

高等教育电教教材

计算机硬件技术基础

刘甘娜 编

高等教育出版社

高等教育电教教材

计算机硬件技术基础

刘 甘 娜 编

高等教育出版社

内 容 提 要

本书是为“计算机应用软件人员电视培训班”编写的教材。全书共分六章。主要介绍了计算机系统的特性、组成；计算机运算基础和基本逻辑部件；存储器系统；指令系统和中央处理器；输入输出系统等有关硬件技术基础知识。最后简单介绍了有关计算机信息编码、汉字编码和常用校验码的基本知识。本书选材恰当、结构合理、通俗易懂。

本书配有教学录像片，可与录像片配合使用，也可单独使用。

本书可作为应用软件程序设计人员的硬件基础知识的自学教材；也可作为高等学校非计算机专业“计算机原理”课程教材；还可供具有高中以上文化程度的科技人员、管理干部作为学习计算机硬件知识的教材或参考书。

高等教育电教教材

计算机硬件技术基础

刘甘娜 编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
国防工业出版社印刷厂印刷

*

开本787×1092 1/16 印张8.5 字数210 000

1988年9月第1版 1988年9月第1次印刷

印数0 001—15 815

ISBN 7-04-001926-4/TP·37

定价 2.05 元

前 言

当前,计算机的应用已相当普遍,因而编制的应用软件不仅数量愈来愈多,而且对质量的要求也愈来愈高。所以许多非计算机类专业的学科在教学计划中已设置硬件、软件技术基础及程序设计语言的课程,很多在职人员也迫切需要学习有关编制应用软件的知識以满足工作的需要,一些现正从事应用软件工作的人员也迫切需要进行比较系统的学习以不断提高编制应用软件的技巧和水平。另外,我国已有二十多个省市开展了“计算机应用软件人员水平考试”以促进应用软件人员水平的迅速提高,并帮助一些愿意从事应用软件设计的人员迅速掌握有关的知识。有些省、市还作出了有关规定,以鼓励通过“水平考试”的人员。

为了帮助现在正在从事应用软件工作和准备从事应用软件工作的人员,能在较短的时间内掌握比较系统的知识,高等教育出版社、中央电教馆和高等学校计算机科学技术电教教材编审组组织编写了一套电教教材并摄制了一套教学录像片。本书是其中的一部,目的是使读者对计算机硬件技术的基本知识有一个比较系统的了解。

我们应该慎重地指出,没有计算机硬件技术基础知识的人员不仅难以通过“计算机应用软件人员水平考试”,而且也不能成为一个合格的应用软件工作者。

本书由清华大学金兰、西安交通大学胡正家、北京大学杨天锡、南京工学院唐肖光、北京工业大学卞雨池等诸位老师审稿。在此编者对参加审稿的各位老师表示衷心的感谢。西安交通大学胡正家教授不仅对本书的编写给予指导和支持,还参加了部分内容的编写工作,在此表示诚挚的感谢。

由于编写时间非常仓促,文词不顺和讲述不清之处在所难免,恳望读者提出批评建议以便今后进行修改。

编者

1988年4月

目 录

第一章 计算机概述 (1)	第四章 指令系统与中央处理器(61)
§ 1.1 计算机的工作特点..... (1)	§ 4.1 指令与指令系统..... (61)
§ 1.2 计算机工作原理及其组成..... (2)	§ 4.2 指令寻址方式..... (67)
§ 1.3 计算机系统..... (5)	§ 4.3 中央处理器的功能和 结构原理..... (72)
习题与思考题..... (12)	§ 4.4 程序控制流程..... (80)
第二章 计算机的运算基础及基本 逻辑部件 (13)	习题与思考题..... (86)
§ 2.1 计算机的数字系统..... (13)	第五章 输入输出系统 (87)
§ 2.2 数据的表示..... (16)	§ 5.1 外部设备..... (87)
§ 2.3 基本运算的实现..... (24)	§ 5.2 输入输出系统的工作方式..... (94)
§ 2.4 基本逻辑部件..... (36)	§ 5.3 中断系统..... (98)
习题与思考题..... (40)	§ 5.4 输入输出接口..... (103)
第三章 存储器系统 (41)	习题与思考题..... (106)
§ 3.1 存储器概述..... (41)	第六章 信息编码 (107)
§ 3.2 主存储器..... (42)	§ 6.1 信息编码..... (107)
§ 3.3 只读存储器 ROM..... (46)	§ 6.2 计算机汉字信息处理..... (109)
§ 3.4 辅助存储器..... (47)	§ 6.3 常用的代码校验方法..... (115)
§ 3.5 存储系统的层次结构及 管理设备..... (53)	习题与思考题..... (117)
习题与思考题..... (59)	附录一 (118)
	附录二 (119)

第一章 计算机概述

世界上的第一台电子数字计算机,是在第二次世界大战后问世的,至今已有40多年的历史。计算机作为当今社会中的一个强有力的工具,不仅使人们通常的思维实现了机械化,为工业发展带来了又一次革命,而且使整个社会发生了根本的变革,特别是70年代以来微型机的出现,更加加快了变革的步伐,使计算机应用进入了各个领域。

计算机在现代化中的地位,使愈来愈多的人要学习它,使用它。那么计算机的特点是什么?它的工作原理是怎样的?计算机系统包括哪些内容?它有什么特点?本章将对这些问题作概括的介绍。

