

数学文化背景下数学核心素养的培养策略

——基于CiteSpace知识图谱分析

吴越超¹, 敖恩^{1,2,3*}, 周芷若¹, 许鹏宇¹

¹赤峰学院数学与计算机科学学院, 内蒙古 赤峰

²东北师范大学数学与统计学院, 吉林 长春

³赤峰学院民族数学教育研究所, 内蒙古 赤峰

收稿日期: 2024年9月23日; 录用日期: 2024年11月11日; 发布日期: 2024年11月19日

摘要

在《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》中提到“数学承载着思想和文化,是人类文明的重要组成部分”,还强调了关于数学文化渗透到数学课程之中的要求。数学文化对提升学生数学核心素养、提高学生综合素质有重要的现实意义。文章运用CiteSpace软件进行可视化分析,从发文量、关键词等方面对我国目前数学文化的研究现状进行分析,并结合当今教育背景,提出深挖教科书的数学文化内容、打造优秀高效的数学文化课堂、提升学习过程的数学文化意蕴三方面培养策略培养数学核心素养。

关键词

数学文化, 数学核心素养, 培养策略

The Cultivation Strategies of Core Mathematical Literacy under the Background of Mathematical Culture

—Based on CiteSpace Knowledge Graph Analysis

Yuechao Wu¹, En Ao^{1,2,3*}, Zhiruo Zhou¹, Pengyu Xu¹

¹School of Mathematics and Computer Science, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

²School of Mathematics and Statistics, Northeast Normal University, Changchun Jilin

³Research Institute of Ethnic Mathematics Education, Chifeng University, Chifeng Inner Mongolia

*通讯作者。

文章引用: 吴越超, 敖恩, 周芷若, 许鹏宇. 数学文化背景下数学核心素养的培养策略[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 2298-2305. DOI: 10.12677/ve.2024.136354

Abstract

In the “General High School Mathematics Curriculum Standards (2017 edition, 2020 Revision)”, it is mentioned that “mathematics carries ideas and culture, and is an important part of human civilization”. It also emphasizes the requirements of mathematical culture infiltrating into the mathematics curriculum, and mathematical culture has important practical significance for improving students’ core mathematical literacy and improving students’ comprehensive quality. The article employs CiteSpace software for visual analysis to examine the current research status of mathematical culture in China, focusing on aspects such as the volume of publications and keywords. In light of the contemporary educational context, it proposes three cultivation strategies to enhance core mathematical literacy: delving into the mathematical cultural content of textbooks, creating excellent and effective mathematics classrooms centered on cultural aspects, and enriching the mathematical cultural significance in the learning process.

Keywords

Mathematical Culture, Core Mathematical Literacy, Cultivation Strategies

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

数学文化是人类文化的重要组成部分，承载着数学的内容、思想、方法、观点等，同时还包含着数学史、数学应用、数学与生活等多个方面。相关研究表明，培养数学文化是发展学生核心素养的切实策略。如果在数学教学过程中渗透数学文化，那么在数学文化的熏陶下，学生能更好地理解数学知识的内涵与外延，从而提高学生的数学抽象能力，并通过一系列的逻辑推理，建立数学模型，最终实现“三会”，这也就与当前教学活动的关键目标即发展学生核心素养相契合[1]。将数学文化融入到数学课程与教学的过程中，能更好地发挥数学文化的教育功能，激发学生的学习兴趣，使学生进一步理解数学、感悟数学思想，提高综合素质。基于此，本研究采用 CiteSpace 可视化分析软件，从分析方法与文献获取、年度发文量变化趋势、关键词等方面进行计量分析，以求揭示我国对于数学文化的研究现状，以此探究数学文化在教育教学中重要性，并力求在课程标准的指引下，探析在数学文化背景下渗透、培养学生核心素养的相关策略。

