

doi:10.3963/j.issn.1001-487X.2025.04.024

## 基于知识图谱的爆破安全课程教学实践与探索\*

张飞燕<sup>1a,2</sup>, 路鑫<sup>1a</sup>, 刘文军<sup>1a</sup>, 李波<sup>1a,2</sup>, 杨东杰<sup>1a</sup>, 崔俊启<sup>1a</sup>, 韩颖<sup>1b,3,4</sup>

(1. 河南理工大学 a. 安全科学与工程学院; b. 能源科学与工程学院, 焦作 454003;

2. 煤炭安全生产与清洁高效利用省部共建协同创新中心, 焦作 454003;

3. 中原经济区煤层(页岩)气河南省协同创新中心, 焦作 454003;

4. 深井岩层控制与瓦斯抽采技术应急管理部科技研发平台, 焦作 454003)

**摘要:** 在国家新工科建设背景下, 早期的爆破安全课程教学已经不能满足高阶性、创新性和挑战度的要求, 缺乏过程性动态数据的支撑, 无法有效跟踪和再现学生的线下学习过程, 导致难以对学生的学习成效进行全面真实的衡量。基于此, 爆破安全课程通过构建课程知识图谱, 结合工程教育认证的毕业要求, 以课程能力为目标、项目任务为核心, 以技能知识为基础、教学资源为支撑, 在智慧树平台部署了课程知识图谱以及相关多模态资源, 并进行可视化展示。该知识图谱主要包括能力图谱、问题图谱和课程图谱等三大模块, 各知识节点间通过拓扑线连接形成完整的知识网络, 帮助学生更深刻理解知识点之间关联, 有效解决知识点碎片化的问题, 从而形成一个完整的知识架构。同时, 可根据学科发展动态与学生的学习需求进行更新和调整, 避免了单一教学视角的偏差, 以实现个性化教学。实践效果表明: 通过应用基于工程教育认证而构建的课程知识图谱, 爆破安全课程教学质量和效果得到显著提升, 学生能够更清晰地掌握知识点之间的逻辑关系, 学习效率和效果明显提高。知识图谱的更新和调整机制确保了教学内容的时效性和针对性, 满足了学生个性化、差异化学习的需求, 为培养具备创新能力和实践能力的高素质人才奠定了坚实基础。

**关键词:** 爆破安全; 工程教育认证; 知识图谱; 智慧教育; 混合式教学

中图分类号: X936 文献标识码: A 文章编号: 1001-487X(2025)04-0223-10

## Innovative Teaching Methods and Practical Exploration for Blasting Safety Course Utilizing Knowledge Graph Technology

ZHANG Fei-yan<sup>1a,2</sup>, LU Xin<sup>1a</sup>, LIU Wen-jun<sup>1a</sup>, LI Bo<sup>1a,2</sup>, YANG Dong-jie<sup>1a</sup>, CUI Jun-qi<sup>1a</sup>, HAN Ying<sup>1b,3,4</sup>

(1. a. School of Safety Science and Engineering; b. School of Energy Science and Engineering,

Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454003, China; 2. Collaborative Innovation Center of

Coal Work Safety and Clean High Efficiency Utilization, Jiaozuo 454003, China;

3. Collaborative Innovation Center of Coalbed Methane and Shale Gas for Central

收稿日期 (Date of reception): 2025-10-30

网络首发日期 (Published online): 2025-12-15

作者简介: 张飞燕 (1978-), 女, 山西芮城人, 博士、教授, 主要从事安全技术及工程领域的教学与科研工作, (E-mail) yanzi@hpu.edu.cn。

通信作者: 刘文军 (1977-), 男, 河南焦作人, 硕士、讲师, 主要从事思想政治教育方面的教学与科研工作, (E-mail) liuwj@hpu.edu.cn。

基金项目: 河南省高等教育学会高等教育研究项目 (2025SXHLX224); 河南省研究生教育改革与质量提升工程项目 (YJS2024KC09、YJS2025SZ12、YJS2025XQLH09、YJS2026ALPY06); 河南省产教融合研究项目 (产教融合视域下安全工程专业实践教学内容和教学方法创新研究与实践); 河南省高等学校重点科研项目 (24A630015)

**About the author:** ZHANG Fei-yan (1978-), female, born in Ruicheng city, Shanxi province, Ph. D., professor, mainly engaged in teaching and research work in the field of safety technology and engineering, (E-mail) yanzi@hpu.edu.cn.

**Corresponding author:** LIU Wen-jun (1977-), male, born in Jiaozuo city, Henan province, master degree, Lecturer, mainly engaged in ideological and political education teaching and research work, (E-mail) liuwj@hpu.edu.cn.

**Fund Programs:** Higher Education Research Projects of Henan Higher Education Association (2025SXHLX224), Postgraduate Education Reform and Quality Improvement Project of Henan Province (YJS2024KC09, YJS2025SZ12, YJS2025XQLH09, YJS2026ALPY06), Innovation and Practice of Practical Teaching Content and Methods for Safety Engineering under the Perspective of Industry-Education Integration, Key Scientific Research Project of Henan Colleges and Universities (24A630015)

Plains Economic Region(Henan Province) ,Jiaozuo 454003 ,China;

4. Science and Technology R&D Platform of Emergency Management Ministry for Deep Well Ground Control and Gas Extraction Technology ,Jiaozuo 454003 ,China)

