



国家电网
STATE GRID

国家电网公司
生产技能人员职业能力培训通用教材

电子技术

国家电网公司人力资源部 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI
SHENGCHANJINENG RENYUAN
ZHIYENENGLI PEIXUN
TONGYONG JIAOCAI



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



国家电网
STATE GRID

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

电子技术

国家电网公司人力资源部 组编
李俊 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要 ◀

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训教材》是按照国家电网公司生产技能人员标准化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(简称《培训规范》),结合生产实际编写而成。

本套教材作为《培训规范》的配套教材,共 72 册。本册为通用教材的《电子技术》,全书共十一章、56 个模块,主要内容包括常用半导体器件,放大电路基础,集成运算放大器,正弦波振荡电路,直流稳压电源,数字电路基础,组合逻辑电路,触发器,时序逻辑电路分析,存储器和可编程逻辑器件,模拟量和数字量的转换等。

本书是供电企业生产技能人员的培训教学用书,也可以作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术/国家电网公司人力资源部组编. —北京:
中国电力出版社, 2010

国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材
ISBN 978-7-5083-9644-6

I. 电… II. 国… III. 电子技术-技术培训-教材
IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 199923 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 10 印张 182 千字

印数 0001—3000 册 定价 18.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材》

编 委 会

主 任 刘振亚

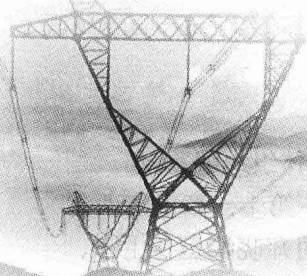
副 主 任 郑宝森 陈月明 舒印彪 曹志安 栾 军
李汝革 潘晓军

成 员 许世辉 王凤雷 张启平 王相勤 孙吉昌
王益民 张智刚 王颖杰

编写组组长 许世辉

副 组 长 方国元 张辉明 杨新法

成 员 李 俊 罗 强 鞠宇平 倪 春 江振宇
李群雄 曹爱民 陈仇龙 钟新元 张 冰



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

前言

为大力实施“人才强企”战略，加快培养高素质技能人才队伍，国家电网公司按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的工作要求，充分发挥集团化优势，组织公司系统一大批优秀管理、技术、技能和培训教学专家，历时两年多，按照统一标准，开发了覆盖电网企业输电、变电、配电、营销、调度等 34 个职业种类的生产技能人员系列培训教材，形成了国内首套面向供电企业一线生产人员的模块化培训教材体系。

本套培训教材以《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(Q/GDW 232—2008)为依据，在编写原则上，突出以岗位能力为核心；在内容定位上，遵循“知识够用、为技能服务”的原则，突出针对性和实用性，并涵盖了电力行业最新的政策、标准、规程、规定及新设备、新技术、新知识、新工艺；在写作方式上，做到深入浅出，避免烦琐的理论推导和论证；在编写模式上，采用模块化结构，便于灵活施教。

本套培训教材包括通用教材和专用教材两类，共 72 个分册、5018 个模块，每个培训模块均配有详细的模块描述，对该模块的培训目标、内容、方式及考核要求进行了说明。其中：通用教材涵盖了供电企业多个职业种类共同使用的基础知识、基本技能及职业素养等内容，包括《电工基础》、《电力生产安全及防护》等 38 个分册、1705 个模块，主要作为供电企业员工全面系统学习基础理论和基本技能的自学教材；专用教材涵盖了相应职业种类所有的专业知识和专业技能，按职业种类单独成册，包括《变电检修》、《继电保护》等 34 个分册、3313 个模块，根据培训规范职业能力要求，I、II、III 三个级别的模块分别作为供电企业生产一线辅助作业人员、熟练作业人员和高级作业人员的岗位技能培训教材。

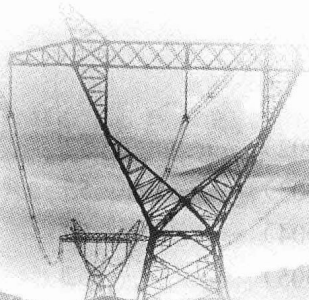
本套培训教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略，充分发挥企业培养高技能人才主体作用的重要举措，是加快推进国家电网公司发展方式和电网发展方式转变的具体实践，也是有效开展电网企业教育培训和人才培养工作的重要基础，必将对改进生产技能人员培训模式，推进培训工作由理论灌输向能力培养转型，提高培训的针对性和有效性，全面提升员工队伍素质，保证电网安全稳定运行、支

