



高等学校科学素质教育丛书

黄德修 主编



信息科学导论



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

高等学校科学素质教育丛书

信息科学导论

An Introduction to Information Science

黄德修 主编

中国电力出版社

内 容 提 要

随着人类物质文明和精神文明的不断提高,人们对信息的需求量正依指数关系增长,这促使以信息论、控制论、电磁场理论等为基础的信息科学的不断发展,进而推动了计算机、通信、图像处理等一系列信息技术的发展。信息技术已成为国民经济和国防建设的战略技术,正发挥着越来越大的作用。本书限于篇幅,仅在对信息科学作概要介绍的基础上,重点介绍了微电子学、光子学、通信、计算机、控制论、图像处理等当前的热点技术以及支撑这些技术的主要光电子与微电子器件。本书从历史发展的角度讲述了信息科学与技术的概况,并展望了它们的发展前景,具有很强的可读性。

本书可供综合性大学,特别是理工科大学作为学生科学素质教育的教材,也可作为信息类专业学生入学教育的基础读物。

图书在版编目(CIP)数据

信息科学导论/黄德修主编. - 北京:中国电力出版社, 2001

(高等学校科学素质教育丛书)

ISBN 7-5083-0145-5

I. 信… II. 黄… III. 信息学—概论 IV. G201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 02319 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

通县大中印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2001 年 5 月第一版 2001 年 5 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 12.875 印张 337 千字

印数 0001—4000 册 定价 23.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

世界各国虽发展历史不同，但都以不同发展速度经历着相同的历史阶段，即农业社会→工业社会→信息社会。人们所追求的物质文明与精神文明将在信息社会中不断得到满足。

信息技术对国民经济和国防建设所产生的巨大而积极的影响，以及对人们生活质量提高所给予的巨大回报已为实际所证实。“四个现代化，那一化也离不开信息化”的英明论断，已将信息化的重要性描述得淋漓尽致。当人们过着（信息）网上生活的时候，你将会感到地球太小、人们之间的距离骤然拉近、人的聪明才智似乎变得异乎寻常，使人感到换了人间。

20 世纪 90 年代以来，由于全球经济的发展，信息业务的需求量越来越大，特别是因特网的问世，使信息业务的需求量呈爆炸性增长，现在因特网上的信息业务量以每 6 个月翻一番的速度增加，单就 1999 年所谓 E-business（包括电子商务、电子信箱等）的业务量就相当于过去 30 年电话业务量的总和。“信息爆炸”正在激励着信息科学与技术迅速发展，也开创了一个空前强大的信息产业。

信息科学从申农开创的“信息论”开始已经历了近百年的发展历史，但真正得以迅速发展还是 60 年代集成电路出现之后，集成电路中晶体管的集成度每 18 个月翻一番，使微处理器的智能化程度达到惊人程度。光通信的出现和蓬勃发展使信息带宽发生革命性的变革，为人们展现一条超宽的信息高速公路；多种信息媒体的融合，使整个社会变得丰富多彩；信息学科与其他学科的交叉和结合又衍生出许多学科增长极。有关信息的基础理论、信息技术和相关应用的发展都极大地丰富了信息科学的内涵。

微电子、光电子和软件“三足鼎立”并推动通信、计算机、控制等学科的发展，继而促使信息系统与网络向宽带化、数字

化、综合化、个人化智能化和全球化方向发展。“信息”已不是一个陌生的名词，已深入到每个人的心田，渗入到千家万户和国民经济的各个领域。信息科学正在为越来越多的人所认识、所接受和所利用，已进入从小学到大学的课堂，成为素质教育的重要内容。为此，我们编写了“信息科学导论”作为普通高等学校科学素质教育丛书的一部分，目的在于使学生扩展视野、立足前沿和展望未来，以适应在当今知识经济时代知识“集成”的需要。由于篇幅有限，所撰入的内容远未覆盖信息科学的全部内容，而只能反映信息学科中基本的但认为是学科前沿性分支的最主要的概貌。

