

数学核心素养视域下的高考试题比较研究

——以2020年乙卷与2021~2023年全国新II卷为例

努尔麦麦提·木合台尔, 董玉成

新疆师范大学数学科学学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年11月8日; 录用日期: 2023年12月8日; 发布日期: 2023年12月20日

摘要

2021年开始的新高考更加注重核心素养的考查。为追踪数学高考中数学核心素养考查的变化, 以2020年全国乙卷(理)与2021~2023年新高考II卷为研究对象, 对试题中六大数学核心素养的考查情况进行了比较。发现: 新旧高考对数学运算和逻辑推理素养的考查权重最高, 新高考降低了对数学抽象素养的考查权重, 而增加了对逻辑推理素养的考查权重。四套试卷在数据分析和直观想象核心素养的考查权重无显著性差异, 新高考更多的考查了知识迁移水平, 知识理解水平的考查权重比旧高考低, 知识创新水平在新旧高考中的考查权重无显著性差异。分析三套新高考II卷发现: 六大核心素养在三套试卷中的考查基本相似。知识理解水平的考查权重逐年减少, 知识迁移水平的考查权重逐年增长, 知识创新水平的考查无显著性差异。基于此, 高考命题应当坚持以素养为导向, 重视对数学建模、数据分析和直观想象素养的评价。

关键词

数学核心素养, 数学测评, 高考数学

Comparative Study on College Entrance Examination Questions from the Perspective of Mathematics Core Competence

—Taking the 2020 Volume B and the New National Volume 2 from 2021 to 2023 as Examples

Nuermaimaiti Muhetaier, Yucheng Dong

School of Mathematics, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang

Received: Nov. 8th, 2023; accepted: Dec. 8th, 2023; published: Dec. 20th, 2023

文章引用: 努尔麦麦提·木合台尔, 董玉成. 数学核心素养视域下的高考试题比较研究[J]. 理论数学, 2023, 13(12): 3426-3438. DOI: 10.12677/pm.2023.1312355

Abstract

The new college entrance examination starting in 2021 will pay more attention to the examination of core competence. In order to track the changes in the core mathematics competence in the mathematics college entrance examination, taking the 2020 National Paper B (Science) and the 2021~2023 New College Entrance Examination Paper II as the research objects, the test conditions of the six core mathematics competence in the test papers were compared. It was found that the old and new college entrance examinations gave the highest weight to the examination of mathematical operation and logical reasoning, while the new college entrance examination reduced the weight of the examination of mathematical abstraction and increased the weight of the examination of logical reasoning. There was no significant difference in the test weights of the four sets of test papers in data analysis and intuitive imagination. The new college entrance examination tested knowledge transfer level more, and the test weight of the knowledge understanding level was lower than that of the old college entrance examination. There was no significant difference in the test weights of knowledge innovation level in the new and old college entrance examinations. Analyzing of three sets of new college entrance examination paper II, it was found that the test weights of six core competence tested in the three sets of papers were basically similar. The test weight of knowledge understanding level decreased year by year, while the test weight of knowledge transfer level increased, and there was no significant difference in the test weights of knowledge innovation level. Based on this, the college entrance examination questions should be literacy-oriented, attaching great importance to the evaluation of mathematical modeling, data analysis and intuitive imagination competence.

Keywords

Mathematics Core Competence, Mathematics Test, College Entrance Examination Mathematics

Copyright © 2023 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

2014年3月30日,教育部印发了《关于全面深化课程改革落实立德树人根本任务的意见》,要求“研究制订学生发展核心素养体系和学业质量标准”,“根据核心素养体系,明确学生完成不同学段、不同年级、不同学科学习内容后应该达到的程度要求……,使考试评价更加准确反映人才培养要求”。2017年贯彻这一精神的《普通高中数学课程标准(2017年版)》(以下简称《标准》)研制成功并发布,提出了6大数学核心素养:数学抽象、逻辑推理、数学运算、直观想象、数学建模和数据分析[1]。一如欧内斯特所言,理解是没有尽头的[2],所以核心素养的达成同样是逐步的,可以区分为不同的水平。《标准》中把每个核心素养划分为三个水平,喻平则以知识学习为基础将核心素养划分为知识理解(水平一)、知识迁移(水平二)、知识创新(水平三)三个水平[3]。2021年,一部分教改试点省份开始使用文理不分科反映新课程“核心素养”要求的“新高考”试卷。在核心素养视角下,新高考试卷与原来试卷相比有何变化?2021年以来,“新课高”试卷中核心素养的考查趋势怎样?这里以《标准》中数学核心素养的水平划分为基础,结合喻平构建的数学学科核心素养评价框架[4],选用2020年全国乙卷(理科)与2021~2023年新高考II卷为例,对四套试卷中数学核心素养的考查情况进行了比较,在此基础上,结合《标准》要

求对核心素养的教学与评价进行了简单的讨论。

2. 数据准备

2.1. 比较对象

为了能更好的比较分析不同类型、不同年度的数学高考试卷对六个核心素养各水平的考查情况, 本文选择 2021~2023 年新高考全国 II 卷和 2020 年全国乙卷(理科)进行比较。

2.2. 评价指标及数据编码

李华等人在喻平的数学核心素养的水平划分基础上, 将核心素养的评价标准进一步具体化, 编码赋值并分析了 2019 年高考全国卷[5]。之后李子瞻等采用该标准研究了 2021 年新高考 I 卷与 2020 年全国甲卷对数学核心素养的考查情况[6]。本比较研究将参考李华等人的数学核心素养评价标准, 对 2020 年全国乙卷与 2021~2023 年新高考 II 卷进行数学核心素养及其水平的编码, 并对每一道题目所考查的素养水平进行赋值。如果一道题目考查多个核心素养水平, 根据考查素养的主次对题目总分进行划分。为了能体现一道题中所考查素养的主次关系, 对有些题目中简单少量考查的数学核心素养水平不进行赋值, 优先标记其他重点考查的素养, 一道题赋值的核心素养一般至多三种。除此之外, 本文在对题目考查的核心素养进行赋值时, 会将试题中侧重于考查的素养分配更高的分数, 且侧重程度越高, 分配的分数占比更高。用此方法, 详细分析了以上四套试题, 得到了核心素养及水平的评价指标权重表。

