

基于 CiteSpace 的我国中小学数学抽象素养的可视化分析

舒展 颜光宇

昌吉学院, 新疆昌吉, 831100;

摘要: 数学抽象是数学核心素养之一, 也是数学的基本思想之一, 对学生的发展具有举足轻重的意义。本研究利用科技文本挖掘及可视化分析工具 CiteSpace, 对我国中小学数学抽象素养的相关文献进行可视化分析。为了确保研究数据准确性和严谨性, 本研究选择以中国知网 (CNKI) 为数据库, 以学术期刊和学位论文为文献来源, 以“数学抽象”为篇名进行高级检索, 检索日期截止为 2025 年 12 月 31 日, 一共得到 1246 篇相关文献作为研究对象。从发文量、发文机构与发文作者和关键词这 4 个方面进行分析梳理, 并总结出我国中小学数学抽象素养的研究热点和发展趋势。研究结果揭示了我国中小学数学抽象素养研究的热点领域, 包括数学抽象、核心素养、高中数学等, 这些研究领域在短期内会继续受到重视, 表明在数学教学中培养学生的数学抽象能力仍然是十分重要的研究热点。

关键词: 数学抽象素养; CiteSpace; 可视化分析

DOI: 10.64216/3080-1494.26.04.089

引言

数学抽象是高中数学核心素养之一, 也是数学的基本思想之一, 对学生的发展具有举足轻重的意义。数学抽象素养不仅具有重要的价值, 还对培养学生的理性思维能力有关键作用^[1]。其不仅是各类数学概念、公理和法则等形成的核心前提^[2], 还广泛应用于物理、天文学等其他学科, 对培养学生理性思维、彰显数学育人价值有关键作用, 且数学课程改革愈发受到研究者关注。本文以 1996 年至 2025 年间发表的数学抽象相关文献为研究对象, 运用 Citespace 可视化文献分析软件开展研究, 旨在直观呈现该领域的研究热点与发展趋势, 为相关研究者提供参考启示, 助力数学教学研究的深入推进^[3]。

1 研究设计

1.1 数据来源

为了确保研究数据准确性和严谨性, 本研究选择以中国知网 (CNKI) 为数据库, 以学术期刊和学位论文为文献来源, 以“数学抽象”为篇名进行高级检索, 检索日期截止为 2025 年 12 月 31 日, 一共得到 1246 篇相关文献。筛除掉重复、非教育领域、以及相关性较弱的文献后, 最终得到有效文献 1224 篇用于本研究。本研究利用 CiteSpace 6.4 R1 文献可视化软件对这 1224 篇文献进行可视化分析, 以得到我国数学抽象研究领域的现

状。但由于 CiteSpace 6.4 R1 软件分析文献的时间段为 1996 年一至今, 所以 1996 年以前的文献不进入研究。

1.2 研究方法

本研究借助 CiteSpace 软件, 并借鉴了陈悦等^[4]对 CiteSpace 知识图谱方法论功能的研究方法, 对文献进行计量分析和知识图谱分析。本研究还参考了王丽美等^[5]、吕世虎等^[6]的研究路径与方法, 通过发文量、发文机构与发文作者和关键词这 4 个方面进行分析梳理, 并总结出我国中小学数学抽象素养的研究热点和发展趋势。

2 研究结果

2.1 发文量

自 1996 年以来, 我国中小学数学抽象素养的研究成果数量可划分为三个阶段: 第一阶段为 1996 年至 2015 年, 整体发文量相对较少; 第二阶段为 2016 年至 2020 年, 发文量整体呈稳步上升态势, 尤其 2017 年之后, 发文数量进入快速增长通道, 并于 2020 年达到研究成果的峰值 228 篇; 第三阶段为 2021 年至 2025 年, 发文量整体呈现逐年下降的态势。从整体发展态势来看, 这一变化反映出 2016 年以来, 我国数学领域学者对数学抽象的关注度逐步提升, 在该研究领域投入了更多精力, 也取得了较为丰硕的研究成果, 这与高中数学核心素养的提出有关。