**Abstract:** Under the background of the national ‘Emerging Engineering Education’ reform initiative, conventional teaching approaches for the Blasting Safety Course have become inadequate for developing advanced cognitive skills, fostering innovation, and meeting contemporary educational challenges. The absence of dynamic, process-oriented data creates challenges in effectively monitoring and reconstructing students’ offline learning trajectories, limiting holistic and accurate evaluations of their academic performance. To overcome this limitation, the Blasting Safety Course has implemented a course knowledge graph framework. This system integrates competency objectives, project-based assignments, technical knowledge, and instructional materials as foundational elements, all aligned with the outcome requirements of engineering education accreditation standards. The knowledge graph system and associated multimodal learning resources have been implemented on the Zhihuishu platform for interactive visualization. This comprehensive framework comprises three core components: competency map, problem map, and course map. The Blasting Safety Course’s learning outcomes are systematically categorized into three fundamental competencies: engineering knowledge, problem analysis, and research. The problem mapping framework is constructed according to course objectives and competency requirements, employing a project-driven teaching model, and systematically organizing the course knowledge system and skill elements. The course knowledge graph incorporates extensive high-quality educational resources that undergo continuous enhancement and expansion. Through topological connections between knowledge nodes, a comprehensive cognitive network is established, facilitating students’ comprehension of the relationships between knowledge points, effectively addressing the issue of interdisciplinary relationships while effectively resolving knowledge fragmentation issues to form an integrated learning structure. Furthermore, this dynamic system allows for periodic updates and modifications based on academic advancements and learner requirements, preventing single-perspective instructional limitations while enabling customized teaching adaptations. Practical results have demonstrate that the knowledge graph framework, constructed according to engineering education accreditation standards, has substantially enhanced instructional quality and learning effectiveness in the Blasting Safety Course. This approach facilitates productive teacher-student engagement through integrated online-offline platforms, successfully overcoming limitations of singular teaching perspectives. Students exhibit improved comprehension of conceptual interconnections, resulting in measurable gains in academic performance and knowledge retention. The graph’s dynamic updating system maintains content relevance while accommodating individualized learning trajectories, effectively supporting diverse student needs. This methodology establishes a robust foundation for developing innovative, practice-oriented engineering professionals. The knowledge graph-integrated hybrid teaching model fully satisfies the advanced cognitive, creative, and rigorous demands of the national ‘Emerging Engineering Education’ initiative.

**Key words:** blasting safety; engineering education certification; knowledge graph; smart education; blended teaching

随着工程教育认证在全球范围内作为提升高等教育质量、促进国际交流合作的重要机制得到广泛实施<sup>[1,2]</sup>,安全科学与工程学科作为安全生产人才培养的关键学科,如何适应工程教育认证要求提高教育质量成为当前亟待解决的问题<sup>[3-5]</sup>,《爆破安全》作为安全工程专业的核心课程,其教学质量直接影响安全从业人员风险管控能力与安全管理效能<sup>[6,7]</sup>,因此,也面临着如何有效对接认证标准的关键挑战。

目前,爆破类的课程教育研究已在课程体系建设、教学内容优化与教学方法创新上有所突破,文献[8]提出“流程工艺前置化”改革方案,通过将传统

理论授课中的流程工艺模块迁移至实践环节,有效缓解了课时压缩与内容膨胀的矛盾。针对爆破实验教学面临的民用爆炸物品管制、二次灾害风险及实体实验不可复现性等的现实困境,学界探索了“虚实融合”的解决方案,以缓解“课内外脱节”困境。文献[9]、[10]构建了爆破虚拟仿真实验教学平台,通过线下仿真操作与线上虚拟演练的有机融合,形成了“以虚代实、虚实互补”的混合式教学模式。此外,文献[11]将数值模拟技术深度融入教学实践,通过 ANSYS/LS-DYNA 等软件模拟爆破过程,实现了从经验教学向数据驱动教学的转变。然而,上述研究多停留在“单点改良”,缺乏将“知识-能力-任

务”映射为可动态演化的系统方案,导致课程教学仍面临知识碎片化、课内外学习脱节、实践能力培养不足以及教师难以对学生的进度进行跟踪等局限。

智慧教育代表了数字时代的教育新趋势<sup>[12,13]</sup>。知识图谱技术凭借其结构化的知识表征能力,已在教育领域展现出显著优势,为多学科知识组织和个性化学习提供了有效解决方案<sup>[14-16]</sup>。

基于此,针对《爆破安全》课程从培养目标优化和教育质量提升两个维度进行了系统性的教育教学改革。提出“毕业要求-知识图谱-项目任务”三位一体改革框架,结合工程教育认证毕业要求<sup>[17,18]</sup>,逆向设计明确教学目标,依托知识图谱实现知识结构化,借助项目任务促进能力转化,最终形成“目标导

向-图谱支撑-任务驱动-评价反馈”的闭环改进机制。该改革路径不仅助力学生构建起有机贯通的知识体系,更实现了课程内容与工程实践场景的深度耦合,同时建立起动态迭代的教学质量保障机制,为实施精准化、个性化的教学提供了有力支撑。

## 1 爆破安全课程知识图谱的构建与设计

### 1.1 能力目标图谱的构建与映射体系设计

爆破安全课程采用三维目标体系架构,包括知识目标、能力目标和素质目标三个维度。其中,能力目标作为课程体系的核心维度,在培养学生专业实践能力和工程问题解决能力方面具有关键性作用,图 1 为爆破安全课程教学目标与教学模块概览图。

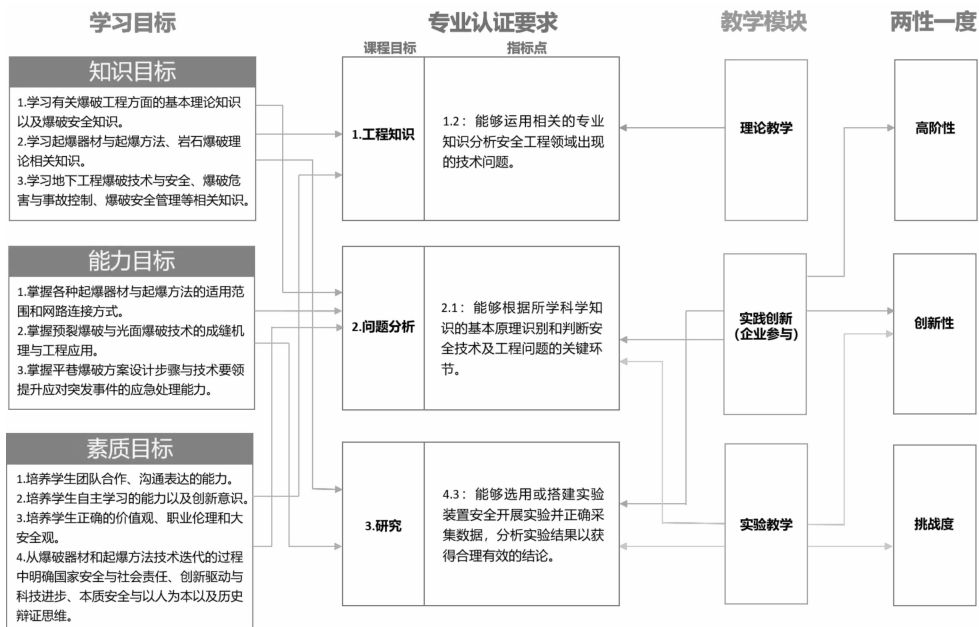


图 1 课程教学目标与教学模块概览图

Fig. 1 Overview of course teaching objectives and teaching modules

基于工程教育认证的要求,结合爆破安全课程特点及培养方案与毕业要求,构建了结构化的课程能力知识图谱,将爆破安全课程的能力目标细分为三个主能力:工程知识、问题分析和研究,能力目标图谱如图 2 所示。

