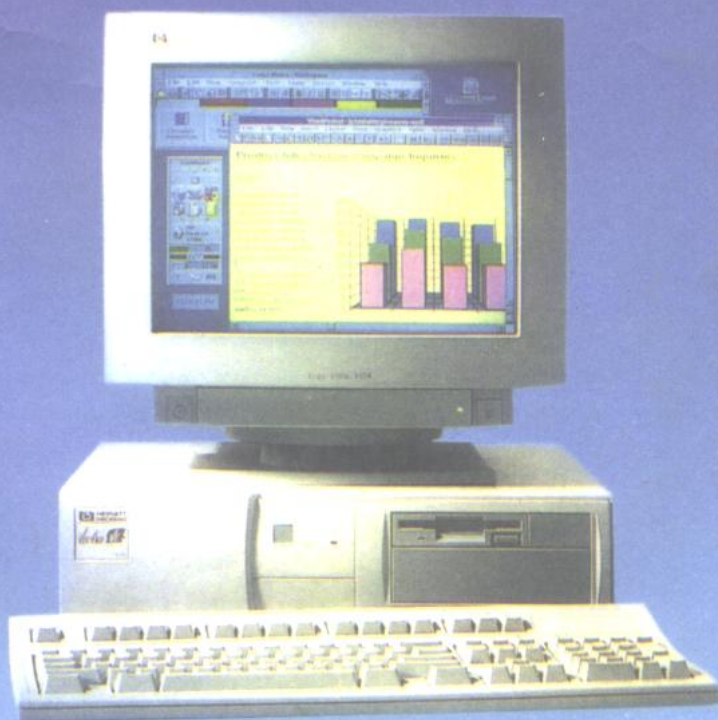


微型 计算机 原理

董珊 编著



中国人民大学出版社

TP360.1
DS/1

微型计算机原理

董 珊 编著

中国人民大学出版社

0029577

图书在版编目 (CIP) 数据

微型计算机原理/董珊编著.

北京: 中国人民大学出版社, 1995.

ISBN 7-300-02036-4/F · 591

I. 微…

I. 董…

Ⅱ. 微型计算机-基础知识

N. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (94) 第 15353 号

微型计算机原理

董 珊 编著

出版发行: 中国人民大学出版社

(北京海淀路 175 号 邮码 100872)

经 销: 新华书店

印 刷: 北京市丰台区印刷厂

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月第 1 次印刷

字数: 331 000 册数: 1-11 000

定价: 19.50 元

1128296

内 容 简 介

全书共十一章，第一章介绍计算机系统概论，第二章讲计算机逻辑单元部件（数字电路基础），第三章讲计算机中数和数的运算，从第四章到第八章讲述构成计算机主机的中央处理器、存储器和辅助存储器，第九章和第十章介绍计算机中常见的输入/输出（I/O）设备及I/O接口控制，第十一章介绍微机常见部件故障的诊断方法。书中讲述内容基本概念清楚，语言表述准确，学习本书无需先导课程，可以从零开始。

本书可作为高等学校经济类专业大学生学习计算机原理的教科书，也可作为自学计算机原理和各种计算机培训班的参考书。

前 言

经济类专业的发展,需要依托计算机技术,这种学科间的交叉要求经济类各专业掌握较深的计算机基础知识,具备较高的计算机应用能力。本书是为高等学校经济类专业编写的一门计算机基础教程。

书中第二章讲述数字电路基础时,考虑到经济类各专业的需要,不作定量分析计算,也不讲设计方法,只在定性分析的基础上,要求学生重点掌握计算机中逻辑单元部件的逻辑关系、逻辑功能,旨在为后续内容的学习打下基础,所以学习本书,可以从零开始,不需任何先导课程,这是本书有别于其他同类书的主要特点。

全书对计算机组成原理部分的讲述,以当代主流微型机为背景,既考虑到当前微机发展现状,又注意到计算机原理的完整性和系统性,使学生着重理解基本原理、基本概念,并通过一些简单电路实例,使学生进一步加深理解。几年的教学实践证明,经济类专业的学生完全可以较好地掌握书中内容,并且为他们进一步学习其他计算机课程打下良好基础。

编者最大的心愿是希望在更大的范围内进一步普及计算机原理知识。由于本书内容涉及到计算机硬件系统,内容多,知识面广,难免有遗漏和不妥之处,欢迎读者批评指正。

编者

1994. 6.

