



圣才考研网

www.100exam.com

【圣才考研】—考研考博专业课辅导中国第一品牌

国内外经典教材辅导系列·理工类

童诗白《模拟电子技术基础》

(第4版)

笔记和课后习题 (含考研真题) 详解

主编：圣才考研网

www.100exam.com

赠 140元大礼包

100元网授班 + 20元真题模考 + 20元圣才学习卡

详情登录：圣才考研网首页的【购书大礼包专区】，刮开本书所贴防伪标的密码享受购书大礼包增值服务。

特别推荐：童诗白《模拟电子技术基础》名师讲堂[高清视频]



中国石化出版社

HTTP://WWW.SINOPEC-PRESS.COM

教·育·出·版·中·心

国内外经典教材辅导系列·理工类

童诗白《模拟电子技术基础》 (第4版)

笔记和课后习题(含考研真题)详解

主编：圣才考研网

www.100exam.com



中国石化出版社

内 容 提 要

本书是童诗白《模拟电子技术基础》(第4版)的学习辅导书。本书基本遵循教材第4版的章目编排,共分11章,每章由三部分组成:第一部分为复习笔记,总结本章的重难点内容;第二部分是课(章)后习题详解,对教材第4版的所有习题都进行了详细的分析和解答;第三部分为考研真题详解,精选近年考研真题,并提供了详细的解答。

圣才考研网(www.100exam.com)提供全国所有高校各个专业的考研考博辅导班(保过班、面授班、网授班等)、童诗白《模拟电子技术基础》等国内外经典教材名师讲堂(详细介绍参见本书前彩页)。购书享受大礼包增值服务【100元网授班+20元真题模考+20元圣才学习卡】。本书特别适用于参加研究生入学考试指定考研参考书目为童诗白《模拟电子技术基础》的考生,也可供各大院校相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

童诗白《模拟电子技术基础》(第4版)笔记和课后习题(含考研真题)详解/圣才考研网主编. —北京:中国石化出版社,2012.6
(国内外经典教材辅导系列)
ISBN 978-7-5114-1619-3

I. ①童… II. ①圣… III. ①模拟电路-电子技术-研究生-入学考试-自学参考资料 IV. ①TN710

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第118136号

未经本社书面授权,本书任何部分不得被复制、抄袭,或者以任何形式或任何方式传播。版权所有,侵权必究。

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街58号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com

北京后沙峪印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092毫米16开本11.75印张4彩插278千字

2012年6月第1版 2012年6月第1次印刷

定价:30.00元

《国内外经典教材辅导系列》

编 委 会

主编：圣才考研网(www.100exam.com)

编委：王 琳 刘会峨 邸亚辉 赵国会 傅芬贵
东方飞 冯汉方 黄骅港 公积发 封都亭
丰国云 刘一方 管贷方 飞山东 李于燕

序 言

我国各大院校一般都把国内外通用的权威教科书作为本科生和研究生学习专业课程的参考教材，这些教材甚至被很多考试（特别是硕士和博士入学考试）和培训项目作为指定参考书。为了帮助读者更好地学习专业课，我们有针对性地编著了一套复习资料，并提供名师讲堂和题库。

童诗白《模拟电子技术基础》是我国高校采用较多的经典教材之一，也被众多高校（包括科研机构）指定为考研参考书目。作为该教材的学习辅导书，本书具有以下几个方面的特点：

1. 整理名校笔记，浓缩内容精华。每章的复习笔记以童诗白《模拟电子技术基础》为主，并结合国内外其他相关教材对各章的重难点进行了整理，因此，本书的内容几乎浓缩了经典教材的知识精华。

2. 解答课后习题，解析知识难点。本书以童诗白《模拟电子技术基础》为基本依据，参考了该教材的国内外配套资料和其他教材的相关知识对该教材的课（章）后习题进行了详细的分析和解答，并对相关重要知识点进行了延伸和归纳。

3. 精选名校考研真题，提供详细答案。为了强化对重要知识点的理解，本书精选了名校近年考研真题，并提供了详细的解答。所选考研真题基本体现了各章的考点和难点，特别注重联系实际突显当前热点。

圣才考研网(www.100exam.com)是圣才学习网旗下的考研考博专业网站，提供全国所有院校各个专业的考研考博辅导班（保过班、面授班、网授班等）、童诗白《模拟电子技术基础》等经典教材名师讲堂、考研题库（在线考试）、全套资料（历年真题及答案、笔记讲义等）、考研教辅图书等。购书享受大礼包增值服务【100元网授班+20元真题模考+20元圣才学习卡】。