#### 1) 工程知识

工程知识能力目标要求掌握炸药基本理论、性能指标、起爆技术及其在岩石爆破中的应用,同时,学生还需熟悉爆破安全与监测方法,能够运用相关工程专业知识和数学分析方法用于推演、解决安全领域出现的技术问题。具体而言,工程知识能力目标覆盖 7 个知识模块、186 个知识点,并关联到 78 个具体问题,确保学生在理论层面具备扎实的基础。

#### 2) 问题分析

问题分析能力目标侧重于培养学生的逻辑思维与批判性思维。要求学生能够运用相关工程专业知识和数学分析方法,推导和解决复杂工程问题,更重要的是,应能运用相关科学原理,准确识别和判断复杂工程问题的关键环节。这一目标覆盖 6 个知识模块、72 个知识点和 19 个关键问题,旨在提升学生解决问题的能力。

#### 3) 研究

研究能力目标则强调学生的实验设计与数据分析能力。学生需掌握预裂爆破与光面爆破技术的成缝机理与工程应用,掌握平巷爆破方案设计步骤与技术要领。此外,还应能够根据实验方案构建实验

系统,安全地开展实验,并正确地采集和分析实验数据。研究能力目标涵盖 5 个知识模块、38 个知识点

及 7 个核心问题,以培养学生的科研能力素养和实践能力。



图 2 能力目标图谱  
Fig. 2 Competency goal map

为确保学生能够全面发展并取得预期的能力成果,采用“理论教学-实验教学-企业参与”的教学模式,在爆破安全课程中引入虚拟仿真实验平台<sup>[19,20]</sup>,这一平台为学生提供了一个安全无风险的实验环境,有助于学生在实践中深化理论知识。同时,采用校企联合的教学模式,引导学生将学术认知转化为职业能力。通过引入企业真实项目作为教学载体,构建产教融合的实践教学体系,促进理论知识与工程实践的深度耦合,实现学术认知向职业能力的

有效转化,最终达成应用型人才培养的教育目标<sup>[21]</sup>。

### 1.2 基于项目任务驱动的问题图谱构建与知识体系融合

在爆破安全课程的教学体系设计中,基于课程目标和能力要求,采用项目任务驱动型教学模式,通过系统化梳理课程知识体系与技能要素,构建了结构化的问题图谱,问题图谱部分内容如图 3 所示。

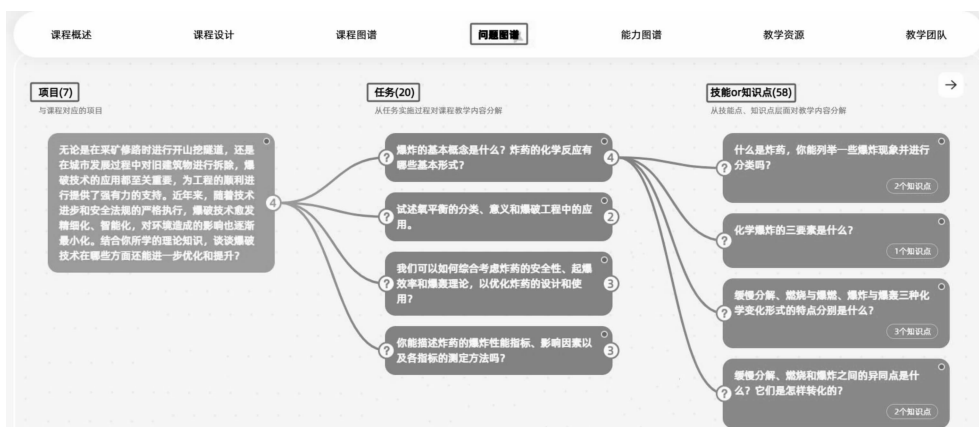


图 3 问题图谱部分展示  
Fig. 3 Problem map part of the display

#### 1) 项目层

课程选取具有行业代表性的实践项目作为教学载体,如采矿修路中的开山隧道、城市发展中的

建筑物拆除等典型应用场景,这些项目设置旨在引导学生探索爆破技术优化路径,反映行业实际技术需求。

## 2) 任务层

通过项目解构形成递进式教学任务模块,每个任务对应围绕爆破安全的关键环节展开。以“爆破技术优化”为例,其任务分解包括:①爆炸力学基础理论认知;②氧平衡原理及其工程应用;③炸药性能参数与起爆可靠性的多目标优化等系统性训练内容。

## 3) 知识技能层

采用认知维度升级方法,任务要素转化为可操作的教学单元,具体包括:炸药化学分类体系、化学爆炸必要条件理论、各类化学反应特征参数等核心知识点,形成明确的能力培养路径与评价标准。

### 1.3 教学资源为支撑的知识图谱丰富与扩展

在爆破安全课程中,教学资源是知识图谱构建与教学活动开展的重要支撑。课程整合了丰富的教学资源,包括课程视频、教材、题目、PPT以及外部资源等,为知识图谱的完善与拓展提供了坚实基础。

如图4所示,课程资源总数达536个,其中课程视频135个、题目195道、PPT142个、外部资源75个。这些资源涵盖课程各个知识点,以多种媒介形式呈现,满足学生不同学习风格和需求,使学习过程更加生动、立体,有助于学生深入理解爆破安全领域的复杂概念和技术细节,提升学习效果。

