

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

21世纪科技大趋势—信息技术



编前语

伴随着时光的流逝，人类历史上一个重要的世纪——20 世纪，在高科技文明的掩映下，正悄然地离我们而去，一个希望与挑战并存的 21 世纪则满怀着强烈的激情向我们走来。

适逢世纪更迭的关键时刻，我们除了重温以往的舒适与优越之外，更应理智地立足现实，总结过去，展望未来。21 世纪将是科技时代的预言已成为人们共知的真理，到那时，现今的中小学生无疑将是驾驭科技的主体。而通观我国目前的中小学教育，相关的科技内容却十分匮乏，很不利于学生科技意识和能力的培养。基于此，由国家教委普教处和北京市科协组织部分专家学者，从现实出发，选取与我们的关系密切的内容为写作对象，策划编写了《21 世纪科技大趋势》丛书。全书分 14 册，包括气象科学、医疗技术、计算机技术、海洋工程、机器人技术、生物工程、交通科学、军事科技、信息技术、环境科学、航空航天工程、材料科学、能源科学等方面的内容。希望通过这套丛书使同学们从中了解当今科技热点发展的动态及趋势，提高和培养同学们发明创造的素质与能力。

当然，由于时间等多方面原因所致，不足之处在所难免，还望同行与读者批评指正。

编者

1996 年 12 月 28 日于北京

1 充满信息的世界

1.1 源远流长的信息学

人类的信息交换是从什么时候开始的，很难说出一个确切的时间。但可以这样说：自从有了人类也就有了人类交换信息的活动。人类利用信息是和人类发展史同时开始的。早在原始社会，人类与信息就已形影不离了。原始人在森林中探索各种猎物的信息，以维持人类自身的生存和发展。

人类不仅自古以来就在利用信息，而且很早就对信息有了初步的了解，也就有了远古的通信方式。有文字可考的邮驿史，可以追溯到公元前 14 世纪，那是殷商时代。根据出土的甲骨文记载，殷商时代，边境派将士防守，并且设置大鼓，一旦出现敌情，守将就命令守兵击鼓传信，鼓声频传，一站接一站，把敌人入侵的紧急军情向天子报告。甲骨文上的这些记述，证明我国早在距今 3400 年前，就已经出现了有组织的通信活动。在东周时期，我国就有了“烽火告警”的创举。烽火台呈方形，用砖砌成，大约高出地面七米左右。平时，烽火台上堆满了柴草和干草粪。如果外敌入侵，就把当地烽火点燃起来，火光冲天，黑烟滚滚，目标十分明显，远远就可以看到。这样邻近的烽火台看到以后，相继点燃烽火。军队看到烽火信息后，就立即出兵迎敌。这就是最古老的光通信方式。

古代人们就知道信息可以被存贮。于是，就有了所谓“结绳记事”之类的传说。

随着人类社会的发展和科学技术的进步，信息也得到相应的发展。人类先后发明了电报、电话、通信卫星等等现代无线电通信设备，特别是计算机的发明，给信息科学带来一次革命，它加速了社会的信息化。

我们的日常生活，每天都与信息休戚相关。如给朋友写一封信，你告诉他，关于你的学习、工作、生活或其它方面的信息；我们通过电视看在美国亚特兰大举行的第 26 届奥运会的开幕式上精彩的表演；我们通过收音机，听到最新流行歌曲等等，这就是我们通常所说的消息，它是信息的含义之一。

我们可以把两点之间的通信以及信息在其间的传送情形，作出如下归纳：

甲经过传送体把某种信息传送给通信者乙，发出信息者甲在信息论术语中称为信源；接受信息的通信者称为信宿；传送体称为信息传送的通道，简称信道。通信的双方互为信源和信宿，双向通信。如果发出信息之后并不要求对方把反应的信息送回来，信息只朝一个方向传递，就成为单向通信。单向通信的接收者可能不止一个人，这种通信称为广播。

由此可见，写书信、拍电报、带口信、打电话、发传真等等，通信双方都是人，不过，传送体不同，带口信传送体是人；写书信传送体是邮政系统；拍电报、打电话、发传真传送体是电报、电话及传真系统。

再如发口令、喊号子、打拍子、音乐指挥等等，也都是某种形式的通信，作用都是把一方的某种信息传送给另一方。

以上所述都是人与人通信。除此之外，还有人与自然、人与机器及机器与机器、生物与生物之间的通信。如人们通过感觉器官感受外界环境变化的信息为人与自然的通信；医生从心电显示仪取得患者心脏病状况的信

息为人与机器的通信；自动控制设备根据检测仪表送来的数据信息去调整被控设备的状态为机器与机器的通信；雌性昆虫能够不声不响地把远处的雄性昆虫招引过来为生物与生物的通信等等。

雌性昆虫招引雄性昆虫，是由于它散发出来的昆虫性信息素的魅力。这类信息素是昆虫间特别敏感的通信语言，是昆虫赖以实现交配繁殖、传递警报、觅取食物的主要手段。

本世纪 30 年代，德国科学家曾经从 50 万个雌性蚕蛹中，分离提取出昆虫性信息素。他们把这种化学物质放在窗口，连远在四公里外的雄蛾，都闻到气味，受到诱惑，寻踪觅迹，扑向窗口，来寻求雌蛾配偶。

昆虫是如何受到诱惑的呢？多数昆虫都有触角。昆虫接收信息的能力，与它们触角的形状、大小和构造有关。昆虫信息素的分子在空气中扩散很快，这种分子的振动和旋转会产生电磁波。因此信息素分子就像微型电磁波发生器，向其周围发出极微弱的电磁波。而昆虫的触角就是电磁波接收器，在触角上布满了不同大小和形状的感觉毛，这些感觉毛，又好像是电视机上的天线一样，能够接收特定波长的电磁波，并且发生谐振。

由于各种昆虫的信息素产生电磁波的波长并不相同，所以，一种昆虫的信息素只对同种异性的昆虫具有魅力，最容易被它们接收并感知，诱使它们去寻伴觅侣。

科学家对昆虫信息素进行了大量研究，可以提取、合成信息素，从而利用信息素诱捕害虫，聚而歼之，直接达到消灭害虫的目的；同时，以假乱真，干扰雄虫求偶。

遗传，使生物世代相传，保持了各自的特性。而遗传也是信息的转移。无论是动物、植物，还是微生物，都把自己的遗传信息像拍电报一样，传给下一代。这种遗传信息叫做“遗传密码”。下一代接受了这些信息，生长发育，世代相传，所以才有“种瓜得瓜，种豆得豆”之说。

信息是作为人类感知而存在的。我国古代有这样的警句：“往者不可谏，来者犹可追。”说明过去的事情无可挽回，但它可以作为今后借鉴；未来的事情还没有实现，可以借助已有经验，努力去争取美好的结果。人类正是从不断认识的过程中，领悟出事物的一般规律，指导自己今后的行动，控制未来事物发展的进程。用信息论的术语讲，就是不断地从外部取得有用信息，加以分析、归纳和处理，得到对于外部世界的规律性认识，从而调整自己改造世界的行动，达到征服自然、改造世界的目的。由此可见，信息在人类认识世界和改造世界的过程中，起着十分重要的作用。

任何生物如果完全不能从外部取得必要的信息，它就无法感知外部世界的变化，当然就不能作自我调整，改善它与外部世界的关系，来适应外部的变化，这样的生物必然受到自然的淘汰而无法生存，更无从谈到改造外部世界了。我们由此可以说，具备从外部世界获取信息和利用信息的能力，是一切生物得以生存的必要条件。

知识也是一种特定的人类信息，是整个信息的一部分。在一定的历史条件下，人类通过有区别、有选择的信息，对自然界、人类社会、思维方式和运动规律进行认识与掌握，并通过大脑的思维使信息系统化，形成知识。知识是存在于一个个体中的有用信息，这是人类社会实践经验的总体，是人的主观世界对客观世界的真实反映和理论概括。所以，社会实践是知识的源泉，信息是知识的原料，知识是系统化的信息。

我们清楚地认识到，信息与人类的关系十分密切。实际上，作为通信消息的信息，我们每天都同它接触。除了书信、电报、电话、电影、影碟、广播、电视、音乐、戏剧等等之外，我们每天同许多人交往、阅读新的书报、接触新的知识、积累新的经验。作为运算和处理对象的信息，我们也极其频繁地同它打交道。如科研工作者每天都要在计算机上处理大量实验数据，分析结果，获得有用信息，并存贮起来，以便进一步研究。作为感知来源的信息，人人与之形影不离。我们的感觉器官无时无刻不在感觉信息，我们的头脑不时地进行思维。我们的眼、耳、鼻、舌、身接收和处理信息的过程，往往是在“不知不觉”中进行和完成的。

总之，人类在信息的海洋中生存和发展，信息渗透到人类活动的一切环节之中，我们正生活在一个充满信息的世界。

1.2 信息的特性

客观世界的三大要素是物质、能量和信息。人类认识物质和能量要早一些。宇宙中万物变化、生物的生长、人的行为、生命的遗传、自动机械和计算机的工作等等，都离不开信息的传送、存贮、处理和利用，无不和信息密切相关。但是，信息的重要性，却长期没有受到人们的重视，虽然人们无时无刻不在交换、存贮和利用信息，却往往是不自觉地盲目进行，充其量也只是半自觉地进行。

什么是信息？关于信息的定义大约有四十多种，真是众说纷纭，没有一个一致的说法和看法。我国《辞海》中信息一词注释为：“信息是指对消息接受者来说预先不知道的报道。”英国的《牛津字典》对信息注释为：“信息是谈论的事情，新闻和知识。”从另一角度来说，数学家认为信息就是概率论；物理学家认为信息就是负熵；通信专家认为信息是解除不定度。当然，以上说法由于立足于各自专业领域，难免又各有各的局限性。

信息论与控制论的创始人之一，美国著名数学家诺伯特·维纳认为：“信息就是我们在适应外部世界和控制外部世界的过程中，同外部世界进行交换的内容的名称。”这是对信息概念比较明确的论述。

事实上，人类在与外部世界发生联系的过程中，交换的内容相当复杂，形式也非常多。例如，人类可以把自然界的物质（食物）转化为自身的物质（如肌肉、体质），把自然界物质的能量转化为自身的能量。人类可以感觉出环境温度变化，随时增减衣服。但是，物质和能量并不是信息，这正如维纳本人所说：“信息就是信息，既不同于物质，也不是能量。”虽然，信息不是物质和能量，但却与物质和能量密切联系。我们注意到人类从外部世界所摄取的一类内容，就是外部世界各种事物运动变化着的状态及其规律，即知识。信息就是关于事物运动的状态和规律。我们前面提到的消息、广告、报道、新闻等等，都是关于某种事物运动的状态和规律，关于某种事物运动的知识。而世上万物都在不停地运动变化、生生不息。可见，信息普遍存在，它对人类的生存和发展至关重要。

信息是世上万物联系的桥梁，人类能够对自然资源进行开发，首先是由于这些物质资源能够发出信息，而人类接收到这些信息加以利用。人类就能够认识天体、微观电子，也都依赖于它们所发出的信息。当然，我们研究天体，并不需要全体天文学家亲自遨游太空，只要利用科学仪器或少

量学者取得的足够的信息就可以解决问题；研究电子学，也并不需要电子学专家都去做显波器，只要利用现有信息和设备就能解决一般科研问题。

信息虽早已存在，但信息问题一直没有引起人们认真的注意。到了近代，由于生产力的发展，科学技术的进步，人类与自然界的斗争发展到更高级的阶段，人类本能的（即依靠人体本身的感觉器官与思维器官）接收信息和处理信息的能力已经不能满足人类改造自然的需求。特别是近代无线电技术、计算机技术的飞速发展，给通信带来彻底的革命。例如，人们要到月亮上做研究工作；人们要研究更深层次的微观世界；人们要迅速准确地传递大量的数据，人们要在地球一边收看另一边的电视节目……。这时扩展人类接收信息和处理信息的能力问题才逐渐引起人们的注意，对信息的研究才开始被人们重视，才产生了信息科学。

信息科学，就是研究信息的产生、贮存、传递、提取、交换、处理、控制和利用的科学。我们要了解信息，就应该了解信息的特性：

（1）可识别性。自然界的信息，一直是客观存在的。人类仅可以通过各种仪器仪表运用各种检测手段，来感知它、接受它、进而识别它。对于不同的信息源，识别的方式和方法也不一样。比如，我们每天看书学习，就是通过看书，大脑思维来识别信息的过程。我们通过显微镜观察微生物，也是识别信息的过程。这样的例子在我们日常生活中非常多。

（2）可传输性。信息具有通过各种介质传输的特性。人类在共同劳动和相互交往中，促进了大脑的发达，逐渐产生了语言和文字，使人类取得了大量的信息，推动了人类对自然资源的开发和利用，增强了人类改造自然、适应自然的能力。特别是文字使人类突破时间和地域的局限，能获取、流传和保存大量的信息。

19世纪以来，英国物理学家和数学家麦克斯韦就已预言了电磁波的存在，后来很快就得到德国物理学家赫兹实验的证实。直到马可尼、波波夫等人发明了无线电，从而使人类的信息交换速度惊人。由于电磁波的速度与光速相等，人类的信息传送，从此通向太空，通向浩瀚的宇宙！信息把地球上每个人联系在一起，信息使每个人与社会息息相关。目前，全球化的信息高速公路正在建立，建成后，将使地球上每个人联系更加密切，它将把人类带入信息时代。

（3）可存贮性。“结绳记事”，是人类创造的最原始的存贮信息的一种方法。随着人类社会向前发展，科学技术的进步，信息的存贮方式也不断进步。纸的发明，使文字信息能够记录下来；印刷术的发明，使文字信息的大量复制变成现实；磁记录的发明，可用磁带录音、录象、记录数据；激光盘的发明，增强了信息存贮的容量，一张很小的激光盘，可以存贮半个小时以上的电视信息，相当于几万张彩色照片的信息量。

（4）可处理性。信息处理，是指对信息的排序、归并、存储、检索、制表、计算，以及模拟、预测等操作。从人类来说主要是数值运算和非数值运算两种，后者更具有普遍性。电子计算机就是具有高度自动化处理信息的一种机器。它的出现，揭开了当代信息处理技术的新篇章。但电子计算机处理信息，要靠人编制软件来实现，它按照人们给定的程序，从给定的前提出发，进行非常复杂的推理和运算。它每秒钟可以进行几百万次、乃至几十亿次的字元逻辑操作。同时，计算机也是信息存贮的仓库。

（5）可扩散性。信息不仅可以通过电磁波，以光的速度远距离传输，

而且可以通过各种渠道，迅速扩散开来。信息越扩散，我们拥有的信息也就越多。比如，1984年，中国运动员许海峰在美国举行的第23届奥运会上，为中国代表团赢得了第一块金牌，很快在国内传开，这就是一个信息扩散的典型事例。

(6) 可共享性。同一场足球赛，一个人观看、一个城市的人看、一个国家的人看、或全世界的人看、都一样共享足球赛的信息。电视台播送的信息量，并不因为看球的人数增加，而有丝毫减少。这与物品不一样，一个苹果两个人分享，各得其半；如四个人分享，每人得四分之一；人数再增加，每人分得更少。

(7) 可替代性。在某些情况和不同程度上说，信息可以取代资本，并发展和延伸物质资源。工厂和办公室中的机器人和自动化设备正在有条件地取代脑力和体力运动，因此要求劳动力变换工种。如召开一次电话会议，要比让各地代表来北京开会节省许多时间和经费。利用信息，可以减少劳力和资本的消耗，信息可以替代物质财富。

(8) 可压缩性。我们能够对信息进行集中、综合和概括，以便于处理。人们能在一个理论中储存许多复杂的事例，可以分析大量的数据而引出一条公式，可以把许多从实践得到的经验总结写成手册。如听十分钟简明新闻，比听十分钟广播小说得到的信息量大得多，原因是简明新闻已经过压缩。

了解信息的特性，我们在现实生活中就能更好地利用信息。我们所处的时代是信息时代，更加要求我们掌握信息，充分利用信息，以便节省人才和财力，提高我们的工作效率。

1.3 科学技术促进信息发展

神奇的电报

前面我们讲到古代通信、“烽火告警”、邮驿制度等等，都是最原始的通信方式。电报的发明，是人类第一次利用电作为载体来传递信息，因而大大扩展了通信的距离，大大缩短了通信的时间。

