

计算机
组成原理

习题与解答

王昌元 编著

冶金工业出版社



计算机组成原理习题与解答

王昌元 编著

北 京

冶金工业出版社

2004

内 容 简 介

本书主要介绍计算机组成原理的相关内容,包括计算机系统概论、运算方法和运算器、存储系统、指令系统、中央处理器、系统总线、外围设备、输入/输出系统。本书在每一章中均给出了单元练习和参考答案,并在书末附有七套综合试题及其参考答案。

本书结构合理、语言通俗易懂,既可以作为大专院校相关专业的教学参考用书,还可作为计算机专业的学生、报考计算机专业硕士研究生的考生、参加国家高等教育自学考试的考生、参加计算机等级考试的考生的复习参考用书,同时也可供计算机技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理习题与解答 / 王昌元编著. —北京:
冶金工业出版社, 2004.9
ISBN 7-5024-3599-9

I. 计... II. 王... III. 计算机体系结构—解题
IV. TP303-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 086534 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 程志宏

湛江蓝星南华印务公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2004 年 10 月第 1 版, 2004 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16.25 印张; 373 千字; 252 页; 1-3500 册

28.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

一、本书背景

计算机组成原理是计算机专业的一门核心课程，也是很多高校招收计算机专业研究生考试的科目之一。由于本课程概念多，内容涉及面广，使得许多学习者和应试考生在学习和复习中不得要领，因此迫切希望有一本能指导他们复习本课程的学习参考书，以便巩固所学知识，顺利通过相关考试。但是，目前市面上这类书籍并不多见，本书正是针对考研和各级计算机组成原理考生的需要而编写的。

本书是作者根据近十年来在计算机组成原理方面的教学经验与研究成果以及参与的多个项目开发的实际应用经验，同时结合了计算机的最新发展技术精心编写而成的，旨在帮助广大计算机组成原理课程学习者和各级应试者高效地复习，巩固所学知识，成功通过相应的考试。

二、本书结构

本书共由 8 章和六套综合试题组成，具体结构安排如下：

第 1 章：计算机系统概论。内容包括计算机的发展、计算机系统的组成、计算机系统的层次结构、计算机的特点、计算机的主要性能指标、计算机的分类与应用以及单元练习和参考答案。

第 2 章：运算方法和运算器。内容包括数字的表示法、定点加减法运算、定点乘法运算、定点除法运算、浮点算术运算、运算部件以及单元练习和参考答案。

第 3 章：存储系统。内容包括存储系统的基础知识、随机读/写存储器、只读存储器 ROM 和闪速存储器、典型的半导体存储器芯片、主存储器、提高存储系统性能的方法、并行存储器、高速缓冲存储器（Cache）、虚拟存储器以及单元练习和参考答案。

第 4 章：指令系统。内容包括指令系统的发展与性能要求、指令格式、指令和数据的寻址方式、堆栈寻址方式、典型指令系统以及单元练习和参考答案。

第 5 章：中央处理器。内容包括中央处理器的功能和组成、指令周期、时序产生器与控制方式、组合逻辑控制器、微程序控制器、微程序设计技术、流水线 CPU、RISC CPU 以及单元练习和参考答案。

第 6 章：系统总线。内容包括总线的基础知识、系统总线结构、总线接口、总线的控制方式、总线的通信方式、总线的信息传送方式、常用总线举例以及单元练习和参考答案。

第 7 章：外围设备。内容包括外围设备的基础知识、显示设备、输入设备和打印设备、硬盘存储器、软盘存储器以及单元练习和参考答案。

第 8 章：输入/输出系统。内容包括输入/输出系统的基础知识、程序控制方式、程序中断方式、直接内存访问（DMA）方式、通道方式、输入/输出处理机（IOP）方式以及单元练习和参考答案。

综合试题训练：共有六套综合试题，末尾还附有相关的参考答案。

三、本书特点

本书内容结构与该课程的教材同步，重点突出。书中配有丰富的、类型多样的单元练习题，并附有参考答案，全书最后还提供了六套综合试题及其参考答案，有助于读者掌握和巩固所学知识，顺利通过相关考试。

