

# 河南省郑县姚庄煤矿普查钻探施工措施

祁新堂, 贾永祥

(河南省有色金属地质矿产局第四地质大队, 河南 舞钢 462500)

**摘要:**通过河南省郑县姚庄煤矿钻探施工,详细介绍了治理孔内涌水、固井、取心、坚硬岩层钻进等施工措施,为以后的钻探施工积累了一定的经验。

**关键词:**煤矿钻探;涌水;固井;取心;坚硬岩层

**中图分类号:**P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)08-0032-03

**Survey Drilling Construction Measures in a Coalmine of Henan/QI Xin-tang, JIA Yong-xiang** (No. 4 Party, Henan Provincial Non-ferrous Metals Geological and Mineral Resources Bureau, Wugang Henan 462500, China)

**Abstract:** Based on the drilling construction in Yaozhuang coalmine of Henan, treatment measures for downhole water gushing, well cementing, coring and hard formation drilling were detailed for future drilling construction.

**Key words:** coalmine drilling; water gushing; well cementing; coring; hard formation

## 1 工程概况

“河南省郑县姚庄矿区煤矿普查”于2005年首次立项为河南省2004年度两权价款矿产地质勘查项目。由于预查阶段勘查成果较好,区内具有进一步找煤的条件,该项目于2009年被确定为省2008年度两权价款重点续作项目。布置钻探孔3个共计4000 m。本区位于汝河以南的广阔平原地带,地形平坦,标高一般为100 m左右,第四系覆盖较厚,全为可耕地。区内属淮河流域颍河水系,据设置在襄城南关的水文站观测资料,该河流历年最高水位83.94 m,最大流量3040 m<sup>3</sup>/s,最高洪水位86.10~93.00 m。

## 2 工程地质及水文地质概况

### 2.1 工程地质概况

根据钻探所获岩心资料及邻区钻孔资料表明,矿区为第四系全覆盖区,没有基岩出露,区内煤系地层发育较齐全,构造较简单,无岩浆岩分布。所揭露地层从上到下分为3个大层位,依次为:

第四系(Q),厚度140~150 m,主要为砂砾石层与粘土层互层;

二叠系(P),细分为:二叠系上统石千峰组(P<sub>3sh</sub>)自平顶山砂岩底界起,区内本组厚532.52 m,未见顶界,平顶山砂岩段厚98.64 m,岩石呈灰白色,局部略带肉红色,风化后呈黄白色,为巨厚层状中粗

粒长石石英砂岩,为寻找煤系地层的良好标志;二叠系中统石盒子组(P<sub>2s</sub>)自砂锅窑砂岩底界,上止于平顶山砂岩的底界,与下伏山西组呈整合接触,本组厚599.02 m,含煤4~8层;二叠系下统山西组(P<sub>1sh</sub>)自太原组顶部的灰色泥岩,顶界止于砂锅窑砂岩底界,厚78.85 m,含煤层4层,为二煤组;

石炭系(C),细分为:上石炭统太原组(C<sub>2t</sub>),上部以灰~深灰色石灰岩为主;中部砂泥岩段主要由灰色细~中粒砂岩和深灰色泥岩、砂质泥岩组成;下部灰岩段主要有深灰色显晶质石灰岩组成,夹砂质泥岩和煤层;上石炭统本溪组(C<sub>2b</sub>),上部呈绿灰~灰白色,下部呈紫红色的铝土岩,富含黄铁矿鲕粒和晶体,具鲕状、豆状和块状构造。

### 2.2 水文地质概况

本区位于淮河流域汝河水系,北汝河在工作区以北约1 km自西向东流过,地下水具有丰富的补给源。区内地下水所受压力较大,基本为承压水。目前已掌握资料表明,区内含水层主要有第四系含水层、二叠系上统石千峰组砂岩含水层、石炭系灰岩含水层(区内未揭露),其中石千峰组砂岩含水层涌水量较大,一般80~160 t/h,最高可达200 t/h。

