

JI SUAN JI

XI TONG DAO LUN

计算机 系统导论

QWERTYUI
ASDFGHJKL
ZXCVBNM

JI SUAN JI

XI TONG DAO LUN

平安 编著

武汉大学出版社

计算机系统导论

李平安 编著

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机系统导论/李平安编著. —— 武汉: 武汉大学出版社, 1996. 10
ISBN 7-307-02175-7

I. 计…

II. 李…

III. ①计算机科学—教材 ②计算机系统—教材

IV. TP3—43

武汉大学出版社出版

(430072 武昌 珞珈山)

武汉市皇冠彩印厂印刷

(430014 武汉市黄石路铭新街 79 号)

新华书店湖北发行所发行

1996 年 10 月第 1 版 1996 年 10 月第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 8.75

字数: 212 千字 印数: 1—2000

ISBN 7-307-02175-7/TP·67 定价: 10.00 元

本书如有印装质量问题, 请寄印刷厂调换

内 容 提 要

《计算机系统导论》是一本计算机方面的入门教材，它是在作者从事多年教学、科研、开发、应用的基础上编写而成的。

全书内容共分十章。它不仅包括计算机的发展历程、应用、组成结构、设计思想及其实现方法等有关知识，同时还引进了一些计算机发展的最新技术、最新成果。

本教材不仅适用于计算机类各专业大学一年级的学生，而且也适用于非计算机专业的大专生、本科生和研究生，同时还适用于欲想了解计算机的概貌，以便指导自己的工作 and 学习的广大读者。

前 言

计算机是20世纪最伟大的发明创造之一。目前,计算机已经广泛地、成功地应用到人类社会生活的各个领域及国民经济建设的各个部门。我们完全可以这样说,巨型计算机的研制水平,标志着一个国家科学技术和工业发展的程度,用以衡量一个国家的科学技术和经济实力。而中小型计算机和微型计算机的生产数量和应用水平,则标志着一个国家现代化的进程。

为了发展我国的信息产业,为了促进我国的现代化建设,我们不仅需要大量的精通计算机专业、具有计算机应用技能的专门人才,而且还需要大量的复合人才。目前,在一些经济比较发达的地区,已经开始向全社会普及计算机知识,甚至把掌握计算机知识作为培养跨世纪人才的重要条件。一股学习、普及、应用计算机的热潮正在全国兴起。为了适应这种新形势,作者编写了这本《计算机系统导论》教材。

《计算机系统导论》是在作者从事多年教学、科研、应用、开发的基础上,参考了多种有关的书籍和杂志,特别是高等学校教材《计算机科学导论》,充分地吸收了其精华部分,按照计算机系统的观点重新编写而成的。它不仅包括计算机的发展历程、计算机在各主要领域里的应用、计算机的组成结构和它们的设计思想及其实现方法等有关知识,同时还引进了一些关于计算机发展的最新技术、最新成果。这本教材不仅适用于计算机类专业大学一年级的学生,而且也适用于非计算机专业的大专生、本科生和研究生,同时还适用于欲想了解计算机的概貌,以便指导自己的工作和社会各阶层人士。

本书第一章概论,主要介绍计算机的产生、发展、特点、分类以及计算机在一些主要领域里的应用。第二章计算机系统的组成,主要介绍计算机系统的层次结构、硬件系统、软件系统。第三章数据与数据结构,主要介绍数据、数制与数制间的转换、数在计算机中的表示、数据结构等。第四程序设计与算法,主要介绍低级程序设计语言和几种常用的高级程序设计语言,重点向读者介绍类PASCAL语言和算法。第五章逻辑代数与数字逻辑,主要介绍逻辑代数、基本逻辑电路、基本逻辑部件以及计算机的组成。第六章解释程序与编译程序,主要介绍解释程序和编译程序的结构、工作过程。第七章数据库系统,主要介绍数据库系统的发展概况、基本概念、结构、工作过程、数据模型和数据库语言。第八章操作系统,主要介绍操作系统的类型、功能、结构和工作过程。第九章计算机网络,主要包括计算机网络概述、功能、拓扑结构、分类以及体系结构。第十章多媒体技术,主要介绍多媒体技术的基本概念、应用与发展前景。

