

第 1 章 制造业信息化概述

1.1 信息经济和信息社会

随着计算机技术、通信技术和信息处理技术的飞速发展,世界经济发展在经历了农业经济、工业经济之后,又进入了一个崭新的经济时代——信息经济时代,人类社会的发展也进入了一个新的阶段——信息化社会。物质、能源与信息已成为社会发展的三大资源。Internet/Intranet 技术的兴起,给企业业务流程、管理模式、组织机构的重组乃至整体的发展带来新的机会,并将导致产业结构及企业经营方式的变革。

20 世纪人类社会最伟大的成就之一是:以电子计算机技术和 Internet 技术为代表的信息技术的高速发展与普及应用,带动了全球社会的经济发展与划时代的经济腾飞。

信息经济的主体是以信息技术为代表的信息生产或服务构成的产业化群体,它的形成与发展是生产力发展的必然结果。人类社会经济发展的历史经验表明,在工业经济社会中,社会生产由低级阶段向高级阶段过渡的发展过程,表现在对生产力层次的不断创新与发展上,社会生产的发展是通过对先进技术产业化后,形成新的产业群体实现的,是通过运用先进技术,对传统产业进行技术改造和创新来实现生产力飞跃的。信息经济的形成与发展同工业经济发展历程一样,一方面,它依靠信息技术与信息生产或信息服务来形成产业化群体,然后逐步发展成为经济主体的信息产业;另一方面,它通过对农业、采掘业、加工制造业、建筑业、交通运输业、金融业、商业和服务业等传统产业的信息化改造,推进信息经济的发展进程。在传统的工业经济结构中,通过对传统产业在生产、管理、设计等各个环节全方位的技术改造与更新,应用信息技术实现企业信息化,从而实现企业内效率提高、能耗降低、效益增加、成本降低、产品及服务质量提高,使传统行业的整体竞争能力迈上一个新台阶。

2001 年 4 月 20 日在北京召开的《网络经济与经济治理国际研讨会》上,朱镕基总理在祝贺中指出,Internet 技术及其应用已经把全球带入新的网络经济时代,经济全球化、信息网络化和区域经济合作进程正在明显加快,并向纵深发展。中国和世界各国特别是发展中国家的经济发展迎来了新的机遇,同时也面临着严峻的风险和挑战。

朱镕基总理对我国在新世纪如何加强信息化建设有着精辟的阐述,推进国家工业化,同时不失时机地推进国民经济信息化;把信息化与工业化结合起来,带动产业结构与产业素质提高到一个新的水平;大力发展以信息技术为中心的高新技术产业,实现国民经济的信息化。

1.1.1 进入信息社会的主要标志

21 世纪是高新科学技术的世纪,其标志是高新科学技术及其产业将成为全球的经济核心。新的技术革命将在高新科学技术领域展开,激烈的全球经济竞争将以这个领域为战场,谁掌握了高新技术及其产业,谁就掌握了经济战场的制高点。高新科学技术是人民生活水平不断提高的可靠保证,是社会稳定的基础和社会发展的动力,还是国家先进军事装备和国防现代化的有力支柱。

按照许多科学家的预测,21 世纪初到 30 年代这段时期,科学技术的中心是信息科学技术。从 21 世纪 30 年代开始,将逐渐转移到生物科学技术(包括生命科学技术)而到本世纪中叶以后,将有可能以认知科学技术为中心,把信息科学技术、生命科学技术和系统科学技术结合起来,形成认知科学技术群。因此,从这个意义上来说,本世纪中叶以前的中心科学技术是信息科学技术,它在整个世纪中都将起到重大的作用。

进入 21 世纪,信息技术特别是网络技术的高速发展势头丝毫未减,进一步推动了经济全球一体化和信息化、网络化的发展进程,对世界经济格局产生了广泛而深远的影响。信息技术成为当代社会最活跃的生产力,正在对人类经济和社会的发展产生巨大而深远的影响。信息化水平的高低已成为衡量一个国家综合国力和一个地区现代化水平的重要标志。

20 世纪 90 年代以来,信息化浪潮一浪高过一浪,引起世界各国的关注和重视。发达国家借助掌握信息技术的优势,大力推进国家信息基础设施的建设,促进本国产业结构重组,从而增强了自身的国际竞争力。美国经济借助于信息技术和网络技术的推动,获得了前所未有的强劲发展势头。1993 年,克林顿政府上台后的美国经济曾连续 8 年获得了 2%~3% 的增长率,而且还同时保持低通胀率和低失业率,这一“经济奇迹”应归功于信息化和网络化。

1993 年 9 月美国政府率先提出了国家信息基础设施计划(National Information Infrastructure, NII),通常称为信息高速公路,实质是高速信息网络。它是美国政府针对美国社会信息化发展而提出来的,具有 21 世纪的战略眼光,是重振美国经济、增强美国国际竞争力的重大举措。此后,全球掀起了建设信息高速公路的高潮,日、英、法、德、加等国也纷纷提出各自的类似计划,其他国家如韩国、新加坡、巴西、乌拉圭,也都加紧制订本国的信息化计划。

根据 20 世纪 90 年代美国经济发展的规律,可以预见到信息化、网络化将会给新经济带来许多新特点:如:不会发生旧经济的衰退和通货膨胀的周期性;知识是新经济的基础,企业发展将是知识资本重于物质资本;知识分子将成为新经济时代的主体,知识分子和工人的界限将会消除;社会结构将发生变化,人才是知识资本的核心,企业的利润主要来自于科技创新;虚拟企业、敏捷制造、企业网络动态联盟、供应链、企业重组等与信息技术密切相关的现代制造模式、现代管理方法和先进制造技术迅速发展,企业对市场的反应越来越快;企业经营趋向于全球性,电子商务将成为企业经营的主要形式;商品质量越来越高,价格越来越低,服务越来越好;顾客将参与产品的设计和制造,商品将更加个性化,消费结构也将发生变化,由吃、穿、住转为住、用、休闲为主,非物质消费将占总消费的 50% 以上。

20 世纪 90 年代后期,世界经济发展年平均增长率在 3% 左右,而信息技术及其相关产业的增长幅度却是经济增长幅度的 2~3 倍,信息产业对社会经济发展的贡献越来越大。

“九五”期间我国信息产业年平均增长速度达到 31.3%,对 GDP 的贡献率由 5.2% 上升到 12.4%,占 GDP 的比重从 2% 提高到 4%。1999 年电子通信行业总产出 5831 亿元,销售额 5573 亿元,均列全国工业之首,1999 年实现利润 307.5 亿元,占全部工业利润的比重从 1999 年的 4.1% 上升到 13.4%,成为工业行业第一利润大户。2000 年中国信息产业总产值突破了 1 万亿元,出口额达到 551 亿美元,占全部外贸出口近四分之一。我国信息产业已成为工业经济的第一支柱。

2000 年生产计算机 860 万台,工业总产值达到 2800 亿元,比上一年增长 36.6%,计算机市场总销售额达 2150 亿元,增长 25%,全国计算机 2000 年的总拥有量达 3000 万台。彩电 2000

年生产 3742 万台(日本仅 1000 万台)国内需求为 1000 万台/年 还有 2000 多万台远销海外市场。

固定电话普及率由 1995 年的每百人不到 5 部提高到 2000 年每百人 18 部,固定电话总数达 1.5 亿部。移动电话总数由 1995 年 363 万户迅速增长到 2000 年的 7500 万户,固定、移动电话总数已突破 2 亿户,跃居世界第二位。2002 年移动电话的总拥有量已居世界首位。