本书共分为七章，分别由华中科技大学光电子与信息学院相关院系的院长、系主任和研究所所长撰写。第一、三章由黄德修教授（院长）撰写并任全书主编；第二章由徐重阳教授（副院长、系主任）撰写；第四章由卢正鼎教授（院长）撰写；第五章由朱光喜教授（副院长、系主任）撰写；第六章由孙德宝教授（副院长、系主任）撰写；第七章由张天序教授（副院长、所长）撰写。

由于编者水平有限，所述内容难免有误，恳请读者批评指正。

编 者

2000年12月

第一章 信息科学与技术概述

第一节 引言

一、什么是信息科学

“科学”(science)与“技术”(technology)是两个既有区别又相互联系的哲学术语。“科学”是指探知事物的本质、特征、内在规律以及与其他事物的联系;“技术”则是运用科学规律解决实现某一目的的手段和方法。前者是认识世界,后者则是改造世界。我们通常讲的“科学试验”实际已将科学与技术联系在一起,经过实验证明是正确的理论是科学,否则就不是科学或是“伪科学”。科学与技术的密切结合将成为变革世界的巨大动力。正如科学巨匠阿基米德所说:假如你能给我一个杠杆,我将掀起整个地球。他所说的“杠杆”是技术,其支点则是“科学”。

信息(information)作为一门科学当推崇 1948 年香农推出的“信息论”和维纳提出的“控制论”。虽在此之前哈脱莱于 1928 年发表的论文《信息传输》,首次将消息与信息从概念上区分开来,认为信息是一种事先未知的消息,能给人增加新的知识或认识,否则不为之“信息”。

信息论的创始人香农认为,“信息是用来消除随机不确定性的东西”,维纳也认为“凡是在一种情况下能减少乃至消除不确定性的任何事物都叫信息”。因此我们日常生活中常说的“小道消息”,在未消除其“不确定性”以前,只能是“消息”而不是“信息”。

香农于 1948 年发表了“通信的数学理论”提出了著名的香农公式。他不但从概念上阐明了信息的真正含义,还认为信息是可量化的,并给出了当今普遍使用的信息量的基本单位——比特(bit)。

控制论的创始人维纳,从自动控制的角度研究信息,认为要对一个系统进行有效控制,离不开对信息的获取、传输与处理。现代的信息论已不局限于传统通信概念中关于信息定量描述、信息编码等方面的问题,也不只是涉及到信息的产生、发射、调制、传输、放大、滤波、存储、交换、接收和处理等各个环节,以及它所渗透到的各个领域。而是更大范围地涉及通信(communication)、计算机(computer)、控制(control)、信息的内涵(content)。

二、信息化社会

有人将人类社会的整个发展进程分为农业化、工业化和信息化三个历史阶段。从经济学的观点,又分别将它们称为农业经济、工业经济和以信息为基础的知识经济。农业是人类赖以生存的支柱产业,从根本上解决温饱问题,经历了 5000 多年,我国至今仍不失一个农业大国。以蒸汽机开始的工业化时代,生产力得到极大的解放,在经历了约 300 年后,发达国家基本上实现了以机械化、电气化和自动化为表征的工业化,人类由温饱型过渡到了物质满足型。发达国家现正在加紧实现信息化。我国在进一步实现工业化的同时,也在迅速向信息化社会进军。衡量一个国家或地区是否达到信息化的指标可概括为两个,即信息产业从业人员应占总从业人员数的 50% 以上;信息产业产值应占国民经济总产值的 50% 以上。届时,人们的生活将由物质满足型开始进入信息满足型。尽管从农业化到工业化到信息化的进展速度会越来越快,但由工业化到信息化也会经历 80~100 年。就信息产业发展最快的美国,至 1996 年 12 月的统计,其信息产业的产值还只占国民生产总值的 33%,现在这一比值已大大超过。

三、信息化极大地推动人类文明的进程

一个多世纪前的 1842 年,西班牙皇后依莎蓓拉过了半年才得知哥伦布探险的信息;1865 年美国总统一林肯遇刺的消息经过了 13 天才传到英国;事隔一个世纪的 1969 年阿波罗火箭将人送上月球的消息只用了 1.3 秒就传遍全球。1990 年前后,若从国外通过国际长途与中国某个家庭通话,即使顺利也至少需两位接

