

新工科背景下电力电子技术教学实践探究

王小俊

上海理工大学 光电信息与计算机工程学院

DOI:10.12238/er.v8i10.6467

[摘要] 随着“双碳”目标和能源互联网建设的深入推进，电力电子技术作为实现电能高效转换与智能控制的核心技术，其人才培养面临前所未有的机遇与挑战。本文基于新工科教育理念，从分层实践教学体系构建、项目式教学方法创新、智慧教学平台建设三个维度，系统探究了电力电子技术课程教学改革的实践路径。研究表明，通过构建“基础—综合—创新”三层次递进式实践教学体系，实施“虚实结合、产教融合”的项目驱动教学模式，以及运用AI知识图谱等智能技术手段，能够有效提升学生的工程实践能力和创新思维。本研究不仅为电力电子技术课程改革提供了系统化解解决方案，也为新工科背景下工程实践类课程建设提供了可借鉴的理论框架与实践经验。

[关键词] 电力电子技术；新工科；教学实践探究

中图分类号：G642.0 文献标识码：A

Exploring the Teaching Practice of Power Electronics Technology in the Context of New Engineering Disciplines

Xiaojun Wang

School of Optoelectronic Information and Computer Engineering

Abstract: With the in-depth advancement of the "dual carbon" goals and the construction of the energy internet, power electronics technology, as a core technology for efficient energy conversion and intelligent control, faces unprecedented opportunities and challenges in talent cultivation. Based on the new engineering education concept, this paper systematically explores the practical path of teaching reform for power electronics technology courses from three dimensions: the construction of a hierarchical practical teaching system, the innovation of project-based teaching methods, and the construction of a smart teaching platform. The research shows that by establishing a three-level progressive practical teaching system of "foundation – comprehensive – innovation", implementing a project-driven teaching model of "virtual-real integration and industry-education integration", and applying intelligent technologies such as AI knowledge graphs, students' engineering practice abilities and innovative thinking can be effectively enhanced. This study not only provides a systematic solution for the reform of power electronics technology courses but also offers a theoretical framework and practical experience for the construction of engineering practice courses under the background of new engineering.

Keywords: Power Electronics Technology; New Engineering Education; Teaching Practice Exploration

引言

2020年9月，中国向世界作出“2030年前碳达峰、2060年前碳中和”的庄严承诺，这一“双碳”目标对能源生产和消费革命提出了全新要求。作为实现电能高效转换与智能控制的核心技术，电力电子技术在新能源发电、智能电网、电动汽车、工业电源等关键领域发挥着不可替代的作用^[1]。随着能源互联网建设的加速推进，电力电子技术已从传统的专业基础课程，发展成为融合电气工程、控制科学、材料科学

和信息技术的交叉学科前沿，这对相关人才培养提出了更高标准。

新工科建设强调“五个新”：新理念（学生中心、产出导向、持续改进）、新结构（学科交叉、专业跨界）、新模式（产教融合、协同育人）、新质量（国际实质等效）和新体系（分类发展、特色培养）。在这一背景下，传统的电力电子技术教学模式面临多重挑战：一是教学内容与产业需求脱节，学生掌握的技能难以满足新能源、智能制造等新兴领域

对复合型人才的需求；二是实践环节薄弱，多数高校实验学时仅占总学时的16.7%（8/48学时），且以验证性实验为主，缺乏系统性工程训练^[1]；三是教学方法单一，重理论推导轻工程应用，学生“知道基础知识但缺乏问题意识，问题解决能力无从培养”^[2]；四是评价机制滞后，难以客观反映学生的工程实践能力和创新素质。

改革必要性凸显在三个方面：从国家战略看，实现“双碳”目标需要大量掌握绿色能源技术的专业人才；从产业发展看，电力电子器件向高频化、模块化、智能化发展，要求人才具备跨界整合能力；从教育规律看，工程教育正从知识传授向能力培养转型，亟需重构电力电子技术课程的教学范式。正如青岛理工大学的改革实践所证明，通过“知识图谱、AI赋能、项目驱动”的智慧教学模式，能够显著提升学生的工程素养和创新潜能^[3]。

1 电力电子技术课程教学体系的重构

1.1 分层实践教学体系的构建

针对传统电力电子技术实践教学“碎片化”和“浅层化”的问题，北京信息科技大学提出了“分层递进”的实践教学体系，将教学内容划分为基础层、综合层和创新层三个层次，形成支撑学生能力发展的“金字塔”结构^[1]。基础层聚焦电力电子电路的基本拓扑和工作原理，包括三相桥式全控整流电路、单相交流调压电路、PWM波形发生电路及直流斩波电路、单相交-直-交变频电路等四个验证性实验，帮助学生建立电力电子技术的基础认知框架。综合层强调多知识点融合，设计模块化实验项目，如“基于MATLAB的整流-逆变系统联合仿真”“数字控制Buck变换器设计与实现”等，培养学生系统级思维和调试能力。创新层则面向工程实际问题，设置开放性课题，如“光伏微逆变器效率优化”“电动汽车充电桩谐波抑制”等，引导学生开展创新性研究。

