

JI SUAN YIN LUEN

宋保珍 主编

全国高等教育自学考试教材
计算机及其应用专业(专科)

计算引论



南京大学出版社

全国高等教育自学考试教材

计算机及其应用专业

计算引论

主编 宋保珍

主审 蔡庆生

南京大学出版社

内 容 简 介

本书是在全国高等教育自学考试指导委员会的指导下,严格按照高等教育自学考试计算机及其应用专业(专科)计算引论自学考试大纲编写的自学考试教材。内容包括计算机硬件系统的基础知识,软件系统的基本概念,软件开发技术,BASIC 语言程序设计。

本书可供参加计算机及其应用专业自学考试人员学习、参考,也可供大专院校师生参考,还可供各部门举办辅导班用作教材。

(苏)新登字第 011 号

计 算 引 论

JISUA YINGLUN

宋保珍 主编

南京大学出版社出版发行

(南京大学校内 邮政编码:210008)

安徽医科大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092/16 印张:11.75 字数:282 千

1993 年 11 月第 1 版 1995 年 10 月第 3 次印刷

印数 15001—25000

ISBN 7-305-02450-3/TP·89

定价:13.40 元

编者的话

计算引论是计算机及其应用专业的一门重要的专业基础课,也是学习计算机专业知识的入门课。

全书共分十六章,第一至三章介绍电子计算机的发展过程、特点及其应用,计算机硬件系统的基本概论和工作原理,第四至六章介绍计算机软件系统的基础知识和基本概念、软件工程及软件开发的基本过程,第七章介绍 BASIC 语言特点和程序的基本结构,第八章介绍输入、输出方式和变量的赋值,第九、十章集中介绍条件语句和循环语句,使读者可初步建立起程序设计的概念,第十一章介绍了数组和下标变量,这是 BASIC 语言中最基本、最重要的数据结构,以此为工具可大大简化程序设计方法,提高程序设计水平和技巧,第十二章介绍自定义函数和子程序的概念,对程序结构做进一步的深入介绍,第十三章介绍字符串变量、影像输出语句和汉字的使用,第十四章介绍文件,第十五章介绍图形功能,这是 BASIC 语言在较高层次领域中的应用,第十六章简单介绍 BASIC 的上机操作。

本书的特点是:

一、深入浅出,可读性强。作者本着既要传授知识,又要易于自学的宗旨。为此,在概念的叙述和例题的选择上都进行了精心设计。增强了可读性,只要读者具备中等数学的基本知识即可顺利地自学。

二、概念清晰,系统性强。本书对于计算机的硬、软件进行了全面系统而又综合概括的介绍,并突出了重点,着重介绍基本理论和基本概念。是读者进一步学习计算机专业知识和其它高级语言的敲门砖。

三、将基本 BASIC 与扩展 BASIC 融为一体进行介绍。特别是把 IF—THEN 与 IF—THEN—ELSE, 关系式与逻辑表达式同时介绍,有效地降低了复合条件与多分支程序设计的难度,易于学习和掌握其中的奥妙。

四、学以致用。当今我国各工矿企事业单位购置的计算机大多数都是 PC 机。这种机型从使用的角度看,随着 BASIC 语言扩展功能的不断增强,它不仅适用于数值计算、数据处理,还适用于事物管理等应用领域。再有,BASIC 语言简单易学,又具有会话功能,可大大提高读者学习计算机的兴趣和求知欲,激发学习的自觉性。

本书总结了作者长期从事计算引论与多种高级程序设计语言教学的经验和体会。

1993 年 10 月 29 日在合肥召开了全国高等教育自学考试计算机及其应用专业(专科)考试教材计算引论小组审定会。本书由中国科技大学蔡庆生教授主审、赵保华副教授副主审、安徽工学院王建平副教授协审。

本书由合肥工业大学宋保珍教授主编,并执笔第一、四章、第五章的第一至三节及第六章;梁楠讲师副主编并执笔第二、三、七、八、九、十五、十六章;梁栋讲师执笔第五章的第四节、第十至十四章。在编写过程中参考了许多国内、外的有关教材、文献、资料和讲义,这里就不一一列举了,在此一并表示衷心感谢。本书还得到了中国计算机函授学院、合肥工业大学计算机与信息系的有关领导和同志们的大力支持和帮助,在此表示最诚挚的谢意。

由于时间紧迫,水平有限,缺点、错误及疏漏之处在所难免,欢迎指正。谢谢!

