

高考数学跨学科试题的统计与分析

——以 2021 年～2023 年高考数学全国卷为例

刘美含

(渤海大学, 辽宁 锦州 121000)

【摘要】随着课程改革的推进, 跨学科试题已经进入高考, 对高考数学中的跨学科试题进行研究成为一种新趋势。基于此, 以 2021 年～2023 年全国高考 18 套数学试卷中的跨学科试题为研究对象, 从位置分布、学科来源、呈现方式、使用目的、知识领域、素养目标、阅读量(字符)七个维度对其进行分析, 比较近三年高考数学跨学科试题的特点。根据研究发现提出了几点建议, 以期为跨学科试题的命制和教师教学提供参考。

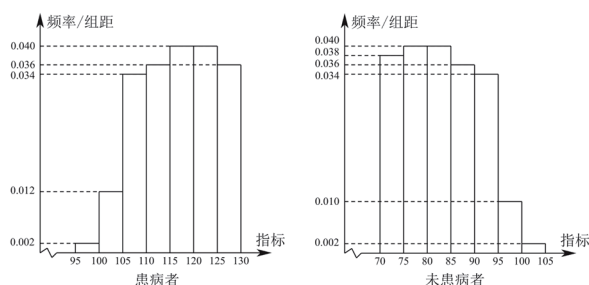
【关键词】高考数学; 跨学科试题; 数学核心素养; 数学阅读能力

一、研究框架

本文基于其他学者^[1]建立的分析框架, 增加了阅读量(字符)这一维度、从位置分布、学科来源、呈现方式、使用目的、知识领域、素养目标、阅读量(字符)七个维度分析 2021 年～2023 年全国高考 18 套数学试卷中的跨学科试题, 并对各个维度进行特征定义^[2], 探寻数学跨学科试题的特点。前六个维度其他学者已经对其进行分类, 并进行特征定义, 这里不再赘述。第七个维度阅读量(字符)可分为少量、中量和大量, 少量指试题题干、问题及选项字符总数在 50 以内, 中量指试题题干、问题及选项字符总数为 50～100, 大量指试题题干、问题及选项字符总数在 100 以上。

二、示例分析

例(2023 年新高考 II 卷 19 题)某研究小组经过研究发现某种疾病的患病者与未患病者的某项医学指标有明显差异, 经过大量调查, 得到如下的患病者和未患病者该指标的频率分布直方图:



利用该指标制定一个检测标准, 需要确定临界值 c , 将该指标大于 c 的人判定为阳性, 小于或等于 c 的人判定为阴性。此检测标准的漏诊率是将患病者判定为阴性的概率, 记为 $p(c)$; 误诊率是将未患病者判

定为阳性的概率, 记为 $q(c)$

假设数据在组内均匀分布。以事件发生的频率作为相应事件发生的概率。

(1) 当漏诊率 $p(c) = 0.5\%$ 时, 求临界值 c 和误诊率 $q(c)$;

(2) 设函数 $f(c) = p(c) + q(c)$ 。当 $c \in [95, 105]$, 求 $f(c)$ 的解析式, 并求 $f(c)$ 在区间 $[95, 105]$ 的最小值。

分析: 该题是 2023 年新高考 II 卷 19 题, 属于解答题。因此, 将跨学科试题位置分布中的“解答题”的数量记作 1 个, 其他位置分布的数量记作 0 个。根据题目中“医学指标”这一关键词和文字语言描述, 可以看出这是一道与医学有关的问题, 而医学属于医药科学, 因此, 笔者将学科来源中的“医药科学”数量记作 1 个, 其他一级学科的数量记作 0 个。上述文字介绍了某种疾病的患病者与未患病者的某项医学指标有明显差异, 根据该指标可以指定一个检测标准, 进而判定人是呈阴性还是阳性, 并将该指标的频率分布直方图呈现出来。因此, 笔者将跨学科试题呈现方式中的“图文并茂”的数量记作 1 个, 其他呈现方式的数量记作 0 个。该题目属于用数学知识去解决医学中的问题, 因此, 将跨学科试题使用目的中的“用数学知识解决问题”的数量记作 1 个, 其他使用目的的数量记作 0 个。虽然 (2) 问是函数领域的相关知识, 但是该题主要的知识领域是概率与统计, 因此, 笔者将跨学科试题知识领域中的“概率与统计”的数量记作 1 个, 其他知识领域的数量记作 0 个。考虑到数学抽象、直观想象指向“数学眼光”, 逻辑推理、数学运算指向“数学思维”, 数学建模、数据分析指向“数学语言”, 因此, 本文将 2021～2023 年 32 道跨学科试题的素养目标分这三类进行统计。试

题主要考查数据分析,数学建模等核心素养。因此,将跨学科试题素养目标中的“数学建模、数据分析”的数量记作1个,其他素养目标的数量记作0个。当然需要说明的是,由于高考试题本身具有综合性的特点,其素养目标并非单一的,该统计仅是为了在一定程度上说明问题。该题的题干、问题的字符总数(字符数包括试卷中出现的所有的中文、英文、数学符号等,不包括图形和标点符号)为292,在100以上,因此,将跨学科试题阅读量(字符)中的“大量”的数量记作1个,其他阅读量(字符)的数量记作0个。

