

# 高考评价体系的数学学科化实践<sup>①</sup>

赵 轩 任子朝 翟嘉祺

(教育部考试中心 100084)

## 1 问题的提出

为深入贯彻习近平总书记对教育改革发展作出的重大战略部署,落实国务院《关于深化考试招生制度改革的实施意见》和《关于新时代推进普通高中育人方式改革的指导意见》的精神,按照国家新一轮高考改革和高考内容改革的要求,考试中心历时三年研制完成了符合新时代党的教育方针的中国高考评价体系<sup>[1]</sup>. 高考评价体系根据国家教育改革相关政策文件部署,构建了符合新时代素质教育对于全面育人要求的科学测评系统,主要包括高考的核心功能、考查内容、考查要求和考查载体等内容. 高考评价体系为高考测试评价提供了科学依据,是新时代高考内容改革的理论基础,也是高考命题的实践指南.

高考评价体系根据现阶段高等院校的人才选拔要求和国家普通高中课程标准,体现各类高校选拔人才的共性需求,衔接高中育人方式改革,准确把握教育教学规律和人才成长规律,确立了“一核”“四层”“四翼”的整体框架,是引领高考命题的重要依据<sup>[2]</sup>,也是高考内容改革在操作层面的指导性文件,对于高考命题的改造和提升具有重要意义. 本文将结合题目实例,探讨高考数学科试题的考查目的与考查要求,基于命题操作的视角,对于高考评价体系在高考命题中的具体应用进行解读和分析.

## 2 高考数学科考查目标与考查要求的内涵

高考评价体系包括“一核、四层、四翼”三部分,其中“一核”是“立德树人、服务选才、引导教学”这一高考核心功能,“四层”是“必备知识、关键能力、学科素养、核心价值”的考查目标,“四翼”是“基础性、综合性、应用性、创新性”的考查要

求<sup>[3]</sup>. 数学科命题基于高考评价体系的整体框架与理论基础,结合国家高等教育人才选拔需求和高中课程标准,对考查目标和考查要求进行了学科化的阐释.

### 2.1 考查目标

“四层”考查目标中,“核心价值”指的是在学科中起价值引领作用的思想观念体系,数学科高考要主动发挥价值引领作用和教育功能,体现出数学的科学价值、教育价值、社会价值和文化价值,助力学生形成正确的人生观、价值观、世界观. “学科素养”指的是在正确的思想观念指导下综合运用学科知识能力处理并解决复杂任务的综合品质,包括理性思维、数学应用、数学探究、数学文化四个方面. “关键能力”指的是学生在运用知识解决问题的过程中所需要的主要学科能力,包括逻辑推理能力、运算求解能力、直观想象能力、数学建模能力和创新能力五个方面. “必备知识”指的是学生经过长期学习,所获得的知识储备中的基础性、通用性知识.<sup>[4]</sup>

### 2.2 考查要求

“四翼”考查要求中,“基础性”指的是要全面系统地考查基础知识,使学生牢固掌握解决问题的基本方法和工具,强调通性通法,重点考查基本原理、基本能力和思想方法. “综合性”指的是数学学科知识之间的内部联系,强调知识体系中各分支内容的相互交叉与渗透. “应用性”指的是数学知识与其他学科知识、生活生产实际等的外部联系,强调数学在其他领域的应用. “创新性”指的是鼓励学生打破常规、创造性地解决问题,加强对思维灵活性、多样性的考查.

① 基金项目:国家教育考试科研规划 2019 年度课题“基于高考评价体系的应用性考查研究”(GJK2019013)

### 2.3 试题情境

高考评价体系中规定了高考的考查载体——情境,以此来承载考查内容,实现考查目的与要求.高考数学科将试题情境分为三类:课程学习情境,探索创新情境和社会实践情境<sup>[5]</sup>.

