

人工智能支持下 OBE-PBL 深度融合的教学模式研究

张 慧 王 旭 李钦林 温苾芳

电子科技大学成都学院 工学院, 四川 成都 611731

[摘要]针对电气类专业教学中 OBE 与 PBL 融合面临的学情感知手段匮乏、工程案例结构化不足与评价数据连续性薄弱等问题, 本论文提出一种依托学习通平台的人工智能支持下 OBE-PBL 深度融合教学模式。在理论层面, 构建“目标-项目-证据”(GPE) 三阶耦合模型, 阐释 OBE、PBL 与 AI 三者间的协同逻辑与闭环运作机理; 在教学设计层面, 提出“3+3+3”课堂流程, 通过课前 AI 诊断与异质分组、课中知识精讲与项目探究并行、课后多维测评与能力画像更新的全周期设计, 将 AI 嵌入教学流程的结构性环节; 在评价层面, 建立过程性、成果性与增值性三维评价框架, 引入“能力增值密度”(CVD) 指标刻画学生单位教学时间的成长速率, 并通过“岗-课-赛-证”四映射方法连接课堂成果与职业认证。以电子科技大学成都学院电气类专业为应用场景, 介绍了模式实施路线与研究验证设计方案。该模式具有轻量部署、成本可控的特点, 可为同类型院校的电气类课程改革提供参考。

[关键词]人工智能; OBE; PBL; 电气工程; 教学模式; 学习通

DOI: 10.33142/fme.v7i5.19853

中图分类号: G434.0

文献标识码: A

Research on Teaching Model of In-depth Integration of OBE-PBL Supported by Artificial Intelligence

ZHANG Hui, WANG Xu, LI Qinlin, WEN Bifang

School of Engineering, Chengdu College of University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu, Sichuan, 611731, China

Abstract: Addressing the challenges of insufficient learning status sensing, inadequate structured engineering cases, and limited continuity of assessment data in integrating OBE and PBL within electrical engineering programs, this paper proposes an AI-supported teaching model for deep OBE-PBL integration based on the Xuexitong platform. At the theoretical level, a "Goal - Project - Evidence" (GPE) three-stage coupling model is developed to elucidate the synergistic logic and closed-loop mechanism among OBE, PBL, and AI. At the instructional design level, a "3+3+3" classroom process is constructed, linking AI-driven pre-class diagnostics with heterogeneous grouping, in-class knowledge scaffolding with parallel project inquiry, and post-class multi-dimensional assessment with competency profile updating. At the evaluation level, a tripartite framework spanning process, outcome, and value-added dimensions is established, introducing a Competency Value-added Density (CVD) indicator to capture students' growth rate per instructional unit, alongside a four-mapping mechanism connecting classroom achievements with career certification. Taking the electrical engineering program at Chengdu College of UESTC as the application context, the implementation roadmap and research validation design are described. The model features lightweight deployment and controllable cost, offering a reference framework for electrical engineering curriculum reform at similar institutions.

Keywords: artificial intelligence; OBE; PBL; electrical engineering; teaching model; Chaoxing learning platform

引言

工程技术人才培养范式正经历数字技术引发的深层调整。《教育强国建设规划纲要(2024—2035 年)》将教育数字化与人工智能助学助教列入国家战略议程^[1], 教育部等五部门随后发布的《“人工智能+教育”行动计划》为 AI 嵌入课堂教学提供了操作框架^[2]。电气类本科专业

每年招生约 12 万人, 毕业生主要进入电网、新能源与轨道交通等基础设施领域, 其培养质量与“双碳”目标之间关联紧密^[3]。

OBE 与 PBL 分别为工程教育改革提供目标导向与实施路径。OBE 以毕业能力指标为逻辑起点, 反向组织课程与教学环节^[4]; PBL 将学生置于真实工程问题情境

