



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
高等学校规划教材

计算机导论 (第3版)

王玉龙 付晓玲 方英兰 编著

计算机学科教学计划



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

计算机导论

(第3版)

王玉龙 付晓玲 方英兰 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,内容包括计算机系统的基础知识(组成、工作原理、数制和编码、运算基础、逻辑代数与逻辑电路)、计算机系统的硬件(中央处理器、存储器、输入/输出系统、整机结构、系统结构)、计算机系统的软件(算法与数据结构、程序设计语言、数据库系统、编译原理、操作系统、软件工程)、计算机系统的应用(计算机网络、多媒体技术、虚拟现实、人工智能、计算机控制系统、计算机信息安全与职业道德)、计算机导论操作实验和专业学习指南。本教材还为任课教师提供电子教案、实验程序和模拟试题等教学资源。

本书适合作为计算机专业本、专科教材,也可作为非计算机专业的“计算机基础”教材,也是计算机初学者的理想入门读物。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

计算机导论 / 王玉龙, 付晓玲, 方英兰编著. —3 版. 北京: 电子工业出版社, 2009.7

高等学校规划教材

ISBN 978-7-121-09096-7

I. 计… II. ①王…②付…③方… III. 电子计算机—高等学校—教材 IV.TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 101455 号

策划编辑: 童占梅

责任编辑: 童占梅

印 刷: 北京市海淀区四季青印刷厂

装 订: 涿州市桃园装订有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 19.5 字数: 492 千字

印 次: 2009 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 9 000 册 定价: 26.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

《计算机导论》第1版作为国家“九五”规划教材于1997年出版,至2004年9月已印刷21次。《计算机导论》第2版于2005年1月出版,至2008年9月又印刷9次。本次修订的第3版是**普通高等教育“十一五”国家级规划教材**,它修订的主要依据是“高等学校计算机科学与技术专业发展战略研究报告”中对《计算机导论》课程所指出的任务:《计算机导论》应为计算机科学与技术专业的新生提供一个关于计算机科学与技术学科的入门介绍,使他们能对该学科有一个整体的认识,并了解该专业的学生应具有的基本知识和技能,以及在该领域工作应有的职业道德和应遵守的法律准则。

《计算机导论》如何为新生提供“入门”知识,使他们有一个“整体的认识”,是修订本书要解决的关键问题。为此本次修订在课程内容安排上努力遵循“战略研究报告”中指出的《计算机导论》课程的教学大纲,并保持了前两版书的基本风格及结构框架。主要修订的内容有:

(1) 删除前版书中的陈旧内容。如将第2版书中的第5章(Windows2000操作指南)及第6章(Word2000操作指南)全部删除。修订后的第5章改为计算机导论操作实验,它以实验的形式,由学生自测计算机操作的能力。

(2) 重写了前版书中某些章节。如第3章(计算机系统的软件)中的“算法与数据结构”、“程序设计语言”、“数据库系统”等。

(3) 增写了前版书中没有的新内容。如在第4章(计算机系统的应用)中增写了“多媒体技术及应用”,新增附录“专业学习指南”,该附录为进入计算机科学与技术专业的新生提供了必要的、与专业学习相关的基本知识和常识。

(4) 改写了前版书第1章(计算机系统的基础知识)及第2章(计算机系统的硬件)中的某些内容。如“信息在计算中的表示”、“可移动外存储器”、“中央处理器的结构举例”等,以适应计算机硬件技术的发展。

修订后的《计算机导论》分为5章及附录部分。其中第1章至第4章标题不变,但内容做了上述不同程度的变动。第5章和附录是重新编写的,标题及内容都是新的。此外,**本次修订还为任课教师提供教学资源,内容包括电子教案、习题参考答案、实验用软件及模拟试题等。**任课老师可通过华信教育资源网 <http://huaxin.edu.cn> 或联系 zmt@phei.com.cn 索取。

本书力求处理好下列三方面的关系:

首先,是课程内容的广度与深度的关系。广度是本课程的基本要求,而深度则是为广度服务,应以讲清楚各知识单元的基本概念为目的。

其次,是课程内容的深度与读者对象的关系。本课程的对象是“初学者”,而随着微型计算机的普及,这些“初学者”中的大多数都已具有计算机的某些知识或使用经历。因此,本教材在内容深度上虽是“入门”性的,但必须是系统和严谨的,并区别于一般的计算机科普读物。

第三,是课程内容与授课时间的关系。本课程的授课总学时约32学时,按这些学时数要求写出一本全面介绍计算机系统的教材难度相当大。解决这一难点的简单办法是适当地多写些,任课教师根据教学要求及给予的学时数,少讲或精讲某些内容,或部分内容供学生自学。例如,目录中带“*”号的内容可少讲或不讲;第4章内容可以用讲座方式作简单介绍,或供

