

人

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

考

全国成人高等学校职业教育专业课入学统一考试参考丛书
根据国家教育委员会制订的《复习考试大纲》编写

电子技术基础考试参考书

《电子技术基础考试参考书》编写组 中国经济出版社

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

成

CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO CHENGREN GAOKAO

考

根据国家教育委员会制定的《复习考试大纲》编写
全国成人高等学校职业教育专业课入学统一考试参考丛书

电子技术基础考试参考书

《电子技术基础考试参考书》编写组

中国经济出版社

责任编辑:黄允成 张植信

责任校对:李 麦

封面设计:白长江

电子技术基础考试参考书

《电子技术基础考试参考书》编写组

中国经济出版社出版发行

(北京市百万庄北街3号)

(邮政编码:100037)

各地新华书店经销

北京市昌平印刷厂印装

787×1092毫米 1/16 25印张 608千字

1996年8月第1版 1996年8月第1次印刷

印数1-5,000

ISBN 7-5017-3738-X/G·335

定价:36.50元

前 言

1995 年国家教育委员会制定了《全国成人高等职业教育专业课复习考试大纲》。广大考生在使用该大纲进行复习备考时, 由于缺少统一的教材而遇到了很大的困难。为了解决这个问题, 我们组织编写和审查大纲的教授、专家, 遵照大纲的要求编写了这套《全国成人高等学校职业教育专业课入学统一考试参考丛书》。此书的特点是综合性、系统性、专业性较强, 同时注意到了实用性和针对性, 可以帮助考生提高知识和能力水平。

考生复习备考的范围和程度以各科的《全国成人高等职业教育专业课复习考试大纲》为准。

本丛书共有 36 种: 包括《会计基础》、《计算技术》、《经济法基础》、《商品知识》、《营销基础知识》、《实用公共关系》、《应用文与写作》、《旅游概论》、《礼仪规范》、《烹调技术》、《烹饪原料加工技术》、《有机化学》、《药剂学》、《中药学》、《中医基础学》、《人体解剖学》、《生理学》、《机械基础》、《机械制造工艺基础》、《机械制图》、《电工基础》、《电子技术基础》、《计算机应用基础》、《BASIC 语言》、《化工分析》、《化工基础》、《化学肥料》、《炼钢生产管理》、《轧钢生产管理》、《高炉冶炼技术知识及生产管理》、《建筑材料》、《金属切削原理与刀具》、《建筑结构》、《施工技术基础知识》、《电机与拖动》、《电路基础》。

希望各科专家和广大读者提出宝贵意见, 待有机会再版时进一步完善。

这套丛书经国家教育委员会考试中心审定, 并作为推荐用书。

国家教育委员会考试中心

1996 年 4 月 26 日

电子技术基础符号说明

一、基本符号

1. 电流和电压

I	U	正弦电流、电压有效值
I_m	U_m	正弦电流、电压幅值
I_{max}	U_{max}	电流、电压最大值
I_{min}	U_{min}	电流、电压最小值
I_Q	U_Q	电流、电压静态值
GB		直流电源、蓄电池
E_C	U_{GB} V_{CC}	直流电源电压
V_{SS}	V_{DD}	
i_B		基极电流总瞬时值
i_b		基极电流交流分量瞬时值
I_B		基极直流电流
I_{BQ}		基极静态电流
I_b		基极正弦电流有效值
u_{be}		基射 $B-E$ 电压交流分量瞬时值
u_{ce}		集射 $C-E$ 电压交流分量瞬时值
u_{BE}		基射 $B-E$ 电压总瞬时值
u_{CE}		集射 $C-E$ 电压总瞬时值
U_i		正弦输入电压有效值
U_o		正弦输出电压有效值
U_{om}		正弦输出电压幅值(最大值)

2. 功率

p		瞬时功率
P_E	P_U	直流电源消耗的功率
P_o		输出交流功率
P_{om}		最大输出功率
P_c		集电极耗散功率
P_{cm}		集电极最大允许耗散功率

3. 增益或放大倍数

A	增益或放大倍数
A_i	电流放大倍数
A_u	电压放大倍数
A_p	功率放大倍数

4. 频率

f_{bw}	通频带
f_h f_H	放大电路的上限频率(截止频率)
f_l f_L	放大电路的下限频率(截止频率)
f_o	振荡频率
其他符号	
$CMRR$	共模抑制比
T	周期
	变压器
η	效率
τ	时间常数

