

瓦斯抽采中高位钻孔施工技术

Construction technology of middle and high level drilling in gas drainage

韩磊 (山西焦煤西山煤电杜儿坪矿, 山西 太原 030022)

Han Lei (Shanxi Coking Coal Xishan coal power Duerping mine, Shanxi Taiyuan 030022)

摘要: 煤矿瓦斯抽采是一项难度较大的工作, 面临的施工环境相对复杂、井下通风条件较差, 同时对钻孔效率也有较高的要求。因此, 应对钻孔施工技术进行合理选择。高位钻孔是煤矿瓦斯抽采中的一种常用技术手段, 其有效解决了邻近层、采空区的瓦斯抽采难题。文章对瓦斯抽采中的高位钻孔施工技术的作用原理、主要类型及其问题、要点进行了分析, 并以某煤矿为例, 对瓦斯抽采中高位钻孔施工技术的具体应用思路进行了探讨, 供相关研究、实践参考。

关键词: 瓦斯; 抽采; 高位钻孔

Abstract: coal mine gas drainage is a difficult work, facing relatively complex construction environment, poor underground ventilation conditions, and high requirements for drilling efficiency. Therefore, the drilling construction technology should be reasonably selected. High level drilling is a common technical means in coal mine gas drainage, which effectively solves the problem of gas drainage in adjacent layers and goaf. This paper analyzes the action principle, main types, problems and key points of high-level drilling construction technology in gas drainage, and takes a coal mine as an example to discuss the specific application ideas of high-level drilling construction technology in gas drainage, so as to provide reference for relevant research and practice.

Key words: gas; Pumping; High level borehole

煤矿开采过程中, 受到应力减少的影响, 煤层中赋存的瓦斯会被释放出来。伴随着煤矿开采深度的加深, 瓦斯涌出量也在不断增加, 导致上隅角瓦斯超限的现象频频出现, 增加了瓦斯爆炸等安全事故的发生率, 给煤矿安全生产带来了严重的威胁。因此, 煤矿生产中, 应高度重视瓦斯抽采, 并有效应用高位钻孔施工技术, 以提高煤矿开采效率、保障煤矿生产安全。

1 瓦斯抽采中高位钻孔施工技术的作用原理

瓦斯抽采中高位钻孔施工技术可分为高位常规钻孔技术、高位定向钻孔技术两种类型。在抽采采空区或者是围岩瓦斯区域进行施工, 是高位钻孔的一个必要条件, 可以对邻近层瓦斯朝着采空区的运动起到拦截的效果, 预防回风流与上隅角瓦斯超限问题的发生。由此可见, 瓦斯抽采高位钻孔技术适用于邻近层、采空区与部围岩上的工作面。

采空区的瓦斯抽采, 重点是结合采动覆岩裂隙的发育规律进行科学设计, 通常情况下是在回采工作面的前方设置钻场, 采取大倾角上仰开孔的方案, 向煤层顶板施工钻孔一组, 从而使钻孔轨迹能够在回采后的采空区中呈“O”型圈断裂带内延伸, 在最大限度上实现采空区与钻孔的高效协作, 工作面回采的时候, 在采动压力

的作用之下, 可以形成顶板裂隙变成通道, 借助这样的原理, 确保抽采工作的高效性、稳定性, 通过煤壁生成瓦斯。高位钻孔施工技术的作用原理如图 1 所示。采空区开采中, 采取钻孔的方式, 实现瓦斯浓度的降低, 可有效提高瓦斯治理效果, 降低采空区瓦斯涌出量, 避免上隅角、工作面瓦斯超限情况的发生, 减少瓦斯爆炸事故, 提高工作面回采速度, 实现煤矿的安全生产。

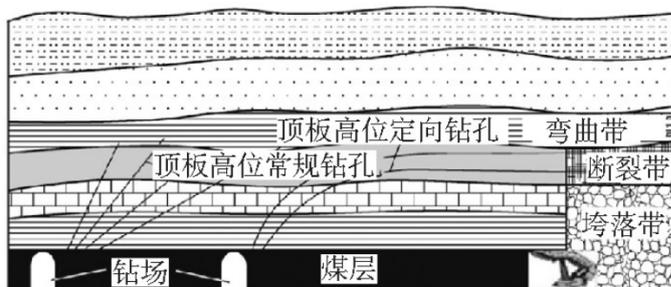


图 1 高位钻孔施工技术的作用原理

2 瓦斯抽采中高位钻孔施工技术的主要类型及其问题分析

2.1 高位定向钻孔滑动钻进

实际应用高位钻孔施工技术的时候, 控制钻孔轨迹

是钻进施工中的一个重点,但也是一个难点。在钻进深度有限、空段距离较短的情况下,可采取高位定向钻孔滑动钻进技术。高位定向钻孔滑动钻进技术结合了随钻测量、螺杆马达钻进两种技术的优势,主要是应用泥浆泵,来提供充足的动力,实现钻头回转,同时使用定向钻具将适当的压力施加给钻具,可确保其在钻进过程中出现轴向滑动,进而在一定程度上控制钻进方向。

