

Research about Support System of Emergency Rescue Decision Based on a Union of Five Features in Coal Mine

Chao ZHANG, Shangquan MA, Yibo WANG

North China Institute of Science and Technology, Beijing-east Yanjiao 101601, China

Email: zhchao208@sohu.com, msqsafety@ncist.edu.cn, wangyibo@ncist.edu.cn

Abstract: The safety production is still grim in coal mining enterprises and major coal mine accidents are occurred often. It's important to make a safety, fast and effective disaster relief for the reduction of casualties and property damage. From the point of the prevention before accident and emergency rescue after the accident, the characteristics of a major coal mine disasters were analyzed in this paper, and the supported system of mine emergency rescue and dynamics integrated decision, which is called "a union of five features", such as the identification of a comprehensive mine hidden danger of accidents, monitoring of mine ventilation defense, mine safety information, mine disaster relief command, mine emergency rescue decision and so on were made. It also makes a goal analysis and opens up new avenues for reasonable, scientific security management in coal mining enterprises.

Keywords: emergency rescue in coal mine; a union of five features; supported system of decision; security management

煤矿“五位一体”应急救援决策支持体系的研究

张超, 马尚权, 王轶波

华北科技学院安全工程学院, 北京东燕郊 101601, 中国

Email: zhchao208@sohu.com, msqsafety@ncist.edu.cn, wangyibo@ncist.edu.cn

摘要: 煤矿企业安全生产形势依然严峻, 矿井重大事故时有发生, 事故发生后安全、迅速、有效的进行抢险救灾是减少人员伤亡、降低财产损失的重要环节, 本文针对矿井重大灾害事故特点进行了分析, 从事前预防和事故后应急救援的角度出发, 提出了一套综合矿井事故隐患辨识、矿井通防监测、矿井安全信息化、矿井抢险救灾指挥和矿井应急救援决策等方面“五位一体”的矿井应急救援动态综合决策支持体系, 并进行了目标分析, 为煤矿企业合理的、科学的进行安全管理开辟了新的途径。

关键词: 煤矿应急救援; 五位一体; 决策支持体系; 安全管理

1 引言

我国煤炭资源丰富, 是世界产煤最多的国家之一, 煤炭产量占全世界煤炭总产量的 37% 左右, 然而我国煤矿事故死亡人数却占全世界煤矿死亡总人数的 70% 左右。与 2001 年相比, 2008 年中国煤炭产量增加 16.26 亿吨, 增长 149%, 但煤矿事故死亡人数仅下降 52.24%, 百万吨死亡率仅下降 80.59%。2008 年, 中国煤矿百万吨死亡率为 1.182, 但美国煤矿 2004-2006 年的百万吨死亡率分别仅为 0.027、0.021 和 0.045, 波兰煤矿百万吨死亡率自 1999 年以来一直保持在 0.4 以下。可见, 我国煤矿百万吨死亡率是美国等国际先进采煤国家的 30-50 倍, 虽然, 近年来我国煤矿事故起数和死亡人数有所下降, 但事故的总量依然偏大, 重

特重大事故尚未得到有效遏制, 形势依然严峻。

针对目前我国矿山事故多发、频发的主要原因和安全生产现状, 构建一套合理的矿山应急救援体系显得尤为重要。矿井重特大灾害发生后, 应急救援工作应充分考虑矿井各种制约因素和复杂多变的情况, 安全、迅速、有效的发挥抢险救灾作用, 这就要求矿井在日常开采过程中, 从技术装备、规章制度以及人员结构等方面出发, 针对矿井不同的事故隐患, 制定出合理的、科学的预防措施和应急响应的方法来应对矿井灾变后的复杂情况。本文从矿井事故发生的原因出发, 结合当前的各种技术手段, 提出了一套“五位一体”应急救援决策支持体系, 该体系具有更强的技术性和实效性, 为我国矿山安全管理提供科学、合理的

管理方法。

2 煤矿应急救援体系的发展

20 世纪 70 年代至 80 年代,随着电子计算机技术的发展和遥测监控技术与仪表的实际用,以及、人们对煤矿重大灾害发生、发展规律认识的加深,使抢救重大灾害事故从单纯的经验型步入定量分析的领域。

