

御道口油页岩矿区钻井液的研究与实践

于保国, 耿 印, 于志坚, 周恩波, 布 凡
(河北省地质矿产勘查开发局第四地质大队, 河北 承德 067001)

摘 要:油页岩矿区地层结构复杂, 钻孔施工中常有坍塌、掉块、缩径、钻井液漏失等现象发生, 易造成埋钻、卡钻、烧钻等事故, 且取心困难。通过综合分析并进行实验室试验研究, 选择对御道口油页岩地层有较好抑制性的钻井液配方, 在生产中选择正确的配制方法并保持好钻井液的性能。通过施工验证, 取得了较好的施工效果和经济效益, 并收集了大量经验数据, 为今后在类似矿区钻探施工提供了技术支撑。

关键词:油页岩矿区; 复杂地层; 钻井液

中图分类号: P634.6 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2014)11-0010-04

Study and Practice of Drilling Fluid for Yudaokou Oil Shale Mine Area/YU Bao-guo, GENG Yin, YU Zhi-jian, ZHOU En-bo, BU Fan (The Fourth Geological Team of Hebei Provincial Bureau of Geological Exploration and Mineral Development, Chengde Hebei 067001, China)

Abstract: Because of the complex formation structure in oil shale mine, collapsing, block falling, diameter shrinkage and loss of drilling fluid often occur in the drilling operation, which make difficulties in core sampling with bit burying, sticking and burning. By the comprehensive analysis and experiments, the drilling fluid compound method with good inhibition is selected for Yudaokou oil shale formation, the satisfied effects and ideal economic benefit are obtained, and a large amount of experimental data are collected to be technical reference for the drilling operation in similar mines.

Key words: oil shale mine area; complex formation; drilling fluid

1 御道口矿区地层概况

承德御道口矿区隶属于河北省承德市围场满族蒙古族自治县御道口乡、御道口牧场和机械林场所辖区域。从成矿地质条件看, 位于华北地台北缘与内蒙古大兴安岭褶皱系衔接部位的褶皱系单元中, 属多伦复背斜(Ⅲ)的棋盘山中凹陷(Ⅳ)构造单元。区域上出露的地层主要有少量的二叠系、广泛发育的侏罗系、白垩系和第三系玄武岩及第四系覆盖层。

二叠系地层主要为二叠系下统, 岩性为灰绿、灰白色砂岩、紫红色砂砾岩、灰紫色粉砂质泥岩和黑色页岩, 厚度 300 m 左右。

侏罗系以晚期张家口组地层为主。地层以中酸性火山岩和火山碎屑岩为主, 还有少量沉积的砂岩、粉砂岩、砾岩等, 产有珍珠岩矿和沸石矿。厚度 200 ~ 600 m。

白垩系大北沟组, 由褐红色安山岩和火山碎屑岩组成。厚度 260 ~ 800 m。

第三系地层为汉诺坝组玄武岩, 共五期喷发, 近水平产出, 覆盖于白垩系和侏罗系地层之上。一般厚度 50 ~ 700 m。

第四系近代堆积多沿沟谷及山地缓坡发育, 该

区域风成含砂黄土层发育, 沿河谷局部有风成砂。

从以往在御道口油页岩地区钻探施工来看, 遇钻地层岩性主要有第四系含砂黄土层、粉砂岩、砂岩、砾岩、泥质岩等。坍塌、漏失、掉块、缩径卡钻等孔内事故时有发生。施工地层属于特殊的复杂地层, 施工难度大, 进尺效率低。2013 年我单位为解决本矿区施工难点, 专门立项成立专家组研究御道口矿区油页岩复杂地层钻井液的选择、配置与使用方案, 并通过实践取得了较好的效果。

2 御道口矿区地层失稳及孔内漏失原因分析

2.1 地层失稳原因分析

御道口矿区孔壁失稳原因主要是矿区岩层在形成过程中或形成以后, 由于挤压、扭转、风化、沉积等内外动力地质作用, 形成松散层、破碎带、断层孔隙环境、裂隙环境以及溶隙性环境, 当钻进到此层位时, 岩层三维受力状态被破坏, 岩层特性、钻柱扰动和冲洗液浸泡、冲刷造成钻孔孔壁不稳定。

2.2 御道口矿区孔内漏失原因分析

御道口矿区盆地为断陷盆地, 主要岩石包括(油)页岩、安山岩、玄武岩、砾岩、含砾砂岩、粉砂岩

收稿日期: 2014-04-10; 修回日期: 2014-08-12

作者简介: 于保国(1979-), 男(满族), 河北隆化人, 河北省地质矿产勘查开发局第四地质大队, 勘查技术与施工专业, 从事钻探施工与管理
工作, 河北省承德市偏岭地质科技大厦, yubg2286130@163.com。

