

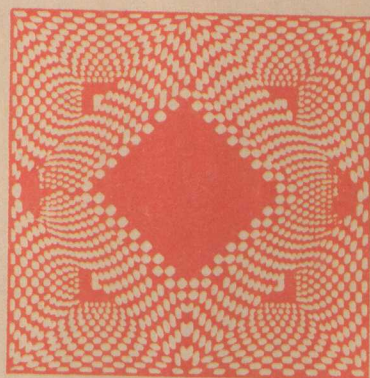


中央广播电视大学教材

计算机组成原理

JISUAN JI ZU CHENG
YUAN LI

主编 李明慧



中央广播电视大学出版社

计算机组成原理

李明慧 主编

中央广播电视大学出版社

(京)新登字 163 号

图书在版编目(CIP)数据

计算机组成原理/李明慧主编. —北京:中央广播电视大学出版社,1994. 11

ISBN 7-304-01068-1

I. 计… I. 李… III. 电子计算机-基础理论-电视大学-教材 N. TP301

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 14593 号

计算机组成原理

李明慧 主编

中央广播电视大学出版社出版

社址:北京市复兴门内大街 160 号 邮编:100031

北京联华印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行

开本 787×1092 1/16 印张 17 千字 386

1994 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 3 次印刷

印数:40001~57500

定价:18.80 元

ISBN 7-304-01068-1/TP·53

前 言

本书是按中央广播电视大学计算机应用专业计算机组成原理课程教学大纲编写的。它可以作为计算机专业的教材和从事计算机科学与技术工作的工程技术人员的重要参考书。

计算机组成原理课程是高等学校计算机系的一门主修课。它的先修课是“计算机概论”和“数字逻辑”等，后继课有“汇编语言程序设计”和“计算机系统结构”等。学生学过这门课程之后，可以较深入地掌握计算机的工作和组成原理，为其它课程的学习建立坚实的基础。

计算机经过 40 余年的飞速发展，历经四代，现代计算机的功能已相当强大，应用领域空前广泛，已对人类社会产生深远影响。越来越多的人迫切需要学习并很热爱这个专业，计算机组成原理课程已经成为计算机专业的专业基础课。在编写本书时注意了下述几点：

●利用从现代典型的中、小型和微型计算机中抽取结构模型来阐述计算机组成原理，摆脱了依靠某一特定机型的传统模式。

●注意整机概念（结构和时间）的学习和建立，具体做法是：既考虑到计算机各功能部件的组成与工作原理，又考虑到各部件之间的联系及时序关系。

●在取材上，既考虑了计算机组成的传统结构，又考虑到新的有代表性的结构。

本书由李明慧教授编写了第五章和第七章，陈明教授编写了第一、二、三、四、六章。李明慧教授对全书进行了统编。

本书由中央广播电视大学计算机教材审定组审定。在这里，对审定组全体专家的辛勤劳动表示诚挚的谢意。

由于我们的水平有限，书中不足之处难免，望读者予以指正。

编 者

1994 年春于 大连理工大学

目 录

第一章 概 论	(1)
1.1 计算机的产生与发展	(1)
1.2 计算机特征	(3)
1.3 计算机的硬件系统	(4)
1.4 计算机的软件系统	(6)
1.5 计算机系统的层次结构	(11)
1.6 计算机的应用	(11)
习题一.....	(13)
第二章 数据的表示	(14)
2.1 数制与转换	(14)
2.2 定点数及其在计算机中的表示	(25)
2.3 浮点数及其在计算机中的表示	(35)
2.4 十进制数在计算机中的表示	(42)
2.5 非数值数据在计算机中的表示	(45)
2.6 数据传送	(48)
习题二.....	(49)
第三章 指令系统	(53)
3.1 指令	(53)
3.2 寻址方式	(58)
3.3 指令的编码	(67)
3.4 指令类型	(71)
3.5 PDP—11 机指令系统	(73)
3.6 INTEL 8086 指令系统简介	(95)
3.7 RISC 指令系统.....	(97)
习题三.....	(100)
第四章 运算方法与运算器	(103)
4.1 定点加减法运算	(103)
4.2 加法器与进位的传播	(109)
4.3 定点乘法运算	(116)
4.4 定点除法运算	(125)
4.5 浮点运算	(130)

