

电 工 学

下 册

电子技术 (第五版)

同步辅导及习题全解

普通高等教育国家规划教材研究中心

东方教育教材研发中心

赠学习卡
附名校真题



新 华 出 版 社

面向 21 世纪课程教材经典同步辅导丛书

电工学·电子技术

(第五版)

同步辅导及习题全解

普通高等教育国家规划教材研究中心
东方教育教材研发中心

新 华 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

电工学同步辅导及习题全解/夏应龙编著.

北京: 新华出版社, 2006. 3

ISBN 7-5011-7400-8

I. 电… II. 夏… III. 电工学—高等学校
—教学参考资料 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005298 号

六大特色 成就你的智慧之选

打开本书，你或许心存疑虑，这是符合我需要的书吗？

许多人面对书架上琳琅满目的各种辅导书时，失去了自己的方向。不过，很多同学在拥有本书后，发现选书其实很容易。问起他们一致选择本书的原因，看法惊人的一致……

专业权威

对于教辅书，最重要的莫过于对教材的研究与透彻领悟。为此我们除了邀请在对教材的编写有深入研究的普通高等教育国家规划教材研究中心和东方教育教材研发中心的专家外，还特地邀请北京大学、清华大学、同济大学、浙江大学等著名高校的知名教授参与编写本书，将他们多年的授课心得融入到本书中，确保符合教材精神、符合专业权威的要求。

正文高质量

质量是生存之本，对教辅书而言尤其如此。我们为此制订了严格科学的图书编撰、校对、审核等流程标准。每本书的原稿必须是两位专家同时独立编写，二者择其优；每本书的稿件必须经过四次严格的专业校对，四次审核；最后完稿我们会将稿件送至少3位该课程的教授各自独立审核稿件；书中的每道题必须经过3位精通该课程的研究生各自独立的计算；其间任何一道流程没有符合要求，我们会不断的修改，一直改到符合我们的标准……

为了质量我们不惜花费时间、精力。正文高质量，是百万读者信任我们的最大奥秘。

结构详尽 内容丰富

一本好书的结构，需要考虑读者的需求，有科学的结构设计。为此，我们设置了科学合理的结构，透过书中的小栏目（如学习要求、知识网络图等），你可以事半功倍地学习新知识、掌握新知识。

真正的习题全解

很多书都有习题全解，相信这也是同学们最关心的问题。本书所有习题解题过程、解题方法均是一线教学名师多年教学经验之精华、教材编写专家多年研究之心得，是课后习题最科学最典型的方法。



六大特色 成就你的智慧之选

网络学习卡

通过随书赠送的学习卡，只要登录东方教育网（www.dongfangedu.com.cn），就可以获得在线学习、在线下载、论坛交流、信息浏览等精彩服务内容。

超值赠送 超值服务

购买本书你可以随书获得如下超值回报和服务：

赠送名校历年期末真题；赠送期末模拟试题；可以增值至66元的学习卡。

知识链接：何谓优秀图书？

读者心中优秀图书的标准是什么？东方教育网历时一年对北京、上海、广州、西安、武汉等十几个城市100多所大学五万余名在校大学生进行了问卷调查，根据问卷结果，我们整理出了如下表格，希望你购书能有所帮助。

图书类别 对比项目	一般图书	较好图书	优秀图书
专业性权威性	内容东拼西凑，没有深入研究教材	内容专业性不强，无法理解教材的编写思想	内容全部由教材研究专家撰写，结合多年教学经验之精华，确保专业权威
正文质量	没有主次，结构混乱，错漏百出	重点不明显，结构不够科学，内容不够新颖	重点突出、主次分明，符合循序渐进的学习课程，有科学的审校流程体系
课后习题解答	纯粹的习题解答	有习题解答，内容介绍抄袭教材，解答不深入	详尽的解题过程，确保每道题解题方法的科学性典型性代表性
网络学习卡	无	无	有，资料丰富，在线答疑，互动交流，意见反馈等等
售后服务	无	有，但读者无法及时获得售后增值服务	读者可以通过读者调查表、电邮、网站论坛等方式与编者交流，及时发布最新信息

致 读 者

亲爱的读者：

非常感谢您购买和使用“东方教育教材研发中心经典同步辅导丛书”，并预祝您学习进步。

本系列丛书内容丰富，编排精美，深受广大读者的喜爱。为了使本系列丛书的质量更上一层楼，今后更好地为广大读者服务，我们精心设计了读者意见调查表，希望通过本调查表架起与您的沟通桥梁。相信您的参与和我们的努力会构建我们共同的成功。

