

近十年我国高中数学研究热点可视化分析

吴帆¹, 郭继东²

¹伊犁师范大学数学与统计学院, 新疆 伊宁

²伊犁师范大学应用数学研究所, 新疆 伊宁

收稿日期: 2022年3月15日; 录用日期: 2022年4月3日; 发布日期: 2022年4月13日

摘要

为了更客观和直观地呈现近十年我国高中数学研究成果, 为未来的高中数学研究提供参考。研究采用关键词共词分析法, 使用Bicomb和SPSS软件, 基于CNKI上的657篇核心期刊论文, 绘制了近十年我国高中数学研究热点知识图谱。结果表明近十年我国高中数学研究热点主要围绕四个方面: 1) 高中数学教学落实数学思想方法和培养数学思维能力的研究; 2) 高中数学教师利用数学文化进行教学设计提升数学素养的研究; 3) 学科核心素养的研究; 4) 高中数学教材对比分析研究。

关键词

高中数学, 知识图谱, 可视化分析

Visualization Analysis of Hot Spots in Chinese High School Mathematics Research in Recent Ten Years

Fan Wu¹, Jidong Guo²

¹School of Mathematics and Statistics, Yili Normal University, Yining Xinjiang

²Institute of Applied Mathematics, Yili Normal University, Yining Xinjiang

Received: Mar. 15th, 2022; accepted: Apr. 3rd, 2022; published: Apr. 13th, 2022

Abstract

In order to present more objectively and intuitively the research results of high school mathematics in China in recent ten years, and provide a reference for future research on high school mathematics. In this study, keywords co-word analysis was used, Bicomb and SPSS were used, and 657 core journal papers on CNKI were used to draw the knowledge map of hot topics in Chinese

文章引用: 吴帆, 郭继东. 近十年我国高中数学研究热点可视化分析[J]. 统计学与应用, 2022, 11(2): 288-295.

DOI: 10.12677/sa.2022.112030

high school mathematics research in recent ten years. The results show that in recent ten years, the research of senior high school mathematics in China mainly focuses on four aspects: 1) The implementation of mathematical thinking methods and the training of mathematical thinking ability in senior high school mathematics teaching; 2) High school mathematics teachers use mathematics culture to carry on the research of teaching design to improve mathematics accomplishment; 3) The study of the discipline core accomplishment; 4) High school mathematics teaching material comparative analysis studies.

Keywords

High School Mathematics, Knowledge Map, Visual Analysis

Copyright © 2022 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

《普通高中数学课程标准(2017年版)》提出:“我国普通高中教育是在义务教育基础上进一步提高国民素质、面向大众的基础教育,并为学生的终身发展奠定基础。”[1]。由此可见,高中数学对学生今后接受高等教育承担着不可小觑的角色,也是学生未来职业发展的基石,同时高中数学也是培养学生“四能”的黄金期。为此,本研究期望依托可视化图谱呈现近十年我国高中数学研究热点与发展趋势,为今后的高中数学研究提供参考与指导。

2. 研究数据与方法

2.1. 数据来源

采用标准化检索的方式,进入中国学术期刊网络出版总库,在高级检索界面输入“高中数学”进行主题检索,期刊年限设定为“2012~2021”,来源类别设置为“核心期刊”。共检索到核心期刊657篇,剔除会议纪要、选题计划、访谈录等无关文献,最终得到有效文献587篇。

2.2. 研究工具

以Bicomb2.0共词分析软件和SPSS26.0统计分析软件为研究工具。

2.3. 研究过程

首先,将得到的有效文献导入共词分析软件Bicomb2.0,提取关键词并对关键词进行合并、替换使其标准化,对标准化后的关键词进行统计,抽取出词频大于8的34个高频关键词并导出词篇矩阵。再将词篇矩阵导入SPSS26.0进行聚类分析并导出相似矩阵,并对相似矩阵数据进行多维尺度分析,然后绘制知识图谱。最后,对知识图谱的内容进行解读,分析近十年我国高中数学研究热点领域构成及发展趋势。

3. 研究结果与分析

3.1. 发文机构分析

通过对核心期刊发文机构的分析,可以了解近十年我国高中数学研究主体力量的分布及研究团队的组成状况。对源于CNKI的587篇核心期刊发文机构进行统计,频次排名前10的机构见表1。在教育部

