

不分散低固相钻井液体系在张掖平山湖矿区中的应用

蔡晓文¹, 纪卫军², 阮海龙², 李艳宁²

(1. 甘肃煤田地质局一四五队, 甘肃 张掖 734000; 2. 北京探矿工程研究所, 北京 100083)

摘要:平山湖矿区第四系、第三系地层属于遇水不稳定地层, 钻探施工时, 地层造浆严重、孔径扩大率高, 造成钻探事故频发、施工效率低。采用以聚合物为主要添加剂的不分散低固相钻井液体系在该矿区进行了应用试验, 有效地抑制了粘土造浆及泥页岩水化膨胀, 取得了很好的效果。

关键词:不分散低固相钻井液体系; 造浆; 井壁扩大; 抑制性能; 平山湖矿区

中图分类号:P634.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)08-0027-02

Application of Non-dispersed Low Solid-phase Drilling Fluid System in Zhangye Pingshanhu Mining Area/CAI Xiao-wen¹, JI Wei-jun², RUAN Hai-long², LI Yan-ning² (1. No. 145 Team of Gansu Coal Geological Bureau, Zhangye Gansu 734000, China; 2. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China)

Abstract: The quaternary and tertiary strata of Pingshanhu mining area are water encounter unstable with serious clay invasion and high borehole expansion rate while drilling; and all these result in frequent drilling accidents and low drilling efficiency. The application test was made on non-dispersed low solid-phase drilling fluid system with polymer as main additives, clay invasion and shale hydration swelling were effectively inhibited.

Key words: non-dispersible low solid-phase drilling fluid system; clay invasion; borehole expansion; inhibiti performance; Pingshanhu mining area

0 引言

平山湖详查勘探区位于甘肃省张掖市北 150 km, 该区煤层埋藏较深, 地质条件复杂, 钻探施工难度较大, 经常出现钻杆折断事故。2009 年 9 月开始有 10 台钻机在此施工, 至 12 月份刚完成 17680 m 工作量, 报废 4 口井, 累计报废米数达 3600 m, 施工进度低, 经济损失严重。经过技术骨干研讨分析后认为, 上述问题主要是由于钻井液使用不当所造成的。

1 工程及地质概况

该区钻孔全部使用 Ø98 mm 钻头一径到底, 孔深 1100 ~ 1200 m。

该区第四系地层主要为砂砾层, 厚度不等。北部砂砾层较浅大约 100 ~ 150 m; 南部砂砾层较厚大约 200 ~ 250 m; 砂砾层主要由砂土、亚砂土及砾石松散堆积而成。

第三系全区分布广泛, 北部分布较浅大约有 200 ~ 300 m; 南部分布较厚大约有 600 ~ 900 m。上部为浅红色中、粗砂岩夹杂泥岩、页岩, 胶结松散; 下部为紫红色、黄绿色泥岩、粉砂岩, 泥岩胶结松散。

侏罗系全区分布广泛, 厚度大约 250 ~ 300 m,

主要为灰色粗、细砂岩, 夹杂泥岩、粉砂岩、高炭泥岩, 该层段为主要含煤地层。

采用 XY-5 型岩心钻机, 动力机配备 4135 柴油机; NBB250/6 型泥浆泵, 泥浆泵动力机配备 4105 柴油机; 泥浆搅拌机的转速为 55 r/min; 使用 Ø98 mm PDC 复合片钻头。

施工工艺采用普通单管钻进取心工艺。

2 施工用钻井液存在的主要问题

在进入该矿区施工后, 一直使用的是细分散钻井液体系, 体系配方大致为: 4% ~ 6% 膨润土 + 0.5% ~ 1% 纯碱 + 0.2% ~ 0.4% 低荧光粉 + 0.5% ~ 1% KHm + 0.2% ~ 0.4% CMC。

此体系在开孔后的几天内性能比较稳定, 基本能够维持在密度 1.05 ~ 1.07 g/cm³, 粘度 22 ~ 26 s, 失水量 10 ~ 16 mL/30 min, pH 值 8 ~ 9, 泥皮厚度 0.5 ~ 1 mm, 但随着钻孔深度的增加, 出现诸多问题:

(1) 第三系的泥页岩地层遇水膨胀, 施工中经常出现缩径现象;

(2) 第四系、第三系地层的岩石胶结非常松散、渗透性强, 以粘土为胶结物的砂岩在粘土因造浆流

收稿日期: 2010-03-01; 修回日期: 2010-07-16

作者简介: 蔡晓文(1967-), 男(汉族), 甘肃秦安人, 甘肃煤田地质局一四五队工程师, 探矿工程专业, 从事煤田勘探工作, 甘肃省张掖市, 770929891@qq.com。

失后经常发生掉块、坍塌现象,井径扩大率大,钻杆折断事故增多,多个钻孔在发生断钻杆事故后由于无法找到事故头而报废;

