

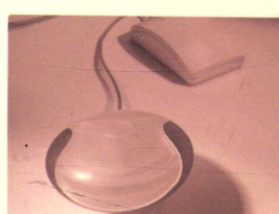
高等职业教育教材丛书

GAODENG ZHIYE
JIAOYU JIAOCAI CONGSHU

微机原理 与接口技术

实习指导与模拟试题

边莫英 主编
李兰友 李骊 叶华 编著



南开大学出版社

高等职业教育教材丛书

TP36
20048

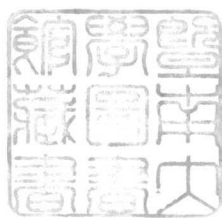
阅览室

微机原理与接口技术

实习指导与模拟试题

边莫英 主编

李兰友 李 骊 叶 华 编著



南开大学出版社

天 津

图书在版编目(CIP)数据

微机原理与接口技术实习指导与模拟试题 / 李兰友, 李骊, 叶华编著. —天津: 南开大学出版社, 2003. 6
(高等职业教育教材丛书 / 边莫英主编)
ISBN 7-310-01861-3

I. 微... II. ①李...②李...③叶... III. ①微型计算机—理论—高等学校: 技术学校—教学参考资料
②微型计算机—接口—高等学校: 技术学校—教学参考资料 IV. TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 009888 号

出版发行 南开大学出版社

地址: 天津市南开区卫津路 94 号 邮编: 300071

营销部电话: (022)23508339 23500755

营销部传真: (022)23508542

邮购部电话: (022)23502200

出版人 肖占鹏

承印 天津宝坻第二印刷厂印刷

经销 全国各地新华书店

版次 2003 年 6 月第 1 版

印次 2003 年 6 月第 1 次印刷

开本 787mm×1092mm 1/16

印张 12

字数 304 千字

印数 1—5000

定价 18.00 元

内容提要

本书是根据高等教育自学考试开考专业“计算机应用技术”专业“微型计算机原理与接口技术”课程教学大纲编写的辅导教材。全书由三部分组成：第1篇介绍微型计算机系统、微处理器及指令系统、汇编语言及程序设计、存储器、微型计算机数据传送方法、串/并行通信及接口、磁盘及光盘接口、人机交互接口的重点知识点及实用技术；第2篇是实验指导；第3篇是模拟试题及参考答案。

本书可作为高等职业技术教育、高等教育自学考试、中等专科教育“微型计算机原理与接口技术”课程的辅导教材。

序

中国要振兴，归根到底，要靠我们中国人自己的努力奋斗、开拓进取，要靠我们的全体劳动者创造出数十倍于今天的劳动生产率。这是一个全体国民素质不断提高的过程，人们自然要寄希望于教育。

我国高等职业教育的目的是为生产、管理、服务第一线培养具有综合职业能力和全面素质的高级实用型人才。我们要努力造就一大批能将科学技术转化为生产力的高级技术应用型人才，能完成从方案设计到产品转化的高级专门人才，能把决策意图贯彻到实际工作中去的一线管理人才和具有特定专门业务知识的智能型操作人才。

要搞好高等职业教育，有很多事情要做，其中重要的一件就是教材建设。高等职业教育的教材建设，可分为两种体系：

一种是传授基础理论知识的教材体系。这种教材的内容，要从职业分析入手，根据特定的职业岗位群所需的知识结构并兼顾长远需要来确定，按照“必需、够用”的原则，构筑具有高职特色的理论知识体系。我们已经组织编写并由南开大学出版社出版的计算机技术与应用系列教材，就属于这一种体系的教材。

另一种是训练职业动手能力的实践技能教材体系。这种教材的内容，要根据教学计划的安排和专业课程内容的进程需要，作相应的确定。我们这次组织编写出版的实习指导教材就属于这一种教材。这种教材是以能力培养为中心，贯穿于整个教学活动的始终，依据专业的特色和课程的要求，给予具体化、量化、规范化和系统化，成为能力训练的新型教材体系。

