

冶金行业“双链”深度融合发展研究

郭海丰 李文义

辽宁科技学院, 辽宁 本溪 117004

摘要: 冶金产业绿色化、智能化与高端化演进, 对学科供给适配速度和交叉协同能力提出更高要求。本文以冶金产业链与高校学科链为对象, 结合产业需求—学科供给耦合关系, 对需求响应、学科交叉、校企要素流动及制度保障等环节展开分析。研究发现, 产业技术迭代与学科调整存在时滞, 传统学科边界限制复合能力形成, 校企资源交换和利益评价机制尚未形成稳定闭环, 据此提出需求动态识别、“冶金+数字化”学科重构、创新要素贯通及利益评价协同路径, 为冶金行业“双链”由项目合作转向系统耦合提供思路。

关键词: 冶金行业; 产业链; 学科链; 双链融合; 协同发展

DOI: 10.64649/yh.shygl.issn3105-0085.202607020

0 引言

冶金行业具有流程连续、装备密集和技术耦合度高等特征, 钢铁深加工正由规模扩张转向品种质量、绿色冶炼和数智控制并重的发展阶段, 企业对材料性能调控、智能装备、过程控制及工业数据应用等复合能力的需求增加。地方应用型高校长期形成的冶金、材料、机械、控制等学科体系具备行业基础, 但专业设置、科研组织和人才培养仍较多沿学科边界运行, 产业现场的新问题难以及时进入学科建设链条, 产业链需求与学科链供给之间的衔接质量, 已成为行业特色高校服务区域冶金产业升级的重要议题。

1 冶金行业“双链”深度融合的现实基础

1.1 冶金产业链升级对学科供给的需求牵引

冶金产业链由资源获取、冶炼加工、材料制备、装备支撑和深加工应用等环节构成, 各节点之间存在明显的工艺传递与技术依赖, 产业升级往往不是单一设备或单项工艺改良, 而是材料、机械、控制和数据技术共同作用的结果。高强钢、特种合金、低碳冶炼及智能检测等需求进入企业后, 会同步形成新工艺机理研究、装备改造、控制模型优化和复合型人才补充等任务, 产业链由此向高校提出具有跨学科属性的知识与技术需求。行业特色高校的学科供给不能停留在既有专业目录的静态对应, 而需识别产业链技术节点、能力缺口和人才规格的变化, 将企业工程问题转化为学科方向调整、科研任务组织与人才培养内容, 形成产业需求牵引学科资源配置的基础关系。

1.2 高校学科链交叉融合对产业发展的支撑作用

高校学科链并非多个专业的简单并列, 而是围绕复杂工程问题形成知识、平台和团队之

间的关联结构, 冶金工程提供冶炼机理与工艺基础, 材料学科承担组织性能调控, 机械学科支撑装备设计与运行保障, 控制及人工智能相关方向则进入过程感知、参数优化和质量预测。产业技术向绿色化、智能化方向演进时, 单一学科难以完整解释高温多相反应、装备状态、能源消耗和产品质量之间的联动关系, 学科交叉由补充性合作转向解决产业复杂问题的组织条件。相关研究强调, 产教深度融合需要面向产业需求重组创新资源, 促进教育供给侧与产业需求侧共生发展, 行业特色高校据此形成“冶金+材料+机械+数字化”的学科关联网络, 能够将分散知识转为面向冶金现场的综合解决能力^[1]。

1.3 产业需求侧与学科供给侧的双向耦合关系

产业需求侧与学科供给侧之间具有双向反馈特征, 产业链先以技术瓶颈、岗位能力和工程场景释放需求信号, 高校据此调整研究方向、课程模块和团队组合, 人才、技术、设备等要素在联合项目与共享平台中重新配置; 学科链形成的知识成果和复合能力进入冶炼控制、装备运维、材料研发等场景后, 又会改变企业技术边界并催生新的产业需求。深度融合的关键不在于合作数量增加, 而在于需求传导、要素耦合与价值反馈形成连续闭环, 教学过程能够吸收产业技术迭代, 科研任务直接对应生产问题, 企业对成果应用和人才能力的反馈再进入学科调整环节。产业链需求与学科链供给的双向耦合关系, 二者在循环反馈中由外部联系转向结构性嵌合。

