



中国计算机学会信息学奥林匹克系列丛书



# 全国信息学奥林匹克联赛

National Olympiad in Informatics

## 培训教程(一) (普及本)

主 编 信息学奥林匹克科学委员会

本册编著 吴文虎 王建德

清华大学出版社



中国计算机学会信息学奥林匹克系列丛书

No.1

# 全国信息学奥林匹克联赛

National Olympiad in Informatics

## 培训教程（一）（普及本）

主编 信息学奥林匹克科学委员会

本册编著 吴文虎 王建德



清华大学出版社

北京

## 内 容 简 介

中国计算机学会信息学奥林匹克丛书由中国计算机学会信息学奥林匹克专业委员会主编，由全国著名专家学者精心编著而成。

本书是本套丛书普及本中培训教程的第一册，它针对联赛考核的知识点，系统地介绍了计算机的基础知识和利用 Pascal 语言进行程序设计的方法，并通过大量的实例具体阐述了阅读程序的方法和技巧。与本书同时出版的培训教程第二册在第一册的基础上，进一步讲解了程序测试、效率分析和程序设计中数据结构和算法的基本内容，并提供了如何提高算法效率的具体策略。

本书作者依据学生已有的认知经验，对书的内容作了周密的安排。教程体系合理、概念清晰、例题丰富、文字流畅、通俗易懂。

本书既可以作为全国信息学奥林匹克联赛的培训教材、联赛辅导教师的参考用书、参赛选手的自学用书，也可作为大中专院校相关专业以及电脑爱好者的参考书。

版权所有，翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签，无标签者不得销售。

### 图书在版编目(CIP)数据

全国信息学奥林匹克联赛培训教程(一) / 吴文虎, 王建德编著. —北京: 清华大学出版社, 2003.10

(中国计算机学会信息学奥林匹克系列丛书)

ISBN 7-302-07400-3

I. 全… II. ①吴… ②王… III. 计算机课—中小学—教学参考资料 IV. G634.673

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 092462 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客 户 服 务: 010-62776969

组稿编辑: 宋 方

文稿编辑: 孙中悦

版式设计: 肖 米

印 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×230 印 张: 13.75 字 数: 278 千字

版 次: 2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-07400-3/TP·5465

印 数: 1~8000

定 价: 19.80 元

---

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

# PREFACE

## 序 言

信息技术对人类社会的发展产生着深远的影响，已成为新世纪的一个标志。作为人类集体智慧的结晶，信息技术已成为一种时代文化。“计算机的普及要从娃娃抓起”成为“科教兴国”的一项重要内容。

一个国家、一个民族要立足于世界先进民族之林，关键在于拥有高素质的人才。综合国力的竞争，说到底人才的竞争，培养和造就一大批优秀信息技术人才是当务之急。信息时代，信息技术已成为现代科学与技术的基础核心，成为人类的“通用智力工具”，在青少年中普及信息技术教育具有重要和深远的意义。

中国计算机学会从1984年起，就组织青少年参加信息学奥林匹克竞赛。二十余年，学会通过组织竞赛推动信息技术普及，促进青少年掌握信息技术知识，并提高他们的逻辑思维和解决问题的能力。为了培养和造就更多高素质的信息技术人才，中国计算机学会特别推出一套信息学奥林匹克指导丛书。这套丛书从基础知识开始，重点培养学生的创新思维方法和编程能力。本书的编著者大多是多年从事信息技术普及教学和信息学奥林匹克竞赛的指导者，有丰富的教学经验，他们编写的信息学奥林匹克指导丛书受到了全国青少年的喜爱，他们指导的学生曾多次在国际上获得金奖，为培养青少年的信息素养提供了很好的精神食粮。编著这套丛书的目的在于培养学生逻辑思维、创新能力和全面提高青少年素质方面提供帮助。

