

大功率全液压钻机在西南地区薄煤层瓦斯抽采孔中的应用

姬乃强

中煤科工集团西安研究院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.262

[摘要] 为解决西南地区薄煤层长距离瓦斯抽采孔成孔难的问题,选取西南地区具有代表性的某矿进行了本煤层瓦斯抽放孔试验。试验采用循环水为冲洗介质的正循环回转钻进工艺,设备选用中煤科工集团西安研究院研制生产的 ZDY4000S 钻机、配套 $\Phi 73\text{mm} \times 1.5\text{m}$ 摩擦焊接式外平钻杆及 $\Phi 94\text{mm}$ 三翼内凹式 PDC 钻头。解决了该矿在施工长距离瓦斯抽放孔的技术难题,希望为适合此类煤矿瓦斯抽采钻孔及地质勘探提供了宝贵经验,并得以广泛推广。

[关键词] 薄煤层; 瓦斯抽放孔; 地质构造

1 试验点地质概况

1.1 巷道位置

本次试验地点在西南地区某煤矿 21044 中切眼,位于 21 采区东翼,西起 21 井筒保安煤柱、东止 21044 切眼(距井田边界 300m),平均走向长 395.5m; 上限标高+1845.9m、下限标高+1801.4m,平均倾斜长 209m。

1.2 煤层赋存特征

根据资料 212 后石门(0.8m)、213 石门(1.2m)、39#勘探钻孔(153m)、4#勘探钻孔(167m)、25#勘探钻孔(163m)及运、回(运巷煤厚 1.4~1.8m,回巷煤厚 1.5~3.2m)两巷实际见煤情况分析,其中 I 块段平均煤厚 1.8m,II 块段平均煤厚为 1.4m; 煤层倾向 $175^\circ \sim 185^\circ$,平均 180° ; 煤层倾角 $6^\circ \sim 8^\circ$ 平均 7° 。煤层硬度系数为 1.5~2.0,4#煤层瓦斯含量为 $10.42\text{m}^3/\text{t}$,有煤与瓦斯突出危险性^[1]。

1.3 煤层顶底板情况

4#煤层顶板:直接顶为粉砂质泥岩,厚 6~8m,平均 7m,底部夹有一层煤线厚 0.2m,局部地段与 4#煤层合并;裂隙发育易冒落,老顶为细砂岩厚 5~7m,平均 6m,为泥质、钙质胶结,节理较发育。

4#煤层底板:上部为厚 0.2m 的泥岩;泥岩下为泥质粉砂岩厚 0.8~6.8m,平均 3.8m,抗压强度低,易风化破碎。

1.4 地质构造情况

21044 工作面无岩浆体、陷落柱等构造影响。掘进过程中共揭露 12 条断层(正断层 11 条,逆断层 1 条),其中对开采影响最大的为 F5、F11,F5 在运巷 17#点以东 17m 处揭露,导致工作面提前开切眼;F11 在中切眼以西 30m 处回巷揭露,把本工作面分为两个块段,中切眼以西块段须补掘回巷才能正常回采;切眼 0~80m 范围共揭露了四条(F6、F7、F8、F9)正断层,其中落差最大的为 F6($F6380^\circ \angle 54^\circ h=2.2\text{m}$)断层、落差最小的为 F8($F874^\circ \angle 58^\circ h=0.6$)断层,切眼破顶或破底达到 1.8m,对本工作面顶板管理及煤质影响较大;其余地段揭露的断层落差比较小。

2 钻探工艺选择

西南地区某矿 21044 中切眼工作面以往瓦斯抽采钻孔施工多采用以风循环的回转钻进工艺。一方面,由于井下供

风系统风压较低加之用风设备较多导致风压不足,影响排渣效果;另一方面,本煤层瓦斯抽放钻孔倾角布置多为 $-2^\circ \sim -3^\circ$ 使用压缩空气排渣能力有限,深孔排渣困难且粉尘对巷道污染较大;与此同时,煤层中有时会伴有裂隙水渗出,风循环无法顺利排渣;基于以上几点原因,21044 工作面采用风循环钻进工艺成孔深度一般只有 70~80m。