早在1833年，在一艘由欧洲启航到纽约的游船上，一位乘客向大家介绍电磁铁新奇的功能：导线中有电流通过时，铁块就产生磁性，把大头钉、螺丝钉、小铁片，统统吸住了。电源一旦中断，磁性吸力随即消失。这一情景触动了画家莫尔斯的灵感，使他对电磁学产生了浓厚的兴趣。当时他已40岁，莫尔斯决定改行去钻研电磁学。

他经过半年苦学，初步掌握了电磁原理。从前的画室，堆满了各种电工器材和工具，到处是导线、线圈和磁铁，他不得不节衣缩食，省下钱来购买实验用品。他试验一次接着一次，失败也一次接着一次。经过三年的摸索，耗尽了他的全部积蓄，电报机还是没有造出来。

1836年，莫尔斯穷困潦倒，不得不重操旧业，去一所大学担任工艺美术教授，来维持生计。失败，并没有使他失去信心。恰恰更加坚定了他的信念。他认真反省自己的设计思想，仔细地检查每个实验电路，终于诞生了新的想法。他在《科学手记》中这样写道：

“如何利用神速电流？只要能让它不停地跑十英里，我就能让它跑遍

全世界。突然切断电流，就能够产生电火花。电火花就是一种符号；没有电火花则是另一种符号；没有火花的时间长又是一种符号。这样，就有三种符号可以组合起来，代表数字或字母。它们的适当组合，就可以代表全部字母。这样，文字就能够由电线传送出去。其结果，我们就一定能够创造出可以在相隔遥远的两地迅速地互通信息、可以记录的新机器！”

莫尔斯的新设想，就是利用使电流交替地通电和切断所产生的不同信号，编制代表数字和字母的电码。这就是著名的莫尔斯电码，是电信史上最早使用编码。在这个电码中，点、划和空白是三种基本符号，点就是我们听起来“滴”的声音，划是我们听起来“达”的声音，空白是没有声音。又经过一年艰苦的努力，他终于研制成功一台传递电码的装置，他把这台机器正式命名为电报机。

利用电报机作长距离的通信试验，需要大笔的经费。这是莫尔斯微薄的收入所不能办成的事情。他带着发明到华盛顿，说服了国会投资架设一条连接华盛顿与巴尔的摩城的电报线路。在 1844 年 5 月 24 日，伟大的时刻到来了！莫尔斯在华盛顿的国会大厦联邦最高法院的会议厅里，百感交集，激动万分，用颤抖的手，向 40 英里外的巴尔的摩城，发出了人类历史上第一份长途电报。内容是：“上帝创造了何等的奇迹！”电报通信的时代就这样开始了。

奇妙的无线电

1895 年，一位意大利青年马可尼，在意大利波伦雅（地名），夜以继日地进行系列试验。终于利用多路火花放电器等做成一台发射机，并且把金属屑检波器改装成接收机。这就是早期的无线电发射机。

1898 年，马可尼制作了大功率的发射机，提高了接收机的灵敏度，使无线电波通信跨越英吉利海峡，为正在举行的游艇竞赛传递了比赛的消息。1901 年，他终于使大西洋彼岸收到了无线电信号，实现了欧洲和美洲的直接通信。

从 1838 年莫尔斯用一对电线实现电报的传送，到 1896 年马可尼和俄国的波波夫同时完成无线电通信试验，经历了近 60 年的时间。20 世纪以来，有线和无线通信各自沿着自己的道路不断地完善和发展。一方面是有线通信从明线、对称电缆、同轴电缆、波导发展到了光缆；另一方面是无线通信从长波、中波、短波、超短波、分米波、微波、毫微波发展到激光。

不可思议的电波

1875 年 6 月，美国发明家亚历山大·格雷厄姆·贝尔设计出在环形膜片的中心，安装了电磁舌簧的送话器。人的声音，能使膜片发生振动，从而带动舌簧作相应的振动。振动的舌簧，通过电磁感应转换为各种电振荡。开始的电话机不很灵敏，试验很难成功。

1876 年 5 月 10 日，贝尔在做试验，不小心把硫酸溅到脚上，他痛得大声呼叫：“沃特森快来帮帮忙！”这呼叫声，竟通过他的电话机传送出去了！他的助手沃特森正在走廊尽头的一个房间里工作，突然听到电磁电话里响起了贝尔的声音，惊喜地欢呼：“听到了！听到了！”但当时的电

话体积大，而且发话人必须大声呼喊。现在由贝尔设计制造的第一台电磁电话机仍然保存在华盛顿历史和技术博物馆里。

1877 年，爱迪生发明了磁精电话，比贝尔的话筒更加灵敏、有效。

1878 年，沃特森在电话机上增加了磁性电铃，用户可以呼叫交换台，而交换台也可以呼叫每个用户。

1879 年，卢赛薇尔特发明了挂钩开关器，当拿起话筒时，电话机自动接通，挂上时，话机又自动切断。

1891 年，美国人史瑞乔发明了自动电话选择器，这是一种磁铁式的步进滑动接触装置，根据拨号盘发来的一个个电流脉冲信号，自动地上升、旋转、选择接线位置，自动接通所需的电话线路。

1960 年首次试验的按键号盘，使用晶体管发出的音频，在启动交换器的功能方面，比机械拨号盘发出的连续脉冲要好。

随着科学技术的迅速发展，电话的品种增多，功能增强。出现了书写电话、电视电话、记忆电话等等。人们愈来愈离不开电话。电话使人们之间的距离变近了，时间变短了，工作和生活的节奏加快了。电话加速了时代前进的步伐。假设现在没有电话，那么，我们面前的世界将会怎样呢？

20 世纪伟大的发明——电子计算机

1906 年，德·符勒斯发明了三极管。开创了电子学的新时代。电磁波与电子学的结合，推动了通信的进步，发展了无线电广播、电视、雷达及自动控制等一系列技术。电信的发展，加速了信息的流通，信息开始大量生产、传递和运用。

1946 年，美国莫尔电子工程学校和宾西法尼亚大学的电子计算机设计组，研制成世界第一台大型电子计算机“埃尼亚克”(ENIAC)。这个“埃尼亚克”，拥有 1800 万只电子管，70,000 万个电阻，10,000 个电容器和 6000 个开关，占地 170 平方米，要六个大房间才能装得下这个庞然大物，整整占去了一层楼，重达 30 吨，耗电 140 千瓦，需要安装散热通风设备，消耗的能量足以开动一列火车。这台计算机，造价高达几百万美元！每秒钟能做 5000 次加法或 400 次乘法，现在看来，这个速度当然是很低的。

美国科学家冯·诺依曼对“埃尼亚克”作了一系列改进，提出计算机整体结构的组成，按他的规划分成五个部分，这就是：计算器、控制器、存贮器、输入和输出部分。在他的方案中，采用二进制来代替十进制，同时引进了“存贮程序”的概念，就像贮存数据一样，把程序也贮存在存贮器中，这些都是电子计算机发展史上的创举。这样，数据和指令都可以采用二进制表示，而且又可以一起贮存。

1948 年 6 月 30 日，美国贝尔实验室宣布，发明了一种固态放大器件——晶体三极管。今天，超大规模集成电路在电子计算机和信息科学方面，给人类社会带来了奇迹！而晶体管的发明，在电子学发展史上是一个重要的里程碑。和电子管比起来，晶体管的体积，只有电子管的千分之一，而寿命却比电子管高 100 倍。

晶体管问世以后，人们就在捉摸如何把它们集成起来。1952 年，英国皇家雷达研究院的达墨首先提出了制造集成电路的设想。1957 年，美国得克萨斯仪器公司的基尔比与仙童公司的诺伊斯，做出了世界上第一块集成

电路，虽然这块集成电路仅仅包含了四个晶体管 and 六个阻容元件。

集成电路把晶体管、二极管、电阻、电容和电感等等这些原来分立存在的电子元件，连同连接这些元件的导线，经过外延、氧化、光刻、扩散、蒸发等一系列工艺过程，全部制作在一块小的硅片上，构成了一个完整的、不可分离的微型电路。

集成电路的发展非常迅速，几乎每隔几年，集成度就提高十倍！1967 年出现了包含上千个晶体管的集成电路；1971 年，美国的英特尔（Intel）公司首先制成了微处理机，它在一块 0.297×0.404 （ cm^2 ）的硅片上，集成了 2250 个晶体管；到 1977 年，就出现了包含十五万六千多个晶体管的集成电路；1984 年 IBM 公司做出的超大规模集成电路，在一块小小的芯片上，竟然可以集成 200 万个晶体管。

集成电路的迅速发展，使人类征服自然的能力发生了根本性的变化。集成电路已经渗入到各个领域，从人类登月和探测火星的宇宙飞船上的传感器与控制元件，到小如火柴盒一般的彩色电视机；从放在口袋里的微型计算器，到代替人类大量脑力劳动的智能机器人，集成电路到处大显身手，给人类的生产活动、生活方式，以至于精神文化生活，都带来了深刻的变革，它已经成为发展现代科学技术的极其重要的物质基础。

超大规模集成电路集成度和成品率的提高，带来了电子计算机的革命。预计不用很长时间，人类将能制造出每秒钟运算一万亿次的巨型机来。计算机和通信相结合，人们只要坐在自己的家里，利用终端装置，就可以在几分钟内，从千里以外的情报资料中心，取得自己需要的各种资料。

如今，计算机几乎渗透到生活的每一个领域，应用十分广泛。这就要求我们必须加强电脑学习，否则，我们不懂电脑，就会成为信息社会中的“文盲”。

1.4 浅谈信息论

信息论是研究信息的基本性质及度量方法，研究信息的取得、传输、存贮、处理和变换的一般规律的科学。信息论是由通信的发展中产生的，它已渗透到了化学、物理学、生物学和心理学等许多领域，随着计算机技术的发展，信息的处理和利用也有了飞速的发展，人类对信息重要性的认识，也在逐步深化。

1924 年，奈魁斯特等人研究了通信系统传输信息的能力，并试图度量系统的信息量，开始了现代信息论的研究。1947 年，美国数学家诺伯特·维纳研究自行火炮，发表了题为《控制论》的专著，提出了控制论。1948 年，美国数学家克芬特·仙农研究密码通信，发表了著名论文《通信的数学理论》，奠定了信息论的基础，第一次把信息通信领域的概念确切化了，而且从概率论的观点，提出了信息量的概念。他所建立的信息论包括三大内容，指的是信源理论、信道理论和信息失真函数理论。这些理论立足的基础是概率论。

概率论

我们知道，太阳会由东方升起，水在 100 时沸腾。这些事物，是确

定的，我们称它为确定性事物。而另一些事物，则并不确定。如每天学校有多少人在食堂吃饭、每天在校招待所居住的旅客数等等。这类事物随时变化，所以称为随机事物。随机事物，看起来似乎杂乱无章，其实有它的内在规律，就是概率分布。概率论就是研究随机事物统计规律的数学理论。例如，你在一个水平平面上抛掷一个质地均匀的钱币，一般来说，它有两种可能的结果：出现正面或出现反面。对于每次试验，只可能出现这两种结果中的一种，二者必居其一。概率论告诉我们，当你在同样的试验条件下重复抛掷的次数 N 足够大时，出现正面和反面的次数各为 $N/2$ 。且 N 越大，这个结果越准确。

信源理论

信源就是信息的发源地。仙农在信源理论里，首先就规定了信息量。日常生活中，我们常说：“这个消息十分重要”，“这个消息谁都没有料到”，等等，用这些话来描述消息的重要程度，这就是说，有的消息包含的信息量多，有的消息包含的信息量少。那么，怎样来衡量呢？

直观上，如说，“人会跑步”，“地球围绕太阳转”，这些话，都是大家所知道的、完全确定的消息，没有不确定性，这些消息中的信息为零。如果说，“现在，学校操场上有人在跑步”。这样的消息，有二种可能：有人在跑步或没有人跑步，也就是说发生这件事的概率为二分之一。你要是第一次听到这样的消息：“我国游泳运动员乐靖宜，在亚特兰大第 26 届奥运会上夺得金牌。”这个消息就包含信息量大。因为许多国家的运动员都想夺金牌，奥运会上运动员水平都很高，谁能最终夺金牌？那是不确定的。这就是说一件极为罕见的事件，信息量比普通事件的信息量大。

也就是说，出现概率小的事件，传递的信息量多；出现概率大的事件，传递的信息量少，信息量是概率的单调递减函数。根据仙农的规定，一个消息所荷载的信息量，等于它发生概率倒数的对数，即

$$I = \log \frac{1}{p} = -\log p$$

在这个式子中， I 就是信息量， p 是事件发生的概率。如果对数以 I 为底，则信息量的单位是比特，如果对数以自然对数 e 为底，则信息量的单位为奈特。

信道理论

我们知道，信息的流通，必须通过信道。研究信道的目的，在于使信道中能传输和存贮大的信息量。也就是研究信道的容量问题，以便挖掘信道的潜力。任何一个信道，都有它的容量，换句话说，存在着一个最大的传信率。这就好比一条公路，在一定条件下，有一个最大通过能力。仙农信息论告诉我们，只要传信率低于信道容量，总可以经过适当的编码，无差错地在信道中传输。把每秒钟传送的信息量叫做传信率，即通信速度，以 R 表示：

$$R = \frac{\text{平均信息量} H (\text{每个消息的})}{\text{平均时间} T (\text{每个消息的})}$$

失真函数

研究通信速度的失真函数问题，在于探明在限定的失真条件下，最低需要多少传信率，才能传送信源的信息。换句话说，在允许的失真范围内，要把信源的信息完全传送出去，这种情况下所要求的信道容量，最小应该是多少。由于用到数学知识较多，在此不再深谈。

仙农为信息论打下了一个良好的基础，但这个理论主要是针对通信问题提出来的，有它的局限性。习惯称仙农信息论为狭义信息论。

随着科学技术的发展，信息论也飞速发展。它的应用范围扩大，如模式识别、自学习自组系统、语言学、经济学、社会学等与信息有关的领域。同时，信息论也发展成为广义信息论。

2 信息化社会

2.1 科学技术发展的新特点

科学技术的发展如此迅猛，是与基础研究而产生的新技术息息相关的。没有这种研究工作，这些新技术就不可能出现。例如分子外延技术，就是对表面科学的认识和方法不断提高的结果；微型计算机的出现，就是由于电子学和超微细加工技术发展的结果。

据调查，基础研究与技术应用之间平均有 30 年的滞后期，近年来这一周期已大大缩短。电子计算机的更新换代、新型激光器的加速研制和应用、脑腓肽的发现等等，都是十分明显的例子。大规模集成电路工业的巨大发展，则几乎与基础研究的成就齐头并进，其中包括材料与固体科学、新型光谱学以及原子与分子物理学等多方面的成就。

在某些行业中，基础研究的成就，已使工业研究与开发的性质发生了变化。如制药工业，新药从设计、制造到测试，由于有了受体生物学的新知识作指导，有了信息处理系统作技术手段，解决问题的途径也不同了。

所有这些都说明，当前正处在一个科学与技术紧密结合并迅速发展的时代。在迅速变革的时代，基础研究和技术的结构必然是动态的，需要不断更新，不断输入新的高质量的科学家、工程师以及适用的仪器设备，并加速科技情报的传播。

传统的交流手段——阅读文献资料及面对面交流，已不能适应科技突飞猛进的需要，尤其由于当代科技的进步越来越具有多种学科相互渗透的性质，那种传统的情报交流办法，已成为科技进步的一大障碍。我们要增大电子数据库的数量和容量，采用网络来发送电子邮件，采用电子学方法来加速文献资料的出版发行。

科学技术正在交叉渗透，是现代科学技术和知识领域内的一个鲜明特点。如：在物理学和化学的影响和渗透下，生物学的发展非常迅速，而分子生物学是当前生物学发展的主要方向，分子生物学目前已经渗透到生物学的各个领域，产生了一批新兴学科如分子遗传学、分子细胞学、分子分类学等。

现代化仪器越来越多地由科学、技术交织而成，这包括核磁共振仪、扫描电镜、新型激光器以及新型同步加速器辐射源等。

由上所述，我们不难看出科学技术发展所具备的新特点：即以研究为基础的新技术不断涌现、技术创新步伐加快、基础研究和技术的结构发生变化；新的科技情报交流手段日益重要；科学技术正在交叉渗透。

