

《现代远程教育》网络首发论文

题目: 基于交互主题的在线学习知识创造研究
作者: 吴磊, 王欣然, 范丽鹏, 吴思思, 谭金波
DOI: 10.13927/j.cnki.yuan.20220218.001
网络首发日期: 2022-02-22
引用格式: 吴磊, 王欣然, 范丽鹏, 吴思思, 谭金波. 基于交互主题的在线学习知识创造研究[J/OL]. 现代远程教育.
<https://doi.org/10.13927/j.cnki.yuan.20220218.001>



网络首发: 在编辑部工作流程中, 稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定, 且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式(包括网络呈现版式)排版后的稿件, 可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定; 学术研究成果具有创新性、科学性和先进性, 符合编辑部对刊文的录用要求, 不存在学术不端行为及其他侵权行为; 稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准, 正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性, 录用定稿一经发布, 不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容, 只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认: 纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊(光盘版)》电子杂志社有限公司签约, 在《中国学术期刊(网络版)》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版, 以单篇或整期出版形式, 在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊(网络版)》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物(ISSN 2096-4188, CN 11-6037/Z), 所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

基于交互主题的在线学习知识创造研究

吴磊¹, 王欣然¹, 范丽鹏², 吴思思¹, 谭金波¹

(1. 山东师范大学, 山东 济南 250014; 2. 南京理工大学, 江苏 南京 210094)

[摘要] 随着连通技术与联通主义理论的支持与深入, 在线学习中学习者兼具知识消费者与知识生产者双重角色, 知识创造被视为主要的学习结果。知识创造理论与模型的研究逐步涌现, 但是仍缺乏量化方法对知识创造过程与规律有效揭示。为此, 研究基于知识创造隐喻理论, 以主题“人造物”视角, 引入主题抽取方法与社会网络技术对英语课程学期内 7430 条在线交互内容深度挖掘与全面分析。研究发现: 知识创造交互主题紧密围绕教学内容呈现动态变化规律, 与社交网络节点位置显著相关, 且具有长度适中、深度差异以及概率明显等特点。

[关键词] 在线学习; 知识创造; 学习隐喻; 主题挖掘; 社会网络分析

[中图分类号] G434 **[文献标识码]** A

一、引言

Web2.0 时代, 在线学习逐渐成为线下学习的重要补充。在线学习提供了灵活与丰富的交互方式, 如“学习者—资源”交互、“学习者—学习者”交互、“学习者—教师”交互, 在教学时空限制下帮助学习者自由建立连接、意义交互以及知识管理, 彰显出未来教育的形态与优势。随着连通技术与联通主义理论的支持与深入, 在线学习更加强调学习者不仅是知识的消费者, 也是知识的生产者, 能够借助同步或异步等方式协同参与知识生产过程, 自主获得必要的知识与技能, 最终实现知识创造^[1]。从加涅与布鲁姆等学习目标分类理论开始就将知识创造作为高阶认知教育目标, 虽然后期陆续出现了知识转移模型^[2]、知识共享机理^[3]等研究, 但是如何识别在线学习中知识创造仍停留在理论与模型探讨阶段。

相对用户原创内容 (User Generated Content) 为核心的社交平台, 在线学习的教育特性尤为突出。在线学习的交互主题主要围绕特定学习内容开展, 且与学科领域与课程知识紧密相关。而且, 这些交互主题被视为知识传播与组织的有效载体, 通常由一系列相关特征词表示, 反映了学习者兴趣倾向、信息加工与概念理解等特征^[4]。知识创造隐喻 (Knowledge Creation Metaphor) 作为第三代技术支持学习理论, 认为在线学习以知识创造为目标的协作学习过程, 交互主题为知识创造主要“人造物”。该理论突破了传统获得观、参与观的学习思维与认识局限, 连接了在线学习知识创造的过程与结果, 提供了基于交互主题监测学习者知识创造过程新视角。本研究拟从知识创造隐喻理论为指导, 以交互主题为线索发掘学习者

【基金项目】 山东省自然科学基金资助项目“网络学习空间知识扩散机制与测度研究”(编号: ZR2021QF069)。

【作者简介】 吴磊, 博士, 山东师范大学教育学部讲师; 王欣然, 山东师范大学教育学部硕士研究生; 范丽鹏, 南京理工大学经济管理学院博士研究生; 吴思思, 山东师范大学教育学部硕士研究生; 谭金波 (通信作者), 博士, 山东师范大学教育学部副教授, 硕士生导师。

在线学习知识创造的现象与规律。

学习者在不同在线学习交互层次网络中实现知识的创造,不同社交网络位置的学习者在知识创造中扮演的角色、发挥的作用有所不同^[9]。学习者根据自身兴趣参与到不同的主题和社群讨论中,在与内容与资源的不断交互过程中形成了自己的人际与知识网络^[6]。处于核心地位的学习者不仅是知识流动的控制者,还具有较高的反思水平和批判性思维能力^[7]。例如,学习者在社会网络中的出度、入度以及中间中心性等特征间接反映了学习者的认知参与水平^[8];学习者认知深度、广度与交互主题有着密切的关系,有效的网络共同体可以实现个体与集体知识的共同提升^[9]。虽然这些研究表明社会网络结构与知识管理活动存在一定内在联系,但是外显社交行为与知识创造联系仍一直有待验证。

当前聚焦于知识创造研究仍较为薄弱,直至 Teo 等研究基于知识创造隐喻理论量化在线论坛中概念人造物、材料人造物^[10],才重新为在线学习知识创造研究带来了意义的方法借鉴。在此基础上,通过引入数据挖掘技术、社会网络方法等,进一步研究了知识创造重点与变化规律,以及解释内在知识创造如何促进外在社会网络形成,以期为在线学习知识创造的有效开展与精确干预提供理论参考与方法借鉴。

