

# Application of Suppressed High Density Drilling Fluid in the Well of Wei535

Jianze Hu

Henan Drilling Branch of Sinopec North China Petroleum Engineering Corporation, Nanyang, Henan, 473132, China

## Abstract

Due to the development of perennial water injection in China's Weigang Oilfield, the pressure of the water injection horizon becomes high, and it is very easy for overflow to occur when drilling into the water injection horizon. With the increase of drilling fluid density, weak formations in the upper part are prone to leakage, and downwelling and upwelling are difficult to maintain normal drilling, and strong pulping formations is a major problem for the maintenance of high-density drilling fluid systems. The regulation of drilling fluid rheology is the first task. Once the viscosity and shear force of the drilling fluid increase, it will cause a series of problems, which can easily cause downhole failures such as stuck. On-site personnel consulted relevant data and repeated laboratory experiments to build a set of inhibited high-density drilling fluid system formulas. In the application of Well Wei 535, various performance indicators of drilling fluid met design requirements, which could meet engineering geological needs and ensure downhole Safety provides effective technical support for the construction of high-density wells in Weigang Block, Henan Oilfield, China.

## Keywords

Weigang; high density; suppressed; well fluid; fluidity

# 抑制型高密度钻井液在魏 535 井的应用

忽建泽

中石化华北石油工程公司河南钻井分公司, 中国·河南 南阳 473132

## 摘 要

中国魏岗油田由于常年注水开发, 注水层位压力高, 钻遇注水层位极易发生溢流复杂情况。随着钻井液密度的提高, 上部薄弱地层容易发生漏失, 下涌上漏难以维持正常钻进, 而且强造浆地层对高密度钻井液体系维护来说是个重大难题, 钻井液流变性调控首当其冲, 一旦钻井液的粘度和切力增加, 会引起一系列问题, 极易造成粘附卡钻等井下故障。现场人员通过查阅相关资料, 反复进行室内实验, 构建一套抑制型高密度钻井液体系配方, 在魏 535 井应用中, 钻井液各项性能指标符合设计要求, 能满足工程地质需要, 保证了井下安全, 为中国河南油田魏岗区块高密度井施工提供了有效的技术支持。

## 关键词

魏岗; 高密度; 抑制型; 井涌; 流变性

## 1 引言

魏岗油田位于中国南阳凹陷魏岗-北马庄断鼻构造带上, 东邻牛三门凹陷带, 南面以新野断裂为界, 北部与唐岗-高庄断裂背斜构造带为邻。地层以泥岩为主, 夹浅灰细砂岩, 含砾砂岩等。地层粘土成分比例大, 蒙脱石含量高, 易引起钻头泥包、起下钻阻卡, 高密度井稍有不慎极易造成卡钻; 上部廖庄组疏松, 流砂层易坍塌; 目的层地层压力高, 极易发生水侵, 发生溢流、井塌等井下复杂情况。<sup>[1]</sup>

## 2 魏岗油田高密度钻井液技术难题

高密度钻井液本身具有固相含量高、固相颗粒分散程度

高、自由水少、侵入的钻屑不易清除等特点, 加上魏岗油田地层造浆严重, 钻遇超高压油气层时, 地层水二次污染钻井液, 使钻井液性能变差。因此高密度钻井液在应用过程中存在以下技术难题。

(1) 加重剂可选余地少, 须在用量较低的情况下达到高密度效果。

(2) 地层造浆严重, 在固相含量较高的条件下膨润土最佳限量难以把握, 固控设备受限, 地层造浆严重影响钻井液的流变性。

(3) 高密度钻井液流变性能调节难度大, 钻井液综合性能要求高, 易顾此失彼。

(4) 受注水影响, 高密度钻井液抗可溶性盐及酸性气体等的污染能力差。<sup>[2]</sup>

### 3 室内评价实验

#### 3.1 流变性评价实验

##### 3.1.1 实验配方

1#: 预水化 15% 膨润土浆 + 自来水 + 0.3%BLZ-1 + 1%NH<sub>4</sub>-HPAN + 1.8%SMP-II + 1.8%HFT + 1.8%DWF-1 + 1.8%SPNH + 重晶石粉

