

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 m³/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_{3sh})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_{2s})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_{1sh})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_{2t}),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_{2b}),上部呈绿灰~灰白色,下部呈紫红色的铝土岩,富含黄铁矿鳞片粒和晶体,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 ϕ 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中段,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 Ø127 mm 套管固井

Ø127 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;
 γ_c ——水泥浆密度, g/cm^3 ; γ_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 Ø127 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 Ø108 mm 套管固井

Ø108 mm 套管下入深度 120~538 m,下入程序和计算方法与 Ø127 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。Ø108 mm 套管与 Ø127 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).