你想免费代理：圣才考研网的14万余份考研考博真题（含详解）、全国500余所院校专业课考研辅导课程和194种经典教材名师讲堂（课程和题库）吗？圣才考研网创业网站是中国第一家提供考研考博资源产品的教育“淘宝店”，一个完全属于自己的创业网站：自选网站名称、拥有独立后台、自己收费开课。（创业网站的详细介绍参见本书书前彩页，咨询电话：18001260136，咨询QQ：540421935）

考研辅导：www.100exam.com（圣才考研网）

官方总站：www.100xuexi.com（圣才学习网）

圣才学习网编辑部

目 录

第 1 章 常用半导体器件	(1)
1.1 复习笔记	(1)
1.2 课后习题详解	(6)
1.3 名校考研真题详解	(13)
第 2 章 基本放大电路	(16)
2.1 复习笔记	(16)
2.2 课后习题详解	(22)
2.3 名校考研真题详解	(36)
第 3 章 多级放大电路	(40)
3.1 复习笔记	(40)
3.2 课后习题详解	(43)
3.3 名校考研真题详解	(51)
第 4 章 集成运算放大电路	(54)
4.1 复习笔记	(54)
4.2 课后习题详解	(57)
4.3 名校考研真题详解	(63)
第 5 章 放大电路的频率响应	(67)
5.1 复习笔记	(67)
5.2 课后习题详解	(72)
5.3 名校考研真题详解	(79)
第 6 章 放大电路中的反馈	(83)
6.1 复习笔记	(83)
6.2 课后习题详解	(86)
6.3 名校考研真题详解	(96)
第 7 章 信号的运算和处理	(99)
7.1 复习笔记	(99)
7.2 课后习题详解	(104)
7.3 名校考研真题详解	(114)
第 8 章 波形的发生器和信号的转换	(120)
8.1 复习笔记	(120)
8.2 课后习题详解	(124)
8.3 名校考研真题详解	(141)

第 9 章 功率放大电路	(145)
9.1 复习笔记	(145)
9.2 课后习题详解	(147)
9.3 名校考研真题详解	(157)
第 10 章 直流电源	(160)
10.1 复习笔记	(160)
10.2 课后习题详解	(163)
10.3 名校考研真题详解	(172)
第 11 章 模拟电子电路读图	(175)
11.1 复习笔记	(175)
11.2 课后习题详解	(176)
11.3 名校考研真题详解	(181)

第1章 常用半导体器件

1.1 复习笔记

一、半导体基础知识

1. 本征半导体

本征半导体是指纯净的具有晶体结构的半导体。

载流子：运载电荷的粒子称为载流子。导体导电只有一种载流子，即自由电子导电；而本征半导体有两种载流子，即自由电子和空穴，这是半导体导电的特殊性质。

空穴：当电子挣脱共价键的束缚变成自由电子后，在共价键中留下一个空位置，称为空穴。

2. 杂质半导体

在本征半导体中掺入某些微量的杂质元素，就会使半导体的导电性能发生显著变化。

(1)N型半导体：在纯净的硅晶体中掺入五价元素(如磷)，使之取代晶格中硅原子的位置，就形成了N型半导体。N型半导体中，自由电子的浓度大于空穴的浓度，故称自由电子为多数载流子，空穴为少数载流子。

(2)P型半导体：在纯净的硅晶体中掺入三价元素(如硼)，使之取代晶格中硅原子的位置，就形成了P型半导体。P型半导体中，空穴为多子，自由电子为少子。

3. PN结

在同一片半导体硅片上，分别制造P型半导体和N型半导体，在它们的交界面处就形成了PN结。

(1)PN结的单向导电性：PN结外加正向电压时处于导通状态；PN结外加反向电压时处于截止状态。

(2)PN结的电流方程： $i = I_S (e^{u/U_T} - 1)$

常温下，即 $T = 300 \text{ K}$ 时， $U_T \approx 26 \text{ mV}$ 。

当PN结外加正向电压时， i 随 u 按指数规律变化；当PN结外加反向电压时， $i \approx -I_S$ ，称为PN结的伏安特性。其中， $u > 0$ 的部分称为正向特性， $u < 0$ 的部分称为反向特性。

二、半导体二极管

1. 二极管的结构和分类

半导体二极管是由一个PN结加上管壳封装及相应的电极引线而成的。由P区引出的电极称为阳极，N区引出的电极称为阴极。由于PN结的单向导电性，因此，二极管导通时电流方向是由阳极通过管子内部流向阴极。