以上两种教材相互配合，互为表里。

我国高等职业教育的教材建设还刚刚起步，特别是以能力培养为中心的实训教材，在内容选择、层次安排以及广度、深度等方面，难免存在不足之处，敬请读者不吝指教。

主编谨识

2002.12

前 言

微型计算机是以微处理器为核心,配以大规模集成电路存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机。微型计算机的产生与发展是与组成微型计算机的核心部件——微处理器的产生与发展紧密相关的。每当一种新型的微处理器出现时,就会带动微型计算机中其他部件的相应发展。例如,微型计算机体系结构的进一步优化,存储器存储容量不断增大,存取速度不断提高,外围设备性能不断改进及新的设备的出现等,都是与微处理器的发展相适应的。

自1981年IBM公司的通用微型计算机IBM PC/XT问世以来,在短短的20多年间,微型计算机一直以令人目不暇接的态势飞速发展。微型计算机速度越来越快、性能越来越好,应用范围越来越广,对社会和人类文明的发展影响越来越大。因此,可以说学习微型计算机的基础知识、掌握微型计算机的基本使用技术,已成为现代社会人才应具备的基本素质之一。

本书是根据高等教育自学考试开考专业“计算机应用技术”专业“微型计算机原理与接口技术”课程教学大纲编写的辅导教材。全书由三部分组成:第1篇介绍微型计算机系统、微处理器及指令系统、汇编语言及程序设计、存储器、微型计算机数据传送方法、串/并行通信及接口、磁盘及光盘接口、人机交互接口的重点知识;第2篇是实验指导;第3篇是模拟试题。本书可作为高等职业技术教育、高等教育自学考试、中等专科教育“微型计算机原理与接口技术”课程的辅导教材。

本书由李兰友、李骊(第1篇1~6章)、叶华编写,参加编写的还有裘旭光同志。在编写过程中得到边奠英教授的指导和帮助,南开大学出版社李正明编审给予了许多指导,在此深致谢忱。由于编者水平和经验有限,书中不当或错误之处敬希教正。

编者谨识

2002. 12

目 录

第 1 篇 课程基本要求	1
第 1 章 微型计算机系统概述	1
1.1 微型计算机的发展	1
1.2 微型计算机的组成与配置	3
1.3 微型计算机的性能指标	5
1.4 微型计算机的应用	6
第 2 章 数字逻辑基础	7
2.1 数的表示和运算	7
2.2 基本逻辑电路	12
第 3 章 微处理器	15
3.1 8086/8088 微处理器	15
3.2 80286 微处理器	18
3.3 80386 微处理器	19
3.4 80486 微处理器	20
3.5 Pentium 微处理器	20
第 4 章 微型计算机指令和指令系统	26
4.1 指令和指令系统	26
4.2 8086 指令系统	30
4.3 80286 扩展的指令	41
4.4 80386 扩展的指令	42
4.5 80486 扩展的指令	43
4.6 Pentium 扩展的指令	43
第 5 章 汇编语言程序设计	45
5.1 汇编语言的基本概念	45
5.2 汇编语言语句	47
5.3 汇编语言程序设计举例	53
5.4 DOS 调用和 BIOS 调用	58
第 6 章 存储器	61
6.1 微型计算机存储器	61
6.2 半导体存储器	62
6.3 Cache	63
6.4 虚拟存储器	64
6.5 8086 系统存储器组织	65