## 3 钻探设备及辅助用具

本次设计孔深为1400 m左右,要求终孔孔径 $\phi$ 91 mm。根据孔深实际和设计要求,我们选用连云

收稿日期:2010-03-22; 修回日期:2010-07-15

作者简介:祁新堂(1970-),男(汉族),河南邓州人,河南省有色金属地质矿产局第四地质大队工程师,工业与民用建筑专业,从事岩土工程施工与管理工作,河南省舞钢市朱兰干休路北段,wgjd8133717@163.com;贾永祥(1958-),男(汉族),河北武安人,河南省有色金属地质矿产局第四地质大队工程师,从事岩土施工与管理工作。

港黄海机械厂生产的 HXY-6B 型钻机,该钻机采用  $\varnothing 91$  mm 孔径最大钻进能力为 1500 m,满足施工要求。选用 AS18-36S 型钻塔。配备国产内加厚  $\varnothing 60$  mm  $\times$  6 mm 普通钻杆和  $\varnothing 91$  mm  $\times$  5 mm 绳索取心钻杆。配套 BW-320 型泥浆泵、3PNL 排浆泵、除砂器、自制泥浆搅拌机等。

#### 4 施工中遇到的突出问题

施工中遇到最大的问题首先是第四系厚度大,最深的有 200 m 左右,主要为砂砾石层与粘土层互层,比较松散,钻孔护壁是关键;其次是第四系和二叠系地层含有丰富的地下承压水,存在着严重的涌水现象,特别是二叠系石千峰组出现大量涌水,达 80~160 t/h,给钻探施工造成了极大的困难。在以前的钻探施工中,有个别钻机因为钻孔涌水而造成废孔 1000 多米,无法处理只好挪位置重新开孔钻进,但还是因涌水问题施工一年多才终孔。这严重地影响到后续工作,同时也给施工单位造成了极大的经济损失。

为了扭转这一被动局面,我们吸取了以往钻探施工的经验教训,在钻探施工工艺上进行探索和改进。从钻孔结构、泥浆配比、钻头选择、钻进技术参数等方面入手,较好解决了施工中遇到的问题,钻进效率成倍提高,顺利完成了钻探施工任务,为“河南省郑县姚庄煤矿普查项目”的后续工作打下良好的基础。

### 5 钻探施工措施

#### 5.1 钻孔结构

原则上尽量简化钻孔结构,以增加钻杆在孔内的稳定性,减少弯曲,避免或减少钻杆折断事故的发生。

开孔孔径 132 mm,穿过第四系松软地层后下入  $\varnothing 127$  mm 套管 137 m,然后固井。改  $\varnothing 114$  mm 继续钻进,穿过涌水层后下  $\varnothing 108$  mm 套管 538 m,然后固井。换用  $\varnothing 94$  mm 金刚石绳索取心钻进工艺施工到终孔。

#### 5.2 钻进技术参数

涌水层以上钻进:钻压 14~22 kN,转速 300~600 r/min,泵量 50~60 L/min,泵压 1.2~2 MPa。

$\varnothing 94$  mm 金刚石绳索取心钻进:钻压 15~25 kN,转速 350~700 r/min,泵量 60~90 L/min,泵压 2.1~3.5 MPa。

#### 5.3 钻进工艺

#### 5.3.1 第四系钻进

由于第四系按设计不需要取心,所以采用  $\varnothing 132$  mm 不取心的硬质合金钻头,用普通  $\varnothing 60$  mm 钻杆钻进穿过该系,下入  $\varnothing 127$  mm 套管,水泥固井。

#### 5.3.2 二叠系涌水层钻进

该层钻进需要加大泥浆密度,故采用普通金刚石取心钻进工艺施工。用  $\varnothing 114$  mm 金刚石取心钻头、普通取心钻具、普通  $\varnothing 60$  mm 钻杆钻进穿过该层,下入  $\varnothing 108$  mm 套管,水泥固井。

