

21世纪计算机课程系列教材

计算机

组成与结构

主 编 杨晨宜
副主编 葛桂萍



东南大学出版社

J I S U A N J I
Z U C H E N G
Y U
J I E G O U



21世纪计算机课程系列教材

- 计算机软件技术基础
- ☆ 计算机组成与结构
- 多媒体技术概论
- 计算机辅助设计
- 数据结构 (C++版)
- 计算机应用基础

组稿编辑 朱 珉
文字编辑 戴坚敏

ISBN 7-81089-854-X



9 787810 898546 >

ISBN 7-81089-854-X
TP·78 定价: 30.00元

21 世纪计算机课程系列教材

计算机组成与结构

主 编 杨晨宜
副主编 葛桂萍
主 审 唐 锐

东南大学出版社

前 言

“计算机组成与结构”是高等学校计算机科学与技术专业及相关专业的一门专业基础课程,也是非计算机专业的学生掌握好计算机应用技术的一门专业基础课程,主要讨论计算机各部件的基本组成原理,各部件互联构成整机系统的技术,计算机系统的概念性结构和功能特性。该课程是一门承上启下的主干课程,是必须掌握的重要知识结构。

计算机系统结构是面向程序设计者的计算机属性,着重于计算机的概念结构和功能特性,即计算机系统外特性。例如:指令系统;数据表示;操作数的寻址方式;寄存器的构成定义;中断机构;存储体系和管理;I/O结构等属于计算机系统结构的知识点。计算机组成是研究计算机系统的内特性,是从逻辑设计人员的角度来看的基本属性,即外特性加以“逻辑实现”的基本属性。例如:主要功能部件的实际能力和性能特性;部件之间的互联方式;部件之间信息的流动;控制这些信息流动的逻辑和方法;为实现系统体系结构,功能部件协作及运行的情况等属于计算机组成的知识点。计算机结构是计算机硬件与软件的接口,同一个计算机系统结构可用不同的计算机组成来实现,一种机器的体系结构可能维持多年,但其组成随计算机技术不断变化。

《计算机组成与结构》是一门理论性强,而又与实际结合密切的课程,其特点是内容覆盖面广,基本概念多,并且比较抽象,特别是难以建立计算机的整机概念。

本书根据该课程的教学要求和特点,从解决学好本课程的实际出发,力求做到:

(1) 理论知识与实际应用相结合。通过典型部件实例的分析,解决抽象难懂的问题。

(2) 深入浅出,层次分明,结构合理。经典知识与当代计算机发展新技术相兼顾,在阐明基本概念、基本原理的基础上,讨论提高性能的技术及方法。

(3) 突出重点难点及有关内容的联系,通过简单模型机的分析,力求解决建立整机概念难的问题。

本书共分8章。第1章概括性地介绍电子计算机的基本组成与工作原理,给出计算机系统一个简单的整体概念,为后续章节的学习打下基础;第2章讨论信息在计算机中的表示,数值数据的运算方法及运算器的基本组成与实例;第3章讨论存储器的基本原理和特征,半导体存储器芯片的结构、工作原理及扩充容量组成主存储器的方法,并讨论提高存储器性能的方法与技术——双端口存储器、

多体交叉存储器、相联存储器、高速缓冲存储器和虚拟存储器；第4章讨论指令系统的类型，各种寻址方式及CISC和RISC指令的特点；第5章讨论控制器的功能、基本组成、两种实现方法（硬布线和微程序）及工作原理，控制器的时序控制方式、指令执行控制方式，并给出典型的RISC CPU及CISC CPU实例；第6章讨论I/O系统的功能与组成，主机与外设之间数据传送的控制方式及总线技术；第7章讨论磁表面存储器、光盘存储器及常用的输入/输出设备的基本概念及基本原理；第8章从计算机系统结构的角度讨论提高计算机系统运行速度的各种方法，给出计算机系统结构的功能特性及概念结构。

本教材由杨晨宜任主编，葛桂萍任副主编，参编池学敏、朱承东。其中第1章、第3章、第5章由杨晨宜编写，第2章、第4章、第6章由葛桂萍编写，第7章由朱承东编写，第8章由池学敏编写。杨晨宜负责全书的统稿。南京师范大学唐锐任主审。南京工程学院的郭永贞教授对本书编写大纲的制定提出了十分宝贵的意见，在此表示衷心感谢。