第7章 微型计算机数据传送方法	70
7.1 接口的概念	70
7.2 I/O 接口地址编码方法	72
7.3 CPU 与外设之间的数据传送方式	75
第8章 串行、并行通信及接口技术	77
8.1 串行、并行通信的基本概念	77
8.2 串行标准总线 RS232C 协议	80
8.3 可编程串行通信接口 8251A	83
8.4 通用串行总线 USB	83
8.5 可编程并行通信接口 8255A	84
第9章 磁盘、光盘存储器接口技术	90
9.1 软盘存储器	90
9.2 硬盘存储器	91
9.3 光盘存储器	92
第10章 人机交互接口	93
10.1 LED 显示器接口技术	93
10.2 键盘接口技术	94
10.3 CRT 显示器接口技术	96
10.4 打印机接口技术	98
第2篇 实验指导	101
实验1 基本逻辑电路	101
实验2 D 触发器实验	102
实验3 指令系统实验	103
实验4 汇编语言程序设计实验	104
实验5 8255A 并行接口应用实验	108
第3篇 模拟试题	111
1. 微型计算机系统概述	111
2. 数字逻辑基础	117
3. 微处理器	123
4. 微型计算机指令和指令系统	129
5. 汇编语言程序设计	141
6. 存储器	152
7. 输入输出及接口技术	157
8. 参考答案	165

第1篇 课程基本要求

第1章 微型计算机系统概述

学习目的与要求:

通过本章学习,了解计算机和微型计算机的发展过程,各个历史时期计算机的特点,掌握有关微型计算机系统的组成、性能指标、应用领域等基础知识。

重点:

1. 微处理器、微型机、微型计算机系统的区别与联系
2. 微型计算机系统的组成原理
3. 微型机的系统配置
4. CPU、ROM、RAM、I/O 等名词术语的意义及功能

考点:

1. 计算机和微型计算机的发展过程、分类及特点
2. 微型计算机组成原理、分类与配置
3. 微型计算机的性能指标
4. CPU、ROM、RAM、I/O 等名词术语的意义及功能
5. 微型计算机的应用领域

1.1 微型计算机的发展

1. 计算机

计算机是一种能按照事先编好的程序(指令序列)自动、高速、准确地进行大量运算和对信息进行加工处理的电子设备。

2. 计算机的发展历程

自从 1946 年第一台电子计算机 ENIAC 问世,50 多年来,计算机科学与技术一直在飞速发展。根据组成计算机的电子器件的发展历程,计算机发展已经经历了四代,现在正向第五代计算机发展。

第一代:电子管时代。计算机采用电子管作为逻辑元件。

第二代:晶体管时代。计算机用晶体管代替电子管,主存储器采用磁芯存储器,外存储器开始使用磁盘与磁带,并提供了较多的外部设备。

第三代:集成电路时代。计算机采用了小规模和中规模集成电路,主存储器用半导体存储器,采用微程序控制技术。

第四代：大规模集成电路时代。计算机全面采用了大规模集成电路甚至是超大规模集成电路。计算机开始向巨型和微型两极发展。微型计算机特别是多媒体计算机的开发和使用，将计算机的生产和应用推向了新的高潮。

未来的计算机将朝巨型化、微型化、网络化与智能化的方向发展。随着超大规模集成电路技术、新的计算机系统结构和软件技术的发展，第五代计算机将是完全新型的一代计算机。

3. 电子计算机的分类

按计算机的规模和运行速度进行分类，目前国际上把计算机分为六大类：

(1) 巨型计算机(Supercomputer)

巨型计算机又称为超级计算机或称超级电脑。代表机种有美国克颂雷盛公司生产的巨型机 Cray-1、Cray-2、Cray-3。我国的银河 I 型亿次机和银河 II 型十亿次机都是巨型机。

(2) 大型主机(Mainframe)

大型主机包括通常所说的大型机和中型机。其代表机种有美国 IBM 公司生产的 IBM 360、370、4300、3090 以及 9000 系列。

(3) 小型计算机(Minicomputer)

小型计算机又称小型电脑。其代表机种有美国 DEC 公司的 VAX 系列、DG 公司的 MV 系列以及 IBM 公司的 AS-400 系列。我国生产的太极系列计算机属于小型机。

(4) 个人计算机(Personal Computer)

个人计算机简称 PC 机，又称为微型计算机(Microcomputer)或微型电脑。其代表机种有 IBM PC 系列、国内的联想系列微机等。

(5) 工作站(Work Station)