二、研究综述

(一)知识创造隐喻理论

围绕技术对学习作用,先后出现了获得隐喻、参与隐喻以及知识创造隐喻等理论。获得隐喻认为,学习即学习者获得的知识,强调学习者利用材料与资源最终获得知识、技能或习惯等过程^[11]。这种观点仅注重利用既有的学习工具实现学习目的、获得学习结果,“学习者”被视为知识的“拥有者”,而“心灵”被认为是填充某些知识的“容器”。参与隐喻认为,学习是不同学习者共同参与协作完成的过程,学习者在情景学习、概念互动过程中掌握了必要的知识^[12]。这种观点开始重视学习情景在学习过程的重要性,学习者不再是获取所有物进行知识填充的人,而被认为是活动的参与者,但无法解释多元技术以及联通主义视角下知识层面“膨胀”现象。知识创造隐喻理论解释了新兴技术支持下学习者知识生产过程,强调学习者通过在社区协作过程,获得个人知识和生产新知识^[13]。学习理解为参与探究的过程,例如,发现和转化过程对新的或实质性事务进行探究,逐渐解决了问题与困惑。期间,学习者兼具知识的消费者与生产者双重角色,在参与社区中的协作活动中获得个人知识,并创造对整个社区或自身建构需要的新知识。知识创造结果被视为“人造物”,“人造物”又可以分为概念性与材料性两类,前类主要为主题、概念、观点等^[14],后类主要为资源链接、文件链接、附件等^[10]。实践研究中,Teo 解释了主题、词语视为概念性“人造物”的原因,因为前者是不同观点碰撞产生结果,后者是形成相关概念的基本构件^[10]。本研究主要从概念性“人造物”主题视角揭示学习者在线学习知识创造过程。

(二)主题挖掘研究

LDA (Latent Dirichlet Allocation) 是挖掘文本中关键词与潜在话题的概率模型。LDA 作为典型的词袋模型,将文档视为由若干词有机构成。然后,通过构建文档、主题、单词三层贝叶斯概率图模型,借助无监督方式高效获取到隐含的主题。该方法消除了互动内容分析中

经验式判断和过渡人为主观干预的局限^[15]，已被广泛应用于在线教育挖掘中。徐亚倩等利用 LDA 模型分析了 cMOOC 中的交互数据，抽取了不同交互内容的主题概率分布情况，描述了不同个体在交互过程中概念数量贡献度、概念热度贡献度^[8]。针对师生在线学习论坛，左明章等^[16]利用开源分词系统将师生交互内容分词，结合 LDA 与 k-means 聚类方法实现对交互内容主题特征分析。刘三女牙等^[17]以 MOOC 中“财务分析与决策”为线上课程数据来源，利用 LDA 自动抽取了不同类别的学习者（完成者/未完成者）的话题，并基于时间序列展示了话题演化规律。彭晔等将时间参数与 LDA 话题模型有效结合，动态追踪了 SPOC 中学习者共同体、个体以及内容层面演化的规律与特点^[18]。这些研究不仅利用 LDA 快速获取了交互内容中相关主题，还基于概率分布、时间演化等多维度分析了交互内容变化特点与典型特征，达到动态透视学习者在线学习规律的作用。

（三）在线学习社交研究

在线学习中具有不同网络属性与结构的学习者承担着不同的学习任务，掌握不同的知识交互主动权^[19]。在网络属性方面，学习个体的点入度、点出度、接近中心度、特征向量中心度等对学生的学习绩效都具有显著正向影响^[20]。在以网络学习空间等为媒介开展的在线学习中，学生频繁社会交互形成了较为精密的网络。其中，核心参与者和边缘参与者在入度与出度有较大差异，且现有交互质量都处于较低层次，高层次交互现象只是偶尔出现^[21]。导致这种现象的原因不仅与处于核心地位学习者发言评论频次、发帖字数的交互行为与特征有密切关系^[16]，还与在线学习者的交互倾向或对象有紧密的关联^[22]。在网络结构层面，主要考虑了特定共同体、普通社群的影响，如李梅等研究了 87 位“现代教育技术学”课程的线上异步学习交互行为，发现协同学习共同体的凝聚力对交互质量有重要影响，处于核心地位的学习者能够很好地起到组织管理与情感沟通的作用^[23]。荣芳研究了英语网络教学交互情景，发现网络社群中心度高的学习者承担着中介作用，对学习共同体的英语实践能力提升具有积极作用^[24]。

综上所述，知识创造隐喻理论揭示了学习者知识管理过程，主题是知识创造重要“人造物”，将为知识创造挖掘方向提供理论基础。在技术上，LDA 是常用的主题抽取方法，能够应对文本中复杂的数据处理与归类，为量化知识创造提供方法支持。在社交上，学习者的知识管理与社会网络关系密切，清晰学习者内部知识生产过程与外部行为关系，可为培养与干预知识创造提供精确策略支持。为此，本研究提出以下研究问题：

- （1）在线学习中学习者知识创造过程重点是什么？有怎样变化规律？
- （2）在线学习中学习者的网络位置与知识创造有什么关系？
- （3）在线学习中学习者的知识创造有什么特征？

三、研究设计

（一）研究对象和数据来源

本研究的数据来源于中国中部某大学云平台开设的“英语国家文学史及文学作品选读”在线论坛数据。该课程是英语专业课程，主要培养学生阅读、欣赏、理解英文文学原著的能力，增进学生对西方文学及文化了解。统计发现，共有 209 名师生参与了线上课程。为保证

在线学习的有效进行，共有 2 名教师参与了线上讨论环节。期间，教师通过引导与鼓励学生分享英文作品、名言等方式，努力提升学生的英语文学素养。学生积极地就学习的热点、难点自由地发帖与回帖，共同解决疑惑或增强知识与技能。本研究以周为时间间隔（共计 14 周），统计该课程学期内每周在线论坛的发帖量，如图 1 所示。结果显示共计 7430 条交互内容，平均每周发帖量为 530 条，可为揭示学习者知识创造过程提供充实的数据来源。

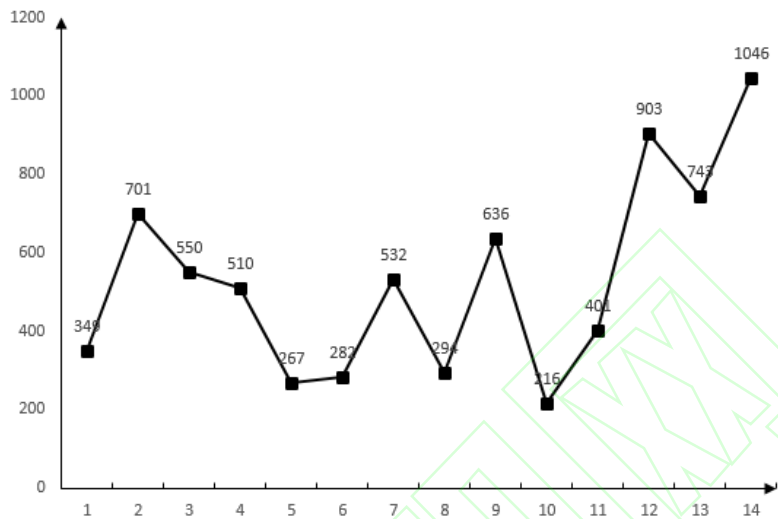


图 1 在线论坛每周发帖量

(二) 研究流程与方法

在线论坛数据主要有发帖与回帖两种活动，包含了内隐交互内容与外显交互行为两类数据。如图 2 所示，在线论坛数据处理主要包括了三个阶段：数据预处理、数据挖掘与数据分析，支持内隐知识挖掘与外显行为识别，旨在全面剖析学习者的知识创造机制。

