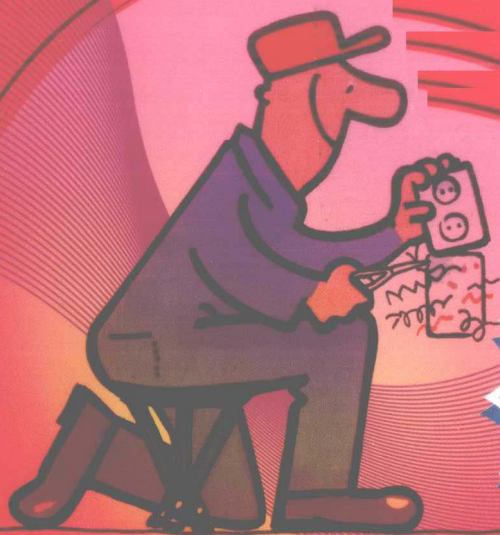


活学活用电子技术丛书

电子线路识图 与实例解析

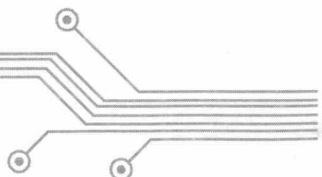
黄继昌 程宝平 申冰冰 张海贵 徐巧鱼 编



活学
活用



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



活学活用电子技术丛书

电子线路识图 与实例解析

黄继昌 程宝平 申冰冰 张海贵 徐巧鱼 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书从实用出发,共用7章向读者详细介绍了电子元器件在电路图中的图形及文字符号,电子线路图的种类及识读方法,电源电路、放大电路、高频电路及集成电路的识图,实用电路识图解析举例。

本书通俗易懂,重点围绕提高读者对电子线路的识图能力,特别适用于具有初中以上文化程度的各行业工人、技术人员及电子爱好者阅读,也适合相关专业的大中专学生、职高及技工学校学生学习电子线路。

图书在版编目(CIP)数据

电子线路识图与实例解析/黄继昌等编. —北京:中国电力出版社, 2010.1

(活学活用电子技术丛书)

ISBN 978-7-5083-9698-9

I. ①电… II. ①黄… III. ①电子电路—识图法 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第202375号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010年7月第一版 2010年7月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 32开本 9.5印张 270千字

印数0001—3000册 定价20.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

随着我国改革开放的不断深入和科学技术的发展, 电子技术在国民经济各个领域发挥着巨大的作用, 并深深渗入到人们的生活、工作、学习等各个方面。以电子技术为基础的信息化社会、层出不穷的电子新业务、电子新产品几乎无处不在。这一切表明了在职职工掌握一定的电子技术知识和技能是电子信息时代提高素质和搞好本职工作的需要。

为了满足广大职工和电子爱好者学习电子技术的要求, 帮助大家尽快步入电子技术世界, 特编写了一套活学活用电子技术丛书, 使知识性、实用性和资料性于一体, 尽力做到使它成为通俗易懂的电子通俗读本。

活学活用电子技术丛书包括《电子线路识图与实例解析》、《电子元器件的选用与检测》及《电子电路故障查找与检修》。各读本的内容前后关联, 但各册的内容又相对独立, 读者可视自身的需要进行选择, 对于初学者来说可系统地阅读。

本套电子读物在内容上尽量做到由浅入深、内容精练, 理论与实际结合, 应用性强; 在编写上, 尽量做到语言通俗、图文并茂、概念清晰。希望能为读者提供一套适用于自学的电子技术读本, 本书若能起到这个作用, 笔者将感到欣慰。

本套书由黄继昌统稿, 张海贵、程宝平、申冰冰、徐巧鱼、琚保安、徐花鱼等参加了编写工作。

本套书在编写过程中参考了相关书籍, 在此一并向原作者表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限, 书中难免有不当及错误之处, 敬请广大读者指正。

