

# 数据分析素养视角下高考概率与统计试题研究

## ——以2018~2023年全国I卷为例

地丽胡玛尔·艾尼娃

新疆师范大学数学科学学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年12月29日; 录用日期: 2024年3月8日; 发布日期: 2024年3月18日

### 摘要

数据分析素养是数学课程目标的集中体现, 是数学思维、关键能力、情感态度和价值观等的综合体现。新课标要求各个中学要加大对概率与统计部分等相关内容的教学力度, 让学生在提高成绩的基础上进一步增强数据分析能力。历年高考试题作为高中教学、高考冲刺的重要指挥棒, 其内容分布情况直接关系到教学重心的设计, 所以了解高考试题中概率与统计内容分布, 对后续教学深入, 提高学生核心素养有关键作用。

### 关键词

数据分析素养, 高考, 概率与统计, 试卷

# Study on Probability and Statistics Questions of College Entrance Examination from the Perspective of Data Analysis Literacy

—Taking the National Volume I from 2018 to 2023 as an Example

Dilihumal Aniwa

School of Mathematical Sciences, Xinjiang Normal University, Urumqi Xinjiang

Received: Dec. 29<sup>th</sup>, 2023; accepted: Mar. 8<sup>th</sup>, 2024; published: Mar. 18<sup>th</sup>, 2024

### Abstract

The cultivation of data analysis literacy is a concentrated reflection of the objectives of mathemat-

ics courses, encompassing mathematical thinking, critical abilities, emotional attitudes, and values. The new curriculum standards require secondary schools to intensify the teaching of probability and statistics, enabling students to further enhance their data analysis skills on the basis of improving their grades. Over the years, the content distribution of the college entrance examination (Gaokao) has served as an important guide for high school teaching and exam preparation. Understanding the distribution of probability and statistics content in Gaokao questions directly impacts the design of teaching focus, thus playing a crucial role in the subsequent in-depth teaching and enhancement of students' core literacy.

## Keywords

Data Analysis Literacy, College Entrance Examination, Probability and Statistics, Examination Papers

Copyright © 2024 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

《普通高中课程标准(2017年版 2020年修订)》中把高中数学分为必修、选择性必修和选修三部分,把概率与统计、函数、几何与代数、数学建模活动与数学探究活动作为高中数学的四条主线,对高中生数据分析素养提高、数据综合素养培养提出了更高要求[1][2][3][4]。高考作为检验教师和学生教学、学习效果的重要标准,历年试题内容的分布成为很多学校高考冲刺阶段的重要参考依据。基于此,本文试图以2020年为界限,对比“旧高考”和“新高考”数学试卷中关于概率与统计章节的分布情况,以此说明数据分析素养对高中生的重要性,为后续概率与统计部分的教学提供理论指导,帮助更多学生提高数据分析素养,提升高考成绩。

## 2. 高中数据分析素养

### 2.1. 数据分析素养的内涵

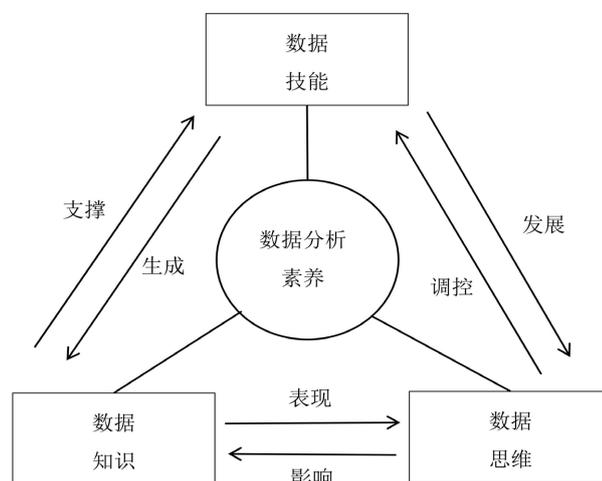
数据分析素养是现代社会的必备能力,在数字化日益普及的时代,数据分析已经成为各行各业不可或缺的一部分,简单来说,数据分析就是对数据进行系统性的采集、整合、清洗和标准化,然后使用各种统计、数学、机器学习方法来挖掘和呈现数据中的规律和趋势,为决策提供科学依据[5]。

