



高等职业院校国家技能型
紧缺人才培养培训工程规划教材
• 楼宇智能化专业

电子基础与技能

徐 旻 主编 彭仁明 陈 艳 副主编
范同顺 主审



高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·楼宇智能化专业

电子基础与技能

徐 旻 主 编
彭仁明 陈 艳 副主编
范同顺 主 审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分为基本知识篇和技能篇两大部分。基本知识篇共分 11 章, 主要包括: 基本半导体器件、放大电路、集成运算放大器、直流稳压电源、数字电路基本知识、门电路与组合逻辑电路、触发器、时序逻辑电路、波形产生与整形电路、A/D 与 D/A 转换、半导体存储器。技能篇共分 5 章, 主要包括: 常用电子仪器、电子元器件的识别与简易测试、电路的装配与调试、典型电路的组装和电子电路识图基础。

书中以基本技能知识取代验证性的实验, 对一些国标规定的相关数字电路和模拟元件图形符号及其意义进行了解读, 并介绍了一些常用的、基本的电路限定符号, 作为入门知识。

本书可作为高职高专院校 3 年制、2 年制和初中后 5 年制高职电子通信类、智能化(自动化)类、机电类和计算机类等专业的教材, 也可作为本科院校非电类专业和中等职业技术类学校的选用教材; 从事电子信息工作的工程技术人员的参考书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子基础与技能 / 徐旻主编. —北京: 电子工业出版社, 2006.6

高等职业院校国家技能型紧缺人才培养培训工程规划教材·楼宇智能化专业

ISBN 7-121-02727-5

I. 电… II. 徐… III. 电子技术—高等学校: 技术学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 059305 号

责任编辑: 张荣琴

印 刷: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19 字数: 499 千字

印 次: 2006 年 6 月第 1 次印刷

印 数: 4 000 册 定价: 26.00 元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 88254043。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

《电子基础与技能》读者意见反馈表

尊敬的读者:

感谢您购买本书。为了能为您提供更优秀的教材,请您抽出宝贵的时间,将您的意见以下表的方式(可从 <http://edu.phei.com.cn> 下载本调查表)及时告知我们,以改进我们的服务。对采用您的意见进行修订的教材,我们将在该书的前言中进行说明并赠送您样书。

姓名: _____ 电话: _____

职业: _____ E-mail: _____

邮编: _____ 通信地址: _____

1. 您对本书的总体看法是:

☐很满意 ☐比较满意 ☐尚可 ☐不太满意 ☐不满意

2. 您对本书的结构(章节): ☐满意 ☐不满意 改进意见_____

3. 您对本书的例题: ☐满意 ☐不满意 改进意见_____

4. 您对本书的习题: ☐满意 ☐不满意 改进意见_____

5. 您对本书的实训: ☐满意 ☐不满意 改进意见_____

6. 您对本书其他的改进意见:

7. 您感兴趣或希望增加的教材选题是:

请寄: 100036 北京万寿路 173 信箱高等职业教育事业部 白羽 收

电话: 010-88254563 E-mail: baiyu@phei.com.cn

前 言

本教材根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》精神,参照近年来高职高专电子技术基础课程教学特点和改革要求,在结合多年教学改革与实践经验的基础上编写的。编写内容,充分体现培养应用型人才特点,体现工程意识和创新意识。

本教材可作为高职高专院校3年制、2年制和初中后5年制高职电子通信类、智能化(自动化)类、机电类和计算机类等专业的教材,也可作为本科院校非电类专业和中等职业技术类学校的选用教材。

本教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职业技术教育特色为指导思想,在内容上遵循“够用为度、重在应用、易学易用”的原则。

课程教学的改革,首先应当是教材的改革。针对目前电子技术基础课程教材的现状,加大了改革和创新的力度。本教材在内容安排上,进行了很大的调整,主要有以下几个方面。

(1) 突出技能。本教材将技能知识与电子技术基本知识放在同等重要的地位,教材结构上分为电子技术基础篇和技能篇,以基本技能知识取代验证性的实验。

(2) 为了适应电子技术的发展,本教材适度地降低了分立元件电路的比重,加大了集成电路的比重;适度降低了模拟电路的比重,加大了数字电路的比重。

(3) 根据职业技术教育特点,侧重于应用。受教育对象大多数人毕业后并不从事新型半导体器件的内部设计,并不需要复杂的内部电路设计与计算,只需了解器件的主要参数和使用方法,够用为度。重要的是掌握电路和器件的基本功能介绍、外特性、和典型应用,而不是注重电路内部的组成结构分析和复杂的计算。

