

# 地面大口径钻探技术在采空区积水疏排研究中的应用

常宏伟 张泽新

(山西兰花科技创业股份有限公司望云煤矿分公司)

**摘 要:**本研究从施工设备、钻探工艺、套管固井等工序详细阐述了地面大口径钻探技术,并将该技术在望云煤矿进行了应用取得较好效果,极大的减少了矿方3号煤层采空积水疏排水的成本。同时为了能够更好验证该技术在采空积水疏排中的作用,结合信息化手段,安装了DQ-II型水位智能监测系统,可以连续自动记录采集空积水水位变化情况,经验证采空积水水位持续下降,现其首采区内已无大面积水。

**关键词:**大口径;钻探技术;采空积水;监测系统

## 1 引言

水灾是矿井生产过程中常见的灾害之一<sup>[1]</sup>。在下部煤层开采过程中,由于采动应力影响,在工作面上部会形成大范围的冒落带、裂隙带和离层带,有可能与上部煤层采空区积水导通,从而威胁下部工作面安全开采<sup>[2-4]</sup>。下组煤开采时,由于上部采空区可能存在大量积水,必须加强对上部采空区积水的疏放。

随着煤炭资源的不断开采,开采技术的不断成熟,煤炭企业对开采煤层上部采空积水有了更深入的研究,其采空积水疏放技术也各有不同。根据已

有学者的研究,采空积水大部分采用定向钻进技术进行井下疏放采空积水,这种技术虽然能够疏干采空积水,但是在技术实施、井下排水等方面具有技术要求高、施工难度大等确点<sup>[5]</sup>。本研究主要结合望云煤矿矿井水文地质条件、地质构造采用大口径技术对其3号煤层采空积水进行疏放,该技术的主要优点是地面施工,场地不存在局限性,施工比较安全,钻探过程小孔径验证,然后扩孔钻进至3号煤层采空底部,形成低洼地带,能够更大效率疏干采空积水。地面大口径技术在望云煤矿的实施,很好的对其3号煤层采空积水进行了疏放,希望能够为其它煤炭企业在采空积水疏放技术上起到一定

的指导作用。

## 2 工程背景

望云煤矿位于山西省高平市区之北12km处的寺庄镇望云村,行政区划属高平市寺庄镇管辖,井田面积16.6452km<sup>2</sup>,生产规模0.90Mt/a。2008年东区3号煤层均已经开采完毕,根据国家有关政策完成了3号煤层的设备回撤和关井闭坑工作,由于3号煤层埋藏相对较浅,采空区已经大面积积水,而矿井于2013年5月开始对东区15号煤层进行开拓延深,15号煤层的开拓延伸和工作面的回采工作受3号煤层采空区积水的威胁严重,影响矿井安全高效开采,其15号至3号煤层空间位置图,见图1。

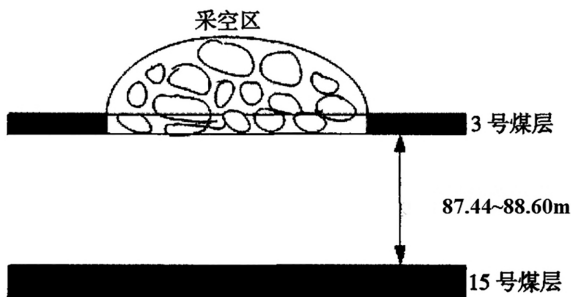


图1 望云煤矿煤层空间位置示意图

因此,为最大限度减小3号煤层采空积水区积水量,以减小对15号煤层开采威胁之目的,拟在采空区地表施工大口径抽水孔(井),选取大流量水泵对3号煤层采空积水进行持续抽排。

## 3 地面大口径钻探技术应用

### 3.1 主要施工设备

望云煤矿地面大口径钻探主要采用的施工设备及规格见表1。

表1 主要设备明细表

序号	设备名称	规格型号	数量
1	冲击钻	宏源-5型	1
2	潜孔锤钻机	SL-500型	1
3	回转钻机	SPS-600型	1
4	空压机	DLQ1400SRH	1
5	钻塔	MA110/31-A	1
6	泥浆泵	F-500	1
7	潜水泵	400QJ400-120-240KW	1
8	测斜仪	JDG-5型	1
9	电焊机	30KW	1
10	水位遥测仪	DQ-II	1