本书是湖北省武汉市微机学会组织编写的。参加大纲讨论的有武汉大学、华中理工大学、华中师范大学、武汉交通科技大学、国家科委管理学院以及武汉尚吉电子研究所等单位。空军雷达学院王长胤教授、华中理工大学刘乐善教授、武汉尚吉研究所文军所长以及

铁道部第四设计院王宁等同志阅读了本书的初稿，并且提出了许多宝贵意见。在编写过程中，还得到了武汉尚吉研究所的大力支持。另外，本书的责任编辑郭志安同志作了大量的工作，提出了许多修改意见，在此作者向他们表示衷心的感谢。

本书和武汉大学出版社出版的《微型计算机原理》，华中理工大学出版社出版的《微型计算机接口原理及应用》属系列配套教材，可以同时使用，也可以单独使用。

作 者

1996年5月

目 录

前 言

第一章 计算机概论	1
§ 1.1 计算机的产生	1
§ 1.2 计算机的发展	1
§ 1.3 计算机的特点	3
§ 1.4 计算机的分类	4
§ 1.5 计算机的应用	5
习 题	12
第二章 计算机系统的组成	13
§ 2.1 计算机系统的层次结构	13
§ 2.2 计算机硬件系统	14
§ 2.3 计算机软件系统	17
习 题	20
第三章 数据与数据结构	21
§ 3.1 数据	21
§ 3.2 数制及数制间的转换	21
§ 3.3 数在计算机中的表示	27
§ 3.4 数据编码	30
§ 3.5 数据结构	31
习 题	36
第四章 程序设计语言与算法	37
§ 4.1 程序设计语言	37
§ 4.2 几种常用的高级语言	43
§ 4.3 类PASCAL语言	45
§ 4.4 算法	51
习 题	58
第五章 逻辑代数与数字逻辑	59
§ 5.1 逻辑代数	59
§ 5.2 基本逻辑电路	62

§ 5.3 基本逻辑部件	66
§ 5.4 计算机的组成	76
习 题	79
第六章 解释程序与编译程序	80
§ 6.1 解释程序的结构	80
§ 6.2 解释程序的工作过程	82
§ 6.3 编译程序的结构	83
§ 6.4 编译程序的工作过程	84
习 题	88
第七章 数据库系统	89
§ 7.1 数据库系统的发展	89
§ 7.2 数据库系统的基本概念	90
§ 7.3 数据库系统的体系结构与工作过程	91
§ 7.4 数据模型	94
§ 7.5 数据库语言	99
习 题	100
第八章 操作系统	101
§ 8.1 什么是操作系统	101
§ 8.2 操作系统的类型	101
§ 8.3 操作系统的功能	105
§ 8.4 操作系统的结构	110
习 题	113
第九章 计算机网络	114
§ 9.1 计算机网络概述	114
§ 9.2 计算机网络的功能	118
§ 9.3 计算机网络的拓扑结构	119
§ 9.4 计算机网络的分类	120
§ 9.5 计算机网络的体系结构	124
习 题	127
第十章 多媒体技术	128
§ 10.1 多媒体技术的基本概念	128
§ 10.2 多媒体技术的应用与发展前景	129
习 题	131
主要参考文献	132

第一章 计算机概论

§ 1.1 计算机的产生

人类在同大自然的斗争中,一项很重要的活动,就是要进行各种计算。随着社会的进步,人类在不同的历史时期创造出了与当时历史时期相适应的计算工具。

特别是进入到20世纪,科学技术飞速地发展,有堆积如山的数据需要处理,迫切需要新的、功能强大的计算工具。到了20世纪40年代,无线电技术和无线电工业得到了迅速的发展,为电子计算机的诞生奠定了物质基础。当时正在进行中的第二次世界大战也急需高速、准确的计算工具,用以解决大量的弹道计算问题,军事上的紧迫压力则为电子计算机的诞生产生了强大的刺激。经过科学工作者的努力,在1945年底,世界上第一台电子计算机终于在美国研制成功。1946年2月15日举行了隆重的揭幕典礼。第一台电子计算机的诞生,标志着人类的计算工具发生了历史性的变革,标志着人类的科学技术进入了一个崭新的历史时期。

