



职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

(高级)

计算机

维修工

● 劳动和社会保障部教材办公室组织编写



中国劳动社会保障出版社

TP307
21

职业资格培训教材
社会力量办学培训教材

计算机维修工

(高 级)

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机维修工：高级/张志强主编. —北京：中国劳动社会保障出版社，2001
职业资格培训教材、社会力量办学培训教材
ISBN 7-5045-3189-8

I. 计...

II. 张...

III. 电子计算机-维修-技术培训-教材

IV. TP307

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 25611 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码：100029)

出版人：张梦欣

*

煤炭工业出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 261 千字

2001 年 9 月第 1 版 2005 年 2 月第 2 次印刷

印数：3000 册

定价：19.00 元

读者服务部电话：010-64929211

发行部电话：010-64911190

出版社网址：<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话：010-64911344

前 言

《劳动法》和《职业教育法》明确规定，在全社会实行学历文凭和职业资格证书并重的就业制度。在国家劳动和社会保障行政管理部门的大力倡导下，取得职业资格证书已经成为劳动者就业上岗的必备的前提，同时，作为劳动者职业能力的客观评价，已经为人力资源市场供求双方普遍接受。取得职业资格证书不但是广大从业人员、待岗人员的迫切需要，而且已经成为各级各类普通教育院校、职业技术教育院校毕业生追求的目标。

开展职业资格培训教材建设十分重要。为此，劳动和社会保障部教材办公室、中国劳动社会保障出版社组织编写了《职业资格培训教材》，用于规范和引导职业资格培训教学。第一批组织编写的有：制冷设备维修工、冷作钣金工、制冷空调工、家用视频设备维修工、客房服务员、电工、办公设备维修工、电梯安装维修工、计算机操作员、计算机调试工、计算机维修工、汽车修理工 12 个职业的教材。其他职业（工种）的教材将分期分批地组织编写。

职业资格培训教材的主要特点是：

1. 最大限度地体现技能培训的特色。教材以最新国家职业标准为依据，以职业技能鉴定要求为尺度，以满足本职业对从业人员的要求为目标。凡《标准》中要求的技能和有关知识，均作了详细的介绍。

2. 以岗位技能需求为出发点，按照“模块式”教材编写思路，确定教材的核心技能模块，以此为基础，得出完成每一个技能训练单元所需掌握的工艺知识、设备（工具）知识、相关知识和技能、专业知识、基础知识，并根据培训教学的基本规律，按照基础知识、专业知识、相关知识、设备（工具）知识、工艺知识、技能训练的次序组成教材的结构体系。

3. 服务目标明确。从教学形式上，主要服务于教育、劳动社会保障系统，以及其他培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学，也适用于各

级各类职业技术学校举办的中短期培训教学，以及企业内部的培训教学；从培训教学时间上，服务于3~6个月不同等级的培训教学，即300~600授课学时的培训教学。

4. 在强调实用性、典型性的前提下，充分重视内容的先进性。尽可能地反映与本职业相关联的新技术、新工艺、新设备、新材料、新方法。

本书由张志强（天津市职业技术师范学院网络信息中心）、顾巧论、李莉、杨煜、蔡振山（天津职业技术师范学院计算机系）、张培恩（天津职业技术师范学院）、李旭（天津市监狱管理局）编写，张志强主编；尚邦治（首都医科大学）审稿。

编写职业资格教材是一项探索性的事业，尽管参与编写的专家已经为此付出了艰苦的努力，但是由于缺乏可以借鉴的成功经验，加之时间仓促，存在缺点和不足实所难免，恳切希望广大读者提出宝贵意见和建议，以便今后修订，逐步完善。

劳动和社会保障部教材办公室

目 录

基础知识部分

单元 1 计算机系统结构与组成	(1)
1.1 计算机系统的构成	(1)
1.2 CPU 技术的发展	(10)
1.3 内存技术的发展	(22)
单元 2 操作系统	(25)
2.1 内存的种类及分配	(25)
2.2 DOS 操作系统的进一步介绍	(28)
2.3 Windows 操作系统	(34)
2.4 其他常见操作系统简介	(42)

专业知识部分

单元 3 网络基础知识	(45)
3.1 网络发展概述	(45)
3.2 网络中的基本概念	(46)
3.3 网络的分类及其拓扑结构	(48)
3.4 网络协议	(51)
3.5 建立局域网常用的设备、工具及耗材	(57)
3.6 网络操作系统简介	(65)
单元 4 组合逻辑电路	(70)
4.1 组合逻辑电路	(70)
4.2 时序逻辑电路	(75)

