

松软煤层瓦斯抽采孔 PVC 管护壁技术应用研究

曹建明¹, 宋 斌², 刘发义², 金 新¹, 王建彬¹, 侯 红¹

(1. 中煤科工集团西安研究院有限公司, 陕西 西安 710077; 2. 晋煤集团赵庄煤业有限公司, 山西 晋城 046605)

摘 要:针对晋城煤业集团赵庄煤业矿区地质构造复杂、煤层松软及透气性差, 瓦斯抽采孔由于煤层松软引起孔壁稳定性差, 成孔提钻后, 短时间内孔壁坍塌, 导致瓦斯抽采通道堵塞, 抽采率低, 抽采效果差的问题。利用在钻孔施工完成后不提钻杆, 先在钻杆内部下入抽采筛管进行护壁, 提钻后形成瓦斯抽采通道, 应用结果表明: 该技术与传统提钻后下套管工艺相比, 下管效率大幅提高, 下管深度达到孔深的 98% 以上, 有利于提高瓦斯抽采效率, 对煤矿安全具有重要意义。

关键词:松软煤层; 瓦斯抽采孔; 护壁技术; PVC 管

中图分类号:TD712⁺.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2014)07-0001-04

Application Study on Wall Protection Technology with PVC Pipe in Gas Drainage Hole in Soft Seams/CAO Jian-ming¹, SONG Bin², LIU Fa-yi², JIN Xin¹, WANG Jian-bin¹, HOU Hong¹ (1. Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Xi'an Shaanxi 710072, China; 2. Zhaozhuang Coal Co., Ltd., Jincheng Anthracite Mining Group, Jincheng Shanxi 046605, China)

Abstract: Geological structure is complex with soft seams and poor permeability in Zhaozhuang coal mine of Shanxi. Wall collapse of gas drainage hole caused by unstability leads to gas drainage channel blocking, low extraction rate and poor drainage effect. By the technology that drill pipe is kept at the completion of drilling construction and in which gas extraction screen liner is lowered to protect the wall, gas drainage channel can be formed after drill pipe is lifted. The application results show that the pipe lowering efficiency is largely improved comparing with that of traditional drill casing technology. The pipe length is up to more than 98% of the hole depth, which is helpful to improve the efficiency of gas drainage and has great significance for coal mine safety.

Key words: soft seams; gas drainage hole; wall protection technology; PVC pipe

1 概述

随着煤矿生产规模的扩大和开采深度不断增加, 矿井地质条件越来越复杂。松软煤层、破碎煤层、断层破碎带等地质异常带钻进时, 排渣困难, 孔壁稳定性差, 造成卡钻埋钻等孔内事故多。

晋煤集团赵庄煤矿地质构造复杂、煤层松软及透气性差, 成孔难已成为井下瓦斯治理的技术“瓶颈”, 经过长期的钻探实践, 在采用宽叶片螺旋钻杆钻进技术以后, 松软煤层、破碎带的成孔深度和成孔率有了大幅度提高。但是传统下筛管工艺, 由于此类地层裸眼孔壁的稳定性差, 成孔后在短时间内孔壁就会坍塌堵塞钻孔, 致使作为抽采瓦斯通道的筛管下不到钻进孔深, 造成钻孔进尺多, 筛管下得少的问题, 而且从钻孔内直接下入护孔筛管, 下入过程中煤壁对筛管的阻力大, 下入困难, 直接影响了瓦斯抽采效果。

因此, 研发和完善相应的配套装备与技术工艺, 改变传统的下筛管工艺显得尤为重要。成孔后不提钻, 通过钻杆内通孔下入带有筛眼的抗静电阻燃聚氯乙烯管(以下简称 PVC 管), 作为护孔管和瓦斯抽采通道, 既解决了塌孔问题, 又不影响瓦斯逸出, 降低了工人的劳动强度。对于赵庄矿钻孔高效利用、瓦斯高效抽采以及安全生产都具有重要的现实意义。也可供其他类似矿区参考。

