

# 学习共同体演化动态及其参与者交互模式研究

## ——数据驱动的社会认知网络分析

彭文辉, 王中国, 上超望, 史玲玲

(华中师范大学 人工智能教育学部, 湖北 武汉 430079)

**[摘要]** 混合式学习中创建并维持混合式学习共同体,有助于发展和维持动态平衡的跨界学习关系和认知过程,从而激发批判性思考和优化知识建构。研究采用数据驱动的社会认知网络分析方法,探索混合式学习共同体演化动态及其与参与者交互模式发展之间潜在的关联。研究表明:以问题导向策略组织的学习共同体演化动态呈现短周期性,受时间契约影响;在线学习共同体中参与者交互模式动态变化,交互关系由生一师交互为主发展为生一生交互为主,高交互分组偏好于生一生交互,表现出较高的知识建构水平;参与者在不同学习共同体中存在较为一致的表现,与学习共同体相互影响;高成就组参与者注重发展和维持动态平衡的跨界学习和连贯一致的认知过程。基于研究结果,建议在混合式教学中发展和维持多样化学习共同体,鼓励同侪互动和跨界协作学习,提供动态教学支架进行动态干预。

**[关键词]** 混合式学习共同体; 演化动态; 交互模式; 社会认知网络分析

**[中图分类号]** G434

**[文献标志码]** A

**[作者简介]** 彭文辉(1964—),男,湖北红安人。教授,博士,主要从事学习分析、在线学习行为研究。E-mail:pwh@mail.ccnu.edu.cn。王中国为通讯作者,E-mail:china\_wzg@163.com。

### 一、引言

混合式学习将成为未来教育的“新常态”<sup>[1]</sup>,相比传统课堂或纯在线课程,混合式学习情境中,学习者更易产生较强的共同体意识<sup>[2]</sup>,创建并维持组织形式多样化的学习共同体,有助于激发协作反思和批判性对话<sup>[3]</sup>,促进知识建构和深度学习<sup>[4]</sup>。混合式学习共同体的演化过程与其参与者交互模式的多维关联研究,有助于构建混合式学习共同体活动机制<sup>[5]</sup>,引领学习者在协商、对话、合作、参与中走向卓越<sup>[6]</sup>,对混合式学习的教学设计和实践具有重要现实意义。

学习共同体的理念和实践在不断延伸和拓展,如探究共同体<sup>[7]</sup>、实践共同体<sup>[8]</sup>和知识建构共同体<sup>[9]</sup>等。混合式学习将面对面学习和在线学习有机整合<sup>[10]</sup>,其学习共同体可以看作一种混合式探究共同体<sup>[11]</sup>或混合

式学习共同体<sup>[12]</sup>,具有空间多维性、时间动态性、身份互嵌性<sup>[9]</sup>等特征:(1)在空间维度上,“网络学习共同体”<sup>[13]</sup>、“面对面学习共同体”等多种组织形式学习共同体相生相融,学习共同体可以是在线协作学习的论坛或协作小组,也可以是社会、学校、课堂、分组等,具有多情境、跨空间、泛在性特征。(2)在时间维度上,混合式学习共同体在参与者持续交互过程中形成、发展、解体和循环,动态演化并有其生命周期。(3)从参与者属性来看,由于跨越地域空间和虚实边界的消融,共同体参与者具有成员关系“脱域”<sup>[14]</sup>、人员结构异质和身份多重互嵌等特征,并具有共同目标、共同意识、共同愿景<sup>[5]</sup>。虽然多数研究将在线协作学习空间或分组及组内成员作为分析单元,但一些研究指出混合式学习交互具有跨空间交互、多情境转换等特征<sup>[16]</sup>,参与者也可以从跨越分组边界中受益<sup>[17]</sup>。混合式学习共同体

基金项目:2019年国家自然科学基金课题“信息生命周期视角下教育大数据隐私泄露风险评估与追溯消解机制研究”(课题编号:61977036)

的参与者在学习过程中产生有差异的交互模式<sup>[18]</sup>和协作知识建构<sup>[19]</sup>。多数研究关注学习者—客体(学习材料和界面)、学习者—学习者、学习者—教师之间的交互。但在真实学习情境中,三类交互行为呈现不同的频次或强度,存在不同的认知活动过程和认识因果耦合<sup>[20]</sup>,产生隐性和显性的协同知识建构。因此,深入理解混合式学习共同体的演化动态及与其参与者交互模式发展变化之间的关联,有助于发展和维持动态平衡的跨界学习关系和认知过程,从而优化知识建构<sup>[21]</sup>。

然而,混合式学习共同体的演化动态与其参与者交互模式之间的多维关联研究仍面临诸多挑战<sup>[22]</sup>。从分析维度来看,现有研究关注课堂学习共同体机制或在线学习共同体的交互特征分析<sup>[23]</sup>,缺乏混合式学习共同体及其参与者交互模式之间潜在关联的研究<sup>[24]</sup>;从分析方法来看,现有研究多基于交互结果数据进行静态分析,难以跟踪和可视化个体、群体的交互特征和动态过程<sup>[25]</sup>。张婧婧等人对在线学习交互的网络分析方法进行了回顾和展望,认为基于动态网络分析视角发现交互演化规律与机制成为研究重点<sup>[26]</sup>。而社会认知网络分析为探究参与者在线交互模式与认知过程的潜在关联<sup>[5,16]</sup>,提供了一个新的研究思路。

