

● 华东师范大学出版社

● 汪 燮 华 等 编

BASIC BASIC

语言和 应用基础

TP312
W43

277197

BASIC 语言和应用基础

汪燮华 等编

华东师范大学出版社

BASIC 语言和应用基础

汪燮华 等编

华东师范大学出版社出版

(上海中山北路 3663 号)

新华书店上海发行所发行 常州村前印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 24.75 字数: 570千字

1987年6月第一版 1987年6月第一次印刷

印数: 1—8,000本

统一书号: 7135·201 定价4.20元

序 言

当前,一场新的技术革命正席卷全世界。由于这次新技术革命是以电子产业和信息产业的兴起为中心的,所以又称为计算机革命、信息革命,或称知识革命。

计算机对生产力发展所产生的巨大作用和深刻影响,使人们认识到计算机与普通教育的结合已是一种必然的趋势。社会发展的需要就是这种结合的最大动力。计算机进入普通教育将会对整个教育体系引起一场革命性的变革。为了适应这种状况,一些发达国家已在学校教育中普及与应用计算机。计算机教育也将成为我国基础教育的一个重要组成部分。

学校教育利用计算机的方法,大致可以分为三类:作为学习的工具,帮助教师编写教学内容和计划,利用它提高学校管理效率。因此,让更多的教育工作者掌握和应用计算机是极其必要的,这也是作者编写本书的一个重要目的和愿望。

本书是专门为高等院校特别是高等师范院校非计算机专业的学生编写的教材,内容分成基础篇和应用篇两大部分,以前者为手段,以应用为目的,两者相辅相成,密切配合。在基础篇中,主要介绍计算机的基本组成及其简单的工作原理、程序设计的方法和技巧,BASIC程序设计语言以及图形绘制和文件系统等。为了学以致用,引入了计算机应用方面的内容,介绍一些常用算法和数据处理方法,这些算法并不要求具备高深的数学知识;介绍了概率模拟和汉字系统,以及实用管理程序的分析 and 编制,这些内容对学习和使用计算机来说是基本的,也是必要的。

全书共分十一章,其中第一、六、九章由汪燮华同志编写,第二、五、十章由朱贲影同志编写,第三、八章由王人生同志编写,第四章由江伯声同志编写,第七、十一章由徐学军同志编写,附录由汪燮华和裘兴发同志编写。本书由吕传兴、叶俊生两同志审校,裘兴发同志承担了绘图工作。在本书编写过程中,华东师范大学计算机科学系的同志提出过不少宝贵意见,在此表示感谢。

编 者

1986年8月

目 录

第一章 电子计算机概述	(1)
§ 1.1 电子计算机的特点	(1)
§ 1.2 电子计算机的应用	(2)
§ 1.3 电子计算机的发展	(5)
§ 1.4 电子计算机系统	(8)
第二章 怎样编制BASIC程序	(17)
§ 2.1 BASIC程序的一般编制过程	(17)
§ 2.2 流程图	(19)
§ 2.3 编制BASIC程序举例	(21)
§ 2.4 BASIC程序构成的基本规则和上机操作	(24)
第三章 BASIC语言的基本概念	(27)
§ 3.1 BASIC语言的特点	(27)
§ 3.2 BASIC程序的构成	(27)
§ 3.3 基本字符与保留字	(29)
§ 3.4 常量	(30)
§ 3.5 标识符与变量	(32)
§ 3.6 标准数值函数	(33)
§ 3.7 表达式	(35)
第四章 BASIC程序的基本结构	(40)
§ 4.1 顺序结构的程序	(40)
§ 4.2 判定结构的程序	(59)
§ 4.3 循环结构的程序	(74)
§ 4.4 过程结构的程序	(104)
第五章 BASIC程序调试初步	(128)
§ 5.1 绘制流程图	(128)
§ 5.2 利用BASIC命令调试程序	(130)
§ 5.3 模仿计算机工作过程	(134)
§ 5.4 强制方法	(139)
第六章 图形处理	(144)
§ 6.1 APPLE II 的屏幕特性	(144)
§ 6.2 文本方式	(149)
§ 6.3 低分辨率图形方式	(156)

§ 6.4 高分辨率图形方式	(169)
§ 6.5 高分辨率图形造型	(188)
第七章 文件和文件系统	(204)
§ 7.1 文件的基本概念	(204)
§ 7.2 数据文件	(212)
§ 7.3 几个系统程序的介绍	(229)
第八章 数值计算和简单的数据处理	(238)
§ 8.1 实验数据的计算与处理	(238)
§ 8.2 插值	(242)
§ 8.3 主元素消去法的线性方程组求解问题	(254)
§ 8.4 数值积分	(259)
§ 8.5 简单的数据处理	(266)
第九章 随机函数及其应用	(278)
§ 9.1 随机函数	(278)
§ 9.2 随机函数的应用实例	(285)
第十章 中文系统	(299)
§ 10.1 汉卡简介和仓颉中文字母输入法	(299)
§ 10.2 中文状态下常用的命令及编程须知	(310)
§ 10.3 SD 汉字系统简介	(316)
第十一章 事务处理的实例分析	(348)
§ 11.1 事务处理的基本过程	(348)
§ 11.2 实用程序及其分析	(348)
附录一 上机操作指导	(369)
附录二 字符码表	(378)
附录三 APPLESOFT BASIC语句和命令一览表	(379)
附录四 APPLESOFT BASIC词表	(382)
附录五 出错信息表	(383)
附录六 语句功能对照表	(384)

