

近五年我国数学核心素养研究热点可视化分析

陈晓婷*, 郭继东#

伊犁师范大学数学与统计学院, 新疆 伊宁
Email: tannychain@163.com, #guojd662@163.com

收稿日期: 2020年12月25日; 录用日期: 2021年1月19日; 发布日期: 2021年1月28日

摘要

使用BICOMB共词分析及SPSS软件, 基于知网上276篇核心期刊论文, 对有关数学核心素养方面的热点进行可视化分析, 研究数学核心素养在国内发展现状。

关键词

数学核心素养, 知识图谱, BICOMB共词分析

Visualization Analysis of Research Hotspots of Mathematics Core Literacy in China in Recent Five Years

Xiaoting Chen*, Jidong Guo#

College of Mathematics and Statistics, Yili Normal University, Yining Xinjiang
Email: tannychain@163.com, #guojd662@163.com

Received: Dec. 25th, 2020; accepted: Jan. 19th, 2021; published: Jan. 28th, 2021

Abstract

Using BICOMB co word analysis and SPSS software, based on 276 core journal papers on Zhiwang, this paper makes a visual analysis on the hot spots of mathematical core literacy. This paper studies the development status of mathematics core literacy in China.

*第一作者。
#通讯作者。

Keywords

Mathematics Core Literacy, Knowledge Mapping, BICOMB Co-Word Analysis

Copyright © 2021 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

我们都知道, 大脑指挥我们的四肢, 三国时期诸葛亮指挥关羽张飞, 而李尚志教授形象地将核心素养比喻成大脑和诸葛亮, 核心素养的作用是指指挥我们理性地解决学习和工作中的问题[1]。数学在我们日常生活中的作用不言而喻, 培养学生的数学核心素养有利于学生的终身发展以及适应新时代社会的要求。数感、符号意识、空间观念、几何直观、数据分析观念、运算能力、推理能力、模型思想、应用意识和创新意识为十大数学核心素养。2014 年初教育部所发《关于全面深化改革 落实立德树人根本任务的意见》文件中, 着重强调立德树人的重要性, 指出“培养什么人、怎样培养人”的重要问题, 核心素养是指每个人都应该具备的, 能够使其终身发展以及适应社会发展需要的必备的能力。数学核心素养就是学生在学习数学过程中应该具备的品质, 然而数学核心素养并不是强加在学生课程以外的内容, 数学核心素养应该渗透于课堂之中, 课堂学习内容之中, 体现在师生教与学的过程之中。

在高中阶段, 重要的数学核心素养有六条, 数学抽象就是从事物的物理性质中抽离出具有一般规律的性质, 并用数学语言去描述抽象概念; 逻辑推理从一般的事实或命题出发, 根据自身逻辑推理出另一命题的思维流程; 数学建模是对实际问题进行数学归纳, 对具体问题构建出帮助自身解决问题的数学模型; 直观抽象是借助几何或空间对事物的变化进行描述; 数学运算就是运用已有法则解决数学疑惑; 数据分析就是在得到基本数据前提下, 挖掘数据间的关系, 对有用信息进行严谨分析。那么既然数学核心素养对数学学习有如此重要的作用, 如何有效地提高学生数学核心素养成为研究数学的重要课题。各学科对核心素养的研究非常多, 本文针对数学学科方面核心素养的研究, 探究我国数学核心素养研究的现状, 从而探索核心素养研究成熟领域以及不足之处, 能够提供在职教师所参考的理论依据, 为教师素质发展提供材料支撑。

本论文借助 BICOMB 和 SPSS 软件对近五年我国数学核心素养研究热点进行可视化分析, 通过绘制知识图谱对我国学生数学核心素养研究进行研究, 从而挖掘出数学核心素养研究领域的研究现状、热点主题, 并提出适当的建议。

2. 研究数据及方法

(一) 研究数据来源

本研究数据来源于中国知网(CNKI)数据库, 在学术期刊库中的高级检索选择主题为“数学核心素养”, 检索时间设定为“2015 年~2020 年”, 来源类别设定为“北大核心”, 共搜索到期刊 281 篇, 剔除不符合要求的文献(如与数学非相关论文), 最后确定有效文献 276 篇。

