

我国近22年PISA数学测评的研究热点及趋势

——基于关键词知识图谱分析

冉悦*, 郭继东#

伊犁师范大学数学与统计学院, 新疆 伊宁

收稿日期: 2022年1月14日; 录用日期: 2022年1月24日; 发布日期: 2022年2月14日

摘要

为更直观地了解自PISA测试开创以来我国的研究成果及各文献间的联系, 为未来PISA数学测评研究提供参考与借鉴, 本文选取近22年来中国知网总库收录的137篇文献, 采用关键词共词分析法, 绘制相异矩阵进行分析并生成热点知识图谱。结果表明: 我国《PISA数学测评》的研究主要集中在四个方面, 数学核心素养与国际学生测评项目是其研究的热点与重点, 义务教育质量的影响因素为研究核心, PISA相关的领域也较为活跃, 其中一些细化的研究方向较为分散。

关键词

PISA, 共词分析, 聚类分析, 多维尺度分析, 知识图谱

Research Hotspot and Trend of PISA Mathematics Evaluation in China in the Past 22 Years

—Based on the Keyword Knowledge Atlas Analysis

Yue Ran*, Jidong Guo#

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

Received: Jan. 14th, 2022; accepted: Jan. 24th, 2022; published: Feb. 14th, 2022

Abstract

In order to more intuitively understand the research results between the PISA test and the litera-

*第一作者。

#通讯作者。

ture, provide reference for the future PISA mathematical evaluation research, this paper selected nearly 22 years, 137 literature, to draw phase difference matrix analysis and generate hot knowledge map. The results show that the research of PISA Mathematics Evaluation in China mainly focuses on four aspects. The core mathematics literacy and international student evaluation project are the hot spots and priorities of its research, the influencing factors affecting the quality of compulsory education are the research core, the PISA related fields are also active, and some of the detailed research directions are scattered.

Keywords

PISA, Common Analysis, Cluster Analysis, Multidimensional Scale Analysis, Knowledge Map

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

PISA 全名 Program for International Student Assessment, 暨国际学生评价项目, 1997 年正式启动, 由 OECD 组织各国教育领域的专家, 经过三年的研讨与设计, 于 2000 年推出的成员国合作项目, 是世界上公认最具有影响力的国际学生学习评价项目之一[1]。目前, 国内外许多国家对于 PISA 测评的研究热度只增不减, 并拓展到了更多领域, 在 2021 年又将 PISA 测评的主测项目设为数学, 在以“核心素养”为导向的基础教育课程改革下, 应增强我国对 PISA 数学测评的研究[2]。梳理其研究热点与趋势, 推进我国义务教育能更好地完成课程教学改革, 优化数学课标设计, 增强数学核心素养, 完善教育评价体系, 落实课堂教育教学, 促进数学教育的发展。本论文采用一种较新的科学计量法——关键词知识图谱分析法, 绘制我国 PISA 数学测评的热点知识图谱。

2. 资料来源与研究方法

2.1. 资料的收集与整理

首先, 收集文献资料进入中国知网总库, 高级检索主题为“PISA 数学测评”的所有文献, 时间范围定为“2000-01-01”至“2021-12-31”, 根据限定条件进行文献的高级检索, 检索到文献共 142 篇。其次, 依据论文需要对检索的资料进行取舍, 剔除不符合要求的 5 篇, 共得到有效文献 137 篇。最后, 对有效文献的来源库、摘要、题名、作者、关键词等信息以记事本形式进行导出保存, 并将保存好的文本文件编码更改为 ANSI 格式进行另存。

2.2. 研究工具

本论文拟采用三种研究工具, 分别为 Bicombo 共词分析软件、SPSS26 统计软件与 Excel。

2.3. 研究过程

第一, 将另存为的文本导入至 Bicombo 软件, 对关键词的频数进行统计, 通过普莱斯公式, 计算出频次阈值, 统计高频关键词并导出至 Excel, 同时, 生成词篇矩阵, 导出至 txt。第二, 构造高频关键词的近似值矩阵与相异矩阵。第三, 进行高频关键词聚类分析, 将近似值矩阵导入 SPSS26 中, 使用样本聚类, 生成关键词的聚类谱系图。第四, 结合聚类谱系图的分类结果, 运用 SPSS26 对近似值矩阵进行多