作 者

1993 年 10 月于合肥工业大学

目 次

第一章 概述.....	(1)
§ 1.1 计算机的分类	(1)
§ 1.2 电子计算机的发展概况	(2)
§ 1.3 电子计算机的基本特点	(6)
§ 1.4 电子计算机的主要应用	(6)
§ 1.5 计算机工作的基本原理	(8)
§ 1.6 计算机系统.....	(10)
习题	(11)
第二章 计算机的基础知识	(12)
§ 2.1 计算机中的数制	(12)
§ 2.2 数制之间的转换.....	(15)
§ 2.3 二进制数的运算.....	(18)
§ 2.4 数的定点与浮点表示.....	(19)
§ 2.5 带符号数的表示法——原码、补码和反码	(22)
§ 2.6 二进制编码.....	(27)
§ 2.7 逻辑代数.....	(29)
§ 2.8 逻辑电路.....	(30)
习题	(36)
第三章 计算机的结构及工作原理	(37)
§ 3.1 计算机各组成部件的工作原理.....	(37)
§ 3.2 微型计算机系统的整体结构和工作过程.....	(45)
习题	(47)
第四章 计算机解题基础	(48)
§ 4.1 计算机解题过程.....	(48)
§ 4.2 问题分析和数学模型.....	(50)
§ 4.3 算法设计.....	(51)
§ 4.4 流程图设计.....	(53)
习题	(59)
第五章 程序设计基础	(60)
§ 5.1 程序.....	(60)
§ 5.2 程序设计语言	(62)
§ 5.3 结构化程序设计技术.....	(68)
§ 5.4 数据结构基础.....	(72)
习题	(82)

第六章 计算机软件	(83)
§ 6.1 软件概述	(83)
§ 6.2 系统软件简介	(84)
§ 6.3 软件开发技术	(87)
习题	(89)
第七章 BASIC 语言基础	(90)
§ 7.1 BASIC 语言的特点	(90)
§ 7.2 BASIC 程序的结构和操作系统	(92)
§ 7.3 BASIC 语言字符集	(93)
§ 7.4 常数、变量、表达式	(94)
§ 7.5 基本 BASIC 中的标准函数	(96)
习题	(98)
第八章 BASIC 中的输入、输出方式与变量的赋值	(99)
§ 8.1 输出语句 (PRINT)	(99)
§ 8.2 赋值语句 (LET)	(102)
§ 8.3 数据置入语句 (INPUT)	(104)
§ 8.4 成批赋值语句 (READ-DATA)	(105)
§ 8.5 恢复数据区语句 (RESTORE)	(105)
§ 8.6 注释语句 (REM)	(106)
§ 8.7 结束语句 (END)	(107)
§ 8.8 暂停语句 (STOP)	(107)
习题	(108)
第九章 转移语句	(111)
§ 9.1 无条件转移语句 (GOTO)	(111)
§ 9.2 条件转移语句 (IF-THEN)	(113)
§ 9.3 扩展 BASIC 中的条件转移语句 (IF-THEN-ELSE)	(115)
习题	(118)
第十章 循环	(121)
§ 10.1 循环语句 (FOR-NEXT)	(121)
§ 10.2 多重循环	(125)
习题	(129)
第十一章 数组和下标变量	(131)
§ 11.1 一维数组和下标变量	(131)
§ 11.2 二维数组和双下标变量	(132)
§ 11.3 数组说明语句 (DIM)	(133)
习题	(137)
第十二章 自定义函数和子程序	(139)
§ 12.1 自定义函数和 DEF 语句	(139)
§ 12.2 子程序	(140)

习题.....	(143)
第十三章 字符串	(146)
§ 13.1 字符串的概念.....	(146)
§ 13.2 字符串的输出.....	(146)
§ 13.3 字符串变量的赋值.....	(147)
§ 13.4 字符串的比较.....	(149)
§ 13.5 字符串函数.....	(150)
§ 13.6 用 PRINT USING 语句(影像输出语句)输出	(152)
§ 13.7 汉字在 BASIC 程序中的使用	(154)
习题.....	(155)
第十四章 文件	(156)
§ 14.1 文件的基本概念.....	(156)
§ 14.2 顺序文件和随机文件.....	(157)
习题.....	(163)
第十五章 图形功能	(164)
§ 15.1 辅助性语句.....	(164)
§ 15.2 画点的语句.....	(167)
§ 15.3 画线的语句.....	(168)
§ 15.4 画椭圆的语句.....	(172)
习题.....	(174)
第十六章 BASIC 的上机操作	(175)
§ 16.1 BASIC 的基本操作过程	(175)
§ 16.2 BASIC 状态下键盘的使用	(176)
§ 16.3 BASICT 程序的编辑.....	(178)

第一章 概 述

本章主要介绍电子计算机的发展概况、特点及应用,计算机的基本组成和工作原理。学习要点是:计算机的基本工作原理和计算机系统。

电子计算机(Computer)的出现和发展是现代科学技术最卓越的成就之一。自1946年第一台电子数字计算机问世以来,计算机以极迅猛的速度向前发展,并渗透到尖端科学、国防、工业、农业、企业管理、日常生活等各个领域,取得了辉煌的成就。计算机发展及应用的^{速度}、深度和广度已远远超过历史上任何一种技术手段和电子装置。

计算机的发展水平、生产规模及应用范围已成为衡量一个国家科学技术水平的重要标志。40多年来,各主要工业国对计算机的研究极为重视,投入了巨额资金,相互间竞争激烈。近年来,计算机在我国得到了普遍重视,发展很快,它是我国实现四个现代化必不可少的重要手段。

§ 1.1 计算机的分类

电子计算机是一种能自动、高速进行大量计算和控制的电子设备,它可分为三类:

1. 电子模拟计算机 它用连续的物理量(模拟量)表示被处理的信息,计算机直接对模拟量进行操作。模拟计算机的输入是连续变化的物理量(电压、电流等),输出也是连续的量。模拟计算机能求解常系数线性和非线性微分方程,通常用于过程控制中。它结构简单、解题时间短,但由于精确度不高,通用性差等缺陷,模拟计算机没有得到进一步发展和广泛应用。

