

基于高阶思维的高中数学建模活动 教学策略研究

李学娣

河西学院数学学院, 甘肃 张掖

收稿日期: 2026年6月25日; 录用日期: 2026年8月4日; 发布日期: 2026年8月12日

摘 要

高阶思维的培育是高中数学核心素养落地的关键, 数学建模作为连接数学理论与现实世界的重要载体, 是发展学生高阶思维的有效路径。从建模情境为“切入点”、建模过程为“关键点”、模型迭代为“发散点”这三处设计建模活动, 可将高中数学建模教学与学生高阶思维的培养有机结合, 实现知识应用与思维提升的协同发展。

关键词

高阶思维, 数学建模, 数学建模活动, 教学策略

Higher-Order Thinking-Oriented Research on Teaching Strategies of Senior High School Mathematical Modeling Activities

Xuedi Li

School of Mathematics, Hexi University, Zhangye Gansu

Received: June 25, 2026; accepted: August 4, 2026; published: August 12, 2026

Abstract

Cultivating higher-order thinking is the key to implementing core competencies in senior high school mathematics. As a vital carrier bridging mathematical theories and the real world, mathematical modeling serves as an effective approach to fostering students' higher-order thinking. By designing modeling activities centered on three dimensions—taking modeling contexts as the entry point, the modeling process as the core link, and model iteration as the divergent thinking node—

teachers can organically integrate senior high school mathematical modeling teaching with the cultivation of students' higher-order thinking, so as to realize the coordinated development of knowledge application and thinking advancement.

Keywords

Higher-Order Thinking, Mathematical Modeling, Mathematical Modeling Activities, Teaching Strategies

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. 引言

高阶思维又称高级思维或高层次思维，其英文是“higher-order thinking”，简称 HOT [1]。高阶思维的提出始于布鲁姆(B. S. Bloom)的认知领域教育目标分类学，通常将识记、领会和应用作为低阶思维，分析、综合和评价作为高阶思维，相较于低阶思维，灵敏性、深刻性、创新性是高阶思维的主要特征[2] [3]。在教育领域，主要讨论高阶思维的具体维度及要素，以能够在教学中有目标地培养学生的思维能力[4]。首先受到关注的是杜威[5] (John Dewey)对思维发生的解释，他认为思维是在问题的激发下反思 - 生成 - 探究 - 批判解决的过程，且与新手对比，专家的思维中包含更多的反思性活动，他的理论为后续对高阶思维的研究奠定了基础；之后布鲁姆参与研制《教育目标分类学》并发表相关著作，提出“高阶思维”概念，将认知分为 6 级，归“识记、领会、应用”为低阶，“分析、综合、评价”为高阶。此后，高阶思维受到了众多学者的关注[6]。由于操作性强，布鲁姆的教育目标分类法成为当时教学与评价的标准范本。

数学建模是对现实问题进行抽象、简化、假设、求解、检验与修正的完整思维过程，是“用数学眼光观察世界、用数学思维分析世界、用数学语言表达世界”的具体体现，与高阶思维的培养要求高度一致。数学建模活动的开展，不仅能提升学生的数学应用能力，更能在问题转化、逻辑推理、创新优化的过程中，锤炼学生的高阶思维[7]。当前高中数学建模活动教学中，北京大学附属中学的张思明老师为激发学生的创造力，自 1993 年起探索中学数学建模，并在之后的几年将这一探索扩展为包含五种活动的课题学习。张思明老师及其团队曾以“磁带问题”为例，在初、高中各选取了一个年级进行数学建模的实践探究[8]。研究发现，学生自主提出问题的能力对数学建模教与学至关重要。当学生提出问题的能力较弱时，教师应着力引导，并且在求解问题过程中给予学生更多自由度。纪雪颖选取“菠萝中的数学”一例，通过实验研究和调查分析，探究了上海市百名高中生的数学建模能力与其数学学业成绩的联系[9]。

综合前文梳理与分析可知，现有研究已从多元视角围绕高阶思维、高中数学建模教学展开系列基础性探究。但是，在当前的研究中，高阶思维与数学建模的关联研究较为泛化，未能厘清二者各核心维度的精准对应关系，导致思维培养与建模流程出现脱节的问题；同时聚焦高阶思维的教学设计相对匮乏，现有设计多侧重建模方法的传授，既未实现教学目标的分层设定与评价适配，也缺乏贴合课标要求的系统框架，学生也难以体会建模的价值与乐趣[10] [11]。这种现象背后的根本原因是教师对高阶思维导向下数学建模教学的策略研究不够深入，本文从下面三个方面谈一下如何通过建模活动设计促进学生高阶思维的培养。