目 录

第一章 计算机系统概论	(1)
1.1 计算机硬件	(1)
1.2 计算机软件	(2)
1.3 硬件和软件的关系	(4)
习题	(4)
第二章 计算机的逻辑单元部件	(5)
2.1 门电路及其表示方法	(5)
2.1.1 半导体二极管的开关特性	(5)
2.1.2 半导体三极管的三种工作状态	(8)
2.1.3 与门、或门、非门	(10)
2.1.4 与非门、或非门、与或非门、异或门	(14)
2.2 逻辑代数	(20)
2.2.1 逻辑代数的基本公式和若干规则	(20)
2.2.2 逻辑代数的化简方法	(23)
2.3 组合逻辑电路部件	(27)
2.3.1 编码器	(27)
2.3.2 译码器	(32)
2.3.3 全加器	(38)
2.4 时序逻辑电路部件	(43)
2.4.1 触发器	(43)
2.4.2 寄存器	(53)
2.4.3 计数器	(58)
2.5 半导体存储器	(62)
2.5.1 只读存储器	(62)
2.5.2 随机读/写存储器	(66)
习题	(72)
第三章 计算机中数据的表示、转换和运算	(79)
3.1 数制和数值的表示方法	(79)

3.1.1	十进制数	(79)
3.1.2	二进制数的表示	(80)
3.1.3	八进制数的表示	(80)
3.1.4	十六进制数的表示	(80)
3.2	不同进位制数之间的转换	(82)
3.2.1	二进制数转换成十进制数	(82)
3.2.2	十进制数转换成二进制数	(82)
3.2.3	任意进位制数与十进制数之间的转换	(84)
3.2.4	八进制数与二进制数之间的转换	(84)
3.2.5	十六进制数与二进制数之间的转换	(86)
3.3	计算机中数据的运算	(86)
3.3.1	加法运算	(86)
3.3.2	减法运算	(87)
3.3.3	乘法运算	(88)
3.3.4	除法运算	(91)
3.3.5	带符号数的表示方法及运算	(92)
3.3.6	逻辑运算	(100)
3.3.7	定点和浮点数的表示方法及运算	(100)
	习题	(102)

第四章	运算器部件	(104)
4.1	计算机主机的组成和基本工作原理	(104)
4.1.1	计算机硬件系统概述	(104)
4.1.2	指令、程序和指令系统	(105)
4.1.3	计算机模型	(107)
4.1.4	简单程序执行举例	(111)
4.2	定点运算器	(117)
4.3	浮点运算器	(118)
	习题	(121)

第五章	计算机的指令系统	(122)
5.1	指令的格式	(122)
5.2	寻址方式	(123)
5.3	程序的分支	(125)
	习题	(130)

第六章	控制器	(132)
6.1	操作码译码器	(132)

6.2	节拍发生器	(132)
6.3	脉冲源和启停线路	(133)
6.4	控制器构成	(136)
6.5	组合逻辑控制与微程序控制	(138)
	习题	(140)
第七章	存储器系统	(141)
7.1	主存储器	(142)
7.2	高速缓冲存储器	(144)
7.2.1	概念	(144)
7.2.2	高速缓存的构成方式	(144)
7.2.3	82385 介绍	(146)
7.3	虚拟存储器	(147)
	习题	(149)
第八章	辅助存储器	(150)
8.1	数字磁记录原理	(150)
8.2	软盘机	(152)
8.3	硬盘机	(159)
	习题	(163)
第九章	输入输出设备	(166)
9.1	键盘	(166)
9.2	打印机	(170)
9.3	显示器	(178)
	习题	(182)
第十章	输入/输出设备的接口控制	(183)
10.1	输入/输出设备的寻址方式	(183)
10.2	CPU 与外部设备的数据传送方式	(184)
10.3	中断系统	(191)
10.3.1	中断的概念	(191)
10.3.2	最简单的中断情况	(193)
10.4	DMA 操作	(199)
10.4.1	DMA 操作的概念	(199)
10.4.2	DMA 控制器	(200)
10.4.3	DMA 应答控制逻辑	(201)
	习题	(202)

