

基于数学核心素养的学习质量评价与考试命题探索

——以“2025年全国高考数学一卷”为例

徐 鹏

南京师范大学附属实验学校, 江苏 南京

收稿日期: 2026年7月21日; 录用日期: 2026年8月21日; 发布日期: 2026年8月31日

摘 要

在教育改革不断深入的背景下, 数学核心素养的培养成为数学教育的重要目标。本文围绕指向数学核心素养的学习质量评价与考试命题展开研究, 且以“2025年全国高考数学一卷”为例, 深入分析数学关键能力评价的相关内容, 包括试题编制的前提性反思、评价模型建构以及命题表的设计等, 同时探讨了测试关键能力的命题策略, 为数学教育评价与考试命题提供有价值的参考。

关键词

数学核心素养, 数学教育评价, 数学试卷命题

Evaluation of Learning Quality and Exploration of Exam Propositions Based on Mathematical Core Literacy

—Taking the “2025 National College Entrance Examination
Mathematics Paper” as an Example

Peng Xu

Nanjing Normal University Affiliated Experimental School, Nanjing Jiangsu

Received: July 21, 2026; accepted: August 21, 2026; published: August 31, 2026

Abstract

Against the backdrop of continuous education reform, the cultivation of core mathematical literacy

has become an important goal of mathematics education. This article focuses on the evaluation of learning quality and exam questions related to core mathematical literacy. Taking the “2025 National College Entrance Examination Mathematics Paper 1” as an example, it deeply analyzes the relevant content of mathematics key ability evaluation, including the prerequisite reflection of question preparation, the construction of evaluation models, and the design of proposition tables. At the same time, it explores the proposition strategies for testing key abilities, providing valuable references for mathematics education evaluation and exam questions.

Keywords

Mathematics Core Literacy, Mathematics Education Evaluation, Mathematics Test Paper Proposition

Copyright © 2026 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. 数学关键能力评价

1.1. 数学关键能力试题编制的前提性反思

1) 从知识导向到素养为重的评价转型

传统教知识考知识的逻辑存在明显问题,其“自变量 = 因变量”的模式不能涵盖教育的全视野,过度突出“教”而导致“育”的缺失。因此,需要转向“教知识考知识 + 关键能力”的评价模式,实现从单纯知识考查向知识与能力综合考查的转变。即在考查知识的同时,注重关键能力的评估。《普通高中数学课程标准(2017 年版)》[1]对学业质量评价作出详细说明,提出重视过程性评价等原则,为评价转型提供了依据。

2) 对数学关键能力的准确把握

高中数学包含数学抽象、逻辑推理、数学建模、数学运算、直观想象、数据分析 6 个核心素养,这些都体现了关键能力的要素;同样,初中数学也有 9 个数学核心素养表现作为关键能力。学业质量的评价应当紧密指向这些关键能力要素。

1.2. 考察数学关键能力的评价模型建构

1) 对测评理论的解析

布卢姆认知领域的评价理论:将认知领域分为知识、领会、运用、分析、综合、评价六个层次,每个层次都有其明确的内涵,为评价学生的认知能力提供了重要的理论依据。

威尔逊的数学学习目标分类:从认知领域和情感领域进行划分,认知领域包括计算、领会、运用、分析等一级指标,每个一级指标下又有若干二级指标,情感领域则涉及态度、兴趣、动机、自我概念等方面,较为全面地涵盖了数学学习的目标。

2) 考察数学关键能力的一种模型建构

提出关键能力三级水平模型,包括知识理解(一级水平)、知识迁移(二级水平)和知识创新(三级水平)。

知识理解:要求了解知识产生的缘由、形成的结果,掌握基本事实和结论,形成基本技能,能够解决数学基本问题。

知识迁移：能够将知识迁移到不同情境中，解决与知识相关的现实情境、数学内部不同情境以及不同学科情境的问题，能够解决需要多种知识和方法介入的常规性复杂问题，并能在情境中提出问题、建立数学模型并分析解决。

