Advances in Education 教育进展, 2026, 16(11), 280-287
Published Online November 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ae
https://doi.org/10.12677/ae.2026.16112384

Hans汉斯

数智驱动下风电类研究生协同能力培养机制构建与实践

董东营*，曾林俊

长沙理工大学能源与动力工程学院，湖南 长沙

收稿日期：2026年10月1日；录用日期：2026年10月29日；发布日期：2026年11月5日

摘 要

面向“双碳”战略下风电产业数智化深度转型对高层次复合型人才的迫切需求，针对传统研究生培养中校企协同松散、全链条能力割裂、实践场景滞后产业前沿等突出问题，本研究构建了“发－变－输－配－用”全链条协同能力培养机制。创新提出“数智双环协同育人”模型，通过需求侧产业能力图谱锚定培养目标、供给侧数智技术重构培养路径，实现校企多主体、跨环节、深层次的协同育人。依托校企协同培养计划、数智协同学习平台与动态评估反馈体系三大实施载体，推动研究生在风资源评估、机组设计仿真、场站建设运维、智能并网调度及终端高效用电五大环节形成贯通式工程能力。实践表明，该机制有效破解了产教“两张皮”困局，研究生核心协同实践能力显著跃升，为新能源领域拔尖创新人才培养提供了可复制范式。

关键词

数智驱动，协同能力培养，风电研究生，科教融合，全链条育人

Construction and Practice of Collaborative Ability Training Mechanism for Wind Power Graduate Students Driven by Digital Intelligence

Dongying Dong*, Linjun Zeng

College of Energy and Power Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan

Received: October 1, 2026; accepted: October 29, 2026; published: November 5, 2026

*通讯作者。

文章引用: 董东营, 曾林俊. 数智驱动下风电类研究生协同能力培养机制构建与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(11): 280-287. DOI: 10.12677/ae.2026.16112384

Abstract

In response to the urgent demand for high-level interdisciplinary talents under the deep digital-intelligence transformation of the wind power industry in the context of the "dual carbon" strategy, and targeting the prominent problems of loose university-enterprise collaboration, fragmented full-chain capabilities, and outdated practical scenarios in traditional graduate training, this study constructs a full-chain collaborative ability training mechanism covering "generation-transformation-transmission-distribution-utilization". Innovatively proposing the "digital-intelligence dual-loop collaborative education" model, which anchors training objectives through demand-side industrial capability mapping and reconstructs training paths through supply-side digital intelligence technology, achieving multi-subject, cross-link, and deep-level collaborative education among universities and enterprises. Relying on three implementation carriers—university-enterprise collaborative training plans, digital-intelligence collaborative learning platforms, and dynamic evaluation feedback systems—graduate students are promoted to form integrated engineering capabilities across five major links including wind resource assessment, unit design simulation, station construction and operation, intelligent grid dispatch, and terminal efficient power utilization. Practice shows that this mechanism effectively breaks the dilemma of education-industry disconnection, significantly improves the core practical abilities of graduate students, and provides a replicable paradigm for the cultivation of top innovative talents in the new energy field.

Keywords

Digital Intelligence Driving, Collaborative Ability Training, Wind Power Graduate Students, Science-Education Integration, Full-Chain Education

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

在“双碳”目标纵深推进与能源结构加速转型的时代背景下，我国风电产业已步入大规模开发与数智化升级叠加的关键阶段。据国家能源局统计，截至 2024 年 6 月，全国风电累计装机容量突破 4.67 亿千瓦，稳居全球首位[1]；与此同时，以智慧风场、数字孪生运维、功率预测智能化为代表的数智技术正加速渗透至风电全产业链，风电智能运维系统已在多类场站中得到设计应用[2]。产业形态的深刻变革对高层次人才能力结构提出全新要求：风电产业已不再是单纯的“投资建场–发电上网”模式，而是演化为涵盖风资源精细化评估、机组协同设计仿真、柔性并网与智能输配电、终端智慧用电的全生命周期系统工程。相应地，风电方向研究生亟需具备横跨“发–变–输–配–用”各环节的贯通式技术能力、跨学科协作能力和创新实践能力，方能胜任产业变革赋予的复合型工程使命。

