

强封堵油基钻井液在顺北区块应用

苏纪文

中石化中原石油工程有限公司钻井一公司 河南濮阳

【摘要】新疆顺北区块下部地层奥陶系中下统一间房、鹰山组地质岩性为灰色、黄灰色泥晶灰岩。奥陶系碳酸盐岩储层溶蚀孔洞、裂缝发育，常出现井塌、井漏、井涌等井下复杂情况。塌漏同层，密度窗口较窄，同时井底温度较高，聚磺钾盐水基体系泥浆无法满足井下要求。采取预防为主，堵漏为辅的堵漏措施，刚性柔性都漏材料相结合，解决了油基泥浆堵漏难题。为在该区块施工出现井漏提供借鉴意义。

【关键词】油基钻井液；顺北区块；井漏；堵漏技术

【收稿日期】2023 年 1 月 25 日 **【出刊日期】**2023 年 3 月 25 日 **【DOI】**10.12208/j.jccr.20230002

Application of strong plugging oil based drilling fluid in Shunbei Block

Jiwen Su

No. 1 Drilling Company of Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd. Puyang, Henan

【Abstract】The geological lithology of the lower strata of the Shunbei Block, Xinjiang, is gray and yellowish gray micrite limestone. The Ordovician carbonate reservoir is characterized by the development of corrosion holes and fractures, often resulting in downhole complex situations such as well bed, lost circulation, and kick. Collapse and leakage in the same layer, narrow density window, and high bottom hole temperature make the polysulfonated potassium salt based mud unable to meet downhole requirements. The problem of oil based mud plugging has been solved by adopting prevention first, supplemented by plugging measures, and combining rigid and flexible plugging materials. It provides reference significance for the occurrence of lost circulation during construction in this block.

【Keywords】oil-based drilling fluid; Shunbei Block; Lost circulation; Plugging technology

引言

顺北区块水平钻井过程中，水平段井失稳问题相对较为严重，容易发生破碎性垮塌、掉块等方面的问题，造成埋钻、卡钻等方面的故障，若是处理不当，将会对钻井周期造成影响，影响压裂效果和完井固井质量。当井眼失去稳定性，会使得井眼报废，相关企业出现巨大的经济损失，对开发页岩气等矿物效果有直接影响。

1 地层难点分析

1.1 地层岩性特征情况分析

地层岩性特征：奥陶系恰尔巴克组、一间房组和鹰山组，主要岩性为：棕红色灰质泥岩、黄灰色泥晶灰岩、泥晶灰岩。

1.2 顺北区块基本情况概述

顺北区块奥陶系井底温度高达 160℃，要求钻井液具有抗高温的稳定性以及良好润滑性，具有良好流变性，满足定向需求。进入漏失层前提前加入封堵材料，刚性堵漏剂与弹性石墨、球状凝胶相结合。做好目的层井壁稳定工作和油气层保护技术；利用超细目碳酸钙、随钻屏蔽暂堵剂提高封堵能力，做好油气层保护。

2 小型试验及钻井液基本配方

2.1 基础配方小型试验分析

基础配方小型试验如表 1 所示

2.2 油基钻井液基础配方

柴油+浓度 25%氯化钙水溶液（油水比：75:25~90:10）+3~4%主乳化剂+3~4%辅乳化剂+0.5~1%润湿剂+2~4%氧化钙 CaO+2~5%有机土+3~5%

油基降滤失剂+2~6%刚性封堵剂+0.1~0.3%油基钻井液流型调节剂+重晶石。处理剂维护：柴油、主乳化剂、辅乳化剂、有机土、油基降滤失剂、润湿剂、氯化钙、刚性封堵剂、油基钻井液流型调节剂、氯化钙、弹性石墨。

3 油基钻井液性能维护

3.1 通过调节钻井液油水比、有机土含量、乳化剂和流型调节剂加量等方式调整钻井液流变性和乳化稳定性。新配制钻井液钻进过程中的维护，根据综合性能测定情况，同时参考维护配方，做适当调整。

3.2 高密度油基钻井液低密度固相容限较低，在地层稳定情况下尽量减少具有增稠作用的封堵防漏材料。

3.3 有效利用四级固控设备，重点做好一级固控。一级固控采用 200~240 目振动筛并及时检查更换；合理使用除砂器、除泥器、离心机。

4 处理方法及在井应用性能

4.1 乳化稳定性

通过小型试验确定乳化剂或流型调节剂加量；

高含水引起的破乳电压降低，补充乳化剂、流型调节剂的同时要适当补充 CaO 和提高水相氯化钙浓度。

4.2 粘度调节

固相引起的黏度上升，可少量追加乳化剂和流型调节剂，并加强固控设备的使用，及时清除有害固相；水侵引起的黏度上升，伴随破乳电压值下降，可补加乳化剂，并提高 CaO 加量及提高水相氯化钙浓度；含水过高流型难以控制时，考虑掺入基液提高油水比。