知识创新：能够灵活运用知识和方法解决探究性、开放性等非规定性问题，生成超越教材规定内容的数学知识，对数学问题进行变式、拓展和推广，提出富有见解的猜想并进行证伪和证实，能够用数学思维方式观察和分析事物，形成严谨的数学思维。

3) “三级水平模型”与布卢姆、DOK 等理论的异同

与布卢姆认知领域评价理论的对比，两者均以“知识掌握－能力提升”为核心脉络，布卢姆的“知识－领会－运用－分析－综合－评价”六级分类与三级水平模型的“知识理解－知识迁移－知识创新”三级水平，均体现了从低阶到高阶的认知发展逻辑，且都强调对知识应用能力的考察。与 DOK (深度认知水平)理论的对比，两者均关注认知的“深度”而非“难度”，DOK 的“回忆与再现－技能与概念－策略性思维－拓展性思维”四级水平，与三级水平模型同样体现了从简单应用到复杂创新的递进，且都强调情境对能力的影响。

从划分维度角度而言，布卢姆理论侧重认知过程的“操作层级”(如“领会”强调对知识意义的把握，“分析”强调拆解信息的能力)；三级水平模型则以“知识生成机制”为核心(如“知识迁移”强调跨情境应用，“知识创新”强调突破现有知识框架)。从学科针对性角度而言，布卢姆理论是通用认知框架，适用于所有学科；三级水平模型紧密结合数学学科特点，将六个核心素养(如数学抽象、逻辑推理)嵌入各水平，明确了数学关键能力的具体表现(如“数学抽象”在一级水平表现为“理解基本概念”，三级水平表现为“抽象出新概念和猜想”)。从实践导向角度而言，布卢姆理论对高阶认知(如“评价”)的界定较模糊；三级水平模型通过具体数学任务(如“解决非常规问题”“构建新模型”)。

从情境关联角度而言，DOK 理论中的“情境”更多是任务复杂度的载体；三级水平模型将“情境”与数学核心素养深度绑定(如“知识迁移”明确要求解决“现实情境、跨学科情境问题”)，强调数学与现实的联结。从能力整合角度而言，DOK 侧重单一任务的认知深度；三级水平模型强调多能力协同(如“知识创新”需同时调动数学建模、逻辑推理等能力)，更符合数学问题解决的综合性特点[2]。

4) 三级水平模型的优越性与适用场景

三级水平模型学科适配性强，针对数学核心素养设计，明确了“数学抽象”“数据分析”等能力在各水平的具体表现，避免了通用理论的模糊性；三级水平模型操作性强，通过“知识理解－迁移－创新”的递进路径，结合具体数学任务(如“构造证明”“提出猜想”)，便于教师设计教学目标和命题细目表；且三级水平模型兼顾过程与结果：既关注知识掌握(一级水平)，也强调动态应用(二级)和创新生成(三级)，符合素养导向的评价需求[3]。

三级水平模型适用于数学学科的学业质量评价、考试命题(如高考数学)及日常教学诊断，尤其适合需要衡量学生“用数学解决真实问题”能力的场景。

5) 对高中《数学课程标准》评价框架的解析

该评价框架从情境与问题、知识与技能、思维与表达、交流与反思四个维度，对数学核心素养的三个水平进行划分[4]。然而，在实际应用中存在问题：水平之间的刻画存在重叠，熟悉情境、关联情境、综合情境的界限难以准确把握，且它们的难度不一定逐渐上升，导致实践中操作不便(见表 1)；三个水平分别对应高中毕业、高考、高校自主招生的要求，使得教学目标设定困难，无法满足不同学生的需求；考试命题难以界定核心素养的水平，当一道题目在不同维度呈现不同水平时，难以确定其考察的核心素养水平，也难以合理评判一套试题对 6 个数学学科核心素养及三种水平试题的分布合理性[5]。

