

# 知识建构社区群体认知涌现的系统建模及仿真分析

朱珂, 吴雅欣, 高清慧

(河南师范大学 教育学部, 河南 新乡 453007)

**[摘要]** 知识建构社区诉诸能动性的集体认知责任与生命性的客观知识进化, 契合群体认知主体间建构以及变动性与涌现性的系列路径。为推演知识建构社区群体认知涌现机理, 研究通过追溯复杂系统科学视阈与知识创造隐喻, 从理论上厘清知识建构与群体认知的内涵和关系脉络。基于 SEIR 信息传播模型及弗罗姆涌现层级分析思路, 建立知识建构社区群体认知涌现的定量分析模型。以实证数据为支撑, 采用计算机建模与仿真方法, 测度知识建构社区群体认知系统演化态势。研究发现, 知识演化对群体认知涌现具有自下而上的驱动作用, 群体认知涌现同时自上而下役使知识演化, 知识建构社区为群体认知涌现提供了必要的界域性保障。在复杂教育情境中实现高效群体认知与知识创新, 还需从解蔽知识固化、促发认知生成与重塑学习空间三方面加以关注。

**[关键词]** 知识建构社区; 客观知识; 群体认知; 涌现; 非线性动力系统

**[中图分类号]** G434 **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 朱珂(1982—), 男, 河南南阳人。教授, 博士, 主要从事教育大数据分析应用研究。E-mail: ezhuke@qq.com。

## 一、引言

群体认知根植于社会文化界域的主体间建构, 蕴含着协同冲突与涌现湮灭的哲学旨趣, 形塑了深层知识建构的机制内核, 逐渐成为教育学界核心议题。传统现象学的主体间性肇始于对孤独心灵的认知<sup>[1]</sup>, 随着哲学领域对笛卡尔身心二元论的继承与批判, 认知限于颅内的隐喻几乎消失了。近来, 主体间建构逐渐聚焦于群体维度与社会实践成果。美国认知科学家赫钦斯认为, 群体认知依赖于异质组分的相互作用, 不可简化为个体心智的覆叠<sup>[2]</sup>。加拿大哲学家马里奥·邦格提出意识涌现论, 将认知视为多元要素交织的整体涌现<sup>[3]</sup>。协作学习领域著名学者斯塔尔主张, 多元主体通过参与关联活动场域的知识建构, 为群体认知水平更迭作出贡献, 个体心智亦随之递嬗<sup>[4]</sup>。

通过透视知识创造隐喻和客观知识论可以发现, 知识建构的实质内含群体协同与知识创生间的制衡与统合。一方面, 知识建构弥合了获得和参与隐喻的

割裂, 反对孤立考虑个体元素, 其核心是建立社区的集体认知责任<sup>[5]</sup>。另一方面, 卡尔·波普尔的客观知识论指出, 客观知识以世界 3 为生存基体, 独立于认知主体存在<sup>[6]</sup>。知识建构社区为群体认知提供了构筑要件和发生境域, 形成微观知识与宏观认知层面联动的复杂系统。然而, 囿于认知测量方法与分析技术的限制, 无论是将群体认知分解为理性计算的具象个体, 还是将其还原为封闭、静态过程, 两者都加剧了对系统多层次相互作用功能的偏离。因此, 本研究从复杂系统科学与知识创造隐喻视角出发, 从理论上探讨群体认知与知识建构社区的内涵与关系, 基于非线性动力系统, 定量揭示知识建构社区中群体认知演化趋势。

## 二、研究综述

### (一) 复杂系统科学视阈下的群体认知

群体认知横跨哲学、教育学与复杂系统科学等多个研究领域。20 世纪 90 年代, 以现象学、中介论和对话等哲学为基础的情境认知、分布认知、社会文化活

基金项目: 2022 年河南省高校科技创新团队支持计划“教育大数据分析与应用”(项目编号: 22IRTSTHN031); 2023 年河南省高校哲学社会科学应用研究重大项目“技术赋能视阈下河南促进教师专业发展的行动路径与实施策略研究”(项目编号: 2023-YYZD-12)

动等理论对个体主义探究进路提出挑战,更关注关联活动场域中主体间交互对认知的作用。索耶强调话语中的符号交互作用,认为群体认知涌现于异质观点间相互作用<sup>[7]</sup>。布鲁姆主张新生观点涌现于主体间论证与反证的正负反馈循环,这一过程造就了群体认知的复杂性<sup>[8]</sup>。复杂系统科学视阈下的群体认知强调个体与群体层面持续进化的相互视角,其不可简化为单一或集中倾向主体认知的聚合,这一不可通约性、不可还原性特质保留了对涌现主义观点的认同。

