



高等学校计算机系列教材

✓ 微型计算机的基础知识

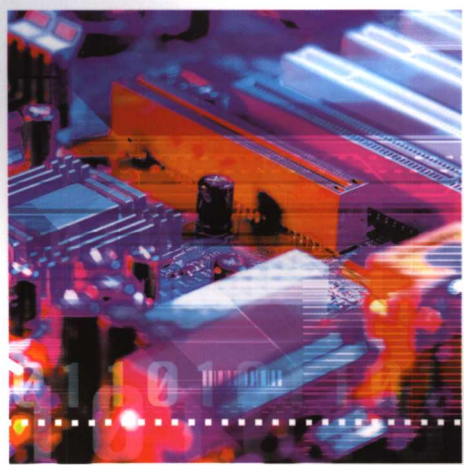
✓ 8086/8088微处理器

✓ 汇编语言程序设计

✓ 内存储器与存储体系

✓ 接口技术

✓ 80X86系列的最新技术



微机原理与 接口技术 [第二版]

□ 倪继烈 刘新民 编著



高等教育出版社
电子科技大学出版社

高等学校计算机系列教材

微机原理与接口技术

(第二版)

丛书主编：刘甫迎

丛书副主编：朱晋蜀 党晋蓉 杨明广 廖亚平

丛书编委：邓礼清 王道学 姜文国 倪继烈 刘枝盛 许鸿川

蒋正萍 宋国明 刘新民 刘虹 张虎 陈琳

岳德坤 李琦 刘光全 刘尧

编 著：倪继烈 刘新民



高等教育出版社

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理与接口技术/倪继烈, 刘新民编著. —2版. 北京: 高等教育出版社; 成都: 电子科技大学出版社, 2004.1

ISBN 7-81065-326-1

I.微... II.①倪...②刘... III.①微型计算机-理论②微型计算机-接口 IV.TP36

中国版本图书馆CIP数据核字 (2003) 第123877号

内 容 简 介

本书以当前国内外广泛使用的Intel 80X86系列微处理器为背景, 全面、系统地讨论了微型计算机的基本概念、工作原理和实用接口技术。

全书共分九章, 主要介绍微机系统的基础知识; 8086/8088的内部结构; 外部引脚、基本配置和总线时序; 指令系统与汇编语言程序设计的方法; 内存存储器与存储体系; 输入/输出与中断技术; 常用接口设计技术; 总线技术; Pentium微处理器的最新技术发展。

本书融入了作者二十几年《微机原理与接口技术》课程教学及实践经验, 内容新颖、简明扼要、重点突出、深入浅出、图文并茂, 便于教学与自学。它既可以作为大专院校各专业《微机原理与接口技术》课程的通用教材和成人高等教育的培训教材、自学读本, 也可供广大科技工作者参考。

高等学校计算机系列教材 微机原理与接口技术 (第二版)

倪继烈 刘新民 编著

出 版: 高等教育出版社 电子科技大学出版社 (成都建设北路二段四号)

责任编辑: 朱 丹

责任校对: 万晓桐

发 行: 电子科技大学出版社

印 刷: 四川嘉华印业有限公司

开 本: 787mmX1092mm 1/16 印张: 26.75 字数: 649 千字

版 次: 2004 年 1 月第二版

印 次: 2006 年 2 月第三次印刷

书 号: ISBN7-81065-326-1/TP·205

印 数: 8001-12000 册

定 价: 29.80 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

- ◆ 邮购本书请与本社发行科联系。电话: (028) 83201495 邮编: 610054
- ◆ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

序

21 世纪是知识经济和信息的时代,信息技术的发展水平、运用水平和教育水平已经成为衡量社会进步的重要标志。面对挑战与机遇并存的发展形势,世界范围内的多层次、多侧面的计算机教育热潮正在蓬勃掀起。

要使计算机教育和学习水平跃上一个新台阶,首先要提高对计算机教学重要地位和计算机应用基本目标的认识。显然,计算机的广泛普及与应用,使人们传统的工作、学习、生活乃至思维方式都发生了巨大变化。不会利用计算机进行读写,不会利用计算机进行思维、工作和学习,将成为 21 世纪的“文盲”。另一方面,计算机技术与其他学科领域交叉融合,促进了学科发展与专业更新,引发了新兴交叉学科与技术不断涌现。人们若不能很好地使用计算机,将无法掌握最先进、最有效的研究与开发手段,直接影响到其所从事专业的发展。计算机基础如同数学和外语等一样,已经成为面向 21 世纪人才培养方案中必不可少的、最重要的基础之一,必须花大力气搞好计算机教学。

