

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

学友文库：

大脑的延伸



— 灿烂辉煌的电脑史

无边落木萧萧下，不尽长江滚滚来。

历史，就像一条永远流逝不尽的长河，总是后浪推前浪，不断滚滚向前。世界新技术的浪潮也是如此，汹涌澎湃，日新月异。

人类从必然王国向自由王国发展的今天，三次由技术革命引发的产业革命，在人们的大脑里记忆犹新。18世纪中叶，英国蒸汽机的发明与应用，导致第一次工业革命，人类由手工劳作进入机械化时代；19世纪50年代，以电气技术为先导引发了第二次工业革命，发电机、电动机、汽车、电灯、电话纷纷问世，人类便进入了电气化时代；第二次世界大战结束以后，以电子、信息技术为先导，引发了以计算机为代表的信息产业革命，就是第三次工业革命。这个时期，信息、能源和材料，是鼎足而立的三大技术支柱。信息的高度密集，人才和技术的空前开发，便是这一时期的新特点。世界各国，尤其是发达国家竞争异常激烈，这是因为科技的进步直接决定着一个国家和地区的经济的发展。要想有经济发展的高速度，必须依靠科技的进步。电脑的应运而生和广泛应用，便是这个时代的重要标志之一。

目前，我国拥有计算机（电脑）的个人和单位越来越多，但对于它的功能，人们概念中只知道可以用来打字、排版、存放资料；有的纯粹供于消遣、娱乐；更高一级的还有数据库的管理。这样，计算机功能的大部分都没有发挥出来，造成了巨大的浪费。殊不知电脑可以帮你打开新世纪的大门，可以把你带进一个五彩缤纷的新天地。

清晨，当你临窗饮罢一杯牛奶，打开电脑，你便可以获得当天你所需要的各种信息，“双脚不出门，能知天下事”在今天已真正变成了现实；当你坐在计算机前，想查询某部分资料或解答某个问题时，电脑不仅帮你贮存，同时帮你分析、归纳，分类整理，去伪存真；当你工作之余需要精神调节时，电脑便是你忠实的游戏伙伴。当你和按键接触的瞬间，所产生的那种钢琴家弹拨琴键般的美妙感受，更是妙不可言。电脑与人的交流，早已超出了一般的意义，那是一种情感的交流，心灵的感应。

电脑，从诞生至今，只有50多年的发展历史，但它所发生的巨大变化，简直令人目不暇接。毫无疑问，电脑是人类在20世纪创造的又一奇迹。

1. 电脑——本世纪的奇迹

计算机又名“电脑”。

世界上第一台电子计算机诞生于1945年。它的出现标志着计算工具随着科学技术的飞跃发展和世界文明的进步而跃入一个崭新的历史阶段。但你是否知道，人类从最初的计数工具发展到现代电子计算机却经过了漫长的道路。

在很久很久以前，人类祖先找到了最原始的计数工具——自身的双手，用手指来计数。这种极为古老的计数方法时至今日仍启蒙着幼儿们关于“数”的概念。为了能表达比10个手指头更多的数目，古代人又想出了另外的计算工具——石子、木棒、贝壳、绳结等。利用这些简单的自然界产物不但可以计算部落的财产、人数、猎物等，而且还能保存统计的结果，这就是现代计算机原理中存贮思想的最初萌芽。

一千多年前，中国开始使用世界上最古老、流传最广的计算工具——算盘。而古代的算盘则是用圆石子、小木棒或金属块等排放在不同的位置上表示不同的数值，并据此进行各种各样的计算。那时已经有了进位的数制概念。在以后漫长的历史中，算盘不断完善，能方便地进行加、减、乘、除四则运算。今天，我国和许多国家仍在使用算盘。现代算盘中的一颗颗算珠似乎还遗留着石子计数的痕迹。

早在 17 世纪 欧洲一批数学家就已开始设计和制造以数字形式进行基本运算的数字计算机。1642 年，19 岁的法国数学家 B·帕斯卡采用与钟表类似的齿轮传动装置，制成了世界上最早的十进制加法器。这种加法器由多个圆轮组成，每个圆轮代表一位数，每个轮面分为 10 个相等部分，刻有 0~9 十个数字，作加法时，转动圆轮，当转到 0 处时，便自动将高位圆轮带进一格。显然，这种加法器用纯粹机械运动代替人们的思考和记录，表示人类开始向自动计算工具迈进。

1673 年，德国数学家 G·W·莱布尼兹制成了能进行十进制的乘、除运算的计算机。英国数学家 C·巴贝奇于 1833 年设计了一种程序控制的通用分析机——差分分析机。他天才地提出了计算工具至少必须具备 5 个基本部分，即“输入部分”——输入需要处理的问题和相关的数；“存贮部分”——用以存放必需的数据和相关的信息，以便机器使用；“运算部分”——能进行加、减、乘、除等多种运算；“控制部分”——指挥和控制机器按规定的步骤工作；“输出部分”——输出问题处理后的结果。这台分析机虽然已经描绘出现代计算机应具备的几个基本部分，但遗憾的是他的这种创造性设计超越了当时的工具生产能力和技术水平，虽然他为此奋斗了 37 年，仍未能如愿。

巴贝奇的设想提出以后的 100 多年期间，电磁学、电工学、电子学不断取得了重大进展。在电子元件、器件方面，相继发明了真空二极管和真空三极管。在系统技术方面，接连发明了无线电报、电视和雷达。所有这些成就为现代计算机的发展准备了技术和物质条件。与此同时，数学、物理也相应地蓬勃发展，研究出了各种数值积分，数值微分，以及微分方程的数值解法，把计算过程归结为巨量的基本运算，从而奠定了现代计算机的数值算法基础。

20 世纪以后，各个科学领域和技术部门的计算问题堆积如山，已经明显阻碍了学科的继续发展。特别是第二次世界大战爆发前后，军事科学技术对大型、高速计算工具的需要尤为迫切。在此期间，德国、美国、英国都在进行计算机的开拓性工作，几乎同时开始了机电式计算机和电子计算机的研究。

德国 K·朱赛最先采用电气元件制造计算机。他于 1941 年制成的全自动继电器计算机 Z—3，已具备浮点记数、二进制运算、数字存贮地址的指令形式等现代计算机的特征。在美国，1940~1947 年期间也相继制成了继电器计算机 MARK—1、MARK—2、Model I、Model IV 等。不过，继电器的开关速度大约为百分之一秒，致使计算机的运算速度受到很大限制。

电子计算机的开拓过程，经历了从制作部件到整机、从专用机到通用机、从“外加式程序”到“存贮程序式”的演变。

1938 年，美籍保加利亚学者 J·阿塔纳索夫首先制成了电子计算机的运算部件。

1943年，英国外交部通信处制成了“巨人”电子计算机。这是一种专用的密码分析机，在第二次世界大战中起了重要作用。

1946年2月，美国宾夕法尼亚大学物理学家J·莫克利和J·P·埃克特制成了能进行各种科学计算的通用计算机——大型电子数字积分计算机（ENIAC）。这台完全采用电子线路执行算术运算、逻辑运算和信息存贮的计算机，其运算速度比继电器计算机快1000倍。这就是人们常说的世界上第一台电子计算机。这台计算机从1946年2月交付使用到1955年10月最后切断电源，服役达9年。它每秒可进行5000次加法或减法运算，使用了18800个电子管，占地170平方米，重达30吨，耗电150瓦，价格40万美元，真可谓“庞然大物”。

ENIAC机在计算题目时，先要根据题目计算步骤预先编好一条条指令——指示计算机工作的命令，再按指令连接好外部线路，然后自动进行计算并输出结果。当计算另一题目时，必须重新进行上述工作。所以，当时只有少数专家才能使用。尽管如此，它却使过去借助台式计算机需7~20小时才能计算一条发射弹道的工作量缩短到30秒，使科学工作者从奴隶般的计算工作中解放出来。

至今人们仍然公认，ENIAC机的问世表明了电子数字计算机时代的到来，具有划时代的伟大意义。但是，这种计算机的程序仍然是外加式的，存贮容量也不够大，尚未完全具备现代计算机的主要特征。

又一次的重大突破是由数学家冯·诺伊曼领导的设计小组完成的。1945年3月，该小组发表了一个全新的存储程序式通用计算机方案——“电子离散变量自动计算机”（EDVAC）。随后于1946年6月，诺伊曼等人提出了更为完善的设计报告——《电子计算机装置逻辑结构初探》。

同年7~8月，他们又在美国宾夕法尼亚大学莫尔学院为美国和英国二十多个机构的专家讲授了专门课程《电子计算机设计的理论和技术》，极大地推动了存储程序式计算机的设计与制造。

1949年，英国剑桥大学数学实验室率先制成电子离散时序自动计算机（EDSAC）；美国则于1950年制成了东部标准自动计算机（SFAC）等。

至此，电子计算机的萌芽时期遂告结束，开始了现代计算机的发展时期。在这之后的短短30几年，计算机器件从电子管到晶体管，再从分离元件到集成电路以至微处理器，计算机技术发展异常迅速，至今已经历了四代的变迁。

第一代是电子管计算机（1946~1959年），其基本电子元件是电子管，主存贮器（计算机主机内的存贮器，也简称内存）采用水银延迟线、阴极射线示波管等，外存贮器（计算机主机外的存贮器，也称外存或辅存）有纸带、卡片、磁鼓、磁带等。运算速度为每秒几千次~几万次基本运算，内存容量仅几千字，计算机程序设计语言还处于最低阶段，主要用二进制代码表示的机器语言或少量的汇编语言编程，程序设计的工作繁琐、易出错，出错后又不易修改。因此，第一代电子计算机体积庞大，造价很高，其应用主要局限在科学计算、军事技术研究等狭小天地里。

第二代是晶体管电子计算机（1959~1964年），其基本元件是晶体管，主存贮器大量使用磁性材料制成的磁芯存贮器。磁带，特别是磁盘成了不可缺少的外存贮器，外设的种类增加。计算机的运算速度从每秒几万次提高到几十万次，内存容量扩大到几十万字。与此同时，计算机软件有了较大发展，用于科学计算的高级程序设计语言FOR-TRAN、ALGOL，用于事务处理的COBOL

语言和用于符号处理的 LISP 语言开始进入实用阶段，操作系统初步成型，使计算机的使用方式由手工操作改变为自动作业管理。

与第一代计算机相比，晶体管电子计算机体积小，成本低，逻辑功能强，可靠性大大提高。它的应用从科学计算和军事技术研究扩大到工业过程控制、数据处理等领域，开始进入商业市场。

第三代是集成电路电子计算机(1964~1970年)，随着固体技术的发展，集成电路工艺技术已可以在几平方毫米的单晶硅片上集中由十几个甚至上百个电子元器件组成的逻辑电路。用这些称为小规模集成电路和中规模集成电路的器件作为计算机的主要逻辑器件是第三代电子计算机的主要标志。

第三代计算机的运算速度进一步提高，每秒可达几十万次到几百万次，磁芯存储器进一步发展，体积缩小，价格降低，计算机软件逐渐完善，高级语言种类进一步增加，操作系统已具备批量处理、实时处理和分时处理等多种功能。数据库管理系统、通信处理程序、网络软件等也不断添加到软件子系统中。

这一时期，计算机同时向多样化、系列化发展，计算机的性能和可靠性有了极大提高，被广泛用于工业控制、商业、企业、管理等众多学科领域。

第四代计算机又称为大规模集成电路电子计算机。70年代以来，计算机的逻辑器件采用大规模集成电路(LSI)或超大规模集成电路(VLSI)技术，在硅半导体芯片上集成了1000个到100000个电子元器件。集成度极高的半导体存储器替代了服役长达20年之久的磁芯存储器。计算机的速度可达几百万次至亿次，而巨型计算机运算速度高达每秒十亿次，并进入每秒百亿次的超高速。软件环境不断完善，应用软件已成为现代工业的一部分，计算机的发展进入以计算机网络和分布并行处理为特征的时代，计算机的应用已渗透到各行各业，方方面面。

如前所述，随着电子元件、器件的不断发展、更新，传统计算机已经经历了四代演变。这四代计算机都属于以顺序控制和按地址寻址为基础的冯·诺伊曼式计算机体系，都以高速数值计算为主要目标，而系统设计原理没有多大变化。

由于硬件实现的功能过于简单，软件负担越来越重，造成了所谓的“软件危机”。技术体系上固有的局限性，严重妨碍了计算机性能的继续提高，也限制了传统计算机在90年代信息社会中的广泛应用。因此，必须以新思想、新理论、新方法、新技术研制新一代计算机。

1981年10月日本首先提出“第五代计算机”的说法，并指出第五代计算机系统将是词组逻辑为基础的知识信息处理系统。

美国在人工智能的研究和应用方面有较坚实的基础，处于世界领先水平，1983年以来，提出了多种军用和民用的智能计算机系统研制计划。

英国、法国和欧洲共同体等西欧国家和组织，为发展先进的微电子技术和高级信息处理技术，也在积极加紧研究新一代计算机系统。

前苏联在发展计算机的第三个五年计划(1985~1989)中，已将第五代计算机列为重点发展对象。

我国863高技术计划中也列有智能计算机技术主题。

为适应多样化的应用要求，新一代计算机包括从小到大各种规模的机器。无论是智能个人计算机还是智能超级巨型机，新一代计算机系统通常都由问题求解和推理、知识库管理、智能化人一机接口三个基本子系统组成。

问题求解和推理子系统相当于传统计算机中的中央处理器 (CPU)。日本第五代计算机计划的最高性能指标是每秒完成 1~10 亿次逻辑推理,相当于传统计算机每秒执行 100~10 000 亿条指令。与该子系统打交道的程序设计语言称为核心语言,目前多以逻辑型语言或函数型语言为基础进行这方面的研究。这类语言在传统观念下是一种非常高级的语言,但它只是新概念下的机器语言,不是用户语言。核心语言是构造新一代计算机系统结构和各种超高级软件的基础。

知识库管理子系统相当于传统计算机的主存贮器、虚拟存贮器和数据库管理系统的综合。日本第五代计算机计划的功能要求是几秒内能有效地检索出推理所需的知识,相关的主数据库最大容量是 100~10 000 亿字节。与该子系统打交道的程序设计语言称为高级查询语言,用于知识的表达、存贮、获取和更新等。这个子系统的通用知识库软件是新一代计算机系统基本软件的核心。其中的通用知识库包括:含有日用词法、语法、语言字典和基本字库常识的一般知识库,用于描述系统本身技术规范的系统知识库,以及把某一应用领域的有关知识集中在一起的应用知识库。

智能化人一机接口子系统使人能通过声音、文字、图形和图像与计算机对话,用人类习惯的各种可能方式进行人机交流。这里,自然语言是最高级的用户语言,能使非计算机专业人员自如地操纵计算机,并为其从中获取所需的知识信息提供支持。

从宏观结构看,新一代计算机系统是一个为某一类应用而由本地通信网络和全球通信网络连接起来的大规模的分布处理系统。网络中的每个结点本身也是一个新一代计算机系统,也可根据需要将传统计算机连接到网络中。网络中的所有计算机都可以共享全网络所拥有的资源和知识处理能力。新一代计算机由超高速大规模集成电路构成,具有极高的性能—价格比。

第五代计算机又称智能计算机,它是为适应未来社会信息化的要求而提出的,与前四代计算机有着质的区别。它不仅能进行数值计算或处理一般的信息,而且主要面向知识处理,具有形式化推理、联想、学习和解释的能力,能够帮助人们进行判断、决策,开拓未知的领域和获取新的知识,配有智能化的人机界面,可以直接通过自然语言(文字、声音)或图形、图像交换信息。可以认为,它是计算机发展史上的一次重大变革,将广泛用于未来社会的各个领域。

随着微电子技术的高速发展,作为计算机核心元件的集成电路的制造工艺已经达到了理论极限,半导体硅芯片因电路密集引起的散热问题实难解决,科学家们正致力于寻找新的材料。于是引人瞩目的第六代计算机——生物计算机的研究已提到议事日程。

生物计算机的主要原材料,是生物工程技术生产的蛋白质分子,并以此作为生物芯片。在这种芯片中,信息以波的形式传播,当波沿着蛋白质分子链传播时,引起蛋白质分子链中单键和双键结构顺序的变化。因此,当波传播到分子键的某个部位时,它们就像芯片中的载流子那样来传递信息。由于蛋白质分子比硅芯片上的电子元件小得多,其密集度可做得很高。蛋白质构成的生物芯片有着巨大的存储功能。由于一个蛋白质分子就作为一个存贮体,而且蛋白质分子的阻抗低,能耗小,它较好地解决了散热问题。此外,蛋白质很容易构成三维立体型分子排列结构,形成立体生物集成芯片。而目前电子计算机用的芯片,几乎都是二维平面型集成电路。对于生物芯片,要

做到几十亿兆位的生物存贮器，是一件相当容易的事。

生物计算机除了具有巨大的存贮容量外，还具有非常高速处理信息的能力。它的处理速度比当今最新一代计算机的速度还要快百万倍。这就为实现计算机的高智能化提供了可行性。由于蛋白质分子能够自我组合、再生新的微型电路，表现出很强的“活性”，使得生物计算机具有生物体的某些特点，它能发挥生物本身固有的自我组织、自我调节和自我适应机能。这样就能模仿人脑的机制。专家们认为，生物计算机最有可能实现人类所梦寐以求的“人工智能”。

美国、日本等国家的生物学家、神经学家、心理学家、电子学家、物理学家、化学家、数学家和计算机科学家的通力合作，积极投入了生物计算机的研究和开发工作，并取得一些引人振奋的研究成果。生物计算机必然展示人类智能的一些重要方面——记忆、计算、联想、思维、学习等能力，届时，人类将彻底改变自身和自然界。

随着科技的迅速发展，一种凌驾于电子技术之上的极为尖端的技术应运而生，这便是光脑。目前世界上第一台光脑，已由欧共体的英国、比利时、德国、意大利和法国的 70 多名科学家和工程师合作研制成功。这是一台全光数字计算机，而且其运算速度比目前的电脑快 1000 倍。

光脑和电脑的工作原理基本一样，所不同的是光子代替了电子、光互连代替了电子导线互连，光开关、光三极管、光存储器、反馈装置和集成电路等部件，代替了电脑中的电子硬件，用光运算代替了电运算，用非冯·诺伊曼结构代替了冯·诺伊曼结构，使光脑的功能为电脑望尘莫及。

光脑首先是具有超并行性。目前最新的并行处理计算机通常具有 $n \times i$ 的并行性，其结构和运算极为复杂，光脑则不同，它具有 $n \times n$ 的并行性，其并行通信和并行处理能力强，可用简单的运算去处理大阵列。

其二是光脑可以在接近室温条件下具有超高速运算速度。电子的传播速度每秒钟只能达到 593 公里，而光子的速度是每秒钟 30 万公里。因此，利用光在光缆中互连通信，要比利用电子在互连的导线中通信减少大量时间，提高了运算速度。光脑的超高速运算在于光的频带宽远远大于无线电波和微波，具有极大的信息存储量：存储信息量可达 10^8 位。

其三是光脑的抗干扰能力强和容错性好。光脑依靠光子传播信息，光子没有电荷，对其它邻近的光子和电子毫无影响。所以光信号不仅不相互干扰，而且还可以与电子控制信号交叉。光脑的容错性好，在于光脑具有与人脑类似的容错性，系统中某一元件损坏或出错时，并不影响到最后计算结果。

光脑不但在工农业生产，而且在高科技领域，像复杂的图像和雷达信号处理，人工智能和机器人应用方面也具有广阔的前景，在未来战争中，将更加显示出无与伦比的作用。

历史总是沿着时间和空间无穷无尽地蔓延，不断发展前进，而新一代“宠物”——计算机也将不断适应历史的需要而创新。未来的世界是斑斓的，让人们无法估量和设计。但可以设想的是，谁在计算机领域里付出艰辛努力取得令人瞩目的成果，而涉足于世界领先的领域，谁就将在科技的探索，经济的发展和前进的道路上，处于世界领先的地位。

现在一些国家也在研究和开发第七代计算机——光计算机的工作。

计算机的发明真可谓日新月异，灿烂辉煌。

在人类文明的发展历史上，中国曾经在早期的计算工具的发明创造方面

有过光辉的一页。

我国古代的十进制记数方法，领先于世界一千多年。

珠算是中国的又一创造，也是计算工具发展史上的一项重大发明。

算盘后来传到日本、朝鲜、东南亚等地区，经受了历史的考验，至今仍在使用。中国古代用阳阴两爻构成八卦，也对计算技术的发展有过直接的影响。G·W·莱布尼兹写过研究八卦的论文，系统地提出了二进制算术运算法则。他认为，世界上最早的二进制表示法就是中国的八卦。

中华人民共和国成立后，中国的计算技术迈入了新的发展时期。我国从1953年开始注意电子计算机的研究工作，1965年正式将计算机列入科学技术发展规划。1958年研制出我国第一台电子管计算机（103机），填补了当时我国计算机的空白。1959年我国自行研制的大型电子管计算机（104）问世，其性能已接近当时的日本产品。1965年研制成功以大型通用的晶体管计算机（108机）为代表的第二代计算机。1970年研制出第一台集成电路电子计算机。随后又集中全国力量，联合攻关，研制出DJS100系列、DJS200系列计算机。其中DJS200系列机接近当时IBM360系列计算机的水平。1983年银河巨型计算机和757型流水线向量计算机研制成功，这些成果标志着我国进入了研制巨型机的行列。在以后的短短几年中，长城微机、联想微机等遍及全国。计算机网络已开始引起越来越多的部门的兴趣，计算机工业发展迅速，1993年又研制出每秒10亿次的银河巨型机，1995年大规模并行计算机曙光1000诞生，计算机的应用越来越广泛，金桥、金卡、金关、金穗、金税、金书等工程正在有计划的进行。

中国计算机事业经过40年的发展，已经形成一支高水平的科研、生产、应用和教学队伍，拥有上百个计算机制造厂和研究机构，开设计算机专业的高等院校有数百所之多。

曾几何时，“拥有一台电脑”，曾经是作家、商界名流和科学家们的热门话题。而如今“工薪族”买一台家用电脑，已不再是天方夜谭了。一个只有十余年发展历史，生产微机也只不过五六年的联想集团，1995年销售微机总量达105780台，比1994年增长135%。有关资料说明，现在每年进入家庭的电脑达200多万台。电子计算机的普及速度如此惊人！可以预见，计算机将在我国国民经济、科学研究、国防建设和人民生活等各个领域发挥越来越重要的作用。

2. 计算机的三个基本指标

当今计算机的开发与利用，就像沥沥春雨般的洒向大地，对科学技术及各个领域的渗透，大到人造卫星上天，小到家用电脑打字贮存，无处不显示出其旺盛的生命力。如：研制一个卫星，需要借助计算机进行分析，设计、制造、测试、仿真及对研制过程进行管理；同时还有卫星所用的星载计算机，以便完成卫星的各项任务和对卫星进行测控。在卫星运行的过程中，也需要计算机进行地面测控并应用计算机技术来对卫星获取的原始信息进行处理。因此，可以说没有计算机和计算机的应用，就没有卫星的生命。只是当今计算机已不像六、七十年代那般神秘了。那时候，计算机只有高级科研机构、大型企业事业单位才有。一代数学大师陈景润，为了向“哥德巴赫猜想”挺进，蜷缩在一间烟熏火燎的小屋里，伴着一盏昏暗的小油灯，趴在床板上进行（1

+ 2) 的演算证明, 硬是一笔一划演算了两麻袋草稿。而当时在国外证明 (1 + 3) 时都用大型高速电子计算机。试想如果当时能有现在的科研条件, 或许一代数学大师陈景润不致于因用脑过度而英年早逝, 魂归“哥德巴赫猜想”。今天, 拥有大中型电子计算机的企事业单位比比皆是, 电脑走进千家万户也已成为现实。计算机不仅与国家的富强、民族的振兴息息相关, 而且与人民生活中的衣食住行也紧密相连。

人们在购置计算机时, 总是希望可靠性好, 价格便宜, 使用方便, 而且能存放的信息越多越好, 运算的速度越快越好。因此, 计算机的字长、运算速度、存贮容量成为用户十分关心的三个基本技术指标。

字长

在计算机中, 作为一个整体被传送和运算的一串二进制代码叫一个计算机字, 简称字。一个字所含的二进制位数称为字长。例如: 某计算机总以 8 位为一整体进行数据传送, 而且基本运算时 8 位同时进行, 则这台机器的字长为 8 位, 亦称为 8 位机。若以 16 位为一整体进行传送、运算, 则这台机器的字长是 16 位, 称为 16 位机。此外, 计算机中常用到字节这个单位。一个字节即 8 位二进制数。现在的计算机的字长通常是字节的整数倍, 如 16 位机 (2 个字节), 32 位机 (4 个字节), 64 位机 (8 个字节)。

字长与计算机的速度相关, 例如, 一个用 32 位二进制才能满足精度要求的题目用一台 32 位机或一台 8 位机都能完成运算, 假设两者的运算速度相同, 但因 8 位机需要用 4 个字节拼接成一个 32 位的字长, 且运算时是逐字节进行的, 所以要多次运算才能完成 32 位机一次运算的结果。从这个意义上讲, 32 位机的速度比 8 位机快得多。从微机发展的过程看, 最初出现的仅是 4 位机, 以后才是 8 位机、16 位机、32 位微机。可见, 字长越长表明计算机技术和器件越完善、越发达, 所以同一类机器, 字长较长的, 其性能速度就更优越。

运算速度

运算速度是描述计算机 CPU 工作快慢的性能指标, 通常以每秒执行基本加法指令的数目作为运算速度。因为一台计算机执行不同指令的时间差异很大, 而加法指令属于最基本的、执行时间最短的一类指令, 所以统一用加法指令的时间作为衡量计算机运算速度的标准。运算速度的单位是 MIPS (每秒百万条指令), 例如, 某计算机的运算速度为 4MIPS, 表示每秒平均执行 400 万条指令, 这台计算机就称为 400 万次计算机。

存贮容量

存贮容量是描述计算机存贮信息的能力的指标, 它实际上仅指内存贮器的大小, 一般用能存贮的字数与字长的位数乘积来表示, 单位是位 (bit)。例如, 某计算机字长 16 位, 内存贮器可以存放字数 32K (1K=1024), 则这台计算机的存贮容量为 $32 \times 1024 \times 16$ 位, 或写成 32K × 16 位。也有的计算机的存贮容量单位用字节 B (Byte) 或 KB (1KB=1024 字节) 或 MB (1MB=1000KB=1000 × 1024 字节) 表示。例如, 存贮容量 32KB 表示可以存放 32×1024 个字节的二进制信息。

3. 五彩缤纷的电脑世界

时至今日, 人们已开始逐步懂得, 明天的世界, 是信息高度密集、知识

高度膨胀的世界。一个人能否成为社会主流中的一部分，将取决于他（她）对电脑和信息高速公路的使用情况如何。如果你在 45 岁上下，正当年富力强，没有学会使用计算机，那么你将失去一次与时代同步的机会。如果你在 20 岁左右，正当早晨八、九点钟的太阳，你还不习惯使用计算机的话，你将在你所从事的工作学习中，付出事倍功半的代价。学会使用计算机，将是未来世界的一张通行证。因此，拥有一台计算机，不再是可有可无，而是非有不可的了。

一般计算机可分成数字式、模拟式和混合式三类。数字式计算机又称数字电子计算机，解题精度高，灵活性大，便于存贮信息。目前大量使用的都是这类计算机。人们通常所说的计算机也是指这类计算机。

模拟式计算机精度有限，信息存贮困难，但能模拟问题中的物理量，便于进行仿真研究，可节省试验时间和巨额投资，所以，在不少场合要用到它。

混合式计算机是上述两种计算机技术的结合，兼有两者的长处。

按计算机规模（速度、存贮容量及功能）的大小来分类，可将计算机分成巨型机、大型机、中型机、小型机和微型机。就速度这项指标而言，巨型机在每秒亿次以上；大、中、小型机一般在每秒百万次~几千万次之间；微型机一般也在每秒几十万次左右。微型机又分为桌上型、膝上型、便携式、掌上型和袖珍式多种。

