

数智融合驱动能源类专业实践教学体系重构研究

刘磊*, 王洪才

中南大学能源科学与工程学院, 湖南长沙

DOI: 10.62836/jer.v4n9.1371

摘要: 实践教学是能源类专业人才培养链条上最容易“脱节”的一环: 实验装置更新慢, 真实工况进不了课堂, 各个环节又各做各的。依托数智融合驱动能源类本科教育多维创新与实践体系构建教改项目, 本文分析能源类专业实践教学在内容、条件、结构与评价四个方面的现实困境, 提出以数智融合为主线的实践教学体系重构方案。该方案以虚实结合的实践平台化解“做不了、做不起”的条件约束, 以“课程—课题—竞赛—孵化”的项目链条弥合环节割裂, 以校企协同保证场景与师资供给, 以过程数据支撑实践评价与持续改进。文中给出“一目标、三支柱、两保障”的体系框架和四条实施路径, 并结合中南大学能源科学与工程学院的探索说明具体做法, 可为同类院校相关专业的实践教学改革提供参照。

关键词: 数智融合; 实践教学; 能源类专业; 虚拟仿真; 产教融合

Reconstruction of the Practical Teaching System for Energy-Related Majors Driven by Digital-Intelligent Integration

Lei Liu*, Hongcai Wang

School of Energy Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan

Abstract: Practical teaching is the link most prone to disconnection in the training chain of energy-related majors: laboratory equipment is updated slowly, real operating conditions can hardly enter the classroom, and practical links run in isolation. Based on a teaching-reform project on digital-intelligent integration in energy-related undergraduate education, this paper analyzes the difficulties of practical teaching in four aspects, namely content, conditions, structure and evaluation, and proposes a reconstruction scheme centered on digital-intelligent integration. The scheme employs a virtual-real combined practice platform to ease the constraints of infeasible and unaffordable experiments, a project chain running through courses, research projects, competitions and incubation to connect isolated practical links, university-enterprise collaboration to guarantee authentic scenarios and supervisors, and process data to support practice evaluation and continuous improvement. A framework of one goal, three pillars and two guarantees, together with four implementation paths and the exploratory practices at Central South University, is presented, providing a reference for practical teaching reform in similar majors.

*基金项目: 本文系2025年度湖南省普通本科高校教学改革研究项目“数智融合驱动能源类本科教育多维创新与实践体系构建”(202502000120)与中南大学2025年教育教学改革研究项目(2025jy105)的阶段性成果。

Keywords: digital-intelligent integration; practical teaching; energy-related majors; virtual simulation; industry-education integration

1 引言

能源类专业的人才培养，向来绕不开实践这一关。热动、储能、新能源等方向面向的都是高温高压、大容量、强耦合的工业系统，学生只在教室里学传热学和控制原理，不摸设备、不调系统，到了工程现场很难上手。长期以来，高校主要靠实验课、认识实习和生产实习撑起实践环节，但这套做法近些年越来越吃力：一方面，“双碳”目标下能源技术迭代明显加快，教材里的典型系统还没讲透，产业现场已经换了几代装备；另一方面，实验台位、耗材和安全条件的约束越来越紧，不少该做的实验只能“看”不能“做”。

与此同时，虚拟仿真、数字孪生、学习分析等数智技术在教育领域逐步成熟，为缓解上述矛盾提供了新的技术条件。国内已有不少高校开展探索，如能动专业“五位一体”实验教学改革[1]、实践环节内容拓展[2]、实践教学基地建设[3]等，虚拟仿真也被引入生产实习和专业实验[4]。这些工作多从单个环节切入，把实践教学当作一个完整体系来重构的研究仍不充分。本文依托湖南省普通本科高校教学改革研究项目“数智融合驱动能源类本科教育多维创新与实践体系构建”，讨论能源类专业实践教学体系的系统性重构问题，并介绍中南大学能源科学与工程学院的相关做法。

2 能源类专业实践教学面临的现实困境

2.1 实验内容更新滞后于产业技术迭代

专业实验的内容体系一旦定型，往往多年不变。以能源与动力工程方向为例，不少实验台架仍围绕传统燃煤机组的典型系统设计，而产业界的注意力已经转向新型电力系统、储能与氢能。设备采购周期长、更新经费有限是客观原因，但直接后果

是学生在校期间接触的技术图景滞后于就业市场，工作后再补课的代价不小。

2.2 高危、高成本场景难以真实进入课堂

锅炉启停、汽轮机变工况、储能电站热失控处置，这些场景对理解能源系统至关重要，却几乎不可能让学生上手操作真实装备。高温、高压、大电流带来的安全风险，加上大型装置的运行成本，使这类内容在多数高校只能以录像或参观的方式呈现。“看过”和“做过”之间的差距，最终都会体现在工程能力上。

