

责任编辑：崔泽海 罗孝昌

电子技术基础习题与试题解

四川科学技术出版社出版 (成都盐道街三号)

四川省新华书店发行 内江新华印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 $1/32$ 印张20.375 插页4 字数500千

1985年10月第一版 1985年10月第一次印刷

印数：1—16,000册

书号：15298 92

定价：4.80元

前 言

电子技术基础是一门理论性、实践性很强的课程(有的学校将它分为《模拟电子技术基础》和《数字电子技术基础》两门课,或其他名字的课程)。学好这门课程的一个重要环节,就是在学习过程中多做练习题。这对于巩固概念、熟练运算、启发思考、掌握要领,是很重要的。为此,我们编写了这本《电子技术基础习题与试题解》供读者参考。

本书系根据一九八零年八月教育部批准的《高等工科大学电子技术基础教学大纲(草案)》的要求,适当考虑理科院校同类课程的要求,并参考国内外目前广泛采用的有关电子技术基础方面的教材编写的。全书分模拟电子技术基础(第一章至第九章)和数字电子技术基础(第十章至第十五章)两大部分。每章又分为基本习题解答和全国研究生入学试题选解两部分。考虑到反馈放大电路(第四章)、集成运算放大器的应用电路(第七章)、组合逻辑电路(第十二章)和时序逻辑电路(第十三章)等四章是电子技术基础课程的重点和难点,所以,这四章在本书中占有较大篇幅。

基本习题,大部分选自国内外同类教材;同时,根据教学大纲,参考国内外同类教材,自编了部分题目。其中,加“*”号的题目是从华北、西南地区各高等学校(包括中央电视大学)、一机部所属高等院校近年本科学生电子技术基础课程的期末考试试题中选出的部分具有代表性的题目。

全国研究生入学考试题目,是从全国近四十所重点高等学校一九八零年至一九八三年硕士研究生电子技术入学试题中精选出来的(约230题),并按其内容和考试年代安排在每章末。每题之后,并附有命题学校、考试年代和应得分数。为了统一本书符号,对原试题中的符号和文字作了适当的改动;对于相同类型的试题,

则仅选择具有代表性的。所选研究生入学试题都具有一定的代表性、灵活性和难度。这不仅可供准备报考研究生的读者参考，而且，对于正在学习或者已经学过电子技术基础课程的大专院校学生和工程技术人员均有参考价值。

目前，国内电子技术基础教材的版本较多，分析计算方法也不尽相同。因此，本书中所采用的分析计算方法尽可能与现行教材一致。但由于分析的出发点不同，近似的条件不同，所以，每题的解法也不一定是唯一的。本书编写的基本原则是，保证基础，突出重点，扩展知识，开拓思路；内容少而精，并适当注意广度和深度。

本书在编写过程中，曾得到成都科技大学有关部门及电子学教研室的热情支持，全国许多高等学校为我们提供了近年硕士研究生电子技术入学试题和电子技术基础课的期末考试试题。肖可达副教授对本书的编写工作给予了指导，并详细审阅了全部书稿。洪卓然等同志参加了本书插图的绘制工作。在此，一并致以诚挚的谢意。

由于时间仓促，水平有限，所以，书中可能存在错误和不妥之处，恳望读者给予批评和指正。

编 者

一九八四年二月

目 录

★模拟电子技术基础★

第一章 常用半导体器件	(1)
一、半导体二极管.....	(1)
二、稳压管.....	(9)
三、半导体三极管.....	(12)
四、场效应管.....	(22)
第二章 单级放大电路	(30)
一、基本习题解答.....	(30)
二、全国研究生入学试题选解.....	(36)
一九八一年.....	(36)
一九八二年.....	(44)
一九八三年.....	(46)
第三章 多级放大电路	(52)
一、基本习题解答.....	(52)
二、全国研究生入学试题选解.....	(63)
一九八一年.....	(63)
一九八二年.....	(66)
一九八三年.....	(72)
第四章 负反馈放大电路	(77)
一、反馈的概念与判断.....	(77)
二、负反馈放大电路的分析与计算.....	(85)
三、负反馈放大电路中自激振荡的判断与校正.....	(111)
四、全国研究生入学试题选解.....	(120)
一九八零年.....	(120)
一九八一年.....	(124)