只要您将“读者调查表”填写后及时回寄我们，您就可以获得：

1. 学习卡增值至 66 元，使您能够获得更多的学习资料和信息。
2. 如果您的意见合理，并被我们采纳，我们将会给予您适当的奖励。

请您抽出宝贵的时间把自己的真实意见及建议填入此表，并寄至：

北京 100080—067 信箱 东方教育教材研发中心经典同步辅导丛书编写组(收)
邮编：100080

读者调查表

书名：电工学·电工技术同步辅导及习题全解

购买日期：_____

个人情况	姓名：_____ 性别：_____ 年龄：_____ 学历：_____
	所在学校：_____ 院系：_____ 专业：_____ E-mail：_____
	电话：_____ 通信地址：_____ 邮编：_____
	以下三项请准确填写，否则无法为您的学习卡进行充值：
	用户名：_____ 密码：_____ 学习卡上的充值码：_____
学习调查	1. 您购买本书的目的是_____
	A. 为了辅导大学课程学习 B. 为了应付作业及考试 C. 为了考研
	2. 老师对这门课程的成绩考核方式有_____
	A. 作业 B. 期中考试 C. 期末考试
	3. 考试方式有_____
A. 开卷 B. 闭卷	
	4. 你周围同学买辅导书的比例大约是多少_____
	A. 10%以下 B. 10%—20% C. 20%—40% D. 40%以上
	5. 据你所知，他们对辅导书的选择的依据包括：
	A. 周围同学介绍 B. 自己挑选 C. 其他_____

购 书 信 息	1. 本书吸引你的因素_____					
	A. 封面设计	B. 版式设计	C. 内容介绍	D. 内容结构		
	E. 印刷质量	F. 目录	G. 良好口碑	H. 价格		
	I. 其他_____					
	2. 本书如改版, 您所接受的价位是_____					
	A. 10-20	B. 20-25	C. 25-30	D. 无所谓		
	3. 您还用哪个出版社的书, 有何优缺点? _____					
本 书 调 查	封面设计	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差
	印刷、装订	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差
	正文结构	A. 很好	B. 较好	C. 一般	D. 差	E. 较差
	题目数量	A. 很多	B. 较多	C. 一般	D. 少	E. 较少
	价格	A. 很高	B. 较高	C. 一般	D. 低	E. 较低
	难易度	A. 很难	B. 较难	C. 一般	D. 易	E. 较易
您 的 意 见	1. 本书正文内容有无不足或错误? 如有, 请改正:					
	2. 目前哪些课程的辅导书是您急需又买不到的? 您希望我中心编写何种图书? 书名及大概内容是什么?					
	3. 您理想中的网站包括哪些功能?					

东方教育教材研发中心
经典同步辅导丛书编委会

主 任：清华大学 王 飞
副 主 任：清华大学 夏应龙
 清华大学 聂飞平

编 委(按姓氏笔画排序):

于志慧	王 焯	甘 露	朱凤琴
刘胜志	刘淑红	师文玉	吕现杰
李晓炜	李炳颖	李 冰	李燕平
李 波	李凤军	李雅平	李晓光
宋之来	宋婷婷	宋 猛	张 慧
张守臣	张旭东	张国良	张鹏林
周海燕	孟庆芬	韩艳美	韩国生

前言 / Preface



《电工学》是理工科大学电子专业的必修课程。学好这门课对以后学习其他专业课有着至关重要的作用。秦曾煌主编的《电工学》(第五版)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好这门课程,掌握更多知识,我们根据多年的教学经验编写了这本与此教材配套的《电工学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,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、指导性和补充性的特点。考虑到读者的不同情况,我们在内容上做了以下安排:

1. 学习要求:根据考试大纲的要求,总结的各章重要知识点。
2. 知识网络图:以图表的形式贯穿各章知识网络,提纲挈领,统领全章使知识体系更加系统化。
3. 内容概要:串讲概念,总结性质和定理,知识全面系统。
4. 典型题型与解题技巧:精选各类题型,涵盖本章所有重要知识点,对题目进行深入、详细的讨论与分析,并引导学生思考问题、能够举一反三,拓展思路。
5. 考研真题链接:精选历年考研真题进行深入的讲解。
6. 同步自测:根据各章的学习要求,精选了适量的自测题目,并附有答案。读者可以通过这些自测题目进一步掌握本章的内容要领,巩固和加深对本章知识的理解,增强解决问题的能力,并检查自己对所学知识的掌握程度。
7. 课后习题全解:本书给出了秦曾煌主编的《电工学》(第五版)各章习题的答案。我们不仅给出了详细的解题过程,而且还对解题思路或方法作了简要的说明。由于解题方法具有多样性,通常本书只给了一种方法,仅作参考。