相关知识部分

单元 5 机房的工作环境	(86)
5.1 机房的选址及内部设计	(86)
5.2 机房的装修	(87)
5.3 机房的布线	(88)
5.4 机房的供电系统	(89)
5.5 机房的接地系统	(90)
5.6 机房的电磁干扰及屏蔽	(91)
5.7 机房的防雷	(93)
5.8 机房的火灾防护	(94)
5.9 机房的管理	(95)
单元 6 UPS 电源	(96)
6.1 UPS 简介	(96)
6.2 UPS 的分类	(96)
6.3 UPS 工作原理	(98)
6.4 UPS 使用的注意事项	(102)

操作技能部分

单元 7 对等网的建立	(104)
7.1 对等网的设计	(104)
7.2 对等网的硬件连接	(105)
7.3 在 Windows 下对等网的设置方法	(108)
单元 8 系统的优化	(114)
8.1 硬件优化	(114)
8.2 软件优化	(115)
单元 9 UPS 的维修	(121)
9.1 UPS 常见故障的类型	(121)

9.2	UPS 常见故障的起因	(121)
9.3	UPS 常见故障的维修方法	(122)
9.4	UPS 常见故障维修实例	(126)
单元 10	BIOS 内容的恢复	(128)
10.1	BIOS 简介	(128)
10.2	BIOS 恢复前的准备	(130)
10.3	BIOS 恢复的方法	(131)
单元 11	计算机病毒的预防、检测及清除	(135)
11.1	计算机病毒介绍	(135)
11.2	网络环境下计算机病毒的预防、检测及清除	(137)
11.3	保存或恢复硬盘的主引导分区信息	(143)
11.4	宏病毒	(147)
11.5	Windows 98 环境下病毒的实时监控设置	(149)
11.6	杀毒软件的升级	(150)
单元 12	网络故障的诊断	(152)
12.1	网络故障诊断的一般原则	(152)
12.2	软件协议故障	(153)
12.3	网线连接故障	(156)
12.4	网卡故障	(157)
12.5	网络服务器	(158)
12.6	网络工作站	(160)

基础知识部分

单元 1 计算机系统结构与组成

1.1 计算机系统的构成

计算机系统由计算机硬件系统和计算机软件系统组成,如图 1—1 所示,这是计算机的基本知识,本节学习以下几个方面的知识:计算机硬件系统、计算机软件系统和计算机系统结构。

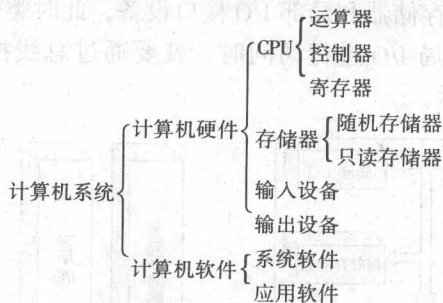


图 1—1 计算机系统组成

(1) 计算机硬件系统

计算机系统的硬件系统是计算机系统的物理基础,所有的计算机软件必须在其物理基础——计算机硬件系统上运行。反之,计算机硬件也必须通过计算机软件的运行才能体现自身的价值。两者互相依赖,相辅相成。

1) 计算机硬件系统的构成 目前,从硬件系统结构上看,各种计算机系统大都采用存储程序的思想,也就是采用经典结构——冯·诺依曼结构,这种结构一般都有如下的特点:

①硬件系统由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成,如图 1—1 所示的“计算机硬件”部分。

②存储器中,程序和数据都是以二进制形式存在,存放位置的地址码也是二进制。

③控制器在指令控制下工作。

图 1—2 所示为计算机硬件的基本结构组成框图。

2) 计算机硬件系统的总线结构类型 有时候,图 1—2 所示的计算机系统结构被称为总线结构。总线结构可以使得计算机的系统构造方便,具有可扩展性和可维修性。根据总线在计算机内的组织方法不同,又把总线结构分为单总线、双总线和多重总线三种结构。

①单总线结构的计算机中,系统存储器和输入/输出接口(以下简称“I/O 接口”)使用同一条信息通路,因此,CPU 对存储器和 I/O 接口的读写必须分时进行。这种结构的逻辑结

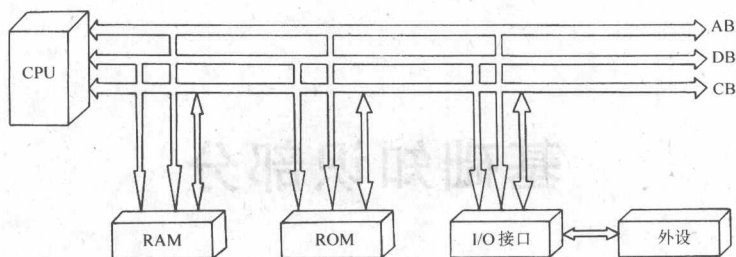


图 1—2 计算机硬件的基本结构组成框图

构简单，成本低，实现容易，但是不能充分利用 CPU，所以，目前生产的计算机都不采用这种结构。

②双总线结构的计算机中，主存储器和 I/O 接口各自具有到 CPU 的总线通路，这种结构的 CPU 可以在同时分别与主存储器和 I/O 通信。在该类型的总线结构中，一般都有智能型 I/O 接口，用来执行 I/O 管理任务，减轻 CPU 的负担。