第一章 电子计算机概述

本章介绍电子计算机的特点、组成及其发展进程和应用趋势，使读者对电子计算机系统及其对人类社会的影响有一个基本的了解。

§ 1.1 电子计算机的特点

一、什么是电子计算机

电子计算机一般称为“计算机”或“电脑”，是一种能够自动、高速并精确地进行各种“计算”工作的现代化电子设备。专家们对它所下的定义是：“计算机是一种可以接受数据的设备，它运用事先设计好的步骤对其所接受的数据加以合理的运算与推理分析，以产生所需的信息。”虽然电子计算机有记忆、逻辑推理、运算和处理事务的能力，但是它没有自主的思想，完全是以人的思想为思想，以人的意向为意向，所以电子计算机充其量只是人类处理事务、分析事理的工具。

目前，电子计算机大致可分为三大类，即：数字计算机、模拟计算机和数字模拟混合计算机。模拟计算机是以连续变化的物理量为对象，如角度、电流、电压、温度、压力、时间及距离等等，用以模拟一个化学或物理变化过程，或对应已知数学方程的一条曲线，以便仿真研究。其特点是解题速度快，但精度较低。数字计算机是以不连续的、划分明显的数字作为运算处理对象，不但精度高、速度快、逻辑判断力强，而且过程全部自动化。混合计算机则是把模拟技术和数字技术结合起来的计算机，吸收了二者的特长，但是这种计算机除了要有模拟计算机或数字计算机的装置外，还必须具有数字量和模拟量之间相互转换的转换器。这三种计算机因其原理、构造及性能不同，用途亦各不相同，其中以数字计算机应用为最广泛。因此，一般所称的电子计算机通常是指数字电子计算机。

二、电子计算机对人类社会的影响

电子计算机的出现虽然只有四十年左右的历史，但对人类科学文化和社会生活，对国民经济和国防科学技术都产生了巨大的影响，成为现代化的一种标志。特别是近十年来，大规模和超大规模集成电路的发展，出现了微型计算机，使计算机的应用范围更加广泛。目前，计算机的使用已超出了计算机的范围，而渗入到各门学科领域以及日常生活之中。今天，世界上不少先进科学成就，如果没有计算机的帮助，是不可能获得的。

计算机的发展对经济活动、社会结构以及人们的工作和生活方式带来的变化，已越来越受到世界各国的重视。当今世界正在酝酿着一场新的技术革命，有人称它为“第四次工业革命”，也有人称作“第三次浪潮”。不管这些名称概括得正确与否，却都反映了当代世界社会和经济的一些值得注意的新动向，所涉及的主要问题，就是从工业社会转

入到信息社会。社会进入高度信息化是生产力发展的必然趋势。可以设想：将有多少经济信息、科技情报资料、日常生活的信息交往，要依赖于计算机的处理；又将有多少工业设备、仪器、仪表要用电子计算机去控制和管理。因此，计算机必然成为信息社会的物质基础之一。计算机之所以有如此不可估量的作用，这是由其本身特点所决定的。

三、电子计算机的特点

电子计算机同以往所有计算工具相比较，具有以下几方面的特点：

1. 运算速度快：

这是电子计算机最显著的特点。它的速度从最初的每秒几十次发展到现在高达每秒十亿次以上。这样，使人们从事计算的速度大大提高了，可藉以来完成工作量大而单用人力无法完成的计算工作。

2. 有记忆特性：

能把大量数据、程序存入进行运算，并把结果保存起来，这是电子计算机区别于其它计算工具的较本质的特点。一般计算器至多只能存放少量数据资料，而电子计算机却能存储几万、几十万乃至几千万个数据资料；一般计算器不能存放计算程序，人们只能把它记忆在大脑中，而电子计算机却能将它存放起来；当运行时，能高速地从所存放的地方依序取出，逐一加以解释执行，可以完全免去或极少需要人工干预，就能自动地完成运算工作。

3. 有逻辑判断能力：

电子计算机能进行各种逻辑判断，如对两个信息进行比较，根据比较的结果，自动地确定下一步该做什么。有了这种能力，使计算机得以能更巧妙地完成各种计算任务，进行各种自动控制和完成各类数据处理任务。如1976年，美国数学家借助于电子计算机，进行了上百亿次的逻辑判断，通过证明一千九百多个定理，使数学基础理论中一百多年来未解决的难题——“四色问题”得以证实。四色问题的解决，在科学界中引起了巨大的震动。它不仅解决了数学上的难题，更重要的是为数学研究开辟了新的途径。

