

产教融合视角下《电力电子技术》课程教学改革的探索与实践

樊利康^{1,2}

1. 宜宾西华大学研究院, 四川宜宾;

2. 西华大学汽车与交通学院, 四川成都

DOI: 10.62836/jer.v4n6.1205

摘要: 在“双碳”目标与新工科建设双重驱动下,《电力电子技术》作为新能源专业的核心支撑课程,面临教学内容与产业需求脱节、实践资源不足、教学模式单一及评价机制滞后等多重困境。本文以成果导向教育理念为理论基轴,综合运用产教融合二元制模式、理实融合教学理论与混合式教学方法,构建了涵盖课程体系重构、实验平台升级、教学范式创新与评价体系多元化的全链条教改方案。在实施层面,课程引入RTU实时数字控制实验平台,整合虚拟仿真技术;课堂推行多点融入式“课上+课下”混合教学;同步将“双碳”政策与课程思政融入教学全过程。以西华大学近三年教学数据为验证依据:学生工程实践能力显著提升,国家级创新项目参与量超30项;课程综合满意度覆盖98%以上;毕业生新能源领域就业对口率提升20个百分点。

关键词: 电力电子技术; OBE教育理念; 产教融合; 混合式教学; 新能源专业

Exploration and Practice of Teaching Reform of Power Electronics Technology from the Perspective of Industry-Education Integration

Likang Fan^{1,2}

1. Xihua University Research Institute, Yibin, Sichuan;

2. School of Automotive and Transportation, Xihua University, Chengdu, Sichuan

Abstract: Driven by the dual goals of carbon peaking and carbon neutrality as well as the construction of emerging engineering disciplines, Power Electronics Technology, as a core supporting course for new energy majors, is confronted with multiple dilemmas including disconnection between teaching content and industrial demands, insufficient practical resources, monotonous teaching modes and lagging evaluation mechanisms. Based on the Outcome-Based Education (OBE) as the theoretical axis, this paper constructs a full-chain teaching reform scheme covering curriculum system reconstruction, experimental platform upgrading, teaching paradigm innovation and diversified evaluation system by comprehensively adopting the dual-system model of industry-education integration, theory-practice integrated teaching theory and blended teaching methods. In terms of implementation, the course introduces an RTU real-time digital control experimental platform and integrates virtual simulation

*基金项目: 西华大学校级教育教学改革项目(产教融合专项)“案例中学、需求中练—新能源汽车电子控制课程教学创新设计”(编号: xcjz2025016)。

technology; a multi-point integrated “in-class + after-class” blended teaching is implemented in classrooms; meanwhile, the “dual carbon” policies and curriculum ideology and politics are integrated into the whole teaching process. Verified by nearly three years of teaching data from Xihua University, students’ engineering practical ability has been significantly improved, with more than 30 national-level innovation projects participated; the overall course satisfaction rate exceeds 98%; and the employment matching rate of graduates in the new energy sector has increased by 20 percentage points.

Keywords: power electronics technology; outcome-based education (OBE); industry-education integration; blended teaching; new energy major

1 引言

在碳达峰碳中和战略目标的指引下，新能源产业正经历前所未有的快速扩张。光伏逆变、风电变流、储能变换等核心装备均以电力电子变换器为基础，对相关工程技术人才的知识结构与实践能力提出了更高要求[1]。《电力电子技术》课程横跨电路理论、控制理论与电力系统三大领域，理论抽象、波形分析复杂，历来被视为电气与新能源专业的难点重点课程[2]。

然而，当前多数高校该课程的教学改革仍停留在单点突破层面：或聚焦内容更新，或侧重仿真引入，缺乏整体性的多维协同设计。与此同时，产业界对毕业生工程实践能力的反馈也表明，现行教学模式与企业岗位需求之间存在明显落差[3,4]。

鉴于此，本文以OBE（Outcomes-Based Education）理念为统领，提出课程体系-实验平台-教学范式-评价体系四维协同的教改框架，并结合具体教学实践案例加以论证，以期为新能源专业《电力电子技术》课程教学改革提供系统性参考。

2 教学现状与问题诊断

2.1 课程内容与产业需求脱节

传统《电力电子技术》课程内容多以晶闸管相控电路为核心，对IGBT、SiC MOSFET等新型器件及其在光伏并网逆变、新能源汽车驱动等场景中的应用涉及不足。张阳等[4]通过工程教

