

POT-OBE理念下场波类课程研究性教学改革实践探索

屈丽丽, 史水娥, 吴雪冰

河南师范大学光电工程学院, 河南 新乡

收稿日期: 2025年11月26日; 录用日期: 2026年2月6日; 发布日期: 2026年2月24日

摘要

场波类课程作为电子信息类研究生的核心课程,对培养学术创新与复杂工程问题解决能力具有关键作用。然而,该类课程长期面临理论抽象、数理基础艰深、学生创新潜能难激发等共性问题。为革新教学,本研究提出POT-OBE研究性教学理念,以工程真实问题为起点,通过“问题逻辑”设计“认知-分析-创新”三层问题与“基础-综合-前沿”三阶项目,驱动重构课程内容,并以此构建三维知识图谱,有力推动课程内容从知识灌输向能力生成的转变。在教学实施中,通过构建AI教学空间、引入AI助教与讲伴、融入多元教学方法等,重塑智能化、个性化的教学流程,旨在精准赋能学生的个性化探究式学习。同时,建立多维度智能评价体系,依托人工智能对教学过程、项目实践与科研产出进行动态追踪与综合评价,形成学生能力成长档案。该研究旨在为研究生专业课程教学改革提供可借鉴的实施路径。

关键词

人工智能, 场波类课程, 研究性教学, 教学改革, POT-OBE

Practical Exploration of Research-Oriented Teaching Reform in Electromagnetic Fields and Waves Related Courses under the POT-OBE Framework

Lili Qu, Shui'e Shi, Xuebing Wu

School of Optoelectronic Engineering, Henan Normal University, Xinxiang Henan

Received: November 26, 2025; accepted: February 6, 2026; published: February 24, 2026

Abstract

As a core component of the electronics and information-related graduate curriculum, the related courses in electromagnetic fields and waves play a critical role in cultivating academic innovation and the ability to solve complex engineering problems. However, such courses have long been challenged by several common issues: highly abstract theories, demanding mathematical and physical foundations, and difficulties in stimulating students' innovative potential. To reform teaching practices, this study proposes the POT-OBE inquiry-based teaching framework. Starting from authentic engineering problems, it employs a "problem logic" to design a three-tier questioning system (cognition - analysis - innovation) and a three-stage project sequence (foundational - comprehensive - cutting-edge), which drives the restructuring of course content and facilitates the construction of a three-dimensional knowledge map. This approach strongly promotes the shift of course content from knowledge transmission to competency development. In teaching implementation, by building an AI-enabled teaching space, introducing AI teaching assistants and interactive lecture companions, and integrating diverse teaching methods, the teaching process is reshaped to be intelligent and personalized, aiming to accurately empower students' individualized inquiry-based learning. Meanwhile, a multi-dimensional intelligent evaluation system is established, leveraging artificial intelligence to dynamically track and comprehensively assess the teaching process, project practice, and research output, thereby creating a developmental portfolio of student competency growth. This research aims to provide a transferable implementation pathway for reforming graduate-level specialized course instruction.

Keywords

Artificial Intelligence, Electromagnetic Fields and Waves Related Courses, Research-Based Teaching, Educational Reform, POT-OBE

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

研究生教育作为高层次高等教育,旨在满足产业发展对高层次人才的需求[1]。场波类课程横跨电子、通信、航天等多个关键领域,其教学成效直接关系到研究生学术素养与原始创新能力的塑造[2]。然而,当前该类课程的教学存在若干共性难题:其一,课程内容偏重公式推导与静态知识传授,理论高度抽象,与学生已有的知识经验断层大,导致“教师难教、学生畏学”;其二,科研与教学联系不紧密,优质科研成果未能有效转化为教学资源;其三,教学手段单一,个性化与规模化指导难以兼顾,制约了研究生创新潜能的系统化开发[3]-[5]。

