

甘肃武威盆地页岩气“武页 1 井” 成膜低固相冲洗液的应用

单文军¹, 段晓青², 任福建², 张伟华², 岳伟民¹, 李艳宁¹

(1. 北京探矿工程研究所, 北京 100083; 2. 陕西省一八五煤田地质有限公司, 陕西 榆林 719000)

摘要:“武页 1 井”是甘肃省地质调查院实施的一口页岩气基础地质条件调查井, 主要目的是为了查明页岩层段的分布。地层岩性主要为泥岩、砂岩、页岩、碳质板岩、灰岩。浅层倾角大、胶结性差、破碎、井壁强度低。现场采用成膜低固相冲洗液体系, 解决了地层破碎、坍塌掉块和水敏性钻探施工难题, 体系具有护壁性、抑制性和胶结性。使用中取得了较好的效果, 保证了该项目的顺利施工。

关键词:成膜低固相冲洗液; 页岩气钻井; 抑制性; 井壁稳定

中图分类号: P634.6 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2016)07-0111-05

Application of Low Solid Film-forming System in Well “Wuye - 1” in Wuwei Basin of Gansu/SHAN Wen-jun¹, DU-AN Xiao-qing², REN Fu-jian², ZHANG Wei-hua², YUE Wei-min¹, LI Yan-ning¹ (1. Beijing Institute of Exploration Engineering, Beijing 100083, China; 2. 185 Brigade, Shaanxi Bureau of Coal Geology, Yulin Shaanxi 719000, China)

Abstract: Wuye - 1 is a shale gas basic geological survey well to identify the distribution of shale beds. The lithology is mainly mudstone, sandstone, shale, carbonaceous slate and limestone with large inclination, poor cementation, fracture and low wall strength in shallow layer. Low solid film-forming flushing fluid system was used in construction site to solve difficulties of formation broken, collapsing and water sensitive drilling construction. The application of this system has good effects in wall protection, inhibition and cementation to ensure the smooth construction of the project.

Key words: low solid film-forming flushing fluid; shale gas drilling; inhibitory; borehole wall stability

1 概述

《甘肃省页岩气有利目标选区基础地质条件调查(武威盆地)》项目“武页 1 井”, 钻探目的是初步查明主要页岩层段的分布, 获取系统的页岩气评价参数, 评价研究区页岩气资源潜力, 优选页岩气远景区和有利目标区。该井设计井深 2200 m, 终孔口径 113 mm, 全孔取心。现场初始采用低固相聚合物冲洗液体系, 配方为: 3% ~ 6% 钠土 + 0.3% CMC + 1% 腐植酸钾; 泥浆性能参数为: 漏斗粘度 20 ~ 28 s, API 失水 5 ~ 8 mL, 密度 1.05 ~ 1.0 g/cm³。钻井过程中坍塌、掉快严重。采用成膜低固相冲洗液体系钻进后, 护心效果好, 井壁稳定。

2 “武页 1 井”地质工程概况

2.1 “武页 1 井”地质概况

“武页 1 井”地层隶属于华北地层大区, 秦祁昆地层区, 祁连 - 北秦岭地层分区, 跨中祁连、北祁连

地层小区。区内地层从上至下有: 第四系地表覆盖层, 砂土、黄土层; 三叠系的西大沟组、丁家窑组、五佛寺组, 砂岩、破碎; 二叠系地层有红泉组、大黄沟组, 紫红色与灰绿色砂岩互层, 硬脆; 石炭系的羊虎沟组、臭牛沟组和前黑山组, 页岩、砂岩为主; 泥盆系沙流水组, 红色砂岩。

“武页 1 井”地层较为复杂。三叠系以上地层以砂岩为主, 软硬互层, 硬层可钻性差且破碎严重, 部分岩层胶结松散, 地层倾角变化无常, 钻探施工难度大。地层岩性见图 1。