(二) 研究方法

为了能直观呈现“数学核心素养”的研究现状, 借助 Bicom2.0 共词分析软件和 SPSS23 统计软件, 进行多维度统计分析。

3. 研究结果分析

3.1. 文献作者分析

通过对核心期刊作者分析可以了解与该方面相关的研究学者情况。对 276 篇文献的作者进行统计, 统计出频次排名前 10 的作者, 见表 1。核心期刊发刊量最多的作者是喻平, 占总量的 3.99%, 其次是朱立明 9 篇, 再次是章建跃 7 篇。前 10 位作者 10 年共发文 60 篇, 占总发文量的 21.7%, 人均发文量为 6 篇, 但每年人均发文量仅为 1, 2 篇, 数量极少, 产量较低。

Table 1. Ranking of core literature authors

表 1. 核心文献作者发文排名

序号	姓名	出现频次
1	喻平	11
2	朱立明	9
3	章建跃	7
4	马云鹏	6
5	史宁中	6
6	鲍建生	6
7	王尚志	5
8	吕世虎	4
9	李尚志	3
10	苏耀忠	3
总计		60

3.2. 高被引次数论文统计

论文引用次数可作为研究热点指标之一, 高被引频次论文在该领域内具有较高的质量、研究价值以及影响力。根据 276 篇文献被引次数, 统计出排名前十的文献, 见表 2。马云鹏、史宁中、喻平所发论文被引用次数位列前三, 马云鹏所写的《关于数学核心素养的几个问题》被引次数高达 682。从表中数据看来, 大部分引用核心期刊的内容基于数学核心素养所引发的思考。

Table 2. Top ten cited literatures

表 2. 被引频次文献前十名

序号	文献名	作者	年份	被引频次
1	关于数学核心素养的几个问题	马云鹏	2015	682
2	学科核心素养的培养与教学	史宁中	2017	348
3	数学核心素养评价的一个框架	喻平	2017	281
4	数学教育视角下的“核心素养”	郑毓信	2016	272
5	中国学生发展的数学核心素养概念界定及养成途径	孔凡哲; 史宁中	2017	263
6	基于深化课程改革的数学核心素养体系构建	朱立明	2016	244
7	高中数学教材落实核心素养的几点思想	章建跃	2016	230
8	小学数学核心素养培养的思考与实践	徐国明	2016	216
9	基于数学核心素养的小学数学教师课程体系建构	李星云	2016	187
10	从学科核心素养与学科育人价值看数学基本思想	曹培英	2015	284

3.3. 核心文献作者单位统计

通过对 276 篇论文的作者所属单位进行统计, 可以知道大概了解哪些高校对数学核心素养研究更为深刻, 对作者单位进行排序, 截取前十位, 结果见表 3。由表 3 可见, 东北师范大学、华东师范大学、南京师范大学、唐山师范学院、首都师范学院、北京师范大学、华中师范大学等高校对数学核心素养有较深入的研究。

Table 3. Top ten rankings of author's unit frequency

表 3. 作者单位出现频次前十排名

序号	作者单位	出现频次	所占百分比
1	东北师范大学教育学部	10	2.60%
2	华东师范大学数学科学学院	10	2.60%
3	南京师范大学课程与教学研究所	9	2.34%
4	山西省教育科学研究所	6	1.56%
5	唐山师范学院教育学院	6	1.56%
6	人民教育出版社	6	1.56%
7	首都师范大学	6	1.56%
8	北京师范大学数学科学学院	5	1.30%
9	南京师范大学教育科学学院	5	1.30%
10	华中师范大学数学与统计学学院	5	1.30%
总计		68	17.71%

3.4. 高频关键词词频统计

经过对相似关键词的修改合并, 并去除非专业词汇, 最终 276 篇文献得出关键词总频次为 1309, 对高频关键词进行排序, 截取出现频次大于 4 次的关键词, 结果见表 4。从表中可见, 28 个高频关键词总频次为 445 次, 占关键词出现总频次的 34.0%。其中, 前十位关键词频次均大于 8, 这一结果初步说明, 数学核心素养研究的主要内容是小学数学, 多与数学抽象、数学教育、数学知识、数学文化等内容展开研究分析。

Table 4. Keywords with frequency greater than 4

表 4. 出现频次大于 4 的关键词

序号	关键字段	出现频次	序号	关键字段	出现频次
1	数学核心素养	133	16	高中数学	6
2	核心素养	116	17	评价	5
3	数学抽象	24	18	数学教学	5
4	数学教育	14	19	逻辑推理	5
5	小学数学	13	20	数学课程	5
6	数学知识	13	21	数学运算	4
7	数学文化	12	22	高考数学	4
8	中学生	11	23	课堂教学	4

