

人工智能智能体赋能BOPPPS教学的设计与实现

郭亚洁, 姚奕洋*, 李 玲, 李 贞, 李 涛

邯郸学院软件学院, 河北 邯郸

收稿日期: 2026年9月12日; 录用日期: 2026年10月14日; 发布日期: 2026年10月20日

摘 要

BOPPPS教学模式以目标导向和参与式学习为核心理念, 已在高校课堂中得到广泛应用, 但在大班教学场景中, 教师仍面临教案生成耗时长、课堂测评即时分析难、个性化学习反馈不足等现实问题。本研究设计并开发了一款深度融合AI智能体的BOPPPS教学辅助平台, 围绕导入、目标、前测、参与式学习、后测、总结六大环节, 分别实现了情境素材智能推荐、学习目标对齐检查、自适应前测组卷、分层任务与即时答疑、多维后测评价以及教学证据自动汇总等功能。平台采用教师审核与系统生成协同的工作机制, 所有AI输出均需经人工确认方可生效, 以保障内容质量与教学安全。实验数据表明, 该平台能显著缩短教师备课时间, 提升课堂互动频率与测评反馈时效性, 为AI技术嵌入结构化教学流程提供了一条可操作的实现路径。

关键词

BOPPPS, AI智能体, 教学平台, 精准教学, 人机协同

Design and Implementation of AI Agent Empowered BOPPPS Instruction

Yajie Guo, Yiyang Yao*, Ling Li, Zhen Li, Tao Li

School of Software, Handan University, Handan Hebei

Received: September 12, 2026; accepted: October 14, 2026; published: October 20, 2026

Abstract

The BOPPPS teaching model, centered on outcome orientation and participatory learning, has been widely adopted in higher education. However, in large-class settings, teachers continue to face practical challenges, including time-consuming lesson preparation, difficulties in real-time analysis of classroom assessments, and insufficient personalized learning feedback. This study designed and

*通讯作者。

文章引用: 郭亚洁, 姚奕洋, 李玲, 李贞, 李涛. 人工智能智能体赋能 BOPPPS 教学的设计与实现[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1232-1240. DOI: 10.12677/ae.2026.16102224

developed an AI agent-enhanced instructional support platform deeply integrated with the BOPPPS model. Across its six stages—Bridge-in, Objective, Pre-assessment, Participatory Learning, Post-assessment, and Summary, the platform provides intelligent recommendations of contextual materials, alignment checks for learning objectives, adaptive generation of pre-assessment items, differentiated learning tasks and real-time question answering, multidimensional post-assessment, and automated aggregation of instructional evidence. The platform adopts a human-AI collaborative workflow in which all AI-generated outputs must be reviewed and approved by teachers before implementation, thereby ensuring content quality and instructional safety. Experimental results indicate that the platform significantly reduces teachers' lesson preparation time, increases the frequency of classroom interaction, and improves the timeliness of assessment feedback, offering an actionable approach to embedding AI technologies into structured instructional processes.

Keywords

BOPPPS, AI Agent, Teaching Platform, Precision Teaching, Human-Machine Collaboration

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

高等教育课堂改革正由知识传递转向学习质量提升。BOPPPS 教学模式由导入(Bridge-in)、目标(Objective)、前测(Pre-assessment)、参与式学习(Participatory Learning)、后测(Post-assessment)和总结(Summary)组成[1],能够以明确目标、主动参与和及时反馈组织课堂过程,为落实以学定教提供结构化支架[2]。这一结构与建构性对齐所强调的“预期学习成果-学习活动-评价任务”一致性相呼应[3]。然而,在大班教学中,教师仍面临材料整理、差异化任务设计、课堂证据分析和及时反馈等高负荷工作,六个环节也可能因缺少可靠证据而流于形式。

生成式人工智能能够辅助内容生成、问题设计和反馈组织,但也伴随事实错误、偏差、隐私和过度依赖等风险[4][5]。本文所称 AI 智能体,是指围绕教学目标感知上下文、分解任务、调用知识或工具并在约束下生成和修订方案的专用系统[6]。与通用对话工具相比,教学智能体不仅要“能生成”,还要做到目标对齐、过程可审、教师可改和责任可追溯。

