



智慧图书·职教书系

21世纪全国职业教育系列教材

ZI SHIJI QUANGUO ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCAI

计算机原理

Jisuanji Yuanli

占永平 主编

 科学普及出版社



智慧图书·职教书系

21世纪全国职业教育系列教材

21 SHIJI QUANGUO ZHIYE JIAOYU XILIE JIAOCAI

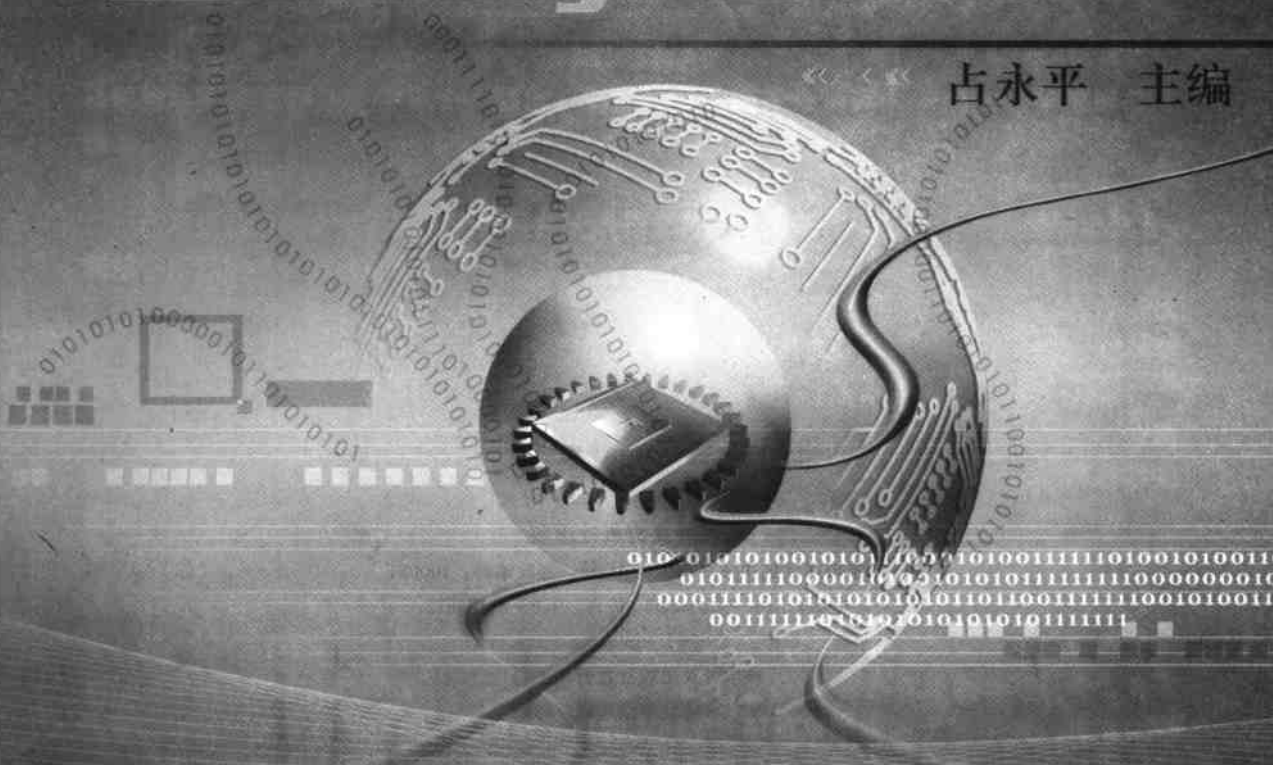
规格 (915) 百级制式半图

ISBN 978-7-111-05227-3
定价: 29.00元 (含邮费)

计算机原理

Jisuanji Yuanli

占永平 主编



科学普及出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机原理/占永平主编. —北京: 科学普及出版社, 2007. 8.
(21 世纪全国职业教育系列教材)
ISBN 978-7-110-06657-7

I. 计... II. 占... III. 电子计算机—职业教育—教材 IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 122034 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志, 未贴防伪标志的为盗版图书。

