

21世纪高等学校计算机专业
核心课程规划教材

微机原理与接口技术 (第3版)

◎ 牟琦 编著

本书配套资源

PPT课件

习题答案

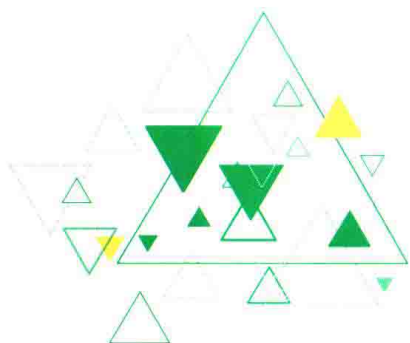
教学大纲

实验方案

模拟试题

清华大学出版社





微机原理与接口技术

(第3版)

课件下载·样书申请



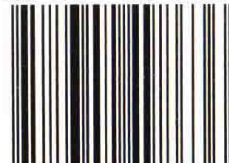
书圈

清华社官方微信号



扫我有惊喜

ISBN 978-7-302-49863-6



9 787302 498636 >

定价：49.50元

21世纪高等学校计算机专业
核心课程规划教材

微机原理与接口技术

(第3版)

◎ 牟琦 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从工程应用的角度出发,以 Intel 8086 微处理器为基础,系统阐述微型计算机的基本组成、工作原理及接口技术。

本书主要内容包括微型计算机硬件系统的组成、汇编语言程序设计、总线及接口技术三大部分,全书共分为 9 章,分别讲述计算机系统概述、微型计算机系统基础、80x86 微处理器、寻址方式与指令系统、汇编语言程序设计、半导体存储器、输入/输出技术和常用接口芯片等内容,并给出了一些典型的实验。

本书在内容选择上以微型计算机基础知识为主,同时注重应用,坚持理论联系实际的原则,给出了大量的例题、习题和实验。内容组织和语言表达方面坚持由浅入深、循序渐进、通俗易懂的原则,以适应不同专业、不同层次的读者学习需要。

本书可作为高等院校非计算机专业本、专科教材使用,也可作为相关工程技术人员的参考资料。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术/牟琦编著. —3 版. —北京:清华大学出版社,2018
(21 世纪高等学校计算机专业核心课程规划教材)
ISBN 978-7-302-49863-6

I. ①微… II. ①牟… III. ①微型计算机—理论 ②微型计算机—接口技术 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 051509 号

策划编辑:魏江江
责任编辑:王冰飞
封面设计:刘 键
责任校对:时翠兰
责任印制:丛怀宇

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:24.75 字 数:604 千字

版 次:2007 年 12 月第 1 版 2018 年 12 月第 3 版 印 次:2018 年 12 月第 1 次印刷

印 数:61501~63000

定 价:49.50 元

产品编号:078706-01



第3版前言

“微机原理与接口技术”是高等学校计算机、通信、电气、电子等专业开设的一门专业基础课,包括汇编语言程序设计、微机系统结构及工作原理、总线及接口芯片等内容。本书内容主要包括微型计算机硬件系统的组成、汇编语言程序设计、总线及接口技术三大部分,各部分侧重有所不同。概括起来,由内及外可分为3个层次:CPU是核心,指令系统学习重在原理;汇编语言程序设计重点是讲清楚机器语言与体系结构的关系,并兼顾了解各级编程界面;接口芯片学习重在应用。本书的教学目标是使学生能够深入理解计算机系统的硬件结构和工作原理,了解计算机在执行程序时各个部件是如何工作的,从而培养硬件思维方式,建立起计算机系统的整体概念,使学生具备计算机系统应用和软硬件开发的能力,为后续相关课程及课程设计和毕业设计打下基础。因此,这门课程在帮助学生建立系统观、培养硬件思维方面,都具有重要的意义。

微机原理与接口技术教材具有信息量大、知识点涵盖面广、硬件与软件兼顾、课程内容前后衔接紧密等特点,而且涉及较多计算机底层的内容,学生在学习过程中往往感到内容抽象、不好理解,学习难度大。这就需要在教材编写过程中合理组织教学内容,精心选择教学例题,帮助学生深入体会硬件工作原理,训练硬件思维方法,逐步建立对硬件的感觉。

