

数智时代背景下统计学教学创新 ——以中国大学生数学建模竞赛驱动的 OBE 实践

李胜男, 屠瑶瑶, 高凤伟

宿州学院数学与统计学院, 安徽 宿州 234000

DOI:10.61369/EIR.2026090007

摘 要 : 当下数字智能技术普及, 传统统计学课堂偏重理论讲解, 学生很难把书本知识落地实操。本文搭建一套 OBE 实践教学方案, 方案核心为问题引导、竞赛对接, 缩短理论到实际运用的转化距离。本文对照历年全国大学生数学建模竞赛题目, 整理统计学全部核心内容对应的使用场景, 理清知识点和竞赛题目之间的对应关系。文章选用 2021 年竞赛本科 B 题乙醇耦合制备 C4 烯烃作为实例, 拆解方差分析、回归分析等内容在竞赛题目里的使用方式, 完整说明数据整理、特征挖掘、显著性验证、方案优化各环节统计方法承担的功能, 让学生读懂知识点的实际用处。这套教学方式能锻炼学生统计思考、数据处理、小组配合三类能力, 同步完成知识吸收、实操训练、创新意识培养三类教学目标, 给应用型统计人才的课堂改革提供可落地的实操方案。

关 键 词 : 统计学; OBE 理念; 赛教融合; 课程改革

Innovation in Statistics Education in the Digital Age: An Outcome-Based Education Approach Driven by the China Undergraduate Mathematical Contest in Modeling

Li Shengnan, Tu Yaoyao, Gao Fengwei

School of Mathematics and Statistics, Suzhou University, Suzhou, Anhui 234000

Abstract : Digital intelligence tools are widely used now. Traditional statistics classes spend most time on theory. Students cannot turn textbook knowledge into real operations. This study designs an OBE practical teaching framework. Problem guidance and competition integration form its core. The framework connects theoretical learning and real practice. This paper matches all core statistical knowledge with past CUMCM questions. It defines the usable scenes of each statistical theory. This paper takes the 2021 undergraduate Group B ethanol coupling C4 alkene problem as research material. It shows the usage of ANOVA and regression analysis in modeling tasks. The paper states the function of statistical tools across data sorting feature analysis significance test and scheme optimization. Students can grasp the real value of statistical knowledge through this process. This teaching method improves students' statistical logic data operation and group cooperation skills. It finishes knowledge absorption skill training and innovation cultivation at the same time. It offers operable reform ideas for schools to train applied statistics talents.

Keywords : statistics; OBE (Outcomes-Based Education) philosophy; competition-education integration; curriculum reform

引言

目前, 以大数据、人工智能为核心的数字技术革命正重塑社会经济形态与人才需求结构, 对高校人才培养的数字化、应用型导向提出更高要求。2025 年 4 月, 教育部等九部门联合印发《关于加快推进教育数字化的意见》, 明确要求“将人工智能技术融入教育教学全要素全过程”, 加快普及全学段的人工智能通识教育, 培养学生的数字素养与创新能力^[1]。统计学作为数据分析的基石性学科及经管社科等多领域的核心方法论课程, 在培养学生科学思维、提升数据素养以及强化实证分析能力方面具有不可替代的作用, 其教学体系亦需

基金项目: 安徽省计量经济学教学创新团队(2024cxttd139)、宿州学院教学研究项目(szy2024ksjy11)、宿州学院教学研究项目(szy2025jyjf33)。

作者简介:

李胜男(1996-), 女, 硕士, 助教, 研究方向: 经济统计;

屠瑶瑶(1989-), 女, 硕士, 讲师, 研究方向: 经济统计;

高凤伟(1986-), 女, 硕士, 副教授, 研究方向: 区域经济统计。

与时俱进，进行相应的优化与调整。因此，推进统计学课程教学改革、培养兼具数字素养与创新能力的复合型统计人才，已成为我国高等教育高质量内涵式发展的重要任务之一。然而，当前多数高校的《统计学》教学仍以教师为中心，偏向理论灌输与公式推导，缺乏与真实应用场景的衔接。学生面对抽象理论易产生畏难情绪，核心问题在于课程学习与实践应用存在断层，学生难以将课堂所学转化为解决实际问题的能力，“学用割裂”现象突出。