从技术演进的内在逻辑看，智能发电正由传统机理建模向“数据驱动 + 机理融合”的方向跃迁，数据驱动的智能发电系统应用架构及关键技术已成为能源电力领域的重要研究方向[3]；数字孪生作为实现风电机组精准映射与全生命周期管理的关键使能技术，正在深刻改变风电场的设计、运行与维护方式[4]。风电场的运行优化亦从单一机组控制扩展至场群级的有功无功协调优化[5]，而风电机组运行动态数字孪生建模与半物理仿真则为复杂工况下的工程训练提供了高保真技术载体[6]。这些技术演进趋势共同表明，风电高层次人才培养必须实现从“单一学科知识传授”向“全链条数智化工程能力养成”的系统转变。

然而，反观当前能源动力类研究生培养现实，与上述产业需求形成显著落差。其一，校企协同机制松散化。新工科建设强调以产业需求为导向重构人才培养体系，推动教育与产业、科技深度融合[7] [8]，但传统研究生教育中高校与企业多停留在“挂牌实习 + 短期参观”的浅表合作层面，缺乏围绕产业真实问题的深度科研协作与联合培养制度设计[9]。科教融汇与产教融合作为新时代高等教育改革的重要方向，要求将前沿科研成果转化为优质教学资源、将企业真实场景引入培养过程[10]，但具体到风电领域，全链条能力培养仍显割裂——现有课程体系与科研训练往往聚焦单一环节(如风机气动设计或电力电子控制)，而风资源评估、场站建设运维、智能并网调度等关键环节彼此孤立，学生缺乏对“发－变－输－配－用”全链条的贯通认知与系统思维[11]。其三，实践教学场景滞后，高校实验室与仿真平台多基于稳态工况与理想模型，无法还原风电场随机风况、电网扰动耦合、智能化运维决策等真实复杂场景，学生数字素养与技术应用能力与产业前沿脱节显著[12] [13]。相应地，传统课程的项目化教学仍主要面向变电站综合自动化等既有场景，尚未延伸至风电全链条的复杂工程情境[14]。由此形成的核心矛盾是：产业对风电数字化、智能化运维复合型人才的需求持续井喷，而现行研究生培养体系供给的能力结构与产业需求之间出现明显错位。

本研究立足长沙理工大学能源与动力工程学院风电方向研究生培养实践，联合风电整机商、发电集团、电网企业及国内外知名高校，构建“发－变－输－配－用”全链条协同能力培养机制。聚焦风电这一特定战略新兴产业，融合产教融合与能力本位教育理念，创新提出“数智双环协同育人”模型，以产业需求侧能力图谱逆向锚定培养目标，以数智技术供给侧正向重构培养路径，依托校企协同培养计划、数智协同学习平台、动态评估反馈体系三大载体，推动研究生在全链条真实场景中实现工程能力与创新素养的系统跃升，为能源动力类研究生培养模式创新提供可借鉴、可推广的解决方案。

2. 理论框架与创新

(1) 体系框架构建：“发－变－输－配－用”全链条协同能力框架

本机制立足风电产业实际运行逻辑，构建以“发－变－输－配－用”五环节为主线的全链条协同能力培养框架，如图 1 所示。该框架突破了传统以学科知识为单元的教学组织方式，转而以风电产业价值链条为骨架，将人才培养目标与产业真实需求深度锚定。