2000 年生产程控交换机 4637 万线、移动通信交换机 3630 万线、集成电路 50 亿块。

1995 年上网户数仅有 8 万户,到 2001 年已猛增到 3300 万户,2002 年 7 月达到 4580 万户。据 CNNIC 2002 年 11 月初的最新估算,我国上网用户数已达到 5800 万户,预计 2005 年可达到 2 亿户,上网人口普及率达到 15% 左右。上网用户发展态势如图 1-1 所示。“九五”期间网络带宽从几百 Kb 增长到 1200 多 Mb,整整增加了数千倍。网络产品和服务正在成为新的消费热点。2000 年我国电信业务收入 3074 亿元,比上年增长 26.4%,计算机软件销售额达到 230 亿元,比上年增长 34.2%;计算机、移动电话等网络产品的销售增长都在 50% 以上。

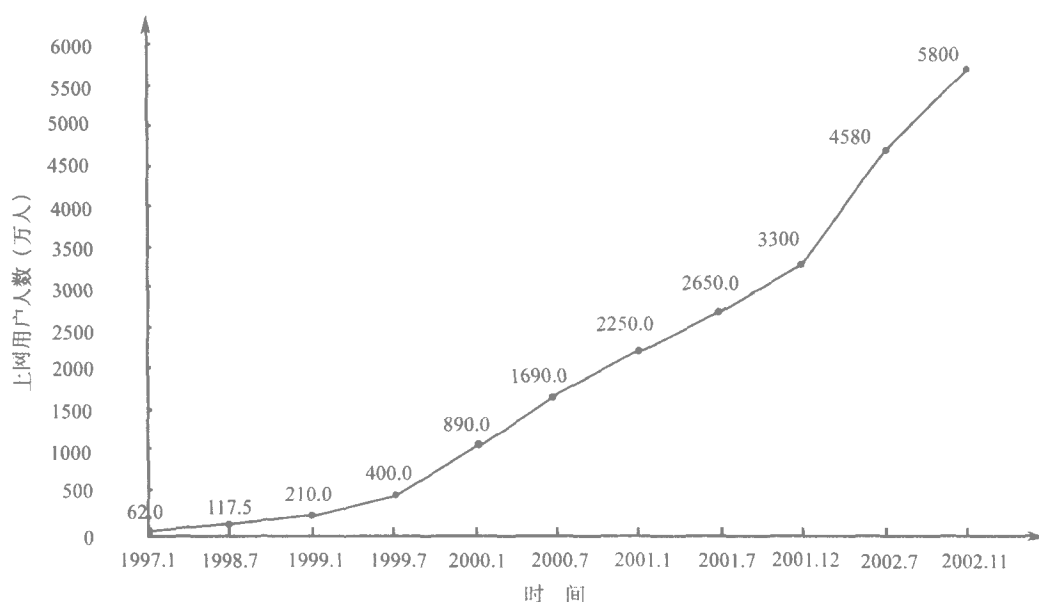


图 1-1 中国计算机上网用户发展态势

今后 5 年,我国信息产业将继续保持 20% 以上的高速增长,市场规模将比 2000 年翻一番,产业增加值占国内生产的比重超过 8%。固定、移动电话网规模容量将跃居世界第一位,电话用户总数达到 5 亿户,全国电话普及率达到 40%。到 2010 年,信息产业市场规模将再翻一番。也就是说,未来 10 年,信息产业将翻两番。

尽管我国的信息产业已驶上高速路,但仍然处于初级发展阶段。美国国民去年用于信息产品的支出为 5610 亿美元,而我国却不足 200 亿美元。尽管我国上网人数飞速增长,但与发达国家相比差距还很大。2001 年,全世界 Internet 用户已达到 3 亿户,其中美国为 1.1 亿户,欧洲为 9000 万户,而我国目前也仅为 5800 万户,只及他们的一半多。

1.1.2 以信息化带动工业化，以工业化促进信息化

1.1.2.1 以信息化带动工业化的重大意义

加速信息化进程是社会、经济发展到一定程度时的必然要求，已成为促进各国经济和社会发展的趋势，是时代赋予我们的历史性机遇和挑战。党中央、国务院十分重视我国信息化的建设和发展，党的十四届五中全会上，提出了加快国民经济信息化进程，逐步实现整个经济由粗放型经营向集约型经营转变。全国人大八届四次会议审议通过了《中华人民共和国国民经济和社会发展“九五”计划和2010年远景目标纲要》，指出“国民经济和社会各领域应用现代电子信息取得很大进展，计算机应用在生产、工作和生活中的普及程度有很大提高。”1993年国家启动了“三金”工程（金卡、金关、金桥），1994年启动了金税工程，这是我国信息基础设施的准备工程。以后，“金”字系列工程陆续出台，这些都是国民经济信息化的重要组成部分。1993年12月10日国务院批复成立国家经济信息化联席会议，其主要任务和职责是：统筹协调关系到国计民生的全国性经济信息化系统工程项目，提出有关政策、法规和标准等。1994年3月有关专家研讨了“国民经济信息化”和建立“中国信息高速公路”的问题。之后，国家经济信息化联席会议召开了国民经济信息化发展战略高层次研讨会。1996年5月国务院成立了“国务院信息化工作领导小组”，以加强对全国信息化工作的组织和领导。它的主要任务是制定国家信息化的方针、政策，组织制定国家信息化的发展战略、总体规划，以及协调跨部门、跨地区、关系国民经济和社会发展的国家重大信息工程项目。

经历了20多年的改革开放，我国综合国力显著提高，信息化建设有了长足的发展。为了加速我国现代化建设进程，尽快实现国民经济与社会发展的总体目标，实现中华民族的伟大复兴，政府一直把加速发展信息产业、大力推进信息化作为国家总体科技发展战略。2001年3月15日，第九届全国人民代表大会第四次会议批准了《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》。《十五计划纲要》指明了新世纪我国国民经济和社会发展的指导方针和奋斗目标，强调了大力促进国民经济和社会信息化的重要性；信息化是覆盖现代化建设全局的战略措施；以信息化带动工业化，发挥技术后发优势，实现国家现代化和社会生产力跨越式发展的宏伟战略目标。

在中国共产党第十六次全国代表大会上，江泽民同志所作的政治报告中再次明确提出：“实现工业化仍然是我国现代化进程中艰巨的历史任务。信息化是我国加快实现工业化和现代化的必然选择。坚持以信息化带动工业化，以工业化促进信息化，走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子。”

推进企业信息化具有重要的现实意义。其一，信息化是经济现代化的前提。我国政府提出要努力实现“经济的社会化、市场化和现代化”。社会化就是发展专业化和分工协作，市场化就是发挥市场配置资源的基础作用，现代化就是以信息化的实现为前提；其二，信息化是提高企业竞争力的保障。针对当前企业普遍存在的账目不清、数字不实、信息失真的状况，通过运用信息技术手段，达到整合内外资源、改进产品工艺设计、扩大市场份额，为实现企业发展战略、技术创新战略和市场营销战略提供有效的保障；其三，信息化是应对经济全球化的条件。经济全球化是不可阻挡的潮流，随着我国加入WTO，企业将更多地融入世界经济，加快推进企业信息化，是我国企业，尤其是大的企业集团实现跨地区、跨行业、跨所有制和跨国经营，参与国际市场竞争，实现全球资源与市场共享的重要条件。

信息技术可以帮助企业经营得更好，但由于目前企业的思维方式仍局限于本行业之内，所

以其真正潜能尚未达到完全发挥，很多企业仍然是以行业经济模式而不是以信息经济模式的管理系统进行经营，或者说企业尚未意识到他们的全部潜能。在信息经济中，能够充分发挥其潜能的企业总是把信息看作是创造附加值和财富的源泉。若确实能做到这一点，则该企业的经营方式必将大为改观。