中国大学生数学建模竞赛（CUMCM）作为国内最具影响力的基础学科竞赛之一，其赛题源于工程技术、经济管理、社会生活等领域的真实问题，具有数据驱动、情境复杂、解法开放的特点^[2]。这为统计学教学提供了一个天然的、高质量的案例库。将竞赛案例引入课堂，不仅能有效弥合理论与实践的鸿沟，更能帮助学生将书本知识理解吸收，进而掌握结合实际选择适当统计工具解决实际问题的能力。

基于此，本文以成果导向教育（OBE）理念为指导^[3]，探索构建一种将数学建模竞赛案例与《统计学》课程教学深度融合的创新模式。该模式以学生能力培养为核心，通过真实问题驱动，引导学生在“学-赛-用”一体化的过程中，实现从掌握统计知识到运用统计方法解决复杂问题的能力跃迁，旨在为数智时代背景下应用型统计人才的培养提供一套行之有效的教学改革方案。

一、实施路径与方法

为克服传统章节式教学可能带来的理论应用脱节问题，本文将 CUMCM 的真实赛题作为优质案例，系统性融入教学全流程。该模式旨在通过“课前引入、课中解析、课后综合”的递进式设计，赋能传统教学，使学生在每一知识点的学习之初便能明确其应用场景与价值，并在综合题目中掌握串联多个知识点解决复杂问题的能力。

课前：问题前置与预习引导。在新章节教学启动前，采用“赛题案例导入+靶向预习任务”的模式。教师选取与章节核心知识点高度契合的数学建模赛题片段，简化问题背景突出核心诉求，激发学生的探究欲。例如，在开展第 11 章一元线性回归教学前，引入 2021 年 CUMCM B 题中“温度对乙醇转化率的影响分析”任务，引导学生思考如何量化单一变量与结果的关联。学生需自主研读教材核心内容，借助线上学习平台（学习通）完成基础知识自测与预习疑问提交，为课堂深度参与奠定基础。

课中：理论精讲与实战演示。课堂采用“原理拆解+即时应用”的混合教学形式。教师先聚焦统计核心原理与公式的逻辑推导，随后依托课前导入的建模赛题，开展“理论-实践”即时转化演示。例如，在讲授回归方程的最小二乘估计后，以 2021 年 B 题的真实实验数据为依托，通过 Python 编程现场实现数据拟合，同步解读输出结果中回归系数的实际意义、 R^2 的拟合优度判断、F 检验的模型显著性及 t 检验的变量有效性，让抽象理论落地为可操作的分析工具。

课后：分组协作与成果输出。对学生进行适当分组，选择一个与当前学习内容相关的综合性建模任务进行实践。团队需分工协作，完成数据查找、数据处理、模型建立、编程求解和结果分析的全过程，并最终提交一份结构完整的课程小论文。

评价与反馈：过程性与终结性结合。程摒弃只依靠期末考试和常规作业的单一考核模式。课程最终成绩由平时成绩和期末成绩共同构成。课程平时成绩包含两项考核内容，平时作业占比五成，课程小论文占比五成。教师会针对学生课程小论文进行细节

