

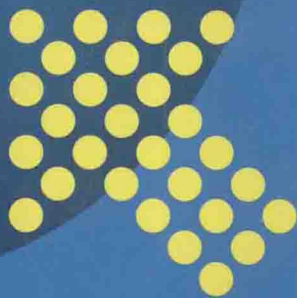
21世纪高等学校规划教材



WEIJI YUANLI JI YINGYONG

微机原理及应用

焦 健 白延丽 卫耀军 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

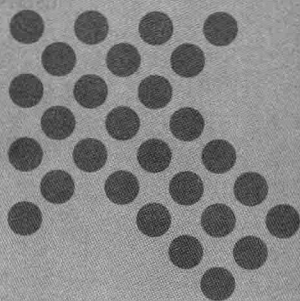
21世纪高等学校规划教材



WEIJI YUANLI JI YINGYONG

微机原理及应用

主 编 焦 健 白延丽 卫耀军
编 写 张 亮 王 佳 刘 军
主 审 周志敏



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

全书共分 12 章, 主要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、微型计算机存储器系统、中断系统、接口技术、接口芯片、常用外部设备接口等内容。

本书可作为高职高专院校计算机类、自动化类、电力技术类等相关专业的教材, 也可作为计算机应用开发人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

微机原理及应用 / 焦健, 白延丽, 卫耀军主编. —北京: 中国电力出版社, 2010.12

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978-7-5123-1243-2

I. ①微… II. ①焦… ②白… ③卫… III. ①微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 255320 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 7 月第一版 2011 年 7 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18.75 印张 458 千字

定价 32.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签, 加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

随着计算机技术的飞速发展,微型计算机应用技术已涉及各个领域,掌握微机原理及应用技术是对计算机及自动控制等相关专业的基本要求,为适应高等院校人才培养迅速发展的趋势,着眼于国家发展和培养综合能力人才的需要,本着提高学生学习能力、实践能力和创新能力的总体思想,我们组织编写了这本教材,力争使其成为切合当前教育改革需要的高质量的优秀教材。

“微机原理及应用”课程是理工科院校相关专业的一门重要的专业基础课。本书以 Intel 80X86 系统微处理器为背景,介绍了微型计算机基础知识、微处理器、80X86 的寻址方式及指令系统、汇编语言程序设计、存储器、输入/输出接口、中断系统、常用接口技术、可编程接口芯片、DMA 传输技术、微型计算机外部设备接口、模拟接口技术等内容。附录中包括中断向量地址一览表、DOS 功能调用一览表、Debus 主要命令一览表、汇编程序出错信息一览表、微机原理及应用课程模拟题及答案等,供读者参考。

本书主要有以下特色:

(1) 结构清晰,知识完整。内容详实,系统性强,依据教学大纲组织内容,同时覆盖最新知识点,并将实践经验融入基本理论之中。

(2) 学以致用,注重能力。以基础理论→示例→实践指导为主线编写,循序渐进,便于读者掌握各章重点,提高实际应用能力。

(3) 示例丰富,实用性强。实验实训项目详尽,步骤明确,讲解细致,突出实用性。

(4) 建议本教材的授课时数为 60~80 学时,另外还需要安排大量的上机练习,以巩固所学知识。

本教材由焦健、白延丽、卫耀军担任主编,由焦健、卫耀军负责全书的审校,参与本书编写工作的还有张亮、王佳、刘军、井刚、李广明、仇万江。本书第 1 章由王佳编写;第 2 章由井刚编写;第 3、12 章由卫耀军编写;第 4 章由刘军编写;第 5 章由张亮编写;第 6、7、10 章及附录部分由焦健编写;第 8 章由白延丽编写;第 9 章由李广明编写;第 11 章由仇万江编写。全书由焦健负责统稿整理。本书由浙江水利水电职业技术学院周志敏评审,提出了许多宝贵意见,在此表示感谢。

本书提供配套的电子教案,源代码及习题解答,如需要请至邮箱 xaepibookpress@126.com 索取。

限于作者水平,书中难免存在不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2010 年 12 月

目 录

前 言

第 1 章 微型计算机基础知识	1
1.1 计算机的发展和分类	1
1.2 微型计算机系统的组成及工作过程	6
1.3 计算机中数据信息的表示方法	12
1.4 本章习题	28
第 2 章 微处理器	29
2.1 8086 微处理器	29
2.2 8086 总线周期与总线结构	37
2.3 8086 总线操作时序	39
2.4 80X86 微处理器	41
2.5 本章习题	44
第 3 章 80X86 的寻址方式及指令系统	46
3.1 指令系统概述	46
3.2 寻址方式	48
3.3 指令系统	52
3.4 本章习题	86
第 4 章 汇编语言程序设计	88
4.1 程序设计语言概述	88
4.2 汇编语言基本语法	91
4.3 伪指令	97
4.4 汇编语言程序设计方法	106
4.5 BIOS 和 DOS 功能调用	120
4.6 高级汇编语言技术	127
4.7 本章习题	133
第 5 章 存储器	135
5.1 概述	135
5.2 随机读写存储器 RAM	137
5.3 只读存储器	142
5.4 内存接口技术	145
5.5 本章习题	149
第 6 章 输入/输出接口	150
6.1 输入/输出概述	150
6.2 CPU 与外设之间的数据传送方式	155