学生自学；第 5 章内容，可由学生自行上机完成，老师负责指导，并向老师提供实验报告。附录内容可作为入学新生的专业教育参考资料。

本次修订由王玉龙、付晓玲、方英兰三位老师合作完成。在编写本书的过程中，得到了北京航空航天大学杨文龙教授的大力支持与帮助，北方工业大学吴乐明老师完成了本书的文字录入及文字校对，在此表示衷心的感谢。

最后，要特别感谢电子工业出版社童占梅老师，她从 1997 年出版《计算机导论》以来，为该书的出版、修订付出了艰辛的劳动。不仅为作者提供了大量相关资料，对如何编写该书也提出了精辟的见解。

尽管我们力求将《计算机导论》写成一本既通俗又严谨的计算机科学的入门教材，但限于编者的水平，却难以实现这一愿望。书中也可能会出现某些错误或不妥之处，恳请广大读者提出宝贵意见。作者联系方式 fangyinglan@ncut.ecu.cn。

编者著

于北方工业大学信息工程学院

目 录

第 1 章 计算机系统的基础知识	(1)
1.1 计算机的发展概述	(1)
1.1.1 计算机的产生	(1)
1.1.2 计算机的发展	(2)
1.1.3 计算机应用的发展趋势	(6)
1.2 计算机的基本组成及工作原理	(7)
1.2.1 计算机的基本组成	(7)
1.2.2 计算机的基本工作原理	(9)
1.3 信息在计算机中的表示	(11)
1.3.1 数值数据的表示	(12)
1.3.2 字符的表示	(19)
1.3.3 声音信息的表示	(21)
1.3.4 图像和图形信息的表示	(21)
1.3.5 视频信息的表示	(22)
1.4 运算基础	(23)
1.4.1 二进制数的四则运算	(23)
1.4.2 补码加减运算	(24)
1.4.3 十进制数运算	(25)
1.4.4 逻辑运算	(27)
1.5 逻辑代数及逻辑电路	(28)
1.5.1 逻辑代数的初步知识	(28)
1.5.2 基本逻辑电路	(30)
1.5.3 基本逻辑部件	(36)
习题 1	(43)
第 2 章 计算机系统的硬件	(46)
2.1 中央处理器 (CPU)	(46)
2.1.1 运算器	(46)
2.1.2 控制器	(48)
2.1.3 80x86 CPU 结构举例	(53)
2.1.4 64 位 CPU 及双核 CPU	(57)
2.1.5 国产 CPU (龙芯)	(59)
2.2 主存储器	(59)
2.2.1 主存储器概述	(59)
2.2.2 半导体存储器	(61)
2.2.3 用芯片组成一个存储器	(65)
2.3 辅助存储器	(67)
2.3.1 磁表面存储器	(67)

2.3.2	光盘存储器	(72)
2.3.3	可移动外存储器	(73)
2.3.4	计算机的存储体系	(74)
2.4	输入/输出系统	(75)
2.4.1	输入设备	(75)
2.4.2	输出设备	(78)
2.4.3	输入/输出接口	(80)
2.4.4	输入/输出控制方式	(82)
2.5	计算机的整机结构	(84)
2.5.1	指令系统	(84)
2.5.2	总线	(88)
2.5.3	计算机的时标系统	(90)
2.5.4	计算机的整机工作原理	(91)
2.5.5	计算机的性能评价	(96)
2.6	计算机的系统结构	(96)
2.6.1	并行处理的概念	(97)
2.6.2	流水线处理机系统	(97)
2.6.3	并行处理机系统	(99)
2.6.4	多处理机系统	(100)
2.6.5	数据流计算机	(101)
2.6.6	精简指令系统计算机	(102)
习题 2		(103)
第 3 章	计算机系统的软件	(106)
3.1	计算机软件概述	(106)
3.1.1	什么是软件	(106)
3.1.2	软件的分类	(106)
3.1.3	常用软件简介	(107)
3.1.4	计算机系统的组成	(108)
3.2	算法与数据结构	(109)
3.2.1	为什么要学习算法与数据结构	(109)
3.2.2	算法基础	(113)
3.2.3	数据结构基础	(121)
3.3	程序设计语言	(129)
3.3.1	程序设计语言发展概述	(129)
3.3.2	程序设计基础	(133)
3.3.3	面向对象程序设计	(141)
3.4	数据库系统	(144)
3.4.1	什么是数据库	(145)
3.4.2	数据模型	(146)
3.4.3	数据库语言	(149)

