

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

电子技术基础与技能 学习指导和练习

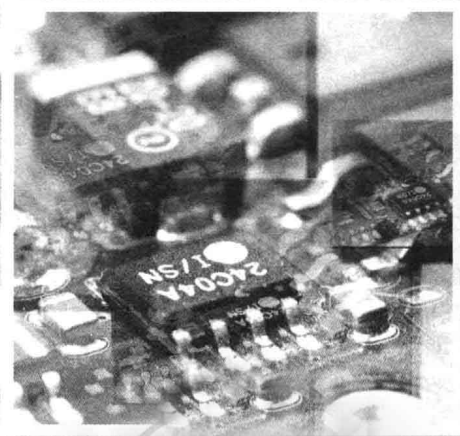
张连飞 主编



中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

电子技术基础与技能 学习指导和练习

张连飞 主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

电子技术基础与技能学习指导和练习 / 张连飞主编

-- 北京 : 人民邮电出版社, 2010.10

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

ISBN 978-7-115-23706-4

I. ①电… II. ①张… III. ①电子技术—专业学校—
教学参考资料 IV. ①TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第167926号

内 容 提 要

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《电子技术基础与技能(通信类)》配套的学习指导和练习,编写体例突出与主干教材同步,主要内容包括半导体器件、基本放大电路、其他常用应用电路、无线电接收与发送基础知识、直流稳压电源、数字电路基础、组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、555 集成电路及模数转换电路等 10 个单元内容,每单元按“教学目标、重点难点解析、知识拓展、例题解析、‘思考与练习’习题解答、自我测评、拓展训练”编写。第 11 单元为综合测试。

本书贴近中职教学实际,强调课内学习与课外提高的有机结合,引导学生使学习过程成为自主学习与主动探究的过程;本书可作为学生的课堂作业与课后巩固的练习册,也可用于会考、统测与高考的复习。

中等职业教育课程改革国家规划新教材配套教学用书

电子技术基础与技能学习指导和练习

-
- ◆ 主 编 张连飞
责任编辑 王 平
 - ◆ 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>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 11.75 2010 年 10 月第 1 版
字数: 290 千字 2010 年 10 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-23706-4

定价: 20.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

前 言

本书是中等职业教育课程改革国家规划新教材《电子技术基础与技能（通信类）》配套的学习指导和练习。编者根据多年的教学经验，结合课程内容的重点和学生学习本课程必备的知识以及学生学习过程中感到困难的问题进行编写，旨在帮助学生在学习本课程时能很好地理解并掌握课程内容的基本概念、基本电路和基本分析方法；领会解题思路，提高学生分析问题和解决问题的能力。本书结构特点如下。

- 教学目标：梳理本单元的主要知识结构。
- 重点难点解析：总结归纳本单元的重点、难点知识，使学生掌握最基本、最重要的知识和技能。
- 知识拓展：在主干教材知识的基础上，拓展一些知识或技能介绍。帮助学生拓展思维，为后续课程学习打下基础。
- 例题解析：针对本单元的重要知识点做典型例题解析。
- “思考与练习”习题解答：对主干教材中的每单元的“思考与练习”的题目给出答案及部分解题过程。
- 自我测评：针对本单元的知识点，设计一些练习题目，供学生课堂上或者课后做练习。
- 拓展训练：针对本单元的知识点，设计一些比较有难度的题目，供教师实施分层次教学中使用。

本书除了针对主干教材知识点的讲解外，还附有三套模拟试卷，可供读者复习备考。

本书由张连飞老师主编。第1、2、3、4、5单元及三套模拟试卷由北京信息职业技术学院张连飞老师执笔，第6、7、8、9、10由北京信息职业技术学院刘文利老师执笔。本书在编写过程中得到北京信息职业技术学院褚丽歆老师的帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，编写水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者
2010年7月

目 录

第 1 单元	半导体器件	1
第 2 单元	基本放大电路	17
第 3 单元	其他常用应用电路	34
*第 4 单元	无线电接收与发送基础知识	48
第 5 单元	直流稳压电源	54
第 6 单元	数字电路基础	67
第 7 单元	组合逻辑电路	85
第 8 单元	触发器	105
第 9 单元	时序逻辑电路	116
*第 10 单元	555 集成电路及数模转换电路	130
第 11 单元	综合测试	142
参考答案		154
参考文献		181

第 1 单元

半导体器件

教学目标

知 识 点		要 求
PN 结的特性		理解 PN 结的形成及其单向导电性
二极管	二极管的结构	掌握二极管的符号与极性, 会用万用表判别二极管的质量与极性
	二极管的伏安特性	了解二极管的伏安特性, 记住其导通电压
	二极管的主要参数	了解二极管的主要参数
	特殊二极管	了解应用较广的稳压二极管、发光二极管、光电二极管等
三极管	三极管的结构及其类型	掌握 PNP、NPN 两种类型的三极管的结构与符号, 会用万用表判别三极管的管脚与类型
	三极管的电流分配与放大作用	了解三极管具有电流放大作用, 记住实现电流放大的条件 (外部条件是重点, 内部条件了解即可)
	三极管的特性及主要参数	了解三极管的参数, 掌握三极管 3 种工作状态的外部条件
场效晶体管	场效晶体管的结构及分类	了解场效晶体管的分类与结构
晶闸管	晶闸管的结构与符号	了解晶闸管的结构、导电特性、引脚排列及在可控整流、交流调压方面的应用