编写本书时,依据大学本科现行教材及教学大纲的要求,参考了清华大学、北京大学、同济大学、浙江大学、人民大学、复旦大学等高等院校的教材,并结合教学大纲的要求进行编写。

我们衷心希望本书提供的内容能够对读者在掌握课程内容、提高解题能力上有所帮助。同时,由于编者的水平有限,本书难免出现不妥之处,恳请广大读者批评指正。

东方教育教材研发中心

目 录 / Contents

第十五章 半导体二极管和三极管

- 1 学习要求
- 1 知识网络图
- 2 内容概要
- 6 典型题型与解题技巧
- 9 考研真题链接
- 10 同步自测
- 11 同步自测答案及解析
- 13 练习与思考全解
- 17 课后习题全解

第十六章 基本放大电路

- 23 学习要求
- 24 知识网络图
- 24 内容概要
- 38 典型题型与解题技巧
- 47 考研真题链接
- 51 同步自测
- 54 同步自测答案及解析
- 55 练习与思考全解
- 64 课后习题全解

第十七章 集成运算放大器

- 87 学习要求
- 88 知识网络图
- 88 内容概要
- 96 典型题型与解题技巧
- 101 考研真题链接
- 104 同步自测
- 107 同步自测答案及解析
- 107 练习与思考全解
- 112 课后习题全解

第十八章 正弦波振荡电路

- | | |
|-----|-----------|
| 132 | 学习要求 |
| 132 | 知识网络图 |
| 132 | 内容概要 |
| 135 | 典型题型与解题技巧 |
| 139 | 同步自测 |
| 140 | 同步自测答案及解析 |
| 140 | 练习与思考全解 |
| 140 | 课后习题全解 |

第十九章 直流稳压电源

- | | |
|-----|-----------|
| 146 | 学习要求 |
| 146 | 知识网络图 |
| 147 | 内容概要 |
| 150 | 典型题型与解题技巧 |
| 155 | 考研真题链接 |
| 156 | 同步自测 |
| 157 | 同步自测答案及解析 |
| 158 | 练习与思考全解 |
| 158 | 课后习题全解 |

第二十章 晶闸管及其应用

- | | |
|-----|-----------|
| 169 | 学习要求 |
| 169 | 知识网络图 |
| 169 | 内容概要 |
| 174 | 典型题型与解题技巧 |
| 177 | 考研真题链接 |
| 178 | 同步自测 |
| 179 | 同步自测答案及解析 |
| 179 | 练习与思考全解 |
| 181 | 课后习题全解 |

第二十一章 门电路和组合逻辑电路

- | | |
|-----|-----------|
| 185 | 学习要求 |
| 186 | 知识网络图 |
| 187 | 内容概要 |
| 195 | 典型题型与解题技巧 |
| 203 | 考研真题链接 |

207	同步自测
209	同步自测答案及解析
211	练习与思考全解
218	课后习题全解

第二十二 触发器和时序逻辑电路

243	学习要求
244	知识网络图
244	内容概要
252	典型题型与解题技巧
256	考研真题链接
260	同步自测
262	同步自测答案及解析
263	练习与思考全解
266	课后习题全解

第二十三章 存储器和可编程逻辑器件

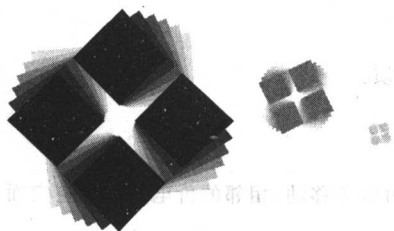
282	学习要求
283	知识网络图
283	内容概要
288	典型题型与解题技巧
293	考研真题链接
294	同步自测
295	同步自测答案及解析
295	练习与思考全解
298	课后习题全解

第二十四章 模拟量和数字量的转换

306	学习要求
306	知识网络图
306	内容概要
309	典型题型与解题技巧
311	考研真题链接
313	同步自测
314	同步自测答案及解析
315	课后习题全解