为了能更好的比较分析不同类型、不同年度的数学高考试卷对六大核心素养三个水平的考查情况, 本文选择 2021~2023 年新高考全国 II 卷和 2020 年全国乙卷(理科)进行比较。

3. 统计结果及分析

3.1. 数学核心素养及水平总体考查情况分析

对三套高考试卷中所考查的数学核心素养及三个水平进行编码赋值, 整理并统计每套试卷中的数学核心素养各水平分值在总分中所占的权重值。以数学运算素养为例, O_1 的权重计算方法为试卷中数学运算核心素养的知识理解水平考查分值除以总分并将其转化成百分数(保留小数点后两位), 其中 2021~2023 年新高考卷总分为 150 分, 2020 年全国乙卷总分为 160 分(包含选做两道题), 得到六大核心素养 18 个水平的考查分值与权重的汇总, 如表 1 所示。

Table 1. The table of weight summary of the six core mathematics competence and three levels

表 1. 四套试卷数学核心素养及水平权重汇总表

数学核心素养	素养水平	2020 年 乙卷	2021 年 新 II 卷	2022 年 新 II 卷	2023 年 新 II 卷	平均权重
数学抽象(A) Mathematical Abstraction	A ₁	3.13%	2.67%	3.34%	1.67%	2.70%
	A ₂	9.38%	7.67%	6.33%	8.33%	7.93%
	A ₃	0.63%	0.00%	0.00%	0.00%	0.16%
	A	13.14%	10.33%	9.67%	10.00%	10.79%
逻辑推理(R) Logical Reasoning	R ₁	6.56%	8.67%	6.00%	6.33%	6.89%
	R ₂	16.25%	17.67%	19.67%	20.33%	18.48%
	R ₃	3.13%	2.33%	2.66%	1.33%	2.36%
	R	25.94%	28.68%	28.33%	28.00%	27.74%

Continued

数学运算(O) Mathematical Operation	O ₁	16.25%	12.67%	12.67%	11.33%	13.23%
	O ₂	25.00%	27.33%	28.33%	28.67%	27.33%
	O ₃	3.13%	3.67%	3.00%	3.67%	3.37%
	O	44.38%	43.67%	44.00%	43.67%	43.93%
数学建模(M) Mathematical Modelling	M ₁	0.00%	0.00%	0.67%	0.00%	0.17%
	M ₂	1.25%	1.33%	1.33%	2.00%	1.48%
	M ₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	M	1.25%	1.33%	2.00%	2.00%	1.65%
直观想象(I) Intuitive Imagination	I ₁	2.50%	2.50%	2.00%	1.34%	2.09%
	I ₂	5.30%	5.33%	5.33%	6.33%	5.57%
	I ₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	I	7.80%	7.66%	7.33%	7.67%	7.62%
数据分析(D) Data Analysis	D ₁	3.12%	2.33%	2.67%	3.33%	2.86%
	D ₂	4.38%	6.00%	6.00%	5.33%	5.43%
	D ₃	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	D	7.50%	8.33%	8.67%	8.66%	8.29%

注: 1) 表中素养水平用素养英文首字母表示, 如 R₁ 表示逻辑推理素养的知识理解水平。2) 表中数据均用百分数表示, 保留到小数点后两位。

六大数学核心素养以数学知识为本源, 它们是既相互独立又相互渗透的有机体, 在学习中逐渐形成, 是学生未来发展的基础[7] [8]。在四套高考试卷中, 六大数学核心素养虽然考查比重有所差异, 但均有涉及。六大数学素养一般可分为三类: 会用数学的眼光观察世界, 指数学抽象素养和直观想象素养; 会用数学的思维思考世界, 指数学运算素养和逻辑推理素养; 会用数学的语言表达世界, 指数据分析和数学建模[9]。

由图 1 看出, 在新旧高考试题中数学思考类素养的考查权重均值在 25% 以上, 数学观察类素养的考查相对较少, 但其平均权重的合计接近 20%, 数学表达类素养的考查权重少于其他两类素养, 合计只占总分的约 10%, 其中数学建模素养在四套试卷中的平均权重仅为 1.65%。

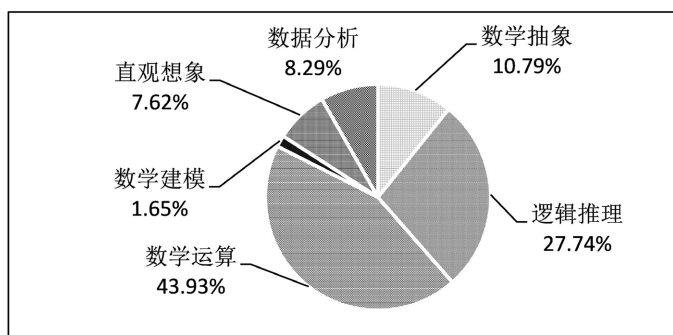


Figure 1. The overall average weight distribution of the six core mathematics competence

图 1. 六大核心素养总体平均权重分布

图 2 显示了新就高考试卷对六大核心素养三个水平考查平均权重, 可发现四套试卷中知识迁移水平占据主导地位, 其平均权重为 66.22%; 其次是知识理解水平, 为 27.94%; 知识创新水平考查的最少, 为 6.11%。

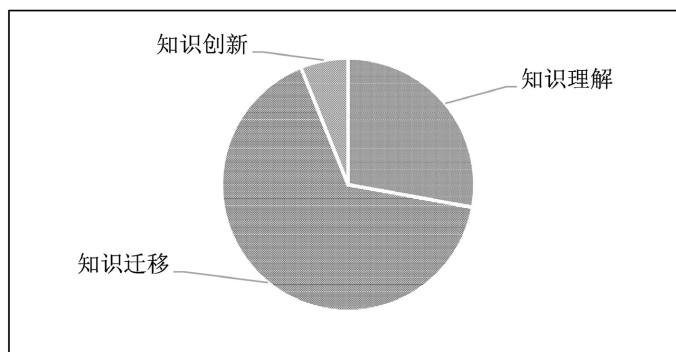


Figure 2. The average weight distribution of the three levels in total
图 2. 三个素养水平总体的平均权重分布

