

高等学校计算机课程规划教材

微型计算机 硬件技术基础

迟丽华 李英慧 喻梅 编著



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

高等学校计算机课程规划教材

微型计算机硬件技术基础

迟丽华 李英慧 喻梅 编著

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是为非电类专业本科生的“计算机硬件技术基础”课程编写的教材。本书以国内应用较广泛的 Intel 80X86 为典型机,系统地介绍了微型计算机的组成、基本工作原理等基础知识。全书共分 9 章。第 1 章介绍微型计算机的发展、主要技术指标以及计算机中数据的表示和运算方法。第 2、3 章介绍 80X86 系列微处理器的基本结构、工作原理及采用的技术等。第 4、5 章通过实例介绍 80X86 的基本指令系统和汇编语言程序设计方法。第 6 章介绍总线的基本概念和微机系统常见的总线标准。第 7 章介绍存储器的分类、组织方式和管理技术。第 8、9 章介绍微机系统的输入输出技术和常用的接口芯片。每章后均留有多种类型的习题,并在书后给出习题答案,便于学生学习和归纳教学内容。

本书可作为高等学校非电类专业学生的计算机硬件技术基础、微机原理、微机接口各课程的教材,也可作为科技人员的自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机硬件技术基础 / 迟丽华, 李英惠, 喻梅编
著. —天津: 天津大学出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-5618-2919-6

I. 微… II. ①迟…②李…③喻… III. 微型计算机
—硬件 IV. TP360.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 005888 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网 址 www.tjup.com
印 刷 天津泰宇印务有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 185mm × 260mm
印 张 17.5
字 数 437 千
版 次 2009 年 2 月第 1 版
印 次 2009 年 2 月第 1 次
印 数 1—3 000
定 价 29.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究



前 言

本书是为非电类专业本科生的“计算机硬件技术基础”课程编写的教材。编写本书的目的是使读者获得计算机硬件技术方面的基础知识、基本方法和基本技能,培养学生利用硬件与软件相结合方式分析、解决问题的思维方法和初步能力。

本书不仅注重阐述基本概念、基本原理,同时,注重理论联系实际,并给出大量图例和程序实例,便于学生理解问题。每章内容后均留有多种类型的习题,并在书后给出习题答案,便于学生学习和归纳教学内容。

全书共分9章。第1章介绍微型计算机的发展、主要技术指标以及计算机中数据的表示和运算方法。第2、3章介绍80X86系列微处理器的基本结构、工作原理及采用的技术等。第4章介绍80X86CPU的寻址方式和指令系统,并给出各种指令的使用实例。第5章通过实例介绍汇编语言程序设计方法,内容包括汇编语言的基本概念、伪指令、汇编语言程序格式及上机实践过程。第6章介绍总线的基本概念和微机系统常见的总线标准。第7章介绍存储器的分类、组织方式和管理技术。第8章介绍微机系统的输入输出技术,重点是中断技术。第9章介绍常用的接口芯片,包括可编程计数器/定时器芯片、数模(D/A)转换芯片、模数(A/D)转换芯片,通过实例说明这些芯片的功能和使用方法。

本书的第1~5章、第9章由迟丽华编写;第6、7章由喻梅编写;第8章由李英慧编写。全书由迟丽华统稿。本书在编写过程中得到了于健、王温君、王保旗、杨洁、罗咏梅、董秀老师的帮助,在此表示感谢。由于编者水平有限,不妥或错误之处恳请广大读者批评指正。

编者

2008年10月



目 录

第1章 微型计算机系统概述及基础知识	(1)
1.1 微型机概述	(1)
1.1.1 微型机发展概况	(1)
1.1.2 微型机系统组成	(1)
1.1.3 微型机工作原理简介	(5)
1.1.4 微型机主要性能指标	(7)
1.2 计算机中的数制	(8)
1.2.1 常用计数制	(8)
1.2.2 各种数制之间的转换	(8)
1.3 二进制数的运算	(11)
1.3.1 二进制数的算术运算	(11)
1.3.2 二进制数的表示范围	(12)
1.3.3 二进制数的逻辑运算	(12)
1.3.4 基本逻辑电路	(13)
1.4 带符号二进制数的表示及运算	(17)
1.4.1 带符号二进制数的表示方法	(17)
1.4.2 带符号二进制数的运算	(19)
1.4.3 带符号二进制数运算的溢出问题	(19)
1.5 小数的表示	(20)
1.6 字符编码	(22)
习题	(24)
第2章 微处理器基础	(28)
2.1 8086/8088 概述	(28)
2.2 8086/8088 内部寄存器	(28)
2.2.1 通用寄存器	(28)
2.2.2 段寄存器	(30)
2.2.3 控制寄存器	(30)
2.3 8086 CPU 的功能结构	(33)
2.3.1 总线接口部件 BIU	(33)
2.3.2 执行部件 EU	(34)
2.3.3 微处理器工作方式比较	(34)
2.4 8086 的工作模式及引脚信号	(35)
2.4.1 8086 的两种工作模式	(35)
2.4.2 8086 微处理器芯片的引脚	(36)



