

科学表演类活动的研究现状及趋势

——基于文献计量学的可视化分析

孙小莉, 吴 媛, 黄倩红, 苗秀杰

(北京科学中心, 北京 100029)

摘 要: 科学表演类活动因其提供直接经验、互动性强、趣味性高和开放性大, 被广泛认为是最具活力和生动性的教育形式之一。通过运用CiteSpace工具对中国知网2000至2023年间的相关文献进行可视化分析, 揭示该领域的研究趋势和热点。研究表明, 科学表演类活动的文献数量呈现出稳步增长和小幅波动的特点; 目前尚未形成明显的主要作者群体, 不同发文机构之间的交流较少, 合作也不够紧密; 研究内容主要集中于科学表演活动的策划和创作, 而对教育理念、科学内涵、效果评价等方面的探讨则相对较少。为推动科学表演类活动的深入发展, 并提升其在教育领域中的作用和效果, 建议加强多元主体间的社会化协同, 推动研究方向和内容的创新, 注重研究与实践的紧密结合, 并扩大对优秀成果的宣传和推广工作。

关键词: 科学表演, 科普剧, 科学教育, CiteSpace

1. 引言

科学教育是培养科技创新人才和提升全民科学素质的重要基础性工作, 在教育、科技、人才三位一体战略部署下, 加强新时代中小学科学教育, 是推进科学教育走向高质量发展的必然要求。《全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)》《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》提出“实施青少年科学素质提升行动”^[1], 将激发青少年好奇心、想象力, 增强科学兴趣和创新意识作为素质教育重要内容, 充分利用校外科技资源加强科学教育^[2], 为青少年科学教育的发展路径指明了方向。《关于加强新时代中小学科学教育工作的意见》强调要用好社会大课

堂, 通过整合校内外资源, 精准对接学生需求^[3], 反映出科学教育涉及校内校外、课内课外, 校外教育是我国基础教育的重要组成部分, 是校内教育的有益补充与延伸。科学教育活动既是最常见和效果最好的科学教育形式, 也是推进科学教育事业发展的有效载体和重要手段。科学教育活动在引发公众科学兴趣、启迪公众科学思维等方面发挥着重要作用^[4]。科学表演是科学与表演艺术的完美结合, 是以舞台剧的艺术形式诠释科学原理、科学思想和科学精神, 在科学体验中获取直接经验, 并强化对科学知识背后的科学原理、科学现象的深入认识, 激发公众科学探索的欲望^[5]。可以说, 科学表演不仅是一种集吸引力和创造力

作者简介: 孙小莉, 北京科学中心, 副研究馆员, 研究方向为科学传播。

吴 媛, 北京科学中心, 副主任, 研究方向为科学教育。

黄倩红, 北京科学中心, 助理研究员, 研究方向为科学传播。

苗秀杰, 北京科学中心, 研究馆员, 研究方向为科学教育。

于一体的科学教育活动，也是具有创意性和趣味性的科学教育方法。

科学表演类活动在学术界暂时还没有统一、权威的定义，作为一种独特的科学传播与科学教育形式，以是否有剧情来进行分类，大致可分为两种类型：一是科学戏剧表演（Science Drama/Theater），国内称之为科普剧；二是科学实验表演，也称科学秀（Science Show）或科学表演（Science Busking）^[5]。

本文以CiteSpace数据处理工具为主要分析手段，对中国知网2000—2023年的科学表演类相关的文献数据进行分析，梳理二十多年来我国科学表演类教育活动的研究状况，进而分析科学表演未来发展，为推动此类活动的发展提供参考。选取中国知网（CNKI）数据库中收录的期刊及学位论文文献，以“主题=科普剧OR科学表演OR科学实验表演OR科学秀，时间=2000年1月1日至2023年12月31日，语言=中文”为检索范围，检索期刊及学位论文，共检索到380篇相关文献，手动剔除其中不相关的文献后，共计267篇有效文献，并将其保存为Refworks格式，将其转换后批量导入CiteSpace、KH-Coder软件，对相关文献的年度发文趋势、发文作

者、发文机构、关键词聚类共现网络等进行分析，通过对相关文献计量及可视化图谱解读，发现科学表演类教育活动相关研究的概况、热点及发展态势。

2. 文献计量分析

2.1 发文趋势

发文数量变化能直接反映相关研究领域的研究热度及发展态势。选取2000—2023年文献数据量绘制发文量趋势图，如图1所示。由图1可知，2000—2023年我国科学表演类研究整体呈现以增长为主、伴有小幅波动的发展趋势，趋势线 $R^2=0.91$ ，可见随着我国对科普剧的关注度逐渐升高，对科学表演教育活动的研究、发文也逐渐增多，其中2014、2016年的发文量最多，为26篇，之后呈现略微下降趋势，其中2021年发文量为近几年最少，为6篇，推测学术研究环境受到新冠疫情等影响，相关科学表演活动实践减少造成相关研究成果减少。总体来说，我国二十多年来对科学表演类教育活动的研究发文量变化趋势呈现先逐年增加、稳中有变，后小幅波动的特点。

