

双碳背景下光伏发电课程混合式教学改革探索与实践

史月琴

杭州电子科技大学, 中国·浙江 杭州 310038

摘要: 立足“双碳”战略推进与新能源产业快速发展背景, 光伏发电行业技术迭代加速, 对高校能源类专业人才培养提出更高实践与创新要求。传统《光伏发电原理技术与应用》课程存在教学内容更新滞后、实践教学受限、线上线下教学脱节、育人模式单一等问题, 难以适配行业复合型人才需求。本文结合课程教学实际, 梳理当前课程教学现存困境, 分析国内外同类课程教学改革经验, 依托教育信息化发展契机, 从教学内容重构、教学流程优化、智慧教学资源建设、多元评价体系构建等方面, 探索构建线上线下深度融合的混合式教学新模式。

关键词: 双碳目标; 光伏发电; 混合式教学; 课程改革; 人才培养

Exploration and Practice of Blended Teaching Reform in Photovoltaic Power Generation Courses Under the Dual Carbon Context

Shi Yueqin

Hangzhou Dianzi University, China Zhejiang Hangzhou 310038

Abstract: Against the backdrop of advancing the "dual carbon" strategy and the rapid development of the new energy industry, the photovoltaic power generation sector is experiencing accelerated technological iteration, imposing higher practical and innovative demands on talent cultivation in energy-related disciplines at universities. The traditional course "Principles, Technology, and Applications of Photovoltaic Power Generation" faces challenges such as outdated teaching content, limited practical training, disconnection between online and offline instruction, and a singular educational model, making it difficult to meet the industry's need for interdisciplinary talent. Based on practical teaching insights, this paper identifies existing difficulties in current course instruction, analyzes reform experiences of similar courses domestically and internationally, and leverages opportunities in educational informatization to explore a new hybrid teaching model integrating online and offline components. This includes reconstructing teaching content, optimizing instructional processes, developing smart teaching resources, and establishing a diversified evaluation system.

Keywords: Dual carbon target; Photovoltaic power generation; Blended learning; Curriculum reform; Talent cultivation

0 引言

在国家“双碳”发展战略引领下, 我国光伏发电产业进入高速扩容与技术快速革新并行的发展阶段, 光伏装机规模持续增长, 钙钛矿电池、漂浮式光伏、光储协同、智能运维等新技术逐步实现产业化落地, 行业整体朝着智能化、高效化、多元化方向稳步发展。产业发展倒逼高校人才培养模式同步优化, 光伏发电相关课程作为新能源科学与工程、电气工程等专业的核心课程, 承担着夯实学生专业理论基础、培养工程实践素养、树立行业前沿视野的重要育人作用。

长期以来, 多数高校该课程依旧沿用传统课堂讲授为主的教学模式, 教学弊端日益凸显。一方面, 教材编写周期较长, 课程内容更新速度远滞后于行业技术发展, 前沿

技术内容难以融入常规课堂教学; 另一方面, 受实验室场地、实训设备数量、教学课时等现实条件制约, 大型光伏电站设计、现场运维调试等实践教学内容无法常态化开展, 学生实操训练不足。同时, 多数院校线上教学仅简单上传教学视频、布置课后习题, 线上资源与线下课堂缺乏有效联动, 混合式教学流于形式, 无法充分调动学生自主学习积极性, 最终造成学生知识结构陈旧、实践能力偏弱, 毕业生难以快速对接企业岗位需求。

教育部持续推进教育信息化深度融合, 倡导高校依托信息技术重塑课堂教学形态, 推动课堂由知识传授向能力培养转型。在此背景下, 开展光伏发电课程混合式教学改革, 打破传统教学时空限制, 整合线上优质学习资源与线下实操教学优势, 构建适配产业发展需求的新型课程教学

体系,已然成为提升课程教学质量、优化新能源专业人才培养质量的必然选择。

1 光伏发电课程教学现状与现存问题

1.1 教学内容滞后行业发展,知识体系更新缓慢

光伏发电属于技术密集型朝阳产业,新型电池材料、发电系统架构、并网控制技术更新迭代速度快,而高校通用专业教材修订周期长,课程核心教学内容普遍滞后行业发展数年,课堂教学仍以传统晶硅电池、常规地面光伏电站等基础内容为主,柔性光伏、叠层电池、分布式智慧光伏等前沿技术内容涉及较少,学生在校所学知识与行业实际应用存在明显脱节,行业视野难以有效拓展。

1.2 实践教学资源不足,学生动手实训机会匮乏

光伏发电课程兼具较强理论性与工程实践性,实训实操是巩固课堂知识、提升专业能力的关键环节。当前多数高校光伏专业实验室设备配置有限,大型成套实训设备数量不足,无法满足全班学生同步实操训练需求;户外电站实训受场地、天气、安全管理等多重因素制约,常态化现场教学难以落实。单一有限的实训条件,导致实践教学多以理论讲解、图片展示为主,学生缺乏完整的系统设计、设备调试、故障排查实操体验,工程实践能力培养力度不足。