2.3 实践环节彼此割裂，能力链条断裂

课程实验、课程设计、实习、毕业设计分属不同学期、不同教师，目标各自表述，内容缺少衔接。学生在课程实验里验证过的原理，到课程设计时常常用不上；竞赛和科研训练游离在培养方案之外，真正参与的只是一小部分学生。实践教学由此成了若干孤立环节的拼合，难以支撑工程能力的逐级养成[5]。

2.4 实践评价偏重结果，过程证据不足

实验报告和实习小结仍是实践考核的主要依据，教师据此判断的多半是报告“写得如何”，而非学生“做得如何”。操作是否规范、方案比选是否合理、团队分工是否真实，这些过程信息散落在现场，等到评价时已经无从查证。评价颗粒度不足，反过来也削弱了学生投入实践环节的积极性。

3 数智融合驱动实践教学体系重构的总体设计

3.1 重构的基本思路

上述四个困境指向的其实不是同一个问题：

内容滞后是供给侧问题，场景缺失是条件约束，环节割裂是结构问题，评价粗放是机制问题。用单一手段修补任何一处，都难以奏效。我们的思路是把数智技术当作贯穿性变量，而不是叠加在既有体系之上的工具——用虚拟仿真和数字孪生缓解条件约束，用平台化的项目管理重塑环节结构，用学习过程数据支撑评价改进，同时靠校企协同保证内容供给与产业同步。重构的落点，是让学生从“按指导书做实验”转向“围绕真问题完成工程任务”。

3.2 体系框架

重构后的实践教学体系由“一目标、三支柱、两保障”构成，如图1所示。目标层面向“双碳”战略对能源类人才的要求，聚焦工程实践能力与创新创业素养的养成；三支柱分别是虚实结合的实践平台、项目贯通的培养链条和数智化支撑环境；两保障为校企协同机制与质量保障机制，后者依托过程数据形成评价反馈，驱动体系持续迭代。

4 实践教学体系重构的实施路径

4.1 虚实结合，建设分层递进的实践平台

平台层按“虚拟先修、装置实训、基地实战”

的次序组织。虚拟层依托机组仿真、系统漫游等虚拟仿真资源，让学生在进入实验室之前完成原理认知和操作预习，把有限的台时留给真正的动手训练；校内实训层对现有实验台架进行数智化改造，加装传感与数据采集模块，使实验过程可记录、可回放；企业基地层与能源企业共建实践基地，安排高年级学生进驻现场。三个层次之间以项目任务书衔接，虚拟层的操作记录作为进入下一层的前置条件，避免“虚”“实”两张皮[6,7]。

4.2 项目贯通，打通“课程—课题—竞赛—孵化”链条

环节割裂的解法不是再增加环节，而是让同一个真实问题贯穿多个环节。学院围绕校园微电网、建筑能耗、储能系统等真实场景建立项目池：课程实验从项目池中分解出验证性任务，课程设计和综合实践承接完整的子系统级任务，学科竞赛与大学生创新项目从项目池中自由选题，成熟成果再进入孵化通道。学生四年间围绕同一类问题逐级深入，能力养成有了清晰的轨迹。教师端则以项目任务书统一管理各环节的考核要求，环节之间的衔接责任落到具体的人[8]。