中，通过探究与协作实现深度学习^[5]。两者在理论层面互补性显著——OBE 定义学习的终点标准，PBL 铺设抵达终点的实践通道。然而在电气类课堂的实际运行中，两套理念的对接面临三重障碍：学习状态的实时感知手段匮乏，跨课程工程案例的结构化资源不足，以及教学评价数据的维度与连续性欠缺。课堂观察的主观印象、实验报告的批次批语与期末试卷的分数分布之间存在信息断裂，教师难以精准定位每位学生不同能力维度上的实时位置。

人工智能技术的成熟为解决上述问题创造了条件。教育数据挖掘和学习分析技术使多模态过程数据的持续采集与建模成为可能，生成式 AI 则为学习材料的自适应生产提供了低成本方案。已有研究报道了 AI 工具进入 PBL 教学场景后的正向效应^[6-7]，但这些探索多局限于单门课程，面向电气类课程群的系统性设计仍然乏见，AI 在目标对齐、项目推荐与精准反馈三个环节的协同介入机制也未得到系统阐述。本研究以电子科技大学成都学院电气类本科专业为依托，提出人工智能支持下 OBE-PBL 深度融合的教学模式，从理论框架、教学设计与评价体系三个维度展开论述。

1 研究设计

1.1 理论框架

本研究以 OBE 理论为顶层框架，以《工程教育认证标准》规定的电气类 12 条毕业要求为顶层约束，借助德尔菲法将每条毕业要求逐级拆解为课程层和课堂层的可测化绩效指标（KPI），沿“培养目标→毕业要求→课程目标→项目 KPI”四级链路传导。同时融合建构主义学习理论与情境学习理论：建构主义视域下，PBL 通过真实工程情境激发主动探究，AI 技术作为“认知支架”

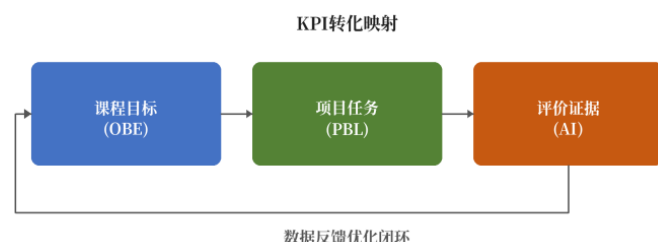


图1 “目标-项目-证据”三阶耦合模型

2 教学模式构建

2.1 “3+3+3”深度融合教学流程

在 GPE 模型的约束下，教学流程以学校已部署的学习通平台为基座进行设计，分为课前、课中、课后三个阶段共九个环节。流程的执行时序以《电力系统分析》课程一次典型教学单元为例展示于图3中。

（Cognitive Scaffolding）提供个性化支持；情境学习理论框架下，企业真实案例被引入教学场景以构建“学校-企业”协同的实践共同体^[8]。

在上述学理基础上，本研究提出“目标-项目-证据”（Goal-Project-Evidence, GPE）三阶耦合模型。目标层将毕业要求指标点分解为可操作的 KPI 体系；项目层依托知识图谱技术将企业工程案例结构化“情境-任务-知识点-KPI”四元组格式，结合学生先修成绩与学习行为特征实现项目难度与学习准备度之间的动态匹配；证据层从学习行为日志、实验操作记录与项目报告文本等多模态数据中提取学习证据，通过描述统计、K-means 聚类与滞后序列分析生成教学决策支持报告。模型以“目标驱动项目设计，项目产出学习证据，证据反馈目标调校”的闭环逻辑运作，AI 在此闭环中分别在目标层执行 KPI 一致性校验、在项目层驱动案例聚类与难度匹配、在证据层承担异常行为检测与可视化职能。模型架构如图1所示。

