

近十五年我国HPM的研究热点和发展趋势

——基于共词分析的可视化研究

李甜甜¹, 张 婧^{1,2*}

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: 2021年11月14日; 录用日期: 2021年12月16日; 发布日期: 2021年12月24日

摘 要

为了更好了解数学史在教育教学中的渗透, 探索数学史与数学教育的整合之路, 运用书目共现分析系统(Bicomb2.0)和统计分析软件(SPSS24.0), 基于知网近十五年收录的有关数学史与数学教育(以下简称HPM)的1206篇文献的研究热点进行可视化分析。我国近年关于HPM的研究在中学数学、课堂教学、教学策略等领域都得到很好发展, 数学史在数学学科的融合会更加多样, 数学史的课程内容更加多元化, 培养学生的数学文化素养会有更多途径, 教师数学史的教学也会有更高质量。

关键词

HPM, 数学史, 数学教育, 研究热点, 发展趋势

Research Hotspots and Development Trend of HPM in Recent 15 Years in China

—Visualization Research Based on Co-Word Analysis

Tiantian Li¹, Jing Zhang^{1,2*}

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

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

Received: Nov. 14th, 2021; accepted: Dec. 16th, 2021; published: Dec. 24th, 2021

Abstract

In order to better understand the infiltration of the history of mathematics in education and

*通讯作者。

teaching, and explore the integration of the history of mathematics and mathematics education, the bibliographic co-occurrence analysis system (Bicomb2.0) and statistical analysis software (SPSS24.0) were used. Based on 1206 literatures related to the history of mathematics and mathematics education (hereinafter referred to as HPM) collected by CNKI in recent 15 years, visualization analysis was conducted. In recent years in China, research on HPM in middle school mathematics classroom teaching, teaching strategies, and other fields have been well developed. The fusion of history of mathematics in mathematics discipline will be more diverse, and course content of the history of mathematics is more diversified, so cultivating the students' mathematical literacy will have more ways, and teachers' teaching of the history of mathematics will also be of higher quality.

Keywords

HPM, History of Mathematics, Mathematics Education, Research Hotspots, Development Tendency

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

我国《义务教育数学课程标准(2011年版)》指出“数学是人类文化的重要组成部分”[1],说明数学文化在数学教育中的渗透得到了普遍地重视。数学史作为数学文化的重要部分,对学生认识数学本质和学习数学知识至关重要,也有助于教师的数学课堂教学。在素质教育的时代背景下,数学史和数学教育的融合值得更好地关注。通过查阅、整理和分析已有的相关研究发现,HPM的研究在教育工作者、高校、研究院等领域都普遍且广泛存在。

国际上对数学史融入数学教育的研究从未间断,随着数学史研究的深入以及国际HPM组织的建立与发展,数学史的研究目的已由最初的“为历史而历史”和“为数学而历史”发展成“为教育而历史”,成为数学史研究的主要目的之一,也是HPM研究的基础性工作[2]。国际上HPM领域的研究工作主要包括以下几个方面:关于“为何”和“如何”的探讨、教育取向的数学史研究、历史相似性研究和教学设计与实践探索[3]。近年来,随着国内素质教育的不断改革和发展,基于数学史的教育教学研究更加成为领域内的研究热点,国际上HPM领域的研究工作同样成为国内的研究热点。并且,汪晓勤等人通过整合和改进,将数学教学中运用数学史的方法分为附加式、复制式、顺应式和重构式四类。

为了更好地对我国有关数学史与数学教育的现有成果进行归纳总结,为后续更深层次的研究提供研究思路,本文借助Bicomb2.0和SPSS 24.0软件对知网收录的有关HPM的文献进行了可视化分析。

2. 研究方法

为了更好地分析我国HPM的研究热点和发展趋势,本文以近十五年(2006.10.14~2021.10.14)知网收录的与HPM相关的文献作为资料来源,以“数学史”为关键词且以“数学教育”为主题进行文献检索,检索日期为2021年10月14日。共检索到1264篇文献,剔除一些外文文献,最终检索到有效文献1206篇。然后使用共现分析系统,将检索文献导入Bicomb2.0系统对发表年份进行排序,以直观发现HPM的整体发展趋势。并对检索文献进行关键词提取,生成高频关键词词篇矩阵,导入SPSS24.0数据分析软件进行聚类分析,得到高频关键词聚类分析图,对HPM研究热点进行领域分类。利用SPSS24.0软件绘制研究

