

# 新工科背景下矿物加工工程专业改造升级路径及实施方案研究

孙美洁, 刘佳铄, 吕子奇, 涂亚楠, 王卫东, 吕海波, 徐志强

中国矿业大学(北京)化学与环境工程学院, 北京

收稿日期: 2026年7月8日; 录用日期: 2026年8月12日; 发布日期: 2026年8月24日

## 摘要

针对传统矿物加工工程专业存在的人才培养模式固化、学科交叉不足等问题, 文章立足新工科建设核心理念, 从课程体系、教学模式、实践平台、师资队伍、质量保障及国际化发展六个维度, 提出专业系统性改造升级路径。研究构建了“工科+”融合创新人才培养框架, 明确了横向学科交叉融合与纵向前沿技术赋能升级的转型模式, 设计了可操作的具体实施方案。该路径旨在培养具备“大工程观”、创新能力和国际视野的复合型工程人才, 为传统工科专业的现代化改革提供理论与实践参考。

## 关键词

新工科, 矿物加工工程, 改造升级, 人才培养, 实施方案

# Research on Transformation and Upgrading Path and Implementation Scheme of Mineral Processing Engineering Major under the Background of Emerging Engineering Education

Meijie Sun, Jiashuo Liu, Ziqi Lyu, Yanan Tu, Weidong Wang, Haibo Lyu, Zhiqiang Xu

School of Chemical & Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing

Received: July 8, 2026; accepted: August 12, 2026; published: August 24, 2026

## Abstract

Aiming at the problems of solidified talent training modes and insufficient interdisciplinary integration

**文章引用:** 孙美洁, 刘佳铄, 吕子奇, 涂亚楠, 王卫东, 吕海波, 徐志强. 新工科背景下矿物加工工程专业改造升级路径及实施方案研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(8): 314-319. DOI: [10.12677/ces.2026.148608](https://doi.org/10.12677/ces.2026.148608)

existing in the traditional mineral processing engineering major, this paper follows the core concept of emerging engineering education and proposes a systematic transformation and upgrading path from six dimensions, including curriculum system, teaching mode, practical platform, teaching staff construction, quality assurance, and international development. This study constructed an “Engineering Plus” integrated and innovative talent training framework, defined the transformation modes of horizontal interdisciplinary integration and vertical cutting-edge technology empowerment, and developed operable implementation schemes. This research aims to cultivate compound engineering talents with a comprehensive engineering vision, innovative ability and international perspective, and provides theoretical and practical references for the modernization reform of traditional engineering majors.

## Keywords

Emerging Engineering Education, Mineral Processing Engineering, Transformation and Upgrading, Talent Training, Implementation Scheme

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

矿物加工工程作为支撑国家矿产资源高效清洁利用的重要工科专业，长期以来为我国能源与原材料行业输送了大量专业人才。然而，随着全球能源结构转型、智能化技术浪潮冲击、新一轮科技革命、产业变革及“新工科”教育改革的深入推进[1]，该专业面临着生源质量下滑、人才培养模式固化、与新兴产业对接不足等多重挑战。传统以单一学科知识传递、行业特色鲜明但交叉融合不足的人才培养模式，已难以适应对创新型、复合型工程人才的新需求[2]。因此，探索新工科背景下矿物加工工程专业的系统性改造升级路径，构建一个多维联动、可实施、可持续的专业转型升级方案，不仅关乎专业自身的生存与发展，更是服务国家战略、推动行业技术进步的关键。

## 2. 新工科背景下专业改造升级的总体框架

新工科建设的核心在于“工科+”，即通过融入新理念、新技术、新模式，推动工科教育体系与育人形态的深度变革[3]。本研究在充分吸纳国际工程教育成熟理论成果[4]的基础上，立足矿物加工工程的学科属性与行业特色，深度融合智慧矿山、低碳资源利用的产业发展需求，对通用工程教育范式进行矿业特色化延伸，专业改造升级的总体框架坚持继承与创新并重，在保持其煤炭及矿产资源加工传统特色优势的前提下，以学科交叉融合与前沿技术赋能为抓手[5][6]，推动专业建设实现两大核心转型。