信息化可以提高企业的“智商”使之变得灵活聪明、反应敏捷。在工业社会，是劳动力和资本决定企业的利润，现在决定企业利润的是信息，是对信息的组合、分析、加工后形成的“知识”。信息时代企业盈利的法则和公式是：把信息变成知识，把知识变成决策，把决策变成利润。

分布式网络和协同应用软件的出现使人们以前所未有的方式联结起来，有助于推动真正的信息经济的到来。网络为人们创造了新的体验，使之发现了处理事情的新方式，这导致人们不愿意在按照旧逻辑运行的企业中工作。因此，企业所要面临的一个重要问题是如何吸引并留住最精明、最能干的人，这已成为变革的一个重要推动力量。网络成为一个推动因素，是因为它影响了涉及其中的人。人们可以建立一个技术、软件齐全的网络，但这只是技术，它是无生命的。只有在把人也连接进去并使之以一种新的方式进行工作，才真正拥有了具有创新性、最具发展潜力的网络。

归纳起来看，企业信息化建设的基本思路是：充分运用现代信息技术，改造生产工艺，实现生产过程自动化，改善企业经营管理，实现管理方式系统化，改进信息系统，实现知识管理网络化，改变营销手段，实现商务运营的电子化、网络化。

1.1.2.2 信息化在哪些方面带动工业化

针对 20 世纪后期席卷全球的信息革命和信息技术的飞跃发展，我国政府不失时机地提出了“以信息化带动工业化，以工业化促进信息化”的指导方针，明确地指出了新形势下我国现代化建设的必由之路。在过个指导方针提出之后，我国从中央到地方，各行各业都十分重视信息化的工作，推进信息化以及实现现代化已经成为一种从上到下的统一意志，一个信息化的高潮也正在我国形成。这样一个大好形势必将对加快我国的现代化进程产生深刻和深远的影响。

总的来说，信息化可以在如下 8 个方面带动工业化：

1) 用信息化可以加强企业市场竞争当中的 T(时间)、Q(质量)、C(成本) 和 S(服务) 的优势。

2) 加快企业产品结构调整。

3) 提高企业产品技术含量。

4) 促进企业现代化管理。

5) 支持行业之间的协同设计和协同制造，优化资源配置和利用。

6) 支持企业现代营销系统及电子商务活动。

7) 促进企业产业结构调整。

8) 增强企业与国际合作的能力。

1.1.2.3 怎样以信息化带动工业化

应当清楚地认识到，“以信息化带动工业化”这个指导方针是在我国尚未完成工业化的前提下提出的。因此，对我们国家而言，“以信息化带动工业化”本身就意味着跨越，即跨越传统的工业化发展阶段，直接走向信息化的工业化，真正现代意义上的工业化。为此搞清楚究竟应该怎样实施和实现“以信息化带动工业化”有着特别重要的意义。

1. 把制造业信息化作为推进企业信息化的重点

制造业是为国民经济各部门和国防建设提供技术装备，为人民物质生活提供生活用品的重要产业，肩负着为国家提供积累、提供就业的重任，国民经济各个产业部门的工业化都离不开制造业的支持。没有制造业的信息化，“以信息化带动工业化”的目标不可能实现。因此，推进企业信息化，必须首先推进制造业的企业信息化，而在制造业的信息化中，零部件设计和加工的信息化即 CAD 技术的应用是制造业信息化的基础，重要生产环节的信息化包括 DNC、FMS 和 CAM 是制造业信息化的骨架，生产全过程的综合信息化即 CIMS 则是制造业信息化的归宿。因此，在制定制造业信息化的发展战略时，优先级的选择非常明显。应优先选择包括机械装备制造业、电子信息产业等离散制造业以及冶金、电力、化工、建材和轻纺等流程制造业中的骨干企业，重点推进以下几个方面的信息化：

(1)充分利用 Intranet 和 Internet 建立网上营销系统，积极推进企业电子商务，实现企业经营信息化，实现经营信息系统辅助决策智能化，建立客户关系管理和供应链管理系统，实现 B2B 电子商务。

(2)将企业生产、员工、财务、物资等信息资源进行整合，建设办公自动化系统；加强信息技术对传统产业渗透，加快信息技术与其他专业技术的融合，普及 CAX 技术，加强数控技术研究与开发，提高加工深度与精度，改造生产线，努力做到管理控制一体化，推进柔性制造系统的应用，进行 DCS、FCS 和 CIMS 系统建设，利用 MRP-II、ERP 等先进管理理念，建立与信息化系统相配套的企业管理与组织模式，实现企业管理信息化。

(3)重点支持并发展面向电子商务的信息基础设施系统平台

1)客户关系管理系统 (CRM) 由客户数据库和网上信息挖掘等系统构成，实现针对客户偏好的个性化服务，并能够通过对客户消费行为的数据挖掘，为企业决策提供支持。

2)供应链管理系统 (SCM) 实现库存、运输和生产成本的优化，建立灵活的销售策略和较高的服务质量，实现持续的价值创新。

3)电子商务 (EB)在原有的系统上搭建电子商务的基础设施和事物处理平台，发展外部乃至全球供应链协议 (RXP)，客户关系管理系统也融于其中。“十五”期间要重点推广应用 B2B 形式为主的企业电子商务系统。

(4)重点支持与发展企业管理信息化系统

1)企业管理信息化建设企业资金流、作业流信息系统，特别是企业资金流信息系统。在财务信息系统之上进一步发展，将原材料采购、办公、产品推销、能源消耗等资金信息进入数据库，评测与产品库存和销售信息有机合成一体，形成管理信息系统。做到产品成本降低，资金使用效率提高。

2)制造资源计划 (MRP-II) 系统“十五”期间要参照国外系统，采用国际上先进的信息技术与理念，结合企业自身实际情况，与企业流程重组结合起来，重点在主要大中型企业中普及推广。

3)企业资源计划 (ERP) 系统“十五”期间应本着审慎推进的原则，先在每个产业链中选择 1~2 个重点企业，抓好试点，总结经验，逐步推开。

除制造类企业外，“十五”期间还将大力推进在国民经济中起重要作用的储运、商贸等物流类企业信息化和银行、保险等资金流类企业信息化。储运类企业信息化主要以物流流动计划和仓储调度、交割自动化、交易电子化为重点，商贸类企业信息化重点是购、销、存及会计汇账自动化系统；金融类企业信息化重点推广城市综合业务处理系统和信息综合查询系统。通

过作业信息化系统的应用 提高劳动生产率 提高服务质量 降低成本。

2. 以信息技术改造和发展传统产业，加快实现制造业的信息化

以信息技术改造和发展传统产业无疑是“以信息化带动工业化”的首要任务。现代信息技术对于国民经济各个产业部门的发展，包括农业、制造业、采掘业、运输业、金融业、建筑业、商业以及旅游业等，无不具有极为深刻的影响。但是，其中最值得重视或者说应赋予“优先级”的，是制造业和金融业。因为，制造业是满足人类在物质世界一切需求的基础，而金融业则是“金融资本对整个国民经济统治的工具”。二者相比，制造业的信息化更复杂、更艰巨、难度更大。

当然，制造业信息化离不开计算机和 Internet，但是，如果以为制造业信息化就是 Internet 加计算机，可能会偏离正确方向。随着信息化的发展，计算机与通信技术在产品的整个生命周期中扮演着越来越重要的角色。因为生产过程的控制实质上是生产过程中对信息的处理和加工。但是还应该看到，在制造业中，生产过程的机械化和自动化是“工业化”所追求的基本目标之一。如何将生产过程的机械化和自动化与生产过程的数字化和信息化相结合，使其走向一体化，才是“信息化的制造业”的基本目标和主要内容。