基于上述分析,本研究在“信息技术与课程整合”课程的教学中,以问题/项目为导向,采用多样化的学习共同体组织策略,设计多样化认知活动场景和学习活动。基于多维关联的数据,采用社会网络分析(交互关系)、内容分析(认知过程及层次)、认知网络分析(建模连接结构)等研究方法,对混合式学习共同体及其参与者交互模式特征进行多维、关联、动态化的表征和分析,主要探究三个基本问题:(1)在时空跨度上,混合式学习情境中,学习共同体在其参与者持续的交互过程中如何演化?(2)学习共同体演化过程中,其参与者的交互模式具有哪些特征?(3)学习共同体演化过程与其参与者交互模式发展之间存在哪些关联?

## 二、研究设计

### (一)研究对象及教学设计

本研究使用的数据源于华中地区某大学的“信息技术与课程整合”课程,授课时间为2018年9月至2019年1月,采用混合式教学方式,其中课堂教学为每周2课时,共36课时。课程参与对象为大学本科三年级学生,相同专业的两个班级共计75人(分别为38人、37人),其中男生21人(28%)、女生54人(72%)。

课程共设置11个讨论主题、5个分组协作项目、

7次课前在线反馈测试、4次自评/互评、1次试卷考试。在线学习共同体的组织策略采用跨班级形式,即两个班级使用一个共同的在线学习平台。教师按照课程进度发布主题讨论帖(主帖),学生以回复的方式发表自己的观点和问题(发帖行为),以再回复的方式对他人发表的观点进行论证(回复行为)。学习者围绕11个讨论主题开展在线协作学习活动,每个主题平均7~10天,形成相对独立又前后关联的学习共同体。课堂教学环节,两个班级独立授课,时间相差1天,授课方式相同,采用组内/组间讨论、分组汇报/展示、自评/互评、教师重点讲授和点评等形式。协作分组在班级内随机生成后保持稳定,协作分组通过角色分工、线上(微信、QQ群组)与线下讨论协商,参与讨论主题的分组讨论和汇报,协作完成项目任务和作品展示,逐步形成小组学习共同体。

### (二)研究思路与方法

面向数据驱动的学习共同体演化及其参与者交互模式特征研究过程,主要包括数据采集与预处理、数据分析、分析结果解释三个部分,分析方法主要包括社会网络分析、交互内容分析和认知网络分析,如图1所示。

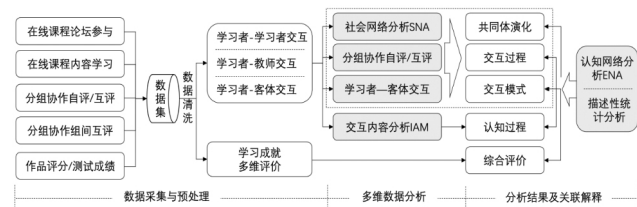


图1 研究过程

其中交互分析模型(Interaction Analysis Model, IAM)用于异步在线讨论内容分析<sup>[27]</sup>,将在线协作知识建构划分为五个阶段:分享与解释(KC\_I)、认知冲突(KC\_II)、意义协商(KC\_III)、检验修正(KC\_IV)、达成与应用(KC\_V),KC\_I、KC\_II划分为低层次知识建构(KC\_L),KC\_III、KC\_IV、KC\_V看作高层次知识建构(KC\_H)<sup>[28]</sup>。社会网络分析(Social Network Analysis, SNA)用于分析学习者之间的交互关系和交互特征,主要包括生—师交互(O\_ST)、生—生交互(O\_SS)和节点的SNA特征值。SNA特征值和IAM编码结果用于探索个体和群体的交互模式与认知层次之间的联系<sup>[29]</sup>,并采用认知网络分析(ENA, Epistemic Network Analysis)<sup>[30]</sup>可视化呈现和解释复杂的认知结构<sup>[31]</sup>,建模学习者交互关系和认知过程的连接结构,追踪和表征参与者多维交互之间的多维关联。本研究采用Python3.8+Networkx 2.5可视化学习者在线交互关系

和交互模式特征,使用 Julia1.5.2+rENA2.0.0.1JS 包进行认知网络分析和建模数据中的连接结构。

### (三)数据采集与处理

#### 1. 在线协作学习交互信息与知识建构编码

该课程在一学期内共产生 3738 条课程资源学习记录,1915 次讨论区浏览,807 条帖子,共 191822 字,数据预处理结果见表 1。研究选取 803 条有效发帖,以每条有效帖子作为一个编码单元,按照 IMA 的五个知识建构层次进行编码。两位研究生背靠背对帖子内容文本进行编码,编码结果一致性为 0.83。最终编码中,不一致的编码结果经过两者协商达成共识,编码结果见表 1。其中有效帖子为内容与主题相关的帖子;最大子题层次(O\_PD)为对每个观点的有效回复

