

21
世纪高职高专规划教材

21 世纪 高 职 高 专 规 划 教 材

计 算 机 专 业 基 础 系 列

微 型 计 算 机 原 理 与 接 口 技 术

清 华 大 学 出 版 社



微型计算机 原理与接口技术

倪继烈 编著

清华大学出版社



21 世纪高职高专规划教材

计算机专业基础系列

微型计算机 原理与接口技术

倪继烈 编著

清华大学出版社
北京

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结构和工作原理、汇编语言程序及基本的程序设计方法、内存存储器与存储体系、实用接口技术等内容。

本书融入了作者二十几年微机原理与接口技术课程的教学与实践经验,特别注意阐明基本概念、基本思路和基本方法,并着眼于工程应用。书中内容简明扼要、深入浅出、重点突出,并且配有大量的图示、例题和详细的程序注释,便于教学与自学。

本书既可以作为高职高专院校各专业微机原理与接口技术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。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理与接口技术/倪继烈编著.——北京:清华大学出版社,2005.9

(21世纪高职高专规划教材.计算机专业基础系列)

ISBN 7-302-11399-8

I. 微… II. 倪… III. ①微型计算机—理论—高等学校:技术学校—教材 ②微型计算机—接口—高等学校:技术学校—教材 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 079431 号

出 版 者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:曾 妍

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印 张:23 字 数:469 千字

版 次:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-11399-8/TP·7489

印 数:1~4000

定 价:28.00 元

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,担负着为国家培养并输送生产、建设、管理、服务第一线高素质技术应用型人才的重任。

进入 21 世纪后,高职高专教育的改革和发展呈现出前所未有的发展势头,学生规模已占我国高等教育的半壁江山,成为我国高等教育的一支重要的生力军;办学理念上,“以就业为导向”成为高等职业教育改革与发展的主旋律。近两年来,教育部召开了三次产学研交流会,并启动四个专业的“国家技能型紧缺人才培养项目”,同时成立了 35 所示范性软件职业技术学院,进行两年制教学改革试点。这些举措都表明国家正在推动高职高专教育进行深层次的重大改革,向培养生产、服务第一线真正需要的应用型人才的方向发展。

为了顺应当前我国高职高专教育的发展形势,配合高职高专院校的教学改革和教材建设,进一步提高我国高职高专教育教材质量,在教育部的指导下,清华大学出版社组织出版“21 世纪高职高专规划教材”。

为推动规划教材的建设,清华大学出版社组织并成立“高职高专教育教材编审委员会”,旨在对清华版的全国性高职高专教材及教材选题进行评审,并向清华大学出版社推荐各院校办学特色鲜明、内容质量优秀的教材选题。教材选题由个人或各院校推荐,经编审委员会认真评审,最后由清华大学出版社出版。编审委员会的成员皆来源于教改成效大、办学特色鲜明、师资实力强的高职高专院校、普通高校以及著名企业,教材的编写者和审定者都是从事高职高专教育第一线的骨干教师和专家。

编审委员会根据教育部最新文件政策,规划教材体系,比如部分专业的两年制教材;“以就业为导向”,以“专业技能体系”为主,突出人才培养的实践性、应用性的原则,重新组织系列课程的教材结构,整合课程体系;按照教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”,教材的基础理论以“必要、够用”为度,突出基础理论的应用和实践技能的培养。

本套规划教材的编写原则如下:

- (1) 根据岗位群设置教材系列,并成立系列教材编审委员会;
- (2) 由编审委员会规划教材、评审教材;
- (3) 重点课程进行立体化建设,突出案例式教学体系,加强实训教材的出版,完善教学服务体系;
- (4) 教材编写者由具有丰富教学经验和多年实践经验的教师共同组成,建立“双师

型”编者体系。

本套规划教材涵盖了公共基础课、计算机、电子信息、机械、经济管理以及服务等大类的主要课程,包括专业基础课和专业主干课。目前已经规划的教材系列名称如下:

• **公共基础课**

公共基础课系列

• **计算机类**

计算机基础教育系列

计算机专业基础系列

计算机应用系列

网络专业系列

软件专业系列

电子商务专业系列

• **电子信息类**

电子信息基础系列

微电子技术系列

通信技术系列

电气、自动化、应用电子技术系列

• **机械类**

机械基础系列

机械设计与制造专业系列

数控技术系列

模具设计与制造系列

• **经济管理类**

经济管理基础系列

市场营销系列

财务会计系列

企业管理系列

物流管理系列

财政金融系列

• **服务类**

旅游系列

艺术设计系列

本套规划教材的系列名称根据学科基础和岗位群方向设置,为各高职高专院校提供“自助餐”形式的教材。各院校在选择课程需要的教材时,专业课程可以根据岗位群选择系列;专业基础课程可以根据学科方向选择各类的基础课系列。例如,数控技术方向的专业课程可以在“数控技术系列”选择;数控技术专业需要的基础课程,属于计算机类课程的可以在“计算机基础教育系列”和“计算机应用系列”选择,属于机械类课程的可以在“机械基础系列”选择,属于电子信息类课程的可以在“电子信息基础系列”选择。依此类推。

为方便教师授课和学生学习,清华大学出版社正在建设本套教材的教学服务体系。本套教材先期选择重点课程和专业主干课程,进行立体化教材建设;加强多媒体教学课件或电子教案、素材库、学习盘、学习指导书等形式的制作和出版,开发网络课程。学校在选用教材时,可通过邮件或电话与我们联系获取相关服务,并通过与各院校的密切交流,使其日臻完善。

高职高专教育正处于新一轮改革时期,从专业设置、课程体系建设到教材编写,依然是新课题。希望各高职高专院校在教学实践中积极提出意见和建议,并向我们推荐优秀选题。反馈意见请发送到 E-mail:gzz@tup.tsinghua.edu.cn。清华大学出版社将对已出版的教材不断地修订、完善,提高教材质量,完善教材服务体系,为我国的高职高专教育出版优秀的高质量的教材。

高职高专教育教材编审委员会

前 言

微型计算机原理与接口技术

本教材是以 Intel 80x86 系列微型计算机为背景,由浅入深,全面系统地阐述微型计算机的基本概念和原理。同时,介绍了从 Intel 80286 到 Pentium 微处理器的最新技术发展。

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,几经修改而成的。编写力求循序渐进,突出基本概念、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。

本教材第 1 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 2 章介绍 8086 微处理器的内部结构与寄存器的组织,8086 系统结构和时序;第 3 章介绍 8086 指令系统、指令格式、寻址方式、指令功能;第 4 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 5 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,常用 RAM 与 ROM 芯片,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 6 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,8259A 中断控制器;第 7 章介绍接口技术,8255A 可编程并行接口芯片,8253A 定时/计数器芯片,键盘与显示器接口,8251A 串行接口芯片,A/D 与 D/A 转换器芯片;第 8 章介绍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,Pentium 的最新技术发展;第 9 章介绍微型计算机原理与接口技术实验。

由于作者水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,望广大读者批评指正。

作 者

2005 年 8 月

目 录

微型计算机原理与接口技术

第 1 章 微型计算机基础知识	1
1.1 计算机的分类与发展	1
1.2 计算机中数据信息的表示方法	3
1.2.1 数制及其转换	3
1.2.2 计算机中数的表示	6
1.2.3 计算机中的编码	16
1.3 微型计算机系统组成及工作过程	19
1.3.1 微型计算机系统组成	19
1.3.2 微型计算机硬件	20
1.3.3 微型计算机的工作过程	24
习题	29
第 2 章 8086 微处理器及其系统结构	32
2.1 8086 微处理器	32
2.1.1 8086 CPU 的内部结构	32
2.1.2 8086 CPU 内部寄存器	35
2.1.3 8086 CPU 的外部引脚及功能	42
2.2 总线周期与总线结构	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	47
2.2.3 8086 最大方式时引脚功能和总线结构	52
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	58

