

● 电/子/技/术/轻/松/入/门/丛/书

电子电路 识图入门

● 姜有根 郭晋阳 马广月 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子技术轻松入门丛书

电子电路识图入门

姜有根 郭晋阳 马广月 等编著



机械工业出版社

本书是识别模拟和数字电子电路图的入门读物，共分三章。第一章介绍电子电路的基本理论及基本元器件性能的知识；第二章介绍模拟电路的基本知识及其识别方法和实例；第三章介绍逻辑代数的基本理论、门电路的使用常识以及数字电路的识别方法和实例。

本书可供广大电子爱好者及青少年阅读，也可供职业高中师生及参加技术培训的在职人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

电子电路识图入门/姜有根等编著. —北京: 机械工业出版社, 2004.1

(电子技术轻松入门丛书)

ISBN 7-111-13692-6

I. 电… II. 姜… III. 电子电路—识图法 IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 120155 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 徐明煜 版式设计: 霍永明 责任校对: 李汝庚

封面设计: 陈沛 责任印制: 施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 5 月第 1 版·第 2 次印刷

890mm × 1240mm A5·4 印张·116 千字

5 001—10 000 册

定价: 9.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

编委会名单

主任：宋贵林

副主任：(以姓氏笔画为序)：

孟贵华 姜有根

委员：(以姓氏笔画为序)：

马广月 朱 骐 任瑞良

宋贵林 吴培生 杨西明

孟贵华 姜有根 胡春萍

郭晋阳

电子技术轻松入门丛书

序 言

跨入新世纪,随着我国科学技术的迅速发展和人民生活水平的不断提高,各种家用电器已经大量进入千家万户。我国的电子爱好者是一支庞大的队伍,而且每年都有很多初学者加入这个行列。如何帮助这些初学者更快地进入这个五彩缤纷的电子世界,这是众多科普工作者都十分关心和考虑的问题。

过去,我们也曾为初学者举办过各种类型的培训班,并编写了很多本不同层次的培训教材。但是,我们觉得初学者参加培训班学习,总要受到时间、经济、地域等多种条件的限制。因此,为初学者编写一套自学的入门读物,可以说是一种很好的办法,也是我们多年的心愿。为此,我们编写了这套初学者的入门读物——实用电子技术轻松入门丛书。

本丛书的作者均为电子爱好者、专业教师、职业技术培训考评员,他们不仅具有丰富的实践经验,而且具有多年从事各种培训班的教学经验。由他们根据自己多年学习的心得体会、实践操作经验及丰富的教学经验,针对初学者的特点,运用通俗的语言,由浅入深地阐明电子技术各个方面的基本原理、实际操作及维修方法,编写成这套电子技术轻松入门丛书,奉献给各位初学者,以满足初学者随时随地学习的需求,这就是我们的愿望。

本丛书第一次出版了《电子元器件选用入门》、《电子元器件检测入门》、《现代音响技术入门》、《电子电路识图入门》、《单片机编程与应用入门》、《万用表使用入门》等六本。根据读者的需要,今后我们还将陆续出版。

本丛书既是电子爱好者的入门读物,也可作为职业学校相应

专业及业余技术培训班的教材，还可供电工、电子维修人员参考。

我们衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵的意见和建议。

“电子技术轻松入门丛书”编委会

前 言

伴随着电子电器普及化的不断发展，我们又跨进了数字时代的大门。作为当代人，掌握电子知识的迫切性明显地摆在每一位对电子技术还不甚了解的人们面前，普及电子知识的任务也责无旁贷地落在电子技术工作者的肩上。

学习电路识别，首先要对电子电路的基本理论有一定的了解，因此，介绍电子电路基本理论的篇幅自然成为本书的主要部分。为减少读者的学习难度，本书尽可能回避那些生僻的理论术语和不必要的量值计算，在用通俗简捷的语言介绍基础理论知识的同时还介绍一些实用常识，以利于读者拓宽思路。需要说明的是，本书所介绍的实例不能做到与基本理论内容一一对应，因为电路实例是分散性的，而基本理论是系统性的，读者在掌握了电路的基本理论和识别电路的基本方法之后，处理其他电路就可以举一反三。