3.4.4	数据库设计	(151)
3.4.5	数据库技术的发展	(153)
3.5	编译原理	(155)
3.5.1	编译原理概述	(155)
3.5.2	词法分析	(157)
3.5.3	语法分析	(160)
3.5.4	中间代码生成	(161)
3.5.5	代码优化	(162)
3.5.6	目标代码生成	(163)
3.5.7	表格管理和出错处理	(164)
3.6	操作系统	(165)
3.6.1	操作系统概述	(165)
3.6.2	处理器管理	(170)
3.6.3	存储管理	(176)
3.6.4	设备管理	(179)
3.6.5	文件管理	(183)
3.7	软件工程	(189)
3.7.1	软件工程概述	(189)
3.7.2	软件开发模型	(191)
习题 3		(194)
第 4 章	计算机系统的应用	(196)
4.1	计算机网络	(196)
4.1.1	计算机网络的组成	(196)
4.1.2	计算机网络的分类	(199)
4.1.3	网络中数据传输的基本原理	(202)
4.1.4	网络通信协议	(205)
4.1.5	计算机网络示例	(207)
4.1.6	国际互联网 Internet 简介	(209)
4.2	多媒体技术	(215)
4.2.1	基本概念	(215)
4.2.2	多媒体关键技术	(218)
4.2.3	多媒体计算机系统	(222)
4.2.4	Windows 多媒体环境	(225)
4.2.5	多媒体技术的应用与发展	(227)
4.3	虚拟现实	(228)
4.3.1	什么是虚拟现实	(228)
4.3.2	VR 的发展历程	(230)
4.3.3	VR 系统结构	(231)
4.3.4	构造 VR 系统的主要软/硬件设备	(232)
4.3.5	VR 的应用系统	(233)

4.4 人工智能与专家系统	(237)
4.4.1 什么是人工智能	(238)
4.4.2 人工智能的主要研究方向与应用领域	(239)
4.4.3 专家系统	(243)
4.4.4 人工神经网络	(247)
4.5 计算机控制系统与管控一体化系统	(251)
4.5.1 计算机控制系统	(251)
4.5.2 计算机管控一体化系统	(255)
4.6 计算机信息安全与职业道德	(258)
4.6.1 计算机信息安全概述	(258)
4.6.2 计算机病毒	(261)
4.6.3 计算机黑客	(266)
4.6.4 计算机犯罪	(267)
4.6.5 防火墙的基本概念	(268)
4.6.6 计算机职业道德	(271)
习题 4	(272)
第 5 章 计算机导论实验	(274)
5.1 计算机硬件实验	(274)
5.2 Office 办公软件实验	(276)
5.3 操作系统文件管理实验	(282)
5.4 网络综合应用实验	(283)
5.5 多媒体综合应用实验	(285)
5.6 Access 数据库应用实验	(286)
附录 专业学习指南	(291)
附录 A 计算机科学与技术专业知识体系与科学方法论	(291)
附录 B 计算机科学与技术专业的职业类别	(296)
附录 C 计算机行业背景知识	(297)
附录 D 常见英文计算机缩略语对照表	(300)
参考文献	(302)

第 1 章 计算机系统的基础知识

本章将简要介绍学习计算机所必须具备的基础知识,包括计算机的组成、计算机中信息的表示、计算机可实现的运算和实现这些运算所需要的基本逻辑电路及部件。掌握了这些基础知识,将为学习计算机系统的构成及其工作原理奠定基础。

1.1 计算机的发展概述

1.1.1 计算机的产生

计算机(Computer)作为一种计算工具,可追溯到中国古代。早在春秋战国时代(公元前 770 年至公元前 221 年)我们的祖先已使用竹子制作的算筹完成计数,唐代时已出现早期的算盘,宋代时已有算盘口诀的记载。17 世纪后,随着西方产业革命的到来,推动了计算工具的进一步发展,在欧洲出现了能实现加、减、乘、除运算的机械式计算机。1944 年,美国物理学家艾肯(Howard Aiken)领导完成了第一台机电式通用计算机,主要组件采用继电器,是一台可编程序的自动计算机。

世界公认的第一台通用电子数字计算机是美国宾夕法尼亚大学莫尔学院电工系莫克利(John Mauchly)和埃克特(J.Presper Eckert)领导的科研小组建造的,取名为 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Culculator),直译名为“电子数值积分和计算器”。该计算机由 18 000 多个电子管、1 500 多个继电器等组成,占地 170 平方米,重量 30 吨,投资超过 48 万美元。该机器字长为 10 位十进制数,计算速度为 5 000 次/秒,每次至多只能存储 20 个字长为 10 位的十进制数。计算程序是通过“外接”线路实现的,尚未采用“程序存储”方式。为了在机器上进行几分钟的数字计算,其准备工作要化去几小时甚至 1~2 天的时间,使用很不方便。ENIAC 计算机于 1945 年年底宣告完成,1946 年 2 月 15 日正式举行揭幕典礼,它标志着人类计算工具的历史性变革。