习题	61
第 3 章 8086 CPU 指令系统	63
3.1 指令系统概述	63
3.1.1 指令与指令系统	63
3.1.2 指令的一般格式	63
3.2 8086 CPU 的寻址方式	64
3.2.1 操作数的寻址	64
3.2.2 转移地址的寻址	70
3.3 8086 CPU 的指令格式	71
3.3.1 8086 CPU 的典型指令格式	71
3.3.2 8086 CPU 的指令格式与编码举例	74
3.4 8086 CPU 的指令系统	76
3.4.1 数据传送指令	76
3.4.2 算术运算类指令	84
3.4.3 逻辑运算与移位指令	92
3.4.4 程序控制指令	98
3.4.5 字符串处理类指令	109
3.4.6 CPU 控制指令	113
习题	115
第 4 章 汇编语言程序设计	118
4.1 程序设计语言概述	118
4.2 8086 汇编语言简介	119
4.2.1 数据与表达式	119
4.2.2 汇编语言的伪指令	126
4.2.3 汇编语言的语句结构	133
4.3 汇编语言程序设计实例	135
4.3.1 程序设计的基本步骤	135
4.3.2 顺序程序设计	136
4.3.3 分支程序设计	138
4.3.4 循环结构程序	141
4.3.5 子程序设计	143
4.3.6 DOS 系统调用类程序	146

习题	149
第 5 章 内存储器与存储体系	152
5.1 存储器概述	152
5.1.1 存储器体系结构	152
5.1.2 半导体存储器的分类	153
5.1.3 半导体存储器的性能指标	154
5.2 读写存储器 RAM 与只读存储器 ROM	154
5.2.1 静态 RAM	154
5.2.2 动态 RAM	157
5.2.3 只读存储器 ROM	159
5.3 存储器与 CPU 的连接	160
5.3.1 存储器地址分配及译码	161
5.3.2 存储器与 CPU 的连接	162
5.4 存储器组织	164
5.5 高速缓冲存储器 Cache	166
5.5.1 Cache 工作原理	166
5.5.2 主存与 Cache 的地址映射	167
5.5.3 替换算法	170
5.5.4 Pentium PC 机的 Cache	171
5.6 虚拟存储器	172
5.6.1 虚拟存储器的基本概念	172
5.6.2 页式虚拟存储器	173
5.6.3 段式虚拟存储器	174
5.6.4 段页式虚拟存储器	175
习题	176
第 6 章 输入/输出与中断系统	177
6.1 输入/输出概述	177
6.1.1 输入/输出与接口	177
6.1.2 CPU 与外设之间交换的信息	177
6.1.3 外设接口的一般结构	178
6.1.4 输入/输出端口的编址方式	179
6.2 CPU 与外设之间的数据传送方式	180

6.2.1	无条件传送方式(又称同步传送方式).....	180
6.2.2	查询传送方式(又称条件传送方式).....	181
6.2.3	中断传送方式.....	183
6.2.4	DMA 传送方式.....	184
6.3	中断处理技术.....	186
6.3.1	中断的概念与分类.....	186
6.3.2	中断的处理过程.....	187
6.3.3	8086 CPU 的中断系统.....	190
6.4	可编程中断控制器 8259A.....	194
6.4.1	8259A 内部结构与外部引脚.....	194
6.4.2	8259A 响应中断的过程.....	197
6.4.3	8259A 的控制字与寻址.....	198
6.4.4	8259A 的初始化编程.....	206
	习题.....	209
第 7 章	常用接口技术.....	211
7.1	接口技术概述.....	211
7.1.1	接口的作用与功能.....	211
7.1.2	分析与设计接口的基本方法.....	213
7.1.3	总线与总线标准简介.....	215
7.2	可编程并行 I/O 接口 8255A.....	216
7.2.1	8255A 的内部结构与外部引脚.....	217
7.2.2	8255A 的控制字.....	217
7.2.3	8255A 的工作方式.....	221
7.2.4	8255A 的应用举例.....	226
7.3	可编程定时/计数器 8253.....	227
7.3.1	定时/计数的基本概念.....	227
7.3.2	8253 的内部结构与外部引脚.....	228
7.3.3	8253 的控制字.....	230
7.3.4	8253 的工作方式.....	232
7.3.5	8253 的应用举例.....	239
7.4	键盘与显示器接口.....	241
7.4.1	LED 显示器接口.....	241
7.4.2	微机与键盘接口.....	248

