

矿山事故应急救援响应机制研究

赵 刚

国家能源集团宁煤公司应急救援总队矿山救援一中队 宁夏 石嘴山 753000

摘 要：矿山开采活动始终伴随着潜在风险，矿山事故以其多样的类型、复杂的成因、强烈的突发性、艰巨的救援难度和严重的危害性，成为采矿行业挥之不去的阴影。无论是瓦斯爆炸的瞬间摧毁，还是顶板坍塌的掩埋风险，亦或是透水事故的汹涌来袭，都对矿山安全生产及人员生命财产构成极大威胁。为有效应对这一严峻局面，建立一套全面、科学且高效的应急救援响应机制迫在眉睫。其涵盖预警体系构建、指挥协同运作、资源调配管理等多方面内容，关乎矿山安全保障的成效与可持续发展的前景。

关键词：矿山事故；应急救援；响应机制；研究

引言：矿山开采作业环境复杂且危险重重，矿山事故的频发严重威胁着人员生命安全与企业的稳定运营。其类型多样，如瓦斯爆炸、顶板坍塌、透水等，成因涉及地质、开采技术、安全管理等多方面因素，突发性、复杂性与高危害性并存。应急救援响应机制对于降低事故损失至关重要，涵盖预警体系构建、应急指挥协同、救援资源调配等关键构成部分，其实施要点包括人员专业素养提升、技术装备支持与创新、信息通讯保障等。而通过预案动态管理与更新、事故后评估与经验总结以及跨区域应急救援合作机制探索等举措，不断优化与完善该响应机制，将有效提升矿山事故应急救援的整体水平与应对能力。

1 矿山事故特性分析

矿山事故作为采矿行业面临的严峻挑战之一，其特性表现为类型多样、成因复杂、突发性强、救援难度大以及高危害性，对矿山安全生产构成了严重威胁。（1）从类型与成因来看，矿山事故涵盖了瓦斯爆炸、顶板坍塌、透水等多种类型，每一种事故都有其特定的触发机制和影响因素。瓦斯爆炸，作为矿山事故中最为严重的一种，往往由于瓦斯在矿井中的积聚达到爆炸极限，一旦遭遇明火或电火花等点火源，便会瞬间引发爆炸。这种爆炸产生的高温高压冲击波，对井下巷道、设备及人员造成毁灭性打击，其破坏力之强，往往令人触目惊心。顶板坍塌事故则与矿山地质构造、开采方法以及支护措施的选择密切相关。当矿山地质条件复杂，开采方法不当，或者支护措施不足以支撑顶板岩石的重量时，便可能引发顶板坍塌。大量岩石的垮落不仅可能掩埋作业区域，阻断通风与逃生通道，还可能对井下人员造成直接伤害^[1]。透水事故则是采掘过程中意外打通含水层或老窖积水区，导致大量地下水涌入井下，迅速淹没作业

空间，给井下作业人员的生命安全带来极大威胁。（2）矿山事故的突发性也是其显著特点之一。这些事故往往难以精确预测其发生的具体时间与地点，且一旦发生，便会在短时间内急剧发展，留给救援准备的时间极为有限。这种突发性不仅增加了事故的危害程度，也给救援工作带来了极大的困难。（3）矿山事故的复杂性也是不容忽视的。事故涉及多学科知识领域，如地质学、采矿工程学、通风安全工程学等。在事故处理过程中，需要综合运用这些知识，对事故原因进行深入分析，才能制定出有效的救援方案。同时，事故现场环境恶劣，如高温、高湿、有毒气体等，都给救援工作带来了极大的挑战。（4）矿山事故的高危害性更是令人警醒。这些事故不仅会造成大量的人员伤亡和财产损失，还可能引发地表塌陷、环境污染等长期不良后果。这些后果不仅影响矿山自身的安全生产，还可能对周边地区的生态平衡和居民生活质量造成严重影响。

2 应急救援响应机制的关键构成

2.1 预警体系构建

构建灵敏、精准的预警体系是矿山事故应急救援响应机制的重要基础。这需要在矿山各个关键区域部署先进的监测设备，如高精度瓦斯传感器、微震监测仪、水文监测探头等，实现对瓦斯浓度、地应力变化、地下水位等关键安全参数的实时监测。监测数据通过有线与无线传输网络汇集至矿山监控中心，借助专业的数据分析软件进行实时处理与分析。一旦数据异常并达到预设预警阈值，监控中心立即自动触发声光报警装置，并通过多种通信方式（如短信、广播、井下专用通讯设备等）向相关人员（包括井下作业人员、矿山管理人员、应急救援队伍等）发送预警信息，明确告知事故类型、发生地点、危险程度等关键信息，以便各方提前做好应急准