6.3 本章习题	161
第 7 章 中断系统	162
7.1 中断概述	162
7.2 中断处理过程	173
7.3 可编程中断控制器 8259A	176
7.4 本章习题	192
第 8 章 常用接口技术	193
8.1 接口的基本概念	193
8.2 并行接口技术	198
8.3 串行通信技术及其应用	200
8.4 本章习题	206
第 9 章 可编程接口芯片	208
9.1 可编程并行输入/输出接口芯片 8255A 及其应用	208
9.2 可编程定时器/计数器芯片 8253/8254 及其应用	219
9.3 串行接口芯片 8250 及其应用	231
9.4 本章习题	239
第 10 章 DMA 传输	242
10.1 DMA 传输原理	242
10.2 DMA 控制器 8237A	244
10.3 8237A 的应用	250
10.4 本章习题	253
第 11 章 微型计算机外部设备接口	254
11.1 并行打印机接口	254
11.2 PC 机键盘接口	258
11.3 USB 接口	259
11.4 本章习题	260
第 12 章 模拟接口技术	261
12.1 D/A 与 A/D 接口概述	261
12.2 DAC0832 数/模转换器	263
12.3 ADC0809 模/数转换器	267
12.4 D/A 与 A/D 应用举例	270
12.5 本章习题	272
附录	273
附录 A 中断向量地址一览表	273
附录 B DOS 功能调用一览表	274
附录 C DEBUG 主要命令一览表	279
附录 D 汇编程序出错信息一览表	284
附录 E 模拟题	288
参考文献	293

第1章 微型计算机基础知识

学习目的与要求

在系统地学习微型计算机原理与汇编语言之前,必须了解和掌握计算机的基础知识,为以后的学习奠定基础。通过学习本章的内容,使读者了解计算机的分类及发展历程,掌握微型计算机的特点和性能指标,掌握微型计算机软、硬件系统的组成及基本工作原理,掌握微型计算机中信息表示和处理的基本方法。

1.1 计算机的发展和分类

电子计算机是一种能够自动地、高速地、精确地完成各种信息的存储、处理和控制功能的电子设备。从1946年第一台电子计算机问世以来,计算机科学与技术一直在飞速发展,计算机的应用给人类带来了巨大的经济效益和社会效益,特别是随着微型计算机技术和网络技术的高速发展,计算机逐渐成为人们生活和工作不可缺少的工具。正因为如此,计算机被誉为20世纪最重大的科学技术成就之一。

1.1.1 计算机的产生与发展

1946年,世界上第一台电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator)在美国宾西法尼亚大学诞生了。该计算机共使用了18000多个电子管,重达30t,占地 167m^2 ,功率150kW,加法运算速度为5000次/s,乘法运算速度为56次/s,比先前的继电器计算机快1000倍,比人工计算快20万倍。ENIAC的诞生,为计算机和信息产业的发展奠定了基础。

在ENIAC诞生之后,计算机及其相关技术经历了一个快速发展的过程。根据计算机中主要功能部件所采用的电子器件的不同,一般将计算机的发展划分为四个阶段(四代)。

第一代:电子管计算机时代(1946年到20世纪50年代末期)。

第一代计算机以电子管为主要元件,以超声波汞延迟线、阴极射线管、磁芯和磁鼓作为存储手段,体积庞大,成本高,可靠性低,运算速度慢。软件主要使用机器语言,后期开始采用汇编语言,主要应用于科学计算。

第二代:晶体管计算机时代(从20世纪50年代中期到20世纪60年代末期)。

20世纪50年代中期,晶体管取代电子管,大大缩小了计算机的体积,降低了成本,主存储器使用磁芯,外存储器开始使用磁盘,并提供了较多的外部设备。运算速度提高到每秒几万次至几十万次。软件方面有了很大的发展,出现了早期的操作系统和算法语言,开始使用高级语言编程。在应用上,计算机不仅用于科学计算,而且开始用于数据处理和过程控制。

第三代:集成电路计算机时代(从20世纪60年代中期到20世纪70年代初期)。

20世纪60年代中期,集成电路问世之后,出现了由中、小规模集成电路构成的第三代计算机。第三代计算机使用半导体存储器,运算速度达到每秒几十万次至几百万次,在软件

方面开始使用操作系统,使计算机的管理和使用更加方便。软件技术与计算机外围设备迅速发展,计算机的品种也开始出现多样化和系列化,实时系统和计算机网络有了一定的发展。第三代计算机广泛应用于科学计算、文字处理、自动控制及信息管理等方面。

第四代:大规模、超大规模集成电路计算机时代(从20世纪70年代初期至今)。

20世纪70年代初,出现了以大规模集成电路为主体的第四代计算机。这一代计算机采用大规模、超大规模集成电路为主要部件,以半导体存储器和磁盘作为内、外存储器,体积进一步缩小,存储容量、运算速度和功能都有极大的提高。软件更加丰富和完善,在软件方法上产生了结构化程序设计和面向对象程序设计的思想,另外,网络操作系统、数据库管理系统得到了广泛的应用。计算机开始向巨型化和微型化两极发展。