4.3 滤失量控制

滤失量控制主要使用降滤失剂，但其充分发挥作用的前提一是乳液要稳定，二是有机土含量不能过低，另外合理的油水比也有助于降低滤失量。调整滤失量之前，先确保乳液稳定，HTHP 滤液不可含自由水；补加降滤失剂，同时在粘切合理情况下适当追加有机土，并补充乳化剂。

4.4 现场应用

强封堵油基钻井液在 SHB5-8CH 井现场应用性能如表 2 所示：

表 1 基础配方小型试验

实验配方	$\rho/(\text{g}/\text{cm}^3)$	Q10s/Q10min	$\Phi 600$	$\Phi 300$	PV	YP	ES	油水比
(柴油 350ml+50ml25%盐水)+3%有机土+4%降失水剂+3.5%主乳+3.5%辅乳+4%生石灰+重晶石	1.35	2/5	48	27	18	3.5	684	88/12

备注：测试实验温度 50℃

表 2 现场应用工作液性能表

井深	密度 (g/cm^3)	粘度 s	含砂%	τ_1/τ_2 Pa	HTHP 滤失量 ml	Pv mPa.s	Yp Pa	含油 %	含水%	固相含量%	破乳电压 v
7775	1.33	65	0.1	3.5/6	3.6	21	7	66	15	19	905
7812	1.34	66	0.1	3/6	3.6	22	6.5	67	15	18	490
7884	1.35	65	0.1	3/6	3.6	23	6	69	14	17	530
7956	1.36	66	0.1	2.5/5	3.6	23	5.5	71	12	17	538
7999	1.35	66	0.1	2.5/5	3.6	25	6	71	12	17	558
8035	1.35	69	0.1	2.5/5	3.6	29	7.5	70	12	18	550
8077	1.35	69	0.1	2.5/5	3.6	31	8	70	12	18	580
8174	1.35	69	0.1	2.5/5	3.6	31	8.5	71	11	18	595
8283	1.35	68	0.1	2.5/6	3.6	31	7.5	72	10	18	600
8325	1.35	67	0.1	2.5/5	3.8	29	5.5	72	10	18	595
8347	1.35	66	0.1	2.5/5	3.8	26	5.5	72	10	18	600
8422	1.35	65	0.1	2.5/5	3.8	25	5.5	72	10	18	632
8452	1.35	65	0.1	2.5/5	3.8	23	5	72	10	18	655
8525	1.35	62	0.1	2.5/5	3.8	22	5	74	9	17	709

5 钻井液防漏措施

5.1 进入易漏层段前调整好钻井液性能，尤其是密度和滤失量应严格控制，保持钻井液良好流动性。

5.2 提前封堵和随钻堵漏，进易漏层段前 50m，按照井浆量一次性追加 4~6%微裂缝随钻封堵剂 MFP-I+2~3%抗高温纤维堵漏剂 HPS-1，提高钻井液的封堵性能。

5.3 起钻前强化封堵，根据需要配 10-15m³ 的封闭浆，泵入易漏失井段封堵，封闭浆（浓度 8~12%）配方：井浆+4~6%微裂缝随钻封堵剂 MFP-I+1%~2%抗高温纤维堵漏剂 HPS-1（0.5~1mm）+1~2%抗高温纤维堵漏剂 HPS-2（1~3mm）。

5.4 钻进中，维持钻井液较好的流变性能，严格控制起下钻速度，尽量减小井内压力激动，预防压漏地层。

5.5 加强液面监测，液面报警装置监测和人工计量检测同时进行，并与地质录井紧密配合，切实做好井漏的预防和预报。

5.6 工程上必须控制下钻速度、排量及开泵方式；下钻应分段循环，排量最大一般不超过正常排量的 1/2，尽量不要在易漏易塌地层定点循环。

6 垮塌预防与处理

根据对顺北区稳定性情况展开分析，结果得到影响稳定性的因素体现在以下几个方面：第一，具有比较高的粘土含量。区域范围内的石块多是伊利石，不含蒙脱石，含有少量的伊/蒙混层。第二，区域范围内存在着微裂缝发育和地层裂缝，具有较强的地层水化分散性。第三，具有比较高的亲水量，钻井液滤液会沿着地层出现的裂缝入侵地层深部为位置，潜移默化的对泥页岩造成影响，产生水化影响。顺北区稳定性问题出现，一方面可导致颗粒之间的胶结力被削弱，另一方面可造成水化出现膨胀压力，导致井眼平衡性丧失，诱发坍塌掉块等方面的问题。