该丛书的编写是开放式的，凡有志于向青少年普及信息技术的科技工作者和教育工作者都可以加入到这个行列中。

中国计算机学会（代理）理事长  
中国工程院院士



2003年11月

# FOREWORD

## 前 言

按照教育部《基础教育课程改革纲要》的要求，全国小学、初中和高中都开设了信息科技课程。作为面向全国中学生的奥林匹克信息学联赛（NOIP，简称联赛），其教学内容是在中学信息科技课程的基础上，从计算机的基本原理入手，侧重基础知识、基本理论和概念，实现从操作到理论、从具体到抽象、从个别到一般、从零散到系统的转变。这是因为

1. 中学的信息科技课程是从实际出发，以介绍计算机的基本环境、工具和应用软件（如 Windows、DOS、中英文输入、Word、Excel、PowerPoint、FrontPage 等）为主，注重掌握其应用的方法和技能。联赛初赛和教程的内容应避免和中学的信息科技课程完全雷同。

2. 近几年来，以视窗技术为代表的工作环境确实给中学的信息科技课程带来了新的气息，但是我们应该清醒地认识到，在信息时代，软件工具的变化日新月异，如果今天学生不懂得计算机的基本知识，那么今后他们只能跟着别人开发出来的软件工具亦步亦趋，不利于实现信息科学上的知识创新。因此，联赛作为开拓学生眼界的一种课外活动，其初赛和教程的内容应该在中学生可接受的前提下，多涉及一些信息技术核心、本质的内容，这些内容超越计算机操作的细节，不会因为技术进步而很快过时，并与大学的相关课程相衔接，成为学生终身受用的东西。

3. 按照教育部的文件规定，高中阶段在全国奥林匹克信息学联赛（NOIP）中获一等奖的学生具有免试直升大学的资格。因此联赛的内容必须有一定的知识层次，与大学的计算机教育保持一定的衔接性，并能够真正把计算机学习方面学有所长的优秀中学生选拔出来。

4. 根据联赛大纲，初赛以考核学生的计算机基础知识为主，采用笔试形

式,而复赛是考核学生的编程能力,采用上机形式。按照实用性的要求,本教程应将联赛历年的初赛试卷和社会上比较有价值的模拟初赛试卷所涉及的知识点,尽可能多地囊括进来,使得学生对初赛有比较充分的知识准备。

基于上述考虑,学习本教程时应该将注意力集中在以下三个方面:

1. 清晰地理解与计算机内部结构有关的一些基本概念,掌握涉及计算机信息处理基本功能的有关内容。

2. 在熟知各种应用软件的操作常识的基础上,学会把计算机作为信息处理工具,来完成具体任务,解决实际问题。

3. 了解计算机对现代社会的影响,知道它通过哪些途径来影响我们的日常生活以及怎样影响我们的未来。

由于本教程是中学信息技术课程的深化,因此必有一些内容是读者生疏和不易理解的,而且读者不都有听课或得到老师指导的机会。所以我们建议读者在学习时注意如下几点:

#### (1) 温故知新

读者在初学时不必强求记住所有名词,在遇到难以理解的概念时也不必强求立即学会,可以在看完一节或一章后再回过头来温习,或者和周围的人讨论,也可以做一个标记后,接着往下读,学习完一个阶段后再回过头来思考原来的问题,这样往往会迎刃而解。实际上,书中每一单元的内容都值得初学者多读几遍,过一段时间之后再回过头来温习一些重要内容,这样既有助于记忆又可以获得更深入的理解。

#### (2) 多角度思考问题

用计算机做事的方法可能不止一种。不管所要完成的任务是大是小,最好在完成之后再设法寻找另一种方法完成它,后一种方法可能是更好的方法。特别是在使用某方法而没有成功时,不要半途而废,不妨换一种方法试试看,可能会出现“东方不亮西方亮”“柳暗花明又一村”的效果。

#### (3) 借助黑箱原理

实际的计算机系统结构非常复杂,没有必要全部了解系统的复杂结构,而应该着重了解自己与计算机系统交往层面上的各种情况,弄清楚和计算机系统之间的联系方法和基本原理。把计算机看作是一个“黑箱”,尽量避开那些与自己当前任务无关的问题和相对次要的内容,把注意力集中在那些与任务紧密联系的关键点上。例如学习计算机系统知识时,不必去了解计算机每一个部件的功能和它们之间的连线,而只要理解计算机系统的逻辑图和主要处理部件协同工作的原理就行了。

