

面向产教融合深化的研究生多学科交叉培养： 模式创新与实现逻辑

高荣礼 陈刚 邓小玲 符春林 蔡苇

重庆科技大学材料与新能源学院 重庆 401331

【摘要】：在科技快速发展驱动下，学科边界日益模糊，跨学科研究已成为知识创新与应对复杂社会挑战的核心路径。在此背景下，构建适应新时代需求的多学科交叉融合研究生培养体系具有重要价值。本文首先系统分析了当前研究生教育所面临的挑战与机遇，核心聚焦于传统单一学科培养模式在提升研究生复杂问题解决能力方面的局限性。进一步通过文献计量分析与多案例比较研究，综合梳理了国内外高校在 multidisciplinary 交叉融合研究生培养实践中的有效经验与现存瓶颈问题。最后本论文凝练了多学科交叉融合培养机制在提升研究生教育效能、塑造复合型创新人才方面的关键作用及其演进趋势，并论证了持续机制创新与深化开放协作对于保障高层次创新型人才培养质量的核心意义。

【关键词】：多学科交叉融合；研究生培养；机制创新；实践探索

DOI:10.12417/2705-1358.25.16.061

1 研究背景与意义

在当今知识爆炸的时代，单一学科的知识体系已难以满足日益增长的解决复杂问题能力的需求，多学科交叉融合已成为推动科学进步和技术创新的重要动力^[1]。高等教育作为知识传承与创新的主阵地，其研究生培养机制亟需适应这一趋势，培养具有宽广知识视野、创新思维能力和跨学科解决问题能力的高层次人才^[2]。

在科技革命与产业变革深度交织的背景下，学科边界加速消融，多学科交叉融合已成为科学技术发展的核心趋势。材料科学作为物理、化学、生物学、工程学等多学科交叉的典型领域（如图1所示），其发展水平直接关系国家战略新兴产业竞争力。数据显示，21世纪以来44.6%的诺贝尔奖成果具有交叉学科特征，中国科学院院士中具有交叉背景者占比达45.1%，印证了学科交叉对创新人才培养的关键作用。



图1 材料科学交叉学科

2 目前研究存在的问题

然而，当前材料科学交叉学科研究生培养面临多重困境：一是结构性矛盾，85%高校存在学科经费使用壁垒，交叉成果在学科评估中权重不足15%；二是培养模式单一，课程体系呈现“拼盘化”，缺乏系统性知识整合；三是导师协作薄弱：单一导师制难以支撑跨领域研究需求；四是评价机制滞后：传统学科评审体系边缘化交叉创新成果。

2.1 制度性壁垒阻碍学科融通

重庆科技大学的传统学科组织架构根植于石油、冶金等优势学科，形成了刚性院系分割体系。尽管已凝练形成八大交叉学科集群，但资源配置仍沿袭单一学科逻辑：2024年数据显示，87%的科研经费通过院系垂直下拨，仅13%设立为交叉学科专项基金；传统石油工程、冶金工程学科占据超60%的大型设备预算，而新兴交叉领域如“数智冶金”“智慧安全”主要依赖竞争性项目经费。这种碎片化资源分配模式导致跨学科项目难以获得持续性投入，典型表现为非常规油气开发全国重点实验室的先进勘探设备主要服务于石油工程学科，新材料研发团队共享使用率不足35%。

更深层次的矛盾在于评价体系与学位授权障碍。交叉学科研究生面临“身份认同困境”——如“海洋天然气水合物开发”项目学生需挂靠石油工程学科授予学位，但其30%的核心课程

作者简介：高荣礼（1981-），副教授，硕士生导师，研究方向为研究生培养模式（通讯作者）

基金项目：1.重庆市高等教育学会高等教育科学研究课题(cqgj23119C)，2.重庆市教育科学规划课题一般课题，应用型本科院校材料科学交叉学科研究生培养机制研究，K23YG2150402；3.中国成人教育协会成人继续教育科研规划课题(2023-588Y)；4.重庆科技大学研究生教育教学改革研究项目(YJG2022y004, YJG2022y005, YJG2025y007)。

来自材料科学与工程学科，导致学位认证与培养内容严重错位。在成果认定方面，传统评价标准与交叉研究的协作性本质冲突：学科评估要求论文仅认“第一作者/通讯作者单位”，专利归属“第一专利权人”，忽视了跨学科团队的平等贡献。这种制度性贬值直接抑制了师生参与交叉项目的积极性。