按材料的不同，二极管可分为硅管和锗管；

按用途的不同，二极管可分为普通二极管、整流二极管和稳压二极管等；

按结构的不同，二极管可分为点接触型、面接触型和平面型；其中，点接触型二极管适用于高频电路的检波或小功率整流，也可用作数字电路的开关元件；面接触型二极管适用于低频整流；平面型二极管适用于脉冲数字电路作开关管。

2. 二极管的伏安特性

二极管的伏安特性方程

$$i = I_s (e^{u/U_T} - 1)$$

二极管的伏安特性对温度很敏感，温度升高时，正向特性曲线向左移，反向特性曲线向下移，如图 1.1 所示。

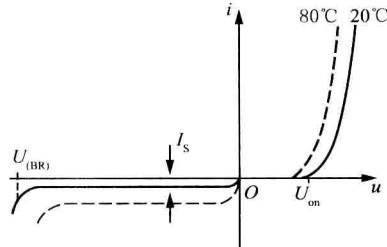


图 1.1 二极管的伏安特性

(1) 正向特性

当外加正向电压很低时，正向电流几乎为零；当正向电压超过一定数值时，才有明显的正向电流，这个使二极管开始导通的临界电压称为开启电压 U_{on} ，通常硅管的开启电压约为 0.5 V，锗管的开启电压约为 0.1 V。

当正向电压大于开启电压后，正向电流迅速增长，曲线接近上升直线，当电流迅速增加时，二极管的正向压降变化很小，硅管的正向压降约为 0.6 ~ 0.7 V，锗管的正向压降约为 0.1 ~ 0.3 V。

(2) 反向特性

二极管加上反向电压时，形成很小的反向电流，当反向电压在一定范围内增大时，反向电流的大小基本恒定，称为反向饱和电流。当温度升高时，少数载流子数目增加，使反向电流增大，特性曲线下移。

(3) 反向击穿特性

当二极管的外加反向电压大于反向击穿电压时，反向电流突然急剧增加，称为二极管反向击穿。反向击穿电压一般在几十伏以上；反向击穿后，电流的微小变化会引起电压很大变化。

3. 二极管的主要参数

(1) 最大整流电流 I_F ：二极管长期运行时允许通过的最大正向平均电流。

(2) 最高反向工作电压 U_R ：二极管使用时允许加的最大反向电压。

(3) 反向电流 I_R ：二极管未击穿时的反向电流。

(4) 最高工作频率 f_M ：二极管单向导电作用开始明显退化时的交流信号频率。

4. 二极管的等效电路

(1) 理想二极管：二极管导通时正向压降为零，截止时反向电流为零。用空心的二极管符号来表示，如图 1.2(a) 所示。

(2) 恒压降模型：二极管导通时正向压降为一个常量 U_{on} ，截止时反向电流为零。因而等效电路是理想二极管串联电压源 U_{on} ，如图 1.2(b) 所示。

(3) 折线模型：当二极管正向电压 U 大于 U_{on} 时，其电流 I 与 U 成线性关系，直线斜率为 $1/r_D$ 。二极管截止时反向电流为零。因此，等效电路是理想二极管串联电压源 U_{on} 和电阻 r_D ，且 $r_D = \Delta U / \Delta I$ ，如图 1.2(c) 所示。

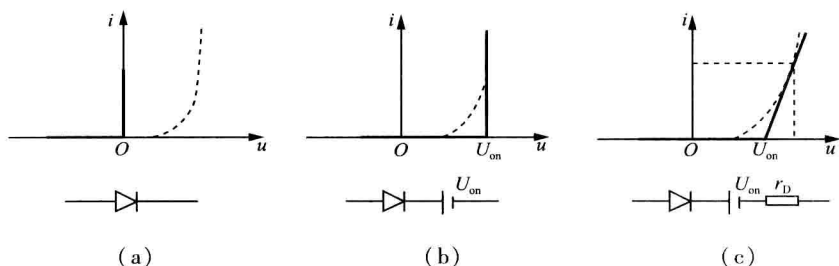


图 1.2 由伏安特性折线化得到的等效电路

(4) 二极管的微变等效电路：在模拟电路里，二极管多数工作在某个很小的信号区域内，所以通常用小信号模型来代替二极管，即把二极管看成一个等效电阻，如图 1.3 所示。利用二极管的电流方程可得

$$\frac{1}{r_d} = \frac{\Delta i_D}{\Delta u_D} \approx \frac{I_s}{U_T} \cdot e^{\frac{u}{U_T}} \approx \frac{I_D}{U_T}$$

