

基于OBE理念的《电动力学》混合式教学模式实践研究

李凤娟, 袁通全*

河池学院数理学院, 广西 河池

收稿日期: 2026年7月30日; 录用日期: 2026年8月26日; 发布日期: 2026年9月3日

摘 要

《电动力学》是电子信息、通讯和物理学等工科专业核心基础课程, 课程内容以抽象场论、复杂矢量推导为主体, 存在理论晦涩、数理推演难度大、理论与工程应用脱节等典型教学痛点, 传统灌输式授课模式难以匹配新工科背景下工程教育认证对高阶工程能力输出的人才培养要求。本文以成果导向教育(OBE)理念为理论支撑, 围绕“学生中心、成果导向、持续改进”核心育人逻辑, 融合线上自主学习与线下深度研讨的混合式教学优势, 构建适配《电动力学》课程特征的一体化混合式教学体系。研究遵循OBE逆向设计思路, 从课程学习成果界定、教学内容模块化重构、全周期线上线下教学流程再造、多元闭环评价体系搭建四个维度完成教学设计, 并开展对照教学实践检验改革成效。教学实践结果表明, 该教学模式能够有效化解传统课程教学短板, 显著提升学生理论知识掌握水平、电磁工程分析实践能力与创新科研思维, 可为高校同类抽象理论类专业基础课的教学改革提供可复制、可推广的实践范式。

关键词

OBE理念, 电动力学, 混合式教学

Practical Research on Blended Teaching Model of Electrodynamics Based on OBE Concept

Fengjuan Li, Tongquan Yuan*

School of Mathematics and Physics, Hechi University, Hechi Guangxi

Received: July 30, 2026; accepted: August 26, 2026; published: September 3, 2026

*通讯作者。

文章引用: 李凤娟, 袁通全. 基于 OBE 理念的《电动力学》混合式教学模式实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 91-97.
DOI: 10.12677/ae.2026.1691880

Abstract

Electrodynamics is a core fundamental course for engineering majors including Electronic Information, Communications and Physics. Focusing on abstract field theory and complex vector derivation, the course faces typical teaching challenges such as abstruse theories, difficult mathematical deduction, and disconnection between theories and engineering applications. The traditional indoctrination teaching model can hardly satisfy the talent training requirements of engineering education accreditation for cultivating students' high-order engineering capabilities under the background of Emerging Engineering Education. Supported by the Outcome-Based Education (OBE) philosophy, this paper adheres to the core educational logic of "student-centered, outcome-oriented and continuous improvement". By integrating the advantages of online autonomous learning and offline in-depth discussion, an integrated blended teaching system suitable for the characteristics of the Electrodynamics course is constructed. Following the OBE backward design framework, the teaching design is carried out from four dimensions: defining course learning outcomes, modular reconstruction of teaching content, reengineering of full-cycle online and offline teaching processes, and establishment of a diversified closed-loop evaluation system. Controlled teaching experiments are implemented to verify the effectiveness of the teaching reform. Practical results demonstrate that the proposed teaching model can effectively tackle the deficiencies of traditional teaching, greatly improve students' command of theoretical knowledge, practical ability in electromagnetic engineering analysis and innovative scientific research thinking. It can also provide a replicable and promotable practical paradigm for the teaching reform of similar abstract theoretical basic professional courses in universities.

Keywords

Outcome-Based Education (OBE), Electrodynamics, Blended Teaching

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

新工科建设持续深化背景下,我国高等教育改革核心导向逐步从单一知识讲授转向复合型工程创新能力培育,要求专业课程教学实现从“知识本位”向“能力本位”的根本性转型[1]。《电动力学》以麦克斯韦方程组为核心理论框架,系统阐释宏观电磁运行规律、电磁场本征特性及其工程应用场景,是衔接大学普通物理与电磁类专业高阶工程课程的枢纽课程,其教学质量直接决定学生电磁分析思维、工程电磁设计素养的形成,在电子信息、通信和物理学等专业人才培养体系中具备不可替代的基础支撑作用。

