

初中数学学业水平考试中非数学情境 试题的命制

刘芳

摘要：基于非数学情境试题的特征，对试题命制的理念和设计思路进行了分析，并从教学评一致性的角度提出了命制建议。试题命制应结合现实生活背景，促使学生综合运用数学知识解决问题。在立意、情境和设问方面，试题应呼应课程标准的要求，创设符合“认知真实”取向的情境，聚焦学生的应用意识，全面考查学生的数学思维与逻辑能力，确保教学评一致性。

关键词：非数学情境；命制理念与思路；教学评一致；命题建议

《义务教育数学课程标准（2022 年版）》（以下简称《课程标准》）有 29 处提及“跨学科学习”，171 处提及“情境”，21 处提及“真实情境”。《课程标准》明确初中学业水平考试的试题命制要“创设合理情境^[1]。根据考查意图，结合学生认知水平和生活经验，设计合理的生活情境、数学情境、科学情境，关注情境的真实性，适当引入数学文化”。其中涉及三种常见的情境：数学情境、生活情境、科学情境，不妨将常规的数学情境之外的两种情境统称为非数学情境。在初中学业考试中适当命制非数学情境试题，既可以体现上述教学和评价新要求，同时也为教师开展情境教学提供参考实例和研究方向。

如何高质量地命制非数学情境试题值得研究。本文将对初中数学学业水平考试中的非数学情境试题的命制进行阐述。

一、数学情境试题与非数学情境试题的区别

数学情境试题通常以数学知识为背景和考查对象。如例 1 所示，一道题目要求学生比较有理数的大小，考查的是“有理数大小比较法则”的应用。特别是，当比较两个负数的大小时，需要理解“两

个负数比较大小，绝对值大的数反而小”的规则。试题命制直观，是对知识点的直接考查。

【例 1】下列四个数中，最小的数是（ ）

A. -1 B. -2 C. 0 D. 1

与此相对，非数学情境试题将数学知识融入到实际生活中，要求学生运用数学原理解决现实问题。相同的知识点，可以换一种情境进行命题。如例 2 和例 3，将手机信号强度和冰箱温度设置作为试题背景，虽然同样是对“有理数大小比较法则”应用的考查，但学生需要运用数学知识来解释和解决实际问题。

【例 2】手机信号的强弱通常采用负数来表示，绝对值越小表示信号越强（单位：dBm），则下列信号最强的是（ ）

A. -50 B. -60 C. -70 D. -80

【例 3】家用冰箱冷冻室的温度需控制在 -4°C 到 -24°C 之间，则可将冷冻室的温度设为（ ）

A. 0°C B. -3°C C. -18°C D. -25°C

这种命题情境的转变特点是题干和素材从单一的数学领域转向丰富生动的生活情境，考查目标也从单一的数学知识考查转向数学知识的应用考查。这就要求学生有意识地利用数学概念、原理和方法解释现实世界中的现象和规律，解决现实

作者简介：刘芳，浙江省衢州市教育局教研室，正高级教师，特级教师。

基金项目：2023 年浙江省衢州市省特级教师专项课题“基于教材跨学科内容的初中数学项目学习研究”（QZT2306）的阶段成果。

世界中的问题。通过这种方式, 数学的“解题”转向在实际中“解决问题”, 从而使数学的应用更加自然和有意义。

二、非数学情境试题的命制理念

(一) 坚持素养导向的试题命制

素养导向的教育理念强调学生的全面发展, 这一理念下的非数学情境试题命制应着重考查学生对现实世界的观察、思考和表达能力。在命题过程中, 应充分创设生活、文化和科学等背景情境, 以引导学生综合运用数学知识解决实际问题。试题需要在问题的设计上彰显育人价值, 通过设定问题进行定量测评, 全面考查学生的行为表现, 从而实现核心素养的落地。

例如, 核心素养中的“应用意识”体现了学生对现实问题的理解和解决能力。设计相关问题情境时, 试题应该通过不同的生活或科学背景, 将核心知识应用于情境分析, 从而考查学生的行为表现。比如在例 2 和例 3 中, 虽然两者情境不同, 但都指向了相同的数学知识应用, 全面考查了学生的“应用意识”核心素养。这种命题方式确保了非数学情境试题不仅能测评学生的知识掌握情况, 还能启发他们用数学的思维和语言解决实际问题, 为学生的全面素养发展提供有力保障。

(二) 立足真实情境的试题命制

真实情境即“认知真实取向”的情境, 可以直接取自现实世界, 也可以是经过精心设计的模拟情境。这类情境应具有复杂性和非良构性, 只要能够让学习者在情境中获得真实的认知体验, 不必过分在意情境是否物理真实。根据情境与现实世界的关联程度, 情境的真实性可划分为三个水平(见图 1): 构造式、准真实和完全真实。