三、结果与分析

基于研究框架,通过统计分析得到2021~2023年跨学科试题各个维度的统计结果,如表1所示:

表1 2021~2023年跨学科试题各维度统计结果					
维度	类别	2021年		2022年	
		试题数	百分比	试题数	百分比
位置分布	选择题	7	77.78%	8	57.14%
	填空题	1	11.11%	0	0.00%
	解答题	1	11.11%	6	42.86%
学科来源	自然科学	3	33.33%	3	21.43%
	农业科学	0	0.00%	2	14.29%
	医学科学	2	22.22%	2	14.29%
	人文与社会科学	3	33.33%	4	28.57%
	工程与技术科学	1	11.11%	3	21.43%
呈现方式	文字符号	6	66.67%	4	28.57%
	图形表格	0	0.00%	0	0.00%
	图文并茂	3	33.33%	10	71.43%
使用目的	引入数学问题	5	55.56%	6	42.86%
	补充解释数学问题	3	33.33%	2	14.29%
	用数学知识解决问题	1	11.11%	6	42.86%
知识领域	函数	0	0.00%	0	0.00%
	几何与代数	5	55.56%	5	35.71%
	概率与统计	4	44.44%	9	64.29%
	数学建模活动与数学探究活动	0	0.00%	0	0.00%
	数学建模	3	33.33%	9	64.29%
素养目标	数据分析	2	22.22%	4	28.57%
	数学抽象	4	44.44%	1	7.14%
	直观想象	0	0.00%	0	0.00%
	逻辑推理	0	0.00%	0	0.00%
	数学运算	0	0.00%	0	0.00%
阅读量(字符)	少量	0	0.00%	0	0.00%
	中量	0	0.00%	1	11.11%
	大量	9	100.00%	14	100.00%

(一) 位置分布分析

由表1可知,近三年跨学科试题主要以选择题的形式出现,解答题次之,很少有题目以填空题的形式出现。这可能和填空题的“短而精”和“控制难度”的命题特点有关。此外,可以发现,近三年跨学科试题的位置分布在选择题上逐渐减少,而在解答题上逐渐增多,由此可见解答题将成为跨学科试题的命题趋势,这可能和跨学科试题解答命题内容主要来源于生活、应用于生活有密切关系。

(二) 学科来源分析

由表1可知,近三年高考跨学科试题的学科来源广泛,五大学科类别均有涉及,这体现了跨学科试题设计的宽度和广度。其中,近三年来与自然科学和人文与社会科学相关的跨学科试题较多,而农业科学涉及的较少,在2021年和2023年甚至没有涉及农业科学,由此可见应加强农学、林学等知识作为跨学科试题的内容,让学生体会农业科学的魅力。

(三) 呈现方式分析

由表1可知,跨学科试题以图文并茂呈现方式为主,文字符号方式次之,没有单独使用图形表格的试

题。图文并茂的试题在2021年占比为33.33%,在2022年占比高达71.43%,在2023年占比比以文字符号呈现的试题多了33.34%。这反映出高考跨学科试题命制的特点,它既要注重考题的趣味性、真实感,又要反映出数学的直观性、抽象性和语言特点。

(四) 使用目的分析

由表1可知,跨学科试题的使用目的多种多样。近三年来,跨学科试题在引入数学问题上逐年减少,这可能与这类跨学科内容是可剥离的情境,属于比较浅层的跨学科试题有关。而在用数学知识去解决问题上,占比有所增加,2021年仅占11.11%,2022年升至42.86%,到了2023年占比高达77.78%。由此可见,高考重视用数学知识去解决跨学科问题,培养学生跨学科解决问题的能力。

(五) 知识领域分析

由表1可知,跨学科试题涉及的知识领域分布不均,主要集中在几何与代数、概率与统计这两部分,且跨学科试题的知识领域在概率与统计这一部分的占比逐年增加,而函数和数学建模活动与数学探究活动这两个知识领域没有涉及。这说明几何与代数是数学跨学科试题重要的知识领域,概率与统计是数学跨学科试题更重要的知识领域。

(六) 素养目标分析

由表1可知,近三年来数学学科六大核心素养都有所考查。由于高考试题本身具有综合性的特点,其素养目标并非单一的,例如在2023年乙卷文科17题中,使用的是橡胶生产这一跨学科内容,对甲、乙两种工艺对橡胶产品伸缩率的处理效应问题进行比较,在这一题中,除了考查数据分析、数学运算等素养之外,还考查了直观想象的素养。因此,有必要说明一下,该统计仅为了在一定程度上说明问题。

(七) 阅读量(字符)分析

由表1可知,近三年跨学科试题的阅读量都集中在大量阅读上。在少量阅读量和中量阅读量上,2021年和2022年考查比重均为0.00%,而在大量阅读量上,2021年和2022年考查比重均为100.00%。到了2023年中量阅读仅占11.11%,而大量阅读占比88.89%。由此可见,学生需具备一定的数学阅读能力。