2. 电子数字计算机 它用离散的数字量表示被处理的信息,并能直接对以数字形式表示的量值进行运算。其功能、精度、速度以及广泛应用的程度都远远超过电子模拟计算机,因此现在一般都把电子数字计算机简称为电子计算机或计算机。又由于电子计算机除了能进行数值计算和数据处理外,还能处理其他形式的信息,如文字、图象、声音等等,能够减轻或部分地代替人的脑力劳动,在特定的时间内,能够完成人脑无法完成的工作。因此也有“电脑”之美称。

3. 数字模拟混合计算机 是把模拟技术和数字技术结合起来的混合式电子计算机,它吸取了模拟计算机和数字计算机的优点。如目前正处于探索阶段的新一代计算机——神经网络计算机等。

在本教材中,我们只限于介绍电子数字计算机。

电子数字计算机的种类纷繁,分类无统一标准。这主要是由于电子技术的飞速发展,电子器件的集成度越来越高,体积逐渐变小,性能也不断提高,原来研制出来的大型机,几年之后就可能成为中型机或小型机。目前,对计算机的分类主要有以下几种:

从制造计算机使用的元器件分为:第一代计算机、第二代计算机、第三代计算机、第四代计算机以及正在研制中的第五代计算机。

从功能上分为：巨型机、大型机、中型机、小型机以及微型机等类型。

从应用范围分为：通用机、专用机以及工业控制机。

§ 1.2 电子计算机的发展概况

电子计算机是现代科学技术发展的必然产物。

人类从用绳结、卵石、筹码开始，不断地寻找和改进计算工具，以提高计算速度和精度。早在唐宋时代我国就创造了算盘和一整套的歌诀。以后国内外又相继出现了计算尺、手摇计算机、电动计算机、晶体管计算机等。以上这些计算工具的改进虽然使计算速度有所提高，但由于在计算过程中要靠人一步步的操作，仍没有摆脱人工干预。因此，在计算能力上并没有得到根本的提高。

二十世纪四十年代中期，飞机、导弹、原子物理等现代科学技术的发展，提出了大量复杂的计算问题，原有的计算工具已远远满足不了要求。另一方面，由于电子学和自动控制技术的高速发展，为研制计算机提供了物质技术基础。在这种情况下，电子计算机应运而生。

1946 年世界上出现了第一台电子数字计算机 ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Calculator) 它是由美国宾夕法尼亚大学的 J. W. Mauchly 和 J. P. Eckert 领导研制的。在第二次世界大战期间，美国陆军为了编制弹道特性表，向该项目投入大量资金。ENIAC 自 1943 年开始研制，1945 年 12 月投入运行，1946 年 2 月正式交付使用，在美国的陆军弹道研究所运行了约十年。ENIAC 共用了 18,800 支电子管，重量 30 吨，耗电 150 千瓦，花费了 40 万美元，占地约 170 平方米，其运算速度为每秒 5,000 次加法，比当时机电式计算机的速度快 1000 倍。过去需 100 名工程师花费一年时间才能解决的问题。只要两个小时就能解决。当然，以现在的标准看，ENIAC 速度慢、功耗大、体积大、可靠性差，但是它为计算机的发展奠定了技术基础，如实现了数的二进制表示和运算、建立了程序设计的概念。

自 ENIAC 问世以来，计算机的发展突飞猛进，每隔几年，就有一次重大发展，称之为换代。四十多年来，电子计算机大致经历了以下五代的演变：

第一代计算机(1946—1958 年)

第一代计算机是电子管数字计算机。采用电子管组成基本逻辑电路，主存储器采用延迟线、磁芯，外存储器采用磁鼓、磁带，使用机器语言和汇编语言编制程序，主要用于科学计算。这一代计算机的特点是速度低、体积大、可靠性差，价格贵，维修复杂。但是，由于冯·诺依曼型计算机的提出与实现，使这段时期成为数字计算机发展史上最重要的发展阶段，为今后计算机的高速发展奠定了技术基础。

第二代计算机(1958—1964 年)

第二代计算机是晶体管数字计算机。采用晶体管组成基本逻辑电路，以磁芯作为主存储器，外存储器开始采用更先进的磁盘；出现了 ALGOL60、FORTRAN 和 COBOL 等面向过程的高级程序设计语言及其编译程序。子程序库和批管理软件。这一代计算机除进行科学计算之外，在数据处理方面得到了广泛的应用，并且开始应用于工业控制。其特点是体积小、耗电少、可靠性高，与第一代计算机相比，在性能上提高了一个数量级，运算速

度达到每秒几十万次,成本降低。

第三代计算机(1964—1971年)

第三代计算机的逻辑元件采用中小规模集成电路,主存储器仍以磁芯为主,微程序设计技术开始被使用。由于采用了集成电路,使计算机体积更小、耗电更省,可靠性更高了。在软件方面,操作系统得到进一步发展,会话型语言如 BASIC 等多种高级语言都有新的进展。在发展大型机的同时,小型机开始出现并迅速发展起来,应用领域日益扩大,第三代计算机的特点是小型化、耗电更少、可靠性更高,性能比第二代计算机又提高了一个数量级。