随着大规模和超大规模集成电路的发展，上述各种类型的计算机之间的这种界线已越来越不明显了。例如，目前出现了许多具有中小型计算机的速度和功能的越级微型计算机，以及与七、八十年代大型机匹敌的超级小型机。

以计算机中的信息流为特征来分类计算机，反映了计算机系统组织的特点。计算机中的信息流主要是指其中的指令流和数据流，可以用指令流和数据流之间的相互关系来分类计算机。所谓指令流是指计算机执行的指令序列。而数据流则指由指令流调用的数据序列。根据这种分类法，计算机可以分成：

单指令流单数据流（SISD）计算机，传统的顺序处理机就属这种类型。

单指令流多数据流（SIMD）计算机，以阵列机、向量机或并行处理机为代表。

多指令流单数据流（MISD）计算机，即流水线处理机。

多指令流多数据流（MIMD）计算机，即多处理机系统。其中 SIMD 和 MIMD 有时统称为多机系统。在 SIMD 系统中，各台机器是通过执行同一指令流而协同工作的，通常所说的并行计算机系统就是指这种系统。在 MIMD 系统中，各台机器独立地执行各自的指令流来处理多个数据流，各台机器通过通信方式协同工作。分布式系统和计算机网络都是 MIMD 系统。

与此类似，有人将计算机分类成：

单指令流单执行流（SISE）计算机；

单指令流多执行流（SIME）计算机；

多指令流单执行流（MISE）计算机；

多指令流多执行流（MIME）计算机。

这里的执行流类似于上述的指令流，不过，它更加突出了指令流的动态特性。

若按使用范围，又有专用计算机和通用计算机之分；按数的表示形式，又有定点计算机和浮点计算机之分；按操作方式，又有串行（顺序）计算机

和并行计算机之分；按体系结构，又有冯·诺伊曼式和非冯·诺伊曼式计算机之分；按发展的观点，又有传统计算机和新一代计算机之分，等等。

4. 计算机的灵魂——软件

计算机软件是计算机的灵魂，是用户与硬件之间的接口界面，用户主要通过软件与计算机进行交往。软件是计算机系统的指挥者，它规定计算机系统中各项计算任务内部的工作内容和工作流程，并负责各项任务之间的调度和协调。

软件是计算机系统结构设计的重要依据。在设计计算机系统时，必须通盘考虑软件与硬件的结合，以及用户的需求和软件方面的要求。

在一个计算机系统中，软件和硬件都是必不可少的重要方面，两者既有分工又有合作，硬件是物质基础，软件担负指挥功能，没有硬件的支持，软件无法施展“才华”，没有软件的控制、指挥和管理，就无法发挥计算机系统的功效，用户也很难使用计算机。软件的发展以硬件为基础，其发展也促进了硬件和计算机科学技术的发展。

软件的发展过程受到硬件和应用发展的推动和制约，其发展过程大致分为三个阶段。

从第一台计算机上的第一个程序的出现到实用的高级程序设计语言出现以前为第一阶段（1946~1956年）。在这一阶段，计算机的工作是由存贮在其内部的程序指挥的，这是冯·诺伊曼式计算机的重要特性。当时计算机主要用于科学计算，应用领域偏窄。就一项计算任务而言，输入、输出量不大，但计算量较大，主要是加工处理一些数值计算问题。机器结构以中央处理器为中心，存贮量较小。编程工具是低级语言，即以机器基本指令集为主的机器语言和在机器语言基础上稍加符号化的汇编语言。突出的问题是设计、编制和调试程序的工作（即程序设计工作）复杂、烦琐、费时、易出差错，错了也不易修改。衡量程序质量的标准是运行时间短，占用内存少，很少考虑到结构清晰、易读性、易验证性、易维护性。设计和编制程序采用个体工作方式，强调编程技巧，主要研究科学计算程序、服务程序和程序库。研究对象是顺序程序。

第二阶段是从实用的高级程序设计语言出现以后到软件工程出现以前（1956~1968年）。随着计算机应用领域的逐步扩大，除了科学计算继续发展外，出现了大量的数据处理问题，涉及到大量的非数值数据。就一项计算任务而言，计算量不大，但输入、输出量较大。这时，机器结构转向以存贮控制为中心，出现了大容量的存贮器，外围设备迅速发展。为了提高编程人员的工作效率，出现了许多实用的高级程序设计语言。为了充分利用系统资源，出现了操作系统。为了适应大量数据处理问题的需要，开始出现数据库及其管理系统。大型软件的复杂程度高、研制周期长、正确性难以保证，可靠性问题非常突出，到了60年代中期，差不多出现了人们难以控制的局面，即发生了所谓的“软件危机”。为了克服这一危机，软件工作者们主要进行了以下三方面的工作：提出了结构程序设计方法；提出用工程方法编制软件；从理论上探讨程序正确性和软件可靠性问题。这一阶段着重研究高级程序设计语言、编译程序、管理程序、操作系统等。研究对象增加了并发程序。计算机系统的处理能力由于软件的逐渐丰富而不断加强。设计和编制

程序的工作方式，逐步转向群体合作方式。

软件工程出现以后为第三阶段（1968年以来）。由于大型软件的编制是一项智力密集型的群体性、工程性任务，采用个体或合作方式不仅效率低，软件产品可靠性差，而且不易高速优质地完成，只有采用工程化方法才能适应。

在这一阶段中，应用领域迅速扩大，出现了嵌入式应用，其特点是受制于它所嵌入的宿主系统，而不是受制于功能要求。为了适应计算机网络的需要，出现了网络软件。随着微型计算机的出现，分布式应用和分布式软件得到发展。同时也展开了程序设计方法学的研究工作。这一阶段的研究对象增加了嵌入式软件、网络软件、分布式软件、并行处理软件。设计和编程方法主要是结构程序设计方法和软件工程方法。这一阶段普遍采用现代高级程序设计语言，即具有分布并行成分、实时成分和通信成分的模块化语言。设计、编制和调试、维护软件的工作方式逐步转向工程化、标准化、规范化。

计算机软件通常分为系统软件、支持软件和应用软件三类。

系统软件是指计算机系统中最靠近硬件层的软件，其他软件一般都通过这类软件发挥作用。这类软件与具体的应用领域无关，如编译程序和操作系统等。编译程序把用高级语言编写的程序翻译成与之等价的、可执行的低级语言程序；操作系统则负责管理系统的各类资源、控制程序的执行流程，协调计算机系统与用户的关系，为用户提供方便的用机环境。在任何计算机系统的设计中，系统软件都要优先予以考虑。

支持软件是指支持其它软件的编制、调试和维护的一类软件，如环境数据库、各种接口软件和工具组等。随着计算机科学技术的发展，软件的编制、调试和维护在整个计算机系统所占的比重很大，因此，研究和开发支持软件具有重要意义。

应用软件即特定应用领域专用的软件，如管理信息系统（MIS）、办公自动化（OA）、计算机辅助教学（CAI）、计算机辅助设计（CAD）、计算机集成制造系统（CIMS）、地理信息系统（GIS），以及各种财务软件、人口普查软件、证券交易软件等。具体应用领域的用户，常常要求所需的应用软件可靠、界面友好，使用方便，易于维护和扩展。由于应用领域越来越广泛，应用软件的作用也越来越大。

上述分类并不是绝对的，有些软件如编译程序和操作系统，既可看作是系统软件，又可看作是支持软件。他们在一个系统中是系统软件，但在另一个系统中可能是支持软件。有的软件如数据库管理系统（DBMS）既可看作支持软件，也可看作系统软件，而网络软件、图形软件原来算作应用软件后来又被看作系统软件和支持软件。可见，系统软件、支持软件和应用软件是互相交叉和变化的，它们既有分工又有结合，并不截然分开。

计算机软件与计算机系统结构、超大规模集成电路技术、智能工程相结合，有助于研制第五代、第六代计算机。第五代计算机的突出标志是智能化和知识化。为此，必须研制智能化、知识化的软件系统。第六代计算机的重要标志是仿生，不仅要模拟人脑的正常功能，而且要模拟生物的演化功能和特异功能，为此，必须研制具备演化功能和特异功能的软件系统。

随着计算机的不断更新换代，软件的开发也在人们面前展示出一幅辉煌灿烂的前景。因为计算机使人们的大脑得以延伸，而对整个社会的生产和人们的生活带来巨大变革，其意义远远超越于蒸汽机的发明和电动机、电话、

汽车的出现。而软件又在人们与计算机之间架设了一座彩色的天桥。软件和计算机一样成为新时期人们的消费品。可以预料，软件产业将是本世纪乃至下个世纪的支柱产业之一，是很多科技进步的先导。面对一个信息时代，不可能没有发达的软件产业，就像我们今天的工作发展离不开水电和能源交通一样。无怪乎国家机关事务管理局一个青年人，放着稳稳当当的肥差不搞，却去闯海。他邀来几个朋友，集资五万元，创办了一家软件服务社。谁知几年以后，这个名不见经传的小小软件服务社，发展成为全国闻名的财务软件公司。1994年，这个公司营业额达1800多万元，净利600多万元。有了这样一代有胆有识的年轻人，不愁华夏没有欣欣向荣的计算机事业和软件开发产业。

二 惊天动地的电脑事件

当你面前摆着一部计算机的时候，你便觉得需要一种语言与她相互沟通。

人类日常用于交流思想的语言称为自然语言。比如汉语、英语、日语、德语等，不同民族间的语言沟通需要翻译。但是计算机是不能理解这种语言的。计算机所能处理的只有机器语言。这种机器语言是由 CPU 能够执行的机器代码所构成的语言。它是由人的主观意志所提出的，变成某种符号和代码，按照程序输入计算机进行处理，再通过计算机屏幕显示出你所需要达到的意图。

有了计算机语言的媒介作用，你便可以逐步揭开计算机那层神秘的面纱，与她亲切交谈，各抒己见。

这种语言，是连结你和计算机之间的一种不可缺少的桥梁和纽带，也是计算机使用的最初起点。

1. 举足轻重的程序设计语言

众所周知，语言是人类进行信息交流的工具，于是，计算机科学工作者也给计算机配制了一套它能识别的语言——机器语言（也称机器指令集）。每台计算机出厂时，厂家都为它配备一套机器语言，不同的计算机，其机器语言通常是不同的。有了机器语言，人们就可以用机器语言编写程序，然后输入计算机，计算机就通过运行程序来体现人们的意图，即计算或处理相应的问题。

由于机器语言是面向具体机器的，所以其程序缺乏通用性，编写程序的过程繁琐复杂，易出错，错了又不易查找和修改，编出的程序可读性极差。繁杂的机器代码程序很难记忆，未受过专门训练的人又不易掌握，这严重阻碍了计算机的应用和发展。于是，人们又在机器语言的基础上研制了汇编语言。汇编语言采用符号表示操作码和地址码，比机器语言的指令代码易于记忆。它在基本保留机器语言灵活性的同时，增加了编译功能和存贮分配功能以及宏功能等。这样，就把在使用机器语言时完全要由人工完成的一部分工作交由计算机去自动完成。

用汇编语言编写的程序（又称源程序）经汇编器加工处理后，就转换成可由计算机直接执行的目标程序。可见，汇编语言提高了程序设计效率和计算机利用率。熟练掌握它后，可以设计出高质量的程序来。从事计算机系统软件、工具软件、程序库等设计和实时控制的工作者常把汇编语言作为他们的程序设计工具之一。

但汇编语言实质上是机器语言的符号化形式。仍属面向机器的一种低级语言，其程序的通用性和可读性较差，仍需改进。

经过计算机科学工作者的不懈努力，从 50 年代末开始，研制了一批中、高级语言。其中，于 50 年代末和 60 年代初研制出的高级程序设计语言 BASIC、FORTRAN、AL - GOL60 和 COBOL 号称计算机语言发展史中的四个里程碑。

BASIC 语言

BASIC 语言是一种被广泛使用的高级程序设计语言，其主要特点是：

小巧灵活、简单易懂、使用方便；

具有交互性，即计算机与使用者之间构成交谈的双方，彼此提出问题和回答问题。

因此，BASIC 语言适用于微型机、小型机，或配有分时终端设备的多用户计算机系统。BASIC 语言可用于科学和工程计算，也可用于计算机辅助设计（CAD）、计算机过程控制、数据处理、情报检索和实时控制等方面。

BASIC 是英语 Beginner 's ALL—purpose Symbolic Instruction Code（初学者通用符号指令代码）的缩写，它首先由两个美国人 J.G.Kemeny 和 T. E. Kurtz 于 1964 年创立，其后不断地有各种各样的修改和扩充。目前的 BA - SIC 可分为单用户 BASIC、单用户扩充 BASIC、多用户分时 BASIC、多用户扩充 BASIC、实时 BASIC、True BASIC、Turbo BASIC、结构 BASIC 和编译型 BASIC 等。BASIC 简单易学，其初级版本通过一周的学习即可基本掌握，颇受初学者的青睐。BASIC 虽然简单，但功能并不贫乏。BASIC 所包含的字符串操作和矩阵运算函数是基本 ALGOL60 语言和 FORTRAN 语言所没有的。

用 BASIC 语言编写的源程序通常是由解释器进行解释执行的。但第二代 BASIC 语言，如 Quick Basic 4.5 具有完善的编译系统。它保留了早期 BASIC 语言的简单、易学等特点，同时又吸收了其他高级语言的若干优点。它提供了一个将编辑、调试、编译、存贮、运行集于一身的集成化编程环境。它的编辑器智能化程度较高，在用户输入源程序时，能逐行自动添加某些语句和符号。具有多窗口、多菜单、多模块操作功能，界面友好，操作方便。

它提供了在各种语言中堪称最强有力的调试手段：立即窗口和观察窗口的配置；任意变量和表达式的监测；断点的设置和多种形式的跟踪手段等。它可以在自身环境下建立 QUICK 库，也可以在操作系统下建立独立库，为多种语言混合编程提供了便利。库中存放有多种实用模块，可供用户选用。它支持模块化、结构化程序设计，是计算机语言教学的首选语言之一和软件开发的有效工具。

近年来推出的 VB（Visual Basic For Windows）和 CRB（CA—Realizer Basic For Windows）又称第三代 Ba - sic。它们可运行于 Windows 和 OS/2 两种环境下。它们仍采用过程模式，同时又吸收了面向对象程序设计的一些方法，且与 Quick Basic 高度兼容，其运行环境要求也不太高，它们比 Quick Basic 的性能更加优越。

FORTRAN 语言

FORTRAN 语言是目前国际上广泛采用的一种适用于科学计算的高级程序设计语言。FORTRAN 是英文 FORmula TRANslator 的缩写，意为“公式翻译”。

FORTRAN 语言与人们习惯用的语言（如英文）和数学语言比较接近，它允许使用者将程序编写成类似数学式子的形式，有丰富的标准程序库可供选用，受到广大科技工作者的青睐。

第一个 FORTRAN 语言是 1954 年提出的，1956 年开始使用。随后不断发展了许多不同的版本。其中最流行的是 1958 年出现 FORTRAN 和 1962 年出现的 FOR - TRAN 。由于 FORTRAN 种类多，规定不一，要求对其标准化的呼声越来越高。1964 年，美国标准化协会（ANSI）提出了两个标准文本草案，定名为：

基本 FORTRAN（相当于 FORTRAN ）

FORTRAN（相当于 FORTRAN ）

1966年，ANSI又公布了两个美国标准文本：

标准 FORTRAN (X3.9—1966) (大致相当 FOR - TRAN)

标准基本 FORTRAN (X3.10—1966) (大致相当 FORTRAN)

由于 FORTRAN 语言在国际上被广泛采用，1972年国际标准化组织 ISO 公布了完全的(一级)、中间的(二级)和基本的(三级) FORTRAN，其中的一级相当 FOR - TRAN ，三级相当于 FORTRAN ，二级则介于两者之间。

经过随后十多年的使用和发展，1976年，美国标准化协会对 1966年美国国家标准 X3.9—1966 FORTRAN 进行修订，增加了不少新内容，1978年4月美国国家标准协会正式公布将它作为美国国家标准，为了与旧标准区别开，把它称为“FORTRAN77”。同时宣布撤消“标准基本 FOR - TRAN (X3.10—1966)”。

目前广泛流行的是 FORTRAN 、 FORTRAN77。后来又发展了结构化 FORTRAN、FORTRAN90，和并行 FORTRAN 等。

用 FORTRAN 语言编写的源程序经 FORTRAN 编译程序翻译成与之等价的低级语言程序后，可交由计算机执行。

ALGOL60 语言

ALGOL60 语言是国际上通用的一种算法语言。AL - GOL 即 ALGOarithmic Language 的缩写，意思为“算法语言”。

ALGOL60 的前身是 ALGOL58，即 1958年由 GAMM(德意志联邦共和国应用数学与力学协会)在苏黎世会议上提出的“关于算法语言 ALGOL 的初步报告”。该报告发表以后，引起国际上有关方面的很大兴趣。经过各方面的努力和支持，在多次正式和非正式会议之后，1960年1月11日至16日，来自丹麦、英国、法国、德国、荷兰、瑞士和美国的13名代表，在巴黎举行了一次国际会议。会后发表了“关于算法语言 ALGOL60 的报告”，国际通用的算法语言 ALGOL60 从此诞生。之后为了修改和澄清该报告中的一些段落和措词，解决报告中存在的一些问题，特别是二义性问题，ALGOL60 的一些作者又在罗马举行了一次会议，形成了一个附件。后来，把 ALGOL60 报告及这个附件合并成一个整体发表，并取名为“关于算法语言 AL - GOL60 的修正报告”。现在所指的 ALGOL60 语言，都以这个修正报告为依据。

ALGOL60 语言突出了四个重要特点：嵌套性、动态性、递归性和语言描述的严谨性，因此，它是程序语言由技艺转向科学的重要标志，而且对编译程序的理论和实现技术的完善和发展起了极大的推动作用。

嵌套性是指用 ALGOL60 语言编写的程序是一种具有层次结构的程序，程序中使用的变量分属于不同的作用域，从而出现了全局量、局部量和非局部量的概念，方便了编程人员对变量的使用。动态性是指 ALGOL60 语言允许出现动态数组——其上下界可以是变量或表达式的数组。由于动态数组的体积只有在运行时才可确定，因而需要相应的存贮技术支持，动态存贮分配方法和技术应运而生。AL - GOL60 率先允许递归过程，促进了递归处理方法和栈技术的发展。ALGOL60 修正报告第一次用称之为巴科斯范式(BNF)的表达式描述了 ALGOL60 语言的语法，简明、严谨，十分有助于语法分析器的设计。不久，人们发现巴科斯范式极其类似于形式语言理论中的上下文无关文法(CFG)，从而打开了形式语言广泛用于高级程序设计语言的局面，并给形式语言理论本身的研究以极大的推动和活力，使之演变为理论计算机科学的一个重要分支——形式语言理论。

COBOL 语言是 Common Business Oriented Language 的缩写，即“面向商业的通用语言”。1960 年在美国问世，是目前使用的最广泛的商用数据处理语言。

其它

继上述四个语言之后，又出现一批各具特色的语言，比较有影响的是：

LISP（表处理语言），1960 年问世，该语言引进函数式程序设计概念和表处理机制，在人工智能领域广泛使用。

SIMULA（模拟语言），1966 年发表，主要用于模拟的语言，是 ALGOL60 语言的扩充。SIMULA67 是 1967 年对 SIMULA 的改进版，其中引进的“类”概念，是现代高级程序设计语言中“模块”概念的先声。

APL/360（程序设计语言 360），1967 年发表，是一种提供了很多高级运算符的语言，可使编程人员写出甚为紧凑的程序，特别是涉及到矩阵运算的程序。

PASCAL（飞利浦自动顺序计算机语言），1971 年发表，它是在 ALGOL60 语言基础上发展起来的重要语言，其最大特点是结构化和简明性，目前，世界上许多高等院校以它作为教学用的高级程序设计语言。

C 语言，1972 年推出，它是一种中级语言，既具有如 PASCAL 那样的高级语言的功能，又具有汇编语言那样的低级语言的部分功能；既具有构造数据类型的能力，又具有结构化控制语句，还提供多种存贮类型，具有隐蔽数据的能力。它和 Unix 可以说是并肩发展的，是目前最为流行的程序语言之一。在 C 语言基础上发展起来的 C++ 是一种支持面向对象开发方法的程序设计语言，其性能更加优越。它使得软件，特别是大型复杂软件的开发和维护变得更加有效和容易。

PROLOG（逻辑程序设计语言），1973 年发表，它是一种处理逻辑问题的语言，已广泛用于关系数据库、数理逻辑、抽象问题求解、自然语言理解等多个领域，并作为日本第五代计算机的核心语言。

ADA 语言，1979 年由美国国防部推出，是一种现代模块化语言。其主要特征是强类型化和模块化，便于实现个别编译，提供类属机制、异常处理、并行程序包，适于嵌入式应用，已广泛用于军事计算机系统中。

此外，还有 ALGOL68、PL/1、MODULA 等较为通用的语言。

计算机语言分类

几十年来，程序设计语言发展迅速，出现了各种各样的程序语言。如，按语言级别，有低级语言和高级语言之分。低级语言主要包括机器语言和汇编语言，它们的特点是与特定机器有关，功效高，但使用复杂、繁琐、费时、易出错。其中，机器语言是表示成数码形式的机器基本指令集，或是操作码经过符号化的基本指令集。汇编语言实质上是机器语言的符号化，进一步包括宏语句等。

高级语言的表示方法比较接近于待解问题的表示方法，在一定程度上与具体机器无关，易学、易用、易维护。

按用户要求，有过程式语言和非过程式语言之分。过程式语言的主要特征是，用户可以描述一系列可顺序执行的运算，以表示相应的计算过程。例如，FORTRAN，AL - GOL60，COBOL，PASCAL，C 等都是过程式语言。凡是用户无法指明表示计算过程的一系列可顺序执行的运算的语言，都是非过程式语

言。例如结构化查询语言 SQL，只要用户给出查询范围、查询条件和查询对象，完全不必指明“如何去查询”的具体操作系列，便可自动获得所需的查询结果。

按应用范围，有通用语言和专用语言之分。目标非单一的语言称为通用语言。如 FORTRAN，ALGOL60，COBOL，PASCAL，C 等都是通用语言。目标单一的语言称为专用语言，如自动数控程序工具语言 APT，就是专门用于数控机床加工的语言。

按使用方式，有交互式语言和非交互式语言之分。具有反映人一机交互作用的语言成分的语言称为交互式语言。语言成分未反映人一机交互作用的称为非交互式语言，例如，BASIC、APL 就是交互式语言，而 FORTRAN、ALGOL60、COBOL、PASCAL，C 等都是非交互式语言。

按语言成分的性质，有顺序语言，并发语言和分布语言及面向对象语言之分。仅含顺序成分的语言称为顺序语言，如 FORTRAN、ALGOL60、COBOL 等都是顺序语言。含有并发成分的语言称为并发语言，如并发 PASCAL、MODULA、ADA 等都属并发语言。考虑到分布处理和通信要求的语言称为分布式语言，如 CSP、SR、DP、* MOd 等。支持对象、类和类的继承性的语言称为面向对象语言。

随后又出现了函数式语言，如 LISP；逻辑程序设计语言，如 PROLOG；面向对象语言，以及第四代程序语言 4GL。所谓 4GL 意指具有最灵活的界面，最丰富的功能，用很少的时间获得很高效率的一类非过程式语言。如 SQL、FORTH 等都视为第四代程序语言。

随着计算机的飞速发展，程序设计语言也迅速发展起来。它从机器语言、汇编语言，到高级语言，即从与机器密切有关的语言，向着独立于机器的面向问题语言变迁。COBOL 语言作为面向问题语言之一，就是专门为事务处理制定的一种通用语言。随着企业的发展，机械能力的增大，计算机要担负的事务处理内容也越来越大。当要求与功能更强的系统交换信息时，不论使用哪一种计算机，程序依旧能照常运行，这便要求语言具有互换性。由于经营活动的较大变动和不断开拓，需要对业务内容修正时，为了能顺利地进行修正、更改，这就要求其语言的描述简明易懂。在业务迅速扩展的情况下，有时还需要在短时期内编写较多的程序，使那些不太成熟的程序员也能在较短的时间内编制出程序来，这就要求语言具有平易性。

机器语言的变迁和人类语言的发展，都是一门复杂的科学。当一个孩子从呱呱坠地的那一天起，他就开始在适应自然界的进程中，逐步了解，逐步学习，逐步实践这门科学，那是他在这个世界上生存和发展的需要。而程序设计语言的发展，也是人类为适应未来世界计算机的应用所必须研究的一门科学，这门科学是打开新世纪天窗的一把钥匙。

2. 软件危机

程序设计语言虽然为计算机的应用开拓了无比广阔的前景，但游荡在软件世界的幽灵——“软件危机”依然存在。因为软件的开发不仅受到程序设计的方法、结构的制约，而且受到开发周期以及软件开发成本的限制，更重要的是软件质量的保障与其程序设计的正确性关系极大。如果所开发的软件其可靠性得不到保障，在运行中将会产生不堪设想的严重后果。

60年代中期以后，计算机硬件技术日益进步，计算的存贮容量、运算速度和可靠性明显提高，生产硬件的成本不断降低。计算机价格的下跌为它的广泛应用创造了极好的条件。在这种形势下，迫切要求计算机软件也能与之相适应。因而，一些开发大型软件系统的要求提了出来。然而软件技术的进步一直未能满足形势发展的需要，在大型软件的开发过程中出现了复杂程度高、研制周期长、正确性难以保证的三大难题。遇到的问题找不到解决办法，致使问题堆积起来，形成了人们难以控制的局面，出现了所谓的“软件危机”。

最为突出的例子是美国IBM公司于1963年~1966年开发的IBM360系列机的操作系统。该软件系统花了大约5000人一年的工作量，最多时，有1000人投入开发工作，写出近100万行的源程序。尽管投入了这么多的人力和物力，得到的结果却极其糟糕。据统计，这个操作系统每次发行的新版本都是从前一版本中找出1000个程序错误而修正的结果。可想而知，这样的软件质量糟到了什么地步。

难怪该项目的负责人F·D·希罗克斯在总结该项目时无比沉痛地说：“……正像一只逃亡的野兽落到泥潭中作垂死挣扎，越是挣扎，陷得越深，最后无法逃脱灭顶的灾难，……程序设计工作正像这样一个泥潭……一批批程序员被迫在泥潭中拼命挣扎，……，谁也没有料到问题竟会陷入这样的困境……。”IBM360操作系统的历史教训已成为软件开发项目中的典型事例被记入历史史册。

如果开发的软件隐含错误，可靠性得不到保证，那么在运行过程中很可能对整个系统造成十分严重的后果，轻则影响到系统的正常工作，重则导致整个系统的瘫痪，乃至造成无可挽回的恶性事故。如，银行的存款可能被化为乌有，甚至弄成赤字；工厂的产品全部报废，导致工厂破产。

1963年，美国用于控制火星探测器的计算机软件中的一个“，”号被误写为“·”，而致使飞往火星的探测器发生爆炸，造成高达数亿美元的损失。

为了克服这一危机，一方面需要对程序设计方法、程序的正确性和软件的可靠性等问题进行系列的研究；另一方面，也需要对软件的编制、测试、维护和管理的方法进行研究，从而产生了程序设计方法学。

1968年，E·W·代克斯特拉首先提出“GOTO语句是有害的”论点，向传统程序设计方法提出了挑战，从而引起了人们对程序设计方法讨论的普遍重视。众多著名的计算机科学家都参加了这种讨论。程序设计方法学也正是在这种广泛而深入的讨论中逐渐产生和形成的。

什么是程序设计方法学呢？简言之，程序设计方法学是讨论程序的性质、程序设计的理论和方法的一门学科。它包含的内容比较丰富，例如，结构程序设计，程序正确性证明，程序变换，程序的形式说明与推导、程序综合、自动程序设计等。在程序设计方法学中，结构程序设计占有十分重要的地位，可以说，程序设计方法学是在结构程序设计的基础上逐步发展和完善起来的。