育专业认证的毕业要求矩阵分析发现，现有课程内容对“复杂工程问题分析”毕业要求的支撑度不足40%。赵四洪等[5]同样指出，“知识孤岛”现象导致学生难以将电路原理、控制理论与工程实际相融合。

2.2 实验教学资源制约实践能力培养

受限于实验设备老化与安全规范约束，许多高校的《电力电子技术》实验课以验证性实验为主，设计性、综合性实验比例偏低。邓富金等[6]调研发现，传统实验台故障率高、耗时长，严重影响教学效率。裴兆等[7]指出，虚拟仿真平台的缺失使学生难以开展高压、大功率场景的仿真验证，制约了工程实践能力的系统培养。

2.3 教学范式单一，学习主动性不足

调研数据显示，超60%的学生认为《电力电子技术》课程“听课难以跟上、课后缺乏指导”。王伟健[8]等对比多点融入式混合教学前后的成绩分布发现，传统教学模式下不及格率约18%，优秀率仅9%。胡仁佶等[2]亦指出，“理论灌输式”教学难以激发学生对复杂变换器电路的学习兴趣。

2.4 评价体系滞后，难以反映工程素养

以期末闭卷考试为核心的单一评价方式偏重记忆与计算，对学生工程设计能力、团队协作能力的考查严重不足[9]。张阳等[4]通过OBE达成度分析发现，部分毕业要求指标点的课程达成度评

3.2 产教融合二元制模式

3 理论基础与改革框架

3.1 OBE成果导向教育理念

OBE理念的核心逻辑是“反向设计、正向实施”：以毕业要求为起点，逆向分解课程目标，再以课程目标为导向正向组织教学内容与评价活动。本文将该理念系统引入电力电子技术教改，构建覆盖主要毕业要求的课程目标达成矩阵，为改革提供方法论基础。

产教融合二元制模式强调学校课程与企业实训的紧密结合,实现理论知识与岗位技能的无缝对接。在新能源相关专业教改实践中,该模式通过校企共建课程、协同开展顶岗实习,显著提升了学生的就业竞争力。本文借鉴这一模式,推动《电力电子技术》课程与光伏、储能等新能源企业的深度合作。

