

高考数学试题中的跨学科内容分析

——以 2021—2023 年全国高考试题为例*

廖 达（西华师范大学数学与信息学院 637009）
孙庆括（南昌师范学院数学与信息科学学院 330032）

摘 要 跨学科教育是现代社会发展的必然趋势. 基于跨学科视角对 2021—2023 年 18 套全国高考数学试题进行统计分析, 研究发现: 跨学科试题占有一定比例, 但需要丰富选材、均衡各个学科分布; 跨学科试题呈现方式图文并茂, 需要学生加强阅读理解能力; 跨学科内容注重用数学知识解决问题, 但缺乏数学思想方法的融入与整合.

关键词 跨学科; 高考数学; 试题分析

文章编号 1004-1176(2024)03-0061-05

《普通高中数学课程标准(2017 年版 2020 年修订)》在“基本理念”中指出课程内容“强调数学与生活及其他学科的联系”^[1]; 在“学业质量水平”水平三(最高水平)中明确指出“能够借助直观想象建立数学与其他学科的联系”^[1]. 《关于 2017 年普通高考考试大纲修订内容的通知》在能力方面再次强调了综合性、应用性的要求. 学生评估国际项目 PISA 中, 数学与其他学科相结合给出数学问题, 考查学生的核心素养和能力水平深受重视^[2]. 改革开放以来, 我国课程内容的概念理解大致经历“双基”为本的学科内容观、“三维”整合的教学内容观以及当下“素养”为纲的育人内容观^[3], 同时, 指向“核心素养”的教育改革成为 21 世纪的世界性潮流, 表现为“关键能力”与“21 世纪型能力”, 强调“学科素养”和“跨学科素养”^[4].

因此, 对高考数学试题中的跨学科内容进行整理与分析, 对高考试题的编制及高中数学教学有一定启示意义.

1 研究对象与分析框架

1.1 研究对象

高考不仅承载着选拔国家优秀人才的重要作用, 而且对基础教育改革有着导向和评价功能^[5]. 本研究选取 2021—2023 年高考数学全国甲卷(文理)、乙卷(文理)、新高考 I 卷、新高考 II 卷为研究对象, 从跨学科的角度对高考数学试题进行内容分析.

1.2 分析框架

高考数学试题中的跨学科内容可从学科来源、题型、呈现方式、使用目的等方面构建分析框架, 见表 1.

表 1 高考数学试题跨学科内容分析框架

研究对象	分类	描述
学科来源	自然科学	物理学、力学、化学、生物、地球科学、心理学等
	农业科学	农学、林学、畜牧兽医科学、水产学等
	医药科学	基础医学、临床医学、中医学与中药学、预防医学与公共卫生学、药学等
	工程与技术科学	测绘科学技术、材料科学、机械工程、能源科学技术等
	人文与社会科学	哲学、教育学、艺术学、文学、语言学、历史学、社会学等
题型	选择题	从四个选项中选择答案
	填空题	将答案填写至横线
	解答题	要求写出完整的解答过程

* 本文系江西省基础教育研究重点课题“指向核心素养的初中数学跨学科项目式学习案例设计与实践研究”(SZUNSSXZD2023-1061)的阶段性研究成果.

续表

研究对象	分类	描述
呈现方式	文字	仅以文字呈现跨学科内容
	图文并茂	文字结合图片、表格等呈现跨学科内容
使用目的	引入数学问题	跨学科内容是可与试题分离的情境
	补充解释数学问题	跨学科内容是不可与试题分离的情境
	用数学知识解决问题	跨学科内容本身就是问题,而不是情境

跨学科内容的来源采用《中华人民共和国学科分类与代码国家标准(2009 年版)》,将学科划分为自然科学、农业科学、医药科学、工程与技术科学、人文与社会科学五大类,按五大学科类别下的一级学科数量统计试题中的跨学科内容数量.

高考数学题型主要有选择题(每题 5 分)、填空题(每题 5 分)以及解答题(每题 10 分或 12 分).全国甲卷、乙卷设有 12 道单项选择题、4 道填空题、7 道解答题(包括 2 道选做题);新高考 I 卷、II 卷设有 8 道单项选择题、4 道多项选择题、4 道填空题、6 道解答题.