长期以来,国内高校《电动力学》普遍采用“课堂单向讲授+课后习题巩固”的传统单一教学范式,教学实施中暴露出三重突出矛盾:其一,教学目标定位失衡,课程设计过度侧重公式推演、定理背诵等理论识记,忽视电磁现象建模、工程电磁问题求解等核心专业能力训练;其二,教学实施载体单一,矢量场论、时变电磁场等高度抽象内容仅依靠线下板书讲授难以直观呈现,学生认知门槛高、课堂参与主动性不足,知识内化效率偏低;其三,教学评价机制片面,考核体系以期末闭卷笔试为绝对核心,缺乏对课前预习、课堂研讨、工程实践全过程的跟踪评价,无法客观、完整地衡量学生综合学习产出[2]。

OBE (成果导向教育)作为师范类专业认证的基本理念之一,核心逻辑是以学生课程结业后应达成的

综合学习成果反向统筹全部教学环节, 聚焦“学生能够掌握什么、能够解决何种工程问题”, 与当前《电动力学》课程提质增效的改革诉求高度契合[3]。混合式教学依托信息化教学平台打通线上线下教学场景, 既能够借助线上碎片化资源实现课前自主预习、课后分层巩固, 突破线下课堂时空约束; 又可依托实体课堂开展重难点深度拆解、小组协作研讨、仿真实操训练, 弥补纯线上教学互动缺失、深度不足的短板[4]。基于此, 本文将 OBE 顶层设计逻辑与混合式教学实施路径深度耦合, 搭建适配《电动力学》抽象理论特征的新型教学模式, 并通过对照教学实践验证改革实效, 为同类数理抽象类专业基础课教学创新提供实践参考。

2. OBE 理念与混合式教学的耦合逻辑

2.1. OBE 理念核心内涵

OBE (Outcomes-Based Education, 成果导向教育)起源于 20 世纪 80 年代美国基础教育改革, 是一套以学生预期学习成果为出发点、以学生发展为中心、逆向统筹教学设计的系统化教育理论[5]。其实施遵循四大核心准则: 一是清晰界定成果, 在课程开设前明确学生完成课程学习后需达成的知识储备、专业能力与综合素养标准, 所有成果要求具备可观测、可量化、可评价特征; 二是逆向设计教学, 围绕预设学习成果反向规划教学目标、课程内容、授课方法与考核评价标准; 三是扩容学习成功路径, 采用分层教学、多元资源、多场景实践等差异化手段适配不同层次学生的学习基础, 保障多数学生能够达成预期成果; 四是闭环持续改进, 依托教学评价数据、师生反馈动态修正教学全流程, 形成“教学实施 - 成果评价 - 问题诊断 - 教学优化”的长效迭代机制[6]。相较于传统“教师主导、教材驱动”的授课模式, OBE 彻底扭转教学逻辑, 实现教、学、评三方面围绕能力产出精准匹配。

2.2. 混合式教学的课程适配价值

混合式教学并非线上资源与线下课堂的简单叠加, 而是依托信息化教学平台构建“课前 - 课中 - 课后”全流程一体化教学闭环, 将线上自主学习、异步答疑、拓展资源推送与线下专题讲授、小组研讨、仿真实操、难点攻坚有机融合[7]。针对《电动力学》数理推导繁复、场论概念抽象、工程落地门槛高的课程痛点, 混合式教学可实现分层递进式教学落地: 课前依托线上微课、预习讲义、前置自测题完成基础理论自主学习, 降低线下课堂基础知识讲授占比; 课中聚焦学生线上预习暴露的共性薄弱点, 开展可视化仿真演示、问题导向式专题研讨, 完成重难点突破; 课后依托线上分层习题、工程案例资源、小组实践成果展示渠道, 实现理论知识向工程应用能力转化, 构建完整知识内化链条[8]。

2.3. 二者融合的内在契合机理

OBE 理念为混合式教学划定改革目标边界, 锚定全部教学活动以达成预设学习成果为最终归宿, 规避线上线下融合流于形式、重资源建设轻能力培养的常见误区; 混合式教学则为 OBE 理念落地提供可操作、可落地的实施载体, 依托线上线下多元教学场景, 将抽象的知识、能力、素养成果拆解至课前、课中、课后各教学环节, 实现学习成果可实施、可观测、可量化评价、可迭代优化[9]。二者深度耦合后, 既坚守成果导向、能力培养的核心育人目标, 又借助混合式教学灵活多元的实施路径化解《电动力学》传统教学困境, 达成理论知识传授与工程创新能力培育的协同统一。

