

AI赋能下统计计算课程教学的BOPPPS 框架设计

——基于重庆科技大学的方案构想

刘呈军*, 彭 扬

重庆科技大学数理科学学院, 重庆

收稿日期: 2026年6月30日; 录用日期: 2026年8月14日; 发布日期: 2026年8月25日

摘 要

人工智能技术的快速发展正在深刻重塑统计计算的教学形态。本文以重庆科技大学应用统计专业硕士《统计计算》课程为研究对象, 针对该课程教学中存在的理论抽象、实践性强、学生参与度较低等问题, 提出以AI赋能为驱动、以BOPPPS闭环教学模式为框架的课程教学设计方案。首先, 结合“产教融合、数智赋能”的应用型人才培养定位, 分析将生成式人工智能嵌入“导学-目标-前测-参与式学习-后测-总结”六环节教学流程的具体路径; 其次, 探讨了知识图谱驱动的智慧课程资源建设方案; 最后, 设计“AI辅助+项目驱动”的形成性评价机制。

关键词

人工智能赋能, 统计计算, 教学设计, BOPPPS模型

Design of BOPPPS Framework for Statistics Computing Teaching Empowered by AI

—A Scheme Conception Based on Chongqing University of Science and Technology

Chengjun Liu*, Yang Peng

School of Mathematical and Physical Sciences, Chongqing University of Science and Technology, Chongqing

Received: June 30, 2026; accepted: August 14, 2026; published: August 25, 2026

*通讯作者。

文章引用: 刘呈军, 彭扬. AI 赋能下统计计算课程教学的 BOPPPS 框架设计[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 368-375.
DOI: 10.12677/ces.2026.148615

Abstract

The rapid advancement of artificial intelligence (AI) is profoundly reshaping the teaching of statistical computing. Taking the “Statistical Computing” course for master’s students in Applied Statistics at Chongqing University of Science and Technology as the research subject, this paper addresses key challenges in the course, including abstract theoretical content, strong practical demands, and low student engagement. To tackle these issues, the study proposes a teaching design scheme driven by AI empowerment within a closed-loop BOPPPS teaching model. First, grounded in the applied talent cultivation orientation of “industry-education integration and digital intelligence empowerment”, the study analyzes the specific pathways for integrating generative AI into the six-stage teaching process: Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participatory Learning, Post-assessment, and Summary. Second, it discusses the development of a knowledge graph-driven smart course resource system. Finally, a formative assessment mechanism based on “AI assistance + project-driven” approaches is designed.

Keywords

AI Empowerment, Statistical Computing, Curriculum Design, BOPPPS Model

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

在人工智能与大数据技术快速发展的时代背景下，统计计算能力已成为应用统计专业人才的核心竞争力之一。作为应用统计硕士专业学位研究生的核心课程之一，《统计计算》课程“主要由统计软件、统计模拟、云计算与并行计算三部分组成，既注重统计计算算法的讲解，又兼顾统计软件、并行计算等现代计算技术的介绍”。应用统计专业硕士的培养目标是“为政府部门、企事业单位和各类社会组织培养高层次、复合型应用统计专门人才，这对该课程的教学提出了较高的要求——学生不仅需要掌握统计算法的基本原理，更需要具备利用现代计算工具解决复杂实际问题的综合能力”。

重庆科技大学于 2024 年获批应用统计硕士专业学位授权点，2025 年开始招生。该校应用统计专硕培养方案强调“立足重庆、辐射西部，面向智能制造、金融科技和生物医药等行业领域”，突出“统计方法 + 计算技术 + 行业应用”的三位一体能力结构。《统计计算》课程总学时 48 学时(理论 24 学时，实践 24 学时)，3 学分，先修课程包括微积分、线性代数、概率论、数理统计。该课程的教学目标包含两个层面：一是使学生熟练使用 R、Python 等主流统计计算软件，具备将实际复杂统计问题抽象为计算模型的能力；二是使学生了解统计计算的发展历程与学科前沿，掌握蒙特卡罗模拟、数值积分、优化算法等基本统计计算方法的原理与特点。这与核心课程指南中提出的“熟练掌握统计软件的使用，理解和掌握统计计算算法的基本原理与基本理论，掌握大数据背景下并行算法、云计算的计算技能”的目标高度一致。