第四代计算机(1971年以后)

第四代计算机的逻辑元件和主存储器都采用大规模集成电路(LSI),所谓大规模集成电路是指在单块硅片上集成 100 个以上的门电路或 1,000—20,000 个晶体管,其集成度比中、小规模集成电路提高了 1—2 个数量级。目前日本日立公司已试制成功单片集成 1.4 亿个元件的 64 兆位动态随机读写存储器。第四代计算机的特点是微型化、耗电极少、可靠性很高、运算速度更高、成本更低。一方面出现了运算速度超过每秒十亿次的巨型计算机,另一方面又出现了体积很小、价格低廉、使用灵活方便的微型计算机,1971 年,美国 Intel 公司在研制高级袖珍计算器时,制成了第一台微处理器 Intel4004,取得了意想不到的成功,自此开创了微处理器和微型计算机蓬勃发展的新时代,人类社会进入计算机普及的新纪元。此外,软件系统的发展也很迅速,对高级语言的编译系统、操作系统、数据库管理系统以及应用软件的研究更加深入,日趋完善,软件行业已成为一个重要的现代工业部门。

第五代计算机(1982 年以后)

第五代计算机是以超大规模集成电路(SLSI)取代大规模集成电路,主存储器为半导体存储器及磁泡存储器。

第五代计算机到底应该是怎样的呢?虽然国际上众说纷纭,但比较一致的看法是认为第五代计算机将高度智能化,所以又把第五代计算机称为人工智能计算机,它在模拟人脑以及一些器官方面有新的突破,在实现脑力劳动自动化方面将有重大进展。

根据一些专家估计,第五代计算机的组成器件,其运算速度和集成度都比现在的器件高 2—3 个数量级(即 100—1000 倍)。

第五代计算机具有如下功能:

(1)各种形式的信息处理能力。目前的计算机主要是处理字符形式的数据,对于声音、文字、图形、物形等形式的数据处理和输入输出装置,多数还处于研制阶段,有的已开始进入实用阶段,第五代计算机应能方便地加以处理。

(2)自然语言的理解能力。用户可以用自然语言与计算机会话,使用计算机变得更方便。

(3)学习、联想、推理和解释问题的能力,也就是具有高度的智能性,可以帮助人们更有效地处理信息,进行创造、发明、总结规律、发现规律等。

(4)改善软件环境,减轻软件负担,能处理自然语言或接近自然语言书写的程序,只要把需计算或处理的问题用自然语言写出要求及说明,计算机就会进行相应的计算和处理,不必象目前书写程序那样要使用专门的语言把解题过程与数据描述出来,到那时,软件生

产自动化才真正得到解决。

我国于1958年研制成功第一台电子管计算机DJS-1(即103机),这是小型定点计算机。1959年又研制成功DJS-2(即104机),运算速度为10000次/秒。我国的第一台计算机比美国晚12年,比日本晚两年(日本第一台计算机是1956年问世)。

1965年我国出现了第二代晶体管计算机,如109-乙、109-丙、DJS-21、441B等。

1971年研制成功第三代集成电路计算机,如709(即TQ-16)。1974年研制成功小型系列化计算机DJS-130等。

1983年“757”计算机研制成功,这是每秒千万次的大型计算机;同年底研制成功每秒亿次的YH-1型“银河-I”计算机,它标志着我国进入了世界研制巨型机的行列;1993年又研制成功每秒十亿次的“银河-II”计算机;智能计算机的研制也正在进行之中。

目前,计算机技术正在向以下几个方向发展:

1. 微型机 由于超大规模集成电路技术的进一步发展,微型机的发展日新月异,大约每三至五年换代一次,一个完整的计算机已经可以集成在火柴盒大小的硅片上,如Intel的MCS-51系列八位及MCS-96系列十六位单片微型计算机,微型机的性能也大幅度提高,第四代32位微处理器大量涌现。如Intel 80386,集成度为27.5万晶体管/片;HP公司的32位微处理器,集成度达到45万晶体管/片,由它组装成的HP-9000系列微型计算机在功能上已达到中型机的水平。新一代的微型计算机由于具有体积小、价格低、对环境条件要求少、性能迅速提高等优点,大有取代中、小型计算机之势。

2. 巨型计算机(Supercomputer) 现代尖端科学的研究,向计算机提出了新的挑战,在一些领域,运算速度要求达到每秒10亿次,这就必须发展功能特强,运算速度极快的巨型计算机。巨型计算机体现了计算机科学的最高水平,反映了一个国家科学技术的实力。现代巨型计算机的标准是运算速度每秒超过10亿次,比七十年代的巨型机提高一个数量级。为了提高速度而设计的多处理器并行处理的巨型计算机已经商品化,如多处理器按超立方结构连接而成的巨型计算机(Hypercube Supercomputer)。由于高性能的32位微处理器和64兆位存储器的涌现,过去价值数百万美元的巨型计算机价格逐步降低,出现了个人巨型计算机(Personal Supercomputer),如第二代Intel个人巨型计算机IPSC/2,其速度达到每秒10亿次浮点运算,使传统的巨型机Cray-1s(每秒1.6亿次浮点运算)相形见绌。据报导,目前日本正在研制100亿次/秒的巨型机。