### 2.1. 横向学科交叉融合

打破传统单一学科壁垒与专业界限，以矿物加工工程专业核心知识体系为基础，与环境工程、化学工程、新材料科学、机械工程等相近工科专业交叉融合，推进多学科知识体系、课程体系、实践体系的深度交叉融合，拓展专业内涵与应用链条，培养具有“大工程观”的复合型矿业工程人才[7]。

### 2.2. 纵向前沿技术赋能升级

紧扣智慧矿山、绿色矿业的行业发展需求，深度融合人工智能、大数据、物联网、云计算、智能体等

新一代信息技术,推动矿物加工工程专业教学内容、方法与手段的智能化升级,培育适应矿业产业转型升级和新经济发展的高素质创新型专业人才。

总体实施路径遵循“理念更新-体系重构-平台建设-师资赋能-质量管控-国际拓展-持续改进”的闭环建设逻辑,全面推进专业内涵建设与教学改革创新,构建动态优化、长效运行的新工科专业建设生态体系,实现矿物加工工程专业的高质量改造升级。

### 3. 系统性改造升级路径与实施方案

#### 3.1. 课程体系重构与内容更新

增设交叉学科课程群[7]。聚焦智能选矿、绿色低碳等前沿方向,增设“矿物加工智能控制基础”、“矿业大数据与智能决策”、“选矿装备智能设计与运维”等跨学科课程,纳入专业选修模块,构建多维度、复合型的绿色智能矿业课程体系。

嵌入新技术知识单元。立足专业核心课程主体框架,保持原有课程架构不变的情况下嵌入智能化前沿教学内容。如在《矿物加工过程检测与控制》课程中引入机器学习模型,通过浮选泡沫图像识别等实现浮选过程的智能优化;在《矿物加工工程设计》课程中融入数字孪生技术,讲授选矿厂生产工况实时映射、设备故障虚拟推演等,实现智能化选矿厂的设计;配套虚拟工厂仿真实验,模拟工况调试训练等,推动传统理论教学与现代智能选矿技术深度融合。

实施专业方向模块化。结合矿业产业发展趋势与人才需求导向,优化专业培养模块,设立“智能分选技术与装备”、“低碳矿物深加工”、“固废资源化与生态治理”等2~3个专业方向模块,学生可根据兴趣和职业规划自主选择,实现个性化、差异化人才培养,有效提升专业育人适配度与学生就业竞争力。

#### 3.2. 教学模式与方法创新

推广线上线下混合式教学。依托校园网或公共平台,建设矿物加工工程专业核心课程 MOOC/SPOC 线上教学资源,提供课程课件、教学视频、虚拟仿真案例、在线题库与测试等立体化学习素材,将基础理论学习前置至线上自主学习,线下课堂聚焦重难点答疑、工程案例研讨、知识点拓展等,有效翻转课堂教学结构,提升课堂教学效率。

深化项目式与探究式学习。将“科研创新训练”贯穿本科培养全过程,构建分层递进式的创新能力培养体系。低年级开设“科研方法论”与“科研导论”等基础课程,夯实学生科研认知与创新基础;中高年级以“大学生创新训练计划”为载体,辅以学科竞赛等,推行导师制下的项目式探究学习,引导大学生主动参与课题研究[8];毕业设计大力推进研究型、设计型课题,来源于教师的纵向/横向科研项目,推动课堂学习与科研实践深度融合,培养大学生解决复杂工程问题的能力。

改革实习教学模式。针对传统实习存在观摩性强、学用脱节等问题,推行“带着问题去实习”和“设计-实习-再设计”的迭代模式。例如,在毕业实习前,学生需在校完成工艺流程初步设计,梳理设计过程中存在的技术难点等,带着设计中的实际问题深入企业现场开展实习,针对性学习现场工艺、设备布置等,实习结束返校后优化完善设计方案,有效提高实习与毕业设计的联动耦合,显著提升实践教学的实效性。

#### 3.3. 实践教学平台建设 with 资源整合

巩固与拓展实体实习基地。持续深化产教融合育人模式,与大型矿业集团、设计院、环保科技公司等签订长期稳定的实践教学基地协议,优质稳定实习基地数量维持在10个以上。通过为企业提供技术咨询、联合研发等“互惠共赢”方式,深化校企合作粘性,有效保障实习质量与容纳量[9]。

