

“双碳”下矿冶类课程生态文明教育“三融合”实践探索

刘雷 刘明宝 拜武 李建涛 张甜 郭玲

商洛学院 化学工程与现代材料学院, 陕西 商洛 726000

摘要:“双碳”战略为矿业类专业的绿色转型注入内生动力,也对生态文明教育提出深层要求。本文以《矿冶资源综合利用》课程为例,分析了矿冶类课程开展生态文明教育的必要性与可行性,构建了“课程思政与生态价值融合、知识体系与案例融合、理论教学与工程实践融合”的“三融合”教育模式。通过重构课程内容、创新教学模式、强化实践环节,着力培养兼具生态文明素养与绿色工程能力的高素质矿业人才。实践表明,该模式有效提升了学生的生态价值认同、系统思维和工程实践能力,可为矿冶类课程的生态文明教育改革提供参考。

关键词:双碳; 矿冶类课程; 生态文明教育; 三融合; 教学改革

0 引言

矿冶行业作为我国经济支柱产业和碳排放重点领域,其绿色低碳转型对实现“双碳”目标尤为重要^[1-2]。“双碳”目标正重塑人才标准,未来工程师需兼具传统冶金技能与低碳工艺优化、固废资源化等绿色生产能力^[3]。在此背景下,国家政策明确将生态文明教育纳入国民教育体系,尤其是矿冶等高耗能行业。《2030年前碳达峰行动方案》(2021年)要求绿色低碳理念进校园,相关人才培养须响应低碳转型;《加强碳达峰碳中和高等教育人才培养体系建设工作方案》(2022)提出培养具备可持续发展理念的工程技术人才,推动专业课与生态理念融合。《冶金行业绿色矿山建设要求》(2024)要求矿冶课程增加绿色开采技术、生态修复案例等教学内容。因此,将生态文明教育融入高校人才培养,实现知识传授与生态价值观塑造的统一,是立德树人和新工科建设的内在要求^[4-6]。《矿冶资源综合利用》作为矿冶类专业的核心课程,其培养目标与生态文明、资源集约、循环经济高度契合,以此为载体开展生态文明教育具有学科优势和现实意义。本文基于“双碳”战略背景,探索矿冶类课程生态文明教育的“三融合”实践路径,可为同类工科专业课程生态文明教育提供可复制的路径。

1 “双碳”下矿冶类课程开展生态文明教育的必要性

在“双碳”战略驱动下,矿冶行业面临资源约束趋紧、环保标准提高、国际碳壁垒持续升级等多重压力。行业发展从“高碳依赖”转向“低碳驱动”,必须将绿色低碳理念融入矿产资源开发过程的源头减量、过程控制和末端治理的全链条。这也要求人才培养需同步更新,既要扎实掌握矿冶工艺与装备知识,又要建立全生命周期评价理念、循环经济视野和生态伦理责任感。反观现行课程体系,仍聚焦于专业技能培养,生态文明教

育的内容相对薄弱,难以适应“双碳”目标下对复合型人才素养的需求(表1)。将生态文明教育系统融入矿冶类课程,既是响应国家战略需求、驱动行业绿色转型、优化学生素养的必要之举,也是课程实现从“知识传授”向“价值引领”转变的内在要求。

表1 教学现状与问题剖析

存在问题	现状	教学效果(举例)
教学理念及内容与专业需求脱节,应用导向不足	教学内容过度聚焦于传统工艺技术传授,未将绿色矿山建设、清洁生产、循环经济等现代生态理念有机融入知识体系,教学内容更新明显滞后于行业绿色发展需求	例如,课程内容仅讲述传统金属的提炼工艺,忽视了伴生元素的综合回收、尾矿及废渣的资源化利用等绿色生态工艺,导致学生仅追求金属回收率,忽略了矿石全组分高效利用及生态成本,缺乏低碳循环经济思维
教学方法固化,缺乏生态伦理与环保意识的探究	沿用传统的“填鸭式”教学模式,缺乏案例研讨、情境模拟等互动式教学方法的应用,难以激发学生对生态问题和双碳目标的深入思考	例如,在讲授“精矿分选”时,仅机械考虑浮选、重选流程,未涉及矿区土壤重金属污染、酸性矿山废水治理等案例研讨。学生对生态文明的理解仅停留在抽象概念层面,难以形成自觉环保意识和解决复杂问题的思维
实践平台与产业生态脱节,工程环保实践能力培养不足	生态环保实践基地建设不足,学生接触真实生态问题的机会有限。实践教学环节薄弱,不适用矿冶行业绿色转型的复合型人才需求	例如,在生产实习或实践环节中,学生仅停留在观察生产设备和工艺参数上,未直接接触尾矿库生态修复、冶炼烟气脱硫脱硝、废水零排放等实践环节。导致学生缺乏将生态理念应用于实际工程问题的能力,无法解决矿冶绿色转型中的复杂难题

