

PASCAL

结构程序设计

周启海 编著



PASCAL
JIEGOU
CHENGXU
SHEJI

重庆大学出版社

831574 - 83

73.87429

C109

图 8 109

PASCAL结构程序设计

周启海 编著

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书以“程序设计 = 算法 + 数据结构 + 程序设计方法”为主导，以结构程序设计技术与方法为指南，以PASCAL语言为工具，通过大量典型应用示例，具体阐述了计算机程序设计的基本原理、基本方法、基本技术和基本技巧。其内容包括计算机语言、程序设计、结构程序设计技术与方法、PASCAL程序、流程控制语句、子程序、用户定义类型、简单构造类型、复杂构造类型、指针类型与非静态数据结构。

本书可作为高等院校计算机专业的教材，亦可供有关工程技术人员作参考用书。

PASCAL结构程序设计

周启海 编 著

责任编辑 戴特力

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/16 印张：19.25 字数：480千

1989年1月第1版 1989年1月第1次印刷

印数：1—5000

标准书号： ISBN 7-5624-0211-6 定价：3.82元
TP·10(课)

前 言

结构程序设计, 是荷兰学者E. W. 戴克斯特拉(E. W. Dijkstra)等于60年代后期提出的一种开创性程序设计方法。它已成为当今计算机程序设计的重要基石和先进工具之一。PASCAL语言, 则是瑞士苏黎士联邦工业大学N. 沃思(N. Wirth)教授于60年代末、70年代初首次推出的一种高级程序设计语言。它的诞生, 是计算机程序设计语言发展史上的一个重要里程碑。

PASCAL语言具有语法规则简明易懂, 数据类型丰富实用, 表达方式简洁灵活, 程序结构严谨清晰, 书写格式方便自由, 程序设计风度优美, 以及编译紧凑、运行效率高、容易维护等特点。因此, 它已广泛用于应用软件(包括数值计算及非数值计算的应用软件)设计与系统软件设计, 成为目前世界上广为流行的程序设计语言之一。

随着计算机应用的不断发展及水平的不断提高, 人们越来越认识到PASCAL语言确实比其它计算机语言(例如BASIC语言, ALGOL语言, FORTRAN语言, COBOL语言)更适宜作学习计算机程序设计(特别是结构程序设计)的入门教学语言。

古人云:“授人以鱼, 不如授人以渔”。本书以“程序设计=算法+数据结构+程序设计方法学”为主导, 以结构程序设计技术与方法为指南, 以标准PASCAL语言为工具, 通过大量典型应用示例, 具体阐述了计算机程序设计的基本原理、基本方法、基本技术和基本技巧。为了使读者不受某种具体程序设计语言(包括PASCAL语言)本身语法规则的束缚和禁锢, 本书综合了一些国内外计算机程序设计教学方法的优点, 根据笔者多年讲授该课程的经验, 深入浅出、通俗易懂地讲述了结构程序设计的基本理论和方法, 以利增强读者触类旁通地灵活应用各种程序设计语言进行结构化程序设计与程序移植的能力。实践表明, 这是有利于人们较快、较好地学习并掌握计算机结构程序设计的有效方法。

本书力求立意深刻、主题突出、叙述简明、内容丰富、编排合理。它可作各类高等院校(包括电大、职大、夜大、函大、刊大、自大、业大等)计算机高级语言程序设计课程的通用教材; 亦可作中专以及各级各类学习班、培训班相关课程的教学参考书或教材; 还可供广大科技工作者、管理人员、机关干部、中小学计算机教师、软件水平考试应试人员以及高中以上文化程度的其它读者学习和参考。

参加本书编写工作的还有文进、李晓旭、向孟光、刘乃琦、徐晓凯等同志。在编著过程中, 承成都科学技术大学史济民教授、清华大学谭浩强教授热情指导, 蒙重庆大学周景云副教授、王孝祥副教授热忱指教。在此, 谨向他们致以深切谢意。

时间紧迫, 成书匆匆, 学疏才浅, 难杜疵瑕。因此, 拙著倘有偏漏疏误, 则恳请学者与读者不吝赐教, 笔者对此将不胜感激。

周启海

1988年2月

075/21/03

目 录

前言

第一章 电子计算机基本知识.....	(1)
§1 电子计算机发展与应用概述.....	(1)
§2 电子计算机的解题方式与基本结构.....	(5)
§3 电子计算机中数的表示方法.....	(8)
习题一.....	(11)
第二章 计算机语言、程序与程序设计.....	(11)
§1 计算机语言.....	(11)
§2 计算机程序 = 算法 + 数据结构.....	(15)
§3 计算机程序设计 = 算法 + 数据结构 + 程序设计方法学.....	(19)
§4 程序设计流程图技术.....	(21)
§5 算法设计示例.....	(33)
习题二.....	(36)
第三章 结构程序设计技术与方法.....	(38)
§1 引言.....	(38)
§2 程序的基本结构.....	(40)
§3 模块化设计技术与方法.....	(48)
§4 自顶向下设计技术与方法.....	(53)
§5 逐步求精设计技术与方法.....	(56)
§6 程序设计优化技术与方法.....	(62)
§7 程序文档化技术与方法.....	(70)
§8 算法的通用描述与程序实现.....	(71)
习题三.....	(73)
第四章 PASCAL 程序.....	(75)
§1 PASCAL 语言简况.....	(75)
§2 PASCAL 程序结构.....	(76)
§3 PASCAL 程序的编译与执行.....	(78)
§4 PASCAL 语言基本语法单位.....	(79)
§5 数据.....	(82)
§6 表达式与赋值语句.....	(89)
§7 输入与输出语句.....	(96)
习题四.....	(100)
第五章 流程控制语句.....	(103)
§1 顺序结构语句——复合语句(BEGIN 语句).....	(103)
§2 选择结构语句.....	(104)