1.2 技术路线

区别于需要大量研发投入的智慧教学平台或独立系统开发，本研究依托学校已部署的学习通平台的现有功能，通过课题组自主编写的 Python 脚本与 Excel 模板的轻量化组合实现 AI 辅助教学。技术路线分为三个层次：数据层整合学习通导出数据、实验平台记录与企业案例文档等多源数据；分析层对原始数据进行缺失值填充与标准化后，对学习行为指标进行描述统计，并利用 scikit-learn 库的 K-means 算法（k=3）在投入一成效二维平面上识别学习行为模式；应用层以教学周为频率输出学情诊断报告、项目推荐清单、风险预警名单与能力画像仪表盘。该方案无需追加平台采购预算，同类院校可通过复用课题组脚本实现快速部署，技术路线如图2所示。



图2 基于学习通的技术路线与数据流架构

段共九个环节。流程的执行时序以《电力系统分析》课程一次典型教学单元为例展示于图3中。

课前3环节：教师在学习通平台发布前置知识测验与学习风格问卷（ILS），课题组脚本对导出数据进行处理，

输出班级学情诊断报告与个体薄弱知识点清单——报告以红-黄-绿三色标注知识点掌握度，红色区域教师在课堂上优先处理。诊断结果随后驱动项目任务的匹配：脚本在 KPI-项目映射表中检索当前教学单元适用的备选案例，按匹配度排序推荐，教师在平台上确认或替换后发布。分组环节采用 K-means 算法 ($k=3$)，输入特征包括前测得分、ILS 各维度得分和平台互动频次，输出组内异质的分组方案，确保每组在理论分析、计算验证和动手调试三个能力维度上均有覆盖。

课中 3 并行：课堂 90min 按三线并行组织。知识精讲线约占 18min，聚焦诊断报告中的薄弱知识点进行密集讲解，穿插学习通过“抢答”或“选人”功能维持参与度。项目探究线约占 54min，各组在分配的任务情境下开展参数计算、方案设计与仿真验证；组内实行角色轮换制以避免个别学生被边缘化，教师以巡回方式对各组阻塞点进行干预性提问。AI 监测线由后台脚本驱动，持续轮询各组答题正确率与讨论活跃度，当检测到某组连续提交错误或沉默超时，自动推送提示卡片与关联资源。项目成果展示环节利用 MATLAB/Simulink 仿真或 PLC 实验平台运行数据验证方案可行性。

课后 3 反馈：项目报告提交后，平台启动同伴互评并对客观题自动判分。课题组脚本对报告文本执行关键词共

现分析和格式合规检查，输出项目质量评分与分条目改进建议。三阶段数据——课前诊断得分、课中互动指标与课后评价结果——汇总后生成每名学生的能力画像，以雷达图展示知识掌握度、工程实践力、团队协作力与创新思维力四个维度的现状，面向师生双端开放查阅。画像同时作为下一轮教学的目标设定与分组方案的数据基础，构成跨教学单元的迭代闭环。

2.2 “岗-课-赛-证”融通机制

现有岗课赛证研究多停留在理念倡导层面，本研究提出四条可逐项落实的映射路径。岗位任务到课程项目的映射——企业工程师将典型岗位职责拆解为标准化的项目情境卡片，经教学化处理后植入案例资源库。课程项目到学科竞赛的映射——反向提炼“全国大学生电气与自动化大赛”“蓝桥杯”等赛事中的核心能力考核要素，将其分解回课程项目的 KPI 体系中。从竞赛训练到职业认证的映射——为“注册电气工程师基础考试”“维修电工（高级）”等证书的考核知识点建立交叉索引表。学分互认的制度映射——制定《电气类专业岗课赛证学分互认实施细则》，学生凭借经认定的竞赛获奖或行业认证成绩，可申请置换指定课程的学分，打通课堂成果与职业资格证书之间的制度通道。四映射关系及操作流程如图 4 所示。

