

硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系 在查干花地区的研究及应用

潘振杰

(中国石油化工集团中原石油勘探局钻井四公司,吉林 松原 138000)

摘要:针对查干花地区不同地层存在缩径、掉块和垮塌等井壁稳定问题,研制了一种硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系。结合室内水敏性、配伍性、滚动回收率实验,对该体系中的AOS-1(硅铝络合抑制防塌剂)的作用进行室内实验研究,并在查干花地区6口井进行了现场的应用。试验结果表明,新型强抑制性钻井液体系与其他处理剂配伍性好,抑制性强,能有效防止井壁失稳。

关键词:查干花地区;钻井液;强抑制性;井壁稳定;硅铝络合抑制防塌剂

中图分类号:TE254 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)01-0024-03

Study and Application of Silicon-aluminum Complex Amphitricha Polymer Strong Drilling Fluid System in Chaganhua Area/PAN Zhen-jie (No. 4 Drilling Company of Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, SINOPEC, Songyuan Jilin 138000, China)

Abstract: According to the hole-shrinkage, block-falling and collapsing in different formations of Chaganhua area, silicon-aluminum complex amphitricha polymer inhibition and anti-collapse drilling fluid system was developed. Laboratory test study was made on AOS-1 (silicon-aluminum complex inhibition and anti-collapse additive) with in-door water sensitivity, compatibility and roll recovery tests, which was applied in 6 wells of this area. Test results showed the good compatibility of the new strong inhibition drilling fluid to other treating agents with strong inhibition, and hole-shrinkage and collapsing were overcome.

Key words: Chaganhua area; drilling fluid; strong inhibition; borehole wall stability; silicon-aluminum complex inhibition and anti-collapse additive

吉林松原查干花地区是典型的“低压、低渗、低产”油气藏,单井产量低,相对开发成本高。该地区断层多、地温梯度高、易井漏、缩径、垮塌、掉块、跳钻等复杂多变的地质情况严重制约了钻井速度的提高,特别是在第一轮4口井施工中,平均钻井周期29.67天,建井周期高达43.7天;事故时间高达17.64%;电测成功率不到50%。为此研制了一种新型强抑制性钻井液体系,并在6口井进行了现场应用。

1 问题的提出

在未使用硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌

钻井液体系的第一轮施工的4口钻井中(见表1),所遇到的主要问题是:第四系流砂层垮塌,四方组地层缩径,嫩江组下部地层水敏性强,极易垮塌,致使钻井过程中划眼时间长、易引起井下复杂和卡钻事故的发生,造成事故复杂时间高,划眼时间长,纯钻时效低,钻井周期长。

2 钻井液体系室内实验研究

为了跟上吉林油田勘探开发的步伐,针对该地区嫩江组水敏性地层垮塌的问题,根据抑制性钻井液作用机理决定采用强抑制性防塌泥浆体系^[1,2],研制了新型抑制剂“硅铝络合抑制防塌剂”,解决查

表1 第一轮完成井技术数据表

井名	设计井深/m	实际井深/m	钻井周期/天	完井周期/天	纯钻时间/h	纯钻利用率/%	钻井总时间/h	事故复杂时间/h	井径扩大率/%	完井电测次数	平均机械钻速/(m·h ⁻¹)
DB33-7-5	2400	2400	15.17	30.33	163.30	44.91	363.62	43.0	7.41	2	14.68
DB33-15-5	2480	2480	36.22	52.31	262.75	30.14	871.77	120.3	10.94	3	9.44
DB33-9-5	2380	2452	25.02	37.04	275.00	45.79	600.57		10.34	1	8.92
腰中1井	2514	2518	42.25	55.10	343.09	33.00	1039.67	344.2	19.00	1	7.34

收稿日期:2009-08-25

作者简介:潘振杰(1970-),男(汉族),河南开封人,中国石油化工集团中原石油勘探局钻井四公司工程师,石油工程专业,从事石油钻井技术工作,吉林省松原市滨江路1599号。

干花地区的四方组地层缩径,嫩江组下部地层水敏性强极易垮塌等技术难题,以保证井队的安全、优质、高效施工,减少井下事故复杂的发生,缩短钻井周期,降低钻井成本。

2.1 抑制剂的室内水敏实验

对含有不同抑制性处理剂的水溶液进行了室内水敏实验。砂样取自 DB33-15-5 井 1400~1410 m 井段(此段为嫩江组),砂样为灰色泥页岩,将此段的砂样(颗粒 1 cm³ 左右)放入下列含不同处理剂的水溶液中,观察并记录砂样出现裂纹、散开及粉碎的时间(见表 2)。