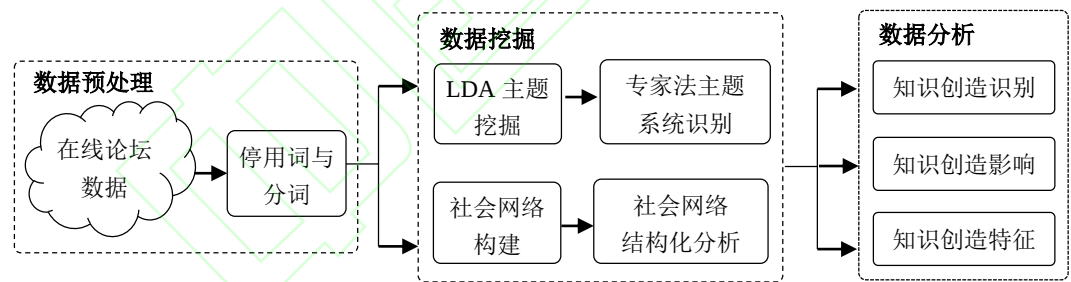


图 2 研究过程

(1) 数据预处理。统计发现语料 95%的交互内容是中文，剩余 5%的交互内容混合中英文。为保障主题挖掘的有效性，特邀请 2 名英语专业的研究生对英文交互内容进行翻译。之后，对在线论坛数据进行清洗，包括停用词处理、分词处理。鉴于中文语义的复杂性，停用词采纳了中文停用词表、哈工大停用词表以及百度停用词表。同时，构建了自身停用词词典，如微软、雅黑、本贴、编辑、宋体等格式化描述，确保能够清除无关词语。针对本研究领域语料的特殊性，还增加了领域词典，如研讨课、傲慢与偏见、动物庄园、外国人、老友记等词以提升分词的准确性。最后，利用 ICTCIAS 分词系统，实现对交互内容的快速分词。

(2) 内隐知识挖掘。本研究使用了 genism 工具包中 LDA 模型，基于 python 编程语言

实现主题挖掘与相关分析，主要步骤如下：一是设置交互主题的数量，以预处理语料为 LDA 模型的输入，训练 LDA 模型；二是基于训练的 LDA 模型，预测每条交互内容的主题概率；由于交互内容平均长度少于 100 字符，设定每条交互内容仅属一个主题，并以最大预测概率主题作为最终主题；三是通过专家分析，统筹对不同预测主题命名达到知识创造识别；四是基于时间序列了解学习者主题变化趋势，动态显示知识创造过程；五是通过对交互内容词频、传播特点以及概率等统计，开展知识创造特点分析。

(3) 外显行为识别。本研究中在线论坛只存在两种交互行为：发帖行为与回帖行为。所以率先基于发帖与回帖行为，通过映射机制建立学习者之间的社交矩阵。之后，本研究将学习者社交矩阵表导入至 Gephi 软件中，测算中间中心性以解释学习者对知识的控制力以及活跃度^[8]。之后，为测量不同交互主题与社交网络结构关系，基于 SPSS 中的 Spearman 相关性分析交互主题对学习者在在线学习交互行为的影响，了解在线学习知识创造如何影响在线学习交互的活跃度与控制力。

四、结果分析

(一) 基于交互主题的学习者知识创造分析

为了准确概括在线学习中知识创造过程，基于多轮训练的 LDA 最优模型抽取了 15 个交互主题。根据“主题-关键词”分布状况与教学特点，专家对交互主题进行系统命名，如表 1 所示（编号：tp0-tp14）。从主题类别角度，当前的交互主题主要集中在教学方式（网络教学、课堂教学、教学方法、学习模式）、学习内容（翻译学习、演讲学习、作品学习、视频学习、语法学习）、学习要点（学习重点、学习难点、学习工具）、学习手段与效果（学习评价、学习模式、阅读方法）等方面；从主题知识角度，学习者知识创造均围绕着具体的教学与学习展开，未出现与教学无关的主题；从主题覆盖面角度，学习内容与教学方式是学习者知识创造的重点。从整体上看，交互主题显示出学习者的知识创造贯穿整个教与学过程，即“教学方式-学习内容-学习要点-学习手段与效果”，反映出学习者知识创造主题的连续性、针对性与多样性。

表 1 领域语料中“主题-关键词”矩阵

tp0: 翻译学习	tp1: 学习重点	tp2: 课堂教学	tp3: 学习评价	tp4: 教学方法
翻译 0.116	文学 0.057	老师 0.066	评价 0.038	老师 0.061
阅读 0.071	阅读 0.050	策略 0.036	计划 0.025	学生 0.027
图书馆 0.014	积累 0.021	情感 0.012	人物 0.017	想象力 0.020
课程 0.013	写作 0.018	小组 0.012	期末考试 0.012	读者 0.018
书籍 0.011	句子 0.013	同学 0.010	学习 0.020	分享 0.015
目标 0.008	文化 0.013	课堂 0.008	担心 0.011	故事 0.011
经典 0.007	资源 0.011	沟通交流 0.010	希望 0.008	经验 0.010
兴趣 0.008	知识 0.011	表达 0.008	感觉 0.017	交流 0.010
能力 0.007	语法 0.010	认知 0.007	熟悉 0.008	收获 0.009
理解 0.006	文章 0.008	建议 0.011	特别 0.012	传递 0.007
.....				
tp5: 学习模式	tp6: 演讲学习	tp7: 学习方法	tp8: 阅读方法	tp9: 作品学习