维尺度分析, 绘制出关键词的可视化知识图谱, 进行内容研究和分析。

3. 研究结果与分析

3.1. 统计关键词频数并导出高频关键词词表

将另存为的文本导入至 Bicom, 在 137 篇文献中提取关键词 526 个, 出现的频次范围是 1~57, 通过普莱斯计算公式($M_{\max} = 0.749$)计算出频次阈值为 3, 因此, 提取出现频次大于或等于 3 的关键词词表, 如下表 1。

Table 1. High frequency keyword list frequency greater than or equal to 3

表 1. 出现频次大于或等于 3 的高频关键词词表

序号	关键词	出现频次	序号	关键词	出现频次
1	数学核心素养	57	17	数学内容	4
2	PISA	55	18	中考试题	4
3	TIMSS	14	19	PISA 数学	4
4	测评框架	14	20	试题设计	4
5	PISA 测评	10	21	TIMSS 数学测评	4
6	数学测评	10	22	数学焦虑	3
7	核心素养	9	23	影响因素	3
8	测评	8	24	义务教育质量	3
9	PISA2021	6	25	数学	3
10	小学数学	6	26	国际测评	3
11	问题解决	5	27	数学推理	3
12	PISA2012	5	28	数学情境	3
13	数学能力	5	29	PISA2015	3
14	科学素养	5	30	评价	3
15	NAEP	5	31	国际学生评估项目	3
16	高中生	4	合计		268

从表 1 可以看出, 频次大于或等于 3 的有 31 个关键词, 占关键词总数的 5.89%, 总呈现频次为 268 次, 词均 8.65 次, 占关键词出现总频次(526)的 50.95%。以上高频关键词表中的内容, 是 2000~2021 年《PISA 数学测评》的研究热点。从高频关键词分布顺序可看出, 《PISA 数学测评》涉及的前 10 个关键词出现频次均大于或等于 6, 依次为数学核心素养(57)、PISA (55)、TIMSS (14)、测评框架(14)、PISA 测评(10)、数学测评(10)、核心素养(9)、测评(8)、PISA2021 (6)、小学数学(6), 其余 21 个关键词频次均大于或等于 3。从以上统计结果, 我们不难看出, PISA 数学测评注重的是考察中小学生的数学核心素养。

为进一步了解 31 个高频关键词出现频次间的联系, 同时, 发掘其数据背后所隐含的更多信息, 将采用 SPSS26 软件进行分析与思考。

3.2. 构造出高频关键词的近似值矩阵与相异矩阵

利用 SPSS26 构造出 31 个高频关键词的近似值矩阵与相异矩阵, 以深入了解关键词间的联系。第一,

将 Bicom 软件中生成的词篇矩阵导入至 SPSS26。第二, 生成关键词的近似值矩阵。以得到的词篇矩阵为数据源, 在 SPSS26 中进行相关分析, 选择二元对话框中的“落合/Ochiai”系数, 构造出一个 31×31 的近似值矩阵。近似值矩阵中测量得出的数值表示其数据间的相似性, 若数值越靠近 1, 可表示距离越近相似性越大; 反之, 数值越靠近 0, 则表示距离越远相似性越小。第三, 生成关键词的相异矩阵。通过公式: 相异矩阵 = 1 - 近似值矩阵, 构造出相异矩阵。相异矩阵中计算得出的数值表示关键词间的相异性, 若数值越靠近 1, 可表示关键词间的距离越远相似性越小; 反之, 数值越靠近 0, 则表示距离越近相似性越大。如下表 2。

Table 2. High-frequency keyword phase difference matrix (part)

表 2. 高频关键词相异矩阵(部分)

	数学核心素养	PISA	TIMSS	测评框架	PISA 测评	数学测评	核心素养
数学核心素养	0.000	0.568	0.964	0.750	0.831	0.822	0.911
PISA	0.568	0.000	0.604	0.784	1.000	0.865	0.955
TIMSS	0.964	0.604	0.000	0.857	1.000	0.911	1.000
测评框架	0.750	0.784	0.857	0.000	1.000	1.000	1.000
PISA 测评	0.831	1.000	1.000	1.000	0.000	0.895	0.789
数学测评	0.822	0.865	0.911	1.000	0.895	0.000	1.000
核心素养	0.911	0.955	1.000	1.000	0.789	1.000	0.000

从表 2 可看出, 其高频关键词与《PISA 数学测评》的相似性由大到小的顺序分别为: 数学核心素养、PISA、测评框架、数学测评、PISA 测评、核心素养、TIMSS。从以上结果可看出, 在撰写论文时, 研究者会较多的选择将数学核心素养、PISA、测评框架、数学测评与《PISA 数学测评》相联结在一起进行探究讨论, 而较少的与 PISA 测评、核心素养、TIMSS 联结起来讨论。通过对上述数据结果的分析, 初步表明: 2000~2021 年已发表的关于《PISA 数学测评》的文献中, 经常以数学核心素养为主要研究内容, 同时, 关注其涉及的 PISA、测评框架及数学测评等因素。

