

理工科交叉视角下跨学科培养模式探索

宁 华 蒙志鹏 黄 毅 郑皓元 *

广西民族大学, 广西 南宁 530006

摘 要: 针对新能源储氢材料领域对跨学科复合型人才的迫切需求, 弥补传统单一学科培养模式下“物理直觉缺乏数学支撑, 数学方法脱离物理场景”的能力短板, 本文提出以数学与物理交叉为核心的研究生跨学科培养模式。通过构建“基础理论融合+前沿科研驱动+实践平台支撑”的三维培养体系, 打破学科壁垒, 强化研究生的跨学科思维与实践能力。结合自治区级教学改革实践、教学案例及学生竞赛、科研成果, 系统验证该模式在提升研究生创新能力、科研素养与行业适配性方面的有效性, 为理工科跨学科研究生培养提供可借鉴、可推广的实践路径与教改参考。

关键词: 数学与物理交叉; 研究生跨学科培养; 新能源储氢材料; 教改实践; 复合型人才

DOI: 10.64649/yh.shygl.issn3105-0085.202607001

1 引言: 跨学科培养是新能源领域人才需求的必然趋势

在“双碳”目标引领下, 新能源技术迎来快速迭代期, 氢能作为清洁、高效的二次能源, 成为推动能源结构转型的核心力量。储氢材料作为氢能产业链的核心关键材料, 其研发水平直接决定氢能储存、运输与应用的规模化进程, 而储氢材料的研发本质是多学科深度融合的过程——物理学科为材料微观结构解析、相变机制阐释、性能规律认知提供核心理论支撑, 数学学科则为材料性能预测、结构优化、机理建模提供精准的方法工具, 二者的深度融合是突破储氢材料研发瓶颈的关键^{[1][2][3]}。

当前, 我国新能源储氢材料领域正处于从“跟跑”向“并跑、领跑”转型的关键阶段, 对既掌握扎实数学与物理基础, 又熟悉储氢材料研发规律、具备跨学科协作能力的复合型研究生人才需求日益迫切^{[4][5][6][7]}。但传统单一学科培养模式存在明显局限: 数学专业研究生往往缺乏对储氢材料物理特性、实验流程的认知, 其构建的数学模型难以贴合实际科研场景, 实用性不足; 物理/材料专业研究生则存在数学工具运用不熟练的短板, 难以通过精准建模实现材料性能的高效优化与机理的深度解析, 形成“物理直觉缺乏数学支撑, 数学方法脱离物理场景”的能力困境, 难以应对储氢材料研发中复杂的科研难题和产业需求^{[8][9]}。

因此, 构建数学与物理交叉融合的研究生跨学科培养体系, 既是突破储氢材料研究瓶颈、推动技术创新的关键举措, 也是深化研究生教育教学改革、培养符合产业发展需求的复合型科研人才的核心路径。本文基于高校数学、物理与材料学科协同育人实践, 结合自治区级教学改革项目、项目式教学实践及产学研协同育人探索成果, 系统阐述数学与物理交叉视角下研究生跨学科培养模式的构建逻辑、实践路径,

结合具体案例验证其应用成效, 为理工科领域跨学科研究生培养提供可复制、可推广的实践参考与教改范式。

2 数学与物理交叉培养体系的构建逻辑与实践路径

立足新能源储氢材料领域的人才需求导向, 遵循“理论筑基、科研赋能、实践成才”的培养理念, 紧扣“跨学科融合”核心, 构建“基础理论融合+前沿科研驱动+实践平台支撑”的三维跨学科培养体系, 将数学与物理交叉融合贯穿研究生培养全过程, 实现“理论学习、科研实践、能力提升”的闭环培养, 着力提升研究生的跨学科思维、科研创新能力与行业适配能力。

2.1 基础课程: 构建打破边界的交叉理论模块

打破数学、物理、材料学科之间的课程壁垒, 重构核心课程体系, 坚持“理论与实践结合、学科与产业对接”, 将数学与物理的基础理论与储氢材料领域的实际需求有机融合, 避免课程内容与科研、产业脱节, 重点培养研究生“用数学语言描述物理现象, 用物理思维解读数学模型”的跨学科核心能力。

数学类课程优化: 在《数值分析》《偏微分方程》《概率论与数理统计》《矩阵分析》等核心课程中, 嵌入储氢材料相关的案例教学, 摒弃抽象化、纯理论化的教学模式。例如, 在《偏微分方程》中, 结合储氢过程中氢气在材料内部的扩散规律, 讲解扩散方程的建立与求解; 在《数值分析》中, 引入储氢材料热力学参数的数值拟合、储氢容量的数值预测等案例, 让研究生直观理解数学方法在储氢材料研究中的应用场景与核心价值, 提升数学工具的实际运用能力。

