

图解

电子元器件

检测

快速入门

- 天津市数码维修工程师培训及考核认证中心 组编
- 韩雪涛 主编

以图解文

图解式表现手法展现真实场景

轻松上手

面授培训式架构引导轻松入门

注重实践

过程式操作演练消除实践空白

快速提高

针对性模拟训练提升专业技能

家电维修行业专家亲自指导
专业维修培训机构合力打造

图解维修技术快速入门丛书

图解电子元器件检测快速入门

天津市数码维修工程师培训及考核认证中心 组编

韩雪涛 主编

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

图解电子元器件检测快速入门 / 天津市数码维修工程师培训及考核认证中心组编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.2 (2009.4重印)

(图解维修技术快速入门丛书 / 韩雪涛主编)
ISBN 978-7-115-18718-5

I. 图… II. 天… III. ①电子元件—检测—图解②电子器件—检测—图解 IV. TN60-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第133354号

内 容 提 要

本书以图解形式系统地介绍了电阻器、电容器、电感元件、变压器、二极管、三极管、场效应管、晶闸管和集成电路等的种类、功能特点和检测方法,同时还介绍了常用检测仪表的使用、常用信号的测量以及电子设备中常用电气装置的检测方法。

本书适合电子技术初学者阅读,也适合从事电子产品维修和调试的技术人员参考,还可作为电子技术和电子产品维修培训教材使用。

图解维修技术快速入门丛书

图解电子元器件检测快速入门

-
- ◆ 组 编 天津市数码维修工程师培训及考核认证中心
主 编 韩雪涛
责任编辑 刘 朋
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.5
字数: 374千字 2009年2月第1版
印数: 4 001—6 000册 2009年4月北京第2次印刷

ISBN 978-7-115-18718-5/TN

定价: 28.00元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

丛书编委会名单

主 编 韩雪涛

副主编 韩广兴 吴 瑛

编 委	周 明	郭爱武	张丽梅	孟雪梅
	高瑞征	李 深	高 岩	吴惠英
	郭海滨	胡丽丽	张明杰	刘秀东
	贾立辉	路建歆	孙承满	吴 玮
	张建平	韩 东	周 洋	李玉全
	崔文林	陈 捷	任立民	

前言

数字化、网络化和信息化的发展以及我国电子产业基础的增强,给电子产品的升级换代增添了新的活力,笔记本电脑、打印机、MP3/MP4 播放器以及其他新型数码产品得到了迅速普及,彩色电视机、空调器、电磁炉等传统家用电器产品的社会拥有量始终保持增长的势头。大量新技术、新器件和新工艺的应用使电子产品的性能进一步提高,功能日趋完善,同时也使电子产品的故障机理更加复杂,维修人员在检测和排除电子产品的故障时所需考虑的因素也更多,所需采用的技术手段也更加复杂,这给电子产品的维修、调试工作带来了新的挑战。

为了帮助广大电子产品维修人员,尤其是初学维修技术的人员了解电子产品的结构组成和工作原理,快速掌握和提高故障检修技能,我们组织有关专家和技术人员编写了这套“图解维修技术快速入门丛书”。这套丛书包括《图解电子元器件检测快速入门》、《电子电路识图快速入门》、《图解电磁炉维修快速入门》、《图解 MP3/MP4 播放器维修快速入门》、《图解机顶盒维修快速入门》、《图解计算机主板维修快速入门》、《图解打印机维修快速入门》、《图解笔记本电脑维修快速入门》、《图解空调器维修快速入门》、《图解彩色电视机维修快速入门》、《图解万用电表检修与调试快速入门》、《图解电动自行车维修快速入门》。

这套丛书以目前流行的和拥有量较大的电子产品为主线进行介绍,主要内容包括电子产品的检修思路、结构组成、工作原理、故障检修方法以及典型故障排除实例等。另外,还介绍了电子元器件检测技术和电子电路识图两大基础内容。这套丛书不仅仅将读者了解和掌握电子产品的结构原理和维修方法作为重点,而且更加注重如何使读者能够更快更好地理解书中所介绍的内容,即更加注重图书的可读性和易读性。因此,在图书的编写过程中力求突出“图解”和“快速入门”两大特色,将学习实用技能和提高自主学习效率放在主要位置。这套图书的具体特点如下。

1. 在内容把握上,由专业维修技师与一线教师根据行业特点和初学者的学习习惯,结合专业维修机构的培训经验,确定图书的知识构架,实现由知识向技能转化的平滑过渡,注重理论联系实际,符合初学者的知识水平和阅读能力。同时,充分考虑社会就业需要,确保图书内容符合职业技能鉴定标准,达到规范性就业的目的。

2. 在表现形式上,通过计算机仿真图、数码照片、示意图和电路图等,将维修过程中难以用文字表述的知识内容、设备的结构特点以及实际操作方法生动地展现出来,真正达到“以图代解”和“以解说图”的目的。