科学普及出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码: 100081

电话: 010-62103210 传真: 010-62183872

<http://www.kjpbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京市通县华龙印刷厂印刷

*

开本: 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张: 12.25 字数: 270 千字

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

印数: 1-4000 定价: 19.80 元

ISBN 978-7-110-06657-7/TP·181

(凡购买本社的图书, 如有缺页、倒页、
脱页者, 本社发行部负责调换)

前 言

计算机原理课程是计算机及其相关专业的一门主干课程。其主要任务是使学生掌握必要的计算机硬件和软件知识,掌握微型计算机组成结构和各部件的工作原理,了解指令系统和汇编语言知识及程序设计的基本概念,了解计算机系统常见的外围设备的功能和使用方法,初步学会运用时序概念分析问题和解决问题的方法,理解计算机系统的工作过程。本书在内容的选取上以实用为宗旨,摒弃了原理类教材中深奥难懂的说教,既注意到本课程的基础性和原理性的特点,又力求反映计算机技术发展的最新水平和趋势,努力做到“基础、系统、实用和先进”的统一;在概念的引入、文字的叙述方面都力求浅显明晰、循序渐进;在例题的选择方面力求有一定的代表性,有助于提高学生的实际动手能力。全书简单易懂、结构清晰。

本书以冯·诺依曼结构为主线,系统地讲解了计算机的基本概念、基本原理。本书共分九章,第一章介绍了计算机的系统组成,包括计算机的发展与应用领域,计算机系统中各大部件的结构、作用及其相互关系以及计算机主机的基本工作原理。第二章介绍计算机中的数据表示方法,包括计算机中数据的分类和表示方法,各种数制及其转换方法,计算机中数的运算方法,原码、反码、补码的概念,数的定点表示、浮点表示;计算机中的常用数据编码等。第三章介绍指令系统,包括常用寻址方式,指令的基本格式,指令的分类和功能。第四章介绍存储系统,包括存储器的分类、分级结构和技术指标,随机读写存储器的工作特征;Cache的工作方式和作用,虚拟存储和存储保护的概念。第五章介绍中央处理器,包括CPU各组成部分的功能,指令周期、时序产生器和控制方式;一些典型的CPU技术(流水、RISC、多媒体CPU)。第六章介绍总线系统,包括总线的概念和结构


形态,总线接口和信息传送方式,微型机中常见的总线结构。第七章介绍输入输出系统,包括 I/O 设备的信息交换方式,中断的概念及中断响应过程,DMA 方式及通道的概念。第八章介绍外围设备,包括外围设备的分类和一般功能,显示设备、输入设备和打印设备以及外存储器的工作特点和使用方法等。第九章介绍汇编语言程序设计的初步知识。每章后面都附有习题。本书既可作为计算机类相关专业的教材,也可供微机学习者的自学书籍及从事微机工作的广大工程技术人员参考书

由于作者水平有限,本书难免存在一些缺点和不足,恳请读者批评指正。

编 者

编 委 会

主 编	占 永 平		
副主编	余 红	何 立 群	
编 者	占 永 平	余 红	何 立 群
	魏 泽 臻	伍 宏 珏	程 斌
	吕 海 涛	颜 波	韩 果 丰
	何 文 斌	罗 伟 莹	吕 海 涛

责任编辑 杜筱进
封面设计 
责任校对 林 华
责任印制 安利平

目 录

第一章 计算机基础知识	(1)
1.1 计算机发展概况	(1)
1.2 计算机的特点	(2)
1.3 计算机的应用领域	(3)
1.4 计算机的分类	(4)
1.5 计算机的发展趋势	(5)
1.6 计算机系统的组成	(6)
第二章 计算机中的数据表示	(10)
2.1 信息的数字化编码	(10)
2.2 数制	(11)
2.3 各数制之间的转换	(13)
2.4 二进制数的运算规则	(15)
2.5 定点数和浮点数	(17)
2.6 机器数	(18)
2.7 定点数的运算	(21)
2.8 浮点数的运算方法	(34)
2.9 运算器	(39)
2.10 常用数据编码	(43)
第三章 指令系统	(48)
3.1 指令和指令系统	(48)
3.2 指令格式	(49)
3.3 寻址方式	(52)
3.4 指令类型	(55)
3.5 RISC 和 CISC	(58)
3.6 指令与程序	(59)
第四章 存储系统	(62)
4.1 存储器与存储系统	(62)
4.2 主存储器	(67)
4.3 高速缓存	(72)

