

矿难救援工作中钻井新技术的应用

杜兵建

(中煤大地技术开发公司,北京 100024)

摘 要:阐述了在煤矿及非煤矿山突发性灾害的抢险救援工作中钻井新技术、新工艺的重要作用。

关键词:矿山灾害;抢险救灾;空气泡沫潜孔锤钻进;定向钻进

中图分类号:TD77 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2007)SI-0149-02

随着煤矿和非煤矿山开采的不断深入,矿井突水、矿井瓦斯问题已成为制约矿山开发的因素之一,由于地质构造条件的复杂性和治理手段的落后,给矿山灾害治理和生产恢复带来一定困难。

据国家煤矿安全生产监督管理局公布的数字显示,我国煤矿每年由于矿井突水、瓦斯突出等灾害造成 10 人以上死亡事故 40 多起。虽然事故发生率在逐年减少,但一次死亡人数有上升趋势。令我们痛心的是有些事故初期矿井被困人员依然存活,需要地面救援人员及时提供通风供氧、食物给养、施以救援,但是由于救援手段不足,效率低下,被困人员因不能及时得到救助而丧失生命。例如:2003 年 4 月 16 日湖南娄底连源煤矿的一起突水事故造成 12 人遇难,灾害发生最初,12 人被困在上山巷道,由于井下清淤泥工作困难,没有快速钻井设备,7 天后才挖掘到出事巷道,12 名矿工已窒息死亡。

目前地质钻探领域引进和开发的液压顶驱车载钻井设备、空气潜孔锤钻进工艺、定向钻进技术在矿山灾害救援和治理,特别是在煤矿灾害的抢险救灾工作中发挥了重要作用。

1 适用于抢险救灾工程的钻井设备

目前我们选择的钻井设备是集钻井、运输、动力为一体的 T685WS 型车载顶驱钻机,其主要特点是:(1)钻机移动灵活,便于运输;(2)减少钻前安装工作时间,提高效率;(3)多种钻探工艺配套齐全,可根据不同情况采用不同钻进工艺,快速实施救援。

救援现场在 1000 km 范围内一般都可以做到当天到达,4 h 完成作业准备,进入工作状态,在参加多起抢险救灾工作中,均取得快速反应的效果。

2 抢险救灾工程钻井技术

矿井灾害事故大多发生在采矿工作面或者矿井巷道中,根据目前我国煤矿事故的现场来看,巷道和采掘面宽度 2~3 m,距地表深度约 200~500 m,华北有些矿井深度达到 800 m。矿山发生灾害后,时间就是生命,因此,除了要求快速反应外,还要求钻井速度快,施工靶区准确。我们在引进车载钻机之后,为适应煤矿地质灾害治理的需要,专门配置了定向钻井系统。

2.1 定向钻进技术

定向钻进技术是我国在 20 世纪 80 年代首先由石油勘探系统引进并推广的一门新技术,应用于煤炭和煤层气开发领域是近几年的事。定向钻进技术包括以下 4 个部分。

2.1.1 井下监控系统

井下监控系统主要是由无磁钻铤和单点照相测斜仪组成,无磁钻铤主要是用来协助测斜仪固定和支持测斜设备的专用钻具,它的主要功能是利用无磁不屏蔽电磁作用,保证测斜仪的电磁感应不受普通金属钻具的磁力影响,达到准确监测井斜方位和井斜角度的目的。单点照相测斜仪是在无磁钻铤中完成钻孔方位角和井斜角测量的照像设备,它的主要作用是检查钻孔的钻进轨迹。

2.1.2 井下定向钻进系统

井下定向钻进系统的主要工具是单弯螺杆马达钻具,目前国内生产的单弯螺杆马达钻具的弯曲度有 1.5°、2°、2.5°、3°等 4 种规格,根据工程造斜的角度需要,选用不同弯曲度的螺杆钻具。

2.1.3 地面检测系统

地面检测系统主要由绞车、数据处理系统组成,

收稿日期:2007-05-30

作者简介:杜兵建(1955-),男(汉族),陕西眉县人,中煤地质工程总公司大地特勘分公司总工程师、高级工程师,计算机与应用数学专业,从事煤田水文地质数值计算、煤层气勘探与开发、矿山灾害治理及矿难救援工作,北京市朝阳区定福庄南里 4 号院 2 号楼 1011 室,dubingjian@126.com。

它的主要工作原理是由绞车将成像记录仪所获得的钻孔单点方位角和井斜角的图像资料提取上来,通过电脑分析进行数据处理,综合各点资料绘制出钻孔轨迹图,进而对钻孔孔斜质量进行检测。

2.1.4 地面井斜调控系统

地面井斜调控系统是驱动调整井下螺杆弯曲度摆放方位的装置,它是根据对井下井斜及方位的检测结果按照钻井设计要求进行重新调整。其目的是使井下螺杆所带动钻头的方位角度发生变化,达到控制定向的目的,操作灵活方便。