4. 高精度和可靠性：

依靠人工计算不能保证结果的绝对正确性，且一般计算工具只有几位有效数字，而电子计算机的有效数字可达十几位，甚至上百位。这是其它任何计算工具所望尘莫及的。对于一个复杂的计算过程，如果中间某一环节出了问题就会使以后所做的运算毫无价值。对于电子计算机来说，由于大规模和超大规模集成电路的使用，以及采取一定的技术措施，使计算机连续无故障运行时间可达几万、几十万小时以上，就是说，它能连续几个月甚至几年工作而不出差错，这就保证了运算的绝对可靠性。

由于电子计算机有上述几个方面的特点，因此获得了极其广泛的应用。

§ 1.2 电子计算机的应用

今天，电子计算机的应用已开始渗透到国民经济的各个领域。从航天飞行到海洋开发；从产品设计到工艺过程的最佳控制；从商业经营到综合平衡；从天气预报到地震探测；从医疗诊断到生物工程都已应用了电子计算机。由于个人计算机的出现，可以预

期，在不久的将来，电子计算机将会与每个人的生活直接发生密切的关系。归纳起来，计算机的应用主要有数值计算、信息处理、辅助设计、辅助教育、实时控制和智能模拟等几个方面。

一、数值计算(科学计算)

数值计算是指计算机用于完成科学研究和工程技术中所提出的数学问题的计算，所以又称“科学计算”。计算机作为一种计算工具，顾名思义，用于数值计算似乎是它的最基本的应用方面，是计算机最早的应用领域。在科学研究和生产建设中，经常碰到各种各样的数学问题，有的要进行四则运算，有的要求解微分方程或积分计算。这些类型的数学问题往往计算量大，难度较高，用一般计算工具无法顺利完成。自然科学和技术科学的理论往往可表现为数学的形式，如电磁场理论的麦克斯韦方程，固体力学和自动控制理论的数学方程求解，都是极其复杂的。在没有使用电子计算机以前，许多科学理论所概括的数学方程，因为无法求其解而被认为是“纯理论”，或认为至多只能对生产实践起些定性的指导作用。使用了电子计算机后，许多科学上的数学问题都可求得解答，情况就大大不一样了。例如，气象预报，要求解描述大气运动规律的微分方程，以得到天气变化规律的数据，并依此来预报天气情况。但由于计算工作量很大，用人工计算(包括使用其它计算工具)来预报24小时内气象情况需化几个星期，这样费时的计算结果对预报已无任何价值，而电子计算机却只要几分钟就能得出结果。

利用电子计算机进行的科学计算，速度快、精度高，只要为计算机制定运算步骤，具体的运算过程完全可由计算机自动完成，可以大大缩短计算周期，节省人力和物力。

计算机之所以取名为“计算机”，主要是由于在开始时它仅仅是作为一种计算工具而用于数值计算上。但目前它的应用范围已大大超出“计算”的概念，而主要用于如信息处理、智能模拟等方面。因此有人认为，对计算机的确切命名应是“电脑”。在本书中为顾及习惯用语，我们仍以计算机称之。

二、信息处理

在科学研究和工程技术中，常常会得到大量的信息，如石油地质勘探、卫星图片资料等等。为了利用这些信息，需要对它们进行加工处理。若用人工处理不但速度慢、效率低，而且有的信息根本就无法处理。用计算机对信息及时记录、整理和分类统计，加工成所需要的形式，统称为“信息处理”。由于现代计算机的高速度和海量存储，使得它能很好地进行数据处理和信息加工。信息处理中虽然也会涉及到一些数学问题的运算，但这与数值计算不同，它的主要任务是快速及时地处理信息，或对某种资料进行加工。例如用以处理石油地质勘探中的信息，能精确地估计石油资料，提高钻井的准确性。

信息处理所涉及的范围和内容十分广泛，如数据处理，企业经济管理、事务管理，图书、资料处理和检索，以及办公室自动化等等。

数据处理是对数据进行综合分析，加工整理。它的特点是信息量大、时间性强。如银行账目处理，要对当天的经营情况及时汇总、分类、结算、统计和制表，若用人工处理，不但费时、费工，而且很易出错。

面对新技术革命的挑战，作为管理和决策机构的办公室正在发生深刻的变化。单纯

靠文房四宝、电话等工具已越来越不能适应现代化的需要，人们必须利用现代化的设备和工具，特别是计算机。办公室自动化就是利用计算机及通讯技术来有效地处理以往难以处理的大量结构不分明的事物——非数字型信息，也就是连续自动地分析、组织和控制办公室系统，以便能更高效地利用各种信息。

目前，信息处理已成为计算机应用的一个最主要的部分，据估计，约占全部应用的90%左右。

三、实时控制

实时控制就是能够及时地搜集检测数据，按最佳值对控制对象进行自动控制或自动调节的一种控制方式。这是实现工业生产过程自动化的主要手段。实时控制也称为过程控制。电子计算机用于生产过程控制中，除了起“实时”和“控制”作用外，还能及时发现故障，进行报警，并能自动查找故障原因和部位。例如航天飞机发射，就是由地面上数台计算机随时接收航天飞机送回的信息，立即处理并算出结果，以指挥和控制它的活动（见图1-1）。这种控制是把飞机上传送回来的遥测数据及跟踪雷达所测量的距离、方位等数据输入计算机中处理，计算机根据处理所得到的结果发出导航命令，传送给航天飞机以控制其速度或其它变动因素，并在确定位置进入轨道。

