

适用于无线电装调工、维修电工 中 / 高级培训教材

电子电路

设计、安装与调试

完全指导

李 杰 杨宗强 主编

手把手教你
从新手到专家

DIANZI DIANLU
SHEJI ANZHUANG YU TIAOSHI
WANQUAN ZHIDAO



化学工业出版社

电子电路 设计、安装与调试 完全指导

李 杰 杨宗强 主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路设计、安装与调试完全指导/李杰, 杨宗强主编. —北京: 化学工业出版社, 2013.2
ISBN 978-7-122-16002-7

I. ①电… II. ①李… ②杨… III. ①电子电路-电路设计 ②电子电路-安装 ③电子电路-调试方法
IV. ①TN702②TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 295511 号

责任编辑: 宋 辉
责任校对: 王素芹

文字编辑: 孙 科
装帧设计: 关 飞

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: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 18 字数 457 千字 2013 年 6 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

前言

不论在工作生活中，还是在工业生产上，电子产品或电子线路的应用越来越广泛。为了帮助读者提高电子线路及产品设计、安装、调试及解决实际问题的能力，编者遵循从“生手”到“专家”的职业成长规律，按照职业技能由简单到复杂的养成过程，图文并茂、形象直观、简明扼要地描述了从业者所应具备的仪器仪表使用技能、手工焊接操作技能、电子线路设计知识、电子电路安装和调试技能。通过大量工程实例，循序渐进、通俗易懂地阐述了复杂电子线路和电子产品设计、安装及调试的过程，使读者由浅入深，逐步掌握电子线路和电子产品设计、装配及调试的基本知识、基本工艺、基本技能和基本方法。

本书包括三部分共十章。书中第一部分主要介绍了应该掌握的基本技能，如手工焊接技能、使用万用表测量和检测技能、常用仪器使用技能、简单电子线路设计与调试技能和基本方法。第二部分从实际工作和工程设计角度介绍了电子产品设计、安装、调试与检修的全过程。第三部分通过大量应用实例介绍了设计过程中的实用方法和技巧。

如果你是一名刚入行的“生手”，那么，通过第一部分内容的学习，会帮助你很快掌握从业所需要的基本技能和方法，为你从“生手”到“熟手”打下坚实的基础。如果你是一名有过从业经历的“熟手”，那么，通过第二部分和第三部分内容的学习，会帮助你找到一条成为“专家”的捷径。总之，通过学习本书的内容，会帮助你开阔思路、提高技能和增强综合能力。

本书第1章第1、2、5节和第7章由杨宗强编写；第1章第3节和第3章由刘春英编写；第1章第4节和第2章由李广辉编写；第4章由张秀丽编写；第5章、第6章由李杰编写；第8章由杨振雷编写；第9章、第10章由郭晓河编写。全书由杨宗强统稿。本书编者李杰、杨宗强是“天津市普通高等学校人文社会科学重点研究基地；师范能力与职业能力研究中心”的研究人员。书中相关图的获取得了侯丽娟老师的大力支持；文字校对得到了郑珺老师和刁雅芸老师的帮助；赵振海老师、胡建明老师提供了部分实例，同时霍春云工程师和李庆生工程师提供了许多参考资料，编者在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，在编写中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一部分 基·础·篇

◆第1章 元器件识别与仪器仪表使用	2
1.1 万用表	3
1.1.1 指针式万用表	3
1.1.2 数字万用表	5
1.2 元件识别与检测	7
1.2.1 电阻器	7
1.2.2 电位器	10
1.2.3 电容器	11
1.2.4 电感	14
1.2.5 变压器	15
1.2.6 半导体器件	16
1.2.7 稳压管识别与检测	19
1.2.8 发光二极管识别与检测	19
1.2.9 三极管识别与检测	20
1.2.10 使用万用表判断晶闸管	22
1.2.11 场效应管识别与检测	23
1.2.12 常用集成电路	24
1.2.13 显示器件	27
1.2.14 LCD	27
1.3 常用仪器的使用	28
1.3.1 直流稳压电源	28
1.3.2 信号发生器	31
1.3.3 示波器	36
1.4 手工焊接	45
1.4.1 手工焊接工具	45
1.4.2 手工焊接工艺	48
1.4.3 焊接验收	50
1.4.4 手工拆焊	50
1.5 元件的安装	51