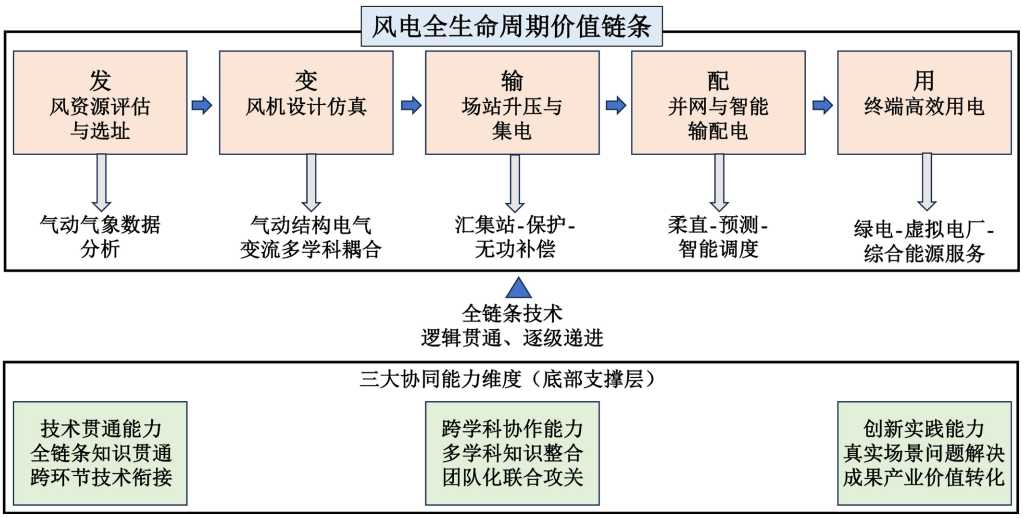


Figure 1. Full-chain collaborative ability training framework of “generation-transformation-transmission-distribution-utilization”

图 1. “发－变－输－配－用”全链条协同能力培养框架

具体而言，“发”环节对应风资源评估与风电场选址，要求学生掌握大尺度气象数据分析、复杂地形风资源精细化评估与机型选址匹配技术；“变”环节对应风机设计仿真，聚焦风电机组空气动力学、结构力学、电气系统与变流技术的多学科协同设计；“输”环节对应场站升压与集电系统，涵盖风电场汇集站设计、继电保护配置与无功补偿优化；“配”环节对应并网与智能输配电，涉及柔性直流并网、电网接纳能力评估与风电功率预测调度；“用”环节对应终端高效用电，关注绿电消纳、虚拟电厂聚合调控与综合能源服务。五环节首尾贯通、逐级递进，构成风电系统从能量捕获到终端利用的完整技术链条，为研究生全链条能力培养提供了清晰的组织主线。

在此框架下，能力培养目标细化为三大协同维度：其一，技术贯通能力，即跨越单一环节局限，建立对风电全链条各环节技术逻辑与发展规律的贯通认知；其二，跨学科协作能力，即围绕复杂风电工程问题，有效整合空气动力学、电气工程、控制科学、数据科学等多学科知识，开展团队化联合攻关；其三，创新实践能力，即在真实产业场景中发现真问题、运用数智工具解决真问题、将创新成果转化为产业价值的综合素养。三大维度相互支撑、协同共生，构成全链条协同能力培养的目标体系。

(2) 国内外相关理论模型梳理

国内外在工程教育领域围绕产教融合与能力本位已发展出诸多理论模型与实践框架。在产教融合方面，德国的“双元制”模式将企业培训与职业学校教育紧密结合，为全球提供了经典范式；中国的“现代学徒制”、“产业学院”等探索，则强调了校企双主体育人。这些模型的核心在于打破组织边界，实现教育链、人才链与产业链的对接。在能力本位教育方面，CDIO (构思–设计–实现–运行)工程教育模式提供了从技术知识到系统构建能力的完整培养框架；OBE (成果导向教育)理念则强调以最终学习成果反向设计课程体系。这些模型共同的特点是关注学生解决复杂工程问题能力的达成度。

然而，既有模型在数智时代背景下也显现出一些局限：其一，多数模型对数字化、智能化技术如何系统性融入培养过程缺乏深入设计；其二，在动态响应产业快速技术迭代方面，机制的灵活性与敏捷性有待加强；其三，对于风电等新兴交叉领域所需的跨学科协同创新能力培养，支持力度不足。

(3) 理论模型阐释：“数智双环协同育人”模型

在继承上述理论模型核心思想(如产教融合的协同育人框架、能力本位的目标导向原则)的基础上，本研究提出研究生“数智双环”协同能力培养模型，本质上是需求侧产业牵引与供给侧数智赋能的范式融合，其内在逻辑遵循“产业需求定义能力图谱–数智技术重构育人路径–真实场域验证协同成效”的闭环，如图 2 所示。