已有研究基于主体间性、分布式认知理论、信息加工理论和系统论等关注群体认知,从内容载体、组织形式与发展过程等不同角度辩证地探讨其发展规律。斯塔尔主张群体认知的涌现经由主体间建构产生的共享资源而引发<sup>[9]</sup>。莱文认为,群体认知意指群体内的社会分布式认知,囊括共享心智模型与交互式记忆系统<sup>[10]</sup>。吉布森基于信息加工等理论,认为积累、交互、检验、整合构成群体认知循环结构<sup>[11]</sup>。甘永成基于系统论提出知识建构与集体智慧学习模型,将集体智慧划分为发散、收敛、凝聚、创新的螺旋上升周期<sup>[12]</sup>。尽管研究者尚未对群体认知达成统一认识,但上述研究均强调了群体认知的主体间性、变动性与涌现性特征。

## (二)知识创造隐喻下的知识建构社区

受社会心理学与社会建构主义观点启发,协作课程环境形成了不同社区模型。知识建构社区模型认为,课堂应定义为协作共同体,且该共同体以社区知识创生为目的<sup>[13]</sup>。相较于其他学习社区,知识建构社区具备两个不同特征:一是诉诸能动性(Agency)的集体认知责任。社区主体在激发自身认知主观能动性的同时,具有“利他主义”倾向,对共同体承担集体认知责任,借助协作问题解决推进群体认知发展。二是诉诸生命性(Animacy)的客观知识进化。知识建构视阈下的客观知识是具备生命性的真实事物,教育主体作为现实世界的实践者持续改进概念制品,并在此过程中促进社区知识进化。

知识创造隐喻超越了获得和参与隐喻,更关注主体系统地建构知识而引发的交互,而非仅为人与人或人与活动之间的交互<sup>[14]</sup>。从知识创造隐喻可以发现:其一,知识建构以社区为基础的共同体,凸显了认知实践中整体贡献视角的不可或缺性。其二,知识建构以社区知识为根本价值归属,创生新质知识的过程被不知不觉地带入了主体间建构。其三,知识建构社区的成员以知识为中介创制的概念制品,由于卡尔·波普尔世界3所蕴含的生命价值判断和创造属性,所以其实然特征转向生命层面<sup>[15]</sup>。卡尔·波普尔的三个世

界理论借助客观知识世界(世界3)的知识进化,予以物理世界(世界1)和主观世界(世界2)抽象中介,赋予客观知识以生命态和内聚能量,使之兼具客观实在性和独立主体性。

## (三)知识建构社区群体认知涌现的内在逻辑

群体认知的发生发展既包含主体间建构,也包含自我维系的社区知识演化。英国演化生物学家理查德·道金斯立足进化论思想,将认知所创造的文化信息单元界定为模因<sup>[16]</sup>。尤里斯·布斯克斯指出,认知缘于基于基因的生物进化和基于模因的知识进化的互动<sup>[17]</sup>。伽赛尔则基于行为主义立场,主张模因存在于行为实践或概念制品生存期内<sup>[18]</sup>。可见,若将知识建构社区的主体视为模因的所有者,那么其在创新概念制品过程中所触发的知识演化即为群体认知涌现的依凭<sup>[19]</sup>。

知识建构社区与群体认知涌现的逻辑,可从绝对与相对、主观与客观、应然与实然三组关系中找到理论依据。(1)知识建构社区的集体认知责任的相对性完善了群体认知主体间建构之路径。知识建构社区的集体认知责任应是相对而不是绝对的,其不否认个体认知价值,而是通过价值转介将个体认知引入社区知识创生过程,建立个体与群体认知价值的沟通机制,满足主体间建构的需要。(2)知识建构社区中知识体系的客观性契合了群体认知变动性之路径。群体认知的变动性要求知识状态内含有有序与混沌动态。知识建构社区中客观知识生命进化回应了群体认知临界、起伏发展的核心问题。(3)知识建构社区的概念制品的实然性彰显了群体认知涌现的路径。知识建构社区中新生理论、解决方案等概念制品的创生,是群体认知普遍建构并维持稳定的外部表征。立足知识建构社区中不可控的知识体系演变,有助于为分析群体认知涌现提供关键视角。

## 三、知识建构社区群体认知涌现的系统模型构建

知识建构社区中群体认知的跨层次涌现要素与原有系统的组分截然不同,这一涌现往往形成新的知识螺旋,社区结构亦随涌现过程变化。本研究基于SEIR模型(Susceptible Exposed Infectious Recovered Model)与弗罗姆的涌现层级框架,结合非线性动力系统,构建知识建构社区的群体认知涌现模型,梳理微观知识与宏观认知的竞合嵌入。