图 1.3 二极管的微变等效电路图

5. 稳压二极管

稳压管在反向击穿时，在一定的电流范围内(或者说在一定的功率损耗范围内)，端电压几乎不变，表现出稳压特性。稳压管正向压降与普通二极管相近。

稳压管的主要参数：

- (1) 稳定电压 U_Z ：反向击穿电压；不同型号的稳压管具有不同的稳压值。
- (2) 最大稳定电流 I_{Zmax} ：稳压管正常工作的最大电流值；超过该电流，稳压管将被烧毁。
- (3) 最大耗散功率 P_{ZM} ：稳压管正常工作时消耗的最大功率

$$P_{ZM} = U_Z \cdot I_{Zmax}$$

使用中若超过此功率，管子将因热击穿而损坏。

- (4) 动态电阻 R_Z ：稳压管反向击穿时的动态电阻

$$R_Z = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z}$$

R_Z 越小，稳压性能越好。

- (5) 温度系数 α ：环境温度变化 1°C ，引起的稳定电压的相对变化量

$$\alpha = \frac{\Delta U_Z}{\Delta T}$$

α 越小越好。

三、晶体三极管

1. 晶体管的结构

晶体管是由两个 PN 结组成的元器件，分为 PNP 和 NPN 两种类型，它的三端分别称为

发射极 e 、基极 b 和集电极 c 。

2. 晶体管的电流放大作用

使晶体管工作在放大状态的外部条件是发射结正向偏置且集电结反向偏置。

晶体管的电流分配关系：

$$I_C = \alpha I_E, \quad I_C = \beta I_B, \quad I_E = I_C + I_B = (1 + \beta) I_B$$