重点难点解析

1. 半导体

半导体的导电能力介于导体和绝缘体之间, 它的导电能力可随着光照、温度或掺杂不同而发生显著的变化。

2. PN 结

当把一块 P 型半导体和一块 N 型半导体用特殊工艺紧密结合时, 在二者的交界面上会形成一个具有特殊现象的薄层, 这个薄层被称为 PN 结。给 PN 结外加正向电压 (P 区接正极, N 区接负极) 导通; 而 PN 结外加反向电压 (N 区接正极, P 区接负极) 截止, 即 PN 结具有单向导电的特性。

3. 二极管

① 二极管是以一个 PN 结为核心构成的, 从 P 区引出的电极为二极管正极, 从 N 区引出的电极为二极管负极, 用管壳封装起来即成二极管。

二极管通常用塑料、玻璃或金属材料作为封装外壳, 外壳上印有标记以便区分正、负电极。

② 加在二极管两端的电压与通过二极管的电流之间的关系称为伏安特性, 由此得到的曲线即为伏安特性曲线, 如图 1.1 所示。

在实际应用中的二极管种类很多, 用途也十分广泛, 掌握二极管的特性和应用常识是重点。

③ 在电子设备中较常用的二极管如下。

普通二极管: 如 2AP 等系列, 主要用于高频检波。

整流二极管: 如 2CZ、2DZ 等系列, 主要用于整流。

开关二极管: 如 2AK、2CK 等系列, 用于开关电路。

稳压二极管: 如 2CW、2DW 等系列, 用于各种稳压电路。

4. 稳压二极管

① 稳压二极管是一种用特殊工艺制造的面接触硅材料二极管, 由于它具有稳定电压的功能, 所以把这种类型的二极管称为稳压管, 在稳压设备和一些电子电路中经常用到。

② 稳压二极管的伏安特性曲线如图 1.2 所示。稳压二极管工作在特性曲线的反向击穿区, 这表明稳压二极管在击穿状态下, 流过稳压二极管的电流在较大范围内变化 (ΔI_Z) 时, 而稳压二极管两端电压变化 (ΔU_Z) 很小, 这就是稳压二极管的稳压作用。

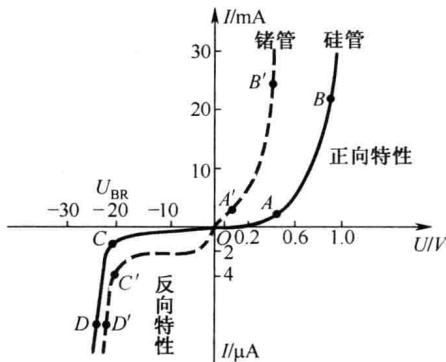


图 1.1

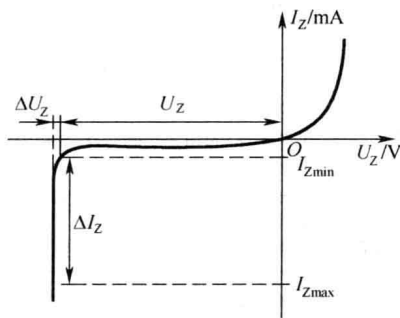


图 1.2

5. 三极管

(1) 三极管的结构

三极管是由两个 PN 结构成的, 两个 PN 结将整个半导体基片分为 3 个区——发射区、基区和集电区。由 3 个区各引出一个电极, 分别为基极 b、发射极 e 和集电极 c。发射区与基区之间的 PN 结称为发射结, 集电区与基区之间的 PN 结称为集电结。三极管按结构可分为 NPN 型和 PNP 型两类。

(2) 三极管的电流放大作用

只有给三极管的发射结加正向电压（正偏）、集电结加反向电压（反偏）时, 它才具有电流放大作用。所以三极管具有电流放大作用的外部条件是: 发射结正偏, 集电结反偏。对于 NPN 型, 3 个电极上的电位分布是 $U_C > U_B > U_E$; 对于 PNP 型, 3 个电极上的电位分布是 $U_C < U_B < U_E$ 。应该注意的是, 因 PNP 型三极管的导电极性与 NPN 型不同, 所以 PNP 型三极管接电源时其极性与

NPN 型相反。

(3) 三极管的伏安特性曲线（以共射组态为例）

同二极管一样，可以通过伏安特性曲线描述三极管各极电流与极间电压之间的关系。只是三极管伏安特性曲线分为输入特性曲线和输出特性曲线。

① 三极管输入特性曲线。反映输入电流 I_B 与输入电压 U_{BE} 之间的关系的曲线叫做输入特性曲线，它以输出电压 U_{CE} 一定值作参考量。当 $U_{CE} \geq 1V$ 之后，输入特性曲线基本重合，如图 1.3 (a) 所示。

通常把三极管电流开始明显增长的发射结电压称为导通电压。在室温下，硅管的导通电压为 $0.6 \sim 0.7V$ ，锗管的导通电压为 $0.2 \sim 0.3V$ 。