2.4.3 8086 与 8088 微处理器的比较	(39)
2.5 8086/8088 工作时序	(40)
2.5.1 微处理器时序概念	(40)
2.5.2 8086/8088 典型时序分析举例	(41)
2.6 8086/8088 的存储管理	(42)
2.6.1 存储器分段和物理地址	(42)
2.6.2 访问存储器各段的默认规则	(43)
习题	(44)
第3章 80X86 微处理器	(48)
3.1 80X86 微处理器概述	(48)
3.2 80X86 微处理器系统组成	(50)
3.2.1 内部构件	(50)
3.2.2 内部寄存器	(53)
3.2.3 主要引脚名称与功能	(60)
3.3 工作模式与地址变换	(61)
3.3.1 实地址模式(实模式)	(62)
3.3.2 虚拟 8086 模式	(62)
3.3.3 保护模式	(63)
3.4 Pentium 微处理器	(66)
3.5 双核处理器简介	(69)
习题	(70)
第4章 指令系统	(74)
4.1 指令与指令系统概述	(74)
4.1.1 指令格式	(74)
4.1.2 指令字长与指令执行时间	(75)
4.2 操作数的寻址方式	(76)
4.2.1 立即寻址	(77)
4.2.2 寄存器寻址	(78)
4.2.3 存储器寻址	(79)
4.2.4 32 位地址的寻址方式	(84)
4.3 微机指令系统	(85)
4.3.1 数据传送指令	(85)
4.3.2 算术运算指令	(93)
4.3.3 逻辑运算指令	(102)
4.3.4 移位操作指令	(104)
4.3.5 字符串操作指令	(111)
4.3.6 程序控制指令	(115)
4.3.7 系统功能调用指令	(125)
4.3.8 处理器控制指令	(128)



习题	(129)
第 5 章 汇编语言与程序设计	(137)
5.1 汇编语言基础	(137)
5.1.1 设计汇编语言程序的步骤	(137)
5.1.2 汇编语言源程序结构	(137)
5.1.3 汇编语言语句格式	(138)
5.2 常用伪指令	(140)
5.2.1 段定义伪指令 SEGMENT/ENDS	(140)
5.2.2 指定段寄存器伪指令 ASSUME	(141)
5.2.3 过程定义伪指令 PROC/ENDP	(141)
5.2.4 变量定义伪指令 DB/DW/DD	(142)
5.2.5 符号定义伪指令 EQU/=	(144)
5.3 汇编语言程序设计	(145)
5.3.1 顺序结构程序设计	(145)
5.3.2 分支结构程序设计	(147)
5.3.3 循环结构程序设计	(149)
5.3.4 子程序	(155)
习题	(156)
第 6 章 总线结构	(162)
6.1 总线的基本概念	(162)
6.1.1 总线分类	(162)
6.1.2 总线结构	(163)
6.1.3 总线基本功能及主要性能指标	(164)
6.2 常用总线标准	(169)
6.2.1 系统总线	(169)
6.2.2 局部总线	(170)
6.2.3 外部总线	(174)
习题	(178)
第 7 章 存储器	(181)
7.1 概述	(181)
7.1.1 存储系统和体系结构	(181)
7.1.2 存储器主要性能指标	(183)
7.1.3 存储器分类	(184)
7.2 RAM 存储器实例	(187)
7.2.1 静态随机存取存储器 SRAM	(187)
7.2.2 动态随机存取存储器 DRAM	(193)
7.3 高速缓冲存储器 Cache	(196)
7.3.1 Cache 的工作原理	(197)
7.3.2 Cache 的分级结构和读写策略	(198)