和粘土岩等。本矿区易漏地层主要是由于玄武岩和安山岩内部有杏仁状气孔结构,而且在岩层交界处有不同程度的裂隙和碎裂,导致御道口矿区钻孔普遍存在漏水现象。其中岩石孔隙是本矿区钻孔漏水的主要漏失通道。在玄武岩下部有一个古风化带容易漏失。油页岩夹杂粘土岩的地层都相对稳定,一般不存在漏失通道。本矿区的沉积岩地层不漏水,但是在沉积地层中钻进孔壁坍塌、掉块,需要做好钻井液护壁工作。

2.3 御道口矿区钻孔堵漏方法

本矿区在实际生产过程中,遇到漏失、坍塌地层后,我们采用通过调节钻井液性能,达到护壁堵漏效果,快速处理通过复杂地层后下入套管隔离。但这需要在施工前根据地质资料制定钻孔施工方案设计合理钻孔结构。在施工中预留一级口径为钻孔顺利完成打下基础。

2.3.1 随钻堵漏方法

2013年御道口矿区所施工的8个钻孔,施工过程中都出现不同程度的钻井液漏失现象。在漏失不严重,钻井液能从孔口返出2/3时要考虑在钻井液中加入随钻堵漏材料,如801堵漏剂。实践证明,随钻堵漏在孔裂隙 ≥ 3 mm时使用方便且效果显著。

2.3.2 水泥浆液护壁与堵漏方法

水泥浆液作为护壁与堵漏的材料已有很长的历史。在地质勘探施工的钻孔中,常用水泥浆液加固孔壁,防止坍塌掉块,封堵漏失地层。由于水泥浆液具有原料来源广,价格便宜,结石强度高,抗渗透性能好,灌注工艺简单等优点,已成为钻探施工中处理复杂地层的主要手段之一。

3 根据矿区地层情况配制抑制性钻井液

3.1 配制抑制性钻井液的机理

(1) 优质土。由于水化效果好,粘土颗粒吸附了较厚的水化膜,钻井液体系中的自由水量大大减少,所以优质土钻井液的失水量远低于劣质土。

(2) 采取“粗分散”方法。使粘土颗粒适度絮凝,而非高度分散,从而使井壁岩土分散性减弱,保持一定的稳定性。

(3) 添加降失水剂。通过增加水化膜厚度,增大渗透阻力、孔壁网架隔膜作用,可使失水量明显减少。

(4) 提高基液粘度。钻井液中的“自由水”实际上是滤向地层的基液,其粘度愈高,向地层中渗滤的速率就愈低。

(5) 调整钻井液密度,平衡地层压力。孔内液体压力与地层中流体的压力差是钻井液失水的动力,尽可能减少压力差,维持平衡钻进是减少钻井液漏失的有效措施。

(6) 利用特殊离子对地层的“钝化”作用。一些特殊离子的嵌合作用可以加强粘土颗粒之间的结合力,从而使孔壁稳定性提高。

(7) 利用大分子链网在孔壁上的隔膜作用。钻井液中的大分子物质相互桥接,滤余后附着在孔壁上形成阻碍自由水继续向地层渗漏的隔膜。

(8) 利用微颗粒的堵塞作用。在钻井液中添加与地层空隙尺寸相配伍的微小颗粒,堵塞渗漏通道,降低漏失量。

(9) 活度平衡。使钻井液化学性质与地层化学性质相近,减少相互之间的物质扩散交换程度。

3.2 钻井液体系实验室试验配方

以往我队在深孔施工中使用的钻井液配方主要有:

(1) 水 + PHP;

(2) 水 + 粘土 + CMC + KHA;

(3) 水 + CMC + KP 共聚物 + 磺化沥青 + 随钻堵漏剂(标称传统3号配方)。

其中配方1用于地层情况简单的浅孔(500 m以浅),可以节约大量施工成本;配方2主要用于孔深在500~1000 m相对简单的地层;配方3主要用于孔深较大的复杂易漏失地层。

实验室配方原则:根据御道口矿区地层及岩性特点,用御道口矿区敏感性地层的岩样进行压块,实验室所选的抑制性钻井液分别浸泡试验后,选择对压块影响最小的配方,按照钻井液配伍试验数据和配方配制钻井液,在矿区实践进行比对,最后确定最佳试验配方(参见图1、图2和表1)。