3. 计算机网络 计算机网络是计算机的又一发展方向。所谓计算机网络,就是把分布在各个地区的许多计算机通过通讯线路互相连接起来,以达到资源共享的目的。这是计算机技术和通讯技术相结合的产物,它能够有效地提高计算机资源的利用率,同时形成一个规模大、功能强、可靠性高的信息综合处理系统。目前,北美大陆(美国、加拿大)的大部分非个人计算机都已互连成网,网络上的不同地点的用户都可以在当地随时使用网络中的资源。

4. 人工智能及智能计算机 近年来随着高技术的迅速发展,人工智能及智能计算机成为当前国际科学技术竞争的焦点之一,各国对这方面的技术都十分重视,进行了大量的研究与开发工作。人工智能是一门探索和模拟人的感觉和思维规律的科学,它研究如何利用机器来执行某些与人的智能有关的复杂功能,如判断、推理、学习、识别等。智能计算机是指有人工智能的计算机系统。现在人工智能已经取得了较大的进展,可以辅助或部分代

替人们做一些智能工作,如计算机博弈,自动定理证明,自然语言理解、机器人、专家系统等。但人工智能的继续发展也面临着许多难题,如知识表达、自学习等。传统的人工智能专家系统一直是用产生式规则或框架式结构来表达专家知识的,然而就连一些人类学专家也很难用这种规则表达他们的经验,而一些“常识知识”甚至往往难以用语言描述清楚。另一方面人的知识越多,人越聪明,而在专家系统中,知识越多,系统解决问题搜索所花费的时间就越长,因而就显得越笨。以上这些问题向传统的人工智能提出了尖锐的挑战,许多学者在认真研究之后认为症结就在于传统的冯·诺依曼型计算机结构本身。数字计算机发展到今天已经经历了四代的变化,但即使是现代巨型计算机,其基本原理仍然是最原始的冯·诺依曼原理。由于受其本身所固有的程序存贮式串行处理以及局域式地址存贮等特征的限制,冯·诺依曼型计算机虽然在数值计算等方面取得了巨大的成功,但在自学习、联想、记忆、识别、形象思维等方面却显得能力低下,人们期待着新一代计算机的出现,国际科技界也开始了新一代计算机的艰难探索。

1982年4月,日本新一代计算机技术开发组织 ICOT 宣告成立,它致力于研制日本第五代计算机 FGCS 而 FGCS 的目标是使其具有记忆、联想、推理等近似于人的思维能力的机能。预算耗资 1000 亿日元。虽然据日本 1988 年 11 月报道:ICOT 已研制成功 FGCS 一号样机,但国际科技界普遍对其研究成果表示失望,认为离新一代计算机原来的设想尚有很大的差距。从八十年代中期开始,特别是近几年来,神经网络理论引起了各国科学家的极大兴趣。许多学科的科学家在五代机、神经科学、认知科学、数学、超大规模集成电路技术、光学等学科研究成果的基础上,开始了以神经网络计算机为核心的研究。神经网络计算机是一种试图模拟人脑工作方式的新型计算机体系,其中心由类似人脑神经元的许多简单处理器组成,处理器之间的连接则与神经元之间的突触联系类似。神经网络计算机在解决诸如知识表达、自学习、联想记忆、模式识别等方面的问题时显示出独特的优越性,它的发展必将深刻地影响新一代计算机的设计,并为新一代计算机和人工智能开辟了一条崭新的途径。

虽然新一代计算机的研制将来仍会面临许多困难,但我们完全有理由持乐观的态度。我们必须看到,现代计算机的发展在几十年前看来同样是不可能的。随着新一代计算机的突破性进展,人类不仅将从体力劳动中解放出来,而且也将利用智能机器来增强自己处理知识信息的能力,因而从大部分脑力劳动中解放出来,展望未来,人类必将创造出更接近于智能生物的机器,随着智能机器的发展,人类智能也将产生新的飞跃,人类将进化到超级文明的新时代。

5. 多媒体计算机 进入九十年代以来,随着超大规模集成电路技术的日趋成熟,计算机的价格不断下降,功能日益增强,使用方法越来越复杂,在人机交互矛盾尖锐的情况下,多媒体(Multimedia)计算机应运而生。

多媒体技术是将计算机系统与图形、图像、声音、视频等多种信息媒体综合于一体进行处理的技术。它扩充了计算机系统的数字化声音、图像输入输出设备和大容量信息存储装置如光盘等,能以多种形式表达和处理信息,使人们能以耳闻、目睹、口述、手触等多种方式与计算机交流信息,使人与计算机的交互更加方便、友好和自然。有人预言,多媒体计算机将进入人们生产、生活的各个领域,为计算机技术的发展和應用开创一个新的时代。