5. 电阻、电容、电感

R	固定电阻
R_P	电位器
r_{ce}	共发射极接法集电极与发射极的微变电阻
R_i	输入电阻
R_o	输出电阻
R_b R_B	接到基极的固定电阻
R_c	接到集电极的固定电阻,余类推
R_L	负载电阻
R'_L	R_L 与 R_c 的并联电阻
R_s	信号源内阻
C	电容器,电容
C_D	结电容的扩散电容
C_e C_E	共发射极旁路电容
C_B	结电容的势垒电容
L	电感器,电感

二、器件参数符号

b	基极
c	集电极
e	发射极
g_m	跨导

a	阳极
k	阴极
$r_{bb'}$	基区体电阻
r_{be}	共发射极接法基极与发射极的微变电阻
$r_{b'e}$	发射结的微变电阻
C_B	结电容的势垒电容
$C_{b'e}$	PN 结 $b'-e$ 结电容
$C_{b'c}$	PN 结 $b'-c$ 结电容
C_{be}	$b-e$ 极间电容
C_{bc}	$b-c$ 极间电容
$U_{(BR)CEO}$	基极开路时集电极与发射极的反向击穿电压
BU_{CEO}	
VD	晶体二极管
VD_z	稳压管
VT	晶体三极管 场效应管
I_{CBO}	发射极开路时集电极与基极的反向饱和电流
I_{CEO}	基极开路时集电极与发射极的反向饱和电流(穿透电流)
I_{CM}	集电极最大允许电流
I_d I	二极管电流,场效应管漏极电流
I_F	二极管正向电流
I_R	二极管反向电流
g G	场效应管的栅极
s S	场效应管的源极
d D	场效应管的漏极
U_P	场效应管的夹断电压
U_T	增强型场效应管的开启电压
α	共基极接法集电极电流变化量与发射极电流变化量之比
$\bar{\alpha}$	从发射极到达集电极的载流子的百分数
β h_{fe}	共发射极接法集电极电流变化量与基极电流变化量之比
h_{FE} β	共发射极接法集电极直流电流与基极直流电流之比
f_β	共发射极接法电流放大系数的上限频率(截止频率)
f_T	三极管的特征频率 $\beta=1$ 时的频率

目 录

第一部分 晶体二极管和晶体三极管

一、概述.....	(1)
二、知识要点.....	(1)
(一)半导体基本知识	(1)
(二)PN 结	(5)
(三)晶体二极管	(8)
(四)晶体三极管	(10)
(五)其他晶体三极管	(18)
三、学习指导.....	(23)
(一)本部分的重点	(23)
(二)本部分容易出错的概念	(24)
四、基本训练.....	(24)
(一)选择题	(24)
(二)填空题	(25)
(三)判断题	(26)
(四)问答题	(26)
(五)计算题	(27)

第二部分 基本放大电路

一、概述.....	(28)
二、知识要点.....	(28)
(一)基本概念	(28)
(二)基本放大电路的组成和工作原理	(32)
(三)共发射极放大电路的分析方法	(33)
(四)工作点稳定的偏置电路	(46)
(五)放大电路的三种基本组态	(49)
三、学习指导.....	(51)
(一)本部分重点	(51)
(二)放大电路的基本概念	(52)
(三)基本放大电路的分析方法	(55)

(四)放大电路静态工作点的稳定	(58)
四、基本训练	(59)
(一)选择题	(59)
(二)填空题	(61)
(三)判断题	(62)
(四)问答题	(62)
(五)计算题	(63)

第三部分 多级放大电路与负反馈放大电路

一、概述	(68)
二、知识要点	(68)
(一)多级放大电路	(68)
(二)多级放大电路的频率特性	(78)
(三)负反馈放大电路	(81)
(四)射极输出器	(103)
三、学习指导	(106)
(一)复习要求	(106)
(二)本部分的归纳、总结	(107)
(三)本部分的重点与难点	(109)
(四)容易出错的概念、定义、计算方法	(116)
四、基本训练	(117)
(一)选择题	(117)
(二)填空题	(118)
(三)判断题	(119)
(四)问答题	(119)
(五)计算题	(121)

