

安全工程专业煤矿开采学课程安全能力导向教学改革研究

崔道品

贵州大学矿业学院, 贵州 贵阳 550025

DOI:10.61369/ECE.2026050047

摘 要 : 煤矿开采学是安全工程专业理解煤矿生产系统、认识采动灾害孕育过程和掌握矿井安全管控方法的重要课程。随着煤矿开采向智能化、绿色化、少人化发展,传统以采煤方法、准备方式和井田开拓为主线的教学体系,已难以满足风险辨识、灾害分析、工程治理与绿色评价需求。针对目标衔接不清、安全特色不足、智能绿色开采融入较弱、实践教学脱离现场、考核偏重记忆等问题,本文基于工程教育认证、新工科和煤矿智能化背景,构建“开采系统认知—采动风险辨识—安全治理设计”三层递进框架。课程融合采煤方法、巷道布置、顶板控制、瓦斯治理、智能工作面和应急处置,采用课前导学、案例研讨、虚拟仿真、校企协同实训和课后风险报告模式。模拟数据显示,综合案例分析平均成绩由74.6分提高至83.9分,风险辨识任务达成率由71.3%提高至87.5%,课程满意度由82.1%提高至93.4%,表明该路径可推动课程向安全能力生成型转变。

关 键 词 : 安全工程; 煤矿开采学; 教学改革; 智能开采; 绿色开采; 工程教育认证

Research on Safety Competency-Oriented Teaching Reform of the Coal Mining Course for Safety Engineering Majors

Cui Daopin

School of Mining, Guizhou University, Guiyang, Guizhou 550025

Abstract : coal Mining is an important course for safety engineering majors to understand coal mine production systems, recognize the development process of mining-induced disasters, and master mine safety control methods. With coal mining developing toward intelligent, green, less-manned, the traditional teaching system centered on mining methods, preparation methods, and mine-field development can no longer fully meet the needs of students in risk identification, disaster analysis, engineering control, and green evaluation. To address problems such as unclear alignment between course objectives and graduation requirements, insufficient safety engineering characteristics, weak integration of intelligent and green mining, disconnection between practical teaching and field work, and assessment that overemphasizes memorization, this paper constructs a three-level progressive framework of "mining system cognition—mining-induced risk identification—safety control design" based on engineering education accreditation, emerging engineering education, and coal mine intelligentization. The course integrates mining methods, roadway layout, roof control, gas control, intelligent working faces, and emergency response. A blended teaching model combining pre-class guidance, case discussion, virtual simulation, school-enterprise collaborative training, and post-class risk reports is adopted. Simulation data show that the average score of comprehensive case analysis increased from 74.6 to 83.9, the achievement rate of risk identification tasks increased from 71.3% to 87.5%, and course satisfaction increased from 82.1% to 93.4%, indicating that this approach can promote the transformation of the course toward safety competency generation.

Keywords : safety engineering; coal mining; teaching reform; intelligent mining; green mining; engineering education accreditation

引言

煤矿安全生产具有系统性、动态性和高风险特征,开采空间布置、采煤方法选择、围岩活动规律、瓦斯运移过程、采空区演化及地表沉陷控制等因素,均会直接影响矿井安全状态。对安全工程专业而言,学生只有掌握煤矿开采活动的基本逻辑,才能进一步理解顶板

事故、瓦斯灾害、水害、冲击地压、火灾及粉尘危害等安全问题的产生机制。

工程教育认证强调以学生为中心、以产出为导向和持续改进。陈登红等以煤矿开采学为例，分析课程教学目标与工程知识、问题分析、设计开发、工程与社会、环境和可持续发展等毕业要求之间的支撑关系，说明课程目标需要从知识掌握进一步转向能力达成^[1]。陈光波等研究了特殊环境下煤矿开采学线上教学改革，认为雨课堂等平台可通过课前预习、课堂互动和课后复习改善传统教学互动不足的问题^[2]。梁华杰等指出，煤矿开采技术正向高效化、自动化、无人化和绿色化方向发展，课程教学应及时吸收开采技术发展成果^[3]。陈芳等认为，智能开采背景下实训教学应由单机设备操作训练转向系统运行认知、流程衔接和工况判断能力培养^[4]。张强等系统总结了我国煤矿充填开采技术及方法的新进展，表明充填开采已成为推动煤炭绿色低碳和固废资源化利用的重要方向^[5]。周忠元则将绿色开采技术概括为保水开采、充填开采、煤与瓦斯共采、固废利用和生态修复等核心内容^[6]。同时，煤矿智能化建设指南、煤矿智能化标准体系建设以及新工科建设理念，也对安全工程专业课程提出了面向智能矿山和未来工程实践的新要求^[7-9]。