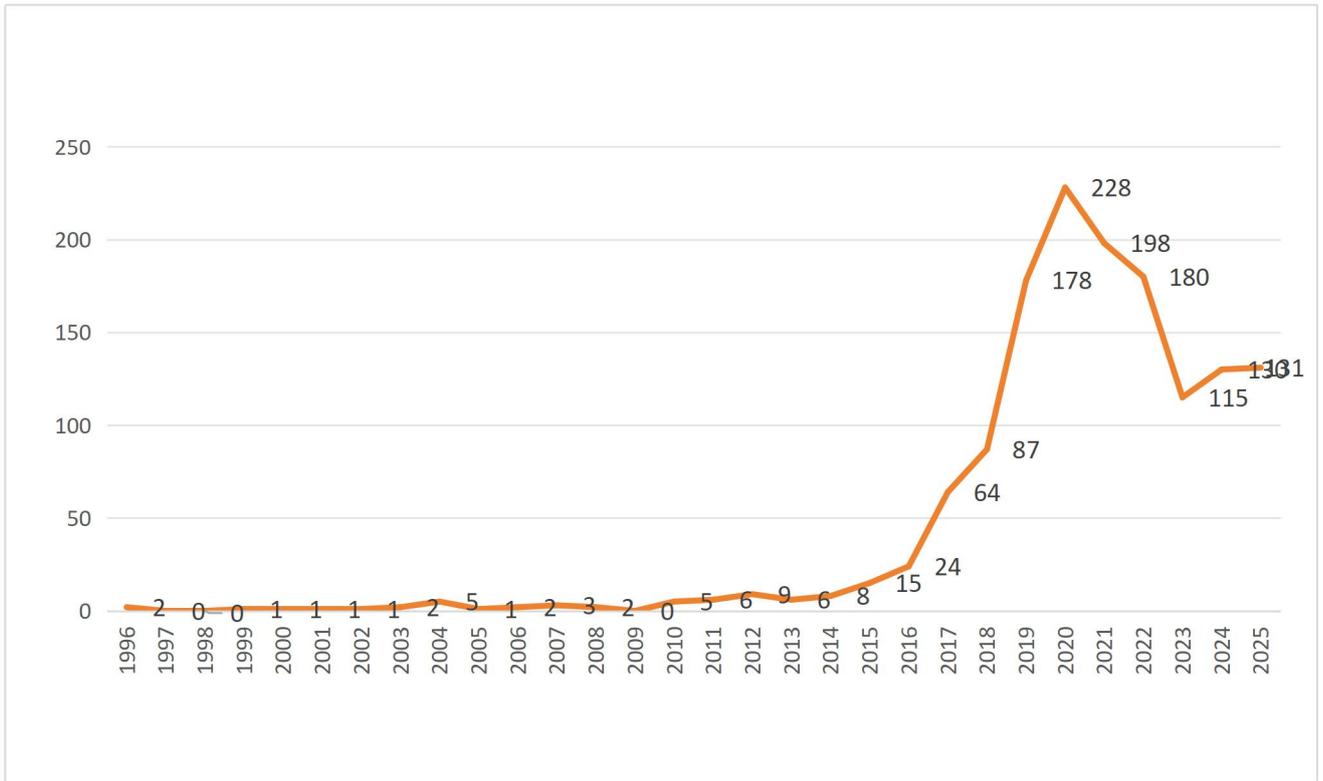


图 1 我国中小学数学抽象素养研究的发文量总体趋势图

2.2 发文机构和发文作者

2.2.1 发文机构

由研究机构共现图谱可知，我国中小学数学抽象素养研究的主要机构划分为三类，分别是教育科学研究所、高等院校以及各级各类中小学。从研究机构知识图谱所呈现的信息不难看出，南京师范大学、杭州师范大学、华中师范大学等高等院校是该领域的核心研究机构，但值得注意的是，各研究机构之间的相关合作较为匮乏，说明当前我国中小学数学抽象素养研究呈现出相对独立的态势。

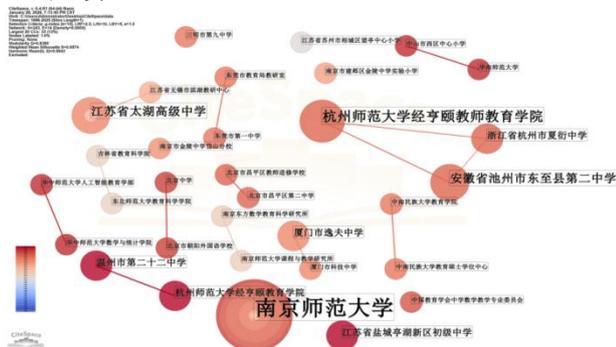


图 2 我国中小学数学抽象素养发文机构合作图谱

2.2.2 发文作者

在作者贡献图谱中，密度值为 0.0012，这一数据表明该图谱的网络结构较为稀疏，作者之间的关联度较低，

多数作者之间未形成合作连线，整体合作关系较为松散（其中作者数量 $N=254$ ，合作连线数量 $E=40$ ）。仅有以巩子坤、孙瑞、王敏等人为核心的作者群体形成了相对集中的合作关系，其余作者几乎未开展集中的合作。