3. 基于 OBE 理念的《电动力学》混合式教学体系构建

本文严格遵循 OBE “反向设计、正向实施”核心思路, 从课程学习成果界定、模块化教学内容重构、三阶全周期教学流程再造、多元闭环评价体系搭建四大维度搭建教学体系, 全程贯穿“预设学习成果 -

教学场景实施 - 多维成果评价 - 教学持续改进” 闭环逻辑。

3.1. 逆向分层界定可量化课程学习成果

结合物理学专业人才培养方案、师范教育认证毕业要求指标点与《电动力学》课程枢纽定位, 从知识、专业能力、综合素养三个维度制定清晰、可测评的分层学习成果, 规避成果描述模糊化、空泛化问题。

1) 知识维度成果: 熟练掌握麦克斯韦方程组核心理论体系, 系统理解静电场、恒定磁场、时变电磁场、电磁波传播与电磁辐射基础规律; 精通矢量分析、场论数理工具在电磁模型中的推导应用; 明晰电磁理论在无线通信、高压电力传输、雷达探测、电磁兼容等工程领域的典型应用原理。

2) 能力维度成果: 具备运用电磁基础理论建模、分析、求解实际电磁工程问题的能力; 掌握 MATLAB、COMSOL 等电磁仿真软件基础建模与数值计算技能, 能够独立完成简易电磁装置方案设计; 具备自主文献检索、小组协作探究、复杂工程问题拆解与综合求解的复合型专业能力。

3) 素养维度成果: 形成严谨规范的数理推演思维与科学论证习惯, 树立规范的工程伦理与电磁安全意识; 培育精益求精的工程治学态度, 激发电磁交叉领域科研创新与工程实践探索兴趣。

3.2. 模块化重构分层教学内容

以预设学习成果为核心导向, 打破教材线性章节壁垒, 按照“基础铺垫 - 难点攻坚 - 工程落地”逻辑将课程内容划分为三大功能模块, 同步配套分层线上线下教学资源, 打通理论讲授与工程实践的衔接通道。

1) 基础理论模块: 覆盖矢量分析、静态电磁场、时变电磁场、麦克斯韦方程组等入门核心知识点。该模块以线上碎片化自主学习为主, 配套 10~15 分钟精细化微课、知识点讲义、梯度基础自测习题, 供学生课前预习铺垫、课后复盘巩固, 释放线下课堂时间用于高阶能力训练。

2) 重难点攻坚模块: 聚焦电磁波传播特性、电磁辐射机理、电磁场边界条件、多介质电磁耦合、电磁兼容分析等抽象复杂内容。该模块以线下实体课堂深度教学为主, 融合板书分步推导、电磁场动态仿真动画、典型故障案例拆解等可视化手段, 集中攻克学生认知难点。

3) 工程实践模块: 深度融入无线充电、车载雷达、高压输电线路、电磁屏蔽等前沿真实工程场景, 增设电磁仿真数值计算、小组电磁装置设计、工程案例深度分析等实践教学环节, 推动纯理论知识向工程应用能力转化^[10]。

3.3. 重构“三阶一体化”线上线下教学流程

搭建“课前线上自主预习 - 课中线下深度互动 - 课后线上拓展巩固 + 线下实践提升”三阶闭环混合式教学流程, 所有教学环节均围绕分层学习成果设计实施。

3.3.1. 课前: 线上前置预习, 精准定位教学薄弱点

依托超星学习通、雨课堂主流信息化教学平台, 提前推送基础模块微课资源、结构化预习提纲、前置诊断测试题。学生自主完成线上资源学习与自测任务, 平台自动记录学习时长、习题正确率、错题分布数据; 教师依托后台学情数据精准研判班级共性知识短板, 动态调整线下课堂授课侧重点, 实现“以学定教、靶向授课”。

3.3.2. 课中: 线下问题驱动教学, 集中突破重难点

以学生线上预习集中暴露的知识漏洞为课堂切入点, 摒弃传统满堂灌授课模式, 采用“工程问题导入 - 小组分组研讨 - 仿真可视化演示 - 教师精准点拨”四维协同授课模式。针对场论抽象概念, 依托电

磁场动态仿真模型直观展示场分布变化规律；设置公式推演辩论、工程电磁现象建模分析等研讨议题，引导学生主动逻辑推导；课堂预留实操时段，指导学生现场完成简易电磁仿真建模，同步开展实时答疑纠错。