### (一)知识建构社区知识演化的关键阶段

非线性动力学方法在研究有序性与无序性交织的复杂系统方面有独特优势。在教育领域,有很多利

用非线性动力系统解决群体性问题的研究。例如:高晴等通过对关联学习社区知识生产过程的建模与仿真,揭示不同知识生产阶段的影响因素与演化特征<sup>[20]</sup>。晋欣泉等则结合系统动力学与演化博弈模型,探析知识建构行为的演化稳定策略<sup>[21]</sup>。

作为研究信息传播的经典模型,SEIR 模型由最早的 SIR (Susceptible Infectious Recovered Model) 传染病模型发展而来。本研究基于 SEIR 模型,将社区知识分为初始态(Susceptible, S)、流动态(Exposed, E)、交互态(Infectious, I)以及消退态(Recovered, R)四个关键状态。知识状态间存在不同转移规则,S 状态会以  $\alpha$ 、 $\beta$  和  $\lambda$  三种概率转化为 R、I 和 E 状态,E 状态会以  $\delta$  或  $\mu$  概率转为 I 或 R 状态,I 状态则会以  $\gamma$  概率转化为 R 状态,由此通过不同状态密度的改变建立知识发展的关键变量(如图 1 所示),展现知识演变过程,并在不同阶段分析群体认知涌现状态。

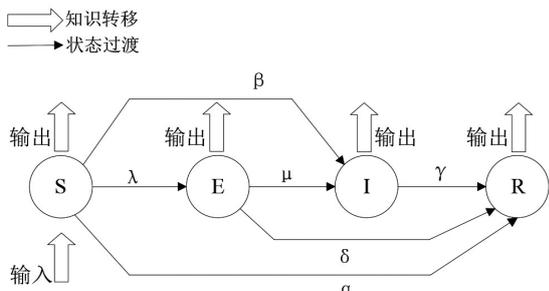


图 1 SEIR 节点知识流动关系

为将隐性知识演化趋势充分外显,本研究通过非线性动力学方法,模拟系统动态、长期的演化趋势,由此突破传统统计概率模型静态、还原的局限。本研究基于上述变量,建立知识建构社区中知识演化的非线性微分动力系统,微分方程组如下:

$$\begin{cases} \frac{dS(k,t)}{dt} = -\lambda k S(k,t) M(t) - \beta k S(k,t) - \alpha k S(k,t) \\ \frac{dE(k,t)}{dt} = \lambda k S(k,t) M(t) - \delta k E(k,t) \\ \frac{dI(k,t)}{dt} = \beta k S(k,t) M(t) + \mu k E(k,t) M(t) - \gamma k I(k,t) \\ \frac{dR(k,t)}{dt} = \alpha k S(k,t) + \delta k E(k,t) + \gamma k I(k,t) \end{cases}$$

式(1)

$S(k,t)$ 、 $E(k,t)$ 、 $I(k,t)$ 、 $R(k,t)$  分别表示在  $t$  时刻时,节点处于 S、E、I、R 状态的相对密度。 $M(t)$  表示在  $t$  时刻任一状态衍生出相连于另一状态的边的条件概率,其计算见公式(2)。其中, $p(m')$  为度分布函数, $\langle m \rangle$  为网络节点中心度, $m'$  为  $t$  时刻与  $m$  相连的状态。

$$p(m' | m, t) = m' \times p(m') \times I(m', t) / \langle m \rangle \quad \text{式(2)}$$

## (二) 知识建构社区的群体认知涌现模型

复杂系统科学视阈下,知识建构社区中的社区知识既是群体认知系统的底层结构要素,也是群体认知涌现的产物<sup>[22]</sup>。知识建构社区通过主体间建构创制全新的概念制品,从而成为客观知识生命态进化的前提。受此影响,知识建构社区中的知识生成具有去主体化、非线性结构特征,相当于一个局域世界模型,遵循小世界、无标度等网络特征。网络中的枢纽节点的度服从幂律分布,因此,知识在增长后不断串联引发的认知涌现是不均衡、高发散性的动态过程。鉴于社区知识与群体认知协同进化、相互关联的对应关系,本研究构建出知识建构社区群体认知涌现模型(如图 2 所示)。

