

中国矿山应急救援体系建设现状及发展刍议

邓 军^{1,2,3}, 李 贝^{1,2,3}, 李海涛^{1,2,3}, 张 莹^{1,2}, 徐志胜⁴, 李珍宝^{1,2,3}, 关欣杰^{1,2,3}

(1. 西安科技大学 国家矿山应急救援(西安)研究中心, 陕西 西安 710054;

2. 西安科技大学 西部矿井开采及灾害防治教育部重点实验室, 陕西 西安 710054;

3. 西安科技大学 能源学院, 陕西 西安 710054; 4. 西安市安全生产监督管理局 西安市安全生产执法监察支队, 陕西 西安 710054)

摘 要 矿山安全问题是近年来社会关注的焦点, 作为保护国家财产和矿工生命安全的重要屏障, 我国矿山应急救援体系已取得长足的发展。从我国矿山应急救援体制的演变、救援队伍的发展以及矿山应急救援保障几个方面, 对我国当前矿山应急救援发展现状进行了分析。指出了我国当前矿山应急救援体系存在的问题, 并提出了相应的对策措施: 我国应探索多功能应急救援机制, 不断完善救援配套法及标准化建设; 完善资金保障体系; 创新矿山应急救援队伍建设; 建立和发展矿山企业救援志愿者; 扶持科技装备重点项目等建议。

关键词 矿山救援体系; 安全生产; 应急救援**中图分类号** TD77 **文献标识码** A **文章编号** 1006-6225 (2013) 06-0005-05

Construction Status of Chinese Mine Emergency Rescue System and Development

DENG Jun^{1,2,3}, LI Bei^{1,2,3}, LI Hai-tao^{1,2,3}, ZHANG Ying^{1,2}, XU Zhi-sheng⁴, LI Zhen-bao^{1,2,3}, GUAN Xin-jie^{1,2,3}

(1. State Mine Emergency Rescue (Xi'an) Research Center, Xi'an University of Science & Technology, Xi'an 710054, China;

2. Education Ministry Key Laboratory of West Mine Mining and Disaster Prevention, Xi'an 710054, China;

3. Energy School, Xi'an University of Science & Technology, Xi'an 710054 China; 4. Safety Production Law Enforcement Supervisory Team, Xi'an Municipal Safety Production Supervision and Administration Bureau, Xi'an 710054, China)

Abstract: Mine safety has been one of society's focuses. As important defense of protecting state property and miner's lives, Chinese mine emergency rescue system has made progress greatly. This paper analyzed current development status of mine emergency rescue from system reformation, rescue team development and rescue support. Problems in current mine emergency rescue system was indicated and corresponding countermeasures were put forward as follows. China should: exploring multi-function emergency rescue system and perfect continuously rescue mating law and standardization construction; perfecting money support system; innovating mine emergency rescue team construction; setting up and developing mine emergency rescue volunteer team; supporting scientific equipment key issues.

Key words: mine rescue system; safety mining; emergency rescue

我国经济社会快速发展对能源以及资源所具有的刚性增长需求, 使得采矿业成为我国国民经济最重要的基础产业。特别是煤炭, 多年以来我国煤炭生产和消费量位居世界第一。相关机构预测, 到2030年煤炭仍将在我国一次能源消费中占据主体地位。建立矿山应急救援体系是确保我国采矿业安全运转、保障国民经济安全运行的重要战略。

采矿业属于传统高危行业, 我国矿业领域是事故重灾区之一, 事故总量大, 伤亡人数多, 而其中又数煤矿行业最为恶劣。数据表明, 2012年全国煤炭产量3.66Gt, 死亡1384人, 百万吨死亡率0.374。这是中国煤炭工业发展60余年来, 生命陨灭数首次低于1500人^[1]。煤矿百万吨死亡率同比下降24.7%, 但和世界其他主要发达产煤国家相

