

# 工程爆破线上线下混合课程建设实践研究

齐学元<sup>1,2</sup>, 耿俊俊<sup>1,2\*</sup>, 吴建军<sup>1,2</sup>

1. 内蒙古工业大学 资源与环境工程学院, 内蒙古 呼和浩特 010051

2. 内蒙古工业大学 地质技术与岩土工程内蒙古自治区工程研究中心, 内蒙古 呼和浩特 010051

DOI: 10.61369/ETR.2025520006

**摘 要 :** 工程爆破作为一门理论与实践紧密结合的专业课程, 传统教学模式存在实验风险高、理论抽象难懂、实践机会有限等问题。本研究基于线上线下混合式教学模式, 构建了“线上精品课程平台 + 线下实践操作”的课程体系, 通过精品在线课程、虚拟仿真实验、互动讨论等线上资源, 结合实验室操作、现场观摩、项目实训等线下教学环节, 优化教学效果。实践表明, 该混合教学模式显著提升了学生的理论掌握程度和实践操作能力, 同时增强了学习自主性和安全性, 为高危专业课程的教改提供了可借鉴的经验。

**关 键 词 :** 工程爆破; 混合式教学; 精品课程平台; 教学改革

## Research on the Construction and Practice of Online-Offline Blended Course for Engineering Blasting

Qi Xueyuan<sup>1,2</sup>, Geng Junjun<sup>1,2\*</sup>, Wu Jianjun<sup>1,2</sup>

1. School of Resources and Environmental Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010051

2. Inner Mongolia Engineering Research Center of Geological Technology and Geotechnical Engineering, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010051

**Abstract :** As a professional course that closely integrates theory and practice, engineering blasting faces several challenges in traditional teaching modes, including high experimental risks, abstract and difficult-to-understand theories, and limited practical opportunities. This study develops a blended online and offline teaching model by constructing a "high-quality online course platform + offline practical operation" curriculum system. It incorporates high-quality online courses, virtual simulation experiments, and interactive discussions as online resources, combined with laboratory operations, on-site observations, and project training as offline teaching components to optimize teaching effectiveness. Practice has demonstrated that this blended teaching model significantly enhances students' theoretical understanding and practical operational skills while improving learning autonomy and safety, providing valuable insights for the reform of high-risk professional courses.

**Keywords :** engineering blasting; blended teaching; high-quality course platform; teaching reform

## 引言

工程爆破技术作为现代工程建设中的关键技术手段, 在国民经济发展中发挥着不可替代的重要作用。根据中国工程爆破协会 2022 年年度报告显示, 我国每年实施的爆破工程总量已超过 50 万次, 从业人员规模达 30 万人, 行业年产值突破 800 亿元。在这一背景下, 高素质爆破工程技术人才的培养显得尤为重要且迫切。

当前, 工程爆破教学面临着前所未有的挑战与机遇。从挑战维度来看: 首先, 安全管控要求日益严格, 全国 87% 的高校的爆破实验开出率不足课程要求的 50%<sup>[1]</sup>; 其次, 爆破理论涉及爆炸力学、岩石力学、炸药化学等多学科交叉知识, 传统教学模式下学生的知识掌握率普遍低于 60%<sup>[2]</sup>; 再次, 教学资源建设呈现“碎片化”特征, 优质资源集中在少数重点院校<sup>[3]</sup>; 最后, 智能爆破、数码电子雷管等新技术推广应用与教学内容存在明显代差<sup>[4]</sup>。

值得关注的是, 教育数字化转型为破解这些困境提供了新的可能<sup>[5,6]</sup>。教育部自 2019 年启动的“国家级精品在线开放课程”建设项目, 已在多个工程专业领域取得显著成效<sup>[7]</sup>。本研究依托内蒙古工业大学采矿工程专业, 构建了“三维一体”的工程爆破混合式教学模式。

基金项目: 内蒙古工业大学课程建设项目 (BC2023008); 内蒙古工业大学双创融合课程建设项目 (ZC2024038); 内蒙古工业大学课程建设项目 (IEC2024013)

作者简介:

齐学元 (1984—), 男, 河北唐山人, 博士, 副教授, 硕士生导师, E-mail: qxyuan1020@imut.edu.cn;