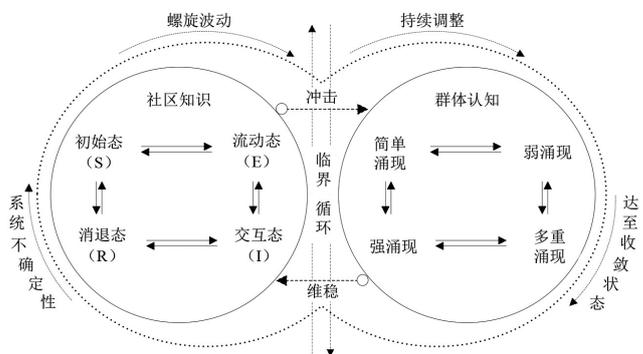


图 2 知识建构社区群体认知涌现模型

知识建构社区中的群体认知并非一成不变,而是在社区知识不断演化的作用下缓慢或急剧调整。群体认知均衡状态经由异质的、不确定的知识冲击与扰动而落空并由此进入失衡状态,继而进行搜寻、试错,直至达到新的收敛状态。本研究结合 SEIR 模型与小世界网络特征,分析知识在网络中的传播规律,将知识建构社区中知识演化过程定义为 S、E、I、R 四种状态:S 指社区成员未进行知识交互的阶段,E 为成员首次进行知识传递行为时的状态,I 指社区的二次续评环节,R 是流动与交互阶段后热点知识逐渐消退的状态<sup>[23]</sup>。

另一方面,弗罗姆提出的复杂系统涌现分析框架,关注不同层级涌现的因果关系及反馈类型,有助于追溯复杂系统涌现现象的原因<sup>[24]</sup>。据此,本研究将群体认知涌现分为“简单涌现—弱涌现—多重涌现—强涌现”四阶段。具体而言,在简单涌现阶段,多元主体基于不同认识创造出意向性知识观点,该阶段是知识观点流动与交互的前提;在弱涌现阶段,知识观点进行交互,形成相对稳定且具有开放性的群体认知结构,以局部知识关联对群体认知产生影响;多重涌现阶段通过异质观点的正负反馈相互作用,达至动态平衡;强涌现阶段则生成新质知识,形成较固定的社区组织,也意味着层级间较强的反馈关系。

#### 四、知识建构社区群体认知涌现的仿真分析

为保证知识建构社区群体认知涌现模型的科学性,本研究基于实证数据,将仿真实验所涉及的变量转化为常量,结合相关赋值方法分析知识建构社区群体认知涌现趋势。

##### (一)初始态—流动态对群体认知涌现的影响分析

本研究以华中地区某高校大三本科开设的“学习科学课程”为案例,采用知识建构教学法,依托知识论坛学习平台开展实证研究。研究人员对收集到的教学数据进行预处理后,累计得到39名学习者的1,057条知识观点,6,310条交互(阅读、收藏和评论等)数据。此外,本研究利用隐含狄利克雷分布模型分析评论区多模态知识观点,结果显示,知识观点以学习科学为中心话题,涉及教育学、物理学、计算机科学等诸多学科领域,不同主题在纵深聚合的同时相互交错演进,为知识状态演化与群体认知涌现奠定了基础。

知识建构社区可被视为符合幂律分布的非同质网络。本研究网络节点的集合定义为A,节点交互关系的集合定义为E,则网络结构为 $G=(A, E)$ 。知识建构社区中成员固定,不存在新增与离散人群。本研究基于收集到的有效数据,对模型参数 $\alpha, \beta, \lambda, \mu, \delta, \gamma$ 进行设置,通过节点间密度转化剖析知识状态演化趋势。根据知识生态理论,知识的关联与交互对知识生态系统演化具有重要驱动作用,知识节点间的交互既延展了多元主体的知识边界,也催发了群体认知水平的更迭。结合实证数据来看,知识建构社区中热点评论出现是群体认知弱涌现显露的前提,也是知识流动与交互的重要基础。本研究将公式(1)中各项参数进行设置: $\alpha=0.1, \beta=0.2, \mu=0.3, \delta=0.3, \gamma=0.1, \lambda$ 设置为0.01, 0.05, 0.08,得出社区知识状态演化趋势(如图3所示)。

