

21 世纪高校规划教材 · 电子信息类

电子技术辅导与实习教程

DIANZI JISHU FUDAO YU SHIXI JIAOCHENG

主 编 骆雅琴
副主编 孙金明

中国科学技术大学出版社

21 世纪高校规划教材 · 电子

电子技术辅导与实习教程

主 编 骆雅琴

副主编 孙金明

中国科学技术大学出版社

合 肥

内 容 简 介

本书由“电子技术辅导”及“电子实习指导”两部分组成。“电子技术辅导”是参照秦曾煌教授主编的“电工学”下册的教材体系而编写,其内容有:学习目标、内容综述、要点提示、应用扩展、典型题析、能力训练及试卷分析等。旨在帮助读者掌握课程重点,学会分析方法,提高解题能力,扩展电子技术知识。

“电子实习指导”是针对实习内容——“收音机”、“数字万用表”等电子产品而编写的。通过实习帮助学生提高应用电子技术的能力。

本书可作为高等院校本科非电类各专业学生学习电工学的辅导教材、实习用书,也可供相关教师教学参考,还可以作为电类各专业学生学习电子技术的实习用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术辅导与实习教程/骆雅琴主编. —合肥:中国科学技术大学出版社,2004. 10
21 世纪高校规划教材. 电子信息类
ISBN 7-312-01734-7

I. 电… II. ①骆… ②孙… III. 电子技术—高等学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 099179 号

书 名:电子技术辅导与实习教程

著作责任者:骆雅琴

责任编辑:张善金

标准书号:ISBN 7-312-01734-7/TN·59

出版者:中国科学技术大学出版社

地 址:合肥市金寨路 96 号中国科学技术大学校内 邮编:230026

网 址:<http://www.press.ustc.edu.cn>

电 话:发行部 0551-3602905 邮购部 3607380 编辑部 3602910

电子信箱:press@ustc.edu.cn

印刷者:合肥学苑印务有限公司

发 行 者:中国科学技术大学出版社

经 销 者:全国新华书店

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:17.75 字数:438 千

版 次:2004 年 10 月第 1 版 2004 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1—4000 册

定 价:19.00 元



前言

为适应高等学校“电工学”课程改革和广大学生学习本课程的需要，我们在总结了长期从事教学研究和教学改革的实践经验后，编写了这本《电子技术辅导与实习教程》。以帮助读者在学习“电工学”课程时，学懂基本内容、理解基本概念、掌握基本分析方法、提高分析问题和解决问题的能力。

本书上篇“电子技术辅导”是参照秦曾煌教授主编的《电工学》下册的教材体系而编写的。《电工学》下册中的△号和*号章节是选讲内容，故本书没有全部参照。

本书每章均按学习目标、内容综述、要点提示、应用扩展、典型题析、能力训练六项内容编写。其中，“学习目标”是根据高等学校“电工学”课程教学基本要求提出；“内容综述”则是先用框图将每章基本内容相互联系起来，以帮助读者整合零散的知识，然后再简述其基本知识点；“要点提示”是重点提醒；“扩展应用”则是拓展知识面；由于“电工学”课程内容多，学时少，无法安排很多的习题课，不能满足学生的学习需要，因此用本书的“典型题析”给予弥补；为了帮助学生开拓视野，熟悉各类题型，提高解题能力，本书编写的“能力训练”收入了有关内容。

本书下篇“电子实习指导”是针对电子产品，如：“收音机”、“数字万用表”等基本内容，按实习要求从理论和实践两个方面系统地、简要地编写的。通过几年的教学实践证明，电子实习能让工科电类和非电类各专业学生在较短的时间内，基本掌握电子产品的原理、安装及调试方法。对电类各专业学生还要求会设计电子产品，因此本篇编入了电子产品制作工艺技术及印制电路板设计编辑软件PROTEL应用。

本书还编入了近年来安徽工业大学本科非电类学生期末试卷分析，以供读者参考。

参加本书上篇“电子技术辅导”编写工作的有：骆雅琴（第1，2，8章及第5章部分），吴燕君（第3，4章），徐祝康、朱志峰（第5，6章），周红（第7，9章），郭华（第10章），戴慧洁、周春雪（试卷分析）。