热点知识图谱,对近年与 HPM 相关的已有研究进行可视化分析。最后,基于共词分析结果预测数学史融入数学教育的发展趋势。

3. 研究过程

3.1. 对检索文章的发表年份频次排序

在 Bicomb2.0 系统中对知网检索到的 1206 篇文献的发表年份的频次进行排序,见表 1。由表可知,近 15 年内,近三年(2018~2020 年)的发表频次最多(2006 年、2021 年非完整年份除外),2007 年、2008 年发表频次最少,整体呈现逐年增多的趋势。综合可见,我国对数学史与数学教育的关注程度呈现越来越高的趋势,对数学教育教学的影响也越来越大。

Table 1. Ranking of publication year frequency

表 1. 发表年份频次排序

序号	年份	出现频次	序号	年份	出现频次
1	2019	111	9	2012	75
2	2020	108	10	2015	75
3	2018	93	11	2014	72
4	2009	92	12	2021	68
5	2017	91	13	2010	58
6	2013	84	14	2008	58
7	2016	81	15	2007	56
8	2011	75	16	2006	7

3.2. 确定 HPM 有关的高频关键词

通过使用 Bicomb2.0 系统,对知网所检索到的 1206 篇文献进行关键词提取,共提取出 1399 个关键词。合并含义相同或相似的关键词后,将出现频次大于等于 20 的前 22 个关键词提取出来作为高频关键词,依次排序,绘制成表(表 2)。由表 2 可知,这 22 个高频关键词出现总频次为 2128 次,其中,前 7 位关键词出现频次均大于 50。这一结果表明,HPM 研究多围绕数学史、数学教育教学、数学文化、数学家等内容展开,其中高中数学比初中数学涉及更多。另外可以看出,数学史在教学设计与实施、数学素养以及教育价值与策略等方面的整合都是领域内的研究热点。

3.3. 构建 HPM 高频关键词的 Ochiai 系数相似矩阵

使用 Bicomb2.0 软件,对以上出现频次大于等于 20 的前 22 个高频关键词进行共词分析,将得到的词篇矩阵导入 SPSS24.0 软件中进行聚类分析,选取 Ochiai 系数生成相似矩阵。其中相似矩阵中的数据越接近 1,说明相似距离越近,相似度越高;相似距离越远,相似度越低。详见表格(表 3)。

由表 3 可以发现,在以上高频关键词中除了数学史和数学教育相互离得最近外(0.651),其余距离数学史由近及远依次排列分别是数学文化(0.525)、HPM (0.466)、数学教学(0.465)、高中数学(0.353)、数学家(0.335)、教育价值(0.281)。可见,在 HPM 领域内不仅研究数学史领域和数学教育领域,又侧重于数学史和数学教育的融合,利用数学史料和数学家等数学文化内容,开发数学史的教育价值,以促进数学教育教学发展。

Table 2. High-frequency keyword sorting
表 2. 高频关键词排序

序号	关键字段	出现频次	序号	关键字段	出现频次
1	数学史	909	12	教学	36
2	数学教育	238	13	小学数学	27
3	数学文化	166	14	课堂教学	27
4	HPM	132	15	数学知识	24
5	数学教学	126	16	数学素养	24
6	高中数学	69	17	勾股定理	23
7	数学家	54	18	数学	23
8	教育价值	43	19	高中数学教学	23
9	初中数学	41	20	教学策略	22
10	教学设计	41	21	策略	22
11	高等数学	37	22	整合	21
总计					2128

Table 3. High frequency keywords approximation matrix (part)
表 3. 高频关键词近似值矩阵(部分)

