

数据要素驱动企业新质生产力： 形成逻辑与培育路径

——基于要素价值重构的视角

张 玺 张 磊

【摘要】 数据要素是发展新质生产力的核心要素和关键变量。以系统工程学方法论分析数据要素促进企业新质生产力形成的逻辑机理可以发现：在数字技术的作用下，通过数据“萃取—扩散—共创”机理驱动数据要素价值重构，数据要素的潜在价值禀赋得以凸显；实现价值重构的关键在于控制数据要素介入生产系统的熵增“量变”，以及提升其边际价值实现生产要素价值“质变”，推动形成具有价值报酬递增和可量化累积效应的自组织系统；数据要素驱动的技术创新迭代和要素资本跃升，有助于明显改善全要素生产率，催生新质生产力。培育和发展企业新质生产力应着重加强数据要素战略管理，提升数据基础设施水平，强化数据分析处理能力和推动数据业务融合创新。

【关键词】 新质生产力；数据要素；价值重构；形成逻辑；培育路径

【中图分类号】 F273 【文献标识码】 A 【文章编号】 1000-4769(2025)02-0036-09

2023年以来，习近平总书记关于新质生产力的系列重要论述，为我们准确认识和发展新质生产力提供了根本遵循和科学引导。2023年12月，国家数据局、工业和信息化部等17部门联合印发《“数据要素×”三年行动计划（2024—2026年）》，提出发挥数据要素的放大、叠加、倍增作用，提高资源配置效率，培育发展新质生产力，实现对经济发展的倍增效应。“企业新质生产力”是基于数据要素，更快感知、计算、判断、决策，自行组织生产、服务，由技术革命性突破、生产要素创新配置、企业转型升级而催生的先进生产力。通常的“大数据”并不能支撑新质生产力发展，只有通过数字技术赋能得到有价值的数，才可作为生产要素发挥作用。为此，本文构建数据要素在数字技术的作用下逐步转变为新质态生产要素的理论分析框架，旨在探索基于数据要素价值重构形成新质生产力的逻辑机理，并结合企业实践探讨培育企业新质生产力的基本路径。

一、相关研究综述

“新质生产力”是经济学领域的新范畴，吸引了众多学者的积极探讨。芮明杰指出，新质生产力是

【作者简介】 张玺，四川省社会科学院公共管理研究所助理研究员；

张磊，四川省社会科学院公共管理研究所研究员，四川 成都 610072。

【基金项目】 国家社会科学基金西部项目“西部地区人才政策、资源要素对新质生产力的共轭驱动效应研究”（24XGL036）

建立在数字技术、算力、智能技术和绿色低碳技术等基础上形成的生产力，是一种效率更高、质量更高、创造附加价值更高的生产力。^①高帆对新质生产力概念的提出逻辑进行了分析，认为新质生产力是实践推动和回应需求的结果，并围绕结果、要素、要素组合、产业形态和保障方面分析了新质生产力的内涵及其与“一般生产力”的区别。^②蒋永穆等则认为新质生产力主要表现为数字、协作、绿色、蓝色和开放五大生产力，应从科技创新，要素牵引、核心技术和产业升级等方面培育新质生产力。^③其实，新质生产力是一个相对、多维的概念，新质生产力是基于新生产要素、新产业环境而形成的新质态生产力。余东华等从新质生产力和新型工业化关系互动的角度，进一步提出发展新质生产力是推动新型工业化的重要手段。^④上述研究虽然从不同角度来探讨新质生产力内涵和外延，但都强调了新质生产力是基于新生产要素尤其是数据要素的新质态生产力。正如姜奇平把数据能力视为一种新质生产力，并从技术经济角度提出数据生产力是一种质性技术类的新质生产力。^⑤

近年来，“数据驱动”逐渐成为学术界关注的焦点，数据作为生产要素的重要作用日益凸显。但是，原始数据不具备生产要素的属性，与传统生产要素不同，数据要素是虚拟的，不能够独立创造价值，无法以独立的要素形态存在，拥有数据资源只是具备了向生产力转化的潜在可能。^⑥数据要素在与其他生产要素的结合过程中驱动创新和技术进步，提高资源配置效率，推动生产力增长。^⑦可见，数据要素通过作用于传统生产要素介入生产体系，通过重构要素投入及配比而提高生产力，这正是基于数据要素的新质生产力。在此基础上，许多学者通过分析数据要素与物质化生产要素间的联系，探究数据作为新生产要素的价值及其潜在的经济效应。如：数据要素与劳动、资本、技术、管理、知识等既有生产要素结合，提高其边际产出率或要素配置效率，使既有要素边际收益递减的拐点后移或递减放缓而提高企业生产力^⑧；数据要素驱动企业数字化转型的实现路径之一是数据通过要素重构的方式提高全要素生产率^⑨；数据作为一种新型生产要素从传统物质资本中剥离，其潜在的经济效应归纳为“乘数作用”^⑩等等。这种潜在经济效应的释放实质上就是新质生产力的表现。