2 “双碳”下矿冶类课程开展生态文明教育的可行性

2.1 课程内容契合度高,为融入生态文明教育提供天然载体

《矿冶资源综合利用》包括从资源开采到末端治理全流程的课程内容,其内容涵盖矿产资源属性与绿色开采、黑色和有

色冶炼的原理与工艺、冶金废弃物（高炉渣、钢渣、赤泥、粉尘等）资源化利用及二次资源回收等板块。这些内容与生态文明教育中资源节约、循环经济、清洁生产、环境保护等内容高度吻合。例如，在讲授“冶炼过程中伴生元素走向和回收”时，可融入“提高资源利用效率、减少废弃物排放”的生态文明理念；讲授“高炉渣综合利用”时，可延伸至固废减量化与低碳建材开发的生态文明理念；讲授“冶金粉尘处理”时，可对接循环经济理论与有色金属回收路径。课程内容为生态文明教育提供了天然的嵌入点，无需增设独立模块即可实现有机融合。

2.2 工程案例丰富，为开展生态文明教育提供鲜活素材

矿冶行业在清洁生产、冶金废渣综合利用及有色元素回收等方面积累了丰富的工程案例。例如，铜陵有色集团建成百万吨级铜冶炼渣综合利用生产线，以缓冷-磨浮-磁选回收铜铁，尾渣全量用于生产微晶玻璃、铸石及建材掺合料，实现零堆存。金川集团攻克镍渣活性激发难题，建成年产30万吨微粉生产线，产品直接作为混凝土掺合料用于当地工程建设，同时慢冷镍渣可制成充填胶凝材料替代水泥。中铝山西新材料有限公司建设了年处理60万吨赤泥的选铁生产线，低铁尾渣与煤矸石、粉煤灰调配生产出烧结透水砖，用于天津市海绵城市建设工程，形成“赤泥-建筑材料-城市建设”的闭环。这些案例可作为教学素材融入课程，使生态文明理念从抽象的概念变为具体实践，增强学生的直观感和认同感。

2.3 学科交叉特征明显，为开展生态文明教育提供多元视角

《矿冶资源综合利用》涉及矿物学、冶金学、环境科学、化学、经济学、生态学等多个学科领域，具有较强的交叉融合特征。这一特性为开展生态文明教育提供了多元化视角。教师可从技术层面讲授碳减排工艺，从生态层面分析矿业开发的环境影响，从经济层面探讨循环经济的效益机制，从政策层面解读“双碳”目标下矿冶行业的发展方向，多学科视角融合有助于学生对生态文明建设的全面认知和系统思维的培养。

2.4 实践环节突出，为开展生态文明教育提供体验路径

《矿冶资源综合利用》课程设有实验教学、认知实习、生产实习、课程设计等实践环节。通过带领学生走进矿山企业、冶金工厂、生态修复示范区，学生能够“零距离”观察矿冶生产的生态足迹，了解绿色矿山的建设成效，掌握“双碳”战略在基层企业落地的典型案例。依托实地调研、现场观摩、数据采集、方案设计等任务驱动，学生在学习过程中可将外在的生态知识内化为稳定的价值观念和行为习惯，这种体验式、沉浸式的学习方式，比单纯的课堂讲授更能触动学生的情感认同，有效促进生态价值观的内化与践行。