撑和促进国家电网公司可持续发展起到积极的推动作用。

本册为通用教材部分的《电子技术》，由江西省电力公司具体组织编写。

全书第一章～第五章由江西省电力公司李俊编写；第六章～第十一章由江西省电力公司罗强编写。全书由李俊担任主编。福建省电力有限公司郑晓峰担任主审、福建省电力有限公司梁湖辉、王云茂参审。

由于编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司
生产技能人员职业能力培训通用教材

目 录

前言

第一章 常用半导体器件	1
模块 1 半导体的基础知识 (TYBZ00201001)	1
模块 2 半导体二极管 (TYBZ00201002)	3
模块 3 稳压二极管 (TYBZ00201003)	5
模块 4 半导体三极管 (TYBZ00201004)	7
模块 5 场效应管 (TYBZ00201005)	11
模块 6 光电器件 (TYBZ00201006)	14
第二章 放大电路基础	17
模块 1 共发射极基本放大电路 (TYBZ00202001)	17
模块 2 放大电路的静态分析 (TYBZ00202002)	19
模块 3 放大电路的动态分析 (TYBZ00202003)	22
模块 4 静态工作点的稳定 (TYBZ00202004)	24
模块 5 放大电路的频率特性 (TYBZ00202005)	27
模块 6 反馈的基本概念 (TYBZ00202006)	29
模块 7 放大电路中的负反馈 (TYBZ00202007)	32
模块 8 阻容耦合多级放大电路 (TYBZ00202008)	36
模块 9 射极输出器 (TYBZ00202009)	38
模块 10 差动放大电路 (TYBZ00202010)	40
模块 11 互补对称功率放大电路 (TYBZ00202011)	43
模块 12 场效应管放大电路 (TYBZ00202012)	46
第三章 集成运算放大器	50
模块 1 集成运算放大器的简单介绍 (TYBZ00203001)	50

模块 2	运算放大器在信号运算方面的应用 (TYBZ00203002)	52
模块 3	运算放大器在信号处理方面的应用 (TYBZ00203003)	55
模块 4	运算放大器在波形产生方面的应用 (TYBZ00203004)	60
模块 5	使用运算放大器应注意的几个问题 (TYBZ00203005)	62
第四章	正弦波振荡电路	64
模块 1	正弦波振荡电路的振荡条件 (TYBZ00204001)	64
模块 2	LC 振荡电路 (TYBZ00204002)	66
模块 3	RC 振荡电路 (TYBZ00204003)	69
模块 4	石英晶体振荡器 (TYBZ00204004)	72
第五章	直流稳压电源	75
模块 1	整流电路 (TYBZ00205001)	75
模块 2	滤波器 (TYBZ00205002)	78
模块 3	串联型直流稳压电源 (TYBZ00205003)	82
模块 4	开关型直流稳压电源 (TYBZ00205004)	85
第六章	数字电路基础	89
模块 1	脉冲信号 (TYBZ00206001)	89
模块 2	数制转换 (TYBZ00206002)	90
模块 3	晶体管的开关作用 (TYBZ00206003)	93
模块 4	基本门电路及其组合 (TYBZ00206004)	95
模块 5	TTL 门电路 (TYBZ00206005)	100
模块 6	CMOS 门电路 (TYBZ00206006)	102
模块 7	逻辑代数 (TYBZ00206007)	104
第七章	组合逻辑电路	110
模块 1	组合逻辑电路的分析和设计 (TYBZ00207001)	110
模块 2	加法器 (TYBZ00207002)	113
模块 3	编码器 (TYBZ00207003)	115
模块 4	译码器和数字显示器 (TYBZ00207004)	117
模块 5	数据分配器和数据选择器 (TYBZ00207005)	120

