

Fire coordination and strategies in geological disaster rescue in southern Shaanxi

Jun Zhao

Shaanxi Lianhe Fire Safety Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

The frequent occurrence of geological disasters in southern Shaanxi poses challenges to rescue work. To explore the role of fire coordination in geological disaster rescue, this study summarizes the cooperation mode between fire forces and other rescue departments through case analysis and field research, combined with data statistics. Research has found that firefighters play a crucial role in ensuring on-site safety, improving rescue efficiency, and reducing the risk of secondary disasters. Professional protective equipment and dismantling technology can quickly open up rescue channels while reducing casualties. The information sharing and joint command mechanism of fire and geological disaster rescue teams can effectively integrate resources and shorten response time. However, the existing collaborative mechanism still has problems such as insufficient process connection and limited technological applications. In the future, the collaboration mode can be optimized by introducing IoT and big data technologies, and strengthening joint exercises among multiple departments. The research results indicate that fire coordination can not only improve the overall rescue effect, but also provide reference strategies for disaster response in similar areas.

Keywords

Southern Shaanxi; Geological hazards; Fire coordination; Rescue strategy; Multi departmental collaboration

陕南地质灾害救援中的消防协同与策略

赵军

陕西联和消防安全有限公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

陕南地区地质灾害频繁发生, 给救援工作带来挑战。为探索消防协同在地质灾害救援中的作用, 本研究通过案例分析和实地调研, 结合数据统计, 总结消防力量与其他救援部门的配合模式。研究发现, 消防人员在保障现场安全、提升救援效率及降低次生灾害风险方面具有关键作用。专业防护装备和破拆技术能快速打通救援通道, 同时减少人员伤亡。消防与地质灾害救援团队的信息共享和联合指挥机制, 能有效整合资源并缩短响应时间。但现有协同机制仍存在流程衔接不足、技术应用有限等问题。未来可通过引入物联网和大数据技术优化协作模式, 并加强多部门联合演练。研究结果表明, 消防协同不仅能提升整体救援效果, 也为类似地区灾害应对提供了参考策略。

关键词

陕南; 地质灾害; 消防协同; 救援策略; 多部门协作

1 引言

陕南地区因地质环境复杂且构造活跃, 地质灾害频发, 严重制约救援时效。本研究通过多案例分析和实地调研, 结合数据统计方法, 系统探究消防协调机制在地质灾害救援中的实践价值^[1]。实证显示, 消防力量凭借专业防护装备与破拆技术, 既能快速开辟救援通道, 又能降低15%~20%的次生伤亡风险^[2]。依托联合指挥平台的信息共享机制, 可实现应急资源跨部门整合, 使响应时间缩短至传统模式的

60%^[3]。

研究揭示当前跨部门协作仍存在三方面瓶颈: 救援流程衔接存在12~25分钟的空窗期; 智能装备应用率不足38%; 地质灾害监测数据融合度低于行业标准^[4]。针对这些问题, 建议构建“物联网+大数据”预警体系, 实现灾害隐患点位动态监控; 通过三维建模技术强化救援路线预判能力; 定期开展多部门全要素演练以提升协同效能^[5]。

观测数据显示, 优化后的协作模式可使救援效率提升27.4%, 物资调度准确率达92.6%。典型案例表明, 消防力量在危岩体加固、堰塞湖处置等专业领域的技术优势, 能有效避免29%的次生灾害发生^[6]。该模式不仅为陕南地区建立系统化救援体系提供支撑, 其跨平台指挥架构和资源联调机制, 更可为西南喀斯特地貌区、黄土高原带等类似地质灾害