7.5 可编程串行通信接口 8251A	255
7.5.1 串行通信概述	255
7.5.2 串行总线接口标准	262
7.5.3 8251A 的内部结构与外部引脚	264
7.5.4 8251A 的控制字与初始化编程	268
7.5.5 8251A 的应用举例	273
7.6 D/A 与 A/D 转换器及接口	275
7.6.1 D/A 和 A/D 转换器的主要技术指标	276
7.6.2 微机与 DAC0832 的接口	277
7.6.3 微机与 ADC0809 的接口	282
习题	285
第 8 章 Pentium 的 latest 技术发展	288
8.1 计算机的并行处理技术	288
8.1.1 并行处理技术概述	288
8.1.2 流水微处理器	289
8.2 80x86 微处理器	291
8.2.1 80x86 的发展过程	291
8.2.2 80x86 的内部结构	292
8.2.3 80x86 的寄存器结构	295
8.2.4 80x86 的中断和异常	301
8.3 80x86 的工作模式	302
8.3.1 80x86 的实地址模式	302
8.3.2 80x86 的保护虚地址模式	303
8.3.3 80x86 的虚拟 8086 模式与系统管理模式	310
8.4 80x86 的特权级与保护功能	312
8.4.1 特权级与保护原则	312
8.4.2 80x86 的保护功能	314
8.5 程序转移与任务的切换	314
8.5.1 任务内的控制转移	314
8.5.2 任务间的控制转移	317
习题	321

第 9 章 微机原理与接口技术实验	322
9.1 系统认识实验	322
9.2 程序设计及调试实验	325
9.3 系统功能调用实验	327
9.4 8259 中断控制器应用实验	328
9.5 8255 并行接口应用实验	333
9.6 8253 定时/计数器应用实验	337
9.7 键盘与显示器接口实验	340
9.8 双机通信实验	344
9.9 A/D 转换实验	348
9.10 D/A 转换实验	350
参考文献	353

微型计算机基础知识

1.1 计算机的分类与发展

1. 计算机的分类

电子计算机是一种能够自动、高速、精确地对数字信息进行加工、处理、存储与传送的电子设备。人们通常按照计算机的体积、简易性、功率损耗、性能指标、数据存储容量、指令系统规模、价格和应用范围等条件,将计算机分为巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机等。它们的结构规模和性能指标依次递减。计算机的分类如图 1-1 所示。随着超大规模集成电路的迅速发展,今天的大型机可能是明天的小型机,而今天的小型机可能是明天的微型机。

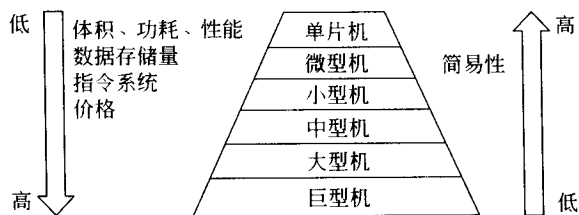


图 1-1 计算机的分类

由于微型计算机不但具有计算机的快速、精确、程序控制等特点,而且还具有体积小、重量轻、功耗低、价格便宜等突出优点。因此,微型计算机是近年来计算机领域中发展最快的一个分支。目前,微型计算机已经像普通家用电器一样深入到家庭和社会生活的各个方面。

2. 微型计算机发展概况

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,

已经历了电子管、晶体管、集成电路以及大规模、超大规模集成电路计算机四代发展时期。微型计算机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位微机以来,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。完全可以名副其实地讲,微处理器及微型计算机的发展正是日新月异。纵观其发展历史,三十多年来,已经推出了四代微处理器产品。

第一代:(1971—1972年)

第一代微处理器是以Intel公司1971—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—1977年)

第二代微处理器其代表产品是美国Intel公司的I8080/I8085、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—1981年)

代表产品是美国Intel公司的I8086/I8088,Zilog公司的Z8000和Motorola公司的M68000,它们是16位微处理器,又称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、80486和Pentium微处理器,它们与8086向上兼容,是32位微处理器,又称超级微处理器。

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,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——Pentium 4。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3GHz。集成度高达1000万只晶体管/片。

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 计算机中数据信息的表示方法

在计算机应用和设计中,人们所要解决的首要问题是信息在计算机中如何表示。本小节简要介绍数据信息的表示方法,控制(指令)信息的表示方法将在第3章指令系统中介绍。

数据信息在计算机中如何表示?这需要解决三个方面的问题:一是计算机中采用何种数制,二是计算机中有符号数如何表示,三是计算机中字符如何编码。

1.2.1 数制及其转换

数制是人们利用符号来计数的科学方法。数制有很多种,在计算机的应用及设计中通常使用的数制是十进制、二进制和十六进制。十进制主要用于计算机的输入输出,实现人机交互。二进制是计算机内部所采用的数制,而将十六进制引入计算机其目的是为了方便书写或显示二进制数,可把它看成是二进制数的缩写形式。