这台电子计算机取名为ENIAC—Electronic Numerical Integrator And Computer(电子数值积分和自动计算机)。ENIAC使用了18000支电子管,耗电150千瓦,总重量为30吨,占地170平方米,总耗资40万美元,加法运算速度为每秒5000次,乘法为每秒56次。这台机器一直运行到1955年10月2日才进入历史博物馆。ENIAC的最大特点,就是采用了电子线路实现算术运算、逻辑运算和数据存储,从而提高了计算的速度。当然ENIAC无论是运算速度,还是存储容量,都与今天的电子计算机无法比拟,但是它却为人类获得高速度的计算开辟了广阔的前景,对人类社会各个领域产生了深远的历史影响。

那么,什么是电子计算机呢?

所谓电子计算机,是一种能够对数据进行高速、自动存储和加工的电子设备。电子计算机通常简称为计算机,俗称电脑。这里的“数据”要广义地理解,有时也可以把数据理解为信息,具体内容将在第三章中讲解。

§ 1.2 计算机的发展

从第一台计算机诞生到现在只有半个世纪的历史,在这短短的几十年中,计算机获得了迅速的发展,经历了几“代”的变迁。

第一代 (1946~1957年)

这一代计算机的主要特征是:① 电子管组成逻辑电路;② 磁鼓或延迟线作存储器;

③ 用机器语言或汇编语言编制程序；④ 用于科学计算；⑤ 运算速度为每秒几千次。

我国从1956年开始研制计算机,1958年研制出第一台计算机,名字叫103计算机。103机的速度为每秒300次,后来存储器用磁芯代替磁鼓,运算速度提高到每秒1500次。

1959年,我国研制成功了104计算机,它的浮点运算速度为平均每秒1万次。

第二代 (1958~1964年)

这一代计算机的主要特征是：① 晶体管组成逻辑电路；② 磁芯作存储器；③ 外设开始使用磁盘；④ 算法语言采用ALGOL、FORTRAN、COBOL；⑤ 出现了管理程序；⑥ 应用范围由单纯的科学计算,扩大到数据处理、自动控制,以及企业管理等；⑦ 运算速度由每秒几十万次到上百万次。

1964年,我国研制成功了X-1机、X-2机,以及109机等,运算速度可达每秒5万次。

第三代 (1965~1971年)

这一代计算机的主要特征是：① 中小规模集成电路组成逻辑电路；② 磁芯作存储器；③ 外设出现了终端,计算机开始与通信相结合；④ 出现了操作系统；⑤ 出现了会话语言：BASIC, APL；⑥ 运算速度由每秒几百万次到上千万次,甚至达到每秒上亿次。

1970年,我国研制成功了111机、112机；1973年研制成功了DJS-100系列、DJS-200系列,运算速度可达每秒几十万次到上百万次。

第四代 (1972~)

这一代计算机的主要特征是：① 采用大规模集成电路(一块硅片上有100个以上的门电路、有上千个以上的晶体管)；② 采用半导体存储器；③ 出现了软件系统(操作系统、数据库系统、各种高级语言的编译系统以及各种应用软件系统),出现了软件产业、专门的软件公司。

1983年,我国研制成功了757大型向量计算机(能够进行向量运算的计算机称之为向量计算机。能够对多组数据成批地进行同样计算,并同时得到一批结果的运算,称之为向量运算),银河巨型计算机。757的运算速度为每秒1000万次,银河机的运算速度为每秒1亿次。

第五代 (正在研制)

第五代计算机目前在全世界都在加紧探索,积极研究。尤其是美国和日本,投入了十几亿美元的巨资,集中了一大批优秀的科学家,以争分夺秒的精神进行着开创性的研究工作。

这一代计算机有如下特征：① 拟采用超大规模集成电路(集成度超过一万个门、十万个晶体管元件)；② 拟采用光元件组成光计算机；③ 具有智能型的特点,会思考问题、会进行逻辑推理；④ 采用的核心语言为PROLOG语言。