4.4 虚拟存储器	(75)
第五章 中央处理器	(82)
5.1 CPU的功能和组成	(82)
5.2 指令周期	(85)
5.3 时序产生器和控制方式	(90)
5.4 微程序控制器	(92)
5.5 组合逻辑控制器	(96)
5.6 流水 CPU	(98)
5.7 RISC CPU	(100)
5.8 多媒体 CPU	(100)
5.9 双核处理器	(101)
第六章 总线系统	(104)
6.1 总线的概念和结构形态	(104)
6.2 总线接口	(110)
6.3 总线的仲裁、定时和数据传送模式	(113)
6.4 总线标准	(116)
第七章 输入/输出 (I/O) 系统	(119)
7.1 输入输出系统概述	(119)
7.2 程序查询方式	(122)
7.3 程序中断方式	(124)
7.4 DMA方式	(128)
7.5 通道方式	(132)
第八章 外围设备	(138)
8.1 外围设备概述	(138)
8.2 输入设备	(142)
8.3 显示器	(148)
8.4 打印机	(153)
8.5 外存储器	(157)
第九章 汇编语言程序设计	(169)
9.1 汇编程序的基本结构	(169)
9.2 汇编语言的语句格式	(170)
9.3 汇编语言的数据基础	(171)
9.4 伪指令	(174)
9.5 程序设计结构	(179)
9.6 子程序和宏指令	(185)
9.7 DOS功能调用	(186)
9.8 汇编语言程序的开发过程	(188)

第一章 计算机基础知识

- 本章目标**
- (1) 了解计算机的发展与应用领域；
 - (2) 掌握计算机系统的结构、各大部件的作用及其相互关系；
 - (3) 了解计算机主机的基本工作原理。

计算机 (Computer) 又称电脑, 是电子计算机的简称。它是一种能够按照指令对各种数据和信息进行自动加工与处理的电子设备。

计算机的产生和计算机技术的飞速发展是当代科学技术最伟大的成就之一。从 1946 年第一台电子数字计算机问世以来, 计算机对科学技术的发展起着巨大的作用, 人类社会也随之发生了翻天覆地的变化。它将人们从繁重的脑力劳动中解放出来, 把人类带入了信息化社会。

现代社会中, 计算机的应用已渗透到各个领域, 计算机也成为人们工作、生活、学习不可或缺的工具。今后, 计算机作为一种生产力, 将推动人类社会更快的向前发展。

1.1 计算机发展概况

自从人类文明形成, 人类在社会实践中就不断追求先进的计算工具。从原始社会的结绳、垒石, 唐末的算盘, 17 世纪的计算尺、机械计算器, 到 19 世纪英国人巴贝奇的“差分机”、“分析机”, 以及 1936 年英国人图灵“图灵机”理论, 直至第一台电子计算机的问世, 人类计算工具的变革才出现质的飞跃。

1946 年 2 月, 世界上公认的第一台电子计算机 *ENIAC* (Electronic Numerical Integrator And Computer, 电子数值积分计算机) 在美国宾夕法尼亚大学研制成功。*ENIAC* 的问世, 是计算机发展史上的一座里程碑, 标志着人类计算工具的历史性变革。

从第一代电子计算机问世到现在, 随着制造技术的迅速发展, 计算机技术获得了突飞猛进的发展。根据组成计算机的电子逻辑器件, 计算机的发展经历了 4 个阶段。

1. 电子管计算机 (1946~1958 年)

逻辑元件采用电子管。主存储器采用汞延迟线、磁鼓、磁芯; 外存储器采用磁带; 软件主要采用机器语言、汇编语言; 应用以科学计算为主。其特点是体积大、耗电大、可靠性差、价格昂贵、维修复杂, 但它奠定了以后计算机技术发展的基础。

