

# 数学文化视角下的高考数学试题研究

——以2018年~2024年高考题为例

朱信至

佛山大学数学学院, 广东 佛山

收稿日期: 2025年2月26日; 录用日期: 2025年4月30日; 发布日期: 2025年5月8日

## 摘要

《普通高中数学课程标准(2017年)》明确提出“注重数学文化的渗透”“高考试题融入数学文化”。由此统计分析2018至2024年国内所有高考数学试题, 聚焦于数学文化的类型、融入方式及学生期望行为。研究结果显示, 数学与生活领域的题目在高考中占据主导地位, 融入方式以不可分离型为主, 尤其在数学史和数学与人文艺术领域数学文化类型试题主要考查学生的理解与迁移能力, 而对创新能力的考查相对较少。基于上述结论给出三个教学启示: (1) 注重数学生活化及其应用; (2) 重视数学文化育人价值; (3) 创设丰富数学文化的情境。

## 关键词

高考数学, 数学文化, 教学启示, 试题研究

# Research on College Entrance Examination Mathematics Questions from the Perspective of Mathematical Culture

—A Case Study of the 2018~2024 College Entrance Examination Questions

Xinzhi Zhu

School of Mathematics, Foshan University, Foshan Guangdong

Received: Feb. 26<sup>th</sup>, 2025; accepted: Apr. 30<sup>th</sup>, 2025; published: May 8<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

The “General High School Mathematics Curriculum Standards (2017)” explicitly emphasize “the

penetration of mathematical culture” and “integration of mathematical culture into college entrance examination questions”. This study statistically analyzed all mathematics examination questions from 2018 to 2024 in China, focusing on the types of mathematical culture, integration methods, and expected student behaviors. The results indicated that mathematics-in-life topics dominated the exams, and the predominant integration method was inseparable integration. Particularly in questions related to the history of mathematics and mathematics integrated with humanities and arts, the examination primarily focused on students’ understanding and transfer abilities, with less attention to innovation capability. Based on these conclusions, three teaching implications were proposed: (1) emphasizing the relevance of mathematics to real life and its applications; (2) valuing the educational significance of mathematical culture; (3) creating diverse contexts enriched with mathematical culture.

## Keywords

College Entrance Examination Mathematics, Mathematical Culture, Teaching Implications, Question Research

Copyright © 2025 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

20 世纪 60 年代数学文化的概念被首次提出，1981 年，美国数学家怀尔德[1]在其著作《数学概念进化》和《作为系统的数学》中最早系统提出了数学文化的观点：“数学——作为一种文化体系”的数学哲学观。美国著名数学家和数学教育家 M·克莱因[2]曾指出：“知识是一个整体，数学是这个整体的一部分。每一个时代的数学都是这个时代更广阔的文化运动的一部分。我们必须将数学与历史、科学、哲学、社会科学、艺术、音乐、文学、逻辑学以及与所讲主题相关的别的学科联系起来。我们必须尽可能地组织材料，使数学的发展与我们的文明和文化的发展联系起来”。这就是他提出的数学课程原理之一的数学文化原理[3]。

顾沛[4]在谈及“数学文化”时，从两个方面进行阐述：“狭义的数学文化内涵是指数学思想、精神、方法、观点以及它们的形成和发展；广义上的数学文化除上述内涵外，还包含数学家数学史、数学美、数学教育、数学与人文的交叉、数学与各种文化的关系等。”陈克胜[5]将数学文化的内涵界定为在一定历史发展阶段，由数学共同体在从事数学实践活动过程中所创造的物质财富和精神财富的总和中。杨豫晖[1]等认为数学文化是指一群人(数学家)，当他们从事数学活动时，遵循共同的数学规则，经过长期的、历史的沉淀，形成了许多关于数学知识、精神、思想方法、思维方式等的共同约定的总和，并指出数学文化具有思维训练、德育、美育等价值。可见众多学者对数学文化内涵定义并没有统一界定。

