

# 基于跨学科融合的高考数学试题分析

## ——以2021~2023年全国卷和新高考卷为例

赵 静, 凡震彬

扬州大学, 数学科学学院, 江苏 扬州

收稿日期: 2024年6月21日; 录用日期: 2024年7月23日; 发布日期: 2024年7月30日

### 摘 要

《普通高中数学课程标准(2017年版)》强调数学学习与教学应注重同其他学科的联系, 高考评价体系也注重对学科知识“综合性”的考查, 加强跨学科融合是数学教学与高考改革的趋势, 研究分析高考数学试题跨学科知识的考查现状具有重要意义。本文从呈现方式、学科来源、使用目的、知识领域、核心素养五个维度, 研究2021~2023年高考试题的命题规律和特点。研究发现: 高考数学跨学科试题学科来源丰富, 但融合深度较浅, 注重考查核心素养, 但不全面。基于分析结果给出教师教学和命题建议: 坚持核心素养导向; 整合跨学科知识, 培养跨学科思维; 调整教学方法, 重视现实情境的结合; 多元评价, 提高学生跨学科学习的信心。

### 关键词

跨学科融合, 高考试题分析, 核心素养

# Analysis of Mathematics Examination Questions in the College Entrance Examination Based on Interdisciplinary Integration

## —A Case Study of the National Examination and the New Math College Entrance Examination from 2021 to 2023

Jing Zhao, Zhenbin Fan

College of Mathematical Science, Yangzhou University, Yangzhou Jiangsu

Received: Jun. 21<sup>st</sup>, 2024; accepted: Jul. 23<sup>rd</sup>, 2024; published: Jul. 30<sup>th</sup>, 2024

文章引用: 赵静, 凡震彬. 基于跨学科融合的高考数学试题分析[J]. 教育进展, 2024, 14(7): 1637-1644.  
DOI: 10.12677/ae.2024.1471355

## Abstract

The Curriculum Standards for Mathematics in General High Schools (2017 Edition) emphasizes that mathematics learning and teaching should pay attention to the connection with other disciplines, and the evaluation system of the college entrance examination also pays attention to the “comprehensive” examination of subject knowledge. This paper studies the rules and characteristics of the proposition system of the 2021~2023 college entrance examination paper questions from five dimensions: presentation mode, subject source, purpose of use, knowledge field, and core literacy. The results show that the interdisciplinary questions of mathematics in the college entrance examination have rich subject sources, but the depth of integration is shallow, and the core literacy is emphasized, but it is not comprehensive. Based on the analysis results of the article, some suggestions are given for teachers’ teaching and propositions: adhere to the core literacy orientation; integrate interdisciplinary knowledge and cultivate interdisciplinary thinking; adjust teaching methods to focus on the combination of real-life situations; multiple evaluations to improve students’ confidence in interdisciplinary learning.

## Keywords

Enhanced Interdisciplinary Integration, Analysis of Examination Questions in the College Entrance Examination, Fundamental Quality

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. 问题提出

随着社会发展、新兴技术涌现对综合性人才的需求, 教育进入跨学科融合的时代。《普通高中数学课程标准(2017年版 2020年修订)》在“基本理念”中强调数学与生活及其他学科的联系[1]。国务院2014年颁布《关于深化考试招生制度改革的实施意见》提出, 为了全面贯彻党的教育方针, 实施素质教育, 选择有条件的地区有序启动高考综合改革[2]。至2024年, 全国已有29个省市启动新高考改革, 我国教育已进入新高考时代。《中国高考评价体系》明确指出高考试题命制时不仅要进行考试内容的学科融合, 也要丰富试题呈现形式, 实现对学生综合素养的全面考查[3]。高考更加注重综合性、创新性与学生核心素养的考查。因此, 本文基于跨学科融合对高考试题进行统计分析, 探究高考试题中跨学科试题的分布情况和考查特征。

## 2. 研究设计

### 2.1. 研究对象的选取

为了使分析对象更具代表性, 分析结果更加合理, 本文选择2021~2023年的高考试题, 原因如下: 教育部于2018年颁布《普通高中数学课程标准》后, 高考数学试题的命制有了新的统一标准; 在新高考改革的热潮中, 至2021年已有14个省份参加新高考, 新高考卷体系已相对成熟。因此, 本文选择2021~2023年的全国卷(文, 理)、新高考卷(I, II) 18套高考数学试卷进行研究。