2 技术原理

2.1 传统钻孔护壁工艺

钻孔施工中, 由于钻孔漏失、涌水而无法维持冲洗液的正常循环, 或者因为孔壁的岩石性质和流动的冲洗介质性质不相适应而造成孔壁坍塌、膨胀, 使钻孔发生塌孔、孔径扩大或缩小, 导致钻进工作不能正常进行。这种情况发展到被迫停钻、反复处理孔

收稿日期: 2014-03-11

基金项目: “十二五”国家科技重大专项项目“山西晋城矿区采气采煤一体化煤层气开发示范工程”(2011ZX05063-02)

作者简介: 曹建明(1989-), 男(汉族), 甘肃临洮人, 中煤科工集团西安研究院有限公司工程师, 勘查技术与工程专业, 从事煤矿井下定向钻进技术研究及推广工作, 陕西省西安市高新技术产业开发区锦业一路 82 号, caojianming@cctegxian.com。

内事故或被迫终孔、钻孔报废,将上述容易出现此类情况的地层,通称为复杂地层。这类地层常见的护壁工艺是:泥浆喷护、特殊孔段下套管、跟管钻进等。但是以上3种方法均不适合松软煤层,原因是泥浆护壁不利于瓦斯抽采,而下套管和跟管钻进由于钻进设备的滞后也无法很好实现。因此必须寻求适合松软煤层的工艺、并具有可操作性的护壁方法。

2.2 松软煤层瓦斯抽采孔护壁技术

目前,松软煤层护壁常见方法是成孔提钻后将带有筛眼的护壁管(又称花管)下入孔内,护壁管作为保护孔壁和瓦斯流通通道工具留在孔内。其优势是操作简单,但是在裸孔下入中,下入的深度越深阻力也就越大或在下入中遇到坍塌段、小裂隙段时遇卡无法通过,下入的深度就无法保障,影响到护壁效果。国内大多数煤矿使用该方法下管成功率和瓦斯抽采效果均不理想,据统计,赵庄矿使用该方法下管成功率平均约60%。从钻杆内下 PVC 管护壁技术是近年来发展起来的一种较为理想的护孔技术,即钻孔成孔后不提钻具,从钻杆内部下入带有筛眼的 PVC 管作为护壁管和瓦斯抽采通道。

该技术的关键过程为:使用铰接式可开闭型钻头+大通孔钻杆钻进至设计孔深,下入带有悬挂装置的 PVC 管并将钻头“一字”铰接顶开, PVC 管及悬挂装置通过钻头,连接于 PVC 管前端上的悬挂装置翼片打开,并牢固地卡于孔壁上,提出钻杆而 PVC 护壁管则留在孔内。

下 PVC 管护壁工艺可分为2步:一是将连接起来的 PVC 管下至钻头处,顶开钻头锁芯并穿过;二是连接在 PVC 管上的孔底悬挂打开并固定在孔壁上。

3 设备选型

3.1 钻机

根据赵庄矿区松软煤层钻进的特点以及现有装备情况,钻机选用中煤科工集团西安研究院研制生产的 ZDY4000S 型 $\varnothing 95$ mm 大通孔全液压力头式钻机。该钻机是一种煤矿用动力头式全液压坑道钻机,具有转速范围宽、扭矩大、给进起拔能力强等特点。能够满足钻进各种用途钻孔的需要,如地质勘探孔、抽放瓦斯孔、注水孔及其它工程用孔。主要用于大口径牙轮钻进,也适用于硬质合金钻进、金刚石复合片钻进和冲击回转钻进。该机为分体式结构,摆放灵活,便于近距离搬迁,适用于施工场地狭窄场合。