2.2 空气泡沫潜孔锤钻进技术

潜孔锤钻进工艺是钻井技术的重大进步,它是以高压空气为动力源,以冲击破碎为主要破岩方式,高压空气既作为冲击动力,又作为循环介质。相比其它钻进工艺,其最大优势在于具有非常高的钻进速度,而且岩石越硬钻进效率越高。

受地质条件和地质岩性变化影响,空气潜孔锤在穿越采空区时或钻孔涌水较大的情况下,可通过泡沫泵将泡沫剂打入高压空气中,来保证正常钻进,提高钻进效率。泡沫的作用有:(1)提高携带岩屑的能力;(2)降低水密度,减小静水压力;(3)增加空气的粘滞性,在孔壁形成保护层。

2.3 空气潜孔锤跟管钻进技术

矿山开采后形成的采空区,受开采过程中的扰动因素影响,矿层的顶板受到震动而产生裂隙和破碎,最终导致坍塌冒落。在如此破碎和复杂的地层实施钻井,常规钻进工艺需要克服的难题,一是钻孔护壁泥浆漏失,供水水源问题,二是破碎带钻进问题,这两个问题不解决,快速救援的目标无法实现。空气潜孔锤跟管钻进可有效地解决上述难题。

3 抢险救灾工程案例

通过综合应用潜孔锤钻进工艺、定向钻进技术、跟管钻进技术、空气泡沫钻进技术,有效地解决了相关钻进难题,在矿山灾害抢险中取得较好的成果。

案例一:2004年4月21日,河南省郑煤集团超化煤矿由于井下掘进突水,巷道坍塌,采掘面上12名工人被困井下,被困人员距地面420 m,巷道宽度2 m。现场抢救指挥部请求我们尽快与井下取得联系,配合井口掘进救援。我们接到通知后9 h赶到现场,采用潜孔锤钻进工艺和定向直井钻进技术,72 h钻穿巷道,利用井中窥视镜,观察到有人生存,与被困人员取得联络,并投送食物,同时井下掘进救援工作也掘通巷道,12名矿工获救。

案例二:2007年1月17日,内蒙古包头市郝赖沟铁矿发生矿井坍塌事故并伴有第四系的地下水涌入矿井,井下36名矿工被困。我们接到国家安全生产监督管理局通知后,于当天赶到事故现场。井下一水平是多年采矿留下的采空区,埋深200 m,二水平是目前正在开采的巷道和采区面,埋深270 m,救援任务是从地面钻井穿过一水平采空区,到达二水平巷道,实施排水任务,配合井下救援。

救援钻孔采用 $\varnothing 311$ mm潜孔锤开孔,钻进200 m到达采空区后下 $\varnothing 250$ mm套管,隔离采空区,24 h钻穿目标巷道,井下入水泵开始排水。目标巷道为南北向斜巷,倾角 15° ,巷道总长400 m。及时排水减缓了巷道水位上升速度,到斜巷水位上升到350 m时,井下二水平斜巷400 m掘进透巷,6名被困矿工获救,其余29名矿工因采掘面被水淹没而不幸遇难。

案例三:2004年3月,宁煤集团白茆沟煤矿井下发生火灾,实施救灾工作所遇到的困难:一是山顶道路崎岖,地势陡峭,难以布置井场;二是火区地表为10~20 m矸石堆积难以成孔;三是天寒地冻,气温在零下 20°C 以下,难以保证施工用水;四是穿越采空区冒落带施工难度很大。T685WS型车载顶驱钻机及其配套的钻井工艺技术在此发挥了优势。首先在偏离火区30 m以外地面的一小块平地安放钻机,采用了定向造斜工艺、空气潜孔锤钻进工艺、跟管钻进技术,保证钻孔快速准确进入火区,使灭火救灾、恢复生产方案得以实施。仅用了42天圆满完成了11口灭火井的施工任务。

案例四:2007年2月20日,我们接到同煤集团煤峪口煤矿请求,协助处理井下煤层火灾事故。着火煤层为埋深375 m的9号煤层,其上部310 m为二水平采空区,采空区厚度8 m,冒落带发育高度32 m,灭火钻孔需要穿越40 m的采空冒落带,我们采用空气潜孔锤钻进工艺,配合跟管钻进技术,仅用5 h顺利穿越采空区,整个灭火钻孔施工仅用了4天,为迅速扑灭煤层火灾、恢复矿井生产赢得了时间。

4 结语

随着矿山采深加大,地质问题增多,突发性灾害仍是制约煤矿安全生产的主要因素,发生突发灾害后,快速有效的救援工作是“以人为本,安全发展”观念的重要体现。钻井新设备的研制、钻井新技术的研究、新方法的推广应用将是矿难抢险救灾工作的重要技术保证。