编者

2009. 6

目 录

前言

第1章 电子元器件的符号及作用 1

1.1 电阻器及电位器的符号及作用 1

1.1.1 电阻器、电位器在电路中的表示符号 1

1.1.2 电阻器及电位器的种类 2

1.1.3 电阻器及电位器的规格识别 6

1.1.4 电阻器及电位器在电路中的作用 9

1.2 电容器的符号及作用 11

1.2.1 电容器在电路中的表示符号 11

1.2.2 电容器的分类 11

1.2.3 电容器规格的识别 14

1.2.4 电容器在电路中的作用 16

1.3 电感线圈及变压器的符号和作用 20

1.3.1 电感线圈和变压器在电路中的表示符号 20

1.3.2 电感线圈及变压器的分类 21

1.3.3 电感量识别 23

1.3.4 电感线圈及变压器在电路中的作用 24

1.4 半导体二极管的符号及作用 27

1.4.1 半导体二极管在电路中的代表符号 27

1.4.2 半导体二极管的分类 28

1.4.3 半导体二极管的型号 29

1.4.4 半导体二极管在电路中的作用 30

1.5 半导体三极管的符号及作用 35

1.5.1 半导体三极管在电路中的表示符号 35

1.5.2	半导体三极管的分类.....	36
1.5.3	半导体三极管的外形封装	36
1.5.4	半导体三极管的型号.....	40
1.5.5	半导体三极管在电子电路中的作用	41
1.6	特殊半导体器件符号及作用	43
1.6.1	特种半导体器件在电路中的表示符号	44
1.6.2	特殊半导体器件在电路中的作用	45
1.7	继电器的符号及作用.....	47
1.7.1	继电器在电路中的代表符号	47
1.7.2	继电器在电路中的作用	48
1.8	集成电路在电路中的符号及作用	50
1.8.1	集成电路的分类	51
1.8.2	集成电路的型号	52
1.8.3	集成电路的主要封装形式及引脚识别	54
1.8.4	集成电路在电路中的表示方法	54
1.9	其他电子元件在电路中的符号及作用	56
1.10	在电子线路中的文字符号	61
第2章 电子电路识图相关知识		67
2.1	电子电路图的种类及组成	67
2.1.1	电子电路图的定义	67
2.1.2	电子电路图的种类	67
2.2	电子电路图的识图方法.....	72
2.2.1	电子电路图的绘制方法	72
2.2.2	电子电路图中的单元电路	79
2.2.3	电子电路图的识图方法与技巧	81
2.2.4	识读电路原理图的步骤	88
2.3	识图要点	89

2.3.1	识读整机电路原理图的要点	89
2.3.2	识读方框图的要点	92
2.3.3	识读印制电路板图的要点	92
2.3.4	识读单元电路图的要点	93
2.3.5	识读集成电路应用电路图的要点	95
第3章 电源电路识图		97
3.1	交流降压电路识图	97
3.2	整流电路识图	99
3.2.1	半波整流电路	99
3.2.2	全波整流电路	100
3.2.3	桥式整流电路	102
3.2.4	倍压整流电路	103
3.3	电源滤波电路识图	105
3.3.1	电容滤波电路	106
3.3.2	电感滤波电路	107
3.3.3	L型及 π 型滤波电路	107
3.3.4	RC滤波电路	108
3.3.5	电源滤波电路识图小结	108
3.4	直流稳压电路识图	109
3.4.1	稳压二极管稳压电路	109
3.4.2	简单串联型稳压电路	110
3.4.3	具有放大环节的稳压电路	111
3.4.4	开关式稳压电源	112
3.4.5	三端稳压集成电路	115
3.5	稳压电源实例电路解析	117
3.6	其他电源电路的识图	119
3.6.1	电源噪声滤波器	119