综上所述，现有研究明确了数据要素作为新质生产力的关键性新要素，对于生产体系具有乘数作用。数据要素所依附的数字技术，或可提高资本生产效率，是一种资本偏向型技术进步；或提高劳动生产效率，是劳动偏向型技术进步；或认为是同时促进资本和劳动替代技术进步。^⑪但现有研究均未将数据要素的替代作用量化并进一步探究其对产出的影响，尤其未将数据价值进一步抽象为理论指标，再将其置入企业的生产函数，通过改变具体要素变量来衡量数据要素的作用效果，量化数据对于生产体系的边际价值与累积价值，以此探究数据要素对企业新质生产力的作用与价值。本文以数字技术的处理效应为出发点，探究数据要素介入企业经济系统发挥其潜在价值的内在逻辑机制，无疑具有重要的理论指导和实践启示意义。

二、基于数据要素价值重构的企业新质生产力的形成逻辑

要素价值重构理论是对传统资源基础理论的发展，该理论揭示了企业对生产要素动态化获取、加工

① 芮明杰：《打造新质生产力，推进新型工业化》，《广州日报》2023年12月25日，第9版。

② 高帆：《“新质生产力”的提出逻辑、多维内涵及时代意义》，《政治经济学评论》2023年第6期。

③ 蒋永穆、乔张媛：《新质生产力：逻辑、内涵及路径》，《社会科学研究》2024年第1期。

④ 余东华、马路萌：《新质生产力与新型工业化：理论阐释和互动路径》，《天津社会科学》2023年第6期。

⑤ 姜奇平：《信息生产力是新质生产力》，《互联网周刊》2023年第20期。

⑥ 蔡跃洲、马文君：《数据要素对高质量发展影响与数据流动制约》，《数量经济技术经济研究》2021年第3期。

⑦ 蔡继明、刘媛、高宏、陈臣：《数据要素参与价值创造的途径——基于广义价值论的一般均衡分析》，《管理世界》2022年第7期。

⑧ 徐翔、赵墨非：《数据资本与经济增长路径》，《经济研究》2020年第10期。

⑨ 柏培文、张云：《数字经济、人口红利下降与中低技能劳动者权益》，《经济研究》2021年第5期。

⑩ 杨俊、李小明、黄守军：《大数据、技术进步与经济增长——大数据作为生产要素的一个内生增长理论》，《经济研究》2022年第4期。

⑪ Milton Mueller and Karl Grindal, “Data Flows and the Digital Economy: Information as A Mobile Factor of Production,” *Digital Policy, Regulation and Governance*, vol. 21, no. 1, 2019, pp. 179–223.

和利用,进而创造价值形成新优势的中间过程。^①要素价值重构理论能够解释企业不同发展阶段更新要素配置实现价值创新的内在逻辑。要素配置包括要素结构化、要素整合和要素协同三个基本子过程^②,结合数据要素而言,要素结构化在于企业通过获取、萃取有价值数据及剥离无用数据,从而构建企业发展所需的数据要素库;要素整合是将加工的数据库进行扩散或细化来创造企业价值的行为;要素协同则是多个数据要素库通过协同共创实现规模效应。根据钱学森有关系统工程理论的观点^③,基于数据要素配置多元化与可积累的性质,可将其视作企业生产力系统的一个子系统,研究其创新性配置而形成的价值重构与积累过程机理。

(一) 基本假设

假定某一企业的生产系统需要体量为 Q_0 、价值尺度至少为 N_0 的数据信息库进行生产活动的优化。现有有一个数据信息库 A 的初始体量为 Q_1 ,对企业生产活动的价值为 N_1 。由于信息时代数据指数级增长, A 的体量膨胀至 Q_2 ,但其本身对于该生产活动的价值不变仍为 N_1 ,称其为数据信息库 B 。定义 U 为数据信息库可被用于优化生产的部分, S 为数据信息库的熵。基于上述条件设定,进行如下分析:

$$N_1 > N_0, Q_2 > Q_1 > Q_0$$

$$U_A - U_B = N_1 \frac{Q_0}{Q_1} - N_1 \frac{Q_0}{Q_2} = \Delta U > 0 \quad (1)$$

$$S_A \propto Q_1, S_B \propto Q_2, S_B - S_A = \Delta S \propto (Q_2 - Q_1) > 0 \quad (2)$$

由公式(1)和公式(2)可得,数据体量的膨胀导致数据信息库的熵增,而熵增的结果导致生产系统可利用的有价值的信息减少。

据此,提出命题1:数据体量的膨胀导致信息熵增,进而造成数据贬值。

(二) 萃取机理

由命题1可知,在数字信息时代,数据膨胀带来的信息熵增造成数据贬值这一现象是自发产生的。只有当数据具备噪音低、分布准确、可用范围广泛的特征时,对于生产而言才具备一定的价值。因此需要借助外力降低信息熵,减缓熵增的自发过程,提升信息的价值。数字技术提供了可行路径,既可以通过“筛选作用”让同等价值尺度的数据信息库拥有更小的数据体量;又可以通过“处理作用”使同等数据体量的数据信息库具备更高的生产价值。例如,消费者和用户对产品的使用数据对于企业的生产而言是极其重要的,但传统的产品并不具备收集整理使用者数据的功能。海尔利用数字技术将传统的机械产品升级为数字化智能产品,家电变成了智能化的数据分析传感器,可实时获取用户行为数据并将其传输到海尔大数据平台,将看似无序、杂乱的消费者行为拟合得出用户准确的行为数据,该数据对企业生产具有极大的潜在价值。^④