聚焦于课程的“爆炸基本理论”模块,如图5所示,该模块配备40个视频、33份教材、58道题目、35个PPT和28个外部资源。具体到“爆炸的分类”知识点,有2个视频、1份教材、1个PPT和2个外部资源;“化学爆炸三要素”知识点则配备2个视频、1份教材、5道题目、1个PPT。这种资源的精细化分配,紧密贴合知识图谱中的知识点,为学生提供全方位学习材料,帮助其深入探究爆炸基本理论,掌握爆破安全核心技术。



图4 课程教学资源统计

Fig. 4 Statistics of teaching resources



图5 爆炸基本理论模块的资源展示

Fig. 5 Resource display of explosion basic theory module

通过整合海量优质资源,课程知识图谱得以不断地丰富与扩展,知识点之间的关联更加紧密多元。学生在学习过程中,可依据知识图谱指引,便捷获取教学资源,深入探究知识点,拓宽知识视野,提升知识综合运用能力,为爆破安全领域的专业学习筑牢根基,培养成为适应工程实践需求的高素质人才。

### 1.4 课程知识图谱的可视化呈现与交互设计

依托智慧树教育平台,将爆破安全课程内容转

化为图形化的知识图谱界面,如图6所示。以差异化的图形、颜色标识项目任务、重难点、思政点、案例、情景引入、实操训练及讨论等教学要素,各知识点间通过拓扑连接线建立语义关联,形成完整的知识网络。例如,“爆破危害与安全防控”与“爆破环境调查与有害效应检测”和“爆破危害安全控制”子节点建立明确的层级关系,直观呈现知识体系的整体架构。

知识图谱交互系统采用交互设计,学生通过节点点击触发详细信息展示功能,呈现知识点的定义、模块归属、关联节点及其属性关系。如图 7 所示,以“能量平衡理论与装药量计算”节点为例,系统可展示其与控界爆破技术、露天台阶爆破技术、地下空间掘进爆破、岩石爆破理论的依赖关联以及与能量平衡理论、装药量计算的整部关系。同时,依据学生的

学习进度与兴趣,知识图谱推荐个性化学习路径,针对初学者提供基础理论渐进式学习方案,为高阶学习者开放前沿技术探索模块。结合学生的学习风格偏好,例如,为视觉学习者推荐图表、视频资源,为阅读型学习者提供详细文档,以满足学生的不同需求,这种学习模式有助于显著提升学习效果。

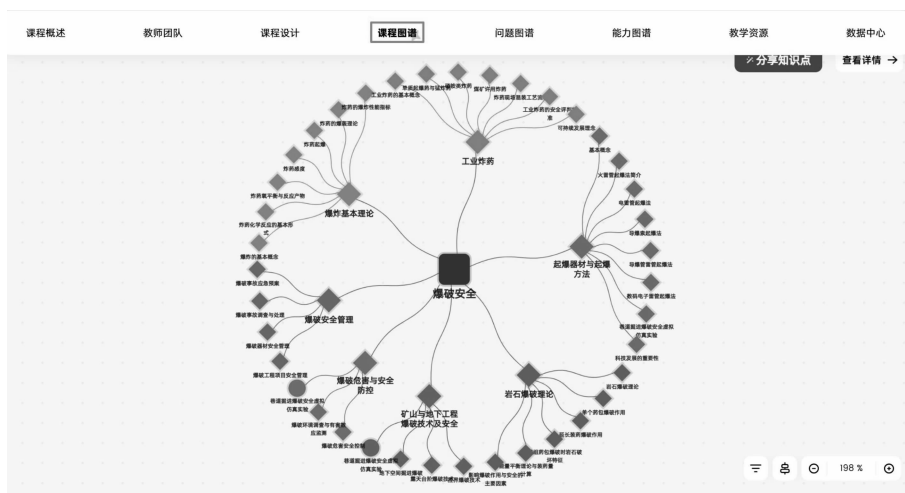


图 6 爆破安全课程知识图谱  
Fig. 6 Knowledge map of blasting safety course



图 7 “能量平衡理论与装药量计算”节点及其关联知识点  
Fig. 7 “Energy balance theory and charge calculation” node and its related knowledge points

## 2 知识图谱在课堂教学中的应用

基于智慧树平台部署的爆破安全工程知识图谱,构建“预习-授课-复习”三位一体的混合式教学体系,如图 8 所示。不仅有助于学生课前对核心知

识点的预习,老师课中的授课讲解还支持学生在课后的复习,实现师生之间有效互动,实现了教学过程的闭环管理,显著提升了学习过程的个性化程度、创新思维培养效果以及自主学习能力发展水平。

### 2.1 课前预习阶段

在课前教学设计阶段,教师可基于智慧树平台的资源库系统实现教学资源分配。以知识图谱中的“起爆方法分类”知识节点为例,教师不仅需要完成基础概念的系统阐述,还需构建包含学习任务链、实践项目集以及关联技能训练模块的立体化教学方案,如图 9 所示。此外,根据知识图谱中的知识节点的教学要求,结合学习目标,教师可通过图谱链接引导学生使用多模态的资源,借助 AI 小助手推荐相关知识的图书资源、PPT、开放式知识社区(如知乎)、流媒体教学资源(如 B 站)等,实现个性化学习路径规划,如图 10 所示。

在预习环节,学生可以通过智慧树平台的导航系统进行定向学习。系统各章节内容的可视化区分,支持学生通过交互式操作精准定位目标知识点。平台的学习行为分析模块可实时采集并处理学习轨迹数据,为教学决策提供数据支撑。基于知识图谱的预习机制,既确保了学习的目标导向性,又保留了