4.6 逻辑运算	(135)
4.7 运算器的组成与结构	(136)
习题四	(141)
第五章 控制器	(144)
5.1 控制器的基本功能	(144)
5.2 控制器的基本结构	(145)
5.3 控制器的控制时序	(149)
5.4 控制方式	(152)
5.5 指令的执行过程	(153)
5.6 组合逻辑控制器	(166)
5.7 微程序控制器	(167)
习题五	(182)
第六章 存贮器	(185)
6.1 概述	(185)
6.2 半导体随机存取存贮器	(189)
6.3 只读存贮器	(200)
6.4 磁表面存贮器	(204)
6.5 并行存贮器	(211)
6.6 高速缓冲存贮器 (Cache)	(213)
6.7 虚拟存贮器	(221)
习题六	(224)
第七章 输入输出系统	(226)
7.1 I/O 系统概述	(226)
7.2 外部设备	(231)
7.3 总线	(237)
7.4 程序查询方式	(242)
7.5 程序中断输入输出方式	(246)
7.6 存贮器直接访问 (DMA) 的 I/O 方式	(258)
习题七	(260)
参考文献	(262)

第一章 概 论

计算机是一种能够自动地、高速地解决数学问题及逻辑问题的现代化电子装置。它是 20 世纪科学技术的卓越成就之一。

1.1 计算机的产生与发展

在 1946 年世界上出现了第一台计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator And Calculator), 经过四十余年的发展已历经四代。现代的计算机系统功能异常强大, 其应用已深入到各个领域, 对整个社会和科学技术的发展产生了深远的影响和强大推动力。

一、第一代计算机 (1946~1958 年)

从 1946 年至 1958 年为第一代计算机的发展时期。在这个时期内, 构成计算机的基本逻辑电路为电子管线路, 计算机体积庞大, 可靠性差, 输入输出设备有限, 主存容量仅有数百字到数千字, 主要以单机方式完成科学计算, 计算机程序语言为机器语言和汇编语言。

二、第二代计算机 (1959~1964 年)

从 1959 年到 1964 年为第二代计算机发展时期。在这个时期内, 计算机由晶体管分立电路构成, 在体积、重量和功耗方面都比电子管计算机小得多, 并且运算速度进一步提高, 主存容量进一步扩大。计算机的应用领域不仅用于科学计算, 而且也用于数据处理和实时控制等方面。在程序设计语言方面出现了 FORTRAN、COBOL 及 ALGOL60 等高级语言, 为快速、简捷地设计程序创造了条件。

三、第三代计算机 (1965~1975 年)

从 1965 年到 1975 年为第三代计算机的发展时期。在这个时期内, 计算机由中小规模集成电路构成, 其体积和重量进一步减小, 其性能得到进一步提高。在软件方面, 不断发展的操作系统提高了计算机的工作效率和方便了用户; 出现了小型系列机, 并开始考虑大、中、小型计算机的配套使用; 出现了计算机网络和数据库; 微程序设计技术得到了广泛的应用。

四、第四代计算机 (70 年代中期以后)

从 70 年代中期以后, 计算机的发展进入了第四代。第四代计算机是由大规模集成电路 (英文缩写为 LSI) 和超大规模集成电路 (英文缩写为 VLSI) 构成。大规模集成电路是指在一块几平方毫米的半导体芯片上制造几千到十几万个逻辑门, 这就使得计算机的体积进一步缩小, 运算速度可提高到每秒几百万次, 并且可靠性也得到进一步提高。在超大规模集成电路中, 每个芯片上可以包含更多的元件, 目前正在实现在每个芯片上制造一亿至十亿多个逻辑门。

