

· 高等学校计算机基础教育教材精选 ·

微型计算机硬件 技术基础

迟丽华 喻梅 编著



清华大学出版社

· 高等学校计算机基础教材精选 ·

微型计算机硬件技术基础

迟丽华 喻梅 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书主要面向高校本科非电类专业的“计算机硬件技术基础”课程。本书以广泛使用的 Intel 80X86、Pentium(奔腾)微处理器为典型机,系统地介绍微机的组成、基本工作原理、技术特性、管理、应用等基础知识。全书共 9 章。第 1 章介绍微机的发展、主要技术指标以及计算机中数据的表示方法。第 2 章和第 3 章介绍 8086/8088、80X86、Pentium(奔腾)系列微处理器的基本结构、工作原理、特性、新技术等。第 4 章和第 5 章通过实例介绍微机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常用总线标准。第 7 章介绍存储器的分类、管理和使用。第 8 章介绍输入/输出技术,第 9 章介绍常用接口芯片。每章配备多种类型的习题,书后给出习题答案。

本书可作为高校非电类专业的计算机硬件技术基础、微机原理、微机接口等课程的教材,也可供科技人员自学参考。

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

微型计算机硬件技术基础/迟丽华,喻梅编著. —北京:清华大学出版社,2011.10
(高等学校计算机基础教育教材精选)

ISBN 978-7-302-25890-2

I. ①微… II. ①迟… ②喻… III. ①电子计算机—硬件—高等学校—教材 IV. ①TP303

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 114947 号

责任编辑:张瑞庆 战晓雷

责任校对:梁 毅

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:18.75 字 数:443 千字

版 次:2011 年 10 月第 1 版 印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50 元

产品编号:039517-01

前言

微型计算机硬件技术基础

本书面向高校本科非电类专业的“计算机硬件技术基础”课程。本书充分考虑非电类、非计算机专业学生的特点,符合他们的认知习惯和理解能力,教材内容由浅入深,注重理论联系实际,贴近实际应用,以满足非电类学生对计算机硬件知识的需求,不仅让学生掌握计算机硬件的一些基础知识,而且能够了解计算机的发展方向及采用的新技术,培养学生以硬件、软件结合的方式去分析和解决问题,更好地使用计算机。

全书共9章。第1章介绍微机的发展、主要技术指标以及计算机中数据的表示方法。第2章和第3章介绍80X86、Pentium(奔腾)系列微处理器的基本结构、工作原理及采用的技术等。第4章介绍寻址方式和指令系统,并给出指令的使用例子。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等。第6章介绍总线的基本概念和常用总线标准等。第7章介绍存储器的分类、组织、管理和使用。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/定时芯片、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。书中给出大量图例和程序实例,便于读者理解问题。每章配备多种类型的习题,并在书后附录中给出习题答案,有助于学生归纳教学内容,测试学习结果。本教材配有PPT课件,可从清华大学出版社网站(www.tup.com.cn)下载。

全书由迟丽华策划、主编及统稿,第1~5章、第9章由迟丽华编写,第6、7章由喻梅、迟丽华编写,第8章由李英慧、迟丽华编写。由于编者水平有限,不妥或错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。主编联系方式是 chilihua@tju.edu.cn。

作 者

2011年4月于天津大学

目录

第 1 章 微机概述及基础知识	1
1.1 微机发展概述	1
1.2 微机系统组成	1
1.2.1 微机硬件系统	1
1.2.2 微机软件系统	5
1.3 微机工作原理及性能指标	5
1.3.1 工作原理	5
1.3.2 主要性能指标	7
1.4 数制与数据运算	8
1.4.1 常用数制	8
1.4.2 数制转换	9
1.5 二进制数运算	11
1.5.1 二进制数的算术运算	11
1.5.2 二进制数的数据范围	12
1.5.3 二进制数的逻辑运算	13
1.5.4 基本逻辑电路	14
1.6 符号二进制数的表示及运算	17
1.6.1 符号二进制数的表示方法	17
1.6.2 符号二进制数的运算	19
1.7 小数的表示	20
1.8 字符编码	22
习题	24
第 2 章 微处理器基础	28
2.1 8086/8088 微处理器概述	28
2.2 8086/8088 微处理器内部寄存器	28
2.2.1 通用寄存器	29
2.2.2 段寄存器	30
2.2.3 控制寄存器	30

