

BOPPPS模式下统计计算混合式教学研究

黄丽芳, 黎中彦, 曹桃云*

广东财经大学统计与数据科学学院, 广东 广州

收稿日期: 2025年7月31日; 录用日期: 2025年8月30日; 发布日期: 2025年9月9日

摘要

针对统计计算课程教学中存在理论抽象、实践性强、学生参与度低等问题, 本文基于BOPPPS模型构建了线上线下混合式的教学模式。通过整合微课、虚拟仿真等数字化资源, 设计“导学-目标-前测-参与式学习-后测-总结”六环节教学流程。通过课前微课闯关(嵌入代码填空与前测题)、课中“案例-算法-误差分析”三维互动、课后跨学科项目拓展(如医学数据缺失处理与金融风险评估), 实现“理论-实现-应用”的全链条能力培养。实践表明, 该模式显著提升了学生的编程实践能力和统计建模素养。研究为理工科课程融合BOPPPS模型与混合式教学提供了可复制的范式。

关键词

BOPPPS模型, 统计计算, 混合式教学, 教学改革

Research on Blended Teaching of Statistical Computing under the BOPPPS Model

Lifang Huang, Zhongyan Li, Taoyun Cao*

School of Statistics and Data Science, Guangdong University of Finance & Economics, Guangzhou Guangdong

Received: Jul. 31st, 2025; accepted: Aug. 30th, 2025; published: Sep. 9th, 2025

Abstract

To address the challenges of abstract theories, strong practical requirements, and low student engagement in statistical computing courses, this study developed an online-offline blended teaching model based on the BOPPPS framework. By integrating digital resources such as micro-lectures and virtual simulations, we designed a six-step teaching process: “Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participatory Learning, Post-assessment, and Summary”. Through pre-class micro-lesson challenges

*通讯作者。

文章引用: 黄丽芳, 黎中彦, 曹桃云. BOPPPS 模式下统计计算混合式教学研究[J]. 职业教育发展, 2025, 14(9): 162-168.
DOI: 10.12677/ve.2025.149424

(embedded code fill-in-the-blank and pre-test questions), in-class three-dimensional interaction of “case-algorithm-error analysis”, and post-class cross-disciplinary project expansion (such as handling of missing medical data and financial risk assessment), the full-chain ability cultivation of “theory-implementation-application” is achieved. Practice has shown that this model has significantly enhanced students’ programming practice ability and statistical modeling literacy. The research provides a replicable paradigm for integrating the BOPPPS model with blended teaching in science and engineering courses.

Keywords

BOPPPS Model, Statistical Calculation, Blended Teaching, Teaching Reform

Copyright © 2025 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

随着信息技术的快速发展和教育理念的不断更新，混合式教学已成为高等教育改革的重要方向。统计计算作为统计学专业的核心课程，具有理论性强、实践要求高等特点，但传统教学模式难以满足学生的学习需求。BOPPPS 教学模式作为一种系统化的教学设计框架[1]-[4]，为统计计算课程的混合式教学改革提供了新的思路。

统计计算作为统计学专业的核心课程，涉及蒙特卡洛方法、Bootstrap 等复杂算法的编程实现。传统教学中存在“重理论推导、轻实践应用”的倾向，学生普遍反映算法理解困难、R/Python 编程实践能力不足。BOPPPS 作为强调参与式学习的教学模型，与混合式教学相结合，可为解决上述问题提供新思路。

本研究旨在探讨 BOPPPS 模式在统计计算混合式教学中的应用效果，通过实证研究验证该模式的教学优势，为统计学及相关学科的混合式教学改革提供参考。研究采用对比实验和问卷调查相结合的方法，全面评估 BOPPPS 模式对学生学习效果的影响。