3 “双碳”下矿冶类课程生态文明教育“三融合”策略探索

3.1 课程思政与生态价值引领相融合

生态文明教育的核心是价值观教育，课程思政与生态价值相融合是“三融合”策略的首要环节。教师系统梳理《矿冶资源综合利用》各章节蕴含的思政元素，构建“生态价值教育点-资源环境伦理线-绿色发展理念面”的层进式结构，将分散的思政元素串联成完整的生态价值认知体系（表2）。例如，绪论以“双碳”目标切入，引导学生认识矿冶绿色转型的责任感；矿产资源开发章节融入资源集约利用、共享发展的价值观；选矿冶金章节渗透清洁生产、源头减碳理念；二次资源综合利用章节强化循环经济、变废为宝意识；生态修复章节弘扬人与自然和谐共生、生态优先思想。同时，把推动“绿色冶炼”新路径的技术专家、扎根矿区生态修复一线的科研工作者等行业先锋事迹引入课堂，激发学生投身绿色矿冶的责任担当，并结合全国碳排放权交易市场启动、矿冶企业碳达峰行动方案发布等时事热点组织讨论，让学生深刻领悟“双碳”既是国家战略，更是矿冶从业者应担当的时代使命。

表2 构建点-线-面融合层进式结构

章节	生态价值教育点	资源环境伦理线	绿色发展理念面	教学融入方式
绪论	树立矿冶绿色转型责任感	全球责任伦理	碳达峰、碳中和战略、绿色发展理念	组织讨论矿冶企业碳达峰行动方案，激发时代使命感
矿产资源开发	资源集约利用、共享发展的价值观	资源分配正义和共享伦理	可持续发展、共享发展	融入资源集约案例，结合矿区共享发展实践
选矿冶金	清洁生产、源头减碳理念	预防原则、生产伦理	绿色制造、低碳生产	引入“绿色冶炼”技术专家事迹，渗透清洁生产意识
二次资源综合利用	循环经济、变废为宝意识	循环伦理、废物资源化责任	循环经济体系、无废社会	强化循环经济案例，讨论城市矿山等
生态修复	人与自然和谐共生、生态优先思想	生态伦理、自然价值	生态文明、美丽中国	引入扎根矿区一线的科研工作者事迹，弘扬和谐共生思想
综合/拓展	行业使命担当，内化“双碳”责任	职业道德与生态责任融合	矿冶行业绿色高质量发展	结合碳达峰行动方案等时事热点，领悟“双碳”是时代使命

3.2 知识体系与“双碳”案例相融合

生态文明教育不能止于价值引领，知识体系与“双碳”案例深度融合是“三融合”策略的核心环节。在教学实践中，首先重构教学内容，强化“双碳”知识模块，在矿产资源开发章

节增加智能采矿等低碳技术，在矿物加工章节引入节能选矿、干法选矿和节水工艺，在冶金章节系统讲授闪速熔炼等低碳冶金前沿技术，在二次资源综合利用章节阐述废金属再生、尾矿再选等循环利用途径较原生矿产开发的碳减排优势。其次，将矿冶领域绿色低碳的前沿成果转化为教学案例，如以“氢冶金技术”剖析氢能替代传统碳还原剂的碳减排能效；以“冶炼余热回收与碳减排策略”剖析能源梯级利用在矿冶企业的碳减排效果；以“铅锌选矿厂全流程节水工艺”阐释选矿过程节水与减碳的协同效应；以“赤泥、磷石膏等典型工业固废资源化”分析大宗固废综合利用的减碳贡献。此外，教学中融入系统思维，引导学生从“采矿-选矿-冶金-加工-消费-回收”全链条视角审视各环节的碳排放规律，培养学生全生命周期低碳意识。例如，在讲授钢铁冶炼时，引导学生思考高炉炼铁工艺调整对整个产业链碳排放的影响，使其形成“源头减量-过程控制-末端治理”的立体化减碳思路。

3.3 理论教学与工程实践相融合

生态文明素养的形成离不开实践淬炼，理论教学与工程实践紧密结合是“三融合”策略的落脚点。运用虚拟仿真技术创设低碳生产情境，如利用VR技术模拟“氢直接还原铁”生产过程，学生可调节氢气流量、温度等参数，实时观察还原效果与碳排放量变化，深化对低碳冶金技术的理解。此外，实验教学环节也可融入生态元素，在分析样品基础性质、设计和优化实验流程等环节增加“生态指标”。以“商洛皇台矿业有限公司大范沟铜尾矿中铜的浮选回收工艺实验”为例，学生除对浮选回收率、精矿品位等传统指标优化外，还需考察能耗、水耗及浮选药剂用量，引导学生在设计在设计浮选流程中兼顾资源效率与环境负荷，进而形成“生态-经济-技术”多目标优化的工程思维。同时，学校可联合绿色矿山企业、循环经济示范园区等共建实践基地，进一步深化校企合作模式。①组织学生走进矿山生态修复区，了解矿山修复工艺路径与实际成效；②安排学生参与企业碳排放核算、清洁生产审核等实务，实践后撰写绿色报告。③课程设计或毕业设计中，可开设以“低碳化”为目标的综合性实验，内容涵盖采矿方法选择、选冶工艺优化、能耗核算、碳排放估算以及废弃物资源化等，指导学生完成“采矿—选矿—冶炼—产品”全流程低碳方案设计，提升学生综合运用多学科知识的能力，以及绿色工程设计与系统集成能力。