2.2 信息化的大脑——电子计算机

1946 年，世界上第一台电子计算机“埃尼亚克”问世。计算机发展经历了 50 个年头，更新了一代又一代，使人类的生活发生了根本的变化。

计算机的发展

电子计算机是社会信息化的核心，是信息化社会的基础，信息化社会

立足于电子计算机的全面普及。

电子计算机是代替人类脑力劳动的先进工具。它的根本特点是记忆能力、程序操作、逻辑判断、运算超高速等。电子计算机能完成人们赋予的“思维活动”，代替人完成计算、控制、操作、管理、监视及其他功能；可使测试、仪表、控制系统、生产加工系统、动力系统及社会生活用具等有一定的“智能”。由于计算机的使用，大大提高了信息处理的质量和效率，在瞬息之间，就能够处理大量信息，信息处理技术为之一新。计算机的发展，也经历了多次重大变革，跨越了几个发展时代。

从 50 年代初期到中期的第一代电子计算机是用电子管装成的。这一代计算机首先用于军事部门，作科学技术的计算，如原子能、空间科学技术和武器研究等。它的造价昂贵、结构简单、可靠性低，但计算机的重大作用仍清楚地显示出来。例如，研制飞机需要进行风洞试验，建造风洞是费用高且复杂的工程，而用电子计算机进行空气动力学方面的计算，能模拟出一些风洞试验的条件要求。这不但节省资金，而且具有更高的准确性和灵活性。

第二代是晶体管计算机。从 50 代末到 60 年代中期，这段时间，电子计算机用晶体管组装逻辑单元，用磁心作主存贮器，程序的编制使用 Algol、Cotol、Fortran 等程序语言。应用逐渐由以军用为主转向民用为主，由科研机关使用扩大到企业部门使用。当时计算机的应用已扩展到 51 个部门，一千多个项目。除了有更多的科学技术问题逐步使用计算机外，在工业、交通、商业和金融方面的应用，如拟订生产计划，进行市场分析、售票、调度车辆或飞机，清理订货及统计支票等，日益开展。另外，由于计算机能记住各种事物，并进行分析判断，起到人脑的作用，从而成为自动控制的核心设备。在生产过程中，有损人体健康、危险性大的生产，它代替人去操作。这一时期的特点是计算机种类繁多，发展迅速，从使用的角度，要求计算机各种设备规格统一、使用语言统一、技术条件统一。

第三代是集成电路计算机。集成电路的出现，给电子计算机注入了新的生命力。在 1965 年前后，美国国际商业机器公司（IBM）宣布研制成功了 360 电子计算机系列。360 系统不是一种计算机，而是包括有大、中、小十多种型号的一套计算机。有的计算速度很快，有的计算比较慢；有的能存储很多的数据和程序；有的则比较少。但是这些机器规格统一，凡是在小型计算机上算的问题，无须改动，能在大、中、型计算机上算。反之亦然。IBM 公司还为这个系列提供了一整套软件。由于这个系列设计完善，公司的力量又雄厚，使得一些小厂家生产的设备和机器，也只好统一于 360 系统的规格之内。不但如此，后来前苏联和日本生产的某些计算机也采用了和 360 系统相同的规格。因而普遍认为，IBM 公司的系列产品，宣告了第三代电子计算机的诞生。这一代计算机的特点是：用中、小规模集成电路作基本逻辑电路，仍旧用磁芯制作主存贮器，机器广泛使用会话语言，例如 Basic 语言、APL 语言等等。电脑的运算速度，提高到每秒千万次，甚至高达亿次以上。集成电路的应用，使电子计算机在功能、速度、成本、体积以及可靠性方面，都有了很大进步。电子计算机在应用方面有了发展和突破，计算机和通信相结合，组成了联机系统，实现了许多用户可以远距离同时使用一台电子计算机。

第四代是大规模集成电路电子计算机，主要是指微型电子计算机。随

着电子元件在一块晶体芯片上数量的增加，出现了大规模和超大规模集成电路。1969 年，电子计算机开始采用大规模集成电路。1971 年，美国英特尔（Intel）公司首先研制成了四位微型电子计算机，如 4004，8008 为第一代；1973 年的 8080 为第二代；1978 年的 8086 为第三代，字长为 16 位。1982 年，贝尔实验室试制出 32 位单片微型机。

第四代电子计算机已经深入社会，深入日常生活，影响到人类生活的各个方面。各种各样的办公用计算机、家用计算机、个人用计算机纷纷出现。电话机、新型照相机和家用电器，都由微型电脑控制。

第五代是超大规模集成电路电子计算机。具有很强识别判断能力的系统；具有作复杂的逻辑推理能力系统；具有能应用各种知识能力的系统，其中包括“知识库”、“专家系统”、“自然语言”、“翻译系统”等。可以这样说，第五代电子计算机是超大规模集成电路、人工智能、软件工程、新型计算机系列等综合的产物，它的主要特点是智能化程度的显著提高。

光电子计算机将要出现，其运算速度有可能比现在使用的集成电路计算机快上千倍，而存贮容量将扩大十亿倍。

制造光电子计算机的基本元件是相位变换器，它的作用和晶体管相仿。晶体管里，利用小电流来接通高电压或低电压，高电压相当于 1，低电压相当于 0，而相位变换器则利用激光进行这一工作。相位变换器同晶体管相比，有许多优点，它的变换速度比晶体管快上千倍，而变换速度是电子计算机运算速度的最终决定因素。逻辑门是电子计算机里的一种基本单元，制造一个逻辑门要用几个晶体管，而用一个相位变换器就可以代替。相位变换器可以用多束光同时进行不同的运算，而晶体管就不能，因为电讯号会互相干扰。也就是说，光电子计算机可并行处理。

光电子计算机的设计原理也不同于目前的电子计算机。由于相位变换器可以在两个以上的稳定状态之间变换，不必局限于二进制，会创造出新的运算逻辑。

日本正在研究和开发生物芯片。生物芯片是利用基因工程技术，将有机分子栽植在蛋白质的基础上，并利用酶的作用，使它具有同半导体一样的功能。生物芯片只有 0.1 微米大小，但是，它却具有比现在的集成电路大十亿倍的存贮容量和大一亿倍的运算速度。这种芯片是利用化学反应而不使用电力，仅用一个芯片就足以代替现在的大型电子计算机。这种计算机可称为蛋白质计算机。

微型计算机

集成电路出现以后，出现了各种类型的电子计算机，按照它的规模称为巨型机、大型机、中小型机和微型机。

巨型机是指每秒平均速度为一千万次以上的电子计算机。不仅美国、独联体、日本、英国等有巨型机，我国也有了每秒能运算一亿次的计算机。

大型机是速度较高、容量较大、并有较多外围设备的电子计算机。IBM 公司研制的 360 系列，是最早出现的大型机。中、小型计算机是普通的电子计算机，和大型机相比，造价较低、周期较短、产量较大。

最初的计算机是单功能的，只能用于科学研究中的计算或数据处理，

计算机的设计制造也都是独立经营的。

后来，计算机由小型机发展到中型机，进而发展为大型机、直至巨型机，计算机出现了系列化设计。但是，大型机和巨型机的发展，无论硬件还是软件，都愈来愈复杂，愈来愈庞大，仅仅维护这些硬件和软件，花费就很大，致使计算机的生产和使用，大大地受到限制，难以大量发展和推广。为了避免这些限制，“分散处理系统”的概念提出来了。所谓分散处理系统，就是不依靠单独一台大型机或巨型机来解决问题，而是立足于把许多微型计算机联合起来，构成横向综合体系。有了这样的体系，就不必把问题都汇集到巨型机来处理，而可以在信息和使用地点处理，这样不必花很多钱就能装备起来，使用和维护、技术上的要求都不高，不像巨型机那样对很多普通人来说只能敬而远之，使用户得到扩展。

“分散式”是计算机的发展方向之一。微型电子计算机的出现和飞速发展，使计算机的发展发生了方向性的变化，改变了整个计算机系统的结构，对我们的时代产生了根本性的影响，使社会信息化有了实现的可能。

微型计算机的超小型化，它的灵活性和方便性；它的低成本和高效能，使它很快地走进社会，占领每一领域，普及到家家户户的时代很快就要到来。微型计算机深入到地球的每个角落，成为全社会的共同需要，成为社会信息化的物质保证。不少有危险性的有害工作，或者是人类的足迹不能达到的地方，如极毒的工作、宇航试验，微型计算机能够代替人类进行控制。有人说：“第一次工业革命是蒸汽机所带来的动力革命；计算机、特别是微型计算机必将带来又一次革命，这将是一场信息革命、智力革命。”

实际上，计算机在社会信息化中的地位，正像大脑在人体中的地位。电脑处理信息的速度，要比人脑快得多。在发达国家中，工业总产值的百分之六十离不开计算机。以计算机为主的技术进步的影响，在整个国民经济增长率中的作用，超过了百分之五十。这种功能复杂、价格便宜、易于推广的微型计算机的出现，使人类踏进了信息化社会的门槛。微型计算机从一种单纯的计算工具，广泛应用于工农业生产、科研教育、企业管理等各个领域，直至渗透到现代化家庭生活中。

微型计算机应用广泛，多种应用大致可分为三类：

- (1) 代替小型机、通信处理机或作计算机外部设备的控制。
- (2) 过程的自动控制及人工机器人技术。
- (3) 过去计算机无法深入的其他领域。

现在，微型计算机在机床工业中的应用越来越广泛。机床和生产设备趋向采用微型机控制。微型机在汽车上用于发动机点火可减少污染，节约燃料百分之十。可用于泛化器控制、风门位置控制，使发动机控制计算机化。用于显示装置，显示各种参数以及各种调节装置等。

以微型机为基础的通讯设备、平板彩色显示器、微型麦克风、微型录象机、磁泡存储器、电视唱片等，通过几个插孔可灵活地接入通信网与任何网点进行通信；插入通信天线，可收看卫星转播的节目，可随时播放电视唱片中的音乐。微型计算机、电视技术、光纤通讯三者结合起来，未来的通讯更快、更方便、更准确。

微型计算机将广泛用作计算机辅助教育设备。许多台计算机与大型教育数据库相接，成千上万的学生就可以同时上课，微型计算机便成为优秀的教师。微型计算机可监督学生、调整教学进度、进行人机对话、解答疑

难问题。教师的主要任务是编制上课和解疑的程序及从事研究工作。

微型计算机将大量用于办公室，成为必备的办公用品。用它来完成各种文件、卷宗的搜集、处理、编制、传递、归档、制图表等功能。

科研、设计人员用微型计算机可完成辅助设计、绘图、查找资料、分析试验、编写论文、印刷、传送、科研记录等功能，节省大量的人力物力。

微处理机的应用，推动了自动化技术的发展。原来的计算机，在自动化技术中，一般都作为全系统中的一个带智能的自动控制环节而出现，而微型机却可以把这些智能分散到各个基本单元中去，分散到生产线上的机床、仪表中去，这就是单机智能化。这样全系统的智能水平和可靠性将有一个数量级的提高，单机本身也实现了自动化。

人工智能主要是用电子计算机来模拟人的某些智力活动。例如语言识别、文字、图形识别、学习过程、探索过程、推理过程以及环境适应等。随着相关科技的发展，人工智能引起了更多人的注意。人工智能是模仿人的联想功能的计算机系统，它能根据现在收集的资料以及在以往经验的基础上进行联想和推理，对未来作出判断和决策。机器人就是人工智能研究的一个引人注目的课题。有些机器人有模仿能力，只要看人操作一遍，它就可以重复操作；有自适应能力的机器人，能把搞乱的零部件找出来，正确装配。一旦人把高级智能赋予计算机，例如，自学习能力、组织能力、对策问题、定理求证问题、图象识别、自然语言理解、思维能力、精神感情问题等等。那么会产生这样一个问题——机器人的智力会不会超过人？在科技界，尤其哲学界争论非常激烈。

有人预测，将来机器人的智力，无论在哪一方面都更接近人，甚至在某些方面超过人。因为人工智能的发展是没有止境、没有禁区的。如果把人类文明的最高智慧、最新的科学技术成果赋予计算机，那么对于一个具体的人类个体，在某些方面的智力就不如机器人，有些疑难问题的解决和处理就要靠机器人。

总之，机器人的智慧将随着人类认识能力的深入而发展，不受具体人的局限性影响。计算机作为智力的辅助工具，深入到社会各个方面，将把人的智能活动提高到一个崭新的阶段。

2.3 信息化的神经网络——通信技术

卫星通信

1996年，亚特兰大奥林匹克体育场为世人瞩目，第26届奥运会开幕式在这里举行。除了体育场上的观众，全球有三十多亿人通过电视屏幕同时观看了开幕式的盛况。人们能在一个事件发生的同时就能立刻看到当时的情景且远在千里之外，这就是卫星通信的功劳。

无线电通信时，信息的传输，是把信号加到高频电磁波上，以高频电磁波为载波，让它载着信号传送出去。就好像一列载货的汽车，把货物运送出去。为了使被载的信号不受到干扰，就要占有一定的频带密度。在载波工作频率的周围，划分出一个频段，好像人们划分地盘，独家经营，他人不得插手。电报的信息比较简单，频带宽度只要几百赫就够了。电话是传输语言信息的，需要占据的频带要宽些，频带宽度在二到四千赫之间。

电视就更复杂，不仅要传输声音，还要传输图象的信息，占据频带更宽，频带宽度大约要十千赫左右。电信发展就经历了中波、短波、超短波、分米波及厘米波等等，实现了微波电缆通信和卫星通信。

1945年，英国工程师克拉克最先提出用对地同步轨道上的卫星进行通信的设想。1957年人类第一颗人造地球卫星上天，使克拉克的设想有了实现的可能。1965年第一颗地球同步卫星“蓝鸟1号”发射成功，开创了卫星通信的新纪元。70年代，通信卫星技术日趋完善。

一个卫星通信系统由通信卫星和地球站组成。通信卫星由星体、天线、转发器、遥测——指令系统、控制系统和电源部分构成。地球站由天线、上行线设备、下行线设备等部分组成。

（1）卫星通信的特点：

卫星通信不受海洋、陆地、高山、空中等地理条件限制；组网灵活、迅速；通信容量大、费用省，三颗通信卫星就能覆盖全球，实现全球通信。一颗通信卫星已能达到一万多路电话。

卫星通信采用数字方式后，所传送话路的数量比用模拟方式传送要大得多。由于电话、图象、电视等形式的信息都可以数字化，因此可以采用统一的卫星数字通信网，这样不仅能大大改善传输的质量，而且可降低网路的建设费用，并且使通信效率大大提高。

现代科学技术的发展，使通信技术与空间技术的联系日益紧密，这在卫星通信、电视转播、电信、无线电导航、气象观测、矿产资源勘探、航天实验、军事侦察等方面都已反映出来。卫星通信应用十分广泛。

1991年的海湾战争，是首次全面应用卫星通信技术的一场大规模战争。在这场战争中，有六十多颗军用通信卫星和二十多颗民用卫星用于情报收集、通信、导航、后勤管理和气象预报。在这场陆地、海上、空中展开的现代立体化战争中，地面、海洋、空中和卫星的通信线路交织成一个立体化的通信网。

在这场战争中，战场的地面情况，通过军用通信卫星转发到美国本土的指挥系统。这些信息经过处理后，再通过通信卫星传送到位于沙特阿拉伯的多国部队指挥部，整个过程只需要九秒钟。多国部队指挥部再在计算中心用计算机决策，根据敌我的状况、武器装备的情况及气候地形状况发出相应的命令，同时对后勤管理作出周密的安排。由于多国部队拥有性能优越的通信设备，根据战场风云变化迅速发出切合时宜的命令，从而在战场上取得主动权，避免了不必要的损失，最终获胜。

在海湾战争期间，美国有线电视新闻网昼夜不停地进行全天的战事现场报道。观众在远离战场的电视屏幕上看到导弹呼啸而过的场面，海湾战争成为人类有史以来拥有最多“目击者”的一场大规模战争。

通信卫星可以用来传送卫星云图，这不仅为气象预报提供方便，还在救灾监测等方面起了重要作用。

从1985年起，国家卫星气象中心开始研究用气象卫星资料来监测森林或草原的火情。在经过彩色合成处理所得到的云图上，明火呈亮红色，过火区为暗红色，烟雾则呈淡蓝色飘带状。当林区出现火灾时，就会在云图上一目了然地反映出来，从而可使火灾确切位置、灾区面积和蔓延趋势，迅速、准确地定出来。

1987年卫星气象中心对大兴安岭森林火灾的监测就是成功的一个例

子。在 5 月 6 日大兴安岭林区发现火情，第二天火势开始蔓延，这给救灾指挥、调度工作带来很大困难。5 月 8 日，国家卫星气象中心对卫星云图等气象卫星资料进行分析，迅速画出火情图，使着火地点、灾区范围及火情蔓延趋势都一览无遗地反映出来，成为扑火指挥部进行决策的重要依据，为尽快扑灭火灾，或迅速控制火势、减轻灾情作出了贡献。