第八章 触发器	122
模块 1 RS 触发器 (TYBZ00208001)	122
模块 2 JK 触发器 (TYBZ00208002)	123
模块 3 D 触发器 (TYBZ00208003)	125
模块 4 触发器逻辑功能的转换 (TYBZ00208004)	127
模块 5 555 定时器及其应用 (TYBZ00208005)	128
第九章 时序逻辑电路分析	132
模块 1 寄存器 (TYBZ00209001)	132
模块 2 计数器 (TYBZ00209002)	136
模块 3 时序逻辑电路的分析 (TYBZ00209003)	138
第十章 存储器和可编程逻辑器件	140
模块 1 只读存储器 (TYBZ00210001)	140
模块 2 随机存取存储器 (TYBZ00210002)	142
模块 3 可编程逻辑器件 (TYBZ00210003)	143
第十一章 模拟量和数字量的转换	145
模块 1 D/A 转换器 (TYBZ00211001)	145
模块 2 A/D 转换器 (TYBZ00211002)	147
参考文献	150



第一章 常用半导体器件

模块 1 半导体的基础知识 (TYBZ00201001)

【模块描述】本模块包含半导体的基础知识。通过原理分析、图解示意及应用介绍,了解半导体的共价键结构,熟悉半导体的三个特性和 PN 结的形成机理,掌握 PN 结单向导电特性及其应用。

【正文】

一、半导体的导电特性

1. 半导体的共价键结构

导电能力介于导体与绝缘体之间的物质称为半导体。在半导体器件中用得最多的材料是硅和锗。它们都是四价元素,原子的最外层轨道上有四个电子,此电子称为价电子。半导体的导电性与价电子有关。半导体和许多绝缘体一样都具有晶体结构,它们的原子形成有序的排列,邻近原子之间的价电子按共价键连接形成共价键结构,如图 TYBZ00201001-1 所示为半导体内部结构示意图。

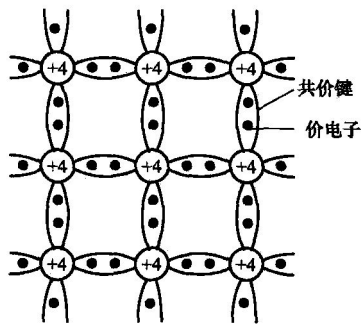


图 TYBZ00201001-1

半导体内部结构示意图

2. 半导体的三个特性

(1) 热敏特性和光敏特性。半导体具有热敏特性和光敏特性是由半导体的内部结构所决定的。由于光照和热激发使价电子获得足够的能量而挣脱共价键的束缚成为自由电子;当价电子挣脱共价键的束缚成为自由电子后,共价键中就留下一个空位,这个空位叫做空穴,它所带的电量与电子相等,符号相反,这种现象叫做本征激发。

在本征半导体(纯净半导体)中,自由电子和空穴都是载流子,并且是成对出现的。

(2) 掺杂特性。如果在本征半导体里掺入少量外层电子只有三个的硼元素,和外层电子数是四个的硅或锗原子组成共价键时,就自然形成一个空穴,这就使半导体中



的空穴载流子增多,这种半导体叫空穴型半导体,简称P型半导体。若控制掺入杂质的多少便可控制空穴的数量,因此在P型半导体中,空穴数远大于自由电子数,在这种半导体中,以空穴导电为主,因而空穴为多数载流子,自由电子为少数载流子。

如果在本征半导体中掺入少量外层电子为五个的磷元素,在和在本征半导体原子组成共价键时,就多出一个电子。这种电子为多数载流子的半导体叫电子型半导体,简称N型半导体。正因为掺入后的半导体会有多余的自由电子,故称为电子型半导体或N型半导体。在N型半导体中,电子为多数载流子,空穴为少数载流子。

二、PN结的形成

在一块纯净的半导体晶片上采用特殊的掺杂工艺,在两侧分别掺入三价元素和五价元素。一侧形成P型半导体,另一侧形成N型半导体,如图TYBZ00201001-2所示。在结合面的两侧就出现了电子和空穴的浓度差异,电子和空穴都要从浓度高的区域向浓度低的区域扩散。扩散的结果就使P区和N区的交界处原来呈现的电中性被破坏了。P区一边失去空穴留下了带负电的离子;N区一边失去电子留下了带正电的离子。这些不能移动的离子集中在交界面附近形成了一个很薄的空间电荷区,这个空间电荷区就称为PN结。