本书主要针对普通高等院校计算机类、电气类、电子信息类、自动化类、仪器类、机械类等相关专业本科生。作者在本书中融入了多年的教学经验,注重培养学生的工程应用能力,在内容选择、语言表达方面力求精练、通俗易懂,重点突出。第3版修订过程中,重新梳理了知识点之间的关系,将一些知识点的顺序做了调整,使其更符合学生的认知习惯;另外,也根据当前微型计算机、嵌入式、单片机等领域的最新发展,删除了部分过时的、没有实用价值的内容,增加了一些新的内容。其中,第1~5章由牟琦编写,第6章、第8章由孙艺珍编写,第7章、第9章由桑亚群编写。

全书以培养高级工程应用人才为目标,面向多层次、多学科专业,实用性强、使用面广,具有以下几个特点。

- (1) 理论教学与实践教学并重,以丰富的实例支撑理论教学,并兼顾选材的先进性和教学对象的普适性。
- (2) 坚持基本理论适度原则,立足系统、面向应用、力求精练、重点突出。
- (3) 全书以培养学生应用能力为主线,以帮助学生深入理解计算机的结构和工作原理为课程教学目标。

除了主教材之外,我们还提供了丰富的教学资源,包括授课PPT、教学大纲、考试大纲、



实验大纲、习题及答案、模拟试题及答案,以及教学进度、实验方案等。另外,清华大学出版社专门为本书建立了课程研讨QQ群(311795034),目前课程群中已经有来自全国50余所高校的教师共同分享教学心得,交流教学经验。

最后,感谢清华大学出版社的编辑们的大力支持,使本书第3版顺利出版,在此表示诚挚的谢意。

由于计算机技术发展迅速,加之作者水平有限,书中难免会有不妥之处,恳请广大读者与专家批评指正,以便在今后的修订中不断改进。

作者

2018年6月



目 录

第 1 章 计算机系统概述	1
1.1 计算机中的数据表示与编码	1
1.1.1 数与数制	1
1.1.2 数据格式	5
1.1.3 二进制数的编码及运算	7
1.1.4 十进制数的编码及运算	13
1.1.5 ASCII 字符代码	15
1.2 逻辑电路基础	16
1.2.1 基本逻辑门电路	16
1.2.2 译码器	17
1.2.3 触发器	18
1.2.4 寄存器	19
1.2.5 三态电路	20
1.3 计算机系统概述	21
1.3.1 计算机的分类及发展	21
1.3.2 计算机系统的组成	23
1.3.3 计算机系统的主要性能指标	27
1.4 例题解析	28
习题 1	29
第 2 章 微型计算机系统基础	30
2.1 指令系统	30
2.1.1 程序设计语言	30
2.1.2 处理器体系结构	31
2.2 微型计算机系统结构	32
2.2.1 微处理器与微型计算机	32
2.2.2 微处理器中主要的寄存器	33
2.2.3 微型计算机中的存储器与地址分配	34



2.2.4	微机系统中采用的先进技术	36
2.3	输入/输出系统	37
2.3.1	信息交换方式	37
2.3.2	程序中断方式	39
2.4	微处理器的发展	41
2.4.1	Intel 微处理器	41
2.4.2	其他微处理器	43
2.5	嵌入式系统	43
2.5.1	嵌入式系统的定义和特点	43
2.5.2	嵌入式系统的发展	46
2.6	例题解析	48
习题 2	48
第 3 章	80x86 微处理器	50
3.1	Intel 8086 微处理器	50
3.2	8086 的存储器组织	50
3.2.1	寻址空间和数据存储格式	50
3.2.2	存储器的分段结构和物理地址的形成	53
3.3	8086 微处理器的内部结构	54
3.3.1	8086 CPU 的内部结构	54
3.3.2	8086 CPU 的寄存器结构	56
3.4	8086 总线的工作周期	59
3.5	8086 中断系统	60
3.5.1	8086 中断类型	60
3.5.2	中断向量与中断向量表	61
3.5.3	8086 中断处理过程	62
3.6	8086 微处理器外部基本引脚与工作模式	64
3.6.1	8086 系统总线结构	64
3.6.2	两种模式下公用的引脚信号	66
3.6.3	最小模式	68
3.6.4	最大模式	71
3.7	8086 微处理器的时序	75
3.7.1	系统的复位与启动	75
3.7.2	最小模式系统总线周期时序	76
3.7.3	最大模式系统总线周期时序	78
3.8	例题解析	81
习题 3	83