微处理器和微型计算机也在这一阶段诞生并获得飞速的发展。微型计算机的出现,使计算机的应用进入了突飞猛进的发展时期。尤其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阶段。

电子计算机的发展经历了四代的演变之后,硬件和软件技术都日臻完善。未来的计算机将朝着巨型化、微型化、网络化与智能化等方向发展。现在世界上许多发达国家都在进行第五代人工智能计算机的研究,第五代计算机由超大规模集成电路和其他新型物理元件组成,是把信息采集、存储、处理、通信同人工智能结合在一起的智能计算机系统。它不仅能进行数值计算或处理一般的信息,还具有推论、联想、学习和智能会话的能力,能直接处理声音、文字、图像等信息。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,第五代计算机将是全新一代计算机。

1.1.2 计算机的分类

经过半个多世纪的发展,计算机已经成为一个种类繁多的庞大家族。一般按照计算机运算速度的快慢、存储数据量的大小、功能的强弱,以及软硬件的配套规模等对其进行分类,目前国际上把计算机分为六大类。

1. 巨型计算机(Super Computer)

巨型计算机又称为超级计算机,它是目前功能最强、速度最快、软硬件配套齐备、价格最昂贵的计算机,主要用于解决如气象、太空、能源、医药等尖端科学研究和战略武器研制中的复杂计算。运算速度快是巨型机最突出的特点。例如,美国Cray公司研制的Cray系列机中,Cray-Y-MP运算速度为每秒20亿~40亿次,我国自主生产研制的银河III巨型机运算速度为每秒100亿次,IBM公司的GF-11可达每秒115亿次。巨型计算机对尖端科学、战略武器、社会及经济模拟等新领域的研究都具有极其重要的意义,它的研制开发是一个国家综合国力和国防实力的体现。

2. 小巨型机(Mini Super Computer)

这是新发展起来的小型超级电脑,又称桌上型超级电脑。这种计算机也有很高的运算速度和很大的存储量,并允许相当多的用户同时使用,小巨型机在结构上较巨型机简单,功能略低于巨型机,价格也相对便宜,可满足一些有较高应用需求的用户,如美国Convex公司的C系列、Alliant公司的FX系列等。

3. 大型主机(Mainframe)

大型主机包括通常所说的大型机和中型机,其特点是大型、通用,主要用于大银行、大公司、规模较大的高校和科研院所。其代表机种有美国IBM公司生产的IBM 360、370、

4300、3090 以及 9000 系列。

4. 小型计算机 (Mini Computer)

小型计算机又称小型电脑, 具有体积小、价格低、性价比高等优点, 适合中小企业、事业单位用于工业控制、数据采集、分析计算、企业管理及科学计算等领域, 也可作为巨型机或大中型机的辅助机。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也属于小型机。

5. 微型计算机 (Personal Computer)

微型计算机又称为个人计算机 (PC)。这种计算机供单个用户使用, 体积小、质量轻、价格便宜, 对环境的要求不高, 安装和使用都十分方便, 是目前应用最广泛的计算机。其代表机种为美国 IBM 公司在 1981 年之后推出的 PC 机系列、Intel 公司的奔腾系列以及联想系列微机。

6. 工作站 (Work Station)

工作站是介于 PC 和小型机之间的高档微型计算机, 通常配备有大屏幕显示器和大容量存储器, 具有较高的运算速度和较强的网络通信能力, 有大型机或小型机的多任务和多用户功能, 同时兼有微型计算机操作便利和人机界面友好的特点。工作站的独到之处是具有很强的图形交互能力, 因此在工程设计领域得到广泛使用。SUN、HP、SGI 等公司都是著名的工作站生产厂家。

1.1.3 微型计算机的发展概况

作为第四代计算机的一个重要分支, 微型计算机诞生于 20 世纪 70 年代初, 其诞生的重要标志是中央处理器 (Central Processing Unit, CPU) 的出现, CPU 芯片也称为微处理器 (Micro Processing Unit, MPU 或 Microprocessor)。微型计算机的发展与微处理器的发展紧密相关, 可以说微型计算机的性能取决于微处理器的性能。从 1971 年 Intel 公司首先研制成功的 4 位 Intel 4004 微处理器算起, 经过 30 多年的发展, 微处理器不断更新换代, 性能不断提高。按照微处理器的字长, 通常把微型计算机的发展划分为如下几个阶段:

第一阶段 (1971~1972 年):

采用 4 位和第一代 8 位微处理器的微型计算机称为第一代微型计算机, 其典型的产品是 Intel 4004、Intel 8008 微处理器以及由它们组成的 MCS-4 和 MCS-8 微型计算机。第一代微型机采用了 PMOS 工艺, 基本指令时间约为 10~20 μ s, 字长 4 位或 8 位, 指令系统比较简单, 运算功能较差, 速度较慢, 软件主要采用机器语言或简单的汇编语言。

第二阶段 (1973~1977 年):