比, 仍是美国2011年百万吨死亡率0.019的19.68倍。矿山事故多发、伤亡后果严重的原因, 除了我国矿山类型多、数量大, 点多面广, 从业人员众多, 危险源集中之外, 其重要原因之一就是没有建立起完善的矿山应急救援体系。

国家“十二五”规划中明确指出, 要“完善我国应急救援体系, 提高事故救援和应急处置能力”, 深入开展我国的应急救援体系建设工程^[2]。党的十八大报告中提出, 构建系统完备、科学规范、运行有效的制度体系, “以巨大的勇气确保到2020年全面建成小康社会的宏伟目标”, 党和国家的重大战略部署对建设我国矿山应急救援体系提出了更高更严格的要求。

矿山灾害事故后果严重, 社会影响恶劣, 事故

收稿日期 2013-07-15**基金项目** 教育部创新团队基金资助项目 (IRT0856); 教育部工程研究中心资助项目 (2010ZDCTC-14); 陕西省教育厅基础专项基金资助项目 (2013JK0862)**作者简介** 邓 军 (1970-), 男, 四川大竹人, 博士生导师, 教授, 主要从事煤矿重大灾害防治技术研究和安全工程及技术等专业方向的科研与教学工作。

应急救援体系可有效抵御矿山事故的发生,降低事故后果严重程度。因此,加强矿山应急救援工作、完善救援体系,将事故损失降到最低限度,是矿山企业安全生产工作的重要内容,也是关系到国家发展与稳定大局、全面实现小康社会战略目标的重要组成部分。

1 我国矿山应急救援体系发展现状

从 1949 年抚顺、阜新、辽源 3 个煤矿建立起第 1 支专职矿山救护队算起,矿山应急救援在我国已有 64a 的发展历史。经过多方共同努力,采矿业安全生产形势明显好转。但由于历史等诸多原因,我国至今没有完全建成国家层面上较完整的应急救援系统,矿山应急救援体系发展很不完善。

1.1 我国矿山应急救援体制

近年来,我国政府相继颁布的一系列法律法规和文件,对矿山应急救援体系建设已做了明确的规定。2003 年 2 月 26 日,国家安全生产监督管理局组建了矿山救援指挥中心,使全国矿山救援工作有了一个新的指挥中枢;2006 年国务院颁布了《国家安全生产事故灾难应急预案》,为我国应急救援体系建设奠定了重要的制度基础;2010 年《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》指出要建设更加高效的应急救援体系,进一步明确了建设我国矿山应急救援体系的途径和思路,为我国矿山救援体系高起点、高标准、高效率建设提供了保障。至此,我国矿山事故应急救援工作在“安全第一、预防为主、综合治理”的安全生产方针指导下,贯彻统一指挥、分级负责、区域为主、矿山企业自救和社会救援相结合的原则,实行“统一指挥、功能齐全、反应灵敏、运转高效”的应急机制,形成了以政府为主导的国家(区域)、地方和矿山企业三级应急救援格局,国家矿山应急救援体系框架雏形初现。

1.2 我国矿山应急救援队伍

矿山应急救援队伍主要分为救护队伍和医疗队伍两部分。救护队伍由区域矿山救援基地、重点矿山救护队和矿山救护队组成,负责矿山灾变事故的救护工作。急救医疗队伍包括国家矿山医疗救护中心、省级矿山医疗救护中心以及矿山企业医疗救护站。据安监总局网站公布,目前我国已建立 18 个省级矿山救援指挥中心,14 个国家级矿山救援基地,77 个省级矿山救援基地的格局^[9]。在全国共有 98 支矿山救护大队,609 支救护中队,1831 支救护小队。从事矿山事故应急救援的专职救援人员

24522 人,其中煤矿救援队伍 23088 人,非煤矿山救援队伍 1434 人。截止到 2006 年全国已建 36 个省级矿山医疗救护中心。国家计划在“十二五”期间要建立 7 个国家矿山应急救援队、14 个区域矿山应急救援队和 1 个实训演练基地,切实提高技术水平和救援能力,确保关键时刻能“拉得出、靠得住、打得赢”。矿山应急救援队伍建设构成了我国矿山应急救援体系的基石。