对于还未踏入社会的高中生而言,他们面临的挑战只有日常简单应用和升学挑战,所以高中生具备的数据分析素养,实则是根据课堂教学知识,理解和运用数据的能力,包括收集、整理、分析和解读数据,以及运用统计学方法解决实际问题[6][7]。这种素养不仅需要学生掌握基本的数学知识和统计学原理,还需要培养他们的信息获取、整理、分析和利用能力,也就是说学生应掌握最基本的信息技术(如图1),这对自身数学知识的理解深度会有很大提升,比如Excel、SAS和SPSS统计学软件等,能对一定样本数据进行基本运算,比如中位数、众数、平均数、概率等。

### 2.2. 高考视角下关注高中生数据分析素养的重要性

高考是每一位高中生都将面临的人生大考,数学作为重要的高考科目之一,在整个高考分数中占据1/5的比重。概率与统计知识也是高考数学每年必出的题目内容,充分体现了教育界对现代学生数据分析

素养培养的高度重视，掌握好这部分知识，不仅能在数学成绩上有所提升，对学生未来的学习和职业发展也能奠定良好根基。



**Figure 1.** High school students' data analysis literacy structure  
**图 1.** 高中生数据分析素养架构

高考视角下的高中生数据分析素养培养的重要性，首先较高的数据分析素养能有效提高解题能力和数学成绩。在高考数学试卷中，常常涉及到数据的分析、推断等问题，新课标要求教师需要对概率与统计相关的必修内容进行着重讲授，通过逐步深入和渗透，培养学生具备基本的数据分析能力，能应对绝大多数考试内容或日常生活现象，所以具备良好数据分析素养的高中生，不仅能有效解决高考中相关的考题，还能有效提高解决日常问题、分析问题的能力。然后，良好的数据分析素养能够增强个人思维能力和创造力。因为数据分析不仅仅是一种运算题目的公式或技术，更是一种思维逻辑方式，国家高度重视学生的数据综合素养养成，也是为了增强他们的逻辑思维和创造性思维，帮助他们更好地理解和分析问题，提高对问题的认识 and 解决能力[8] [9]。另外，将数据分析素养纳入高考考核范畴，是为了让学生适应未来社会的发展需求。随着信息时代的到来，各行各业对于人才的需求也在不断变化，具备良好数据分析素养的高中生能够更好地适应未来社会的发展需求，无论是在选择大学专业还是未来的职业发展上，都将更具竞争力。最后，重视高中生数据分析素养的培养可以增强实践能力和跨学科融合。数据分析是一种应用性很强的技能，需要结合实际数据进行实践和运用，通过培养高中生的数据分析素养，可以增强他们的实践能力和跨学科融合能力，帮助他们更好地理解和应用所学知识，提高综合素养。所以，高中数学教师在日常教学过程中，须让每一位学生认识到数据分析素养对于提高高考成绩、增强综合素质以及未来工作需求方面的重要意义，以潜移默化的方法加深学生对该部分内容的学习兴趣。

### 3. 高考概率与统计试题分布

基于高中生数据分析素养的认识和高考重要性了解，本文选取 2018~2023 年全国 I 卷作为研究对象，对试卷中关于概率与统计部分的考察情况做出统计，然后对新高考中对数据分析素养的考核方向做出分析，以期后续教师与学生在概率与统计章节的教学方向做出指导。

#### 3.1. 高考试卷中概率与统计考核情况

通过定性与定量结合的方法，对历年高考数学试卷进行知识含量、运算水平、情景设置、认知水平、难度系数等维度的整合[10] [11] [12]，以此总结概率与统计高考试题的命题特点和难度趋势。