2.2 “武页 1 井”工程概况

“武页 1 井”全孔采用金刚石绳索取心钻进工艺, 根据地层的复杂情况可进行套管护壁。为减轻井内泥浆的环空压力, 采用三级井径进行钻探施工: 上部 800 m 井段钻进采用 Ø100 mm 钻头; 800 ~ 1600 m 井段采用 Ø98 mm 钻头; 1600 ~ 2200 m 井段钻进采用 Ø96 mm 金刚石钻头。

收稿日期: 2016-03-29; 修回日期: 2016-06-07

基金项目: 中国地质调查局地质矿产调查评价项目“重点成矿带钻探冲洗液关键技术与示范”(编号: 12120113097400)

作者简介: 单文军, 男, 汉族, 1985 年生, 硕士, 从事冲洗液技术研究与应用工作, 北京市海淀区学院路 29 号, 82675667@qq.com。



(1) 松散的碳质板岩



(2) 胶结松软的粗砂岩



(3) 大倾角地层岩心



(4) 破碎地层岩心

图1 井场取出的岩心样

井身结构与套管程序如下:

一开采用 $\varnothing 190$ mm 钻头, 钻至第四系黄土以下基岩内, 下入 $\varnothing 168$ mm 套管 60 m 并水泥固井;

二开采用 $\varnothing 100$ mm 钻头取心钻进, 钻穿后进行 $\varnothing 133$ mm 扩孔, 下入 $\varnothing 114$ mm 套管, 下深 300 m;

三开采用 $\varnothing 98, 96$ mm 金刚石钻头钻进至终孔。

3 施工主要难点

在同区域的钻探施工中, 钻遇碳质板岩、胶结松散的泥质粗砂岩、软硬互层的砂岩等复杂地层, 多数井队由于泥浆使用不当, 导致孔壁失稳, 事故频繁, 损失了大量的人力、物力和财力, 延误了工期。存在的主要难点如下。

(1) 0 ~ 800 m, 三叠系西大沟组、丁家窑组、五佛寺组, 二叠系的红泉组、大黄沟组存在着大孔段的破碎地层、胶结松散的粗砂岩地层, 钻进中遇水剥落、坍塌掉块。冲洗液选用防塌、强封堵和强胶结作用的聚合防塌冲洗液体系。

(2) 800 ~ 1650 m 以灰岩、页岩为主, 泥岩夹粉砂质泥岩及粉砂质条带, 可能存在水敏问题, 需预防水敏性地层失稳问题。仍以聚合防塌冲洗液为主, 若护壁困难将其转化为成膜低固相防塌冲洗液。

(3) 为了避免干扰地质录井工作, 不可使用沥青类和含有荧光类的防塌材料, 必需用其它防塌类材料代替, 提高了护壁难度。

(4) 深孔绳索取心钻进, 要求冲洗液具有良好的减摩降阻作用。因此将通过固相含量控制、滤失量控制及添加高性能润滑剂等措施解决。

4 成膜低固相冲洗液配方及室内评价

4.1 成膜低固相冲洗液配方设计

4.1.1 不同井段冲洗液配方及性能(见表1)