各代计算机的主要特点如表 1.1 所示。

表 1.1 各代计算机的主要特点

特 点		代	第一代 1946~1958 年	第二代 1959~1964 年	第三代 1965~1975 年	第四代 70 年代中期以后
项目						
结 构 特 点	硬 件	元 件	电 子 管	晶 体 管	中小规模集成电路	大规模与超大 规模集成电路
		存 贮 器	磁鼓 水银延时电路 光屏管 磁心	磁 心 磁 盘	磁心或 镀 线	半导休 存贮器
		典 型 机 器	IBM-701 (1953.4) IBM-650 (1954.11) M ₃ (103 型) (1958) 104 型	IBM-7090 (1959.11) IBM-7094 (1962.9) 441B 型 (1961) 108 型、109 型 (1961~1962)	IBM-360 (中) IBM-370 (大) PDP-11 (小) 计算机网: APAR 150 型 151 型 111 型	巨型机: 如 ILL- IACIV 型 (由 64 个处理部件组成速 度 1.5~2 亿次/秒) 银河 I 型 速度为 10 亿次/秒
	软 件		1. 1954 年以前几乎 没有软件 2. 只有汇编语言	1. 批量处理操作系统 (1960~1965) 2. FORTRAN 程序语言 (1954~1960) 3. COBOL 程序语言 (1960~1965) 4. ALGOL60, PL/1 等	1. 分时操作系统 如: CTSS、 IBM360 的 OS (1965~1970) 2. 会话式语言如 BASIC (1964) 3. 计算机网软件 4. 结构程序设计	软件系统工程 化、理论化: 程序 设计自动化、程序 设计理论、程序正 确性证明、计算复 杂性理论
		其 他	固定字长; 单道程 序控制; 输入输出 设备不能同时工作	固定字长; 多道程 序控制; 输入输出 设备能同时工作	固定字长或可变字 长; 由通道控制输 入输出设备使之同 时工作	
应 用			科学计算 (如科技计 算、工资计算等)、 成批处理数据	科学计算; 数据处理 (如企业管 理、商业管理); 实时控制 (如工业 和军事方面的控制)	系统模拟 系统设计 智能模拟	1. 巨型机用于尖 端科学技术和军事 工程方面 2. 微型机用于日 常生活方面 3. 微机网的构成 与应用

参阅表 1.1, 分析计算机的发展过程, 可以看出几乎每隔 5~8 年, 计算机的计算速度提

高 10 倍，其体积减小到原来的十分之一，成本也降低到原来的十分之一。

目前，计算机的发展趋势为：巨型机、微型机、计算机网、智能计算机及相应的软件工程的开发。

巨型机是指速度高、容量大、计算能力强的巨型计算机系统。巨型机的研制途径有两种，一是巨型机的体系设计，二是用微型机群组成巨型机。

微型机是指用单片或几片具有运算和控制功能的大规模集成电路构成的微处理器，加上利用大规模集成电路技术实现的存贮器芯片、输入输出接口芯片等组成的计算机。微型机的发展趋势大体为两方面：一是计算机单片化，提高其功能与速度；二是向多机系统、微机网的方向发展。

计算机网是用通信线路把分布在不同位置的多个计算机连接起来的网络。其目的是使用户能共享网络中的所有硬件、软件和数据等资源，分散各计算机的负荷，提高可靠性，使计算机的使用具有可扩充性及可通用性。

智能计算机是新一代计算机。它是把信息采集、存贮、处理、通信和人工智能结合在一起的智能计算机。它主要面向社会生活中大量包含的知识信息处理，不仅具有强大的数学运算能力，而且具有类似人的推理、学习、联想和解释的能力，能够帮助人们进行判断和决策，支持人类开拓未知的领域和获取新的知识。它会听、看、说、画，人们最终将能使用自然语言和图形等方便手段与之交流信息。它是人脑智能的延伸和开拓，在思考某些问题时甚至比人类更聪明。

生物神经网络在人脑信息处理过程中占有重要地位，进而使得科学家们在模拟人的智慧功能时，对于人工神经网络的研究给予极大的注意并寄以厚望。尤其是近年来超大规模集成电路技术的飞速发展，为人工神经网络的实现提供了基础与手段。因此，虽然当前的人工神经网络还只不过是对于人脑神经网络的简单模拟，但近年来不同领域的学者都认为它确实具有重要意义的一种模型，并从不同的角度对其进行了多方面的研究，推动了神经网络的发展。

现代计算机在数字运算方面的能力和效率虽早已达到了人脑望尘莫及的程度，但在处理模式信息方面远低于学龄前儿童。问题的关键是计算机模式不同于脑模式，对于正在孕育和期待着重大突破的计算机科学领域，这一事实当然使人工神经网络的研究成为热点，并使研究新一代计算机的计算机科学家们看到了希望的曙光。

1.2 计算机特征

一、冯·诺依曼机的基本特征

在 1946 年，冯·诺依曼 (John Von Neumann) 教授所撰写的一篇题为“关于电子计算机器逻辑设计的初步探讨”的论文中，提出了计算机的组成和工作方式的基本思想，概括如下：