《普通高中数学课程标准(2017 年版)》[6] (以下简称《标准》)提出：数学文化是指数学的思想、精神、语言、方法、观点以及它们的形成和发展，还包括数学在人类生活、科学技术、社会发展中的贡献和意义，以及与数学相关的人文活动。课程目标对数学文化提出了要求。《标准》也提出要注重数学文化融入数学课程，在日常学习中结合相应的数学知识渗透数学文化，提升学生的科学精神、应用意识和人文素养，且把数学文化的价值分为科学价值、应用价值、文化价值和审美价值[6]。一旦把数学教育提升为文化意识，那么数学教育便不再是一种简单的知识传授过程，将数学文化精神植根于学生的头脑中，在生活中自觉或不自觉地运用数学的思维与方法，这无疑是数学教育最好的结果[7][8]。这体现了数学文

化在中学数学教学中的意义。

从心理学角度来说,数学文化的融入有利于帮助学生理解数学概念和知识背后的历史脉络及其与其他学科的联系。这种跨学科的知识联结可以有效拓宽学生的视野,增强其学习兴趣和自信心[9],使他们主动参与到数学学习中。数学文化的融入帮助学生建立数学知识与生活实际、历史背景和人文艺术之间的有意义联系,强化学生对数学的内在认同,促进认知结构的形成和知识迁移能力的发展。这种方式还能使数学知识更加易于理解与记忆,进而提升学生的认知效能感和学习自信心,培养其全面的数学核心素养和人文精神。

综上,本研究通过定性和定量分析,揭示数学文化在高考数学中的融入情况,以期为数学教育工作者提供教学和习题情境创设的建议。

## 2. 研究设计

### 2.1. 研究对象

本研究聚焦于 2018~2024 年中国各地区高考数学试题,旨在全面分析这一时期内高考数学试题中数学文化的融入情况。研究覆盖全国不同地区的高考试题,以确保结果的全面性和代表性。

### 2.2. 研究方法

本研究首先采用定性分析方法对高考数学试题中的数学文化元素进行深入探讨。通过定性分析,对试题中的数学文化元素进行识别和分类,确保对数学文化融入方式和学生行为期望的评估具有深度和准确性。在定性分析的基础上,本研究进一步运用定量分析方法,对已识别的数学文化元素进行系统的数据分析。此外,内容分析法被应用于对试题中的数学文化元素进行分类,以增强研究的系统性和科学性。通过这种结合定性与定量的方法,本研究旨在全面评估高考数学试题中数学文化的融入情况,并为研究提供实证支持。

### 2.3. 研究工具

本研究框架的构建主要参考唐恒钧[10]的研究,涉及试题中数学文化试题占比、数学文化类型、融入试题方式和学生行为期望。

数学文化方面,顾沛[11]把数学文化分为数学史、数学家、数学美、数学教育、数学与人文的交叉、数学与各种文化的关系等。汪晓勤[12]将其分为数学史、数学与生活、数学与科学、数学与人文、数学与艺术、趣味数学 6 类。王建磐[3]等将其整合为数学史、数学与现实生活、数学与科学技术、数学与人文艺术 4 个方面。唐恒钧[13]等将其分为数学史、数学与生活、数学与科技、数学与人文社会、数学游戏、数学与艺术体育等 6 类。王嵘[14]将对数学文化内容条目进行细分,抓重点将其分数学与数学、数学与生活、数学与科技、数学与人文艺术。综上,本研究将试题中的数学文化元素分为数学史、数学与生活、数学与科技、数学与人文艺术四大领域,该分类具有代表性且适用于试题研究。

融入试题方式方面,沈春辉[15]等将运用数学史的方式分为点缀式、附加式、复制式、顺应式和重构式;其它数学文化的运用水平分为外在型和内在型。唐恒钧[10]等将试题中数学文化的融入方式统一为附加型和整合型两大类,其中整合型又分为可分离的数学文化和不可分离的数学文化两种。王嵘[14]等基于“显性化”和“多样化”原则,设计了 4 种数学文化的融入方式,包括片段式、旁注式、问题式和短文式,但这一般用于教材的研究分析。综上,本研究采用唐恒钧[10]从融入试题方式的角度,将数学文化的融入方式分为附加型、可分离型和不可分离型,分析不同类型试题中数学文化的融入程度和方式。该分类适合试题分析。

学生行为期望方面则是结合喻平[16]的研究及数学文化试题特征,从学生行为期望的角度,评估试题对学生数学思维品质的要求,将学生行为期望分为理解、迁移和创新三个层次。该分类方法主要参考SOLO理论。因此本研究形成如表1的分析框架。

