

# 中国学生数学核心素养研究可视化分析

王怀洋

南宁师范大学数学与统计学院, 广西 南宁

收稿日期: 2024年2月21日; 录用日期: 2024年3月21日; 发布日期: 2024年3月28日

## 摘要

目的: 归纳出中国学生数学核心素养领域的研究现状及热点, 分析学术前沿趋势。方法: 使用CiteSpace 6.2.R6对中国知网2015~2023年以“数学&核心素养”为篇名高级检索出的1715篇有效文献进行知识图谱分析, 揭示数学核心素养研究领域的发展脉络和研究热点。结果: 生成发文量走势图, 以及作者和机构、关键词共现和聚类、关键词时间线和突现等图谱。结论: 论文年度发文量趋于稳定, 累计发文量呈线性增长趋势, 早期侧重数学学科及核心素养内涵研究; 中期侧重以实践为导向的理论研究; 后期侧重教学方法及教学模式的创新研究, 最后针对研究领域中存在的问题提出四点建议。研究结论为中国学生数学核心素养的研究提供了理论参考。

## 关键词

数学核心素养, CiteSpace, 热点, 前沿

# Visual Analysis of Research on Chinese Students' Key Competencies in Mathematics

Huaiyang Wang

School of Mathematics and Statistics, Nanning Normal University, Nanning Guangxi

Received: Feb. 21<sup>st</sup>, 2024; accepted: Mar. 21<sup>st</sup>, 2024; published: Mar. 28<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

**Objective:** To summarize the research status and hotspots in the field of Chinese students' Key Competencies in mathematics, and to analyze the trend of academic frontiers. **Methods:** CiteSpace 6.2.R6 was used to analyze the knowledge mapping of 1707 valid documents retrieved from China Knowledge Network (CNKI) from 2015 to 2023 with "Mathematics & Key Competencies" as the title to reveal the development of the research field of Key Competencies in mathematics and the

**hotspots of research. Results: Trends in the number of publications were generated, as well as maps of authors and organizations, keyword co-occurrence and clustering, and keyword timeline and emergence. Conclusion: The annual number of papers issued tends to be stable; the cumulative number of articles issued shows a linear growth trend; the early stage focuses on the study of the mathematics discipline and the connotation of Key Competencies; the middle stage focuses on practice-oriented theoretical research; the later stage focuses on the research of the innovation of teaching methodology and mode of teaching, and finally, four suggestions are put forward to address the problems of the research field. The conclusions of the study provide theoretical references for the study of Chinese students' Key Competencies in mathematics.**

## Keywords

Mathematics Key Competencies, CiteSpace, Hot Topics, Frontiers

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

核心素养一词最早出现于欧洲，对应英文“Key Competencies”，国人最早了解核心素养是始于经济合作与发展组织(OECD)的项目以及 PISA 测试[1]。我国数学核心素养的研究始于《数学通报》刊登的一篇苏联文献译稿中出现的数学素养一词[2]。1992 年颁布的《九年义务教育全日制初级中学数学教学大纲(试用)》将数学素养写进我国的数学教学大纲，但未能产生太大影响[3]。2000 年数学素养首次以国家文件形式出现在初中数学教学大纲[4]。2011 年颁布的《义务教育数学课程标准》中规定了 10 个核心词[5]，其被数学教育界视为义务教育阶段学生的数学素养[6]。2014 年 3 月《教育部关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》中指出培养学生核心素养是基础教育课程与教学改革的基本要求[7]，并明确强调了核心素养开始成为新一轮课程改革深化的方向[8]。随着知识经济的发展对未来人才的能力素养要求的不断提高，核心素养被广泛地热议[9]。从 2015 年开始，有学者开始从数学核心素养角度进行课程标准研究[10]。2016 年，《中国学生发展核心素养》正式发布，提出“全面发展的人”六大素养[11] [12]。2018 年教育部颁布的《普通高中数学课程标准(2017 年版)》明确提出了数学学科核心素养[13]。2022 年颁布的《义务教育数学课程标准》中，明确提出学生应具备的数学核心素养[14]。综上所述，数学核心素养的形成经历了数学素养、数学核心词，数学核心概念，最后到数学核心素养的漫长过程[15]。当前，新课标已正式凝炼了数学核心素养，这不仅是对党的十九大所提的教育方针的具象回应，也是适应国际数学教育发展趋势，提升中国数学教育国际竞争力的基本诉求[16]。

数学核心素养研究的时间不长，但已有许多研究成果。综合国内关于数学核心素养的研究发现，大多数学者从微观角度进行研究，研究分散于小学、初中、高中三个学段，不利于从宏观角度分析数学核心素养的研究现状、热点和前沿态势。虽有学者以综述的形式对数学核心素养的研究成果进行分析总结，但研究的内容多为主观性较强的定性分析，研究结论缺乏客观数据作为支撑，尽管已有一些学者通过科学知识图谱分析数学核心素养的研究热点和前沿趋势，但研究仍处于基础类共现分析，未形成明确的分析路径。综上所述，本研究从数学核心素养全局出发，借鉴前人研究方法，并进行深化和拓展。通过知识图谱分析其研究热点，反思其存在的问题，并提出改进建议。