3.2. 六大核心素养的考查权重比较

相较于“旧”高考试卷, 新高考试卷具有文理不分科, 选择题第 9~12 题为多选题等特点。近年来, 不少省份逐渐地施行新高考试卷。新高考试卷在命制时需要考虑学生数学知识掌握的巨大差异性, 此外还要能够较为全面的考查学生的各项数学关键能力, 注重体现高考试题的基础性、综合性、创新性、应用性的考查要求[10]。因此, 高考试卷对六大核心素养及其水平的考查权重合理性极其重要。下面将更详细地分析新旧高考对每个素养水平的考查情况, 最后对六大核心素养的总体考查结果进行总结。

3.2.1. 数学抽象素养

图 3 显示了三份试卷对数学抽象核心素养各水平的考查分布情况。

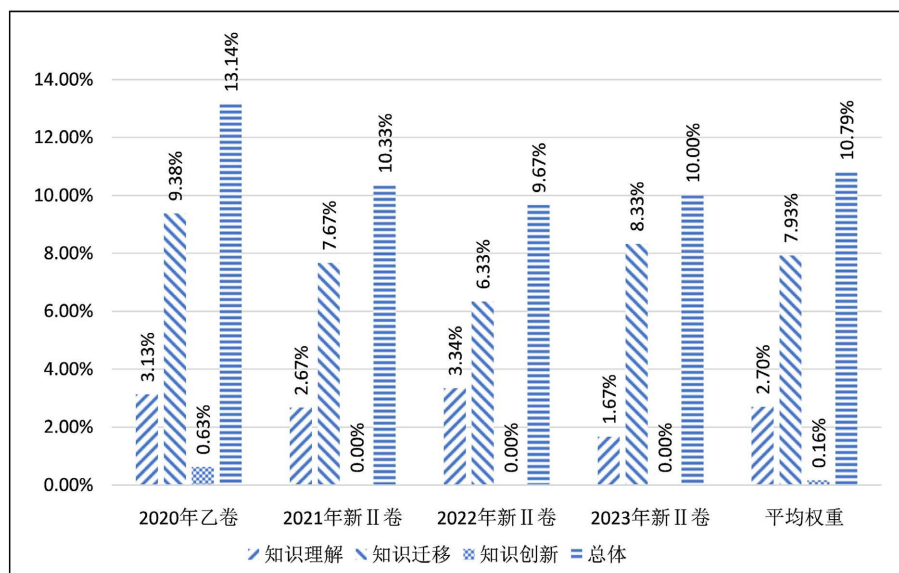


Figure 3. The weight distribution of mathematical abstraction
图 3. 数学抽象素养水平考查分布

数学抽象是对数量关系与空间形式的抽象, 是数学的本质特征, 贯穿在生活实践、生产发展、自然社会现象中。体现出获得数学概念规则, 形成命题、数学思想方法, 认知数学结构体系[1]。通过数学抽象素养的学习与渗透, 可帮助学生深入理解数学概念、公理等, 运用数学抽象思维思考和解决问题。可发现, 全国乙卷对数学抽象素养的考查比重明显高于新高考全国 II 卷。2020 年全国乙卷中数学抽象素养的考查权重为 13.14%, 2021~2023 年新高考 II 卷依次为 10.33%, 9.67%, 10.00%。抽象思维是一项复杂的数学能力, 需要学生具有严谨的数学思维和想象能力。新高考试题命制时, 兼顾学生学习能力的差异, 降低了对该部分的考查分值。新旧高考试卷对于数学抽象素养三个水平的考查情况也有所不同, 新高考试卷均没有涉及数学抽象素养知识创新水平的考查, 只有 2020 年全国乙卷少量考查了该水平, 权重为 0.63%。

3.2.2. 逻辑推理素养

图 4 显示了三套试卷对逻辑推理核心素养的考查情况。

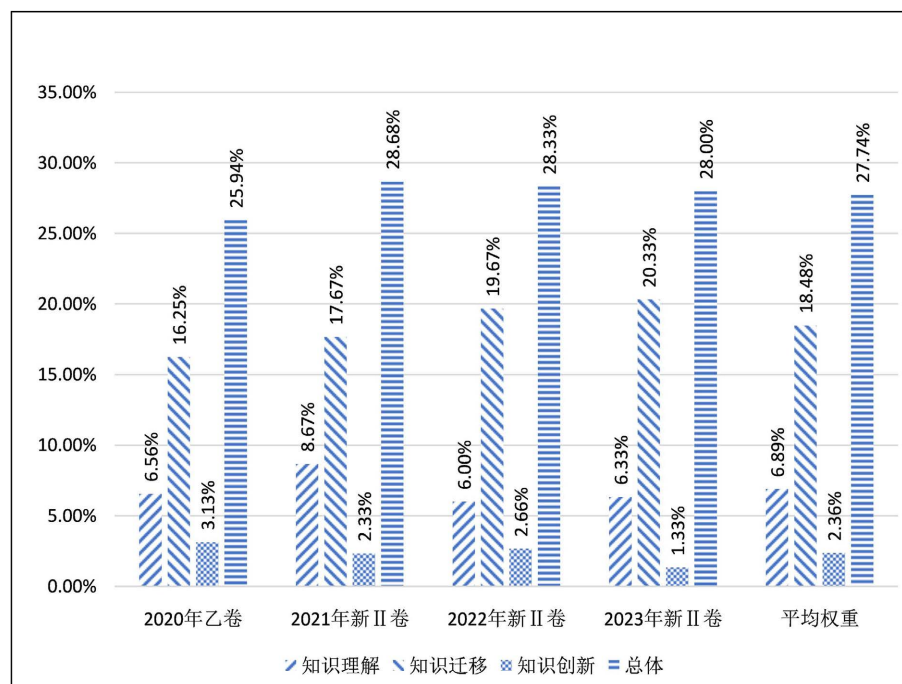


Figure 4. The weight distribution of logical reasoning

图 4. 逻辑推理素养水平考查分布

逻辑推理是依据规则由命题和事实出发得出其它命题的素养, 包括合情推理和演绎推理, 主要形式为归纳、演绎和类比[1]。逻辑推理是数学严谨的基础, 是人们进行活动交流的思维品质。逻辑推理素养在几份高考试卷中考查权重都仅次于数学运算素养, 说明高考数学非常关注对归纳、演绎、推理能力的考查。研究发现, 逻辑推理素养在新高考中的考查权重均高于全国乙卷, 2021~2023 年新高考 II 卷的考查比重依次为 28.68%, 28.33%, 28.00%, 而 2020 年全国乙卷为 25.94%。这也体现了新高考更加重视学生的数学逻辑思维和推理能力的培养。通过分析不同水平的考查情况可知, 新旧高考在三个水平上考查了逻辑推理素养。在知识理解水平上 2021 年新高考 II 卷考查权重为 8.67%, 其他三套试卷的考查权重均在 6%~7% 之间。四套试卷对逻辑推理素养的知识迁移水平的考查权重逐年缓慢增长, 依次为 16.25%,