高等学校计算机教学分为非计算机专业的计算机基础教学与计算机专业教学。前者的目标是:使学生掌握计算机软、硬件技术的基本知识,培养学生在本专业与相关领域中的计算机应用开发能力,培养学生利用计算机分析问题、解决问题的意识,提高学生的计算机文化素质。后者的目标应是:使学生有较扎实、系统的计算机软、硬件技术知识,具有安装、调试并维护前、后端数据库管理系统(DBMS)和客户/服务器模式的计算机网络的能力,能开发研制基于上述网络模式的管理信息系统(MIS)和其他应用软件(如图形、多媒体软件等);能进行 Internet 网上的开发和应用;能进行计算机一般故障的维修等。非计算机专业教学与计算机专业教学两者不能截然分开,往往后者又是前者深入、拓展后学习者要求的必然。人们希望有一套计算机教学丛书能满足此需求。

基于上述需求的呼唤和为了全面提高学生的计算机业务素质,我们编写了这套“高等学校计算机系列教材”。

本系列教材的特点是:

1. 这些书的作者均是长期从事计算机教学和科研的教师,不少作者以前都有大量计算机方面的著作出版。例如,本系列教材中《Visual FoxPro 实用教程》一书的作者,十多年前回国后最早将“狐狸”软件介绍到祖国大陆,这一本书已是他的第九本 Fox 方面的著作了。《数据结构》一书的作者是全国高校大专计算机专业教学指导委员会的委员,这一本书已是他的第六本著作。本系列教材中《计算机应用基础》一书的作者是四川省普通高等学校非计算机专业等级考试委员会委员,本身就是四川省计算机等级考试大纲的起草者之一,并多次参加计算机等级考试的命题工作,他以前参加编写的有关计算机等级考试的书已获四川省优秀教材奖。坚实的作者基础是这套书质量的最根本的保证。

2. 本系列教材是面向 21 世纪的计算机教学的教材,其内容既体现了最新计算机科学发展先进性(例如,《Visual FoxPro 实用教程》就是以该软件的最新版本 Visual FoxPro 8.0 为背景写的),又注意了其内容的基础性。

3. 本系列教材可以根据不同读者的需求进行课程体系的组合。计算机专业的读者可以按如下顺序学习:

《微积分与工程数学》,《计算机应用基础》,《计算机电路基础》,《C++语言程序设计》,《数据结构》,《Visual BASIC 教程》,《Visual FoxPro 实用教程》,《微机原理与接口技术》,《操作系统》,《计算机网络技术》,《微型计算机故障诊断与维护》,《Windows NT 教程》,《Internet (因特网) 及其应用》,《Photoshop 与三维动画》。这里已将“面向对象的程序设计”、“多媒体技术”、“Windows 编程”、“软件工程”、“操作系统”、“计算机网络技术”以及“Web 页面制作”等内容融合到这套书的相应课程中了。本系列教材注意了以“必须和够用”为度,既注意了前后教材之间的衔接,又避免了内容的重复(例如,OLE 的内容在 VB 中是很重要的,但由于在《Visual FoxPro 实用教程》中对 Windows 平台的 OLE 已进行了详细讲解,故在 VB 中便不再赘述它了)。

非计算机专业的读者可以将本系列教材的《计算机应用基础》、《Visual BASIC 教程》和《Visual FoxPro 实用教程》等作为国家教委提出的计算机基础教育“三个层次”(即第一层次为计算机文化基础,第二层次为包括计算机语言、结构化程序设计和面向对象程序设计的计算机技术基础,第三层次为包括计算机信息管理基础与多媒体应用基础等的计算机应用基础)的主干课程,其他教材可选学,各书中带*号的内容可以不学。