建设跨学科综合创新实验室。整合学院现有资源,打破实验室单一归属壁垒,搭建“智能矿物加工”或“资源循环利用”的综合创新实验平台,配备智能传感检测、机器视觉识别、智能机器人分拣、大数据分析等前沿软硬件设备,支撑综合性、设计性、创新性实验项目,为学生的创新性培养提供专业实验条件。

打造一体化云端虚拟教学与资源平台。依托现有云桌面的工程设计平台进行升级[10],构建集“设计工具、标准图库、案例资源、协同空间、过程管理”于一体的综合性云端平台,同步配套建设全流程选矿(煤)厂生产运行虚拟仿真实验系统,有效弥补线下实训条件不足、场景受限等短板,全面支撑课程实验、课程设计、专业仿真实训等教学环节,同时系统整合历年优秀毕业设计、企业真实案例、国内外行业标准规范等数字化资源,形成动态更新和可持续积累的专业资源数据库,实现优质教学资源共享复用,全方位赋能常态化教学与创新人才培养。

### 3.4. 师资队伍能力提升与结构优化

实施工程能力培育计划。建立常态化青年教师企业践习与挂职锻炼制度,鼓励教师到合作工矿企业挂职锻炼、参与工程设计与技术改造等项目,积累工程实践经验[11]。定期邀请行业设计大师、企业总工程师来校开展专题讲座或毕业设计指导工作等,有效补齐专任教师工程实践短板。

引进与培育跨学科师资。在人才引进中,优先考虑具备人工智能、数据科学、自动控制等交叉学科背景的博士或具有丰富实践经验的行业技术专家,逐步完善交叉学科师资结构,满足专业融合育人的改革需求。

### 3.5. 质量保障与评价体系改革

健全教学过程性考核体系。打破传统单一期末考核模式,理论课程结合课堂表现、随堂测验、课程作业、期末考试等指标综合评定成绩,实验和实习等实践课程采用出勤、过程日志、实操表现、成果报告、答辩考核等多元加权评价方式[9],明确各环节权重与评分细则,切实反映学生综合学习能力。

强化毕业设计质量管控。针对毕业设计关键育人环节,实施全流程规范化管理。依托线上教学管理平台,对学生学习进度、任务完成情况进行动态监督。严格落实开题、中期检查、最终答辩的分段考核制度,由指导教师和评审小组严格把关,阶段成绩不合格者需限期整改后进入下一阶段。推行“评优答辩”和“淘汰答辩”分级答辩制度,毕设成绩后5%的学生参加专业二次答辩,且成绩限定为“及格”或“不及格”,有效提升毕业设计质量[12]。

完善激励与约束机制。将课堂教学效果、课程建设质量、实践指导成效、学生培养成果等全面纳入教师教学考核体系,对教学成果突出、指导学生科创获奖等的教师予以评优倾斜和工作量激励[11],对教学履职不到位、教学质量不达标、存在教学事故等的教师实施督导问责,推动教师主动提升教学投入与育人质量。

建立专业持续改进闭环。以工程教育专业认证标准为纲,建立多主体、常态化的教学质量反馈与改进机制,持续收集在校学生学习反馈、毕业生发展情况、用人单位评价、行业专家建议等,结合教学运行数据、课程达成度评价结果等,定期对专业培养目标、课程体系、教学内容、实践平台建设进行优化,形成闭环运行体系,实现专业人才培养质量的持续稳步提升。

### 3.6. 国际化发展深化

构建多层次国际交流网络。依托学校与海外矿业强校的稳定合作资源,常态化推进“3+1”、“4+1”联合培养或短期交流项目,开拓海外实习基地,支持学生参与海外毕业设计、国际会议、专业学科竞赛等[13],并鼓励专任教师积极参与国际合作科研项目、海外学术交流。依托学科平台积极参与、承办矿物加工领域的国际学术会议,持续提升本专业的国际影响力。



开发国际化教学资源。聚焦国际矿业工程发展前沿,联合国外合作院校,共同开发国际化教学模块与线上教学资源,内容涵盖国际矿业典型工程案例、国际工程项目管理规范、跨文化工程交流等内容,将引进与共建的国际化教学资源进行本土化适配优化,融入日常课程教学与人才培养体系,拓宽学生国际视野与海外工程从业能力。

优化国际化课程教学供给。持续推进双语、全英文专业课程建设[13],依托高校国际育人改革模式,开设“国际选矿进展”等特色国际化课程,邀请海外矿业领域知名学者线上线下相结合的方式开展集中专题授课与学术分享,拓宽学生国际学术视野,培养适配国际矿业工程发展的复合型工程人才。