1.5.1	元件成型工艺	52
1.5.2	元件安装工艺	52
◆第2章	电子电路仿真	54
2.1	仿真软件	54
2.2	Multisim10 基本操作	55
2.2.1	Multisim 10 菜单栏	55
2.2.2	Multisim 10 元件库	55
2.2.3	Multisim 10 仪器仪表	56
2.3	Multisim10 基本分析方法	64
2.3.1	Multisim10 分析菜单	64
2.3.2	直流工作点分析	65
2.3.3	交流分析	67
2.4	Multisim 10 在电路中的应用	68
2.4.1	Multisim 10 在电路分析中的应用	68
2.4.2	Multisim 10 在模拟电路中的应用	69
2.4.3	Multisim 10 在数字电路中的应用	73
◆第3章	简单电子电路安装调试	76
3.1	简单电子电路安装调试	76
3.1.1	简单电子电路识图与安装	76
3.1.2	简单电子电路调试	77
3.2	收音机的安装、调试与维修	82
3.2.1	收音机典型电路	82
3.2.2	收音机安装	85
3.2.3	收音机故障检修	86
3.3	收音机调试	90
◆第4章	CAD 电子电路设计基础	92
4.1	电子电路 CAD	92
4.2	自动化制板步骤	97
4.3	电子线路 CAD 软件 Protel DXP	98
4.4	电子电路 CAD 软件概念	99
4.4.1	零件封装与零件的区别	99
4.4.2	THT 技术与 SMT 技术	101
4.5	电子线路 CAD 的应用	104
4.5.1	打开 Protel DXP 软件	104
4.5.2	创建一个新项目	105
4.5.3	创建一个新的原理图图纸	106
4.5.4	将原理图图纸添加到项目中	107
4.5.5	设置原理图选项	107

4.5.6	绘制原理图	107
4.5.7	定位元件和加载元件库	107
4.5.8	在原理图中放置元件	107
4.5.9	连接电路	109
4.5.10	项目编译	110
4.5.11	创建一个新的 PCB 文件	110
4.5.12	转换设计	111
4.5.13	更新 PCB	111
4.5.14	设置 PCB 工作区	112
4.5.15	在 PCB 中放置元件	116
4.5.16	自动布线	117
4.5.17	验证板设计	118

第二部分 提·高·篇

◆第 5 章	电子系统设计方法	120
5.1	典型电子系统分析	120
5.1.1	开环电子控制系统	120
5.1.2	闭环电子控制系统	121
5.2	电子系统的设计方法	122
5.2.1	系统设计任务要求	122
5.2.2	资料收集	122
5.2.3	方案选择	123
5.2.4	电路设计方法	124
5.2.5	单元电路设计	126
5.2.6	电路图的绘制	126
5.3	电子系统安装与防干扰技术	127
5.3.1	电磁干扰源	128
5.3.2	电磁干扰的传输	128
5.3.3	提高电磁兼容性的措施	128
5.4	电子系统调试	133
5.5	电子电路 CAD 在电子系统设计中的应用	133
◆第 6 章	电子系统设计实例	142
6.1	无线语音及数据传输系统的设计	142
6.1.1	系统技术要求	142
6.1.2	系统设计	142
6.1.3	音频无线发射电路设计方案论证与选择	142
6.1.4	音频无线接收电路设计方案论证与比较	143
6.1.5	拨号及英文短信电路设计方案论证与比较	144