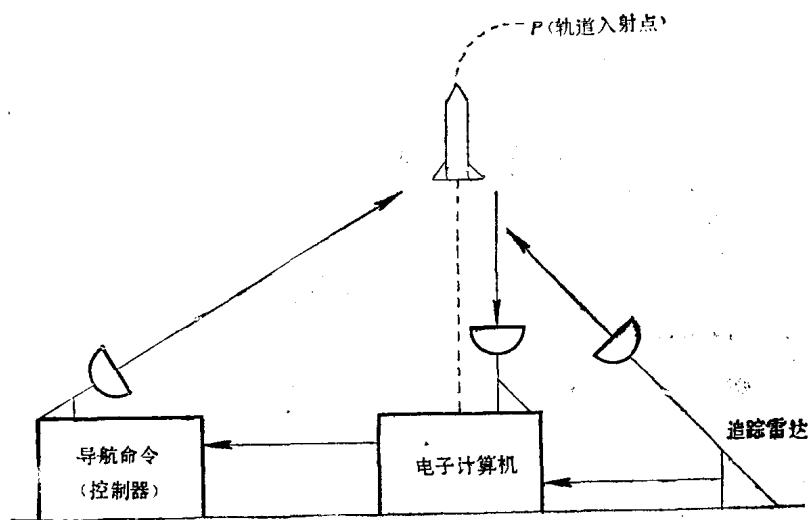


图1-1 控制航天飞机发射的示意图

计算机用于生产过程控制，不仅解放了生产力，提高了生产效率和经济效益，而且电子化、自动化和机器人化的生产方式将引起工业生产的根本性的变革，对人类社会的發展也有深刻的影响。

四、辅助设计(CAD)

计算机辅助设计是利用电子计算机的计算、逻辑判断等功能来帮助人们进行各种工程技术的设计工作，使设计工程趋向半自动化或自动化。它不仅可以缩短设计周期，节省人力、物力，降低成本，而且可以保证产品质量。现在采用计算机来进行辅助设计的范围很广，如汽车、船舶、飞机的设计，桥梁、土木工程的设计，以及大规模集成电

路、甚至计算机的设计等等。

五、计算机辅助教育

二十多年前,将计算机应用于教育领域,还只是少数计算机专家和教育专家的梦想,今天却已在世界范围成为现实。随着计算机科学的不断发展,计算机在教育领域中的应用也越来越广泛,并逐渐成为教学技术现代化的重要内容之一。

计算机科学与技术在教育领域中的应用是多方面的,但主要包括两种方式,即计算机辅助教学(CAI)和计算机管理教学(CMI)。

在CAI中,计算机辅助的对象是学生。它是通过计算机与学生之间的交互作用来实现教学功能的。作为一种自动化的教学机器,用来辅助学生完成教学计划,或模拟某种实验过程,会有助于学生的学习和对问题的更深入的了解。计算机可按不同的要求,分别提供所需的教材内容,同时对一批学生进行不同内容的个别指导,互不影响,并且具有自我测验、自动评分等功能。利用计算机辅助教学可提高学生学习的兴趣和积极性,通过模拟操作一些难于在实际中进行的实验过程,可以深入认识这些事物变化的特点,这对提高教学质量有较大的作用。

在CMI中,计算机辅助的对象是教师。它是利用计算机,通过向教师提供各种经过分析的信息来管理和指导教学过程。例如分析学生的学习情况,监督与控制学生的学习进度,收集和记录学生回答的资料,进行测验、评分以及成绩的统计等等。

在教育领域中计算机的应用和发展,已给传统的教学形式、教学方式、教学内容、以及教学管理等方面带来了并将继续带来巨大的变革。

六、智能模拟

计算机科学的一个新的发展动向是研究智能计算机,通常叫智能模拟,或人工智能。人工智能是研究生物的智能本质、智能的模拟和如何利用和表达知识等问题。用机器进行智能功能模拟叫“机器智能”或“智能计算机”。与一般只能进行逻辑判断的计算机不同,智能计算机是一种模拟人的智力的计算机,用以代替部分人脑思考、决策分析,有“学习”及自编程功能,能“归纳推理”和自身“积累经验”,有思维能力和感觉功能,并有相当于大脑存储的“知识库”。

智能模拟是一门涉及计算机科学、控制论、信息论、仿生学、神经生理学和心理学等学科的综合性科学,是一门探索模拟人的感觉和思维规律的科学。人工智能的应用系统被称之为“知识工程”,它是将医学、化学和其它领域中的专门知识积累起来构成咨询系统或“专家系统”。具有一定“思维能力”的机器人的大量出现,就是智能模拟研究所取得的一个成果。