17.67%, 19.67%, 20.33%。2020 年全国乙卷中知识创新水平的考查权重为 3.13%, 新高考 II 卷依次为 2.33%, 2.66%, 1.33%。

3.2.3. 数学运算素养

图 5 显示了三套试卷对数学运算核心素养的考查情况。

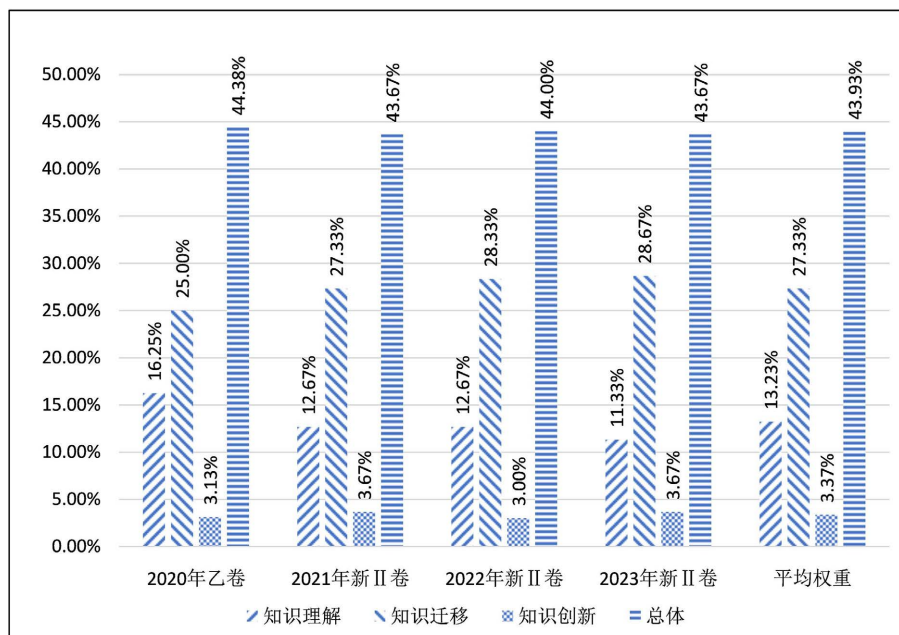


Figure 5. The weight distribution of mathematical operation

图 5. 数学运算素养水平考查分布

数学运算是在明晰运算对象基础上, 根据法则解决问题的素养[1]。数学运算涉及范围包括数学学习的方方面面, 高考中也是重点考查的数学核心素养。新旧高考试卷中数学运算素养的考查权重均在 44.00% 左右, 无显著性差异。其中 2020 年乙卷为 43.75%, 2021~2023 年新高考 II 卷依次为 43.67%, 44.00%, 43.67%。基于此, 可以认为数学运算在新高考试卷中依然是命题的热点。在知识理解水平上, 三套新高考对数学运算素养的考查均低于全国乙卷, 其中 2023 年新高考 II 卷的考查权重为 11.33%, 比 2020 年全国乙卷低 5% 左右。与之相反, 新高考试卷对知识迁移水平的考查权重依次为 27.33%, 28.33%, 28.67%, 而 2020 年全国乙卷为 16.25%。新旧高考均少量考查了数学运算素养的知识创新水平, 考查权重无显著性差异, 平均值为 3.37%。

3.2.4. 直观想象素养

图 6 显示了直观想象素养在新旧高考试题中的考查权重。

直观想象是借助几何直观与空间想象感知事物的变化, 从而理解和解决问题的素养。表现为: 构建起数和形的联系, 借助图形描述解决问题, 用空间想象认识事物[1]。空间想象能力在数学学习中是相当重要的一种能力, 直观想象素养是学生空间想象能力的重要衡量标准, 因此四套高考试卷中有不少题目涉及直观想象素养的考查。可发现, 新旧高考试题对该核心素养的考查权重并无显著性差异, 按年份依次为 7.80%, 7.66%, 7.33%, 7.62%, 2020 年全国乙卷略高于三套新高考卷。分析三个水平的考查情况发现, 2023 年新高考 II 卷在知识理解水平上考查的权重为 1.33%, 其他三套试卷均在 2.00% 以上。知识

迁移水平上, 2023 年新高考 II 卷比其他三套试卷高 1.00% 左右。四套高考试卷均未涉及直观想象素养知识创新水平的考查, 均在简单、中等难度的题目中考查该素养。

