

第一章 信息化的基本理论

20 世纪中叶，信息化的曙光从地平线上悄然升起。20 世纪 90 年代，信息化浪潮席卷全球，波澜壮阔。进入 21 世纪，信息化成为主导人类社会进程的历史洪流，气吞山河，势如破竹。

由于历史的原因，20 世纪后半叶中国经济发展的总体水平还处于相对落后状态。但是，勤劳睿智的中华民族在致力于实现祖国四个现代化建设的同时，敏锐地洞察到信息化的历史机缘。1991 年，江泽民同志指出：“四个现代化，哪一化也离不开信息化。”这一论断表达了中国广大有识之士的共同心声。

2000 年 10 月，中国共产党中央委员会十五届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十个五年计划的建议》明确指出：“大力推进国民经济和社会信息化，是覆盖现代化建设全局的战略举措。以信息化带动工业化，发挥后发优势，实现社会生产力的跨越式发展。”这是指导我国人民在 21 世纪实现信息化和现代化、建设具有中国特色社会主义的总方针。

那么，什么是信息化？为什么信息化是覆盖现代化建设全局的战略举措？为什么信息化可以带动工业和农业现代化，实现国民经济产业结构的优化？什么是后发优势？为什么发挥后发优势就可以实现社会生产力的跨越式发展？怎样才能真正发挥后发优势，实现跨越式发展？

为了全面、准确、系统、科学地回答这些问题，我们需要了解必要的基本概念。

第一节 基本概念

一、信息化

作为社会发展中的重要进程，信息化体现了社会发展的基本规律。为了便于刻画这个规律的主要方面，图 1.1 示出简化了的社会发展系统动力学原理模型。社会发展系统动力学的出发点和归宿，是作为人类生存发展运动整体的“社会”。它的本性是不断提出更高的“发展需求”，永远不会停止在一个水平上。正是这种原动的“需求”，成为推动人类社会不断进步的永恒原动力。

社会进步的这种原动“需求”是怎样得到满足的呢？这就是“社会 — 科

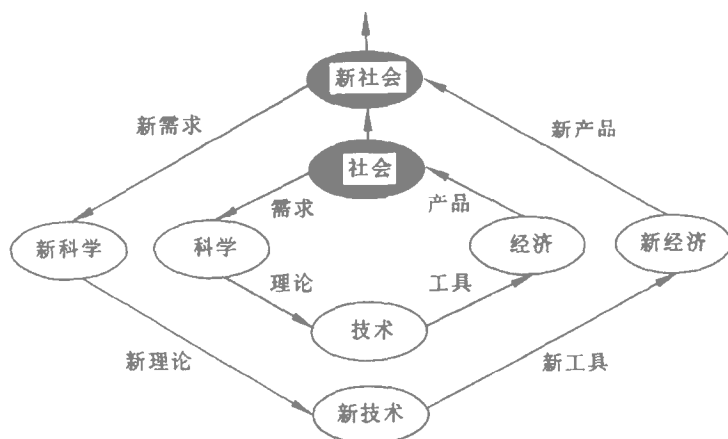


图 1.1 社会发展系统动力学原理简化模型

学—技术—经济—社会”相互作用的系统动力学运行机制的奥妙。

如图 1.1 所示，面对社会进步的原动“需求”，“科学”首先提供相关的“理论”成果来响应。理论可以在原理上启示社会成员怎样才能满足社会的需求，因而具有指导意义，但是抽象的理论本身无法直接满足社会进步的实际需求。

其次，面对社会“需求”的激励，在科学理论的启迪与指导下，“技术”通过向社会成员提供相应的“社会生产工具”来扩展社会成员的社会生产能力，强化社会成员实现社会需求的基本能力。

接着，在此基础上，社会成员利用生产工具展开社会生产活动，因而形成相应的“社会生产力”。另一方面，社会成员之间结成一定的社会生产关系，以便更有成效地进行社会生产活动。这种社会生产力与社会生产关系的结合，就构成了相应的社会经济运转系统。

进而，这样构成的“社会经济运转系统”就可以生产一定数量、质量和品种的“物质产品和精神产品”来满足社会生存与发展的实际“需求”，从而完成了图 1.1 所示“社会发展系统动力学原理简化模型”的一个互动过程，使社会需求得到满足。

但是，由于社会需求的原动性和永动性，原有的社会需求满足了，新的社会进步需求又随之产生。于是，又必须开始一个新的、水平更高的互动过程。这种螺旋式前进的过程永远不会终结，从而形成人类社会持续发展的勃勃生机与无限前景。

这一原理也深刻揭示了作为人类现代社会发展进程的“信息化”的基本内涵：信息化是人类社会发展的一个高级进程，它的核心是要通过全体社会成员的共同努力，在经济和社会各个领域充分应用基于现代信息技术的先进社会