1. 数制的基与权

在任一数制中,其每一位上允许使用的记数符号的个数被称为该数制的基数。例如,十进制中有0~9共10个符号,基数为10;二进制中只有0和1两个符号,基数为2。任一个数中的每一位都有一个表示该位在数中的位置的值,这个值就称为权(值)。

(1) 十进制(Decimal System)

使用的数字符号为0,1,⋯,9共10个符号。因此,十进制数中各位的权是以10为底的幂,例如:

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,⋯。

(2) 二进制(Binary System)

使用的数字符号为0和1,二进制数中各位的权是以2为底的幂,例如:

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

各位的权为 $2^0, 2^1, \dots, 2^7$, 即 1, 2, 4, \dots , 128。有时, 也依次称其各位为: 0 权位、1 权位、2 权位, \dots 。

(3) 十六进制 (Hexadecimal System)

以此类推, 基数为 16, 使用数字 0, 1, \dots , 9, 以及英文字母 A、B、C、D、E、F, 共 16 个符号。其中, A、B、C、D、E、F 分别代表十进制数中的 10, 11, 12, 13, 14, 15。十六进制数中各位的权是以 16 为底的幂, 即, $16^0, 16^1, 16^2, \dots$ 。

2. 二进制数的特点

尽管人们习惯使用十进制数, 但计算机中却采用了二进制数。那么在计算机中为什么要采用二进制呢? 因为二进制与其他数制相比, 有以下一些特点。

(1) 数制简单、容易实现、工作可靠和抗干扰能力强

二进制数中只有“0”和“1”两种符号。因而, 任一具有两个不同稳定状态的元件, 都可以用来表示计算机中的一位二进制数。显然, 人们制造只有两个稳定状态的元件要比制造具有多个稳定状态(如 10 个稳定状态)的元件容易得多。而且, 现实中存在有大量的两个稳定状态的元件。例如, 晶体管的导通和截止、电容的充电和放电、磁心两个不同状态的磁化等。因此, 在采用这类元件制造的计算机中就可以用电平的“高”、“低”或脉冲的“有”、“无”来分别表示“1”和“0”。这种简单工作状态的计算机具有工作可靠、抗干扰能力强等特点。

(2) 运算规则简单

由于二进制运算规则非常简单, 所以实现二进制数运算的线路也大为简化。二进制数的有关运算规则, 将在后面介绍。

(3) 节省设备

若采用十进制数, 则有 0~9 共 10 个数字符号, 表示一个数位共需 10 个不同的设备状态。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两个状态, 总共 8 个状态, 而其表示范围为 0000~1111, 即 0~15。这说明采用二进制数可以更节省设备。

(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。

对于人们来说, 使用二进制并不方便, 如书写冗长, 阅读不便。但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

在任一数制中的每一个数都可以用按权展开式的形式, 表示如下:

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

式中, r 为该记数制中的任一允许使用的数学符号, R 为其基数。

例如:

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

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

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

按照十进制数的运算规则, 求出上述展开式的值便可得到该数转换成十进制数的等价值。

(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。

【例 1-1】 将十进制数 14.35 转换成二进制数。

解 转换如下

2	14	取余数		0.35		
	2	7	0	× 2	取整数	
	2	3	1	0.70	0	↑ 高位
	2	1	1	1.40	1	
	2	0	1	× 2	0.80	0
				1.60	1	↓ 低位
				× 2	1.20	1

(14.35)₁₀ = (1110.01011)₂

由此可见, 这时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

不论是十六进制数的整数部分或小数部分, 其转换方法是只要把每一位十六进制数用等值的四位二进制数代替便可。

【例 1-2】 将十六进制数 3AB.7E 转换成二进制数。

解 转换如下

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

(3) 二进制数转换成十六进制数

整数部分由小数点向左每四位一组, 小数部分由小数点向右每四位一组, 不足四位的补 0, 然后用四位二进制数的等值十六进制数代替即可。

【例 1-3】 将二进制数 101110101011010.101101 转换成十六进制数。

解 转换如下