§3 循环结构语句	(114)
§4 无条件转向语句(GOTO语句)	(140)
习题五	(143)
第六章 子程序	(148)
§1 过程	(148)
§2 函数	(161)
§3 嵌套与递归	(166)
习题六	(177)
第七章 用户定义的简单类型与简单构造类型	(182)
§1 用户定义的简单类型	(182)
§2 数组类型	(187)
§3 集合类型	(209)
习题七	(213)
第八章 复杂构造类型	(216)
§1 记录类型	(216)
§2 文件类型	(230)
§3 数据类型的相容性	(249)
习题八	(250)
第九章 指针类型与非静态数据结构	(252)
§1 指针与指针对象	(252)
§2 半静态数据结构	(257)
§3 动态数据结构	(265)
习题九	(288)
附录一 PASCAL语法的形式化描述	(291)
附录二 PASCAL语言的字符集	(298)
参考文献	(299)

第一章 电子计算机基本知识

电子计算机是一种能自动、高速、精确地完成数据存储与处理, 数值分析与计算, 逻辑判断与运算等功能的信息处理系统。电子计算机, 是人类智慧的结晶, 是20世纪科学技术发展最卓越的成就之一。计算机科学技术的完善与发展, 为电子计算机的普及、推广和应用开拓着新的前景。

§1 电子计算机发展与应用概述

在社会生产力迅速发展的当今历史条件下, 电子计算机的普及、推广和应用, 已经对整个人类社会产生了重大影响。它有力地推动着包括自然科学和社会科学在内的现代科学技术不断向社会生产的广度和深度进军。毋庸置疑, 这种前所未有的科学技术的进步, 必将导致一场意义重大、影响深远的新技术革命; 同时, 它又行将推动人类社会的生产方式乃至生活方式的深刻变革。人们不禁要问: 电子计算机的产生和发展难道是偶然的吗? 答案当然是否定的。

§1.1 电子计算机产生和发展综述

如同一切生产工具一样, 计算工具不仅是人类认识和改造客观世界的武器, 而且是人类实践活动的产物。同时, 正如石刀、铜斧、铁犁、蒸汽机和内燃机那样, 计算工具也是社会生产力发展水平的客观尺度和历史标志。

完全有理由推断: 人类的原始计算工具不是别的, 而正是人类自己的手指(和脚趾), 而绳结、木棍、竹筹等则是人类早期的计算工具。随着社会生产力的发展, 特别是天文学、数学、商业、航海、……等事业的发展, 促进了计算工具的发展: 历史上, 先后出现了算盘、机械计算器、计算尺(盘)、手摇计算机和电动计算机等近代计算工具。人类跨入二十世纪后, 科学技术进入一个崭新的历史阶段。科学技术突飞猛进的新发展, 迫切需要计算工具的进步, 即: 要求新的计算工具能够自动、高速、精确地进行数值计算, 或综合处理大量、复杂、繁难的各种数据和信息。20世纪以前所产生的各种计算工具, 运算速度慢、计算精度低、不能自动运行。它们都远远不能适应社会生产力发展的这种要求。作为现代社会生产力发展的必然产物之一的现代计算工具——电子计算机, 就水到渠成地诞生了。

事实正是这样, 自从1946年世界上第一台电子计算机ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer 电子数字积分计算机)在美国诞生以来, 仅40年的时间, 电子计算机经历了四代的变革, 现正向着第五代发展。

1946年到1958年为第一代。其主要特征是: 以电子管为主要逻辑器件; 以磁鼓、延迟线为主存贮器; 整机体积庞大, 价格昂贵, 能耗很高; 软件主要使用机器语言, 符号语言刚开始使用; 运算速度比较低, 一般仅为每秒几千次到几万次; 主要应用在军事工程和科技计算。

诚然，这一代电子计算机同现在的相比显得很落后，但它们毕竟是科学技术发展史上具有划时代意义的里程碑，标志人类计算工具已从机械时代迈入电子时代，开创了电子计算机蓬勃发展的新纪元。

1958年到1964年为第二代。其主要特征是：以晶体管为主要逻辑元件；以磁芯存储器为主存储器，以磁鼓、磁带(开始使用磁盘)作为外存储器；整机体积大为缩小；软件已开始使用高级程序设计语言和操作系统；可靠性和运算速度均有很大提高，一般每秒达几万次到几十万次；能耗和成本大幅度下降；应用范围已由单纯的数值计算扩大到工业自动控制和数据处理。从这一代开始，电子计算机开始逐渐应用到广阔的社会经济领域。