四、本书适用对象

本书适用范围广，既可以作为大专院校相关专业的教学参考用书，还可作为计算机专业的学生、报考计算机专业硕士研究生的考生、参加国家高等教育自学考试的考生、参加计算机等级考试的考生的复习参考用书，同时也可供计算机技术人员学习参考。

由于时间仓促，作者水平有限，书中的不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

虽然经过严格的审核、精细的编辑，本书在质量上有了一定的保障，但我们的目标是力求尽善尽美，欢迎广大读者和专家对我们的工作提出宝贵建议，联系方法如下：

电子邮件：service@cnbook.net

网址：www.cnbook.net

此外，该网站还有一些其他相关书籍的介绍，可以方便读者选购参考。

编 者

2004年8月

目 录

第1章 计算机系统概论	1
1.1 复习与考试要点.....	1
1.1.1 计算机的发展.....	1
1.1.2 计算机系统的组成.....	2
1.1.3 计算机系统的层次结构.....	4
1.1.4 计算机的特点.....	4
1.1.5 计算机的主要性能指标.....	5
1.1.6 计算机的分类与应用.....	6
1.1.7 小结.....	8
1.2 单元练习.....	9
1.2.1 填空题.....	9
1.2.2 选择题.....	10
1.2.3 综合题.....	13
1.3 参考答案.....	14
1.3.1 填空题.....	14
1.3.2 选择题.....	14
1.3.3 综合题.....	15
第2章 运算方法和运算器	17
2.1 复习与考试要点.....	17
2.1.1 数字的表示法.....	17
2.1.2 定点加减法运算.....	22
2.1.3 定点乘法运算.....	25
2.1.4 定点除法运算.....	28
2.1.5 浮点算术运算.....	29
2.1.6 运算部件.....	31
2.1.7 小结.....	34
2.2 单元练习.....	34
2.2.1 填空题.....	34
2.2.2 选择题.....	35
2.2.3 综合题.....	42
2.3 参考答案.....	45
2.3.1 填空题.....	45
2.3.2 选择题.....	45
2.3.3 综合题.....	46
第3章 存储系统	58

3.1 复习与考试要点	58
3.1.1 存储系统概述	58
3.1.2 随机读/写存储器	60
3.1.3 只读存储器 ROM 和闪速存储器	62
3.1.4 典型的半导体存储器芯片	63
3.1.5 主存储器	64
3.1.6 提高存储系统性能的方法	66
3.1.7 并行存储器	67
3.1.8 高速缓冲存储器 (Cache)	68
3.1.9 虚拟存储器	72
3.1.10 小结	74
3.2 单元练习	75
3.2.1 填空题	75
3.2.2 选择题	76
3.2.3 综合题	80
3.3 参考答案	84
3.3.1 填空题	84
3.3.2 选择题	84
3.3.3 综合题	85
第 4 章 指令系统	96
4.1 复习与考试要点	96
4.1.1 指令系统的发展与性能要求	96
4.1.2 指令格式	97
4.1.3 指令和数据的寻址方式	98
4.1.4 堆栈寻址方式	100
4.1.5 典型指令系统	101
4.1.6 小结	103
4.2 单元练习	103
4.2.1 填空题	103
4.2.2 选择题	104
4.2.3 综合题	108
4.3 参考答案	113
4.3.1 填空题	113
4.3.2 选择题	113
4.3.3 综合题	114
第 5 章 中央处理器	122
5.1 复习与考试要点	122
5.1.1 中央处理器的功能和组成	122
5.1.2 指令周期	122
5.1.3 时序产生器与控制方式	123

5.1.4 组合逻辑控制器	124
5.1.5 微程序控制器	124
5.1.6 微程序设计技术	125
5.1.7 流水 CPU	126
5.1.8 RISC CPU	128
5.1.9 小结	129
5.2 单元练习	130
5.2.1 填空题	130
5.2.2 选择题	132
5.2.3 综合题	135
5.3 参考答案	144
5.3.1 填空题	144
5.3.2 选择题	145
5.3.3 综合题	145
第 6 章 系统总线	160
6.1 复习与考试要点	160
6.1.1 总线概述	160
6.1.2 系统总线结构	160
6.1.3 总线接口	161
6.1.4 总线的控制方式	161
6.1.5 总线的通信方式	162
6.1.6 总线的信息传送方式	162
6.1.7 常用总线举例	162
6.1.8 小结	163
6.2 单元练习	164
6.2.1 填空题	164
6.2.2 选择题	165
6.2.3 综合题	168
6.3 参考答案	170
6.3.1 填空题	170
6.3.2 选择题	170
6.3.3 综合题	171
第 7 章 外围设备	178
7.1 复习与考试要点	178
7.1.1 外围设备概述	178
7.1.2 显示设备	178
7.1.3 输入设备和打印设备	181
7.1.4 硬磁盘存储器	181
7.1.5 软盘存储器	182
7.1.6 小结	183