第十一章	微型机常见部件故障的诊断	(203)
11.1	故障的成因与预防	(203)
11.2	部件故障的诊断方法	(205)
11.3	故障举例	(211)
	习题	(212)

第一章 计算机系统概论

一台完整的计算机系统应该包括计算机硬件和软件两大部分，本章简要地介绍一下计算机硬件、软件及其相互关系。

1.1 计算机硬件

计算机硬件通常是指那些看得见、摸得着的实体部件，这些部件大多是由电子元器件组成的电路部件和机械部件等物理装置构成的硬设备，常常被简称为“硬件”(hardware)。

1946年，美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John Von Neuman)提出的计算机新设计方案中，明确了计算机硬件系统至少应由五个基本部分组成：运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。冯·诺依曼思想被誉为计算机发展史上的里程碑，标志着电子计算机时代的真正开始。40多年来，计算机科学技术以其他任何学科无法比拟的高速度发展着，计算机系列产品多得令人眼花缭乱，比较大的发展已经历了四代。如第一代电子管计算机、第二代半导体晶体管计算机、第三代集成电路计算机、第四代大规模集成电路计算机，但是迄今为止各类计算机的结构，仍未发生根本的改变，仍都属于冯·诺依曼型计算机。计算机硬件系统五个组成部分之间的联系如图1.1所示。由图1.1可见，计算机各部件之间的联系是通过两

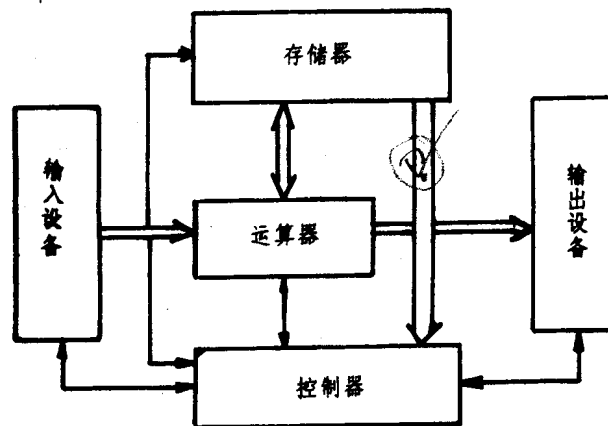


图 1.1 计算机硬件结构图

股信息流实现的，双线代表数据流，单线代表控制命令。数据由输入设备送入运算器，再存

放在存储器中，在运算处理过程中，数据可以从存储器读入运算器进行各种运算，运算器产生的中间结果又可存入存储器或由运算器经输出设备输出。人们编写的程序也以数据形式经过输入设备存放于存储器中，计算机工作时，逐条从程序中取出指令送入控制器，通过控制器产生各种控制命令，控制整个计算机硬件系统并协调各部件的工作。

通常计算机硬件又可分为主机和外部设备两大部分，如图 1.2 所示。

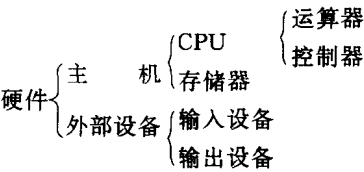


图 1.2 硬件系统

图 1.2 中，CPU（Central Processing Unit）称作中央处理器，它包含运算器和控制器两部分，当代微型计算机通常把这两部分集成在一个大规模集成电路芯片内，如 Intel 公司的 8088、80286、80386、80486 等；Motorola 公司的 68010、68020 等。

运算器的功能主要是进行算术和逻辑运算；存储器由内存单元组成，用于存放程序、数据和运算的中间结果；控制器将根据程序中不同的指令发出各种控制信号，使整个硬件系统按规定运行；输入设备用于输入原始数据和程序；输出设备用于输出运算结果和各种信息。输入输出设备合称为外部设备，常简称为“外设”（peripheral equipment）。

