

大口径煤矿应用井施工技术难点及应对措施

王英, 刘炳志, 杜庆军

(山东省煤田地质局第三勘探队, 山东 泰安 271000)

摘要:结合山东省龙固矿井煤矿应用井施工工程实际,阐述了在巨厚表土层中,无表层套管施工的优点及施工难度,并提出了应对措施:通过塔式钻具防斜、陀螺仪测斜、螺杆钻纠斜、优质泥浆护壁、浮力器平衡套管重力、气动扳手减轻工人劳动强度等措施,提前完成了2口井的施工。同时,由于无表层套管,大大降低了施工成本,节约了施工时间。

关键词:大口径井;无表层套管;施工难点;应对措施

中图分类号:TD7 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)12-0051-03

Technical Difficulties in Large Diameter Well Drilling in Coal Mine Construction and the Countermeasures/WANG Ying, LIU Bing-zhi, DU Qing-jun (The Third Geological Brigade of Shandong Provincial Bureau of Coal Geology, Tai'an Shandong 271000, China)

Abstract: Based on a well drilling engineering of a mine in Shandong, the paper introduced the advantages and difficulties of construction without surface casing drilling with the countermeasures. The construction of 2 wells were fulfilled ahead of time through deviation control by tower drilling tools, inclination survey by gyro inclinometer, wall protection by high-quality mud and working intensity reducing by buoyancy device and impact wrench. Drilling without surface casing greatly saved the construction cost.

Key words: large diameter well; no surface case; construction difficulty; countermeasure

为解决矿井排水问题,保障安全生产,越来越多的矿井采用施工直排孔抽排矿井水的方式,从而达到安全生产的目的。2009年,我单位在龙固矿井两主井井筒之间施工了2口直排井,专门用于抽排矿井水,2口井终孔深度854 m,表土层厚度(第三系+第四系)544 m,工程要求全孔下 $\varnothing 377\text{ mm} \times (16 \sim 22)\text{ mm}$ 套管,垂直度按靶域控制,要求靶域半径 $\leq 1\text{ m}$ 。该工程表土层厚,垂直度要求高,施工工期紧,为节约时间和施工成本,我单位精心组织施工,实现了无表层套管施工,既节省了时间,又保证了质量,受到了业主的好评。

1 主要地质条件

(1)第四系:地层厚度158.45 m,主要由粘土、砂质粘土、粘土质砂及粉细砂层组成,属冲积河湖相沉积,不整合于下伏地层之上。

(2)上第三系:地层厚度385.55 m,主要由厚层粘土夹砂质粘土、粘土质砂及砂层组成,与下伏基岩呈不整合接触。

(3)二叠系:

①上石盒子组:残存厚度123.18 m,主要由杂

色泥岩、砂质泥岩、粉砂岩、砂岩及铝质泥岩组成,本组地层上部由于砂岩裂隙发育,泥岩易风化崩解,在钻孔施工中常出现钻孔坍塌和掉块;

②下石盒子组:地层厚度55.32 m,主要由粉砂岩、泥岩组成。泥岩浅灰色,均匀层理,泥质结构,质松软,风化易碎;

③山西组:地层厚度56.05 m,主要由粉砂岩、砂岩、煤层组成。

(4)石炭系:钻孔将揭露石炭系上统太原组的部分地层,揭露厚度为71.45 m,由泥岩、粉砂岩、砂岩及石灰岩等组成,属海陆交互沉积。

2 主要技术要求

(1)设计孔深:852 m,为便于沉淀岩粉,实际孔深达到854 m;

(2)钻孔结构:表土段孔径500 mm,基岩段孔径450 mm,全孔下 $\varnothing 377\text{ mm}$ 无缝焊接钢质套管,要求套管厚度基岩段不小于22 mm,表土层段不小于16 mm;

(3)钻孔垂直度:钻孔垂直度按靶域控制,要求靶域半径 $\leq 1\text{ m}$;

收稿日期:2010-05-13

作者简介:王英(1973-),女(汉族),河北饶阳人,山东省煤田地质局第三勘探队工程师,探矿工程专业,从事煤田地质勘探、桩基工程、地面预注浆工程以及地热、煤层气井施工方面的钻探技术工作,山东省泰安市泰山大街869号,wwj1491@163.com。

(4)固井要求:水泥浆固井,固至井口,环状间隙中水泥浆分布均匀;水泥浆凝固48 h做试压试验,确保套管无渗漏。

3 主要技术难点

(1)为节约施工时间,缩短施工工期,应该首选不下表层套管施工,但表土层中含大量粘土、砂质粘土、粘土质砂、粉砂等水敏性地层,施工中极易造成孔壁失稳,因此,如何实现无表层套管施工将是要面临的技术难题;