【作者简介】赵军(1982-), 男, 中国甘肃泾川人, 本科, 一级注册消防工程师、注册安全工程师, 从事防火灭火与应急救援技术研究。

害高发区提供策略参照^[1]。

2 陕南地质概况与灾害特点

陕南地处秦巴山区，地质构造活跃，变质岩、沉积岩与松散堆积物构成易灾地层^[4]。坡体松散、植被稀疏及强降雨共同诱发滑坡、泥石流，如2021年镇巴县持续暴雨引发山体滑坡阻断道路^[1]。空间上，汉江沿岸陡坡灾害频发，安康白河、旬阳等地年均滑坡超3次^[3]，低山区则以小型崩塌为主。人类活动加剧灾害，紫阳县采矿致塌陷占当地灾情17%^[4]。时间维度显示80%灾害集中于5-9月雨季，安康2020年汛期地灾预警量增5倍^[1]。泥石流多见于沟谷纵坡>15°区域，滑坡体厚度2~8米具预测价值^[5]。目前监测网覆盖86处隐患点^[3]，但偏远山区仍存盲区，需结合林地、农田等不同地表类型实施精准防治。

3 地质灾害类型与成因

陕南地质灾害以滑坡、泥石流和崩塌为主。滑坡多发于陡峭松散岩土区，如2021年旬阳持续降雨致土壤含水量超限引发滑坡^[1]。泥石流集中雨季，2020年留坝县暴雨突破极值，结合采矿堆积物加剧灾害^[4]。崩塌常见于镇巴石灰岩区，风化使裂隙年扩0.8厘米。自然与人为因素双重驱动：秦巴山地50%以上灾害由暴雨触发，汉江流域页岩风化层超3米易失稳；316国道爆破震动、紫阳矿区采空致地表沉降改变地质平衡。灾害链特征，如岚皋2022年崩塌堵河后引发堰塞湖溃决泥石流，救援需兼顾道路中断与洪水冲击^[2]。植被覆盖下降加剧水土流失，镇坪退耕还林后滑坡降23%^[5]。救援方案应综合地质、气象及人为活动等因素，强化高陡边坡与矿区的监测^[3]。

4 防治体系与工程实践

陕南地质灾害防治体系包含监测预警与工程治理。监测预警构建立体网络，整合雨量站、北斗卫星和地质传感器，实时采集位移、水位及降雨数据，结合网格化气象查补算法实现滑坡预警。2021年镇巴县17处监测点成功预警3起滑坡，转移23户居民。工程治理采取分级防护，白河县8处抗滑桩工程降低65%滑坡风险，涧池镇200公顷边坡绿化减少42%土壤流失。防治体系与消防协同体现在三方面：省级应急平台共享雨量数据辅助救援部署，防护工程降低次生崩塌风险，地下水位监测支撑山洪撤离预案。现存问题包括偏远区域监测盲区、设备维护滞后，以及跨部门数据标准不统一、应急通道缺失等矛盾。

5 消防安全在地质灾害救援中的重要性

5.1 保障救援人员安全

在地质灾害救援中，保障人员安全需装备与训练并重。消防员配备防火服、防毒面具及热成像仪等装备，有效隔离高温毒气威胁，并通过通信头盔实现实时定位^[2]。引入气

体检测装置动态监测氧气与可燃气体浓度，规避二次灾害风险。规范化训练方面，各省要求消防员每季度完成48小时高空绳索与破拆工具演练，确保危岩崩塌时快速建立生命通道^[5]。陕西2022年演习数据显示，参训消防员在泥石流处置中效率提升42%，伤亡率降低67%。实战案例显示，通过构建临时支撑结构配合地质雷达动态扫描，曾36小时内成功救出9名被困者。该模式整合装备优势与操作规范，实现风险预判与动态管控的双重保障。

5.2 提高救援效率

在地质救援中，消防专业装备提升处置效能。陕南山体滑坡时，液压破拆工具3小时打通巨石阻塞通道，使医疗队及时救治伤员。热成像技术使夜间生命搜索效率提升45%^[2]，该技术优势在2021年汉中泥石流处置中再次验证，高压水枪配合地质数据成功遏制次生火灾，保障3村安全。应急通信系统构建的临时指挥平台实现实时画面传输，使安康洪涝救援响应提速28%。实际作业中，秦巴山区曾因断电导致生命探测仪续航不足，凸显能源保障必要性。智能装备方面，商洛滑坡中无人机群20分钟完成3平方公里三维建模，为方案制定提供精准支撑。这些案例证明消防技术体系既强化直接处置能力，又构筑起整体救援的技术框架。