从以上计算机所经历的几代发展过程中,我们还可以看到计算机软件的发展特征,那就是基本上每十年都有新的重大进展,每个年代都有它的热点问题:

40年代,机器语言和汇编语言的年代;

50年代,算法语言的年代(FORTRAN, ALGOL, COBOL...);

60年代, 分时系统的年代;
70年代, 数据库系统的年代;
80年代, 分布式系统的年代;
90年代, 人工智能、多媒体技术的年代。

§ 1.3 计算机的特点

计算机之所以能够广泛地应用于国民经济建设的各个领域, 就是因为它具备任何其它计算工具所无法比拟的特点。概括起来, 计算机有以下几个特点:

1. 速度快

计算机的最大特点之一就是速度快, 能够高速地处理各种数据。这种性能, 是手工处理永远达不到的, 并且差距将会越来越大。最初, 一台计算机每秒可以进行几千次运算, 而现在的计算机每秒可以进行几百万次、几千万次, 甚至几亿次运算。

计算机的高速度大大地弥补了人类高速处理信息的不足。例如, 求圆周率 π , 用ENIAC, 仅花70个小时就可以求出2000多位 π 值。而在1500年前, 我国古代数学家祖冲之却用了15年的时间才推算出7位 π 值。

计算机的高速度可以解决过去难以解决的大型复杂问题, 从而成为人类揭示大自然奥秘的有力工具。例如, 法国天文学家达拉姆尼用天体力学的方法求解月球的运行轨道, 竟花了20年的时间。后来, 有人用计算机重复这项工作只花了20个小时, 同时还发现了其中的运算错误。

计算机的高速度使天气预报这类课题具有了实际意义。过去用人工方法处理天气预报数据, 当处理完毕获得结果时, 往往是时间早已过去, 从而失去了实际意义。现在用计算机处理, 可以在很短的时间里, 甚至只需要几分钟, 就可以处理完毕, 从而及时准确地预报未来天气的变化。

2. 精度高

随着社会的发展与进步, 现代科学技术与工程对计算的精度提出了越来越高的要求。只有计算机才能够满足这种要求。不仅如此, 采用一定的方法和技术, 利用计算机还可以获得十分惊人的高精度。例如, 1981年日本筑波大学用计算机算出了200万位的 π 值。

3. 具有“记忆”功能

当前, 我们处于信息社会时代。甚至有人预言: 将来, 谁掌握了信息, 谁将是富有者。如何对信息进行存储, 是信息处理的必要条件。现代计算机具有存储大量信息并且具有长期保存的能力。随着对信息处理的更高要求和计算机技术的不断发展, 计算机的存储量将会迅速地增长。

4. 具有逻辑判断的功能

计算机具有对数值的大小、事物特征的异同以及各种现象的真假等等之类的判

断能力。计算机的这种逻辑判断能力也是人类所无法比拟的，它是实现自动化的先决条件。

5. 具有自动运行的功能

当把处理某一问题的程序存放到计算机的存储器里以后，计算机就可以按照这个程序自动地运行，最后报告结果，并且还可以再次重复地运行。计算机的这种功能，是与其它计算工具的本质区别，是实现自动化、现代化的关键。

§ 1.4 计算机的分类

计算机有各种不同的分类方法，但是一般而言，计算机分专用计算机和通用计算机两大类。这是根据计算机的性能、价格、运行速度和使用效率来划分的。一般说来，专用机是针对某一类问题或某一方面的应用而设计的。因此，经济、实惠、速度快、效率高。但是，其适应性较差。与之相反，通用机则适应性很强，但在其它指标上比专用机要差。在通常情况下，我们说计算机都是指通用计算机。