1.3 矿山应急救援保障

(1) 科技保障 为提高矿山应急救援水平,加强矿山应急救援能力,依托大中专院校和科研院所,我国现有国家矿山救援应急专家组、4 个国家矿山救援技术研究中心和 2 个国家矿山应急救援技术培训中心等科技支撑体系,为矿山应急救援提供技术和培训服务。矿山救援体系如图 1 所示。

(2) 资金保障 资金保障是矿山应急救援体系得以运转的重要基础。我国《矿山救援规程》规定,矿山救护资金实行国家、地方、矿山企业共同保障体制,矿山救护队社会化服务实行有偿服务。国家处置矿山事故灾难所需资金按照《财政应急保障预案》的规定解决。

目前,我国矿山救援系统的资金来源渠道有 3 种:一是财政拨款,如拨付给地方建立的矿山救援队的资金;二是企业自筹,一些国有大型煤矿企业的矿山救护队,自筹矿山救援费用或企业内部厂矿缴纳的服务费;三是矿山救援队实行社会化有偿服务后,按比例收取的服务费。如企业矿山救护队在区域内向地方煤矿收取的服务费和地方矿山救护队在区域内收取的煤矿施救服务费^[9]。

(3) 装备保障 应急救援技术装备包括调度指挥技术装备、监测监控技术装备、抢险救援技术装备、个体防护装备等,涉及面十分广泛。近年来,由于煤矿重特事故发生频繁,加之党和政府的高度重视,应急救援装备需求加大,针对矿山事故的应急救援技术与装备有了明显的发展,科技攻关逐渐加强、技术含量不断提高、装备生产走向产业化。如新型隔爆型潜水电泵、第三代矿用抢险探测机器人、新型隔绝式逃生避难室、矿井救援可视化指挥装置等具有自主知识产权的关键装备设备已经研制成功,促进了我国矿山事故应急救援装备更新换代。