### 3.1.1. 知识含量

将概率与统计知识分为 2 个一级知识和 12 个二级知识，见表 1。

**Table 1.** Knowledge content coding

**表 1.** 知识含量编码

一级知识	二级知识
A. 概率	1) 随机事件和概率
	2) 随机事件的独立性
	3) 随机事件的条件概率
	4) 离散型随机变量和分布列
	5) 正态分布
B. 统计	1) 数据获取的途径和相关概念
	2) 抽样
	3) 统计图、表
	4) 样本估计总体
	5) 成对数据的统计相关性
	6) 一元线性回归模型
	7) 简单列联表

### 3.1.2. 运算水平

运算水平是结合概率与统计知识进行运算解答，其水平分布情况，见表 2。

**Table 2.** Water transport level standards

**表 2.** 水运水平标准

运算水平	水平内涵
简单数值运算	仅对数值进行加减乘除或综合性运算
复杂数值运算	排列数公式、组合数公式、三角函数、指数、对数等不涉及符号的复杂数值运算
符号运算	根据推导逻辑对符号关系进行演绎，一般存在技巧性

### 3.1.3. 情景设置

概率与统计源于日常生产生活，所以高考试题一般设置为一下三种情景，见表 3。

**Table 3.** Scenario setting and connotation

**表 3.** 情景设置及内涵

情景设置	内涵
现实情景	以现实生活为视角，让学生把数学问题从现实背景中抽象出来
数学情景	围绕数学学科知识展开研究，没有具体说明背景
科学情景	蕴含科学知识背景，需要学生进行理解

### 3.1.4. 难度系数

参考武小鹏[13]试卷综合难度系数模型,对概率与统计知识的特点,可以分为以下3个水平,见表4。

**Table 4.** Difficulty level division

**表 4.** 难度水平划分

难度因素	水平一	水平二	水平三
知识含量	1 个知识单元	2 个知识单元	3 个及以上知识单元
认知水平	理解	应用	分析
运算水平	简单数值运算	复杂数值运算	符号运算
情景设置	数学情景	现实情景	科学情景

每道题的难度系数  $d$  由表中 4 个难度因素加权平均决定,公式为:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{k_i}{3}}{4} = \frac{\sum_{i=1}^4 k_i}{12} \quad (2-1)$$

式中  $k_i$ ——第  $i$  个难度因素所处的水平,一般在 0~1 之间,越接近 1 则难度越高。

### 3.2. 各年试卷概率与统计试题分布情况

高考中将概率与统计设置为非解答题和解答题两类,其理科试题分值大约在 17 分~22 分,即占总分的 11.33%~14.67%,文科试题分值大约在 15 分~17 分,即占总分的 10.00%~11.33%。大概的分布情况,见表 5。

**Table 5.** Distribution of probability and statistics questions in paper I of the national college entrance examination from 2018 to 2023

**表 5.** 2018 年~2023 年高考全国 I 卷中概率与统计试题分布情况

年份	文理科	题号	分值	知识含量	题型	运算水平	情景设置	认知水平	难度系数
2018	理科	3	5	B1、B3	非解答题	简单数值运算	现实情景	理解	0.5
		10	5	A1、勾股定理		复杂数值运算		应用	0.667
		20	12	A1、A2、A4、B4、函数最值	解答题	符号运算		应用	0.833
	文科	3	5	B1、B3	非解答题	简单数值运算		理解	0.5
		19	12	A1、B3、B4	解答题	简单数值运算		应用	0.666
2019	理科	6	5	A1	非解答题	复杂数值运算	理解	0.5	
		15	5	A1、A2		简单数值运算	应用	0.583	
	文科	21	12	A1、A2、A4、等比例数列	解答题	符号运算	分析	0.917	
		6	5	B2	非解答题	简单数值运算	理解	0.416	
		17	10	A1、B7	解答题	复杂数值运算	应用	0.667	

