

# 基于项目制教学的电气类专业电力电子技术课程群建设改革

## ——以“无线充电系统”为例

李振杰, 班明飞\*, 刘大洋, 韦 坚, 姜春阳

东北林业大学计算机与控制工程学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2025年12月29日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月3日

### 摘要

随着新工科建设的深入推进与国家创新驱动发展战略的实施,电气工程领域对人才培养提出了更高要求,传统以知识传授为主、课程相对割裂的教学模式已难以适应复杂工程问题对跨学科系统能力的需求。本文以电气类专业核心课程群为对象,聚焦电气类核心课程之间的协同整合问题,提出以“无线充电系统”这一典型复杂工程任务为主线、以项目制教学为核心驱动力的课程群建设改革方案。通过重构课程体系、设计多阶段递进式教学路径、构建虚实融合的实践平台、开发模块化教学资源,构建“理论-仿真-实验-竞赛”一体化的教学新生态。改革旨在打破课程“孤岛”,实现知识关联与能力协同培养,提升学生的工程思维、系统设计能力与创新实践素养,为同类工科专业的课程整合与教学模式创新提供可复制的实践路径。

### 关键词

项目制教学, 课程群改革, 无线充电系统, 工程实践, 虚实结合

# Curriculum Cluster Reform of Power Electronics for Electrical Engineering Majors Based on Project-Based Teaching

## —A Case Study of “Wireless Charging System”

Zhenjie Li, Mingfei Ban\*, Dayang Liu, Jian Wei, Chunyang Jiang

College of Computer and Control Engineering, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

Received: December 29, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 3, 2026

\*通讯作者。

## Abstract

With the deepening advancement of the New Engineering Education construction and the implementation of the national innovation-driven development strategy, higher demands have been placed on talent cultivation in the field of electrical engineering. The traditional teaching model, which focuses primarily on knowledge transmission and features relatively fragmented curricula, has become inadequate in meeting the needs of complex engineering problems that require interdisciplinary systems capabilities. This paper takes the core course cluster of electrical engineering majors as the research object, focusing on the collaborative integration among key electrical engineering courses, and proposes a curriculum cluster reform plan centered on the typical complex engineering task of “wireless charging systems” and driven by project-based teaching. By reconstructing the curriculum system, designing a multi-stage progressive teaching path, building a virtual-real integrated practice platform, and developing modular teaching resources, a new integrated teaching ecosystem of “theory-simulation-experiment-competition” is established. The reform aims to break down course “silos,” foster knowledge interconnection and ability co-development, enhance students’ engineering thinking, system design capabilities, and innovative practice competence, and provide a replicable practical pathway for curriculum integration and teaching model innovation in similar engineering disciplines.

## Keywords

Project-Based Teaching, Curriculum Cluster Reform, Wireless Charging System, Engineering Practice, Virtual-Real Integration

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

在当前电气类专业课程体系中，存在诸多制约人才培养质量的具体问题，亟需通过系统性的研究与改革加以解决。首先，课程内容之间呈现显著的割裂状态，《电磁场》《电力电子技术》《自动控制原理》等课程往往独立开设，缺乏以实际工程问题为主线的有机衔接[1]，导致学生难以建立跨学科的知识关联与系统认知，在面对复杂工程任务时无法有效整合多学科知识。其次，教学模式较为单一，仍以传统课堂讲授为主要形式，缺乏实践驱动和项目导向的环节。学生普遍缺乏在真实或仿真工程环境中自主探索解决问题的经历，难以充分锻炼工程实践能力与创新思维[2]。再者，教学资源更新滞后，教材内容偏重经典理论，涉及无线充电、智能电网等前沿技术的案例匮乏，数字化、交互式学习资源不足，限制了学生与技术前沿接轨的机会。最后，由于课程协同不足、实践环节片段化，学生系统设计与跨学科综合能力培养不充分，在毕业设计、学科竞赛及未来职业发展中显现出整体工程实现能力的短板。针对上述问题，本文以“无线充电系统”这一典型复杂工程为载体，如图1所示，聚焦电气类专业核心课程群的整合与重构，旨在通过项目制教学推动课程内容、教学方法、实践平台与资源体系的全方位改革，探索一条适应新工科要求、以能力培养为核心的教学新路径，为工程教育提质增效提供实践参照。