课程学习情境主要关注学生通过长时间学习掌握的知识基础,包括数学概念、原理、运算、逻辑推理等问题情境.探索创新情境主要关注数学科内部的深入探索与思想方法的创新,包括数学探究、数学创新、数学实验等问题情境.社会实践情境主要关注数学与其他学科以及社会生活实际的关联,包括生活生产实际、科学研究等问题情境,需要学生通过数学模型等手段,建立实际问题与数学知识、数学思想方法之间的联系,将数学作为工具解决问题.

### 3 考查目标与要求在数学科高考命题中的实现方式

高考评价体系是高考命题的理论基础与蓝图,在新高考改革中,数学科命题中的设计意图、考查目的、情景设置等环节都基于“一核、四层、四翼”的框架之上.“四层”和“四翼”是构建考查内容、考查要求和考查情境多维命题模型的依据.在具体的命题操作环节,题型选取、难度控制、试题设计等关键环节都是落实高考评价体系的具体体现.对于高考评价体系的学科化进行了通盘设计,对题型设置、情境设计、难度控制等命题策略进行了整体考虑,并在近两年的高考命题中进行了一些尝试,取得了积极的成效.2020年开始,不

同地区将陆续使用新高考全国卷,随着高考评价体系对一线教学的影响逐步深入,教师教学经验的积累以及学生对新考查体系的逐步适应,这些设计将在未来高考试题的命制过程中分步实施.本节将结合具体实例探讨和分析高考评价体系在高考数学科命题中学科化的具体应用.

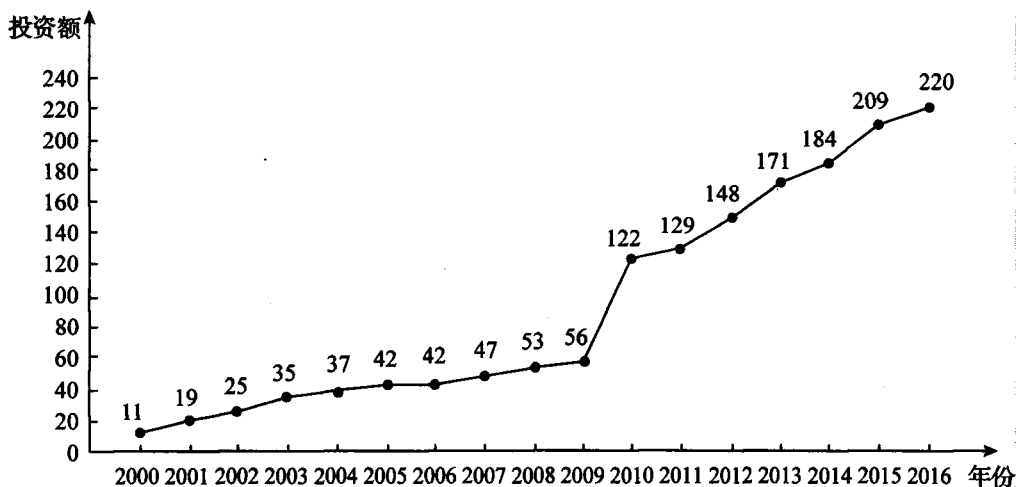
#### 3.1 创设新题型,实现考查目标

在“四层”考查目标中,学科素养是关键链接层,承接核心价值观的方向引导,统摄关键能力与必备知识.新高考数学科考试本着学科素养立意的命题指导思想,将必备知识和关键能力融为一体,全面考查学生的数学水平.不同类型的试题在知识、能力、素养考查的过程中各有侧重,具有不同的考查功能.选择题和填空题主要侧重基础知识和基本能力的考查,关注对于课本知识掌握的牢固程度;解答题则偏重通过学生的解答步骤,观测其逻辑思维能力的发展水平.新高考将深入研究探索各个题型的功能和命题规律,开发研制新题型,以全面实现考查目标,进一步提高考试的区分效果.

##### (1) 增加开放型试题

高考数学中可以通过增加开放型试题,深入考查学生对于知识的掌握程度.这类试题的特点是设问和解答都有较大的开放度,学生可以从不同的角度进行思考并作答,有利于学生批判性思维、创新思维等高阶思维能力的培养<sup>[6]</sup>.