3.3 理实融合教学理论

理实融合是指在教学过程中将理论讲授与实践

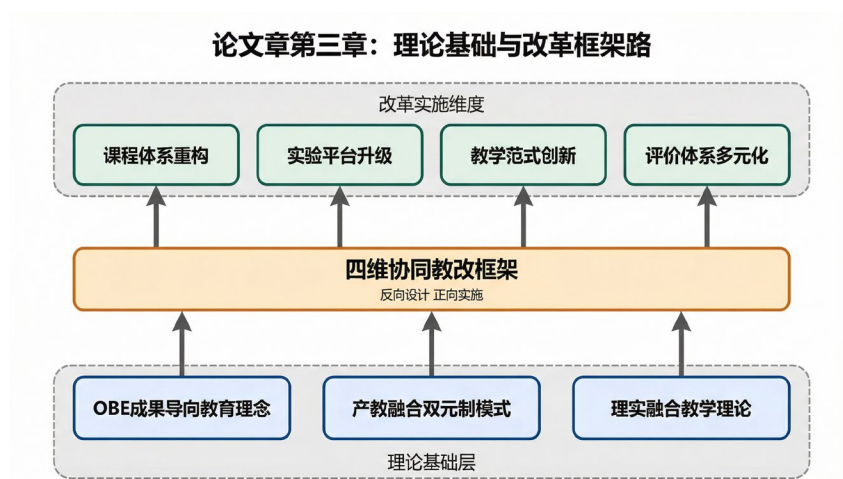


图1. 四维协同教改框架

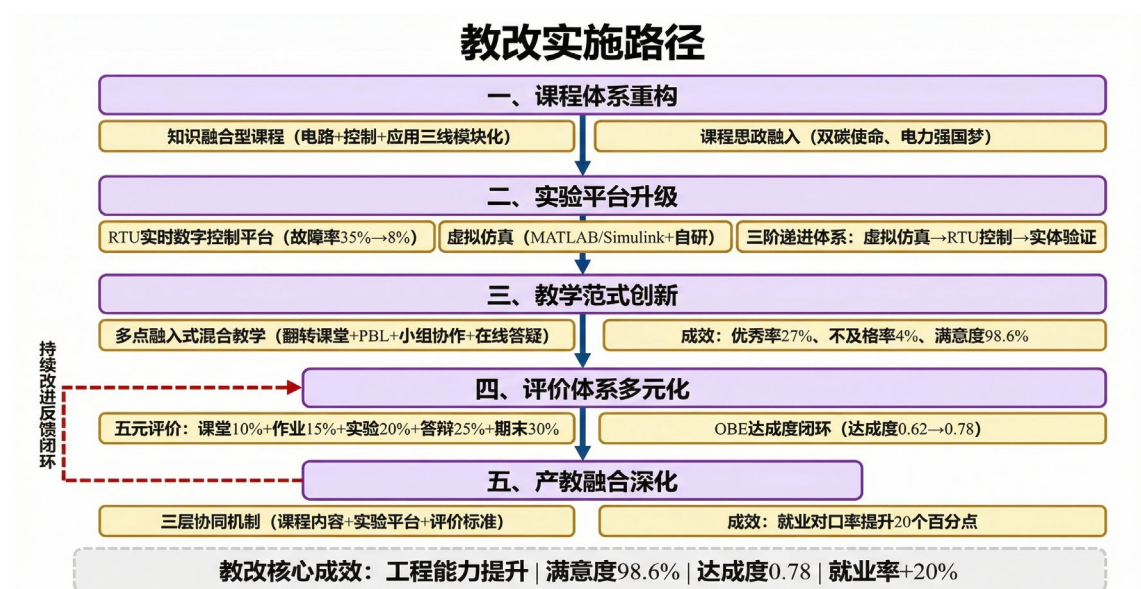


图2. 总体教改实施路径

操作有机整合,打破“先理论、后实验”的时序壁垒。该理论强调在真实或仿真的工程情境中建构知识,有助于提升学习迁移效率。本文将实时数字控制实验平台与虚拟仿真软件作为理实融合的主要技术载体。

3.4 四维协同教改框架

综合上述理论,本研究构建了课程体系重构、实验平台升级、教学范式创新、评价体系多元化的四维协同框架,如图1所示。四个维度相互支撑,即课程体系重构确立改革方向,实验平台升级提供技术支撑,教学范式创新激活学习动力,评价体系多元化形成持续改进机制。

4 教改实施路径(如图2所示)

教改实施路径(如图2所示)。

4.1 课程体系重构:知识融合与思政融入

采用“知识融合型”课程改革思路,将电路基础、控制理论与新能源应用三条知识脉络有机交织,形成以“变换器分析-控制设计-系统集成”为主线的模块化课程体系。在此基础上,进一步将“双碳目标、光储充一体化电站、新能源并网”等前沿案例纳入教学内容,使理论学习与产业实际紧密关联。

课程思政方面,以“碳中和使命担当”“电力装备强国梦”为情感锚点,将职业道德、工匠精神与创新意识融入案例讲解与项目设计,实现价值引领与知识传授的有机统一。

4.2 实验平台升级:RTU实时控制与虚拟仿真

同时将RTU(Real-Time Unit)实时数字控制技术引入《电力电子技术》实验教学。RTU平台可实时模拟电力电子变换器的开关过程,学生能够在安全环境下完成Buck/Boost变换器、单相逆变器等典型拓扑的数字控制实验。实践表明,该平台引入后实验故障率显著降低,实验有效学时利用率提升约40%。

进一步构建基于虚拟仿真技术的实验体系,

采用MATLAB/Simulink与自研仿真平台相结合的方式,支持学生开展高压/大功率场景下的仿真探究。两项技术的整合,形成了“虚拟仿真体验-RTU实时控制-实体装置验证”的三阶递进实验体系。

4.3 教学范式创新:多点融入式混合教学

针对《电力电子技术》课程特点,提出“多点融入式”混合教学法,将翻转课堂、项目驱动学习、小组协作与在线答疑四种方式有机结合,在课程教学的关键知识节点精准激活学生的主动学习行为。实施后,优秀率明显提升,不及格率显著下降,课程综合评价满意度超过98%。

