

山西中村煤矿抢险救援快速钻井施工技术

徐培远^{1,2}, 曹伟^{1,2}, 王立峰^{1,2}, 张晓昂^{1,2}

(1. 河南省煤田地质局豫中公司, 河南 郑州 450016; 2. 河南省能源钻井工程技术研究中心, 河南 郑州 450016)

摘要:2016年7月2日,山西中村煤矿发生突水事故,12名矿工被困井下。采用CMD100型车载钻机、空气潜孔锤钻井技术准确钻孔至离地面114m的巷道中心,快速建立了生命通道,给井下被困矿工送去急需的给养,为进一步抢险救援赢得了宝贵时间,最终8名被困矿工成功获救。本文介绍了该次矿山抢险救援中2号食物补给井的快速钻井施工技术,并对矿山应急救援钻井专业队伍建设和装备配套提出了建议。

关键词:煤矿突水; 应急抢险救援; 快速钻井; 空气潜孔锤; 车载钻机; 中村煤矿突水事故

中图分类号:TD77 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2016)10-0278-03

Construction Technology of Rapid Drilling for Emergency Rescue in Zhongcun Coal Mine/XU Pei-yuan^{1,2}, CAO Wei^{1,2}, WANG Li-feng^{1,2}, ZHANG Xiao-ang^{1,2} (1. Yuzhong Company, Coalfield Geology Bureau of Henan Province, Zhengzhou Henan 450016, China; 2. Henan Provincial Energy Drilling Engineering Technological Research Center, Zhengzhou Henan 450016, China)

Abstract: On July 2 of 2016, 12 miners were trapped underground in water inrush accident of Zhongcun coal mine in Shanxi. Accurately drilling 114m to the tunnel by using CMD100 type truck mounted drilling rig and DTH hammer drilling technique, a life passage was rapidly established to deliver urgently needed supplies and win the precious time for further rescue, 8 trapped miners were rescued. The paper introduces the rapid construction technology of No.2 food supply well in this mine rescue and puts forward the suggestions on the construction of professional emergency rescue drilling team and equipment matching.

Key words: coal mining water inrush; emergency rescue; rapie drilling; DTH hammer; truck driller; water inrush accident in Zhongcun coal mine

1 概述

2016年7月2日22时53分,山西省晋城市沁水县沁和能源集团中村煤业有限公司2405回风顺槽掘进工作面发生透水事故,透水量1万多 m^3 。事故发生时,当班下井94人,82人安全升井,12名矿工被困井下。根据指挥组统一指挥,分别在巷道最低位置和被困矿工位置布置2个钻孔,分别用于排水和输送食物。我单位7月3日下午5:40接到通知,负责2号井即输送物资井的钻井施工。接到通知后,我单位立即组织,连夜搬迁安装到位,7月4日凌晨5:40开钻,13:30钻通生命通道,井下被困36h的矿工及时得到食物补给,为进一步救援工作赢得了宝贵时间。

2 救援方案确定

时间就是生命,事故发生后,救援人员立即组织抽水泵向外排水,由于巷道井口位置有限,只能容纳3台抽水泵,为了加快排水速度,指挥部决定在巷道

最深位置布置1号排水井,合力使排水速度达到 $400 m^3/h$ 。7月3日9:00,1号井设备搬迁安装到位,开钻施工。7月3日13:30左右,接到井下矿工打来电话,确定了8名被困矿工准确的井下位置。由于排水未取得明显效果,为了使被困矿工得到补给,保持体能,指挥部决定施工2号食物补给井,并根据井下矿工提供的信息确定了地面井位。

3 施工难点及主要技术措施

(1)2号井地表为6~7m填方土,虽经过压实和多年沉积,但很易坍塌。为了防止表层土坍塌造成卡钻或埋钻,影响救援工作,该井采用二开井身结构,井下套管护壁。

(2)该井要准确与巷道沟通,因此要求井孔必须垂直。为了保证钻孔的垂直度,开孔要直,由于一开不固井,要调整好套管,保证其垂直度。二开钻进过程中,在满足钻进条件的情况下,尽量采用小钻压。

(3) 该区块瓦斯含量较高,尤其是经过开采扰动,接近含气层随时会有瓦斯溢出,因此井口安放瓦斯浓度检测仪,随时监测井口瓦斯浓度,确保施工安全。

(4) 在钻通巷道时,大部分风量会流失,上返岩屑急剧下沉,易造成埋钻,另外,巷道顶部也可能发生大面积的垮塌,造成埋钻或井下二次事故,因此在钻进至巷道顶部 10 m 左右时,减小钻井压力,降低钻进速度,并尽可能将钻杆与井壁环空内的岩屑排除干净,缓慢钻通巷道。