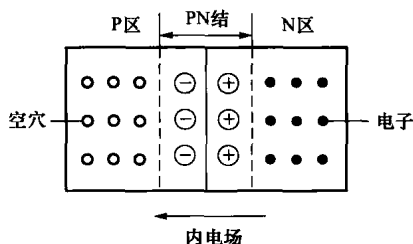


图 TYBZ00201001-2 PN 结的形成

在出现了空间电荷区以后,由于正负离子之间的相互作用,在空间电荷区中就形成了一个电场,其方向是从带正电的N区指向带负电的P区。由于这个电场是在PN结区内部形成的,而不是外加电压形成的,故称为内电场。这个内电场的作用方向与载流子扩散运动的方向相反,故它是阻止载流子扩散运动的。

三、PN结的单向导电性

如图TYBZ00201001-3(a)所示,如果给PN结加正向电压(称正向偏置),即P区接电源正极,N区接电源负极。这时,由于外加电场方向与内电场方向相反,此时空间电荷区变薄,内电场被削弱,这就使得多数载流子能够不断地越过PN结,形成较大的电流,这种情况称PN结导通。而要使PN结导通,通常只需很小的外加电压值,由此可见,PN结加正向电压导通后,表现出较小的正向电阻值。

如图TYBZ00201001-3(b)所示,如果给PN结加反向电压(称反向偏置),即P区接电源负极,N区接电源正极。这时,由于外加电场方向与内电场方向相同,此时空间电荷区变宽,内电场被增强,这就使得多数载流子很难越过PN结,而只有少数载流子通过空间电荷区形成很小的电流,只有微安级,这种情况称PN结截止。由此可见,PN结加反向电压截止后,表现出很大的反向电阻值。

综上所述,PN结正向偏置时导通,反向偏置时截止,这就是PN结的单向导电

性。PN 结的这种单向导电性就好比一个可控电子开关，被广泛应用于二极管、三极管和场效应管等半导体器件中。

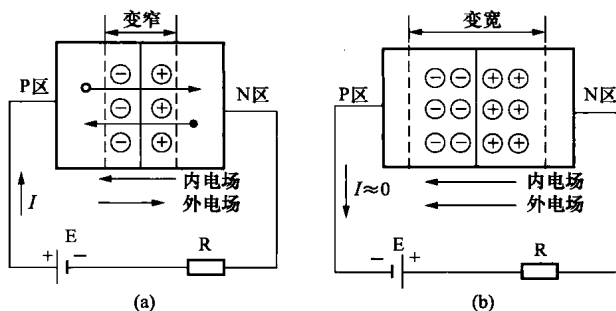


图 TYBZ00201001-3 PN 结的单向导电性

(a) PN 结正偏; (b) PN 结反偏

【思考与练习】

1. 半导体有哪些主要特征?
2. PN 结是如何形成的? 其单向导电性指的是什么?

模块 2 半导体二极管 (TYBZ00201002)

【模块描述】本模块包含半导体二极管的基础知识。通过器件结构介绍、原理分析、图解示意及应用举例，了解二极管的结构，熟悉二极管分类方法，掌握二极管伏安特性和主要参数。

【正文】

一、结构和分类

在 PN 结上加上引线和封装，就成为一个二极管，如图 TYBZ00201002-1 (a) 所示。图 TYBZ00201002-1 (b) 所示为二极管的图形符号。二极管内部就是一个 PN 结，PN 结具有单向导电性，所以二极管也具有单向导电性。

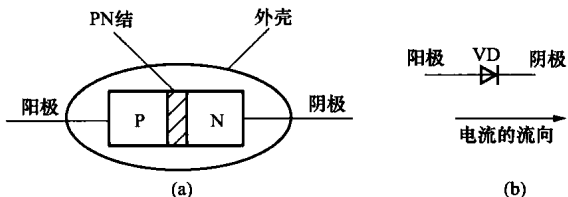


图 TYBZ00201002-1 二极管的结构和符号

按 PN 结的接触面大小不同，二极管可分为点接触型、面接触型和平面型三大



类。按制造所用的半导体材料不同，二极管可分为硅管和锗管，硅管的正向导通压降为 0.7V，锗管的正向导通压降为 0.3V。按不同的用途，二极管可分为普通管、整流管和开关管等。

二、伏安特性和主要参数

1. 伏安特性

图 TYBZ00201002-2 所示为二极管的伏安特性曲线图。图中实线为硅二极管的伏安特性曲线，虚线为锗二极管的伏安特性曲线。图中第 1 象限中，加于二极管的正向电压不大，但流过管子的电流相对来说却很大，因此管子呈现的正向电阻很小，此段曲线即为二极管的正向特性曲线。