③多重总线结构，是当前各类计算机和 workstation 所采用的总线结构。在这种结构中，CPU 大多通过局部总线访问局部存储器和局部 I/O 接口设备，此时类似于单总线结构。

当要对全局存储器和全局 I/O 进行访问时，就要通过总线控制逻辑统一进行控制和安排。其示意图如图 1—3 所示。

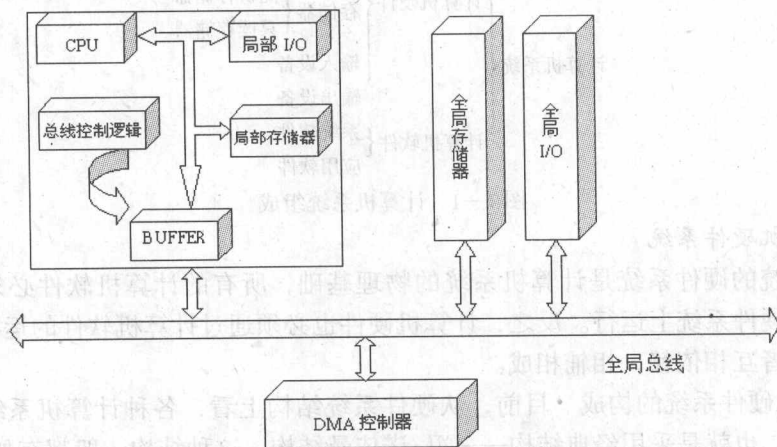


图 1—3 计算机多重总线结构示意图

3) 计算机硬件系统各个部件的功能 计算机硬件主要的几个部分是微处理器、存储器、I/O 设备接口和总线。下面简单介绍它们的功能。

①CPU CPU 是计算机的运算和指挥控制中心，就如同人体的大脑中枢，是计算机中最为主要的部件。区别不同型号的计算机或者计算机性能的差别，首先考虑它的 CPU。尽管各种 CPU 都具有控制器、运算器、内部总线和缓冲器等相同的结构部分，但是，仍然可以根据不同种类的 CPU 的指令集不尽相同等特点把 CPU 分成不同的种类和型号。在本章后面的内容中，我们将详细介绍 CPU 的发展和变化情况。下面，介绍一下 CPU 的几个内部组成部分。

a. 运算器 算术逻辑单元、累加器和标志寄存器是构成 CPU 运算器的主要部分。

(a) 算术逻辑单元 ALU (Arithmetic Logic Unit) ALU 是运算器的核心，所以通常也称

ALU 是运算器。运算器的主要功能是算术运算和逻辑运算，其中，算术运算指的是加、减、乘、除，逻辑运算指“与”“或”“非”“比较”“移位”等操作。要完成这些功能，ALU 要以累加器为基础，辅之以移位寄存器以及相应的控制逻辑组合电路，然后经过控制信号的作用才可以完成。

(b) 累加器 ACC (Accumulator) 累加器 ACC 包含三个部分：累加器 A、累加锁存器和暂存器。按照内部原理，累加器是通用寄存器之一，但是，在划分计算机组成部分时，一般都把它归为运算器，这是因为累加器给运算器提供一个操作数并且储存运算之后的结果，相对在运算过程中与运算器的联系更加密切。

(c) 标志寄存器 FR (Flag Register) 早期的标志寄存器用于寄存运算器操作结果的状态或者特征。例如，用一位二进制信息来表示是否为零、是否溢出、是否有进位等信息。目前的 FR 除去上面这些内容之外，还存放了控制处理器工作方式的控制标志和系统标志。

b. 控制器 控制器一般由指令寄存器、指令译码器、时序电路和控制电路等组成。它的主要功能是控制整个计算机的各部件有条不紊的工作，基本功能就是从内存中取出指令并执行指令。控制器由下列四个部分组成：

(a) 寄存器组 RS (Register Stuff) RS 是 CPU 内部的 RAM，一般分为通用寄存器组和专用寄存器组两种。通用寄存器可以由程序员来指定它的使用，从而提高程序执行指令的速度；专用寄存器用途固定，不能由程序员重新指定，例如前面讲过的标志寄存器 FR，及后面要讲的堆栈指针 SP 和程序计数器 PC 等。

(b) 堆栈与其指针 SP (Stack Pointer) 堆栈是计算机中的一种暂存结构，由存放数据的栈区和堆栈指针 SP 组成。栈区是按照先进后出 (FILO) 的原则来存取数据的单元，堆栈指针是用来指示栈顶地址的寄存器。堆栈分为硬件堆栈和软件堆栈，硬件堆栈是 CPU 内部构成的堆栈，软件堆栈是程序员编写程序时在内存中开辟的一段特定的 RAM 区，软件堆栈也是程序算法中一种很好的数据结构。