直属 6 所师范大学中, 华东师范大学在近十年来对高中数学研究发刊数量上居于首位, 6 所部属师范大学总发文数量为 141 篇, 占发文总量 24%。平均一年发刊 14 篇左右, 此数量寥若晨星, 也期望在今后各师范类院校可以加大对高中数学的研究, 为高等教育奠基, 为学生发展助力。

Table 1. Ranking of core institutions publications

表 1. 核心机构发文排名

序号	发文机构	发文数量	累计占比(%)
1	华东师范大学	42	7.15
2	北京师范大学	33	5.62
3	东北师范大学	27	4.60
4	首都师范大学	23	3.92
5	西北师范大学	23	3.92
6	西南大学	19	3.24
7	人民教育出版社	16	2.73
8	华中师范大学	16	2.73
9	南京师范大学	13	2.21
10	天津师范大学	12	2.04

3.2. 发文期刊排名

此次研究总共统计了 34 种核心期刊, 发文数量排名前 7 的期刊见表 2。其发刊总量占总发文量 80.2%, 其中《数学通报》在近十年对高中数学研究发刊数量上占据榜首, 其次是《数学教育学报》。这也表明《数学通报》和《数学教育学报》是近十年高中数学研究发文数量的主要核心期刊。

Table 2. Ranking of core journal publications

表 2. 核心期刊发文排名

序号	核心期刊	发文数量	累计占比(%)
1	数学通报	232	35.3
2	数学教育学报	147	22.4
3	教学与管理	74	11.3
4	课程·教材·教法	32	4.87
5	中国教育学刊	17	2.59
6	基础教育课程	15	2.28
7	教育理论与实践	10	1.52

3.3. 高频关键词词频统计与分析

利用 Bicom 软件对 587 篇文献进行关键词统计, 共得到关键词 2628 个, 将关键词标准化后进行词频统计分析。抽取频次大于等于 8 的关键词作为高频关键词, 见表 3。

Table 3. The rank of the first 34 high-frequency keywords
表 3. 前 34 个高频关键词排序

序号	关键词	频次	序号	关键词	频次	序号	关键词	频次
1	高中数学	119	13	数学学科知识	18	25	双曲线	11
2	数学核心素养	87	14	函数	17	26	概率统计	10
3	数学课程标准	76	15	数学概念教学	17	27	数学素养	9
4	高中数学教材	71	16	不等式	17	28	数学思维	9
5	高中数学教学	62	17	数学史	16	29	数学课程改革	9
6	高中数学课程	43	18	数学抽象	15	30	三角函数	9
7	数学建模	37	19	数学教育	15	31	平面向量	8
8	教材比较研究	30	20	探究式教学	14	32	澳大利亚	8
9	高中数学教师	27	21	信息技术	13	33	圆锥曲线	8
10	数学文化	22	22	函数单调性	13	34	教材习题	8
11	教学设计	20	23	数学思想方法	12		总计	880
12	高考数学试题	19	24	高中数学学习	11			

从表 3 可以看出, 34 个高频关键词总频次为 880 次, 占关键词出现总频次的 33.5%, 在一定程度上能够反映出我国近十年高中数学研究领域的集中热点。其中, 处于前 10 位的关键词的词频均大于 20, 剩余关键词的词频均大于等于 8。这一研究结果初步表明, 高中数学多围绕数学核心素养、数学课标、数学教材、数学课程、数学教学等内容展开。并且建模教学、数学文化和数学史已经成为目前高中数学的研究热点。

3.4. 高频关键词的 Ochiai 系数相似矩阵分析

利用 Bicomb 软件对 34 个高频关键词进行共词分析, 生成词篇矩阵。将词篇矩阵导入 SPSS26.0, 生成 Ochiai 系数相似矩阵见表 4。从表 4 可以看出, 各个关键词距离高中数学由近及远的顺序依次为: 数学课程标准(0.126)、数学核心素养(0.120)、高中数学教材(0.109)、高中数学教学(0.072)、数学建模(0.052)、高中数学课程(0.042)。这揭示出, 近十年高中数学多围绕数学核心素养、数学课标, 数学教材等进行研究。

Table 4. Ochiai coefficient similarity matrix of high-frequency keywords (part)
表 4. 高频关键词 Ochiai 系数相似矩阵(部分)