7.2 单元练习	184
7.2.1 填空题	184
7.2.2 选择题	184
7.2.3 综合题	186
7.3 参考答案	188
7.3.1 填空题	188
7.3.2 选择题	189
7.3.3 综合题	189
第8章 输入/输出系统.....	195
8.1 复习与考试要点	195
8.1.1 输入/输出系统概述	195
8.1.2 程序控制方式	196
8.1.3 程序中断方式	197
8.1.4 直接内存访问 (DMA) 方式	204
8.1.5 通道方式	205
8.1.6 输入/输出处理机 (IOP) 方式	206
8.1.7 小结	206
8.2 单元练习	207
8.2.1 填空题	207
8.2.2 选择题	208
8.2.3 综合题	210
8.3 参考答案	214
8.3.1 填空题	214
8.3.2 选择题	214
8.3.3 综合题	215
综合试题训练	224
综合试题一	224
综合试题二	226
综合试题三	229
综合试题四	232
综合试题五	235
综合试题六	236
综合试题一参考答案	238
综合试题二参考答案	240
综合试题三参考答案	242
综合试题四参考答案	244
综合试题五参考答案	246
综合试题六参考答案	249

第 1 章 计算机系统概论

计算机是一个由硬件、软件组成的复杂的自动化设备。本章首先介绍计算机的发展历史, 然后简要地介绍计算机系统的组成、计算机的特点、性能指标、分类与应用, 使读者对计算机有一个总体的概念, 以便于展开后续各章内容的学习。

1.1 复习与考试要点

1.1.1 计算机的发展

世界第一台通用电子计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Computer), 于 1946 年在美国宾夕法尼亚大学研制成功。ENIAC 采用十进制, 输入和更换程序特别繁琐。对此, ENIAC 课题组的顾问, 著名美籍匈牙利数学家冯·诺依曼提出将程序的指令与指令所操作的数据一起以二进制存于存储器的概念。这就是著名的存储式程序 (stored program) 的概念, 成为计算机工作的基本机理。世界上第一台真正意义的存储式程序计算机是 1949 年在英国剑桥大学研制成功的 EDSAC 计算机, 它使用 3000 只电子管, 每秒钟能完成 700 次加法运算。1953 年 IBM 公司制造出第一台电子存储式程序的商用计算机。

50 年来, 电子计算机已经历了四次更新换代, 现在正处于第五代。各代的划分主要依据半导体技术水平, 并以明显的硬件和软件技术为标志。这五代是:

第一代: 1945 ~ 1954 年, 电子管和继电器; 机器语言、符号语言。

第二代: 1955 ~ 1964 年, 晶体管和磁芯存储器; 汇编语言、高级语言、监控程序。

第三代: 1965 ~ 1974 年, 中小规模集成电路 (MSI-SSI); 汇编语言、高级语言、操作系统。

第四代: 1975 ~ 1990 年, LSI/VLSI 和半导体存储器; 汇编语言、高级语言、操作系统。

第五代: 1990 年至今, ULSI/GSI (Giga Scale Integration) 巨大规模集成电路; 汇编语言、高级语言、操作系统。

这 50 年来计算机系统结构也有许多改进, 较为成功的并有重大影响的改进, 包括以下几个方面:

(1) 计算机系统结构从基于串行算法改变为基于并行算法, 从而出现了向量计算机、并行计算机、多处理机等。

(2) 硬件系统与操作系统和数据库管理系统软件相适应, 从而出现了面向操作系统和数据库的计算机。

(3) 为了适应特定应用环境而出现了各种专用计算机, 如快速傅立叶变换机器、过程控制计算机等。

(4) 随着计算机系统功能分散化、专业化, 从而出现了各种功能的分布计算机, 这类计算机包含外围处理机、通信处理机等。

(5) 为了高可靠性需求而研制的容错计算机。

(6) 出现了处理非数值化信息的智能计算机, 如自然语言、声音、图形和图像处理。

(7) 计算机系统结构从传统的指令驱动型改变为数据驱动型和需求驱动型, 从而出现了数据流计算机和归约机。

(8) 随着 VLSI 技术的发展, 自上世纪 70 年代中期开始, 微型计算机异军突起, 发展迅猛, 工程工作站和个人计算机 (PC) 已广泛应用于社会生活的各个领域, 它们价格不高, 但系统结构中采用或借鉴了过去为开发大中型机而使用过的技术, 性能已能和过去的小型机, 甚至大中型计算机相媲美。当然, 如上述 (1) ~ (7), 小型机、大中型计算机也在发展中, 并且在许多方面要借助于微型计算机技术。

1.1.2 计算机系统的组成

一个完整的计算机系统由硬件系统和软件系统组成, 如图 1-1 所示。

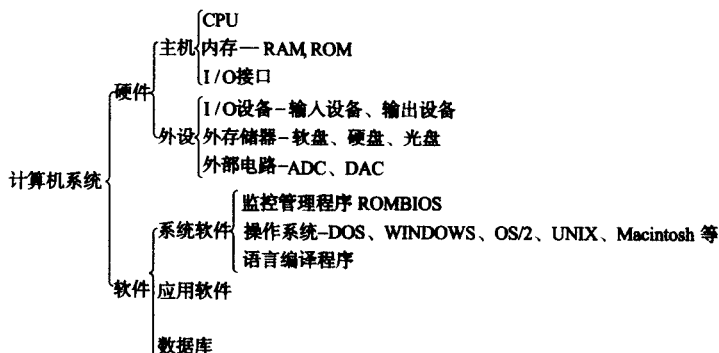


图 1-1

1. 计算机的硬件系统

计算机的硬件是指计算机中的电子线路和物理装置。

计算机的硬件系统采用了冯·诺依曼计算机体系结构的思想（即存储程序的设计思想），即将要解决的问题和解决的方法及步骤预先存入计算机。所谓存储程序，就是指将用指令序列描述的计算机程序与原始数据一起存储到计算机中。只要一启动计算机，就能自动地取出一条条指令并执行它，直至程序执行完毕得到输出结果为止。

计算机的硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备组成, 如图 1-2 所示。

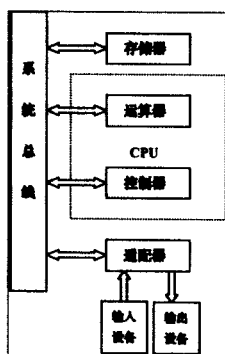


图 1-2

在现代计算机中,运算器、控制器和高速缓冲存储器(Cache)合称为中央处理器(CPU)。而CPU、存储器、输入/输出接口和系统总线组装在一起称为主机。输入设备和输出设备统称为输入/输出设备,也称外部设备。

1) 运算器

运算器(ALU)是一个用于信息加工的部件,它对数据进行加、减、乘、除等算术运算,还可进行逻辑运算。

2) 控制器

控制器是计算机的指挥中心,它使计算机各个部件自动协调工作。

在计算机中有两股信息在流动:控制信息(即操作命令)和数据信息。

指令和数据均存放在内存中。一般来说,在取指周期中从内存读出的信息流是指令流,它流向控制器,由控制器解释从而发出一系列微操作信号;在执行周期中从内存读出或送入内存的信息流是数据流,它由内存流向运算器或由运算器流向内存。