2.3	8086/8088 微处理器功能结构	33
2.3.1	总线接口部件	33
2.3.2	执行部件	34
2.3.3	并行工作方式	35
2.4	8086/8088 微处理器工作模式及引脚功能	35
2.4.1	工作模式	35
2.4.2	引脚功能	36
2.5	8086/8088 微处理器工作时序	39
2.5.1	微处理器时序概念	39
2.5.2	典型时序	40
2.6	存储器组织	40
2.6.1	存储器分段和物理地址	40
2.6.2	存储器各段访问规则	42
习题		43
第3章	新型微处理器	46
3.1	概述	46
3.2	系统组成	48
3.2.1	内部构件	48
3.2.2	内部寄存器	51
3.2.3	主要引脚名称和功能	59
3.3	工作模式与地址变换	60
3.3.1	实模式、虚拟模式与地址变换	60
3.3.2	保护模式与地址变换	61
3.4	Pentium 微处理器	65
3.5	多核微处理器简介	68
习题		69
第4章	指令系统	73
4.1	指令系统概述	73
4.1.1	指令格式	73
4.1.2	指令字长与指令执行时间	74
4.2	操作数的寻址方式	75
4.2.1	立即寻址	76
4.2.2	寄存器寻址	77
4.2.3	存储器寻址	77
4.2.4	32 位地址寻址方式	83
4.3	微机指令系统	84

4.3.1 数据传送指令	84
4.3.2 算术运算指令	92
4.3.3 逻辑运算指令	101
4.3.4 移位指令	103
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	128
第5章 汇编语言与程序设计	135
5.1 汇编语言基础	135
5.1.1 汇编语言程序设计步骤	135
5.1.2 汇编语言源程序结构	136
5.1.3 汇编语言语句格式	136
5.2 常用伪指令	138
5.2.1 定义段的伪指令	138
5.2.2 指定段寄存器的伪指令	139
5.2.3 定义过程的伪指令	140
5.2.4 定义变量的伪指令	141
5.2.5 定义符号的伪指令	143
5.3 汇编语言程序设计	143
5.3.1 顺序结构	143
5.3.2 分支结构	145
5.3.3 循环结构	147
5.3.4 子程序	152
习题	154
第6章 总线技术	159
6.1 总线的基本概念	159
6.1.1 总线的分类	159
6.1.2 总线的结构	160
6.1.3 总线的基本功能及性能指标	161
6.2 常用总线标准	165
6.2.1 系统总线	166
6.2.2 局部总线	166
6.2.3 外部总线	170
习题	172

第 7 章 存储器与存储系统	175
7.1 概述	175
7.1.1 存储器层次与存储系统	175
7.1.2 存储器的指标	176
7.2 半导体存储器	177
7.2.1 随机存取存储器	177
7.2.2 只读存储器	178
7.3 随机存取存储器实例	179
7.3.1 静态随机存取存储器	179
7.3.2 动态随机存取存储器	182
7.4 存储芯片与系统的连接方式	185
7.4.1 全地址译码连接方式	185
7.4.2 部分地址译码连接方式	187
7.4.3 线性译码连接方式	188
7.5 高速缓冲存储器	188
7.5.1 Cache 的工作原理	189
7.5.2 Cache 的分级结构和读写策略	190
7.5.3 Cache 与主存的对应方式	192
7.6 存储器的扩展方式	193
7.6.1 位扩展方式	193
7.6.2 字扩展方式	195
7.6.3 字位扩展方式	196
7.7 存储器的管理技术	198
7.7.1 虚拟存储器	198
7.7.2 Windows 的内存管理	201
7.8 外部存储器	203
7.8.1 硬盘存储器	203
7.8.2 光盘存储器	205
7.8.3 U 盘存储器	207
习题	207
 第 8 章 输入/输出技术	 210
8.1 输入/输出接口	210
8.1.1 输入/输出接口的基本功能	210
8.1.2 输入/输出端口及编址方式	211
8.2 输入/输出的基本方法	213
8.2.1 程序控制方式	213

