

J I S U A N J I Y I N L U

计算机引论

黄育潜 滕少华 李云清

华中科技大学出版社

3-43
9b

J I S U A N J I Y I N L U

前 言

计算机引论是计算机科学中一门专业基础课。计算机科学的飞速发展,使计算机进入千家万户,遍及各行各业。计算机高级语言数以百计,本书介绍的 BASIC 语言是众多高级语言中流行最广的语言之一。

目前,国内、外关于计算机基础知识、BASIC 语言、计算机引论的教材很多,少说也有近百种。编者在多年从事本、专科、函授及各类培训班的教学实践中,曾采用过其中多种作为教材或教学参考书,自觉受益良多。但在教学之中,又常常感到种种不足。本书就是编者根据多年教学经验,企图弥补不足而编写的,其主要特点是:

1. 根据计算机的发展,对教材内容作了认真的选择和精心组织,如增加了 IF—THEN—ELSE 语句、ON—GOSUB 语句等。

2. 全书突出这样一个思想:介绍计算机基础知识和标准 BASIC 语言,而不是某种 BASIC 语言,因此,本教材具有通用性。

3. 贯彻由浅入深、循序渐进的教学原则。在素材取舍上,力求做到简单、精练,自学容易。

4. 学习计算机,重在动手和实践能力的培养。书中给出的例题都具有一定的代表性,并尽量给出规范的运行结果,以供自学者上机比较实验结果;所附习题,均具一定代表性,供读者自我检测。

此外,在概念引入、语句格式和用法等方面,编者也作了一些努力,希望能有助于读者学习和掌握本书内容。但由于编者学识有限,加上时间仓促,书中难免存在错误和缺点,恳切希望读者不吝指教。

本书前四章、第七章由黄育潜同志编写,第五、六章由滕少华同志编写,第八、九、十、十一章由李云清同志编写。在此书的编写过程中,得到了江西师范大学计算机系的大力支持,在此表示感谢。

编 者

1997 年 5 月 28 日

第一章 绪 论

电子计算机是本世纪科学技术最卓越的成就之一。它的出现不仅为现代科学技术提供了强有力的装备,而且大大推动着生产、科学技术和文化事业的发展。在信息时代,计算机的应用必将加速信息革命的进程。计算机不仅能代替人的体力劳动,而且能代替人类的脑力劳动。随着科学技术的提高及计算机的广泛应用,它对工农业生产、国家建设和人们社会生活各方面的发展,必将起到巨大的推动作用。

1.1 电子计算机的产生和发展

人类为了自身的生存,经过长期的生产劳动和社会活动,不仅谱写了灿烂的人类文明史,同时也产生和发展了替代人类脑力劳动的电脑——电子计算机。

1.1.1 电子计算机的产生

人类在与大自然的斗争中,为了使计算简便、准确、迅速,创造了各种计算工具。并且,随着人类社会的发展,用于计算的工具也不断更新。我国春秋战国时期就开始使用了算筹来计数和进行计算,唐朝末年发明了算盘,南宋时就已有算盘歌诀的记载,到了明朝算盘就很流行了。我国劳动人民发明的算盘是世界上最早采用十进制的先进计算工具,轻便灵巧、流传极广。15世纪算盘传到日本,在日本广泛流行,以后影响及于欧洲,对促进各国计算工具的发展起了很大的作用。

15世纪以后,由于资本主义的发展,欧洲各国对计算工具的研制日益重视,逐渐出现了各种新型的计算工具。

1614年,苏格兰数学家 J. Napier 发明了对数,同时运用对数原理造出了一台能做乘法的机器。

1621年,英国人 W. Oughtred 发明了简单的对数计算尺。

1642年,法国数学家 B. Pascal 研制出了一台能做加、减运算的计算机。它比算盘优越之处在于能自动进位,是世界上第一台机械计算机。

1672年,德国数学家 G. W. Leibniz 研制出一台不仅能进行加减而且能进行乘除的计算机。

最值得提出的是英国著名数学家 C. Babbage,他从 1812 年开始设计,并于 1822 年制造成功的一台差分机,可用来制作对数和三角函数表,其精度可达 6 位小数。1833 年 C. Babbage 又开始设计一台更高级的分析机。这台机器的设计构思,已经和现代计算机十分相似了。它有“存储库”、“运算室”,并且还提出了用穿孔卡片来安排运算。只是因当时生产能力和工艺水平有限,这位伟大的科学家的美好愿望才未能实现。20 世纪 40 年代,电子管的出现,电子学和自动控制理论的创立,才真正孕育着第一台电子计算机的诞生。

1943 年,正当第二次世界大战激烈进行时,美国陆军火炮公司为了精确测算炮弹的弹道轨道和射击表,与宾夕法尼亚大学签订了研制高速计算机的合同。经过两年多的研制,终于在

1945年12月研制成功,开始运行,次年2月正式交付使用。这是世界上第一台电子计算机,当时被命名为“电子数值积分器和计数器”,简称ENIAC。其主要发明人是电气工程师J. P. Eckert和物理学家J. Mauchly。

ENIAC是一个使用了18000多个电子管,占地面积1500平方米,重达30吨的庞然大物。每秒钟却只能作5000次加法运算,而且几小时就会出一次故障。用现在的观点来衡量,水平是很低的。但比起以前的计算机来,ENIAC的计算速度提高了上千倍,获得了划时代的进展,显示了电子计算机的巨大威力,并给计算机的发展开辟了新途径。

1.1.2 电子计算机的发展概况

从世界上第一台电子计算机问世到现在不过50余年,计算机的设计、制造及使用,都有了惊人的发展。1950年,全世界还只有25台电子计算机,1970年已有10万台,1983年,已经超过650万台。这个数字还不包括可以放进口袋或书包里的袖珍电子计算机和各种各样的电子计算器。据专家们估计,到1988年,全世界的电子计算机总数,超过3200万台。电子计算机的发展速度,超过了人类历史上任何一项发明创造。40多年来,电子计算机已经经历了三次更新,目前正处在大规模集成化的第四代。总括起来,各代计算机的分期及其主要特点是:

第一代(1946—1958)是电子管计算机时代。这一代计算机,由于基本电路使用电子管,运算速度比较慢,每秒钟只几千次到几万次,功耗大,可靠性差,体积庞大,造价昂贵,但它却奠定了电子计算机技术的基础。

第二代(1959—1964)是晶体管计算机时代。这一代计算机,由于基本电路使用晶体管,速度、体积、功耗、可靠性方面都前进了一大步。运算速度一般为每秒几万次到几十万次。同时,这一时期在软件方面也有了较快的发展,从而为使用计算机提供了方便,使计算机的普及成为可能。在应用方面,除了科学计算外,开始用于工业控制和数据处理。所以,这是计算机由初露锋芒发展到开始大显神通的一代。

第三代(1965—1972)是集成电路计算机时代。这一代计算机由于基本电路采用中、小规模集成电路,即使用集成技术,把晶体管、电阻元件以及电路的内部连线“集成”在 0.25mm^2 到 6.5mm^2 的硅片上。一块这样大小的集成电路可以集成相当于几十到几百个晶体管所组成的电路。计算机的可靠性和速度都有了显著的提高,速度一般为每秒钟几十万次到几百万次,体积和成本进一步缩小和降低。这一时期的另一个重要特点是发展大型机的同时,小型、超小型计算机也飞速发展和普及。小型机由于价格便宜、使用灵活,深受欢迎。它在过去大、中型计算机无法达到的领域获得了广泛的应用。小型机和大型机配套,构成计算机系统更是这时期的特色,出现了将若干台计算机用通信线路互相联接起来所组成的计算机网络。这是计算机日趋成熟的一代,呈现出机种多样化,生产系列化,结构积木化,使用系统化,其应用渗透到各行各业的各种领域。

第四代(1972—现在)是大规模集成电路计算机时代。这一代计算机的逻辑元件和存储元件均全面采用大规模集成电路,即在一块硅片上可集成1000个以上晶体管的电路,使计算机微型化、低功耗成为现实,而且其可靠性和速度更为提高,体积更为缩小,成本更为降低。这种电子计算机的运算速度每秒可达几千万次,目前,最快的每秒已达10亿次以上。这一时期,在发展大型机、巨型机的同时,微型机也迅速发展起来。由于微型计算机具有体积小、价格便宜、不需特殊环境、使用灵活、操作方便、应用广泛等优点,因此它的发展速度和影响远远超过了它的前代。现在一台微型机的功能,远远超过了50年代初期占地上百平方米,功耗100千瓦以上

的庞大的第一代计算机。许多由若干片大规模集成电路所构成的微型机已达到小型机的水平，而价格却便宜得多。国外研制的用许多台微型机构成具有大型计算机同样功能的计算机系统，其成本只有大型机成本的 1/50。

近年来，发达国家已经着手研制第五代计算机——超大规模集成电路计算机。如果把前四代计算机看作主要用于数据处理，那么第五代计算机将具有对知识进行智能处理的功能。也就是说，它将是更接近于人的计算机系统，能听懂人说的话，计算机也能说话，能看懂文字和图形，能识别不同的物体，能写字和画图。它具有一定的知识，能学习和推理，可以把大量的事件联系起来，按照规定的设想和模式分析、解释问题。

1.2 电子计算机的特点和应用

我们已看到，在短短几十年间，电子计算机的发展真是日新月异，它的应用也早已从科学和生产领域扩展到人们社会生活的几乎一切领域。电子计算机之所以有如此巨大的威力，是与电子计算机的特点分不开的。

1.2.1 电子计算机的五大特点

概括起来，电子计算机有下列五大特点：

1. 运算速度快

电子计算机以前的最好的计算工具，计算速度也不超过每秒钟几十次，而现在的巨型机每秒已超过亿次，微型机的计算速度也达到每秒百万次以上。电子计算机的这种快速运算和判断能力，把人们从繁琐重复的计算中解放出来，使人们可以做到许多过去根本做不到的事情。

2. 精确度高

一般电子计算机可以有几十位有效数字，就是价值仅几百元的微型电子计算机，也可以达到九位有效数字，这是其他计算工具不能实现的。

另外，电子计算机计算的结果正确可靠。现代电子计算机的平均无故障时间，已经能够达到几千甚至上万小时（即无故障时间可达一年以上）。电子计算机还有“自我诊断”的能力，即使出错也易查出。而且，电子计算机计算的数值能精确到小数点后第九位，乃至更多位。因此，可以根据生产和科研的实际需要选择运算的精确度。

3. 具有“记忆”能力和逻辑判断能力

电子计算机不仅能进行计算，而且还可以把原始数据、中间结果、最后结果、计算程序等大量信息存储起来。因此电子计算机具有强而持久的记忆能力，这也是它区别于别的机器的十分重要的特点。在电子计算机中，有功能类似于人脑记忆细胞的“存储器”，能够快速“存入”或“取出”信息。

另外，计算机具有比较、转移的功能，这就使计算机具有逻辑判断和自动选择的能力，因而可用来代替人的一部分脑力劳动，参与企业管理，指挥生产等。计算机的这种判断、推理能力还在不断增强，人工智能机的出现将使它的推理、判断能力提高到新的高度，使之具有思维学习的能力。

4. 自动工作能力

“记忆”能力和逻辑判断能力是构成计算机能自动工作的重要因素。

电子计算机能在程序控制下不要人工干预而自动地、协调地完成各种运算。这是电子计算

机与电子计算器的一个重要区别。随着计算机的发展,特别是计算机“软件”性能的不不断提高,计算机自动工作的程度将会越来越高。

5. 通用性强

有人在1981年作过一次统计,电子计算机的应用领域已达到5000多个。电子计算机的应用范围,已经从最初的科学计算,扩展到处理数据、表格、符号、资料、图形、图像、文字、语言和声音。电子计算机早已从科学家、工程师们的研究室、实验室走出来,走进了工厂、机关、学校、企业、商店和越来越多的家庭。