卫星通信在救险中也发挥着重要作用。如在 1992 年 4 月 7 日深夜，巴解组织执委会主席阿拉法特的座机从苏丹飞往巴解组织设在利比亚沙漠地区的一个营地，途中因遭遇强烈的沙暴，与地面飞行控制部门的无线电联系中断。这一事件引起国际各方面人士的关注。美国启用全球搜索救援系统卫星对阿拉法特的座机进行搜寻，在阿拉法特座机失踪 15 小时后，美国的卫星确定了这架飞机的位置，发现阿拉法特及随行人员和飞机均安然无恙。

的确，通信卫星使人类通信联络进入一个崭新的阶段，使广阔无边的地球成为一个人人都可随时联络的“小村落”。

（2）全球定位系统：

美国国防部在 1973 年 12 月，制订了一项“导航星”全球定位系统的军用导航卫星计划。它原来的目标是建立一个供美国各军种统一使用的全球军用导航卫星系统，现在这个全球定位系统（英文缩写为 GPS）已经成为在全球范围内全天候地为军民各界用户连续高速提供高精度的位置和时间等方面信息的系统，成为国际上进行导航定位、军事活动、交通管理、大地测量及精密授时等方面活动的强有力工具。

中国远洋运输公司、其他航运部门及一些港口已利用 GPS 为航行中的船舶确定高精度的船位、航向、航速以及时间基准，并进一步利用计算机开发 GPS 的各种导航功能。

实际使用结果表明，从定位精度来看，他们所用的十几种型号的 GPS 接收机都能提供误差不超 18.3 米的船位，实现 24 小时连续定位，船位更新周期为一秒，航向指示在船舶电罗盘经过的航迹记录仪所绘制的误差曲线之内。GPS 的导航功能是以往任何一种导航仪器都不具备的。由于 GPS 采用无源工作方式，用户可以在全球范围内无限多。

目前，GPS 接收机的生产厂家主要在美国。美国公司研制的“麦哲伦——5000”手提式全球定位仪，它的重量不到一千克，只要使用六节五号电池就可以工作六小时。

人手里拿着这种定位仪，可以随时确定自己的方位。这种仪器是一种多频道的无线电接收器，它通过对从四个导航人造卫星发来的信号进行分析、处理，就能在定位仪的液晶显示屏上向使用者显示所在地的方位：经度、纬度和高度。使用者方位的改变也能在显示屏上反映出来。

这种定位仪还有存贮装置，使用者可以把出发地及行程中 100 个地点的方位存入，定位仪就能把使用者的行踪记录下来。在使用者返回途中，仪器还能显示返回路线。定位仪还能向使用者提供行驶速度、已走过的路及还要花多少时间才能到达目的地等方面的信息。它将给海上导航定位注入新的生命力，促进人类的海洋开发工作。

GPS 在军事上的应用也十分广泛，这也符合当初美国国防部的设计思想。它除了能为飞机、舰艇、潜艇、导弹、卫星、航天飞机等导航和定位外，还能为地面的部队和军用车辆导航定位。它能随时为飞机确定经纬度、

飞行高度及航道；洲际导弹可用它来进行制导，以提高目标的命中率。武器的发射、航空侦察、航空摄影制图、遥控飞机的飞行、布雷扫雷、遇险人员的搜索营救等凡是涉及精确定位的军事活动，GPS 都能大显身手。

如在 1991 年的海湾战争中，GPS 除了在帮助美国空军导航方面发挥了巨大的作用外；利用 GPS，陆军和海军人员只要手里拿一个手持电话那样大的袖珍 GPS 地面接收机，就可以精确地确定部队所在的地理位置，误差不到 15 米，甚至可以小于三米，有了 GPS 定位，士兵在陌生的环境中也不会迷失方向。

GPS 与惯性导航组合成导航系统，导航精度比纯惯性导航高出许多。组合惯性导航系统在很多国家已投入使用，效果非常好。

在农业方面，GPS 定位技术能使农场实现精耕细作。由于农田在土壤构成、肥力状况、作物长势等方面的差异，对种子、化肥、除草剂和杀虫剂的施放量应提出不同的要求。但目前同一地区面积相同的农田，使用数量相同的种子和农用化学品，于是导致用量过高而造成浪费。

美国农业部设在衣阿华州艾姆斯的一个土壤耕作实验室，提出了一项“利用卫星定位技术来选定农业生产综合计划”的方案。在一片 160 公顷的农田里，种植大豆、玉米、燕麦。美国农学家用有关仪器每隔 12 米采集一组与土壤性能有关的数据，然后把这些数据存入在农田上工作的拖拉机所配备的计算机中。拖拉机还安装有 GPS 接收机，农场管理员利用此接收机接收卫星定位信号来确定在农田操作的拖拉机所在位置，并调阅预先存入计算机中这一位置土壤的有关数据，从而提出相应的生产计划。这样就可以合理地分配种子和化学药品在不同情况的农田里，提高工作效率，节约原料。

1992 年在北京，利用 GPS 定位技术高精度、高效益地完成了“建国门——八王坟”段地铁工程的地质勘探任务，为这段地铁线路的及时开工创造了条件。

GPS 在大地测量中的应用，使大地测量更快、更准确，节约了大量的人力和物力。

（3）甚小口径卫星通信系统：

在信息时代，人们对通信的要求越来越高。由甚小口径卫星终端站（VSAT 为其英文缩写）构成的甚小口径卫星通信系统就是一种适应这种要求的行之有效的通信系统。

VSAT 技术是 70 年代末、80 年代初开始发展起来的一种通信新技术。VSAT 卫星通信系统的发展，被认为是 80 年代通信卫星领域中一项最有意义的成就，将对今后通信的发展起巨大的推动作用。VSAT 的通信天线口径小，只要 1.2 米到 1.8 米即可。它的设备体积小，结构紧凑，户外单元与户内单元用一根同轴电缆相连，距离可达 80 米。它的天线能直接安装在建筑物顶部及其附近，架设方便迅速，只要两天的时间，就可以开通一个小站。

VSAT 系统的可靠性高，抗干扰性强、保密性好、投资低。它通过通信卫星来满足用户对数据、语音、图象进行高速传输的需要。由于利用卫星通信，因此通信业务不受地形、地面建筑物的影响，它非常适合用其他方式难以实现通信的海岛、山区、沙漠及边远地区。

全世界已建成十多万 VSAT 终端站。国内北京电信局已开始提供 VSAT

业务。从 1993 年 5 月起，上海证券交易所将发送的股市行情和各种市场信息，通过亚洲一号卫星，使各地证券交易中心实现电脑系统联网。通过卫星传送的数据图象清晰，时差不超过 0.5 秒，使异地股民不会因为“时间差”的关系而抱怨吃亏了。

（4）军事上大显神威的卫星通信：

军事情报是现代战争的关键之一，没有准确及时的情报，就很难在战争中获胜，特别在信息时代更是如此。

美国每年要投资 50 亿美元来设计、检测、制造、发射和操作间谍卫星，连同地球站的维护费及各种航天器的飞行费用，全部经费每年大约为 500 亿美元。

其他国家，为了增强本国的军事实力，也陆续加强了对军用通信卫星的研制。法国在 1994 年发射了第一颗“太阳神卫星”，这样法国将拥有自主的空间军事侦察能力。

军用通信卫星使指挥部的军官在任何时刻都能同所辖部队通话联系，无论部队驻扎在什么地方，并且通信信号保密性很强。利用卫星系统，就能在任何地方、任何时刻精确测定出敌方坦克的位置，还能搜索到敌方导弹发射时产生的红外线，准确测定导弹发射架的位置，从而设法摧毁它。

通信卫星还可用于战地救护。海湾战争期间，美军驻在沙特阿拉伯战地医院的医生，为了抢救 65 名伤病员，他们把这些伤病员的计算机体层摄影图象，先用几分钟时间作数字化的处理，再通过卫星传送到澳大利亚的地球站，然后通过电话线路转发到美国得克萨斯州的陆军医疗中心，经专家会诊，再把诊断结论及治疗方案反馈回沙特阿拉伯的战地医院，使伤病员得到及时的、高水平的治疗。

光纤通信

1906 年，在世界上出现了一种新颖的光源——激光器，激光器可以产生一束很强的、几乎完全聚焦的单色光的波束。1966 年，美籍华人高锟首先提出了光纤通信的理论，指出可以制成高纯度的玻璃纤维，作为光的良导体。

1970 年，美国康宁玻璃公司第一次试验出了真正适用的玻璃纤维，每公里的传输损耗为 20 分贝。到了 1974 年，由于光纤质量的进一步提高，光能在传输过程中的损耗，只有原来的二十分之一，这就使直接通信的距离达到 20 公里以上。改善光纤品质，降低传输损耗，成为各国科学工作者共同努力的目标！

激光的方向性强、频率高、光波的频带宽，因此光纤通信比一般的通信方式能提供更多的通信通路，满足人们对大容量通信系统日益强烈的迫切需要。

1977 年，美国电报电话公司贝尔实验室在芝加哥市建立了一条光纤市话中继线路，从此光纤应用走出实验室，投入实际使用。

（1）通信材料的新秀——光纤：

光纤一般由两层组成，里面一层称为内芯，直径一般为几十微米或几微米，比一根头发丝还要细；外面一层称为包层。为了保护光纤，包层外还往往覆盖一层塑料。

光纤内芯的折射率通常大大高于包层，光在内芯通行无阻，而由于包层光的反射作用，能使光束集中，因此光纤无论怎样弯曲，在其中通过的光线所受到的影响都非常微小。

与电缆通信相比，光纤通信有许多优点：传输的信息量大、传送距离远、体积小、重量轻、绝缘性能好、机械强度高、保密性强、成本低。它不受无线电频率的干扰，它可以在同一条通路上进行双向传输。但光纤的最大特点是传输信息的容量非常大。按理论推算，一根光纤在一秒钟内能够传输 2.5×10^{12} 比特的信息，美国国会图书馆所藏书刊拥有的信息量超过 500×10^{12} 比特，如果按 500×10^{12} 比特来计算，这座世界著名的图书馆的全部信息，用一根光纤只要花 200 秒钟的时间能全部传送完毕。但实际上光纤通信容量通常受到端机速率的限制，远远达不到理论的数字。

（2）光纤通信将无处不在：

漫长的激光通信线路将把世界各大洲的各种通信设备连在一起。传送模拟信号力不从心的光纤却能快速传送数字信号。光纤已成为数字通信网中理想的传输介质，在今后长时期内，光缆将成为世界通信网的骨干。在局域网和用户网领域，光纤将成为与数据库以及与干线——支路连接的宽带通道与入口。

1983 年美国电报电话公司率先建成了从纽约到波士顿的全长为 6000 公里的长途光纤通信干线。

光纤通信不仅可在陆地上使用，而且广泛使用在海洋。全长为 2200 公里的澳大利亚至新西兰的海底光缆，已于 1992 年 3 月投入使用。这条光缆能同时供九万路电话通话或进行可视电话、彩色传真、高清晰度电视、宽带数字通信和高速信息传输。

1992 年 4 月，我国第一条同时容纳光、电两套传输系统的胶济铁路济南至淄博综合光缆通信工程正式投入使用。这种综合通信系统的优点是功能多、投资省、施工周期短、便于维护、对加速铁路专用通信网的建设有重要意义。

光纤的应用有着无限广阔的前景，让我们看一看，人们实际上已经怎样在使用光纤，应用远不止我们上面所提到的。

在位于美国科罗拉多州的北美防空指挥中心，光缆联接着许多计算机，正在处理来自全球的许许多多雷达站的数据。使用光缆可以不受核辐射影响和外界的干扰，适用于战地电话通信系统；在飞机、潜艇或船舰里，也用来传送控制指令或监测信号。

医生把一根很细的软管放在病人的喉咙里，病人把它慢慢地咽下去，神智清醒，而态度又那么悠闲，这时候，装在软管中的一束光纤，已经顺利地进入食道，通过探针，光照射在食道内壁的组织上，医生就通过这条特殊的光路，窥视这条咽喉要道，仔细地检查癌组织的存在。尽管这些癌组织非常细小，有时只呈现出可疑色彩的斑点，这些仅用 X 光是不能发现的，而使用光纤却有可能检查出来。

另外，有一种用几百万根光纤制作的玻璃板，能够将微弱的星光增强几十万倍，可以用作夜间观察的望远镜。夜晚，救火会的直升飞机驾驶员，戴上这种供夜间观察用的薄玻璃板眼镜，在夜空中巡视，有效地监察着可能发生的火警。人们利用这种原理，发明了一种眼镜，可供网膜炎色素患者使用。

电话随身带——移动通信

神话中的顺风耳变成了现实，在 1899 年，人类第一次利用无线电波实现了无线电报通信。电话发明不过一百多年，全世界就有六亿多部电话，成为最主要的通信工具。光导纤维的发展，将可能达到全世界的人同时通话的能力，而巨型的电子计算机控制的程控交换机，将有可能把成亿部电话联系在一起，这些和卫星通信相结合，构成了世界上最先进、最有发展前途的通信技术。

电话随身带——移动通信技术，不管走到哪里，都可以随时和人通话，这是移动通信致力的目标。

早在 1921 年，美国警方使用的车载无线电台，可以说是最早的陆地无线电移动通信。1946 年，美国在圣路易斯和密苏里首先开通了公众移动电话系统，人工移动通信开始发展起来。到 1964 年，美国研制的自动移动通信系统取得成功并投入使用。移动用户可以直接拨号，自动选择频道并能自动接入公众电话网，移动电话的技术日趋成熟。

在 1978 年，美国、日本和瑞典等国家先后开发出一种同频复用、大容量小区制的蜂窝移动电话系统，它的工作频段是 900 兆赫，能在全地域自动接入公共电话交换网。这种电话系统的网络，由一个个边长为几千米到十几千米的正方形小区组成，因形如蜂窝，取名为蜂窝移动电话系统。

采用无线移动通信方式，使人们能够在移动过程中进行通信，这就适应了现在社会快节奏、人员流动性强的需要，因此受到社会普遍的欢迎。

（1）寻呼通信系统：

无线寻呼通信，是一种单向型的移动通信，由于快速、方便、价廉、易普及，受到人们的欢迎。我国自 1984 年开始使用无线寻呼电话（即 BP 机），至今已有几千个大中城市开办了这种电话业务。

BP 机在我们日常生活中随处可见，它是一种能显示、存贮信息并发出音响的无线接收机。它的灵敏度高，体积比一包香烟还要小，用户可以随身携带。

每个 BP 机都有一个特定的寻呼号。当有人打电话给寻呼台，要求呼唤某一号码的寻呼机用户时，操作人员把要呼叫的信息译成代码，并通过计算机处理后，发射出高频无线电信号。当被寻呼用户 BP 机接收到发射机发出的寻呼信号时，这个 BP 机就会发出毕毕的响声呼唤被寻呼者，并在被寻呼者 BP 机的屏幕上显示所要传送的代码形式的信息，被寻呼者查阅代码表，就可查出这些代码的含义。

BP 机可以实现全国漫游。只要使用统一的寻呼台电话号码，就能避免不同地方使用不同号码带来的麻烦。

它的应用十分广泛。如在图书馆里，一位大夫正在查阅资料，他的身边突然响起“比，比，比……”的呼叫声。听到这声音，他拿出装在衣袋里的 BP 机，从显示屏上简单地显示，他知道这是本单位的紧急呼叫，他给单位里挂个电话，医院里告诉他，要他马上赶回来抢救一名垂危的病人。

它最普及的应用是在商业领域，它能及时地让你与合作伙伴取得联系，及时了解市场情况，从而成交生意。

1994 年 12 月，美国第三舰队在菲律宾海域航行的时候，受到强台风

的突然袭击，因而损失了三艘军舰和 140 架飞机，790 名将士葬身海底。诸如此类的事情是很多的。为了避免船舶遭受损失，并能迅速地对遇难船只提供援助，世界各国建立了巨大的海上通信网，利用无线移动通信，对海上航行的船舶，提供世界各海区的气象资料；还开辟专用的国际遇险频道，用作 40 海里以内的近距离无线移动电话通信，遇难船只使用频率范围为 152 ~ 162 兆赫的甚高频电话，或者使用频率范围为 405 ~ 535 千赫的无线电报，可以通过这些畅通的信道，发出求援呼救的信息。