工作站与高档微机之间的界限并不是非常明确，而且高档工作站的性能也有接近小型机，甚至接近低档大型主机的。典型机器有 HP 工作站、Sun 工作站、SGI 等。

(6) 小巨型计算机(Minisupercomputer)

小巨型计算机是新发展起来的小型超级电脑，或称桌上型超级电脑。例如，美国 Convex 公司的 C 系列、Alliant 公司的 FX 系列等。

4. 微型计算机的发展

(1) 微型计算机

微型计算机是以微处理器为核心，配以大规模集成电路存储器、输入/输出接口电路及系统总线所组成的计算机。

(2) 微型计算机的发展

如果按微处理器的字长划分，30 多年来，微型计算机的发展经历了以下几个阶段：

第 1 阶段(1971 年 ~ 1972 年) 采用的微处理器是 Intel 4004 和 Intel 8008 为 CPU。由 4 位和第一代 8 位微处理器组成的计算机称为第一代微型计算机。

第 2 阶段(1973 年 ~ 1977 年) 采用 8 位微处理器(如 Intel 8080)为 CPU。由 8 位微处理器组成的计算机称为第二代微型计算机。其流行机种是 TRS-80 和 Apple II。

第 3 阶段(1978 年 ~ 1984 年) 采用 16 位微处理器(如 Intel 8086 和 Intel 8088)为 CPU。由 16 位微处理器组成的计算机称为第三代微型计算机。其流行机种是 IBM PC 和 IBM PC/XT。

第 4 阶段(1985 年 ~ 1992 年) 采用 32 位微处理器(如 Intel 80386 和 Intel 80486 等)。

为 CPU。其流行机种是 PC386 和 PC486。

第 5 阶段(1993 年至现在) 采用了新一代微处理器, 如以 Pentium 为 CPU。目前流行机种是 PIII 和 PIV。

1.2 微型计算机的组成与配置

1. 名词术语

◆ 微处理器

微处理器是指采用大规模集成电路技术, 将具有运算器和控制器功能的电路及相关电路集成在一块芯片上的大规模集成电路。微处理器是微型计算机的核心, 又称为微型计算机的中央处理器。

◆ 微型计算机

微型计算机是指以微处理器为核心, 配以大规模集成电路构成的主存储器、输入输出接口电路及系统总线所组成的计算机。微型计算机又称为个人计算机(PC)、微电脑等。

◆ 微型计算机系统

微型计算机系统是指以微型计算机为核心, 配以相应的外部设备、电源、辅助电路以及控制微型计算机工作的系统软件所构成的计算机系统。

2. 微型计算机系统组成

(1) 计算机系统的组成

◆ 任何计算机系统都由硬件系统和软件系统两部分组成。

◆ 所有冯·诺依曼结构的计算机硬件系统主要包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个部分。

运算器: 负责数据的算术运算和逻辑运算, 即数据的加工处理部件。

控制器: 对程序规定的控制信息进行分析、控制, 并协调输入、输出操作或内存访问。

存储器: 存储程序和数据, 是具有记忆功能的部件。

输入设备: 用于把用户的程序和数据输入到计算机的存储器。

输出设备: 从计算机中取出程序执行结果或其他信息。

◆ 软件系统包括计算机本身运行所需的系统软件 and 用户完成任务所需的应用软件。

(2) 微型计算机硬件系统

微型计算机属于冯·诺依曼结构的计算机。

采用一个微处理器的微型计算机硬件系统是由中央处理单元(CPU)、存储器、系统总线及输入输出设备组成。

◆ 中央处理单元: 中央处理单元是一块微处理器芯片, 芯片上集成有控制器、运算器、寄存器等功能部件。

◆ 存储器: 存储器是计算机实现记忆功能的部件。存储器主要包括主存储器和辅助存储器。主存储器由半导体存储器 RAM 和 ROM 组成, 又称为内存; 辅助存储器又称外存储器, 包括软盘存储器、硬盘存储器和光盘等。