批注，同时开展一对一针对性指导。教师可以精准指出学生模型搭建和数据分析环节存在的不足。学生能够依托及时的教学反馈持续修正学习问题，稳步提升课程学习质量。

二、《统计学》课程内容与 CUMCM 的对应关系及案例剖析

（一）《统计学》课程内容与 CUMCM 的对应关系

为保障上述教学模式的可操作性与实效性，本研究对《统计学》相关章节与近十年 CUMCM 的部分典型赛题进行了梳理和映射。详细的对应关系如表 1 所示。

表 1 《统计学》章节知识点与 CUMCM 赛题的对应及应用场景

章节知识点	对应 CUMCM 赛题案例	应用场景简述
第 3 章数据的图表展示	匹配全部赛题的数据预处理阶段	使用者对原始数据制作图表完成可视化探索
第 4 章数据的概括性度量	匹配全部赛题的数据预处理阶段	使用者计算描述统计指标掌握数据分布特点
第 6 章统计量及其抽样分布	匹配 2018 年 C 题大型百货商场会员画像描绘	使用者抽取海量会员数据，分析样本特征
第 7 章参数估计	匹配 2024 年 B 题生产过程中的决策问题	使用者依托样本数据推算总体指标，构建置信区间判断估计精准度
第 8 章假设检验	匹配 2022 年 C 题古代玻璃制品的成分分析与鉴别	使用者对比各类玻璃制品化学成分含量，完成 t 检验判断组间差异
第 9 章分类数据分析	匹配 2018 年 C 题大型百货商场会员画像描绘	使用者验证性别、年龄段等分类变量和消费偏好的关联显著性
第 10 章方差分析	匹配 2021 年 B 题乙醇偶合制备 C4 烯烃	使用者观测催化剂、温度两类因素，研判二者对转化率、产物选择性的作用与交互效果
第 11 章一元线性回归	匹配 2021 年 B 题乙醇偶合制备 C4 烯烃	使用者固定催化剂组别，搭建温度与乙醇转化率的回归模型，完成显著性检验
第 12 章多元先行回归	匹配 2020 年 C 题中小微企业的信贷决策	使用者选取企业经营指标构建回归模型，预判信贷风险测算各指标影响占比

章节知识点	对应 CUMCM 赛题案例	应用场景简述
第 13 章时间序列分析和预测	匹配 2016 年 D 题风电场运行状况分析及优化	使用者解析发电量时序数据，提取趋势、季节特征，搭建 ARIMA 模型预判后续发电量

（二）案例剖析

2021 年中国大学生数学建模竞赛本科组 B 题“乙醇偶合制备 C4 烯烃”是一个典型的多因素、多目标优化问题。参赛者可以依托该题走完数据整理特征分析显著性检验方案优化整套统计分析流程。题目能直观体现统计学方法处理工程类复杂问题的实用价值。参赛者要完成数据整理统计模型搭建最优解计算实验规划四类分析工作^[4]。

首先，利用书本第 2 章数据的搜集进行预处理（剔除 A11 催化剂干扰样本），从海量数据中剔除噪声并提取有效信息，确保后续分析的准确性。随后，通过第 3 章数据的图表展示和第 4 章数据的概括性度量进行探索性分析，帮助学生从宏观上初步建立对数据分布与变量间关联的感性认识，为建模指明方向。

在第一问中，研究每种催化剂组合下乙醇转化率、C4 烯烃选择性与温度的关系时，利用书本第 12 章多元线性回归知识（构建 Logit 二次回归模型）拟合二者非线性关系，这一步将散乱的实验数据转化为可解释的数学规律，不仅量化了温度与转化率之间的非线性关系，更通过决定系数 R^2 验证了模型的可靠性。分析 350℃ 下测试数据的时间稳定性时，利用第 13 章时间序列分析和预测知识（构建时间 - 转化率的 Logit 二次回归模型，通过 T 检验验证系数显著性）判断反应稳定性，这是确保工业生产可行性的关键环节，让学生理解统计方法在验证过程平稳性中的实际价值。

在第二问中，探讨多因素对乙醇转化率、C4 烯烃选择性的影响时，首先通过第 4 章数据的 Z-score 标准化消除量纲差异。随后，利用书本第 10 章方差分析知识（F 检验）判断催化剂组合（Co 负载量、装料比、乙醇浓度）与温度的影响显著性，这一步完成了从现象描述到推断原因的质变，科学地甄别出影响工艺的关键因子，排除了无关干扰。最后，用第 12 章多元线性回归知识构建多变量关联模型，量化各因素影响程度，通过量化各因素的具体权重，让学生体会到统计推断在复杂决策中如何提供精准的依据。

在第三问中，优化 C4 烯烃收率时，利用书本第 12 章多元线性回归知识建立带交互项的 Logit 变换二次回归模型，通过 Lasso 变量筛选剔除共线性影响，提升模型的稳健性，解决实际数据变量纠缠的难题。结合第 6 章参数估计知识界定变量约束范围（温度 $\leq 450^\circ\text{C}$ / $< 350^\circ\text{C}$ ），依托第 4 章数据的概括性度量明确变量取值边界，求解最优工艺条件，这一步体现了统计建模在工程优化中的核心价值：在满足现实物理约束的前提下，将理论模型转化为可操作的最优工艺参数。