1965年到1970年为第三代。其主要特征是：以中、小规模集成电路为主要逻辑元件；主存储器仍以磁芯存储器为主；机种多样化、系列化，在发展大型机的同时，中、小型机也得到了飞速发展；外部设备更加齐全；高级程序设计语言和操作系统得到了进一步发展和普及；可靠性和运算速度进一步提高，一般为每秒几十万次到几百万次；成本和能耗进一步降低；已广泛应用于工业控制、数据处理和科技计算等领域。

从1970年开始，电子计算机的发展进入了第四代。其主要特征是：以大规模和超大规模集成电路为主要逻辑元件和主存储器；整机体积更加缩小，能耗大为降低，价格性能比大为改善；运算速度迅速提高到每秒几千万次甚至几亿次以上；应用范围已包括行政管理、经济规划、生活服务等各个领域。

目前，电子计算机的水平仍处于第四代，但已开始向第五代发展。自本世纪80年代以来，集成化技术正向高性能的超大规模集成电路全面发展。新材料、新技术、新工艺正在不断涌现。这促使着电子计算机在巨型化、微型化、网络化、智能化以及新型计算机(例如：激光计算机、生物计算机)等诸方面出现了新的苗头。所谓巨型化，就是研制和发展高速度、大容量、强功能的巨型电子计算机。巨型机的发展集中体现了计算机科学及其相关学科的研究水平，是当代科学技术发展的带头学科之一。它的研究和发展无疑将带动计算机科学各分支的技术进步。所谓微型化，就是进一步提高集成度，利用高性能的超大规模集成电路研制质量更加可靠、性能更加优良、价格更加低廉、整机更加小巧的微型计算机(简称微型机)，以利进一步在各行各业、以至社会生活各方面普及和推广电子计算机。所谓网络化，就是把若干台各自独立的计算机用通讯线路连结起来，构成计算机网，或者就在一台计算机上联接多个终端设备，形成各计算机用户彼此可以相互通讯的计算机网络系统。网络化可使许多计算机用户共享计算机资源，即可以在同一时间不同地点共同使用同一个计算机网络系统。因而能够充分利用计算机的宝贵资源和扩大计算机的使用范围，为广大用户提供更方便、及时、可靠、广泛、灵活的信息服务。智能化是指研制和发展能够进行颜色识别、语言分辨、图象认读、定理证明、经验总结、逻辑推理、决策判定等等模拟人工智能的计算机，以部分地代替人们的脑力劳动。因此，智能化是第五代电子计算机必将具备的主要特征。

我国于1952年就开始了电子计算机的研究和试制工作。1956年周恩来总理主持制定了发展我国科学技术的12年远景规划，并成立了中国科学院计算技术研究所。1958年即研制出了我国第一台电子计算机，其运算速度为每秒二千次；1967年就研制出我国第一台晶体管计算机，其运算速度达每秒五万次。同国外计算机发展的进程相比，我国计算机具有起步晚，发展快的特点。

70年代后期，我国的电子计算机开始飞速发展。1983年研制成功了命名为“银河”的巨型机，其运算速度高达每秒一亿次，这充分显示了我国已具备一定的研制和生产现代计算机的

表1-1 我国与国外计算机发展进程的对比

	计算机类型	我国研制成功时间	外国研制成功时间	研制成功时间差
第一代	电子管数字计算机	1958年	1946年	12年
第二代	晶体管数字计算机	1965年	1957年	8年
第三代	集成电路数字计算机	1971年	1964年	7年

能力。与此同时，电子计算机在我国得到了前所未有的广泛应用，一大批电子计算机应用开发人才正在涌现，电子计算机正在我国社会的各个领域起着越来越重要的作用。

§1.2 电子计算机的分类与特点

电子计算机种类很多，通常可按不同的标准进行分类。

按硬件结构，可分为：电子管、晶体管、集成电路与大规模(和超大规模)集成电路这四个类型(每个类型代表一代)；

按工作原理，可分为：模拟电子计算机、数字电子计算机和混合式(即模拟—数字式)电子计算机；

按用途，可分为：专用电子计算机和通用电子计算机；

按规模大小，可分为：巨型、大型、中型、小型和微型电子计算机。值得指出的是，在各类电子计算机中，微型计算机发展最迅速、应用最广泛、普及最容易，是电子计算机中的生力军。此外，为了适应大量存在的小规模常规数值计算的需要，还有一类介于微型计算机(Microcomputer)与袖珍计算器(Calculator)之间的电子计算工具——可编程序计算器，人们习惯上称之为“袖珍计算机”(例如PC-1500等)。但严格地讲，它并不属于电子计算机的范围。但它却有颇类似于微型计算机的价格低廉、使用简便、工作环境要求不高等优点，故仍不失为一种价廉物美、优良实用的电子计算工具。

同历史上其它计算工具相比，电子计算机具有如下特点：

1. 运算速度(或数据处理速度)快。一般的电子计算机运算速度已为每秒数十万、上百万次，而巨型机则可达每秒若干亿次。

2. 计算精度高。一般的电子计算机都可达十余位有效数字，微型计算机也可达六、七位有效数字。如果需要，各型计算机还可以达到更高的精确度。

3. 具有一定的人工智能——即具有一定的“记忆”能力和逻辑判断能力，故有“电脑”之美称。

4. 安全、可靠性大。电子计算机能对不同用户提供不同级别的保密手段，以满足不同用户的安全保密需要。

5. 自动化程度高。电子计算机能在人们事先编制好的正确程序控制下，完全独立地自动运行，并输出人们预期的运行结果，而无需人直接参与其工作过程。

6. 通用性强。除了少数专用电子计算机应用于特定领域，处理专门问题而外，绝大多数电子计算机均可通用于十分广泛的领域，除科学技术研究的诸多领域外，还渗入到行政管理、