8.2.2	中断方式	214
8.2.3	直接存取方式	214
8.2.4	通道方式	215
8.3	中断技术	216
8.3.1	中断的基本概念	216
8.3.2	中断的一般过程	218
8.3.3	中断服务程序起始地址的获取方法	219
8.3.4	8259 中断控制器	222
	习题	233
第 9 章	常用接口芯片	236
9.1	可编程定时/计数芯片 8254	236
9.1.1	外部引脚和内部结构	236
9.1.2	工作方式及控制字	238
9.1.3	应用举例	242
9.2	可编程并行接口芯片 8255	244
9.2.1	外部引脚和内部结构	244
9.2.2	与系统总线连接及寻址	246
9.2.3	工作方式	247
9.2.4	控制字和状态字	250
9.2.5	应用举例	252
9.3	可编程串行接口芯片 8250	256
9.3.1	外部引脚和内部寄存器	256
9.3.2	工作过程	260
9.3.3	应用举例	261
9.4	数/模转换芯片和模/数转换芯片	264
9.4.1	数/模转换接口芯片	264
9.4.2	模/数转换接口芯片	269
	习题	272
附录	习题答案	274
	参考文献	286

第 1 章 微机概述及基础知识

本章介绍微型计算机系统的基本结构、主要部件、基本工作原理以及数制、数据运算等知识。

1.1 微机发展概述

微型计算机(Microcomputer,简称微机)是指体积小、重量轻、计算能力较弱的个人计算机(Personal Computer,简称 PC)。20 世纪 70 年代 Apple 公司做出第一台微机,从此微机技术及应用得到了迅速发展。

微机最重要的部件是微处理器(Micro Processor,简称 MP),微处理器的发展推动了微机的发展。微处理器从最初的 4 位字长扩展到 8 位字长(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、多核。微机性能不断提高,产品价格不断下降,应用越来越广泛。

微机操作系统从磁盘操作系统 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)。不断发展的多媒体技术和网络技术扩大了微机功能,多媒体微机能处理数据、文字、图形、视频、音频、动画等信息,微机的功能越来越强。

1.2 微机系统组成

微机由硬件系统和软件系统两大部分构成。硬件系统是计算机的机器部分,软件系统是程序、数据和文档资料。微机系统的组成如图 1.1 所示。

1.2.1 微机硬件系统

微机硬件结构也遵循冯·诺依曼计算机结构,即硬件由控制器、运算器、存储器、输入/输出设备(简称外设)5 部分构成。图 1.2 是微机硬件的基本组成框图,微机将运算

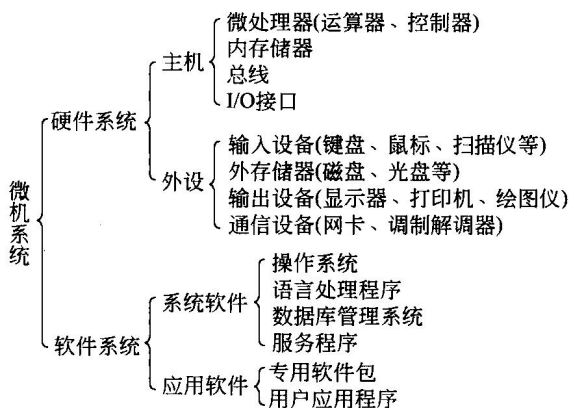


图 1.1 微机系统组成

器、控制器集成在一块芯片上,称为微处理器(micro processor)。通过总线将微处理器、内存储器、输入/输出接口(简称 I/O 接口)连接起来,通过接口连接外设(如键盘、鼠标、显示器等)。

图 1.2 虚线中的部件安装在机箱内的主机板(简称主板)上。主板是微机中最大的一块电路板,是重要部件,几乎集中了系统的全部功能。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(简称高速缓存或 Cache)、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)、串行接口、并行接口等。主板类型有 AT、ATX、NLX 主板等,区别是各部件的排列位置、电源接口外形、控制方式等。

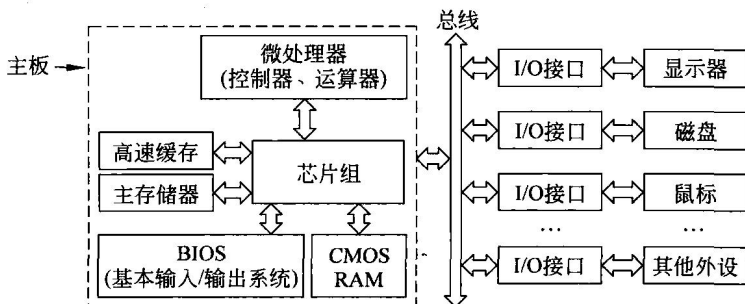


图 1.2 微机硬件的基本组成框图

下面简要介绍微机硬件各部分的功能。

1. 微处理器(micro processor)