帖子数量(每增加 1 次回复,层次数加 1);深层交互子题数为交互层次 $\geq 5$ 的子题数。

#### 2. 在线学习参与描述性统计分析及 SNA 特征值

对采集的 803 条发帖及回复关系数据进行预处理,采用 Python 3.9+Networkx 2.5 进行可视化处理,生成在线学习共同体的整体社群图,如图 2 所示。11 个讨论主题形成相对独立又关联的在线学习共同体,其社群图为图 2 中子图(a)~(k),社群图中 S1、S2、S3……节点代表不同的学习者,T 节点为教师,节点的 SNA 特征值见表 2。多维评价数据主要包括参与者自我评价、组内互评、组间评价、考试成绩等,课前反馈测试,150 份自评和小组协作互评量表(基于评价量规),多维评价和在线参与的描述性统计结果见表 2。

表 1 在线协作学习交互信息与知识建构编码结果

主题 维度	11 个在线协作讨论主题 T1—T11											汇总
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	
有效帖子	71	70	47	63	68	153	65	84	56	67	59	803
最大子题层次	2	3	5	9	5	13	6	12	11	9	9	/
深层子题数	0	0	1	5	2	8	4	4	4	5	4	/
KC_I	51%	70%	55%	63%	56%	61%	78%	42%	39%	37%	29%	54%
KC_II	39%	26%	34%	22%	28%	30%	22%	44%	26%	22%	34%	30%
KC_III	3%	0%	7%	13%	13%	9%	0%	9%	29%	33%	24%	12%
KC_IV	3%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	3%	1%
KC_V	4%	3%	4%	2%	3%	0%	0%	5%	4%	8%	10%	3%