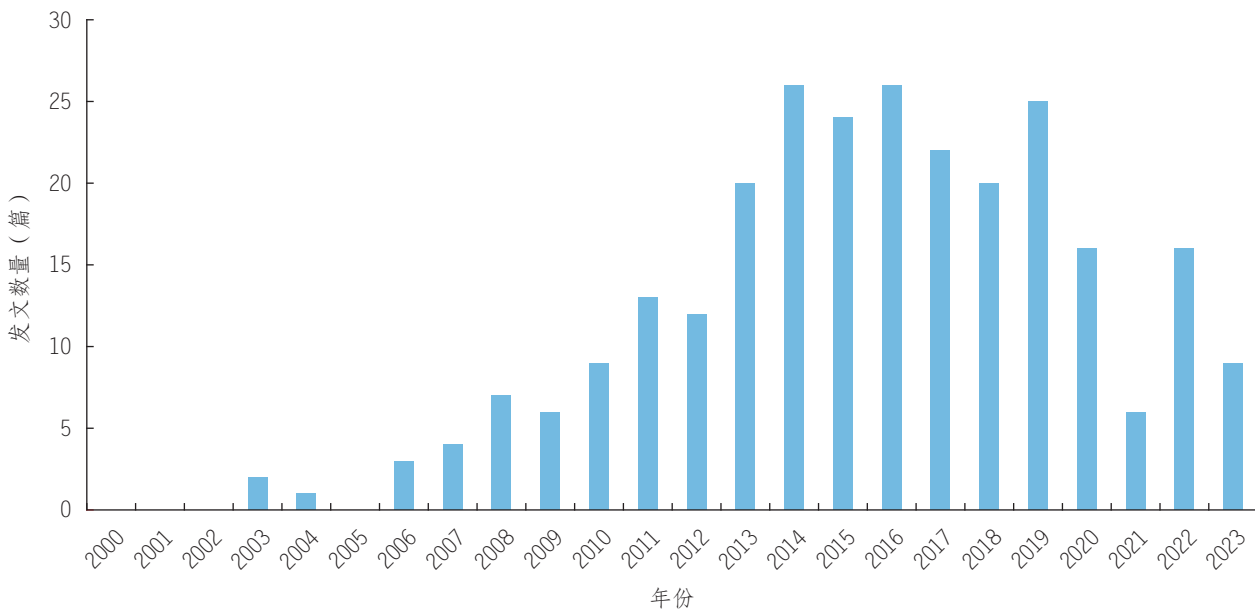


图1 2000—2023年我国科学表演类教育活动研究发文量趋势图

2.2 发文作者群

通过对有效文献作者的发文量的统计分析,使用CiteSpace软件生成发文作者合作网络图谱,可以清晰地看到我国“科学表演类教育活动”相关研究的主要学者及他们的合作情况,厘清本领域内的发展脉络。依据普莱斯定律(Price Law),核心作者的发文量总和应该超过本研究领域文献总量的一半^[6],核心作者的计算公式为:

$$M=0.749\sqrt{N_{\max}}$$
式(1)

公式中的M代表某研究领域主要研究作者的最低发文量, $N_{\max}$ 代表该研究领域单一作者发文量的最高值。2000—2023年“科学表演类教育活动”前20位作者发文量统计如表1所示,可以发现该研究领域 $N_{\max}=5$,M值取整等于2。经统计,发文量大于2篇的作者有25位,发文总量为67篇,远少于该领域发文总量的一半。整体作者群的发文数量均较少,最多为5篇,以张楠^[7]、吕丁^[8]、周辉军^[9]为代表;李欢^[10]、蔡源^[11]发文为4篇。核心作者群体尚未形成,结合发文趋势,推测“科学表演类教育活动”的研究热度会持续较长的波动期,该领域的研究程度将会进一步加深和拓展。

表1 2000—2023年科学表演类教育活动研究前20位作者发文量

序号	作者	发文量	序号	作者	发文量
1	张楠	5	11	叶影	2
2	吕丁	5	12	贾志荣	2
3	周辉军	5	13	李志忠	2
4	李欢	4	14	周永俐	2
5	蔡源	4	15	曾川宁	2
6	胡冀宁	3	16	左超	2
7	李云海	3	17	唐涛	2
8	宋苑	3	18	徐伟	2
9	陈昊	3	19	黄体茂	2
10	钱岩	2	20	叶波	2

不同团队的相互协作,能加快研究进度、激发创新活力。图2为科学表演类教育活动研究者共现知识图谱网络,节点数为161,连线数为63,网络密度为0.0049。可见,节点的连线数较少,大多数作者都是独立开展研究,只有少数作者之间开展了小规模的合作,并且合作者基本为同一单位或同一项目组成员。相对较大的合作团队有左超、钱岩、李志忠团队^[12],李欢、吕丁团队^[13],张楠、胡冀宁、宋苑团队^[14],陈昊、叶波团队^[15]等。图3为全部作者共现图,可以看出,

