件 | 251 |
| 9.3 | LC 正弦振荡电路 | 251 |
| 9.3.1 | 互感耦合 LC 振荡电路 | 252 |
| 9.3.2 | 三点式振荡电路 | 253 |
| 9.4 | 石英晶体振荡电路 | 256 |
| 9.4.1 | 石英晶体谐振器的特性 | 256 |
| 9.4.2 | 石英晶体正弦波振荡电路 | 258 |
| 9.5 | RC 正弦波振荡电路 | 259 |
| 9.5.1 | 移相式振荡器电路 | 259 |
| 9.5.2 | 桥式振荡电路 | 260 |
| 9.6 | 实用电路 | 262 |
| 9.6.1 | “钟声”效果发生器的电路及制作 | 262 |

| | | |
|---------------|-----------------------|------------|
| 9.6.2 | 单声道变双声道立体声转换电路 | 265 |
| 第 10 章 | 脉冲和数字电路 | 267 |
| 10.1 | 脉冲信号和数字电路 | 268 |
| 10.2 | 脉冲信号的基本特点 | 268 |
| 10.3 | 脉冲信号的产生电路 | 271 |
| 10.3.1 | RC 电路 | 271 |
| 10.3.2 | RL 电路 | 273 |
| 10.3.3 | RC 电路和应用 | 274 |
| 10.4 | 多谐振荡器 | 277 |
| 10.4.1 | 非稳态多谐振荡器 | 278 |
| 10.4.2 | 双稳态电路 | 281 |
| 10.4.3 | 单稳态电路 | 288 |
| 10.4.4 | 间歇振荡器 | 295 |
| 10.4.5 | 锯齿波产生电路 | 297 |
| 第 11 章 | 电源电路 | 303 |
| 11.1 | 电源电路的功能和结构 | 304 |
| 11.2 | 变压和整流电路 | 305 |
| 11.2.1 | 变压器 | 305 |
| 11.2.2 | 整流电路 | 305 |
| 11.2.3 | 半波整流电路 | 306 |
| 11.2.4 | 全波整流电路 | 306 |
| 11.2.5 | 桥式整流电路 | 308 |
| 11.3 | 滤波电路 | 309 |
| 11.3.1 | 电容滤波电路 | 309 |
| 11.3.2 | 电感滤波电路与 LC 滤波电路 | 312 |
| 11.4 | 稳压电路 | 313 |
| 11.4.1 | 稳压管稳压电路 | 313 |
| 11.4.2 | 串联型稳压电路 | 313 |
| 11.5 | 稳压电路实例分析 | 315 |
| 11.5.1 | 低压小电流稳压电源 | 315 |
| 11.5.2 | 典型稳压电源电路 | 316 |
| 11.6 | 集成稳压电源 | 317 |
| 11.6.1 | 三端集成稳压器的基本应用电路 | 317 |
| 11.6.2 | 提高输出电压的应用电路 | 318 |
| 11.6.3 | 扩大输出电流的电路 | 318 |
| 11.7 | 开关电源 | 319 |
| 11.7.1 | 开关电源的基本特点 | 319 |

| | |
|-----------------------------|------------|
| 11.7.2 开关电源的基本构成 | 320 |
| 11.8 电路应用实例 | 322 |
| 第 12 章 调制与解调电路 | 325 |
| 12.1 电波与传输的基本知识 | 326 |
| 12.1.1 电波的基本特点 | 326 |
| 12.1.2 电波的发射和传播 | 329 |
| 12.2 调制与解调的基本方法 | 331 |
| 12.2.1 调制与解调的基本概念 | 331 |
| 12.2.2 声音信号的调制和发射 | 332 |
| 12.3 调制的种类 | 335 |
| 12.3.1 调制的种类及其信号波形 | 335 |
| 12.3.2 振幅调制 | 336 |
| 12.3.3 频率调制 | 340 |
| 12.4 无线电信号发射和接收的基本过程 | 343 |
| 12.4.1 发射的基本过程 | 343 |
| 12.4.2 接收的基本过程 | 344 |
| 12.5 调幅信号的检波电路 | 344 |
| 12.5.1 大信号包络检波 | 345 |
| 12.5.2 小信号平方律检波 | 346 |
| 12.5.3 线性检波 | 347 |
| 12.6 调频信号的解调电路——鉴频器 | 347 |
| 12.6.1 斜率鉴频器 | 348 |
| 12.6.2 相位鉴频器 | 349 |
| 12.7 变频电路 | 353 |
| 12.7.1 变频器的构成及变频原理 | 353 |
| 12.7.2 变频电路 | 355 |
| 12.8 实用电路与制作 | 356 |
| 12.8.1 再生式收音机电路 | 356 |
| 12.8.2 超再生式收音机电路 | 357 |
| 12.8.3 场效应管高放式收音机电路 | 358 |
| 12.8.4 场效应管电路及特性 | 359 |
| 12.8.5 直放式场效应管收音机电路 | 359 |
| 12.8.6 FM 收音机电路 | 361 |
| 12.8.7 IC 化低频放大器 | 363 |
| 12.8.8 IC 化微型收音机 | 363 |
| 12.8.9 AM 调制小功率发射机 | 365 |
| 12.8.10 FM 调制小功率发射机 | 366 |
| 12.8.11 双管袖珍收音机 | 367 |