计算机科学技术发展迅速，理论性强，教材的时效性强。本书在选材上和对理论及先进技术的理解上如果有不当之处，敬请读者提出宝贵意见。

编 者

2004年10月

目 录

1	概论	(1)
1.1	计算机硬件	(1)
1.1.1	电子计算机的硬件组成	(1)
1.1.2	计算机的硬件典型结构	(3)
1.2	计算机软件	(3)
1.2.1	软件的组成与分类	(3)
1.2.2	计算机语言	(4)
1.3	计算机系统的层次结构	(5)
1.4	计算机的基本工作原理	(6)
1.4.1	存储程序工作原理	(6)
1.4.2	计算机的工作过程	(7)
1.5	计算机的性能	(9)
1.5.1	计算机的性能指标	(9)
1.5.2	计算机的性能评价	(10)
1.6	计算机系统的分类	(11)
	习题 1	(14)
2	运算方法和运算器	(15)
2.1	数据信息的表示	(15)
2.1.1	数值型数据的表示	(15)
2.1.2	数的编码表示	(18)
2.1.3	数的定点和浮点表示	(23)
2.1.4	十进制数的二进制编码表示	(25)
2.2	定点加减法运算	(27)
2.2.1	补码加法运算	(27)
2.2.2	补码减法运算	(27)
2.2.3	补码运算结果的溢出判断	(28)
2.2.4	补码加减运算的实现电路	(29)
2.3	定点乘除运算	(30)
2.3.1	原码一位乘法	(30)
2.3.2	补码一位乘法	(32)
2.3.3	原码一位除法	(34)

2.3.4	补码一位除法	(37)
2.4	浮点数的运算方法	(38)
2.5	运算器的基本组成与实例	(41)
2.5.1	运算器的基本组成	(41)
2.5.2	算术逻辑运算单元	(42)
2.5.3	定点运算器举例	(49)
2.5.4	浮点运算器举例	(53)
2.6	数据校验码	(54)
2.6.1	奇偶校验码	(54)
2.6.2	海明校验码	(55)
2.6.3	循环冗余校验码	(58)
习题 2		(59)
3	主存储器与存储体系	(62)
3.1	存储器基本概念	(62)
3.1.1	存储器的分类	(62)
3.1.2	主存储器的主要技术指标	(63)
3.1.3	主存储器中数据的存放	(64)
3.1.4	存储系统的层次结构	(66)
3.2	半导体存储器芯片的结构及工作原理	(67)
3.2.1	半导体随机存取存储器	(67)
3.2.2	半导体只读存储器	(74)
3.3	半导体存储器的组成与控制	(80)
3.3.1	主存储器扩展	(81)
3.3.2	主存储器与 CPU 的连接	(87)
3.3.3	动态存储器的控制	(89)
3.4	高速存储器	(95)
3.4.1	双端口存储器	(95)
3.4.2	多体交叉存储器	(96)
3.4.3	相联存储器	(98)
3.5	Cache 存储器	(99)
3.5.1	Cache 系统基本结构	(100)
3.5.2	Cache 存储器的地址映像	(100)
3.5.3	替换策略	(104)
3.5.4	Cache 与主存的一致性问题	(105)
3.5.5	Pentium PC 机的 Cache	(106)
3.6	虚拟存储器	(108)
3.6.1	实地址与虚地址	(108)
3.6.2	主存-Cache 体系与主存-辅存体系的差别	(108)

3.6.3	页式、段式和段页式虚拟存储器	(108)
3.6.4	Pentium 处理器的虚拟存储器	(112)
	习题 3	(115)
4	指令系统	(117)
4.1	指令格式	(117)
4.1.1	指令的四要素	(117)
4.1.2	指令的地址数目	(117)
4.1.3	指令的操作码	(119)
4.1.4	指令长度	(120)
4.2	寻址方式	(121)
4.2.1	立即寻址方式	(122)
4.2.2	直接寻址方式	(122)
4.2.3	间接寻址	(122)
4.2.4	寄存器寻址	(123)
4.2.5	寄存器间接寻址	(123)
4.2.6	相对寻址方式	(123)
4.2.7	变址寻址方式	(124)
4.2.8	基址寻址方式	(125)
4.2.9	复合型寻址方式	(125)
4.3	指令类型	(126)
4.3.1	数据传送指令	(126)
4.3.2	算术逻辑运算指令	(127)
4.3.3	移位操作指令	(127)
4.3.4	浮点运算指令	(128)
4.3.5	十进制运算指令	(129)
4.3.6	字符串处理指令	(129)
4.3.7	转移类指令	(129)
4.3.8	堆栈操作指令	(130)
4.3.9	输入/输出指令	(130)
4.3.10	其他指令	(131)
4.4	复杂指令系统举例	(131)
4.4.1	CISC 的主要特征	(131)
4.4.2	Pentium 指令系统	(132)
4.5	精简指令系统举例	(134)
4.5.1	RISC 的主要特征	(134)
4.5.2	SPARC 指令系统	(134)
	习题 4	(136)