学习 0.0112	文学 0.045	方法 0.037	阅读 0.030	文学作品 0.060
能力 0.032	喜欢 0.043	找到 0.023	学习 0.023	作者 0.024
方式 0.023	演讲 0.013	风格 0.021	生词 0.015	文学 0.020
自主 0.014	课程 0.012	学习 0.106	小说 0.014	知识 0.012
习惯 0.010	专业 0.011	方式 0.013	文章 0.013	印象 0.012
锻炼 0.008	选择 0.014	发现 0.010	泛读 0.009	兴趣 0.008
喜欢 0.008	口语 0.008	过程 0.010	词典 0.008	表达 0.010
参加 0.008	功能 0.011	参加 0.008	单词 0.008	过程 0.007
阅读 0.007	交流 0.009	课堂 0.008	时间 0.006	感受 0.012
译者 0.007	能力 0.008	提高 0.007	发现 0.006	教学 0.015
.....				
tp10: 学习难点	tp11: 网络教学	tp12: 视频学习	tp13: 语法学习	tp14: 学习工具
害怕 0.041	网络 0.109	模仿 0.042	语言 0.150	学习 0.023
读书 0.039	课堂 0.031	有用 0.020	单词 0.043	表达 0.020
参加 0.034	理解 0.008	学习 0.017	语法 0.031	单词 0.019
配音 0.031	学生 0.018	规划 0.014	规则 0.030	理解 0.018
发音 0.030	老师 0.017	美剧 0.012	人类 0.019	内容 0.016
口语 0.027	翻转 0.010	安排 0.010	文学 0.015	手机 0.016
阅读 0.016	预习 0.009	字幕 0.009	阅读 0.012	字典 0.011
交流 0.016	教学 0.008	目标 0.009	交流 0.011	语音 0.011
错误 0.016	做好 0.007	方法 0.009	作品 0.008	笔记 0.011
标准 0.009	自主 0.006	摘抄 0.008	句子 0.007	视听 0.010
.....				

在线学习是连续的动态过程，学习者的知识创造也在动态调整变化。为深度解释学习者知识创造重点变化趋势，从上述四大类交互主题中随机选择四个主题进行演化分析，主题在整个学期过程中的活跃程度如图 3 所示，各主题具体内容如图 4 所示。由图 3 可以发现，整体上学习者知识创造主题具有叠加效应，同一时刻学习群体知识生产围绕不同类型主题开展，实现在线学习中“碎片化”知识的累积与碰撞，且相同主题在不同时间段存在一定数量差异，这也说明学习群体围绕主题对话协作动态调整创造活动。结合图 3 和图 4 可以发现，在学期初期，网络教学创造活动较为活跃，具体交互内容如图 4（d）所示，学习者在前期比较关注网络化学习、翻转课堂等的学习准备与要求，以及如何应对这种教学方法产生的操作技能、预先事项等；在学期中期，学习难点创造活动较为重要，具体探讨内容如图 4（c）所示，学习者在中期普遍对口语、发言、配音等比较关注，想从演讲比赛、口语练习等环节针对性补充；在学期后期，翻译学习创造活动较为活跃，具体内容如图 4（a）所示，学习者在学期后期更多通过阅读、语言等方面，从图书馆、专业领域获取相关学习资源与材料，达到理解、能力提升甚至是兴趣培养；阅读创造活动在整个学期期间持续进行，具体内容如图 4（b）所示，学习者在整个学期期间均涉及采用词典、小说、文章、文学作品等关注单词的变化，增加自身专业知识。综上所述，当前学习者知识创造路径虽较为明显，但都处于操作、理解、联系等“机械化”的创造活动，朝着内生兴趣、融合文化方面还有进一步提升的空间。

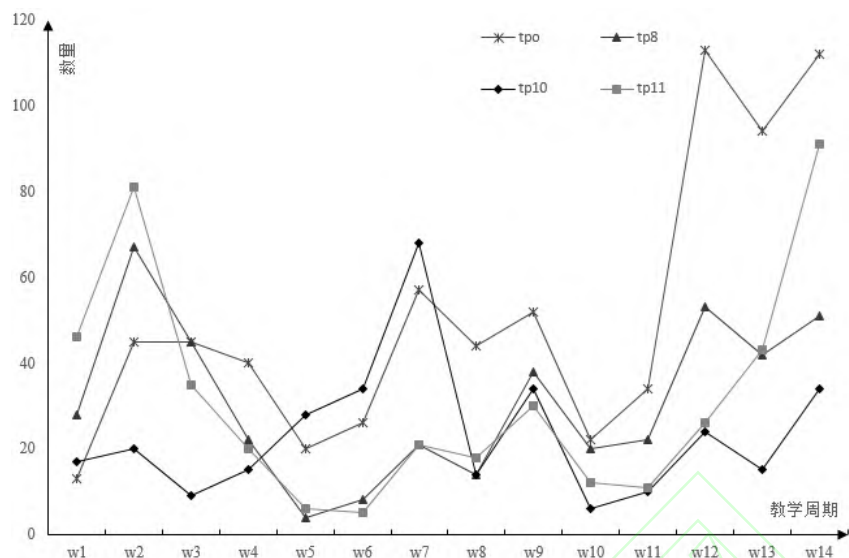


图3 学习者知识创造主题的周期性变化情况

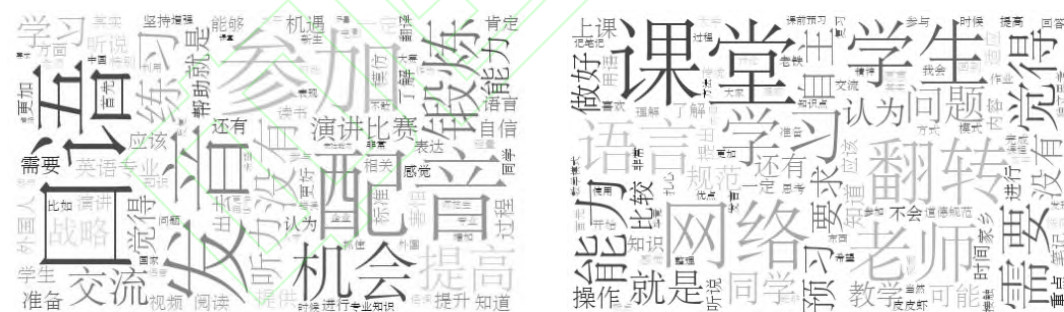


图4 学习者知识创造主题演化情况

(二) 学习者知识创造与社交网络位置关联分析

在线学习社交网络不仅反映了学习者交互的积极性，也外显地揭示了知识的流动性^[25]。在线学习中学习者基于交互主题开展交互，建立或加大与同伴、教师间的联系，从而获得必要的知识与技能，形成在线社交网络，如图5所示。该网络中活跃的学习者占据着网络关键节点，但是仍存在较多活跃度较低的学习者处于网络边缘。为此，本研究选取中间中心性大于0的62名活跃学习者，以中间中心性（centrality）网络属性为因变量，析出的15个交互主题为自变量，揭示活跃学习者的交互主题如何促进学习者社会交互。为减少量纲对分析结