(4) 电路图中元器件符号采用GB/T4728.12—1996、GB/T4728.13—1996 等国家标准。

(5) 随着技术进步以及标准化要求,掌握基本的标准图形符号,也是电子技术应用的重要基本技能。与模拟电路相比,数字电路品种、型号特别多。在学习、使用数字电路时,会遇到大量的图形符号。数字电路新图形符号与旧的图形符号差别很大,最主要的差别在于:旧的图形符号要查器件手册才能了解器件的功能和工作情况,而新的图形符号(新的逻辑符号)无须查阅器件手册就能从图形符号中直接读得器件具有的逻辑功能和工作情况。本教材结合章节内容,对国标规定的数字电路和模拟电路图形符号及其意义进行了解读,介绍了一些常用的、最基本的电路限定符号,作为入门知识。

(6) 编者通过多年的教学改革尝试,取得了成功经验,在教材的编写中,运用了部分成果。如在数字电路部分中,大胆地采用了以标准逻辑符号意义来解读电路的逻辑功能,避免了过于复杂的电路结构分析。

本书由南京交通职业技术学院徐旻主编;由绵阳职业技术学院彭仁明、南京交通职业技术学院陈艳担任副主编。

本书由南京交通职业技术学院徐旻编写前言、第5、6、7章和第12、16章;由绵阳职业技术学院彭仁明编写第1、3、4章;由南京交通职业技术学院陈艳编写的第14、15章;由山西建筑职业技术学院程素平编写第8、9、10章;由南京交通职业技术学院王宁编写第2、11章;由江苏省六合职业高级中学(高职班)刘景霞编写的第13章。全书由徐旻负责统稿。

本书由北京联合大学范同顺教授任主审，他对本书的编写提出了许多很有价值的建议。编者在此致以衷心的感谢。

本教材在内容和风格上改革力度较大。难免会存在失误。欢迎读者提出批评和建议，也欢迎广大教师共同探讨，共同推动电子技术基础类教材和教学方法的改革。

编 者
2006 年 2 月

目 录

基础知识篇

第1章 基本半导体器件	(2)
1.1 半导体基础知识	(2)
1.1.1 半导体	(2)
1.1.2 PN结及其单向导电性	(4)
1.2 半导体二极管	(5)
1.2.1 半导体二极管的结构和特性	(5)
1.2.2 硅稳压二极管	(7)
1.2.3 其他类型的二极管	(8)
1.3 半导体三极管	(10)
1.3.1 半导体三极管的结构和类型	(10)
1.3.2 半导体三极管的放大作用	(10)
1.3.3 半导体三极管的特性曲线及主要参数	(12)
1.4 场效应管	(14)
1.4.1 N沟道增强型绝缘栅场效应管	(15)
1.4.2 场效应管的主要参数及注意事项	(17)
本章小结	(18)
思考题与习题	(18)
第2章 放大电路	(20)
2.1 共射极基本放大电路	(20)
2.1.1 放大电路的基本组成	(20)
2.1.2 静态工作点对放大器放大性能的影响以及工作点的调整	(22)
2.1.3 放大电路的动态参数以及放大性能	(24)
2.2 分压式偏置电路	(26)
2.2.1 温度对放大电路性能的影响	(26)
2.2.2 分压式偏置电路	(27)
2.3 射极输出器	(28)
2.3.1 射极输出器电路的组成	(28)
2.3.2 射极输出器的电压跟随特性与电流放大作用	(29)
2.4 多级放大电路	(30)
2.4.1 多级放大电路的级间耦合	(30)
2.4.2 多级放大电路分析	(32)
2.4.3 输出级与功率放大	(32)
2.4.4 放大电路的频率特性	(35)
2.5 放大电路中的负反馈	(36)
2.5.1 反馈的基本概念	(36)

