

石油钻井用可钻式浮箍浮鞋在煤矿回灌井中的应用

郭再峰

(河北省煤田地质局水文地质队,河北邯郸 056201)

摘要:将石油专用的可钻式浮箍浮鞋用于煤矿大口径钻孔下套管及固井工作中,替代传统的打水泥座或焊钢板浮力塞加单向注浆阀下套管固井工艺,简化了下套管和固井施工程序,节约工程成本,保证了成井质量。介绍了这种方法在冀中能源峰峰集团梧桐庄矿回灌1号孔和2号孔的应用情况及效果。

关键词:可钻式浮箍浮鞋;下套管;固井;大口径钻孔

中图分类号:TD26;TE256 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2011)06-0033-03

Application of Drillable Float Collar and Float Shoe for Petroleum Drilling in Recharge Well of Coalmine/GUO Zai-feng (Hydrographical Geological Team of Hebei Coalfield Geologic Bureau, Handan Hebei 056201, China)

Abstract: The special petroleum drillable float collar and float shoe are applied in the casing running in large diameter borehole of coalmine and well cementing. With this new technology, the conventional cement base setting or floating plug by welding steel plate to the case + one-way grouting valve is replaced and the procedure of casing running and well cementing are simplified. By these means, the engineering cost is saved and the well quality is guaranteed. The paper introduces the technology application and the effect in recharging hole of Wutongzhuang mine.

Key words: drillable float collar and float shoe; casing running; well cementing; large diameter borehole

1 概述

浮箍浮鞋是石油钻探成井技术中的专用元件,安全可靠,它主要作用是引导套管柱顺利入井,调整套管柱所受的浮力,达到减轻钻塔载荷的目的,待套管下入到设计的位置后,再下入注浆插头,使用专用固井车固井,从而保证固井质量。

我单位以往在煤矿大口径钻孔施工中遇到下入直径大、吨位重的套管并要求固井等情况时,一般施工工艺是采用水泥将注浆接头固定在套管底部制成水泥塞或采用钢板将注浆接头焊接在套管底部制成浮力塞,用以增大套管在孔内的浮力,达到减轻钻塔载荷的目的。用水泥制作的水泥塞在大吨位的套管下放中安全系数低,只适合用于浅孔的套管下放,钢板浮力塞安全系数高,但是两种浮力塞注浆结束后都需要扫除浮力塞,另外还得取出注浆接头,时间长,费时费力。所以,如何安全顺利下入套管及高质量的固井成为大口径成井施工中的关键工序。

2008年,我单位承揽施工了冀中能源峰峰集团梧桐庄矿回灌1号孔和2号孔,设计孔深1200m,要求下入 $\varnothing 325\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ 无缝钢管封隔奥陶系灰岩以上地层,并要求水泥固井及耐压试验,试验压力为4 MPa,时间为30 min。为解决传统方法存在的

问题,我们采用了石油浮箍浮鞋下套管和固井技术,从实际应用效果来看,该方法安全可靠,简化了下套管和固井施工程序,节约工程成本,保证了成井质量。

2 钻孔结构及成孔情况

2.1 钻孔结构

一开0~146 m,孔径508 mm,下入 $\varnothing 426\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 螺旋管作为表层套管,隔离地表松散复杂地层和地表浅水层,使淡水层不受钻井液污染。

二开146~830 m,孔径394 mm,下入 $\varnothing 325\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ 无缝钢管作为生产套管,封隔奥陶系灰岩以上地层,该层生产套管需要水泥固井,为检验固管质量在孔口做耐压试验,压力为4 MPa,稳定时间30 min。

三开830~910 m,孔径295 mm,下入 $\varnothing 273\text{ mm} \times 8\text{ mm}$ 无缝钢管制作的花管,作为过滤管。

四开910~1200 m,孔径244 mm,为裸孔。

2.2 成孔情况

经过3个月的施工,钻进到831 m,进入下 $\varnothing 325\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ 生产套管关键阶段。

2.2.1 圆孔

收稿日期:2011-03-02

作者简介:郭再峰(1961-),男(汉族),河北邢台人,河北省煤田地质局水文地质队副总工程师,探矿工程专业,从事煤田地质勘探、水文地质勘探工作,河北省邯郸市峰峰矿区峰钢街20号,guozai-feng@163.com。