## 2.2. 研究框架的确定

近年来, 国内有关跨学科研究的文献数量逐年上升, 许多学者给出了研究跨学科研究的框架。本文基于黄凯、张维忠构建的对中考数学试题跨学科内容的分析框架[4]及刘祖希构建的试题的分析框架[5], 对高考数学跨学科试题从呈现方式、学科来源、使用目的、知识领域、核心素养要求 6 个方面进行量化分析, 构建本文的研究框架(如表 1 所示), 以期发现高考试题的命题规律。

**Table 1.** A framework for analyzing interdisciplinary test questions in advanced placement mathematics  
**表 1.** 高考数学跨学科试题分析框架

分析框架		
呈现方式	文字描述	文字解释题中其他学科相关知识
	装饰性图表	图表在题中仅起装饰作用, 与分析和解题无关
	图文并茂	通过文字表述和图表呈现帮助理解和解决试题
学科来源	自然科学	物理学、天文学、地球科学等
	农业科学	林学、农学等
	医药科学	临床、预防医学、药学等
	工程与技术科学	机械工程、产品应用相关工程等
	人文与社会科学	经济学、艺术学、历史学、社会学等
使用目的	提供情境性背景	仅提供背景, 不涉及数学及其他学科知识
	补充解释试题	情境与数学知识联系, 理解情境才能解题, 但本质还是数学问题
	拓展数学思维和方法[4]	结合其他学科知识、能力才能完整准确解决题目
知识领域	预备知识	集合、函数与一元二次不等式和一元二次方程等
	函数	各类函数的概念性质与应用、数列、函数导数及应用等
	几何与代数	平面及空间向量、复数、立体几何初步
	概率与统计	统计、概率与计数原理
	数学建模与实践探究	数学建模活动和实践活动
核心素养[5]	数学抽象	从已知条件归纳概括数学概念或命题, 把握事物的本质
	直观想象	借助几何直观建立数与形的关系, 培养数形结合思维
	逻辑推理	从已知条件出发, 依据一定的规则, 得到一般结论
	数学建模	抽象表述现实问题, 学生经历用数学理解、表达、解决问题的过程
	数学运算	利用运算法则解决一般或者抽象的问题
	数据分析	借助概率与统计的知识合理分析处理数据

关于跨学科内容的使用目的, 基于黄凯, 张维忠构建的三个维度: 提供情境性背景, 提供应用性情境, 拓展数学思维与方法[4], 将使用目的划分为提供情境性背景, 补充解释试题, 拓展数学思维和方法三类。提供情境性背景是介绍跨学科内容, 与试题没有实质性关联; 补充解释试题是试题情境的组成部分, 试题完整表述需要跨学科内容的支撑; 拓展数学思维和方法是需要运用其他学科知识、思维结合数学知识解决问题[6]。

### 2.3. 统计说明

对于学科来源, 若题目考查多个学科则分别计数五大学科类别 1 次; 对于知识领域, 统计试题涉及的知识领域, 对应领域分别计数 1 次; 对于核心素养, 统计试题涉及的不同数学核心素养, 对应核心素养分别计数一次。对于呈现方式、使用目的, 每个跨学科试题均只统计其中一个维度[7]。文章以 2022 年新高考 I 卷第 3 题为例, 说明上述统计方式。

例: (2022·新高考 II 卷·3) 如下图 1 是我国古代建筑中的举架结构,  $AA^1$ ,  $BB^1$ ,  $CC^1$ ,  $DD^1$  是桁, 相邻桁之间的水平距离称为步, 垂直距离称为举, 如下图 2 是古代建筑屋顶截面示意图, 其中  $DD_1$ ,  $CC_1$ ,  $BB_1$ ,  $AA_1$  是举,  $OD_1$ ,  $DC_1$ ,  $CB_1$ ,  $BA_1$  是相等的步, 相邻桁的举步之比分别为  $\frac{DD_1}{OD_1} = 0.5$ ,  $\frac{CC_1}{DC_1} = k_1$ ,  $\frac{BB_1}{CB_1} = k_2$ ,