2. 在建模情境“切入点”设计活动，引导问题转化，增强思维的灵敏性

建构主义教学观认为，有效的教学应从学生原有的知识基础和生活经验出发，通过创设真实、具体的问题情境，引发必要的认知冲突，引导学生主动发现问题、转化问题，关注学生真实的思维活动，让学生在自主建构数学模型的过程中增强思维的灵活性与关联性，促进高阶思维能力的提升。数学建模源于现实、用于现实，真实的情境是建模活动的起点，也是激发学生思维活力的关键[12]。

案例 1：苏教版“函数的应用(第 1 课时)”

为培养学生的建模意识，需要将函数知识与现实问题结合起来，引导学生体会“现实问题→数学问题→数学模型→模型求解→实际检验”的建模流程。教材中通过简单的实际问题引入函数应用，学生虽能掌握基础的建模步骤，但难以体会建模的价值，思维多停留在套用公式的低阶层面。因此，本节课从学生熟悉的校园生活场景入手，结合学生已学的一次函数、二次函数、指数函数知识，设计贴合生活的建模情境，引导学生主动完成问题转化，体会建模的核心思想。基于这样的思考，设计如下建模活动：

活动 1：校园周边奶茶店定价策略建模

某奶茶店在校园周边经营，经过一段时间的统计发现，奶茶的售价与销量之间存在一定的关联：当售价为 12 元/杯时，日均销量为 80 杯；售价每提高 1 元，日均销量减少 5 杯；售价每降低 1 元，日均销量增加 10 杯。奶茶的成本为 6 元/杯，若不考虑其他因素，如何定价才能使日均利润最大化？

师：这是我们生活中常见的利润问题，大家思考一下：

- (1) 这个问题中包含哪些变量？哪些是自变量，哪些是因变量？
- (2) 我们需要解决的核心问题是什么？

师生活动：师引导学生梳理问题中的关键信息，明确售价、销量、利润三个核心变量，分析三者之间的数量关系，同时识别竞品价格、浮动成本、营销活动等约束变量，分析多变量之间的联动数量关系；引导学生回忆利润的计算公式，尝试用数学语言表示这种关系，尝试用数学语言量化变量关联，将复杂的现实经营问题转化为多元约束下的函数最值问题。

设计意图：从校园周边奶茶店定价这一真实情境切入，激发学生的探究兴趣，叠加市场竞争、成本波动、营销策略等多重现实复杂约束，打破单一理想化建模场景，提升案例的开放性与探究性。引导学生从实际问题中筛选关键变量、分析变量关系，完成“现实问题→数学问题”的转化。在这一过程中，培养学生的数学抽象能力，增强学生思维的灵敏性，让学生体会建模与生活的紧密联系，树立“用数学解决实际问题”的意识。

活动 2：校园停车位优化建模初探

校园停车位紧张，高峰期(如上学、放学时段)拥堵明显。请同学们观察校园停车位的分布、车辆到达与离开的规律，思考：

- (1) 影响校园停车效率的因素有哪些？如何用数学语言描述这些因素？
- (2) 若要设计最优的停车方案，我们需要做出哪些合理的假设？

师生活动：学生分组观察校园停车现状，记录相关数据(如停车位数量、车辆到达速率、车位周转率等)，讨论影响停车效率的关键因素；教师适当引导，帮助学生梳理变量之间的关联，结合校园实际场景做出合理假设(如高峰期车辆到达速率恒定、车位周转率稳定、无临时占道情况等)，剔除极端干扰因素，为后续精准建模奠定基础。

设计意图：让学生亲身参与情境观察、数据收集、假设提炼的过程，进一步强化问题转化能力，培养学生的观察分析能力与逻辑思维能力。通过开放性的活动设计，让学生主动思考、积极交流，增强思维的灵活性与关联性，为高阶思维的培育奠定基础。

3. 在建模过程“关键点”设计活动，促进探究论证，增强思维的深刻性

数学建模的核心是“建模”过程，即从问题转化到模型构建、模型求解、模型检验的完整流程。这一过程是学生思维深化的关键，教师应在建模过程的“关键点”（如：假设提炼、模型构建、检验修正）处搭建阶梯式活动，设计梯度化问题，引导学生自主探究、逻辑论证，避免直接灌输模型模板，让学生在逐步探究中突破认知障碍，体会建模的思维方法，增强思维的深刻性。

案例 2：苏教版“数列的应用(第 2 课时)”