为了实现制造业的信息化，制造业的改造和发展需要围绕三个主要层次进行，即零部件设计和加工的信息化，重要生产环节的信息化以及生产全过程的综合信息化。

零部件设计和加工的信息化是制造业信息化的基础之基础。当前，最重要的是将计算机辅助设计（CAD）和交互式图形系统广泛应用于机械产品和工具及其零部件的设计。通过采用虚拟现实和模拟技术使产品的设计可以在一个容易操作、具有丰富的模型和虚拟环境中通过选择各种各样的设计方案完成，从而使原来需要数月或数年的设计过程可以在几个小时之内完成。为了缩短产品的开发周期，在工业企业中需要大力推广“设计/原型”技术，即将由 CAD 设计出的零件直接送到计算机控制的机床上加工。这些技术的采用不仅将实现批产品生产过程中设计和试生产的自动化，而且将使产品更适合用户需求，使新产品的开发周期更加缩短，从而使产品更快更有效地占领市场。

对生产过程中的一些重要环节，应大力发展和推广“直接数字控制（DNC）”技术，即利用计算机控制的数字机床生产各种重要的零部件。只有在直接数字控制的基础上，才能构造和发展柔性制造系统（FMS），使得不仅零部件的生产由计算机控制，而且零部件在生产过程中不同工序间的传递也由计算机控制，并因而使生产更具有“柔性”。此外，正在不断发展的各种计算机辅助制造（CAM）技术，将各个生产环节及生产要素与计算机联成一个整体，从而更合理地利用和组织资源，既提高效率又保证质量，也是制造业信息化重点之中的重点。

在零部件设计、加工信息化和重要生产环节信息化的基础上，制造业需要实现生产全过程的综合信息化，即不仅仅着眼于加快生产过程中某一个生产环节的速度或效率，而是将整个生产过程作为一个整体考虑，如怎样提高劳动生产率，怎样消除不必要的生产和管理环节等等，即发展计算机集成制造（CIMS）技术。现代企业需要利用信息技术，将全部生产过程的信息与所有的有关人员共享，包括生产第一线各个岗位上的工人；还要向企业的工作人员提供外部原材料和零部件供应的信息、新技术和新产品设计的信息、同行业竞争对手的信息以及市场需求的信息等等。因为，准确、及时、有效地使用这些信息对企业的战略计划、全面质量控制、生产管理、过程控制和后勤供应都十分重要，是确保企业在激烈的市场竞争中求生存的必要条件。

3. 以信息化的理念改造传统管理体制和机构

以信息技术改造和发展传统产业，不仅要下“硬功夫”，而且要下“软功夫”，即在管理上下

功夫。近 15 年来，世界各国的企业界都在致力于企业的信息化，世界经济正在走向全球化、多元化。全球竞争加上信息化使世界各国从工业经济走向信息经济，摆脱工业化模式，探索信息化途径。先进国家在刚开始时都竭力抓信息化，抓电脑化，抓网络化，但生产效率并没有上去。实践证明，抓信息化的同时，要抓管理的改革，要面向顾客，面向市场，创造信息时代的现代化管理方式才能使企业持续向前发展。现代化企业的管理模式有很大的变化，企业的组织形式从金字塔结构、信息集中一点、中心人物决定一切的状态转向扁平化结构，不用过多的组织层次就可获得信息；在发展过程中给人以信息、培训、责任，形成团队；面向市场，实现开放策略；面向职工，实行合作政策。当然这种改革是痛苦的，是要付出巨大的代价的，许多企业是被社会发展推着前进，被自身利益逼着跌跌撞撞地走向信息化之路的，但这又是必须的，是工业经济向信息经济迈进的必经之路。

信息化对传统工业化管理的冲击主要表现在两个方面；一是打破了传统的金字塔式的工业化管理体制，而代之以网状的信息管理体制；二是对各种工业化时期形成的业务流程进行改造，以充分利用信息化带来的好处。

传统的工业化管理体制诞生于 19 世纪中叶，以铁路运输、电话和邮政作为管理对象，距今已有 100 多年历史。在美国，最早的现代管理系统于 1850 年左右在铁路部门形成，主要目的是掌握铁路的行车信息，以保证铁路运输的安全。当时所构造的一套数据采集和将信息快速传递给铁路员工的系统，被历史学家认为是美国企业中第一个现代、精心设计的企业内部管理系统。

传统的工业化管理体制趋于成熟的标志是 20 世纪 20 年代美国通用汽车公司所形成的“多部门组织模式”，这种管理体制的最主要特征是每一个企业的组织机构均呈现一种金字塔式的结构。生产工人和服务人员在金字塔的底层，各种专业管理人员则充填在各个中间层次，最后是总经理或首席执行官（CEO）在金字塔顶部。每一层级上的工作人员都假定有一定的职能和任务，其工作仅对他们的顶头上司负责。与生产、分配及市场行销有关的信息流沿着纵向的指令（挥）系统在每一层级上处理后，逐级向上流动，最后达到金字塔顶端。顶部最高领导利用这些信息作出有关决策后，最高部门的指令再沿着指令系统层层下达并逐级予以实现。在一些大的公司和企业里，层次中还有层次。无论是财务会计部门、研究开发部门、市场广告部门等都有自己的指令系统，形成一个相当复杂的多层次管理系统。

这种管理系统在 20 世纪的大部分时间里支配着欧美工业化国家的经济。很明显，这样的管理模式在很大程度上依赖中间管理层，既依靠他们处理公司内部的纵向信息流（几乎没有横向信息流），又要通过他们对公司的活动进行协调和控制。结果是中间管理层变得越来越臃肿，成为公司管理结构中最庞大的一块。由于决策过分集中，“刚性”较大，对产品作出适应市场需要的更改相当困难。随着制造业全球化和经济全球化的到来，这种管理体制弊病丛生，使许多企业丧失活力，失去竞争优势；其在工业化时期呈现出的许多优点已经表现为信息化时代的致命弱点。

信息技术对管理体制的第一个影响是获取信息更为方便、更为迅捷。利用数据库和计算机网络，在同一个业务过程或业务流程中，各种人员可以在不同的地点、不同的城市、甚至不同的国家分享和处理信息，完成自己各自不同的职责。第二，可以迅速获取信息意味着业务活动的控制和协调可以在决策的较低层次上，即更接近于实际活动的层次上完成；信息也可以方便地在横向进行处理，而不需要通过纵向的管理层一层一层地传递。因此，传统金字塔式的管理结构不再有存在的必要；第三，借助于一台计算机和决策支持系统，几乎任何人经过授权都可

以做决策 只要信息充分 权责明确 不一定要通过金字塔式的组织结构层层上报审批 第四, “知识库”可以扩大工作人员的“能力”使一般工作人员有可能变为很有知识的人 进一步增加了决策活动下放的可能性。

在管理科学和实践中,集权或分权始终是一个管理者必须考虑和难以选择的问题。但是,信息化有可能使该问题不复存在。因为,现代信息技术使得决策可以在最接近于业务活动的地点完成,而同时却保留了对绝大部分信息的集中控制。随着网络时代和网络经济的来临,管理正由传统的金字塔模式走向网络模式。企业或单位必须由金字塔式的垂直结构向扁平的网状结构转变。管理层次减少,代之以各种形式的通过网络与员工、与供应商、与分销商、与银行、与客户等的直接联系 将是不可避免的趋势。