Continued

9	数学素养	11	24	数学思想方法	4
10	数学建模	8	25	数学思维	4
11	高中数学课程标准	7	26	高考改革	4
12	教学设计	7	27	数学教材	4
13	课程标准	6	28	学生核心素养	4
14	课程改革	6			
15	学业质量监测	6	总计		445

3.5. 高频关键词相异系数矩阵分析

为了更直观地展现出关键词间的关系, 将上述得到的 40 个高频关键词导入 SPSS23, 进行相异性分析, 结果见表 5。表 5 中系数大小代表着关键词之间的距离远近, 相异系数的数值越接近 0, 说明关键词联系越接近; 反之, 数值越接近于 1, 相似性越低, 说明关键词之间联系越远。由表 5 可以看出, 各个关键词离数学核心素养由近及远依次是: 数学文化(0.772)、数学抽象(0.785)、数学教育(0.836)、数学知识(0.854)、核心素养(0.943)、小学数学(0.951)。由此可见, 数学核心素养经常与数学文化、数学抽象、数学教育、数学知识等内容结合进行叙述。

Table 5. Difference coefficient matrix of high frequency keywords (part)

表 5. 高频关键词相异系数矩阵(部分)

	数学核心素养	核心素养	数学抽象	数学教育	小学数学	数学知识	数学文化
数学核心素养	0.000	0.943	0.785	0.836	0.951	0.854	0.772
核心素养	0.943	0.000	0.792	0.851	0.742	0.820	0.946
数学抽象	0.785	0.792	0.000	0.945	1.000	0.830	1.000
数学教育	0.836	0.851	0.945	0.000	1.000	0.926	0.846
小学数学	0.951	0.742	1.000	1.000	0.000	1.000	1.000
数学知识	0.854	0.820	0.830	0.926	1.000	0.000	0.760
数学文化	0.772	0.946	1.000	0.846	1.000	0.760	0.000

3.6. 高频关键词聚类分析

为了更直观地展示高频关键词之间的关系, 将出现频次大于 4 的 40 个高频关键词相异系数矩阵导入 SPSS23 进行聚类分析, 见图 1, 结合关键词所属领域, 可以概括出四大热点研究领域。

研究热点一, 通过合理教学方法促进学生数学核心素养的发展。钱建芬认为基于本原问题的教学是发展数学核心素养的教学。基于本原问题的教学是指教师在备课时要基于问题的实际情形进行思考, 反映问题的本质, 创设问题情境[2]。刘亚平、黄晓学认为在教学解题过程, 不仅要帮助学生解决疑难, 解释数学的本质, 更要通过教学促使学生数学核心素养发展, 做到学生终身可持续发展。数学建模本质上是一个数学抽象 - 概括过程, 因此进行合理的科学抽象概括, 有利于培养学生数学建模素养。数学运算能够促进学生数学运算素养的发展。合情推理有利于学生形成逻辑推理素养[3]。陈德燕提出通过探索立体几何图形结构性质过程中, 有利于学生形成用逻辑的思维方式推断答案, 培养逻辑推理思维, 形成理性思维。教师需要提高教育教学能力, 改变旧的数学教学理念, 与时俱进[4]。在各种知识模块中, 数学

核心素养皆有明显的分布。“函数”内容的学习当中较为明显的体现出数学抽象素养和数学运算素养，而不同得教材版本侧重的核心素养模块也略有不同。在教师教学中要注重对数学核心素养在数学习题中的合理配置，注意承前启后，做到多种核心素养协同发展[5]。“数学广角”是数学课本中的扩展题，对学生逻辑思维能力要求比较高，但这种题目能更好地锻炼学生的数学核心素养。“数学广角”的内容一般比较贴近生活的数学问题，教师应科学地安排教学场景，增加学习趣味[6]。