2 我国矿山应急救援体系存在的问题

经过近几年的发展,我国矿山应急救援已渐显规模,但仍然存在着一系列问题。矿山应急救援制

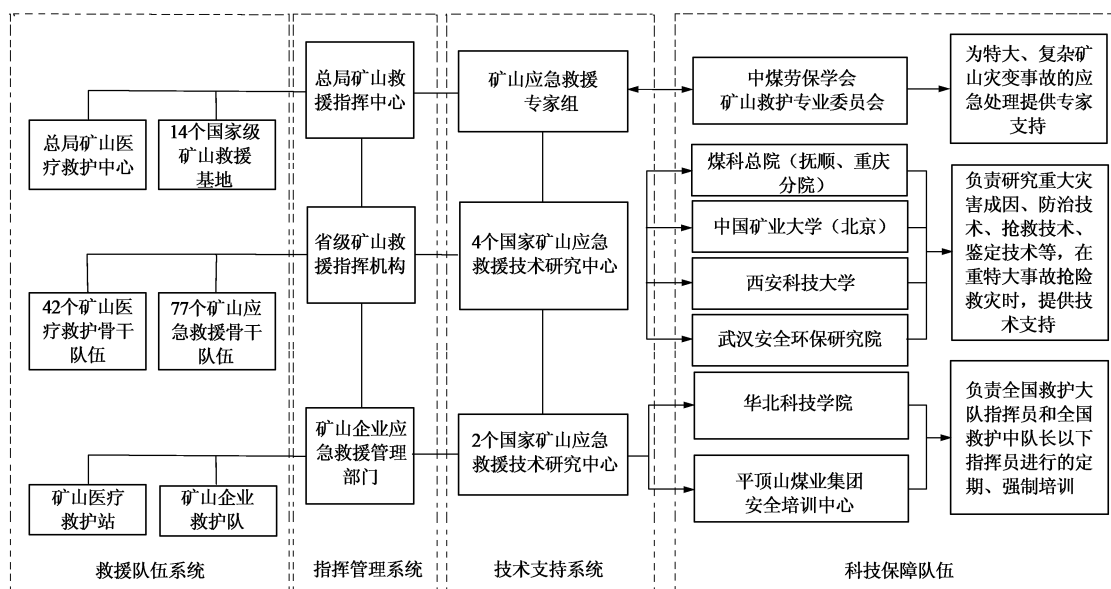


图1 矿山救援体系

度体系不完善、立法不健全，应急救援基地布局不尽合理，救援力量仍较薄弱，应对重特重大事故灾难的大型及特种装备较为缺乏；部分重大事故致灾机理和安全生产共性、关键性技术研究有待进一步突破，应急救援人才培养制度尚未形成以及矿山救护资源的整合开发利用及优化配置等问题。这些仍将是我国未来一段时间内矿山应急救援体系建设需要研究的重要课题。

2.1 应急救援力量缺乏有效整合、设置不合理

我国对矿山应急救援制度的组成、运作方式、认识和理念等方面的研究起步较晚，与国外发达国家将矿山应急救援制度建设上升到国家战略的层次存在较大差距。如经过 20 多年发展的美国联邦应急管理署（FEMA），现已建成一个统合军、警、消防、医疗、民间救难组织、志愿者团体和盈利组织等单位的一体化指挥、调度体系，专门负责美国国土内的防灾、减灾、备灾、救灾和灾后恢复工作，能够迅速动员一切资源，降低灾情损失^[9]。我国虽然也在 2003 年成立了国家局矿山救援指挥中心，其在推动我国矿业安全生产形势好转方面发挥重要作用。但是纵观整个应急救援格局，110、120、消防、地震等不同类型应急体系各自为政，缺乏集中的强有力的协调机制，各部门条块分割严重，远未形成合力，造成了人、财、物使用的低效与浪费^[9]。

应急救援力量分散、区域分布不合理，也是当前矿山应急救援工作中最为突出的问题。现有矿山救护网点布局地区分布不合理，资源浪费严重。目前我国东部某些产煤地区和省份不到 100km 范围

内设有几个救护大队，重复设置现象严重；而中西部地区煤炭资源集中，大小煤矿几百家，但在几百公里的范围内没有一支救护队，一些小煤窑甚至根本就没有纳入救护服务范围之内，救护资源分布严重不足。特别是随着国家西部大开发的推进，东部煤炭资源的日趋枯竭，不少矿业集团都积极到内蒙、新疆、贵州、宁夏等西部地区寻求新的煤矿资源，上述问题严重制约我国矿山救援力量社会效能的发挥，造成了有形与无形资源的严重浪费，更不利于我国采矿业可持续发展。

2.2 法律配套不健全、标准化建设滞后

为了适应矿业安全生产发展的需要以及矿山救护队管理体制的新变化，2007 年国家总局修订了《矿山救护规程》行业标准。但是，与发达国家系统性的应急救援标准相比，我国安全生产事故应急救援标准还处于起步阶段，应急标准还远未形成体系。发达国家应急救援标准基本覆盖了应急救援过程的各个环节和层面。从事故的预防、预警、响应到恢复，从应急救援执行程序、应急体制到应急机制等，都有详细规范、程序和标准，保障矿山安全运行。如加拿大安大略省将矿山救援标准化建设用于该省每个站点的救护队，并将其具体到对设备的配备、救援程序的实施、演练培训以及志愿者进入救援程序等方面^[10]。我国在各类重大灾害应急物资的配备、应急救援培训演练、应急区域的划定、应急救援预案与实际的对接等方面因缺乏相应技术标准的支持，很多企业、尤其是中小企业，一旦发生事故导致无法及时有效开展救援^[9]。存在安全生产事故应急准备不足、应急响应不充分、应急行