3.3.3. 课后：线上分层拓展 + 线下实践训练，实现能力内化

线上平台推送三层梯度作业(基础巩固题、综合提升题、科研拓展题)、前沿学术文献、工程实景教学视频，学生异步完成作业并参与线上讨论区答疑、小组实践成果互评；线下布置周期型小组实践任务，涵盖电磁仿真建模、小型电磁器件方案设计、行业工程案例三类选题，小组协作完成后将实践报告、仿真成果上传线上平台集中展示，教师逐份针对性点评优化，完成知识内化与综合能力进阶。

3.4. 构建全过程多元闭环成果评价体系

严格遵循 OBE “全方位、全周期测评学习产出” 要求，摒弃单一期末笔试考核模式，搭建“过程性评价 + 工程实践评价 + 终结性笔试评价”三位一体综合考核体系，多维度量化学生知识、能力、素养达成情况，各模块评价权重与考核内容如表 1 所示。

Table 1. Composition of the curriculum comprehensive evaluation system
表 1. 课程综合评价体系构成

评价类型	权重	评价内容
过程性评价	40%	线上预习完成度、课前测试成绩、课堂互动表现、线上作业完成质量、小组讨论参与度
实践评价	30%	电磁仿真实操、小组课题设计、成果展示、实践报告撰写质量
终结性评价	30%	期末闭卷笔试，侧重核心知识掌握、综合问题解决能力测评

同步建立评价反馈长效机制：每单元教学结束后收集学生对教学资源、授课模式、实践环节的问卷反馈，结合平台学情数据、考核成绩诊断教学短板；学期末完成全周期教学复盘，动态调整线上资源、课堂研讨议题、实践任务难度与考核权重，形成“评价 - 反馈 - 优化”持续改进闭环。

4. 教学实践设计与成效分析

4.1. 实践对象与对照方案

选取本校 2022 级和 2023 物理学专业两个班级开展一学期对照教学实践，实验班 45 (2023 级)人采用本文构建的 OBE 导向混合式教学模式，对照班 45 人(2022 级)沿用传统线下讲授教学模式。两组学生入学基础、数理平均水平无统计学显著差异，授课教师、课程教材、总学时(56 学时)、理论知识点大纲保持完全一致，消除无关变量对实践结果的干扰。

4.2. 多维教学成效量化分析

4.2.1. 期末综合学业成绩对比

学期教学结束后分别统计两组学生综合考核成绩：实验班综合成绩由过程、实践、期末三项加权核算，对照班考核由期末笔试 + 日常书面作业构成。数据显示：实验班平均综合成绩 82.3 分，90 分及以上优秀率 31.1%，课程及格率 97.8%；对照班平均成绩 71.5 分，优秀率 13.3%，及格率 86.7%。实验班平均分、优秀率、及格率三项指标均显著高于对照班，证明 OBE 混合式教学能够有效提升学生理论知识掌握程度，降低课程不及格率。

4.2.2. 学生课程满意度问卷调查

面向实验班全体学生发放结构化调查问卷 45 份, 回收有效问卷 45 份, 问卷统计结果显示: 93.3% 学生认为线上线下混合模式显著降低《电动力学》抽象理论理解难度; 88.9% 学生反馈自身电磁建模、工程仿真实践能力得到实质性提升; 91.1% 学生认可课堂研讨、仿真实操等互动教学形式, 课堂学习趣味性与参与感显著增强; 86.7% 学生认为课程工程案例、实践任务贴合通信、电力行业真实工程需求, 能够实现理论与行业应用衔接。多数学生反馈线上微课资源碎片化、易复盘, 线下课堂靶向攻克预习难点, 有效化解传统课程晦涩难懂的学习痛点。

4.2.3. 学生综合工程创新素养提升

实践周期内, 实验班学生参与电磁类学科竞赛、课程创新课题的主观积极性显著提升, 多名学生独立完成电磁仿真建模、小型电磁装置设计完整作品, 多项实践成果在校级电子创新竞赛中获奖。相较于对照班, 实验班学生数理逻辑推演、团队分工协作、复杂工程问题拆解求解等高阶能力提升幅度更为突出, 完全契合 OBE 理念以综合能力产出为核心的人才培养目标。