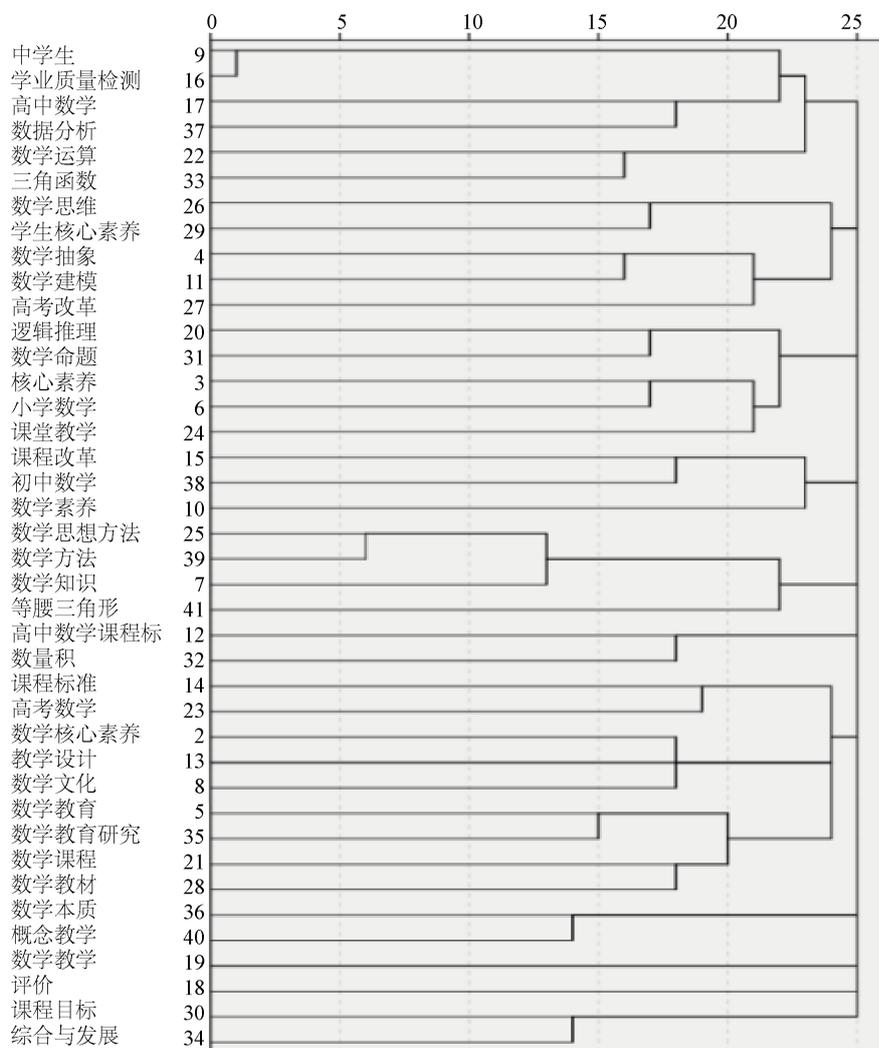


Figure 1. High frequency keyword clustering result map

图 1. 高频关键词聚类结果图

研究热点二，数学核心素养的构建与发展。构建学生的数学核心素养，最关键的是教材、教学内融入数学核心素养思想，教师从关注“教”走向关注学生的“学”，并把数学核心素养概念落实在数学探究活动当中，引导学生在“做”数学的过程中自然而然地获得数学核心素养。数学核心素养构建不是一蹴而就的事情，必须要经历一个漫长的过程，教育工作者要学会帮助学生从已有的知识体系，感受数学的没，培养学生的理性思维，对判断、推理等活动加以自己的理性判断，并且根据数学课程改革的要求，完善教学评价体系。一直以来，教育工作者着重关注数学基础知识与数学基本技能(简称“双基”)，但在新课程改革之下，教育工作者应更加注重数学基础知识、基本技能、基本思想、基本活动经验(简称“四

基”），即培养数学核心素养夯实数学学习基础的重点从“双基”拓展到了“四基”。学生在学习过程中要形成发现和提出问题的能力，分析和解决问题的能力(简称“四能”)，“四能”的形成有利于促进学生学会数学思考，更加重视理性思维[7]。郑强认为，在学习数学过程中，学习中应该通过数学学习，加深对数学知识点的理解，内化为数学文化的成功，最终学习者能够主动地将数学理论应用于实际生活中[8]。数学核心生活其实与我们生活息息相关，通过抽象概括，可以将与数学有关外部世界的事物内化为数学内部，形成我们进行数学研究的对象；通过数学建模，可以构建出具有活力的数学模型，塔尖数学与外部世界的桥梁；通过逻辑推理，得到解决数学问题的方法及思维，促进数学自身发展。