1. 计算机由运算器、控制器、存贮器和输入输出设备五大基本部件组成。并规定了这五个部分的基本功能。

2. 在计算机内部采用二进制形式表示数据和指令。每条指令一般包含有操作码和地址码，其中操作码表示指令的运算性质，地址码指明参加操作的操作数地址和结果数的地址。

3. 将程序（包括数据和指令序列）事先存入主存贮器中，使计算机在工作时能够自动高速地从存贮器中取出指令并执行，这就是存贮程序概念的基本含义。

上述概念奠定了现代计算机的基本结构思想，并开创了程序设计的时代。到目前为止大多数计算机仍具有上述特征，简称为冯·诺依曼机特征。

二、计算机的外部特征

冯·诺依曼机特征是描述计算机内部的工作方式及组成的特征，而计算机的外部特征表示计算机用户所看到的计算机特点。

1. 快速性

能够自动地连续进行高速运算是计算机的最突出特点，也是计算机与其它一切计算工具的本质区别。

利用先进的半导体器件可以构成高速的算术逻辑运算部件和高速存贮器，进而在计算机运行中高速完成指令的运行和数据的自动存取。存贮程序原理使计算机能够实现自动连续地运算。因此，高速器件与存贮程序原理相结合能够快速地自动地执行程序，并充分地发挥计算机的计算速度。

2. 通用性

利用计算机解决问题的过程是把任何复杂的信息处理任务分解为大量的基本算术运算和逻辑操作，反映在计算机的指令操作中，按照执行的先后顺序，把它们组织成程序。这些程序不仅包括由用户自己编写、从外部随时输入的用户程序，而更多的是由计算机生产厂家提供的系统程序和程序库。这些程序都能很快地从存贮器中调出来运行，这不但能够实现自动快速的处理信息，而且由于其灵活、易于变更，进而使计算机具有极大的通用性。

3. 逻辑性和准确性

计算机除了具有存贮程序的重要特点之外，还具有逻辑判断能力，所以能够把各种运算组织成为复杂多变的计算和控制流程。

为了能够处理形式和内容十分丰富的各种信息，例如语言、文字和图象等，采用了数字化编码技术。数字化编码技术可以保证运算和控制的极高准确度，也是计算机实现逻辑判断和逻辑运算的基础。

1.3 计算机的硬件系统

计算机硬件是指计算机系统使用的电子线路和物理装置。它们是看得见的实体，如运算器、控制器、存贮器、输入输出设备等。它们组成了计算机的硬件系统，硬件系统是计算机的物质基础。

图 1.1 所示的是冯·诺依曼型计算机的基本结构框图。

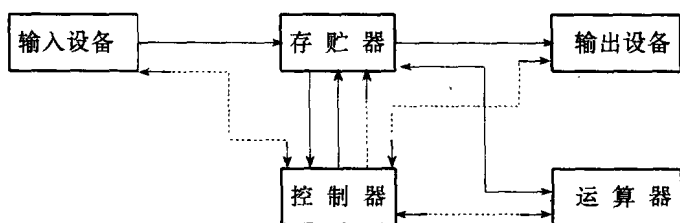


图 1.1 冯·诺依曼型计算机基本结构

下面分别介绍各框的基本功能、结构及工作原理。

一、存储器 (Memory)

存储器的主要功能是存放程序与数据。程序是计算机操作的依据，数据是计算机操作的对象。

存储器的基本组成如图 1.2 所示。

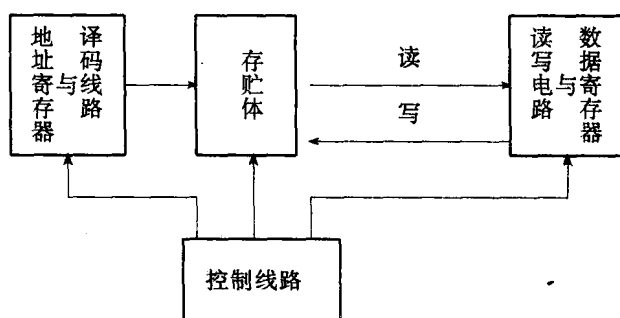


图 1.2 存储器的基本组成示意图

各部分的功能简述如下。

1. 存储体

由存储信息的介质组成，其主要功能是存储信息。存储介质随着技术的进步而有所不同，在 70 年代中期以前存储体的主要介质是磁心，但现代计算机采用半导体器件作为存储介质。存储体由许多单元组成，每个单元的长度随具体的机器而有所不同。例如有的计算机存储单元长度为八个二进制位，简称为一个字节，记为 1byte。又有一些计算机存储单元长度为两个字节（即十六个二进制位）、四个字节（三十二个二进制位）等。存储单元按某种顺序编号，每个单位仅有一个编号。通常将这个编号称为存储单元的地址。用户可以按地址存取信息，即用户可以从一个指定的地址中获得相应存储单元内的信息。