$\frac{AA_1}{BA_1} = k_3$ 。已知  $k_1, k_2, k_3$  成公差为 0.1 的等差数列, 直线  $OA$  的斜率为 0.725,

则  $k_3 = ( )$

A. 0.75    B. 0.8    C. 0.85    D. 0.9

参考答案: 设  $OD_1 = DC_1 = CB_1 = BA_1 = 1$ , 则可得  $CC_1 = k_1$ ,  $BB_1 = k_2$ ,  $AA_1 = k_3$ , 依题意, 有  $k_3 - 0.2 = k_1$ ,  $k_3 - 0.1 = k_2$  且  $\frac{DD_1 + CC_1 + BB_1 + AA_1}{OD_1 + DC_1 + CB_1 + BA_1} = 0.725$ 。

所以  $\frac{0.5 + 3k_3 - 0.3}{4} = 0.725$ , 故得  $k_3 = 0.9$ 。

答案: D

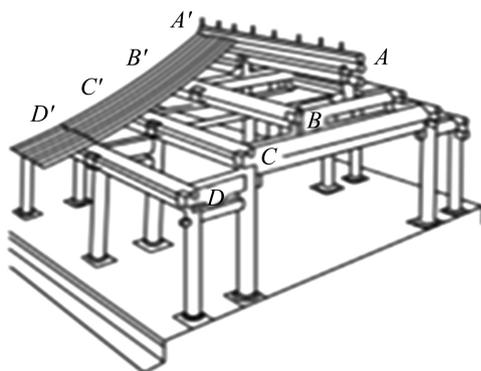


Figure 1. The lifting structure of an ancient building

图 1. 古代建筑的举架结构

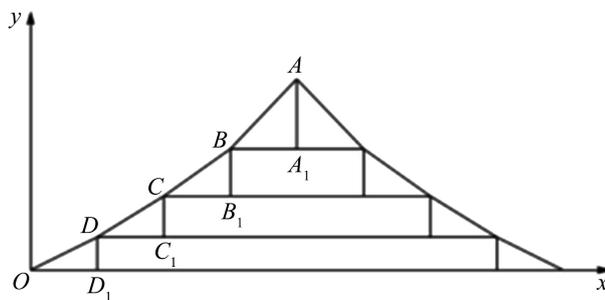


Figure 2. Schematic diagram of the roof section of an ancient building

图 2. 古代建筑屋顶截面示意图

本题呈现方式为图文并茂, 题目以古代建筑中的举架结构为背景, 通过中国古代建筑学和艺术学的呈现, 考查学生对等差数列、直线斜率和解直角三角形的知识点的掌握。学科来源为人文与社会科学类中的“艺术学”和“历史学”, 使用目的为补充解释试题, 要求学生掌握函数、几何与代数领域的知识, 考查考生直观想象、数学运算、逻辑推理和数学建模的核心素养。

### 3. 研究结果

经统计, 2021~2023 年高考数学试卷共有 384 个试题(本文不考虑选做题), 跨学科数学试题共有 47 题, 约占 12%, 且每年跨学科试题在考卷中占比相差不大。从五个研究维度对跨学科试题的分析结果如下。

#### 3.1. 呈现方式

高考数学跨学科试题主要以文字表述和图文并茂的方式呈现, 全国卷和新高考卷未涉及装饰性图表。

经统计, 2021 年高考数学跨学科试题以文字符号方式呈现和图文并茂方式呈现各占比 50%, 2022 年以图文并茂方式呈现的试题占比 55.6%, 2023 年下降到了 46.7%, 但以图文并茂方式呈现为主。2021 年新高考卷跨学科试题以文字呈现, 2022 年开始重视图文并茂的呈现方式, 占比 60%, 2023 年图文并茂呈现方式占比 33.3%。图文并茂的方式能够促进学生数学语言、图形语言、文字语言的相互转化, 符合发展学生核心素养和综合素质的要求。

#### 3.2. 学科来源

2021~2023 年高考数学试题跨学科来源统计如图 3:

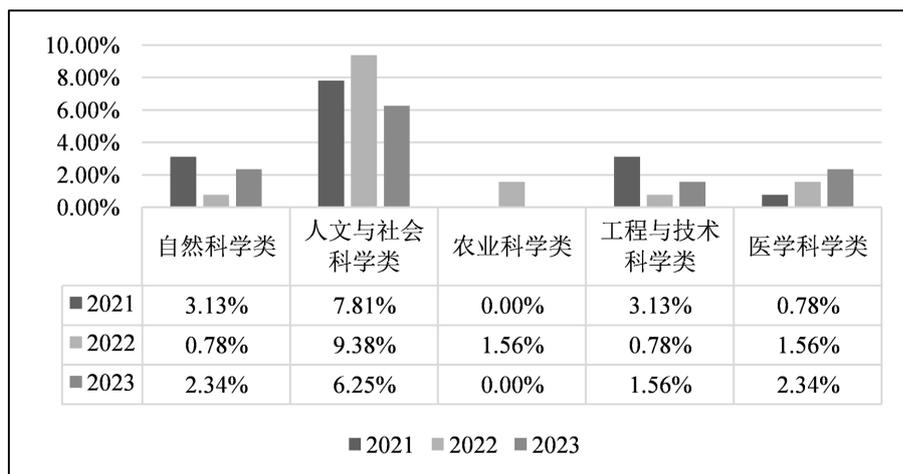


Figure 3. Disciplinary sources of interdisciplinary test questions

图 3. 跨学科试题的学科来源

各学科来源所占比重大小如图 1。人文与社会科学主要涉及体育科学、艺术学和经济学。自然科学主要涉及物理学、生物学、地球科学等。工程与技术科学占比逐年增长, 融合了环境科学技术、产品生产应用等。医药科学类主要以预防医学和公共卫生学为主。

#### 3.3. 使用目的

经统计, 2021~2023 年高考数学跨学科试题的使用目的主要以补充解释情境为主, 占每年跨学科试

题总数的 60%~70%，提供情境性背景的试题占比逐年降低，并未涉及到拓展数学思维和方法，原因是解决拓展数学思维和方法类问题需要学生掌握并灵活运用课标要求的各个学科的核心知识和思想，并能够结合题目灵活地拓展应用，对大部分学生来说试题难度较高。

### 3.4. 知识领域

经统计 2021~2023 年高考数学跨学科试题知识领域以概率与概率为主，占 54.55%，函数和几何与代数各占 21%。2021~2023 年高考跨学科数学试题并未涉及到预备知识和数学建模活动与数学探究活动，但 2022 年全国甲卷文科第 19 题设计的包装盒的综合实践活动，考查空间几何体中直线与平面的位置关系及几何体的体积，说明数学建模活动与探究活动已被高考命题人重视，教师教学时应注重对这部分知识的讲授，培养学生数学建模和综合探究能力。

概率与统计跨学科试题主要与体育学、经济学、社会学及预防医学结合，在编制高考试题时更容易与生活建立联系。函数与空间几何跨学科试题主要与艺术学，历史学相结合，如 2022 年全国甲卷的“会圆术”，2022 年新高考 I 卷“古代建筑举架结构”等。