电子计算机的通用性是由数学公式的通用性、逻辑表达式的通用性以及计算机的快速、准确、自动计算能力而决定的。

1.2.2 电子计算机的应用

电子计算机的用途大致可以分为以下5个方面:

1. 数值计算

数值计算主要用于科学研究和工程设计,它能高速度、高精度地解决这些部门较复杂的数学问题。

例如,在人工合成胰岛素的研究中,为测定胰岛素的晶体结构,用计算机做了大量复杂运算,才取得了结果。又如,为将人造卫星准确地发射到预定轨道,要用计算机对卫星重量、火箭推力、发射角度、飞行中各参数的调整等等,做一系列复杂的计算才能实现。再如,某城市为建造电视塔,利用计算机对12种方案逐个比较、分析,最后求得最佳方案,与早期没用计算机计算所建造的电视塔相比,节省投资500多万元。这些实例足以表明,计算机在科研和工程的数值计算中,具有举足轻重的作用。可以说,在当今各尖端科学领域,如航天技术、原子能技术、天文测量、生物化学研究等,都难以离开计算机作复杂的数值计算。

2. 数据处理

数据处理是指对大量的数据作综合和分析的处理。与数值计算不同,它不涉及大量复杂的数学问题,只是要求处理的数据量极大,时间性强。

例如,当用计算机来计算某工厂成千上万职工的工资时,计算机将对大量的数据进行处理。这些数据包括成千上万名职工的姓名、所在部门、月薪额,以及当月的其他费用,如房租、水电费、伙食费、托儿费、保健费、加班费、奖金、附加工资、各种补贴等等。其中有的是与月薪相加,有的相减。最后结果还要打印出工资清单,指明应发多少、扣除多少、实发多少。甚至还可告诉出纳员,其中拾元、伍元、壹元等票面各多少张。可见,计算机所能处理的数据之多,使一个最高明的会计师也会感到眼花缭乱。

近年来,由于电子计算机网络的出现,数据处理的应用就更广泛了。计算机网络化带来的最大的好处之一是计算机资源(如有关的程序、数据及电子计算机本身)可以共享。计算机可以像电话、电视一样,为人民群众服务。人们可以要求电子计算机网络报告时间、气象情况、交通路线等日常生活问题。还可以向它索取资料,用它协助编写文章。

此外,电子计算机还可以用来作信息加工、语言翻译和情报资料的收集与检索。

3. 自动控制

这通常指的是生产过程的实时控制,它要求计算机能及时搜集检测信号,通过计算机处理,发出调节信号对控制对象进行自动调节。在工业生产自动化中,应用十分广泛。用计算机不但可以实现单机自动控制,而且可以实现多机自控,甚至可以用计算机实现一个车间或整个

工厂的自动控制。

例如,我国北京高井发电厂,利用电子计算机控制发电和输电,已实现了对发电机组的闭环自动控制。我国鞍钢冷轧薄板厂仅用一台小型电子计算机,就控制了退火炉的炉温,实现了对近百座煤气罩式退火炉在冷轧钢板生产过程中的温度巡回检测和自动控制。又例如,美国的雪佛莱汽车厂,用13台计算机控制200多台机床和数条自动线,还控制拥有900米长的传送带、3个备用起重机、堆料机等设备的仓库等,实现了全厂的生产自动化。

目前,利用计算机作实时控制的范围已越来越广,如大型电站、大规模集成电路的生产和调试、交通控制、导弹发射等等。

4. 计算机辅助设计与辅助教学

这是设计人员借助电子计算机进行设计的一项专门技术,能使设计过程走向自动化和半自动化。

计算机辅助设计简称CAD。CAD以交互图形处理技术为手段、数据库技术为核心,利用计算机技术进行最优化设计。设计一个新产品除了设计者的创造性的脑力劳动外,还要进行大量的重复计算、比较、判断等。计算机辅助设计可大大地缩短计算周期,降低成本,节省人力物力,而且可保证产品质量,提高产品合格率。目前,CAD已应用于汽车、船舶、飞机、自动控制、建筑、机械制造和大规模集成电路技术等几十个技术领域。

计算机辅助教学,简称CAI,是一种引人注目的现代化教学手段,用来辅助完成教学计划或模拟操作一些难于进行的实验过程,其主要服务对象是学生。CAI通过“人一机对话”来帮助学生自学。CAI可提高学生学习的兴趣和积极性。它还可以用来对各专业人员进行专业教育和技术培训,例如用它来训练飞行员、宇航员、财会人员等。

5. 逻辑关系加工与人工智能

逻辑关系加工是指用计算机对一些逻辑性质的问题进行加工处理,如机器自动翻译等。目前,国际上各主要文字的机器翻译已基本研究成功,各种应付日常用语的“快译通”也已成了广受人们欢迎的商品。

人工智能的概念是在1956年由美国著名科学家J. McCarthy提出的。初期的研究方向是从人脑如何工作入手的,现在已发展成为一门研究机器智能和智能机器的新兴高技术学科。它研究如何模拟、延伸和扩展人类的智能,使用电子计算机实现某些脑力劳动自动化的技术。到1980年前后,对于人工智能应用方面的研究得到了迅猛的发展。主要涉及以下四方面内容:

(1)计算机推理,包括问题求解和学习等;

(2)计算机视觉,包括智能检索、机器人等;

(3)自然语言处理,包括声控自动机等;

(4)专家系统,这方面发展得最快,几乎渗透到所有的行业,涉及咨询解释、预测、诊断、设计、监视、修理、指导、管理和控制等多方面的问题。

近年来,国际上一门新兴的尖端技术——图像识别技术正在迅速发展。现在,人们已制成一种可以用来识别英文印刷体的识别机,每秒可识别200个英文字母,错误率低于1%。手写字由于变化太大,识别比较困难,但手写数字的识别已获得成功,一种用于自动信函分拣的识别机,每秒钟可以识别和处理3~10封信。