§ 1.3 电子计算机的发展

一、电子计算机的发展过程

人类发展的历史,从某种意义上来说,也是人与自然斗争的历史。计数和计算是这个斗争中必然的产物。随着生产力的发展、生产关系的变化和数量概念的出现,要求对数量进行计数和计算。因此,在不同的历史阶段,人们创造了各种不同的计数工具和计

算方法。如从结绳计数到我国古代劳动人民发明的算盘，以及以后相继出现的计算尺、手摇和电动计算机等计算工具。算盘是用算珠来表示“数值”，算珠间是相互独立的。人们通过拨动算珠进行运算，以算珠的多少及其所在位置的变化来表示运算的数值，因此它是数字式的计算工具。计算尺以线段长短来表示数值的大小，即以线段来模拟数值，因此它是模拟式计算工具。随着生产和科学技术的发展，迫切需要进行大量、复杂、快速、精确的计算，原有的计算工具已远远不能满足需要。基于这种需要，也基于近代物理和无线电电子学的发展，特别是半导体器件、脉冲和自动控制技术的迅速发展，导致了电子计算机的出现。1946年，美国宾夕法尼亚大学制成了世界上第一台数字电子计算机(称为“ENIAC”)。

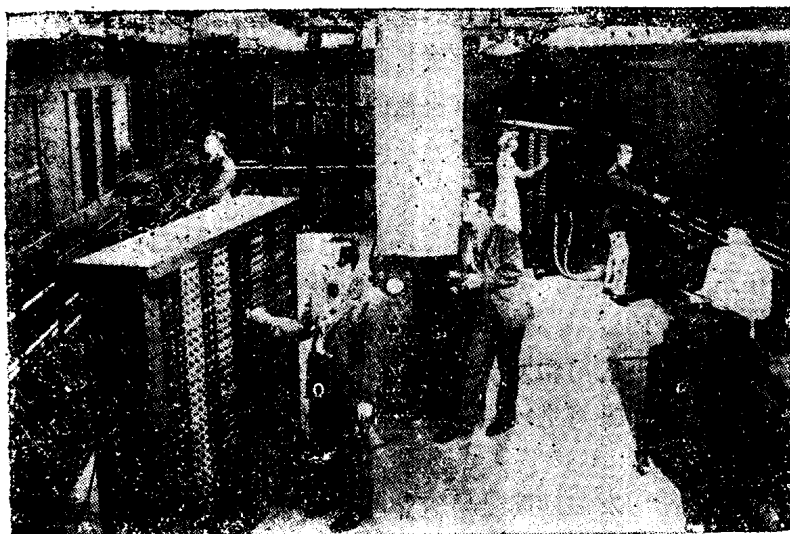


图1-2 ENIAC—世界上第一台数字电子计算机

短短四十年来，电子计算机得到了迅速的发展，已经历了四个阶段，通常称为“四代”。

第一代(1946~1959年)计算机：以电子管为主要元件。结构上以中央处理机为中心进行组织，使用机器语言和符号汇编语言，存储量小，可靠性差，体积大，速度慢，主要用于科学计算。

第二代(1959~1965年)计算机：以晶体管为主要元件。结构上以存储器为中心，使用高级程序设计语言。相比于第一台计算机。速度提高100倍，而体积却缩小到1/100，可靠性有了提高。外部设备也日渐增多，应用范围扩大到数据处理和工业控制等方面。

第三代(1965~1970年)计算机：以中小规模集成电路为计算机的主要元件。结构上仍以存储器为中心，体积急剧缩小，功耗更低，而运算速度却又提高了十倍，维护容易，可靠性高，且机种多样化，系列化。外部设备不断增加。尤其是终端设备和远程终端设备迅速发展，软件功能也进一步完善，应用已逐渐社会化。

第四代(1970年开始)计算机：采用大规模集成电路和半导体存储器，体积更小，可靠性更高。出现了多台计算机的信息网络系统，进入以网络和数据库为特征的时代，其应用面已深入到社会生活各个方面。

为了适应九十年代以后社会发展的需要,考虑到社会日益信息化这个因素,现在正在研制新一代的计算机系统——第五代计算机。当前,电子计算机已不仅是一种经济力量,而且成为一种政治力量和军事力量。正因如此,世界各国都在大力发展电子计算机技术,在这个领域内开展了激烈的竞争,而竞争的一个重要方面就是第五代计算机。

新一代计算机系统,是把信息采集、存储、处理、通讯和人工智能结合在一起的智能计算机系统。它与前四代计算机系统的设计思想截然不同,由着重于高速的数值计算变迁到面向社会生活中普遍存在的知识信息处理,功能上由数的算术运算转变为逻辑推理,人机之间将能使用自然语言和图形、图象来进行对话,能帮助人们进行判断和决策。因此,第五代计算机的体系结构,一般由三个部分组成,即智能接口机,解题和推理机及知识库管理机。如果把第五代计算机与前四代计算机相比拟,可将解题和推理机看作中央处理部件,知识库机看作存储器,智能接口机看作输入、输出通道和外部设备。第五代计算机系统的实现和应用,对人类社会的进步必将产生深远的影响。