续表

2020	理科	5	5	B6、函数图像	非解答题	简单数值运算	科学情景	理解	0.583
		19	12	A1、A2	解答题	复杂数值运算	现实情景	分析	0.75
2021	文科	5	5	B6、函数图像	非解答题		科学情景	理解	0.583
		17	10	A1、B4	解答题		现实情景		0.583
2021	——	8	5	A1、A2	非解答题	简单数值运算	现实情景	应用	0.583
		9	5	A4					
2022	——	18	12	A1、A2、A4	解答题		现实情景		0.667
		5	5	A1、互质概念	非解答题	复杂数值运算	数学情景	理解	0.5
2023	——	20	12	A3、B4	解答题	符号运算	现实情景	应用	0.750
		9	5	B4	非解答题	符号运算		理解	0.5
2023	——	13	5	A3	非解答题	简单数值运算	数学情景	理解	0.5
		21	12	A1、A3、A4	解答题	复杂数值运算		应用	0.761

### 3.3. 新旧高考试卷对比

以 2018 年~2019 年作为旧高考试卷，以 2020 年~2023 年作为新高考试卷，对其进行对比。

对新高考试卷前后对概率与统计知识含量做出统计，可以发现这知识含量有所减少，说明考试的重点有集中趋势，见图 2。对这几年试卷知识含量进行 SPSS 26.0 的单因素方差分析，结果发现显著性  $P < 0.001$ ，故这些高考试卷知识含量对比有显著性差异，可见高考试卷对概率与统计知识的考查是非常全面的，对学生数据综合素养的要求相对较高。

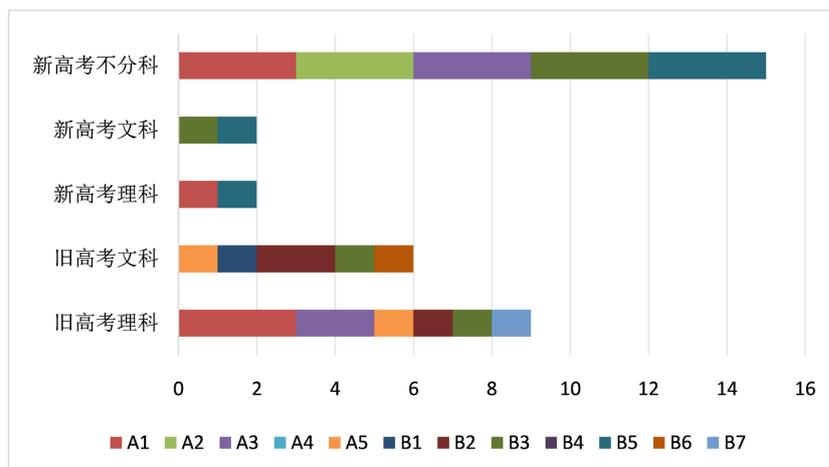


Figure 2. Distribution of knowledge content of old and new college entrance examination papers  
图 2. 新旧高考试卷知识含量分布

对新高高考前后运算水平进行统计对比，发现随着新高高考的要求，概率与统计部分的运算水平在逐渐减弱，对学生的运算要求在逐步降低，见图 3。通过分析偏度系数，发现  $Skewness > 1$ ，属于右偏态，说明高考试卷对运算水平的要求在逐渐降低。