3.2 大通孔式宽叶片螺旋钻杆

钻杆选用中煤科工集团生产的 $\varnothing 89/73$ mm 大通孔宽叶片螺旋钻杆,宽叶片螺旋钻杆具有孔壁扰动小,并可直接用于钻机卡盘、夹持器和扶正器,钻进效率高等优点。其结构主要包括:公接头,中间管,母接头共同组成螺旋钻杆的芯管,芯管外端焊有螺旋宽叶片。宽叶片螺旋钻杆的外径系列设计为相同外平钻杆外径系列,如 $\varnothing 73$ 、89 mm 等,钻杆长度有 1.0 m/根、1.5 m/根等,芯管设计为小一级外平钻杆,如外径 89 mm 宽叶片螺旋钻杆芯管采用 $\varnothing 73$ mm 钻杆。这就使宽叶片螺旋钻杆在规格以及钻进操作上与普通的外平钻杆相同,并且完全适用外平钻杆坑道钻机。在赵庄矿使用中,选用的是 $\varnothing 89$ mm, 1.5 m/根的大通孔式宽叶片螺旋钻杆,见图 1。



图1 $\varnothing 89/73$ mm 大通孔宽叶片螺旋钻杆

3.3 内芯可脱式钻头

为达到通过钻杆内通孔下入护孔筛管的目的,研制 $\varnothing 103$ mm 一字铰接内芯可开闭式 PDC 钻头。该钻头结构由空心钻头体、中心活动翼片、铰接销、定位弹簧销、外圆切削齿、内芯切削齿、保径齿、反切削齿等组成,如图 2 所示。



图2 一字铰接可开闭前置式钻头($\varnothing 103$ mm)

外圆切削齿作为主切削齿,固定在空心钻头体的切削翼上;保径齿和反切削齿作为辅助齿,固定在钻头体切削翼的外侧;内芯切削齿作为活动内芯的切削齿,固定在中心活动翼片两侧;中心活动翼片通过铰接销与空心钻头体连接在一起,可通过铰接销使中心活动翼片在空心钻头体内打开或关闭。

3.4 矿用护孔筛管

护孔管材选用具有抗静电阻燃性的聚氯乙烯管,简称 PVC 管。筛管设计参数:筛眼直径 10 mm,孔间距 200 mm,4 排布置,展开后孔眼呈梅花型,筛管单根长度 1.5 m。有丝扣和插接 2 种连接方式,满足护孔以及下管时在强力扭转挤压时而不被破坏。筛管加工成型如图 3 所示。



图 3 PVC 护孔筛管

3.5 悬挂装置

经过方案论证,模拟实验对比效果,最终研制的筛管悬挂装置如图 4 所示。当悬挂装置(装置后连接一整套筛管)前端顶开钻头可开闭式翼片进入煤孔时,悬挂装置上的压缩可活动翼片,在强力弹簧作用下张开(只能向前输送不能向后拉),依靠整套筛管向孔口方向运动趋势或受拉力作用下楔入煤壁,产生抵抗筛管移动力,将筛管固定在钻孔底部。该悬挂装置的外径为 45 mm,压缩可活动翼片在完全张开状态下的宽度为 189 mm。



图 4 悬挂装置

悬挂装置可单个使用或多个串接使用。2 个或 2 个以上多个串接使用时,悬挂装置的翼片在装配时要形成一定夹角,目的是提钻时,使悬挂装置弹片容易楔入孔壁,呈均布状态悬挂,增大与钻孔摩阻力,从而固定住整套筛管,或者由于钻孔自然坍塌,将悬挂装置及弹开的翼片埋住形成握裹状,依靠固定装置产生的握裹力将整套筛管牢固的安设在钻孔内。

4 应用情况

4.1 地质概况

试验地点位于 4 盘区 4101、4102 巷道煤层,全区煤层厚度 0~6.35 m,平均 4.69 m。4101、4102 巷道位于 4 盘区西南部,该巷道为 2013 年 8 月份的新掘巷道,试验地点位于 4103、4101、4102 巷道迎头联通巷,该区域煤层破碎较为严重。顶板主要是泥岩、