不同的使用目的决定了试题中跨学科内容的深浅程度.将跨学科内容的使用目的划分为引入数学问题(试题可脱离跨学科内容作答)、补充解释数学问题(试题需要借助跨学科内容作答)、用数学知识解决问题(跨学科内容本身就是问题)三类^[6].

2 统计结果与分析

2.1 跨学科试题的数量与学科来源

对 2021—2023 年 18 套高考数学试题统计发现,共有 35 道跨学科试题(具体见表 2).从跨学科试题分值占比来看,浮动较小,稳定在总分的 3%~15%(图 1),其中 2021 年新课标 I 卷仅有一道选择题为跨学科类试题,分值为 5 分,占比约为 3.33%,在其他 17 套试题中的分值为 12 分、17 分或 22 分.

从甲卷及乙卷的文理分科来看,两类试卷中跨学科试题的数量和分值占比没有太大差异,同年份的跨学科试题相同.

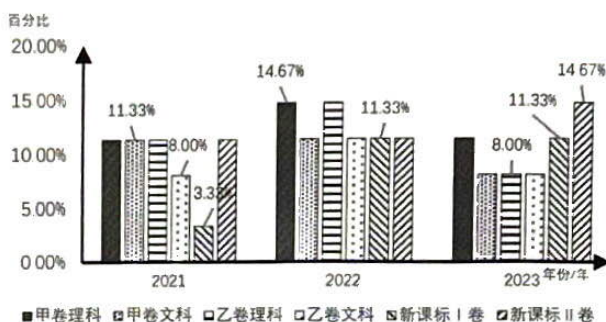


图 1

对跨学科试题的学科来源进行统计,结果见表 2(A 代表自然科学、B 代表农业科学、C 代表医药科学、D 代表工程与技术科学、E 代表人文与社会科学),分别统计不同年份、涉及不同学科试题在跨学科试题总量中的占比情况,结果如图 2 所示.35 道试题中,涉及工程与技术科学的共计 15 道(约占 42.9%),涉及人文与社会科学的共计 11 道(约占 31.4%),这两类试题是历年跨学科试题涉及的主要学科,从侧面反映了数学与工科及人文社科的紧密联系,体现了数学学科的科学性与应用性.涉及医药科学的试题共计 5 道(约占 14.29%),患病率、误诊率等问题紧贴时代背景.

表 2 2021—2023 年高考数学跨学科试题

年份	卷别	跨学科试题	题型	学科来源
2021	甲卷理科	第 2 题,农户家庭收入调查	选择题(5 分)	E
		第 8 题,三角高程测量珠峰高度	选择题(5 分)	D
		第 17 题,比较不同机床产品的质量	解答题(12 分)	D
	甲卷文科	第 2 题,农户家庭收入调查	选择题(5 分)	E
		第 17 题,比较不同机床产品的质量	解答题(12 分)	D
	乙卷理科	第 9 题,《海岛算经》中的测量海岛高度	选择题(5 分)	D
		第 17 题,检验新设备生产产品的某项指标有无提高	解答题(12 分)	D
	乙卷文科	第 17 题,检验新设备生产产品的某项指标有无提高	解答题(12 分)	D
	新课标 I	第 16 题,剪纸中各规格图形的面积和	填空题(5 分)	E
	新课标 II	第 4 题,计算卫星信号覆盖面积	选择题(5 分)	D
		第 21 题,微生物繁殖后代问题	解答题(12 分)	A