动不力和不科学的现象,因此急需研究制定安全生产事故的应急救援标准体系,逐步完善安全生产事故应急救援标准化建设。另外,发达国家应对矿山应急救援各个环节和层面都有详尽的规范,我国现行的《煤矿安全规程》和《煤矿救护规程》两个规程,已明显不能满足矿山救护队服务职能外延的扩大,国家急需尽快完善应急救援的配套法。

2.3 建设资金保障制度不高,资金投入不足

救护队伍的经费问题一直是困扰广大救护指战员的两难问题。解放初期,我国在计划经济体制下,各个队伍都是国家统一拨款,统一配备救援装备,不存在着经费待遇问题。进入市场经济后,矿山救护队所需经费主要由所在的企业承担,部分由政府投入。目前我国矿山救护救援资金主要来自于地方行政自定或企业行为,基本上没有法律依据作保障,在实践中受人为因素影响较大。企业救护队的救援资金一般受企业经营状况的直接影响,波动较大。现有的收费模式不能够为矿山救援队伍建设提供充足的资金保障。靠企业难维持,对外收费标准偏低,造成人员待遇低下,投入更新先进装备困难。

2.4 应急人才培养欠缺,发展缺乏后劲

应急救援队伍人才引进受限制约矿山救援队伍更高层次的发展。我国应急科技人才不足导致对应急救援的科技支撑不够。目前,全国只有 4 个应急救援基地,除此之外,很少有专门从事救援技术、救援装备、救援训练等的科研机构,为应急救援队伍提供科技保障。高校中很少有开设应急救援的相关专业和课程,未能形成良好的应急科技人才培养模式和梯队结构,为矿山应急救援长远发展提供可靠的人才支撑。

救援队员欠缺致使矿山救援队伍发展欠缺动力,煤矿企业改革改制使得救护队选拔新队员面临新的困难和挑战。一是队员工资、待遇低,有经验、有能力的职工不愿来或留不住,差的可能通过“关系”调到救护队,影响救护队整体素质的提升;二是选拔人员范围有限,现有应急救援管理人员大部分是自己培养的,缺乏系统的理论培训,许多管理人员靠的是经验积累,与日益好转的安全生产形势相矛盾,从基层企业引进人才受条件限制,非常困难;三是救护队员更新机制不顺畅,部分老队员退役难,新队员难进入,个别指战员产生厌倦情绪、抵触情绪,人心浮动^[9]。这些问题都严重影响救护队健康、稳定发展。

2.5 矿山应急救援装备落后

煤矿井下作业环境恶劣、巷道布置错综复杂、作业地点分散和人员流动性强,目前我国大部分矿井并未完全建立自动化智能化的开采,企业应急救援队伍的应急装备和消防系统及器材的欠账较多,数量不足,缺乏有效维护,一旦发生事故,应急救援手段落后,救援能力差。由于近年来矿山救护工作基本得不到国家的财政支持,一些矿山企业本身经济效益又差,除个别企业对矿山救护队还稍有大的投入外,大多数矿山救护队的装备甚至几十年不变,目前只能维持最基本的装备,且技术水平低,可靠性差,难以满足矿山安全生产的需要。2001 年山西省某矿发生特大瓦斯爆炸事故,尽管在事故发生 10 多小时后仍有井下遇难矿工的电话求救,但因缺乏必要的抗高温和防有毒有害气体的先进救灾防护装备以及抢险救灾先进装置,使得救护队无法下井去施救,最终致使矿工遇难。