对高位定向钻孔滑动钻进技术的实际应用情况进行分析发现,其还存在着一定的问题,主要包括:①钻进过程会受到螺旋马的干扰,钻孔效率还有一定的提升空间。在使用高位定向钻孔滑动钻进技术在煤层中进行钻进的过程中,如果遇到岩石,则钻进效率便会大幅度下降,单班进尺平均约为30m;②使用高位定向钻孔滑动钻进技术在煤层中进行钻进的时候,钻进深度较小,同时孔洞的曲率并不是连续变化,如果钻进设备压力值被大幅度提高,则会降低清理效果,增加钻进过程中的风险;③实际使用高位定向钻孔滑动钻进技术的时候,使用直径为72mm的定向钻头、直径为96mm的PDC钻头,便可以得到直径100mm的钻孔。这样的情况下,需要花费较长的时间才能覆盖整个施工区域,同时施工成本较高。

2.2 高位常规钻孔同转钻进

高位常规钻孔技术也是一种常用的高位钻孔施工技术。在钻孔内部,岩石层被钻头破碎,实现高危钻孔,然后进行瓦斯抽采,整个施工作业过程相对简单。但在实际施工过程中,面临着难以有效控制钻孔轨迹的难题,因此很容易出现钻孔偏斜的现象,并且难以有效控制钻孔、开采层之间的距离,无法保障瓦斯抽采过程中的安全性。同时,如果施工环境比较复杂,则高位常规钻孔同转钻进施工中,可能会给钻孔深度造成一定的影响。

对高位常规钻孔同转钻进技术的实际应用情况进行分析发现,其还存在着一定的问题,主要包括:①高位常规钻孔同转钻进过程中,难以对钻孔实时轨迹进行有效控制,如果路线发生偏斜,便不能沿着设计轨道延伸,从而使得钻孔与煤层间的距离不能达到要求,严重影响瓦斯抽采效率与质量;②使用高位常规钻孔同转钻进技术,可能会使有效孔位的间距减小,在高位钻孔的时候需要用到的角度偏大,因此穿过顶部断裂部分的钻孔有效距离可能会缩小;③钻孔过程中,受到技术条件的限制,孔洞深度可能无法达标;④施工步骤复杂,工期相对较长。由于每个钻孔覆盖的面积均非常小,因此施工中需要设置非常多的小型钻孔,增加了辅助工程的工作量,提高了施工成本。

3 瓦斯抽采中高位钻孔施工技术的要点

高位钻孔施工技术适用于煤矿采空区、裂隙带的瓦斯抽采作业。裂隙带以下区域,裂隙发展得比较充分,瓦斯浓度也相对较高,开展瓦斯抽采作业的时候,可选

择稳定岩层开展钻孔施工,以确保成孔的完整性。在布置钻孔的时候,应仔细勘察区域实际情况,准确把握岩层性质,对成孔特性进行合理预判,并将其作为确定钻孔位置的依据,从而确保能够钻进稳定岩层中。充分考虑瓦斯抽采要求、地层条件、施工设备、现场勘查结果等因素,确定钻孔深度、直径等参数。确保钻孔深度可以完整覆盖工作面,以保障瓦斯抽采安全。地层结构非常复杂的情况下,难以实现对钻孔施工的有效控制,可结合现场实际情况,合理调整钻孔深度、直径,以确保钻孔参数的科学性。瓦斯抽采过程中,瓦斯抽采的效果主要受到矿井通风效果、大气压、钻孔布置形式等因素的影响,例如,回风侧钻孔附近的位置,瓦斯抽采效果相对较好。因此,实际进行钻孔作业的时候,应优先选择回风侧。此外,回风巷道中应布置钻窝,不可在软泥岩层钻孔。

4 瓦斯抽采中高位钻孔施工技术的具体应用思路

4.1 概况

某煤矿XX工作面,设计走向长度200m,倾向长度1250m,回采煤层为石炭系煤层,采取的工艺类型为综合机械化回采工艺。该工作面的通风方式为“U”型,设计配风量风巷为2050m³/min,运巷为2750m³/min。