参加本书下篇“电子技术实习指导”编写工作的有：孙金明、程卫群、施小明。

本书由骆雅琴担任主编，负责全书的编写策划、组织、统稿等工作；孙金明担任副主编，负责“电子技术实习”部分的编写及组织工作；游春豹、顾凌明、唐得志参加了本书的录制、审稿等工作。

我们对支持本书编写和出版的安徽工业大学教务处、电气信息学院以及对本书编写和出版给予支持和帮助的同事和朋友们表示衷心地感谢！

由于编者的水平和经验有限，书中难免有疏漏和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2004年9月18日于安徽工业大学

目 次

前 言	(I)
-----	-------

上篇 电子技术辅导

第 1 章 半导体二极管和晶体管	(1)
第 2 章 基本放大电路	(21)
第 3 章 集成运算放大器	(60)
第 4 章 正弦波振荡电路	(79)
第 5 章 直流稳压电源	(89)
第 6 章 可控整流电路	(108)
第 7 章 门电路和组合逻辑电路	(114)
第 8 章 触发器和时序逻辑电路	(139)
第 9 章 模拟量和数字量的转换	(164)
第 10 章 电子测量及实验	(169)
试卷分析 1 电子技术 (本科) 期末试卷 1	(183)
试卷分析 2 电子技术 (本科) 期末试卷 2	(192)
试卷分析 3 电子技术 (本科) 期末试卷 3	(201)
试卷分析 4 电子技术 (本科) 期末试卷 4	(210)
试卷分析 5 电子技术 (本科) 期末试卷 5	(219)

下篇 电子技术实习

第 11 章 电子实习指导	(227)
11.1 电子实习教学目的	(227)
11.2 电子实习教学要求	(227)
第 12 章 收音机的工作原理	(230)
12.1 无线电广播概述	(230)
12.2 调幅广播收音机工作原理	(231)
12.3 调频广播收音机工作原理	(234)

第 13 章 数字万用表的工作原理·····	(237)
13.1 数字电压表工作原理·····	(237)
13.2 数字万用表工作原理·····	(240)
第 14 章 电子产品制作实例·····	(243)
14.1 JX419 型七管超外差收音机·····	(243)
14.2 HX203 型调频调幅收音机·····	(251)
14.3 M830B 型数字万用表·····	(258)
第 15 章 印制电路板设计编辑软件 PROTEL 应用·····	(264)
15.1 印制板图设计 TRAXEDIT ·····	(264)
15.2 印制板图输出 TRAXPLOT ·····	(272)
15.3 设计性实习项目要求·····	(277)
参考文献·····	(278)

上 篇

电子技术辅导

第 1 章 半导体二极管和晶体管

1.1 学 习 目 标

- (1) 了解半导体的导电特性。
- (2) 理解 PN 结的单向导电性。
- (3) 了解二极管、稳压管和晶体管的基本构造、工作原理和特性曲线，理解主要参数的意义。
- (4) 理解晶体管的电流分配和放大作用。
- (5) 掌握二极管电路、稳压管电路的基本分析方法。
- (6) 学会用万用表判断二极管、稳压管、晶体管的质量及管脚。

1.2 内 容 综 述

1.2.1 知识结构框图

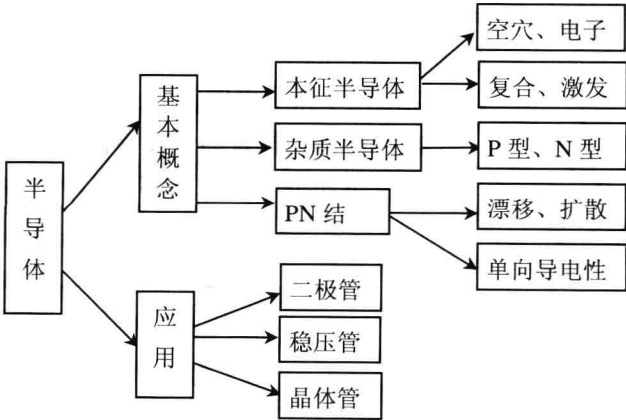


图 1.1 半导体的基本知识点

1.2.2 基本知识

一、半导体基础知识

1. 半导体

半导体是导电能力介于导体和绝缘体之间的物质。它的导电能力随温度、光照或掺杂不同而发生显著变化。

2. 本征半导体的导电性

在绝对零度(0K)时, 本征半导体中没有载流子, 它是良好的绝缘体。

在热激发条件下, 本征半导体共价键结构中的少数价电子获得足够能量, 挣脱了原子核的束缚, 成为自由电子。

激发产生电子空穴对, 复合消失电子空穴对。

本征半导体中具有两种载流子——自由电子和空穴, 二者数量相等。在常温下, 载流子数量很少。当温度升高时本征激发所产生的载流子浓度基本上按指数规律增大, 温度是影响半导体性能的一个重要因素。