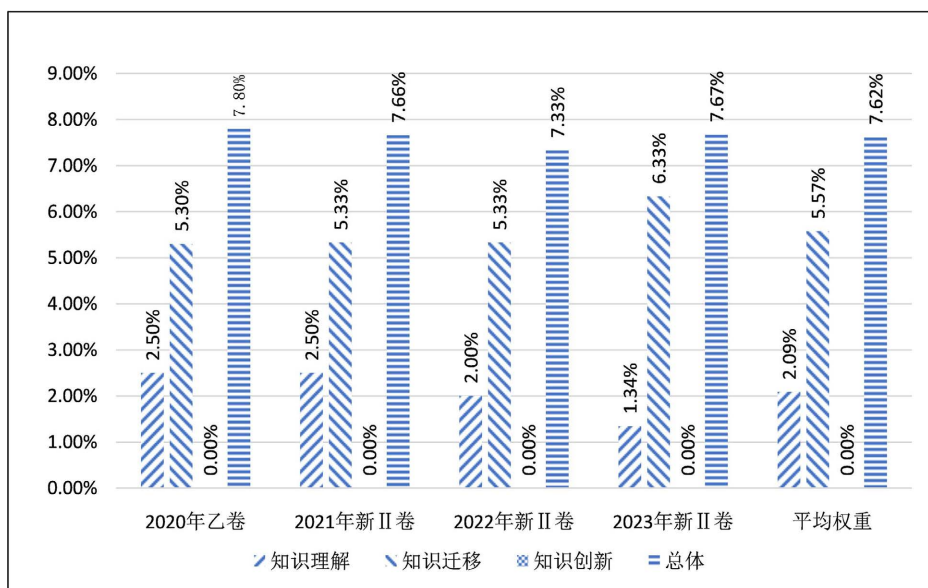


Figure 6. The weight distribution of intuitive imagination
图 6. 直观想象素养水平考查分布

3.2.5. 数学建模素养

图 7 显示了三份试卷对数学建模核心素养的考查分布情况。

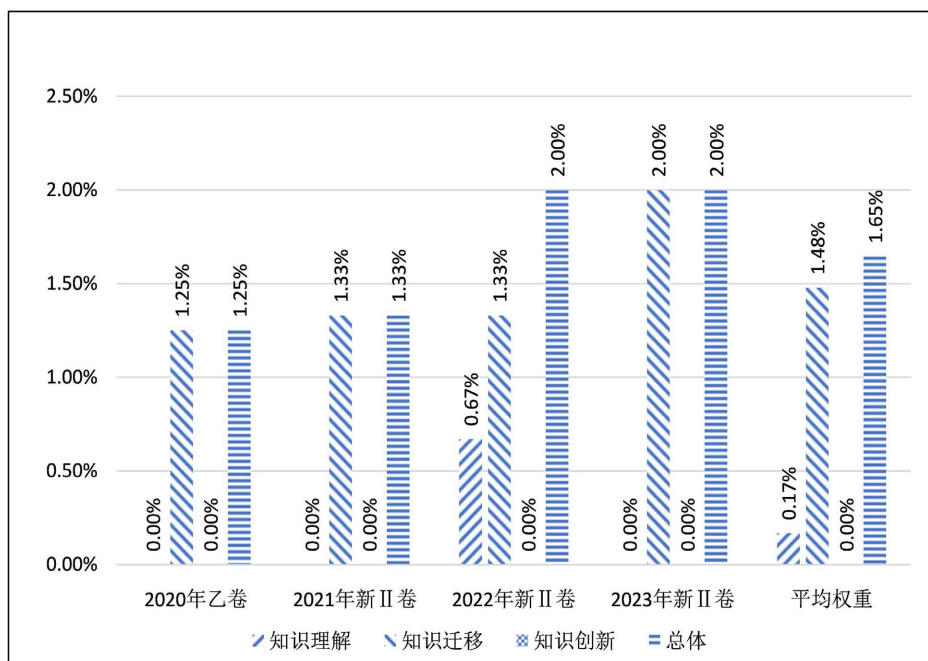


Figure 7. The weight distribution of mathematical abstraction
图 7. 数学抽象素养水平考查分布

数学建模是用数学方法表达现实问题、建立数学模型解决数学问题的素养。表现为：实际生活情景中发现、提出问题，建立模型并求解，检验结果并完善模型，最后解决实际问题[1]。数学建模是连接数学与实际生活的“桥梁”，主要考查学生理性思维能力，理性思维能力在数学核心素养中有着相当重要的地位。尽管如此，数学建模素养在四套高考试卷中考查权重最低。研究发现，2022年和2023年新高考II卷在两道题中考查了数学建模素养，权重均为2.00%，2020年乙卷和2021年新高考II卷仅在一道题中涉及数学建模素养，权重分别为1.25%，1.33%。三套试卷对数学建模素养的考查都集中在知识迁移水平上，只有2022年新高考II卷在一道试题中考查了知识理解水平，权重为0.67%。知识创新水平在三套试卷中均未出现，这可能是由于数学建模素养该水平的难度很大而考试时间短暂。

3.2.6. 数据分析素养

图8显示了三份试卷对数据分析核心素养的考查分布情况。

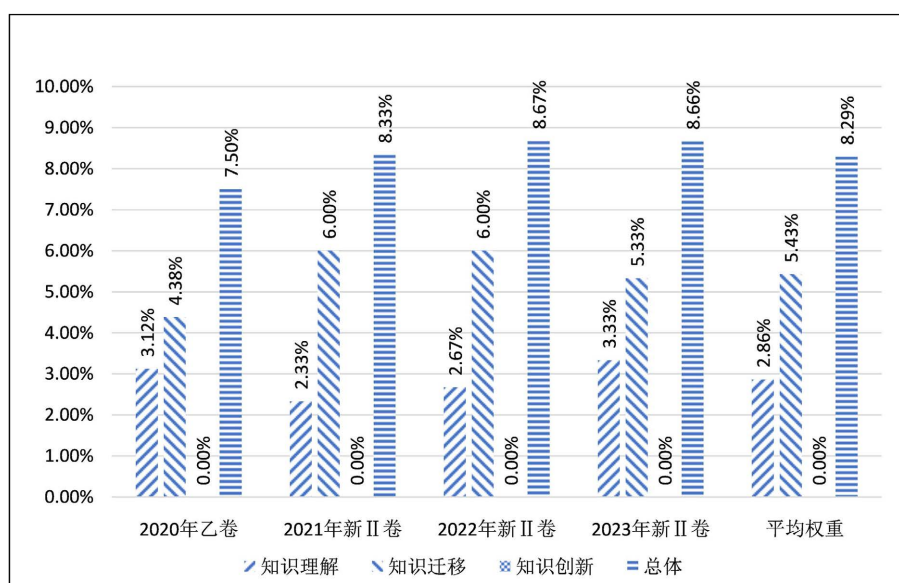


Figure 8. The weight distribution of mathematical abstraction

图8. 数学抽象素养水平考查分布

数据分析是针对研究的对象获取数据，运用数学方法分析、整理、判断数据，形成关于研究对象知识的素养[1]。从总体权重来看，新高考II卷对数据分析素养的考查平均值比全国乙卷多1%左右，2021~2023年新高考II卷的权重依次为8.33%，8.67%，8.66%，2020年全国乙卷为7.50%。数据分析素养知识创新水平要求学生能够创造性地运用概率与统计知识加工信息，发现统计规律，形成新的知识[4]。三套试卷主要考查数据分析素养的知识理解与知识迁移水平，均未涉及对知识创新水平的考查。在知识理解水平上，2023年新高考II卷考查的最多，权重为3.33%，2021年新高考II卷为2.33%，其他两套试卷介于中间。知识迁移水平上2021年和2022年新高考II卷的考察权重相等，为6.00%，2023年新高考II卷为5.33%，2020年全国乙卷考查的最少，权重为4.38%。