研究热点三，数学核心素养的评价体系。国内较早进行数学核心素养评价是参照 PISA 等国际测评内容而进行的，虽然数学核心素养概念不断发展，国内涌现出一批根据我国学生自身特点进行评价的指标。知识准确性，方向正确性，方法和理性和推理有效性这四个维度可以概括为学生在解答问题是表现出来的数学能力和素养[9]。数学课堂是否有效是提高学生数学核心素养的重要途径，潘小明认为要重视数学课堂教学评价，通过正确的评价激励学生的学习，帮助学生认识到自己在数学学习上的不足，深化学生对自身学好数学的自信程度。应该更加关注课堂教学评价的评价方式、评价内容以及评价活动的准备性[10]。喻平结合国内外评价体系作出总结，数学核心素养水平根据三种形体进行划分：知识理解、知识迁移、知识创新。通过数学抽象把一个现实问题转化为一个数学问题面对问题进行光斩延伸；数学运算能将数学公式应用于解决实际现实问题，培养学生对公式的灵活运用；直观想象，结合生活经验抽象出数量关系，能够对图形进行变式，提高空间想象能力[11]。

研究热点四，基于核心素养背景下，教师的现状及对其要求。能否有效培养学生的数学核心素养，很大程度上取决于教师自身的数学核心素养。在全面深化改革这一社会背景下，对教师的要求也更加严格，教师面临新的挑战，必须调整自己角色，调成课程结构。陈柳娟、林晴岚认为数学核心素养是数学教师教学的统领与主线，并且数学核心素养最终表现为学生能用数学眼光看世界。因此教师要培养学生会用数学的眼光看待师姐，注重基于教学内容的现实生活背景向学生展现数学与实际生活潜移默化的关系[12]。目前存在的不足之处包括：部分教师对数学核心素养的认知度较低，教师对数学关键能力的培养重视程度不足，教师对课堂教学中如何渗透数学核心素养的能力不足，对核心素养对学生的教育价值认识模糊不清[13]。虽然教师目前对数学核心素养的理解仍处于一个较为模糊的阶段，但这并不碍于教师对如何培养学生的数学核心素养作出详细的教学解析。在教学过程中，不仅仅提高学生对数学的觉悟，也是一个提高教师对数学核心素养关注度的一个重要途径。教学相长，教师在传授知识过程中应该更注重自身对数学核心素养的理解。曾经教师普遍认为“学生基础差，老师要多讲。学生基础好，老师可以少讲。”如今新课程改革，教师应该理清核心素养与自己原有数学知识中的关联与区别，树立各种概念的内涵和外延，学生学习的并不仅仅是一个符号、一个结果。

4. 总结与展望

4.1. 总结

孔凡哲、史宁中指出“当前新课程改革建构中国学生发展的数学核心素养，必须立足于两个基本出发点：1) 数学核心素养具有典型的数学学科特性，是数学学习所特有的，并且无法通过其他学科学习代替；2) 数学核心素养是中国学生发展核心素质在数学学科的具体化，并与其他学科核心素养一起，对于学生的全面发展与终生可持续发展共同发挥作用。[14]”充分体现了数学核心素养既有自身的独特性，又与其他学科核心素养融会贯通的特点。在知网中搜索主题为“数学核心素养”相关的论文及期刊共有 2113 篇(学术期刊 1686 篇，学术论文 427 篇)，其中核心期刊为 276 篇、博士论文 3 篇，由此可见我国对于数

学核心素养方面的深入研究仍然相对不足。研究主题不仅可以看出该领域研究的热点,而且能够反映学者们在某一阶段对某个问题的关注。当前关于数学核心素养的论文,对于小学数学教学、数学文化、数学建模等内容有较深入的研究。数学核心素养的研究不应该离开数学学科,就像孔老师和史老师所言,无法被其他学科所替代。也不能丢弃“核心”二字,要让数学核心素养成为每个学生的基本素养。小学是正式学习数学的开端,许多学者认为在小学阶段,应该抓好对小学生数学核心素养的培养。对小学生数学核心素养的要求,更准确来说应该是提高教师数学核心素养的认识,目前部分数学教师们对数学核心素养这一名词仍不清晰。在新课程改革的大背景下,教师从原本课堂中心转变为协助学生学习的引路人,因此教师的责任不单只是传道授业解惑,更重要的是在教学过程中,精心准备教学内容,让数学核心素养渗透于教学内容的每一环节,这无疑是对教师有更高的要求,新时代的教师也面临着更大的挑战。