一九八二年	(139)
一九八三年	(145)
第五章 正弦波振荡电路	(153)
一、RC正弦波振荡电路	(153)
二、LC正弦波振荡电路	(167)
三、石英晶体振荡电路	(185)
四、全国研究生入学试题选解	(188)
一九八零年	(188)
一九八一年	(193)
一九八二年	(201)
一九八三年	(203)
第六章 直接耦合放大电路	(205)
一、基本电路	(205)
二、差动放大电路	(208)
三、全国研究生入学试题选解	(227)
一九八零年	(227)
一九八一年	(232)
一九八二年	(237)
一九八三年	(242)
第七章 集成运算放大器的应用电路	(255)
一、信号运算电路	(255)
二、信号处理电路	(274)
三、信号发生电路	(282)
四、全国研究生入学试题选解	(290)
一九八零年	(290)
一九八一年	(293)
一九八二年	(305)
一九八三年	(312)
第八章 功率放大电路	(327)
一、变压器耦合功率放大电路	(327)

二、直接耦合功率放大电路·····	(338)
三、全国研究生入学试题选解·····	(347)
一九八零年·····	(347)
一九八一年·····	(347)
一九八三年·····	(349)
第九章 直流电源电路 ·····	(350)
一、整流滤波电路·····	(350)
二、稳压电路·····	(360)
三、过流保护电路·····	(378)
四、稳流电路·····	(380)
五、可控整流电路·····	(381)
六、全国研究生入学试题选解·····	(385)
一九八零年·····	(385)
一九八一年·····	(385)
一九八二年·····	(389)
一九八三年·····	(393)

★数字电子技术基础★

第十章 门电路 ·····	(396)
一、基本习题解答·····	(396)
二、全国研究生入学试题选解·····	(406)
一九八一年·····	(406)
第十一章 数字电路的逻辑分析 ·····	(409)
一、基本习题解答·····	(409)
二、全国研究生入学试题选解·····	(421)
一九八一年·····	(421)
一九八二年·····	(426)
一九八三年·····	(432)
第十二章 组合逻辑电路 ·····	(438)
一、组合逻辑电路的分析·····	(438)

二、组合逻辑电路的设计·····	(451)
三、全国研究生入学试题选解·····	(473)
一九八一年·····	(473)
一九八二年·····	(482)
一九八三年·····	(491)
第十三章 时序逻辑电路 ·····	(508)
一、时序逻辑电路的分析·····	(508)
二、时序逻辑电路的设计·····	(521)
三、全国研究生入学试题选解·····	(534)
一九八一年·····	(534)
一九八二年·····	(556)
一九八三年·····	(570)
第十四章 脉冲电路 ·····	(596)
一、基本习题解答·····	(596)
二、全国研究生入学试题选解·····	(610)
一九八一年·····	(610)
一九八二年·····	(618)
一九八三年·····	(623)
第十五章 MOS数字集成电路 ·····	(629)
一、基本习题解答·····	(629)
二、全国研究生入学试题选解·····	(638)
一九八三年·····	(638)
参考文献 ·····	(641)