6.1.6 系统组成	145
6.2 单元电路设计	146
6.2.1 音频无线发射电路的设计	146
6.2.2 数据发送电路设计	147
6.2.3 音频无线接收电路的设计	147
6.2.4 数据接收电路设计	150
6.2.5 切换电路设计	151
6.2.6 发射机单元电源电路设计	151
6.2.7 接收机单元电源电路设计	151
6.3 软件设计	153
6.3.1 发送端软件设计	153
6.3.2 发送、接收端显示与存储软、硬件设计	154
6.3.3 接收端软件设计	156
6.3.4 CRC 算法的软件设计	157
6.4 系统测试	157
6.4.1 测试使用的仪器	157
6.4.2 调试方法	157
◆第7章 电子产品整机设计与调试	161
7.1 电子产品设计步骤	161
7.2 电子产品电路结构设计	163
7.3 电子产品结构设计	169
7.3.1 面板设计	169
7.3.2 结构设计	171
7.3.3 环境保护设计	172
7.4 电子产品调试	174
7.4.1 电子产品调试原则	174
7.4.2 电子产品调试的一般步骤	175
7.5 电子产品技术文件编制	177
7.6 电子产品整机设计与调试实例	179

第三部分 应·用·篇

◆第8章 复杂电子电路设计、安装与调试	190
8.1 复杂电路安装调试一般原则	190
8.1.1 模块电路调试	191
8.1.2 整机电路调试	191
8.2 通信电路设计、安装与调试	192
8.2.1 点频调幅发射机	192
8.2.2 点频调幅发射机的主要技术指标	193

8.2.3	点频调幅发射机设计电路分析·····	197
8.2.4	点频调幅发射机的安装·····	199
8.2.5	整机调试·····	204
8.3	几种典型电路设计、安装与调试·····	206
8.3.1	数字钟电路设计、安装与调试·····	206
8.3.2	超声波测距电路设计、安装与调试·····	211
8.3.3	温度控制电路设计、安装与调试·····	220
8.3.4	黑白电视机电路设计、安装与调试·····	225
◆第9章	单片机·····	239
9.1	单片机基础·····	239
9.1.1	单片机组成·····	239
9.1.2	MCS-51 单片机的存储器·····	239
9.2	51 单片机开发工具·····	242
9.2.1	Keil 软件使用·····	242
9.2.2	Proteus 软件使用·····	247
9.2.3	自制下载线·····	250
9.3	单片机最小系统·····	252
9.4	51 单片机 C 语言编程·····	253
9.4.1	单片机 C 函数模块常用结构·····	253
9.4.2	单片机编程实例·····	255
◆第10章	CPLD/FPGA·····	262
10.1	CPLD/FPGA 基础知识·····	262
10.1.1	CPLD/FPGA 基本知识·····	262
10.1.2	CPLD/FPGA 设计开发工具·····	263
10.1.3	CPLD/FPGA 最小系统·····	267
10.2	CPLD/FPGA 应用·····	271
10.2.1	CPLD/FPGA 应用实例·····	272
10.2.2	CPLD/FPGA 应用设计·····	277
◆	参考文献·····	280

第一部分

基 · 础 · 篇

第1章

元器件识别与仪器仪表使用

学习目标

1. 了解万用表的结构、性能及用途;
2. 掌握使用万用表的注意事项;
3. 了解常用电子元器件的性能、结构和用途;
4. 了解直流稳压电源的结构、性能及用途;
5. 了解信号发生器、示波器的功能及用途;
6. 掌握信号发生器、示波器的使用方法;
7. 掌握示波器测量电压、周期的方法及其他用途;
8. 掌握焊接工具结构及其选用;
9. 掌握焊接工具的正确使用方法;
10. 了解焊料和焊剂的性能;
11. 掌握手工焊接的要求;
12. 掌握元件的安装方式。