采用 8 位中高档微处理器的微型计算机称为第二代微型计算机, 其典型产品是 Intel 公司的 8080/8085、Motorola 公司的 6800 和 Zilog 公司的 Z80 等微处理器。第二代微型机采用 NMOS 工艺, 集成度比第一代提高 4 倍左右, 运算速度提高 10~15 倍, 基本指令有 70 多条, 采用机器语言、汇编语言或高级语言, 后期配有操作系统。

第三阶段 (1978~1984 年):

第三代微型计算机采用 16 位微处理器。其典型产品是 Intel 公司的 8086/8088 及 80286 等微处理器。其主要特点是采用 HMOS 工艺, 运算速度比第二代提高一个数量级, 在软件上采用汇编语言、高级语言并配有操作系统。这代计算机的指令系统更加完善, 且采用了流水线技术、多级中断、多重寻址方式、段寄存器等结构, 还可以与数学协处理器配合, 进行浮

点运算。1984 年诞生的 80286 微处理器为性能更加优越的 16 位 CPU，其主频为 6 MHz。

第四阶段（1985~1992 年）：

第四代微型计算机采用了 32 位微处理器。其典型产品是 Intel 公司的 80386/80486 等微处理器，以及相应的 IBM PC 兼容机，如 386、486 等。与 16 位 CPU 相比，32 位 CPU 在体系结构的设计上发生了概念性的变化：CPU 中引入了高速缓存以提高存储器的读取速度，并采用了精简指令集（RISC）以减少指令执行时间。这一代微处理器采用了 HMOS 或 CMOS 工艺，集成度高达 100 万元件/片，基本指令执行速度为 25MIPS，主频为 16MHz~25MHz，使微型机接近了某些小型机的性能。

第五阶段（1993~1999 年）：

第五代微型计算机采用了高档的 32 位及 64 位微处理器，其典型产品是 Intel 公司的 Pentium 系列。1993 年，Intel 公司推出了新一代高性能处理器 Pentium（奔腾）。Pentium 微处理器的内部数据总线为 32 位，外部数据总线为 64 位，内部采用了超标量指令流水线结构，并具有相互独立的指令和数据高速缓存。随着 MMX（Multi Media eXtended）微处理器的出现，使微机的发展在网络化、多媒体化和智能化等方面跨上了更高的台阶。之后，世界上几家著名的微处理器制造厂商不断开发和制造出高性能的微处理器芯片，如 DEC 公司推出的 Alpha 21164 微处理器，IBM、Motorola、Apple 三家公司联合推出的 Power-PC 体系结构的 64 位微处理器。

第六阶段（2000 年至今）：

第六代微型计算机分为 64 位、双核及多核，目前多核多线程的 64 位微型计算机系统已经成为个人计算机的主流，随着技术的不断发展，微处理器和微型计算机的性能将会不断提升。

1.1.4 微型计算机的特点及应用

1. 微型计算机的特点

微型计算机从诞生至今不过三十几年，因其小巧轻便、价格便宜，应用范围急剧扩展，从人造卫星到日常生活，从科学计算到儿童玩具，从工厂的自动控制到办公自动化以及商业、服务业、农业等，遍及社会各个领域。微型机的发展虽然经过上述五个阶段，在制造技术和处理性能上发生了极大的变化，但在本质上与其他计算机一样都属于冯·诺依曼体系结构，最基本的原理仍然是冯·诺依曼提出的“程序存储与控制”。

从系统结构和基本工作原理上说，微型机和其他几类计算机并没有本质上的区别，所不同的是微型机广泛采用了集成度相当高的器件和部件，特别是把组成计算机系统的两大核心部件——运算器和控制器集成在一起，形成了微处理器，因此微型计算机除了具有运算速度快、运算精度高、具有记忆和逻辑判断能力等计算机共有的特点以外，还有以下一系列自身的特点：

- （1）体积小、质量轻、使用方便；
- （2）可靠性高、使用环境要求低；
- （3）结构简单灵活、系统设计方便、适应性强；
- （4）功耗小，性价比高；
- （5）应用广泛。

随着计算机技术的进一步成熟，生产规模和自动化程度的不断提高，微型机的价格还会越来越低，而性能会越来越高，这将使微型计算机得到更为广泛的应用。

2. 微型计算机的应用

目前,微型计算机已经渗透到社会的各行各业,极大地改变了人们的工作、学习和生活方式。其主要应用有以下几个方面。

(1) 数值计算。

数值计算是计算机最早的应用领域。计算机最初就是为了帮助人脑解决大量繁杂的数值计算而研制的,计算机也因此而得名。在科学研究、工程设计与日常生活中,科学计算问题是大量而繁杂的。利用计算机的高速计算、大存储容量和连续运算的能力,可以实现人工无法解决的各种科学计算问题。

(2) 信息处理。

信息处理是目前计算机最广的应用领域,也称非数值处理或事务处理,是对大量信息进行收集、存储、整理、分类、统计、加工、利用、传播等一系列活动的统称。据统计,80%以上的计算机主要用于信息处理。目前,数据处理已广泛地应用于交通运输管理、情报检索、图书管理、电影电视动画设计、会计电算化等各行各业。信息正在形成独立的产业,多媒体技术使信息展现在人们面前的不仅是数字和文字,也有声情并茂的声音和图像。