模拟电子技术基础

第一章 常用半导体器件

一、半导体二极管

【1—1】硅二极管和锗二极管在常温下的伏安特性曲线分别如图1—1(a)、(b)中的实线所示。设它们的掺杂浓度基本相同，试回答下列问题：

(1)为什么硅二极管的死区电压要比锗二极管的大，反向饱和电流要比锗二极管的小？

(2)当温度升高时，其伏安特性曲线是否变化？为什么？

【解】(1)半导体二极管是由一个PN结构成的，其PN结两端存在着接触电位差 V_0 ，即PN结中有内电场存在。

当二极管两端所加正向电压较小，其外电场不足以克服内电场的作用时，二极管中没有正向电流通过，仍处于截止状态。当二极管两

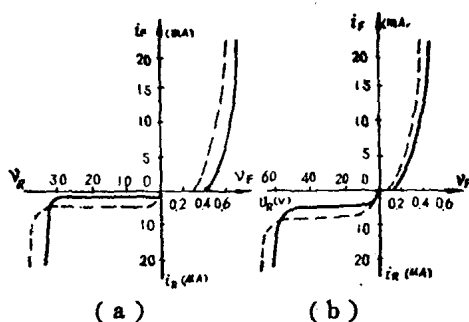


图 1—1

端外加正向电压所形成的外电场削弱PN结中内电场的作用，使正向电流刚产生（即二极管刚导通）时的外加正向电压，称为二极管的死区电压（或门坎电压）。由此可见，半导体二极管的死区电压与PN结中内电场的大小有关。PN结中内电场越大，即

PN 结两端的接触电位差越大,则二极管的死区电压也越大。根据理论分析可知, PN 结两端接触电位差的大小与温度(T)、本征载流子浓度($n_i = p_i$)、掺杂原子浓度(N_A 、 N_D)等因素有关,即

$$V_o = \frac{KT}{q} \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2}$$

所以,在温度相同,掺杂原子浓度基本相同的情况下, PN 结两端的接触电位差与本征载流子浓度有关。由于常温下本征硅的自由电子(或空穴)浓度比本征锗的要小一千多倍^①,因此,硅二极管的死区电压要比锗二极管的大。常温下,一般前者为0.5伏左右,后者为0.1伏左右。

二极管的反向饱和电流是由少数载流子形成的,而少数载流子的浓度近似地等于本征载流子浓度。由于常温下硅半导体的本征载流子浓度比锗半导体的少得多,所以,硅二极管的反向饱和电流要比锗二极管的小得多。

(2)由于半导体具有热敏特性,所以,二极管的伏安特性要随温度的变化而变化。当温度升高时,本征载流子浓度要急剧增加,从而使二极管的反向饱和电流急剧增大。所以,二极管伏安特性的反向部分(不包括击穿部分)要随温度的升高而下移。

当二极管外加正向电压而通过正向电流 I_F 时,其管压降 v_D 近似地由下式决定:

$$v_D \approx \frac{KT}{q} \ln \frac{I_F}{I_s}$$

由于反向饱和电流 I_s 对温度非常敏感,所以,当通过二极管的正向电流不变时(可通过改变外加正向电压来实现),其管压降要随着温度的升高而减少。同时,二极管中 PN 结两端的接触电位差又将由于温度升高时本征载流子浓度的急剧增加而减少,从而使二极管的死区电压减少。因此,二极管伏安特性的正向部分要

^① $T=300K$ 时,本征硅的载流子浓度 $n_i = p_i = 1.4 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$,本征锗的载流子浓度 $n_i = p_i = 2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$

随着温度的升高而左移。

从图1—1(a)、(b)可知，硅二极管和锗二极管的击穿电压都在30伏以上，其击穿机理主要是雪崩击穿。雪崩击穿实质上是晶格原子与载流子碰撞电离而使载流子倍增所引起的。当温度升高时，半导体内的晶格振动增强，载流子与晶格原子碰撞的机率增加了，载流子在前后两次碰撞之间积累的能量减少了。若不增加空间电荷区的内电场，以补充载流子在两次碰撞之间所减少的积累的能量，则PN结不会被击穿。所以，当温度升高时，反向击穿电压反而增大了。