1944 年 8 月至 1945 年 6 月是电子数字计算机发展史上智力活动最紧张的收获季节。冯·诺依曼(Von Neuman)与莫尔学院的科研组合作,提出了一个全新的存储程序的通用电子数字计算机方案 EDVAC(Electornic Discret Variable Automatic Computer),意即“离散变量自动电子计算机”,这就是人们通常所说的冯·诺依曼型计算机。该计算机采用“二进制”代码表示数据和指令,并提出了“程序存储”的概念,它奠定了现代电子计算机的基础。1946 年七八月间,莫尔学院在美国海军研究局和陆军军械部的资助下,开办了“电子数字计算机设计的理论和技术”的专门讲座,听讲的有 20 多个美国和英国机构派来的 29 位专家。这大大触发了电子计算机的繁荣局面,多台程序存储式计算机同时在美英等国设计与制造,如 1949 年问世的由英国剑桥大学研制的 EDSAC(Electronic Delay Storage Automatic Calculator)、美国的 SEAC 计算机(1950 年)等。冯·诺依曼等人提出的 EDVAC 计算机,由于设计组内部对发明权的争议致使研制工作进展缓慢,直到 1952 年才面世,在美国只名列第四。

对计算机的产生作出杰出贡献的另一位科学家是英国剑桥大学的图灵(Alan Turing, 1912—1954)。早在 1936 年,图灵为了解决一个纯数学的基础理论问题,发表了著名的“理想

计算机”论文，在该文中提出了现代通用数字计算机的数学模型，后人把它称为“图灵机”。冯·诺依曼在世时，曾不止一次地说过：“现代计算机的设计思想来源于图灵”，且从未说过程序存储型计算机的设计思想是由他本人提出的。图灵在 1945 年曾研制过 ACE 计算机，1947 年提出了自动程序设计的思想，1950 年发表了著名的论文“计算机能思考吗”，对人工智能的研究作出了贡献。

1.1.2 计算机的发展

自 1946 年第一台电子计算机问世以来，以构成计算机硬件的逻辑组件为标志，计算机的发展大致经历了从电子管、晶体管、中小规模集成电路到大规模和超大规模集成电路计算机等 4 个发展阶段，通常称为“四代”计算机，表 1-1 示出了这四代计算机的硬件、软件及应用的简要特征。

表 1-1 四代计算机的简要特征

特 征 项 目	第一代 1946—1957	第二代 1957—1964	第三代 1964—1972	第四代 1972—至今
逻辑元件	电子管	晶体管	中小规模集成电路	大规模和超大规模集成电路
存储器	延迟线，磁鼓，磁芯	磁芯，磁带，磁盘	磁芯，磁盘，磁带	半导体，磁盘，光盘
典型机器 举 例	IBM—701 IBM—650	IBM—7090 IBM—7094	IBM—370（大型） IBM—360（中型） PDP—11 （小型）	ILLIAC—IV（巨型） IBM—3033 （大型） VAX—11 （小型） 80486（微型） 8098（单片机）
软 件	机器语言 汇编语言	高级语言 管理程序	结构化程序设计 操作系统	数据库，软件工程 程序设计自动化
应 用	科学计算	数据处理 工业控制 科学计算	系统模拟，系统设计 大型科学计算 科技工程各个领域	事务处理，智能模拟， 大型科学计算，普及 到社会生活各个方面

自进入第四代计算机以来，计算机的硬件与软件技术都获得了惊人的发展。计算机系统向微型化、巨型化、网络化和智能化的方向发展，计算机系统软件的功能日趋完善，规模越来越大，应用软件的开发日趋简便。多媒体技术的兴起引起计算机应用领域的革命，人们利用声音、符号、图形、图像技术即可开发计算机的应用。在网络技术的支持下，信息表达工具（电话、电视、终端）、信息处理工具（计算机）和信息传输工具（有线通信、无线通信及卫星通信）已趋于一体化，为人类方便地处理信息开辟了更广阔的前景。下面分别介绍计算机在上述诸方面的发展概况。

1. 微型计算机

随着微电子技术的发展，一台计算机的各个组成部分，甚至整台计算机都可集成在一片大规模或超大规模集成电路芯片上，这就出现了以微处理器为核心的微型计算机，简称微型机或微机。

自 1971 年美国 Intel 公司推出第一台微处理器 Intel 4004 以来, 微型计算机的发展大致经历了 5 个阶段。

(1) 第 1 阶段 (1971—1973)。该阶段的典型微处理器有 Intel 4004, Intel 8008, 其数据线的 4~8 位, 地址线为 4~8 条。由这些微处理器所组成的微型计算机比较简单, 指令系统不完整, 只有汇编语言, 无操作系统, 主要用于工业仪表、过程控制或计算器中。芯片采用 PMOS 工艺, 速度较低。

(2) 第 2 阶段 (1974—1977)。该阶段具有代表性的微处理器有 Intel 8080, Intel 8085, M6800, Z80 等。它们的数据线为 8 位, 地址线为 16 条。由这些微处理器所组成的微型计算机已有较完整的指令系统, 并配有简单的磁盘操作系统 (如 CP/M) 和高级语言, 有较强的功能, 出现了个人计算机 (PC 机)。芯片采用 NMOS 工艺, 速度较快。