(c) 程序计数器 PC (Program Counter) 程序计数器用于形成和存放下一条要执行指令的地址码。程序中指令一般按照执行的顺序放在存储器中，PC 依次取出要执行指令的地址码 (地址码用二进制)，每次取出一个字节之后，PC 自动加 1，直至计算机停止工作。

(d) 指令寄存器 IR (Instruction Register)、指令译码器 ID 和操作控制器 OC。

这四个部分在 CPU 中起着非常重要的作用，是整个 CPU 的控制中心和指挥中心。

综上所述，CPU 主要由运算器和控制器两部分构成。实际上它们的分界线并不明显，应在以后的学习中逐步地加以熟悉和运用。

② 存储器 存储器一般分为内部存储器和外部存储器。通常所说的主存储器是指内部存储器，也就是通常所说的“内存条”。软盘、硬盘和光盘等存储介质都归属于外部存储器。

a. 内存 是计算机主机的重要组成部分，它用来存放当前正在使用的或者频繁使用的数据和程序。CPU 可以对内存直接进行访问。内存按照工作方式可以分为随机读写存储器 (RAM) 和只读存储器 (ROM) 两类。其中，RAM 又可以按照信息存储方式分为静态 RAM (SRAM) 和动态 RAM (DRAM)；ROM 按照原先写入的方式划分，可以分为掩膜 ROM、可编程 ROM (PROM)、可擦除 ROM (EPROM) 和电可擦除 ROM (EEPROM)。

b. 外存 通常用来存储暂时不用的各种信息，CPU 要使用外存中的信息时必须先通过相关的设备把数据或程序信息调入内存中才可以使用。一般外存有磁介质和光介质两类。

整个存储器的分类如图 1—4 所示。

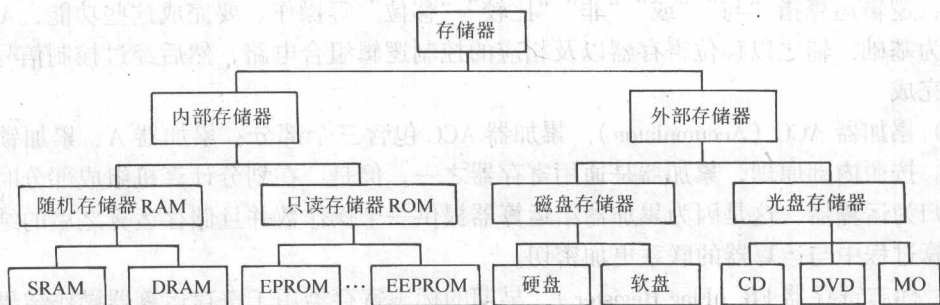


图 1—4 存储器分类图

此外，计算机硬件系统的其他部分也很重要，在此不再进行详细讲解。

(2) 计算机软件系统

计算机依靠软件在硬件基础上运行来进行工作，完成某些先进的甚至是复杂的功能。通常，计算机按照预想进行某些动作而编写的指令集合称为程序，程序可以用机器指令来写，也可以用程序设计语言来写。计算机软件，广义上来说就是计算机系统中所有程序以及开发、使用和维护程序所需要的所有文档的集合。计算机软件系统是囊括了所有软件的一个有机的整体。通常，计算机软件系统可分为两部分，即系统软件和应用软件，如图 1—5 所示。

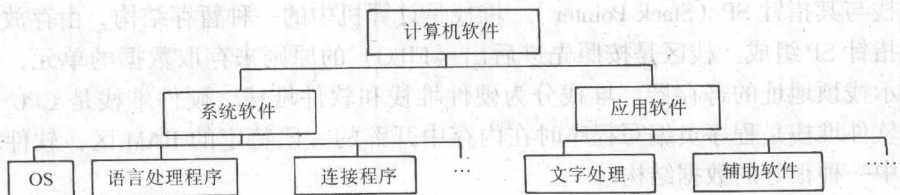


图 1—5 软件系统分类

1) 系统软件 系统软件就是支持应用软件运行的软件部分，一般提供给用户使用计算机的一个平台，普通用户不能随意修改系统软件。计算机系统软件有操作系统、语言处理程序、连接程序、诊断程序、数据库系统和数据仓库等。

①操作系统 OS (Operating System) 操作系统是计算机硬件系统和软件系统之间的管理计算机所有软、硬件资源的系统软件。它的管理功能主要有进程与处理机调度、作业管理、存储管理、设备管理和文件管理。目前，常用的操作系统有 DOS、OS/2、UNIX、XENIX、LINUX、Windows 98、Windows 2000、NetWare、Windows NT 等。