3. 在体例结构上,充分考虑初学者的学习习惯,根据不同内容的特点,通过“能力目标”、“要点提示”、“信息扩展”、“模拟训练”和“总结提高”等几个模块,将技能学习过程中的注意事项和操作时的关键点以及扩展性知识有效地传递给读者,使读者有一种全新的学习体验。

【能力目标】在每个章节之初将该部分将要学习的内容和所要达到的技能要求明确地告

诉读者，使读者了解学习这部分内容所要达到的目的以及自身需要做哪些准备工作，做到有的放矢。

【要点提示】对知识环节中需要注意的关键点进行强调。

【思路点拨】对电路分析和检修过程中难以理解的内容进行有意识的引导，调动读者的主观能动性，进行思维意识的锻炼。

【信息扩展】将一些扩展性的知识内容介绍给读者，帮助读者进一步拓展思路。

【操作演示】将维修过程中的操作步骤和具体检修方法以图解形式一步一步地“演示”给读者，使读者在最短的时间内直观地了解具体检修过程。

【模拟训练】将维修过程中所要掌握的知识点和技能要求以实际训练项目的形式提供给读者进行练习，创造一个良好的“实习环境”。

【总结提高】放置于每章的最后，主要是对每章的内容进行归纳和总结，从而为学习和掌握技能理清思路。

4. 在技术服务上，为了帮助读者解决在学习过程中遇到的问题，依托天津市涛涛多媒体公司开通了专门的技术咨询服务网站（www.taoo.cn）。读者如果在学习过程中和职业资格认证考试方面有什么问题，也可以通过电话（022-83718162 / 83715667 / 83713312）和信件的方式（天津市南开区华苑产业园天发科技园 8-1-401，邮编 300384）与我们进行联系和交流。

电子元器件是组成电子产品的最小单元，它的性能往往决定着整个电子产品的质量。如果元器件损坏或变质，则会使电子产品失去正常功能而处于故障状态。在电子产品的生产环节需要对元器件进行检测，淘汰性能不良者；而在电子产品的维修工作中，往往需要找出变质或损坏的元器件。这些都需要技术人员熟练掌握电子元器件的性能特点和检测方法。此外，常用仪表的使用方法和典型信号的测量方法也是技术人员检测产品性能、判别元器件故障不可缺少的基本技能。《图解电子元器件检测快速入门》一书以实际电子产品中常用的电子元器件为例，系统地介绍了电阻器、电容器、电感元件、变压器、二极管、三极管、场效应管、晶闸管、集成电路等的检测方法。书中采用了大量的数码照片进行描述，形象直观，便于读者理解和掌握。

希望本套图书的出版对读者快速掌握电子产品的维修技术能有一定的帮助，也欢迎广大读者向我们提出意见和建议。

目 录

第1章 常用电子元件的种类、功能特点和参数	1
1.1 电阻器的种类、功能特点和参数	1
1.1.1 电阻器的功能特点	1
1.1.2 电阻器的种类	5
1.1.3 电阻器的属性和参数	10
1.1.4 电阻器的型号命名和标注方法	12
1.2 电容器的种类、功能特点和参数	16
1.2.1 电容器的功能特点	17
1.2.2 电容器的种类	19
1.2.3 电容器的主要参数和标注方法	25
1.3 电感元件的种类、功能特点和参数	30
1.3.1 电感元件的功能特点	30
1.3.2 电感元件的种类	33
1.3.3 电感元件的主要参数和标注方法	37
1.4 变压器的种类、功能特点和参数	42
1.4.1 变压器的功能特点	42
1.4.2 变压器的种类	43
1.4.3 变压器的主要参数和标注方法	47
第2章 常用半导体器件的种类、功能特点和参数	54
2.1 半导体二极管的种类、功能特点和参数	54
2.1.1 半导体二极管的功能特点	54
2.1.2 半导体二极管的种类	57
2.1.3 半导体二极管的主要参数和标注识别	62
2.2 半导体三极管的种类、功能特点和参数	69
2.2.1 半导体三极管的功能特点	69
2.2.2 半导体三极管的种类	73
2.2.3 半导体三极管的特性曲线和主要参数	77
2.2.4 半导体三极管的型号命名及标注方法	82
2.3 场效应管的种类、功能特点和参数	85
2.3.1 场效应管的功能特点	85