温度上升时，图1—1中实线所示伏安特性曲线将变为虚线所示。

【1—2】用万用表的 $R \times 10\Omega$ 档和 $R \times 100\Omega$ 档分别测量同一只二极管的正向电阻时，其结果是否相同？为什么？

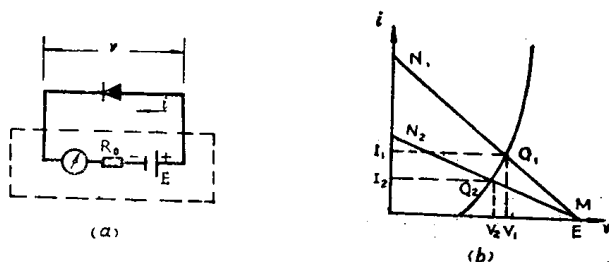


图 1—2

【解】用万用表测量二极管正向电阻时的等效电路如图1—2(a)。图中E为欧姆档的电池电压， R_0 为欧姆档的等效内阻。设 $R \times 10\Omega$ 档时的等效内阻为 R_{01} ，则 $R \times 100\Omega$ 档的等效内阻应为 $R_{02} = 10R_{01}$ 。由于二极管的伏安特性具有非线性，所以，用不同的欧姆档测量同一只二极管的正向电阻时，所通过的电流以及二极管的管压降分别如图1—2(b)所示。图中， MN_1 和 MN_2 分别是用 $R \times 10\Omega$ 档和 $R \times 100\Omega$ 档测量二极管正向电阻时等效电路的直流负载线， Q_1 和 Q_2 是各自与二极管伏安特性的交点。从图中可看出，用 $R \times 10\Omega$ 档测量时，由于内阻 R_{01} 比用 $R \times 100\Omega$ 档测量时要小，因而电流 I_1 大，再加上二极管的伏安特性是呈指数

规律变化的, 尽管通过二极管的电流变化较大, 而二极管两端的电压变化却比较小, 所以, 用万用表 $R \times 10\Omega$ 档测量时二极管的正向电阻 $R_{D1} = \frac{V_1}{I_1}$ 比用 $R \times 100\Omega$ 档测量时的正向电阻 $R_{D2} = \frac{V_2}{I_2}$

要小, 二者是不相等的。

【1—3】一只锗二极管的反向饱和电流为10微安, 一只硅二极管的反向饱和电流为2纳安^①。如果将这两只二极管正向串接于电路中通过的正向电流为20毫安, 试分别求出它们的管压降。

【解】由于二极管的正向电流 I_F 是按照指数规律变化的, 即

$$I_F = I_S \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \approx I_S e^{\frac{V_D}{V_T}}$$

式中, V_T 为温度的电压当量, 在 $T = 300\text{K}$ 时为

$$V_T = \frac{KT}{q} = \frac{1.38 \times 10^{-23} \times 300}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 0.026\text{V}$$

所以, 锗二极管的正向压降为

$$V_D \approx V_T \ln \frac{I_F}{I_S} = 0.026 \ln \frac{0.02}{10^{-5}} \approx 0.2\text{V}$$

硅二极管的正向压降为

$$V_D \approx V_T \ln \frac{I_F}{I_S} = 0.026 \ln \frac{0.02}{2 \times 10^{-12}} \approx 0.6\text{V}$$

【1—4】一只二极管在 35°C 时的反向饱和电流为10微安, 当其两端外加0.25伏的正向电压时, 试计算: (1) 正向电流 I_F ; (2) 直流电阻 R_D ; (3) 动态电阻 r_D 。

【解】(1) 半导体在 35°C 温度时的电压当量为

$$V_T = \frac{KT}{q} = \frac{1.38 \times 10^{-23} \times (273 + 35)}{1.6 \times 10^{-19}} \approx 0.0266\text{V}$$

$$\therefore I_F = I_S \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \approx 10^{-5} \times e^{\frac{0.25}{0.0266}} \approx 0.12\text{A}$$