3 对策

3.1 探索多功能机制,健全法律法规标准体系

根据我国的具体国情以及有别于发达国家的自上而下的政府管理模式,进一步推动我国的矿山应急救援体系建设。首先,应探索多功能救援机制,从国家战略的角度进行统一领导,合理规划,综合部署,形成立体式、全方位的灾害应急救援体系,促使矿山救护队积极融入到承担社会救援职能的多功能应急救援队伍建设的大趋势中去^[10]。其次,科学规划国家矿山应急救援网。根据我国矿山生产区域性的特点,依据矿山的分布、灾害程度、地理位置等情况,合理划分成若干区域,打破隶属关系,不分管理体制和企业性质,建立起区域应急救援网,以实现区域性的应急救援。第三,在现有法律基础上,参照国外发达国家经验,加快制定我国矿山救援队伍人员配置、装备配备、培训演练、行动准则、应急预案等具体标准规范,促进救援法律体系配套化建设和加强应急救援标准化建设。最后,从法律层面提高违法成本,遏制各级政府和矿主一味钻法律空子,执法不严,打击“官煤勾结”、“知法犯法”的严重违法行为。从机制上避免监察机构与矿主、地方政府形成利益同盟,避免矿工生命财产无法保障的情形,从而使矿山应急救援有法可依,提高法律法规对我国采矿业保驾护航的作用。

3.2 完善矿山应急救援资金保障体系

资金保障是矿山应急救援体系组织系统得以存

活的基础。国家应继续优化矿山应急救援收费模式并逐步完善矿山工伤保险体系,促进我国矿山应急救援资金保障体系将更趋于完善。建议统一制定矿山应急救援组织体系有偿服务收费办法或管理规定,明确救援收费的法律依据,进一步规范有偿服务费,统一收费标准,使得矿山企业交费、救援组织体系收费、救援队伍建设花费合理合法。如新汶矿业集团 2005 年规定集团所属矿井矿山救援有偿服务费按实际产量吨煤 1 元提取;地面生产单位每年收取 1 万元;矿山救护大队辖区及周边地方煤矿签订有偿服务协议,按协议提取吨煤不低于 0.35 元的服务费。国家应实行对矿山救护资源的合理有偿使用,既可以提高矿山救援工作地位,又可以保障矿山救援资金的到位,促进了矿山应急救援队伍的持续发展,在支持应急救援系统高效运转、减轻企业负担、更新应急救援设施设备、提供更好的社会服务等方面发挥更大的作用。

3.3 创新矿山应急救援队伍建设

人才资源是矿山救护事业的第一资源。注意充分利用和开发矿山救护人才资源。第一,注重开发矿山救护人才,建议在有背景基础的高校中开设救援相关专业,培养应急救援方面的科技人才;第二,不拘一格选人才,从一线服役队员中提拔重用真正有能力有经验的专业人才,实现救援队伍的专业化、年轻化;第三,矿山救护队必须强业务、练素质,继续从难、从严、从实战出发开展战备训练,不断提高业务素质,在本行业中继续保持专业、高效的应急救援能力;充分利用自身的优势,积极参与到有毒有害气体、高温浓烟、地质灾害等大的事故救援中去,在实战中不断提升多种事故灾害的应急救援能力;第四,优化矿山救援人力资源。改革传统的救护用工制度,实行队员服役合同制。制定标准对救护队员体能、业务、技术等方面进行综合考核,实行竞争上岗,实现矿山救援人力资源的优化组合。“安全事故无大小,安全救援人人有责”,矿山救护队必须继续坚持“加强战备,严格训练,主动预防,积极抢救”的原则,积极融入到社会大救援中去,做到闻警即到,速战能胜,为社会安全稳定做出积极贡献。

3.4 建立和发展矿山企业救援志愿者

我国以政府为主导的矿山应急救援机构,体系设置较为庞大,由其引发的运行成本巨大,要平衡全国各个矿区的救援覆盖,压力颇大。因此,可以根据实际情况,在当前国家矿山救援格局的基础上,吸取发达国家先进经验,通过制度的手段发展

