



中国计算机学会教育专业委员会 推荐
全国高等学校计算机教育研究会 出版
高等学校规划教材

计算机导论

(第2版)

王玉龙 主编

计算机学科教学计划2001



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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



- 计算机导论（第2版）（王玉龙 编）
- 电路与电子学（第3版）（王文辉 等编）
- 电路与电子学习题与实验指导（王文辉 等编）
- 数字逻辑与数字系统（第3版）（王永军 等编）
- 数字逻辑与数字系统习题与实验指导（王永军 等编）
- 计算机组成原理与汇编语言程序设计（第2版）（徐洁 俸远祯 编）
- 计算机系统结构（第2版）（徐炜民 等编）
- 计算机操作系统（第2版）（刘乃琦 编）
- 计算机算法设计与分析（第2版）（王晓东 编）
- 数据结构（傅清祥 王晓东 编）
- 离散数学（朱一清 编）
- 程序设计语言与编译（第2版）（龚天富 编）
- 软件工程（第2版）（杨文龙 古天龙 编）
- 数据库系统原理（第2版）（李建中 王珊 编）
- 计算机网络实用教程（张璟 等编）
- 数据通信与计算机网络（第2版）（杨心强 等编）
- 计算机图形学基础（第2版）（陈传波 陆枫 等编）
- 智能系统原理与应用（张璟 编）
- Petri网原理与应用（袁崇义 编）

**电子工业出版社近期推出部分
高等学校计算机专业教材**

本套教材在原国家“九五”规划教材的基础上，按照“计算机学科教学计划2001”进行全面更新，以适应高校计算机专业课程与教学改革的需要，并特别注意教材的可读性和可用性，为任课教师提供各种教学服务（包括教学电子课件、教学指导材料、习题解答和实验指导等）。

请关注前言，或随时登录电子工业出版社华信教育资源网站 <http://www.hxedu.com.cn>，了解每本书或系列教材的详细教学服务信息。

ISBN 7-121-00566-2



9 787121 005664 >

本书贴有激光防伪标志，凡没有防伪标志者，属盗版图书。

ISBN 7-121-00566-2

定价：24.00 元

高等学校规划教材

计算机导论

(第2版)

王玉龙 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是1997年出版的国家“九五”规划教材《计算机导论》的第2版,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等)、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、系统结构等)、计算机系统的软件(程序设计语言、数据结构、编译原理、操作系统、软件工程等)、计算机系统的应用(网络、数据库、虚拟现实、人工智能、信息安全与职业道德等)以及操作系统 Windows 2000 和字处理软件 Word 2000 操作指南。本教材为教师提供电子教案。

本书文字流畅,由浅入深,简明而严谨地阐述了计算机的基本概念和基本工作原理,使读者对计算机系统有一个全面的初步了解,为深入学习计算机学科各门课程奠定“以全局指导局部”的基础。本书适合于作为计算机专业本、专科教材,也可作为非计算机专业的“计算机基础”教材,对广大计算机初学者也是一本理想的入门读物。

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/王玉龙主编. —2版. —北京:电子工业出版社,2005.1

高等学校规划教材

ISBN 7-121-00566-2

I. 计… II. 王… 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(2004)第 118932 号

策划编辑:童占梅

责任编辑:童占梅

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

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

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:20.75 字数:524 千字

印 次:2005 年 1 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:24.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

新版说明

由中国计算机学会教育专业委员会和全国高等学校计算机教育研究会（简称“两会”）组织和推荐，自1996年起电子工业出版社出版了基于CC1991教程的15本系列教材。该系列教材受到高校师生和读者的普遍欢迎和肯定，其中有11本入选1996—2000年全国工科电子类专业规划教材。

几年过去了，计算机学科又有了很大发展。IEEE-CS/ACM联合计算教程专题组，组织世界各国150多位专家，历时3年多，在美、欧、亚召开了一系列会议，在CC1991的基础上，发布了“Computing Curricula 2001-Computer Science Final Report”（简称CC2001）。专家们认为：随着计算机学科技术的迅速发展，使得现有的任何一所学校的计算机专业都很难再像CC1991所提到的那样，能够覆盖计算机学科的所有知识领域。所以，需按市场需求将计算机学科划分为4个主要分支：计算机科学、计算机工程、软件工程和信息系统。其中计算机科学是各分支的基础，CC2001正是基于计算机科学制定的。我国“两会”追踪CC2001，经过3年多的工作，最后以中国计算机科学与技术教程2002研究组的名义推出了“China Computing Curricula 2002”（简称CCC2002）。CC2001与CC1991比较有以下几个方面的变化：

（1）将CC1991确定的11个主领域扩展为14个主领域：离散结构、编程基础、算法与复杂性、计算机组织与体系结构、操作系统、网络计算、编程语言、人-机交互、图形学与可视化计算、智能系统、信息管理、职业与社会问题、软件工程、数值计算。对各主领域的名称、核心内容及选学内容都进行了调整和扩充。

（2）提出了课程的组织结构和实现策略。课程分为3类：入门（基础）课程、核心（必修）课程和附加（选修）课程。入门课程可按编程、算法和硬件优先等多种方式组织，使学生能够接触到计算机系统的设计、构造和应用，为学生提供实用性的技能训练，同时还应提高学生的兴趣和智慧；核心课程的组织可按传统、压缩、系统或网络方法进行，特别强调贯彻CC1991提出的3个过程、12个重复概念、职业与社会的关系等方法论思想；此外，还应设置一些介绍热门或前沿技术的附加课程。

（3）更加强调学生的专业实践，要求把专业实践放在重要位置，并贯穿于教学的全过程。

这次对系列教材的全面修版，力求反映计算机学科发展的最新成就，并力争符合CC2001和CCC2002所提出的要求及高校课程和教学改革的需要。这套教材的对象为本科生、研究生和高职高专生（通过删减使用）。信息技术领域的从业人员也可使用。

为了保证编审和出版质量，编委会进行了调整，电子工业出版社成立了编辑出版小组。在原教材工作的基础上，编委会对教材大纲逐一进行了认真讨论和评审，其中一些关键性和难度较大的教材还进行了多次讨论和修改。

限于水平和经验，教材中还会存在缺点和不足，希望读者提出中肯的批评和建议。读者可以通过电子工业出版社华信教育资源网站 <http://www.hxedu.com.cn> 反馈信息并发表意见，我们在此表示衷心的感谢！

教材编委会

教材编委会

主任	杨文龙	北京航空航天大学
常委	张吉锋	上海大学
	朱家铨	东北大学
	龚天富	电子科技大学
	袁开榜	重庆大学
委员	陈传波	华中科技大学
	傅清祥	福州大学
	俸远祯	电子科技大学
	李建中	哈尔滨工业大学
	陆 枫	华中科技大学
	刘乃琦	电子科技大学
	刘淑英	东北大学
	王晓东	福州大学
	王永军	东北大学
	王玉龙	北方工业大学
	徐 洁	电子科技大学
	徐炜民	上海大学
	杨心强	解放军理工大学
	袁崇义	北京大学
	张 璟	西安理工大学
	章振业	北京航空航天大学
	朱一清	东南大学
	童占梅	电子工业出版社
	胡先福	电子工业出版社

前 言

本书是1997年出版的国家“九五”规划教材《计算机导论》的第2版,承蒙广大读者的支持,1997年版教材至2004年9月已印刷21次。近年来,随着计算机科学与技术的飞速发展,以及IEEE和ACM的“Computing Curricula 2001(即CC2001)”和“中国计算机科学与技术学科教程2002(即CCC2002)”的推出,1997年版《计算机导论》一书在内容上需要进行必要的修订。

本次修订的主要依据是CCC2002对《计算机导论》课程所提出的任务:《计算机导论》课程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》课程如何为新生提供“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。本次修订仍保持了原书的基本风格和结构框架,并进行了如下修订:

(1) 删去陈旧内容,改写为新内容。1997年版教材中的“计算机操作指南”全部重写,改为Windows 2000及Word 2000。1997年版教材中的“计算机网络”、“程序设计语言”、“数据库系统”等节内容全部重写。

(2) 增写部分当前计算机领域的新技术。这次修订增加了一章“计算机系统的应用”,内容包括:计算机网络、数据库系统、虚拟现实、人工智能与专家系统、计算机控制系统与管控一体化系统以及计算机信息安全与职业道德等。

(3) 对1997年版教材中的“计算机系统的基础知识”和“计算机系统的硬件”做必要的精简,使其更简明、通俗、易懂,便于初学者学习。

修订后的《计算机导论》第2版共分6章:计算机系统的基础知识、计算机系统的硬件、计算机系统的软件、计算机系统的应用、操作系统Windows 2000操作指南和字处理软件Word 2000操作指南。这一体系结构虽不完全科学,也有不尽人意之处,但它遵循了人们对计算机科学的认识规律,也基本覆盖了CCC2002对《计算机导论》课程要求的内容和知识单元。对初学者而言,上述划分章节的方法将给出一个清晰的计算机系统的框架,有利于初学者循序渐进地学习。本书还将为任课教师提供电子教案,欢迎任课教师通过华信教育资源网<http://www.hxedu.com.cn>索取。

《计算机导论》第2版仍然力求处理好下列三个方面的关系。

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的,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,但必须是系统的和严谨的,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是相当大的。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学时数,少讲或精讲某些内容,或部分内容供学生自学。例如,书目中带*的内容可少讲或不讲;第4章内容可以用讲座方法做简单介绍,供学生自学;

第 5, 6 章可根据学生的情况自行上机练习。

《计算机导论》第 2 版是在本系列教材编审委员会的指导下完成的, 特别是北京航空航天大学杨文龙教授审定了本书, 并给予很大的支持与帮助。全书由王玉龙主编, 并编写了本书的第 1~3 章; 第 5、6 章由肖彬和周以宁编写; 第 4 章及 3.2 节涉及专业领域知识较多, 特约请了这些领域的专家和教授编写其中某一节, 他们是: 刘高军 (3.2 节)、陆祥瑞 (4.1 和 4.5 节)、胡健 (4.2 节)、黄心渊 (4.3 节)、李晋宏 (4.4 节) 和王玉龙 (4.6 节)。由于他们的“友情参编”为本书增色不少, 在此向他们表示衷心的感谢。但为了全书各章节的编写风格一致及满足“导论”的要求, 上述各节内容最后由陆祥瑞和王玉龙先后做了修改或重写, 敬请他们谅解。

最后, 要特别感谢电子工业出版社编辑童占梅老师, 她不仅帮助我们解决了编写本书过程中所出现的意外困难, 并对编写的某些内容提出了精辟的见解。此外, 还要感谢北方工业大学的吴乐明老师, 她完成了本书的录入和文字校对, 工作细致、认真, 给编者以很大的支持。

由于编者的水平有限, 书中错误和不妥之处, 恳请广大读者批评指正。

王玉龙
于北方工业大学信息工程学院
2004.9

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 数制与编码	(11)
1.3.1 进位制数及其相互转换	(12)
1.3.2 二进制数的定点及浮点表示	(15)
1.3.3 二进制数的原码、反码及补码表示	(16)
1.3.4 编码	(18)
1.4 运算基础	(20)
1.4.1 二进制的四则运算	(21)
1.4.2 补码加减运算	(22)
1.4.3 十进制运算	(23)
1.4.4 逻辑运算	(24)
1.5 逻辑代数及逻辑电路	(26)
1.5.1 逻辑代数的初步知识	(26)
1.5.2 基本逻辑电路	(28)
1.5.3 基本逻辑部件	(34)
习题 1	(41)
第 2 章 计算机系统的硬件	(43)
2.1 中央处理器 (CPU)	(43)
2.1.1 运算器	(43)
2.1.2 控制器	(45)
2.1.3 中央处理器 (CPU) 结构举例	(50)
2.2 主存储器	(54)
2.2.1 主存储器概述	(54)
2.2.2 半导体存储器	(56)
* 2.2.3 用芯片组成一个存储器	(60)
2.3 辅助存储器	(62)
2.3.1 磁表面存储器	(62)
2.3.2 光盘存储器	(67)
2.3.3 PC 存储卡	(68)
2.3.4 计算机的存储体系	(68)

2.4 输入/输出系统	(70)
2.4.1 输入设备	(70)
2.4.2 输出设备	(72)
2.4.3 输入/输出接口	(75)
* 2.4.4 输入/输出控制方式	(76)
2.5 计算机的整机结构	(79)
2.5.1 指令系统	(79)
2.5.2 总线	(83)
2.5.3 计算机的时标系统	(85)
2.5.4 计算机的整机工作原理	(86)
2.5.5 计算机的性能评价	(90)
2.6 计算机的系统结构	(90)
2.6.1 并行处理的概念	(91)
* 2.6.2 流水线处理机系统	(91)
* 2.6.3 并行处理机系统	(93)
* 2.6.4 多处理机系统	(94)
* 2.6.5 数据流计算机	(95)
2.6.6 精简指令系统计算机	(96)
习题2	(97)
第3章 计算机系统的软件	(100)
3.1 计算机软件概述	(100)
3.1.1 什么是软件	(100)
3.1.2 软件的分类	(100)
3.1.3 常用软件简介	(101)
3.1.4 计算机系统的组成	(102)
3.2 程序设计语言	(103)
3.2.1 程序设计语言发展概述	(103)
3.2.2 高级程序设计语言的基本结构	(106)
3.2.3 高级语言的程序设计原理	(111)
3.2.4 面向对象程序设计语言简述	(120)
3.3 数据结构	(122)
3.3.1 什么是数据结构	(122)
3.3.2 线性表	(123)
3.3.3 栈和队列	(126)
* 3.3.4 树	(128)
* 3.3.5 图	(131)
3.4 编译原理	(134)
3.4.1 编译原理概述	(134)
* 3.4.2 词法分析	(137)
* 3.4.3 语法分析	(139)

* 3.4.4	中间代码生成	(141)
* 3.4.5	代码优化	(142)
* 3.4.6	目标代码生成	(143)
3.4.7	表格管理和出错处理	(143)
3.5	操作系统	(144)
3.5.1	操作系统概述	(144)
3.5.2	处理器管理	(149)
3.5.3	存储管理	(156)
3.5.4	设备管理	(159)
3.5.5	文件管理	(163)
3.6	软件工程	(169)
3.6.1	软件工程概述	(169)
3.6.2	软件开发模型	(171)
习题 3		(175)
第 4 章	计算机系统的应用	(177)
4.1	计算机网络	(177)
4.1.1	计算机网络的组成	(177)
4.1.2	计算机网络的分类	(180)
4.1.3	网络中数据传输的基本原理	(183)
4.1.4	网络通信协议	(186)
4.1.5	计算机网络示例	(188)
4.1.6	国际互联网 Internet 简介	(190)
4.2	数据库系统	(196)
4.2.1	数据库系统的有关术语	(196)
4.2.2	关系数据库简介	(197)
4.2.3	管理信息系统 (MIS)	(202)
4.2.4	数据库的发展历史	(204)
4.2.5	现阶段常用数据库简介	(205)
4.2.6	数据库技术的新发展	(205)
* 4.3	虚拟现实	(207)
4.3.1	什么是虚拟现实 (VR)	(207)
4.3.2	VR 的发展历程	(209)
4.3.3	VR 系统结构	(210)
4.3.4	构造 VR 系统的主要软、硬件设备	(210)
4.3.5	VR 的应用系统	(212)
* 4.4	人工智能与专家系统	(216)
4.4.1	什么是人工智能	(216)
4.4.2	人工智能的主要研究方向与应用领域	(218)
4.4.3	专家系统	(221)
4.4.4	人工神经网络	(226)