经济规划、生活服务的许多方面，成为人们处理问题的得力助手。

§1.3 电子计算机应用简介

1946年发明的全世界第一台电子计算机ENIAC，首先用于军事工程计算，不久即开始用于空间武器的实时控制。50年代初，电子计算机开始用于生产过程控制；60年代前后就更加广泛地用于各种事务管理、情报检索、数据处理等等。正是由于电子计算机具有前述各特点和优点，所以它一经问世，就越来越有力地充分显示出特殊的生命力。在短短四十年来里，不但它本身迅速经历了电子管、晶体管、集成电路，大规模、超大规模集成电路四代的更替变革，其硬、软件都获得了令人瞩目的长足进展；而且，其应用更是越来越广泛地渗入和深入到科学技术、国防军事、天气预报、地质勘探、交通运输、行政管理、事务处理、计划统计、财税管理、财会业务、银行帐目、保险业务、文教卫生、文学艺术、保育、保健、环境保护，甚至日常生活等，几乎囊括了从经济基础到上层建筑，从宏观世界探索到微观世界研究的各个领域。

电子计算机的应用，按其性质和类型，一般可分为如下几个方面：

一、科技计算(即数值计算)

这是计算机应用的传统领域。在现代科学技术工作中，往往需要对大量的数值进行极其复杂浩繁的科技计算。例如在数学、物理、化学、天文学、生物学、遗传工程学等基础科学的研究中，在航天技术、海洋技术、建筑设计、天气预报、地震测报等高技术工作中，都有大量的数值计算问题。计算机强大而迅速的解题能力，使得过去根本无法计算的许多问题(例如著名的“四色定理证明”)，现在都可以借助计算机快速、精确地计算出来了。这不仅可以节约大量的人力、物力、财力和时间，而且可以提高工程技术设计水平和质量，有力地推动基础科学和尖端技术的研究和发展。

二、数据处理

在经济管理、会计统计、银行业务、图书查询、情报检索、人事档案、办公事务等工作中，经常需要对大量数据进行加工整理，产生各种所需要的信息(例如：报表、资料、图形、……)。诸如此类的数据加工整理过程就称为数据处理。同科技计算相比，数据处理的特点是原始数据量大、计算过程简单、输出格式严格、反复处理频繁等。由于数据处理在日常社会经济生活中十分普遍，因此它在计算机应用中所占比重很大，居于重要地位。

三、自动控制(即实时控制)

利用电子计算机运算速度快的优点，可以对工业生产和交通运输的过程、航天飞机和人造天体的发射和运行等实施自动控制。特别是高温、高压、高空、海底、有毒和放射性等有害人身健康或有危险的场合，使用计算机进行无人化自动控制就更有重大意义。

四、智能模拟

所谓智能模拟，是指让计算机具备一定人工智能，使之能模仿人类某些高级思维活动，可进行适当的逻辑分析、判断、推理。“机器人”和某些智能化设备系统，能“识别”控制对象和工作环境，能“领会”人们给它的某些口头命令，灵活自如地完成有关动作控制和信息处理任务，就是计算机智能模拟的典型。

此外，计算机辅助设计(CAD)、辅助制造(CAM)、辅助教育(CAI)、辅助测试(CAT)等也是计算机应用大有可为的领域。

总之,随着社会生产力的发展,电子计算机的发展与应用前景极为远大。可以这样认为:如果说石刀、铜斧、铁犁是人类手足的延伸,是古代文明的象征;蒸气机、内燃机、电动机是人类身躯的延伸,是近代文明的象征;那末,就有充分理由说电子计算机是人类头脑的延伸,是现代文明的象征。因此,努力学习和掌握电子计算机应用技术,是当今信息化社会人人都应当具备的重要基本技能。认真搞好电子计算机在我国的普及、推广与应用,对加快我国“四化”建设步伐,必将产生不可估量的深远影响。同时,也应当清醒地看到,我国电子计算机的生产和应用,同发达国家相比还较落后,我们应当为我中华,奋起直追,迎头赶上。

§2 电子计算机的解题方式与基本结构

任何计算工具,从根本上讲,都是加强人类计算能力和信息处理能力的工具。电子计算机,一方面,它作为一种计算工具,仍然具有一般计算工具的共性(例如只有在人的正确操纵下,才能充分发挥其效能);另一方面,它作为具备一定人工智能的计算工具,自然有其本质上不同于历史上其它计算工具的独特个性(例如只要在人们事先设计好的正确程序控制下,就能相对独立地自动完成其工作任务)。

在考察电子计算机解题的基本方式的时候,首先对人解题的基本方式进行简略的考察是有所裨益与启发的。

§2.1 人解题的基本方式

人们解决各式各样、各种各类问题的内容、方法和过程等固然千差万别。然而,就人解题的基本过程,则可一般地总结为如下几步:

一、接受原始信息

人们要解决任何问题,都必须首先通过感官(即:眼、耳、鼻、舌、身,通常主要是眼和耳)感知所论问题的原始信息(包括原始数据),并将其记忆在大脑中相应功能区,或者通过感官(通常主要是手、口)转而记录在外部设备(例如笔纸、录音机、录象机等)中(即人们常常进行的记笔记、做摘要、绘图形、搞录音、制录象等过程。

二、分析处理信息

所谓分析处理信息,是指通过大脑对已获取的原始信息进行综合分析处理。它主要包括:

(1) 综合分析该问题的相关信息(包括原始信息与有关非原始信息),建立起必要信息之间的总体联系(例如数量关系,逻辑关系等),并将其记忆在大脑中相应功能区,或者通过感官转录在外部设备中。人们通常听说的“分析问题的能力”,实际上就是指大脑的这种功能。

(2) 运用某些基本信息(主要是在解决本问题之前就已记忆在大脑中的有关经验、方法、技巧、知识等等),将上述必要信息之间的总体联系进行必要的数学推演或逻辑推理,从而得出所需的结果信息(即中间结果与最终结果),并将其记忆在大脑或如前所述转录在外部设备中。

(3) 根据原始信息、相关信息和基本信息,核验所得结果信息(特别是最终结果)的可靠性、合理性和正确性。必要时,还可借助外部设备来进行。

这里后二者所表述的大脑功能，就是人们常说的“解决问题的能力”。

三、表达出最终答案

最终答案即经过核验确认是正确的最终结果，将通过感官(主要是手、口)输出之(例如：讲演、报告、报表、图形、资料、论著、教材、文件、数据……等)，并且通常需 要借助有关外部设备来进行。

上述人解题的基本方式，可形象地图示如图1-1。

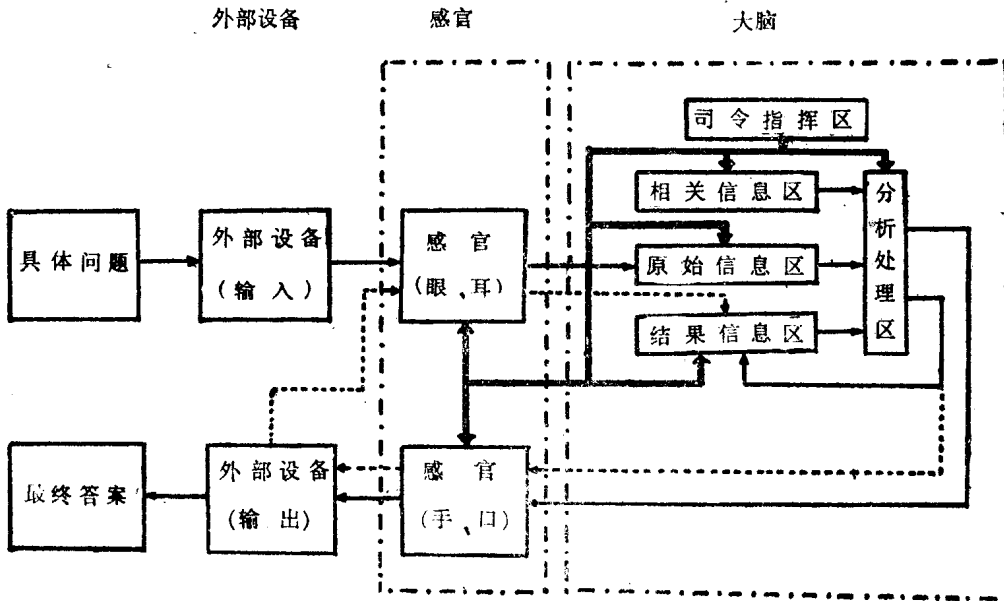


图1-1 人解题的基本方式示意图

图中，粗线表示大脑统一协调其各功能区及感官有关活动的指令信息传输通道；细线表示人解题过程中信息处理传输通道；虚线表示当大脑在分析处理各原始信息、相关信息、结果信息中，需要借助外部设备转录有关结果信息时的传输通道。