5	中央处理器	(138)
5.1	控制器的基本概念	(138)
5.1.1	控制器的功能	(138)
5.1.2	控制器的基本组成	(139)
5.1.3	控制器的实现方法	(140)
5.2	时序系统与控制方式	(141)
5.2.1	时序系统	(141)
5.2.2	时序控制方式	(143)
5.3	指令的执行过程	(144)
5.3.1	CPU 的基本功能元素	(144)
5.3.2	指令执行的基本过程	(145)
5.3.3	指令执行的微操作序列	(146)
5.4	微程序控制原理	(148)
5.4.1	微程序控制的基本概念	(148)
5.4.2	实现微程序控制的基本原理	(148)
5.4.3	微指令编码法	(152)
5.4.4	微程序流的控制	(156)
5.4.5	微指令格式及执行方式	(162)
5.4.6	微程序设计技术的应用	(165)
5.5	微程序设计举例	(166)
5.5.1	模型机硬件系统构成	(166)
5.5.2	模型机指令系统	(168)
5.5.3	微指令格式	(170)
5.5.4	微程序设计	(172)
5.6	硬布线控制器	(177)
5.6.1	硬布线控制器与微程序控制器的比较	(177)
5.6.2	硬布线控制器设计步骤	(177)
5.6.3	硬布线控制器设计举例	(178)
5.7	流水线处理技术	(185)
5.7.1	重叠控制和先行控制	(185)
5.7.2	流水线工作原理	(188)
5.8	CPU 举例	(194)
5.8.1	Pentium 处理器	(194)
5.8.2	SPARC 处理器	(199)
	习题 5	(205)
6	输入/输出系统	(208)
6.1	I/O 系统概述	(208)

6.1.1 I/O系统的功能与组成	(208)
6.1.2 I/O设备的编址	(209)
6.1.3 I/O数据传送控制方式	(210)
6.2 程序直接控制方式	(211)
6.2.1 无条件传送方式	(211)
6.2.2 条件传送方式	(212)
6.3 程序中断控制方式	(213)
6.3.1 中断的基本概念	(213)
6.3.2 中断请求和中断判优	(214)
6.3.3 中断响应和中断处理	(217)
6.3.4 多重中断和中断屏蔽	(219)
6.3.5 程序中断方式接口的基本结构及工作过程	(221)
6.4 直接存储器存取方式	(221)
6.4.1 DMA的基本概念	(222)
6.4.2 DMA控制器组成	(222)
6.4.3 DMA数据传送过程	(224)
6.5 通道方式	(224)
6.5.1 通道的功能	(225)
6.5.2 通道的类型	(225)
6.5.3 通道结构的发展	(226)
6.6 总线技术	(227)
6.6.1 总线通信控制	(227)
6.6.2 总线组成及总线仲裁方式	(227)
6.6.3 总线类型和总线标准	(228)
习题6	(229)
7 外部设备	(230)
7.1 外部设备概述	(230)
7.1.1 外部设备的分类	(230)
7.1.2 外部设备的作用	(231)
7.2 磁记录原理与记录方式	(231)
7.2.1 磁表面存储器的读/写	(232)
7.2.2 磁表面存储器的技术指标	(233)
7.2.3 数据磁记录方式	(234)
7.3 软盘存储器	(238)
7.3.1 软盘片及其记录格式	(238)
7.3.2 软盘驱动器	(240)
7.3.3 软盘控制器	(241)
7.4 硬盘存储器	(242)