但是本征半导体的载流子数量较少, 因此导电性能很差。

3. 杂质半导体的导电性

在本征半导体中掺入不同的杂质, 可得到 N 型(多子是电子)或 P 型(多子是空穴)半导体。

微量掺杂就可以形成大量的多子, 其导电性能大大增强, 所以杂质半导体的导电率高。

4. PN 结

PN 结是载流子在浓度差作用下的扩散运动和内电场作用下的漂移运动所产生的, 它具有单向导电性。半导体器件的核心环节是 PN 结, 各种半导体器件均以 PN 结为基本结构单元构成。

二、二极管

1. 二极管的组成

二极管的基本结构就是一个 PN 结。它是 PN 结外加引线和封装管壳后形成的, 故具 PN 结的伏安特性。二极管可组成整流、限幅、检波及钳位等电路, 在实际电路中应用很广。

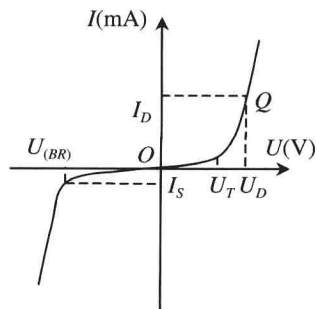


图 1.2

2. 半导体二极管的伏安特性

(1) 正向伏安特性: 如图 1.2 所示, 当正向电压 $U < U_T$, $i_D \approx 0$ (U_T 又称阈值电压) 时, 其大小列于表 1.1。

表 1.1

	死区电压 U_T	正向导通电压 U_D
硅管	0.5V	0.6V~0.8V
锗管	0.1V	0.2V~0.3V

当正向电压 $U > U_T$, 正向电流 I_D 逐渐增加。在电流 I_D 较大时, 二极管两端的电压 U_D 为常数, 所以导通二极管具有稳压特性。 U_D 又称正向导通电压, 其数值见表 1.1。

(2) 反向伏安特性: 图 1.2 所示, 当反向电压 $|U| < U_{(BR)}$ ($U_{(BR)}$ 为击穿电压) 时, $I_D \approx -I_S$, I_S 很小且随温度变化很大。

当反向电压 $|U| > U_{(BR)}$; 反向电流会突然增大, 二极管“反向击穿”。击穿后, 在反向电流很大的变化范围内, 二极管两端电压几乎不变。

(3) 伏安特性的非线性: 二极管的伏安特性是非线性的, 它不仅正、反向的导电性能有很大差别, 而且在不同的电压下, 管子的静态和动态电阻也是不同的。因此, 二极管是非线性元件。

三、稳压管

1. 稳压管外特性

稳压管是一种特殊的面接触型硅二极管。稳压管的伏安特性和二极管的伏安特性基本相似, 只是它的反向伏安特性曲线较陡, 如图 1.3 所示。

2. 稳压管工作原理

稳压管是利用 PN 结反向击穿后所具有的稳压特性而工作的。当稳压管工作在反向击穿状态时, 其管压降 U_Z 几乎不随电流 I_Z 的变化而变化, 因此在电路中起稳压作用。

3. 稳压管的应用

稳压管稳压电路通常由稳压管串联一个限流电阻 R 组成。由于稳压管工作在反向击穿状态, 当负载 R_L 两端电压略有变化时, 稳压管中电流将剧烈变化, 从而在限流电阻 R 上的电压降迅速发生变化, 而维持负载电压几乎不变, 实现了简单稳压。