1978 年 9 月 12 日，美国轮船公司的一艘集装箱货轮“美狮号”，在由香港开往曼谷途中，突然碰到强大的台风，在我国西沙群岛浪花礁触礁遇难，他们立即发出求救的信号。当时广州海难救助打捞局、香港、菲律宾都收到了呼救的无线电信号，派出船只赶去救援。后来，还是我国的“穗救 201”号海轮将它拖出礁区。

抢救遇难船只，正是由海事卫星系统提供信息。海上的卫星通信，由于使用的是能够穿透电离层的微波频段，电波又主要在大层外的宇宙空间传播，那些空间几乎处于真空状态，电波传播稳定，不受气候变化的影响，所以通信质量好，可靠性高。

国际海事卫星系统，充分发挥电子计算机的作用，运算速度快、通信过程自动化，能进行各种方式的移动通信，包括电话、电报、传真、电视以及低速和高速数据传输，对海上遇难的船只，还能进行海难搜索。

数据通信

从 50 年代末期开始，电子计算机和通信技术相结合，一种新的通信方式——数据通信问世了。

数据通信是把数据的处理和传输合为一体，以实现数字形式信息的接收、存贮、处理和传输，并对信息流加以控制、核验和管理的一种通信形式。由于计算机与通信线路及设备相结合，来进行人与计算机、计算机与计算机之间的通信，这样不仅使各用户计算机的利用率大大提高，而且极大地扩展了计算机的应用范围，并能使各个用户实现计算机软硬件资源与数据资源的共享。

数据通信系统，由数据站和数据传输线路两部分构成。数据站由数据终端设备、数据电路终接设备和中间设备构成。数据传输线路，是传输数据信息的传输媒介，它连同两端所连接的数据电路终接设备构成了双向的数据传输通路，称为数据电路。

数据交换有三种方式：电路交换、电文交换和分组交换。用于数据通信的通信网，称为数据通信网。数据通信网可分为专用数据网和多用数据网。

利用通信卫星建立卫星数据通信系统来进行数据通信，不受地理环境、气候变化、距离长短的影响。现在部分大城市的电信部门已能向用户提供“甚小口径卫星终端站”，供用户进行数据通信。

在信息社会的今天，政府机关、财政金融、交通运输、商业、国家安全等部门要实现高效率管理，数据通信是一种非常重要的工具。在通信发达的国家，无论用户走到哪里，全球计算机数据通信网系统都随时陪伴着他们，并为他们提供最及时的信息服务。用户只要携带一台袖珍式的微机，

与国际长途直拨电话线相连，就可以与全球任何地方进行数据信息的交换。

(1) 随处可见的数据通信：

股票行情瞬息万变，单纯利用电话了解行情或委托交易速度太慢，即使借助于寻呼电话、移动电话也无济于事。沈阳市自 1990 年来建立了证券自动报价中心。这个中心与京、沪、津、宁、渝等地的三十几个证券公司的计算机联网，电脑终端的荧光屏上不断闪现当时全国各地各种证券的交易行情。

在证券交易所内，在安放传真机与电脑终端的办公桌上，工作人员专心致志地注视显示屏上所显示股票行情的变化，股民两眼紧盯大型显示屏上显示的股票价格和成交情况，悉心捕捉抛收股票的良机。远离千里的股民，只要轻击按键，就能迅速实现股票的交易。

数据通信使图书馆迈入新时代。日本东京的学术情报中心，通过数据通信网把全国各大学、研究机构共 186 个单位的图书馆联系在一起，在这网络上任何地方的读者都可以通过计算机享有网中任何单位的图书、期刊所拥有的信息。

英国也建成了一种用于教学、研究的高速通信网——超级联合研究网。与现有的联合研究网相比，它的通信速度要快 15 倍以上，每秒至少能够传输 3400 万位信息，使人们有可能利用这个网传送或接收三维活动图象。这个网把大学、研究所的电脑、电视、音响设备联结在一起，为远距离教学提供了条件。例如，一位外科医生做手术的实况，全国医学院的学生都能同时观看。

美国的全球电子信息网络，已开始为我国及美国的客户提供电子数据交换的中介服务。1992 年 6 月，我国英文版报纸《中国日报》也正式进入了美国“数据时代”公司的电子信息网。这样，美国及世界其他地方的用户，都能从这个信息网中获得《中国日报》所刊登的中国经济等方面的信息。

美国佛罗里达州正试验利用数据通信建立电脑化的高速公路系统，以缓减交通堵塞，改善城市的交通状况。在配置特殊装备的汽车上，司机通过奥兰多交通控制中心不断获取有关交通的最新信息，例如地图录象、行驶方向、当时交通状况、意外情况等。此外还能为司机提供住宿、旅游及如何取得紧急援助等方面的信息，并为司机选择行车路线提供建议。

(2) 电子信箱：

电子信箱也称电子邮件。它利用一台专用大型计算机，采用存贮转发的方式，为用户迅速有效地提供信息的存贮、交换和处理方面的服务。

那么电子信箱是如何工作的呢？公用网上的电子信箱系统，与公共电话网、分组公用数据交换网和用户电报网连接，用户只要有一台计算机，向电信部门申请一个信箱名，并在自己的终端设备如传真机、电传机上加装一部解调器，就能在任何地点、任何时间在输入口令或密码后，通过通信线路进入电子信箱系统取出或发出电子“信件”。电子信箱系统能利用现有的通信网，使各用户可以用所拥有的计算机及各种通信设备交叉通信，兼容性强，从而扩展了现有用户电报、电传、传真等通信手段的通信功能。

电子信箱的用户用上述各类通信终端，把要发送的信息按规定的格式

送入通信网络，经过处理与传输，就可以在全国或全世界范围内通信，用户可以对有关的信息进行存入、发出、归档、加工处理、转发、调用。当电子信件发送到对方的电子信箱时，会通知收“信”人。如果主人外出，可在异地通过密码随时调阅信息。发送信息时，也不必考虑对方是否在场，因为电子信箱系统会自动对信息进行存贮。

电子信箱业务的发展，将使商业最终脱离纸张的“束缚”。电子信箱将为世界各地的用户迅速及时地提供各种商业信息，用户能在任何地方、任何时刻方便地获得所需的商贸信息和符合规格的文本，从而使人们在从事商业贸易活动时大大摆脱了在时空方面所受到的限制。

美国电报电话公司，为了便于流通人员使用电子信箱，开发出一种使用磁卡的带有彩色显示器和键盘的公用电话，这样，使用者不必携带个人电脑就能办理电子信箱和数据库的通信业务了。

（3）局域网：

90年代已进入了计算机网络时代。

在一个局部范围，例如工厂、办公楼或大学内所设置的用来进行双向数据通信的网络，称为局域网。局域网按照一定的结构形式，把各种类型的许多计算机、终端及其他通信设备连接在一起，并可用来对其他公用或专用网进行信息的存取，提供数据通信业务。在许多场合，它不仅能够传送数据，还能传送声音、图象等信息。

利用局域网，可以使计算机用户与其他人员进行通信，并共享网络资源，包括数据及价格昂贵的外部设备如硬盘、高级打印机等。

局域网还能对“局外”的网络，例如公用电话网、数据传输网、信息检索系统进行“访问”。一个单位管理信息系统的局域网建成后，由于局域网把此单位所属各个部门的管理系统连在一起，单位领导在自己的办公室里，只要通过键盘操作，就能在计算机屏幕上查到本单位的各种信息，从而可以迅速作出相应的决策。

在理论上和实际安装上，局域网比以往适用于话音传输的电话网更为先进。现在开发出的局域网专门用来处理数据，而且比长途电话网更便宜、更可靠，传输速度更快。

由于光缆比电缆在通信方面有许多优点，所以，光纤局域网也具有许多优点，如结构灵活、无中继、传输距离远、频带宽、不怕雷击、无环流影响、抗干扰性好、保密性强、扩网建网容易、施工方便、投资费用低等。

采用光纤的局域网，数据传输速率可达每秒一亿位，能满足一般用户的要求。光纤局域网在生产自动化和办公自动化中已得到广泛的应用。它们在石油、化工、冶金、电力、电器、机械等行业以及铁路、交通、金融、公安、军事等部门的计算机通信中发挥出越来越大的作用，而且还能扩充为大中规模的局域网。

局域网是现代计算机技术和通信技术相结合的产物，它的应用在未来会更加广泛，功能更加强大。

2.4 自动化技术、激光技术与信息化

信息时代的自动化技术

自动化技术的基本内容，包括自动控制、应用电子计算机的信息处理这两个技术分支。

当我们走进商场，会发现自动售货机在那里工作，以及自动电梯把顾客由一层送到另一层。在当今社会里，自动化技术几乎应用于每个领域，它使生产、管理效率大幅度提高，正在以惊人的速度改变着我们的社会。

自动控制包括顺序控制和反馈控制。顺序控制的动作是一步一步地进行的；反馈控制的特点是将操作结果连续地返回到控制回路输入端，并对所产生的结果不断进行修正，如各种飞行器、船舶等的舵机自动操纵装置。

实现自动化所用的自动机或自动控制系统，由感觉装置（或传感器、检测装置）、控制装置、调节机构以及能源等几个基本部分组成，这 and 人体本身的控制系统颇为相似。感觉装置相当于人的感觉器官，用它来检测或感受系统的内部及外部信息。控制装置相当于人脑，它的作用是：将由感觉装置所获得的信息进行加工处理，并作出决策和发出控制指令；调节装置相当于人的手和脚，用它来执行控制装置给出的控制指令，以实现受控对象的控制、调节、操纵、管理和指挥。

（1）自动化技术的由来：

自从 1768 年瓦特发明了蒸汽机以后，人类开始进入了使用机器的时代。蒸汽机借助于离心调速装置而使其本身的转速保持稳定。这种离心调速装置就是世界上最早的自动机。

劳斯和霍维茨分别于 1872 年和 1890 年找出了用系统特征方程的特征根所具有的负实部来判定系统稳定性的方法。

1932 年美国贝尔实验室工程师乃奎斯特发表文章阐明了系统稳定性的频率判断法则。

在第二次世界大战前后，自动控制理论有了很大的发展。如当时在高射火炮上装有能自动跟踪目标的伺服系统；在坦克火炮上装有能自动对准目标的稳定装置，等等。

从本世纪 40 年代开始，由于美国数学家维纳等人的努力，在自动调节、计算机、通信技术、仿生学以及其他科学互相渗透的基础上，出现了控制论。这是一门对自动化技术有着极大影响的边缘性学科，它阐明了自动机和生物机体中控制规律与通信的共同规律。即生物体的结构及其控制规律已或多或少地反映到自动化技术中来。维纳提出的反馈控制原理，至今仍然是控制理论中的一条重要规律。

1960 年前后，使得复杂的工业生产过程、航空及航天技术、社会经济系统等领域的自动控制面貌大为改观。第一个进展是数字计算机无论在多用途的科学计算机还是线计算上，都得到了广泛的应用。第二个进展是现代控制理论的诞生。1958 年，前苏联的庞德里亚金提出的极大值原理、美国的贝尔曼提出的动态规划方法，都可用来解决最优控制问题。为了用统计的方法更好地解决随机噪声和干扰问题，美国的卡尔曼在 1960 年提出了“卡尔曼滤波”理论。

现代控制理论内容广泛，它包含三个基本内容：线性系统分析、极大值原理与最优控制、卡尔曼滤波。

（2）自动化技术的现状：

自动化技术现在已经广泛地应用于生产过程、科学研究、军事技术、社会经济管理和日常生活中。单机自动化已达到了很高的水平。如已经有

能够加工出工件比头发丝还要细得很多很多的微加工设备；有能够在每小时内印刷上万张印刷品的高速印刷自动校准装置。

世界上目前有成千上万的机器人在工作。先进的机器人有感觉装置，由计算机进行控制，能够根据内部和外部信息产生适应外界条件变化的控制作用，在完成复杂操作中具有适应外界条件变化的能力。例如能自动寻找复杂工件的焊缝以进行正确焊接，能根据需要自动装配产品的零部件。

工业过程控制和文化过程控制等自动化生产现在也已从单机自动化发展到全盘综合自动化，出现了柔性生产线、自动化车间和工厂。例如，日本的日野工厂是专门生产机器人和数控设备的工厂，其中有一个车间有 92 名工人和 101 台机械手，工人们在白天把程序编好，晚上完全由机械手来进行生产。

自动化技术在国防现代化建设中起着极其重要的作用。例如：高射火炮系统装有自动搜索、自动指挥和自动跟踪的系统；坦克车内装有自动测量目标、自动瞄准目标和自动发射炮弹的系统；战斗机和轰炸机上不仅装有自动驾驶仪，而且还装有发射导弹和控制导弹飞行的自动装置；在精确的制导武器上，装有能自动寻找目标并实行攻击的“自动寻的”设备，可使导弹的单发命中率提高 10 ~ 100 倍。

正是在制成了具有高度自动化技术水平的宇宙飞船之后，人类遨游月宫的幻梦才得以实现。

自动化系统可以根据搜集到的信息来产生管理的决策，并作出计划和进行指挥。现在办公自动化已经实现。至于把家庭生活中所用的气、水、电以及各种电气设备统统用计算机控制起来，实现家庭自动化，目前正在发展中。

（3）自动化对人类社会的巨大影响：

自动化对社会发展的影响是多方面的。

采用自动化技术可以大大提高劳动生产率，缩短生产周期，提高产品的质量和精度，节省原材料和能源，以及提高设备的利用率。实践证明，在连续生产中实现自动化以后，大致在减少一半生产人员之后还可以使劳动生产率提高一倍至二倍。除此之外，采用自动化还可以把某些原来无法实现的工艺过程付诸实施，变不可能为可能。

自动化技术的高度发展，促使社会的劳动力结构和经济结构发生了根本性的变化。在第一次工业革命中，在人们发明了动力机、传动机和加工机械等之后，人类开始进入工业社会。自动化技术的高度发展，使直接从事物质产品生产的传统工人的数量将大为减少；而与此同时，从事创造性劳动的第三产业人员，包括科学家、技术专家、教育家、艺术家、医生等的数量则将大大增多。自动化高度发展的结果，将使产业经济转向服务经济，而服务的主要内容是知识性服务。

自动化技术的发展将促进科学技术更快地发展。随着自动化技术的发展，扩大了科学技术研究的范围，提高了进行研究的效率和研究结果的准确度。另一方面，由于发展了自动化，使得从事创造性劳动和智力开发的第三产业人员增多，从而促进科学技术的更快发展。

（4）自动化技术的发展趋势：

自动化技术的发展总趋是：更广泛地与各地现代化技术相结合、特别是与计算机技术及控制论结合，从物理活动的自动化向着信息活动的自动

化发展。

自动化技术是一门综合性技术，它和控制论、信息论、系统工程、计算机技术、电子学、液压气压技术等都有着十分密切的关系，而其中又以控制论和计算机技术对自动化技术的影响最大。

控制论是“关于在动物和机器中控制与通信的科学”。控制论发展的一个重要方面是对大系统控制的研究。大系统理论是 70 年代以来控制论发展的新分支，它继承和发展了自动控制理论、控制论和运筹学等学科，其主要内容包括大系统的分解和子系统的协调。前者研究如何将大系统分解为各自较为独立而又相互制约的子系统，并使各子系统实现最优化；后者则研究如何协调子系统，以便达到全系统的整体最优化。大系统是由众多相互作用的子系统、包括各种大规模生产和管理系统，各种部门以至整个国家的经济管理系统。例如大型钢铁厂、化工厂的多级计算机管理与控制系统；区域或全国性电力网、铁路、航空、城市交通的管理与控制系统；大型数据处理中心的情报、资料、档案的自动检索管理系统。

人类已经研制出能够模仿人的智力的智能自动机器。对于人工智能的研究，特别是对于用来代替人去完成各种劳动的智能机器人的研究，以及对于具有自学习、自组织、自适应、自修复的自动机的研究，已经引起了巨大的社会反响。第五代计算机是智能计算机，这类计算机能够代替人脑进行某些思维活动，能够根据人的命令自动编制某些程序以求出所需结果。

在军事方面，在一些发达国家的国防信息系统中，C³I 系统已经渗透到陆、海、空各军的各级智能机构中。C³I 系统是通信（Communication）、指挥（Command）、控制（Control）和情报（intelligence）系统的简称。这种系统是由自动控制系统、电子设备、其它设备以及人员共同组成的大规模人——机自动化指挥系统，它能够把国家最高统帅部和各级指挥机构乃至武器系统直接联系起来。有人认为，C³I 系统的出现，是继原子弹和氢弹之后的第三次军事革命。