(3)地层造浆严重,一般在孔深 100 m 后,钻井液密度大多在 $1.1 \sim 1.23 \text{ g/cm}^3$ 之间,粘度 45 s 以上,流动性极差,岩粉根本无法沉淀。由于现场没用固控设备,只能通过排浆的方式清理岩粉,同时采用加水和 KHm (加量为 0.8% ~ 1.2%) 来稀释钻井液。这样的处理只能起到缓解的作用,十几个小时后需再次重复同样的操作,平均每天排掉钻井液 $2 \sim 4 \text{ m}^3$ 左右,对水资源(矿区外拉运成本较高)、钻井液添加剂造成了很大的浪费。

3 不分散低固相聚合物钻井液体系应用概况

3.1 选择不分散低固相聚合物钻井液体系的理论依据

(1)具有选择性絮凝作用,能够絮凝钻屑和劣质土,降低钻井液中微米、亚微米粒子比例,维持钻

井液低固相状态;(2)具有良好的包被作用,体系中的聚合物能够包被岩屑,有效防止钻屑的进一步分散;(3)具有较低滤失量和较好的抑制性能,有利于维持孔壁稳定。

3.2 室内试验

3.2.1 钻井液配方设计

在经过了对造浆材料、絮凝剂、包被剂、降滤失剂等材料的优选试验和配方试验后得出了不分散低固相聚合物钻井液的基础配方(1号配方)如下:

$1 \text{ m}^3 \text{ 水} + 1.5\% \text{ LBM} - 1 + 0.05\% \text{ PHP} + 0.3\% \text{ 包被剂} + 2\% \text{ 降失水剂}$ 。

3.2.2 配方性能

为比较不分散低固相聚合物钻井液体系与矿区使用的细分散钻井液体系在性能上的差别,选择 2 号配方与 1 号配方做对比试验,试验结果见表 1。由表 1 可以看出,2 种配方的降失水性能和泥皮质量相当,但 1 号配方具有更加合理的流变参数和更强的抑制性能,更能适合现场的需要。

表 1 配方性能对比表

配方编号	AV/(mPa·s)	动塑比	初切/Pa	终切/Pa	API 失水量/mL	泥饼厚度/mm	粘度/s	密度/(g·cm ⁻³)	膨胀降低率	岩屑回收率/%
1	13	0.65	0.5	1	8	0.5	30	1.02	80.1%	91
2	15	0.68	0.5	9	9	0.5	27	1.03	77.4%	72.5

注:(1)2号配方为:5%膨润土+0.25%纯碱+0.3%低荧光粉+0.8%KHm+0.2%CMC;(2)页岩膨胀用土为安丘土(一种钙膨润土);(3)滚筒回收率试验用的岩屑取自平山湖 903 号钻孔孔深 700 m 处第三系页岩地层。

3.3 现场应用

3.3.1 钻井液配制及性能

在现场应用时,我们以基础配方为基准,结合现场具体情况对钻井液配方做了一定的调整。

调整后的配方为: $1 \text{ m}^3 \text{ 水} + 1\% \sim 2.0\% \text{ LBM} + 0.02\% \sim 0.1\% \text{ PHP} + 0.1\% \sim 0.4\% \text{ 包被剂} + 1\% \sim 2\% \text{ 降失水剂}$ 。

配制方法:首先加入 LBM 搅拌 5 ~ 10 min,然后加入降失水剂充分搅拌 10 ~ 30 min 至 LBM 充分分散,最后再加入配置好的 PHP 和包被剂溶液搅拌 10 ~ 20 min 后即可使用。

钻井液性能:漏斗粘度 26 ~ 32 s,密度 1.03 g/cm^3 ,API 滤失量 8 ~ 12 mL,泥皮厚度 0.5 mm,有韧性。

3.3.2 钻井液维护处理

(1)由于现场没用振动筛、除砂器等固控设备,所以需要组织工人及时清理沉淀坑中的岩粉。

(2)在钻井液循环使用中,需要经常测试钻井液性能,均匀补充聚合物胶液,维持钻井液的优良性能。

(3)在孔深 600 m 后,为了保证钻井液的携岩能力,根据具体情况可以加入适量 XC 或 CMC。

3.4 应用效果

903 号孔在孔深 800 ~ 1200 m 井段试用了该体系,取得了一定效果。随后在 909、908、901 号孔等孔推广使用,截至发稿时采用该体系共完成钻探工作量 3800 m,现场应用表明,使用该体系效果明显。

(1)钻井液抑制性能好,钻孔没用出现膨胀颈现象;

(2)解决了地层造浆问题,不需要排浆,钻井液成本大大降低;

(3)钻探效率提高 25% 以上;

(4)井径扩大率低,没有出现因为孔径变大而发生的钻杆折断事故;