4. 本系列教材强调了实用性和实践性。各书都有教学大纲和实验指导书,便于教师的教学和读者的上机实践。

编写一套系列教材,是一个巨大的系统工程。这套书的作者们、电子科技大学出版社的领导们和编辑们,都为她的诞生付出了辛勤的劳动。她的成长,更离不开大家的扶持。

希望广大读者多提批评意见,以利这套系列教材今后的改进。

希望读者们能喜欢这套书。

编委会

2004 年 1 月

再 版 前 言

本教材是作者在二十几年《微机原理与接口技术》课程教学及实践经验的基础上，几经修改而成。编写时力求循序渐进，突出对基本概念、基本思路和基本方法的描述，由浅入深地讲述Intel 80X86系列微处理器的内部结构、工作原理、外部引脚、汇编语言程序设计、中断系统、I/O接口技术及总线技术等内容。

在本次再版中除保留了上一版的主要内容以外，根据需要对各章节进行了适当的补充、修改、调整和完善。其中，增加了第八章总线技术，并补充了一些实例及程序注释，同时全面改写了第五章内存储器与存储体系以及第九章Pentium的最新技术发展。

本教材第一章介绍计算机的基础知识、计算机中的数制与编码、计算机的工作过程；第二章介绍8086微处理器的内部结构、8086寄存器结构、8086系统结构和时序；第三章介绍8086指令系统、指令格式、寻址方式、指令功能；第四章介绍汇编语言程序设计、语句结构、伪指令、汇编语言程序设计实例；第五章介绍存储器的分类与体系结构，RAM与ROM存储器的内部结构、工作原理，存储器与微处理器的连接，高速缓冲存储器Cache与虚拟存储器；第六章介绍输入/输出和中断技术、输入/输出传送方式、中断的基本概念、8259中断控制器；第七章介绍接口技术、8255A可编程并行接口芯片、8253A定时器/计数器芯片、8251A串行接口芯片、8237A可编程DMA控制器、键盘与显示器接口、A/D与D/A转换器芯片；第八章介绍总线技术；第九章介绍Pentium的最新技术发展，包括计算机并行处理技术、80X86微处理器内部结构、80X86中断系统、工作方式与任务切换；附录介绍《微机原理与接口技术》课程的教学大纲及实验指导书等内容。

本书由倪继烈、刘新民编著，其中，第一、二、三、四、五、九章及附录由倪继烈编写，第六、七、八章及9.2.4小节由刘新民编写，全书由倪继烈统稿并主编。

由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

作 者

2003 年 11 月

目 录

第一章 微型计算机的基础知识.....	1
1.1 微型计算机发展过程简介.....	1
1.2 计算机中数的表示方法.....	2
1.2.1 数制.....	2
1.2.2 计算机中的编码.....	5
1.2.3 计算机中有符号数的表示方法.....	8
1.3 微型计算机系统组成及工作过程.....	19
1.3.1 微处理器的组成.....	19
1.3.2 微型计算机的组成.....	22
1.3.3 微型计算机的工作过程.....	24
习题.....	29
第二章 8086/8088 微处理器及其系统.....	31
2.1 8086/8088 微处理器.....	31
2.1.1 8086/8088 微处理器的内部结构.....	31
2.1.2 8086 CPU 内部寄存器.....	34
2.1.3 8086 CPU 的外部引脚信号及功能.....	42
2.2 8086 系统总线结构.....	45
2.2.1 8086 的总线周期.....	45
2.2.2 8086 最小方式时引脚功能和总线结构.....	46
2.2.3 8086 最大方式时引脚功能和总线结构.....	51
2.3 8086 总线操作时序.....	54
2.3.1 8086 CPU 最小方式时总线时序.....	54
2.3.2 8086 CPU 最大方式时总线时序.....	57
习题.....	60
第三章 指令系统.....	62
3.1 指令与指令格式.....	62
3.1.1 指令.....	62
3.1.2 机器指令格式.....	62