3.6.2	DC/DC 变换器	120
3.6.3	DC/AC 变换器	124
第4章 放大电路识图		127
4.1	放大电路的基本概念	127
4.2	半导体三极管基本放大电路识图	128
4.2.1	直流电压供给电路	128
4.2.2	半导体三极管的三种基本放大电路	135
4.2.3	基本放大电路的等效电路分析法	139
4.3	多级放大电路识图	143
4.3.1	多级放大电路的组成和识图方法	143
4.3.2	多级放大电路的形式	144
4.4	放大器的性能参数解析	148
4.5	负反馈放大器	151
4.5.1	反馈的基本概念	151
4.5.2	放大器中的负反馈电路	153
4.5.3	负反馈放大器实例电路解析	156
4.6	音频功率放大器识图	158
4.6.1	音频功率放大器基础知识	159
4.6.2	甲类功率放大器的识图	160
4.6.3	乙类功率放大器识图	162
4.6.4	无输出变压器的功率放大器 (OTL 电路) 识图	165
4.6.5	直接耦合功率放大器 (OCL 电路) 识图	168
4.6.6	扩音机电路解析	169
4.7	差分放大器识图	172
4.7.1	差分放大器的种类和电路特点	172
4.7.2	差分放大器的识图法	173
4.7.3	双端输入、双端输出式差分放大器解析	175

4.8 场效应管基本放大电路识图	176
4.8.1 场效应管放大器的偏置电路	176
4.8.2 场效应管基本放大电路的三种接法	177
4.8.3 识读场效应管放大电路图应注意的问题	179
第5章 高频电路识图	181
5.1 调谐放大器的识图	181
5.1.1 单调谐放大器电路解析	181
5.1.2 双调谐放大器识图	183
5.2 正弦波振荡电路识图	184
5.2.1 正弦波振荡电路识图基本知识	184
5.2.2 LC 正弦波振荡电路	187
5.2.3 RC 正弦波振荡电路	192
5.2.4 石英晶体振荡电路	196
5.3 频率变换电路	199
5.3.1 调幅电路识图	199
5.3.2 调频电路识图	201
5.3.3 检波电路识图	203
5.3.4 鉴频电路解析	207
5.3.5 变频电路识图	207
第6章 集成电路应用电路识图	212
6.1 集成电路的特点	212
6.2 集成运算放大器识图	215
6.2.1 集成运算放大器识图基础	215
6.2.2 集成运算放大器的线性应用电路	219
6.2.3 集成运算放大器的非线性应用电路	223
6.3 数字集成电路识图基础	227

6.4	基本逻辑门电路识图	233
6.4.1	与门电路	233
6.4.2	或门电路	234
6.4.3	非门电路	235
6.4.4	与非门电路	236
6.4.5	或非门电路	237
6.5	触发器电路识图	238
6.5.1	触发器的特性	238
6.5.2	基本 R—S 触发器	239
6.5.3	T 触发器	240
6.5.4	D 触发器	241
6.5.5	J—K 触发器	242
6.6	脉冲产生及波形整形电路识图	243
6.6.1	单稳态触发电路	243
6.6.2	施密特触发电路	244
6.6.3	多谐振荡电路	246
6.7	组合逻辑电路识图	247
6.7.1	组合逻辑电路的分析方法	247
6.7.2	编码器电路	247
6.7.3	译码器电路	249
6.8	时序逻辑电路识图	253
6.8.1	计数器电路	253
6.8.2	寄存器电路	256
第7章	实用电路识图实例解析	261
7.1	实用模拟电路识图实例	261
7.1.1	家用电子节能灯电路	261
7.1.2	电子调光台灯电路	262

7.1.3 充电应急灯电路	263
7.1.4 有害气体报警电路	264
7.1.5 耳聋助听器电路	266
7.2 实用数字集成电路识图实例	266
7.2.1 声光控制节能灯座电路	266
7.2.2 照明灯触摸控制电路	267
7.2.3 数显定时电路	268
7.2.4 触摸式密码锁电路	269
7.2.5 触摸开关电路	271
7.2.6 厨房定时器电路	272
7.2.7 旅行物品防丢失报警器电路	273
7.2.8 警笛信号发生器电路	275
7.2.9 超声波遥控开关	275
7.2.10 光耦可逆计数器	276
7.2.11 数码显示记忆门铃电路	280
7.2.12 非门组成的收音机电路	281
7.2.13 数显式频率计	281
7.3 555 集成电路应用电路识图	283
7.3.1 555 时基电路识图基础	284
7.3.2 典型的 555 单稳态电路及应用电路	286
7.3.3 555 定时电路	288
7.3.4 555 多谐振荡器及应用电路	289