为破解上述困境,教学改革必须推动教学理念“知识灌输”向“能力生成”的范式转变。成果导向教育(Outcome Based Education, OBE)作为一种先进教育理念,以最终学习成果为目标反向设计教学活动,为工程教育改革提供了重要方向[6][7]。为了深化学生的探究过程,为赵宏等学者提出了融合问题逻辑认知模式的 POT-OBE 理念,通过剖析“知识逻辑”在培养学生创新能力方面的固有缺陷,构建了以“问题逻辑”为核心的认知新模式,为系统提升学生的问题解决与创新能力提供了理论依据[8]。然而,如何将 POT-OBE 理念系统融入场波类课程的研究性教学实践,仍是当前教学改革中亟待探索的关键问题。

与此同时,人工智能(AI)技术为有效落实 POT-OBE 研究性教学理念提供了关键支撑[9][10]。学情调研发现,超过三分之二的学生会采用 AI 技术辅助学习,并认为可显著提升学习效率。当前,已有部分高校开始了“AI+ 电子信息”的课程改革[11]。基于此,本研究将 POT-OBE 融入研究性教学理念,并积极探索将 AI 技术(如 DeepSeek 等大模型)深度融入场波类课程教学,通过优化课程内容,革新教学方法,强化课程内涵建设、提升教学质量,系统化增强场波类课程育人成效与研究生的学术创新核心竞争力。

2. POT-OBE 研究性教学理念的内涵解析

研究生教育的核心在于系统培养创新思维与解决复杂前沿问题的能力,这要求教学理念必须从知识传授转向能力生成与思维塑造。为此,本研究深度融合问题逻辑认知模式(Problem of Thought, POT)、成果导向教育(Outcome Based Education, OBE)与研究性教学三大理论,凝练出指导场波类课程改革的 POT-OBE 研究性教学理念。该理念旨在推动三大教学重心的转变,具体内涵如下:

从“知识灌输”到“问题探究”:以 POT 为驱动[12],将教学重心由静态结论传授转向引导学生在解决电磁兼容、天线设计等实际工程问题中主动构建知识,使麦克斯韦方程组、复杂边界条件等在具体情境中被深刻理解与灵活应用。

从“教材导向”到“成果导向”:以 OBE 为框架[6],以研究生应具备的创新能力和为起点,反向设计教学目标、重构内容、实施动态评估,使教学摆脱对固定教材的依赖,形成以学习成果为导向的开放教学模式。

从“被动接受”到“研究性学习”:POT 与 OBE 的融合,本质是营造模拟真实科研的探究环境。研究生通过“提出问题-设计方案-实施研究-形成成果”的完整实践,实现知识内化与能力迁移,系统培养批判性思维与原始创新能力。

3. 人工智能赋能教学改革的实施路径

为达成教学目标,本研究在 POT-OBE 研究性教学理念指导下,系统重塑育人流程,具体实施路径如下。

3.1. 以 POT-OBE 理念为导向,重构研究性教学目标

在 POT-OBE 研究性教学理念指导下,课程目标的重构旨在深度融合问题逻辑认知模式与成果导向教育,确保知识、能力与素养三维目标的协同达成,具体如下:

在知识维度,能够深刻理解并系统阐述电磁场与波的核心理论与方法(如麦克斯韦方程组、边界条件、波导理论、辐射原理等);能够运用 AI 驱动的可视化工具和仿真平台,将抽象的场与波概念具象化,建立坚实的物理直观;能够识别并解释场波理论在无线通信、天线设计、电磁兼容等前沿工程问题中的具体体现。

在能力维度,能够遵循“问题逻辑”,对复杂的场波相关问题进行分解、建模,并设计包含 AI 辅助仿真与计算在内的研究方案予以解决;能够针对“基础-综合-前沿”三阶项目,独立或协作完成文献调研、仿真实验、数据分析,并形成规范的技术报告或学术论文初稿;能够有效利用 AI 工具提升科研效率,同时具备对 AI 输出结果进行批判性评估和校验的能力。