(2) 二极管的直流电阻为

$$R_D = \frac{V_D}{I_F} = \frac{0.25}{0.12} \approx 2.1\Omega$$

① 凡是没有特别说明时, 二极管的反向饱和电流皆指常温 ($T = 300\text{K}$) 时的数值。

(3) 二极管的动态电阻为

$$r_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_F}$$

$$\text{令 } g_D = \frac{1}{r_D} = \frac{\Delta I_F}{\Delta V_D} \approx \frac{dI_F}{dV_D}$$

$$\text{且 } I_F = I_S \left(e^{\frac{V_D}{V_T}} - 1 \right) \approx I_S e^{\frac{V_D}{V_T}}$$

$$\therefore g_D = \frac{dI_F}{dV_D} = \frac{1}{V_T} I_S e^{\frac{V_D}{V_T}} = \frac{1}{V_T} \cdot I_F$$

$$\text{故 } r_D = \frac{1}{g_D} = \frac{V_T}{I_F} = \frac{0.0266}{0.12} = 0.22\Omega$$

【1—5】一只二极管的伏安特性曲线如图1—5(a)。当其流过10毫安的正向直流电流时，试求：

- (1) 二极管的管压降 V_D 、直流电阻 R_D 和动态电阻 r_D ；
- (2) 二极管的高频和低频小信号模型。

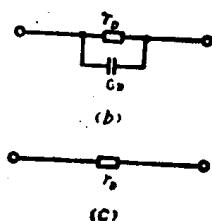
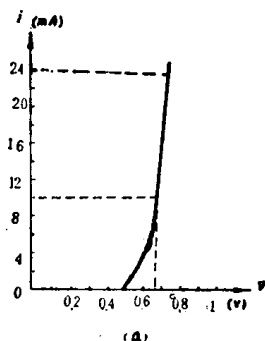


图 1—5

【解】(1) 由伏安特性曲线可查得，二极管通过10毫安的正向电流时，其管压降 $V_D = 0.69\text{V}$

$$\text{直流电阻 } R_D = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0.69}{10} = 0.069(\text{k}\Omega) = 69\Omega$$

$$\text{动态电阻 } r_D = \frac{\Delta V_D \textcircled{1}}{\Delta I_D} = \frac{26\text{mV}}{10} = 2.6\Omega$$

① r_D 也可在伏安特性曲线上用作图法求得。

(2) 二极管的高频小信号模型如图1—5(b)。图中 C_D 为二极管的势垒电容和扩散电容之和。

二极管的低频小信号模型如图1—5(c)所示。

【1—6】试画出上题中二极管的低频大信号模型，并确定其模型参数。

【解】二极管的大信号模型是将其非线性的伏安特性曲线近

似为折线后所对应的模型，见图1—6(a)。

图中代方框的 D 表示只具有单向导电作用的理想二极管，其伏安特性如图1—6(b)所示

(当 $i \geq 0$ 时， $V_D = 0$ ；当 $V_D \leq 0$ 时， $i = 0$)；

V_r 表示死区电压，它是将伏安特性曲线的直线部分延长交于横轴的交点对应的电压，

如图1—5(a)， $V_r = 0.61$ 伏； $\bar{r}_D$ 是折线等效电阻，是伏安特性折线化的折线斜率的倒数，

由图1—5(a)可得

$$\bar{r}_D = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0.72 - 0.61}{24 \times 10^{-3}} = 4.58 \Omega$$

图1—6

【1—7】试分析图1—7所示各电路中二极管的工作状态，并求出 A 、 O 两点间的电压 V_{AO} 。设 D_1 为硅管， D_2 为锗管。

【解】判断二极管在电路中的工作状态，通常可按下述的方法和步骤进行：①断开二极管；②求出二极管阳极与阴极所对应两点之间电压的大小和极性；③判断二极管被接上之后的工作状态。