## 2. 数据来源与研究方法

为确保研究数据的严谨性,本研究选择中国知网(CNKI)作为文献检索来源,采用期刊检索,以篇名为检索项进行高级检索,检索内容为“数学&核心素养”,数学核心素养概念最早在2015年9月出现于知网,因此时间区间选择2015年9月~2023年12月,检索时间为2024年1月4日,共计检索中文期刊1715篇,手动筛选与主题“学生数学核心素养”相关性不高的文献,最终获得有效文献1707篇。

本研究使用CiteSpace 6.2.R6软件为研究工具,基于陈超美教授CiteSpace知识图谱的方法论功能研究[17],借鉴王丽美、宋乃庆、吕世虎、彭燕伟等学者的研究路径和实证方法[18][19],形成本研究的路径框架如图1。

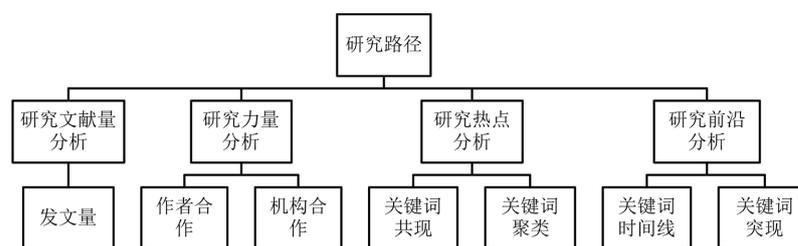


Figure 1. Math Key Competencies research pathway map

图1. 数学核心素养研究路径图

## 3. 研究过程与结果分析

### 3.1. 研究文献量分析

本研究首先将1707篇有效年发文数据导入Excel表中,绘制出文献发文量情况图,并对文献累计发文量 $x$ 的趋势进行拟合,得到的 $y$ 表示拟合趋势线的函数[20],其中 $R^2$ 是拟合指数,其越接近1,则拟合越好。

由图2可知。该领域从2015年开始有学者展开研究并产出成果。从年发文量看,数学核心素养的发展可以分为2015~2019年,2019~2021年,2021年~2023年三个阶段,其中,2015~2019年呈显著增长的趋势,2018年~2019年的发文量飞速攀升,这与新课程改革的背景相符合;2019~2021年的年发文量由升转降,年发文量从398篇降至190篇;2021~2023年发文量虽略有回落,但整体呈相对平稳的趋势。由累计发文量看,其拟合趋势线函数为 $y = 239.47x - 388$ ,  $R^2 = 0.9743$ ,说明拟合度较好,累计发文量呈线性增长趋势。说明数学核心素养研究的关注度在持续上升,研究领域在持续发展。

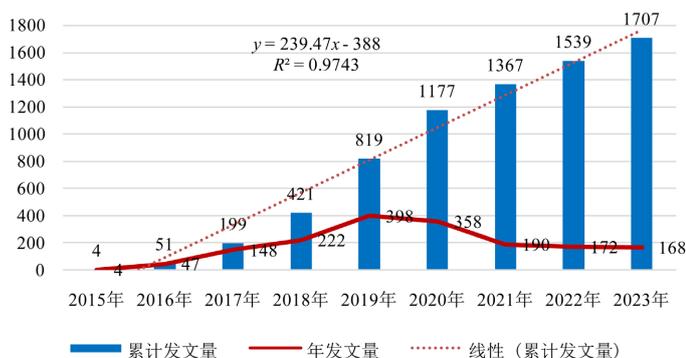


Figure 2. Trends in Mathematics Key Competencies Postings

图2. 数学核心素养发文量趋势图

### 3.2. 研究力量分析

研究力量分析通过生成作者合作图谱和机构合作图谱，揭示研究领域中的合作网络，并识别出具有高度合作关系的学者或机构，从而帮助学术界获取最新的研究成果信息，把握科研前沿，指导自己的研究方向。

#### 3.2.1. 发文作者分析

首先用 CiteSpace 软件绘制出作者合作图谱，其次运用普莱斯公式  $M = 0.748\sqrt{N_{\max}}$  来进一步优化发文作者分析[21]，其中  $N_{\max}$  表示本发文最多的作者的文献数量，本研究中学者发文数量最多为 17 篇，最后通过公式确定高频阈值  $M \approx 3$ 。因此本研究将发文量不低于 3 篇的发文作者称为核心作者，所得结果如表 1 和图 3。