②语言处理程序 语言处理程序指的是编写计算机程序所用的语言，是人与计算机之间交流的工具。通常计算机语言分为机器语言、汇编语言和高级语言。机器语言是计算机所能识别的、不需翻译而直接供计算机使用的程序设计语言，又称为低级语言。现在，一般不用机器语言编写程序。汇编语言是面向机器的程序设计语言，采用某些助记符编写程序。但是汇编语言不能被机器直接识别，必须经过汇编系统翻译成目标程序（机器语言程序）才能被机器识别。汇编语言是介于低级语言程序和高级语言也之间的程序语言，所以又叫中级语言。高级语言语句接近于自然语言的英文表示，用其编写的程序通用性较强。与汇编语言一

样,高级语言也不能被机器直接识别和执行,必须要经过翻译或者解释以后才能运行。常用的高级语言有 FORTRAN、PASCAL、C、BASIC 以及 Java 等。

③连接程序 连接程序又称组合编译程序或连接编译程序,它可将目标程序变为可执行程序。

④诊断程序 诊断程序主要用于对计算机系统硬件的检测,如对 CPU、内存、驱动器和显示器的检测等。对计算机的检测软件有 DOS 下的 QAPLUS、SysChk 和 Windows 下的 WinBench 99 等。

⑤数据库系统 数据库系统也是计算机系统软件的一个重要的方面,它是非常复杂的系统。通常所说的数据库系统都包含了硬件、操作系统、数据库管理系统(DBMS)、数据库以及应用程序等部分。当前常用的 DBMS 有 DB2、SQL Server、SYSDBASE、ORACLE 等。

⑥数据仓库 数据仓库是近几年迅速发展的一个存储技术,至今仍无一个完整、准确的定义。

2) 应用软件 应用软件是指计算机用户利用计算机的软、硬件资源为某一专门的应用目的而开发的软件。主要的应用软件有文字处理、表格处理、辅助设计、实时控制等。

①文字处理软件 文字处理软件主要用于将文字输入计算机,存储在外存中;用户能对输入的文字进行修改、编辑,并能对输入的内容设置各种格式。目前常用的文字处理软件有 WPS 2000、Microsoft Word 等。

②表格处理软件 表格处理软件主要处理各式各样的表格。软件能设置表格格式并且具有方便的公式、计算等功能。目前应用较多的表格处理软件有 Excel 等。

③辅助设计软件 计算机辅助设计软件(CAD)技术是非常有成效的工程技术之一。应用该软件可以使得各行业的应用技术人员从繁重的绘图设计中解脱出来,使设计工作计算机化。目前常用的辅助设计软件有 AutoCAD 等。

④实时控制软件 在现代化的各个部门里,计算机普遍用于过程的实时自动控制,如 FLX、Outlook 等。

(3) 计算机系统结构

计算机系统结构 CA (Computer Architecture), 又称计算机体系结构。它一般是指机器语言一级的程序员所看到的计算机属性。前面已经学习了计算机硬件系统和计算机软件系统两部分,有人认为,计算机系统结构就是计算机软硬件的分界面。

1) 计算机系统结构的基本概念 计算机系统结构一词来源于英文的 Computer Architecture, Architecture 原意是指建筑学,是指一个系统的外貌。20 世纪 60 年代被引入计算机领域,70 年代开始广泛应用,并得到了长足的发展。它既涉及计算机硬件,又涉及计算机软件,已经成为连接计算机硬件和计算机软件的一门学科。1964 年,IBM 360 系列机的主设计师 G.M. Amdahl 提出了计算机系统结构的定义:计算机系统结构是程序员所看到的计算机的基本属性,即程序员编写出的能在机器上正确运行的程序所必须了解到的概念性结构和功能特性,实际上就是计算机的外特性。对于这个定义,计算机界存在一定的争议。计算机系统包括硬件、软件和固件资源,是一个比较复杂的系统,计算机系统是一个多层次的结构(见图 1—6),不同层次的程序员所看到的外特性是不同的。目前比较一致的看法:计算机系统结构是机器语言一级程序员或者编译程序设计者所看到的计算机的外特性。从这一观点看,就印证了如前所述的计算机系统结构是计算机系统中软、硬件之间的分界面。

2) 计算机系统的多级层次结构 在图 1—6 所示的多级层次结构中, 第 0 层为硬件组成的实体, 执行具体的操作时序控制; 第 1 层为微程序 (一系列微指令的有序集合就是微程序) 级, 微指令 (控制存储器中一个单元的内容, 即控制字) 由硬件直接执行; 第 2 层为机器语言级, 就是指令系统级, 由微指令程序解释机器指令。最低的 0、1、2 三层构成了传统的最基本的计算机。