(5)体系对岩屑具有絮凝作用,有利于其在地面循环系统中的沉淀。

4 结语

平山湖矿区第四系、第三系地层属于水敏性地
(下转第 31 页)

kN时,钻杆公接头脱扣。捞出 $\varnothing 71$ mm钻杆52根(长度155.94 m)，“鱼头”井深203.00 m，“落鱼”组合： $\varnothing 73$ mm粗径钻具4.45 m + $\varnothing 71$ mm钻杆259根776.87 m = 781.32 m。钻具提出井口后,发现公接头丝扣处被冲洗液刺穿一个(12 mm × 7 mm)洞眼,考虑母接头的丝扣处也同样刺穿一个洞眼(受拉力有限),决定把打捞矛放入“落鱼”以下3.5 m处打捞($\varnothing 71$ mm钻杆1单根3.00 m长)。

(3)下打捞矛打捞。打捞钻具组合为:打捞矛一套 + $\varnothing 50$ mm钻杆4.70 m + $\varnothing 71$ mm钻杆69根。在探“鱼头”时,发现“鱼头”井深往下跑了1 m,“鱼头”井深204 m。分析原因是:在上次打捞钻具,上提力达208 kN时,把钻杆公接头丝扣拉脱,钻具重力和钻柱产生的弹性伸长而释放出的内部应力,使钻具往下跑了1.00 m。决定把打捞矛放入“鱼头”内井深207.80 m(超过“鱼头”3.80 m),按打捞矛操作方法操作后,上提钻具。在上提力达180 kN时,钻具往上走1.00 m(原卡井深),下放能下放1.00 m(基本到井底),考虑钻具已松动,决定来回在这1 m内活动钻具。

(4)由于钻具不能转动,也不能循环,只能上提,钻具总质量在11 ~ 12 t,只有采取增大上提拉力,增大钻具的活动距离。当上提力达256 kN时,钻具往上跳了一下,钻具往上走了3.80 m,井深980.52 m,钻具活动距离增长到4.98 m,来回在这一井段活动钻具。

(5)在煤系地层,经过约5 h的强提和大距离活动钻具(上提力一直在180 ~ 230 kN),粗径钻具提到井深760 m后,才基本松动(但上提力仍然在130 ~ 180 kN)。

(6)考虑长兴岩层稳定,井眼规则,钻头和扩孔器周围还有岩粉和煤系地层的垮塌物,决定在此井段大距离活动钻具,把钻头及扩孔器周围的岩粉及垮塌物串掉,经过此方法后,上提钻具正常,上提力

为78 ~ 86 kN,于1月29日19:50将钻具全部拉出地面,至此,整个事故处理完毕。

5 教训和经验

(1)严格按照规定检查钻具。在检查钻具时,尽量是把钻具提到安全井段,增长沉砂“口袋”的长度,特别是在煤系地层检查钻具时,应把钻具提高煤系地层进行检查。

(2)在煤系地层中钻进,最好不要带金刚石扩孔器,改为用 $\varnothing 73$ mm外管加工的专用接头。

(3)在任何情况下,一旦发生卡钻事故,都要上提、下放活动钻具,并设法连接立轴钻杆循环泥浆,以求迅速解卡,但在上提、下放时,应根据卡钻性质,灵活掌握,以免使钻具卡得更紧。

(4)发生卡钻后,要根据上提、下放、转动、开泵循环情况,卡点位置、井眼情况以及卡钻前的各种现象,连贯起来综合分析,准确地判断卡钻的性质和卡钻的原因,采取正确的处理措施。

总结起来讲,就是要稳、准、狠。稳不是蛮干,要巧干;准是要科学分析,准确地判断,对症下药;狠是不拖拉,决心要大,措施果断,布置周密,环环扣紧,办法灵活。有时,在不超过设备与钻具允许拉力负荷的前提下,可适当猛提猛放,待钻具有活动距离后,大幅度活动钻具,决不能把钻具拉死,只要采取以上方法,一般不严重的卡钻事故在很大程度上是可以排除的。

参考文献:

- [1] 张长茂,鲍洪智. 廊热S地热井坍塌卡钻事故的发生及处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(11).
- [2] 赵永哲. 大佛寺矿40104 运顺钻孔事故分析及处理技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(11).
- [3] 刘汝山,曾义金. 钻井井下复杂问题预防与处理[M]. 北京:中国石化出版社,2005.

(上接第28页)

层,钻探施工时钻井液造浆严重,孔壁坍塌掉块现象经常发生,井径扩大率高。低固相不分散钻井液体系具有很好的流变性能和抑制性能,实践证明,该体系能够满足该地区钻探施工的需要。

参考文献:

- [1] 鄢捷年. 钻井液工艺学[M]. 山东东营:中国石油大学出版社,

2001.

- [2] 中油长城钻井有限责任公司钻井液分公司. 钻井液技术手册[M]. 北京:石油工业出版社,2005.
- [3] 郭健康,鄢捷年,等. 强抑制性KCl/硅酸盐钻井液体系及其在苏丹六区的应用[J]. 钻井液与完井液,2005,(1):14-18.
- [4] 于培志,牛新明,等. 西部新区复杂地层钻井液技术[J]. 钻井液与完井液,2005,(2):29-32.
- [5] 舒智. 复杂地层深孔钻进关键技术的探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(S1):161-166.