2 冶金行业“双链”深度融合的现实制约

2.1 产业需求识别滞后, 学科布局响应不足

冶金企业的技术需求具有现场性和动态性,

同一生产环节可能因原料条件、产品规格、节能目标或装备状态变化而出现新的技术任务,而高校获取产业信息仍较多依赖阶段性调研、合作项目申报和毕业生反馈,需求识别存在明显时滞。部分学科专业调整沿既有师资、课程和实验条件展开,对钢铁深加工、高端材料、智能控制等产业变化缺少连续跟踪,企业提出的工艺优化、数字化改造需求难以快速进入研究方向和培养方案,产业需求与学科供给之间形成时间错位。孙刚成等对教育与产业结构耦合关系的研究指出,人才培养体系与产业结构之间仍存在协调差异,对应到冶金行业,“需求变化快、学科调整慢”的矛盾直接限制“双链”从一般合作转向深层匹配^[2]。

2.2 传统学科边界明显,交叉融合程度不深

冶金、材料、机械和控制等传统优势学科长期形成相对独立的知识体系与资源配置方式,教师科研方向、实验平台和课程组织往往围绕本学科评价口径展开,跨学科任务进入后容易被拆分为多个局部问题,缺少围绕冶金生产全过程的系统集成。数字孪生、工业互联网、人工智能等技术进入冶金场景,需要同时理解工艺机理、设备约束和数据特征,但现有交叉合作较多依赖个别团队或临时项目,稳定的学科群组织、共享课程模块与联合科研载体仍显不足。学科边界没有转化为协同接口时,“冶金+数字化”容易停留在技术工具叠加层面,数据模型与工艺机理相互割裂,学科链内部难以形成支撑产业复杂问题的连续能力。

2.3 校企资源流动受限,融合过程协同不足

校企合作中人才、技术和设备等创新要素尚未形成稳定的双向流动机制,高校教师进入企业多集中于短期调研或项目节点,企业技术骨干参与人才培养又受生产任务、岗位考核和时间成本约束,双方对持续投入的预期并不一致。部分联合实验室、产业学院具有合作载体,但企业真实技术问题向科研课题转化的规则不清,学校实验平台向企业开放、中试验证、知识产权归属及成果收益分配缺少细化安排,合作容易围绕单项项目展开。现代产业学院研究已注意到不同主体利益诉求和资源交换对合作稳定性的影响,冶金“双链”融合面对高投入、长周期工程任务时,要素流动受阻会进一步放大教学、科研与生产过程之间的断点^[3]。

2.4 利益评价机制不健全,长效融合支撑不足

现有高校评价体系仍较重视论文、项目级别等学术成果,教师长期服务企业生产现场、承担工艺改进或成果中试所投入的时间,在职

称评价、绩效分配中的识别度有限,服务产业的价值难以稳定转化为学科建设资源。企业侧更关注技术成熟度、应用周期和经济收益,高校侧强调知识创新与人才培养,两类价值尺度缺少统一的项目评价和收益确认规则,合作目标容易在实施阶段发生偏移。李玉倩提出行业产教融合共同体需要围绕产业需求形成协同运行逻辑,而冶金“双链”融合在责任共担、成果共享和持续投入方面尚未建立清晰制度,评价导向与利益安排不足以支撑长期耦合^[4]。

3 冶金行业“双链”深度融合的发展路径

3.1 建立产业需求动态识别机制,优化学科布局响应

产业需求动态识别应从周期性调研转向连续监测,以冶金产业链的关键技术节点为基本单元,建立企业技术需求、岗位能力变化和产业政策信息的采集目录,将绿色冶炼、钢铁深加工、智能装备与过程控制等领域纳入常态跟踪。高校可联合行业协会、重点企业和地方产业部门建立需求信息池,按照技术成熟度、产业影响范围和学科关联度进行分类,形成年度需求清单与中期趋势图谱,学科建设部门据此识别方向空缺和资源重复,压缩需求进入专业调整、团队组建及科研布局的传导层级。学科响应不宜简单跟随单个企业的短期订单,而要从多源需求中提取共性工程问题,对连续出现的智能检测、能源优化、材料性能控制等需求设置交叉方向和课程模块,形成“需求识别—学科评估—资源调整—产业反馈”的动态校准机制,并按需求频次与技术关联度形成学科预警阈值,为新增方向、课程更新和团队调整提供同一判断依据。

3.2 重构“冶金+数字化”学科体系,强化交叉协同能力

“冶金+数字化”学科体系重构应以产业复杂问题为组织轴线,弱化传统院系边界对资源协同的限制,将冶金工程、材料科学与工程、机械工程、控制科学及人工智能相关力量按任务链组合,形成面向绿色冶炼、智能制造和高端材料的交叉学科单元。课程层面可围绕冶金流程数据、智能检测、装备状态监测和工艺优化设置模块化课程群,在保留冶金机理与材料基础的同时嵌入工业数据分析、建模控制和数字孪生内容,学生以真实工艺变量和设备约束理解数字技术,避免算法学习脱离行业语境。科研层面设置跨学科项目负责人和共享实验平台,重大工程任务按“工艺问题—数据表征—模型构建—现场验证”组织团队,聚焦学科交