在图 1—6 中, 第 3 层是操作系统级, 由操作系统程序实现。操作系统由机器指令和广义指令 (为提高机器指令功能而引入的新指令, 是软件指令) 组成, 所以这一级又叫做混合级; 第 4 层是汇编语言级, 由汇编程序支持和执行; 第 5 级是高级语言级, 由高级语言的编译或解释程序支持与执行, 高级语言程序经过编译程序翻译成汇编语言 (或者某种中间语言程序, 或者是机器语言程序); 第 6 级是应用语言级, 该层使得非计算专业的人员也能直接使用计算机, 应用语言程序经过应用程序包翻译成高级语言程序。其中的第 3、4、5、6 四个级别的“机器”体现出不同的功能, 如高级语言级和应用语言级的用户不必去了解机器的具体组成, 也不必了解机器的指令系统等, 直接用所需的高级语言去编写程序 (甚至不用编写程序) 解决实际问题就可以了。

由此可以看出, 在某个层次的计算机用户, 对其层次以下其他层的内部机理是不需了解的, 他只要了解该层次的“计算机”。通过该层次的计算机语言来使用计算机, 用户所看到的计算机实际上是软件化了的虚拟的“计算机”, 这就是虚拟机的概念。图 1—6 中的上面四层都是虚拟机。不同的计算机系统的多层次的划分是不一定相同的, 有些计算机系统划分为六个层次。

3) 系统结构中的并行性 现在的计算机系统结构已经在冯·诺依曼型结构基础上得到不断的改进和发展, 一方面是合理的软、硬件功能分配, 另一方面是通过各种途径提高计算机系统结构中的并行处理能力。不论是数值计算、数据处理、信息处理还是人工智能问题的求解, 其中都可能包含有能同时进行运算或者操作的部分。一般把问题中具有可以同时进行运算或操作的特性, 称为并行性 (Parallelism)。计算机系统增加并行性可以提高机器的处理速度。并行性体现的关键是同时性。例如, 并行传送是同一事件发生的相同操作; CPU 与 I/O 系统的并行则是在同一时间内进行不同的操作。

①并行性级别 并行性按照不同的等级从低到高, 可以进行如下划分:

- 指令内部并行 即指令内部微操作 (控制器实现一条指令的功能时, 把指令分解成的时间上先后有序的最基本、最简单的操作) 之间的并行。
- 指令间并行 即并行执行两条以上指令。
- 任务级并行 即并行执行两个以上的任务。
- 作业或程序级并行 多个作业或多道程序间的并行运行。

②提高计算机系统并行性的途径 为提高计算机系统的并行性, 可以通过各式各样的途径实现。从设计思想而言, 有以下几个途径:

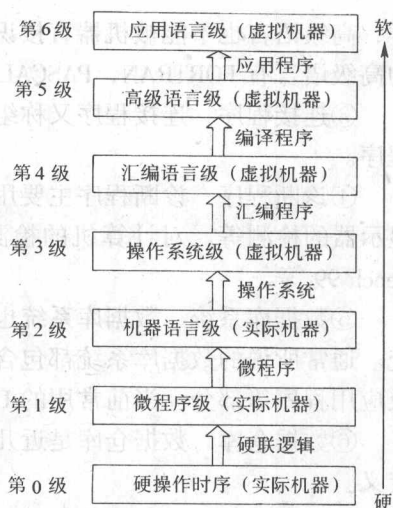


图 1—6 计算机系统的多级层次结构

a. 时间重叠 (Time Interleaving) 时间重叠又称时间并行。它是在不增加重复设备的情况下, 让多个处理过程在时间上相互错开, 轮流重叠地使用同一套硬件设备的各个部分, 数据可以顺序地经过各个处理过程, 以求得最终结果。不同的数据可以重叠使用同一级设备, 如流水线机, 能够加快硬件周转而赢得速度。图 1—7 所示就是一个例子。假定一条指令的解释分为取指、分析、执行三个步骤, 分别由相异的硬件完成, 每部分的需要时间为 Δt , 则第 k 、 $k+1$ 、 $k+2$ 三条指令顺序执行就需要 $9\Delta t$, 而采用并行方式处理如图 1—7 所示, 只需要 $5\Delta t$ 就够了。

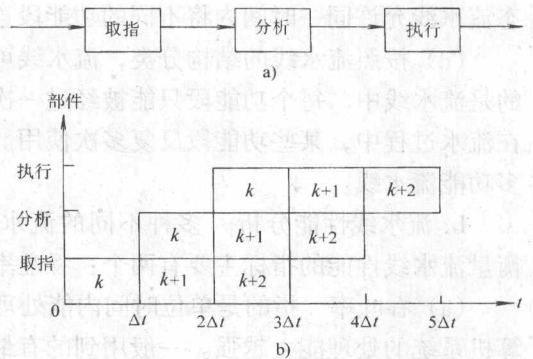


图 1—7 并行中时间重叠的例子

a) 指令流水线三部分

b) 指令在流水线各部件中流过的关系

b. 资源重复 (Resource Replication) 资源重复又称空间并行, 是在增加相同设备的基础上, 求得更多数据同时处理的并行方式。例如, 我们常说的双工系统, 就是利用两台完全相同的计算机完成同样的任务来求得高可靠性; 再如, 计算机中的阵列机等。

c. 资源共享 (Resource Sharing) 资源共享是利用软件的方法, 让多个用户按照一定的时间关系轮流使用同一套设备资源, 以提高资源的利用率, 从而也提高整个系统的性能, 如多道程序并行。