分布式信息处理环境的形成也导致了在应用信息技术观念上的重大改变。人们发现,信息技术真正的力量并不仅在于它可以将原来人们所进行的业务活动——业务流计算机化 而且还可以使企业或部门改造原有的业务流,以一种全新的方式进行业务活动。因此,信息化的着眼点已经不是如何设计一个信息系统支持现有的业务流,以提高一点效率和生产率,而是从根本上考虑如何将现代信息技术所提供的各种潜力发挥出来,对本单位的业务流进行重新设计和组合(BPR)并且 在此基础上重新确定单位的组织结构和编制 使其对计算机“更友好”,这就是信息化式的“机构重组”。在机构改造过程中 企业或政府部门要大力消除传统、不必要的管理层次 压缩职务分类 组成新的工作集体 培训“一专多能”的职工 简化各种各样的业务过程,并且合理化机构的行政管理。

可以说,机构改造实际上代表了由信息技术所引起的管理体制上的一场革命。然而,只有单位的管理层有除旧布新的改革决心,机构改造才有可能取得成功。因为,机构改造不可能不遇到各种各样的社会阻力。此外,有远见卓识的管理者还应该随时注意信息技术的发展及其所带来的业务流重新设计的新机会。

4. 用信息化、网络化带动和提升工业化

信息化、网络化使工业生产从机械化、自动化发展到数字化、集成化、网络化 甚至提升到智能化、个性化。信息化、网络化还将改善生产和管理体系,如建立柔性制造、集成制造、敏捷制造、虚拟制造、可重构制造、智能制造等先进制造系统 使用 JIT、MRP-II、ERP 等先进管理模式 改善供应、销售服务体系 如供应链、企业动态联盟、虚拟企业、电子商务等,使生产效率和效益大大提高,从而推动国家经济的发展。信息产业将改变世界经济体系的结构,任何国家要想改善它在世界经济竞争中的战略地位,必须首先迅速发展信息产业。

美国是工业化国家率先信息化的成功典范,20世纪90年代,正是由于美国信息产业的迅速发展(信息产业的总量占美国经济增长总量的 1/3)其国民经济才保持了8年的稳定增长。与此相反 作为世界第二工业化大国的日本 由于信息化脚步的迟滞 使日本“十年萧条”丧失了曾有的“经济奇迹”的光辉。据日本方面的统计,1999年日本个人电脑普及率和 Internet 普及率在全球排名分别为第20位和第22位,在亚洲的排名分别为第3位和第5位。日本经济中心2001年1月发表的最新调查表明,1999年日本的信息化水平在调查对象国中居第14位,日本信息化发展的迟滞所带来的负面影响,使日本的决策者猛醒。2002年年初 日本政府推出 IT 国家战略、IT 基本法案等等 明确提出5年内在信息方面赶超美国。

5. 进一步加强信息化基础设施建设,建立国家公用宽带信息网

Internet 不是 18、19 世纪工业化的结果,而是 20 世纪信息革命的产物。Internet 不是信息化的全部 甚至也不是大部 而是信息化的基础设施。在实施“以信息化带动工业化”的方针时,

建立一个宽带的国家公用信息网已经成为必不可少的重要任务。这不仅是因为国民经济各个部门的经济和管理活动最终将不可避免地依赖于 Internet 而进行 还因为 Internet 将成为信息社会的一种基本形态,成为国家最重要的信息基础设施,成为国际、国内信息流的基本载体,是各种政治、社会、经济、文化等业务活动的信息平台。虽然目前 Internet 的发展遇到一定困难和挫折,但其潜力远没有充分发挥。近年来 Internet 的应用实践已经表明;在政府(电子政府)以及其他一些信息密集的产业部门,如金融(B2B)、娱乐、教育、健康等,有可能应用 Internet 进行意义重大的改造;在另一些非信息密集的产业部门,如制造业(B2B)、零售业(B2C)、旅游业(B2B、B2C)、能源业(B2B)等,Internet 的作用也越来越重要。冷静、科学地评估 Internet 的意义和价值后,Internet 的发展一定会走上一个更高、更成熟的阶段。

当前我国 Internet 的发展有两个主要任务;一方面是建立宽带 Internet 使其应用走向一个更新、更高的阶段;另一方面是实现电话网、有线电视网、数据通信网和无线通信网的“四网合一”,实现各种信息装备的全球无线通信网。宽带网和宽带应用上不去是目前我国信息产业发展处于困境的主要原因,我国应该抓住时机,争取较快时间内在 Internet 的发展和应用上赶上美国。

6. 建立新的适应信息化需求的教育体系,培养既懂专业知识又懂信息技术的复合型人才

信息技术人才短缺是在全球范围内出现的普遍现象。信息化在全球范围发展的最大制约因素不是技术、产品或资金,而是找不到足够数量和质量的掌握信息技术的技术专家和熟练工人(包括白领工人),以满足迅速增长的信息产业和信息化的需要。随着国民经济信息化高潮的到来,我国信息技术人才短缺的问题已经非常突出。这种全球性的信息技术的人才荒,并不是因为对信息技术人才有什么严格的苛求而无法培养,而是我们现有的教育体制已经不能适应信息社会发展的需要。

信息化的过程是一个非常复杂和庞大的社会工程,是一个科学和技术的革命,一个经济和社会的革命。由工业化向信息化的过渡不是仅仅依靠计算机或软件人员就可以完成的。信息化的实现必须由社会的每一个人,特别是每一个受过中、高等教育的人参与和完成。现有的教育体系以工业社会需求为依据而设计。对于理工科,三个支柱是数学、物理和化学。这种教育体系已经明显不能满足由工业社会向信息社会过渡的需求。因为,它使得几乎在每一个行业,懂专业的人不精通计算机,而懂计算机的人几乎不懂专业,因此,必须以信息化和信息社会的需求为依据改革现有的教育体系 否则 人才荒的问题将永远无法解决。

由于信息化的实质是数字化和网络化,强化“数字教育”成为教育改革的核心。根据目前的技术发展,小学毕业生应该具备基本的计算机操作和上网技能,并能熟练地应用字处理软件。初中毕业生应该能够熟练地应用如微软 Office 之类的套装应用软件,包括图算表和小型数据库的设计,并具备基本的程序编写技能。高中毕业生应该能够熟练地应用各种主要的应用软件 掌握主要的程序语言和 Web 技术,基本达到目前大学计算机专业三、四年级学生的计算机知识水平,即软件技术和相关的网络技术应该成为每一个高中、初中和小学毕业生在不同程度上都能掌握的基本技术。在大学阶段,应该要求每一个专业的学生都具备应用先进的软件技术以及熟练地编写程序的能力,用于解决本学科学习和研究中遇到的各种问题,才能解决目前计算机和专业人员“两张皮”的问题 真正解决“人才荒”的问题。

1.1.3 我国制造业信息化发展策略

“以信息化带动工业化,以工业化促进信息化”不仅对我国国民经济的发展具有重大的战

略意义，而且具有重要的现实意义。

前面已经提及，我国发展企业信息化应首先以制造业为重点，制造业不仅在我国经济中占支柱地位，在世界范围内也占据了不容忽视的位置。

制造业信息化是将信息技术、自动化技术、现代管理技术与制造技术相结合，带动产品设计方法和工具的创新，企业管理模式的创新，企业间协作关系的创新，实现产品设计制造和企业管理的信息化、生产过程控制的智能化、制造装备的数字化、咨询服务的网络化，并应用于企业产品全生命周期的各个阶段，全面提升我国制造业的竞争力。