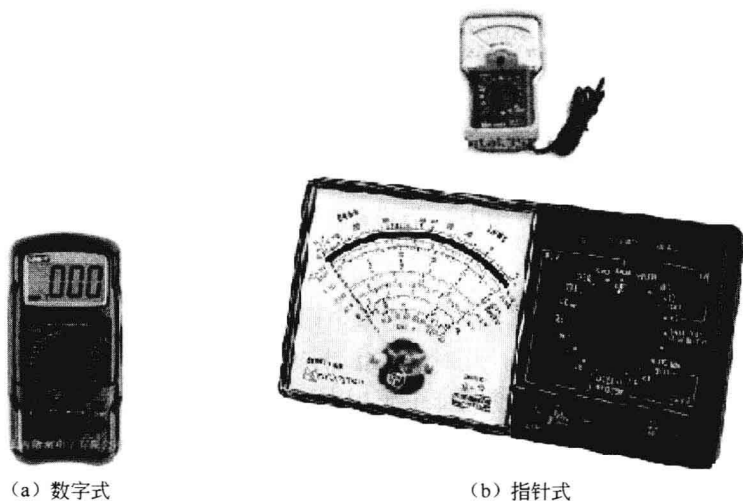
技能目标

1. 掌握使用万用表测量各种电量的技能;
2. 掌握使用万用表测量各种非电量的技能;
3. 掌握使用万用表检测、判别各种电阻、电容、电感等类型元件的技能;
4. 掌握使用万用表检测、判别半导体器件的技能;
5. 掌握使用万用表检测、判别常用集成电路的技能;
6. 根据需要,正确选择直流稳压电源的型号,学会使用方法及了解注意事项;
7. 能借助相关资料正确、熟练操作信号发生器;
8. 能借助相关资料正确、熟练使用示波器测量各种被测量;
9. 掌握电烙铁的拆装、维修技能;
10. 掌握手工焊接、拆焊技能;
11. 具有鉴别焊点质量能力;
12. 能够焊接较复杂的电路板。

1.1 万用表

1.1.1 指针式万用表

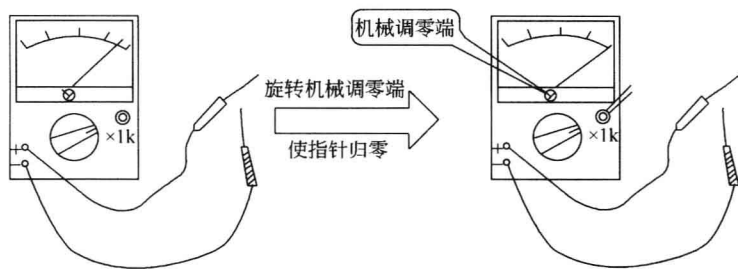
万用表又称为多用表,是用测量机构配合测量电路来实现对各种电量测量的仪表。万用表是从事电类工作岗位人员常用的一种仪表。目前一般的万用表都可以用来测量直流电流、直流电压、交流电压、音频电平、电阻及晶体管的放大倍数等电量。有的万用表还可以用来测量电容量和电感量等。图 1-1 是数字式和指针式万用表的外形。



◆ 图 1-1 万用表的外形

(1) 指针式万用表的使用方法

① 测量前的准备 使用万用表测量时,要将其水平放置,指针调零位,如不在零位,应使用一字旋具调整表头下方“机械零位”调整处,将指针调到零位,如图 1-2 所示。

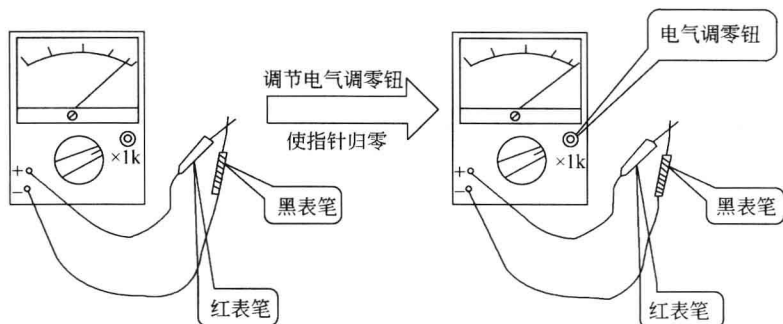


◆ 图 1-2 万用表机械零位调整

② 正确选择万用表上的测量项目及量程,进行电气调零,如图 1-3 所示。

③ 选择与被测量数值相当的数量级量程 如果不知道被测量数量级,应选择最大量程开始测量。如指针偏转太小,再把量程调小,一般以指针偏转角不小于最大刻度的 30% 为合理量程。如测量 220V 交流电时,转换开关应置于交流电压挡,并选择量程 250V 或 500V。在读数时,眼睛应位于指针的正上方。对于有反射镜的万用表,应使指针和镜像中的指针相

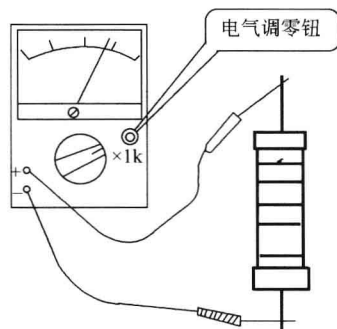
重合,这样可以减小读数误差,提高读数准确性。一般在万用表盘上有多条标度尺,它们分别在测量不同电量时使用。在选好被测电量种类和量程后,还要在相应的标度尺上去读数。如标有“DC”或“-”的标度尺可用来读取直流量;标有“AC”或“~”的标度尺可以用来读取交流量等。在测量电流和电压时,还要根据所选择的量程,来确定刻度线上每一个小格所代表的值,从而确定最终的读数。



◆ 图 1-3 万用表电气零位调整

(2) 测量实例

① 使用指针式万用表测量电阻阻值 测量电阻的一般方法,测量时首先调零。选择合适的电阻测量挡位,把两表笔相碰,此时表的指针应在零位。若不在零位,则调整操作面板右侧的“电阻测量调零端”旋钮,使指针正确指在零位,如图 1-4 所示。



◆ 图 1-4 万用表测量电阻示意

小提示

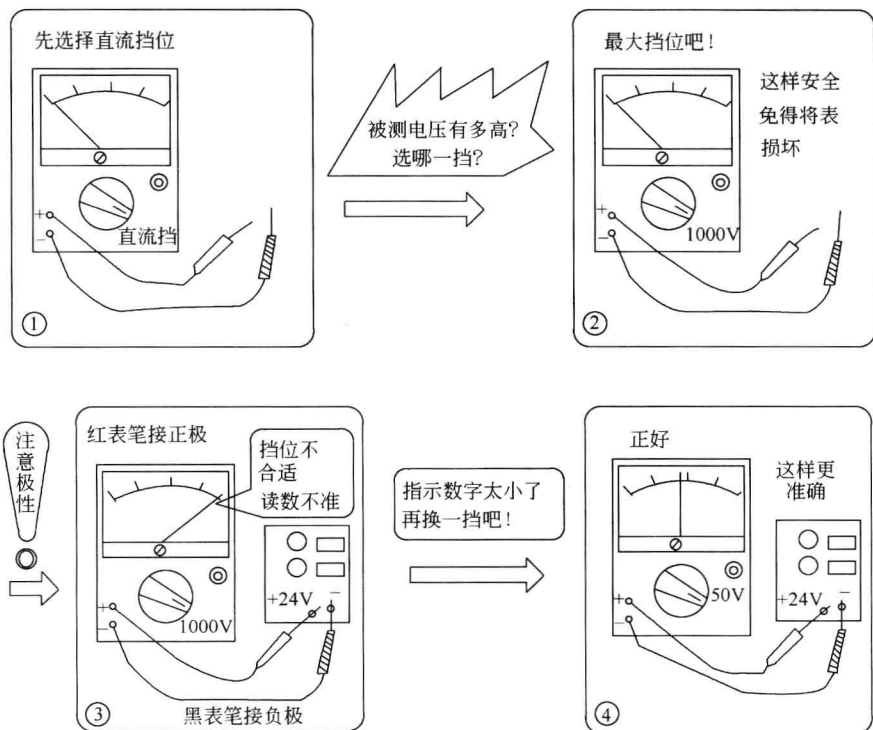
为提高测试精度和保证被测对象的安全,必须正确选择合适的量程。一般测电阻时,指针应指示在面板刻度的 20%~80% 的范围内,这样测量精度才能满足要求。

