

液动潜孔锤钻进技术在潘一煤矿 井下穿层钻孔中的应用

赵俊峰¹, 金 新², 童 碧¹, 魏宏超², 刘德贵¹, 豆旭谦², 张献振²

(1. 淮南矿业集团地质勘探工程处, 安徽 淮南 232052; 2. 中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077)

摘要:以穿层钻孔方式进行松软煤层瓦斯预抽采极大地克服了松软煤层瓦斯治理难的问题,然而部分矿区煤层顶(底)板岩石坚硬,影响了钻孔施工效率。结合地质岩心钻探的优势,将液动潜孔锤与高强 PDC 钻头结合应用于煤矿井下穿层瓦斯抽采孔施工中。淮南潘一煤矿现场试验表明,该工艺方法较传统回转钻进方法,钻进效率提高了83%,钻头进尺寿命提高近5倍,具有良好的经济性能。采用清水为冲洗介质,无粉尘污染,噪声污染小,较为适合空间狭小的煤矿井下巷道施工。

关键词:液动潜孔锤;PDC 钻头;煤矿穿层孔;钻进效率;钻头进尺寿命;潘一煤矿

中图分类号:P634 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2015)06-0021-03

Application of Hydro-hammer Drilling in a Coal Bed-Crossing Hole in Underground Coal Mine/ZHAO Jun-feng¹, JIN Xin², TONG Bi¹, WEI Hong-chao², LIU De-gui¹, DOU Xu-qian², ZHANG Xian-zhen² (1. Institute of Geological Exploration Engineering, Huainan Mining Industry Group, Huainan Anhui 232052, China; 2. Xi'an Research Institute, China Coal Technology & Engineering Group Corp, Xi'an Shaanxi 710077, China)

Abstract: The difficulties of gas control are greatly overcome by coal bed crossing drilling for in-advance extraction in soft coal seam. But the hard rocks in roof and floor in some parts of the coal mine influence the drilling efficiency. According to the superiorities of geological core drilling, the hydro hammer was combined with PDC bit in the construction of coal bed crossing gas drainage hole in underground coal mine. Through the field practice in Panyi coal mine, it is proved that the drilling efficiency is improved by 83% comparing with the traditional rotary drilling and the service life increases nearly 5 times. In addition, by using water for flushing medium, there is no dust pollution with small noise. This technology is suitable for the construction in narrow space in mine roadway.

Key words: hydro hammer; PDC bit; coal bed crossing-hole; drilling efficiency; bit service life; Panyi coal mine

目前,我国煤矿井下钻进施工多采用回转钻进的方法^[1],在淮南等矿区由于煤质较软,煤层成孔难度大,煤层巷道掘进与揭煤多采用空气介质或气水混合介质进行回转钻进的穿层钻孔方式,解决瓦斯抽采问题。在施工中多钻遇硬岩或软硬交错地层,其钻进效率低、钻头寿命短、钻孔周期长、成本高,且钻孔容易产生偏斜。而常规气动潜孔锤施工造成的严重粉尘污染,使得其在狭小煤层矿巷道内的应用受到限制。因此,以清水为冲洗介质,将冲击钻进与回转切削钻进结合,在合理改进钻头结构的基础上,延长了钻头使用寿命,提高了钻进效率,拓宽了冲击回转钻进工艺的应用范围。

1 工艺原理

在地质岩心钻探中,针对坚硬变质岩层,采用小

口径液动潜孔锤与金刚石钻头(孕镶金刚)结合,在回转速度不变的条件下,通过轴向振动力,提高金刚石颗粒的嵌入深度,从而达到提高进尺效率的目的。针对煤系地层中,煤层顶底板多为沉积岩层,其硬度较变质岩与岩浆岩小,若采用金刚石钻头施工,进尺缓慢,不能达到高效施工的目的。因此,在液动潜孔锤冲击回转钻进技术中,在岩石塑性大不适合气动潜孔锤施工的条件下,选用液动潜孔锤与抗冲击的高强 PDC 钻头结合,以回转切削为主,通过高频率液动冲击力增加钻头上的复合片在坚硬岩石中的切入深度,从而达到提高钻进效率的目的。

2 液动潜孔锤冲击回转钻进技术配套设备

2.1 液动潜孔锤

液动潜孔锤是利用泥浆泵供给液压强,直接驱

动液动潜孔锤内的冲锤上下往复运动,并连续不断地对钻头施加冲击荷载,是解决坚硬岩层和某些复杂岩层钻探效率低、钻孔质量差的有效钻具。由于煤矿井下瓦斯抽放钻孔孔径小,采用的液动潜孔锤口径较小,其冲击功较小,仅为同种规格型号气动潜孔锤的 14% ~ 60%,因此主要以回转切削为主,通过合理控制钻进过程中的钻压、转速和泵量等参数提高其钻进效率。