2. 晶体管计算机 (1959~1964 年)

逻辑元件采用晶体管。主存储器采用磁芯、磁鼓；外存储器开始使用更为先进的磁盘；软件有了很大发展，出现了 COBOL、FORTRAN 等高级语言和编译程序，以及批处理为主的操作系统；以科学计算和各种事务处理为主要应用，并开始用于工业控制。计算机性能比第一代有很大的提高，体积大大缩小，耗电减少，可靠性提高。

3. 集成电路计算机 (1965~1970 年)

逻辑元件采用小、中规模集成电路。主存储器采用磁芯、半导体存储器；软件逐渐完善，高级语言更加流行，如 BASIC、Pascal、APL 等，分时操作系统有了新的发展；应用领域越来越广，并实现了系列化、标准化。计算机的体积更加小型化、耗电量更少、可靠性更高，计算机性能比第二代计算机又有了很大的提高，小型机也蓬勃发展起来。

4. 超大规模集成电路计算机 (1971 年至今)

逻辑元件和主存储器采用超大规模集成电路。外存储器以磁盘为主，并出现了光学和半导体存储设备；操作系统和数据库技术进一步发展，高级语言的功能越来越强大；计算机技术与通信技术的结合使计算机进入了网络时代，多媒体技术的兴起进一步扩大了计算机的应用领域。计算机性能空前提高，体积、重量、成本大幅度降低，运算速度快，存储容量大，外部设备种类多，用户使用方便。继而，出现了微型计算机。

1.2 计算机的特点

计算机具有速度快、精度高、能记忆、会判断和自动化等特点。

1. 运算速度快

运算速度快是计算机最显著的特点之一。计算机的运算速度已经从最初的每秒几千次发展到现在的每秒上万亿次。它能够完成许多人工无法完成的工作，大大提高了工作效率，并能使许多时限性很强的复杂处理在限定的时间内完成。

2. 运算精度高

计算机内部采用二进制计数，其运算精度主要取决于表示数据的位数，一般称为机器字长，字长越大，其精度越高。大多数计算机的字长为 16、32、64 位等。一般计算机大都能达到十几位以上有效数字的精度，足以应付一般的科技问题和日常工作的需求。在有特殊需要时，可通过软件处理算法提高有效数字的位数，以实现预期的精度。

3. 具有“记忆”功能

计算机的存储器类似于人的大脑，可以记忆大量的数据、程序和计算结果，当需要时，能够准确无误地取出来，为操作者提供信息查询、处理等服务。目前，一般的微型计算机存储容量达几十甚至几百 GB，一套大型辞海、百科全书，甚至整个图书馆的书籍、上百部电影、几万首音乐，均能存储在计算机中，并可在极短的时间内调出任何所需要的内容。

4. 具有逻辑判断功能

计算机不仅能进行算术运算，还能够对要处理的信息进行逻辑判断，实现逻辑推理和定理证明，并能根据逻辑判断的结果，自动决定执行后续的命令。通过许多简单的逻辑判

断, 计算机可以完成对复杂问题的分析。例如, 世界近代三大数学难题之一“四色定理”(任何一张地图只用四种颜色就能使具有共同边界的国家着上不同的颜色), 就是利用计算机做了 100 亿个判断, 从而完成了证明。

5. 高度自动化

计算机内部操作是按照人们事先编制的程序自动执行的, 无需人工干预。从复杂的数学演算到宇宙飞船的控制, 人们只需要事先编好程序, 并将程序存储在计算机中, 计算机在得到命令后, 便自动按程序规定的步骤完成预定的任务。当需要人工干预时, 又能及时响应, 实现人机交互。

1.3 计算机的应用领域

随着计算机技术的飞速发展, 计算机不再局限于数值计算, 而是逐渐渗透到各行各业, 乃至人们的生活、学习和各项社会活动当中。计算机的应用领域可以归纳为 5 大类: 科学计算、信息处理、过程控制、辅助功能和人工智能。

