

# 小学高段数学教学中数学建模素养渗透策略实证研究

张塞琴

长子县丹朱镇联校

**摘要:** 数学建模素养是义务教育数学课程标准中确定的核心素养之一,其培养要从小学阶段开始。本文以人教版小学高段数学教材为载体,系统阐述了数学建模素养的内涵结构和学段要求,分析了当前教学中建模意识薄弱、过程简略、情境固化等现实问题,进而从情境抽象、模型建构、验证迁移三个方面构建了渗透数学建模素养的教学策略体系,通过准实验设计对策略的有效性进行了实证检验。研究表明,系统化的建模渗透教学可以有效地增强学生的模型意识和问题解决能力。

**关键词:** 小学数学; 数学建模素养; 渗透策略

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2026.01.325

## 引言

数学建模是用数学语言和方法对现实问题进行抽象、求解、解释的过程,是衡量学生数学应用能力的重要标尺。义务教育数学课程标准把模型意识和模型观念纳入核心素养体系,小学高段处在模型意识向模型观念过渡的阶段。人教版小学高段教材中蕴含建模要素的教学内容很多,给建模素养的渗透赋予了丰富的载体。但是,在教学实践中,建模活动常常被简化为应用题解题训练,学生经历的只是套用公式的过程,而不是建构模型的过程。探索小学高段数学教学中数学建模素养的有效渗透策略,用实证研究检验其教学效果,对落实核心素养导向的课程目标具有重要的理论价值和实践意义。

### 一、小学高段数学建模素养的理论基础与内容载体

#### (一) 数学建模素养的内涵结构与学段要求

数学建模素养是指个体从现实情境中抽象出数学问题,用数学符号、公式、图表建立数学模型,用数学方法求解模型,对结果进行解释和验证的综合能力。其内在结构可以分解为情境理解与问题抽象、模型建构与符号表达、模型求解与推理论证、结果解释与模型验证这四个相互联系的认知环节。情境理解与问题抽象要求学生从复杂的现实情境中剥离非本质信息,找出数量关系和空间形式,把生活问题转化为数学问题。模型建构与符号表达要求学生选择合适的数学工具来描述问题结构,把文字语言转化为数学语言。模型求解和推理论证需要学生运用已掌握的运算规则和推理方法得到数学结果。结果解释和模型验证要求学生把数学结果还原到原始情境中检验其合理性,判断模型是否需要修正<sup>[1]</sup>。

义务教育数学课程标准对于建模素养的学段要求是螺旋上升的。第一学段以模型意识的启蒙为主,学生在教师的引导下可以从简单的情境中找出数量关系。第二学段学生要形成初步的模型意识,能根据已知条件用常见的数量关系解决问题。第三学段即小学高段,要求学

生成形成稳定的模型意识,能自主识别复杂情境中的数学结构,用多种表征方式建立模型并验证结果的合理性。以人教版五年级上册简易方程单元为例,学生第一次系统地学习用字母表示未知数、建立等量关系,是算术思维向代数思维的飞跃,方程模型的建立是建模素养培育的主要载体。

#### (二) 人教版小学高段教材中数学建模内容分布

人教版小学高段数学教材中包含数学建模要素的内容可以归纳为数量关系模型、图形几何模型、统计概率模型三大类。数量关系模型主要集中在数与代数领域,包括乘法模型(总价等于单价乘以数量、路程等于速度乘以时间)、分配模型、方程模型。以五年级上册“实际问题与方程”为例,教材编排了从相差关系、倍数关系到组合关系的递进式问题序列,学生经历寻找等量关系、设未知数、列方程、解方程、检验作答的完整建模过程。图形几何模型主要研究图形和几何,包括平面图形周长、面积公式、立体图形体积、表面积公式的推导和应用。以六年级上册“圆的周长”为例,教材引导学生通过测量不同直径圆片的周长来发现周长与直径的比值恒定,进而抽象出圆的周长公式,完整地呈现了从实验数据到数学模型的归纳建模过程。统计概率模型主要研究统计、概率领域,包括平均数、折线统计图、可能性等内容。以六年级下册“鸽巢问题”为例,教材引导学生从具体枚举中发现一般规律,建立鸽巢原理的数学模型并用模型解释生活现象。

### 二、当前小学高段数学建模教学的问题审视

#### (一) 建模意识培育的边缘化与过程简化

部分教师把数学建模等同于应用题教学,认为学生会解答应用题就具备了建模能力,忽略了两者的本质上的区别。应用题教学中问题已经高度结构化,数量关系显性呈现,学生任务只是识别题型并调用对应公式。数学建模要求学生从非结构化或者半结构化的情境中自主找

出变量、建立关系、选择方法、检验结果。以相遇问题为例，应用题教学直接给出两人同时从两地相向而行的完整信息，学生识别为相遇问题后套用公式求解。建模教学只给出两人出发和相遇的简化信息，不给出部分条件，让学生通过模拟演示或画图自行发现速度、时间、路程的关系，经历从无模型到有模型的建构过程。过程简略化是教师为了赶教学进度而压缩学生建模体验的时间，直接进入公式呈现和习题训练，学生失去了在试误中建构模型的经验积累机会。