第四部分 正弦波振荡电路

一、概述	(125)
二、知识要点	(126)
(一)正弦波振荡器的一般问题	(126)
(二)正弦波振荡电路的分析步骤	(131)
(三)LC 正弦波振荡电路	(132)
(四)RC 正弦波振荡电路工作原理	(136)
(五)石英晶体振荡电路	(138)
三、学习指导	(141)
(一)振荡电路与负反馈放大电路自激振荡的比较	(141)

(二)三点式 LC 振荡电路相位平衡条件分析	(143)
四、基本训练	(144)
(一)判断题	(144)
(二)选择题	(144)
(三)填空题	(145)
(四)问答题	(146)
(五)计算题	(147)

第五部分 直流放大电路和集成运放电路

一、概述	(148)
二、知识要点	(149)
(一)直流放大电路	(149)
(二)集成运算放大电路	(159)
三、学习指导	(167)
(一)差动放大电路抑制零点漂移原理	(167)
(二)差动放大电路的分析与估算	(167)
(三)运算放大电路分析计算	(174)
四、基本训练	(177)
(一)判断题	(177)
(二)选择题	(178)
(三)填空题	(179)
(四)问答题	(179)
(五)计算题	(180)

第六部分 低频功率放大电路

一、概述	(183)
二、知识要点	(183)
(一)功率放大电路的特点及分类	(183)
(二)变压器耦合单管功率放大电路	(186)
(三)乙类推挽功率放大电路	(191)
(四)无变压器功率放大电路	(200)
(五)集成电路功率放大电路简介	(211)
(六)大功率管的保护	(213)
三、学习指导	(216)
(一)复习要求	(216)
(二)功放电路的归纳,总结	(216)
(三)重点与难点	(221)

四、基本训练	(221)
(一)选择题	(221)
(二)判断题	(223)
(三)问答题	(224)
(四)计算题	(227)

第七部分 直流电源电路

一、概述	(232)
二、知识要点	(233)
(一)整流电路	(233)
(二)滤波电路	(250)
(三)稳压电路	(255)
三、学习指导	(263)
(一)整流滤波电路	(263)
(二)稳压电路	(268)
四、基本训练	(273)
(一)填空题	(273)
(二)选择题	(273)
(三)判断题	(274)
(四)问答题	(275)
(五)计算题	(275)

第八部分 晶闸管及其应用

一、概述	(277)
二、知识要点	(277)
(一)晶闸管	(277)
(二)晶闸管可控整流电路	(281)
(三)负载类型对晶闸管整流的影响	(293)
(四)晶闸管触发电路	(294)
(五)晶闸管的使用	(301)
(六)特殊晶闸管	(302)
三、学习指导	(303)
(一)晶闸管	(303)
(二)晶闸管可控整流电路	(305)
四、基本训练	(308)
(一)填空题	(308)
(二)选择题	(309)

(三)判断题.....	(309)
(四)问答题.....	(310)
(五)计算题.....	(310)

第九部分 数字电路基础

一、概述	(311)
二、知识要点	(311)
(一)基础知识.....	(311)
(二)二极管、三极管的开关特性	(317)
(三)基本逻辑门电路.....	(322)
(四)双稳态触发器.....	(327)
(五)集成触发器.....	(328)
(六)脉冲信号的产生与整形.....	(334)
(七)数字集成电路简介.....	(342)
三、学习指导	(346)
(一)学习重点.....	(346)
(二)学习难点.....	(346)
(三)学习方法.....	(347)
四、基本训练	(347)
(一)选择题.....	(347)
(二)填空题.....	(347)
(三)判断题.....	(347)
(四)问答题.....	(347)
(五)计算题.....	(348)

第十部分 实验技能部分

一、概述	(350)
二、实验技能要点	(350)
(一)常用电子元器件.....	(350)
(二)常用仪器仪表的使用.....	(353)
(三)单元电路实验.....	(356)
(四)其它技能要求.....	(367)
三、基本训练	(371)
(一)判断题.....	(371)
(二)选择题.....	(371)
(三)填空题.....	(373)
(四)问答题.....	(373)

(五)计算题	(373)
--------------	-------

附录:

1996 年成人高等学校职业教育招生专业课全国统一考试电子技术基础 试题及答案	(374)
--	-------

第一部分 晶体二极管和晶体三极管

一、概 述

半导体器件是 50 年代初发展起来的电子器件,它具有体积小,重量轻,使用寿命长,输入功率小,功率转换效率高等优点,尤其是晶体二极管和晶体三极管广泛应用在各种各样的电子线路中。半导体器件成为电子设备的核心。随着电子技术的不断发展,新的半导体器件层出不穷,使各种工业设备,家用电器,电子设备等在微型化,可靠性等方面不断更新换代,向前推进。为了正确和有效地运用半导体器件,必须对它们的特性,工作原理有一个基本认识。

本部份首先介绍半导体基本知识。先复习原子结构模型及共价键结构图,了解纯净半导体和杂质半导体导电规律的基本知识。熟悉两种载流子——自由电子和空穴的运动规律然后介绍 PN 结的形成,PN 结的单向导电原理及二极管的伏安特性。在此基础上,进一步讨论三极管的电流分配,放大作用,特性曲线和主要参数。熟练掌握二极管、三极管的特性、测试和使用方法。最后了解场效应管和其他晶体管的一般知识。为以后各章学习提供必要的基础知识。晶闸管将在有关章节中叙述。在熟悉上述内容的各个知识点之后,再归纳本章内容的重点和学习方法。特别要指出容易出错的概念。最后通过不同的题型分析来加深理解本章的内容达到正确理解半导体基本知识熟练掌握二极管、三极管的特性和正确使用方法。

二、知识要点

(一)半导体基本知识

1. 原子模型结构

自然界中存在各种不同的物质。如果把它不断分割下去,但仍保持它原来性质不变,这样的最小粒子叫分子。分子再分解下去,就是原子。可见一切物质都是由中性的原子组成的。而原子是由带正电的原子核和若干个带负电的电子所组成。电子是处在一定的运动轨道上,并且分层由内向外排列,各层有一定的电子数,围绕着原子核按一定的轨道半径不停地旋转运动。

(1) 锗原子的结构模型:如图 1-1

一个锗原子由 32 个带正电荷的原子核和围绕着它的 32 个带负电荷的电子组成。其中

最外层有 4 个价电子,称为四价元素。

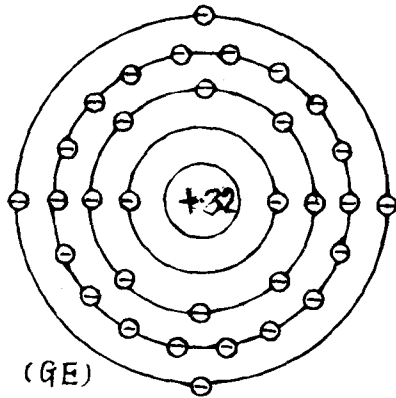


图 1-1 锗原子结构模型

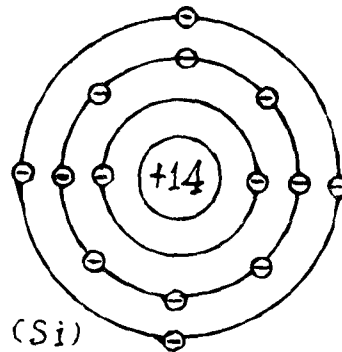


图 1-2 硅原子结构模型

一个硅原子由 14 个带正电荷的原子核和围绕着它的 14 个带负电荷的电子组成。它的最外层也是有 4 个价电子,也是四价元素。如图 1-2

(2) 硅、锗原子结构简化图:

【惰性核】原子内层的电子受原子核的引力较大,不容易摆脱。为了简化,除了最外层的电子外,把内层的所有电子和原子核一起称为惰性核,因为少了最外层的电子,惰性核带正电。

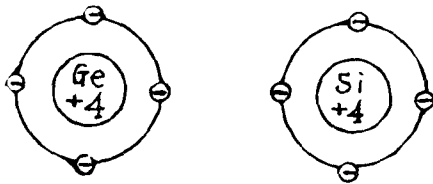


图 1-3 锗、硅原子结构简化图

【价电子】原子的最外层的电子,称为价电子。它们受原子核引力较小,容易受外界的电、热、光等的影响而摆脱原子核的束缚成为自由电子。

硅、锗原子结构简化为惰性核与价电子的组合,如图 1-3 所示。

元素的原子有几个价电子就称该元素为几价元素。锗和硅的外层都有 4 个价电子,都是 4 价元素。惰性核带 4 个正电荷。在正常情况下,原子呈中性。

2. 本征半导体——纯净半导体

(1) 锗和硅等半导体材料都是晶体结构,但是原子排列是无规律、不整齐的,只有经过一定工艺过程才能变成排列整齐的单晶体。当单晶体还没有掺入其它元素时,我们称它为本征半导体,就是纯净半导体。图 1-4 为锗(硅)晶体中原子排列的平面示意图。