知识探索的开放性特征。

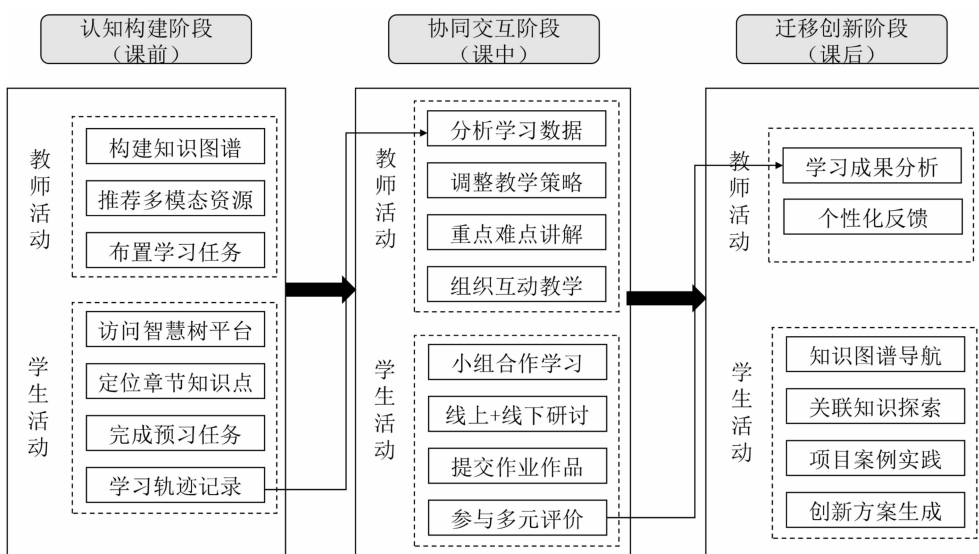


图8 混合式教学体系  
Fig. 8 Mixed teaching system

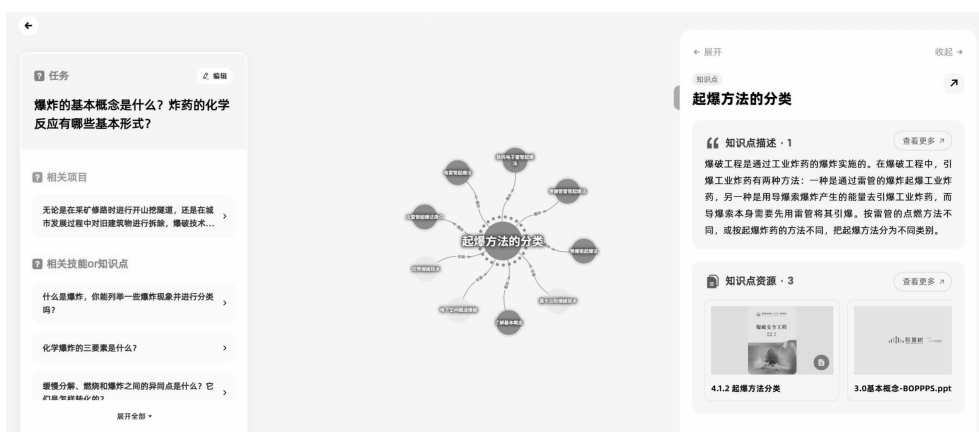


图9 起爆方法的分类  
Fig. 9 Classification of initiation methods



图10 同一知识点在不同资源中的体现  
Fig. 10 The embodiment of the same knowledge point in different resources

## 2.2 课中教学阶段

课堂教学过程中,教师承担知识传授和学习指导的双重角色。基于智慧树平台提供的分析知识点

学习核心数据(包括知识点进度、知识点掌握度、作业测试、考试和线下成绩等量化指标),教师能够精准识别学生的认知薄弱环节,并据此实施差异化教学策

略,通过调整教学内容的深度与广度以及优化教学方法,确保教学目标的有效达成。如图 11 所示。

在教学组织形式方面,采用线上线下相结合的混合式协作学习模式,学生以小组为单位开展探究式学习活动,通过多维度互动(师生互动、生生互

动)深化知识理解。学习评价体系采用多元化评估机制,包括小组协作成果展示、个人作业提交以及同伴互评等形成性评价方式。教师通过正向强化与改进建议等针对性反馈引导学生进行学习反思,从而提升学习效能,实现知识掌握与能力发展的协同推进。



图 11 知识点学习核心数据及掌握情况

Fig. 11 The core data and mastery status of knowledge point learning

### 2.3 课后复习阶段

课后阶段,知识图谱系统持续发挥知识导航功能,支持学生开展深度学习活动。通过知识节点的拓扑关系可视化呈现,学生能够系统性地探索爆破安全领域各知识点间的内在逻辑关联,实现新旧知识的整合与迁移。通过结构化知识网络引导学习者自主构建完整的认知体系,促进知识的内化与融通。在项目讨论的参与过程中,知识图谱作为认知支架,辅助学生将理论概念与工程案例进行映射分析,在解决实际问题的过程中培养批判性思维与创新能力。基于知识图谱的延展性学习模式,不仅强化了学生对专业知识的系统掌握,更通过问题导向的学习过程,推动学生实现从知识接收者到问题解决者的角色转变,最终达成深度学习与工程实践能力培养的教学目标。

## 3 结语

基于工程教育认证,爆破安全课程知识图谱的构建与应用研究为安全工程专业教学改革提供了创新性解决方案。通过建立以工程知识、问题分析和研究为核心的三维能力目标体系,在智慧树平台部署课程知识图谱以及多模态的课程相关资源,实现师生之间有效互动,有效避免了单一视角的教学偏差,从而提高学习的个性化、创新性和自主性,将课程与知识图谱结合的混合式教学模式,符合国家新工科建设的高阶性、创新性和挑战度要求。

### 参考文献 (References)

- [1] 邹丽丽. 欧洲工程教育一体化实施成效与经验借鉴[J]. 高教发展与评估, 2025, 41(6): 106-115, 134.
- [1] ZOU Li-li. Integration of European engineering education: Implementation results and experiences[J]. Higher Education Development and Evaluation, 2025, 41(6): 106-115, 134. (in Chinese)
- [2] 张丹丹, 黄伟韩, 黄鑫, 等. “融思政、凸特色、重过程”的基础化学实验课程体系创新与实践[J]. 应用化学, 2025, 42(5): 712-722.
- [2] ZHANG Dan-dan, HUANG Wei-han, HUANG Xin, et al. Innovation and practice of the basic chemistry experiment courses with “Integration of course ideological and political education, highlighting characteristics and emphasizing process” [J]. Chinese Journal of Applied Chemistry, 2025, 42(5): 712-722. (in Chinese)
- [3] 严灼, 刘健, 秦汝祥, 等. “双一流”背景下安全工程专业人才培养方案优化探索[J]. 安全, 2022, 43(3): 51-55.
- [3] YAN Zhuo, LIU Jian, QIN Ru-xiang, et al. Teaching practice of tunnel blasting course design based on intelligent design [J]. Safety & Security, 2022, 43(3): 51-55. (in Chinese)
- [4] 许波, 黄琪嵩, 刘影, 等. 工程教育认证背景下安全工程专业课程思政建设现状与对策研究[J]. 中国安全生产, 2023, 18(12): 25-27.
- [4] XU Bo, HUANG Qi-song, LIU Ying, et al. Research on the current situation and countermeasures of ideological and