4.1.2 冲洗液体系组分及作用

成膜低固相冲洗液体系中所用的处理剂作用如下。

(1) 成膜体系 B 剂, 由多种低分子的硅酸盐类组成, 具有较强成膜性和胶结性的护壁材料, 对于强水敏及易分散地层具有良好的护壁效果, 能有效地提高取心质量。

(2) 包被剂 BBJ, 具有选择性絮凝和包裹岩屑的作用, 能抑制地层造浆, 有利于泥浆的固相控制。

(3) 抗盐共聚物 GTQ, 具有增粘、提切、降失水、抗污染等功能, 用作增粘剂。

(4) 降失水剂 GPNA, 是一种分子量较低的冲洗液用聚合物降滤失剂, 具有良好的降滤失和抗盐效果。

(5) 防塌随钻堵漏剂 GPC, 具有良好的水溶桥接封堵功能, 粘附性强, 可用于封堵漏失地层, 也可以降低冲洗液的失水量。

表1 分段冲洗液配方及性能

| 井段/ m | 冲洗液配方 | 性能参数 | | |
|----------|--|----------|------------------------------|--------------------------------------|
| | | 粘度/ s | 密度/ (g cm ⁻³) | 滤失量/(mL· (30 min ⁻¹)) |
| 0~70 | 1 m ³ 水 + 50~150 kg 膨润土 + 2~3 kg 增粘剂 GTQ + 10~20 kg 防塌型随钻堵漏剂 GPC | 35~60 | | |
| 70~800 | 1号:聚合防塌冲洗液:1 m ³ 水 + 10~20 kg 膨润土 + 1~3 kg 包被剂 + 8~15 kg 降失水剂 GPNA + 10~15 kg 腐植酸钾 K-Hm + 10~20 kg 随钻堵漏剂 GPC + 2~5 kg 增粘剂 GTQ 2号:1号 + 20~50 kg 成膜 B 剂 + 5~10 kg 环保型固体润滑剂 | 20~30 | 1.03~1.10 | ≤8 |
| 800~2200 | 1号:聚合防塌冲洗液:1 m ³ 水 + 0~20 kg 膨润土 + 1~3 kg 包被剂 BBJ + 8~15 kg 降失水剂 GPNA + 10~15 kg 腐植酸钾 + 10~20 kg 随钻堵漏剂 GPC + 2~5 kg 增粘剂 GTQ + 5~10 kg 环保型固体润滑剂 2号:1号 + 20~50 kg 成膜 B 剂 | 20~30 | 1.03~1.10 | ≤5 |

(6)腐植酸钾:用于提高冲洗液密度,平衡地层的坍塌压力;同时具有封堵破碎地层,提高地层抗坍塌能力。

(7)环保型固体润滑剂,该固体润滑剂活性组分具有很强的吸附能力,能迅速在金属表面和冲洗液中的固体颗粒的表面形成牢固的吸附膜,保证冲洗液具有高的润滑性,降低冲洗液流动阻力,降低摩擦阻系数及扭矩,延长钻具使用寿命,减少粘附卡钻事故的发生。

4.1.3 现场岩心浸泡试验

4.1.3.1 “武页1井”128 m 处岩心浸泡试验

为了评价成膜低固相冲洗液的成膜及强抑制性能,对“武页1井”128 m 段岩心进行了浸泡试验,效果见图2~5。



图2 浸泡前的岩块图

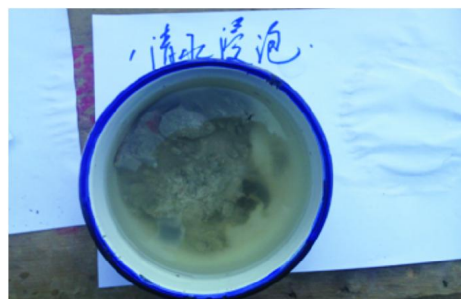


图3 清水浸泡 10 min 后的岩块

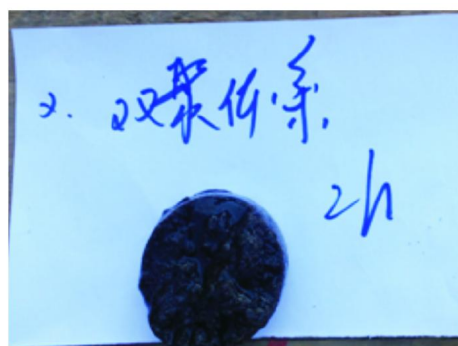


图4 双聚体系浸泡 2 h 后的岩块



图5 成膜体系浸泡 2 h 后的岩块

浸泡试验结果表明,该处松散岩心清水浸泡 10 min 后开始松散,经双聚、成膜冲洗液浸泡 2 h 后依然完好。

4.1.3.2 岩心浸泡内部试验效果(见图6、图7)