3.3. 高频关键词聚类分析

聚类分析是通过确定一些分类标准, 将不同的观察体加以分类, 同一类别的观察体之间相似度愈高愈好, 反之不是同一类别的观察体之间相异度愈高愈好[3]。关键词进行聚类分析主要是对在高级检索中查阅到的文献其关键词组间的相似性和相异性分析, 来确定它们之中的远近联系, 探索隐藏在主题词背后我国教育研究学者所关心的热点信息[4]。

为挖掘其高频关键词间所隐含的联系, 将词篇矩阵导入 SPSS26 进行聚类分析。如下图 1。

从图 1 中可清晰的看出从 2000 年到 2021 年《PISA 数学测评》高频关键词可分为四类, 其具体分布情况如下表 3。

从表 3 中可看出。2000-2021 年《PISA 数学测评》四类研究分别为: 种类 1 对数学核心素养与国际学生测评项目的研究, 包含 15 个关键词。种类 2 为对义务教育质量的影响因素的研究, 包含 2 个关键词。种类 3 为 PISA 测评的理念与我国学生的核心素养内容是否等同的研究, 包含 11 个关键词。种类 4 为 PISA 与 TIMSS 对数学科目的测评, 包含 2 个关键词。

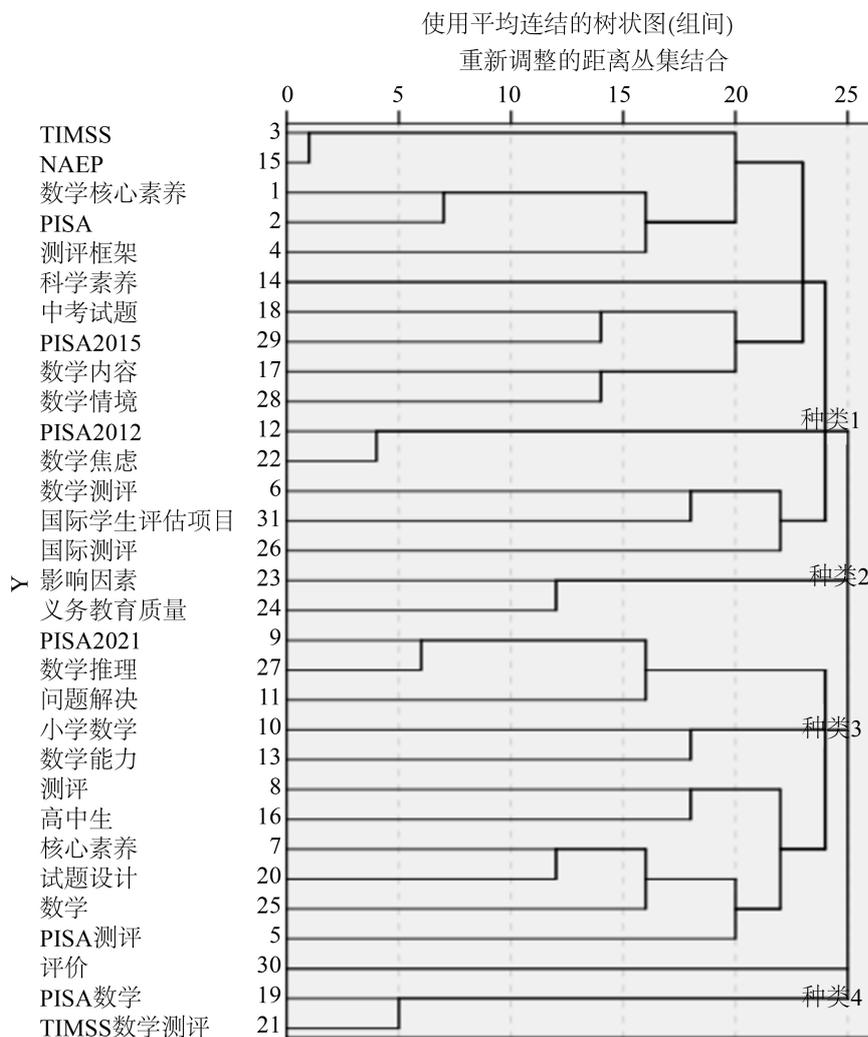


Figure 1. Genealogy diagram of high-frequency keyword cluster in PISA mathematical evaluation