上述设定所研究的系统是从外部引入的初始数据信息库,将该信息库中每一个信息量化为信息元,未经处理的信息元处于杂乱无序的状态。若将排列有序、方向明确、价值一定的信息元集合定义为信息元向量场,由未被处理的原始信息元交联而成的信息元集合定义为信息元曲量场。将曲量场中的每一条信息元定义为曲量,数字技术通过作用于曲量场中的每一个信息元曲量,改变其“取向熵”与“平动熵”,使曲量逐步向量化,同时使曲量场逐步转变为向量场,最终结果是改变系统总熵值,使信息价值得以提升。

我们可分析数字技术作用于曲量场的微观过程。设曲量场中曲量通过交联的方式形成集合,取向熵为 S_D ,平动熵为 S_M 。数字技术解决曲量分布的方向问题,可视作其通过整合原本向四周散开且没有一定分布秩序的曲量从而使 S_D 减小,此时不影响每个曲量本身的不规则性,即曲量本身的价值并未得到改变。可简述为数字技术对海量信息的归纳分类作用,将具有同一价值取向的信息元归为一类,从而致使

① David G. Sirmon, Michael A. Hitt and R. Duane Ireland, “Managing Firm Resources in Dynamic Environments to Create Value: Looking inside The Black Box,” *Academy of Management Review*, vol. 32, 2007, pp. 273–292.

② David G. Sirmon, Michael A. Hitt, R. Duane Ireland and Brett Anitra Gilbert, “Resource Orchestration to Create Competitive Advantage: Breadth, Depth, and Life Cycle Effects,” *Journal of Management*, vol. 37, no. 5, 2011, pp. 1390–1412.

③ 钱学森、许国志、王寿云:《组织管理的技术——系统工程》,《上海理工大学学报》2011年第6期。

④ 张志学、马力主编:《中国智造——领先制造业企业模式创新》,北京:北京大学出版社,2022年,第32页。

S_D 减小。

$$S_0 = S_D + S_M \quad (3)$$

$$S_1 = S_{D,Low} + S_M(S_{D,Low} < S_D) \quad (4)$$

$$\Delta S = S_1 - S_0 < 0 \quad (5)$$

当取向熵减少到最大限度时，极限条件可认为在数字技术的处理下每条曲量都有了向量的方向特征，即信息根据其生产价值被完全划分与归类，此时数字技术通过作用于每条曲量本身改变其原本价值。从曲量到向量的这个过程中，信息元的间距变大，从而使系统中信息元的移动空间变大，使信息元移动的可能性增大，进而相对地增大了系统的平动熵 S_M 。即在数字技术的作用下，原本结合在一起的具有多种不同生产价值的数据信息被分隔开，改变了信息元的内部属性，使其价值 V_{data} 增大。同时，也会导致更多子信息元的产生，多种子信息元在信息空间中的流动与扩散，又会导致数据信息库体量的增大进而使系统熵增。数字技术通过改变数据的内部属性使其价值增高，但与此同时会造成数据体量相对增大的负面影响，因此存在“量变”与“质变”的竞争。王超贤等认为数据体量持续增大会导致数据的价值密度下降，而具有一定价值密度的大体量数据库也不一定具有较大的总体生产价值。^①

因此，进一步提出命题2：利用数字技术处理信息时存在一个“最优数据价值体密度—— P_{data} ”，当数据库内信息处于该密度空间时，可认为此时数据具备最佳利用效果。

基于命题2，信息元价值的提升必将带来信息元之间距离的增大，从而增大 S_M ，因此我们定义信息元价值 V_{data} 的增加与信息元之间距离的变化 Δr 成正比，比例系数为 D ，其边际含义是利用数字技术提升单个信息元价值所需消耗的成本。平动熵为 S_M ，与信息元的空间运动状态成正比，比例系数为 K ，其边际含义是利用数字技术分离多个信息元所需消耗的成本。根据实际情况可知，由于数据信息“质变”的难度必定大于“量变”的难度，所以价值比例系数 D 应远大于空间比例系数 K 。令 $\Delta W = (\Delta r)^3$ 表示增加距离 Δr 后，空间内信息元运动状态的增量：

$$f(\Delta r) = \Delta V_{data} - \Delta S_M = D\Delta r - 3K\ln\Delta r \quad (6)$$

$$\frac{\partial f(\Delta r)}{\partial \Delta r} = D - \frac{3K}{\Delta r} = 0, \Delta r_0 = \frac{3K}{D} \quad (7)$$