1. 科学计算

科学计算又称数值计算, 是指计算机用于数学问题的计算, 是计算机应用最早的领域。研制计算机的最初目的, 就是利用计算机速度快、精度高的特点以及自动化准确无误的运算能力, 将人们从繁琐而枯燥的计算工作中解脱出来, 高效率地解决一些时效性强、人工难以解决的计算问题。如复杂的微分方程、工程设计中的数值求解, 天气预报、卫星发射轨迹等计算等。

2. 信息处理

信息处理又称信息管理, 是指利用计算机对信息进行收集、加工、存储和传递等工作, 是计算机最广阔的应用领域。其目的是对各种信息进行分析、加工、处理, 为不同需求的人们提供有价值的结果, 作为管理和决策的依据。如办公自动化、生产管理自动化、医院管理和诊断、卫星图像分析、电影电视动画设计等。

3. 过程控制

过程控制又称实时控制, 是指用计算机对工业生产过程或某种装置的运行过程进行状态检测并实施自动控制。对生产和实验设备及其过程进行实时控制, 可以大大提高自动化水平, 减轻劳动强度, 节省生产和实验周期, 提高劳动效率、产品质量和产量。实时控制所涉及的领域很广泛, 小到家电运转过程的控制, 大到现代国防及航空航天等领域的应用、现代化无人工厂的实现, 计算机控制技术都起着决定性的作用。

4. 辅助系统

计算机辅助系统是指以计算机为工具, 配备专用软件辅助人们完成特定的工作任务, 以提高工作效率和工作质量目标的硬件环境和软件环境。

计算机辅助设计 (Computer-Aided Design, CAD), 是利用计算机帮助设计人员进行工程设计。计算机辅助设计系统配有专门的计算程序和专业绘图软件, 以帮助设计人员完成复杂的计算、绘制设计图纸。设计人员可在系统上随时修改方案而不必重画整个图纸, 开发周期短、设计质量高。目前, 机械、模具以及建筑的计算机辅助设计已相当广泛, 服

装、工艺美术领域的计算机辅助设计也在逐渐普及。

计算机辅助制造 (Computer-Aided Manufacturing, CAM), 是通过各种数值计算控制机床和设备, 自动完成产品的加工、装配、检测和包装等制造过程。它将计算机过程控制、计算机辅助设计、计算机辅助管理有机地集成于一体, 最大限度地使用计算机将产品、生产与管理有机地联系起来, 提高企业的社会效益和经济效益。

计算机辅助教学 (Computer-Aided Instruction, CAI), 是指利用计算机辅助教学和学习。一方面可利用计算机模拟教师的教学行为进行授课, 学生通过与计算机的交互进行学习并自测学习效果; 另一方面, 可将课程内容编成计算机软件, 对不同的学生选择不同内容和进度, 对学生因材施教。计算机辅助教学系统还可以模拟机器设备的运行过程, 对人员进行操作训练。

此外, 还有计算机辅助测试 (Computer-Aided Testing, CAT)、计算机辅助工程 (Computer-Aided Engineering, CAE) 等方面的应用。

5. 人工智能

人工智能是用计算机模仿人的感应、判断、理解、推理、学习和问题求解等过程的智能活动。如机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。随着人工智能研究的不断深入, 与人类更加接近的“智能机器人”将出现在我们身边。

1.4 计算机的分类

计算机种类繁多, 按照不同的标准有不同的分类方法。

1. 按处理信号的形式分类

按照处理信号的形式, 计算机可分为数字计算机、模拟计算机和数模混合计算机三大类。

数字计算机是通过电信号的两种状态来表示数据, 并根据算术和逻辑运算法则进行计算。它具有速度快、精度高、灵活性大和便于存储等优点。适合科学计算、信息处理、实时控制和人工智能等应用。通常所说的计算机就是指数字计算机。

模拟计算机是通过电压的高低来表示数据, 即通过电的物理变化过程来进行数值计算。其优点是速度快, 适用于解高阶的微分方程。模拟计算机在控制系统中的应用较多, 但通用性不强, 信息不易存储, 计算精度受到设备的限制, 没有数字计算机应用普遍。