Figure 3. Math core authors' collaborative mapping  
图 3. 数学核心素养作者合作图谱

由图 3 作者合作图谱左上角运行结果可知， $N = 252$ ， $E = 37$ ， $Density = 0.0012$ ，说明 2015~2023 年共有 252 位学者发表研究成果，发文作者整体分布较零散，相互间缺乏合作。有一些学者的网络结构较多，如朱立明、喻平、陈六一等，说明他们具有较高的学术地位，相关研究以他们为核心展开；有一些学者间形成单独的网络节点，如周达与杜宵丰及刘坚，吴晓璐与朱丽及张莹莹等，说明他们在进行相同方向的研究；还有一些学者形成了单独的节点，如胡芙蓉、刘建波等，说明他们存在不同的想法。

Table 1. Statistics on the number of publications by core authors with three or more publications  
表 1. 发文量 3 篇及以上的核心作者发文量统计表

序号	作者	年份	篇数	序号	作者	年份	篇数
1	朱立明	2016	17	13	余泉	2022	3
2	喻平	2016	13	14	杨孝斌	2015	3
3	胡典顺	2018	7	15	吕传汉	2015	3
4	陈六一	2016	6	16	杜宵丰	2018	3
5	孙少平	2019	4	17	马云鹏	2015	3
6	刘晓萍	2016	4	18	幸世强	2016	3
7	史宁中	2017	4	19	付天贵	2019	3
8	李星云	2016	4	20	武丽莎	2022	3

续表

9	许雪	2021	3	21	于敏章	2019	3
10	刘广军	2019	3	22	冯静	2019	3
11	张静	2022	3	23	何璇	2019	3
12	周达	2018	3	24	罗庆丽	2019	3

由表 1 可知, 朱立明、喻平、胡典顺、陈六一等 14 位学者为核心作者, 其中喻平、胡典顺的发文量大于 10 篇, 可以看出两位教授科研能力较强, 在领域内有较高的学术地位和影响力。此外, 该领域的研究最早从 2015 年 9 月开始, 其中发文较早的学者有马云鹏、杨孝斌、吕传汉。综上所述, 数学核心素养领域的合作研究比较薄弱, 且发文量 3 篇以上学者人数仅占总人数的 9.5%, 说明研究领域核心作者尚未形成具有规模的核心集群。

### 3.2.2. 发文机构分析

首先使用 CiteSpace 绘制出机构合作图谱, 然后统计出发文量为 6 篇及以上的机构发文情况, 结果如图 4 和表 2。



Figure 4. Math Key Competencies institutional collaboration mapping  
图 4. 数学核心素养机构合作图谱

由图 4 可知,  $N = 242$ ,  $E = 44$ ,  $Density = 0.0015$ , 说明领域内共有 242 个研究机构, 且机构间联系不够密切, 科研方式多为独立研究。从图 4 合作关系情况看, 现有的机构合作主要存在于同所高校科研人员内部, 跨区域和跨高校间的合作关系较少, 特别是中小学教师和高校科研人员间的合作关系较少。

Table 2. Statistics on the number of publications by organizations with 4 or more publications  
表 2. 发文量 4 篇及以上的机构发文量统计表

序号	机构	年份	篇数
1	唐山师范学院教育学院	2018	16
2	东北师范大学教育学部	2015	11

续表

3	华中师范大学数学与统计学学院	2016	10
4	贵州师范大学数学科学学院	2020	8
5	南京师范大学课程与教学研究所	2016	8
6	内江师范学院数学与信息科学学院	2018	8
7	佳木斯大学理学院	2018	7
8	黔南民族师范学院数学与统计学院	2018	7
9	山东劳动职业技术学院	2019	6
10	延边第二中学	2019	6
11	山西省教育科学研究院	2016	6

由表 2 可知, 研究力量主要集中在省属师范类高校, 中小学仅有 1 所学校发文量在 6 篇以上, 说明中小学教师对数学核心素养研究的关注度较低, 善于钻研、勤于发表论文的中小学教师是极少数[22][23], 数学核心素养的理论研究归根结底是为教师教学提供理论指导, 中小学教师是理论的践行者, 同时也是理论的反思者和建构者, 扎实教师的理论基础, 有利于教师的专业化发展, 推动理论与实践相结合的进程[24]。

### 3.3. 研究热点分析

关键词表达了论文的研究主题, 是论文的核心与精髓[25], 通过关键词可以分析研究领域的热点问题[26]。

#### 3.3.1. 关键词共现分析

关键词共现分析是指利用两个或多个关键词在同一篇论文里同时出现的关系来揭示学科研究主题或研究热点[27]。首先利用 CiteSpace 软件绘制关键词共现图谱, 图谱中关键词越大, 中心性越高[28], 结果如图 5 及表 3。



Figure 5. Co-occurrence mapping of Mathematics Key Competencies keywords  
图 5. 数学核心素养关键词共现图谱