2.5.2 反馈电路基本关系式	(36)
2.5.3 反馈的基本类型	(37)
2.5.4 负反馈对放大电路性能的影响	(39)
本章小结	(40)
思考题与习题	(40)
第3章 集成运算放大器	(42)
3.1 集成运算放大器	(42)
3.1.1 集成运算放大器的组成框图	(42)
3.1.2 理想集成运算放大器及主要参数	(43)
3.1.3 集成运算放大器的电压传输特性	(44)
3.2 基本运算电路	(45)
3.2.1 反相输入式比例运算放大电路	(45)
3.2.2 同相输入式放大电路	(46)
3.2.3 加法、减法运算	(47)
3.2.4 积分、微分运算	(48)
3.3 电压比较器	(49)
3.3.1 简单的电压比较器	(49)
3.3.2 迟滞电压比较器	(50)
3.4 集成运算放大器在应用中的实际问题	(51)
本章小结	(52)
思考题与习题	(52)
第4章 直流稳压电源	(55)
4.1 直流稳压电源的基本组成	(55)
4.2 二极管整流电路	(56)
4.2.1 单相半波整流电路	(56)
4.2.2 单相桥式整流电路	(57)
4.3 滤波电路	(58)
4.3.1 电容滤波电路	(58)
4.3.2 其他形式的滤波电路	(59)
4.4 稳压电路	(60)
4.4.1 稳压二极管稳压电路	(60)
4.4.2 集成稳压器	(62)
4.5 开关电源简介	(64)
本章小结	(66)
思考题与习题	(67)
第5章 数字电路基础知识	(68)
5.1 概述	(68)
5.1.1 数字信号	(68)
5.1.2 数字信号的脉冲波形	(69)

5.2	数制与码制	(69)
5.2.1	数制	(69)
5.2.2	数制转换	(71)
5.2.3	二—十进制码 (BCD 码)	(73)
5.3	逻辑代数中的基本运算	(74)
5.3.1	基本逻辑运算	(74)
5.3.2	几种常用的复合逻辑运算	(75)
5.4	逻辑代数与逻辑函数化简	(77)
5.4.1	逻辑代数的基本定律和规则	(77)
5.4.2	逻辑函数及其表示方法	(79)
5.4.3	逻辑函数的公式法化简	(80)
5.4.4	逻辑函数卡诺图化简	(81)
	本章小结	(85)
	思考题与习题	(85)
第 6 章	集成门电路与组合逻辑电路	(87)
6.1	集成门电路	(87)
6.1.1	门电路相关逻辑符号解读	(87)
6.1.2	TTL 集成门电路	(89)
6.1.3	CMOS 集成门电路	(94)
6.1.4	集成门电路的使用	(96)
6.2	组合逻辑电路的基础知识	(98)
6.2.1	组合逻辑电路的分析与设计的基本方法	(99)
6.2.2	组合逻辑电路相关限定符号	(100)
6.3	编码器与译码器	(104)
6.3.1	编码器	(104)
6.3.2	译码器	(106)
6.4	运算器件	(111)
6.4.1	半加器	(111)
6.4.2	全加器	(112)
6.4.3	数值比较器	(113)
6.5	数据选择器与数据分配器	(114)
6.5.1	数据选择器	(114)
6.5.2	数据分配器	(115)
	本章小结	(117)
	思考题与习题	(117)
第 7 章	触发器	(119)
7.1	基本 RS 触发器	(119)
7.1.1	基本 RS 触发器的组成	(119)
7.1.2	工作原理	(120)
7.1.3	基本 RS 触发器功能表	(121)

7.2	同步触发器	(122)
7.2.1	同步 RS 触发器	(122)
7.2.2	D 触发器	(123)
7.2.3	JK 触发器	(124)
7.2.4	同步触发器的空翻现象	(125)
7.3	触发器相关输入、动态输入限定符号	(125)
7.3.1	数据输入限定符号	(125)
7.3.2	动态输入	(126)
7.3.3	延迟输出	(126)
7.4	主从触发器	(127)
7.5	边沿触发器	(128)
7.5.1	边沿触发器相关限定符号及意义	(128)
7.5.2	上升沿触发的边沿触发器	(129)
7.5.3	下降沿触发的边沿触发器	(130)
7.6	触发器的功能转换	(130)
7.6.1	JK 触发器转换为 D、T、T' 型触发器	(131)
7.6.2	D 触发器转换为 T' 触发器	(132)
7.7	几种常用的集成触发器	(133)
	本章小结	(134)
	思考题与习题	(134)
第 8 章	时序逻辑电路	(136)
8.1	概述	(136)
8.1.1	时序逻辑电路的概念及分析方法	(136)
8.1.2	时序逻辑电路的相关限定符号	(138)
8.2	寄存器	(139)
8.2.1	数码寄存器	(139)
8.2.2	移位寄存器	(139)
8.2.3	集成移位寄存器	(141)
8.3	计数器	(142)
8.3.1	二进制计数器	(142)
8.3.2	十进制计数器	(144)
*8.3.3	任意进制计数器	(145)
8.4	计数器的应用	(146)
8.4.1	集成计数器	(146)
8.4.2	集成计数器的应用	(149)
	本章小结	(150)
	思考题与习题	(150)
第 9 章	波形产生与整形	(153)
9.1	555 定时器	(153)
9.1.1	555 定时器电路的组成框图	(153)