果的影响，本研究采用了归一化方法对学习者的网络中间中心性进行处理。

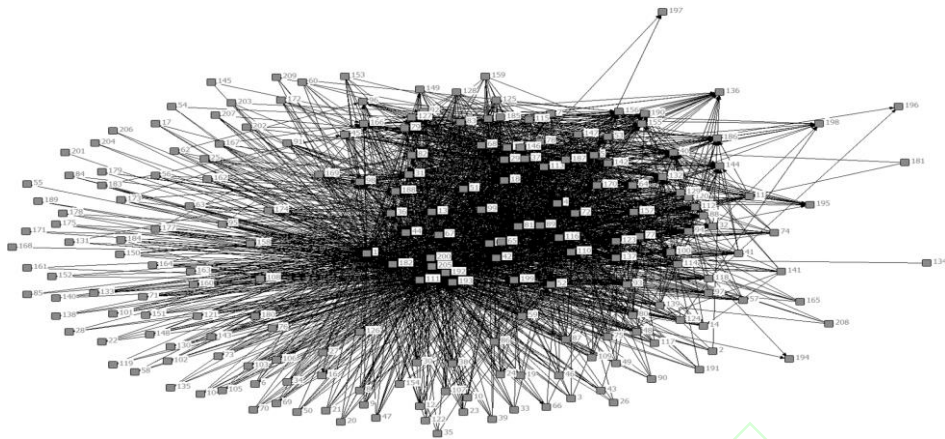


图 5 在线学习社交网络结构

统计学中 Spearman 系数是揭示变量间关联程度的有效方法，该方法可以检验出中间中心性与交互主题之间的相关程度。如表 2 所示，交互主题对学生在线社会交互都具有显著的正向关联关系，平均关联强度值为 0.405，说明当前知识创造对学生的社会交互具有较强的驱动作用。具体来说，关联强度最大的交互主题分别为演讲学习(0.557)、学习重点(0.513)、学习工具(0.451)、学习方法(0.442)以及语法学习(0.428)等，表明这些交互主题可以高效地促进学习者进行社会网络交互。由于这门课涉及英语文化知识，所以围绕学科内容重点、借助工具与练习学习形式即可快速获取课本学科知识。但是，阅读方法(0.327)、视频学习(0.329)、作品学习(0.329)等交互主题则与学习者的关联性较弱。这些主题主要是对课本原有知识重新复述或升华，学习者在熟悉书本知识后，对这些主题交互的主动性与注意力就会有所下降。

表 2 学习者中间中心性与交互主题的相关性

	tp0	tp1	tp2	tp3	tp4	tp5	tp6	tp7
centrality	0.360*	0.513*	0.392*	0.391**	0.356**	0.437*	0.557**	0.442**
	tp8	tp9	tp10	tp11	tp12	tp13	tp14	
centrality	0.327**	0.329**	0.409**	0.359*	0.329*	0.428*	0.451*	

注：* 在 0.01 水平（双侧）上显著相关，** 在 0.001 水平（双侧）上显著相关

（三）学习者知识创造的特征分析

主题长度定义为社交网络不同节点位置的学习者交互主题平均所蕴含的领域概念数量。学习者在线学习过程中产生多种想法、发生思想碰撞，通过内容交互实现知识创造^[10]。交互内容通常由不同概念相互组合、语义描述，共同完成知识传播与创造。在知识领域中，名词表示事物与实体的作用，在学科中充当领域概念的作用。由于语料围绕具体的课程内容展开受到教师的专业引导，且预处理阶段已过滤大量相关停用词，所以概括以清洗后的名词作为领域概念。图 6 显示了主题长度的分布状况，结果发现在线学习中学习者为网络节点信息控制能力越高（中间中心性越大），其主题长度可能越低。总体而言，超过 87%的学习者惯用的领域概念数量在[10,20]，显示出学习者可以利用简洁的领域概念传递重要的领域知识。且

社会网络中控制力强的学习者语言风格也是如此，其交互主题的平均领域概念数量在 10 个左右，显示出学习者可以有效利用概念快速吸引学习者知识注意力，然后围绕概念交互持续知识输入与输出，助力高阶思维生成和发展。

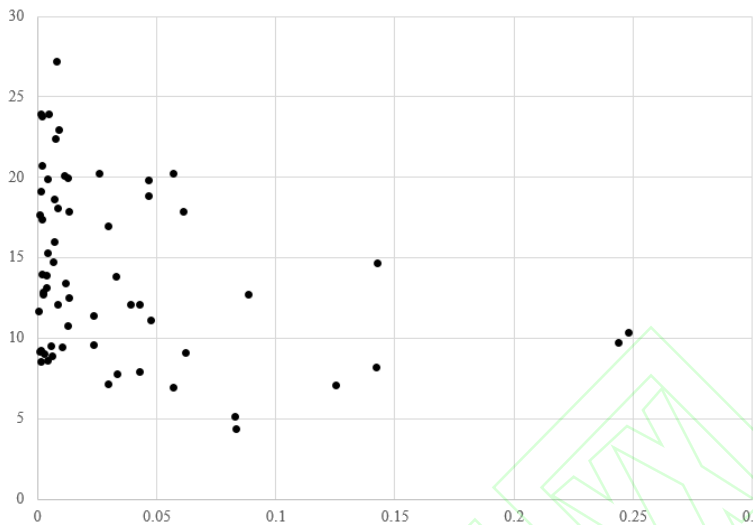


图 6 主题长度分布（中间中心性-概念数量）

主题深度定义为社交网络中成员间交互主题的延续性与拓展性。学习者与教师围绕发布主题开展深度交互，表明学习者能够有效吸收外在知识，在内化后通过交互内容外显表现，则体现学习者的知识建构与创造能力。本研究以教学周期（初期、期中、期末）为主线，通过对不同类型成员间的交互主题数量占比统计，选择占比最大四个主题开展主题深度分析，因为占比度表示了成员在该阶段知识创造重点。表 3 结果显示，在不同教学周期类知识创造主题的流动性显示出深度差异。在初期阶段，tp7、tp5 与 tp11 在三个角色间延展，表明活跃者与非活跃者主要围绕教师的知识框架开展知识创造活动；在期中阶段，tp0 与 tp7 在三个角色间延展，显示在活跃者知识创造活动较为频繁，在努力吸收教师知识同时也在拓展或创造新的知识，另外，tp5 在学习者间延展，突出非活跃者知识吸收渠道主要为教师与活跃者两者并举，显示该阶段活跃者与非活跃者自主交互共同推动知识创造发生；在期末阶段，tp13、tp1 与 tp6 在三个角色间延展，说明活跃者与非活跃者知识创造活动逐步减弱，学习者知识创造主题又与教师的高度切合，显示学习者进一步强化教师发布的主题，且 tp0 主题出现，学习者间可能注重进一步总结新知识。