表 2 抑制性处理剂水敏实验情况表

不同处理剂的水溶液	出现裂纹时间/s	散开时间/s	粉碎时间/s
清水	5	10	55
1.5% 聚合铝	56	185	480
1.5% 聚合醇	65	360	520
6% 氯化钾	122	600 s 未散开	
1.5% 的 AOS-1	120	600 s 未散开	

从表 2 可以直观地看出不同处理剂的抑制效果,其中 1.5% 的 AOS-1(硅铝络合抑制防塌剂)水溶液对嫩江组地层的抑制效果与 6% 氯化钾水溶液的抑制效果相当。根据以上实验结果,我们选择聚合醇或 AOS-1 作为泥浆的抑制防塌剂再次进行后续的配伍实验。

2.2 聚合醇和 AOS-1 与其他处理剂的配伍实验

按照如下配方配置 1 号和 2 号样。

1 号样:4% 墩土浆 + 0.2% FIA-368 + 0.5% NH₄PAN + 1.0% 腐植酸钾(HFT-201);

2 号样:4% 墩土浆 + 0.2% FIA-368 + 0.5% NH₄PAN + 0.3% PAC-142。

将上述 2 种试样室温老化 24 h 后做如下配比:

1-1 号样:1 号样 + 1.5% AOS-1;

1-2 号样:1 号样 + 1.5% 聚合醇;

2-1 号样:2 号样 + 1.5% AOS-1;

2-2 号样:2 号样 + 1.5% 聚合醇。

分别测定上述各试样的相关性能,见表 3。

从表 3 可见,两种抑制剂在泥浆内与其他处理剂的配伍性均较好。不过,1-1 号样数据表明,

表 3 聚合醇或 AOS-1 与其他处理剂的配伍实验数据表

样号	API 失水/mL	AV/(mPa·s)	PV/(mPa·s)	YP/Pa
1	6.8	8.5	8	0.5
1-1	6.5	15	13	2
1-2	6.5	9.5	9	0.5
2	6.4	18	15	3
2-1	4.5	22	18	8
2-2	4.8	20	16	6

1.5% AOS-1 的添加对 1 号样泥浆的 AV、PV 与 YP 有较大的影响。而且,1.5% AOS-1 的添加对于 1 号样和 2 号样泥浆的 AV、PV 与 YP 的影响均较 1.5% 聚合醇所引起的影响要大。

2.3 滚动回收率实验

滚动回收率实验采用与水敏实验一样的砂样。将相同数量的砂样分别加入各泥浆样内,做滚动回收率实验,1-1、1-2、2-1、2-2 试样的回收率分别为 85%、76%、90%、80%,可见加入抑制剂 AOS-1 试样的滚动回收率要高于加有聚合醇试样的滚动回收率,说明 AOS-1 对钻井地层砂样的抑制效果优于聚合醇。

基于上述水敏实验、配伍实验以及滚动回收率实验的对比情况,选择 AOS-1 作为抑制剂,利用其配置硅铝络合两性离子聚合物钻井液体系,用于防止强水敏性地层的垮塌。

3 现场应用情况

根据室内实验情况和第一轮钻井的经验,首先在 DB33-12-6 井进行了硅铝络合两性离子聚合物钻井液体系的试用。试用过程中钻井液表现出了较强的抑制性,全井钻井液稳定,井下未出现过垮塌,全井平均井径扩大率只有 5.3%。然后又在腰西 2 井(该井为探井)进行了试验,而且进行了多次取心工作,钻井周期虽然有 38 天,但是泥浆性能稳定,也从未出现过垮塌现象,完井电测各项工作顺利,与第一轮施工的同类井腰中 1 井相比,在钻井的速度和安全方面有明显改观(见表 4)。