(2)防斜问题:本工程地层倾角为 $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$,且有些层断近垂直裂隙发育,易出现孔斜,而直排孔对垂直度要求相对较高,要求靶域半径控制在1 m以内,如何控斜和纠斜,也将是施工中要解决的难题;

(3)钻探施工完成后,下入套管时,套管质量达150 t,如何提高钻塔的承重能力,并将套管安全下入,也是必须解决的问题;

(4)850余米套管下入孔内,按下放一根套管需要50 min算,需要将近3天的时间,这对人的体力是一个极大的消耗,如何能减轻工人的劳动强度,也需要解决。

因此,根据整个施工过程中要遇到的技术难点问题,专门制订了实施方案,顺利完成了本工程的施工。

4 设备投入

为满足直排钻孔安全、快速施工的需要,本工程投入的主要设备有:24.5 m四角钻塔各2部,TSJ-2000A型钻机2台,BW630/3型排浆泵1台,TBW850/5及TBW1200/7型泥浆泵各2台,旋流除砂器2台。钻具采用 $\varnothing 89$ mm钻杆, $\varnothing 159$ mm及 $\varnothing 203$ mm钻铤, $\varnothing 216$ mm无心钻头及 $\varnothing 450$ mm、 $\varnothing 500$ mm组合钻头。

5 施工难点应对措施

5.1 钻孔施工的防斜与纠斜

为便于孔斜控制和孔壁维护,钻孔分2次进行施工,即先施工先导孔,在此基础上进行扩孔,全孔下 $\varnothing 377$ mm \times (16~22) mm套管并注浆固管。

5.1.1 开孔防斜

开孔是保证钻孔垂直度的关键工序,因此要把好开孔关。为保证开孔垂直度,开孔前要把钻塔、钻机设备严格找平、找中和校正(用水平尺),天轮、游动滑车、孔口中心三点要保持在同一条直线上(三点

一线)。要确保立轴的垂直度,不得使用弯曲变形的立轴(主动钻具)。要合理掌握转速和钻压。开孔时速度和压力要保持均匀。

5.1.2 塔式钻具和满眼钻具防斜

为防止钻孔偏斜,施工中采用了塔式钻具,提吊式打法,钻进过程中完全靠钻铤加压,钻进压力控制在钻铤重力的70%左右。

表土层钻具组合: $\varnothing 216$ mm牙轮钻头(铣齿)+ $\varnothing 159$ mm钻铤+ $\varnothing 121$ mm钻铤+ $\varnothing 89$ mm钻杆;

基岩段钻具组合: $\varnothing 216$ mm牙轮钻头(镶齿)或复合片钻头+ $\varnothing 159$ mm钻铤+ $\varnothing 121$ mm钻铤+ $\varnothing 89$ mm钻杆;另外,为增加钻具的刚性,尽量减少孔内钻具的弯曲,施工中采用3个与钻头直径相近的扶正器安装在合适的位置,保持钻具在孔内居中,尽量限制由钻具弯曲而产生的增斜力。

5.1.3 钻进过程中的防斜

在钻进过程中,根据地层合理地配置了钻进参数,同时,尽量使压力、泵量、转速保持均匀,在地层变换时,选择较低泵量、转速和压力,待钻至一定深度时再采用正常参数,以防止因在地层变化时,由钻进参数配置不当而造成的孔斜。

5.1.4 钻孔的纠斜

为控制钻孔偏斜,在施工中,每钻进30~50 m测斜一次,发现孔斜有超限趋势及时使用螺杆钻进行纠偏并加密测斜次数,从而使钻孔在较少纠偏的情况下达到较高的垂直度。在两孔施工中,1号孔全孔仅在孔深690 m处进行了一次纠偏,其最大偏距0.746 m(孔深750 m);2号孔全孔共进行了6次纠偏,分别在孔深357、398、427、458、534、790 m处,其最大偏距0.899 m(孔深854 m)。两钻孔偏距均满足设计靶域 ≤ 1 m的要求。

5.2 泥浆与孔壁维护

泥浆的配制与管理既影响钻孔质量,又影响钻效和孔内安全。在施工中,表土层厚度达500多米,经常遇到水敏性粘土、砂质粘土、粘土质砂、粉砂等地层,易造成缩径、超径、坍塌等孔内复杂情况,本孔施工时间长,且不下表层套管,对孔壁的扰动性大,因此,采用优质的泥浆维护孔壁的稳定相当重要。施工中,结合该地区的地质特征,采用清水+膨润土+ Na_2CO_3 +LG植物胶+CMC配制泥浆,根据地层情况及时调整泥浆性能参数;同时使用除砂器除砂,尽量降低泥浆中的含砂量,提高泥浆的质量,从而提高泥浆的携砂能力,在第三系钻进时,还加放了部分水解的聚丙烯酰胺作絮凝剂,以加速岩粉的沉淀。