7.4.1	硬盘驱动器	(242)
7.4.2	硬盘控制器	(245)
7.4.3	磁盘阵列存储器	(246)
7.4.4	磁盘参数的计算	(249)
7.5	光盘存储器	(249)
7.5.1	光盘的种类及盘片结构	(250)
7.5.2	光盘读/写原理	(251)
7.5.3	光盘存储器的主要性能指标	(252)
7.6	键盘、鼠标器和触摸屏	(253)
7.6.1	键盘	(253)
7.6.2	鼠标器	(257)
7.6.3	触摸屏	(257)
7.7	显示设备	(259)
7.7.1	显示设备的种类及有关概念	(259)
7.7.2	字符显示器	(262)
7.7.3	图形和图像显示	(264)
7.8	打印机	(265)
7.8.1	打印机的种类	(265)
7.8.2	针式打印机	(265)
7.8.3	激光打印机	(266)
7.8.4	喷墨打印机	(268)
	习题 7	(269)
8	计算机系统结构	(271)
8.1	计算机系统结构的基本概念	(271)
8.1.1	计算机系统结构	(271)
8.1.2	提高计算机系统运行速度的方法	(271)
8.1.3	计算机系统结构中的并行性	(273)
8.2	指令级并行处理器结构	(274)
8.2.1	超标量处理器	(274)
8.2.2	超级流水线处理器	(275)
8.2.3	超长指令字处理器	(275)
8.2.4	并行多线程处理器	(276)
8.3	阵列处理器	(277)
8.3.1	阵列处理器的基本结构	(277)
8.3.2	阵列处理器的主要特点	(278)
8.3.3	阵列处理器的并行算法	(279)
8.3.4	阵列处理器的互连网络	(279)
8.4	向量处理器	(282)

8.4.1	向量处理器的基本概念	(282)
8.4.2	向量处理器的基本结构及性能指标	(283)
8.4.3	向量操作长度控制和向量访问步长	(284)
8.4.4	向量处理方法	(284)
8.4.5	提高向量处理器流水线性能的方法	(285)
8.5	多处理器系统	(285)
8.5.1	多处理器系统的基本结构	(285)
8.5.2	多处理器系统分类	(287)
8.5.3	多处理器的互联结构	(287)
8.5.4	多处理器 Cache 的一致性	(289)
8.6	基于消息传递的多计算机系统	(290)
8.6.1	多计算机系统的基本概念	(290)
8.6.2	大规模并行处理器系统	(291)
8.6.3	工作站集群系统	(292)
8.6.4	消息传递软件包	(292)
8.7	新型计算机系统结构	(293)
习题 8	(294)
参考文献	(295)

电子计算机是自动、高速地对各种信息进行处理和存储的电子设备,计算机系统由硬件和软件组成。计算机系统结构是面向程序设计者的计算机属性,着重于计算机的概念结构和功能特性,即计算机系统外特性。计算机组成是研究计算机系统的内特性,是从逻辑设计人员的角度来看的基本属性,就是将外特性加以“逻辑实现”的基本属性。

本章概括性地介绍电子计算机的基本组成与工作原理,给出计算机系统一个简单的整体概念,为后续章节的学习打下基础。

1.1 计算机硬件

1.1.1 电子计算机的硬件组成

电子计算机能够接收信息,根据事先编好的程序对信息进行处理,并给出处理的结果。组成计算机的基本部件有运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。

计算机最基本的组成框图如图 1.1 所示。运算器与控制器合称为中央处理器(Central Processing Unit, CPU),它是计算机硬件系统的核心。在由超大规模集成电路构成的微型计算机中,CPU 被集成在一块芯片上,称为微处理器。中央处理器和主存储器合称为主机。辅助存储器和输入、输出设备统称为外部设备或外围设备。各部件间流动着信息流以及由控制器向各部件发出的控制信号。

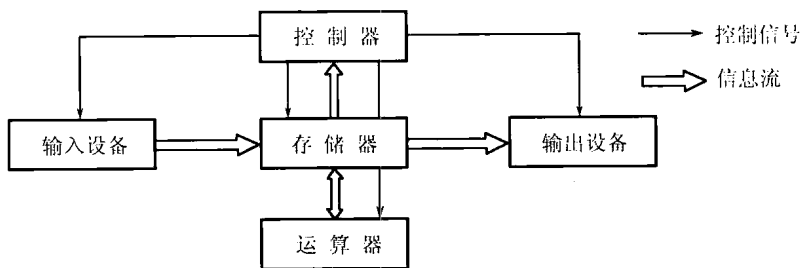


图 1.1 计算机最基本的组成框图

计算机的主机中流动着两类信息流:指令流和数据流。由主存储器流向控制器的信息流称为指令流;由主存储器流向运算器或由运算器流向主存储器的信息流称为数据流。控制器依据指令发出控制信号控制整机工作来处理信息。