	高中数学	数学核心 素养	数学课程 标准	高中数学 教材	高中数学 教学	高中数学 课程	数学建模
高中数学	1.000	0.120	0.126	0.109	0.072	0.042	0.052
数学核心素养	0.120	1.000	0.138	0.091	0.057	0.067	0.124
数学课程标准	0.126	0.138	1.000	0.054	0.015	0.124	0.130
高中数学教材	0.109	0.091	0.054	1.000	0.000	0.055	0.045
高中数学教学	0.072	0.057	0.015	0.000	1.000	0.020	0.049
高中数学课程	0.042	0.067	0.124	0.055	0.020	1.000	0.058
数学建模	0.052	0.124	0.130	0.045	0.049	0.058	1.000

3.5. 高频关键词聚类分析

将 34 个高频关键词进行共词分析生成的词篇矩阵导入 SPSS26.0 得到聚类分析结果, 见图 1。从图 1 可以直观地看出, 近十年高中数学研究高频关键词被分为四大类。

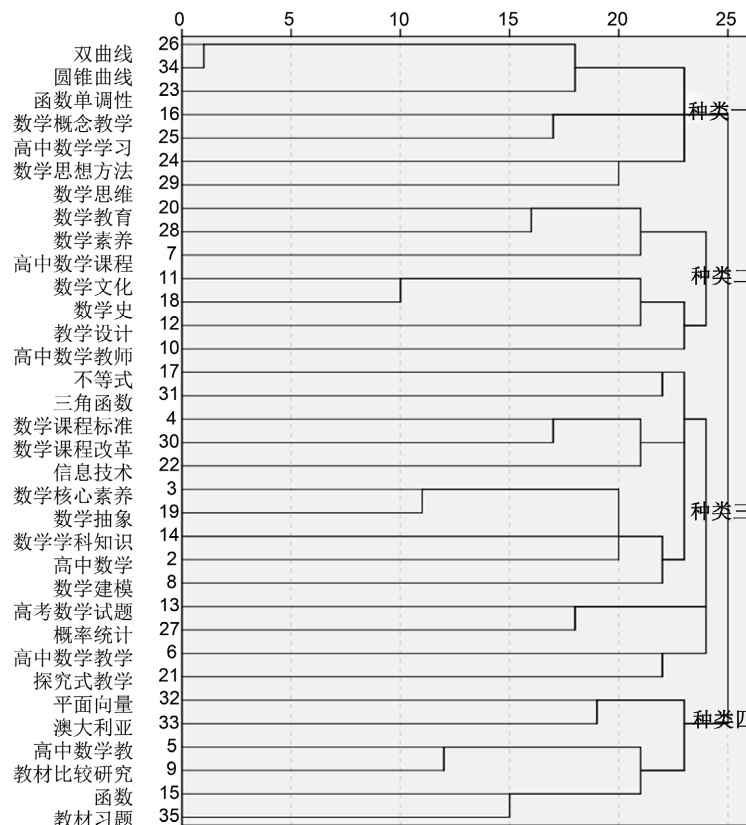


Figure 1. Cluster diagram of keywords in high school mathematics research field in recent ten years

图 1. 近十年高中数学研究领域关键词聚类图

种类一为高中数学教学落实数学思想方法和培养数学思维能力的研究。张奠宙教授曾说：“如果把冰冷的数学知识比作一颗颗珍珠，那么用数学思想方法将其串起来就变成了一件美轮美奂的艺术作品”。著名大数学家华罗庚也说过：“数缺形时欠直觉，形离数时难入微”，高度肯定了数形结合这一数学思想的重要性。由此可见，在高中数学教学进行数学思想方法的渗透是十分必要的。例如：扬州大学的李源在其硕士论文中形象的将函数图像对于函数教学的重要性比喻为“就像缺少了干活的工具而无从下手” [2]。用数形结合更能直观地展示出函数单调性相关性质。数学概念是数学知识的基础，是数学思维的基本形式 [3]。因此，数学概念形成的教学对于高中数学学习则显得尤为重要。作为数学教师，应设置符合学生认知发展规律的“探究式教学活动”，引导学生积极参与数学核心概念的形成过程，通过分析、类比、归纳、概括、总结等思维过程，将原有知识经验作为增长点，真正实现对新数学概念的意义建构。

种类二为高中数学教师利用数学文化进行教学设计提升数学素养的研究。高中数学课程标准制定组组长张奠宙先生将“数学史选讲”列入了高中数学选修课，这促进了数学史与数学教育的结合。” [4]。中国科学院数学与系统科学研究院李文林教授也曾说：“数学史与数学教育的结合，是一种需要，一种趋势，对于数学史和数学教育两方面来说是一种创造双赢局面的举措，这种结合能使数学史从少数人为历史而历史的象牙塔里走出来，走向课堂，走向公众，获得新的生命力；而数学教育也会由于这种结合