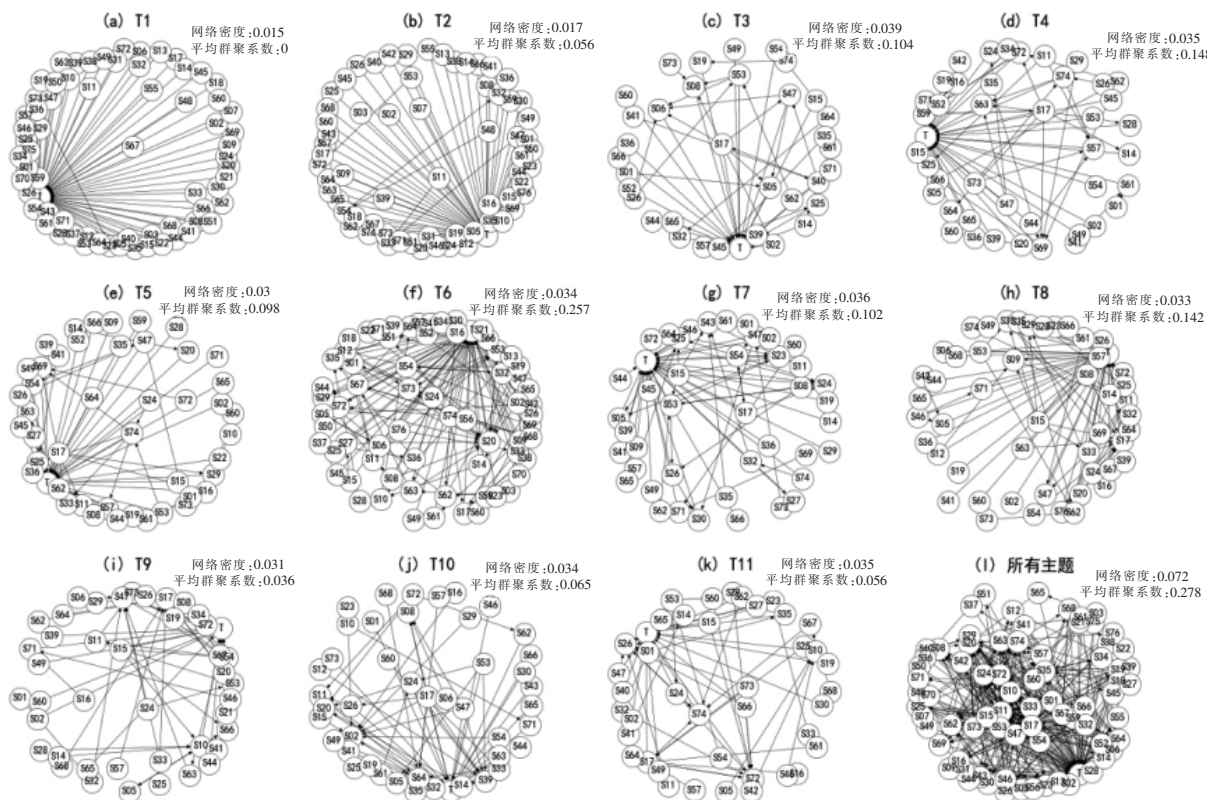


图 2 在线学习共同体演化过程及其参与者交互模式特征

表 2

在线学习参与描述性统计分析 &amp; SNA 特征值

指 标	个案数	平均值	标准差	指 标	个案数	平均值	标准差
知识点访问率 OC_KPR	75	0.168	0.155	作品成绩	75	86.867	7.982
课程访问次数 OC_LR	75	1.000	0.952	考试成绩	75	80.267	8.617
课前测试正答率 OC_TCR	75	0.730	0.184	综合评分	75	81.481	7.247
在线发帖数 O_PC	75	10.72	4.743	节点聚集系数 SNA_NC	75	0.266	0.156
深层子题数 O_PD	75	2.480	2.892	节点度中心性 SNA_DC	75	0.126	0.118
发帖长度高于平均值 O_PL	75	3.133	2.983	节点入度中心性 SNA_IDC	75	0.057	0.066
组间互评评分 CG_GS	11	83.946	4.804	节点出度中心性 SNA_ODC	75	0.069	0.065
协作同伴互评 CP_GS	75	88.329	4.497	节点接近中心性 SNA_CC	75	0.188	0.152
协作反思字数 CP_RL	75	556.658	410.714	节点中介中心性 SNA_BC	75	0.010	0.019

### 三、结果分析

#### (一) 在线学习共同体演化动态及其特征

在时间维度上,11个主题的在线学习共同体动态演化过程如图3所示。

从图3(a)可以看出,在独立时间线上,基于不同主题的在线学习共同体,其形成、发展和消亡呈现明显的周期性,前3~6天是快速发展阶段。图中11个讨论主题的在线学习共同体,其生命周期与时间契约并不完全一致。图3(b)显示,在整体时间线上,学习共同体的快速发展阶段更为集中,平均3~4天。图3(b)尾部,Else部分反映了图3(a)中各讨论主题时间契约之外的学习者参与行为。进一步分析遵守时间契约参与者和违背时间契约参与者的交互模式特征,发现两类参与者发帖数占比分别为85.95%和14.05%,深层次交互数量分别为372和34条,高层次知识建构(KC\_III—KC\_V)占比分别为90.7%和9.3%,发帖文本字数均值分别为253.2字和149字,存在显著性差异。

#### (二) 在线学习共同体演化过程及其参与者交互模式的发展变化

通过SNA可视化在线学习共同体形成过程中参与者交互关系,其带权有向社群图,如图2所示。

从图2可以看出,不同主题对应的在线学习共同体,其交互关系整体呈现稀疏的社会网络结构;图2中“所有主题”社群图的平均群聚系数0.278,也呈稀疏结构特征。在时间维度上,参与者交互模式发展变化呈现阶段性特征:课程初期(T1和T2)学习共同体中生—师交互数量(S—T节点之间连接)较多,生—生交互极少;课程中期,随着学习者逐步适应教学组织策略和学习活动安排,从子图(c)—(h)可以看出,生—生交互数量(S节点之间连接)逐步增多,深层次交互子题数(见表1)也增多;课程后期,以生—生交互为主,生—师交互数量较少,参与者数量也减少。这一现象与其他研究结果一致,即学习共同体及其参与者交互模式都随时间动态发展,在线群体往往需要大量的时间来成长和发展,最初参与这些共同体的人往往很少,而且参差不齐<sup>[32]</sup>。

