

九章  
丛书

高校经典教材同步辅导丛书

配套高教版·叶挺秀、张伯尧主编

教你用更多的自信面对未来！

一书三用

同步辅导+考研复习+教师备课

# 电工电子学 (第四版)

## 同步辅导及习题全解

主 编 陈国通

习题超全解

名师一线经验大汇集，解题步骤超详细，方法技巧最实用

新版



扫码在线阅读电子书，  
让你的学习更简单！



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

高校经典教材同步辅导丛书

# 电工电子学（第四版） 同步辅导及习题全解

主 编 陈国通

ISBN 7-309-04111-1
(30)
（第4版）
2006年10月第1次印刷



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

定 价	25.00元
出 版 社	中国水利水电出版社
社 址	北京
电 话	010-64511800
邮 政 编 号	100048
发 行 所	北京
印 刷 厂	北京
经 销 处	北京

## 内 容 提 要

本书是与高等教育出版社出版的,叶挺秀、张伯尧主编的《电工电子学》(第四版)一书配套的同步辅导和习题解答辅导书。

本书共有10章,分别介绍电路和电路元件、电路分析基础、分立元件基本电路、数字集成电路、集成运算放大器、波形产生和变换、测量和数据采集系统、功率电子电路、变压器和电动机、电气控制技术。本书按教材内容安排全书结构,各章均包括知识网络图、重难点、知识点归纳、课后习题解答四部分内容。全书按教材内容,针对各章节习题给出详细解答,思路清晰,逻辑性强,循序渐进地帮助读者分析并解决问题,内容详尽,简明易懂。

本书可作为高等院校学生学习电工电子学课程的辅导教材,也可作为考研人员复习备考的辅导教材,还可作为教师备课命题的参考资料。

由于时间仓促及编者水平有限,书中难免存在疏漏甚至错误之处,恳请广大读者和专家批评指正。如有疑问,请联系我们(微信:JZCS15652485156或QQ:753364288)。

## 图书在版编目(CIP)数据

电工电子学(第四版)同步辅导及习题全解 / 陈国通主编. — 北京:中国水利水电出版社,2018.10  
(高校经典教材同步辅导丛书)  
ISBN 978-7-5170-7013-9

I. ①电… II. ①陈… III. ①电工学—高等学校—教学参考资料②电子学—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM1②TN01

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第234076号

策划编辑:杨庆川 责任编辑:周益丹 加工编辑:郑炳松 封面设计:李 佳

书 名	高校经典教材同步辅导丛书 电工电子学(第四版)同步辅导及习题全解 DIANGONG DIANZI XUE (DI-SI BAN) TONGBU FUDAO JI XITI QUANJIE
作 者 出版发行	主 编 陈国通 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话:(010)68367658(营销中心)、82562819(万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版 印 刷 规 格 版 次 印 数 定 价	北京万水电子信息有限公司 三河市祥宏印务有限公司 170mm×227mm 16开本 13印张 276千字 2018年10月第1版 2018年10月第1次印刷 0001—5000册 23.60元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换  
版权所有·侵权必究

# 前言

叶挺秀、张伯尧主编的《电工电子学》(第四版)以体系完整、结构严谨、层次清晰、深入浅出的特点成为这门课程的经典教材,被全国许多院校采用。为了帮助读者更好地学习这门课程,掌握更多的知识,河北科技大学陈国通教授根据多年的教学经验编写了这本《电工电子学(第四版)同步辅导及习题全解》。本书旨在使广大读者理解基本概念,掌握基本知识,学会基本解题方法与解题技巧,进而提高应试能力。

本书作为一种辅助性的教材,具有较强的针对性、启发性、指导性和补充性。考虑到电工电子学这门课程的特点,我们在内容上作了以下安排:

(1) **知识网络图**。每章的知识网络图系统全面地涵盖了本章的知识点,使学生能一目了然地浏览本章内容的框架结构。

(2) **重难点**。梳理本章重难点,帮助记忆。

(3) **知识点归纳**。对每章知识点做了简练概括,梳理了各知识点之间的脉络联系,突出各章节主要定理及重要公式,使读者在各章节学习过程中目标明确,有的放矢。

(4) **课后习题解答**。教材中课后习题丰富、层次多样,许多基础性问题从多个角度帮助学生理解基本概念和基本理论,促其掌握基本解题方法。我们对教材的课后习题给了详细的解答。