3) 存储器

存储器的主要功能是存放程序和数据,它包括内存储器 and 外存储器。

4) 输入/输出设备

输入设备将人们熟悉的信息形式转换成计算机能接收并识别的信息形式。输出设备将计算机运算结果的二进制信息转换成人们或其他设备能接收和识别的信息形式。

5) 总线

多个部件之间公用的传送信息的一组连线,负责计算机各部件进行数据交换、控制信号、地址信号的发送和接收。

总线由信号线、总线控制器、收发电路、转换器等组成。总线按传递信息可分为并行总线、串行总线,按总线位置可分为器件总线、内部总线、外部总线。

2. 计算机的软件系统

计算机软件一般分为两大类:一类叫应用软件;另一类叫系统软件。

应用软件是用户利用计算机来解决某些问题而编制的程序。

系统软件用于实现计算机系统的管理、调度、监视和服务等功能,其目的是方便用户,提高计算机的使用效率,扩充系统的功能。它包括各种服务性程序、语言程序、操作系统、数据库管理系统等。

如同硬件一样,计算机软件也是在不断发展的。系统软件的发展经历了四个阶段:手编程序——汇编程序——算法语言——操作系统。

在早期的计算机中,人们是直接用机器语言(即机器指令代码)来编写程序的,这种编写程序的方式称为手编程序。手编程序是一件很繁琐的工作,耗时费力又容易出错,大大限制了计算机的使用。

为了编写程序方便和提高计算机的使用效率,人们用一些约定的文字、符号和数字按规定的格式来表示各种不同的指令,然后再用这些特殊的符号表示的指令来编写程序,这就是所谓的汇编语言。汇编语言实现了程序设计工作的部分自动化。

为了进一步实现程序自动化和便于程序交流,人们创造了各种接近于数学语言的算法语言。

所谓算法语言,是指按实际需要规定好的一套基本符号以及由这套基本符号构成程序

的规则。用算法语言编写的程序称为源程序，它与汇编语言一样不能被计算机识别和执行，必须将其翻译成机器语言才能由机器执行。

为了提高计算机的利用效率，出现了利用计算机自己来管理自己和管理用户作业的系统软件——操作系统。操作系统管理计算机资源（如处理器、内存、外部设备和各种编译、应用软件）和自动调度用户的作业程序，极大地提高了计算机的使用效率。

操作系统目前分为三大类：批处理操作系统（BPOS）、分时操作系统（TSOS）、实时操作系统（RTOS）。

随着计算机在信息处理、情报检索及各种管理系统中应用的发展，方便用户处理、检索数据表格的数据库软件出现了。数据库就是实现有组织地、动态地存储大量相关数据，方便多用户访问的计算机软、硬件资源组成的系统。数据库和数据管理软件一起，就组成了数据库管理软件。

3. 软件与硬件的逻辑等价性

软件与硬件相互关联。

随着大规模集成电路技术的发展和软件硬化的趋势，要明确划分计算机系统软件、硬件的界限已经变得模糊了，因为任何操作既可以由软件来实现，也可以由硬件来实现；任何指令的执行可以由硬件完成，也可以由软件来完成。计算机系统的软件与硬件可以互相转化，它们之间互为补充。

将程序固定在 ROM（只读存储器）中组成的部件称为固件。固件是一种具有软件特性的硬件，它既具有硬件的快速性特点，又具有软件的灵活性特点。固件就是软件和硬件互相转化的典型实例。

1.1.3 计算机系统的层次结构

计算机系统可分为五层：

- （1）微程序设计层。这是一个实在的硬件层，它由机器硬件直接执行微指令。
 - （2）一般机器层。它由微程序解释机器指令系统，这一层也是硬件层。
 - （3）操作系统层。它由操作系统程序实现。
 - （4）汇编语言层。它给程序人员提供一种符号形式语言，以减少编写程序的复杂性。这一层由汇编程序支持和执行。
 - （5）高级语言层。它是面向用户的，是为方便用户编写应用程序而设置的。
- 计算机系统各层次之间关系紧密，外层是内层功能的扩展，内层是外层的基础。