美国《1977 年联邦矿山安全与健康法》要求全国每个矿都要有获取矿山救护队的途径。该法从矿山救护队的资金保障、队伍的结构和装备、救护队员的条件等方面做了相应的规定。英国规定本国内所有煤矿都必须是国家批准的矿山救护总会的会员,并且每个煤矿在地面都要拥有 2 支装备精良的能在 30min 内到达事故现场的救护队(每队 6 人)。有关矿业救护的所有法律是在 1995 年制定的,称为“1995 矿山撤离和救护规定”。俄罗斯的矿山救护事业起源于 19 世纪后半期,对矿山救护队伍加强了培训,现在矿山救护队已是一支强大的职业化攻城部队,具有多项职能,配备有高技能、技术熟练的专家,可完成大量矿山救护和矿井其他有关业务,能处理复杂的事故和意外的灾难。在德国,每个矿山公司都拥有自己的矿山救援志愿队,并在工作现场设有救援站,承担着救援职责。高效的矿山救援队伍素质和技术水平,已经在国际上树立了良好形象。

我国党和政府高度重视应急管理,把应急管理工作、应急管理水平、应急能力作为社会管理和公共服务的重要内容,并且也作为检验执政能力的重要标志。矿山应急救援工作,在社会各界的高度重视下也有了长足发展,从矿山救护装备水平和企业员工知识素质水平都有了很大提高,煤矿安全状况正逐步好转。

3 煤矿“五位一体”应急救援体系分析

3.1 煤矿重大灾害事故的共同特征

目前我国矿山事故多发、频发的主要原因,有煤田地质条件复杂、安全投入不足、职工平均文化素质相对较低和安全管理不到位等多方面的原因,但矿井灾害事故发生后呈现出的多样化、复杂化的特点,矿山的应急能力和矿山救护队的救援能力不足也不容忽视。

各个不同矿井,甚至在同一矿井的不同时期,由于自然条件、生产环境和管理效能不尽相同,事故的发生具有偶然性。即使是发生相同的灾害事故,因主

管条件不同,其发生原因和发展过程各有其独特性,造成的后果也不尽相同。但总体而言,所有重大灾害事故都有其共同的特征。

- 突发性。重大灾害事故是突然发生的,它给人们心理上冲击最为严重,最容易出现措手不及,使指挥者难以冷静、理智地考虑问题,难以制定出行之有效的救灾措施,在抢救的初期最容易出现失误,造成事故的损失扩大。
- 灾难性。重大灾害事故造成多人伤亡或使井下人员的生命受到严重威胁,若指挥决策失误或救灾措施不得利,往往酿成重大恶性事故。
- 破坏性。重大灾害事故,往往使矿井生产系统遭到破坏,不但是生产中断,井巷工程和生产设备损毁,给国家造成重大损失,同时,也给抢险救灾增加了难度,特别是通风系统的破坏时有毒有害气体在大范围内扩散,会造成更多人员的伤亡。这就要求指挥者在做救灾决策时,充分考虑通风系统的情况,通风系统破坏与否,对救灾方案起关键作用。
- 继发性。事故继发性的存在,要求指挥者在制定救灾措施时,多做些预想,要有充分的思想准备,采取有效措施避免出现继发性事故,同时,一旦出现继发性事故,能胸有成竹地做出正确决策。

3.2 煤矿“五位一体”应急救援决策支持体系的内容

由于矿井开采的复杂性和动态性,当事故或灾害不可避免的时候,有效的应急救援行动是唯一可以抵御事故或灾害蔓延并减缓危害后果的有力措施。总体看,我国这几年应急救援技术受到重视,但事故防范和应急救援技术亟待突破,需要进一步加大对应急救援技术装备及基地建设的投入等,确保应急救援工作“召之即来,来之能战,战之能胜”。本文从矿井灾害事故影响因素辨识、预防事故发生后应急响应着手,提出构建矿井“五位一体”应急救援动态综合决策支持系统,主要内容有以下几个方面。

- 矿井事故隐患辨识和灾害防治技术分析。首先进行矿井重大危险源辨识:针对矿井瓦斯、煤尘、火灾、水害和冒顶五大灾害发生机理,结合矿井自然环境、危险物质、设备、设施、人员因素等的现状进行分析,找出矿井薄弱环节。