通用计算机按照其规模大小又可以进一步分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机和单片机六类。这里所说的规模，主要体现在运行速度、存储容量、指令系统以及机器价格等指标上。我们把运行速度在每秒一亿次以上，具有巨大的存储容量、结构极其复杂、价格极其昂贵的计算机称为巨型机，目前主要用于科学计算。只用一片集成电路块做成的计算机称之为单片机。显然，单片机体积最小，结构最简单。性能指标介于巨型机和单片机之间的，依次分别是大型机、中型机、小型机和微型机，如图1.1所示。

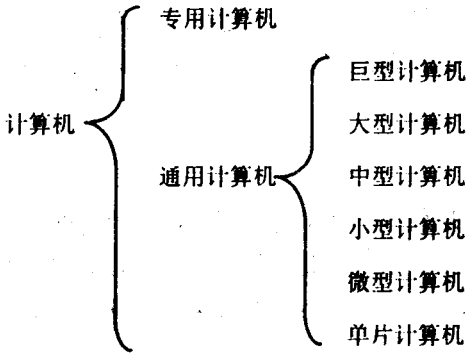


图1.1 计算机的分类

这里需要指出的是，关于通用计算机的分类指标只是一个相对的概念，这六类计算机之间并没有严格的界限，而且随着超大规模集成电路的迅速发展，微型机、小型机彼此之间的概念也会发生重大的变化。可以肯定，不久的将来，在我们今天看来是中型机的规模到那时只不过是小型机的范畴；今天的小型机，只不过是那时的微型机而已。

§ 1.5 计算机的应用

目前,计算机已经广泛而成功地应用到人类社会的各个领域、国民经济建设的各个部门。我们可以这样说,巨型计算机的研制水平标志着一个国家科学技术和工业发展的程度,用以衡量一个国家的科学技术和经济实力。而中小型计算机和微型计算机的生产数量和应用水平,则标志着一个国家现代化的程度。

下面,介绍一下计算机应用的主要领域。

一、在科学计算中的应用

计算机用于科学计算,是当初研制计算机的最主要目的。因此它是计算机应用最早的领域,当然也是应用得比较成熟、比较广泛的领域。

今天,无论是开展数学、物理、化学、生物学、天文学等基础学科的研究,还是发射人造卫星、爆炸原子弹与氢弹、设计飞机、设计桥梁、制造精密仪器、进行地质勘探等都需要使用计算机,都需要对大量的数据进行计算。

利用计算机进行科学计算,不仅可以大量地节省人力、物力和财力,而且还可以大大地节省时间,提高计算的精确度。

用计算机进行科学计算的一般流程如图1.2所示。

二、在实时控制中的应用

所谓实时控制,就是在控制对象的运行过程中,及时地搜集、检测数据,通过分析计算,按照最佳状态值,及时地、自动地控制或调节控制对象的运行过程,从而达到生产过程的自动化。

我们知道,计算机具有运算速度快、加工精度高、具有逻辑判断功能和自动运行的功能。正是由于计算机具有以上这些特点,所以计算机广泛地应用于实时控制,实现生产过程的自动化。

据统计,目前大约有20%的微型机用于实时控制,主要应用在化工、冶金、电力、交通、军事、机械加工等部门。应用的方式:可以用一台计算机控制一台或多台设备,或由多台设备组成的生产线,也可以由多台计算机联合起来(组成网络)控制一个生产车间或整个工厂。