例1 下图是某地区2000年至2016年环境基础设施投资额 $y$ (单位:亿元)的折线图.



为了预测该地区 2018 年的环境基础设施投资额,建立了  $y$  与时间变量  $t$  的两个线性回归模型. 根据 2000 年至 2016 年的数据(时间变量  $t$  的值依次为  $1, 2, \dots, 17$ )建立模型①:  $\hat{y} = -30.4 + 13.5t$ ; 根据 2010 年至 2016 年的数据(时间变量  $t$  的值依次为  $1, 2, \dots, 7$ )建立模型②:  $\hat{y} = 99 + 17.5t$ .

(1) 分别利用这两个模型,求该地区 2018 年的环境基础设施投资额的预测值;

(2) 你认为用哪个模型得到的预测值更可靠? 并说明理由.

例 1 的题目背景来源于社会生活实际,采用真实统计数据绘制图表,这样能够更好地表现出试题的应用性与真实性. 试题通过对统计知识的考查,展现了数学在实际生活中广泛的应用范围<sup>[7]</sup>. 试题立足于对基础知识、基本思想、基本能力的考查,主要体现了数学建模的核心素养. 与以往统计类题目不同的是,本题没有要求学生计算回归方程,而是直接给出了两种模型的回归方程,要求学生对这两个方程进行分析和判断. 通过创新性的设计,降低了题目的计算量,减少了数据整理的步骤,同时增加了对数据进行分析的思维量,提高了对数学模型解释的开放性,鼓励学生多角度地思考并解决问题<sup>[8]</sup>. 题目将考查重点放在运用统计思想方法分析和解释问题之上,体现出“多想少算”的特点,更好地实现了考查目的.

### (2) 开发多项选择题

新高考试卷中,在现有单项选择题的基础之上增加了多项选择题. 从考查功能上看,多选题可以对选项进行组合考查,能够包含更多样的数学思想,并且可以设置中间得分,对考生进行多层次、更精确的区分. 从考查特点来说,多选题具有解题思路灵活开放,题目信息容量大的特点,能够更深入地考查关键能力,要求考生培养完整、细致、全面思考问题的思维品质. 与单选题相比,多选题的考查要求更高,考查功能更加丰富,区分效果也更好.

例 2 信息熵是信息论中的一个重要概念. 设随机变量  $X$  所有可能的取值为  $1, 2, \dots, n$ , 且  $P(X=i) = p_i > 0 (i=1, 2, \dots, n)$ ,  $\sum_{i=1}^n p_i = 1$ , 定

义  $X$  的信息熵  $H(X) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i$ .

A. 若  $n=1$ , 则  $H(X)=0$

B. 若  $n=2$ , 则  $H(X)$  随着  $p_1$  的增大而增大

C. 若  $p_i = \frac{1}{n} (i=1, 2, \dots, n)$ , 则  $H(X)$  随着  $n$  的增大而增大

D. 若  $n=2m$ , 随机变量  $Y$  所有可能的取值为  $1, 2, \dots, m$ , 且  $P(Y=j) = p_j + p_{2m+1-j} (j=1, 2, \dots, m)$ , 则  $H(X) \leq H(Y)$