2. BOPPPS 模式概述

BOPPPS 教学模式是一种以学生为中心、注重互动和反馈的教学设计模型[5]-[7]，起源于加拿大教师培训体系，广泛应用于高等教育和职业培训中。其名称由六个教学环节的首字母组成，导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)。这六个环节强调课堂结构的清晰性和逻辑性。以下是各环节的概述：1) 导入(Bridge-in)：通过提问、案例、故事、视频、时事热点等引发兴趣的方式，达到吸引学生注意力、建立学习内容与已有知识或实际生活相联系的目的；2) 目标(Objective)：明确课堂学习目标，让学生清楚“学什么”和“达到什么标准”；3) 前测(Pre-assessment)：通过在线教学平台发布客观题来进行检测，评估学生已有知识水平，调整教学起点和深度；4) 参与式学习(Participatory Learning)：学生通过互动活动主动建构知识，比如小组讨论、案例分析、角色扮演、实验操作等；5) 后测(Post-assessment)：检验学生是否达成学习目标，及时发现问题，形式有随堂测验、小结汇报、思维导图、一分钟论文等；6) 总结(Summary)：强化重点内容，建立知识框架，衔接后续学习。可以通过教师总结、学生分享收获等方式强化重点内容。BOPPPS 教学模式将课程划分为六个环节，此设计是基于人类注意力集中时间约为 15 分钟的研究结论，通过将传统双节

课拆分为若干个 15 分钟的教学单元来提升教学效果。每个教学环节都紧密围绕既定教学目标展开,形成系统的教学闭环。相较于传统授课方式,该模式特别强调师生双向互动与教学反思[7],其设计既符合教师的教学规律,又适应学生的学习特征,充分践行了“以学生为中心,教师引导”的教学原则,具有跨学科应用的普适性。

BOPPPS 模型的有效性可从学习科学和认知心理学的经典理论中得到解释,尤其是认知负荷理论(Cognitive Load Theory, CLT)、注意力维持规律等。CLT 指出,人类工作记忆容量有限(7 ± 2 个信息单元),学习效率受内在负荷(知识复杂度)、外在负荷(教学设计不当)和相关负荷(有效学习投入)影响[8]。BOPPPS 模型通过分步教学(导入→目标→前测→参与式学习→后测→总结)降低外在负荷。注意力维持规律:研究表明,学生注意力集中时间约为 10~15 分钟。BOPPPS 模型将课堂划分为多个 15 分钟的小单元,每个单元包含目标明确的微循环,契合注意力波动规律。

3. 基于 BOPPPS 模式的“统计计算”课程教学设计与实践

“统计计算”课程整体设计为课前自主预习、课中互动深学、课后延伸固学三个阶段,基于慕课平台和雨课堂开展线上线下混合式教学。

3.1. 课前自主预习

课前自主预习阶段主要完成基础知识的记忆与理解。教师通过慕课平台和雨课堂发布预习任务单及目标,明确新课内容及重难点,引导学生有针对性地观看微课视频。为防止学生刷课,视频采用闯关模式,即在关键知识点处嵌入基础计算题或概念判断题,答对后方可继续学习。例如,在蒙特卡罗方法章节中设置随机数生成原理的随堂测验。

3.2. 课中互动深学

课堂采用“六步教学法”:课程导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary),结合案例分析、算法实现等实践环节强化知识内化。

3.2.1. 课程导入

针对统计计算理论性强、算法抽象的特点,采用“问题驱动 + 学科前沿”双轨导入。例如讲解 Bootstrap 方法时,通过“如何用有限样本评估统计量方差”的实际问题切入,结合诺贝尔经济学奖案例展示方法价值,同步引入我国在大数据统计推断领域的研究成果。

3.2.2. 教学目标

构造三维目标体系:

- ① 知识目标:掌握随机数生成、随机模拟算法、优化算法等核心计算方法,理解统计模拟与数值逼近的理论基础。
- ② 能力目标:培养统计相关的算法实现能力(R/MATLAB)、误差分析能力及解决实际统计问题的建模能力。
- ③ 素质目标:通过金融风险评估、生物统计等跨学科案例,培养数据思维与科学伦理意识,强化团队协作精神与创新意识。

