面向工程教育认证的《工厂供电》教学改革研究

叶家豪,李　锋,周天文
(阜阳师范大学,安徽阜阳　236000)

[摘　要]为契合工程教育认证的学生中心、产出导向、持续改进核心理念,针对《工厂供电》课程与认证标准适配不足的问题,结合课程教学大纲、试验大纲及相关教学研究成果,开展系统性教学改革研究。通过剖析课程内容与认证指标脱节、理论和实践融合不足等现实痛点,构建"认证指标—课程目标—教学环节"三级支撑体系。提出课程内容模块化重构、"理论—仿真—实操—认证评价"四维教学模式和全过程考核体系改革方案。结果表明,改革后课程各项目标达成度平均提升14.3%,学生工程实践能力与教学满意度显著提高,可为应用型高校电气类专业课程的工程教育认证适配改革提供实践参考。

[关键词]工程教育认证;《工厂供电》;教学改革
[中图分类号]G642.0; TM727.3-4　[文献标识码]A　[文章编号]2096-711X(2026)20-0193-03
doi:10.3969/j.issn.2096-711X.2026.20.063　[本刊网址]http://www.hbxb.net

引言

《华盛顿协议》建立的工程学位互认体系已成为全球工程教育质量的核心标准,我国自加入以来已有321所高校的2395个专业通过认证。该认证以学生为中心、产出导向、持续改进为理念,要求课程教学围绕毕业要求达成展开。阜阳师范大学电气工程及其自动化专业为推进认证筹备,需强化核心课程对毕业要求的支撑。《工厂供电》作为专业拓展课,其教学质量直接影响学生供配电系统设计与运维能力的培养,亟须进行认证导向的教学改革。

本文课程总学时52学时,涵盖变配电所设计、负荷计算、短路电流分析等内容,支撑工程知识、问题分析、设计/开发解决方案等毕业要求指标点,设有电气接线图认知、备用电源自动投入等实验项目。但教学中仍存在理论与实践脱节、考核方式单一等问题,与认证要求不匹配。认证导向的教学改革可强化课程对毕业要求的支撑,解决上述问题,助力专业通过认证,为社会培养应用型电气人才,其形成的认证导向—模块重构—四维教学—持续改进模式,可为同类课程提供参考。

现有工程教育认证相关课程改革研究已形成一定成果。安成锦等在《信号与系统》中建立了课程目标与毕业要求的支撑关系,构建了过程性与终结性结合的考核体系,但未涉及供配电实操环节优化。李喆等针对《自动控制原理》提出混合教学改革,强调教学内容与产业需求对接,但缺乏认证达成度的量化分析。王荣耀等提出课程目标与毕业要求匹配原则,为课程内容重构提供了理论支撑。赵铁英等在《电气安全技术》中采用案例+实验教学法,强化了安全防护能力培养,但未形成系统化的课程模块重构方案。田莉等在数字电子技术中建立了基础型—提升型—综合型递进式项目体系,为实践环节设计提供了参考。陈炜等强调课程内容需紧跟行业前沿,融入科研成果反哺教学的思路。曹文康等提出项目制教学与第二课堂融合的模式,为创新能力培养提供了新路径。李松等构建产学研赛一体化育人模式,强化了课程与产业需求的对接。总体来看,现有研究多聚焦单一课程的局部改革,缺乏对《工厂供电》认证指标—课程内容—实践环节—考核评价全链条的系统性优化,且对实操环节与认证要求的精准对接关注不足。

一、工厂供电课程教学现存问题剖析

《工厂供电》课程现存问题体现在多个维度,课程内容与认证指标的适配性不足是首要表现。现有内容虽涵盖变配电所设计、电力线路选择等核心模块,但未与工程教育认证毕业要求指标点精准对应。短路电流计算章节仅侧重公式推导,未关联复杂工程问题分析指标点;无功补偿内容缺乏对可持续发展指标的呼应,与工程与社会、环境与发展等非技术因素培养脱节。这种适配性不足并非简单的内容缺失,而是知识体系未围绕认证要求进行系统性重构,导致课程目标与毕业要求的支撑关系模糊。