图像识别还可用于资源调查、医学、气象等多个领域。

习 题

- 1.1 简述电子计算机发展各阶段的划分及其主要特点。
- 1.2 电子计算机有哪些主要特点？
- 1.3 电子计算机的用途大致可分为哪些方面？

第二章 计算机系统的基础知识

自本章起,把电子计算机简称为计算机。任何一台计算机,都必须具有配套的硬件和软件,才能提供给用户使用。正因为如此,人们有时使用术语“计算机系统”来强调计算机是由硬件和软件两部分组成的,以免误会计算机仅指计算机硬件。不过,现在人们已逐渐明白,购置和使用计算机时,必须考虑硬件和软件两部分的配置。本章介绍计算机硬件和软件的基础知识,及常用微机的硬、软件配置。

2.1 计算机的基本结构和硬件

人们在初次接触计算机时,不妨将计算机看作是一台按“输入—处理—输出”方式工作的信息处理机器。当计算机配置成解某问题的状态时,用户只需从输入设备(如键盘)送入初始数据,然后机器在内部对输入的数据进行处理,最后将用户所需要的结果送到输出设备(如显示屏、打印机)进行显示或打印。机器进行内部处理,就是将所得到的数据进行存储、变换、传送等操作。为了使整个处理能自动地按规定进行,处理机的组成就必须包含以下一些部分:起存储作用的部分(存储器);实施变换操作的部分(运算器)及控制各部分按规定协同工作的部分(控制器)。

图 2.1 给出了计算机各部分联系的示意图。

所谓计算机硬件是指组成计算机的电子元件、线路及机械装置等看得见摸得着的实体。通常,硬件系统主要由存储器、运算器、控制器、输入设备和输出设备等五部分组成。

1. 存储器

存储器是用于存储程序和数据的装置,它有“记忆”功能。存储器又分内存储器和外存储器两类。它们在控制器的控制下和运算器、输入、输出设备交换信息。外存储器的存储容量相当大,但存取速度不如内存储器快。常用的外存储器有磁鼓、磁带、磁盘等。

内存储器内部又分成一个个单元,好似一间间住房。每个单元可存放一个数据或一条指令。每个单元都有编号,正好像我们的住房有街道、门牌和房号一样。一个单元的编号称为该单元的地址。机器可按地址对指定内存单元进行数据存、取。

存储器的容量以 K 为单位, $1K=2^{10}=1024$ 。如果说内存容量为 32K,则意味着内存储器有 32768 个单元。

2. 运算器

用来完成各种算术运算和逻辑运算的装置。运算器内部除包含加法器和各种运算控制线

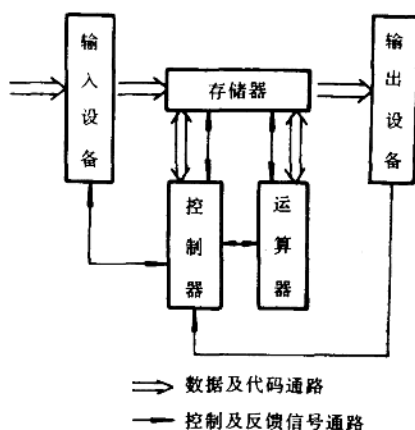


图 2.1

路外,一般还包含多个寄存器,每个寄存器可存放一个数(连同符号在内)。寄存器存放从存储器取来的要进行运算的数或运算器运算出来的中间结果。运算器在控制器的控制下可与存储器进行信息交换。

算术运算是按照算术规则进行的运算,例如加、减、乘、除、求绝对值等。

逻辑运算一般泛指非算术性的运算,例如比较、选择、分类、移位、转移、布尔逻辑运算等。布尔逻辑运算是一种按位进行的无进位运算。

3. 控制器

用来协调计算机各部分工作,使其运算过程能按规定自动进行的装置。它是计算机的神经中枢。计算机所以能够自动地工作,是因为它能执行程序。而程序是由一条条指令组成的,指令是机器所能执行的基本操作。计算机的工作归结为执行每条指令。

指令由操作码和地址部分构成:

操作码	地址部分
-----	------

操作码指出操作的性质,如乘法或者取数等。地址部分标识操作所涉及的对象,即存储器中单元的地址。

控制器主要由时钟、地址寄存器、指令寄存器、操作译码器等组成。其工作方式就是不断重复以下各步,直至遇到停机命令:

- (1)以地址寄存器当前内容作地址,从内存存储器相应单元取一条指令,送入指令寄存器。
- (2)地址寄存器内容加1(指向内存存储器中下一单元)。
- (3)对指令寄存器中指令进行分析(译码),发出有关控制信号,作好相应运算准备工作。
- (4)执行相应运算。

4. 输入设备

用来输入原始数据、文字、符号和程序的装置。常用的输入设备有纸带输入机、卡片读入机、终端键盘、电传打字机等。

5. 输出设备

用来打印和显示运算结果的装置。常用的输出设备有行式打印机、电传打印机、纸带穿孔机、卡片穿孔机、自动绘图机、终端显示器等。

通常,把运算器、控制器和存储器叫做计算机的“主机”,因为这三大部件是计算机解题的主要部件。又把输入、输出设备叫做外部设备。又因为运算器和控制器在逻辑关系和电路结构上有十分紧密的联系,特别是在大规模集成电路中,往往把这两部分制作在一块芯片上,因此一般把它们合称为中央处理机(Central Processing Unit)简称CPU。

2.2 计算机软件简介

前面在分析计算机组成时,我们曾说控制器是“控制各部分按规定协同工作的部分”。这里所说的“按规定”是什么意思呢?原来,在用计算机时,不仅需要计算机的硬件,还必须送入相应的解题程序。计算机正是按解题程序的“规定”(依次执行解题程序的一条条指令)来接受输入数据,进行加工处理和输出最后结果的。所谓“按规定”,其实是按解题程序各指令的规定。这里的解题程序就是一种软件。