### 3.5. 核心素养

分析统计 2021~2023 的高考数学跨学科试题核心素养考查情况如图 4：

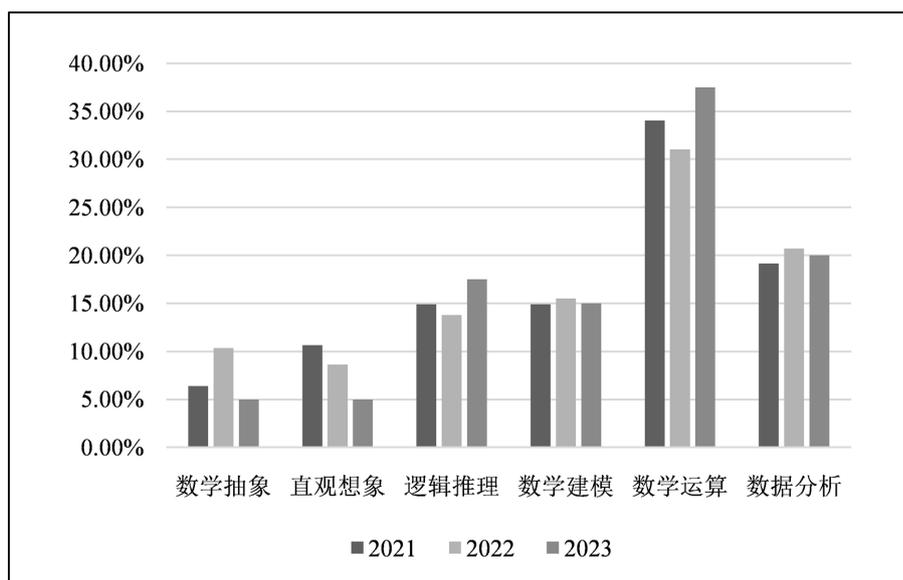


Figure 4. Core literacy sources for interdisciplinary test questions

图 4. 跨学科试题的核心素养来源

高考数学跨学科试题考查核心素养的占比由高到低分别是：数学运算、数据分析，数学建模、逻辑推理、直观想象、数学抽象。数学是运算的科学，高考试题注重考查数学运算素养，2023 年占比达到 37.50%，其余两年也保持在 30% 以上，主要是概率与统计领域的试题。高考试题在概率与统计领域同时考查数据分析、数学建模素养，每年考查比较稳定，占比分别在 20%、15% 左右。对于逻辑推理，题目占比不断增多，但主要涉及简单推理能力，较少考查复杂推理。对于直观想象，2021 跨学科试题考查了更多的几何知识，占比在 10% 以上，其余年份的考查占比都在 10% 以下。2021~2023 年高考对数学抽象考查并不多，三年考查的占比都在 10% 以下。

## 4. 研究结论

### 4.1. 全面考查核心素养

目前高考数学跨学科试题对数学抽象、直观想象考查的比重相对较小。要促进数学跨学科试题对核心素养的全面考查, 可以加强数学与高考跨学科试题考查较少的学科如历史学、建筑学、林业的结合, 设置数学试题时, 给出足够的提示, 让学生从条件中抽象出数学问题, 培养学生数学抽象素养。

### 4.2. 拓宽学科来源, 加强融合的深度

虽然高考数学跨学科试题来源遍布五大学科类别, 但是跨学科试题来源不均衡, 且跨学科融合的深度较浅。高考改革的不断推进就是为了加强学科之间的交流沟通, 探索数学在不同领域的应用价值。因此教育工作者要积极探究不同学科之间的融合模式和途径, 增加数学与其他学科知识及思想方法的整合, 实现真正的跨学科融合。

## 5. 建议

### 5.1. 教师教学建议

参考董艳、夏亮亮、王良辉等提出的新课标背景下的跨学科学习的设置逻辑[8], 给出教师进行跨学科教学时的可参考的逻辑图, 如图 5:

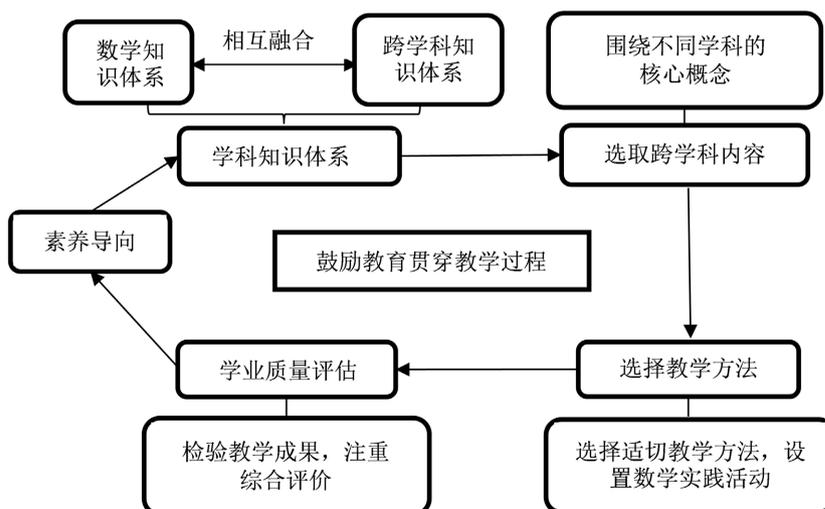


Figure 5. Logic maps for interdisciplinary teaching and learning  
图 5. 跨学科教学的逻辑图