#### (4) 充分利用上机经验

本教程的读者大都为学习过中小学信息科技教材的中学生，他们有熟悉计算机操作和掌握许多应用软件功能的有利条件，因此应该充分利用这些第一手经验来加深自己对基本概念的理解，用实践经验促进理论学习。我们以为在学习中要强化实践，许多东西不上机是学不会的，实践出真知应奉为座右铭。

# CONTENTS

# 目 录

## 第一篇 计算机的基础知识

第 1 章 计算机的发展与应用 .....	3
1.1 计算机发展简史 .....	3
1.1.1 第一台电子计算机的诞生 .....	3
1.1.2 计算机发展的几个阶段 .....	4
1.2 计算机对现代社会的影响 .....	6
1.2.1 计算机应用概述 .....	6
1.2.2 由信息高速公路热引发的全球信息化浪潮 .....	7
1.2.3 我国的“三金”工程 .....	9
1.3 计算机用户的行为规范 .....	11
1.3.1 防范计算机犯罪 .....	11
1.3.2 保护知识产权 .....	11
1.3.3 计算机病毒 .....	12
1.3.4 计算机病毒的防治 .....	13
习题 .....	14
第 2 章 计算机概述 .....	15
2.1 计算机的类型 .....	15
2.2 计算机组成与工作原理 .....	19
2.2.1 存储程序工作原理 .....	19



2.2.2	计算机指令系统	20
2.2.3	计算机硬件系统	21
2.2.4	程序的自动执行	24
2.3	计算机软件系统	25
2.3.1	计算机软件概述	25
2.3.2	操作系统的形成与发展	26
2.3.3	数据库在信息科技领域的作用日益凸现	29
2.4	信息的表示与存储	33
2.4.1	计算机内部是一个二进制数字世界	33
2.4.2	计算机的数字系统	34
2.4.3	计算机中带符号数的表示法	36
2.4.4	信息存储单位	42
2.4.5	非数值信息的表示	43
2.4.6	信息的内部表示与外部显示	44
	习题	45
<b>第3章</b>	<b>多媒体技术应用</b>	<b>47</b>
3.1	多媒体技术和多媒体计算机系统	47
3.1.1	多媒体技术简介	47
3.1.2	多媒体计算机概述	48
3.1.3	多媒体计算机系统	49
3.2	数据压缩和解压缩技术	56
3.3	网络多媒体应用的发展	57
3.4	多媒体信息处理工具简介	57
3.4.1	相关的名词解释	57
3.4.2	图形制作平台 FreeHand	58
3.4.3	图像处理平台 Photoshop	58
3.4.4	动画制作平台 Animation Pro	59
3.4.5	电子合成音乐	59
3.5	Windows 98 中的多媒体应用软件	60
	习题	62
<b>第4章</b>	<b>计算机网络使用基础</b>	<b>63</b>
4.1	计算机网络简介	63

4.1.1	计算机网络的发展历程	63
4.1.2	计算机网络的功能	65
4.2	计算机网络的	65
4.2.1	计算机网络的物理组成	65
4.2.2	计算机网络的拓扑结构	67
4.2.3	计算机网络的体系结构	69
4.3	计算机网络应用模式	72
4.3.1	客户机/服务器模型	72
4.3.2	文件服务器	73
4.3.3	打印服务器	74
4.3.4	数据库服务器	75
4.3.5	远程登录	75
4.4	Internet 简介	76
4.4.1	什么是 Internet	76
4.4.2	Internet 网络地址和域名	76
4.4.3	Internet 的服务功能	79
	习题	84

