

智能绿色采矿背景下应用型本科矿业类专业教学改革路径研究

——以新疆工程学院为例

毛金峰¹, 李圣军^{2,3*}, 常治国⁴, 张 炜⁵

¹新疆工程学院矿业工程与地质学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆工程学院新疆煤系资源勘探与开采重点实验室, 新疆 乌鲁木齐

³新疆工程学院新疆煤炭绿色智能开采工程研究中心, 新疆 乌鲁木齐

⁴新疆工程学院新疆维吾尔自治区智能绿色采矿虚拟教研室, 新疆 乌鲁木齐

⁵中国矿业大学煤炭精细勘探与智能开发全国重点实验室, 江苏 徐州

收稿日期: 2026年9月7日; 录用日期: 2026年10月8日; 发布日期: 2026年10月15日

摘 要

智能绿色采矿正在重塑新疆矿业的技术体系、岗位结构和人才需求, 应用型本科高校矿业类专业必须从传统知识传授转向面向真实产业场景的能力培养。本文以新疆工程学院为例, 采用能源矿业企业招聘岗位信息收集、新入职员工技能自评问卷调查、企业技术负责人访谈, 并对学生和专业课教师进行教学痛点调查。结果显示, 企业对“智能装备运维与数据分析”“安全生产监测与应急处置”的需求强度最高(5分制均值分别为4.62、4.48), 而现有教学在课程内容更新、真实场景供给、校企协同深度、教师数字化能力和评价方式五个方面存在突出短板。据此提出构建“智能 + 绿色 + 安全 + 管理”模块化课程体系、推进项目化案例化教学、建设虚实结合实践平台、完善“3+1”校企协同育人机制、强化双师型教师队伍和建立能力达成评价体系等改革路径。研究认为, 面向智能绿色采矿的教学改革应以区域产业需求为牵引、以学生工程实践能力为核心、以产教融合为支撑, 并在师资转型、资源投入和校企协同等方面同步建立风险应对机制。

关键词

智能绿色采矿, 应用型本科, 矿业类专业, 教学改革, 产教融合, 新疆工程学院

*通讯作者。

Research on the Teaching Reform Path of Mining-Related Majors in Application-Oriented Undergraduate Colleges under the Background of Intelligent Green Mining

—A Case Study of Xinjiang Institute of Engineering

Jinfeng Mao¹, Shengjun Li^{2,3*}, Zhiguo Chang⁴, Wei Zhang⁵

¹Mining Engineering and Geology College, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Key Laboratory of Coal-Bearing Resources Exploration and Exploitation, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

³Xinjiang Engineering Research Center of Green Intelligent Coal Mining, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

⁴Virtual Teaching and Research Office of Intelligent Green Mining in Xinjiang Uygur Autonomous Region, Xinjiang Institute of Engineering, Urumqi Xinjiang

⁵State Key Laboratory for Fine Exploration and Intelligent Development of Coal Resources, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu

Received: September 7, 2026; accepted: October 8, 2026; published: October 15, 2026

Abstract

Intelligent green mining is reshaping the technical system, job structure and talent demand of the Xinjiang mining industry. The mining majors in application-oriented universities must shift from traditional knowledge teaching to ability training for real industrial scenarios. Taking Xinjiang Institute of Engineering as an example, this paper adopts the information collection of recruitment positions in energy mining enterprises, the self-assessment questionnaire survey of new employees' skills, the interview of enterprise technical leaders, and the investigation of teaching pain points of students and professional teachers. The results show that enterprises have the highest demand intensity for "intelligent equipment operation and maintenance and data analysis" and "safety production monitoring and emergency disposal" (the averages on the 5-point scale are 4.62 and 4.48, respectively), while existing teaching has outstanding shortcomings in five aspects: curriculum content update, real scene supply, school-enterprise collaboration depth, teachers' digital ability and evaluation methods. Based on this, this paper puts forward some reform paths, such as constructing a modular curriculum system of "intelligence + green + safety + management", promoting project-based case teaching, building a practical platform combining virtuality and reality, improving the "3 + 1" school-enterprise collaborative education mechanism, strengthening the double-qualified teachers team and establishing the evaluation system of ability achievement. It is believed that the teaching reform for intelligent green mining should be guided by the needs of regional industries, centered on students' engineering practice ability, supported by the integration of production and education, and a risk response mechanism should be established simultaneously in the aspects of teacher transformation, resource input and school-enterprise cooperation.

Keywords

Intelligent Green Mining, Application-Oriented Undergraduate Colleges, Mining-Related Majors,

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

矿业是新疆能源资源保障和区域经济发展的重要支撑。随着煤矿智能化建设[1]、绿色矿山创建[2]、矿山生态修复和安全生产智能监管[3]不断推进,传统采矿岗位正在从经验型、劳动密集型向数字化、智能化、绿色化方向转变。产业端对人才的要求也随之发生变化:毕业生不仅要掌握采矿工程基础理论,还要能够理解无人采掘、矿山数字孪生[4]、智能安全监测、绿色开采和资源循环利用等新技术,并具备现场问题分析、跨专业协同和持续学习能力。