第十五章

半导体 二极管和三极管

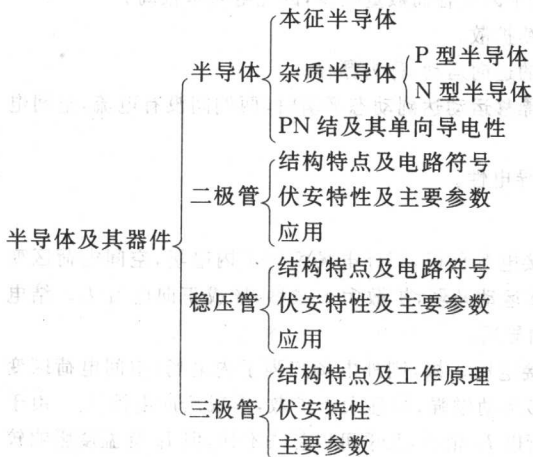


学习要求

半导体二极管和三极管是最常用的半导体器件。它们的基本结构、工作原理、特性和参数是学习电子技术和分析电子电路必不可少的基础,而PN结又是构成各种半导体器件的共同基础。因此,本章从讨论半导体的导电特性和PN结的基本原理(特别是它的单向导电性)开始,然后介绍二极管和三极管。

1. 理解PN结的单向导电性。
2. 了解二极管、稳压管和晶体管的基本构造、工作原理和主要特性曲线,理解主要参数的意义。
3. 理解晶体管的电流分配和放大作用,输入输出特性曲线。

知识网络图



内容概要

一、半导体及其导电特性

1. 半导体

半导体是指导电能力介于导体和绝缘体之间的一类物质。

2. 本征半导体

本征半导体就是完全纯净的具有晶体结构的半导体。

载流子:电子带负电,空穴带正电,在外电场作用下自由电子移动,相邻的价电子填补空穴而形成空穴移动,它们都能导电。

本征激发产生的自由电子和空穴成对出现,数量取决于环境温度高低。

3. 杂质半导体——P型半导体和N型半导体

(1)P型半导体:在纯净半导体中掺入适量三价元素,形成空穴型(P型)半导体。它的导电能力大大高于本征半导体。其中空穴为多数载流子(简称“多子”),自由电子为少数载流子(简称“少子”)。

(2)N型半导体:在纯净半导体中掺入适量五价元素,形成自由电子型(N型)半导体。其中自由电子为“多子”,空穴为“少子”。

在两种杂质半导体中,整体上电量平衡,对外不显电性(不带静电)。

二、PN结及其单向导电性

1. PN结

又称耗尽层,阻挡层,将两种杂质半导体结合在一起,由于界面两侧载流子浓度不同而产生载流子扩散运动。P型区空穴向N型区扩散,N型区自由电子向P型区扩散。在边界两侧两种载流子产生复合,形成带正电和负电的离子。在边界两侧形成空间电荷区,称为PN结。

(1)区内正、负离子带电而不能移动,载流子因复合而数量很少,因此电阻率很高。

(2)正、负离子形成的内电场阻止多子继续扩散。

(3)内电场对少子有吸引作用,形成少子的逆向运动,称为漂移。

(4)在没有外电场作用时,当扩散运动和漂移运动达到动态平衡时,两侧间没有电流,空间电荷区厚度一定。

(5)PN结正向导通,反向截止,即为单向导电性。

2. 单向导电性

(1)正向:将P型区接电源正极,N型区接电源负极,则外电场削弱了内电场,空间电荷区变窄,阻挡层变薄。扩散运动加强,漂移运动减弱,扩散大于漂移,形成正向电流 I_F 。结电压很低,显示正向电阻很小,称为正向导通。

(2)反向:将P型区接电源负极,N型区接电源正极,则外电场加强了内电场,空间电荷区变宽,阻挡层变厚。扩散运动减弱,漂移运动增强,漂移大于扩散,形成反向电流 I_R 。由于漂移运动是由少子形成,数量很少,所以 I_R 很小,几乎可以忽略不计,但 I_R 受温度影响较

大。结电压近似等于电源电压,显示反向电阻很大,称为反向截止。

(3)PN结正向导通,反向截止,即为单向导电性。

三、半导体二极管及其应用

1. 基本结构、符号、伏安特性及参数

(1)结构:将PN结两边各引出一个电极便构成一个二极管。其中P型区引出阳极A(+),N型区引出阴极K(-)。实际结构有点接触式和面接触式两种。前者电流小,用于高频小功率工作;后者电流大,用于低频大功率工作。符号:A—K。