编者

2018年8月

# 目录

contents

## 前言

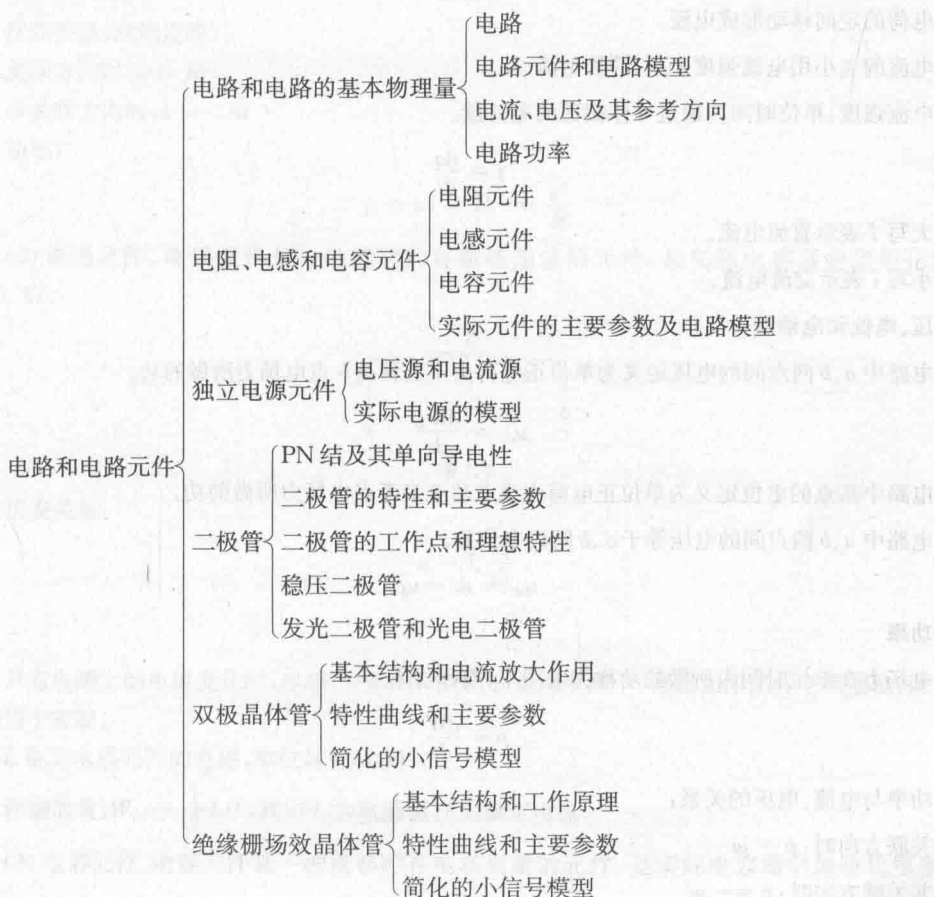
<b>第1章 电路和电路元件</b> .....	1
知识网络图 .....	1
重难点 .....	2
知识点归纳 .....	2
课后习题解答 .....	10
<b>第2章 电路分析基础</b> .....	20
知识网络图 .....	20
重难点 .....	21
知识点归纳 .....	21
课后习题解答 .....	27
<b>第3章 分立元件基本电路</b> .....	53
知识网络图 .....	53
重难点 .....	53
知识点归纳 .....	54
课后习题解答 .....	60
<b>第4章 数字集成电路</b> .....	72
知识网络图 .....	72
重难点 .....	73
知识点归纳 .....	73
课后习题解答 .....	81
<b>第5章 集成运算放大器</b> .....	101
知识网络图 .....	101
重难点 .....	102
知识点归纳 .....	102
课后习题解答 .....	114

<b>第 6 章 波形产生和变换</b> .....	123
知识网络图 .....	123
重难点 .....	123
知识点归纳 .....	124
课后习题解答 .....	128
<b>第 7 章 测量和数据采集系统</b> .....	137
知识网络图 .....	137
重难点 .....	137
知识点归纳 .....	138
课后习题解答 .....	149
<b>第 8 章 功率电子电路</b> .....	156
知识网络图 .....	156
重难点 .....	156
知识点归纳 .....	157
课后习题解答 .....	165
<b>第 9 章 变压器和电动机</b> .....	174
知识网络图 .....	174
重难点 .....	175
知识点归纳 .....	175
课后习题解答 .....	184
<b>第 10 章 电气控制技术</b> .....	190
知识网络图 .....	190
重难点 .....	191
知识点归纳 .....	191
课后习题解答 .....	196