图 1. PISA 数学测评高频关键词聚类谱系图

Table 3. Results of the high-frequency keyword cluster analysis

表 3. 高频关键词聚类分析结果

种类	关键词
种类 1	TIMSS、NAEP、数学核心素养、PISA、测评框架、科学素养、中考试题、PISA2015、数学内容、数学情景、PISA2012、数学焦虑、数学测评、国际学生评估项目、国际测评
种类 2	影响因素、义务教育质量
种类 3	PISA2021、数学推理、问题解决、小学数学、数学能力测评、高中生、核心素养、试题设计、数学、PISA 测评、评价
种类 4	PISA 数学、TIMSS 数学测评

3.4. 高频关键词多维尺度分析

将近似值矩阵导入至 SPSS26 中, 按照变量进行正态标准化。结合前面已生成的聚类分析谱系图,

可描绘出可视化知识图谱。如下图 2。

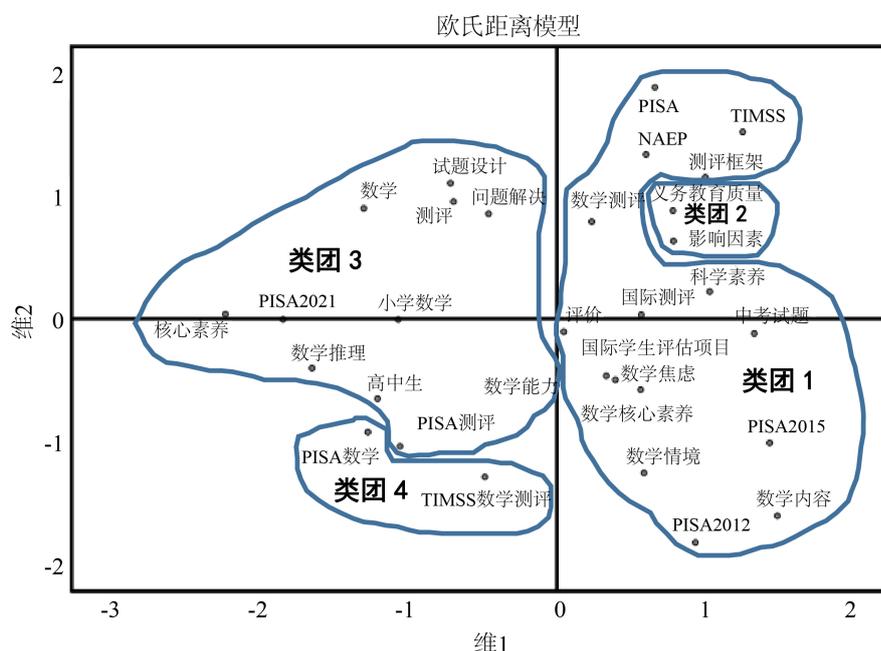


Figure 2. Visualization knowledge Atlas of PISA Mathematical Assessment
图 2. 《PISA 数学测评》的可视化知识图谱

结合战略坐标的分布原则，从图 2《PISA 数学测评》的可视化知识图谱可知，主要分为 4 个类团。类团 1：对数学核心素养与国际学生测评项目的研究，所占领域面积较大，主要分布在第一、四象限，可见是现在 PISA 数学测评的研究核心与热点。但位于第四象限的 PISA2015、PISA2012、数学情境和数学内容的相关文献数量较少且成果不成熟，位于研究的边沿，并未成为 PISA 数学测评领域的重点研究方向。类团 2：对义务教育质量的影响因素的研究，位于第一象限，可见也是 PISA 数学测评的研究核心，同时研究已有较为成熟的成果。类团 3：PISA 测评的理念与我国学生的核心素养内容是否等同的研究，所占领域面积较大，主要分布在第二、三象限，可见其研究方向较为活跃，位于第二象限的数学、问题解决、核心素养等关键词较为分散，但在整体的研究领域有近一步的发展空间，具有潜在的热点趋势，位于第三象限的数学推理、数学能力、PISA 测评等联系密切，题目明确。类团 4：PISA 与 TIMSS 对数学科目的测评，分布在第三象限，可见其内部联系密切，题目明确，但处于研究领域的边沿。对 PISA 与 TIMSS 进行数学测评的研究，有助于完善我国基础教育测评体系的改革，在今后可加大对此方向的研究。