## 第二篇 程序设计语言和程序的阅读分析

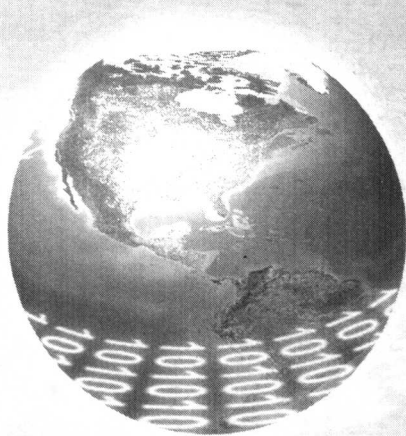
第 5 章	程序设计语言	87
5.1	程序设计语言基础	87
5.1.1	程序设计语言的组成	87
5.1.2	语言和程序设计的发展	88
5.1.3	面向对象程序设计方法成为今后软件发展的主流	91
5.1.4	Pascal 语言概述	93
5.2	Pascal 程序的一般结构和输入输出语句	94
5.2.1	输入语句 read 和 readln	94
5.2.2	输出语句 write 和 writeln	95
5.2.3	程序的一般结构	97
5.3	Pascal 的控制结构	98
5.3.1	控制转移	98
5.3.2	顺序结构	100
5.3.3	选择结构	101

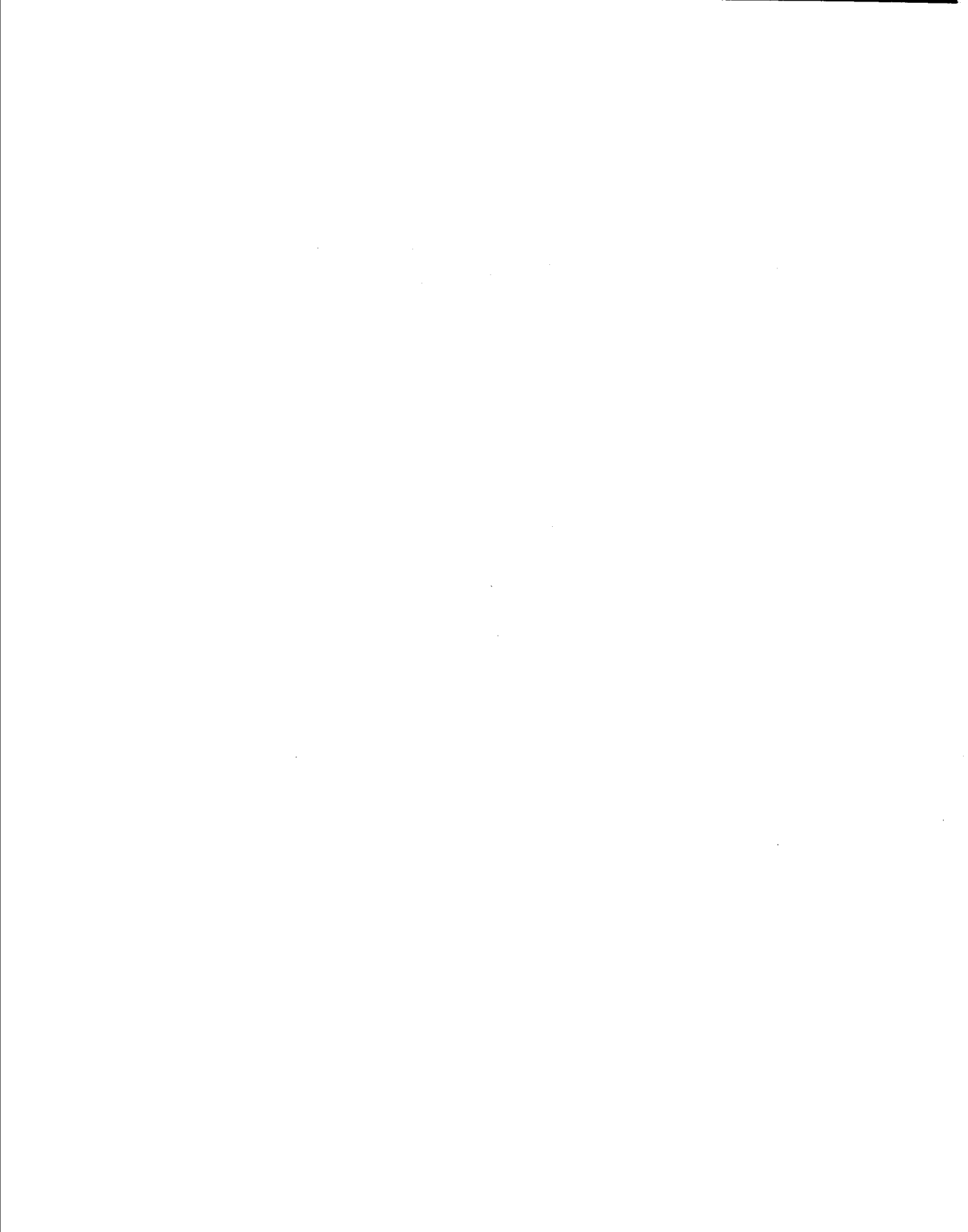
5.3.4	重复控制结构	109
5.4	Pascal 语言的数据类型	116
5.4.1	运算对象的显式定义	116
5.4.2	表达式	120
5.4.3	Pascal 的简单类型	121
5.4.4	结构类型	132
5.4.5	指针类型	152
5.5	Pascal 语言的子程序	159
5.5.1	过程	160
5.5.2	函数	162
5.5.3	实参与形参	164
5.5.4	递归	169
	习题	175
<b>第 6 章</b>	<b>阅读分析程序</b>	<b>177</b>
6.1	程序设计的特点	177
6.2	阅读和分析程序	179
6.3	完善程序	191
6.3.1	按照出题者的编程思路完善程序	191
6.3.2	完善程序的实例分析	193
	习题	205