本书对电子电路的模拟、脉冲、数字三种概念做了明确划分。

模拟电路用于解决模拟信号的波形变换、幅度放大、频率和相位的变换等问题。

脉冲电路与模拟电路相似，它是用于解决脉冲信号整形、幅度放大、脉冲的宽度和频率调整、相位变换等问题。

数字电路是以逻辑代数为理论工具对数字信号进行逻辑处理和存储的电路，数字电路还可再划分为智能型和非智能型两类。

本书内容只局限于模拟和数字两种电路，不涉及脉冲电路。

随着集成电路制作技术和工艺的高速发展，各种性质、各种功能、各种类型的集成电路产品的出现犹如倾巢之蜂，并迅速投入使用，这是电子技术空前发展的时代表现。但是，在普及和学习电子电路初等知识的层面上，分立式电路还有着它不可替代的特点，那些结构简单、容易识别的分立式电路自然也就成为本书这种入门型读物

使用的电路实例。因为本书所面对的是尚未入门或对电子电路知之甚少的读者，所以在识别分析电路时尽量就图说图，介绍基本方法，不作大范围的知识扩展，请读者见谅。

本书作为“电子技术轻松入门丛书”中的一册，得到了丛书编委会主任宋贵林老师的殷切关注和指导。参加本书编写的有姜有根、郭晋阳、马广月等多位老师，其中第二章的第三、四节由马广月、李郁文编写，第一章和第二章的一、二、五节由郭晋阳、熊联荣编写，第三章由姜有根、苏永昌编写。由于时间仓促、编者水平有限，书中难免会存在这样那样的错误，我们既希望得到读者的谅解，又恳请您通过出版社及时把意见告诉我们。

编 者

2003年8月

目 录

电子技术轻松入门丛书序言

前言

| | |
|--------------------------------|----|
| 第一章 基础知识 | 1 |
| 第一节 电子电路基本元器件及其特性 | 1 |
| 一、电路 | 1 |
| 二、电阻器 | 1 |
| 三、电容器 | 3 |
| 四、电感器 | 5 |
| 第二节 半导体器件及其特性 | 6 |
| 一、二极管及其特性 | 6 |
| 二、晶体管及其特性 | 8 |
| 三、场效应晶体管及其特性 | 12 |
| 四、其他几种常用的半导体器件 | 13 |
| 第二章 模拟电路的识别 | 18 |
| 第一节 基本放大器 | 18 |
| 一、晶体管基本放大电路 | 18 |
| 二、场效应晶体管基本放大电路 | 24 |
| 第二节 负反馈放大器 | 27 |
| 一、负反馈的引入及作用 | 27 |
| 二、常用负反馈的典型电路 | 30 |
| 三、直流负反馈对放大电路的影响 | 36 |
| 第三节 正弦波振荡器 | 37 |
| 一、振荡器 | 37 |
| 二、正弦波振荡电路 | 40 |
| 第四节 功率放大器 | 53 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 一、单管功率放大器 | 53 |
| 二、对管功率放大器 | 54 |
| 三、复合管功率放大器 | 60 |
| 第五节 稳压电源 | 63 |
| 一、二极管整流电路 | 63 |
| 二、滤波电路 | 67 |
| 三、串联调整式稳压电路 | 69 |
| 第三章 数字电路的识别 | 72 |
| 第一节 逻辑代数和门电路 | 72 |
| 一、逻辑代数 | 72 |
| 二、门电路使用常识 | 88 |
| 第二节 组合逻辑电路的识别 | 92 |
| 一、逻辑门实际使用常识 | 93 |
| 二、组合电路的识别 | 99 |
| 第三节 时序逻辑电路的识别 | 105 |
| 一、触发器常识 | 106 |
| 二、时序逻辑电路的识别 | 111 |