根据矿区地层失稳及孔内漏失原因机理分析,选用这7种配方钻井液进行岩样多次浸泡试验,根据得出的上百组数据,分析试验,优选出适合御道口



图1 实验室压块试验



图2 岩样浸泡试验

页岩地层施工的13403号钻井液配方。

3.3 13403号配方钻井液施工验证

根据矿区岩层的特征、孔内实际情况等因素,在ZK801、ZK003和ZK2402孔选择实验室优选的13403号配方钻井液进行生产使用,对施工中钻遇的破碎带、坍塌、掉块、遇水膨胀、剥落岩层等10余层都起到了较好的抑制作用。

ZK801孔40~60、90.5~145.3m孔段残坡积破碎带以及气孔状玄武岩都得到了较好的抑制。

表1 实验室7种钻井液的配方及性能参数

配方编号	钻井液配方	漏斗粘度/s	密度/(g·cm ⁻³)	API失水量/[mL·(30 min) ⁻¹]	泥饼厚度/mm	pH值
13401	粘土4% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 3.5%	20.2	1.03	8.4	0.6	7
13402	粘土4% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 2.5%	19	1.03	8.8	0.5	8
13403	粘土4% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 4%	20.9	1.03	7.2	0.6	8
13404	粘土4% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 4.5%	22.5	1.03	7.1	0.5	8
13405	粘土3% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 2.5% + CaCl ₂ 0.1%	21	1.03	9.3	0.5	10
13406	粘土4% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 2.5% + CaCl ₂ 0.2%	22.4	1.03	9.4	0.5	10
13407	粘土5% + Na ₂ CO ₃ 6% + CMC 0.1% + PHP 0.15% + KHA 2.5% + CaCl ₂ 0.2%	24.6	1.04	9.2	0.5	10

ZK003孔260~280、303~402m孔段钻遇无胶结物的破碎带,岩石疏松,不仅坍塌、掉块严重,而且漏水,通过使用所配的钻井液施工和采取提钻时回灌方法,限制提下钻具速度,减少压力“激动”等措施,都取得了很好的抑制效果。

施工钻孔虽遇多个破碎层,但是由于使用的钻井液携排砂及护壁性能好,孔内干净,孔壁稳定,保障了生产顺利进行。

4 野外施工现场钻井液的配制过程

根据实验室钻井液配伍实验和岩样防塌浸泡实验得出的性能参数,在现场进行钻井液配置。配制时必须“严格计量—分别溶解—依次加入—充分搅拌”,按钻井液配制工艺要求进行操作。下面以配置1m³钻井液为例,说明钻井液的配制步骤:

(1)取0.9m³的水加入搅拌罐中+粘土(钙基)40kg+0.24kgNaCO₃搅拌10min。

(2)称出中粘度的CMC1kg加入搅拌罐中,继续搅拌10min。

(3)(称出PHP1.5kg放入水桶中加水提前进行浸泡2h)把已浸泡好的PHP溶液慢慢倒入到搅拌罐中,进行搅拌10min。

(4)称好40kgKHA加入到搅拌罐中,补加水至1m³,搅拌时间为25min。搅拌至完全均匀后即可使用。

5 钻井液的现场维护方法

控制钻井液中的固相含量,钻井液槽长不应少于15~20m,使钻井液有充分的沉降距离;沉淀坑深度不浅于0.5m,使钻井液有充分的沉降高度。足够长的沉降距离和沉降高度可以剔除钻井液中200目以上的固相颗粒含量的60%。沉淀箱体积相对较大,沉淀时间长,液面相对比较平稳,可以较好地沉淀钻井液中的有害固相。

(1)每个回次必须专人负责钻井液的清理工作,用铁锹和笊篱捞取沉淀槽、沉淀坑及沉淀池中的泥沙。严格控制浆液中的有害固相,正常钻进时一班清理岩粉2次,定期换浆。

(2)钻井液粘度高时,不能直接加清水稀释,应加入低粘度浆液或稀释剂进行稀释降粘。夏季做好浆液的防雨工作,严禁雨水流入钻井液中,稀释钻井液,改变钻井液的性能。

(3)按照已定的钻井液类型配置钻井液,坚持每班检测孔内循环的浆液粘度、密度、失水量、泥皮厚度及质量、pH值;及时了解浆液变化情况,并记录于现场浆液记录表中。发现浆液性能参数明显超出或低于设计要求,效果不能满足生产需要时,应及时用钻井液处理剂现场进行调整。

(4)钻进生产过程中,由于孔深不断加大,地层会不断的变化,钻井液也在不断的消耗,为了保持正常钻进,就必须不断及时地对钻井液量进行补充。当地层变化不大时,一般每个班次要向水源箱内补

充一定量同样性能的钻井液。钻井液技术性能不产生大变化时不予调整,但每班要对钻井液的主要性能进行测试。如地层变化较大,特别是钻遇水敏地层时,除每班补充性能相同的钻井液外,每班还要加大监测频率,发现钻井液性能不能满足钻进需要时及时调整性能。