矿山企业救援志愿者^[1],可由各矿山企业挑选有工作经验、身体素质较好的员工充当企业救援志愿者,配备必要的救援装备和器材,由具有培训资质的救援机构负责定期培训和训练^[2],平时在本工作岗位上工作,发生事故时投入救援。国家矿山救援指挥中心可制定明确标准,对矿山志愿救护人员的培训、训练、定期审核进行指导,企业对通过相应救援资质认证的员工给予一定的经济补助。既可以减轻国家矿山救护资源配置不合理,弥补部分地区救护力量不均衡的压力,亦可以避免国家矿山救护体系建设臃肿、部分机构人员闲置,以及资源的浪费。

3.5 扶持矿山应急救援科技装备重点项目

古语云:工欲善其事,必先利其器。国家应集中资金改善救援装备,购置和更新先进的救援装备和设施,如气体分析化验车、生命探测仪、潜水设备、灾区通讯设备、大型灭火装备、多功能支护破拆工具等;加大对重点项目和成套技术设备的开发和科研力度,以现有国家矿山应急救援技术研究中心为基础,依托企业常态化建设的原则,开展重点高、精、尖救援装备研究,加快救援仓、救援机器人、矿山救援智能化可视化检测监控系统、大型抽排水系统、新型防灭火材料等的研究,提高我国矿山救援智能化、自动化的重大装备、设备和技术的整体水平,不断满足矿山事故应急救援工作的需要,提高国家应对复杂矿山事故的能力。

4 结论

温家宝曾强调,加强应急管理工作,是履行政府社会管理和公共服务职能的重要内容。建立和完善矿山应急救援体系,需要通过完善立法、健全体制、加强应急培训、创新队伍建设、强化技术装备以及大力发展矿山应急救援志愿者和扶持矿山应急救援科技装备重点项目几个方面来落实。矿山应急救援体系的建设仍是一个漫长的过程,需要更多的专家学者对其进行深入系统地研究,为我国采矿业的可持续发展提供有力保障。

参考文献

- [1] 王秀强. 2012 年煤矿百万吨死亡率降至 0.374 告别“血煤” [N]. 证券之星, [EB/OL] <http://finance.stockstar.com/MT2013012500000268.shtml>.
- [2] 国务院办公厅. 国家安全生产“十二五”规划 [R]. 北京, 2011-10-1 (47).

(下转 66 页)

回转角增加,巷道中部以及煤帮上方一定高度处被拉裂,载荷继续增加,裂纹扩展直至破坏,巷道的破坏以结构的回转变形失稳为主^[2]。

5 结论

相似模拟实验与数值分析结果表明:

(1) 实验矿井采用 A3 圆钢锚杆支护时,载荷达到 2.4kN 时岩层开始出现局部垮落,顶板支护结构极限承载力为 3.6kN,小于模拟矿井上覆岩层载荷;载荷接近 3.6kN 时,锚固范围内发生多处离层且发生局部冒落,离层最大处位于顶板上方 2.4m,已超过锚杆的长度 2m,锚杆失效,难以维护顶板的稳定性。

(2) 采用 A3 螺纹钢锚杆支护时,支护结构承载力为 6.24kN,与 A3 圆钢锚杆相比,提高了 73.3%,可承载载荷大于矿井上覆岩层实际载荷;数值模拟结果表明承载力提高了 60%,螺纹钢锚杆可使顶板形成完整的锚固结构,抑制顶板岩层离层的发生,增加了顶板结构的承载能力。实验条件下顶板采用螺纹钢锚杆支护,可以降低巷道发生冒顶事故的概率。

参考文献

[1] 冯国瑞,任亚峰,王鲜霞,等.白家庄煤矿垮落法残采区上

(上接 9 页)

- [1] 国家安全生产管理总局.我国大力加强安全应急管理和应急救援能力[EB/OL].http://www.chinasafety.gov.cn/zuixin-yaowen/2006-05/20/content_167422.htm.
- [2] 安全管理网.矿山应急救援体系的法制建设[EB/OL].<http://www.safehoo.com/Emergency/System/201206/273553.shtml>.
- [3] 赵军,李全明,张兴凯,等.美国煤矿安全生产法律体系分析与启示[J].煤矿安全,2008(8):67-73.
- [4] 乔旭.科学发展观视角下我国消防管理社会化的研究[D].天津:南开大学,2005.
- [5] Alex Albert Gryska. MASHA's Ontariomine Rescue Program [A]. The 1st China International Forum on Workplace Emergen-