§ 1.1 计算机的工作特点

电子计算机分电子数字计算机和电子模拟计算机,我们讨论的对象是电子数字计算机。根据计算机的工作特点,我们可以把它描述成是“一种不需要人的直接干预,能对各种数字化信息进行算术和逻辑运算的工具。”;从计算机内部的工作过程描述,计算机是“一台能存储程序和数据并能自动执行程序的机器”;从当今社会中计算机的工作任务和功能看,计算机又可被描述成为“进行信息处理的自动机”。还有人认为计算机是人脑的模拟机器,故通俗地称为电脑。

从以上对计算机的描述,我们可以归纳出如下四个基本特点,这些特点也是计算机和其它计算工具的本质区别。

1. 高速地进行自动运算。

由于计算机采用高速的半导体器件,处理信息速度极快,加上先进的计算技术,可以使计算机获得很高的运算速度。

第一台计算机尽管很不完善,但它每秒五千次的加法运算能力已使其它计算工具相形见绌了。而今,每秒数亿次基本运算的计算机已投入运行,更是任何其它计算工具所望尖莫及的。

自动连续进行高速运算是计算机和其它一切计算工具的本质区别。计算机之所以能实现自动连续运算,是由于它采用了“存储程序”工作原理,即把计算过程描述为由许多条命令按一定顺序组成的程序,然后把程序和需要的运算数据一起输入到计算机中存储起来,工作时由程序控制计算机自动连续运算。正因为如此,计算机应更确切地被称为存储程序式电子计算机。

2. 具有很强的记忆功能和逻辑判断功能。

这是计算机第二个突出的特点,而且是任何其它计算工具所不具备的。

计算机中设有记忆装置,可存储记忆大量信息,为计算机成为信息处理机奠定了基础,也是存储程序原理实现的必要条件。

计算机运算装置不仅能进行算术运算,还可进行逻辑运算。这使得计算机不仅可以进行数值计算,还能对文字符号等信息进行识别、判断、比较。在运算过程中,逻辑判断能决定下一步该做什么,在遇到分支时,选择走哪条支路。

计算机的记忆、逻辑判断功能,不仅使自动计算成为可能,而且使计算机能进行诸如资料分类、情报检索、逻辑推理和定理证明等具有逻辑加工性质的工作,大大扩展了计算机的应用范围。

3. 采用数字化信息编码。

上面已提到,计算机程序处理的对象,并非仅限于数值量,而是内容丰富、形式多样的各种信息,诸如语言、文字、符号、图象、声音等等。这些信息在计算机内均采用数字化信息编码表示,这不仅保证了计算机运算的精确度和控制的准确性,而且成为计算机获得逻辑判断和逻辑运算能力的基础。

4. 通用性。

“存储程序”原理使计算机具有通用性。只要在计算机中存入不同的程序,计算机就可执行不同的任务。任何复杂繁重的信息处理任务都可用程序描述,从这一点上说,计算机可以实现的功能是无穷多的。程序可由用户编写,也可以由生产厂家提供。其内容灵活多样,易于变化,特别是采用数字化编码技术,使得计算机已应用到数千个专业领域中,而新的应用领域还在不断扩大。

上述特点使得计算机身手非凡,成为当今社会的重要资源之一,计算机正在向社会化进军。

四十年来,计算机科学技术以其它任何学科无法比拟的高速度发展着。从第一台电子数字计算机诞生到今天,计算机发展已经历了四代,四代机的划分是以电子器件的换代为主体特征的。第一代采用电子管器件,应用以科学计算为主;第二代采用晶体管器件,应用领域扩大到数据处理;第三代主机采用集成电路器件,应用领域广泛;现在正处于大规模集成电路为主要器件的第四代计算机,应用领域已遍及各行各业。科学家们预计,在不远的将来,集成光路、超导技术及电子仿生等尖端技术将可能进入计算机,以至出现光计算机、超导计算机及人工智能计算机。计算机将不断更新换代,向更高阶段发展。

§ 1.2 计算机工作原理及其组成

1.2.1 “存储程序”工作原理

1. 程序和指令。

计算机是人类智慧的结晶,是科学家的杰作。计算机之所以在当今社会各个领域扮演着重要的角色,是由于人通过编制的程序赋予了它“聪明和才干”。那么什么是程序呢?当我们要用计算机完成某项工作时,例如,要解算一道数学题时,就要先把题目的解算方法分成计算机能识别并能执行的基本操作命令,这些基本操作命令按一定顺序排列起来,组成了程序。而其中每一条基本操作命令称为一条机器指令,指令是对计算机发出的一条条工作命令,命令计算机执行规定的操作。因此,程序是实现既定任务的指令序列,其中的每条指令都规定了计算机执行的一种基本操作,机器按程序安排的顺序执行指令,就可完成解题任务。

机器指令必须满足两个条件:一是机器指令的形式是计算机能够理解的,因此机器指令也采用和数据一样的二进制数字编码形式表示。二是机器指令规定的操作必须是计算机能执行的,即每条机器指令的操作有相应的电子线路实现,否则用这种指令编写的程序无法在机器中实现。每台计算机的指令都有自己的格式和具体的含义,但必须指明操作性质(如加、减、乘、比较大小等)和参加操作的有关信息(如数据或数据存放的地址等)。

每台计算机都拥有各种类型的机器指令，即设计有执行一批基本操作的电子线路。机器指令的集合称为指令系统。指令系统决定了计算机的能力，也影响着计算机的结构。指令的不同组合方式，可以构成完成不同任务的程序，一台机器的指令种类是有限的，但在人们的精心设计下，实现信息处理任务的程序可以无限多。计算机严格忠实地按照程序安排的指令序列，有条不紊地执行规定的操作，完成预定任务。