4#煤层硬度系数 1.5~2.0,采用清水作为循环介质排渣、冷却钻头,且不易塌孔、埋钻。配用泥浆泵形成高压水冲洗钻孔携粉能力强、钻孔清洁、钻头润滑、冷却效果好且钻场清洁,在供水不足或排水受限等条件下可用循环水冲洗钻孔,排渣效果不受影响。因此试验采用高压水冲洗钻孔的钻进工艺可有效解决排渣问题。

3 设备选用

3.1 钻机

试验煤层硬度偏硬且地层构造对钻孔影响较大,钻孔设计深度 300m,因此对钻机扭矩、事故处理能力要求较高。试验选用中煤科工集团西安研究院生产的 ZDY4000S 型全液压钻机,该钻机属于低转速、大扭矩类型,适于采用复合片钻头及螺旋钻具施工大直径钻孔,主要用于煤矿井下瓦斯抽放、探放水及其它工程孔的施工,也可用于地面工程钻孔的施工。相较于以往用 ZY1250 钻机,该钻机扭矩大、事故处理能力强,钻机转速可实现无极调速以满足不同钻进工艺需求,钻机采用联动功能可大幅减少起下钻辅助时间、提高钻进效率。

3.2 钻具

3.2.1 钻杆

瓦斯抽放钻孔施工要求钻孔在煤层中延伸,对钻杆强度要求较高,试验选用中煤科工集团西安研究院生产的 $\Phi 73\text{mm} \times 1.5\text{m}$ 摩擦焊接式外平钻杆,钻杆由公接头、母接头和杆体三部分组成,公、母接头体分别通过摩擦焊接方式与中间杆体焊接为一体,具有强度高、连接可靠、拧卸方便等特点。

外平钻杆与钻渣和孔壁之间的摩擦阻力小,对于处理卡、埋钻事故的难度小;使用清水作为排渣介质时,钻杆外表面排渣形成的阻力相对也较小,有利于水力排粉;钻具易于进行有效的钻具级配,有利于保直钻进以及强造斜钻进,

适用于中长水平钻孔的施工。

3.2.2 钻头

试验选用中煤科工集团西安研究院生产的Φ94mm 三翼内凹 PDC 钻头,该钻头采用优质金刚石复合片(PDC)作为切削齿,适用于软-中硬($f=1\sim 8$)地层的钻进,适用范围广、保直效果好,钻头质量稳定、钻进效率高、使用寿命长。

3.3 泥浆泵

试验选用的泥浆泵为 BW-250 型泥浆泵,该泵为卧式三缸往复式作用活塞泵,具有两种缸径和四档速度。排量和孔深根据用途合理调节,该泵耗能少,操作灵活,优质耐用,分解性好,易于搬迁。可满足不同口径、不同孔深、不同地质钻探的需求。

4 试验情况

本次 ZDY4000S 钻机试验施工共用 22 个工作日,施工钻孔 7 个,本煤层瓦斯抽采钻孔 4 个,其中地质勘探钻孔 3 个,累计钻孔进尺为 1304m,钻进效率最大达到 105m/班次,平均效率 70~80m/班次,施工本煤层瓦斯抽放孔最深 320m,具体施工概况如下:

4.1 本煤层瓦斯抽放孔

西南地区某煤矿瓦斯抽放系统钻孔设计多采用在运输巷及运输顺槽布置交叉钻孔,孔深设计为 120m,采用 ZY1250 钻机,风循环钻进工艺,实钻孔深在 70~80m,工作面中部存在抽采盲区,后续生产存在重大的安全隐患。为解决 21044 工作面中部抽采盲区的瓦斯抽放难题,在中切眼布置 6 个本煤层瓦斯抽放孔,孔间距为 2m,采用 ZDY4000S 钻机及配套钻具施工 2#、3#、4#钻孔,钻孔参数见表 1,因钻孔与横向钻孔串孔不返水,为保证钻具安全,终孔提钻。通过在 21044 工作面施工长距离瓦斯抽放孔,表明该钻机可以解决这一区域瓦斯抽放钻孔深度不达标、存在盲区的技术难题^[2]。本煤层瓦斯抽放孔平面示意图见图 1。