1) 存储器

存储器(Memory/Storage)是用来存放程序和数据的部件,它是计算机各种信息的存储和交流中心。程序是计算机操作的依据,数据是计算机操作的对象。存储器包括主存储器(内存,简称主存或内存)和辅助存储器(外存储器,简称辅存或外存)两类。当前在计算机上运行的程序和数据存放在主存储器中;辅助存储器作为主存储器的后援,存放暂不运行的程序和

数据。主存储器的速度比 CPU 慢,因此,在主存储器和 CPU 之间通常加入一级小容量的高速缓冲存储器(Cache)。在现代计算机系统中,规模较大的存储器通常组织成高速缓冲存储器、主存储器和辅助存储器三级存储系统。CPU 能直接访问主存储器;高速缓冲存储器解决了 CPU 与主存储器之间速度不匹配的矛盾;辅助存储器弥补了主存容量的不足,扩大了用户的编程空间。

主存储器由若干个存储单元组成,每个单元存放若干位二进制信息。为了区分不同的存储单元,通常把全部单元进行统一编号,此编号称为存储单元的地址,它用二进制编码表示。不同的存储单元有不同的地址,单元与单元地址是一一对应的。存入信息至存储单元或从存储单元取出信息,称之为访问存储器,即对存储器进行写入或读出操作。通常,读出时,被读出的存储单元的内容不变;写入时,被写入的存储单元原有内容被破坏而代之以新写入的内容。

2) 运算器

运算器(Arithmetic Unit)是一种执行部件,主要任务是完成信息的加工处理。它主要由算术逻辑单元(Arithmetic Logical Unit, ALU)和一系列寄存器组成。

ALU 是完成算术逻辑运算的部件,它的核心是加法器。算术运算是按照算术规则进行的运算,如加、减、乘、除、求绝对值、求负值等;逻辑运算一般指非算术性质的运算,如比较、移位、与、或、非和异或等。在计算机中,一些复杂的运算往往被分解成一系列算术运算和逻辑运算。

运算器中的寄存器用于存放参加运算的操作数、运算的中间结果和最终结果。寄存器的存取速度比存储器的存取速度快得多。

3) 输入设备

输入设备(Input Equipment)是用户给主机提供信息的装置。该装置一般具有信息转换和数据传送功能。如用户提供的图像、声音等原始信息,输入设备具有将它们转换为计算机所能识别的二进制代码并传送给计算机的能力。

常用的输入设备有键盘、声音输入识别器、鼠标器、轨迹球、游戏棒、扫描仪和光学字符阅读器等。

4) 输出设备

输出设备(Out Equipment)是接受计算机处理结果的装置。该装置能将二进制代码转换为用户所能识别的信息形式。

常用的输出设备有显示器、打印机、绘图仪和语音输出装置等。

辅助存储器用于存储程序和数据,从功能看是作为存储系统的一部分;辅助存储器与主机的连接方式和信息交换方式如同输入/输出(I/O)设备,故也可视为输入/输出设备。随着计算机网络的迅速发展,数据通信设备和终端已成为计算机输入/输出设备重要而特殊的一类,如传真机、调制解调器等。计算机应用系统中连接的一些专用装置,也广义地归类于输入/输出设备,如自动控制、检测系统中使用的与计算机相关的仪器、装置等。

输入/输出设备多是电子和机电混合的装置,与运算器、存储器等电子部件相比,速度较慢。输入/输出设备与主机连接需要通过接口电路。

5) 控制器

控制器(Control Unit)是计算机的控制和指挥中心,负责对指令进行译码,产生一系列控制信号,指挥和协调计算机各部件工作。

程序是由一系列有序指令构成的,指令是指示计算机执行某种操作的命令。指令由操作码和地址码两部分组成,操作码指示操作的性质,地址码指示操作的对象。控制器的实质就是

解释程序,它从主存储器中逐条地取出指令,分析指令的操作码,并依据运算器、存储器及输入/输出设备当前运行的状态,按时间顺序向它们发出相应的控制信号,使各个部件一步步地执行程序所规定的任务。控制器在整个计算机中起到控制和指挥中心的作用,即向各个部件指明应在什么时间执行什么操作。