3.2	8086/8088 寻址方式与指令格式	63
3.2.1	寻址方式	63
3.2.2	8086/8088 指令格式	69
3.3	8086/8088 指令系统	73
3.3.1	数据传送指令	74
3.3.2	算术运算类指令	81
3.3.3	逻辑运算与移位指令	88
3.3.4	字符串处理类指令	93
3.3.5	程序控制指令	98
3.3.6	CPU 控制指令	107
	习题	109
第四章	汇编语言程序设计	112
4.1	程序设计语言概述	112
4.2	8086/8088 汇编语言	113
4.2.1	汇编语言的数据与表达式	113
4.2.2	汇编语言的伪指令	119
4.2.3	汇编语言的语句结构	127
4.3	汇编语言程序设计实例	129
4.3.1	程序设计的基本步骤	129
4.3.2	顺序程序设计	130
4.3.3	分支程序设计	133
4.3.4	循环结构程序	139
4.3.5	子程序设计	145
4.3.6	其他类程序	150
	习题	157
第五章	内存储器与存储体系	159
5.1	存储器概述	159
5.1.1	存储器体系结构	159
5.1.2	半导体存储器的分类	160
5.1.3	半导体存储器的性能指标	161
5.2	读写存储器 RAM 与只读存储器 ROM	162
5.2.1	静态 RAM (SRAM)	162
5.2.2	动态 RAM (DRAM)	164
5.2.3	只读存储器 ROM	166
5.3	存储器与微处理器的连接	168
5.3.1	存储器地址分配及译码	168
5.3.2	存储器芯片与 CPU 的连接	169

5.4 并行存储器.....	171
5.4.1 双端口存储器	172
5.4.2 多模块交叉存储器.....	172
5.4.3 80X86 的存储器组织.....	173
5.5 高速缓冲存储器 Cache	175
5.5.1 Cache 工作原理	175
5.5.2 主存与 Cache 的地址映射.....	177
5.5.3 替换算法.....	179
5.5.4 Pentium PC 机的 Cache.....	180
5.6 虚拟存储器.....	181
5.6.1 虚拟存储器的基本概念.....	181
5.6.2 页式虚拟存储器	182
5.6.3 段式虚拟存储器	183
5.6.4 段页式虚拟存储器.....	184
习题.....	185
第六章 输入/输出和中断.....	186
6.1 概述	186
6.1.1 端口	187
6.1.2 CPU 与 I/O 设备之间的接口信息.....	187
6.1.3 I/O 端口地址分配.....	189
6.2 输入/输出传送方式	191
6.2.1 无条件传送方式(同步传送方式).....	191
6.2.2 查询传送方式(条件传送方式).....	192
6.2.3 中断传送方式	194
6.2.4 直接存储器存取 (DMA) 传送方式	195
6.3 中断的基本概念.....	196
6.3.1 中断	196
6.3.2 中断处理过程	197
6.4 PC 系列机的中断结构	199
6.4.1 内部中断.....	200
6.4.2 外部中断.....	201
6.4.3 中断矢量和中断矢量表.....	202
6.5 8259A 可编程中断控制器	203
6.5.1 8259A 可编程中断控制器的特点	203
6.5.2 8259A 的框图和引脚.....	204
6.5.3 中断触发方式和中断响应过程	207
6.5.4 8259A 的编程控制	207
6.5.5 8259A 的工作方式	216

6.5.6 8259A 在微机系统中的应用	220
习题	222
第七章 接口技术	225
7.1 接口技术的基本概念	225
7.1.1 接口的作用	226
7.1.2 分析与设计接口电路的基本方法	228
7.2 可编程并行接口	230
7.2.1 可编程并行接口芯片 8255A	231
7.2.2 8255A 的工作方式	234
7.2.3 8255A 应用举例	240
7.3 定时与计数技术	243
7.3.1 可编程定时器/计数器 8253	243
7.3.2 定时器/计数器 8253 的应用举例	252
7.4 串行通信	254
7.4.1 串行通信的基本概念	254
7.4.2 串行通信协议	259
7.4.3 串行接口标准简述	264
7.4.4 串行通信接口的设计	266
7.4.5 可编程串行接口芯片 8251A	267
7.4.6 应用举例	275
7.5 可编程 DMA 控制器	277
7.5.1 DMA 传送过程及工作状态	277
7.5.2 可编程 DMA 控制器 8237A-5	279
7.5.3 PC 机的 DMA 电路简介	290
7.6 键盘与显示器接口	294
7.6.1 键盘及其接口	294
7.6.2 LED(发光二极管) 显示器及其接口	299
7.6.3 CRT 显示器及其接口	305
7.7 A/D 与 D/A 转换器及接口	310
7.7.1 D/A 转换器及接口	310
7.7.2 A/D 转换器	314
7.7.3 微机系统的 A/D、D/A 通道	321
习题	323
第八章 总线技术	326
8.1 概述	326
8.2 微机系统常用总线标准介绍	327
8.2.1 系统总线	328