数模混合计算机兼有数字计算机和模拟计算机的优点, 既能接收、输出和处理模拟量, 又能接收、输出和处理数字量。

2. 按功能和用途分类

按功能和用途, 计算机可分为通用计算机和专用计算机两大类。

专用计算机是为某种特殊用途而设计的, 功能单一、可靠性高、适应性差, 在特定用途下最有效、最经济和最快速。如军事、银行系统的专用计算机。

通用计算机功能齐全, 适应性强, 可有多种用途, 只要配备适当的软件和硬件接口, 便可胜任各种工作。目前人们所使用的大都是通用计算机。

3. 按性能和规模分类

按性能和规模,计算机可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机及单片机。它们之间的基本区别在于其体积大小、结构复杂程度、功率消耗、性能指标、数据存储容量、指令系统以及设备、软件配置等的不同。

一般来说,巨型计算机的运算速度很高,每秒可执行几亿甚至数万亿条指令,数据存储容量很大,规模大结构复杂,价格昂贵,主要用于大型科学计算。它也是衡量一个国家科学实力的重要标志之一。单片计算机则由一片集成电路制成,体积小,重量轻,结构十分简单。性能介于巨型机和单片机之间的是大型机、中型机、小型机和微型机,它们的性能指标和结构规模依次递减。

通常接触最多、最常见的计算机是通用数字微型计算机。由于其体积小、价格低、功能较全、可靠性高、操作方便等突出优点,现已进入社会生活的各个领域。

1.5 计算机的发展趋势

目前,计算机正朝着巨型化、微型化、网络化和智能化方向发展。

1. 巨型化

巨型化是指计算机向高速运算、大存储容量和高精度的方向发展。研制和发展更高性能的巨型计算机,以满足尖端科学领域的需要,如模拟核试验、破解人类基因密码等应用。巨型计算机的发展集中体现了当前计算机科学技术发展的最高水平,推动了计算机系统结构、硬件和软件的理论和技术、计算机数学以及计算机应用等多个学科分支的发展。

2. 微型化

微型化是指计算机朝使用方便、体积小、成本低和功能齐全的方向发展。研制发展更高集成度的超大规模集成电路,将微型计算机的体积做得更小,使其应用领域更加广泛。随着微电子技术的进一步发展,微型计算机将发展得更加迅速,其中笔记本型、掌上型等微型计算机必将以更优的性能价格比受到人们的欢迎。

3. 网络化

网络化是指利用通信技术和计算机技术,将分布在不同地点的计算机互联起来,在计算机上工作的人们可共享资源。目前,Internet把遍布在世界各地的计算机连接在一起,形成了一个巨大无比的“网络计算机”,所有的人们在这台大计算机上工作、生活和学习,共享软件、硬件和数据资源,方便快捷地实现信息交流。

4. 智能化

智能化是指发展到能够模拟人类智能的计算机,这种计算机具有类似人的感觉、思维和自学能力。光集成电路、生物芯片、多处理器、人工神经网络、智能程序设计等高新技术的发展为智能计算机提供了研制基础。智能计算机也是我们期待早日出现的第五代计算机。

计算机现已成为科学研究、现代国防、工业技术和家庭生活必不可少的工具。计算机技术的发展和水平,也成为衡量国家科技水平的要素之一。我国的计算机产业从20世纪50年代开始到现在,研制出了每秒1千亿次的银河巨型计算机和每秒10万亿次的曙光巨型计算机,拥有联想、方正、长城等微型计算机系列,自主研发了“龙芯”通用

CPU，计算机已深入千家万户，在我国现代化进程中发挥着无可替代的作用。

1.6 计算机系统的组成

计算机是一个复杂的工作系统，它由硬件系统和软件系统组成。

硬件系统（简称硬件，亦称裸机）是指计算机系统中由电子、机械和光电元件等组成的物理实体，是可以看得见摸得着的部件的总称。它是计算机工作的物质基础。

软件系统（简称软件）是指计算机的逻辑实体，它是控制计算机接受输入、产生输出、存储数据和处理数据各种程序的总称。计算机之所以能完成千差万别的工作，正是因为有了功能各异的软件。