上述 2 口井的试验充分显示了硅铝络合两性离子聚合物钻井液体系的防塌效果。为了完善该泥浆体系,又在 DB-41-8-3 井、DB40-5-5 井、DB41

表 4 腰西 1 井和腰中 1 井技术数据对比表

井号	设计井深 /m	完钻井深 /m	钻井周期 /天	完井周期 /天	机械钻速 /(m·h ⁻¹)	事故时间 /h	完井电测 次数	井径扩大率 /%	取心情况
腰中 1 井	2518	2518	44.25	55.10	7.34	344	1	19.0	未取心
腰西 1 井	2558	2558	38.81	46.40	5.04	0	1	11.6	取心 36.89 m(6 次)
对比		+40	-5.44	-8.96	-2.30	+344		-7.4	

-4-5井和DB33-12-4井的施工中加以应用。6口井应用的结果如表5所示。

表5 试用硅铝络合两性离子聚合物钻井液体系的钻井数据表

井号	设计井深/m	完钻井深/m	钻井周期/天	完井周期/天	机械钻速/(m·h ⁻¹)	完井电测次数	井径扩大率/%
DB33-12-6	2385	2400	20.83	32.21	10.40	2	5.30
DB41-8-3	2430	2420	15.83	24.10	11.80	1	4.91
DB40-5-5	2422	2430	17.83	24.87	14.07	1	12.69
DB41-4-5	2400	2412	17.50	25.04	11.41	1	9.60
腰西1井	2558	2558	38.81	46.14	5.04	1	11.60
DB33-12-4	2437	2428	18.17	21.54	10.83	1	3.84
平均		2441.33	21.50	28.98	10.59	1.17	7.99

第二轮钻井现场的应用结果表明:使用硅铝络合两性离子聚合物钻井液体系所钻的6口井的平均机械钻速(10.59 m/h)较第一轮钻井的机械钻速(9.43 m/h)提高了12.30%,钻井周期缩短8.17

天,电测一次成功率大幅度提高,井径扩大率降低3个百分点,事故复杂情况得到有效扼制。第一、第二轮施工技术数据对比如表6所示。

4 硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系与原聚合物钻井液体系使用情况对比

4.1 平均井径扩大情况对比

原普通钻井液体系为两性离子聚合物,钻进过程中易出现大量垮塌,造成长时间划眼及井下复杂,平均井径扩大率11.12%;采用硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系,使用过程中表现出了较强的抑制性,全井钻井液性能稳定,井下未出现过垮塌,全井平均井径扩大率只有5.56%。平均井径扩大情况对比如表7所示。

表6 第一、二轮施工技术数据对比表

	平均井深/m	钻井周期/天	建井周期/天	机械钻速/(m·h ⁻¹)	事故复杂时间/%	电测一次成功率/%	井径扩大率/%
第一轮井	2395.00	29.67	43.70	9.13	17.64	50.00	11.92
第二轮井	2441.33	21.50	28.98	10.59	3.03	85.71	7.99
对比	+46.33	-8.17	-14.72	+12.30%	-14.61	+30.71	-3.03

表7 两种钻井液体系使用情况对比

钻井液体系	井号	平均机械钻速/(m·h ⁻¹)	平均井径扩大率/%
原普通聚合物钻井液	DB33-9-5	8.92	10.31
	DB34-5-1	8.30	12.73
	DB33-15-5	9.44	9.44
	腰中1井	7.34	12
	平均	8.50	11.12
硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液	DB34-5-5	8.57	8.85
	DB33-12-6	10.40	5.35
	DB41-16-3	12.38	7.06
	DB33-17-5	10.89	2.56
	DB33-18-6	9.98	4.45
平均	10.44	5.65	

4.2 平均机械钻速情况对比

原普通钻井液体系为两性离子聚合物,钻进过程中易出现大量垮塌,造成长时间划眼及井下复杂,全井平均机械钻速只有8.5 m/h;采用硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系,全井钻井液性能稳定,井下未出现过垮塌,井下情况较为正常,全井平均机械钻速提高至10.44 m/h。平均机械钻速情况对比如表7所示。

5 硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系配浆和维护

5.1 钻井液配方及维护

5.1.1 一开钻井液配方(预水化壤土浆)

60~80 m³清水+纯碱300 kg+壤土4000~6000 kg水化24 h。

该体系的性能要求:粘度50~60 s;密度1.26 g/cm³以上(防止浅层气造成井涌井喷)。

5.1.2 二开钻井液配方

一开钻井液+淡水+2000~4000 kg壤土+0.1% KOU+0.1% FA-368+0.1% KPAM+0.5% NH₄HPAN+0.5% K-HPAN。

钻进至嫩江组前100 m加入1.0%~1.5% AOS-1,使钻井液体系转换为硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系。