### 3.2 大口径钻探施工工艺

#### (1)小口径探孔施工

首先运用小口径钻探,对采空积水区进行探查、验证,在明确采空积水情况后再进行大口径扩孔和排水,避免不必要浪费。小口径探孔采用SL-500型潜孔锤钻机进行施工,钻具组合为:Φ140mm潜孔锤及冲击器+Φ114mm钻铤+Φ98mm钻杆+主动钻杆。钻孔施工至15m左右处含水层出水量增大,上部塌孔严重,下入直径为Φ168mm、长度为6m的套管;钻至约87m处时孔口返出大量煤泥水,并伴有间歇性掉钻现象,轻微漏风;钻至91.7米处时,加钻杆后漏风严重,钻约20分钟无进尺,停钻,疑为空巷反映。停钻后立即对孔内水位进行了动态观测,见表2,扩孔前对小口径探孔进行水泥封孔至孔口。

表2 小口径探孔孔内水位动态观测表

时间	水位埋深(m)	时间	水位埋深(m)
18:00	41.5	18:20	40.3
18:01	41.3	18:40	40.2
18:02	41.0	19:00	40.1
18:03	40.9	19:30	39.5
18:04	40.8	20:00	39.2
18:05	40.8	21:00	39.1
18:10	40.5	22:00	39.1

小口径探孔结构见,图2。

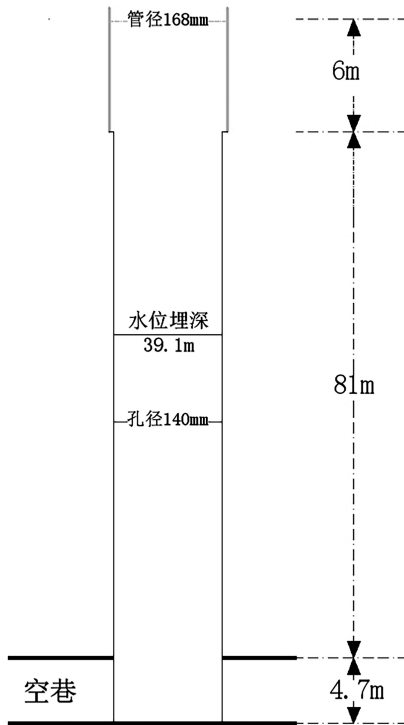


图2 小口径探孔结构示意图

(2)大口径钻孔施工

大口径钻孔采用分级扩孔施工,具体如下:

一开:采用宏源-5型冲击钻对上部松散层进行大口径扩孔施工,开孔孔径为650mm,钻至11m遇基岩层,2017年9月22日钻至14.2m停钻,下入 $\Phi 560 \times 12\text{mm}$ 的套管共14.2米;固管采用水泥标号为42.5R普通硅酸盐水泥,水灰比为0.5,达到设计要求。

二开:下部基岩段首先采用SL-500型潜孔锤钻机进行施工,扩孔孔径为350mm,钻具组合为: $\Phi 350\text{mm}$ 潜孔锤及冲击器+ $\Phi 231\text{mm}$ 钻铤+ $\Phi 194\text{mm}$ 钻杆+主动钻杆。

三开:选用SPS-600型转盘式回转钻机,基岩段扩孔孔径为520mm,钻具组合为: $\Phi 520\text{mm}$ 牙轮钻头+ $\Phi 203\text{mm}$ 钻铤+ $\Phi 127\text{mm}$ 钻杆+主动钻杆。钻至101.68m停钻,其中14.2m-99.5m孔径为520mm,99.5m-101.68m孔径为311mm。停钻后利用JDG-5型测斜仪进行孔斜测量,测斜结果为 $0.34^\circ$ ,符合规