计算机硬件系统和软件系统共同构成一个完整的计算机系统，两者相辅相成，缺一不可。计算机的工作就是通过在硬件上运行软件来实现的，没有软件的计算机根本无法工作，没有完整硬件或硬件的性能不够，软件也发挥不了良好的作用。

1.6.1 计算机系统基本结构

1946年，美籍匈牙利数学家冯·诺伊曼（J. Von Neumann）提出了以存储程序概念为指导的计算机逻辑设计思想，描绘了一个完整的计算机体系结构，即存储程序和程序控制原理。又称冯·诺伊曼原理。其基本思想是：

- (1) 计算机接受和处理的信息只有0和1两个信号。
- (2) 计算机硬件由输入设备、运算器、控制器、存储器和输出设备5部分组成。
- (3) 计算机能实现程序存储和自动运行。

冯·诺伊曼的这一设计思想是计算机发展史上的里程碑，标志着计算机时代的真正开始，冯·诺伊曼也因此被称为“现代计算机之父”。

现代计算机虽然种类繁多，硬件配置差别很大，但就其基本组成而言，绝大多数都是根据冯·诺伊曼计算机体系结构设计的，因此被称为冯·诺伊曼计算机。

图1-1是计算机系统的基本结构，它简单描述了计算机工作过程：在控制器的控制下，原始数据和处理程序通过输入设备输入计算机，存放在存储器中，然后由控制器执行程序指挥运算器从内存中取出数据进行处理，处理完毕将结果放入存储器中，最后通过输出设备将存储器中的结果输出。

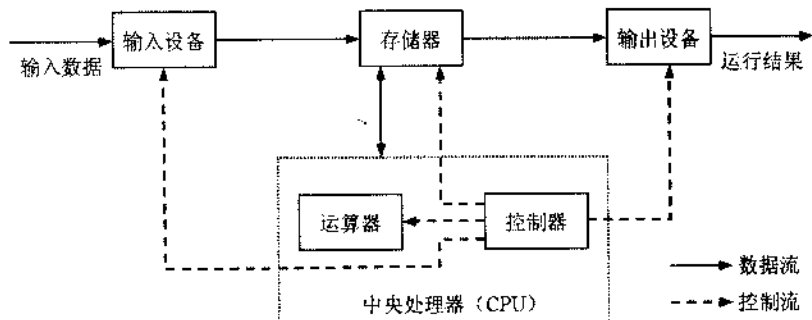


图 1-1 计算机系统基本结构

1.6.2 计算机硬件系统

冯·诺伊曼原理决定了计算机硬件系统包括 5 个基本部分，即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备，如图 1-2 所示。其中，运算器和控制器合称为中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)，中央处理器与内存储器构成计算机的主机，外存储器、输入/输出设备统称为外部设备，简称外设。

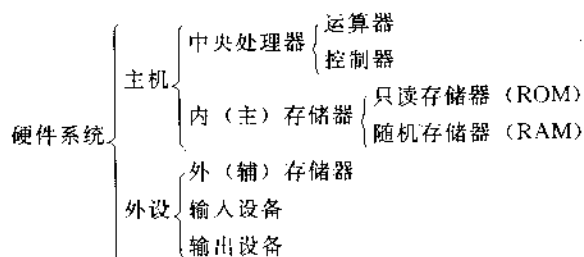


图 1-2 计算机硬件系统组成

1. 运算器 (Arithmetic Unit)

运算器又称为算术逻辑部件 (Arithmetic and Logic Unit, ALU)，用来对二进制数据进行加、减、乘、除等算术运算和“与”、“或”、“非”等逻辑运算。

2. 控制器 (Control Unit)

控制器是计算机的指挥中心，控制计算机各部件协调工作，负责从内存中取出指令，进行分析，确定操作次序，产生相应的控制信号。

3. 存储器 (Memory)

存储器是计算机的记忆装置，用来存放数据、程序和计算结果。存储器分为内存储器和外存储器两类。

内存储器简称内存，又称为主存储器或主存。内存容量小、速度快，可直接与 CPU 和输入输出设备交换信息，是计算机运算过程中最主要使用的存储器，一般只存放那些急需处理的数据或正在运行的程序。