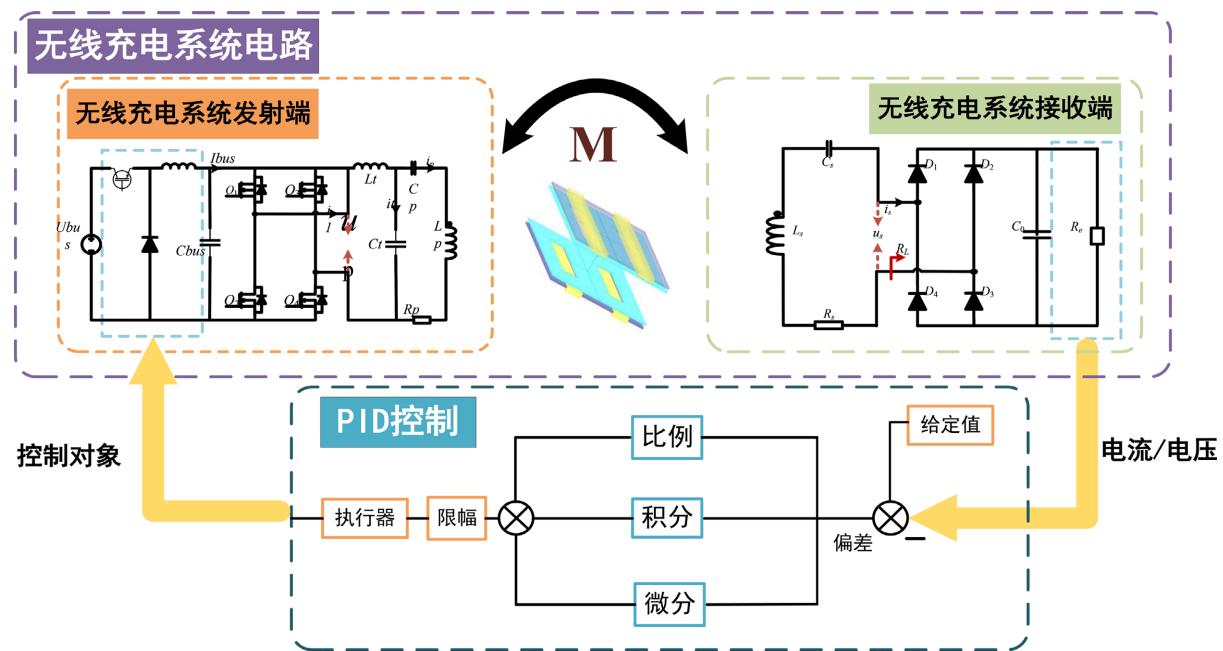


Figure 1. Schematic diagram of wireless charging system

图 1. 无线充电系统示意图

## 2. 电气类专业课程群改革的目的意义与创新点

### 2.1. 电气类专业课程群改革的目的意义

#### 2.1.1. 电气类专业课程群改革的根本目的

本文以电气类专业核心课程群为对象进行改革研究的根本目的在于回应新工科建设和国家战略背景下电气类专业教育的新要求[3], 推动电力电子技术课程群的系统化建设与教学模式革新。随着“碳达峰、碳中和”“制造强国”等国家战略目标的推进, 电气工程领域对人才培养提出了更高要求, 单一的专业技能已难以满足复杂产业环境和跨学科技术发展的需求。因此培养既具备扎实理论基础、又具备系统思维与创新能力的复合型人才, 已成为高校本科教育的重要使命。本文以“无线充电系统”这一典型工程案例为抓手, 探索项目驱动、课程融合、实践导向的课程群建设模式, 旨在推动教学从“知识传授”走向“能力培养”, 实现理论与实践的有机结合。