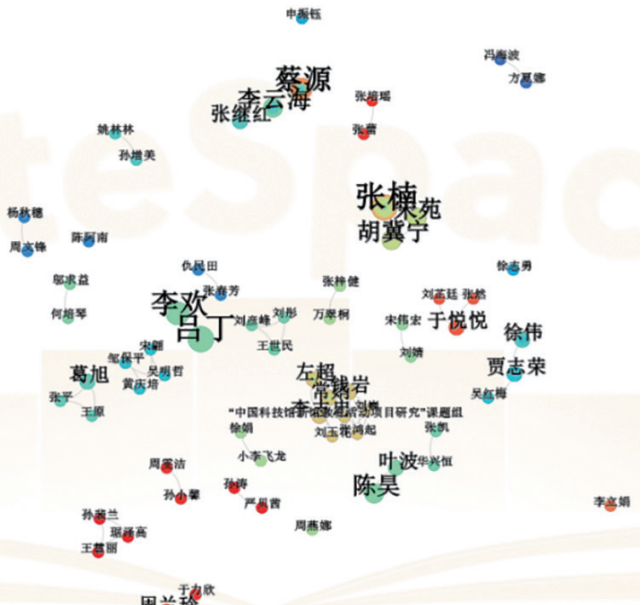


图2 核心作者共现图

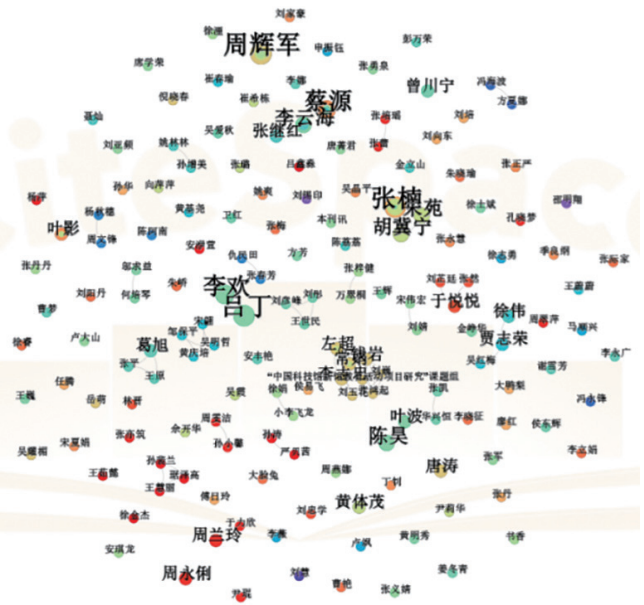


图3 全部作者共现图

合作少、未形成密切的合作网络，本研究推测其原因，一是科学表演类教育活动的研究需要很好的实践基础，而此类活动开展还未形成跨机构合作，二是业界交流较为缺乏。

2.3 发文机构

图4按升序给出了发文量排名前20的机构，发文量在此类研究总发文的27.72%。鉴于发文作者机构为“中国科技馆”“中国科技馆展览教育中心”与“中国科学技术馆”为同一单位，将其发文数合并后发现，中国科学技术馆在该领域的发文量最多，发文15篇；其次江苏省科学技术馆发文8篇排名第二；上海科技馆、西南大学教育学部

均发文6篇位列第三；东莞市科学技术博物馆、湖南省科学技术馆均发文5篇位列第五。发文机构以科技馆及高校为主，可见对科学表演的研究主要是科普及教育领域的从业人员。从发文机构共现知识图谱网络（图5）来看，节点数113，连线数为15，网络密度为0.0024。从稀疏的连线和低网络密度可得出，各发文机构之间交流较少，合作不够紧密，整体较为分散，多数为独立的研究机构。因科学表演是科学教育活动的一种形式，随着馆校合作的推进，以及科技馆、高校、中小学以及社会机构之间合作的进一步加深，科学表演类教育活动合作网络将继续发展。

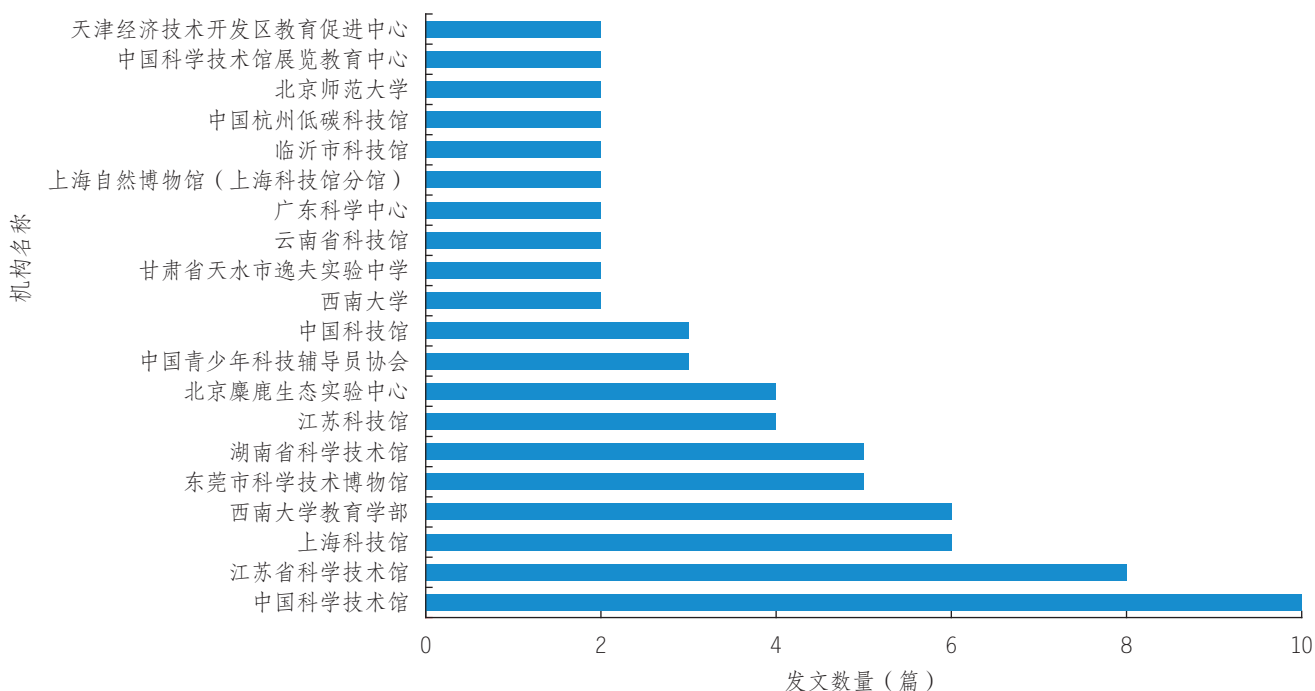


图4 2000—2023年我国科学表演类教育活动研究机构发文数量排名

2.4 关键词共现图谱

图6显示了文献关键词的共现网络，节点数为132，连线数为210，网络密度为0.0243。聚类模块值（Q值）=0.6563，聚类平均轮廓值（S值）=0.9333，调和平均数（Q，S）为0.7707，一般认为 $Q > 0.3$ 及 $S > 0.5$ 表明聚类结构显著且合理，聚类结果是令人信服的。由此可见，本次关键词聚类分析效果显著且合理。关键词聚类之后，