- political construction of safety engineering courses under the background of engineering education certification[J]. China Occupational Safety and Health, 2023, 18(12): 25-27. (in Chinese)
- [5] 刘爱华,庄依杰,张孝春,等. 基于新工科建设安全工程专业创新型实践培养模式的研究[J]. 中国安全生产, 2023, 18(8): 37-39.
- [5] LIU Ai-hua, ZHUANG Yi-jie, ZHANG Xiao-chun, et al. Research on innovative practice training mode of safety engineering specialty based on new engineering construction [Translated by author] [J]. China Occupational Safety and Health, 2023, 18(8): 37-39. (in Chinese)
- [6] 王玉杰. 爆破工程[M]. 2版. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2018.
- [7] 张飞燕. 爆破安全工程[M]. 北京: 石油工业出版社, 2023.
- [8] 张飞燕,刘柯含,韩颖,等. 基于STC15单片机的教学用模拟电子雷管设计与实现[J]. 爆破, 2023, 40(3): 236-242.
- [8] ZHANG Fei-yan, LIU Ke-han, HAN Ying, et al. Design and implementation of analog electronic detonator for teaching based on STC15 microcontroller [J]. Blasting, 2023, 40(3): 236-242. (in Chinese)
- [9] 刘谦,张文武,吴超凡.“爆破工程”课程体系的重构[J]. 龙岩学院学报, 2019, 37(2): 102-106.
- [9] LIU Qian, ZHANG Wen-wu, WU Chao-fan. Research on blasting engineering curriculum reconfiguration [J]. Journal of Longyan University, 2019, 37(2): 102-106. (in Chinese)
- [10] 李昊阳,孙强,易锦,等. 爆破实验教学虚拟仿真教学平台的设计与应用[J]. 爆破, 2025, 42(2): 202-210.
- [10] LI Hao-yang, SUN Qiang, YI Jin, et al. Design and application of a virtual simulation teaching platform for blasting experiment teaching [J]. Blasting, 2025, 42(2): 202-210. (in Chinese)
- [11] 刘延春,管晓明,苗吉军,等. 城市地下工程控制爆破虚拟仿真实验设计与教学实践[J]. 实验技术与管理, 2025, 42(8): 150-157.
- [11] LIU Yan-Chun, GUAN Xiao-ming, MIAO Ji-jun, et al. Design and teaching practice of virtual simulation experiment for controlled blasting in urban underground engineering [J]. Experimental Technology and Management, 2025, 42(8): 150-157. (in Chinese)
- [12] 程兵,叶福,汪泉,等. 数值模拟技术在爆破安全课程教学中的应用[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(3): 88-93.
- [12] CHENG Bing, YE Fu, WANG Quan, et al. Application of numerical simulation technology in blasting safety course teaching [J]. Research and Exploration in Laboratory, 2025, 44(3): 88-93. (in Chinese)
- [13] 《中国智慧教育蓝皮书》: 智慧教育是数字时代的教育新形态 - 中华人民共和国教育部政府门户网站 [EB/OL]. [2025-10-24]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/xw\\_zt/moe\\_357/2023/2023\\_zt01/mtbd/202302/t20230214\\_1044497.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2023/2023_zt01/mtbd/202302/t20230214_1044497.html).
- [13] China Wisdom Education Blue Book; Wisdom Education is a New Educational Form in the Digital Era - Ministry of Education of the People's Republic of China Government Portal [EB/OL]. [2025-10-24]. [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/xw\\_zt/moe\\_357/2023/2023\\_zt01/mtbd/202302/t20230214\\_1044497.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2023/2023_zt01/mtbd/202302/t20230214_1044497.html). (in Chinese)
- [14] 教育部办公厅关于开展“十四五”普通高等教育本科国家级规划教材第一次推荐遴选工作的通知-中华人民共和国教育部政府门户网站 [EB/OL]. [2023-02-13]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202408/t20240805\\_1144284.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202408/t20240805_1144284.html).
- [14] General Office of the Ministry of Education; Notice on Carrying Out the First Recommendation and Selection of National Planning Textbooks for Regular Higher Education Undergraduate Programs During the “14th Five-Year Plan” Period-Government Portal of the Ministry of Education of the People's Republic of China [EB/OL]. [2023-02-13]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202408/t20240805\\_1144284.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202408/t20240805_1144284.html). (in Chinese)
- [15] 彭斌,胡鸿,李理,等. 新工科和工程教育认证背景下“建筑绿色施工与智慧安全管理”课程教学改革研究——以湖南工学院为例 [J]. 当代教育理论与实践, 2024, 16(2): 41-46.
- [15] PENG Bin, HU Hong, LI Li, et al. Teaching reform of “green construction and smart safety management of building” under the background of emerging engineering education and [J]. Theory and practice of contemporary education, 2024, 16(2): 41-46. (in Chinese)
- [16] 朱伟钢,田昀,张志成,等. 无机化学实验课程学生成绩考核改革探索 [J]. 大学化学, 2024, 39(10): 203-209.
- [16] ZHU Wei-gang, TIAN Yun, ZHANG Zhi-cheng, et al. Reform exploration of student performance assessment in inorganic chemistry experimental courses [J]. Univ Chem, 2024, 39(10): 203-209. (in Chinese)
- [17] 米红甫,王文和,鲁宁,等. 工程教育认证视角下安全工程专业课程体系建设与实践 [J]. 高教学刊, 2020(23): 77-80.
- [17] MI Hong-fu, WANG Wen-he, LU Ning, et al. Construc-