#### 2.1.2. 电气类专业课程群改革的价值意义

在人才培养层面, 本文改革方案通过优化课程体系, 将《电力电子技术》《电磁场》《自动控制原理》等多门核心课程进行有机整合[4], 打破原有知识壁垒, 帮助学生构建系统化、贯通式的知识链路。借助项目驱动的教学方法, 将无线充电系统等复杂工程任务引入教学全程, 引导学生于真实情境中应用理论、解决问题, 有效激发学习自主性, 同步提升其实践动手、团队协作与创新思维能力。

在学科建设与教育改革层面, 本文构建了“课堂 - 仿真 - 实验 - 竞赛”多环节贯通的梯度化培养路径, 并探索“导师 - 硕士 - 本科”协同指导机制, 形成可复制、可推广的教学模式。同时, 通过开发模块化教材、案例库及数字化学习平台, 建设高质量教学资源体系, 推动课程教学与信息化、智能化深度融合, 为工程教育改革创新提供实践范例。

在社会与战略价值层面, 本改革致力于培养具有系统设计能力、工程创新意识和社会责任感的高素质人才, 直接对接新能源、智能制造等国家战略性新兴产业的人才需求。通过将课程思政融入教学全过

程，引导学生树立家国情怀与使命担当，不仅提升了学校人才培养质量，也为产业升级与国家战略实施提供了扎实的人力支撑，具有重要的现实意义与长远价值。

## 2.2. 电气类专业课程群改革的创新点概述

(1) 以工程任务为牵引重构课程群体系：以无线充电系统这一典型复杂工程为主线，将《电磁场》《电力电子技术》《自动控制原理》等课程进行有机整合，系统梳理其在工程应用中的逻辑链条与功能定位，构建“从原理到实现、从课程到系统”的课程融合框架[5]。以工程任务驱动知识组织方式变革，实现知识间的主动关联与能力间的协同培养，打破传统教学中的“内容孤岛”，推动课程体系向系统化、工程化方向发展。

本部分创新点凝练如下：以无线充电系统为主线，整合核心课程，构建系统化、工程化的课程融合框架，实现知识关联与能力协同培养。

(2) 多知识融合与分阶段教学协同推进：构建了基于“系统任务分解 - 阶段教学嵌入 - 能力递进培养”的分层协同教学结构，将无线充电系统开发流程分解为若干教学节点，分别嵌入到三门课程教学阶段中，推动学生在每门课程中既掌握理论知识，又完成系统中的具体环节设计。通过统一项目背景、共享任务目标和阶段性成果导出，建立起多课程在内容、目标与评价上的系统协同，有效增强学生的知识综合能力和跨学科系统思维能力。

本部分创新点凝练如下：将无线充电系统开发流程分解为教学节点，嵌入多门课程，建立多课程在内容、目标与评价上的系统协同，增强学生知识综合与跨学科思维能力。

(3) 虚实结合的系统化工程实践教学路径：打破传统以“验证性实验”为主的教学局限，基于任务导向设计“系统级工程实践路径”，学生需在 Mworks、Multisim、Maxwell 等多个仿真平台中完成磁场建模、电路设计、控制调试等全过程任务，真正实现知识到模型、模型到系统的转化[6]。实践环节涵盖“设计 - 仿真 - 调试 - 验证”完整闭环，强化学生工程综合认知、动手操作与问题解决能力，提升其实战背景下的学习深度与适应能力，构建适配未来产业需求的本科学习 - 实践融合新路径。

本部分创新点凝练如下：设计“系统级工程实践路径”，学生在仿真平台完成全过程任务，涵盖“设计 - 仿真 - 调试 - 验证”闭环，强化工程实践能力，构建适配未来产业需求的学习 - 实践融合路径。