什么是结构程序设计呢？至今仍众说纷纭，还没有一个严格的，又能被大家普遍接受的定义。1974年，D·格里斯将已有的对结构程序设计的不同解释归结为13种，其中，比较有代表性的如下：

结构程序设计是避免使用GOTO语句的一种程序设计；

结构程序设计是自顶向下的程序设计；

结构程序设计是一种组织和编制程序的方法，利用它编制的程序易于理

解、易于修改；

程序结构化的一个主要功能是使程序正确性的证明容易实现；

结构程序设计对设计过程中的每一步去验证其正确性，这样便自动导致自我说明和自我捍卫的程序设计风格；

总之，结构程序设计讨论了如何将大规模的和复杂的流程图转换成一种标准的形式，使得它们能够用几种标准的控制结构（通常是顺序、分支和重复）通过重复和嵌套来表示。

上述定义或解释从不同角度反映了结构程序设计所讨论的主要问题。实质上，结构程序设计是一种进行程序设计的原则和方法，按照这种原则和方法可设计出结构清晰、容易理解、容易修改、容易验证的程序。

按照结构程序设计的要求设计出的程序设计语言称为结构程序设计语言。利用结构程序设计语言，或者说按结构程序设计的思想和原则编制出的程序称为结构化程序。

在 60 年代末和 70 年代初，关于 GOTO 语句的用法的争论比较激烈。主张从高级程序语言中去掉 GOTO 语句的人认为，GOTO 语句是对程序结构影响最大的一种有害的语句，他们的主要理由是：GOTO 语句使程序的静态结构和动态结构不一致，从而使程序难以理解，难以查错。去掉 GOTO 语句后，可直接从程序结构上反映程序运行的过程。这样，不仅使程序结构清晰，便于理解，便于查错，而且也有利于程序的正确性证明。

持反对意见的人认为，GOTO 语句使用起来比较灵活，而且有些情形能提高程序的效率。若完全删去 GOTO 语句，有些情形反而会使程序过于复杂，增加一些不必要的计算量。

1974 年，D·E·克努斯对于 GOTO 语句争论作了全面公正的评述，其基本观点是：不加限制地使用 GOTO 语句，特别是使用往回跳的 GOTO 语句，会使程序结构难于理解，在这种情形，应尽量避免使用 GOTO 语句。但在另外一些情况下，为了提高程序的效率，同时又不致于破坏程序的良好结构，有控制地使用一些 GOTO 语句也是必要的。用他的话来说就是：“在有些情形，我主张删掉 GOTO 语句；在另外一些情形，则主张引进 GOTO 语句。”从此，使这场长达 10 年之久的争论得以平息。

后来，G·加科皮尼和 C·波姆从理论上证明了：任何程序都可以用顺序、分支和重复结构表示出来。这个结论表明，从高级程序语言中去掉 GOTO 语句并不影响高级程序语言的编程能力，而且编写的程序的结构更加清晰。

结构程序设计的思想体现在采用了一些比较行之有效的方法，在这些方法中较有代表性的是“逐步求精”方法。所谓“逐步求精”方法，就是在编制一个程序时，首先考虑程序的整体结构而暂时忽略一些细节问题，然后逐步地一层一层地细化直至用所选用的语言完全描述每一个细节，即得到所期望的程序为止。换言之，它是按照先全局后局部、先整体后细节、先抽象后具体的过程组织人们的思维活动，使得编写出的程序结构清晰、容易理解、容易验证、容易修改。“逐步求精”方法与模块化设计方法既有联系又有区别。粗略地讲，逐步求精主要指一个程序的设计过程，而模块化设计主要指比较大的系统的设计过程。

此外，面对“软件危机”，人们调查研究了软件生产的实际情况，逐步感到采用工程化的方法从事软件系统的研究和维护的必要性，于是与程序设计方法学密切相关的软件工程在 1968 年应运而生。软件工程的主要对象是大

型软件。软件工程研究的内容主要包括：软件质量保证和质量评价；软件研制和维护的方法、工具、文档；用户界面的设计以及软件管理等。软件工程的最终目的是摆脱手工生产软件的状况，逐步实现软件研制和维护的自动化。

3. 计算机的第二次革命

70年代微型计算机的出现，被人们称之为电子计算机的第二次革命。那些既宜于大量生产，成本又很低廉的大规模集成电路，激发了计算机专家们的探索精神。美国英特尔公司于1971年11月成功地把算术运算器和逻辑控制电路集成在一起，发明了世界上第一片微处理器 Intel 4004—MPU，此后就用它来构成微型计算机系统。

1971年微型机采用的器件还是PMOS大规模集成电路，1975年出现了高速低耗的双极型集成电路，以后几乎每年都有新型微机问世，字长从4位扩展到8位。

第二代微型机始于1973年，其体系结构有了较大变革，使微型机进入成熟和实用阶段。最有影响的微处理器是Intel公司的8080、Motorola公司的6800以及Zilog公司的Z—80，用它们组成的微机都是8位机。这三家公司70年代相继推出的以8086、MC68000和Z—8000微处理器组成的16位机，称为第三代微型机。其集成度从每片1万晶体管提高到2~6万晶体管，指令平均执行时间从1~2 μ s加速到0.5 μ s，提高了一个数量级。因为它的可带软盘和硬盘，功能大大加强。到80年代初，16位机过渡到32位，形成第四代微型机。现已出现便携式、膝上型、掌上型、袖珍型微机。

微型机以其体积小，功能强，灵活性大，价格便宜，使用方便显示出强大的生命力，向中小型计算机提出严重挑战。在很短时间内，微型机的应用范围急剧扩大，从进入太空的航天器到社会家庭生活的各个方面，尤其在分布式数据库、局域计算机网络、办公自动化等事务处理中大显身手。

目前，我们已看到微机应用于各行各业、各个领域：那些献身于国防尖端事业的科学家轻轻一按电钮就输送人造卫星上天；那些西服革履的企业家在办公室里通过微机遥控指挥着各个车间的生产；那些“白领”、“蓝领”族坐在微机前操纵着流水线作业；那些妙龄小姐利用微机打字、绘图、排版、调用文书档案资料；就连银行存款取款、邮局里邮件处理乃至家庭日用品的操纵也都用微机进行控制。我们周围的一切一切正在发生着深刻的变革，那种小作坊的手工劳作、那种肩挑人扛的奋斗年代、那种人们不停地劳累奔波的情景，都将成为历史的镜头存留在往事的记载中和人们的记忆里。

微型机已成为人类社会现代化的重要标志。

4. 广为使用的软件平台

微机的普及就像一场春雨下过之后，千树披绿，万物生辉，给科技领域带来一派欣欣向荣的春天景象。然而，从微机应用于各行各业、走进了千家万户之时起，人们便开始寻求一种简单实用、使用方便、结构灵活，而且功能比较齐全的分时操作系统。Unix操作系统便是这样一个简便实用的操作系统，它一直深受用户的厚爱。

Unix 操作系统是一个通用的、多用户的分时操作系统。最早的版本，是 1969 年由贝尔实验室的 K·Thompson 在一台闲置的 PDP—11 计算机上发展起来的。不久，他又与 D·M·Ritchie 等一起联合起来研制了早期的 Unix 版本。

D.M.RitChie 过去曾参加过 Multics 操作系统——这项对现代计算机领域具有创新意义的设计工作，因此，Multics 对 Unix 操作系统有直接和深刻的影响，甚至连 U-nix 这个名字简直就是 Multics 的双关语。Unix 中文件系统的基本组织，命令解释器 (Shell) 作为一个用户进程的思想，对每个命令使用单独的进程，原始的行编辑字符，以及许多其它特征都是直接来自 Multics 的。当然，Unix 中还用到其它一些操作系统 (如麻省理工学院的 CTSS、美国加州大学伯克利分校研制的 XDS—940 操作系统等) 的设计思想。

为了研制 Unix 系统，Thompson 和 Ritchie 默默地工作了许多年。他们利用在第一版上的工作基础，把它移植到 PDP—11/20 计算机上，形成了 Unix 的第二版。第三版则采用程序设计语言 C 替代早期的汇编语言，重写了该操作系统的绝大部分 (C 语言是在贝尔实验室开发出来的，并用以支持 Unix)。随后，Unix 被移植到较大的 PDP—11 计算机系统，如 PDP—11/45 和 PDP—11/70 计算机上。当用 C 语言重写后并将它移植到具有支持多道程序硬件环境的计算机系统时，还加入了多道程序设计及其它一些功能。

随着 Unix 的发展，Unix 在贝尔实验室内得到了广泛应用，并且逐渐地扩散到一些大学中去。第一个在贝尔实验室之外得到广泛应用的版本是 1976 年推出的第六版。1978 年推出了第七版。这个版本的 Unix 操作系统是在 PDP—11/70 和 Interdata 8/32 计算机上运行的，可以说，它是大多数现代 Unix 操作系统的先驱。该版本很快就被移植到其它的 PDP—11 系列计算机和 VAX 系列计算机上。可在 VAX 系列计算机上运行的版本又称 Unix 32V。

1978 年的第七版推出后，Unix 支持小组 (USG) 取得了 Unix 的管理权和在 AT&T 公司内推销 Unix 的权力 (AT&T 公司是贝尔实验室的上级机关)。于是 Unix 变成了一种产品，而不再仅仅是一种研究工具。之后，Unix 操作系统研制组仍继续研究他们自己的 Unix 版本，迄 1985 年止，由该小组开发的 Unix 操作系统已是第八版。现在，又研制出了第十版。

USG 主要对 AT&T 公司内的 Unix 操作系统提供支持。USG 向外推出的第一个版本是 1982 年开发的 System 。System 不仅结合了第一版、32V 和许多其他 Unix 版本的特点，而且还包含了一个实时 Unix 操作系统 Unix/RT，及程序员工作台 (PWB) 的许多组成部分。USG 于 1983 年推出 System ，它大部分是由 System 导出的。由于许多贝尔实验室的下属子公司脱离了 AT&T，这就使得 AT&T 处于占有 System 的市场的不利地位，于是，USG 改名为“Unix 系统发展实验室”(USDL)，由该实验室推出的新版本是于 1984 年研制的 Unix System 的第二版 .2。

小巧玲珑、模块化和清晰的早期 Unix 系统设计，使得许多计算机科学团体在其基础上展开了大量的卓有成效的研究，如 Rand、BBN、伊利诺斯大学、哈佛大学、普渡大学、甚至世界第二大计算机公司 DEC 等。如今，影响最大的非贝尔实验室和非 AT&T 公司的 Unix 开发组织是美国加州大学的伯克利分校。最初的 VAX Unix 开发工作是由 B.Joy 和 Q. Babaoglu 于 1978 年，通过在 32V 上增加虚拟存贮管理、请示调页和页面替换等功能而产生的 3BSD (Berkeley Software Distributions)。3BSD 的巨大虚拟存贮空间，使得设计、开发、研制大型程序 (如伯克利分校自己的 FranzLISP) 成为可能。

这一出色的内存管理工作使得美国国防先进技术研究规划总署 (DARPA) 大为欣赏, 于是, 他们决定拨巨资请伯克利大学为政府部门研制一个标准的 Unix 操作系统——4BSD。

为 DARPA 研制的 4BSD 的设计目标之一就是为 DAPRA 的 Internet 网络协议 (TCP/IP) 提供支持。4·2BSD 使得各种不同的网络设备之间不经变化就可以进行通信, 这些网络包括局域网(如以太网和令牌网) 和远程网(如 DARPA 的 Arpanet)。此外, 为了改进 Unix 的设计和实现, 伯克利吸收了同期许多操作系统的优点, 还设计了一个新的用户界面 C shell, 一个新的文本编辑程序 ex/Vi, 一个 PASCAL 和 LiSP 编译程序, 以及许多新的系统程序。由于 4·2BSD 卓有成效的一些改进, 使得人们将它与 VMS 操作系统相提并论。

出自伯克利的 Unix 操作系统版本最著名的有 4·1BSD 和现在的 4·2BSD。类编号 2BSD 和 4BSD 是用于伯克利 Unix 的 PDP—11 和 VAX 的版本。尽管进一步的研究仍在伯克利继续进行, 但于 1983 年首次推出的 4·2BSD 的确是早期伯克利 DARPA Unix 的设计高峰。4BSD 操作系统从它的最初版本 (1979 年) 到 System (1982 年) 都被选作 VAX 系列的操作系统。对许多研究和网络配置来说, 4BSD 至今仍是最好的选择。

现今的 Unix 系统已被移植到许多不同的机器和计算机系统中, 产生了许多不同的 Unix 和类 Unix 操作系统。DEC 公司在 VAX 系列机上开发了它的 Unix—Ultrix, Microsoft 公司为 Intel80 重写了 Unix 并称之为 XENIX, IBM 公司把 Unix 用于它的 PC 机和它的主机系列。Unix 同样可从 Amdahl、SUN、NBI、MassComp、HP、Gould、Data General、Perkin—Elmer、AT&T 及大量其它卖主得到。这些 Unix 系统大多数是在第 7 版本、System、4·2BSD 或 System 的基础上开发出来的。时至 90 年代, AT&T 已对 System 名称标准化, 其最近公布的版本为 System Release3 和 System Release 4, 通常分别简称为 SVR3 和 SVR4。最近, AT&T 贝尔实验室开发了一种新版本——第 10 版, 或称“研究版 Unix 系统”, 尽管这一版本尚未售出, 但它已在各大学广为扩散。

Unix 系统的三个主要变形的合并是从 SVR3 开始的, 而这一合并到 SVR4 几乎达到完美的程度。目前, 经 AT&T、SUN 和 Microsoft 三方同意, BSD 和 XENIX 系统合并为 System 产品; 为 BSD 或 XENIX 设计的绝大多数软件无需修改便可在 SVR4 系统上运行。SVR4 版本是 AT&T Unix 系统中最先进的版本, 它已移植到绝大多数主机上, 而且是 AT&T 系列的现行标准。SVR4 在原有版本上进行了大量的改进和增强, 例如添加了对局域网的全面支持, 提供了一个高性能的图形用户界面 (GUI)—X 窗口系统, 增加了许多新命令, 允许实时进程和微计时器, 设计了一种新的 ANSIC 编译程序等等。

Unix 操作系统本来是为计算机科学实验而发明的, 但二十多年来, 它已逐步发展为当代最富影响的、广为流传的计算机环境之一。如今有一百多万台计算机使用 Unix, 而且机型从微机、小型机到大型机以至巨型机。其增长势头还在逐步加快。用户和程序开发者们都为其惊人的灵活性、工作能力和优雅程度惊叹不已。Unix 系统在不太长的时间内取得如此大的成功, 原因之一一是它问世之日正是人们开始使用分时操作系统, 并正在寻求一个功能齐全、灵活方便、大小适中的系统之时, 所以 Unix 系统是生逢其时。原因之二二是 Unix 系统是在 PDP—11 系列机上开发出来的, 而这种机型当时在世界各国得到广泛应用, 并曾占有小型机的主要市场, 这就为 Unix 的广泛推广提供了

条件。原因之三是它具有如下一些极好的特点和性能。

在设计思想和所采用的技术方面，它坚持采用精选、提炼和改造现有比较成熟的方法和技术，不搞太多的标新立异。在具体设计时，坚持“小而美”，不搞“大而全”，即着眼于为用户提供由多种可组合使用的工具而构成的一个程序设计环境。

Unix 系统在结构上分为两部分：内核和核外部分。内核是 Unix 中唯一不能由用户任意变化的部分，包括：存贮管理、进程管理、设备管理和文件系统。核外部分包括各种语言处理程序、其它系统实用工具，软件开发工具，用户自编程序经编译、连接而形成的各种可执行目标程序也属于核外程序。内核精干，占用内存少，且常驻内存。这就从根本上保证了系统能够以较高效率运行。同时，内核与核外部分有机结合，形成一体，向用户提高各种服务，其功能完全可以与某些大型操作系统媲美。

Unix 具有树形结构的文件系统，它由基本文件系统和可装卸的若干子文件系统组成，这既能扩大文件存贮空间，又有利于安全保密。而且在 Unix 中，文件和设备都统一作为文件处理，它们在用户面前具有相同的语法和语义，用户可以按需任意组织其文件格式，对文件既可进行顺序读写，又可进行随机存取。这样既简化了系统设计又利于用户使用。

Unix 具有良好的用户界面，它提供两种用户界面：Shell 和系统调用。命令程序设计语言 Shell 不但具有一般命令语言的功能，而且还具有某些程序设计语言的特点，使用方便。系统调用是用户在编写程序时可以使用的界面。Unix 在汇编语言级和 C 语言级上向用户提供这种界面，用户可以把它们看作是 C 语言的一部分加以应用。

系统基本上用高级语言编写，可移植性好。

Unix 在操作系统的理论及实践中已经具有且将继续保持重要的地位。Thompson 和 Ritchie 也由于他们在 U - nix 上所作出的卓越贡献而于 1983 年共同获得图灵奖。

Unix 操作系统灵活方便、功能强，可移性好，适用于大、中、小、微等各种机型，在当前开放系统潮流中，它将越来越接近于成为操作系统的一种国际标准，是当前公认的一个软件平台。我国已出版发行了 Unix 系统 SVR4 版的全套中文资料，这必将推动 Unix 在我国的广泛应用及相关研究工作的开展。

5. 日本第五代智能计算机

社会总是不断向前发展的，自然界也总在不断地弃旧图新。因此，人类要不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进，永远不能停止在现有的水平之上。现代科学技术的发展、计算机的研究都是如此。

在人工智能的发展史上，有一个对世界都产生了重要影响的计划，即始于 1982 年，终于 1992 年的日本第五代计算机（FGCS）研究计划，由于其目标具有想象性，而且对是否能实现目标始终持有怀疑，因此，这项耗资达 500 亿日元、历时 10 年的计划一开始就有争议。

70 年代末，日本人认为：日本的计算机技术已达到最新水平，此时不应去追赶欧美最新技术来提高日本工业竞争能力，而应冒险地去发展领先技术，为科学做贡献。在这种背景下，1979 年成立了第五代计算机研究委员会，

并于 1981 年底对计划的目标技术和框架作出决策。委员会先后召开了 100 多次会议，讨论了下列即将开发的重要计算机技术：

- 知识处理的计算机推理技术；
- 操作大规模数据库和知识库的计算机技术；
- 高性能工作站技术；
- 分布式功能性计算机技术；
- 科学计算的超级计算机技术。

委员会对 FGCS 计划提出如下建议：

第五代计算机概念：具有并行处理（非冯·诺伊曼式）和以知识库为基础机制的推理。为实现这些机制，软硬件接口应是逻辑程序设计语言。

FGCS 计划目标：开发新一代计算机系统，能进行知识信息处理和克服传统机的技术限制。

FGCS 计划目的：研制 FGCS 原型系统，它有 4 个 PE，执行速度在 100MLIPS 和 1GLIPS 之间。

FGCS 计划研究与开发时间：十年，分三个阶段进行：

- 初始阶段（1982～1984 年）：发展基础计算机技术；
- 中间阶段（1985～1988 年）：开发中小型子系统；
- 最后阶段（1989～1992 年）：实现一个原型系统。

1992 年 6 月的第一个星期，作为展示第五代计算机研究成果并宣布这项计划结束的最后一次第五代计算机会议在东京召开，近 2 000 人出席了这次会议。会议公布的结果具有里程碑的意义。

在硬件方面，这项计划的最主要成果是开发了一个包含有 1000 个处理单元（PE）的并行推理机原型系统 PIM，其推理速度能达到 100MLIPS（1LIPS 相当于每秒执行 100 条指令）。

在 PIM 上，开发了许多并行软件系统，有并行操作系统 PIMOS，数据库管理系统 Kappa—p，知识库管理系统 QUIXOTE，约束逻辑程序系统 GDCC，定理证明器 MGTP，以及 20 多个并行应用软件系统，例如，法律推理系统和遗传信息分析系统等。

由于第五代计算机计划的实施，一大批年轻的日本计算机科学工作者在知识处理、智能软件和并行计算等领域得到了培养、锻炼和提高。与 10 年前日本在国际上的影响相比，情况发生了本质的变化。1993 年在法国召开的第十三届国际人工智能大会上，日本作为国际人工智能界崛起的一支新兴力量令人刮目相看。这种现象在 FGCS 计划刚开始时是不可想象的。很多人都认为，FGCS 计划对日本计算机科学起到了支撑性作用。

FGCS 计划现在看起来也有二点不足，一是缺乏实际的应用程序，在第五代计算机系统上开发、演示的大多是小型原型应用系统；二是 FGCS 计划开发的这些硬件/软件离开日本便不能使用。对此，FGCS 又制定了一个二年半的后续计划，以设法在此期间开发一些大型实用的应用程序，并研究将所研制的软件移植到当今的主流计算机上的可能性。同时，日本通产省宣布可免费使用 FGCS 计划所开发的软件，而且在使用、修改、拷贝和扩展方面不作任何限制。

由于尝到了第五代计算机计划的甜头，目前日本政府正在制定一个更加大胆、超前的计划——现实世界计算（RWC）计划。该计划的目标不是造出一台实际的计算机，而是侧重于直觉信息的处理，侧重于探索和建立有关类似

于人类灵活的信息处理和人类智能的理论、方法和技术基石出。

未来的计算机领域，是一场残酷的争夺战。曾一度在计算领域处于霸主地位的美国人，没有想到日本人正在暗暗地与他们较量。半个世纪前，当美国人趾高气扬地目睹日本人在“密苏里”号军舰上签字投降时，曾是何等的骄傲和自豪！然而美国人错了，日本人正在同他们进行另一种战争。直到 80 年代中期，美国人才发现日本人又发动了一场历史上最惹人注目的商业战，他们简直快把美国的工业搞跨了。日本人靠高科技实力，靠智能计算机的研究，走在时代的前面，那是权力与财富的象征。这使人们想起日本一位经济学家在日本战败前 4 个月时讲过：“穿军服的军队不是唯一的军队。具有科学技术和战斗精神的穿着企业制服的人将是我们的地下军。”历史的实践已经证明了“穿企业制服”的可能战胜“穿咔叽军服”的。热战中的失败者终于在商战中赢得了胜利的花环。这场没有硝烟的战争，是一场经济实力的对抗，武器是商品而不是枪弹，科学技术当了先锋。正如国际上有评论家所述：当我们仍然按着战争是政治的继续推导思维的时候，经济已成为战争的延长，决定着每个地区，每个国家和每个民族的全部历史命运。国际上商战如同战场，计算机的研究也是如此。

6. 中国智能计算机系统构架蓝图

未来的世界是经济竞争的世界，是计算机的世界。没有硝烟的战争左右着未来世界的格局，进而影响到国家和民族的命运。

未来的时代是信息膨胀的时代，是高科技飞速发展的时代。我国的经济起飞，意味着要在未来的几十年里，走完发达国家一百多年或二三百年的传统产业革命路程。用著名科学家钱学森的话来讲：即中国要在下一世纪发展高度知识密集型的农业型产业，同时补上第四次产业革命的课，迎头赶上第五次、准备第六次，第四、五、六次产业革命一气呵成，其任务是非常艰巨的。

80 年代初，美国政府提出了轰动世界的“星球大战计划”，这个计划将促进美国高技术领域的大发展，其成果无疑会影响社会经济发展的各个方面。针对这个计划，日本、西欧也不失时机的提出了本国的高科技发展计划。1984 年，日本拟定了“10 年科技发展政策大纲”，1985 年法国提出“尤里卡计划”，建议西欧各国联合发展高技术，大有同美国一比高低之势。

这些动向表明世界正处在高技术革命的高潮之中。中国科技界的有识之士清醒地看到中国正面临着一次新的挑战，同时也是一次难得的机遇，只有奋起直追，才可缩小与发达国家之间的差距 1986 年 3 月 3 日，王淦昌、王大珩、杨家骥、陈芳允等 4 位院士上书国务院提出跟踪世界先进水平，发展中国高技术的建议。3 月 5 日，邓小平同志作了“此事宜速作决断，不可拖延”的批示。后经 200 多位专家（大多数是院士）的论证，提出了中国的“高科技研究发展计划纲要”，因为上书和指示的时间都在 1986 年 3 月，故此计划又简称为“863 计划”。

根据当时的国情、国力，863 计划选定了生物、航天、信息、激光、自动化、能源和新材料等领域作为今后中国高技术发展的重点。中国政府决定在 2000 年前投资 100 个亿人民币支持该计划的实施。863 计划的目标是：

积极跟踪世界高技术发展前沿，缩小中国与世界高技术的差距；

培养新一代高水平科技队伍；

将研究成果尽快商品化、产业化，为高技术产业化和传统生产的改造奠定基础；

推动全国，并为 2000 年后中国高技术产业和国民经济发展创造条件。

863 计划的信息技术领域选定了如下三个主题：

智能计算机系统；

光电子器件与微电子/光电子系统集成技术；

信息获取与处理技术。

内容包括微电子技术、光电子技术、计算机技术、计算机软件、通信技术、辐射成像技术、超解像电视技术。主要研究信息的获取、存贮、表示、传输、处理和显示等。

其中，智能计算机系统主题到本世纪末的目标是：研制出中国的智能计算机系统，该系统具有良好的人机环境，具有各种各样的科学知识和经验常识，具有很强的学习、知识处理和知识重组能力，具有重新获取、理解、翻译及合成自然语言（声音和文字）的能力，以及存贮、识别、搜索、处理图形图像的能力，具有模拟人的行为的能力。同时，还将研制一批综合性的智能应用系统及各种高智能的计算机设备。

智能计算机系统主题的研究已经取得了一批高水平的研究成果，例如：

成功研制出“曙光 1#”计算机和“曙光 1000”高性能、大规模并行计算机；

成功研制开发了“笔译通”、“快译通”、“手写中文个人数字助理”等产品，并已上市；

EST/4260 兼容性智能工作站系统已通过国家科委鉴定，达到国际上 80 年代中后期水平；

400 万手写汉字样本库建立，已通过中国科学院鉴定；

图表数字识别系统已成功用于中国第四次全国人口普查；

建立了“国家智能计算机研究开发中心”，研究关键性产品，开发易于推广应用的智能系统集成产品并开展相关的基础性研究；

设在清华大学的计算机集成制造系统（CIMS）实验工程中心，于 1994 年在美国获得制造工程协会的“大学领先奖”；

造就了一批较高水平的年青计算机科学家，建立了一批国家级高技术研究开发队伍。

“863 计划”实施 10 年，中国各行各业都发生了深刻的变化，特别是电信建设有了突飞猛进的发展，邮电通信能力的增长速度从 1988 年开始超过国民经济的发展速度，至今仍继续保持着加速增长的势头。进入“八五”以后，电信建设速度进一步加快，1991、1992 两年净增局用交换机 683 万门，长途电路 12.18 万条。业务分别增长 40.4% 和 49.5%。

随着“八五”规划中 22 条光缆干线、20 条数字微波干线和 20 个大中型卫星通信地球站的建成。1996 年将初步建成能联全国省会以上城市的大容量数字干线传输网。“九五”期间将继续扩大系统容量和复盖范围，基本建成以光缆为骨干的全国大容量数字干线传输网。

在光缆数字网迅速发展的基础上，又完成了全国分组交换公用数据网第一期扩容工程。该网复盖大陆所有省会城市在内的 267 个城市，拥有 2 万个端口，每个端口的速率可达 64Kb/S，节点机间的中继电路根据业务需要已安

排了 100 多条。目前该网已与 18 个国内信息系统集团用户签约提供数据通信服务，并已与国际上 37 个分组交换网互联。通达 21 个省市的全国高速数字数据骨干网第一期工程投入运行以后。有 2mb/s 的高速电路 776 条，其它数字电路 2 600) 条，为各种信息系统提供不同速率的永久或半永久性的专线数字电路。同时移动通信也迅速发展，70 多万户蜂窝式电话用户实现全国联网，还有无线寻址用户 700 万左右。成为世界上拥有寻呼机最多的国家之一。