2#: 预水化 15% 膨润土浆 + 自来水 + 0.3%BLZ-1 + 1%NH<sub>4</sub>-HPAN + 3%SMP-II + 3%HFT + 3%DWF-1 + 3%SPNH + 重晶石粉

3#: 预水化 15% 膨润土浆 + 自来水 + 0.3%BLZ-1 + 1%NH<sub>4</sub>-HPAN + 2.4%SMP-II + 2.4%HFT + 2.4%DWF-1 + 2.4%SPNH + 1%GF260 + 重晶石粉

4#: 预水化 15% 膨润土浆 + 自来水 + 0.3%BLZ-1 + 1%NH<sub>4</sub>-HPAN + 4.5%SMP-II + 4.5%HFT + 4.5%DWF-1 + 4.5%SPNH + 1%GF260 + 重晶石粉

##### 3.1.2 实验条件

膨润土浆高速搅拌 20 分钟水化 24 小时, 处理剂先配成胶液高速搅拌 20 分钟然后混入适量膨润土浆再高速搅拌 20 分钟测性能。

##### 3.1.3 实验数据如表 1 所示

表 1 实验数据表

配方	坂含	密度	失水	600 转	300 转	静切
1#	18.18	2.24	7.2	215	120	5.5/20.5
2#	24.31	2.30	2.0	/	202	5/16
3#	40.04	2.30	5.8	/	240	5.5/18
4#	42.90	2.30	1.8	/	/	7/25

##### 3.1.4 实验结论

膨润土含量在加重浆中的含量在 20-30g/l, 对加重浆流变性影响不大, 膨润土含量超过 30g/l, 流变性变差。

#### 3.2 抑制性评价实验

采用页岩滚动回收率法来评价处理剂的抑制性。结果如表 2 所示。

表 2 80°C 滚动 16 小时后回收率

序号	配方	45 目筛余 (g)	回收率 (%)	60 目筛余 (g)	回收率 (%)
1	0.3%BLZ-1	28.41	71.03	29.88	74.7
2	0.3%FA367	27.28	68.2	28.92	72.3
3	2%SFT	28.56	71.4	29.92	74.8
4	0.3%FA367+0.3%BLZ-1+2%SFT+0.5%K-HPAN	24.78	61.95	25.36	63.4
5	0.3%FA367+0.3%BLZ-1+1%NH <sub>4</sub> -HPAN	31.96	81.4	32.04	83.1
6	0.3%BLZ-1+6%SMP+6%SPNH+3%DWF-1+3%SPC+1%RT-1	32.44	83.6	33.76	84.5

从表 2 可以看出: 6# 号配方滚动回收率最高, 说明该配方对泥页岩抑制性最好。

#### 3.3 润滑性能评价试验

取现场未做润滑处理的钻井液作基浆, 分别加入不同的润滑剂, 测其摩阻系数的变化, 结果如表 3 所示。

表 3 钻井液润滑性实验

序号	实验配方	泥饼摩阻系数 Kf
1	井浆	0.23
2	1#+2% 乳化石蜡	0.16
3	1#+2%RT-1	0.16
4	1#+8% 白油润滑剂	0.13
5	1#+1%RT-1+5% 白油润滑剂 + 3% 乳化石蜡	0.06

注: 实验用钻井液配方为: 0.3%FA-367+0.3%BLZ-1+0.5%NH<sub>4</sub>-HPAN

由表 3 可以看出, 井浆中加入一定浓度的乳化石蜡、RT-1 和白油润滑剂后, 摩阻系数均有所降低, 5# 配方摩阻系数降低幅度最大。说明该配方润滑防卡能力较强。