用 $\text{Ø}325\text{ mm} \times 12\text{ mm} \times 10\text{ m}$ 套管分上中下帮筋加焊6组肋骨条,加工成 $\text{Ø}390\text{ mm}$ 的筒状钻具,筋上焊上大八角硬质合金做成圆孔器下入孔内,从146 m处开始圆孔,将孔内的螺旋及弯曲顺直,另外将孔壁的泥皮清洗掉。圆孔时低转速,压力要保持均匀,圆孔至831 m后开始调浆。

2.2.2 调浆

将孔内的泥浆指标调整为:密度 $1.08 \sim 1.15\text{ g/cm}^3$, pH值为8,粘度为 $20 \sim 22\text{ s}$ 之间,失水量 $12 \sim 14\text{ mL/30 min}$,含砂量 $\geq 3\%$,泥皮厚度 $< 1.5\text{ mm}$,加入1 t粉状钻井润滑剂,调浆过程中清理孔底沉渣,沉渣厚度 $\geq 300\text{ mm}$ 。

2.2.3 探孔

为保证下管畅通无阻,先用 $\text{Ø}325\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ 的生产套管3小根接成30 m左右的管柱,上部连接 $\text{Ø}127\text{ mm}$ 钻杆送入孔内进行探孔,探孔时严禁强蹶硬拧。如果探孔过程中套管受阻,则提钻进行圆孔。

3 施工重点及解决方法

3.1 施工重点

在下入 $\text{Ø}325\text{ mm} \times 12\text{ mm} \times 830\text{ m}$ 套管时,由于套管直径大、吨位重、下入深度深,固井质量要求高,又要求耐压,所以成为本次施工中的重点。

3.2 解决方法

(1)为快速下入 $\text{Ø}325\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ 的无缝钢管,套管两端分别加工成公、母扣,扣长由原来的65 mm增加至90 mm,螺距也由原来的4 mm方扣改成6 mm的方扣,其目的是拧扣速度快,增加丝扣的抗拉强度。

(2)根据套管的直径、质量大小和卡瓦的特点,特制专用的井口支架和井口板,井口支架由22a槽钢焊接成井字形,井口板由22 mm厚的钢板制成。用石油CMS-XL型套管卡瓦制作卡具。

(3)用 $\text{Ø}325\text{ mm}$ 套管400 mm短节做3个提头,上部割孔用穿杠提升。

(4)由于 $\text{Ø}325\text{ mm}$ 套管实际下入质量为77.5 t,而我们采用的A型27 m钻塔承载能力为700 kN,所以必须加装浮力塞,用以减轻钻塔载荷,确保下管安全。根据该孔技术要求,经技术论证,决定采用石油专用的可钻、插入式浮箍浮鞋作为浮力塞。

4 浮鞋浮箍的选用及改制

浮鞋浮箍的作用是在下套管过程中保持环空钻井液流动,使套管顺利下井;在下套管过程中可掏空

一定量的钻井液,在浮力的作用下,可使套管柱悬浮,减轻钻塔负荷。它还是套管的下部结构,用来引导套管入井。它作为注水泥的通道,又能防止水泥浆倒流入套管内。对于 $10\frac{3}{4}\text{ in}(\text{Ø}273\text{ mm})$ 以上套管注水泥,为了减少混浆,快速注入水泥,一般采用钻杆接注浆插头插入浮箍(浮鞋)来注水泥(称为内管注水泥)。

该产品分为3部分:浮鞋(图1)、浮箍(图2)及注浆插头(图3)。浮箍浮鞋均为铝合金,采用尼龙浮球式封闭。浮鞋即是回压阀直接装在套管短节内,下部接上套管引鞋,因为不需要昂贵的外壳,因此价格便宜。回压阀全部由铝合金等可钻性材料制成,可以直接用牙轮钻头钻除回压阀,密封可靠。浮箍也是一种回压阀,上部带有锥形窝,可引导注浆插头快速插入(见图4)。注浆插头直径与浮箍内径相同并带有密封圈,外壁有4条钢板做为扶正器,上部为 $\text{Ø}127\text{ mm}$ 钻杆母扣。



图1 浮鞋



图2 浮箍

由于石油专用浮鞋都是定型产品,而该孔需下入的套管直径为 $\text{Ø}325\text{ mm}$,没有与之配套的浮鞋浮箍,所以要对其进行改制。选用 $13\frac{7}{8}\text{ in}(\text{Ø}352\text{ mm})$ 浮鞋及浮箍,将浮鞋的外管改用 $\text{Ø}325\text{ mm} \times 12\text{ mm}$