(3) 过程控制。

过程控制就是利用计算机对检测对象进行数据采集,并根据采集的数据按照一定的算法进行处理,然后将数据输入到执行机构迅速地对控制对象进行自动调节或控制,它是生产自动化的重要技术和手段。例如:水位预警,当超过一定水位后计算机给出报警信号,根据有关信息及时采取相关措施;空调制冷,计算机根据室外与室内的温度情况对室内进行温度实时调节。

通过过程控制不仅可以大大提高控制的自动化水平,而且可以提高控制的及时性和准确性,从而改善劳动条件,提高产品质量及合格率。因此,计算机过程控制已在机械、石油、化工、纺织、水电等部门得到广泛应用。

(4) 计算机辅助技术。

计算机辅助技术包括计算机辅助教学(Computer Aided Instruction, CAI)、计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)和计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)等。计算机辅助教学是利用计算机系统使用各种 CAI 课件来辅助完成教学任务;计算机辅助设计是利用计算机帮助人们进行产品设计和工程设计;计算机辅助制造是利用 CAD 的输出信息控制、指挥产品的生产、装配的过程。

(5) 人工智能。

人工智能(Artificial Intelligence, AI),是用计算机软/硬件系统模拟人类某些智能行为,如感知、思维、推理、学习、理解等的理论和技术,它是在计算机科学、控制论、仿生学和心理学等基础上发展起来的计算机应用的一个新领域,是当前国内外争先研究的热门技术。它包括专家系统,问题求解,定理证明,机器翻译,自然语言理解,对声、图、文的模式识别等等。目前人工智能的研究和应用尚处于发展阶段。在医疗、机器人等方面,人工智能的研究已取得不少成果,有些已开始走向实用阶段。如能模拟高水平医学专家进行疾病诊疗的专家系统,具有一定思维能力的智能机器人等。

(6) 网络应用。

在知识经济时代,谁能最快获得最新信息,谁就能创造财富、把握未来。数字化和网络

化将成为知识经济时代的基础,因此,发展网络技术是计算机应用的必然趋势。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、硬件资源的共享,从而使众多的计算机可以方便地进行信息交换和相互通信。如以网络技术为基础,采用现代远程教育技术实现网上交互式远程教学,使学生可以随时在异地上网点播网络课件进行学习交流,也可以在远程教学点进行实时交互听课学习。

1.2 微型计算机系统的组成及工作过程

通常所说的“微机”就是指微型计算机系统。在微型计算机系统中包括3个层次:微处理器、微型计算机和微型计算机系统。

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。微处理器本身并不是计算机,它是微型计算机的核心部件,又称为微型计算机的中央处理器(CPU)。

微型计算机是指以微处理器为核心,由存储器、输入/输出接口电路和系统总线所组成的计算机。当把微处理器、存储器和输入/输出接口电路装在一块或多块电路板上,或集成在一块超大规模芯片上时,则分别称之为单板机、多板机或单片机。

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软件所构成的完整的计算机系统。

上述三者之间有着密切的关系,相互依存又各不相同,单纯的微处理器或微型计算机都不能独立工作,只有微型计算机系统才是完整的计算机系统,才具有实用价值,才可以正常工作。

1.2.1 微型计算机系统的组成

任何计算机系统都由硬件系统和软件系统两部分组成。硬件是组成计算机系统的实体,包括运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五个部分。软件是以硬件为载体,为实现数据运算、信息处理和测试维护所编制的各种程序,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。计算机依靠硬件和软件的协同工作来执行给定任务。

图 1.1 所示微型计算机系统的结构示意图。

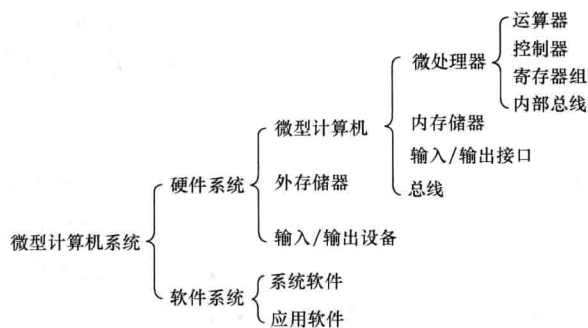


图 1.1 微型计算机系统的结构

一、硬件系统

微型计算机属于冯·诺依曼结构的计算机,其硬件系统也是由运算器、控制器、存储器、输入设备、输出设备五大部件组成的。但是,微型计算机的运算器、控制器不再是两个独立

的部件，它们集成在一块微处理器（CPU）上。另外还需要系统总线将构成微型计算机的各个部件连接到一起，实现微型计算机内部各部件间的信息交换。微型计算机硬件系统是由微处理器、存储器、输入/输出设备及系统总线组成，如图 1.2 所示。