- tion and practice of safety engineering curriculum system from the perspective of engineering education certification[J]. Journal of higher education, 2020(23):77-80. (in Chinese)
- [18] 常雯惠,徐凯健,于洪杰,等. 基于安全工程专业认证背景下的教学质量监测与课程体系合理性评价机制[J]. 科技风, 2023(28):28-31.
- [18] CHANG Wen-hui, XU Kai-jian, YU Hong-jie, et al. A mechanism for monitoring teaching quality and evaluating the rationality of curriculum system based on the context of safety engineering professional accreditation [J]. Technology wind, 2023(28):28-31. (in Chinese)
- [19] 张飞燕,杨小林,韩颖,等. 巷道掘进爆破安全虚拟仿真实验教学平台构建[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(6):151-156.
- [19] ZHANG Fei-yan, YANG Xiao-lin, HAN Ying, et al. Construction of experimental teaching platform for blasting safety during tunneling based on virtual simulation[J]. Experimental technology and management, 2020, 37(6):151-156. (in Chinese)
- [20] 张飞燕,刘柯含,韩颖. “爆破安全”课程融合实验教学体系构建与实践[J]. 爆破, 2022, 39(2):55-62.
- [20] ZHANG Fei-yan, LIU Ke-han, HAN Ying. Construction and practice of integrated experimental teaching system of “blasting safety” course[J]. Blasting, 2022, 39(2):55-62. (in Chinese)
- [21] 曹秀清,王黎明. 工程教育认证形势下专业基础课程教学改革探索——以《通信原理》课程为例[J]. 才智, 2025, 25(17):81-84.
- [21] CAO Xiu-qing, WANG Li-ming. Exploration on the teaching reform of professional basic courses under the situation of engineering education certification-Taking the course of “Communication Principle” as an example [J]. Intelligence, 2025, 25(17):81-84. (in Chinese)

(上接第 186 页)

- [18] 彭亚雄,刘广进,苏莹,等. 基于自适应 VMD-MPE 算法的矿山爆破地震波信号降噪方法研究[J]. 振动与冲击, 2022, 41(13):135-141.
- [18] PENG Ya-xiong, LIU Guang-jin, SU Ying, et al. Noise reduction method of mine blasting seismic wave signal based on adaptive VMD-MPE algorithm[J]. Journal of Vibration and Shock, 2022, 41(13):135-141. (in Chinese)
- [19] ROSTAGHI M, AZAMI H. Dispersion entropy: a measure for time-series analysis[J]. IEEE Signal Processing Letters, 2016, 23(5):610-614.
- [20] AZAMI H, ROSTAGHI M, AB&SOLO D, et al. Refined composite multiscale dispersion entropy and its application to biomedical signals[J]. IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2017, 64(12):2872-2879.
- [21] 郑近德. 局部特征尺度分解方法及其在机械故障诊断中的应用研究[D]. 长沙:湖南大学, 2014.
- [21] ZHENG Jin-de. Research on local characteristic-scale decomposition and its applications to machinery fault diagnosis [D]. Changsha: Hunan University, 2014. (in Chinese)
- [22] 田再克,李洪儒,谷宏强,等. 基于局部特征尺度分解和 JRD 距离的液压泵性能退化状态识别方法[J]. 振动与冲击, 2016, 35(20):54-59.
- [22] TIAN Zai-ke, LI Hong-ru, GU Hong-qiang, et al. Degradation status identification of a hydraulic pump based on local characteristic-scale decomposition and JRD [J]. Journal of Vibration and Shock, 2016, 35(20):54-59. (in Chinese)
- [23] 程铁栋,吴义文,罗小燕,等. 基于 EWT\_Hankel\_SVD 的矿山微震信号特征提取及分类方法[J]. 仪器仪表学报, 2019, 40(6):181-191.
- [23] CHENG Tie-dong, WU Yi-wen, LUO Xiao-yan, et al. Feature extraction and classification method of mine microseismic signals based on EWT\_Hankel\_SVD [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2019, 40(6):181-191. (in Chinese)
- [24] 姜万录,赵亚鹏,张淑清,等. 精细复合多尺度波动散布熵在液压泵故障诊断中的应用[J]. 振动与冲击, 2022, 41(8):7-16.
- [24] JIANG Wan-lu, ZHAO Ya-peng, ZHANG Shu-qing, et al. Application of refined composite multiscale fluctuation dispersion entropy in hydraulic pumps fault diagnosis [J]. Journal of Vibration and Shock, 2022, 41(8):7-16. (in Chinese)

## 《爆破》投稿须知

### 1 投稿网站

为了方便作者投稿、减少投稿过程中论文邮件丢失,《爆破》杂志特地启用了集投稿、审稿、编辑、出版一体的专业化网站,同时也可以缩短审稿周期,作者可实时跟踪稿件的流程。

投稿流程:

(1) 打开 <http://www.chinablasting.com> (官方网站) 分别进入中英文网站。也可直接进入中文网站 <http://bopo.cbpt.cnki.net> 进行投稿。

论文提交后,作者可以随时进入官网系统查看稿件的状态。

(2) 审稿结束后,审稿意见会反馈给作者,作者进入官网可看到审稿意见或修改通知,可对论文按要求进行内容及格式修改。

### 2 投稿约定

(1) 作者请到《爆破》杂志网站 ([www.chinablasting.com](http://www.chinablasting.com)) 注册后投稿。编辑部对稿件进行初审,通过初审的稿件将正式评审。

(2) 编辑部将按照规范化的审稿程序,聘请外审专家对来稿进行客观的评审,并根据审稿意见公平、公正地决定稿件的取舍。来自前沿课题或者富于创新性的稿件,均会优先发表。

(3) 请勿一稿多投。自收稿之日起3个月内,一般可以完成审稿程序,审稿期间作者可发 E-mail 或打电话(027)87654177 进行查询。

(4) 编辑部对所发稿拥有网络版和光盘版版权,对文稿有适当修改的权力,改动较大时会与作者商榷,如不同意请来稿时预先声明。

(5) 稿件应突出作者本人的新论点和新成果。要求选题新颖、逻辑严密、观点明确、数据可信、文字简洁、插图精练。本刊不对论文长度进行限制。

(6) 为便于联系和交流,投稿作者在论文中请注明:性别、出生年月、联系电话、E-mail 地址、详细通信地址、邮政编码、工作单位(如果作者在大型机构供职,还应注明二级单位)、职称、职务、学历、主要研究方向、课题背景、产品获奖情况和专利证书等。

### 3 刊文方向

《爆破》主要报道国内外爆破技术科学的基础研究和爆破相关技术的开发利用,涉及矿业、水利、电力、铁路、公路、建筑、地质、石油化工、军工等多个行业以及安全管理、爆破器材、设备应用等,并择优录