2. 概念界定

2.1. 数学文化

数学文化是一种具有深远影响力的文化，它不仅仅是一门学科，它更多的是一种思维方式，一种思考问题的方式，一种能够帮助我们理解世界的方式[2]。首先，数学文化是一种抽象思维的文化。它能够帮助我们建立一种抽象的概念，通过抽象的概念来描述客观事物，以及它们之间的关系；其次，数学文化是一种分析思维的文化，它能够帮助我们更深入地分析复杂的问题，从而找出最佳的解决方案；此外，

数学文化还是一种综合思维的文化，它能够帮助我们把多个事物综合起来，把多个问题综合起来，从而更好地理解问题，找出最佳的解决方案；最后，数学文化是一种实践思维的文化，它能够帮助我们从理论上把握问题，并从实践中把握问题，从而更好地理解问题，找出最佳的解决方案[3]。

2.2. 数学核心素养

数学核心素养是学生在数学学习和应用的过程中逐步形成和发展的关于数学课程目标的集中体现，是具有数学基本特征的思维品质、关键能力以及情感、态度与价值观的综合体现。数学核心素养包括数学抽象、逻辑推理、数学建模、直观想象、数学运算和数据分析，这些核心素养既相对独立又相互融合，是一个有机的整体。这些数学核心素养是育人价值的集中体现，是学生通过学科学习而逐步形成的正确价值观、必备品格和关键能力。

3. 分析方法与文献获取

3.1. 分析方法

基于知识图谱分析的视角，使用 CiteSpace 软件，从发文量、研究作者与研究机构、关键词三方面对所选择的文献进行分析。CiteSpace 软件可译为“引文空间”，是由陈超美博士基于 Java 语言开发，它首先是对所要研究主题相关的文献进行计量，去探寻该领域的发展路径及其知识拐点，通过运行与操作得到一系列可视化图谱，来分析该领域演化潜在动力机制，去探索该领域学科发展前沿[4]。

3.2. 文献获取

本次研究采用了文献计量学的分析方法，并使用 CiteSpace 软件进行分析。研究数据来源于 CNKI 数据库，在知网中打开高级检索，选择学术期刊，在主题处输入“数学文化”，检索时间为 2010 年至 2022 年，期刊来源选择核心期刊与 CSSCI 来源期刊，点击检索。共检索到 508 篇期刊论文文献，在操作中人工剔除会议报告等无效内容后，筛选得到 483 篇有效分析文献。进入文献管理中心，选择 Reforks 格式并导出。打开 CiteSpace 软件，对 483 篇有效文献进行处理，得到适用于进行分析的数据。

4. 研究结果与分析

4.1. 年度发文数量分析



Figure 1. Change trend of the volume of mathematical culture research

图 1. 数学文化研究发文量变化趋势

为方便描述我国数学文化的研究现状，对发文量相关数据进行分析，时间切片间隔选择一年，具体变化趋势见图 1。根据核心期刊文献数量的变化，可以将其分为三个阶段具体分析。

第一阶段为增长期(2010~2013年)。这一阶段发文数量在近十几年中首次出现增长趋势,这与2011年颁布的《义务教育数学课程标准(2011年版)》有紧密联系,此课标中指出,数学是人类文化的重要组成部分,可以帮助学生了解人类发展过程中数学起到的重要作用,激发学生学习数学的兴趣,去感受、欣赏数学的“优美”。结合其他影响因素,使得在这一阶段与数学文化相关的核心期刊发文数量增长迅速,2013年更是达到四十余篇。

第二阶段为波动期(2014~2020年)。这一阶段发文数量一直处于持续波动阶段,但每年核心期刊发文数都在三十篇以上,波动幅度相对稳定,可见数学文化研究的热度持续不断。数学文化被越来越多的数学家、数学教育家等诸多专家深入研究,人们对数学教育的认识也由知识层面上升到了精神层面,从原来的关注知识的传递到现在注重人们精神的发展,将数学文化融入到教学以及其他各方面,这对基础教育中重视数学文化的氛围起了重要的促进作用。