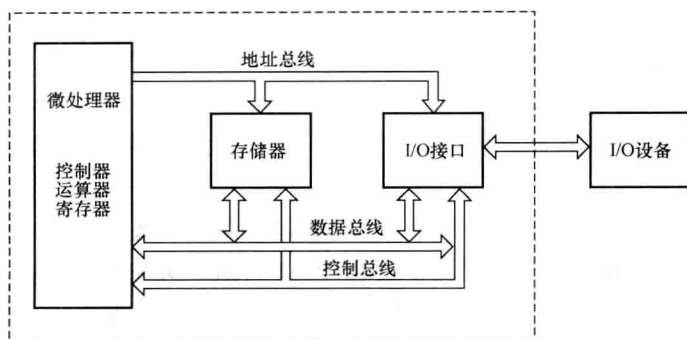


图 1.2 微型计算机硬件组成框图

1. 微处理器

微处理器是微型计算机的核心设备，也称中央处理器 CPU（Central Processing Unit），它是采用大规模集成电路技术做成的芯片，它必须能进行如下一些基本操作：

- （1）取指令：即从存储器内读取指令；
- （2）解释指令：对指令进行译码，以确定指令要进行的操作；
- （3）取数据：从存储器或 I/O 设备读取执行指令所需的数据；
- （4）处理数据：CPU 处理数据的过程，也就是执行指令的过程，即对数据进行某些算术运算或逻辑运算的操作过程；
- （5）写数据：是 CPU 对处理数据后的结果进行保存的过程，指令执行的结果会写入存储器或送到 I/O 设备，具体情况因指令的类型和功能而异。

为了实现上述基本功能，微处理器内集成了运算器、控制器和若干高速存储单元（即寄存器组）。CPU 及其支持电路一起构成了微机系统的控制中心，对微机系统的各个部件进行统一的协调和控制。

（1）运算器（Arithmetic Logic Unit, ALU）。

运算器是计算机中执行各种算术和逻辑运算操作的部件，它是一种以加法器为核心的、具有多种运算功能的组合逻辑部件。运算器的基本操作包括加、减、乘、除四则运算，与、或、非、异或等逻辑运算，以及移位、比较等操作。计算机运行时，运算器的操作和操作种类由控制器决定。运算器处理的数据来自存储器，处理后的结果数据通常送回存储器，或暂时寄存在运算器中。

（2）控制器（Control Unit, CU）。

微处理器是按照程序中的每一条指令的要求，在控制器的统一指挥下工作的。控制器是微处理器的指挥控制中心，主要由指令寄存器、指令译码器、程序计数器和控制逻辑部件等组成，负责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。

（3）通用寄存器组（Registers Array, RA）。

通用寄存器组由多个寄存器组成，是处理器内部的暂时存储单元，主要用来暂存 CPU 执行程序时的常用数据和地址，以减少 CPU 和外部的数据交换，提高运行速度。如果 CPU 内

部没有通用寄存器,那么在执行指令的过程中用到操作数时,必须到存储器中去取,运算的中间结果也必须送到存储器中保存起来。由于实现寄存器和存储器的逻辑部件不同,CPU读/写寄存器的速度比读/写存储器的速度快,如果在CPU中设置寄存器用来暂时存放参加运算的操作数或运算的中间结果,就可以提高程序的执行速度。一般来说,CPU中的通用寄存器越多,编程越灵活,程序的执行速度也就越快。

2. 存储器

存储器是计算机实现记忆功能的部件。微型计算机系统的存储器分为主存储器和辅助存储器两类。

主存储器又称内存或主存,主要由半导体存储器件组成,按读、写方式分为随机存储器RAM(Random Access Memory)和只读存储器ROM(Read Only Memory)。主存储器的存取速度快,CPU可以直接对它进行访问,但其成本高、容量小,主要用来存放当前正在运行的程序和正待处理的数据。

辅助存储器又称外存,包括软盘存储器、硬盘存储器和光盘等。辅助存储器成本低、速度慢、容量大,信息可长期保存,主要用来存放暂时不运行的程序和暂不处理的数据。

3. I/O 设备和 I/O 接口

I/O设备是指微机上配备的输入/输出设备,也称外部设备或外围设备(简称外设),其功能是为微机提供具体的输入/输出手段。能把外部信息传送给计算机的设备叫输入设备,常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪、数码相机等。将计算机处理完的结果转换成人和设备都能识别的信息的设备叫输出设备,常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪等。

由于外设的结构、工作速度、信号形式和数据格式等各不相同,因此它们不能直接挂接到系统总线上,必须用接口电路来做中间转换,才能实现与CPU间的信息交换。I/O接口电路是CPU与外部设备间交换信息的桥梁,在外设与CPU、内存之间进行信息和数据交换过程中,起暂存、缓冲、类型变换及时序匹配的作用,它是微型计算机连接外部输入、输出设备及各种控制对象并与外界进行信息交换的逻辑控制电路。I/O接口也称I/O适配器,不同的外设必须配备不同的I/O适配器。I/O接口电路是微型计算机系统必不可少的重要组成部分。

4. 系统总线

微型计算机硬件系统采用总线结构将CPU、存储器和外部设备连接在一起。总线是指用于传递信息的一组公用信号线。按在系统中的不同位置,总线可以分为内部总线和外部总线。内部总线是CPU内部各功能部件和寄存器之间的连线;外部总线是连接系统的总线,即连接CPU、存储器和I/O接口的总线,又称为系统总线。CPU通过系统总线与存储器和I/O设备进行信息交换。微型计算机采用了总线结构后,系统中各功能部件之间的相互关系变为各个部件面向总线的单一关系。一个部件只要符合总线标准,就可以连接到采用这种总线标准的系统中,使系统的功能可以很方便地得以发展。常用的总线标准有ISA总线、EISA总线、VESA总线、PCI总线等,目前微机上采用的大多是PCI总线。