生产工具，创建信息时代社会生产力，推动社会生产关系和上层建筑的改革，使国家的综合实力、社会的文明素质和人民的生活质量全面达到现代化水平。

信息化的基本内涵启示我们：信息化的主体是全体社会成员，包括政府、企业、事业、团体和个人；它的时域是一个长期的过程；它的空域是政治、经济、文化、军事和社会的一切领域；它的手段是基于现代信息技术的先进社会生产工具；它的途径是创建信息时代的社会生产力，推动社会生产关系及社会上层建筑的改革；它的目标是使国家的综合实力、社会的文明素质和人民的生活质量全面达到现代化水平。

二、信息与信息科学

1. 信息

各种文献中有许多对于信息的不同理解和表述，其中最值得注意的是以下几种。控制论的创始人维纳（Norbert Wiener）认为：信息就是信息，既不是物质也不是能量。这个论述第一次把信息与物质和能量相提并论。信息论的奠基者仙农（Claude E. Shannon）认为：信息就是能够用来消除不确定性的东西。这个论述第一次阐明了信息的功能和用途。比较流行的另一种说法认为：信息是事先不知道的报导。还有，哲学界认为：信息是事物普遍联系的方式。

不难发现，以上这些说法不完全一致。维纳的说法和哲学界的说法是从客观的角度给出的表述，仙农的说法和另一种流行说法是从信息接收者主观的角度给出的判断。

总的来说，信息的概念存在两个基本的层次，即本体论层次和认识论层次。前者是纯客观的层次，只与客体本身的因素有关，与主体的因素无关；后者则是从主体立场来考察的信息层次，既与客体因素有关，也与主体因素有关。本体论层次的信息概念因为它的纯客观性而成为最基本的概念，认识论层次的信息概念则因为考虑了主体因素而成为最适用的概念。

2. 本体论信息

事物的本体论信息，就是事物的运动状态和状态变化方式的自我表述。按照这个定义，所谓得到了某个事物的本体论信息，就是知道了这个事物处在什么样的运动状态，以及这个运动状态会按照什么方式发生变化。

这里所说的“事物”既可以是外部世界的物质客体，也可以是主观领域的精神现象；“运动”是泛指一切意义上的变化或过程；“状态”是指事物运动过程中呈现出来的相对稳定的形态；“状态变化方式”是指事物运动的动态变化情

形。由此可见，哪里有事物和事物的运动，哪里就必然有本体论信息的存在。世间事物无处不在，本体论信息无处不有，本体论信息是取之不尽、用之不竭的信息源泉。

3. 认识论信息

主体关于某个事物的认识论信息，就是主体对于该事物的运动状态以及状态变化方式的具体描述，包括对于它的“状态和方式”的形式、含义和价值的描述。由于引入了主体的因素，认识论信息的内涵变得比本体论信息更丰富了。按照这个定义，所谓得到了某个事物的认识论信息，就是不仅知道了这个事物的运动状态和状态变化方式的表现形式，而且知道了这种“状态和方式”的含义以及它们对主体的价值。

因此，如果获得了足够的认识论信息，就可以根据它的形式、含义和价值做出恰当的判断和决策。反之，没有充分的认识论信息，人们的决策就可能带上盲目性。这就是认识论信息在认识论意义上的巨大作用。

从上面给出的定义可以看出，认识论信息与本体论信息是相通的，它们共同的核心都是“事物运动的状态和状态变化的方式”。不仅如此，两者之间还可以相互转化。转化的基本条件就是主体因素：引入主体因素，本体论信息就转化为认识论信息；去除主体因素，认识论信息就转化为本体论信息。人类认识世界的任务和先决条件之一，就是要把本体论信息恰如其分地转化为认识论信息，为其后的决策提供依据。

4. 信息资源

信息资源是各种可供人们直接或间接开发与利用的信息集合的总称。按照本体论信息和认识论信息的概念，信息资源也存在两种不同的情形。一种是本体论信息资源，这是一类潜在、巨大、未经加工的原始信息资源或称做“生信息资源”；另一种是认识论信息资源，这是经过主体感知和加工的信息资源或称做“熟信息资源”。由于信息加工的深度不同，“熟信息资源”的“熟度”也会有不同。一般，网络上或数据库中的信息资源都是各种不同程度的“熟信息资源”。

需要注意的是，由于认识论信息具有主体因素，而不同主体的目标往往也各不相同，因此，信息资源的“生熟”具有相对性。对于某个主体而言是“熟信息资源”，对于另一个主体而言则可能是“生信息资源”或“欠熟信息资源”，因而需要重新加工或部分重新加工。

另外，由于不同主体常常具有不同的具体目的，认识论信息对于主体的

“价值”也具有相对性。对此用户群有价值的认识论信息对彼用户群就不一定有价值。对此用户群有正面价值的认识论信息对彼用户群却可能具有负面的价值，等等。在日常生活中，人们喜欢把没有价值的信息称之为“垃圾”。显然，在这种意义上，认识论信息究竟是不是垃圾也具有相对性。在甲看来是有用的信息，在乙看来就可能是垃圾。这就引出了信息服务的个性化问题。

5. 知识

知识，是主体关于事物的运动状态和状态变化规律的抽象化描述。知识有两个基本特征，一个是它的抽象性，一个是它的相对普遍适用性。按照这个定义，所谓“得到了关于某个事物的知识”，就是了解了这个事物运动的状态以及状态变化的规律，了解了这个状态和规律的形式、含义和价值。