8.2.2 PCI 局部总线	333
8.2.3 通信总线	337
习题	339
第九章 Pentium 的最新技术发展	340
9.1 计算机的并行处理技术	340
9.1.1 并行处理技术概述	340
9.1.2 流水微处理器	341
9.2 80X86 微处理器	345
9.2.1 80X86 的发展过程	345
9.2.2 80X86 的内部结构	346
9.2.3 80X86 的寄存器结构	349
9.2.4 80X86 的中断和异常	354
9.3 80X86 的工作模式	359
9.3.1 80X86 的实地址模式	359
9.3.2 80X86 的保护虚地址模式	360
9.3.3 80X86 的虚拟 8086 模式与系统管理模式	367
9.4 80X86 的特权级与保护功能	368
9.4.1 特权级与保护原则	368
9.4.2 80X86 的保护功能	370
9.5 程序转移与任务的切换	370
9.5.1 任务内的控制转移	371
9.5.2 任务间的控制转移	374
习题	377
附录一 《微机原理与接口技术》教学大纲	377
一、课程的性质、任务及基本要求	377
二、教学内容(略)	378
三、实践教学环节(见附录二)	378
四、学时分配	378
五、说明	378
附录二 实验指导书	379
实验一 系统认识实验	379
一、实验目的	379
二、实验设备	379
三、实验内容及步骤	379
实验二 程序设计及调试	383
一、实验目的	383

二、实验设备.....	383
三、实验内容及步骤.....	383
实验三 显示程序.....	385
一、实验目的.....	385
二、实验设备.....	385
三、实验内容及步骤.....	385
四、思考题.....	386
实验四 8259 中断控制器应用实验.....	387
一、实验目的.....	387
二、实验设备.....	387
三、实验内容及步骤.....	387
实验五 8255 并行接口应用实验.....	393
一、实验目的.....	393
二、实验设备.....	393
三、实验内容及步骤.....	393
实验六 8253 定时器/计数器应用实验.....	397
一、实验目的.....	397
二、实验设备.....	397
三、实验内容及步骤.....	397
实验七 双机通信实验.....	401
一、实验目的.....	401
二、实验设备.....	401
三、实验内容及步骤.....	401
实验八 键盘与显示器接口实验.....	405
一、实验目的.....	405
二、实验设备.....	406
三、实验内容.....	406
实验九 A/D 转换实验.....	409
一、实验目的.....	409
二、实验设备.....	409
三、实验内容及步骤.....	410
四、思考题.....	412
实验十 D/A 转换实验.....	412
一、实验目的.....	412
二、实验设备.....	413
三、实验内容及步骤.....	413
四、思考题.....	415
参考文献.....	416

第一章 微型计算机的基础知识

1.1 微型计算机发展过程简介

电子计算机是20世纪最新科技成就之一。自从1946年世界上第一台电子计算机问世以来,随着计算机逻辑元件的不断更新,它已经历了电子管、晶体管、集成电路以及大规模、超大规模集成电路VLSIC (Very-Large-Scale Integration) 计算机四代发展时期。

微型计算机MC (Micro-Computer) 是第四代计算机向微型化方向发展的一个非常重要的分支,它的发展是以微处理器MPU (Micro-Processing Unit) 的发展为标志的。

自从1971年美国Intel公司研制成功以Intel 4004微处理器为核心的4位数计算机以来,微型计算机技术获得了飞速发展。微处理器的集成度差不多每两年翻一番,且性能增长一个数量级。因此,完全可以名副其实地讲,微处理器及微型计算机的发展日新月异。纵观其发展历史,30多年来,已经推出了四代微处理器产品。

第一代: (1971年~1972年)

第一代微处理器是以Intel公司1971年~1972年推出的I4004和I8008作为典型代表,其集成度为2千只晶体管/片,时钟频率为2MHz。

第二代: (1973年~1977年)

第二代微处理器的代表产品是美国Intel公司的I8080/8085、Motorola公司的M6800和Zilog公司研制的Z80,其集成度为9千只晶体管/片,时钟频率为5MHz,它们是高性能的8位微处理器。

第三代: (1978年~1981年)

第三代微处理器的代表产品是美国Intel公司的I8086/8088、Zilog公司的Z8000和Motorola公司的M68000,它们是16位微处理器,又称为第一代超大规模集成电路的微处理器。其集成度为2.9万只晶体管/片,时钟频率为8MHz,它们采用HMOS高密度工艺,运算速度比8位机快2~5倍,赶上或超过了20世纪70年代小型机的水平。