$$\frac{\partial^2 f(\Delta r)}{\partial (\Delta r)^2} = \frac{3K}{(\Delta r)^2}, \frac{3K}{(\Delta r_0)^2} > 0 \quad (8)$$

$$\text{Min}[f(\Delta r)] = f(\Delta r_0) = 3K - 3K\ln\frac{3K}{D} > 0; D \in (\frac{3K}{e}, +\infty), \Delta r \in (0, +\infty) \quad (9)$$

$$P_{data}(\Delta r) = \frac{\Delta V_{data}}{\Delta S_M} = \frac{D\Delta r}{3K\ln\Delta r} \quad (10)$$

$$\frac{\partial P_{data}(\Delta r)}{\partial \Delta r} = \frac{D(\ln\Delta r - 1)}{3K(\ln\Delta r)^2} = 0, \Delta r_1 = e \quad (11)$$

$$\frac{\partial^2 P_{data}(\Delta r)}{\partial (\Delta r)^2} = \frac{D(2 - \ln\Delta r)}{3K\Delta r(\ln\Delta r)^3}, \frac{D(2 - \ln\Delta r_1)}{3K\Delta r(\ln\Delta r_1)^3} > 0 \quad (12)$$

$$\text{Sup}[P_{data}(\Delta r)] = P_{data}(\Delta r_1) = \frac{eD}{3K} \quad (13)$$

根据公式(6)可以得到数据价值增加与信息平动熵增加的竞争方程，由一阶条件(7)与二阶条件(8)可以得到该竞争效应是递增的存在最小值，且当系数关系满足条件(9)时，竞争效应始终大于0。即由于价值比例系数 D 远大于空间比例系数 K 这一客观事实，在利用数字技术将曲量场向量化的过程中，数据的价值增加始终大于体系的熵增。且最优数据价值体密度即公式(10)，当 $\Delta r \rightarrow +\infty$ 时存在递增效应，根据一阶条件(11)与二阶条件(12)可以求得其上确界，由公式(13)给出。

综上，提出命题3：利用数字技术处理原始数据信息库可以使其利用价值增大，从而具备优化生产系统的扩散条件。

(三) 扩散机理

由命题3可知，当数据信息库在数字技术的作用下具备一定的生产价值后，企业会选择将其引入生产体系、优化生产模式以达到一定的经济目标。例如，三一集团将数据要素赋能到七项关键制造工艺，

① 王超贤、张伟东、颜蒙：《数据越多越好吗——对数据要素报酬性质的跨学科分析》，《中国工业经济》2022年第7期。

实现了工程机械制造水平的数字化突破，在降低资本与劳动力投入的同时大大提高了产出效率。^①

数据要素不直接作用于生产环节，而是改变了传统生产技术所生产的知识，因此生产要素的价值可以等效为生产要素所产生的知识对于生产活动的价值。在引入数据信息库之前，企业的生产空间 U_{system} 由传统生产要素生产的知识所引导，对应的生产知识总量为 $N_{tradition}$ ，生产总价值为 $F_{tradition}$ ，单位体量知识的边际生产价值为 $\mu_{tradition}$ ；将每一个数据信息库空间定义为 U_{datai} ($i = 1, 2, 3 \dots n$, 下同)，其数据信息量为 N_{datai} ，单位体量的边际生产价值为 μ_{datai} 。当 U_{system} 与 U_{datai} 发生交互作用时，会由于两者的价值之差产生信息扩散驱动效应，将 U_{system} 由于 U_{datai} 扩散效应流失体量为 ΔN 的信息称为正效应，即 $\Delta N > 0$ 。时间为自然变量 T 。基于上述设定，考虑单个数据信息库的扩散作用，构建如下模型：

$$U_{system} \rightarrow F_{tradition} = [\sum N_{tradition} * \mu_{tradition}] - TS_{0tradition} \quad (14)$$

$$U_{datai} \rightarrow F_{datai} = N_{datai} * \mu_{datai} - TS_{0datai} \quad (i = 1, 2, 3 \dots n) \quad (15)$$

$$F_{tradition} > F_{datai} \quad \Delta N > 0 \quad (16)$$

$$F_{tradition} < F_{datai} \quad \Delta N < 0 \quad (17)$$

$$|\Delta N| \propto |N_{datai}|$$

不难发现，公式 (16) 所对应的情况应该普遍发生，而公式 (17) 对应的情况在现实中难以发生。整个企业原始的总生产要素的生产价值在信息化时代不断降低，但总量依旧是很大的，只是单个要素的生产价值较低；而引入的数据信息库是以单一形式随时间不断进入企业生产体系内部，其与企业的总生产要素体量相比总量很小，但是其单位价值远高于企业内部生产要素的单位价值，就边际生产价值而言，数据信息库要更胜一筹。如条件 (18) 所示：

$$F_{tradition} > F_{datai} \quad \mu_{datai} > \mu_{tradition} \quad (i = 1, 2, 3 \dots n) \quad (18)$$