表 3 教学周期内不同阶段成员主题对比

教学周期	教师	活跃者	非活跃者
初期	tp7(21.3%)	tp7(12.2%)	tp7(13.5%)
	tp5(12%)	tp5(10.2%)	tp6(11.3%)
	tp11(10.2%)	tp11(7.8%)	tp5(10.4%)
	tp2(2.6%)	tp6(7.7%)	tp11(8.6%)
期中	tp0(15.7%)	tp0(10.7%)	tp5(11.22%)
	tp7(15%)	tp7(10.3%)	tp7(10.3%)
	tp4(12.5%)	tp5(9.4%)	tp10(9.6%)
	tp9(10%)	tp14(8.2%)	tp14(9.1%)

期末	tp6(31.2%)	tp0(13.1%)	tp13(11.6%)
	tp1(18.7%)	tp1(12.2%)	tp0(10.4%)
	tp14(12.5%)	tp13(11.9%)	tp6(10.2%)
	tp13(6.2%)	tp6(8.9%)	tp1(10.2%)

主题密度定义为学习周期内不同类型交互主题的平均主题概率。主题概率反映了交互内容与聚焦主题的内在联系性，如果交互内容与某个主题的关联程度不高，则预测会呈现多个主题且概率值较低，反映了成员知识创造无法聚焦于专业的知识点、问题与兴趣等。相反，概率值越大则表示这个交互内容主题更加明确与聚焦，成员知识创造过程受其它主题干扰就会越小。本研究将基于 Peng 的主题密度公式^[26]，计算出不同主题下交互内容概率分布，如图 7 所示。整体上看，成员 14 个交互主题的平均概率值均超过 0.5，显示出训练的 LDA 模型具有较好的预测能力。其中，学习方法主题概率值最高，达到了 0.63，说明成员在交互过程中具有明确的学习需求，能够紧密围绕该主题衍生相关知识。此外，翻译学习主题的概率值仅有 0.42，显示该主题聚焦度相对不高，表明成员学习者围绕翻译主题开展交互时，容易发生主题偏移或者引入外来主题稀释原有主题的程度。而从个体角度，教师的知识创造主题密度显著强于学生（0.626>0.506, $P<0.05$ ），显示出教师能够清晰描述问题、解决疑惑等，指导学习者创造性活动。高活跃度学生知识创造主题密度虽然大于低活跃度学生（0.559>0.557），但是不显著。这也间接说明学习者在注重交互的主动性同时，还倾向于通过拓展知识、丰富材料，提升自身创造“活力”与“影响力”。

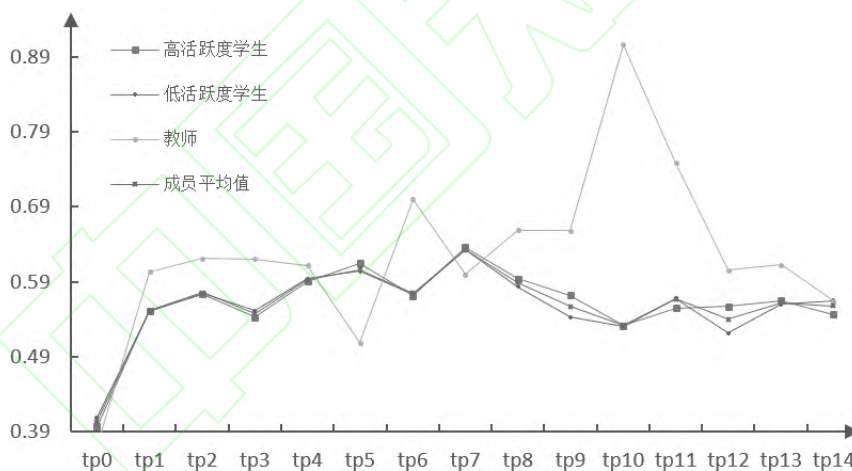


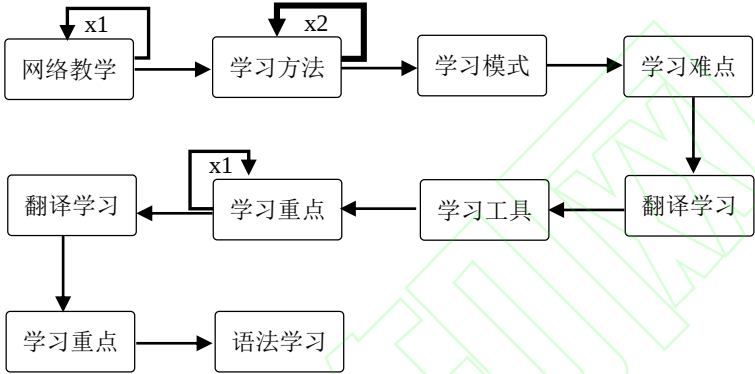
图 7 主题概率分布图（主题类型-预测概率）

五、讨论

（一）学习者知识创造紧密围绕教学内容呈现动态变化规律

在线教学通常以学科知识为中心，学习者围绕具体的学习内容、问题与疑问开展内容交互。刘智等对在线英语学习交互主题挖掘，发现学习者的交互主题集中在提升专业能力类、英语写作类主题^[4]，相关结论与本研究挖掘主题结果几乎一致。区别在于，本研究交互主题没有涉及到娱乐和灌水主题。通过对师生实际教学调查发现，该课程上教师将在线学习交互内容作为了解学生知识吸收与建构的重要窗口，将交互内容纳入至日常学业考核。另一方面，

有两名助教全程参与交互过程，在开始交互环节帮助学习者了解交互方法与技巧，在学习过程中逐渐引导学习者开展交互。另外，本研究还以学习者每周关注的重点交互主题为主线(最大频次)，甄别学习者知识关注点^[27]，反映出学习者知识创造变化规律：从初期的网络教学、学习方法等外在支持条件，转到学习模式、翻译学习以及学习工具等具体问题的解决，再到学习重点、翻译学习、语法学习等知识内容的学习，如图 8 所示。可能的原因是，由于学习者都是刚入学的本科生，在线学习初始阶段主要是适应教学环境，尤其是接触到新颖的网络教学，需要逐步找到适应自身的学习方法。在线学习中期，学习者的关注重点开始转到学习难点，开始积极发掘适合的学习工具解决问题，关注技术对学习的支持。在线学习后期，学习者面临着期中或期末考试的压力，更加聚焦于重点与要点的学习。