# 第一篇 计算机的基础知识

计算机的历史并不长，然而它的高度发展和广泛应用，已经成为人们生产劳动和日常生活中必不可少的工具。不仅掌握计算机的操作技能成为对现代人素质的基本要求，而且熟悉计算机文化的基础知识也成为现代人知识结构中一个不可或缺的组成部分。

联赛初赛涉及计算机文化的基础知识，包括计算机的应用与发展；计算机的组成与工作原理以及信息在其内部的表示与存储；多媒体技术和网络应用技术；程序设计语言。当然，Dos，Windows，Word，Excel 和 PowerPoint 等软件工具的使用也应该在计算机文化的基础知识之列，但由于这部分内容已在中小学的信息科技课程中详细阐述了，因此这里不再赘述。在初赛中，涉及基础知识试题一般是以选择题形式出现的，试题列出几组答案，正确解与错误解“鱼龙混杂”，要求选手辨析。显然，选手如果对计算机的基础知识没有一个比较清晰的认识，是很难判断出其间蕴藏的正确解的。





本章的目的是使读者对计算机发展的脉络，计算机对现代社会的影响，以及计算机用户应遵守的行为规范有一个大致的了解。

## 1.1 计算机发展简史

在历史发展的长河中，人类发明了各种省时省力的工具以辅助自身处理各种事务，如发明算盘用于计算数字，发明纸张用于记载信息，发明打字机用于帮助书写等等。随着时代的进步，需要处理的信息越来越复杂，再针对具体事务而发明相应的工具已无法满足需要了，在这种情况下，能够综合处理各种信息的电子计算机便应运而生。

### 1.1.1 第一台电子计算机的诞生

世界上第一台数字式电子计算机是由美国宾夕法尼亚大学的物理学家约翰·莫克利（John Mauchly）和工程师普雷斯伯·埃克特（Presper Eckert）领导研制的取名为 ENIAC（Electronic Numerical Integrator And Calculator）的计算机。

1942年，在宾夕法尼亚大学任教的莫克利提出了用电子管组成计算机的设想，这一方案得到了美国陆军弹道研究所的关注。当时正值第二次世界大战之际，新武器研制中的弹道问题涉及许多复杂的计算，单靠手工计算已远远满足不了要求，急需能自动计算的机器。于是在美国陆军部的资助下，1943年开始了 ENIAC 的研制，并于 1946 年完成。由于这台计算机使用了电子器件——电子管和电子线路，因此其功能在当时确实出类拔萃，例如，它可以在一秒钟内进行 5000 次加减运算，3 毫秒便可进行一次乘法运算，与手工计算相比速度大大加快。但是，它也明显地存在着缺点，它体积庞大，机器中约有 18800 只电子管，1500 个继电器，70000 只电阻及其他各类电气元件，重 30 吨，占地 170 平方米，运行时耗电量很大；存储容量很小，只能存储 20 个字长为 10 位的十进制