2.3.2	场效应管的种类	87
2.3.3	场效应管的主要参数和标注识别	88
2.4	晶闸管的种类、功能特点和参数	91
2.4.1	晶闸管的功能特点	91
2.4.2	晶闸管的种类	93
2.4.3	晶闸管的主要参数和标注方法	95
2.5	集成电路的种类、功能特点和参数	98
2.5.1	集成电路的功能特点	98
2.5.2	集成电路的种类	101
2.5.3	集成电路的主要参数、型号命名及识读方法	103
第3章 常用检测仪表的功能和使用方法		111
3.1	万用表的功能和使用方法	111
3.1.1	万用表的种类和功能特点	111
3.1.2	指针式万用表的使用和读数方法	113
3.1.3	数字式万用表的使用和读数方法	117
3.2	示波器的功能和使用方法	121
3.2.1	示波器的种类和功能特点	122
3.2.2	模拟示波器的使用方法	130
3.2.3	数字示波器的使用方法	134
3.3	兆欧表的功能和使用方法	137
3.3.1	兆欧表的种类和功能特点	137
3.3.2	兆欧表的使用方法	137
第4章 常用电子元器件的检测方法		141
4.1	电阻器的检测方法	141
4.1.1	普通电阻器的检测方法	141
4.1.2	热敏电阻器的检测方法	143
4.1.3	压敏电阻器的检测方法	144
4.1.4	光敏电阻器的检测方法	146
4.1.5	湿敏电阻器的检测方法	148
4.1.6	熔断电阻器的检测方法	149
4.1.7	排电阻器的检测方法	150
4.2	电容器的检测方法	152
4.2.1	普通固定电容器的检测方法	152
4.2.2	电解电容器的检测方法	154
4.2.3	可变电容器的检测方法	157
4.3	电感器的检测方法	159
4.3.1	固定电感器的检测方法	159

4.3.2	微调电感器的检测方法	160
4.3.3	色码电感器的检测方法	161
4.4	变压器的检测方法	163
4.5	二极管的检测方法	165
4.5.1	二极管极性和类型的判别方法	165
4.5.2	二极管性能的检测方法	168
4.6	三极管的检测方法	172
4.6.1	三极管类型和引脚的判别方法	172
4.6.2	三极管性能的检测方法	175
4.7	场效应管的检测方法	177
4.7.1	场效应管类型的判别方法	177
4.7.2	场效应管性能的检测方法	178
4.8	晶闸管的检测方法	180
4.9	集成电路的检测方法	182
4.9.1	三端稳压器的检测方法	182
4.9.2	运算放大器的检测方法	185
4.9.3	交流放大器的检测方法	186
4.9.4	开关稳压集成电路的检测方法	188
4.9.5	微处理器的检测方法	190
第5章	常用信号的基本测量方法	194
5.1	信号频率的测量	194
5.1.1	信号波形的观测	194
5.1.2	频率特性的测量	196
5.2	信号幅度和周期的测量	199
5.2.1	直流电压(包含交流成分)的测量	199
5.2.2	交流电压的测量	201
5.2.3	测量误差	203
5.2.4	信号周期或时间的测量	204
5.3	脉冲信号的测量	205
5.3.1	概述	205
5.3.2	脉冲宽度的测量	207
5.3.3	脉冲上升时间和下降时间的测量	208
5.3.4	两个信号时间差的测量	209
5.3.5	延迟特性对测量结果的影响	210
第6章	电子产品中常用电气装置的检测方法	213
6.1	保险元件的检测方法	213
6.2	电位器的检测方法	215

6.3	开关的检测方法	217
6.4	接插件的检测方法	219
6.5	继电器的检测方法	221
6.6	电声器件的检测方法	225
6.6.1	扬声器的检测方法	225
6.6.2	蜂鸣器的检测方法	226
6.6.3	话筒的检测方法	228
6.7	普通电机的检测方法	229
6.8	风扇电机的检测方法	232
附录 模拟训练解答		235
851		
081		
541		
EX1		
6X1		
821		
851		
041		
401		
101		
401		
601		
601		
901		
101		
801		
501		
201		
501		
701		
801		
901		
010		
110		
210		
310		
410		
510		
610		
710		
810		
910		
010		
110		
210		

常用电子元件的种类、 功能特点和参数

本章学习目标

了解电子产品中主要电子元件的种类、特点和相关知识，明确不同元件的主要功能和使用范围；初步建立电子电路的基本概念，能够独立识别电子产品中的不同元件，并对该元件所起的作用有一定的了解，为进一步学习电子电路知识打好基础。

1.1 电阻器的种类、功能特点和参数

能力目标

重点掌握电阻器的种类、特点及其规格参数，能够识别不同类型的电阻器，并且能够在实际的电子产品中识读电阻器的规格参数。

1.1.1 电阻器的功能特点

物体对电流的通过会产生阻碍作用，利用这种阻碍作用制成的电子元件称为电阻器，简称电阻。

电阻器在电子产品中的应用十分广泛，它的图形符号是“ \square ”，用字母“R”表示。

图 1-1 为典型电阻器的结构示意图。电阻器主要是由具有一定阻值的材料构成的，外部有绝缘层包裹。电阻器两端的引线用来与电路板进行焊接。为了便于识别，在绝缘层上标注了该电阻器的阻值（通常电阻器的阻值有直标法和色环标注法两种标注方法，图 1-1 中所示的电阻器采用的是色环标注法）。