备,如启动应急预案、组织人员疏散撤离等。

2.2 应急指挥协同机制

在矿山事故发生后,建立高效的应急指挥协同机制是确保救援行动有序开展的核心环节。首先,应迅速成立应急救援指挥部,由矿山企业高层管理人员、专业救援队伍指挥官、相关技术专家等组成核心指挥团队,明确各成员职责与权限,确保指挥决策的权威性与高效性。指挥部需设立多个功能小组,如救援行动组、医疗救护组、后勤保障组、信息通讯组等,各小组分工协作,形成有机整体。通过建立统一的应急指挥平台,实现信息共享与实时交互,指挥部能够及时掌握事故现场情况、救援进展、资源储备与调配等信息,从而精准下达救援指令。同时,注重与外部救援力量(如周边矿山救援队伍、消防部门、医疗急救机构等)的协同合作,建立联络协调机制,明确各方在救援行动中的任务与配合方式,实现资源共享与优势互补,形成强大的救援合力。

2.3 救援资源调配与管理

合理调配与有效管理救援资源是矿山事故应急救援成功的关键保障。矿山企业应依据自身事故风险评估结果与生产规模,预先储备充足的救援物资,包括各类救生设备(如呼吸器、救生舱等)、抢险工具(如千斤顶、风镐等)、消防器材(如灭火器、灭火泡沫等)、医疗用品(如急救药品、担架等)以及食品、饮用水等生活物资。建立完善的救援资源管理数据库,对物资的种类、数量、存放位置、有效期等信息进行详细记录与动态更新。在事故发生后,根据救援行动需求,借助资源调配模型与智能调度系统,快速确定最佳的资源调配方案,优先保障重点救援区域与关键救援任务的资源供应。同时,加强与周边地区救援资源的共享与合作,建立资源互助网络,在必要时能够迅速调集外部资源,弥补自身资源不足,确保救援行动的持续性与有效性。

3 应急救援响应机制的实施要点

3.1 人员专业素养提升

提高参与矿山事故应急救援人员的专业素养是保障救援效果的重要因素。对于矿山企业内部员工,应定期开展应急救援知识培训与技能训练,包括矿山安全法规、事故预防与预警知识、自救互救技能、应急设备操作等内容,使员工熟悉应急救援流程与自身职责,提高在事故发生时的应急反应能力^[2]。对于专业救援队伍成员,除了强化基础救援技能训练外,还应注重针对不同类型矿山事故的专项救援技术培训,如瓦斯事故抢险技术、顶板事故支护与清理技术、透水事故排水与被困人员营救技术等,不断提升其专业救援水平。同时,通过模拟实战

演练、案例分析讨论等方式,培养救援人员的团队协作精神、应急决策能力与心理承受能力,确保在复杂、危险的事故现场能够冷静应对,高效执行救援任务。

3.2 技术装备支持与创新

先进的技术装备是提升矿山事故应急救援能力的重要支撑。矿山企业应不断引进和更新适用于应急救援的先进技术装备,如新型气体检测仪器(能够快速、准确检测多种有害气体)、高效通风设备(可在事故现场迅速恢复通风,改善空气质量)、大功率排水泵(满足透水事故大流量排水需求)、智能救援机器人(可深入危险区域进行侦察、救援辅助作业)等。加强对现有技术装备的维护保养与管理,建立定期巡检与维护制度,确保装备在应急救援时处于良好运行状态。同时,鼓励和支持技术创新与研发,与科研机构、高校等合作开展矿山应急救援技术研究项目,探索开发适用于矿山特殊环境的新型救援技术与装备,如基于物联网的矿山安全监测预警系统、虚拟现实救援演练平台等,为矿山事故应急救援提供更加强有力的技术保障。

3.3 信息通讯保障

确保信息通讯畅通无阻是矿山事故应急救援响应机制有效运行的重要前提。在矿山内部建立多层次、多手段的信息通讯网络,包括有线通讯系统(如井下电话网络)、无线通讯系统(如矿用对讲机、井下WIFI网络等)以及卫星通讯备用系统,保障在正常生产与事故状态下,矿山各区域之间、井下与井上之间、矿山与外部救援力量之间能够实现稳定、可靠的信息传输。建立信息通讯应急预案,在主通讯系统故障时能够迅速切换至备用通讯系统,确保通讯不中断。同时,加强对信息通讯设备的日常维护与管理,定期进行设备检查与信号测试,及时排除故障隐患。利用信息化技术,构建矿山应急救援信息平台,整合矿山地理信息、安全监测数据、救援资源信息、人员位置信息等多源数据,实现信息的可视化管理与实时共享,为应急救援指挥决策提供全面、准确的数据支持。