第一章 基础知识

第一节 电子电路基本元器件及其特性

一、电路

电路是电流流通的路径，是为某种需要由若干电气元件按一定方式连接起来的整体，主要用来实现能量的传输和转换或实现信号的传递和处理。

电路的结构形式，按所实现的任务不同而多种多样，但无论哪种电路，都离不开电源、负载和必要的中间环节这三个最基本的组成部分。

电源是提供电能的设备，如发电机、电池、信号源等。

负载是指用电设备，如电灯、电动机、扬声器等。

中间环节是用来连接电源与负载的，通常是指一些连接导线、开关、接触器等辅助设备。



图 1-1 所示为通过电路把接收的信号经过放大和传递，再由扬声器输出。

二、电阻器

电阻器在电子电路中是用得最多的元件之一。它在电路中常用来控制电流、分配电压。电阻的文字符号用字母“R”表示。

电阻器按结构形式分，有固定电阻器、可变电阻器两大类。

固定电阻器的种类比较多，按材料不同，主要有碳质电阻器、碳膜电阻器、线绕电阻器等。固定电阻器的电阻值是固定不变的，在电路图中的图形符号如图 1-2a 所示。

可变电阻器主要是指可调电阻器、电位器。它们的阻值可以在某一个范围内变化，在电路图中的图形符号如图 1-2b 所示。

电阻器按用途的不同，可分为精密电阻器、高频电阻器、高压电

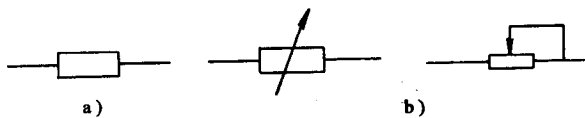


图 1-2 电阻器图形符号

a) 固定电阻器 b) 可变电阻器

阻器、大功率电阻器、热敏电阻器、熔断电阻器等。常见的电阻器如图 1-3 所示。

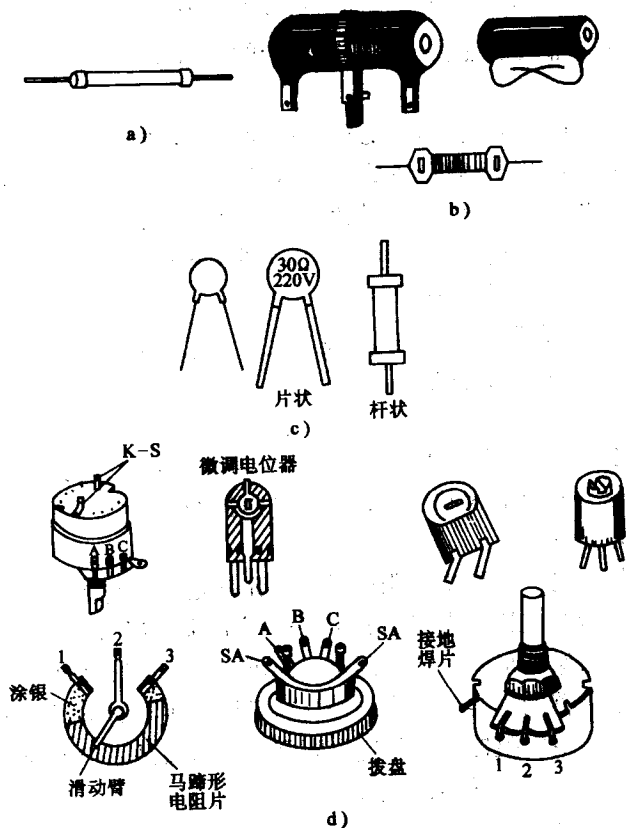


图 1-3 常见电阻器的外形

a) 金属膜电阻器 b) 线绕电阻器 c) 热敏电阻器 d) 电位器

电阻的国际单位是欧[姆](Ω)。电阻的单位除欧[姆](Ω)外,还有千欧(k Ω)、兆欧(M Ω),它们之间的换算关系为

$$1\text{k}\Omega = 1000\Omega = 10^3\Omega$$

$$1\text{M}\Omega = 1000\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

三、电容器

电容器是由两个金属板中间夹有绝缘材料构成的。

电容器在电路中具有隔断直流电、通过交流电的作用,常用于级间耦合、滤波、去耦、旁路及信号调谐等方面,是电子电路中不可缺少的基本元件。

电容器的种类繁多,不同种类电容器的性能、用途不同。电容器按结构可分为固定电容器、可变电容器、半可变电容器。

固定电容器的电容量是固定不变的,它的性能和用途与两极板间的介质有密切关系,一般常用的介质有空气、云母、陶瓷、金属氧化物、纸介质、铝电解质等。电解电容器是有正负极之分的,使用时切记不可将极性接反。