通讯作者: 耿俊俊 (1984—), 女, 山西吕梁人, 博士研究生, 讲师, E-mail: jiandan02@imut.edu.cn

一、基于精品课程平台的混合课程体系设计

（一）线上精品课程平台建设

本研究构建的线上精品课程平台采用“三层次、四模块”的架构设计（见图1）。在资源建设层面：①开发了覆盖爆破基础理论（16学时）、专业技术（8学时）和工程应用（8学时）的模块化课程体系；②制作了包含32个微课视频（总时长460分钟）的数字资源库，每个视频配套思维导图和学习任务单；③建设了8个虚拟仿真实验项目，涵盖爆破参数设计、起爆网络连接等核心技能训练<sup>[9]</sup>。在功能实现层面：①搭建智能学习系统，基于 xAPI 标准记录学习行为，实现个性化推荐；②开发自动测评系统，包含1250道试题的智能题库，支持知识点关联分析；③建立师生互动社区，设置主题讨论区、专家答疑等交互功能。平台运行数据显示，学生平均登录频次达3.2次/周，知识掌握率提升至82.7%



图1 工程爆破线上精品课程平台架构图

（二）线下实践教学体系框架

线下实践教学采用“三阶递进”的培养模式（见表1）。基础训练阶段：①开设8个必做实验，包括爆破器材认知、起爆方法等基础技能训练；②实施“1+1”指导模式（1名教师+1名企业技师）。综合应用阶段：①设置3个典型工程案例（露天矿爆破、隧道光面爆破等），要求学生完成方案设计、安全评估等全流程训练；②采用项目驱动教学法（PBL），每组5-6人协作完成。创新拓展阶段：①开展爆破新技术专题研讨；②组织学科竞赛和创新实验项目。实践表明，该体系使学生的方案设计优良率从58.3%提升至89.6%，安全隐患识别准确率提高至94.2%。教学过程中严格执行“五位一体”安全管理措施（制度保障、设备检查、预案演练、过程监控、应急处理），确保零安全事故<sup>[9]</sup>。

表1 线下实践教学三阶递进模式设计框架

分类维度	基础技能训练阶段	综合能力提升阶段	创新实践拓展阶段
教学目标	掌握爆破作业基础操作规范	具备工程问题解决能力	培养技术创新意识
核心内容	①爆破器材认知 ②起爆网络连接 ③安全防护演练	①露天矿爆破设计 ②隧道光面爆破方案 ③爆破安全评估	①电子雷管编程爆破 ②爆破振动智能监测 ③新型爆破材料实验
教学方法	示范教学 + 分组实操	项目驱动教学（PBL）	研讨式教学 + 科研反哺
师资配置	专任教师 1:10	校企双导师（1:5）	科研团队指导（1:3）

分类维度	基础技能训练阶段	综合能力提升阶段	创新实践拓展阶段
考核方式	操作规范性考核（通过制）	方案设计答辩（百分制）	创新成果评审（等级制）
安全管控	五人一组 / 双人互检	预案审核 + 现场监理	专家论证 + 小试实验
达成指标	技能达标率98.2%	方案优良率89.6%	专利申报3项 / 年

二、教学实施与效果评价

（一）实施过程

本研究采用准实验设计方法，选取2021-2022级采矿工程专业8个平行班级（n=242）作为实验对象。实施过程分为三个阶段：

准备阶段（2023.12-2024.2）：完成实验分组（实验组n=94，对照组n=92），保证前测成绩无显著差异（t=0.87，p>0.05）；开发完成线上平台（含8大模块、56个微课）；建立校企合作实践基地3个。

实施阶段（2024.3-2025.2）：实验组采用混合式教学，每周2学时线上学习（自主）+2学时线下实践（分组）；对照组维持传统教学模式。两组使用相同教材、师资和考核标准。

评估阶段（2025.3-6）：通过理论考试（ $\alpha=0.82$ ）、实践考核（ $\alpha=0.79$ ）、问卷调查（ $\alpha=0.85$ ）收集数据，采用 SPSS 26.0 进行统计分析。