### （二）问题情境的习题化与建模素材的结构固化

教材中的建模素材在转化为教学任务的时候存在情境窄化、结构固化的问题。部分教师把教材情境图仅仅当作引出知识点的导入素材，进入建模环节后回归到抽象的数字运算上，情境与建模过程相脱离。以五年级上册小数乘法中分段计费问题为例，教材用出租车计价的情境来引导学生理解分段函数模型。如果教学只让学生记住“起步价加超出部分”计价公式，而忽视对计价规则的理解和阶梯函数本质的感悟，那么学生所习得的只是计算技能，而不是函数模型思想。结构固化表现为同一数量关系模型下问题情境的同质化，行程问题只呈现相遇和追及两种标准变式，学生只需识别题型能作答，没有经历将不同情境统一到同一数量关系模型的抽象过程<sup>[2]</sup>。

### （三）学生建模认知起点与教学期待的落差

小学高段学生的抽象逻辑思维还处在发展的初期阶段，建模认知受具体运算阶段心理特征的限制。学生在情境抽象环节容易被非数学信息所干扰，把注意力集中在故事情节上，而忽略了数量关系。符号表达环节学生对用字母表示未知数存在认知障碍，不能理解字母既可以表示特定的未知数，又可以作为运算对象的双重属性。学生在模型验证环节中习惯于把求得的数值代入原题检验计算是否正确，缺少将答案还原到原始情境中去评价其现实合理性的意识。以求人数的实际问题得出非整数结果为例，部分学生不会意识到答案不符合现实而只关注计算是否正确。教师对学生建模认知发展规律的把握不够，教学期待超过学生认知最近发展区，造成建模活动形式化而不能触及素养培育的实质。

## 三、小学高段数学建模素养渗透的教学策略

（一）情境抽象策略：从生活原型到数学问题的转化能力培养

情境抽象是数学建模的开端，它的教学重点是培养学生从复杂现实情境中剥离非本质信息、识别数量关系和空间形式的转化能力。教学实施可以按照感知情境、多元表征、去情境化、抽象这四个阶段的递进模式进行。感知情境阶段，教师以真实生活素材为背景呈现问题，

引导学生在情境中充分感知之后再聚焦数学要素。以分段计费教学为例，教师先呈现租车计价器在不同里程下的金额变化，让学生用语言描述计价规则，建立情境感知后引导学生用表格记录里程和费用的对应关系。多元表征阶段，学生用画图、列表、符号等不同的方式来表征情境中的数量关系，不同的表征方式之间的转换有利于加深对问题结构的理解。以相遇问题为例，学生用线段图表示两地距离和行走方向，用表格记录不同时间点两人已走路程，用符号表示速度和时间的乘积关系，多种表征的协同使用使隐含的数量关系逐渐显性化。去情境化抽象阶段，学生从具体情境中抽象出一般的数量关系，完成从特殊到一般的归纳。以植树问题为例，学生通过画图模拟不同长度的道路在不同的间距下植树的棵数，从数据中归纳出棵数与间隔数的关系，再抽象出两端都栽、一端栽和两端不栽三种模型的一般公式。

（二）模型建构策略：数量关系的多向探寻与结构化表达

模型建构是数学建模的核心环节，教学重点是引导学生经历数量关系的自主发现和数学表达的过程。变式教学策略是改变问题的非本质属性，保持数量关系结构不变，使学生在变化的表象中发现不变的核心结构。以行程问题教学为例，基本模型为路程等于速度乘以时间。变式一改变运动主体，把人换成车或者水流。变式二改变运动方向，把同向替换为相向或背向。变式三改变运动时间，把同时出发改为一先一后。上述变式中数量关系的本质结构不变，学生在变式练习中逐渐剥离情境外壳，触及乘法模型的内核。对比辨析策略把易混淆的数量关系模型并列呈现，引导学生在比较中明晰各自的特征和适用边界。以分数乘法和分数除法应用题对比为例，前者已知单位求部分量，后者已知部分量求单位，两类问题表面相似但数量关系结构完全不同。教师交替出示两类问题，让学生从问题指向、已知未知关系、线段图特征等角度进行区分，在对比中形成模型边界意识。结构化表达策略促使学生把建构的模型用多种方式外显化，用语言描述数量关系、用字母公式表达运算规则、用流程图展示解题步骤、用思维导图梳理模型结构，多元表达既是思维外化的工具也是模型内化的途径<sup>[3]</sup>。

### （三）验证迁移策略：模型应用与反思的深度实践

模型求解之后的验证与迁移，是把建模能力转化为核心素养的重要环节。验证策略分为数学验证和现实验证两个层次。数学验证要求学生把求得的结果代入原模型检验等量关系是否成立，保证计算过程的正确性。现实验证要求学生把结果还原到原始情境中去判断它是否符合生活常理。以购买商品为例，单价应处于合理价格区间内，数量应为非负整数，总价不应超过支付金额。