2.2 课程体系与产业需求错位

从课程体系与产业需求来看，存在如下问题。一是知识更新滞后产业迭代，传统冶金工程课程中，智能化控制、低碳冶炼等前沿内容占比不足 20%，而重庆市“33618”现代制造业集群对绿色冶金技术需求增长率达 45%；二是跨学科课程供给不足，虽然已经建成了上百门校企合作课程，但真正实现跨院系学分互认的仅 21%，远低于全国 37% 的平均水平；三是实践能力培养薄弱，企业反馈指出，研究生解决复杂工程问题的能力达标率仅 65%，尤其在“人工智能+能源装备”等交叉领域存在显著能力缺口。这种错位导致培养质量与产业需求的结构失衡，尽管学校学科专业对重庆现代制造业集群支撑度达 87%，但毕业生进入战略性新兴产业的比例仅 35%，仍有 20% 集中于传统石油冶金行业。

2.3 导师协同机制缺失

多学科指导面临“双导师制”虚化问题，很多企业导师从未与研究生见过面，只有少部分企业导师参与了开题答辩、中期答辩或毕业答辩等环节，全过程指导率非常低。其根源在于制度保障缺失，一是未明确交叉项目中导师分工与成果分配规则；二是跨院系指导不计入基本工作量，或者是超过一定工作量的额外部分算是“做贡献”，导致教师参与动力严重不足；三是不同学科导师缺乏常态化交流机制，有些甚至几十年都不曾交流过，导致“智慧安全”等交叉项目出现研究方向离散化。

2.4 产教融合深度不足

尽管学校构建了“2461”培养模式（校企双主体协同、教学研用四结合），但实践层面存在“三低”现象。一是企业参与层级低：83%的合作局限于提供实习基地，包括几天时间的认识实习和四周的生产实习，仅 17% 涉及核心技术研发；二是科研转化率低，横向课题中产生技术专利的占比不足 30%；三是平台共享率低：校企共建实验室设备年均使用时长不足 500 小时。深层次矛盾在于缺乏利益共享机制——企业担忧技术泄露，学校考核偏重论文导向，导致产教融合陷入“表面协同”困局。

3 改革路径：四维协同破解融合壁垒

3.1 课程体系重构：“三阶赋能”模型

针对课程与产业需求脱节，学校构建了“基础融通-核心整合-实战提升”三阶课程链。一是基础融通层，打破院系壁垒，

设立 6 个跨学科课程模块，要求研究生必修 2 学分外院课程。开发《人工智能导论》《低碳能源系统》等通识核心课，采用“理论讲授 30%+跨学科案例研讨 40%+虚拟仿真实验 30%”的混合教学模式；二是核心整合层，围绕八大学科集群，建设“交叉项目包”课程群。三是实战提升层：在西部（重庆）科学城智慧创新中心开设“产业靶向课”，引入中冶赛迪“钢铁智能制造数字孪生系统”等企业真实项目，学生组队完成从方案设计到原型开发的全流程实战。2024 年此类课程学时占比提升至 35%。在技术赋能破解实施瓶颈方面，开发了“雨课堂+智能体助教”系统，工程管理专业应用“量价精灵”智能体支持跨院选课，实现冲突课程的弹性学习，选课完成率达 92%。

3.2 导师制度变革：三维动态协同

创新“校内-企业-交叉平台”三级导师协同机制。一是双聘教授制度，引进企业专家担任产业教授，组建等跨学科导师组，校内导师主导理论创新，企业导师负责工程实现，共同制定培养方案。2024 年企业导师参与开题、中期、答辩全流程指导率提升至 85%；二是导师研修工坊，定期举办“学科思维融合工作坊”，通过冶金+大数据、化工+AI 等交叉课题设计，打破导师学科认知壁垒。2025 年数据显示，参与导师的联合发文量增长 150%。

3.3 平台赋能体系：虚实融合共生

学校投资了 2.1 亿元建成数智冶金产教融合虚实一体化平台，构建“四维赋能”生态。一是虚拟仿真层，基于数字孪生技术开发钢铁制造全流程虚拟车间，覆盖“铁-钢-铸-轧-检”11 个工艺环节，研究生可模拟高炉冶炼异常工况处置，单次实验成本降低 90%；二是实体共享层，在岳麓山大学城推行设备“一卡通”，36 类大型仪器实现跨校预约，非常规油气开发实验室等国家级平台开放共享，设备使用率从 35% 提升至 58%；三是数据融通层，集成企业生产数据流构建工业知识图谱，为“垃圾焚烧发电装备智能优化”等项目提供实时数据支撑，研发周期缩短 40%。