【共价键】原子最外层的电子占满 8 个时,称为稳定结构。物质的原子在结合时总希望自己能达到稳定结构。硅和锗原子要达到稳定结构,就要再获得 4 个电子。这 4

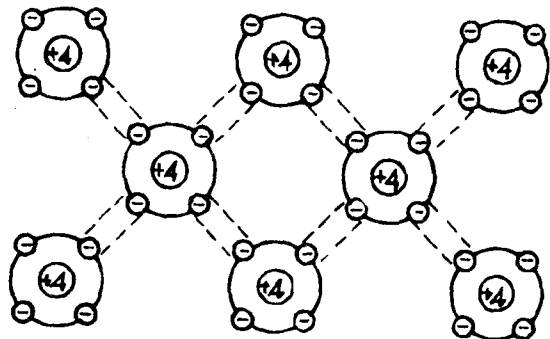


图 1-4 锗(硅)晶体的共价键结构

个电子可以分别从周围的4个原子那里各“借”来一个电子。这样,每个原子之间就有一对共用的电子,这两个电子既能出现在自身的原子轨道上,也时常出现在相邻的另一个原子的轨道上。我们把这两个共用的价电子所形成的组合叫做共价键。用虚线连结两个价电子,如图1-4形成共价键。每个原子受邻近四个原子的束缚,四个价电子彼此象手拉手似的联结在一起,组成四个共价键。共价键象纽带一样地将排列整齐的原子紧密地联结在一起,在绝对零度时,没有光和热的激发,共价键中的价电子是不能成为自由电子,所以不能自由移动。因此本征半导体在绝对零度时的特性相当于绝缘体,不能导电。

(2) 本征激发

本征半导体在室温或常温条件下,晶体受光和热的激发会有少数价电子挣脱共价键的束缚而成为自由电子,同时在原来的价电子的位置上就留下一个空位,叫做空穴。空穴由于失去一个价电子而带正电。在纯净半导体中有一个自由电子就有一个空穴,形成电子空穴对,这种现象叫本征激发。因此,在室温条件下,本征半导体不再是绝缘体了。如果没有外电场的作用,电子与空穴的移动是无规则的。

(3) 半导体中的两种载流子。

【载流子】物质内部运载电荷的粒子叫载流子。

金属导体中只有一种载流子即自由电子。自由电子数量越多导电性能越好。

绝缘体中,原子核对价电子的束缚力很强,价电子不容易摆脱原子核的束缚成为自由电子,载流子的数量很少,因此绝缘体的导电性能很差。

半导体中运载电荷的粒子有两种,即自由电子和空穴。自由电子和空穴都是载流子。

【自由电子空穴对】本征激发的自由电子空穴对,脱离原子核的束缚,无规律的随意移动。空穴的移动是在价电子的空位上进行与价电子随意交换位置。自由电子则不再按价电子的轨道而是自由自在的移动。半导体在外加电压作用下,自由电子将跑向电源正极。而空穴将跑向电源负极。于是在电路中就形成电流。它是由两种载流子即自由电子移动和空穴的移动组成。自由电子流与空穴流的大小相等,方向相反,它们分别运载电荷送到电源的正负极。空穴移动的实质是受共价键束缚的价电子在外加电压作用下,价电子填补空穴的移动。它与自由电子的移动是不同的。自由电子是脱离了价电子轨道的电子,既不受原子束缚,也不受共价键的束缚。两种载流子分别形成电子型与空穴型两种不同类型的导电作用。在室温条件下,纯净半导体的电子空穴对的数量仍然很少,所以导电性能还是很差。

3. 杂质半导体

如果在本征半导体中掺入微量的其他元素,(叫做杂质),可以使半导体的导电性能大大增强,这种半导体叫杂质半导体。杂质半导体有P型半导体(空穴型半导体)和N型半导体(电子型半导体)。