叉的创新人才培养研究也强调科研载体、实践机会与反馈机制的协同,学科链由专业并列转向围绕产业问题协同运行,交叉课程、科研平台与教师团队共享同一工程任务链,减少学科之间重复建设和成果接口断裂^[5]。

3.3 畅通校企创新要素流动,推进教学科研与产业过程融合

校企创新要素流动需要依托实体化载体和明确规则,把企业生产问题进入高校、学科成果返回产业现场的路径固定下来,可围绕冶金行业共性技术建设联合实验室、中试平台或现代产业学院,由校企共同发布技术任务并建立项目筛选机制。企业技术骨干以产业教授、项目导师等身份进入课程和科研团队,负责提供工艺边界、设备参数与验证场景,高校教师和学生围绕真实任务开展机理分析、方案设计与数据建模,阶段成果在企业现场或中试环节接受验证,未达到工程约束的方案返回团队继续修正。平台开放、数据使用、设备共享和知识产权归属应在项目启动前形成清单化约定,成果收益依据技术贡献、资源投入和转化责任进行分配,人员交流与项目评价同步记录,教学、科研和产业过程由松散衔接转为连续嵌入,项目全过程同步沉淀案例、数据与验证记录,成熟成果再转入课程资源和后续技术任务。

3.4 完善利益共享与评价机制,健全“双链”融合保障体系

长效融合需要建立与“双链”耦合程度相匹配的利益共享和评价体系,高校评价可将企业技术难题解决、成果中试应用、产业课程建

设及联合平台运行纳入教师业绩,依据任务复杂度、实际贡献和持续服务周期设置分类指标,避免以论文数量替代产业服务价值。校企联合项目建立共同决策与分级负责机制,对项目目标、投入资源、成果权属和退出条件作前置约定,企业获得技术改进和人才储备,高校获得真实工程场景、科研问题与学科建设资源,双方利益在持续合作中形成可核验的对应关系。学校层面再以学科服务产业贡献度、交叉团队稳定性、企业重复合作率和成果应用情况作为“双链”运行观察指标,定期反馈至资源配置和学科调整环节,保障机制由一次性政策激励转向规则化治理,并将评价结果与平台投入、团队支持及交叉方向建设相联动,保持校企合作规则与学科资源配置之间的一致性。

4 总结

冶金产业转型正在由单一产能扩张转向技术升级、绿色发展与数字化重构并行推进,产业链对复合人才、交叉技术和科研供给的需求愈加突出,产业链与学科链深度融合的关键,在于打破高校学科资源与企业生产场景之间的边界,让产业需求持续牵引学科调整,学科创新反向支撑工艺改造与技术迭代。面向冶金行业高质量发展,两条链需在人才、技术、平台和制度层面形成稳定协同关系,逐步构建需求可感知、资源可流动、成果可转化、反馈可调适的融合生态,为传统冶金产业转型及地方高校服务区域发展拓展新的实践空间。

参考文献:

- [1] 申妍瑞,胡纵宇.新质生产力与产教深度融合双向赋能:现实困境与实践路径[J].中国高科技,2024(5):89-93.
- [2] 孙刚成,杨姝姝,古兰君.我国研究生教育与产业结构耦合协调发展现状与对策[J].黑龙江高教研究,2023,41(12):92-100.
- [3] 聂雪霞,李化树,马欣灵.共生理论语境下现代产业学院建设的困境及路径探析[J].文教资料,2022(7):159-163.
- [4] 李玉倩.新质生产力视角下行业产教融合共同体建设逻辑与路径[J].南京社会科学,2023(12):122-129.
- [5] 朱秘,廖宁生,彭波,等.聚焦学科交叉融合的“人工智能+X”时代创新人才培养模式探索[J].计算机教育,2024(9):5-10.

作者简介:郭海丰(1979.08—),男,汉族,辽宁阜新人,研究生,高级实验师,研究方向:机器人工程。

李文义(1980.05—),男,汉族,辽宁营口人,研究生,副教授,研究方向:机器人工程。

项目信息:辽宁省“十五五”教育科学规划课题(冶金行业“双链”深度融合发展研究)。