

学科交叉“冶金+”研究生创新能力培养与实践

沈锋华*, 向开松, 刘恢

中南大学冶金与环境学院, 湖南长沙

DOI: 10.62836/jer.v4n10.1448

摘要: 针对冶金行业转型升级对多学科交叉复合型创新人才的迫切需求, 构建了“三维支撑-四位一体”的多学科交叉“冶金+”研究生创新能力培养体系。该体系以科研平台与课程资源、管理方法、国际化师资为“三维支撑”, 以国际专家讲座、海外科研合作、国际学术会议、出国访学为“四位一体”培养路径, 有效提升了研究生的跨学科整合能力、国际合作能力与技术创新能力, 形成了良好的示范辐射效应, 为行业特色高校研究生国际化培养提供借鉴。

关键词: 多学科交叉; “冶金+”; 研究生教育

Interdisciplinary “Metallurgy+” Graduate Innovation Ability Development and Practice

Fenghua Shen*, KaiSong Xiang, Hui Liu

School of Metallurgy and Environment, Central South University, Changsha, Hunan

Abstract: In response to the urgent demand for interdisciplinary compound innovative talents amid the transformation and upgrading of the metallurgical industry, a multidisciplinary “Metallurgy+” graduate innovation-ability training system with the framework of “three-dimensional support and four-in-one pathway” has been constructed. This system relies on research platforms and course resources, management methodologies, and international faculty as its “three-dimensional support,” while integrating international expert lectures, overseas research collaboration, international academic conferences, and study abroad programs into a cohesive “four-in-one” development pathway. It effectively enhances graduates’ interdisciplinary integration, international cooperation, and technological innovation capabilities, creating a strong positive effect that serves as a valuable reference for internationalized graduate education at industry-oriented universities.

Keywords: interdisciplinary integration; “metallurgy+”; graduate education

*基金项目: 中南大学学位与研究生教育教学改革项目(2024JGA008); 湖南省学位与研究生教学改革研究项目(2024JGZD006)。

通讯作者: 沈锋华, 中南大学, 副教授。

1 引言

新一轮科技革命与产业变革加速演进，以科技创新为核心驱动力的新质生产力正推动冶金行业向智能化、绿色化、国际化深度转型[1,2]。现代冶金技术已不再局限于单一学科范畴，而是深度融合人工智能、新能源、材料科学等多领域知识，“冶金+”多学科交叉成为冶金学科发展的必然趋势[3,4]。冶金行业从资源开采、冶炼加工到贸易应用的全链条国际合作日益紧密，对研究生的国际视野、跨文化协作能力与前沿创新能力提出了更高要求[5]。以单一学科为基础、国际化紧密度不高的传统培养模式，已难以适应产业转型与国家战略需求[6]。为此，中南大学冶金工程学科构建并实践了“三维支撑-四位一体”的多学科交叉“冶金+”研究生创新能力培养体系。本文从培养体系需破解的突出问题出发，阐述体系构建的理论基础、支撑条件与实施路径，以期为行业特色高校研究生教育改革提供参考。

2 多学科交叉培养面临的问题

2.1 学科壁垒制约复合型知识结构形成

传统培养模式下，冶金专业研究生课程局限于冶金工艺优化等传统方向，较少拓展“冶金+新能源”、“冶金+环境”、“冶金+人工智能”等前沿交叉领域，研究生跨学科知识储备不足，难以应对复杂工程科研问题。

