

中国—巴西卓越工程师培养模式创新与实践

刘焕智, 樊凡, 牛迎春, 周洋, 徐泉*

中国石油大学(北京), 北京 102249

DOI: 10.61369/ETR.2026220033

摘 要 : 全球能源转型与碳中和背景下, 储能与氢能成为能源绿色发展核心方向, 中巴能源战略合作对高层次国际化工程人才需求迫切。针对跨境联合培养中课程对接不畅、科研与产业脱节、协同机制薄弱等痛点, 本文以中国石油大学(北京)与巴西里约热内卢联邦大学联合培养博士项目为依托, 联动中国海洋石油集团有限公司、巴西国家石油公司, 构建“课程—科研—实践”深度融合的“两校两企”四方协同培养模式。实践表明, 该模式有效提升了博士生的工程实践、跨文化沟通与复杂问题解决能力, 形成了可复制推广的能源领域国际工程博士培养范式, 为深化中巴战略合作、服务“双碳”目标与全球能源转型提供人才与科技支撑。

关 键 词 : 卓越工程师; 中巴联合培养博士; 产教融合; 液流电池长时储能; 氢能

Innovation and Practice of Training Mode for Outstanding Engineers Between China and Brazil

Liu Huanzhi, Fan Fan, Niu Yingchun, Zhou Yang, Xu Quan*

China University of Petroleum (Beijing), Beijing 102249

Abstract : Against the backdrop of global energy transition and carbon neutrality, energy storage and hydrogen energy have become the core directions of green energy development. China–Brazil strategic energy cooperation generates an urgent demand for high–level international engineering talents. Aiming at the existing problems in cross–border joint training such as poor curriculum docking, disconnection between scientific research and industry, and weak coordination mechanism, this paper relies on the joint doctoral training program carried out by China University of Petroleum (Beijing) and Federal University of Rio de Janeiro of Brazil. By cooperating with CNOOC Group and Petrobras, it establishes a four–party collaborative training mode of “two universities and two enterprises” with in–depth integration of curriculum, scientific research and practice. Practice has proved that this mode can effectively improve doctoral students’ abilities in engineering practice, cross–cultural communication and complex problem solving. It forms a replicable and promotable training paradigm for international engineering doctors in the energy field, and provides talent and scientific and technological support for deepening China–Brazil strategic cooperation, serving the dual–carbon goals and advancing global energy transition.

Keywords : outstanding engineers; Sino–Brazil joint doctoral training; integration of industry and education; long–duration energy storage of flow batteries; hydrogen energy

引言

研究生教育作为高等教育的最高层次, 是国家科技竞争力与人才培养质量的重要标志, 在服务国家战略与提升国际影响力中具有关键作用。2025年, 中共中央、国务院印发《教育强国建设规划纲要(2024—2035年)》, 明确提出“完善教育对外开放战略策略, 建设具有全球影响力的重要教育中心”, 并从全球人才培养和集聚能力、国际学术合作与全球教育治理三个维度提供了行动指南^[1]。

当今全球能源转型加速推进, 碳中和目标成为各国共识, 储能与氢能已成为能源结构升级与绿色低碳发展的核心方向^[2]。在此背景下, 跨国能源技术合作与高层次国际化人才培养, 成为推动能源产业高质量发展、深化国际协同的关键抓手^[3]。

然而, 从国内外能源领域国际化人才培养实践来看, 共性问题依然突出。首先跨境培养中课程体系对接不充分、学分互认机制不健全, 课程内容与国际产业需求适配度不足; 其次科研训练偏重理论研究, 与企业真实工程场景脱节, 学生工程实践能力培养薄弱^[4–6]; 此外, 中巴能源人才联合培养还面临两国教育体系差异较大、工程博士培养标准不统一、海上新能源产业场景跨境协同难度高等特有挑战^[7,8]。

针对以上问题,本文立足教育教学改革研究,以人才培养模式创新为核心,储能氢能技术实践为载体,系统阐述中国石油大学(北京)(以下简称“中石大”)与巴西里约热内卢联邦大学(以下简称“里约大学”)联合培养为依托,联动中国海洋石油集团有限公司(以下简称“中海油”)、巴西国家石油公司(以下简称“巴国油”),构建“课程—科研—实践”深度融合的中巴联合培养博士一体化培养模式,有望为能源领域高层次国际化人才培养提供可复制、可推广的教改范式。

一、新能源领域国际化人才培养的背景和意义

中巴两国长期保持紧密战略伙伴关系,能源与科技深度合作是双边关系核心战略方向。2024年11月国家主席习近平对巴西进行国事访问,明确提出深化两国能源、科技务实合作,加强教育与青年人文交流,为中巴高等教育及产学研协同发展奠定坚实顶层政策基础^[9]。同月,中石大与里约大学共建我国海外首家“中巴卓越工程师学院”,搭建工程人才联合培养核心平台。2025年5月,双方签署博士联合培养专项协议,联合中海油、巴国油形成“两校两企”四方协同培养体系,聚焦氢能、储能等关键领域,培育国际化高水平复合型博士人才。2025年12月,四方共建的“中巴科技创新中心”正式启动(图1),全面打通人才培养、科研攻关、成果转化全链条,标志着项目迈入产学研一体化深度发展新阶段,是中巴教育与能源战略合作落地生根的里程碑成果。