在素养维度,养成严谨求实的科学态度与工程伦理观念,在利用 AI 工具时恪守学术规范;培育面对复杂技术挑战时的自主探究习惯、批判性思维和终身学习的潜能;激发服务国家在无线通信与电磁空间安全等战略领域发展的使命感与责任感。

3.2. 以问题逻辑为驱动,构建项目化知识图谱内容体系

为遵循研究生创新能力培养规律,本研究以工程实践中的真实问题为起点,采用“问题逻辑”构建

了“认知层 - 分析层 - 创新层”三层次研究性问题,并据此设置“基础认知 - 综合应用 - 前沿创新”三阶课程项目,实现课程内容的系统性重构。具体而言,针对基础理论,设计认知层问题,旨在建立物理直观和严谨认知。针对复杂系统课程内容,设计分析层问题,训练建模、分解与权衡的能力。对接学术前沿,设计创新层问题,激发批判性思维和原始创新。

基于上述问题层次,通过设置相应的三阶课程项目,实现“学 - 用 - 创”的贯通。基础认知项目(如“波导模式的仿真与分析”)旨在深化对单一理论的理解;综合应用项目(如“特定场景下的 MIMO 天线性能分析”)侧重多知识点交叉与系统建模;前沿创新项目(如“面向 6G 的智能超表面设计与调控”)直接源自科研前沿,旨在激发学生的创新能力。例如,在讲授“波导”时,教师不直接给出模式分布的公式,而是提出一个基础研究问题:“为什么低于截止频率的电磁波无法在波导中传播?其物理本质是‘衰减’还是‘反射’?请通过仿真场的衰减过程,定量验证你的猜想。”学生为了回答这个问题,必须主动去理解并应用“截止频率”和“传播常数”这两个原本抽象的概念,并设计仿真实验来验证。知识在解决问题的过程中被“激活”和“内化”。

为彻底打破传统教材的线性结构,本研究进一步构建融合“知识 - 问题 - 思政”的三维动态知识图谱。该图谱中,知识图谱系统覆盖核心知识体系;问题图谱紧密对接科技前沿,嵌入典型科学与工程挑战;思政图谱则将科学精神、工程伦理与家国情怀有机融入各节点。

3.3. 以个性化探究式学习为指引, AI 赋能教学实施

首先,构建基于学习通平台的 AI 教学空间,引入 AI 助教与 AI 讲伴,整合从智能备课、课堂互动到一键出题与作业批改等功能,实现对课前、课中、课后教学环节的全面赋能与个性化支持。同时,通过动态建设并整合试题、图片、实验、仿真模型、测试视频等资源,构建丰富的教学素材库,为上述应用提供坚实基础。其次,在教学方法上,通过线上线下融合,以生活化无线通信实例启发学生线上探究,在线下基础教学中有机融合 PBL、案例与研讨等多种方法,打造高效课堂。在教学流程上, AI 深度赋能整个教学环节:课前基于前置测评精准推送预习材料,明确学习目标;课中 AI 讲伴支持实时互动与思维导图生成,促进知识内化,检查学习目标;课后 AI 助教提供个性化分阶任务包与智能答疑,实现精准巩固,核对学习目标。同时,创建互动频繁的高效课堂,构建师生积极互动、教学相长的学习环境。例如,教师可以发布课堂小测验或实时讨论话题,系统则自动汇总学生的答案与观点,并提供数据分析。此外,为支撑高阶科研需求, AI 进一步赋能科研项目与论文撰写全过程,通过智能文献系统辅助学生高效梳理领域动态, AI 科研助手则对实验数据提供初步分析与建议,从而为学生构建全程化、个性化的探究式学习支持体系。