从知识和信息的定义可以看出，知识和信息也是相通的：本体论信息可以通过主体的感知而转化成为认识论信息；认识论信息可以通过加工提炼而抽象成为知识。信息是创造知识的原材料，知识是信息加工的抽象化产物。

6. 智能

与信息、知识的情形类似，智能的定义也多种多样。有的很玄妙，有的显得生僻狭窄。这里，我们给出一个具有可操作性的智能定义。

智能是一种具有内在逻辑性的综合能力，包括：在给定问题、环境和目标的情况下，获取相关信息的能力；把这些信息加工成知识以实现认知的能力；针对给定目标把知识激活成为策略的能力；按照策略在给定环境下解决问题达到目标的能力。

由上述定义可以看出，智能包含了信息、知识、策略、行为四个基本要素。更具体地说，它包括：获取相关的信息而不是任意的信息；把获得的信息加工成相关的知识达到认知；针对目标激活知识，生成能够求解问题的智能策略；把策略变为最终解决问题的智能行为。

无论什么系统（人、生物、机器），只要它能够在给定的环境下成功地解决问题以达到给定目标，就可以认为有智能。当然，智能的水平有高有低。给定的问题、环境和目标越复杂，需要的智能水平就越高；反之，则越低。

虽然信息和知识都非常重要：没有信息和知识，就不会有智能。但是信息和知识本身并不能直接解决实际问题，只有把信息转变成知识并进一步把知识转化为智能，才能最终解决实际问题。因此，研究信息和知识的最终目的是为了获得智能，解决实际问题。

7. 信息过程

信息过程也称为信息流程，在一般情况下，典型的信息过程包括从信息产生（提出问题）到最终被利用（解决问题）的全过程。典型的信息全过程模型如图 1.2 所示。

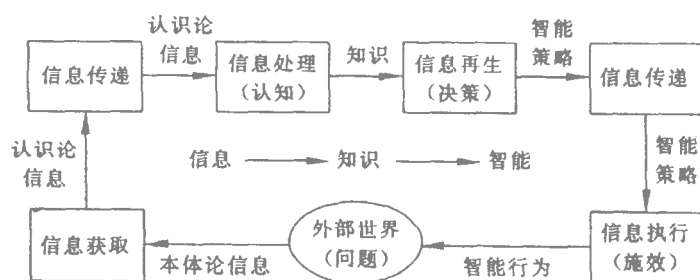


图 1.2 典型信息全过程模型

可见，典型的信息全过程包括信息获取过程、信息传递过程、信息处理（认知过程、信息再生（决策）过程、信息执行过程按照智能策略形成智能行为并解决问题），如图 1.2 所示，典型的信息过程包含了把信息转化为知识以及把知识转化为智能的过程，这是它的核心过程。

8. 信息科学

信息科学是一门新学科，人们难免对它有许多不同的理解。例如，有人把它单纯地理解为计算机科学，也有人把它理解为广义的信息论，还有人把它理解为图书情报学或图书馆学，等等。

一般地说，信息科学是研究信息现象及其转化规律的科学。具体地说，信息科学是以信息为基本研究对象，以信息运动过程和转化规律为基本研究内容，以信息科学方法论为基本研究方法，以扩展人的信息功能（信息功能的有机整体便是智力功能）为基本研究目标的科学。

对照图 1.2 所示的模型，信息科学包含：研究信息性质和度量方法的信息论、研究信息获取的检测论和识别论、研究信息传递的通信论和存储论、研究信息处理的认知论、研究信息再生的决策论、研究信息执行的控制论，以及研究信息过程全局优化的系统论和智能论。这些理论共同形成了一个有机的学科体系。其中，最核心的是信息、知识和智能的转化理论，以及信息论、知识论和智能论的统一理论。

三、信息技术与信息产业

1. 信息技术

虽然“信息技术”一词已经家喻户晓，但人们对它的理解却往往大相径庭。最大的误解是把信息技术等同于计算机技术，就是所谓的“1C”，这个C就是Computer。后来发现这一理解确有问题，于是有人做出修正，把信息技术理解为计算机与通信技术，这就是所谓的“2C”或者“C&C”，就是Computer and Communication。这个理解其实还是不全面，于是又有人把它修正为“3C”。第三个“C”又有多种不同的版本，如控制技术(Control)、家用电器(Consumer)、内容(Content)、芯片(Chip)，等等。这些理解都有一定道理，但都不够准确。

定义信息技术的一种科学方法是“技术功能论”。因此可以说，凡是能够用来扩展人的信息功能的技术都是信息技术。以信息技术构成的系统称为信息系统。这显然是再合理不过的定义。

人的信息功能包括：感觉器官承担的信息获取功能，神经网络承担的信息传递功能，思维器官承担的信息认知功能和信息再生功能，效应器官承担的信息执行功能。

扩展信息功能的信息技术有：感测与识别技术(信息获取)、通信与存储技术(信息传递)、计算与智能技术(信息认知与再生)、控制与显示技术(信息执行)如图 1.3 所示。