从工程教育改革的普遍规律看,成果导向教育(OBE)主张由最终学习成果反向设计课程与教学[5];CDIO 模式以“构思-设计-实施-运行”的产品生命周期为载体组织工程训练[6],国内学者进一步将其本土化为 EIP-CDIO 等实践范式[7];项目式学习(PBL)则以真实问题驱动知识建构与协作探究[8]。国外矿业高校依托成熟的工业技术体系,较早将人工智能、矿山大数据等新技术融入课程体系,构建了理论、仿真与现场实践结合的立体化教学模式,形成了以工程项目为载体、以能力产出为核心的育人逻辑,有效缓解了传统工科重理论、轻实践的矛盾[9]。

国内矿业教育改革紧随行业发展,相关研究主要沿三条路径展开:一是在新工科理念下推进采矿工程专业的多学科交叉与课程体系重构[10]-[12];二是围绕智能采矿方向探索培养目标、课程群与实践平台的整体设计[13];三是借助产学研协同育人机制破解校企“两张皮”问题[14],并在具体课程层面尝试 PBL 与 CDIO 的融合应用[15]。上述研究为矿业工程教育改革奠定了重要基础,但仍存在三点不足:其一,多以宏观培养模式为对象,对区域产业岗位能力需求的微观刻画不足,尤其缺少来自新疆这类生态脆弱、矿区类型多样地区的实证数据;其二,改革建议多停留在课程体系与实践平台的框架层面,较少给出课程层面可复制的完整设计范例;其三,对改革推进中的师资转型、设备投入、校企协同成本等现实阻力讨论不足,方案的可行性缺乏实证检验。

基于此,本文以新疆工程学院矿业类专业为研究对象,围绕“产业需求如何转化为教学目标[16]、真实场景如何转化为教学项目[17]、校企资源如何转化为育人机制[14]”三个问题展开。研究在理论上的继承在于沿用 OBE“成果导向-反向设计”与 CDIO“构思-设计-实施-运行”的工程教育逻辑;在实践方法上的创新在于将上述通用模式与新疆智能绿色采矿的真实场景深度绑定:以区域岗位能力调查数据反向确定培养目标和课程模块,以本土化案例库和项目任务书实现场景转化,以能力量规实现过程性评价,并通过课程试点与风险分析检验方案的可行性与边界。研究重点不在于一般性讨论高校服务产业发展的宏观路径,而是落到人才培养方案、课程内容、实践平台、教师发展和学习评价等教改环节,力求形成可实施、可评价、可推广的改革方案。

2. 智能绿色采矿驱动教学改革的现实依据

2.1. 区域矿业转型对复合型人才提出新要求

智能绿色采矿的本质,是将人工智能、大数据、物联网、自动控制、生态修复和安全管理等技术体系嵌入矿产资源开发全过程[1][4]。新疆矿区类型多样、开采条件复杂,智能化设备和绿色开采工艺在本

地落地时往往需要现场适配和持续优化。为精确界定区域产业对智能绿色采矿人才的能力需求，本研究于 2025 年 3~6 月面向新疆准东、哈密、伊犁等重点矿区的 12 家能源矿业企业开展微观调查：累计收集有效招聘岗位信息 26 条，回收新入职员工(入职 ≤ 3 年)技能自评问卷 114 份(有效回收率 91.2%)，并对 18 位企业技术负责人(其中 8 人为校友)进行半结构化访谈。调查结果(见表 1)显示，企业更加需要能够“懂采矿、会数字、知安全、重生态”的复合型工程技术人才，其中“智能装备运维与数据分析”(4.62)与“安全生产监测与应急处置”(4.48)的需求强度均高于“采矿工程基础与现场处置”(3.95)，表明传统单一专业知识结构已难以支撑学生进入智能矿山后快速胜任设备运维、数据分析、智能调度、绿色治理和安全应急等综合性岗位。

Table 1. Demand intensity for core competencies of mining-related talents in key mining enterprises of Xinjiang (N = 114, 5-point scale)

表 1. 新疆重点矿企对矿业类人才核心能力的需求强度(N = 114, 5 分制)

核心能力维度	需求强度(均值)	紧缺度排名	主要关联岗位
采矿工程基础与现场处置	3.95	5	采掘、通风、安全
智能装备运维与数据分析	4.62	1	智能矿山、调度中心
绿色开采与生态修复	4.31	2	环保、地测、复垦
安全生产监测与应急处置	4.48	3	安监、救护、监测
跨专业协同与持续学习	4.25	4	技术管理、项目统筹

注：数据来源于 2025 年 3~6 月对新疆 12 家重点矿企的问卷调查与技能评估，5 分制李克特量表。

2.2. 应用型高校服务地方产业需要从“输送人才”转向“共同育人”

地方应用型高校与区域产业联系紧密，但如果校企合作停留在实习接收、就业推荐和短期培训等层面，教学改革就难以真正触及产业核心需求。智能绿色采矿场景更新快、技术迭代快，企业一线问题应及时转化为课程案例、实训任务和毕业设计选题。高校需要把企业从“用人端”前移到“育人端”，共同参与培养目标制定、课程建设、实践指导、过程评价和成果转化，形成专业建设与产业升级同步演进的机制。

