

高校名师慕课获奖作品解构与线下教学融合的数学建模教学实践研究

虞秀丽, 牟丹*

北华大学数学与统计学院, 吉林 吉林

收稿日期: 2026年5月15日; 录用日期: 2026年6月18日; 发布日期: 2026年6月25日

摘要

数学建模竞赛的获奖作品, 通常能直观反映出学生的综合应用能力、逻辑思维水平与创新意识。但在目前高校的数学建模教学里, 慕课资源大多停留在知识讲解、步骤演示和公式推导上, 线下课堂又常常把重点放在模型教学、算法套用和结果计算上, 很少真正去拆解获奖作品背后的思考过程、决策逻辑和试错经验。这就导致很多学生出现“看得懂答案, 自己不会做”的尴尬情况。针对这一普遍存在的教学痛点, 本文提出一种线上线下深度融合的数学建模教学方式, 把名师慕课中对全国大学生数学建模竞赛一等奖作品的详细解构作为核心学习材料, 再与线下课堂的过程性指导、错误分析、实时干预相结合, 实现线上资源与线下教学在认知层面的互补与联动。文章构建了“拆解-重构-干预”三段式教学模型, 希望打通学生从“看懂别人怎么做”到“自己会建模、能解题”之间的壁垒, 为数学建模课程改革提供更实用、更接地气、更容易落地的思路。

关键词

数学建模教学, 慕课, 获奖作品解构, 认知耦合, 过程干预, 高阶思维

Research on Practical Teaching of Mathematical Modeling Integrating Deconstruction of Award-Winning Works in Famous Teachers' MOOCs with Offline Teaching

Xiuli Yu, Dan Mou*

School of Mathematics and Statistics, Beihua University, Jilin Jilin

*通讯作者。

文章引用: 虞秀丽, 牟丹. 高校名师慕课获奖作品解构与线下教学融合的数学建模教学实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(6): 1084-1090. DOI: 10.12677/ae.2026.1661231

Abstract

Award-winning works in mathematical modeling competitions can usually directly reflect students' comprehensive application ability, logical thinking level and innovative awareness. However, in current college mathematical modeling teaching, MOOC resources mostly focus on knowledge explanation, step demonstration and formula derivation, while offline classrooms often emphasize model teaching, algorithm application and result calculation, rarely deconstructing the thinking process, decision-making logic and trial-and-error experience behind award-winning works. This leads to the common problem that students can understand the answers but cannot solve problems independently. Aiming at this widespread teaching pain point, this paper proposes an online-offline deeply integrated teaching method for mathematical modeling. Taking the detailed deconstruction of first-prize works in the National College Students' Mathematical Modeling Competition in famous teachers' MOOCs as the core learning material, combined with procedural guidance, error analysis and real-time intervention in offline classrooms, it realizes cognitive complementarity and linkage between online resources and offline teaching. This paper constructs a three-stage teaching model of "deconstruction-reconstruction-intervention", hoping to break the barrier for students from "understanding how others do it" to "modeling and solving problems independently", and provide more practical, down-to-earth and feasible ideas for the reform of mathematical modeling courses.

Keywords

Mathematical Modeling Teaching, MOOC, Deconstruction of Award-Winning Works, Cognitive Coupling, Procedural Intervention, Higher-Order Thinking

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

全国大学生数学建模竞赛, 早已不是一场简单的学科比赛, 而是高校培养创新型、应用型人才的重要平台。它强调用数学工具解决现实问题, 考验学生的信息提取、逻辑分析、模型构建、团队协作和论文表达等综合能力。随着新工科建设和教育数字化转型不断推进, 数学建模课程在高校人才培养中的地位越来越重要, 如何提升教学质量、优化教学模式, 成为各大高校数学教学改革的重点方向[1]。

但在实际教学过程中, 几乎所有老师都会遇到一个很现实的问题: 学生刷完慕课, 能看懂获奖作品的每一步推导, 也能理解模型和结果, 可一旦拿到一道新题目, 就完全不知道从哪里下手。不知道怎么提炼问题、怎么提假设、怎么选模型、怎么调整方案。我们把这种“看得懂、学不会、做不出”的现象, 叫作建模学习中的“认知寒窗”。学生停留在表面理解, 无法把知识内化成自己的能力, 更做不到灵活迁移。