1.1.4 计算机的特点

计算机能得到广泛的应用是与它的特性分不开的。这些特性是其他计算工具所不具备的。

（1）快速性。电子计算机采用了高速电子器件，这是快速处理信息的物质基础；另外，存储程序技术使电子器件的快速性得到充分发挥。

（2）通用性。计算机处理的信息不仅是数值数据，也可以是非数值数据。另外，软件越丰富，计算的通用性越强。

（3）准确性。计算机运行的准确性包括如下两方面含义：

① 计算精度高。计算精度取决于运算中数的位数，位数越多越精确。

② 计算方法科学。计算方法由程序体现，一个算法正确且优质的程序，再加上高位数的计算功能，才能确保计算结果的准确性。

(4) 逻辑性。逻辑判断与逻辑运算是计算机的基本功能之一。通过执行能体现逻辑判断和逻辑运算的程序，使整个系统具有逻辑性。

1.1.5 计算机的主要性能指标

1. 字长

字长是计算机内部一次可以处理的二进制数码的位数。一般一台计算机的字长决定于它的通用寄存器、内存储器、ALU 的位数和内部数据总线的宽度。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，数据处理速度也越高。然而，字长越长，计算机的硬件代价相应也增大。为了兼顾精度/速度与硬件成本两方面，有些计算机允许采用变字长运算。

一般情况下，CPU 的内、外数据总线宽度是一致的。但有的 CPU 为了改进运算性能，加宽了 CPU 的内部总线宽度，致使内部字长和对外数据总线宽度不一致。如 Intel 8088/80188 的内部数据总线宽度为 16 位，外部为 8 位，对这类芯片，称之为“准 XX 位”CPU，因此 Intel 8088/80188 被称为“准 16 位”CPU，而 Pentium CPU 的外部数据总线宽度却是内部字长的 2 倍。

2. 存储器容量

存储器容量是衡量计算机存储二进制信息量大小的一个重要指标。它指的是存储设备可容纳二进制信息的最大字节数。存储二进制信息的基本单位是位 (bit)。一般把 8 个二进制位组成的通用基本单元叫做字节 B (Byte 的缩写)。微型计算机中通常以字节为单位表示存储容量，并且将 1024B 简称为 1KB，1024KB 简称为 1MB (兆字节)，1024MB 简称为 1GB (吉字节)，1024GB 简称为 1TB (太字节)。286 以上的高档微机一般都具有 1MB 以上的内存容量和 40MB 以上的外存容量。目前市场上流行的微机大多具有 8 ~ 512MB 内存容量和 2 ~ 60GB 外存容量。

3. 运算速度

计算机的运算速度一般用每秒钟所能执行的指令条数来表示。由于不同类型的指令所需时间长度不同，因而运算速度的计算方法也不同。

常用计算方法有：

(1) 根据不同类型的指令出现的频度，乘上不同的系数，求得统计平均值，得到平均运算速度，这时常用品 (Millions of Instruction Per Second 即百万条指令/秒) 作单位。

(2) 以执行时间最短的指令 (如加法指令) 为标准来估算速度。

(3) 直接给出 CPU 的主频和每条指令的执行所需的时钟周期。主频一般以 MHz 为单位。

主频为 CPU 的额定工作频率，亦称内频，为 CPU 工作周期的最小时序，直接反映了 CPU 的工作速度。

目前，微机的主频已达 1000MHz (1GHz)，但与之相关的系统总线工作速率 (外频) 因受主板芯片组和内存工作频率的制约，提升较慢，刚刚接近 133 ~ 200MHz。

4. 外设扩展能力

这主要指计算机系统联接各种外部设备的可能性、灵活性和适应性。一台计算机允许联接多少外部设备,对于系统接口和软件研制都有重大影响,在微型计算机系统中,打印机型号、显示屏幕分辨率、外存储器容量等,都是外设配置中需要考虑的问题。

5. 软件配置情况

软件是计算机系统必不可少的重要组成部分,它配置是否齐全,直接关系到计算机性能的好坏和效率的高低。例如是否有功能很强,能满足应用要求的操作系统和高级语言、汇编语言,是否有丰富的、可供选用的应用软件等,都是在购置计算机系统时需要考虑的。

1.1.6 计算机的分类与应用

1. 计算机的分类

计算机系统按指令可分为四类:

1) 单指令流单数据流 SISD

这是传统的冯·诺依曼串行机概念,一次只执行一条指令。SISD 也常被称为串行标量计算机 (Serial Scalar Computer)。当今, SISD 计算机已经被整体淘汰了。即使是个人计算机或单片机也实现了一定的并行性以取得较高的性能。大多数情况下,现行的 CPU 都能同时执行两条或更多的指令。