关键词	数学史	数学教育	数学文化	HPM	数学教学	高中数学	数学家	教育价值
数学史	1.000	0.651	0.525	0.466	0.465	0.353	0.335	0.281
数学教育	0.651	1.000	0.419	0.364	0.187	0.213	0.245	0.171
数学文化	0.525	0.419	1.000	0.241	0.269	0.218	0.186	0.149
HPM	0.466	0.364	0.241	1.000	0.235	0.134	0.111	0.196
数学教学	0.465	0.187	0.269	0.235	1.000	0.217	0.152	0.172
高中数学	0.353	0.213	0.218	0.134	0.217	1.000	0.084	0.114
数学家	0.335	0.245	0.186	0.111	0.152	0.084	1.000	0.063
教育价值	0.281	0.171	0.149	0.196	0.172	0.114	0.063	1.000

3.4. HPM 高频关键词的聚类分析

通过 SPSS24.0 软件对已有的高频关键词数据进行聚类分析, 对各组间距离进行组合, 其中纵轴数字代表与相应的高频关键词的频次, 横轴数字代表关键词之间的距离, 数字越大说明距离越远; 反之, 则越近。见图 1。

通过分析图 1 可知, 关于数学史和数学教育的 22 个高频关键词可以分为 5 个种类。种类 1 包括: 数学史、数学教育、数学文化、HPM、数学教学、高中数学、教育价值、初中数学、数学家、数学知识、勾股定理、教学设计、数学素养、高等数学、教学、高中数学教学, 属于数学史融入中学数学的研究。种类 2 包括: 教学策略, 属于教师教学策略的研究。种类 3 包括: 小学数学、课堂教学, 属于数学史融入小学课堂的研究。种类 4 包括: 策略、整合, 属于数学史整合策略的研究。种类 5 包括数学, 属于数学学科的研究。具体分类见表 4。