十多年来的投资建设，中国公用电信网无论在规模容量上，还是在技术层次上，不仅缩短了与世界先进国家之间的差距，也为信息网络的发展奠定了良好基础。现代信息处理技术与现代通信技术相结合，为计算机广泛应用及信息服务业提供了良好的环境。目前，中国约有信息机构 8000 家，从业人员约 70 万人，全国信息服务业年营业额达 20 亿人民币。在信息服务业发展中，软件开发与服务市场已经形成并逐步走上了有管理机制的轨道。由于信息提供业的发展，科技情报信息已与国外科技情报中心联网，可通过终端操作，检索查询相关的科技情报信息，同时还广泛应用到国内经济建设和公众信息服务的各个方面，日益发挥着巨大作用。

863 计划的信息技术领域正在推动中国高技术的发展，并为国民经济的发展作贡献。

7. 多媒体计算机

多媒体这一术语在计算机界流传日广，多媒体计算机格外引人注目，就像当年“人工智能”、“软件工程”和现今的“面向对象”、“开放式”一样，多媒体成了很时髦的东西。

媒体这个词在计算机科学中有两方面含义，一方面含义是指信息的载体，如卡片、纸带、磁带、磁盘、打印纸、光盘等；另一方面含义是指信息的表现形式，如文字、声音、图形、图像、动画等。多媒体计算机中所说的媒体是指后者，即这种计算机不仅能处理数据、文字，还能处理声音、图形、图像、动画等。一般说来，能处理多种媒体信息的计算机技术，称为多媒体技术；具有对多种媒体进行获取、编辑、存贮、检索、传输、展示等能力的计算机称为多媒体计算机。

由于多媒体技术能使计算机的功能扩展到处理声音及图像，因而使用户能在计算机屏幕上看到、听到图、声、文并茂的画面，能对多种信息进行综合的统一编辑与处理，能形象化地、方便地实现人机交互，因而，多媒体技术发展极其迅速，其应用面愈来愈广，专家们预言，90 年代将是多媒体计算机时代。

多媒体技术的主要特点是能统一、综合处理多种形式的信息，包括文本信息（字符、数字数据等信息），图形图像信息（来自摄像、扫描仪输入的图片、图画、照片以及有时间序列的图像，如动画和电视、电影视频等动态图像）、声音信息（叙述、演讲、报告、讲授、音乐，以及自然界的各种声音，如山崩地裂声，枪炮流弹声，飞禽走兽的叫声，火车呼啸声；流水声等）。可见，多媒体技术是计算机技术、声像技术（电视、录像、收录等），以及通信技术相结合的一种综合性技术。

由于多媒体技术的发展，到 80 年代后期已推出了不少多媒体计算机产品，90~94 年多媒体计算机的销售量增加了 40 倍，预计三年内由于多媒体

的兴起可使全球的微机销售量增加上百亿美元。

1986年，由生产家用电气产品而誉满全球的飞利浦公司和索尼公司推出了紧凑光盘家用交互式多媒体系统 CD— I。该系统用光盘存贮多媒体信息。用 68000CPU 与电视机、录像机、电话机及音响设备等连接在一起，具有人机交互能力，可用鼠标移动屏幕上的光标，灵活地控制系统的工作。该系统价格低廉，是一种以家庭娱乐、学习为主的系统。

1989年，美国 Commodore 公司借助 CD— I 技术的思想，在 Amiga 500 计算机上推出 CD— I 的 Amiga 系统正式产品，这是较早的多媒体计算机系统。前不久，该公司又推出了一个 Amiga Vision 多媒体著作系统，为用户提供了一个完备的图符著作系统。1991年，以使用方便、直观、操作良好的图形界面获得用户赞许的 Macintosh 计算机制造公司——苹果公司，在 68030CPU 的 Macintosh 计算机基础上，研制了一个多媒体开发环境 QuickTime。现又在 QuickTime 及微软公司的多媒体 Windows3.1 基础上进行功能扩充，研制了多媒体计算机操作系统 MPCOS，其主要特点是具有管理动态画面和控制声像设备的功能。这个软件平台不仅为多媒体应用程序开发者提供了一个友好、实用的开发环境，也为用户提供了一个直观、简便的操作环境。1991年 IBM 公司和 Intel 公司联合推出了数字影像交互式系统 DVI，设计了一组芯片，其功能包括信息的采样，模拟量到数字量的转换，管理电视、图形、图像、声音、文字、数值等不同格式信息的合成及同步。到 1995 年之后，他们打算将 DVI 系统的这组芯片的功能集成到一块芯片上。

多媒体计算机的硬件除了常规的硬件如主机、软盘、磁盘、显示器、网卡、键盘、鼠标外，还包括音频信息处理硬件，视频信息处理硬件及光盘存贮器和光盘驱动器。其中音频信息处理硬件包括声卡和声音输入/输出设备，声卡用于把话筒、唱机、电子乐器等输入的声音信息进行模数转换、压缩等处理，也可以把经过计算机处理的数字化的声音信号还原（解压缩）、数模转换后用扬声器播放出来，或用录音设备记录下来。声卡还能支持 MIDI 类型的电子乐器。MIDI 规定了利用数字编码来描述音乐乐谱的规范。利用 MIDI 规范所描述的乐曲由声卡上的大规模集成电路制成的音乐合成器转换成数字化声音信息，再经过数模转换后即可播放出乐曲来。

视频信息处理硬件主要包括视频卡和视频输入/输出设备，视频卡用来支持视频信号（如电视图像类的活动图像信号）的输入和输出。视频信号的信息量极大，例如一幅 512 × 512 的 4096 色的彩色图像就需要 384KB 的存贮量，若以每秒 25 帧的速度进行播放，则一秒钟的活动图像就需要近 10MB 的数据，这样大的数据量，不但存贮难以承受，而且传输和处理起来也极为不便。视频卡的功能是逐帧捕捉图像并把图像信息数字化；对数字化；的图像数据进行压缩与还原；将捕捉的图像或还原生成的图像与计算机生成的文字及图形叠加在一起，送至显示器进行显示；将输出图像转换成广播级的（PAL 或 NTSC 制式）模拟视频信号供电视机播放或记录在录像带上。

多媒体计算机通常用 CD—ROM 光盘片存贮图形、图像、声音等信息，CD 光盘片与普通激光唱卡外表上差不多，但内容除了音乐之外，还有文字、声音、图形、图像、动画等。每片光盘的存贮容量可达 650MB，若只存放汉字，则可存贮 300 册百万字的图书。光盘只能在光盘驱动器上读出。用户可以像处理软盘或硬盘一样处理光盘上的数据。由于受到数据读出速率的限制（CD—ROM 驱动器的数据读出速率约为 150KB/S，平均存取时间约为 1 秒），目前

光盘上存放的视频信息还难以达到普通电视、电影那样的质量，但估计会很快解决这个问题。

多媒体计算机软件包括音频与视频信息压缩与还原子系统，多媒体设备输入/输出控制子系统，多媒体操作系统，多媒体数据库、多媒体编辑工具和创作工具以及多媒体应用软件等。

音频与视频信息的压缩与还原技术，特别是图像压缩与还原技术是多媒体计算机中的关键技术之一，要设计一个压缩/还原速度快、图像重现精度高、信息压缩比适度的压缩/还原算法是很不容易的。由于音频与视频信息处理速度要求很高，在有些多媒体计算机中，音频与视频信息压缩与还原子系统是用专用集成电路为核心的硬件来实现的。多媒体设备输入/输出控制子系统用于控制。管理和驱动多媒体设备，并提供相应的软件接口，供高层软件调用。多媒体操作系统是一个能迅速管理、控制、调度多媒体信息的，具有实时多任务处理能力的软件平台。多媒体数据库是集图、文、声、像于一体、对不同格式的数据进行统一管理、快速检索和游览的数据库系统，在用户界面上通常采用面向对象和超文本技术。

超文本技术与普通文本技术的差别在于，普通文本是按线性方式存储的，而超文本则是以非线性方式存储的，其文本各部分以节点形式出现，节点间用链连接，构成信息的管理网络。节点中的内容可以是文字、图形、图像、声音，实现文字、图形、图像、声音等多媒体信息的统一处理。这样设计的用户界面可提供给创作者自定义及生成链路的功能，而作品的读者则可以按需使用链路，对作品进行快速检索及导航式浏览。

多媒体编辑工具包括文字处理软件、绘图软件、彩色图像处理软件、动画制作软件、声音编辑软件以及视频编辑软件等。声音编辑软件和视频编辑软件就像一个小型音像描述，可以展现鸟语花香；可以用“虚拟现实”的方法，十分逼真地模拟现实世界，使我们虽身在“机”旁，却好像身临其境在游览世界风光。

预计 90 年代多媒体技术对提高人们的工作效率和生活质量将起重要作用，对生产、生活和社会各方面将产生巨大深刻的影响。

8. 灵活、实用的客户/服务器结构

市场需求一直是推动信息产业发展的主要动力。例如美国的金融业，首先大规模应用 Sybase 公司的客户机/服务器数据库体系的就是华尔街的投资公司。客户机/服务器给这家公司的衍生性金融商品交易带来巨大的效益，而且由于衍生性金融商品变化多端，发展迅速，导致应用软件生存周期大大缩短，对软件产生以极大的促进。因此，构建灵活实用的客户/服务器结构势在必行。

60 年代、70 年代，计算机系统一般都是采用大中小型主机带多终端的主从式结构。这种集中式结构的突出问题是一旦主机故障，整个系统则崩溃。于是，分布并行处理便成了 70 年代的重要研究课题。自 IBM 公司于 80 年代推出第一台微机以来，目前微机的处理能力已能与过去的小型机相媲美。微机的广泛应用自然而然地将人们的注意力从大中小型机转移到运行 DOS、Windows、Unix、OS/2 等的微机和工作站上。计算机网络技术的发展，特别

是微机局域网技术的发展和广泛应用，使得微机的应用如鱼得水。CPU 技术的发展，超大容量存储设备的应用、微机操作系统功能和性能的改进、高速局域网的出现、丰富应用软件的开发应用，以及多媒体、开放式、虚拟现实技术和面向对象方法的研究和发展，为微机的应用开辟了更为广阔的前景。微机和大中型机并存已成为事实，而且随着微电子技术和网络技术的飞跃发展，促使了计算机应用迅速向小型化方向发展，于是水到渠成地出现了客户/服务器 (Client/Server) 体系结构。

究竟什么是客户/服务器体系结构呢？美国计算机专家 P·Smith 的定义是：客户机是一种单用户工作站，它提供与应用有关的表示、计算、连网、访问数据库和各类用户接口程序，服务器通常是一种存储器共享型的多用户处理机，它提供应用所需的计算、连网、数据库管理和各类接口服务。客户/服务器结构是由客户机和服务器构成的一种网络计算环境，它把应用程序所要完成的任务分派到客户机和服务器上。通常客户/服务器结构是由异型机构成，其间的通信是由标准程序接口和远程调用实现的。

可见，客户/服务器结构是由客户机、服务器和连接支持构成。客户机可以是任何一种微机，它需要具有一定量的内存和连网功能。客户机运行的操作系统可以是 DOS、Windows、OS/2 或 Unix 等。客户机主要运行供用户开发应用程序的一些实用工具和用户程序，因而它具有访问服务器的各种软件接口和灵活、方便、高效、友好的用户界面。用户界面可以是非图形界面、图形界面和面向对象界面。服务器可以是高档微机、Macintosh 机、HP RISC 机、Sun 工作站，可以是支持对称多处理器的超级服务器，各类数据库服务器，通信服务器，也可是 DEC、IBM 的大、中、小型机。所使用的操作系统可以是 Unix、OS/2、MVS 和 VMS 等，以及局域网操作系统 Netware、Windows NT、Server 等，服务器的主要任务是存储共享数据、提供数据库管理、通信机制以及客户机所需要的各类服务功能。连接支持是连接客户机和服务器的纽带，由它完成数据通信功能。典型的连接支持由传输堆栈、网络和网络操作系统、分布式管理系统和通信服务四层组成。

客户/服务器结构的概念并不复杂，它主要是将提交给计算机系统处理的任务分解成多个子任务，由多台计算机协同来完成。客户机可以通过连接支持中的网络提出所需的服务请求，由系统中最合适的服务器来响应该请求，并将处理结果返回给提出请求的客户机，达到服务功能与系统规模的优化，提高整个系统的可用性、可靠性、可维护性和效率。客户/服务器从“服务”的概念出发，提出了对服务功能的明确划分。一个服务器可同时为多个客户提供服务，服务器具有对多个客户共享资源的协调能力。客户和服务器之间存在着多对一的关系，即多个客户可以（同时）请求一个服务器为其服务。客户/服务器软件向客户提供服务器位置透明性服务。此外，客户/服务器一般是一种松耦合系统，它们之间是通过报文交换来实现相互作用的。“报文”是服务请求与应答的传送单元。服务器能自动地根据客户服务请求报文识别所要求服务的类型，并合理调度服务程序所需要使用的资源。

现在越来越多的人认为这种新的计算机体系结构是 90 年代乃至 21 世纪的计算机技术。于是，当前的计算机应用正积极地从两个方面向客户/服务器过渡。一方面是从前使用单机（微机）的单位，用网络把它们连接起来，构成客户/服务器结构；另一方面就是把传统的主机系统移植到客户/服务器。国外很多文献将这方面的情况用“Downsizing”、“Upsizing”和

“Rightsizing”来描述。所谓“Down - sizing”是指将应用程序从主从式大中型计算机系统转移到微型机环境。通过将大中型机运行的应用程序变成一个或多个网络服务器运行的多个应用程序模块，用微机图形用户界面去取代简单的终端屏幕，使得系统规模减小。所谓“Upsizing”是指将多台独立的微机互连成网，共享网络、硬件、软件和数据资源，从而扩大和增强微机的使用范围和能力。所谓“Rightsizing”是指将应用程序转移到最合适的服务器平台，客户可以通过网络请求服务，由系统中最适宜完成此项任务的服务器来完成客户的服务请求，达到服务功能、处理能力与系统规模和性能的优化。

客户/服务器结构中的服务器主要有文件服务器、数据库服务器、事务处理服务器、应用服务器、通信服务器和面向对象服务器等。文件服务器仍然是服务器中最基本的一种。文件服务器效仿大中型机对文件共享的管理机制，实现用户帐户、用户合法身份验证、用户对文件存取权限的管理及提供对文件操作的支持。数据库服务器存放共享数据，执行数据库管理，并响应客户机对数据库管理系统的各类请求。事务处理服务器将一项复杂的数据处理过程当作一个“事务”来处理。有时，将事务处理服务器的功能并入数据库服务器。应用服务器主要是针对半结构化的信息、图形、图像、电子邮件、电子广告牌等应用要求出现的一类新型服务器。通信服务器主要解决网间的连接和通信。对象服务器则把应用程序视为一组由“对象+消息”结构组成的集合，并用面向对象方法来处理。

数据库系统充当了客户/服务器潮流的开路先锋。Oracle、Sybase、Informix 和 Ingres 等著名数据库公司对客户/服务器结构的发展看得准、起步早、投入大、成绩显赫。Sybase 是一个居关系数据库市场第二位的数据库厂商（居第一位的是 Oracle），它将客户/服务器这一思想和关系数据库技术相结合，发展了现代形式的分布式系统技术。Sybase 在 80 年代后期以其独创的以 Open Client、Open Server 为基础的客户/服务器计算系统奠定了其与众不同的开放式、分布式数据库技术的基础，实质性地推动了一般分布式系统技术的发展。Sybase 所推动的并得到众多厂家响应的新型分布式系统模式是“计算机网络+中间件+分布式应用程序”。

其中，“中间件是一个软件层，它将网络拓扑，通信协议以及其它方面的细节掩藏起来，并为各种资源服务器（Server）软件和客户（Client）端应用程序提供一致的高级通信调用和接口。多个分布在不同机器节点上的资源服务器在中间件的协调下统一地向分散的多个客户软件提供位置透明方式的逻辑服务，整个网络在中间件的组织下形成一个统一的计算机系统。

在这种分布式系统结构中，每个节点计算机上，运行相应的服务器（Server）软件来管理本机资源，并通过中间件以客户/服务器方式向外提供服务，中间件将网络中各节点上的服务器软件所提供的资源服务和功能服务粘结起来形成一个位置透明的逻辑整体向全网开放。在 Sybase 数据库系统中，主要以 Open Server 为基础粘结各个节点计算机上的数据服务资源和功能服务程序，并通过 Open Client 向各节点计算机上的客户应用程序提供数据服务和功能服务接口。

在这种分布式系统结构中，中间件决定了一个分布式应用系统的结构，取代了操作系统的中心角色地位，而网络中各个节点计算机上的操作系统只是起一个承载网络通信协议、中间件和个别资源服务软件、个别客户软件的

容器作用。其中通信协议和中间件多以驱动程序的方式存在，资源服务、功能服务和客户软件多以应用程序的形式存在。

Sybase 产品的核心是其数据库管理系统 SQL Server，Sybase 产品和技术与传统不同之处的关键是其 OpenClient/Open Server。

应用系统的软件分为客户和服务器两部分。客户部分用 Power Builder 或其它开发工具开发，负责处理与用户（操作人员）的一切输入输出，应用逻辑的处理，以及向服务器部分提交数据处理请求等任务。

服务器部分主要由 Sybase SQL Server 构成，它接受客户软件的请求，负责数据的存贮、查询、修改、维护、完整性及一致性检查等一切数据处理操作，并向客户部分发回处理结果。

Open Client 是一个软件层，它为客户应用软件提供了统一的应用编程运行接口；Open Server 也是一个软件层，它为 SQL Server 等服务软件提供了统一的编程和运行接口。所有客户软件和 SQL Server 等应用服务软件之间的通信都通过 Open Client 和 Open Server 进行，客户软件和服务器软件不用关心它们之间的通信是以什么方式实现这种先进的结构使得用户程序不仅可以在传统的单机环境下运行，还可以在由联网的多个机器构成的网络分布环境下运行。在网络系统平台环境下，Open Client 和 OpenServer 运行在网络协议之上，通过网络为客户软件和 SQLServer 等应用服务软件传递和交换数据。网络可以是简单的局域网，也可以是包含多种协议和远程网络的复杂网络。在单机系统平台环境下，Open Client 和 Open Server 通过单机系统的内存进行传递和交换数据。

用户可以分别在试用、使用初期，以及随着业务量的增大逐步对系统配置和结构进行改进，而软件却不用修改。这种极具先进性的软件结构为用户选择硬件和确定系统环境提供了最大的弹性。此外，也为像 Power Builder 这样独立的第三方厂家的开发工具提供了用武之地和生成的土壤，这是 Sybase 技术最有益于用户的成果之一。

在服务器一边，Open Server 软件层提供了更大的系统结构想象空间。在 Open Server 的基础上不仅可以实现 SQL Server，更多的应用管理和服务功能也可以在 OpenServer 的基础上实现。事实上，Sybase 的许多系统管理和维护功能都是基于这样的客户服务器结构实现的。在 OpenServer 基础上还可以实现透明的数据库网关和其它分布式互连产品，将应用客户软件的数据访问导向其它关系数据库管理系统、其它非关系数据库管理系统、其它主机等，以及几乎所有的数据源，导向一个几乎没有限制的世界。

自 90 年代以来，客户/服务器作为一种新型的体系结构模式得到了飞速的发展，美国是客户/服务器的率先者，Oracle、Microsoft、Sybase、Novell、Informix、Sun、Ingres、Compag 等公司对此投入大，成绩卓著。世界头号计算机制造商 IBM 公司把客户/服务器列为该公司的重要议事日程，并在世界范围内建立了 34 个“客户/服务器用户中心”，也叫“开放系统中心”。每个中心都有 IBM 一些经验丰富的技术人员，专门为用户提供技术咨询和技术支持。每个中心都配备了来自不同厂家的设备，作为 IBM 的客户/服务器结构的演示环境。与此同时，IBM 计划推出 VisualAge——一个面向对象的客户/服务器应用开发工具，它可使用户建立通过多厂商网络访问数据的应用，而且 IBM 宣布的 Highpoint 计划可以帮助用户把应用从主机系统移植到客户/服务器环境。总之，IBM 公司决心在客户/服务器方面也要独占鳌头。美国第

二大计算机企业 DEC 公司在客户/服务器诱人的市场形势下也不甘示弱,宣布将把精力放在客户/服务器领域并将推出 150 个产品和服务项目。DEC 公司将推出更高性能的 VAX 和 Alpha 服务器以及能与多个厂商环境紧密联系的 Phathworks 局域网操作系统,同时宣布了新的集成服务,以帮助用户从大型机转移到包括多厂商的局域网互连系统。特别引入关注的是 Acer 公司推出的全球第一台 Intel Pentium 90 MHz 服务器 Ac-er Altos 7000,该服务器的 CPU 可以从 486DX33 一路轻松地升级到双 Pentium,并具有 32/64 位自动切换的总线技术以配合 CPU 从 486 到 Pentium 的升级。该产品在同档次服务器中具有较高的性能价格比。

美国的其它计算机厂商也都看好客户/服务器应用前景,纷纷杀向客户/服务器市场,新产品、新计划竞相推出: DG 服务器家族新星辈出; HP 以低档服务器与 Compaq 抗衡; Apple 推出 Powerpc 服务器; ASK 公司开放 Ingres 数据库,其目的在于让用户将非 Ingres 产品加入其客户/服务器环境中; Compaq 正积极进军数据库服务器市场……客户/服务器的发展和用导致计算机产业市场繁荣发达,带来可观的经济效益,无怪乎差不多众口一辞地称 90 年代是客户/服务器的年代。

客户/服务器在欧洲的推广也很快,据 PAC 公司预测 1995~2000 年,客户/服务器可能要达到 300 亿美元的市场收入。日本在客户/服务器开发应用方面会很快向美国靠近,因为日本国民一向善于遵循引进、改造、提高、超过、返销的策略。

1993 年,全球服务器销售量约为 310 万台,1994 年达 400 多万台,年增长率为 35.5%,远远高于微机 9.3% 的增长率,预计 1993~1997 年服务器平均年增长率为 29%。由于服务器相对微机来说是一项高技术的产品,因而占领市场的服务器产品均为世界名牌厂商生产。目前在发达国家的大型企业中大约有 50~60% 的企业采用某种形式的客户/服务器结构模式。

在客户/服务器应用日趋广泛的大潮中,我国的一些企业和金融部门已经或正在采用客户/服务器这种体系结构。据 Sybase 公司宣布,仅在 1993 年一年中在中国卖出 100 套客户/服务器。Sybase 公司进入中国仅仅三年多,其产品已广泛用于金融、电信、政府机关、商业、交通、制造等行业。目前在我国服务器市场占主要份额的外国厂商及主要产品有 Compaq 的 Prosignia, AST 的 PASE, HP 的 LE、LM, Acer 的 Acer Altos, DEC 的 DEC/MTE、XL, DE 的 DE /XE、SP 等。在我国,客户/服务器结构模式很有发展前途,尤其是在金融交易系统、办公自动化、厂矿企业的管理信息系统、宾馆饭店的管理系统等均是首选的应用目标。

目前,我国已基本具备了开发客户/服务器结构的条件和技术水平。据报导,1994 年,亿达科技公司推出了我国首台双 100MHz “奔腾”智能容错网络服务器,它借鉴了源于高性能大中型计算机系统的先进技术,独创性地采用 SM 多处理器高速缓冲通道体系结构,有效地解决了微机系统 I/O 瓶颈问题,使系统处理能力及 I/O 处理能力均达到优化状态。其磁盘子系统采用了廉价冗余磁盘陈列技术 (RAID),创造性地使用了多个 32 位微处理器,在 FASTSCSI 接口中实现了当前国际商业化的最高容错能力——PAID,0,1,4,5 任选方式;在网络接口子系统中采用了具有国际 90 年代先进水平的 32 位网络处理器,使网络 I/O 处理能力大大加强;新颖的在线 UPS 有效地保证了网络系统的安全性和可靠性,从而极大地提高了 SM 智能容错网络服务器在文

件操作、数据处理和数值计算等方面的综合处理能力。1995年，该公司再次推出国内第一台可由目前世界上最快的双90/100MHz“奔腾”(Pentium586)微处理器构成的超级服务器SM Power Twin，使SM智能容错网络服务器的性能更上了一层楼。该服务器可支持所有支持Intel多处理器设计规范的操作系统以及市场上广泛流行的单处理器操作系统。

当然，客户/服务器结构并不能代替主机系统，但今后的新型信息系统的需求将继续增长，这将给客户/服务器造就一个良好的环境，富有生命力的客户/服务器结构必将迎来一个新的发展时期。

9. 面向对象方法

长期以来，人们一直在寻求解决这样一种不合理的现象，即我们认识一个问题的“认知空间”与计算机处理问题的“方法空间”不一致。面向对象方法(简称OO方法)学的出发点和基本目标就是使我们认识一个问题的过程和方法与我们用于分析、设计和实现一个系统来解决此问题的过程和方法尽可能地一致，即使描述问题的“认知空间”和解决问题的“方法空间”在结构上尽可能一致。因此，它涉及到分析方法、设计方法、实现方法、思维方法和程序设计方法。

人们对一个问题或事物的认识是一个渐进过程，是在继承了以往有关知识的基础上，经过多次反复而逐步深化的过程。在这种认识过程中，既包括了从一般到特殊的演绎，又包括了从特殊到一般的归纳，例如自上而下方法就是一种演绎方法，而自下而上方法就是一种归纳方法。OO方法既提供了从一般到特殊的演绎手段(如继承等)，也提供了从特殊到一般的归纳形式(如类等)，从而说明它较自然地模拟了人类认识世界的方式，因而是一个很好的认知方法和思维方法。

OO方法学认为，任何事物都是对象(Object)，每个对象都有自己的运动规律和内部状态，每个对象都属于某个对象类(Class)，复杂对象可由较简单的对象构成。不同对象的组合及相互作用便构成我们要研究和分析的客观世界。

对象由一组数据和施加在这组数据上的一组操作构成。对象的每个操作称为“方法”(method)。对象的功能可以通过为其定义的一组方法来描述。对象的结构特征是由它的属性表现的。对象间的相互作用是通过“消息传递”实现的。一个对象通过向另一个对象发送消息去激活它的某个方法，对象的每个方法都对应且仅对应一条消息。方法的具体实现细节则封装在对象类的定义中，对外界是隐藏的。

一组具有相同结构特征和行为特征的对象构成一个类，类中的每个对象都是其实例。一个类的上层可以有父类或超类，下层可以有子类，形成一种类层次结构。在这种层次结构中，一个类(直接)继承其超类的全部描述，这种继承具有传递性，所以一个类实际继承了类层次结构中位于其上面的所有类的全部描述。因此，属于某个类的对象，除了具有该类所描述的特性外，还具有层次结构中该类上面所有类描述的全部特性。若一个类可直接继承多个类的特性，则称为多重继承。若一个类至多只能直接继承一个类的特性，则这种继承方式称为单重继承或简单继承。在单重继承情况下，类层次结构为树型结构，多重继承时，类层次结构为网状结构。

继承性是一种自动地共享类、子类和对象中的方法和数据的机制，每个对象都是某个类的实例，且一个系统中的类对象是各自封闭的，若没有继承性机制，则类对象中的数据和方法就可能出现大量重复。

封装性是一个源自抽象数据类型 (ADT) 的概念。封装性实际上是一种信息隐藏技术，用户只能见到封装界面上的信息，而对象的内部细节对用户是隐藏的。封装的目的在于将对象的使用者与对象的设计者分开，使用者不必知道对象内部行为实现的细节，只须用设计者提供的消息来访问该对象。封装性本身即模块性，把模块的定义和模块的实现分开，就使得用 OO 方法所开发的软件的维护性、修改性、扩充性大为改善，这也是现代软件技术追求的目标之一。

多态性是一个与类相关的概念，同一类的所有对象在收到同一条消息时，将采取同样的动作；不同类的对象在收到同一条消息时，可能采取不同的动作。不同对象对同一条消息采取不同动作的这种情况就称为多态性。一般而言，多态性是指事物以多种形态存在，在程序设计语言中，则指数据具有多种类型，或一个名字可具有多种语义。多态性既与动态类型有关又与静态类型有关。