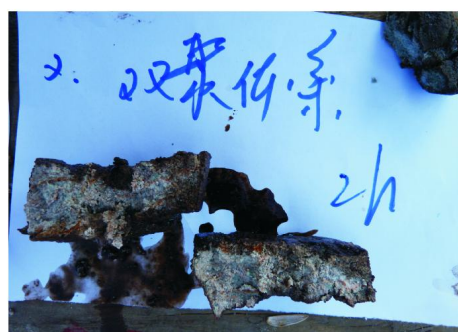


图6 双聚体系浸泡后岩心内部情况

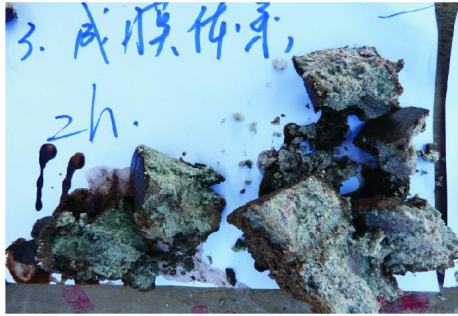


图7 成膜体系浸泡后岩心内部情况

作,使用效果良好。



图8 井场使用的离心机

试验结果表明,用双聚冲洗液浸泡2 h后的岩心较原岩心明显变硬,强度提高,泥浆略微有侵入岩心的情况。成膜浸泡的岩心,泥浆无侵入,且强度较高,说明该体系护壁效果好。

4.2 成膜低固相冲洗液配制与维护

4.2.1 配制方法

在泥浆搅拌机中放入清水,然后加入成膜体系用B剂,待其充分分散后按照配方顺序依次加入随钻防塌堵漏剂、降失水剂、腐植酸钾、环保型固体润滑剂,搅拌5~10 min,然后再加入增粘剂、包被剂,充分搅拌后即可使用。

4.2.2 冲洗液维护

(1)前期换浆时严格按配方配制冲洗液,补浆时可根据性能,参考配方结合各处理剂作用调整冲洗液性能。

(2)成膜体系用B剂使用时一定要保证其有效浓度,通常情况下可以根据取出岩心的状态来判断其浓度是否足够,如果岩心表面比较粗糙、有剥蚀现象,则说明浓度不足,如果岩心表面光滑完整,则说明浓度足量,可以正常添加或者适当减量。

(3)GTQ主要起提粘、提切、降失水的作用,现场根据需要的泥浆粘度,控制加量。

(4)包被剂主要起絮凝岩屑的作用,消耗速度较快,需定期补充预先配置好的胶液。

(5)防塌随钻堵漏剂主要起防塌护壁的作用,对粘度影响不大。

(6)钻进当中每个小班必须测试泥浆性能:六速粘度、密度、API滤失量、漏斗粘度等,填好冲洗液报表。

(7)做好固控工作,保持冲洗液较低的固相含量,避免钻进当中钻杆内壁结垢现象。

(8)井场配备一台处理量为 6 m^3 离心机(见图8),另有一台除砂器。每天启动离心机进行除泥工

4.2.3 现场检测仪器

井场冲洗液测试仪配备有:(1)漏斗粘度计(苏式粘度计清水为15 s);(2)密度计;(3)NS-1失水仪;(4)ZNN-D6六速旋转粘度计。

5 成膜低固相冲洗液体系的现场应用及效果

5.1 成膜低固相冲洗液体系现场使用配方

5.1.1 现场冲洗液配方

1 m^3 水+20~50 kg成膜体系B剂+2~8 kg增粘剂GTQ+10~20 kg环保型固体润滑剂+10~20 kg随钻防塌堵漏剂GPC+2~3 kg包被剂+10~20 kg腐植酸钾。

5.1.2 冲洗液配制

先将成膜体系B剂、随钻防塌堵漏剂、纯碱等依次加入到配浆罐中,待充分溶解或分散均匀后,加入包被剂和增粘剂,充分搅拌后,倒入泥浆池中搅拌均匀,循环过程中慢慢加入防塌减阻剂。