7.3.3 Cache 的地址映射	(200)
7.4 微机存储器的组织方式	(201)
7.5 存储器管理技术	(205)
7.5.1 虚拟存储器	(205)
7.5.2 Windows 的内存管理	(209)
7.6 外部存储器简介	(210)
7.6.1 硬盘	(210)
7.6.2 光盘	(213)
7.6.3 USB 盘	(215)
习题	(215)
第8章 输入/输出技术	(219)
8.1 输入/输出接口	(219)
8.1.1 输入/输出接口的基本功能	(219)
8.1.2 输入/输出端口及编址方式	(221)
8.2 输入/输出的基本方法	(222)
8.2.1 程序控制方式	(222)
8.2.2 中断传输方式	(223)
8.2.3 直接存储器存取方式(DMA)	(223)
8.2.4 输入/输出通道控制方式	(225)
8.3 中断技术	(225)
8.3.1 中断的基本概念	(225)
8.3.2 中断的工作过程	(228)
8.3.3 获取中断服务程序首地址的方法	(229)
8.3.4 8259 中断控制器简介	(231)
习题	(240)
第9章 常用接口芯片	(243)
9.1 可编程计数器/定时器 8254 芯片	(243)
9.1.1 8254 芯片外部引脚及内部结构	(243)
9.1.2 8254 芯片工作方式及控制字	(244)
9.1.3 8254 芯片应用举例	(248)
9.2 数模(D/A)转换芯片和模数(A/D)转换芯片	(250)
9.2.1 数/模转换接口芯片	(251)
9.2.2 模/数转换接口芯片	(255)
习题	(258)
附录 各章习题答案	(260)



第1章 微型计算机系统概述及基础知识

本章主要介绍微型计算机系统组成、基本结构、主要部件、基本工作原理以及计算机中数的表示方法和运算方法。

1.1 微型机概述

1.1.1 微型机发展概况

微型计算机(Microcomputer,简称微机)是以微处理器(Micro Processor,简称MP或 μp)作为中央处理器(Central Process Unit,简称CPU),再加上存储器、输入输出电路组成的计算机。

自20世纪70年代诞生第一台(Apple公司)微机以来,发展极为迅速。微机的发展与微处理器的发展密切相关。从最初4位字长的微处理器到8位字长的Z80,从16位的8086/8088、80286到32位的80386和80486,又从Pentium(奔腾或80586)发展到Pentium Pro(高能奔腾)、Pentium MMX(多能奔腾)、Pentium II(二代奔腾)、Pentium III(三代奔腾)、Pentium IV(四代奔腾),从单核微处理器发展到双核或多核微处理器。微处理器的发展推动了微机系统的不断发展。

随着微处理器性能的不断提高以及配置大容量的存储器,使微机的整机性能进一步提高。微机硬件产品价格在不断下降,使更多的人能够买得起微机,极大地推动了计算机技术的普及与提高。与此同时,也不断推出各种微机应用软件。就操作系统(Operating System,简称OS)来说,从磁盘操作系统DOS(Disk Operating System)发展到图形界面操作系统Windows(如Windows 2003、Windows NT、Windows XP、Vista等)。多媒体与网络技术的兴起把微机技术推向一个新高潮。多媒体个人计算机系统的出现,使微机不仅能交互式地处理和管理数据、文字、图形,还可处理视频、音频、动画等信息,并可兼有报纸、广播、电视、电话、传真等现代设备的功能。