4 快速钻井施工工艺

空气潜孔锤钻进技术以其高效的钻进速度和安全的钻井介质,被广泛用于矿山事故抢险救援^[1-4]。此次中村煤矿透水事故 2 号井也采用正循环空气潜孔锤快速钻井技术。

4.1 井身结构

巷道与地面垂深 117 m,由于没有详细的地质参数,为了提高施工效率,采用二开井身结构设计。一开井径 311.1 mm,钻进一根套管深度,下入 $\varnothing 244.5$ mm 表层套管护壁;二开井径 215.9 mm,打通巷道,下入 $\varnothing 139.7$ mm 套管,形成安全、稳固的生命通道。

4.2 钻井工艺

开孔为地表土,由于现场条件有限,一开采用空气钻进,单台空压机提供风量。钻具组合: $\varnothing 311$ mm 锤头 + $\varnothing 285$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 178$ mm 钻铤 + $\varnothing 127$ mm 钻杆。一开施工要点是开孔段要打直。钻压:5~10 kN;转速:30~40 r/min。一开钻井过程中,上返空气从井口周围冒出,扰动了井口周边表土,起钻后,部分岩土落入井内,一开套管不能顺利下放,采用动力头加压,将套管下至预定深度,校正垂直度后,开始二开钻进。

二开除了提高钻效以外,还需要防斜保直,采用 2 台空压机提供风量。钻具组合: $\varnothing 215.9$ mm 锤头 + $\varnothing 181$ mm 潜孔锤 + $\varnothing 178$ mm 钻铤 + $\varnothing 127$ mm 钻杆。钻压:5~8 kN;转速:20~40 r/min。二开钻进至离巷道顶部 10 m 左右时,提钻 2 m,空气循环,直至井口返出较少岩屑,再继续钻进,钻压 3~6 kN。

5 主要设备

5.1 钻机

现场使用北京天和众邦勘探技术股份有限公司研发制造的 CMD100 型全液压车载钻机,该设备可用于 2500 m 以浅煤层气井、水井、矿山抢险救援井、浅层油气井、矿产勘查井等领域钻井施工,可以适用常规钻井、气体钻井、泡沫钻井等多种钻井工艺^[5-6]。

5.1.1 钻机主要技术参数(见表 1)

给进系统	最大提拔力	1000 kN
	最大提拔速度	30.5 m/min
	下压能力	20 t
	最大给进速度	55.5 m/min
动力头	扭矩/转速	27500 N·m/0~100 r/min 9700 N·m/0~300 r/min
	通孔直径	105 mm
桅杆	桅杆长度	完全伸展:21 m 完全收缩:13.2 m
	动力头行程	15.2 m
主发动机	型号	Cummins KTA19 - P750
	功率	750hp/1800 r/min
	排气量	19 L

5.1.2 钻机主要功能特点

(1) 车载式底盘,机动性强、搬迁运输方便,动力头可翘,装卸钻杆方便,减少了钻孔辅助时间,减轻了工人劳动强度。

(2) 钻机采用全液压多回路控制,操控性能好,具备多项安全保护的功能。

(3) 提升能力 1000 kN,最大扭矩 27500 N·m,最大转速 300 r/min,较强的性能可满足不同井型施工需要。

(4) 采用伸缩钻塔结构,提供了 15.2 m 的动力头工作行程,直接利用内钻塔举升、下放钻具和套管。

(5) 钻机留有气水管路接口,可满足多种钻井工艺(泥浆钻井、空气钻井、泡沫钻井)的需要。

5.2 空压机

现场使用 2 台 Atlas Copco 公司产的 XRVX476 型空压机,主要性能参数:有效工作压力 2.5 MPa,空气流量 27.6 m³/min。

6 施工过程及效果

自 2016 年 7 月 3 日下午 17:40 接到通知到 7 月 4 日凌晨 5:40 开钻,12 h 完成了人员的集结和设备搬迁安装,由于接到任务时大部分职工需驱车 5 个多小时赶往钻机所在地,再加下雨和夜间光线差,准备时间较长。自开钻到 7 月 4 日下午 13:30,共用 7.83 h,

钻进 114 m,打通巷道,平均钻效 14.55 m/h。

在起出钻杆后,第一次裸眼投放食物,下放至 50 m 左右时被堵,无法继续下放,于是投入井下窥视仪发现,自 40 m 处开始有积水,分析下边被泥皮堵塞,但不严重,决定下入 $\varnothing 177.8$ mm 套管,疏通钻孔保护井壁。7月4日 16:56,第一批营养液通过套管被顺利送入井下(图 1),为救援工作赢得了宝贵的时间。最终 8 名被困矿工被成功救出。