需求环：产业能力图谱逆向锚定。模型首先构建风电全链条产业能力图谱，依托对风电整机商、发电集团、电网企业的深度调研，解析各环节典型岗位的核心能力要素，形成“环节–岗位–能力–知识”四级映射关系。进而依据能力图谱逆向解构培养方案，将“发–变–输–配–用”各环节的产业技术标准与工程能力要求，转化为研究生课程目标、科研训练任务与学位论文选题方向，确保培养输出与产业需求精准对齐。

供给环：数智技术正向重构路径。模型充分发挥数智技术的赋能作用，在三个层面重构培养路径：在资源共享层，依托校外企业实训基地与数智教学平台打通校企数据壁垒，实现风电场实时运行数据、工业级仿真模型与教学资源的双向贯通；在过程交互层，运用数字孪生、智能辅助教学工具为研究生提供沉浸式、可迭代的工程实践环境；在评价反馈层，借助数智评估系统对研究生学习成效进行实时监测与动态诊断，为培养方案优化提供数据支撑。

协同环：多主体真实场域融合验证。需求环与供给环的交汇点在于多主体协同——高校、企业、科研院所在“发–变–输–配–用”真实场域中开展联合培养，学生在风电场、制造车间、调度中心等一线场景中实现“知识输入–工程实践–创新输出”的能力跃迁。虚实融合的验证机制确保培养成效可测、

可比、可迭代，最终形成“以产业需求校准育人方向、以数智技术赋能育人过程、以真实场域检验育人成效”的闭环演化体系。

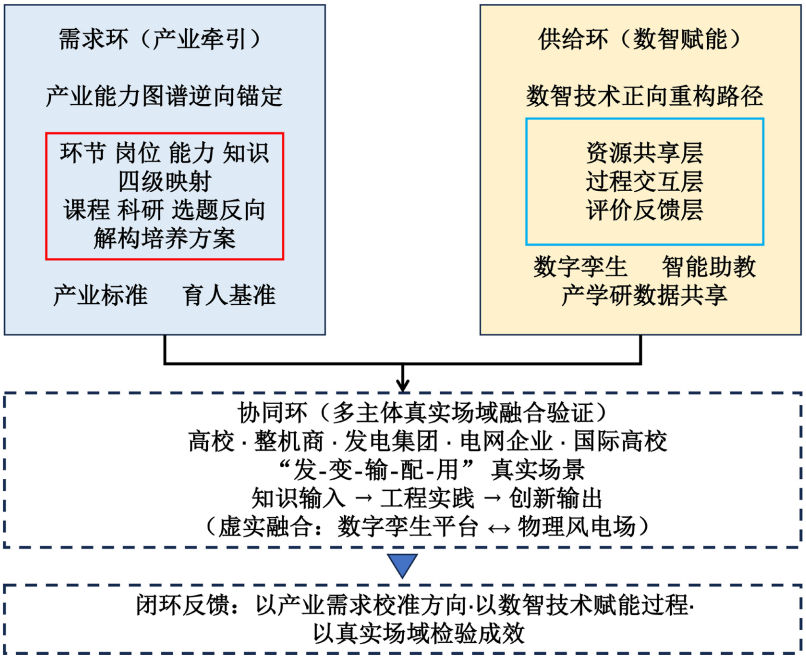


Figure 2. “Digital-intelligence dual-loop collaborative education” model
图 2. “数智双环协同育人”模型

3. 实施路径

(1) 校企协同培养计划：全链条多主体深度联动

校企协同是“数智双环协同育人”模型落地的组织基础。本机制构建了“高校－整机商－发电集团－电网企业－国际高校”五位一体的协同培养网络，以“发－变－输－配－用”全链条为轴线，系统设计多层次、多形态的联合培养计划。

在协同培养制度化建设方面，学院与国家能源集团、国家电投、三峡集团、中广核、中车株洲所等龙头企业对研究生进行联合培养，明确“双导师制”运行规范、科研资源共享机制与知识产权归属原则。校内导师侧重理论深度与科研方法训练，企业导师侧重工程实践与产业前沿引导，双方围绕风电真实工程问题共同制定培养方案、定期会商培养进展，形成科研攻关与人才培养同频共振的格局。

在实践环节递进设计方面，依据“认知－参与－主导”三阶递进逻辑组织全链条实习实践。认知阶段，组织研究生深入风电场、设备制造车间与智能调度中心开展全链条轮转式参观实习，在运行值长与工程师指导下熟悉“发－变－输－配－用”各环节的现场工艺流程与技术文档体系；参与阶段，嵌入企业真实项目组，研究生在双导师指导下承担风电场功率预测建模、基于 SCADA 数据的机组健康评估、集电站谐波测试等具体任务；主导阶段，面向产业实际痛点，研究生以“准工程师”身份独立负责风电工程项目中的子课题攻关，经历从问题界定、方案设计到工程验证的完整创新链。

在科教资源双向融通方面，将校企合作科研项目中的前沿成果反哺教学。依托“风力发电智能控制技术”湖南省工程研究中心与工信部“先进能源电力装备”专精特新产业学院，将企业委托课题中的数智化技术成果(如风电场智能功率预测算法、变流器状态监测模型)转化为研究生教学案例与实验项目，使科研训练与课程学习在真实产业语境内深度融合。

(2) 数智协同学习环境：面向全生命周期的技术赋能

数智协同学习环境是模型供给侧环的核心载体，旨在为研究生提供贯通风电全生命周期、突破校企时空边界的沉浸式学习场域。

在数智教学平台建设方面，面向“发－变－输－配－用”全链条开发模块化数智教学资源库。其中，“发”模块集成全球风资源数据库与复杂地形风场数值模拟工具；“变”模块嵌入风机气动－结构－电气多学科联合仿真模型；“输”模块提供风电场汇集站主接线设计与保护配置的交互式设计平台；“配”模块接入柔直并网动态仿真与功率预测调度系统；“用”模块搭建虚拟电厂与综合能源管理实训场景。各模块以统一数据接口与任务流贯通衔接，支持研究生按需调用学习资源，围绕具体工程问题开展跨环节协同探究。

在虚拟教研与智能助教应用方面，依托数智技术构建“双师协同、虚实融合”的互动教学场景。虚拟教研室平台支持校内导师与企业导师异地协同授课、实时会商与联合答疑，打通空间壁垒；智能助教系统基于大语言模型为研究生提供全天候个性化学习辅导，在教学案例解析、仿真参数调优、科研论文写作等环节实现精准帮扶，显著提升学习效率与资源可达性。

在产学研数据共享机制方面，建立校企数据安全共享协议，实现脱敏后的风电场运行数据(SCADA 秒级数据、振动监测频谱、功率预测误差序列等)向教学场景流动。研究生可依托真实数据流开展工业级算法训练，解决传统教学中数据陈旧、场景失真、与产业脱节等突出问题，使“发－变－输－配－用”各环节的工程能力培养建立在产业真实数据基础之上。

(3) 动态评估反馈体系：数智驱动的持续优化机制

动态评估反馈是模型闭环演化的保障机制，依托数智技术建立覆盖全链条、全过程的综合评估指标体系与动态改进回路。

在多维评估指标体系构建方面，围绕“技术贯通能力－跨学科协作能力－创新实践能力”三大维度，设计可量化的研究生协同能力评估矩阵。技术贯通维度以全链条知识掌握深度、跨环节技术衔接能力为核心指标；跨学科协作维度以团队联合攻关贡献度、多学科方案整合能力为重点内容；创新实践维度则以风电竞赛获奖、项目成果转化、高水平论文与专利产出为主要观测点。各指标依托数智评估工具采集过程数据，规避传统评价中“重结果、轻过程”的片面性。

在数智实时反馈与动态优化方面，建立“学习过程数据采集－智能诊断分析－培养方案动态调整”的闭环机制。数智评估系统实时跟踪研究生在“发－变－输－配－用”各模块的学习行为、任务完成质量与能力增量变化，采用知识图谱诊断其能力短板与薄弱环节；进而依据诊断结果自动匹配个性化学习资源、动态调整项目实践难度与培养节奏，实现因材施教与精准帮扶。同时，将评估结果反馈至培养方案修订环节，形成持续改进的长效机制。

在产学研合作平台联动方面，依托数智评估发现的共性能力短板，反向牵引校企协同内容优化。例如，针对评估揭示的“学生并网调度环节能力薄弱”问题，联动电网企业增设柔直并网调度专项实训模块，实现“评估发现－校企联动－资源补充－成效提升”的快速响应链条，确保协同育人机制始终保持与产业需求同频演进的活性。

4. 培养成效

本机制实施以来成效显著，风电方向研究生核心协同能力呈现系统性跃升态势。研究生工程实践与创新实践能力实现显著提升。在“发－变－输－配－用”全链条培养实践中，研究生深度参与风电场真实工程项目，形成了多项可落地的技术成果：风电场功率预测模型误差显著低于产业通用基准线，面向变流器集群的智能故障诊断算法在合作企业试运行中表现出色，研究生主导开发的风电场功率预测、智

能诊断、多能协同等数智模块获企业采纳应用。学位论文选题与风电产业真实需求的匹配度显著提高，校企联合培养研究生的工程问题解决能力获得用人单位高度认可。

在具体实施层面，以与某风电场联合开展的“风电场智能运维”课题为例，需求定义阶段企业导师基于风电场实际运行数据与运维台账提出降低非计划停机时长、提升发电效率的产业痛点，高校导师将其转化为“多源传感数据融合–故障预警–运维决策优化”的科学问题，并依据“发–变–输–配–用”全链条能力图谱将其嵌入研究生培养方案，形成可考核的学术指标与工程指标；项目推进中，校企双方建立“双周联席会 + 关键节点评审”的双导师协同机制，企业导师负责提供 SCADA 历史数据、振动监测频谱、现场工况约束与工程可行性判断，高校导师负责模型方法论、学术创新与论文质量把控，学生团队则按数据工程、算法开发、系统集成三个小组分工协作，通过数智协同学习平台完成数据接入、版本管理、实验追踪与远程联调，平台自动记录每次迭代参数与指标，并借助实验看板和异步评审使双方导师即使不同时在场也能审阅进展、诊断能力短板并动态调整任务难度。然而，企业侧风机 SCADA 系统、振动监测系统与高校实验平台的数据接口不统一，字段定义和采样频率差异较大，初期直接做格式转换造成大量数据丢失，团队随后通过制定统一中间数据层规范、开发适配器脚本并引入平台数据质量校验模块予以解决，企业导师因现场检修任务繁重、时间难以协调，多次联席会临时改期，团队遂改为“异步文档评审 + 固定窗口视频会”的混合模式，由学生提前提交周报与实验看板，企业导师利用碎片时间批注，关键决策再集中讨论。最终，课题输出风电机组故障预警模型、运维决策建议模块及联合培养过程管理案例，也形成了企业可复用的技术文档与平台组件。该实例完整映射了“数智双环协同育人”模型从需求环逆向锚定、供给环数智赋能到协同环真实场域验证的闭环逻辑。

研究生创新竞赛与学术成果取得突破性进展。在全国性研究生能源装备创新设计大赛等高水平竞赛中，学院风电方向研究生团队屡获佳绩，参赛作品聚焦“发–变–输–配–用”全链条的智能化痛点，呈现出鲜明的跨学科交叉特征与产学研融合特征。与此同时，研究生在国内外高水平期刊发表风电全链条领域学术论文的数量与质量稳步提升，部分成果融入企业技术标准与工程实践，实现了科研创新与产业应用的双向促进。

就业质量与人才培养品牌效应同步彰显。风电方向研究生继续深造与入职能源电力领域龙头企业的比例保持高位，已入职或签约国家能源集团、国电投、华能、南方电网、三峡集团、中广核、中国电建、中车等央企及行业头部企业的毕业生比例超过多数同类院校平均水平，用人单位普遍反馈毕业生具备全链条技术视野、系统化工程思维与突出的团队协作能力，展现了显著的培养增值效应。学院依托国家级虚拟仿真实验教学中心、湖南省工程研究中心等平台，逐步构建起覆盖“发–变–输–配–用”全链条的数智化实践教学体系，形成了具有行业示范意义的研究生协同育人品牌。

5. 结论与展望

本研究面向风电产业数智化转型对高层次复合型人才的迫切需求，构建了“发–变–输–配–用”全链条协同能力培养机制，创新提出“数智双环协同育人”模型。在需求侧，以产业能力图谱逆向锚定培养目标，将风电全链条环节的工程能力要求转化为研究生课程、科研与学位论文的育人基准；在供给侧，以数智技术正向重构培养路径，通过数智教学平台、虚拟教研与智能助教、产学研数据共享实现全生命周期技术赋能；在协同侧，依托校企五位一体培养网络与动态评估反馈体系，在真实产业场域中达成“知识输入–工程实践–创新输出”的能力跃迁。实践结果表明，该机制有效破解了传统培养中校企协同松散、全链条能力割裂、实践场景滞后的困局，研究生协同创新实践能力显著提升。

本研究及所提出的模式仍存在若干局限性，需要在未来研究与实践中予以关注：(1) 适用范围的局限性：当前模型在风电这一特定、且数字化基础较好的行业中进行验证，其有效性在其他技术更新节奏不

同或数据可获得性差的传统工程领域是否同样显著，有待进一步检验。(2) 资源依赖性强：模式的顺利运行高度依赖于拥有强烈合作意愿、具备一定数字化基础设施的龙头企业，以及高校在数智平台建设上的投入。这对于资源相对匮乏的高校或中小企业而言，推广难度较大。(3) 对基础理论学习的潜在影响：高强度、项目化的实践可能挤占学生系统学习本学科基础理论的时间，存在“重术轻学”的风险，如何平衡深度实践与理论根基的夯实，需要更精细的课程体系设计。

未来将沿两个方向纵深拓展：一是深化数智技术与培养过程的深度融合，探索大模型驱动的个性化学习路径规划与智能诊断反馈机制，构建覆盖风电全链条的“数字学生”能力画像系统，为精准培养提供技术基座；二是拓展“风光储氢”多能协同培养场景，依托现有产学研平台集成储能变流器控制、绿氢功率调度等交叉领域内容，面向新型能源体系构建覆盖更广、协同更深的研究生培养闭环，为能源动力类研究生培养高质量发展提供持续动力。

参考文献

[1] 我国风电光伏发电装机规模超过煤电[EB/OL]. 2024-08-05. https://fjb.nea.gov.cn/dtyw/hyxx/202408/t20240805_267509.html, 2026-09-02.

[2] 许春福. 风电智能运维系统的设计与应用[J]. 能源与环境, 2025(1): 75-77.

[3] 刘吉臻, 王庆华, 房方, 等. 数据驱动下的智能发电系统应用架构及关键技术[J]. 中国电机工程学报, 2019, 39(12): 3578-3587.

[4] 房方, 姚贵山, 胡阳, 等. 风力发电机组数字孪生系统[J]. 中国科学: 技术科学, 2022, 52(10): 1582-1594.

[5] 荣飞, 李培瑶, 周诗嘉. 双馈风电场损耗最小化的有功无功协调优化控制[J]. 电工技术学报, 2020, 35(3): 520-529.

[6] 胡阳, 王蔚然, 房方, 等. 风电机组运行动态数字孪生建模及半物理仿真[J]. 系统仿真学报, 2024, 36(3): 636-648.

[7] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.

[8] 刘吉臻, 翟亚军, 荀振芳. 新工科和新工科建设的内涵解析——兼论行业特色型大学的新工科建设[J]. 高等工程教育研究, 2019(3): 21-28.

[9] 郑庆华. 打造产教融合、科教融汇卓越工程人才培养新生态[J]. 中国高等教育, 2023(21): 22-25.

[10] 宋丽娜. 科教融合、校企合作下研究生培养模式的探讨[J]. 教育教学论坛, 2019(2): 1-2.

[11] 尚妍, 王璐, 刘宏升, 等. 能源动力类校企协同实践机制研究与实践[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(5): 116-120+128.

[12] 肖迁, 贾宏杰, 余晓丹, 等. 电气工程专业双创人才 CDCA 培养模式探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(5): 148-152.

[13] 王若飞. 高校推进大学生就业工作的难点与对策[J]. 教育进展, 2025(3): 826-830.

[14] 曾毅. “变电站综合自动化”课程项目化教学探索[J]. 广西教育, 2017(15): 158-159.