9.1.2	555 定时器的基本逻辑功能	(153)
9.2	多谐振荡器与单稳态触发器	(155)
9.2.1	由门电路组成的环行振荡器	(155)
9.2.2	由 555 定时器组成的多谐振荡器	(156)
9.2.3	由 555 定时器组成的单稳态触发器	(157)
9.3	施密特触发器	(158)
9.3.1	由 555 定时器组成的施密特触发器	(158)
9.3.2	施密特触发器的限定符号及意义	(160)
9.3.3	集成施密特触发器	(161)
*9.4	石英晶体振荡器	(162)
	本章小结	(163)
	思考题与习题	(163)
*第 10 章	A/D 和 D/A 转换	(165)
10.1	A/D 转换器	(165)
10.1.1	集成 A/D 转换器	(165)
10.1.2	集成 A/D 转换器的主要性能指标	(167)
10.2	D/A 转换器	(167)
10.2.1	集成 D/A 转换器	(167)
10.2.2	集成 D/A 转换器的主要性能指标	(169)
	本章小结	(170)
	思考题与习题	(170)
第 11 章	半导体存储器	(171)
11.1	ROM	(171)
11.1.1	ROM 的基本结构	(171)
11.1.2	PROM	(172)
11.1.3	EPROM	(173)
11.2	RAM	(174)
11.3	集成 RAM	(176)
	本章小结	(178)
	思考题与习题	(178)
技 能 篇		
第 12 章	常用电子仪器	(180)
12.1	双踪示波器	(180)
12.1.1	使用特性	(180)
12.1.2	面板控制键作用说明	(180)
12.1.3	基本操作方法	(184)
12.2	函数信号发生器	(185)
12.2.1	YB1600 函数信号发生器系列的主要特点	(185)
12.2.2	幅度显示	(185)
12.2.3	电源	(185)

12.2.4	面板操作键作用	(186)
12.2.5	基本操作方法	(187)
12.3	数字交流毫伏表	(188)
12.3.1	技术指标	(188)
12.3.2	面板操作键作用说明	(189)
12.3.3	基本操作方法	(189)
12.4	半导体管特性图示仪	(190)
12.4.1	主要技术指标	(190)
12.4.2	面板操作键作用说明	(191)
12.4.3	使用举例	(193)
12.5	集成电路测试仪	(195)
12.5.1	主要技术特点	(195)
12.5.2	操作部件	(196)
12.5.3	基本操作	(198)
	本章小结	(199)
	思考题与习题	(200)
第 13 章	电子元器件的识别与简易测试	(201)
13.1	电阻器与电位器	(201)
13.1.1	电阻器参数的识别	(201)
13.1.2	常用电阻器介绍	(203)
13.1.3	电位器	(205)
13.2	电容器	(206)
13.2.1	常用电容器	(207)
13.2.2	电容器主要参数的识别	(210)
13.3	电感器	(211)
13.3.1	常用电感器	(211)
13.3.2	电感器主要参数的识别	(213)
13.4	变压器与继电器	(214)
13.4.1	常用变压器	(214)
13.4.2	继电器	(215)
13.5	半导体器件	(216)
13.5.1	分立半导体元件	(216)
13.5.2	集成电路	(221)
13.6	表面安装元件	(223)
13.6.1	表面安装无源元件 (SMC)	(224)
13.6.2	表面安装有源元件 (SMD)	(225)
13.7	常用接插件	(228)
13.7.1	常用接插件介绍	(228)
13.7.2	接插件的选用和注意事项	(230)