本文围绕安全工程专业人才培养目标，对煤矿开采学课程进行改革设计，重点解决“教什么、怎么教、如何练、怎样评”的问题，形成面向煤矿安全岗位能力的课程教学模式。

一、课程教学现状与改革目标

（一）课程教学现状

传统《煤矿开采学》通常以采煤方法、准备方式、井田开拓、采区设计等内容为主线^[10]。该体系能够较好呈现煤矿开采知识框架，但在安全工程专业教学中存在三方面不足。

第一，课程内容偏重采矿工艺，安全问题嵌入不够。教师通常重点讲解走向长壁、倾斜长壁、急倾斜煤层开采等方法的观念、巷道布置，而对不同采煤方法引发的顶板破断、瓦斯涌出、采空区遗煤自燃等安全问题讲解不足，学生容易出现“会记概念、不会识别风险”的现象。

第二，课程目标与毕业要求对应不够细化。工程教育认证要求课程目标可评价、可支撑、可持续改进，但部分教学目标仍停留在“了解”“掌握”“熟悉”等表述层面，没有进一步转化为风险分析、方案比较、安全措施设计和绿色评价等可检测能力。

第三，实践教学与岗位需求联系不紧。煤矿开采具有明显空间性和现场性，单靠课堂板书和教材图示难以帮助学生形成井下空间概念。尤其在智能开采背景下，采煤、支护、通风、瓦斯抽采之间形成高度耦合，传统以单项设备认知为主的实训模式难以满足安全工程专业学生综合判断能力培养需求。

（二）改革目标

安全工程专业煤矿开采学课程改革应围绕“安全能力生成”展开，形成三类课程目标。

一是开采系统认知能力。学生应掌握煤田开发、井田划分、开拓方式、采区准备、采煤方法、运输通风排水等系统关系，能够读懂矿井开拓图、采区巷道布置图和工作面生产系统图。

二是采动风险辨识能力。学生应能够分析不同煤层赋存、顶板条件、瓦斯条件、水文地质条件和地表保护要求下的主要危险源，理解开采扰动对顶板、瓦斯、水害、火灾和地表沉陷的影响。

三是安全治理设计能力。学生应能够结合工程背景提出采煤方法选择、巷道布置优化、煤柱留设、支护控制、瓦斯抽采、充填开采、保水开采和监测预警方案。

为使课程目标能够有效支撑安全工程专业毕业要求，并便于后续教学评价与持续改进，本文将课程目标、能力要求、毕业要求、教学内容和评价方式进行对应分析，形成课程目标与能力要求对应关系，见表1。

在上述目标基础上，课程改革以安全能力培养为核心，将开采系统认知、采动风险辨识、安全治理设计作为递进式能力主线，形成由课程目标到综合能力达成的整体改革框架。

二、教学内容重构与教学模式设计

（一）教学内容重构

改革后，课程内容划分为五个模块。

模块一为煤矿开采系统基础。包括煤炭资源赋存、井田划分、矿井开拓方式、采区准备方式、采煤方法分类和矿井生产系统。该模块重点解决学生“看不懂矿井空间结构”的问题。

模块二为采动灾害与控制。包括顶板来压、巷道围岩变形、瓦斯涌出、采空区自燃、水体导通、煤柱失稳、地表沉陷和冲击地压诱发因素。该模块强调从开采扰动角度解释灾害形成机制。

模块三为智能开采与少人化安全。包括智能综采工作面、装备协同、数据预警、远程控制、智能充填和数字化管理平台。该模块重点培养学生对智能矿山运行状态的识读能力和异常处置意识。

改革后的课程内容不再单纯按照传统采矿知识顺序展开，而是围绕开采系统、采煤方法、采动灾害、绿色开采和智能开采三个模块进行重组，并明确各模块的安全工程融入点与教学方法，具体见表2。

表1 安全工程专业煤矿开采学课程目标与能力要求对应关系

课程目标	能力要求	支撑毕业要求	主要教学内容	评价方式
开采系统认知	识读矿井系统图，理解开采流程	工程知识	井田开拓、采区准备、采煤方法	随堂测试、图纸识读
采动风险辨识	判断主要危险源及风险传导路径	问题分析	顶板、瓦斯、水害、火灾、沉陷	案例分析、风险清单
安全治理设计	提出工程控制措施和技术方案	设计开发	巷道布置、支护、抽采、充填	项目报告、方案汇报