按所传送信息的类型不同,总线可以分为数据总线DB(Data Bus)、地址总线AB(Address Bus)和控制总线CB(Control Bus)三种,通常称微型计算机采用三总线结构。

(1) 地址总线:地址总线用来传送CPU将要访问的内存单元或I/O接口的地址信息,是单向传输的。

(2) 数据总线:数据总线是CPU用来传送数据信息的信号线。数据总线是双向三态

总线，在 CPU 进行读操作时，内存或外设的数据通过数据总线送往 CPU；在 CPU 进行写操作时，CPU 中的数据通过数据总线送往内存或外设，数据是双向传输的。数据总线的宽度（根数）决定每次能同时传输信息的位数，即计算机的字长。目前，微型计算机采用的数据总线有 16 位、32 位、64 位等几种类型。

（3）控制总线：控制总线是用来传送控制信息的一组总线。由它来实现 CPU 对外部功能部件（包括存储器和 I/O 接口）的控制及接收外部传送给 CPU 的状态信号，控制总线可以将 CPU 的控制信号或状态信号送至外界，也可以将外界的请求或联络信号送至 CPU。控制总线的传输方向是根据信号而定的，它可以是单向也可以是双向。

二、软件系统

微型计算机只有硬件是无法进行工作的，未配备任何软件的计算机系统通常称为“裸机”。可以说硬件是计算机的物质基础，软件是计算机的灵魂，硬件与软件是相辅相成的。

软件是为运行、管理和维护计算机系统或为实现某一功能而编写的各种程序及其相关资料的总和。

计算机软件系统由系统软件和应用软件组成，如图 1.3 所示。

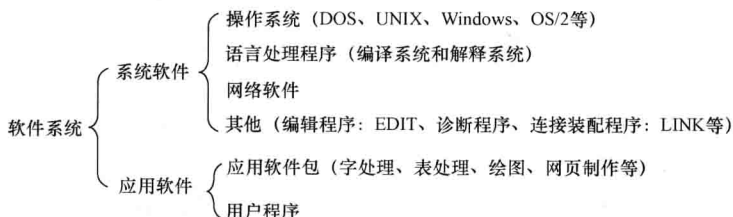


图 1.3 计算机软件系统

1. 系统软件

系统软件是管理、监控和维护计算机资源的软件，它的功能是组织计算机各个组成部分协调、高效地工作，并使计算机为用户提供友好的服务。系统软件主要包括各种操作系统，各种语言处理程序（如汇编程序、编译程序、解释程序等），监控管理程序，调试程序，故障检查和诊断程序等。在所有系统软件中，最重要的软件当属操作系统，即 OS（Operating System），所有的应用程序、系统软件中的一些程序都必须在操作系统构筑的平台上运行。

2. 应用软件

应用软件是用户为使用计算机解决实际问题所开发的软件的总称。从大的方面解释，它可以是面向数据库管理、面向计算机辅助设计、面向文字处理的软件或软件包；从小的方面解释，它可以是为某个单位、某项工作的具体需要而开发的软件。常用应用软件有字处理软件 WPS、Word，播放工具 Media Player，网页浏览软件 Internet Explorer 等。

微型计算机只有配上高效的系统软件和丰富的应用软件后，才能将计算机的优良性能充分发挥出来，才能为用户的实际工作提供最大的方便。

1.2.2 微型计算机的工作过程

程序是用户根据解决某一问题的步骤，选用一条条指令组成的指令序列。计算机采用的工作方式是“程序存储与控制”，即事先把程序加载到计算机的存储器中（程序存储），当启动运行后，计算机会自动按照程序的要求进行工作（程序控制）。简单地讲，微型计算机系统

的工作过程就是对程序中的一条条指令进行取指令→分析指令→执行指令的不断循环过程。

下面以一个例子来进一步说明计算机怎样执行一段简单的程序。

假设让计算机计算 $2+3=?$ ，虽然这是一个相当简单的加法运算，但是计算机却无法理解，必须先以计算机能够理解的语言编写一段程序，告诉它如何一步一步地去做，直到每一个细节都详尽无误，计算机才能正确地理解与执行。在编写程序之前，必须首先查阅所使用的微处理器的指令系统，用助记符指令编写源程序如下：

```
MOV AL, 02      ;第一个操作数(02)送到累加器
ADD AL, 03      ;把累加器的内容与第2个操作数(03)相加,结果仍送到累加器
```

因为机器并不认识助记符，而只认识用二进制数表示的操作码和操作数。因此，必须把以上程序写成二进制数的形式，即用对应的机器指令代替每个助记符。

```
10110000 00000010 ;第一条指令对应的机器指令
00000100 00000011 ;第二条指令对应的机器指令
```