**Table 1.** Analytical framework table for mathematics culture test items

**表 1.** 数学文化试题分析框架表

分析角度	具体分类	描述
数学文化类型	数学史	数学家肖像、生平、概念历史、名题等
	数学与生活	日常生活、学校、公共、经济中的数学应用
	数学与科技	科技领域中的数学应用,涵盖公式、定理等
	数学与人文艺术	文学、历史、语言、艺术中的数学元素
融入试题方式	附加型	文化要素作为插图或语言附加,不影响试题核心
	可分离型	文化背景与数学问题分离,数学问题独立于文化素材
	不可分离型	文化背景与数学问题交织,需理解文化以解决数学问题
学生行为期望	理解	明确背景下掌握并应用基础知识和技能
	迁移	复杂情境中运用多种方法解决问题
	创新	推广问题、提出猜想、解决开放性问题,生成新知识,形成数学思维

## 2.4. 数据编码

本研究以表1研究框架为理论支撑,对高考试题进行定性编码分析,示例如下:

(2021年新高考I卷第16题)某校学生在研究民间剪纸艺术时,发现剪纸时经常会沿纸的某条对称轴把纸对折,规格为 $20\text{ dm} \times 12\text{ dm}$ 的长方形纸,对折1次共可以得到 $10\text{ dm} \times 12\text{ dm}$ ,  $20\text{ dm} \times 6\text{ dm}$ 两种规格的图形,它们的面积之和 $S_1 = 240\text{ dm}^2$ ,对折2次共可以得到 $5\text{ dm} \times 23\text{ dm}$ ,  $10\text{ dm} \times 6\text{ dm}$ ,  $20\text{ dm} \times 3\text{ dm}$ 三种规格的图形,它们的面积之和 $S_2 = 180\text{ dm}^2$ ,以此类推,则对折4次共可以得到不同规格图形的种数为;如果对折 $n$ 次,那么 $\sum_{k=1}^n S_k = \underline{\hspace{2cm}}\text{ dm}^2$ 。

该题的编码为:数学与人文艺术 A4(与艺术作品中的剪纸艺术相关)、不可分离型 B3(学生需要理解剪纸艺术中的对称性来解决数学问题,文化元素与数学问题是交织在一起的,不可分离)、迁移 C2(题目要求学生计算不同规格图形的面积之和,并推广到对折 $n$ 次的情况。需要学生在较为复杂的情境中采用多种规则或多种方法解决问题)。