其中， α 是共集交流电流放大系数， β 是共射交流电流放大系数。

3. 晶体管的共射特性曲线

(1) 输入特性曲线：如图 1.4(a) 所示，描述管压降 U_{CE} 为一常量时，基极电流 i_B 与发射结压降 u_{BE} 之间的函数关系，即

$$i_B = f(u_{BE}) \mid U_{CE} = \text{常数}$$

(2) 输出特性曲线：如图 1.4(b) 所示，描述基极电流 I_B 为一常量时，集电极电流 i_C 与管压降 u_{CE} 之间的函数关系，即

$$i_C = f(u_{CE}) \mid I_B = \text{常数}$$

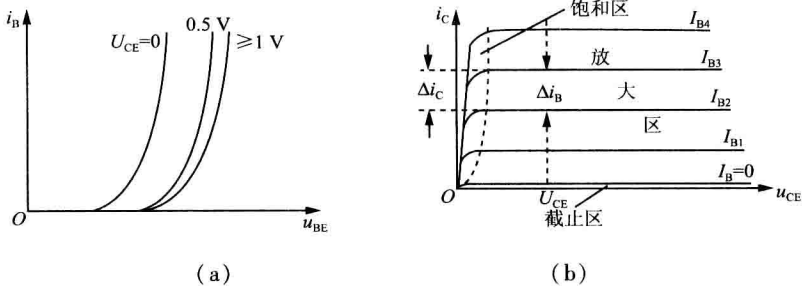


图 1.4 晶体管的共射特性曲线

晶体管有三个工作区域：

①截止区：其特征是发射结电压小于开启电压且集电结反向偏置，即

$$u_{BE} \leq U_{on} \text{ 且 } u_{CE} > u_{BE}$$

②放大区：其特征是发射结正向偏置且集电结反向偏置，即

$$u_{BE} > U_{on} \text{ 且 } u_{CE} \geq u_{BE}$$

③饱和区：其特征是发射结与集电结均处于正向偏置，即

$$u_{BE} > U_{on} \text{ 且 } u_{CE} < u_{BE}$$

4. 晶体管的主要参数

(1) 电流放大系数

①共射直流电流放大系数 $\bar{\beta}$ ：表示集电极电压一定时，集电极电流和基极电流之间的关系，即

$$\bar{\beta} = \frac{I_C - I_{CEO}}{I_B}$$

②共射交流电流放大系数 β ：表示在 U_{CE} 保持不变的条件下，集电极电流的变化量与相应的基极电流变化量之比，即

$$\beta = \left. \frac{\Delta i_C}{\Delta i_B} \right|_{U_{CE} = \text{常数}}$$

(2) 极间反向电流

I_{CBO} 是发射极开路时，集电结的反向饱和电流； I_{CEO} 是基极开路时，集电极与发射极间

的穿透电流, $I_{CE0} = (1 + \bar{\beta}) I_{CBO}$ 。极间反向电流越小, 晶体管性能越稳定。

(3) 极限参数

①集电极最大允许耗散功率 P_{CM} : 晶体管参数变化不超过规定允许值时的最大集电极耗散功率; 晶体管使用时, 应保证 $P_C < P_{CM}$ 。

②反向击穿电压 $U_{(BR)CEO}$: 基极开路时, 加于集电极 - 发射极之间的反向击穿电压。

③集电极最大允许电流 I_{CM} : β 值下降到正常值 2/3 时的集电极电流。

5. 温度对晶体管参数的影响

(1) 温度对 I_{CBO} 的影响: 温度每升高 10°C , I_{CBO} 增大约一倍。

(2) 温度对 β 的影响: 以 25°C 时测得的 β 值为基数, 温度每升高 1°C , β 增加约 (0.5 ~ 1)%。

(3) 温度对发射结电压 u_{BE} 的影响: 温度每升高 1°C , u_{BE} 约减小 2 ~ 2.5 mV。

四、场效应管

1. 结型场效应管

(1) 输出特性曲线: 如图 1.5(a) 所示, 描述当栅 - 源电压 u_{GS} 为常量时, 漏极电流 i_D 与漏 - 源电压 u_{DS} 之间的函数关系, 即

$$i_D = f(u_{DS}) \mid u_{GS} = \text{常数}$$

场效应管有三个工作区域:

①可变电阻区: 该区域中曲线近似为不同斜率的直线。当 u_{GS} 确定时, 直线的斜率也唯一地被确定, 直线斜率的倒数为 d - s 间等效电阻。

②恒流区: 当 u_{DS} 增大时, i_D 仅略有增大, 因而可将 i_D 近似为电压 u_{DS} 控制的电流源。

③夹断区: 当 $u_{GS} < U_{GS(off)}$ 时, 导电沟道被夹断, $i_D \approx 0$ 。

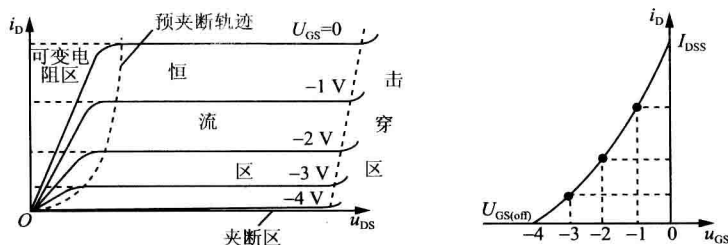
(2) 转移特性曲线: 如图 1.5(b) 所示, 描述当漏 - 源电压 U_{DS} 为常量时, 漏极电流 i_D 与栅 - 源电压 u_{GS} 之间的函数关系, 即

$$i_D = f(u_{GS}) \mid U_{DS} = \text{常数}$$

在恒流中区 i_D 的近似表达式为

$$i_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{u_{GS}}{U_{GS(off)}} \right)^2$$

式中, I_{DSS} 是 $u_{GS} = 0$ 情况下产生预夹断时的 i_D , 称为饱和漏极电流。



(a) 输出特性曲线

(b) 转移特性曲线

图 1.5 结型场效应管的特性曲线

2. 绝缘栅型场效应管

(1) 特性曲线: 与结型场效应管一样, MOS 管也有可变电阻区、恒流区和夹断区三个工作区域, 如图 1.6 所示。

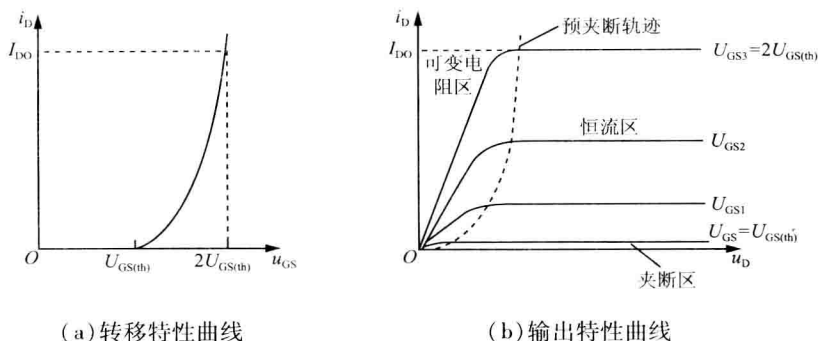


图 1.6 绝缘栅型场效应管的特性曲线

(2) 电流方程：与结型场效应管相类似， i_D 与 u_{GS} 的近似关系式为

$$i_D = I_{D0} \left(\frac{u_{GS}}{U_{GS(th)}} - 1 \right)^2, \quad I_{D0} = i_D \Big|_{u_{GS} = 2U_{GS(th)}}$$

3. 场效应管的主要参数

(1) 开启电压 $U_{GS(th)}$ (增强型) 和夹断电压 $U_{GS(off)}$ (耗尽型)： U_{DS} 为一常量时，使漏极电流 i_D 为某一小电流时的 U_{GS} 的值。