电子元器件的符号及作用

任何电子线路都是由电子元器件通过一定的规律连接而成的,所以说电子元器件是组成电子线路的最小的独立个体。为了能看懂电子线路图,正确识别电子元器件是首要条件,这对电子线路图的正确识读是很重要的。本章主要讲述常用电子元器件的图形符号、它们在电路中的作用及识别。

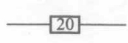
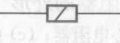
1.1 电阻器及电位器的符号及作用

电阻器是电子线路中最常看到的也是使用最多的基本电子元器件之一,几乎所有的电路中都有它的存在。

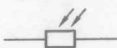
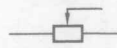
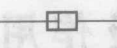
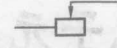
1.1.1 电阻器、电位器在电路中的表示符号

电阻器和电位器在电路中的表示符号见表 1-1。

表 1-1 电阻器和电位器在电路中的表示符号

名 称	图形符号	名 称	图形符号
电阻器的一般符号		0.5W 电阻器	
可变电阻器		20W 电阻器	
0.125W 电阻器		热敏电阻器	
0.25W 电阻器		压敏电阻器	

续表

名 称	图形符号	名 称	图形符号
光敏电阻器		滑动触点电阻器	
熔断电阻器		滑线式变阻器	

1.1.2 电阻器及电位器的种类

1. 电阻器的种类及外形

在电路中实际使用的电阻器种类很多, 通常分为固定电阻器和可变电阻器两大类, 而固定电阻器按电阻体材料及用途又可分为多个种类, 见表 1-2。

表 1-2 电阻器按用途及电阻体材料分类

按 用 途 不同分类	按电阻体材料分类								
	线绕 型	薄膜型						合成型	
		碳膜 型	金属 膜型	金属氧 化膜型	玻璃釉 膜型	合成碳 膜型	金属 箔型	有机实 心型	无机实 心型
通用电阻器	○	○	○	○	○			○	○
精密电阻器	○	○	○				○		
高阻电阻器			○		○	○			
功率型电阻器	○	○	○						
高压电阻器					○	○			
高频电阻器				○			○		