据此，假设信息时代所带来的信息膨胀阶段为时间 T_1 。时间 T_1 之前，系统内部信息集与外部信息集交换近乎为平衡状态，表现的效应为信息熵增长缓慢或几乎不增加，系统内部生产要素价值下降速度慢或几乎保持不变。但是一旦时间过了 T_1 ，也就是数字化时代的到来导致大量信息的诞生，此时信息熵快速增加，对应的系统内部由传统生产要素所产生的知识的价值快速下降。由公式 (14) 可以知道，系统内部 $F_{tradition}$ 的小值代表了低价值的知识和高信息熵，因此应避免系统内部自由信息熵的小值出现。

命题4：提高企业生产系统的总体生产价值，可以通过避免极大的熵值出现以及提高单位体量的生产要素所具备的边际生产价值得以实现。

通过引入由数字技术处理后的数据信息库可以实现这一目标。当数据信息库扩散入原始的生产空间时，传统的生产知识总价值与数据信息库总价值之间由于存在差异化效应，会使数据体量发生正比于该数据信息库信息体量的变化，本质上是通过对数据信息库的微小量变作用置换出某一体量的传统生产知识，使得该体系内所有生产要素所产生知识的生产价值相对提高，如公式 (19) 所示：

$$U_{new} \rightarrow F_{new} = \sum [(N_{tradition} - \Delta N) * \mu_{tradition} + \Delta N_{data} * \mu_{data}] - (TS_0 + \Delta S) \quad (19)$$

$$\Delta S \ll S_0; \quad \Delta N_{data} \ll N_{tradition}; \quad \mu_{tradition} \ll \mu_{data}$$

$$F_{new} > F_{tradition} \quad (19)$$

由上述可知，引入数据信息库这一行为可以使原生产系统发生两方面的变化。首先是“量变”，一定体量的数据信息库扩散入原生产系统造成传统生产数据流失的同时，置换入数字化生产数据，会造成一定程度上熵增的负面影响，但该置换带来的量变效应极小，因此该负面效应可近似为0；其次是“质变”，当数据信息库以远高于原始知识的边际生产价值扩散入生产体系后，考虑微小的“量变”作用，其相当于提升了整个生产系统所具备生产知识的边际价值，属于价值提升的正面影响，有助于企业优化生产模式以达到一定的经济目的。具体如图 1-a 与图 1-b 所示。

T_1 是数字与信息化时代带来的信息膨胀的时间节点； S_{01} 是信息膨胀之前系统熵值增加的上界， F_0 是信息膨胀之前系统内生产要素所对应知识的生产价值降低的下界； S_{02} 是信息膨胀之后没有引入数据信息库的系统熵值增加的上界， $F_{tradition}$ 是信息膨胀之后没有引入数据信息库的系统内生产要素所对应知识的生产价值降低的下界； S_{03} 与 F_{new} 分别为引入数据信息库后系统内熵值与生产价值增加和降低的上界与

① 张志学、马力主编：《中国智造——领先制造业企业模式创新》，第96—101页。

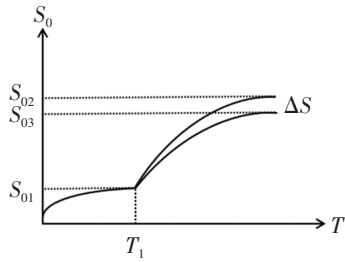


图 1-a 熵值曲线

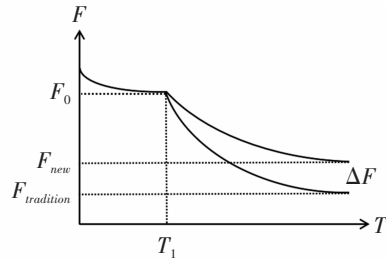


图 1-b 生产价值曲线

下界； $\Delta S \rightarrow 0$ 是数据信息库对系统内信息熵的“量变”效应； ΔF 是数据信息库对系统内生产要素价值的“质变”效应。

命题5：企业引入数据信息库后其内部信息熵水平基本保持不变，但生产要素总体的生产价值会有所提高。

(四) 共创机理

命题5所对应的情景是企业对单个数据信息库作出引入决策后原生产系统内部所发生的变化，但实际情况中企业会根据自身需求从外界引入多个数据信息库，以形成数据的规模化效应来实现生产的智能化与绿色化，数据的规模化必将带来信息熵的累积。例如，美的工业互联网整合全流程业务数据以及用户的行为数据，大量使用人工智能进行工业参数自计算、自学习以及视觉和听觉检测。通过这种方式搭建数字化平台，产生大量有价值的信息，基于对数据的计算、整理和重构，确定各项工业参数、优化具体生产流程，数据驱动提高了企业生产率和要素的生产价值。^①

