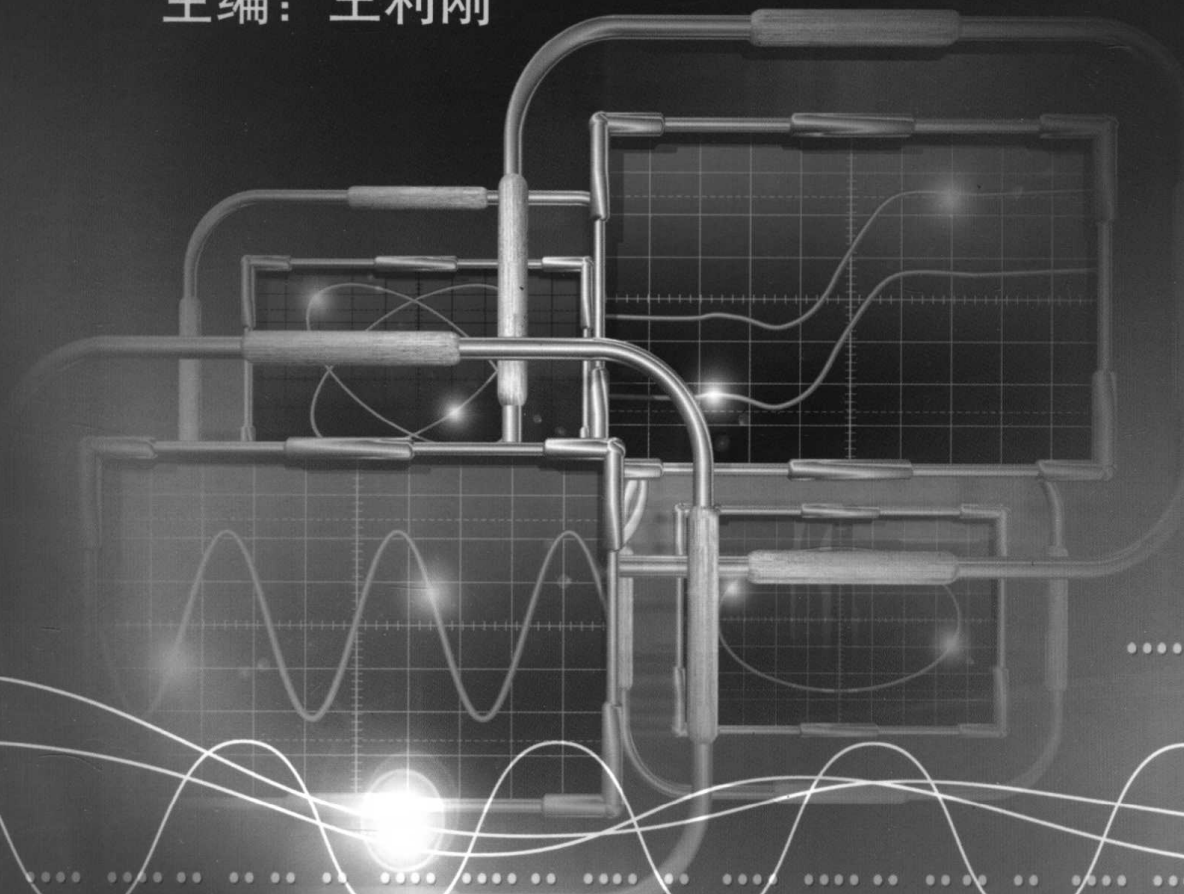


21

世纪中等职业教育系列教材

电工与 电子技术

主编：王利刚



中国传媒大学出版社

21

世纪中等职业教育系列教材

电工与 电子技术

主编：王利刚

江苏工业学院图书馆
藏书章



中国传媒大学出版社

内 容 简 介

全书分三篇,第一篇模拟电路基础,包括半导体器件、整流与滤波电路、交流放大电路、负反馈放大电路、正弦波振荡器、直流放大电路、集成运放、低频功率放大电路以及直流稳压电源等内容。第二篇数字电路基础,包括脉冲数字电路基础、逻辑门电路、数制与逻辑代数、组合逻辑电路、集成触发器、时序逻辑电路、脉冲的产生和整形电路、数模和模数转换以及大规模数字集成电路等内容。第三篇电工部分包括电工基础知识、正弦交流电路、三相电路、变压器、电机以及常用低压电器等内容。全书逻辑严密,思路清晰、内容浅显、文字通顺,可供中等职业学校电子电气类专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术/王利刚著. —北京:中国传媒大学出版社,2006.1