物理类课程升级：在《固体物理》《材料热力学》《凝聚态物理》《材料物理》等课程中，主动引入数学建模方法，打破“重实验、轻理论建模”的教学惯性。重点讲解密度泛函理论（DFT）的数值实现、分子动力学模拟的数学原理、材料微观结构的量化分析方法，引导研究生从数学视角解读材料的物理特性、相变机制与储氢性能之间的内在关联，培养其用数学工具解析物理问题的思维习惯。

交叉专题课程增设：针对性开设《储氢材料的数学物理建模》《跨学科科研方法导论》《新能源材料前沿进展》等专题课程，直接对接储氢材料前沿研究场景与产业需求。课程采用“案例教学+小组研讨+实践操作”的模式，系统讲解从物理现象抽象数学模型、用数学方法解决物理问题的完整流程，强化研究生的跨学科思维训练，实现理论知识与科研实践的精准衔接，为后续科研训练奠定坚实基础。

2.2 科研训练：推行项目驱动的跨学科实践模式

以新能源储氢材料领域的实际科研项目为核心载体，打破单一学科科研训练的局限，推行“双导师制+课题组交叉协作”的培养模式，让研究生在真实科研场景中锤炼跨学科协作能力与创新能力，实现“科研实践中提升能力，能力提升中推动科研”的良性循环，彰显教改实践的实效性。

建立跨学科双导师制，为每位参与培养的研究生配备两名导师，形成“优势互补、协同育人”的指导机制。一名为数学领域导师，负责指导研究生掌握数学建模、数值模拟、数据分析等核心方法，协助其构建贴合科研实际的数学模型；另一名为物理/材料领域导师，负责指导研究生开展储氢材料合成、实验设计、物理机制分析等实验操作，引导其将数学模型与实验实践相结合。两位导师协同制定个性化培养方案，全程参与研究生的科研指导、论文撰写与能力考核，确保跨学科培养的针对性与实效性。打破单一学科课题组的界限，组建“数学-物理-材料”跨学科课题组，围绕储氢材料的核心研究方向（如新型储氢材料设计、储氢性能优化、微观机制调控、储氢系统仿真等），明确各学科研究生的分工与协作要点，让研究生全程参与“储氢材料微观结构模拟→性能预测→实验验证→模型优化”的完整科研链条。在协作过程中，鼓励研究生主动学习不同学科的研究方法与思维模式，提升跨学科沟通能力、协作能力与问题解决能力，培养其团队协作意识与跨学科科研素养。打破传统以论文发表为核心的单一考核模式，深化研究生考核评价体

系改革，将研究生在科研项目中的跨学科贡献纳入考核指标体系，构建“过程性考核+成果性考核”相结合的多元化考核模式。重点考核研究生的数学模型构建能力、物理机制分析能力、跨学科协作成效、科研创新成果等内容，鼓励研究生聚焦储氢材料领域的实际问题，产出具有跨学科特色的科研成果（如跨学科论文、专利、模型优化方案等），激发研究生的跨学科创新积极性，推动科研训练与人才培养深度融合。

2.3 平台支撑：搭建跨学科资源整合与共享体系

依托高校重点实验室、教学实践平台及产学研合作资源，搭建“硬件+软件+交流”三位一体的跨学科培养支撑体系，为研究生提供全方位的实践条件与交流平台，破解跨学科培养中“资源分散、实践不足”的难题，保障跨学科培养模式的顺利推进。实验与仿真平台共享：整合高校物理表征实验室、材料合成实验室与数学仿真计算平台，实现资源开放共享。物理表征实验室配备X射线衍射仪（XRD）、透射电子显微镜（TEM）、比表面积测试仪、储氢性能测试仪等设备，满足研究生开展储氢材料合成、性能测试等实验操作的需求；数学仿真计算平台搭载MATLAB、VASP、Gaussian、Origin等专业软件，为研究生开展数值模拟、模型优化、数据分析等理论研究提供支撑，实现理论与实验实践的深度融合。建立常态化跨学科学术交流机制，定期举办“数学-物理-材料”跨学科学术研讨会。

