

面向建模能力培养的《数学模型》课程内容重构研究

吴清华

湖南科技学院, 湖南 永州 425199

摘要: 基于成果导向教育(OBE)理念与数学建模循环理论, 本文面向地方本科院校, 提出以“问题理解—数学抽象—模型建构—计算实验—检验改进—成果表达”为主线的课程内容重构方案。通过将教材模型方法嵌入建模任务, 配套设计学习成果与评价证据, 为《数学模型》课程内容组织提供参考。方案的教学成效尚待实践检验。

关键词: OBE; 数学模型; 课程内容重构; 建模能力; 地方本科院校

DOI: 10.64649/yh.jydk.issn3080-2660.202610033

0 引言

《数学模型》课程承担应用意识与建模能力培养任务, 本科教学质量与教育数字化政策为课程内容更新提供了新要求^{[1][2][3]}。

沿用教材章节组织教学虽便于讲授模型, 但若缺少贯穿性任务, 学生在任务界定、变量提取、模型选择及结果检验中的训练可能不足。

本文面向地方本科院校, 探讨如何将教材资源转化为围绕建模过程组织的课程内容, 并提出实施建议。重构重点是建立能力要求、内容模块与学习证据的对应关系, 使教材资源的取舍有据可循。

1 课程内容重构的依据与逻辑

OBE 主张依据预期学习成果反向设计课程

^[4]; 建构一致性要求目标、活动与评价一致^{[5][6]}。

据此, 课程应将“掌握模型”转化为可直接观察的建模表现。

建模循环包含问题理解、数学化、求解、解释、检验和修正^{[7][8][9]}。课程模块应体现这些环节的联系, 并允许依据检验结果返回假设与模型建构。

当前的教材提供了模型方法与案例资源^[10]^[11], 但课程设计需依据培养目标和学生基础进行取舍, 将章节知识转化为建模任务中的方法选择与运用。

重构时, 先由培养目标和毕业要求确定课程目标, 再按建模过程组织模块, 并将教材方法嵌入相应任务, 形成图1所示的内容体系。模型方法的保留取决于其对课程目标的支撑程度, 同一方法可服务于多个模块。