(21世纪中等职业教育系列教材)

ISBN 7-81085-672-3

I. 电... II. 王... III. ①电工技术—专业学校—教材②电子技术—专业学校—教材 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 157708 号

电工与电子技术

主 编 王利刚
策 划 王 进 蔡开松
责任编辑 欣 文
责任印制 曹 辉
出 版 人 蔡 翔

出版发行 中国传媒大学出版社 (原北京广播学院出版社)
北京市朝阳区定福庄东街1号 邮编 100024
电话: 010-65450532 65450528 传真: 010-65779405
http: //www. cucp. com. cn

经 销 新华书店总店北京发行所

印 刷 北京市后沙峪印刷厂
开 本 787×1092mm 1/16
印 张 17.75
版 次 2006年1月第1版 2006年1月第1次印刷

书 号 ISBN 7-81085-672-3/K·672 定 价: 25.00 元

前言

QIAN YAN

《电工与电子技术》是机械、自动化、电子类等专业的一门重要的基础课,本书主要由三部分构成:模拟电路基础、数字电路基础和电工基础。每章后配有简单的习题,用以巩固本章所学到的内容。

本书重点突出、循序渐进、章节安排合理,在编写上力求通俗易懂。在编写过程中得到了赵兰苓等老师的帮助,在此一并致谢。限于编者的水平,书中难免存在一些错误和不足之处,恳请使用本书的读者给予批评指正。

编 者

2006 年 1 月

目录

MU LU

第一章 半导体器件

1.1 半导体物理基础	(1)
1.1.1 本征半导体	(1)
1.1.2 杂质半导体	(2)
1.2 PN 结	(3)
1.2.1 PN 结的形成	(3)
1.2.2 PN 结的单向导电性	(4)
1.3 二极管	(5)
1.3.1 二极管的结构和分类	(5)
1.3.2 二极管的伏安特性	(5)
1.3.3 二极管的主要参数	(6)
1.3.4 稳压二极管	(6)
1.4 晶体三极管	(8)
1.4.1 三极管的结构和分类	(8)
1.4.2 三极管的电流放大作用	(9)
1.4.3 三极管的伏安特性曲线	(10)
1.4.4 半导体三极管的主要参数	(12)
1.5 场效应管	(12)
1.5.1 结型场效应管(JFET)	(13)
1.5.2 绝缘栅型场效应管(MOS 管)	(14)
1.5.3 使用场效应管注意事项	(16)
思考与练习	(17)

第二章 基本放大电路与多级放大电路

2.1 放大的概念	(19)
2.2 单管共发射极放大电路	(20)
2.2.1 单管共发射极放大电路的组成	(20)
2.2.2 单管共发射极放大电路和工作原理	(21)
2.3 放大电路的主要技术指标	(22)
2.4 放大电路的基本分析方法	(22)
2.4.1 直流通路和交流通路	(25)

目录

2.4.2 静态工作点的近似估算	(26)
2.4.3 静态工作点稳定电路	(26)
2.5 放大电路动态参数的估算	(27)
2.6 放大电路的三种基本组态	(29)
2.6.1 共集电极放大电路	(29)
2.6.2 共基极放大电路	(29)
2.6.3 三种基本组态的比较	(30)
2.6.4 放大电路的非线性失真	(30)
2.7 场效应管放大电路	(31)
2.8 多级放大电路	(33)
2.8.1 阻容耦合	(33)
2.8.2 直接耦合	(34)
2.8.3 变压器耦合	(34)
2.8.4 多级放大电路的几个概念	(35)
思考与练习	(35)

第三章 集成运算放大电路

3.1 集成运算放大器的基本组成	(41)
3.1.1 偏置电路	(41)
3.1.2 输入级	(43)
3.1.3 中间级	(46)
3.1.4 输出级电路	(47)
3.2 集成运放的主要技术指标	(47)
3.3 理想运算放大器	(50)
3.3.1 理想运放的技术指标	(50)
3.3.2 理想运放工作在线性区时的特点	(50)
3.3.3 理想运放工作在非线性区时的特点	(51)
3.4 集成运放使用中的几个具体问题	(52)
3.4.1 集成运放参数的测试	(52)
3.4.2 使用中可能出现的异常现象	(52)
思考与练习	(52)