工业自动化是自动化技术应用的一个最为重要的方向。其发展趋势如下：

广泛地应用电子计算机。使用电子计算机进行全面生产管理和实行对生产过程的控制。电子计算机在工业自动化中不仅可以作为硬件而且也具有作为软件的功能；它不仅适用于局部系统，而巨也适用于整个系统。采用计算机辅助设计（CAD）和辅助制造（CAM）；用计算机进行原料产品的供、购、销规划以及管理信息加工处理；用计算机实现单机自动化、自动化生产线以及全盘自动化的控制。

劳动密集的产业实现自动化。不仅在有害人体健康的恶劣劳动条件下的生产要实行自动化，而且对于那些费力、费人、费时的生产都要实行自动化。所谓无人化的工厂，并非真的连一个人也没有，只不过是所需人员已经大大减少罢了。

向着柔性生产线的方向发展。由于计算机大量增多，其价格大幅度下降，其功能不断完善，于是在自动控制中计算机的使用越来越普遍；自动装置突飞猛进地发展，加之社会对产品的需求在不断变化，这样就促使工业自动化向着柔性生产线的方向发展。柔性生产线可使产品的生产周期缩短、生产效率提高、改型灵活、产品质量好且性能稳定，这样就使得经

济效益大幅度增长；对市场的应变能力增强，更适应于国际市场的竞争。

光彩夺目的激光技术

激光技术是当前正在蓬勃发展的新技术革命中的重要技术之一。它的应用遍及国防、工业、农业、科学研究、医疗卫生等各个领域，而且正逐步进入人们的日常生活。它与微电子技术和光导纤维联系密切。

1906 年世界上第一个激光器——红宝石激光器问世。激光是由于微粒受激辐射发出的，它具有单色性、方向性强、亮度极高、相干性等特点。它的应用十分广泛。

（1）激光全息摄影：

激光全息摄影的过程一般分为两步，第一步是拍摄全息图，第二步是重现物象。在拍摄全息图时，要将激光分成两束，一束用来照明物体，再从物体反射到感光底板上；另一束则直接投射到底板上。前一束激光称为物光束，后一束称为参考光束。感光底板下记录的是这两束光的干涉图型。

全息照片记录了物体的全部光信息，因此再现的物体形象十分逼真。只要改变一下观察角度，就可以看到被挡住的部分。从全息照片中任意取下一小块，从这一小块仍可以重现物体的全貌，只是观察的窗口较窄，物体的细节不如原来的清晰。全息摄影已用在干涉计量、振动分析、无损检验、风洞流场显示等方面。国外已用全息无损检验来检查飞机轮胎的质量，实际应用效果很好。

（2）激光通信：

激光在军事通信中的应用潜力很大，用它来进行点与点之间的通信，敌方难以截获和干扰，保密性好，不易因暴露位置而受敌攻击。激光的频率比微波的频率高得多，传输信息的频带很宽，可以在很短的时间内发送和接收大量信息。因为蓝绿色激光对海水有很强的穿透能力，所以海军指挥部门可以通过飞机和卫星上的蓝绿色激光器同潜艇通信，指挥潜艇作战。

激光通过大气时，会受到大气散射、吸收和涡流的影响而散失能量，影响传输距离；另外大气中的烟尘雨雾对激光传输也有影响。为了避免大气的影响，激光通信可以通过光导纤维来实现。光导纤维通信以半导体二极管激光器作为光源，经过信号调制的激光束通过光纤进行传输，容量比电缆通信大得多。

（3）激光在信息技术中的应用：

激光信息处理由于具有高速二维处理能力，故已在合成孔径雷达的数据处理和通信系统的声光频谱分析方面得到了应用。

采用半导体激光器的光计算机也正在研制中，光计算机具有高速大容量的特点，其运算速度可高达每秒百亿次，比目前最先进的电子计算机快得多。

光盘作为一种信息存储介质，已用来记录电视节目和音乐节目，再用激光束代替唱针把录制的节目放出来。由于光盘容量大，它作为计算机外存较理想。此外，利用激光束扫描器可以阅读和复制资料，在信息的传输上发挥着极其重要的作用。

综上所述，我们发现自动化技术和激光技术在信息时代的今天，各自

发挥着极其重要的作用。可以说，现代自动化技术与激光技术是信息化的左膀右臂。

3 信息高速公路

早上起床后，煮杯咖啡，打开电脑，只须按一下键盘，全美各大报章的新闻，便可尽收眼底；如果你对某条新闻有评论意见，可以向编辑发个电子邮件。这不是幻想，而是美国数以万计的人面对的现实。现在，美国的主要报刊几乎都可以通过电脑网络直接把新闻传送给读者。不过，这只是信息高速公路未来图景中的一幅而已。

信息高速公路，顾名思义，就是运载信息的高速公路。信息高速公路是一个把各种新技术结合在一起的网路，可以传送文件、声音、影象，或者三者的组合。目前经过不同的渠道进入家庭的电话、无线电视、有线电视、报纸及杂志等文字资料，未来可经由一条线路传进类似今天的电视机里。但是，新型电视机与以往的大不相同，它结合了电话、电视以及电脑的功能，可以打电话、看电视、整理和储存资料。对消费者来说，信息高速公路使生活更富有弹性，也更便利。如果一切按理想进行，信息高速公路可以加速信息流通。

3.1 信息技术发展的必然产物

前面我们已经讲过，计算机技术、通信技术和自动化技术是信息技术的三大基本组成部分。经济与社会发展的迫切要求，是信息技术进步的强大原动力。经济发展到一定水平，便需要有相应的信息技术与之匹配。从信息技术发展的简要历程中，我们可以清楚地看出这一点。下面来介绍信息高速公路的技术要素。

集成电路

一块集成电路，小的只有一二平方毫米，大的不过以平方厘米计。这种小芯片却以其信息含量大、发展迅捷和渗透力强，成为当今信息技术的核心和本世纪最重要和最有影响力的产品。在它问世之初，人们根本没有想到，这个不起眼的小东西，竟会引发一场真正的信息革命。

1948年6月30日，美国贝尔实验室发明了世界上第一台晶体管收音机。时隔十年，1958年，美国人基尔比，用硅材料做了三个电阻，一个硅功率晶体管，另用涂敷金属的方法，做了一个电容器。再把它们用很细的金属丝连接起来，安装在一块很小的锗半导体片上。这一发明，为以后日渐精密的集成电路奠定了基础。

从第一块集成电路诞生以来，集成电路平均每三年更新一代，集成度则提高四倍。与此相伴的，是以集成电路为主要元件的其它电子产品，体积相应大大缩减，成本不断降低，从而得到更广泛地普及。

IBM公司新近推出的一种便携式电脑，兼有大哥大和电脑笔记本功能，重量却只有510克。照此下去，不远的将来，钢笔式大哥大、袖珍收音机般的电脑，完全可以实现。

最有希望的新技术，是“纳米技术”。研究如何应用原子、分子现象及其结构信息的高技术。这一技术将把大规模集成电路线条宽度从微米级降到纳米量度，制造出高密度的存贮器，并用此制出“纳米计算机”。

网络技术

迄今为止，通信网已经历了电报、电话、数据和综合数据网四代。智能试制正在进行中。

1969 年，美国国防部的“ARPA”分组交换实验网建成，它便是今天现代化交互式网络的先驱。

由于网络技术的迅速发展，新兴的电信服务项目突增。电子邮件、资料检索、家庭购物、可视电话、还有交互电视、数据通信、电子数据交换、可视图文通信……给今天人类带来无穷无尽的方便和乐趣。

多媒体

多媒体一词最早出现在 1985 年 10 月的美国“IEEE 计算机杂志”专辑上，以后十年，它已风靡世界，成为当今信息技术领域最热门的话题和研究方向之一。美国苹果公司总裁约翰·斯卡利的评价是：“多媒体系统将像个人电脑在 80 年代那样，改变 90 年代的人类世界。”

（1）集大成者：

人们直接接触客观世界时，感觉器官所接受到的外部信息，其实就是多媒体。人们调动眼、耳、鼻、舌、身，通过看、听、闻、尝、触，感知丰富多彩的信息。然而，当人们想遥知远处的信息时，自身的器官便有很大的局限性。于是，千百年来，无数的科学家在人与外部世界之间建立信息沟通的桥梁上，绞尽脑汁。电报、电话、电视、广播、计算机、传真机、光导纤维……极大地延伸了人们的感觉器官，使人们与外部世界的联系更加密切。

由于技术的局限性，过去的通信手段，只能传递单媒体信息。例如电报只能传文字，电话仅供通声音等等。

计算机，特别是微机的发展，给多媒体带来了新曙光。计算机不仅可以处理数据、文字、声音，而且还能通过高清晰度的视屏，处理图象。

多媒体信息，由于其中包括了信息量较大的图象，传送时流量很大，一般通道窄。光导纤维具有无与伦比的带宽，可供多媒体纵横驰骋。而宽带综合业务数字网的问世，更为多媒体的流动扫除了最后的重大障碍。

多媒体具有综合处理音频、视频、图象、文字等多类信息的功能，包括计算机、电视机、录象机、录音机、游戏机、传真机等许多电子新产品的性能，从而真正实现了图文一体化、视听一体化。另外，它还可以形成人机互动、互相交流的操作环境及身临其境的场景，使人产生强烈的参与感、操作感。有了多媒体技术，计算机便朝着人类更易接受和处理信息最自然的方式发展，实现了人机的融合。

（2）广泛的应用：

视频会议是多媒体系统造成的会议场景与气氛，与人们聚在一起开会并无二致。进入多媒体会场，你会发现，这里摆放着多媒体计算机系统、摄象机、传声器及联接各会场的数据通讯设备。会议开始，每个与会者通过各自的屏幕，看到其他会场上情景。某一会场上有人发言了，屏幕上便出现他的尊容。摄象机是声控的，谁发声，就对准谁，这样，会议便可

有条不紊地进行。与会者还能一边开会，一边处理其他事务，而不用顾忌是否会影响大会秩序。

从发展趋势看，视频会议会逐步取代一部分传统的会议，这样既可提高会议效率，又能节省大量旅差费。

虚拟现实技术是用计算机生成逼真的模型世界，从而能调动人的视觉、听觉、触觉和嗅觉等器官，给人以身临其境之感。人们主要把这项技术用于高技术领域，例如空间技术中航天器与空间站仿真、微重力环境仿真、虚拟星际考察、飞行模拟、集团军模拟演习等等。在美国，有人把这项技术试用于治疗癌症。医生们佩戴一个特制的头盔，借助电脑产生的图象，就可以在肿瘤世界里自由“走动”，察看肿瘤情况及接受放射治疗部位的变化，随即通过手控装置，为放射治疗的射线保证部位，以确定放射治疗的辐射只聚焦到肿瘤上，而不致伤害人体的健康组织。

多媒体引入教育领域，便有了适应各种人需要的优质教学；置于家庭与商场之间，电子购物即告问世。现在多媒体已进入家庭，人们可以享受到电影点播、电子书报、电子游戏等各种服务。

（3）更加完美：

多媒体技术是一门跨学科的交叉学科，是通信、计算机、网络、信息处理、数据库等众多学科的成果集成。它向更高层次发展，也与上述技术领域息息相关。它的完善，也必须站在有关各项技术的最高起点上，采用综合优化的方法，使自己达到更加完美。

据报道，美国得克萨斯仪器公司前不久首次推出了一种能同时处理动态电视图象信号和高保真音乐的多媒体芯片。用这种芯片制成的处理器，含有 400 万个晶体管，分为五个同时处理数据的并行结构。每秒可运算 20 亿次，比一般微处理器快 10 到 20 倍。它可使个人计算机能接收、显示、编辑和传输高清晰度电视和高保真音响信号，还可以应用于指纹识别、数字式电视和电话会议系统。

国外有人预测，在未来十多年里，多媒体产品将是市场潜力最大的产品，同时也是市场前景最广阔的产品。

除了集成电路、网络技术及多媒体，信息高速公路的技术要素有计算机、通信、无线电等等。有关计算机和通信技术在前面章节中已作了详细说明，这里就不再重复。但计算机和通信仍然是信息高速公路的核心技术。

3.2 美国的国家信息高速公路

信息高速公路计划的提出

美国是最早提出建设信息高速公路的国家。早在十年前，美国现任副总统，当时任参议员的戈尔就已经提出了“信息高速公路”的概念，但是，真正提出要出巨资建造它，却是最近几年的事。

1991 年，美国众议院通过一项法案，同意拨款十亿美元，铺设连接超级计算机的光导纤维网络。美国企业在电脑和通讯设备方面支出首次超过在工业设备方面的支出。

1993 年 2 月 22 日，当选后的克林顿和戈尔一起在硅谷访问一家技术公司时强调，建设信息高速公路是新政府技术政策的中心，被置于白宫科

技议事日程的最突出位置。9月1日，戈尔和商务部长布朗正式宣布了建设全国信息基础设施（NII），即“信息高速公路”的行动计划。

美国计划中的“信息高速公路”主要有以下几个部分组成：建设一个覆盖全国的宽带高速信息通信网；信息资源的开发和利用；以微电子技术为基础的信息设备的开发与制造；通信和信息系统软件、应用软件和各类技术标准的研究开发；培养和造就大量的信息技术人才。政府的目标是：先把100万户家庭联结起来，五年之内使全国大部分家庭入网；在本世界末实现多媒体的普及化；到2010年，使所有的地区、所有的经济阶层及普通公民获得以各种形式进行信息交流的机会。

国家信息基础结构

国家信息基础设施（NII）计划对信息基础结构作了详细阐明。从直观上看，国家信息基础结构是一些看得见、摸得着的物理设备。它们包括摄像机、扫描设备、键盘、电话、传真机、计算机、光盘、声象磁带、电缆、电线、卫星、光纤传输线、转换器、电视机、监视器、打印机等等。

NII还包括如下内容：

（1）各种形式的信息。电视节目、科研和商业数据库、图象、录音磁带、图书馆档案等等。

（2）应用系统和软件。它们可以帮助用户使用、处理、组织和整理由国家信息基础结构提供的大量激增信息。

（3）网络标准和传输编码。这些标准和编码可促进网络之间的互联和兼容，保证网络的安全性和可靠性。

（4）人。主要指那些在民间企业产生信息、开发应用与服务系统、建造设施并培训其他人开发国家信息基础结构潜力的人们。

建设国家信息基础结构，必须全面地、协调地发展其中的每一个组成部分，使之发挥出整体效应。NII计划是一个社会系统工程。

把上述各部分的作用充分地发挥出来，信息基础结构才能最大限度地发挥出功能。这正如用于交通的高速公路一样，既要有“路”——光纤卫星网络及各种终端设备等；有“车”——多媒体；有“货”——有关的网络标准；有“司机”——开发与使用信息基础设施的人们，现代化的信息高速公路才能有效地运行起来，成为支撑人类社会高速运转的“动脉”。

政府的作用

NII计划对政府的作用作了详细的描述，并且确定了政府行动的原则和目标。

（1）鼓励民间企业投资。促进并保护私人企业间的竞争，公众都有机会获得信息高速公路的服务，包括合理的价格。特别要开放那些被垄断公司控制的有线电视和市内电话市场，促进民间企业对基础设施的投资。

（2）将电话普遍服务的概念扩展到信息服务。全民服务是1934年通过的美国通信法案中针对电话服务提出的概念。该法案指出：“电话在全民服务的国家目标是，用人们负担得起的费用维持基本通信的普遍可利用性。”60年代后，这个概念扩展了，为保持基本的公正性，国家不能接受

将人民划分为电信或信息的“富人”和“穷人”，而是要“给所有想要得到这种服务的美国人，提供一种方便而负担得起的手段，来享用先进的电信和信息服务”。

(3) 组织实施关键系统与核心技术的研究与开发。为此，美国政府确定的原则是：通过合作研究和其他途径，资助与国家信息基础结构相关的研究和技术开发。政府的研究和资助计划特别要集中在教育、保健、制造业以及提供政府服务方面的有益于公众应用的开发活动。

例如，1994年4月28日，白宫批准一项建议，投资十亿美元帮助美国计算机公司开发高级计算机平板显示屏，并直接参与该产品的生产。

(4) 促进完备的、交互式的、用户驱动的运行方式。从现有电子网络的运行状况可以推断，国家信息结构只有呈开放和交互式的，对用户才具有最大价值。要做到这一点，必须确定相应的技术标准。政府可以通过参与民间企业标准制定团体的工作，来推动技术标准的统一。