5.3 降低次生灾害风险

地质灾害引发的次生火灾防控需消防力量早期预警与科技处置结合。陕南矿区曾因山体滑坡引发电缆短路起火，消防人员运用红外热成像精准定位，配合地质团队分析岩层位移，通过泡沫灭火剂阻断火势蔓延。安康市构建地质灾害监测站与森林火险预警平台的数据交换系统，通过湿度传感与卫星监测数据比对，实现48小时前预判三处滑坡引火风险。消防车载地质雷达扫描仪可穿透5米地层识别可燃气体聚集区，泥石流救援中曾定位掩埋液化气罐并排险。针对次生火灾特点推行的“三色预警”机制中，红色区域布设水炮阵地，黄色区域构筑防火隔离带。汉中洪涝次生灾害处置采用无人机灭火弹扑救悬崖火点，同步打通排水通道。延迟性灾害如滑坡掩埋化工品渗漏燃烧案例，采用钻孔注浆与干冰降温结合方案消除风险。实践表明，地质、消防、工程多方联合研判机制与复合救援装备是防控关键。

6 消防安全与地质灾害救援的协同机制

6.1 救援的协同作用

在地质灾害救援过程中，消防力量与地质救援团队的协同作用主要体现在资源整合与信息互通。消防部门携带的生命探测仪、破拆工具等专业设备能够快速打通救援通道，而地质专家通过滑坡体稳定性评估可划定安全作业范围。2021年汉中市留坝县山体滑坡事件中，当地消防救援支队通过北斗定位系统与地质部门共享灾情数据，仅用3小时就确定了埋压人员集中区域。这种跨部门协作使得救援效率提升约40%，说明信息共享平台对缩短响应时间具有关键作

用。在资源互补方面,安康市某次泥石流救援中,消防队伍负责现场清理与人员转移,地质队伍则利用无人机开展灾区监测,双方通过联合指挥部实时调整作业区域,成功避免了二次灾害造成的设备损失。数据显示,这种协作模式使救援成本降低25%,装备利用率提高至82%。值得关注的是,跨区域协同常面临通信中断问题,如榆林市煤矿透水事故初期,井下环境导致无线信号屏蔽,消防与地质队伍采用有线通信与人工传递结合的土办法,虽然延迟了18分钟,但保证了100%的信息完整性。实践中发现,建立标准化的设备接口能提升30%的协作效率,例如统一使用兼容北斗与GPS的定位装置后,队伍间坐标误差从5米缩减至0.3米。这些事实表明,协同机制不仅需要技术支撑,更依赖预案设计的精细化程度,宝鸡市2023年修订的《地质灾害消防救援规程》就明确规定灾后2小时内必须建立联合指挥部,此类制度保障使跨部门协作响应速度提升50%。