图 TYBZ00201002-2 中的第 3 象限中，加于二极管的反向电压大，但流过管子的电流相对来说却很小，因此管子呈现的反向电阻很大，此段曲线即为二极管的反向特性曲线。

需要注意的是，当反向电压增加到一定大小时（反向击穿电压），反向电流剧增，此时二极管将出现反向击穿现象。除稳压二极管外，反向击穿都将可能使二极管损坏。

通常利用二极管的正向特性，可用二极管组成将交流电变成直流电的整流电路、限制输出信号幅度的限幅电路、利用二极管的接通或断开使输出电位钳制在某一数值上保持不变的钳位电路、将装载（调制）到高频信号（又叫载波信号）上的图像、声音等低频

电信号从已调制信号（高频信号）中取出的检波电路、保护其他元器件免受过高电压损害的续流保护电路等多种功能电路。

2. 主要参数

（1）最大正向电流 I_F ：二极管正向工作时所允许通过的最大电流。超过最大正向电流时，二极管的 PN 结将过热而烧坏。

（2）最大反向工作电压 U_{RM} ：二极管反向工作时允许承受的最大电压。二极管一旦反向过压将可能击穿损坏，失去单向导电性。

（3）最大反向电流 I_{RM} ：二极管反向工作时允许通过的最大电流。这个电流越小二极管的单向导电性越好。

【思考与练习】

1. 锗二极管和硅二极管的主要差异是什么？
2. 二极管呈现的电阻与电阻元件的电阻有何区别？

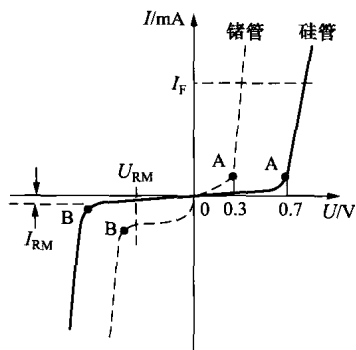


图 TYBZ00201002-2
二极管的伏安特性曲线

模块3 稳压二极管 (TYBZ00201003)

【模块描述】本模块包含稳压二极管的基础知识。通过器件结构介绍、原理分析、图解示意及应用举例，了解稳压管的结构，熟悉其特性及主要参数，掌握稳压管稳压电路工作原理。

【正文】

一、稳压管的结构

稳压管又称齐纳二极管，是一种用特殊工艺制造的面结型硅半导体二极管。这种管子的杂质浓度比较高，空间电荷区内的电荷密度也较大，因而该区域很窄，容易形成强电场。当反向电压加到某一定值时，反向电流急剧增加，产生反向击穿。硅稳压二极管是工作在二极管伏安特性反向击穿区的特殊二极管。硅稳压二极管的代表符号如图 TYBZ00201003-1 所示。

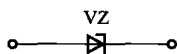


图 TYBZ00201003-1

稳压管的代表符号

二、稳压管的特性及主要参数

1. 硅稳压二极管的伏安特性曲线

硅稳压二极管的伏安特性曲线与二极管的伏安特性曲线相似，其伏安特性曲线如图 TYBZ00201003-2 所示。

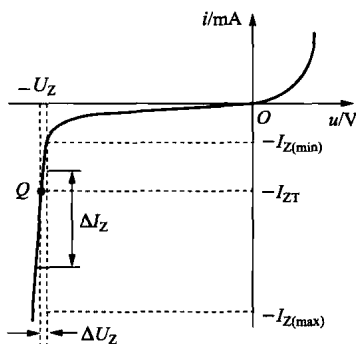


图 TYBZ00201003-2 硅稳压

二极管的伏安特性曲线

图中的 U_Z 击穿电压，即稳压管的稳定电压，它是在特定的测试电流 I_{ZT} 下得到的电压值。稳压管的稳压作用在于：电流增量 ΔI_Z 很大，只引起很小的电压变化 ΔU_Z 。 $I_{Z(min)}$ 、 $I_{Z(max)}$ 为稳压管工作在正常稳压状态的最小和最大工作电流。当反向电流小于 $I_{Z(min)}$ 时，稳压管进入反向截止状态，稳压特性消失；当反向电流大于 $I_{Z(max)}$ 时，稳压管可能被烧毁。