所以,广义地说,软件是指人们为使用计算机而预先编制好的各种各样的程序集合。不过,在实际上,计算机应用领域当前使用“软件”一词,多半是指那些具有较好公用性、通用性的中、

大型程序系统及各种应用系统。

软件对计算机的作用可类比于知识对人的作用。一个人具有某领域的知识,必将增加他解决此领域中问题的能力。同样,一台计算机配上某一软件,也必将增强它在解决相应领域中问题的能力,即为用户解决此领域中问题带来种种方便和简化。粗略地说,一个人具有的知识可分为如下三大类:①常识性知识,如义务教育阶段所着力普及的知识,这类知识是人们进一步学习各类专业知识的基础;②专业性、应用性知识,即直接为解决相应领域中问题服务的知识;③语言类知识,如汉语、英语、法语……用于描述和记载各种知识,在人际之间进行交流。计算机也一样,它也有相应的三大类软件:①系统软件,相当于人的常识性知识;②应用软件,相当于人的专业性、应用性知识;③工具软件,相当于人的语言类知识。不过,由于人是主动者,计算机仅是被动之物,所以这种类比并不能包含计算机所能具有的所有软件。比如,不能包括用于计算机间进行信息传递的通信软件及用于支持应用软件开发和运行的支持软件。下面,按分类对计算机软件作进一步介绍。

1. 系统软件

系统软件用于直接控制和协调计算机、通信设备及其他外部设备,使之发生作用并方便用户使用的软件。这类软件一般紧靠硬件,是用户与计算机之间的第一层界面。它们与具体的应用无关,只是在系统一级提供服务。

系统软件一般由计算机设计者或相关软件公司提供。它是应用软件的基础,具有基础性和通用性。系统软件主要包括操作系统、诊断程序、调试程序和监控程序等。特别是操作系统,它是所有计算机用户都必须与之打交道的部分。

操作系统是用于控制与管理计算机硬件和软件资源,合理组织计算机工作流程以及方便用户使用计算机资源的程序和数据的集合。它是用户与计算机硬件之间的接口,用户必须通过操作系统来使用计算机,操作系统的主要功能是:

- (1)处理机管理,即为一个或多个用户合理、有效地分配CPU;
- (2)存储管理,即合理地组织和分配存储空间;
- (3)数据管理,即合理地组织信息在辅助存储器(如磁盘)上的存储和检索,一般也称为信息管理或文件管理;
- (4)设备管理,即合理地组织和使用输入、输出设备;
- (5)作业管理,即合理地组织和调度作业的运行;
- (6)系统的安全和保护,即为保证系统正常运行,减少或避免由各种操作错误及设备故障引起的问题的防范措施。

不过,一般微机上装配的单用户操作系统仅具有上述(2)、(3)、(4)、(6)等功能。

2. 工具软件

工具软件用于辅助软件开发的软件。通常供开发人员使用,其中包括:程序设计语言及其编译器、应用开发工具(如程序生成器、屏幕生成器、报表生成器、第四代语言等)等。借助这类软件,可以大大提高软件的生产率,缩短开发周期。特别是程序设计语言及其编译器,更是应用开发人员不可或缺的工具,且为适应不同要求,已开发出多种多样各具特色的语言及其相应软件,如汇编语言、各种高级程序设计语言及专用语言等。

汇编语言是一类面向具体计算机的语言。通常其指令中的大部分与计算机指令一一对应,但采用符号形式的命令名,也可采用符号名变量作为命令的操作对象。有的汇编语言还提供了称为宏(macro)的用户定义抽象指令的能力,这种汇编语言一般称为宏汇编语言。汇编语言书

写的程序要经过汇编程序翻译成机器语言后才能执行。

高级程序设计语言是一类具有完全符号形式表示的且完全独立于具体计算机的程序设计语言。它们的共同特点是,表达能力强(能描述更复杂、更高级的操作)及在语言中融入了多种惯常使用的记法(如表达式和函数的写法),使之用这类语言编写的解题程序比之用低级语言(汇编语言、机器语言)编写的解题程序更简短且可读性更强。常见的高级语言有 FORTRAN、PASCAL、C、BASIC 等。高级语言程序不能直接在计算机上执行,它们必须经过编译程序翻译成机器语言程序后方可执行。实现高级语言的另一种方式是通过一个在计算机上运行的语言解释程序直接解释执行该高级语言的程序。

3. 支持软件

这类软件本身不直接产生有用的结果(如程序、应用软件系统等),只是提供中间支持和运行环境,但与其他软件结合起来可以产生最终的程序和系统。字处理、电子表格、图形软件包、集成软件、数据库管理系统等都属于支持软件范畴。支持软件也包括那些面向某一方面应用工作提供支持环境的软件,如 CAD(计算机辅助设计)、CAE(计算机辅助工程)、CAM(计算机辅助制造)、CAI(计算机辅助教学)软件等。

数据库管理系统是一种操纵和管理数据库的大型软件。它提供多种功能,可使多个应用程序和用户用不同的方法在同时或不同的时刻去建立、修改和询问数据库。随着电子计算机应用领域的不断扩展,社会的信息量激增和对数据处理需求的上升,数据库技术在近 20 年来已得到了迅猛的发展,并成为计算机科学中的一个十分活跃而重要的分支。今天数据库技术与计算机网络通信已成为当前电子计算机应用中两个重要的基础领域。电子计算机的一些重要应用,如管理信息系统、决策支持系统、办公室自动化、计算机辅助设计与制造、专家系统和知识库系统等,大都离不开这两种技术手段。

目前,国内微机上常用的数据库管理系统有 Foxbase 及 Foxpro。

4. 应用软件

这是一种直接完成某种具体应用无需用户编程的软件。这类软件的范围最广,产品最多。从简单的工资管理程序到某一单位的管理信息系统,都是应用软件的范畴。应用软件一般是供最终用户使用的。

