

# 高密度白油基钻井液在泸203工区的应用

张晓红

中石化华东石油工程有限公司江苏钻井公司 江苏扬州 225261

**摘要:** 为了满足泸203工区页岩气钻井生产的需求,通过室内实验,优选出高密度白油基钻井液的配方,并对该配方的高温沉降稳定性和封堵性进行了评价,在泸203工区H51和H57两个平台8口井进行实钻应用,钻井液性能稳定,抑制性强、滤失量小、低温流变性好、高温稳定性强,井壁稳定,携砂良好,井下安全。很好的满足该区块页岩气水平井钻井施工的需要,实现了安全,优快钻进。

**关键词:** 高密度;白油基钻井液;页岩气水平井;高温稳定性

白油基钻井液具有良好的润滑性、抑制性、井壁稳定性和抗温性,低毒,容易生物降解,环境保护性好等特点<sup>[1-2]</sup>,近年来被国内外广泛推广应用于页岩气水平井。四川泸203工区页岩气井储层龙马溪组,地层岩性以泥岩、黑色页岩为主,裂缝发育,易发生井壁失稳等,同时井底温度高、地层压力大、钻井液密度高,水平段长,环

保要求高,因而四开采用高密度白油基钻井液体系。

## 1 钻井液体系配方优选及性能评价

### 1.1 钻井液体系配方优选

针对泸203工区页岩的地质特点,通过改变处理剂加量进行对比实验,优选出高密度白油基钻井液体系的最佳配方。

表1 不同配方钻井液性能

序号		$\rho$ g/cm <sup>3</sup>	ES V	AV mPa.s	PV mPa.s	YP Pa	YP/PV 10 <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup>	Gel Pa/Pa	FL <sub>1000</sub> ml (150℃)	备注
1#	滚前	2.30	1107	96.5	81	15.84	0.20	8/15		热滚后重晶石有沉降
	滚后		862	65.5	57	8.69	0.15	6.5/8.5	3.6	
2#	滚前	2.30	711	62.5	56	6.64	0.12	1/3		热滚后重晶石无沉降
	滚后		887	66.5	61	5.62	0.09	2.5/12.5	2.4	
3#	滚前	2.30	1148	55	46	9.20	0.20	4.5/8		热滚后重晶石无沉降
	滚后		775	79.5	70	9.71	0.14	2.5/10.5	2.4	

**备注:** 实验配浆油水比为80:20,各配好的基浆均在150℃恒温下老化16小时。

实验配方:

1#: 3#白油+3.5%主乳化剂+1.5%辅乳化剂+1.5%润湿剂+0.8%有机土+2% CaO+1.5%降滤失剂+1.5%封堵剂+CaCl<sub>2</sub>盐水(CaCl<sub>2</sub>质量分数为25%)+重晶石

2#: 3#白油+3.5%主乳化剂+1.5%辅乳化剂+1.5%润湿剂+1%有机土+2% CaO+1.5%降滤失剂+1.5%封堵剂+0.5%微纳米封堵剂+CaCl<sub>2</sub>盐水(CaCl<sub>2</sub>质量分数为25%)+重晶石

3#: 3#白油+3.5%主乳化剂+1.5%辅乳化剂+1.5%润湿剂+1%有机土+2% CaO+2%降滤失剂+1.5%封堵剂

+CaCl<sub>2</sub>盐水(CaCl<sub>2</sub>质量分数为25%)+重晶石

通过对比实验测得的性能参数表明,1#配方热滚后重晶石有沉降,2#配方热滚前切力太低,热滚后动塑比较低,3#配方总体性能均不错,最终选择3#配方作为现场应用。

### 1.2 高温沉降稳定性评价

由于井底温度高、地层压力大,钻井液的密度高,重晶石在井底高温下的沉降问题至关重要。采用静态沉降法测试钻井液的沉降稳定性<sup>[3]</sup>,将3#配方的高密度白油基钻井液在150℃下老化16h后,高搅20min,然后在150℃下分别静止静置16h、24h、48h、72h。冷却后分别测量钻井液上部(游离液体下层)密度 $\rho_{top}$ 和底部的密度 $\rho_{bottom}$ ,按式(1)计算静态沉降因子SF,若SF小于0.52则说明钻井液的静态沉降稳定性好,结果如表2所示。

$$SF = \rho_{bottom} / (\rho_{top} + \rho_{bottom}) \quad \text{式(1)}$$

**作者简介:** 张晓红,男,1971年12月3日,出生四川省宣汉县,钻井液副主任师,一直从事钻井液现场技术的研究、应用、推广与管理工作,现就业中石化华东石油工程有限公司江苏钻井分公司。

表2 不同静置时间的沉降稳定性

静止静置时间 (h)	$\rho_{top}$ ( $g/cm^3$ )	$\rho_{bottom}$ ( $g/cm^3$ )	SF
16	2.30	2.30	0.500
24	2.295	2.305	0.501
48	2.29	2.31	0.502
72	2.28	2.32	0.504

从表2可以看出, 在150℃下分别静置16h、24h、48h、72h后, 其静态沉降因子均小于0.52, 说明该体系在150℃下具有良好的沉降稳定性。

### 1.3 封堵性评价

选用钻井液封堵性能评价仪(PPT)对白油基钻井液的封堵性能进行评价。实验用渗透率为750mD陶瓷盘作为渗透滤失介质, 加入350mL 3#配方的高密度白油基钻井液, 测定在压差7.0MPa、温度150℃条件下渗透滤失量, 评价其封堵性能。实验结果见图1。