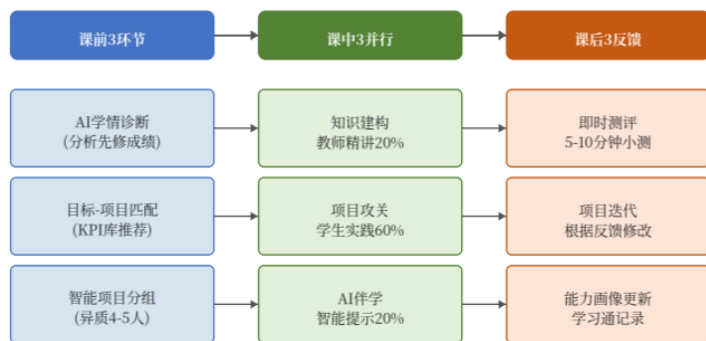


图3 基于学习通的“3+3+3”深度融合教学模式流程

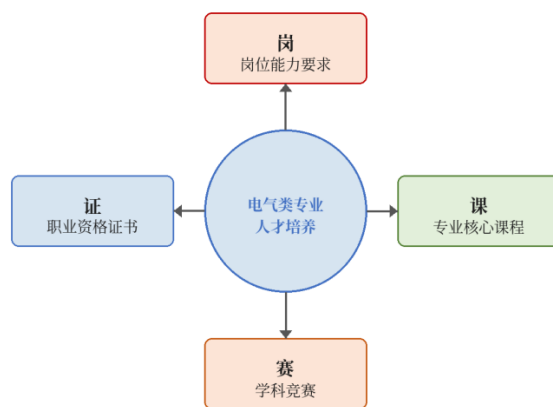


图4 “岗-课-赛-证”融通生态

2.3 数据驱动的评价体系

传统电气类课程评价过度依赖期末卷面分数，无法有效区分“理论扎实但动手薄弱”与“操作熟练但表述欠缺”两种差异化的能力结构。本研究构建的三维评价框架从过程、成果与增值三个角度进行信息互补。过程性评价覆盖 18 项细粒度指标，包括在线学习时长的周分布、资源访问的广度与深度、讨论发言的内容贡献度以及实验波形与标准波形的均方根误差，数据经清洗后在投入-成效二维

平面上聚类，识别四类学习群体并分别启动差异化干预。成果性评价引入多主体机制——项目报告（40%）、现场答辩（30%）、组内互评（20%）与企业导师评分（10%）——从问题界定、方案创新、论证严密性与文档规范性四个维度综合评定。

3 教学实施与效果分析

3.1 实施过程

课题组所在学校已于 2019 年完成学习通平台的校级

部署，覆盖全体在校生与在职教师。以 2024—2025 学年数据为例，电气类专业三门主干课程（电力系统分析、自动控制原理、电机学）的月均平台访问量为 4270 人次，月均互动（含签到、选人、抢答、讨论等）为 1830 次。



图 5 学习通《自动控制原理》课程教学数据概览



图 6 学习通学生章节学习进度统计数据示例

模式推进采用设计型研究法（DBR），按照“分析-设计-实施-评估-迭代”循环分五个递进阶段推进。起步期完成跨学科教研团队组建、电气类毕业要求 KPI 梳理及最小数据集构建。试水期在《电力系统分析》课程中选取 2 周教学单元嵌入微型项目并获取首轮师生反馈。拓展期将试点课程增加至三门——《电机学》与《自动控制及 PLC》纳入其中，案例库扩容至不少于 6 个经教学检验的项目任务，同步邀请省内同类高校参与观察。集成期将课题组脚本封装为轻量级插件，实现与学习通数据 API 的稳定对接。推广期编写教师操作手册与分课程案例集，面向同类院校开放使用。

3.2 实施效果

截至本稿撰写时，课题组已完成以下准备工作：组建了由电气工程、教育技术与计算机科学三个学科背景教师构成的跨学科教研团队；通过德尔菲法第一轮专家咨询，初步建立了 12 条毕业要求与课程级 KPI 的映射草案；编制了《学习通平台数据字段清单》，梳理出 18 类与教学过程相关的数据指标及其导出方式；编写了数据清洗与描述统计的 Python 脚本（第一版）；设计了前置知识测验题库