再对高频关键词进行聚类，可以得到10个聚类，这10个类别代表了该领域的具体研究热点。本次聚类选取前10个聚类网络，聚类主要分为：#0科普剧、#1科技馆、#2科普创作、#3创新、#4教学方法、#5受众、#6双减、#7小学、#8家国情怀、#9教育十个聚类。从聚类来看，科学表演类教育活动主要通过科普创作，以科普剧为主要形式，在科技馆及中小学的助推下，对青少年群体开展



图5 发文机构共现网络

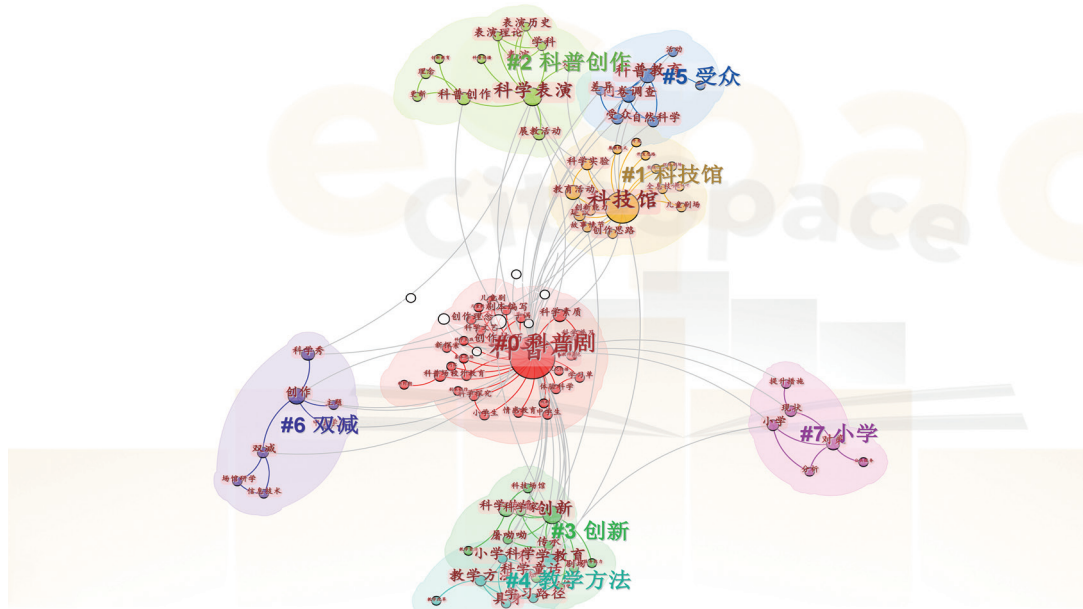


图6 关键词聚类分析图

的科学教育活动。青少年群体是科学表演类教育活动的主体服务对象,随着时代的发展,科学表演类教育活动在青少年科学教育中的影响力逐渐提升,“双减”“创新”“教学方法”等聚类与“小学”聚类的结合,也是对青少年课业“减

负”及做科学教育“加法”的具体体现,通过多方协同、创新科学教育形式也能推动科学教育的发展。

根据CiteSpace的关键词聚类分析, 对其进行时间轴聚类分析, 可以清晰看到每一个聚类从

2.5 研究热点分析

2.5.1 关键词聚类突现 关键词突现能反映研究领域的热点、前沿动态，并帮助预测该领域后续的发展趋势。“突现强度”是衡量关键词在一段时间内出现频率的指标，表示某个关键词在某一时间段内的活跃程度和突然增加的趋势^[17]。关键词突现的长度及强度可以直观地展示出关键词在该研究领域的核心地位和受关注程度^[16]。根据CiteSpace的关键词聚类分析，对其中的聚类

进行关键词提取，得到图8关键词突现图谱（取前25个关键词），可以看出关键词在二十多年中的演变持续时间，以及关键词随时间的变化情况。图8按突现强度由高至低对关键词进行排序，从图中可见，突现性最强的关键词为“科普剧”（突现强度为3.18），自2008年（第一个深蓝色小格所代表的时间）始持续出现，其突现时间区间为2013—2014年（两个红色小格所代表的时间段）。其次为“科普教育”（突现