在教学实践中，该课程面临若干突出问题[1]。一方面，课程内容涵盖基础知识、R 软件、探索性数据分析、统计推断基础、随机模拟实验、蒙特卡罗方法、云计算与并行计算等七大单元，内容理论抽象、算法推导繁杂，传统讲授式课堂难以激发学生的主动参与，学生往往停留在“听懂算法”而非“实现与应用”的层面。另一方面，地方高校应用统计专硕培养过程中普遍存在“产研脱节”现象，理论学习与行业需求之间的错位导致学生的实战能力不足。已有研究指出，统计计算课程的教学内容体系、教学方

法和考核方式等方面仍存在一些亟需完善之处。

近年来,生成式人工智能的快速发展为高等教育的数字化转型提供了新的路径。将 AI 融入教学环节,既能提升学生学习参与度,也能实现因材施教式的自适应学习[2]。周少玲等人在统计计算与软件课程的教学实践中也强调,统计计算教学应注重软件工具与理论知识的有机结合,并积极引入智能辅助手段[3]。然而,现有的 AI 赋能教学研究主要集中在本科的通识课程或理论性较强的学科,针对应用统计专硕《统计计算》这一既有理论深度又具实践强度课程的改革探索明显不足,特别是地方应用型高校中的实践案例更为稀缺。

在此背景下,本文以重庆科技大学应用统计专硕《统计计算》课程为例,基于 BOPPPS 闭环教学模式[4],结合 AI 工具的智能辅助能力,探索 AI 赋能下的课程教学设计路径,以为同类地方高校统计类课程的智能化转型提供参考。需要说明的是,重庆科技大学应用统计专硕于 2025 年首次招生,目前没有完整的教学循环数据,本文属于前瞻性的教学设计框架研究,旨在论证方案的理论依据、创新性与可行性,其有效性有待后续教学实践检验。

2. 课程改革的理论基础与政策依据

2.1. 建构主义与人机协同学习理论

建构主义学习理论认为,知识的获取不是被动接受,而是学习者在已有经验基础上通过与环境互动主动建构的过程。关蓉基于建构主义理论探讨了人工智能赋能研究生教学,指出在 AI 辅助的教育场景中,学生可以通过与智能工具的多轮交互来深化对复杂概念的理解[5]。这为统计计算这类算法密集型课程的教学提供了理论支撑。

人机协同教学是人工智能时代学习理论的重要延伸,其核心在于“师-生-机”三位一体的协同模式。教师专注于教学设计的方向引导与学习支架搭建,学生作为学习主体主动建构知识,AI 作为智能助手提供即时反馈和思维启发。在统计计算课程的编程实训环节,学生可以借助 AI 工具进行代码调试与思路验证,AI 协助识别错误模式并提供修正建议,从而形成“人机互补、协同促进”的良性互动机制[2]。

2.2. 认知负荷理论

认知负荷理论(Cognitive Load Theory)指出,人类工作记忆容量有限,学习效率受内在负荷(知识本身的复杂度)、外在负荷(教学呈现方式的不当设计)和相关负荷(有效学习投入)的共同影响[6] [7]。BOPPPS 模型通过将课堂拆分为多个目标明确的微单元,契合注意力维持规律,并有效降低外在认知负荷。AI 工具在其中的作用体现在:通过即时代码调试与错误提示,减少学生在编程实现环节因技术障碍产生的认知资源消耗,使其将有限的认知资源集中于算法原理的理解与问题解决策略的构建,从而实现“认知卸载”与“深度思考”的平衡。

2.3. BOPPPS 教学模式

BOPPPS 模型是基于成果导向教育理念的课堂教学设计框架。该模型将课堂教学划分为六个核心环节: Bridge-in (导学导入)、Objective (学习目标)、Pre-assessment (前测)、Participatory Learning (参与式学习)、Post-assessment (后测)和 Summary (总结)。其理论优势在于将教学过程拆解为可操作、可测量的环节单元,每个环节之间形成紧密的逻辑关联,从而有效提升课堂的目标达成度和学生的参与度[4]。

将 BOPPPS 闭环教学模式引入统计计算课程教学,有助于解决传统课堂中“学生参与度低、个性化学习缺失以及教学反馈滞后”等问题。黄丽芳等人针对统计计算课程,基于 BOPPPS 模型构建了线上线下一混合式教学模式,通过整合微课、虚拟仿真等数字化资源,设计六环节教学流程,并取得了积极的教

学效果[8]。Hao 等人针对机器学习课程的实验性研究表明, 基于 BOPPPS 与 ChatGPT 的 AI 辅助教学方案使机器学习课程学生的期末成绩较传统教学方法有显著提升, 这表明该模式对于技术类课程具有显著的正向效应[4]。