图1 中国-巴西科技创新中心

全球能源转型与碳中和目标下,储能与氢能成为能源绿色发展的核心赛道,高层次国际化能源人才供需矛盾日益突出^[10]。中巴能源战略合作紧密、产业场景互补,为跨境联合育人提供了良好基础,但现有国际联合培养多以硕士为主,能源领域工程博士跨境产教融合模式仍处于探索阶段,且普遍存在课程衔接、产教脱节、协同不足等问题,中巴双边还面临教育体系差异、跨境实践难度大等特有挑战^[11]。因此,开展中巴新能源领域中巴联合培养博士培养模式改革,既是深化中巴战略伙伴关系、推动能源技术出海与产业升级的现实需要,也可作为金砖国家及“全球南方”国家提供国际人才培养示范,更是服务国家“双碳”战略、完善全球能源人才供给体系的重要探索,具有显著的实践价值与推广意义。

二、中巴联合培养博士培养模式构建与实施路径

依托中石大、里约大学的学科优势,联动中海油、巴国油的产业资源,聚焦储能氢能领域,构建“课程体系+科研实践”的中巴国际联合培养博士一体化培养体系,打造跨国家、跨主体的“两校两企”协同育人模式,助力中巴能源领域高层次国际化复合

型人才培养。

（一）“课程—科研—实践”三位一体

培养模式以“课程奠基、科研驱动、实践赋能”为核心理念,形成“三位一体”总体架构。课程模块重在夯实基础理论与跨文化能力;科研模块依托两校重点实验室与企业研发中心,开展前沿课题攻关;实践模块则嵌入企业真实工程场景,实现技术转化与工程能力训练。三个模块通过“双导师协同、学分互认、成果共享”机制有机衔接,避免传统培养中课程、科研与实践脱节的弊端。

（二）四维课程体系建设

聚焦培养方案改革,构建“基础理论—专业核心—跨文化沟通—产业实践”四维课程框架。首先,梳理两校储能氢能相关研究生课程,分析差异与适配点,整合形成核心课程模块,实现学分互认与教学资源共享。其次,引入中海油、巴国油的企业核心技术、工程案例与产业标准,开发“海上新能源系统”“氢能工程管理”等特色课程。再次,增设跨文化交流与学术写作训练,提升博士生的国际沟通与学术表达能力。最后,建立“校—企—行业专家”多主体课程质量评价与动态优化体系,确保课程内容与产业技术迭代同步更新。

三、培养模式实践进展及育人成效

（一）中国-巴西卓越工程师学院建设与发展

共建中国-巴西卓越工程师学院,为进一步密切两国教育合作搭建了新的桥梁(图2)。2025年,第一届中巴联合培养博士已顺利入学。该培养模式并非简单的互访交流,而是两校共同设计培养方案、共同执行教学与科研指导,充分整合两校优质学术资源、科研平台与师资力量,使博士生能系统学习中巴两国顶尖工程教育的精髓。



图2 中国-巴西卓越工程师学院

此外,采用“2+2”的培养模式。前两年在中石大夯实课程基础、完成开题与资格考试,后两年在里约大学或企业实践基地深耕海外科研、完成论文核心工作,该模式有效拓展了博士生的国际视野与跨文化科研能力。科研实践可依托中巴科技创新中心等

专属平台，使研究方向更具针对性与前瞻性，与培养兼具学术深度与独立工程能力的“卓越工程师”定位高度契合。

（二）海上脱碳能源实验室与产教融合育人实践

为推进波动电源耦合 PEM 电解水制氢技术在 FPSO（浮式生产储卸油装置）中应用，中石大与里约大学拟共建“海上脱碳能源实验室”（图3），研究可再生能源发电与氢能技术的动态耦合，并与液流电池长时储能协同实现快速调频调峰与平抑波动。该实验室不仅是技术攻关平台，更是博士生开展工程实践的核心载体。

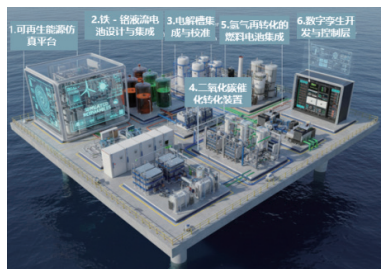


图3 “海上脱碳能源实验室”蓝图

目前，中石大团队已完成十标方 PEM 电解水制氢系统搭建，并参与国家重点研发计划，与中海油密切合作，依托此平台博士生直接参与从电解槽结构设计到兆瓦级制氢系统集成的全链条研发，在真实工程环境中接受训练，助力长时储能技术商业化应用与跨区域协同落地。在实验室建设中，里约大学 Segen Estefen 教授团队与中石大团队深度协同，确立实验室核心技术路线与建设方案，为海上氢能液流电池长时储能全周期协同推进提供战略指导。