3.4 评价体系革命：贡献度量化模型

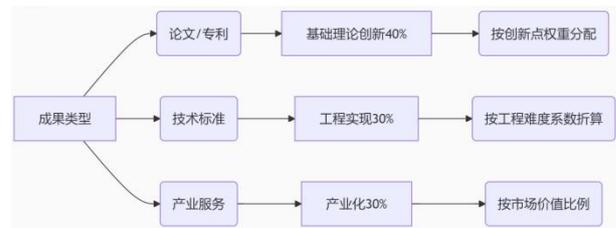


图 2 贡献度量化模型

创新设计“项目制贡献度量化模型”（如图 2 所示），破解成果认定难题。一是多维评价指标，设立“创新性（40%）、

工程价值(30%)、产业效益(30%)”三维度,通过专家盲评+企业估值+市场验证复合赋权;二是动态反馈机制,依托雨课堂、超星等平台采集学习过程数据,AI智能体实时生成能力成长雷达图,动态调整培养方案。在工程管理专业试点中,学生复杂问题解决能力达标率提升至91%;三是分类激励机制,职称评审增设“交叉学科成果”类别,按实际贡献值折算工作量。参与“低碳冶金”项目的教师,其合作论文被纳入交叉学科序列认定,助力8人晋升高阶职称。

4 实践检验:改革成效与数据验证

4.1 培养质量显著跃升

多学科能力全面提升,2025年研究生跨学科课程选修率达100%,较2020年增长310%;“数理科学与大数据技术”集群研究生在第三届全国研究生材料实验分析大赛斩获一等奖,实验设计融合材料科学与人工智能算法。就业质量突破性进展:毕业去向落实率连续7年保持100%,其中扎根川渝地区比例达60%,投身新能源、智能制造等战略性新兴产业比例从35%提升至52%,实现“培养一人、就业一企、服务一链”的精准输出。企业满意度调查显示,研究生解决复杂工程问题能力达标率从65%提升至89%。

4.2 创新成果爆发增长

科研能级跨越发展,2024年科研合同经费突破3.5亿元,较改革前增长120%,企业横向经费占比80%以上,稳居全国高校百强。交叉成果量质齐升:在“油气勘探+人工智能”领域,研发非均质多重介质碳酸盐岩有水气田水侵防控体系,获

重庆市科技进步一等奖;在“冶金+环保”方向,突破锌冶炼渣与低品位铅锑矿协同冶炼技术,实现大极板铅电解装备国产化,获教育部科技进步二等奖。技术转化效率倍增:专利转让数从年均28件增至86件,成果转化率提升至68%,服务企业1300余家,2次跻身中国科技成果转化百强高校。

4.3 模式推广价值验证

政策体系辐射全国,学校牵头制定的《成渝应用型高校产教融合联盟课程互认标准》被21所高校采用;“贡献度量化模型”纳入教育部学位中心主题案例库。平台技术广泛输出,冶金虚拟仿真系统推广至北京科技大学等30所高校及宝武集团等100余家企业,累计培训10万人次,助力重钢集团员工获世界网络炼钢挑战赛冠军。培养范式示范引领:工程管理专业“研需求·融思政·组模块·重评价”模式获国家级教学成果奖,建成国家级一流课程2门,被《重庆日报》专题报道。

5 结论与展望

重庆科技大学的改革实践表明,突破多学科交叉融合困境需系统推进制度重构、资源重组、文化重塑三重变革。通过构建“四维协同”培养体系,学校实现了从单一学科导向向产业需求导向的根本转变,为行业特色型高校提供了可复制的范本。未来改革需进一步聚焦三方面深化:一是学位授权弹性化,推动交叉学科自主学位授予权从试点走向常态,建立“学科交叉度”监测评估体系;二是导师激励长效化,设立跨学科项目孵化基金,完善双聘教授晋升通道;三是数智融合深度化,开发“人工智能+”课程认证标准,建设跨学科知识图谱平台。

参考文献:

- [1] 李想,徐跃杭.协同创新体系下研究生创新能力的培养[J].内蒙古教育:C,2015,(10)
- [2] 欧阳国桢,李翔宇.学科交叉重点实验室实证研究——以华南理工大学为例[J].科技管理研究,2015,(2):69-72
- [3] 高磊.研究型大学学科交叉研究生培养研究[D].上海交通大学博士学位论文,2014-06-12.
- [4] 苏玉荣.大学生创新能力培养模式研究[D].武汉理工大学硕士学位论文,2013-05.
- [5] 陈磊.“10年后,科技与你这样相遇”[J].科技日报,2016,(08).
- [6] 教育部.《关于“双一流”建设高校促进学科融合加快人工智能领域研究生培养的若干意见》[Z].2020.
- [7] 民进中央.《关于加快高校交叉学科建设培养科创领军人才的提案》[R].2024.
- [8] MIT Interdisciplinary Graduate Programs Report[R].2022.
- [9] 轩福贞.精准供给、融合培养、多维评价全面深化创新型卓越工程人才培养改革[J].教育研究,2025.
- [10] 刘诗波等.跨越场域壁垒:“四环交互”教育硕士培养的实践探索[J].教育发展研究,2025.