Table 1. Level 3 classification table
表 1. 三级水平划分表

	情境与问题	知识与技能	思维与表达	交流与反思
水平 1	熟悉的情境	了解、知道、掌握、体会、感悟	了解、感悟、体会	
水平 2	关联的情境	理解	理解、感悟、体会	
水平 3	综合的情境	感悟、掌握、理解	感悟、把握、理解	

1.3. 数学关键能力评价命题表

1) 高中考试命题结构表

设计数学试卷时，应先列出命题细目表，该表包含数学六个关键能力、每种能力的水平、考察的数学内容和题目的数量。通过试卷中勾的分布可以判断一份试卷是否考量到了 6 种关键能力。利用此表能分析某道题目考查的能力及水平，在相应位置画勾，同时由于把考察学生关键能力作为主要目标，内容的覆盖面指标可适当淡化。测查一级、二级、三级水平的题目分布可定为 6:3:1 (见表 2)。

Table 2. Structure table of high school exam propositions
表 2. 高中考试命题结构表

核心素养	数学抽象			逻辑推理			数学建模			直观想象			数学运算			数据分析			题目领域	
水平	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	函数	代数与几何
题 1																				
题 2																				
题 3																				
...																				
题 n																				

2) 命题结构表：源于双向细目表的改进

命题结构表源于传统“双向细目表”，均以“考察内容”和“能力水平”为核心维度，旨在确保试卷的系统性和针对性。

命题结构表聚焦关键能力，淡化“内容覆盖面”，以数学六个核心素养(数学抽象、逻辑推理等)为横向维度，替代传统的“知识点”罗列，突出素养导向。且明确水平分层纵向维度采用三级水平模型(知识理解 - 迁移 - 创新)，并规定 6:3:1 的题目分布比例，使能力考察的梯度更清晰。从整合情境与任务角度而言，命题结构表将“情境类型”(如熟悉情境、综合情境)与各能力水平绑定，避免传统细目表中“知识与情境脱节”的问题(如在“知识迁移”水平中，明确要求考察“跨学科情境问题”)。且命题结构表操作性增强，通过“勾记法”标记每道题考察的能力及水平(如某题在“逻辑推理 2 级”和“数学运算 1 级”画勾)，便于快速分析试卷的能力分布合理性[6]。

2. 2025 年全国高考数学试卷 1 命题结构分析

Table 3. Table of proposition Structure for the 2025 national college entrance examination mathematics test paper 1
表 3. 2025 年全国高考数学试卷 1 命题结构表

核心素养	数学抽象			逻辑推理			数学建模			直观想象			数学运算			数据分析			题目领域		
水平	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	函数	代数与几何	概率与统计
题 1													√						√		
题 2				√									√						√		
题 3				√																√	
题 4										√			√						√		
题 5				√									√						√		
题 6								√						√						√	
题 7								√		√				√						√	
题 8		√																	√		
题 9										√										√	
题 10					√									√					√		
题 11						√								√					√		
题 12				√									√							√	
题 13				√										√					√		
题 14					√									√		√					√
题 15														√		√					√
题 16						√									√				√		
题 17							√							√						√	
题 18						√									√					√	
题 19			√			√									√				√		
合计	1	1	5	2	4	1	2			1	2		5	8	3	2			10	7	2

Table 4. Overall situation of the assessment of core mathematical literacy in the 2025 National College Entrance Examination Mathematics Test Paper 1

表 4. 2025 年全国高考数学试卷 1 对数学核心素养考察的总体情况表

核心素养	总次数	水平 1	水平 2	水平 3
数学抽象	2		1	1
逻辑推理	11	5	2	4
数学建模	3	1	2	
直观想象	3	1	2	
数学运算	16	5	8	3
数据分析	2		2	
总计	37	12 (33%)	17 (46%)	8 (21%)