理论与实践的融合深度不够,难以满足认证对实践能力的培养要求。课程理论教学以课堂讲授为主,实验多为验证性操作,与工程实际结合不紧密。模拟工厂供电倒闸操作实验仅要求按固定步骤操作,缺乏对操作原理的深度探究与故障场景模拟;变压器电流速断保护实验未涉及微机保护装置的实操训练,与工业现场常用技术脱节。学生往往能掌握理论公式,但面对实际工程时难以将知识转化为解决问题的能力,改革前学生实操考核通过率仅为68%。

考核体系缺乏认证导向,难以实现对学生综合能力的全面评价。现有考核以期末考试(占60%)和实验报告(占20%)为主,过程性考核占比低且指标模糊。考核内容侧重理论知识记忆,缺乏对工程设计能力、创新思维的考查,与认证要求的"能力本位"评价理念不符。传统考核方式不仅无法全面反映学习成效,更难以发现教学过程中的问题,无法形成考核—改进—提升的闭环,与认证持续改进核心理念相悖。

教学方法固化单一,未能充分调动学生学习主动性。课程仍以讲授+实验传统模式为主,缺乏信息化、互动化教学手段的有效应用。在工厂变配电所主接线设计章节,未采用虚拟仿真技术辅助学生理解复杂接线逻辑;课堂教学中缺乏工程案例研讨、项目驱动等方法,导致学生学习积极性不足。这种单一模式不仅降低了课堂吸引力,更限制了学生工程思维与创新意识的培养,与以学生为中心的认证理念存在明显差距。

收稿日期:2026-6-18
基金项目:本文系阜阳师范大学博士科研启动项目(项目编号:2024KYQD0072)。
作者简介:叶家豪(1996—),男,安徽阜阳人,阜阳师范大学讲师,主要从事可再生能源发电与智能利用研究。

二、面向工程教育认证的工厂供电课程教学改革方案

结合工程教育认证三大核心理念,针对课程现存痛点,本研究从课程目标与内容重构、教学模式创新、实践场景拓展、考核体系优化四个维度,设计全流程教学改革方案。

(一)锚定认证指标,重构课程目标与模块化内容体系

基于认证毕业要求指标点,对课程进行模块化重构,形成四个认证导向模块。供电系统基础模块整合工厂供电概述、变配电所一次系统等内容,支撑工程知识指标点,通过工业供配电系统案例分析帮助学生建立系统认知。工程设计与计算模块涵盖负荷计算、短路电流计算等,支撑问题分析指标点,引入工厂实际负荷数据开展计算实训。设备选型与保护模块包括电气设备选择、过电流保护等,支撑设计/开发解决方案指标点,结合工程案例开展选型与保护方案设计。运行维护与安全模块整合节约用电、运行维护等内容,支撑"工程与社会"指标点,强化安全规范与可持续发展理念。模块重构围绕认证指标点形成知识—能力—素养三位一体的内容体系,确保课程目标与毕业要求精准对接。

(二)"理论—仿真—实操—认证评价"四维教学模式

理论教学采用案例结合问题驱动的模式,每章节融入1~2个工业现场真实案例。例如讲解电力线路选择时,结合某工厂供电线路老化整改项目,引导学生思考导线选型中技术标准与经济成本的平衡。同时用思维导图梳理课程知识逻辑,顺畅衔接先修课程与后续实践环节,帮助学生搭建完整知识体系。

仿真教学依托软件和工厂供电专用仿真平台,增设变配电所设计、无功补偿方案优化等仿真实操项目。学生可在虚拟环境中自主搭建供配电系统模型,模拟不同负荷工况下的运行状态,验证设计方案合理性,作为理论学习与实操训练之间的过渡环节。

实操教学依托现有6个实验项目,搭建覆盖验证、设计、综合、创新四层级的实践培养体系:以电气接线图认知为核心的验证性实验巩固基础操作技能。备用电源自动投入方案设计等设计性实验锻炼独立设计能力。线路过电流保护与自动重合闸配合等综合性实验强化系统思维。工厂供电节能方案设计等创新性实验激发创新意识。每个实验环节均设置明确的认证评价要点。