再次，针对矿井事故隐患，提出具体可行的防治措施。

- 矿井通风监测动态可视化的建立。①利用计算机技术，绘制矿井三维通风系统图。②矿井通风网络解算，结果应准确可靠。③矿井实时动态的模拟演示，直观的分析风流、风量和阻力的变化情况。
- 矿井安全信息化数字演示。①利用各种传感器精确监测矿井的环境参数和生产状况，例如矿井瓦斯抽放监控系统、束管监测防火系统、顶板压力监测系统等。②实时采集矿井瓦斯、一氧化碳等气体的变化情况，直观的显示在系统图中，实现各种监测数据图形、实时曲线、历史曲线的显现。③实时监控网络，可联网。
- 矿井抢险救灾指挥系统。首先，矿井灾害应急救援预案的建设。针对矿井可能发生的各种灾害事故，预先制定应急救援预案，对应急机构与职责、人员、技术、装备设施、救援行动及

其指挥协调等方面做出具体安排。然后，矿山救护演练：①利用矿山救护基地，安全人机工程实验室，应急救援实验室，研究不同灾害环境下人体运动体能变化规律。②开发适应现代煤矿的救护训练项目。③对不同训练项目进行科学合理的搭配和评价。④矿山救护训练实时监控系统的开发。

- 矿井应急救援平台动态决策支持系统的建立。①可视化应急救援平台的建立。建立灾变模拟模型，瞬时完成突发事件模拟及灾变后环境测变化，例如，矿井火灾发生后矿井烟流、温度和有害气体的浓度等环境因素的变化，并把相关信息以动画形式快速直观显示，满足抢险救灾实战的理论指导。②矿井事故隐患分析和防治措施的直观显现。③矿山救护远程调度指挥可视化。

如图1所示，煤矿“五位一体”应急救援决策支持体系结构示意图。

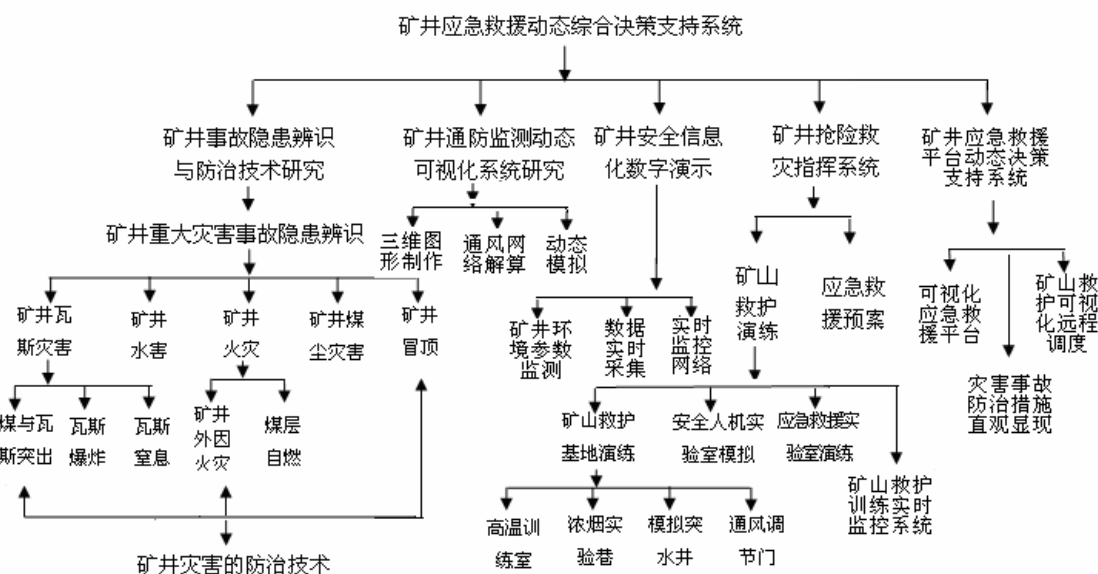


Figure 1. The sketch map of "a union of five features" support system of emergency rescue decision in coal mine