微处理器也称中央处理器(central process unit)或中央处理单元,简称 CPU。因为运算器、控制器集成在一块芯片中,所以也称为“运算控制器”。微处理器是整个微机硬件系统的核心部件,其运算速度和性能决定微机的整体性能。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用插座上。微处理器不仅包含控制器和运算器,还有各种寄存器和内部信息通路。微处理器的主要功能是从主存储器取出指令,并解释指令和执行指令,即按指令控制微机各部件工作,完成指令功能。下面简要介绍微处理器各部件的功能。

1) 控制器

控制器指挥控制微机硬件系统,根据程序指令产生一系列控制信号,以此控制所有部件按指令工作。控制器内部包括指令寄存器、指令译码器、程序计数器、操作控制器等。

2) 运算器

运算器的功能是算术运算和逻辑运算,内部包括算术逻辑单元 ALU(arithmetic logical unit)、累加器和寄存器,ALU 是核心。

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、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) 微处理器内部的数据通路

微处理器内部的数据通路是传送信息的一组导线,用于连接微处理器内部各部件,通过该通路传送信息。

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、数据等信息。内存条插在主板内存插槽上可以构成主存储器。程序只有放入主存中,才能供 CPU 执行。

整个主存划分成若干个存储单元,每个存储单元可以存放指令或数据等信息。为了标识每个存储单元,每个存储单元都有一个编号(内存地址或地址),即存储单元编排地址(内存编址)。存储单元一般按字节编址,即每个字节有一个编号(地址),一个字节(1B)包括 8 个二进制位(8b),即 $1B=8b$ 。

存储容量和存取速度是存储器的两项重要指标。存储容量是存储单元的数量,存取速度又称为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)

高速缓冲存储器又叫高速缓存或 Cache。增加该部件是为了解决微处理器和主存储器读写速度不匹配的问题。微处理器读取信息时先访问 Cache 存储器,如果其中没有所需的内容,再访问主存储器。

Cache 技术不断发展,其结构从单级扩展到多级。如 2 级 Cache 包括 L1 Cache(1 级 Cache)、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 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,用于存储微机的一些配置信息,如系统时间、磁盘、光盘、显示器、存储器等参数。要修改 CMOS 内容,应在开机后进入 Setup 程序。CMOS 由电池供电,关机后信息不丢失。

5. BIOS 芯片

BIOS(basic input/output system)是一块只读存储器 ROM(read-only memory),内容由计算机厂家采用特殊方法写入,用于存储微机的基本输入/输出程序。用户只能读出 BIOS 的内容,而不能修改。关机后 BIOS 信息不丢失。

6. 芯片组

芯片组是固定在主板上的几块集成电路芯片,它决定主板能安装何种档次的 CPU。由于 CPU 的种类、引脚、时序各不相同,所以需要不同的芯片组。芯片组还决定微机系统时钟及各种与其同步的时钟。

7. 总线(Bus)

总线是传送信息的一组导线,是微处理器、主存、输入/输出接口(I/O 接口)之间交换信息的公共通路。微机系统总线包括地址总线 AB(address bus)、数据总线 DB(data bus)和控制总线 CB(control bus)。采用总线结构后,简化了微机系统结构和系统硬件的设计过程,提高了系统速度和工作效率,减轻了软件设计工作量,缩短硬件和软件的研制周期,降低了系统成本。

1) 地址总线 AB(address bus)

地址总线用于传送地址信息,是 CPU 向主存、输入/输出接口传送地址信息的通路。地址总线的宽度(位数)决定微机的直接寻址能力,即寻找主存单元、输入/输出设备的范围。例如,有 32 根地址线,直接寻址范围是 2^{32} 。

2) 数据总线 DB(data bus)

数据总线用于传送数据信息。在 CPU 读操作时,主存或外设的数据通过 DB 总线送往 CPU。在 CPU 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)