存储器所包含的存储单元的总数叫做存储容量。对于大容量的存储器，为了便于对存储器的管理，往往将其划分为若干区、段、页进行分层分级管理，以便能够按地址迅速找到相应的存储单元。

2. 地址寄存器与译码线路

将要访问存储单元的地址码送至地址寄存器，再经过译码线路找到被访问的存储单元。

3. 读写电路与数据寄存器

根据控制器发出的读写命令，将数据寄存器的内容写入被译码线路找到的存储单元；或

者把被找到的单元的内容读出，并送入数据寄存器中。

4. 控制线路

接收来自控制器的启动、读、写、清除等命令，经过控制线路的处理与加工，产生一组时序信号来控制存贮器的读写操作。

二、运算器

在计算机中，运算器是一种执行部件，其操作完全由控制器控制完成。其主要任务是完成信息的加工处理。这些处理主要有加、减、乘、除、开方等算术运算和与、或、非、异或、同或等逻辑运算。

三、输入设备

输入设备的任务是输入用户提供的原始信息，并且将其转换为计算机能识别的信息。常用的输入设备有：键盘、光电输入机、卡片输入机和字符识别器等。

四、输出设备

输出设备的任务是将计算机的处理结果以能为人们接受的或能为其它计算机所接受的形式输出。常用的输出设备有：打印机、显示器、绘图仪等。

五、控制器

控制器是计算机的控制中心。计算机程序和原始数据的输入、中央处理机（运算器和控制器的总称）内部信息的处理、处理结果的输出、外部设备（输入输出设备的总称）与主机（中央处理机与存贮器的总称）之间的信息交换等，都是在控制器的控制之下实现的。

控制器的实现方法有三种，即组合逻辑方法、可编程逻辑阵列方法以及微程序控制方法。组合逻辑方法的特点是以尽量少的逻辑门来完成所需的功能。这样可以降低成本、减少功耗和体积，但导致了结构的非规则性，进而使各种控制信号的组合电路之间存在着复杂的相互牵连的关系。可编程逻辑阵列方法的特点是用大规模集成电路来实现组合逻辑，所以可编程逻辑阵列与组合逻辑在逻辑上等效。

微程序控制方法虽然设计过程复杂，但并不像设计组合逻辑控制电路那么烦琐、那么不规则，而是有一定规律可循，修改起来也较方便。尤其是可编程只读存贮器的应用，为微程序控制器的设计提供了更大的灵活性和适用性，进而使微程序设计技术的应用越来越广泛。目前已在中型、小型和微型计算机中得到广泛的应用，只是在一些巨型、大型超高速计算机中，由于速度的限制不宜采用微程序控制器技术。

从传统观点看，微程序控制的实现既不完全是硬件，又不完全是软件，通常称之为固件。固件技术的研究已成为重要的研究课题，随着固件技术的发展，现代计算机的软件和硬件都将得到进一步的简化。

1.4 计算机的软件系统

软件 (Software) 是计算机系统中使用的各种程序，而软件系统是指整个计算机硬件系统工作的程序集合。软件系统所包含的内容非常丰富，因而对其分类也感到相当困难。图 1.3

给出了现代计算机系统的软件分类，整个软件系统按其功能分为系统程序和应用程序两大部分。

一、系统程序

系统程序又称系统软件，其主要功能是对整个计算机系统（其中包括软系统本身）进行调度、管理、监视及服务。在早期的计算机中没有系统程序，当用户使用计算机时，只能用机器语言程序（即用机器指令编制的二进制代码程序）。因此，用户必须接受专门训练，否则无法使用计算机。随着计算机结构复杂性提高、运算速度的加快，整个机器的管理也就更加复杂。如果还是用户在控制台上手工操作，则使机器效率大大降低。系统程序的出现摆脱了这个问题的困扰，用户只需使用简便的语言或本业务的语言编写程序，就能够在计算机系统上运行。它能够使系统的各种资源得到合理的调度和高效的使用，并能监视系统的运行状态，一旦出现故障就能自动保护现场信息而不受破坏和诊断出故障部位。它还可以帮助用户调试程序、查找程序中的错误等。

