



华北电力大学氢能科学与工程专业人才培养模式探索

杨维结, 宋杨凡, 李永毅, 张铁青, 袁 威, 张 磊
(华北电力大学动力工程系, 河北 保定 071003)

摘要: 氢能作为实现碳达峰和碳中和战略目标的重要能源形式, 正在加速引领全球能源体系的深度变革。为应对氢能产业对高素质复合型人才的需求, 华北电力大学率先开设全国首个氢能科学与工程专业, 探索构建以“专业基础、产业拓展、工程实践”为核心的三维协同人才培养模式。该模式通过系统优化课程体系、深化校企协同机制、强化科研训练与实践教学融合, 全面提升学生的理论素养、工程能力与创新潜力。在专业基础方面, 学校完善课程设置, 推动多学科交叉融合, 夯实学生理论根基; 在产业拓展方面, 依托“氢能快报”“氢能大讲堂”等平台, 强化学生对行业前沿技术、政策趋势与发展路径的认知; 在工程实践方面, 引入Hydrogen Chat智能问答系统和Digital Hydrogen数据库平台等信息化工具, 构建智能化学习场景, 助力学生实践能力与综合素质提升。同时, 通过组织参与氢能职业技能竞赛, 学生在项目实践中进一步锤炼工程能力、协作能力与技术创新能力。教学实践表明, 该三维协同培养模式显著增强了学生的学术能力、实践能力与行业适应力, 为氢能产业输送了具备系统思维、技术实力与国际视野的高质量人才, 亦为氢能专业教育改革提供了可复制、可推广的实践范式, 为国家能源结构优化与战略性新兴产业发展提供了坚实的人才支撑。

关键词: 氢能科学与工程; 人才培养; AI赋能; 产教融合; “双碳”目标

doi: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2025.0992

中图分类号: G 712; TK 91

文献标志码: A

文章编号: 2095-4239 (2026) 02-681-09

Exploring talent development models for Hydrogen Energy Science and Engineering at North China Electric Power University

YANG Weijie, SONG Yangfan, LI Yongyi, ZHANG Tieqing, YUAN Wei, ZHANG Lei
(Department of Power Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, Hebei, China)

Abstract: Hydrogen energy, as a crucial energy form for achieving the strategic goals of carbon peak and carbon neutrality, is accelerating the profound transformation of the global energy system. In response to the urgent demand for high-quality interdisciplinary talents in the hydrogen energy industry, North China Electric Power University has pioneered the establishment of the first "Hydrogen Energy Science and Engineering" undergraduate program in China. This initiative explores a three-dimensional collaborative talent cultivation model centered on "professional foundation, industrial expansion, and engineering practice."

收稿日期: 2025-11-03; 修改稿日期: 2025-11-28。

基金项目: 河北省教改项目: Digital Hydrogen数据库和Hydrogen Chat大语声模型赋能下的《人工智能与氢能》数字教材建设(2025RGZN052)、河北省教改项目: 学科交叉背景下氢能科学与工程研究生培养体系研究(YJG2024127)、氢能科学与工程专业“3、4、5”人才初始培养体系研究(24GR0401)。

第一作者: 杨维结(1990—), 男, 博士, 副教授, 研究方向: “机理-数据”双驱动的氢储能材料设计与装备研发, E-mail: yangwj@ncepu.edu.cn;

通信作者: 张磊(1983—), 男, 博士, 教授, 研究方向: 叶轮机械流动稳定性研究, E-mail: zhang_lei@ncepu.edu.cn。

引用本文: 杨维结, 宋杨凡, 李永毅, 等. 华北电力大学氢能科学与工程专业人才培养模式探索[J]. 储能科学与技术, 2026, 15(2): 681-689.

Citation: YANG Weijie, SONG Yangfan, LI Yongyi, et al. Exploring talent development models for Hydrogen Energy Science and Engineering at North China Electric Power University[J]. Energy Storage Science and Technology, 2026, 15(2): 681-689.

This model systematically optimizes the curriculum, deepens university-industry collaboration, and strengthens the integration of research training and practical teaching, comprehensively enhancing student theoretical literacy, engineering capabilities, and innovative potential. In terms of professional foundation, the university refines the course structure, promotes multidisciplinary integration, and solidifies student theoretical groundwork. For industrial expansion, platforms such as the "Hydrogen Energy Express" and "Hydrogen Energy Forum" are utilized to enhance student understanding of cutting-edge technologies, policy trends, and development pathways in the industry. Regarding engineering practice, intelligent tools such as the Hydrogen Chat intelligent Question and Answer system and the Digital Hydrogen database platform are introduced to create smart learning scenarios, thereby boosting student practical skills and comprehensive competence. Furthermore, by organizing participation in hydrogen energy vocational skill competitions, students further hone their engineering capabilities, collaborative skills, and technological innovation abilities through project-based practice. Teaching practice demonstrates that this three-dimensional collaborative cultivation model significantly enhances student academic competence, practical skills, and industry adaptability. It supplies the hydrogen energy sector with high-quality talents possessing systemic thinking, technical expertise, and an international perspective, while also providing a replicable and scalable practical paradigm for the reform of hydrogen energy education. This effort offers solid talent support for the optimization of the national energy structure and the development of strategic emerging industries.

Keywords: Hydrogen Energy Science and Engineering; talent development; AI empowerment; industry-education integration; dual carbon strategy

在“双碳”战略目标引领下,中国正加快构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系^[1]。实现碳达峰、碳中和,不仅是我国应对气候变化的重要承诺,也是推动高质量发展的战略举措^[2]。当前,我国能源结构仍以化石能源为主,能源利用效率和环保水平有待提升,亟需通过能源转型实现绿色发展。这一进程对技术创新提出更高要求,同时也迫切需要大量掌握新能源前沿知识、具备工程实践能力的高素质专业人才。

氢能作为清洁、高效、零碳排放的二次能源,是实现能源转型的重要路径之一^[3]。《氢能产业发展中长期规划(2021—2035年)》提出,到2025年将初步建成以工业副产氢和可再生能源制氢就近利用为主的氢能供应体系;到2030年,形成较为完善的技术创新与清洁制氢体系;到2035年,构建涵盖交通、能源、工业等多领域的多元氢能生态体系。氢能已成为全球能源结构优化的重要方向,受到学术界与产业界的高度关注^[4-5]。

随着氢能技术不断进步,产业链逐步拓展,对

专业人才的需求持续增长^[6]。为响应这一趋势,华北电力大学于2021年设立全国首个“氢能科学与工程”本科专业,致力于培养基础扎实、面向产业的复合型人才。截至2025年7月,全国已有华北电力大学、北京化工大学、安徽工业大学、郑州轻工业大学、临沂大学、盐城师范学院和江苏大学7所本科院校开设氢能科学与工程专业,17所高职院校开设“氢能技术应用”专业,覆盖11个省份。此外,北京石油化工学院设立了以氢能为核心的“新能源科学与工程”专业,另有大连大学、广东工业大学等开设了氢能科学与工程微专业,表明我国氢能教育体系正逐步成型。

作为一门新兴交叉学科,“氢能科学与工程”融合了化工、材料、能源、环境、机械、自动化等多个学科方向,其知识体系呈现高度融合、更新迅速的特点^[7-9]。然而,目前该专业仍处于体系建设的起步阶段,课程设置尚不健全,教学方法亟待优化,师资队伍建设也面临挑战。一方面,学生在学习过程中普遍存在跨学科知识整合难、系统思维能

力弱、工程实践机会不足等共性问题，制约了其专业素养与综合能力的提升。另一方面，受制于氢能产业尚处发展初期，校企合作机制不健全，企业端参与育人的深度与广度均不足，导致高校人才培养与实际岗位能力要求之间存在较大差距，出现学用脱节的现象。此外，氢能行业整体人才供给不足，部分从业者知识更新缓慢、转型动力不足，形成了“既缺人、又缺好人”的结构性困境，严重影响技术落地与产业发展^[9-11]。

在“双碳”战略深入推进和氢能技术加快落地的时代背景下，氢能科学与工程专业人才培养亟需从结构上重构路径、从机制上打通壁垒。针对当前

课程体系不完备、产业融合度不高、实践平台支撑薄弱等共性问题，华北电力大学氢能科学与工程专业围绕“专业基础、产业拓展、工程实践”三维协同，构建了以课堂教学为主线、产教融合为纽带、科研训练为支点的人才培养模式，详细结构如图1所示。该模式注重打通校内校外双场景、贯通理论实践双通道，努力实现从知识传授向能力提升、从单向教学向多元协同的转变。本文以三维育人路径为逻辑主线，系统梳理华北电力大学在课程建设、教学改革、企业协同、竞赛融合、科研平台建设等方面的具体实践与成效，力求为我国氢能类新工科人才培养体系的完善与推广提供现实参考与借鉴范式。

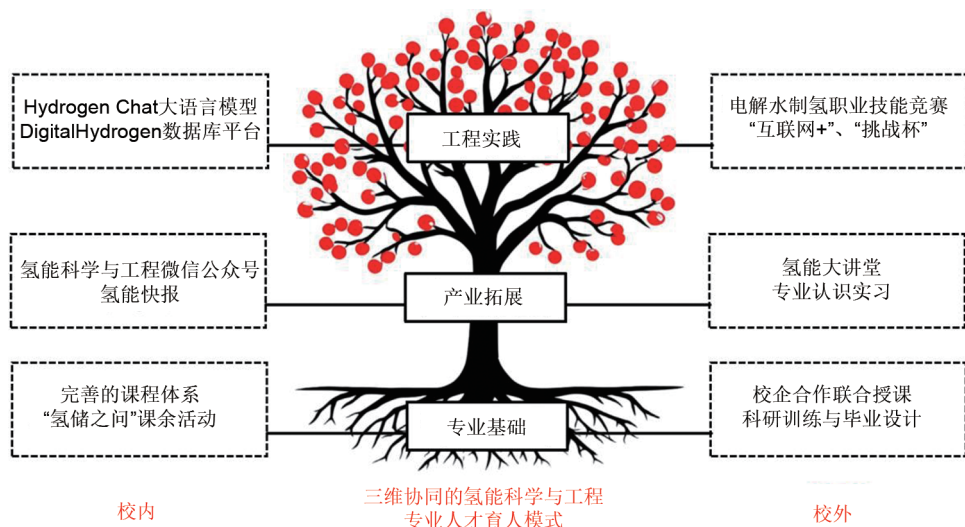


图1 三维协同的氢能科学与工程专业育人模式

Fig. 1 Three-dimensional collaborative talent development model for Hydrogen Energy Science and Engineering

1 夯实专业基础：构建系统完备的课程与教学体系

氢能科学与工程作为一门新设立的交叉性本科专业，其建设过程中需统筹系统性、前沿性与工程应用导向，既注重理论基础的夯实，又突出产业实践能力的培养。华北电力大学围绕氢能专业的人才培养需求，聚焦课程体系优化、教学资源整与实践路径拓展三大核心环节，致力于构建“基础扎实、结构合理、特色突出”的教学体系。在课程建设方面，学校依托现有学科基础与能源特色平台，统筹设计覆盖氢能全链条的知识体系，合理设置公共基础课、学科基础课、专业核心课与实践教学模块。在此基础上，积极推进校企联合课程建设，探

索产学研融合下的模块化教学改革，促进理论教学与工程实践的深度融合。在教学资源建设方面，充分发挥学校与行业龙头企业的合作优势，推进共建共享的实验实训平台建设，打造覆盖氢气制备、储运、检测与应用等环节的全流程实验教学体系。通过资源协同与平台联动，提升学生工程能力与实验创新能力。在第二课堂与科研实践方面，依托“氢储之问”等品牌化科普竞赛活动，营造良好的氢能文化氛围，激发学生的学习热情与专业认同。同时，通过“科研训练+毕业设计”一体化推进机制，引导学生深入参与教师科研项目，将学术训练与工程问题相融合，全面提升学生的科研素养和工程创新能力。本节将围绕课程体系建设、实践平台打造与第二课堂创新三方面，系统阐述华北电力大学在

专业基础维度下的人才培养探索与实践成效。

1.1 完善课程体系:融合校内教学与企业联合课程建设

课程体系是专业建设的核心,其系统性与前瞻性直接影响人才培养质量及行业适配水平。为面向氢能“制-储-运-用”全链条培养具备理论素养与工程实践能力的高素质复合型人才,华北电力大学氢能科学与工程专业以“工程基础、专业核心、方向拓展”为主线,构建了覆盖基础理论、关键技术与前沿交叉的多层次课程体系。

在课程内容设计方面,专业注重多学科知识的融合与系统构建。通过设置《化学基本原理》《电化学工程》《传热与传质》《工程热力学》《工程流体力学》《材料科学与工程》《材料固体理论基础》《电工技术基础》《电子技术基础》《自动控制原理》等基础课程,以多学科交叉夯实专业根基,培育系统化的工程素养与逻辑思辨能力。在此基础上,围绕氢能产业核心环节,系统设置《氢能概论》《制氢原理》《氢储存与运输》《燃料电池》《氢能系统及应用》等主干课程,构建纵向贯通、内容集成的专业知识结构。考虑到电解槽、储氢瓶和燃料电池等场景下涉及“电-热-氢”的多物理场耦合,开设《多物理场仿真》选课课程。此外,为适应氢能与人工智能、技术经济等学科交叉融合的发展趋势,开设《人工智能与氢能》《氢能系统设计与优化》《氢能技术经济》等选修课程,拓展学生的知识广度与能力。

在专业实验方面,开设有《碱性电解水制氢实验》《气体燃料火焰传播测试实验》《固态储氢实验》《固态氧化物燃料电池热电联供系统测试实验》《电解水制氢储氢燃料电池专业综合实验》等实验,有效覆盖了氢能制备、储运、利用、安全和系统的全部链条。

为提升课程体系的实践导向与行业契合度,学校充分发挥与氢能企业的产教合作机制,持续推进基于岗位能力需求的动态调整机制。通过对整车企业、系统集成商、装备制造与工程公司等多类型单位的人才需求调研,构建了从本科到博士阶段覆盖不同培养层次的课程能力指标体系。企业普遍关注学生的理论基础、系统集成能力、项目执行能力以及技术创新意识。对此,学校在《燃料电池》《氢能系统及应用》等课程中引入工程案例教学、

小组协作任务、产业化模拟设计等教学环节,着力提升学生综合解决复杂工程问题的能力。

在教学组织方面,积极探索“校企协同、双师联合”的教学新机制。邀请企业一线工程师深度参与课程教学设计与实施,重点讲授设备结构、系统构成与运行工况等实践内容,并结合具体工程案例,介绍氢能系统产业化路径与工程应用难点。校内教师与企业专家共同承担教学任务,协同开展授课、实训与评价,形成理论教学与工程实践的深度融合。一些核心课程还探索“企业共建+阶段评价”机制,企业专家直接参与教学评估与课程内容迭代,逐步形成“内容、能力、评价”三位一体的教学闭环。

通过持续推进课程体系由“知识导向”向“能力导向”的系统转型,华北电力大学实现了“课程教学-工程实践-岗位胜任”的有效衔接,推动专业教育与产业需求深度对接,为后续工程训练、实践平台共建与协同育人机制的建设奠定了坚实基础。

1.2 开展育人活动:打造“氢储之问”品牌项目

在氢能科学与工程专业的人才培养体系中,课堂教学与科研训练构成基础支撑,而提升学生综合素养、激发专业兴趣与工程实践能力的关键,往往依赖于多样化、全方位的第二课堂育人体系建设。华北电力大学高度重视学生成长环境的多元化构建,依托“双碳”战略背景与学校能源学科优势,积极打造融合知识普及、能力训练与价值引导于一体的第二课堂实践体系,为培养高素质复合型氢能人才构建良好生态。

围绕氢能领域热点问题与交叉应用,学校重点打造了“氢储之问”系列第二课堂育人活动,形成具有跨学科融合特色的创新实践品牌。其中,“氢储之问”知识竞赛作为核心模块,由氢能专业教师与学生联合策划设计,面向全校学生开展氢能与储能融合技术的知识普及与工程创新挑战。竞赛设置知识锦囊、问答挑战、互动打卡等环节,内容涵盖氢能制、储、运、用全流程基础知识,电化学与热储能的核心原理,“双碳”战略下能源结构转型的关键技术路径,以及“个人碳账户”等社会热点议题,强化活动的时代特征与社会传播力,广泛吸引了不同学科背景学生的积极参与。

该项目不仅是知识竞赛,更是立体化育人平台的有益探索。活动形式打破传统竞赛的封闭性与应

试性,强调趣味性、场景化与互动体验,在轻松开放的氛围中提升学生对氢能科学的认知与兴趣。同时,通过鼓励学生自主参与活动策划、命题设计、组织执行与宣传推广,培养其在跨学科合作、沟通表达、项目管理等方面的综合能力,构建“学生主导、教师引导、全员参与”的全过程协同育人机制。

“氢储之问”已逐步形成氢能科普传播、学科交叉融合与学生自我成长三位一体的育人平台,推动氢能理念“进课堂、进校园、润人心”。项目吸引了来自自动化、材料、能源、经管等多个学院学生参与,真正实现了跨学科协同与全校共享的专业认知推广效应,在校园内营造出浓厚的绿色能源创新文化氛围。未来,该项目有望进一步拓展至校外交流平台与区域科技创新活动,成为服务国家战略与支撑专业建设的第二课堂典范模式。

1.3 贯通科研实践:衔接科研训练与毕业设计全过程

毕业设计作为本科人才培养的重要环节,是检验学生综合能力的关键节点,也是实现工程意识、科研素养与实践能力融合发展的重要平台。然而,在传统教学模式下,毕业设计普遍存在周期短、任务轻、准备不足、脱离产业实际等问题,难以满足新工科背景下对高素质应用型人才的系统性培养要求。

为破解上述难题,华北电力大学氢能科学与工程专业围绕“前移科研训练起点、强化项目驱动导向、推进企业深度协同”三大核心机制,系统构建起贯通全过程的科研训练与毕业设计一体化人才培养路径,实现从课程学习到工程研究的有机衔接。

首先,专业通过将科研训练前置至大三下学期,打破毕业设计与前期课程实践的割裂。学生在教师指导下,提前参与课题构思、背景调研与初步实验等环节,为后续系统设计与成果撰写奠定基础。大四阶段则在此前期积累的基础上,进一步深化方案设计与工程验证,实现从科研训练自然过渡到毕业设计。这一设计有效延长了学生课题研究周期,推动研究成果从点上探索走向系统集成,提升了毕业成果的理论深度与技术含量。其次,依托教师团队承担的国家自然科学基金项目与企业技术研发课题,构建项目驱动的科研训练体系。通过将真实科研任务进行模块化分解,设置适合本科生能力

水平的研究子题,指导学生深度参与科研全过程,涵盖问题识别、路径设计、实验实施与成果表达等关键环节。课程教学从以结果为导向转向过程评价为主,强化学生的问题意识、数据逻辑与学术规范。再次,在企业协同方面,专业建立了“企业提出方向、教师转化课题、校企联合指导”的实践机制。部分毕业设计课题由合作企业基于实际研发需求提出,教师进行教学转化后,组织学生团队完成可行性分析与方案论证。在课题实施过程中,企业工程师与校内导师协同指导,并参与中期检查与结题评审,确保研究内容贴近工程实际,研究成果具备产业价值。通过引入产业问题驱动的工程化课题训练,学生在真实场景中锤炼了技术集成、项目协作与系统思维能力,显著增强了工程素养与岗位胜任力。

通过构建“科研训练+毕业设计”一体化的本研贯通实践机制,华北电力大学氢能专业打通了课程教学、科研实践与职业发展的壁垒,使科研训练不再是附加模块,而成为全过程育人的核心支柱。学生不仅掌握了科研工作的基本方法,更在真实项目中深化了对氢能产业前沿问题的理解与解决能力,为其未来进入科研岗位或工程一线奠定了坚实基础。

2 拓展产业视野:推进校企协同与氢能科普融合育人

在氢能科学与工程专业的人才培养过程中,理论知识的学习和工程能力的培养固然重要,但对于学生而言,深入了解产业需求和技术前沿同样不可或缺。华北电力大学氢能科学与工程专业通过加强校企协同,推动专业教育与产业发展的深度融合,同时积极拓展科普教育渠道,推动学生从课堂走向行业一线,增强对氢能产业的理解和认同。在这一过程中,学校通过发布“氢能快报”、举办“氢能大讲堂”和开展“专业认识实习”等活动,增强学生对氢能技术、政策和行业趋势的感知,同时为他们的职业发展与未来就业打下坚实基础。本节将重点介绍氢能专业在产业视野拓展方面的创新实践,旨在通过多维度的学术和行业交流,提升学生的整体素质与行业适应力。

2.1 发布氢能快报:普及氢能技术与“双碳”政策

在信息技术快速发展的背景下,微信公众号已

成为高校在宣传教育、学术交流和知识传播中的重要渠道。凭借其传播的即时性、表达的多样性及广泛的受众覆盖面,该平台为教育内容的延伸与拓展提供了有力支撑。通过微信公众号,教学内容能够突破课堂边界,延伸至更广阔的知识网络,推动形成“教、学、传”融合发展的新型教育生态。在这一过程中,学生不仅在课堂内获取专业知识,更能通过多渠道了解行业动态,拓宽知识视野,提升综合素养与创新能力。

为加强氢能领域的科学普及与专业传播,提升学生对氢能技术与“双碳”政策的认知深度与社会参与度,华北电力大学自2023年起设立“氢能科学与工程”微信公众号,面向校内外定期推送行业资讯、科研动态与教学成果。公众号内容聚焦“制氢-储氢-用氢”三大板块,系统呈现氢能产业链各环节的技术进展、政策导向与前沿研究,逐步构建起结构清晰、内容权威的知识传播平台。其中,品牌专栏“氢能快报”自2023年7月18日发布首期以来已推出25期,累计阅读量达6.2万人次,覆盖内容包括国内外最新科研成果、示范工程建设、政策动态与关键技术突破,广受学生群体与社会公众的关注与好评。

该公众号的日常运行由氢能科学与工程专业本科生主导、专业教师指导,形成“学生主导、教师指导”的运营机制。学生承担选题策划、资料搜集、内容编辑与平台维护等工作,不仅锻炼了其信息筛选与整合能力,也显著提升了公共表达与科技传播素养。在参与公众号创作过程中,学生主动关注行业发展、紧跟技术前沿,进一步深化对专业知识理解,增强了专业认同感与归属感。这一模式有效实现了“以传播促学习、以参与促成长”的教育目标,彰显出科普传播平台在多元育人体系中的积极作用。

“氢能快报”的持续建设不仅为学生搭建了与行业接轨的实践平台,也为社会公众提供了便捷的氢能科普与技术传播通道。作为高校学术与产业交流的桥梁,该平台在促进社会服务的同时,亦成为培养学生社会责任感与创新能力的重要载体,展现出“课程育人、实践育人、传播育人”三位一体的协同育人成效。

2.2 举办氢能大讲堂:搭建学术与产业交流平台

为帮助学生紧跟氢能领域的发展步伐,拓宽学

术视野,增强对前沿科技与产业动态的理解,华北电力大学自2023年起设立“氢能大讲堂”系列讲座,作为课堂教学的重要延伸平台。该讲堂面向全校学生开放,持续邀请氢能领域知名学者、行业专家与企业代表,围绕制氢、储氢、用氢等关键环节开展专题讲授,聚焦政策解读、技术剖析与产业应用,推动知识传播从课堂内容走向产业场景,实现教学与实践的深度融合。

截至2025年6月30日,氢能大讲堂已成功举办6期,氢能科学与工程专业的本科生、研究生及众多相关专业学生积极参与,形成了浓厚的学术氛围与跨学科互动环境。讲座内容覆盖国际战略与国内政策、基础研究与工程实践等多个层面,构建起理论与实践有机结合的学习场景。

在学术领域,国际氢能学会副主席、清华大学毛宗强教授为学生系统梳理了全球氢能发展的宏观趋势,拓展国际视野;清华大学李兴国教授从系统工程角度分析了氢能在未来综合能源体系中的关键角色;武汉理工大学潘牧教授聚焦燃料电池的核心技术挑战与突破路径;德国亥姆赫兹 Hereon 氢能研究中心的 Pistidda Claudio 教授则分享了欧洲氢能在循环经济与可持续发展中的实践经验,为学生提供了国际对比视角。在技术标准与工程应用方面,全国氢能技术标准化委员会副主任委员蒋利军教授级高工深入解读了我国氢能标准体系的构建逻辑与发展方向,强调了标准在产业高质量发展中的基础性作用;爱德曼氢能源装备公司董事长徐黎明则以企业视角,分享了氢能装备制造的前沿技术与工程案例,使学生能够深入理解工程实践与市场需求之间的内在联系。

“氢能大讲堂”的持续开展不仅拓宽了学生的知识边界和专业认知深度,也在学校与行业、教学与科研之间搭建了有效的交流平台。通过引入高水平学术资源与典型产业案例,该平台显著提升了学生的专业热情、问题意识与创新能力,成为学校推动氢能教育改革的重要抓手。未来,讲堂将持续拓展内容广度与覆盖人群,进一步服务于氢能专业拔尖创新人才系统化培养,为产业发展输送具备国际视野与实践能力的高素质人才。

2.3 开展专业认识实习:增强学生对产业的认知与规划

为推动课堂教学与氢能产业的深度融合,华北

电力大学氢能科学与工程专业常态化组织开展“专业认知实习”，构建面向专业学生的重要校外教学环节。通过实地走访氢能相关企业与科研机构，学生得以系统了解氢能全产业链的关键技术与工程应用场景，在初步建立专业认知体系的同时，增强了对行业发展的兴趣与信心。该实践模块已成为提升学生工程感知力、行业理解力与职业规划意识的重要路径，并在教学体系中形成常规化、制度化运行机制。通过持续多年组织实施，专业认知实习已覆盖制氢、储氢、运氢、加氢及燃料电池等多个关键技术环节，有效拓展了学生在课堂之外的知识获取渠道与认知边界。

在具体实施过程中，学生赴氢能典型企业与示范平台开展现场交流与深度学习，围绕关键装备结构、核心工艺流程及安全控制机制等内容展开实地调研。制氢环节中，企业技术人员系统讲解了碱性电解水与质子交换膜等技术路线的工艺特征、工程参数及产业化前景，详细介绍了电解系统的控制策略、热管理与材料选型；在储运环节，学生实地观摩了高压储氢瓶组、加氢站等基础设施，了解金属氢化物、液氢与气态氢的储运技术原理、优势与挑战；在燃料电池系统方面，专家围绕膜电极结构、电堆设计、系统集成与整车应用进行了深入讲解，结合典型工程案例解析了各环节的实际难点与技术对策。此外，学生还参观了氢能装备制造车间、燃料电池测试中心及地方产业孵化平台，深入了解氢能装备的制造流程、产品标准、检测方法与质量控制体系。系列现场教学活动显著提升了学生将课堂知识应用于工程实践的能力，培养了技术判断力、跨学科综合能力与产业认知水平。

作为人才培养体系中的基础实践模块，专业认知实习不仅帮助学生构建了对氢能产业链的系统性理解，也有效激发了其专业归属感与成长动力。在与企业技术人员的交流中，学生直观认识到自身在技术能力、工程素养与职业认知方面的不足与潜力，并由此明确了未来发展方向，如核心装备研发、工程项目实施、行业政策分析或碳管理与标准制定等。部分学生在实习过程中即萌生进一步科研探索与实践锻炼的意愿，进而主动制订个性化的课程选修与能力提升计划。总体来看，专业认知实习不仅是教学计划中的重要实践环节，更日益演化为学生通向产业一线的桥梁平台，在提升教学实效、

拓宽职业视野与增强人才培养质量方面发挥着不可替代的作用。

3 强化工程实践：打造多元融合的训练与创新平台

在氢能科学与工程专业的培养过程中，除了理论知识的学习与行业认知的拓展，工程实践能力的培养同样至关重要。华北电力大学始终秉承理论与实践并重的教育理念，通过多元化的工程训练平台与创新项目，全面提升学生的工程素养与实践能力。为适应氢能产业的快速发展，学校通过建立“Hydrogen Chat大语言模型(<https://hydrogenchatn.vip.cpolar.cn/>)”和“Digital Hydrogen 数据库平台(<http://digital-hydrogen.com/storage/>)”，将智能化技术与工程实践深度融合，推动学生在数字化时代背景下获得更高效的学习和创新支持。同时，学校还积极组织氢能职业技能竞赛，激发学生将学术知识与工程实践结合，培养他们解决实际工程问题的能力。本节将介绍如何通过这些多维度的创新平台，强化学生的工程实践训练，并有效提升他们的技术应用和创新能力。

3.1 Hydrogen Chat大语言模型：推动智能化教学与科研支持

在人工智能与大数据技术迅猛发展的时代背景下，将智能工具嵌入教学过程，已成为提升教学质量与学习效率的重要路径。依托信息化基础与氢能学科资源优势，华北电力大学氢能科学与工程专业积极探索“智能问答+数据平台”双驱动的智慧教学模式，构建以人机协同为核心的个性化学习体系，旨在破解“学时有限与知识繁杂”、“教材滞后与技术更新加速”和“教学供给与学习需求错位”等教学过程中的三大结构性矛盾。

为此，专业团队自主研发了专属智能问答系统——Hydrogen Chat(“氢聊”)，通过集成氢能课程知识体系与产业知识图谱，实现对学生学习过程中多维问题的快速响应与智能解答，涵盖教学内容、实验方法、技术原理、行业趋势等多个维度。学生可通过自然语言与系统实时互动，获得即时反馈与个性化指导，有效弥补课堂教学在时间、精力与内容广度方面的局限。

在具体应用中，Hydrogen Chat显著缓解了“课时紧张、知识密度大”所带来的教学张力，帮

助学生在课后高效掌握重难点内容；依托动态更新的知识库，系统可覆盖氢能政策与技术的最新进展，解决教材内容滞后的问题；此外，其全天候开放的交互机制打破了传统教学的时间与空间边界，满足学生“随时可问、按需而学”的灵活化学习需求。

系统后台可对学生提问内容进行结构化记录与数据分析，帮助教师实时掌握学习盲点、易混概念及兴趣分布，进而实现精准教学与个性化反馈，推动教学过程从“经验驱动”向“数据驱动”转变，全面提升课堂教学的适应性与育人实效。

3.2 Digital Hydrogen 数据库平台：构建智能化资源共享与数据分析平台

除智能问答系统外，华北电力大学氢能科学与工程专业还自主开发了氢能领域首个大型开放式数据库平台——*Digital Hydrogen-S*，旨在为学生与教师提供覆盖全面、结构清晰、内容系统的知识共享与数据分析环境，进一步支撑教学创新与科研实践的深度融合(如图2所示)。平台围绕氢能储存核心技术，系统整合了各类储氢材料的关键信息，包括物理性能参数、制备工艺路径、动力学与热力学特性等内容，全面覆盖教学、科研、设计等多类应用场景。

通过该平台，学生可便捷获取国内外前沿文献与研究数据，在课题调研、课程设计、毕业设计等过程中实现精准选材与知识支撑。平台不仅有助于学生理解氢能材料的结构-性能-应用关系，也为教师开展数据驱动教学与研究提供了统一的数据接口与内容来源。同时，平台内嵌多维度数据分析与可视化功能，支持对储氢材料性能的横向对比与纵向演化分析，帮助学生提升数据获取、处理与解读能力，强化其科研素养与工程分析能力。在具体应用中，*Digital Hydrogen-S*已广泛嵌入氢能专业多门核心课程与课外科研训练项目中，成为连接专业知识与行业技术的重要载体。其以数据赋能教育的实践探索，推动了传统教学模式向智能化、数据化、平台化的方向转型，为构建多元融合的氢能教育生态体系提供了强有力的支撑。

3.3 氢能知识竞赛：激发学生的创新实践与工程能力

在校外实践方面，华北电力大学氢能科学与工程专业高度重视学生创新能力与工程素养的协同培

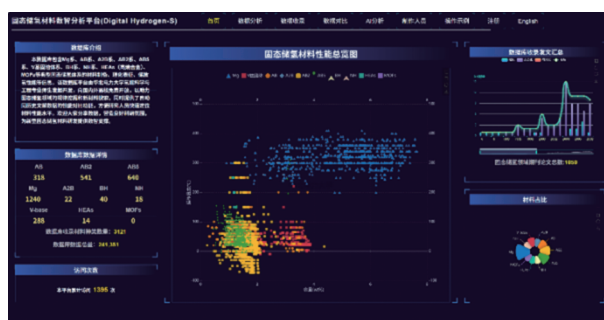


图2 *Digital Hydrogen-S*数据库平台界面
Fig. 2 *Digital Hydrogen-S* database platform interface

养，积极组织学生参与各类高水平专业竞赛，涵盖全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛、中国大学生能源装备创新设计大赛、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛、“互联网+”大学生创新创业大赛等重要赛事平台。相关竞赛内容聚焦氢能、储能、智能制造与“双碳”目标等战略方向，涉及制氢工艺优化、燃料电池系统集成、氢能交通装备应用等多项关键技术，充分契合产业发展需求，突出工程实操能力与技术创新能力的协同培养。

在备赛过程中，专业教师提供全流程、全要素的系统指导，涵盖技术路线设计、实验平台搭建、成果凝练与展示、答辩演练等关键环节，逐步形成了集“项目策划、过程指导、成果转化”为一体的闭环式育人机制。通过这种模式，学生在真实问题导向下不断挑战自我，在复杂任务中提升项目管理、团队协作与方案实现能力，综合素质显著提升。部分优秀项目获得省部级以上奖项，并成功转化为毕业设计课题或大学生科研训练项目，实现了教学、科研与竞赛“三位一体”的有机融合。

竞赛不仅是对专业能力进行集中检验的平台，更是培养学生创新思维、系统思维以及实践能力的高维训练场所。学生在不断进行方案迭代和攻克问题的过程中，逐渐掌握了从发现问题到设计方案、从团队协作到工程实施的完整流程，显著提升综合能力。与此同时，赛事引导学生关注氢能产业发展的关键问题，促使学生在项目实践中加深对国家能源转型战略的理解，激发其社会责任感和使命担当。

通过常态化、系统化的竞赛组织与指导机制，氢能专业逐步构建起以创新驱动、实践导向为核心

的第二课堂育人体系, 不仅有效拓展了学生的专业视野与行业认知, 也为氢能领域培养了一批具备扎实理论基础、突出的工程能力与创新潜力的高素质复合型人才。

4 总 结

随着“双碳”战略的持续推进和氢能产业的快速发展, 氢能科学与工程专业在高等教育体系中日益凸显其重要战略地位。作为全国首个设立该专业的高校, 华北电力大学面向国家能源转型与产业升级的现实需求, 聚焦教育模式创新, 系统构建了以“专业基础、产业拓展、工程实践”为核心的三维协同人才培养体系。通过优化课程结构、深化产教融合、强化科研训练与工程实践衔接, 逐步形成了“基础扎实、面向产业、服务发展”的人才培养格局。

在专业基础方面, 学校聚焦多学科交叉融合, 构建了以“工程基础、专业核心、方向拓展”为主线的课程体系, 确保学生兼具理论深度与行业适应力; 教学内容紧密对接产业技术进展, 注重实践导向与时效性并重。产业拓展方面, 学校依托氢能快报、氢能大讲堂等传播平台, 持续拓宽学生的行业认知广度, 增强其社会责任感与职业发展规划意识; 同时, 通过常态化企业实习与专题调研, 提升学生对氢能技术与市场需求的感知与理解。工程实践方面, 学校创新引入Hydrogen Chat智能问答系统与Digital Hydrogen数据库平台, 构建人机协同的智慧教学环境; 通过组织学生参与氢能职业技能竞赛, 强化其实践动手能力与复杂工程问题解决能力, 全面提升育人实效。

展望未来, 华北电力大学氢能科学与工程专业将在既有成效基础上, 持续深化三维协同人才培养模式。学校将进一步动态优化课程体系结构, 紧贴产业发展节奏与技术变革需求, 增强课程内容的前沿性与应用性; 继续拓展校企协同的深度与广度, 推动从联合教学到协同育人的机制转型; 加快推动人工智能、智能制造、大数据等新兴技术与教育的深度融合, 构建数字赋能、因材施教的教学生态。同时, 学校还将持续加强科研创新体系建设, 为学生提供更多参与前沿项目的机会, 提升其科研能力与创新思维。通过系统完备、动态演进的人才培养体系, 学校将不断提升氢能人才供给质量, 为服务国家能源结构转型和推动全球氢能产业发展提供坚强的人才支撑与智力保障。

参 考 文 献

[1] 张宇. “双碳”人才培养的路径探究与建议[J]. 上海节能, 2025(6):

- 919-925.
ZHANG Y. Exploration and suggestions on the cultivation path of carbon peak and carbon neutrality talents[J]. Shanghai Energy Conservation, 2025(6): 919-925.
- [2] 白雪. “双碳”目标引领绿色转型 多领域实践成效显著[N]. 中国经济导报, 2025-06-28(002).
BAI X. Carbon peak and carbon neutrality goals lead significant results in green transformation practices across multiple fields[N]. China Economic Herald, 2025-06-28(002).
- [3] 廉静祺. “双碳”目标下我国氢能发展: 问题溯源与关键洞察[N]. 陕西科技报, 2025-06-20(004).
LIAN J Q. Hydrogen energy development in China under carbon peak and carbon neutrality goals: Problem tracing and key insights[N]. Shaanxi Science and Technology News, 2025-06-20(004).
- [4] 李桂亮, 张文昌, 刘家敏, 等. 我国“氢能产业2.0阶段”发展现状与展望[J]. 现代化工, 2025, 45(8): 1-5.
LI G L, ZHANG W C, LIU J M, et al. Development status and prospects of China's "hydrogen industry 2.0 stage"[J]. Modern Chemical Industry, 2025, 45(8): 1-5.
- [5] 韩笑, 张兴华, 闫华光, 等. 全球氢能产业政策现状与前景展望[J]. 电力信息与通信技术, 2021, 19(12): 27-34. DOI:10.16543/j.2095-641x.electric.power.ict.2021.12.004.
HAN X, ZHANG X H, YAN H G, et al. Current situation and prospect of global hydrogen energy industry policy[J]. Electric Power Information and Communication Technology, 2021, 19(12): 27-34. DOI:10.16543/j.2095-641x.electric.power.ict.2021.12.004.
- [6] 鲍春竹, 于海峰, 高华玲, 等. 中国氢能学科人才培养现状与展望[J]. 前瞻科技, 2024, 3(4): 111-120.
BAO C Z, YU H F, GAO H L, et al. Current status and prospects of talent cultivation in hydrogen energy discipline in China[J]. Science and Technology Foresight, 2024, 3(4): 111-120.
- [7] 饶中浩, 刘新健, 刘臣臻, 等. 储能科学与工程专业建设与人才培养模式进展与探讨[J]. 储能科学与技术, 2024, 13(3): 1083-1095.
RAO Z H, LIU X J, LIU C Z, et al. Progress and discussion on the construction of energy storage science and engineering major and its talent cultivation model[J]. Energy Storage Science and Technology, 2024, 13(3): 1083-1095.
- [8] 李琪. 融合与创新: 中国氢能产业人才发展路径探析[J]. 中国人事科学, 2023(7): 26-33. DOI:10.20279/j.cnki.10-1572.2023.07.004.
LI Q. Integration and innovation: analysis of talent development path in China's hydrogen energy industry[J]. Chinese Personnel Science, 2023(7): 26-33.
- [9] 马美倩, 王艺霖, 邓传浩, 等. 氢能学科建设探索与人才培养研究[J]. 储能科学与技术, 2024, 13(11): 4235-4246. DOI: 10.19799/j.cnki.2095-4239.2024.0538.
MA M Q, WANG Y L, DENG C H, et al. Exploration of hydrogen energy discipline construction and research on talent cultivation [J]. Energy Storage Science and Technology, 2024, 13(11): 4235-4246. DOI:10.19799/j.cnki.2095-4239.2024.0538.
- [10] 仲蕊. 氢能行业人才紧缺问题浮现[N]. 中国能源报, 2023-06-26(009).
ZHONG R. Talent shortage in hydrogen energy industry emerges [N]. China Energy News, 2023-06-26(009).
- [11] 程道建, 胡传刚, 曹东, 等. “双碳”目标下氢能科学与工程新兴专业课程体系建设探索[J]. 化工高等教育, 2024, 41(2): 9-14.
CHENG D J, HU C G, CAO D, et al. Exploration on the curriculum system construction of the emerging major of hydrogen energy science and engineering under carbon peak and carbon neutrality goals[J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2024, 41(2): 9-14.