二、电子计算机的发展趋势

从目前情况看,电子计算机正在向巨型、微型、网络 and 智能模拟等方向发展。

1. 大型机和巨型机:

大型机和巨型机的特征主要体现在高速和大容量方面。如美国的ILLIAC-IV型计算机,平均运算速度为每秒一亿五千万次,除了主存储器容量为 8.4×10^8 位外,还有存储量为几千兆的外存储器。大型机和巨型机是当代电子计算机的一个重要发展方向,它的研制水平标志着一个国家的科学技术和工业发展的水平,象征着一个国家的实力。

2. 微型计算机:

电子计算机发展的另一方面是微型化。它的出现标志着人类进入一个新的时代。微型计算机是大规模集成电路的产物。它的中央处理单元(或称微处理机)是由一片或几片大规模集成电路所组成的。由于微处理机价格低廉、体积小、重量轻、功耗低和可靠性高,再加上对工作环境要求不高,因此发展迅速,应用范围极为广泛。目前在各个方面、各个部门,都可以看到它们的踪迹。微型机发展的一个分支是单片微机。它把微型计算机的三大基本部件(微处理机、存储器和输入、输出接口)集成在一块芯片上,突出地具备了体积小、可靠性高、灵活性强等特点,在仪器仪表、家用电器、控制设备等方面的应用颇为引人注目。

3. 电子计算机网络:

电子计算机网络是计算机技术和通讯技术相结合的产物。它是通过数据通讯线路(如电缆、电话线、微波、人造卫星等)将分散在各地的许多台不同类型的大、中、小计算机联系起来,构成计算机网络。藉助于通讯线路,使网内各计算机系统之间能相互共享资源。这些资源包括计算机的硬件、软件和数据等。计算机网络按其距离和规模,可分成远程网络和局部网络两种类型。所谓局部网络是将一个局部地区内各种类型的计算机和终端设备用通讯线路联接起来,使网络中任何一台计算机都可以使用其它的计算机和设备,也可调用其它计算机中的软件程序,或查询、传送数据。目前局域网已得到广泛的应用,如大学中的计算机辅助教育网,商业处理网,企业管理网,实时控制网和用于资料检索的情报网和图书馆管理网等等。

信息社会的特征，就是信息的频繁交流和利用，这一任务是由通讯技术和计算机群体联合组成的各种网络来完成的。

§ 1.4 电子计算机系统

一、电子计算机的基本组成

可以这样说，人们在社会生活中所做的事情之一，就是处理各种信息，因此可以把人比拟为“信息处理机”。由于电子计算机能对所输入的信息进行自动加工处理，并输出加工结果，所以本质上说也是信息处理机。它是人们长期进行计算活动的结晶，因此就它的最基本的工作原理而言，必然脱离不了人们进行信息处理时所包含的最简单、最原始的规律和特征。为了理解电子计算机的工作过程及其组成，一个有效的办法，就是把人比作信息处理机来与计算机加以对照。

1. 人的信息处理功能：

(1) 信息的输入：人在处理信息之前，必须先把它存放在人的大脑记忆部分之中，这就需要有输入信息的手段。人通过视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉等五种方式把外界信息转换成生物电信号，并送入大脑。完成这些功能的眼、耳、鼻、舌和皮肤就是人处理信息时的输入部件。

(2) 信息的存储：信息输入后，必须存储起来，所输入的信息存储在大脑的记忆部分。在信息处理过程中，处理的结果信息和原有所积累的信息也都存储在大脑的记忆部分。可见，大脑记忆部分是大脑存储信息的场所。为帮助大脑记忆，人们又用书写、笔记等形式来记录所感知的信息。输入信息的目的在于存储起来供以后处理或参考比较。

(3) 信息的加工处理：信息存入大脑记忆部分就为其加工处理作好了准备。人的思考，也就是对信息加工的过程，即包括对信息的分析、判别、筹划与执行相应的处理对策和步骤，并得出处理的结果等等，最后由大脑的另一部分——调节控制部分来执行处理。

(4) 信息的输出：信息被加工处理后，经常要求把它表达出来，这就是信息的输出。人们通过声音、文字、图形、表情和动作的形式来输出信息。可见，人输出信息的主要方法是通过语言和手工产生的信号。

(5) 信息处理的控制：人不断地从周围环境中感受信息，不断地进行加工处理，并输出信息。在这些过程中，人必须协调地控制人体的各个部分，按一定的顺序来处理信息。这是人作为信息处理机功能上的最为重要的环节。显然，不能在一个信息尚未输入前就开始处理它。同样，也不能在信息处理结果尚未得到之前就输出信息的结果。所以，协调各个功能部门之间的关系，严格执行加工处理的步骤，这是至关重要的。这些步骤存储在人的记忆部分，而由人的另一部分来控制执行。