2.3. 新工科建设要求矿业教育强化交叉融合与工程实践

新工科建设强调面向未来技术和产业变革培养工程人才[10]。矿业类专业不能仅以传统采矿工程知识为中心，而应主动吸收信息技术、环境科学、智能装备、安全科学和管理科学内容，形成多学科交叉的课程结构[11][12]。同时，应用型本科教育的质量关键在实践教学。智能绿色采矿教学改革应突出真实任务、真实数据、真实设备和真实评价，让学生在项目链条中理解工程问题的复杂性，提升解决现场问题的能力。

3. 新疆工程学院矿业类专业教学面临的主要问题

上述需求侧的变化要求人才培养的供给侧作出相应调整。为系统诊断教学现状、避免问题识别停留在经验层面，课题组同步面向矿业类专业在校生(186 人)、近三年毕业生(97 人)和专业课教师(14 人)开展教学痛点调查，合计回收有效问卷 297 份(有效回收率 93.5%)，结果见表 2。调查显示，“课程内容与智能绿色技术脱节”和“实践场景与企业真实任务存在落差”的认同度最高(均值分别为 4.37、4.28)，与前文企业需求调查中“智能装备运维与数据分析”需求强度最高的结论相互印证，说明教学供给与产业需求之间的错位是结构性而非局部性的。

Table 2. Survey on the recognition of teaching pain points in mining-related majors (N = 317, 5-point scale)
表 2. 矿业类专业教学痛点认同度调查(N = 317, 5 分制)

痛点维度	认同度均值	排序	主要表现
课程内容与智能绿色技术脱节	4.37	1	智能采矿、绿色开采类内容占比仅 13%，多停留在概念介绍
实践场景与企业真实任务存在落差	4.28	2	以验证性实验和单项技能训练为主，缺少系统联调与真实数据训练
企业参与教学育人的深度有限	4.05	3	集中于实习接收与就业推荐，对课程标准和项目任务介入不足
评价方式难以反映综合工程能力	3.94	4	期末笔试权重偏高，方案设计、协同沟通等能力缺少过程性证据
教师数字化与绿色化教学能力不足	3.86	5	新兴技术课程依赖个别教师，缺少稳定的跨学科教学团队

注：调查对象为矿业类专业在校生 186 人、近三年毕业生 97 人、专业课教师 14 人，合计 297 人；采用 5 分制李克特量表(1 = 完全不同意，5 = 完全同意)。

3.1. 课程体系更新不足，知识模块与岗位能力衔接不紧

现有矿业类专业课程仍以传统采矿方法、矿井通风、安全管理和基础实验为主体，智能采矿、数字矿山、绿色开采、生态修复、智能安全监测等内容在课程体系中的比例仅占专业课程的 13% [12] [13]。部分课程之间存在内容重复或边界不清的问题，新兴技术课程与专业核心课程之间缺乏纵向递进和横向贯通，学生容易形成“学过技术概念、缺少综合应用”的知识断层。这一判断在表 2 的师生调查结果中得到印证：课程内容维度的痛点认同度居首位。

3.2. 实践教学平台与真实矿山场景存在距离

智能矿山岗位强调设备操作、系统联调、数据判断和应急处置，但学校传统实验实训项目多以验证性实验和单项技能训练为主，无法充分呈现智能绿色采矿的复杂场景。虚拟仿真、无人矿卡运维、智能调度、安全监测数据分析等实践资源仍需进一步整合。学生在校内完成的训练与企业现场的真实任务之间存在落差，影响了毕业生岗位适应速度。

3.3. 产教融合深度不够，企业参与育人机制尚未闭环

学校与能源矿业企业已有合作基础，但从教学改革角度看，企业参与人才培养的深度还不够。一些合作停留在实习基地挂牌、就业推荐或阶段性讲座，企业专家对课程标准、项目任务、评价标准和毕业设计全过程参与不足。校企之间缺少稳定的信息反馈机制，企业的新岗位、新工艺、新设备、新标准难以及时进入课堂，导致培养方案更新慢于产业变化。

3.4. 教师数字化、绿色化教学能力有待提升

教师队伍是教学改革的关键变量。部分教师长期从事传统矿业课程教学，对智能装备、数据平台、绿色矿山评价和矿山生态修复等新内容掌握不足，课程更新主要依赖个人经验，难以形成系统化教学团队。青年教师企业现场经历不足，行业教师参与课堂的制度化程度不高，也制约了项目化、案例化和场景化教学的深入推进。

3.5. 教学评价偏重结果，过程性与能力型评价不足

传统课程评价较多依赖期末考试、实验报告和统一作业，能够考查知识记忆与基本计算，却较难反

映学生在真实工程任务中的方案设计、协同沟通、数据分析、风险判断和持续改进能力。若评价方式不改变，课程改革容易停留在教学内容更新层面，难以推动学生学习方式和能力结构发生实质变化。

4. 教学改革实施路径

4.1. 构建“智能 + 绿色 + 安全 + 管理”模块化课程体系

课程体系改革应从岗位能力倒推教学内容。在保留采矿工程基础、矿山压力、矿井通风、安全工程等核心课程的基础上，设置智能采矿技术、矿山数字孪生、无人化运输与智能调度、矿山大数据分析、绿色开采与生态修复、矿区水资源保护、智能安全监测与应急处置等课程模块。各模块不宜简单叠加，而应围绕矿山生产全过程形成递进关系：低年级夯实工程基础和信息素养，中年级完成专业核心与智能绿色技术融合，高年级通过综合项目和企业实践解决真实问题。