第 4 章 寻址方式与指令系统	84
4.1 指令系统概述	84
4.1.1 指令的基本概念	84
4.1.2 指令格式	84
4.1.3 8086 汇编语言格式	85
4.2 8086 寻址方式	86
4.2.1 数据寻址方式	86
4.2.2 指令寻址方式	94
4.3 8086 指令系统	97
4.3.1 数据传送指令	97
4.3.2 算术运算指令	104
4.3.3 逻辑运算指令	112
4.3.4 移位指令	113
4.3.5 串操作指令	115
4.3.6 程序控制指令	119
4.3.7 处理器控制指令	124
4.4 例题解析	125
习题 4	128
第 5 章 汇编语言程序设计	130
5.1 汇编语言程序基本格式	130
5.1.1 汇编语言源程序和汇编程序	130
5.1.2 汇编语言的特点	130
5.1.3 一般汇编语言程序的结构形式	131
5.2 汇编语言中的数据	132
5.2.1 常量	132
5.2.2 变量	133
5.2.3 标号	135
5.3 运算符与表达式	136
5.4 伪指令	139
5.5 系统功能调用	146
5.5.1 系统功能调用方法	146
5.5.2 BIOS 调用	146
5.5.3 DOS 系统功能调用	147
5.6 宏指令	149
5.7 汇编语言程序设计举例	152
5.7.1 程序基本结构	152
5.7.2 顺序结构程序设计	153



5.7.3	分支结构程序设计	154
5.7.4	循环结构程序设计	156
5.7.5	子程序设计	160
5.7.6	实用程序设计举例	166
5.8	汇编语言程序上机过程	177
5.9	调试程序 DEBUG 的使用	180
5.10	例题解析	187
	习题 5	194
第 6 章	半导体存储器	196
6.1	存储器概述	196
6.1.1	存储器的分类	196
6.1.2	存储器的性能指标	198
6.1.3	存储器的分级结构	199
6.2	随机读/写存储器	199
6.2.1	静态 MOS 存储器	199
6.2.2	动态 MOS 存储器	207
6.3	只读存储器	211
6.3.1	掩膜只读存储器	211
6.3.2	可擦可编程只读存储器	212
6.3.3	电可擦可编程只读存储器	216
6.3.4	快擦写存储器	218
6.4	虚拟存储器	219
6.5	Intel 80x86 内存管理模式	220
6.6	例题解析	221
	习题 6	222
第 7 章	输入/输出技术	224
7.1	输入/输出系统概述	224
7.1.1	输入/输出接口	224
7.1.2	输入/输出的基本方法	227
7.2	程序控制方式	229
7.2.1	无条件传送方式	229
7.2.2	查询方式	230
7.3	中断方式	232
7.3.1	中断的意义	232
7.3.2	中断的判优方法	233
7.3.3	8259 中断控制器	234
7.4	直接存储器存取	247

7.4.1	DMA 的工作过程	247
7.4.2	DMA 控制器 8237	249
7.5	例题解析	265
	习题 7	268
第 8 章	常用接口芯片	270
8.1	可编程并行接口 8255	270
8.1.1	并行通信的概念	270
8.1.2	8255 外部引脚及内部结构	272
8.1.3	8255 的工作方式	274
8.1.4	方式控制字及状态字	280
8.1.5	8255 与 CPU 的连接	282
8.1.6	8255 应用举例	283
8.2	可编程定时/计数器 8253/8254	286
8.2.1	8253 的外部引脚及内部结构	287
8.2.2	8253 的方式控制字和读/写操作	289
8.2.3	8253 的工作方式	291
8.2.4	8253 的初始化编程及应用	295
8.2.5	可编程定时/计数器 8254	297
8.3	可编程串行接口 8251	298
8.3.1	串行通信概述	298
8.3.2	8251 的外部引脚及内部结构	304
8.3.3	8251 的控制字及其工作方式	309
8.3.4	8251 串行接口应用举例	312
8.4	模拟 I/O 接口	313
8.4.1	DAC 及其与 CPU 的接口	313
8.4.2	ADC 及其与 CPU 的接口	320
8.5	例题解析	328
	习题 8	338
第 9 章	实验	339
9.1	动态调试程序 DEBUG	339
9.1.1	DEBUG 的启动与退出	339
9.1.2	汇编、执行、跟踪与反汇编	340
9.1.3	显示、修改内存和寄存器命令	342
9.1.4	磁盘文件操作	343
9.1.5	查找、比较、填充和移动内存命令	344
9.1.6	其他命令	345
9.2	DOS 常用命令及 8086 指令使用	346