## 3. 基于项目制教学的电力电子技术课程群改革方案设计

### 3.1. 改革方案的主要内容与主要方法

#### 3.1.1. 改革方案的主要内容

本文的课程改革方案主要涵盖以下内容，其整体框架部署如图 2 所示。在课程体系优化方面，本研究对“电力电子技术”“电磁场”“电路原理”及“电机学”等课程内容进行系统整合，梳理内在联系，消除内容重复与知识盲区，构建有机衔接、协调统一的课程体系[7]。通过模块化设计，将教学内容划分为聚焦核心知识点的独立单元，增强教学灵活性与学习系统性，并建立顺畅的课程衔接机制，保障学生知识结构的连贯性，提升整体学习效果；在项目驱动教学方面，围绕无线充电、智能电网等实际工程案例构建教学素材库。相关教学流程以项目的引入、实施与评价为主线，引导学生在真实任务中运用理论知识，锻炼实践能力与创新思维，并建立涵盖知识掌握、实践能力、创新素养及团队协作的多维度评价体系，形成“教、学、评”相互支撑的闭环，促进学生全面成长。

在学生的实践能力培养方面，本改革推行“导师 - 硕士 - 本科”渐进式指导模式，通过科研项目带动学生参与，逐步提升实践技能。依托实验室开放与资源共享机制，降低实验门槛，激发创新活力。辅以系统的技能培训与复杂工程问题指导，切实增强学生动手能力与解决问题的综合素养；另外，本改革

提倡积极升级学习资源，开发融合行业动态、注重实操与创新思维的新型教材与讲义。积极建设动态课件、教学视频、模拟实验等互动式多媒体资源，提升课堂吸引力与参与感。构建集成课程材料、实践案例与学习工具的在线平台，支持学生自主学习与协作探究，同步优化教学管理流程，为学生专业能力发展提供持续资源支撑。