注：x1 为下一周，x2 为下二周

图 8 学习者知识创造变化规律

（二）学习者知识创造显著提升社交网络知识控制力

从知识创造“人造物”主题视角，本研究发现知识创造会显著提升学习者的社交网络知识控制力。网络结构越紧密就会带动更多学生参与学习^[28]，处在社会网络中心位置的学习者作为学习资源的控制者，掌握着交互的话语权，能够围绕学习主题开展针对性交互^[7]。从交互主题的构成来看，当前交互主题主要围绕学科的教学情景、学习内容与学习工具等，产生的交互内容是对课本知识的补充与扩展，能够吸引学习者参与到具体主题交互以满足学习需要。而从交互过程来看，活跃的学习者围绕交互主题，通过观点分析、答案传递以及主动反馈的方式能够更好地建构与创造知识^[29]。另外，本研究还发现，不同主题对学习者的网络节点的影响程度不同。当前学习者交互倾向主要是演讲学习、学习重点与学习方法类主题，而具体的学习如阅读方法、视频学习、作品学习等对学习者的交互节点影响较低，表明学习者在在线学习中对学习方法与技巧类的积极性与控制力非常高。已有研究表明，在线学习中提升专业能力、协作技巧类主题对学生的学习成就有正向提升作用^[4,30]。在线学习者可以通过学习方法与技巧类主题的交互，获取有用的学习工具、掌握学习要点，可为后续针对性地解决问题、获取必要的学习内容资料提供有力支持。

（三）学习者知识创造在主题方面具有鲜明特点

在线学习中，学习者倾向于使用简洁的语言表达自身观念与传递知识。Teo 研究发现，在线机械学习中学习者主题平均长度为 7.73，且主题长度能够显著影响社交网络的形成^[10]。相对而言，本研究学习者主题平均长度主要集中在 10 到 25 个知识概念，最高未超过 30 个

知识概念，比机械领域更加复杂。这可能是由于机械领域在描述上更加抽象与专业，部分交互内容涉及到抽象的数学符号无法用概念表述。从交互层次塔理论视角，概念交互是学习者在线学习最高的交互形式，当学习者之间产生了高效的意义概念交互，从而能够用有限的数量概念在社会网络中吸引更多的学习者参与交互，提升自身的社会网络控制力^[31]。

在线学习中，学习者在不同教学周期内容交互主题深度具有差异性，折射出一定的延续性与拓展性。现有研究发现，信息在传播过程中观点主题变化呈现三类变化：一是发布者主题被接受者认可并强化，二是接受者接受并产生新认知，三是接受者创造变化性主题^[32]，这与本研究主题深度变化特点几乎一致。在教学初期阶段，活跃与非活跃学习者因为不熟悉学科知识与课本内容，主要围绕教师主题在“强化”中获取知识。在教学期中阶段，学习者与非学习者在熟悉平台与课程之后，开始围绕学习技巧与重点自主交互产生新认知，实现知识创造。在教学期末阶段，由于考试或复习需要，活跃与非活跃学习者又重新围绕教师主体开展学习，但是偶尔由于认知不同产生了变异化的主题。

在线学习中，交互内容的主题概率几乎都在 50%以上，显示出交互内容具有鲜明的主题特色。Peng 等分析了 MOOC 平台金融课程的交互内容，发现课程内容的主题概率能够达到 50%以上^[26]，这与本研究的结论基本一致。由于析出的 15 个交互主题全部围绕实际的学科课程，内容紧贴线下课程内容与知识点，所以交互内容的主题具有鲜明指向性。另外，活跃学习者通过发布专业的主题才能更好地聚焦问题、解答疑惑等。此外，析出主题包含了教育教学、学习内容与学习工具，本身也具有一定的区分度、渐进性与引导性，反映了在解决学习困难与迷惑中知识创造的递进与升级过程。

六、结论

本研究基于知识创造隐喻理论，利用数据挖掘技术与社会网络分析方法深度挖掘与分析在线学习交互内容，不仅揭示了学习者知识创造的聚焦点及其变化过程，还介绍了知识创造与社会交互的作用机制，为培育与干预在线学习者知识创造活动提供了有效的支持。

1. 灵活设置交互主题，增强知识创造的广度与深度

本研究发现知识创造紧密围绕教学内容，清晰呈现出学习者知识创造的重点与难点。另外，基于时间序列分析呈现交互主题动态变化规律，反映了学习者知识创造的基本规律。但是当前知识创造更多聚焦于“机械化”活动，高阶知识创造活动鲜有。在主题交互过程中，一方面教师应该围绕学科内容与拓展材料等，精细化设置交互主题类别、知识角度与覆盖面等，保证知识创造的广度；另一方面，在“难点”与“兴趣”主题交互过程中，要融入适当的教学支架方便学习者自由深度参与知识创造活动，期间教师要特别留意是否出现无关主题阻碍到正常知识创造活动。

2. 适时干预社会交互，保持知识创造的动力与活力

本研究发现知识创造活动显著提升社交网络控制力，但是不同主题知识创造活动提供社会交互动力也存在差异性。为此，针对边缘化的主题，教师可以考虑知识背景的非对称性以及社会交互的自主性等特点，提供了适当的干预策略。这些策略可以是协作性学习类，鼓励不同知识背景或者学习风格的成员协作学习，通过知识“帮扶”以及学习“管理”等方面保

证知识创造的动力。当然,还可以增加一些适当的针对性交互策略,教师可以通过留言或者主动邀请等方式吸纳更多替代性学习者,激发他们参与知识创造活动的活力。

3.针对交互网络成员,提升知识创造的影响与效果

本研究发现知识创造具有长度适中、深度差异以及概率明显等特点,但是活跃度高与低两类成员知识创造活动具有鲜明差异。为培育成员的知识创造力,首先需要确保成员在知识创造活动具有一定的影响力。教师可以在线下有针对性帮助线上低活跃成员进行概念梳理与整理工作增强他们对问题与知识的理解,提升他们线上学科思维能力。除此之外,在不同的学期内要充分考虑到成员知识储备差异性与知识接受度,尤其是在初期、期中以及期末阶段考虑学生主题的延续性与拓展性变化以及在不同主题的聚焦性特点等,采取个性化指导与差异化干预的方式,不断提升知识创造的效果。