目录

第四章 功率放大电路

4.1 功率放大电路	(54)
4.2 低频功率放大电路	(56)
4.2.1 乙类互补对称功率放大电路(OCL 电路)	(56)
4.2.2 单电源互补对称功率放大电路	(59)
4.2.3 甲乙类互补对称功率放大电路	(59)
4.3 实际的功率放大电路	(61)
4.3.1 功率放大器应用中散热问题	(61)
4.3.2 功率放大器实际电路	(61)
4.3.3 集成功率放大器	(62)
思考与练习	(64)

第五章 放大电路中的反馈

5.1 反馈的基本概念	(67)
5.1.1 反馈的分类	(68)
5.1.2 负反馈的几种组态	(70)
5.2 负反馈对放大电路性能的影响	(72)
5.3 振荡的基本概念	(73)
5.3.1 正弦波振荡电路	(74)
5.3.2 石英晶体振荡器	(75)
思考与练习	(75)

第六章 放大电路的频率响应

6.1 频率响应的基本概念和波特图的画法	(78)
6.1.1 内容提要	(78)
6.1.2 例题解析	(79)
6.2 单级放大电路的频率响应	(80)
6.3 多级放大电路的频率响应	(83)
思考与练习	(84)

目录

第七章 集成运算放大器的应用

7.1 比例运算电路	(87)
7.1.1 反相比例运算电路	(88)
7.1.2 同相比例运算电路	(88)
7.1.3 差分比例运算电路	(90)
7.2 求和电路	(90)
7.3 积分电路和微分电路	(94)
7.4 集成运算放大器构成的信号处理电路	(95)
7.4.1 有源滤波器	(95)
7.4.2 电压比较器	(97)
思考与练习	(101)

第八章 直流稳压电源

8.1 概述	(103)
8.2 整流电路	(104)
8.3 滤波电路	(109)
8.4 稳压电路	(112)
8.4.1 稳压二极管稳压电路	(112)
8.4.2 串联型稳压电路的工作原理	(114)
8.4.3 集成稳压电路	(115)
思考与练习	(117)

第九章 数字电路基础

9.1 数字信号基础	(120)
9.1.1 模拟信号与数字信号	(120)
9.1.2 数字电路的分类	(121)
9.2 脉冲基础知识	(121)
9.2.1 脉冲的基本知识	(121)
9.2.2 脉冲的波形	(122)
9.3 数制及其相互间的转换	(123)
9.3.1 数制和编码	(123)

目录

M U L U

9.3.2 数制及其转换中的基本概念	(123)
9.3.3 二进制数	(123)
9.3.4 十进制数	(123)
9.3.5 十六进制数	(124)
9.3.6 二进制数与十进制数之间的转换	(124)
思考与练习	(125)

第十章 逻辑门电路

10.1 晶体管的开关特性	(127)
10.1.1 二极管的开关特性	(127)
10.1.2 三极管的开关特性	(128)
10.1.3 二极管和三极管的应用	(129)
10.2 基本逻辑门电路	(131)
10.2.1 “与”逻辑	(131)
10.2.2 “或”逻辑	(132)
10.2.3 “非”逻辑	(132)
10.2.4 几种常用的组合逻辑门电路	(133)
10.3 TTL 逻辑门电路	(136)
10.4 其他逻辑功能的 TTL 门电路	(140)
10.5 CMOS 门电路	(142)
思考与练习	(143)

第十一章 逻辑代数和组合逻辑电路

11.1 逻辑代数	(144)
11.1.1 基本逻辑运算	(144)
11.1.2 逻辑代数中的基本规则	(146)
11.2 逻辑函数及其表示方法	(147)
11.3 逻辑函数的两种标准形式	(149)
11.4 逻辑函数的公式化简法	(151)
11.5 逻辑函数的卡诺图化简法	(152)
11.6 组合逻辑电路	(155)

目录

11.6.1 组合逻辑电路的分析	(155)
11.6.2 常用组合逻辑电路	(156)
11.7 数字显示器和显示译码器	(159)
思考与练习	(161)