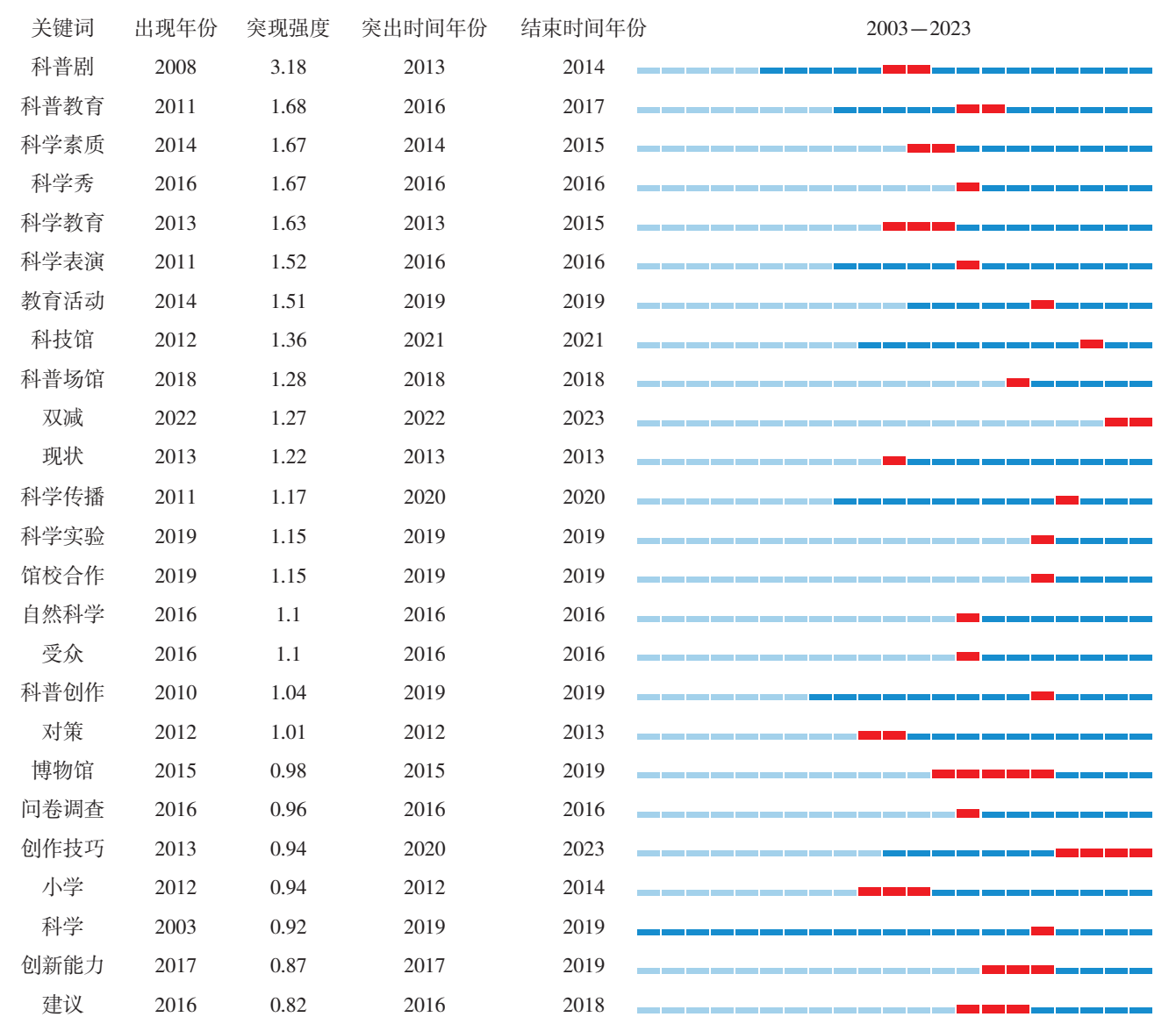


图8 关键词聚类突现图（前25按照突现性排列）

注：“关键词聚类突现图”中，每一小格代表一年，深蓝色小格代表该关键词持续出现的时间，红色小格代表该关键词突现的时间区间，即该关键词在这段时间内激增、爆发，突然变成热点，被学术界关注。

强度为1.68)，突现时间为2016年，结束时间为2017年，表明在2016—2017年间“科普教育”为该研究的核心词；再如关键词“双减”，其出现时间、突现时间均为2022年，推测将在2023年后继续存在，表明如何服务“双减”已成为现阶段及未来该研究的重点与关键。同样，2013年出现的“创作技巧”，在2020—2023年持续作为该研究的重点，也成为现阶段该研究的关键问题。

2.5.2 关键词共现 将CNKI统计的文本导入到

KH-Coder软件中，经数据预处理、统计，对提取的词汇进行多维尺度分析，呈现词语的共现关系如图9所示。可以发现不同的聚类中关键词的另一种表现形式，以及多层次聚类的关联性。如圆圈越大体现词频越高，每一种颜色的聚类，圆圈的密集程度越高表明聚类效果越好，同时两个维度的坐标表现形式，越靠近原点的词汇越不能代替其对应聚类的特征，越远离原点的词汇越可以代替这一聚类的特征。可见诸如绿色聚类涉及的科普剧、表演、科