3.2.7. 六大数学核心素养总体分析

根据表1中的数据，将数学核心素养在四套试卷中的考查权重汇总统计。如新高考II卷中对数学抽象核心素养的总权重为该试卷中A₁、A₂、A₃的考查权重之和，得到三套试卷对数学抽象、逻辑推理、数学运算、直观想象、数学建模、数据分析等六大核心素养的考查权重图，如图9所示。

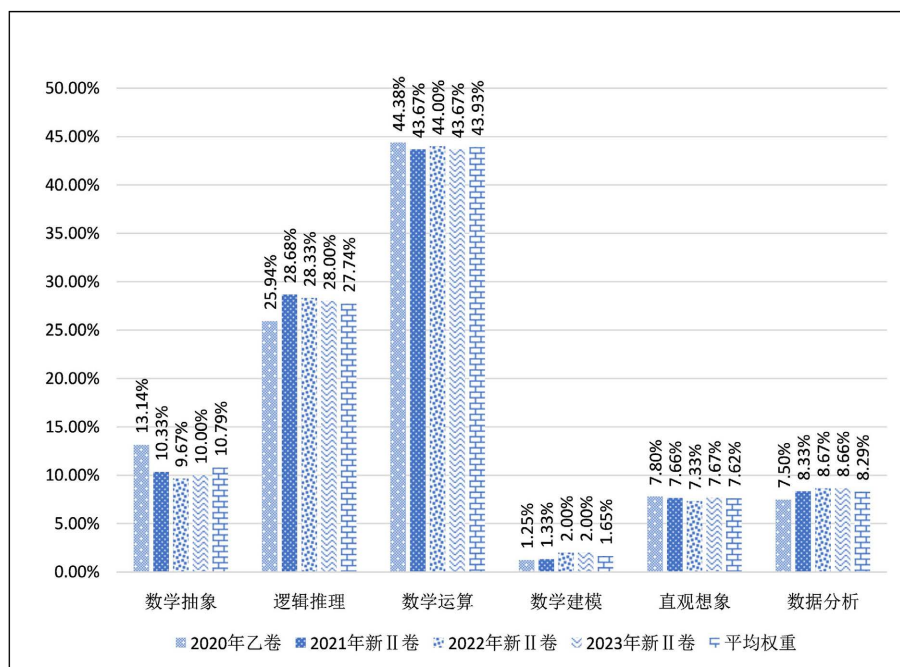


Figure 9. The overall weight distribution of the six core mathematics competence

图9. 六大数学核心素养总体考查权重分布

可以发现, 在四套高考试卷中, 数学运算素养的考查权重值最大, 平均权重为 43.93%, 逻辑推理考查权重仅次于数学运算, 平均权重为 27.74%。数学运算素养与逻辑推理素养在新旧高考试卷中都占据主导地位, 考查权重无显著性的差异。数学抽象素养考查的权重虽然相对较低, 但平均值也在 10% 以上, 新高考中的考查权重均值为 10.00%, 比 2020 年全国乙卷低 3.14%。数据分析和直观想象核心素养在四套试卷中的考查权重相近, 平均值依次为 8.29%, 7.62%, 在新旧高考中的考查权重均无显著性的差异。数学建模虽然每套试卷有所考查, 但是权重最低, 都低于 2%。总而言之, 新旧高考对六大核心素养的考查都有差异, 但是对同一个素养的总体考查基本没有显著性的差异。

3.3. 新旧高考试卷对数学核心素养水平的考查分析

根据表 1 中的数据, 将四套高考试卷中数学学科核心素养各三个水平的总体考查情况进行统计并做出如图 10 所示的分布条形图。

在四套试卷中, 对六大数学核心素养的考查主要以知识迁移水平为主, 新高考的考查权重逐年增长, 大于全国乙卷的考查权重。全国乙卷的考查权重为 61.56%, 2021~2023 年新高考 II 卷依次为 65.33%, 66.99%, 70.99%, 2023 年的考查权重与 2021、2022 年的相差 5%~6%, 比 2020 年全国乙卷高近 10%。而知识理解水平的考查权重 2020 乙卷 > 2021 新 II 卷 > 2022 新 II 卷 > 2023 新 II 卷, 分别为 31.56%, 28.84%, 27.53%, 24.00%。知识创新水平在四套试卷中的考查权重基本一致, 平均值为 6.11%, 说明新旧高考卷在知识创新水平的考查方面没有显著性的差异。可以看出, 新旧高考都以中等和低难度试题为主、围绕着大部分高中生数学知识掌握情况而命题, 体现了高考面向全体学生的特点。知识理解与知识迁移水平的考查在新旧高考中都占据主要地位, 而知识创新水平的考查权重相对较低, 知识创新水平要求考生具备一定的创造性的思维能力和解题思路, 所以高考中通过在部分题目中考查知识创新水平来实现其对选拔人才的功能。