本程序只有2条指令共4个字节。由于微处理器和存储器均以字节为单位来处理与存放信息。因此，当把这段程序载入存储器时，共需要占4个存储单元。假设我们把它存放在存储器的从1000H开始的4个单元里，则本程序将占用从地址1000H~1003H这4个单元的空间。

我们以第一条指令为例来说明微机内部执行该程序的具体操作过程。

当程序载入存储器并开始执行时，必须先给程序计数器PC（Program Counter）赋以第一条指令的首地址1000H，用计算机的术语来说，就是使PC指向程序的第一条指令。然后就进入第一条指令的取指阶段。

- (1) 把PC的内容1000H送到地址寄存器AR（Address Register）；
- (2) PC的内容送入AR后，PC自动加1，即由1000H变为1001H；
- (3) 把AR的内容放在地址总线AB上，并送至存储器，经地址译码器AD（Address Decoder）译码，选中1000H单元；
- (4) CPU的控制器发出读命令；
- (5) 在读命令控制下，存储器把1000H单元中的内容（即第一条指令的操作码B0H）送到数据总线DB上；
- (6) CPU从DB上取回数据送到数据寄存器DR（Data Register）；
- (7) 因为取出的是指令的操作码，故DR的内容又被送到指令寄存器IR（Instruction Register），然后再送到指令译码器ID（Instruction Decoder）。

以上操作完成了第一条指令的取指阶段。然后转入指令的译码和执行阶段。经过对操作码B0H译码后，CPU“识别”出这个操作码就是“MOV AL, n”指令，其操作码的下一个字节为源操作数。所以，必须把指令第二字节中的源操作数取出来。

- (1) 把PC的内容1001H送到AR；
- (2) 当PC的内容送到AR后，PC自动加1，变为1002H；
- (3) 把AR的内容放在AB上，并送至存储器，经AD译码，选中1001H单元；
- (4) CPU的控制器发出读命令；
- (5) 在读命令控制下，存储器把1001H单元的内容02H送到DB上；
- (6) CPU从DB上取回数据02H送到DR；
- (7) 因CPU已知这次读回的是操作数，且指令要求把它送到累加器AL，故DR的内容

通过内部总线送到 AL。

这时，第一条指令执行完毕，CPU 开始执行第二条指令。同样要经过取指令→分析指令（译码）→执行指令的过程，直至所有指令全部执行完毕。

从程序的执行过程可以看出，在计算机工作中有两种信息在流动，即控制信息和数据信息。控制信息是由控制器发出的，根据指令向计算机各部件发出控制命令，协调计算机各部分的工作；数据信息受控制信息的控制，从一个部件流向另一个部件，边流动边加工处理。总之，计算机的工作过程就是执行指令的过程，而计算机执行指令的过程可看成是控制各信息在计算机各组成部件之间的有序流动过程。信息在流动过程中得到相关部件的加工处理。因此，计算机的主要功能就是如何有条不紊地控制大量信息在计算机各部件之间有序地流动。

1.2.3 微型计算机性能指标

衡量一台计算机的性能优劣，要由多项技术指标来综合评价，不同用途的计算机强调的侧面也不同。微型计算机的主要性能指标有字长、运算速度、主存储器容量和时钟频率等。

1. 字长

字长是计算机中的 CPU 一次能够同时处理的二进制数据的位数，字长标志着计算精度和计算速度。字长越长，一个字所能表示的数据精度就越高，在完成同样精度的运算时，数据的处理速度越快，也就具有更强的数据处理能力；字长越长，硬件需求量越多，造价也会越高。微型计算机字长有 8 位、16 位和 32 位，高档微型机字长为 64 位。根据字长分类，微型计算机可分为 8 位机、16 位机、32 位机和 64 位机等。

2. 运算速度

运算速度通常用每秒钟能执行的指令条数来表示，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。

3. 存取周期

存储器完成一次读（取）或写（存）操作所需的时间称为存储器的存取时间或者访问时间。连续两次读（或写）所需的最短时间，称为存储周期。存取周期通常用 μs （微秒）或 ns （毫微秒）作为单位。对于半导体存储器来说，存取周期约为几十到几百毫微秒之间。存取周期反映主存储器（内存储器）的速度性能，它的快慢也会影响到计算机的速度。

4. 主存储器容量

主存容量是指主存储器所能存储二进制信息的总量，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。主存容量越大，运算速度越快，数据处理能力越强。微型计算机主存储器以字节 B（Byte，8 位二进制数）为单位存储信息，并定义 KB、MB、GB、TB 等派生单位， $1\text{KB}=1024\text{B}$ ； $1\text{MB}=1024\text{KB}$ ； $1\text{GB}=1024\text{MB}$ ； $1\text{TB}=1024\text{GB}$ 。

微型计算机的主存容量并不是随心所欲设置的，而是要受到 CPU 所支持的物理地址空间范围的限制。

5. 时钟频率（主频）

微型计算机的时钟频率是指 CPU 在单位时间（秒）内发出的脉冲数，通常以 MHz、GHz 为单位。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，一个时钟周期里完成的指令数越多，运算速度越快。如某微机 CPU 为“Pentium IV/2400”，其中的“2400”即为主频，表示 CPU 的时钟频率为 2400MHz。