4. 结论与建议

4.1. 结论

本论文通过对我国近 22 年 PISA 数学测评研究所生成的高频关键词进行共词分析、聚类分析以及多维尺度分析，并绘制出可视化知识图谱，从中发现我国 PISA 数学测评主要围绕四大领域展开，得出的结论为：第一，自从国际学生测评项目研创发布以来，我国就从多个项目间探寻最贴合我国的测评框架，但缺少对历次我国参与过的 PISA 测评结果进行研究和分析。第二，我国基础教育一直在进行深化改革，历经了初期的萌芽期，中期的探索试点期和最后的建设完善期，其教育质量的监测与评价系统一直是我

国各教育领域专家所注重的内容[5]。第三, 注重对 PISA 测评的理念与我国学生对核心素养的理解, 而忽略对其中起重要桥梁作用——教师的关注, 教师对 PISA 测评理念及核心素养理解与运用的能力直接关系到理论是否能落到实处。第四, 国内很多教育研究者选定更适合我国的数学测评项目, 梳理与分析了 TIMSS 和 PISA 两个项目在测评领域的优势与劣势, 为我国数学测评体系提供参考[6]。

4.2. 建议

针对以上得到的结论, 对未来我国在 PISA 数学测评的研究方向提 4 条建议: 第一, 加强我国对历年 PISA 数学测评结果的探究与讨论。历年我国参与的 PISA 数学测评结果研究著作数量较少, 我国是在 2009 年由上海为代表第一次参加, 且在 PISA 测试中拿到了第一的佳绩, 并在今后的几次测评中发挥稳定, 成绩均遥遥领先位居第一, 其测评的设计和结果对我国的数学教育教学提供了宝贵的经验, 应成为 PISA 数学测评领域的重点研究方向。第二, 扩大我国对 PISA 数学测评的研究队伍。中国知网收录了 142 篇 PISA 数学测评相关文献, 与国际上一些注重研究的国家相比已产生了较大差距。从国际的角度上看, 我国对 PISA 测评的研究开始较晚, 研究热度虽然在逐年提升, 但每年的发文单位并未有太大变化, 所以, 国家应加大对此研究方向的基金支持, 以扩大我国对 PISA 数学测评的研究队伍, 完善我国数学义务教育的改革。第三, 增强我国对数学教师的专业技能提升的关注与讨论。我国已发表的关于 PISA 数学测评的文献著作中, 可以发现侧重对中小学生的研究。关注学生的推理能力、问题解决能力和自我效能感的提高等方面, 但在教育教学中, 教师起到了关键纽带作用, 若我国的数学教师没有开展专业技能的培训, 很难将核心素养落到实处, 因此, 对我国数学教师的专业技能培训也应列在研究领域中。第四, 增加对国际上的教育成果的比较和分析。在已收录的文献中, 可看出注重对我国参与的国际学生测评项目, 缺少了对国际上的教育研究成果的比较, 研究视野受到了一定程度的限制。许多国家会将本国教育的成果发布在 PISA 测评的平台, 来衡量自己国家的教育成绩。所以, 在了解了 PISA 数学测评的核心理念后, 应增加对国际上的教育成果的比较和分析, 取长补短。

综上, 借助 Bicom、SPSS26 与 Excel 三种统计软件, 对我国近 22 年 PISA 数学测评相关领域的文献著作进行关键词知识图谱分析, 全面快速地挖掘出我国对 PISA 数学测评研究的高频关键词, 直观明了的展现了数据背后所隐藏的更多信息, 同时, 其研究的热点及趋势可以给相关领域的学者提供科学准确的参考与建议。

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] 薛寒. 什么是 PISA? [J]. 中国教育月刊, 2011(3): 18.
- [2] 陈馨悦, 段志贵, 张雯. 基于 CiteSpace 我国 PISA 数学测评 20 年研究透析[J]. 教育与考试, 2020(6): 57-65. <https://doi.org/10.16391/j.cnki.jyks.2020.06.009>
- [3] 陈正昌, 程炳林, 陈新丰, 等. 多变量分析方法:统计软件应用[M]. 北京: 中国税务出版社, 2005.
- [4] 郭文斌, 方俊明. 关键词共词分析法: 高等教育研究的新方法[J]. 高教探索, 2015(9): 15-21+26.
- [5] 陈慧娟, 辛涛. 我国基础教育质量监测与评价体系的演进与未来走向[J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2021, 39(4): 42-52.
- [6] 蒋祥辉. TIMSS 与 PISA 的比较分析及对我国数学教育评价的启示[J]. 教书育人, 2008(9): 4-5.