总之，人作为信息处理机，有输入、存储、处理和输出信息的功能，同时，人还有监督管理这些信息处理功能的能力，使其按一定的顺序、一定的方式来执行。

2. 电子计算机的基本组成：

计算机作为信息处理机对信息进行加工的过程，和人们处理信息的过程十分相似，

为实现自动化的信息加工，它必须具备能够实现上述相似功能的一些基本装置：

- (i) 能存入原始数据、程序的输入设备和输出中间结果或最后结果的输出设备。
- (ii) 能保存和记录原始数据、程序，以及运算的中间结果和最后结果的存储装置，即存储器。
- (iii) 能够进行运算处理的运算器。

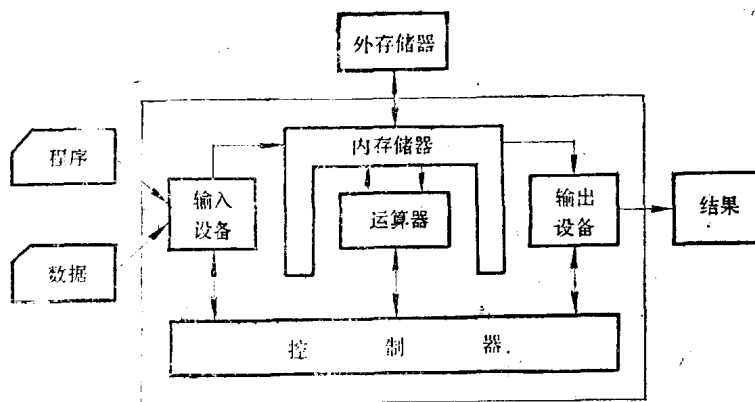


图1-3 电子计算机原理图

- (iv) 能够协调、监督、管理计算机按一定顺序、节奏工作的控制器。

这些装置之间的联系如图1-3所示，现分别介绍如下。

(1) 输入、输出设备：计算机与外界进行联系要通过输入、输出设备来实现，输入、输出设备也叫“外部设备”。计算机的输入设备，首先必须能够接受人类所使用的符号和语言，例如程序、原始数据和控制信息等。然后将这些符号与语言转换成计算机所能识别的二进制电信号，并受控制命令的支配或将其送入外存储器暂时储存，或直接送入内存等待执行。输出设备的功能正好与输入设备相反，即按控制命令的要求，将计算机的运算处理结果及中间结果暂时安放在外存储器，或直接经由输出设备，转换成人们所能识别的各种形式，如数字、字母、符号、声音或图形等表示出来。输入、输出设备的工作速度与计算机本身的运算速度相比，可以说是极其缓慢的。输入、输出设备按其数据或程序的表示形式，目前一般可分为三大类：

第一类以纸质为媒介，用各种小孔的组合代表数据的内容，如打印卡片、打孔纸带等。第二类以磁性物质为媒介，用各种磁信号的组合代表数据的内容，如磁盘、磁带和磁鼓等等。第三类是用特殊字体及印刷方法，将数据记录在某些物体上，如光学识别字体，磁性墨水字体等等。

目前，输入、输出设备的种类和形式很多，常见的输入设备有卡片输入机、键盘-磁盘输入机和光笔等，此外还有正在发展的如光学字符阅读机，语音和图象输入装置等。从发展前景来看，文字、图形、图象、语音识别等新技术是输入设备的研制方向。输出设备有打印机、纸带穿孔机、卡片穿孔输出机、X-Y记录仪和绘图仪等。复合输入输出设备（既能作输入设备，又兼作输出设备）有键盘屏幕显示器、磁盘机、磁带机、光笔阅读显示器等等。

(2) 存储器：当原始数据和程序由输入设备转换成二进制电信号进入计算机后，这些数据 and 程序便储存在计算机内，作为运算处理的参考和依据，直到运算完毕被清除为止。计算机的这种储存资料部件，称之为“存储器”。存储器的主要功能是保存大量的信息。它是计算机的核心部件。通常说计算机具有“记忆”能力，就是指存储器的这种记忆功能。存储器中所保存的信息主要有程序和数据。

根据在运算过程中的不同作用，计算机的存储器通常可分为两类：内存储器（又叫主存储器）和外存储器。

①内存储器（简称内存）：这类存储器安装在计算机的内部，存储的容量不大，用来存放现行程序的指令和数据，它直接与运算器、控制器发生联系，交换信息，因而工作速度快。内存储器一般由有记忆功能的磁芯或半导体器件构成。

从结构上来看，内存储器由许许多多的存储单元组成，所有存储的信息分别存放在这些单元中。为存取信息的需要，把每个存储单元进行编号，此编号就叫该存储单元的“地址”。当需要存入或取出某些信息时，就必须知道所对应单元的地址。

存放在存储器中的，只能是计算机所能识别的，由0和1两个数字所组成的二进制信息。每个存储单元所能存放的若干位二进制信息，称为一个“字”，它可以是一组二进制代码所表示的数据，或一条由二进制代码所表示的指令（即计算机要执行的基本操作），或一个地址等等。一个字中所包含的二进制数的位数就称为计算机的“字长”。计算机的字长越长，计算的精确度也就越高。不同类型计算机的字长是不同的。如小型机的字长一般为16位，微型机的字长为8位或16位，表示存储单元中的信息分别由8位或16位二进制代码所组成。