要点提示

电阻器利用其自身对电流的阻碍作用，可以构成限流电路为其他电子元器件提供所需的电流，构成分压电路为其他电子元器件提供所需的电压。此外，电阻器也可以与电容器构成滤波电路以减小供电电路中的纹波。

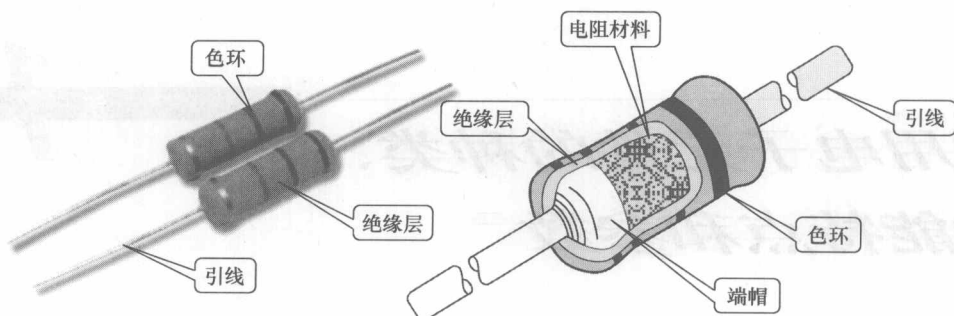


图 1-1 典型电阻器的结构示意图

1. 电阻器构成的限流电路

电阻器阻碍电流的流动是它最基本的功能。根据欧姆定律，当电阻两端的电压固定时，电阻值越大，流过它的电流则越小。因而，电阻常用作限流元件，如图 1-2 所示。

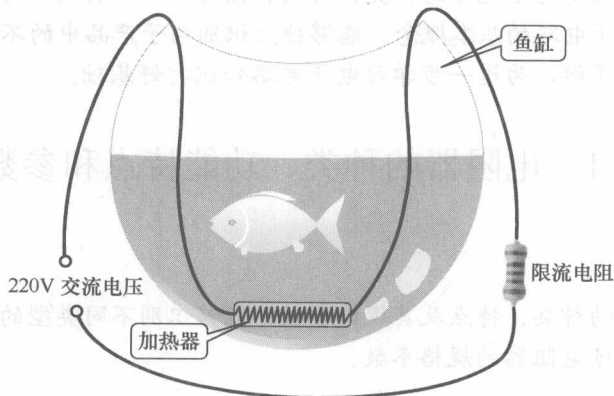


图 1-2 电阻在限流电路中的应用

在图 1-2 中，在鱼缸加热器的供电电路中串联一个电阻，可以起到限制电流的作用，防止鱼缸加热器因电流过大而损坏。

信息扩展

欧姆定律表示了电压 (U) 与电流 (I) 及电阻 (R) 之间的关系。欧姆定律的定义如下：电路中的电流 (I) 与电路中的电压 (U) 成正比，与电阻 (R) 成反比。

图 1-3 中的电路明确地表示出了电压与电流的关系，3 个电路中的电阻相同 (10Ω)。注意，当电路中的电压增大或减小 ($30V$ 或 $10V$) 时，电流值也按照同样比例增大或减小 ($3A$ 或 $1A$)，所以电流与电压成正比。

如果电路中的电压保持不变，电流将随电阻的改变而改变，只是比例相反，如图 1-4 所示。这 3 个电路的电压相同 ($25V$)，当电阻从 10Ω 增大到 20Ω 时，电流从 $2.5A$ 减小到 $1.25A$ ；当电阻从 10Ω 减小到 5Ω 时，电流从 $2.5A$ 增大到 $5A$ 。所以，电流与电阻成反比。

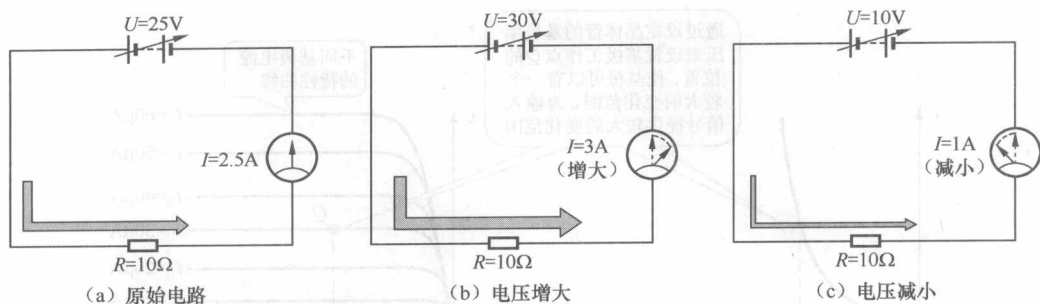


图 1-3 电压变化对电流的影响

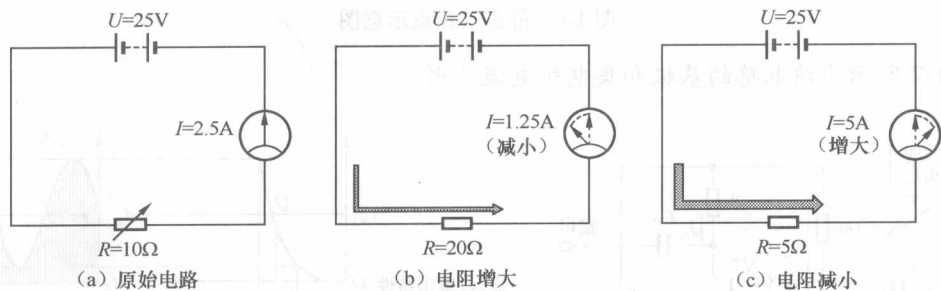


图 1-4 电阻变化对电流的影响

2. 电阻器构成的分压电路

电流流过电阻时会在其上产生电压降，将电阻串联起来接在电路中就可以组成分压电路，为其他电子元器件提供所需要的电压。如图 1-5 所示，将两个电阻串联起来组成分压电路为晶体管的基极提供偏压，使该电路构成一个典型的交流放大器。

可以看到，该电路的电源供电电压是 9V，放大器中晶体管的基极需要一个 2.8V 的电压，使用两个电阻串联很容易获得这个电压。

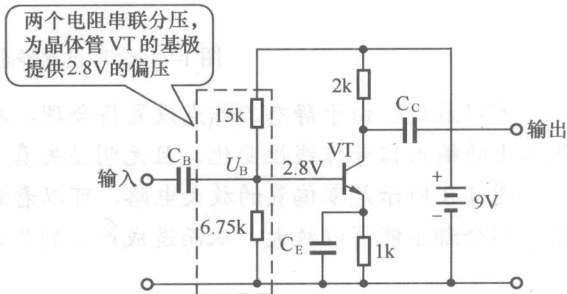


图 1-5 电阻分压电路为晶体管的基极提供偏压

思路点拨

图 1-5 所示电路是一个共发射极放大电路，其输入信号加到基极和发射极之间，而输出信号取自集电极和发射极之间，发射极（交流）为输入、输出的公共端。

基极需要的 2.8V 电压即为该晶体管的静态工作电压。放大电路在没有信号输入的情况下，三极管处于直流工作状态，其各极电压和电流都处于一个恒定值，即处于相对“静止”的状态，故称为“静态”。图 1-6 为静态工作点的示意图。通过设置晶体管基极的偏压即可设定基极工作点 Q 的位置，为输入信号提供较大的变化范围，以保证较好的放大效果，从而避免引起非线性失真。