为了推动与里约大学和巴国油的深度合作，作为中石大储能领域领军人才培养合作单位，中海储能科技（北京）有限公司（简称中海储能）长期深耕铁铬液流电池长时储能技术研发与产业化应用。公司已突破铁铬液流电池电堆及系统模块化集成核心技术，成功完成张家口怀来云数据中心500kW/4MWh 储能项目建设交付。依托新质生产力发展布局，企业构建液流电池全产业链运营体系，目前正推进广东省惠州市惠阳50MW/300MWh 铁铬液流电池储能电站，同步拓展内蒙古、河南、广东等多地兆瓦级储能工程，并成功签约沙特首个铁铬液流电池长时储能项目，实现长时储能核心技术向产业化、国际化应用的有效转化。

合作成果不仅体现在技术层面，更体现在其育人功能上。里约大学阿尔贝托·路易斯·科英布拉工程研究生院（Alberto Luiz Coimbra Institute of Post-Graduation and Research in Engineering, COPPE）Milad Shadman 教授担任中巴卓越工程师学院联合培养导师，合作指导首届中巴联合培养博士生王宇洋深入开展兆瓦级制氢系统集成研究，可与液流电池长时储能系统协同实现快速调频调峰，适配海上离网储能应用场景。Milad Shadman 教授立足卓越工程师培养定位，引导学生突破传统纯理论研究的局限，深度参与技术转化全流程，在实践中快速提升解决复杂工程问题的核心能力，并持续提升英语沟通能力以促进国际学术交流。

（三）育人成效与经验启示

经过首期实践，该模式在以下方面取得显著成效：一是打通了课程衔接堵点，通过学分互认与校企联合授课，实现了中巴两

国工程教育标准的对接；二是破解了科研与产业脱节难题，博士论文选题源于中海油、巴国油的技术需求，研究成果具备明确的工程应用指向；三是建立了稳定的跨境协同机制，“两校两企”四方联动形成教育、科研、产业闭环。

经验表明，跨主体协同是破解培养痛点的核心路径，“课程—科研—实践”一体化是中巴联合培养博士培养的关键模式。只有将四维课程体系与产业实景科研深度融合，才能培育出兼具国际视野、技术能力与工程素养的复合型人才。服务国家战略与产业需求是育人根本方向，紧扣能源转型、碳中和与中巴战略合作，聚焦新能源前沿领域，人才培养与技术攻关才能双向赋能、落地见效。

四、总结

本文围绕新能源领域国际化卓越工程师培养需求，以中石大与里约大学联合培养实践为依托，针对跨境育人中课程衔接不足、理论与产业脱节、协同机制薄弱等问题，构建“两校两企”四方协同、“课程—科研—实践”深度融合的博士联合培养新模式。通过搭建四维课程体系、科研实践一体化平台、双导师指导与学分互认机制，依托中巴卓越工程师学院、中巴科技创新中心及海上脱碳能源实验室，在液流电池长时储能和波动电源耦合制氢等方向实现技术攻关与人才培养同步推进。实践表明，该模式有效提升博士生工程实践与国际交流能力，破解跨境产教融合痛点，形成可复制推广的范式。未来将持续深化四方协同，推动技术成果产业化与人才培养国际化，为中巴能源合作、双碳战略及全球能源转型提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 中共中央国务院印发《教育强国建设规划纲要（2024—2035年）》[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2025, (04): 3-10.
- [2] 张怀重. 双碳视域下储能行业发展机制浅析[J]. 储能科学与技术, 2025, 14 (01): 439-442.
- [3] 初旭新, 宗刚. 我国研究生教育国际化培养的现状与对策[J]. 研究生教育研究, 2015, (05): 18-22+26.
- [4] 罗尧成, 束义明. 我国高校研究生教育国际化: 现状分析及对策建议[J]. 学位与研究生教育, 2009, (11): 58-63.
- [5] 马雪红, 王维枫, 阮宏华. 研究生培养国际化模式及评价指标体系[J]. 高教学刊, 2021, 7 (29): 17-20+24.
- [6] Damme D. Quality issues in the internationalisation of higher education[J]. Higher education, 2001, 41(4): 415-441.
- [7] 黄福涛. 地缘政治变迁下的高等教育国际化: 挑战、机遇与路径创新[J]. 清华大学教育研究, 2025, 46 (01): 86-97.
- [8] 周洪宇, 常顺利. 论全球研究生教育发展的趋势[J]. 河北师范大学学报(教育科学版), 2023, 25 (01): 10-23.
- [9] 习近平同巴西总统卢拉会谈[J]. 中国产经, 2025, (09): 45-49.
- [10] 张雁. “双一流”背景下研究生国际化培养实践与探索[J]. 高教学刊, 2023, 9 (10): 19-22.
- [11] 韩笑, 伏永祥. 提升高水平大学国际化指标的路径研究[J]. 教育教学论坛, 2024, (20): 26-29.