### 4 魏 535 井

#### 4.1 基本情况

魏 535 井是中国河南油田部署在南襄盆地南阳凹陷魏岗油田一二区 I 断块的一口采油定向井, 设计井深 1819m, 完钻井深 1409m, 由 40503HB 钻井队承钻。

#### 4.2 井身结构

表 4 魏 535 井井身结构

开数	井眼尺寸 × 井深	套管尺寸 × 下深	水泥返高
一开	Φ311.1mm × 1191m	Φ244.5mm × 1189.85m	地面
二开	Φ215.9mm × 1409m	Φ244.5mm × 1377.47 m	

### 4.3 钻井液难点

#### 4.3.1 临井注水压力高、局部压力异常

相邻注水井魏 214 和魏 2144 井 H2 II 7 号层累计注入  $7.9 \times 10^4 \text{m}^3$  水。由于注入后一直没有受效井，压力憋存在该层未有效释放，局部异常压力较高，设计密度为  $1.80\text{--}2.00 \text{g/cm}^3$ 。溢流发生后，溢流量最高达  $140 \text{m}^3/\text{h}$  以上，注水层互相串层， $2.0 \text{g/cm}^3$  的钻井液密度不能平衡地层压力。

#### 4.3.2 超高密度钻井液维护困难

超高密度钻井液的核心问题是如何优化控制流变性、滤失量、润滑防卡和沉降稳定性等主要性能指标。由于超高密度钻井液体系中聚合物的加量对钻井液的流变性影响很大，聚合物加量控制不好会促使表观粘度、塑性粘度和切力大幅上升，钻井液流动性很差，直至滴流。在施工中，受到原材料设计及采购周期限制，只能通过改善工艺来改善流动性，包括使用低粘土配浆，尽量减少钻井液中的土质含量；在满足悬浮沉降的条件下，减少聚合物类处理剂加量；选用优质的高密度降粘剂来控制流变性；采用多种降失水剂复配及石墨粉填充优化内泥饼质量，降低失水；以及固体、液体润滑剂复配来保证润滑性能。<sup>[3]</sup>

### 4.4 钻井液维护措施

打开高压水层后，钻井液密度超过  $1.85 \text{g/cm}^3$  后逐步转化为抑制性高密度钻井液体系。

(1) 配方：2% 膨润土 + 0.1% 纯碱 + 0.2% 烧碱 + 0.3% 高分子抑制包被剂 + 1%  $\text{NH}_4\text{-HPAN}$  + 6%  $\text{SMP}$  + 6%  $\text{SPNH}$  + 3%  $\text{DWF-1}$  + 3%  $\text{SPC}$  + 1%  $\text{RT-1}$  + 3-8% 白油润滑剂 + 2-3% 乳化石蜡 + 1%  $\text{GF260}$  + 加重剂

(2) 转磺前倒一部分钻井液到备用罐以降低膨润土含量 (1.5% 左右为宜)，配胶液 6%  $\text{SMP}$  + 6%  $\text{SPNH}$  + 3%  $\text{DWF-1}$  + 3%  $\text{SPC}$  备用。

(3) 高密度钻井液由于固相含量高，导致钻井液增稠，粘切上升，内摩擦大，流变性不易控制等难题，给钻井施工带来困难。首先要用高密度降粘剂降低粘切，改善流变性。

(4) 钻进中及时补充高分子抑制包被剂胶液，保持合适的聚合物浓度，增强钻井液的抑制性。

(5) 调整钻井液润滑剂加量在 5%~8% 之间，复配使用白油润滑剂、固体润滑剂、乳化石蜡，降低摩阻，保证钻并

液润滑防卡能力。

### 4.5 溢流复杂情况处理

(1) 钻进至 1303m 循环，按照施工方案进行提密度 ( $1.25 \text{g/cm}^3$  提至  $1.33 \text{g/cm}^3$ ，坐岗工发现溢流，溢流量  $4\text{--}5 \text{m}^3/\text{h}$ )，加重至  $1.40 \text{g/cm}^3$  无溢流，继续加重至  $1.60 \text{g/cm}^3$  起钻甩螺杆和定向仪器。