(2)伏安特性及参数:

①伏安特性如图 15-1 所示。

正向 $I_s = f(U_s)$; U_s 为死区电压(硅管为 0.5V,锗管为 0.1V)。 U_s 为管压降,随 I_s 而变化很小,可近似取 $U_s = 0.7V$ (硅管), $0.3V$ (锗管)。

反向 $I_R = f(U_R)$; I_R 基本不变,称反向饱和电流。 U_{BR} 为反向击穿电压,若外加电压超过 U_{BR} ,则 I_R 增大,失去单向导电性,损坏。

②参数:

(i)最大整流平均电流 I_{OM} :长期工作允许通过的最大正向平均电流;

(ii)反向工作峰值电压 U_{RWM} : $U_{RWM} = \left(\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}\right) U_{BR}$;

(iii)反向峰值电流 I_{RM} : $U_R = U_{RWM}$ 时的反向电流。

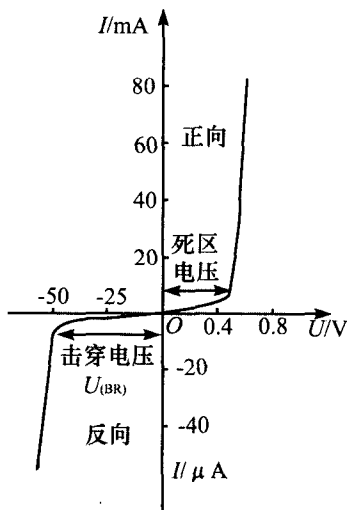


图 15-1

(3)普通二极管不允许反向击穿,因为反向击穿会造成

二极管损坏。而稳压管则是利用反向击穿时的稳压特性进行稳压的。稳压特性是指:很小的电压变化 ΔU ,会引起很大的电流变化 ΔI ;或反过来说,在很大 ΔI 时, ΔU 很小。

(4)半导体二极管的主要应用有钳位、隔离、检波和续流等。这里应该明确,钳位是二极管导通时的特性,即当二极管导通时,它的正极和负极之间几乎是等电位。隔离作用是指二极管截止时的特性,即当二极管截止时,其正极与负极之间如同断开一样。检波就是利用二极管除去波形中不必要的部分,而留下有用的部分。

2. 半导体二极管的应用

(1)整流与检波电路:电路如图 15-2 所示。

①整流:利用二极管单向导电性,将交流电换成单方向脉动的直流电;

②检波:将幅值被音频信号调制的高频无线电信号,变成单方向脉动信号,再滤去高频载波便可得音频信号。用于无线电接收机。

(2)限幅电路:有单向限幅和双向限幅两种,仅以单向限幅为例,电路如图 15-3 所示,输入 u_i 为正弦波,输出正半周幅值被限制为 E ,称为正向限幅。分析: $u_i < E$,二极管 D 截止, $u_o = u_i$; $u_i > E$,二极管 D 导通, $u_o \approx E$ 。

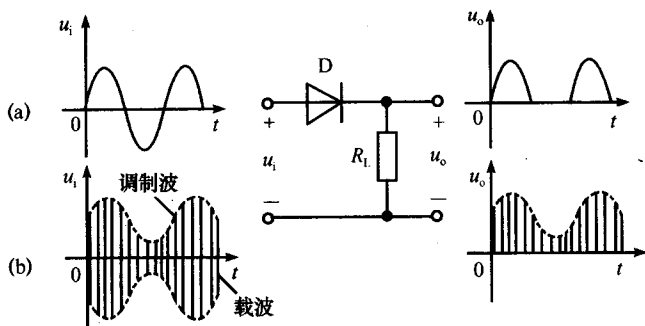


图 15-2

(a) 整流; (b) 检波

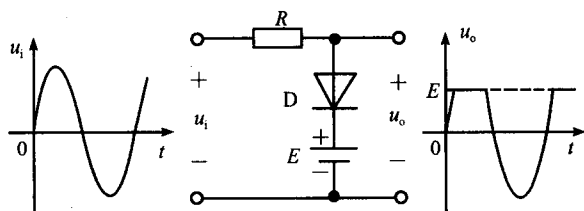


图 15-3

(3) 钳位电路: 有多种形式, 仅举一例, 电路如图 15-4 所示。

原电路无二极管部分, 当开关 S 闭合和断开时, A 点电位在 $0 \sim 15 \text{ V}$ 间变化。接入二极管部分后, 当开关 S 闭合和断开时, A 点电位被钳制在 $0 \sim 5 \text{ V}$ 间变化。