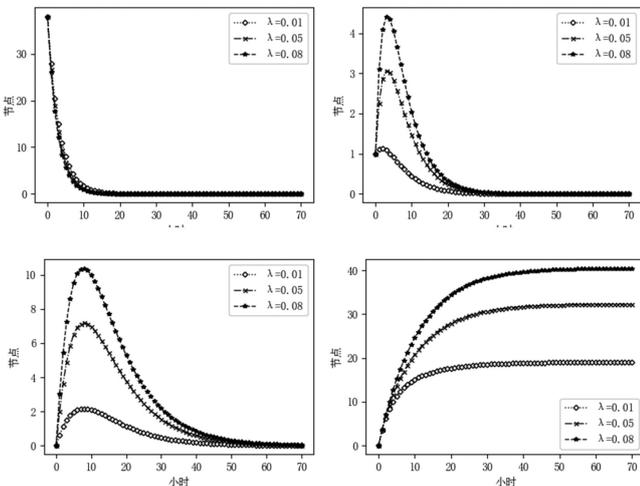


图3 不同 $\lambda$ 值对知识初始、交互、流动与消退态密度的影响

由图3可知,随着 $\lambda$ 的持续增大,知识交互态密度达至峰值。知识转入流动状态的密度越多,其所对应的交互越为频繁、激烈,表明知识流动与知识交互呈正相关。对于知识消退态来说, $\lambda$ 值越大,知识流动与交互的效率就越低。整体来看,交互、整合异质知识的过程对群体认知弱涌现具有促进作用,参数 $\lambda$ 的增大引起流动态与交互态密度显著增长,从而提升了群体认知弱涌现的概率。马里奥·邦格指出,新质的涌现缘于复杂系统低层级组分的非线性相互作用<sup>[9]</sup>。群体认知在知识建构社区中多元知识生成、异质知识交互的双重不确定性作用下持续更迭,并进一步调整知识演化趋势。值得注意的是,意见领袖或领域专家的参与程度对于二级评论区的关注度、讨论度发展有导向作用。此外,交互态中的热点评论作为知识建构社区中知识流动的催化剂,加速了平台二级评论区知识关联效率,也引发了多源不相关新质知识的生成与汇聚,成为多重涌现与强涌现发轫之始。

##### (二)流动态—交互态对群体认知涌现的影响分析

本研究将模型 $\alpha, \beta, \lambda, \delta, \gamma$ 参数设置为 $[0.1, 0.2, 0.3, 0.2, 0.1]$ 五个值,通过参数 $\mu$ 值的变化来衡量流动态—交互态密度发展趋势(如图4所示)。

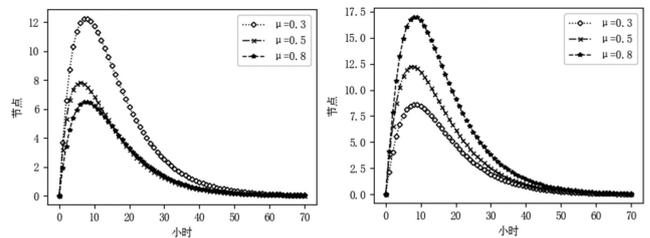


图4 不同 $\mu$ 值对知识流动态和交互态密度的影响

参数 $\mu$ 代表了知识流动态与交互态的转化概率,知识论坛二级评论区数量的增加是流动态与交互态转变最明显的体现。由图4可知,随着 $\mu$ 值不断增大,知识流动态密度随之递减,反之,交互态密度则呈现出增长趋势。在知识建构社区的二级评论区中,热评衍生了诸多新生异质知识,不同节点交织攀缠为群体认知涌现提供了涨落、重组的临界状态。群体认知弱涌现显露于二级评论区,同时通过知识高阶交互过程为多重涌现以及强涌现状态奠定了基础。高阶交互不同于传统的网络结构,其特征为通过单链路连接两个以上个体形成的高阶链接。新旧知识共存,并经过冲击、试错与搜寻过程,促使群体认知达至动态平衡,甚至形成相对固定的组织结构,并对知识状态演化产生向下因果力。然而,曲线演化轨迹最终会逐渐聚合,表明知识建构社区中知识交互态的密度始终低于知识流动态,这实际上也意味着并非所有的弱涌现都能

实现更高层级跃迁。

### (三)交互态—消退态对群体认知涌现的影响分析

知识消退态是知识建构社区中热点评论消退时的知识演化轨迹,在此阶段群体认知涌现概率较小。本研究将模型 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\lambda$ 、 $\delta$ 、 $\mu$ 参数设置为[0.1,0.2,0.3,0.2,0.1]这五个值,对参数 $\gamma$ 的数值不断调整。

知识流动态与交互态随着 $\gamma$ 值的增大而减少,且在知识消退态中,知识流动态与知识交互态密度远小于其他知识转化过程(如图5所示)。随着 $\gamma$ 值的增大,知识消退态密度迅速上升并直达顶峰,说明随着热评逐渐降温,知识观点的生命进入衰减期。然而,结合实际案例分析可以发现,在知识交互态持续转化为消退态的过程中,仍有少量热评出现,表明群体认知弱涌现仍会显露。这一点值得注意,知识并不是以线性规律朝着固定方向进化,部分已经进入终结状态的知识观点,一旦具有一定的前瞻性,仍有可能进一步发展甚至引发更高层级的涌现现象<sup>[25]</sup>。