回采煤层特性:①平均厚度6.4m,平均倾角3度,煤层结构相对较小、赋存稳定,煤层厚度变化较小。煤质为贫瘦煤;煤体是以黑色、块状为主,粒状次之;以亮煤为主,夹镜煤条带;②煤层无伪顶,基本顶以中粒砂岩为主,直接顶以炭质泥岩为主,老底以砂质泥岩、细泥砂岩为主。顶底板岩性如下:一是老顶,中粒砂岩厚度为10.12m,灰白色、块状,矿物成分主要是石英,并含有少量的云母与暗色物质,有少量泥质包体,胶结物主要是硅质;二是直接顶,炭质泥岩厚度为5.61m,灰黑色、块状,含有大量煤屑、云母,夹大量细砂团块、泥质条带,顶部夹黑色泥岩;三是老底,砂质泥岩厚度为3.28m,黑灰色,平坦状断口,上部夹粉砂条带,细泥砂岩厚度为1.41m,灰白色,含有大量煤屑、云母,中厚层状,与下伏岩层过渡接触。

瓦斯赋存情况:①经过实际测量发现,该工作面回采煤层中,绝对瓦斯涌出量、相对瓦斯涌出量分别为31.6m³/min、5.35m³/t,最大瓦斯压力为0.52MPa;②煤层为III类破坏煤层,岩石普氏系数为0.89~1.3;透气系数为0.0899m³/(MPa²·d),孔隙率为1.9%~3.4%;百米钻孔瓦斯涌出量为0.138m³/(min·百米),衰减系数为0.5776。

该工作面回采过程中,采用的是采空区埋管、顺煤层钻孔瓦斯抽采等综合瓦斯抽采技术。经过为期6个月的实践,检测现场瓦斯浓度之后发现,瓦斯抽采后,煤层涌出瓦斯量有所减少,工作面落煤点的瓦斯浓度平均降低了0.4%;但采空区、上隅角的瓦斯浓度依然相对较

高, 实测采空区内平均为 3.2%, 上隅角平均为 0.7%, 最高可达到 2.2%。对这一现象的原因进行分析发现, 采取顺煤层钻孔瓦斯抽采技术, 使得工作面回采煤层中的瓦斯浓度明显降低, 但采空区中的瓦斯来源于上覆岩体裂隙内, 根据钻探结果, 直接顶是以炭质泥岩为主, 回采过程中, 炭质泥岩发生裂隙发育, 使得煤层中的瓦斯涌向了裂隙带, 在工作面不断推进的过程中, 顶板垮落, 使得裂隙带的瓦斯进入到了采空区, 提高了采空区的瓦斯含量。针对这一现象, 后期瓦斯抽采中, 拟采用高位钻孔施工技术。

4.2 主要设备

高位钻孔施工中, 所使用的设备主要包括两种: ①钻孔设备。该工作面瓦斯抽采高位钻孔施工中, 所使用的钻孔设备为液压钻机, 型号为 C60P-400, 最大钻进深度 450m, 电机功率 62kW, 钻进速度岩巷为 10m/h、煤巷为 25m/h; 钻机配套长度 1.5m, 直径 63mm, 扩孔钻头直径为 130mm, 导向钻头直径为 75mm; ②封孔设备。该工作面瓦斯抽采高位钻孔施工中, 封孔时使用的是水泥石膏浆, 封孔设备为灌浆机, 型号为 SGB5-11, 功率为 25kW, 注浆量为 75l/min, 采用 PE 管作为孔口管, 直径 1.5mm, 管长 3.2m。

4.3 钻场布置

高位钻孔施工中, 钻场布置是一个非常重要的环节, 主要涉及到两个方面的内容: ①参数确定。该工作面瓦斯抽采高位钻孔施工中, 是在瓦斯预抽巷工作面煤壁侧布置钻场, 钻场的深度 2m, 长度 4m, 高度 2.5m, 两个钻场的间距为 60m, 钻场顶板与回采煤壁顶板齐平; ②支护设计。钻场布置完成后, 应做好支护设计, 采取的支护模式为“锚索吊棚联合单体液压支护”。每排布置两根单体液压支柱, 排距 2m, 间距 1.2m; 设置 4 架锚索吊棚, 每架锚索吊棚由 1 根槽钢和 2 根锚索组成, 槽钢的长度、宽度分别为 2.5m、0.15m, 锚索的直径为 17.8mm、长度为 5.3m; 锚索吊棚与煤壁垂直, 吊棚间距 1m。