从发展程度来看，制造业信息化的发展过程可分为三个不同阶段：首先是利用计算机实现产品的设计及对生产制造过程的自动控制；其次是利用计算机系统实现企业内部管理的系统化最后是利用 Internet 开展电子商务。因此，中国制造企业信息化的策略应包括以下五个方面：

1) 企业信息化的准备强化企业决策层对企业信息化的紧迫感和责任感，建立以企业信息主管 CIO 为核心的信息工作体系，研究制定企业信息化的整体规划和技术方案，做好资金、技术和人才准备。

2) 企业内部资源的整合按照企业内部资源管理的要求，实现基础管理、研究与开发的信息化。借助企业资源计划 (ERP)、计算机集成制造系统 (CIMS)、计算机辅助设计 (CAD) 对研发、生产、供应、营销、服务等环节进行连接 对人力、财力、物力和技术等资源进行优化。

3) 企业外部资源的利用通过加强企业间的供应链管理、客户关系管理 (CRM) 密切企业与供应商、销售商的联系 跟踪技术、客户、市场 确保对市场变化的及时了解、迅速反应与竞争优势。

4) 建立电子商业社区企业信息化发展到一定阶段，要从自身的信息化转向于建立基于 Internet 的电子商业社区。通过 Internet 在同业、在上下游企业间开展贸易和业务协同 以信息的实时交互实现信息共享 减少中间环节、消除信息障碍

5) 开展电子商务在企业内部信息资源整合的基础上，在企业间实现信息采集、交流和共享的基础上，以信息流向资金流、物流递进 以信息平台向交易平台升级 积极稳妥地开展电子商务。

1.2 信息、信息技术和信息化

1.2.1 信息、信息媒体及信息基础设施

1.2.1.1 关于信息的定义

近 50 年来，科学界一直在对信息的定义进行积极的探索。有关信息的定义很多，但由于其本身内涵的全面性和科学性，目前尚无一个令大家都接受的定义。如：

信息是使人们促进知识更新和认识事务的客观存在。

信息是维系事物内部结构和外部联系，感知、表达并反映其属性和差异的状态和方式。

信息是指应用文字、数据或信号等形式通过一定的传递和处理，来表现各种相互联系的客观事务在运动变化中所具有特征性内容的总称。

信息是减少不确定性的一种客观存在和能动过程。

它们都从不同的侧面反映了信息的某些特性，而且随着时间的推移，时代将赋予信息新的

含义 是一个动态的概念。现代“信息”的概念,已经与半导体技术、微电子技术、计算机技术、通讯技术、网络技术、多媒体技术、信息服务业、信息产业、信息经济、信息化社会、信息管理、信息论等含义紧密地联系在一起。

总之,可以认为,信息是对客观世界中各种事物的变化和特征的反映;是客观事物之间相互作用和联系的表征;是客观事物经过感知或认识后的再现。

1. 信息的基本特征

1)客观性信息反映客观事物的属性。信息必须真实、准确、如实地反映客观实际。

2)主观性对于信息和信息处理的任何研究与讨论,都离不开主体的目的或目标(即人们的目的或需求)。

3)抽象性即二重性。必须区分信息的载体与内容,使信息有可能在不同的载体之间转化与传递。这里需要强调的是,人们往往将主要注意力集中在信息的载体(例如计算机网络的建设)或技术手段上,而忽略了信息的内容,这种本末倒置现象的产生就源于对信息的抽象性缺乏明确的认识。

4)整体性即系统性。信息必须作为表达客观事物(或系统)的完整描述中的一环,脱离了全局,零碎的信息将毫无意义。

5)时效性客观事物(或系统)都是在不断发展变化的,信息只有及时、新颖,才能发挥巨大的作用才有价值。

6)层次性信息及其处理与客观事物(或系统)的层次密切相关,只有合理地确定层次,才能正确地确定信息需求的范围和信息的价值,并有效地进行信息处理。

7)不完全性信息与不确定性是对立统一的整体,客观事物的无限复杂与动态变化,决定了信息的无限性。故信息的完全性只能是相对的,而其不完全性则是绝对的。因此,我们在信息的处理过程中,要能在信息不完全的情况下,以各种可能的方法,力图降低其不确定性,提供比较合理的信息服务与支持,避免僵化。

2. 信息的地位和作用

1)信息是联系客观事物(或系统)各部分的纽带一个企业,正是通过其物流(原料、半成品、成品等)、能量流(水、电、汽、风等)和信息流(物流、能量流的量、质及控制信息等)三者的紧密联系,才构成一个有机的整体。

2)信息是客观事物(或系统)的表征企业的生产、经营情况正是通过其产品结构、产值产量、经营总额、利税总额等信息来体现的。

3)信息是客观事物(或系统)管理与控制的依据及实现手段企业领导者正是通过掌握企业生产、经营的有关信息,来判断目前生产、经营状态是否正常,从而作出有关调整的决策并加以实施以便使生产、经营活动正常进行。

4)信息是科学技术转化为生产力的桥梁与工具科学研究的成果,实验中的发明,技术上的创新作为推动社会前进的直接生产力是需要转化的,而转化的桥梁工具则是人们所要把握的信息和其他一些因素。

5)信息是经济发展的保证信息是非常重要的资源,这一点已得到了国际社会的广泛承认,这也是“信息是现代经济发展的保证”这一论断的理论和实践的依据。对于企业来说,产品信息是企业经营、管理的最重要的资源。

1.2.1.2 信息媒体

信息,通常需要通过一定的物质载体来表示。这些用来表示信息的物质载体就称为信息

的表示媒体，或者简称为媒体。在工程实践中，可用的信息媒体种类很多。最常见的媒体包括声音、图像、文字、数据等等。一般来说，声音可以用来表示或携带可听信息，图像或文字可以用来表示或携带可见信息，数据则可以用来表示或携带可测信息。但是，需要特别强调指出的是，不管媒体的具体形态是什么，它们所表示和携带的都是信息。在这个意义上，它们是一个统一的整体。

利用多种媒体综合协调地表示多种类型的信息，则称为多媒体信息。从技术发展和社会进步的趋势来看，单媒体的信息服务将逐渐转变为多媒体的信息服务，这是因为它能够为人们提供更全面、更高质量的信息服务。

1.2.1.3 信息活动

对于个体的人来说，信息活动的基本过程可以用图 1-2 形象地加以说明。

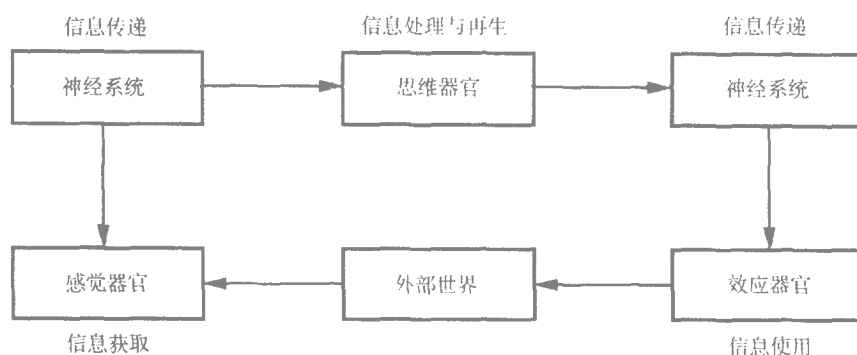


图 1-2 信息活动的基本过程

人的基本信息活动包括信息获取、信息传递、信息处理与再生、信息使用等过程。图中所示的各种信息活动都是一目了然的，惟一需要说明的是信息再生。这里，信息再生是表示在信息处理的基础上重新产生新的信息（一般是产生更深入更本质的信息，或产生用来指导实际行动的策略信息）的过程。这种信息是在人的头脑中产生的，是第二性的信息生成，因此称为信息的再生。