4 应急救援响应机制的优化与完善

4.1 预案动态管理与更新

矿山事故应急救援预案是指导应急救援行动的重要依据,其科学性与实用性直接关系到救援效果。随着矿山开采技术的不断进步、设备设施的更新换代以及法律法规与安全标准的持续完善,原有的应急预案可能已无法适应新的安全生产形势。因此,预案的动态管理与定期更新成为提升应急救援能力的关键。(1)矿山企业应建立预案评估机制,定期对预案进行全面审查与评估。

评估内容应包括预案的完整性、可操作性、针对性以及与实际生产活动的契合度。通过模拟演练、专家评审等方式,发现预案中存在的不足与缺陷,为后续修订提供科学依据。(2)结合矿山安全生产的新形势与新要求,对预案进行适时修订与完善。这包括但不限于调整救援组织架构,以适应矿山规模与开采方式的变化;优化救援流程,确保救援行动更加高效有序;更新救援资源清单,确保救援物资与设备的充足与有效;完善事故风险分析与应对措施,提高预案的针对性与实用性。(3)加强预案更新后的宣传培训工作。通过组织培训、演练等方式,确保所有参与应急救援的人员熟悉新预案的内容与要求,提高预案的可操作性与有效性。同时,建立预案更新反馈机制,鼓励一线员工提出改进建议,形成预案持续改进的良性循环。

4.2 事故后评估与经验总结

事故后评估与经验总结是完善应急救援响应机制的重要途径。通过深入分析事故原因、发展过程及救援行动的全过程,可以总结经验教训,为今后的应急救援工作提供宝贵参考。(1)组织专业人员对事故进行全面评估,包括事故发生的直接原因、间接原因、救援行动的及时性、有效性以及资源利用的合理性等。通过收集现场数据、救援记录、人员访谈等资料,形成详细的事故报告与案例分析材料。(2)总结救援过程中的成功经验与失败教训。这包括救援技术的应用效果、指挥协同机制的运行情况、资源调配的合理性等。通过系统整理与提炼,形成可复制、可推广的经验模式,为今后的应急救援工作提供有力支撑。(3)将事故后评估与经验总结成果纳入应急预案修订与培训体系中,不断提升应急救援响应机制的科学性与实用性。

4.3 跨区域应急救援合作机制探索

面对大型、特大型矿山事故,单一矿山企业或局部地区的救援力量可能难以满足救援需求。因此,探索建立跨区域应急救援合作机制成为提升矿山事故应急救援能力的必然选择。(1)加强不同地区矿山企业之间、矿山企业与专业救援机构之间的交流与合作。通过定期召

开联席会议、组织交流活动等方式,增进彼此了解与信任,为跨区域救援合作奠定基础。(2)建立跨区域应急救援信息共享平台。实现救援资源信息、技术经验、专家人才等资源的共享与交流。通过平台发布救援需求、调配救援资源、共享救援经验等方式,提高跨区域救援的协同效率与响应速度。(3)签订跨区域应急救援合作协议。明确各方在跨区域救援行动中的责任、义务与协作方式。通过协议规范救援行动的组织、指挥、协调等环节,确保救援行动的有序进行^[3]。(4)建立联合救援演练机制。定期组织跨区域模拟实战演练,检验跨区域救援合作机制的有效性与可操作性。通过演练发现问题、改进不足、提升能力,为应对实际矿山事故提供有力保障。

结束语

综上所述,矿山事故应急救援是一项系统且艰巨的任务,其响应机制的构建、实施与优化完善对保障矿山安全意义非凡。从精准把握矿山事故特性出发,针对性构建的预警体系、应急指挥协同机制以及救援资源调配管理体系奠定了救援基础。在实施过程中,通过提升人员专业素养、强化技术装备支持创新、保障信息通讯畅通,有力地推动了救援工作的开展。而预案动态管理更新能与时俱进适应新安全形势,事故后评估总结经验教训可不断改进救援机制,跨区域应急救援合作机制更是突破地域局限整合多方力量。只有持续不懈地完善应急救援响应机制,才能在面对矿山事故时最大限度减少人员伤亡与财产损失,守护矿山企业的稳定运营,维护周边地区的生态与社会安宁,推动整个采矿行业安全水平的稳步提升。

参考文献

- [1]郭凤美.整合资源 提升矿山应急救援能力[J].劳动保护,2022,(10):76-78.
- [2]张维.加强徐州市矿山应急救援管理的对策建议[J].中国煤炭工业,2021,(04):74-75.
- [3]梁文凯.煤矿安全应急救援体系的问题及完善措施[J].能源与节能,2019(08):116-118.