线上线下融合方面,借助学习通、雨课堂等平台积累过程性学习数据,支持教师动态调整教学节奏,实现“以学情驱动教学”的精准化教学管理。项目驱动模式的有效性也在“新能源综合利用方案设计”等实践环节中得到验证,学生的团队协作能力与系统思维能力均获显著提升。

4.4 评价体系多元化:OBE达成度闭环

本文构建了涵盖课堂表现(10%)、课后作业(15%)、实验报告(20%)、项目答辩(25%)、期末考试(30%)的五元评价体系,全面覆盖知识、技能与素养三个维度。其中,项目答辩以新能源变换器设计为真实情境,重点考查学生解决复杂工程问题的能力。

依据OBE达成度分析框架,每学期末对各毕业要求指标点进行定量评估,形成可追溯的持续改进记录。西华大学近三学年数据表明,工程能力相关指标点达成度从0.62稳步提升至0.78,超过学校预设的0.70基准值。

4.5 产教融合深化:二元制校企协同

校企协同是提升人才培养质量的关键路径。本研究将二元制模式移植至《电力电子技术》课程改革,形成三层协同机制:一是课程内容协同,企业工程师参与课程大纲修订;二是实验平台协同,引入企业真实设备与工程案例;三是评价标准协同,将企业技术规范与职业素养指标纳入课程考核。引

入地方新能源企业资源后, 学生完成真实工程项目的比例显著提高, 毕业生新能源岗位对口就业率提升约20个百分点。

5 教改成效与反思

5.1 主要成效

经过西华大学近三年的教改实践, 《电力电子技术》课程教学质量取得以下显著成效:

(1) 工程实践能力提升: 参与教改的学生累计承担国家级大学生创新创业训练计划项目30余项, 省级以上竞赛获奖人数同比增加45%。

(2) 学习满意度提升: 课程综合满意度达98.6%, 优秀率从6%跃升至27%, 不及格率从18%降至4%。

(3) 实验效率改善: RTU平台引入后, 实验故障停工时间减少73%, 实验数据记录完整率提升至97%。

(4) 达成度持续提升: 工程能力指标点课程达成度从0.62提升至0.78, 超过学校基准值0.70。

(5) 就业质量改善: 毕业生新能源领域对口就业率提升20个百分点, 用人单位对毕业生工程能力满意度显著增强。

5.2 问题与反思

尽管教改成效初步显现, 仍有若干问题值得持续关注: 一是RTU平台初期建设成本较高, 对经费有限的高校推广构成一定障碍; 二是混合教学模式对教师数字素养要求较高, 部分教师在在线平台运

营与数据分析方面仍存在能力短板; 三是双元制校企协同深度不足, 企业工程师深度参与课程教学的制度保障机制有待完善。

未来改革可聚焦以下方向: 探索低成本虚拟仿真替代方案; 开展面向教师数字素养的专项培训; 建立更为稳定的校企合作法律与利益共享框架, 推动产教融合向更深层次发展。

参考文献

- [1] 李鹭.德国双元制模式驱动下的新能源汽车技术专业教学改革探析[J]. 职业教育研究, 2021(8): 45-50.
- [2] 胡仁佑.理实融合的《电力电子技术》教学改革[J]. 电气电子教学学报, 2020(2): 40-44.
- [3] 于明豪.基于能源与动力专业需求的大学生创新思维和创新方法课程教改实践[J]. 创新与创业教育, 2020(4): 88-93.
- [4] 张阳.工程教育专业认证背景下电力电子技术的教改探索与实践研究[J]. 中国大学教学, 2023(3): 56-62.
- [5] 赵四洪. 知识融合型“电力电子技术”课程教学改革[J]. 高等工程教育研究, 2021(4): 101-107.
- [6] 邓富金.基于“实时数字控制”技术的“电力电子技术”实验教学模式研究[J]. 实验技术与管理, 2021(9): 178-183.
- [7] 裴兆.基于虚拟仿真技术的新能源汽车技术课程教改策略研究[J]. 现代教育技术, 2022(6): 67-73.
- [8] 王伟健.多点融入式“课上+课下”混合教学方法在电力电子技术课程中的应用研究[J]. 高校教育管理, 2021(5): 112-118.
- [9] 刘焱英.新农科背景下“新能源应用技术”教改探索与实践[J]. 中国农业教育, 2022(1): 29-35.