4.4 钻孔参数

高位钻孔施工中, 钻孔参数布置是影响钻孔质量的重要因素, 应注意以下两个方面的问题: ①向工作面方向, 在每个钻场设置一排仰斜高位裂隙钻孔, 每排 4 个, 编号为 1~4 号, 每个钻孔的仰角为 15 度, 深度为 120m, 钻孔的间距为 0.5m, 钻场顶板与钻孔之间相隔 1.5m; ②各钻孔与回风顺槽之间的水平夹角, 1 号为 35 度, 2 号为 25 度, 3 号为 15 度, 4 号为 5 度。钻孔施工完成之后, 钻孔终孔必须位于顶板上 20m 的位置, 水平控制距离不可小于 60m。

4.5 封孔工艺

封孔是高位钻孔施工中的最后一个环节, 为确保封孔质量, 必须严格把控封孔工艺。①钻孔施工深度至

14m 的时候, 停止钻进, 对钻孔进行扩孔, 扩孔操作完成之后, 确保孔径达到 130mm, 并及时将孔内煤屑清理干净, 在扩孔段设置 5 节 PE 管; ②采用膨胀水泥对孔底进行封堵, 同时将注浆软管填入到管与孔壁之间的位置, 注浆软管的直径为 20mm, 长度为 8m, 另一端连接灌浆机, 如图 2 所示; ③注浆设备连接好后, 将提前制备好的水泥石膏浆液 (石膏、水泥、水为 1:7:12) 注入到孔口段。

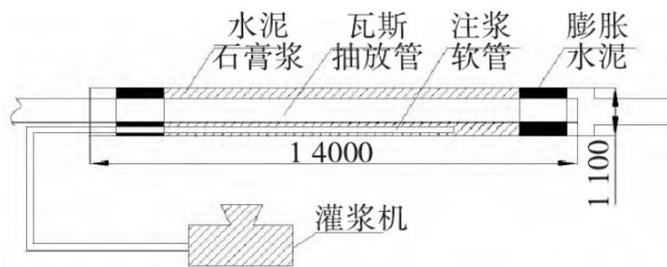


图 2 封孔工艺示意图

4.6 应用效果

该工作面回采结束后, 对采空区、上隅角的瓦斯浓度进行检测, 采空区在 2.5% 以下, 上隅角在 0.5% 以下。

5 结语

综上, 煤矿生产过程中, 针对采空区、上隅角瓦斯超限、治理难度大的难题, 可采取高位钻孔瓦斯抽采技术, 以保障工作面回采安全。实际应用高位钻孔施工技术的时候, 应根据实际情况, 选择合适的施工设备、做好钻场布置、合理确定钻孔参数、严格把控封孔工艺, 以充分发挥高位钻孔施工技术的优势。

参考文献:

- [1] 李罡, 陈鹏飞, 贾博宇. 基于定向钻机的高位钻孔瓦斯抽采技术 [J]. 山东煤炭科技, 2021, 39(09): 101-103+106.
- [2] 肖慧, 柴龙成, 周吕欢. 综采工作面回风隅角高位钻孔抽采瓦斯研究与应用 [J]. 煤炭科技, 2021, 42(04): 97-100.
- [3] 李辉峰, 李恩来. 高位定向钻孔在王庄煤矿瓦斯抽采中的应用 [J]. 煤, 2021, 30(08): 85-87.
- [4] 刘清宝, 陈龙, 龚选平, 尉瑞, 成小雨, 丁建勋. 综采工作面初采期抛物线型高位钻孔瓦斯抽采研究 [J]. 工矿自动化, 2021, 47(07): 106-114.
- [5] 祝琨, 刘文岗, 刘庆林, 党业龙, 余杰, 刘辉, 董浩, 吴越, 王宁. 水压预裂工作面瓦斯抽采高位钻孔参数优化及应用 [J]. 中国矿业, 2021, 30(05): 193-199.
- [6] 郝煜彪. 望云煤矿 15103 工作面高位钻孔瓦斯抽采技术研究与应用 [J]. 煤矿现代化, 2021(01): 121-123+128.

作者简介:

韩磊 (1986-), 男, 籍贯: 文水, 2007 年 7 月毕业于山西煤炭职业技术学院, 矿山机电专业, 学历大专, 职称通安助理工程师, 主要从事瓦斯抽采打钻工作。