总之,随着计算机技术的不断发展,微机的性能越来越好,价格越来越低,软件越来越丰富,应用越来越广泛。

1.1.2 微型机系统组成

微机由硬件系统和软件系统构成。硬件系统是组成计算机的机器部分,软件系统是使用计算机需要的程序、数据和文档资料。微机系统组成如图1.1所示。

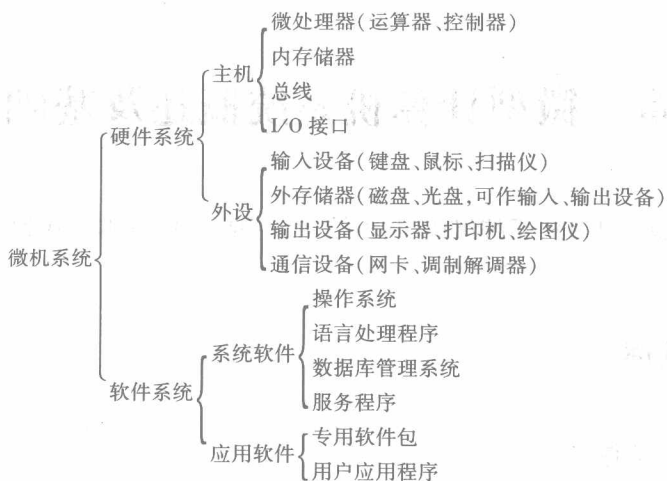


图 1.1 微机系统组成

1.1.2.1 微机硬件系统

微机的硬件结构依然遵循冯·诺依曼计算机结构,即硬件由控制器、运算器、存储器、输入和输出设备(简称外设)构成。微机将运算器和控制器集成在一块芯片上,该芯片称为微处理器。图 1.2 给出微机硬件基本组成框图。其中,虚线中的部件安装在机箱内的主机板(简称主板)上。主板是微机内最大的一块电路板。主板通常包括微处理器、内存插槽(用于插接内存条芯片,构成主存储器)、高速缓冲存储器、芯片组、BIOS(Basic Input Output System,即基本输入输出系统)、CMOS RAM(简称 CMOS)、总线插槽(I/O 通道)、串行和并行接口等。

主板是微机的重要部件,它几乎集中了系统的全部功能。主板主要有 AT 主板、ATX 及 NLX 主板等类型,它们的区别是各部件在主板的排列位置、电源接口外形及控制方式上有所不同。

从图 1.2 可以看出,微机通过总线将微处理器、主存储器和 I/O 接口(即输入/输出接口)连接起来,通过接口连接外设(如键盘、鼠标、显示器等)。

另外,若将处理器、存储器、输入输出接口集成在一个芯片上,则构成单片机(Single-Chip Microcomputer 或 Micro-Controller)。

下面简要介绍微机硬件各部分的功能。

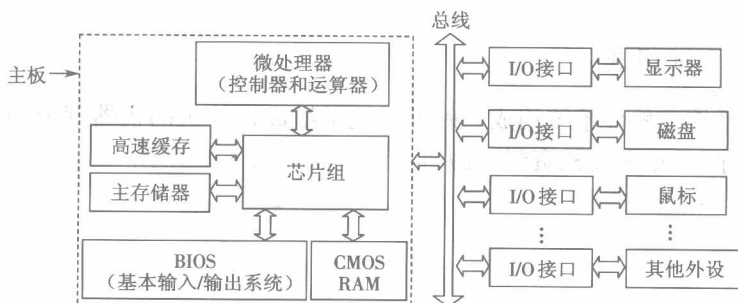


图 1.2 微机硬件基本组成框图



1. 微处理器 (Micro Processor)

微处理器也称为“中央处理器”或“中央处理单元”。由于微处理器将运算器和控制器集成在一块芯片中,所以也称为“运算控制器”。微处理器是整个硬件系统的核心,其运算速度和性能决定了计算机的整体性能。目前,大多数微机的 CPU 由美国 Intel 公司生产。当前最新产品是多核 Pentium 微处理器。

微处理器安装在主板专门的插座上。微处理器内包括控制器、运算器、各种寄存器和内部数据通路。微处理器的主要功能是从主存中取出指令,并解释指令和执行指令,即按指令控制计算机各部件的操作,完成指令要求的功能。下面简要介绍各部分的功能。

(1) 控制器

控制器是整个计算机硬件系统的指挥控制中心,主要由指令寄存器、指令译码器、程序计数器、操作控制器等部件组成。控制器根据程序指令产生一系列控制信号,以此控制计算机中的所有部件按指令完成操作。

(2) 运算器

运算器是对数据进行算术运算和逻辑运算的部件。它由算术逻辑单元 ALU (Arithmetic Logical Unit)、累加器和寄存器组成。运算器的核心部件是算术逻辑运算单元。

(3) 各种寄存器

微处理器 (CPU) 中有许多寄存器 (Register), 用于存放指令、指令地址、数据及运算结果等,如运算器中的累加器用于存放数据和运算结果。控制器中的指令寄存器用于存放指令。

(4) 微处理器内部数据通路

它是微处理器的内部总线,用于连接微处理器内部的各部件,为各部件传送信息提供通路。

2. 主存储器 (Memory)

主存储器 (简称主存或内存) 是微机的记忆部件,用于存放程序和数据等信息。只要把内存条插在主板的内存插槽上,就构成了内存存储器。程序只有放入主存, CPU 才能执行。

整个主存被分成若干个存储单元,每个存储单元中可以存放指令或数据等信息。为了标识每个存储单元,需要给每个存储单元指定一个编号 (内存地址或地址),即为存储单元编排地址 (简称内存编址)。存储单元一般按字节编址。一个字节由 8 位二进制位组成。字节编址是为每个字节指定一个编号 (地址)。