数学核心素养的养成,通过学生从数学学习中习得能使学生终身发展的品质的过程中体现。使学生养成对学习数学的兴趣,让学生理解到学习数学的实用性。276 篇文献主要分成了四类:① 合理教学方法促进学生数学核心素养的发展;② 数学核心素养的构建与发展;③ 数学核心素养的评价体系;④ 基于核心素养背景下,教师的现状及对其要求。四类研究热点看似各自独立,实则相互联系密不可分,数学核心素养的发展会对数学学业水平方面的出题思路发生一定的改变。对核心期刊作者及作者单位进行分析,有利于了解国内目前对数学核心素养有深入研究的场所,其中不乏国内重点师范类高校。师范类高校从来都是未来教师培养的重要场所,这些高校对数学核心素养研究有利于培养出具有数学核心素养观念的师范生。学生数学核心素养的发展,是数学教学资源的不断整合优化、数学课堂教学改革、数学知识的优化、数学课堂评价合理化、数学思维的深化等多方面综合产生的结果。从数据结果来看,网络上不乏与数学核心素养相关的论文,但与其息息相关的深入研究仍旧不足。直观想象,数学运算,数据分析都是基本功,这三者对学生后续的学习起着重要影响,因此教师要注重基本功的培养。

4.2. 展望

数学核心素养是学生需要养成的重要品质,根据以上内容,总结出以下几点建议。

第一,老师需要对数学核心素养有一个清晰认知,教师与学生形成一个教学相长的过程。教师不仅是教书育人的角色,教师也是学生的榜样,数学老师形成数学核心素养潜移默化对学生进行影响。

第二,加强师范生、数学教育专业硕士及博士研究生的培养力度,促使未来教师先对自己形成一个明确定位。加大奖励制度鼓励研究者对数学核心素养有一个更为深入的研究。

第三,教师在研究课例或备教案时,除了设计清晰的教学流程,还应有意识地在教学过程中渗透数学核心素养内容,使教学内容更贴近于现实生活。

第四,开设对于教师数学核心素养培养专题培训,针对不同学历背景、不同地区、不同文化背景,处于不同专业发展层次的教师进行针对性的研究,使理论更好地衔接到现实生活之中。

第五,学者加大对数学核心素养的研究,构建出科学、全面、系统的数学教育框架,促使新课程改革,引导更多新教师投身研究数学核心素养内容之中。

基金项目

新疆维吾尔自治区高校科研计划自然科学重点项目(XJEDU2020I018)。

参考文献

- [1] 李尚志. 核心素养渗透数学课程教学[J]. 数学通报, 2018, 57(1): 1-7.
- [2] 钱建芬. 基于本原性问题发展数学核心素养的实践与思考——以苏科版七上《6, 1 线段 射线 直线》教学为例[J].

数学通报, 2019, 58(4): 29-36.

- [3] 刘亚平, 黄晓学. 让学生的数学核心素养“落地生根”——以两道数学试题的解题教学为例[J]. 数学通报, 2020, 59(5): 46-50.
- [4] 陈德燕. 数学核心素养理念下的立体几何教学——以“直线与平面垂直的性质”为例[J]. 数学通报, 2017, 56(2): 36-38.
- [5] 郭玉峰, 赵坤. 数学核心素养在高中教材习题中的表现研究: 以“函数”为例[J]. 教育科学研究, 2019(3): 68-74.
- [6] 林杨. “数学广角”中学生数学核心素养的养成[J]. 教学与管理, 2018, 1(15): 45-46.
- [7] 黄翔, 童莉, 李明振, 沈林. 从“四基”“四能”到“三会”——一条培养学生数学核心素养的主线[J]. 数学教育学报, 2019(10): 37-40.
- [8] 郑强. 论数学素养及其在数学课程中的价值体现[J]. 曲阜师范大学学报, 2005(2): 126-128.
- [9] 彭艳贵, 徐伟. 高中生数学核心素养测评框架的理论分析[J]. 教育理论与实践, 2019, 39(23): 49-52.
- [10] 潘小明. 基于数学核心素养的课堂教学评价再认识[J]. 教学与管理, 2018, 6(20): 85-87.
- [11] 喻平. 数学核心素养评价的一个框架[J]. 数学教育学报, 2017(4): 19-23.
- [12] 陈柳娟, 林晴岚. 基于数学核心素养的教师教育教学思考[J]. 教学与管理, 2017, 1(20): 109-111.
- [13] 刘广军, 刘伟. 高中数学教师对数学核心素养培养的认知度调查[J]. 数学通报, 2019, 58(9): 16-19.
- [14] 孔凡哲, 史宁中. 中国学生发展的数学核心素养概念界定及养成途径[J]. 教育科学研究, 2017(6): 5-11.