同时，应建立课程内容动态更新机制[18]。由专业负责人、骨干教师、企业工程师和行业专家组成课程委员会，每年根据新疆矿山企业岗位变化、设备更新和行业标准调整课程案例。对传统课程中重复、陈旧或脱离现场的内容进行压缩，将节省出的学时用于新技术案例、综合设计和实践训练，避免课程体系“加法过多、结构不变”。形成的模块化课程体系构建流程如图 1 所示。

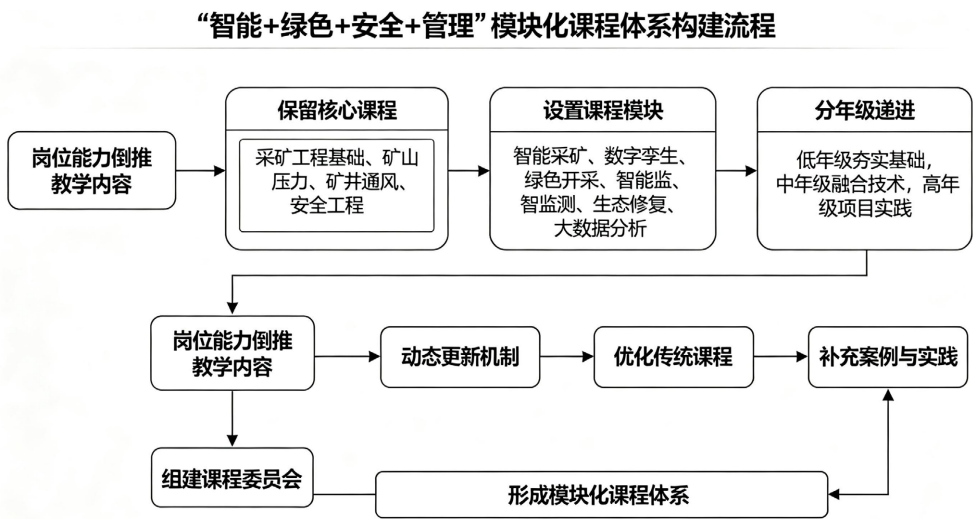


Figure 1. Modular curriculum system of “intelligence + green + safety + management”
图 1. “智能 + 绿色 + 安全 + 管理”模块化课程体系

4.2. 推进项目化、案例化、场景化教学

智能绿色采矿教学应减少单向讲授，增加项目驱动，这正是 CDIO “做中学”与 PBL 问题驱动逻辑的具体应用。教师可围绕新疆典型矿区设计连续性项目，如露天矿无人运输路径优化、井工矿智能通风监测、干旱矿区生态修复方案设计、绿色矿山评价指标分析和矿山安全风险预警等。每个项目应包含问题提出、资料检索、方案设计、仿真验证、成本与风险分析、汇报答辩等环节，使学生在完整工程任务中理解理论知识的应用边界。

案例教学要突出本土化。新疆矿区在地质条件、生态环境、能源结构和企业类型上具有鲜明特点，直接使用内地通用案例难以充分体现区域产业需求。学校可与企业共同建设案例库，把企业真实设备改造、绿色矿山创建、灾害治理和安全培训项目转化为教学案例，并对涉密信息进行脱敏处理。通过案例库更新，课堂内容能够持续保持与行业现场的连接。

4.3. 建设虚实结合的实践教学体系

实践教学应形成“基础实验－虚拟仿真－综合实训－企业现场”的递进链条。基础实验用于训练学生对采矿、安全和能源系统的基本认知；虚拟仿真用于呈现高风险、复杂或难以在校内复现的矿山场景；综合实训用于开展设备运维、数据分析、应急处置和绿色治理方案设计；企业现场实践则用于检验学生在真实生产环境中的适应能力。

学校可依托现有矿业、能源和安全实验平台，整合智能采矿虚拟仿真实验室、无人矿卡运维训练、矿山安全监测数据平台和绿色矿山评价工具，建设面向矿业类专业共享的综合实训中心。校外实践方面，应与重点能源企业共建标准化实习基地，明确学生进入企业前、中、后的学习任务、指导教师、考核标准和安全责任，使企业实习从参观体验转变为带任务、带评价、带反馈的教学环节。

4.4. 完善校企协同的“3+1”卓越工程师培养模式

在应用型本科培养中，可探索“3年校内系统学习+1年企业现场实践”的卓越工程师培养模式。前三年重点完成公共基础、专业基础、智能绿色课程和综合训练，第四年进入企业开展岗位实践、工程项目、毕业设计和职业能力提升。企业应参与学生选拔、培养方案修订、项目设计、现场指导和毕业评价，学校负责理论支撑、过程管理和质量把关。

为了避免企业实践与学校教学脱节，应建立“双导师制”。校内导师负责学生理论深化、研究方法和论文规范，企业导师负责现场任务、技术标准和职业素养。毕业设计题目优先来源于企业真实问题，鼓励学生围绕智能设备运维、绿色开采工艺优化、安全监测数据分析、矿区生态治理等方向开展应用型研究，使毕业设计成为连接课程学习与岗位能力的关键环节。