由图 5 可知, 图谱中有 502 个节点和 893 条连线, 网络密度为 0.0071, 说明关键词之间的联系较为

稀疏,存在孤立的研究热点。图中出现了“核心素养”、“小学数学”、“数学核心素养”等字号较大的关键词,说明其出现的频次和中心度较高,其他字号较小的关键词有“课堂教学”、“培养策略”、“数学文化”等也是学者们关注的主题。其中通过图谱呈现情况看,目前学者们对小学学段的数学核心素养的研究力度最大。

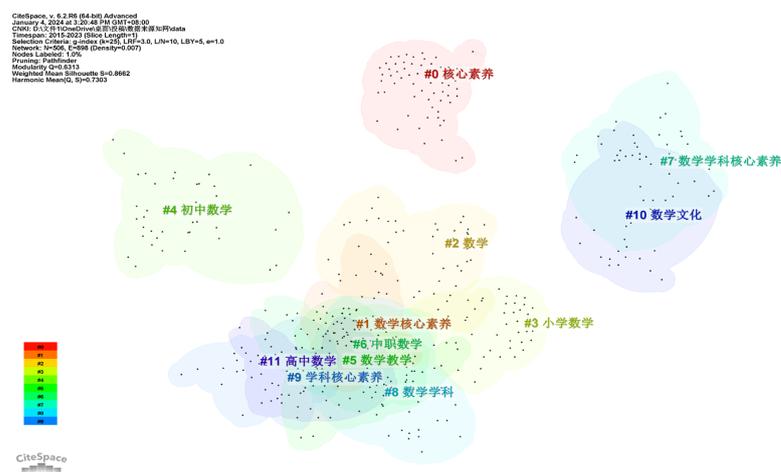
**Table 3.** Statistics of high-frequency keywords for Math Key Competencies

**表 3.** 数学核心素养高频关键词统计表

关键词	频次	中心性	起始年	关键词	频次	中心性	起始年
核心素养	1092	0.66	2015	高效课堂	53	0.03	2018
小学数学	392	0.25	2015	中职数学	46	0.11	2017
数学核心素养	271	0.46	2016	培养	39	0.07	2016
高中数学	145	0.15	2017	数学学科核心素养	35	0.05	2018
初中数学	131	0.17	2017	数学建模	32	0.08	2016
数学	89	0.18	2016	教学设计	31	0.12	2018
数学教学	70	0.19	2016	学科核心素养	29	0.14	2015
课堂教学	66	0.11	2016	数学素养	25	0.05	2017
策略	56	0.07	2016	数学文化	23	0.09	2016
培养策略	55	0.08	2018	小学生	21	0.03	2017
教学策略	53	0.10	2017	小学	20	0.04	2016

从表 3 可知,数学核心素养研究领域主要围绕着核心素养展开,在中小学三个学段中,小学数学研究的学者最多,最受青睐。近些年职业教育体系的优化和改革逐渐被重视[29],中职数学也逐渐成为学者们的研究热点。同时,与“数学核心素养”有关联的关键词较多,根据研究性质可分为两类:一是与数学核心素养研究目标相关的,如:课堂教学、高效课堂、培养、教学设计等;二是与数学核心素养的特征相关,如:培养策略、教学策略、数学建模、数学文化。此外,由图谱可知高频关键词均出现在 2018 年以前,说明在此之前学者们已经经过大量的理论研究。

### 3.3.2. 关键词聚类分析



**Figure 6.** Mathematics key competencies keyword clustering mapping  
**图 6.** 数学核心素养关键词聚类图谱

根据上述关键词共现分析可知,关键词之间的关联性不够,需要进一步分析和挖掘关键词间的潜在联系,以便更准确地理解和解释本研究的数据结果[30]。因此使用 CiteSpace 软件绘制出关键词聚类图谱,通过对离散的和高度相关的关键词重新归类,反映出数学核心素养的研究热点,结果如图 6 和表 4。

由图 6 知聚类模块值 Modularity  $Q = 0.6286 > 0.5$ ,说明聚类分析的关键词结构显著,Weighted Mean Silhouette  $S = 0.8555$ ,说明聚类同质性或信度较高。此外,图 6 中不同聚类结构的面积的大小表示发文量的大小。关键词聚类以关键词出现的频次为依据。最终得到#0 至#11 共 12 个主要聚类。