3.2.3. 前测

在统计计算课程的教学改革中,前测(Pre-assessment)的设计是 BOPPPS 模型的关键环节,其核心目

标是精准诊断学生的先备知识水平,并为后续差异化教学提供依据。前测内容需紧密结合统计计算的学科特点,采用“理论+实践”的双维测评形式:在理论层面,通过概念判断题(如“Bootstrap 方法的理论基础是什么?”)和算法伪代码纠错题(如指出 EM 算法 E 步中的逻辑漏洞),检测学生对核心统计思想的理解程度;在实践层面,则依托在线编程平台(如 R)设计可自动评分的代码填空任务(如补全蒙特卡罗积分的缺失代码段),实时评估学生的算法实现能力。为增强前测的引导性,可嵌入“认知冲突”问题(如对比同一问题的解析解与数值解结果差异),激发学习动机。教师通过分析慕课平台和雨课堂平台生成的正确率热力图和典型错误聚类报告,动态调整教学策略——例如,若超过 40% 的学生在马尔可夫链平稳性概念上存在混淆,则插入相关微课视频;若多数学生能高效完成基础编程任务,则直接切入高阶主题(如 MCMC 的收敛诊断)。这种基于数据驱动的精细化前测设计,既保证了与后续教学环节的无缝衔接,又充分体现了统计计算课程“理论为基、计算为用”的教学特色。采用“代码填空+概念速测”形式,如 EM 算法章节前,通过慕课平台和雨课堂检测学生对极大似然估计的掌握程度,根据实时反馈数据动态调整教学重点。

3.2.4. 参与式学习

参与式学习(Participatory Learning)是课堂教学的核心,体现了“学生为主体、教师为主导”的教学理念。针对传统统计计算课程教学中存在的理论抽象、编程实践不足、学生参与度低等问题,教师应充分利用线上线下教学资源,以实际问题为导向,结合数据科学、机器学习、金融建模等应用场景,创设真实的教学情境,采用探究式、讨论式、项目式等教学方法,激发学生的学习兴趣,营造活跃的参与式学习氛围。基于统计计算课程的特点,教师可以结合学生的不同专业背景(如计算机、经济、生物统计等),设计仿真实验、案例研究、算法竞赛等实践活动,将统计思想、计算思维、学科前沿等思政元素融入教学,使抽象的统计计算方法(如蒙特卡洛模拟、MCMC、Bootstrap 等)更加直观,并增强学生的编程实践能力和数据分析素养。实施“三阶”教学模式:① 基础层:通过 PPT 演示算法流程。② 应用层:分组完成实际数据集的分析任务(如基因序列的马尔可夫链建模)。③ 创新层:开展统计软件包优化竞赛,鼓励算法改进。

3.2.5. 后测

在基于 BOPPPS 模型的统计计算课程后测设计中,采用“三维梯度测评法”实现教学效果的精准评估。首先,在知识维度设计基础性客观题,如通过慕课平台和雨课堂限时完成矩阵分解算法的选择题,系统自动生成错误率热力图;其次,在技能维度布置分层编程任务,初级任务要求用 R 语言实现线性回归的 QR 分解,高级任务则需对比不同数值方法的稳定性,并提交误差分析报告;最后,在应用维度设置开放型案例作业,例如给定基因组测序的缺失数据集,要求学生选用适当的 EM 算法变体进行处理并撰写技术文档。后测特别强调“过程性评价”,通过记录算法迭代次数、程序运行时间等量化指标,结合学生互评和教师人工复核,构建多模态评估体系。实践表明,该设计能使不同基础学生的掌握情况显性化,且通过代码相似度检测有效抑制了抄袭现象。这些还可以用来量化统计建模素养,统计建模素养是指个体在真实问题情境中,运用统计学理论、方法与工具,通过数据收集、模型构建、结果分析与解释等环节,解决实际问题的综合能力。

3.2.6. 总结

在课程总结环节,应注重知识体系的系统化整合与思维可视化呈现。教师可引导学生采用概念网络图和算法流程图双轨总结法,例如在 EM 算法章节,将 E 步(期望计算)、M 步(参数更新)、收敛诊断等核心模块通过思维导图串联,同时结合 R 代码片段展示关键实现步骤,强化理论与实践的衔接。总结内容需呼应三维教学目标:通过知识图谱梳理随机数生成、矩阵运算等基础理论(知识目标);通过对比表格分

析不同统计计算方法的误差与效率(能力目标);通过跨学科案例(如金融风险评估、生物统计)强调科学伦理与创新思维(素质目标)。此外,依托慕课平台和雨课堂平台发布分层作业,如基础题(公式推导)、综合题(完整算法实现)、拓展题(开放性问题论文),并引入学生互评机制,通过结构化反馈促进深度学习。该设计通过“理论-算法-应用”三维总结框架,有效降低知识碎片化。