图 1 三水平情境真实性水平分析框架

在“认知真实取向”的基础上, 非数学情境试题的命制可以根据考查的素养水平创设不同真实程度的情境。

【例 4】某公司 5 名员工在一次义务募捐中的捐款额为(单位: 元): 30, 50, 50, 60, 60。若捐款最少的员工又多捐了 20 元, 则分析这 5 名员工捐款额的数据时, 不受影响的统计量是()

- A. 平均数 B. 中位数
C. 众数 D. 方差

例 4 构造了一次募捐活动的情况, 旨在考查学生对统计量的理解及统计量与原始数据之间关系的掌握, 不需要学生经历完全真实的数据分析的收集和整理过程。它通过高度模拟现实情境呈现复杂问题, 是典型的“构造式情境”问题。

【例 5】衢州飞往成都每天有 2 趟航班。小赵和小黄同一天从衢州飞往成都, 如果他们可以选择其中任一航班, 则他们选择同一航班的概率等于_____。

例 5 情境取材于航班班次, 旨在考查学生对“等可能性”概念的理解及概率计算。学生需结合实际生活情境, 理解如“摸球”“转盘”或“抛硬币”等概率模型。这是一个典型的“完全真实情境”问题, 考查学生对现实生活中的概率模型理解与应用。

(三) 凸显学科育人的试题命制

非数学情境试题的命制应该充分体现数学学科的育人价值。侧重通过试题设计, 培养学生在现实情境中运用数学知识的能力。命题时, 需要围绕核心素养的要求, 将试题与科学、生活等背景相结合, 从而全面考查学生在数学应用方面的综合素养。

在命题过程中, 试题设计应突出数学学科的“三会”表现, 即会观察世界、会思考世界和会表达世界。借助具有实际意义的非数学情境, 引导学生在生活化的场景中分析问题、构建模型并得出合理的解决方案, 使他们能够逐步掌握数据分析、逻辑推理、模型观念等重要技能, 逐步实现数学学科的育人价值。

三、非数学情境试题的设计思路

《课程标准》在课程实施的评价建议部分要求学业水平考试的试题命制应明确考查意图、创设合理情境、设置合理问题，即学业水平考试命题需具备三个要素：立意，情境，设问（见图 2）。

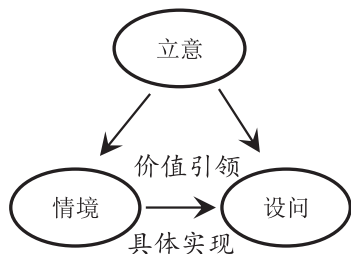


图 2 学业水平考试命题三要素

情境是试题的重要载体，也是设问的具体化实现，试题情境是为问题设计服务的，需要把问题与情境相结合，强调知识的应用。非数学情境试题的设计也不例外：找到一个真实情境，提出一个有意义问题，借助数学模型（符号、数式、方程、函数、图象等）建立数学与现实世界之间的联系，将非数学的情境向数学问题转化和呈现，以设问来创设任务引导学生综合运用自身已有经验（多学科、多角度）解决问题。下面以具体的命题过程来说明非数学情境试题的设计思路。

【例 6】视力表中蕴含着很多数学知识，如：

每个“E”形图都是正方形结构，同一行的“E”是全等图形且对应着同一个视力值，不同的检测距离需要不同的视力表。

素材 1 国际通用的视力表以 5 米为检测距离，任选视力表中 7 个视力值 n ，测得对应行的“E”形图边长 b （mm），在平面直角坐标系中描点如图 6.1。

探究 1 检测距离为 5 米时，归纳 n 与 b 的关系式并求视力值 1.2 所对应行的“E”形图边长。

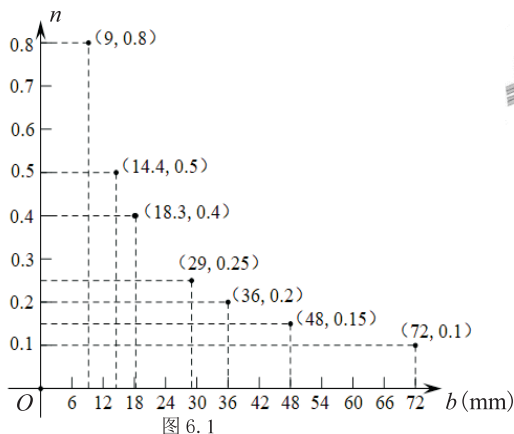


图 6.1

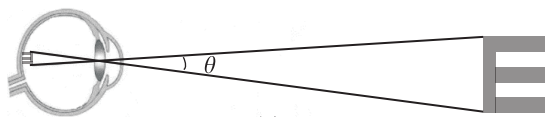


图 6.2

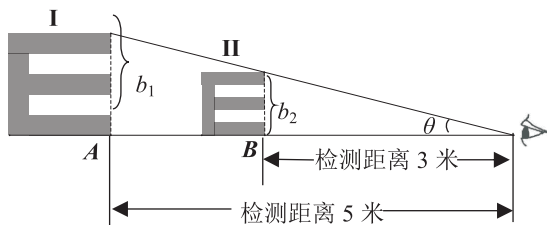


图 6.3

素材 2 图 6.2 为视网膜成像示意图，在检测视力时，眼睛能看清最小“E”形图所成的角叫做分辨视角 θ 。视力值 n 与分辨视角 θ （分）的对应关系近似满足 $n = \frac{1}{\theta}$ ($0.5 \leq \theta \leq 10$)。