二、应用程序

应用程序又称为应用软件，它是计算机用户在各自的业务系统中开发和使用的各种程序。应用程序通常都是针对某个具体问题而编制的，种类繁多、名目不一。例如：一些医疗辅助诊断用的专家系统，把名大夫的看病经验总结出来存入计算机系统中，在看病时，把病人的各种信息通过化验设备或人工送入计算机中，专家系统就会检索已保存的信息，通过推理和比较，找出合理的医疗诊断，告诉给大夫和病人。总结的名医经验不一定是一个人的，可能是多人行医多年的总结，所以用它诊断出的结论可能会更合理、更正确。又如：为机械加工自动化编制的机械加工零件软件，它把加工各种零件的程序都存入计算机，当需要加工某零件时，只要打入相应信息，计算机程序就会控制机床自动地把零件加工出来。如果需加工另一种零件，只要变换一组信息就可以了。其它还有：天气预报中的数据处理程序、企业成本核算程序、仓库管理程序、辅助教学程序等。

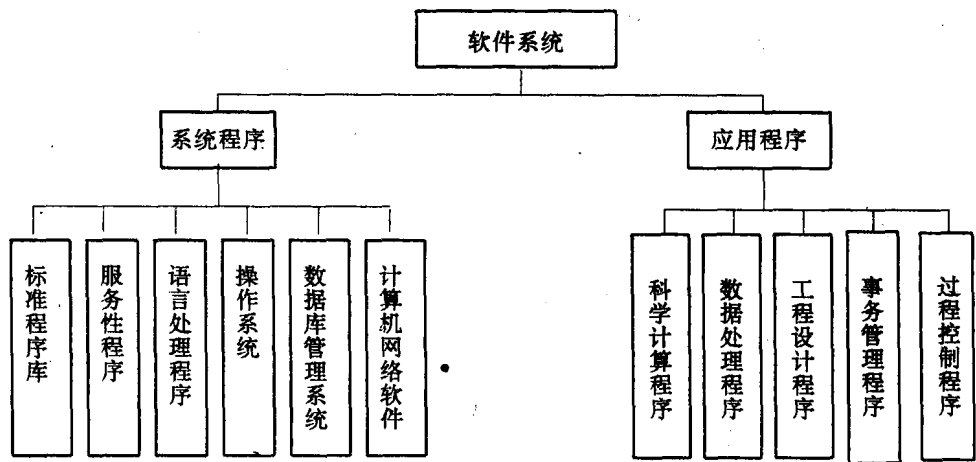


图 1.3 软件系统分类

计算机系统具备了系统软件，才能使用户有效地使用计算机；计算机系统具备了应用软

件，才能通过运行应用程序来发挥计算机效能。

三、几种典型的系统软件的基本功能

1. 操作系统 (Operating System)

操作系统是一组控制程序的总称。可以用它控制和管理计算机的各种资源，实现计算机系统运行自动化。它是系统软件中最核心的组成部分，其主要任务有两个：一是管好计算机系统的全部资源，使它们能充分发挥作用，高效率地工作。在这里所提及的资源是指计算机系统的各种功能部件，主要包括处理机、存贮器、各种外部设备、各种软件。二是为计算机系统和用户之间提供接口，使用户利用操作系统提供的功能去使用计算机，进而在用户面前展现的是一台功能强、使用方便的计算机。

操作系统由以下几部分组成：

① 执行程序

又称为监控程序 (Monitor)，是操作系统的核心，用于控制和协调操作系统的其它部分。

② 调度程序

负责对作业进行调度，即分配中央处理机资源，并且为等待计算机资源的作业建立队列，加以管理。

③ 中断处理和中断服务程序

负责选择中断服务设备和处理由各中断源引起的事件。

④ 设备处理程序

负责中央处理机、内存和外部设备之间的数据传送和输入输出操作。

⑤ 存贮管理程序

为程序分配内存，控制并实现程序在内存与外存之间的交换。

⑥ 程序库管理程序

其作用是及时检测对库程序的请求，控制对程序库的使用。

一台计算机可以配置不同类型的操作系统，常用的操作系统类型有：单用户操作系统，用于系统规模不大又要求完成较广泛任务的场合；多用户操作系统，又称为分时系统，用于多个用户需要同时使用计算机的场合；实时操作系统，用于自动化过程需快速响应以便保持正常操作的场合。