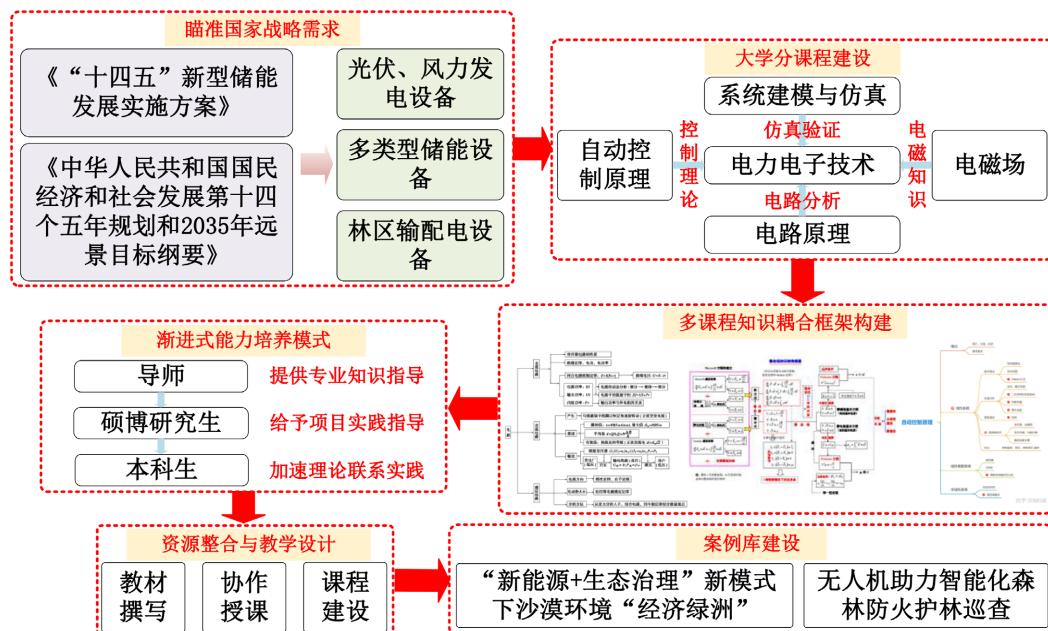


Figure 2. Overall framework of the reform plan

图 2. 改革方案整体框架

### 3.1.2. 改革方案所采用的主要方法

本方案围绕电气类专业电力电子技术课程群的建设改革，大力优化课程体系，运用文献综述、比较研究与案例分析等方法，梳理课程内容，整合教学模块，强化衔接机制，以提升教学灵活性与学习系统性；采取项目驱动式方案设计，通过实地调研与文献分析收集工程案例，构建教学素材库，并设计实验进行教学流程研究与总结，借助问卷与比较研究建立多维度评价体系，全面促进学生能力发展。

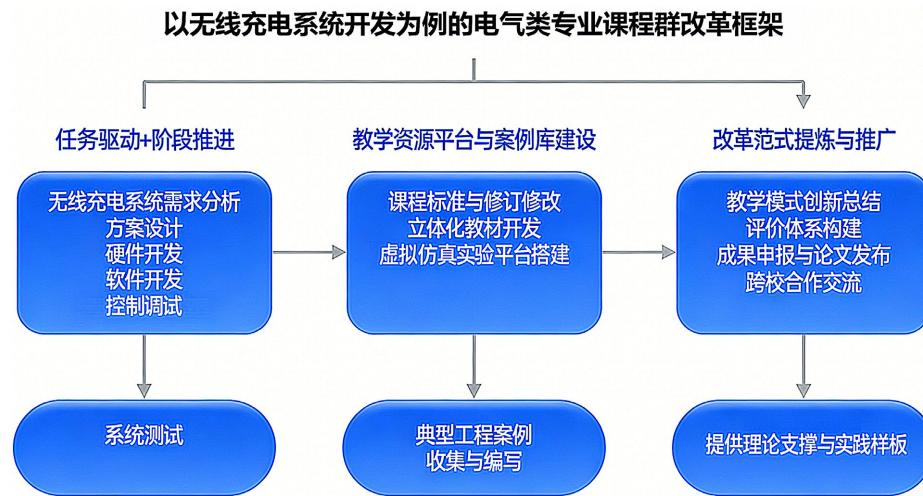
本方案提倡大力培养学生的实践能力，通过案例分析与实验研究探索“导师 - 硕士 - 本科”渐进式培养模式，依托实地调研与比较研究完善实验室开放与资源共享机制，并制定系统化的技能培训与问题解决策略，全面提升学生实践能力。结合学习资源进一步升级，使用文献与案例分析法开发前沿教材与讲义，利用多媒体技术建设互动式教学资源，并通过实验研究与用户反馈优化在线学习平台，以支持学生自主学习和专业知识应用。

### 3.2. 改革方案具体措施与设计

结合前期教学改革积累及多学科课程协同的探索经验，并借鉴国内外优质教学案例与网络教学资源，本方案将采用“分阶段推进 + 全周期反馈”的策略，推动基于项目制教学的电气类专业电力电子技术课程群在电气类专业教学中的系统落地，形成可持续的教学改革机制。以“无线充电系统”为例，如图 3 所示，本方案实施计划如下：

采用“任务驱动 + 阶段推进”策略，以无线充电系统开发流程为主线，构建项目导向型教学模块，将理论教学与本科实践教学结合。课程分为“需求分析 - 系统设计 - 仿真建模 - 电路实现 - 控制调试 -

“系统测试”六个阶段，每个阶段精准匹配核心课程知识点。例如，系统设计阶段结合《电磁场》分析磁通路径，仿真建模阶段利用《电力电子技术》搭建 H 桥逆变电路，控制调试阶段运用《自动控制原理》设计 PID 控制器。引入 Mworks、Multisim、Maxwell 等虚拟仿真软件，同步部署仿真任务，提升学生实验动手能力和仿真分析水平。通过跨课程、跨阶段的多学科实践任务，学生在分布式教学场景中逐步建立复杂工程系统的整体认知，实现知识迁移与能力提升。