砂质泥岩,次为粉砂岩,局部为中、细粒砂岩。底板主要是泥岩、砂质泥岩,个别为中、细粒砂岩或粉砂岩。

4.2 钻孔设计

四盘区 4101、4102 巷道煤层构造简单,为全煤层。根据施工需要在巷道左侧煤层进行试验,试验钻孔一共为 33 个,设计深度为 104 m,倾角均为 0°,钻孔与煤壁夹角为 90°。根据前期瓦斯抽放经验,该区域单孔瓦斯抽采半径为 1.5 m,设计的孔间距为 2 m。钻孔设计布置图如图 5 所示。

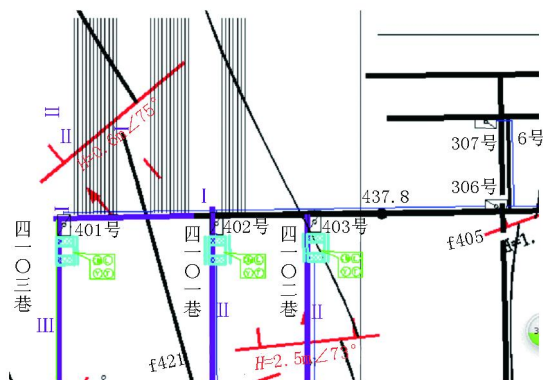


图 5 试验点钻孔设计布置图

由于该区域煤层松软破碎较为严重,施工中采用空气钻进与螺旋钻进相结合的方法成孔即中风压空气螺旋钻进。开孔选用 $\varnothing 113$ mm 三翼内凹 PDC 复合片全面钻头,钻进 3 m,换 $\varnothing 103$ mm 四翼一字铰接内心可开闭复合片钻头接 $\varnothing 89$ mm 宽翼片大通孔螺旋钻杆钻进。

4.3 钻孔施工情况

本次试验目前共施工完成 33 个钻孔,其中有效钻孔(下入抽放筛管孔)32 个,地层岩性均为煤层,钻孔倾角 0°,其中超过 100 m 的钻孔有 31 个,筛管下入率均为 100%。18 号钻孔由于钻进时钻遇顶板,提钻终孔;20 号钻孔在钻进至 88.5 m 时,孔内 2 根钻杆从母接头处断裂,下入护孔筛管后提钻终孔。钻孔平均孔深 103.5 m,成孔率达到了 100%,有效钻孔平均孔深 105.5 m。有效钻孔累计进尺 3416 m,下入抽放筛管共 3376 m,平均下筛管率达到 98%。

本次试验施工钻孔记录如表 1 所示。

5 结论

通过快速全程护孔筛管瓦斯抽采技术在赵庄矿的应用试验,得出以下结论。

(1) 采用“ $\varnothing 103$ mm 一字铰接可开闭前置式

表 1 钻孔统计

孔号	孔深/m	下管深度/m	下管率/%	筛管数/根
1	115.5	115.5	100	77
2	105	105	100	72
3	111	111	100	74
4	105	105	100	70
5	105	105	100	62
6	104	104	100	62
7	110	110	100	74
8	106.5	106.5	100	70
9	110	110	100	64
10	102	102	100	58
11	105	105	100	64
12	105	105	100	62
13	105	105	100	62
14	106	106	100	62
15	110	110	100	65
16	105	105	100	62
17	105	105	100	62
18	40	-	-	未下
19	105	105	100	62
20	88.5	88.5	100	51
21	105	105	100	62
22	106.5	106.5	100	62
23	105	105	100	62
24	105	105	100	62
25	105	105	100	62
26	105	105	100	62
27	105	105	100	62
28	105	105	100	62
29	105	105	100	62
30	105	105	100	62
31	105	105	100	62
32	105	105	100	62
33	105	105	100	62

复合片钻头 + Ø89 mm 大通孔宽叶片螺旋钻杆”钻具及配套 ZDY4000S 型改进钻机,完全能够满足赵庄矿快速全程护孔筛管瓦斯抽采技术与装备工艺,平均完成一个钻孔需要 1.5 个 8 h 班。