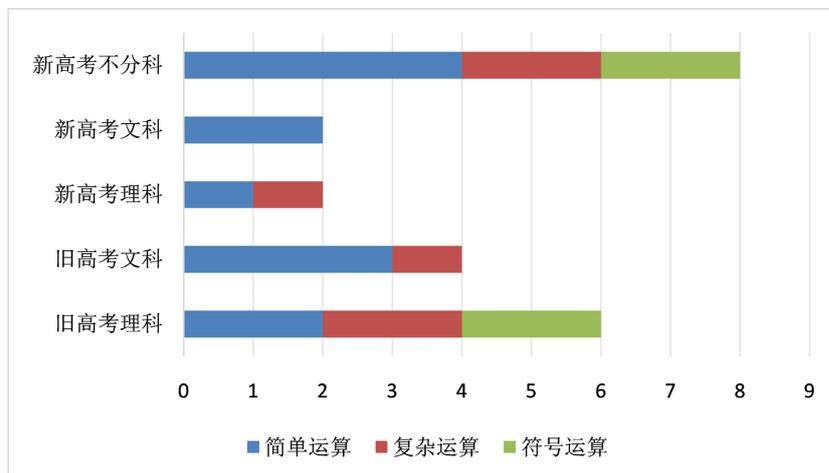


Figure 3. Distribution of calculation level of old and new college entrance examination papers  
图 3. 新旧高考试卷运算水平分布

对新高考试卷的情景设置方面做出统计,发现随着新高考在数学情景方面的题目比重有明显增大,而科学情景的比重是 2018 年到 2023 年出现最少的情景设置,说明高考数学在概率与统计知识领域的命题逐步向基础性靠近,这一点与新时代新高考要求相契合。见图 4。

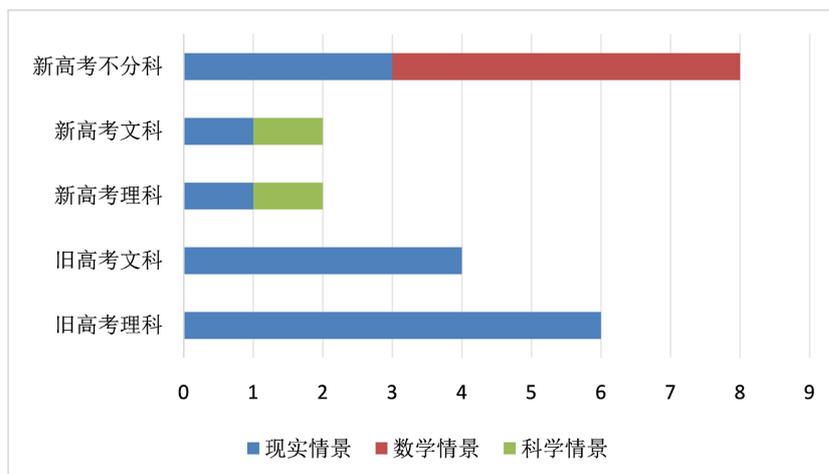


Figure 4. Distribution of scenarios for new and old college entrance examination papers  
图 4. 新旧高考试卷情景设置分布

对新高考试卷在概率与统计知识的难度做出统计,发现新高考文科的难度基本保持不变,而理科的难度变化较大,但整体上处于难度所所加大,这说明高考改革采取循序渐进的策略,对学生的数据综合素养进行考核,呈现出逐步推进的特点,见图 5。

#### 4. 高考试题与数据分析素养维度的对应关系

从历届高考数学试卷中,数据分析素养与试卷的各个题型和知识点有着一定的对应关系。首先,数据分析素养对应于数学试卷中的各个题型,包括选择题、填空题和解答题,在这些题型中,高中生的数据分析素养程度是通过对对应数学问题进行解答或解答思路的卷面呈现体现出来的。比如,将概率与