6.1 优选油基封堵材料

钻进过程中对新揭示裸眼地层的微孔微隙、层理裂纹的及时封堵，是阻断压力传递、减少应力破坏稳定井壁和减少漏失的重要保证。室内优选了微米级至纳微米级不同级配的亲油或双亲封堵材料，材料可通过 200 目振动筛，保证在循环浆体中的有效含量，满足对新钻裸眼的即时封堵。主要包括：

柔性材料：球状凝胶封堵剂；

刚性材料：600 目~2000 目超细碳酸钙、200 目~300 目弹性石墨粉、纳微米封堵剂

纤维材料：油基封堵剂

不同物理特性及粒径级配的封堵材料，可有效封堵微孔微隙，同时能提高泥饼质量降低滤失，由于封堵材料存在动态损耗，要加大钻井液封堵材料粒径分布检测频次，及时补充相应材料。

6.2 封堵材料基础配方

根据室内砂床承压实验，确定基础配方：0.5%~2%油基封堵剂+0~3%纳微米封堵剂（超细 CaCO₃、弹性石墨粉、微裂缝封堵剂、油基钻井液用变形封堵剂）+1~2%球状凝胶封堵剂 MPA-II/III。实钻过程中，根据井壁稳定情况可做适当调整。

针对顺北区井眼为稳定性方面的问题，在分析其力学失稳的原因时，提出了“强化封堵微观孔隙，抑制滤液入侵、缓和压力传递”的技术性应对措施。在物化封堵作业期间，有机结合有效应力支撑井壁作用，加强对表面水化现象的抑制作用，提高封固的作用，减缓和阻止孔隙压力传递情况，保证建立完成有效的应力支撑井壁，对井壁坍塌压力情况做出平衡处理。在应用该技术手段的时候，要首先保证钻井液的稳定性，强化使用钻井液封堵微裂缝的作用。

7 结语

提高钻井液密度，均匀加重，每循环周密度增加幅度 $\leq 0.02\text{g/cm}^3$ ，避免不均匀加重引起的高密度段塞进入井筒压漏地层，提高物理支撑，预防垮塌；出现漏失要及时堵漏，同时保持一定的井眼液柱压力，减少液柱压力变化带来的井壁失稳；适当提高钻井液粘度和动切力，及时将坍塌物及时从井眼中带出。控制 ECD，避免压力激动，防止诱导裂缝发生。由于奥陶系地层岩石含有溶蚀孔，裂缝发育，地层本身承压能力弱，易漏、易垮塌，强化钻井液封堵性能。

参考文献

- [1] 唐国旺, 于培志. 油基钻井液随钻堵漏技术与应用[J]. 钻井液与完井液, 2017, 34(4).
- [2] 王伟, 赵春花, 罗健生, 等. 抗高温油基钻井液封堵剂 PF-MOSHIELD 的研制与应用[J]. 钻井液与完井液, .

- 2019, 36 (2) .
- [3] 王志远,黄维安,范宇,李等. 长宁区块强封堵油基钻井液技术研究及应用[J]. 石油钻探技术,2021,49(05):31-38.
- [4] 冉启华,黄春,肖沅峰,等. 川渝地区页岩气井油基钻井液封堵评价研究[A]. 中国石油学会天然气专业委员会.第32 届全国天然气学术年会(2020)论文集[C].中国石油学会天然气专业委员会:中国石油学会天然气专业委员会,2020:1978-1992.
- [5] 肖沅峰,黄平,唐润平,等. 强封堵油基钻井液技术在西南地区破碎性页岩地层的研究与应用[A]. 西安石油大学、成都理工大学、陕西省石油学会.2020 油气田勘探与开发国际会议论文集[C].西安石油大学、成都理工大学、陕西省石油学会:西安石油大学,2020:1662-1671.
- [6] 石水健,叶礼圆,赵世贵,等. 强封堵油基钻井液技术的应用与推广[J]. 山东化工,2020,49(14):104-107.
- 版权声明:** ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

**OPEN ACCESS**