而更加充实丰富和更有成效”[5]。将数学文化融于数学课程,发挥数学教育的育人功能,提升学生数学素养,应该是高中数学教师有实力做好并且应该做好的一种必备的教学能力。数学史与数学教育的结合不仅能够提升数学教师自身的数学素养与教学能力,而且还可以帮助学生加深对抽象的数学知识的理解,提高学习数学的兴趣。优秀教师应做到既能精通现今的数学知识,又能在教学时自然、独立的结合数学史,如此才能让学生爱上你的课堂,如观一场视觉盛宴。

种类三为在新课标与新课改的背景下,应用信息技术提升学科核心素养的研究。《普通高中数学课程标准(2017年版)》确定高中数学六大核心素养为: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。王尚志教授将数学核心素养描述为:学生在接受教育过程中,逐步形成的具备数学本质特征而适应个人终身发展和社会发展需要的人的关键能力与必备品质[6]。史宁中教授把数学核心素养阐述为:会用数学的眼光观察现实世界;会用数学的思维思考现实世界;会用数学的语言表达现实世界[7]。使用信息技术进行教学的初衷在于“优化教学,提质增效”。深度融合信息技术,发展核心素养的增长点[8]。数学是一门抽象、晦涩难懂且逻辑性很强的一门学科。章建跃教授曾说:三角函数概念引入阶段,利用多媒体教学手段呈现典型的匀速圆周运动,如物理中的简谐运动、波动等过程,此过程可以使数学抽象、直观想象、数学建模等核心素养得到有效落实[9]。再比如,使用信息技术还可以培养学生数学运算素养,提高解题正确率。张奠宙教授在他写的《数学教育概论》一书中举例:求解 a^x 和 $\log a^x$ 的交点个数,用手工作图几乎不可能,而采用几何画板很直观的就可以看出其交点的个数[10]。借助信息技术进行教学设计,创设符合学生认知的教学情境,凸显数学内容的本质,引发学生的思考,领悟数学的思想方法,进而发展学生的数学核心素养。

种类四为高中数学教材对比分析研究。主要涉及不同版本的教材整体知识结构的研究以及不同版本教材对于某一特定知识点的研究。通过对英、美、德、澳、新加坡、日本等发达国家与我国教材的对比研究,从教材难度、数学核心概念、核心数学内容、教材旁白等角度探究了21世纪各国教材编写的特点,基于函数、概率统计、复数、平面向量、微积分等具体章节内容的对比分析研究,为我国教材编写完善提供了启示与建议。鲍建生教授创建了一个五因素多水平的模型用来比较中、美、法、俄、澳五个国家教材例题的综合难度,为我国教材编写提供了参考[11]。史宁中教授等人以知识团为基本单位对中、日、美、俄十国从广度、深度和习题综合难度三个维度进行教材难易程度的定量比较和定性分析,得出我国高中数学教材在十国中处于偏难的位置[12]。章建跃教授等人围绕“函数”这一核心概念对比中、美、法、德、日五国进行研究,指出我国教材在强调函数内涵理解方面最为突出,从变量之间的依赖关系提升到集合之间的对应关系,注重函数概念的辨析,为我们把握函数教材的改革方向提供很好借鉴[13]。许多学者都对国内外高中数学教材做过比较研究,为我国高中数学教材编写添上了浓墨重彩的一笔,也为我国教材编写提供了借鉴和改革基调,同时也为教师教学提供了宝贵的建议。但是,对于高中数学教材的编写,应做到取其精华,去其糟粕,在吸收国内外教材精华的同时,也要保留我国教材编写的特色。

4. 结论与展望

4.1. 总结

通过对近十年高中数学研究热点知识图谱分析,可以发现近十年高中数学研究存在以下几点不足:

一、近十年高中数学过多注重对数学核心素养和数学概念教学的研究以及教学方式的研究等,缺乏与学生发展的相关系列研究,比如自我效能感的提升,学生心理发展等方面的研究。

二、高中数学教学经验总结类研究多,实证研究和具体课例的研究较为薄弱。

三、对于高中数学教材的研究,以分析比较研究为主,缺少教材的使用研究及历史研究[14]。

四、对于高中数学教师专业发展更侧重于对高中数学学科教学知识 MPCK 和学科教学知识 PCK 等方面的研究,对教师专业理想、专业能力、专业品质等方面的研究不够重视。