2. 存储程序工作原理。

存储程序的概念是指把程序存储在计算机内，使计算机能像快速存取数据一样地快速存取组成程序的指令。

计算机的工作是执行程序，但要实现自动连续工作，必须在计算机工作前，把程序和数据送入具有“记忆”功能的装置（存储器）中保存起来，指令按顺序存储并能方便迅速地取出。计算机工作时，只要告诉它第一条指令存放的地方，它就能按照一定的顺序依次取出每条指令，分析识别后，执行各条指令规定的操作。然后再取下条指令，分析执行，直到完成全部指令任务为止。这一切工作都是由一个担任指挥工作的控制器和执行运算的部件共同完成的。这就是存储程序工作原理。对存储程序工作原理要强调指出两点：

(1) 程序中的指令采用数字化编码，使程序和数据一样保存在存储器中，否则无法实现程序存储。

(2) 程序中的指令必须是属于执行程序的这台机器的指令系统。

存储程序原理是由美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(John Von Neumann)于1946年提出的。他和他的同事，设计出了一个完整的现代计算机雏型，并确定了存储程序计算机的五个组成部分和工作方法，使计算机的发展产生了质的飞跃，即计算机不仅能对操作数进行快速运算，也能快速分析执行指令，还可以根据当前运算结果进行程序的灵活转移。这一意义甚至超过计算机高速运算特性的意义，使得计算机可以在许多似乎与“计算”毫不相干的领域中大显神通。因此，冯·诺依曼这一设计思想被誉为计算机发展史上的里程碑，标志着电子数字计算机时代的真正开始。

40年来，尽管计算机的体系结构发生了重大变化，性能不断改进提高，存储程序概念本身也已经有所发展。但从本质上讲，存储程序原理仍是现代计算机的结构基础，占主流地位的计算机仍是冯·诺依曼型计算机。

1.2.2 冯·诺依曼型计算机的基本组成

存储程序工作原理使计算机能自动连续运算，同时也确定了冯·诺依曼型计算机的基本组成。1946年，在冯·诺依曼领导的研制小组所提出的计算机设计方案中，就明确了计算机的五个基本组成部分，即运算器、逻辑控制装置(控制器)、存储器、输入设备和输出设备，并描述了五部分的职能和相互关系。从存储程序原理出发得到的冯·诺依曼型计算机的基本组成和信息通路，如图1-1所示。

1. 存储器。

为了实现程序 and 数据的存储，计算机必须设置具有记忆功能的部件——存储器。

存储器的存储作用是把要记忆的数字信息保存起来；提供原记忆的信息而又不破坏原存信息；还可以把原存信息抹去，重新记录、保存新的信息。

存储器采用按地址存取的工作方式。它由许多存储单元组成，每一个存储单元可以存放一个数据代码。为了区分不同的存储单元，把全部存储单元按照一定的顺序编号，这个编

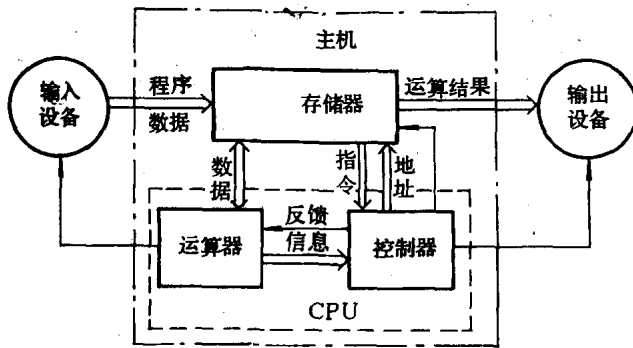


图 1-1 冯·诺依曼型计算机基本组成

中的数据通路。由于指令和数据均以相同的代码形式存储,因此,数据和程序应放在存储器的不同区域。

2. 运算器。

程序安排的运算任务是在运算器中完成的。运算器对代码进行各种基本运算,它不仅能实现加、减、乘、除等基本算术运算,还可以进行基本逻辑运算,实现逻辑判断和比较、移位等操作。

运算器的运算能力并不高,只能作最基本的运算。无论多么复杂的问题,都是由有限的几种运算一步步实现的。然而,计算机的运算速度快得惊人,它是用高速运算赢得了出色的工作能力。

在运算过程中,运算器不断地从存储器取得数据,进行运算,并且把运算的中间结果和最后结果送回存储器保存。

3. 控制器。

控制器是整个机器的控制中心。存储器进行信息的存取,运算器进行各种运算,信息的输入和输出都是在控制器的统一指挥下进行的。

控制器的指挥工作是通过程序进行的。程序中安排好计算机工作的顺序,对可能遇到的各种情况进行处理。运算前,程序被送到存储器保存起来。开始运算后,控制器便自动地到存储器中按顺序逐条取出指令,经过分析后,按指令的要求向各部件发出执行指令的控制信号,执行指令中规定的操作。图 1-1 中的细实线便是控制器向各部件发出控制命令的信息通路。

在控制器工作过程中,还要接受执行部件的反馈信息,例如运算器送来的运算结果、状态等。这些反馈信息为控制器判断下一步如何工作提供了依据。

因此,控制器的工作就是根据存储器中存储的程序,向运算器、存储器、输入输出设备,发出控制命令,控制计算机工作。

存储器、运算器和控制器组成了计算机主机,在电路集成化后,运算器和控制器合在一起通常称为中央处理器,简称 CPU(Central Processing Unit)。