2.4. 应用统计专硕培养目标与课程要求

根据全国应用统计专业学位研究生教育指导委员会发布的《应用统计硕士专业学位研究生指导性培养方案(2024 年修订)》¹, 应用统计专业学位的培养目标是“掌握统计学基本理论方法, 系统掌握数据采集、整理和分析的知识与技能, 具备熟练应用统计软件进行统计分析的能力”。在课程设置方面, 专业基础课中明确设置了“统计计算类”, 包括“统计计算、统计建模、并行计算与优化”等课程, 总学分不低于 35 学分, 其中专业基础课不低于 12 学分。

《应用统计硕士专业学位研究生核心课程指南》²进一步明确了《统计计算》课程的性质。本课程是将统计理论与实际数据分析相结合的一门专业课程。课程内容涵盖统计软件基本操作、蒙特卡洛方法(含重要性抽样、分层抽样、EM 算法、Bootstrap 方法、MCMC 等)、云计算与并行计算等模块。课程目标要求学生“能够应用所学的统计计算方法解决实际相关的问题”, 考核方式建议采用“开卷考试、完成作业或论文”。

此外, 应用统计专业学位简介指出, 该专业学位“以统计学的理论知识为基础, 融合相关学科知识和专业技能, 具备较高的综合性和较强的实践性”。主要特色方向包括金融统计与风险管理、社会经济统计、工业统计、生物医学及公共卫生统计、大数据分析等, “体现出统计学与经济学、金融学、管理学、生物医学、公共卫生、计算机科学等相关专业的高度交叉融合”。这些方向对学生的统计计算能力提出了多维度的要求。

上述政策文件为《统计计算》课程的教学设计提供了明确的指导和依据。重庆科技大学《统计计算》课程的教学目标与核心课程指南的要求高度契合。然而, 面对人工智能时代的新挑战, 传统的教学模式难以完全实现这些目标, 亟需设计 AI 赋能的教学创新方案。

3. AI 赋能下的课程教学设计框架——以重庆科技大学为例

3.1. 教学内容的 AI 辅助优化设计

知识图谱驱动的课程体系梳理。针对传统课程内容体系“各学科衔接弱、教学评价手段单一”等问题, 《统计计算》课程组拟引入知识图谱技术对课程核心知识点进行系统化梳理, 将课程知识点细分为“算法原理层-数值实现层-应用分析层”三级结构。算法原理层涵盖随机数生成、蒙特卡洛积分、MCMC 等核心理论, 与核心课程指南中“掌握生成随机数的机理并能够进行算法实现”的要求相呼应; 数值实现层聚焦 R 或 Python 编程实现技巧; 应用分析层则与重庆地区智能制造业的质量控制、金融科技领域的风险计量等场景进行语义关联。这种知识图谱驱动的内容组织方式, 目的在于形成完整的知识体系, 并将每个知识点与真实的大数据处理案例相连接, 使学生直观感知理论知识的实际价值。

行业前沿案例的实时嵌入。在课程的核心内容单元(如蒙特卡洛方法、随机模拟实验等)中, 传统案例多局限于简单的定积分计算或古典概型实验。核心课程指南中强调蒙特卡洛方法应涵盖“积分的模拟近似、重要性抽样、分层抽样、EM 算法、Bootstrap 方法”等内容。借助生成式 AI, 教师可以快速获取这些方法的行业应用范例, 如金融衍生品定价(对应重要性抽样)、生物医学中的 EM 算法应用、可靠性工程

¹<http://mas.ruc.edu.cn/jxpy/pyfa/index.htm>

²全国专业学位研究生教育指导委员会. 专业学位研究生核心课程指南(一)试行. 北京: 高等教育出版社, 2020.

的 Bootstrap 纠偏分析等, 并利用 AI 工具辅助完成案例的适配性改造与代码框架的预编写。例如, 在讲授“利用蒙特卡罗方法进行定积分计算”时, 可同时引入“利用蒙特卡罗方法进行欧式期权定价”的拓展案例, 使学生感受到统计计算在金融工程中的直接应用价值。

3.2. 基于 BOPPPS + AI 的教学模式设计

重庆科技大学《统计计算》课程教学团队已面向 2025 级首届学生完成了“讲授 + 实训”的教学实践。在此基础上, 团队计划面向 2026 级学生引入基于 BOPPPS + AI 的教学模式, 将 AI 工具(包括 DeepSeek 和豆包)嵌入六个教学环节, 具体设计如下。