“递推模型”是高中数学建模的重要类型之一，广泛应用于人口增长、资金复利、产量变化等实际问题中。教材中通过简单的递推问题引入模型，直接给出递推关系式，学生难以体会递推模型的生成过程，思维多停留在“代入计算”的低阶层面。通过追溯递推模型的应用历史，发现其最早应用于人口统计、粮食产量预测等领域，核心思想是“通过相邻项的关系描述变化规律”。结合历史相似性理论，学生对递推模型的理解需要经历“观察 - 归纳 - 猜想 - 验证”的过程，基于这样的思考，设计如下阶梯式建模活动：

活动 1：粮食产量预测建模

某农场 2023 年的粮食产量为 1000 吨，根据近几年的产量数据发现，每年的产量比上一年增长 10%，假设这种增长规律保持不变，试解决以下问题：

- (1) 2024 年、2025 年的粮食产量分别是多少吨？
- (2) 第 n 年的粮食产量与第 $n-1$ 年的产量之间有什么关系？请用递推关系式表示。
- (3) 能否根据递推关系式，推导第 n 年粮食产量的通项公式？

师生活动：学生先代入数据计算前两年的产量，通过观察逐年产量数据的变化规律，归纳提炼相邻两年产量的递推关系式；教师引导学生回忆等比数列的定义与性质，结合递推关系式逐步推导通项公式，体会“递推关系→通用通项”的数学转化思想；学生自主代入数值验证通项公式的准确性。

设计意图：从简单的产量预测问题入手，引导学生逐步探究递推模型的生成过程，在观察、归纳、猜想、验证的过程中，培养学生的逻辑推理能力。通过阶梯式的活动设计，让学生逐步突破“递推关系式提炼”“通项公式推导”这两个关键点，增强思维的深刻性，体会建模过程的严谨性。

活动 2：分期付款问题建模

某同学计划购买一台价值 6000 元的学习机，采用分期付款的方式，每月还款一次，分 12 期还清，月利率为 0.5%，每期还款金额相同。请同学们探究：每期应还款多少元？

问题 1：分期付款的核心是什么？每期还款后，剩余欠款如何变化？

问题 2：设每期还款 x 元，第 1 期还款后剩余欠款是多少？第 2 期、第 3 期呢？请用递推关系式表示剩余欠款与期数的关系。

问题 3：如何根据递推关系式，推导每期还款金额 x 的计算公式？

师生活动：学生分组讨论分期付款的还款规律，梳理剩余欠款与期数、每期还款金额、月利率之间的关系；教师引导学生提炼递推关系式，结合等比数列求和公式推导还款金额的计算公式；学生代入数据计算每期还款金额，检验模型的合理性，分析误差来源。

设计意图：以分期付款这一贴近学生生活的问题为载体，通过梯度化问题引导学生深入探究递推模型的应用过程。在这一过程中，学生需要分析变量关系、提炼递推规律、推导计算公式，不仅能提升建模能力，更能锤炼逻辑推理、综合分析能力，增强思维的深刻性，实现从低阶思维到高阶思维的跃升。

4. 在模型迭代“发散点”设计活动，渗透反思评价，增强思维的创新性

高阶思维的核心是创新与评价，数学建模活动并非“一建了之”，而是需要通过模型迭代、反思评

价,不断优化模型,提升建模的科学性与实用性。在教学中,教师可以在模型迭代的“发散点”设计开放性活动,引导学生对模型进行反思、评价、优化,鼓励学生提出标新立异的思路与方法,让学生在主动探究、合作交流中,探寻模型与知识、问题与方法之间的联系,大胆创新,进一步发展高阶思维能力。

案例 3: 苏教版“基本不等式的应用(第 2 课时)”

基本不等式是高中数学建模的重要工具,广泛应用于最值求解、方案优化等实际问题中。从知识结构全局看,基本不等式的核心是“最值思想”,其建模应用需要结合实际问题的约束条件,灵活调整模型,体现思维的创新性。本节课在学生掌握基本不等式基础应用的前提下,设计开放性建模活动,引导学生进行模型迭代与反思评价,增强思维的创新性。基于以上分析,设计如下建模活动:

活动 1: 校园绿化面积优化建模

学校计划在校园内修建一个矩形绿化区域,周长为 80 米,要求绿化区域的面积尽可能大,同时需要预留 1 米宽的通道(通道不占用绿化面积),试设计绿化区域的长和宽,使绿化面积最大。

思考 1.1: 不考虑通道预留,矩形绿化区域的长和宽分别为多少时,面积最大?请建立基本不等式模型求解。

思考 1.2: 考虑通道预留后,绿化区域的周长会发生什么变化?如何调整模型,确保计算的准确性?

思考 1.3: 若通道宽度改为 2 米,模型需要如何优化?此时绿化面积的最大值是多少?