**Table 4.** Mathematics Key Competencies keywords clustering statistics

**表 4.** 数学核心素养关键词聚类统计表

编号	节点数	紧密程度	关键词名称	特征词聚类
0	62	0.925	核心素养	数学核心素养, 高职数学, 数学学科核心素养, 数学能力
1	51	0.932	数学核心素养	核心素养, 小学数学, 数学课程标准, 义务教育
2	46	0.884	数学	小学, 渗透, 数学思维, 初中数学教学
3	41	0.858	小学数学	教学实践, 初中数学, 数学, 说理课堂
4	40	0.911	初中数学	高效课堂, 构建策略, 高中生, 实践
5	37	0.698	数学教学	中职, 培养策略, 运算能力, 学生核心素养
6	36	0.818	中职数学	教学设计, 教学策略, 课堂教学, 课程思政
7	35	0.795	数学学科核心素养	课程标准, 数学素养, 数学教育, 发展
8	35	0.777	数学学科	培养, 内涵, 现状, 对策
9	29	0.901	学科核心素养	直观想象, 数学抽象, 抽象, 逻辑推理
10	27	0.901	数学文化	数学意识, 中学生, 问题解决, 核心素养
12	25	0.803	高中数学	分层教学, 构建, 作业设计, 教学现状

结合图 6 关键词聚类图谱和表 4 高频关键词统计表,可将我国数学核心素养的研究热点总结为四点。

一是数学核心素养和数学能力培养:研究数学核心素养的最终目的是要深化学生数学能力的培养,提高学生的数学核心素养[31],根据文献发现学者们研究聚焦于“基于核心素养培养学生的问题解决能力”[32],以及研究学生的“直观想象”[33]、“数学建模”[34]、“逻辑推理”[35]、“数据分析”[36]等核心素养的培养路径等。

二是构建教学策略和创新教学方法:新课标对教师提出了新的要求,教师要以为学生为主体,要根据学生的实际情况调整教学策略,选择教学方法,目前学者们研究的教学策略和方法主要有“智慧课堂”[37]、“信息化教学”[38]、“分层教学”[39]、“微课”[40]等。

三是课程体系和课程标准:新课标实施后,有学者开始对新课程标准内容展开结构化分析[41],也有学者基于数学学科特征研究课程体系的建构[42]。

四是数学文化融入课堂与教学活动:有学者基于核心素养对教学实践进行审视与改进[43],在课堂教学设计中,更多教师不再仅仅关注数学的应用价值,也开始通过数学文化融入教学活动来提升学生的人文素养[44],从而真正实现教育的多重育人价值。

### 3.4. 研究前沿分析

#### 3.4.1. 关键词时间线分析

关键词时间线图是反映学科研究前沿的视图[45]，视图反映研究主题随时间变化的研究内容，也可以直观地显示共被引集群的时间特征[46]。使用 CiteSpace 软件生成时间线图，如图 7。