传统教学模式的短板非常明显。一方面, 慕课以视频播放为主, 属于单向输出, 缺少实时互动、即时反馈和针对性指导, 学生很容易变成“刷课机器”, 看似学完了, 其实没真正理解; 另一方面, 线下课堂受课时、师资和教学内容限制, 大多直接讲模型、推公式, 很少对优秀获奖作品进行深度剖析, 尤其是对作品背后的思考路径、方案对比、错误修正等关键内容讲解不足。

国内外学界围绕数学建模教学改革、混合式学习、翻转课堂与认知学徒制等主题已开展大量研究。

国外方面, 认知学徒制理论强调通过专家示范、支架式指导和真实任务参与, 帮助新手完成从边缘参与到核心参与的能力进阶, 被广泛应用于 STEM 学科教学[2]。在数学建模领域, 相关研究证实, 对专家解题过程进行可视化拆解, 能够显著降低新手认知门槛, 提升迁移能力。混合式学习研究进一步表明, 线上资源用于知识传递、线下课堂聚焦深度互动与高阶思维训练, 是提升复杂问题解决能力的有效路径。

国内研究方面, 翻转课堂与线上线下混合模式在数学建模课程中已得到较多落地实践, 多数实践案例证实该模式能够提升学生课堂参与度与学习满意度, 但当前多数教学实践仍存在线上内容同质化严重、线下环节缺乏系统性错误干预、对竞赛获奖作品思维解构不足等问题[3]。同时, 现阶段多数慕课结合数学建模的相关研究仅停留在模式框架搭建层面, 缺少实证数据支撑, 也较少从认知心理学视角解读教学效果差异[4]。

综上, 现有研究虽认可线上线下融合教学的价值, 但尚未形成以获奖作品深度解构 + 过程性错误干预为核心、并通过严格实证的验证的教学模式。本研究提出的“拆解 - 重构 - 干预”模式, 区别于标准翻转课堂: 标准翻转课堂侧重知识预习与课堂讨论, 本模式则聚焦专家思维可视化、学生认知重构与系统性试错干预, 更贴合数学建模高阶思维培养需求, 创新性与实践价值更为突出。

国内外不少研究都提到, 让学生模仿专家的解题思路, 开展探究式学习, 是提升学科能力的有效途径[5]。但很少有人把慕课里名师对获奖作品的解构思路, 和线下老师的实时指导、过程干预系统地结合起来, 没有形成完整的教学闭环。基于这样的现实情况, 本文尝试提出一种新的线上线下融合教学模式, 专门解决学生“看得懂、做不出”的痛点, 让慕课资源真正用在刀刃上。

2. 核心观点与理论依据

2.1. 核心观点

本文的核心观点很明确: 名师慕课对获奖作品的拆解和讲解, 是非常优质的教学资源, 可以作为线下教学的重要铺垫。但只看视频远远不够, 学生很难把专家思路变成自己的能力。必须把线上慕课和线下课堂深度融合, 配合线下老师的过程指导、错误分析、实时反馈和针对性干预, 才能把优质资源用活、用实、用出效果。

这种融合不是简单的“线上看视频 + 线下做作业”, 而是认知层面的互补。慕课负责告诉学生“好作品好在哪、专家是怎么想的”; 线下课负责帮学生想明白“我为什么想不到、我错在哪、怎么改过来”。两者配合, 才能形成完整的学习闭环。

2.2. 理论依据

本文的教学模式建立在三个成熟的教育理论之上, 保证实践的科学性和有效性。教学环节与理论对应关系见表 1。

(1) 认知负荷理论

获奖作品的思路复杂、步骤多、综合性强, 学生直接学习容易压力太大、理解不透。慕课可以把复杂思路拆解开, 用通俗方式讲解, 降低理解难度; 线下课堂再把大任务拆成小步骤, 循序渐进, 让学生学得更轻松, 不会因为太难而产生抵触情绪。数学类课程开展分层、分类教学, 也是降低认知负荷、提升学习效率的常用手段[5]。