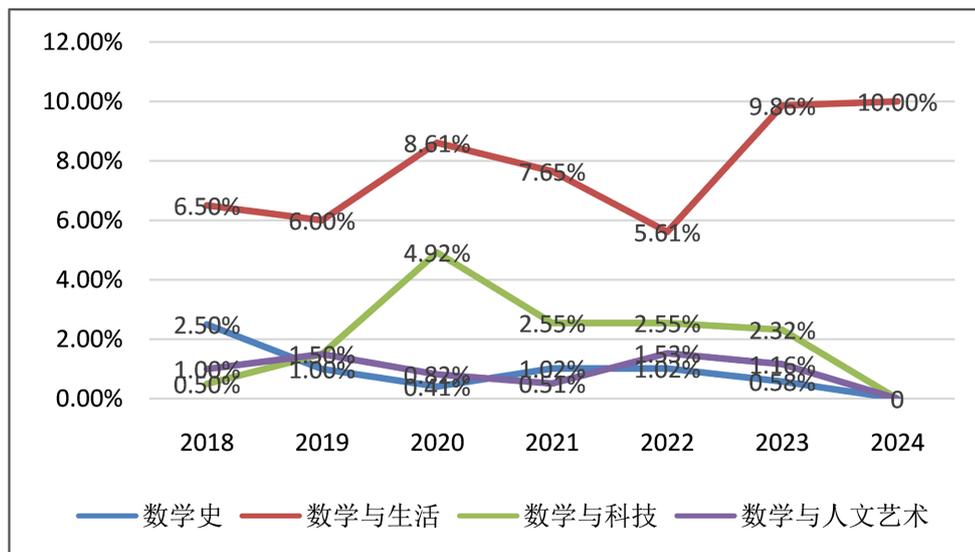
## 3. 研究结果

### 3.1. 数学文化类型分布

从表2和图1可以看出,从2018至2024年的高考数学文化类型变化分析显示,数学与生活的应用在高考数学中占据了主导地位,其占比在2023年和2024年达到顶峰,反映出高考对数学知识在日常生活应用的重视,同时也体现数学生活化的重要性。数学与科技的融合在2020年达到高峰后有所下降,而数学与人文艺术的结合则在2022年和2023年有所上升,表明高考数学试题越来越注重数学与其他领域的交叉融合。数学史的占比从2018年的2.50%逐年下降至2024年的0%。高考数学试题中数学文化类型的分布显示出高考对数学与生活应用的重视,而不同数学文化类型数量的波动说明教师在进行教学时选择数学文化素材时要注意数学实用性与文化性之间的平衡。

**Table 2.** Changes in the number of mathematics culture question types in all Chinese College Entrance Examination papers (2018~2024)**表 2.** 2018~2024 年我国所有高考试卷中数学文化类型数量变化表

年份	数学史		数学与生活		数学与科技		数学与人文艺术	
	题量	百分比	题量	百分比	题量	百分比	题量	百分比
2018	4	2.50%	13	6.50%	1	0.50%	2	1.00%
2019	2	1.00%	12	6.00%	5	1.50%	3	1.50%
2020	1	0.41%	21	8.61%	12	4.92%	2	0.82%
2021	2	1.02%	15	7.65%	5	2.55%	1	0.51%
2022	2	1.02%	11	5.61%	5	2.55%	3	1.53%
2023	1	0.58%	17	9.86%	4	2.32%	2	1.16%
2024	0	0	15	10.00%	0	0	0	0
汇总	12		104		32		13	

**Figure 1.** Changes in the types of mathematical culture in college entrance examination from 2018 to 2024**图 1.** 2018 至 2024 年的高考数学文化类型变化

### 3.2. 融入方式

根据图 2 可知, 2017 年新课标修订后, 高考数学试题中数学文化融入方式的分布显示出明显的倾向性。数学史的融入以 91.64% 的不可分离型为主, 数学与生活的融入则呈现 38.46% 的可分离型和 57.69% 的不可分离型, 数学与科技的融入以 90.62% 的不可分离型为主, 而数学与人文艺术的融入则完全采用不可分离型。这种分布对学生而言, 意味着他们需要在解题时要在相关数学历史背景下能够深入理解数学概念, 灵活运用数学知识解决生活中的实际问题, 并在一定的科技和人文艺术的背景下应用数学知识。这种融入方式的分布要求学生在学习数学时, 不仅要掌握数学知识本身, 还要学会如何在一定的数学文化背景下抽象出数学问题, 运用数学知识解决问题。学生需要在高考中展现出更全面、更深入的数学理解能力, 同时也为他们未来的学术和职业生涯打下坚实的基础。

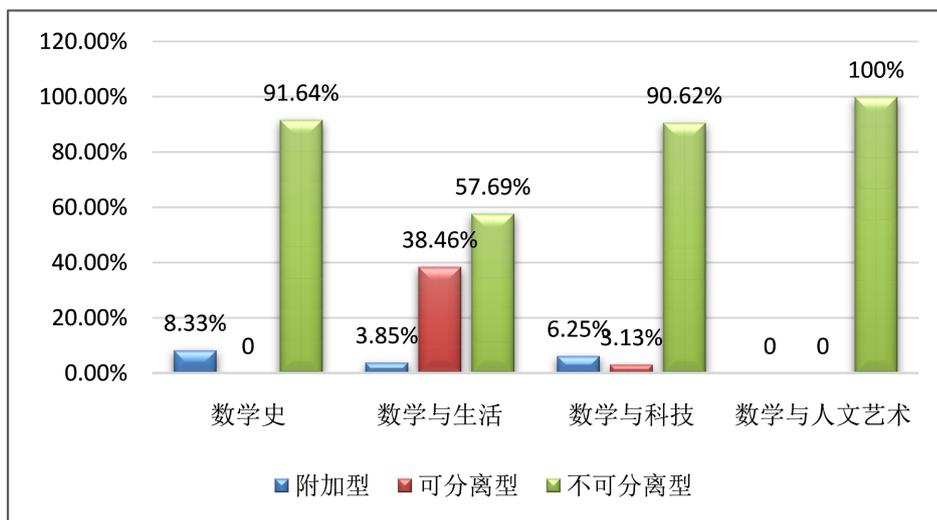


Figure 2. Distribution of integration modes of different mathematical cultural types  
图 2. 不同数学文化类型融入方式分布