② 三极管输出特性曲线。反映输出电流 I_C 与输出电压 U_{CE} 之间关系的曲线叫做输出特性曲线，它以输入电流 I_B 一定值作参考量，如图 1.3 (b) 所示。它表明了在一组输入电流 I_B 作用下， I_C 与 U_{CE} 之间的变化关系。也就是说，三极管特性曲线是具有相近特性的所有曲线构成一个曲线族，通常把它分成截止、饱和和放大 3 个区域。

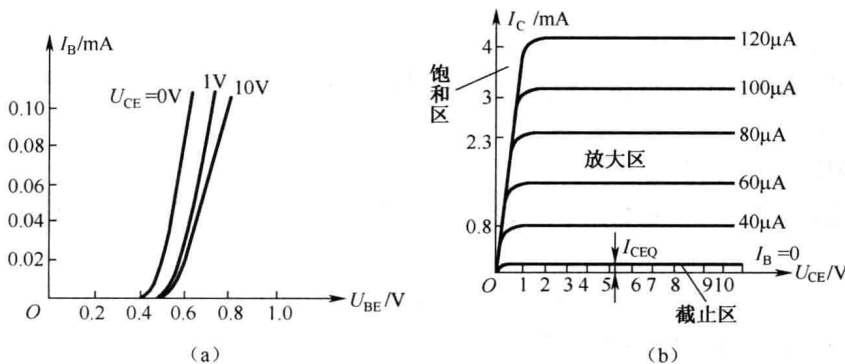


图 1.3

(4) 三极管电流分配关系

在满足放大条件的情况下，由发射区发射的载流子只有极少的一部分在基区复合，绝大部分被集电区收集，而在基区复合一个载流子，就有 β 个载流子被集电区收集，所以控制 I_B 就能控制 I_C 。三极管 3 个电极的电流在取值上满足下列关系式：

$$I_E = I_B + I_C$$

I_B 变化时 I_C 也跟着变化， I_C 受 I_B 控制，而 $I_C \gg I_B$ ，所以

$$I_E \approx I_C$$

(5) 三极管的电流放大系数（以共发射极为例）

① 直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ 。它是反映三极管直流电流放大能力强弱的参数，它的定义为

$$\bar{\beta} = \left. \frac{I_C}{I_B} \right|_{U_{CE} = C}$$

式中 C 为常数。

② 交流电流放大系数 β 。它是反映三极管交流电流放大能力强弱的参数，它的定义为

$$\beta = \left. \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \right|_{U_{CE} = C}$$

式中 C 为常数。

当三极管工作频率不太高时, $\bar{\beta}$ 和 β 近似相等。

各种半导体器件均以 PN 结为基本单元构成, 所以 PN 结的单向导电性是本单元的重要基础知识。而半导体器件, 在实际中有着广泛的应用, 故对于半导体器件, 主要着眼于在电路中的使用。



知识拓展

1. 半导体基础知识

(1) 本征半导体

① 在绝对零度时, 本征半导体中没有载流子, 相当于绝缘体。

② 在热激发条件下, 少数价电子获得能量摆脱原子核的束缚成为自由电子, 同时在该处留下空位(空穴), 即产生电子—空穴对。自由电子的电荷极性为负, 空穴的电荷极性为正。半导体中有电子、空穴两种带电粒子(载流子)。

(2) 杂质半导体

① N 型半导体: 本征硅或锗中掺入五价元素构成。N 型半导体中多数载流子是自由电子, 少数载流子是空穴。

② P 型半导体: 本征硅或锗中掺入三价元素构成。P 型半导体中多数载流子是空穴, 少数载流子是自由电子。

(3) 半导体中的两种电流

① 扩散电流: 由于同一种载流子浓度差而产生的载流子从浓度高向浓度低处扩散运动形成的电流。

② 漂移电流: 在电场作用下, 载流子定向运动形成的电流。

(4) 半导体导电性能与温度的关系

当温度升高时本征激发产生的载流子浓度基本上按指数规律增大。

(5) 半导体的特性

① 热敏性。半导体导电能力受环境影响很大, 如锗, 温度每升高 10°C , 它的电阻就会减小到原来的一半左右, 即其导电能力会大大增强。利用半导体对温度十分敏感的特性, 可以制造自动控制中常用的热敏电阻传感器及其他热敏元件。

② 掺杂性。在纯净的半导体中掺入微量的杂质元素, 可以改变它的导电能力, 如在硅中掺入一亿分之一的硼元素, 其导电能力可以增加两万以上。显然, 通过掺入不同种类和数量的杂质元素, 可以控制半导体的导电性能。为此, 利用半导体的这一特性可以制造出二极管、三极管、场效应晶体管、晶闸管、集成电路等半导体器件。

③ 光敏性。半导体的导电能力对光照也很敏感, 如硫化镉半导体薄膜, 在无光照时, 电阻高达几十兆欧, 受到光线照射时, 电阻可降到几十千欧, 相差上千倍, 即光照越强, 导电能力越强。利用半导体的光敏性, 可以制造光敏元件, 如光敏电阻器、光电二极管、光电三极管等。