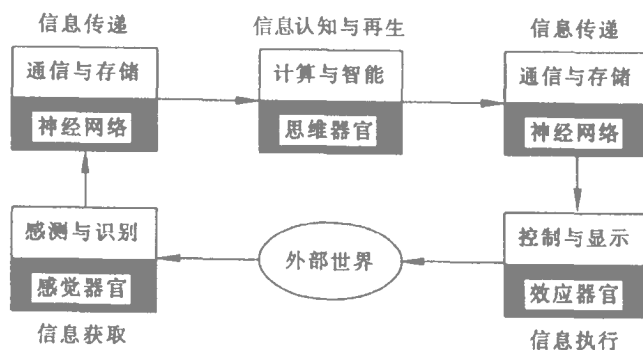


图 1.3 信息技术 —— 扩展人的信息功能的技术

由图 1.3 中可以看出，信息技术可以扩展人的信息功能，而人类正是通过这些信息功能的运用而表现出高超的智能。因此，本节中所提到的“基于现代信息技术的先进社会生产工具”，是一种智能化的社会生产工具，简称为“智能工具”。

2. 数字技术

现代信息技术在实现方式上主要表现为数字技术。

通常，原始的本体论信息多为模拟（随时间连续取值）形式，与之直接对应的认识论信息（传感器的输出）通常也是模拟的形式。因此，最初发展起来的信息技术基本是模拟技术，如：模拟测量仪表、模拟通信、模拟存储、模拟信号处理、模拟计算和模拟控制技术等。

后来发现，数字信息技术具有更多的优越性，如传输和存储的抗干扰能力强，便于实现逻辑处理和控制，便于用大规模集成电路实现，等等。因此随着编码技术、逻辑开关，特别是超大规模集成电路技术的不断发展与成熟，数字技术越来越多地取代了模拟技术。

数字技术主要包括数字化（时域的离散化、幅值的量化和量化值的编码）技术、数字信息的处理技术以及面向各种实际问题的应用技术。

最近，在智能信息处理技术领域，模糊技术与经典数字逻辑相结合的模糊逻辑技术的应用越来越引起了人们的注意。

3. 通信网

一般地说，可以把具有若干结点以及联接这些结点的联线的一类整体结构称为网络。如灌溉网络、交通网络、民航网络、电力网络、邮递网络等。以执行信息传递功能为目的的网络则称为通信网络，简称通信网。

在当前技术状态下，通信网有许多不同的实现方式，例如：以光纤为传输媒质的光纤通信网络，以卫星为转发器的卫星通信网络，以电离层为反射体的短波通信网络，以飞艇为中继器的平流层通信网络，以及视距传播的无线通信网络，等等。网络中所传输的信息也可以有各种不同的种类，如话音信息、数据信息、图形、文字、信息、图像信息或者是它们的综合形式、多媒体信息等。信息传输的方向可以是单一方向，也可以是双向；可以是点对点，也可以是点对多点、多点对点或多点对多点；信息可以实时传输，也可以非实时传输；通信的双方可以是人类用户，也可以是机器系统，等等。惟一确定不变的表征性规定则必须是“执行信息传递功能的网络”。

目前的电信网络、计算机网络、有线电视网络本质上都是以“执行信息传递功能”为基本特征的通信网络。

4. 电信网

电信网是通信网的一种。19世纪60年代发明了电话机，随后就出现了

以电磁波和电子系统为手段来传递电话信息的通信网，简称为“电信网”。电信网的主要特征是以电话机为基本终端，通过电信线路的传输和电话交换系统的转接为用户提供网上任意一点到任意其他点的双向实时电话交互业务。只要配备必要的终端和与之相应的交换系统，电信网也可以提供电报、传真、可视电话、数据和电视等业务。

5. 有线电视网

有线电视网是通信网的另一种实现形态。20 世纪 30 年代发明了电视，出现了以电视天线辐射为覆盖手段的无线电视网。随后，为了改进电视传输质量、丰富电视节目和增强电视分配的控制功能，出现了有线电视网。后者的主要特征是以电视机为终端，通过有线信道的传输和分配控制系统，实现从电视中心向网上所有用户提供单向实时的电视传送业务。在一定的技术意义上可以把有线电视网理解为点（中心）对多点（用户）单向传输的宽带通信网。

6. 计算机网

计算机网是通信网的一种新形态。20 世纪 40 年代发明了计算机，为了实现计算机之间的资源共享，发挥计算机群的整体能力，70 年代出现了把分布在不同地域的大量计算机（或大量的计算机局域网）通过电信网络进行互联的计算机网络。计算机网的主要特征是以计算机为终端，通过电信子网的传输交换和计算机与电信网的网关接口，为网上用户提供点对点（或多点对多点）的非实时双向数据交互业务。

7. 三网融合

三网融合有不同层次的含义。在技术上，三网融合是指电话通信网络、计算机通信网络、有线电视通信网络各自扩展自己的技术能力，成为能够传递宽带多媒体信息的通信网络，并且互相无缝连接。