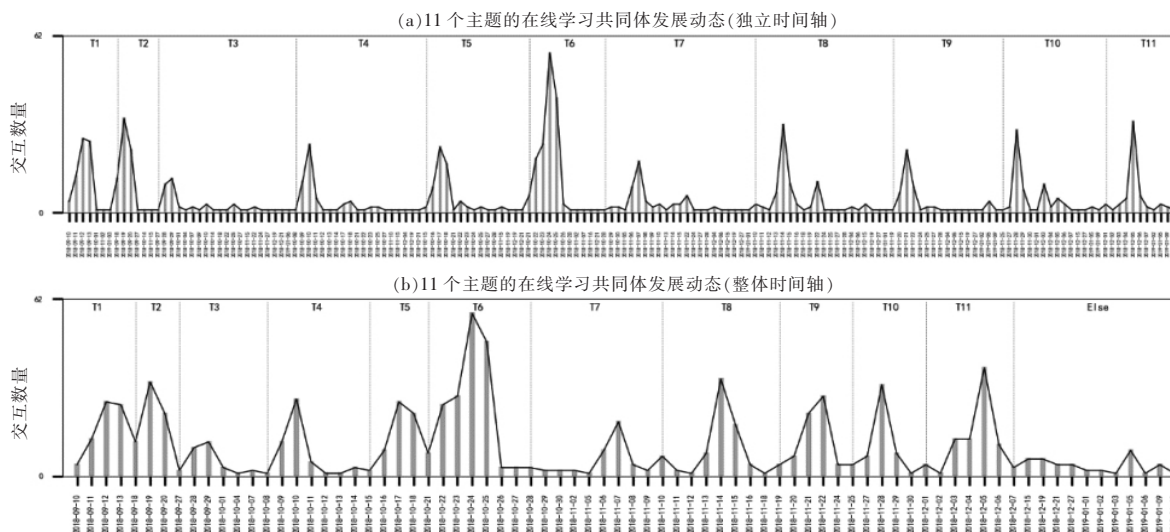


图3 在线学习共同体动态发展过程

### (三)在线学习共同体中高、低交互参与者的社会认知网络分析

将参与者 SNA 分析结果的节点度中心性排序后,以前 50%为界<sup>[33]</sup>将参与者分为高交互参与组、低交互参与组。将指标 KC\_I、KC\_II、KC\_III、KC\_IV、KC\_V、O\_ST、O\_SS、O\_PD、O\_PL,按照 ENA 数据格式要求降维编码,以交互参与分组、参与者为分析单元,生成可视化认知网络结构,如图 4 所示。其中节点对应于交互特征值编码,节点大小反映了分布权重,节点之间的连线反映了两个特征值编码连接或共现的相对频率。

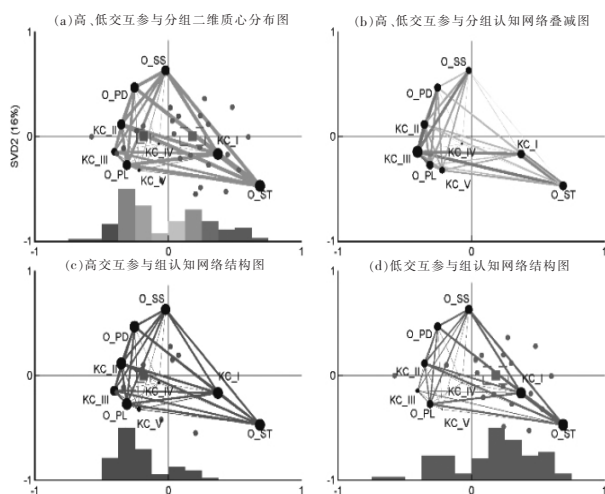


图 4 高交互参与者与低交互参与者认知网络结构图

ENA 分析结果显示高交互参与者和低交互参与者在交互模式和认知过程方面存在显著性差异(高交互参与者  $M=-0.77$ ,低交互参与者  $M=0.73$ , $t=6.78$ , $p<0.001$ , $Cohen's d=1.55$ )。图 4 中(a)、(b)、(c)显示,高交互参与者在 O\_SS、O\_PD、O\_PL、KC\_III、KC\_V 等节点具有较高权重(节点大小),除 KC\_I—O\_ST 连接之外,其他交互指标连线权重较大,共现性较高。高交互参与者在 O\_ST 和 O\_SS 都有较高的参与,但 O\_SS 与高层次知识建构的共现性更高,这与其他研究结果一致,即学习者与同伴讨论时,对信息的反应更积极,参与的讨论也更深入<sup>[34]</sup>。图 4 中(a)、(b)、(d)显示,低交互参与者在生—师交互(O\_ST)、低层次知识建构(KC\_I)分布较多,叠减图(b)显示低交互组的 KC\_I—O\_ST 连线权重较大,两者共现性较高。对交互内容分析发现,低交互参与者在在线交互以回复教师所发主题帖为主,发帖内容多为提问和内容分享。

### (四)学习共同体、参与者和参与者交互模式发展之间的关联

对 11 个小组学习共同体(G1—G11 小组,每个小组 6~8 人)中参与者的在线知识建构层次、组间评价、课程综合评分进行对比分析。小组内各知识建构层次

分布情况,结果如图 5 中子图(a)所示;小组学习共同体组间评分和参与者课程综合评分的分布及均值情况如图 5 中子图(b)和(c)所示。

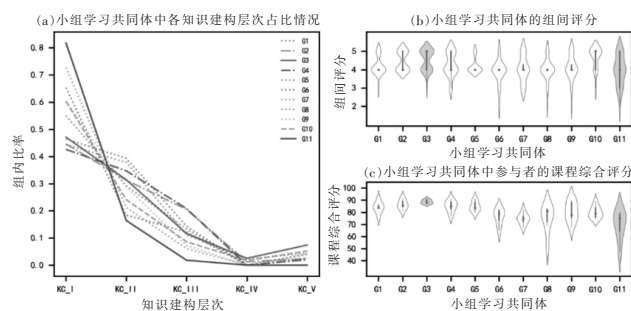


图 5 小组学习共同体多维关联分析

从图 5 中子图(a)可以看出,11 个小组的高层次知识建构整体偏低,这与其他采用 IAM 分析框架的相关研究结果类似<sup>[35]</sup>。其中 G3 小组的高层次知识建构占比最高(KC\_III—KC\_V 分别为:0.12,0.02,0.074);G11 小组的高层次知识建构占比最低(KC\_III—KC\_V 分别为:0.02,0,0)。图 5 中子图(b)、(c)显示,G3 小组的组间评分、其参与者课程综合评分的均值和高分分布都相对较高,G11 小组的组间评分和其参与者课程综合评分的均值均处于最低水平,低评分分布较多。图 5 中其他小组在三个子图中的分布位置较为一致,即组间互评评分、组内成员在线知识建构层次分布均值和参与者综合评分之间呈现较高的一致性关系。同时,对在线学习共同体中参与者交互对象关系进行分析,结果显示,在线学习共同体中的生—生交互行为,交互对象属于同一物理班级的交互行为占比达 74.06%。