把程序的各种成分有机组织在一起的过程称为联编。联编若在程序的第一次运行前完成，则称为静态联编或早期联编。发生在程序运行时的联编称为动态联编或滞后联编。静态联编是在编译时刻完成的，运行效率高，但修改、维护的工作量大。动态联编与多态性和继承性密切相关，而且是在运行时刻完成的，运行效率稍低，但它所带来的好处（如增、删自如）符合现代软件对可重用、可修改、可扩充等要求。随着 CPU 运行速度的日益提高，运行效率将不会成为主要矛盾。

面向对象方法可用一个公式表示为：

面向对象方法=对象+类+继承性+消息传递+动态联编

面向对象语言

许多高级程序设计语言对面向对象语言 (OOL) 的形成和发展起了积极作用，OOL 的研究又丰富和促进了 OO 方法的发展。

如今的 OOL 从 50 年代的 Lisp 语言中引入了动态联编的概念和交互式开发环境的思想；从 60 年代开发的 Simula 中引入了类的概念和继承性机制；从 70 年代末开发的 CLU、Modula—2 和 Ada 语言中借鉴了抽象和信息隐藏的思想；而 80 年代出现的 Smalltalk—80 强调在整个系统设计中应用统一的对象概念，并且较完整地定义了对象、方法、消息、类、实例、方法字典、元类、子类等概念和术语，这些概念和术语正陆续被其他 OOL 所引用。80 年代以来，OOL 如雨后春笋出现，形成了 OOL 的两大类别。一类是纯 OOL，如 Smalltalk，Eiffel 和 Actor 等；一类是混合型 OOL，这类语言是在传统的过程式程序设计语言中增加 OOL 的成分，如 C++，Objective—C、LOOPS、CLOS、OOPscal 等。

一般言，纯 OOL 侧重于方法的研究，并强调开发快速原型的能力。混合型 OOL 比较强调运行效率及使传统程序设计者容易接受 OO 的思想。像较成熟的面向对象语言 Smalltalk 还提供了健全的类库（软插件）和丰富的工具库，这些功能正逐步融入混合型语言中。

Objective—C 是 1983 年推出的。它采用了类似于 Smalltalk—80 的系统框架，在 C 语言基础上开发的，可看作是 C 语言的一个超集，为使它推

广到各种机器、用于其他系统，它带有一个类库，进而发展成为“软插件”概念。C++是由C语言演变而成的，C在C++中作为子集而存在的。C++引用了OO中有关类的概念，因而在C++早期的版本中称为“带类的C”，到1983年才正式定名为C++。在程序设计方面，C++比Smalltalk应用得更为广泛，效率也高得多。Eiffel是1985年设计、1986年商品化的。它不仅是一种OOL，也是一种软件开发方法和程序设计环境，是目前较为成熟的OOL和软件开发环境之一。Lisp与OO方法结合，形成了混合型面向对象Lisp，如LOOPS，CLOS、Flavors等。

威格拉根据现有OOL的特征来分类语言，他认为在现有OOL中，总共出现了如下七种语言特征：

对象、类、继承性、数据抽象、强类型、并发性和持久性。目前还没有一种语言能支持所有这些特征。这七种特征有128种组合方案，每一种组合方案都可以作为一种语言设计方案，但一般仅考虑下述6种。

基于对象的语言，支持对象；

基于类的语言，对象是类的实例；

面向对象的语言，支持类的继承性；

面向对象的数据抽象语言，支持类的信息隐藏；

面向对象的强类型语言，类型可在编译时确定；

支持并发性和持久性的面向对象的强类型语言。例如，按此分类法知，Ada既不是基于类的语言也不是面向对象的语言，而是基于对象的语言，因为其对象(程序包)不具有类(或类型)。CLU是基于类的语言，因为其Cluster实际上是类，但CLU没有定义Cluster间层次关系的继承机制，故它不是面向对象的语言。Smalltalk Eiffel则是面向对象的语言。

利用OOL构成OO程序的三个特点

程序即对象的集合，对象将数据和方法组合在一起；

不像传统的程序那样，利用过程完成被动数据上的操作，而是对象接收请求并通过互相传递消息起作用；

类层次结构使得子类可以继承父类的数据和方法。

面向对象程序设计方法的基本步骤

面向对象分析(OOA)了解问题域内问题所涉及的对象、对象间的关系和作用(或操作)，然后构造该问题的对象模型，力争这个模型能真实地反映所要解决的实质问题。

面向对象设计(OOD)设计软件的对象模型，设计软件系统内的各个对象对象之间的关系(层次、继承关心等)，以及对象的通信方式，即设计软件系统中的多个对象“应做什么”。

面向对象实现(OOI)实现在OOD中所规定的软件系统中各个对象所应完成的任务。

最终便得到相应的OO程序。

面向对象应用

将OO方法应用到不同领域后，就得到一系列相应领域的OO技术和应用，例如：

面向对象的设计(OOD)系统的设计过程可看作是把这个系统所要求解的问题分解为一些对象及对象间传递消息的过程。

面向对象的语言(OOL)在这类语言中，可以把数据和处理数据的过程

结合为一个对象。对象既可以像数据一样被处理，又可以像过程一样描述处理的流程和细节。

面向对象的数据库 (OODBS) 把对象作为存取和检索的单位，把传统数据库中的数据定义语言 (DDL) 和数据操作语言 (DML) 融为一体，这种概念，也是构成语义数据库和知识库的基础。

面向对象的智能程序设计 (OOIP) 把知识系统中的智能实体作为对象。一个对象所具有的知识是该对象的静态属性，一个对象所具有的知识处理方法则是该对象的智能行为的体现。

面向对象的体系结构 (OOA) 能支持对象的描述、存取和处理的计算机体系结构，如一些多机系统、神经网络计算机及连接机制等都在试图支持 OO 程序设计和 OO 软件系统的概念。

此外，还有

面向对象操作系统 (OOOS)

面向对象软件工程 (OOSE)

面向对象智能决策支持系统 (OODSS)

面向对象多媒体系统 (OOMS)；

面向对象地理信息系统 (COGIS)；

面向对象仿真技术、面向对象程序设计范式、面向对象虚拟现实 (Virtual Reality) 技术等。

面向对象数据库

面向对象的数据库系统，常简称为面向对象数据库 (OODBS)。一般认为，一个 OODBS 首先应是一个数据库管理系统 (DBMS)，同时又必须具备 OO 的特征。

阿特肯森等人于 1989 年在第一届国际演绎数据库和 OODB 会议上发表了题为《OODB 宣言》的论文。该论文概括和总结了 OODBS 的一系列特征，并将这些特征分为“必备”、“选修”和“开放”三类。此论文的观点是，只有具备下列所有“必备”特征的 DBMS 才称之为一个 OODBS：

支持对象标识符 每个对象都有一个对象标识符，对象之间能根据对象标识而相互区分；

支持复杂对象；

支持类和类型；

支持封装性；

支持类或类型的层次结构，以获得类的继承性；

支持重置、过载和联编；

计算完备性 OODBS 的 DML 应具有足够强的表达能力。可以表示所有可能的可计算函数；

可扩充性 系统应提供定义新类型的机制，用户定义的新类型与系统预定义的类型之间没有差别，具有完全相同的操作方式；

支持持久性 对象的存活期与创建它的进程无关，对象的持久性不应依赖于其类型，每个对象都可（不经显示的转换）变成持久性对象；

提供二级存贮管理 包括索引、聚簇数据管理、对象缓冲、存贮路径选择和查询优化等，使对象的物理存贮组织形式对用户透明；

(11) 支持并发性 使得 OODBS 中的对象可被多个用户共享而不影响其一致性和完整性；

(12) 支持数据库恢复 包括从硬、软件故障中恢复的机制；

(13) 系统提供一种高级的独立于应用的查询功能。

而像多重继承、类型检查、分布处理、事务设计和版本控制等则属“可选类”特征。

现已有好几十种 OODBS 正在设计和开发和和使用，比较著名的是 ORION，Gemstone，Vbase，Staticce，IRIS，Jasmin，ENCORE/Observer，POSTGRES，AVANCE，OZ+，EXTRA，WOODBS 等，其中一些已商品化，一些还处在研制和细化阶段。

MCC 的 ORION 系统设计了三个不同的原型系统；O-RION—1，ORION—ISX 和 ORION—2。其中 ORION—1 在单机上运行，ORION—ISX 是一个客户/服务器系统；O-RION—2 是一个分布式数据库系统。

ORION 系统已用 Common LISP 在 Symbolics 3600LISP 机上实现，现已移植到 SUN 工作站上。ORION—1 可以在单个 SUN—3 和单个 Symbolics 工作站上运行。O-RION—ISX 和 ORION—2 则运行在 SUN—3 的局域网上或 Symbolics 工作站的网络上。图 1 给出了 ORION 系统的主要子系统。图 2 给出了 ORION—ISX 结构的一种情况。

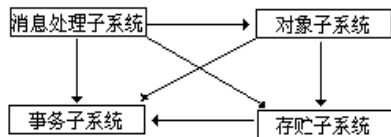


图 1 ORION 系统的主要子系统

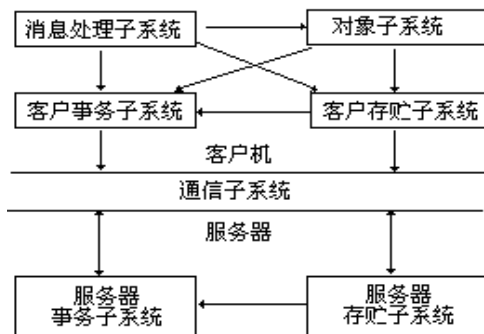


图 2 ORION—ISX 结构

图 3~5 分别给出了对象子系统、事务子系统和存贮子系统的概貌。其中消息处理子系统接收并管理发送给系统的所有消息。



图 3 对象子系统

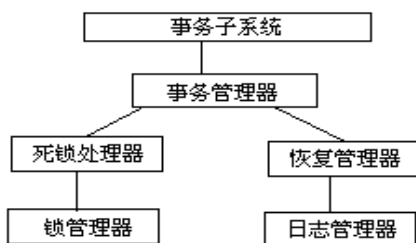
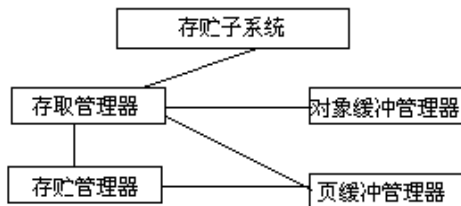


图 4 事务子系统

对象子系统提供若干高级数据管理功能，包括：模式管理、查询优化、长数据管理（包括文本查寻），并支持可版本化对象、复合对象和多介质对象。事务子系统提供了保护数据完整性和一致性的机制，它分别利用锁机制和日



志来协调并发对象的存取和提供恢复功能。存贮子系统管理对象的持久存贮，控制二级存贮器与主存缓冲池之间的对象流，管理磁盘上页面的分配和释放，在缓冲池中查找和存放对象，并提供索引机制，以提高查询处理的速度。

OO 方法在 80 年代的研究热潮比 70 年代的结构程序设计有过之而无不及，已被称之为 80 年代的结构程序设计。

对象既可以像数据那样被处理，也可用来描述数据处理的流程和加工过程；OO 方法对于软件工程学面临的困境和人工智能所遇障碍都是很有希望的突破口之一，因而引起了计算机界的极大重视，现已成为 90 年代的热门课题。

从程序设计方法来看“对象 + 消息”的范式极有可能取代“数据 + 算法”的范式而成为 90 年代软件开发的主流技术。

10. 全球第一大网——Internet

随着计算机的普及和应用，先进的通信技术改变了计算本身的模式。既然有了先进的通信网络，人们开始思索：为什么不把应用系统、数据、存贮器、甚至部分信息处理工作都放到网上去。这样，终端用户的负担都可大大减轻。目前常驻在 PC 上的许多功能就可以移到网络上去，终端用户只要在自己的 PC 机上保留最低限度的、体现自己特点的一些功能就行了，从而使购买、维护和升级等方面的费用大大降低。在这种模式下，终端用户不必经常将自己的 PC 机升级来获得更多更好的功能，也不必为操作系统的兼容性而苦恼，更不必经常去购买和安装层出不穷、日新月异的应用软件。当你从一个网络转移到另一个网络上去时，也不必把自己的软件和硬件作任何更新换代。在这种模式下，网络“屏蔽”了许多复杂的技术问题，终端用户只要能与网络连通，你就能完成自己的任务，这就为计算机的普及、尤其是进入家庭，创造了必要的条件。“以网络为中心的计算”时代的到来，是时代发展的需要，也是历史的必然。

Internet 是当今世界上最大、最流行的计算机网络，更准确地说，它实际上是一个网络的网络（网际网），是一个把成千上万个不同国家不同个人的计算机或计算机网络连接在一起，通过一个名叫 TCP/IP 的通信协议相互进行会话的网络。全世界已有近 5 万个计算机网络接入 Internet，直接接入 Internet 的国家和地区达 90 个（我国于 1994 年 4 月加入 Internet）。在 Internet 上通过电子邮件（E-Mail）或通过网关接入的国家和地区达 156 个，而且每月还以 15~20% 的速度在增长。鉴于它已有这样高的普及率，美

国许多人都主张在 Internet 的基础上建设“信息高速公路”，或干脆把它作为“信息高速公路”的雏形看待。

Internet 源于美国国防部 1969 年资助建立的 Arpanet，1983 年国防部将其分为军用和民用两部分。民用部分划归 NSF（美国国家科学基金会）管理，主要供科研和教学使用。自 1983 年在 Arpanet 上实现 TCP/IP 协议后，以及随着 TCP/IP 协议的标准化，Arpanet 的规模不断扩大，不仅在美国国内有很多网络与 Arpanet 相连，而且世界上很多国家通过远程通信，并采用相同的 TCP/IP 协议，将本地的计算机和网络连入 Arpanet，致使 Arpanet 的规模迅速扩大，最终成为世界上最大的互连网 Internet。

TCP/IP 是英文 Transmission Control Protocol/Internet Protocol 的缩写，意为：传输控制协议/网际协议。也就是说 TCP/IP 是通信双方必须遵守的一个网络协议，只要遵守这种协议，就允许一台计算机与 Internet 或其它网络上的计算机交换信息。TCP/IP 与 Internet 的关系是密不可分的，它是 Internet 的通信协议。它采用把信息打包的方法来简化各种不同类型的电脑之间的信息传输。因此，所有的计算机或网络若与 Internet 相连，就必须遵守这一共同的通信协议。

Internet 具有一种非常重要的特性——资源共享。正是这一特性让国界、洲界、地界消失于无形之中，缩短了人们的时间与空间距离；也是这种特性使计算机与计算机、计算机与网络、网络与网络之间可以彼此连结起来，互相使用彼此的传输线路、计算机硬件以及各种系统软件和应用软件。

Internet 提供了多项资源和多种多样的服务设施。一般来讲，Internet 提供了 E-Mail（电子邮件）、Telnet（远程登录）、FTP（远程文件传输）、TALK（交互对话）、WWW（全球信息网）等资源和服务设施。Internet 的主要用途有以下几方面：

第一，用于发送电子邮件，还可同时向有关人员发送同一内容的邮件，也可召开分散于全球各地成员的电子会议，通过瞬时交换电子邮件来研究工作。

第二，用于发布电子新闻。例如从日本发布一条新闻，15 分钟就可送到欧美各国，24 小时便可送到世界 100 多个国家。利用这一功能可以交流学术论文、报告、软件等。

第三，用以检索信息，这是最受欢迎的用途，因为借此可以获得无所不包的信息。

第四，可以进行远程登录，这样，用户可以使用接在 Internet 上并位于远距离处的计算机资源。

第五，可以提供商用数据，如报价、行情、市场信息等。

现在已能通过电话线访问 Internet，今后还要求能够通过蜂窝移动无线通信来访问 Internet。另外还要同 CATV（有线电视）相连接，使其能向每一个家庭提供服务。同时，正在加快多媒体化，使其也能提供最有魅力的 VOD（录像点播）服务。

1994 年初，当我国正式与国际 Internet 网相联时，我国还只有北京的两条独立的 64K 专线和大约几千个科技界个人用户，之后的一年多里，我国又正式开通了邮电部的 ChinaNet 网和教委的 CERnet 网，分别以 256K 和 128K 专线作为国际出口，允许个人申请入网，出现了一批新的中国 Internet“网络公民”。

由于我国通信的国际出口规定在北京与上海两地（广州待批），目前北京有五家专线直通国际 Internet，它们是邮电部的 ChinaNet、教委的 CERnet、科学院的网络中心、高能物理所和北京化工大学。后两家都是由于自身国际合作的需要而开通的专线。另有若干外企机构的专线供其内部使用（如 IBM、HP 公司等）。由国务院委托的“国家经济信息化联席会议办公室”建议教委网作为负责所有大中学校的联网，域名定为·edu·cn；科学院负责各科研机构的联网，域名定为·ac·cn；邮电部为·net·cn；电子部的金桥工程为·com·cn，作为公司企业界的联网域名可能另开通一条不小于 256K 的国际出口专线。目前中国的域名地址资源依然在日本的 Internet 亚太网络信息中心（APNIC），“联席办”正在交涉将其移至中国的网络信息中心（CNNIC），这个机构拟命名为“中国 Internet 联合管理委员会”，吸收多方面的专家和负责人参加。

由于 Internet 对科研、商业及社会带来的巨大冲击，“上 Internet 网”已成为一个热门话题。个人联网只要到联网单位的计算机上申请一个帐号，而单位联网只需租用专线与有关部门挂上即可。教委网 1995 年内已实现以清华大学为国际出口，八大城市的八所大学分别用 DDN 或 X·25（光纤网或分组交换网）相互联通，进而完成了 1996 年的“百校联网”计划。科学院在完成 12 个分院联网的基础上，现已实现了“百所联网”计划。“双百计划”将掀起我国 Internet 联网高潮。国家通信网的支撑在邮电部，Chi - naNet 有其自身行业的优势。DDN 网和 X·25 网分别由邮电部 ChinaDDN 和 Chinapac 经营。北京地区的 ChinaNet 已有 1700 多个个人用户，1996 年底用户面将覆盖全国所有经济发达的城市。金桥网又称国家公用经济信息通信网，主要以空中卫星与微波连接为手段，将作为覆盖全国的又一公用网，1995 年已开通 24 个省市，并准备新开通一条速率从 256K 到 2 兆比特的卫星信道国际出口。

Internet 又称国际信息高速公路，它是以数以万计的计算机网络组成的一个全球性的巨型信息系统。该网就像一个每天 24 小时运转的特别“有线电视网”，每个用户既可收看世界各行各业的信息、浏览风光名胜、购买商品、学习知识和技术，又可以自身编制节目向全球播放，或组织世界性的沙龙、学术研讨会，或求助求援，甚至可以进入白宫发表高见。这无疑是对世界经济和人民生活巨大冲击。

1994 年中科院高能物理所首先在 Internet 上创建了多媒体展示栏目 China Home Page，该栏目一直承担着我国政治、经济、文化、艺术等方面的对外宣传工作，在一年多的试运行期间取得了很高的收视率和很好的国际反应，成为网络上中国的代表栏目。现在高能物理所与国外合作在 Internet 上开辟了中国之窗 China Window，进一步宣传我国的政治、经济、文化艺术、科学和企业最新进展，并为国内企业单位和个人制作 Home Page（用户专栏）在 Internet 上发布，从而让国内的用户在网上与世界见面，将业务扩展到全球，跨入超级信息时代。

由于 Internet 的建网原则是彻底的自由和开放，所连接的计算机网络不应受任何限制，所有的信息都是自由的，不受任何权力机关的管制。因此，对网络用户行为的管理变得日益困难。各种各样的人都想通过 Internet 来达到自己不同的目的。学者想通过它进行学术交流、公司想通过它赚钱，政治家想通过它宣传自己的政治观点，色情作品的作者想通过它不受限制地扩大影响，教师和父母希望孩子们通过它获取有用的知识而不受毒害，政府则想

控制它而不被用于进行非法活动。随着 Internet 网的迅速扩大，非法入侵活动也愈演愈烈。国际上把非法入侵者叫做“黑客”（Hacker）。黑客利用自己掌握的计算机技术频频作案，或诈骗钱财，或篡改数据，或窃取情报。例如，黑客通过自己设计的软件窃取美国国防部计算机系统里的几百个用户名、帐号，以及弹道导弹研究、新式武器研制方案等各种绝密资料。计算机犯罪与抢劫银行一样可获暴利，但却比后者安全得多。利用 Internet，身在纽约的不法之徒袭击东京银行并不比袭击纽约的银行多费气力。黑客们每次作案的手段“高明”，进行多种伪装，并能通过网络转嫁犯罪责任，嫁祸于人，使人们很难找到案犯。

由于 Internet 非常自由，所以为个人制造假新闻、假信息提供了方便。因为这里没有新闻审查和核实机构，什么样的新闻都可以通过它传播，而且其传输速度和传输范围都大大超过传统的新闻媒体，因此所造成的恶劣影响将更大。

随着信息高速公路的建立，多媒体应用的普及，电子出版物、远程教育、VOD 将得到日益广泛的应用。因此，发展中国家的文化将更容易受到发达的西方国家文化的冲击，就连法国这样的西方文化大国也担心自己的民族文化会被美国文艺作品所淹没。另外，一些情趣低下、唯利是图者还在 Internet 上传播形形色色的色情作品。在 Internet 上于 1994 年发表的第一部电子图书就是以性为主题的。因而需要更有效的手段和方法来阻止色情作品在 Internet 上泛滥。

可见，Internet 固然是个信息宝库，对促进各国科技、经济、教育的发展和人民生活质量的提高起了巨大作用，但它的负面影响也不容忽视。这已引起各国特别是发展中国家的关注。

目前，主要从三个方面来对付这些问题。第一、采取法律手段制止和惩罚利用 Internet 进行的犯罪。第二，通过技术手段进行防范，如对商业用户采用特别信用卡核准、数据编码加密等，对政府保密的计算机系统采取与 Internet 隔绝的措施，如防火墙（Fire Wall），阻止非法入侵者，以确保其安全。第三是增强用户的安全意识，如应设计更精巧的口令系统、经常变换口令等。美国政府拟计划建立一个专门机构，扮演“信息高速公路警察”的角色，以维护网络信息的安全性，打击非法入侵者。

Internet 的广泛应用和迅速发展极大的促进了世界各国大力发展本国的信息高速公路。但究竟什么是“信息高速公路”呢？简言之，“信息高速公路”是在主干线上由光纤、卫星通信与微波通信构成的高速传输通道和在主干线与用户之间由同轴电缆、铜线及电话线传输系统构成的中、低速传输通道所组成的大型数据化的信息网络。它将是一个主体的、多层次的、全球性的高速信息网络，通过几十个空中卫星组成的高速信息通道，将东半球与西半球、不同制度的国家、不同肤色的人种联系起来。它消除了时空的界限，可使全世界的人们相互对话、增强了解。

“信息高速公路”四通八达，能将政府、企业、学校、银行、商店、医院乃至家庭都联系起来，利用多媒体技术，进行文字、声音、图形、图像的传输和交换，彼此进行信息共享。各用户之间无论远隔万水千山，都会给人一种天涯若比邻的感觉。这是一个可以对世界的政治、经济、文化和社会生活的各个方面产生巨大冲击的高新科学技术，对人们的工作和生活产生极大影响的变革。

届时，人们身在家中通过电脑便可浏览世界各地的报刊杂志，也可查看各国图书馆的图书资料和声像制品；不用去商场就可清楚地了解到每种货物的价格，亦可在瞬间从北京的王府井“逛”到美国的好莱坞。科学家们坐在电脑房同世界各国的同行交流情况，研讨问题，共同设计人类美好的未来。各国政府首脑通过“信息高速公路”随时磋商，以便求同存异、消除分歧，把和平与发展这个人类共同的主旋律演奏得更加和谐、动听。

正因如此，当美国提出兴建这个“世纪工程”之后的短短几个月内，日本、欧洲、加拿大、巴西、新加坡等许多国家纷纷效仿，全力兴建本国的“信息高速公路”。我国亦不甘示弱，似时不待我的精神，拉开了建设我国自己的“信息高速公路”的序幕。

为了迎接本世纪末第二次信息革命，逐步缩小与世界上发达国家的差距，为 21 世纪经济起飞作好准备，我国政府提出重点建设“三金”工程，即金桥、金关和金卡工程。

“金桥”工程，也就是国家公用信息网工程。它以卫星基干网等多种通信手段，连接各部门的专用网，组成的全国公用信息网络，为“金关”、“金卡”工程及各部门、各单位建立信息业务系统提供一个技术上比较先进、经济上比较合理的公用信息通道。这个信息网同时使用邮电部的数字数据网（DDN），并与邮电部的分组交换网（CHINAP-CA）互为备用。它可以完成数据、话音、静止图像的传输等等，它既是一个综合业务数据网，能为用户提供至少 144Kbit/S 数据通道，又是一条公用信息的中速“国道”。这项“金桥”工程的目标是建立一个覆盖全国、与国务院各部委，并与 30 多个省市、自治区、400 个中心城市，首批 1000 个大型企业联结的国家公用经济信息通信网。

“金关”工程，也就是国家对外经济贸易信息网工程，将外贸部门的信息系统实行联网，代替传统的手工作业。通过网络交换信息取代以磁介质作为交换信息的方式，推广电子数据交换（EDI）业务，解决进出口统计不及时，不准确，以及在许可证、产地证、配额、收汇结汇、出口退税等方面存在的弊端，达到减少损失的目的，进而实现通关自动化，并与国际 EDI 通关业务接轨。“金关”工程的设想是：国家公用信息网络以卫星为主，与邮电系统的公用数据网互为备用，与各部委、各省市的信息数据专用网相连相通。以便把分散的各部门、各省市、各单位的专用信息分支联成一体。

“金卡”工程即电子货币工程，就是要推广使用信用卡。它是我国金融电子化建设的一项重要内容。金融电子化主要包括银行清算系统，联网信息系统和柜台业务系统以及个人信用卡、储蓄卡。电子部牵头负责这项工程，就是要推广使用“信用卡”和“现金卡”两种金融交易卡。金融交易卡也称为电子货币，它是以计算机、网络通信、电子金融机具、电子化商业机具等为基础，以各种卡为介质，以电子信息转帐方式实现的一种货币流通形式。它的实现将为我国金融行业，特别是支付体系的革命性变化，注入新的活力。

“三金”工程第一期以“金关”工程（联网）为主体和起步，解决“金桥”和“金关”工程共用和网控中心和 EDI 增值业务网交换服务中心及地面卫星站等问题，用大约一年左右的时间，实施并完成“金关”工程，同时逐步完成与金融信息专用网等工程的互连和接轨；与国家信息中心有关信息部门互连，与有关大企业相连；为若干急需部门建立卫星小站等。第二期实施金卡工程，打算用 10 年左右的时间，在联通完善全国金融业务信息网的基础

上，在全国各大中城市广泛实现持卡金融交易，从而使资金周转速度和利用率提高 3—4 倍；全国税收管理信息系统将使 35 个中心城市、420 个大中城市，1200 个县城的三亿人口实现凭卡纳税、卡上结税等。因此“金桥”工程是依靠“金关”和“金卡”工程启动的。

未来的时代是“以网络为中心的计算”时代，而 Inter-net 将来就要在这样一种“以网络为中心的计算”的模式下运转，为实现这一点，还得借助在 1995 年出现的两项崭新技术：一是 Internet PC 机的普及；二是 JAVA 语言的推广，为踏上全球信息高速公路作好充分的准备。

“信息高速公路”是人类通向廿一世纪之路，是人类的未来之路、幸福之路。

11. 人工生命

人工生命是 80 年代后期开始兴起的一个新的学科领域，也是计算机科学与技术继人工智能之后出现的新的发展方向之一，虽面世不久，但显示出巨大的生命力。

首先提出“人工生命”概念的是美国洛斯·阿拉莫斯国家实验室的克里斯·兰顿博士。他在 1987 年指出：“生命的特征在于具有自繁殖、进化等功能。地球上的生物只不过是生命的一种形式，只有用人工的方法，用计算机或其它智能机械制造出具有生命特征的行为并加以研究，才能揭示生命的全貌。”正是在这种思想的推动下，科研人员才开始了人工生命的研究。