第十二章 脉冲波形的产生与变换

12.1 用集成门电路构成的脉冲单元电路	(163)
12.1.1 施密特触发器	(163)
12.1.2 单稳态触发器	(166)
12.2 多谐振荡器	(168)
12.3 555 定时器及其应用	(169)
12.3.1 555 定时器的电路结构及工作原理	(169)
12.3.2 555 定时器的应用	(171)
思考与练习	(173)

第十三章 触发器

13.1 基本 RS 触发器	(175)
13.1.1 基本 RS 触发器的构成	(175)
13.2 同步触发器	(176)
13.2.2 JK 触发器	(177)
13.2.3 D 触发器	(179)
13.2.4 T 触发器和 T' 触发器	(180)
13.3 边沿可控触发器	(181)
13.3.1 维持阻塞触发器	(181)
13.3.2 CMOS 边沿触发器	(181)
思考与练习	(182)

第十四章 时序逻辑电路

14.1 寄存器	(183)
14.1.1 基本寄存器	(183)
14.1.2 移位寄存器	(184)

目录

MU LU

14.2 计数器	(186)
14.2.1 二进制计数器	(186)
14.2.2 十进制计数器	(189)
14.3 常用中规模集成计数器	(191)
思考与练习	(191)

第十五章 数/模转换和模/数转换

15.1 数/模转换和模/数转换的基本概念	(193)
15.2 数/模转换器(DAC)	(193)
15.2.1 DAC 的工作原理	(193)
15.2.2 常见的 DAC 电路	(194)
15.2.3 集成 DAC 简介	(195)
15.3 模/数转换器(ADC)	(196)
15.3.1 A/D 转换原理	(196)
15.3.2 ADC 电路	(197)
15.3.3 ADC 的主要技术指标	(198)
15.3.4 集成 ADC 简介	(198)
思考与练习	(199)

第十六章 大规模数字集成电路

16.1 半导体存储器	(200)
16.1.1 只读存储器(ROM)	(200)
16.1.2 随机存取存储器(RAM)	(203)
16.2 可编程逻辑器件	(204)
16.2.1 简介	(204)
16.2.2 通用阵列逻辑(GAL)	(205)
思考与练习	(206)

第十七章 正弦交流电

17.1 交流电的概念	(208)
17.2 交流电的变化规律	(210)

目录

17.3 交流电的图像	(210)
思考与练习	(211)

第十八章 变压器

18.1 变压器的作用和分类	(213)
18.2 变压器的基本结构	(213)
18.3 变压器的原理	(216)
18.4 变压器的空载运行和变压比	(218)
18.5 变压器的负载运行和变流比	(218)
18.6 变压器的外特性	(218)
思考与练习	(220)

第十九章 异步电动机

19.1 电动机的基本概念	(221)
19.2 三相异步电动机的原理	(222)
19.3 三相异步电动机的机械特性	(223)
19.3.1 异步电动机机械特性的物理表达式	(223)
19.3.2 电动机的自适应负载能力	(225)
19.3.3 机械特性的软硬	(225)
19.4 关于三相异步电动机的计算	(225)
19.5 三相异步电动机的铭牌数据	(227)
思考与练习	(228)

第二十章 单相异步电动机

20.1 单相交流电动机的旋转原理	(230)
20.2 单相异步电动机的工作原理与特性	(231)
20.3 各种类型的单相异步电动机	(233)
思考与练习	(236)

第二十一章 继电器接触器控制

21.1 低压电器基本概述	(237)
---------------------	-------

目录

MU LU

21.1.1 低压电器的定义与分类	(237)
21.1.2 低压电器的基本用途	(238)
21.1.3 低压电器的全型号表示法及代号含义	(238)
21.1.4 低压电器的主要技术指标	(240)
21.1.5 低压电器的结构要求	(241)
21.2 常用控制电器	(241)
21.2.1 开关电器	(241)
21.2.2 熔断器	(243)
21.2.3 主令电器	(243)
21.2.4 交流接触器	(244)
21.2.5 继电器	(244)
21.3 三相异步电动机的基本控制电路	(245)
21.3.1 点动控制和直接起动控制	(246)
21.3.2 三相异步电动机的调速	(247)
21.3.3 多地控制和顺序控制	(249)
21.3.4 正反转控制	(250)
21.3.5 行程控制	(251)
21.3.6 时间控制	(252)
思考与练习	(254)