本章小结	(231)
思考题与习题	(231)
第 14 章 电路的装配与调试	(232)
14.1 焊接.....	(232)
14.1.1 电烙铁	(232)
14.1.2 焊料与焊剂	(234)
14.2 元件的装配与焊接.....	(237)
14.2.1 元器件的装配	(237)
14.2.2 焊接工艺	(241)
14.2.3 焊接质量与检查	(246)
14.3 电路的调试.....	(249)
14.3.1 概述	(249)
14.3.2 分立元件放大电路的调试	(252)
14.3.3 集成运算放大器的调试	(256)
本章小结	(259)
思考题与习题	(260)
第 15 章 典型电路的组装	(261)
15.1 直流稳压电源的制作与调试.....	(261)
15.1.1 实训目的	(261)
15.1.2 电路组成及基本原理	(261)
15.1.3 基本要求和步骤	(262)
15.2 集成电路收音机电路结构与原理.....	(263)
15.2.1 实训目的	(263)
15.2.2 电路组成及工作原理	(263)
15.2.3 安装步骤及要求	(265)
15.3 水塔自动供水装置的安装与调试.....	(267)
15.3.1 实训目的	(267)
15.3.2 电路组成与工作原理	(267)
15.3.3 基本要求和步骤	(269)
15.4 电子秒表的制作与调试.....	(269)
15.4.1 实训目的	(269)
15.4.2 电路组成与工作原理	(269)
15.4.3 基本要求和步骤	(271)
15.5 智力竞赛抢答器的安装与调试.....	(271)
15.5.1 实训目的	(271)
15.5.2 电路组成与工作原理	(272)
15.5.3 基本要求和步骤	(273)
15.6 CSl9508 热释电红外感应式照明灯	(273)
15.6.1 实训目的	(273)
15.6.2 电路组成与工作原理	(273)

15.6.3 基本要求和步骤	(274)
本章小结	(275)
第 16 章 电子电路识图基础	(276)
16.1 电子器件图形符号的识图方法	(276)
16.1.1 电气简图用图形符号国家标准简介	(276)
16.1.2 模拟元件图形符号简介	(277)
16.1.3 数字电路引出端功能文字符号说明	(280)
16.2 单元电路图的识图方法	(282)
16.3 方框图的识图方法	(283)
16.4 整机电路图的识图方法	(285)
16.5 印制线路板图	(287)
本章小结	(288)
思考题与习题	(288)
参考文献	(289)

基础知识篇



第 1 章 基本半导体器件

【内容提要】

本章介绍了半导体的基本知识；半导体二极管的结构、基本特点及其参数；半导体三极管的结构、放大作用及基本特性；场效应管的结构和基本特性等。

【学习要求】

- (1) 掌握半导体的基本知识。
- (2) 熟练掌握二极管、三极管的结构和工作原理及应用。
- (3) 掌握场效应管的结构和基本特性。
- (4) 了解常用半导体器件的主要参数。

1.1 半导体基础知识

在现代电子工业中，半导体使用非常广泛。它具有热敏性、光敏性和掺杂性。利用热敏性可制成各种热敏电阻；利用光敏性可制成光电二极管和光电三极管及光敏电阻；利用掺杂性可制成各种不同性能、不同用途的半导体器件，如二极管、三极管和场效应管等。

1.1.1 半导体

半导体分为本征半导体和杂质半导体。

1. 本征半导体

本征半导体是一种纯净的、没有杂质的半导体晶体。常用的半导体材料是单晶硅（Si）和单晶锗（Ge）。半导体的原子结构如图 1.1 所示。虽然硅和锗同样是 4 价元素，但硅的电子轨道比锗少一层，价电子离原子核近。硅比锗更稳定。

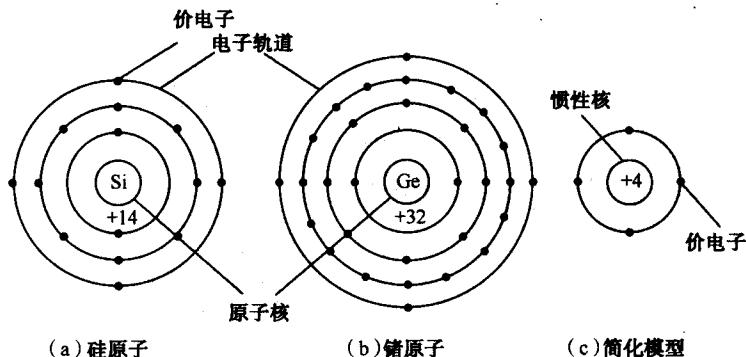


图 1.1 半导体的原子结构示意图

本征半导体的各原子间整齐而有规则地排列着，每个原子的 4 个价电子不仅受所属原子核的吸引，而且还受相邻 4 个原子核的吸引，每一个价电子都为相邻原子核所共用，形成了