图(a)中，断开 D_1 、 D_2 后两极之间的开路电压 $V_{AO} = E = 9$ 伏，接上 D_1 、 D_2 后，二者都导通，但是， D_2 导通后其管压降 $V_{D2} = 0.2$ 伏，将使 A 点的电位被钳位在0.2伏，使 D_1 （门坎电压为0.5伏左右）截止。所以，电路中 D_1 处于截止状态， D_2 处于导通状态。 $V_{AO} = V_{D2} = 0.2$ 伏。

图(b)中，断开 D_1 、 D_2 后

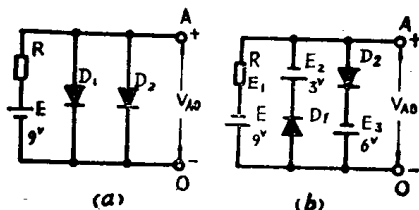


图 1—7

阳极与阴极之间的开路电压分别为6伏和-3伏。接上 D_1 、 D_2 之后，由于 D_1 正向偏置， D_2 反向偏置，所以， D_1 处于导通状态， D_2 处于截止状态。 A 、 O 两端之间的电压为

$$V_{AO} = E_2 + V_{D1} = (-3) + (-0.7) = -3.7 \text{ 伏}$$

【1—8】试分别画出图1—8—1所示电路中 v_{AO} 的波形，并分别说明二极管在电路中的作用。设 $v_i = 10\sin(100\pi t)$ 伏，二极管具有理想特性。

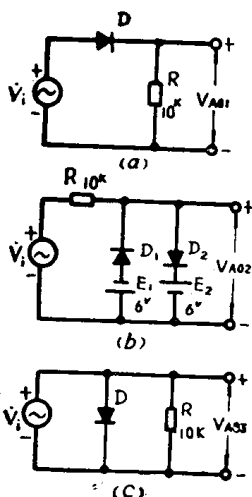


图 1—8—1

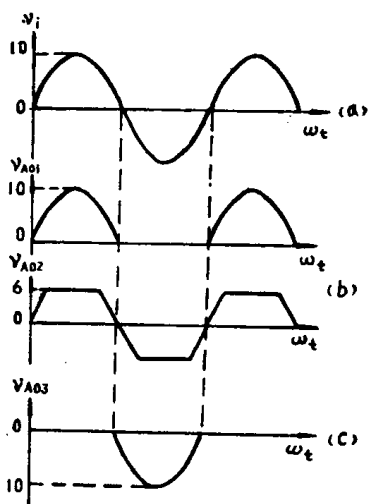


图 1—8—2

【解】图(a)中，在 v_i 的正半周时，二极管处于正向偏置而导通。在 v_i 的负半周时， D 处于反偏而截止。 v_{Ao1} 的波形如图1—8—2。由于该电路通过二极管的作用把交流电压变换成了单方向的半波电压，所以，二极管在该电路中起整流作用。

图(b)中，在 V_i 的正半周时， D_1 截止；当其 $v_i < E_2$ 时， D_2 也截止， v_{Ao2} 随 v_i 的变化规律而变化；当 $v_i \geq E_2$ 时， D_2 导通， A 点的电位被钳制在6伏。同理，在 v_i 的负半周时， D_2 截止； $v_i > E_1$ 时， D_1 截止； $v_i < E_1$ 时， D_1 导通， A 点电位被钳制在-6伏。所以， v_{Ao2} 的波形如图1—8—2。可见，这是一种二极管并联双向限幅电路（或削波电路），二极管 D_1 和 D_2 起限幅（或削波）作用。

图(c)中, 在 v_i 的正半周时, D 导通, A 点电位被钳制在零伏。在 v_i 的负半周时, D 截止, A 点的电位随 v_i 的变化规律而变化。所以, v_{Ao} 的波形如图1—8—2。在这个电路中, 二极管 D 起钳位作用。实际上, 图(a)、(b)中的二极管也具有钳位作用。