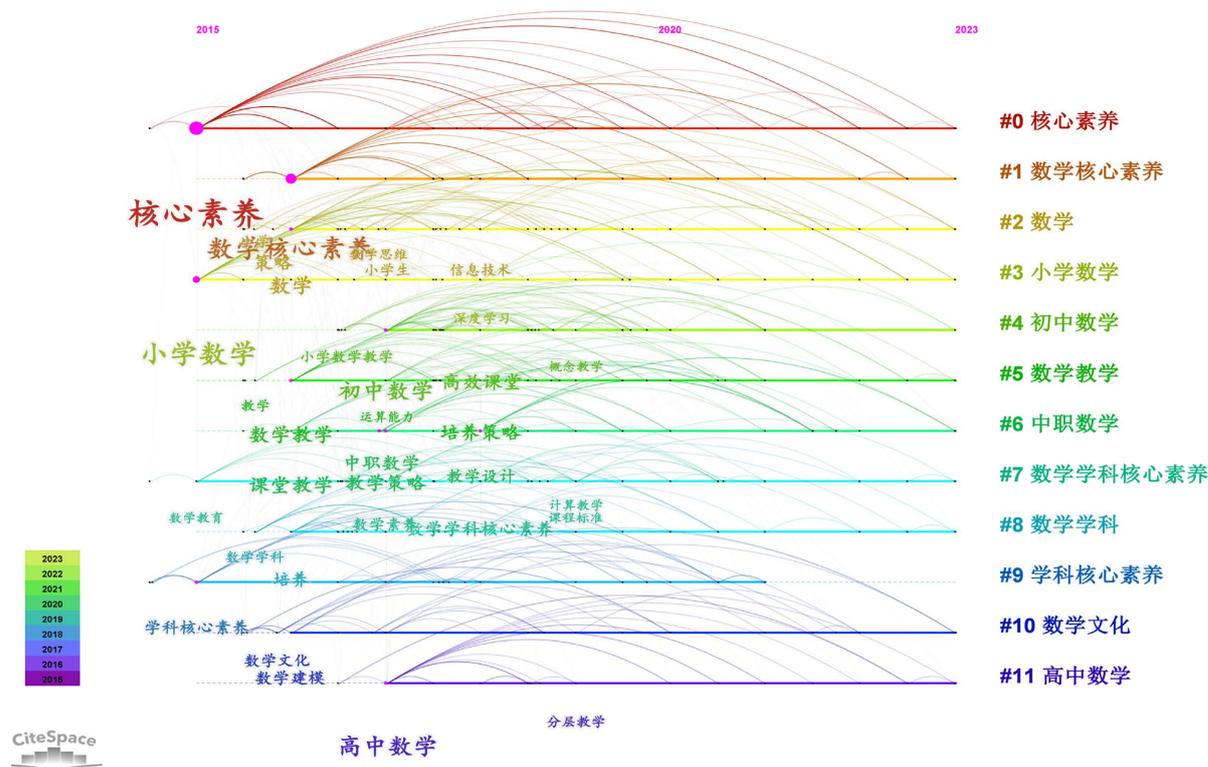


Figure 7. Math Key Competencies keyword timeline mapping

图 7. 数学核心素养关键词时间线图

从图 7 中可以看出，不同时间段内学者们的关注点都不同，根据时间线图关键词的演化过程，可以将数学核心素养研究分为两个阶段。

第一阶段是 2015~2020 年，该阶段经历了数学核心素养概念的形成与快速发展，国家在这个时间段分别颁布了义务教育、高中、中职三个学段的课程标准，其中高中数学课程标准经历了一次修订，因此学者们抓住了新课标改革的大背景进行大量的理论与实践研究，因此这一时间段内的研究成果较多，发文量高达 1178 篇，占比为 68.95%。

第二阶段为 2021~2023 年，在第一阶段，很多学者已经经过大量的理论研究和实践调查，且该阶段学者们的研究成果已具有较高水准，因此第二阶段的数学核心素养研究开始进入深层次创新阶段。学者开始聚焦于对教学方法、教学策略、教学模式的创新研究，例如“互联网+”、“信息化教学”、“智慧课堂”等教学模式。

#### 3.4.2. 关键词突变性分析

有研究指出突现性关键词表示待考察的关键词在短时间内跃迁的现象[47]，因此使用 CiteSpace 软件绘制出的数学核心素养领域排名前 20 的突现关键词，如图 8。

Top 20 Keywords with the Strongest Citation Bursts



Figure 8. Mapping of keyword emergence in core math literacy  
图 8. 数学核心素养关键词突现图谱

根据图 8 关键词突现变化情况，可进一步将该研究领域细分为三个阶段。

**调整过渡阶段：**2015~2017 年，该阶段具有显著的时代特性。自 2014 年 3 月教育部颁布深化课程改革意见后，许多学者开展了数学核心素养领域的研究。此后，2016 年 9 月颁布《中国学生发展核心素养》[48]，2017 年年底印发普通高中课程方案和数学学科课程标准(2017 版) [49]，数学核心素养逐步走进视野，但因处于政策的调整过渡期，因此对于数学核心素养的研究内容深度还不够，相关学术研究处于起步状态。

**高速发展阶段：**2018~2020 年，从研究类型角度看，该阶段呈现出以实践导向的理论研究新局面。从数学核心素养的研究学段看，研究热度较高的是高中学段。这与 2017 年版高中数学课标实施的时代背景相符合。总体而言，相较于第一阶段，第二阶段注重理论与实践并行的研究方向。研究成果更丰富。

**深化创新阶段。**2021~2023 年，该阶段呈现出两大特征，一是研究对象进一步拓展，随着《义务教育数学课程标准(2022 年版)》的颁布[50]，以及国家对于职业教育发展的大力扶持，对于中职生、小学生数学核心素养的培养逐渐被学术界重视；二是研究聚焦于教学理念和信息技术的创新应用，通过科技创新赋能，提高教学效果。

## 4. 结论与建议

### 4.1. 结论

第一，数学核心素养研究领域的年发文量由高速增长阶段转变为高质量发展阶段，年发文量趋于稳定，研究成果保持较高水准。累计发文量呈线性增长趋势，学者们对数学核心素养领域的关注度在持续上升，其重要性得到越来越多的学者认可。

第二，大多学者尚未形成密切的合作关系，目前在领域内尚未形成明确的领军人物。现有机构合作主要集中在高校科研人员之间，跨区域和跨高校间的合作关系较少，尤其是中小学教师与高校学者间的

合作较少。此外，目前整体研究还是以高校学者为主，中小学教师对该领域的关注度偏低。

第三，研究热点集中于小学阶段，其次是高中阶段，对于初中阶段的研究较少。研究内容主要侧重于对数学核心素养的教学、策略及培养路径等方面。研究主题可以归纳为四类：数学核心素养和数学能力培养、构建教学策略和创新教学方法、课程体系和课程标准、数学文化融入课堂与教学活动。

第四，我国数学核心素养的研究趋势可分为三个阶段：调整过渡阶段(2015~2017年)，侧重于数学学科和核心素养的内涵研究；高速发展阶段(2018~2020年)，呈现出以实践导向的理论研究新局面；深化创新阶段(2021~2023年)，聚焦于教学理念创新研究，通过科技赋能，提高教学效果。