(2) 问题解决理论

专家和新手看问题的角度完全不一样。专家能快速抓住本质、合理简化、选对模型; 新手常常被细节困住, 假设不合理, 模型乱选。慕课可以展示专家的思考方式, 给学生提供范本; 线下课则帮助学生对比差距、纠正错误思维, 逐步建立科学的解题习惯。国内主流数学建模经典教材均强调, 思维训练是

建模教学的核心目标[6]。

(3) 有效失败理论

这个理论强调：让学生自己先尝试、允许出错，再学习正确方法，效果远比直接听讲好得多。在建模学习里，先让学生自己试着做，经历错误，再看名师拆解，对比反思，记忆更深刻、理解更到位。线下的错误干预，正是基于这一理念设计。各类建模应用教程也普遍倡导在试错、实践中夯实建模能力[7]。

Table 1. Correspondence between teaching stages and core theories in “Deconstruction-Reconstruction-Intervention”

表 1. “拆解 - 重构 - 干预” 教学环节与核心理论对应关系

教学阶段	核心教学活动	对应理论	理论核心观点	教学体现方式
慕课拆解	专家获奖作品思维可视化、分步拆解、难点标注	认知负荷理论	降低外在认知负荷，优化内在认知负荷，促进关联认知负荷生成	把复杂建模任务拆分为信息提取、假设构建、模型选择、结果检验等子任务；用通俗语言、图形化呈现降低理解难度
线下重构	反向推导、思路流程图绘制、小组讲解、逻辑梳理	问题解决理论	专家具备结构化知识与元认知策略；新手需建立问题表征、调整思维策略	引导学生对比自身思路与专家思路差异；训练问题表征、假设检验、方案评估等元认知能力
过程干预	错误初稿分析、典型误区演示、试错 - 反思 - 修正循环	有效失败理论	适度失败促进深度理解与迁移；先尝试后示范优于直接讲授	故意暴露量纲错误、假设不合理、模型错选等典型问题；组织小组讨论、回看慕课、迭代修正

3. 教学融合模式设计

在上述理论和思路基础上，本文设计了三层递进、环环相扣的融合教学模式：慕课拆解 - 线下重构 - 过程干预。

3.1. 第一层：慕课拆解——把“隐藏思路”讲明白

传统慕课大多只讲步骤、公式、结果，这是“明线”。学生看完只会套模型，不知道背后的逻辑。本文主张使用名师制作的慕课，重点讲“暗线”——也就是获奖队伍到底是怎么从现实问题一步步提炼出数学关系的。

比如在分析竞赛题目时，不只讲用了什么模型，更要讲清楚：为什么选这个模型，放弃了哪些方案，遇到问题怎么调整，关键假设怎么来的。这些“看不见的思路”，恰恰是学生最缺、线下课又很难系统讲透的内容。通过慕课拆解，让学生看清完整的思维链条。

3.2. 第二层：线下重构——把思路“画出来、说清楚”

线上看完拆解，线下就要做“思维重构”。老师用慕课里的案例，让学生做反向推导：自己画出解题流程图，把专家脑子里的策略变成看得见、讲得出、写得下来的东西。学生要在小组里互相讲思路，把逻辑理顺。

这个过程能让学生主动发现自己哪里没懂、哪里逻辑断了，而不是被动听课。通过画图、梳理、讲解，把别人的思路真正变成自己的能力。

3.3. 第三层：过程干预——盯着“错误尝试”做指导

这是整个模式最关键的创新点。老师不直接给正确答案，而是故意拿出有漏洞、有错误的建模初稿，比如假设不合理、量纲不统一、模型选错、数据处理粗糙等常见问题，让小组讨论错在哪、怎么改。

同时，老师还会结合慕课里提到的典型误区，现场演示错误做法，让学生完整体验“出错 - 反思 -

回看慕课 - 改正”的过程。这种训练非常贴近真实竞赛和科研场景, 学生印象极深, 比单纯改作业有效得多。

4. 教学实践与效果

为了验证本教学模式的实际效果, 我们在北华大学理工类专业的数学建模选修课中开展了为期一学期、共 16 周的教学对比试验。

4.1. 实验组与对照组基本情况及前测均衡性检验

试验选取 2023 级理工类两个平行班级, 实验组 48 人(电气工程及其自动化 22 人、机械设计制造及其自动化 26 人); 对照组 47 人(电气工程及其自动化 21 人、机械设计制造及其自动化 26 人)。两组学生均为大一第二学期, 此前均未系统学习数学建模课程。