【1—9】*二极管限幅电路如图1—9(a)所示。设二极管具有理想特性, $R_1 = R_3 = 3\text{k}\Omega$, $R_2 = 6\text{k}\Omega$, $E_1 = E_2 = 3\text{V}$, $R_4 = 5\text{k}\Omega$ 。试画出 $v_i \geq 0$ 时电路的传输特性 $v_o = f(v_i)$ 。

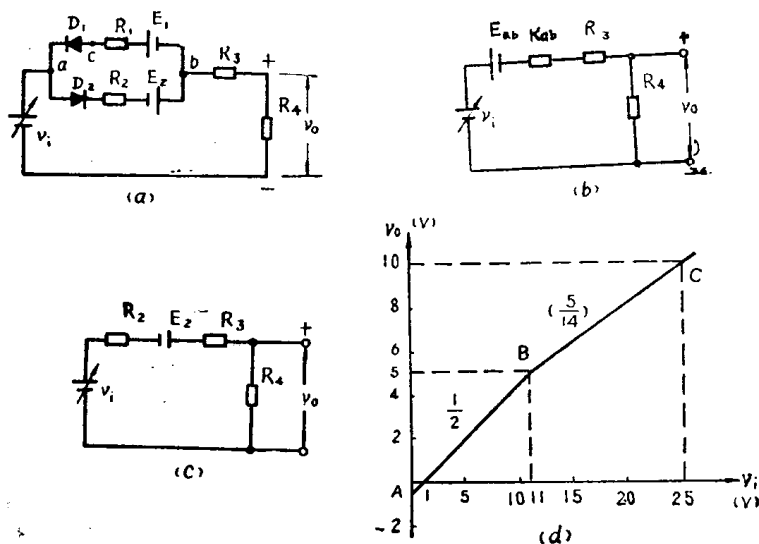


图 1—9

【解】(1) 当 $0 \leq v_i \leq v'_i$ (其值待定), D_1 、 D_2 均导通时: 由于 D_1 、 D_2 具有理想特性, 所以, 二极管导通后相当于短路, 其等效电路如图1—9(b)。图中的 E_{ab} 和 R_{ab} 是根据戴维南定理等效后的等效电势和等效电阻:

$$E_{ab} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} (E_1 + E_2) - E_2 = \frac{6}{3 + 6} (3 + 3) - 3 = 1 \text{ V}$$

$$R_{ab} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \text{ k}\Omega$$

根据图1—9(b)即可求出 D_1 和 D_2 均导通时 v_o 与 v_i 之间的关系, 即

$$v_o = \frac{v_i - E_{ab}}{R_{ab} + R_3 + R_4} R_4 = \frac{v_i - 1}{2 + 3 + 5} \times 5 = \frac{1}{2}v_i - \frac{1}{2}$$

当 $v_i = 0$ 时, $v_o = -\frac{1}{2}$ 伏; 当 $v_o = 0$ 时, $v_i = 1$ 伏。

所以, D_1 和 D_2 均导通时的传输特性是通过点 $(0, -\frac{1}{2})$ 和 $(1, 0)$, 且斜率为 $\frac{1}{2}$ 的直线, 如图1—9(d)中的 AB 。

(2) 当 $v_i \geq v'_i$, D_1 截止, D_2 导通时:

D_1 截止的条件是 $v_{ac} \geq 0$, 即

$$\begin{aligned} v_{ac} &= v_a - v_c = v_i - (E_1 + v_o) \\ &= v_i - \left[E_1 + \frac{v_o}{R_4} (R_3 + R_4) \right] \\ &= v_i - \left[E_1 + \left(\frac{1}{2}v_i - \frac{1}{2} \right) \frac{R_3 + R_4}{R_4} \right] \\ &= v_i - \left[3 + \left(\frac{1}{2}v_i - \frac{1}{2} \right) \times \frac{3+5}{5} \right] = \frac{1}{5}v_i - \frac{11}{5} \geq 0 \end{aligned}$$