5. 通信软件

这是一种处理计算机间信息传递的软件。这类软件通过计算机网络来实现信息的共享和分布式处理。通信软件通过计算机和一些特殊的通信设备,诸如调制解调器、多路复用器、通信控制器以及其他通信设备来实现现代化计算机网络所需具备的基本功能:消息转发、代码转换、调制、解调、错误检测和纠错等。

需要说明的一点是,上面关于软件的分类是依据软件的功能及其所面向的工作对象进行的。这不是唯一的分类方法。各类软件之间的界限也很难严格划分,例如字处理软件对于程序开发人员来说又是应用软件。因此,上述分类不是绝对的,而是相互交叉、相互联系的。

2.3 微型机的选购和配置

通常,用户在购置微型机时碰到的第一个问题就是,如何根据需要和发展,花最小代价选购到满意的微型机。本节讨论购机时的选型问题,并以国产长城系列微型机为例,介绍了不同档次机型的硬、软件配置问题。

2.3.1 微型机选型问题

世界新的技术革命促进了微电子技术和微型计算机的蓬勃发展。微型机迅速地在国民经济各个领域中得到广泛使用,推动了整个社会的进步。工业、农业、商业、国防、科研、卫生、教育、财政、交通、能源、机械、轻工、化工、家用电器、智能仪表、智能玩具、科学技术数值计算、计算机辅助设计以及机关或企业的事务管理和办公室自动化等,都纷纷采用微处理器或微型计算机系统。

正因为微型机有这么广泛的用途,所以世界上有四五百家微型机生产制造商,研制和生产出 1000 多种型号的产品,从低档到高档,性能各异。微型机基本上 4 年左右更新一代产品,现在出现 32 位微处理器芯片热,许多半导体厂商和计算机厂商推出新的芯片,8 兆位的存储器芯片已进入生产成熟期,而且针对一种或几种应用领域的用户芯片和半用户芯片也大量涌现。针对不同部门如何正确地选用合适的微型机,即所谓微型机的选型问题,已成为一门专门的学问。计算机有一个独特的特点,就是它一旦进入用户工作,特别是过程控制、管理信息系统和办公室自动化等,人们就离不开计算机了。如果选型得当,不仅计算机会成为人们工作中的得力助手,而且还易于扩大其应用和扩展其功能;如果选型不当,可能会对工作开展不利,甚至造成废置不用,浪费资金。

要解决好购机时微型机选型问题,首先必须认真作好需求和市场调查,即:

(1)计算机用户必须明确究竟要用计算机完成什么任务,有多少工作量和数据量,完成任务所需的时间。然后进行可行性分析,有针对性地作市场调查。也可以先查阅文献资料或参观展览,收集有关的资料。

(2)到计算机商店、计算机制造厂家或软件开发单位,向技术人员或销售人员询问请教,了解各种有关计算机的性能、配置情况、价格、有无扩展能力、售后服务情况,请他们做软件演示,直至把问题一一弄清楚。对新型机型,一定要弄清楚目前有多少用户在使用这样的系统,记下用户的地址,以便亲自走访一次。根据国内外经验,走访用户至少要五个,要亲自走访,不要请别人代劳。

(3)走访前一定要拟好一个提纲,有针对性地提出问题,以便对所使用的计算机系统有个基本的了解,例如,需要多少投资,可以分几次投资,需要多少人员,设备如何购置,目前该系统的运行情况等,同时也对计算机制造厂家和软件开发单位有个基本了解。特别是对这些公司的信誉和产品质量有个明确的了解,包括执行合同情况(交货期、安装、验收、保修期、保修索赔),系统质量(主机、外设、系统软件、应用软件),系统扩展能力(内存、外存、多用户、网络通信),技术服务(备件供应、资料供应、维修服务、技术培训)以及是否配有汉字系统等。当然,最好要多了解几家制造厂和软件开发单位,通过比较可以知道哪个系统在性能价格比上优越,未来发展有前途。选型问题不要操之过急,一定要稳妥进行。

然后,在技术上,选型主要应考虑以下各要素:字长、芯片、存储容量、体系结构与可允许的软件配置。这些要素将影响到微型机的速度、内存容量、可扩充性和适用性,在选择时,应仔细查看有关技术资料。

2.3.2 长城系列微型机的硬件配置

长城系列微机是我国工程技术人员在引进消化 IBM PC 系列微型机的基础上研制开发的 16 位微型计算机系统。

长城 0520A 是与 IBM PC/XT 兼容的,其主机采用一块主板结构。在主板上装配有:

1. CPU 及有关控制电路

长城 0520A 的 CPU 采用 Intel8088,还可以根据使用需要另加浮点运算协处理器 Intel8087使浮点运算速度提高近 100 倍。板上具有处理器所需要的时钟电路、外部设备中断优先级电路、定时计数电路以及直接内存访问(DMA)控制器等。

2. RAM 存储器

主板上安装了 256K 字节的随机访问存储器(RAM)和 8K 字节的可擦除电可编程只读存储器(EPROM),EPROM 包括上电自检程序、磁盘引导程序、控制各种输入、输出设备与操作系统相接口的基本输入、输出驱动程序 BIOS,当长城 0520A 使用汉字时,为了装入汉字内码,需要在主板下扩展 I/O 槽中插入一块 256K RAM 扩展卡。

3. 键盘接口、扬声器及盒式磁带接口

4. 若干 I/O 设备扩展槽

这些扩展槽可供配置彩色显示器(CRT)适配器卡、5.25 英寸软盘控制卡、10M 字节硬盘控制卡和点阵打印机适配控制卡用。

长城 0520C 型机有两种,一是低档机 GW0520CE;另一种是高档机 GW0520CH。它们的系统配置有较大差别,见下表。通常将它们统称为 0520C 型机。