分层教学的关键在于差异化考核机制。基础实验采用“考核方法1”，注重操作规范性和数据准确性；综合设计和创新课题采用“考核方法2”，重点评价方案创新性、技术可行性和团队协作能力^[1]。这种分层评价体系有效引导学生在不同学习阶段聚焦相应能力发展，避免了“一刀切”的评价弊端。

1.2 “产教融合”的课程内容更新

电力电子技术发展迅猛，传统教材内容更新滞后于产业技术进步。青岛理工大学通过校企合作，将行业最新技术如SiC/GaN宽禁带半导体器件应用、智能电网中的电力电子技术、电动汽车充电系统等纳入教学内容，并开发了配套的虚拟仿真实验项目^[3]。课程团队按照“两性一度”（高阶性、创新性、挑战度）标准重构知识体系，建立了包含162个知识点的电力电子技术知识图谱，每个知识点均与教学视频、习题、实验等资源关联，形成系统化的学习路径^[3]。

特别值得关注的是“课程思政图谱”的构建，通过梳理电力电子技术发展历程中的科学家精神（如晶闸管发明者William Shockley的探索精神）、我国在特高压输电和新能源领域的重大成就（如张北可再生能源柔性直流电网），以及“胖妞”运-20飞机电源系统等国防应用案例，将价值塑造有机融入知识传授和能力培养全过程^[2-3]。这种专业教育与思政教育同向同行的设计，有效激发了学生的家国情怀和科技报国使命感。

1.3 智慧教学平台的建设

为突破传统实验教学在时空和资源上的限制，各高校积极探索“虚实结合”的智慧教学平台建设。青岛理工大学依托超星泛雅平台，集成DeepSeek、智谱清言等AI模型，开发了电力电子技术智能学习助手，可提供个性化学习路径规划、实时答疑和作业批改服务。“数字人”助教通过多模态交互，将抽象的PWM控制、谐振变换等原理以动画形式直观展示，显著提升了学习效果。北京信息科技大学则通过远程控制技术，使学生能够在线操作真实的实验设备，如通过Web界面调节示波器参数、采集实验数据等^[1]。

智慧平台的另一创新是“问题图谱”的应用，通过对电力电子技术典型工程问题（如EMI抑制、热管理、效率优化等）进行结构化分析，帮助学生建立系统思维，掌握从问题现象到技术本质的映射关系^[2]。这种基于真实问题导向的学习模式，有效培养了学生分析复杂工程问题的能力，为新工科强调的“解决问题能力”培养提供了可行路径。

2 教学方法与评价体系的创新实践

2.1 项目驱动式教学模式的实施

项目驱动式教学（Project-Based Learning, PBL）是电力电子技术课程改革的核心方法。与传统章节式教学不同，PBL以一个综合性项目贯穿整个课程，学生通过完成项目的各个模块来掌握相关知识技能^[2]。某高校设计的PBL项目包括：“晶闸管调光电路设计与实现”（对应整流技术）、“中频感应加热电源开发”（对应逆变技术）、“直流斩波电路效率优化”（对应DC-DC变换）和“电风扇无极调速系统”（对应AC-AC变换）。这种以真实产品为载体的教学设计，使学生从“被动接受者”转变为“主动设计者”，工程思维和实践能力得到系统锻炼。

PBL实施的关键在于“理实一体化”设计。广东某高校开发了专门的“电路学习板”，将理论分析、仿真验证和实物调试有机结合：学生先通过MATLAB/PSIM仿真验证设计方案，然后在学习板上搭建实际电路，最后用示波器、功率分析仪等设备测试性能指标。这种“仿真→实作→测试”的完整流程，高度还原了工程实际中的产品开发过程，使学生深入理解电力电子系统的设计—实现—优化全周期。

军队院校的电力电子技术PBL改革独具特色，其以“面

向战场、面向部队、面向未来”为导向,设计了军用电源系统、电磁弹射能量管理等军事应用项目。通过引入国防科技中的电力电子技术案例(如舰船综合电力系统),不仅提升了学生的专业技能,更强化了“科技强军”的使命担当,实现了知识传授与价值引领的有机统一。