用计算机实现实时控制,可以极大地提高生产率、提高产品质量、减少生产人员、减轻劳动强度,是现代化工业发展的方向。

用计算机实现实时控制的一般流程如图1.3所示。

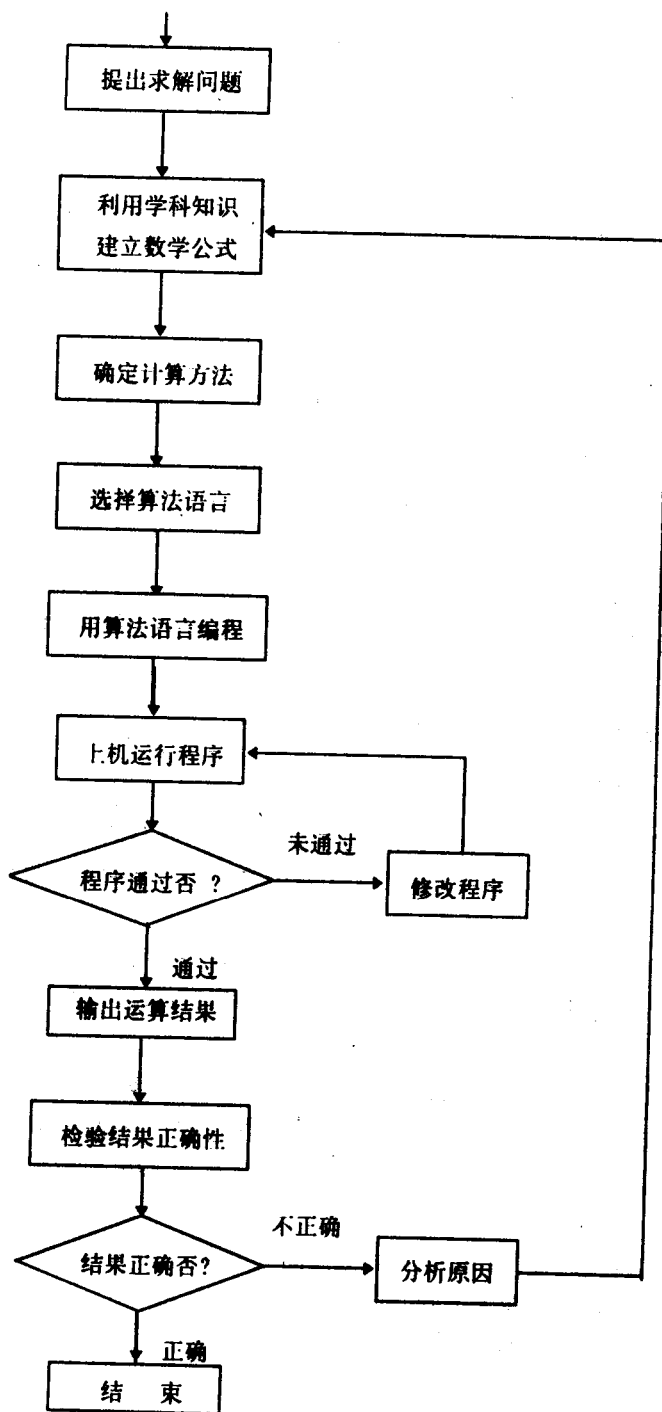


图1.2 用计算机进行科学计算的一般过程

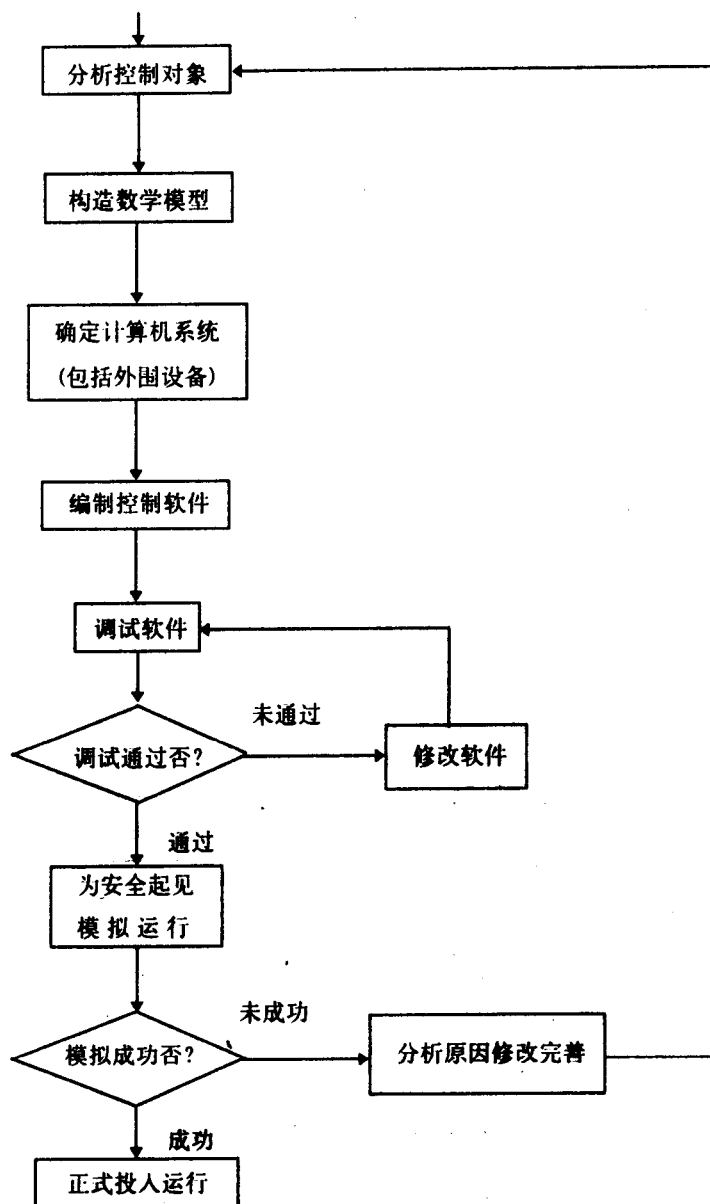


图1.3 计算机实现实时控制的一般过程

三、在信息处理中的应用

人类在科学研究、生产实践、经济活动、甚至日常生活中,都存在着大量的信息,而且随着科学技术的进步、人类社会的发展,这些信息将会以惊人的速度递增。如何从大量的信息中提取出有用的信息,得出正确的结论,需要对这些信息按照不同的要求进行各种加工处理,最后给出报表或图表。信息处理一般不涉及到复杂的数学问题,但是信息量大、工作量大、时间紧迫。