人工生命的研究以计算机为工具，对实际的生命行为和生态系统进行机器的模仿。信息模型的模仿、理论层次的模仿，并以此为出发点，深入进行生命奥秘的探索。

人工生命的研究领域非常广泛，它涉及生命的起源，分子的自聚合，胚胎的发生、发育、生长、分化、自复制、动物的行为，昆虫群的动力学，生物的进化、物种的形成、生态动力学和语言——社会——文化的进化等生物现象，从中找出共性的东西，并在计算机上人工地再现。通过研究，不仅可以再现地球上现有的生命体，而且可以进一步探索未知及可能的生命存在的形式。可见，人工生命的研究是现代科学中一系列学科相互交叉、互相渗透的结果。

人工生命的研究方法大致分为两类。一类是生物体的内部系统，如脑神经系统、免疫系统，遗传系统、酶与代谢系统等。另一类是生物的群体及其宏观行为等外部系统，包括生物的环境适应系统、进化系统等。人工生命的研究离不开计算机，其生成算法尽管种类很多，但不外乎“模型法”和“动作原理法”两种。前者是根据生物体内部或外部系统所表现出来的生命行为的信息来建立模型。后者则是通过生物自律性行为为特征的原理，来重建人工生命。

由于人工生命是计算机与生命科学及有关的学科相互渗透交叉形成的，因此，研究人工生命的计算理论与算法，有助于揭示生命的全貌及探索生命的起源，为生物学研究提供了新途径。例如，在自然界，并不聪明的昆虫却能适应复杂的环境。在下一代机器人的研制中，将研究如何效仿昆虫的智慧，用简单功能的机器人来完成复杂的工作。

日本索尼公司计算机科学研究所开发出能进行分裂与繁殖的机器。美国

MIT 多媒体实验室研制了类似于昆虫的六足机器人。这种机器人采用了类似于条件反射的控制方法，无需高性能的处理装置就能适应环境。目前，人工生命已经大大超越以前生物领域中对现有生物进行改进（例如利用基因工程）的人造生物构架，而是研究如何建立具有生命特有自律行为的系统，这种系统拥有自律分散性和自学的特性。

人工生命的研究依靠用计算机再现的有效方法，使之有可能对未知、未来的生命现象进行探索。从这一方面考虑，人工生命的研究比人工智能更具生命力。

日本京都 ATR 实验室的科研人员正在研制一种人造大脑，据称，这种人造大脑将于 2001 年问世。人造大脑将由 1 百万个人工神经元组成。它将采用神经网络的方式安装在大型并行计算机中。为了建造如此复杂的人造大脑，研究人员采用了一种“网络自动生成技术”。实际上，这种技术是由许多各自不相同的计算机软件组成，而每一软件都能“生成”自己的遗传因子锁链。科学家把它称之为“进化工程技术”。在网络中，“机器细胞”可通过神经键发出“生长信号”使其神经网络“生长”。目前已完成人造大脑逻辑结构的二维工程，不久将进行三维连接。由于人造大脑的神经网络具有自我“进化”的结构，人们把它称为是一种“达尔文机械”。

英美两国组成的研究小组正在研究一种能把人类思维转换成电脑语言的“植入片”。在颈部后面装有微型芯片的电脑人将直接与电脑沟通。这一研究的原理是利用人脑 500 亿个神经细胞在每次神经活动中留下的痕迹来解读出人类的思维。

把微电子部件植入患者大脑内，使其恢复身体某一部分的功能，这种“人脑修补术”已成为现实。近二年内，全世界已有一万多名患者接受了这种脑神经修补手术。最常见的是在双耳失聪者的耳蜗内植入一个微型电子部件，失聪者便能恢复听觉。这种颅内植入手术也能使盲人恢复部分视觉，使癫痫病患者减少发作次数或使瘫痪者恢复部分功能。高科技已能使植入人脑的微电子部件进行“思考”。例如瘫痪病人想抬起右臂，这种思想通过传感器发出电波向埋在肩部的处理芯片发信号，芯片立即向植入右臂的数十个电极传递复杂的指令，于是与各电极相通的一组肌肉纤维立即作出收缩反应，右臂便随之抬起。当然，目前这种手术费用相当昂贵，不过它为脑疾患者带来了福音。

最近，美国的计算机专家研制出了一种能辨认人脸的计算机。这种计算机可以在人群聚集的地方，如车站、码头、机场等寻找走失的小孩，搜索在逃的罪犯。只要人或照片经过计算机的辨认，那么描述该人外貌特征的全部数据便能自动录入计算机内，将这种计算机安装于人群密集的地方，一旦要寻找或搜索的人在人群中出现，它马上会辨认出来，并同时发出警报信号，即使被搜索者长出了小胡子，也逃不过该计算机的“火眼金睛”。实际上，会认人的计算机由许多神经元组成，并依靠这些神经元对人进行辨认。在辨认的过程中，它将每个新面孔与整个存贮库比较，如新面孔与存贮库内的某个“面孔”参数相同，它就立即作出反应，“认出此人”。这整个过程只需要 1/10 秒的时间。

12. 兴风作浪的电脑黄毒

随着电脑的日益普及并逐渐步入家庭，黄色软件在电脑圈兴风作浪、来势凶猛，成为危害社会的“高科技”黄色毒瘤。

从上海到伦敦，从东京到纽约，这股危害社会、毒害着青少年的“高科技”黄毒像乌云弥漫在计算机和电子游戏上，全世界的教育家和家长们都为青少年的身心健康而深深忧虑。如何截止这股黄毒的蔓延，清除孩子们精神天空上的乌云，还给孩子们一片纯净的蓝天，是每个有良知的人应该认真思索的问题。如何把这些精神鸦片拒之于市场门外，也是每一个软件开发工作者义不容辞的责任。

目前电脑黄毒的表现形式繁杂，五花八门、形形色色、应有尽有。整部头的黄色读物被制成“光盘杂志”供电脑爱好者作为“名著”来“欣赏”；一些录有色情裸体图片的软件冠以“人体艺术”、“明星写真集”的名目，赫然出现在广告或软件目录上，供“电脑发烧友”花钱“交流”；还有一些公司制作一些“超级色情动画”软件供电脑玩家有偿“试用”，并在其软件目录上大书“儿童不宜”云云……

由于电脑磁盘、光盘极易大量快速复制，成本低廉，加之电脑显示器分辨率极高，色彩逼真，图像放大、缩小、裁剪、重复播放、打印等功能一应俱全，使一些缺乏自控力的青少年极易受到黄色软件的侵蚀和毒害，更易被不法分子利用，制成画册、图书等黄色出版物，进行二次传播。而且作为寄生在高科技之上的毒瘤，黄色软件极尽加密、压缩、网络传播之能事，更使其危害性、隐蔽性较其他黄毒有过之而无不及，增加了打击清扫这一社会公害的难度。

面对猖獗的电脑黄毒，只有一个办法——彻底清扫、坚决铲除！同时多推出一些科学性、知识性、趣味性、观赏性、娱乐性较强的集图、文、声、像和动画于一体的喜闻乐见的电脑软件精品，占领电脑市场，不给黄毒以滋生的土壤。

构建灵活实用功能强大的教育软件开发平台，是解决电脑黄毒问题的一条有效途径。只有开发出图文、声像并茂的教育软件，才可能防患于未然，从根本上消除挂教育软件的羊头、卖暴力色情狗肉的精神垃圾的出现。才有可能从根本上控制有暴力色情内容的软件出现，抑制这股电脑黄毒的污染。

武汉大学软件基地为此作了卓有成效的工作，研制并开发出了覆盖面极广的系列多媒体智能教育软件。只有多出快出这样一些“红花绿叶”才能抵制并最终消除黄源。开发教育软件是新时代的希望工程，是精神领域内的一项重要举措。孩子们能否在一片纯净的蓝天下数星星、数月亮，青少年能否有健康净化的精神食粮，寄希望于时代的教育家和我们的软件开发工作者。希望我们不要辜负他们那一双双深情明亮的眼睛，无愧于人类的下一代，无愧于世界的未来！

13. 无孔不入的电脑病毒

计算机病毒是一个越来越引起人们普遍关注的问题，曾几何时，计算机病毒像瘟疫一样，席卷全球，令世界计算机工作者惊惶失措、谈虎变色。

“病毒”本来是使人或动、植物致病甚至致死的微生物，怎么会与无生命的计算机联系起来呢？原来，某些计算机软件（计算机程序）能够在计算机内不断地进行自我繁殖和逐步扩散，造成种种不良后果，危及计算机系

统的正常工作，就像病毒在生物体内繁殖导致生物生病一样。人们把这种情况形象地称之为“计算机病毒”。

真正的计算机病毒，一般认为是 70 年代末首先发生在美国电报电话公司的贝尔（Bell）研究所。也有人认为大约在同一时期，首先是由美国施乐公司的帕洛阿尔托（Alto）研究所的研究人员在试验开发中制造出计算机病毒的。不管是哪一种说法，美国是计算机病毒的发源地这一点是没有疑问的。事实上，计算机病毒的概念是由美国的 F·Co-hen 于 1987 年首先提出的。他对计算机病毒的定义是：一个能够通过修改程序，并把自身的拷贝包括在内去“传染”其它程序的程序。根据这种“传染”性，“病毒可以侵入到整个计算机系统，使其受到感染，而每个受感染的程序又可能成为一个病毒，继续传染病毒给其它程序，直至整个系统“坏死”。即病毒程序的关键性质是它具有传染性。

此外，以下三种能危及计算机工作的现象也称为计算机病毒：“逻辑炸弹”，“陷阱入口”和“特洛伊木马”等。

“逻辑炸弹”是由写程序的人有意设置的一小段程序，它经过一段时间后会便会造成破坏数据和其它程序的恶果；或是通过输入某种触发信号而起爆。

“陷阱入口”也是由程序开发者有意设计的一种小程序，只有开发者本人掌握它的“秘密”，使该程序能完成特定事务处理，而别人则会被该程序引入歧途或进入死循环。

“特洛伊木马”是借用古代特洛伊战争中，把士兵隐藏在木马中进入敌方城堡，出其不意攻占城堡的故事，来比喻某些有意骗人犯错误的程序。这也是由程序开发者开发的一个表面上很具有吸引力且显得可靠的程序。但使用者使用一段时间或一定次数后，便会出现各种问题甚至产生巨大故障。

其它与计算机病毒有相似性概念的还有：蠕虫、后门、核心战、数据欺骗、意大利香肠术、寄生术、异步攻击、超级冲杀、数据泄漏、线路窃听、截获电磁辐射信息等。

近几年来，世界上发生了多起较有影响的计算机病毒案例，造成了十分严重的后果，下面仅介绍其中的一部分。

美国一家计算机公司的一名程序员被公司辞退后，决定对公司进行报复，在辞退的当天晚上他回到公司输入了一个程序，使公司的计算机“发病”。结果该程序五年之后才发生作用，造成该公司的整个计算机系统混乱，无法正常运转，损失惨重。公司的计算机专家费了九牛二虎之力才把这个程序找出来。另外有一个在某银行工作的计算机职员，在银行的电脑系统中输入了一个“若辞退我，会计系统则会紊乱”的程序。结果在他被该银行辞退后，不仅该银行的会计系统发生紊乱，而且所有与这家银行联网的部门也都出现了紊乱，致使储户们几乎全部跑到别的银行去了，造成银行濒临倒闭。

自 1987 年以来，美国一些不法的“计算机入侵者”以个人计算机通信为媒介，利用称之为“特洛伊木马”的计算机病毒程序，进行破坏活动。他们在电子显示板上显示极富诱惑力名称但破坏性极强的程序。当使用者通过网络将其引入个人计算机时，使用者的计算机软件即遭破坏。该病毒程序的传染力极强，每使用一次程序便自行增值一次，因而危害性很大，不仅破坏个人计算机用户的软件，而且还以较快的速度侵入到相连网络内，造成更大范围的破坏。

1987年12月，世界头号计算机公司IBM的工作人员发现计算机病毒已入侵该公司在坦帕的信息广播网，致使计算机的屏幕本应出现有关圣诞节内容的信息，却重复出现毫无意义，谁也看不明白的画面。不但美国，连以色列的赫布来大学也在同一时期遭到这种病毒程序的侵入，造成多年收集整理资料全部报废。

1988年12月1日晚，美国国防部高级研究计划署的ARPANET网上的电子计算机突然工作，异常终端屏幕上显示出许多杂乱无章的符号。ARPANET网连接有几百个大学、研究中心、公司、军事基地和国防部研究机构的上万台计算机。与该网络相连的全国军用、民用计算机网络——东起麻省理工学院、哈佛大学、马里兰海军研究实验室、马里兰大学，西到加利福尼亚大学的伯克利、圣地亚哥分校，以及弗吉尼亚的太空总署研究中心、斯坦福大学国家研究所、兰德公司研究中心的计算机网，都同时出现了故障，整个网络瘫痪了24个小时，使正在进行科研工作 and 经营活动的工作人员陷入一片忙乱而又无可奈何之中。与此同时，网中计算机上的快速扩散性病毒程序还在不停复制杂乱信息，让这些毫无意义的符号通过电子邮件方式提供给相连的网络，致使它们也相继发生紊乱。当晚，国防部成立了一个应急指挥部，处理这起病毒袭击案，着手调查并协同全国数千名计算机专家研究并展开“消毒”工作。据统计，这次病毒侵害造成上千万美元的直接经济损失。而对各大学、科研院所研究工作的影响则难以用美元来计算。由于ARPANET还与国际上其它国家的计算机网络相连，因此，其“病毒感染”还波及到美国国外的一些研究机构和社会团体。这是美国有史以来，计算机系统遭受的一次最严重、范围最广、规模最大的病毒侵袭。

经查，本次病毒入侵事件是由康奈尔大学23岁的罗伯特·莫里斯所为。他是该校计算机科学系的一年级研究生，其父老莫里斯曾是政府安全部门的一位计算机安全专家。老莫里斯设计的保护Unix操作系统安全的软件，成了小莫里斯设计的“病毒程序”袭击的目标。小莫里斯声称自己的病毒程序是一个“实验性”的小玩艺，由于一个小疏忽，这个病毒程序自我复制失控，顷刻间广泛扩散。据他自己讲，造成如此严重的后果实属意外，并非其本意。“消毒”专家认为，小莫里斯电脑技术娴熟，他是看准了ARPANET网络安全方面的缺陷才下手的。11月4日，应急指挥部宣布，已经消除了11月2日入侵ARPANET网的“病毒”源，经过“消毒”，受感染的计算机网络已恢复正常。值得庆幸的是，本次“病毒”属“良性”程序，只是制造紊乱，致使计算机停机瘫痪，没有破坏或毁掉计算机的文件，而且侵害也未殃及核武器管理系统和存储重要军事机密的计算机网络。

计算机病毒程序大体上可分为四种类型：

源码病毒在源程序被编译之前插入到诸如FOR-TRAN、C、PASCAL等高级语言编写的源程序当中。

入侵病毒侵入到现有程序之中，实际上是将病毒程序插入到主程序中。入侵病毒程序难以编写，当其侵入程序体后也很难除掉，除非破坏主文件本身。

操作系统病毒工作时，用它自己的逻辑代替部分操作系统。这种病毒程序破坏力极强，甚至导致整个系统瘫痪。已知的操作系统病毒往往把大量的攻击逻辑隐藏在被虚假地标明是坏了的磁盘扇区内，其它的加载在常驻RAM的程序或设备的驱动程序中，以便隐蔽地从内存进行传染或攻击。

外壳病毒 将它们自己包围在程序的四周，对被包围的程序不作修改。外壳病毒程序较为常见，也容易编写。

从病毒的破坏意图来看，已发现的计算机病毒大致可分为两类：

良性病毒多数是恶作剧，但也有一定的破坏性或副作用。例如，IBM 圣诞节病毒，可使计算机系统每逢节日时显示“ 圣诞快乐！ ”并在屏幕上显示圣诞树的画面。

恶性病毒是有目的的人为破坏，其破坏力和危害性都很大。最常见的恶性病毒往往是毁坏数据、删除文件或对硬盘进行格式化等。

目前已发现的计算机病毒具有如下共同特点

病毒程序都是一些短小精悍、可直接运行或间接运行的程序体，可以隐藏在可执行程序或数据文件中，不易被人发现和察觉。

病毒程序具有极强的再生机制和传播性，一接触就传染。病毒程序一旦加到某个程序上面就开始寻找进行感染的其它程序。这样一来，病毒就能很快地传播到整个系统或扩散到硬盘上。

病毒程序具有依附于其它媒体寄生的能力和可潜伏性。一个编制巧妙的病毒程序可以在几周或几个月甚至几年内进行传播和再生而不被发现。

病毒程序具有可触发性。在一定的环境下接受外界条件的控制，可激活病毒程序。一个病毒程序可以按照设计者的要求，在某个点上激活并发起攻击。攻击的时间可以与多种情况联系起来：某个特定的时间或日期，特定的用户识别符的出现，特定文件的出现或使用，特定事件的发生以及一个人名或一个文件或一个程序的使用次数等。

计算机病毒防治方法

计算机病毒的危害性和破坏力极大，小巧的计算机病毒可使大型计算机系统或计算机网络陷入瘫痪。这也反映了当今计算机系统的脆弱性。当今的计算机病毒使用时不留痕迹，其主要攻击目标是操作系统，主要破坏目标是磁盘存储器。因而，引起了人们的高度重视，并采取了多种防治措施和防范对策。弗莱德·科恩还从理论上提出了防治计算机病毒的四种方法。

基本隔离法 只要系统存在信息共享，就有病毒传染的危险性。取消信息共享，将系统“ 隔离 ”开来，病毒就不可能随外部信息传播进来（当然也不会把系统内部存在的病毒传播出去）。这是一种防治病毒的基本方法。但由于这种方法以取消信息共享、限制相互交往为前提，因而不大实用。

分割法 根据某信息流的传递关系，可把用户划分成与此信息流关系密切的闭合子集和非闭合子集，系统也就相应地被分划成多个独立的子系统。这样，病毒只可能在某个子系统中传播，而不会在各子系统之间相互感染。

流模型法 对信息流过的距离设立一个阈值，以此建立一个防卫机制，使用超过某一距离阈值的信息，就可能存在某种危险。

限制解释法 任何固定的解释模式都不会被病毒感染，但由它解释并采取了写作的程序则可被感染。例如：计算机微码系统是固定的，但由它所解释的机器码程序则可被感染。因此，对程序语句的解释进行某种限制，可起到一定的预防病毒传染的作用。

阻止计算机病毒的侵入

显然，阻止病毒的侵入比病毒侵入后再去发现和排除它要省事得多。阻塞病毒的传播途径是阻止病毒侵入的最好办法。以下都是防止病毒侵入的有效方法：

谨慎使用公共的和共享的软件；
尽量不使用不知底细的软盘；
绝不运行不知来源的程序；
绝不要把数据或程序写到系统盘上；
写保护所有系统盘和文件；
除非是原始盘，绝不用软盘去导引硬盘；
限制网上可执行代码的交换；
对新搬来的机器“消毒”后再使用。

研究有效而简便的计算机病毒防治方法是今后研究计算机病毒防治的主要发展方向。目前人们主要是研究防治计算机病毒的三种“疫苗”：一是防止病毒侵入计算机系统的“疫苗”；二是在系统中能检测病毒的“疫苗”；三是在系统中能消除病毒的“疫苗”。同时，人们还设想在编译程序和汇编程序中加入防治计算机病毒的免疫机制，使生成的可执行程序具有免疫能力。

此外，还应完善机房或实验室的规章制度，建立防止制造和传播计算机病毒的有关法规等。

三功勋卓著的电脑名家

世纪的长河用乳汁养育了人类的世世代代，也哺育了一代功勋卓著的电脑名家。

回顾科技进步的历史，人们还清楚地记得，当年多瑙河畔的一缕春风，不仅吹绿了两岸的山川原野，也给经历漫长中世纪黑暗的欧洲大地带来了科技之春，给自然科学的研究带来了一抹绚丽的朝霞。1543年，哥白尼经过大半生的研究，发表了《天体运行论》提出“太阳中心说”，叩开了近代自然科学殿堂的大门，标志着自然科学开始从神学中解放出来。其后的几十年里，意大利云集了一批批具有叛逆精神的杰出的科学家，他们在罗马建立了“山猫学会”，在那不勒斯建立了“自然奥秘学会”，在佛罗伦萨建立了“齐芒托学会”。著名的学家伽利略发现了单摆等时性定律、落体运动定律、惯性定律和相对性原理，用他自制的望远镜观察到银河系是由无数星星汇集而成，发现了太阳黑子和月亮上的群山峡谷，因此而成为近代科学的奠基人之一。此外，意大利还出现了天文学家布鲁诺、数学家塔尔塔利亚等。1666年，又一颗世界自然科学巨星在英国出现了，他就是牛顿，发现了万有引力定律和标志着牛顿力学诞生的运动三定律。恩格斯赞誉说：“牛顿由于发明了万有引力定律而创立了科学的天文学，由于进行了光的分解而创立了科学的光学，由于认识了力的本性而创立了科学的力学。”从而使英国的科学技术水平提高到世界的顶峰。经过多年的科学技术准备，为世界上第一次产业革命创造了条件。1733年杰·凯伊发明了飞梭，1768年阿克赖特发明了水力纺纱机。第一次产业革命使英国乃至全世界步入了“蒸汽机时代”。“文艺复兴”为欧洲的产业革命奠定了基础。也为一批时代的科学家诞生提供了社会环境的土壤。

然而由于欧洲产业革命的结果，大机器进入工业，提高了社会生产率，也导致一大批技术人员失业，造成19世纪末的一次大规模的人口迁移，包括科学技术专家在内的大量欧洲人涌入美国，使美国获得了历史上千载难逢的科技发展的天然契机。被誉为“划时代的科学巨人”爱因斯坦就是从欧洲逃到美国去的。他到美国以后，建议美国实施制造原子弹的曼哈顿计划。从而使美国进一步网络了一批高级科研人员，使自然科学的研究，在物理、化学、生物学等诸方面都跨进了世界先进领域。特别是爱迪生发明了电，使美国在科学技术研究上出现了突破性的进展，导致电力工业的大发展，进而油田的发现带动了汽车工业、航空工业、石油化学工业和电子工业发展。以致于1946年，欧洲大地上刚刚经历过一场前所未有的世界大战浩劫，人们还在掩埋战争伤亡的尸骨、清扫战场上的残骸的时候，美籍匈牙利数学家冯·诺伊曼和美国控制论专家维纳合作已成功发明了世界第一台电子计算机。这台电子计算机的诞生，使美国率先进入“电子计算机”时代。

历史步入信息时代，信息作为新技术时代的重要资源，也为人类的科学创造提供了环境条件。有人把冯·诺伊曼誉为“计算机之父”，因为他领导设计研制的世界上第二台电子计算机（EDVAC）比第一台计算机（ENIAC）有三处重大改进，奠定了以后各代电子计算机的基础。十分有趣的是，冯·诺伊曼投身于电子计算机研究是从他获取一个重要信息才开始的。

1944年夏天，冯·诺伊曼正在进行原子弹的研制工作，一次他在阿伯特火车站同第一台电子计算机研制的组织者格尔斯坦邂逅相遇。在相互交谈

中，他了解到正在研制 ENIAC，立即被这个新生事物所吸引，并且预见到它的强大生命力。随后他很快加入了研制计算机的行列。阿伯丁火车站获得的那个重要的信息，使冯·诺伊曼迈步于电子计算机事业，并成为他在发展计算机事业上作出历史性贡献的重要起点。

从某种意义上说，阿伯丁火车站诞生了一代伟人——“计算机之父”。

1. 冯·诺伊曼式计算机体系结构的创始人

J·冯·诺伊曼是美籍匈牙利数学家。1903年12月28日生于布达佩斯。

他先后进入柏林大学和苏黎世技术学院学习。1925年毕业，获化学工程师称号。1926年获布达佩斯大学数学博士学位。毕业后在德国汉堡大学任教。1930年移居美国，在普林斯顿大学和该校高级研究所工作。1945年任计算机研究所所长，1954年任原子能委员会委员。

他于1944年参加了由J·W·莫奇利和J·P·埃克脱领导的ENIAC计算机的研究工作，在计算机的理论和设计方面发挥了重要作用。

1945年，他发表了离散变量自动电子计算机EDVAC计算机设计方案，提出全新的措施。1946年，他与J·巴科斯等合作，提出了更加完善的计算机设计报告《电子计算机逻辑设计初探》。它是以C·E·仙农提倡的二进制、存贮程序以及指令和数据统一存贮为基础，对于现代计算机的发展具有重要的意义。

迄今为止，世界上各类计算机的基本结构大多数建立在冯·诺伊曼(Von Neumann)计算机模型基础之上。冯·诺伊曼作为美国阿伯丁试验基地的顾问参加了ENIAC机的研制工作，从中受到很多启发。1946年，他在他所领导的计算机研制小组进行计算机新方案的设计过程中，吸取了科学工作者的长期艰苦研究成果的精华，明确提出了两个极其重要的思想：存贮程序和二进制。

众所周知，任何复杂的运算都可以分解为一系列简单的操作步骤，如较复杂的乘法可以分解为一系列简单的加法操作来完成。不过，这些简单操作应是计算机能直接实现的被称之为“指令”的基本操作，如加法指令，减法指令等等。

在用计算机解算一个题目时，其基本做法是：先确定分解的算法，编制计算的步骤，选取能实现相应操作的指令，构成所谓的“程序”（一组顺序执行的指令）。如果把程序和解算问题时所需的一些数据均以计算机能识别和接受的二进制代码形式预先按一定次序存放到计算机的内存贮器中，计算机运行时就可从存贮器中取出一条指令，实现一个基本操作，以后自动地逐条取出指令，执行所指的操作，继续这个过程，最终便完成一个复杂的运算。这个原理就是存贮程序的基本思想。

根据存贮程序的原理，计算机解题过程就是不断引用存贮在计算机中的指令和数据的过程。只要事先存入不同的程序，计算机就可以实现不同的任务，解决不同的问题。可见，存贮程序与ENIAC机繁琐的外部接线法截然不同，它使计算机的编程（程序设计）发生了质的变化，极大的方便了计算机的使用。

所谓“二进制”这里是指计算机中的指令和数据均以二进制代码的形式存贮。早先的计算机为了迎合人们的使用习惯而在设计时采用十进制表示，致使计算机结构非常复杂，也阻碍了计算速度的提高和发展。精通数学的

冯·诺伊曼在其设计方案中勇敢地抛弃了使用几千年的十进制，提出了用二进制表示计算机信息的思想。二进制只有0和1两个数。容易表示、容易实现，例如可用电子器件的截止和饱和两个稳态即高电平和低电平表示。而且二进制运算规则比十进制简单得多，这样可极大简化计算机的结构，运算速度也可大大提高。可以说，如果没有“二进制”和“存贮程序”这两个革命性思想，当时的计算机技术是难以飞跃发展的。

“存贮程序”原理和“二进制”思想奠定了现代计算机设计的基础，进一步明确了计算机五大组成部分的关系。

冯·诺伊曼式计算机的硬件由五大部件组成：运算器、控制器、存贮器、输入设备和输出设备。

运算器

运算器是计算机加工处理信息并形成信息的加工厂，其主要功能是完成对数据的算术运算、逻辑运算和逻辑判断，所以有时也称为算术逻辑单元（ALU）。

存贮器

这是计算机的记忆设备，主要用来保存数据、运算结果和程序，并随时向运算器或控制器提供所需的数据或程序。因此，存贮器必须具备存数和取数功能（简称存取功能）。“存”和“取”有时也称为“写”和“读”。

存贮器分为内存贮器和外存贮器两大类。内存贮器简称内存，也叫主存，设在计算机主机内，用于存放当前要用的数据和程序。内存的存取速度快，价格也较贵，容量不可能做得太大，因而存放的信息有限。外存贮器简称外存，也称辅存，设在计算机主机之外，如磁盘、光盘、磁带等。外存存放当前暂不用的信息，待需要时才调入主存。外存价格相对便宜一些，因而存贮容量可以做得大一些，存放的信息量比内存多得多。