#### 5.3.3 涌水层以下钻进

上部有套管护壁并且隔住了涌水层位,为提高钻进效率,便于后续工作的开展,使项目及时产生效益,我们采用  $\varnothing 94$  mm 金刚石绳索取心钻进工艺一直到终孔。

### 5.4 涌水层处理措施

以往别的钻机施工遇到涌水时,一般都采用水泥封孔的办法进行处理,但效果不理想。每次透过水泥所封层位时又出现涌水,说明这种办法是失败的,既浪费时间又浪费材料。经过多方论证,我们采用提高泥浆密度,利用压井即压力平衡的原理进行钻进施工。为使压井做到不涌、不漏、耗时少、收效快,工艺上的关键是要正确确定泥浆密度和通过闸门控制适当的回压,使得整个钻进过程中孔内泥浆压力略大于孔内涌水压力,使孔内涌水路径(裂隙)不易打开从而达到治理涌水的目的。

具体办法是:在泥浆中加入适量的重晶石粉(300目),以增大泥浆密度。重晶石粉较细,便于冲洗液携带岩粉循环,同时重晶石粉在泥浆中也容易稳定,不致于沉淀。开始以泥浆粉:重晶石粉=1:1的比例配制泥浆,泥浆密度为 1.2 kg/L,随着孔深的增加逐步加大泥浆密度。使用中发现泥浆中有水线时(清水混入),说明已涌水,进一步调整泥浆密度。最后泥浆粉与重晶石粉的比例达到 1:6,泥浆密度达到 1.6~1.9 kg/L,在泥浆中加一定比例的 PAC(141)处理剂调整泥浆粘度达到 60~80 s 时才治住了涌水。泥浆优化配方:膨润土+碱面+CMC+PAM+T型润化剂。利用除砂器对泥浆进行净化处理,并及时检查监测泥浆性能,发现问题时及时调整。

### 5.5 固井措施

分析表明,在小间隙孔深结构固井中,套管串设计、下入工艺、固井工艺 3 个环节都是非常重要的,任何一个环节出现问题都会导致固井失败。从固井工艺参数考虑,随着粘度和切力的增大、环空间隙的

减小、环空返速增大、水泥浆与替浆用泥浆密度差增大,都会造成环空循环流动阻力增大,泵压升高。因此既要考虑固进质量,又要照顾到设备能力;既要考虑施工成本,又要将风险降到最低。

### 5.5.1 $\varnothing 127$ mm 套管固井

$\varnothing 127$  mm 套管与孔壁的环状间隙仅有 2.5 mm。为保证套管能够顺利下到设计深度,在正式下套管前,采用长度为 20~30 m 长套管串,下接通孔钻头试下,保证孔内顺畅。每下入 100~150 m 循环一次,详细纪录各项参数(深度、泥浆密度、循环排量、循环压力),根据这些参数设计固井水泥浆密度和替浆密度,并估算替浆压力。

试下套管和循环压力估算:根据设计好的套管串和套管的下入深度,在套管串试下过程中分别测定一半深度和全深度条件下的循环压力,这样用压差除以钻杆长度得到单位长度钻杆的循环压降。

$$P_c = (P_m + P_p L_p) / L_c$$

式中: $P_c$ ——单位长度套管的循环压力,MPa/m;  
 $P_m$ ——试下套管时的循环泥浆压力,MPa/m;  
 $L_p$ ——试下钻杆长度,m; $L_c$ ——试下套管长度,m。

$$P_1 = P_c L_c$$

式中: $P_1$ ——套管下入后的循环压力,MPa。

$$P_2 = L(\gamma_c - \gamma_m)$$

式中: $P_2$ ——泥浆替换成水泥浆时的压差,MPa;  
 $\gamma_c$ ——水泥浆密度, $g/cm^3$ ; $\gamma_m$ ——泥浆密度, $g/cm^3$ 。