4.5. 打造双师型、团队化教师队伍

教师发展应服务于教学改革重点。学校可围绕智能采矿、绿色生态、安全智能管控和数据分析等方向建设课程团队，实行“专业教师+企业工程师+实验技术人员”协同授课。对现有教师，应通过企业挂职、工程项目参与、技术培训和校企联合教研提升其产业实践能力。对新引进教师，应注重智能技术、绿色矿山、人工智能和安全工程等交叉背景，补齐新兴课程师资短板。

教师评价机制也应随之调整。除论文、课题等传统指标外，应把课程资源建设、企业项目转化为教学案例、指导学生解决工程问题、参与校企联合教材或标准建设等纳入教师教学业绩评价，形成教师愿意投入教改、能够持续更新课程的制度环境。

4.6. 建立以能力达成为核心的质量评价体系

教学评价应从“考了什么”转向“学生能够做什么”，这与OBE的成果导向和建构性一致原则一脉相承。在课程层面，可采用课堂表现、项目方案、数据分析报告、实训操作、团队协作、答辩展示和企业导师评价相结合的方式，形成过程性证据。在专业层面，应建立毕业要求达成度评价，把智能技术应用能力、绿色发展能力、安全风险识别能力、工程沟通能力和职业责任意识纳入毕业要求指标点。

质量评价还应服务持续改进。学校可建立毕业生跟踪和用人单位反馈制度，定期收集毕业生岗位适应、技术能力、职业发展和企业满意度数据，反向修订课程目标、实训项目和教学方法。对于企业反馈集中反映的能力短板，要落实到具体课程和教师团队，形成“评价－反馈－整改－再评价”的闭环。

5. 核心课程开发范例：以《智慧矿山与智能开采技术》《绿色开采技术》为例

选取“智能+绿色”课程模块中已开设的两门核心课程——《智慧矿山与智能开采技术》与《绿色开采技术》(各1学分、16学时，合计2学分、32学时，面向采矿工程、智能采矿工程专业三年级学生，

在同一学期并行开设)作为范例,按照“目标-内容-活动-评价”的建构性一致逻辑,完整呈现教学大纲、项目任务书、本土化案例库和能力评价量规四项设计,为同类院校提供可模仿的样本。两门课程分工明确:前者侧重智能装备与数据分析能力,后者侧重绿色开采与生态治理能力,共同覆盖表 1 中需求强度最高的两项能力。

5.1. 课程定位与教学大纲

两门课程大纲均以表 1 所示的岗位能力需求为起点反向设计,各设 4 个模块、16 学时,理论学时与实践学时各占 8 学时(见表 3)。考虑到学时有限,课程内容不追求面面俱到,而是按“认知-应用-综合”递进:模块一至模块三分别对应一门课程的关键知识点,模块四以真实工程问题为驱动,要求学生综合运用前三个模块的方法完成方案设计与答辩。《智慧矿山与智能开采技术》围绕智能矿山系统认知、智能采掘与无人运输、矿山大数据分析 with 灾害预警展开;《绿色开采技术》围绕绿色开采与绿色矿山评价、保水开采与充填开采、矿区生态修复与资源循环展开。两门课程的实践学时比例均达到 50%,以保证在有限学时内仍能形成完整的工程训练链条。

Table 3. Course modules and teaching arrangement of intelligent mine and intelligent mining technology and green mining technology (16 class hours each)

表 3. 《智慧矿山与智能开采技术》《绿色开采技术》课程模块与教学安排(各 16 学时)

课程	课程模块	主要教学内容	学时(理论 + 实践)	对应毕业要求指标点
智慧矿山与智能开采技术	1. 智能矿山系统认知	智能矿山总体架构、数字孪生与数据中台、煤矿智能化政策与标准	4 (3 + 1)	1.3
智慧矿山与智能开采技术	2. 智能采掘与无人运输	智能综采工作面、无人矿卡编队调度、采运协同优化	6 (3 + 3)	3.2
智慧矿山与智能开采技术	3. 大数据分析 with 灾害预警	监测数据采集与清洗、瓦斯与顶板风险预警模型、可视化分析	4 (2 + 2)	5.2
智慧矿山与智能开采技术	4. 综合项目设计与答辩	真实工程问题驱动的方案设计、仿真验证、汇报答辩	2 (0 + 2)	9.2, 10.1, 11.1
智慧矿山与智能开采技术	小计	—	16 (8 + 8)	—
绿色开采技术	1. 绿色开采与绿色矿山评价	绿色矿山评价指标体系、政策与标准、矿区环境约束	4 (3 + 1)	7.1
绿色开采技术	2. 保水开采与充填开采	保水开采、充填工艺、地表沉降控制	4 (2 + 2)	3.2
绿色开采技术	3. 生态修复与资源循环	排土场复垦与植被重建、矿井水综合利用、固废资源化	4 (2 + 2)	7.1
绿色开采技术	4. 综合项目设计与答辩	生态修复与绿色开采方案设计、效益分析、汇报答辩	4 (1 + 3)	9.2, 10.1, 11.1
绿色开采技术	小计	—	16 (8 + 8)	—

注:两门课程各 1 学分、16 学时,理论学时与实践学时各占 8 学时,实践学时比例均为 50%;毕业要求指标点依据工程教育认证通用标准设定,其中 1.3 工程知识、3.2 设计/开发解决方案、5.2 使用现代工具、7.1 环境和可持续发展、9.2 个人和团队、10.1 沟通、11.1 项目管理。