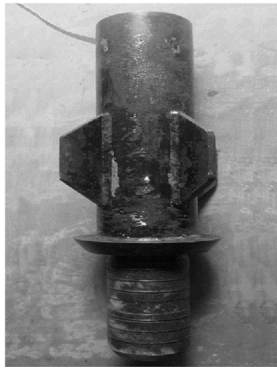


图 3 注浆插头

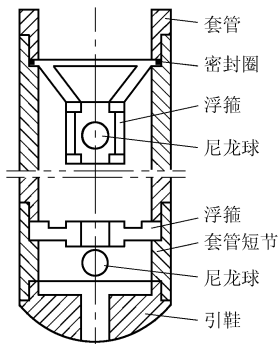


图 4 浮箍、浮鞋结构图

的套管,长度为 400 mm,丝扣改为螺距 6 mm 的方扣,将浮箍外径在车床上车成 $\varnothing 312$ mm(即套管母扣内径),将注浆插头扶正器的直径车成比 $\varnothing 325$ mm \times 12 mm 套管内径小 6 mm 即 $\varnothing 295$ mm。

5 工作步骤

(1)浮箍浮鞋确保在孔底顺利打开,若浮箍浮鞋在孔底打不开,将会造成无法固井,下套管与固井将会失败,因此必须保证泥浆含砂量 $< 3\%$,再根据孔内沉渣深度相应加深孔深,保证下入钢管达到设计深度,其次,浮鞋距离孔底应在 0.5 ~ 1 m 之间,确保孔底返浆畅通。

(2)对接浮鞋。下管前将改制后的浮鞋对接在第一根套管底部。

(3)加入浮箍。第一根套管下入后将浮箍加入套管上端母丝扣内,然后再接上第二根套管,将其压紧。

(4)下套管。下管过程中,根据计算套管重力 G 与浮力 F 的关系,当重力 G 大于浮力 F 时套管才能下入。由于孔内泥浆不能进入套管中,所以当套管下到一定深度,套管内空较多时,浮力过大,所以应及时向套管内注清水。在下套管过程中拉力表提升力保持在 100 ~ 120 kN 范围内,随时往套管内注入

清水,以防止压差过大,挤扁套管或损坏浮箍浮鞋。

(5)下入注浆管路。下完套管后,浮鞋距孔底应在 0.5 ~ 1 m,将套管用卡瓦固定在井口支架上,然后下入 $\varnothing 127$ mm 钻杆,钻杆底部接上注浆插头,当接近浮箍时,接上立轴,开泵冲洗浮箍上部(可能有泥沙),停泵后慢慢插入与浮箍对接,观察悬重变化。先加压 10 ~ 20 kN 循环,根据循环泵压、水泥浆密度,最后确定加压值,目的是防止插头被顶出浮箍。本次注浆加压 20 kN。

(6)循环泥浆。由于在套管下入过程中孔壁上的泥皮有很多被套管挂入孔内,所以插头插入后必须开泵循环泥浆,将孔内掉落的泥皮及沉淀的岩粉循环出来。开动除砂器清除岩粉,循环泥浆,固井前的泥浆性能为:密度 1.08 ~ 1.10 g/cm^3 ,粘度 19 ~ 20 s,失水量 15 ~ 18 mL/30 min,含砂量 2%,pH 值 8。

(7)注水泥。为保证固井质量,我队特聘大港油田固井工程公司专业队伍进行固井,本次使用石油 SMC-400 型高压固井车(图 5)。注浆前将注浆泵高压管直接与主动钻杆高压管连接,打前置液。前置液的作用是将水泥浆和孔内泥浆隔离开,清除孔壁泥皮,起到隔离、缓冲、清洗的作用,提高水泥和井壁的固结质量,保证固井质量。在该孔中采用清水作为前置液,打入量为 10 m^3 。打入前置液后,开始注浆。该孔固井共用水泥 43 t,灰浆配置密度最大为 1.75 g/cm^3 ,最小为 1.60 g/cm^3 ,平均为 1.68 g/cm^3 。