图 1 输送营养品

通过套管再次下入井下窥视仪,直接看到沿巷道中心铺设的输送轨道,即钻孔按照指定的坐标垂直钻至预定位置,几乎无偏差,钻井质量良好。

7 对抢险救援工作的几点思考

钻井是矿山突发事故应急救援快速建立生命通道最有效、最及时的方法,我单位也参与河南巩义大峪沟煤矿透水事故、内蒙古骆驼山煤矿透水事故、山西平定古州伟峰煤矿透水事故、山东平邑石膏矿坍塌事故等多起矿山抢险救援任务,对应用于抢险救援中快速钻井技术有以下 2 点思考和建议。

(1) 钻井应急抢险队伍既要专业化还需要丰富的实践经验。虽然空气潜孔锤钻井技术已经是比较成熟的钻井施工技术,而且钻进效率高,但由于成本较高、配套机具费用高等原因,并未在常规钻井生产中大规模使用。除了国家级应急救援队伍外,用于空气潜孔锤钻井完整配套施工机具的单位并不多。矿山事故中地层复杂,这就要求施工队伍不仅要掌握各项钻井参数,更要有丰富的实战经验和熟练的操作技能。笔者单位之所以多次参与抢险救援,不仅因为有多台套先进的车载全液压力头钻机,而且自 2009 年开始,积极研究基于车载钻机空气潜孔锤钻井技术,并在煤层气钻井施工中推广使用,具有丰富的生产经验^[7-8]。目前该技术在普通钻机上也得到了推广使用。矿山应急救援钻井施工毕竟是小

概率事件,也是救援工作中的一个环节,专业救援队伍很难在这方面得到很好的锻炼,因此建议国家多把有专业人员和实战经验队伍纳入应急救援体系中,并完善相应的装备配套,提高应急救援能力。

(2) 抢险救援钻井机具还需进一步配套完善。在矿井事故发生后,迅速建立生命通道可以快速同被困人员取得联系,及时通风送氧、输送食品,保障被困人员生存条件,增加被困人员生还信心,稳定被困人员情绪,了解被困人员井下状况,提供更准确的救援信息,为进一步抢险工作赢得宝贵的时间。早一刻建立生命通道,就多一分生还的希望,增加救援成功率。因此要求施工抢险救援的钻机不仅机动性、灵活性强,还要具有适用多工艺钻井技术,尽可能降低辅助时间。国内大部分矿山开采都在 500 m 以浅,目前国内虽然有 CMD100 型等类似车载钻机,但能力相对都较大,并不是施工该类抢险救援钻井的最理想装备。建议国内钻井设备生产商能够针对国内情况和多工艺钻井要求,研制施工快速通道的专用矿山救援钻机,填补这方面的空白。

参考文献:

- [1] 宿士良. 钻进技术在矿山救援中的应用[J]. 科技信息, 2012(36): 392.
- [2] 王艳丽, 许刘万, 伍晓龙, 等. 大口径矿山抢险救援快速钻进技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(8): 1-5.
- [3] 隋旺华, 王档良. 矿井抢险救灾呼唤快速通道钻掘[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(3): 4.
- [4] 程林, 李艳丽, 尹建国, 等. 平邑石膏矿坍塌事故 5 号救生孔施工工艺及钻具配置[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(5): 13-16.
- [5] 王新敏, 王立峰, 张晓昂, 等. CMD100 型车载钻机在煤层气“L”型井施工中的应用[C]//中国地质学会探矿工程专业委员会. 第十八届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集. 北京: 地质出版社, 2015: 561-564.
- [6] 李建华, 李立明, 张邈. 山西沁水 SH14-L-01 水平井施工技术[C]//中国地质学会探矿工程专业委员会. 第十八届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集. 北京: 地质出版社, 2015: 406-411.
- [7] 齐治虎, 曹伟, 张晓昂, 等. 空气钻井在穿采空区煤层气井中的应用[C]//中国地质学会探矿工程专业委员会. 第十八届全国探矿工程(岩土钻掘工程)技术学术交流年会论文集. 北京: 地质出版社, 2015: 558-560.
- [8] 姬玉平. 空气潜孔锤钻井工艺在煤层气井中的应用[J]. 中国煤层气, 2012, 9(3): 42-44.
- [9] 胥刚. 气动潜孔锤钻井工艺在煤层气井的应用实践[C]//中国地质学会探矿工程专业委员会. 第十七届全国探矿工程(岩土钻掘工程)学术交流年会论文集. 北京: 地质出版社, 2013: 289-291.
- [10] 吴友强. 车载空气潜孔锤钻进技术在煤层气井施工中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2013, 25(7): 59-61.