(5) 保证信息安全和网络可靠性。电子信息系统在安全性上存在着明显的弱点。例如，电子文件会被远处的人破获和复制；使用蜂窝式电话对话时也很容易被人窃听。如何保护网络用户的隐私权，便成为摆在政府面前的一件大事。

在这方面，克林顿总统已经宣布全面调查关于使用加密技术的联邦政策。此外，一些联邦机构也正在与通信业共同努力，发展那些可以保护公民隐私的新技术。

(6) 改进无线电频谱分配与管理。在电子网络中，无线电频谱是十分宝贵的资源之一。为了防止因频谱不足而妨碍国家信息基础结构的发展，美国政府把理顺这一宝贵资源的分配与使用的程序作为优先考虑的事项。一个重要方法，在频谱分配方面，加大灵活性。另外，把更大程度地依靠市场原则，作为首要方法。

(7) 保护知识产权。当巨大的信息在高速信息网中运行时，如何保护知识产权，便成为国家信息基础结构能否顺利走向市场的关键。随着信息基础结构的建立，一方面，要把信息传播给广大公众，使公众从中得到好处；另一方面，必须保证信息和娱乐产品的知识产权和版权不受侵犯。这是必须由政府承担的重要任务。

(8) 协调各州的政策与国际行动。由于通信网络跨越州、地区的边界，加强各政府机构之间以及地区之间在这个领域的合作，是必然的。美国政府同意直接代表美国公司与外国有关方面商洽合作事宜，并保证这些公司可以获得均等机会，向海外用户出口电信产品和服务。

(9) 向公众提供政府的行政与社会信息。为了提高公民获取政府信息的能力，美国政府制定了一项新的政策：联邦机构在向公众传递信息时，必须只收取同传递信息有关费用，而不收取产生和搜集信息的费用。

3.3 信息高速公路与美国社会

NII 计划对信息高速公路将给美国带来美好的前景作了详细的说明。从总体上说，“国家信息基础结构给国家带来的潜在利益是巨大的。它将使美国公司在全球经济竞争中获胜，为美国人民创造良好的就业机会，给国家带来经济增长。重要的是，国家信息基础结构注定会改变美国人民的

生活，突破经济、地理环境和经济地位的种种限制，向所有的美国人提供公平的机会，让他们尽量施展自己的才能，实现抱负。”

信息高速公路建设使信息技术发展正形成一个新的高潮，深入到人类生活的方方面面，将提供极大的生活方便、多姿多彩的文化和娱乐生活，提高人们的工作效率等等。

促进经济增长

NII 计划指出，国家信息基础结构对于经济发展具有极大促进作用。

(1) 促进经济增长和提高生产率。它将使美国的生产效率提高 20% ~ 40%，每年可为工业创造新的销售额 3000 亿美元，并提供几十万个新的就业机会。预计十年内累计增加国民生产总值约 35,000 亿美元。

(2) 加强技术领先地位。国家信息基础结构将成为种种技术的驱动力，推动着半导体、高效率网络、先进显示器、软件、人机界面等技术的发展，并且创造出令人振奋的新产品和服务，巩固美国在电子和电信技术领域内的领先地位。

(3) 推动地方经济发展。

(4) 推动电子商业的发展。商品走向市场的时间，是当今获得全球市场成功的关键因素。信息高速公路将促进多媒体邮件、电子付款、代理服务、协同工程等电子商业项目的发展，从而大大缩短设计、制造和销售新产品所需的时间，并且加强制造商、供应商和联合开发者之间的联系。

促进科学研究

随着高性能计算机、软件和高速网络在政府支持下发展，研究人员可以越来越多地利用计算机资料，精确地模拟或设计下一代产品，改进对疑难疾病的诊断。由于网络和图象化软件的进步，科学家能远程控制和共享电子显微镜、射电望远镜和其他科学仪器。

现代科技发展，使学科之间相互交叉、相互渗透。科学家通过信息高速公路，可形成一个协作的科研团体。各国科技人员无论在什么位置，都能与同事相互交流，共享数据和计算机资源，并在数字式图书馆中存取信息，这必将促进科学事业的发展。

增进公众利益

建立社区信息存取网络，向公民提供种类繁多的信息服务。例如，伊利诺州皮奥里来的哈兰特网络，每天 24 小时向该州中部的公民提供各种社区信息，其中包括社区全年活动日程、美国红十字会活动、伊利诺州就业服务处求取名单、当地资源以及当地政府信息等。

美国政府认为，政府与公众间信息的自由流动，对民主社会而言，极为重要。而信息高速公路，以公平合理的费用，加强了政府与公众的信息交流。此外，NII 计划强调，国家信息基础结构必须用来团结美国人民，让所有人都能使用，不能形成信息“穷者”和信息“富者”新的两极分化。

改善教育

美国近年正发展计算机和网络在教育上的应用，使得学生和教师可方便利用国家信息基础结构，推行学生、教师和专家之间的协作式学习。使每个学生都有机会听到最优秀的老师讲课，学生不离开教室就可参观博物馆、科学馆，参加各种现场实习。每个学生学习费用可降低 30%，节省时间 40%，同时多学到 30% 的知识。

例如，得克萨斯州已经建立的教育网络，可以为许多教室所利用。通过这个网络，师生们能与国家航空与航天管理局直接联系，向飞行员传递信息；还可以在从未见过的大图书馆中查阅资料，同全世界的学生讨论问题。

促进保健

NII 计划指出，把信息技术应用于保健事业，将对美国正在进行的保健制度做出重要贡献。专家们估计，每年可节省医疗费用约 600 ~ 1000 亿美元。

遥控医疗系统，使医生和其他护理人员可以在几千英里之外进行专家会诊，共同使用病历和 X 光照片；缓解农村缺医和城市医疗保健费用急剧上升等社会难题。

个人健康信息系统，波士顿的哈佛社会卫生计划和电子数据系统公司合资建立的电子顾问系统，已在经常需要保健服务的人们家中安装了终端机。人们可以利用终端同医生通话或安排门诊时间，并在医生建议下进行自我照顾。专家估计，这类个人健康信息系统即使只利用其中的 25% 至 35%，就能节约 400 ~ 600 亿美元。

3.4 我国的信息高速公路

风起云涌的信息化大潮，撞击着五洲四海。发达国家与地区建造信息高速公路，中国应如何？

1986 年底，一个规模空前的中国信息化问题学术讨论会在北京举行。与会各路专家在讨论中又进一步提出，中国的信息化，应置于科学技术、国民经济和社会发展的客观环境下，以整体的观念，加以研究，并探讨其发展的规律。专家们还提出，中国作为一个发展中国家，只有推进信息化，才能加速现代化进程。因此，建议国家重视推进信息化，大力开发应用信息技术，大力发展信息产业，并用信息技术改造传统的国民经济模式，以促进商品经济的发展。

1990 年，全国人民代表大会第四次会议在讨论通过的“国民经济和社会发展的十年规划”和“1991 ~ 1995 年计划”中，将电子信息产业列为促进我国产业结构现代化的带头产业，确定要大力加强微电子、计算机与软件的开发及其在国民经济中的作用。

从 1993 年起，“三金工程”等实现国民经济信息化的重大工程计划相继出台，标志着一个信息化的新高潮，在全国范围内已经掀起。

中国高速信息网计划——“CHINA”

近年来，中国一批信息专家，站在历史的高度，经过周密调查研究，根据中国现有国情，提出了中国的“高速信息网计划”。英文缩写为“CHINA”。

中国的“CHINA”计划，其技术目标是：

（1）研制大量的适合各种用途的高性能价格低的感测系统。其中包括各种传感系统、测量系统、遥感遥测系统等。

（2）智能系统。即各种专家系统、计算机系统以及相应的数据库系统、知识库系统等。

（3）控制与显示系统。各种自动化系统，如工业自动化系统、办公自动化系统、家庭自动化系统、武器自动控制系统、医疗自动监护系统等。

（4）建设一个覆盖全国的能把大量上述信息技术系统或网络融为有机整体的先进的国家通信网。

专家们还提出，实现上述计划的原则应是：及早启动，长期努力；抓住重点，顾及其余；微观放活，宏观有序；现实起步，放眼长远；研究建设，协调推进；军民结合，内外合作。

受中国科学院委托，中科院院士、著名电信专家叶培大和陈俊亮领导的一个研究小组，通过调查研究，更具体地提出了分两步走的战略方案。第一步，到2000年，初步建成国家高速信息网的骨干网；第二步，到2020年，基本建成覆盖全国的国家高速信息网，大部分节点都采用先进交换系统、大部分地区都可进行高速传输。

从通信落后状态一跃进入信息时代，中国面临着一个巨大的历史机遇和挑战，相信我们一定会成功。

三金工程——信息化前奏

1993年3月12日，朱■基副总理主持会议，部署建设国家公用经济信息通信网。“金桥工程”诞生了；

6月1日，江泽民总书记视察人民银行沙河卫星中心站时强调，应尽快开展电子货币工程建设。“金卡工程”诞生了；

6月19日，李岚清副总理召集会议，安排外贸信息专用网联网的建设。“金关工程”诞生了。

（1）“金桥”立于天地之间：

“金桥工程”分两期实施。第一期是建立网控中心和电子数据交换增值业务网交换服务中心及地面卫星主站。第二期，通过扩充卫星网，使用邮电部的数字数据网和银行专用信息网，开展“金卡”业务。并分阶段地逐步建设一个包括一万多个在国家预算内的大中型企业的信息中心，解决工业经济信息源问题。

“金桥”工程不仅可为政府宏观决策和各方面的工作，提供全面及时、准确可靠的综合信息和实时数据，还能为国民经济各部门和国民生活各方面的信息交换与共享创造条件。对于提高我国宏观经济调控与决策水平，实现资源共享，推动信息服务业的发展，作用极大。

（2）“金关”通向世界：

从 60 年代起，欧洲和美国就开始采用计算机网络进行贸易。

电子数据交换（EDI）及电子邮件，已成为今天电子商业经营的核心。这两种商业工具都是增值网络服务，可供用户通过用电子形式，取代基于纸的贸易来提高商业效率。目前，在发达国家及许多发展中国家，EDI 技术已被广泛运用于国际贸易、银行、海关等领域。

随着我国对外贸易额的迅速增加，与国际 EDI 通关业务接轨，已经势在必行。使用 EDI 技术，可以改变传统的手工作业，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。在上述国际背景下，出现的“金关”工程，就是要大力推广 EDI 的应用，逐步达到在对外贸易活动中，废除票据纸张文书，实现无纸贸易。“金关”工程的近期目标是：实现外贸系统的电子联网，开发外贸专用网的应用系统。远期目标是建立外贸业务网、符合国际标准的增值服务系统、实现外贸专用网的电子数据交换、扩大外贸专用网的范围、实现国际贸易的无纸化。

（3）“金卡”走进千家万户：

现在约 1/3 的美国家庭持有信用卡。电子货币在全国的流通，使得现金流量只占货币总流通量的 8%。不仅促进了金融、商业的电子化，也加快了全社会资金的流通速度。

1985 年，中国银行珠海分行推出珠江信用卡，为我国自己发行的第一张信用卡。从此，中国银行、中国工商银行、中国人民建设银行和中国农业银行等陆续推出了全国范围内通用的信用卡。

实施“金卡”工程，就是在未来的十年内，在全国各大城市的三亿人口中，实行持卡金融交易。从而使资金周转速度和利用率提高三至四倍，并逐步实现联网监督。“金卡”工程建成后，不仅可以产生巨大的经济效益和社会效益，而且工程建设本身，就会产生一个巨大的产业与信息产品市场。

“三金工程”只是中国信息化大业中的一个组成部分，要真正让全国进入信息时代，还有许多工作要做，同时，需要政府部门协调各部门的工作。它不仅是技术与基础建设工程，还是一个巨大的系统工程，需要投入全社会的力量。

4 未来的信息社会

由于计算机、通信和自动化技术飞速发展，使信息的产生、提取、处理、交换、传送、贮存和利用构成了完整的体系，使信息化以惊人的速度迅猛前进！信息化已深入到人类生活的各个方面，信息也因此成为当今社会发展的时代特征。

4.1 管理信息化和办公室信息化

管理信息化是国家现代化的重要标志。世界上的一些发达国家，现在已经基本上实现了管理信息化，即利用电子计算机管理信息系统来管理经济、军事、交通、能源、科研、工业、农业、商业，甚至家庭生活，大大提高了管理效率，提高了经济效益。

在管理信息系统中，利用电脑对各种管理信息进行自动收集、处理、传送、决策和指挥控制。例如，日本引进美国电脑企业管理信息系统，从1965年到1970年，劳动生产率每年平均提高14%，大约为美国同时期的七倍。长野计算机厂实现了设计、生产管理的自动化和一体化，增产317%，人力节省了三分之二，设备节省了四分之三，库存积压不到原来的三分之一。

军事方面的电脑信息管理系统，是人们最早致力的目标。利用巨型电子计算机体系，以及各种大型、中型和微型电子计算机，构成多级综合管理信息系统。通过军事通信卫星；通过遍布陆、海、空的通信网络，利用声、光、电、化等各种信息传感技术，对陆、海、空环境信息、敌人坦克方位等等信息，进行自动收集、处理、传递和指挥控制，平时监控全球，战时可在几小时内作出反应。

例如，以色列空军配备带有大型电子计算机的E-2C空中电子警戒指挥控制飞机和各种电子武器，在贝卡河谷对叙利亚的战斗中能及时掌握战场的动态信息，同时用电子干扰阻塞了叙方的信息流通，从而在六分钟内一举摧毁了叙方19组萨姆-6地空导弹群和36架米格-21飞机，以方损失甚微。这就说明，谁掌握战场动态信息流，就有可能在几分钟之内稳操胜券。

在交通管理方面，就拿日本大坂的交通信息管理系统来说，整个系统的总投资为51亿日元，而其经济效益已经超过了投资的十倍。英国在铁路车辆的调度方面，利用信息管理系统调度了二十多万辆货车，每年多运了一亿多吨货物，增加的收入超过了两亿元。我国交通运输结构重点是铁路，如果采用计算机把铁路构成网络，就可能大大提高管理和运输控制调度效益；也可采用信息技术建立城市或公路管理系统，使公路运输畅通。

在能源管理方面，利用微型电子计算机控制汽车发动机的最佳点火时间，这样，可以使燃烧最充分、污染最少、大约可以节能十分之一。用微型电子计算机来调节油、气流量、合理调节废气循环和排放，可以降低油耗四分之一，并且大大减少了环境污染。如果把上海各种动力设备加以改造，配上微型电脑进行信息管理，把能源利用率提高到40%，这就相当每年增加一百多万吨煤。

现代科学研究进展很快，劳动者只有具备了较高的科学文化水平、丰

富的生产经验和先进的劳动技能，才能在现代生产中发挥更大作用。国外先进单位的科研管理，已经实现了信息化。从课题方案的最优化论证，到科研过程的实验数据的采集、计算、分析处理等等都采用了电脑系统。科研方面的信息管理系统，对提高科研效率，加速科研进程，实现科技革命和实现科研管理现代化，具有现实和深远的意义。

如果从传统的办公室走出来，而把经营管理所需要的空间和时间场所作为办公室的话，那么，在这里产生、提取、处理、交换、传送、贮存和利用信息的机器群与人，就构成了信息体系。现代办公室的信息化，就是以人和信息处理机共存的系统为基础，办公室的人员，既是处理信息的人，又是利用信息的人。

在以电子计算机为代表的电子技术革命的推动下，一场办公室信息化的浪潮正在兴起。电子技术的飞速发展，给办公室的现代化提供了坚实的物质基础。在美国，一年内产生的文件多达 700 亿份，打电话 100 亿次以上，这样频繁的信息往来，这样巨大的工作量，只有在现代化的办公室里才能完成。

在一个信息化的办公室里，人们可以看到许多用来处理信息的机器，例如电子文件处理机、可视电文业务通信设备、综合信息数字网系统、电传机、多功能自动复印机、传真复印机、电视会议室、缩微系统等等。

电子文件处理机是一种带有电视显示屏幕的自动打字机，只要按下机上的键盘，文字就会显示出来。如果需要加字、减字，甚至全部重写，都可以通过按键来完成。文件定稿以后，就可以把它打印出来。使用起来简单方便，大大提高了工作效率。

可视电文业务通信设备是一种用户与用户之间互通可视电文的设备，收发的电文都可以在屏幕上显示出来。这种设备可以编制文件、下达公文、接受咨询，进行数据处理等等。可使办公人员与用户更加接近。