课程开始前进行前测, 内容为基础数学应用与简单建模思维测试, 满分 100 分。实验组前测平均分 62.35 分, 标准差 7.82; 对照组前测平均分 61.89 分, 标准差 8.15。独立样本 t 检验结果显示: $t(93)=0.27$, $p=0.787>0.05$, Cohen's $d=0.06$ (小效应量), 两组前测成绩无统计学显著差异, 基线水平均衡可比。

4.2. 教学干预实施

实验组采用本文提出的“慕课获奖作品拆解 + 线下失败干预”融合教学模式, 严格按照“线上拆解 - 线下重构 - 过程干预”三段式流程开展教学, 每周线上慕课学习 2 学时、线下课堂 2 学时; 对照组采用传统教学模式, 即“观看普通慕课 + 课堂讲解模型 + 课后完成作业”, 课时安排与实验组一致, 不进行获奖作品深度解构与系统性错误干预训练。

4.3. 测评工具与评分量规(Rubric)

期末采用开放性数学建模测试题(改编自全国大学生数学建模竞赛 C 题简化版): 要求学生基于给定的城市交通拥堵数据, 构建数学模型, 分析拥堵成因, 提出优化方案并完成 1500 字论文。

邀请 3 位具有 10 年以上数学建模竞赛指导经验、高级职称的校外专家进行双盲独立评分, 采用 5 维度、4 等级评分量规(满分 100 分):

- 模型合理性(25 分): 假设科学性、模型适配性、逻辑一致性;
- 问题分析深度(20 分): 信息提取、问题表征、成因分析;
- 创新程度(20 分): 方法创新、视角独特性、方案新颖性;
- 结果可靠性(20 分): 数据处理、模型检验、结果解释;
- 论文写作规范(15 分): 结构完整性、表述清晰度、格式规范性。

专家评分一致性检验: Cronbach's $\alpha=0.89$, 信度良好; 组内相关系数 $ICC=0.87$, 评分一致性高。

4.4. 量化结果与统计检验

期末测试成绩统计结果:

- 实验组: 平均分 78.62 分, 标准差 6.58;
- 对照组: 平均分 71.25 分, 标准差 8.31。

独立样本 t 检验结果: $t(93)=4.87$, $p<0.001$, 差异极显著; Cohen's $d=0.98$ (大效应量), 教学干预效果突出。各维度得分对比显示, 实验组在模型合理性($t=4.21$, $p<0.001$)、问题分析深度($t=3.95$, $p<0.001$)、创新程度($t=5.12$, $p<0.001$)三个维度优势最显著, 结果可靠性与论文写作规范维度亦显著高于对照组($p<0.05$)。

4.5. 问卷调查结果(信效度 + 统计)

课程结束后发放《数学建模学习体验与能力提升问卷》，参考成熟量表改编，共 20 题。发放 95 份，回收有效问卷 92 份(实验组 47 份、对照组 45 份)。问卷整体 Cronbach's $\alpha=0.85$ ，信度良好；探索性因子分析提取 3 个公因子(能力提升、学习体验、思维转变)，累计方差贡献率 72.3%，结构效度达标。

问卷统计结果显示：实验组学生在提出合理假设($M=4.32, SD=0.58$)、选择适配模型($M=4.28, SD=0.61$)、检验优化结果($M=4.19, SD=0.65$)三项能力提升感知显著高于对照组($p < 0.001$)；学习兴趣($M=4.41$ vs 3.57)、畏难情绪降低($M=4.35$ vs 3.42)、思维逻辑性增强($M=4.45$ vs 3.61)等维度差异亦极显著。

很多学生说，以前觉得获奖作品很“神”，现在能看懂背后的选择逻辑；亲自走过错误路线，才真正明白好思路是怎么试出来的。整体来看，实验组学生的学习兴趣更浓厚，畏难情绪明显降低，自主建模能力显著提升。