数；另外，它采用线路连接的方法来编排程序，因此每次解题都要靠人工改接连线，准备时间大大超过实际计算时间；它没有存储程序的能力，不具备自动计算功能。

尽管如此，ENIAC 的研制成功还是为以后计算机科学的发展奠定了基础。

### 1.1.2 计算机发展的几个阶段

从第一台计算机的诞生到现在，计算机已走过了 50 多年的发展历程。在这期间，计算机的系统结构不断变化，应用领域不断拓宽。人们根据计算机所用逻辑元件的种类，习惯上将计算机分为 4 代，如表 1.1 所示。

表 1.1

	第一代 (1946~1958)	第二代 (1958~1964)	第三代 (1964~1975)	第四代 (1975~至今)
主要电子器件	电子管	晶体管	中小规模集成电路	大规模/超大规模集成电路
内存	汞延迟线	磁芯存储器	半导体存储器	半导体存储器
外存储器	穿孔卡片、纸带	磁带	磁带、磁盘	磁盘、光盘等大容量存储器
处理速度 (指令数/秒)	几千条	几百万条	几千万条	数亿条以上

#### (1) 第一代计算机

从第一台计算机的出现直至 50 年代后期，这一时期计算机的主要特点是采用电子管为基本物理器件。它体积大、能耗高、速度慢、容量小、价格昂贵，其应用也仅限于科学计算和军事目的。

#### (2) 第二代计算机

50 年代后期到 60 年代中期，这一时期计算机的主要特点是采用晶体管作为基本物理器件，并采用了监控程序，这是操作系统 (OS) 的雏形。而适用于事务处理的 COBOL 语言也得到了广泛应用。与第一代计算机相比，晶体管计算机体积小、成本低、功能强、可靠性高。在这一时期，计算机不仅应用在军事与尖端技术上，而且也应用在工程设计、数据处理、事务管理等方面。

#### (3) 第三代计算机

1964 年 4 月，IBM 公司推出了采用新概念设计的计算机 IBM360，宣布了第三代计算机的诞生。正像它名字中的数字所表示的那样，IBM360 有 360° 全方位的应用范围。它分大、中、小型等 6 个型号，具有通用化、系列化、标准化的特点。

通用化：兼顾了科学计算、数据处理、实时控制等多方面的应用，机器指令丰富。

系列化：在指令系统、数据格式、字符编码、中断系统、输入 / 输出方式、控制方式等方面保持统一，使用户在低档机上编写的程序，可以不加修改地运行在以后性能更

好的高档机上，实现了程序的兼容。

标准化：采用标准的输入、输出接口，即各机型的外部设备都是通用的。

#### (4) 第四代计算机

从1975年到现在是计算机发展的第四代，其特征是以大规模集成电路VLSI为计算机的主要功能部件，用16KB、64KB或集成度更高的半导体存储器作为主存储器，计算速度可达每秒几百万次至上亿次。在系统结构方面发展了并行处理技术、分布式计算机系统和计算机网络等。在软件方面发展了数据库系统、分布式操作系统、高效而可靠的高级语言以及软件工程标准化等等，并逐渐形成软件产业部门。由于VLSI技术的发展，计算机系统硬件成本下降，软件成本提高。人们为扩大计算机的适用范围，不断地增加指令系统中的指令，并考虑尽量缩短指令系统与高级语言的语义差异，即增强每条指令的功能，以便于高级语言程序的编译和降低软件成本。这一切使得指令系统的复杂度提高，相应地造成CPU设计复杂及硬件成本的上升。当某一系列计算机增设新型号机或高档机时，为维护老用户在软件上的投资不受损失，新机器不得不继承原有机器指令系统中的全部指令，这也使得同一系列计算机的指令系统越来越复杂，后来称这些计算机为“复杂指令系统计算机”，简称CISC。