GW0520CH 与 GW0520CE 比较

	GW0520CH	GW0520CE
内存	512K 字节,可再扩 128K	仅 128K 字节
外存储器	两个 5.25 英寸软盘驱动器; 一个 20M 字节硬盘系统	一个 5.25 英寸软盘驱动器; 可扩展接 10M/20M 字节硬盘系统
串行通信接口	两个 RS-232C 异步通信接口	一个 RS-232C 异步通信接口
显示器分辨率	648×504 彩色点	320×200 点与 IBM PC 的显示器兼容
操作系统	可运行 C 型机的汉字 操作系统 GWBIOS	需扩展内存至 512K 字节 才能运行 GWBIOS

长城 0520C 型机与 IBM PC/XT 相比,不仅外存容量增加了很多,而且有多个 B 驱动器,给各种应用程序的运行带来了方便。

长城 0520C 型机系统的显示器十分适合汉字显示输出。系统可以连接一个彩色显示器,其分辨率为 648×504 个彩色点。用作西文显示可达 28 行×80 列个字符;汉字显示时,每个汉字占据相当两个西文字符的空间,共可显示 28 行 40 列个汉字。字符或汉字可选择 8 种颜色之一进行显示。系统还可以连接 972×700 分辨率的单色显示器。显示器接口板通过转换开关还能与 GW0520A 型机的显示器完全兼容。

长城 0520C 型机的键盘是在西文键盘的基础上改进而成的,共 96 键。这种结构对于汉字输入操作较为方便。

目前较流行的 16 针、24 针及 48 针的各种打印机都可以与长城 0520C 型机连接。既可以打印字符及汉字,也可以打印各种图形。

归纳起来,长城 0520C 型机有如下特点:

(1)采用高精度显示器,使汉字与西文的显示方式相一致,提高了显示精度,便于采用字符方式打印汉字,改进了汉字打印功能。

(2)增加了适合于汉字输入操作的功能键,使系统更适合于汉字文本处理。

(3)将汉字字库放在显示器接口卡上,作为外设来访问,留出了大量内存空间供用户使用。

(4)采用门阵电路技术,提高了系统的可靠性、运行速度和性能价格比。由国外引进并汉化的应用软件很多都可以在长城 0520CH 的汉字操作系统支持下运行。

1987 年,长城系列微机又迈上了新台阶,推出了长城 286 多用户微型计算机系统,它与 IBM-PC/AT 硬件相兼容。此后又相继研制成功了普及型长城 0520EM、低档机长城 0520DH、中档机长城 286B 以及长城 286EX 和高档机长城 386。这些新开发的机型采用了中文增强彩色显示系统 CEGA 和中文增强型单色多灰度显示系统 CMGA,使微机既发展了中文显示处理功能,又与国际上主流机种的显示系统相兼容,使得多种中、西文软件都可以在长城系列微机上运行。

长城系列新机型有如下特点:

普及型长城 0520EM 的突出特点是速度快、汉字功能完善、价格便宜。特别适用于教学、文字编辑、数据录入、银行终端、办公室自动化以及作为网络工作站和智能化仿真终端。长城 0520EM 采用 Intel 8088,主频 8MHz,运算速度约为 IBM PC/XT 的 2 倍,中文增强型单色多灰度显示系统 CMGA 集成在主机板内,分辨率高达 640×504 ,可高速显示 28 行 $\times$ 40 列,16 点阵汉字,能自动把彩色换成 16 级灰度,直接运行 CGA 彩色软件和 Hercules 单色软件,与长城彩色中文字符显示标准兼容,从而保证了 GW0520EM 具有丰富的应用软件支持,内存可从 512KB 扩至 640KB。外存可从一个软盘扩充到两个软盘或 20M 硬盘,另外留有两个扩展插槽,供网络控制板和硬盘控制板等使用。

低档型长城 0520DH 微型计算机系统采用 10MHz 的 8088,640KB 内存,运算速度是 IBM PC/XT 的 2 倍多,采用独创的中文增强型彩色显示系统 CEGA,把原长城机的中文彩色显示系统和 EGA 变成三位一体,提高了图形分辨率,实现了与 IBM PS/2 的 VGA 高分辨率图形方式兼容,颜色从原来的 8 色增加到 64 色,使长城 0520DH 的中文图形处理能力大大提高,可以运行更高级、更丰富的应用软件。长城 0520DH 配置齐全,扩展能力大,采用新型的小机箱结构。

中档机长城 286B 的 CPU 采用 12.5MHz 的高性能 Intel-80286,其运算速度是 IBM PC/AT 的 2.3 倍,具有 1MB(即 1 兆字节)内存,30MB 硬盘,CEGA 中文增强型彩色显示系统,扩展能力大。采用小机箱结构,是针对需求量大,要求高速处理能力的中等规模的应用领域开发的。

中档机长城 286EX 的性能指标与长城 286B 相同,配有 40MB 高速硬盘,8 个扩展插槽,200W 电源,大机箱结构,具有很强的扩展能力,如增加大容量硬盘、数据流磁带机、多路通信接口等。

高档机长城 386 采用 32 位超级微处理器 Intel-80386 作为中央处理器。主频为 16MHz,内存 2MB,32 位高速存取,也采用 CEGA 中文增强型彩色显示系统,40MB 高速硬盘和大机箱结构,具有很强的扩展能力,适用于中、小型信息处理,高速科学计算,CAD,排版印刷,人工智能,网络服务器及各种高级的应用系统。

长城系列微型机新产品全部采用了中文增强型彩色显示 CEGA 和增强型单色多灰度显示系统 CMGA。这两个显示系统采用了国内外微型机中西文字符图形显示技术,并有所创新,既发展了中文显示处理技术,又顺应国际上微型机图形显示的发展趋势。无论从体系结构、兼容程度,还是从显示速度、分辨率和色彩等技术指标,都比原长城系列微型机的中文显示系统