1.2 计算机软件

计算机软件是指人们编写的各种各样程序的总称，软件通常分为系统软件和应用软件两大类，如图 1.3 所示。

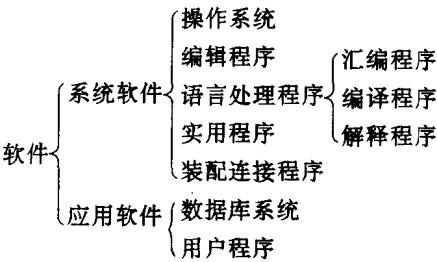


图 1.3 计算机软件系统

在计算机发展的初期，人们是用机器指令来编写程序的，被称之为机器语言（二进制代码），这是计算机语言的第一个层次。机器语言不便于理解和记忆，编写程序时易出错，人们改用助记符代替机器语言，这就产生了汇编语言，它是计算机语言的第二个层次。但是计算机硬件只能识别机器语言，所以用汇编语言编写的源程序必须经过“翻译”，变成机器语言，计算机才能执行。这种“翻译”工作，早期是程序员手工完成的，逐渐地人们编写出一个程

序来让机器完成这种翻译工作，具有这种功能的程序就称为汇编程序 (assembler)。然而用汇编语言编程仍是一种十分繁琐、困难的工作，又因为不同机器的汇编语言不一样，用汇编语言编写的程序在不同机器上不通用，使用起来仍感到很不方便，为了让计算机用户更容易编程，用户使用的语句与实际问题更接近，不必了解具体计算机就可以编程，编写的程序通用性好，这就产生了高级语言 (high level language)，这是计算机语言系统的第三个层次。高级语言通用性强，使用方便，受到计算机用户的欢迎。用高级语言编写的程序仍然需要翻译成机器语言，所以也有专门的程序从事这种翻译工作，如 BASIC，属于解释程序；FORTRAN、PASCAL、COBOL、C 等属于编译程序。用户源程序的编写、修改或删除通常要用编辑程序软件，如：WS、WPS、EDLIN 等；为核查机器故障编写的测试诊断程序，如当前使用最多的 QAPLUS；以及调试程序如 DEBUG 等，这些均属于实用程序。随着计算机技术的发展，计算机管理也由手工操作过渡到自动方式，于是出现了控制计算机整个资源（如 CPU、存储器、外设等硬件资源和各种软件资源）让其充分发挥最大效能的操作系统 (Operating System)。关于操作系统的严格定义，至今众说纷纭，但可以从以下几点去理解：它是一个指挥和管理整个计算机系统的大程序；它负责计算机软硬件资源的调度分配和收回；它依照设计者制定的各种调度和管理策略组织整个计算机系统使其高性能地运转；它又是计算机和用户之间的一个接口，用户通常是通过操作系统来使用计算机的。不同型号的计算机，计算机厂家都配有各自的操作系统，如 PC 及其兼容机配有 DOS (Disk Operating System) 操作系统；SUN 超微型机用的 UNIX 等。

用户利用计算机及其提供的各种系统软件，编写解决用户各种实际问题的程序，称为用户程序，用户程序也可以逐步标准化、模块化，形成解决各种典型问题的应用程序组合，称为软件包 (package)。

随着计算机硬件和软件的不断发展，计算机在信息处理、情报检索以及各种管理系统中越来越普及，需要大量地处理某些数据，检索和建立各种表格，这些数据和表格按某些规律组织起来，使得查找更方便、更迅速，于是就建立了数据库。数据库是一个单位或组织按某种特定方式存储于计算机内的业务数据的集合，这个数据集合能提供该组织内的所有应用系统共享使用。目前数据库可以分成三种类型：关系型数据库，它是以数学理论为基础构造的数据模型，如广泛流行的 dBASE、ORACLE 等；网状型数据库，它的任何两个数据集合之间可以有任意的基本联系；分层式数据库，它采用树型结构，很像一棵倒置的树，如图 1.4 所示。

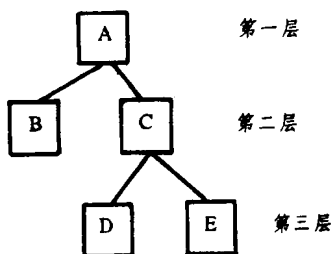


图 1.4 分层式数据库结构

为了便于用户根据自己的需要建立、查询、显示、修改数据库的内容，并打印输出各种表格，发展、扩充了数据库管理系统（Data Base Management System）。