**Figure 3.** Design of specific measures for the reform plan

**图 3.** 改革方案具体措施设计

为确保教学体系高效运行并落地实践，同步开发覆盖全过程的教学资源平台与工程案例库，打造具备交叉教学能力的支撑环境。以无线充电系统为核心，构建多个教学场景，开发标准化教学素材包，涵盖电磁建模实例、开关电路仿真项目、闭环控制算法配置模板、工程评估报告模板等，并配套录制 PPT 课件、教学视频与过程讲解，形成“理论讲授 - 系统仿真 - 实验反馈 - 教学评估”四维一体的数字化教学资源体系。案例库设计强调课程接口兼容性与功能模块组合性，将不同学科知识按功能模块组织成电源端、耦合端、控制端三个层级，教师可依据授课节奏灵活调用，不同年级或教学阶段也可按需调整模块难度与深度，实现教学分层适配与个性化组合。此外，为学生提供在线交互空间，支持在线组队讨论、协同仿真、实验数据共享等功能，增强课程体验感与团队协作能力。在此基础上，逐步构建课程融合案例资源库，为未来教学研究和课程改革提供持续支持。

通过对多学科融合教学的实施过程进行系统总结，提炼教学内容整合、组织方式优化与学生能力提升之间的内在逻辑关系，形成一套可在校内外推广应用的课程融合改革范式。围绕“项目牵引、课程打通、资源整合、团队协同”四个核心支点，明确“工程任务 - 能力目标 - 课程组合 - 教学机制”的匹配原则，构建教学环节设计的模块化模板，适用于电气工程、自动化、智能制造、新能源科学与工程等多个工科本科专业方向。在此基础上，通过教师培训，教学成果交流、线上案例展示等方式，推动该模式在其他高校或院系中落地复制，助力课程从“知识并列”向“系统协同”转变。最终，项目将为提升高校本科工程教育质量、强化学生多学科实践能力与综合工程素养、推动新工科人才培养范式变革提供理论支撑与实践样板。

为进一步确保改革方案的有效落实，本方案同步构建了动态监测与持续改进机制。该机制以“设计 - 实施 - 评估 - 优化”为闭环，贯穿教学改革全过程。一方面，依托数字化教学平台与过程性评价工具，系统采集学生学习行为数据、项目完成度数据、能力测评数据及教学反馈数据，形成多维度、可视化的

教学证据链。另一方面，定期组织由课程组教师、行业专家、学生代表共同参与的教学反思研讨会，对阶段性数据进行诊断性分析，识别教学瓶颈与能力短板，并据此对课程模块内容、项目任务难度、实践资源配置及评价标准进行敏捷化调整。此外，本方案围绕项目制教学设计、跨课程协作授课、复杂工程问题指导等主题开展培训与交流，持续提升教学团队的系统化工程教育能力与课程融合实施水平。通过所提出的一系列制度化、数据驱动的质量保障措施，可以确保改革实践不是静态的方案执行，而是能够响应学生发展需求，并随技术发展动态升级的有机教学过程，从而为培养适应未来产业变化的卓越工程人才提供坚实而灵活的支撑。

相较于传统教学模式，本课程改革方案在理念、结构与路径上均呈现出系统性差异化的特点。传统教学通常以学科为中心、以讲授为主导，课程之间相对独立，知识传递呈“分段式”，学生虽能掌握局部理论，却缺乏对复杂工程系统的整体认知和跨学科整合能力。而本方案以“无线充电系统”作为贯穿始终的工程实践载体，围绕全流程——从电磁场建模、电力电子变换到闭环控制——将多门核心课程内容有机嵌入各个教学设计阶段，达到“课程为实践服务、知识为工程所用”的教学目的。这一转变不仅重构了教学内容组织方式，更在教学过程中强化了“设计思维”这条主线，让学生在仿真、实验与迭代中真正体会到从理论到实物的完整设计过程。