师生活动: 学生先解决不考虑通道的简单问题,建立基本不等式模型求解最值;再考虑通道预留的约束条件,调整模型中的变量关系,重新求解;最后通过改变通道宽度,进行模型迭代,探究约束条件变化对模型的影响。教师引导学生对比不同模型的求解过程,反思模型优化的方法。

设计意图: 通过约束条件的变化,引导学生进行模型迭代,让学生体会“模型不是固定不变的,需要根据实际情况灵活调整”。在反思、优化的过程中,培养学生的批判性思维与创新思维,增强思维的创新性,让学生从“会建模”向“建好模”转变。

活动 2: 多方案建模对比与优化

某工厂计划生产一批长方体包装盒,要求包装盒的容积为 1000 立方厘米,底面为正方形,侧面由长方形纸板围成,底面由正方形纸板制成,已知正方形纸板的单价为 2 元/平方厘米,长方形纸板的单价为 1 元/平方厘米,试设计包装盒的长、宽、高,使生产成本最低。

问题 1: 请建立基本不等式模型,求解生产成本最低时包装盒的尺寸。

问题 2: 若改用圆形底面,模型需要如何调整?两种模型的生产成本有何差异?

问题 3: 小组合作,提出至少两种建模方案,对比不同方案的优缺点,给出最优生产成本方案,并说明理由。

师生活动: 学生先建立长方体模型,利用基本不等式求解最低成本;再尝试建立圆柱体模型,调整变量关系,计算生产成本;小组合作对比两种模型的优缺点,结合实际生产需求,优化建模方案。教师引导学生进行评价反思,总结模型优化的思路与方法。

设计意图: 以开放性活动引导学生进行多方案建模,通过对比、评价、优化,培养学生的创新思维与综合决策能力。在小组合作中,学生主动交流、大胆尝试,不仅能提升建模能力,更能增强思维的创新性与批判性,实现高阶思维的进一步发展。同时,通过反思评价,让学生梳理建模思路,总结建模方法,形成完整的建模思维体系。

总之,以发展学生高阶思维为目的的高中数学建模教学,可有效促进学生思维能力与数学应用能力的协同提升,实现教与学的双赢。通过找准建模活动设计的视角,在建模情境“切入点”引导问题转化、在建模过程“关键点”促进探究论证、在模型迭代“发散点”渗透反思创新,能有效地提高学生的分析、

评价、创造以及批判等高阶思维能力。数学建模与高阶思维的培养都是长期且复杂的过程，可以在教学工作中从情境创设、活动设计、评价方式、课堂实践等方面继续完善和丰富[7]，进一步探索高阶思维视域下高中数学建模教学的有效策略，落实高中数学核心素养的培养目标，进一步探索高阶思维与数学建模深度融合的教学路径，为高中数学育人质量提升提供支撑。

基金项目

2026 年甘肃省教育科技创新项目，高校研究生“创新之星”项目，“教育数字化背景下高中数学建模综合实践活动课程设计”(2026CXZX-996)。

参考文献

- [1] 刘莉, 陈英姿, 文陈平. 聚焦高阶思维的大综合育人成都师范附属小学万科分校创新育人模式探索[M]. 成都: 四川大学出版社, 2021.
- [2] 黄光扬. 学生创新精神与实践能力的培养[M]. 北京: 国家行政学院出版社, 2013.
- [3] 李云海. 基于高阶思维培养的科技馆科学探究活动设计与实践[J]. 学会, 2022(9): 49-54.
- [4] 许美娟. 高阶思维视域下高中生物类综合实践活动的设计与实施研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 太原师范学院, 2024.
- [5] [美]约翰·杜威. 我们如何思维[M]. 伍中友, 译. 北京: 新华出版社, 2010: 80-96.
- [6] (美)布卢姆. 教育目标分类学 第1分册 认知领域[M]. 罗黎辉, 译. 上海: 华东师范大学出版社, 1986.
- [7] 杨勇. 高阶思维视域下高中数学问题设计策略[J]. 中学数学月刊, 2024(3): 9-12.
- [8] 张思明. 中学数学建模教学的实践与认识[J]. 数学通报, 1996(6): 29-33.
- [9] 纪雪颖. 高中学生数学建模能力与数学学业成绩关系的调查与分析[J]. 上海教育科研, 2009(7): 57-58+70.
- [10] 魏梦. 基于新课标的高中“数学建模活动”教学设计与实践研究[D]: [硕士学位论文]. 南昌: 江西师范大学, 2025.
- [11] 叶其孝. 浅谈中学数学建模教学[J]. 数学建模及其应用, 2019, 8(4): 75-78.
- [12] 于明明. 初中生数学自主学习能力的培养策略——以“有理数”为例[J]. 数学学习与研究, 2025(2): 130-133.