#### 5.1.1. 坚持核心素养导向

核心素养的培养是开展跨学科主题学习活动的目标, 高考试题重视对核心素养的考查, 因此教师在开展任何跨学科主题活动时其跨学科知识选取、教学方法选择和学生质量检测都要坚持核心素养导向。

#### 5.1.2. 整合跨学科知识, 培养跨学科思维

高考试题重视考查学生的跨学科思维和能力, 教师应梳理不同学科之间的内在逻辑, 从学生经验和兴趣出发, 设置跨学科主题探究教学, 帮助学生掌握不同学科知识间的关联, 形成自己的跨学科知识体系, 进而让学生用数学的知识、方法解决其他学科的问题或其他学科的知识、方法解决数学问题, 体会

数学与其他学科双向交互过程, 形成自己的跨学科思维。

### 5.1.3. 调整教学方法, 重视现实情境的结合

高考数学跨学科试题相较于其他类型的题目而言具有鲜明的情境性, 更多地在现实情境中设置问题。因此教师应调整教学方法, 结合贴近学生生活实际的情境, 创设数学实践活动。真实的现实情境可以促进数学建模、数学抽象素养的发展, 同时让学生在跨学科背景下感悟数学与现实世界的联系。

### 5.1.4. 多元评价, 提高学生跨学科学习的信心

高中数学跨学科试题的阅读量和信息量较大, 学生可能会出现惧怕心理, 进而影响学生能力发挥。教师评价学生的解题或实践活动的表现时, 不能只从成绩评判素养能力, 要通过表现性评价、多元化评价等方式判断学生素养的养成。同时教师要加强对学生的数学阅读的训练与指导, 对学生进行鼓励, 提高学生解决跨学科试题的自信心, 帮助学生转化对跨学科试题和活动的恐惧心理。

## 5.2. 命题建议

数学学科本身具有自然学科属性, 易与物理学、化学、生物学等学科建立联系, 但这使得高考跨学科试题编制时, 学科来源只集中在人文与社会科学领域。高考试题可以增加与农业科学、天文等学科的联系。此外, 学生对“绿水青山”、“核废水排放”、“动物医疗保护”等热点问题的关注是跨学科试题编制的良好素材。高考试题也可以利用数学建模和数学探究性试题呈现跨学科类问题, 给出丰富的图表, 让学生灵活、创造性地运用所学知识解决问题, 促进综合能力的提高及核心素养的养成。

## 致 谢

感谢我的导师对本论文从选题、构思、资料收集到最后定稿的各个环节给予细心的指引和教导, 使我对跨学科试题的分析有了深刻的认识, 并最终得以完成此篇论文。对此, 我发自内心的表示我最衷心的感谢。最后, 我要向在百忙之中抽时间对本文进行审阅、评议的各位老师。

## 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 2020年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2018.
- [2] 国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见[J]. 人民教育, 2014(18): 16-19.
- [3] 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.
- [4] 黄凯, 张维忠. 中考数学试题中的跨学科内容分析——以 2017 年-2021 年浙江省中考试题为例[J]. 中学数学教学参考, 2022(17): 53-55.
- [5] 刘祖希. 关于数学跨学科内容与教学的已有研究——兼及 2022 年全国高考数学试卷跨学科试题分析[J]. 教育研究与评论(中学教育), 2022(12): 5-11.
- [6] 李锐, 张冰欣, 张玉杰. 高考数学试题中跨学科内容研究——以 2021-2023 年全国高考数学卷为例[J]. 理科考试研究, 2024, 31(1): 14-17.
- [7] 周金丽, 刘冰楠. 高考数学试题中的跨学科内容分析——以 2018 年至 2022 年为例[J]. 数学教学通讯, 2023(30): 8-11+15.
- [8] 董艳, 夏亮亮, 王良辉. 新课标背景下的跨学科学习: 内涵、设置逻辑、实践原则与基础[J]. 现代教育技术, 2023, 33(2): 24-32.