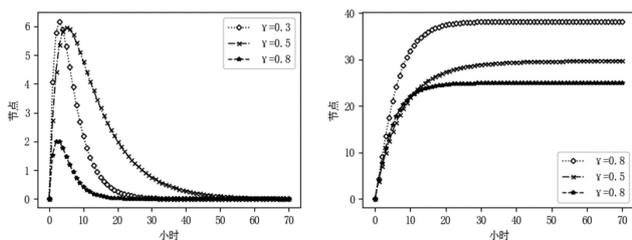


图5 不同 $\gamma$ 值对知识交互态和消退态密度的影响

## 五、研究结论与建议

本研究以“个体认知—主体间建构—群体认知”生成图景为参照,通过正视主体间建构过程的知识生成,在“起点”个体认知与“终点”群体认知之间建立起直接关联。此外,本研究以SEIR模型及弗罗姆的涌现层级框架为参照,初步形成知识建构社区的群体认知涌现模型,并引入非线性动力系统对模型进行仿真,所得结论与建议如下:

### (一)研究结论

#### 1. 自下而上:知识演化对群体认知涌现的驱动

依据仿真实验结果,社区知识非线性、自组织的发展对维系群体认知涌现有驱动作用。其一,群体认知从简单涌现到弱涌现的转变,与参数 $\lambda$ 密切相关。弱涌现的存续源于分歧性知识冲突,知识观点的流动行为都伴随着成员自发完成的主体间建构。其二,参数 $\mu$ 对群体认知从弱涌现变迁至多重涌现及强涌现状态产生了重要影响。在参数 $\mu$ 的作用下,知识交互效率与交互域持续演变,对多重涌现及强涌现形成向上的启动限制。其三,尽管知识消退态显示大部分知

识已进入衰减期,但在此阶段知识流动态的演变仍会导致弱涌现出现。若将群体认知视为大脑,将多元主体基于异质知识的交互视为神经连接,那么群体认知的发展并非事先设计的过程,而只能从无数神经元相互连接、自发演变中涌现出来<sup>[26]</sup>。

#### 2. 自上而下:群体认知涌现对知识演化的役使

知识建构社区中群体认知的涌现对知识状态演化有向下役使作用。依据协同学役使原理,作为整体的系统在形成时,便具备了自身的特征与潜在性,系统涌现对低层次组分具有自上而下的控制、协调及选择等因果效力。结合实证案例可发现:一方面,群体认知多重涌现与强涌现影响了社区的知识分布结构。知识流动态向交互态转变过程中,不同共同体倾向于维护自身的一致性,因此,知识节点发展自由度降低,边缘的知识节点逐渐终结。另一方面,知识演变向上升起的集体效应,对其本身发展路径及通畅性产生了规约作用。群体认知涌现形成相对固定的社区组织,而局部生态中知识节点的数量、流向与速率也随之改变。正如亚当·斯密提出的“看不见的手”的概念表明,群体层面具有违背人们自然直觉的系统特性,对底层元素有向下因果效力<sup>[27]</sup>。

#### 3. 迭代循环:开放情境对系统发展的界域性保障

知识建构社区中群体认知的涌现总发生在特定情境中,一旦脱离特定情境,就容易将认知发展建立在固定、还原的基础上。在既定的认知发展中,主体间建构的未知性与不确定性被遗漏,发展社区知识等同于所有人理应维护的先设路径。然而,结合具体交互情境可发现,不同认知主体往往有不同诉求,正是不同主体间差异化的知识势差、交互意愿等才促成群体认知系统的更迭。结合仿真实验结果,新旧社区结构、知识观点的演化,与主体数量、交互时间与空间等临界值密切相关。公平、互惠的协作网络,有助于增强学习者知识共享意愿,提升知识资源配置效率及群体认知边界的可触达范围<sup>[28]</sup>。知识建构社区为不同主体创设了开放情境,社区内的分布结构产生了界域性,由此形成主体间建构的“场”,而这正是群体认知系统迭代、循环,赖以生存和发展的基础条件。

### (二)研究建议

#### 1. 解蔽知识固化:以自组织发展为导向

知识体系自组织发展的基本过程,有助于冲破知识固化的遮蔽。群体知识结构呈互补型分布且具有可渗透边界时,群体对替代性解决策略具备较高接受度,由此引发基于认知冲突调节的知识自组织发展,相较于封闭的社会关系调节,更能有效促进群体认知