2.2 混合式教学的组织与实施

青岛理工大学的混合式教学改革形成了“课前导学—课中研学—课后促学”的闭环体系^[1]。课前,学生通过慕课视频(该校建设了总时长596分钟的48个教学视频)自主学习基础概念;课中,教师聚焦难点解析和项目指导,如采用雨课堂进行实时测试和讨论;课后,平台根据学习行为数据推送个性化练习,如对Buck电路掌握不足的学生会收到更多相关习题和仿真任务。

混合式教学极大提升了课堂效能。传统教学中,单相半波整流电路原理讲解需1学时,而采用“线上微课+线下研讨”模式后,课堂时间可集中于波形分析中的工程问题探讨(如换相重叠现象对整流效率的影响)。数据显示,改革后学生对重点知识的掌握率提升27%，“预警”学生(成绩后10%)的及格率提高35%^[3]。

2.3 多元协同的评价机制改革

传统的“期末考试+实验报告”评价模式难以全面反映学生的工程能力。改革后的评价体系强调过程性和多元性,包括:

能力导向的考核内容:如青岛理工大学将器件选型合理性、波形分析准确性、系统调试逻辑性等纳入评分标准,并占总成绩的60%;

多主体评价机制:采用学生自评(20%)、小组互评(30%)和教师评价(50%)相结合的方式,特别注重项目答辩中的技术深度和应答表现;

数据驱动的学习评价:通过智慧平台采集预习时长、讨论参与度、仿真尝试次数等过程数据,构建学生能力数字画像,为个性化指导提供依据。

军队院校的三段式评价尤为突出:基础理论采用笔试(30%),实践能力通过限时电路调试考核(40%),综合素质则体现在军事应用项目中的创新表现(30%)。该评价体系有效引导学员向懂理论、强实践、善创新的复合型人才发展。

3 结论与展望

在新工科建设背景下,LabVIEW课程教学改革通过目标重塑、内容重构和方法创新,构建了“学践研创”四维一体的教学模式,有效提升了学生的工程实践能力和创新思维。研究表明,基于项目的虚实结合实验平台、跨学科融合的课程内容以及做中学的教学方法,是虚拟仪器技术课程改革的有效路径。特别是将科研项目转化为教学案例、将工业应用

需求引入实验设计的做法,极大增强了课程的工程性和挑战性,为新工科课程建设提供了有益借鉴。

电力电子技术课程教学改革通过分层实践体系构建、项目驱动方法创新和智慧教学平台建设,探索了新工科背景下工程教育改革的可行路径。研究表明,“基础—综合—创新”三层次教学体系符合学生认知规律;“虚实结合、做学一体”的项目教学模式有效培养了工程实践能力;AI知识图谱等智能技术则为个性化学习提供了强大支撑。这些经验为同类课程改革提供了有益借鉴。

未来改革应重点关注三个方向:深化产教融合,将企业真实项目、工程师授课、学生实习等环节系统整合,构建“三位一体”的协同育人机制;强化交叉创新,开发电力电子与人工智能、物联网、新材料等领域的融合课程,培养学生跨界思维;推进国际化,引入IEEE PELS等国际组织的能力标准,开发双语教学资源,提升学生的全球竞争力。

随着能源革命和数字革命的深度融合,电力电子技术将在“双碳”目标实现中发挥更加关键的作用。课程教学团队应持续更新内容、创新方法,为培养家国情怀深、专业素养精、实践能力强的新工科人才做出更大贡献。

[参考文献]

[1]张巧杰,李慧,张利,等.新工科背景下电力电子技术分层次实践教学模式探索[J].中国现代教育装备,2023(1):99-101.

[2]海军航空大学.混合式教学改革成果巡礼|《电力电子技术》[EB/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s/___biz=MzUzNjU4NDYxMg==&mid=2247509376&idx=2&sn=ca2ce4300fd30fd8d191a7fbce53ef57&chksm=f1b1ca8bd7e452bd516965612139020d759a83fd083b0bba5fa64dd89f4ae70790059aa493147#rd,2020.08.13.

[3]新高教.图谱引航、智教焕新——青岛理工大学《电力电子技术》智慧课程建设与实践[EB/OL]. https://mp.weixin.qq.com/s/___biz=MjM5NjU5MDcyNg==&mid=2247587750&idx=1&sn=557e105f5a8d9e1835aa52eb9bed5462&chksm=a734b37b7aeca06e83b5e30820532cbdddeb5d0d16cd3e30f2e54d1c38afaec8bd34bb747f58f#rd,2025.06.17.

作者简介:

王小俊(1990—),女,汉族,河南濮阳人,博士,上海理工大学光电信息与计算机工程学院讲师、硕士生导师。研究方向为离散事件系统的监督控制和网络攻击下离散事件系统的监督控制等。

基金项目:

网络攻击下网络化离散事件动态系统的小语言监督控制研究:本文系2025-2027年中国国家自然科学基金(62403321)研究成果。