稳定的共价键结构。每个原子核最外层等效有 8 个价电子，由于价电子不易挣脱原子核束缚而成为自由电子，因此，本征半导体导电能力较差。

但是，如果能从外界获得一定的能量（如光照、温升等），有些价电子就会挣脱共价键的束缚而成为自由电子，在共价键中留下一个空位，称为“空穴”。空穴的出现使相邻原子的价电子离开它所在的共价键来填补这个空穴，同时，这个共价键又产生了一个新的空穴。这个空穴也会被相邻的价电子填补而产生新的空穴，这种电子填补空穴的运动相当于带正电荷的空穴在运动，并把空穴视为一种带正电荷的载流子。空穴越多，半导体的载流子数目就越多，形成的电流就越大。

在本征半导体中，空穴与电子是成对出现的，称为电子-空穴对，其自由电子和空穴数目总是相等的，如图 1.2 所示。本征半导体在温度升高时产生电子-空穴对的现象称为本征激发。温度越高，产生的电子-空穴对数目就越多，这就是半导体的热敏性。

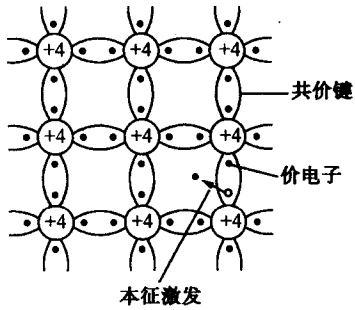


图 1.2 单晶硅的共价键结构与本征激发

2. 杂质半导体

在本征半导体中掺入微量的杂质元素，就会使半导体的导电性能发生显著改变。根据掺入杂质元素的性质不同，杂质半导体可分为 P 型半导体和 N 型半导体两大类。

P 型半导体是在本征半导体硅（或锗）中掺入微量的 3 价元素（如硼、铟等）而形成的。因杂质原子只有 3 个价电子，它与周围硅原子组成共价键时，缺少 1 个电子，因此在晶体中便产生一个空穴，如图 1.3 所示。当相邻共价键上的电子受热激发获得能量时，就有可能填补这个空穴，使硼原子成为不能移动的负离子，而原来硅原子的共价键因缺少了一个电子，便形成了空穴，使得整个半导体仍呈中性。

在 P 型半导体中，原来的晶体仍会产生电子-空穴对，由于杂质的掺入，使得空穴数目远大于自由电子数目，成为多数载流子（简称多子），而自由电子则为少数载流子（简称少子）。因而 P 型半导体以空穴导电为主。

N 型半导体是在本征半导体硅中掺入微量的 5 价元素（如磷、砷、镓等）而形成的，杂质原子有 5 个价电子与周围硅原子结合成共价键时，多出 1 个价电子，这个多余的价电子易成为自由电子，如图 1.4 所示。N 型半导体多子为自由电子，少子为空穴。

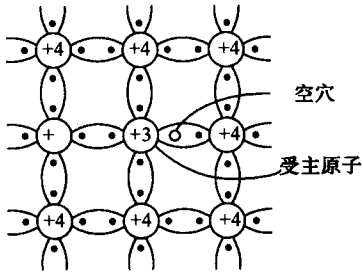


图 1.3 P 型半导体的共价键结构

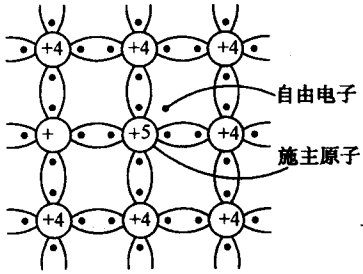


图 1.4 N 型半导体的共价键结构

综上所述，在掺入杂质后，载流子的数目都有相当程度的增加，半导体导电性能大大改善。多子主要是由掺杂产生的，少子是由本征激发产生的。