1.1.2 计算机的硬件典型结构

一种典型的计算机硬件系统结构是单总线结构——用系统总线将各部件连接起来,如图 1.2 所示。系统总线是一组传递信息的公共导线,它可以是电缆,也可以是印刷电路板上的连线,用来连接多个部件,并为之提供信息交换通路。总线的特点是具有共享性和分时性。所谓共享性是指连接在总线上的部件都可通过总线传递信息。所谓分时性是指在某一时刻总线只允许一个部件送数据到总线上,即因分时而实现共享。

根据传送信息的内容与作用不同,系统总线分为地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB 三类。地址总线用于传送地址信息,地址线的根数决定了寻址存储器的范围;数据总线用来传送数据信息,数据线的根数决定了一次能够传送数据的位数;控制总线用来传送控制信号、时序信号和状态信息等。

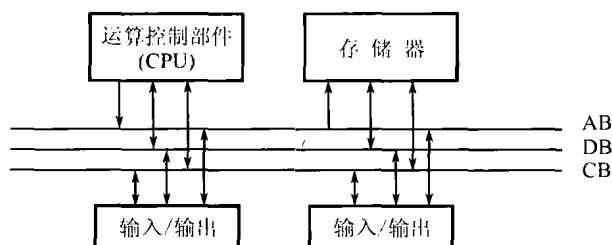


图 1.2 以单总线连接的计算机框图

CPU 发出的控制信号经控制总线送到存储器和 I/O 设备,控制各部件完成指令的操作。与此同时,CPU 经 AB 向存储器或 I/O 设备发送地址,使得计算机各部件中的数据能根据需要相互传送。存储器和 I/O 设备有时也向 CPU 送回一些信号,如准备好信号 READY,CPU 可根据这些信号来调整本身发出的控制信号。I/O 设备也可以直接向存储器提出读/写要求,由设备接口控制器控制数据传送。

部件通过三态门挂载在总线上。三态门是具有逻辑“0”、逻辑“1”和浮空三种逻辑状态的门电路,浮空状态就是三态门输出呈现开路的高阻状态。当三态门控制信号无效时,输出就呈现高阻状态。通过对三态门控制信号的控制,就可以控制传输线上的信号传送方向以及选择不同设备间的信息传送。

1.2 计算机软件

1.2.1 软件的组成与分类

计算机中的程序、数据和文档称为计算机软件。计算机软件一般分为系统软件和应用软件两类。

系统软件是方便用户使用计算机,发挥计算机效率、功能的基础软件。它负责计算机系统

的调度管理,提供程序的运行环境和开发环境,并且向用户提供各种服务。

系统软件主要包括:① 操作系统;② 语言处理程序,如汇编程序、解释程序、编译程序等;③ 服务性程序,它是帮助用户使用与维护计算机、提供服务性手段、支持其他软件开发而编制的一类程序,如输入与装配程序、编辑工具、调试工具、诊断程序等;④ 数据库管理系统,它是对计算机中所存放的大量数据进行组织、管理、查询并提供一定处理功能的大型系统软件。

应用软件是用各种程序设计语言编写出来的具有特定功能的程序。

应用软件主要包括:① 文字处理软件;② 电子表格处理软件;③ 图形、图像软件;④ 网络通信软件;⑤ 多媒体软件;⑥ 统计软件;⑦ 其他专用软件。

1.2.2 计算机语言

计算机处理对象是信息,处理结果也是信息。计算机信息处理的一般过程是使用者针对待解决的问题编制程序并存入计算机内,然后利用存储程序指挥、控制计算机自动进行各种基本操作,直至获得预期的处理结果。计算机自动工作的基础在于存储程序方式。编制程序采用的语言有机器语言、汇编语言和高级语言。

1) 机器语言

计算机硬件能够直接识别和执行的是以二进制代码表示的机器指令。在早期的计算机中,人们用机器语言来编写程序,程序由一系列机器指令构成。用机器语言编写程序时,必须编排好存放每条指令的地址,以区分执行程序的先后次序及各指令之间的跳转关系。

机器语言是面向机器的,每一种机器语言编写的程序只适用于某种特定类型的计算机。由于计算机能直接识别和执行机器语言程序,故机器语言程序又称为目标程序。

用机器语言编写程序既繁琐又容易出错,同时还要求程序编写者深入地理解计算机硬件结构。因此,在计算机发展过程中,逐步出现了汇编语言和各种高级的程序设计语言,以帮助人们更有效、更方便地编写程序。