控制总线用于传送控制信息,是 CPU 向主存和外设发送命令信号的通路,也是外设向 CPU 传送状态信息的通路。

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、程序及数据等,通过显示器等输出设备输出运算或处理结果。由于外设多种多样,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连接,每个外设必须通过输入/输出接口与 CPU 连接,可以说,接口是连接 CPU 与外设的“桥梁”,通过接口电路完成联络、信号变换、数据缓冲等工作,外设与 CPU 通过接口传送信息。

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,称为卡(Card),

如显示卡、网卡、声卡等。卡的一侧引出连接外设的插座,另一侧做成插入端,将插入端插到总线插槽(输入/输出通道)上,接口便连到系统总线。

硬盘、可读可写光盘等作为微机的外存储器(也称辅助存储器,简称辅存或外存),既是输入设备,也是输出设备。外存与内存相比,存储容量大,成本低,可永久脱机(断电)保存信息。

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、服务程序等。

1) 操作系统

操作系统是管理计算机资源(软件和硬件)的程序集合,是系统软件的核心,是人与计算机之间的接口,用户借助操作系统使用计算机。操作系统的功能包括处理机管理(或称CPU管理)、存储管理、设备管理、文件管理及作业管理。

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,无须用语言处理程序处理机器语言。计算机不能直接执行用汇编语言和高级语言编写的程序,需用语言处理程序处理(翻译)。汇编程序是一种语言处理程序,用于把汇编语言(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),这一翻译过程叫做汇编。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,是为解决实际问题而编制的软件,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。

1.3 微机工作原理及性能指标

1.3.1 工作原理

微机同样遵循冯·诺依曼计算机工作原理,即遵循“存储程序”工作原理。要让计算机自动工作,需要预先把计算机的工作步骤写成命令序列,即编写程序,并输入存储器中。通过程序指示计算机做什么和如何做。计算机工作的过程就是执行程序的过程。计算机“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表示数据、指令等信息。

(2) 计算机硬件由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备5大部件组成。运

算器负责算术运算和逻辑运算。存储器负责存放指令和数据。输入设备负责接收外部数据、程序代码并存到存储器中。输出设备负责将计算机内部数据转换为外部可见形式。控制器负责协调各部件,有序地运转整个计算机。

(3) 存储好程序和原始数据,计算机工作时从存储器中逐条取出指令并执行,这就是存储程序工作原理。

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,大多数计算机采用冯·诺依曼体制。

计算机能做什么操作取决于它的指令系统。指令是计算机的基本操作命令,一条指令对应一种基本操作,一台计算机能辨别、执行的所有指令称为指令系统(或指令集合),设计机器时即确定了指令系统。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。

简言之,计算机的工作过程就是不断地取指令、分析指令和执行指令,如图 1.3 所示。

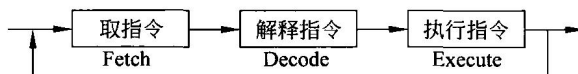


图 1.3 计算机的工作过程

计算机首先从存储器中逐条取出指令,然后翻译指令的含义,产生一系列控制信号并发送给有关部件,完成指令要求的操作,可以是某种运算,也可以是存储器和寄存器之间的数据传送,或者是其他操作。下面以一个简单的计算问题说明计算机的工作过程。

用微机计算 $9+5$,必须告诉计算机先做什么,后做什么,即写出完成该计算的步骤,可用下面的 3 个步骤(3 条指令)完成。

第一条指令: $9 \rightarrow AL$ 表示 9 存入 AL,AL 是存储数据的寄存器

第二条指令: $AL+5 \rightarrow AL$ 表示 AL 加 5 的结果存入 AL

第三条指令: HLT 表示停机

上面的 3 条指令对应的机器代码(计算机可直接识别)如下:

```
1011000000001001
0000010000000101
11110100
```

前两条机器代码都是 16 位,是 2 字节指令。第三条是 1 字节的停机指令。第一条机器代码中的 00001001 表示 9,10110000 表示将 9 送入 AL 寄存器。第二条机器代码中的 00000101 表示 5,00000100 表示加法操作。

机器代码(机器语言)用二进制数表示,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,用机器语言编写程序不直观、烦琐、易出错,很难直接用机器语言编程。

为了克服机器代码的不便,采用缩写的英文字母(称为助记符)表示指令,如用 MOVE 的缩写 MOV 表示传送数据指令。用助记符表示指令方便、简捷。上述计算 $9+5$ 的助记符程序如下:

MOV AL, 9 表示 9→AL
 ADD AL, 5 表示 AL+5→AL
 HLT 表示暂停

可以看出,每条指令都向计算机提供两个信息,一是执行什么操作,即操作码(operation code),二是操作的数据,即操作数(operation data)。指令“MOV AL, 9”中的操作码是 MOV,操作数是 AL、9。如何用助记符编程见第 5 章。

计算机不能直接识别用助记符编写的程序,助记符程序要翻译成计算机能直接识别的机器代码。有专门用于翻译的程序(如汇编程序)。

按照冯·诺依曼存储程序的原理,计算机执行程序之前,必须先将机器代码程序放到内存的某个区域。上述计算 9+5 程序的机器代码包括 5 个字节,在内存中占用 5 个存储单元,如图 1.4 所示。

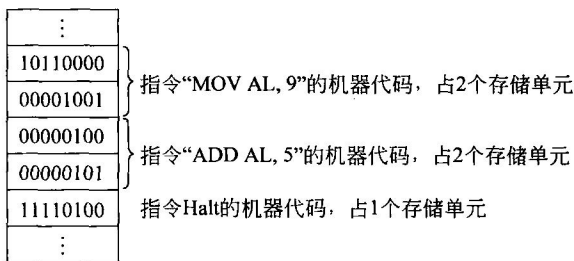


图 1.4 内存中存储机器代码示意图

在执行程序时,首先从内存中取出第一条指令送入 CPU 并执行,然后取出下一条指令并执行,依次类推,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)。

1.3.2 主要性能指标

1. 字与字长

字是计算机 CPU 处理数据的基本单位,字长是 CPU 一次同时处理的二进制位数,如 8 位、16 位、32 位、64 位等。通常以字长定义计算机,如 8 位机、16 位机、32 位机、64 位机等。

字长通常与 CPU 的寄存器、运算器和总线宽度一致。一般来说,计算机数据总线的线数就是字长。

字长大小直接反映计算机处理数据的能力。字长越长,一次处理的数据越多,计算机功能就越强。不同类型的微机有不同字长,一般是 16~64 位,如 80486、Pentium(奔腾或 80586)微机是 32 位字长,32MMX 级微机是 32 位字长(内部 32 位,外部 64 位)。

2. 存储容量

存储容量是存储器记忆信息总量,用字节表示,常用单位有字节(byte,用 B 来表示)、

千字节(kilobyte,KB)、兆字节(megabyte,MB)等。一位二进制数是一个比特(b),存储容量单位换算关系如下:

1B(byte,字节)=8b
1W (word,字)=2B
1KB(kilobyte,千字节)=1024B
1MB(megabyte,兆字节)=1024KB
1GB(gigabyte,吉字节)=1024MB
1TB(terabyte,太字节)=1024GB
1PB(petabyte,拍字节)=1024TB

计算机工作时 CPU 与存储器之间大量传输信息,存储器容量是计算机的重要指标,随着存储器制作技术的发展,存取器容量会越来越大。

3. 运算速度

运算速度(平均运算速度)是计算机每秒钟执行指令的条数,取决于指令执行时间,是衡量计算机性能的一项重要指标,一般用“百万条指令/秒”(MIPS,million instruction per second)描述。

4. 外频和主频

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。

主频是 CPU 工作频率,即 CPU 内部电路的实际运行频率,是评价 CPU 速度的主要指标,通常用主频标识微机运算速度。主频与外频有对应关系,对于 486DX2 以前的 CPU,主频等于外频。对于 486DX2 之后的 CPU,主频等于外频乘以倍频系数。

1.4 数制与数据运算

1.4.1 常用数制

数制(也称计数制)是用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,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,然后计算,计算后的结果又由二进制转换成十进制,这些转换由操作系统自动完成,不需人工转换。

十进制数由 0~9 这 10 个数字符号组成,运算规则是逢十进一。用英文字母 D(decimal)表示十进制数,D 可省略不写,如 12.46 D、(12.46)D、12.46。

二进制数由 0 和 1 两个数字符号组成,运算规则是逢二进一。用字母 B(binary)表示二进制数,如 11011010B、1101.11B、(1101.11)B。

十六进制数由 0~9、A~F 共 16 个数字符号组成,运算规则是逢十六进一。用字母