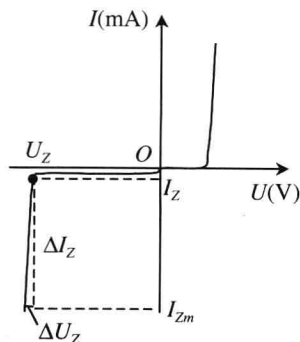


图 1.3

四、晶体管（半导体三极管）

1. 结构特点

- (1) 发射区, 掺杂浓度高, 多数载流子数量多。
- (2) 基区很薄, 掺杂浓度低, 多子数量少。
- (3) 集电区, 掺杂浓度次于发射区而高于基区。

2. 放大原理

发射结电压 U_{BE} 有微小变化, 会引起基极电流 I_B 的微小变化, 从而使发射极电流 I_E 和集电极电流 I_C 产生很大的变化, 这就是三极管的电流放大作用。

在集电极电路中串入电阻 R_C , 则将产生与发射结电压 U_{BE} 变化相关, 且比发射结电压大得多的集电极电压 U_{CE} , 以实现电压放大作用。

晶体管具有电流放大作用的条件是: 其供电电源接法应保证发射结正向偏置、集电结反向偏置。

3. 特性曲线

晶体管的输出特性曲线分为三个工作区——放大区、饱和区和截止区，如图 1.4(b)所示。

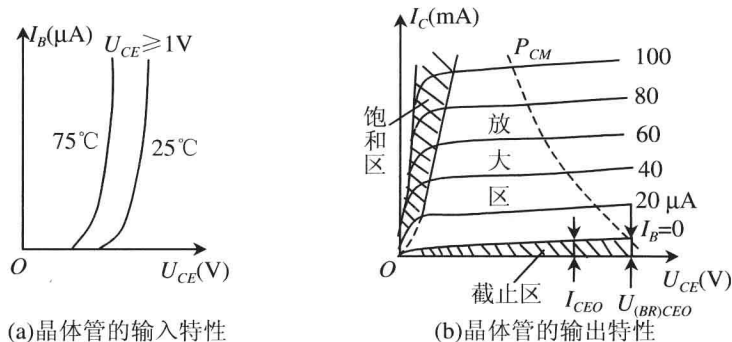


图 1.4

1.3 要点提示

主要内容：

- 半导体的两种载流子
- PN 结的特点及功能
- 晶体管的三种工作状态及特性

一、半导体的两种载流子

1. 半导体的载流子

半导体具有两种载流子，这是半导体与导体之间本质的区别。

本征半导体中的两种载流子由热激发产生，其数量相同但较少，因此导电性能差。

杂质半导体中的少子由热激发产生，由于复合作用，其少子浓度要比本征载流子浓度低得多。杂质半导体的多子由掺杂形成，多子浓度远远高于少子，因而导电率高。

2. 两种载流子导电机理

电子导电是自由电子在外电场作用下定向运动，携带负电荷导电，运动方向与电流方向相反。

空穴导电则是由被原子核束缚的价电子在共价键之间递补空穴，在外电场作用下形成空穴的定向运动，携带正电荷导电，运动方向与电流方向相同。

自由电子导电与导体导电机理相同，而空穴导电只有半导体具有。可见空穴电流不是自由电子递补空穴所形成。若自由电子递补空穴，则称为复合，其结果将使空穴和自由电子数量同时减少。空穴参与导电，数量不会减少。

3. 半导体整体电量平衡，对外不显电性(不带静电)

在多子形成过程中，N 型半导体的杂质原子失去一个电子便成为带正电的离子。P 型半导体的杂质原子多了一个价电子而成为带负电的离子。可见，不论是 N 型还是 P 型半导体，尽管它们的多数载流子浓度都远远高于少数载流子，但总体电量平衡，P 型、N 型半导体不