已有研究已讨论 AI 与 BOPPPS 的融合路径,并在不同课程中开展教学实践[7]-[9]。与这些研究相比,本文聚焦三个尚需细化的问题:其一,如何把六环节教学逻辑转化为智能体可执行的工作流;其二,如何通过程序校验、权限和人工审核治理生成内容;其三,平台功能证据与课堂应用数据分别能够支持何种结论。为此,本研究构建教师主导的融合框架,开发面向管理员、教师和学生的平台,并结合自动化测试、学生问卷和历史队列成绩对其功能可行性与初步课堂应用进行分层评价。

2. 理论框架与平台设计

2.1. BOPPPS 与智能体融合框架

融合设计遵循目标一致、教师主导、数据最小化和过程可追溯四项原则。智能体承担资料组织、候选方案生成、一致性检查和证据汇总等高频任务;教师负责解释课程目标、筛选内容、调整难度、处理价值问题并作出最终发布决定,具体支持机制见表 1。智能体的输出不是课堂指令,而是供教师审核和情境化的教学设计候选项。

Table 1. BOPPPS six stages and AI agent support mechanisms
表 1. BOPPPS 六环节与智能体支持机制

环节	主要教学任务	智能体支持	教师控制点
导入	连接经验与情境	生成候选案例或问题	筛选并本地化
目标	明确可评价目标	表述目标并检查对齐	解释标准并确认
前测	识别学习起点	生成诊断题并汇总薄弱点	调整支架与难度
参与式学习	组织知识建构	生成问题链、任务与资源	把握节奏并干预
后测	检验目标达成	生成评价任务与反馈模板	复核评分与建议
总结	迁移、反思与迭代	汇总证据与设计版本	形成教学反思

2.2. 融合机制

BOPPPS 教学模式对课堂节奏和证据闭环有明确要求，这恰为 AI 智能体的介入提供了结构化接口。本研究将智能体的能力嵌入六个教学环节，但并非替代教师决策，而是以“生成 - 审核 - 修订”的工作流方式，承担重复性、资料性与初步分析类任务。

具体而言，各环节的分工逻辑如下：

导入环节：系统根据教师输入的课程主题和关键词，从内置案例库或联网资源中检索相关情境素材，自动生成 3~5 个导入问题或案例简介供教师选用。教师可对候选素材进行删改、替换或本地化调整，使之贴合班级实际。

目标环节：教师设定课程目标后，系统自动检测目标表述中是否包含可观测的行为动词(如“描述”“区分”“设计”等)，并提示补充评价标准，帮助教师将模糊意图转化为可测可评的陈述。

前测环节：基于课程章节的知识点图谱，系统自动组卷生成前测题目，并依据学生历史作答数据预测各题目的难度适配性。教师确认后发布测验，系统即时统计正确率与知识薄弱点分布，并以可视化图表呈现。

参与式学习环节：在参与式学习阶段，系统围绕当前课时的核心知识点，向学生推送一组基础检测题。若学生在某道题目上作答错误，系统不直接告知正确答案，而是提供与该知识点相关的教材页码索引、概念拆解框架或类似示例，引导学生自行修正理解。学生可在查阅辅助材料后重新作答，系统记录每次尝试的路径和用时，供教师了解个体卡点。对于连续两次答错同一知识点的学生，系统将该生标记至教师的“重点关注列表”，由教师在巡查时进行一对一干预。这一机制并非追求即时正确，而是通过记录试错过程，为教师提供精确到人的学习证据。

后测环节：系统依据教学目标自动生成后测题目，客观题自动批阅并生成正确率报告，主观题答案汇总后按关键词匹配度初步聚类，供教师参考评分。系统自动计算每位学生前测与后测的差值，形成个体进步幅度数据。