2. 语言处理程序

语言处理程序是完成翻译计算机各种语言的一组程序。其主要任务是对用户使用的各种语言进行处理，进而使计算机能完成用户以各种语言所描述的任务。

程序设计语言是指用于编写程序的语言，主要包括机器语言、汇编语言和高级语言。

①. 机器语言

某台计算机的指令系统就是其机器语言。更加严密地说，机器语言是一种用二进制形式表示的，并且能够直接被计算机硬件识别和执行的语言。机器语言与计算机的逻辑结构相关，也就是说，机器语言因计算机不同而异。利用机器语言编写的程序称之为机器语言程序。机器语言的缺点是：不易书写，可阅读性差，出错也不易修改。

②. 汇编语言

汇编语言是一种将机器语言符号化的语言，它用形象、直观、便于记忆的字母、符号来代替数字编码的机器指令。汇编语言的语句与机器指令一一对应，不同的计算机具有不同的汇编语言。用汇编语言编写的程序称为汇编语言程序。计算机并不能直接识别汇编语言程序，必须通过翻译将其变换为机器语言程序之后才能“理解”并执行，完成这种翻译功能的程序叫做汇编程序。参阅图 1.4。

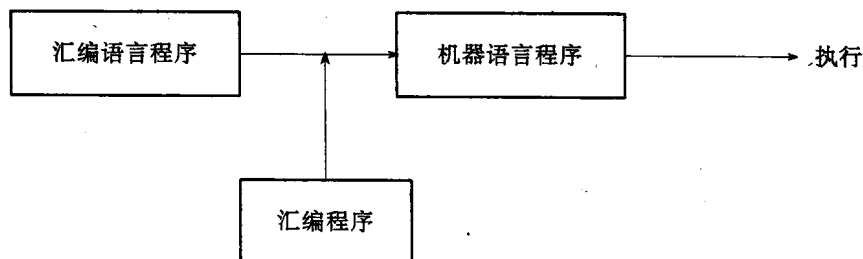


图 1.4 汇编语言程序的执行

虽然汇编语言程序在书写性、可阅读性和可修改性方面比机器语言程序已经有了很大进步，但它还是属于面向机器逻辑结构的语言，它仍与机器的逻辑结构密切相关。

③. 高级语言

由于机器语言和汇编语言是面向机器的语言，与机器结构相关，且依赖性大。在一种计算机上调试好的机器语言程序或汇编语言程序，送到另一台计算机上则不能运行。为此，提出了一种与具体计算机逻辑结构不相关的、表达方式接近于被描述的问题的程序设计语言，即高级语言。

计算机并不能直接执行高级语言程序，需要利用编译程序或解释程序将其翻译成机器语言程序后再执行。

高级语言程序的特点是：

- ①可书写性和可阅读性强；
- ②可修改性强；
- ③与机器逻辑结构无关；
- ④运行高级语言程序要求内存容量大，且运行时间较长。

目前，高级语言的种类极多，已有几百种，其中较常使用的有：

BASIC 语言、FORTRAN 语言、PASCAL 语言、C 语言、COBOL 语言、LISP 语言和 PROLOG 语言等。其中 FORTRAN 语言适用于科学计算，COBOL 语言广泛用于商业、银行、交通等行业的事物处理。PASCAL 语言和 C 语言在各领域和科学研究中被广泛应用。LISP 语言是编写人工智能程序的有力工具，PROLOG 语言在自动推理、专家系统等智能系统中有广泛的应用。

通常将汇编语言程序和高级语言程序称为源程序，经翻译后得到的机器语言程序称为目标程序。翻译汇编语言程序的程序叫做汇编程序，翻译高级语言程序的程序叫做编译程序，解

释高级语言程序的程序叫做解释程序。汇编程序、编译程序和解释程序统称为语言处理程序。由上述可见，语言处理程序采用了两种不同方式来实现其功能：一种是先将用户源程序经编译程序或汇编程序翻译成目标程序，即机器语言程序，然后由计算机执行；另一种是借助解释程序对用户源程序边解释边执行。

3. 标准程序库

标准程序库是常用的按标准格式写的程序集。例如求解数值积分、常微分方程、线性方程组等计算程序都可装入标准程序库中。当用户编程时，便可以从中选出需要的程序编入自己的程序中。

例如，若计算方程式的根：

$$\log y + \sqrt[3]{y} - 8 = 0$$

则可以从标准程序库中选出求对数标准子程序、开立方标准子程序及函数求根标准程序，将其装配起来，可以得到求解此方程的程序。

入库的程序是按标准格式书写的，并且每个库程序都有使用说明，用户可根据需要而方便地选用。标准程序库通常存放于磁盘中，当需要使用某个库内程序时，首先将其从库内调出，存于存贮器（简称为内存），当运行到要调用它的程序时，即可调用。