带正、负电，对外呈电中性。

二、PN 结的特点及功能

(1) PN 结——N 型、P 型半导体的交界面上出现的带电离子集中的薄层。又称为空间电荷区、势垒区、耗尽层、阻挡层。

(2) PN 结的特性：

①空间电荷区内正、负离子带电而不能移动，载流子因复合而数量很少，因此电阻率很高，故称耗尽层。

②正、负离子形成的内电场阻止多子继续扩散，故又称阻挡层。

③内电场对少子有吸引作用，形成少子的逆向运动，称为漂移。

④在没有外电场作用时，当扩散运动和漂移运动达到动态平衡时，PN 结两侧没有电流，空间电荷区厚度一定。

(3) PN 结中的两种运动：多子的扩散运动和少子的漂移运动。

(4) PN 结的单向导电性。

当外加正向电压时，内电场减弱，(多子)扩散运动大于漂移运动，电流随电压按指数规律增加，此时外加正向电压对正向电流有很大影响。

当外加反向电压时，内电场增强，漂移运动大于扩散运动，少子漂移形成很小的反向电流，且电流大小受温度影响，基本上与外加电压无关。

PN 结的电压、电流关系是非线性的。

(5) PN 结的功能：

用一个结做二极管——具有单向导电性。

用两个结做三极管——具有放大作用。

用三个结做晶闸管——具有可控的单向导电性。

三、晶体管的三种工作状态

1. 晶体管的工作状态

三极管有三种工作状态，如表 1.2 所示。

表 1.2 三极管的三种工作状态（以 NPN 为例）

工作状态	放 大	饱 和	截 止
偏置条件	发射结正向偏置 集电结反向偏置	发射结和集电结均正向偏置	发射结和集电结均反向偏置
特征	$U_{BE}=0.6V\sim0.7V$ $U_{CC}>U_{CE}>U_{BE}$ $I_C=\beta I_B$	$U_{BE}=0.6V\sim0.7V$ $U_{CE}\approx0.2V\sim0.3V<U_{BE}$ $I_C=I_{CS} \quad I_B\geq I_{BS}=I_{CS}/\beta$	$U_{BE}\leq0, U_{CE}\approx U_{CC}$ $I_C=I_{CE0}\approx0$ $I_B=0$
特征说明	具有恒流特性， β 近似为常数	I_C 与 I_B 无线性关系，相当于开关合上	相当于开关断开
应用	用于模拟电路	用于数字电路	用于数字电路

2. 三极管的电流分配关系

模拟电路中的三极管工作在放大状态，它的三个极的电流分配关系是其主要特性。三极管有硅管和锗管，有 NPN 型和 PNP 型，但它们三个极的电流分配关系是相同的，其关系式如下：

$$\begin{aligned} I_C &= \beta I_B + I_{CEO} & I_{CEO} & \text{为穿透电流} \\ I_{CEO} &= (1 + \beta) I_{CBO} & I_{CBO} & \text{为集-基极反向截止电流} \\ I_E &= I_C + I_B \end{aligned}$$

对 NPN 管来说， I_C 和 I_B 是流进三极管的，而 I_E 是流出三极管的。

晶体管的电流放大能力是用共发射极直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ 和交流电流放大系数 β 来衡量的。

1.4 扩展应用

内容提示：

- PN 结的电容效应
- 二极管电路的分析方法
- 二极管的应用电路
- 管子的测量与判定

一、PN 结的电容效应

PN 结除了呈现非线性电阻特性外，还具有电容特性。

1. 势垒电容 C_B

PN 结的空间电荷随外加电压的变化而变化。描述空间电荷随电压变化而产生电容效应的参数是势垒电容 C_B 。 C_B 是非线性电容，在等效电路中， C_B 与结电阻并联。在 PN 结反偏时其作用不能忽视，特别是在高频时，对电路的影响更大。

2. 扩散电容 C_D

PN 结正向导电时，多子扩散到对方区域后，在 PN 结边界上积累，并有一定的浓度分布。积累的电荷量随外加电压的变化而变化，引起电容效应而形成扩散电容 C_D ； C_D 也是非线性电容。PN 结正偏时， C_D 较大，反偏时 C_D 较小，可以忽略。

二、二极管电路的分析方法

1. 图解分析法

二极管是一种非线性器件，因此，二极管电路采用非线性电路的分析方法，其步骤是：

- (1) 把电路分为两部分，非线性部分是二极管；线性部分是电源、电阻等元件。
- (2) 分别画出非线性部分（二极管）的伏安特性和线性部分的特性(直线)。
- (3) 由两条特性的交点求得电路的电压和电流。