(2)通过分析试验统计数据,安设筛管长度平均达到钻孔孔深的 98% 以上。下管时间由原来提

钻下管只能下 70 ~ 80 m 用时 2 h,缩短到下管深度与钻孔孔深相接近,用时 35 ~ 50 min,钻孔有效率提高了 30% 以上,下管时间节约 1 倍以上。

(3)赵庄矿应用施工过程中单只钻头最多施工完成 15 个钻孔,进尺合计达 1418 m,说明一字铰接可开闭前置式复合片钻头是实现松软破碎煤层钻进的理想钻头,下管时钻头前置芯脱开方便。

(4)松软煤层瓦斯抽采孔护壁技术及工艺的设计思路和方法是合理的,在赵庄矿的应用中,钻孔进尺和下管成功率均达到了考察指标,护壁工艺工序简单,容易操作,效果明显,说明松软煤层抽采孔护壁技术及工艺已经成熟,可以在赵庄矿大范围应用,值得推广。

参考文献:

[1] 孙新胜,王力,方有向,等. 松软煤层筛管护孔瓦斯抽采技术与装备[J]. 煤炭科学技术,2013,41(3):74-76.

[2] 姚宁平,孙荣军,叶根飞. 我国煤矿井下瓦斯抽放钻孔施工装备与技术[J]. 煤炭科学技术,2008,36(3):12-16.

[3] 王毅. 中风压钻进在煤矿井下的应用[J]. 煤田地质与勘探,2009,37(3):73-76.

[4] 殷新胜,凡东,姚克,等. 松软突出煤层中风压空气钻进工艺及配套装备[J]. 煤炭科学技术,2009,36(9):77-79.

[5] 胡振阳,李锁智,郭冬琼,等. 螺旋钻进技术在松软煤层瓦斯抽采中的应用[J]. 西部探矿工程,2008,37(7):57-59.

[6] 郭湧. 宽叶螺旋钻中风压钻进技术在晋城某矿的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(3):48-51.

[7] 张宾. 肋骨钻杆中风压钻进技术在顾桥矿的应用[J]. 西部探矿工程,2011,36(7):38-40.

[8] 马沈岐,王力,李乔乔. 松软喷突型煤矿螺旋钻进工艺发展[J]. 煤矿安全,2010,41(4):112-116.

[9] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京:煤炭工业出版社,2000. 12-18,76.

[10] 石智军,胡少韵,姚宁平,等. 煤矿井下瓦斯抽采(放)钻孔施工新技术[M]. 北京:煤炭工业出版社,2008.

[11] 孔伟. 套管钻进技术在煤矿复杂地层中的应用探讨[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(11):21-23.

甘肃实施十三市浅层地温能调查

《中国矿业报》消息(2014-7-15) 甘肃省水勘院完成的“甘肃省主要城市浅层地温能开发区 1: 5 万水文地质调查”项目设计近日通过审查。据悉,该项目野外调查工作也即将启动。

据了解,该项目为中国地质调查局组织实施的 2014 年“主要城市浅层地温能开发区 1: 5 万水文地质调查”项目内容之一,涉及甘肃省 11 个地级城市、2 个少数民族自治州,共 13 个城市,分别是嘉峪关市、酒泉市、张掖市、金昌市、武威市、白银市、定西市、临夏市、合作市、天水市、陇南市、平凉

市、庆阳市。调查中,项目组将在收集相关资料的同时,通过运用野外调查、钻探、水文测井、抽水及回灌试验、现场热响应试验、地下水及地温动态监测、地下水及岩土样品采集与测试等工作手段,查明各地区浅层地温能的分布特点和赋存条件,评价浅层地温能资源量及开发利用潜力,编制浅层地温能开发利用适宜性区划,建立主要城市浅层地温能开发区数据库信息系统,为甘肃省浅层地温能合理开发利用和保护提供科学依据。