2. 三极管及其使用

① 内部条件: 基区薄, 掺杂杂质的浓度小; 发射区掺杂杂质的浓度大。

② 外部条件: 发射结正偏, 集电结反偏, 即对 NPN 型, $U_C > U_B > U_E$; 对 PNP 型 $U_C < U_B < U_E$ 。

③ 因为三极管内部结构的特点是基区薄, 掺杂浓度低, 而发射区掺杂的浓度比集电区、基区大得多, 另外集电结面积比发射结的面积大, 所以使用时, 发射极和集电极一般不能互换。

④ 三极管中两个 PN 结是通过很薄的基区联系起来的, 因此, 如果将两个二极管用导线串联起来是不能起到三极管的作用的。

⑤ 三极管的连接方式(组态)

三极管的主要用途之一是构成放大器, 简单地说, 放大器的工作过程是从外界接收弱小信号, 经放大后送给用电设备。放大器方框图如图 1.4 所示, 其中接收外界信号的一边叫做输入端, 有两个端钮(1、2); 送出信号的一边叫做输出端, 该端也有两个端钮(3、4)。因三极管只有 3 个电极, 构成放大器时只能提供 3 个端, 所以一定有一个电极要作为输入和输出的公共端。当把三极管的发射极作公共端时, 称三极管为共发射极连接方式或组态。相应的还有共基极组态, 共集电极组态, 如图 1.5 所示。

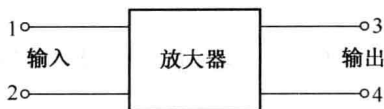


图 1.4

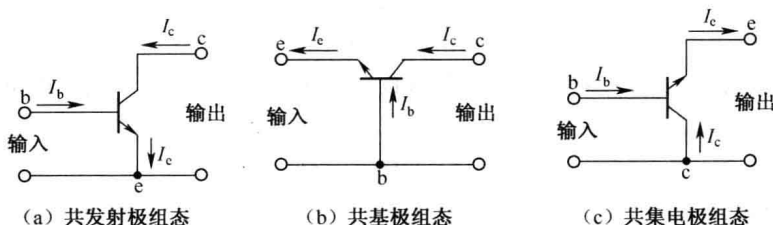


图 1.5



例题解析

例 1.1 二极管电路如图 1.6 所示, 判断二极管是导通还是截止, 并确定输出电压 U_{AO} 。设二极管为理想二极管。

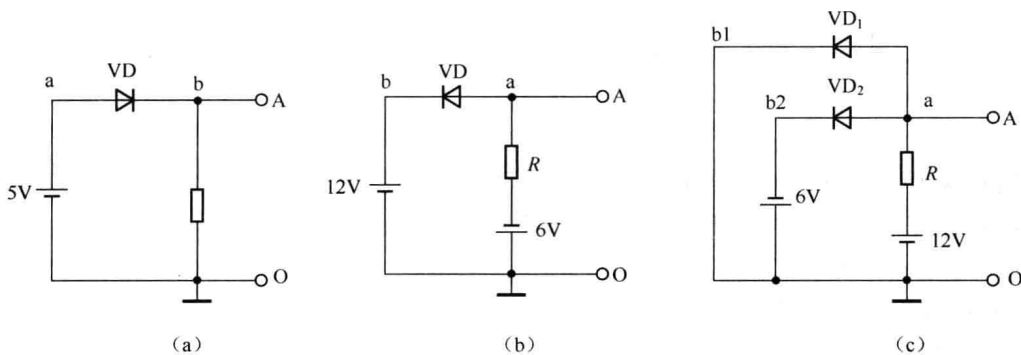


图 1.6

分析：判断二极管在电路中的工作状态, 常用的方法是: 首先假设二极管断开, 确定二极管两端的电位, 以判断二极管两端加的是正向电压还是反向电压。如果是正向电压, 二极管就处于导通状态, 正向导通压降为 0; 如果是反向电压, 则二极管处于截止状态。如果电路中有两只二极管承受的正向电压不等, 则应判定承受正向电压较大者优先导通, 其二极管两端电压为导通电压, 然后用上述方法判断另一只二极管的状态。

记住利用二极管的单向导电性。



解：对于图 1-6 (a)，首先假设二极管断开，求二极管两端电压

$$U_D = U_{ab} = 5V$$

显然二极管处于正向偏置状态，因此二极管导通，又因为设二极管为理想二极管，即二极管导通电压为 0，所以

$$U_{AO} = 5V$$

对于图 1-6 (b)，假设二极管断开，二极管两端电压

$$U_D = U_{ab} = -18V$$

显然二极管处于反向偏置状态，因此二极管截止，电路中无电流通过，电阻上的电压降为 0，则

$$U_{AO} = -6V$$

对于图 1-6 (c)，首先假设两只二极管断开，二极管两端电压

$$U_{D1} = U_{ab1} = 12V$$

$$U_{D2} = U_{ab2} = 18V$$

接入二极管以后， VD_2 承受的正向电压较 VD_1 高，优先导通，使 a 点电位被钳制在 $U_a = -6V$ 。此时 VD_1 因承受反向电压而截止，所以