维护处理:钻进过程中若粘度偏低,则用6%~8%预水化壤土+K-HPAN+大分子(注:钻进过程中要始终保持AOS-1的含量达1.0%以上;严格控制钻井液滤失量在5 mL以内)。

5.2 使用中需注意的问题

(1)硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系在使用过程中表现出了很强的抑制性,自四方台组转换为该体系后至完井,钻井液的粘切都很低,即使进入姚家组造浆地层,钻井液的粘切依然很低,至完井粘度多数在50~60 s,所以该体系在使

(下转第39页)

进入内管,占用了内管空间,必须有等量的泥浆排除才能容纳岩心,但是这个孔的改变,配合弹子封堵环形槽形状的改变,很好地解决了退心问题。

通过反丝1加装取粉管,丝扣2与钻杆连接,丝扣5与外管连接,丝扣7与内管连接。钻进时冲洗液通过钻杆进入孔6进入内外管间隙,同时内管里的冲洗液经孔9顶起弹子8经孔4孔3排到钻具和钻孔的环状间隙。

每次钻进终了,把钻具的上部放得略低,用小锤轻敲异径接头,由于重力的作用,弹子8下滑,让开封堵孔。这时,在排浆口3上安装专用的接头,通过胶管连接到泥浆泵,用泥浆泵1挡缓缓地送入泥浆,岩心就在泥浆的压力下缓缓退出。从而避免了每次退心都要卸下外管、内管,大大提高了劳动效率,也减小了丝扣的磨损。

4.4 改进后的应用效果

通过改进异径接头及调整内外管高差的配合,取得了很好的钻进取心效果。此次科学钻探全孔取心,共钻进取心地层600m,岩心总长564.33m,回次进尺最高3.40m,平均2.53m,粘土层取心率97.6%,砂层取心率88.3%,岩心完整、连续、扰动小,很好地满足了科学钻探试验的要求(见图3、图4)。在由中国地质科学院水文地质环境地质研究所、河北省地质调查院等有关单位专家进行的验收中,获得专家一致好评。

5 结语

此次科学钻探试验中,通过改进取心钻具异径



图3 用改进后的异径接头钻具取得的部分砂层岩心



图4 用改进后的异径接头钻具取得的部分粘土层岩心

接头,虽然做的改动不大,但在生产实践中起到的作用十分明显,达到了事半功倍的目的,希望改进的异径接头也能给同行提供一点启示。

参考文献:

- [1] 段永侯,肖国强. 河北平原地下水资源与可持续利用[J]. 水文地质工程地质,2003,11(1).
- [2] 林志强,杨甘生,张健. 保型取心技术及在科松1井中的应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(10).
- [3] 朱永宜,王稳石. 松科一井(主井)取心钻进工艺[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(9).

(上接第26页)

用过程中,平时每天补充泥浆量时还必须补充壤土浆,否则钻井液的粘度有逐步降低的趋势。

(2)该钻井液体系在刚转换时,钻井液的粘切有升高的过程,然后随着处理剂的加入,钻井液粘切自动下降而趋于稳定,因此在转换时应保持基浆的固相含量不能太高。

6 结论

(1)室内水敏、配伍、滚动回收率实验表明硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系具有良好的配伍性,强的抑制性,能有效防止查干花地区的井壁失稳问题。

(2)硅铝络合两性离子聚合物强抑制防塌钻井液体系在查干花地区的钻井试验结果表明,该体系

很好地解决了查干花地区的四方组地层缩径,嫩江组下部地层水敏性强极易垮塌等技术难题,事故复杂时间由17.64%降低到3.03%,钻井周期缩短8.17天,电测一次成功率大幅度提高,井径扩大率降低了3个百分点,事故复杂情况得到有效扼制,钻井速度得到提高。

(3)新型强抑制性钻井液体系在查干花地区6口井的成功应用对于其他易垮塌、缩径区块钻井有重要的借鉴价值,具有良好的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 苏长明,刘汝山,于培志,等. 正电性钻井液体系研究与应用[J]. 石油钻采工艺,2004,26(3):17-21,82.
- [2] 白龙,赵小平,钱晓琳,等. 新型强抑制性钻井液体系在大古1井的应用[J]. 石油钻采工艺,2009,31(2):55-57.