总结环节：参与式学习结束后，系统自动整合前测、后测、小组任务完成度、提问记录等数据，生成一份面向教师的“课时教学证据看板”。看板以图表方式呈现三个核心信息块：① 各知识点的班级整体掌握率及与前测的对比变化；② 个体学生进步幅度排行(前 20%与后 20%)；③ 错误集中度最高的 2~3 个知识点摘要，附带对应的典型错误表述和可能成因分析。教师据此决定课堂最后 5~8 分钟的精讲内容，也可在看板基础上补充自己的课堂观察，形成完整的教学回顾。该看板同时存档至课程日志，用于后续教学设计的迭代参考。教师根据看板数据选择性讲解共性问题，系统同时保存本节课的所有设计版本和过程记录，以备教学反思调用，为教师进行教学反思与下一轮教学优化提供坚实的数据支持，从而推动教学实践进入一个基于证据、持续改进的良性循环。

上述流程中，智能体始终处于“辅助”位置：凡涉及价值判断、难度调整、教学策略选择和最终发

布，均由教师完成。系统生成的任何候选选项均带有“待审核”标记，未经教师确认不会推送至学生端(图1)。

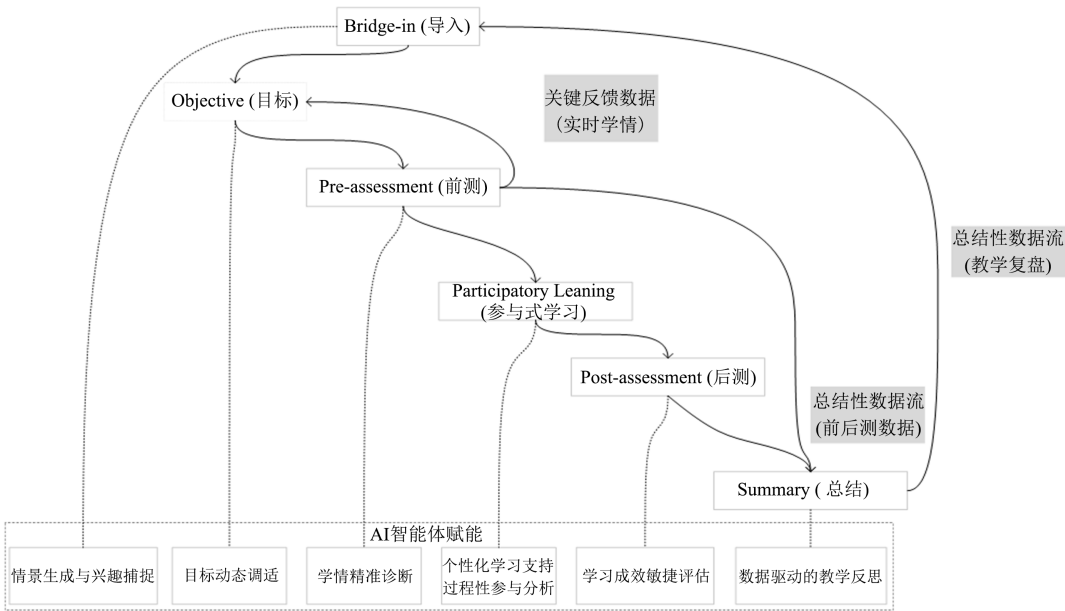


Figure 1. Diagram of the BOPPPS and AI agent integration model
图 1. BOPPPS 与 AI 智能体融合模型示意图

2.3. 教学平台实施

2.3.1. 系统架构与角色权限

平台采用前后端分离架构，具体架构图见图2。交互层以 React 提供管理员端、教师端和学生端；业务层以 Flask API 实现身份认证、课程章节、教案、题库、资源、测验、作答与分析；数据层以 MySQL 保存业务数据、AI 配置和日志；模型服务层通过 OpenAI 兼容接口连接可配置的大语言模型。管理员负责基础数据、模型配置和日志，教师负责教案、资源、测验和学情分析，学生加入课程后完成测验并查看成绩与解析。角色权限同时限制跨角色和跨课程访问。