# 第1章

## 电路和电路元件

### 知识网络图



## 重难点

掌握电流、电压的参考方向及功率计算,了解常用电路元件的伏安特性,掌握二极管的工作原理、伏安特性和主要参数,掌握双极晶体管的放大作用、输入和输出特性曲线及主要参数。

## 知识点归纳

### 一、电路的基本物理量

#### 1. 电流

电荷的定向移动形成电流。

电流的大小用电流强度表示,简称电流。

电流强度:单位时间内通过导体截面的电荷量。

$$i = \frac{dq}{dt}$$

大写  $I$  表示直流电流。

小写  $i$  表示交流电流。

#### 2. 电压、电位和电动势

电路中  $a$ 、 $b$  两点间的电压定义为单位正电荷由  $a$  点移至  $b$  点电场力所做的功。

$$u_{ab} = \frac{dW_{ab}}{dq}$$

电路中某点的电位定义为单位正电荷由该点移至参考点电场力所做的功。

电路中  $a$ 、 $b$  两点间的电压等于  $a$ 、 $b$  间的电位差。

$$u_{ab} = u_a - u_b$$

#### 3. 电功率

电场力在单位时间内所做的功称为电功率,简称功率。

$$p = \frac{dW}{dt}$$

功率与电流、电压的关系:

关联方向时:  $p = ui$

非关联方向时:  $p = -ui$

$p > 0$  时元件吸收功率,  $p < 0$  时元件放出功率。

## 二、电路基本元件

常见的电路元件有电阻元件、电感元件、电容元件、电压源和电流源。

电路元件在电路中的作用(或者说它的性质)是由其端口的电压、电流关系,即伏安关系来决定的。

### 1. 无源元件

(1) 电阻元件。电阻元件是一种消耗电能的元件(图 1.1)。

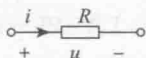


图 1.1

伏安关系(欧姆定律):

关联方向时:  $u = Ri$

非关联方向时:  $u = -Ri$

功率:

$$p = ui = Ri^2 = \frac{u^2}{R}$$

(2) 电感元件。电感元件是一种能够贮存磁场能量的元件,是实际电感器的理想化模型(图 1.2)。

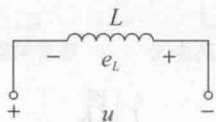


图 1.2

伏安关系:

$$u = L \frac{di}{dt}$$

$$e_L = -L \frac{di}{dt}$$

只有电感上的电流变化时,电感两端才有电压。在直流电路中,电感上即使有电流通过,但  $u = 0$ ,相当于短路。

$L$  称为电感元件的电感,单位是亨利(H)。

存储能量:  $W_L = \frac{1}{2}LI^2$ , 其中  $L$  为电感值、 $I$  为额定电流。

(3) 电容元件。电容元件是一种能够贮存电场能量的元件,是实际电容器的理想化模型(图 1.3)。

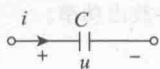


图 1.3

伏安关系:

$$i = C \frac{du}{dt}$$

只有电容上的电压变化时,电容两端才有电流。在直流电路中,电容上即使有电压,但  $i = 0$ , 相当于开路,即电容具有隔直流作用。

$C$  称为电容元件的电容,单位是法拉(F)。

存储能量:  $W_C = \frac{1}{2}CU^2$ , 其中  $C$  为电容值、 $U$  为额定电压。

## 2. 独立电源元件

(1) 理想电压源。

1) 伏安关系:

$$U = U_s$$

端电压为  $U_s$ , 与流过电压源的电流无关,由电源本身确定,电流任意,由外电路确定。

2) 特性曲线(图 1.4) 与符号(图 1.5):

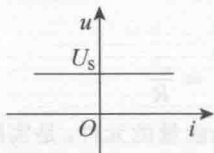


图 1.4

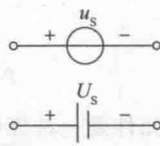


图 1.5

(2) 理想电流源。

1) 伏安关系:

$$I = I_s$$

流过电流为  $I_s$ , 与电源两端电压无关,由电源本身确定,电压任意,由外电路确定。

2) 特性曲线(图 1.6) 与符号(图 1.7):