4. 输入设备。

输入设备的主要功能是把工作程序、数据转换成计算机能识别的电信号,并送到存储器中存储起来。

5. 输出设备。

输出设备的功能是把计算机的计算结果或中间结果,以容易阅读和使用的形式输送出来,

称为存储单元的地址。当计算机要把一个数据代码存入某存储单元,或从某存储单元中取出时,首先要提供该存储单元的地址,然后查找相应的存储单元,查到后,才能进行数的存取。

存储器的工作就是在运算之前接收外界送来的程序和数;在运算过程中,向计算机提供指令和数据信息,保存中间结果;运算结束后,保存运算结果。图 1-1 中的双实线表示计算机

例如打印在纸上的印刷符号,以及显示在屏幕上的字符、图形等。

输入设备和输出设备实现了外部世界和计算机之间的信息交往,是计算机不可缺少的组成部分。通常将输入、输出设备简称 I/O 设备。

输入、输出设备的种类和形式很多,通常是一些机电或电磁设备,例如键盘、CRT 显示器、行式打印机、X-Y 绘图仪等等。由于这些设备设置在主机外部,亦称外部设备。

所有外部设备与主机之间的信息交换工作,也是在控制器的统一指挥下进行的。

冯·诺依曼提出的计算机的设计方案中,除明确了上述五个基本组成部分,并论述了五部分的职能和相互关系外,还确定了指令和数据均以二进制形式存储,通过指令序列的顺序执行来实现程序安排的任务,从而简化了计算机结构,使计算机具有通用性。

现在的各种计算机,在操作种类、指令功能、存储器结构、控制方式及输入输出能力上都有许多发展,构成形态各异的冯·诺依曼型计算机,但五大功能部件的划分基本未变。冯·诺依曼型计算机的结构特点可概括为如下几点:

- (1) 采用存储程序工作原理。
- (2) 计算机工作是按串行的方式执行指令,即在“指令流”驱动下实现自动连续运算。
- (3) 由存储器、运算器、控制器和输入、输出五部分组成整机。
- (4) 指令和数据均以二进制代码表示,并以同样的形式存放在主存中,使数据和指令的存储、传送和运算方便、可靠。
- (5) 由地址指向信息的存放位置。

§ 1.3 计算机系统

现在的计算机与四十年前的第一台计算机相比,其组成与配置都发生了很大的变化。面对用户的不仅是简单的由电子线路组成的机器,而是一个由软件和硬件共同组成的复杂的计算机系统。

1.3.1 计算机硬件与软件。

所谓硬件(Hardware)是指计算机系统中由电子线路和各种机电物理装置组成的实体,如组成计算机主机的存储器、运算器和控制器,还有各种输入输出设备等等。对于这些物理实体,计算机术语称为“硬件”或硬设备。

硬件的功能是为存储、执行程序建立物质基础,对没有装入任何程序的机器,称为“裸机”,裸机是无法实现任何信息处理任务的。因此,程序是计算机工作不可缺少的组成部分。各种具有一定功能的程序以及一些说明程序的有关资料,都称为“软件”(Software)。这些软件除了针对计算机特定的使用对象而编制的应用程序之外,还有一部分软件是扩充机器功能,协助计算机的维护和操作,以及实现计算机自动管理的程序系统。这套程序系统已成为现代计算机系统的重要组成部分,成为机器的一种设备,因此称为“软设备”。

硬件和软件共同组成计算机统一的整体,计算机的功能设计也必须同时考虑这两个方面的因素。计算机系统的实现是建立在硬件技术和软件技术的综合基础之上的。

1.3.2 计算机硬件组成

组成计算机系统物质基础的所有硬设备构成了计算机硬件组成。由于计算机系统的多样化,其硬件组成的基本配置差异很大,加之计算机更新换代的周期越来越短,许多新技术不断地出现,促使计算机系统结构不断改革,因此很难全面描述出一个确切的结构,只能给出一个

有代表性的现在常见的计算机硬件组成基本配置,如图 1-2 所示。

图中所描述的计算机硬件有三大部分:中央处理器 CPU,存储器,通过 I/O 接口连接的各种输入输出设备。还可分为中央处理机和外部设备两大部分,其中中央处理机代表了冯·诺依曼机中的主机组成,即 CPU 和主存。

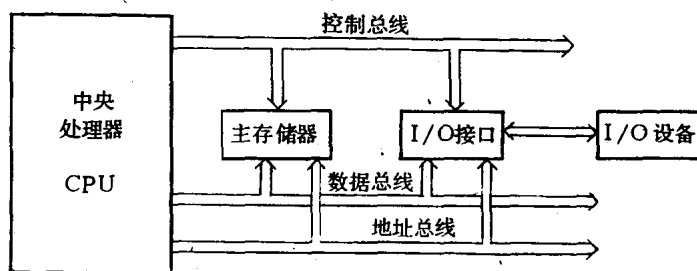


图 1-2 计算机系统的基本配置

中央处理机的功能是逐条执行存放在存储器中的用机器语言描述的程序,换句话说,是实现程序存储和程序控制的。

各种 I/O 设备是人与计算机交往的设备。人们对 I/O 设备的要求多种多样,因此现代计算机系统 I/O 设备不仅数量大,而且品种花样繁多。

图中还有三条总线:控制总线、数据总线和地址总线。总线是数据信息通路,采用总线作为数据通路的计算机称为总线式计算机,这种结构是当代计算机的主要结构形式之一,因此总线也成为计算机硬件的主要组成之一,是计算机中的基本功能部件。我们将在下一章中介绍该部件的电路结构与功能特征,这里只提及总线在硬件组成中的作用。