由玻尔兹曼关系式 $S = K \ln W$ 可以知道，熵的大小取决于系统的某一状态对应的微观状态数目的多少，即混乱度的大小。以企业的原始数据信息库所具备的生产信息为总系统，假设总系统中每一条信息都具有微观性质，并将其定义为信息元，从外界引入数据信息库就等价于增加了原始系统内部的微观状态数。基于上述设定，建立外部规模化数据信息库扩散到总系统的数学模型：系统 I_a 为信息时代下视为封闭系统的信息总库，系统 I_b 为与数字经济相关的数据信息库，系统 I_c 为某企业原始数据所对应的生产信息库， I_{data} 代表数字技术对数据信息库 I_b 的处理作用， $I_i (i = 1, 2, 3 \dots n, \text{下同})$ 为经数字技术处理后具备扩散条件的 n 类对企业生产有价值的子数据信息库。 I_b 内所具备的信息元总数为 N ，每一个 I_i 所具备的信息元总数为 N_i 。如图2所示。

基于图2，设定 I_c 对信息元的总体容纳量为 $M (M \gg N)$ ， I_b 中含有 N 个信息元，现每次从 I_b 中经过 I_{data} 处理后依次引入 $N_1, N_2, N_3 \dots N_n$ 个信息元到 I_c 中，且 $\sum_{i=1}^n N_i = N$ ，将引入信息元子集 I_i 后信息元 N_i 在 I_c 中分配的不同顺序定义为信息元在 I_c 系统里的不同状态，则有如下推导：

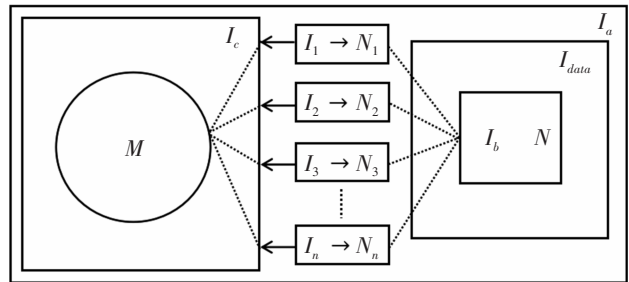


图 2 信息元共创示意图

$$W = \frac{N!}{\prod_{i=1}^n (N_i!)}, W_i = \frac{N_i}{N}, \sum W_i = 1, \ln(N!) \approx N \ln N - N, \ln W = -N \sum W_i \ln W_i$$

$$N_i = \bar{N} = \frac{N}{M}, W_i = W_0 = \frac{\bar{N}}{N} \tag{20}$$

$$\frac{\partial \ln W}{\partial W_i} \Big|_{W_i = W_0} = 0, \frac{\partial^2 \ln W}{\partial W_i^2} \Big|_{W_i = W_0} < 0 \tag{21}$$

$$\text{Max}[S(W)] = S(W_0) = K \ln W_0 \tag{22}$$

① 张志学、马力主编：《中国智造——领先制造业企业模式创新》，第58页。

由条件 (20) 和 (21) 可知, 当信息元在 I_c 中均匀分布时, 系统 I_c 内的熵值会达到最大, 即公式 (22); 下面基于上述论证, 探讨当 $N_i \in (\bar{N}, \delta)$ 时, 信息元 I_c 在 I_c 内的分布情况:

$$S(\bar{N}) - S(N_i) = S_0 - S(N_i) = -K \ln \frac{W(N_i)}{W_0}$$

在平衡态 $N_i = \bar{N}$ 附近做二次泰勒展开并舍去高次项:

$$S(N_i) = S(\bar{N}) + S^{(1)}(\bar{N})(N_i - \bar{N}) + \frac{S^{(2)}(\bar{N})}{2!} (N_i - \bar{N})^2$$

$$\frac{\partial S(N_i)}{\partial N_i} \Big|_{N_i = \bar{N}} = 0, \quad \frac{\partial^2 S(N_i)}{\partial N_i^2} \Big|_{N_i = \bar{N}} < 0, \quad \Delta N = N_i - \bar{N}, \quad D = S^{(2)}(\bar{N})$$

$$S(N_i) = S(\bar{N}) - \frac{S^{(2)}(\bar{N})}{2!} (N_i - \bar{N})^2 = K \ln W_0 - \frac{D(\Delta N)^2}{2}$$

$$P(N_i) = \frac{W(N_i)}{W_0} = \frac{1}{W_0} e^{\frac{S(N_i)}{K}} = e^{-\frac{D(\Delta N)^2}{2K}} \quad (23)$$

由于是满足概率分布的函数, 因此满足归一化:

$$\int_0^\infty e^{-\frac{D(\Delta N)^2}{2K}} d\Delta N = 1 \quad (24)$$

由公式 (23) 与公式 (24) 整理可得如下结果:

$$P(N_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi(\frac{\Delta N}{K})^2}} e^{-\frac{(\Delta N)^2}{2(\frac{\Delta N}{K})^2}} \quad (25)$$