2) 汇编语言

汇编语言是一种与计算机机器语言相当接近的符号语言,它采用符号或助记符来表示机器指令的操作码,采用符号地址指示程序存放在存储器中的位置及跳转关系,并增加一些控制程序执行和便于表示数据及其存放的命令,以方便人们编写程序。汇编语言指令与机器语言指令是一一对应的,它与机器语言一样,也是一种面向机器的语言。

用汇编语言编写的程序称为汇编语言源程序。计算机不能直接识别和执行汇编语言源程序,需要通过称为汇编程序的一种语言处理程序加以处理,得到机器指令形式的目标程序,计算机才能识别和执行。将汇编语言源程序处理为机器语言的目标程序的过程,称为“汇编”;反之,将机器语言的目标程序转换为汇编语言源程序的过程,称为“反汇编”。也可将一种计算机的汇编语言源程序汇编成另一种计算机的机器语言的目标程序,这个过程称为“交叉汇编”。

汇编语言与硬件关系密切,用它编写的程序紧凑,占主存小,速度快,适合于编写直接访问系统硬件的系统程序或设备控制软件。

3) 高级语言

高级语言克服了机器语言和汇编语言依赖于具体计算机类型的缺陷,使计算机语言成为描述各种问题求解过程的算法语言,并从过程化语言发展为现代广泛应用的面向对象的高级语言。用某种高级语言编写的程序称为高级语言源程序,如 C++ 语言源程序、PASCAL 语言源程序等。

计算机不能够直接执行高级语言源程序,需要通过语言处理程序进行转换,将源程序转换为可执行的机器指令代码,计算机才能执行。有两类语言处理程序:编译程序和解释程序。针对某种程序设计语言,事先编制编译程序。使用时计算机执行编译程序,将高级语言源程序完整地处理为机器语言的目标程序,然后机器执行目标程序,而源程序则不再需要。针对某种程序设计语言,事先编制解释程序。使用时计算机执行解释程序,将源程序分段地转换为相同功能的指令序列,并执行这段等价的指令序列,即边解释边执行。不同的 CPU、不同的程序设计语言,需要不同的语言处理程序。

高级语言不涉及机器的硬件结构,表达方式比较接近自然语言,描述问题的能力,通用性强,编写程序容易,适合于编写与硬件没有直接关系的应用软件。

在现代程序设计中,采用在高级语言中提供与汇编语言之间的调用接口的方法,很好地利用了高级语言和汇编语言各自的优点,摒弃了双方的不足。用汇编语言编写的程序作为高级语言的一个外部过程或函数,汇编源程序和高级语言源程序分别通过汇编、编译成目标文件后,利用连接程序把它们连接成可执行文件即可执行。

1.3 计算机系统的层次结构

计算机系统以硬件为基础,通过配置各种软件,形成一个有机组合的系统。采用一种层次结构的观点分析计算机,便于我们选择某一层次分析计算机的组成、性能和工作原理。

计算机系统按功能划分的层次结构如图 1.3 所示。根据设计原理的不同,计算机可以分为硬布线计算机和微程序计算机两类。硬布线计算机的实际机器是由硬布线逻辑组成的机器语言机器,即是一个不可再划分的机器语言层 M_0 。微程序计算机的实际机器可细分为 $M_0 \sim M_2$ 三个实际机器层, M_0 是由电子线路组成的机器实体, M_1 是支持和执行微指令的微程序层, M_2 是机器语言层,这三个层次构成了最基本的微程序计算机。计算机设计者关心实际机器层的组成。面向实际机器层,用户只有编制二进制代码程序才能使之工作。

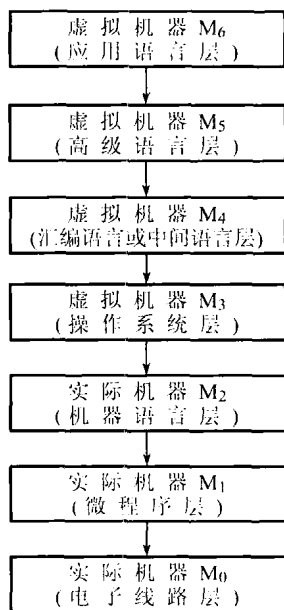


图 1.3 计算机系统的层次结构