控制器

控制器是计算机的指挥中心，它实现各部件的联系，并控制和指挥计算机自动工作。其主要功能是自动地依次从内存中取指令；分析指令；根据指令分析结果，产生一系列相应的控制命令发向存贮器、运算器或输入输出设备，让它们执行指令规定的操作；接受执行部件发出的反馈信息，决定下一步应发布的控制命令等。

输入设备

主要用于把用户的数据和程序等信息转变为计算机能接受的电信号送进计算机，常用的输入设备有键盘、卡片输入机、扫描仪声控等。

输出设备

主要用于将计算机的运算结果或工作过程按用户所要求的形式表现出来。常用的输出设备有屏幕显示器、行式打印机、电传打印机、激光打印机、绘图仪等。

输入/输出设备常简称为I/O设备，它们统称为外围设备（简称外设）。

计算机的运算器和控制器结合在一起称为中央处理器（CPU）。若将CPU集成在一块芯片上，便构成一个微处理器。CPU和内存一起称为主机。主机相当于人的大脑，用于记忆事件，进行分析、判断、运算处理，并控制各部分协调工作，准确地完成指定的任务。外设是沟通与主机联系的桥梁，好比人的视、听、嗅、触觉器官和能进行动作的四肢躯干。外配备适当、性能好，计算机使用起来就方便灵活，反之若主机再好，若外设不“灵”、不便，

操作繁琐，可靠性差，主机也难以发挥优势。

冯·诺伊曼式计算机体系在计算机发展中一直占据非常重要的地位，他对计算机发展所作出的杰出贡献已成为科技发展史册中光辉的一页。

2. 图灵与世界计算机最高奖

A·M·图灵是英国数学家。1912年6月23日生于伦敦，1954年6月7日卒于威姆斯洛。1931年进入剑桥大学学习，毕业后留校任教。1938年进入美国普林斯顿大学学习，并获博士学位。

图灵从1935年开始研究数学逻辑，1937年发表著名的《论应用于决定问题的可计算数字》一文。文中提出思考实验原理计算机——图灵机的概念，从而推进了计算机理论的发展。

1945年，图灵进入英国国家物理研究所工作，并开始设计自动计算机。1950年，图灵发表题为《计算机能思考吗》的论文，设计了著名的图灵测验，即通过问答方式来测试计算机是否具有同人相等的智力。1951年，他被选为英国皇家学会会员。

为了纪念图灵对计算机科学的贡献，美国计算机协会(ACM)设立了可称得上是世界计算机最高奖的图灵奖，每年授予在计算机科学方面作出重大贡献的科学工作者。

D·E·克努斯是美国当代杰出的计算机科学家、是1974年图灵奖得主。

1960年克努斯在俄亥俄州的克利夫兰的凯西理工学院取得数学学士和硕士学位，并于1963年在帕萨迪纳的加利福尼亚理工学院获博士学位。1963~1968年在加利福尼亚理工学院任教，1968被斯坦福大学聘为教授，当时他仅30岁。

在计算机科学领域，他的主攻方向是程序设计语言、算法分析及计算机科学史。在数学领域中，他主要研究组合分析和数论。他已发表了几百篇论文和许多著作。他现在是国际上十多种计算机科学和数学杂志的编委，是美国计算机协会(ACM)、美国数学会、美国电气及电子工程师学会(IEEE)、计算机学会、美洲数学学会、工程与应用数学学会、斐波那契学会等学术组织的成员，美国艺术和科学院院士，国家科学院院士。由于他的杰出成就，于1971年获美国计算机协会颁发的霍珀奖，又以他所著的《计算机程序设计技巧》这部巨著获1974年的图灵奖。

《计算机程序设计技巧》全书共分七卷，此书是计算机科学的一部经典著作。

1977年的图灵奖得主巴科斯，1949年毕业于哥伦比亚大学，获学士学位，1950年获硕士学位。当年进入国际商业机器(IBM)公司工作。1952年，他领导一个小组为IBM公司初期制造的701计算机设计了快速编码系统，1953年又为该公司的704计算机设计出了FORTRAN语言。

60年代，巴科斯转到公司的沃森研究中心，参加了ALGOL60算法语言的设计工作，并提出了描述ALGOL60算法语言语法的表示法，即著名的巴科斯范式(BNF)，巴科斯范式非常类似于上下文无关文法(CFG)，后为许多其他高级程序设计语言所采用。由于巴科斯在程序设计语言、语法描述等方面的卓越成就，于1977年获图灵奖。

3. 第一台电子计算机的研制者

世界第一台电子计算机由埃克脱和莫奇利共同完成。J·P·埃克脱是美国工程师。1919年4月9日生于美国宾夕法尼亚州费城。1941年毕业于宾夕法尼亚大学莫尔学院，获电气工程学士学位，1943年获硕士学位，1964年获得该大学荣誉工程理学博士学位。埃克脱与J·W·莫奇利一起主持了ENIAC计算机的研制工作，任该研究组的总工程师。1945年年底研制成功了世界第一台通用电子计算机，此后，他仍与莫奇利合作，相继研制成BINAC计算机和UNIVAC—1通用计算机。

埃克脱是美国电气电子工程师协会(IEEE)会员。1948~1966年间在美国共获得85项专利并于1966年获美国国家科学勋章。

J·W·莫奇利是美国电子数字计算机先驱者之一。他于1907年8月30日生于美国俄亥俄州的辛辛那提，卒于1980年1月8日。1925年进入霍普金斯大学，1932年获物理学博士学位。1933~1941年在厄西纳斯大学任教。1941年夏，进入宾夕法尼亚大学莫尔电气工程学院电子国防训练班学习，结业后留校任教。

莫奇利于1942年提出题为“利用高速电子管计算机进行计算”的备忘录。在美国陆军阿伯丁研究所的资助下，成立了以莫奇利任总设计师，J·P·埃克脱任总工程师的研究小组，于1945年年底研制成功了世界第一台通用电子计算机ENIAC。

这台计算机使用了18800个电子管、重达30吨，耗电150千瓦，安装在面积为170平方米的室内。这台计算机每秒可进行5000次加法，500次乘法或50次除法运算，比当时一般的手摇计算机快1000倍，比人工计算约快20万倍。这台计算机于1947年8月在阿伯丁研究所正式交付使用，进行弹道表、氢弹、天气预报、宇宙线研究和风洞设计等的计算。

此后，莫奇利与埃克脱又共同研制成BINAC二进制自动计算机和第一台商用计算机UNIVAC—1等。1946年，莫奇利和埃克脱成立了自己的公司，该公司是美国计算机公司斯派利公司的基础。莫奇利曾是一些著名学会的会员，获得多种奖励。1966年，他与埃克脱一起获哈里·古德纪念奖。

4. 程序设计语言的开拓者

G·M·霍珀是美国应用数学家，计算机程序设计语言的开拓者。1906年12月9日生于纽约。1928年毕业于瓦沙学院，同年考入耶鲁大学，1930年获硕士学位，1934年获博士学位。她长期在瓦沙学院任教。

霍珀从1943年起为哈佛大学正在研制的MARK—1计算机编制程序。

1946年，她又到该校应用物理计算研究所为MARK—2、MARK—3计算机编制应用程序。

1949年，霍珀进入埃克脱—莫奇利计算机公司并随公司合并转到斯派利公司，直到1971年退休。

霍珀先后为多类计算机编制了许多程序，包括初期的编译程序。

霍珀是COBOL语言的开创者，她先后发表过50多篇有关程序设计语言的论文。

公司为表彰她的卓越功绩，从1971年起，设立了霍珀奖，这是计算机界

仅次于图灵奖的计算机奖。

5. 研制微型机和巨型机的专家

M·E·霍夫是美国研究微型电子计算机的先驱。1968年进入美国英特尔（Intel）公司，任应用研究经理。

霍夫在美国英特尔公司研制可编程计算器用集成电路技术时，提出微处理器设想，并于1971年研制成功4004微处理器。4004微处理器在 4.2×3.2 毫米的硅片上集成了2250个晶体管，另加一块256字节的只读存储器电路、一块32位的随机存取存储器电路和一块10位寄存器电路，构成英特尔公司命名为MCS—4微型电子计算机，从而开创了微型计算机时代。

S·克雷是美国超大型和巨型计算机设计专家。生于美国威斯康星州，毕业于明尼苏达大学。克雷于1950年进入斯派利克公司。1957年参与创办控制数据公司。自60年代初开始，克雷领导一个30多人的设计组，于1964年设计成功当时世界运算速度最快的计算机CDC—6600，运算速度达到每秒300万次。此后又设计了运算速度达到每秒千万次的CDC—7600计算机。1972年，他组建克雷研究公司，开始研制克雷—1巨型机，并于1976年完成，其运算速度达到每秒8000万次。1980年以后该公司又先后研制成功克雷—2和克雷—3巨型机，运算速度达到每秒1亿次。

6. 中国计算机事业的开创者

中国计算机事业的开创者吴几康，1918年1月9日生于上海市，1943年同济大学机电系毕业，后到丹麦工业大学进修，1953年初回国。

从1953年起吴几康从事中国计算机事业的开创工作，建立计算机实验室。1956年筹建中国科学院计算技术研究所。他在1957~1959年研制成功中国第一台104型大型通用电子管计算机，获国家科技成果一等奖。1965年参加筹建陕西微电子学研究所，承担集成电路微型计算机研制任务。1965~1966年参加和领导中国第一台集成电路微型计算机的研制工作。在设计抗干扰滤波器、抑止信号传输干扰和提高整机可靠性等方面取得成绩。1979~1983年参加研制每秒千万次运算的757型流水线向量计算机，获中国科学院最高荣誉奖。

吴几康现任中国电子学会理事和计算机学会副主任，中国科学院技术科学部计算机组副组长，研究生院电子学与自动化部副主任等多种职务。

中国计算机专家慈云桂，1917年10月5日生于安徽省桐城县，1994年卒于湖南长沙。1943年7月湖南大学电机系毕业，同年8月考入昆明清华大学研究院无线电学研究所攻读硕士学位。慈云桂长期从事教学和研究工作，著有《微波技术》、《雷达原理》、《概率论、信息论基础》、《计算机设计》等书，在国内外刊物上发表了《大型计算机系统总体结构设计》、《巨型计算机算法模型与系统结构分析》、《无冲突访问的新型存贮系统》等多篇学术论文，为发展中国计算机学术研究作出了重要贡献。他组织并主持研制了中国第一台晶体管通用数字计算机、百万次级计算机和第一台“银河”亿次计算机（获重大科技成果特等奖）。

慈云桂是中国电子学会理事，中国计算机学会副理事长，国务院电子振

兴领导小组计算机顾问组组长，中国科学院院士，并担任多种专业刊物的编委。

7. IBM360 的核心研制人物

G·M·阿姆德尔是美国计算机设计专家。

阿姆德尔 1922 年 11 月 16 日生于南达科他州。1942~1944 年在海军服役，1948 年毕业于南达科他大学，获电气工程学士学位，1952 年获威斯康星大学博士学位。

阿姆德尔曾在世界第一大计算机公司——国际商业机器（IBM）公司工作，是该公司研制的 704 计算机的主要设计人，同时也是该公司 360 系列计算机的核心研制人物之一。

IBM360 系列计算机不仅是第三代集成电路计算机的前驱，而且还开创了计算机大小配套、程序通用、各行各业都能使用的计算机系列化、标准化和通用化的先例。稍后该公司又研制出了 IBM370 系列计算机。

1970 年阿姆德尔建立了阿姆德尔公司，设计了 470V/6、470V/7 等大型计算机。

8. 微软公司总裁比尔·盖茨

比尔·盖茨，世界上最有影响的企业家，于 1975 年创建微软公司，20 年来，微软几乎垄断了微机上的操作系统，著名的 DOS、Windows 都出自微软公司。他本人连续三年处于全球亿万富豪排行榜榜首，拥有个人资产 360 亿美元，是当今世界上最富有的人。

然而，这个微软公司（Microsoft）总裁看上去一点也不像人们想象中的亿万富翁。

比尔·盖茨出生于美国华盛顿州的西雅图市，排行老二，父亲是当地有名的律师，母亲是华盛顿大学的评议委员。盖茨上中学时就迷上了电脑，14 岁那年，他就拥有自己的电脑公司，并开始为学校的计算机编程序。18 岁考入哈佛大学时，他对电脑的迷恋已到了如痴如狂的地步。在大学二年级时，他毅然放弃了众人羡慕的法律专业的学习，与他的同伴保罗·艾伦一起创建了后来名扬四海的微软公司。

在公司创建之初，盖茨就表现出他具有非凡商业头脑和电脑专家的智慧，他当时就看到了未来软件发展的良好前景，尤其是软件有成本低、可以避开设厂的风险等优点，而且硬件发展速度始终超前于软件，运算速度越来越快，存贮容量越来越大，而软件却不尽人意。因此，盖茨决定在软件上下功夫、做文章。1980 年，当 IBM 公司酝酿推出新型个人电脑时，苦无一套相适应的操作系统，于是 IBM 找上了微软，希望为他们设计一套这样的系统，盖茨欣然答应，结果相当成功，几经完善后，微软推出了微机磁盘操作系统 MS-DOS，很快遍及全球，从此，微软公司名声大振。几年后，当苹果电脑公司推出新型系列机时，却因没有文字处理程序和应用程序而无法拥有市场，所以他们也找到了微软。人们这才发现，盖茨所擅长的就是为这些已经存在的技术开拓市场，创造更大的价值。在一次接受《纽约时报》采访时盖茨讲：“我一向很注意市场变化，我知道什么时候该在哪个方向上稍等一等，在哪

个方向上加快些速度，最关键的是做好预测并及时调整。”

根据他的这一原则，当苹果公司找他设计应用程序时，他毫不犹豫抓住这个机会，结果又为微软打了一次漂亮仗。但对“微机数据库”的开发，他决定暂缓两年。他认为市场上已有这类软件，且销售速度很慢，足以让后来者免费坐享前人的研究成果。后来的事实证明，他当初的预测和决断是完全正确的。根据这一原则，他把微软公司搞得红红火火，越来越壮大，最终变成微机软件的霸主。

盖茨在软件市场上的霸主地位越来越引起电脑业同行的关切，他们为各自的利益考虑，也希望能分享软件市场，各得其利。于是近年来软件市场竞争变得十分激烈，连原本势不两立的 IBM 公司和苹果公司也联手合作，共同向盖茨的微软公司提出挑战。

从 1988 年开始，苹果公司就与微软打起持久的“官司”。因为微软推出的 Windows 使 IBM 公司的电脑也可以像苹果公司的 Macintosh 一样，不用繁琐的指令，而采用图形界面，可直接用鼠标操作。苹果公司认为 Windows 抄袭了它们的成果，状子告到法院，至今仍无结果。

此外，微软的 Windows 操作系统也动摇了微软与 IBM 的合作关系。Windows 问世后，抢走了微软公司和 IBM 公司合作的另一套操作系统 OS/2 的市场。双方关系闹僵后，IBM 只得自己完善改进 OS/2，而盖茨则已经着手研究 windows 的第二代产品 WindowsNT 了。这使 IBM 后悔不已。想当初 IBM 让微软设计微机操作系统时，微软在 IBM 面前就如同一只小老鼠仰视一头大象。IBM 根本没把微软放在眼里，可没想到这个名不见经传的小公司数年后竟成了他们最大、最强劲的竞争对手，甚至搞得 IBM 有点招架不住了。

回想当年，盖茨既艰难又寒酸，1981 年微软在西雅图刚成立时，盖茨手里没有多少钱，而以分股方式代替给员工发奖金和加班费，那时微软公司的股票价格便宜，一股仅值 95 美分，所以一次分几千股也不值多少钱，一些雇员回忆说，他们分得的那些股份许多年来，一直是他们家里的笑料之一。可是到了 1992 年初，才短短 11 年时间，“微股”就升值到 1600 倍，每股达 1500 美元，许多雇员懊悔不已，假如当初有远见，把那些“不值钱”的股份都留下来的话，早就成为百万富翁了。

盖茨与其他亿万富翁不一样的是，你从他身上丝毫看不出大富豪的样子。他脸上还留着孩子气，衣着随便，好几次参观微软或谈生意的客户都把他当作公司的员工看待。有一回他和老搭档艾伦通宵达旦准备次日和 IBM 谈判的材料，天亮时一切准备停当，可艾伦突然发现盖茨没有打领带，由于谈判是个比较正式的场合，他们只好跑到附近的百货商店，等着开门买领带。

盖茨是个工作狂，他奉行的信条是：“工作是我生命中的重心，我 30 岁如此，40 岁也仍然如此。”他绝少在社交场合露面。他每天自己开车上下班，经常是把车子开得飞快，多次被警察罚款，有一段时间警察罚他除了上下班外，其他时间不准开车。盖茨下班回到家后哪儿也不去。他的家是一片占地 12000 平方米的建筑群，座落在风景秀丽的华盛顿湖东岸，他还花 2000 万美元把一段湖岸恢复为野生动植物保护区。这个远离闹市住宅与其说是家，不如说是未来电脑的小型研究基地，房间里排着各种各样的电脑，到处是超大屏幕的终端机，并用光纤、电缆与电脑连接构成一个局域网，并与 Internet 相连，配有世界上最新的电脑软件和外部设备。他除了睡觉外，其他时间几乎全都在琢磨他的电脑软件。他通常早上 9 点到公司，然后用大哥

大打电话，因为一旦进入办公室，整个一天就会被一连串的会议填满。中午没有休息时间，吃一份三明治，喝一杯咖啡作为午餐。晚餐是一份意大利馅饼，然后一直干到半夜才回家，到家后还要处理工作人员发来的电子邮件，里面包括员工的意见、建议以及生产、管理和技术问题等等，处理完毕后差不多已是次日凌晨三点了。

盖茨从小生长在富裕家庭里，钱不是他追求的目标。从当年不到 40 人的小公司发展到今天拥有近万名员工的电脑软件帝国，盖茨从未满足过，每一次成功都把他推向下一个更大的挑战。

微软公司的最新产品 Windows 95 自 95 年 8 月 24 日正式推出后，仅头一个星期就在美国销售了 100 万套，截止到 95 年年底，已在全世界销售 1200 万套，销售额达 10 亿美元。96 年之初，微软又开始了 Windows97 的研制。Windows97 并非是 Windows95 的升级换代产品，而是一种全新的操作系统，预计 97 年推出，届时，Windows97 必将举世瞩目，微软也将更加光辉灿烂。比尔·盖茨在全世界也将越来越光彩照人。

比尔·盖茨无疑是当今电脑软件行业的头号巨人，在美国，有人说他的影响超过了美国总统克林顿，因为一旦他的 Windows 停止正常运转，美国顿时就会陷入灾难之中。关于盖茨影响力的此类说法不胜枚举。那么盖茨本人又在想什么、干什么呢？不管他想什么，一旦他想定了，干出来了，一定会一鸣惊人，轰动全球。

当前，可能与比尔·盖茨作一番较量的是被称为世界电脑业的新巨人，年仅 30 岁的迈克尔·戴尔。迈克尔·戴尔是美国 Dell 电脑公司的创造人和总裁。1984 年 5 月，年仅 18 岁的戴尔以 1000 美元在德克萨斯州的奥斯汀创建了 Dell 电脑公司。他选择了面向最终用户的“直销”方式向市场发起冲击，给原有电脑市场的权贵们以震撼性启示。Dell 公司发起的“全球联网 24 小时热线响应，翌日维修”的市场服务战略受到用户交口称赞。每天 800 门免费热线电话铃声不断，Dell 的声誉、效益与日俱增。

戴尔极为注重新产品的开发，每年，Dell 公司约有 40 余种新产品进入市场。92~93 年，Dell 的销售额以 126.3% 增长，被《财富》杂志评为增长最快的电脑公司并两度排名世界五大 PC 厂商之列。到目前为止，Dell 电脑已获 160 余项国际大奖，是国际上获奖最多的名牌电脑。戴尔也因这些卓越业绩连续六次获得美国学院企业家协会颁发的“美国全年度杰出青年企业家大奖”；1991 年 10 月，《财富》杂志将戴尔评为美国 500 家大企业中最年轻的行政总裁；1994 年 3 月，戴尔在《财富》杂志“美国卓越青年企业家排行榜”中位居第三。照此下去，Dell 公司和这位世界电脑业的新巨人将直逼微软公司和全球电脑业巨霸比尔·盖茨，鹿死谁手，难下定论。

历史的车轮驶过 20 世纪中期，人类步入信息社会。信息、能源和材料成为当代社会鼎足而立的三大技术支柱。由于工业技术的急剧发展造成环境污染影响到生态平衡；由于医学的发展大大降低人口死亡率，而又没有及时发展计划生育技术来降低人口出生率使人口剧增；由于机械化、自动化的发展节约了人力而使能量消耗猛增、又没有研究节省能源和利用储量丰富能源的技术；由于高科技的飞速发展导致科技人员奇缺、构成信息社会生态、人口、能源和人才四大危机。但真正的危机还是人才危机。因为科学技术领域的开发、生态平衡、人口控制、能源材料综合利用的研究，都需要有丰富科学技术知识的人才。人才问题，既是自然科学问题，又是社会科学问题。而人才

危机的解决，将不仅引起社会面貌前所未有的剧变，而且也将引起科学本身划时代的质变。所以人才危机不单只是一个科学技术的问题，而且也是一个社会问题。

进入计算机时代以后，人才危机尤为突出。计算机领域里出现的软件危机，主要体现在软件开发周期往往大大超过规定的日程，软件开发成本严重超标，软件质量没有保障。归结软件危机的根本原因，正如美国人 Crady Booch 在他写的《软件工程经济学》一书中指出：软件开发队伍中，个人以及集体的生产率是估计软件开发成本的主要因素，这比软件产品本身的复杂性要重要得多。

当电脑广泛应用于社会，服务于家庭以后，软件产品要面向市场，面向用户。而客户当前需要的是什么呢？常常不是纯粹的软件，而需要的是对他们提出的问题一种全面的解决办法，用户可能对计算机或软件不甚了解或者全无了解，他们只能提出需要解决的问题，而我们要提出解决的办法，这常涉及到硬件、系统软件、应用软件及项目管理等多方面的问题，显然这不是纯软件问题，也不是一般搞软件能解决或者容易解决的问题。这牵涉到硬件、软件、数据库、网络、通讯接口等多方面，因此，我们必须有一批知识面广、系统观念强、掌握系统集成知识的专业人才。说到底，当今的软件危机就是人才危机。

现代科学技术领域的竞争归根到底是人才竞争，因此世界各国都将人才的培养作为科技战略的一项重要内容，正在制定相应的人才发展战略。美国在奉行人才上的“拿来主义”同时，也极端重视本国的人才培养，先后提出了《为二十一世纪而教育美国人》和《美国为二十一世纪准备师资》的报告。在 1993 年作为财政年的美国，用于教育计划的投入增加了 7%。

我国的科技人才占全部就业人口比例的 1% 左右，为德国的 1/10。许多学科和领域已出现了人才断层的现象。面对新一轮世界科技浪潮的挑战，加快我国人才培养，势在必行。1996 年初，国家科委、人事部、财政部、国家计委、国家教委、中国科协、国家自然科学基金委等 7 个部门，联合发出通知，要认真实施“百千万人才工程”，即：上百名能进入世界科技前沿，在世界科技界有较大影响的杰出青年科学家；上千名具有国内先进水平，保持学科优势的学术和技术带头人；上万名在各学科领域里有较高学术造诣、成绩显著，起骨干或核心作用的学术和技术带头人后备人选。这是一项改善我国科学技术带头人队伍结构，全面推动我国科学技术队伍建设的跨世纪人才工程，也是全面迎接 21 世纪世界科技浪潮挑战的一项系统工程。不仅如此，我们还要吸取国外的经验，从早抓、从小抓，正如邓小平同志视察上海时指出，培养计算机专业人才，要从娃娃抓起。从而真正为 21 世纪科技竞争打下坚实的人才基础，因为时代需要新的电脑名家。

四神奇无比的电脑王国

1. 多姿多彩的计算机

自从 1946 年第一台电子计算机 ENIAC 问世以来,计算机科学技术取得了惊人的发展,并得到了广泛的应用,它不仅形成了一门新型学科——信息学科,而且已发展成一门独立的工业——计算机工业和高附加值的产业——信息产业。计算机科学技术已成为当今世界各国科学技术和工业发展水平的显著标志。各行各业为开拓更新的领域又向计算机科学技术提出了更高的要求,致使当前的计算机朝巨型化、微型化、网络化、分布式、智能化和开放式方向发展。

巨型化是指发展高速、大容量和强功能的超大型计算机,这不仅是诸如天文、气象、航天、原子、核反应等尖端科学以及探索新兴学科的需要,也是为了让计算机具有人脑学习、推理、认知的复杂功能,记忆犹如核裂变膨胀的知识信息所必需的。70 年代中期的巨型机运算速度每秒已达 1.5 亿次,现在百亿次巨型机正在研制中。巨型机的存贮容量极大,再加上海量辅助存贮器,把一个中等规模的图书馆的全部书籍存入计算机系统中易如反掌。

一般说来,巨型机的水平体现了计算机科学技术的水平,巨型机只有在计算机元器件及计算机组织结构上有所突破时才能获得发展。目前巨型机体系结构的研究主要有两个方向,其一是研究由十几台、几十台甚至成千上万台价格低廉的微型机机群组成巨型机系统,目的旨在提高性能价格比。其二是按巨型机自身特有的体系进行整体设计,如归约机、数据流机、分布式计算机系统等。

计算机微型化技术是大规模和超大规模集成电路出现后而发展得最为迅速的技术之一。由于微型机可以渗透或嵌入到诸如仪器、仪表、家用电器、各种武器装备等中小型机无法涉足的境地,所以 80 年代以来发展异常迅速,预计其性能价格比将越来越高。当前微型机的标志是运算部件和控制部件集成在一起,今后逐步发展对存贮器、通道处理器、高速运算部件的集成,进一步将系统软件固化,并入多媒体功能达到微型机系统的集成。

计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物。所谓计算机网络就是在一定地理区域内,将分布在不同地点、不同机型的计算机及相关的外部设备由通信线路互联成一个系统。研制计算机网络的主要目的是实现网络中各计算机间的通信并实现网络资源的共享。世界上较早的享有盛名的计算机网络是美国国防部高级研究署的 ARPANET 网。该网从最初的 4 个网点已发展到至今联入数万台位于不同地点的主机,并架设有好几条卫星通信线路,其覆盖面已横跨美国东西部大陆,并联网到夏威夷以及加拿大、英国、挪威等。近几年,已形成研制、应用计算机网的热潮。

分布式计算机系统是由多个分散的计算机经互连网络连结而成的一个统一的计算机系统,其中的各个物理或逻辑资源既相互协同又高度自治,能在全系统范围内实现资源管理,动态地进行任务分配和功能分配,且能并行地运行分布式程序。其主要特点是:结构模块性、资源分散性、协同自治性、工作并行性、资源共享性和整体强健性。分布式计算机系统是多机系统的一

种新形式，也是并行处理系统的一种常见形式，还可以看作是具有模块性、自治性、并行性和透明性等特点的一种 MIMD 的计算机网络。因此，可以认为，计算机网络是分布式计算机系统的物质基础，而分布式计算机系统则是计算机网络的高级发展形式。国际上一些知名计算机学者指出：将来任何一个有效的计算机系统都将是一个分布式系统。从而表明分布式计算机系统是计算机科学技术领域中倍受青睐、发展迅速的一个方向。

所谓计算机智能化就是让计算机来模拟人的感觉、行为、思维过程的机理，使计算机具备视觉、听觉、语言、行为、思维、逻辑推理、学习、证明等能力，形成智能型计算机，这也是第五代计算机企图实现的目标。几十年来的科学幻想正在变成美妙的现实。计算机智能化的研究包括模式识别、景物分析、自然语言理解、博弈、定理自动证明、自动程序设计、专家系统、机器学习、机器人等等。其基本方法和技术是通过对知识的组织和推理，求得问题的解答。所以涉及的内容广、学科多，需要对数学、逻辑学、生物学、社会学、神经心理学、生理学、教育学、哲学、计算机科学、信息论、控制论等多方面的综合知识。可见，智能化是建立在现代科学基础之上，综合性极强的边缘、交叉学科。计算机人工智能的研究已使计算机突破了“计算”这一初级含意，从本质上增强了计算机的能力，让计算机能模拟人的大脑，并越来越多地代替甚至超越人类脑力劳动的某些方面。作为计算机科学技术的又一重要分支，人工智能的研究已为世人所瞩目。可以预料，不久的将来，将是一个人—机（计算机）共存的时代。