### 3.3. 学生期望行为

如图 3, 在 2017 年新课标修订后的高考数学试题中, 数学史部分着重考察了学生的理解能力, 这一能力在相关试题中的比重高达 83.33%。迁移能力的要求相对较低, 仅为 16.67%, 而创新思维则没有要求。在数学与生活领域, 66.35% 的题目侧重于理解能力, 突出了数学知识在日常生活中的应用, 32.69% 的题目要求迁移能力, 创新要求仅占 0.96%。数学与科技试题的学生行为要求较为均衡, 理解、迁移和创新分别占 40.62%、46.88% 和 12.50%, 体现出科技领域对数学创新思维的重视, 同时也强调整理和应用数学知识解决科技问题的能力。在数学与人文艺术中, 高考试题主要侧重于 69.23% 的理解能力和 30.77% 的迁移能力, 而创新要求并未体现, 表明高考试题更注重数学知识在文化和艺术中的应用和传承。

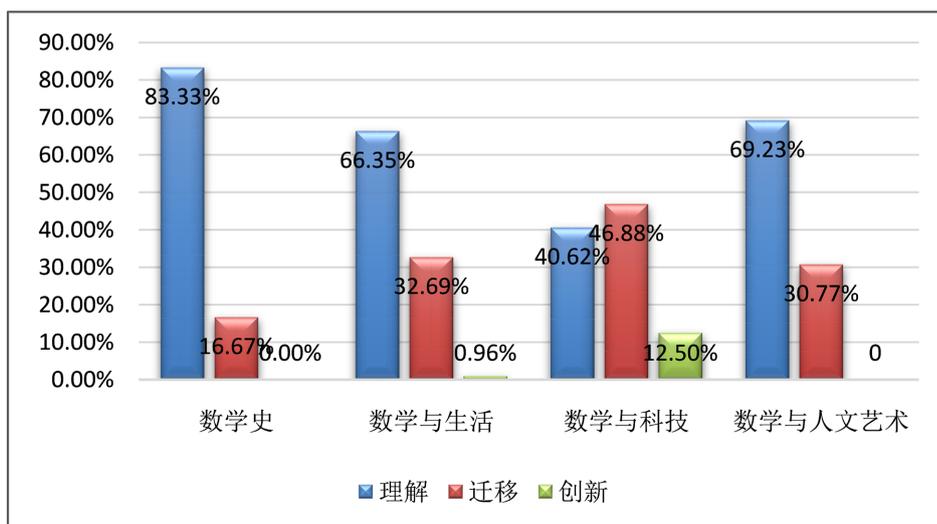


Figure 3. Expected behavior distribution of students of different types of mathematics culture  
图 3. 不同数学文化类型学生期望行为分布

总的来说, 高考数学试题对学生的期望行为要求主要还是以理解和迁移为主, 可以发现题目都是以

中档题占主要地位。这种全面性和深度的培养和考查有助于学生在未来的学术和职业生涯中更好地应用数学知识。高考数学试题中对数学知识与文化背景深度结合的重视，为一线教师在试题设计和课题教学中提供了启示，强调了在教学过程中培养学生的创新思维和迁移能力的重要性。通过分析，可以看到高考数学试题在在数学文化背景下对学生数学核心素养方面要求的深度和广度。

## 4. 研究结论

对 2018 至 2024 年中国高考数学试题中数学文化的融入情况进行了研究后发现。在所有数学文化类型中数学与生活领域的题目在高考中占据了显著比例，尤其在 2023 年和 2024 年达到顶峰，这强调了数学知识在日常生活应用的重要性。数学与科技的融合在 2020 年达到高峰，之后有所下降，而数学与人文艺术的结合在 2022 年和 2023 年有所上升，高考数学试题对跨学科融合的逐渐重视，但高考试题主要还是纯数学情境为主。数学文化的融入方式以不可分离型为主，特别是在数学史和数学与人文艺术领域。高考数学试题侧重于理解和迁移能力的考察，反映高考对学生数学思维品质的基本要求，创新能力的考察相对较少。基于上述分析与结论，得出以下教学启示。