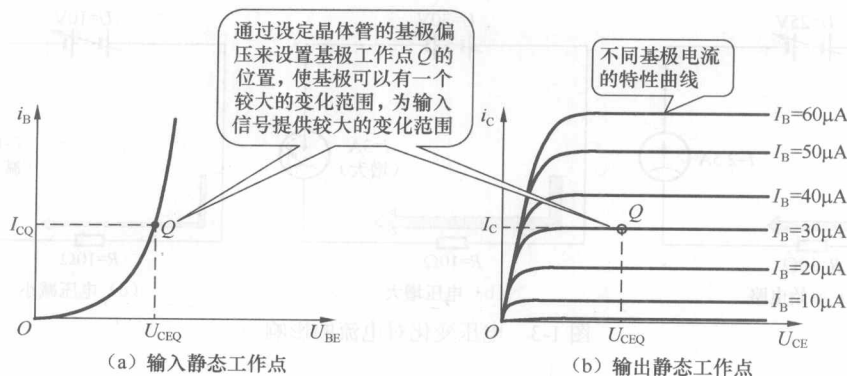


图 1-6 静态工作点示意图

图 1-7 所示为该电路的基极和集电极电流波形。

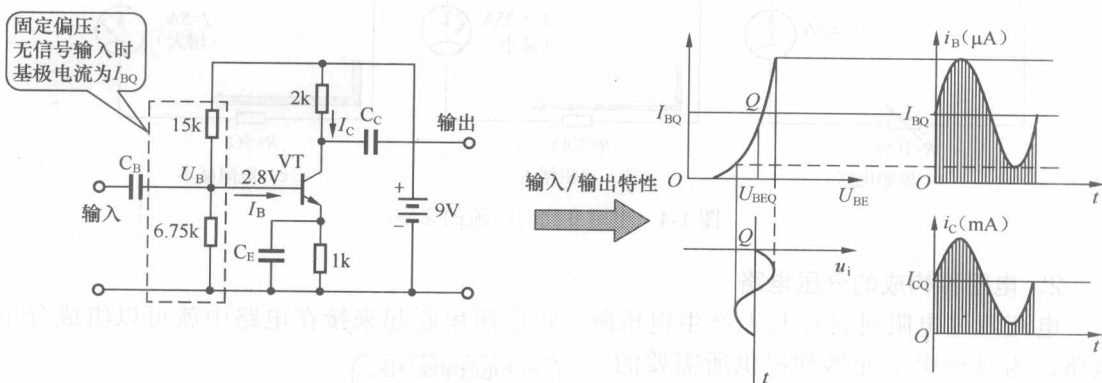


图 1-7 合理设置静态工作点的电流波形

可以看到,由于静态工作点设置得合理,在输入信号不太大的情况下,输出信号的波形基本上随输入信号作线性变化,且无明显失真。

图 1-8 所示是零偏置的放大电路,可以看到,由于其基极偏置电压为零,因此电压低的信号部分都不能得以放大,从而造成严重的失真情况。

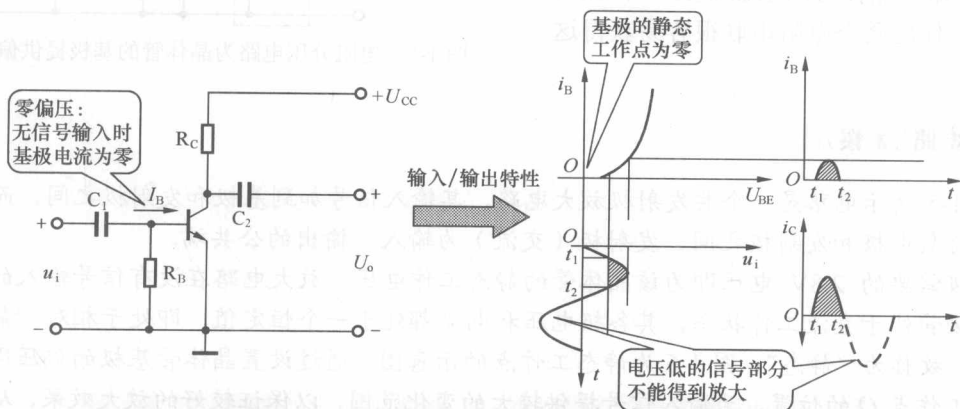


图 1-8 静态工作点设置得不合理(零偏置放大电路)时的电流波形

3. 电阻器与电容器组成的滤波电路

图 1-9 所示是一个发光二极管显示供电电路, 220V 交流电压经变压器变成 6V 交流电压, 再经整流二极管整流变成直流电压, 直流电压是波动较大的电压。在整流二极管的输出端接上一个电阻和两个电解电容 C_1 、 C_2 , 就可以起到滤波的作用, 使直流电压的波动减小。同时, 电阻还可以起到限流的作用, 为发光二极管提供适当的供电电压。

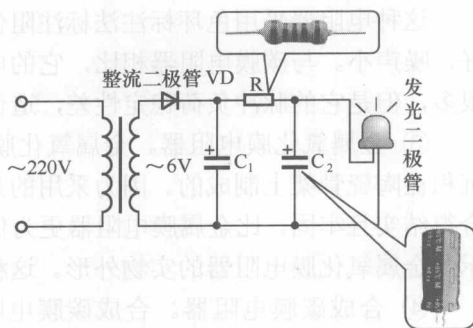


图 1-9 发光二极管显示供电电路

1.1.2 电阻器的种类

电阻器的种类很多, 根据功能和应用领域的不同, 主要可以分为阻值固定电阻器和阻值可变电阻器两大类。

1. 阻值固定电阻器

阻值固定电阻通常按照结构和外形可分为线绕电阻和非线绕电阻两大类, 功率比较大的电阻常常采用线绕电阻。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。非线绕电阻主要又可以分为薄膜电阻器和实心电阻器两大类。

(1) 薄膜电阻器

薄膜电阻器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, 功率比较大。根据蒸镀材料不同, 薄膜电阻器有碳膜电阻、金属膜电阻和金属氧化物膜电阻之分。

① 碳膜电阻器。碳膜电阻器就是将碳在真空高温条件下分解的结晶碳蒸镀沉积在陶瓷骨架上制成的, 这种电阻的电压稳定性好, 造价低, 在普通电子产品中的应用非常广泛, 其外形如图 1-10 所示。

碳膜电阻器通常采用色环标注法标注阻值。色环的颜色不同、位数不同, 所代表的阻值也不同。

② 金属膜电阻器。金属膜电阻器就是将金属或合金材料在真空高温条件下加热蒸发后沉积在陶瓷骨架上制成的电阻 (不过合金材料也可以采用化学沉积和高温分解等其他方法制作, 但采用最多的方法还是蒸镀法), 其外形如图 1-11 所示。