如果作进一步的分解，其中信息获取又包括信息感知、信息识别、信息提取等子过程；信息传递又可以包括信息变换、信息传输、信息交换等子过程；信息处理与再生也可以包括信息存储、信息检索、信息分析、信息加工、信息再生等子过程；而信息使用则可以包含信息转换、信息显示、信息调控等子过程。

1.2.1.4 信息基础设施

信息基础结构是用以支持社会信息活动所需要的全部技术设施或称信息基础设施以及为了保证这些活动和设施有效运转所需要的社会环境和条件。

信息基础设施系统由感测系统、通信系统、智能系统和控制系统这四大要素所构成。系统模型如图 1-3 所示。其中，感测系统是人的感觉器官获取信息功能的延长，通信系统是人的神经系统传递信息功能的延长，智能系统是人的思维器官处理信息和再生信息功能的延长，控制系统是人的效应器官使用信息功能的延长。

该模型中的“四大要素”还可以进一步说明如下：

1) 感测系统包含能够在各种环境下感测各种信息的传感设备（包括摄像机、拾音器、场强计等）、测量设备、各种各样的仪器仪表等技术系统。

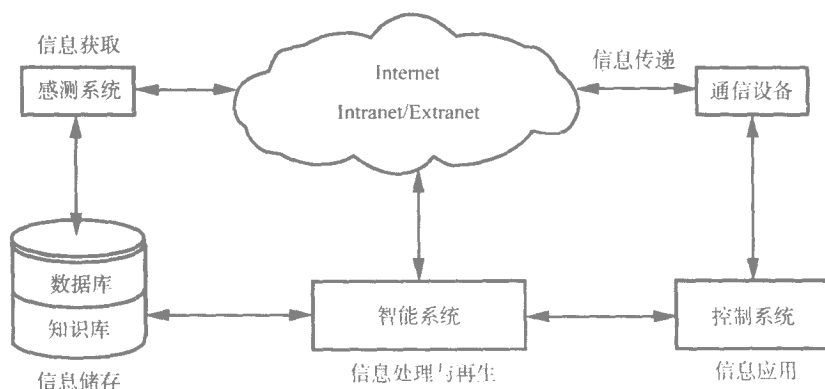


图 1-3 信息基础设施系统模型

2)通信系统包含能够传输和交换各种信息的传输系统和交换系统（如光纤通信系统、卫星通信系统、微波通信系统、移动通信和个人通信系统、ATM 交换系统等）以及覆盖指定服务面积的网络及网络组织体系等技术系统。

3)智能系统包含能够根据实际需要和针对各种目的对各种信息进行各种处理，并且在处理这些信息的基础上再生新信息的信息处理和信息再生系统，如各种数据库系统、计算机系统、决策支持系统、人工智能专家系统等。

4)控制系统包含能够根据策略信息的指示相引导对外部世界的各种对象的运动状态及其变化方式进行干预、调节和改变的各种执行系统，如各种各样的显示系统、伺服系统、调节系统和控制系统等。

但是，上述信息基础设施只是信息基础结构之中的技术设施。为了使这些技术设施能够有效地发挥实际作用，为人类提供好的信息服务，产生应有的实际效益，还必须具备一系列社会支持环境和条件。其中最主要的有：支持信息基础设施的运转、生产、研究、开发以及提供各种信息服务的人才队伍，大量乐于并善于利用信息服务的用户大军，保证信息基础设施有效运转和高质服务的规章制度、政策法规以及与此相适应的社会文明道德规范等。

1.2.2 信息技术

最近 20~30 年是人类文明史上科学技术发展最迅速的阶段，各种高新技术像雨后春笋般纷纷出现，其中最为突出的就是信息技术，而且已经成为当代新技术革命最活跃的领域。信息技术是一种由计算机技术、通信技术、信息处理技术和控制技术等构成的综合性高新技术，它是所有高新技术的基础和核心。它的发展是以电子技术，特别是微电子技术的进步为前提的。信息技术对其他高新技术的发展起着先导作用，而其他高新技术的发展又反过来促进信息技术更快地发展。一般地讲，其他技术作用于能源和物质，而信息技术则改变人们对空间、时间和知识的理解。信息技术的普遍应用将会充分挖掘人类的智力资源，而且对包括能源和物质资源在内的各种生产要素效能的发挥，将起到催化和倍增作用。

由于到目前为止信息还没有一个统一而公认的定义，因此，对信息技术也就不可能有一个统一而公认的定义。一般认为，所谓信息技术就是人类开发和利用信息资源的所有手段的总和。

信息技术既包括有关信息的产生、收集、表示、检测、处理和存储等方面的技术，也包括有

关信息的传递、变换、显示、识别、提取、控制和利用等方面的技术。由此可见，作为一般意义上的信息技术，其历史几乎和信息一样久远，因为只要有了信息就要使之发挥作用，不能发挥作用的信息是没有意义的。而各种使信息发挥作用的技术不但现代有，古代有，就是远古时代也有。就信息的传递来说，它是信息技术的重要组成部分。在远古时代，人们用手势来表达信息，在古代用烽火台和驿站来传递信息，而到了现代，信息的传递是用电话、电报、电视、传真、微波和通信卫星来实现的。三个时代信息传递的功能和效率虽然不可以同日而语，但是它们的目的却是一样，那就是尽可能准确和迅速地传递信息。信息的传递技术如此，信息技术的其他组成部分也莫不如此。信息技术雏形虽然早已存在，但是真正作为一项技术为人们所重视，并系统地加以研究、开发和利用，还是最近几十年的事情，信息技术的发展状况和信息的发展状况几乎是一样的。在 20 世纪 60 年代以前，计算机技术主要用于军事方面。从 20 世纪 60 年代初期开始，计算机技术逐渐用于信息处理。20 世纪 70 年代后，特别是进入 20 世纪 90 年代，计算机技术、数据库技术、通信技术和网络技术的迅猛发展，使信息处理技术好像插上了强劲有力的翅膀，进入了一个全新的迅速发展阶段。因此，从某种意义上来说，一部人类文明史就是一部信息技术发展史。

1.2.3 信息技术的由来和发展

信息作为一种社会资源自古就有，人类也是自古以来就在利用信息资源，只是利用的能力和水平很低而已。

人类社会的早期，人们只能利用大自然给予的器官及功能来进行信息的简单处理。眼、耳、鼻、舌和身是收集信息的门户；神经系统是信息在人体中传递的渠道；大脑则是记忆和处理信息的器官。这一阶段，反映了人类利用生理本能的自然形态。以后，经过漫长的进化演变，人类处理信息的方式逐渐由自然到自由，由被动到主动，由低级到高级，由本能到理智，由动物的共性到人类独有的个性。语言的出现，可以说是人类独有的交流信息的最初步骤，也是人类成为社会人的最基本条件。当然，在语言出现以前，人类交流信息也已经有通过动作、表情、甚至动物的其他本能等多种方式了。显然，在这样原始的条件下，人类作为一个整体，其能力处于极低的水平。无论是抗击野兽或自然灾害，还是集中力量改造自身的生存环境，都还是十分无力的，更谈不上更多地积累知识、发展文明了。

然而，即使在如此原始的时代，人类的祖先在开始使用石斧、石刀等原始工具生产物质财富与大自然斗争的同时，也已在能源与信息处理方面迈出了最初的步伐。火的使用作为人类利用能源的最初尝试，后人对其在人类进步中的作用给予高度的评价。同样，在信息的处理和利用方面，原始的人类也已通过结绳记事、用筹码计算等手段，开始超出大自然所赋予的器官与功能，借助于各种“身外之物”来帮助自己处理信息。因此，应当说，信息技术的萌芽在这里已经开始了。原始的人类在利用工具延长自己的手臂，利用钻木取火获取能量的同时，也开始利用各种原始的技术协助自己处理信息。这可以称为人类处理信息，即信息技术的最原始的阶段——史前时代。