熵值是物理学中的一个概念,用来描述系统的有序性. 1948 年,信息论之父香农借鉴了热力学中熵的概念,用数学的语言阐述了信息冗余度与概率之间的关系,将信息中排除了冗余后的平均信息量称为“信息熵”,用来描述信源的不确定度. 例 2 以信息熵的定义为背景,重点考查学生对函数性质与图像的掌握. 题干设计简洁,给出了信息熵的一种定义. 四个选项分别考查了不同情况下信息熵函数的性质. A 选项体现了信息熵的确定性,即  $n=1$  时,  $p_1=1$ , 此时是确定的状态,信息量为 0; B 选项体现了二元信源信息熵的对称性和极值性,即  $n=2$  时,  $H(x)$  是关于  $p_1$  的函数,其图像关于  $p_1=0.5$  对称,且当  $p_1=0.5$  时  $H(x)$  取得最大值; C 选项主要考查了对数函数的恒等变形,  $p_i = \frac{1}{n} (i=1, 2, \dots, n)$  时,  $H(x)$  是关于  $n$  的函数,可化简为  $\log_2 n$ ; D 选项主要考查了对数函数的单调性,通过函数性质判断  $H(x)$  与  $H(y)$  的不等关系. 从选项设计方面来看,例 2 的四个选项从信息熵函数性质的不同方面出发,包含的内容更加丰富. 题目的解答思路多样,选项难度梯度的设置合理,学生可以结合多选题的评分特点,根据自身情况制定不同的解答策略,有利于各个水平学生的发挥.

### 3.2 设置真实情境,灵活考查素养

高考评价体系中的“情境”,指的是真实的问题背景,是以问题或任务为中心构成的活动场域.“四层”考查内容和“四翼”考查要求,是通过“情境”这一载体来实现,通过选取适宜的素材再现学科知识理论应用的场景或者呈现真实的现实问题环境,让学生在真实的背景下发挥核心价值的引领作用,运用必备知识和关键能力去解决实际问

题,全面综合展现学科素养水平.

### (1)课程学习情境

课程学习情境关注考生掌握的学科知识基础,包括数学概念、数学原理、数学运算、数学推理等问题情境,主要突出理性思维和数学文化的学科素养,着重体现基础性和综合性的考查要求.

**例3** 已知函数  $f(x) = 2\sin x + \sin^2 x$ , 则  $f(x)$  的最小值是\_\_\_\_\_.

例3的题目情境是典型的课程学习情境,考查学生对正弦型三角函数的图像与性质的掌握,主要考查逻辑推理能力和运算求解能力. 题干虽然简单明了,但要求学生能够综合运用三角函数、导数、极值的性质来分析解决问题,具有一定的难度. 数学科高考的大部分题目都采用课程学习情境,这类试题的特点是注重对基本概念、原理、思想方法的考查,着重体现基础性和综合性,引导学生重视学科的基础内容,为今后的学习和发展打下扎实的学科基础.

### (2)探索创新情境

探索创新情境关注对于学科知识的深入探索以及解题方法与思路的创新,包括数学实验、数学探究、数学创新等问题情境,主要突出数学探究的学科素养,着重体现创新性的考查要求.

**例4** 为治疗某种疾病,研制了甲、乙两种新药,希望知道哪种新药更有效,为此进行动物试验. 试验方案如下:每一轮选取两只白鼠对药效进行对比试验. 对于两只白鼠,随机选一只施以甲药,另一只施以乙药. 一轮的治疗结果得出后,再安排下一轮试验. 当其中一种药治愈的白鼠比另一种药治愈的白鼠多4只时,就停止试验,并认为治愈只数多的药更有效. 为了方便描述问题,约定:对于每轮试验,若施以甲药的白鼠治愈且施以乙药的白鼠未治愈则甲药得1分,乙药得-1分;若施以乙药的白鼠治愈且施以甲药的白鼠未治愈则乙药得1分,甲药得-1分;若都治愈或都未治愈则两种药均得0分. 甲、乙两种药的治愈率分别记为  $\alpha$  和  $\beta$ , 一轮试验中甲药的得分记为  $X$ .

(1)求  $X$  的分布列;

(2)若甲药、乙药在试验开始时都赋予4分,  $p_i (i=0, 1, \dots, 8)$  表示“甲药的累计得分为  $i$  时,最终认为甲药比乙药更有效”的概率,则  $p_0 = 0, p_8 = 1, p_i = \alpha p_{i-1} + \beta p_i + c p_{i+1} (i=1, 2, \dots, 7)$ , 其中

$a = P(X=-1), b = P(X=0), c = P(X=1)$ . 假设  $\alpha = 0.5, \beta = 0.8$ .