将认证评价体系嵌入教学实施全流程:理论教学通过案例研讨完成问题分析能力的量化评价。仿真教学考核模型搭建完整度与参数优化效果,判定工程应用能力。实操评价对标工业岗位操作规范。评价结果既是课程考核的核心依据,也为教学内容迭代优化提供参考,形成教学—评价—改进的完整闭环。

(三)实践教学环节优化

实验内容以工程实用性与创新性为导向完成优化。手动与自动无功补偿实验中新增不同负荷场景下的补偿方案对比,引导学生分析无功补偿对电能质量的影响。电动机微机继电保护实验引入工业现场通用微机保护装置,增设故障模拟与排查环节。同步新增工厂供配电系统综合设计项目,学生需完成从负荷计算、设备选型到保护设计的全流程任务。

实践平台拓展实现校内实训与企业实践的有机结合。依托本校电气工程实训中心的工厂供电模拟实操平台,开展全流程沉浸式实操训练。企业实践环节设置明确学习任务,学生需记录设备运行参数、分析常见故障处理流程,形成完整实践报告,实现校内教学与工业现场的无缝衔接。

第二课堂延伸实现学科竞赛、科创项目与课程实践的深度融合。学生可参与电子设计竞赛中的供配电课题,也可申报工厂供电节能优化等方向的科创项目。定期开展工程案例分享会,拓宽学生行业视野。

(四)全过程考核体系改革

构建过程性考核(60%)+终结性考核(40%)的考核体系,建立考核指标—课程目标—毕业要求的三级对应关系。过程性考核涵盖预习报告(10%)、课堂表现(10%)、阶段测试(15%)、实验实践(25%)四个维度:预习报告考核实验原理与方案设计。课堂表现通过课堂互动与案例研讨进行评价。阶段测试覆盖四大模块核心内容。实验实践按预习—操作—报告—创新四个维度评分。

终结性考核采用闭卷考试,优化试题结构,基础理论占40%、工程计算占30%、综合设计占30%,大幅增加非标准答案试题。试题紧密结合工程实际,如设置"某工厂变配电所短路电流计算与设备选型"综合题,要求学生整合多章节知识完成系统设计。

采用分目标达成度—总目标达成度模型进行达成度计算:分目标达成度为支撑同一指标点的各考核环节平均分之和除以总分,总目标达成度取各分目标最小值。课程组每学期末根据达成度分析结果梳理薄弱环节,针对性调整教学内容与方法,实现教学质量的持续改进。

三、改革实践效果

将所提方案在2022级电气工程及其自动化专业2个教学班中进行了为期一学期的教学实践,并以2021级同专业2个教学班为对照组,基于课程2024—2025学年教学实践数据,从三个维度对改革效果进行初步验证。

首先,课程目标达成度较对照组有所提升。改革后6项核心课程目标达成度均超过0.75合格线,平均达成度从对照组的0.71升至0.81。其中课程目标3(设计/开发解决方案)提升相对明显,从0.68升至0.80。课程目标5(现代工具)从0.71升至0.82。课程目标2(问题分析)从0.72升至0.81。各毕业要求指标点的达成度均满足认证标准,初步反映了课程与认证指标衔接的改善趋势。

其次,学生实践能力与工程素养呈现积极变化。改革后实验实操考核通过率从89.0%提升至100%,成绩优秀率从12.2%升至34.9%。符合工程规范的课程设计方案占比从63.4%升至91.9%。学期末匿名反馈中,94.2%的学生表示对供配电系统设计的理解有所加深,91.9%认为自身解决工程问题的能力得到了锻炼。上述数据虽仅基于单学期教学实践,但各维度指标均呈现正向变化,可为后续研究提供参考。

最后,教学质量持续改进机制初步落地。依托全过程考核与达成度评价,教学中可及时识别学生在短路电流计算、继电保护整定等知识点上存在的薄弱环节,并通过专项研讨、补充仿真实训等方式进行针对性补强。相关章节测验平均分从68.3分升至82.7分,学生课程评教得分从76.2分升至83.7分。综合来看,持续改进闭环的初步形成,为教学质量的稳步提升提供了可行路径。

四、结语

本研究以工程教育认证核心理念为指引,结合课程大纲与现有研究成果,构建了涵盖模块化内容重构、四维教学模式、全过程考核等的系统性改革方案。教学实践表明,该方案有效解决了课程与认证标准适配性不足、理论与实践脱节等突出问题,显著提升了毕业要求达成度与学生工程实践能力,为专业认证工作提供了支撑。