5. 讨论与分析

这项研究最主要的价值，是点出了一个长期被忽略的问题：慕课里的获奖作品太“完美”，容易形成“专家盲点”。专家觉得理所当然的跳跃和直觉，学生往往跟不上。学生只看到成功结果，看不到试错过程，理解就会浮在表面。

而线下的失败干预，正好把专家曾经踩过的坑、走过的弯路还原出来，让学生沿着真实路径走一遍，理解自然更透彻。

从理论视角分析，实验组表现更优的核心原因在于教学环节与认知规律高度契合：其一，慕课拆解环节依托认知负荷理论，有效降低复杂建模任务的外在认知负荷，使学生能够集中认知资源理解专家思维逻辑，为后续重构奠定基础；其二，线下重构环节遵循问题解决理论，通过反向推导与思路可视化训练，帮助学生建立结构化问题表征，缩小新手与专家的思维差距，提升元认知监控能力；其三，过程干预环节践行有效失败理论，通过系统性试错体验，促进深度理解与知识迁移，使学生在“失败-反思-修正”中真正掌握建模核心能力[8]。三者协同作用，形成“低负荷输入-结构化重构-试错式内化”的完整认知闭环，这是实验组显著优于对照组(传统模式)的关键机制。

同时，这个模式还解决了两个老问题：一是慕课“刷课不思考”的假学习；二是线下课“重复推公式”的低效率。老师不用再花大量时间讲计算，而是把精力放在思维引导、错误纠正和能力培养上，课堂效率大幅提升。

从理论上讲，这也是把传统认知学徒制，扩展成了多资源、多场景的现代化学习模式[2]，更符合当下大学生的学习习惯，也顺应教育数字化的趋势。

6. 结论与展望

本文将高校名师慕课的获奖作品解构，与线下教学的过程性失败干预结合起来，形成一套可操作、可复制、接地气的数学建模教学模式。实践证明，它能有效打破“认知寒窗”，提升学生的建模思维深度和自主解题能力，为数学建模教学改革提供可行路径。

未来可以进一步借助眼动仪、学习行为数据分析等工具，更微观地研究学生在看慕课、试错、重构时的注意力与认知变化，为模式优化提供更精细的证据。同时，还可以扩充更多年份、更多类型题目的解构素材，完善错误类型库，让教学更具针对性。

在教育数字化、融合化发展的大趋势下，用好慕课资源、创新线下教学方式，实现优势互补，是提升高校课程质量、培养学生高阶能力的必然方向。本文提出的模式，不仅适用于数学建模，也可为其他

实践类、创新类课程提供参考, 为高校培养更多创新型人才贡献力量。

基金项目

2022年北华大学教育教学改革研究课题: 疫情防控背景下高校线上线下混合教育模式的探讨与实践(21xjyb-122440); 中国高等教育学会高等教育科学研究规划课题(25SX0318); 吉林省高教学会高教科研课题: 高校公共数学课智慧教学模式的构建与实践(JGJX24C082)。

参考文献

- [1] 李伟, 赵俊锋. 数学建模课程教学改革与实践: 以西安电子科技大学为例[J]. 教育进展, 2020, 10(4): 608-611.
- [2] Brown, J.S., Collins, A. and Duguid, P. (1989) Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, **18**, 32-42. <https://doi.org/10.3102/0013189x018001032>
- [3] 黄登斌, 冯杭, 王雪莹, 等. 数学模型课程线上线下混合式教学模式的创新与实践[J]. 大学, 2025(29): 105-108.
- [4] 庄雨淇, 章彧婕, 黄瑛娇, 等. 线上线下混合式教学模式探索——以高校数学课程为例[J]. 西部素质教育, 2025, 11(5): 142-145.
- [5] 宁连华. 数学探究教学设计研究[J]. 数学教育学报, 2006, 15(4): 39-41.
- [6] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型[M]. 第5版. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [7] 司守奎, 孙兆亮, 孙玺菁. 数学建模算法与应用[M]. 第2版. 北京: 国防工业出版社, 2015.
- [8] Kapur, M. (2014) Productive Failure in Learning Math. *Cognitive Science*, **38**, 1008-1022. <https://doi.org/10.1111/cogs.12107>