信息处理手段的第一次飞跃应当是文字的产生与使用，包括纸张的产生与印刷术的进步。文字的出现使人们在信息的存储方面有了重大的突破。作为一个整体、一个民族、一个部落有了独立于个人的头脑之外的、可靠稳定的、不受时间与空间限制的、共同的信息存储形式。用现代信息处理的专用术语来说，有了永久的外存储器。这与只靠语言来传播和继承知识与信息的时代相比，无疑是一个极大的进步。正是由于这个进步，人类就能够有效地积累经验，形

成对自然界以及人类自身的知识的理解，而这正是人类社会得以迅速发展进步的必要条件。至此，人类才摆脱了缓慢发展、无法积累经验成果的史前时期，在相对比较短的几千年的时间内（与上百万年的史前时期相比）推动了古代社会的发展。与此同时，在信息的存储、加工、传递和显示方面，也有了相应的进步与发展。众所周知，纸张与印刷术是中华民族引以为自豪的对人类的伟大贡献；同样，从古代的筹算到流传至今的算盘，都是早期信息处理技术的典型例子；遍布全国的烽火台系统和驿道系统同样表现出我们的祖先为加快信息传递速度而作出的巨大努力；我国古代发明的指南针则是原始的感测技术和显示技术。这个阶段可以称为信息处理的手工时代。

以蒸汽机的出现为标志，工业革命在物质和能量的使用方面开创了一个全新的时代。在信息处理方面，工业革命的思想与技术同样产生了一系列成果。例如，帕斯卡发明的机械计算机，这种设备可以在一定程度上帮助人们从事大量数据的累加、乘、除等运算。以其为原型发展起来的手摇计算机直到 20 世纪 60 年代初还在许多地方使用。在信息的加工与传递上，由于电的使用，人类又发明了一系列新的技术，如电报（包括有线电报与无线电报）和电话。这些技术与设备使人类在信息处理方面有了进一步的提高。这个时期可以称之为机械与电气为主要手段的机电时代。

20 世纪中叶，由于生产社会化程度的空前提高，人类在信息处理方面也进入了一个全新的阶段，我们可以称之为信息处理的现代阶段，或信息处理的电子时代。所谓现代信息技术，就是指在这几十年内迅速发展起来并且迅速普及的一系列技术，正是这些技术构成了现代信息处理的基础。

现代信息技术的核心是电子计算机和现代网络通信技术。作为信息处理设备的电子计算机，无论在信息量的存储方面，还是在信息处理加工速度方面都有长足的发展，性能不断地提高，而价格大幅度下降。这些都为计算机广泛应用于信息处理提供了可能。现代通信技术主要包括数字通信、卫星通信、微波通信、光纤通信等。通信技术的普及应用，是现代社会的显著标志。通信技术的迅速发展大大加快了信息传递的速度，使地球上任何地点之间的信息传递速度缩短到几分钟之内甚至更短，加上价格的大幅度下降，通信能力的大大加强，多种信息媒体（数字、声音、图形、图像）的传输，使社会生活发生了极其深刻的变化。

除了以上最主要的技术外，现代信息技术还包括了现代办公设备、轻印刷设备、缩微技术、遥测技术以及现代数字化设计、制造技术等方面的内容，它们同样对人类信息处理水平的提高发挥了巨大的作用。

在游牧时代、农业时代以至工业时代，信息资源的利用都处于从属地位。只有到了信息时代，信息资源的利用才上升到主导地位。也只有到了信息时代，社会经济的发展才要求形成强大的信息基础结构。这种社会基础结构的变迁过程可用表 1-1 来说明。

从表中可以看出，社会基础结构的发展是有一定规律的，这种规律根植于人类对社会资源的认识、开发和利用能力的进步；根植于人类利用资源制造生产工具能力的进步。在物质、能量、信息这三种资源中，物质资源比较具体，信息资源比较抽象，能量资源介于物质和信息之间。因此，人类最先认识物质资源，然后延达于能量，最后才逐渐认识信息资源。

在古代，人类只会利用简单的物质资源，因此只能制造出锄头、镰刀一类的人力生产工具，建立农业时代的社会生产力；在近代，人类学会了利用能量资源，于是就能制造机车、船舶、机床一类具有动力的生产和运输工具，发展了工业时代的社会生产力；到了现代，人类又进一步学会了利用信息资源，因而就可能制造出专家系统一类具有智能的生产工具，培育信息时代的

社会生产力。有什么样的社会生产力，就要求建立什么样的社会基础结构。我们现在所处的时代，是信息时代生产力蓬勃发展的时代，因此要求建立信息基础结构来支持它的发展和成长。

表 1-1 信息处理手段随着历史的发展而变更

时间	远古	几千年(古代)	几百年(近代)	50 年(现代)
信息处理手段	直接观察	手工	机械技术 电气技术	计算机技术 现代通信技术
收集	直接传递	驿道	机电信号	电磁信号
传递	口头	烽火台	电报电话	微波、卫星、 光纤遥感、遥测
存储	个人头脑	算盘/图书	机电式仪表	自动化仪表
加工		印刷	机械及电动计算机、 穿孔卡(带)	电子计算机 磁盘、光盘、磁卡
发布		印刷	印刷、广播	广播、电视、多媒体及其他 显示技术、电子出版物

1.2.4 信息化

信息化 (Informatization) 是近年来世界各国都非常关注的并具有深远影响的战略课题与此相应，有关未来信息社会的种种构想与预测也在不同的杂志刊物中出现，以不同的方式被公众所了解。

信息化是指加快信息高科技发展及其产业化，提高信息技术在经济和社会各领域的推广应用水平并推动经济和社会发展的过程。它以信息产业在国民经济中的比重，信息技术在传统产业中的应用程度和国家信息基础设施建设水平为主要标志。

信息化包括信息的生产和应用两大方面。

信息生产要求发展一系列高新信息技术及产业，既涉及微电子产品、通信器材和设施、计算机软硬件、网络设备制造等领域，又涉及信息和数据的采集、处理、存储等领域。信息技术在经济领域的应用主要表现在用信息技术改造和提升农业、工业、服务业等传统产业上。

20 世纪 90 年代以来，信息产业对国民生产总值增长的贡献率不断上升，已经成为当代经济发展的主要驱动力之一。由信息化驱动的经济结构调整，将大大提高各种物质和能量资源的利用效率，大大提高企业在市场经济中的竞争力。

具体地说，信息化的任务十分广泛，涉及到如下几个方面：

1) 在社会经济的各种活动中 例如在政府、企业、组织的决策管理与公众的日常生活中，信息和信息处理的作用大大提高，从而使社会的工作效率与管理水平达到一个全新的水平。

2) 为了提供满足各种需求的信息资源、信息产品和信息服务，各种不同规模、不同类型的信息处理系统建设起来，并进入稳定、正常的运行，成为社会生活的不可缺少的、基本的组成部分。

3) 为支持信息系统的工作，遍及全社会的通信及其他有关的基础设施（如计算机网络、数据交换中心、个人计算机等）得到全面发展，并且投入正常运行。

4) 为支持信息系统和基础设施，相关的信息技术得到充分发展，相应的设备制造产业也得到充分发展，为信息处理系统和通信系统的正常运行提供设备和技术保证。同时，它自己也已