存储容量和存取速度是存储器的重要指标。存储容量是存储单元的总数目,有效速度又称存取时间或读写时间,表示存储器的操作速度。

3. 高速缓冲存储器 (Cache)

高速缓冲存储器是为解决微处理器和主存储器读写速度不匹配而增加的部件。微处理器读取信息时,先访问 Cache 存储器,若其中没有所要的内容,再访问主存储器。

随着 Cache 技术的发展,Cache 结构从单级向多级发展。如 2 级 Cache 是指 L1 Cache (1 级 Cache) 和 L2 Cache (2 级 Cache)。L1 Cache 集成在微处理器芯片内,时钟周期与微处理器相同。L2 Cache 安置在主板上。

4. CMOS 芯片

Intel 80286 及以后的微机主板上都有一块 CMOS RAM (简称 CMOS) 集成电路芯片,用于存储计算机的一些配置信息,如系统时间、磁盘、光盘、显示器、存储器等参数。开机后可通过



进入 Setup 程序修改 CMOS 中的信息。CMOS 由电池供电,关机后其中的信息不会丢失。

5. BIOS 芯片

BIOS(Basic Input Output System)是一块只读存储器 ROM(Read-Only Memory),其中的内容由计算机厂家采用特殊方法写入。写入 BIOS 中的内容是微机基本的输入/输出程序。用户只能读出 BIOS 中的内容,不能修改。断电后,BIOS 中的信息不丢失。

6. 芯片组

芯片组是指固定在主板上的几块集成电路芯片。主板上能安装何种档次的 CPU 由芯片组决定。由于 CPU 种类、引脚、时序各不相同,所以需要不同的芯片组支持。计算机系统时钟及各种与其同步的时钟也由芯片组决定。

7. 总线(BUS)

总线是传送信息的一组导线,是微处理器、主存和输入/输出接口(I/O 接口)之间交换信息的公共通路。微机系统的总线由地址总线 AB(Address Bus)、数据总线 DB(Data Bus)及控制总线 CB(Control Bus)组成。微机采用总线结构后,简化了微机的系统结构和系统硬件的设计过程,提高了系统工作效率和处理速度,减轻了软件设计工作量,从而缩短了硬、软件的研制周期,降低了系统成本。

(1) 地址总线 AB(Address Bus)

地址总线是传送地址信息的总线,即是 CPU 向主存和输入/输出接口传送地址信息的通路。它是单向总线,只能由 CPU 向外传送地址信息。地址总线的宽度(位数)决定了微机的直接寻址能力(即寻找主存单元和输入/输出设备的范围),如有 32 根地址线,直接寻址范围可达 2^{32} B,即 4 GB。

(2) 数据总线 DB(Data Bus)

数据总线是传送数据信息的总线,是双向总线。一方面,在 CPU 进行读操作时,主存或外设的数据通过 DB 总线送往 CPU。另一方面,在 CPU 进行写操作时,CPU 数据通过 DB 总线送往主存或外设。

(3) 控制总线 CB(Control Bus)

控制总线是传送控制信息的总线。控制总线既是 CPU 向主存及输入/输出接口发送命令信号的通道,又是外界向 CPU 传送状态信息的通道。

8. 输入/输出接口与输入/输出设备

计算机内部通过输入/输出设备与外界交换信息,如使用键盘、鼠标等输入设备向计算机输入文字、程序、数据等,通过显示器等输出设备输出结果。由于外设是各式各样的,外设的操作速度、数据格式、电位高低等与 CPU 不匹配,所以 CPU 与输入/输出设备之间不能直接相连,每个外设必须通过输入/输出接口与 CPU 相连。也就是说,接口是连接 CPU 与外设的“桥梁”,通过接口电路完成信号变换、数据缓冲、与 CPU 联络等工作,即通过接口实现外设与 CPU 的信息传送。

在微机系统中,较复杂的输入/输出接口电路一般都做在电路板上,这种电路板又称为“卡(Card)”,如显示卡、网卡、声卡等。在卡的一侧引出连接外设的插座,另一侧做成插入端,只要将插入端插到总线插槽(输入/输出通道)上,接口与系统总线就连接好了。

硬盘和光盘等作为微机的外存储器(也称辅助存储器)也属于输入/输出设备。外存储器与内存相比,外存储器的容量大、成本低,且可以永久脱机保存信息。



1.1.2.2 微机软件系统

微机软件包括系统软件和应用软件。

1. 系统软件

系统软件包括操作系统、语言处理程序、数据库管理系统及服务程序等。

(1) 操作系统

操作系统是系统软件的核心,是管理计算机软、硬件资源的程序集合,也是人与计算机之间的接口,用户借助操作系统才能使用计算机。操作系统实现处理机管理(或称 CPU 管理)、存储管理、设备管理、文件管理、作业管理等功能。