(3) 第 3 阶段 (1978—1981)。该阶段的典型微处理器有 Intel 8086, MC68000, Z8000 等, 它们的数据线为 16 位, 地址线有 20~24 条。由这些微处理器所组成的微型计算机已吸收传统小型计算机甚至大型计算机的设计思想, 如虚拟存储和存储保护等。已具备较完善的操作系统、高级语言、工具软件和应用软件, 出现了多用户微型计算机系统及多处理机微型计算机系统。

(4) 第 4 阶段 (20 世纪 80 年代初期至中期)。该阶段的代表性微处理器有 Intel 80x86 (如 80286, 80386, 80486), 它们的数据线为 16~32 位, 地址线为 24~32 条。由这些微处理器所组成的微型计算机在芯片、操作系统及总线结构等方面完全开放, 实际上已形成国际性的微型机工业生产的主要标准, 是微型机发展的一个里程碑。这一阶段的微型机已具有菜单式选择功能及图形用户界面, 推动了微型机应用的飞速发展。

(5) 第 5 阶段 (20 世纪 80 年代中后期开始)。该阶段的典型微处理器有 Pentium I ~ Pentium IV, SPARC, Power601, Power60x 等, 其数据线为 64 位, 地址线为 32 条。这些微处理器采用了精简指令系统计算机技术 (简称 RISC 技术), 使微处理器的体系结构发生了重大变革。由 Intel 80x86 发展而来的 Pentium 微处理器, 尽管是复杂指令系统计算机 (CISC), 但它已采用了大量 RISC 技术, 使指令执行时间大大缩短。RISC 微处理器 (如 SPARC, Power60x) 的推出使微型机的速度提高到几亿次每秒。RISC 技术的采用使微型机、小型机和大型机的界限越来越模糊。

微型计算机按组装形式可分为便携式和非便携式两类, 前者如笔记本电脑, 后者如常见的台式微型机。根据微型计算机是否由最终用户使用, 可将微型机分为独立式微型计算机和嵌入式微型计算机。前者可供最终用户直接使用, 最常见的是个人计算机; 后者则作为一个信息处理部件装入一个应用设备中, 最终使用的是该设备, 如医疗设备、高级录像机、家电产品等, 嵌入式微型机一般是单片机或单板机。在大规模及超大规模集成电路技术的支持下, 微型计算机 (Micro Computer) 得到了飞速发展。

2. 巨型计算机

尖端科学技术的发展, 要求具有超高速、超大容量的计算机, 以满足大量复杂的高精度数据计算和处理的要求, 这就促进了巨型计算机 (Super Computer) 的发展。典型的巨型计算机如美国的 ILLIAC-IV 型计算机 (1.5 亿次每秒)、CRAY-1 型计算机 (1 亿次每秒)、STAR-100 型计算机。我国国防科技大学等单位于 1983 年研制成功的“银河”计算机, 其运算速度超过 1 亿次每秒; 1994 年初, 由我国国家智能计算机研究开发中心研制成功的“曙光一号”并行计

算机，其定点运算速度可达 6.4 亿次每秒；2002 年 8 月公布的联想深腾 1800，其运算速度实测为 1.027 万亿次（浮点运算）每秒，这些都标志着我国已跻身世界巨型计算机的先进行列。

超高速的运算能力已成为巨型机的主要指标，而单靠提高电子器件的速度用传统的结构已无法实现上亿次的运算。为此，必须从计算机的系统结构上进行改革，这就出现了巨型机所特有的结构形式。巨型机都采用并行处理技术，如 CRAY-1 型机采用流水线工作方式，一条指令可以完成一次向量运算，也称向量机；ILLIAC-IV 型机采用多处理器并行操作，它包含有 64 个阵列处理器，也称阵列机；曙光一号并行机具有全对称的共享存储并行计算机体系结构；联想深腾 1800 具有 526 个高性能 Pentium IV 处理器。

3. 计算机网络

计算机网络（Computer Network）就是把地理上分散的计算机系统、终端和各种形式的数字设备通过通信信道互连在一起而形成的彼此可互相协作的综合信息处理系统。计算机网络本身也经历了从简单到复杂、从低级到高级的发展过程。第一代计算机网络是单处理中心网络，其基本结构是一台中央计算机通过通信线路连接大量的终端设备，因而也称为“面向终端的计算机网络”，如美国的半自动地面防空系统 SAGE。第二代计算机网络是多处理中心的网络，它由多台计算机和各种数字设备通过通信线路互连在一起，又称为“计算机-计算机网络”，如美国国防部高级研究计划局开发的 ARPA 网。上述两代计算机网络都是由各研究单位、大学或应用部门为自己的应用要求而各自建立的，它们没有统一的网络体系结构，因而要把它们互连起来十分困难，甚至是不可能的。为了适应以信息和知识为主的技术革命的迅猛发展，以实现网络上硬软件资源的高度共享，必须发展新一代的计算机网络，使各种计算机网络遵从统一的标准，从而可方便地实现互连。1984 年，国际标准化组织（ISO）在经过多年努力后正式提出了“开放系统互连（OSI）参考模型”的国际标准，该模型已得到国际社会的广泛接受和承认，成为新一代计算机网络的体系结构。