发展<sup>[29]</sup>。反之,若成员的重叠知识量较大,群体的冗余工作将会增加,群体的资源可用性、决策能力以及灵活性降低<sup>[30]</sup>。教育工作者应将个体认知嵌入社会文化关系网络节点,既关注个体信息内化过程及策略,同时借助分散、较不稳定的自组织发展,扩大学习主体的知识圈、塑造知识体系的自身结构。

## 2. 促发认知生成:以深层次创新为靶向

群体认知自主生成特性是深层次创新背后的实践理据。前者的推动力是后者的基础与前提,后者则是前者的延伸与展开形态,二者相互依赖发展离不开概念制品的工具性中介作用。以概念制品为中介的创新活动,为“主体”与“他者”对话创设了以知识为媒介的传播场域,促使主体在重视主体间建构的过程中建构客观知识,更能有效推动群体认知位阶升级。在教育实践中,教育工作者应关注群体认知载荷,注重任务的有效性和冗余度,以灵活、弹性的动态适应性调整,实现共时与历时规则下社区知识动态演进,把握

知识创新的时机,最大限度推进认知自主生成过程。

## 3. 重塑学习空间:以开放式协作为取向

重塑融通资源优势与关系优势的开放式协作学习空间,可消解固化、先设协作网络对群体创新的阻抑危机。一方面,多模态、人工智能等技术可赋能智能反馈机制与空间建设。有效的反馈机制与环境能够正向调节群体信任困境,对群体创造性成果产出有促进作用<sup>[31]</sup>。然而,依托智能技术打破形式化、程序化、同质化教育顽疾的同时,需扩大人主观能动的自由意志的反身性空间,避免将个人与群体塑造为标准机器。另一方面,分布式、跨界域、松散的社区结构更能够满足群体持续变动的复杂需求。随着协作学习领域理论与实践研究的演进,社会文化背景从次级边界约束转变为核心因素,开放式协作为群体认知实践提供了更丰富的社会境脉。未来应持续探索知识建构与群体认知的跨层次涌现规律在实际教学中的迁移应用,为教育数字化转型进程中的拔尖创新人才培养提供效力支撑。

## [参考文献]

- [1] STAHL G. Group cognition: computer support for building collaborative knowledge(acting with technology)[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 2006: 433-436.
- [2] HUTCHINS E. Cognition in the wild[M]. Cambridge, MA: MIT Press, 1995: 101.
- [3] 马里奥·邦格. 涌现与汇聚:新质的产生与知识的统一[M]. 李宗荣,李成芳,等译. 北京:人民出版社, 2019: 225-228.
- [4] STAHL G. Theories of cognition in collaborative learning [M]// TEOKSESSA HMELO-SILVER C, CHINN C A, CHAN C K, et al. The international handbook of collaborative learning. New York: Routledge, 2013: 82-97.
- [5] ZHANG J, SCARDAMALIA M, REEVE R, et al. Designs for collective cognitive responsibility in knowledge-building communities [J]. The journal of the learning sciences, 2009, 18(1): 7-44.
- [6] SCARDAMALIA M, BEREITER C. Knowledge building: theory, pedagogy, and technology [M]. New York: Cambridge University Press, 2006: 97-115.
- [7] SAWYER R K. Social emergence: societies as complex systems[M]. New York: Cambridge University Press, 2005: 132-135.
- [8] BLOOM J W. Discourse, cognition, and chaotic systems: an examination of students' argument about density [J]. The journal of the learning sciences, 2001, 10(4): 447-492.
- [9] STAHL G. From intersubjectivity to group cognition[J]. Computer supported cooperative work (CSCW), 2016, 25: 355-384.
- [10] LEVINE J M. Socially-shared cognition and consensus in small groups[J]. Current opinion in psychology, 2018, 23: 52-56.
- [11] GIBSON C B. From knowledge accumulation to accommodation: cycles of collective cognition in work groups [J]. Journal of organizational behavior, 2001, 22(2): 121-134.
- [12] GAN Y, ZHU Z. A learning framework for knowledge building and collective wisdom advancement in virtual learning communities [J]. Educational technology & society, 2007, 10(1): 206-226.
- [13] FISCHER F, HMELO-SILVER C E, GOLDMAN S R. International handbook of the learning sciences [M]. New York: Routledge, 2018: 295-305.
- [14] 曾文婕. 关注“知识创造”:技术支持学习的新诉求[J]. 电化教育研究, 2013, 34(7): 17-21, 52.
- [15] 卡尔·波普尔. 客观知识——一个进化论的研究[M]. 徐炜光,卓如光,等译. 上海:上海译文出版社, 2015: 123-128.
- [16] 理查德·道金斯. 自私的基因[M]. 卢允中,张岱云,陈复加,等译. 北京:中信出版社, 2018: 221-230.
- [17] 尤里斯·布斯克斯. 进化思维:达尔文对我们世界观的影响[M]. 徐纪贵,译. 成都:四川人民出版社, 2018: 182-190.