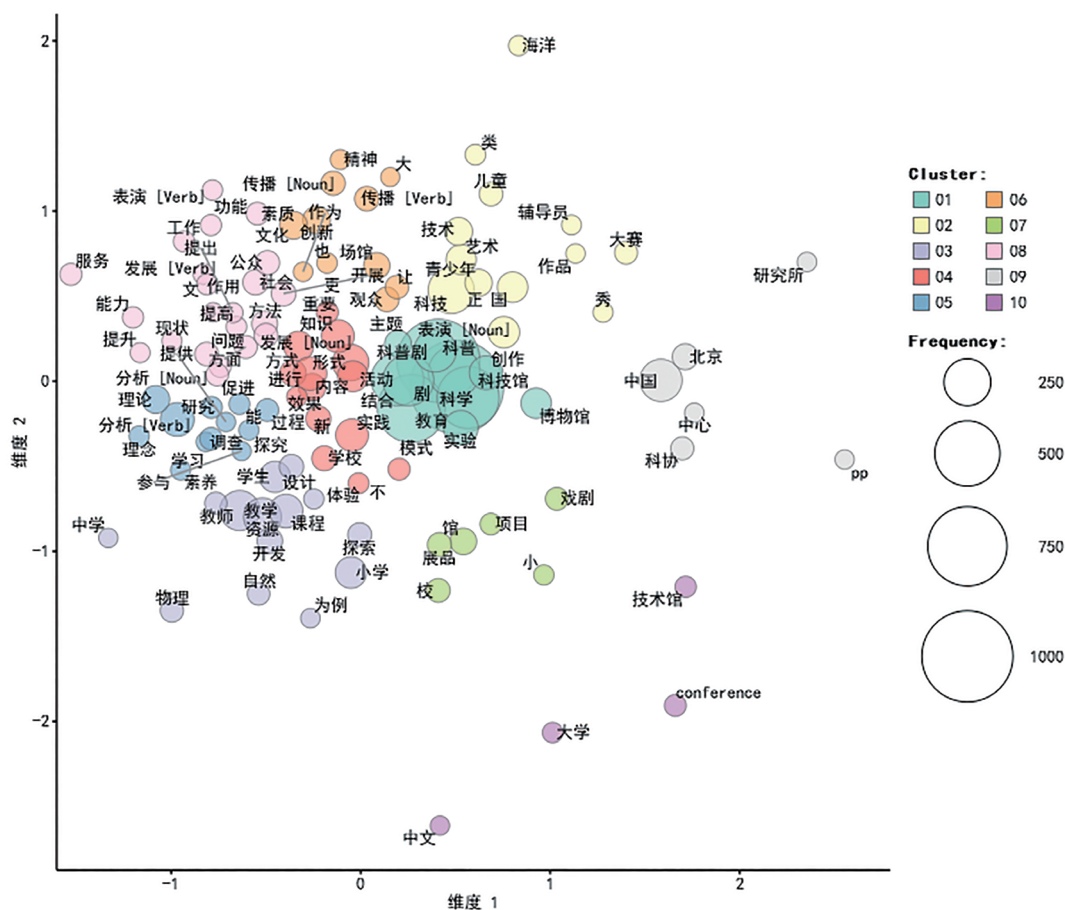


图9 多维尺度聚类词汇分析

学、教育、活动、科技馆、表演、结合等之间的关联性及频度。从关键词聚类共现网络来看（如图10所示），同一颜色组表示关联性较强，如以“科学”“科普”为最大链接圆，分别向外辐射，对“教育”“活动”“形式”“剧”“表演”等关键词汇链接，进而向

外建立关联关系，形成11个网络图谱，将原始文本的关键词以共现网络连接关系呈现出来。

从发展历程来看（关键词首次出现的时间），从2008年出现的“科普剧”、2016年的“科学秀”到2019年的“科学实验”表明“科学表演”的类型不断丰富；2011年的“科普教

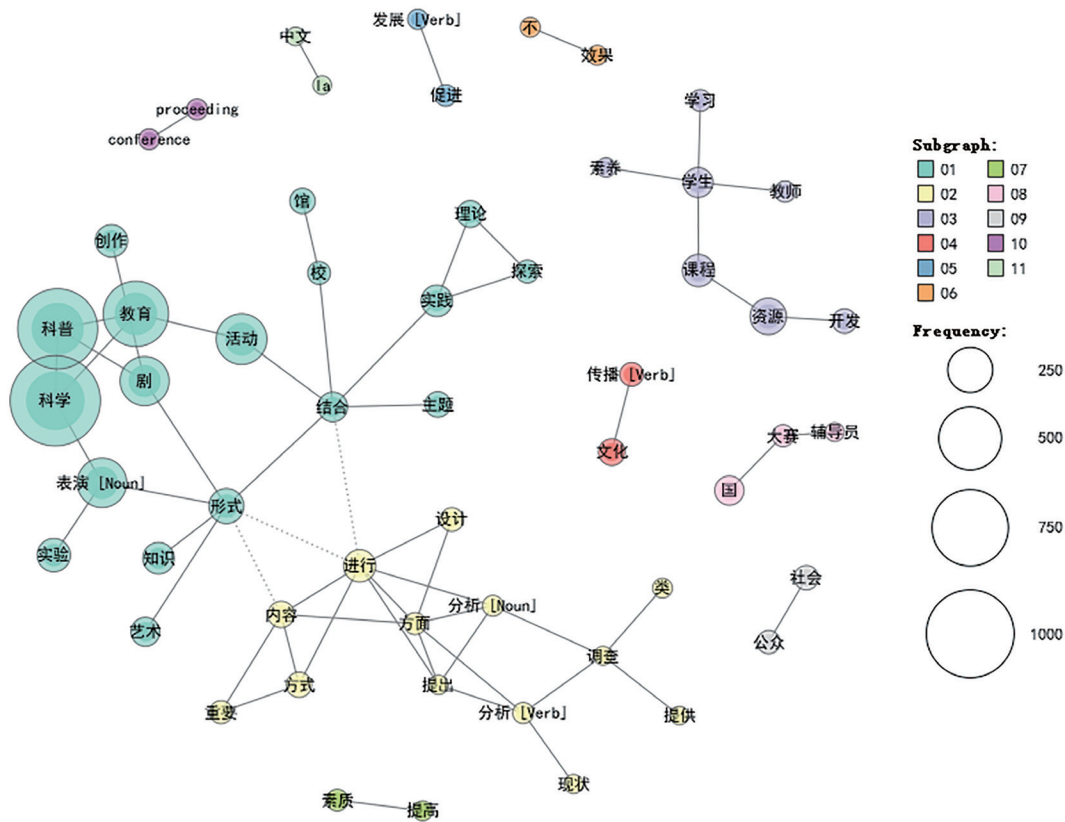


图10 关键词共现网络

育”、2013年的“科学教育”、2014年的“教育活动”、2019年的“馆校合作”、2022年的“双减”表明科学表演类活动正不断与教育融合、与学校结合；2012年的“科技馆”、2015年的“博物馆”、2018年的“科普场馆”表明科学表演类教育活动参与主体向多类型的科普场馆发展。