随着微型机的广泛应用，以微型机为主体的局域网络（LAN）发展很快，至今已有数百种之多的产品，其中有代表性的是 Ethernet, 3COM, Omninet, Pcnnet, Token Ring 及 Novell 网等。计算机网络的应用正越来越普及，并朝着高速化、全球化和智能化的方向发展。1993 年初，美国提出的“信息高速公路”（Information Super High-way）计划要在全美范围内建立一个光纤网络，其末端将进入美国的每一个家庭，在信息领域实现四通八达的“交通网”。由于多媒体使用的图像、声音的信息量非常大，只有像信息高速公路这样大容量超高速的通信网，才能满足多媒体时代对信息传送的要求。

4. 人工智能与第五代计算机

人工智能（AI: Artificial Intelligence）是研究如何用人工的方法和技术来模仿、延伸和扩展人的智能，以实现某些“机器思维”或脑力劳动自动化的一门学科。例如，应用人工智能的方法和技术，设计和研制各种计算机的“机器专家”系统，可以模仿各行各业的专家，去从事医疗诊断、质谱分析、矿床探查、数学证明和管理决策等脑力劳动工作，完成某些需要人的智能、运用专门知识和经验技巧的任务。为了使机器具有类似于人的智能，需要解决下列三方面的问题：

（1）机器感知——知识获取。研究机器如何直接或间接获取知识及如何输入自然信息（文字、图像、声音、语言、物景）等工程技术方法。

(2) 机器思维——知识处理。研究在机器中如何表示知识和存储知识, 如何进行知识推理和问题求解等工程技术方法。

(3) 机器行为——知识运用。研究如何运用机器所获取的知识, 通过知识信息处理, 作出反应, 付诸行动, 以及各种智能机器和智能系统的设计方法和工程实现技术。

“人工智能”这一术语是 1956 年在美国召开的“关于用机器模拟智能”的学术讨论会上首次正式采用的, 它标志着人工智能学科的诞生。1969 年, 国际人工智能联合会(IJCAI)成立, 并决定每两年召开一次国际人工智能学术会议。此后, 美、日等国家对人工智能的学科体系和实用技术开展了广泛的研究, 出现了多种实用的人工智能专家系统, 如化学专家系统 DENDRAL、医学专家系统 MYCIN、探矿专家系统 PROSPECTOR 等。1981 年, 在日本举行了“第五代计算机”国际学术会议, 计划为期十年(1982—1991)的“知识信息处理系统(KIPS)”开始研制。日本政府为了实现这一宏伟目标, 筹资 1 000 亿日元, 并专门成立了“新一代计算机技术研究所(简称 ICOT)”。

KIPS (Knowledge Information Processing System) 就是人们通常所说的第五代计算机系统 (FGCS: Fifth Generation Computer System), 又称智能计算机, 它由下列各部分组成:

- 知识库(KB: Knowledge Bank)、知识库计算机(KBM: Knowledge Bank Machine)和知识库管理系统(KBMS: Knowledge Bank Management System)。
- 问题求解和推理机。
- 智能接口系统。
- 应用系统。

第五代计算机系统要达到的目标是:

- 用自然语言、图形、图像和文件进行输入/输出。
- 用自然语言进行对话的信息处理方式, 为外行使用计算机提供方便。
- 能处理和保存知识, 以供使用; 配备各种知识数据库, 起顾问作用。
- 能够自学习和推理, 帮助人类扩展自己的才能。

由以上可知, 第五代计算机与传统计算机的主要差别在于:

- 处理的“信息”是“知识”, 而不是“数据”。
- “信息”的传送是知识的传送, 而不是字符串的传送。
- “信息”的处理是对问题的求解和推理, 而不是按既定进程进行计算。
- “信息”的管理是知识的获取和利用, 而不是数据收集、积累和检索。

日本的第五代计算机系统研制于 1992 年结束, 虽然并未达到预定的目标, 但在智能计算机领域中完成了大量的基础研究工作。第五代计算机的研制激起了人工智能热潮, 美、英、法等国家都相继制定对策和发展战略, 如美国国防部的第五代计算机计划, 英国的“阿尔维”计划及法国的“尤利卡”计划等。关于人工智能和新一代计算机的研究、开发和应用已列入许多国家发展战略的议事日程, 成为科技发展规划的重要组成部分。