图 5 高压固井车

(8)替浆。注完水泥浆并看见水泥浆从套管外环状间隙返出孔口后,再泵入清水进行替浆。替浆量为注浆管线的容积,经计算为 6.78 m^3 。替浆完毕后,将管内钻具提出并进行泥浆循环,以确保注浆管路没有残存水泥浆液。

(下转第 39 页)

内力;(2)桩尖范围内土体基本未受基坑开挖的扰动,被动抗力较大,更容易形成压力拱;(3)桩尖范围的土体受到前后(主动和被动土压力)、上下(垂直自重压力)、左右(平衡的水土压力)等荷载,处于三向应力状态,强度高于普通土体。

针对基坑稳定性,采用启明星软件对主楼基坑围护桩按长桩、短桩、和介于二者的桩,进行了坑底稳定性安全计算,结果如表2所示。

表2 不同深度围护桩的基坑稳定性系数计算一览表

序号	开挖深度/m	入土深度/m	安全系数	备注
1	11.65	12	1.94	按长桩计算
2	11.65	10.5	1.82	按短桩计算
3	11.65	11.25	1.88	按介于二者之间长度计算

从表2可以看到,采用长短桩进行围护,其稳定性不会受很大影响,具有足够的安全性,但经济性却十分明显。

5 结论

(1)钻孔灌注桩做为围护桩在强度设计上可以

采用局部对称,而不必采用沿周长均匀配筋。根据本文的计算,按周边不均匀配筋时围护桩的配筋较传统的方法节省了31.3%的钢筋。

(2)对于围护桩采取长短交错布置,只要长度差适宜,可以保证基坑的坑底稳定性,经济效益也较为明显。

(3)对于围护桩的优化设计是多个方面的,由于条件的限制,本文仅从配筋和桩长两个方面进行了分析,如何全面地进行优化还需要更为深入的研究。

参考文献:

- [1] 李明宇,郭院成,刘耀宗.深基坑隆起稳定性的模糊概率分析[J].河南科学,2009,(8).
- [2] 万云霞,王君,刘福臣.国内外基坑抗隆起验算方法对比分析[J].人民黄河,2010,(5).
- [3] 郑颖人,龚晓南.工程岩土塑性力学基础[M].北京:中国建筑工业出版社,1989.
- [4] 莫海鸿,周汉香,赖爱平.基坑支护桩结构优化设计[J].岩土工程学报,2001,(3):144-148.
- [5] 廖雄华,王蕾笑,张克绪,等.土体非线性弹性-塑性本构模型[J].岩土力学,2003,(1):41-46.

(上接第35页)

(9)凝固水泥及做耐压试验。凝固水泥72h后,下入 $\varnothing 295$ mm牙轮钻头扫除浮鞋及浮箍,进行耐压试验经检测达到了要求。试验完毕后,开始正常钻进,施工钻孔下段。由于准备充分,措施得当,此次下套管过程安全顺利,固井一次成功。

6 结语及建议

(1)在梧桐庄矿回灌孔中应用浮箍浮鞋,简化了下管、固井施工程序,提高了工作效率,既节约工期还节约成本。

(2)随着国民经济的持续快速发展,煤炭的需求将进一步增加,在保证煤矿开采量的提升和安全需要的前提下,大口径服务钻孔越来越多,如:排水孔、送料孔、瓦斯抽放孔、电缆孔、注浆孔等,这些都需要下入大直径厚壁钢管。通过本次采用该项技术在两个回灌孔下管及固井工程中的实际应用,未来浮箍浮鞋在煤矿大口径服务钻孔中的应用前景将十

分广阔。

(3)在具体施工过程中应注意前面提到的连接和一些具体细节管理,可以根据管材直径设计定做各种规格的浮箍浮鞋。总之,应在施工中及时总结经验,使该项技术在煤矿大口径服务孔中得到推广及应用。

参考文献:

- [1] 中国煤田地质总局.特种钻探工程(煤田钻探工程)[M].北京:煤炭工业出版社,1995.
- [2] 乌效鸣,等.钻井液与岩土工程浆液[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2002.
- [3] 彭桂湘,大口径工程井套管事故及预防技术措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):47-50.
- [4] 赵金洲,张桂林.钻井工程技术手册[M].北京:中国石化出版社,2004.
- [5] 杨宗仁,张新华,张西坤,煤矿瓦斯抽排井施工钻孔与巷道串通的治理及成井技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(11):15-17.