1.3 硬件和软件的关系

只有计算机硬件，计算机是不能工作的，要使计算机完成任何一项任务，都要通过硬件执行程序实现，而程序是由人编写的，所以从根本上讲，计算机系统是受人指挥的。

硬件和软件具有相辅相成的关系，两者密切交织在一起，有时令人难以分清。例如，60年代初计算机发展的中断系统功能，其中中断的建立、中断屏蔽和响应是通过硬件完成的，而对中断的分析、排队和处理又是由软件实现的。由此可见，计算机某一功能由软件硬件共同“分担”的情况，表明了它们之间相辅相成的密切关系。

硬件和软件的界面是浮动的，计算机系统里许多功能，既可以用硬件完成，也可以用软件实现，二者间不存在固定不变的“界线”。例如计算机浮点运算的功能，早期由于电子器件昂贵，浮点运算由程序实现，后来由于硬件价格的下降，采用浮点处理器来实现，这一变化即所谓的“软件硬化”。近几年来，由于电子器件速度指标不断提高，为了简化计算机硬件结构，又将已经“硬化”了的浮点运算再度“软化”，仍可满足要求。可见硬件与软件的界面是浮动的，不是一成不变的。

硬件和软件的发展是相互推动的。例如由于计算机磁盘技术水平的提高，主要表现在存取速度加快和容量增大，这为存储器管理的自动覆盖打下基础，产生了软件的虚拟存储器管理技术，硬件推动了软件的发展。反过来，由于高级语言的发展，带来了面向语言计算机的研究，人工智能软件的发展，带来了语言识别、图像显示等外设的研制，软件又推动了硬件的发展。

习 题

- 1.1 何谓计算机硬件？它包括哪几个主要部分？简述各部分的主要功能及其相互联系。
- 1.2 何谓计算机软件？软件大体分类情况如何？简述各类软件的主要特点和用途。
- 1.3 简述计算机系统中硬件与软件的主要关系。

第二章 计算机的逻辑单元部件

电子计算机大量采用了以数字电路为基础的逻辑单元部件，主要包括门电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路及半导体存储器等，本章介绍它们的逻辑功能、工作原理及分析方法。

2.1 门电路及其表示方法

2.1.1 半导体二极管的开关特性

二极管的主要特点是具有单方向导电性能。当二极管阳极接电源的正极，阴极接电源的负极时，二极管导通，此时二极管相当于一个闭合开关。当阳极和阴极之间电压为负时，二极管截止，相当于一个断开的开关。它们的等效电路如图 2.1 所示。

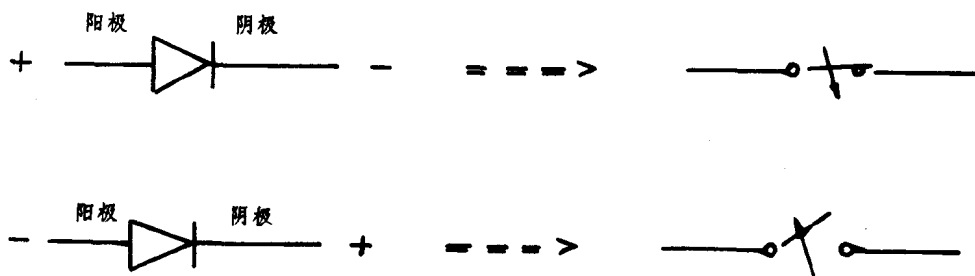


图 2.1 二极管单向导电性能

二极管为什么具有单向导电的特性呢？这是由于半导体特性决定的。我们知道，由单一的原子（例如硅或锗）构成的半导体材料称为本征半导体。纯净的硅和锗都是四价元素，每一个原子外层的四个价电子都与相邻的原子形成共价键结构，如图 2.2 所示。处于共价键上的某些电子在受到外界能量后，可以脱离共价键的束缚成为自由电子，自由电子离开共价键就会留下一个空位，称为空穴。失去电子的原子显正电，称为正离子，自由电子带负电，空穴可以吸引电子带正电，电子、空穴所带电量相等，符号相反，它们都是载运电荷的粒子，称为载流子。