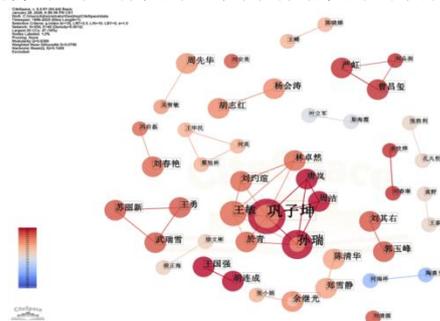


图 3 我国中小学数学抽象素养发文作者合作图谱

2.3 关键词

2.3.1 关键词共现分析

关键词是对文章的主旨的高度概括和凝练^[7]，可以通过对高频关键词的统计分析可以预测我国中小学数学抽象素养研究领域的热点问题和研究趋势。本研究运用 CiteSpace 可视化分析软件，绘制生成关键词共现图谱。结合图 4 所示的关键词图谱可知，节点规模最大的关键词为“数学抽象”，仅次于它的是“核心素养”和“高中数学”，且这三个关键词之间存在较多连线。这一特征清晰表明，研究者在开展数学抽象相关研究时，

普遍会将其纳入六大数学核心素养的框架之下进行探讨与分析。除此之外,初中数学、小学数学、教学策略等关键词也占据了一定的研究热度,是研究者们重点关注的相关研究方向。

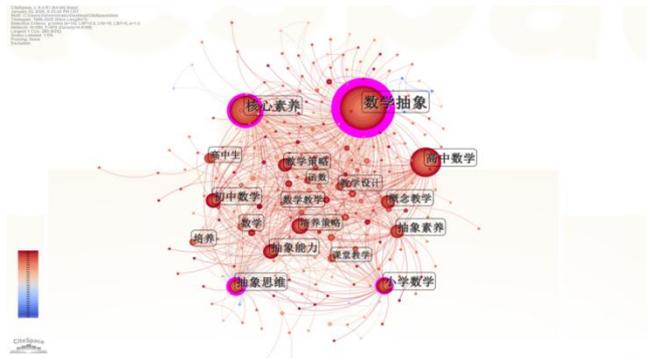


图4 我国中小学数学抽象素养研究关键词共现图谱

2.3.2 关键词聚类分析

根据上述关键词共现分析可知,关键词之间的关联性较弱,需要进一步分析和挖掘关键词间的潜在联系^[8]。本研究为了进一步挖掘我国中小学数学抽象素养研究领域的研究热点,借助了 CiteSpace 软件的关键词聚类功能对上述关键词进行组合分类,绘制出了该领域的关键词聚类图谱。通过图 5 的聚类分析结果可以看出,我国中小学数学抽象素养研究领域共形成了 10 个聚类,具体分别为#0 数学抽象、#1 高中生、#2 核心素养、#3 小学数学、#4 抽象思维、#5 初中数学、#6 概念教学、#7 高中数学、#8 数学建模以及#数学概念,并且各个聚类之间并非完全独立,存在交叉重叠部分。

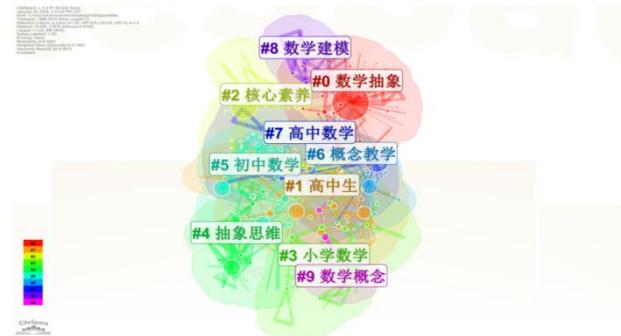


图5 我国中小学数学抽象素养研究关键词聚类图谱

2.3.3 关键词时间线图谱分析

关键词时间线图谱能反映出我国中小学数学抽象素养领域的研究前沿^[9],还可以反映出该领域研究主题随时间变化的情况,也可以直观地显示出共被引集群的时间特征^[10]。由图 6 可知,进入 21 世纪后,随着数学六大核心素养的提出,我国中小学数学抽象素养相关研究成果迅速增多。#0 数学抽象聚类形成最早,从 2001

年开始形成,到 2025 年仍保持活跃,其研究主要围绕教学设计;其次是#0 抽象思维聚类,形成于 2003 年,其研究主要围绕培养和教学;#1 高中生聚类形成最晚,于 2015 年形成,一直到 2025 年仍保持活跃,其研究主要围绕课堂教学、培养策略和抽象素养。

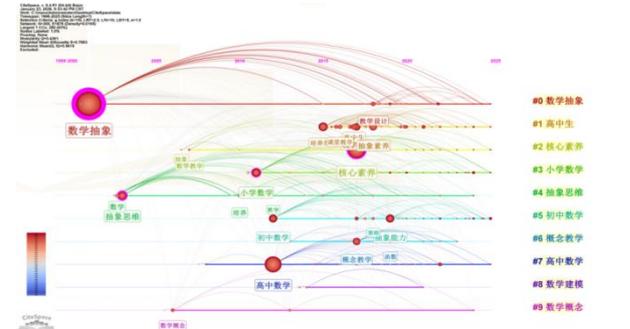


图6 我国中小学数学抽象素养研究关键词时间线图谱

2.3.4 关键词突现图谱分析

研究前沿通常表现为一组突现的动态概念与潜在研究问题,能够较好反映知识领域的研究前沿与发展趋势^[11]。因此,通过关键词突现分析,可以把握突现词的时间分布与动态变化特征。本研究借助 CiteSpace 软件得到我国中小学数学抽象素养研究中突现强度排名前 20 的关键词,结果如图 7 所示。