用一些国内外爆破科学技术的发展动态相关文章。

### 4 主要栏目

目前设7个栏目:名家论坛、理论与技术探索、矿岩爆破、拆除爆破、特种爆破、爆破器材、安全与管理。同时会根据爆破理论、技术热点设置不同的专刊、专栏,敬请随时关注本刊网站。

### 5 稿件要求

(1) 论文请按照 GB7713—87《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》撰写,稿件应提交 Word 文档格式文件,为防止格式错误也可以配以 PDF 格式文件。为便于专家审读批注,投稿论文请不要分栏排版。

(2) 中文标题一般不超过20个汉字,英文标题最好不超过10个实词并以名词或名词性词组为主。特殊情况不限制长度。

(3) 给出全部作者确切的中英文工作单位全称,通讯作者详细联系方式,如无通讯作者则写第一作者联系方式。

(4) 给出第一作者、通讯作者简介。简介格式为:姓名(出生年-),性别,职称、学位,研究方向,E-mail 地址。

(5) 基金项目论文,题名的右上角加\*号标识,并在首页页脚注明基金项目或课题、项目的名称和编号。

(6) 摘要写作应遵循“目的、方法、结果、结论”四要素原则,字数400字以上,英文摘要一般为200~400个单词。

(7) 给出5~8个能确切反映文章主题内容的中英文名词或名词性词组作为关键词。

(8) 文中尽量减少自述性语言、自我评价性语言,以及“本文”、“笔者”这样的字眼。

(9) 给出所有图表的中英文标题。

(10) 文中表格请使用三线表格式。表格内数值的精度应该右对齐。不足位的,在小数点后面补零。

(11) 文中公式的符号应该使用斜体;公式符号的上下标(除表示量、坐标符号和变动性数字符号用斜体外)使用正体。

(12) 文中的单位,使用国际标准单位、正体英文字母标注,不使用汉语单位。

(13) 论文中除了有修辞含义的地方外,应该尽量使用阿拉伯数字。

(14)参考文献不少于 15 条。若参考文献为中文,请另起一行给出其相应的英文(原文章相应英文)。

(15)文后参考文献请在引用处按出现的顺序标注在右上角并参照以下格式注册于文章最后,并请作者详细核对准确:

1)连续出版物的著录格式[标引项顺序号]作者.题名[J].刊名,出版年份,卷号(期号):起止页码。(外文期刊刊名可缩写,缩写后首字母大写,并省略缩写点)

2)专著的著录格式[标引项顺序号]作者.书名[M].版本(第 1 版不标注).出版地:出版者(即出版社),出版年:起止页码。

3)论文集的著录格式[标引项顺序号]作者.题名[C]//主编.论文集名.出版地:出版者(即出版社),出版年:起止页码。

4)学位论文的著录格式[标引项顺序号]作者.题名[D].保存地点:保存单位,年份。

5)专利的著录格式[标引项顺序号]专利申请者.题名:国别,专利文专利号[P].发布日期。

6)技术标准的著录格式[标引项顺序号]起草责任者.标准代号 标准顺序号—发布年 标准名称[S].出版地:出版者(即出版社),出版年。

7)报告[标引项顺序号]报告人.题名[R].会址:会议名称,年份。

## 6 稿件流程

(详见《爆破》投稿及审编工作流程图)

## 7 稿件费用

稿件录用后向作者按每篇 3800 元收取版面费。刊出后按篇赠送 5 本当期刊物样本,并赠送当年合订本一本。稿件交费以邮件通知为准。

## 费用收取唯一账号

户名:武汉理工大学

开户行及账号:

工行洪山支行 3202006709000475962

电子联行号:102521000360

## 8 纸质刊订阅购买渠道

杂志可在全国各地邮局订阅,国内邮发代号:38-425,每册定价 RMB ¥20(国内),全年 RMB ¥80(国内)。

也可直接联系编辑部购买,每册定价(含邮费)RMB ¥25(国内),全年(含邮费)RMB ¥100(国内)。

国外定价:US \$ 20/quarter US \$ 80/year

编辑部联系方式和银行账户:

联系方式:

地址:湖北省武汉市洪山区雄楚大道 258 号

武汉理工大学南湖校区资源与环境工程学院南楼 607 室

邮编:430070

电话:(027)87654177

E-mail:chinablasting@sina.com

Website:www.chinablasting.com(官网)

开户行及账号:

户名:武汉理工大学

开户行:工行洪山支行

账号:3202006709000475962

转账时请备注“爆破杂志订购款”及订阅的年期、份数。

## 《爆破》论文网络首发及著作权使用声明

《爆破》为使录用论文首发权及时获得确认,自 2019 年 12 月起与中国知网合作启动“网络首发”在线优先数字出版项目,即《中国学术期刊(网络版)》(简称 CAJ-N),统一连续出版物号 ISSN 2096-418、CN 11-6037/Z。

作者稿件经审稿录用后,将会以“录用定稿”模式第一时间上传至中国知网“网络首发”平台发布。每篇网络首发论文均可下载一份“中国知网学术期刊网络首发论文出版证书”,其效力等同于纸质出版论文。

为避免出现一稿多投的现象,凡已投《爆破》的稿件,在未确认录用或退稿前,请勿再投他刊!

《爆破》是中文核心期刊要目总览、中国科学引文数据库(CSCD)、科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告、高质量科技期刊分级目录总汇、中国学术期刊评价研究报告(RCCSE)、中国应用型期刊评价研究报告(CACJ)等评价体系收录期刊。《爆破》还是 Scopus 科研检索分析和学科规划管理数据库、SciFinder CAS 美国化学文摘数据库、Ulrich's 乌利希国际期刊指南、JST 日本科学技术振兴机构数据库、中国知网知识发现网络平台、万方数据知识服务平台、超星期刊域出版平台、维普资讯中文期刊服务平台、SciOpen 平台、SciEngine 发布平台、Researching 中国光学期刊网、楚天科技期刊论文在线开放平台等数据库和平台收录期刊。本刊已许可上述机构以数字化方式网络传播本刊全文。所有署名作者向本刊提交文章发表之行为视为同意上述声明。如有异议,请在投稿时说明,本刊将按作者说明处理。