环节一: Bridge-in (导学)。传统教学在这一环节通常采用教师口头介绍的方式, 难以激发学生的学习动力。在教学设计中, 教师借助 AI 技术创设教学情境, 利用大模型的文本生成能力, 快速生成与现实问题相关的引入材料。例如, 在讲授“随机模拟实验”单元中的中心极限定理实验时, 通过 AI 生成“重庆某制造企业产品尺寸分布”的虚拟案例, 使学生迅速进入问题情境。这一设计契合了应用统计专业学位“工业统计”方向中“利用统计理论和技术对工业生产和经营进行统计分析和综合评价”的应用场景。

环节二: Objective (学习目标)。在每次课前, 教师依托课程知识图谱, 利用 AI 辅助生成适配当次教学内容的分层教学目标。目标应当具体、可操作且可测量, 涵盖知识掌握、技能应用和问题解决三个层次, 并对照核心课程指南中的具体要求, 通过智慧教学平台清晰传达给学生。

环节三: Pre-assessment (前测)。在正式教学开始前, 利用 AI 工具生成针对性的前置测验, 评估学生对先修知识(如概率论基础、R 语言基本语法等)的掌握程度。AI 工具可以根据学生的答题情况自动生成诊断性反馈, 帮助教师了解学情差异, 为后续教学活动的设计提供依据。

环节四: Participatory Learning (参与式学习)。这是课程教学的核心环节。核心课程指南建议采用“课堂讲授与案例教学相结合, 配合上机实训”的授课方式。在 AI 工具辅助下, 本方案设计构建“案例 - 算法 - 误差分析”三维互动的参与式学习模式[4]。首先, 教师给出实际案例(比如利用蒙特卡罗方法估计圆周率); 其次, 教师讲解算法的原理和理论基础(随机投点法、平均法的数学原理); 然后, 学生利用 R 或 Python 软件实现算法; 在编程实现过程中, AI 工具担任“编程向导”角色, 帮助学生进行代码调试、语法纠错、算法参数解释以及性能优化建议。这一模式将“教师讲、学生听”的单向灌输变为“教师引导、AI 辅助、学生主动建构”的多维互动, 预期能够显著提升学生的动手能力与学习参与度。

环节五: Post-assessment (后测)。在每个教学单元结束后, 通过 AI 辅助生成针对性的后测题目, 检验学生当次课程的学习效果。AI 根据后测结果自动生成个性化的学习建议, 并推送针对薄弱知识点的补充练习材料, 从而实现差异化学习的支持。

环节六: Summary (总结)。在教学结束时, 教师组织学生进行知识回顾和要点总结。AI 工具辅助生成结构化的课程重点摘要和思维导图, 帮助学生形成系统化的知识结构认知。预期通过上述教学设计, 学生的算法实现能力和实际问题解决能力将得到显著提升。

3.3. 教学资源与课程体系重塑

数字化教材与智能教学平台。传统的纸质教材在统计计算课程教学中面临着“知识点孤立、应用场景缺乏、学习路径单一”等方面的制约, 难以支撑 AI 赋能的教学模式[3]。重庆科技大学应用统计硕士项目依托校级智慧教学平台, 正在开发《统计计算》数字化教材, 计划集成知识点讲解、R 和 Python 代码示例、交互式练习和 AI 辅助问答等功能。同时, 拟利用知识图谱技术支撑“动态关联学习系统”, 根据学生的知识薄弱环节智能推送相关学习材料, 为学生提供个性化的学习路径推荐。

产教融合的实践资源建设。针对应用统计专硕培养中“理论学习与行业需求错位”的问题, 本方案引

入“平台－课程－校企”三维联动的实践育人生态。指导性培养方案明确要求“实行校内和校外双导师制”“开展案例教学和实践教学”。重庆科技大学拟与重庆春之翼信息科技有限公司、新航道重庆学校、重庆聚合科技有限公司等多家重庆本地企业共建实践项目案例库，将真实的企业数据和分析需求引入课程实践环节。课程团队计划与企业联合开发“智能制造过程中的统计质量控制(对应随机模拟实验单元)”、“金融信贷风控中的蒙特卡罗模拟(对应蒙特卡罗方法单元)”等模块化实践项目，这些项目分别对应专业学位简介中“工业统计”和“金融统计与风险管理”特色方向，使学生在真实场景中锻炼统计计算能力。