线员转接。而现在人们可在任何时候、任何地方和你所需要联系的人直接拨号通话，似乎使人们的时空观发生了根本的变化，似乎地球变得越来越小，人们之间的距离变得越来越近。

信息给人类创造了文明，人们正在是梦非梦地享受着这种文明所带来的美好生活。特别是近 10 年来互联网（或 internet）业务的迅速发展，使人们的生活质量和工作效率得以大幅度提高。

曾几何时，你曾想过不要踏着星辰来回奔波于家庭和你的办公室之间，可现在已逐渐成为现实。美国 1996 年就有数以千万计的人在家办公。随着移动通信与互联网的融合，再过数年，“必须在办公室办公”将成为历史。

信息技术可以使人们享受远程医疗的好处，一些偏僻地区的医生可以通过互联网使用大型医疗设施，协助对疑难病症作出诊断。例如，设立在澳大利亚南方阿德莱德城伊丽莎白女王医院的肾病学专家利用实况电视转播与三个分析中心的病人和工作人员进行联络，仅在 1996 年的三个月内，这种远程医疗设备就使用了 1150 次之多。在我国也试行了这方面的信息业务。

四、信息对国民经济和国防建设的巨大驱动力

按照控制论创始人维纳的论述：“信息就是信息，它既不是物质，也不是能量”，因为信息并不遵循物质不变定律和能量守恒定律。但信息却和材料、能源并列为国民经济的三大资源。它虽不是物质，却能使物质更有效地利用；它也非能量，却能使能量发挥更大的效应，即提高能效；它更不是“神”，却能极大地造福于人类，但也能帮助战争狂人驾祸于人类。这些都只能说明信息是一种“取之不尽，用之不竭”的资源，正反映了资源可供利用的特点，正如我们每天喝的水一样。

一些经济学家认为国际经济兴衰是周期性的，而这种周期较长，一般为几十年乃至上百年，因而认为“长波是一种国际现象”。第四个经济长波是以 1948 年信息科学的创立、晶体管的发明为起点出现的经济繁荣。其后 1951 年出现以晶体管装备电子计算机，1961 年出现集成电路且其集成度不断提高，使电子计

算机不断更新换代，使世界经济进一步繁荣，但到 1971 年左右，世界经济开始衰退。尽管此后信息技术（IT）又有不断的创新，诸如微处理器、个人计算机（PC）、光纤通信、移动通信等形成的相应产业，但经济萧条状况一直持续到 90 年代初。

随着 1993 年互联网进入商用、美国提出 NII 开始，被认为世界进入了第五个经济长波期。也即又开始了继 1948 年后新的一次信息技术革命。其特点是信息技术的创新越来越多或创新技术出现的周期越来越短，信息技术向各领域扩散的速度越来越快，回顾一下几个例子就能说明这一点，如表 1-1 和表 1-2 所示。

**表 1-1 某些信息技术从发明
至应用所经历时间**

信息技术	从发明到应用 所经历时间 [年]
电话	60
无线电	30
电视	14
光纤通信	5
互联网	2

**表 1-2 某些信息技术推广到
5000 万用户所经历的时间**

信息技术	达到 5000 万用户 经历时间 [年]
收音机	38
电视机	13
英特网	2

美国是第五经济长波的激励者，也是最快和最大的受益者。它从 1993 年提出的国家信息基础设施（NII）中尝到甜头后，1994 年又进一步提出全球信息基础设施（GII）并很快得到西方 7 国首脑会议的认同，都是从它的全球经济战略出发的。信息战本身就是一场没有硝烟的战争，看谁最先抢占信息技术的制高点。1991 年世界经济增长走到了第二次世界大战以来最低点（0.2%），与此同时，美国经济破天荒地出现负增长（-1.2%）。然而，正是它驾驭了这场信息革命，使它在 1994 年的失业率仅 6%，为 14 年来的最低点，连黑人的失业率也达到 20 年来的最低点（20%）；1995 年底，其互联网已扩至 155 个国家；1996 年来自信息技术产业的 GDP 高达 33%；占其电信市场的 1/3。一