无论是哪一种通信网络形态，为了把大量终端、传输信道、交换（路由）系统组织成为一个井然有序的 network，并在此基础上能够有效地支持各种业务，都需要有一套相应的协议体系。从目前的技术状态来看，计算机网的协议体系 TCP/IP 具有明显的优势，成为三网融合的基础协议体系。这样，人们就把基于 TCP/IP 协议体系的计算机网以及在此基础上融合的通信网称为 IP 网。

融合后的通信网络是面向各种应用的多媒体信息系统，通信网络内部结点则是各个层次的路由表示、计算与选择系统。融合后的通信网络仍然“以执行信息传递功能”为基本任务，而它的“传递信息”的能力则大大增强。

显然，新的先进的生产力和生产工具要求新的生产关系和上层建筑与之相适应。为了适应三网技术融合的需要，发挥三网融合的优势，在管理体制和政策法规方面必然需要进行相应的调整与改革。

8. 信息网络

信息网络是能够执行全部信息功能的网络。所谓全部信息功能包括：信息获取功能、信息传递功能、信息认知与信息再生功能，以及信息执行功能。这也是人类认识世界和优化世界所需要的全部信息功能，如图 1.3 所示。图 1.3 示出的信息技术体系就构成了一个网络，其中的感测与识别系统、计算与智能系统、控制与显示系统等均是这个网络的结点，它们分别由通信与存储设备连接起来。这个网络中流通的是信息及其加工的产物（知识和智能），各个结点执行的都是各自的信息功能，因此是一个信息网络，而且是“智能信息网络”。

由于智能信息网络具备人类除创造性思维外的全部信息功能，因此可以在相当大的程度上代替人类从事各种体力劳动和非创造性智力劳动，成为有史以来最先进的，并具有智能的社会生产工具。

可见，信息网络与通信网络是两个既有联系又有区别的概念：信息网络以执行“全部信息功能”为特征，通信网络只是信息网络的信息传送基础。通信网络可以支持人类的信息交流，促进社会成员的合作，因而是十分重要的。但是，通信网络不能直接承担社会生产过程的基本功能；信息网络则可以支持除了创造性劳动之外的全部人类活动，直接承担社会生产过程的各种功能，成为信息时代的基本社会生产工具。这就是为什么信息网络对于人类社会发展的意义要比通信网络重要得多的道理。

9. 信息产业

信息产业也存在广义与狭义的不同理解。目前，我国的信息产业是指信息产品制造业、通信网络运营业、软件业和信息服务业等的总称。

广义的信息产业可以包括一切与信息内容的处理直接相关的领域，即除了上述各个领域之外还包括信息科学技术人才的教育与培训、信息科学技术的研究与开发、各种领域的信息处理、各种媒体，等等。

狭义的信息产业则主要包含信息系统设备制造业和通信网络运营业。

四、信息经济与信息社会

经济是指社会产品生产与再生产的活动。某个时期的经济性质由当时社

会成员素质水平、社会生产工具性质、社会生产力和生产关系的状况决定。

按照社会发展系统动力学机制，科学技术的发展必然为社会提供新的社会生产工具，社会成员使用这种新的社会生产工具进行社会劳动就形成新的社会生产力，同时必然促进新的生产关系成长，从而推动新的社会生产方式和社会上层建筑的形成。这就是“科学技术 — 生产工具 — 生产力 — 经济 — 社会”的连锁关系 见表 1.1。

表 1.1 科学技术—生产工具—生产力—经济—社会连锁关系表

时期	表征性科技	表征性资源	加工的产物	所创制的工具	使用的方式	生产力时代	经济的形态	社会的形态
史前						蒙昧时代	原始经济	原始社会
古代	材料科技	物质	材料	体力工具	家庭	农业时代	农业经济	农业社会
近代	能量科技	能量	动力	动力工具	团体	工业时代	工业经济	工业社会
现代	信息科技	信息	知识	智能工具	社会	信息时代	信息经济	信息社会

表 1.1 中“表征性科技”和“表征性资源”的含义是任何一个时代所存在的科学技术和所利用的资源都必然是多样化的，这里只指出对于那个时代最具有表征性意义的科学技术和资源。

在物质、能量、信息三种资源之中，物质资源相对比较直观，信息资源相对比较抽象，能量资源则介于两者之间；而人类宏观的认识能力通常是由直观逐渐走向抽象。因此，古代人类所能认识和利用的资源必然主要是物质资源，近代人类进一步学会了认识和利用能量资源，现代人类则在此基础上正在逐步深入地认识和利用信息资源。这样，表 1.1 就清楚地显示了古代农业社会、近代工业社会、现代信息社会的历史发展规律。

表 1.1 还表明：农业经济条件下的社会生产工具是体力工具；工业经济条件下的社会生产工具是动力工具；信息经济条件下的社会生产工具是智能工具。后者正是前面所提到的“智能信息网络”。