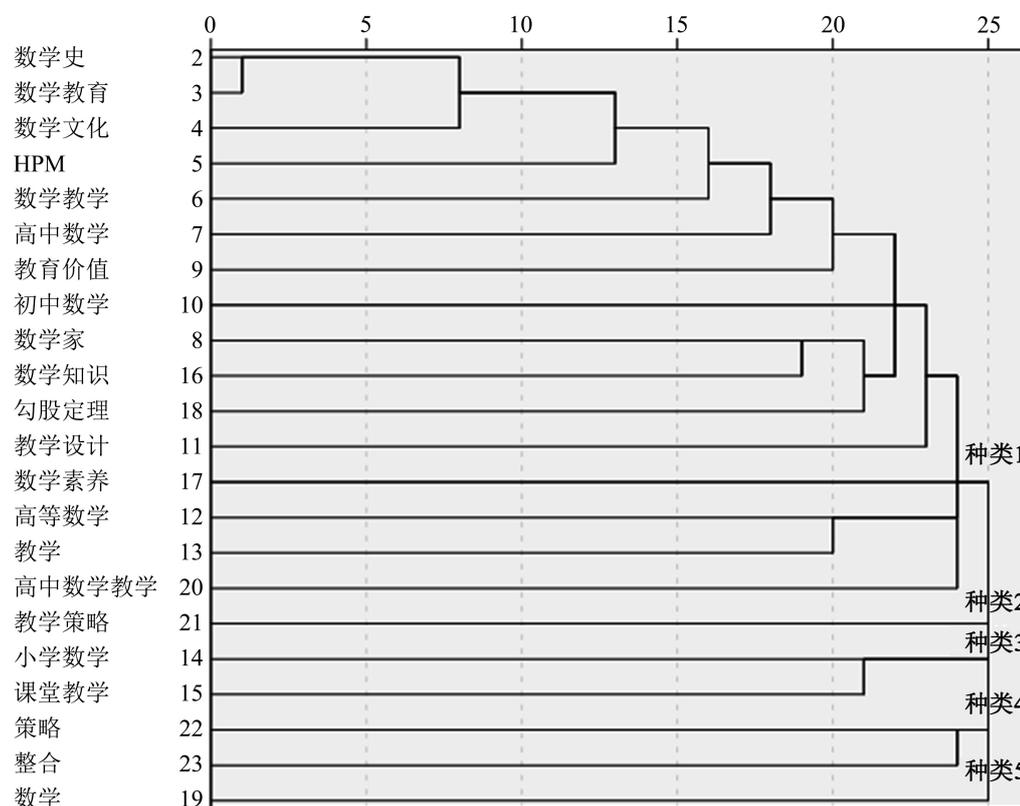


Figure 1. Cluster analysis diagram of high-frequency keywords

图 1. 高频关键词聚类分析图

Table 4. Clustering analysis results of high-frequency keywords

表 4. 高频关键词聚类分析结果

种类	名称	关键词
1	数学史融入中学数学	数学史、数学教育、数学文化、HPM、数学教学、高中数学、教育价值、初中数学、数学家、数学知识、勾股定理、教学设计、数学素养、高等数学、教学、高中数学教学
2	教师教学策略	教学策略
3	数学史融入小学课堂	小学数学、课堂教学
4	数学史整合策略	策略、整合
5	数学学科	数学

以上将数学史和数学教育的研究分为五个高频领域：数学史融入中学数学、教师教学策略、数学史融入小学课堂、数学史整合策略和数学学科的研究。可见，数学史渗透中小学数学教学的融入方式最为常见，以培养数学素养为目的，以数学史、数学家等数学文化为背景素材，以教学设计为途径开发数学史的价值应用，探索数学史与数学教育的整合策略。教学策略和整合策略分别为独立领域，可以看出数学史教育教学在不断探索中发展，以教育教学为突破口促进 HPM 发展，探索数学史与数学教育的整合策略。另外，数学史融入中学数学领域内的关键词“高等数学”足以说明，高观点下的数学史教学也是数学史融入中学数学领域的研究热点之一。

3.5. HPM 研究热点的可视化分析

使用 SPSS24.0 软件对 22 个高频关键词构成的相似矩阵进行多维尺度分析, 生成 HPM 研究领域的可视化研究热点知识图谱(图 2)。由图 2, 高频关键词在四个象限内分为 5 个领域, 在每一领域内关键词之间的距离越近, 说明关键词之间联系越密切。

