

# 矿山应急救援关键技术研究与应用实践

库尔班·麦克苏提

国投哈密能源开发有限责任公司 新疆 哈密 839000

**摘要：**随着矿山开采深度和规模的增加，矿山应急救援面临着更加复杂和严峻的挑战。本文旨在探讨矿山应急救援关键技术研究进展与应用实践，通过阐述关键技术的研发与应用现状，并结合实际案例探讨其应用效果。研究表明，矿山应急救援关键技术在提高救援效率、保障矿工生命安全方面发挥着重要作用，但仍需进一步加大研发力度，完善救援体系。

**关键词：**矿山应急救援；关键技术；研究与应用；生命安全

## 引言

矿山应急救援是矿山安全生产的重要组成部分，对于保障矿工生命安全、减少事故损失具有重要意义。然而，由于矿山环境的复杂性和不确定性，矿山应急救援工作面临着诸多挑战。因此，加强矿山应急救援关键技术研究与应用实践，对于提高救援效率、降低事故损失具有重要意义。

### 1 矿山应急救援关键技术研究进展

#### 1.1 重大灾害事故全过程动态预测预警技术

##### 1.1.1 矿山重大灾害智能预警技术

该技术利用传感器网络、大数据分析等手段，对矿山生产过程中的各种参数进行实时监测和分析，能够及时发现潜在的安全隐患，提前发出预警信号，为救援工作争取宝贵的时间。例如，通过对瓦斯浓度、地压变化等参数的监测，可以预测瓦斯突出、冒顶等灾害事故的发生，从而采取相应的预防措施。

##### 1.1.2 矿山重大灾害区域智能化防控技术与装备

针对矿山不同区域的地质条件和灾害特点，研发相应的智能防控技术与装备。例如，在瓦斯突出易发区域，安装智能瓦斯抽放系统和防爆装置，有效降低瓦斯浓度，减少瓦斯突出事故的发生。同时，利用物联网技术，实现对防控装备的远程监控和管理，提高防控效果。

##### 1.1.3 煤矿职业危害智能化联控技术

该技术主要针对煤矿作业过程中的粉尘、噪声等职业危害因素进行智能化控制。通过安装粉尘监测仪、噪声监测仪等设备，实时监测作业环境的粉尘浓度和噪声水平，当超过规定标准时，自动启动除尘设备、降噪设备等，保障矿工的职业健康。

##### 1.1.4 智能化灾情态势动态评估技术

在灾害事故发生后，利用智能化技术对灾情态势进行动态评估。通过无人机、机器人等装备，对灾害现场

进行快速勘查和数据采集，结合大数据分析技术，对灾情态势的发展趋势进行预测和评估，为救援决策提供科学依据。

#### 1.2 重大灾害事故态势评估与精准评价技术

##### 1.2.1 极端复杂条件下灾情动态监测评估与灾势研判技术

针对矿山灾害事故中可能出现的极端复杂条件，如深部开采、高温高压、有毒有害气体等，研发相应的灾情动态监测评估与灾势研判技术<sup>[1]</sup>。利用先进的传感器、监测仪器等设备，对灾害现场的各种参数进行实时监测和传输，结合专家系统和智能算法，对灾情态势进行快速研判和评估，为救援方案的制定提供有力支持。

##### 1.2.2 多主体灾后恢复重建需求多源数据挖掘与评估技术

在灾害事故发生后，为了满足灾后恢复重建的需求，研发多主体灾后恢复重建需求多源数据挖掘与评估技术。通过对政府、企业、社会组织等多主体的需求数据进行挖掘和分析，结合灾害现场的实际情况，评估灾后恢复重建的规模和难度，为灾后恢复重建工作的顺利开展提供科学依据。

##### 1.2.3 次生灾害事故风险评估与恢复重建减灾效益评估技术

矿山灾害事故往往可能引发次生灾害，如瓦斯爆炸引发火灾、透水事故引发地面塌陷等。因此，研发次生灾害事故风险评估与恢复重建减灾效益评估技术具有重要意义。通过对次生灾害事故的发生概率、危害程度等进行评估，制定相应的预防措施和应急预案。同时，对恢复重建工作的减灾效益进行评估，确保恢复重建工作能够取得预期的效果。

##### 1.2.4 灾区资源环境韧性评估技术

灾区资源环境韧性是指灾区在遭受灾害后，能够迅

速恢复生产和生活的能力。研发灾区资源环境韧性评估技术，可以对灾区的资源环境状况进行全面评估，包括地质条件、生态环境、基础设施等方面。通过评估结果，制定相应的恢复重建规划和政策措施，提高灾区的资源环境韧性。

### 1.3 智能指挥调度与现场处置技术

#### 1.3.1 应急救援智能指挥信息平台

建立应急救援智能指挥信息平台，实现救援信息的实时采集、传输、处理和共享。该平台可以集成地理信息系统（GIS）、全球定位系统（GPS）、遥感技术（RS）等多种技术手段，为救援指挥人员提供直观、准确的救援现场信息。同时，通过大数据分析技术，对救援过程中的各种数据进行挖掘和分析，为救援决策提供科学依据。