在计算机发展的初期，计算机仅仅用于科学计算，并不涉及信息处理。但是，现在可以用计算机进行广泛的信息处理，它不仅用来处理文字、表格、图形，而且还可以实现声音、图像的处理，即最近几年发展起来的多媒体技术。

用计算机进行信息处理的一般流程如图1.4所示。

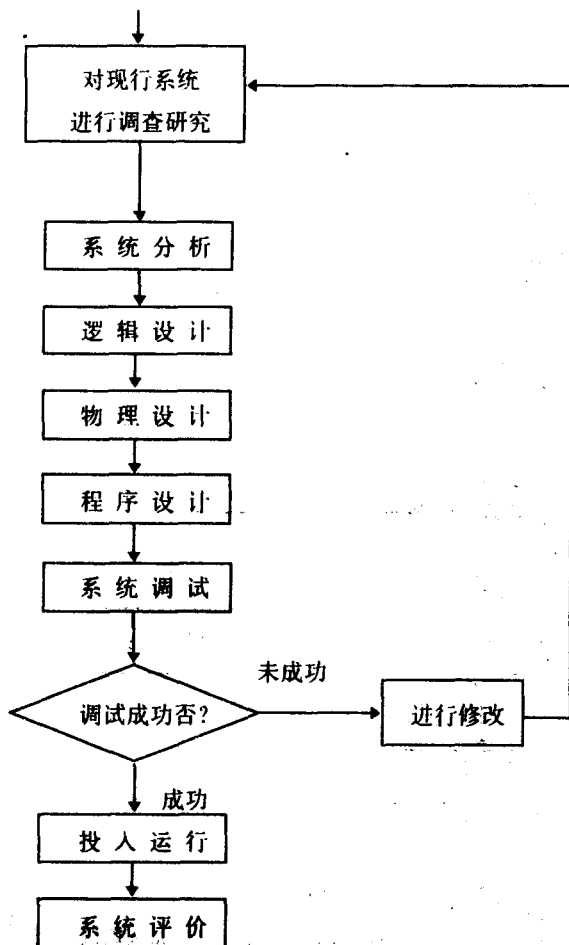


图1.4 用计算机进行信息处理的一般过程

据统计，目前世界上约有半数以上的计算机用于信息处理，而用于科学计算的计算机仅占10%左右。因此，从某种意义上讲，计算机已经脱离了早期“计算”的范畴，应该称之为处理机，或信息处理机。但是，由于人们的习惯，现在仍然沿用计算机一词。然而我们应当清楚：今天的计算机和早期的计算机，含义已经大不相同了。