经济学原理认为：“判断一种经济的性质是什么，不仅要看它生产什么，更要看它怎样生产。”例如 农业经济、工业经济、信息经济都生产粮食 从这个意义上看不出它们有什么本质的区别；但是，它们生产粮食的生产方式却大不相同，显示了它们之间的质的区别。

依照经济学原理和表 1.1 所示的关系，可以清晰地给出农业经济、工业经济和信息经济的定义。

1. 农业经济

农业经济是以物质资源为表征性资源、以体力工具为表征性社会生产工

具、以农业时代社会生产力为表征性社会生产力的经济。

为了使定义的表述更简练，定义中没有给出关于农业经济的社会生产关系的直接表述。这是因为，物质资源和体力工具是农业经济最根本的特征：劳动者借助体力工具开发和利用物质资源，就构成了农业时代的社会生产力；而农业时代的社会生产关系则必须与农业时代的社会生产力的性质相适应。

2. 工业经济

工业经济是以能量资源为表征性资源、以动力工具为表征性社会生产工具、以工业时代社会生产力为表征性社会生产力的经济。

基于同样的考虑，为了使定义的表述尽量简明，定义中也没有直接给出关于工业经济的社会生产关系的表述。劳动者借助动力工具开发和利用能量资源就形成了工业时代的社会生产力；而工业时代的社会生产关系则必须与工业时代的社会生产力的性质相适应。

3. 信息经济

信息经济是以信息资源为表征性资源、以智能工具为表征性社会生产工具、以信息时代社会生产力为表征性社会生产力的经济。

如上所述，三种基本经济形态之间还存在种种其他方面的不同特征，但是定义中所指出的这些特征是最基本的，其他各种不同特征都可以由这些基本特征派生出来。例如，由于农业经济时代社会生产工具简单（体力工具），社会生产力水平低下，人们首先要解决产品的“有无”问题，因而追求的目标主要是产品的“数量”。工业经济时代社会生产工具大大进步了（动力工具），社会生产力提高了，又有了一定数量的产品积累，因此追求的目标主要是产品的“质量”。信息经济时代逐步拥有了智能化的社会生产工具，又有了产品数量和产品质量的基础，因而追求目标就必然逐步转向产品的“品种多样化和适用化”，即个性化，等等。

4. 知识经济

从图 1.2 和表 1.1 中可以看到，把信息资源提炼成为知识，进一步再把知识激活成为智能，这是信息资源加工转化的有序发展过程。因此，知识经济（基于知识的经济）是信息经济的一个比较高级的阶段。

由于信息资源是与物质和能量资源具有同等意义的基础资源，信息经济便自然成为一种有别于农业经济和工业经济体系的新的基本经济体系。知识经济则不是一个新的基本经济体系，而是信息经济体系发展到一定阶段的产

物。

仿照“知识经济”的概念，人们有理由也定义一个“智能经济”的概念（事实上确实有人提出过这个概念）。智能经济也属于信息经济的体系，而且是一个比知识经济更高级的发展阶段。

实际上，任何一种基本的经济体系都有一个由初级到高级发展的过程。正像信息经济体系可以根据信息资源加工的不同阶段划分为信息经济、知识经济和智能经济那样，农业经济体系也可以按照物质资源加工的不同水平划分为石器经济、金属经济和合金经济，等等；工业经济则可以按照能量资源的等级不同划分为蒸汽机经济、电力经济、原子能经济，等等。只不过由于历史上的学术思想没有今天这样深入和活跃，因而没有对农业和工业经济做出这么细致的划分而已。

5. 数字经济

数字经济主要强调了信息经济的数字化特征。数字经济的概念由“数字技术”引申而来。但是，“数字技术”本身只是现代信息技术的一种技术特征，因此，数字经济也只能反映信息经济的一个技术侧面。

6. 网络经济

网络经济的概念强调信息网络这样一种社会生产工具对经济的作用。如果说信息经济的提法是着眼于信息经济的表征性基础资源，那么网络经济的提法则是着眼于信息经济的社会生产工具。而基础资源和社会生产工具都是一种经济形态的本质特征，因此，网络经济和信息经济具有同样重要的表征意义。

7. 数字地球

数字地球是由美国提出的一个概念性计划，即利用现代信息技术通过从空间对地的观测，建立整个地球资源描述系统的巨大信息资源库。

人类为了充分认识、正确利用和妥善保护地球资源，就必须拥有关于地球资源的全面的信息。因此，通过空间对地观测的现代信息技术（包括遥感与基于计算机的数字信号信息处理）手段，建立这样一个巨大的、通过信息网络提供全球共享的地球资源信息库是很必要的。

需要注意的是，数字地球计划本身的主要思想是建立可共享的信息资源库，计划本身并没有考虑怎样正确和有效利用这个信息资源库，而后者是更重要的问题。因此，数字地球计划可以看做是全球信息化计划的一个组成部分。

8. 信息社会

与信息经济相关联的另一个概念，是信息社会。

与其他任何事物的分类一样，依据不同的分类准则就可以得到不同的分类结果。对于社会发展阶段的划分来说，最有意义的准则有两类。一类是按照社会生产力（或更具体地说是按社会生产工具）的性质来划分，另一类则是按照社会生产关系（即按人们在生产和分配中的地位）的状况来划分。