注 表中“○”表示电阻体材料及工艺做成的电阻器所适用的类型, 不同类型电阻器的外形是不同的, 图 1-1 给出了一些常见电阻器的外形。

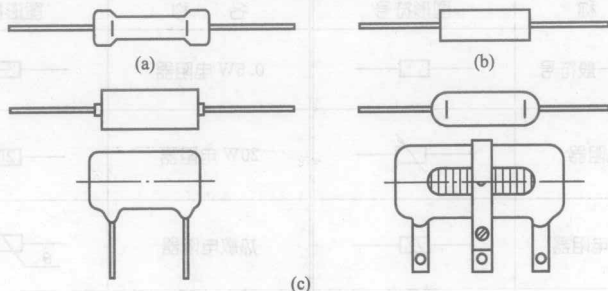


图 1-1 一些常见电阻器的外形

(a) 金属膜、碳膜等电阻器; (b) 实心电阻器; (c) 线绕电阻器

2. 电位器的种类及外形

电位器的种类也十分繁多,表1-3列出了常用电位器的种类、主要性能及用途。

表1-3 常用电位器的种类、主要性能及用途

类 别	主 要 性 能	用 途
金属膜电位器	(1) 分辨力高。 (2) 电阻温度系数小, 耐热性好。 (3) 分布参数小, 高频特性好。 (4) 阻值范围窄, 接触电阻大, 耐磨性差	用于 100MHz 以下电路
金属氧化膜电位器	(1) 耐酸、耐碱, 抗盐雾能力强。 (2) 电阻温度系数小, 耐热性好。 (3) 阻值范围窄, 长期工作稳定性差	常用于大功率电位器
合成碳膜电位器	(1) 分辨力高, 价格低。 (2) 阻值范围宽, 功率一般小于 2W	用于一般直流及交流电路
金属玻璃釉电位器	(1) 耐温、耐湿性好。 (2) 高频特性好, 分布参数小。 (3) 阻值范围宽, 寿命较长。 (4) 接触电阻变化大	适用于高阻、高压及射频电路
合成实心电位器	(1) 耐热性、耐磨性好。 (2) 结构简单、体积小。 (3) 工作可靠性高	常用于要求耐磨、耐热等场合
线绕电位器	(1) 耐热性好, 能承受较大功率。 (2) 精度高, 但分辨力低。 (3) 接触电阻小, 温度系数小。 (4) 分布参数大, 价格贵	用于高精度及功率较大的电路
带开关的电位器	电位器上带有开关	可做电路调节兼电源开关
多圈电位器	(1) 电压分辨力和行程分辨力高。 (2) 体积小, 价格贵	用于微调电路
预调电位器	体积小, 可直接焊在印制电路板上	常用于半导体三极管工作点的调节

一些常用电位器的外形如图1-2所示。

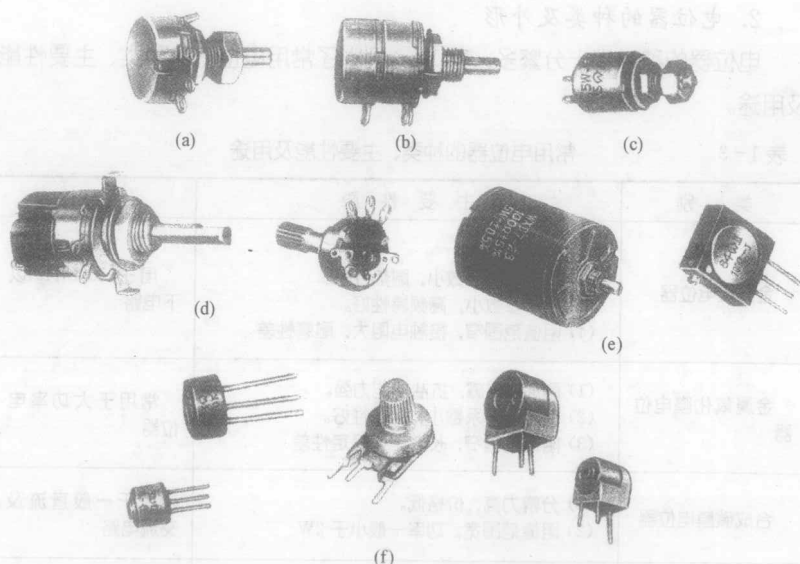


图 1-2 一些常用电位器的外形

- (a) 单联电位器; (b) 双联电位器; (c) 锁紧式电位器;
(d) 带开关的电位器; (e) 多圈电位器; (f) 预调电位器

3. 热敏电阻器的类别及外形

热敏电阻器的基本类型有 3 种, 即 NTC 型、PTC 型及 CTR 型, NTC 型是具有负温度系数的热敏电阻器, PTC 型是具有正温度系数的热敏电阻器, 而 CTR 型则是具有开关特性的热敏电阻器, 它们的特性曲线如图 1-3 所示。