图1-1所示人解题的基本方式，还可进一步简化为如图1-2所示的典型模式。

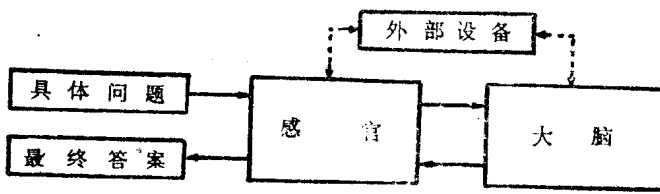


图1-2 人解题的基本模式示意图

§2.2 电子计算机的解题方式

电子计算机解题的基本方式与人解题的基本方式颇为相似。其基本模式可概括为图1-3所示。

比较图1-2与图1-3，即可清楚地看到：电子计算机已部分地取代了人解题的功能，而电

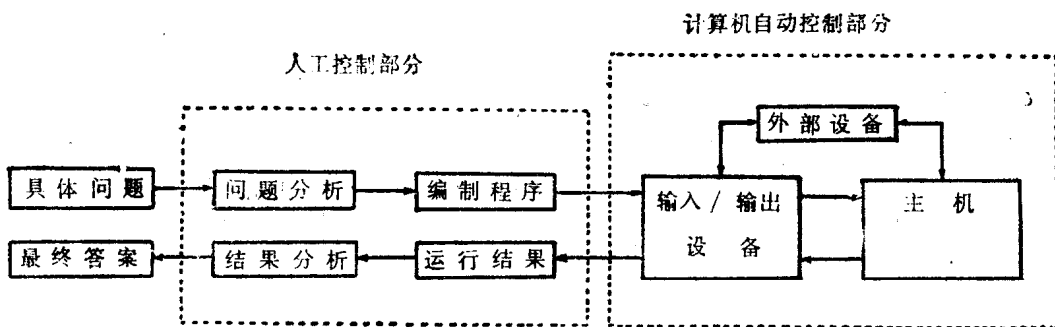


图1-3 电子计算机解题的基本模式示意图

电子计算机的心脏或核心——主机，则处在很相似于人的大脑的重要地位。由此可以推断，电子计算机的主机，也应当具有类似于实现大脑中记忆信息区（即原始信息区、相关信息区和结果信息区），分析处理区，以及统一协调处理全过程的司令指挥区三大功能区的对应部分。而事实上，电子计算机主机的基本结构也确实正是如此，它们是：存储器，运算器，控制器。

因此，从这个意义上讲，电子计算机是现代仿生学最杰出的伟大成果：人脑的物化与物化的人脑。并且可以断言：这一过程将是不可穷尽的。

§2.3 电子计算机的基本结构

电子计算机的基本结构即硬件结构，由存储器，运算器，控制器，以及输入/输出设备，外存储器等部分构成。习惯上，人们通常将存储器、运算器、控制器统称为电子计算机的主机，而把输入/输出设备和外存储器等总称为电子计算机的外部设备。在主机中，又常常把运

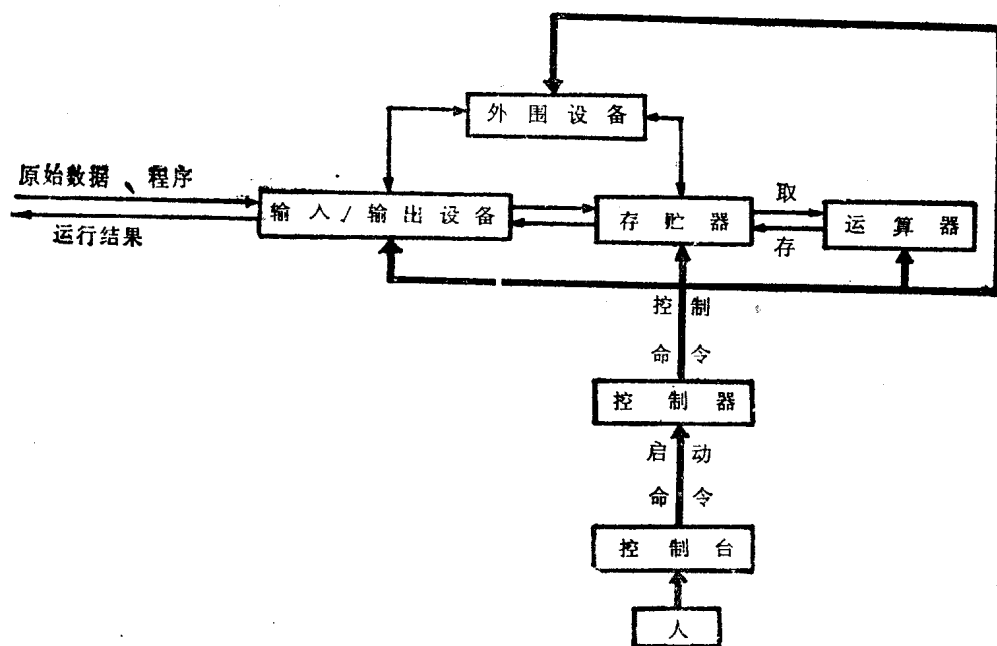


图1-4 电子计算机的基本结构

算器和控制器合称为电子计算机的中央处理器或中央处理单元(CPU)。电子计算机的基本结构如图1-4所示。图中,粗线表示控制命令传输通道,细线表示信息处理传输通道。

应当指出,第四代电子计算机,特别是微型计算机,已有不少采用了所谓总线(即数据总线、控制总线和地址总线)结构,以进一步提高其可靠性和效能;同时,由运算器和控制器组成的中央处理单元(简称CPU,即Central Processing Unit的缩写),已经被微缩在一个或几个大规模和超大规模集成电路芯片上,通常称这样的中央处理单元为微处理器。一个微处理器与适当容量的存贮器,输入/输出接口,以及必要的输入/输出设备、外存贮器等外部设备结合在一起,就构成了能够运行的微型计算机硬件系统,如图1-5所示。