3. 建议与展望

3.1 加强多元主体社会化协同

科学表演类教育活动作为公认的、有效的科学教育形式，其受到的关注及研究的发展应保持一定的增长速度，但无论从学术研究还是活动实践角度，均发现科学表演类教育活动发展速度过缓，核心作者群没有形成、机构合作网络较为薄弱，分析其原因之一是多元主体社会化协同局面尚未形成。科学表演是集科学、文化与艺术的融合体现，需要专业的剧本

创作、表演呈现以及合理环境背景支持。跨界和跨领域的多元主体合作,不仅能够提高科学表演的专业化水平,促进科学内涵与人文和艺术的融合,也能推进专业化人员交流和培育、科学表演资源的二次传播与推广,减少科学表演发展存在的运行成本较高、活动“性价比”不高、专业人才不足、经费保障不足等不利因素。因此,要加强社会化联动,一是加强与高校剧本创作和表演相关专业的团队合作,输出优质的剧本、获取专业化指导和培训;二是加强与中小学的合作,推进科学表演与科学教育的结合;三是加强与企业的合作,获取经费、表演场景等资源支持,提升科学表演类教育活动的效果和影响力,推进其发展速度。

3.2 注重科学表演类活动教育理念和内容创新

从文献分析可见，科学表演类教育活动的研究主要聚焦在对活动本身的策划和创作，缺

乏对其教育理念、科学内涵及活动效果评价的研究,导致此类活动易出现“娱乐化”或“科学实验堆砌”的现象,也导致此类活动在长期探索中未能形成业界认可的发展路径及评价标准。在开展科学表演类活动实践和理论研究时,首先要明晰科学教育活动的教育价值。青少年作为此类活动的主要受众群体,要将提升青少年核心素养作为活动的目的,重点关注青少年科学观念、科学思维、探究实践、态度责任的培养,所以在具体的科学表演活动策划及实践中,通过讲好科学故事来突出科学教育的育人导向,培养青少年形成正确的价值观和社会责任感以及养成正确的科学态度。其次,内容注重教育性与娱乐性相结合、跨学科融合,创新教育模式、丰富科学表演表现形式、增加教育的多样性和包容性,通过奇妙的现象、生动的故事情节、鲜明的人物形象、互动体验以及科学家精神等来启迪受众,激发受众的好奇心和探索欲,提升受众的科学思维能力,培养他们的创新精神和实践技能。要以受众为中心,结合受众需求并引导需求,紧跟科学发展的最新趋势,引入前沿科学话题,使科学表演始终保持前瞻性。

3.3 重视学术研究与实践的结合

结合该领域研究团队、影响力、合作网络等尚未形成的现状,科学表演类活动要在教育“双减”中做好科学教育加法背景下,深入科学表演类活动的教育理念、内容策划、表演艺术、观众心理、呈现技术等方面的研究,为科学表演的创新发展提供理论支持。一是加强科学表演活动与数字技术融合研究。采用多媒体、虚拟现实等技术手段提升科学表演互动性和视觉冲击力,在为观众提供更加震撼和直观科学体验的同时,降低科学表演运行成本。二是要加强社会化协同机制研究。探索在科学表演中如何加强“学校一家

庭—社会”协同育人有效路径,探索科学表演专业人才和团队的培育,由科学家、教育专家、艺术家和表演者组成的跨学科团队建设,以及场馆与高校、中小学、企业以及其他教育机构的合作机制,为科学表演提供必要的资源和技术支持。三是加强科学表演活动评价和观众研究。研究制定科学表演类活动评价标准,建立基于公众意见的反馈机制,开展持续的评价研究,为科学表演类活动的优化提供指导,促进理论与实践的相互结合和共同发展。

3.4 加大优秀科学表演成果推广与宣传

开展科学表演研究的作者主要来自科技馆及高校,科学表演实践主要集中在科普和教育领域,该领域的业界交流和宣传推广尚未形成常态化,优秀科学表演成果的推广与宣传尤其缺乏。在当前“科技、教育、人才”一体化发展背景下,优秀成果的推广与宣传、人才的交流培训,是促进优势资源共建共享、推动科学教育发展、提升公众科学素养和助推科学文化发展的重要途径。一是挖掘、展示、分享优秀实践案例,加大业界合作与交流。深入挖掘和研究国内外科学表演的优秀实践案例,并对实践案例从剧本创作、展演、活动影响等层面进行深入分析,形成优秀科学表演案例集,为其他科学表演团队提供可复制的实践和理论指导,同时也为科学表演的创新发展提供可借鉴的经验。同时,通过案例的分享,激发更多研究者、创作者、实践者对科学表演的兴趣并提高参与度。二是拓宽宣传渠道,加大优秀科学表演成果的宣传推广。建议科普场馆与学校及社会组织联合协作,以线下与线上相结合的形式,扩大优秀科学表演的受众面、传播面及影响力;举办科学表演赛事活动,鼓励相关从业者参与全国科学表演大赛、全国科技馆辅导员大赛、全国科普讲解大赛、国际科学表演大赛