5.2. 项目任务书设计

项目化教学的关键在于任务书的质量。结合两门课程的定位,分别设计了“露天矿无人运输路径优化”和“干旱矿区排土场生态修复”两个项目,其关键要素见表 4。两个项目均来自合作企业的实际生产瓶颈,企业提供脱敏后的真实数据;考虑到每门课程仅 16 学时,项目采取“课内指导 + 课外自主完成”的方式,贯穿课程全过程并在最后一次课完成答辩,由校内导师与企业导师依据量规联合评分。

Table 4. Examples of project assignments for the two courses
表 4. 项目任务书示例：两门课程的综合项目设计

项目要素	《智慧矿山与智能开采技术》	《绿色开采技术》
项目名称	露天矿无人运输路径优化与调度方案设计	干旱矿区排土场生态修复方案设计
项目背景	准东某露天矿已投用无人矿卡 12 台，存在空驶率高、装卸载点排队、运力时段不均等问题，运输效率较设计值低约 15%	哈密某矿区排土场面积约 1.8 km ² ，年均降水量不足 80 mm，现状植被覆盖度低于 15%，复垦达标困难
任务目标	在给定采剥计划与道路拓扑条件下，使单车日均有效运输趟数提升不低于 10%，并控制等待与空驶时间	提出可落地的分区治理与植被重建方案，使三年植被覆盖度提升至 30%以上，并控制单位面积复垦成本
输入条件	矿区道路拓扑与坡度数据、装卸载点位置、矿卡性能参数、近 3 个月运行日志(脱敏)	排土场地形与边坡数据、气象与水文资料、土壤检测结果、周边植被本底调查资料(脱敏)
交付成果	① 路径优化与调度方案报告；② 仿真模型与参数说明；③ 成本-效益分析表；④ 汇报 PPT	① 生态修复方案报告；② 分区治理设计图；③ 成本-效益与水土保持分析表；④ 汇报 PPT
进度安排	第 1~2 周问题界定与资料检索；第 3~5 周建模与仿真；第 6~7 周方案比选与优化；第 8 周答辩与反思	第 1~2 周本底调查与问题界定；第 3~5 周分区治理设计；第 6~7 周效益与风险分析；第 8 周答辩与反思
角色分工	每组 4~5 人，分设数据采集、模型构建、方案优化、汇报答辩角色，中期轮换一次	每组 4~5 人，分设本底调查、方案设计、效益核算、汇报答辩角色，中期轮换一次
评价标准	按表 6 量规评价，智能技术应用维度权重 35%	按表 6 量规评价，绿色与生态意识维度权重 35%

注：两个项目的数据均来源于合作企业脱敏后的真实生产数据，任务书由校内教师与企业工程师共同编制，每学年根据生产条件变化修订；课内 8 学时用于任务布置、阶段性指导和答辩，其余工作由学生在课外完成。

5.3. 本土化案例库建设

案例本土化是保证教学贴合区域产业需求的关键。新疆矿区在气候干旱、生态脆弱、煤层赋存条件和开采规模上与内地差异明显，直接移植通用案例容易“水土不服”。学校与企业联合开发的案例库示例见表 5，覆盖智能装备运维、数据分析、绿色开采、生态治理和安全应急五类能力维度，并按课程归属分为两组：C01~C04 服务于《智慧矿山与智能开采技术》，C05~C08 服务于《绿色开采技术》。考虑到每门课程仅 16 学时，案例以“短案例”为主，每个案例均包含背景资料、原始(脱敏)数据、问题清单、参考方案和教学反思五个部分，并保证每学年更新，使课堂内容持续与行业现场保持连接。

Table 5. Localized teaching case bank for intelligent green mining (examples)
表 5. 智能绿色采矿本土化教学案例库(示例)

案例编号	案例名称	覆盖知识点	能力维度	适用课程
C01	准东露天矿无人驾驶矿卡编队调度改造	无人运输、车-路协同	智能装备运维	智慧矿山与智能开采技术
C02	哈密某井工矿智能通风与瓦斯监测联动	智能通风、监测预警	数据分析	智慧矿山与智能开采技术
C03	某矿智能综采工作面数字孪生建模	数字孪生、三维建模	智能装备运维	智慧矿山与智能开采技术
C04	矿山安全风险分级管控与隐患排查	风险分级、智能监管	安全应急	智慧矿山与智能开采技术
C05	伊犁矿区保水开采与地表沉陷控制	保水开采、岩层控制	绿色开采	绿色开采技术
C06	干旱矿区排土场生态修复与植被重建	土地复垦、生态修复	生态治理	绿色开采技术
C07	某矿绿色矿山创建与评价指标达标	绿色矿山评价、指标体系	绿色开采	绿色开采技术
C08	矿井水综合利用与近零排放设计	水资源保护、循环利用	生态治理	绿色开采技术

注：案例均由校企联合开发，涉及企业生产数据的内容已作脱敏处理；C01~C04 服务于《智慧矿山与智能开采技术》，C05~C08 服务于《绿色开采技术》；案例库每学年更新。