第三阶段为急剧波动期(2021~2022年)。这一阶段出现了前所未有的急剧波动,达到了近十几年的高峰。但是又呈急剧下降趋势,推测是受新冠疫情的影响,此时期整体发文量相对减少,但又有相关教育政策的出台以及义务教育阶段新课程标准的发行,使得数学文化相关发文量在两年内差额达到了近三十篇。虽然受大环境影响,但发文总数可观,足以见得数学文化仍然是当下研究的热点问题。

4.2. 研究演进趋势分析

运用 CiteSpace 软件,绘制出关键词共现图,见图 2。运用 Citation Burst 突现前沿术语,得到 25 个在短时间内发生突现的关键词,见图 3。取高频关键词前 25 个进行辅助分析,按排序,见表 1。分析数学文化演进趋势可以把握研究的发展脉络,分析当今研究热点,更好地预测和展望未来的研究发展方向。从图 2 和图 3 可以看出,时间不同、背景不同,研究内容的侧重点也有所不同,下面将进行具体分析。

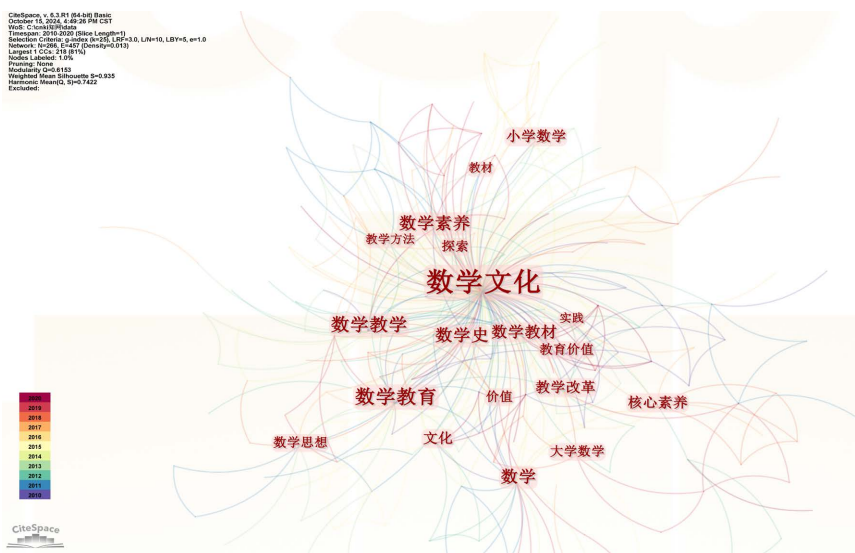


Figure 2. Keyword co-occurrence map

图 2. 关键词共现图

4.2.1. 对关键词共现图进行分析

研究热点反映了某一领域的研究方向和重点,较高词频和中心度的关键词反映了一段时间内研究者共同关注的问题。通过分析关键词共现图可以把握该领域的研究动态,得到该领域的研究重点与热点话题[5]。根据得到的关键词共现图,我们可以看到对于数学文化的研究多集中在数学素养、数学教学、数学史、核

心素养等方面，不难发现数学文化与素养的研究有着密不可分的关系。那也就意味着在十几年的数学文化相关研究中，数学文化与核心素养的关联性不断加强，两者及两者之间的相关研究均为热点话题。

Top 25 Keywords with the Strongest Citation Bursts



Figure 3. The keyword emergent map
图 3. 关键词突现图谱

4.2.2. 对关键词突现图谱进行分析

根据得到的关键词突现图谱，见表 1，能够得到长度较长的有数学素质(1.04)、文理交融(1.69)、数学教材(1.48)、数学史(1.24)、小学数学(1.52)、核心素养(2.87)，其中核心素养是长度最长的关键词，且突现时间长达三年，再一次反映了将数学文化与核心素养两者结合进行相关研究的大趋势。

Table 1. High-frequency keyword frequency and mediation centrality statistics table (top 24)
表 1. 高频关键词频次和中介中心度统计表(前 24)