$$U_{AO} = U_a = -6V$$

例 1.2 已知电路如图 1.7 (a) 所示，输入信号如图 1.7 (b) 所示，请绘出输出电压波形。（设二极管为理想管）

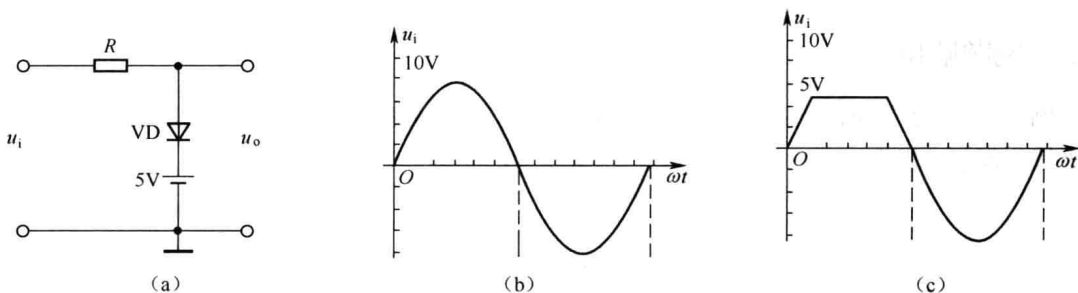


图 1.7

分析：利用二极管的单向导电性来分析各不同时刻二极管的状态，以此推出输出电压的情况。比较二极管两端的电位判断二极管的状态是导通还是截止。

解：当 $u_i \geq 5V$ 时，二极管导通，输出电压 $u_o = 5V$ 。

当 $u_i < 5V$ 时，二极管截止，电阻上的电压为 0，所以输出电压 $u_o = u_i$ 。

因此，绘出的输出波形如图 1.7 (c) 所示。

例 1.3 判断图 1.8 中哪个电路中的灯泡会亮？

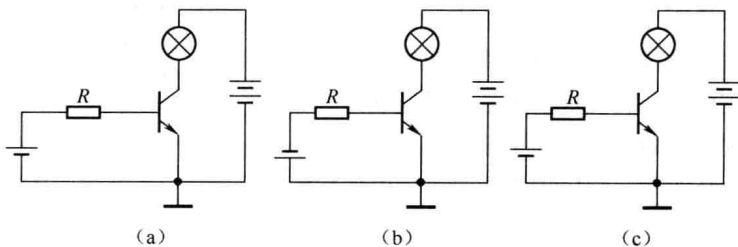


图 1.8

利用三极管电流放大的外部条件。



分析：三极管具有电流放大作用的外部条件是发射结正偏，集电结反偏。

答：图（a）满足条件，所以图（a）中的灯泡会亮。

例 1.4 二极管的反向电流越小，其单向导电性能是越好还是越差？为什么？

分析：二极管的反向电流是指二极管加反向电压未击穿时所形成的反向电流的数值。

答：二极管的反向电流越小，其单向导电性能越好。因为从上述分析可见，如果二极管的反向电流大，那么二极管双向电流都较大，所谓单向导电性也就被破坏了。所以说，二极管的反向电流越小，其单向导电性能就越好。

例 1.5 硅稳压二极管工作在二极管伏安特性曲线中的哪一区域？使用中要注意什么？

分析：硅稳压二极管是利用二极管的反向击穿特性构成的，所以稳压管是工作在二极管伏安特性曲线中的反向击穿区。反向特性曲线在击穿区域比普通二极管更陡直。当反向电压增加到一定数值时（如增加到图 1.2 中所示的电压值 U_Z ），反向电流急剧上升。此后，反向电压只要稍有增加（如增加了 ΔU_Z ），反向电流就会增加很快，从 I_{Zmin} 变化到 I_{Zmax} （如图 1.2 中的 ΔI_Z ），这种现象就是电击穿。由“击穿”转化为“稳压”，有一个值得注意的条件，即适当限制通过稳压二极管的反向电流。否则，过大的反向电流，如超过图 1.2 中的 I_{Zmax} ，将造成稳压二极管击穿后的永久性损坏。

答：因为硅稳压二极管是利用二极管的反向击穿特性构成的，所以它是工作在二极管伏安特性曲线中的反向击穿区。在实际工作中，为了保护稳压二极管，要在外电路串联一个限流电阻。

例 1.6 在放大电路中的某三极管 3 个电极分别为①、②、③，现测得它们对地的电位依次为 6V、3V、3.7V，试判别各管脚名称，并说明是 NPN 型还是 PNP 型，是硅管还是锗管。

分析：已知三极管在放大状态，那么三极管满足条件：发射结正偏，集电结反偏，应有 $U_C > U_B > U_E$ ，且导通时 $U_{BE} = 0.7V$ （硅管）。

解：由分析可知，③脚为基极 B，②脚为发射极 E，①脚为集电极 C，满足 $U_C > U_B > U_E$ ， $U_{BE} = 0.7V$ ，所以该三极管为 NPN 型硅管。