续表

年份	卷别	跨学科试题	题型	学科来源
2022	甲卷理科	第2题,垃圾分类知识问卷正确率	选择题(5分)	D
		第8题,“会圆术”计算弧长	选择题(5分)	E
		第19题,体育比赛获胜概率	解答题(12分)	E
	甲卷文科	第2题,垃圾分类知识问卷正确率	选择题(5分)	D
		第19题,计算包装盒容积	解答题(12分)	E
	乙卷理科	第4题,嫦娥二号绕日周期与地球绕日周期比值	选择题(5分)	D
		第10题,棋手比赛胜率比较	选择题(5分)	E
		第19题,林区树木材积量问题	解答题(12分)	B
	乙卷文科	第4题,课外运动时长茎叶图	选择题(5分)	E
		第19题,林区树木材积量问题	解答题(12分)	B
	新课标 I	第4题,南水北调工程某水库增加水量计算	选择题(5分)	D
		第20题,某疾病与卫生习惯的关系	解答题(12分)	C
2023	甲卷理科	第3题,古代建筑中的斜率问题	选择题(5分)	D
		第19题,流行病患率问题	解答题(12分)	C
	甲卷文科	第6题,不同球类俱乐部报名概率问题	选择题(5分)	E
		第19题,某药物对小鼠的生长抑制作用	解答题(12分)	C
	乙卷理科	第19题,臭氧效应对小鼠的体重影响	解答题(12分)	C
	乙卷文科	第17题,比较不同工艺对橡胶产品伸缩率的处理效应	解答题(12分)	D
		第17题,比较不同工艺对橡胶产品伸缩率的处理效应	解答题(12分)	D
	新课标 I	第10题,不同汽车声压比较	选择题(5分)	A
		第21题,投篮命中率问题	解答题(12分)	E
	新课标 II	第3题,抽样学生参加体育运动情况的方法种数	选择题(5分)	E
		第12题,信号译码概率计算	选择题(5分)	D
		第19题,疾病患病误诊率问题	解答题(12分)	C

涉及自然科学(约占5.71%)和农业科学(约占5.71%)的试题较少.建议可结合物理学相关内容编制试题,也可从植物生长、土壤分析等加入农业科学相关内容,考查学生数学建模能力.另外,涉及医药科学的试题在逐年递增,涉及工程与技术科学的试题呈下降趋势.

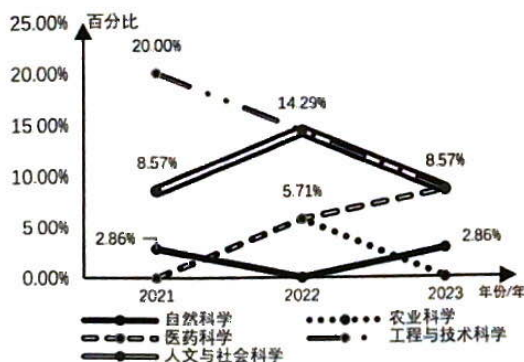


图2

对跨学科试题涉及的具体学科进行统计发现:来源于工程与技术科学的试题中,有26.67%涉及机械工程,主要是不同机床设备生产产品质量的独立性检验问题,涉及测绘科学技术、航空航天科学技术、环境科学技术及资源科学技术、材料

科学的试题占比均为13.33%,涉及水利工程、土木建筑工程、电子与通信技术占比均为6.67%,试题中环境保护、我国航天航空业的发展、南水北调工程等内容一定程度上反映了高考试题关注时事热点,引导学生关注国家大事和科技发展,而珠峰高度测量、建筑中的斜率等问题体现了数学的应用价值;来源于人文与社会科学试题中,体育科学、历史学、艺术学、经济学的占比分别为54.55%,9.09%,18.18%和18.18%,其中涉及体育科学的试题占比较高,主要是体育中输赢的概率问题,考查体育中涉及的数学知识,引导学生关注体育锻炼;来源于医药科学的试题主要包括患者患病因素的判断、患病概率等问题,2022年新高考I卷第20题及新高考II卷第19题涉及的卫生习惯问题和流行病调查问题,与近年来疫情背景下的学习与生活息息相关.

由此可见,跨学科试题在五类学科中均有涉及,一方面说明了跨学科内容已走进高考试题,且内容有一定的宽度与广度,也反映了高考数学注重数学与生活及其他学科的联系,考查学生运用数学知识解决实际问题的能力;另一方面,高考具

有选才和育人两大功能,跨学科试题的出现意味着高考更注重对知识的理解、迁移和创新的考查,教学中应注重落实学生学科核心素养的培养.