3.4. 以人工智能为支撑, 建立多维度智能评价体系

针对传统课程评价方式单一、难以持续激发学习动力的问题,本研究建立了贯穿“教学 - 项目 - 科研”全链条的多维度智能评价体系。在过程评价上,该体系自动追踪并量化学生在课前视频学习时长、课堂与 AI 讲伴的互动质量、虚拟仿真实验中的参数调试精度、以及在线上研讨区的发帖与互评贡献度,形成动态的过程性数据;在成果评价上, AI 助教可对提交的项目报告、科研论文进行文献引用规范性、图表质量乃至代码结构的初步审查,并为“解答创新度”等维度提供参考评分,将教师从重复性劳动中解放出来以聚焦于深度评价学术创新性;最终,系统将所有数据融合分析,为每位学生生成一份可视化的“科研能力成长档案”及覆盖“理论深度、实践技能、创新思维、协作效能、科学素养”五个维度的能力雷达图。通过这种数据驱动、人机协同的智能考评,实现了从单一分数向能力画像的转变,为个性化反馈与精准成绩评定提供了客观依据,从而有效调动了学生进行研究性学习的积极性。

4. 结论

本研究以 POT-OBE 研究性教学理念为引领, 重构教学目标, 以问题逻辑驱动构建项目化知识图谱, 并深度融入人工智能技术, 打造支持个性化探究式学习的教学空间与多维智能评价体系。该模式有效推动了教学重心从知识传授向创新能力培养的转变, 为电子信息类研究生专业课程的教学改革提供了具有良好借鉴价值与推广潜力的实践范式。

基金项目

2024 年河南省研究生教育改革与质量提升工程项目(YJS2024SZ30); 2024 年河南师范大学一流本科课程 - 研究性教学示范课程(202401); 2024 年河南师范大学本科教育教学改革研究与实践项目(重点项目)(202409)。

参考文献

- [1] 王耀伟, 侯怀银. 应用型本科院校电子信息类专业实践教学存在的问题与对策[J]. 教育理论与实践, 2025, 45(30): 56-60.
- [2] 邹玉华. 研究生课程“高等电磁场理论”的教学改革探索与实践[J]. 中国校外教育, 2011(6): 120.
- [3] 陈建锋, 徐雷钧, 白雪. “教赛”一体“射频集成电路”研究生课程实践[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(3): 66-69.
- [4] 李小兵, 王开宇, 王飞龙. 虚实结合的“电磁场与微波技术”实验创新设计[J]. 工业和信息化教育, 2025(10): 59-65.
- [5] 游长江, 金海焱, 杨远望, 等. 基于问卷的“射频电路理论与应用”教改探讨[J]. 电气电子教学学报, 2021, 43(3): 13-16, 57.
- [6] 王超然, 曹阳. OBE 理念在工程训练教学中的实践[J]. 中国现代教育装备, 2025(21): 86-88, 92.
- [7] 许吉, 胡二涛, 刘宁. OBE 理念下融入红色校史的课程思政设计实践——以南京邮电大学电磁场理论与光波导技术课程为例[J]. 高教学刊, 2023, 9(33): 169-172.
- [8] 赵宏, 郭蕴. 基于问题逻辑认知模式的成果导向教育研究[J]. 中国大学教学, 2023(3): 73-79.
- [9] 闫丽萍, 陈倩, 杨阳, 等. 面向科研能力培养的研究生理论课程教学改革[J]. 教育教学论坛, 2020(29): 146-147.
- [10] 包扬, 刘子嫣, 周飞, 等. 人工智能在《高等电磁场》课程中的辅助教学研究[J/OL]. 大学物理: 1-7. <https://link.cnki.net/urlid/11.1910.O4.20250528.1750.001>, 2026-02-12.
- [11] 王凤, 刘少江, 许志明. “智能制造 + 人工智能”赋能电子信息类专业人才培养体系构建[J]. 河南教育(高教), 2024(4): 55-57.
- [12] 赵宏, 杜小勇, 郭蕴. 以“教学之道”御“教学之术”——以认知为目标的教學新范式[J]. 中国大学教学, 2024(5): 10-15, 66.