例 1.7 判断图 1.9 所示的三极管处于何种状态。

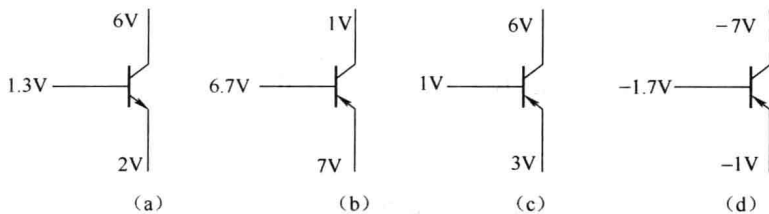


图 1.9

分析：根据三极管所处工作状态的外部条件来判断，即

$$\begin{array}{lll} \text{放大} & \left\{ \begin{array}{l} \text{发射结正偏} \\ \text{集电结反偏} \end{array} \right. & \text{饱和} & \left\{ \begin{array}{l} \text{发射结正偏} \\ \text{集电结正偏} \end{array} \right. & \text{截止} & \left\{ \begin{array}{l} \text{发射结反偏} \\ \text{集电结反偏} \end{array} \right. \end{array}$$

解：图（a）为截止状态，图（b）为放大状态，图（c）为饱和状态，图（d）为放大状态。

例 1.8 测得放大电路中 6 只三极管的直流电位如图 1.10 所示。在圆圈中画出三极管，并分别说明它们是硅管还是锗管。

分析：从已知条件可知，6 只三极管均处于放大状态，因此，根据三极管放大状态下各电极

电位的关系来判断, 即 NPN 型 $U_C > U_B > U_E$, PNP 型 $U_C < U_B < U_E$ 。

解: 结果如图 1.10 (b) 所示。

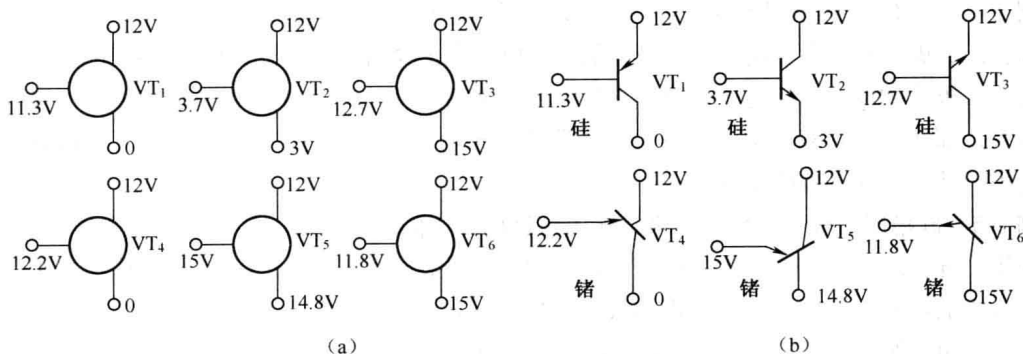


图 1.10

“思考与练习”习题解答

一、填空题

1. 过热 烧毁 击穿
2. 正向导通, 反向截止, 即单向导电性
3. 放大区 截止区 饱和区 放大区 电流放大
4. 100 2.5mA
5. 几~几十 1.5~3V
6. 光 电 反偏
7. (1) 集电 基 发射 (2) 50 (3) PNP
- *8. 电压 电场 源极 漏极 栅极
- *9. 结 绝缘栅 P N
- *10. 控制极