表2 改革后课程内容模块及教学重点

模块	教学内容	安全工程融入点	推荐教学方法
开采系统基础	井田开拓、采区准备、生产系统	通风、运输、避灾路线识读	图纸讲解、模型演示
采动灾害控制	围岩活动、水害、冲击地压、沉陷	危险源辨识与风险路径分析	问题链教学
智能开采	智能工作面、传感监测、远程控制	少人化作业、异常预警、联动处置	虚拟仿真、校企实训

与传统以“采煤方法—准备方式—井田开拓—采区设计—露天开采”为主线的教学结构相比，改革后的课程内容更加突出安全风险、绿色治理和智能开采要求，实现了由采矿知识性传授向安全能力模块化培养的转变。

（二）混合式教学模式设计

改革采用“课前导学—课中研讨—课后复盘”的混合式教学模式。课前，教师通过线上平台发布短视频、矿井布置图、事故案例和预习测验，引导学生带着问题进入课堂。例如，在学习采区巷道布置前，要求学生标注运输巷、回风巷、进风路线和避灾路线；在学习充填开采前，要求学生思考充填率、接顶效果和充填体强度对地表沉陷的影响。

课中，采用“微讲授+案例分析+小组任务”的结构。教师先讲清基础概念，再给出典型工况，要求学生完成风险辨识和措施设计。例如，在“高瓦斯厚煤层综放开采”案例中，学生需分析放顶煤工艺对瓦斯积聚、采空区自燃和顶板控制的影响，并提出瓦斯抽采、通风管理和防灭火措施。

课后，学生提交风险复盘报告，内容包括工程背景、危险源识别、风险传导路径、控制措施和方案不足。教师根据报告质量进行反馈，并将共性问题带入下一次课堂。

课程采用“课前导学—课中研讨—课后复盘”的混合式教学流程，将线上资源、课堂案例、小组任务和风险报告有机结合，并通过学习数据反馈推动教学持续改进。

三、实践教学实施与评价体系

（一）实践教学实施路径

实践教学是安全工程专业煤矿开采学改革的重点。课程实践不应停留在参观矿井或观看视频，而应以任务为牵引，构建“虚拟仿真—案例训练—校企协同—综合设计”四级实践体系。

第一层为虚拟仿真实训。依托矿井开拓模型、综采工作面三维仿真、通风网络模拟和采动沉陷演示平台，使学生建立井下空间概念。第二层为案例训练。围绕高瓦斯工作面、断层附近回采、建筑物下压煤充填开采、浅埋煤层保水开采等案例，开展危险源辨识。第三层为校企协同实训。由企业工程技术人员提供典型生产资料，教师转化为课堂任务。第四层为综合课程设计。学生以小组为单位完成某采区开采方案的安全评价，包括采煤方法选择、巷道布置、主要灾害分析、监测预警和绿色治理措施。

产教融合实践教学的关键在于将企业真实生产问题转化为课堂教学任务，并通过学生分组实训、方案汇报评价和企业教师反馈实现闭环改进。本文构建的产教融合实践教学闭环如图1所示。

（二）多元评价体系

评价体系按照“知识掌握、过程表现、项目能力、实践能力”四个维度设计。知识掌握主要通过期末考试和随堂测验评价；过程表现主要评价课前预习、课堂讨论和学习投入；项目能力主要评价案例分析报告、风险辨识清单和治理方案；实践能力主要评价虚拟仿真、校企任务和综合课程设计成果。

为避免传统考核过度依赖期末考试，课程评价体系从过程评价、案例项目、实践训练和终结考核四个方面展开，分别对应学生学习投入、风险辨识、工程实践和综合应用能力，各评价项目及权重见表3。

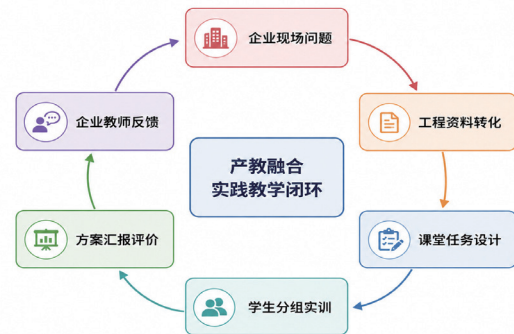


图1 产教融合实践教学闭环

表3 课程考核评价体系

评价项目	比例 /%	评价内容	对应能力
过程评价	20	课前预习、课堂讨论、随堂测验	学习投入、基础理解
案例项目	25	风险辨识、问题分析、措施设计	采动风险辨识能力
实践训练	25	虚拟仿真、图纸识读、校企任务	工程实践能力
终结考核	30	基础知识、综合分析题	系统认知与综合应用