直到 1999 年美国的经济已连续 8 年保持高增长。

信息在军事技术中的比重越来越大。1998 年 3 月江泽民主席指出：“人类战争的形态正在发生深刻的变化，信息化可能逐步成为未来战争的基本特征。”“人类战争正在进入信息化阶段。”未来的战争必定以信息化武器为基础，而且信息在各种武器和军事设施中的比重越来越大，从而对人类的威胁也随之加大。如美国 B-2 飞机中电子成本已高达 60%；在现代舰艇中，电子成本已达 25%~30%、火炮和坦克中则占 30%；在空间武器中这种成本竟高达 65%~70%。信息化武装起来的武器，其杀伤力比常规武器要大得多。计算表明，爆炸威力提高一倍，杀伤力仅提高 40%；但如依靠信息技术使命中率提高一倍，则杀伤力提高 400%。

未来以信息技术所支撑的战争，从根本上改变了战争模式，由抢占传统地面战争制高点转至抢占信息制高点。所谓驾驭整个战争的 C⁴I（即 command、control、communication、computer、intelligence）归结到一点，即战场信息网。从指挥官到士兵，各军兵种都在网上作业或受控于网。美国肆无忌惮地侵略伊拉克、入侵南斯拉夫，表明在实施它的全球战略的同时，也是在演习它的信息化武器。例如美国在侵略南斯拉夫的战争中，充分显示了信息在现代战争中所施展的威力和非正义战争对人类文明的巨大破坏。它利用全球定位系统（GPS），使飞行性能和隐形性能比 F-117 更好的 B-2A 飞机实施全天候、不分昼夜准确地轰炸目标。它所运载的称为 JDAM 的 GPS 诱导炸弹，能在距目标 25000m 高空投弹，其命中半径仅 9.6m。由 B-52H 轰炸机在距目标 1000km 发射的巡航导弹（CALAM），命中半径仅 5m。美国 AGM-130 空—地导弹在距目标 75km 处发射后，通过 GPS/INS 诱导装置，当接近目标 3~5km 时，安装在弹头的 CCD 电视摄像机开始捕捉前方目标，并设定命中点，这一过程仅需 15s，这相当于可击中正在桥梁上行驶的列车。

因此，为了捍卫我们中华民族的尊严，制止战争狂人的挑衅，维护世界和平，强化我国的信息技术已到刻不容缓的地步。

欧共体在 1994 年制定的有关其信息基础设施的 RACE 计划前言中曾阐述过：和所有革命一样，信息革命给我们带来了机遇。我们如何响应，如何将当前的机遇变成现实的利益，取决于我们以多快的速度进入信息社会。最先进入信息社会的国家，将得到最大的利益，它们将影响所有尾随其后的国家。相反，那些因循守旧、缺乏深思熟虑的国家，可能在 10 年内面临灾难性的退步以及沉重的失业负担。

第二节 信息爆炸的年代

一、Internet 信息业务火爆

自美国实施 NII 和 GII 以来，拉动了全球信息科学和技术的迅速发展，信息量呈指数增长。近几年竟演变成“信息爆炸”的年代，其爆炸的导火索乃归于 Internet（因特）业务的急剧增加。

1986 年，美国国家科学基金会（NSF）利用 TCP/IP 协议在多个超级计算机数据中心的基础上建立了它自己的计算机数据通信网络 NSFNET。1990 年 6 月成为国际互联网（即 Internet）的骨干网。从此因特网以其历史性的神奇面貌被炒作得家喻户晓，成为国际性的最大业务网。多数多媒体信息业务都将连网运行，致使因特业务量剧增。以美国为例，因特业务量以每六个月翻一番的速度递增，因此他们预计到 2005 年，美国总的因特业务所占信息带宽将达到 280Tb/s。

我国的因特业务也以同样的速度快速增长。1998 年我国的因特用户数达到 400 万，到 2000 年底，这一数字将达到 2700～3000 万户。

二、移动通信进展神速

无线接入经历第一代数字无绳电话（即 CT-2）、第二代数字蜂窝（全球移动系统 GSM）已发展到以码分多址（CDMA）技术为核心的第三代移动通信。CDMA 技术以其通信质量高、掉