(2) 饱和漏极电流 I_{DSS} ：对于结型场效应管，当 $u_{GS} = 0V$ 时所对应的漏极电流。

(3) 直流输入电阻 $R_{GS(DC)}$ ：指漏源间短路时，栅源间加反向电压呈现的直流电阻；结型管有 $R_{GS(DC)} > 10^7 \Omega$ ，MOS 管有 $R_{GS(DC)} \approx 10^9 - 10^{15} \Omega$ 。

(4) 低频跨导 g_m ：反映了 u_{GS} 对 i_D 的控制作用，即

$$g_m = \left. \frac{\Delta i_D}{\Delta u_{GS}} \right|_{u_{DS} = \text{常数}}$$

(5) 最大耗散功率 P_{DM} ： $P_{DM} = u_{DS} \cdot i_D$ ，受温度限制。

4. 场效应管与晶体管的比较

表 1.1 场效应管与晶体管的比较

	双极型三极管	单极型场效应管
载流子	电子和空穴两种载流子同时参与导电	电子或空穴中一种载流子参与导电
控制方式	电流控制	电压控制
类型	NPN 和 PNP	N 沟道和 P 沟道
放大参数	$\beta = 20 \sim 200$	$g_m = 1 \sim 5 \text{ mA/V}$
输入电阻	$10^2 \sim 10^4 \Omega$ 较低	$10^7 \sim 10^{14} \Omega$ 较高
输出电阻	r_{ce} 很高	r_{ds} 很高
热稳定性	差	好
电极	C 和 E 不可互换	D 和 S 可互换
对应电极	B - E - C	G - S - D

1.2 课后习题详解

1.1 选择合适答案填入空内。

(1) 在本征半导体中加入()元素可形成 N 型半导体，加入()元素可形成 P 型半导体。

A. 五价

B. 四价

C. 三价

其动态电阻： $r_D \approx U_T / I_D = 10 \Omega$

故动态电流有效值： $I_d = U_i / r_D \approx 1 \text{ mA}$ 。

1.5 现有两只稳压管，它们的稳定电压分别为 6 V 和 8 V，正向导通电压为 0.7 V。试问：

(1) 将它们串联相接，则可得到几种稳压值？各为多少？

(2) 将它们并联相接，则又可得到几种稳压值？各为多少？

解：(1) 串联的三种情况如图 1.12(a) 所示，故两只稳压管串联时可得 14 V、6.7 V、8.7 V 和 1.4 V 四种稳压值。

(2) 并联的三种情况如图 1.12(b) 所示，故两只稳压管并联时可得 0.7 V 和 6 V 两种稳压值。

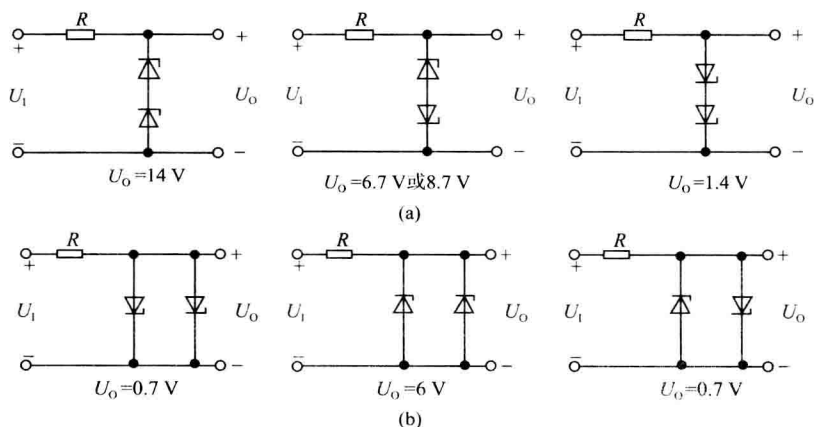


图 1.12

1.6 已知图 1.13 所示电路中稳压管的稳定电压 $U_Z = 6 \text{ V}$ ，最小稳定电流 $I_{Z\min} = 5 \text{ mA}$ ，最大稳定电流 $I_{Z\max} = 25 \text{ mA}$ 。

(1) 分别计算 U_1 为 10 V、15 V、35 V 三种情况下输出电压 U_o 的值；

(2) 若 $U_1 = 35 \text{ V}$ 时负载开路，则会出现什么现象？为什么？

解：(1) 假设稳压管工作在稳压状态，则稳压管中的电流为

$$I_{Dz} = I_R - I_{R_L} = \frac{U_1 - U_Z}{R} - \frac{U_Z}{R_L}$$

当 $U_1 = 10 \text{ V}$ 时， $I_{Dz} = -8 \text{ mA}$ ，故假设不成立，稳压管截止， $U_o = \frac{R_L}{R_L + R} U_1 \approx 3.33 \text{ V}$ ；

