

The Application and Effectiveness Evaluation of Mathematical Modeling Activities in Junior High School Mathematics Education

Yonghong Zhang

Tianjiabing Middle School, Nantong City, Nantong, Jiangsu, 226011, China

Abstract

Against the backdrop of the transformation of junior high school mathematics education, this study focuses on the application and effectiveness evaluation of mathematical modeling activities to address issues such as the disconnection between knowledge application and real-world contexts in traditional teaching. By integrating algebra and geometry knowledge modules in classroom instruction, combined with after-school practical activities and technological tools for modeling tasks, the research employs methods such as work analysis and empirical comparison. The findings indicate that modeling activities significantly enhance students' mathematical application skills, innovative thinking, and interdisciplinary integration abilities. The study provides practical evidence for optimizing the structure of junior high school mathematics education and constructing a competency cultivation system, demonstrating practical significance for fostering students' problem-solving abilities.

Keywords

junior high school mathematics; mathematical modeling; core competencies; effectiveness evaluation; teaching practice

数学建模活动在初中数学教育中的应用与效果评估

张永红

南通市田家炳中学, 中国 · 江苏 南通 226011

摘要

在初中数学教育转型背景下,为解决传统教学中知识应用与情境脱钩等问题,研究聚焦数学建模活动的应用与效果评估。通过课堂教学融合代数、几何知识模块,结合课后实践与技术工具开展建模活动,采用作品分析、实证对比等方法,发现建模活动能显著提升学生数学应用能力、创新思维及跨学科整合能力。研究为优化初中数学教育结构、构建素养培育体系提供实践依据,对培养学生问题解决能力具有现实意义。

关键词

初中数学; 数学建模; 核心素养; 效果评估; 教学实践

1 引言

随着初中数学教育向核心素养培育转型,数学建模作为连接知识与现实的桥梁备受关注。其在代数规律探究、几何测量等场景中的应用,可激活学生用数学解决实际问题的能力。如函数教学中引入现实计费模型,几何课程设计路径规划任务,均体现建模对思维的进阶价值。科学评估建模效果需多元维度,探索其应用与评估对提升教育实效性具有重要意义。

2 教学现状与挑战

2.1 教学现状概述

程内容多围绕公式定理展开演绎式教学,如代数领域

对一次函数的讲解侧重解析式变形与图像特征分析,几何教学则聚焦三角形全等判定等理论推导,而将生活中的变量关系、空间测量需求转化为数学模型的教学环节尚未形成完整体系。部分教师虽尝试引入生活案例,如用一元一次方程求解商场满减折扣问题,但建模过程往往局限于“问题翻译—公式套用—结果验证”的简单流程,缺乏对问题中隐含约束条件(如限购数量、价格歧视策略)的深度剖析,也未引导学生对不同建模方案进行比较优化。随着核心素养培育理念的深化,课堂逐渐重视学生思维过程的可视化呈现,通过小组合作分析“打车费用模型”中起步价与里程单价的变量关系,或通过思维导图梳理建模假设的逻辑链条。但在跨学科知识整合方面,数学与物理、经济学的融合仍停留在表面,长周期建模项目的设计与实施较为匮乏,导致学生难以体验从问题界定、数据采集到模型迭代的完整建模周期,综合应用能力的提升受到制约。

【作者简介】张永红,女,中国江苏如皋人,本科,中职教师,从事数学教学研究。

2.2 核心挑战分析

知识传授与情境应用的结构性割裂问题突出，学生在处理“城市交通流量调控”“社区核酸检测点布局”等复杂真实问题时，常因缺乏对问题情境的系统解构能力，难以从多元信息中提炼关键变量并构建数学关联，暴露出“情境抽象—模型构建”思维链的断裂，这种能力断层不仅源于传统教学对建模过程的简化处理，也与真实情境中变量的复杂性未能有效纳入教学场景密切相关^[1]。现行评估仍以纸笔测试为主，侧重模型求解结果的数值准确性，而对建模过程中假设的合理性论证、误差来源的批判性分析等核心能力缺乏量化评估工具。这导致学生形成“建模即解题”的认知偏差，忽视模型优化、跨方案比较等高阶思维的训练，难以建立“动态迭代”的建模思维范式。教师的专业储备与建模教学的时代需求存在显著落差，面对大数据、人工智能等新兴技术渗透的现实场景，部分教师缺乏跨学科知识整合能力与技术工具应用经验，难以设计契合学生生活经验且富有科技感的建模任务。