第 1 章

常用电子元器件的 基本功能和特点

1.1 电阻器

1.1.1 电阻器的功能

物体对电流通过的阻碍作用称为“电阻”，利用这种阻碍作用做成的元件称为电阻器，简称“电阻”。

在电子设备中有多种电子元器件，其中电阻是使用最多的元件。它的功能是通过分压电路为其他电子元器件提供所需的电压，通过限流电路提供所需的电流。

不同材料的物体对电流的阻力是不同的，同时电阻(R)还与物体的长度(L)成正比，而与其横截面积(S)成反比，电阻的公式为：

$$R = \rho L / S$$

式中的比例系数 ρ 叫做物体的电阻系数或电阻率，它与物体材料的性质有关，在数值上等于单位长度、单位截面积的物体在 20°C 时所具有的电阻值。

表 1-1 列出了常用导体的电阻率。银、铜、铝等的电阻率比较小，因此，铜、铝被广泛地用来制作导线。银的电阻率虽小，但由于价格昂贵，常用做镀银线。而有些合金，如康铜、镍铬合金等的电阻率较大，常用来制造电热器及电阻器的电阻丝。

表 1-1 常用导体的电阻率

| 材料名称 | 20℃时的电阻率 ρ ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) |
|---------------------|---|
| 银 | 0.016 |
| 铜 | 0.0172 |
| 金 | 0.022 |
| 铝 | 0.029 |
| 钼 | 0.0477 |
| 钨 | 0.049 |
| 锌 | 0.059 |
| 镍 | 0.073 |
| 铁 | 0.0978 |
| 铂 | 0.105 |
| 锡 | 0.114 |
| 铅 | 0.206 |
| 汞 | 0.958 |
| 碳 | 25 |
| 康铜(54%铜, 46%镍) | 0.50 |
| 锰铜(86%铜, 12%锰, 2%镍) | 0.43 |

不同材料的电阻率是不同的。相同材料做成的导体，直径越大，电阻越小；反之则越大。长度越长，电阻越大；反之则越小。

此外，导体的电阻大小还与温度有关。对金属材料，其电阻随着温度的升高而增大；对石墨和炭，其电阻随温度的升高而减小。

为了便于安装在电路板上，电阻通常制成如图 1-1 所示的形状，两个脚是用来焊接的，

在高密度电路中也有微型无引线贴片电阻。

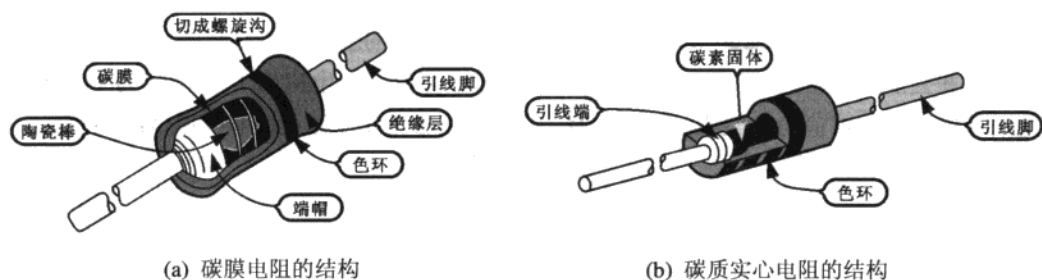


图 1-1 电阻器的结构

1.1.2 电阻的种类和特点

电阻按其结构可分为固定电阻和半可调电阻两大类。固定电阻的阻值是固定的，一经制成不再改变。半可调电阻的阻值可以在一定范围内调整。

固定电阻的种类很多，常用的有：线绕电阻、薄膜电阻、碳膜电阻、金属膜电阻和实芯电阻等几种，各类固定电阻的外形图如图 1-2 所示。

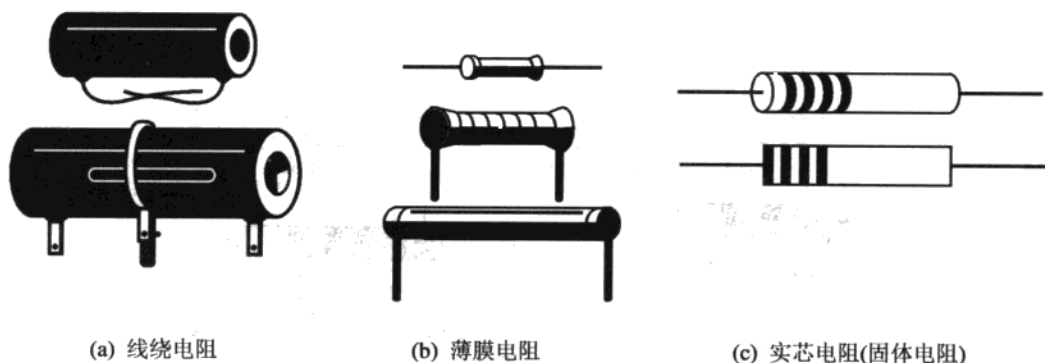


图 1-2 各类固定电阻的外形图

线绕电阻是用镍铬合金、锰铜合金等电阻丝绕在绝缘支架上制成的，其外面涂有耐热的釉绝缘层，外形如图 1-2(a)所示。线绕电阻一般可承受较大的电功率。

薄膜电阻是利用蒸镀的方法将具有一定电阻率的材料蒸镀在绝缘材料表面制成的，图 1-2(b)是薄膜电阻器的外形图。常用的蒸镀材料是碳或某些金属合金，因而薄膜电阻有碳膜电阻(用“RT”标识)和金属膜电阻(用“RJ”标识)之分。

碳膜电阻的电压稳定性好，造价低，家电产品中大多采用碳膜电阻。金属膜电阻具有较高的耐高温性能，温度系数小，热稳定性好，噪声小等优点，但造价高。

实芯电阻是由石墨和炭黑等导电材料及不良导电材料混合并加入黏结剂后压制而成的，其外形如图 1-2(c)所示。实芯电阻的成本低，但阻值误差大，稳定性差。