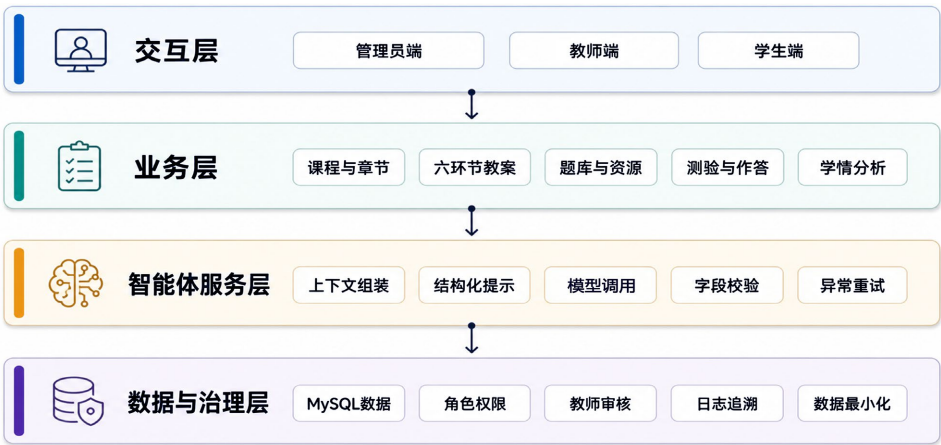


Figure 2. Architecture of the teacher-led AI agent platform for BOPPPS instruction
图 2. 教师主导的 BOPPPS 教学智能体平台架构

2.3.2. 平台关键技术与实现

本平台采用大语言模型驱动 BOPPPS 教学法的六个阶段内容自动生成, 支持 Ollama 本地部署(默认使用 qwen3:30b 模型)和 OpenAI 兼容接口(同时支持 DeepSeek、智谱 AI 等云端服务)两种模型提供方。系统通过低温度参数(temperature = 0.2)确保教学设计输出的稳定性和一致性, 单次生成最大输出 1800 tokens, 并强制使用 JSON 格式输出以保证结构化数据的可靠解析。

在提示词工程方面, 系统采用“系统提示词 + 阶段任务提示词 + 课程上下文”的组合方式。为了使平台生成的内容更符合 BOPPPS 教学设计的实际需要, 在实现过程中并没有直接将章节标题或简单描述发送给大语言模型, 而是先对模型的任务角色、生成范围和输出形式作出统一限定。系统在服务层中预先定义了系统级提示词, 明确要求模型围绕 BOPPPS 教学设计任务生成结果, 并限制其以固定结构返回, 从而减少自由生成带来的偏差。相关实现如图 3 所示。系统提示词要求模型只输出严格 JSON, 保证字段类型正确, 优先使用知识库内容, 信息不足时返回 missing_info, 并且始终体现“以学定教、以评促学”的教学理念。

```

1
2     SYSTEM_PROMPT = """
3 你是“BOPPPS 教学设计智能助手”。
4 硬性规则:
5 1. 只输出严格 JSON, 不要 Markdown、解释或代码块。
6 2. 必须匹配给定结构, 字段类型正确。
7 3. 优先使用给定知识库片段, 避免编造来源。
8 4. 信息不足时仍返回合法 JSON, 并说明 missing_info。
9 5. 设计必须体现 BOPPPS“以学定教、以评促学”, 而非传统教案的教师讲授流水账。
10 6. 每个阶段都要给出可观察的学习证据 (学生行为/作品/作答结果)。
11 """
12
13     STAGE_OUTPUT_KEYS = {
14         "bridge_in": [
15             "hook_type",
16             "hook_title",
17             "hook_script",
18             "teacher_actions",
19             "student_actions",
20             "duration_minutes",
21             "transition_to_objectives",
22             "materials_needed",
23             "citations",
24         ],
25         "objective": ["objectives", "alignment_checks", "citations"],
26         "pre_assessment": ["questions", "timing_minutes", "evaluation_focus", "citations"],
27         "participatory": ["activities", "teacher_actions", "student_actions", "artifacts", "citations"],
28         "post_assessment": ["questions", "rubric", "timing_minutes", "citations"],
29         "summary": [
30             "key_takeaways",
31             "common_errors_and_fixes",
32             "minute_paper_questions",
33             "assessment_result_reflection",
34             "next_steps",
35         ],
36     }
37
38     BOPPPS_DIFFERENTIATION_RULES = """
39 与传统教案的区别 (必须遵守):
40 - 不是“按教师讲什么”组织, 而是“学生学会什么、如何被验证”组织。
41 - 每个阶段都要写清: 教师动作、学生动作、产出证据、时间控制、衔接语。
42 - 目标、活动、评价必须一一对齐; 禁止出现“目标很好看但无法测量”的描述。
43 - 优先使用真实课堂任务、情境问题、同伴互动, 不要空泛说教。
44 - 语言务实、可执行、可落地, 避免口号式表述。
45 """