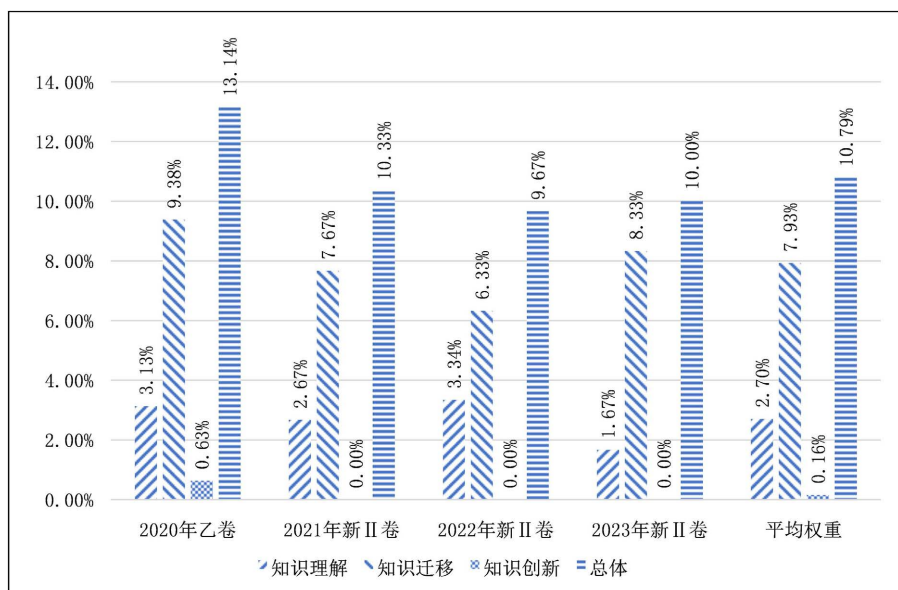


Figure 10. The overall weight distribution of the three levels
图 10. 三个素养水平总体考查权重分布

3.4. 2021~2023 年新高考 II 卷对数学核心素养的考查情况分析

各数学核心素养在 2021~2023 年新高考 II 卷中的考查权重之间存在 1%左右的差异, 保持了良好的一致性。三套试卷中数学运算素养和逻辑推理素养依然是命题的重点, 平均值为 43.78%, 28.34% 数学抽象、数据分析、直观想象三个素养的考查权重相近, 平均值为 10.00%, 8.55%, 7.56%。然而, 在数学核心素养的三个水平上看, 三套试卷中存在一定的差异。新高考 II 卷对知识理解水平的考查逐年减少, 平均为 26.73%, 而只是迁移水平的考查权重从 2021 年的 65.33% 增加到 2023 年的 70.99%。知识创新水平在三套试卷中考查的均比较少而且相差不到 1%, 均值为 5.85%。具体如图 11 和图 12 所示。

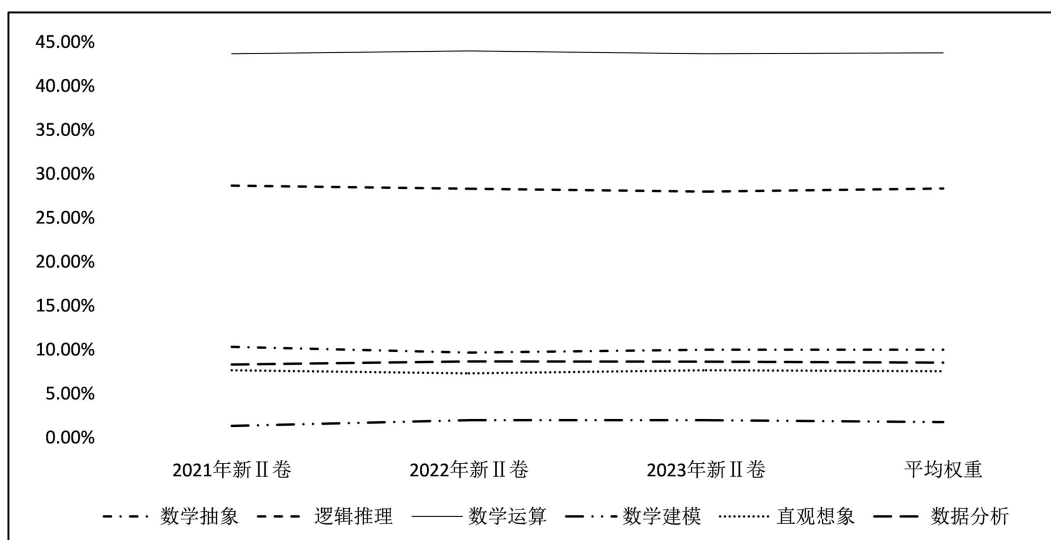


Figure 11. The line chart of the overall weight distribution of the six core mathematics competence in the new college entrance test papers from 2021~2023
图 11. 2021~2023 年新高考 II 卷六大核心素养总体考查分布折线图

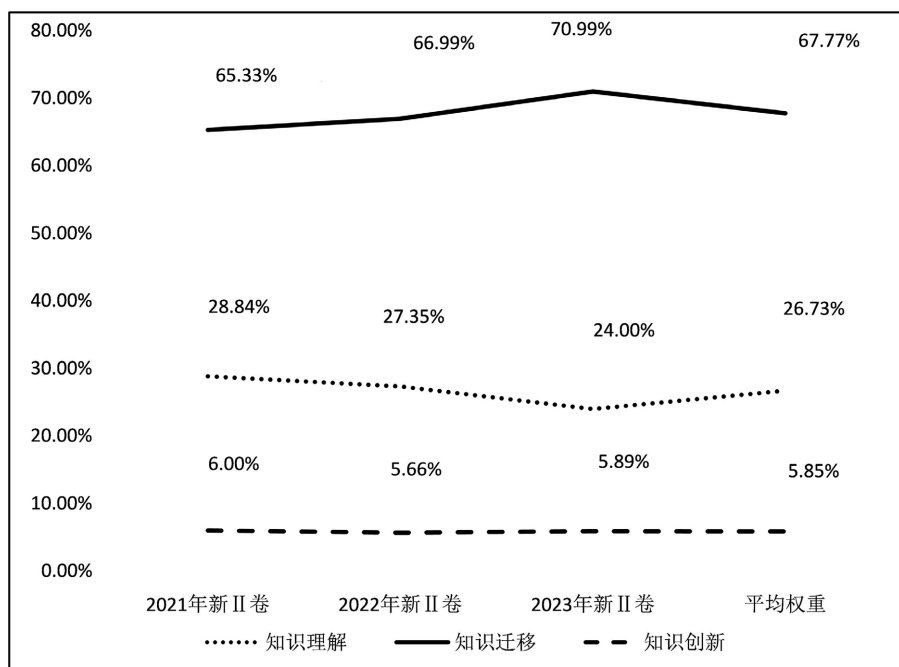


Figure 12. The line chart of the overall weight distribution of the three levels in the new college entrance test papers from 2021~2023