电容量在一定范围内可以调节的电容器叫可变电容器。收音机中常用双连可变电容器来调节频率选择电台。

半可变电容器又叫微调电容器,在电路中它常用作补偿电容。

电容器的文字符号用字母“C”表示,在电路图中的图形符号如图 1-4 所示。

常见电容器的外形如图 1-5 所示。

电容器的电容量简称电容。电容的国际单位是法[拉](F),但法[拉]单位较大,在实际应用中常用微法(μF)、皮法(pF),它们之间的换算关系为

$$1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$$

$$1\text{pF} = 10^{-6}\mu\text{F} = 10^{-12}\text{F}$$

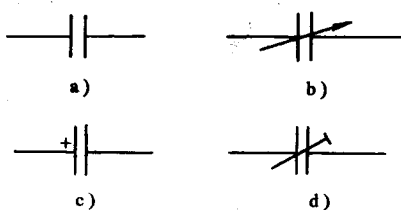


图 1-4 电容器电路图形符号

- a) 固定电容器 b) 可变电容器
c) 电解电容器 d) 微调电容器

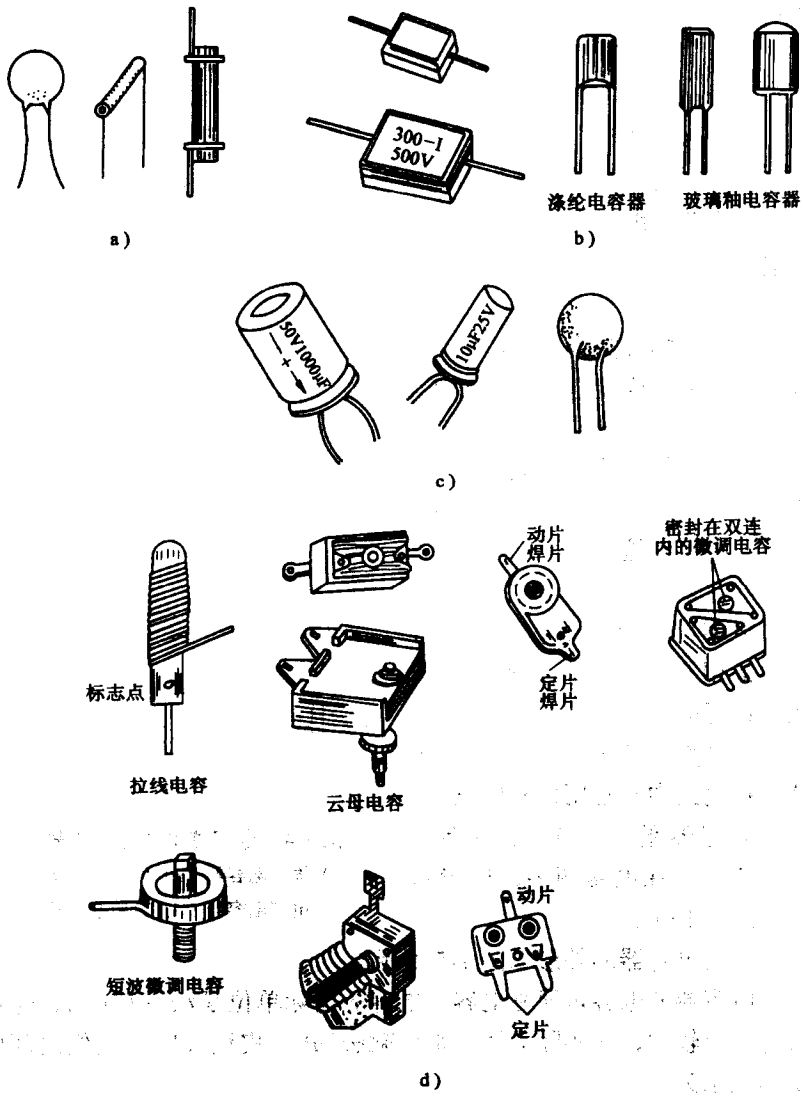


图 1-5 常见电容器的外形

a) 瓷介电容器 b) 云母电容器 c) 电解电容器 d) 半可调电容器

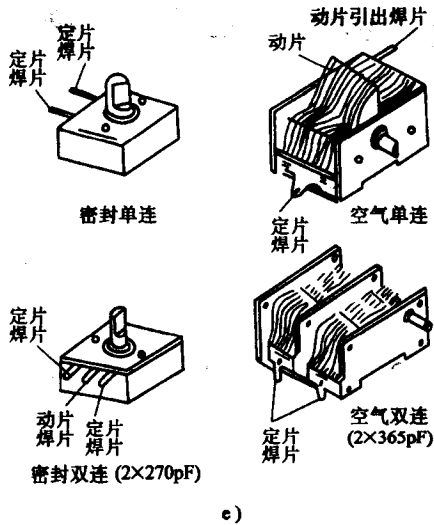


图 1-5 常见电容器的外形 (续)

e) 可变电容器

四、电感器

电感器在电路中有阻交流通直流的作用，同样是电子电路中不可缺少的基本元件。

电感器的种类很多，而且分类方法也不一样，通常按电感器的形式分，有固定电感器、可变电感器、微调电感器；按磁体的性质分，有空心线圈、磁心线圈；按结构特点分，有单层线圈、多层线圈、蜂房线圈等。