### (五)高、低学习成就分组交互模式特征的社会认知网络分析

综合 SNA 分析指标、交互模式、交互参与和综合评分等测量指标,对指标值进行归一化处理,部分指标参照个体加权因子的计算方法计算权重进行编码。对测量指标进行独立样本  $T$  检验,剔除  $sig.>0.05$  的特征值,选取其中的 9 个交互指标进行认知网络分析。根据综合评分将学习共同体参与者按照通常采用的前 50%为分界,分为高分组(37 人)和低分组(38 人),认知网络分析结果如图 6 所示。

图 6 显示,高分组与低分组在交互参与、交互模式和认知过程方面存在显著性差异(高分组  $M=-0.61$ ,低分组  $M=0.60$ , $t=-9.89$ , $p<0.001$ , $Cohen's d=2.29$ )。从图 6 中子图(b)可以看出,与低分组相比,高分组在 OC\_TCR、OC\_KPR、CP\_RL、O\_PL、SNA\_ODC、O\_PC、KC\_H 分布较多,各指标共现性较高,参与在线协作学习过程中以回答他人问题和参与问题讨论为

主,而不是回答教师的问题或提出问题。从图6中子图(c)可以看出,高分组在各指标的分布权重较为均衡。图6中子图(b)可以看出,低分组在小组协作、在线学习活动参与和测试、在线协作讨论中参与较少,以低知识建构(KC\_L)和提问为主(SNA\_IDC);从图6中子图(d)可以看出,低分组在各指标的分布权重不均衡,部分学习环节缺失,认知过程不连贯。

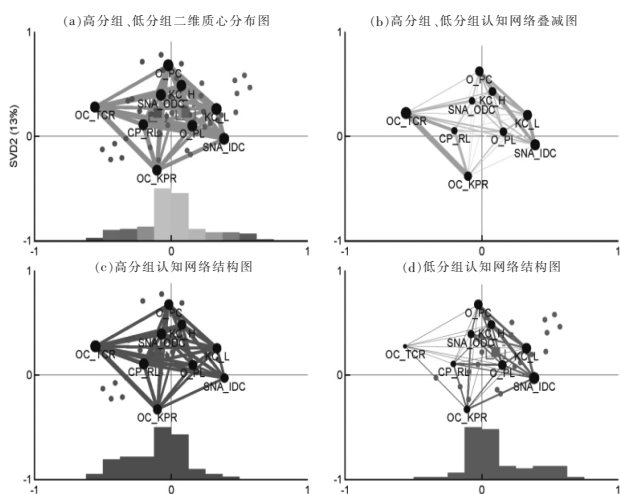


图6 高分组、低分组参与者交互模式认知网络结构图

#### 四、结论与讨论

##### (一) 在线学习共同体的演化过程呈现明显的短周期性,受契约和组织策略的影响

本研究选择的混合式学习情境中,共设置11个在线讨论话题,参与者在参与观点分享和讨论过程中,形成11个相对独立有相互关联的学习共同体。在时间进程上,这些学习共同体的演化过程呈现出明显的周期性(见图2),且发展时间较短,这与讨论话题的组织策略和时间契约有关,教学中教师要求参与者在约7天内参与一个主题在线协作讨论。另外结果显示在线学习共同体中遵守时间契约的参与者,高层次知识建构分布明显高于非及时参与者。建议教学过程中,明确学习共同体的时间契约,唤起参与者责任,引导学习者及时参与在线话题讨论有助于促进观点分享和碰撞,有助于维持学习共同体和优化协同知识建构。

##### (二) 学习共同体演化过程中,其参与者交互模式动态发展,呈现不同特征

在时间进程上,参与者交互模式具有两个明显的特征:从交互的关系对象来看,交互关系从初期的生—师交互为主,转变为生—生交互为主,学习者通过对

话、协商、合作、参与融入学习共同体,并从边缘参与转为核心参与<sup>[36]</sup>;从参与行为和社会网络中节点SNA特征值来看,高交互参与模式和偏好生—生交互的参与者,高层次知识建构的分布较高。然而,低交互参与模式和“潜水者”仍占有较高的比例。建议在教学过程中,提供混合式教学动态支架,针对学习共同体阶段性发展特征进行干预,以促进和维持学习共同体发展。如在混合式教学初期应着重创设让学习者彼此信任的在线交互环境,教师需要更多地鼓励和引导<sup>[37]</sup>,建立对学习共同体的归属感;教学后期,教师应减少非必要的干预,减少“直接指导”,给予学习者更多的协作探究机会<sup>[38]</sup>。教学设计和实施过程需注重各学习活动中认知过程的连贯性,鼓励学习者维持动态平衡的跨界学习和连贯一致的认知过程。