以《自动控制原理》课程为例，平台积累的数据类型包括章节学习进度日志、作业提交时效记录、课堂互动明细以及学生分组讨论的发言文本。图 5 与图 6 分别展示了平台教学数据概览与学生行为统计的两个典型界面。

（覆盖电路分析、电磁场基础与电机学三门先修课程的核心知识点）和学习风格问卷；编制了《工程学习投入度量表》初稿（含认知、行为与情感投入三个维度共 28 个题项）。正式教学实验已设计不等组前测-后测准实验方案——实验班按本文提出的融合模式实施，对照班延续现行讲授-实验模式，实验周期计划 16 个教学周——正处于启动准备阶段，实验数据将在后续阶段系统分析与报告。

4 结束语

OBE 与 PBL 在教学设计理念层面的高度共识与其实践落地率之间的落差，在电气类专业中因课程体系的交叉性与工程场景的复杂性而被放大。本文以 AI 为粘合剂，尝试弥合这一落差。理论维度，提出的 GPE 三阶耦合模型将目标分解、项目实施与证据收集串接为数据流驱动的闭环系统，使 AI 不再是外挂的工具调用，而是教学流程的结构性组件。方法维度，“3+3+3”教学流程以学习通平台为基座，将 AI 增强部分控制在课题组脚本与 Excel 模板可实现的轻量水平，使同类院校在不追加平台采购预算的条件下具备复现条件。评价维度，CVD 指标的引入为工程教育中测量个体成长速率提供了新的量化视角，四

映射融通方案将“岗课赛证”从方向性表述分解为可逐项落实的课程管理制度。

本研究的主要局限在于缺乏系统的实证检验数据——不等组准实验方案已设计完毕但正式实验尚在筹备中，所有关于模式效果的分析均基于理论推演与同类文献的类比推论。后续工作将沿四条线索推进：待实验条件具备后启动首轮 24 周教学数据采集与系统分析；引入省外同类高校作为独立验证站点；探索将大语言模型接入项目报告评阅环节；对首批学生进行为期两年的毕业设计质量与就业匹配度追踪，为模式的长期效应积累更完整的证据。

基金项目：2026 年四川教育数字化科研课题（kt20250918c283015）；中国民办教育协会规划课题（青年课题）+OBE 框架下的电气工程教育创新与实践+CANQN250965。

[参考文献]

- [1]中共中央,国务院.教育强国建设规划纲要（2024—2035 年）[EB/OL].(2025-01-19)[2026-06-26].https://www.gov.cn/gongbao/2025/issue_11846/202502/content_7002799.html
- [2]教育部等五部门.“人工智能+教育”行动计划[EB/OL].

(2026-04-02)[2026-06-26].https://www.gov.cn/zhengce/zhen-gceku/202604/content_7065138.htm

- [3]教育部高等教育司.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.
- [4]张伟,陈后金.电气工程及其自动化专业认证与 OBE 达成度评价[M].北京:高等教育出版社,2019.
- [5]Thomas J W. A Review of Research on Project-Based Learning[R]. San Rafael:Autodesk Foundation,2000.
- [6]王志强,李红.人工智能背景下 OBE 与 PBL 融合的教学模式探索——以《工程电磁场》课程为例[J].电气电子教学学报,2022,44(3):112-116.
- [7]Khan S, Ahmad M, Rahman A. Experimenting with AI in Project-Based Learning: Student Outcomes and Perceptions[J]. Education Sciences,2024,14(3):289.
- [8]燕珊珊.岗课赛证融通的高技能人才培养的功能价值、实现机制与推进路径[J].教育与职业,2022(10):48-53.
- 作者简介：张慧（1984—），女，毕业于电子科技大学检测技术与自动化装置专业，现就职于电子科技大学成都学院，副教授。