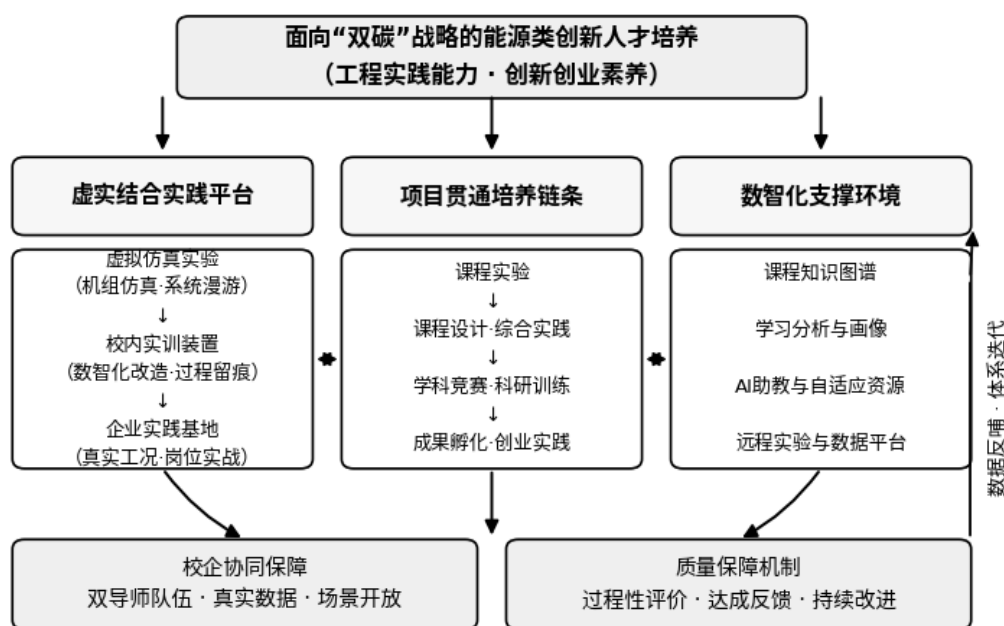


图1. 数智融合驱动的能源类专业实践教学体系框架示意图

4.3 校企协同，引入真实场景与双导师队伍

实践内容要与产业同步，单靠高校更新设备并不现实，更可持续的办法是把企业的场景和数据引进来。学院与能源企业约定：企业开放部分运行数据和典型工况作为教学素材，选派工程师担任企业导师参与项目指导；校内教师负责把工程素材转化为教学任务，并定期到企业轮岗，保持对技术现场的敏感。双导师共同出现在开题、中期和答辩环节，学生拿到的评价既有学术标准，也有工程标准[9]。

4.4 数据支撑，完善过程性实践评价

数智化改造之后，实践过程天然留下数据痕迹：虚拟仿真平台记录操作序列与结果，改造后的实验装置记录运行曲线，项目管理平台记录任务分工与进度。学院把这些数据纳入实践考核，实验报告只作为证据之一，操作规范性、方案迭代次数、团队贡献度都有了量化依据。评价结果同时用于体系自身的改进——哪类任务完成度低、学生在哪个环节卡得最久，都会成为下一轮调整项目池和教学安排的输入[10,11]。

5 总结

能源类专业实践教学的问题，表面看是设备和经费问题，往深处看是体系问题。本文以数智融合为主线，给出由实践平台、项目链条、支撑环境和协同保障构成的重构框架，并阐述了四条实施路径。从学院的初步探索看，虚实结合的平台安排确实缓解了台时紧张，项目贯通让实践环节之间有了实际联系，过程数据的引入也使实践评价更有说服力。也要承认，体系重构牵涉培养方案、师资配置和校企关系的多重调整，见效周期较长，评价数据的积累尚不足一个完整周期，本文报告的还是阶

段性认识。后续将持续跟踪学生能力达成与就业反馈，检验体系的长期效果，并探索项目池向课程群层面扩展的做法。

参考文献

- [1]朱燕群,何勇,俞自涛,等.新时代“双碳”背景下能动专业“五位一体”实验教学改革与实践[J].高等工程教育研究,2023(S1):141-144+148.
- [2]尹少武,冯妍卉,童莉葛,等.能源与动力工程专业实践环节内容拓展与效果提升探究与实践[J].高等工程教育研究,2023(S1):40-42.
- [3]叶晓明,陈刚,成晓北,等.“新工科”背景下能源动力专业实践教学基地改革与实践[J].高等工程教育研究,2023(S1):53-56.
- [4]张海军,杨天华,李延吉,等.虚拟仿真在能源与环境系统工程生产实习中的应用[J].高等工程教育研究,2023(S1):156-158+162.
- [5]黄群星,黄兰芳,王咨元,等.面向产业变革需求的能源动力类本硕衔接式实践教学体系构建与探索[J].高等工程教育研究,2023(S1):179-181+212.
- [6]费景洲,曹贻鹏,路勇,等.能源动力类专业创新型人才培养的探索与实践[J].实验技术与管理,2016,33(1):23-27.
- [7]翟明,何玉棠,姜宝成,等.能源动力类专业实验教学体系建设[J].实验室研究与探索,2017,36(11):202-205.
- [8]叶晓明,陈刚,成晓北,等.构建基于优质平台群的四层次创新人才培养实践教学体系[J].高等工程教育研究,2019(S1):30-33.
- [9]王祥锋,秦江,陈绍文,等.新型研发机构框架下储能专业协同育人机制探索研究[J].高等工程教育研究,2023(S1):185-187.
- [10]曹玮,许亚敏,陆紫生.能源动力类虚拟仿真综合实践平台建设[J].中国教育信息化,2021(4):71-74.
- [11]李震彪.本科教学虚拟仿真实验之思考[J].实验技术与管理,2019,36(9):5-7.