(上接 58 页)

(2) 针对下山有水的施工难题,应选择有效的排矸、排水设备。采用隔膜泵迎头排水,是解决下山有水施工的有效方法之一。采用扒渣机排矸有利于提高施工速度,效率明显优于耙装机、人工扒装,是下山施工较好的方法。

参考文献

[1] 张洪武.软岩治理浅析[J].中小企业管理与科技(下旬

行开采相似模拟实验研究[J].煤炭学报,2011,36(4):544-550.

- [2] 刘志成.大倾角煤层综放开采相似模拟实验研究[J].煤矿开采,2007,12(2):65-69.
- [3] 张浩然,赵耀江,谢生荣.沙曲矿采空区瓦斯抽采相似模拟实验研究[J].中国煤炭,2011,37(3):97-99.
- [4] 秦昊,茅献彪,徐金海.软弱顶板煤巷围岩变形破坏特征数值分析[J].采矿与安全工程学报,2006,24(3):356-359.
- [5] 王连国,缪协兴,宋扬.底板岩层变形破坏过程中分维特征研究[J].岩土工程学报,2005,27(5):536-539.
- [6] 赵后峰,孟祥瑞,刘庆林.采动过程中底板岩层变形破坏与损伤机理分析[J].煤矿安全,2008,44(4):12-16.
- [7] 李取生,薄福利,丁希阳,等.深部软岩巷道变形特性及其控制支护技术研究[J].山东科技大学学报,2010,29(4):8-14.
- [8] 韦四江,勾攀峰.巷道围岩锚固体变形破坏特征的试验研究[J].采矿与安全工程学报,2013,30(2):199-204.
- [9] 李国富.高应力软岩巷道变形破坏机理与控制技术研究[J].矿山压力与顶板管理,2003,20(2):50-53.
- [10] 孔恒,马念杰,王梦恕,等.基于围岩动态监测与反馈的锚固巷道稳定控制[J].岩土工程学报,2002,24(4):475-478.
- [11] 张农.煤巷顶板离层控制理论及实践[J].煤矿支护,2006,13(2):1-9.
- [12] 林崇德,陆士良,史元伟.煤巷软弱顶板锚杆支护作用的研究[J].煤炭学报,2000,25(5):482-485.

责任编辑:姜鹏飞

cymangement & Rescue [J]. 2007.

- [1] 王宇航,樊晶光,缴瑰,等.建立我国安全生产应急救援标准体系的初步构想[J].中国安全生产科学技术,2006(6):55-59.
- [2] 安雯.南非矿山安全与应急救援培训(上)[J].现代职业安全,2008(8):28-32.
- [3] 杨丽娜.国外主要国家矿害应急救援制度及其借鉴[J].国土资源高等职业教育研究,2012(3):55-64.
- [4] 翟路锁,新建伟.应急救援体系建设的发展与提升[J].煤,2012(9):48-50.
- [5] 郑瑶瑕,李翠平,赵怡晴,等.中国与美国矿山救护标准的比对分析[J].中国安全生产科学技术,2011(4):90-94.

责任编辑:邹正立

刊),2009(7):179.

- [2] 彭余生,徐光,方新秋.辛置矿软岩大巷破坏原因分析及加固对策[J].煤矿开采,2012,17(4):54-59.
- [3] 李振顶,谢中强.深部高应力软岩巷道维修支护技术[J].煤矿开采,2011,16(4):63-65.
- [4] 姚袁辉.极高地压软岩巷道修复技术[J].煤,2012,21(3):30-31.
- [5] 刘银根.矿井深部水淹区软岩巷道修复支护技术[J].煤炭科技,2012(4):87-88.

责任编辑:邹正立