◆ 系统总线: 微型计算机系统采用总线结构将 CPU、存储器和外部设备进行连接。

总线就是在两个以上数字设备之间提供传送信息的公用通道。

总线通常由数据总线、控制总线和地址总线三部分组成。

数据总线：在 CPU 与内存或输入输出接口之间传送数据。

控制总线：用来传送各种控制信号。

地址总线：用来传送存储单元或输入输出接口的地址信息。

◆ 输入输出设备：常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、数码相机等。常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

一般而言，外存储器也属于输入输出设备。

(3) 微型计算机软件系统

软件是组成计算机系统必不可少的、以程序为主体、包括相应文档和使用说明书的非实体性部件。

程序是组成软件的主体，是用程序设计语言表达计算机的处理步骤、指挥计算机进行某种操作的指令序列。

文档是指在软件开发计划、设计、制作、维护等过程中产生的文件、资料、说明、程序等必备的资料。使用说明书包括软件的用户手册、操作手册、维护手册等。

计算机软件系统由系统软件和应用软件组成。

◆ 系统软件是管理、监控和维护计算机资源的软件。系统软件主要包括各种操作系统、各种程序设计语言及其解释程序或编译程序、机器的监控管理程序、调试程序、故障检查和诊断程序等。操作系统是系统软件中的核心。

◆ 应用软件是用户为使用计算机实际问题所开发的软件的总称。应用软件分为两类：公共应用软件和按行业、业务分类的应用软件。

3. 微型计算机主要组装部件

(1) 主机系统板

主机系统板位于主机箱内，主机系统板上通常配置有：中央处理器 CPU 及其外围电路，基本存储器 RAM 和 ROM、高速缓冲存储器及其控制电路、输入输出控制电路、I/O 扩充插槽、键盘接口及扬声器接口、面板控制开关及指示灯连接用接插件及电源接插件等。不同型号的主机系统板的尺寸及元器件配置位置不同。

(2) 电源和机箱

微机机箱的品种和样式较多，目前常见的有立式和卧式两种，又以立式为多。电源盒装配在主机箱内，功率大约分为 150W，200W，230W，300W 等档次。

(3) 显示器和键盘

个人键盘通常用 101 键盘和 102 键盘，通过电缆与主机连接；显示器分单色显示器和彩色显示器。显示器必须通过显示器适配卡与主机相连。

(4) 磁盘驱动器

磁盘驱动器有软磁盘驱动器和硬磁盘驱动器。软磁盘驱动器主要有 5.25 英寸和 3.5 英寸两种，目前多用 3.5 英寸硬盘机。磁盘驱动器通过磁盘适配器(卡)与主机相连。

(5) 光盘驱动器

目前常用的光盘驱动器多为 CD-ROM 驱动器，用于读取 CD-ROM 盘片上的数据。

(6) 各种适配卡

主机系统板上通常有 5~8 个 I/O 扩充插槽，用于插接各种适配卡。常用的适配卡有：显

示器适配卡、软/硬磁盘驱动器适配卡、多功能卡、网络适配器卡、汉字库卡、防病毒卡、A/D 及 D/A 卡、声卡以及各种数字量 I/O 卡等。

4. 程序设计语言

(1) 程序设计语言

编写计算机程序所用的语言称为程序设计语言，它是人与计算机之间交换信息的工具，是系统软件的重要组成部分，一般分为机器语言、汇编语言和高级语言。

- ◆ 机器语言：用二进制数的序列组成的、机器惟一能“理解”的语言。

- ◆ 汇编语言：是一种面向机器的符号语言。用汇编语言编写的程序，称为汇编语言源程序。

- ◆ 高级语言：是面向问题的程序设计语言。其显著特点是它独立于具体的机器系统，提高了程序的通用性和可移植性。目前世界上已有数百种高级语言，用得最多的是 Visual BASIC、FORTRAN、PASCAL、C++、PROLOG、LISP 等语言。