日趋庞大的指令系统加长了新机器的研制周期，增大了机器调试和维护的难度，从而降低了系统性能。而对CISC机的测试表明，机器中最常执行的是一些简单指令，这些指令仅占指令系统中指令总数的20%，而占指令总数20%的最复杂指令却差不多占用了存储器容量的80%。1975年IBM的John Cocke提出了精简指令系统（简称RISC）的想法。RISC计算机的特点是通过简化指令使计算机的结构更加简单合理，从而提高运算速度，并最终达到整体上的性能优化。在采用RISC技术设计指令系统时，选择使用频率较高的简单指令和常用指令，指令长度固定，指令格式简单，寻址方式种类少。目前的RISC机大都采用超标量流水线技术，以增加指令执行的并行度，减少指令的执行周期，并通过增加通用寄存器数量减少存取数据次数。此外还采用优化的编译程序，以有效地支持高级语言程序。1982年加州伯克利大学的RISC I机、斯坦福大学的MIPS机、IBM公司的IBM801机等成为第一代的RISC试验样机，并显示出其强大的生命力。

#### (5) 研制中的第五代计算机

到目前为止，各种类型的计算机都属冯·诺依曼型计算机，即采用存储程序方式进行工作（存储程序的工作原理将在下一章作详细介绍）。随着计算机应用领域的扩大，冯·诺依曼型的工作方式逐渐显露出其局限性，所以科学家提出了制造非冯·诺依曼式计算机。正在开发研制中的第五代智能计算机，将具有自动识别自然语言、图形、图像的能力，具有理解和推理的能力，具有知识获取、知识更新的能力，可望能够突破当前计算机的结构模式。研制朝两个方向努力：

##### ① 创建非冯·诺依曼式语言



LISP: 使用最简单的词汇表达非数值计算问题的语言, 广泛应用于数学中的符号微积分计算、定理证明、谓词演算和博弈论等, 还扩展到计算机中进行符号处理、硬件描述和大规模集成电路设计等。

PROLOG: 人工智能语言, 用逻辑设计取代程序设计。

F.P.: 供理论研究用的理想语言。

② 创建以人脑神经系统处理信息的原理为基础的非冯·诺依曼式的计算机模型

生物计算机: 由蛋白质分子或传导化合物元件(生物芯片)组成。

光子计算机: 用光子代替电子传递信息。

量子计算机: 根据原子能态转变过程中存在量子逻辑门的实验结果, 设计用于量子计算的计算机。

## 1.2 计算机对现代社会的影响

### 1.2.1 计算机应用概述

进入 20 世纪 90 年代以来, 计算机技术作为科技的先导技术之一得到了飞跃发展, 超级并行计算技术、高速网络技术、多媒体技术、人工智能等技术相互渗透, 改变了人们使用计算机的方式, 从而使计算机几乎渗透到人类生产和生活的各个领域。表 1.2 仅给出了几个领域的应用, 即可窥见一斑。

表 1.2

领域	应用实例
商业	通过交互式电脑网络为消费者提供诸如电视购物、影视点播、交互式电脑游戏、按需提供新闻、旅游规划、交通路线等服务
企业	利用廉价的电视会议系统实现每天的信息交流和远距离的协同工作, 而信息的内容可以是一些统计数据, 也可以是一个工程设计或流行式样的草图
医疗保健	远距离咨询和诊断, 使得偏远地区小诊所的医生可以在媒体丰富的环境中与著名医院的医生共同诊断商讨治疗方案。同时可以降低保健系统的行政管理费用
教育	为大学生提供参加远距离大学讲授高级课程的机会, 提供拥有最新最昂贵设备的虚拟实验室, 及供分析和评论新闻用的交互式服务, 为不同地区学校的儿童提供经常更新的多媒体百科全书
政府	可以提高办事效率。如职员可以在家里通过与汽车部门的数据库相连, 进行汽车的注册和更换驾驶执照。警察可以在当地警察局取得嫌疑犯的照片及其他数据, 并可在紧急呼叫时, 迅速而准确地测定出事地点

计算机正日益渗入社会的各个角落, 改变着人们的生活方式及观察世界的方式, 并