3 建模活动应用实践

3.1 课堂教学融合

在代数领域，可将“共享单车计费规则分析”转化为分段函数建模任务：引导学生收集不同平台计费数据，抽象出“基础时长+超时单价”的变量关系，通过绘制函数图像对比不同方案的费用差异，既强化一次函数的图像性质，又培养数据解读能力。几何教学中，“校园旗杆高度测量”任务可整合相似三角形与三角函数知识：学生需设计测角仪制作方案，记录仰角数据并构建解直角三角形模型，在误差分析环节探讨测量工具精度对结果的影响，实现几何原理与实践操作的双向渗透。教学过程中嵌入“模型迭代”环节，如针对“最优购物折扣组合”问题，先允许学生用枚举法求解，再引导发现不等式组的优化解法，体现从直观经验到数学抽象的思维进阶，使建模成为知识建构的自然延伸。

3.2 课后实践拓展

设计“家庭能源消耗统计与优化”项目：学生需连续一周记录水、电、燃气用量，运用统计学知识绘制趋势图表，建立能源消耗与家庭成员活动的回归模型，进而提出节能方案并评估实施效果^[2]。此类项目打破学科壁垒，学生需综合物理热值计算、经济成本核算等知识，在数据收集、模型验证过程中培养实证意识。跨班级建模竞赛则通过模拟市政部门决策场景，要求团队运用图论知识设计公交站点布局方案，结合人口密度数据优化线路覆盖效率，最终以可视化建模报告进行成果展示。课后实践特别关注“失败案例”的价值挖掘，如某小组在“自动灌溉系统时间控制模型”中因忽略天气预测变量导致误差，引导学生反思动态模型需纳入实时数据修正机制，深化对建模动态性的理解。

3.3 技术赋能创新

借助 Python 编程工具，学生可对“手机计步数据与卡

路里消耗关系”进行机器学习建模：通过采集一周运动数据，运用线性回归算法训练模型，再用测试集验证预测精度，直观感受算法在处理非线性关系中的优势。几何画板与 VR 技术结合，使“立体几何截面建模”突破空间想象局限——学生在虚拟环境中操作平面切割立方体，实时观察截面形状变化并推导几何性质，形成动态直观的建模体验。大数据平台支持下的“区域空气质量影响因素分析”项目中，学生调用环保部门公开数据，运用 SPSS 软件进行相关性分析，建立多元线性回归模型识别主要污染物来源，技术工具的介入使建模对象从简化情境转向复杂系统。需注意技术应用的适切性：在基础建模阶段仍以手绘图表、公式推导为主，避免过早依赖工具削弱数学思维训练，而在处理高维数据、复杂运算时发挥技术的增效作用，构建“思维主导—技术辅助”的建模生态。

4 效果评估体系构建

4.1 评估指标设计

知识应用维度设置“模型适配度”指标，考察学生能否根据问题特征选择恰当模型，并通过参数设置体现对实际约束条件的考量；思维过程维度构建“假设合理性—变量关联性—验证严谨性”三级指标，在“疫情传播模拟建模”中，评估学生对人群接触频率、隔离措施效果等假设的论证深度，以及对模型输出结果与真实数据的偏差分析能力；创新表现维度关注“跨学科迁移”与“模型优化意识”，如在“智能农业灌溉系统建模”中，学生若能引入气象学降水预测数据修正灌溉时间模型，或通过算法迭代提升水资源利用率，可认定为高阶创新能力表现，团队协作评估设置“角色贡献度”与“冲突解决效率”指标，通过小组建模日志分析成员在数据收集、模型构建、报告撰写中的具体分工，以及对建模分歧的协商处理过程，实现对隐性合作能力的可视化评估。

4.2 实证数据对比

选取某中学两个平行班级开展为期一学期的对比实验：实验班实施“建模融入式”教学（每周2课时专题建模活动），对照班采用传统教学模式。通过前测数据可知，两班在数学基础知识水平（平均分 82.3 vs 81.7）与建模初始能力（作品评估平均分 65.2 vs 64.8）上无显著差异。实验后测显示：实验班在“实际问题数学化”能力（将“快递配送路线优化”转化为图论模型的正确率提升 41%）、“多变量分析”能力（处理含 3 个以上影响因素的建模任务成功率达 73%，较对照班高 28%）方面表现突出^[3]。在创新思维测试中，实验班学生提出非传统建模思路的比例（58%）是对照班（23%）的 2.5 倍，且模型优化方案的平均迭代次数多 1.2 次。问卷调查数据表明，实验班 89% 的学生认为建模活动提升了“用数学解决生活问题的信心”，76% 能主动在其他学科作业中尝试建模方法。追踪分析发现，实验班学生在后续几何综合题解答中，运用建模思维分解复杂问题

的策略使用率达 67%，显著高于对照班的 32%，印证建模教学对长效思维能力的迁移效应，实验班在基础计算题型的得分增速（+8.2%）与对照班（+7.9%）无显著差异，表明建模教学未削弱基础知识掌握，而是通过实践应用实现了知识与能力的协同发展。