话率低、频谱利用率高、容量大、建网成本低、覆盖范围大、抗干扰能力和电磁兼容性好等特点，更加快了移动通信的发展。美国蜂窝移动通信用户数从 1986 年至 1996 年 10 年间增长了 60 多倍，而 CDMA 移动通信用户数 1996 年虽只有 100 万，而到 1998 年 3 月却猛增至 1000 万户。我国移动通信业务也在迅速增长，以每月 100 万新用户的速率增长。移动通信还在向手提移动电话、多媒体移动业务方向发展。移动通信与互联网将融合在一起，各种信息都将在互联网上汇合，预计到 2004 年移动电话用户上网数将大于个人计算机上网数。到 2005 年全世界移动电话数将超过 12 亿。人们可在移动中办公，工作效率将进一步提高。

三、信息家电（或信息电器，information appliance）将遍及千家万户

随着人们生活质量的提高，对信息满足的欲望越来越高。在家庭中，人们将逐渐不满足普通的电话通话、用普通的 PC 机上网或用普通彩色电视收看广播式的电视。取而代之的是希望在家庭中用可视电话与对方通话，从而富有更多的感情色彩；用“傻瓜”PC 机上网进行多种业务联系；用占用较宽信息带宽（10Mb/s~100Mb/s）高分辨率电视机（HDTV）收看极逼真的电视点播节目和开展交互式电视业务；家庭的一些其他电器设备也将连网。你可以在回家路上开启家里的微波炉、电饭煲等家用电器。日本人预计到 2010 年，家庭平均占有的信息带宽将达到 100Mb/s，将形成一个小的家庭用户网（Homenet）。到那时衡量一个家庭的富裕和文明程度将不是现在的一般家电（电视机、电冰箱等），而是看你拥有多宽的信息带宽。

四、电子商务（electronic commerce）

多少年来，传统的电话、电报到现在电子邮件和移动通信对沟通制造商和用户、促进市场营销、活跃市场都起到了不可磨灭的作用，但这还不是电子商务的现时意义。

电子商务是信息在商贸交易领域的应用，是通过计算机信息网络所进行的商务活动。这也是近年来随着国际互联网的发展而

迅速开展起来的一种商务活动，它将极大地促进市场繁荣和方便客户，极大地提高商务工作效率，提高企业的竞争力。例如1998年圣诞节期间，美国通过电子商务的销售额达到30亿美元之多。有关人士通过向25个国家的1000名企业信息主管调查后认为，今后两年电子商务交易量将翻两番左右。

电子商务发生在企业（商场也是企业之一）之间或企业与顾客之间。一种电子商务系统内部运行图如图1-1所示。图中所有的业务往来都将通过信息网络运行。对普通消费者来说，足不出户，称心如意的商品就能到家。从商品信息的查询和确认、银行对购物者身份确认和代理其结算、货物传送等业务，都可在家中的键盘上完成。从计算机显示屏上您不仅可清晰地看到选购商品的外观，甚至在不久的将来还可戴上电子手套触摸屏幕上所显示的商品，宛如身临其境地感受到诸如衣物、布料等商品的质地，从而免除了平时去嘈杂的都市和承受交通的拥挤所带来的烦恼和浪费宝