公式 (25) 表明 N_i 在平衡态 \bar{N} 附近的分布近似于高斯分布, 如图 3 所示。

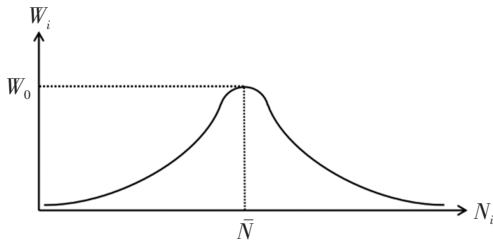


图3 信息元的高斯分布

信息元集合 I_b 在自然状态下被数字技术处理之前可视作均匀进入系统 I_c , 即 $N_i = \bar{N}$, 且 $\sum_{i=1}^n N_i = N$, 之后信息元在 I_c 中平衡分布, 这种数据元扩散行为最终将会使系统 I_c 总熵值达到最大。若信息元集合 I_b 被数字技术处理之后进入系统 I_c , 此时 $N_i \in (\bar{N}, \delta)$, 且 $\sum_{i=1}^n N_i < N$, 则信息元集合 I_b 可被视作不均匀地进入系统 I_c , 之后信息元处于非平衡分布, 因此系统总熵值不会达到最大, 据此提出命题 6。

命题 6: 规模化数据信息库的引入对企业生产系统内部信息熵的影响具有增加效应, 但该效应存在上界。

由命题 4 可知, 数据信息库这一子系统与企业生产的总系统之间形成自组织结构, 企业选择经过数字技术处理后的数据信息库, 从而提升生产要素的生产价值, 进而优化自身的生产模式。当数据信息库以规模化的形式被企业所引入后, 数字技术的处理致使每一子数据信息库的信息体量不同。但在达到一定条件时, 系统就可能从原来无序要素对应的低价值状态转变为有序要素对应的高价值状态。由命题 5 可知, 该规模化数据信息库进入企业生产系统内部后并不会使其信息熵达到最大值, 相对而言, 也就避免了信息熵的极大值所导致信息生产价值的极小值。考虑到在每个自然信息元集合中信息元总量一定的情况下, 具有高价值的信息占比不同, 经数字技术处理之后便以总量不同的新的信息元集合的形式进入系统 I_c 。由此给原系统带来的熵增效应也并非最大的, 与本文所提出命题 4 一致。

三、数据驱动企业新质生产力发展的基本路径

上述研究表明, 在数字技术作用下, 数据要素凭借物质化生产要素进行生产信息的价值创造和积累, 实现数据要素价值报酬递增和可量化累积效应, 促进了全要素生产率的提升, 推动了企业新质生产力的形成。在企业实践中, 通过数据学习和分析, 能够强化技术要素供给, 发现新的商业模式、产品和服务, 推进企业深度转型升级从而实现经济增长。事实上, 作为新型生产要素, 数据要素的介入会促使企业生产函数发生新的变化, 学习效应、规模经济和范围经济会产生新的交叉组合和融合裂变, 数据要素不仅可以依靠自身的数量增加和质量提高来提升生产力, 还可以通过数字技术来优化和升级数据模型, 从而推动技术进步, 进而赋能其他生产要素, 显著增强生产要素价值禀赋。因此, 全面加强数据要素管理, 积极夯实数据要素价值释放的基础支撑, 充分发挥数据要素的“粘合剂”和“助推器”作用,

有助于推动多维度宽领域跨界融合创新，催生企业新质生产力。

（一）加强数据要素战略管理

一是强化数据要素的战略制定。把统筹管理企业数据资源放在企业战略性位置，强化数据驱动发展的战略认识，因地制宜制定数据战略。深入推动数据要素价值重构战略，将数据要素作为驱动企业生产和经营的核心战略资产。明确数据场景清单、数据资产蓝图和数据战略技术路线，充分利用数据资产实现企业业务战略价值。二是强化数据安全战略。建立数据安全管控体系，完善数据安全标识、数据生产约束以及数据安全标准，提高数据安全水平。实现精细化权限管理，制定数据分类和分层控制标识以及内容和明细记录管控规则，加强数据访问、使用和处置的全面管控。推进全面采集、记录和监控数据流动全过程，加强数据风险等级分级、分类，完善自动预报预警体系。三是强化数据战略执行。设立数据战略管理部门，负责数据战略的落地执行，推动跨部门数据协同与共享。建立快速响应的数据战略反馈机制，优化数据业务流程和决策逻辑，加强数据业务流程和应用系统深度融合。强化数据的战略优化能力，通过数据建模，形成业务优化的算法模型，将算法模型部署、集成到数据战略流程应用中，促进数据战略和业务应用之间相互赋能。

（二）提升数据基础设施水平

一是推进数据组织平台化。以新一代数字信息技术运用为基础，加快推动以云计算、大数据、物联网等新技术为依托的数据化结构转型，打造充分利用数据、快速试验创新、持续交付的数据化平台，促进从“信息孤岛”走向“开放生态”，推进组织数据化深度转型升级。二是部署数据分析工具。培育全链路的数据采集、存取和探索能力，提升数据生产、利用和数据产品开发能力。推动数据标准体系在业务场景中落地，加强数据标准体系的测试、验证和优化。引入先进的数据分析工具和AI/ML算法，如Python、R、TensorFlow、Spark等，提升数据挖掘和模型构建能力。整合通信技术、运维技术、数据库技术、开发技术和应用技术，通过云计算、大数据、区块链技术实现对实时、可信、海量数据进行有效地组织、处理和利用，从数据体系上完善数据的整体化承接，实现数据要素价值系统化。三是提升数据智能化处理能力。运用数字建模、数字仿真、数字孪生等技术，搭建基于数据平台的全流程智能化管理系统，充分发挥数据在管理系统应用场景中智能化的驱动作用。畅通大数据分析和高级算法、多级客户交互和客户分析、位置检测技术、高级人机交互接口、模拟仿真、智能联接、智能传感器、物联网平台等多项数字技术的运用，深入优化数据驱动技术的运行支撑。