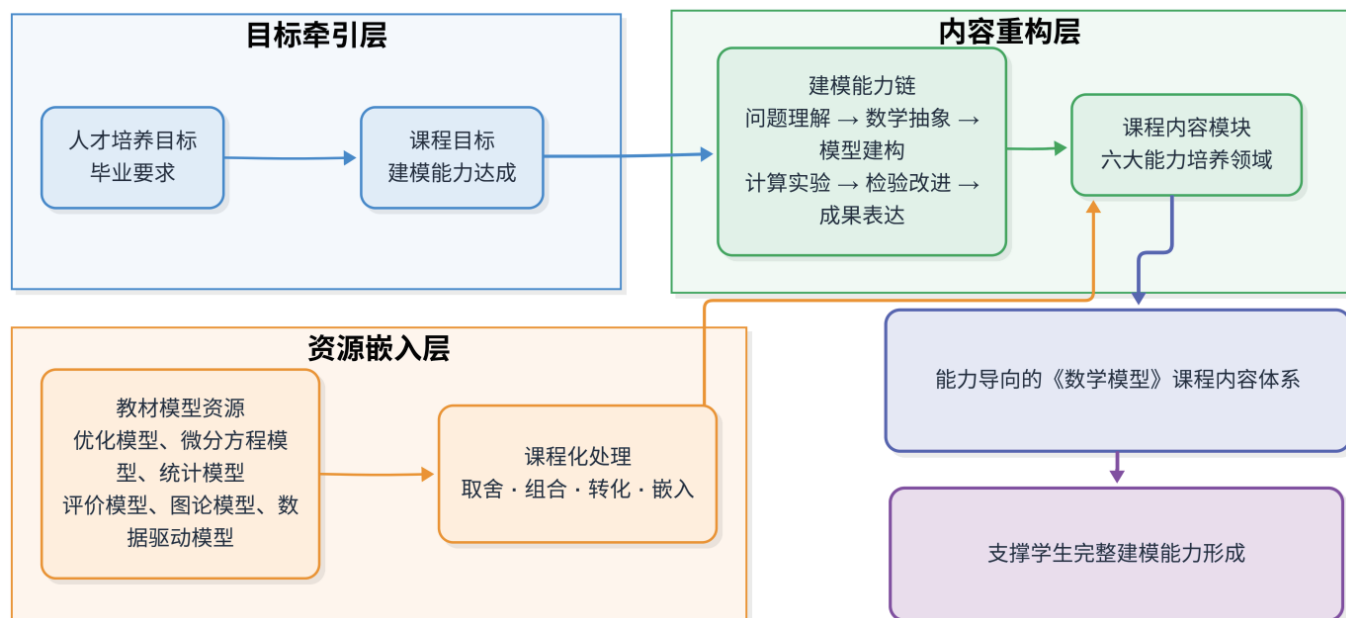


图1 OBE导向下《数学模型》课程内容重构逻辑

2 面向建模能力培养的课程内容体系构建

六个模块的内容与能力指向见表1。模块

划分用于组织教学, 实施时应通过完整任务连接各环节。

表1 《数学模型》课程内容重构框架

内容模块	核心内容	能力指向
问题理解与任务界定	研究对象识别、目标分解、约束梳理、数据需求判断	明确研究问题
变量提取与数学抽象	变量参数区分、假设提出、量纲分析、关系表达	完成数学化
模型识别与结构建构	模型适用条件、选择依据、结构表达、误用分析	判断建模方法
模型求解与计算实验	数值求解、软件实现、数据处理、可视化分析	获得并分析结果
模型检验与优化改进	误差分析、敏感性分析、结果解释、模型修正	判断模型可靠性
综合集成与成果表达	论文结构、图表规范、结论说明、局限表达	呈现建模成果

问题理解与任务界定要求学生将开放情境转化为可研究的任务，说明目标、约束及数据需求。还需说明数据的可得性。

变量提取与数学抽象重在区分变量与参数，说明简化假设及其依据，并检查量纲和关系表达。对抽象基础薄弱者，可提供变量表和假设清单，逐步撤除支架。例如，将能耗波动转化为气温时，需说明数据粒度和影响因素的筛选依据。

模型识别与结构建构是课程内容重构的核心。该模块不仅要让同学们掌握各类模型的特点以及适用的数学问题，还要让学生能够根据实际问题选择适合的模型、综合多个模型。这个能力的培养需要在实际的建模问题中不断引导学生思考。同时需要老师对各类模型有较深入的理解。

模型求解与计算实验注重计算和结果分析。

该模块强调学生编程求解问题的能力和模型结果的分析能力，对学生实践能力的培养至关重要。这在很大程度上检验学生模型求解能力，并影响后续的成果表达模块。研究表明人工智能对建模的学习既有支持作用，但也对规范使用提出了更高要求^{[12][13][14][15]}。

模型检验与优化改进主要体现建模过程的反馈性。该模块主要用于验证模型的正确性，为后续的模型应用提供必要支撑。与此同时，使学生理解模型的局限性，对现实问题的研究需要不断改进。