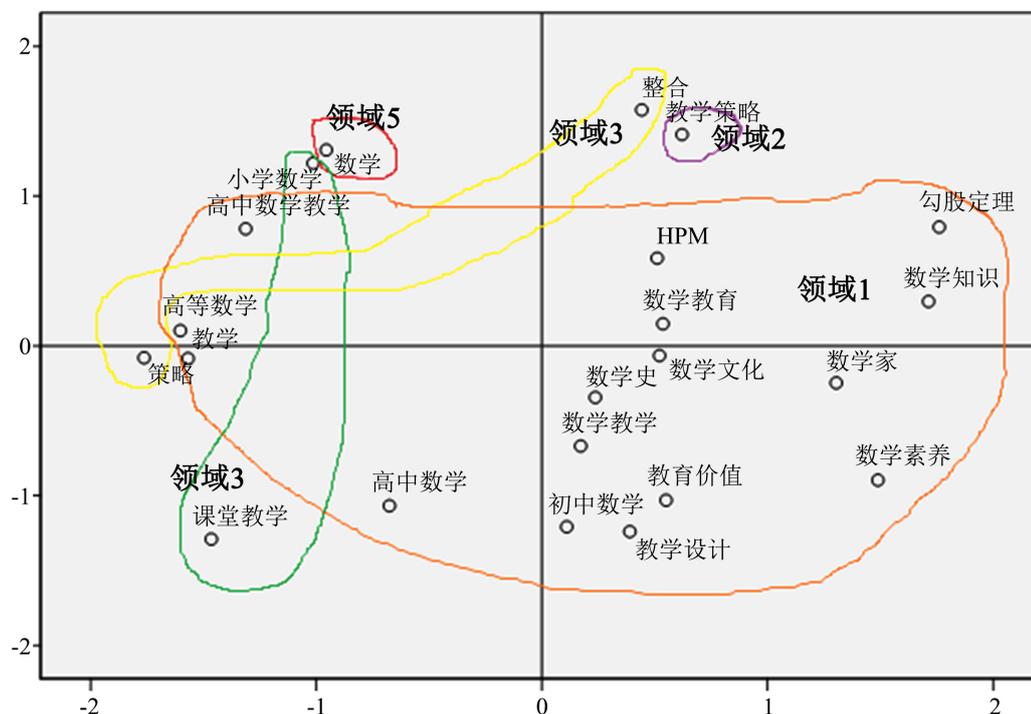


Figure 2. High frequency keywords research hotspot knowledge graph

图 2. 高频关键词研究热点知识图谱

领域 1 (数学史融入中学数学)跨越四个象限, 关键词之间联系相对密切, 数学史、数学教育、数学文化、HPM 和数学教学位于领域中心位置, 说明该领域多围绕数学史与数学教育展开研究。高中数学教学和高中数学位于领域边缘位置, 联系不密切, 说明数学史融入高中数学还应更加深入。另外, 高等数学和教学联系紧密, 但离中心位置远, 说明高等数学教学也是研究热点, 但高等数学的数学史渗透还有很大的研究余地。初中数学、教学设计和教育价值距离较近, 且离中心位置相对较近, 说明数学史在初中数学教学中的渗透多偏向教育价值探讨, 并以教学设计为契机。数学家、数学素养、数学知识位于中心位置附近, 但是距离不紧密, 可以提高这几个方面研究的相关度。勾股定理位于领域内的边缘位置, 且离中心位置远, 可见数学史融入中学数学的研究会较多选择勾股定理的知识内容。

领域 2 (教师教学策略)只包括教学策略, 独立成为一个领域。可见, HPM 的研究大多从教育教学的促进展开, 通过 HPM 的研究探索数学史的教学策略。并且, 教学策略和领域 4 (数学史整合策略)内的整合之间联系密切, 和领域 4 内策略距离较远, 说明数学史的整合在策略和教师教学策略方面交叉研究。另外, 教学策略临近 HPM, 所以可以从数学文化方面入手探索教学的有效策略, 加强数学史在数学教学中的渗透程度。

领域 3 (数学史融入小学课堂)包括小学数学和课堂教学, 但是两个关键词分布松散, 联系不够紧密, 小学数学的课堂教学研究还需要加深。课堂教学和高中数学位置临近, 小学数学和高中数学教学位置较

近, 说明课堂教学研究多在小学和高中阶段展开。并且, 小学数学和领域 5 内的数学联系密切, 可以看出小学阶段的数学研究也是一个热点。

领域 4 (数学史整合策略) 包括整合和策略两个关键词, 但是两个关键词距离较远, 分布松散, 联系不够紧密, 说明需要加强数学史和数学教育的整合程度。但是整合和教学策略距离较近, 说明数学史在课堂教学的整合是一个研究热点。策略和领域 1 内的高等数学和教学位置相近, 可见高观点下的教学和策略研究是一个热点。

领域 5 (数学学科) 包括数学一个关键词, 独立成为一个领域。可见, 数学学科的整体研究相当重要。并且数学和领域 3 内的小学数学、领域 1 内的高中数学教学距离较近, 可见数学学科的渗透研究大多在小学数学和高中数学教学中。

4. 数学史融入数学教育的发展趋势

4.1. 数学史融入数学学科多样化

数学史融入数学教学中的方法可以分为附加式、复制式、顺应式和重构式四类, 也可分为可分离型和不可分离型两种。可分离型的融入方式只是数学问题的一层外衣, 应增多使用以数学史料为背景的教学素材, 使数学文化成为解决数学问题的条件, 这样更好深刻考查学生的数学文化素养。

通过分析可知, 数学史在数学学科教学中的渗透不仅在基础教育中, 高等数学也融入了数学史。中学生可以在平时的数学课堂中了解数学史、数学家、数学发展历程等数学文化, 培养数学学科素养, 提高数学学习兴趣。高等数学中的数学史多涉及数学家、数学知识及知识发展历程, 对数学学习过程的影响更大。另外, 在新时代背景下, 数学史的融入更受到多媒体的推进, 对数学学科发展的影响日益加深。可见, 数学史融入数学学科更加多种多样。