范要求。

大口径探孔结构见,图3。

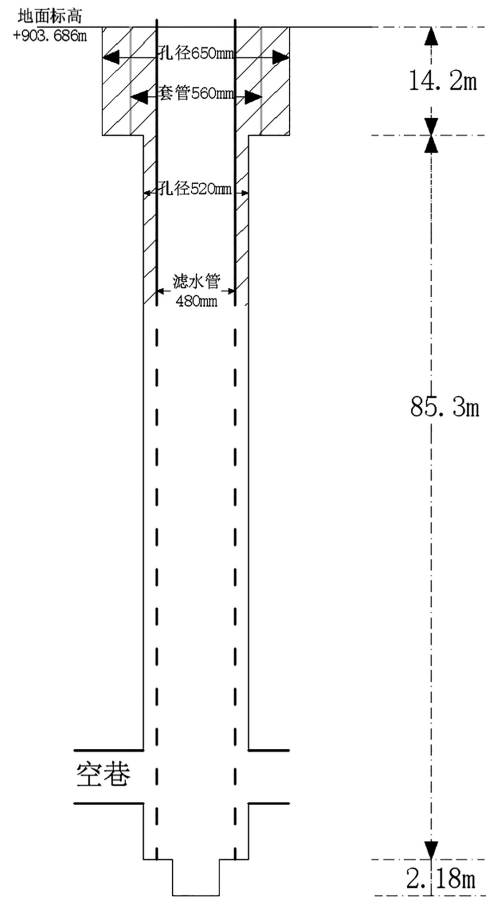


图3 大口径钻孔结构示意图

3.3 套管固井

(1)护壁管

为保证钻探工程顺利施工,本井共下入护壁管两次,其中小口径探孔和大口径扩孔各一次,环空间隙用水泥封闭。具体见表3。

表3 护壁管数据表

序号	尺寸(mm)	管厚(mm)	长度(m)	备注
1	168	12	6	小口径探孔,扩孔前撤出
2	560	12	14.2	大口径扩孔

(2)井壁管

上实下花通天滤水管到达现场并通过甲方验收后,对套管逐一丈量、编号登记。2017年10月17日

开始下管工作,在下管过程中利用重锤法检验对接套管的垂直度,保证管口合缝、同心,并进行焊缝连接,共计下入Φ480\*12mm套管10根,累计长度99.51m。固管采用水泥标号为42.5R普通硅酸盐水泥,水灰比为0.5,达到设计要求。具体数据见表4。

表4 井壁管数据表

编号	尺寸(mm)	壁厚(mm)	单根长度(m)	累计长度(m)
1	480	12	11.15	11.15
2	480	12	11.20	22.35
3	480	12	11.16	33.51
4	480	12	11.13	44.64
5	480	12	11.10	55.74
6	480	12	11.14	66.88
7	480	12	11.17	78.05
8	480	12	11.18	89.23
9	480	12	6.13	95.36
10	480	12	4.15	99.51

### 3.4 水泵及水位监测仪安装

#### (1)设备选用

地面大口径排水孔计划达到排水量300m<sup>3</sup>/h,因此,主排水孔选用400QJ400-120-220KW型井用潜水泵,最大排水能力为400m<sup>3</sup>/h,扬水管选用10寸无缝钢管。

水位监测仪选用DQ-II型水位遥测仪,该系统是通过GSM(GPRS)无线通讯的方式实时地遥测地下水水位水温变化的一种智能监测系统。系统运行时,设在水文长观孔孔口处的分站可以连续或定时自动记录水位水温的变化情况,并利用GSM(GPRS)无线通讯模块将所测数据传送至设在监空中心内的主站进行数据处理。

#### (2)设备安装

为保证下泵安全及质量,利用SPS-600型回转钻机进行下泵及扬水管的安装工作,水泵安装见图4。扬水管之间利用钢制法兰盘螺栓紧固连接,水泵电缆和水位监测仪传感线置于法兰盘缺口处,并用