③并行性的发展 我们可以通过时间重叠、资源重复、资源共享等途径来使计算机系统由低性能向高性能发展。并行性的发展有两个方向: 一方面, 在单处理机系统中并行处理的实现和发展; 另一方面, 在多处理机系统中实现和发展并行性。

4) 计算机系统结构中的流水线处理技术 对于指令的执行, 有几种控制方式: 顺序方式、重叠方式、先行控制及流水线控制方式。顺序方式指的是各条机器指令之间顺序串行的执行, 即执行完一条指令后, 方可取出下一条指令来执行。该方式控制简单, 速度慢, 机器的利用率低; 重叠控制可以加快指令的执行速度, 充分利用机器的硬件资源, 提高吞吐率; 先行控制是重叠控制的一种改进方式; 流水处理技术是在重叠、先行控制方式的基础上发展起来的, 它基于重叠的原理, 但却是更高程度上的重叠。

① 流水线 流水线的工作原理, 类似于前面的图 1—7 所示。

a. 流水线分类 按照不同角度, 流水线可有多种分类方法:

(a) 按照处理级别分类 通常流水线可分为操作部件级、指令级和处理机级 (或系统级) 流水线三种。操作部件级流水线是将复杂的逻辑运算组成流水线工作方式; 指令级流水线是将指令的执行过程分为多个子过程, 再进行流水处理; 处理机级的流水线又称宏流水线, 是由两个或者两个以上的处理机通过存储器连接起来, 每个处理机对同一数据流的不同部分分别处理。

(b) 按照功能分类 流水线可分为单功能流水线和多功能流水线。单功能流水线只能实现一种固定的功能; 多功能流水线可有多种连接方式来实现多种功能。

(c) 按照工作方式分类 流水线可分为静态流水线和动态流水线。一般是在具有多功能流水线的基础上而言的。静态流水线指的是在同一时间内, 流水线只能按一种方式工作; 动

态流水线允许同一时间内将不同的功能段连接成不同的功能子集,以完成不同的功能。

(d) 按照流水线的结构分类,流水线可分为线性流水线和非线性流水线。线性流水线指的是流水线中,每个功能段只能被经过一次,不能重复通过。非线性流水线具有反馈回路,在流水过程中,某些功能段反复多次使用。一般流水线都是线性的,非线性流水线有递归或多功能流水线。

b. 流水线性性能分析 多种不同的流水线的效能如何,要通过流水线的性能分析得到,衡量流水线性性能的指标主要有两个:吞吐率(TP, Throughput Rate)和效率(Efficiency)。

(a) 吞吐率 指的是单位时间内能处理的任務数或者输出结果的数量。吞吐率越高,计算机系统的处理能力越强。一般用到的有最大吞吐率和实际吞吐率。

假定流水线在连续输入的情况下,各个子过程所需的时间相等,都是 Δt ,那么经过一段时间后,就可以在每個时钟周期內完成一个任务,这时具有最大吞吐率,即:

$$TP_{\max} = \frac{1}{\Delta t}$$

如果各个子过程所需时间不等,则吞吐率取决于流水线中最慢子过程的处理时间 Δt_i ,公式如下:

$$TP_{\max} = \frac{1}{\max \{\Delta t_i\}}$$

因为流水线开始时总有一段建立流水的时间,流水结束时也有一段排空的时间,以及其他可能的因素等,使得流水线无法连续流动,所以,流水线的实际吞吐率 TP 总是小于最大吞吐率 $TP_{\max}$ 。

(b) 流水线的效率 是指流水线中设备的利用率。由于并不是所有设备在整个流水中一直处于满负荷工作,所以,效率总是小于1的。一般用流水线各段处于工作时间的时空区与流水线各段总的时空区之比来衡量流水线的效率,用 E 表示:

$$E = \frac{n \text{ 个任务占用的时空区}}{m \text{ 段总的时空区}}$$

此外,在流水处理中,还有超标量、超级流水线和超长指令字计算机等。流水线按照数据表示可以分为标量流水线和向量流水线。其中,向量流水线能充分发挥流水线的特点,可以获得很高的吞吐率。