5.1.3 冲洗液性能

密度 $1.03\sim 1.10\text{ g/cm}^3$,粘度20~25 s,滤失量3~8 mL/30 min。

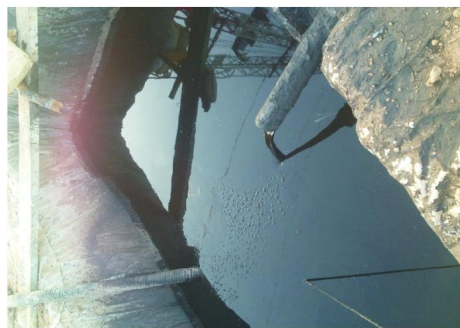
5.2 成膜低固相冲洗液体系现场使用效果

使用成膜低固相冲洗液体系钻进1915.55 m,取得了比较理想的效果(见图9),具体表现在以下几个方面。

(1)护壁效果好,井壁稳定。每次起下钻均无遇阻现象,取心时下钻到底。下套管时井壁稳定,提下钻无遇阻现象。

(2)抑制造浆能力强,泥浆流动性好,岩粉携带能力强、地表沉降效果好。下钻时井底几乎无沉淀,钻具直接就能下到井底。

(3)岩心采取率高,采用成膜低固相冲洗液



(1) 现场配置的冲洗液



(2) 用成膜体系后现场取出的松散含砾岩心

图9 成膜低固相冲洗液体系现场使用效果

体系后,岩心采取率 100%。

(4)使用成膜低固相冲洗液体系后,正常钻进期间泵压 2~4 MPa。

(5)成膜低固相冲洗液体系,配制方法简单,维护方便。

6 结论

(1)成膜低固相冲洗液体系,护壁效果好,抑制造浆能力强,抑制孔壁坍塌掉块效果好。

(2)成膜低固相冲洗液体系,具有有效地防分散作用,在强分散岩心表面形成了一层致密有韧性的保护膜,有效地保证了取心质量和采取率。

(3)成膜低固相冲洗液体系,携砂能力强,流动性好,配制简单,维护方便,减轻了现场人员的工作量,提高了钻探效率。

参考文献:

- [1] 鄢捷年. 冲洗液工艺学[M]. 山东青岛:中国石油大学出版社, 2005.
- [2] 陶士先,李晓东,吴召明,等. 强成膜性护壁冲洗液体系的研究与应用[J]. 地质与勘探, 2014, 50(9): 1147-1154.
- [3] 胡继良,陶士先,纪卫军,等. 破碎地层孔壁稳定技术的探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(9): 30-32.
- [4] 李攀义,单文军,储伟,等. 双聚防塌冲洗液体系在 GHW2 井中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2015, 42(5): 12-15.
- [5] 李浩,陈礼仪,陈尔志,等. 新型水基冲洗液成膜处理剂的研制与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(4): 20-22.
- [6] 孙金声,刘雨晴,唐继平,等. 超低渗透冲洗液完井液技术研究[J]. 冲洗液与完井液, 2005, 22(1): 1-4.
- [7] 孙金声,林喜斌,张斌,等. 国外超低渗透冲洗液技术综述[J]. 冲洗液与完井液, 2005, 22(1): 57-59.
- [8] 徐同台,赵忠举,袁春,等. 国外冲洗液和完井液技术的新进展[J]. 冲洗液与完井液, 2004, 21(3): 1-10.
- [9] 白小东,蒲晓林,等. 水基冲洗液成膜技术研究进展[J]. 天然气工业, 2006, 26(8): 75-77.
- [10] 张克勤,方慧,刘颖,等. 国外水基冲洗液半透膜的研究概述[J]. 冲洗液与完井液, 2003, 20(6): 1-5.
- [11] 陶士先,陈礼仪,单文军,等. 汶川地震断裂带科学钻探项目 WFSD-2 孔钻井液工艺研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(9): 45-48.
- [12] 孙玉学,王媛慧,李玉莲,等. 乾安地区井壁坍塌机理及冲洗液技术研究[J]. 冲洗液与完井液, 2009, 26(5): 76-78.