4. 服务性程序

服务性程序又称实用程序，是为系统提供各种服务性手段而设置的一组程序。其主要功能是对用户程序的装入、连接、编辑、查错和纠错，硬件故障诊断，二进制与十进制的数制转换，磁带、磁盘的复制等。

① 装入程序

在使用计算机时，首先必须将程序从机器的外部经由各种外部设备（如卡片读入机、磁盘驱动器等）装入内存。这个功能由装入程序完成。为了使装入程序工作，装入程序必须先装入内存。装入程序的装入是由引导装入程序完成的，引导装入程序用机器语言书写，仅包含几条指令，通常称之为绝对二进制装入程序。可以通过操作员控制面板上的手动开关，将引导装入程序打入内存。现代计算机都把引导装入程序存于控制台系统的 ROM 之中，只要拨动控制台面板上的加载引导开关就可以将引导装入程序装入内存。

② 连接程序

在实际应用中，一个大的源程序常被分成若干个相对独立的程序模块，分别编译为相应的目标模块，这些独立的目标模块必须连成一个程序后才能投入运行。完成这一功能的程序叫做连接程序。

③ 编辑程序

编辑程序是为用户编制源程序提供了一种编辑手段，利用它，用户可以方便地改错、删除或补充源程序。

④ 数制转换程序

数制转换程序可以使用户直接用十进制数输入，由计算机自动转换成机内二进制数。

⑤ 诊断程序

诊断程序用于诊断硬件的故障。当机器在运行中出现故障时，诊断程序启动运行，查出机器的故障部位。

5. 计算机网络软件

计算机网络 (Computer Network) 是指以能够共享资源 (包括硬件、软件和数据) 的方式联结起来，各自具备独立功能的计算机的集合。计算机网络软件是为计算机网络配置的系统软件，主要完成对网络资源的组织与管理并实现相互之间的通信。

6. 数据库管理系统

数据库管理系统 (Database Management Systems), 简称 DBMS, 是管理数据库的软件。数据库是为适应大型企业的数据处理和信息管理的需要而在文件系统的基础上发展起来的。文件是一组相互关联的信息 (称之为记录) 的集合, 即文件描述具有相同性质的一组记录。对这些文件的组织和管理的程序构成了文件系统, 它是操作系统的一个组成部分, 但由于各个用户建立的文件系统, 其数据不能共享, 造成大量重复, 容易产生数据的不一致性, 而且各文件缺乏统一的管理机构。同时, 程序和数据互相依赖, 一旦数据结构改变, 则与其相关的程序必须重写。为了克服上述缺点, 数据库用一个单独的系统软件来集中管理所有的文件, 实现数据共享, 这就是数据库管理系统。

1.5 计算机系统的层次结构

现代计算机是一个十分复杂的硬件、软件结合的整体, 图 1.5 所示的是计算机系统的层次结构。它表明了计算机系统的硬件与软件的组成及相互间的关系。从外向内看, 它表明了从用户提出任务到硬件执行的过程。首先根据用户提出的任务, 利用面向算法的高级语言编写程序, 称之为用户程序。在操作系统的控制之下调用系统的硬件与软件资源, 例如编译程序, 将用户的源程序翻译为机器语言程序。汇编语言虽然比机器语言高级, 但它仍是与特定机器相关的语言, 所以也属于面向机器的语言这一级中。一切程序都需由硬件来实现, 在层次结构中将硬件称为硬核。

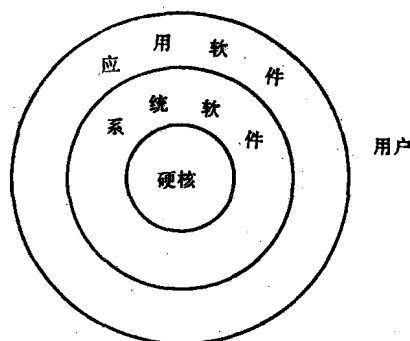


图 1.5 计算机系统层次结构示意图

1.6 计算机的应用

计算机的发展速度超过了历史上任何一种技术手段和装备的发展速度, 并显示出了强大生命力。目前, 计算机的应用范围几乎涉及人类社会的所有领域, 为了简洁, 概括为如下几方面。

一、科学计算

科学研究和工程计算领域, 是计算机应用最早的领域, 也是应用较广泛的领域。例如, 数