4.2. 数学史渗透课程内容多元化

课程内容作为课堂教学渗透数学史的重要载体之一, 有多种融入机会, 比如在知识背景、数学活动、题目素材中融入。教师可以根据课程标准要求划分的多方面课程内容出发, 均衡数学史在课程内容中的渗透点分布。在数学课程内容中, 可以采用最常见的附加式通过讲解数学史引入数学知识。在数学问题情景中, 通过复制式直接采用数学故事, 通过顺应式利用数学史故事引出数学问题。将数学史和数学情景材料融入后重新编制是重构式, 也是最高级的融入方式。数学史融入数学课程应顺应学生的认知基础, 利用历史相似性强调知识自然发生的过程, 对历史进行借鉴和重构。

教师要渗透多元的数学史内容, 也可以使数学史与艺术、科技、生活、体育等方面融合, 设计丰富多样的文化背景与素材。教师要做到将数学史文化与教育教学有效结合, 使数学文化充分渗透在课堂教学中, 培养学生数学文化素养。

4.3. 学生数学文化培养多途径

数学史作为数学文化的重要部分, 对数学素养的形成具有重要作用。通过多样的教学活动在数学教学中渗透数学史成为广大教师调整和优化的教学思路, 比如通过讲授数学故事, 提高学生学习兴趣, 活跃课堂气氛等。

教师要结合时代发展和社会现状, 多方面呈现数学文化的应用价值。对于培养学生的数学素养, 除了课堂教学渗透数学文化外, 也可以鼓励学生在课外学习数学文化知识, 形成数学文化价值认识。只有将数学文化和实际生活有效结合起来, 学生才能切身体会到数学文化的价值意义, 发展数学文化素养。另外, 通过网络平台、数学文化兴趣班、家庭教育中渗透数学文化也是培养学生数学素养的良好途径。

4.4. 教师数学教学效果显提升

数学史会影响教师的基本素养, 提高教师的数学素养, 影响教师的数学知识、教学技能、教学观念和教学效果等。有研究基于 HPM 国际会议中对教师专业发展的要求, 对 HPM 下数学教师专业成长存在的问题进行分析, 大概为两个方面: 掌握的数学史很少, 不能很好的将数学史融入数学课堂。针对以上问题, 蒲淑萍、汪晓勤等提出了 HPM 促进教师专业成长的策略, 认为最直接的方法是加强对职前和在职教师数学史知识和 HPM 教学知识的培训[4]。

通过分析已有研究发现, 教师和学校越来越重视教师本身的数学素养, 开展的教师培训随年增多, 训练方式多种多样。可见, 教师的教学质量会因数学史的融入不断提高。教师要想提高学生的数学史学习, 促进教学效果, 首先应当增强自身的数学史知识, 提高数学文化素养。

5. 结论

通过对有关 HPM 文献的关键词进行共词分析发现, HPM 的研究热点大多以数学史在数学教育的渗透为主, 且整体呈现逐年提高的发展趋势。数学史融入数学教育作为教育教学领域的研究热点, 在中学数学、课堂教学、教学策略等领域都有着广泛的研究, 且对教学效果有很大的促进作用。为了使 HPM 的研究更好发展, 不断提升数学史的教学效果, 教师应当不断提升自身的数学史教学质量, 选择更加多元的课程内容为教学载体, 采用多种融入方式, 多途径培养学生的数学文化素养。

基金项目

新疆维吾尔自治区教育厅教改项目: 2018XJJG07; 伊犁师范大学教育教改项目: JGKC17126。

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2011年版) [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012: 1-3.
- [2] 覃淋, 姚芳. 数学史与数学教育研究现状及展望[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2018, 39(3): 9-15.
- [3] 汪晓勤. HPM 的若干研究与展望[J]. 中学数学月刊, 2012(2): 1-5.
- [4] 蒲淑萍, 汪晓勤. HPM 视角教师专业发展的研究与启示[J]. 数学教育学报, 2015, 24(3): 76-80.