§ 1.3 电子计算机的基本特点

1. 运算速度快

由于电子计算机是由高速电子器件构成,加之能自动连续工作,计算机具有很高的运算速度。现代巨型计算机的下限已达每秒 10 亿次运算,而过去的计算工具平均每秒钟运算不到一次。现代巨型计算机一秒钟完成的计算量,相当于一个人用算盘或手摇计算机工作几十年的工作量。计算机的快速运算为人们赢得了时间,这对解决计算量大,时间性很强的工作显得特别重要。当初第一台计算机 ENIAC 的研制目的就是为了提高弹道计算的速度。在当今的国防尖端科学中,各国的武器防御系统为了作出及时反应,必须利用计算机对大量数据进行快速运算。

2. 计算精确度高

计算机的精确度并不取决于计算机所用元器件的精确度。由于计算机内部采用二进制数的表示方法,从理论上说,有效位数越多,其精确度也就越高,因此计算精确度可用增加表示数字的设备来获得,它可以不受限制。但实际上也应考虑具体需要以及设备的复杂程度。

3. 具有很强的“记忆”和逻辑判断能力

计算机的存储器使计算机具有类似“记忆”的功能,它能够存贮程序、原始数据、中间及最后结果等大量信息,计算机除了能进行算术运算外,还能进行逻辑运算,作出逻辑判断,并根据判断的结果自动选择以后应执行什么操作。

4. 程序控制下自动操作

计算机与以前所有计算工具的本质区别在于它能够摆脱人的干预,自动、连续地进行各种操作,这也是计算机最重要的特点。计算机从正式操作开始,到送出操作结果,整个过程都是在程序控制下自动进行的。由于这个特点,计算机能够把人从一部分繁琐而又重复的脑力劳动中解放出来。

计算机之所以能够自动实现高速操作,是基于冯·诺依曼所提出的“存贮程序”这一计算机的基本工作原理。

5. 通用性强

计算机具有很强的通用性。不同行业的使用者可通过编制不同的程序来解决各自的问题。计算机已经广泛应用于数值计算、信息处理、过程控制、CAD/CAM、人工智能等许多方面。

§ 1.4 电子计算机的主要应用

电子计算机是二十世纪最杰出的科学技术成果之一,它在一定程度上代替了人类的脑力劳动,是人脑的延伸,它把人类从大量的脑力劳动中解放出来。从历史上看,蒸汽机的发明引起了第一次产业革命,人从大量的体力劳动中解放出来。计算机的发展将引起的工业革命,人类逐步进入信息社会。今天,计算机已经渗透到人类社会的各个领域和国民经济的各部门,并日益显示出其强大的生命力。据统计,计算机已经在 4000 多个行业中得到

广泛应用。

计算机的应用概括起来主要有以下几个方面：

1. 数值计算

计算机最初是作为一种先进的数值计算工具出现的，它广泛应用于科学研究和工程设计方面的计算。过去许多计算任务，由于计算量巨大而且又有时间上的限制，一般计算工具难以胜任。由于计算机具有计算速度快、计算精度高的特点，它能够承担人力无法完成的复杂运算，节省大量的时间、人力、物力，而且获得的计算结果比原来的方法精确得多。例如利用计算机进行天气预报中的计算。在天气预报中，利用求解气象方程式的方法，准确度高，但计算量庞大，需要几万人同时进行计算，才能赶上天气的变化。因此，在电子计算机出现以前，这种方法没有实用价值。而现在利用计算机，只用几分钟就可以作几天以后的天气形势预报。此外，计算机还在数学、物理、化学、天文、生物等基础科学以及宇宙飞船、原子能、尖端国防等领域发挥了重要作用。计算机不仅把人从繁琐而又重复的计算中解放出来，而且成为发展现代尖端科学必不可少的重要工具。

2. 数据处理和信息加工

在科学技术日新月异的今天，人类正在从工业社会进入信息社会。信息已成为重要的战略资源。

电子计算机的出现为信息资源的开发、存贮、分析和应用开辟了及其广阔的前景。数据是用以载荷信息的物理符号，利用计算机对数据及时地进行记录，合并、分类、传递、存贮、计算、检索等综合分析工作，称为数据处理。计算机在问世不久就被用于银行业务方面的数据处理。目前先进国家的大银行，已经利用计算机实现了全部业务自动化，既提高了效率又减少了错误。现在纽约、巴黎、东京以及我国的大城市支付一笔帐目，一分钟内即可办完。人们到商店购物，可以不带现款，而是使用信用卡。商店通过计算机控制的一套系统可自动验明卡片的真伪，减去用款。计算机也可用于图书资料的自动管理。据统计，每隔十年，公开发表的技术文献的数量将增加一倍。科技工作者如果通过手工查找资料，往往要花费全部科研时间的三分之一。使用计算机后可实现图书检索自动化。计算机能够迅速为所研究的课题提供所需要的各种资料的清单，还能根据使用者的需要，把某篇文献的摘要或全文打印出来。由计算机网联结的情报存贮系统，已经能把整座图书馆的资料都容纳进去，美国贝尔研究所的计算机网，包括 25 个图书馆，可随时为分布在八个州的一万多人提供资料，据预测，到下个世纪，将通过卫星连接全球各地巨大的数据库，几乎人类的全部知识都将存贮在计算机的记忆系统中，那时，人们可以通过家中的计算机终端，随时查阅全世界各地的书籍和资料。