## 4.2. 建议

第一，构建数学核心素养研究共同体。建立良好的研究团队和合作网络，促进学术交流和合作，这不仅可以促进数学核心素养研究的良性发展，也可以推动我国数学教育的高质量发展。此外，建议高等师范类院校充分发挥自身学术优势，成立数学核心素养研究小组，定期举办学术交流会议。同时加强与中小学一线教育工作者间的合作交流，丰富研究队伍层次，拓宽研究视角。

第二，拓展数学核心素养研究内容。一方面要以核心素养为导向，关注核心素养的发展与数学学科之间的关联性，在此基础上深入探讨数学核心素养的内涵，开展数学核心素养的培养路径研究。另一方面，建议加强数学核心素养研究与跨学科学习、学段衔接、信息技术等新兴研究领域的融合，以此来落实数学核心素养的多重育人作用，培养学生的数学核心素养。

第三，完善数学核心素养评价体系。影响我国学生数学核心素养的因素有很多，目前对于数学核心素养的评价还没有形成一个统一的标准。因此，建议学者们基于数学核心素养的落实情况，构建完善的评价体系。目前有学者指出可以制订核心素养表现评价量表[51]，但其信效度还处于实验阶段，需要研究人员结合理论与实践来不断探索，最终得出完善的评价体系。

第四，加强数学核心素养理论研究的实践落地。建议高校科研人员积极参与中小学实践项目，通过在实际中的应用效果来验证和完善数学核心素养理论研究。此外，高校可以与中小学之间可以开展交流合作项目，高校科研人员深入一线，通过实地调研，及时了解数学核心素养的落实情况，以及在落实过程中遇到的困难和挑战，从而有针对性地改进，纠正理论研究方向。

## 参考文献

- [1] 王俊民, 丁晨晨. 核心素养的概念与本质探析——兼析核心素养与基础素养、高阶素养和学科素养的关系[J]. 教育科学, 2018, 34(1): 33-40.
- [2] 吕世虎, 吴振英. 数学核心素养的内涵及其体系构建[J]. 课程·教材·教法, 2017, 37(9): 12-17.
- [3] 张侨平, 林智中. 素养导向的数学教育若干问题[J]. 人民教育, 2017(6): 43-47.
- [4] 吴晓红, 郑毓信. 新课程背景下学生数学素养问题探析[J]. 中国教育学刊, 2012(4): 52-55.
- [5] 马云鹏. 关于数学核心素养的几个问题[J]. 课程·教材·教法, 2015, 35(9): 36-39.
- [6] 周淑红, 王玉文. 小学数学核心素养的特质与建构[J]. 数学教育学报, 2017, 26(3): 57-61.
- [7] 裴昌根, 宋乃庆. 基于核心素养的优质高效课堂教学探析[J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(11): 45-49.
- [8] 王娅婷, 毛秀珍. 数学素养的测量及评价[J]. 数学教育学报, 2017, 26(3): 73-77.
- [9] 肖驰, 赵玉翠, 柯政. 基于核心素养的课程政策——第十三届上海国际课程论坛综述[J]. 全球教育展望, 2016, 45(1): 113-120.
- [10] 马勇军, 王娟哲. 国内中小学课程标准研究二十年——基于1999-2018年CNKI期刊文献的可视化分析[J]. 教育学术月刊, 2020(2): 92-98.
- [11] 陈蓓. 知识图谱可视化分析下的数学核心素养研究[J]. 数学教育学报, 2019, 28(6): 87-91.