- [18] LYNCH A. Units, events and dynamics in memetic evolution [J]. *Journal of memetics –evolutionary models of information transmission*, 1998, 2(1): 5–44.
- [19] BEREITER C. *Education and mind in the knowledge age* [M]. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 2005: 68–75.
- [20] 高晴, 段金菊. 关联学习社区知识生产过程的系统动力学建模及仿真分析[J]. *电化教育研究*, 2022, 43(12): 78–85.
- [21] 晋欣泉, 姜强, 赵蔚. 基于系统动力学的知识建构行为演化博弈模型及仿真分析[J]. *远程教育杂志*, 2022, 40(1): 103–112.
- [22] 魏屹东. 认知系统: 结构、功能与特征[J]. *系统科学学报*, 2024(4): 40–48.
- [23] 储节旺, 李佳轩. 知识生态系统中知识演化及智慧创生研究——以知乎社区为例[J]. *情报理论与实践*, 2022, 45(9): 51–58.
- [24] 王志鹏, 张江. 复杂系统中的因果涌现研究综述[J]. *北京师范大学学报(自然科学版)*, 2023, 59(5): 725–733.
- [25] 蒋纪平, 满其峰, 胡金艳, 等. 在线协作知识建构的知识进化: 内涵、本质与模型[J]. *开放教育研究*, 2022, 28(6): 52–59.
- [26] REITER –PALMON R, HERMAN A E, YAMMARINO F J. Creativity and cognitive processes: multi-level linkages between individual and team cognition[J]. *Research in multi-level issues*, 2015, 7(7): 203–267.
- [27] 亚当·斯密. 国富论[M]. 唐日松, 赵康英, 冯力, 等译. 北京: 华夏出版社, 2017: 327.
- [28] 朱珂, 丁庭印, 付斯理. 元宇宙赋能大规模超域协同学习: 系统框架与实施路径[J]. *远程教育杂志*, 2022, 40(2): 24–34.
- [29] DOISE W, MUGNY G. The cooperative game and the coordination of interdependent actions [J]. *The social development of the intellect*, 1984, 132(1): 33–55.
- [30] DECHURCH L A, MESMER –MAGNUS J R. The cognitive underpinnings of effective teamwork: a meta-analysis [J]. *Journal of applied psychology*, 2010, 95(1): 32–53.
- [31] 朱珂, 张斌辉, 张瑾. 教育数字化转型中师生主体性的缺失风险与复归策略[J]. *电化教育研究*, 2024, 45(4): 52–58.

### System Modeling and Simulation Analysis of Group Cognition Emergence in Knowledge Building Community

ZHU Ke, WU Yaxin, GAO Qinghui

(Faculty of Education, Henan Normal University, Xinxiang Henan 453007)

**[Abstract]** The knowledge building community appeals to the collective cognitive responsibility of agency and the objective knowledge evolution of vitality, which aligns with the inter-subjective construction of group cognition and a series of paths characterized by variability and emergence. In order to deduce the mechanism of group cognition emergence in knowledge building communities, this study traced back the perspectives of complex systems science and the metaphor of knowledge creation, and theoretically clarified the connotation and relationship between knowledge building and group cognition. Based on the SEIR model and Fromm's Emergent Hierarchy Analysis, a quantitative analysis model of group cognition emergence in knowledge building communities was established. With empirical data as support, computer modeling and simulation methods were employed to measure the evolutionary trends of group cognitive system in knowledge building communities. It is found that knowledge evolution plays a bottom-up driving role in the emergence of group cognition, while the emergence of group cognition, in turn, exerts a top-down influence on knowledge evolution, with knowledge building communities providing the necessary domains for the emergence of group cognition. To achieve efficient group cognition and knowledge innovation in complex educational contexts, attention should be paid to unveiling knowledge solidification, stimulating cognitive generation, and reshaping learning spaces.

**[Keywords]** Knowledge Building Community; Objective Knowledge; Group Cognition; Emergence; Nonlinear Dynamical System