在现在的计算机硬件结构中,特别是在微机中,多采用总线结构,这使数据传送灵活,控制方便,系统扩展容易。总线分内部总线和外部总线。硬件各部件内部的总线,如 CPU 内, I/O 接口内均称为内部总线,它使得部件内部的电路连线设计整齐划一,工艺实现容易。而各部件之间,如 CPU 与主存, CPU 与外部设备之间的总线连接称为外部总线,它增加了系统与 I/O 设备扩充的灵活性、可维护性。

计算机主机与外部设备之间通过接口连接。接口是功能部件之间的连接部分,即交界面的电路部件。图中画的是 CPU 与 I/O 设备之间的连接部分,称为 I/O 接口。其任务是实现主机与输入输出设备之间的信息传送。之所以需要接口设备,一是由于 I/O 设备为机、电设备,其工作速度与 CPU 或存储器差异很大,不能直接匹配,需要有一中转站。二是 CPU 需要有一信息通路了解当前 I/O 设备的工作状态以便向 I/O 设备发送控制信号,因此有必要设置一个接口设备作为 CPU 和 I/O 设备之间进行联系的桥梁。

以现代计算机系统为背景,概述硬件组织结构将是本书后续各章的内容。计算机组织是指计算机主要部件的类型、组成方式、控制方式和信息流动方式以及如何连接构成系统等。计算机结构是指从计算机硬件和软件的交界面所看到的计算机硬件的原理性结构和功能特性,它将介绍计算机系统中软、硬件的功能分配以及如何实现分配给硬件的功能。

1.3.3 计算机软件系统

指挥整个计算机硬件工作的程序集合就是软件系统。软件系统按功能可分为系统软件和应用软件两大类。

1. 系统软件。

在计算机系统中,所有供用户使用的软件,包括操作系统、汇编程序、编译程序以及各种服务性程序和某些应用程序等,统称为系统软件。因此系统软件主要功能是对整个计算机系统
进行调度、管理、监视和服务,还可为用户使用机器提供方便,扩大机器功能,提高机器使用效率。系统软件一般由厂家作为设备提供给用户。设计系统软件的工作量和复杂程度远远超过

一般程序,因此它的研制周期长,成本高。

计算机系统的系统软件,内容非常丰富,按用途可分成三类:

(i) 计算机管理操作的软件。主要有管理机器的操作系统和一些管理程序等。

(ii) 计算机维护软件。主要包括错误诊断程序,自动纠错程序,测试程序和软件、硬件的调试程序。

(iii) 为用户服务的软件。主要有各种语言处理程序,如 BASIC, PASCAL, FORTRAN 等通用语言的编译程序;还有用于进行事务处理的数据库管理程序;专用、通用计算程序和数学库程序及软件包;各种编辑、服务程序,如文本编辑程序,屏幕编辑程序等等。

下面我们仅介绍一些基本系统软件的功能和特性。

(1) 程序设计语言及语言处理程序。

程序设计语言是人与计算机交往的一种工具。随着计算机技术的发展,程序设计语言由低级语言发展到高级语言,至今已形成了有几百种语言的计算机语言系统。

(i) 低级语言。早期的计算机只有使用二进制编码表示的机器语言,它是语言系统的第一层次。下面是一段用机器语言编写的机器语言程序,功能为实现 $7+6$ 的运算。程序存放地址为主存 00H 开始的连续单元。

	地址	指令	
(00H)	00000000	10110000	(B0H)
(01H)	00000001	00000111	(07H)
(02H)	00000010	00000100	(04H)
(03H)	00000011	00000110	(06H)
(04H)	00000100	11110100	(F4H)

这种程序难读难编,但是在机器中,可以立即被理解执行。为了便于书写交流,尽管人们改用八进制或十六进制表示机器代码,如括号中的形式,但仍费时费力。为此又发展了“符号汇编语言”,为程序设计自动化迈出了一大步。这种语言使用容易记忆和理解的英文符号表示指令的性质、功能,是语言系统的第二层次。例如上面的程序可用 IBM PC 机的汇编指令写成:

```
MOV AL,7    (数 7 传送到寄存器 AL)
ADD AL,6    (数 6 和 AL 中的数相加)
HLT         (暂停)
```

这种程序比较容易看懂,但机器不能直接理解执行,要有一个“翻译”才行。但汇编语言程序和机器语言程序一样,都要了解机器特点,熟悉指令才能使用,故都属于面向机器的低级语言。

(ii) 高级语言。为克服低级语言的弊端,从 1954 年开始,人们陆续创造了几百种与具体机器指令无关,表达方式接近自然语言且易于学习、书写的语言,形成第三层次语言,称为高级语言。常用的有适合工程计算的 FORTRAN 语言;简单易学的会话式语言 BASIC;用于商业等事务处理的 COBOL 语言等十几种语言。此外,还有适合各自专业领域应用的一些专用语言。

使用方便和具有通用性是高级语言的两大特点。上述程序用 BASIC 语言可写成两个语句,表达十分简炼:

```
LET A=7+6
```

END

任何高级语言都要经过“翻译”才能被计算机执行,因此计算机中必须配置有某种高级语言的翻译程序,才能使用。翻译程序就成了计算机系统最早出现的系统软件。

(iii)语言处理程序。各种语言(包括汇编语言)的翻译程序构成了语言处理程序系统。其功能是把用高级语言或汇编语言编写的程序翻译成机器语言程序。前者称为源程序,后者称为目标程序。