(2) 语言处理程序

语言处理程序分为汇编程序、编译程序和解释程序。

- ◆ 汇编程序：把汇编语言源程序“翻译”成机器语言程序，该过程称为“汇编”。

- ◆ 编译程序：把高级语言源程序“翻译”成目标程序，该过程称为“编译”。

- ◆ 解释程序：是逐条“翻译”并执行高级语言源程序的语句。

5. 计算机工作过程

为使计算机按规定步骤工作，首先要编制程序。程序是一个特定的指令序列，它告诉机器要做哪些事，按什么步骤做。操作人员通过输入设备将程序和原始数据送入存储器，在程序运行后，计算机就从存储器中取出指令，送到控制器中去分析、识别。控制器根据指令的含义发出相应的命令，控制存储器和运算器的操作；当运算器任务完成后，就可以根据指令序列将结果通过输出设备输出。操作人员还可以通过控制台启动或停止机器的运行，或对程序的执行进行某种处理。

1.3 微型计算机的性能指标

通常用微型计算机的性能指标表述微型计算机的性能。其主要性能指标有字长、主存储器容量、时钟频率和运算速度等。

1. 字长

字长是 CPU 一次能够同时处理的二进制数据的位数。字长越长，计算机的数据处理能力越强。一般微型计算机字长有 8 位、16 位，高档微机为 32 位。根据字长分类，微型计算机可分为 16 位机、32 位机等。

2. 主存储器容量

主存储器的容量指的是主存储器中 RAM 和 ROM 的容量总和。它表征主存储器存储信息的能力，是影响整机性能和软件性能发挥的重要因素。

微计算机主存储器以字节为单位存储信息。通常，将 1 024 个字节 (Byte) 称为 1KB，1 024KB 称为 1MB，1 024MB 称为 1GB。目前，Pentium 机主存储器容量可达 128 ~ 256MB。

3. 存取周期

存储器完成一次读或写信息操作所需的时间称为读写时间,两次读/写操作之间的时间间隔称为存取周期。它是衡量存储器速度的重要标志。

4. 运算速度

通常运算速度用每秒钟能执行的指令数来表示,单位一般用 MIPS (百万条指令/秒)。目前,高档微机的运算速度可达几千万次/秒。

5. 主频

主频是指计算机的时钟频率,单位为兆赫兹 (MHz)。时钟频率很大程度上决定了计算机的运算速度,时钟频率越高,运算速度越快。例如, Pentium II / 350 和 Pentium III / 600 中的“350”和“600”的含义是 CPU 时钟频率。目前, Pentium IV 型芯片主频高达 1 700MHz。

6. 可靠性

可靠性是指在给定时间内,计算机系统能正常运转的概率。通常用平均无故障时间 MTBF 表示,指系统能正常工作的平均时间。

7. 可用性

指计算机的使用效率。

8. 可维护性

指计算机的维修效率。通常用平均修复时间 MTTR 来表示,即从故障发生到故障修复所需的平均时间。

1.4 微型计算机的应用

微型计算机应用已经涉及各个领域,主要集中在以下几个方面:

1. 科学计算

解决科学技术和工程设计中的数据量很大、计算复杂的数学问题,如人造卫星与运载火箭的轨道设计,导弹发射的飞行轨迹计算等。

2. 信息处理

利用计算机可以对任何形式的数据进行加工和处理,例如文字处理、图形图像处理和声音信号处理等。

3. 自动控制

利用计算机对生产过程进行控制,计算机过程控制已广泛应用于机械、电力、石油、化工、冶金、纺织等行业。

4. 计算机辅助工程应用

所谓计算机辅助设计 (CAD: Computer Aid Design) 就是用计算机来帮助设计人员进行设计。常用于飞机、轮船、建筑工程等复杂设计工程中。由计算机辅助设计派生出计算机辅助制造 (CAM), 计算机辅助教学 (CAI) 等。