一个存储器中可包含成千上万个存储单元，存储单元的多少反映着计算机存储器容量的大小。存储器的容量以K为单位（ $1K = 2^{10} = 1024$ ），通常小型、微型计算机的内存容量为32K、64K、128K等。如果一台计算机的存储器容量为64K，则意味着存储器有65536个存储单元。

由上可见，内存器的基本功能是可按指定的地址存入或取出信息。

②外存储器（亦称外存）：随着计算机所处理数据的扩大，单靠内存器已不能满足需要，这就要求从外部来扩大计算机的存储容量。外存储器用作内存的后备存储。凡是内存中不经常使用的信息，都可成批地存放在外存储器中，使内存得以存放最紧急的信息，需要时，外存储器和内存器之间可成批地进行信息交换。常用的外存储器有磁盘（图1-4）、磁带（图1-5）、磁鼓和光盘等。这类存储器的容量很大，但存取速度较慢，且与运算器之间没有直接联系。

(3) 运算器：运算器是电子计算机的主要部件之一，是直接完成各种算术运算和逻辑运算的装置。算术运算包括二进制数的加、减、乘和除等运算；逻辑运算指两个数大小的比较、移位等操作。在一般算术运算中，乘法和除法实际上可以通过一系列加法的组合操作来完成。在数学上稍加处理（如把减数变成加负数），也可把减法化成为加法运算。要完成这些功能，必须具备三个最基本的条件，即数的移位、数的相加和数的寄存。因此在运算器的核心部件中，必须有能进行所有运算的加法器（又称全加器）和能完成数的暂时存放的寄存器及移位器等。

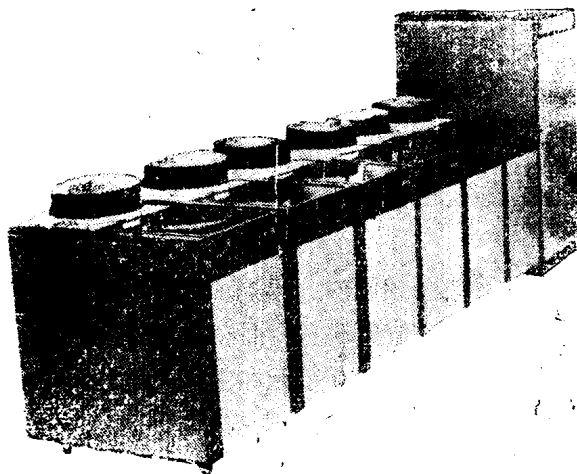


图 1-4 磁盘机组

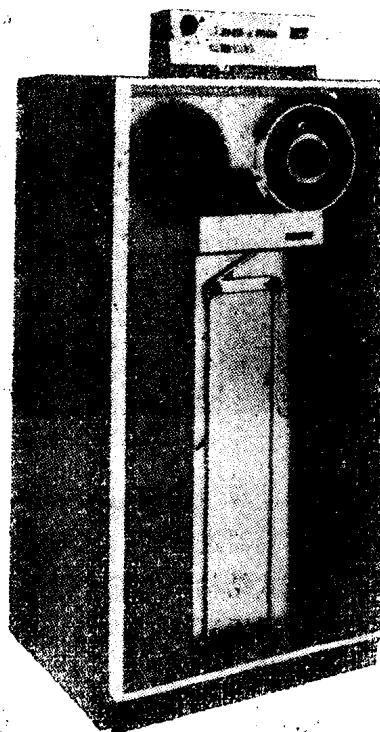


图 1-5 磁带机

运算器的最重要的性能是运算速度，即计算机进行算术运算和逻辑运算的快慢程度。当然，衡量一台计算机的运算速度的因素不仅取决于运算器的性能，而且还与内存存储器的工作速度有关。

(4) 控制器：控制器的主要作用，是使整个机器能自动地、按序地、有条不紊地进行工作，它是计算机的“神经中枢”。例如，控制输入设备及有关部件，把程序和数据送入内存存储器，控制运算器、存储器等部件按一定的顺序和节奏进行运算，直到获得结果并输出结果。电子计算机之所以能高速地、自动地进行数据处理，都是在控制器操纵之下实现的。

通常把内存存储器、运算器和控制器三部分的设备称为计算机的“主机”(或“中央处理机”，用CPU表示)。电子计算机的自动化信息处理是由中央处理机来完成的。把主机以外的其它围绕主机而装置的各种设备称为“外部设备”。外部设备包括输入输出设备、外存储器、终端设备以及其它的控制部件和信息传送、转换装置等。

图1-6展示了一个中型计算机系统，其内存存储器容量是8兆，运算速度几百万次/秒，外部设备有容量为2000兆的磁盘组、磁带机、绘图子系统和光笔输入的汉字子系统、行式打印机、激光打印机及软盘输入机等，並配有数十个终端和一个脱机数据站。

二、微型计算机

人们往往会把微处理机和微型计算机混为一谈，实际上这是两个不同的概念。微处