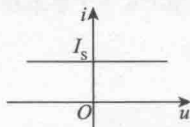


图 1.6



图 1.7

### 三、实际电源模型及其等效变换

实际电源的电压源模型和电流源模型如图 1.8 所示。

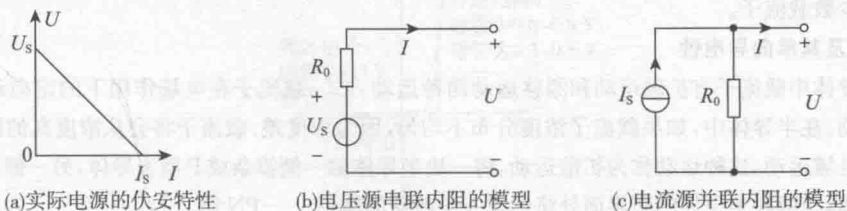


图 1.8

实际电源的伏安特性:

$$U = U_s - IR_0 \text{ 或 } I = I_s - \frac{U}{R_0}$$

可见一个实际电源可用两种电路模型表示:一种为电压源  $U_s$  和内阻  $R_0$  串联,另一种为电流源  $I_s$  和内阻  $R_0$  并联。

同一个实际电源的两种模型对外电路等效(图 1.9),等效条件为

$$U_s = I_s R_0 \text{ 或 } I_s = \frac{U_s}{R_0}$$

且两种电源模型的内阻相等。

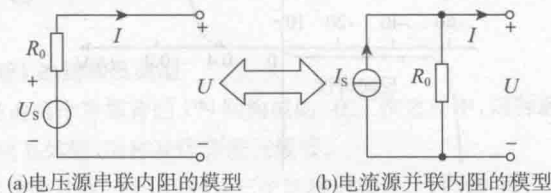


图 1.9

### 四、二极管

半导体器件是用半导体材料制成的电子器件。常用的半导体器件有二极管、三极管、场效应晶体管等。半导体器件是构成各种电子电路最基本的元件。

#### 1. 半导体

导电性能介于导体和绝缘体之间的物质,如硅(Si)、锗(Ge)。硅和锗是 4 价元素,原子的最外层轨道上有 4 个价电子。

**N 型半导体:**在纯净半导体硅或锗中掺入磷、砷等 5 价元素,因这类元素的原子最外层有 5 个价电子,故在构成的共价键结构中,由于存在多余的价电子而产生大量自由电子,这种半导体主要靠自由电子导电,称为电子半导体或 N 型半导体,其中自由电子为多数载流子,热激发形成的空穴为少数载流子。

**P型半导体:**在纯净半导体硅或锗中掺入硼、铝等3价元素,由于这类元素的原子最外层只有3个价电子,故在构成的共价键结构中,由于缺少价电子而形成大量空穴,这类掺杂后的半导体其导电作用主要靠空穴运动,称为空穴半导体或P型半导体,其中空穴为多数载流子,热激发形成的自由电子是少数载流子。

## 2. PN结及其单向导电性

半导体中载流子有扩散运动和漂移运动两种运动方式。载流子在电场作用下的定向运动称为漂移运动。在半导体中,如果载流子浓度分布不均匀,因为浓度差,载流子将会从浓度高的区域向浓度低的区域运动,这种运动称为扩散运动。将一块半导体的一侧掺杂成P型半导体,另一侧掺杂成N型半导体,在两种半导体的交界处将形成一个特殊的薄层——PN结。