(i)证明:  $\{p_{i+1} - p_i\} (i=0, 1, 2, \dots, 7)$  为等比数列;

(ii)求  $p_4$ , 并根据  $p_4$  的值解释这种试验方案的合理性.

例4的题目背景来源于社会生活实际,基于真实情境构建了数学模型,将概率和数列知识进行了有机融合. 题目先对试验方案进行了数学化的描述,进而将试验方案抽象为具体的数学模型,通过题设条件引导学生理解模型的内部关系,并在此基础上分析试验方案的合理性<sup>[9]</sup>. 本题有一定的开放性,通过层层设问引导学生自主探究,是一道探索创新情境的试题,题目背景选取于生产生活实际,体现了数学知识与生物实验的紧密联系,同时具有社会实践情境的特点. 一般来说,探索创新情境类的题目着重体现创新性,社会实践情境类的题目着重体现应用性,这两类题目大多具有一定的开放性,解法也比较多样.

### (3)社会实践情境

社会实践情境关注数学与其他学科和社会生活的关联,包括现实生活、生产实际、科学研究等问题情境,需要考生将问题情境与数学知识、数学方法建立联系,应用数学工具解决问题,主要突出数学应用的学科素养,着重体现应用性的考查要求.

**例5** 2019年1月3日嫦娥四号探测器成功实现人类历史上首次月球背面软着陆,我国航天事业取得又一重大成就. 实现月球背面软着陆需要解决的一个关键技术问题是地面与探测器的通讯联系. 为解决这个问题,发射了嫦娥四号中继星“鹊桥”,鹊桥沿着围绕地月拉格朗日  $L_2$  点的轨道运行.  $L_2$  点是平衡点,位于地月连线的延长线上. 设地球质量为  $M_1$ , 月球质量为  $M_2$ , 地月距离为  $R$ ,  $L_2$  点到月球的距离为  $r$ , 根据牛顿运动定律和万有引力定律,  $r$  满足方程:

$$\frac{M_1}{(R+r)^2} + \frac{M_2}{r^2} = (R+r) \frac{M_1}{R^3}.$$

设  $\alpha = \frac{r}{R}$ , 由于  $\alpha$  的值很小,因此在近似计算中  $\frac{3\alpha^3 + 3\alpha^4 + \alpha^5}{(1+\alpha)^2} \approx 3\alpha^3$ , 则  $r$  的近似值为\_\_\_\_\_.

$$\begin{array}{ll} \text{A. } \sqrt{\frac{M_2}{M_1}}R & \text{B. } \sqrt{\frac{M_2}{2M_1}}R \\ \text{C. } \sqrt[3]{\frac{3M_2}{M_1}}R & \text{D. } \sqrt[3]{\frac{M_2}{3M_1}}R \end{array}$$

例5 以我国新时代航空航天领域的巨大成就嫦娥四号探测器为试题情境,在考查学生数学知识的同时,展现了我国科技事业取得的巨大成就和我国科技工作者勇于创新、开拓进取的强国精神. 题目素材与时俱进,贴近生活、贴近新时代,反映了我国新时代的新成就,激发了正能量,将爱国敬业、立德树人的理念有效贯穿于试卷之中,充分展现了社会主义核心价值观,结合学科内容发挥了思想教育的功能.

本题虽是一个选择题,但考查的内容并不单一,不仅有和物理学科的结合,也有数学内部知识之间的结合. 由于选择题的答案中无法展现学生的解题思路,因此在选项设计上要有较好的设计,以达到区分效果. 本题在设计时从不同角度设置了干扰性选项,考查学生对于基本概念掌握程度和基本计算的准确程度.

试题体现了理性思维、数学应用的学科素养,以及逻辑推理能力、运算求解能力等关键能力,考查了函数恒等变形、近似计算等知识内容. 题目情境设置真实、贴近生活,具有浓厚的时代气息和鲜明的中国特色,将数学知识和物理知识有机结合,体现了数学与其他学科和现实社会的广泛联系,反映了数学的应用价值和工具性<sup>[10]</sup>.