在第四问中，设计新增 5 次实验时，利用书本第 5 章概率与概率分布的均匀分布准则及第 3 章数据的图表展示诊断原有数据分布

缺口，以最小的实验成本获取最大的信息增益。结合目标优化算法最终给出贴合数据分布需求的实验方案，不仅验证了模型的准确性，更体现了持续改进的闭环思维，让学生理解如何利用统计工具制定科学、高效的实验策略^[5]。

三、可行性分析

本研究搭建了全新教学模式。模式满足四项落地条件，分别对应理论适配、资源配套、落地操作、学习效果预判。模式融合现有教学思路、教学素材、数字工具与学生学习需求。模式不会大幅抬高教学开支，还能让课程教学重点从单纯讲授知识转向锻炼学生综合能力。体现在以下四点：

1. 理论框架匹配现有教学思路。本次教学模式以 OBE 教育思路为核心。模式把学生综合能力达标作为最终目标。模式贴合 CUMCM 竞赛解决现实问题的核心要求。案例教学方法大量应用于应用型课程，实践效果得到学界认可^[6]。

2. 教学素材与现有设备可完全支撑教学开展。CUMCM 竞赛题目覆盖工程、经管多个领域。题目取材真实，作答思路开放。题目能够对应描述统计、假设检验、回归分析等课程核心知识点。校内现有学习通线上教学平台、Python 等统计软件，完整覆盖全阶段案例练习。学校不用额外购置设备、追加经费。

3. 流程贴合现行教学相关政策。整套教学流程分为课前、课堂、课后递进环节。流程依托原有课本章节内容添加竞赛案例、搭建实操场景。流程不改动原有课堂整体架构，教师上手难度更低。国内教育领域推行以赛促教、以赛促学，各大高校同步推进数字化课堂改造。模式贴合现行教育政策，落地具备制度支撑。

4. 学生主动参与度与学习成果可提前预判。学生普遍愿意接触竞赛真实案例，课堂专注程度能够提升。课程设置阶段性小论文考核。教师依靠这份考核内容，完整掌握学生处理现实问题的综合能力提升情况。

四、结语

本文结合 CUMCM 竞赛案例，设计了《统计学》课程教学改革方案。方案立足真实实际问题，搭建课前、课中、课后完整教学流程，构建学、赛、用一体化学习模式，同步落实知识讲解、能力训练与素养培育工作。该教学模式具备明显应用优势。教学模式把枯燥的统计知识点融入竞赛实际案例，解决了传统统计学教学理论和实践相互割裂的问题。全程嵌入的竞赛案例分析，能够帮助学生吃透各类统计方法，培养学生的数据处理、工具运用以及模型搭建的专业素养。该教学模式坚守学生主体与能力优先的教育原则，能够为高校培养实用型、综合型统计人才提供可行的教学思路。

数学建模竞赛案例可以丰富统计学课程教学内容，打通统计理论与实际应用的衔接渠道。赛教融合的教学方式，能够调动学生自主学习的积极性，锻炼学生的数据思维与实操建模能力。持

续优化该教学模式，能够让统计学教学更好适配行业发展与国家人才。发展需求，为社会输送更多擅长创新、注重实践的优质统计专业

参考文献

[1] 教育部，中央网信办，国家发展改革委，科技部，工业和信息化部，公安部，财政部，人力资源社会保障部，国家数据局. 教育部等九部门关于加快推进教育数字化的意见 [EB/OL].(2025-04-11)[2026-02-01]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202504/content_7019045.htm.

[2] 中国工业与应用数学学会. 中国大学生数学建模竞赛 (CUMCM)[EB/OL].(2025-12-11)[2026-02-01]. <https://www.mcm.edu.cn>.

[3] SPADY, W G.Outcome-based Education: Critical Issues and Answers[M].Arlington:American Association of School Administrators, 1994.

[4] 中国工业与应用数学学会. 2021 高教社杯中国大学生数学建模竞赛赛题 [EB/OL].(2023-05-12)[2026-02-01].https://www.mcm.edu.cn/html_cn/node/90d223833c1eb50f899aa096a66c6896.html.

[5] 崔恒建，王冠鹏，郑志伟. 乙醇偶合制备 C4 烯烃的统计分析与建模 [J]. 数学建模及其用 ,2022, 11(01):54-63.

[6] 武志辉，胡军，于浚，等 .OBE 理念下应用统计学专业三层递进式实践教学体系构建 [J]. 高教刊 ,2024, 10(01):111-114.