语言处理程序有三种:将汇编语言源程序翻译成目标程序的汇编程序(也称汇编器);用类似笔译方法将高级语言源程序翻译成目标程序的编译程序,即先全部翻译成目标程序,再执行;还有将源程序逐句解释、执行,类似口译过程的解释程序。

机器语言虽然使用不方便,但执行速度快,在工业控制和仪器仪表自动化中,还有其用武之地。汇编语言程序易理解、记忆,执行速度与机器语言相仿,在实时控制领域中,经常应用。高级语言是通用性较强的语言,易学易用,但其翻译程序要占较大的主存空间,一般是汇编程序的4~8倍,因此要求主存容量大。

(2)操作系统 OS(Operating System)。

操作系统是完成管理机器、管理用户、合理调度计算机全部硬、软件设备的程序,是裸机上加的第一层软件。

早期的计算机靠手工操作控制,在第二代计算机中出现了操作系统的前身——管理程序,以后随着第三代计算机的出现,发展到了操作系统阶段。

操作系统的任务繁杂,是个巨大的控制系统。其主要功能是进行处理机(CPU)管理,存储管理,文件管理,外部设备管理和用户程序调度管理等,是一个“总管家”。

操作系统实现了对计算机操作的自动化管理。在它的管理下,计算机的所有资源可以为更多用户共享,即多个用户可同时使用一台机器,互不妨碍。计算机系统也可同时运行多个用户程序,实现并行工作,使机器效率大大提高。计算机系统若没有操作系统管理,是难以想象如何进行工作的。

(3)服务程序。

服务程序扩大了机器的功能,通常有:

诊断程序——用来检查计算机硬件的故障,通过向故障部位发测试码和收回测试结果,指出甚至排除故障,提高计算机的可维护性。

排错程序——指出或排除程序中的错误,加快程序的调试和缩短程序的研制周期。

编辑程序——其任务是对数据、程序进行整理、连接、修改。它是程序人员在编制、调试程序时经常要使用的系统软件之一。编辑程序的使用一般都很方便、简单。

(4)数据库与数据库管理系统。

数据库是为适应大批量数据处理和信息管理的需要而发展起来的。由于愈来愈多的信息处理工作,要进行大量数据的检索、加工工作,就需要改变过去数据依附于程序的状态,使其独立,并且要使数据为更多的用户共享,数据库就是根据这种需要而产生的。

数据库系统由数据库和数据库管理系统组成,就像图书馆系统由书库和图书管理系统组成一样。数据库的建立必须解决数据的组织方法,使其查找方便,占用存储空间少。因此对数据库的基本要求是:数据共享性、独立性、完整性、安全性和保密性。

用户使用数据库,对数据进行查询、插入、删除、修改等项操作,是通过数据库管理系统提

供的操作命令进行的。数据库管理系统是对数据库的建立、使用和维护进行集中管理和控制的系统软件。它既管理着数据库的运行,也管理着用户的使用。是介于用户和数据库之间的软件。

数据库管理系统需要在操作系统支持下工作,但它又是独立于操作系统的系统软件,二者的界面也不是很清楚的,有些功能可分别独立完成,也可分工共同实现。

计算机系统若没有系统软件配套,哪怕硬件系统性能再好也不能发挥作用,甚至根本无法工作。对于具有相同硬件结构的计算机系统,其功能的强弱可以说主要取决于系统软件功能的强弱。由于受存储空间的限制,除操作系统的重要控制程序外,系统软件通常存放在磁盘或磁带等大容量辅存中,使用时再调入计算机主存。

机器中究竟配置了哪些系统软件,如何使用,用户可通过机器使用手册获悉。

2. 应用软件。

由计算机用户在各自的业务领域中开发和使用的解决各种实际问题的程序,称为应用软件。应用软件的种类繁多,名目不一。目前应用软件可分为专用应用软件和通用应用软件两种。

(1) 专用应用软件。这是为解决某一特定问题而专门编制的程序,有的还用专用程序设计语言编写。例如人工智能专家系统中的医疗诊断专家系统,地质探矿专家系统等。还有一些绘图专用程序,辅助教学专用软件等等。

(2) 通用应用软件。在用户编制的专用程序中,把千变万化的专题程序,经过分析找出有规律的且经常使用的相同部分,进行加工精炼,使之成为具有一定通用性的程序。还有的专用程序本身就具有一定的通用性,也可成为通用软件。