当验证结果不合理的时候,学生要回溯检查模型建构环节是否存在疏漏,从而加深对模型适用条件的理解。迁移策略分为近迁移和远迁移两个梯度。近迁移指的是同类情境的模型应用,将行程问题模型迁移到工程问题上,两者共享工作效率类比速度、工作总量类比路程的相同结构,学生在类比中发现不同情境共享同一数量关系模型。远迁移指的是跨领域、跨学科的模型应用,把百分数模型迁移到科学课的浓度计算中,把统计图表模型迁移到综合实践课的调查报告中。远迁移使学生体验到数学模型是认识和改造世界的一种普遍工具,从而增强建模学习的意义感。

#### 四、数学建模素养渗透策略的实证研究

##### (一) 研究设计与工具开发

研究使用准实验设计中的非等组前后测设计,选取某小学五年级两个平行班分别作为实验班和对照班。实验班采用融入建模渗透策略的教学,对照班采用常规教学,教学实验持续一个学期。实验班和对照班由同一教师执教,教材版本、课时安排、教学进度相同,以控制无关变量的干扰。研究工具为小学生数学建模能力测评试卷和数学建模学习体验问卷。测评试卷从情境理解与抽象、模型建构与表达、模型求解与验证三个方面来编制试题,试题选取贴近学生生活的非结构化或者半结构化问题,评分采用分项等级评分标准。评分标准每个维度下设四个等级,分别对应模型意识缺失、模型意识萌芽、模型意识形成、模型意识稳固四个发展阶段,评分者经过培训后独立评分,评分一致性信度系数符合测量学要求。问卷从建模兴趣、建模自我效能、建模迁移意识三个方面来编制,采用李克特五点量表的形式。研究开始前对两组进行前测以保证基线水平相当,教学实验结束后进行后测并收集数据。测评实施过程中测试时长、指导语、答题要求三组完全一致,测试后试卷匿名装订由两名评分者分别评阅。

##### (二) 研究结果与讨论

前测结果显示实验班和对照班在数学建模能力各维度上没有显著差异,两组基线水平相当。后测结果表明实验班在情境理解与抽象、模型建构与表达、模型求解与验证这三个方面得分均比对照班高,模型建构与表达维度的组间差异最大。进一步分析可知,实验班高分段学生所占比例明显高于对照班,低分段学生所占比例明显低于对照班,说明建模渗透策略对不同层次的学生都有积极的影响,对中等及偏上学生的促进作用更加明显。结果证明系统化的建模渗透策略对提高学生建模能力有很好的效果,尤其在引导学生发现数量关系、进行数学

表达方面效果明显。问卷数据显示实验班学生在建模兴趣、建模自我效能、建模迁移意识这三个方面后测得分都比对照班高,说明建模渗透策略不仅可以提高学生的建模能力,还可以改善学生对数学建模的情感态度。实验班学生在开放性访谈中普遍认为经过一学期的学习后面对复杂问题不再害怕,可以尝试用画图或者列表的方法分析数量关系,情感态度的转变和能力的提高形成了良性互促。

##### (三) 教学建议与展望

根据研究结论提出如下教学建议。第一,把建模思维过程显性化作为教学设计的基本取向,在教学目标中明确建模素养的培育要求,在教学环节中预留学生自主建模的时间和空间。教师可以设计建模学习单引导学生外化思维过程,学习单包含“我看到的情境是什么”、“我发现的数学信息有哪些”、“我打算用什么方法表示数量关系”、“我的解答是否合理”等引导性问题。第二,依托教材挖掘建模素材并进行适度改造,把封闭的应用题改造为开放的建模任务,增加情境的真实性以及问题的探究性。将购物问题中的单价和数量从直接给出改为让学生从商品标签中自行提取,或将已知条件和未知问题互换要求学生逆向推导,在开放中增强建模体验的完整性。第三,建立建模能力发展的长程评价机制,用课堂观察、作品分析、表现性评价等方式跟踪学生建模素养的发展轨迹。

##### 结语

小学高段数学教学中数学建模素养的渗透,是贯穿小学高段数学教学全过程的一项系统工程。情境抽象策略培养学生从生活到数学的转化眼光,模型建构策略训练学生的结构化表达的数学思维,验证迁移策略发展学生的应用与反思的实践能力。实证研究初步证明了上述策略对学生建模能力以及建模情感的积极影响。数学建模素养的培养不是一朝一夕的,需要教师在长期的教学中有意识、有计划、有层次地渗透建模思想,使学生在经历建模的过程中不仅学会解决问题,更学会用数学的眼光去理解世界。

##### 参考文献

- [1] 庄汉斌. 小学数学建模教学中培育学生核心素养的策略[J]. 新课程, 2025(24): 173-176.
- [2] 郑幼梅. 基于核心素养的小学高段数学建模教学模式实践[J]. 读写算, 2025(22): 31-33.
- [3] 李贤惠. 任务驱动视角下小学高段数学建模教学设计行动研究[D]. 贵州师范大学, 2025.