图 12. 2021~2023 年新高考 II 卷三个素养水平考查总体分布折线图

4. 研究结论与讨论

4.1. 结论

由以上的研究结果发现, 新旧高考虽然对各个核心素养的考查分布并不均匀, 但是总体上对六大核心素养的考查都比较全面, 体现出了高考试卷的素养导向特点。四套试卷中的大多数题目都涉及到了数学运算素养和逻辑推理素养, 各试卷对这两个核心素养的考查权重也是相当高的, 平均权重分别为 43.93%, 27.74%。数学抽象素养作为另外一个传统数学素养, 在新旧高考中的考查权重虽然低于数学运算素养和逻辑推理素养, 但是其平均权重也在 10.00% 以上。新高考对逻辑推理素养的考查更加注重, 而降低了数学抽象素养的考查权要求。新旧高考对直观想象素养和数据分析素养三个水平的考查虽有不同, 但是整体考查权重无显著性的差异, 四套试卷的平均考查权重分别为 7.62%, 8.29%。对于数学建模这一重要的数学核心素养, 新旧高考均极少量地考查了, 权重均值仅为 1.65%。

新旧高考考查数学核心素养的侧重点有所不同。整体来看, 四套试卷对六大数学核心素养的三个水平考查权重从高到低依次为知识迁移水平、知识理解水平、知识创新水平。新旧高考试题在直观想象、数据分析、数学建模三个素养的考查中均未涉及知识创新水平。新高考对试题难度的把控更为科学, 对高、中、低水平的学习者的考查更为合理, 能够更有效地评价学生数学核心素养水平。新旧高考试卷中, 对各素养三个水平的考查比例差异性较大, 其中 2023 年新高考 II 卷中三个素养水平的考查比例为 4:12:1, 而 2020 年全国乙卷为 4:8:1。这体现了新高考试卷作为部分文理科的考试试卷, 保证了为具有不同学习能力的学生服务与高校选拔人才的公平性。

各数学核心素养在 2021~2023 年新高考 II 卷中的考查权重之间存在 1% 左右的差异, 保持了良好的一致性。三套试卷中数学运算素养和逻辑推理素养依然是命题重点, 平均值为 43.78%, 28.34%。数学抽象、数据分析、直观想象三个素养的考查权重相近, 平均值为 10.00%, 8.55%, 7.56%。然而, 在数学核心素

养的三个水平上看, 三套试卷中存在一定的差异。新高考 II 卷对知识理解水平的考查逐年减少, 平均为 26.73%, 而只是迁移水平的考查权重从 2021 年的 65.33% 增加到 2023 年的 70.99%。知识创新水平在三套试卷中的权重较少且相差不到 1%, 均值为 5.85%。

4.2. 讨论

进入本世纪, 课程改革一直强调标准、教材、教学, 以及评价的一致性, 这一努力在 2019 年《国务院办公厅关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》(以下简称《指导意见》)中要求“学业水平选择性考试与高等学校招生全国统一考试命题要以普通高中课程标准和高校人才选拔要求为依据, 实施普通高中新课程的省份不再制定考试大纲”为标志终于迎来实质性转变。按照《指导意见》, 新高考试题命制要直接以新课程标准为依据, 因此新高考对高中数学六大核心素养进行考查应与课标保持高度一致。纵向观察 2021~2023 年新高考, 数学建模素养在四套试卷中考查的权重远远低于数学运算素养和逻辑推理素养等, 数据分析和直观想象也考查的不多。弗赖登塔尔认为, 学生与其说学习数学不如说是学习数学化。要学好数学这门课程, 必须对“数学现实”进行直观观察和想象, 抽象出数学对象和结构, 再通过数据分析与运算、逻辑推理, 得到数学结果, 或解决实际问题。为考查数学核心素养, 新高考试题命制要进一步按照《标准》要求减少填空题和选择题, 减少题量, 在考查学生数学运算、逻辑推理和数学抽象等“纯数学化”的核心素养同时, 需要更加重视情景设计, 综合考查学生直观想象、数学抽象、逻辑推理、数据分析和数学建模素养。目前的新高考显然更多地在保持稳定性和连续性基础上进行创新, 尤其是在不分科背景下。

实质上, 为培养学生核心素养, 《指导意见》和《标准》对教学和评价提出了更多要求。如要进行综合评价、多元评价, 开展过程性评价, 实施“全面育人”。基于此, 数学教学要更加重视探究性学习、项目学习、单元整体学习、跨学科学习, 高度重视重要概念、定理、方法、思想、结构的“数学化”过程, 提高教学的数学品质, 培养学生数学意识。

按照《标准》建议, 核心素养评价框架包括三个维度, 本文大体只考虑了知识水平, 所以其结果只能反映新高考的部分特征。

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: 4-7.
- [2] Ernest, P. 数学教育哲学[M]. 齐建华, 张松枝, 译. 上海: 上海教育出版社, 1998.
- [3] 喻平. 基于核心素养的高中数学课程目标与学业评价[J]. 课程·教材·教法, 2018, 38(1): 80-85.
- [4] 喻平. 数学核心素养评价的一个框架[J]. 数学教育学报, 2017, 26(2): 19-23+59.
- [5] 李华, 胡典顺. 基于数学核心素养评价框架的试卷测评研究——以 2019 年高考全国卷为例[J]. 数学教育学报, 2020, 29(2): 18-23.
- [6] 李子瞻, 胡典顺. 基于数学核心素养的新旧高考比较分析——以 2021 年新高考 I 卷与 2020 年全国 I 卷为例[J]. 数学教育学报, 2022, 31(3): 26-31.
- [7] 武丽莎, 朱立明. 高中数学学科核心素养: 生成机制与培养路径[J]. 数学教育学报, 2021, 30(4): 25-29.
- [8] 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.
- [9] 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): 9-10.
- [10] 于涵, 郑益慧, 程力, 等. 高考评价体系的实践功能探析[J]. 中国考试, 2019(12): 1-6.