1.3 线上线下教学融合浅显,教学协同性不足

现阶段多数高校已逐步推行线上线下结合教学模式,但融合层次较浅。线上学习多以课程回放、知识点课件、课后练习为主,学习形式枯燥,缺乏互动引导与过程监督,学生自主学习效率偏低;线下课堂依旧以教师单向讲授为主,未能依托线上预习数据精准定位学生知识短板,线上学习成果无法有效转化为线下课堂教学重点,二者相互割裂,未能形成课前、课中、课后一体化联动教学格局,混合式教学育人价值未能充分发挥。

1.4 教学评价模式单一,全过程育人导向缺失

传统光伏发电课程考核评价多以期末笔试成绩为主,辅以少量平时作业成绩,考核内容侧重理论知识点记忆,忽视学生自主学习效果、课堂协作探究能力、线下实训操作水平与创新应用能力的综合考量。单一终结性考核方式无法全面反映学生真实学习状态与综合专业素养,也难以对日常教学过程形成有效反馈,不利于教学方法与教学内容的持续优化调整。

2 国内外同类课程教学改革经验借鉴

2.1 国外课程教学改革经验

欧美国家新能源产业发展起步较早,光伏相关专业课

程信息化教学与实践教学体系相对成熟。国外高校普遍依托网络教学平台整合区域内优质课程资源,搭建线上虚拟仿真实训系统,让学生足不出校即可完成光伏电池研发、电站搭建、并网运行等全流程模拟实训,有效弥补实体实训资源不足的短板。同时,国外高校深度深化校企协同教学,联动光伏企业将生产一线实操场景、工程运维流程实时接入课堂,聘请企业技术人员参与课程授课,强化课程教学的产业实践性。但其教学模式贴合本土产业体系与教育制度,在人才培养定位、课程设置标准上与国内高校存在差异,无法直接照搬套用。

2.2 国内课程教学改革实践

国内众多能源类高校已率先开展光伏课程教学改革探索,部分高校搭建专属线上学习云课堂,借助三维动画、仿真演示简化抽象理论知识教学,降低学生学习难度;还有院校依托产教融合平台,联合行业企业共建特色产业课程,引入企业真实工程项目案例充实课堂教学内容。

整体而言,国内课程改革虽取得一定成效,但依旧存在共性短板:一是前沿教学资源更新不及时,线上学习内容固化老旧;二是缺乏系统化、标准化的混合式教学实施流程,教学随意性较强;三是缺少智能化学情分析手段,无法实现分层教学与个性化指导;四是尚未形成可大范围推广、适配普通本科及高职院校的成熟教学改革范式,课程改革覆盖面与落地实效有待进一步提升。

3 光伏发电课程混合式教学改革思路与设计

3.1 改革总体思路

以行业岗位需求为导向,以学生综合能力培养为核心,依托大数据、虚拟仿真、智慧教学平台等信息化手段,打破传统课堂教学局限。重构课程教学内容体系,建立行业前沿知识常态化融入机制;优化线上线下一体化教学流程,明确不同教学场景的育人侧重点;整合数字化教学资源与实体实训资源,完善虚实结合实践教学体系;构建全过程、多维度课程评价机制,形成“资源共建、流程共融、实训互补、评价联动”的混合式教学新格局,全面实现从“以教为主”向“以学为主”的课堂转型。

3.2 重构模块化课程教学内容

摒弃固化教材内容框架,将课程知识划分为基础理论模块、系统应用模块、工程实践模块、行业前沿模块四大教学模块。基础理论与系统应用模块依托教材完成核心知识点教学,保障学生筑牢专业根基;工程实践模块融入企业真实光伏电站设计、设备调试、运维检修案例,贴合一线岗位工作内容;行业前沿模块实时吸纳光伏产业最新技

术成果、行业发展政策、新型应用场景等内容,通过线上专题微课、行业资讯解读等形式定期推送,弥补教材内容滞后不足,让课程教学紧跟产业发展节奏。

3.3 优化线上线下一体化教学流程

遵循学生认知学习规律,搭建课前线上自主预习、课中线下互动研学、课后线上线下联动提升三段式标准化教学流程。

课前阶段,教师通过智慧教学平台推送微课视频、导学课件、基础自测习题,学生利用课余时间完成自主学习与线上自测,平台自动汇总学习数据,梳理学生普遍存在的知识疑点与学习薄弱点,为线下课堂精准教学提供依据。

课中阶段,教师不再重复讲解基础知识点,结合线上学情数据,聚焦重难点内容开展针对性精讲,借助课堂互动工具开展随堂问答、小组研讨、案例分析等活动;同时依托校内实训设备开展线下实体实操训练,规范学生操作流程,夯实实践基础。

课后阶段,一方面依托线上平台布置拓展性习题、虚拟仿真实训任务,引导学生巩固延伸所学知识;另一方面鼓励学生结合线下实训成果完成课程小设计、技术调研报告,教师在线完成答疑辅导与作业批改,实现学习闭环。