频次	中心度	关键词	频次	中心度	关键词
239	1.18	数学文化	8	0.02	高校数学
48	0.2	数学教育	7	0.02	数学思想
32	0.21	数学家	7	0.01	文化课程
31	0.12	数学史	6	0	数学学习

续表

16	0.1	数学知识	6	0.01	数学课程
14	0.04	数学教学	6	0	高考数学
14	0.05	数学	5	0.02	全国卷
13	0.06	小学数学	5	0.03	教学设计
12	0.03	研讨会	5	0.01	文理交融
11	0.07	核心素养	5	0	少数民族
11	0.02	数学教材	5	0.03	价值
10	0.02	数学素养	5	0.01	学习数学

4.2.3. 对高频关键词频次和中介中心度统计表进行分析

根据得到的高频关键词频次和中介中心度统计表,排在前八名的关键词均与数学自身有关,包括数学文化、相关知识、教学教育等,第九名是研讨会,仅次于与数学相关的关键词就是第十名核心素养。在此阶段的十多年间,相关学者对数学文化的研究不曾间断,主要原因就在于文化是源远流长并一直存在于教育之中的,无论教育如何发展、教育要培养什么,有教育的地方就会有文化的渗透。在教育发展的整个历程来看,无论是教育最开始提倡的要培养“双基”(基础知识、基本技能),再到后来的培养“四基”(基础知识、基本技能、基本思想、基本活动经验),以及到现在注重发展学生的核心素养,数学文化都渗透其中并起到了一定的推动作用。

5. 培养策略

培养学生的核心素养作为当今教育的主要任务,更应该体现数学文化的运用。在这里要再次强调一个基本关系,即研究数学文化与核心素养之间的联系,并不是将两者生拉硬拽,而是数学文化作为数学悠久历史中遗留下来的智慧结晶,对学生的学习与发展具有重要推动作用,其作用可以概括为三个层次。一是体现在对数学知识本身的理解与掌握;二是体现在优化思考数学的方式;三是体现在核心素养的培育以及发挥数学学科的育人功能。下面就结合以上研究结果、当今教育背景以及国家政策文件的要求,提出在数学文化背景下数学核心素养的培养策略。

5.1. 深挖教科书的数学文化内容

我们要培养的是德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人,也就要求明晰学生需要具备哪些核心的知识、能力与情感态度,才能成功地融入未来社会,担负起推动社会发展的重任,这也正是核心素养要解决的问题。在教育部最新颁发的课程标准即《义务教育数学课程标准(2022年版)》中,指出要全面落实习近平新时代中国特色社会主义思想,将社会主义先进文化、革命文化、中华优秀传统文化、国家安全等重大主题教育有机融入课堂[6]。在最近修订的《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》也指出要认识数学的科学价值、应用价值、文化价值和审美价值,还要重视数学实践和数学文化[7]。

数学教科书作为落实课程标准、指导数学教学、引导学生学习的重要工具,使得教师要深度分析和挖掘数学教科书中的数学文化内容。通过分析教科书,可以发现数学文化内容总量丰富,并且渗透到了教科书的前言、例题、习题、课后扩展部分,并且以图片、文字以及图文并茂的表现形式展现,使得数学文化的表达更加形象具体,这与课程标准的步伐也达成一致。教师合理地使用教科书、深挖教科书中的数学文化内容,有利于丰富课堂内容、锻炼学生的思维方式、发展学生的数学学科核心素养。

5.2. 打造优秀高效的数学文化课堂

《普通高中数学课程标准(2017年版 2020年修订)》在教学建议方面着重强调将数学文化融入数学教学活动、渗透在日常教学中,引导学生了解数学的发展历程[7]。文化与知识的教与学有所不同,文化不是学生需要掌握的必备知识,而是作为一种理解知识、感悟知识的手段。为了发展学生的数学核心素养,打造优秀高效的数学文化课堂,在实际教学中数学文化可以以多种形式助力学生理解知识、提高学生思维的敏锐度。