多功能电子文件处理机，拥有五万个拼音单词装置，有几种文字可供选用。工作过程中，如果出现错字或机器上没有的字，显示设备就会发生闪光，提醒操作人员，机器能将经它打印和书写的全部文件自动存放到磁盘里。

综合信息数字网系统是采用数字传输技术来交换信息的，大大提高了传输质量，减少了通信费用。由于超大规模集成电路技术的迅速发展，使建立一个能传输电话、电报、传真、数据和图象等业务的综合数字网成为可能。这样一个网络，可以经济地进行电话、电报、传真、数据、图象和移动通信等业务的传输、转接和处理。不仅如此，即使不同类型的业务，如传真和电话，电报和图象等不同的设备，也都可以转换。还能和情报检索业务进行合作，为用户提供可以利用的信息。

多功能复印机里装有电脑系统，只要把需要复印的全部原稿，都放到机器的原稿整理架上，按下键盘就可以复印。根据需要，既可以放大，也可以缩小。如果要复印的原稿种类很多，藏在机器里的电子眼睛能够准确地区别不同原稿上的记号，复印以后，就把它分类归纳，整整齐齐地排列在原稿整理架上。

传真复印机是办公室用的传真机，这种传真复印机利用电话网络在用户间相互进行传真通信，使文书、图表等等能瞬间飞越千山万水，出现于对方眼前，实现信息的真迹传递。

电视会议室是参加电视会议的场所，与会者尽管彼此不在一地，但是，通信系统把他们联系在一起，由于图象和声音的传送清晰逼真，大家就像坐在一个会议室中开会一样。

利用激光缩微技术，配合计算机技术，可以制成先进的全息大容量情报资料存贮系统。要使用某种情报资料时，在几秒钟内就可以在电子计算机系统里检索出所要资料的编号，选页控制器的地址对好后，特别的光学仪器就会将胶片上的资料放大，投射在屏幕上显示出来。如果需要这些资料，一按电钮，就能够以每秒钟十页的速度把它放大还原复印出来。各种文件资料、图书文献、专利信息，都可以用这种方法储存。

总之，办公室信息化正以前所未有的速度向前发展。

4.2 经营信息化和生活信息化

国外的许多超级市场，货物上都印有能够被电子计算机的敏感器官识别的价格，只需要将这些货物的价目，通过计算机的文字识别装置，通过计算机的光敏装置，屏幕上马上会显示出货物的单价和需要支付的总价格，而且可以立即打出发票。

顾客如果使用信用卡，就可以不必付现款，只要把信用卡在识别器上一放。如果顾客平时买东西总是恪守信用，按时付清货款，那么，这次购物仍然可以通过银行转帐。如果有时赊购不还，缺乏信用，那么货物就不能拿走。

将来，如果您想做一件新衣服，几分钟就能如愿以偿。当您走进商店的时候，摄象机已经摄取了您的体型、身材，并量好了尺寸。您只要把自己的要求告诉计算机，您所需要的衣服样式就会显示到屏幕上，无论哪儿有不满意的地方，立刻可以修改，直到您称心如意，五分钟这件衣服就可以做好。这种信息化的经营，使市场就像自己家的大仓库一样，十分方便。

在农业上，农民打个电话，种子公司会按时送来良种；饲料公司会如数送来合格的饲料；飞机会按时来喷洒农药。依靠遥感技术，可以及时了解大片土地上作物的长势和灾情。农民只要坐在室内的电视机屏幕前，按下电钮，就可逐个在奶牛身上喷洒药水。作物生长的温室，湿度和温度能否保持恒定、气窗开得多大、光线进来多少，都能够自动调节，喷水、施肥，全部实现自动化。

现代技术使人摆脱了许多繁杂的家务劳动，因而可以有更多的精力用于工作，用于对自己所从事的事业的追求，用于学习语言、数学，或者根据自己的兴趣和爱好，根据业务上的需要，学习各方面的专门知识。双职工通过家里的电子计算机终端设备，用不着出门就可以买到称心如意的商品，既节省时间，又节省金钱。某些疾病，过去也许只能到医院里去诊治，现在，在家里就能得到治疗。这些已经并非幻想，在一些地方已成为现实。

人们不仅喜欢看大屏幕的彩色电视，对自己感兴趣的节目，还希望能够录象，可以根据自己的需要反复观看。录象机大屏幕电视机、电视游戏机、彩色摄象机，以及各种各样的家庭用电子计算机，这些都是现代信息的使者。

在一些发达国家，正在使家庭成为一部分人的工作场所。作家、教师、设计师、律师等等，都是和资料打交道的，在信息化的家庭里，他们就比

较适合利用电子计算机的终端设备，在家里上班。

人们预计，未来的家庭，将是既方便又舒适的信息化、电子化的家庭。

主人在下班前，先给家里挂个电话，说明自己什么时间可以回家，想吃些什么。家里的电子仆人就开始按照主人的吩咐，烧洗澡水，制作饭菜。机器人能干的家务事是很多的，平时在家里，用电子吸尘器打扫房间；看管孩子，辅导孩子的功课、解答问题；客人来了，能替客人脱掉大衣，端茶送水；还能报火警、盗警；机器人炒菜，各种烹调的方法都储存在计算机中，可以按照编制的程序操作，按先后顺序放入适量的半成品，加上调料，做出色香味俱佳的可口菜肴来；烧米饭，它使用食品公司送来的塑料袋装的、已经洗净烘干的好大米，按需要量放入微波炉，将水加到规定刻度，通电后一分钟就可以把饭煮熟。

在家庭里，只要使用一种便携键盘式小型操纵装置，就可以在室内任何地方控制日常生活的应用设备，如打开电灯、收音机或电视机、开关窗户、调节空气、调节温度等等。

无论在家里学习或办公，一个家用电视机与计算机的终端设备相配，和遥远的资料中心相连，通过这些设备和电话线路，可以向资料中心的巨型计算机系统立即索取自己所需要的图象或文字资料。如果有客人要来，想要查一查车船时刻、飞机航班；如果明天要出门，需要听一听天气预报；或者需要了解科技动态、生活小常识、新书期刊的目录、当天的重要新闻等等，只需要按一下相关的按钮，资料中心就可以满足您的要求。

未来的家庭，将是高度信息化的家庭，和外部世界联系更加密切。

4.3 我们该怎样工作

在信息科学技术领域，新突破不断涌现，已有的突破又酝酿着新的突破，使社会发生着根本性的变化。人们的生活方式、工作方式和学习方式也发生了巨大的变化。

(1) 遥控生产。在工厂，工人在特别的房子里，使用计算机虚拟现实管理系统，操纵各种自动化程度很高的机器做工。整座车间，也许平时一个工人也看不见。当然，若遇机器出故障，还需要工人到现场维修。各种专家系统和计算机辅助设计系统，帮助工程师们完成各种产品的设计与创新，产品的更新换代十分频繁。脑力劳动与体力劳动的界限消失。

在农村，农民几乎完全在室内工作。他们通过灵敏的传感系统，及时测量与分析土壤状况、作物长势、肥料水分的多少，以及牲畜的营养与健康状况等。计算机把由此得来的数据输入各种专用机械设备，它们马上便分头去施肥、浇水、锄草、送饲料……整个全自动化的农场内，各道工序井然有序。

(2) 远程会诊。你即使在偏僻的山沟里得了重病，也能通过电子网络，请城里大医院的名医诊断。只要把一张小小的光卡插入终端小孔，远方的大夫便从另一端读出了你的个人情况和过去的健康检查资料。大夫不仅可以“面对面”地详细询问病情，还可以利用一个特殊的“电子手套”，进行“触摸”诊断。各种聪明的专家系统，随时帮助大夫作出正确的诊断。于是，无论城里人还是乡下人，获得医疗保健的机会几乎是均等的。

(3) 电影创作。现代信息技术已能把所有的声音、图象、文字变成数

字，输入信息网中传送，于是对画面随意进行加工处理成为可能。在你新拍摄的影片中，无论大雪纷飞，还是烈日当头，或大雨倾盆，均可随心所欲制作。演员只需在摄影棚里摆摆姿态，做一点表情，剩下的事情都留给技术人员去处理。画面上任何部分都可随意增加、删改，甚至改变演员的表演。拍好的片子，作数字压缩，通过光纤线路直接传送到电影院。电影院的译码装置再将影片还原，并投射到银幕上。其画面，比今天放映机的放映效果要清晰得多，生动得多。

(4) 合作攻关。各个学科之间的相互交叉，相互渗透，是未来科学技术发展的重要推动力。做到这一点，需要全世界的科学家们跨越地域的局限，携起手来，共创新的成果。凭借高速信息网，科学家们随时可以掌握科学技术的最新进展，获取所需的资料数据，使得今天普遍存在的“重复发明车轮”的浪费现象大大减少。不同国家的科学家，还可借助远程终端，组成科研团体，围绕共同感兴趣的课题，分工研究，协作攻关。由于他们相互都可以看到对方的工作环境，可一起设计，一块儿讨论，直到成功。这将使科学研究进一步飞速发展。

(5) 打击犯罪。利用现代电子技术武装起来的警察，破案成功率会大大提高。他们一旦接到报案，立刻到数据库中寻找破案线索，而不是挨家挨户作调查。住宅和小汽车上装上电子监视安全装置，若有罪犯胆敢闯入或破坏，卫星通信系统便会密切跟踪，随时向指挥中心报告案犯的所处准确位置，引导各处警察聚而捕之。

(6) 学校教育。信息高速公路建成后，未来的“电子学校”，不仅能让身处天涯海角的人们也可听到大城市学校里特级教师的讲课，而且数字化的声音、图象、文字在通信网上的交互传送，将使远隔万里的教师与学生之间，进行“面对面”教学，“使人人受教育的机会均等”不再是一句空话。

(7) 邮递信件。由于未来通信的发展，只须向电信部门申请一个信箱，便可在自己的终端上建立起“电子信箱”。你能在任何时候、任何时间“打开”信箱，取出或发出电子邮件。由于邮件传递采用数字传输技术，又可加入密码，其保密性能比传真要高得多。利用信息高速公路，人们可与连接公用通信网的信息库、数据库、资料库或任何一个电脑终端进行数据、声音、图象、文字的交换。

(8) 电子报刊。随着家庭和办公室电子计算机的普及，利用商业电子计算机传递的“电子报刊”，将使未来的报纸业发生巨大的变化。目前的报纸阅读起来虽然方便，但信息量有限，电子报刊的信息量极大，由于电子计算机作为数据库存储的容量几乎是无限的。今天的报纸由于版面限制，其主要内容不能全部提供。电子报刊不仅可提供详细资料，而且还可提供在报纸上无法刊登的许许多多的照片。随着软件技术开发的进一步发展，今后这些照片还可变成活动画面。

电子报刊出版时间可以大大缩短，时效性更强。电子报刊的发展还减少了对木材等选纸原料的浪费，有利于保护地球环境。

4.4 辉煌的 21 世纪

目前，全球掀起了一场信息高速公路建设的浪潮，把信息革命推向了

一个新的高度。信息革命与其成果广泛的、实际的应用，不断给人类带来福音。对世界经济、政治和其他领域产生着极为深刻的影响，信息技术展示的美妙的图画，无疑将把人类带进一个崭新的世纪，21 世纪是一个充满希望的世纪。

21 世纪信息产业独领风骚

美国《未来学家》杂志 1994 年三月至四月号发表文章分析“影响美国和你的未来的 74 种趋势”，认为计算机信息产业将继续为富有创造性的企业家提供巨大的机会。硬件的开发仍大有发展前途，软件的开发将获得最大的报酬。计算机、信息产业将成为极具潜力的产业，并将对经济增长起重要的推动作用。日本《经济学人》在分析预测面向 21 世纪对日本经济将产生重要影响的产业的 12 种发展趋势中认为，在七种产业中，直接与信息技术发展有关，我们可以称之为信息产业。

(1) 大型产业的发展。文化、艺术、教育和许多文化产业将成为多媒体产业。在艺术领域，没有画布的画就是其中之一。新的制图技术使画家、设计人员和出版人员通过一些“灵敏工具”而获得更大的活动范围和更加多样化的绘画形式。人们可随时在显示屏幕上调出想看的画；在教育领域，运用多媒体的多种功能编排课程及写课本恐怕会变得非常重要。

(2) 电子零售业。人类将利用可接收和发送彩色图象的综合服务数字通信网进行无商店销售。在家庭的终端上可以很容易地接收电影、录象、音乐、教育课程等服务项目。

(3) 超越信息的“头脑产业”。21 世纪的产业中，超越信息的“头脑产业”将变得十分重要。领导产业潮流的不再是白领阶层，而是从事智力工作的“脑民”。

(4) 头脑产业的配套产业。随着头脑产业时代的到来，办公室也将成为“头脑办公室”，城市将成为“头脑城市”，开发这种头脑城市的领域将会成为一种很有潜力的新产业。这些城市中，既不需要大工厂，也不需要大办公室。因为有了信息高速公路，不需要店铺，大城市中将不再需要高大的建筑物。这样，城市文明的形式也将发生根本性的变化。

(5) 电脑宗教。随着电子计算机的发展，把人的感觉用科学结合起来的脑机能也在发展，这方面的研究取得进展后，人类可用电子技术再现宗教的意识状态。

信息技术革命带来的产业结构的变化，正如第二次世界大战以后，科技革命带动了包括导航、核能、化工、新材料和半导体等一系列产业的崛起，从而成为推动经济发展的新生力量一样，信息高速公路的建设将促进信息产业更快成为未来世界经济的主导型产业，将成为推动全球经济发展的新力量。

21 世纪的企业与信息高速公路

(1) 虚拟企业的出现：

由于信息高速公路的建设加快，今天世界各国的企业、公司的结构正在发生巨大的变化，在几十年内，企业将改变其传统的面貌，变成全新的

经济实体。实际上，信息革命浪潮早就开始改变企业的面貌，随着计算机和通信技术的广泛应用，人们将越来越多地使用把数百、数千至数万人联合在一起的那些企业的协作网络，人们对企业和公司外观形象的描绘再也不会是水泥墙或其他有形空间所围成的实体，这就是正在演化并将很快出现的企业——虚拟企业。

地方计算机及通信网络与范围巨大的计算机网组成了协作网络，企业可以根据要求立即执行某项任务，建立或解除某种人事或商务关系，从而创造出新的企业形态。它还可以使单个工人扮演一大群人的角色。就工作方式而言还可以打破时间和空间的限制。

信息协作网络使人们在必要时利用重要的资源，不管它们位于何处，也不管它们的主人是谁，都可以极为方便地开展工作。除此之外，信息化的协作网络还有利于提高产品质量，改善产品品质，缩短产品进入市场的时间并增加收益。

（2）市场的“虚化”：

虚拟化的企业，要采取虚拟化的经营方式。

速度。正如托夫勒二十多年前所预言的那样，现在公司运转起来已不受时间的限制，不论何时何地，企业都能作出迅速的反应。

成本。在信息服务和其他技术带动的产业方面，企业进入市场所需要的费用一般比以往少。

全球化。由于虚拟化的企业的经营不会受时间、空间的限制，使企业直接与相关对手较量的手段加强。企业不仅仅与近邻对手竞争，而是在全球更大的范围内展开竞争。

市场是企业的生命，处于信息时代同样如此。竞争中是“快者生存”。如构思、设计、制造并销售 386 芯片计算机的时间大概只有 18 个月。

（3）流动的知识工人：

信息技术革命的发展尚未彻底动摇传统工作方式的根基，即使在发达的国家也是如此。人们仍以办公室为主要的 workplace。但由信息高速公路联结的世界将改变这一现实。目前，美国数以万计的工作人员在路上花费的时间，比花在办公室的时间多。

这批新的流动性极大的劳动大军被称为“路上战士”，通过电话、计算机、电传、寻呼机、电视会议等现代通信手段保持着联系，信息十分灵通。通过信息查寻手段进入客户的办公室、工厂或家中。笔录式掌上计算机将成为个人通信机，可用作信箱、电传机、笔记本、甚至电子秘书。这一装置将能够管理和储存个人电子通信，它将成为人们“装在公文包里的办公室”。一旦企业装备了这些新工具，它们将重新设计自己。功能很强的个人通信可望带来新的应用。

21 世纪，国家的界限会越来越模糊，全世界将变成一个“地球村”。各个国家之间经济、科技、文化等方面的相互交融会日益加深，世界格局也因此会不断改变。人类的生活、工作方式也将发生根本性变化，未来的世界将是一个充满阳光的世界。