5.4. 能力评价量规

评价方式决定学生的学习方式。为避免项目化教学出现“热热闹闹、评价回到一张卷”的落差，两门课程实施过程性评价，四个评价维度的内涵及其在两门课程中的差异化权重见表6：《智慧矿山与智能开采技术》加大智能技术应用与数据分析的权重，《绿色开采技术》加大绿色与生态意识的权重，团队协作与沟通在两门课程中权重相同。评价规则在学期初随任务书一并向学生公布，使学习目标、学习活动和评价任务保持一致；评分主体由校内导师(60%)、企业导师(30%)和小组互评(10%)构成，既保证专业判断，也引入产业视角。课程结束后，教师依据量规各维度的得分分布诊断教学薄弱环节，形成“评价 - 反馈 - 改进”闭环。

Table 6. Competency assessment rubric for the two courses (shared framework, sub-course empowerment)
表 6. 两门课程能力评价量规(共用框架，分课程赋权)

评价维度	权重(智慧矿山/ 绿色开采)	优秀(4 分)	良好(3 分)	合格(2 分)	待改进(1 分)
智能技术应用	35%/20%	能独立搭建仿真场景并解释关键参数对结果的影响	能完成仿真操作并对结果做基本解释	在指导下完成仿真操作	无法独立完成仿真操作
绿色与生态意识	15%/35%	方案主动纳入生态修复与资源循环，并给出量化效益	方案考虑生态要求，但量化不足	提及生态保护但缺乏具体措施	未考虑生态与绿色要求
数据分析与方案设计	30%/25%	数据清洗规范，模型合理，方案有成本 - 风险对比	数据处理基本规范，方案可行	数据处理粗糙，方案勉强可行	数据分析缺失，方案不可行
团队协作与沟通	20%/20%	分工明确且有轮换，答辩逻辑清晰、应答准确	分工明确，答辩表达清楚	有分工但协作不足，答辩基本完成	分工不清，答辩无法说明个人贡献

注：权重列格式为“《智慧矿山与智能开采技术》/《绿色开采技术》”，两门课程权重合计均为 100%；课程成绩 = 得分/4 × 100 × 80% + 考勤与阶段性作业 × 20%；

6. 试点实施成效与风险挑战

6.1. 试点实施成效

为检验改革方案的有效性，研究团队于 2025~2026 学年在新疆工程学院采矿工程专业 2022 级(试点班，n = 42)，依托《智慧矿山与智能开采技术》《绿色开采技术》两门课程开展试点，并与平行年级的常规班(n = 45)进行对比。两门课程均采用上述模块化设计、项目化教学与能力评价，常规班沿用传统讲授式教学。试点结果表明(见表 7)：试点班在“智能装备与数据分析”“绿色开采与生态修复”两项核心能力自评得分上分别较常规班提高 0.58 分和 0.49 分(5 分制，p < 0.05)，课程作品的企业导师评价优良率(≥4 分)达 85.7%，较常规班提升 27.4 个百分点；毕业生跟踪显示，试点班学生在企业实习的岗位适应周期由平均 4.2 个月缩短至 2.6 个月。

Table 7. Comparison of core competency attainment between the pilot class and the regular class (5-point scale, means)
表 7. 试点班与常规班核心能力达成对比(5 分制，均值)

核心能力指标	试点班(n = 42)	常规班(n = 45)	提升幅度
智能装备与数据分析	4.21	3.63	+0.58*
绿色开采与生态修复	4.05	3.56	+0.49*
安全生产与应急处置	4.18	3.82	+0.36
跨专业协同与沟通	4.12	3.71	+0.41

注：*表示独立样本 t 检验 p < 0.05；数据为试点后测结果。

通过改革,矿业类专业人才培养将更加贴合新疆智能绿色矿山建设需求。学生层面,工程实践能力、数字技术应用能力、绿色发展意识和岗位适应能力将明显提升;教师层面,课程创新能力、企业实践能力和团队协作能力将持续增强;专业层面,课程体系、实践平台和质量评价将形成良性循环;产业层面,学校能够为自治区矿业高质量发展提供更稳定的人才供给和更精准的技术服务。

6.2. 试点实施面临的风险挑战

任何系统性的教学改革都不可能一蹴而就。新疆工程学院推进智能绿色采矿应用型教学改革存在诸多现实风险挑战。校内教师多深耕传统采矿领域,缺乏矿山数字化、智能开采、生态修复等新兴技术的实操和教学能力,企业技术人员也难以常态化参与校内教学。学校现有实训设备偏传统,智能化、绿色化实训资源短缺,难以适配新疆矿山特殊工况的教学需求。同时,矿区地理位置偏远、安全管控严格,学生一线实操实习机会有限,实践教学质量难以保障。课程体系更新滞后,新旧内容衔接混乱、学时分配不合理,且本地矿企升级进度参差不齐,岗位需求迭代较快,教学内容更新不及时,校企育人衔接度不足,改革难以贴合行业实际需求。

针对上述问题,结合学校办学特色制定对应改进策略。学校可定期组织教师参与矿企新技术专项培训,聘请企业骨干担任兼职教师,补齐跨学科师资短板。依托校内实训平台搭建矿山智能开采仿真场景,弥补实地实习条件的不足。系统梳理优化课程内容,剔除陈旧冗余知识点,合理分配学时,实现传统采矿知识与新兴技术深度融合。建立常态化校企沟通机制,动态对接企业岗位需求与技术升级进度,及时更新教学案例,深化校企协同育人成效,保障教学改革贴合区域矿业发展需求。