内存储器包括只读存储器 (Read Only Memory, ROM) 和随机存储器 (Random Access Memory, RAM) 两部分。ROM 中用来存放监控程序、系统引导程序等专用程序，断电后不会丢失，在正常环境下，只能读取其中的信息，不能修改或写入信息。RAM 用来存放正在运行的程序和所需要的数据，断电后信息自动消失。

外存储器简称外存，又称为辅助存储器。外存储器容量大、成本低、存取速度慢，不能直接与 CPU 交换信息，只能和内存交换数据，用来存放运行时暂时不用的程序和数据，一旦要用时才调入内存。常用的有软盘、硬盘、光盘和 U 盘 (闪存) 等。

4. 输入设备 (Input Equipment)

输入设备用于向计算机输入程序和数据，将程序和数据转换成计算机能接受的电信号，送入计算机的内存，供计算机处理。常见的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。

5. 输出设备 (Output Equipment)

输出设备是将计算机运算结果、工作过程 (包括程序) 的二进制数据，转换成人类习惯的文字、图形和声音等形式的计算机处理设备。常见的输出设备有显示器、打印机、绘

图仪等。

1.6.3 计算机软件系统

计算机软件包括可在计算机上运行的各种程序、数据及其相关文档。没有配置任何软件的计算机，称为“裸机”。

计算机软件系统通常分为系统软件和应用软件两大类，如图 1-3 所示。

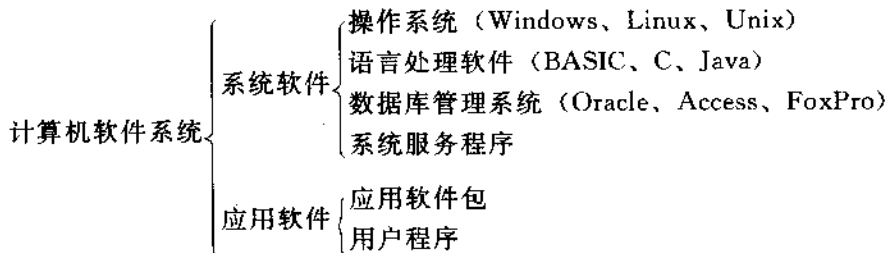


图 1-3 计算机软件系统

最早的计算机必须采用手工方式输入二进制指令和数据进行运算，随着计算机运算速度和存储容量的不断提高，计算机软件的功能越来越强大，使用越来越方便，现在只需运用鼠标、键盘，甚至语音等设备就可以轻松使用各种软件。根据软件在计算机运行中所起的作用，我们归纳出计算机系统的抽象层次结构，如图 1-4，它描述了用户、软件和硬件的关系。



图 1-4 计算机系统的层次结构

1. 系统软件

系统软件也称系统程序，是完成对整个计算机系统进行调度、管理、监控及服务功能的软件，也是计算机必须配备的控制管理软件和支持系统开发的软件，主要包括操作系统、语言处理程序、数据库管理程序、系统服务程序等。

操作系统 (Operating System, OS) 是对计算机硬件和软件资源进行控制和管理的程序，是系统软件的核心。所有其他软件的运行都是建立在操作系统基础之上，并得到它的支持和服务。操作系统是用户和计算机之间的软接口，任何其他程序只有通过操作系统获得必要的资源后才能运行。目前计算机常用的操作系统有 Windows XP、Linux、Unix 等。

计算机语言是人与计算机交流、进行信息交换所使用的语言。人要使用计算机，就必须与计算机进行交流，这就需要使用计算机语言编写程序来实现，因此计算机语言也称为程序设计语言。随着计算机技术的发展，计算机语言也不断从低级向高级发展，其发展过程可分为四代：机器语言、汇编语言、高级语言和面向对象编程语言。

20 世纪 60 年代末产生了数据库管理系统。随着计算机的普及，数据库管理系统得到了广泛的应用。近年来用户比较熟悉的数据库管理系统有 Oracle、SYBASE、SQL Server、Access、FoxPro 等。

系统服务程序是一些工具性的实用程序，便于用户对计算机的使用和维护。主要有编