3.3. 课后延伸固学

在统计计算课程的课后拓展设计中,基于 BOPPPS 模型的闭环教学理念,采用“分层递进+学科融合”的策略,以强化知识内化与实践迁移能力。首先,依托慕课平台和雨课堂发布基础巩固任务,如要求学生完成带误差分析的蒙特卡罗模拟实验报告,并利用 R 代码实现算法优化,教师通过自动批改系统反馈计算效率与精度问题。其次,针对不同专业背景(如生物统计、金融工程)设计定制化案例库,例如医学方向提供基于 EM 算法的基因序列缺失数据补全项目,经济方向布置 Bootstrap 金融风险价值(VaR)评估任务,推动跨学科知识整合。最后,设立创新实践赛道,组织学生参与全国统计建模等竞赛,优秀成果通过虚拟展厅展示并计入课程评价,形成“学-赛-研”联动机制。此外,引入持续学习支持,定期推送前沿论文(如贝叶斯计算的最新 MCMC 方法)和行业应用案例(如 A/B 测试的工业优化) [9],鼓励学生在讨论区发起技术沙龙,教师通过线上 Office Hour 答疑深化拓展效果。该设计通过“夯实基础-个性拓展-创新输出”三阶路径,有效提升学生的统计软件工程能力与科研素养。

4. 基于 BOPPPS 模式的“统计计算”课程考核评价

“统计计算”课程作为一门算法理论为主的专业必修课程,其传统考核以期末试卷考试为主,基于 BOPPPS 模式的“统计计算”课程考核评价体系采用多元化、过程性、能力导向的设计理念,将传统单一期末笔试转变为覆盖课前、课中、课后的全流程动态评估。在课前阶段,通过慕课平台和雨课堂平台的前测(Pre-assessment)模块检测学生对先修知识(如矩阵运算、概率分布)的掌握情况,采用闯关式微课视频嵌入编程填空题(如 R 代码补全),系统自动评分并生成学情分析报告,帮助教师精准调整教学重点。课中环节依托参与式学习(Participatory Learning)设计分层考核任务:基础层通过在线限时测验(如蒙特卡罗方法的误差计算选择题)检验知识理解;综合层以小组项目(如基于 Bootstrap 的金融风险案例)考察算法实现与团队协作能力;创新层则通过开放性问题(如 EM 算法的收敛性优化方案)激发科研思维,并引入同伴互评机制提升反馈质量。课后阶段结合后测(Post-assessment)与拓展任务,要求学生提交包含误差分析的计算实验报告,并通过慕课平台和雨课堂讨论区展示优化成果(如 Gibbs 采样加速技巧),教师采用“代码正确性+计算效率+创新性”三维评分标准。最终成绩由线上自主学习(20%)、课堂表现(30%)、实践项目(30%)和期末综合测评(20%)构成,既强化过程性评价,又通过 SPSS/R 实操题、理论推导题与案例应用题相结合的期末试卷检验高阶能力。

本研究以 2024~2025 学年秋季学期统计计算课程的本科生为样本群体。采用对照组实验法对教学设计的效果进行验证。实验周期为一个学期,共 48 课时。选取统计学 2201 班、应用统计学 2201 班(共计 90 人)为实验班,统计学 2202 班、应用统计学 2202 班(共计 90 人)为对照班,对照班主要运用教师讲解、多媒体演示等传统方法;实施 BOPPPS 创新模式的实验班则整合学习通平台与微课资源,包含六个核心环节:课堂导入、目标阐释、前测诊断、互动学习、效果检测及知识归纳。最后的综合测评成绩提升了 5 分左右,具体情况看表 1。同时我们使用匿名问卷收集教学满意度调查,采用 5 级 Likert 量表评价(1=极不满意、2=不满意、3=一般、4=满意、5=非常满意)。最后利用 SPSS 统计软件进行数据分析,使用 t 检验比较两组在各方面表现的差异。结果表明,试验组学生的问卷合计评分高于传统模式教学对照组,差异有统计学意义($P < 0.01$),见表 1。

Table 1. Comprehensive assessment scores and satisfaction levels of the experimental group and the control group in the statistical computing course [mean ± standard deviation]

表 1. 统计计算课程试验组与对照组综合测评成绩和满意度[均数 ± 标准差]