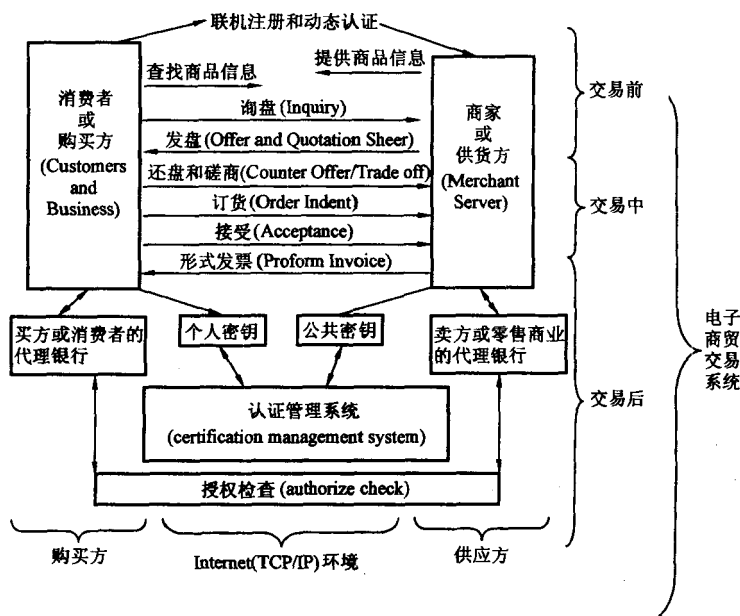


图 1-1 电子商务系统内部运行图

贵的时间,也不必在人海如潮的商场中为选购商品东奔西跑。

第三节 信息技术的发展趋势

90年代初曾将通信技术的发展方向概括为宽带综合数字服务网络(B-ISDN)。这应该说反应了信息技术(information technology, IT)的一些主要发展内涵,即朝宽带化、数字化、综合服务和网络化方向发展。随着信息容量、信息需求和IT的不断发展,IT将有更多的发展趋势,如宽带化、综合化、数字化、智能化、个人化、网络化、全球化等等,下面将只对几种发展趋势概要介绍。

一、宽带化

带宽一词对不同的对象赋予不同的内涵。例如,谱宽是在特定定义下的频带宽度或对应的波长范围;而在信息技术中,信息带宽则常习惯指信息传输或交换的速率,在数字通信中系指每秒钟传输和交换的比特数(bit/s)。而带宽的宽窄是一个相对的概念,如单纯的语言和数据通信则属窄带,因传输图像信息所需带宽较宽,因此一旦有图像信息加入又称之为宽带。而另一方面,在目前我国数据通信中,2Mb/s以上的干线速率就称之为宽带。

随着信息化程度的增加,势必要求“信息高速公路”越修越宽。特别是因特网业务爆炸性的发展,越来越多的“网迷”亮相,致使第一代低速互联网的带宽显得越来越窄,已深感目前网上“行路”难。随着网络通信每年以100%的速度增加,加之电子商务扑面而来,如今的因特网已经成了交通严重拥挤的电子或光子公路:一是上路(网)难,二是速度慢,正如有人描述的那样:“今天的因特网就像一条没有交通管理的单车道公路。”

随着信息家电的兴起与迅速发展,信息高速公路必将修到千家万户,即常说的光纤到家(FTTH)。将会有越来越多的家庭建立起“家庭信息网”,以适应交互式宽带视频(如可视电话)、视频点播(VOD)、高清晰度电视(HDTV)、电子商务、家庭办

公、远程教育、远程医疗等信息业务发展的需要。某些典型数字信息业务所占用的带宽如表 1-3 所示。日本预计, 到 2010 年, 家庭平均所占用的信息带宽将达到 100Mb/s, 而目前我国绝大多数家庭仅占用数十 kb/s, 还需扩展上千倍。因此预计 2010 年左右将达到所谓“3T”的带宽, 即光纤干线传输速率和光网络节点的交换速率将分别达到 Tb/s、光盘存储容量将达到 T byte (字节), 即比现在的相关速率还要提高成千上万倍。美国为缓解目前因特网上业务拥挤, 正在加紧实施第二代因特网计划, 其干线速率达 10Gb/s, 估计在 2003 年左右得到广泛的应用。

表 1-3 某些典型数字信息业务所占带宽

宽带数字服务	下游带宽	上游带宽
广播式视频 广播 TV	1.5~6Mb/s (每信道)	——
交互式视频 Video on demand (VOD) 交互式 TV 交互式竞赛 信息服务	64kb/s~6Mb/s	9.6~64kb/s
Internet WWW, FTP 等 E-mail IP 电话 广播	14.4kb/s~10Mb/s	9.6~128kb/s
对称数据 桌面多媒体 家庭办公 电视会议 可视电话 Fax	64kb/s~1.5Mb/s	64kb/s~1.5Mb/s
小规模商务和家庭业务 因特网家庭主页 因特网信息服务	9.6~384kb/s	64kb/s~1.5Mb/s