## 3. 二极管的特性和主要参数

(1) 正向特性(图 1.10)。

外加正向电压较小时,外电场不足以克服内电场对多载流子扩散的阻力,PN结仍处于截止状态。

正向电压大于导通电压后,正向电流随着正向电压增大而迅速上升。通常导通电压硅管约为0.5 V,锗管约为0.1 V。

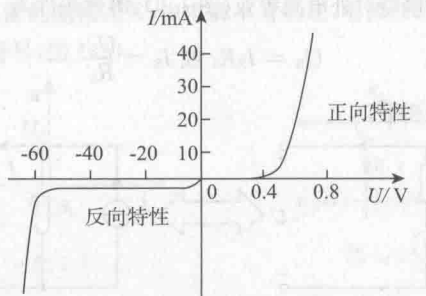


图 1.10

(2) 反向特性。

外加反向电压时,PN结处于截止状态,反向电流很小。反向电压大于击穿电压时,反向电流急剧增加。

欧姆定律(图 1.11):  $U_s = U_D + RI_D$

二极管的静态电阻:  $R_D = U_D / I_D$

静态电阻随工作电流的变化而变化(图 1.12)。

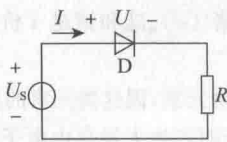


图 1.11

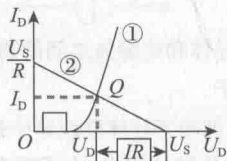


图 1.12

#### 4. 稳压二极管

稳压管工作在PN结反向击穿状态。稳压管的稳定电压就是反向击穿电压(图1.13)。击穿状态下不会因过热而损坏。稳压管的稳压作用在于电流增量很大,只引起很小的电压变化。

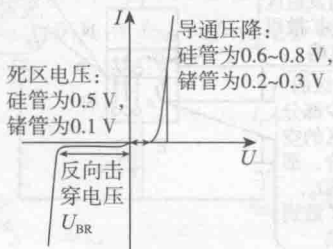


图 1.13

稳压管的主要参数:

- (1) 稳定电压  $U_Z$ 。反向击穿后稳定工作的电压。
- (2) 最大稳定电流  $I_{ZM}$ 。允许通过的最大反向电流。
- (3) 动态电阻  $r_Z$ 。在稳定工作的状态下,管子两端电压的变化量与相应电流的变化量之比,即  $r_Z = \Delta U_Z / \Delta I_Z$ 。
- (4) 最大耗散功率  $P_{ZM}$ 。

## 五、双极晶体管

### 1. 双极晶体管(三极管)的结构及类型

半导体三极管是由两个背靠背的PN结构成的。在工作过程中,两种载流子(电子和空穴)都参与导电,故又称为双极晶体管,简称晶体管或三极管。

两个PN结把半导体分成三个区域。这三个区域的排列,可以是N-P-N,也可以是P-N-P。因此,三极管有两种类型:NPN型和PNP型(图1.14)。

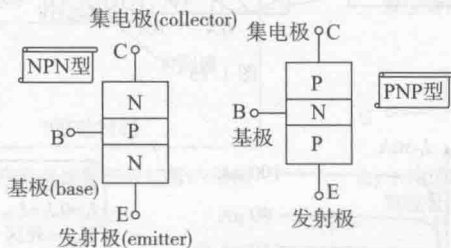


图 1.14

### 2. 主要参数

电流放大原理(图1.15):

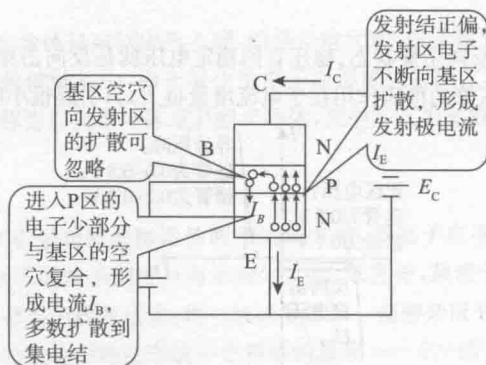


图 1.15

电流放大系数：

$I_C$  与  $I_B$  之比称为直流电流放大系数。

$$\beta = \frac{I_C - I_{CE0}}{I_B} \approx \frac{I_C}{I_B}$$

$I_{CE0}$  为穿透电流，即基极开路时的集电极电流。要使三极管能放大电流，必须使发射结正偏，集电结反偏。

### 3. 特性曲线

(1) 输入特性(图 1.16)。

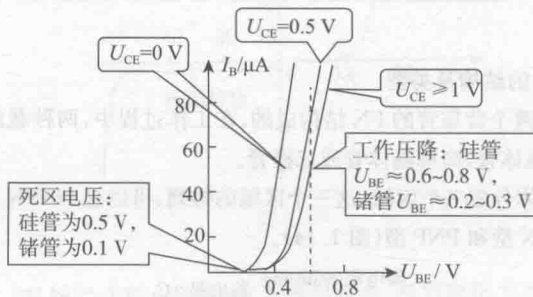


图 1.16

(2) 输出特性(图 1.17)。

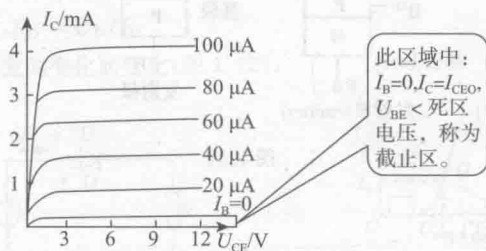


图 1.17

输出特性三个区域的特点:

- 1) 放大区: 发射结正偏, 集电结反偏, 即  $I_C = \beta I_B$ , 且  $\Delta I_C = \beta \Delta I_B$ 。
- 2) 饱和区: 发射结正偏, 集电结正偏, 即  $U_{CE} < U_{BE}$ ,  $\beta I_B > I_C$ ,  $U_{CE} \approx 0.3 \text{ V}$ 。
- 3) 截止区:  $U_{BE} < \text{死区电压}$ ,  $I_B = 0$ ,  $I_C = I_{CEO} \approx 0$ , 集电极和发射极之间相当于开路。

#### 4. 简化的小信号模型(图 1.18)

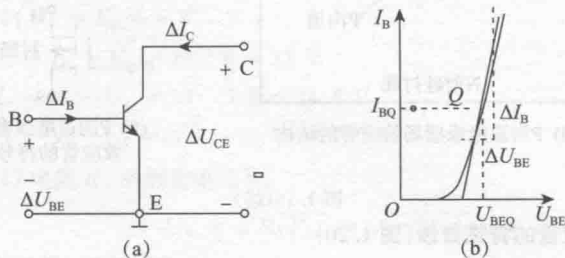


图 1.18

$r_{be} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B}$ , 常温下小功率三极管的  $r_{be}$  为

$$r_{be} = r_b + (\beta + 1) \frac{26(\text{mV})}{I_E(\text{mA})}$$

## 六、绝缘栅场效应晶体管

### 1. 绝缘栅场效应管的结构(图 1.19)

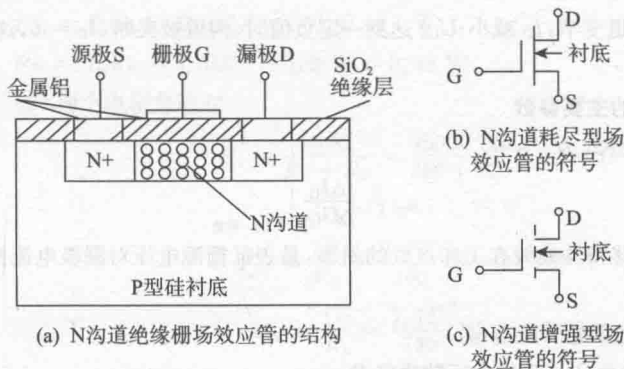


图 1.19

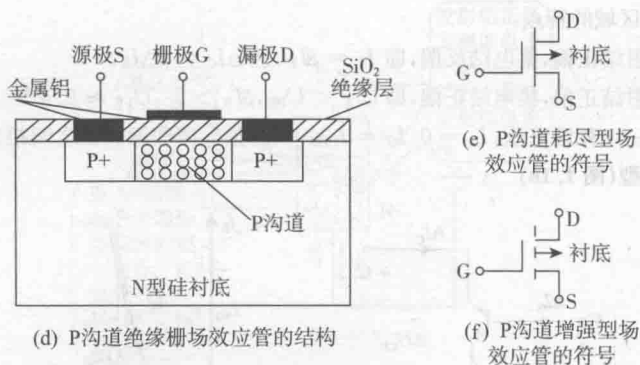


图 1.19(续)