各种电感器都具有不同的特点和用途。但它们都是用漆包线、纱包线、镀银裸铜线，绕在绝缘骨架上、铁心上构成，而且每圈与每圈之间要彼此绝缘。为适应各种用途的需要，电感器做成各式各样的形状，如图 1-6 所示。

电感器的文字符号用字母“L”表示，在电路图中的图形符号如图 1-7 所示。

电感量的国际单位是亨[利](H)，常用的单位还有毫亨(mH)、微亨(μH)。它们之间的换算关系为

$$1\text{H} = 10^3\text{mH} = 10^6\mu\text{H}$$

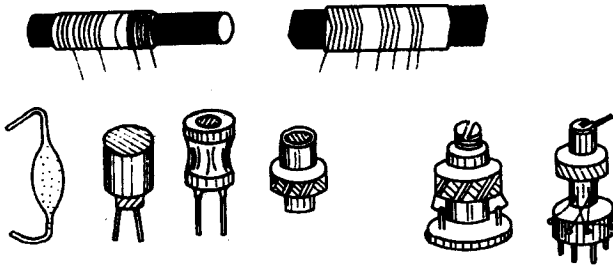


图 1-6 常见电感器外形



图 1-7 电感器电路图形符号

- a) 电感器线圈 b) 带磁心的电感器
c) 有两个抽头的电感器 d) 可变电感器

第二节 半导体器件及其特性

一、二极管及其特性

1. 二极管的种类

二极管是由一个PN结加上电极引线与外壳制成。由P区引出的电极称为阳极或正极，由N区引出的电极称为阴极或负极。它是电子电路中的基本器件。

二极管的种类很多。二极管按材料分为硅二极管、锗二极管、砷化镓二极管等。按结构不同，可分为点接触型二极管和面接触型二极管。按用途分，有整流二极管、检波二极管、变容二极管、稳压二极管、开关二极管、发光二极管、光敏二极管等。常见二极管的外形如图 1-8 所示。

普通二极管的文字符号用字母“VD”表示，常用二极管的电路图形符号如图 1-9 所示。

2. 二极管的基本特性

二极管的基本特性是具有单向导电性。即当二极管所加的正向电

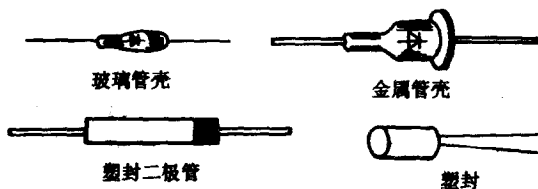


图 1-8 常见二极管的外形

压超过死区电压时，二极管导通；当二极管加反向电压时，二极管截止（一般来说硅二极管的死区电压约为 0.5V，锗二极管的死区电压约为 0.2V）。

典型的硅二极管的伏安特性曲线如图 1-10 所示。

由图 1-10 可见，当二极管的正向电压超过死区电压后，正向电流增长很快，而电压的变化极小（硅二极管约为 0.6~0.7V 锗二极管约为 0.2~0.3V），此电压称为导通电压。此时，二极管导通。

当二极管加的是反向电压时，反向电流很小，而且在一定范围内，反向电流基本上恒定，与反向电压的高低无关，此电流称为反向饱和电流。此时二极管截止。当外加反向电压超过某一高值时，反向电流将突然增大，二极管失去了单向导电性，这种现象称为反向击穿，此时的反向电压称为反向击穿电压。一般的二极管在反向击穿后将因反向电流过大而

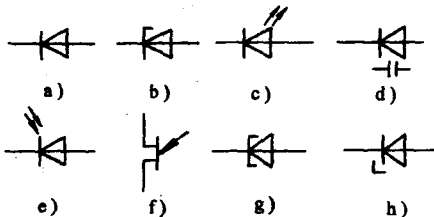


图 1-9 常用二极管的电路图形符号

- a) 普通二极管 b) 稳压二极管
c) 发光二极管 d) 变容二极管
e) 光敏二极管 f) 单结晶体管
g) 隧道二极管 h) 雪崩二极管

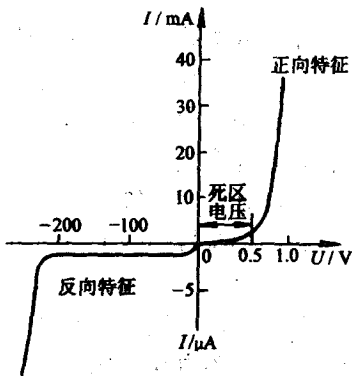


图 1-10 硅二极管的伏安特性曲线