6 矿区钻孔质量与经济指标分析

6.1 岩心采取率、台月效率及钻孔弯曲度

岩心采取率、台月效率统计见表2。

表2 岩心采取率、台月效率统计

钻孔编号	使用钻井液类型	钻孔终孔深度/m	岩心采取率/%	台月效率/m
ZK002	传统3号配方	485.03	97.8	568.76
ZK003	13403号配方	1578.00	99.4	420.20
ZK802	传统1号配方	772.40	98.3	431.78
ZK2401	传统2号配方	1150.03	99.0	244.69
ZK2402	13403号配方	1005.00	96.0	498.69
ZK2403	传统3号配方	607.64	92.3	479.74
ZK3203	传统1号配方	880.00	96.3	466.04
ZK801	13403号配方	1106.22	97.3	556.20

弯曲度及测量。御道口矿区的钻孔均为直孔,采用JTC-1型动调陀螺仪每百米测量一次,倾角角度在允许误差范围之内,终孔位置均不超过勘探线间距的1/4。

6.2 矿区主要经济技术指标分析

(1) 矿区施工1000 m以浅的钻孔4个,其中ZK002和ZK2403孔由于孔深不大,地层相对简单,从节约成本的角度出发,采用传统3号钻井液配方进行施工,台月效率分别为568.76、479.74 m。ZK802、ZK3203孔采用传统1号钻井液配方进行施工,台月效率分别为431.78、466.04 m。对比发现台月效率相差不大。

(2) 施工1000 m以深的钻孔4个,其中ZK2401

孔采用传统2号配方钻井液进行施工,工期为201天,其中减去在深孔详查矿区实验螺杆钻具绕障60天,最终计算台月效率为244.69 m,台月效率比其它同类钻孔明显偏低。ZK003、ZK801、ZK2402孔均采用实验室新配制的13403号配方钻井液进行施工,台月效率分别为420.20、556.20、498.69 m,台月效率比ZK2401孔分别高出72%、127%、100%。按照机台生产每台月生产费用16万元来计算,分别节约钻进成本11.52万元、20.32万元、16万元。

7 结语

对于御道口矿区油页岩水敏性地层的钻探施工,我们采用压块实验、浸泡实验、多种配方对比、实践验证等方法选择了13403号配方钻井液。在施工中13403号配方钻井液取得了良好的经济效益,保障了施工顺利的进行。说明该配方适合于该地层的施工。根据地层性质研究,选择钻井液种类,通过实验进行比对,现场实践进行验证,积累经验,加强科研攻关,有效的引进新技术、大胆的试用新的材料,对于钻探行业的施工能取得良好的经济效益至关重要。

参考文献:

- [1] 李振学. 南坪矿区复杂地层深孔钻进技术研究[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2010, 37(12).
- [2] 徐爱臣. 大规模钻探施工组织管理若干问题与对策[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2012, 39(4).
- [3] 孙丙伦, 陈师逊, 陶士先. 复杂地层深孔钻探钻井液护壁技术探讨和实践[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2008, 35(5).
- [4] 翟东旭. 豫东地区中深孔厚覆盖地层钻探套管护壁和钻井液护壁效果对比[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2013, 40(8).
- [5] 郑思光, 赵世杰, 左新明. 查尔德尔斯坦铜矿复杂地层钻探技术探讨与实践[J]. 探矿工程(岩土掘进工程), 2012, 39(5).

河南省地矿局环境二院深部地热钻探再创佳绩

探矿工程在线消息(2014-10-28) 由河南省环境二院承担的中石化新星地热能开发有限公司清丰县清冶2号地热井近日顺利通过验收。该地热井采用目前国内最前沿的深井用气举反循环钻进技术,克服了诸多不利条件,最终各项指标均超过了设计要求,得到甲方的高度评价。

该地热井由钻探工程分院5号机施工,设计井深1700 m,成井深度1710 m,水温52℃,出水量126 m³/h,单位涌水量达到5.04 m³/h·m。其中1173 m以上段均采用下套管、水泥固井的方式进行封固,取水段为1173~1710 m的岩溶

裂隙、空隙水,水源丰富优质。通过该项目不仅使气举反循环钻进技术得到充分验证,同时也提升了环境二院在深部地热钻探领域的知名度。

据悉,气举反循环钻进技术的优点是孔底干净,钻进过程同时也是洗井过程,抽水洗井仅仅需要1.5 h就达到水清砂净,施工质量相比其他施工工艺有显著提高,单位涌水量也可达到常规钻井工艺的1.2倍以上。

(邢向渠 严珊珊 供稿)