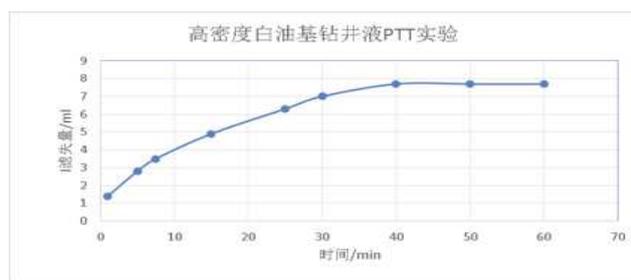


图1 高密度白油基钻井液封堵性实验

表3 各井四开实钻数据

井号	使用白油基井段m	段长m	A点井深m	完钻井深m	垂深m	最大井斜°	水平段长m	井底温度℃	井径扩大率%
泸203H51-1	2632-5990	3358	3840	5990	3628.38	99.51	2150	140	3.8
泸203H51-2	2635-5990	3355	3840	5990	3641.45	100.41	2150	141	4.4
泸203H51-3	2626-5440	2814	3900	5440	3872.16	87.07	1540	147	3.3
泸203H51-4	2638-5390	2750	3850	5390	3852.79	87.97	1540	146	4.1
泸203H57-1	2675-5790	3115	4040	5790	3906.72	92.03	1750	143	4.2
泸203H57-2	2688-5700	3032	4000	5700	3920.36	89	1700	145	4.3
泸203H57-3	3290-5830	2540	4130	5830	3931.90	87.95	1700	147	3.5
泸203H57-4	2702-5870	3168	4120	5870	3943.96	88.40	1750	148	3.9

### 2.2 钻井液维护

①固相控制。在钻进过程中使用240目及以上筛布, 做好一级固控, 及时除去返出的岩屑, 尽量减少钻屑入罐, 以避免钻屑入罐后再次入井。同时合理使用双除一体机, 控制钻井液低密度有害固相含量。

②流变性。加入白油或氯化钙盐水控制油水比, 以达到调整粘切的目的。根据钻井液密度和固相含量的高低, 补充部分润湿剂, 有效降低白油基钻井液的粘度。

由图1可以看出, 在滤失时间40min后, 滤失量不在增加, 说明钻井液对砂盘进行了有效封堵, 3#配方的高密度白油基钻井液具有良好的封堵性。

## 2 现场应用及效果

2020-2021年高密度白油基钻井液在泸203工区H51、H57两个平共8口井进行了现场应用, 从这8口井的施工情况来看, 钻进过程中, 钻井液性能稳定, 井壁稳定, 携砂正常, 与钻井液有关的复杂故障为零, 电测、下套管均一次性成功。

### 2.1 各井四开实钻具体数据

从表3可以看出, 本区块完钻井深5440-5990m左右, 垂深3628-3943m左右, 井底温度140-148℃, 水平段长1540-2150m, 最大井斜达100°, 平均井径扩大率只有3.3-4.4%, 说明该体系具有良好的润滑性、高温稳定性和抑制防塌封堵能力。

泸203H51-1井是该区块施工的8口井中难度最大的一口井, 四开215.9mm井眼段采用高密度白油基钻井液, 井深2632m开始转化为白油基钻井液, 井深3840m进入A点, 井深5990m完钻, 使用白油基钻井液井段长3358m, 水平段长2150m, 井底温度高达140℃, 地层压力系数2.1, 最高密度达2.32g/cm<sup>3</sup>, 钻井施工过程中, 钻井液性能稳定, 井壁稳定, 携砂正常, 很好的满足了钻井施工需求, 实现了安全、优快钻进。

补充氯化钙盐水、有机土及提切剂, 达到提高白油基钻井液粘度。

③电稳定性。在钻进过程中根据白油基钻井液性能测定情况及现场需要补充的材料多少, 及时添加乳化剂、润湿剂进行维护。在钻进过程中密切关注油水比变化, 若油水比太低且破乳电压低时, 应及时补充白油并按配方比例加入乳化剂, 确保体系稳定。

④滤失量。控制钻井液高温高压滤失在3mL以下。

为了强化油基钻井液对近井壁地层的物理封堵能力,选择树脂类和沥青类封堵剂进行复配,从而提高白油基钻井液体系的物理封堵能力,进一步降低高温高压漏失量。

⑤碱度。保持钻井液碱度维持在2.5-3.0,适当多余的石灰能够增强乳化剂的乳化效果,降低钻具腐蚀。

### 3 认识和结论

(1) 高密度白油基钻井液的破乳电压高、性能稳定、抑制性强、抗高温性能好,润滑性好,能够满足现场施工的要求。

(2) 高密度油基钻井液具有好的高温沉降稳定性,密度高达 $2.32\text{g}/\text{cm}^3$ 时,钻井液井下无沉降,短起下、起

钻正常。

(3) 良好的固相控制是高密度钻井液能否顺利施工的前提条件,及时有效的清除有害固相是高密度钻井液性能稳定的保障。

#### 参考文献:

[1] 李建成. 新型白油基油包水钻井液体系研究[J]. 钻采工艺, 2015, 38(4): 85-88.

[2] 高远文, 杨鹏, 李建成, 等. 高温高密度全白油基钻井液体系室内研究[J]. 天然气勘探与开发, 2016, 39(6): 88-90.

[3] 林枫, 由福昌, 王胜翔, 等. 加重钻井液防重晶石沉降技术[J]. 钻井液与完井液, 2015, 32(3): 27-29.