第二十二章 继电接触器控制

22.1 PLC 的结构及工作原理	(256)
22.1.1 PLC 的结构	(257)
22.1.2 PLC 的工作原理	(258)
22.2 可编程控制器的主要功能和特点	(260)
22.3 PLC 的发展	(261)
思考与练习	(261)

第二十三章 继电接触器控制

23.1 供电系统	(262)
23.1.1 电力系统	(262)

目录

23.1.2 工业企业配电	(263)
23.2 触电及保护措施	(263)
23.2.1 人体触电的基本知识	(263)
23.2.2 常用安全防护措施	(265)
23.3 触电急救	(268)
23.3.1 触电的救护知识	(268)
23.3.2 电气火灾的扑救常识	(269)
思考与练习	(270)

第一章

半导体器件



学习提示

掌握:

普通二极管、稳压管的外特性及主要参数;

双极型、单极型三极管的外特性及主要参数。

熟悉:

普通二极管、稳压管的PN结;

双极型、单极型三极管的工作原理。



学习内容

1.1 半导体物理基础

1.1.1 本征半导体

所谓半导体,顾名思义,就是它的导电能力介于导体和绝缘体之间。用的最多的半导体材料是锗和硅,它们都是四价元素。将锗或硅材料提纯后形成的完全纯净、具有晶体结构的半导体就是本征半导体。

半导体的导电能力在不同条件下有很大差别。一般来说,本征半导体相邻原子间存在稳固的共价键,其导电能力并不强。但有些半导体在温度增高、受光照等条件下,导电能力会大大增强,利用这种特性可制造热敏电阻、光敏电阻等器件。更重要的是,在本征半导体中掺入微量杂质后,其导电能力就可增加几十万乃至几百万倍,利用这种特性就可制造二极管、三极管等半导体器件。

当一部分价电子挣脱共价键的束缚成为自由电子时,在原来的共价键中留下一个空位,这种空位称之为空穴。由于存在这样的空位,附近共价键中的电子就比较容易进来填补,而在附近的共价键中留下一个新的空位,其他地方的电子又有可能来填补后一个空位。从效果来看,这种共有电子的填补运动,相当于带正电荷空穴在运动。为了与自由电子的运动区别开来,称之为空穴运动,并将空穴看成为带正电的载流子。

由此可见,半导体中存在着两种载流子:带负电的自由电子和带正电的空穴。在本征半导体中,自由电子和空穴总是成对地出现,称为电子-空穴对。因此,两种载流子的浓度是相等

的。分别用 n 和 p 表示电子和空穴的浓度,并用 n_i 和 p_i 分别表示本征半导体中电子和空穴的浓

度,可得到 $n_i = p_i$ 。

由于物质的运动,半导体中的电子—空穴对不断地产生,同时,当电子和空穴相遇时又因为复合而使电子—空穴对消失。如图 1-1 所示在一定温度下,上述产生和复合两种运动达到了平衡,使电子—空穴对的浓度一定。可以证明,本征半导体中载流子的浓度,除与半导体材料本身的性质有关外,还与温度密切相关,而且随着温度的升高,基本上按指数规律增加。由此可见,本征载流子的浓度对温度十分敏感。

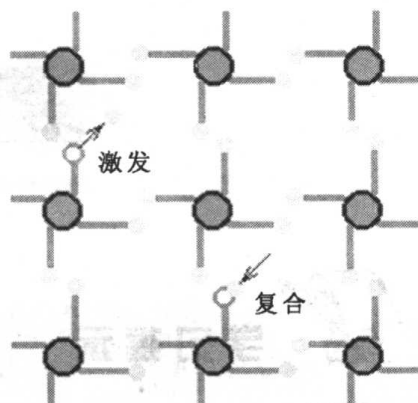


图 1-1 本征激发和复合的过程

1.1.2 杂质半导体

相对而言,本征半导体中载流子数目极少,导电能力仍然很低。但如果其中掺入微量的杂质,所形成的杂质半导体的导电性能将大大增强。例如:在室温下,纯锗电阻率约为 $47 \Omega \cdot \text{cm}$,掺入百万分之一的硼,电阻率下降到 $1 \Omega \cdot \text{cm}$ 。由于掺入的杂质不同,杂质半导体可以分为 N 型和 P 型两大类。