根据金刚石复合片抗冲击性能与钻孔结构,选用了 SZX73 型液动潜孔锤(见图 1)性能参数为:钻具外径 73 mm,钻孔直径 75 ~ 85 mm,冲锤行程 20 ~ 25 mm,自由行程 6 ~ 10 mm,工作泵量 90 ~ 150 L/min,工作压力 0.8 ~ 3.0 MPa,冲击频率 25 ~ 45 Hz,冲击功 15 ~ 70 J,长度 1000 mm,质量 25 kg。



图 1 YZX73 型液动潜孔锤

2.2 钻机

由于煤矿井下空间条件限制,在矿井下应用的钻机应具有体积小、运输灵活、适用性强的优点。结合穿层瓦斯抽采孔设计与施工的要求与特点,选用中煤科工集团西安研究院有限公司研制生产的 ZDY3200S 型钻机(见图 2)能够满足应用要求,其技术参数为:钻孔深度 350/100 m,终孔直径 150/200 mm,钻杆直径 63.5/73 mm,钻孔倾角 0° ~ ±90°,回转速度 50 ~ 175 r/min,最大扭矩 3200 N·m,给进能力 112 kN,起拔能力 77 kN,功率 37 kW,主机质量 1180 kg,主机外形尺寸(长×宽×高)2.30 m×1.10 m×1.65 m。

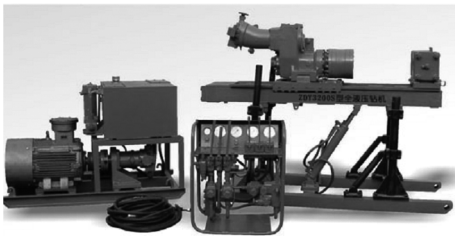


图 2 ZDY3200S 型钻机

2.3 泥浆泵

根据 SZX73 液动潜孔锤工作压力与工作泵量,选用 3NB-320 型往复式泥浆泵,其流量与压力满足施工要求,其主要参数如表 1 所示。

2.4 钻头设计与选型

表 1 3NB-320 型往复式泥浆泵参数

手把位置	流量/ (L·min ⁻¹)	压力/ MPa	手把位置	流量/ (L·min ⁻¹)	压力/ MPa
A2-B3	320	3	A1-B3	165	6
A2-B4	230	4	A1-B4	118	8

在钻头设计时,考虑到岩石相对较硬及液动潜孔锤的冲击,为增加钻头使用寿命与钻进速度,复合片选择抗冲击性能与耐磨性均较好的弧面金刚石复合片,并增大复合片的切削角。设计参数见表 2,实物外观如图 3、图 4 所示。

表 2 PDC 钻头参数

型 号	直径/mm	复合片个数	平均切削角/(°)
三翼弧面高强 PDC 钻头	98	14	20
四翼平底高强 PDC 钻头	98	10	22

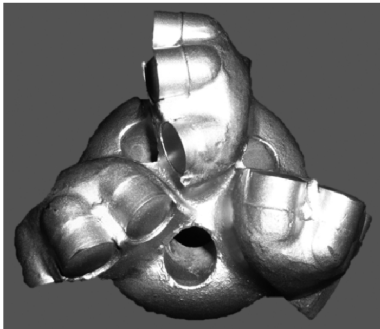


图 3 三翼弧面高强 PDC 钻头

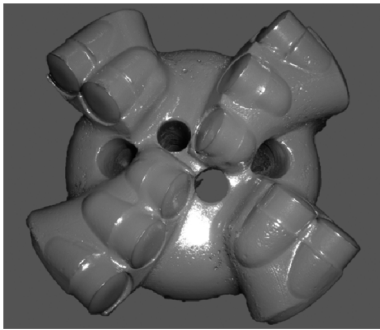


图 4 四翼平底高强 PDC 钻头

3 工程试验与分析

3.1 试验地点地质概况

试验地点选择在淮南矿业集团潘一煤矿 21111 (1)东翼胶带机大巷,施工上仰穿煤瓦斯抽放钻孔,施工钻孔需要穿越 7.5 m 厚的泥质胶结石英砂岩,其抗压强度为 36.45 MPa,坚固系数 3.65,属于低粘结强度、高研磨性岩石^[2],该层位约占钻孔总长度的 20%,在试验前采用普通回转钻进,钻头消耗量

大,平均钻头寿命仅为 50 m,成本较高。

3.2 试验情况与结果

通过潘一煤矿 21111(1)东翼胶带机大巷第 92 组与第 106 组 2 组 22 个钻孔施工,部分钻孔参数如表 3 所示,对液动潜孔锤与普通三翼内凹钻头、三翼圆弧和四翼平底 PDC 钻头的组合进行了试验,试验工艺参数与结果如表 4、表 5 所示。