##### (三) 参与者、参与者交互模式、学习共同体之间存在多维关联

结果显示,参与者、参与者交互模式、学习共同体之间存在相互关联:11个小组学习共同体的组间协作互评、交互模式及认知过程、学习成就,三者之间存在不同程度的组间差异性和组内一致性(见图5),即参与者与学习共同体、不同学习共同体之间,存在较高的一致性关联;不同组织形式的学习共同体之间,边界消融但又相互影响,参与者的群体关系在不同学习共同体之间传递和映射,即在社会互动视角下,人与人、人与群体、群体与群体等在心理和行为上相互影响<sup>[39]</sup>。建议在学习共同体的组织形式上,采用多样化学习共同体组织策略,如分组形式能够促进较为稳定、持续的交互,提高学习共同体的凝聚力,班级形式的学习共同体促进不同观点的分享和碰撞,激发反思和批判性思维,让参与者从跨界协作学习中受益。

本研究采用社会认知网络分析方法,探讨了学习共同体演化过程、参与者、参与者交互模式发展之间的关联,得出了三点有意义的结论。但本研究也存在一定的局限性:一是研究对象、研究条件和数据来源具有一定的特殊性,研究结论难以推广到所有混合式学习情境;二是混合式学习促进了网络学习空间与物理学习空间的融合,不同组织形式的学习共同体相生相融,学习共同体的理念和实践仍在不断延伸和拓展,对其演化机制的认识仍不全面和深入。今后的研究中,将结合混合式教学动态支架,基于群体动力学,探索混合式学习共同体演化机制和干预措施。

#### [参考文献]

- [1] DZIUBAN C, GRAHAM C R, MOSKAL P D, et al. Blended learning: the new normal and emerging technologies [J]. International

- journal of educational technology in higher education, 2018, 15(1):1-16.
- [2] JORDAN R H. Blended learning and sense of community: a comparative analysis with traditional and fully online graduate courses[J]. International review of research in open and distance learning, 2004, 5(2):53-62.
- [3] 吴彦茹.混合式学习促进大学生批判性思维能力发展的实证研究[J].电化教育研究, 2014, 35(8):83-88.
- [4] DECUYPER S, DOCHY F, VAN DEN BOSSCHE P. Grasping the dynamic complexity of team learning: an integrative model for effective team learning in organisations[J]. Educational research review, 2010, 5(2):111-133.
- [5] 马志强,管秀.面向多维关联的社会认知网络分析——协作学习交互研究的新进展[J].远程教育杂志, 2020, 38(6):96-103.
- [6] 纪河,朱燕菲.继承与创新:由共同体走向学习共同体[J].中国远程教育, 2019, 537(10):74-79.
- [7] GARRISON D R, ANDERSON T, ARCHER W. Critical inquiry in a text-based environment: computer conferencing in higher education[J]. The Internet and higher education, 2000, 2(2-3):87-105.
- [8] MACGILLIVRAY, ALICE. Digital habitats: stewarding technologies for communities[J]. Emergence complexity & organization, 2009.
- [9] ZHANG J, SCARDAMALIA M, REEVE R, et al. Designs for collective cognitive responsibility in knowledge-building communities [J]. Journal of the learning sciences, 2009, 18(1): 7-44.
- [10] GRAHAM C R, WOODFIELD W, HARRISON J B. A framework for institutional adoption and implementation of blended learning in higher education[J]. Internet & higher education, 2013, 18(jul.): 4-14.
- [11] GARRISON D R. E-Learning in the 21st century: a community of inquiry framework for research and practice (3rd Edition)[M]. London: Routledge/Taylor and Francis, 2017.
- [12] 李志河,周娜娜,秦一帆,等.网络学习空间下混合式学习共同体活动机制构建[J].中国电化教育, 2019, 392(9):104-111.
- [13] 万力勇,赵呈领,廖伟伟,疏凤芳.基于QQ群的网络学习共同体社会互动研究[J].电化教育研究, 2012, 33(9):54-58, 68.
- [14] 赵健.基于结构洞理论的教师学习共同体中间人角色分析[J].电化教育研究, 2013, 34(2):27-31.
- [15] 卢强.学习共同体内涵重审:课程教学的视域[J].远程教育杂志, 2013, 31(3):44-50.
- [16] 田阳,陈鹏,黄荣怀,曾海军.面向混合学习的多模态交互分析机制及优化策略[J].电化教育研究, 2019, 40(9):67-74.
- [17] AKKERMAN S F, BRUINING T. Multilevel boundary crossing in a professional development school partnership [J]. Journal of the learning sciences, 2016(25):240-284.
- [18] CHENG K H, TSAI C C. A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors-ScienceDirect[J]. Computers & education, 2019(140):103600-103600.
- [19] KENT C, LASLO E, RAFAELI S. Interactivity in online discussions and learning outcomes [J]. Computers & education, 2016(97): 116-128.
- [20] 穆肃,王孝金,冯冠朝,等.在线同步教学中交互的设计与实施[J].中国电化教育, 2020, 406(11):52-59, 66.
- [21] NURIA, HERNADEZ-NANCLARE, ANA, et al. Making the most of "external" group members in blended and online environments [J]. Interactive learning environments, 2016, 25(4):467-481.
- [22] 马蕾.“技术热”背景下学习共同体的哲学反思与本真意蕴[J].重庆高教研究, 2020, 8(2):62-71.
- [23] 刘清堂,张妮,朱姣姣.教师工作坊中协作知识建构的社会网络分析[J].中国远程教育, 2018, 526(11):61-69, 80.
- [24] WU J Y, NIAN M W. The dynamics of an online learning community in a hybrid statistics classroom over time: Implications for the question-oriented problem-solving course design with the social network analysis approach[J]. Computers & education, 2021(166): 102-120.
- [25] 朱珂.网络学习空间中学习者交互分析模型及应用研究[J].电化教育研究, 2017, 38(5):43-48.
- [26] 张婧婧,杨业宏,王焯宇,陈丽.国际视野中的在线交互与网络分析:回顾与展望[J].电化教育研究, 2019, 40(10):26-34.
- [27] ZHANG S, LIU Q, CHEN W, et al. Interactive networks and social knowledge construction behavioral patterns in primary school teachers' online collaborative learning activities[J]. Computers & education, 2017, 104(JAN.): 1-17.
- [28] 梁云真,朱珂,赵呈领.协作问题解决学习活动促进交互深度的实证研究[J].电化教育研究, 2017, 38(10):87-92, 99.
- [29] MARTIN, REHM, WIM, et al. The impact of hierarchical positions on communities of learning [J]. International journal of computer-supported collaborative learning, 2015, 10(2):117-138.
- [30] LANG C, SIEMENS G, WISE A, et al. Handbook of learning analytics [M]. New York: Society for learning analytics research, 2017:

175-187.

- [31] 张思,邓露,邓伟,夏丹,上超望.网络研修社区中教师对话反思的认知网络分析——以语文“齐心协力教师工作坊”为例[J].电化教育研究,2020,41(7):42-47.
- [32] ARGUELLO J, BUTLER B, JOYCE E, et al. Talk to me: Foundations for successful individual-group interactions in online communities[C]// In conference on human factors in computing systems-proceedings, Montréal, Quebec, Canada, 2006, 2: 959-968.
- [33] DUAN J, XIE K, HAWK N A, et al. Exploring a Personal Social Knowledge Network (PSKN) to aid the observation of connectivist interaction for high and lowperforming learners in connectivist massive open online courses [J]. British journal of educational technology, 2019(50): 199-217.
- [34] JAGGARS S S, XU D. How do online course design features influence student performance?[J]. Computers & education, 2016, 95 (Apr.):270-284.
- [35] HUANG-YAO H, SCARDAMALIA M, MESSINA R, et al. Fostering sustained idea improvement with principle-based knowledge building analytic tools[J]. Computers & education, 2015,89(C): 91-102.
- [36] 时长江,刘彦朝.课堂学习共同体的意蕴及其建构[J].教育发展研究,2008(24):26-30.
- [37] ZHAO H, SULLIVAN K P H. Teaching presence in computer conferencing learning environments: Effects on interaction, cognition and learning uptake[J]. British journal of educational technology, 2017, 48(2): 538-551.
- [38] 冯晓英,孙雨薇,曹洁婷.“互联网+”时代的混合式学习:学习理论与教学法基础[J].中国远程教育,2019(2):7-16,92.
- [39] 张红波,徐福荫.基于社会网络视角的学习共同体构建与相关因素分析[J].电化教育研究,2016,37(10):70-76,103.

## Research on the Evolutionary Dynamics of Learning Community and Its Participants Interaction Patterns —Data-driven Social Epistemic Network Analysis

PENG Wenhui, WANG Zhongguo, SHANG Chaowang, SHI Lingling

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central Normal University, Wuhan Hubei 430079)

**[Abstract]** Creating and maintaining a blended learning community in blended learning is conducive to developing and maintaining a dynamic and balanced cross-border learning relationship and cognitive process, thus stimulating critical thinking and optimizing knowledge construction. This study adopts the data-driven social epistemic network analysis to explore the evolutionary dynamics of blended learning community and its potential relationship with the development of participant interaction patterns. This study shows that the evolutionary dynamics of learning communities organized by problem-oriented strategies are short-periodic, and affected by time contracts. The interactive pattern of participants in online learning community changes dynamically. The interactions are mainly developed from student-teacher interaction to student-student interaction. The groups with high interactions prefer student-student interaction, showing higher levels of knowledge construction. And participants show consistent performance in different learning communities, interacting with the learning community. Participants in the high achiever group focus on developing and maintaining dynamic and balanced cross-border learning and coherent cognitive processes. Based on the research results, it is suggested to develop and maintain diverse learning communities in blended teaching, encourage peer interaction and cross-border collaborative learning, and provide dynamic teaching scaffolding for dynamic interventions.

**[Keywords]** Blended Learning Community; Evolutionary Dynamics; Interaction Pattern; Social Epistemic Network Analysis