等赛事活动,这不但能提升科学表演整体工作水平,更能以赛促学、以赛促训、以赛促评,增强该领域人才的发展和优质资源的创作与推广;加强学术交流与培训,通过开展优秀科学表演成果汇编出版、学术研讨、工作坊、理论及实践课程培训等活动,一方面提升该领域人才的专业技能水平,另一方面也将科学表演成果和典型经验系统化输出和再创造。三是完善宣传推广机制,精准满足公众的需求。注重宣传策略的制定、创新与执行。创新宣传策略,运用多种媒介和渠道,如社交媒体、网络平台、公共广告、教育平台等,进行科学表演的宣传,提高公众对科学表演的认知度;根据受众的兴趣和偏好,提供个性化的内容推荐,增强受众对科学表演的知晓度和满意度;建立有效的反馈机制,让受众能够快速对科学表演的需求及效果做出响应,增强受众的参与度和忠诚度。

4. 结语

本文通过文献计量学分析,揭示科学表演类教育活动的研究现状、发展趋势及存在问题,并提出加强以下方面的研究建议:①跨学科融合研究。更加注重科学、艺术和教育的交叉融合以及跨领域的合作研究。②教育理念深化研究。更加关注科学表演的教育理念,探讨如何通过科学表演培养青少年的科学思维、探究能力和创新精神。③技术应用创新的研究。研究多媒体、虚拟现实(VR)、增强现实(AR)等技术如何在科学表演中得到更广泛的应用,使科学表演更加互动和沉浸式,提升观众的体验。④科学表演类教育活动的社会化协同机制研究。加强科普、教育领域及其他领域社会机构的协同研究,推动科学表演资源的共享和优化配置。⑤效果评价与反馈机制研究。研究建立科学的评价标准和公众意见反馈机制,持续优化科学表演的内容和形式,提升

其教育效果。

基于此,本文提出加强多元主体社会化协同、注重科学表演类活动教育理念和内容创新、重视学术研究与实践的结合、加大优秀科学表演成果推广与宣传等建议。

责任编辑:李琦 校对:梁思琪 李颂

参考文献

- [1] 全民科学素质行动规划纲要(2021—2035年)[M].北京:人民出版社,2021.
- [2] 中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于新时代进一步加强科学技术普及工作的意见》[EB/OL].(2022-09-04)[2024-06-10].https://www.gov.cn/zhengce/2022-09/04/content_5708260.htm.
- [3] 教育部等十八部门关于加强新时代中小学科学教育工作的意见[EB/OL].(2023-05-17)[2024-06-10].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202305/content_6883615.htm.
- [4] 廖红.浅谈科技馆的非正规教育特性及其实现途径[J].自然科学博物馆研究,2017,2(3):48-56.
- [5] 廖红.科普场馆科学表演编创的探讨[J].科普研究,2018,13(1):90-96,110.
- [6] 丁学东.文献计量学基础[M].北京:北京大学出版社,1992:204-209.
- [7] 张楠,宋苑,胡冀宁.自然科学类科普剧受众接受程度调查分析[J].科普研究,2016,11(4):69-74,97.
- [8] 吕丁,李欢.科普剧在小学科学教育中的开发:教师先行[J].现代中小学教育,2013(5):17-20.
- [9] 周辉军.浅谈科学表演秀的几个关键因素[A].中国科普理论与实践探索——第二十二届全国科普理论研讨会暨面向2020的科学传播国际论坛论文集[C].北京:科学普及出版社. 2015:349.
- [10] 李欢,吕丁.科普剧对小学生科学素养形成的意义[J].科普研究,2013,8(03):11.
- [11] 蔡源.科普剧创作流程的梳理和规范初探

[J].学会,2019(11):57-64.

[12] “科技馆实验表演及动手制作资源包应用及开发研究”课题组;李志忠;左超;钱岩;科技馆实验表演及动手制作资源包应用及开发研究报告[A];科技馆研究报告集(2006-2015)下册[C].中国科学技术馆,2017:201-230.

[13] 李欢,吕丁.科普剧:培养小学生科学素养的新视野[J].现代中小学教育,2013(10):48-51.

[14] 张楠,宋苑,胡冀宁.科普场馆与受众对科普剧的供需关系调查——以自然科学类科普剧为例

[J].科学大众(科学教育),2016(07):173-174,103.

[15] 叶波,陈昊.基于课程资源的科普剧开发:意义与策略[J].教育理论与实践,2013,33(23):41-43.

[16] 陈怡君.国内数字素养研究综述——基于CiteSpace的文献计量与可视化分析[J].昆明理工大学学报(社会科学版),2023,23(6):149-159.

[17] 张恩祥,乔琴,郑玉萍,等.生态产品价值实现研究进展——基于CiteSpace的文献计量分析[J].中国国土资源经济,2023,36(11):26-35,74.

Research status and trends of scientific performance activities: A visual analysis based on bibliometrics

Sun Xiaoli, Wu Yuan, Huang Qianhong, Miao Xiujie

(Beijing Science Center, Beijing 100029, China)

Abstract: Due to provision of direct experience, strong interactivity, high entertainment value and great openness, scientific performance activities are widely recognized as one of the most vibrant and vivid forms of education. By utilizing the CiteSpace tool for visual analysis of relevant literature on CNKI from 2000 to 2023, the research trends and hotspots in this field are revealed. The results indicate that the number of documents on scientific performance activities shows a characteristic of steady growth and minor fluctuations. Currently, no obvious main group of authors has formed, and there is less communication between different publishing institutions, and cooperation also being insufficiently tight. Research content mainly focuses on the planning and creation of scientific performance activities, while discussions on educational concepts, scientific connotations, and effectiveness evaluation are relatively scarce. In order to promote in-depth development of scientific performance activities and enhance their role and effectiveness in the field of education, it is recommended to strengthen social collaboration among multiple stakeholders, promote innovation in research direction and content, focus on the close integration of research and practice, and expand the promotion and dissemination of outstanding results.

Keywords: scientific performance activities; popular science play; science education; citeSpace