* 4.5 计算机控制系统与管控一体化系统	(230)
4.5.1 计算机控制系统	(230)
4.5.2 计算机管控一体化系统	(234)
4.6 计算机信息安全与职业道德	(237)
4.6.1 计算机信息安全概述	(237)
4.6.2 计算机病毒	(240)
4.6.3 计算机黑客	(245)
4.6.4 计算机犯罪	(246)
4.6.5 防火墙的基本概念	(247)
4.6.6 计算机职业道德	(250)
习题4	(251)
第5章 操作系统 Windows 2000 操作指南	(253)
5.1 概述	(253)
5.1.1 基本操作	(253)
5.1.2 桌面组成	(255)
5.2 操作界面	(257)
5.2.1 工作窗口	(257)
5.2.2 菜单	(259)
5.2.3 对话框	(262)
5.3 文件管理	(264)
5.3.1 几个基本概念	(264)
5.3.2 “资源管理器”和“我的电脑”	(265)
5.3.3 文件管理的基本操作	(267)
5.4 系统设置及管理	(268)
5.4.1 设置任务栏和“开始”菜单	(268)
5.4.2 改变显示属性	(269)
5.4.3 使用“控制面板”配置系统	(270)
5.4.4 磁盘管理	(275)
5.5 网络设置和用户管理	(276)
5.5.1 Windows 2000 网络设置	(276)
5.5.2 用户管理	(280)
5.5.3 设置共享目录的访问权限	(282)
5.6 帮助系统	(283)
上机实验	(284)
实验1 Windows 2000 基本操作	(284)
实验2 Windows 2000 资源管理器和控制面板的操作	(285)
实验3 网络设置和用户管理	(286)
第6章 字处理软件 Word 2000 操作指南	(287)
6.1 Word 2000 入门	(287)
6.1.1 Word 窗口组成	(287)

6.1.2	新建文档及打开已有文档	(288)
6.1.3	文本的输入	(288)
6.1.4	文档的保存与关闭	(289)
6.1.5	文本的编辑	(289)
6.2	文档的排版	(292)
6.2.1	字符格式化	(292)
6.2.2	段落格式化	(293)
6.2.3	边框和底纹	(295)
6.2.4	格式刷和样式	(296)
6.2.5	使用模板	(297)
6.3	图文混排	(298)
6.3.1	插入图片	(298)
6.3.2	绘制图形	(300)
6.3.3	使用文本框	(302)
6.3.4	插入艺术字	(302)
6.3.5	公式的输入	(303)
6.4	制作表格	(303)
6.4.1	创建表格	(304)
6.4.2	编辑表格	(304)
6.4.3	格式化表格	(307)
6.4.4	在表格中排序	(308)
6.4.5	在表格中计算	(308)
6.5	版面设计与打印	(309)
6.5.1	版面设计	(309)
6.5.2	打印文档	(311)
上机实验		(312)
实验 1	文档的基本操作和设置	(312)
实验 2	图文混排	(313)
实验 3	创建和编辑表格	(314)
综合实验		(315)
参考文献		(317)

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、计算机中资料的表示、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”代码表示资料 and 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)。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 四代计算机的主要特征

特 征 项 目	年 代 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	大规模与超大规模集成电路
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，计算机的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, 其数据线的位数为 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, 最终用户使用的是该设备, 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于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是十分困难的，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, Omnet, 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 Highway）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