2) 多指令流单数据流 MISD

它的直接含义是几个指令对同一数据片的操作,有两种方式来解释 MISD 类机器的组织。一种方式是考虑这样一种机器,它有几个处理部件能接收几个不同的指令对同一数据进行操作,这已被证明是不可能的也无实际意义和必要。另一种方式是考虑让数据流通过一串处理部件,像向量处理机和搏动式阵列 (Systolic Array) 这样的高度流水线式结构,可以被认为是属于这种方式的 MISD 结构。流水线结构通过一系列阶段 (段或步) 来完成向量处理,每一段完成一个具体的功能并产生一个中间结果。流水线的各个段代表施加于这个向量的多个指令,向量的各个元素可以认为是属于同一数据片;因此可看作是 MISD 结构。

3) 单指令流多数据流 SIMD

这隐含指出,它是单一指令同时对不同的数据进行同一操作。在这样的机器中,单一的控制部件操纵多个独立的处理部件。类似于 MISD,这种 SIMD 机器能支持向量处理,它在单一控制部件操纵下分派向量元素到各个处理部件并行完成计算。Pentium MMX 和 Pentium II/III 处理器在处理多媒体数据时即呈现出这种 SIMD 结构,一条 MMX 指令可对打包数据中的 2 个、4 个或 8 个数据同时操作。

4) 多指令流多数据流 MIMD

顾名思义,它是指机器有多个处理部件,多条指令能同时对不同的数据进行处理。这是一类最复杂的机器,多处理机系统、多计算机系统和数据流计算机都可算作此类。这类机器通过并行处理实现最大的效能,并行不仅指多个处理器同时操作,而且指多个程序 (进程) 在同一时间片被执行。多处理机和多计算机之间的主要差别在于存储器共享和处理机间通信机制的不同。多处理机系统中的处理机通过公用存储器的共享变量实现相互通信。多计算机系统每个处理机有只属于本结点的本地存储器,处理机之间的通信通过结点

间的消息传递来实现。数据流计算机的工作原理与传统的冯·诺依曼计算机完全不同。它的指令由操作包和数据令牌组成,用数据令牌传送数据和激活指令。它的指令不是在中央控制器控制下顺序执行的,而是在数据的可用性控制下并行执行的,故也将其划入 MIMD 类。Pentium II/III 处理器实现了指令的顺序执行,即:满足执行条件的数据不分先后可激活该指令的执行。虽算不上数据流计算机,但对冯·诺依曼结构是一个很大的冲击。

当然,这种分类法只能对以冯·诺依曼结构为基础改进并发展的计算机系统进行分类,而对神经网络和模糊逻辑计算机就不宜划入其中的某一类,因为这些计算机已摆脱了冯·诺依曼结构的束缚,朝着模拟人类对自然语言的理解,对图形、图像的识别和处理以及模仿人类的学习、思维和推理等具有人工智能的,具有高度的环境自适应能力的第六代计算机迈进。许多国家耗巨资研究第六代计算机,但进展缓慢,均未形成系统。而多媒体计算机和多媒体技术却脱颖而出,充当了电子计算机第五代到第六代之前的过渡。

综上所述,除了近来逐步完善并走向实用化的数据流计算机之外,50年来计算机系统结构虽取得重大进展,但并没有发生革命性的变化,现已实用化的计算机仍是以冯·诺依曼机器为原型,在此基础上加入并提高并行处理能力。也主要是按并行处理实现的手段和并行处理的能力,将计算机系统结构分类。因此,在学习微型计算机系统结构时,一定要抓住在冯·诺依曼机器基础上的并行处理这条主线。

计算机系统按规模、性能、速度以至价格划分为巨、大、中、小、微型计算机五类。

大、中型计算机大都是通用机,在计算机工业中占很重要地位,很多新的系统结构技术都是首先在大中型计算机上被采用。

巨型计算机是为气象预报、国防工程、核物理研究等专门设计的具有极高运算速度和很大容量的计算机。其中,著名的有 1983 年研制成功的 CrayX-MP 多处理机巨型机,向量运算速度达每秒 4 亿次。近年来,以微处理器为阵列结构的巨型机(常称为微巨型机)得到了发展,例如古德伊尔公司为美国宇航局研制的巨型计算机系统 MPP,由 16384 个微处理器组成 128×128 方阵。我国自行研制的银河-I、银河-II、曙光型机也属于巨型机范畴。