表 3 部分试验钻孔参数

孔号	倾角/ (°)	与钻场中心 夹角/(°)	见煤底板 深度/m	见煤顶板 深度/m	孔深/ m
1	+37.5	右偏 90	49.1	51.3	52.3
4	+49.5	右偏 90	40.6	42.6	43.6
6	+57.7	右偏 90	37.2	39.0	40.0
9	+72.0	右偏 90	34.3	35.9	36.9
11	+83.5	右偏 90	33.9	35.6	36.6

表 4 施工工艺参数

序号	钻具组合	回转 压力/ MPa	给进 压力/ MPa	转速/ (r· min ⁻¹)	流量/ (L· min ⁻¹)	泵 压/ MPa
1	三翼内凹钻头+螺旋钻杆	5~8	6~9	110~150	165	2.0
2	三翼圆弧钻头+液动锤+螺旋钻杆	5~8	5~9	110~150	165	3.5
3	四翼平底钻头+液动锤+螺旋钻杆	6~10	8	110~150	165	4.5

表 5 各类钻头试验效果统计

序号	钻头类型	钻具组合	平均进尺 效率/(m· h ⁻¹)	最高效 率/(m· h ⁻¹)	钻头 进尺寿 命/m
1	三翼内凹钻头	螺旋钻杆	12.9	16	43
2	三翼圆弧钻头	液动锤+螺旋钻杆	23.7	60	217
3	四翼平底钻头	液动锤+螺旋钻杆	15.9	40	191

3.3 试验分析

通过对 3 种钻具组合效率对比,可以看出“三翼圆弧钻头+液动锤”组合与“四翼平底钻头+液动锤”组合平均进尺效率优于普通三翼内凹钻头组合,钻进效率分别提高 84%、23%,其钻头进尺寿命是普通三翼内凹钻头的近 5 倍。

(1)该试验区岩石具有较高研磨性,且具有较好的塑性,单独采用三翼内凹钻头,其钻头较容易磨损导致钻进效率急剧下降;采用高强抗冲击 PDC 复合片在满足液动潜孔锤冲击要求的同时,钻头抗研磨性大大提高,从而钻头进尺寿命提高明显。

(2)回转冲击钻具组合,采用回转冲击方式,冲击能提高了钻头切入岩石深度,在钻进参数(转速、给进压力、泵量)相同的条件下,单位时间内钻头切

削量提高,从而钻进效率大大增加。

(3)在转速、给进压力、泵量相同的条件下,四翼平底钻头组合回转压力与泵压均较高,从结构上可以看出平底设计增加了钻进阻力,岩粉排泄不顺畅,造成重复切削,因而效率低于三翼圆弧 PDC 钻头组合。

4 结语

试验表明,液动潜孔锤钻进工艺在煤矿井下勘探中具有一定优势,本次试验选用的钻机、钻具与液动潜孔锤具有良好的配伍性。

在煤矿井下穿层钻孔中,小口径液动潜孔锤应用正常,通过与高强 PDC 钻头组合,提高了钻进施工效率,同时针对液动潜孔锤设计的 PDC 钻头具有较高的进尺寿命。

回转冲击复合钻进方式,对研磨性强、塑性强的岩石具有较好的效果,优于单纯回转钻进方式。钻头的结构设计影响钻屑的排除效率,从而较大程度上影响钻进效率,圆弧形钻头设计优于平面设计,虽然平底 PDC 钻头具有较好的保直性,由于外出刃较小,导致钻进压力相对较大,是影响钻进效率的主要因素之一。

对于两种效果较好的钻具组合方式,还需要进一步进行优化钻头结构设计和液动锤排量优化,保证降低钻进压力,进一步提高钻进效率。

液动潜孔锤可采用清水为冲洗介质,钻孔孔口无粉尘污染,噪声污染小,较为适合空间狭小的煤矿井下巷道施工,在煤矿井下施工中具有良好应用推广前景。

参考文献:

- [1] 张俞.一种适用于煤矿井下硬岩钻进的方法[J].煤矿安全与环保,2012,39(5):81-82.
- [2] 鄢泰宁.岩土钻掘工程学[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2001.11-13.
- [3] 李传武,李发东,任海军.液动锤在科钻一井先导孔中的应用[J].石油钻探技术,2002,10(5):12-14.
- [4] 王红波.基于硬岩钻进的胎体 PDC 取心钻头的研究[D].湖北武汉:中国地质大学,2010.
- [5] 胡郁乐,张晓西,邓柏松,等.深部钻探绳索取心孕镶金刚石钻头的关键技术[J].金刚石与磨料磨具工程,2011,31(4):54-57.
- [6] 卢成云,邱顺兵.绳索取心冲击回转钻进工艺在独狼沟金矿勘查中的运用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(5):35-39.
- [7] 耿瑞伦,冯国强.液动锤技术及其应用前景[J].探矿工程,2001,(1):32-35.
- [8] 杨红东,郑传峰,计胜利.水压式凿岩破碎冲击器的研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(10):74-77.