5. 教学实践反思与迭代改进路径

经过一学期完整教学实践验证, 基于 OBE 理念的《电动力学》混合式教学体系整体实施效果良好, 但教学落地过程中仍存在三处亟待优化的现实短板: 第一, 线上教学资源更新迭代滞后, 工程案例多为经典传统场景, 无线射频、电磁兼容前沿科研与产业案例供给不足, 资源时效性偏弱; 第二, 自主学习能力薄弱的学困生缺乏全过程督导, 课前线上预习敷衍、自测完成质量偏低, 直接降低线下课堂研讨参与效率; 第三, 课程总学时约束下工程实践板块课时配比不足, 电磁仿真实操训练时长有限, 学生数值建模熟练度难以充分保障。

针对上述问题, 提出四项长效迭代改进路径:

- 1) 动态更新线上教学资源库: 定期引入射频通信、新能源电力、电磁探测等领域最新产业案例与课题组前沿科研成果, 同步更新微课、仿真实操教程, 提升资源前沿性与工程实用性;
- 2) 建立学困生分层帮扶机制: 细化线上预习任务节点, 设置阶段性预习提醒, 针对预习数据长期落后学生开展一对一线上答疑、小组结对帮扶, 强化课前学习过程督导;
- 3) 拓展课外实践教学渠道: 适度增加课程内实践课时, 联动实验室开放、校级创新工坊、学科竞赛搭建课外实践平台, 鼓励学生依托课程基础参与教师横向电磁科研项目, 全方位强化工程实操能力;
- 4) 完善常态化持续改进机制: 建立月度师生反馈收集渠道, 每学期末结合考核数据、问卷反馈、课堂观测记录形成教学质量分析报告, 动态优化教学内容、课堂组织形式与综合评价权重。

6. 结论

将 OBE 成果导向理念与线上线下混合式教学深度融合, 为《电动力学》这类抽象数理类专业基础课提供了全新改革路径, 从根源上破解传统教学模式理论晦涩、重识记轻能力、考核评价片面三大核心痛点。本研究依托 OBE 逆向设计逻辑, 通过分层界定可量化学习成果、模块化重构理论与工程教学内容、搭建三阶全周期混合教学流程、构建多元闭环综合评价体系, 完成课程教学从“教师讲授为中心”向“学生能力产出为中心”的转型。改革实践表明, 该教学体系既能夯实学生电磁理论基础, 又可系统性培育工程仿真、创新设计等高阶专业能力, 完全适配新工科与师范专业认证的人才培养标准。本教学模式落地门槛低、可复制性强, 可为国内高校物理学、电子信息类同类抽象理论基础课程的教学创新提供标准化实践参考。

参考文献

- [1] 吴岩. 新工科: 高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018(6): 1-3.
- [2] 徐立中, 张潇, 李玉满, 罗中华, 李柯. OBE 和 PBL 驱动的《工程电磁场》课程规划与教学实施[J]. 教育进展, 2024, 14(4): 984-991.
- [3] 刘婷, 蒲贤洁, 徐玮婧, 郑雪丽, 杨东侠, 杨骏骏, 张选梅. 基于 OBE 教学理念的大学物理实验线上线下混合式教学实践[J]. 物理与工程, 2023, 33(4): 66-72.
- [4] 蔡会敏, 赵丹阳, 陈惠平. 基于 OBE 理念的混合式教学设计与实践研究[J]. 教育进展, 2025, 15(1): 35-44.
- [5] Spady, W.G. (1994) Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers. American Association of School Administrators. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED380910.pdf>
- [6] 葛欢. 基于 OBE 理念的高校混合式教学课程设计研究[J]. 教育创新与实践, 2025, 1(5): 4-8.
- [7] 张锦, 杜尚荣. 混合式教学的内涵、价值诉求及实施路径[J]. 教学与管理, 2020(9): 11-13.
- [8] Song, C. and Sun, H. (2020) Research and Practice of OBE Teaching Mode in Teaching of Electromagnetic Field and Electromagnetic Wave. *Proceedings of the 2019 International Conference on Education Science and Economic Development (ICESD 2019)*, Malacca, 6-8 December 2019, 539-542. <https://doi.org/10.2991/icesd-19.2020.66>
- [9] 姜波, 李俊, 陈雷雷. 基于 OBE 理念的线上线下混合式一流课程建设路径探索与实践[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2025(6): 58-61.
- [10] 伏洋洋, 刘友文, 杜朝玲, 盛伟, 陈昌东. “价值引领、科教融汇、创新实践”电动力学课程探索与实践[J]. 大学物理, 2025, 44(7): 95-98.