第四代: (1981年以后)

20世纪80年代以后,微处理器进入第四代产品,向系列化方向发展,Intel公司相继推出

了性能更高、功能更强的80386和80486微处理器，它们与8086向上兼容，是32位微处理器，又称为超级微处理器。

进入20世纪90年代以来，Intel公司在开发新一代微处理器技术方面继续领先，1993年3月，Intel发布了微处理器产品Pentium(奔腾)，Pentium的最高工作频率可达66MHz，运行速度达112MIPS (Millions of Instructions Per Second)，利用亚微米级的CMOS技术，使集成度高达310万只晶体管/片。2000年11月21日，Intel在全球同步发布了其最新一代的微处理器——Pentium4。它是目前Intel公司技术最先进、功能最强大的CPU，其工作频率可达2.6GHz，集成度高达1000万只晶体管/片。

微型计算机的发展之所以如此迅速，这主要取决于其独具的特点：体积小、价格低廉、可靠性高、通用性强、功耗低以及研制周期短。

当前微处理器与微型计算机正朝着以下几个方向发展：

- (1) 发展高性能的64位微处理器；
- (2) 发展专用化的单片微型计算机；
- (3) 发展带有软件固化的微型计算机；
- (4) 发展多微处理机系统和局域网络；
- (5) 充实和发展外围接口电路。

1.2 计算机中数的表示方法

计算机是一种能够高速、自动、精确地对数字信息进行加工、处理、存储与传送的电子设备。因此，计算机设计中所要解决的首要问题是信息在计算机中如何表示。本节简要介绍数据信息的表示方法，指令（控制）信息的表示方法将在第三章指令系统中介绍。

1.2.1 数制

数制是人们利用符号来计数的科学方法，数制有很多种，但是在计算机的设计及使用中通常采用的计数方法是二进制、十进制、八进制和十六进制。

1. 数制的基与权

在一个记数制中表示每个数位上可用字符的个数称为该记数制的基数。例如，十进制记数制中有0~9十个字符，基数为10；二进制记数制中只有0和1两个字符，基数为2。一个数中的每一位都有一个表示该位在数中位置的值与之相对应，这个值称为权。

二进制 (Binary System): 使用的数字为0和1, 二进制数中各位的权为以2为底的幂, 如:

1	0	0	1	1	0	1	1
2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

各位的权分别为 $2^0, 2^1, \dots, 2^7$, 即1, 2, 4, $\dots$, 128, 有时也顺次称各位为0权位、1权位、2权位 $\dots$

十进制 (Decimal System): 使用的数字为0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 共10个数字, 十进制数中各位的权为以10为底的幂, 如:

3	8	7	4	9	0	2	3
10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0

各位的权为 $10^0, 10^1, \dots, 10^7$, 即1, 10, 100, $\dots$

以此类推, 八进制 (Octave System) 基数为8, 使用的数为0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 共8个数, 各位的权为以8为底的幂, 即 $8^0, 8^1, 8^2, 8^3, \dots$

十六进制 (Hexadecimal System) 的基数为16, 使用的数为0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F, 共16个数, 各位的权是以16为底的幂, 即 $16^0, 16^1, 16^2, 16^3, \dots$ 在十六进制中, A, B, C, D, E, F代表10进制数中的10, 11, 12, 13, 14, 15。

2. 二进制数的特点

尽管人们习惯用十进制数, 但计算机中却采用二进制数。将八进制数、十六进制数引入计算机, 主要是为了书写或显示方便, 这仅仅是一种手段而已。

二进制数与其他数制相比, 有以下特点:

(1) 数制简单、容易表示:

二进制数只有“0”和“1”两种数码, 任何具有两个不同稳定状态的元件, 都可以用来表示二进制数的每一位。而制造具有两个稳定状态的元件要比制造多稳定状态(如10个稳定状态)的元件容易得多, 如晶体管的导通和截止、电容的充电和放电、磁芯两个不同状态的磁化等。在计算机中通常采用电平的高、“低”或脉冲的“有”、“无”来分别表示“1”和“0”。这种简单的状态工作可靠, 抗干扰能力强。

(2) 运算规则简单:

二进制的运算规则非常简单, 所以在计算机中实现二进制运算的线路也大为简化。有关运算规则将在后面介绍。

(3) 节省设备:

若采用十进制数, 则有0~9十个数码, 表示一个数位共需10个完全不同的设备状态。如果用二进制数来表示十进制数, 则一位十进制数可用4位二进制数来表示。二进制数的每一位只有2个状态, 总共8个状态, 其表示范围为0000~1111, 即0~15。这说明采用二进制

数，可以节省设备。

(4) 可以使用逻辑代数这一数学工具对计算机逻辑线路进行分析和综合，便于机器结构的简化。

尽管在计算机内部采用二进制操作，但是对于人们来说，使用二进制并不方便，如书写冗长、阅读不便。为此，通常采用八进制或十六进制的缩写形式。此外，人们又习惯于用十进制，这就需要解决不同数制之间的相互转换问题。

3. 数制之间的转换

在任一记数制中的一个数都可用它的按权展开式表示，即：

$$S = \sum_{i=-m}^{n-1} r_i R^i$$

式中，r为该记数制中的任一个数字，R为基数，如：

$$(11101.1101)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-4}$$

$$(387.46)_{10} = 3 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 7 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 6 \times 10^{-2}$$

$$(746.1)_8 = 7 \times 8^2 + 4 \times 8^1 + 6 \times 8^0 + 1 \times 8^{-1}$$

$$(5F3B.AC)_{16} = 5 \times 16^3 + 15 \times 16^2 + 3 \times 16^1 + 11 \times 16^0 + 10 \times 16^{-1} + 12 \times 16^{-2}$$

求出按权展开式的值就是该数转换为十进制的等价值。

(1) 十进制数转换成二进制数

整数用“除2取余”、小数用“乘2取整”的方法。如(14.35)₁₀的转换方法如下：

2 | 14 取余数

2 | 7 0 低位

2 | 3 1 ↑

2 | 2 1 ↑

0 1 高位

(14.35)=(1110.01011)₂

0.35

× 2 取整数

0.70 0 高位

× 2

1.40 1

× 2

0.80 0

× 2

1.60 1

× 2

1.20 1 低位

从上面可看出转换后的小数部分有误差，一般转换到所要求的精度为止。

(2) 十六进制数转换为二进制数

不论是十六进制的整数或小数，只要把每一位十六进制数用相应的四位二进制数代替即可，如：

$$(3AB.7E)_{16} = (0011\ 1010\ 1011.0111\ 1110)_2$$

(3) 二进制转换成十六进制

整数部分由小数点向左每4位一组，小数部分由小数点向右每4位一组，不足4位的补0，然后用4位二进制数的相应的十六进制数代替即可，如：

$$\begin{array}{cccccc} (101, 1101, 0101, 1010.1011, 01)_2 & = & (5D5A.B4)_{16} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ 0101 & 1101 & 0101 & 1010 & 1011 & 0100 \\ 5 & D & 5 & A & B & 4 \end{array}$$

表1-1列出了各种数制的对照关系。

表1-1 各种数制的对照表

十进制数	十六进制数	八进制数	二进制数	十进制数	十六进制数	八进制数	二进制数
0	0	0	00000000	9	9	11	00001001
1	1	1	00000001	10	A	12	00001010
2	2	2	00000010	11	B	13	00001011
3	3	3	00000011	12	C	14	00001100
4	4	4	00000100	13	D	15	00001101
5	5	5	00000101	14	E	16	00001110
6	6	6	00000110	15	F	17	00001111
7	7	7	00000111	16	10	20	00010000
8	8	10	00001000	17	11	21	00010001

今后为了便于区别不同数制表示的数，规定在数字后面用一个H表示十六进制数，用O表示八进制数，用B表示二进制数，用D(或不加标志)表示十进制数。如64H、754O、1101B、369D分别表示十六进制数、八进制数、二进制数和十进制数。另外，规定当十六进制数以字母开头时，为了避免与其他字符相混，在书写时前面加一个数字0。如十六进制数B9H，应写成0B9H。

1.2.2 计算机中的编码

计算机中处理任何问题都是数字化的。由于二进制的数字只有两个数0、1，具有两个状态的电路较多，易于实现，所以计算机的一切数据均采用二进制的数。但计算机又应识别和处理各种字符和符号，如英文大小写字母、标点符号、各种运算符等等。由于计算机中的基本电子器件仅具有两种状态，所以各种文字和符号只能采用二进制数码的组合来表示，称为二进制编码。