### 4.1. 注重数学生活化及其应用

从 2018 至 2024 年的高考数学文化类型变化分析显示，数学与生活的应用在高考数学中占据了主导地位，其占比在 2023 年和 2024 年达到顶峰。因此，在教学中教师应设计更多与学生日常生活紧密相关的数学问题，让学生在解决实际问题的过程中理解和应用数学知识。尤其是在在进行概率统计教学时，强调与生活实际的联系是至关重要的。这种与生活紧密结合的教学策略不仅能够帮助学生理解概率统计的理论知识，而且能够让他们看到这些知识在现实生活中的应用，从而增强他们的学习动机和应用能力。例如在教学条件概率的概念时，教师可以设计一个关于天气预报的生活化情境：如果明天下雨的概率是 30%，那么学生可能需要带伞上学。教师可以进一步引导学生分析更复杂的情景，如“如果明天下雨，那么体育课将被取消的概率是多少？”通过这样的讨论，学生可以学习如何使用条件概率公式来计算特定条件下的概率。另外在教学中，教师可以引入与学生生活紧密相关的数据集，如学生的成绩分布、学校食堂的排队时间、或者社区的犯罪率等。通过分析这些数据，学生可以学习如何收集、整理和解释数据，以及如何运用概率统计的方法来做出预测和决策。

数学教育家弗赖登塔尔[17]说过：“数学来源于现实，也必须扎根于现实，并且应用于现实。”通过这样的教学，将数学概念与学生日常生活紧密联系，可以激发学习兴趣，提升实践能力和数学核心素养，同时培养学生的创新思维、社会责任感和决策能力，为学生的全面发展和未来职业生涯奠定坚实基础[18]。这种生活化的教学策略有助于学生认识到科学的科学价值、应用价值、文化价值和审美价值，这也是新课标的要求[6]。同时也能够紧跟现在高考的命题趋势。

### 4.2. 重视数学文化育人价值

高考试题的数学文化试题占比中虽然是以数学与生活为主导，其他三种类型也有所涉及，教师在教学中也应当适当融入其他三种的数学文化素材。同时也要重视数学文化的融入方式。在新高考背景下，高中数学教学应更加重视数学文化的融入，通过多样化的数学文化素材，实现与数学知识的深度融合，从而提升教学的质量和效果。

教师可以深入挖掘数学文化背后的育人价值，将数学史、数学家的故事、数学与艺术的联系等文化元素融入到课堂中。例如，通过介绍数学家的贡献和数学概念的历史发展，可以激发学生对数学的兴趣和尊重，同时培养学生的批判性思维和探索精神[18]。

在习题设计应融入多样化的数学文化素材，以丰富教学内容和提升学生的学习体验。这样的教学设

计不仅能够提高学生的数学应用能力,还能增强他们对数学文化价值的认识和欣赏。数学文化与数学知识的深度融合可以通过设计具有文化背景的数学问题和项目来实现,例如数学建模活动,项目式学习和数学文化课等。这些活动能够引导学生在解决数学问题的过程中,深入理解和体验数学文化,从而促进学生的数学核心素养的发展。同时教师要加强对情境试题的理论学习。教师在开展教学的同时,要了解情境试题的内涵、命制与评价等,明确《课程标准》和《评价体系》等对问题情境的具体要求,提高教师核心素养,联系课堂教学实践,有效渗透数学文化问题情境[19]。

### 4.3. 创设丰富数学文化情境

高考数学中的数学文化试题对学生的期望行为要求主要还是以理解和迁移为主,可以发现题目都是以中档题占主要地位。因此,教师应关注学生数学迁移能力的培养。数学教育的根本目标是发展学生的数学思维能力,引导学生学会学习[20],教师应在数学思维培养上下功夫,鼓励学生对问题进行反复、深入的思考,提高学生数学迁移能力,为数学文化情境问题的解决提供思维保障[21]。创设不同的数学文化情境,激发学生的学习兴趣。