二、数字化

香农的信息论开创对信息量化（以比特为信息量的单位）、以数字序列表征信息的新纪元。对量大面广的模拟信号可以通过对其取样、量化和编码等过程将其变成数字信息。与模拟通信相比，数字通信有许多优点。诸如，抗干扰能力强，因而可提高通信距离；保密性好，能适应各种业务要求；容易实现相关设备的标准化，因而有很强的兼容性和互换性；便于实现用电子计算机对信息联网和网络管理与控制；便于信息压缩而不产生失真，从而提高信息带宽的利用率等。随着计算机及其网络的发展，数字化已酿成了一场新的技术革命，即数字技术革命。既是革命就非小改小革，而是从根本上改变人们的工作和生活模式，对国家的政治、经济、文化与教育产生重大影响。未来学家、麻省理工学院教授尼古拉·尼葛洛庞帝（Nicholas Negroponte）曾于1995年著有《数字化生存》（Being Digital）一书，全书由“比特的时代”、“人性化界面”、“数字化生活”三大部分共18篇文章组成。他认为在电脑和数字通信呈指数增长的今天，我们正奔向突发巨变的临界点。“计算机不再只与计算机有关，它决定我们的生存”。“人类的每一代都会比上一代更加数字化”。数据通信业务将超过传统的语音通信业务，数字通信将超过模拟通信，这是信息技术发展的必然趋势。

数字化是信息网络化的前提。数字化程度已成为衡量一个国家或地区信息技术发展水平的标志。因此世界各国都在紧锣密鼓地投入这场数字化革命。例如，我国香港特别行政区于1998年11月公布的“数码21新纪元”，实质是一个数字化网络计划。我国大陆的数字化进程也在加快。从1994年起，中国电信已建成开通覆盖全国的数据通信网络，其中包括中国公用数字数据网（CHINADDN）、中国公用分组交换数据网（CHINAPAC）、中国公用帧中继宽带业务网（CHINAFRN）、中国公共计算机互联网（CHINANET）、中国公用电子信箱业务网（CHINAMAIL）等数字化网络，还有遍及全国各大区的中国教育网。国家自然科学

基金委员会正在北京建设高速数字网络。

数字化电视也成为各国竞争的热点。美国政府宣布到 2006 年所有电视台和有线电视台全部实行数字电视广播。我国也自主开发了面向数字电视广播的数字编码传输系统，成为世界少数拥有这种技术的国家之一。

“数字地球”更形象地描述数字化的巨大作用。人们设想把有关地球海量的、多分辨率的、三维的、动态的数据按地理坐标集成起来，形成一个所谓“数字地球”。借此“数字地球”，人们不论走到何处，都可按地理坐标了解地球上任何一处、任何方面的信息。换言之，随着信息传递的数字化和网络化，用户可在办公室的终端和会议室的大屏幕上，按照地理坐标检索和展示千里之外的三维地形地貌，加上道路、桥梁等各种地物及实地摄像，形成逼真的电子沙盘，似是身临其境地进行实地勘探河流险情、指挥抗洪救灾、进行退耕还林的模拟分析，在地域空间中配置资源和资本。这些都极大地造福于人类。

三、网络化

信息化社会的重要特征之一是集成。集成电路的巨大优越性是众所周知的，与此相应的光子集成（PIC）正在迅速发展；信息网络则是系统的集成以及各种 IT 的集成。集成意味着我们通常所讲的“优势互补”、功能的互补。正如 1960 年在硅片上仅集成数个元件的集成电路（IC）的发展给今天的信息社会带来如此巨大的动力一样，谁也没有料到 1969 年仅 4 个计算机节点的集成（联网）所引发的互联网，却给今天人类的文明和社会的进步带来如此巨大的影响！

1. Internet 的演变

今天的 Internet 网最早是由美国高级研究计划署（ARPA）的计算机网（ARPAnet）演变而成的。1969 年，ARPAnet 只有四个节点，分散在加州大学洛杉矶分校（UCLA）、斯坦福研究院（SRI）、加州大学圣巴若分校（UCSB）和犹他大学。1969 年冬 UCLA 计算机科学系的 Kleinrock 教授和他的研究生们只试图