参考文献：

[1] 贺山明, 王小明, 佟志芳, 等. “双碳”目标视阈下冶金工程专业人才培养模式的教学改革与实践[J]. 科技风, 2024, (25): 55-58.

4 教学实践与效果分析

商洛学院化学工程与现代材料学院以“矿冶资源综合利用”课程为切入点实施“三融合”课程改革以来，已将资源循环科学与工程、应用化学两个专业2022—2026级五届学生纳入改革范围，人数合计700余人。通过问卷调研、成绩分析、企业反馈及课程目标达成度等分析结果看，改革效果较为突出，具体见表3。

表3 改革成效

成效	具体方面	具体举措与数据
学生实践能力与创新意识增强	思政认知与生态素养强化	92%的学生对“双碳”战略有一定认识，88%的学生生态价值观明显增强；大多数学生改变了对矿冶企业“脏乱差”的印象。
	知识运用与行业价值认同	85%的学生认可课程和行业应用价值；95%学生能够系统分析矿冶碳排放问题，有效实现了价值引领、知识传授与能力培养的协同提升。
教学质量与资源建设成果丰硕	教学资源建设与平台升级	该课程融入15个生态文明思政元素渗入点，开设了“双碳”讨论专题及引入35个前沿案例；与绿色矿山企业构建了校企联合基地，创建了包括虚拟仿真、低碳优化实训和碳核算等环节的实践教学场所。
	改革诊断与应对路径	针对实践中需要规避的价值灌输偏差、技术内容泛化及实践安全隐患等问题，规划从建设数字化资源库、推行“生态素养积分”制度、共建“绿色矿冶产业学院”等路径入手
服务地方产业与示范推广能力	产教融合与实践范式路径	将生态文明教育贯穿人才培养全链条，可为地方高校矿冶类课程的绿色转型提供可复制、可推广的实践范式

5 结语

在“双碳”战略背景下，矿冶类课程承载着绿色转型与生态文明教育体系建设的双重任务。矿冶类课程中的生态文明教育并非孤立环节，而是涉及课程设置、师资建设、实践平台、评价机制等多方面要素的系统工程。据此，以《矿冶资源综合利用》课程为载体，系统融入“绿水青山就是金山银山”等生态文明理念，通过重构课程体系、构建课程知识图谱、思维导图等举措，创建矿冶类课程生态化教学路径，形成可推广的“专业教育+生态教育”融合模式，为同类高校课程改革和绿色矿业人才培养提供实践范式。

- [2]代文治. 矿业类学科“选矿概论”课程改革与探索[J]. 教育教学论坛, 2023, (29): 93-96.
- [3]孙强. “双碳”战略背景下矿业类人才培养模式研究的可视化分析[J]. 高教学刊, 2025, 11 (16): 54-58+63.
- [4]李平沙. 从课堂到实践: 生态文明教育融入高校人才培养[J]. 环境教育, 2025, (7): 10-17.
- [5]赵威, 夏晨星. 习近平生态文明思想融入理工类高校思想政治教育的实践研究[J]. 池州学院学报, 2025, 39 (5): 120-123.
- [6]张葑, 张若涵, 朱茗. 生态文明观念融入理工科高校教育的思考[J]. 教育教学论坛, 2020, (4): 106-107.

作者简介: 刘雷 (1992—), 男, 汉, 陕西大荔, 博士研究生, 商洛学院, 讲师, 矿物加工与物质分离。

基金项目: 2025 年度陕西省“十四五”教育科学规划课题“双碳”战略背景下矿冶类课程生态文明教育体系构建与实践探索——以《矿冶资源综合利用》为例 (SGH25Y3113); 商洛学院教育教学改革研究项目 (25jyjx124)。