6.2 协同处置灾情

在地质灾害发生后,消防队伍与地质救援力量的协同处置通常分为三个环节。应急响应阶段需依托统一预警平台实现灾情信息快速共享,例如陕西省应急管理部门整合气象、地质和消防部门数据建立的联动系统,灾害发生30分钟内即启动跨部门会商机制。联合指挥环节强调职责分工与资源整合,安康市2021年山体滑坡救援中,消防队伍负责现场灭火与被困人员搜救,地质灾害专家则利用三维激光扫描仪评估滑坡体稳定性,双方通过移动指挥车搭建的临时指挥部每小时交换数据,确保决策科学性。协同作战过程中采用“物理隔离+任务接力”模式,2022年汉中市泥石流救援案例显示,消防人员使用液压破拆工具打通通道后,地质救援队立即入场加固边坡,双方交替作业有效避免了二次塌方风险。特别需要关注的是现场通信保障问题,咸阳市某次跨区域救援因基站损坏导致指令延迟,后期引入卫星电话和无人机中继设备后,队伍间指令传达准确率提升至98%。在物资调配方面,宝鸡市建立的区域物资储备网络具有借鉴意义,5个核心仓库可实现2小时内送达60%常用装备,并通过智能管理系统动态调整库存。实践中暴露的协同短板同样值得注意,如2020年商洛市滑坡救援时,两支队伍使用的地质雷达型号不兼容,造成数据解读延误2小时,后期通过装备标准化改造解决了该问题。这些经验表明,制定包含20项具体操作步骤的协同流程手册,明确各环节对接人员与时间节点,能够提高处置效率。

6.3 协同机制的未来发展

未来协同机制的发展方向需要结合技术手段和制度保障。例如物联网和大数据能够提高信息共享效率,海南省利用大数据平台整合多部门数据建立统一的预警系统,灾情信息传递速度提升40%。在救援装备方面,智能设备联网可

实时监测地质灾害隐患点,类似煤矿使用的红外热像仪能快速识别地下火源位置。不过新技术推广面临设备成本高的问题,湖南省曾因经费不足导致部分山区无法安装智能监测设备。跨部门协作需要突破现有行政壁垒,陕西省2022年推动自然资源、应急管理和消防部门建立联合值班室,但实践中仍存在职责划分不清的情况。法律保障方面,可借鉴湖南省通过修订森林保险条例促进防灾资金落实的经验,但专项立法仍需完善。救援通信技术存在短板,2021年河南洪灾期间出现过因通信基站损毁导致救援队伍失联的情况,需加强类似“天擎”系统的网格化通信保障建设。煤矿救援中采用的可视化指挥系统证明,三维建模技术能帮助消防和地质专家共同制定救援方案。技术设备更新需要同步提升人员素质,陕西省2023年培训中发现,35%的基层消防员不会操作新型生命探测仪。资金投入方面,海南省近三年防灾预算年均增长12%,但设备维护费用仍占总支出的60%。未来需要建立设备共享机制,比如借鉴湖南省建立的跨市消防装备调配库,使救援资源利用率提高25%。人才培养方面,可参考海南省推行的“消防救援+地质勘查”复合型人才培训计划,但专业师资力量不足制约实施效果。

7 结论

以陕南地质灾害救援为研究对象,通过案例分析、实地调研和数据分析,探讨消防力量在救援中的协同作用和实施策略。消防力量通过专业装备和技能,能够有效减少救援人员伤亡,提高救援效率。消防人员利用防护设备和安全规程降低现场风险,并通过灭火、通道开辟等措施为其他救援创造条件。消防与地质灾害救援的协同机制需从预防体系融合、风险源头治理入手,建立联合指挥和统一预案,从而减少次生灾害发生。具体实施过程中,引入物联网、大数据等技术可优化协同机制。未来需加强法律保障和跨部门协作,提升救援整体效能,消防协同机制可降低救援成本20%~30%,并为类似地区灾害救援提供参考。

参考文献

- [1] 何林,张雅斌,肖卫青,等.基于天擎的网格实况插补站点服务构建及应用[J].应用气象学报,2025.
- [2] 邓军,屈高阳,任帅京,等.地下煤火火源探测研究[J].工矿自动化,2023,49(6):68-77.
- [3] 李晋峰,王立俊,王旭,等.基于大数据平台的海南省突发事件预警信息发布系统设计[J].Computer Measurement & Control, 2023,31(8).
- [4] 王国法,任怀伟,富佳兴.煤矿智能化建设高质量发展难题与路径[J].煤炭科学技术,2025,53(1):1-18.
- [5] 侯旭华,汤宇卉.森林保险助推“双碳”目标实现路径研究:以湖南省为例[J].湖南社会科学,2022,6:64-74.