2. 主要参数

(1) 稳定电压 U_Z ：指稳压管的反向击穿电压。

(2) 稳定电流 I_Z ：指稳压管在稳定电压 U_Z 时的工作电流，其值在稳压区域的最大电流与最小电流之间，若其值小于最小电流则不能起稳压作用。

(3) 最大稳定电流 $I_{Z(max)}$ ：指稳压管的最大工作电流，超过时管子将过热损坏。

(4) 最大耗散功率 $P_{Z(max)}$ ：指稳压管不致因热击穿而损坏的最大耗散功率。

三、稳压管稳压电路

稳压管稳压电路如图 TYBZ00201003-3 所示。

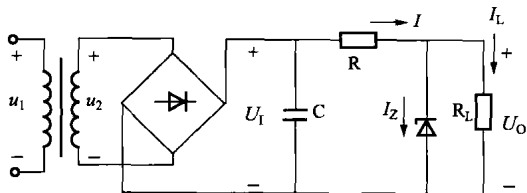


图 TYBZ00201003-3 稳压管稳压电路

1. 当负载电流不变，输入电压变化时的稳压过程

当电源电压波动造成整流滤波输出电压 U_i 增加时，输出电压 U_o 也相应增加，即稳压管两端电压增加。由稳压管的特性可知，稳压管的工作电流 I_Z 将增大，使流过限流电阻 R 的电流 I 增加，于是在 R 上的压降增加。由于 $U_o = U_i - U_R$ ， U_R 增加使得 U_o 减小，从而保持输出电压 U_o 基本不变。稳压过程如下

$$U_i \uparrow \rightarrow U_o \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_o \downarrow$$

2. 当输入电压不变，负载电流变化时的稳压过程

当负载电流 I_L 增加时，在 R 上的压降增加，引起 U_o 下降，稳压管两端电压下降，使 I_Z 减小，最后使通过限流电阻 R 上的电流基本不变。同样，当 I_L 变小时，限流电阻上的压降减小，输出电压 U_o 升高，使 I_Z 增加，通过限流电阻的电流仍基本不变。稳压过程如下

$$I_L \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_o \downarrow \rightarrow U_Z \downarrow \rightarrow I_Z \downarrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow U_R \downarrow \rightarrow U_o \uparrow$$

同理存在

$$I_L \downarrow \rightarrow I \downarrow \rightarrow U_R \downarrow \rightarrow U_o \uparrow \rightarrow U_Z \uparrow \rightarrow I_Z \uparrow \rightarrow I \uparrow \rightarrow U_R \uparrow \rightarrow U_o \downarrow$$

显然上述两种情况下输出电压基本保持不变。这种电路的稳压原理是依靠稳压管上的电流 I_Z 的变化引起限流电阻 R 上的压降变化来起到稳定输出电压作用的。

硅稳压管稳压电路的优点是电路结构简单，使用元件少，在负载变化较小时具有很高的稳定性；缺点是这种稳压电路的输出电压不能调节，输出电流因受稳压管稳定电流的限制而比较小。

【思考与练习】

1. 稳压管与普通二极管比较，它们在特性上的主要差异是什么？
2. 利用稳压管和普通二极管的正向特性是否也可以稳压？
3. 试说明硅稳压二极管稳压电路的稳压原理，若电路中的稳压管接反，则会出现什么结果？

模块 4 半导体三极管 (TYBZ00201004)

【模块描述】本模块包含半导体三极管的基础知识。通过器件结构介绍、原理分析、图解示意及应用举例，了解三极管的结构及放大状态下工作原理，掌握伏安特性曲线、主要参数及温度对三极管的影响。