5. 计算机网络通信

计算机网络是计算机技术与现代通信技术相结合的产物。利用计算机网络,可以使一个地区、一个国家甚至全世界范围内实现计算机软、硬件资源供享,从而使众多的计算机可以方便的进行信息交换和相互通信。

第2章 数字逻辑基础

学习目的与要求:

通过本章学习,掌握各种进制数之间的转换方法,数据表示方法,各种逻辑电路的基本工作原理。

重点:

1. 数字的编码方法(二一十进制编码、ASCII 码)
2. 基本逻辑门电路的逻辑表达式及真值表
3. 加法器、译码器、触发器、寄存器的基本工作原理
4. 加法器、译码器、触发器、寄存器的简单应用

考点:

1. 计算机数据中的进制和编码
2. 二进制、八进制、十进制、十六进制的表示方法及相互转换
3. 有符号数、无符号数、原码、反码、补码、定点数、浮点数的表示方法
4. 基本逻辑门电路的逻辑表达式及真值表
5. 加法器、译码器、触发器、寄存器的基本工作原理

2.1 数的表示和运算

1. 计算机中数的表示

(1) 十进制

- ◆ 使用 10 个不同的数码符号 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9。
- ◆ 基数为 10。
- ◆ 每一个数码符号在数中所处的位置(即数位)不同,所表示的实际数值也不同,并按逢十进一的规则进行计数。

- ◆ 任意一个十进制正数 D , 可以写成如下形式:

$$(D)_{10} = D_{n-1} \times 10^{n-1} + D_{n-2} \times 10^{n-2} + \cdots + D_1 \times 10^1 + D_0 \times 10^0 + D_{-1} \times 10^{-1} + D_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + D_{-m} \times 10^{-m}$$

例如, $(123.45)_{10}$ 以小数点为界,往左是个位、十位、百位,往右是十分位、百分位。所以可以表示为:

$$(123.45)_{10} = 1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 4 \times 10^{-1} + 5 \times 10^{-2}$$

在计算机中,一般用十进制作数据的输入、输出。

(2) 二进制

- ◆ 使用两个不同的数码符号 0 和 1。
- ◆ 基数为 2。
- ◆ 每一个数码符号在数中所处的位置(即数位)不同,所表示的实际数值也不同,并按

逢二进一的规则进行计数。

◆ 任意一个二进制正数 B, 可以写成如下形式:

$$(B)_2 = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + \cdots + B_1 \times 2^1 + B_0 \times 2^0 + B_{-1} \times 2^{-1} + B_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + B_{-m} \times 2^{-m}$$

例如:

$$(11011.101)_2 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 + 1 \times 2^{-1} + 0 \times 2^{-2} + 1 \times 2^{-3} \\ = (27.625)_{10}$$

在计算机中, 数的存储、运算、传输都使用二进制。

(3) 八进制

◆ 使用 8 个不同的数码符号 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7。

◆ 基数为 8。

◆ 每一个数码符号在数中所处的位置(即数位)不同, 所表示的实际数值也不同, 并按逢八进一的规则进行计数。

◆ 任意一个八进制正数 S, 可表示为:

$$(S)_8 = S_{n-1} \times 8^{n-1} + S_{n-2} \times 8^{n-2} + \cdots + S_1 \times 8^1 + S_0 \times 8^0 + S_{-1} \times 8^{-1} + \cdots + S_{-m} \times 8^{-m}$$

例如:

$$(472.64)_8 = 4 \times 8^2 + 7 \times 8^1 + 2 \times 8^0 + 6 \times 8^{-1} + 4 \times 8^{-2} = (314.8125)_{10}$$