3.4. 教学评价体系的数字化转型设计

形成性评价的 AI 赋能。传统《统计计算》课程的评价方式注重理论与实践结合，但过程性评价不足。核心课程指南建议的考核方式为“开卷考试、完成作业或论文”，强调“考核学生能否应用所学的统计计算方法解决实际相关的问题”。重庆科技大学改革后的评价体系注重过程性与多元化的结合。具体设计了“AI 辅助＋项目驱动”的形成性评价机制：利用智慧教学平台自动记录学生的编程练习情况、代码调试过程、学习平台活跃度和互动问答参与度等多维学习行为数据，构建反映学生学习全过程的量化画像。平时成绩占总评的 50%，包括线上前测与后测(10%)、编程作业(15%)、课堂参与度(10%)、小组研讨(15%)；期末课程论文占 50%，要求学生以团队形式完成一个综合性数据分析课题，从问题定义、数据采集、算法设计、编程实现到结果报告的全过程均由学生自主完成，AI 工具在项目中仅作为辅助工具。这种评价方式既能检验学生对统计算法的理解深度，也能考察项目协同、问题解决和沟通表达等综合能力。

多维能力考核体系的构建。遵循能力递进与多维协同的育人理念，本方案构建了“算法基础－工具应用－项目实践－创新成果”的四层次能力考核体系。该体系遵循从理论到实践、从单项技能到综合应用的递进逻辑，并融合多种考核形式以实现对能力的协同评价。在此框架下，学生不仅需要完成基础算法的考核，还需完成编程实践任务、参与跨学科项目实践。未来计划鼓励以课程成果为基础参加“全国应用统计专业学位研究生案例大赛”等学科竞赛或产出研究性报告，进一步提升实践创新能力。

3.5. 预实验设计与初步验证思路

为验证本教学设计方案的可性，计划在课程正式实施前开展小规模预实验。预实验选取课程中“蒙特卡罗方法”这一单元作为测试内容，面向本校应用统计学大三年级学生开展为期两周的教学试点。预实验将完整执行 BOPPPS＋AI 的六环节流程，通过前测与后测的成绩对比、课堂参与度观察记录、以及半结构化访谈收集参与者的体验反馈。预实验的主要目标并非验证教学效果，而是检验教学流程的可操作性、AI 工具的适配度以及评价工具的有效性，为后续课程方案的迭代优化提供依据。由于重庆科技大学应用统计专硕于 2025 年首次招生，目前尚无完整的教学循环数据，预实验的初步证据将在后续研究中进一步补充完善。

4. 方案实施面临的挑战与对策

4.1. 教师数智素养的提升瓶颈

AI 赋能的教学改革对教师的数字素养与 AI 应用能力提出了更高要求。教师不仅要具备统计计算的专业知识和传统教学技能，还需能够熟练运用各类 AI 工具开展教学设计、案例开发与课堂互动。然而，当前教师对 AI 工具的认知与应用仍处于初级阶段，在提示词工程、知识图谱构建、AI 辅助内容生成等方面的能力还有较大提升空间。为此，学校教师发展中心建立了常态化的 AI 教学能力培训机制，自 2025 年以来已组织多场“AI＋教学”专题培训，并通过教学经验分享会与同行观摩研讨等方式，助力教师系统提升人机协同教学的设计与实施能力。

4.2. AI 赋能的潜在风险及其防控机制

允许学生在学习和实践中使用 AI 工具, 客观上可能带来学生过度依赖 AI 的隐忧。学生不当使用 AI 工具主要表现为直接复制 AI 生成的代码而不加思考、直接引用 AI 输出的观点而不标注来源、依赖 AI 完成核心算法设计而绕过理解过程等, 这类行为的实质是“技术替代思考”, 即 AI 从“学习伙伴”退化为“代写工具”。与此同时, AI 生成内容本身亦存在系统性偏差风险, 统计模型的参数选择可能隐含特定假设, 数据生成过程可能偏离真实分布, 参考文献更可能出现“幻觉”(即 AI 捏造不存在的文献)。因此, 课程设计中需明确要求 AI 输出的所有结果必须经过人工复核, 学生须在提交的作业中标注哪些部分使用了 AI 辅助, 并附上核查记录, 以此在制度层面约束不当使用行为并防范 AI 生成内容的潜在偏见。