二、选择题

1. A 2. B 3. B *4. B 5. C A B

三、综合题

1. 解: 判断方法如例 1.1。

对于图 (a), 首先假设二极管断开, 求二极管两端电压

$$U_D = 6V$$

显然二极管处于正向偏置状态, 因此二极管导通, 又因为设二极管为理想二极管, 即二极管导通电压为 0, 所以

$$U_{AO} = 6V$$

对于图 (b), 首先假设二极管断开, 求二极管两端电压

$$U_D = -6V$$

显然二极管处于反向偏置状态, 因此二极管截止, 电路中无电流通过, 电阻上的电压降为 0, 则

$$U_{AO} = 0V$$

对于图 (c), 首先假设二极管断开, 求二极管两端电压

$$U_D = 18V$$

显然二极管处于正向偏置状态, 因此二极管导通, 又因为设二极管为理想二极管, 即二极管导通电压为 0, 所以

$$U_{AO} = 12V$$

对于图 (d), 首先假设二极管断开, 求二极管两端电压

$$U_D = -18V$$

显然二极管处于反向偏置状态, 因此二极管截止, 电路中无电流通过, 电阻上的电压降为 0, 则

$$U_{AO} = -6V$$

2. 解: 设一只稳压管的稳压值为 $U_{Z1} = 6V$, 另一只稳压管的稳压值为 $U_{Z2} = 7.5V$ 。

两只稳压值不等的稳压管串联使用, 有以下 4 种接法, 如图 1.11 所示。

$$U_{O1} = U_{Z1} + U_{Z2} = 6 + 7.5 = 13.5V$$

$$U_{O2} = U_{Z1} + U_{D2} = 6 + 0.7 = 6.7V$$

$$U_{O3} = U_{D1} + U_{Z2} = 0.7 + 7.5 = 8.2V$$

$$U_{O4} = U_{D1} + U_{D2} = 0.7 + 0.7 = 1.4V$$

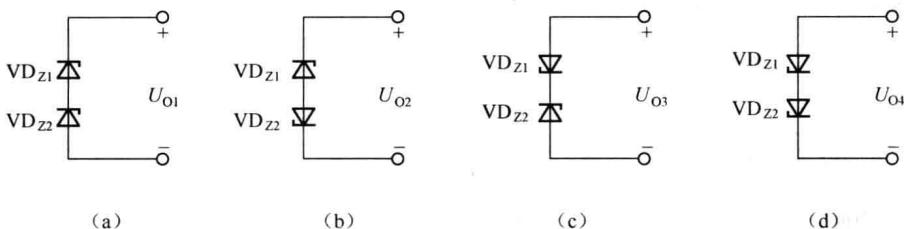


图 1.11

两只稳压值不等的稳压管并联使用, 也有 4 种接法, 只是得到的稳压值只有如下两种, 如图 1.12 所示。

$$U_{O1} = U_{Z1} = 6V$$

$$U_{O2} = U_{O3} = U_{O4} = 0.7V$$

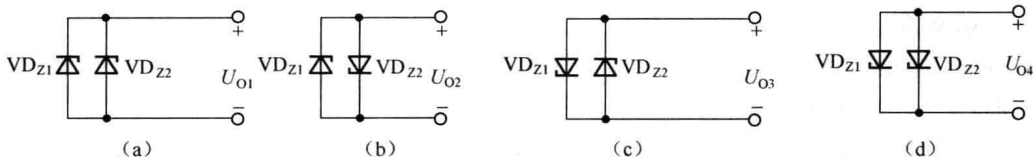


图 1.12

四、实训题

1. 答: (1) 黑笔接的是万用表内部电源的正极, 红笔接的是万用表内部电源的负极。在万用表测得的阻值小的情况下, 说明此时二极管外加的电压是正向电压 (正向偏置), 所以黑笔 (电源正极) 接的是二极管的正极, 红笔接的是二极管的负极。

(2) 若将红、黑笔对调后, 万用表指示的方向与 (1) 相反, 即阻值很大, 近似为无穷大。

(3) 如正向、反向电阻值均为无穷大, 二极管内部为断路。

(4) 如正向、反向电阻值均为零, 二极管内部短路。

2. 答: (1) 将万用表拨到 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡, 并将黑笔接到某一假定为基极的引脚上, 红笔

先后接到其余两个引脚上。如果两次测得的电阻值都很小（相当于 PN 结加正向偏置），而对换表笔后测得两个电阻值都很大（相当于 PN 结加反向偏置），则可确定黑笔所接的为 NPN 型三极管的基极，如图 1.13 所示。

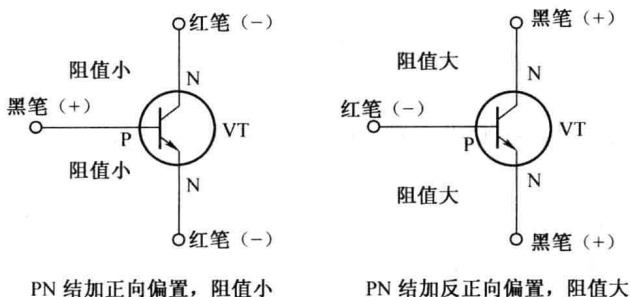


图 1.13

(2) 如果将红笔接到某一假定为基极的引脚上，黑笔先后接到其余两个引脚上。如果两次测得的电阻值都很小（相当于 PN 结加正向偏置），而对换表笔后测得两个电阻值都很大（相当于 PN 结加反向偏置），则可确定红笔所接的为 PNP 型三极管的基极，如图 1.14 所示。

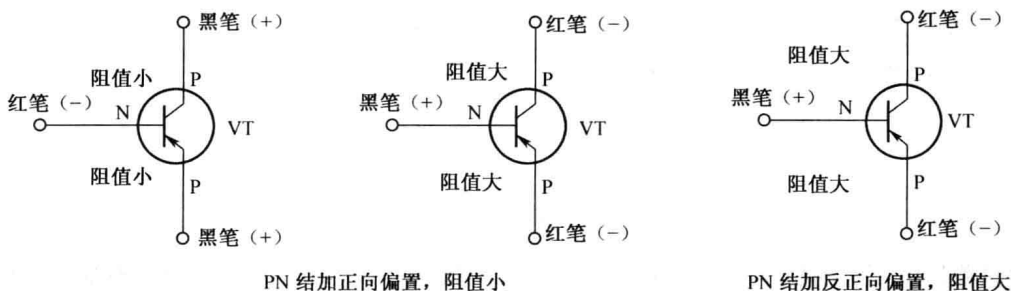


图 1.14

尝试着独立完成

自我测评

一、填空题

- PNP 型三极管用于放大时，_____极电位最高，_____极电位最低；NPN 型三极管用于放大时，_____极电位最高，_____极电位最低。
- 在一个交流放大电路中，测得某三极管 3 个管脚对地电位 a 端为 1.5V，b 端为 4V，c 端为 3.3V，则 a 端为_____极，b 端为_____极，c 端为_____极。
- 锗二极管导通时的电压降是_____V，硅二极管导通时的电压降是_____V。
- 二极管的正向电阻越_____（大或小）反向电阻越_____（大或小），表明二极管的单向导电性能越好。