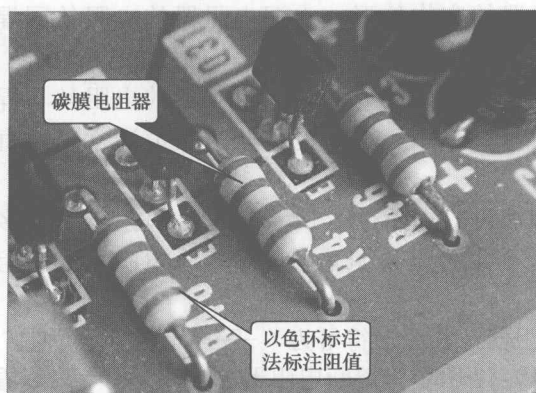


图 1-10 碳膜电阻器

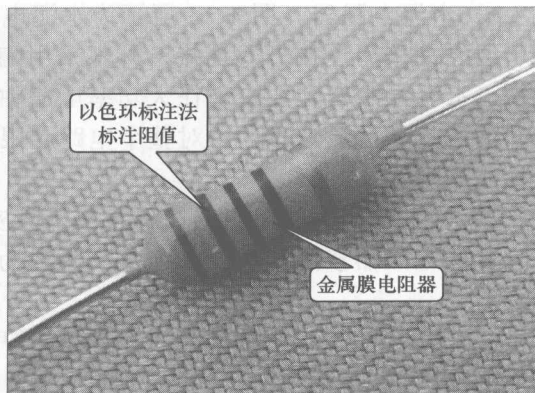


图 1-11 金属膜电阻器

这种电阻器采用色环标注法标注阻值，具有较好的耐高温性能，温度系数小，热稳定性好，噪声小。与碳膜电阻器相比，它的电压系数更好，同等条件下的体积也比碳膜电阻器小很多，但是它的脉冲负荷稳定性差，造价也较高。

③ 金属氧化膜电阻器。金属氧化膜电阻器是将锡和铈的金属盐溶液以高温喷雾的方式沉积在陶瓷骨架上制成的。因为采用的是高温喷雾技术，所以它的膜层均匀，与陶瓷骨架结合得结实且牢固，比金属膜电阻器更为优越，具有抗氧化、耐酸、抗高温等特点。图 1-12 所示为金属氧化膜电阻器的实物外形。这种电阻器通常采用色环标注法标注阻值。

④ 合成碳膜电阻器。合成碳膜电阻器通常采用色环标注法标注阻值。这种电阻器是将碳黑、填料以及有机黏合剂调配成悬浮液喷涂在绝缘骨架上，再进行加热聚合而制成的。合成碳膜电阻器是一种高压高阻电阻器，通常它的外层被玻璃壳封死，其实物外形如图 1-13 所示。

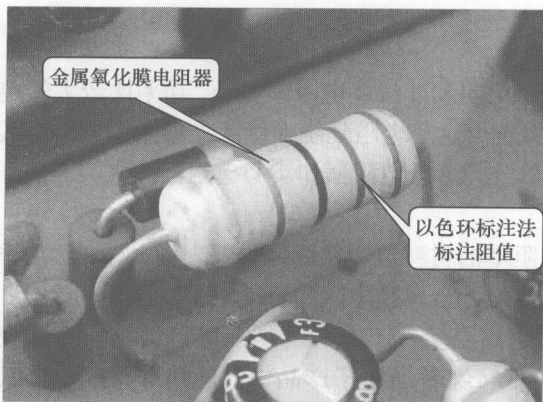


图 1-12 金属氧化膜电阻器

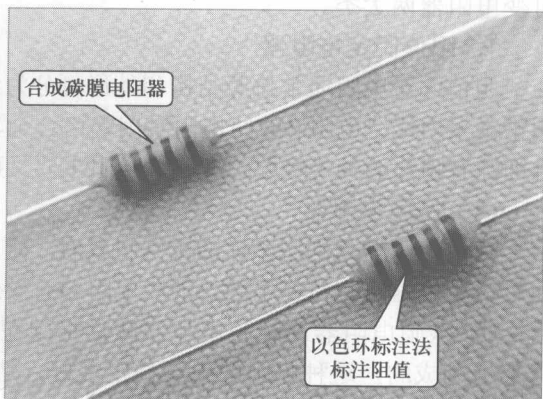


图 1-13 合成碳膜电阻器

⑤ 玻璃釉电阻器。玻璃釉电阻器是将银、铈、钨等金属氧化物和玻璃釉黏合剂调配成浆料喷涂在绝缘骨架上，再进行高温聚合而制成的。这种电阻器具有耐高温、耐潮湿、稳定、噪声小、阻值范围大等特点，它的实物外形如图 1-14 所示。这种电阻器采用直接标注法标注阻值，即将阻值直接标注在电阻器的外壳上。

⑥ 水泥电阻器。图 1-15 所示为水泥电阻器的实物外形。水泥电阻器的电阻丝同焊脚引线之间采用压接方式连接，外部采用陶瓷或矿质材料包封，具有良好的绝缘性能。通常，水泥电阻器主要应用在大功率电路中，当负载短路时，水泥电阻器的电阻丝与焊脚间的压接处会迅速熔断，对整个电路起限流保护作用。这种电阻器的阻值通常采用直接标注法标注。