(2) 语言处理程序

计算机可以直接执行用机器语言(计算机指令集合)编写的程序,无需用语言处理程序进行处理。计算机不能直接执行用汇编语言、高级语言编写的程序,需用语言处理程序进行处理。汇编程序是一种语言处理程序,它的功能是把用汇编语言(一种符号语言)编写的源程序翻译成机器语言程序(目标程序)。这一翻译过程叫汇编。关于如何用汇编语言编写程序以及如何使用汇编程序详见第5章。

2. 应用软件

应用软件是计算机所有应用程序的总称,是为解决某些实际问题编制的,如文字处理软件、表处理软件、计算机辅助设计软件包、集成电路设计软件包等。

1.1.3 微型机工作原理简介

微机同样遵循冯·诺依曼计算机的工作原理,即遵循“存储程序”的工作原理。计算机之所以能够自动进行工作,是人们预先把让计算机工作的步骤以命令形式输入到存储器中,即事先编写命令序列,也就是编写程序。通过程序指示计算机做什么和如何做。计算机的工作过程就是执行程序的过程。“存储程序”工作原理的基本要点如下。

①计算机内部采用二进制形式表示数据和指令。

②计算机硬件由运算器、存储器、控制器、输入设备、输出设备组成。其中,运算器负责完成算术运算和逻辑运算,存储器负责存放指令和数据,输入设备负责从外部接收数据和程序代码并保存到存储器中,输出设备负责将计算机内部数据转换为外部可见形式,控制器负责协调各个部件,使整个计算机有序运转。

③把人们编好的程序和原始数据预先存储起来,计算机工作时能够自动高速地从存储器中逐条取出程序中的指令并执行,这就是计算机存储程序的概念。

采用上述体制的计算机称为冯·诺依曼体系结构计算机。目前,大多数计算机仍采用冯式体制。

计算机能做哪些操作取决于它的指令系统。描述计算机各种基本操作的命令称为指令,一台计算机能辨别和执行的所有指令(指令集合)称为指令系统,一条指令对应计算机的一种基本操作。计算机能辨别和执行哪些指令是在设计机器时决定的。不同类型的计算机有不同的指令系统,指令系统中指令的多少决定了计算机功能的强弱。

计算机的工作过程就是取指令、分析指令、执行指令的过程,如图1.3所示。



图 1.3 计算机的工作过程

计算机首先从存储器中逐条取出程序中的指令,然后翻译指令,产生一系列控制信号,并发送给有关部件,以控制这些部件完成指令规定的操作,即按指令要求完成操作。指令完成的操作可以是某种运算,也可以是存储器、寄存器之间或某个外部设备之间的数据传送。下面以一个简单的计算问题说明计算机的工作过程,以便于理解计算机的基本工作原理。

用微机计算“ $3 + 5 = ?$ ”这一简单问题,必须告诉计算机先做什么,后做什么,即写出完成这一问题的每个计算步骤,该题可用下面三个步骤(三条指令)完成。

3→AL 该步骤(指令)的含义是把 3 送到 AL 中,AL 是能存储数据的寄存器

AL + 5→AL 该步骤(指令)的含义是 AL 中的数据与 5 相加,结果存入 AL 寄存器中

HLT 该步骤(指令)的含义是停机

上面步骤(指令)对应计算机可以直接识别和执行的机器代码如下:

1011000000000011 是指令 3→AL 的机器代码,是 2 字节指令。其中,00000011 是 3 的二进制表示,10110000 表示数据送到 AL 寄存器

00000100000000101 是指令 AL + 5→AL 的机器代码,是 2 字节指令。其中,00000101 是 5 的二进制表示,00000100 表示加法操作

11110100 是停机指令 HLT 的机器代码,是 1 字节指令

机器代码(机器语言)用二进制代码表示,如用“00000100”表示加法操作。机器代码是计算机可以直接识别和执行的代码。机器语言不容易记忆,使用机器语言编写程序不直观、烦琐、容易出错,很难直接用机器语言编制程序。

为了克服机器代码带来的不便,人们用缩写的英文字母表示指令,如用 MOVE 的缩写 MOV 表示传送数据的指令。这种表示方法容易理解和便于记忆。把这种缩写的英文字母称为助记符,用助记符加上数据表示指令就方便多了。上述计算“ $3 + 5$ ”的指令可用助记符书写如下:

MOV AL, 3 表示 3→AL

ADD AL, 5 表示 AL + 5→AL

HLT 表示暂停 Halt

可以看出,每条指令都必须向计算机提供两个信息:一是执行什么操作,即操作码;二是参与操作的数据,即操作数。例如,指令“MOV AL, 3”给出的操作是 MOV,操作数是 AL 和 3。

计算机不能直接识别用助记符编写的程序,需要把助记符程序翻译成计算机能够直接识别的机器语言,汇编程序是有专门负责翻译工作的程序。

按照冯·诺依曼存储程序的原理,在计算机执行程序之前,必须先将用机器代码表示的程序放到内存的某个区域中。例如,上述计算“ $3 + 5$ ”程序的机器代码包括 5 个字节,放到内存中存储需占用 5 个存储单元,如图 1.4 所示。

在执行程序时,首先从内存取出第一条指令送入 CPU 并执行,然后再取出下一条指令并执行,依此类推,直到执行结束指令时才停止。即计算机的工作过程就是不断地取指令和执行



指令的过程,最后将计算结果放入指令指定的位置(如放到寄存器或内存中)。

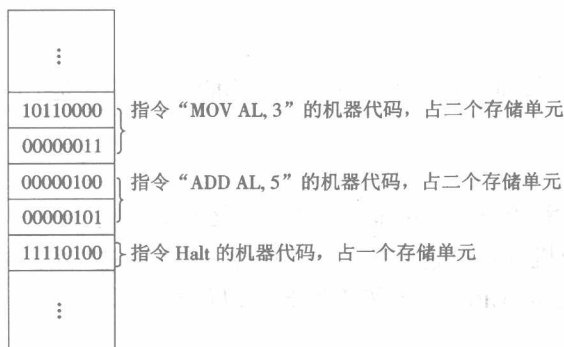


图 1.4 内存中存储机器代码示意图

1.1.4 微型机主要性能指标

1. 字与字长

字是计算机 CPU 进行数据处理的基本单位,字长是 CPU 一次能够同时处理的二进制数的位数,如 8 位、16 位、32 位、64 位等。以字长定义是多少位的计算机时,可说成 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机等。

字长通常与 CPU 内部的寄存器、运算器装置、总线宽度一致。一般来说,计算机数据总线包含的二进制位数就是字长。目前微机的字长以 32 位为主,很快将达到 64 位。

字长的大小直接反映了计算机处理数据的能力。字长越长,一次可同时处理的数据越大,计算机的功能越强。不同类型的微机有不同的字长,一般为 16 位 ~ 64 位。

2. 存储容量

存储容量是指存储器记忆信息的总量,常用字节 B 表示。一个字节为 8 个二进制位(bit, 缩写为 b)。bit 是存储器容量的最小单位。存储容量还可用千字节(KB)、兆字节(MB)等单位表示。

存储容量单位之间的换算关系为:

1 B(Byte 读作字节) = 8 b

1 Word(读作字) = 2 B

1 KB(Kilobyte 读作千字节) = 1 024 B

1 MB(Megabyte 读作兆字节) = 1 024 KB

1 GB(Gigabyte 读作吉字节) = 1 024 MB

1 TB(Terabyte 读作太字节) = 1 024 GB

1 PB(Petabyte 读作拍字节) = 1 024 TB

计算机工作时,CPU 要与内存进行大量信息交换,所以内存容量越大,CPU 交换信息就越方便,存取速度就越快,微机的速度也就越高。因此,内存容量的大小是计算机的一项重要指标。随着制作存储器技术的发展,存取器的存储容量会越来越大。

3. 运算速度

运算速度(平均运算速度)是指每秒钟执行指令的条数,是衡量计算机性能的一项重要指



标。它取决于指令的执行时间,一般用“百万条指令/秒”(Million Instruction Per Second,缩写为 MIPS)描述。

4. 外频

外频是 CPU 总线频率,即主板向 CPU 提供的基准时钟频率,是 CPU 与其他部件之间的工作频率。

5. 主频

主频是 CPU 工作频率,即 CPU 内部电路的实际运行频率,是分辨 CPU 速度的最主要性能指标,通常用主频标识微机的运算速度。主频与外频存在对应关系。486DX2 以前的 CPU,主频等于外频;486DX2 之后的 CPU,主频等于外频乘以倍频系数。