3 未来展望与优化方向

数学与物理交叉视角下的研究生跨学科培养模式，结合新能源储氢材料领域的快速发展与研究生教育教学改革的不断深化仍存在一些需要优化完善的地方。未来，将围绕“提质增效、创新升级”的目标，从课程体系、校企合作、评价体系三个方面进一步深化改革，推动跨学科培养模式的常态化、规模化、高质量发展。

3.1 动态调整课程体系，强化前沿性与适配性

随着新能源储氢材料领域的技术迭代与研究进展，持续更新交叉课程内容，引入机器学习、量子计算、大数据分析等新兴技术与数学物理的融合模块，增设《储氢材料的机器学习建模》《量子力学与材料设计》等前沿课程，保持课程体系的前沿性与时代性。同时，建立课程内容动态调整机制，定期调研产业需求与科研前沿，结合研究生培养反馈，优化课程案例与教

学方法,进一步提升课程与科研、产业的适配性,确保研究生掌握的知识与技能能够满足领域发展需求。

3.2 深化校企合作,构建产学研协同育人机制

进一步加强与新能源企业、科研院所的合作,建立“产学研”协同培养机制,共建跨学科培养基地与实践平台,邀请企业研发人员参与课程教学、科研指导与考核评价,将企业的实际研发项目引入研究生培养过程,让研究生参与企业的真实研发任务,提升其解决行业实际问题的能力。同时,推动校企联合培养研究生,实现“订单式”人才培养,缩短研究生从校园到岗位的适应周期,进一步提升研究生的就业竞争力与行业适配性。

4 结语

面对新能源储氢材料领域对跨学科复合型人才的迫切需求,深化研究生跨学科培养改革是必然选择。本文提出的以数学与物理交叉为核心的研究生跨学科培养模式,通过构建“基础理论融合+前沿科研驱动+实践平台支撑”的三维培养体系,有效打破了学科壁垒,弥补了传统单一学科培养模式的短板,提升了研究生的跨学科思维、科研创新能力与行业适配性。未来,我们将继续深化教学改革,不断优化培养体系、完善支撑条件、创新培养模式,推动跨学科培养模式的常态化与规模化,进一步提升研究生培养质量,为新能源领域的技术创新与产业发展输送更多复合型科研人才,同时为理工科其他领域的研究生跨学科培养提供可借鉴的教改范式与实践路径。

参考文献:

- [1] 孙亮,胡艳艳.学科交叉型研究生导师团队建设路径探索[J].教育教学论坛,2025,(49):115-118.DOI:10.20263/j.cnki.jyjxlt.2025.49.043.
- [2] 李丹,田真,张钊,等.研究生跨学科项目驱动下多导师培养模式探索[J].山西青年,2025,(18):140-142.
- [3] 元丽梅,孙丹丹.基于“科研项目”驱动的研究生培养模式研究[J].高教学刊,2025,11(03):22-26.DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.03.006.
- [4] 韩广,王国玉,曹丽转,等.新能源材料方向研究生多方位培养模式探索[J].高教学刊,2025,11(01):59-62.DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.01.013.
- [5] 姬晔.多学科交叉的创新型研究生培养:要义、障碍与对策[J].黑龙江高教研究,2024,42(09):89-94.DOI:10.19903/j.cnki.cn23-1074/g.2024.09.009.
- [6] 赵荣.多元主体协同视角下专业学位研究生双导师制实施困境与优化路径研究[D].吉林外国语大学,2024.DOI:10.27833/d.cnki.gjlhw.2024.000261.
- [7] 冯超,魏勇,张素红.新工科背景下“大学物理”与“高等数学”教学融合研究[J].科教导刊,2024,(03):98-100.DOI:10.16400/j.cnki.kjdk.2024.3.032.
- [8] 徐玉胜.“双导师制”对专业硕士培养质量的影响研究[D].武汉大学,2022.DOI:10.27379/d.cnki.gwhdu.2022.002063.
- [9] 倪燕茹.与高等数学“同步”开设的大学物理课程教学研究[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2016,30(01):99-102.DOI:10.13804/j.cnki.2095-6991.2016.01.025.

作者简介: 宁华(1982.09—),女,壮族,广西南宁人,博士,教授,研究方向:凝聚态物理。
蒙志鹏(1982.12—),男,汉族,广西南宁人,硕士,实验师,研究方向:计算机科学。
黄毅(1989.08—),男,壮族,广西贵港人,博士,副教授,研究方向:计算物理。

通讯作者: 郑皓元(1995.11—),男,满族,广西南宁人,博士,讲师,研究方向:材料学。

项目信息: 广西研究生教育创新计划项目,广西学位与研究生教育改革课题-JGY2025126和JGY2026125。