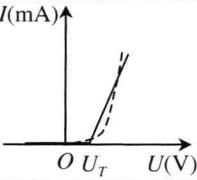
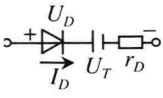
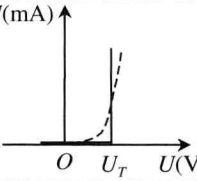
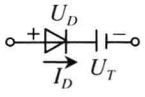
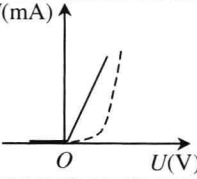
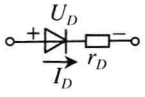
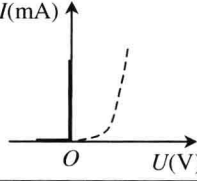
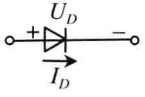
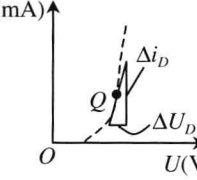
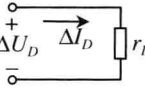
2. 等效分析法

根据二极管在电路中的实际工作状态，在分析精度允许的条件下，可以用一个线性等效

电路来代替实际的二极管电路。如表 1.3 所示。

二极管的等效电路模型是分析二极管电路的基础。表 1.3 的等效方法是将非线性问题线性化，这样可以使电路简化，便于近似估算。较复杂的等效电路还可以借助计算机来分析。

表 1.3 二极管等效电路

序号	名 称	伏安特性	等效电路	备 注
1	分段线性等效电路			考虑二极管死区电压 U_T 和导通电阻 r_D 的折线等效 $U_D = U_T + I_D r_D$
2	恒压源线性等效电路			二极管工作电流较大时，认为导通电阻 r_D 为常数，不随 U_D 变化，可忽略。导通电压 U_D 为死区电压 U_T ， $U_D = U_T$
3	忽略死区电压 U_T 的分段线性等效电路			当信号幅度远远大于二极管死区电压时，可忽略死区电压 U_T ，只考虑导通电阻 r_D ， $U_D = I_D r_D$
4	理想二极管等效电路			当信号幅度远远大于二极管导通电压 U_D 时，可认为：二极管正偏导通，相当于短路；二极管反偏截止，相当于开路。 $U_D \approx 0$
5	小信号等效电路			电路中除直流电源外，还有微变信号(小信号)。对后者，在静态工作点 Q 附近工作，则可把特性看成一条直线。二极管用动态电阻 r_D 表示， $\Delta U_D = \Delta I_D r_D$

3. 判断二极管工作状态的方法

在分析计算二极管电路时，必须判明二极管在电路中的工作状态。常用的判断方法是：首先假设二极管断开，求出两断开点之间的电压，若该电压是正向电压，且大于阈值电压，二极管导通；反之二极管截止。

若二极管处于导通状态，二极管两端的电压为其正向导通压降。二极管的正向导通压降可视为常数，(硅管 0.7V 或锗管 0.2V)。如果是理想二极管，则正向导通压降为 0V。理想二极管导通时，可视为短路；理想二极管截止时，可视为开路。

若电路中有两条以上含二极管的支路，且所含二极管均承受大于阈值的电压，此时应判断这些二极管之间的相互制约作用（即承受正向电压较大者优先导通问题）。把电路中所有二极管都判明之后，才能进一步计算所要求的各物理量。