综合集成与成果表达主要注重建模成果的展示，学生的“解说”能力。不仅要“算得出”，还要在答辩时“说得清”。建模能力包含了呈现建模成果。

3 课程内容重构的实施建议

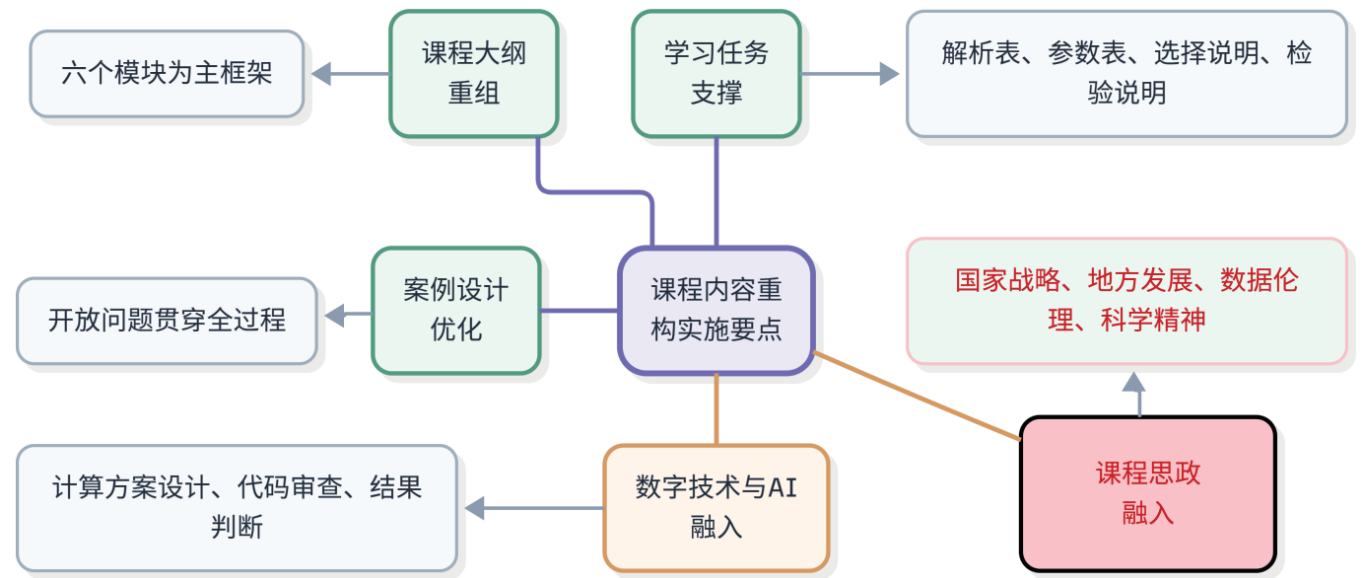


图2 课程内容重构的实施要点

实施需统筹课程大纲、案例任务和评价反馈，具体安排见图 2。

第一，按能力链重组课程大纲。教师可将六个模块作为课程内容主框架，特别要注重问题理解、数学抽象、检验改进和成果表达等关键环节。

第二，多采用案例教学。教师可围绕实际问题，引导学生完成建模，经历从“问题界定”到“解决问题”的全过程，避免碎片化教学。

第三，以问题解析表、变量参数表、选模说明、实验记录、检验说明和报告作为六模块的评价证据。教师按界定是否清楚、假设是否合理、选模是否有据、计算是否可复现、检验是否充分、表达是否完整逐项反馈，学生据此修订成果。小组任务辅以个人说明或答辩，区分团队成果与个体达成。教师汇总共性薄弱环节，调整下一轮案例与模块课时。

第四，AI 工具和课程思政应适度融入。将

AI辅助嵌入计算实验,要求记录使用过程、核验输出并说明人工修订;结合案例讨论节约资源、数据伦理与科学诚实,将课程思政落实到建模选择和成果规范^[16]。

4 结语

本文以建模过程组织六个内容模块,将教

材中的模型方法转化为任务资源,并以学习成果和评价证据连接课程目标与教学活动。其贡献在于提出可供课程设计采用的内容组织框架。

该方案尚缺课堂实施与学习成效数据。后续需记录课时、学生基础及任务完成情况,采用一致标准比较学生前后作品,检验方案的可行性与适用范围。

参考文献:

- [1] 教育部高等学校教学指导委员会. 普通高等学校本科专业类教学质量国家标准[M]. 北京: 高等教育出版社, 2018.
- [2] 教育部. 普通高等学校本科教育教学审核评估实施方案(2021—2025年)[Z]. 2021.
- [3] 教育部等九部门. 关于加快推进教育数字化的意见[Z]. 教办〔2025〕3号, 2025.
- [4] SPADY W G. Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers[M]. Arlington: American Association of School Administrators, 1994.
- [5] BIGGS J. Enhancing teaching through constructive alignment[J]. Higher Education, 1996, 32(3): 347-364.
- [6] BIGGS J, TANG C. Teaching for Quality Learning at University[M]. 4th ed. Maidenhead: Open University Press, 2011.
- [7] BLUM W, BORROMEO FERRI R. Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?[J]. Journal of Mathematical Modelling and Application, 2009, 1(1): 45-58.
- [8] NISS M, BLUM W. The Learning and Teaching of Mathematical Modelling[M]. London: Routledge, 2020.
- [9] CEVIKBAS M, KAISER G, SCHUKAJLOW S. A systematic literature review of the current discussion on mathematical modelling competencies: State-of-the-art developments in conceptualizing, measuring, and fostering[J]. Educational Studies in Mathematics, 2022, 109: 205-236.
- [10] 姜启源, 谢金星, 叶俊. 数学模型[M]. 6版. 北京: 高等教育出版社, 2024.
- [11] 司守奎, 孙玺菁. 数学建模算法与应用[M]. 3版. 北京: 国防工业出版社, 2021.
- [12] CEVIKBAS M, GREEFRATH G, SILLER H-S. Advantages and challenges of using digital technologies in mathematical modelling education: A descriptive systematic literature review[J]. Frontiers in Education, 2023, 8: 1142556.
- [13] COHEN-NISSAN O, KOHEN Z. Secondary school students' competencies and motivation to engage in mathematical modelling tasks in a virtual learning environment[J]. Frontiers in Education, 2023, 8: 1140364.
- [14] SPREITZER C, STRASER O, ZEHETMEIER S, et al. Mathematical modelling abilities of artificial intelligence tools: The case of ChatGPT[J]. Education Sciences, 2024, 14(7): 698.
- [15] HUANG X, SHEN Q, HU Y, GAO A, WANG B. LLMs for Mathematical Modeling: Towards Bridging the Gap between Natural and Mathematical Languages[C]//Findings of the Association for Computational Linguistics: NAACL 2025. Albuquerque: Association for Computational Linguistics, 2025: 2678-2710.
- [16] 教育部. 高等学校课程思政建设指导纲要[Z]. 2020.

作者简介: 吴清华(1982.10—), 男, 汉族, 江西贵溪人, 湖南科技学院, 博士, 教授, 研究方向: 高等教育、计算数学。

项目信息: 湖南省教育厅, OBE理念下《数学建模》课程教学改革探索与实践(项目编号: 202401001374)。