```

Figure 3. System-level prompts and foundational constraint code

图 3. 系统级提示词与基础约束代码

续表

学习兴趣	个性化目标增强方向感	91.5	6.3	2.2
学习支持	个性化资源推荐有帮助	85.2	11.3	3.5
学习支持	即时反馈有助于解决疑难	87.3	9.2	3.5
学习支持	数据监控让我感到被关注	82.4	13.4	4.2
学习评价	诊断报告有助于查漏补缺	90.1	7.1	2.8
总体体验	模式提升主动性和投入度	88.0	9.9	2.1

数据分析显示，学生对融合模型的接受度和满意度普遍较高。在开放性反馈中，学生普遍认为：“AI 生成的案例让抽象的理论变得生动易懂”、“个性化的学习路径就像有一位专属助教，学习效率更高”、“即时反馈机制让我能随时了解自己的学习盲点”。这些质性数据进一步印证了该模式在提升学生学习体验方面的积极作用。

3.2. 基于学业成绩的客观效果对比

为量化教学效果，本研究对比了实验班和对照班在同一门《机器学习》课程中的期末成绩，成绩分布对比如下表 3 所示。

Table 3. Comparative analysis of student performance distribution under different teaching models
表 3. 不同教学模式学生成绩分布对比分析

成绩区间	传统教学模式(对照班)	融合教学模式(实验班)	变化趋势
90~100 (优秀)	16.30%	23.30%	↑7%
80~89 (良好)	34.40%	42.10%	↑7.7%
70~79 (中等)	26.60%	24.30%	↓2.3%
60~69 (及格)	15.90%	8.20%	↓7.7%
<60 (不及格)	6.80%	2.10%	↓4.7%
平均分	75.5	82.9	↑7.4

统计检验: $t(98) = 3.39$, $p \approx 0.001$; Cohen's $d = 0.68$ (中等效应); $\chi^2(4) = 3.56$, $p = 0.469$;
方差分析: $F(1, 98) = 11.51$, $p \approx 0.001$ 。

如表 3 所示，融合教学实验班学生的平均成绩为 82.9 分，高于传统教学对照班的 75.5 分，组间差值为 7.4 分。基于分组数据的近似检验结果显示，两组平均成绩差异达到统计学显著水平， $t(98) = 3.39$, $p \approx 0.001$, Cohen's $d = 0.68$ ，表明融合教学模式对学生学业成绩具有中等程度的积极效应。从成绩结构来看，实验班的优秀率由 16.3%提高至 23.3%，优良率由 50.7%提高至 65.4%，不及格率由 6.8%下降至 2.1%，成绩总体呈现向较高分段移动的趋势。这一结果有力地证明了该融合模型不仅能有效激发学生的学习主动性，更能显著促进其对核心知识的深度理解和掌握，实现了教学质量的实质性提升。

综上所述，通过主观问卷与客观成绩的交叉验证，BOPPPS 与 AI 智能体融合模式被证实能够有效创设积极的学习环境，提供精准的学习支持，最终转化为可观测的优异学业成果，为其在更广泛课程中的推广应用提供了坚实的实证依据。