3.4 搭建虚实结合实践教学体系

针对实体实训资源不足的问题,推行虚拟仿真实训+线下实体实操双向融合实践教学模式。依托光伏虚拟仿真教学平台,搭建光伏组件组装、电站故障诊断、并网控制系统调试等虚拟实训场景,学生可反复开展模拟操作,熟悉实训流程与操作要点,规避实体实训设备损耗、操作安全等问题。在虚拟实训熟练掌握基础流程后,再组织学生进入专业实验室开展线下实体设备实操,以虚拟实训铺垫、实体实操巩固,有效扩大实践教学覆盖面,全面提升学生工程实操能力。

3.5 构建多元化全过程教学评价体系

改变单一期末考核模式,建立过程性评价+终结性评价相结合的综合考核体系。过程性评价占比不低于六成,涵盖线上自主学习时长、线上习题完成质量、课前预习效果、课堂互动表现、小组研讨成果、虚拟实训与线下实操成绩等内容;终结性评价以期末综合考核为主,侧重考核学生专业知识综合运用能力。同时吸纳企业实践评价意见,将学生校外见习、岗位实践表现纳入评价范围,全方位评判学生专业素养、实践能力与职业素养,以科学评价倒逼教学质量持续提升。

4 教学改革实施保障

4.1 强化专业教学团队建设

定期组织课程教师参与光伏行业企业一线研修、行业技术研讨会、信息化教学能力培训,及时更新教师行业知识储备,提升教师虚拟仿真教学、智慧平台运用、混合式课堂设计能力;鼓励教师与行业工程师联合编写活页式讲义、前沿教学案例,打造兼具理论功底与行业实践经验的复合型教学团队,为课程改革落地提供师资保障。

4.2 完善智慧教学与实训硬件条件

持续升级校内光伏专业实验室实训设备,补齐实操教学硬件短板;优化线上智慧教学平台功能,完善微课存储、智能题库、学情数据分析、虚拟实训接入等基础功能,保障线上学习流畅高效;统筹整合校内课程资源、行业公开教学资源,搭建常态化更新的光伏专业教学资源库,为混合式教学开展提供坚实资源支撑。

4.3 健全课程教学改革管理制度

制定混合式教学课堂管理、线上学习监督、实践教学开展等相关管理制度,明确教师教学任务与学生学习要求,规范课前、课中、课后各教学环节实施标准;建立课程教学定期研讨机制,授课教师定期交流改革实施过程中存在的问题,及时调整优化教学流程、教学内容与教学方法,保障教学改革稳步推进、持续完善。

5 结语

双碳战略背景下,光伏发电产业的高速发展对高校专业课程教学改革提出了迫切现实需求。推行光伏发电课程线上线下深度融合的混合式教学改革,能够有效破解传统课程教学内容滞后、实践不足、教学形式单一、评价片面等诸多现实难题,既发挥线上教学资源丰富、学习灵活、数据精准的优势,又保留线下课堂深度互动、实操训练、当面答疑的育人作用。通过重构课程内容、优化教学流程、完善实践体系、革新评价模式,能够充分调动学生自主学习主动性,夯实学生专业理论基础,切实提升学生工程实践能力与行业创新思维,推动高校光伏专业人才培养精准对接产业岗位实际需求。在后续教学实践中,还需持续结合行业技术发展趋势与学生学习实际情况,不断优化改革方案,丰富教学资源,创新教学形式,持续提升光伏发电课程教学实效,为国家新能源产业发展与双碳战略实施输送更多高素质应用型专业技术人才。

参考文献:

- [1] Aguilar-Peña, J.D. et al. Blended Learning for Photovoltaic Systems: Virtual Laboratory with PSPICE, 2016,

IEEE International Conference on Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEET).

[2] Alqallaf, N. & Ghannam, R. Immersive Learning in Photovoltaic Energy Education: A Comprehensive Review of Virtual Reality Applications, 2024, Solar.

[3] Kadir Has University, A Virtual PV Systems Lab for Engineering Undergraduate Curriculum, MATLAB/Simulink.

[4] 吉林师范大学贾洪声团队, 线上教学优秀案例: < 太阳能光伏发电实训 > 专题实训课程教学展示, 《实验技术与管理》教改案例库.

[5] 许昌电气职业学院, 《光伏电站建设与施工》双创

课程建设思路与反思, 《中国职业技术教育》.

[6] 陕西师范大学, 《虚拟仿真实验教学项目推动线上实验教学顺利开展》, 国家级虚拟仿真实验平台.

[7] 东北林业大学, 《木制品工艺学混合式教学改革: 工 - 艺融合的立体化实践》, 《高等工程教育研究》.

基金项目: 杭州电子科技大学 2025 年度校级高等教育教学改革研究项目 [《光伏发电原理技术与应用》线下课堂与线上学习的深度融合] 课题编号: YBJG202503。

作者简介: 史月琴 (1988-), 女, 汉族, 杭州人, 讲师, 博士, 研究方向: 信息存储材料与器件制备。