(4) 续流电路: 电路如图 15-5 所示。当开关 S 闭合时, 二极管 D 截止, 线圈中流过电流 I 。在开关 S 断开瞬间, 电流不能突变, 二极管为其提供继续流动的通路, 故称续流二极管。若无此二极管, 则线圈的自感电动势将可能使开关被击穿而损坏。二极管还可实现峰值采样, 隔离和削波等作用, 不一一列举。

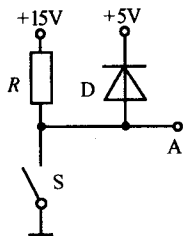


图 15-4

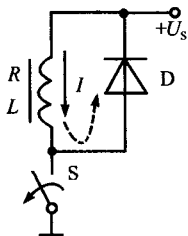


图 15-5

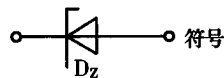


图 15-6

四、稳压管

稳压管是一种特殊的面接触型硅二极管, 其符号及伏安特性分别如图 15-6 和图 15-7 所示。反向工作在击穿状态, 管压降 U_Z 几乎不随电流 I_Z 而变化, 故能起稳压作用。

1. 主要参数

稳定电压 U_Z 、稳定电流 I_Z 、最大稳定电流 I_{ZM} 或最大允许功耗 P_Z

($=U_Z I_{ZM}$)、动态电阻 $r_z (= \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_Z})$ ，见图 15-7) 和电压温度系数 α_U 等等。

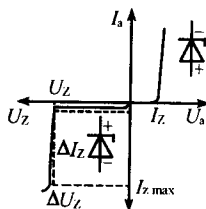


图 15-7

2. 稳压管的应用

- (1) 等效电路(电路如图 15-8)。
- (2) 实现简单稳压(电路如图 15-9)。
- (3) 削波电路(电路如图 15-10)。

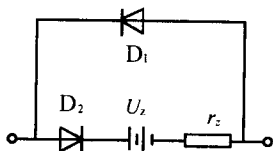


图 15-8

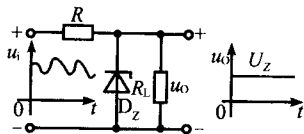


图 15-9

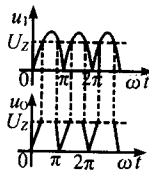


图 15-10

五、三极管

三极管有三个电极(E,B,C),两个PN结(发射结和集电结),有NPN和PNP两种结构形式。根据实现电流放大作用的要求,供电电源接法应保证:发射结为正向偏置,集电结为反向偏置。两种结构形式的共射极接法电路如图 15-11 所示。

1. 三极管的构造特点

- (1) 发射区面积小,掺杂浓度高,多子数量多。
- (2) 基区极薄,掺杂浓度很低,多子数量很少。
- (3) 集电区面积大,掺杂浓度次于发射区而高于基区。

基于上述结构特点,基极电流 I_B 远小于发射极电流 I_E 和集电极电流 I_C 。只要发射结电压 U_{BE} 有微小变化,造成基极电流 I_B 有微小变化,就能引起发射极电流 I_E 和集电极电流 I_C 很大的变化,这就是三极管的电流放大作用。若在集电极电路中串入大电阻 R_C ,则将产生比发射结电压 U_{BE} 变化大得多的集电极电压 U_{CE} 变化,实现电压放大作用。

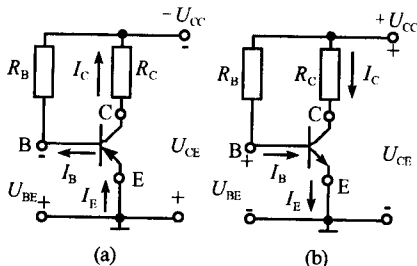


图 15-11

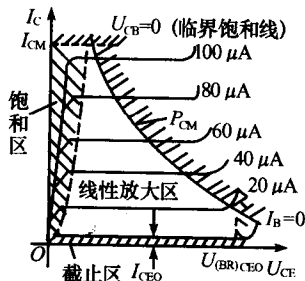


图 15-12

2. 特性曲线

三极管的输出特性 $I_C = f(U_{CE}) |_{I_B = \text{常数}}$ 是一个曲线簇,如图 15-12 所示。