4. 讨论

4.1. 应用价值

本平台的实践价值可从教师工作方式、课堂互动质量和管理决策三个层面加以审视。

对教师而言,平台将教案素材检索、测验数据统计和错误归类等事务性工作从手动操作转为系统自动处理。在一学期的使用中,三位任课教师反馈平均每周节省约 2.5 小时的重复性劳动,相应时间被重新分配至学生个别辅导和教学情境设计。教师角色并未被技术削弱,反而因获得了更充分的学情证据而增强了教学决策的底气。

对课堂互动而言,系统提供的实时进度看板使教师能够及时发现参与度偏低的学生群体,并在课堂进行中而非课后采取干预措施。后测与前测的对比数据使教师可以量化评估每一节课的目标达成状况,避免凭印象判断教学效果。平台记录的学生试错路径也为教师理解学生的认知困难提供了原始素材。

对教学管理而言,平台累积的各课时证据看板形成了课程层面的教学档案,教研组可据此分析同一门课程在不同班级中的难点分布差异,为集体备课和教学改进提供数据基础。这一机制有助于将教学反思从个体经验层面提升至证据驱动层面,但对数据的解释仍需结合教师的主观判断和课堂情境。

4.2. 研究局限

本研究仍存在多方面局限。第一,研究仅在一所高校的一门《机器学习》课程中开展,样本量和观察周期有限,结论能否推广到不同学科、不同学校和不同教学文化仍不确定。第二,实验班和对照班基于行政班级形成,并未随机分配,学生的先备知识、学习习惯和班级氛围可能同时影响平台使用和课程成绩,因此不能将组间差异全部归因于 AI 智能体。第三,当前结果主要依赖学生问卷和课程成绩,尚未系统报告学习保持、知识迁移、批判性思维和独立解决问题能力等更长期的指标。

5. 结语

本文围绕 BOPPPS 教学模式在实施中的效率与反馈问题,设计了一款以教师审核为前提的 AI 智能体辅助平台,重点解决了教案素材快速检索、测评数据自动汇总和学习证据结构化呈现三类需求。与通用的生成式对话工具不同,该平台将智能体的输出限定在教学流程的特定节点,并通过“生成-审核-发布”的机制控制内容质量。初步应用数据表明,平台在提升备课效率和测评反馈速度方面具有积极作用,但 AI 生成内容的事实准确性和文化适切性仍需持续的教师把关。后续研究将在更多学科门类中收集系统使用数据,并重点关注智能体介入程度与学生学习效果之间的剂量效应关系,同时探索更完善的生成内容审核机制。

基金项目

河北省教育科学“十四五”规划 2025 年度一般课题,《师范生智能教育素养提升研究》,课题编号 2508424。

参考文献

- [1] 孙浩. 基于 BOPPPS 教学模式的创业基础课堂教学实践[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)教育, 2024(12): 188-191.
- [2] 曹丹平, 印兴耀. 加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 196-200, 249.
- [3] Biggs, J. (1996) Enhancing Teaching through Constructive Alignment. *Higher Education*, **32**, 347-364. <https://doi.org/10.1007/bf00138871>

-
- [4] Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., *et al.* (2023) ChatGPT for Good? On Opportunities and Challenges of Large Language Models for Education. *Learning and Individual Differences*, **103**, Article ID: 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
 - [5] Miao, F. and Holmes, W. (2023) Guidance for Generative AI in Education and Research. UNESCO.
 - [6] Wang, L., Ma, C., Feng, X., Zhang, Z., Yang, H., Zhang, J., *et al.* (2024) A Survey on Large Language Model Based Autonomous Agents. *Frontiers of Computer Science*, **18**, Article ID: 186345. <https://doi.org/10.1007/s11704-024-40231-1>
 - [7] 杨燕菁. AI 与 BOPPPS 教学模式的融合路径探索——以水生动物医学专业《组织胚胎学》课程为例[J]. 教育进展, 2026, 16(4): 1303-1308.
 - [8] 蒋玲, 韦秋文. AI 技术赋能 BOPPPS 教学模式: 理论应用与案例探索[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 1070-1079.
 - [9] 唐黎黎, 袁义, 邓晓军, 袁海军. 基于 O2O + BOPPPS 模式的留学生计算机课程教学实践[J]. 教育进展, 2025, 15(5): 1574-1580.