5 教师支持与优化路径

5.1 师资能力建设

教师需构建“学科知识—建模方法论—跨领域认知”三位一体的能力结构：在学科知识层面，通过专题培训强化对函数、统计等核心知识的建模应用理解，例如掌握“二次函数模型在体育抛物线运动分析中的参数修正方法”；在建模方法论层面，组织教师参与“真实问题建模工作坊”，系统学习从问题界定、假设提出到模型验证的全流程技术，如运用“鱼骨图”分析建模影响因素、通过“敏感性分析”优化模型鲁棒性；跨领域认知层面，鼓励教师研习物理、工程、数据科学等领域的基础原理，以便设计如“基于杠杆原理的机械效率建模”“城市噪声分贝衰减的指数函数模型”等跨学科任务^[4]。建立“建模教学共同体”机制，通过同课异构教研活动对比不同建模策略的实施效果，如对比“纯数学推导”与“编程模拟验证”两种方式在“复利计算模型”教学中的学生参与度差异，形成可推广的教学范式。同时引入“教师建模能力认证体系”，通过提交建模教学设计案例、指导学生参赛成果等多维评估，激励教师持续提升专业水平。

5.2 技术工具整合

在基础建模阶段，推广使用 GeoGebra 等动态几何软件，支持学生通过拖拽操作探索“图形变换中的不变量”，如在“最短路径问题”中实时验证轴对称模型的正确性；进阶阶段引入 Python 编程与 Excel Power Query，使学生能处理“某区域十年降水量的时间序列分析”等大数据建模任务，通过编写简单算法自动生成相关系数矩阵，直观呈现变量间的关联性强弱^[5]。虚拟现实（VR）技术的应用为空间几何建模带来突破，学生佩戴 VR 设备可在虚拟场景中切割多面体，系统自动生成截面周长、面积数据，辅助构建“三维几何体截面性质”的经验模型。构建“建模资源云平台”，整合各版本教材中的建模案例库、工具使用教程及历年学生优秀作品，支持教师一键调用适配不同知识模块的建模任务。需注意技术工具的使用边界：在培养学生基础建模思维时，优先采用纸笔画图、手工计算等低技术方式，避免过早依赖工具导致数学直觉弱化；在处理高复杂度任务时，发挥技术的运

算与可视化优势，实现“思维训练”与“效率提升”的平衡。

5.3 评价机制优化

过程性评价通过“建模思维档案袋”记录关键节点，如在“校园节水方案建模”中收集学生的问题拆解草图、假设修正记录、小组讨论录音，分析其从“模糊问题感知”到“清晰模型构建”的思维演进路径；表现性评价采用“建模能力展示周”形式，要求学生在限定时间内完成“突发公共事件物资调配模型”等真实情境任务，从模型完整性（40%）、数据解读准确性（30%）、方案创新性（30%）三维度量化评分；发展性评价引入增值评价模型，对比学生在连续建模项目中的能力提升幅度，如从“单变量线性模型”到“多变量非线性模型”的跨越层级，结合认知诊断结果提供个性化反馈。评价主体实现多元化：除教师外，引入学生自评（通过建模反思日志）、同伴互评（基于小组贡献度量表）及行业人士评价（如邀请工程师点评“桥梁承重模型”的工程可行性）。特别关注“错误模型”的价值挖掘，将“误差分析深度”“模型修正策略有效性”纳入评价指标，引导学生理解建模是“不断逼近真理”的动态过程，而非追求唯一正确解的静态结果，切实发挥评价对建模素养培育的导向与促进作用。

6 结语

数学建模活动在初中数学教育中的应用与效果评估，是落实核心素养培育的重要路径。课堂融合、课后拓展与技术赋能构建起立体化教学场景，多元评估指标与实证数据验证其对知识应用、创新思维的提升效能。师资能力建设、技术工具整合与评价机制优化形成持续发展动力，为构建“实践—思维—创新”协同的初中数学教育模式提供支撑，助力学生从知识掌握迈向问题解决能力的全面进阶。

参考文献

- [1] 雷金和.数学建模视角下初中数学综合与实践活动的实施研究[J].数学大世界(上旬),2023,(11):89-91.
- [2] 赵常有.刍议基于学科核心素养的初中数学建模活动设计[J].试题与研究,2023,(16):161-163.
- [3] 李杨.“双减”背景下初中数学建模课后活动设计研究[D].重庆师范大学,2023.
- [4] 牛新荣.初中数学“综合与实践”活动研究——例谈建构主义学习环境下的初中数学建模活动[J].中学数学,2022,(18):92-93.
- [5] 林掌.初中数学“综合与实践”活动研究——例谈问题解决理论下的数学建模活动[J].数学学习与研究,2021,(28):154-155.