在先导孔施工使用的泥浆,其漏斗粘度控制在18~21 s,密度1.02~1.08 g/cm³,pH值为8。

5.3 下套管措施

5.3.1 套管准备

甲方供应的套管到工地后,组织电气焊人员到现场处理套管头,套管头用气焊打斜以增加套管头的接触面,厚度22 mm套管,端面留11 mm平面,厚度16 mm套管,端面留8 mm平面。要求打斜表面光滑,清除氧化铁。

5.3.2 焊接肋骨片

在套管一头焊接4片起扶正、提引作用的肋骨片,肋骨位置距套管上头300 mm。要求肋骨焊接强度高,能够承受套管卡子的提拉负荷。提引最大重力400 kN。

5.3.3 套管卡子及螺栓

套管卡子按照技术要求加工,外部采用30 mm厚度铸钢材料制成,内部与套管接触面采用木料,以增加卡子与套管间的摩擦力,卡子挂绳缺口处要设一定的圆弧,减少对钢丝绳的破坏。套管卡子螺栓、螺母,要求使用合金钢制作,螺母必须使用加厚螺母。

5.3.4 钻塔加固

为提高钻塔的承载能力,钻塔腿用Ø89 mm钻杆加固,加固钻杆长度必须高出钻塔锁扣铁。加固钻杆要保证外平,加固钻杆接口处必须使用U形卡。在钻塔天梁处增加两条工字钢,分担钻塔锁口铁负荷。钻塔加固时,同时对钻塔螺栓进行检查紧固。

5.3.5 下套管工具

为减轻工人的劳动强度,提高工作效率,同时使螺栓紧固力均匀一致,下套管时使用气动扳手紧固螺栓,要求气动扳手最小扭矩<1600 N·m。空气压缩机供气量及压力根据气动扳手要求配置。增加链钳,36.48管钳各一把。同时使用75 t电动液压千斤顶,电动油泵及油缸,修好后,在出厂前要试车,确保能够使用并达到最大顶力。

5.3.6 平衡套管重力

施工中,单井套管总质量达150 t,即便对钻塔进行了加固,同时使用千斤顶分担部分套管重力,钻塔也难以承受如此重力的套管,因此,为平衡套管的重力,采用了提高套管在井底所受浮力的方法,即:在最下部一截套管顶端焊接浮力器,浮力器采用逆止球阀原理,与管壁焊接处要求要结实牢固,能承受

巨大的浮力而不损坏。最下部的一根套管底端用铁板焊封,距套管底部每0.5 m留1组出浆孔,共3组,每组4个,用于注浆时浆液向管外排出;下套管时靠排出套管的泥浆浮力减轻钢丝绳承载的套管重力。套管下放过程中重力、浮力以及钻塔的提吊力估算见表1。

表1 套管下放过程中重力、浮力以及钻塔的提吊力估算表

下入深度/m	套管重力/kN	套管浮力/kN	钻塔提吊力/kN
100	192.5	113.8	78.7
200	385.0	227.6	157.4
300	577.5	341.4	236.1
400	770.0	455.2	314.8
500	962.5	569.0	393.5
550	1058.8	625.9	432.9
600	1130.0	682.8	447.2
700	1272.4	796.6	475.7
800	1414.7	910.4	504.3
850	1557.1	967.3	589.8

注:钻塔提吊力=套管重力-套管浮力,表中泥浆密度取1.02 g/cm³。

从表1可以看出,随着套管下入深度的增加,在被泥浆浮力平衡掉一部分套管重力后,其钻塔所承受的拉力越来越大,最大仍可达600 kN左右,这对钻塔的承重能力是一个考验。

经过采取以上几种措施后,本工程在历时4个月,顺利完工,受到了业主的好评。由于未下表层套管,节省了扩孔钻进时间、扩孔钻头的费用、表层套管的费用、水泥浇灌的费用以及水泥候凝的时间,粗略估计单孔可节约成本50余万元,从而提高了利润空间,也提高了市场竞争力,为我单位在今后的大口径井的施工积累了宝贵的经验。

6 结语

在市场竞争日趋激烈的今天,如何提高生产效率,节约生产成本,保证施工质量,将是能否在市场竞争站稳脚跟的关键,本文通过孔壁维护、防斜纠斜、加固钻塔、气动扳手减轻工人劳动强度、靠浮力抵减套管重力等一系列措施,实现了本工程的顺利竣工,为大口径井的施工提供了一条新思路。

参考文献:

- [1] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营:石油大学出版社,2001.
- [2] 李世忠. 钻探工艺学[M]. 北京:地质出版社,1989.
- [3] 李勇,鲁永安,张志峰. 郑煤集团大平煤矿大口径排水井成井工艺[J]. 探矿工程,2002,(6):13-14.