在计算机元器件方面，计算机的内存贮器由继电器到磁芯，由磁芯到半导体，单位成本呈指数曲线下降。计算机的外存贮器，由穿孔卡到磁带、磁鼓，由磁鼓到磁盘，由磁盘到光盘，而且光盘取代磁盘指日可待。一张 8 英寸的光盘，每面可存贮 3 万张 A4 幅面的文件，双面可存 6 万张。到本世纪末，用计算机存贮信息的成本将可能低于纸张，使无纸的资料管理和办公自动化系统成为可能。

计算机外部设备现在仍是计算机发展过程中的一个瓶颈。研究新的输入/输出设备和输入/输出方式已成为世界各国计算机科学工作者共同关心的事，中国和日本这样一些使用汉字的国家尤其如此。目前，各种各样的光电、声音输入设备已被研制出来或正在研制之中。日本东芝公司推出的光学字符阅读器已能识别手写体的英文、数字、符号、假名和日本汉字等，阅读程度达 99.99%。由于中国历史悠久，古代文化光辉灿烂，汉字词语种类繁多，解决汉字识别、提高识别速度还有大量的工作要做。随着计算机科学工作者的努力，能识别各种图形、颜色、能看读手写的较工整的汉字的输入设备的出现，已为期不远了。应用电子语音装置解决输入问题是另一种很有希望的方式。目前电子语音装置已能听懂成百上千句话，几千多单词的输入正确率达 95% 以上，并能接受人们日常使用的语言，到 1997 年能和人一样进行图形识别的机器将会出现，到 2000 年日英同声翻译机将有所突破。

在输出设备方面，现在各种灵巧的打印机日趋完善，可以与复印设备相连，使多份文件的产生轻而易举。高档激光打印机的速度越来越快，每分钟可打印上千页乃至几千页。这不仅使复印机成为不必要的，而且对当今的印刷技术也是一个巨大的冲击。在输出设备方面，各种图形显示装置发展迅速，大面积液晶高分辨率的超薄式显示设备使大屏幕或超大屏幕显示器的价格大大降低，使之能在众多场合得到广泛应用。

计算机科学技术的发展，使通信和计算机融为一体。未来的通信将会是数字通信，未来的交换机将都是计算机。通信网不仅传输一般的语言，而且可以传输图形、图像、电视节目、报刊杂志。光纤电缆为这种目的提供了可能。一根头发丝粗细的光纤可供几万人通话。卫星远距离通信使通信覆盖面更广、更加灵活、快捷、清晰。将来用于办公室、工业现场、战场指挥部和家庭中的终端机可以具有电话、电传、电视和电脑的功能，构成“四用”终端，四用终端的出现不仅极大地方便用户，而且将从根本上改变人们的工作和生活习惯和方式，促进社会的变革。

计算机软件的发展极其迅速。新的语言，新的操作系统，新的数据库系统，新的网络管理软件和通信软件，新的软件工具，新的软件支撑环境犹如雨后春笋，层出不穷。第四代高级语言（4GL），只需用户指明“做什么？”，至于“怎么做？”则完全由计算机自动完成并包您满意。计算机软件与计算机系统结构、超大规模集成电路技术、知识工程相结合，有助于研制第五代、第六代计算机。为此需要研制和开发智能化和知识化的软件系统。以及研制具备特异功能和生物演化功能的软件。为了解决传统软件中的问题，必须建立软件理论基础，将工程化和形式化技术相结合，研制软件生产自动化系统，使得软件的研制、开发、维护、管理过程中的工作尽可能多的交由计算机来承担。

计算机软件的重要性与日俱增，其发展趋势是品种多样化、接口标准化、描述形式化、功能智能化、使用简单化、整体可塑化、生产过程自动化。

当今形形色色的计算机层出不穷，例如：

用眼操作的计算机用眼凝视屏幕，凝视的范围及方向就被屏幕相机记录下来，并自动将记录的信息进入计算机，计算机就按眼睛看到的“指示”去完成相应工作，假如想用眼睛操纵“写”文章，只需用眼睛挑选字母、格式即可。此外，这种计算机还可以自由地选择电视、广播节目和打电话，并可开关电灯、报警等。

无线计算机由日本电气公司研制成功的无线便携式个人计算机，借助安装在机内的无线调制解调器，就能在移动中及时接受、处理和传送必要的信息。

光学神经计算机由日本研制成功的这种光学神经型计算机，能够通过连续自动程序设计模拟人脑的学习和存贮视觉形象，即具有人脑的视觉神经反应能力和记忆思维能力。这种计算机能够识别和阅读复杂的手写字符和图像。

石笔计算机这种计算机没有键盘，只需用电子石笔直接写在像信纸一样大小的屏幕上。该计算机体积小、重量轻、易携带，可适用于免税商店、住院登记及警察记录交通事故等多种场合。

笔基个人计算机这种计算机的显著特点是信息输入摒弃了常用的标准键盘而采用一种计算机钢笔，其笔尖就是数据输入点。所谓笔基即以这种钢笔输入为基础，所以称之为笔基个人计算机。在笔记本式袖珍计算机显示屏上用这种钢笔直接书写，书写内容便会奇迹般地录存下来，并转化为清晰的计算机文本，它兼有个人信息处理、文字处理、存档、编辑等功能。

人像识别计算机该计算机最多可记忆 3500 个人的面部图像，并配有入像自动识别软件，能在 1 秒钟内对某个特定人物进行辨认、核对、判断，并给出处理结果。

能识别和绘制三维图像的计算机这套计算机系统包括激光全息摄影成像和计算机投影绘图系统两大部分。利用该系统，设计和绘制的图形可以完全投影到空间，悬浮在荧光显示屏上。设计人员可从各个角度审视和修改设计图，使图像具有实物真实感。

新颖计算机这种计算机的屏幕上设置了许多气体等离子体单元，加上一定电压波，它们就能够发出橙色的光。这种计算机屏幕要比常规的液晶显示器反应快，视角更宽，对比度也更大。

超并行计算机 超并行计算机的技术原理，就是把大量处理器并行连接，大幅度提高处理速度。所谓超并行计算机就是由数万个乃至数百万个处理器并行连接而成的一个计算机，它通过实现最大的并行化，其性能将比现有的计算机提高 100~1000 倍，每秒接近 1 兆次以上的运算。国际上对超并行计算机的研究极为重视。由于这种计算机开发难度大，因此，该机的研究开发需要国际间的通力合作。

超级个人电脑 POWER PC IBM、Apple 和 Motorola 三大公司于 1994 年 4 月联手推出第一台 RISC 精简指令个人计算机 Power PC601。该机由 Apple 公司的 Macintosh 机发展而来，沿袭和发展了 Macintosh 机的多媒体特性，在性能上有了较大突破，对采用 Intel80x86 系列 CPU 的 CISC 复杂指令个人计算机提出了强劲挑战。据有关专家估计，未来的个人机将是 RISC 的天下。

Power PC601 在硬件上与 Macintosh 相比的主要改动是采用了 32 位 RISC 处理器 MPC601 和 PCI 局部总线，MPC601 芯片具有结构简单、功能强大的特点。它的面积为 110mm² 左右，运行速度为奔腾芯片的五倍，有较强的并行处理和密集运算能力。Power PC601 的另一特点是突破了传统的一机一操作系统模式，采用 Mac 平台系统设计技术，可运行 System7、OS/2、AIX、Solaris、Power、Open、Pink 等 6 种操作系统及其应用软件，还可以用仿真方式运行 DOS 和 Windows 软件。这就使得 Power PC601 的应用扩展到工作站和服务器的某些领域。另外，Power PC601 还对声音、图像处理作了改进，增强了网络功能，更使得 Power PC601 有了更大的发展前景。

Power PC601 现已推出三种机型 6100/60、7100/66、8100/80，其 CPU 均为 MPC601，仅时钟频率和配置不同，价格在 1800~5000 美元。三大公司还将推出 PowerPC 系列的 MPC603、MPC604、MPC620，以占领个人机、笔记本机和高档工作站市场。

DNA 计算机美国正在研制一种 DNA 计算机（脱氧核糖核酸计算机）。这种利用生物工程学理论制作的计算机将大大超过现有计算机的计算能力。传统的计算机用 0 和 1 作为数据的编码，而 DNA 计算机则用 4 个分子 A、T、C、G 定名，按顺序串起来表示数字或其他信息。DNA 在一个试管里产生反应，可创造出一个 ATCG 系列的分子。虽然 DNA 计算机进行单个分子操作较慢，但无数的分子存在就意味着能马上进行无数次的操作。一盎司（约合 28.35 克）的 DNA 比今天的超级计算机快一百万倍。

一旦实验成功，科学家们可从遗传物质、细胞中提取 DNA，制作分子计算机，相信不久它将成为计算机领域的新一族。

2. 无处不在的神奇电脑

科学计算

计算机在科学计算、过程控制、企业管理、社会信息服务等领域的应用已经取得了很大的进展。科学计算领域已提出了越来越多的问题，要求计算速度更快、效率更好的算法，如航天飞机的计算、石油勘探地质资料的分析计算、天气海洋预报、癌细胞识别、遗传工程模拟、专家系统推理，以及人工智能的大脑模拟，这都要求计算机的能力提高几个数量级。此外，在科学计算领域，现在已研制出成百上千种商用软件包。这些软件包实际是一个完整的软件应用系统，它一般包括数据的准备、计算、结果输出和结果分析等。如数学规划软件包 MPSIX 包括准备数据的矩阵生成部分，线性规划、整数规划、混合整数规划的计算部分，根据用户需要生成各种结果报表、图示、报告的部分，以及使用说明、纠错方法和各种检查保护功能。研制更多更好更实用的商用软件包是计算机应用发展的一个重要方面。

辅助设计

计算机辅助设计 (CAD)，就是利用计算机协助进行机器及其零部件的设计，把方案的选择、方案的计算、方案审查和确定，以及设计图纸的绘制等集成一个系统，大大加快了设计速度。一架飞机的设计，如果用人工设计方法一般要 1~2 年，若用计算机辅助设计 3~5 个月即可完成。现在各行各业均在研究采用计算机辅助设计，从航天、航空、航海设备、尖端武器、大型发电机组、大型化工设备、大型机床，拦河大坝、半导体线路、汽车、火车等多种产品到房屋建筑、服装、玩具、电视电影、绘画着色等都已或在正准备采用计算机辅助设计。在辅助设计中用计算机模拟代替模型实验、中间试验甚至实物实验已证明是非常有效的。例如用计算机模拟核武器的爆炸过程及其对人体和物体的辐射影响，不仅可以避免危险，节省大量的人力物力资金，而且能大大加速研制的速度，提高产品的质量。

过程控制

在过程控制方面，计算机有完全代替控制仪表的趋势。计算机在控制上的应用现分为四个方面：一是用于记录数据、生成报表及数据的处理；二是用作中央巡回检测，检测结果作为运行参考；三是用作中央监控，以便实现最优化调度；四是代替自动化仪表并实行最优控制。例如，在连续生产过程中用分布式集散系统代替传统的 PID 仪表已经成功。在批量生产过程中，用计算机控制可使生产过程接近最优，例如用计算机控制机床的切削，进刀量可以选择得最优，从而使加工时间最短，加工精度提高。用计算机可以控制轧钢、炼钢，控制锅炉燃烧等。在机械制造行业，用计算机控制的柔性制造系统可以在同样的设备上很快地更改产品，以适应不断变化的市场需求。现在，世界上用于在线过程控制的计算机已有几百万台。世界炼钢计算机化的程度已接近 80~90%。

生产自动化

计算机在生产过程自动化和管理之间的应用也有很大的发展。例如我国纺织厂大量推广、应用的布机监控系统，用计算机联机统计布长、经断、纬断、事故停机和接线停机等 5 个指标，可以迅速查找到影响纺织品质量的原因，从而既有利于质量的改进，又提高了产量，而且还大大减轻了工人的劳动强度。

生产过程自动化和管理自动化的结合所形成的计算机集成制造系统 (CIMS) 是未来的发展方向。CIMS 的高级阶段是无人工厂。日本在 1973 年开始在政府支持下研制无人制造系统，经过几年的努力已完成包括基本原

理、功能、结构、辅助系统以及有关的计算机软件的设计。1977年动工兴建一个制造减速器和冷动机的无人工厂，已于80年代末完成。该无人工厂分为生产设备、控制中心、供应、制作、发货等管理子系统组成。生产设备管理子系统中包括自动化仓库、制造线及计算机软件与废品处理等。该工厂生产设备在无人监视下24小时工作，每天只需极少的人检查运行情况并作一些生产准备工作。每台设备都由1台微机控制，生产效率与同类工厂相比提高约70多倍。

操作自动化的发展趋势是智能机器人的研究和应用，智能机器人研究属人工智能的研究范畴。如前所述，人工智能就是用计算机模拟人类的智能，使计算机具有人脑的（部分）功能。所谓智能机器人就是一台电脑机器，该机器能听、看、说、想、推理、执行操作，从而达到人的各种功能。现在的机器人已能识别景物、辨认颜色。从生产线中取出所需零件。有的机器人已知道利用工具协助干活，如搬动一个椅子垫脚去拿够不着的东西等。现代智能机器人的“智商”已越来越高，不过多用在危险性极高、环境十分恶劣、重复单调和工作繁重的场合。工作在各种生产线上的机器人最多，也有在医院、饭店服务的机器人。将来，主操家务的机器人将使您省心省时省力。“饭来张口，衣来伸手”将会被看作是现代人的一种时尚。当今已有成千上万个机器人在世界各地服务。

社会信息服务

社会信息服务业是未来一个很重要的行业。现在世界上的许多图书馆已建立了一些图书资料和科技情报网，通过这些计算机情报网，从巴黎查询美国国会图书馆的资料只要2~3分钟。各种经济信息的查询服务将是未来一项必不可少的工作。例如，某项产品的需求预测、市场分析、产供销状况、技术支持、发展趋势等。有了这类查询，新产品研制的可行性分析将会十分容易，选择原材料也会更有针对性，效率更高。社会服务的信息系统在一个城市中可以提供换房、找工作、征婚介绍、升学指导、法律咨询、就业培训等等。这种系统将会给人们的生活和工作带来极大的方便，提高了社会效益。信息服务业的进一步发展将导致形成一些信息服务中心。这种信息服务中心具有良好的通信设备、功能齐全的计算机终端，它们可以连到各企事业单位的各种设备上。这些中心可提供终端出租服务，用户可以租用终端为其公司或单位服务，而不用天天到公司或单位上班。显然，这样的信息服务中心大大改善了人们的工作条件，缓解了交通拥挤，使住地和公司（厂区）的分离不再成为问题。而且使人们的兼职、转行、“跳槽”也十分容易。这必将对社会的变革产生极其深远的影响。

家庭电子化

家庭电子化可能是计算机应用进一步发展的一个最终领域。计算机进入家庭后，家庭不再仅仅是生活休息的场所，也将是一个工作场所、学习场所、购物场所、娱乐场所。人们可以利用计算机终端和相应的配套设备为各自的企事业单位服务而用不着非去办公（或工作）地点去上班，人们利用计算机辅助教学（CAI）系统和智能教育软件使孩子们在家里获取知识接受各种教育，人们可以利用计算机经商业网络在家里购买自己所需的商品，人们利用多媒体计算机系统在家可直接享受电影院的影视效果。

在不久的将来，家庭中将拥有按声控指令程序工作的洗衣机、洗碟机、缝纫机、录音机、录像机、游戏机……一台多媒体家用电脑会为人们完成下

列事务：定时响铃、调温、开音响、做饭、自动采光与报警，结算、付帐、取电子邮件、编排菜谱、写备忘录、与外界联系等。

当您晚上疲惫不堪时，可以从书架上任意取下一本书，放入电脑阅读机，就可以舒舒服服地躺在沙发上听电子阅读机给您和风细雨的朗读声。当您想同时看到画面、影像时，再按一下遥控器即可。

电脑会帮助人们维护各种家用电器、交通工具、玩具；会帮助我们对孩子进行课外辅导；会帮助我们选择职业；会提供各种详尽的资料；会在极短的时间内查寻到我们要找的人。

将来家中的机器人将融厨师、女佣、医生、艺术辅导员、生活咨询专家、法律顾问于一体，为我们提供仙境般的生活服务。

电脑工程师们正在设计、建造自动管理与控制的楼房、接着建立智能型大厦网络，最后建立智能型的城市。

电脑擅长画非常复杂的几何图形、主体图、擅长制作动画片、科幻片、飞机、汽车、轮船的工程图，设计新型服装，画三维建筑图、画肖像。画笔为遥控光笔，调色板为电子色带，荧光屏上显示着各种画笔和颜色，更换、修改、剪贴极为容易。

电脑绘出的三维空间里，剧中人可以在模型建筑中走动，宇宙航行成为大众的真实体验。电脑“音乐大师”能用合成数字的办法作曲，先编程序，在很短时间便可作出许多曲子，电脑合成器的演奏超越了12音阶，令人不可思议。它集钢琴、小号、小提琴等数十种乐器于一身，一台电脑能抵一个庞大的乐队……。这将完全改变现在的社会生产和生活的方式。

办公自动化与决策支持

计算机在管理方面的应用已成为计算机应用的最主要领域，这种应用小到一个店铺的管理，大到一个国家的经济甚至跨国公司的管理，应用范围已从企业事业单位深入到千家万户。过去在数据处理方面的应用现在正推向更广阔的领域——办公自动化。当今的办公自动化系统包括了信息的输入、文字、声音、图形、图像的处理，电子邮件管理，报表自动生成等。电子邮件系统能在每个人的终端上设一带电子锁的邮箱。一旦打开邮箱，送来的各种信件和通知就显示在屏幕上，而且可以复印、批复和存档等，使用十分方便。已发展起来的电子会议室和报告厅可使越来越多的人减少出席会议的时间和多种出差事宜，提高办事效率。办公自动化能大大支持知识工作，提高劳动生产率。

计算机在管理上的应用越来越要求计算机支持高层决策，支持知识工作，进而支持智能工作，从而出现了智能决策支持系统。这种系统是70年代逐渐发展起来的一种新型的管理信息系统，是计算机技术、人工智能技术和管理科学相结合的知识系统。这种系统以需求（问题）为驱动，能支持多种常用的系统分析和决策形成方式，能支持高层目标决策、检索各种有关的模型和数据，支持灵敏度分析，具有良好而友善的用户界面，使用方便灵活。除了具有常规的各种知识表达范式以外，还有数值计算模型、表格和统计图、态势图等图形模型以及相应的数据库和知识库。它通常还包含一个专家系统。所谓专家系统是模拟人们经验的一种知识系统，它可以把领域专家的经验存放到计算机中，使计算机作出的决策如同领域专家作出的决策相似，并能进行类似领域专家的咨询。随着信息时代的到来，世界上的政治、经济、军事等形势瞬息万变，靠传统的方式已无法对形势作出科学的判断，也就无

法及时地作出正确的反应和决策，这就需要一种辅助工具来帮助人们提高决策的科学性和有效性。因此，智能决策支持系统一出现就受到了高度重视，并引起了各行各业人士尤其是企业家、高层管理者、公司“老板”等人士的极大兴趣。

信息战与电子战

信息战的概念，最早是美国空军于 80 年代中期提出来的。信息战是时代的产物，电子战是实现信息战的重要手段。信息技术用于军用目的就必然导致信息战场——数字化战场的产生。现在，一艘护卫舰上已有几百个微处理器，一架战斗机上有几十台微处理器。几乎所有的武器都将进行“微处理器改装”，使之步入“现代化武器”行列。当武器被“嵌入微型电脑”后，“笨弹”就变“巧弹”，“巧弹”就变“智能弹”。所谓“数字化”实际上就是微处理器化——信息变成数字量后才能由计算机高速处理。

微电子是信息战的“基因”，由于它可把信息采集、交换、存贮等功能集中在一个微型芯片上，因而可使军事通信数字化、信息交换程控化、通信管理自动化、通信器材智能化；可大幅度提高军事装备系统性能，使控制雷达的信息处理速度提高十至数十倍；可极大地提高战场情报获取、指挥、通信、目标识别、精确制导的能力。

电子战采用的硬杀伤手段之一是投放微波炸弹，这种炸弹爆炸后释放的能量可使大规模集成电路瞬间短路烧毁、电子设备完全瘫痪。例如，在海湾战争期间，美国总统布什就曾考虑采用干扰伊拉克的电脑系统的办法来控制伊拉克政府的财政运作体系，以对其造成致命性的打击。但美国中央情报局的高级官员认为，扰乱他国的财政系统是“小人”行为，会遭到美国人民的反对，而且亦容易引起敌国作出类似的报复行为。因而布什政府最终放弃了这种策略，但此举已显示了信息战的确可以做到瘫痪敌人后防的目的。但是美国在“沙漠盾牌”行动中，还是动用了 34 颗侦察卫星，260 多架电子侦察机、40 多架预警机、21 个电子对抗营，截取伊军全部超高频、高频无线电信号，收集并存贮了几十万条信息。接着又用多种信息系统和电子干扰设备对伊军的 C³I 系统 (Command Control Communication and Intelligence) 即军事指挥自动化系统实施软杀伤和硬摧毁，使伊军 C³I 系统瘫痪，导致通信联络中断，雷达迷盲，导弹、飞机、高炮的火控系统失灵，甚至在美军 F—117A 战斗机将第一枚 2000 磅重的激光制导炸弹投到巴格达电信大楼顶上 40 分钟之后，巴格达市才实行灯火管制；在萨达姆宣布撤军以后，伊军一线作战部队甚至还毫无所知。在这次战争中，多国部队拥有信息的绝对优势也掌握了战场的主动权。双方在兵力、装备上基本相当：伊军兵力 54 万人、坦克 4280 辆、装甲战车 2800 辆、火炮 3200 门；作为多国部队主力的美军 52.7 万人、坦克 2200 辆、装甲战车 2800 辆。然而战场的形势却是：伊军很快损失了坦克 86%、装甲战车 55%、火炮 85%。这里信息发挥了关键作用。这场战争是高科技战争的一个范例。

计算机是信息战的核心武器，是信息化武器装备的“心脏”。到本世纪末，美、日等国将研制出每秒高达百万亿次的智能计算机。这一突破，将使武器系统向全面智能化，自动化方向发展，使作战指挥、控制、通信和侦察的面貌大为改观。计算机已成为军用系统不可缺少的组成部分，不仅各级 C³I 系统已广泛应用计算机，而且各种飞机、舰船、坦克、火炮、导弹及炸弹等杀伤武器已装备了计算机。如果利用计算机病毒来破坏敌方计算机工作，可

以造成敌方 C³I 系统瘫痪，飞机、舰船、坦克无法开动，火炮、导弹无法瞄准目标。因而，计算机对抗已成为新型电子对抗手段。

在 1995 年 8 月份的《时代杂志》里，报导了美国政府已发展了一些电子科技武器。例如，美国中央情报局可把电脑病毒输入敌国的电话交换系统网，致使敌国的通信系统发生混乱。还可以培养吞吃电子或绝缘物质的微生物，输入敌国的交换系统，从而破坏其电脑系统。逻辑炸弹是一种电脑病毒，它可潜伏在敌方的电脑系统上，直至某个预定的时间才发难。当这些逻辑病毒发作时，就会慢慢吞食系统内的数据。这种炸弹可以用来攻击敌国的防空系统、铁路运输系统、作战指挥系统、军事通信系统及中央银行等，从而误导或扰乱敌方的系统，使之阵脚大乱，后院起火，不战而退，不战而败。

也许未来的战争会演变成电子科技实力上的对比。最近法国在各国反核声中仍坚持核试验，目的就是要在实现电脑模拟核试验之前搜集到足够的数据，以便建立一个核爆模型。美国之所以热衷于全面禁止核试验，就是由于其核试验基本上已完全可以在电脑上作模拟操作了。也许有一天，战争会像科幻小说所描写的那样，只需在电脑上作一次模拟操作，便会知道谁胜谁负。但战争是政治利益冲突的最终解决形式，战争给人民带来的痛苦却是任何电子科技所无法解决的。

虚拟现实技术

虚拟现实技术是将计算机、通信网络、传感器、图文声像等多种技术和设备组合起来创造出的一个虚拟的“真实世界”，在这个世界里，人们看到、听到和触摸到的都是一个并不存在的虚幻景物，是现代高超的计算机模拟技术使我们产生了“身临其境”的感觉。例如，学生们坐在没有黑板和讲台的教室里，只要戴上一顶特殊的头盔、手握操纵杆，眼前就会出现一幅栩栩如生景象。上化学课时，学生们通过电脑将采集的一个氧原子和两个氢原子合在一起，眼前就会出现一个网状的水球，这是学生们自己创造的水分子。上物理课时，学生们可以自己动手创造出降雨、水汽蒸发等自然景观，亦真亦幻、生动有趣，这种新颖的教学方式就是通过虚拟现实技术实现的。

虚拟现实技术为人们提供了一种理想的教学手段，目前已广泛应用在军事教学、职业培训、体育训练和医学实习中。对于第一次走上手术台的医生来说，都免不了会紧张恐慌，但借助虚拟现实技术，情形就好多了。他们可以在显示器上一遍又一遍地模拟手术、移动人体内的各种器官、寻求最佳手术方案。这种模拟器显示的人体结构可以达到乱真的程度。比如医生可以观察虚拟器官对刺激的反应；如果开刀，虚拟血液就会从伤口处汨汨流出；如果解剖器官，就会显示出器官被一分为二后的内部情形。英国曼彻斯特皇家医院研制的模拟器还配有特殊手套，医生戴上后去“抓住”、“移动”、“挤压”某一器官时，还会感觉到“力反馈”，好像在人体里真实操作一样。

随着计算机技术的进步，特别是多媒体技术的进步，虚拟现实技术近年来也得到了长足的发展。美国宇航局埃姆斯研究中心的科学家将探索火星的数据进行处理后，构造了火星的虚拟现实图像。研究人员可以看到全方位的火星表面景象：高山、平川、河谷，以及纵横的沟壑里被风化得斑斑驳驳的巨石。所有这些都显得十分清晰逼真，而且不论你从哪个方向看这些图，视野中的景象都会随着你头的转动而改变，就像你真的置身于火星上漫游、探险一样。

当然，要使虚拟现实图像达到以假乱真的效果并不容易，这需要大量的

图像、数字信息和相应的信息传输、显示技术，图像压缩和解压缩技术等。例如美国德克萨斯州的第一个“可见的人”的虚拟图像就是由数千帧人体不同截面的射线、磁和光的图像组成的，所有这些信息经技术处理后被存贮起来，医生们只要通过交互网络调用，就可看到详细的人体图。“可见的人”信息量巨大，它所占用的信息空间相当于《大不列颠百科全书》信息量的 50 多倍。

在人们的日常生活中，电子游艺机可以说是最常见最简单的虚拟现实系统了，它所形成的人机合一的特殊环境，可以使人们初步领略到自己编辑、导演故事并担任故事中当事人的乐趣。另外，国外已出现了可以帮助顾客卖房、购房的虚拟现实服务。在日本松下公司设计的“虚拟厨房”里，顾客可以把想买的设备和餐具安置在厨房的相应位置，自己“走进去”看看是否合适。虽然人们知道这一切都是虚拟的，但仍会被它那逼真的效果所迷惑，一不小心就会全心身地投入进去，并且最终买走了自己称心的商品。

此外，还有虚拟实验室、虚拟仓库、虚拟商场、虚拟证券交易所、虚拟战场……。

计算机的确神奇无比、无处不在，它无疑将成为未来社会的顶梁柱、主心骨和大脑。可以说，未来世界离不了计算机，没有计算机，就没有未来世界。