## 2. N 沟道耗尽型场效应管的特性曲线(图 1.20)

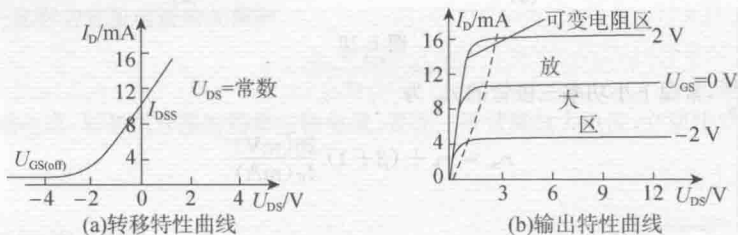


图 1.20

$U_{GS} = 0$  时,  $U_{DS}$  作用下的漏极电流称为漏极饱和电流  $I_{DSS}$ 。

$U_{GS} > 0$  时, 沟道加宽,  $I_D$  增大。

$U_{GS} < 0$  时, 沟道变窄,  $I_D$  减小;  $U_{GS}$  达到一定负值时, 沟道被夹断,  $I_D = 0$ , 这时的  $U_{GS}$  称为夹断电压  $U_{GS(off)}$ 。

## 3. 绝缘栅场效应管的主要参数

(1) 低频跨导。公式为

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

其大小就是转移特性曲线在工作点处的斜率, 是表征栅源电压对漏极电流控制作用的大小, 单位常用  $\mu\text{S}$  或  $\text{mS}$ 。

(2) 最大栅源击穿电压  $U_{(BR)DS}$ 。

(3) 最大漏极电流  $I_{DM}$  和最大耗散功率  $P_{DM}$ 。

## 4. MOS 管简化的小信号模型(图 1.21)

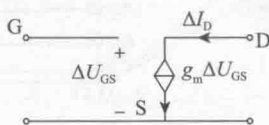


图 1.21

## 课后习题解答

## 1.1.1 解题过程

$$(1) U_1 = I_1 R_1 = 1.75 \times 2 = 3.5 \text{ V}$$

$$U_2 = I_2 R_2 = (-0.5) \times 3 = -1.5 \text{ V}$$

$$(2) V_a = E_2 = 6 \text{ V}$$

$$V_b = E_1 + E_2 = 12 + 6 = 18 \text{ V}$$

$$V_c = V_b - U_1 = 18 - 3.5 = 14.5 \text{ V}$$

$$V_d = V_a - U_2 = 6 - (-1.5) = 7.5 \text{ V}$$

## 1.2.1 解题过程

(1) 电阻  $R_A$  的额定电压  $U_A$

$$U_A = \sqrt{R_A P_{An}} = \sqrt{360 \times 1} \text{ V} = 18.97 \text{ V}$$

电阻  $R_A$  额定电流  $I_A$

$$I_A = \sqrt{P_{An}/R_A} = \sqrt{1/360} \text{ A} = 0.0527 \text{ A}$$

电阻  $R_B$  的额定电压  $U_B$

$$U_B = \sqrt{R_B P_{Bn}} = \sqrt{120 \times 0.5} \text{ V} = 7.75 \text{ V}$$

电阻  $R_B$  的额定电流  $I_B$

$$I_B = \sqrt{P_{Bn}/R_B} = \sqrt{0.5/120} \text{ A} = 0.0645 \text{ A}$$

两个电阻串联时

$$R_1 = R_A + R_B = 360 \Omega + 120 \Omega = 480 \Omega$$

$$U_1 = I_A (R_A + R_B) = [0.0527 \times (360 + 120)] \text{ V} = 25.3 \text{ V}$$

$$P_{A1} = I_A^2 R_A = 0.0527^2 \times 360 \text{ W} = 1 \text{ W}$$

$$P_{B1} = I_A^2 R_B = 0.0527^2 \times 120 \text{ W} = 0.33 \text{ W}$$

(2) 两个电阻并联时

$$R_2 = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B} = \frac{360 \times 120}{360 + 120} \Omega = 90 \Omega$$

$$U_2 = U_B = 7.75 \text{ V}$$

$$P_{A2} = \frac{U_2^2}{R_A} = \frac{7.75^2}{360} \text{ W} = 0.167 \text{ W}$$

$$P_{B2} = \frac{U_2^2}{R_B} = \frac{7.75^2}{120} \text{ W} = 0.5 \text{ W}$$

**知识点拨：** 电阻、电感、电容及其他各种电子器件都有其额定值。

## 1.2.2 解题过程

电器的额定电流

$$I_n = \frac{P_n}{U_n} = \frac{1}{100} \text{ A} = 10^{-2} \text{ A}$$

串联电阻承受的电压

$$U_R = U - U_n = (200 - 100) \text{ V} = 100 \text{ V}$$