2.2 国际化培养呈点状分布，缺乏系统设计

既往的国际交流多以零散讲座、短期访问为主，学生参与覆盖面有限，与日常培养环节融合不深，需要从点状分布向系统化布局转变，提升研究生的国际视野与协作能力。

2.3 科研选题与国际前沿对接不足

受导师研究方向与实验条件限制，科研选题难以实现国家重大需求与国际前沿的双向对接，创新成果的国际影响力与转化价值有待提升。

2.4 国际化培养保障方法不健全

目前研究生出国访学的经费渠道相对单一、资助规模有限，具有海外经历的导师比例不高，学生参与国际交流的内生动力有待激发，亟需构建多层次、可落地的保障激励机制。

3 体系构建的理论基础

交叉学科研究是破解复杂科学问题、催生重大创新突破的关键路径。土木建造等学科开展的交叉融合培养实践表明，多学科交叉培养体系能够有效提升研究生解决复杂工程问题的综合能力[7]。冶金工程具有“小学科、大产业”的鲜明特点，现代冶金工业已形成涵盖资源开采、冶金提取、材料制备、环境保护、过程控制、智能制造的全产业链，构建多学科交叉培养体系，既是学科发展的内在需求，也是行业升级的必然要求。国际化不仅意味着外语交流能力，更强调对国际学术前沿的把握，通过邀请国际顶尖学者来访、主办国际学术会议、资助学生赴海外访学等方式，将全球学术资源引入培养环节，助力学生成长。

4 “三维支撑”的保障条件

以中南大学为例，从资源、管理、师资三个维度构建“三维支撑”体系，为研究生创新能力培养提供保障（图1）。

4.1 资源支撑

依托有色金属强化冶金全国重点实验室等国家级平台，为研究生培养提供多学科交叉的实验条件。建立跨学科课程选修，研究生可修读化学化工、资源加工与生物工程、计算机等学院开设的相关课程，形成涵盖“冶金+材料”、“冶金+环境”、“冶金+计算机”的交叉课程模块。

4.2 管理支撑

制定《研究生跨学科课程选修管理办法》，明确跨学科选修的学分要求、申请程序与考核标准，规定硕士研究生至少选修2门、博士研究生至少选

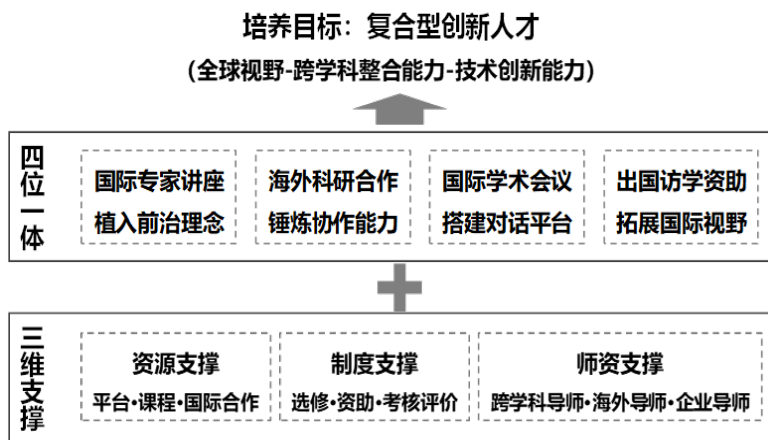


图1. 多学科交叉“冶金+”研究生创新能力培养体系框架

修1门跨学科课程，建立跨学院课程学分认定机制，保障学习成果有效转化。改革研究生综合考核办法，将国际学术会议参会及报告情况、海外访学经历等纳入评价体系，在优秀研究生评选中赋予相应权重。

4.3 师资支撑

依托多学科平台组建跨学科导师组，以冶金工程学科为主，吸纳材料、化学、环境、计算机等学科教师参与研究生指导，发挥团队协同育人优势。聘请海外合作单位专家担任研究生海外合作导师，通过线上研讨、短期来校授课等方式，为研究生提供课题指导、前沿文献解读与论文写作指导。依托产学研合作平台，聘请行业龙头企业专家担任企业导师，参与研究生选题、中期检查与毕业答辩等环节，从产业应用角度增强创新实践与产业发展需求的契合度。