三、二极管电路的应用

1. 整流电路

整流电路是利用二极管的单向导电性，将交流电变换成单方向脉动的直流电，如图 1.5 所示。关于整流电路的知识将在第 5 章详述。

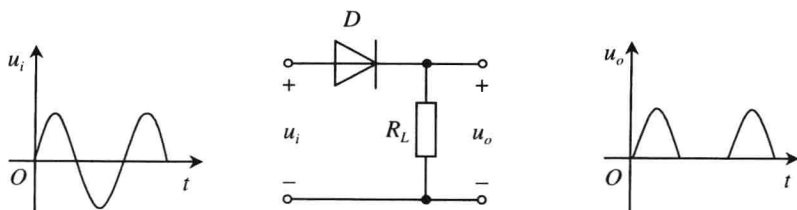


图 1.5

2. 检波电路

如图 1.6 所示，检波电路是将幅值被音频信号调制的高频无线电信号，变成单方向脉动信号，再滤去高频载波便可得音频信号，用于无线电接收机。

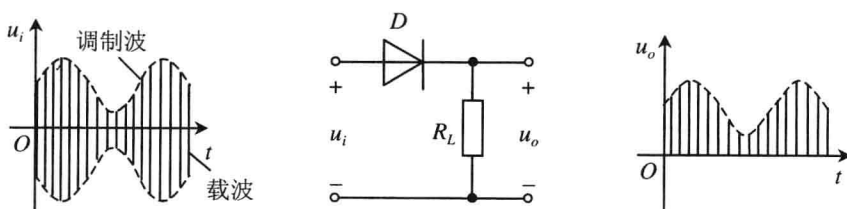


图 1.6

3. 限幅电路

限幅电路有单向限幅和双向限幅两种。如图 1.7 所示为单向限幅电路，输入电压 u_i 为正弦波，输出正半周被限幅，称为正向限幅。当 $u_i < E$ 时，二极管 D 截止， $u_o = u_i$ ； $u_i > E$ ，二极管 D 导通， $u_o = E$ 。

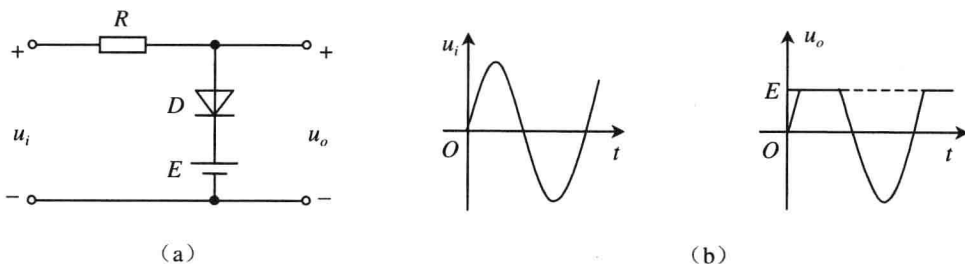


图 1.7

4. 钳位电路

钳位电路有多种形式。图 1.8 所示电路中原无二极管。当开关 S 闭合和断开时， A 点电位在 $0V \sim 15V$ 间变化。接入二极管后，当开关 S 闭合和断开时， A 点电位被钳制在 $0V \sim 5V$ 间变化。

5. 续流电路

如图 1.9 所示电路, 当开关 S 闭合时, 二极管 D 截止, 线圈中流过电流 I ; 在开关 S 断开瞬间, 电流不能突变, 若无二极管, 则线圈的自感电动势将可能使开关击穿而损坏。加入二极管后电流有了继续流动的通路, 故称续流二极管。

二极管还可用来做峰值采样、隔离和削波等电路。二极管在电子技术中应用是非常广泛的。

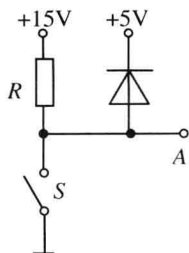


图 1.8

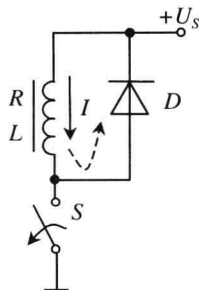


图 1.9

四、管子的测量与判定

1. 用万用表判断二极管正负极性及好坏

分析：二极管在正向电压只有零点几伏时导通，其电阻很小；正向电压未超过死区电压时，电流很小，电阻较大，可认为二极管未导通。

方法：通常用万用表的欧姆表 $\times 1k\Omega$ 档判断二极管的正负极。红、黑表笔分别接二极管的两极，若测得的电阻值较小在 $10k\Omega$ 左右，则红表笔所接为负极，黑表笔所接为正极；反之，若测得的电阻值较大，如 $500k\Omega$ 以上，则表明红表笔所接为正极，黑表笔所接为负极。有的二极管单向导电性不好，例如，反向电阻值只有几十千欧，甚至正、反电阻值接近相等，那么，这样的二极管就不能使用了。

2. 用万用表判断晶体管的管脚及晶体管是 NPN 型还是 PNP 型

用万用电表测电阻的 $R \times 1k\Omega$ 挡依次测量三个脚之间的正、反向电阻，若某一脚对另两只脚之间的正向和反向电阻分别相等，则该脚便是基极。若将红表笔（电表正极，表内电源负极）接触基极，黑笔接触另两个脚，测得均为正向电阻，则该管是 PNP 型。若将电表黑表笔接触基极，红表笔接触另两只脚，测得均为正向电阻，则该管便是 NPN 型。