5) 并行处理机 计算机系统的分类也有不同的方法,1966年Michael J. Flynn提出的按照指令流和数据流的多倍性状况的分类法,将计算机系统分为四类:单指令流单数据流(SISD)、单指令流多数据流(SIMD)、多指令流单数据流(MISD)、多指令流多数据流(MIMD)。并行处理机就属于单指令流多数据流(SIMD)结构,它是通过增加重复的资源来实现并行性的。并行处理机通常有一个控制器(CN)、 n 个处理单元(PE)、 m 个存储模块以及一个互连网络(ICN)组成。它可以分为分布存储器的并行处理机结构和共享存储器的并行处理机结构。其共同的特点为:重复设置许多个同样的处理单元PE,按照一定的方式相互连接,在统一的控制部件CN的作用下,各自对分配来的数据并行地完成同一条指令所规定的操作。通常所说的阵列处理机是并行处理机的一种典型形式,它体现了并行处理机的特点。

6) 多处理机系统 多处理机具有两个以上的处理机,共享I/O子系统,在统一的操作系统的控制下,通过共享主存或者高速通讯网络通讯,在硬件和软件各级上相互作用,协同

解决庞大而复杂的问题。

多处理机系统属于多指令流多数据流 (MIMD) 结构, 与前面介绍的流水线机器和并行处理机有很大的差别, 它所完成的是任务一级的并行。多处理机系统为实现并行性, 分别沿着三个方向发展, 形成了三种不同的多处理机系统。

①沿资源重复方向 由大量功能相同或者同类的处理机组成, 把一道程序分解为若干个相互独立的程序段 (或者称任务), 分别指定给各个处理机并行执行, 发展形成了同构型多处理机系统。

②沿时间重叠方向 通常由不同类型或不同功能的处理机组成, 各个处理机分工不同, 将程序分解成能够串行执行的程序段, 分给各个处理机按顺序完成, 发展形成了异构型多处理机系统。

③沿资源共享方向 多个处理机把软、硬件分散开来, 它们之间通过通信网络相互联系, 由高一级的操作系统统一控制分布的软、硬件资源, 发展形成了分布处理系统。

7) 复杂指令系统的计算机和精简指令系统的计算机 为使计算机系统具有更强的功能、更高的性能和更好的性价比, 以满足各种需要, 在机器指令设计、发展和改进上有两种完全不同的途径和方法。

① 复杂指令系统计算机 (CISC, Complex Instruction Set Computer) 一种途径和方向是进一步增强原有指令的功能以及设置更为复杂的新指令取代原先由软件子程序完成的功能, 实现软件功能的硬化。

采用这种途径设计 CPU 的计算机称为复杂指令系统的计算机 CISC。CISC 的结构和思路存在以下一些问题: 指令系统复杂, 使得执行速度也很低; 由于指令系统的庞大, 使得高级语言编译程序选择目标指令的范围很大, 从而难以优化编译生成真正高效的机器语言程序; 由于指令系统的庞大, 使得各种指令的使用频度都不会太高, 并且相互差别很大, 其中相当一部分指令的利用率很低, 因而降低了系统的性价比。

针对 CISC 结构存在的问题, Patterson 等人提出了精简指令系统计算机 RISC。

② 精简指令系统计算机 (RISC, Reduced Instruction Set Computer) 发展设计的另一种途径和方向是通过减少总指令条数和简化指令的功能来降低硬件设计的复杂程度, 提高指令的执行速度。按照这种途径发展, 使得机器指令进一步简单, 采用这种途径设计 CPU 的计算机称为精简指令系统的计算机 RISC。

为了有效地支持高级语言并能提高 CPU 的性能, RISC 采用了一些特殊技术, 如: 采用重叠寄存器窗口技术, 采用 Cache - 主存 - 辅存的三级存储系统结构, 灵活采用流水线技术等。

8) 新型的计算机系统结构 现代计算机的发展已经经历了 50 多年, 但是计算机所遵循的最基本的结构形式还是前面提到的冯·诺依曼型结构。该结构的显著特点是“存储程序”、数据共享、串行执行。按照这种结构, 程序和数据存放在共享存储器内, CPU 从中取出指令和数据进行相应的运算。由于存储器的处理速度远远低于 CPU 的处理速度, 而且每一时刻只能访问存储器的一个单元, CPU 与共享存储器间的数据通路成了系统性能的“瓶颈”。随着科学技术的迅猛发展和计算机应用领域的日益扩大, 对计算机的处理能力和运算速度提出了更新更高的要求, 在计算机系统结构技术上必须有新的突破。20 世纪 70 年代以来, 先后出现了一些与冯·诺依曼型结构截然不同的系统结构。各种不同的系统结构按照其控制机制可分为四种驱动方式: 控制驱动、数据驱动、需求驱动和模式匹配驱动。

①数据流计算机 数据流计算机是基于数据驱动的计算机, 不存在程序计数器。指令启