向四价的本征半导体注入三价的原子（例如铝或硼），就构成 P 型半导体。比如在本征半导体硅原子中注入铝原子，注入的铝原子将取代某些硅原子的位置，如图 2.3 所示。每注入一个铝原子，就会出现一个空穴，可见 P 型半导体中，多数载流子是空穴。

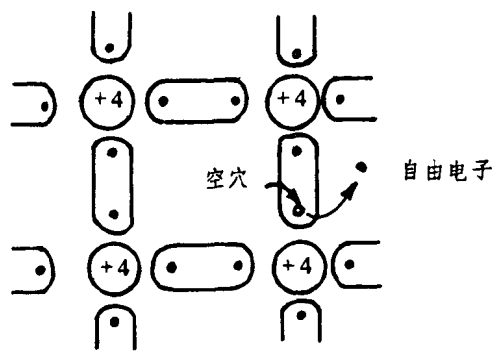


图 2.2 本征半导体

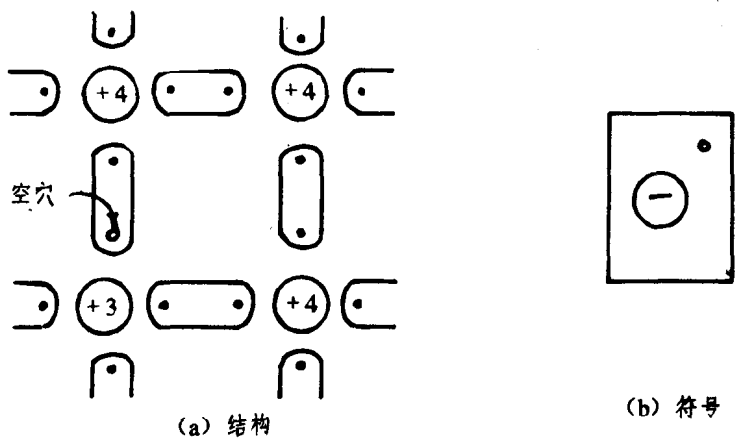


图 2.3 P型半导体

若向四价的本征半导体注入五价原子（例如砷或磷），就构成N型半导体。例如在纯净的硅原子中注入砷原子，注入的砷原子在硅单晶内取代某些硅原子位置，并与其他硅原子组成共价键，如图 2.4 所示。每注入一个砷原子就会多出一个电子，而砷原子失去一个电子就成为一个正离子。多数载流子是电子的掺杂半导体称为N型半导体。

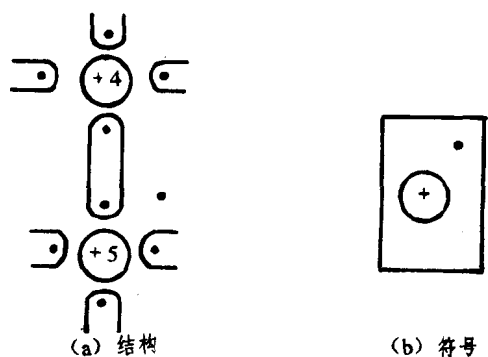


图 2.4 N型半导体

为一个正离子。多数载流子是电子的掺杂半导体称为N型半导体。

在构成二极管时，用特殊的工艺把一块 P 型半导体和一块 N 型半导体结合在一起，这时由于两边多数载流子浓度不同，将引起扩散运动，P 型半导体中的多数载流子空穴要向 N 型区中扩散，留下多余的负离子；N 型半导体中的多数载流子电子也要向 P 型区扩散，留下多余的正离子。扩散的结果将在结合处形成一个内电场，其方向与扩散运动相反，我们称它为 PN 结。当这个内电场足够大时，将阻止扩散运动的进行，所以也叫阻挡层，如图 2.5 所示，