为系统应对学生过度依赖 AI 工具的风险, 课程组从技术监测、过程性评估与学术诚信教育三个维度构建协同防控机制。技术层面, 嵌入“算法理解题”并要求书面解释设计逻辑; 过程层面, 增设“屏幕录制讲解”与课堂随机抽问, 将评估贯穿学习全过程而非仅依赖终端成果; 诚信教育层面, 明确 AI 使用边界——AI 可作为“调试助手”与“思路启发工具”, 但算法设计、模型选择、结果解读等核心认知劳动必须由学生独立完成, 并将“工具选择的合理性、人工干预深度、反思质量”纳入评价维度。三重机制分别从技术筛查、过程监控和价值引导层面形成互补, 旨在将 AI 从潜在的“代写工具”转化为真正的“学习伙伴”。

4.3. 技术与教学的融合深度不足

当前 AI 赋能教学的一个普遍问题是技术应用与教学设计的“两张皮”现象, AI 工具的使用往往停留在边缘环节(如题目生成、PPT 美化等), 没能真正嵌入教学的核心流程。要解决这一问题, 教学设计方案应当以教学模型的框架性设计为牵引, 使 AI 的应用与教学内容有机融合, 而非技术堆砌。有研究者指出, 以 BOPPPS 六环节为载体, 在每个环节中明确 AI 工具的具体参与方式和预期目标, 并通过迭代式的教学实践不断优化融合路径, 是克服“两张皮”的有效方法[2]。

5. 结语

在人工智能技术深刻重塑知识获取方式和教育形态的时代背景下, 应用统计专硕《统计计算》课程的教学改革既面临挑战也蕴含机遇。本文以重庆科技大学为例, 从建构主义与人机协同学习理论出发, 以 BOPPPS 闭环教学模型为框架, 结合全国应用统计专业学位研究生教育指导委员会发布的《应用统计硕士专业学位研究生指导性培养方案(2024 年修订)》及《应用统计硕士专业学位研究生核心课程指南》等政策文件的要求, 提出了 AI 赋能下的课程教学设计方案。该方案通过将生成式 AI 嵌入“导学-目标-前测-参与式学习-后测-总结”的全流程教学环节, 重塑了教学内容组织方式、课堂互动模式和教学评价体系, 旨在解决统计计算课程教学中长期存在的理论抽象、实践性强、学生参与度低等问题。同时, 方案的顺利推进需要正视教师数智素养的提升、AI 依赖风险管控和技术教学深度融合等现实挑战。

需要指出的是, 由于重庆科技大学应用统计专硕于 2025 年首次招生, 本文所提出的教学设计方案尚未经过完整的教学循环验证, 其有效性有待后续教学实践检验。随着教学数据的积累, 将进一步收集实证材料, 评估该方案对提升学生算法实现能力和实际问题解决能力的实际效果。随着 AI 技术的持续迭代和教学实践的深入积累, AI 赋能下的统计计算课程将朝着更加个性化、智能化和产教融合的方向发展, 为培养适应智能时代需求的高层次应用统计人才提供坚实支撑。重庆科技大学的探索旨在为其他同类地方高校统计类课程的智能化转型提供可参考的设计思路与实践样本。

基金项目

2026 年重庆科技大学研究生教育教学改革研究项目(YJG2026y017)。

参考文献

- [1] 常振海, 刘薇, 王昱禾, 等. 数据科学时代《统计计算》课程改革: 目标重构、教法创新与效果评价——以地方应用型本科院校为例[J]. 天水师范学院学报, 2025, 45(3): 109-114.
- [2] 房丙午, 刘振羽, 韦良芬, 等. ChatGPT 赋能 BOPPPS 模型的教学创新设计探索[J]. 湖北经济学院学报(人文社会科学版), 2025, 22(7): 151-156.
- [3] 周少玲, 王小胜, 张振辉. 应用统计专业硕士研究生课程案例库建设研究——以统计计算与软件课程为例[J]. 教育观察, 2021, 10(21): 106-108.
- [4] Hao, H.J. and Chen, W. (2026) Research on the Application Effect of BOPPPS and ChatGPT-Based AI-Assisted Teaching in the Machine Learning Course. *The Asia-Pacific Education Researcher*, **35**, 291-302. <https://doi.org/10.1007/s40299-025-01026-5>
- [5] 关蓉. 建构主义视角下人工智能赋能研究生教学探索——以《统计调查》为例[J]. 社会科学前沿, 2025, 14(5): 89-94.
- [6] Sweller, J. (1988) Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, **12**, 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- [7] Paas, F., Renkl, A. and Sweller, J. (2003) Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, **38**, 1-4. https://doi.org/10.1207/s15326985ep3801_1
- [8] 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.