(2) 钻至 1400m 测量钻井液密度由  $1.85 \text{g/cm}^3$  降至  $1.76 \text{g/cm}^3$ ，粘度 76S 降至 67S。钻至 1409.19m 停泵观察，溢流量  $20 \text{m}^3/\text{h}$ ，密度由  $1.76 \text{g/cm}^3$  逐步降至  $1.71 \text{g/cm}^3$ ，粘度 67S 降至 50S，溢流量上涨至  $50 \text{m}^3/\text{h}$ ，关井后套压瞬间上升至  $7.2 \text{Mpa}$ ，后逐渐稳定在  $12 \text{Mpa}$ 。后经过两次压井，保持密度  $2.34\text{--}2.36 \text{g/cm}^3$ ，粘度 80-100s，失水 3.6ml。循环划眼过程中，出现线性溢流、井漏现象，划眼至 1370m 漏速达到  $16 \text{m}^3/\text{h}$ ，后逐步减小，调整密度至入口  $2.31 \text{g/cm}^3$ ，出口  $2.28\text{--}2.30 \text{g/cm}^3$ ，及时补充钻井液量，循环、划眼正常。

### 4.6 魏 535 井钻井液性能

井深 (m)	密度 ( $\text{g/cm}^3$ )	粘度 (S)	PV (mPas)	YP (Pa)	FL (ml)	PH	G" (Pa)
510	1.13	38					
701	1.14	42	14	7	9	8	2/6.5
903	1.18	52	20	9	9	8	3/9.5
1108	1.17	55	20	13	9.2	8	4/14
1191	1.26	66	23	16	8.2	8	4.5/15
1302	1.35	45	20	10	4.8	8.5	3/8
1302	1.60	46					
1380	1.85	86	36	19	12	7.5	8/27
1409	2.15	105	41	22	18	8	12.5/30
1409	2.36	88	111	18	3.8	9	7.5/19

## 5 结语

魏岗油田强造浆地层给高密度钻井液的流变性及其它性能带来非常不利的影响。通过改进钻井液体系配方来改善钻井液流动性，同时加强使用固控设备减少钻井液中的土质含量，避免性能大幅波动。由于超高密度钻井液体系中聚合物的加量对钻井液的流变性影响很大，聚合物加量控制不好会促使表观粘度、塑性粘度和切力大幅上升，钻井液流动性很差，根据密度高低，分段采用聚合物钻井液体系和抑制性高

密度钻井液体系,在满足悬浮防沉降的条件下,尽量减少聚合物类处理剂加量,磺化处理剂的使用能有效解决聚合物钻井液膨润土、岩屑溶限低问题。<sup>[4]</sup>强造浆地层聚合物的抑制性非常重要,优选高分子处理剂是关键。使用了高密度降粘剂能显著改善钻井液的流变性,使粘度、切力降低,但高密度钻井液的流变性调控还要综合考虑钻井液的其它性能,如滤失造壁性、润滑性,以及定向工艺,满足工程、地质要求,避免出现其它复杂情况。

## 参考文献

- [1] 李公让,赵怀珍,薛玉志等.超高密度高温钻井液流变性影响因素研究[J].钻井液与完井液,2009,26.
- [2] 匡韶华,蒲晓林,柳燕丽.超高密度水基钻井液失水造壁控制原理探讨[J].钻井液与完井液,2010,27.
- [3] 刘德胜,徐学兵,李济生等.严重造浆地层高密度钻井液技术研究与应[J].钻井液与完井液,2006,23.
- [4] 匡韶华,蒲晓林,柳燕丽等.高密度钻井液稳定性和流变性控制技术[J].钻井液与完井液,2011,28.