#### 1.3.2 应急通讯技术与装备

在矿山应急救援过程中，应急通讯技术与装备发挥着至关重要的作用。研发先进的应急通讯技术和装备，如无线自组网设备等，可以确保在灾害现场通讯中断的情况下，实现救援队伍之间的实时通讯和指挥调度。同时，利用应急通讯技术，还可以实现对救援现场的远程监控和管理。

#### 1.3.3 矿山重大灾害高效救援装备

针对矿山重大灾害事故的特点，研发高效救援装备，如大型破拆设备、救生舱、避难硐室等。这些装备具有防爆、防水、防毒、防冒顶和防火等功能，可以在灾害现场为被困人员提供安全的避难场所和救援通道<sup>[2]</sup>。例如，矿用可移动式救生舱和永久避难硐室的问世被誉为矿井救援史的里程碑和井下矿工的诺亚方舟，它具有防爆、防水、防毒、防冒顶和防火、防地震、环境监测、地面通讯功能。

#### 1.3.4 应急救援人员智能防护与机能增强装备

为了保障应急救援人员在救援过程中的安全，研发智能防护与机能增强装备具有重要意义。这些装备包括智能头盔、防护服、呼吸器等，可以为救援人员提供全面的防护和生命支持。同时，利用智能技术，还可以实现对救援人员生理状态的实时监测和预警，确保救援人员的生命安全。

#### 1.3.5 应急救援医疗救护装备

矿山灾害事故往往会造成人员伤亡，因此，研发先进的应急救援医疗救护装备具有重要意义。这些装备包括急救箱、担架、除颤器等，可以为受伤人员提供及时的医疗救护。同时，利用远程医疗技术，还可以实现救援现场与医疗机构的实时通讯和会诊，提高医疗救护效果。

#### 1.3.6 应急救援实战化训练技术

为了提高应急救援队伍的实战能力，研发应急救援实战化训练技术具有重要意义。这些技术包括模拟训练系统、虚拟现实技术等，可以为救援人员提供逼真的训练环境，提高救援人员的应急反应能力和操作技能。通过实战化训练，可以确保救援队伍在灾害事故发生时能够迅速、有效地开展救援工作。

## 2 矿山应急救援关键技术应用实践

### 2.1 国投哈密能源开发有限责任公司“4·25”水害事故应急救援案例

#### 2.1.1 事故概述

2024年4月25日17时49分许，国投哈密能源开发有限责任公司（以下简称“大南湖七矿”）发生一起水害事故。该事故发生在11702综放工作面，导致1人遇难、1人涉险，直接经济损失达到157万元。这起事故不仅给受害者家庭带来了巨大悲痛，也给企业和社会带来了深刻教训。

#### 2.1.2 事故单位概况

国投哈密能源开发有限责任公司位于新疆哈密市南部40公里处，隶属哈密市伊州区大南湖乡。作为中央企业，它是中煤新疆能源有限公司的全资子公司，设计生产能力为1200万吨/年。矿井属低瓦斯矿井，但煤尘具有爆炸性，且水文地质类型复杂。事故发生时，井下布置有11702综放工作面、11601综采工作面和4个掘进工作面，生产活动正在紧张进行。

#### 2.1.3 事故经过与原因

事故当天，大南湖七矿11702综放工作面突然发生溃水溃泥砂事故。由于未采取有效防止工作面溃浆的安全措施，支架后部泥砂浆因顶板垮落挤压溃入端头支架内，将正在作业的1名人员掩埋致死，另1名人员涉险。经调查，事故的直接原因是煤矿未采取有效安全措施，未及时制止人员进入下端头危险区域内作业。间接原因则包括煤矿重生产、轻安全，冒险作业；水害风险防范意识不强；水害防治技术管理漏管失控；防治水专业力量薄弱；以及安全生产主体责任不落实等。

#### 2.1.4 应急救援关键技术应用实践

在事故发生后，矿山救护队迅速响应，结合现场实际情况，科学运用了一系列贴合实战需求的应急救援关键技术。救援初期，救护队充分利用生命探测仪开展精准搜救工作。生命探测仪可通过探测人体发出的微弱信号，如红外线辐射、微弱震动等，快速定位被困人员的位置，为后续的救援行动提供关键指引，极大提高了搜救效率和精准度。在复杂且存在二次坍塌风险的事故现场，生命探测仪发挥了不可替代的作用，为挽救生命