【正文】

一、三极管的结构简介

三极管的结构示意图和图形符号如图 TYBZ00201004-1 所示。

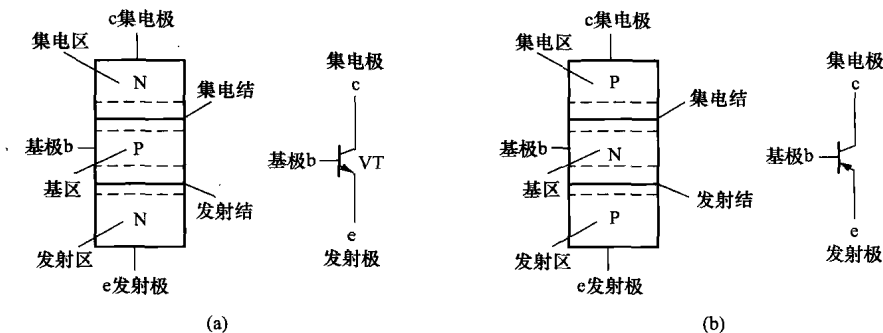


图 TYBZ00201004-1 三极管的结构示意图和图形符号

(a) NPN 型三极管; (b) PNP 型三极管

在一个硅或锗单晶片上生成三个杂质半导体区域，一个 P 区（或 N 区）夹在两个 N 区（或 P 区）中间。因此，三极管有两种类型：NPN 型和 PNP 型。从三个杂质区域各自引出一个电极，分别称为发射极 e、集电极 c、基极 b，它们对应的杂质区域分别称为发射区、集电区和基区。三个杂质半导体区域之间形成两个 PN 结，发射区与基区之间的 PN 结称为发射结，集电区与基区间的 PN 结称为集电结。从三极管的符号图中可看出：发射极上的箭头方向不同，规定为发射结加正偏电压时发射极电流的实际方向。

从 NPN 和 PNP 的结构示意图可以看出，发射区和集电区为同一类型半导体，但两个区的掺杂浓度是不同的。发射区掺杂浓度高，而集电区掺杂浓度低，且基区很薄，而且掺杂浓度极低，正是由于这些特点，三极管才有电流放大作用。

本模块中主要讨论 NPN 型三极管，但结论对 PNP 型同样适用，只不过两者所需电源电压的极性相反，产生的电流方向相反。



二、放大状态下三极管的工作原理

1. 三极管内部载流子的传输过程简介

三极管内有两个 PN 结，所以它在应用中可能有三种工作状态（即放大、饱和、截止），这与每个 PN 结的正偏或反偏有关。

当三极管用作放大器件时，无论是 NPN 型还是 PNP 型，都应将它们的发射结加正向偏置电压，集电结加反向偏置电压。在此偏置电压作用下三极管会产生三个电流，分别如下：

- (1) 发射区向基区扩散载流子，形成发射极电流 I_E 。
- (2) 载流子在基区扩散与复合，形成基极电流 I_B 。
- (3) 集电区收集载流子，形成集电极电流 I_C 。

需要说明的是：三极管有三个电极，在放大电路中可有三种连接方式，共基极、共发射极（共射极）和共集电极，即分别把基极、发射极、集电极作为输入和输出端口的公共端，如图 TYBZ00201004-2 所示，无论是哪种连接方式，要使三极管有放大作用，都必须保证发射结正偏、集电结反偏，而其内部载流子的传输过程相同。

如图 TYBZ00201004-2 (b) 所示，根据电工基础中 KCL 定理可得出三极管三个电流的关系为： $I_B = I_E - I_C$ 。

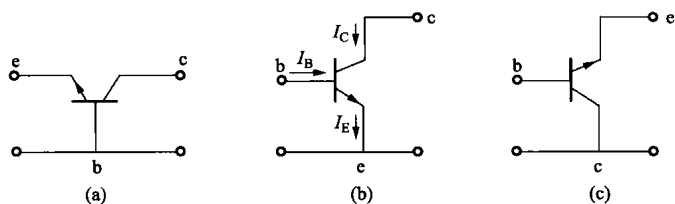


图 TYBZ00201004-2 三极管的三种连接方式

(a) 共基极；(b) 共发射极；(c) 共集电极

2. 三极管的电流分配关系

由于三极管的三个区的掺杂浓度的不同，从发射区扩散到基区的电子中只有很小一部分在基区复合，绝大部分到达集电区。也就是说基极电流是很小的，而集电极电流却是很大的。而且通过实验可知，当基极电流 I_B 有一微小的变化时，将会引起集电极电流 I_C 很大的变化。故三极管在共射极连接时输出电流 I_C 受输入电流 I_B 控制的电流分配关系为 $\beta = I_C / I_B$ ，其中 β 称为共射极直流电流放大系数。如果能控制输入电流，就能控制输出电流，所以常将三极管称为电流控制器件。

三、三极管的伏安特性曲线

三极管的伏安特性曲线能直观地描述各极间电压与各极电流之间的关系。工程