由图 7 可见,我国中小学数学抽象素养领域的研究热点呈现阶段性演变特征,大致可划分为三个阶段:

第一阶段(2003—2011年),“数学”“抽象思维”“巩固”等关键词关注度较高。这与 2001 年《全日制义务教育数学课程标准(实验稿)》和 2003 年《普通高中数学课程标准(实验)》的颁布密切相关,两份文件均强调数学理解与数学教育的重要地位,推动了相关主题研究。

第二阶段(2012—2017年),随着 2011 年版《义务教育数学课程标准》的出台,数学抽象性被进一步凸显,文件明确提出数学课程应培养学生的抽象思维与推理能力,并对代数式、几何判定定理等内容提出更高要求。因此,“教学”“应用”“数学素养”等成为这一阶段的研究热点。

第三阶段(2018—2025年),2017 年版《普通高中数学课程标准》正式提出包括数学抽象在内的六大数学核心素养,并明确“四基”“四能”要求,增加核心素养水平划分,为实证研究提供了依据。在此背景下,“高中生”“函数教学”“教学实践”等成为新的研究热点。

Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts



图7 我国中小学数学抽象素养研究关键词突现图谱

3 研究结论与启示

本文运用 CiteSpace 文献分析工具，对中国知网中数学抽象主题相关文献，从发文量、发文机构与发文作者和关键词这四个维度展开分析，结合相关文献梳理，得出以下结论与启示，旨在明晰我国中小学数学抽象素养领域研究的特点与发展趋势。

传统研究主题仍具重要地位，小学生、初中生和高中生仍是研究重点。由于不同学段学生的心智特点和数学知识水平存在差异，对应教学方法与教学设计需灵活调整。

研究范围持续拓展，涵盖数学知识、数学思想、数学教学等。关键词及聚类分析显示，数学抽象与数学建模的频次和中心性也较高，表明近年来研究者聚焦学生数学核心素养的培养，以提升学生能力。

教学实践仍是研究的核心重点。对义务教育与高中阶段学生数学抽象能力培养的实践研究，将持续成为未来几年的研究热点，研究者需进一步探索高效数学教学实践方法，助力学生数学抽象能力的提升。

参考文献

[1]史宁中. 学科核心素养的培养与教学——以数学学科核心素养的培养为例[J]. 中小学管理, 2017, (01): 35-37.

[2]张辉蓉, 王晓杰, 宋美臻. 我国数学抽象研究及反思——基于1958年至2016年文献计量的分析[J]. 课程. 教材. 教法, 2017, 37(09): 79-84.

[3]崔志翔, 杨作东. 义务教育阶段一个数学核心素养的评价框架[J]. 数学教育学报, 2021, 30(05): 47-52.

[4]陈悦, 陈超美, 刘则渊, 等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究, 2015, 33(02): 242-253.

[5]王丽美, 宋乃庆. 近二十年中国数学教育研究的热点主题——基于科学知识图谱的实证分析[J]. 数学教育学报, 2022, 31(05): 65-70+75.

[6]吕世虎, 彭燕伟. 近二十年中国中小学数学教科书研究综述——基于 CiteSpace 知识图谱分析[J]. 数学教育学报, 2019, 28(04): 48-54.

[7]曹树金, 吴育冰, 韦景竹, 等. 知识图谱研究的脉络、流派与趋势——基于 SSCI 与 CSSCI 期刊论文的计量与可视化[J]. 中国图书馆学报, 2015, 41(05): 16-34.

[8]陈璐, 张玉清, 于海燕, 等. 我国高校科技成果研究现状、热点和趋势的可视化研究——基于科学知识图谱分析[J]. 科技管理研究, 2019, 39(17): 99-109.

[9]张丁杰, 徐飞. 近 10 年我国科学技术哲学专业研究生学位论文选题与发展态势研究[J]. 科学技术哲学研究, 2017, 34(03): 113-119.

[10]乔一丹, 陈登凯, 王晗宇, 等. 基于知识图谱的智能调度文献计量分析方法研究[J]. 计算机集成制造系统, 2024, 30(10): 3447-3463.

[11]周建, 刘炎宝, 刘佳佳. 情感分析研究的知识结构及热点前沿探析[J]. 情报学报, 2020, 39(01): 111-124.