1.2 计算机中的数制

1.2.1 常用计数制

数制也称计数制,是用一组固定符号和统一规则表示数值的方法。通常有十进制、二进制、八进制和十六进制。生活中使用十进制数据,计算机用二进制表示数据。人们输入到计算机的十进制数首先转换成二进制数,然后再进行计算,计算后的结果又由二进制数转换成十进制数。这些转换都由操作系统自动完成,不需人工转换。

十进制数由 0~9 共十个数字符号组成,运算规则是逢十进一,用英文字母 D(Decimal)表示,D 也可以省略不用,如 34.98D、(34.98)D、34.98 都是十进制数。

二进制数由 0~1 两个数字符号组成,运算规则是逢二进一,用字母 B(Binary)表示,如 11010B、1101.11B、(1101.11)B 都是二进制数。

十六进制数由 0~9、A~F 共十六个数字符号组成数据,运算规则是逢十六进一,用字母 H(Hexadecimal)表示,如 ABCD.BFH、6EA58.12BFH、(ABCD.BF)H 都是十六进制数。

八进制数由 0~7 八个数字符号组成数据,运算规则是逢八进一,用字母 O(Octal)表示,如 7125O、507.12O 都是八进制数。

1.2.2 各种数制之间的转换

1. 十进制数转换成其他进制数

十进制数转换成其他进制数(如转换成二进制数、八进制数、十六进制数),要对十进制数中的整数和小数分别转换,最后将两部分合成一个数。转换整数部分采用除以 R 取余数的方法,直至商为 0,余数依从右到左排列即为所求。转换小数部分采用乘以 R 取整数的方法,直至取走整数后余下的数为 0 止(如若干次后,取走整数部分后余下的数仍不为 0,满足精度要求后停止计算),取走的整数从左至右排列即为所求。

(1) 十进制数转换成二进制数

十进制数转换成二进制数的方法是整数除以 2 取余,小数乘以 2 取整。例如,把十进制数 50.625 转换为二进制数,结果是 110010.101B。转换过程(整数 50 除以 2 取余数,小数 0.625 乘以 2 取整数)如下:



整数 50 除以 2 取余数过程

	余数
2 50	0 (最低位)
2 25	1
2 12	0
2 6	0
2 3	1
2 1	1 (最高位)
0	

小数 0.625 乘以 2 取整数过程

整数	0.625
	× 2
1 ←	1.250
	0.250
0 ←	× 2
	0.50
1 ←	× 2
	1.00

再如,将十进制数 50.48 转换成二进制数,若小数部分精确至 4 位,则转换结果为 110010.0111B。

(2) 十进制数转换成八进制数

十进制数转换成八进制数的方法是整数除以 8 取余,小数乘以 8 取整。例如,十进制数 237 转换成二进制数,结果是 $(355)_8$,或写成 355O。转换过程(整数 237 除以 8 取余数)如下:

	余数
8 237	5
8 29	5
8 3	3
0	

再如 $(75)_{10} = (113)_8$, $(262)_{10} = (406)_8$

(3) 十进制数转换成十六进制数

十进制数转换成十六进制数的方法是整数除以 16 取余,小数乘以 16 取整。例如,十进制数 237 转换成十六进制数,结果是 $(ED)_{16}$,或写成 EDH(H 表示十六进制)。转换过程如下:

	余数
16 237	D(13)
16 14	E(14)
0	

再如, $(3901)_{10} = (113)_{16}$, $(1262)_{10} = (4EE)_{16}$ 。

2. 非十进制数转换成十进制数

任意一个 R 进制数 $(B_{n-1}B_{n-2}\cdots B_0B_{-1}\cdots B_{-m})_R$ 转换成十进制数的方法是,首先把 R 进制数写成多项式(基数 R 按权展开),然后再对多项式的各项求和,即得十进制数。

假定 R 进制数为正数, R 进制数按权展开的多项式如下:

$$(B_{n-1}B_{n-2}\cdots B_0B_{-1}\cdots B_{-m})_R = B_{n-1} \times R^{n-1} + B_{n-2} \times R^{n-2} + \cdots + B_0 \times R^0 + B_{-1} \times R^{-1} + B_{-2} \times R^{-2} + \cdots + B_{-m} \times R^{-m}$$

其中, B_i 表示 R 进制数各数位的数码,取值范围为 $0 \sim n-1$,如十进制数有 $0 \sim 9$ 十个数码; R 称为基数,是数制使用的数码个数,如二进制的基数为 2,十进制的基数为 10; R 的指数称为权,是数制中某一位的 1 能表示的数值大小(所处位置的价值)。如十进制的 123,1 的位权是