当 $U_1 = 15 \text{ V}$ 时， $I_{Dz} = -3 \text{ mA}$ ，故假设不成立，稳压管截止， $U_o = \frac{R_L}{R_L + R} U_1 \approx 5 \text{ V}$ ；

当 $U_1 = 35 \text{ V}$ 时， $I_{Dz} = 17 \text{ mA}$ ，故假设成立， $U_o = U_Z = 6 \text{ V}$ 。

(2) 若负载开路，则 $I_{Dz} = \frac{U_1 - U_Z}{R} = 29 \text{ mA} > I_{Z\max} = 25 \text{ mA}$ ，稳压管会因功耗过大而损坏。

坏。

1.7 在图 1.14 所示电路中，发光二极管导通电压 $U_D = 1.5 \text{ V}$ ，正向电流在 5 ~ 15 mA 时才能正常工作。试问：

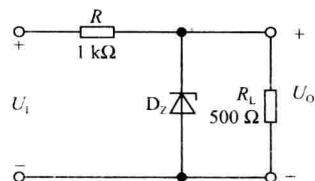


图 1.13

(1) 开关 S 在什么位置时发光二极管才能发光?

(2) R 的取值范围是多少?

解: (1) 开关 S 闭合时发光二极管才有正向电流, 才有可能发光。

(2) 发光二极管的正向电流过小将不发光, 过大将可能损坏, $U_R = V - U_D$, 则根据已知条件有

$$5 \text{ mA} \leq I_D = \frac{V - U_D}{R} = \frac{(5 - 1.5) \text{ V}}{R} \leq 15 \text{ mA} (I_D = I)$$

$$\text{即 } R_{\min} = \frac{V - U_D}{I_{\max}} = 233 \ \Omega, \quad R_{\max} = \frac{V - U_D}{I_{\min}} = 700 \ \Omega$$

可得 R 的取值范围为: $233 \ \Omega \leq R \leq 700 \ \Omega$ 。

1.8 现测得放大电路中两只管子两个电极的电流如图 1.15 所示。分别求另一电极的电流, 标出其实际方向, 并在圆圈中画出管子, 且分别求出它们的电流放大系数 β 。

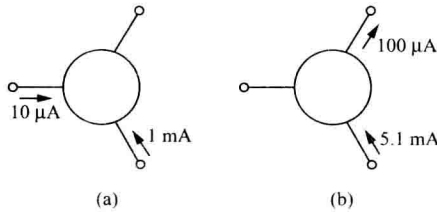


图 1.15

解: 根据题意, $i_E = i_B + i_C$, 且基极电流较小, 集电极和射极电流属于同一数量级, 则有:

(a) 两个电流均是流入三极管且大小相差悬殊, 故分别是基极和集电极电流, 且 $i_B = 10 \ \mu\text{A}$, $i_C = 1 \ \text{mA}$ 。另一个电流是射极电流, 从射极管脚流出, 该管是 NPN 管, $\beta = \frac{i_C}{i_B} = 100$ 。

(b) 两个电流一个流入三极管, 另一个从三极管流出, 故分别是基极和发射极电流, 且 $i_B = 100 \ \mu\text{A}$, $i_E = 5.1 \ \text{mA}$, 该管是 PNP 管, $\beta = \frac{i_E - i_B}{i_B} = 50$ 。

每个管子电流大小和方向, 如图 1.16 所示。

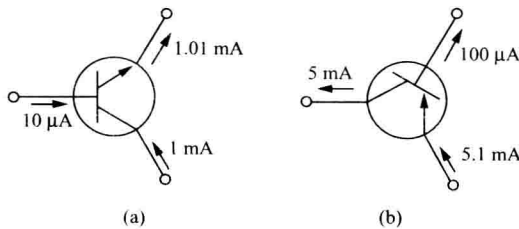


图 1.16

1.9 测得放大电路中六只晶体管的直流电位如图 1.17 所示。在圆圈中画出管子, 并分别说明它们是硅管还是锗管。

解: 对于放大状态的 NPN 管, $v_C > v_B > v_E$, 满足集电极电压最高, 基极电压次之; 而 PNP 管满足 $v_C < v_B < v_E$, 射极电压最高, 基极电压次之。两个相差比较小的电压分别是基极和发射极电压, 且对于硅管, 两者之间电压为 $0.6 \sim 0.8 \text{ V}$; 对于锗管, 两者之间电压为 $0.1 \sim 0.3 \text{ V}$ 。由此可以得出每个管子, 如图 1.18 所示。