替浆泵的最高压力为: $P_{max} = P_1 + P_2$ ,这样就可以判断泥浆泵是否满足固井要求。在正式下入套管时,在套管柱底部接有外径与套管外径一致的套管土鞋,侧面开有足够的侧水眼以保障流体通过。依据计算出来的水泥浆(水灰比为 0.5)和替浆用量,用  $\varnothing 127$  mm“脑袋”和套管及泥浆泵相连直接向孔内压水泥浆和替浆,直到孔口返出水泥浆为止。套管上接有防喷器,从压力表上所反映的压力稳定后打开阀门,开始正常钻进。

### 5.5.2 $\varnothing 108$ mm 套管固井

$\varnothing 108$  mm 套管下入深度 120~538 m,下入程序和计算方法与  $\varnothing 127$  mm 套管原理相同。套管下到距离孔底 1~2 m 时用夹板在地面将套管固定,然后下入钻杆到孔底按计算好的水泥浆(水泥浆用量不能堵住套管鞋侧面的出浆口)和替浆将水泥浆压到孔底,再把套管下到孔底,提出钻杆,这样套管底部也就密封了。 $\varnothing 108$  mm 套管与  $\varnothing 127$  mm 套管采用变径胶带密封连接。由于固井深度大,采用钻杆向孔内压水泥浆和替浆。钻杆底部先用胶带密封,下

入孔底,套管上部密闭并与防喷器相连,关好阀门,然后开泵关水泥浆和替浆直到孔口返出水泥浆为止。观察压力表的变化,压力稳定后打开阀门,开始正常钻进。

### 5.6 取心措施

为了提高钻孔质量,保证岩心采取率及原有结构不受破坏,使岩心样品检测数据真实可靠。我们采用 HQ 绳索半合管取心钻具,岩心采取率达 95% 以上,而原来的岩心采取率只有 80% 左右,和原来相比大大提高了岩心采取率,保证了岩石的原有结构,使地质工作更加真实可信。

### 5.7 平顶山砂岩坚硬岩层钻进措施

在钻探施工过程中,深度 535 m 处有一层厚度为 90 m 左右的平顶山砂岩,石英含量超过 80%,坚硬致密,采用普通绳索取心金刚石钻头钻进时效在 0.2 m 以下,甚至不进尺,严重地影响了施工进度及后续工作的安排。为此我们多方考察,选用唐山金石超硬材料有限公司特制的 HRC-12 绳索取心金刚石钻头,此钻头胎体硬度为 HRC12,里面加入了特殊成份的材料,既克服了打滑,又增加了切削效果。钻头能耐压力 25~40 kN,转速可达 1000 r/min 而不影响使用寿命。适应于“打滑”、耐磨、硬度超过 8 级以上的地层。因此钻进时效得到了成倍提高,大大提高了施工进度,为下部工作奠定了基础。

## 6 结语

(1) 采用半合管取心工艺,解决了煤层取心质量难题,为下一步工作提供了原状性好的优质岩心。

(2) 利用平衡法施工工艺,有效解决了钻孔涌水问题,大大提高了钻进效率。

(3) 利用特制的绳索取心金刚石钻头,解决了坚硬岩层的钻进技术难题。

(4) 摸索出小间隙长孔段固井工艺,有效解决了松软地层等复杂地层的护壁问题,为以后的钻探施工提供了一定的经验。

## 参考文献:

- [1] 武汉地质学院,等. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社,1980.
- [2] 黄汉仁,杨坤鹏,罗平亚. 泥浆工艺原理[M]. 北京:石油工业出版社,1981.
- [3] 李之军,陈礼仪,等. 汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFSD-1)断层泥孔段泥浆体系的研究与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12).
- [4] 贾军,樊腊生,等. 汶川地震断裂带科学钻探一号孔(WFSD-1)小间隙固井工艺的研究与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(12).