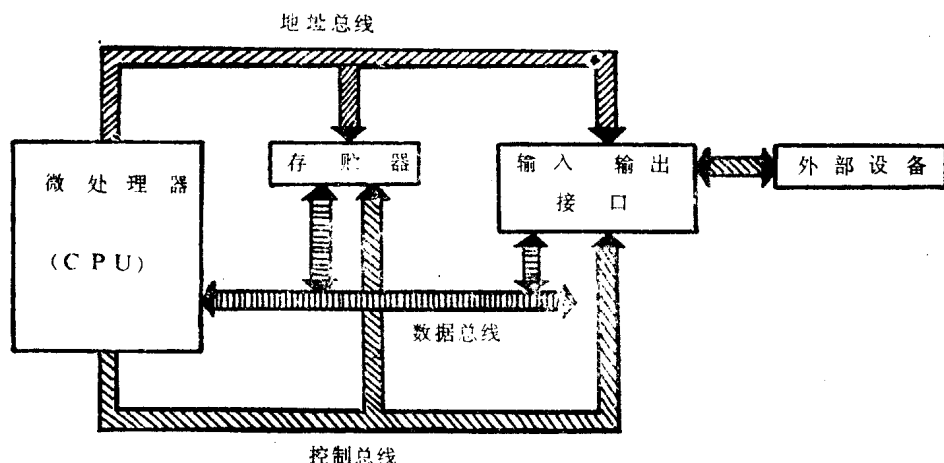


图1-5 微型计算机的总线结构

最后,必须指出:人们通常所说的电子计算机,绝不只是指其机器(即硬件系统)本身,而实际上是指由硬件系统与软件系统*两大部分共同构成的一个完整的电子计算机系统。整个电子计算机系统,如表1-2所示。

§3 电子计算机中数的表示方法

人们为了描述日常生活中的数据即数字、数值,用得最广泛的是十进制,也就是通常所说的“逢十进一,借一当十”。除此而外,人们还常常用到其它一些进位制。例如:六十进制(如一小时等于六十分,一分等于六十秒等),十二进制(如一年等于十二个月,一打等于十二个等),二进制(如一双等于二个等),等等。总而言之,人们总是根据所论问题的不同需要而分别选用相应的进位制。

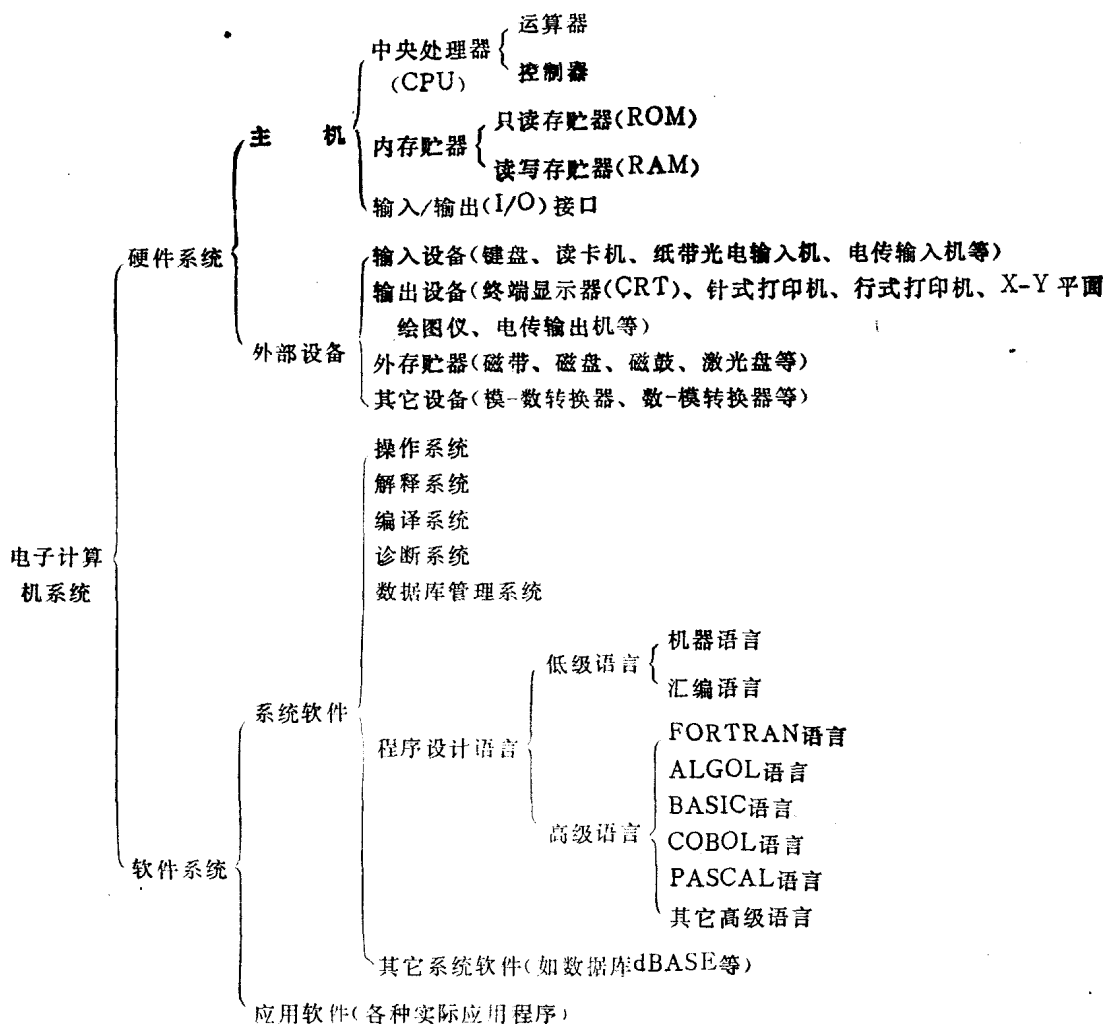
电子计算机(从现在起,如未特别申明,则均指通用数字电子计算机)的处理对象也是数据。不过,计算机科学中的数据远比日常生活中的数据的意义和范围广泛得多。它不仅包括数字、数值,而且包括一切能被计算机所接受并且处理的文字、符号、逻辑值等等,以及它