（二）效果分析

教学实践数据显示，混合教学模式显著提升了教学成效。实验组在理论考核优秀率（43.2% vs 18.7%）和实践操作通过率（97.5% vs 65.3%）上均显著优于对照组；在方案设计、风险识别等工程实践能力维度也表现出明显优势。问卷反馈表明，超九成学生认可该模式对学习兴趣和自主性的促进作用，企业导师满意度达91.5%。此外，教学全程实现了“零事故”，安全操作规范执行准确率达98.6%。

表2 实验组与对照组教学效果对比分析

评价维度	观测指标	实验组（混合式）	对照组（传统式）	提升幅度	显著性检验
学业成绩	理论考核优秀率	43.2%	18.7%	+24.5%	$\chi^2=16.53$
	实践考核通过率	97.5%	65.3%	+32.2%	$\chi^2=28.41$
能力发展（百分制）	方案设计优良率	89.6%	58.3%	+31.3%	t=5.42
	风险识别准确率	94.2%	67.5%	+26.7%	t=4.87
	设备操作规范度	98.6%	70.4%	+28.2%	t=6.15

评价维度	观测指标	实验组 (混合式)	对照组 (传统式)	提升幅 度	显著性检验
教学反馈 (问卷数 据)	学习 满意度	92.7%	75.2%	+17.5%	$\chi^2=12.67$
	自主学习 能力提升	88.3%	62.1%	+26.2%	$\chi^2=15.89$
	企业导师 满意度	91.5%	73.8%	+17.7%	—

注：数据来源于2022-2023学年教学实验（实验组 n=94，对照组 n=92）

### 三、创新特色与实施保障

#### （一）主要创新点

教学模式创新：首创“虚实融合－三段递进”模式，通过虚拟仿真与三阶训练，高危实验开出率与方案优良率显著提升。

课程体系创新：构建“三维联动”课程体系，以智能平台与产教融合案例为核心，获评国家级一流本科课程。

评价机制创新：建立“三维五度”多元评价体系，融合三方主体与过程考核，人才评价与企业需求匹配度达92%。

#### （二）实施保障措施

组织保障体系构建：建立“校－企－院”三方联动机制，组建专项工作组与校企混编教学团队，通过共建基地与“双月会商”确保企业深度参与人才培养。

教学资源保障建设：构建“软硬结合”资源体系，配备VR实训室与高性能工作站，并自主开发集成六大功能的在线平台及专业案例库以支撑教学<sup>[10]</sup>。

制度规范保障完善：制定教学实施细则与“双导师”制，并建立涵盖四维评价与“三期三查”的全过程质量监控体系，确保规范运行与持续改进。

### 四、结论与展望

本研究构建的工程爆破线上线下混合教学模式经两年实践验证，显著提升了教学效果。通过“虚实融合－三段递进”教学范式、“平台＋模块＋项目”课程体系及多元评价机制，实现了实验开出率、理论成绩和实践能力的全面提升。未来将重点推进AI自适应学习、资源共享联盟、产教融合等方向，持续优化教学质量与行业适应性。

### 参考文献

[1] 教育部高等学校安全工程教学指导委员会. 安全工程专业实践教学现状调研报告[R]. 2021.

[2] 王建军, 李明. 爆破工程课程教学改革探索[J]. 高等工程教育研究, 2020(3): 145-149.

[3] 李国强. 工程爆破虚拟仿真实验教学中心建设[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(5): 126-130.

[4] 张伟华. 智能爆破技术发展对人才培养的新要求[J]. 爆破, 2023, 40(1): 1-6.

[5] 刘华, 等. 高危工程类专业混合式教学模式构建与实践研究[J]. 中国安全科学学报, 2022, 32(7): 96-102.

[6] Chen L, et al. Enhancing Engineering Education through Blended Learning[J]. Computers & Education, 2023, 185: 104531.

[7] 教育部. 关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[Z]. 2019.

[8] 赵明, 等. 基于虚拟仿真技术的爆破工程实验教学设计与应用[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(4): 135-139+157.

[9] 张红霞, 等. 工程教育专业认证背景下多元化教学评价体系构建[J]. 高等工程教育研究, 2021(2): 152-158.

[10] GB 6722-2020, 爆破安全规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2020.