用计算机进行信息处理，主要应用于国家行政、经济计划、科技文化、教育卫生、外交军事等部门，以及商业、银行、邮电，还有航空、铁路、港口、厂矿企业等部门。改革开放以来，我国在这方面开展了大量的研究工作，投入了很大的人力和财力，建立了各种数据库，研制出了各种应用软件，在管理中发挥着巨大的作用，取得了良好的社会效益和经济利益。

四、在军队指挥自动化中的应用

世界上自有战争以来就存在着如何指挥作战的问题。作战指挥包括以下内容：① 了解敌情；② 制定作战方案；③ 以一定的手段指挥军队行动。

那么，在现代战争中如何进行作战指挥呢？我们先看看现代战争的实例。

据报导，在英、阿马岛冲突中，美国侦察卫星发现阿根廷巡洋舰“贝尔格拉诺将军”号，正在驶往南极安全海域，立即将这一重要情报提供给英国联合舰队。联合舰队迅速地制定了击沉该舰的作战方案，经英战时内阁批准后，将任务下达给已在靠近该舰海域的英国核动力潜艇“征服者”号。结果，英国潜艇只发射了两枚鱼雷，就使“贝尔格拉诺将军”号葬身海底了。

再例如，洲际导弹可以在30分钟以内将当量为几十万吨至几百万吨的核弹头投掷到一万公里以外的目标。这就要求反导弹系统，必须在20多分钟内，完成发现、识别目标，准确地计算出目标的飞行弹道，确定拦截方案，并且发射反导弹，在高空将来袭核弹摧毁。否则，后果不堪设想。

通过这两个例子，我们得出一个共同的结论，那就是要“快”，也就是古人说的“兵贵神速”。在现代战争中，要做到兵贵神速，首先要求指挥机关用更快的速度去完成收集、传递、整理和分析情报；用更快的速度制定出各种作战方案，并且进行作战模拟，选出最佳方案和后备方案；用最快的速度下达一系列作战命令，使各军兵种在作战行动上协调一致，准确无误。在短时间内要做这样多的工作，如果还用过去的手工作业方式，那就只有等着挨打，毫无作战的主动性。如何才能摆脱被动挨打的局面，赢得战争的主动权呢？必须实现作战指挥自动化，必须建立以计算机为主体的指挥自动化网络系统。这已经成为衡量一个国家军事现代化的重要标志之一。

设在首都华盛顿五角大楼内的美国全军作战指挥自动化系统，是供总统、国防部长、参谋联席会议指挥全国军队使用的。该系统的自动化程度很高，使用了大容量、多功能、高速度的计算机网络系统和各种通信设备（包括人造卫星），能够快速地收集、处理和更新全球各个区域的政治、军事情报。另外，还设有保密性电话、大屏幕显示器和通往莫斯科的“热线”以及电文自动传输系统，能随时与国内和分布在世界各地的联合司令部保持密切的联系。它可以在几分钟内向最高统帅提供某一作战计划所需要的各种情报，可以在一分钟之内下达使战略进攻力量转入戒备状态的命令，在5～7分钟内把最高统帅的作战命令下达到所有战区。

五、在人工智能中的应用

人工智能是一门研究如何制造智能机器并最终达到模拟人类智能活动的科学。

关于人工智能的问题，在哲学上引起了激烈的争论，概括起来有三种观点：

- ① 认为机器可以思维，人类能够制造出与成人智力相当的机器；
- ② 认为机器比人还聪明，甚至认为人造的智能生命将统治人类；
- ③ 认为机器可以模拟人类的某些思维活动，但与人的思维是不相同的，智能模拟既有可能性，也有其局限性。

计算机科学家采取了与哲学家截然不同的态度，他们不是争论，而是在人工智能的领域里埋头苦干，加紧研究。经过长期的艰苦努力，人工智能已经开始走向实用阶段。特别