四、研究结论

通过上述研究可知,近3年高考数学全国卷中的跨学科试题反映出如下问题:

(一) 跨学科试题的知识领域分布不均衡

试题类型主要集中在几何与代数、概率与统计这两部分,而函数和数学建模活动与数学探究活动这两个知识领域没有涉及。但是,2021年新高考Ⅱ卷21

题(2)和2023年新高考Ⅱ卷19题(2)有将函数的相关知识渗透到跨学科试题中的趋势。2022年甲卷文科19题以学生参与综合实践活动时所设计的包装盒为例,考查几何体中直线与平面之间的位置关系和几何体的体积。这释放了这两个领域的知识已进入高考命题人的视野这一信号。由此可见,函数和数学建模活动与数学探究活动这两个领域的跨学科试题不容忽视,教师在日常教学中要重视起来。

(二)跨学科试题在阅读量大,以大量阅读为主。这些字符的出现,增加了题目语义信息的复杂性,这就要求学生在做题时,不仅要关注问题的本身,还要关注问题中可能出现的不同表达方式,这对学生的数学阅读、抽象、概括等能力有了更高的要求。在呈现方式上,以图文并茂或文字符号的形式表现出来。这要求学生不仅能够准确地阅读图表中的数据信息,而且能够迅速识别图形的位置关系,在此基础上还能够实现自然语言、图形语言、符号语言的相互转换。可见,跨学科试题既增加了问题表征的难度,也提升了试题本身的阅读难度。

(三)在使用目的上,用数学知识去解决跨学科问题的占比逐年增加

这充分说明随着课程改革的推进,高考越来越重视用数学知识去解决跨学科问题。在学科育人、立德树人的导向下,高考不仅考查学生对数学基础知识的理解掌握情况,更考查学生用数学知识去解决跨学科问题的能力。这不仅能培养学生跨学科解决问题的能力,更能让学生体会用数学的眼光观察现实世界,用数学的思维思考现实世界,用数学的语言表达现实世界。

五、研究启示

(一)合理拓展跨学科试题的知识领域,增强试题的创新融合

近3年高考数学对跨学科试题进行了重点考查,渗透了体育、美育、劳动教育、政治教育等内容。例如2022年新高考Ⅱ卷第3题以中国古代建筑这一跨学科内容为情境,从中抽象出数学问题,让学生直观体会我国灿烂的古代文化,增强文化自信,感受数学的科学价值,渗透了美育和政治教育。因此,教师在日常教学中,要善于将跨学科内容以多种呈现方式融入教学之中,鼓励学生运用多学科的知识 and 观点去解决现实中的问题,提高他们的跨学科思维和创新思维,培养出一批创新型、复合型人才。

(二)加强对学生阅读能力的培养,提高学生数学阅读能力

通过上述研究不难发现,近年来,高考对学生的

数学阅读能力提出了更高的要求。一方面,对数学阅读能力的考查可以发展学生的核心素养。另一方面,一定量的数学阅读可以帮助学生了解跨学科试题的背景,更好地理解题目。但是,要注意阅读量,可以说试卷的阅读量大对考题的解答设置了层层障碍,从而影响到考题的整体难度。在试卷命制过程中,可以通过设置具有一定阅读量的题目,来对试卷的综合难度进行控制,在对试卷难度进行评估时,也应该将这一因素也一并考虑进去^[3]。因此,教师在日常教学过程中,对学生的阅读能力进行提高是十分必要的。

(三)组织数学跨学科实践活动,培养学生跨学科解决问题的能力

中国高考评价体系明确了“立德树人、服务选才、引导教学”的核心功能,“必备知识、关键能力、学科素养、核心价值”的考查目标和“基础性、综合性、应用性、创新性”的考查要求^[4]。而跨学科试题如2021年新高考Ⅱ卷21题、2021年新高考Ⅰ卷16题、2022年乙卷理科19题、2022年甲卷理科19题等体现了综合性、创新性等要求,分别将数学知识与生物学知识、民间剪纸艺术、生态环境建设、体育比赛等有机地融合在一起,考查了学生的六大核心素养,落实了“立德树人”根本任务,是教育发展的必然趋势。因此,在日常教学过程中要重视数学学科与其他学科的交叉、融合,以帮助他们积累用数学知识解决问题的经验^[5]。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 冯天祥.数学教师的基本功:数学试题的编制[J].课程·教材·教法,2006,26(12):46-48.
- [3] 吕世虎,于丽芳,王尚志.数学试卷综合难度的内涵及其指标体系建构[J].数学教育学报,2020,29(04):1-6.
- [4] 教育部考试中心.中国高考评价体系[M].北京:人民教育出版社,2019:6.
- [5] 孙虎,刘祖希.数学跨学科实践活动:“内涵”“价值”与“实施路径”[J].数学教育学报,2023,32(01):19-24.

作者简介:

刘美含(2000-),汉族,女,辽宁省铁岭市,硕士在读,学生。