测量电阻时,手不要同时接触被测电阻两端,否则,人体电阻就会与被测电阻并联,测试值会大大减小,使测量结果不正确。

在测电路上的电阻时,要将电路电源切断,否则不但测量结果不正确,还会使大电流通过微安表头,烧坏万用表。同时还应把被测电阻的一端从电路上焊开,再进行测量,否则测得的是电路在该两点的总电阻。

测量完成后,应注意把量程开关拨在交流电压的最大量程位置,千万不要放在电阻挡上,以防两支表笔万一短路时将内部电池全部耗尽。

② 使用指针式万用表测量直流电压 把万用表并接在被测电路中。在测量直流电压时，应注意被测电压的极性，把红表笔接电压高的一端，黑表笔接电压低的一端。如果不知被测电压极性，则可在电路一端先接好一支表笔，另一支表笔在电路的另一端轻轻碰一下，如果指针向右摆动，说明接线正确；如果指针向左摆动，说明接线不正确，应将万用表两支表笔位置调换。使用万用表测量直流电压步骤如图 1-5 所示。



◆ 图 1-5 用万用表测量直流电压

小提示

为减小电压表内阻引入的误差，在满足指针偏转角大于或等于最大刻度的 30% 的前提下，应尽量选择大量程挡。因为量程越大，分压电阻越大，表内等效内阻越大，则被测电路引入的误差越小。

在测电压时不要拨动量程开关，以免产生电弧，烧坏转换开关的触点。测量大于或等于 100V 的高电压时，必须注意安全，最好先把一支表笔固定在被测电路的公共端，然后用另一支表笔去碰触另一端。