一、N 型半导体

如果在四价硅或锗的晶体中掺入少量的五价杂质元素,如磷、锑、砷等,则原来晶格中的某些硅原子将被杂质原子代替。由于杂质原子的最外层有 5 个价电子,因此,它与周围 4 个硅原子组成共价键时多余一个电子。这个多余的电子不受共价键的束缚,而只受自身原子核的吸引。这种束缚力比较微弱,在室温下即可成为自由电子。在这种杂质半导体中,电子的浓度将大大高于空穴的浓度,即 $n \gg p$ 。因为它主要靠电子导电,所以称其为电子型半导体或 N 型半导体。其中的五价杂质电子可以提供电子,所以称其为施主原子。N 型半导体中的电子称为多数载流子(简称多子),而其中的空穴称为少数载流子(简称少子)。如图 1-2 所示。

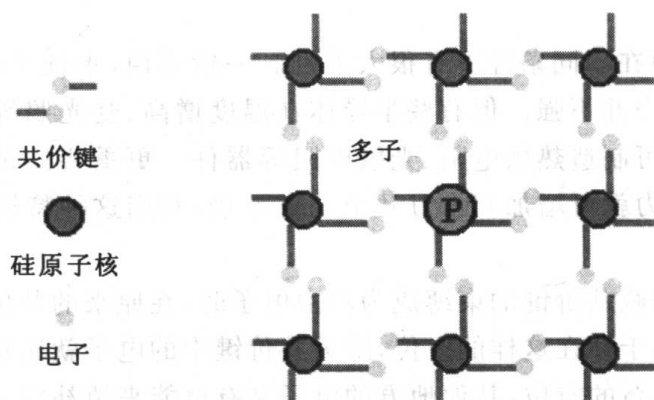


图 1-2 N 型半导体结构示意图

二、P 型半导体

如在硅(或锗)的晶体中掺入少量的三价杂质元素,如硼、镓、铟等,此时杂质的最外层只有 3 个价电子,当它和周围的硅原子组成共价键时,由于缺少一个电子而形成空穴。因此,在这种杂质半导体中,空穴的浓度将比电子的浓度高得多,即 $p \gg n$,因而主要靠空穴导电,所以称其为空穴型半导体或 P 型半导体。这种三价杂质原子能够产生多余的空穴,起着接受电子的作用,所以称其为受主原子。在 P 型半导体中,多数载流子是空穴,而少数载流子是电子。如图 1-3 所示。

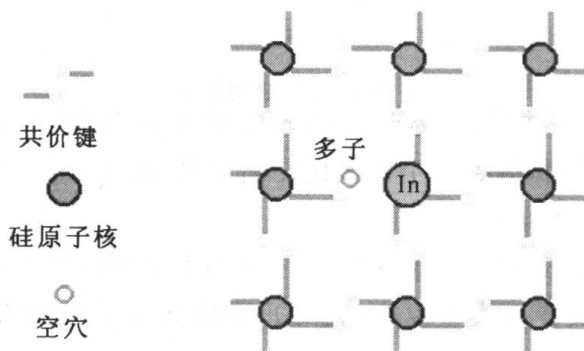


图 1-3 P 型半导体的结构示意图

在杂质半导体中,多数载流子的浓度主要取决于掺入的杂质的浓度,而少数载流子的浓度主要取决于温度。

应注意,对于杂质半导体来说,无论是 N 型还是 P 型半导体,从总体上看,仍然保持着电中性。当然,对半导体掺杂是提高半导体导电能力的最有效的办法,但是,仅仅提高导电能力不是最终目的。杂质半导体的微妙之处在于:将不同性质、不同浓度的杂质掺入,再将 P 型半导体和 N 型半导体以不同的形式结合起来,就可以构造出各种类型的半导体器件。

1.2 PN 结

1.2.1 PN 结的形成

P 型和 N 型半导体通过一定工艺制造在一起,将它们在接触面上形成的一个特殊薄层称为 PN 结。

一、PN 结中载流子的运动

在 P 型和 N 型半导体的交界面两侧,由于电子和空穴的浓度相差悬殊,所以 N 区中的多数载流子电子要向 P 区扩散;同时,P 区中的多数载流子空穴也要向 N 区扩散。当电子和空穴相遇时,将发生复合而使电子和空穴消失。于是,在交界面两侧形成一个由不能移动的正、负离子组成的空间电荷区,也就是 PN 结。由于空间电荷区缺少可以自由运动的载流子,所以又称为耗尽层。