⑦ 排电阻器。排电阻器简称排阻，其实物外形如图 1-16 所示。这种电阻器是将多个分立的电阻器按照一定的规律排列集成为一个组合型电阻器，也称集成电阻器或电阻器网络。

⑧ 熔断电阻器。熔断电阻器又叫保险丝电阻器，其图形符号为“ \square ”。它是一种具有电阻器和过流保护熔断丝双重作用的元件。图 1-17 所示为熔断电阻器的实物外形。可以看到，熔断电阻器的阻值采用色环标注法标注。在正常情况下，熔断电阻器具有普通电阻器的

电气功能，当电流过大时，熔断电阻器就会断裂，从而对电路起保护作用。

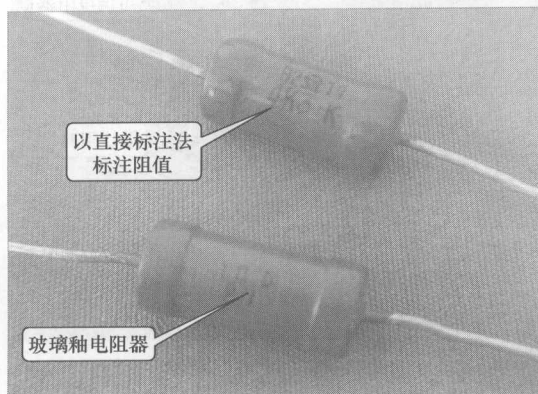


图 1-14 玻璃釉电阻器

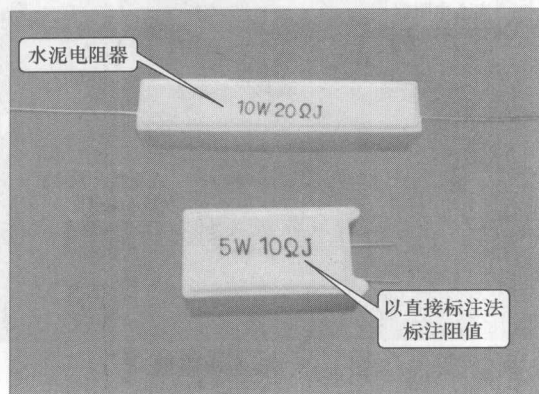


图 1-15 水泥电阻器

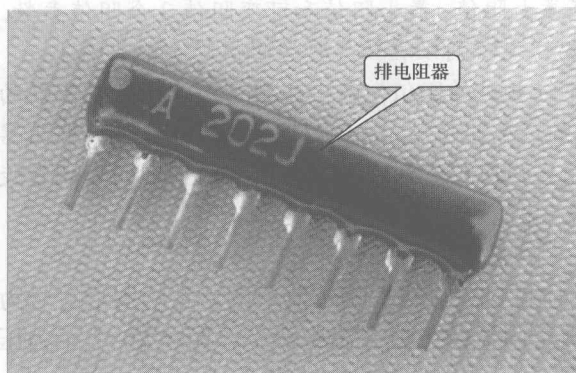


图 1-16 排电阻器

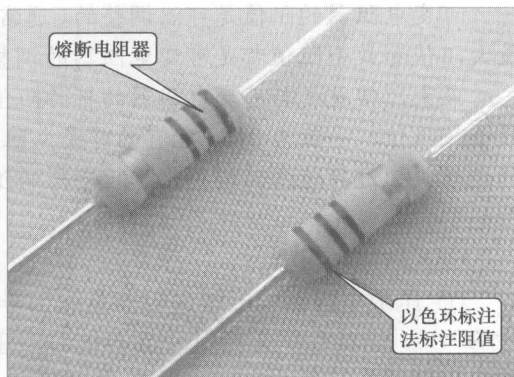


图 1-17 熔断电阻器

(2) 实心电阻器


实心电阻器是由有机导电材料或无机导电材料与一些不良导电材料混合并加入黏合剂后压制而成的。图 1-18 所示为实心电阻器的实物外形。

这种电阻器通常采用直接标注法标注阻值，其制作成本低，但阻值误差较大，稳定性较差，因此目前在电路中已经很少采用。

2. 阻值可变电阻器

阻值可变电阻器主要有两种：一种是可调电阻器（可变电阻器），这种电阻器的阻值可以根据需要人为调整；另一种是敏感电阻器，这种电阻器的阻值会随周围环境的变化而变化。

(1) 可调电阻器

可调电阻器的图形符号为“”。顾名思义，可调电阻器就是阻值可以调整的电阻器。图 1-19 所示为典型可调电阻器的实物外形。这种电阻器有 3 个引脚，包括两个定片引脚和一个动片引脚；还有一个调整旋钮，可以通过它改变动片的位置，从而改变可调电阻器的阻值。