值得注意的是,本研究仅从交互主题视角窥视了在线学习的过程与规律,而想法、概念也可以被视作知识创造的“人造物”。未来研究可进一步聚焦至知识建构社区具体环境下,一方面,基于知识创造隐喻理论构建包含“知识孵化-知识扩散-知识转移-知识吸收”的知识创新模型,另一方面,积极引入大数据技术与深度学习技术等完善知识创造评价模型与方法体系,不断拓展与丰富在线学习知识管理理论,为后续营造健康的在线学习生态环境提供有力的理论借鉴与方法支持。

【参考文献】

- [1] 逯行,陈丽.知识生产与进化:“互联网+”时代在线课程形态表征与演化研究[J].中国远程教育,2019(9):1-9+92.
- [2] 胡来林,杨刚.基于网络化学习的教师知识转移实证研究[J].现代远程教育研究,2016(04):80-90+112.
- [3] 王陆.教师在线实践社区的知识共享与知识创造的机理分析[J].电化教育研究,2015,36(05):101-107.
- [4] 刘智,刘石奇,李卿,等.SPOC 论坛中学习者兴趣主题建模及其与学习成效的关系研究[J].电化教育研究,2019,40(12):87-96.
- [5] 王志军,陈丽.联通主义学习的教学交互理论模型建构研究[J].开放教育研究,2015,(5):25-34.
- [6] 王慧敏,陈丽.cMOOC 微信群社会网络特征及其对学习者的认知发展的影响[J].中国远程教育,2019(11):15-23+92.
- [7] 梁云真.在线交互网络中个体重要性评估及对学习成效的影响[J].中国电化教育,2018(11):94-102.
- [8] 徐亚倩,陈丽.联通主义学习中个体网络地位与其概念网络特征的关系探究——基于 cMOOC 第 1 期课程部分交互内容的分析[J].中国远程教育,2019(10):9-19.
- [9] 金慧,张建伟,孙燕青.基于网络的知识建构共同体:对集体知识发展与个体知识增长的互进关系的考察[J].中国电化教育,2014(04):56-62.
- [10] Teo J H, Johri A, Lohani V. Analytics and patterns of knowledge creation: Experts at work in an online engineering community[J]. Computers & Education, 2017 (112) : 18-36.
- [11] Spector J M, et al. Handbook of research on educational communications and technology [M]. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2008.
- [12] 蒋纪平,胡金艳,张义兵.促进社区知识形成的知识建构对话发展研究——基于社会网络和时序分析的方法[J].远程教育杂志,2021,39(04):94-103.
- [13] Paavola S, Hakkarainen K. The knowledge creation metaphor an emergent epistemological approach to learning. Science & Education, 2005, 14: 535-557.

-
- [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(07):17-21+52.
- [15] Wang Z, Pan x, Miller K F, et al. Automatic classification of activities in classroom discourse [J]. Computers & Education, 2014 (78) : 115-123.
- [16] 左明章,赵蓉,王志锋,等.基于论坛文本的互动话语分析模式构建与实践[J].电化教育研究,2018,39(09):51-58.
- [17] 刘三女牙,彭晔,刘智,等.面向 MOOC 课程评论的学习者话题挖掘研究[J].电化教育研究,2017,38(10):30-36.
- [18] 彭晔,王伟,何珍珍,等.高校 SPOC 讨论区的学习者话题演化分析研究[J].现代远程教育,2020(03):42-50.
- [19] 田阳,冯锐.社会资本理论视域下 MOOC 课堂互动策略分析[J].中国电化教育,2014(09):59-66.
- [20] 刘三女牙,郭美伶,胡天慧,等.不同关系定义下在线交互网络特点及其与学习绩效关系——以 SPOC 论坛为例[J].开放教育研究,2020,26(03):80-90.
- [21] 梁云真,赵呈领,阮玉娇,等.网络学习空间中交互行为的实证研究——基于社会网络分析的视角[J].中国电化教育,2016(07):22-28.
- [22] 荆永君,李昕.学习分析技术支持下的教师在线学习行为特征分析[J].中国电化教育,2020(02):75-82.
- [23] 李梅,杨娟,刘英群.同伴在线互助学习交互行为分析[J].中国电化教育,2016(05):91-97.
- [24] 荣芳.大学生英语实践能力培养的网络教学交互研究——基于社会网络分析的视角[J].外语电化教学,2014(06):63-70.
- [25] 王志军,陈丽.远程学习中的概念交互与学习评价[J].中国远程教育,2017(12):12-20+79.
- [26] Peng X, Xu Q M. Investigating learners' behaviors and discourse content in MOOC course reviews[J]. Computers & Education, 2020, 143: 1-14.
- [27] 陈玲,张文静,朱婷婷.不同绩效学生群体参与一对一在线辅导的比较研究——基于行为、主题和情感的分析视角[J].中国电化教育,2020(03):85-92.
- [28] 杨业宏,张婧婧,郑瑞昕.联通主义学习中社会交互与话题交互的网络化特征[J].现代远程教育,2020(01):36-45.
- [29] Kim K M, Wang Y Y, Ketenci T. Who are online learning leaders? Piloting a leader identification method (LIM)[J]. Computers in Human Behavior, 2020, 105: 1-15.
- [30] Jywa B, Mwana B. 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.
- [31] 陈丽. 远程学习的教学交互模型和教学交互层次塔[J]. 中国远程教育, 2004(3S):24-28.
- [32] 王曰芬,王一山.传播阶段中不同传播者的舆情主题发现与对比分析[J].现代情报,2018,38(09):28-35+144.

Research on Knowledge Creation Based on Interaction Topics in Online Learning

WU Lei¹, WANG Xinran¹, FAN Lipeng², WU Sisi¹, TAN Jinbo¹

(1. Shandong Normal University, Jinan Shandong 250014; 2. Nanjing University of Science and Technology, Nanjing Jiangsu 210094)

[Abstract] With the support and deepening of connectivity technology and constructivism theory, learners have dual roles of knowledge consumers and knowledge producers in online learning. Where knowledge creation is regarded as the main learning objectives and results. However, the previous research in knowledge creation still focuses on the stage of theory and model exploration, lacking effective analysis on the process of knowledge creation using a quantitative method. Therefore, this study, based on the theory of knowledge creation metaphor, introduced topic

extraction method and social network technology to conduct in-depth mining and comprehensive analysis of 7340 online interactive content in an English course that lasts a semester. In terms of topic "artifact", it is found that learners' interaction topics during knowledge creation is closely around the teaching content and presents the dynamic change law, also significantly related to the location of the social network, and interaction topics have the characteristics of moderate length, different depths, and obvious probability.

[Keywords] Online Learning; Knowledge Creation; Learning Metaphor; Topic Mining; Social Network Analysis