比如丰富多彩的历史故事的引入,形式多样的文化活动的举办等。不难发现不论是哪个学段的学生都非常喜欢听故事,兴趣又是最好的老师,通过历史故事的引入,能够吸引学生的注意力、调动学生的学习积极性以及对相关知识的理解程度,丰富学生的知识储备并唤醒学生积极探索数学知识之间的联系,实现乐学、善学。在数学课堂上,还可以开展多种数学文化活动,让学生身临其境地感受数学与文化的魅力,还应建立健全的以数学文化为辅助的课堂评价体系。这些方法虽然不能立竿见影,但却能潜移默化地感染学生,加强学生对数学文化的认识与喜爱。

5.3. 提升学习过程的数学文化意蕴

文化意蕴是以意识形态的形式展现,且具有文化中蕴含的意义、启示和精神,常常可以体现某一文化的基本特质和深层结构。日常学习过程中要让数学文化科学的融入到各个方面,进而提升整个探究、学习过程的数学文化意蕴。在被数学文化意蕴包裹的学习中,学生能自然的进行数学抽象、逻辑推理、建立数学模型,发展学生的数学核心素养,体会到数学学习不仅是学习数学知识本身,更多的是要注重对思想方法的培养。

在学习过程中融入传统的数学知识,利用古人的智慧启发学生的思维,激发学生的求知欲,在经典的古代数学之中感受数学的魅力。例如,在学习关于“平面图形面积计算”的数学问题时,可以引入我国古代数学家刘徽运用的“出入相补”来计算平面图形的面积;在学习多位数时,还可以借助从古代流传下来的算盘去帮助学生理解多位数;在讲解“圆与直线的位置关系”时,可以将相切、相交、相离这三种情况与古代诗词联系起来,即“海上生明月,天涯共此时”,将太阳在升起的过程中与海平面变化的位置关系与所要学习的数学知识建立联系,不仅能够帮助学生切实感受所学内容,还培养了学生的数学抽象等数学核心素养。

6. 结语

当前数学教学,是以发展学生的核心素养为目标。要想让核心素养可持续发展,就要找到可持续的推动力,来保障学生核心素养的养成。相对于数学知识而言,数学文化是可持续的,是一直存在并随着时间的推移而越发深厚的,数学文化常伴随着数学的发展史而出现,那么就能加快学生对数学文化的理解与接受,这也就表明了数学文化在推动数学学科核心素养的可持续发展中具有举足轻重的地位,这是理论角度。从实践的角度来看,学前预设的很多目标在数学文化的渗透与帮助下,会更容易达到。那么在数学教学中就要着重重视数学文化的作用,并使其成为数学学科核心素养可持续发展的重要推动力。在后续的研究中,我们不仅要研究数学文化,还要继续研究数学渗透、融入到数学课程与教学中的有效途径,更要研究学生在领悟数学文化的过程中可能会遇到哪些困境以及如何突破这些困境。解决了这些问题,在数学文化背景下渗透核心素养就会水到渠成,也就能有效培养学生核心素养,促使学生获得更加全面的发展。

基金项目

本文系 2022 年度赤峰学院研究生教育改革项目暨研究生课程建设项目“研究生精品课程建设——以

《中学数学课程与教材研究》为例”的研究成果，项目编号：CFXYK2256。

参考文献

- [1] 宋凯东. 重视数学文化, 落实核心素养[J]. 数学教学通讯, 2022(30): 42-43.
- [2] 克莱因, M. 西方文化中的数学[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 2001: 16.
- [3] Wilder, R.L. (1998) *The Cultural Basic of Mathematics*. Princeton University Press, 16-19.
- [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(2): 242-253.
- [5] 吴立宝, 刘颖超, 巩雅楠. 基于知识图谱的高阶思维研究述评[J]. 教育与教学研究, 2022, 36(10): 1-14.
- [6] 中华人民共和国教育部制定. 义务教育数学课程标准(2022 版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2022.
- [7] 中华人民共和国教育部制定. 普通高中数学课程标准(2017 年版 2020 年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.