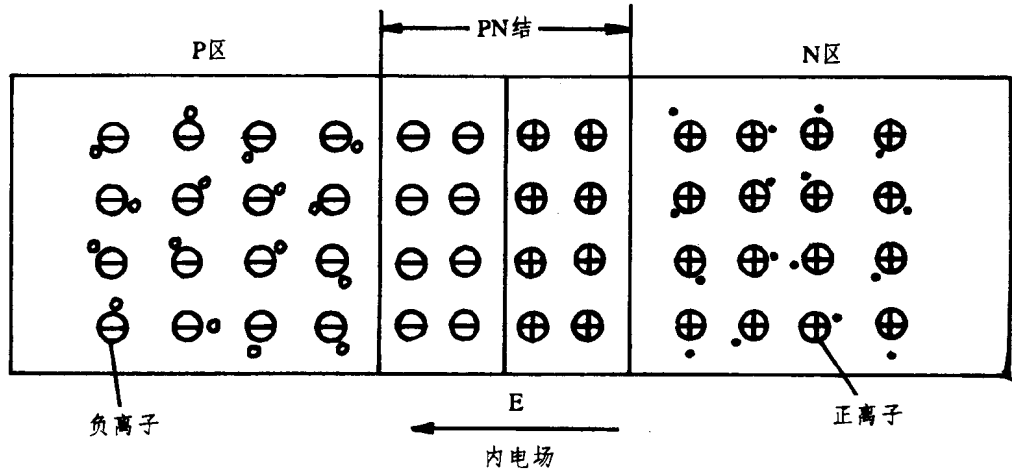


图 2.5 二极管的形成

这样就构成了一支二极管。当二极管加正向电压时，由于外加电场的方向与 PN 结内电场的方向相反，所以必然削弱了内电场的作用力，使 PN 结变窄，有利于扩散运动的进行。扩散运动是多数载流子的运动，所以表现出电流很大，二极管近似于开关闭合的短路状态，如图 2.6。当二极管加反向电压时，由于外加电场的方向与内电场方向相同，必然加强了内电场的作用力，使 PN 结变厚，不利于扩散运动的进行，而有利于漂移运动，漂移运动是少数载流子在运动，电流很小，所以近似于开路状态，如图 2.7 所示。

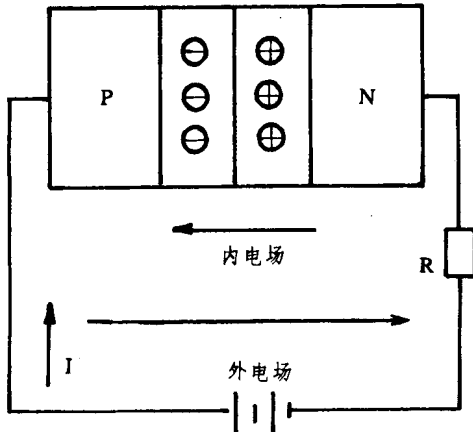


图 2.6 二极管加正向电压

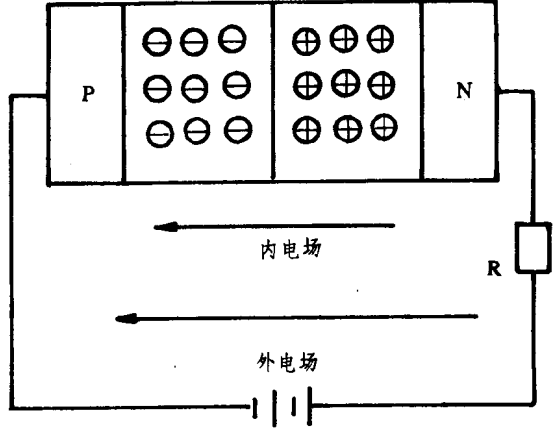


图 2.7 二极管加反向电压

作为二极管等效电路应用举例与练习：如图 2.8 所示。图 2.8 (a) 为二极管正向连接，近似等效为短路状态；图 2.8 (b) 为反向连接，近似等效为开路状态。图 2.8 (c) 请读者自己