在实际推进过程中，改革方案也面临着来自师生配合、课程协同、资源支持等多方面挑战。学生方面，有一部分学生因长期习惯于被动接收知识，在项目初期面对开放性任务和多学科交叉要求时，表现出信心不足与畏难情绪；教师方面，跨课程协作需要重新设计教学模块、协调授课进度，初期工作量与备课难度显著增加；此外，虚实平台整合、教学案例开发、过程性评价机制建立等支撑条件亦需逐步完善。为应对这些困难，我们采取了阶段性引导策略，帮助学生逐步建立系统认知；推动教师与学生常态化交流以实现经验共享；同时结合校企合作资源，分批次建设仿真案例库与实验平台，并在过程中持续收集学生反馈，为项目制教学的可持续开展奠定基础。

综上，本部分所述改革方案依托电气类专业学科特色，构建融合工程实践与课程协同的本科教学体系，精准对接国家战略性产业人才培养需求。围绕“电力电子技术-电磁场-自动控制原理”等多门课程，以无线充电系统为教学主线，梳理课程间知识衔接逻辑，构建从原理认知到系统实现的课程融合路径。通过课程集群与模块化教学结构，引导学生在实际工程任务中实现知识交叉应用，推动课程体系从“知识传授”向“能力培养”转型。聚焦任务驱动的实践教学改革，构建“课堂-仿真-实训”三层次工程实践教学体系，强化学生在真实情境中解决问题的能力，提升其实践动手能力和综合创新素质。搭建开放共享的实践教学平台，整合校内外资源，建设多模块协同运行的融合实验体系，引入企业工程案例与数据，增强学生对复杂工程系统的整体感知力。建立健全本科教学改革的质量保障体系，通过闭环质量监控和动态调整机制，确保教学效果评估可测、改革可持续，形成结构合理、运行高效的课程融合教学质量保障体系。

#### 4. 总结与展望

综上所述，基于项目制教学——以无线充电系统为载体的电气类专业课程群建设改革，是对新工科教育理念的一次积极践行。它通过课程体系的深度整合、教学方法的项目化转型、实践平台的虚实融合以及教学资源的系统升级，构建了以工程实践能力培养为核心的教学新范式。这一改革不仅有助于解决当前电气类专业教学中存在的课程割裂、实践薄弱、能力培养不足等关键问题，也为培养适应未来产业需求的、具备系统思维、创新精神和实践能力的高素质工程人才提供了有效路径。未来，我们还将进一步完善改革方案，拓展项目载体至智能电网、新能源系统等更多前沿领域，深化校企合作，推动成果辐射至更多工科专业，持续助力工程教育质量的内涵式提升。

## 基金项目

本文系东北林业大学教育教学研究课题(编号: DGY2025-35)、东北林业大学研究生教育教学研究课题(编号: DGYYJ2025-28)。

## 参考文献

- [1] 李振杰, 刘大洋, 姚婷婷. “电力电子技术”课程教改与实践——以“无线充电技术”为例[J]. 职业教育, 2024, 13(5): 1276-1282.
- [2] Crawley, E.F., et al. (2014) Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. Springer.
- [3] 章艳, 董维杰, 郭源博, 等. “大思政”视域下电类基础课程群思政建设探索[J]. 电气电子教学学报, 2024, 46(5): 84-87.
- [4] 王兆安, 刘进军. 电力电子技术[M]. 第5版. 北京: 机械工业出版社, 2019.
- [5] 刘晋, 牛印锁, 文俊. “国内外电力电子技术”课程教学研究[J]. 中国电力教育, 2012(6): 64-65.
- [6] 郭哲, 张晶. “互联网+”视域下开放式课堂教学改革的困境与破局[J]. 现代教育技术, 2021, 31(8): 85-91.
- [7] 李振杰, 刘一琦, 班明飞. 电磁场课程的教学方法改进多维度探讨[J]. 职业教育, 2024, 13(2): 357-362.