编制通用软件尽量使输入信息少,输出信息全面。而使用者必须按使用说明准备好输入的信息,对输出结果要根据需要进行整理。

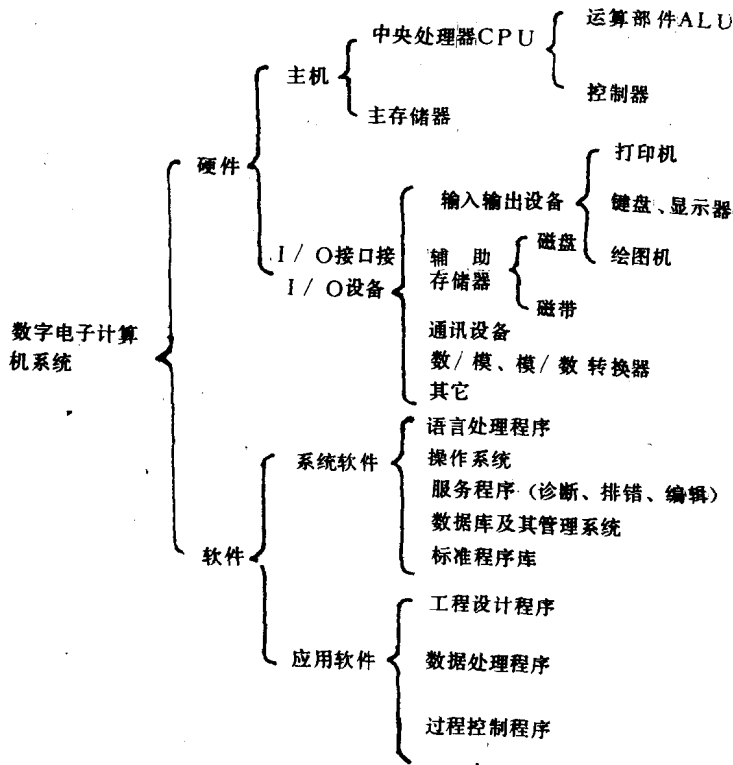
随着计算机应用领域的扩大,应用程序越来越多。使用部门已研制出许多通用性好的应用软件,逐渐商品化,并成为系统软件,提供用户使用。因此,通用软件和专用软件之间没有一个严格的界限,而应用软件和系统软件之间也没有严格的界限。

1.3.4 计算机系统

综上所述,计算机硬件和软件共同组成了计算机系统,如表 1-1 所示。一个实际的计算机系统,具体的硬件和软件配置要根据其规模、应用场合和对计算机功能的要求等综合决定。例如,早期的计算机,硬件规模大、功能强,而后随着软件技术的发展,使一些硬件功能由软件实现,称为“硬件软化”。软件从原理和方法上对计算机硬件的设计和实现带来了重要的变化,并使整个计算机系统的构成、功能以至使用方式都发生了根本的变革。硬件是软件的物质基础,正是在硬件基础上提供了软件的主存空间和活动场所,假如没有大容量的辅存,系统软件将发挥不了效益,反之没有软件的“裸机”则将一事无成。因此,有人形容说硬件是计算机系统的基础和核心,软件是其灵魂。二者相辅相成,而且是一种“互补”的关系,一方没有实现的功能,可以由另一方补足。对于某项具体的功能是由硬件实现,还是由软件实现,其间并无严格规定,只能由设计人员从经济性、可行性、合理性几个方面权衡利弊确定。例如从处理速度来说,硬件实现要比软件实现快得多;而从灵活程度来说,软件可以实现很复杂的功能,而且易于改动,但硬件则受设备限制,不能做得很复杂,且做成后不能轻易改动。在硬件价格比较昂贵时,可使软件多做些工作,而当软件越来越庞大、制作成本增加时,由于硬件集成电路日趋便宜,又

要考虑多采用硬件实现多种功能的可能性。

表 1-1 计算机系统



随着计算机技术的发展,硬件、软件相互溶合、渗透,互相促进的趋势也愈来愈明显。正在发展中的一些计算机体系结构,如高级语言处理机、数据库处理机就是软、硬件结合的新形式。因此,软件、硬件的分界面是随着计算机的发展而动态变化的。

计算机系统按其规模和功能可划分为巨型机、大中型机、小型机、微型机等。其区别主要表现在硬件系统和软件系统的配置规模和性能指标的差异上。

1.3.5 计算机系统的功能和特性

1. 计算机系统的层次功能。

计算机系统作为一个整体是一个十分复杂的系统,讨论其功能无从谈起,但计算机是一个多层次结构,硬件、软件处于系统不同的层次,因此我们可以按层次结构讨论其功能。

计算机系统硬件、软件功能层次可用图 1-3 描述。

第一级硬件系统的电子线路是具体实现机器指定功能的中央控制部分,功能是实现机器指令操作。硬件是面向硬件维护人员和设计人员的,而对程序人员来说,对硬件内部不必关心,第二层以后的各软件系统层次功能才是有意义的。

第二层次是一台机器语言计算机,只能面向机器语言程序人员。它由中央处理机配备一套机器指令组成,用来编写机器语言应用程序,仍属硬件系统。当计算机加上操作系统一层外壳后,第二层也是应用程序人员所不能达到的了。因为他只能用汇编语言或高级语言经过操作系统使用计算机,因此,操作人员或程序人员面对的是第三层或第四层功能。这两层功能是

由系统软件提供的,它不但方便了用户使用,而且使计算机的功能和效率大大地提高。

应用软件提供了第五层功能。大量的应用程序使非计算机专业人员也能直接使用计算机。用户只要用键盘终端或其它方式发出服务请求,就可进入第五层的信息处理系统。最外一层是整个应用系统的分析和设计,面向系统分析员。该层从问题规范出发,为要编写的应用程序建立数学模型、系统配置、确定算法。

上述层次划分并非十分严格,层次之间仍有交叉。例如,第二层会涉及到汇编语言程序设计的内容;而第三层次操作系统与计算机系统结构有着密切的关系,处于硬件向软件的过渡;第五层则处于系统软件向应用系统的过渡,有些带

应用性质的软件划归系统软件,例如文件管理程序,数据库管理程序等。

2. 计算机系统的特性。

我们从功能结构、设计、分类几个方面归纳计算机系统特性如下:

(1) 功能、结构的层次性。图 1-2 已说明了计算机系统功能的多层次性质,事实上多层次性不仅表现在计算机系统上,也十分明显地表现在计算机硬件和软件系统中。以硬件为例,结构可分为逻辑硬连接级基本功能部件与寄存器传送一级,以及五大组成功能部件级等。而每一组成部分,例如存储器又可分为主存、辅存等多层次结构。这种层次结构便于我们学习和了解计算机。

(2) 系列化的设计原则。由于计算机系列化有一系列优点:解决软件及硬件接口的兼容;扩大计算机对不同应用领域的适应面;有利于维护人员和用户的培训;提高生产效率、降低机器成本等。所谓兼容是指某一种计算机中的设备、数据及程序能被多种计算机所接受。例如,用户在一台计算机上编制的程序能不加修改或经过很少修改就可以搬到其它机器上运行;系统软件能在其它机器上调试;已研制成功的软件能在多台机器上使用等。计算机的这种性能称为有“兼容性”。兼容性体现了一台机器与其它机器之间交流信息的可能程度和各种设备工作原理的相同程度。

计算机系列兼容已成为现代计算机的主要特性之一,而且系列兼容的范围还在日益扩大,不仅包括同一系列中高档机与低档机的兼容,也包括新机型与老机型的兼容。国际流行的 IBM 系列, PDP-11 系列, VAX 系列均是系列化的计算机系统。

(3) 按性能指标划分等级。通常都把计算机系统按其性能与价格的综合指标分成巨型、大型、中型、小型和微型等若干等级。但随着计算机技术的发展,各等级的性能指标均在不断提高,以至十几、二十年前的—台大型机的性能,还不如今天的一台微型机。因此,用来划分计算机等级的性能指标是随时间变化的,但同一时期,划分等级的标准仍是性能指标,即运算速度、存储空间、数据字长、指令系统、外围设备及系统软件等。

(4) 按应用性质进行分类。

计算机一般都是作为通用系统设计的,但用户的使用都是带有专业性质的。为解决商品通用化和用户要求多样性的矛盾,厂家往往采用很多方法灵活地改变系统配置。例如允许适

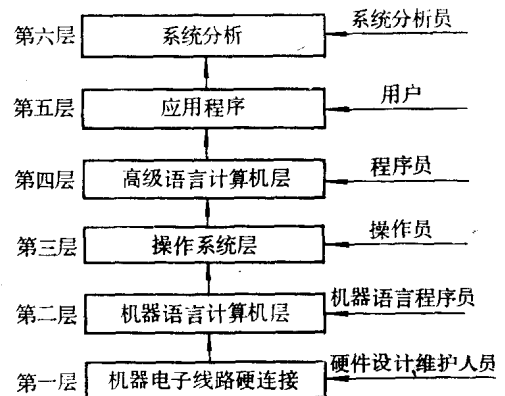


图 1-3 计算机系统功能层次

应特殊环境要求的安装;增加处理不同数据结构的能力;提供多种语言和操作系统来适应不同用户的需要等。

随着计算机的发展,计算机可按其应用性质分为七类:

科学计算:工程设计——这项应用除复杂的科学计算、工程设计外,还包括了数据采集、信号处理、图象处理及计算机辅助设计和图形技术等。

商用事务处理——面向商业、金融、财会、统计、企业管理等信息处理业务,统称为信息管理系统。上述几方面的课题,已成为计算机应用的重要方面。

用于生产过程控制——目前已有三类用计算机控制的生产过程:冶炼、轧钢等连续生产过程;产品生产、装配等流水线生产过程以及实时控制的仪器、仪表。使用计算机实现从数据记录到生产过程监视控制的自动化。

交通控制——对海、陆、空的交通控制。既包括交通工具本身的控制,也包括其管理控制。是实时控制的一个重要应用领域。

通信和报导信息处理——主要依靠计算机网络传送情报信息,进行处理。不仅是信息数据处理,还有文字和声音、图象处理。该应用是实现办公室自动化、电子邮政、计算机出版等新技术的重要途径。

计算机辅助教育——计算机辅助教育主要包括计算机管理教育和计算机辅助教学两方面。它是科学计算、事务处理、信息检索等多种功能的结合。是尚须很好开拓的重要应用领域。

家用计算机——这是计算机,特别是微型机的广阔的应用领域。从控制家用电器、娱乐设备到家庭教育、帐目管理、建立个人数据库等,计算机无所不能。

上述的七个应用方面,对计算机的性能,特别是软件,都有各自特殊的要求。例如商用计算机系统,要求具有商业分析、事务处理、批数据录入、记录存储和处理等数据库管理功能。制造业要求计算机具有高可靠性,实时性和人机通信能力。而用于通信和报导的计算机系统,则要靠网络存储、传送情报信息,系统硬件要采用多台信息计算机和终端组成系统。要求具有信息交换、前端数据处理、文字处理及语音、影象输入输出功能。总之,随着计算机应用领域的扩充,其应用类别和需要的功能也在不断增加。

第一章 习题与思考题

1. 什么是“存储程序”工作原理?程序与指令的关系如何?
2. 冯·诺依曼型计算机的结构特点是什么?
3. 计算机各基本组成部分的功能是什么?
4. 什么是计算机系统?计算机系统的硬件、软件各包括哪些主要组成?
5. 计算机的系统软件主要有哪几种配置?其功能是什么?
6. 简述计算机系统的基本特性。

32