为检验改革效果，本文以某高校安全工程专业两个自然班为对象进行模拟统计。改革前采用传统讲授模式，改革后采用安全能力导向混合式教学模式。结果显示，学生综合案例分析平均成绩由74.6分提高至83.9分，风险辨识任务达成率由71.3%提高至87.5%，实践报告优秀率由28.4%提高至46.8%，课程满意度由82.1%提高至93.4%。从结果看，学生在矿井系统识读、采动风险判断和安全治理方案表达方面提升较明显，但在复杂地质条件下多灾害耦合分析方面仍需进一步强化。

基于模拟教改数据可以看出，改革后学生在综合案例分析、风险辨识任务、实践报告质量和课程满意度方面均有不同程度提升。其中，综合案例分析平均成绩由74.6分提高至83.9分，风险辨识任务达成率由71.3%提高至87.5%，实践报告优秀率由28.4%提高至46.8%，课程满意度由82.1%提高至93.4%。

（三）持续改进机制

课程持续改进应围绕目标达成情况展开。教师每学期统计学生随堂测验、案例报告、实践任务和期末考试结果，分析薄弱环节。若学生图纸识读能力不足，应增加矿井系统图训练；若风险辨识较浅，应增加典型事故案例和危险源清单训练；若治理方案空泛，应强化规程规范查阅和企业案例讨论。通过“目标设定—

教学实施—评价反馈—内容修正”的闭环机制，实现课程持续优化。

四、结论

（1）安全工程专业煤矿开采学课程应从传统采矿知识传授转向安全能力导向培养，围绕开采系统认知、采动风险辨识、安全治理设计和绿色智能拓展构建课程目标体系，使课程更好支撑工程教育认证背景下的毕业要求达成。

（2）课程内容重构应保持煤矿开采基础知识完整性，同时强化顶板、瓦斯、水害、火灾、冲击地压、地表沉陷等安全问题融

入，并将智能开采、充填开采、保水开采、煤与瓦斯共采和生态修复纳入教学模块，突出安全工程专业特色。

（3）混合式教学、案例研讨、虚拟仿真和产教融合实训能够改善传统课堂空间感不足、互动不足和实践不足的问题，有助于学生从“记忆采煤方法”转向“分析开采风险”和“设计安全措施”。

（4）多元评价体系应覆盖过程表现、案例项目、实践训练和终结考核，并以学生目标达成情况为依据持续改进课程内容与教学方法。后续教学中应进一步加强复杂地质条件下多灾害耦合案例库建设，提高学生面对真实矿井工程问题的综合判断能力。

参考文献

- [1] 陈登红, 华心祝, 杨科, 等. 工程教育专业认证下课程教学目标与毕业要求的关联性——以《煤矿开采学》为例 [J]. 北京城市学院学报, 2020(5):24-27.
- [2] 陈光波, 滕鹏程, 陈世江, 等. 特殊环境影响下煤矿开采学发展探讨与应用研究 [J]. 内蒙古科技大学学报, 2023, 42(2):190-195.
- [3] 梁华杰, 赵忠义. 煤矿开采技术发展方向——评《煤矿开采学》[J]. 矿业研究与开发, 2019, 39(9):152.
- [4] 章鸣铭, 吴晓东, 许敏. 基于齿条力估计的线控转向系统主动跟踪器研究 [J]. 机电工程, 2019(3):7.DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2019.03.001.
- [5] 我国煤矿充填开采技术及方法的新进展, 表明充填开采已成为推动煤炭绿色低碳和固废资源化利用的重要方向
- [6] 司元红, 王佩瑶, 亢向锋. 矿山开采技术进展与绿色开采策略 [J]. Engineering Science Research & Application, 2025, 6(11).
- [7] 国家能源局, 国家矿山安全监察局. 煤矿智能化建设指南 (2021年版) [Z]. 2021.
- [8] 国家能源局. 煤矿智能化标准体系建设指南 [Z]. 2024.
- [9] 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.
- [10] 徐永圻. 煤矿开采学 [M]. 中国矿业大学出版社, 2015.