2.2 跨学科试题的题型和呈现方式

统计发现,跨学科试题在选择题、填空题、解答题中均有体现.从3年跨学科试题的总量来看,选择题和解答题占比均为48.57%,而填空题仅占2.86%.从横向和纵向看,每年涉及的不同试卷类型几乎都稳定出现1—2道跨学科类选择题,1道跨学科类解答题.从呈现方式看,总量上,以文字呈现和图文并茂形式的跨学科试题占比分别为31.43%,68.57%.从纵向看,2021—2023年中以文字呈现的跨学科试题占跨学科试题总量的分别27.27%,28.57%,40%,剩下部分为图文并茂形式呈现.无论是选择题还是解答题,两种呈现形式都有所体现,同时,在所有以图文并茂形式呈现的跨学科试题中,有75%的试题是统计图表,主要考查学生从图表中获取信息的能力.

图文并茂地呈现试题有利于学生理解题意,降低涉及的跨学科相关内容难度,同时,部分试题(如2022新课标Ⅱ卷第3题)展示的古建筑体现了我国古代建筑文化的魅力,也体现了数学的应用价值.由此可见高考中的跨学科试题有意通过图形、图表等方式帮助学生快速理解跨学科内容,注重考查学生从图表、图形等获取信息并转化为数学语言的能力.

2.3 跨学科内容的使用目的

从图3可以看出,跨学科内容不同使用目的的占比有所波动,其中“用数学知识解决问题”占比一直居高,说明近年来高考数学试题注重跨学科内容融入试题的深度,考查学生运用数学知识解决实际问题的能力.另外,几乎每套试题的统计与概率解答题中跨学科内容的使用目的皆为用数学知识解决问题,如2021年甲卷理科第17题比较不同机床产品质量差异、2022年乙卷理科第19题计算树木总材积量的估计值、2023年新课标Ⅱ卷第19题计算患者的误诊率等.2021年乙卷理科第9题、2022年甲卷理科第8题加入了我国《海岛算经》《梦溪笔谈》著作,是对我国数学文化的展示,从中抽象出的数学问题充分体现了数学的科学价值与应用价值.而如2021年甲卷理科第8题要求学生运用三角函数相关知识测量珠峰高度、2022年新课标Ⅰ卷第4题要求计算南北水调工程中某一水库水量的增加量,这类题中的跨学科内容不仅

为试题本身增加情境,同时也是对学生数学思维的拓展,培养学生用数学的思维思考现实世界的能力,丰富学生的数学思想方法.



图3

从跨学科内容涉及的学科来看,以引入数学问题为目的的跨学科内容中,涉及体育科学的试题占比较高,占有所有跨学科试题的11.43%,可见高考试题常借助体育运动中的输赢概率问题引入数学问题,能够给予学生熟悉的问题情境.以补充解释数学问题为使用目的的跨学科内容涉及的学科较为分散,但需要学生充分理解跨学科内容的相关信息,如2023年新课标Ⅰ卷第10题涉及物理学相关知识,需要学生读懂声压级定义,运用不同声源的声压级才能够比较声压,从而解决问题,再如2023年新课标Ⅱ卷第12题涉及电子与通信技术内容,同样需要学生理解信道传输方案才可作答.用数学知识解决问题为目的的跨学科内容中,机械工程和基础医学占比较高,分别为11.43%和14.29%,可见高考试题注重与理工科内容结合,突出数学的严谨性,同时结合实际生活展示数学在医学领域的应用.

3 结论与启示

3.1 结论

(1)从跨学科试题的数量来看,跨学科内容在每套试卷中都占有一席之地,高考数学试题命制已有跨学科意识.从跨学科内容的来源来看,各类学科均有涉及,且部分内容能够契合时代背景,但仍然缺乏自然科学、农业科学类内容.

(2)从跨学科试题的题型和呈现方式来看,填空题中的跨学科内容偏少,同时,跨学科内容要求学生具备一定的阅读理解能力,能够从新内容中提取关键信息.

(3)从跨学科内容的使用目的来看,用数学知识解决问题为目的的内容占比居高,反映了跨学科内容与数学试题的高度融合,新课标卷中的解答题更为突出,但试题中的跨学科内容仍可增加

融合深度,融合多个学科,增加数学思想方法的融入,增加问题的综合性,从而提升跨学科内容的使用水平.