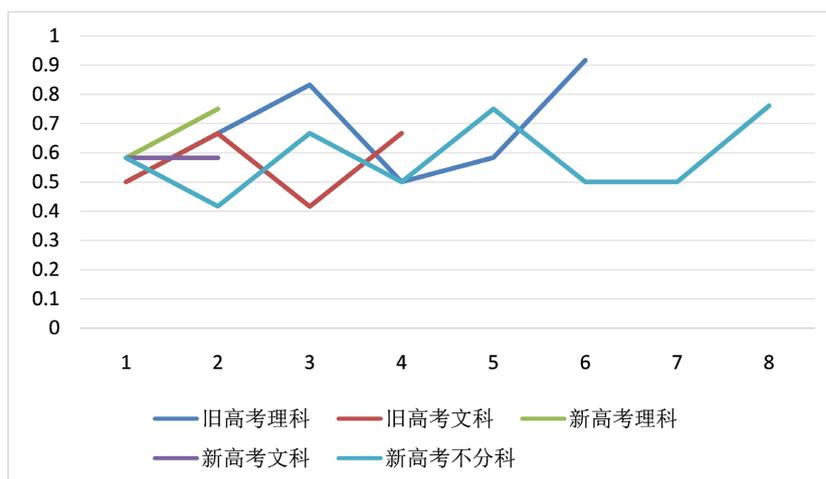


Figure 5. Distribution of difficulty coefficients of old and new college entrance examination papers

图 5. 新旧高考试卷难度系数分布

统计某一知识点设置在选择题中，学生需要通过分析题目给出的数据和信息，理解问题的本质，从而选择正确的答案；若设置在填空题中，学生需要运用数据分析和处理的能力，填写缺失的数据或完成计算；若设置在解答题中，学生需要运用数据分析和处理的能力，解决问题并给出详细的解答过程。其次，数据分析素养也对应于数学试卷中的各个知识点，除了概率与统计知识，还融合了函数、几何等相关问题。融入函数知识，要求学生必须具备运用数据分析和处理的能力，通过多元知识融会贯通以解决方程、不等式、函数等问题；融入几何部分，学生需要运用数据分析和处理的能力，解决平面几何、立体几何等在数据分析方面的问题。总之，高考数学试卷中的各个题型和知识点都与数据分析素养有着一定的对应关系，考查了学生运用数据分析和处理的能力来解决数学问题和完成数学任务的能力。

## 5. 建议

### 5.1. 研究纲领文件，做好新旧高考衔接

在我国，高考作为选拔人才的关键途径，其改革趋势和制度变化牵动着广大学校、老师和学生的心。随着高考制度的不断深化和改革，新旧高考的衔接成为了一个重要课题。提升高中数学素养，必须以纲领文件为导向，深入分析新旧政策之间的衔接问题以及这种过渡期间可能产生的影响[14]，以期在各方面做到做好平滑过渡。具体实施策略包括：深入研究纲领文件，对课程设置进行优化，加强学科交叉融合，注重培养学生的综合素质和实践能力；建立多元化评价体系，综合评价学生的知识、能力和素质，引导学校注重学生的全面发展；持续关注政府发布的相关指导文件，以便更好地了解变化情况并调整自己的教育规划。

### 5.2. 灵活应用知识，建立数学知识体系

知识体系的建立在高中数学领域非常重要，一个完整的知识体系不仅让学生更有效地解决问题，还能提升学生的思维能力和创造力，在应试的整个备战阶段，一般需要综合运用各种数学知识才能应对高考要求[15]。建立数学知识体系，首先需要丰富学习途径，比如阅读相关教材、参加培训课程、参加互动研讨会等，养成从不同角度看问题的习惯。然后，需要对不同领域和类型的数学知识进行分类，对于概率与统计，可以对概念、原理、应用做出分析和解读。最后，将所学知识应用于实际并做出反思，是

建立数学知识体系的重要环节，如果错误是由于基础知识不扎实导致的，那么就需要加强基础夯实；如果问题是由于学习方法不当导致的，那么就需要调整学习方法。

### 5.3. 丰富情景设置，激发学生学习兴趣

数学问题实则也源于生活，在教学过程中，教师可以设置丰富多样的教学情景，以激发学生学习兴趣，比如设置真实场景模拟，提高学生动手实践能力；趣味游戏引入，提高学生学习兴趣；多媒体资源利用，生动形象地展示学习内容；挑战性问题的设置，激发学生的求知欲。这些都是些有效的激发学生学习兴趣的教学情景设置方式，但需要注意的是，教师在设置这些情景时，应根据学生的实际情况和课程目标进行选择和调整，以最大限度地提高学生的学习效果。