5. 计算机软件技术

由表 1-1 可知, 计算机由第一代发展到第四代, 其软件也不断地从低级向高级发展。进入 20 世纪 80 年代之后, 由于廉价工作站的出现及微机的大量普及, 从根本上改变了应用领域的面貌, 基于单主机的字符输入让位于网络环境下多媒体界面的应用。微机大量普及使得专做微

机软件的 Microsoft 公司盈利激增，而使专营大中型计算机的 IBM 公司于 1992 年出现亏损。这些现象说明，危机重重的软件技术又一次受到挑战。基于单主机的顺序程序还没有解决好不可靠、难维护、生产率低下、难于移植和重用等问题，又增加了并发、分布式环境下安全可靠性问题，还要支持 20 世纪 80 年代蓬勃发展起来的多媒体技术。为了迎接这一挑战，软件行业发展了以下技术。

(1) 软件工程环境的大发展

20 世纪 80 年代以来，各种软件工具相对成熟，各种软件制造、销售商都配备了工具集，无论是语言编译、还是数据库、操作系统，动辄就是十几张或几十张高密盘，大量工具和实用程序使所售软件更好用。这种发展的必然后果是产生了一系列新的问题：大量单用途工具如何无冗余、不冲突地集成，如何与软件开发各阶段广泛协调使用，如何提供一个使不同人员（开发者、管理者、用户）都能方便使用的软件工程环境。这导致了计算机辅助软件工程（CASE：Computer Aided Software Engineering）和集成 CASE（I-CASE）技术的发展。CASE 就是软件工程中的 CAD（Computer Aided Design），利用软件工具开发软件可以提高软件的生产率，减少人工编程、测试、修改带来的错误。

(2) 面向对象技术成为焦点

面向对象技术，以其对象的封装性、继承性、多态性和分类抽象，为支持软件工程与管理软件各种成分，保证可修改、可移植、易维护、能重用等目标提供了实现基础。对象体系构成的对象模式结构，实质上是知识表示的框架结构，从而为智能推理与传统软件工程技术的结合架设了桥梁。

(3) 人工智能的成果引入传统软件工程中

人工智能的思想及已成熟的部分成果已用于传统软件工程，如软件开发中的域分析、版本管理中的基于规则推理、信息工程中的决策支持模型、多介质系统中的联想和触发机制等。推理机技术的发展为传统软件局部智能化开辟了新天地，当前多媒体信息的联想切换、海量数据库查找、最优决策都非常需要它。

(4) 软件开发多范型化

基于分阶段的瀑布式软件生存周期模型奠定了 20 世纪 80 年代初软件工程学的基础。在此基础上的规范、标准和工具确实使 20 世纪 70 年代开发的最大的软件（385 万句的美国导弹预警系统）在 20 世纪 80 年代上升了一个数量级（航天飞机系统 4 000 万句）。但人们从 20 世纪 80 年代初期许多大型软件系统的失败中发现，即使是经过严格评审的需求规格说明也是不可靠的，等到开发完成后才发现问题，代价太大了，于是“原型开发”应运而生。

所谓“原型开发”就是利用已有重用件，很快搭起应用原型骨架，让用户及早参与修改，原型基本通过后再全面开发。20 世纪 80 年代基于可重用库及代码自动生成技术的进展，使第四代语言大量出现，与此相应的第四代开发技术只描述程序“做什么”而不用编写“怎么做”的程序代码，它使软件生产率大幅度提高。随着软件环境的完善，这种开发范型的比重将越来越大，此外，在统一环境下若集成了逻辑型、函数型、数据流型开发工具，则可构成软件开发的多范型化。

1.1.3 计算机应用的发展趋势

计算机应用目前已渗透到人类活动的各个领域，包括工业、农业、商业、医药业、事业、交通、服务业等行业。近年来，在人文科学、社会科学及家庭等领域也已广泛使用计算机。称

为“电脑”的计算机，作为“人脑”的延伸而无孔不入。

计算机应用技术是计算机技术、通信技术、自动化技术、信息技术与各行业和各领域专业技术相互结合的复合技术，其发展趋势大致可概括如下：

(1) 计算机的应用层次走向综合化、智能化。工厂综合自动化、办公综合自动化、调度指挥自动化、管理控制一体化是计算机应用综合化的发展趋势。集文字、声音、图形、图像、动画、影视、电子游戏等于一体的多媒体技术是信息表达形式的多层次综合应用。各种人工智能、专家系统、智能机器人、智能化仪器仪表、智能家用电器产品、智能玩具等是计算机在各个领域的高层次应用。