*所谓硬件,是指电子计算机的电子与机械设备(即主机、外部设备)的总称。

所谓软件,是指所有计算机程序及其有关文档的总称。

所谓程序,是指控制计算机运行的解决给定问题(即有关数据及其处理全过程)的计算机语言的有穷描述形式。

表1-2 电子计算机系统一览表



们的各种组合。为了精确描述这些数据，电子计算机到底应该选用什么样的进位制呢？

理论和实践证明，对于一般的电子计算机通常以采用二进制为好。这是因为二进制与其它进位制相比，具有数的表示容易、数的运算简单、数的转换规范等突出优点。因此，除极少数专用电子计算机采用非二进制数表示法外，绝大多数电子计算机都采用二进制数表示法来描述其所能接受并处理的各种数据。

应当强调指出，人所习惯的十进制数与电子计算机所采用的二进制数之间的转换关系，如图1-6所示。而二进制数与其它进位制之间的相互转换则请参阅其它有关文献，本书从略。

电子计算机

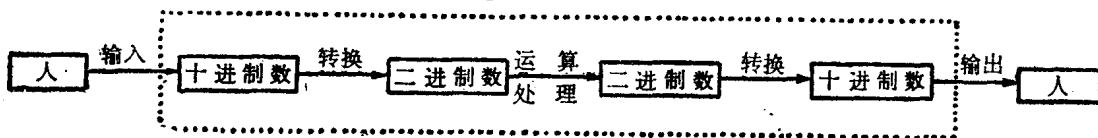


图1-6 人与电子计算机的数制转换关系

习 题 一

1. 到目前为止电子计算机的发展已经经历了哪几代？其主要特征是什么？
2. 第五代计算机的最主要特征是什么？
3. 有人说：“电子计算机的解题方式有如算盘的解题方式”。你认为这种说法对吗？为什么？
4. 电子计算机的基本结构由哪几部分构成？CPU是什么？
5. 计算机系统就是电子计算机机器本身。这种断言对吗？为什么？
6. 微型计算机的总线结构是由哪几部分构成的？
7. 有人说：“没有软件系统的计算机，说到底，它只不过是一堆废物”。你认为对吗？为什么？

第二章 计算机语言、程序与程序设计

没有人的积极参与, 计算机不可能解决各种千差万别的实际问题。将人与计算机结合起来, 组成能充分发挥其效能的完整的信息处理系统——人一机系统, 正是计算机语言、程序与程序设计要达到的目的。

§1 计算机语言

要使计算机能按照人的意图加工处理信息, 就必须首先让它接受和执行人给它的命令和数据。将人和计算机联系起来, 能交流“思想”、互通信息的媒介, 就是计算机程序设计语言, 简称计算机语言。

所谓计算机语言, 是指由一个非空有穷字符集按一定语法规则构成的语句和数据的任意集合。按计算机语言发展的历史进程, 通常可把计算机语言分为两类: 低级语言和高级语言。

§1.1 低级语言

低级语言, 包括机器语言和汇编语言。

一、机器语言(Machine Language)

电子计算机对一般文字和语言(譬如: 中文、英文、法文、数学语言等等), 是一窍不通的。它只能接受和识别表示二进制数字“0”和“1”的两种基本信号。这就要求人们必须把命令计算机工作的有关指令和数据统统转换为由“0”和“1”构成的一系列二进制数, 再将这些二进制数排成序列输入计算机, 由计算机执行有关动作。这种电子计算机所能直接接受并执行的, 由二进制码0和1组成的指令代码*的任意集合, 就是计算机机器语言。

机器语言是电子计算机问世后最早(1946~1956年)使用的计算机语言。利用机器语言处理问题诚然有效, 却相当冗长。例如用某台电子计算机来计算 $F = a \times b + c \times d$ 的值, 就是如此。

假设该计算机指令系统(一台电子计算机所能执行的各种机器语言指令的集合)的有关指令操作码如表2-1, 并且假定该机用十位二进制数表示地址码(即共有 2^{10} 个存贮单元), 而数 a 、 b 、 c 、 d 已分别存放于 $(0101)_{10}$ 、

表2-1

操作类型	操 作 码	
	二 进 制	八 进 制
加 法	0 0 1 0 0 0	10
乘 法	0 0 1 1 0 1	15
取 数	0 1 0 1 1 1	27
存 数	0 1 0 1 0 1	25
打 印	1 0 0 1 0 0	44
停 机	1 1 1 1 1 1	77

* 一条指令代码通常包括操作码和地址码两部分。前者指示计算机执行何种操作, 后者则指明计算机到何处去存取操作数。