5 “四位一体”的培养路径

国际专家讲座、海外科研合作、国际学术会议、出国访学资助构成“四位一体”核心路径（图1），共同作用于研究生跨学科整合能力、国际合作能力与技术创新能力的培养。

5.1 国际专家讲座植入前沿科研理念

将高水平学术讲座融入研究生核心课程与培养环节，推动培养方式从书本知识传授向前沿引领转

型。近年来先后邀请欧洲科学院院士、美国东北大学张阳教授，美国国家发明家科学院院士魏迪研究员等国际知名学者来校交流。讲座内容涵盖真空冶金、摩擦离子电子学、限域化学反应等国际前沿，与师生围绕“冶金+”学科交叉融合、“碳中和”等议题展开深入研讨，有效激发了学生的科研热情。

5.2 海外科研合作锤炼国际协作能力

与德国联邦材料测试所、韩国浦项同步辐射光源等世界一流科研机构开展深度科研合作，由研究生全程参与，攻克了特定电催化材料原位表征、复杂谱图中配位环境与电子结构信息提取等核心难题，完成了从问题凝练、方案论证到数据讨论、论文打磨的完整闭环，系统性科研思维和独立解决复杂科学问题的能力显著提升。参与合作的研究生以主要作者身份产出一批兼具冶金工艺与交叉学科特色的高水平学术论文。

5.3 国际学术会议搭建学术对话平台

通过主办国际学术会议将全球学术生态“引进来”。以2025年度国际产学研用合作会议为例，汇聚了来自德国、韩国、日本、澳大利亚等国家和地区的冶金与材料领域知名学者和产业专家，通过三十余场高水平学术报告，构筑起融通前沿科学研究、关键技术突破与产业实践需求的国际对话平台。会议报告覆盖电池材料循环利用、高纯关键材

料制备、跨部门协同创新等主题,使研究生深切认识到现代冶金已深度融入新能源、环境治理与循环经济等重大领域。

5.4 出国访学资助拓展研究生国际视野

围绕“冶金+”多学科交叉主题,资助研究生赴澳大利亚联邦科学与工业研究组织、阿德莱德大学、德国马普所、美国俄克拉荷马大学、韩国浦项科技大学等国际一流科研平台开展3~12个月的长期访学或短期学术交流,确保学生“去有所值、学有所成”。访学归来的研究生通过学术报告、研讨会与朋辈分享等形式,将海外所学的知识、技术带回国内。

6 结论

经过多年实践,“三维支撑-四位一体”培养体系有效提升了研究生的科研能力。实现研究生以主要作者身份在国际顶级期刊发表高水平论文,访学归国研究生形成示范辐射效应,实现了跨学科素养与创新能力的协同提升。后续将借鉴人才培养成效评价的比较研究方法,从国际交流覆盖面、高水

平成果产出、毕业研究生发展质量等维度开展持续评估,进一步深化与产业界、科研界的合作,为冶金行业从规模优势向高技术优势转型输送更多复合型人才。

参考文献

- [1]郝军红,张悦,乔凯平,等.新质生产力视域下材料类创新人才培养体系探究[J].中国高校科技,2025(7):95-101.
- [2]居殿春,邱家用,徐敏人,等.新工科背景下多学科交叉的冶金工程学科建设探索[J].科教导刊,2021(32):38-40.
- [3]王蕾,张泽琳,夏绪辉,等.服务新质生产力发展的智能制造技术专业学位研究生培养模式探索与实践[J].学位与研究生教育,2026(6): 23-28.
- [4]姜博,邢奕,苏伟.“双碳”背景下环境学科本硕博课程建设的思考[J].教育教学论坛,2024(1):129-132.
- [5]韩海生,孙伟,甘敏,等.基于OBE理念的矿物加工卓越拔尖人才培养模式探索[J].教育教学论坛,2020(33):338-340.
- [6]刘先斌,刘亨,尹艳红,等.多学科融合团队导师组的研究生培养模式探索与实践[J].高教论坛,2022(24):8-11.
- [7]文海家,谢强,李英民.土木建造类研究生学科交叉融合培养体系研究与实践[J].高等建筑教育,2023(3):100-106.