4.2. 展望

一、高中数学教学过程应符合学生认知发展过程,教学内容应处于学生最近发展区之内,是学生跳一跳,够得着的高度,不易过难,对学生有一定挑战性。教师在教学过程中,应创设合适的教学情境,以问题串激发学生思维的碰撞,对于有些内向且自卑的学生,教师应多采用鼓励的语言让他们尝试做课堂的主人,多采用“教师期望效应”,给这些学生积极的期望,使他们树立学好数学的自信心,从而增强学习数学的兴趣。

二、应注重基于知识团或概念图的形式对某一单元或某一领域知识进行系统的教学设计,基于深度学习理念突出内容之间的关联性及教学的连贯性。具体课例的教学设计可以真正描述实施教学的具体过程,可能包括疑难情境的具体处理措施以及问题解决的方法。为教育工作者提供切实有效的教学参考。另外,应注重加大对高中数学课程和教学的实证性研究,从而为教育研究者提供科学性和客观性的理论依据。

三、目前,高中数学教材的研究主体力量是高校的研究者和一些中学教师。高校的研究者理论性强,研究较为规范,更多的是与国内外做比较研究,因此,对于高中数学教材的实践经验较为不足。而中学教师则对高中数学课本的研究更为深入,在教学过程中也更多的涉及到教材出现的具体问题,实践性更强一些。所以,如果高校研究者和中学教师能够协同互补,相信会对高中数学教材研究有更上一层楼的见解和参考。除此之外,应加强对高中数学教材研究的规范性和创新性,高中数学教材研究既要遵循一定的研究方法,也要综合运用量化研究和定性分析,历史研究和现实需求,理论研究与实践研究,不断增强高中数学教材研究的科学性,提高高中数学教材研究成果。

四、注重加大对教师专业信念、专业理想、专业能力、专业品质、专业动机等方面的研究。使得教师从一个师范生,新手教师到有经验的专家型教师,始终秉持咬定青山不放松的专业信念,为人师表的专业品质,过硬的专业能力,最后拥有属于教师自己的职业幸福感。所以,加快构建科学化、系统化的教师专业发展的研究体系还是十分必要且刻不容缓的。

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] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版)[M]. 北京:人民教育出版社,2018.
- [2] 李源. 数形结合思想方法在高中函数教学中的有效渗透与应用[D]:[硕士学位论文]. 扬州:扬州大学,2014.
- [3] 张宗余,冯斌. 数学抽象,数学概念教学抹不开的情愫[J]. 数学通报,2017,56(2):33-35+63.
- [4] 张奠宙. 我亲历的数学教育(1938-2008)[M]. 南京:江苏教育出版社,2009.
- [5] 李文林. 学一点数学史(续)——谈谈中学数学教师的数学史素养[J]. 数学通报,2011,50(5):1-7+20.
- [6] 路江江,王亚妮. 高中数学教育中如何培养学生的数学核心素养——王尚志教授访谈录[J]. 数学教育学报,2021,30(2):67-70.
- [7] 史宁中,林玉慈,陶剑,郭民. 关于高中数学教育中的数学核心素养——史宁中教授访谈之七[J]. 课程·教材·教法,2017,37(4):8-14.
- [8] 蔡海涛,林运来. 核心素养下高中数学概念课教学策略[J]. 数学通报,2019,58(9):20-25.

-
- [9] 章建跃. 三角函数教材落实核心素养的思考[J]. 中小学数学(高中版), 2016(12): 66.
- [10] 张奠宙, 宋乃庆. 数学教育概论(第三版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2016: 134-137.
- [11] 王建磐, 鲍建生. 高中数学教材中例题的综合难度的国际比较[J]. 全球教育展望, 2014, 43(8): 101-110.
- [12] 史宁中, 孔凡哲, 严家丽, 崔英梅. 十国高中数学教材的若干比较研究及启示[J]. 外国教育研究, 2015, 42(10): 106-116.
- [13] 王嵘, 章建跃, 宋莉莉, 周丹. 高中数学核心概念教材编写的国际比较——以函数为例[J]. 课程·教材·教法, 2013, 33(6): 51-56.
- [14] 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.