图1 煤矿“五位一体”应急救援决策支持体系结构示意图

3.3 煤矿应急救援动态决策支持系统的发展目标

煤矿“五位一体”应急救援决策支持体系，力争建立矿井事故隐患辨识及防治措施分析、矿井通风监测动态可视化系统、矿井安全信息化数字演示、矿井

抢险救灾指挥系统等方面的矿井应急救援动态综合决策支持体系，达到理论上有所突破，应用技术有所创新，而且符合实际工作需要。概况将达到以下几个方面的目标。提出构建矿井“五位一体”应急救援动态综合决策支持系统，主要内容有以下几个方面。

- 针对矿井灾变事故隐患的突发性、动态性、模糊性等特点,进行矿井事故危险源辨识,提出可操作的防治措施。
- 利用计算机技术和数学运算方法,结合矿井采掘情况绘制矿井三维通风系统图,并实现通风网络结算,风量、风压平差等功能,直观的分析风流、风量和阻力的变化,进行实时动态的模拟演示。
- 利用矿井各种传感器精确监测矿井的环境参数和生产状况,实时采集矿井瓦斯、一氧化碳等气体的变化情况,能够直观的显示在系统图中,实现各种监测数据图形、实时曲线、历史曲线的显现,并通过互联网技术,形成网络,便于相关部门监督管理。
- 针对矿井可能发生的各种灾害事故,预先制定应急救援预案,对应急机构与职责、人员、技术、装备设施、救援行动及其指挥协调等方面做出具体安排,利用矿山救护基地,安全人机工程实验室,应急救援实验室,研究不同灾害环境下人体运动体能变化规律,开发出适应现代煤矿的救护训练项目,进行矿山救护演练。
- 建立可视化应急救援平台,进行灾变模拟模型,瞬时完成突发事件模拟及灾变后环境变化,并把相关信息以动画形式快速直观显示,以满足抢险救灾实战的理论指导,同时结合事故隐患分析和防治措施,进行灾变防治,以便形成矿井应急响应、自救、互救多元化的应急抢险救灾体系。

4 结束语

本论文通过对国内外应急救援现状分析,结合

当今煤矿信息化先进技术进行了煤矿应急救援体系的探索,得出以下几点结论。

- 针对煤矿企业自身特点,分析出矿井灾害事故的具有突发性、灾难性、破坏性和继发性等特点,为制定矿井应急救援体系发展建设奠定了基础。
- 从矿井灾害事故影响因素辨识和预防角度出发,结合事故发生后应急救援、应急响应等方面,构建矿井“五位一体”应急救援动态综合决策支持体系,并进行了逐项具体分析组成了“五位一体”应急救援决策支持体系结构流程图,为煤矿应急救援工作的发展提供了新的途径。
- 针对目前煤矿企业现状,对矿井“五位一体”应急救援决策支持体系进行了目标分析,对体系的发展进行了规划。

References (参考文献)

- [1] Wasilewski S. Monitoring of natural hazards in the Polish under-ground hard coal mines. Progress in Safety Science and Technology. USA: Science Press Usa Inc,2006: 1497
 - [2] Fan W C, Yuan HY. The status quo of analysis and countermeasures of China emergency platforms construction. Informatization Constr, 2006, (09):14
 - [3] ZHANG Ch ao, MA S hangquan, YANG Lina, W ANG Yib o. Discussion on Safety Limit Rule of Mine Workers' Physical Ability. Proceedings of the 2008 International Symposium on Safety Science and Technology, Part A, 2008. 617-622
 - [4] Li Chun-m in, L i Z hong-xue, , Wang Yun- hai. Study on 3D Visualization for Digital Mine[J], *Journal of System Simulation*, 2006, 8, P515-518 (Ch).
 - [5] Li Yi- fan, L i Feng, W ang Hui- ping,, Applications of 3D Visualization Technology in Mining [J] , *China Tungsten Industry*, 2009, 2, P24-28 (Ch).
- 李春民, 李仲学, 王云海. “数字矿山”三维可视化研究. 系统仿真学报, 2006.8 515- 518
- 李一帆, 李枫, 王慧萍. 三维可视化技术在矿山工程中的应用. 中国钨业, 2009.2 24- 28.