当 $v_{ac} = 0$ 时, 则 $v_i = v'_i = 11\text{V}$ 是 D_1 从导通转换为截止的过渡点。此时, $v_o = \frac{1}{2} \times 11 - \frac{1}{2} = 5\text{V}$ 。如图1—9(d)中的 B 点所示。

D_1 截止, D_2 导通时的等效电路如图1—9(c)。由图可知

$$v_o = \frac{v_i + E_2}{R_2 + R_3 + R_4} R_4 = \frac{v_i + 3}{6 + 3 + 5} \times 5 = \frac{5}{14}v_i + \frac{15}{14}$$

所以, 当 $v_i \geq v'_i = 11\text{V}$ 时, v_o 与 v_i 之间的关系是过点 $(11, 5)$ 且斜率为 $\frac{5}{14}$ 的一条直线, 如图1—9(d)中 BC 。

因此, 当 $v_i \geq 0$ 时, 图(a)的传输特性如图(d)所示。

二、稳压管

【1—10】一只硅稳压管的伏安特性如图1—10所示。额定稳

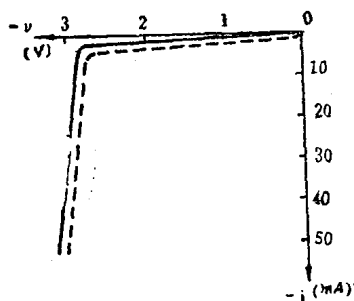


图 1—10

压值 $V_z = 3V$, 最大耗散功率 $P_{zmax} = 150mW$, 当稳定电压为 $3.05V$ 和 $2.9V$ 时, 稳定电流分别是 $40mA$ 和 $10mA$ 。试计算稳压管的最大稳定电流 I_{zmax} 和动态电阻 r_z 。

【解】稳压管的最大稳定电流为

$$I_{zmax} = \frac{P_{zmax}}{V_z} = \frac{150}{3} = 50mA$$

动态电阻为

$$r_z = \frac{\Delta V_z}{\Delta I_z} = \frac{3.05 - 2.9}{40 - 10} = \frac{0.15}{30} = 0.005k\Omega = 5\Omega$$

【1—11】当温度升高时, 上题中稳压管的伏安特性是否有变化? 为什么?

【解】一般来说, 反向击穿电压小于 $4.5V$ 的硅 PN 结的反向击穿属于齐纳击穿。上题中的硅稳压管实际上是一种齐纳击穿二极管。齐纳击穿实质上是一种 PN 结的强电场击穿, 其反向击穿电压具有负温度系数。所以, 温度升高时, 上题中硅稳压管的伏安特性将如图1—11中虚线所示变化。因为, 硅的禁带宽度要随温度的升高而减少, 从而使反向击穿所需要的电场强度也随温度的上升而减少, 因此, PN 结的反向击穿电压将随温度的升高而降低, 使反向击穿特性右移。

【1—12】一个稳压管的 PN 结正向偏置时是否也有稳压作用? 若把稳压值分别为 $6V$ 和 $8V$ 的两个稳压管串接, 可以得到几种稳压值?

【解】半导体器件的稳压作用, 是指通过其中的电流有较大变化时, 其器件两端的压降却只有较小的变化。所以, 稳压是相

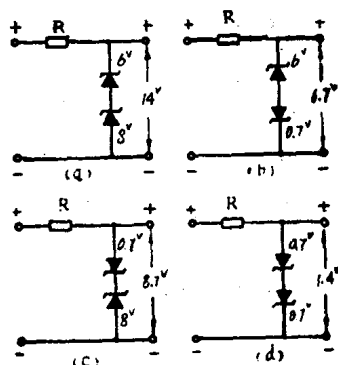


图 1—12