近年来，主要工业发达国家都在努力实现计算机对信息系统的自动化管理，掀起了一场发展办公室自动化和管理信息系统的高潮。在信息化社会里，办公室自动化和管理信息系统可以加速经济和技术信息流通，提高工作效率，改善经营管理，改革指挥系统。目前，它已同科研、经济管理、军事指挥、领导决策融为一体。

3. 自动控制

计算机广泛应用于工业生产过程控制以及飞机、导弹等武器系统的自动控制。计算机通过传感器收集、检测现场信号，经过模拟——数字(A/D)转换、输入计算机，计算机处理后，通过数字——模拟(D/A)转换，直接调节和控制生产过程，实现了过程控制的自动化。

应用计算机进行自动控制,不仅节省了大量的人力、物力,而且提高了产品质量和数量。例如,程控机床利用计算机控制机床运动,加工所需要的零件。它的工作速度比普通机床快10倍以上,而且可以制造出各种形状复杂的精密零件。在钢铁、化工、矿山等行业中,许多工作条件比较恶劣的生产,改用计算机控制后,大大减轻了工人的劳动强度,产量、质量显著提高。利用计算机控制导弹和其它武器的发射也可提高准确性。

微型计算机出现以后,由于体积小,成本低,在过程控制中得到了广泛的应用。过去程控机床的程控部分的成本往往比机床本身高一个数量级,而且体积庞大。使用微型机控制后,成本只需几百至几千元。现在一个高档8位单片机,价格只有几十元;因而应用范围大大扩大了。

4. 计算机辅助设计(Computer Aided Design)

计算机辅助设计是借助计算机部分代替人工进行机械、电路以及服装等的设计,使设计过程走向半自动化和自动化。计算机辅助设计可以大大缩短设计周期,提高设计水平,节省人力、物力,降低成本。一些设计任务离开了计算机简直寸步难行。例如超大规模集成电路的设计,由于要求研制周期短、成本低、可靠性强等,单靠人工设计难以实现。据报道 Intel 公司在设计 Intel 8080 微处理器时,采用人工设计方式,共花费 40 人年,耗资 2 千万美元。而且在人工设计时,设计周期与设计规模的 2 次方成正比,因此对超大规模的 SLSI 的设计,人工设计几乎是不可能的。所以在设计过程中必须利用计算机辅助设计,才能满足超大规模集成电路研制及生产的需要。

5. 人工智能

人工智能研究如何利用计算机执行那些与人的智能有关的复杂功能。当今,人工智能取得了巨大进展,已经建立了一些具有人工智能的计算机系统,如前所述计算机下棋、机器定理证明、自然语言理解、机器人、各种专家系统等。今天的计算机能够下锦标赛水平的各种方盘棋,与计算机对奕,即使是很优秀的棋手也往往败北。近年来,专家系统的出现标志着人工智能走向应用的开始。在一定范围内,专家系统求解问题的能力已达到人类专家的水平,并成功地应用于许多领域。如化学专家系统 DENDRAL 用于帮助有机化学家确定化合物的内部结构,其性能已超过一般专家的水平。医学专家系统 MYCIN 可对传染病的诊断和治疗提供咨询,而地质勘探专家系统 PROSPECTOR 则成功地发现了一个铝矿,其价值大约超过 1 亿美元。

§ 1.5 计算机工作的基本原理

电子计算机并不神秘,其计算过程和人用算盘或计算器答题十分相似。

如果我们要用算盘计算: $32 \times 13 + 3 \times 14 = ?$ 其运算步骤如下:

- (1) 人用笔把题目和原始数据记录在纸上;
- (2) 人用算盘计算 32×13 , 然后把中间结果 416 记录在纸上;
- (3) 人用算盘计算 3×14 , 然后将中间结果 42 记录在纸上;
- (4) 人用算盘将第一个中间结果加上第二个中间结果,将最后结果 458 用笔记录在纸上。

因此,用算盘答题首先需要有一个算盘作为运算工具。其次要有笔和纸,用来书写和

存放原始数据、中间结果及运算的最后结果。整个运算过程还需要由人来进行控制。

与算盘算题相类似,计算机算题首先需要有一个能代替算盘进行各种运算的部件,这个部件称为运算器,其次还需要一个能代替纸来存放原始数据、中间结果和运算结果的部件,这个部件称为存储器。但计算机和算盘或计算器之间也存在着本质的区别,计算机进行计算能够脱离人的干预。人事先把运算步骤和有关数据,输入到计算机的存储器中,人启动计算机后,计算机可以按事先输入的运算步骤自动完成运算。我们是用程序来表达上述的运算步骤,因此,存储器也是存放程序的部件。程序是由指令组成的,指令是指指挥计算机执行各种操作的命令,一台计算机上,指令的全体(集合)称为指令系统。计算机还需要有能代替人起控制作用、发出各种控制信息的部件,称为控制器。控制器能够根据存储器中的程序,依次发出各种控制命令,操纵着计算过程一步步地进行,完全代替了人在用算盘算题中的控制作用。此外,还必须有输入设备,用来完成原始数据和程序的输入;输出设备,用来完成中间结果及运算结果的输出。

综上所述,计算机的基本组成部分是:

- (1)运算器(Arithmetical Unit):用来快速进行各种算术运算和逻辑运算。
- (2)存储器(Memory):用来存贮程序和数据。分为内存和外存。
- (3)控制器(Control Unit):指挥整个计算机在程序控制下自动地操作。
- (4)输入设备(Input Equipment):输入程序和数据。
- (5)输出设备(Output Equipment):用来输出运算结果或中间结果。

以上五个组成部分的联系如图 1-1 所示。图中双线箭头表示指令数据流向,单线箭头表示控制信号流向。

通常我们把组成计算机的上述五大部件,统称为硬件(Hardware),其中运算器、控制器和内存存储器合称为计算机的主机。主机中的运算器和控

制器一起构成整个计算机的核心,通常把它们合在一起称为中央处理器 CPU (Central Processing Unit)。人们通常还把输入、输出设备和外存储器合称为计算机的外部设备(External Equipment)。

在微型计算机中,把计算机的中央处理器 CPU 集成在一块芯片上,称之为微处理器。

计算机中信息的传送是由总线(BUS)来完成的。所谓总线就是一些信号线,它们构成了计算机内部各功能器件之间以及计算机系统之间的信息通路,一般包括控制信号总线、数据总线和地址总线三大类。为了使大家对于计算机的概念有更清楚的认识和理解我们将在第三章进一步介绍计算机的详细结构和各部件的基本工作原理。

现在,我们以前面所举的算题为例,看看计算机的工作过程:

- (1)由输入设备将事先编好的程序和原始数据按顺序存入存储器。
- (2)启动计算机,计算机的控制器从取第一条指令开始依次从存储器中取指令、分析后发出控制命令,控制各部件加以执行。这样,计算机在程序控制下自动完成了解题的全过程。中间的操作如下:

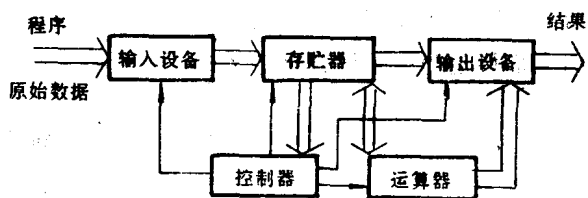


图 1-1 计算机基本结构框图

- ①从存储器中取第一个数 32 送至运算器(取数操作);
- ②把第二个数 13 从存储器取到运算器,计算 32×13 ,得中间结果 416(乘法运算);
- ③把运算器中的中间结果送存储器(存数操作);
- ④把第三个数 3 从存储器取到运算器(取数操作);
- ⑤把第四个数 14 从存储器取到运算器,计算 3×14 ,得中间结果 42(乘法运算);
- ⑥将前一个中间结果 416 从存储器取入运算器,计算 $42 + 416$,得最后结果 458(加法运算);
- ⑦将最后结果存入存储器(存数操作);
- ⑧将最后结果从运算器或存储器中由输出设备输出;
- ⑨停机。

以上介绍的就是电子计算机所共同遵循的存贮程序和程序控制的基本原理。这一原理的提出归功于美籍匈牙利数学家冯·诺依曼(Fohn Von Neumann)等人。1945 年冯·诺依曼领导的第一台存贮程序的电子计算机 EDVAC 研制小组首次提出了“存贮程序”(Stored Program)的概念,这一概念奠定了现代计算机的基本构想,并开创了程序设计时代;因而被认为是计算机最重要的概念之一。现代计算机一般都是建立在存贮程序概念基础上的,按照这个基本原理制造的计算机,统称为程序存贮式计算机,也称为冯·诺依曼型计算机。数字计算机发展到今天虽几经换代,性能也有了极大的提高,但仍然沿袭着冯·诺依曼关于“存贮程序”的思想。尽管目前有许多人正在致力于制造非冯·诺依曼型计算机,但距投入实际应用还有相当的距离。由于冯·诺依曼对计算机科学发展的杰出贡献,人们称他为电子计算机之父。

§ 1.6 计算机系统

计算机的五大基本部件构成了计算机的硬件。硬件(Hardware)是组成计算机的任何机械的、磁性的、电子的装置和部件。它是一切看得见摸得着的设备实体,又称为机器系统。计算机的硬件提供了进行计算的可能性,但要把这种可能性变为现实还必须要有软件的配合。

软件(Software)又称程序系统,它包括机器运行所需的各种程序及有关资料。软件着重研究如何管理机器和使用机器的问题。如计算机厂家为了方便用户使用及充分发挥计算机的效率研制了系统软件,用户为了解决各自的具体问题编制各种应用程序。

一个完整的计算机系统包括硬件和软件两大部分,它们是相辅相成、不可分割的整体。硬件是软件的物质基础,正是在硬件高度发展的基础上,软件才得以生存和发展;而没有软件或软件不完善,计算机将无法正常工作或高效率地发挥作用。计算机只有同时具有硬件和软件,才能有效、快速、自动地工作。硬件和软件的关系与录音机和有声磁带的关系十分类似。光有录音机而没有录有音乐或其它内容的磁带,录音机只是一台无用的机器。但如果没有录音机,即使磁带上录有最美妙动听的音乐,我们也无法欣赏。

硬件和软件相互结合构成了一个完整的计算机系统,其组成如下: