

铁铬液流电池产教融合经典案例 ——储能产业的产学研用人才培养模式实践探索

徐泉¹, 周洋¹, 牛迎春¹, 王屾²

1. 中国石油大学(北京)碳中和未来技术学院, 北京 102200

2. 中海储能科技(北京)有限公司, 北京 102200

DOI: 10.61369/SDME.2025200006

摘要: “双碳”战略背景下, 加快培养一批支撑储能领域核心技术突破和产业发展的高层次紧缺人才显得尤为重要。铁铬液流电池作为新型长时储能的代表, 其产业发展对高素质技术技能人才的需求日益迫切。该文以储能产业的人才需求为导向, 深入分析目前储能专业人才培养存在的问题, 构建产学研用创新人才培养模式。通过中国石油大学(北京)与铁铬液流电池企业中海储能(北京)科技有限公司合作, 培养复合型拔尖创新人才, 助力培养储能产业的高精尖缺人才。双方在以上的实践与探索中取得良好效果, 这对储能行业拔尖创新人才的培养具有借鉴意义。

关键词: 储能; 产教融合; 液流电池; 人才培养

Classic Case of Industry-Education Integration of Iron-Chromium Flow Battery – Practice Exploration of Industry-University-Research-Application Talent Training Mode in Energy Storage Industry

Xu Quan¹, Zhou Yang¹, Niu Yingchun¹, Wang Shen²

1. School of Carbon Neutrality and Future Technologies, China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102200

2. Zhonghai Energy Storage Technology (Beijing) Co., Ltd., Beijing 102200

Abstract: Under "dual carbon" strategy, accelerating the cultivation of technical talents for core energy storage technologies like iron-chromium flow batteries is crucial. Targeting industry demands, this work identifies challenges in current talent training and constructs an "industry-university-research-application" model. China University of Petroleum (Beijing) partners with iron-chromium battery firm Zhonghai Energy (Beijing) Technology Co., Ltd. to cultivate multidisciplinary talents, supporting the development of high-level, specialized professionals in energy storage. This collaboration has achieved effective results, offering valuable insights for innovative talent cultivation in the sector.

Keywords: energy storage; education-innovation integration; flow battery; talent cultivation

引言

储能行业是高科技战略产业, 是国家构建新型电力系统、达成“双碳”战略目标的重要技术保障, 对于确保能源安全、实现绿色转型、推进创新发展具有不可替代的作用^[1,2]。研究生教育是创新型人才的关键出处, 为充分发挥研究生教育对储能技术急需高层次人才培养的支撑作用, 教育部办公厅、国家发展改革委办公厅、国家能源局综合司于2022年8月发布了《关于实施储能技术国家急需高层次人才培养专项的通知》, 并选取了10所高校和18家企业, 每所高校每年选拔20名左右优秀博士生进入专项, 实行学科交叉、产教融合培养。这一系列国家措施表明加强储能领域人才培养是推动我国实现“双碳”目标的必然要求, 是高等教育战线贯彻落实新时代人才强国战略的重要举措。

一、储能产业人才培养现存问题

由于储能产业起步较晚, 储能领域原创核心技术较少, 目前急需以高水平的科研人才结合储能产业需求, 带动关键技术的突

破^[3,4]。因此探索面向储能产业的产学研用创新人才培养模式迫在眉睫, 储能是一门深度融合多学科的交叉新兴专业, 要求学生具备综合思维、工程推理和解决复杂工程问题的能力^[5]。当前高校储能专业建设处于起步阶段, 知识体系多由材料、新能源等相近专业

改造而来，课程间的关联性与延续性失调，课程缺乏协同、内容重叠、学时安排不当。单一的专业知识结构难以支撑储能技术跨学科综合集成的特点，无法满足产业发展需求，也难以有效解决储能领域复杂问题^[6]。同时学生普遍缺乏创新思维、工程思维，知识结构单一和创新能力不强等问题，难以适应行业快速发展与技术挑战。

储能专业作为新兴专业面临着实训资源不足、实训基地建设不完善等问题。大部分已开设储能专业的高校，其校内实训基地建设未跟上企业的实际生产水平。同时，未能建立满足企业发展需要的实训基地管理体系，导致实训资源存在一定程度的浪费^[7]。

二、产学研用创新人才培养模式构建与具体实施路径

(一) 学科教学，培养复合型拔尖创新人才

围绕储能行业的技术需求，为培养储能技术前沿的拔尖创新人才，对跨学科教学模式进行实践与探索。开储能领域的课程，结合储能技术实际工程案例进行讲解，提升学生在储能技术领域的专业知识和行业认知^[9,10]。以高层次平台为实践创新基地，通过教学与科研协同，把握学科前沿，以点带面，激励学生主体性、创造性、能动性，促进储能领域的综合拔尖创新人才的培养^[8]。

(二) 校企合作，产教融合协同育人

稳定深入的校企合作是产学研用创新人才培养模式的灵魂。储能专业的特点是与行业联系紧密，而产教协同育人的基础就是稳定的校企合作关系。中海储能（北京）科技有限公司与中国石油大学（北京）国家储能技术产教融合创新平台为依托（图1），在储能领域各方向与国家重点实验室、科技领军企业、科研院所等单位合作，以科研合作为基础，共同探索人才培养新范式。储能技术产教融合创新示范基地的主要职能是聚焦本科生实习实训和研究生专业实践。其主要内容是要针对某一具体的储能技术，形成系统的培训体系和课程体系，并能够针对性地打造若干实习岗位和实践机会，形成产学研用深度融合的教育教学体系。



图1共建储能平台

三、产学研用模式在中海储能科技（北京）有限公司的实施成效及未来展望

(一) 实施成效

中海储能科技（北京）有限公司（简称中海储能）作为中国

石油大学（北京）（简称中石大）培养储能领域技术领军人才的合作单位，在产学研用创新人才培养模式的实践中发挥了至关重要的作用。2021年与中石大联合申报清洁低碳能源教育部工程研究中心并立项。2022年协助中石大申报国家储能技术产教融合创新平台并立项，同年在参加第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛中提供技术支持并辅导学生获该届大赛国家级金奖。2023年中石大与中海储能签署研究生联合培养基地协议，企业专家作为研究生企业导师共同指导研究生开展学习、科研及学位论文，共建校级研究生联合培养基地，企业派遣专人作为工程硕博生导师指导学生进行液流电池学习，参与全过程协同培养；2024年公司成为中国石油大学（北京）国家卓越工程师学院理事单位，协助学校共同培养高精尖卓越工程师人才。同年出版专著《铁铬液流电池关键技术与工程应用》和十四五高校教材《液流电池长时储能》等高校优质课程和教材，这为完善多样化人才培养机制、加强课程体系和课程教学改革提供了重要基础。

中海储能与中石大校企联手，针对储能方向人才紧缺问题，靶向发力。面向储能专业学生，实施导师制、书院制、本硕博一体化贯通式人才培养模式，打造储能培养示范区，建立以院士等杰出科学家为领衔的学业导师制度，以兴趣+能力+使命为培养路径，推动学科、科研、教学团队深度融合，探索项目式人才培养模式改革，着力培养未来储能产业科技领军人才。

中海储能结合行业前沿技术发展趋势提出实际复杂工程问题，通过企业导师引领学生围绕项目研究对相关专业领域进行深度学习，并运用相关理论和工程技术解决，提升学生工程设计、工程建造、创新创造，以及项目管理等方面能力。目前已攻克铁铬液流电池电堆系统模块集成关键问题，圆满完成了张家口怀来云数据中心500kW/4MWh的储能项目交付，每天可储存电能400KWh，年放电量达146万KWh，满足数据中心8小时削峰填谷，通过削峰填谷的模式，年节约电费32.5万元，通过需量管理的模式，年节约基本电费22.38万元，共计每年节约电费约54.88万元，中海储能整合新质生产力发展，打造全产业链布局的运营模式，正在建设广东省惠阳区一期2MW/10MWh电源侧项目、国家能源集团北京市温榆河综合能源系统示范区铁铬液流电池储能项目；稳步推进内蒙古、河南、广东等多个兆瓦级储能项目，顺利签署沙特首个铁铬液流电池长时储能项目，初步完成了将能源变革支撑性储能技术转化成产业能力的布局。其快速发展显著带动了就业增长，从2022年的29名员工至2025年已增至176人，从研发、生产、项目实施及运维，带动了多类型岗位需求，中海储能还通过北京、内蒙古、河南、广东构建全国性制造网络，直接促进地方就业。

中海储能通过与中石大共建实训基地，丰富校外实习、实训、实践资源，最大限度地激发每个学生的潜能潜质，培养学生解决实际复杂工程问题的工程应用、设计、研发能力。建设由工程中心、专业实验中心、实习基地、学科竞赛、创业孵化基地、产教融合平台结合的实践教学平台。加强仿真工程训练+企业现场实习的实践教育基地建设。立足学科前沿与学科交叉，构建以团队-平台-项目为导向的高水平教学与科研指导共同体局。

(二) 核心启示及未来展望

中石大在与中海储能共建实训基地时发现企业的真实技术困境必须转化为教学目标，在教学过程中激发学生创造性思维解决真实困境问题，否则人才培养无法支撑技术攻坚，学生在培养过程中需要面向真问题，使用真设备产出实际成果，才是培养“产业即战力”的核心。通过企业研发经验持续注入教学，院校通过基础研究反哺技术创新，形成知识更新－人才升级”的正反馈。

基于中石大与中海储能“产学研用”模式的实践经验，未来产教融合将在产业推广中发挥更大作用，推动成立国家能源局指导、龙头企业主导、多所高校参与的中国铁铬液流电池产教融合联盟，开发行业通用岗位认证体系，实现资质全国互认。打造场景验证+技术孵化双平台，开展多场景实训验证平台学生参与方案设计，企业择优采购成果。同时开发铁铬电池虚拟仿真实训系

统、设备拆装3D模型库等，向产教融合平台高校开放，快速拉近资源鸿沟。

四、总结

面向储能产业的铁铬液流电池产教融合依托国家储能技术产教融合创新平台，立足于新型储能高精尖产业，以“双碳”目标为导向，聚焦国家能源战略需求和重大任务，整合校企优质资源，建立全面战略合作协议，打造新型铁铬液流电池储能示范性人才培养高地，发挥科技和人才资源优势，促进源头创新、技术研发、产业化应用的紧密结合，为未来提升国家储能领域自主创新能力和服务国家战略作出贡献。

参考文献

- [1] 何雅玲, 兰剑, 李慧, 等. 服务“双碳”战略培养储能创新型领军人才 [J]. 中国高等教育, 2024, (05): 26–9.
- [2] 何雅玲, 陶文铨, 郑庆华, 等. 储能科学与工程专业的建设与实践 [J]. 高等工程教育研究, 2023, (S1): 14–6.
- [3] 孔凡厚, 徐鸣. 储能科学与工程专业建设实践剖析 [J]. 科技风, 2025, (02): 5–7.
- [4] 李建林, 邹菲, 王茜, 等. 储能学科体系构建及人才培养模式探讨 [J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(S1): 355–66.
- [5] 黄国勇, 王春霞, 温嘉玮, 等. 储能学科专业人才培养体系建设及实践探索 [J]. 高教学刊, 2023, 9(36): 173–6.
- [6] 李巾锭, 吕哲, 张寿行, 等. 储能专业实习实践体系的探索与实践 [J]. 电气电子教学学报, 2025, 47(01): 214–7.
- [7] 李巾锭, 宋关羽, 樊林浩, 等.“新工科”背景下储能专业实验教学新模式探索与实践 [J]. 储能科学与技术, 2025, 14(04): 1718–26.
- [8] 李孟涵, 刘晓日, 吕培召, 等.“新工科”背景下储能方向研究生学科交叉培养模式探索与实践 [J]. 储能科学与技术, 2025, 14(10): 4054–4064.
- [9] 毛云峰, 刘妮. 基于产学融合提升储能专业教学质量的思考 [J]. 科技风, 2024, (11): 136–8.
- [10] 于博, 黄韵, 王明珊, 等.“双碳”背景下产教融合式教学改革探索——以“能源化学”课程为例 [J]. 教育教学论坛, 2025, (07): 65–8.