小型机,具有规模小、结构简单、设计试制周期短、便于及时采用先进技术和工艺及硬、软件成本低等优点,曾在 20 世纪 70 年代被普遍采用。其中 DEC 公司的 PDP-11 系列和 VAX-11 系列曾在我国高校、银行、企事业单位中广泛流行。近年来,用作网络服务器的小型机正在国内兴起。

2. 计算机的应用

计算机的应用几乎涉及到人类社会的所有领域,从军事部门到民用部门,从尖端科学到消费娱乐,从厂矿企业到个人家庭,计算机的踪迹无处不在。主要包括以下几个方面:

1) 科学计算

科学研究和工程技术计算领域,是计算机应用最早的领域,也是应用得较广泛的领域:

(1) 数学、化学、原子能、天文学、地球物理学、生物学等基础科学的研究。

(2) 航天飞行、飞机设计、桥梁设计、水力发电、地质找矿等方面的大量计算。

计算机在科学计算和工程设计中的应用,不仅减轻了大量繁琐的计算工作量,更重要的是,一些以往无法解决、无法及时解决或无法精确解决的问题得到了圆满的解决。

2) 自动控制和测量

自动控制是涉及面极广的一门学科,应用于工业、农业、科学技术、国防以至日常生

活等各个领域。在测量和测试领域中,计算机主要起两个作用:

(1) 对测量和测试设备本身进行控制。

(2) 采集数据并进行处理。

3) 信息处理

计算机发展初期,仅仅用于数值计算,后来应用范围逐渐发展到非数值计算领域,可以用来处理文字、表格、图像、声音等各类问题。

(1) 商务处理。

在商业业务上,广泛应用的项目有:办公室计算机、数据处理机、发票处理机、销售总额清单机、零售终端、会计终端、出纳终端以及利用互联网的“电子商务”等。

在银行业务上,广泛采用金融终端、销售点终端、现金出纳机。银行间利用计算机进行的资金转移正式代替了传统的支票。

在邮政业务上,大量的商业信件,现在开始用传真系统传送。

(2) 管理应用。

计算机的引入,使信息处理系统获得了强有力的存储和处理手段。常见的物资管理,如用计算机进行,可以随时掌握各类物资库存情况,合理调剂,减少库存。

4) 教育和卫生

计算机被誉为“教育史上的第四次革命”,较多的应用是 CAI (计算机辅助教学)。用这种方法进行教学,学生可以生动活泼地进行学习,教师也可以减少大量重复的课堂讲授,而把精力放在提高教材质量和研究教学方法上。计算机辅助教学既用于普通教育,又用于专业训练方面。人们还可坐在家,通过计算机远程网络,按照自己的才能确定个人的学习计划和进度。

远程计算机的问世,同样为人类健康长寿带来了福音,使用计算机的各种医疗设备应运而生,为及早发现疾病提供了强有力的手段。利用计算机建成的各种专家系统行之有效,为诊治疾病发挥了很大作用。

5) 家用电器

目前,不仅使用各种类型的个人计算机,而且将单片机广泛应用于微波炉、磁带录音机、自动洗衣机、煤气用定时器、家用空调设备控制器、电子式缝纫机、电子玩具、游戏机等。21 世纪,国际互联网络和计算机控制的设备将广泛应用于家庭。

6) 人工智能

人工智能,又称“智能模拟”,简单地说,就是要使计算机能够模仿人的高级思维活动。人工智能的研究课题是多种多样的,诸如计算机学习、计算机证明、景物分析、模拟人的思维过程、机器人等。

智能机器人,它会自己识别控制对象和工作环境,做出判断和决策,直接领会人的口令和意图,能避开障碍物,适应环境条件的变化,灵活机动地完成控制任务与信息处理任务。

1.1.7 小结

本章介绍了计算机系统的硬件和软件两大部分,介绍了硬件的五个功能部件及其相互关系,软件系统的一些概念及其相互关系。本章的难点是领会计算机五个基本功能部件及