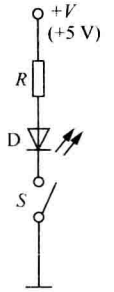


图 1.14

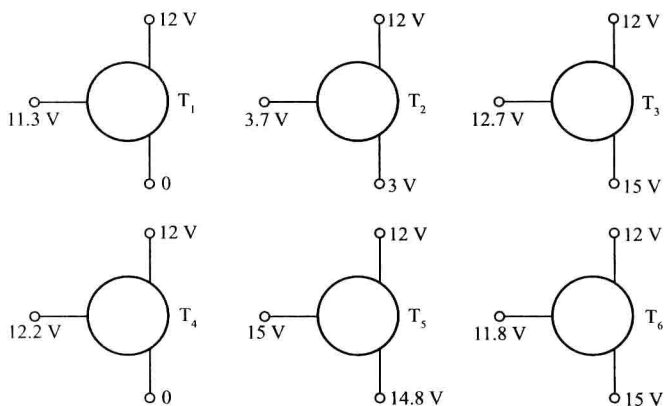


图 1.17

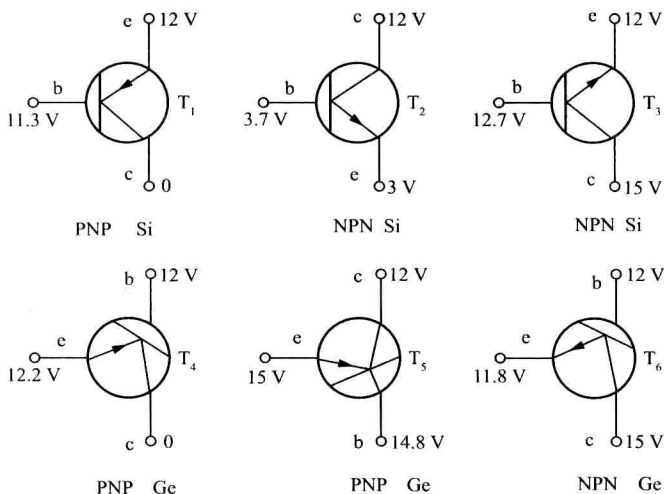


图 1.18

1.10 电路如图 1.19 所示，晶体管导通时 $U_{BE} = 0.7 \text{ V}$ ， $\beta = 50$ 。试分析 u_1 为 0 V 、 1 V 、 3 V 三种情况下 T 的工作状态及输出电压 u_o 的值。

解：(1) 当 $u_1 = 0 \text{ V}$ 时， $u_{BE} < U_{on}$ ，三极管截止， $u_o = 12 \text{ V}$ 。

(2) 当 $u_1 = 1 \text{ V}$ 时，假设三极管工作在放大区，则有

$$I_B = \frac{u_1 - U_{BE}}{R_b} = 60 \mu\text{A}, I_C = \beta I_B = 3 \text{ mA}$$

$$u_o = V_{CC} - I_C R_c = 9 \text{ V}$$

$u_{CE} > u_{BE}$ ，假设成立，T 处于放大状态， $u_o = 9 \text{ V}$ 。

(3) 当 $u_1 = 3 \text{ V}$ 时，假设三极管工作在放大区，则有

$$I_B = \frac{u_1 - U_{BE}}{R_b} = 0.46 \text{ mA}, I_C = \beta I_B = 23 \text{ mA}$$

$$u_o = V_{CC} - I_C R_c = -11 \text{ V} < U_{BE} = 0.7 \text{ V}$$

故假设不成立，T 处于饱和状态， $u_o = u_{CE} = U_{CES} \approx U_{BE} \approx 0.7 \text{ V}$ 。

1.11 电路如图 1.20 所示，晶体管的 $\beta = 50$ ， $|U_{BE}| = 0.2 \text{ V}$ ，饱和管压降 $|U_{CES}| = 0.1 \text{ V}$ ；稳压管的稳定电压 $U_Z = 5 \text{ V}$ ，正向导通电压 $U_D = 0.5 \text{ V}$ 。

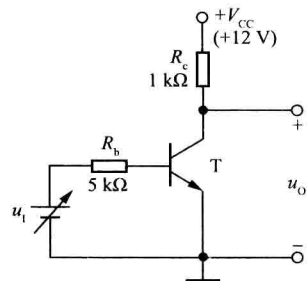


图 1.19