### 5.4. 提升专业素养，提高数学综合素养

李秉彝说：数学教育要上通数学，下达课堂[16]。提高学生数学素养的前提，是要求教师拥有较高的专业素养，随着新课标的提出，国家对学生提出全方位综合发展的新要求，教师应该摒弃传统教学方式，将教学目标从“学会”转变为“会学”，除了获取课本知识，还需要不断丰富自身的信息技能，与新时代青少年发展同步，亦师亦友地去影响每一位学生。现代教师不但要将知识传输给学生，更应该把育人目标加以落实，如此才能让学生成为社会需要的综合性人才。

## 6. 总结

高考试卷为高中生教学实施提供了指引，通过分析 2018 年~2023 年数学高考试卷中概率与统计试题分布情况，发现这一部分对学生数据分析素养培养非常关键，所以教师在进行教学时，须做好纲领文件研究，以更多元、全面的方法提升学生成绩和素养。同时，教师也应该做好自我提升，以良好的专业素养，为国家培育综合性人才。

## 参考文献

- [1] 史宁中. 数学课程标准修订与核心素养[J]. 教育研究与评论, 2022(5): 18-27.
- [2] 李铭, 李沛轩, 郭凌风, 刘文利. 全面性教育视角下中国普通高中课程标准与教科书分析[J]. 中国学校卫生, 2022, 43(12): 1775-1777.
- [3] 李姿颖, 汪桐含, 胡典顺. 近五年高考概率与统计试题的统计与分析——以 2018-2020 年全国 I 卷和 2021-2022 年新高考 I 卷为例[J]. 理科考试研究, 2023, 30(15): 2-6.
- [4] 彭威, 王良伟, 康宇欣, 等. 新高考改革背景下数学“文理合卷”与课程标准一致性的实证研究[J]. 理科考试研究, 2023, 30(3): 2-6.
- [5] 马云鹏. 关于数学核心素养的几个问题[J]. 课程. 教材. 教法, 2015, 35(9): 36-39.
- [6] 张永红. 高中生数据分析核心素养的培养研究[D]: [硕士学位论文]. 岳阳: 湖南理工学院, 2019.
- [7] 孔凡哲. 培养数据分析素养[J]. 中学生数理化(七年级数学)(配合人教社教材), 2022(7): 5-7.
- [8] 覃创, 严忠权, 李敏. 落实素养为本的高考测评研究[J]. 数学教育学报, 2020, 29(6): 21-24.
- [9] 舒脐仙, 田祥春. 数据分析素养在高考真题中的渗透研究[J]. 教育科学论坛, 2019(35): 72-75.
- [10] 何雪, 周礼仁. 近三年高考数学试卷中问题情境的比较分析——以 2021-2023 年高考数学全国卷为例[J]. 理科考试研究, 2023, 30(19): 2-6.
- [11] 杨举, 杨正朝. 基于 SOLO 分类理论的高考试题评析——以 2022-2023 年新高考 I 卷为例[J]. 理科考试研究, 2023, 30(17): 2-5.
- [12] 刘春芳. 新高考卷“概率与统计”试题分析及其教学启示——基于 2020-2022 年新高考 I 卷和 II 卷[J]. 中学教学参考, 2023(8): 35-37.
- [13] 武小鹏, 孔企平. 基于 AHP 理论的数学高考试题综合难度模型构建与应用[J]. 数学教育学报, 2020, 29(2): 29-34.

- [14] 陈清华, 柯跃海. 基于考试的高中数学解题训练主张之一, 遵循纲领文件[J]. 福建中学数学, 2013(1): 50.
- [15] 李伟. 剖析高考数学试题对知识点的考查探究知识体系建构的方法[J]. 理科考试研究: 高中版, 2010(12): 20-21.
- [16] 方均斌, 李秉彝, 张莫宙. 数学教育三人谈[J]. 数学教学, 2009(3): 2+1-6+11.