(1) P型半导体

在硅(或锗)晶体内掺入微量的三价硼B或铟In、铝Al、镓Ga等,就得到了P型半导体。如图1-5。

每个硼原子只有三个价电子,它与周围的四个硅原子组成共价键时就少一个电子,有一个空位能接受附近硅原子的价电子,这时附近的硅原子失去一个价电子就相当于提供一个空穴,因而空穴数目显著增多。原来硅晶体由本征激发产生的少量的电子空穴对,这些少量的自由电子和空穴,与掺杂后产生的空穴相比较,空穴的浓度比自由电子的浓度大得多。所

以把这类半导体叫空穴型半导体或叫 P 型半导体。

【受主杂质】即受主元素，硼原子是三价元素，只有三个价电子，组成共价键时接受一个电子，因此把这一类杂质叫受主杂质或受主元素。

硼原子是如何提供空穴的？

硼原子从周围的硅原子的共价键中获得填补空位的价电子以后就成了不能移动的负离子。周围的硅原子的共价键中留下了空位就成了带正电的空穴，所以硼原子提供的空穴并不在自己身边，而在附近硅原子的共价键上。

【多子与少子】P 型半导体中空穴是多数载流子，又叫多子。主要是掺杂产生的。自由电子是少数载流子，又叫少子。是由本征激发产生的。P 型半导体在外电场作用下形成的电流主要是空穴电流。空穴就以失去价电子的共价键为运输站，在外加电压作用下多子把正电荷送到电源负极上。同时，少子也把负电荷送到正极上。如图 1-6。

(2) N 型半导体

在硅(或锗)晶体中掺入微量的五价元素磷 P 或锑 Sb、砷 As 等，就得到了 N 型半导体。

每个磷原子有五个价电子，与周围的四个硅原子形成共价键时，有一个价电子很容易脱离原子核的束缚而成为自由电子，所以每个磷原子可提供一个自由电子，因而自由电子的浓度比本征激发的空穴浓度大得多，这类半导体叫电子型半导体或叫 N 型半导体。如图 1-7。

磷原子失去一个电子后就成为不能移动的正离子。摆脱原子核束缚的价电子也变成了自由电子。N 型半导体呈中性。

【施主杂质】即施主元素，磷原子是五价元素，有五个价电子，组成共价键时总能贡献出一个自由电子。因此把这一类杂质叫施主杂质或施主元素。

N 型半导体中多子是自由电子，是掺杂产生的。少子是空穴，是由本征激发产生的。在外电场作用下所形成的电流主要是电子流。电子流的方向与电流方向相反。如图 1-8 所示。

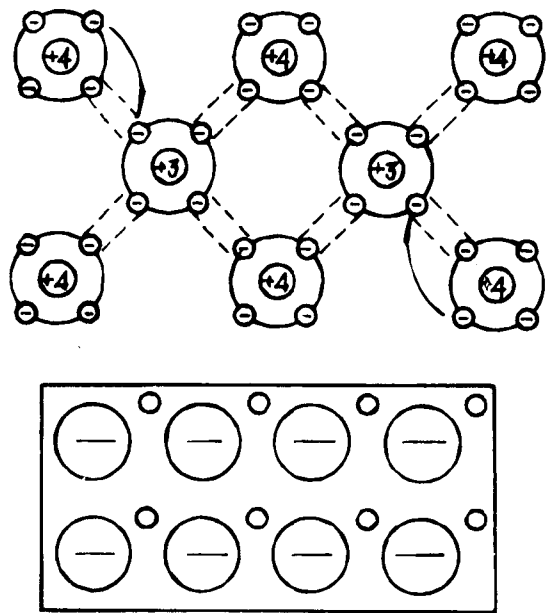


图 1-5 P 型半导体结构示意图

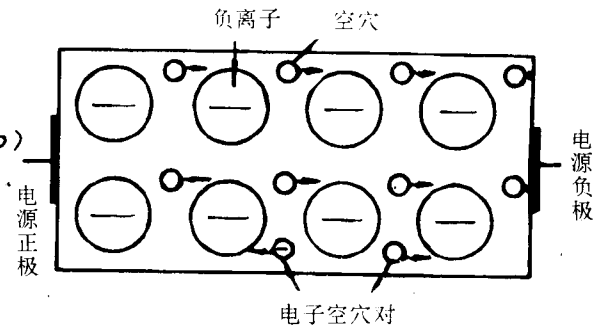


图 1-6 P 型半导体中载流子运动示意图