本研究形成的创新成果可从多维度为课程改革提供参考。通过认证指标、课程目标、教学环节的精准对接,实现了

课程内容与认证要求的深度融合。围绕理论、仿真、实操、认证评价构建的四维教学模式,实现了工程实践能力与认证素养的协同培养。配套的全过程考核体系使目标达成度的量化评价与动态改进得以实现。这些探索不仅切实提升了《工厂供电》课程教学质量,也为电气类同类课程的认证导向改革提供了可复制的范式。

此外,本研究仍存在一定局限,跨学科融合教学探索不足,校企合作深度有待加强。后续将拓展改革范围,融入工厂供电+人工智能、供电系统碳中和等跨学科内容。深化校企合作,引入企业真实项目作为教学案例。优化达成度评价模型,结合大数据分析实现精准化教学改进;探索课程思政与认证要求的深度融合,培养兼具工程素养与家国情怀的高素质人才。未来将持续聚焦认证核心要求,完善认证导向—实践赋能—持续改进的教学体系,为工程教育高质量发展贡献力量。

参考文献:

[1]刘俊来. 面向工程教育认证的地学类工程人才培养问题剖析[J]. 中国地质教育,2024,33(2):34-38.

[2]张连科,陈莉荣,孙鹏,等. 基于工程教育认证的“环境物理性污染与控制”课程教学改革探索[J]. 科技风,2026(7):73-75.

[3]安成锦,梁玲亮,伍琼燕. 工程教育认证背景下信号与系统课程教学改革探索与实践[J]. 中国多媒体与网络教学学报(上旬刊),2025(9):170-173.

[4]李喆,许慧,曹卫. 工程教育专业认证背景下“自动控制原理”课程混合教学改革探索[J]. 科技风,2025(13):78-80.

[5]王荣耀,刘文. 工程教育专业认证背景下《机械原理》课程教学改革探索[J]. 模具制造,2025,25(9):87-89,92.

[6]赵铁英,许丹,张展. 工程教育专业认证背景下电气安全技术课程教学改革与实践[J]. 中国现代教育装备,2025(21):96-98.

[7]田莉,康迎曦,周细凤,等. 工程教育专业认证背景下数字电子技术课程教学改革与实践[J]. 科教文汇,2024(23):71-75.

[8]陈炜,范聪,杨强斌,等. 工程教育专业认证视域下清洁生产与循环经济课程教学改革探索[J]. 河南化工,2025,42(8):58-60.

[9]曹文康,胡捷. 基于工程教育认证的《机械原理》课程的教学改革与探索[J]. 学术与实践,2024(3):188-193.

[10]李松,王路生,肖鑫,等. 面向工程教育认证的“微控制器原理及应用”课程教学实践[J]. 科技风,2025(19):401-406.

Research on the Teaching Reform of “Factory Power Supply” for Engineering Education Accreditation

YE Jia-hao, LI Feng, ZHOU Tian-wen
(Fuyang Normal University, Fuyang Anhui 236000, China)

Abstract: To align with the core concepts of student-centeredness, output orientation, and continuous improvement in engineering education accreditation, and to address the issue of insufficient compatibility between the “Factory Power Supply” course and the accreditation standards, a systematic teaching reform study is conducted by combining the course syllabus, experimental syllabus, and related teaching research results. By analyzing the practical pain points such as the disconnection between course content and accreditation indicators, and the insufficient integration of theory and practice, a three-level supporting system of “accreditation indicators — course objectives — teaching links” is constructed. The reform plans included the modular reconfiguration of course content, a four-dimensional teaching model of “theory — simulation — practice — accreditation evaluation”, and the entire process assessment system are proposed. The results show that the average achievement rate of each course objective increased by 14.3% after the reform, and students' engineering practice ability and teaching satisfaction have been significantly improved, which provides practical reference for the adaptation reform of engineering education accreditation for electrical engineering courses in applied universities.

Key words: engineering education accreditation; “Factory Power Supply”; teaching reform

(责任编辑:桂杉杉)