9.2.1	实验目的	346
9.2.2	实验类型	346
9.2.3	实验内容及步骤	346
9.2.4	实验报告	350
9.3	内存操作数及寻址方法	350
9.3.1	实验目的	350
9.3.2	实验类型	350
9.3.3	实验内容及步骤	350
9.3.4	自编程序	352
9.3.5	实验报告	352
9.4	汇编语言程序上机过程	352
9.4.1	实验目的	352
9.4.2	实验类型	352
9.4.3	实验内容	352
9.4.4	实验步骤	353
9.4.5	实验报告	354
9.5	分支程序	354
9.5.1	实验目的	354
9.5.2	实验类型	354
9.5.3	实验内容	354
9.5.4	实验步骤	355
9.5.5	实验报告	355
9.6	多重循环程序	356
9.6.1	实验目的	356
9.6.2	实验类型	356
9.6.3	实验内容	356
9.6.4	实验步骤	357
9.6.5	实验报告	357
9.7	子程序	357
9.7.1	实验目的	357
9.7.2	实验类型	357
9.7.3	实验内容及步骤	357
9.7.4	实验报告	360
9.8	存储器扩展实验	360
9.8.1	实验目的	360
9.8.2	实验类型	360
9.8.3	实验内容及步骤	360
9.8.4	实验报告和思考题	362
9.9	中断特性及 8259 应用编程实验	362

9.9.1	实验目的	362
9.9.2	实验类型	362
9.9.3	实验内容及步骤	362
9.9.4	实验报告和思考题	366
9.10	8259 级联实验	366
9.10.1	实验目的	366
9.10.2	实验类型	367
9.10.3	实验内容及步骤	367
9.10.4	实验报告和思考题	368
9.11	8255 并行接口应用实验	369
9.11.1	实验目的	369
9.11.2	实验类型	369
9.11.3	实验内容及步骤	369
9.11.4	实验报告和思考题	371
9.12	8253 定时/计数器应用实验	371
9.12.1	实验目的	371
9.12.2	实验类型	372
9.12.3	实验内容及步骤	372
9.12.4	实验报告和思考题	377
9.13	8251 串行接口应用实验	377
9.13.1	实验目的	377
9.13.2	实验类型	377
9.13.3	实验内容及步骤	377
9.13.4	实验报告和思考题	383
9.14	自动计数显示系统	383
9.14.1	实验目的	383
9.14.2	实验类型	383
9.14.3	实验内容	383
9.14.4	实验报告	383

电子数字计算机是20世纪最卓越的科学技术成就之一,它的发明与应用标志着人类文明进入了一个新的历史阶段。本章主要介绍计算机中的数据表示与编码、微型计算机中常用的数字逻辑电路,以及计算机系统的基本结构与工作原理等内容。使读者能从总体上对计算机系统有一个初步的了解,为后续知识的学习奠定基础。

1.1 计算机中的数据表示与编码

计算机最重要的功能是处理信息,如数值、文字、符号、语音、图形和图像等。在计算机内部,各种信息都必须采用数字化的形式被存储、加工与传送。计算机中的数据信息一般又可分为数值数据和非数值数据。**数值数据**用于表示数量的大小,具有确定的数值;**非数值数据**没有确定的数值,它主要表示字符、汉字、逻辑数组等。例如,用10个阿拉伯数字表示数值,用26个英文字母构成英文词汇,就是现实生活中编码的典型例子。

1.1.1 数与数制

1. 进位计数法与数制

进位计数法是一种计数的方法。在日常生活中,人们使用各种进位计数法,如六十进制(1小时=60分,1分=60秒),十二进制(1英尺=12英寸,1年=12月)等。但最熟悉和最常用的是十进制计数。**数制**是人们利用符号来计数的科学方法,是以表示数值所用的数字符号个数来命名的。例如,十进制数的特点是“逢十进一,借一当十”,需要用到的数字符号为10个,分别是0~9。