争取了宝贵时间。与此同时,便携式气体分析仪成为保障救援人员安全的重要工具。救援人员携带该设备进入事故区域,能够实时、准确地检测矿井内的各类气体浓度,如瓦斯、一氧化碳、氧气等。通过对气体成分和浓度的快速分析,救援人员可以及时了解事故现场的空气质量状况,判断是否存在爆炸、中毒等潜在危险,从而采取相应的防护措施,确保自身安全,也为制定科学合理的救援方案提供了重要依据。在通讯保障方面,救援队伍搭建了高效的应急通讯网络。通过采用先进的无线通讯设备和技术,实现了事故现场与地面救灾指挥部之间的实时语音通信和数据传输。救援人员能够及时将现场情况、被困人员状态等信息准确反馈给指挥部,指挥部也能迅速下达救援指令,确保救援行动的高效协同。

### 2.1.5 事故处理与总结

事故发生后,相关部门依法对事故煤矿给予了相应的行政处罚,并责令相关责任人作出书面检查或接受党纪、政务处分。同时,对事故责任人进行了罚款处理,其中1名责任人被移送司法机关立案侦查。这次事故给我们带来了深刻的教训。矿山应急救援是一项复杂而艰巨的任务,需要综合运用多种关键技术,提高救援效率和安全性。同时,煤矿企业也应加强安全生产管理,落实安全生产主体责任,提高风险防范意识和技术管理水平。政府监管部门也应加强对煤矿企业的监督检查,及时发现和消除安全隐患,防止类似事故再次发生。

## 3 提升矿山应急救援能力的策略

### 3.1 重视安全思想教育,形成全员参与合力

多开展实战演练,提升救援队员的实战能力。通过模拟真实场景和伤情,让救援队员在演练中熟悉救援流程和操作技能,提高应对突发事件的能力。训练救援队员的身体素质,保证适应户外工作,适应环境条件较差的工作<sup>[3]</sup>。通过体能训练、耐力训练等方式,提高救援队员的身体素质和适应能力。通过强化救灾训练和演练,使救援队员多掌握处理事故的方案和方法,多掌握应急处理预案和实例,牢固增强安全意识、应急处理意识,克服紧张的心理状态,确保在救援工作中保持战斗状态,做到临危不惧。

### 3.2 完善应急救援体制,提高救援效率

调动各方专家实现精准指挥,通过明确职责、压死责任的工作模式,强化应急救援方案,提高救援效率。建立专门的分层管理职责,明确划分各个层次的具体救援职责,避免在应急救援中出现工作混乱的状况。保障信息通畅,信息共享,有效掌握救援动态,有针对性

地部署救援方案,保证全方位实施救援。利用应急救援智能指挥信息平台等技术手段,实现救援信息的实时采集、传输、处理和共享。进行常规化、制度化建设,全面提高应急救援管理水平。通过完善部门功能职责、优化职能建设等方式,有效应对复杂多变的救援情况,加强救援队伍的职能化建设。

### 3.3 加强设备投入,提升救援装备水平

矿山企业应当转变只抓经济效益的思想认识,将安全设备和应急救援设备的投入放到重要位置,加大设备更新换代步伐,提升救援队伍的装备水平,从硬件上提高综合实力,改变救援队伍设备老化的状况<sup>[4]</sup>。定期组织救援人员进行设备操作技能培训,确保救援人员能够熟练掌握先进救援设备的使用方法和操作技能。通过培训提高救援人员的专业素养和实战能力。

### 3.4 提升救援队伍整体素质

引进和培养专业化的救援人才,提高救援队伍的整体素质。通过举办培训班、研讨会等形式,加强救援人员的专业知识和技能培训,提高救援队伍的专业化水平。提高救援人员的薪酬待遇和福利待遇,吸引和留住优秀的救援人才。通过改善待遇条件,激发救援人员的工作积极性和创造力,提高救援队伍的整体素质。

## 结语

矿山应急救援关键技术是提高救援效率、保障矿工生命安全方面发挥着重要作用。通过应用实践的案例分析可以看出,这些技术在矿山灾害事故救援中取得了显著成效。然而,目前矿山应急救援仍面临着诸多挑战和问题,如救援装备现代化水平有待提升、救援队伍整体素质有待提高、救援机制不完善等。因此,为了进一步提升矿山应急救援能力,需要政府、企业和科研机构共同努力,加大研发投入力度,完善救援体系,提高救援队伍的专业水平和实战能力。同时,还需要加强国际合作与交流,借鉴国外先进的救援经验和科技成果,推动我国矿山应急救援事业不断向前发展。

## 参考文献

- [1]吴旋,王华瑞,吴佳斌,等.深部矿山采掘中的应急救援体系建设研究[J].中国金属通报,2024,(09):170-172.
- [2]韩文明.矿山应急救援队监管体制理论模型构建及制度浅析[J].山东煤炭科技,2024,42(04):187-191.
- [3]武锐喜.矿山应急救援中井下通风与瓦斯事故处理研究[J].消防界(电子版),2024,10(01):81-83.
- [4]王善礼.加强矿山救护队应急救援能力的策略研究[J].内蒙古煤炭经济,2023,(18):67-69.