铁丝将其固定,地面电缆埋置于地下,利用PVC管保护,其扬水管参数,见表5。

表5 扬水管数据表

编号	单根长度(m)	累计长度(m)	编号	单根长度(m)	累计长度(m)
1	2.72	2.72	10	5.51	43.52
2	1.49	4.21	11	5.82	49.34
3	0.42	4.63	12	5.63	54.97
4	5.65	10.28	13	5.63	60.60
5	5.63	15.91	14	5.58	66.18
6	5.57	21.48	15	5.83	72.01
7	5.55	27.03	16	5.62	77.63
8	5.41	32.44	17	5.62	83.25
9	5.57	38.01	18	5.62	88.87



图4 水泵安装现场

### 3.5 地面管道安装

#### (1)管材要求

地面管道安装选择Φ219\*12mm无缝钢管,并采用钢制法兰盘螺栓紧固连接,中间夹橡胶密封垫,管

材及配件均有产品质量合格证。

#### (2) 安装工作量及用料

自井口向外延伸约 800m 至污水处理厂,管道直径与井中下入管道一致,规格为  $\Phi 219 \times 12$ mm 无缝钢管,采用人工挖槽,模板支护,保证管路不变形,不偏移,管道连接方式采用法兰螺栓紧固连接。排水管路铺设路线见图 5。



图5 地面排水管路布设示意图

## 4 结论

(1) 望云煤矿采用地面大口径钻探技术,布置两个钻孔,分别为主排水孔与副排水孔,两孔经统计疏放 3 号煤层采空区积水累计约为 504.12 万  $\text{m}^3$ ,经物

(上接第 22 页)

(8) 钻车结构紧凑(机身宽度 1.3 米)、零部件强度高、刚性好、变位灵活。钻臂机构可实现  $360^\circ$ ,可以施工任何位置任何角度的锚杆。

(9) 钻车设置了可升降的工作平台,方便操作工人在各种高度下作业,免除了脚手架搭设、挪移的工序。

(10) 钻车自带快速收放电缆卷筒装置,通过一片操作阀控制,按下遥控器上的控制按钮,即可实现电缆的快速收放,避免出现钻车行进过程中出现挤压电缆现象。

(11) 钻车噪音小,职业病危害小。使用液压钻车时的噪音,远远小于风钻产生的噪音,减少职业

病危害。

(2) 虽然地面大口径钻探技术在望云煤矿取得不错的效果,但是在以后采用该技术时,需要注意在进行地面大口径排水孔施工,应首次以小孔钻进,验证孔位,然后在结合实际情况进行分级扩孔工作,最终层位一定要钻进采空区顶板一定深度,形成低洼区域,一方面有利于采空区积水泥沙沉积,一方面可以提高采空区积水排出效率。

#### 参考文献:

- [1] 李鹏举. 矿井瞬变电磁法探测上层采空区积水的应用实践[J]. 山东煤炭科技, 2018(1):170-171.
- [2] 李学华, 梁顺, 姚强岭, 等. 泥岩顶板巷道围岩裂隙演化规律与冒顶机理分析[J]. 煤炭学报, 2011, 36(06):4115-4122.
- [3] 杨仁树, 薛华俊, 郭东明, 等. 复杂岩层大断面硐室群围岩破坏机理及控制[J]. 煤炭学报, 2015, 40(10):2234-2242.
- [4] 杨承祥, 罗周全, 唐礼忠. 基于微震监测技术的深井开采地压活动规律研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2007, 26(04):818-824.
- [5] 熊杰, 来甲, 高卫乾. 金华山煤矿大口径瓦斯抽排孔施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 07:27-29.

病危害。

## 5 结语

自引进煤矿用液压锚杆锚索钻车该双臂锚杆锚索钻车解决了传统人工频繁抬运气动锚杆钻机施工,劳动强度大、安全系数低、工费时等各种的难题。利用该双臂锚杆钻车施工锚索,实现了人工操作钻车移动及升降,人员在钻车自带的操作平台上工作,保证了安全,提高了钻进效率和安全,下一步计划在其他工作面推广使用。