找出基极后，再用电表测量另两个脚之间的正、反向电阻。

若是锗管，这两个电阻有明显差别。对于 PNP 型锗管，测得较小电阻(正向)时黑表笔所接为发射极，红表笔所接为集电极。对于 NPN 型锗管(很少用)，黑表笔所接为集电极，红笔所接为发射极。

若是硅管，发射极与集电极之间正、反向电阻都很大，没有明显差别。可在基极上接一只 $100k\Omega$ 的电阻，对于 NPN 型，可将该电阻另一端接在黑表笔上，将晶体管另两只脚在红表笔和黑表笔之间反复换接，测得其中一个电阻值较小时，则黑表笔所接为集电极，红表笔所接为发射极。若是 PNP 型，则将电阻另一端接红表笔，将另两只脚在红表笔和黑表笔之间反复换接，测得电阻较小时，红表笔所接为集电极，黑表笔所接为发射极。用于判别硅管的发射极和集电极的方法也可用于判别锗管。且 $100k\Omega$ 电阻可用人体电阻

代之。

判定好三个管脚后,为进一步确定它是硅管还是锗管,可在 B, E 之间加正向偏置电压(通过限流电阻),测出 U_{BE} 。若 $U_{BE} \geq 0.6\text{V}$,则为硅管;若 $U_{BE} \leq 0.3\text{V}$,则为锗管。

3. 实验判断晶体管的三个管脚,并区别是锗管还是硅管

使晶体管工作在正常的放大状态,测出三个管脚的直流电位来分析判断。因为工作在放大状态的三极管的基极直流电位一定处于集电极电位和发射极电位中间,因此,判断时先确定基极。然后找出与基极电位相差 0.7V 或 0.2V 的发射极,相差 0.7V 的是硅管,相差 0.2V 是锗管。剩下的便是集电极,如集电极电位是三个极中最高的,则该管便是 NPN 型的,若是最低的,则此管便是 PNP 型。

1.5 典型题析

1 在图 1.10 所示的三个电路中,电流表的读数是否不同,为什么?

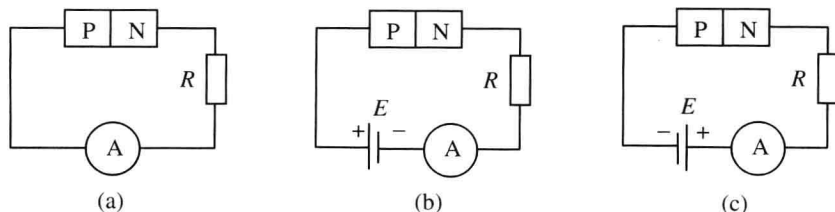


图 1.10

【解题思路】 PN 结在加正向电压时导通,形成正向电流;加反向电压截止,无电流。

解 (a) 电路中没有电源,所以电流表没有读数。

(b) PN 结加正向电压导通,电流表有读数。

(c) PN 结加反向电压截止,电流表没有读数。

2 在图 1.11 所示电路中,二极管的正向压降为 0.7V ,问各二极管是否导通,求输出电压 U_{A0} 。

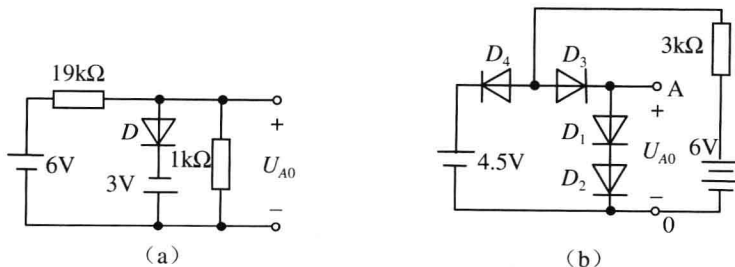


图 1.11

【解题思路】 比较二极管两端电位,正极电位高,二极管导通;否则不通。若有多条二极管支路,则要判断相互之间的钳位作用。

解 (a) 二极管 D 导通, $U_{A0} = 0.7 + (-3) = -2.3\text{V}$