提高了一步。

2.3.3 IBM PC 及其兼容机的软件配置

由于美国 IBM 公司的 IBM PC 个人微型机采取了技术公开的策略,在它推出后不久,各软件公司纷纷为它配置软件。软件的不断丰富和完善反过来又推进了 IBM PC 微型机的生产和销售,促进了新档次微型机的开发。

国产长城系列微型机在研制开发之初就考虑了与 IBM PC 兼容的问题。所以,几乎所有的 IBM PC 软件都可以在长城系列微型机上运行。

IBM PC 系列及其兼容机的软件从功能上可以分为九大类:

(1)操作系统,如 MS DOS、PC DOS、UNIX、CP/M-86、CCDOS 以及并发的 CP/M-86。这些系统都已开发多年,被不断修改和扩充,故到目前为止都已推出了不少版本。

CCDOS 是目前 IBM PC 及其兼容机上较为广泛使用的汉字操作系统。它是在 MS DOS 的基础上扩充汉字处理功能而实现的。

(2)汇编程序,如 MASM,它是美国 Microsoft 公司开发的宏汇编程序,具有宏处理、条件汇编及其他多种功能,并可支持 8087 协处理器的操作,程序的开发及调试手段也较完善。特别是后来的版本(如 4.00 及以上版本),其功能及汇编速度都有了很大的提高。

(3)高级语言,如 PASCAL、VCSD-PASCAL、C、BASIC、FORTRAN、COBOL 等一系列语言都可以在 PC 系列微机上运行。

(4)实用程序,包括表格处理软件如 VISICALC、SUPERCALC、MULTIPLAN 都是功能很强的表格处理软件。

(5)数据库管理系统,如 DBASE-Ⅱ、DBASE-Ⅲ、Foxbase 以及网络数据库 LAN DATAS-TORE 等为 IBM PC 在办公室自动化的应用开辟了十分广泛的领域。

(6)文本编辑软件,如 EDLIN、WORDSTAR 及 WPS 等提供了文字编辑功能。

(7)组合软件,如 LOTUS1-2-3 和 SYMPHONY 等软件包将数据库、文本编辑、制表、图形、通信等功能程序组合起来,形成功能多样的软件包,用户可以在同一软件管理之下,按需要选定不同的应用功能,简化了程序设计。

(8)工具软件,如动态调试程序 DEBUG、PC TOOLS 等,它们为系统开发人员和系统程序员提供了强有力的开发工具。

(9)游戏软件,IBM PC 机上开发的游艺性软件已有上百种,这些软件集趣味、图形、声响于一体,吸引用户在业余时间消遣。

习 题

- 2.1 什么是计算机硬件?它主要包含哪些部件?各有何功能?
- 2.2 什么是计算机软件?按功能及其所面向的对象可把软件分为几大类?各有何主要特征?
- 2.3 什么是程序语言?目前世界上最常用的高级程序设计语言有哪些?
- 2.4 微机“选型”是什么意思?它有何重要性?
- 2.5 长城系列微型机有哪些机型?其主要性能如何?
- 2.6 IBM PC 及其兼容机可配置些什么软件?特别是在操作系统、高级语言、数据库管理系统及文本编辑软件类方面。

第三章 计算机的运算基础

从本质上说,计算机所处理的对象是数。各种数据、信息和解题算法在机器内部都被编码成数。计算机解题归根结底是通过数进行算术运算来完成的。为此,我们有必要首先了解数的表示系统(简称数制)。

本章将着重介绍二进制数及其运算,不同数制间的转换以及二进制数在计算机中的表示等基础知识。

3.1 数制

人们在日常的生产和生活中,都免不了要对事物进行计数。对小量的计数,人们可以对每一不同计数选用不同符号来记写。对大量的计数,这种记数法显然是行不通的。这就提出了建立科学记数法(即数制)的问题:如何用有限个符号去记写任意大的数?

3.1.1 十进制

现在世界上普遍采用十进制记数法,进行计算也都使用十进制,这是因为人们最初是借助于10个手指为工具而学会计算的。

所谓十进制记数法,就是用0、1、2、3、4、5、6、7、8、9共10个十进制数字,采取“逢十进一”的规则来表示数的方法。用十进制记数法所表示的数称为十进制数,有时也简称十进数。

十进制记数法是一种按位记数法,即一个数字在一数中所表示的数值不仅与此数字本身(数字值)有关,还与此数字在该数中的位置(数位或位)有关。例如十进制数33.33,各位上的数字都是3,但因其所在的位置不同,它所表示的数值也就不同。我们把每一个数位上的单位的数值称为该数位的权或位置值,如上例中从左到右各数位的权分别为 $10^1, 10^0, 10^{-1}$ 及 10^{-2} ,而把处于该数位上的数字(即其数字值)称为该位权的系数。从而,一数字在一个数中所表示的数值就等于此数字值与所在数位的权的乘积。一个十进制数所表示的数值就是其各位上数值之和。因此,十进制数33.33就可看成下式的一种缩写:

$$3 \times 10^1 + 3 \times 10^0 + 3 \times 10^{-1} + 3 \times 10^{-2}$$

一般地,任意一个十进制数 S (不妨设 $S > 0$)都可表示为:

$$S = a_n a_{n-1} \cdots a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \cdots a_{-m}$$

$$= a_n \times 10^n + a_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + \cdots + a_{-m} \times 10^{-m}$$

其中, m, n 是非负整数; $a_n, a_{n-1}, \cdots, a_0$ 及 $a_{-1}, \cdots, a_{-m}$ 是十进制数字。

上式称为十进制数 S 的按权展开式。10称为十进制记数法的基数,它指示十进制记数法使用了10个不同的数字符号。

易见,在十进制记数法中,各位的权(位置值)均是基数10的整数次幂,且相邻位的权相差10倍,即一位数上的权是其右邻位上权的10倍,而为其左邻位上权的十分之一。用十进制数进行计数和运算时常用的“逢十进一,退一当十”的进退位法则就是据此产生的。

由按权展开式还可看出,十进制数的通常记数方式,就是略去了权而仅保留系数序列的一