二、选择题

- 当三极管的发射结正向偏置，集电结反向偏置时，则三极管处于（ ）。
A. 放大状态 B. 饱和状态 C. 截止状态
- NPN 型三极管处于放大状态时，各极正确的电位关系是（ ）。
A. $U_C > U_E > U_B$ B. $U_C > U_B > U_E$ C. $U_C < U_B < U_E$

3. 用万用表测量二极管的正反向电阻,发现阻值很小或者为零,说明这只二极管()。

- A. 击穿 B. 烧毁 C. 可以使用

三、判断题(正确的打√,错误的打×)

1. 二极管导通时,电流是从其负极流入,从正极流出的。 ()
2. 二极管的反向漏电流越大,其单向导电性能就越好。 ()
3. 稳压二极管正常工作时,其工作点在伏安特性曲线的反向击穿区内。 ()
4. PNP型三极管处于放大状态时,各极电位关系为 $U_C > U_B > U_E$ 。 ()
5. 二极管的内部结构实质就是一个PN结。 ()
6. 稳压二极管只能用作稳压,不能作为普通二极管使用。 ()
7. NPN型和PNP型三极管的区别是结构不同且原理也不同。 ()
8. NPN型和PNP型三极管正常放大时,其外加电压极性没有区别。 ()
9. 三极管具有电压放大作用。 ()
10. 选用三极管时, β 值越高越好。 ()
11. 三极管具有两个PN结,二极管有一个PN结,因此可以把两只二极管反相连接起来作为一个三极管使用。 ()
12. 通常三极管在集电极和发射极互换使用时,仍有较大的电流放大作用。 ()



拓展训练

一、选择题

1. P型半导体中少数载流子是()。
A. 自由电子 B. 空穴 C. 带负电的杂质离子
2. 当温度升高时,二极管的反向饱和电流将()。
A. 增大 B. 不变 C. 减小
3. 在杂质半导体中,多数载流子的浓度主要取决于(),而少数载流子的浓度与()有关。
A. 温度 B. 掺杂工艺 C. 杂质浓度
4. PN结加正向电压时,其正向电流是()。
A. 多数载流子扩散而成
B. 多数载流子漂移而成
C. 少数载流子漂移而成
5. 在纯净半导体内掺入适量的硼元素后,则此半导体()。
A. 带正电 B. 带负电 C. 仍显示电中性
6. 温度升高时,杂质半导体中()浓度明显增加。
A. 载流子 B. 多数载流子 C. 少数载流子

二、判断题

1. 放大电路中,测得几个三极管的3个电极电位 V_1 、 V_2 、 V_3 分别为下列各数值,判断它们是NPN型还是PNP型?是硅管还是锗管?并确定其e、b、c 3个电极。

- (1) $V_1 = 3.3\text{V}$, $V_2 = 2.6\text{V}$, $V_3 = 12\text{V}$ (2) $V_1 = 3.2\text{V}$, $V_2 = 3\text{V}$, $V_3 = 12\text{V}$
 (3) $V_1 = 6.4\text{V}$, $V_2 = 11.3\text{V}$, $V_3 = 12\text{V}$ (4) $V_1 = 8\text{V}$, $V_2 = 11.8\text{V}$, $V_3 = 12\text{V}$

2. 在无信号输入时, 各三极管 3 个电极相对于“地”的电位如图 1.15 所示。判断各三极管的工作状态(放大、截止、饱和)。

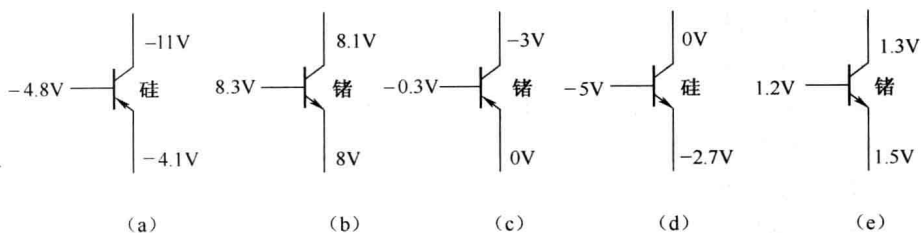


图 1.15

3. 电路如图 1.16 所示, 判断各二极管的工作状态及输出电压 u_o 的值(设二极管为理想管)。

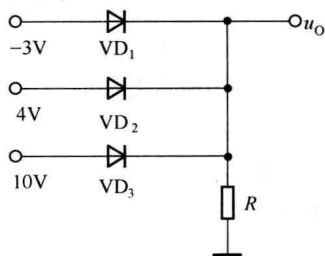


图 1.16

4. 电路如图 1.17 所示, 其中 VD_{Z1} 的稳定电压为 8V, VD_{Z2} 的稳定电压为 10V, 它们的正向压降为 0.7V, 试判断各电路的输出电压 U_o 。

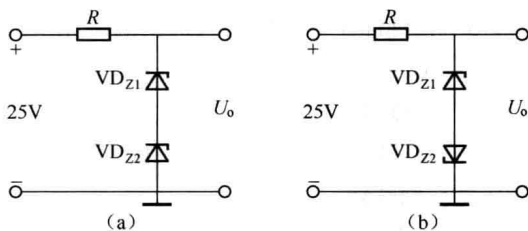


图 1.17

三、简答题

1. 二极管的主要参数有哪些?