探究 2 当 $n \geq 1.0$ 时，属于正常视力，根据函数增减性写出对应的分辨视角 θ 的范围。

素材 3 如图 6.3，当 θ 确定时，在 A 处用边长为 b_1 的 I 号“E”测得的视力与在 B 处用边长为 b_2 的 II 号“E”测得的视力相同。

探究 3 若检测距离为 3 米，求视力值为 1.2 时对应行的“E”形图边长。

例 6 所选用的科学情境包括了医学、物理学、生物学，原始素材包括：标准对数视力表的图

片、标准对数视力表制作的国家标准、视力检测中的最小分辨视角原理、若干视力检测原理及视

力表发展历史的学术论文。

视力表的素材非常丰厚繁杂，包括每个“E”形图的结构特征、视力表中小数读数与对数读数的关系、小数视力值与最小分辨视角的关系、相邻两行视标的大小关系、小数视力值与相应的视标大小关系、不同检测距离下相同视力所对应的视标大小关系等。

为了从中撷取最核心和有意义的问题进行设问，应回到思考的起点——题目立意。此题立意是通过该试题的解决，让学生了解视力表的制作原理，感受数学与其他学科的密切联系，突出数学模型在解决问题中的重要作用，同时通过这样的试题，让学生经历“发现问题—提出问题—分析问题—解决问题”的数学学习过程，积累“发现

和提出问题”的宝贵经验，考查在实践中灵活运用数学知识和思想方法，彰显培养“科学精神”和“学会学习”两大素养的学科育人功能。

因此，该试题在问题串的设计上需指向视力表的检测原理，分别揭示医学中“视力值与对应视标大小的关系”，生物学中“视力值与最小分辨视角的关系”，物理学中“视标大小与检测距离的关系”，实现对“函数模型的探究”“函数关系的应用”“相似原理的应用”等数学核心知识的考查，导向“模型观念”“推理能力”“运算能力”等核心素养的检测。

总之，非数学情境试题需要立足真实情境，提出有意义的问题，借助数学的符号语言将真实情境转化为数学问题，总体设计思路如图 3 所示。



图 3 非数学情境试题命制思路

四、非数学情境试题的目标

非数学情境试题的创编应以达成教学评一致为目标和准则。华东师范大学的崔允漷教授指出，“教—学—评一致性的根本遵循是核心素养导向的育人目标。教学必须从课程标准和教材出发，并通过考试评价回到课程标准，最终形成课程改革路径的‘大闭环’”^[2]。这种一致性要求试题设计与课程标准保持一致，并在评价中强调对核心素养的考查。

以“模型观念”的考查为例，文中例 6 的第一个探究活动指向建模的过程：收集数据、描点连线、归纳模型、求解模型、验证模型并应用模型。这样的考查形式旨在呼应《课程标准》和《浙教版初中数学教材》的要求。浙教版教材中涉及“建模过程”的例题有两处，分别在八年级上册《5.5 一次函数的简单应用》和八年级下册《6.3 反比例函数的应用》。

在建模过程中，教材中提供的例题强调通过实验和测量，收集足够多的变量数据，并利用图象法在坐标系中描点，判定函数的类型。强调利用数学模型反映数据之间的关系，要求学生在此基础上进行表达式的检测和验证。同时，鼓励学生与同伴交

流模型的准确性，分享对建模方法的理解和反思。在此过程中，教师需注重落实教材中建模过程的相关要求，确保学生从非数学情境中提炼出数学问题，掌握模型的猜想、判断和检验方法，从而培养他们的“抽象能力”和“模型观念”素养。

然而在实际教学过程中，教师往往忽略对上述要求的落实，尤其不重视从非数学情境到数学问题的转化和理解，漠视模型的猜想判断和检验过程，意识不到“抽象能力”“模型观念”素养的培育应落脚在“过程”。而在初中学业水平考试试题的命制中创编非数学情境的函数建模试题能够起到矫正教学的作用，能够将教师的教学导向与课程标准一致的方向。

结合命制理念、设计思路，围绕教学评一致的目标，非数学情境试题在创编的时候，应关注以下几个方面：

应呼应课程标准中关于核心素养的培养要求，通过数学的眼光捕捉现实世界中的非数学情境，将其转化为有意义的数学问题，重点考查学生的数学思维和逻辑能力。例如，通过数学符号、图象和模型，让学生认识生活或科学中的数学结构，并通过问题逐步揭示这些结（下转第 33 页）