按照社会生产力性质的不同，可以把社会划分为文明前社会（没有生产工具）农业社会（体力工具）工业社会（动力工具）和信息社会（智能工具）按照社会生产关系的状况的不同，可以把社会划分为原始共产主义社会（无剩余产品）奴隶社会（奴隶主占有制）封建社会（地主占有制）资本主义社会（资本家占有制）和共产主义社会（劳动者共同占有制）。

可见，信息社会是以“社会生产力的性质”为分类准则划分出来的一种高级的社会发展阶段，它的社会生产工具状况是“以信息网络为基本形态的智能工具”，它的社会生产力的性质是“劳动者利用智能工具认识、开发和利用各种资源”。

9. 信息社会的结构

信息社会需要通过长期的信息化进程才能逐步建成，不可能一蹴而就。虽然如此，信息社会的结构框架却可以初步描述如下。

第一，社会生产工具。信息社会的社会生产工具是大规模智能信息网络。这种网络把信息获取系统、信息传递系统、信息处理（认知）系统、信息再生（决策）系统、信息执行（控制）系统以及与控制系统相联的工具系统组织成为一个功能完整的社会生产工具网络体系，是一种大规模协同的既有“体力”又有“智力”的聪明工具，因而可以帮助（在很多场合可以代替）人们进行复杂（非创造性）劳动。

与农业社会的体力工具（如锄头、镰刀、马拉车、牛拉犁等）和工业社会的动力工具（如机车、机床等）不同，体力工具可以为一家一户所占有和使用，动力工具可以为一个公司或团体（不再是一家一户）占有和使用，大规模智能信息网络这种社会生产工具将为社会成员共同占有和共同使用，而不可能只为一户或一家公司团体所占有和使用。因为在后面这种情况下，大规模智能信息网络被支解，就不再具有大规模智能信息网络的强大功能和威力了。

第二，社会生产力。信息社会的社会生产力将达到有史以来最高的发展水平。这主要是因为，它的社会生产工具是有智能的工具，可以同人类劳动者

形成默契的分工与合作。大体上由大规模智能信息网络承担一般的体力劳动和非创造性智力劳动，人类劳动者则主要从事创造性的智力劳动。这就是“人主机辅，人机合作”的社会生产力形态。信息网络工具可以发挥“速度快、精度高、力度大、耐力好”等优点，人类劳动者可以发挥创造力的优势，两者有机结合将创造人类文明史上最高水平的社会生产力，而人类劳动者将在体力和智力上获得前所未有的解放，社会的生产方式、工作方式、生活方式将产生深刻的变化。

第三，社会生产关系。由于信息社会的生产工具是大规模的智能信息网络，使用信息网络的劳动者之间也必然逐渐形成与之相应的“扁平网络式生产关系”民主、平等、遵守共同的网络纪律、共同占有和使用网络、既激励竞争，又鼓励合作。由于生产力高度发达，物质产品和精神产品极大丰富，将充分满足社会的实际需求，产品分配的原则可以由按劳分配逐渐转向按需分配。

第四，社会文化。由于大规模智能信息网络的普遍智能信息服务和社会生产力的高度发达，信息社会的文化教育事业将空前繁荣：人人可以享受智能信息网络所支持的高等教育、继续教育、终生教育，人人享有充分的社会关怀和保障，人们的文明素质、社会觉悟和道德水平将极大提高。

第五，社会观念。社会存在决定社会意识。网络式的社会生产工具，网络式的社会生产力性质，网络式的社会生产关系，这一切网络式的社会存在必然产生与此相适应的社会观念和意识——网络观念和网络意识，或者称为整体观念和整体意识（依靠网络、利用全人类的智慧）将所向无敌，离开网络将一事难成。由此可见，与许多预言家的判断相反，未来的社会观念将走向网络观念和整体观念，而不是个人观念，更不是极端个人主义。

颇有意思的是，大规模智能化信息网络通过信息、知识和智慧（而不是锁链或绳索）把社会成员紧密联系在一起，形成巨大的社会进步力量。与此同时，只要遵守网络的纪律（由于社会成员的高度觉悟，这种遵守将是高度自觉和愉快的）所有社会成员将享有高度的自由、分散办公、网上采购、随时学习、居家娱乐等等。于是，一个既有自由、又有纪律、既有民主、又有集中、既有个人心情舒畅，又有整体意志的生动活泼的局面将成为社会现实。

第六，社会差别。由于大规模智能信息网络社会生产工具普遍发挥作用以及人们的社会整体观念（网络观念）的效用，信息社会的发展将大大缩小城乡差别、工农差别、贫富差别、体力劳动和脑力劳动的差别。

虽然，目前很难对信息社会的细节做出精确的描述，但是，从它的社会生产工具状况和社会生产力性质的分析不难判断，上述这些基本特征是有充分依据的。

第 二 节 基 本 规 律

一、信息化是历史的必然

作为基本概念 表 1.1 给出了“资源利用 — 科学技术 — 社会生产工具 — 社会生产力 — 社会生产关系 — 经济形态 — 社会形态”关系链 显示了人类文明社会必然从农业社会向工业社会、信息社会演进的基本规律。但是，表 1.1 中只给出了这个规律的表述，没有说明形成这种规律的机制和原因。