### 3.3 灵活调控试卷结构和难度,体现考查要求

#### (1) 创新试题排列结构

考试目标的更新、丰富要求进行相应的试卷结构、难度设置创新. 近几年的数学试卷,在知识覆盖范围、难度和区分度的把控、试题难度梯度等设计上整体保持平稳,在考查内容的布局、题型设计等方面进行了一定的创新,并逐年推进. 特别是在主观题的设计上,开启了新颖的布局. 往年主观题的内容和顺序形成一定的规律,只在小的范围内进行调整和轮换. 近两年的主观题对试题内容和考查顺序进行了进一步调整. 如概率统计大题,往年一般放在18、19题的位置,全国I卷2018年将概率题的位置调整到了第20题,2019年进一步调整到第21题,2020年又回调至第19题. 这些变化释放了一个信号:在整体符合课程

标准要求的前提下,突出对重点内容的考查,但在各部分内容的布局和考查难度上会进行动态设计. 此举有助于学生全面学习掌握重点知识和重点内容,同时有助于破解应试教育过度、机械刷题的现象.

例6 某工厂的某种产品成箱包装,每箱200件,每一箱产品在交付用户之前要对产品作检验,如检验出不合格品,则更换为合格品. 检验时,先从这箱产品中任取20件作检验,再根据检验结果决定是否对余下的所有产品作检验. 设每件产品为不合格品的概率都为 $p(0 < p < 1)$ ,且各件产品是否为不合格品相互独立.

(1) 记20件产品中恰有2件不合格品的概率为 $f(p)$ ,求 $f(p)$ 的最大值点 $p_0$ .

(2) 现对一箱产品检验了20件,结果恰有2件不合格品,以(1)中确定的 $p_0$ 作为 $p$ 的值. 已知每件产品的检验费用为2元,若有不合格品进入用户手中,则工厂要对每件不合格品支付25元的赔偿费用.

(i) 若不对该箱余下的产品作检验,这一箱产品的检验费用与赔偿费用的和记为 $X$ ,求 $EX$ ;

(ii) 以检验费用与赔偿费用之和的期望值为决策依据,是否该对这箱余下的所有产品作检验?

例6 将概率与统计的知识有机结合,重点考查了相关内容的基本概念和思想方法,以及学生综合应用所学知识分析问题、解决问题的能力,全面体现了基础性、综合性、应用性、创新性的考查要求<sup>[11]</sup>. 基础性主要体现在题目强调对于基本概念考查,解答此题需要学生能够正确掌握概率、随机变量、独立性等定义,理解独立重复试验概率模型、二项分布等概念,并能综合、灵活地运用这些知识. 综合性主要体现在题目涉及的知识范围广,包括独立重复试验、二项分布、概率的计算、参数的估计、随机变量的数学期望等;特别是将概率与函数这两个高中重要内容相结合,体现了数学科各分支内容的交叉运用. 应用性主要体现在题目情景设置结合实际生产生活,使学生进一步体会到所学知识的应用价值,对培养学生的数学应用意识起着很好的促进作用. 创新性主要体现在试题的设计比较新颖,蕴含了极大似然估计的统计思想,题目设问层层递进又互相关联,难度梯度设置合理,对知识的考查更加深入,对学生

的能力的考查体现出层次性.

## (2)合理调控难度

文理合卷之后的数学试卷,要让各水平的考生都能有发挥的空间,因此在这几年的高考试题的难度调控上,优化了难度梯度的设计,以实现对学生水平更加精确的区分.通过难度调控更加精准地贯彻高考评价体系“基础性、综合性、应用性、创新性”的考查要求.“四翼”考查要求是“四层”考查目标的纽带,在命题过程中通过“四翼”实现对学生“四层”的有效考查.高考数学每一道题的设计都是知识、能力、素养的有机结合与运用,是对不同程度思维能力的考查.根据考查程度的不同,试题对于基础性、综合性、应用性和创新性这“四翼”考查要求的侧重也有所差异.