- [12] 林崇德. 对未来基础教育的几点思考[J]. 课程·教材·教法, 2016, 36(3): 3-10.
- [13] 严必友, 宋晓平. 体现继承与发展的数学课程目标——解读《普通高中数学课程标准(2017年版)》目标体系[J]. 数学通报, 2018, 57(12): 18-21.
- [14] 史宁中. 《义务教育数学课程标准(2022年版)》的修订与核心素养[J]. 教师教育学报, 2022, 9(3): 92-96.
- [15] 孙成成, 胡典顺. 数学核心素养: 历程、模型及发展路径[J]. 教育探索, 2016(12): 27-30.
- [16] 朱立明. 中国学生数学学科核心素养研究述评[J]. 数学教育学报, 2020, 29(2): 84-88.
- [17] 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(2): 242-253.
- [18] 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(5): 65-70+75.
- [19] 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(4): 48-54.
- [20] Tian, Y.M., Liu, J.Y., Xu, X., et al. (2023) Knowledge Mapping of Vocational Education and Training Research (2004-2020): A Visual Analysis Based on CiteSpace. *Scientific Reports*, **13**, Article No. 22348. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-49636-7>
- [21] Chu, W.W., Hafiz, N.R.M., et al. (2022) A Review of STEM Education with the Support of Visualizing Its Structure through the CiteSpace Software. *International Journal of Technology and Design Education*, **33**, 39-61. <https://doi.org/10.1007/s10798-022-09728-3>
- [22] 李润洲. 论教师的研究意识[J]. 教育科学研究, 2021(3): 5-10.
- [23] 温建红, 邓宏伟. 近 20 年我国数学教材比较研究图景——基于 CiteSpace 的知识图谱分析[J]. 教育理论与实践, 2022, 42(11): 44-48.
- [24] 蒋菲. 教育研究者合作网络的特征挖掘及演化分析——以课程与教学专业为例[J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2014, 13(4): 120-124.
- [25] 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(5): 16-34.
- [26] Jiang, P., Ruan, X.M., Feng, Z.R., et al. (2023) Research on Online Collaborative Problem-Solving in the Last 10 Years: Current Status, Hotspots, and Outlook—A Knowledge Graph Analysis Based on CiteSpace. *Mathematics*, **11**, Article 2353. <https://doi.org/10.3390/math11102353>
- [27] 徐选华, 黄丽, 陈晓红. 基于共词网络的群智知识挖掘方法——在应急决策中应用[J]. 管理科学学报, 2023, 26(5): 121-137.
- [28] 韩芳芳, 范群, 韩青青. 我国大数据领域研究论文的计量分析[J]. 图书馆学研究, 2013(8): 2-7.
- [29] 徐懿然, 何雄就. 现代职业教育的创新促进机理及门槛效应分析——基于省际面板数据的研究[J]. 江苏高教, 2023(12): 142-150.
- [30] 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.
- [31] 罗凤军, 刘锐. 试论高中数学教师在高中与大学数学衔接中的作用[J]. 数学教育学报, 2022, 31(5): 41-47.
- [32] 温建红. 基于数学核心素养培养学生提出问题能力的意义与策略[J]. 数学教育学报, 2023, 32(3): 13-17.
- [33] 程花. 通过直观想象培育学生的核心素养——一元二次方程的解法“数学实验室”栏目教学为例[J]. 数学通报, 2020, 59(11): 45-49.
- [34] 倪黎, 茹凯, 颜宝平. “数学建模”核心素养试题分析与命题探索[J]. 数学教育学报, 2022, 31(2): 69-76.
- [35] 李织兰, 蒋晓云, 卿树勇. 初中生逻辑推理核心素养的认识与培养策略研究[J]. 数学通报, 2020, 59(4): 18-23.
- [36] 陈晓, 周仕荣. 从“概率与统计”考点看高考中的“数据分析”学科核心素养——以 2016-2017 两年高考理科数学全国卷为例[J]. 数学通报, 2018, 57(8): 44-47+62.
- [37] 伍文臣. 核心素养视角下小学数学学科智慧课堂构建研究——以“图形的运动——旋转”教学为例[J]. 中国教育技术装备, 2019(3): 54-55+58.
- [38] 张海英. 核心素养背景下小学数学信息化教学探究[J]. 科学咨询, 2020(41): 215.
- [39] 蒋利良. 核心素养下初中数学分层教学探究[J]. 科学咨询, 2019(34): 115.
- [40] 陈结洪. 核心素养下初中数学运用微课开展解题教学的探究[J]. 科学咨询, 2020 (45): 292.

- 
- [41] 马云鹏. 聚焦核心概念落实核心素养——《义务教育数学课程标准(2022 年版)》内容结构化分析[J]. 课程·教材·教法, 2022, 42(6): 35-44.
- [42] 李星云. 基于数学核心素养的小学数学教师课程体系建构[J]. 教育理论与实践, 2016, 36(11): 45-48.
- [43] 郝高玲. 基于核心素养的小学数学教学实践审视与改进——评《小学数学教学的思与行》[J]. 中国教育学刊, 2022(12): 118.
- [44] 梁治明. 数学文化融入课堂的方法和途径——评《基于高中数学核心素养的教学设计与反思》[J]. 中国教育学刊, 2020(8): 115.
- [45] 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(3): 113-119.
- [46] 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/OL]. 计算机集成制造系统: 1-25. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.5946.tp.20220613.0916.010.html>, 2024-01-04.
- [47] 严子淳, 李欣, 王伟楠. 数字化转型研究: 演化和未来展望[J]. 科研管理, 2021, 42(4): 21-34.
- [48] 核心素养研究课题组. 中国学生发展核心素养[J]. 中国教育学刊, 2016(10): 1-3.
- [49] 教育部基础教育课程教材专家工作委员会. 普通高中课程方案和课程标准修订情况说明[J]. 基础教育课程, 2018(1): 11-15.
- [50] 义务教育数学课程标准修订组. 聚焦核心素养指向学生发展——义务教育数学课程标准(2022 年版)解读[J]. 基础教育课程, 2022(10): 12-18.
- [51] 索桂芳. 核心素养评价若干问题的探讨[J]. 课程·教材·教法, 2017, 37(1): 22-27.