#### 4. 改造升级实施挑战与应对策略

矿物加工工程专业改造升级方案在推进过程中仍面临着多重实施挑战。硬件建设资金投入压力大,如机器视觉识别、虚拟仿真系统、云端实验平台等的建设与运维成本较高,实验室升级、数字化教学资源开发等需要持续的经费支持,常规教学经费难以在短期内支撑全面迭代升级;校企协同深度普遍不足,企业更关注短期生产效益,参与人才培养积极性不高,在联合建设实验室、深度接纳学生实习等方面投入意愿有限,产教融合易停留在实习基地挂牌、企业参观等层面,难以形成深度协同的育人合力等。

针对矿物加工工程专业改造升级面临的实施挑战,高校可采取相应的应对策略。构建多元经费投入机制,积极申报国家级、省部级新工科建设与专业改造升级专项教改经费,分阶段循序推进实验室升级,优先建设低成本、高覆盖的数字化平台,降低实体设备一次性投入的资金压力;推进校企联合技术攻关,提供工艺优化、智能算法开发等技术服务,以技术输出换取企业真实生产数据、现场实训条件、企业导师资源等,构建长期稳定、互利共赢的产教融合共同体。

#### 5. 结语

新工科建设背景下,矿物加工工程专业人才培养改革是适配矿业产业智能升级、绿色转型与国际化发展的核心抓手。面对传统专业育人模式固化、学科交叉不足、实践与产业脱节等痛点,通过推进课程体系重构、教学模式创新、实践平台提质、师资结构优化、质量机制完善、国际视野拓展的系统性改造,能够有效破解传统工科专业育人短板,打通理论教学与产业实际的衔接壁垒,全面提升学生的工程实践能力、创新素养与行业适配能力。

#### 基金项目

中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究重点项目“面向新工科的矿物加工工程专业改造升级路径探索与实践”(J23ZD05)。

#### 参考文献

- [1] 张学民,李银然,王英梅,等.新工科背景下地方高校新能源科学与工程专业升级改造路径探索[J].高教学刊,2025,11(1):21-25+32.
- [2] 吴爱华,侯永峰,杨秋波,等.加快发展与建设新工科 主动适应和引领新经济[J].高等工程教育研究,2017(1):1-9.
- [3] 吴爱华,杨秋波,郝杰.以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J].高等工程教育研究,2019(1):1-7+61.
- [4] 陶冬冰,张旋,张琦,等.基于国际工程教育理念的虚实结合 校企协同创新驱动的食品专业实践教学模式改革[J].农产品加工,2025(22):125-128.
- [5] 刘晓露,王宇奇,陈都鑫.新工科背景下高校学生创新能力的培养[J].西部素质教育,2026,12(10):1-5.
- [6] 石玮,马树建.人工智能驱动下数学赋能新工科建设路径研究[J].高等工程教育研究,2026(1):59-63.
- [7] 黄波,周玲妹,徐宏祥,等.矿物加工工程专业新工科建设内涵的探索[J].教育现代化,2019,6(90):84-85.

- 
- [8] 孙美洁, 钟佳利, 李江成, 等. 基于数理统计的煤可浮性评定实验设计与研究[J]. 实验技术与管理, 2025, 42(8): 120-126.
- [9] 孙美洁, 刘佳铄, 吕子奇, 等. 基于新工科的高校大学生实习过程管理与质量提升探索[J]. 创新教育研究, 2026, 14(2): 513-517.
- [10] 黄波, 徐宏祥, 封萍, 等. 基于云桌面的矿物加工工程专业设计图库与设计规范的整合与应用[J]. 教育现代化, 2018, 5(44): 199-202.
- [11] 吴秀清. 新工科背景下高校教师队伍建设[J]. 吉林广播电视大学学报, 2025(2): 59-61.
- [12] 王卫东, 黄波, 徐志强, 等. 提高矿物加工工程专业本科生毕业设计质量的研究[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(1): 174-176+191.
- [13] 徐宏祥, 邓久帅, 黄根, 等. 基于工程教育专业认证的矿物加工工程专业国际化实践与探索[J]. 教育现代化, 2019, 6(88): 130-131.