**例7** 古希腊时期,人们认为最美人体的头顶至肚脐的长度与肚脐至足底的长度之比是 $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ ( $\frac{\sqrt{5}-1}{2} \approx 0.618$ ,称为黄金分割比例),著名的“断臂维纳斯”便是如此.此外,最美人体的头顶至咽喉的长度与咽喉至肚脐的长度之比也是 $\frac{\sqrt{5}-1}{2}$ .若某人满足上述两个黄金分割比例,且腿长为105cm,头顶至脖子下端的长度为26cm,则其身高可能是

- A. 165cm      B. 175cm  
C. 185cm      D. 190cm

**例7**考查对不等式基本性质的理解与应用,考查学生的逻辑推理能力、运算求解能力和解决实际问题能力,主要体现了基础性、应用性、创新性的考查要求.试题不涉及复杂的数学概念,所需要的基本知识和基本技能都是学生熟悉的,在初中阶段就早已掌握的.试题难度虽然不高,但形式灵活,设计新颖.题目的一个创新之处是不能直接求出身高的值,需要学生根据生活常识正确理解题意,开放性地思考和解答.

在新高考的内容改革中,需要在高考评价体系的总体框架下进一步研究数学科的考试目的、考试要求,要更关注对于数学思维能力的考查,结合学生的水平和特点,创设面向全体学生的试题.本题的背景贴近学生生活实际,解题思路多样,可以根据题目中给出的条件和黄金分割比例的概率

念,用不同的不等式推演出人体身高的范围,从而得到答案.试题能够启发学生在日常生活中发现数学,学习数学,引导学生主动思考,发现生活中的数学问题,进而提高学生学习数学的兴趣和利用数学解决实际问题的能力.

## 4 结语

高考评价体系是高考内容改革的重要基础工程,为未来高考命题指明了方向,规划了实施路径,并且为改革提出了新的任务.高考数学科以高考评价体系为指导,构建了学科化的命题改革实施路径,明确了考查目的、考查要求,以及试题情境的分类和含义.高考作为素质教育的重要环节,越来越强调培养学生支撑未来学习、工作发展的能力.数学科是重要的统考科目,将按照高考评价体系的总体要求,不断探索以促进学科命题理论和命题技术的发展,不断创新试题情境设置以更好实现考查目标和考查要求,为落实“立德树人”教育根本任务和高考核心功能提供更加科学的技术手段.

## 参考文献

- [1] 中华人民共和国国务院. 国务院关于深化考试招生制度改革的实施意见[M]. 北京:人民出版社,2014,9
- [2] 姜钢. 论高考“立德树人、服务选拔、引导教学”的核心功能[J]. 中国高等教育,2018(11):31-35
- [3] 教育部考试中心. 中国高考评价体系(2019年版)[M]. 北京:人民教育出版社,2019,11
- [4] 任子朝,赵轩. 基于高考评价体系的数学科考试内容改革实施路径[J]. 中国考试,2019(12):27-32
- [5] 教育部考试中心. 中国高考评价体系说明(2019年版)[M]. 北京:人民教育出版社,2019,11
- [6] 任子朝,赵轩. 高考数学逻辑思维能力测评研究[J]. 中国考试,2019(6):32-36
- [7] 教育部考试中心. 素养导向新举措,能力考查新突破——2018年数学高考试题评析[J]. 中国考试,2018(7):8-12
- [8] 赵轩,任子朝,陈昂. 高考数学科批判性思维考查研究[J]. 数学通报,2019,58(12):38-42
- [9] 任子朝,赵轩. 高考试题创新设计的研究与实践[J]. 中学数学教学参考(下旬),2019(7):2-5
- [10] 教育部考试中心. 以真情实景落实“五育并举”,以理性思维践行“立德树人”——2019年高考数学试题评析[J]. 中国考试,2019(7):7-10
- [11] 赵轩,任子朝. 中学数学中概率的相关概念辨析——从一道高考题谈起[J]. 数学通报,2018,57(12):1-4