（三）强化数据分析处理能力

一是培养数据人才团队。高起点实施数据人才强企战略，创新数据人才团队培养体系，为新质生产力提供强有力的“新质数据人才”支撑。完善数据人才培育机制，加强校企合作与人才引进。优化数据人才结构，重点培养具有数据战略能力、数据运营能力和数据分析能力的复合型人才。前瞻性谋划数据人才成长路径，组建由数据分析师、数据科学家、业务专家组成的跨职能团队，提升数据洞察能力和业务理解能力，强化数据驱动人力资本跃升。二是实施数据项目。开展各类数据分析项目，如客户画像、市场趋势预测、运营优化、风险预警等，通过实战提升数据分级技巧和业务影响力。建立数据驱动的流程体系，用行动去改变思想，让数据成为业务流程、组织体系的重要参与要素，再通过数据指标、监测反馈来实现流程体系的更新优化。三是构建数据组织文化。营造“用数据说话、靠数据决策”的企业文化，增强管理者数据意识，减少主观臆断，尊重数据、依据数据管理。倡导开放、协作、持续学习的数据团队文化，鼓励数据人才跨部门、跨职能沟通交流，共同解决复杂数据难题。加强员工对数据驱动发展重要性的认识，提升员工数据认知和数据素养，营造全员数据驱动发展的文化氛围。

（四）推动数据业务融合创新

一是聚焦行业细分领域，推动数据关键核心技术突破。前瞻规划数据基础技术平台、高级数据分析与人工智能技术、数据可视化与交互技术发展方向，整合跨地区跨组织优势资源，集中优势资源共同研发细分领域关键核心技术。二是强化数据业务协同创新。强化数据协同建模、分享互动、进度协同、版本管理和沟通交流功能，建立体系化数据协同创新机制。将创新流程、审批制度及激励措施数据化，强化计算资源管理、算法模型管理和技术工具管理，为协同创新提供方便、快捷、开箱即用的数据集和各类数据技术。建立数据沙箱和测试环境，加快机器人学习和数据建模，建立数据创新人才激励和优化机制，持续挖掘、刺激和调动数据人才的协同创新主观能动性。三是强化数据驱动的创新应用。建立一

站式数据科学开发环境，集成代码编辑、模型训练、版本控制等功能，加速数据科技工作效率。完善数据协同和数据关系规则，强化数据交叉稽核，推进数据加工、分析和挖掘，提升数据创新的价值创造潜能。联合第三方开发者基于企业数据创新开发应用，形成数据创新生态，推动数据价值的社会化实现。

结语

本文从经济系统工程理论出发，将数据向量化构建数据信息库，以此来分析数据生产要素在数字技术作用下的价值重构与积累的过程。进一步地，基于玻尔兹曼分布探讨数据生产要素对于企业其他生产要素变量价值的影响，得到结论：企业通过利用数据要素可形成耗散结构，从而提高其他生产要素的生产价值，进而提升其边际生产力、促进企业技术进步、推动新质生产力形成。与现有研究和文献相比，本文的理论贡献可总结为以下两点：第一，本文提出了一套数理逻辑体系来描述企业数据生产要素价值重构与积累的具体过程，弥补了现有文献有关数据要素化过程中数理模型与底部理论缺乏的问题。第二，本文结合企业实际探讨数据要素驱动新质生产力形成的逻辑，从实践操作层面揭示了数据价值的本质，拓宽了现有研究对于数据价值的认识，为学术界深入研究数据价值界定的理论框架和分析方法奠定了基础。

本文的结论对推动企业新质生产力培育和发展有实践启示意义。在数字信息时代，企业面临着传统生产要素不断贬值、生产价值日趋下降的风险。针对这一问题，根据本文核心命题5可知，企业应积极运用新一代数字信息技术，建立数据信息库，不断更新和丰富自身在生产过程中各个环节的数据要素配置模式，阻止或减缓生产要素贬值的趋势，形成负反馈调节效应，强化生产要素的价值禀赋，实现企业转型升级发展。根据核心命题2—6，把企业新质生产力形成过程融入企业生产函数的变量关系分析中：如果输入变量为生产要素，输出变量为产出水平，影响变量为数据要素，中介变量为要素的生产价值，那么数据要素通过作用于生产要素的生产价值进而提升产出水平，此即数据驱动新质生产力形成的基本逻辑表达。基于此，企业应采取加强数据要素战略管理、提升数据基础设施水平、强化数据分析能力、推动数据业务融合创新等措施，全面强化数据要素价值重构效能，加快推动数据驱动企业新质生产力发展。

（责任编辑：冉利军）