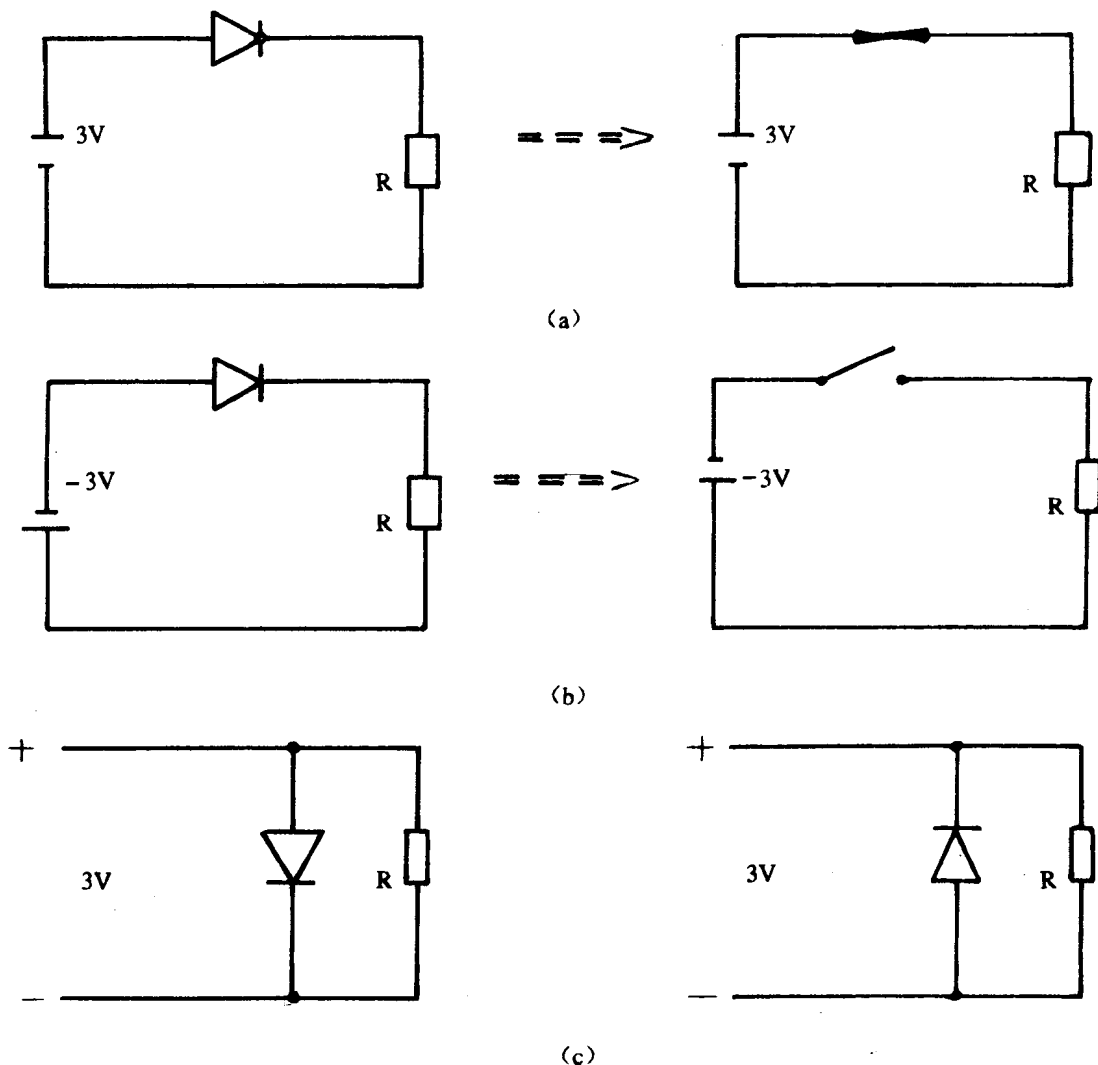


图 2.8 二极管等效电路举例与练习

标出电阻两端的电压值。

2.1.2 半导体三极管的三种工作状态

三极管的三种工作状态是：截止状态、放大状态和饱和状态。在数字电路中三极管不是工作在饱和状态就是工作在截止状态。所以这里重点讨论饱和与截止状态。

所谓饱和状态，如图 2.9 (图中 V_i 表示输入信号， V_o 表示输出信号，e 表示三极管的发射极，b 表示基极，c 表示集电极， R_c 为集电极电阻， R_b 为基极电阻) 所示，是当 $V_i = 3V$ 时，