《中国高考评价体系》指出,高考数学试题情境设计聚焦于四个关键维度,即基础性、综合性、应用性和创新性[22]。教师在设计习题时也应注意教学与评价的一致性,在命题中要注意:基础性,即通过基本层面的试题情境,考查学生对数学基础知识和关键能力的掌握,为评价学生数学素养奠定基础;综合性,即综合层面的试题情境要求学生展示其关键能力和学科素养,强调知识的整合和应用能力;应用性,即生活实践和学习探索情境考查学生将数学知识应用于解决实际问题的能力,体现数学的实用性;创新性,即开放性情境鼓励学生展现创新思维和解决问题的能力,评价学生数学素养的高级表现[22]。通过这样的习题情境设计,高考数学试题情境不仅能够全面考查学生的数学知识和技能,还能够评价学生的数学思维品质。教师在进行习题编制时在深度融入数学文化时可以借鉴中国高考评价体系中的要求,确保了教学内容与评价的一致性,有助于实现立德树人、服务选才和引导教学的目标[1]。

### 参考文献

- [1] 杨豫晖,吴姣,宋乃庆.中国数学文化研究述评[J].数学教育学报,2015,24(1):87-90.
- [2] Kline, M. (1958) The Ancients versus the Moderns: A New Battle of the Books. *Mathematics Teacher*, **51**, 418-427. <https://doi.org/10.5951/MT.51.6.0418>
- [3] 王建磐,汪晓勤,洪燕君.中、法、美高中数学教科书中的数学文化比较研究[J].教育发展研究,2015,35(20):28-32,55.
- [4] 顾沛.南开大学的数学文化课程十年来的探索与实践——兼谈科学教育与人文教育的融合[J].中国高教研究,2011(9):92-94.
- [5] 陈克胜.基于数学文化的数学课程在思考[J].数学教育学报,2009,18(1):22-24.
- [6] 中华人民共和国教育部.普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)[M].北京:人民教育出版社,2020:5-7.
- [7] 伏春玲,冯秀芳,董建德.数学文化在中学数学教学中的渗透[J].数学教育学报,2011,20(6):89-92.
- [8] 母仕波,李俊扬,张九能.2012-2021年高考数学试题的分析——基于数学文化特征[J].辽宁师专学报(自然科学版),2023,25(3):35-41.
- [9] 余庆纯,汪晓勤.基于数学史的数学文化内涵实证研究[J].数学教育学报,2020,29(3):68-74.
- [10] 唐恒钧,周雯馨.澳大利亚“高考”数学文化试题特征及其评析——以2017-2021年VCE进阶数学试题为例[J].数学教育学报,2022,31(6):70-74.
- [11] 顾沛.数学文化[M].北京:高等教育出版社,2008:1-2.
- [12] 汪晓勤.主要国家高中数学教材中的数学文化[J].中学数学月刊,2011(5):50.
- [13] 唐恒钧,张维忠.澳大利亚数学统一评估试题中的文化研究[J].数学通报,2016,55(3):7-11.

- [14] 王嵘. 数学文化融入中学教科书的内容与方法[J]. 数学教育学报, 2022, 31(1): 19-23.
- [15] 沈春辉, 柳笛, 汪晓勤. 文化视角下“中新美法”四国高中数学教材中“简单几何体”的研究[J]. 数学教育学报, 2013, 22(4): 30-33, 102.
- [16] 喻平. 数学关键能力测验试题编制: 理论与方法[J]. 数学通报, 2019, 58(12): 1-7.
- [17] (荷)汉斯·弗赖登塔尔. 弗赖登塔尔论数学教育科学除草与播种数学教育科学的序言[M]. 刘鹏飞, 程晓亮, 胡卓群, 译. 北京: 机械工业出版社, 2024.
- [18] 杨惠芬. 新课标背景下高中数学生活化教学策略探索[J]. 教育界, 2024(26): 17-19.
- [19] 刘再平, 罗新兵. 新高考背景下高考数学试题情境的研究与启示[J]. 数学教育学报, 2024, 33(5): 35-41.
- [20] (苏)A·A·斯托利亚尔. 数学教育学[M]. 丁尔陆, 等, 译. 北京: 人民教育出版社, 1984.
- [21] 邓海英, 严卿, 魏亚楠. 数学情境问题解决错误分析与评价[J]. 数学教育学报, 2021, 30(1): 61-67.
- [22] 教育部考试中心. 中国高考评价体系说明[M]. 北京: 人民教育出版社, 2019: 36-37.