1.1.2 数字万用表

数字万用表与一般指针式万用表相比具有体积小、功能全、显示直观、测量准确度高、灵敏度高、可靠性好及过载能力强等优点。图 1-6 是一种数字万用表的外形。

(1) 数字式万用表的使用方法

使用数字式万用表时应注意以下事项。

① 检查 使用前检查项目如图 1-7 所示。



◆ 图 1-6 数字万用表的外形

◆ 图 1-7 使用前检查项目

② 注意安全性 安全性检查项目如图 1-8 所示。



◆ 图 1-8 安全性检查项目

③ 有故障及时修理 注意事项如图 1-9 所示。

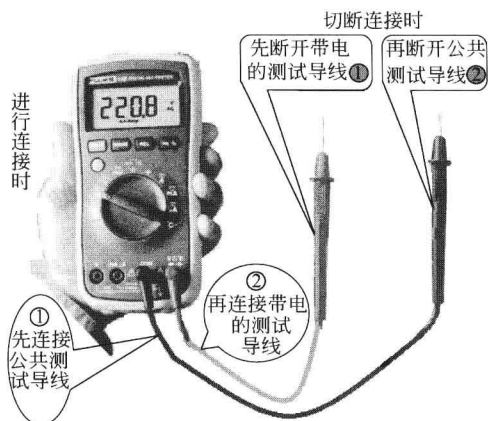
用表测量已知电压，先确定表是否正常



◆ 图 1-9 注意事项

④ 连接时的顺序 具体连接顺序如图 1-10 所示。

⑤ 使用时不要超出极限值 如图 1-11 所示。



◆ 图 1-10 具体连接顺序

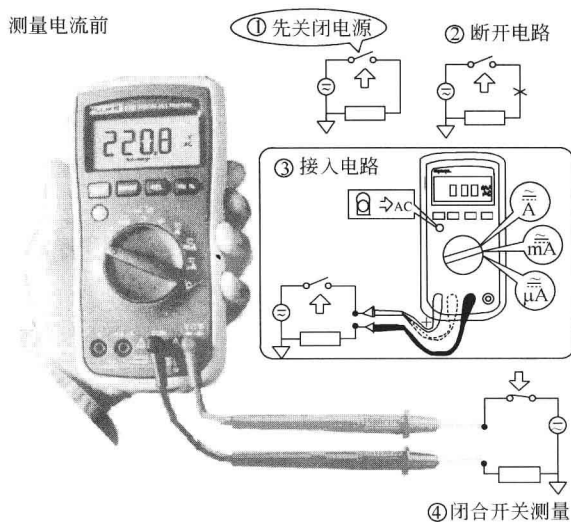


◆ 图 1-11 使用时不要超出极限值

小提示

在超出 30V 交流电均值、42V 交流电峰值或 60V 直流电时使用数字万用表应特别留意，该类电压会有电击的危险。测量时，必须用正确的端子、功能和量程。

⑥ 测量电流前应先检查万用表的保险丝，并关闭电源，才将万用表与电路连接。具体方法如图 1-12 所示。



◆ 图 1-12 测量电流前应先检查项目

1.2 元件识别与检测

1.2.1 电阻器

(1) 几种电位器的特点及应用

电子电路中常用金属膜电阻、碳膜电阻、金属氧化膜电阻等。

① 金属膜电阻器除具有碳膜电阻器的特点外，还具有比较好的耐高温特性以及精度高的特点。外表常涂成红色、棕色、绿色或天蓝色。

② 线绕电阻器精度高、稳定性好能承受较高的温度和较大的功率。在万用表、电阻箱中作为分压器和限流器，在电源电路中作限流电阻。

③ 金属氧化膜电阻器与金属膜电阻器的性能和形状基本相同。它的不足之处是长期工作的稳定性稍差。

④ 碳膜电阻器具有稳定性好、高频特性好，用在收录机、电视机以及其他一些电子产品中。

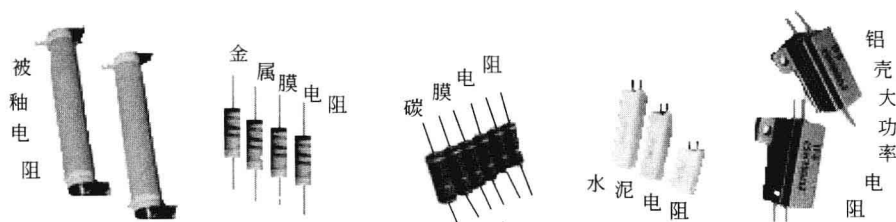
⑤ 熔断电阻器正常情况下使用时，具有普通电阻器的电气特性，当电路发生故障时，熔断电阻器就会超过负荷，且在规定的时间内熔断开路。

⑥ 热敏电阻器电阻值随温度的变化而发生明显的变化。分为负温度系数的热敏电阻器和正温度系数的热敏电阻器。

⑦ 贴片电阻元件体积小，安装密度高，常用于计算机设备和仪器仪表中。

(2) 电阻器的作用

电阻器在电子产品中是一种必不可少的、用得最多的元件。它的种类繁多，形状各异，功率也各有不同。在电路中电阻用来控制电流、分配电压。几种常用电阻器的外形及电阻器的图形符号、文字代号如图 1-13 所示。固定电阻器的文字符号常用字母“R”表示。



(a) 几种电阻器外形



(b) 电阻器图形符号文字代号

◆ 图 1-13 几种常用电阻器的外形及图形符号、文字代号

(3) 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数如图 1-14 所示。

① 标称阻值 就是直接印制在电阻器表面，或用色环表示电阻器的理论电阻值。

② 误差 误差=[(电阻器的标称值-实测值)/标称值]×100%。

(4) 电阻器的阻值表示法

电阻值的单位为欧姆(Ω)，标称阻值的表示方法有直标法、文字符号法、色标法。电阻器阻值表示法示意如图 1-15 直标法、图 1-16 文字符号法和图 1-17 色环标法。

① 直标法 如图 1-15 所示。