(4) 十六进制

◆ 使用 16 个不同的数码符号, 它们是 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F。

◆ 基数为 16。

◆ 每一个数码符号在数中的位置(即数位)不同, 所表示的实际数值也不同, 并按逢十六进一的规则进行计数。

◆ 对任意一个十六进制正数 H, 可表示为:

$$(H)_{16} = H_{n-1} \times 16^{n-1} + H_{n-2} \times 16^{n-2} + \cdots + H_1 \times 16^1 + H_0 \times 16^0 + H_{-1} \times 16^{-1} + \cdots + H_{-m} \times 16^{-m}$$

例如:

$$(3AB.28)_{16} = 3 \times 16^2 + A \times 16^1 + B \times 16^0 + 2 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2} = (939.15625)_{10}$$

2. 机器数的特点

数在计算机中的表示形式称为机器数, 机器数所代表的实际数值称为真值。机器数有三个特点:

(1) 机器数表示的数值范围受计算机字长的限制。机器数的字长是由计算机的字长决定的, 也就决定了机器数表示的范围。

(2) 机器数的符号位被数值化。因为机器数有正、负之分, 统一规定机器数的正号用 0 表示, 负号用 1 表示。在表示机器数的计算机字长中要拿出一位来作为符号位。例如, 在字长为 8 位的微机中, 用最高位表示符号位, 此时, 机器数的表示范围为

$$(11111111)_2 = (-127)_{10} \sim (01111111)_2 = (+127)_{10}$$

(3) 机器数的小数点处于约定的位置。计算机采用约定的方式表示小数点。小数点的位置可以有两种约定: 一种是规定小数点的位置固定不变, 这样表示的机器数称为定点数; 另一种允许小数点可以浮动, 这样表示的机器数称为浮点数。微型机中多使用定点数。

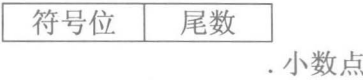
3. 数中小数点的表示

(1) 数的定点表示

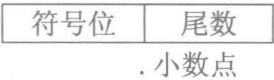
$$N=2^P \times S$$

式中 S 称为数 N 的尾数，P 称为数 N 的阶码，2 称为阶码的底。这里 P 和 S 都是用二进制表示的数。尾数 S 表示数 N 的全部有效数字；阶码 P 指明了小数点的位置。如果阶码 P 的值固定，这种表示方法为定点表示法，这种数称为定点数。

假如 $P=0$ ，S 又是纯整数，则小数点的位置定在 S 之后：



如果 $P=0$ ，S 是纯小数，则小数点的位置定在 S 之前：



小数点的位置只是约定的位置，实际上并不表示出来。应该指出，现代计算机都是能处理多种数值类型的计算机。

(2) 数的浮点表示

数的浮点表示就是一个数的小数点的位置不是固定的，而是可以浮动的。换句话说，如果阶码 P 是可变的，则称这种表示方法为数的浮点表示法。用浮点表示法表示的数称为浮点数。此时，在 $N=2^P \times S$ 式中，阶码 P 为可变的整数，且可正、可负，尾数 S 也可正、可负。

通常用一位二进制数 P_t 表示阶码的符号位。 $P_t=0$ 表示阶码为正， $P_t=1$ 表示阶码为负。同样用一位二进制数 S_t 表示尾数的符号位。 $S_t=0$ 表示尾数为正， $S_t=1$ 表示尾数为负。

浮点表示法首先要规定字的格式。例如，字长为 32 位，可用左边的 8 位作阶码，其中最左边一位为阶码的符号位；用右边的 24 位作为尾数，其中左边第一位为尾数的符号位。

格式如下：



大多数计算机中，都把尾数定为纯小数，即把小数点定在尾数 S 之前。这并不是把小数点位置固定了，实际的小数点位置是由阶码决定的。

4. 原码、补码和反码

(1) 原码

- ◆ 原码形式与二进制数的原来表示方法基本一样。
- ◆ 原码中增加了专门表示数的正、负的符号位，也就是用 0 表示正号，用 1 表示负号。
- ◆ 最左边一位的 0 和 1 不代表具体数值，而分别表示“+”和“-”。

(2) 反码