任意一个十进制数可以用**位权**来表示。位权就是某个固定位置上的计数单位。在十进制数中,个位的位权为 10^0 ,十位的位权为 10^1 ,百位的位权为 10^2 ,千位的位权为 10^3 ,而在小数点后第一位上的位权为 10^{-1} ,小数点后第二位上的位权为 10^{-2} 等。

因此,如果有十进制数234.13,则其各位上的位权如图1.1所示。

2	3	4	.	1	3
10^2	10^1	10^0		10^{-1}	10^{-2}

其中,百位上的2表示2个100,十位上的3表示3个10,个位上的4表示4个1,小数点后第一位上的1表示1个0.1,小数点后第二位上的3表示3个0.01,用位权表示为:

$$(234.13)_{10} = 2 \times 10^2 + 3 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 1 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

图 1.1 十进制数的位权

2. 二进制数、八进制数和十六进制数

(1) 二进制数。现代计算机中,数据是以电子元件的物理状态来表示的。由于二进制

数仅用到“0”和“1”两个基本符号,在物理上最容易实现,因此计算机中广泛采用二进制数。例如,用高、低两个电位表示“1”和“0”,或者用脉冲的有、无表示“1”和“0”,用脉冲的正、负极性表示“1”和“0”等,可靠性都较高。另外,“1”和“0”正好与逻辑数据“真”与“假”相对应,为计算机实现逻辑运算带来了方便。

因此,不论是什么信息,在输入计算机内部时,都必须用二进制编码表示,以方便存储、传送和处理。二进制数的特点是“逢二进一,借一当二”,需要用到的数字符号为两个,分别是“0”和“1”。

与十进制数类似,二进制数也可用位权表示为:

$$(110.11)_2 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2}$$

这个计算的结果就是二进制数 110.11 的十进制数值。因此,计算任何一个二进制数所代表的十进制数值的运算规则是:

$$N_2 = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} x_i 2^i = \pm \left(\sum_{i=0}^{n-1} x_i 2^i + \sum_{i=-1}^{-m} x_i 2^i \right)$$

其中, n 是整数位个数; m 是小数位个数。

(2) 八进制和十六进制数。计算机中采用二进制数,优点是物理实现容易且运算特别简单,但缺点是书写冗长。因此,为了人们阅读与记录方便,通常采用八进制和十六进制来表示二进制数。

八进制数的特点是“逢八进一,借一当八”,需要用到的数字符号为八个,分别是 0~7。十六进制数的特点是“逢十六进一,借一当十六”,需要用到的数字符号为十六个,分别是 0~9、A~F。

由于二进制数、八进制数和十六进制数之间存在特殊关系,即 $2^3 = 8, 2^4 = 16$,因此每 3 位二进制数对应一位八进制数,每 4 位二进制数对应一位十六进制数,如表 1.1 所示。

表 1.1 十进制、二进制、八进制和十六进制数码对照表

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0000	0	0
1	0001	1	1
2	0010	2	2
3	0011	3	3
4	0100	4	4
5	0101	5	5
6	0110	6	6
7	0111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

任意一个八进制数和十六进制数也可用位权表示。例如：

$$(34.56)_8 = 3 \times 8^1 + 4 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} + 6 \times 8^{-2}$$

$$(1B.E5)_{16} = 1 \times 16^1 + B \times 16^0 + E \times 16^{-1} + 5 \times 16^{-2}$$

因此,对于 n 位整数、 m 位小数的任意 r 进制数 N ,可推广出表示任意 r 进制数的通式:

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} x_i r^i = \pm \left(\sum_{i=0}^{n-1} x_i r^i + \sum_{i=-1}^{-m} x_i r^i \right)$$

式中, r 称为**基数或基**, $\sum_{i=0}^{n-1} x_i r^i$ 为整数部分, $\sum_{i=-1}^{-m} x_i r^i$ 为小数部分。