3.2 启示

(1) 甄选学科素材,拓宽跨学科内容的宽度. 跨学科内容在高考数学试题中已占有一定比例,各类学科均有涉及,但所涉及的学科宽度及内容选择仍可进一步提升. 第一,高考试题中可适当增加农业科学、自然科学类跨学科内容,均衡不同学科内容的分布,同时试题也可进一步跨多个学科,从综合性问题中抽象出数学问题,改变以输赢概率等为情境的陈旧的跨学科内容现状. 第二,可适当增加航天航空技术以外的时事热点,如社会主义核心价值观、东京奥运会、女排精神等社会热点,进一步贴近学生生活,助力落实立德树人根本任务. 第三,结合教材中的内容改编设立跨学科内容,从学生熟悉的问题中考查其知识掌握程度.

(2) 深化学科融入深度,提升学科间的交叉水平. 高考试题中的跨学科内容不仅仅是作为一个情境出现,用数学知识解决跨学科内容中的问题已占有相当比例,但仍然需要注意避免“为了跨学科而跨学科”,提升跨学科内容的使用水平. 第一,利用素材帮助学生理解跨学科内容的同时,应简化跨学科内容的呈现,减少学生的阅读负担,注重考查学生将数学与其他学科相结合、应用数学解决问题的能力. 第二,在跨学科内容中拓宽学生的创造性思维,如在跨学科内容中要求学生同一情境或问题给出不同的数学解决方案.

(3) 基于情境展开教学,促进数学知识的再创造. 高考试题中各类跨学科内容的出现,启示日常教学应注重联系日常生活,鼓励学生独立思考. 第一,教学过程应基于真实情境下,加强知识与生活之间的联系,回归数学的本质,让学生经历数学知识的形成过程,在学生思考的基础上帮助其生成数学知识. 第二,教学应突出学生主体地位,合理开发跨学科主题栏目,设置跨学科主题学习,激发学生的数学建模意识,帮助学生在研究中发现知识、发现问题、解决问题,提高其数学学习水平,推进数学核心素养落实.

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,2020:2,78.
- [2] 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.
- [3] 吴刚平. 素养时代课程内容的概念重建[J]. 全球教育展望,2022,51(4):16-17.
- [4] 钟启泉. 基于“跨学科素养”的教学设计——以STEAM与“综合学习”为例[J]. 全球教育展望,2022,51(1):3-22.
- [5] 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,2019:2-26.
- [6] 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(中学教育教学),2022(12):5-11.

(上接第60页)

2.3 强化思维训练,提升核心素养

著名数学教育家斯托利亚尔指出:“数学教学是数学活动思维活动的教学,而不仅是数学活动的结果——数学知识的教学.”^[3]可见,任何数学课堂都应当是以知识为载体,渗透数学思想、揭示数学本质、生长数学方法,从而强化思维能力、提升核心素养. 本课以“问题引导,思维引领”的方式在探究SSA模型中渗透了转化化归思想、方程思想,强化了数学语言的三种表达(文字语言、符号语言、图形语言),揭示了SSA图形在“形”中的本质结构特征,自然生长SSA图形的思考路径与解题方法. 让学生在几何作图引出模型中激活思维,在挖掘结构感悟本质中生长思维,在辨析结构生成模型中灵活思维,在反思总结归纳模型中凝练思维,在类比探究模型延伸中创新思维,进而提升学生的模型观念、几何直观

与推理能力,逐步实现“三会”.

总之,数学模型教学更多地应当关注思考问题的方式、问题解决的策略、图形研究的方法、模型本质的挖掘,让模型的探究与建立成为一项提升学生思维能力、发展核心素养的数学活动.

参考文献

- [1] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准(2022年版)[M]. 北京:北京师范大学出版社,2022:72,91.
- [2] 杨桂花. 运用数学模型 拓展学生思维——以平行线与拐点问题为例[J]. 中学数学教学参考,2023(8):38-40.
- [3] 张业鸿. 应用图示表征方法 提高解决问题能力[J]. 数学学习与研究,2019(1):110-112.