由表 3、表 4 可以清晰的看出这套试卷总共考查核心素养 37 个点，水平 1 有 12 个点，占比 33%，水平 2 有 17 个点，占比 46%，水平 3 有 8 个点，占比 21%，水平分布基本上是合理的。但水平 1 数量略显小，水平 2 数量略显大。因此，题目总体难度略显大。

数学抽象考查 2 次，数学建模考查 3 次，直观想象考查 3 次，数据分析只考了 1 道概率题和 1 道统计题，这四种核心素养的考查较弱。因此，该试卷在数学核心素养的考查方面存在缺陷。

3. 测试关键能力的命题策略

3.1. 适当加入情境性问题

结合新高考改革案例，如选考科目“赋分制”相关题目，考查学生对数据观念、运算能力和应用意识的掌握。此类题目将数学知识与现实情境结合，只要学生对统计图概念有良好掌握，就能较容易解决问题，重点考查数据观念。

3.2. 适当加入探究性问题

1) 探究型问题的形式

开放性问题：属于结构不良问题，包括结论不唯一或不明确、条件不充分、条件冗余等情形，学生需要通过推理寻找结论或补充、选择条件解决问题。

推广性问题：在解决问题的基础上，将特殊情形推广为一般情形。

变式性问题：改变问题的条件或对图形进行运动变化产生新的结论。

2) 构造开放题的方式

可以对结构良好问题进行加工改造，如加强或减弱条件使目标不清晰或结论不唯一，增加条件个数使问题变成条件冗余型，删除原题结论使目标不明确等。以四叶草曲线和勾股定理相关的开放性问题为例，分别考查了学生的数学抽象、逻辑推理、直观想象等核心素养，根据学生提出问题的深度和解决问题的能力，可以判断其核心素养达到的水平。

3.3. 适当加入新定义问题

新定义问题中的概念是教材中没有的，需要学生具备一定的数学素养去理解并解答问题，主要考察学生的数学抽象、逻辑推理和直观想象能力。如八省联考中关于曲率的题目，学生需要读懂曲率的定义，运用相关知识进行推理和计算，根据学生对定义的理解和抽象程度，以及推理过程的复杂程度，可以判断其核心素养水平。

3.4. 适当加入通性通法问题

命题时可将具有一般意义的结论特殊化得到试题，这启示教学中可以将题目推广为一般情形，或进行从一般性问题解答到特殊性问题解答的训练。通过具体案例，如奇函数与导数结合、定义在特定区间上的函数满足特定条件的相关题目，归纳出构造 $y = [f(x) \pm g(x)]$ 型可导函数模型的通法，包括导数和差时构造相应的和差型函数。

4. 结论

基于数学核心素养的学习质量评价与考试命题是数学教育改革的重要方向。通过对数学关键能力的准确把握和科学评价模型的建构，以及合理设计命题策略，能够更好地考查学生的数学核心素养，为数学教育教学提供有力的导向和支持，促进学生数学素养的全面提升和发展。在未来的教育实践中，还需要不断探索和完善评价与命题体系，使其更加符合教育发展的需求和学生成长的规律。

参考文献

- [1] 喻平. 数学核心素养评价的一个框架[J]. 数学教育学报, 2017, 26(2): 19-23+59.
- [2] 董林伟, 喻平. 基于学业水平质量监测的初中生数学核心素养发展状况调查[J]. 数学教育学报, 2017, 26(1): 7-13.
- [3] 喻平. 学科关键能力的生成与评价[J]. 教育学报, 2018, 14(2): 34-40.
- [4] 喻平, 赵静亚. 数学核心素养中品格与价值观的评价指标体系建构[J]. 课程·教材·教法, 2020, 40(6): 89-95.
- [5] 陈蓓, 喻平. 高中生数学核心素养的评价研究[J]. 数学通报, 2021, 60(8): 16-21+42.
- [6] 喻平, 董林伟, 郭庆松. 中学生数学品格与价值观的问卷设计[J]. 数学教育学报, 2021, 30(4): 12-18.