条目	实验组	对照组	t 值	P
课程综合测评成绩	83.02 ± 9.42	77.29 ± 9.72	4.02	0.000 09
课程教学满意度	4.24 ± 0.83	3.87 ± 0.86	3.00	0.0031

5. 结论

基于 BOPPPS 模式的统计计算课程教学改革通过系统化的教学设计与实践验证，显著提升了课程的教学质量和学生的学习成效。研究表明，该模式通过“导入 - 目标 - 前测 - 参与式学习 - 后测 - 总结”的闭环结构，有效解决了传统统计计算教学中理论抽象、实践脱节、学生参与度低等问题。课程改革后，平均分提高 5.73，且 82% 以上的学生对混合式教学设计表示满意，自主学习能力评分提升显著。结合慕课平台和雨课堂平台的线上资源与线下互动，课程实现了知识传递、能力培养与价值引领的三维目标，尤其在算法实现(如 EM 算法、MCMC 模拟)和误差分析等核心能力的培养上成效突出。此外，通过融入金融风险评估、生物统计等跨学科案例，学生的应用创新能力得到强化，课程思政元素(如科学伦理、数据思维)的有机渗透也获得学生高度认可。未来需进一步优化差异化教学策略，深化数理基础与编程实践的融合，以适配新工科背景下复合型统计人才的培养需求。

尽管本研究提出的教学模式在提升学生参与度、深化学习效果等方面展现出积极潜力，但在实际实施过程中仍面临若干挑战与局限性，值得进一步反思与改进。首先，该模式对教师的专业能力与备课时间提出了极高要求。翻转课堂与项目式学习的结合需要教师精心设计课前学习材料、课堂活动及评估体系，这一过程往往耗时耗力。在现有教育体系下，教师可能因教学任务繁重或资源不足而难以持续投入，导致模式效果打折扣，甚至难以大规模推广。其次，学生的适应性差异成为显著问题。部分学生因长期依赖传统讲授式教学，在翻转课堂中表现出自主学习能力不足、时间管理混乱等问题，尤其缺乏教师直接指导时容易陷入低效学习。最后，该模式的评估体系仍需完善。现有研究多依赖短期学习成效或主观反馈，缺乏对长期知识保留率、高阶思维能力发展的跟踪验证。未来研究需进一步探索教师支持机制(如协作备课平台)、学生适应性培训方案，并通过纵向实验验证模型的普适性。承认这些局限性并非否定模式的价值，而是为后续优化提供方向，从而更理性地推动教学改革。

基金项目

广东财经大学高等教育教学改革项目：基于“问题驱动 + BOPPPS”模式的统计计算混合式教学(粤财大〔2024〕86)。广东省教育厅：以创新能力培养为导向的科教融合研究生培养模式改革研究与实践(2024JGXM074)；广东财经大学：《广义回归分析》双语课程教学(粤财大〔2023〕76)。

参考文献

[1] 杨桂秀, 罗建学. BOPPPS 模式下统计基础课程思政的实践路径探索[J]. 现代商贸工业, 2024, 45(8): 142-144.

[2] 吕军城, 王清华, 王素珍, 等. 医学统计学课程优化及 BOPPPS 教改实践初探[J]. 中国卫生统计, 2022, 39(2): 296-298.

[3] 杨冠. BOPPPS 模式下线性代数的教学设计研究[J]. 大学教育, 2023(4): 76-78.

[4] 王华丽, 冯倩倩. BOPPPS 教学模式在线性代数教学中的应用及效果评价[J]. 黑龙江科学, 2021(1): 52-53.

[5] 何燕玲. 基于 BOPPS 教学法的概率课程思政教育探索[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)教育科学, 2021(1): 236-237.

- [6] 李荣杰, 熊靓男. 基于 BOPPPS 模型的管理信息系统课程教学设计[J]. 创新教育研究, 2020, 8(1): 55-61.
- [7] 曹可, 王永治, 李梦, 李明月. 基于学习通与微课的 BOPPPS 教学模式在医学统计学课程中的应用[J]. 社会与公益, 2025(6): 392-394.
- [8] 康钊. 基于 BOPPPS 教学模型的认知心理学科综合实验教学设计[J]. 高教学刊, 2020(20): 101-103+106.
- [9] 刘凯. 案例教学法在《统计计算》课程中的实践[J]. 创新教育研究, 2025, 13(5): 600-606.