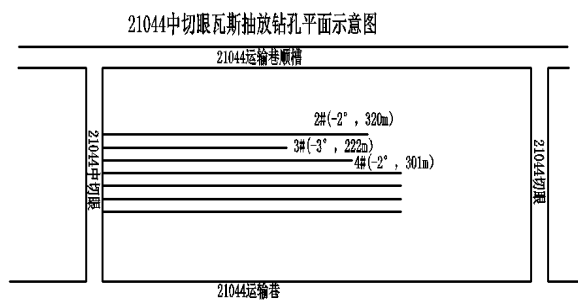


图 1 21044 中切眼本煤层瓦斯抽放钻孔平面图

表 1 本煤层瓦斯抽放钻孔实钻参数

孔号	倾角(°)	方位角	孔深(m)	备注
1#	-2	89	90	钻孔方位需开掘巷道终孔
2#	-2	89	320	钻孔返水量小被迫终孔
3#	-3	89	222	钻孔返水量小被迫终孔
4#	-2	89	301	钻孔返水量小被迫终孔

4.2 地质勘探孔

为探明 21044 工作面西段补回巷迎头前方煤层赋存情况,以及 4#煤层与 5#煤层厚度,断层跨度及位置,根据 21044

中切眼地质钻孔资料、21044 回巷实际揭露资料综合编制而得,共设计 2 个地质勘探孔。

1#勘探孔旨在验证煤层倾角,探明 F1 断层位置;2#勘探孔为准确探明断层前后 4#及 5#煤层厚度及断层位置、落差,达到矿方勘探目的层位^[3];综合 1#、2#实钻数据及已知地质资料,临时增加 3#勘探孔进一步验证断层前 4#、5#煤层厚度及断层位置、跨度,倾角为 4.5°,方位角为 265°,施工 157m 至目的层位,终孔。通过 1#~3#勘探孔的施工,确定了 F1 断层前后 4#、5#煤层变化情况,并探明断层位置、跨度等情况,为后续在此位置进行采掘提供了准确、详实的地质资料。钻孔具体参数见表 2。

表 2 20144 工作面西段补回巷地质钻孔参数

钻孔编号	1#	2#	3#
方位角(°)	265	265	265
倾角(°)	6.5	-0.5	4.5
设计孔深(m)	189	300	189
实际孔深(m)	138	167	157
见煤情况	0~69m(煤) ~ 82.2m(矸) ~ 85.5m(煤) ~ 138m(矸)	0~13.5m(煤) ~ 66m(矸) ~ 70.5m(煤) ~ 167m(矸)	0~48m(煤) ~ 100.5m(矸) ~105m(煤) ~ 121m(矸) ~124m(煤) ~ 157m(矸)
备注	钻进至目的层位终孔	钻进至目的层位终孔	钻进至目的层位终孔

5 结论

通过本次选择西南地区有代表性的薄煤层矿井施工长距离本煤层抽放孔及勘探孔试验取得良好效果,根据本次试验得出如下结论:

(1) ZDY4000S 全液压钻机满足西南地区某煤矿 21044 中切眼本煤层瓦斯抽放孔设计 300m 的要求,钻机事故处理能力,本煤层瓦斯抽放孔、地质勘探孔施工能力满足矿方需求。

(2) 摩擦焊接式外平钻杆排渣能力强,成孔效果好,强度高,施工中未出现裂纹、折断等事故。

(3) PDC 复合片钻头钻进效率高,寿命长,在本煤层瓦斯抽放孔、地质勘探孔等构造复杂地层钻孔适应性强。

(4) 试验采用水循环的钻进工艺排渣效果好,成孔率高,未发生任何孔内事故,满足矿方瓦斯抽放孔施工要求。

(5) ZDY4000S 钻机及配套钻具不仅可用于瓦斯抽放孔,还可应用于探放水孔施工,超前探测,固体矿产井下勘探等工程领域。

[参考文献]

- [1]陈永民,陈平,张作礼.煤矿冲击地压灾害的预防与治理[J].山东国土资源,2007,23(3):21-23.
- [2]煤矿安全监察.煤矿瓦斯抽采基本指标[J].中国煤炭,2007,(B06):100-102.
- [3]丁宝成.煤矿安全预警模型及应用研究[D].辽宁工程技术大学,2010(05):121.