为了真正理解，而不是仅仅接受这个重要的历史发展规律，有必要在理论上深入阐明“资源利用 — 科学技术 — 社会生产工具 — 社会生产力”的内在连锁关系，从而揭示和回答“为什么信息化是现代人类社会发展的必然结果”等问题。

1. 社会演进的机制

图 1.1 所示的社会发展系统动力学原理简化模型表明，人类社会的本质特性是不断提出新的更高的生存发展需求。这种永不停顿、不断向上的新需求，成为促使人类自身不断进步的原动力，也是推动人类社会不断前进的永恒动力。

在没有任何生产工具的远古蒙昧时代，人们基本上是以“赤手空拳”和“各自谋生”的方式在大自然中求生存，没有形成任何有效的社会生产力。他们一方面在森林中采摘野果，追杀弱小猎物，在浅水区捕捞鱼虾；另一方面又要躲避凶猛野兽的侵袭，逃避自然灾害的暴虐。因此，那时人类生存发展的条件十分严峻，生存发展的水平十分低下，生存的机会与死亡的危险同在。

为了获得更好和更稳定的生存与发展条件，人类曾经进行过无数次自觉的和更多不自觉或半自觉的尝试，终于慢慢发现：要想改善生存发展条件，惟一有效的出路是必须逐步学会认识周围的世界，并在认识世界的基础上实现对外部世界的合理改造和优化。但是，由于外部世界浩大无边，而且错综复杂和变化莫测，人类对于外部世界认识又只能遵循由简单到复杂、由直观到抽象的规律逐步前进，因此，人类对于外部世界的认识不可能一蹴而就。这就决定了人类社会的发展只能由低级阶段逐步向高级阶段转变。

作为对于外部世界认识的结果，人们在实践过程中逐渐醒悟：在自然界这个庞然大物面前，光靠人类自身的能力是不够的，必须设法借助“外部力量”来扩展人类自身的能力，才能实现改善生存与发展条件的目标。

人类的能力虽然多姿多彩，但是归结起来只有三类：体质能力、体力能力和智力能力。体质能力是体力能力和智力能力的基础，体力能力是支撑智力能力的支柱，智力能力则是支配体质能力和体力能力的统帅和灵魂。三种能力相辅相成，构成人类三位一体的能力。

经过长期的实践摸索和无数次的失败与挫折，人类才逐渐领悟到实现“自身能力扩展”的奥秘，这就是：设法把外部世界的“资源”加工成为相应的社会生产工具，利用这些生产工具就可以扩展人类自身的能力。

颇有意思的是，人们发现，外部世界的资源虽然种类繁多，但是从它们的功能特点上看，也可以归结为三种基本类型，这就是：物质资源、能量资源和信息资源。

更为有趣的是，在外部世界的物质资源与人类的体质能力之间、能量资源与人类的体力能力之间、信息资源与人类智力能力之间显然存在某种关系。如果真正能够制造出合适的生产工具，那么，物质资源就能被利用来扩展人类的体质能力；能量资源就能被利用来扩展人类的体力能力；信息资源就能被利用来扩展人类的智力能力。

资源与能力之间的这种关系如图 1.4 所示。

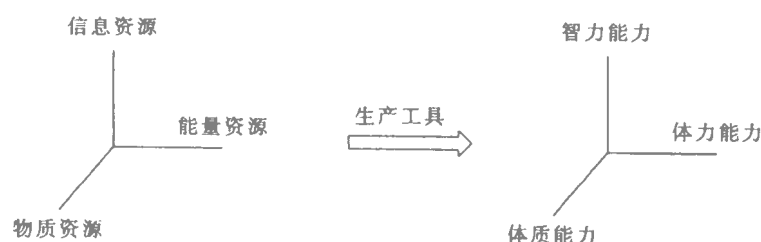


图 1.4 生产工具 —— 利用外部资源扩展人类的能力

用外部世界的“资源”扩展人类自身的“能力”，是一切生产工具的共同本质。帮助人类完成这种转变任务的，正是材料科学技术、能量科学技术和信息科学技术，它们为人类社会进步做出了伟大贡献。

不难理解，三类资源之间，物质资源比较直观，信息资源比较抽象，能量资源则介于两者之间。于是，受到由简单到复杂和由直观到抽象的认识规律的制约，人类最初主要利用古代初步发展起来的材料科学技术的知识，把外部世界的物质资源加工成为各种各样的材料（如石器材料、木器材料、金属材料等），制成了各种各样只需要材料而不需要能量和信息资源的体力工具（如锄头、镰刀、棍棒、车、犁等）扩展了人类的体质能力。

到了近代，人类逐步了解了能量资源的性质，利用能量科学技术知识把外部世界的能量资源加工成为各种可以控制的动力（如机械力、化学力、电力