3. 数制转换

(1) r 进制数转换为十进制数。

r 进制数的通式为:

$$N = \pm \sum_{i=-m}^{n-1} x_i r^i = \pm \left(\sum_{i=0}^{n-1} x_i r^i + \sum_{i=-1}^{-m} x_i r^i \right)$$

本式提供了将 r 进制数转换为十进制数的方法,即按位权展开后相加。

【例 1.1】 把二进制数 101.11 转换为相应的十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解 } (101.11)_2 &= 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 1 \times 2^{-2} \\ &= 4 + 0 + 1 + 0.5 + 0.25 \\ &= (5.75)_{10} \end{aligned}$$

【例 1.2】 把八进制数 123.54 转换为相应的十进制数。

$$\begin{aligned} \text{解 } (123.54)_8 &= 1 \times 8^2 + 2 \times 8^1 + 3 \times 8^0 + 5 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} \\ &= 64 + 16 + 3 + 0.625 + 0.0625 \\ &= (83.6875)_{10} \end{aligned}$$

(2) 十进制数转换为 r 进制数。

将十进制数转换为 r 进制数,整数部分和小数部分的转换方法是不同的,具体方法如下。

① 整数部分的转换:除 r 取余法。

将十进制数除以基数 r ,得到一个商和一个余数;再将商除以基数 r ,又得到一个商和一个余数;继续这一过程,直到商等于 0 为止。将每次得到的余数连起来,就是对应 r 进制数的各位数字。其中,第一次得到的余数为 r 进制数的最低位,最后得到的余数为 r 进制数的最高位。

【例 1.3】 将十进制数 25 转换为二进制数。

解 运算过程为:

2	25	取余数	
2	12	1	←最低位
2	6	0	
2	3	0	
2	1	1	
	0	1	←最高位

所以 $(25)_{10} = (11001)_2$

【例 1.4】 将十进制数 97 转换为十六进制数。

解 运算过程为:

$$\begin{array}{r|l}
 16 & 97 \\
 \hline
 16 & 6 \\
 & 0
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{取余数} \\
 1 \leftarrow \text{最低位} \\
 6 \leftarrow \text{最高位}
 \end{array}$$

所以 $(97)_{10} = (61)_{16}$

② 小数部分的转换: 乘 r 取整法。

用基数 r 乘以十进制小数, 得到整数和小数部分; 再用基数 r 乘以小数部分, 又得到一个整数和一个小数部分; 继续这一过程, 直到余下的小数部分为 0 或满足精度要求为止。

最后将每次得到的整数部分按先后顺序从左到右排列, 即得到所对应 r 进制小数。

【例 1.5】 将十进制小数 0.8125 转换为二进制小数。

解 运算过程为:

$$\begin{array}{r}
 0.8125 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1.6250 \\
 0.6250 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1.2500 \\
 0.2500 \\
 \times 2 \\
 \hline
 0.5000 \\
 0.5000 \\
 \times 2 \\
 \hline
 1.0000 \\
 0.0000
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{积的整数部分} \\
 1 \leftarrow \text{最高位} \\
 1 \\
 0 \\
 1 \leftarrow \text{最低位} \\
 \text{余下的小数部分为 0, 结束}
 \end{array}$$

所以 $(0.8125)_{10} = (0.1101)_2$

如果十进制数包含整数和小数两部分, 在将其转换成 r 进制时, 则可以将其整数部分和小数部分分别进行转换, 然后再组合起来。

【例 1.6】 将十进制小数 25.8125 转换为二进制数。

解 运算过程为:

$$\begin{aligned}
 (25)_{10} &= (11001)_2 \\
 (0.8125)_{10} &= (0.1101)_2
 \end{aligned}$$

由此可得:

$$(25.8125)_{10} = (11001.1101)_2$$

(3) 二进制数与八进制数、十六进制数之间的转换。

二进制数、八进制数和十六进制数之间, 可参照表 1.1 的对应关系进行转换。

将二进制数转换为八进制数, 只要将二进制数从小数点开始, 分别向左、向右每 3 位一组进行划分即可。若小数点左侧的位数不是 3 的整数倍, 则在数的最左侧补零; 若小数点右侧的位数不是 3 的整数倍, 则在数的最右侧补零。然后参照表 1.1 将每 3 位二进制数转换为对应的一位八进制数, 即为二进制数对应的八进制数。