7. 结论

智能绿色采矿为新疆矿业高质量发展提供了新的技术路径,也对应用型本科矿业类专业教学改革提出了系统要求。新疆工程学院作为服务自治区能源资源产业的重要地方高校,应把产业转型需求转化为人才培养目标,把企业真实问题转化为教学项目,把校企合作基础转化为协同育人机制。围绕课程体系、实践教学、产教融合、师资队伍和质量评价推进改革,能够有效提升矿业类专业人才培养与区域产业需求的适配度。

未来,学校还需持续跟踪智能矿山技术迭代和绿色矿山建设标准变化,推动教学改革从单项措施走向系统治理,从课程更新走向专业生态重构。只有把教学改革真正嵌入新疆矿业智能化、绿色化和安全化转型全过程,才能培养出扎根边疆、服务产业、善于创新的应用型工程技术人才。

本研究仍存在三点局限:一是调查样本集中于新疆 12 家重点矿企,样本量与覆盖面有限,结论的外推需谨慎;二是课程试点仅覆盖采矿工程专业一个年级的两个班,周期为一个学年,长期效果有待追踪;三是改革成效主要依赖能力自评和企业导师评价,缺少客观能力测试数据。后续研究将扩大样本范围,引入毕业生跟踪调查与企业用人数据的纵向对比,并在更多专业推广试点,持续迭代课程模块与评价量规。

基金项目

新疆维吾尔自治区高校本科教育教学研究和改革项目“应用型高校矿业类课程思政融入实践教育阶段的思路与实践”(XJGXJGPTA-2024055);新疆工程学院教育教学研究与改革项目“教育数字化转型背景下《采煤概论》教学内容动态更新与教学模式优化研究”(XJGCJGB202635)。

参考文献

- [1] 王国法,刘峰,孟祥军,等. 煤矿智能化(初级阶段)研究与实践[J]. 煤炭科学技术, 2019, 47(8): 1-36.

- [2] 武强, 刘宏磊, 曾一凡, 等. 我国绿色矿山建设现状与存在问题及对策建议[J]. 绿色矿山, 2023, 1(1): 25-32.
- [3] 陈小林. 智能化矿山建设背景下的煤矿监管监察模式[J]. 煤矿安全, 2022, 53(8): 237-241.
- [4] 葛世荣, 张帆, 王世博, 等. 数字孪生智采工作面技术架构研究[J]. 煤炭学报, 2020, 45(6): 1925-1936.
- [5] 闵力, 阮娟. 基于 OBE 理念的高校课程目标达成度评价体系构建与实践[J]. 创新教育研究, 2026, 14(3): 53-60.
- [6] 冯建湘, 彭珍连, 冯沁, 朱建军. 基于新工科视角的“软件工程” CDIO 教学模式构建[J]. 教育进展, 2021, 11(1): 46-54.
- [7] 张友恒, 付旭, 周慧文, 王大光. 基于 EIP-CDIO 模式的实践教学改革与实践——以道路桥梁与渡河工程为例[J]. 教育进展, 2022, 12(1): 168-172.
- [8] 陈语阳, 孙兰, 刘悦涵. 项目式学习研究: 文献综述与展望[J]. 教育进展, 2024, 14(10): 856-861.
- [9] Alhaj-Bedar, R., Wilson, S., Agioutantis, Z., Schafrik, S., Moradi, A. and Roghanchi, P. (2026) From Foundation to Future: Revisiting AI Integration in Mining Engineering Education through Current Perspectives of Students, Educators, and Industry. *Mining, Metallurgy & Exploration*, **43**, 2341-2357. <https://doi.org/10.1007/s42461-026-01518-y>
- [10] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J]. 清华大学教育研究, 2017, 38(2): 26-35.
- [11] 渠爱巧, 韩延清. 新工科背景下多学科交叉融合“采矿+”人才培养模式研究[J]. 辽宁科技学院学报, 2022, 24(3): 42-44.
- [12] 盛建龙, 叶义成, 刘晓云, 等. 基于新工科的采矿工程专业创新人才培养模式初探——以武汉科技大学为例[J]. 高等工程教育研究, 2018(5): 83-87.
- [13] 黄辉, 周文姗, 刘海滨. 适应智能采矿的人才培养模式研究[J]. 矿业科学学报, 2021, 6(3): 356-363.
- [14] 王亚熙. 新工科建设背景下产学研协同育人体系的构建——以粤港澳大湾区高校为例[J]. 中国高校科技, 2022(5): 80-85.
- [15] 王力, 朱蕊, 王安成, 等. PBL 与 CDIO 融合的新工科课程教学方法创新与实践——以导航与位置服务课程为例[J]. 大学教育, 2026(11): 61-65.
- [16] 赵浚. 人工智能赋能高校思想政治教育研究[M]. 北京: 中国社会科学出版社, 2024.
- [17] 谢冬. 赋能式培训: 从业务场景到培训课堂[M]. 北京: 机械工业出版社, 2023.
- [18] 李圣军, 马立强, 常治国, 刘志腾. 基于知识图谱的《采煤概论》课程内容动态更新机制构建与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 522-529.