(2) 计算机应用向系统网络化、信息传输高速化、世界时空整体化、人类活动协同化等方向发展。

(3) 计算机应用向多样化、大众化的方向发展。计算机将大量涌向社会各个领域，并闯入千家万户，意味着“普及计算机要从娃娃抓起”。

(4) 由于能源短缺、资源有限、环保意识增强、消费层次增高，所以计算机应用产品正向微、小、薄、低能耗、低污染、可再生等为标志的缩微化、绿色化的方向发展。

(5) 计算机的软硬件技术应用产品的高新化导致计算机应用产品日益向商品化的方向发展。

(6) 计算机在工业过程自动化中的应用向集成化（CIMS: Computer Integrated Manufacturing System; CIPS: Computer Integrated Product System）方向发展，计算机在改造传统产业中的应用向高效化的方向发展。

专家预测，计算机应用的广泛化、个性化和家庭化将是 21 世纪计算机应用的发展趋势。

1.2 计算机的基本组成及工作原理

1.2.1 计算机的基本组成

自 1946 年世界上出现第一台电子数字计算机以来，计算机的硬件结构（Hardware Structure）和软件系统（Software System）都已发生惊人的变化。但就其基本组成而言，仍未摆脱冯·诺依曼型计算机的设计思想，即计算机由五大基本部分组成，它们是运算器（Arithmetic Unit）、控制器（Control Unit）、存储器（Memory）、输入设备（Input Device）和输出设备（Output Device），如图 1-1 所示。

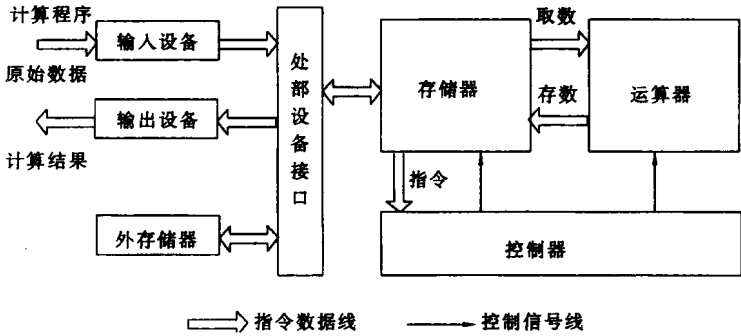


图 1-1 计算机的基本组成

图 1-1 中，运算器用来实现算术、逻辑等各种运算，存储器用来存放计算程序及参与运算

的各种数据，控制器实现对整个运算过程的有规律的控制，输入设备实现计算程序和原始数据的输入，输出设备实现计算结果的输出。上述计算机的基本组成有效地保证了用机器模拟人的计算过程，并能获得预期的计算结果。此外，为扩大计算机存储信息的能力，常配备有外存储器。

习惯上，常把输入、输出设备及外存储器等统称为外部设备，简称 I/O 设备。把运算器、控制器和存储器统称为计算机的主机。外部设备与主机之间的信息交换是通过外部设备接口（简称 I/O 接口）实现的，不同的外部设备有各自的 I/O 接口。

随着集成电路芯片的集成度的提高，出现了大规模和超大规模集成电路。在这种芯片内已可集成一台计算机的运算器和控制器，甚至包括存储器和 I/O 接口的整台计算机，通常把前者称为微处理器（CPU: Central Processing Unit），把后者称为单片微型计算机（简称单片机）。图 1-2 示出了一台典型微型计算机的组成框图，它由微处理器、存储器及 I/O 接口等大规模或超大规模集成电路芯片组成，各部分之间是通过“总线”连接在一起的，并实现信息的交换。所谓“总线”是一束同类的信号线，如图中的控制总线是指一组传送不同控制信号的信号线。

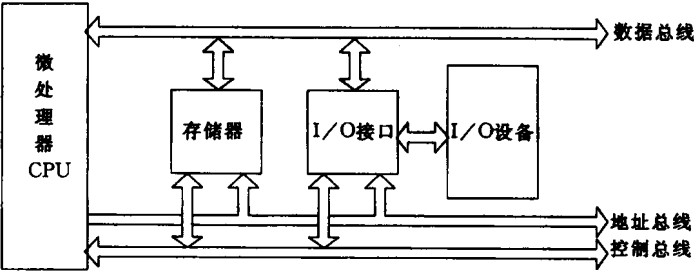


图 1-2 微型计算机组成框图

冯·诺依曼型计算机的两大特征是“程序存储”（Program Storage）和“采用二进制”（Binary）。具体地说，在上述计算机中，要实现机器的自动计算，必须先根据题目的要求，编制出求解该问题的计算程序（Computational Program），并通过输入设备将该程序存入计算机的存储器中，称为“程序存储”。在计算机中，计算程序及数据是用二进制代码表示的，如表 1-2 给出了十进制数 0~9 的二进制代码表示法。计算机只能存储并识别二进制代码表示的计算程序和数据，称为“采用二进制”。

表 1-2 十进制数的二进制数表示

十进制	二进制
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001