热敏电阻器的外形如图 1-4 所示。

4. 压敏电阻器的种类及外形

压敏电阻器种类很多, 通常以用途分类, 见表 1-4。

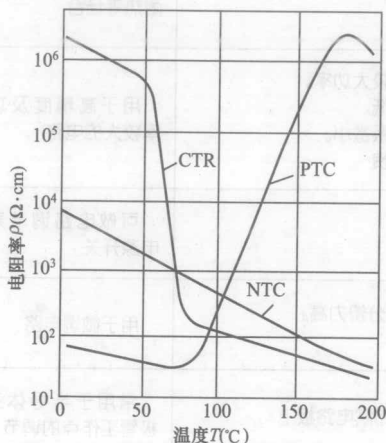


图 1-3 热敏电阻器的 ρ -T 特性曲线

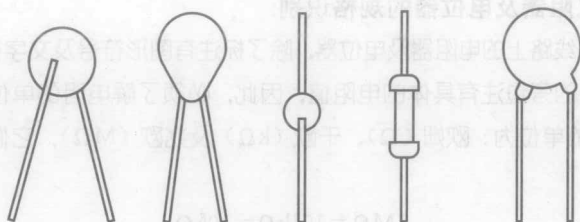


图 1-4 热敏电阻器的外形

表 1-4

压敏电阻器按用途的分类及外形

名 称	用 途	外 形
稳压压敏电阻器	主要用于稳定电压	
过压保护压敏电阻器	主要用于吸收过电压	
高能压敏电阻器	主要用于大能量的吸收	
高频压敏电阻器	主要用于高频电路	
防雷压敏电阻器	主要用于大气雷电产生的过程电压吸收	
消弧压敏电阻器	主要用于消除电路中产生的火花及电弧	
消噪压敏电阻器	主要用于消除电噪声	
通用性压敏电阻器	一般用途的压敏电阻器	
特殊型压敏电阻器	特殊用途的压敏电阻器	

5. 光敏电阻器的种类及外形

光敏电阻器按所用半导体材料的不同可分为单晶光敏电阻器和多晶光敏电阻器。若按光谱特性来分,又可分为红外光敏电阻器、可见光光敏电阻器及紫外线光敏电阻器等。

光敏电阻器的一般外形结构如图 1-5 所示。

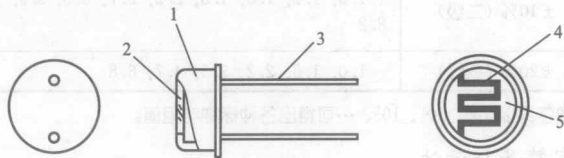


图 1-5 光敏电阻器的外形结构

1—外壳; 2—透光窗口; 3—引脚; 4—光导体; 5—梳状电极

1.1.3 电阻器及电位器的规格识别

在电子线路上的电阻器及电位器，除了标注有图形符号及文字符号外，还在文字符号的旁边注有具体的电阻值，因此，必须了解电阻的单位及换算关系。电阻的单位为：欧姆（ Ω ）、千欧（ $k\Omega$ ）及兆欧（ $M\Omega$ ），它们之间的换算关系为：

$$1M\Omega = 10^3k\Omega = 10^6\Omega$$

一般情况下，电阻器在出厂时有三种标注方法，即直接标注法、文字符号标注法和色环标注法。

1. 电阻的直接标注法

电阻的直接标注法是将电阻的型号、标称阻值、功率、允许误差印制在电阻的表面上。这种方法简单明了，读数方便，但它只适用于大功率和体积较大的电阻器上，如图 1-6 所示。一般电位器也采取这种标注方法。

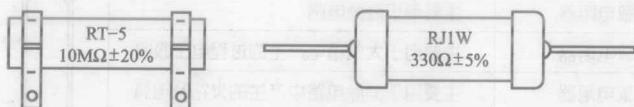


图 1-6 电阻的直接标注法

为了便于生产和使用的标准化，国家规定了电路中使用电阻的标称值和三种误差等级。不同误差等级的电阻器有不同数目的标称值，见表 1-5。

表 1-5 电阻的标称值及允许偏差

系列	容许偏差	标称电阻值（ Ω ）
E ₂₄	$\pm 5\%$ （一级）	1.0, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.8, 2.0, 2.2, 2.4, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6, 3.9, 4.0, 4.3, 4.7, 5.1, 5.6, 6.2, 6.8, 7.5, 8.2, 9.1
E ₁₂	$\pm 10\%$ （二级）	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.2, 2.7, 3.3, 3.9, 4.7, 5.6, 6.8, 8.2
E ₆	$\pm 20\%$ （三级）	1.0, 1.5, 2.2, 3.3, 4.7, 6.8

注 表中数字乘以 10^0 、 10^1 、 10^2 、...可得出各种标称电阻值。

2. 文字符号标注法

这种标注法是将标称阻值和容许偏差用文字、数字符号或两者的有规律组合标注在电阻表面上，如 2K7 表示 $2.7k\Omega$ ，5M6 表示 $5.6M\Omega$ 等。还有