

两性离子聚合物钻井液体系 PL 的研制^{*}

刘平德^{1,2} 牛亚斌² 张梅³

(1.石油大学·北京 2.中国石油勘探开发研究院 3.大庆试油试采公司)

刘平德等.两性离子聚合物钻井液体系 PL 的研制.天然气工业,2005;25(3):71~73

摘 要 普通的聚合物钻井液在现场应用过程中暴露出一些问题,如在强造浆泥页岩地层时,常表现出抑制性不够强,钻井液的粘度与切力上升快,造浆严重,需要大量排放钻井液,增强聚合物钻井液抑制性时会显著影响流变性与造壁性,钻井液的静结构力强与形成的滤饼质量差等一系列问题。由此导致了新型两性离子聚合物钻井液的产生,由于两性离子聚合物分子结构中含有在粘土表面产生强吸附力的阳离子、非离子基团,在钻井液中表现出较强的抑制性、较好的流变性,使降滤失性调节与抑制性削弱的矛盾得以解决。通过对钻井液体系中的增粘剂、降粘剂及抗盐性降滤失剂的优化,筛选出了增粘与降粘效果好、抗盐性能好的两性离子聚合物,研制了两性离子钻井液体系 PL 的最佳配方:4% 土浆+0.2% FA-367+ 0.2% XY-27+ 1.5% JT888-2+1.5% FT-1,实验结果表明:研制的两性离子钻井液体系 PL 具有较好的流变性与抑制性,能够满足钻井作业的顺利进行。

主题词 钻井 聚合物 钻井液 抑制性 两性离子

两性离子聚合物钻井液是在 80 年代末发展起来的新型聚合物钻井液体系^[1~2],该体系中代表性的处理剂主要有 FA-367、XY-27、JT-888 等系列,分子结构中含有能在粘土表面产生强吸附力的阳、非离子基团,从而实现了聚合物的强抑制性。本文通过优选两性离子聚合物,研制了一种抑制性与降粘性效果较好的两性离子聚合物钻井液体系。

一、两性离子聚合物钻井液处理剂的优选

两性离子聚合物中由于分子结构的特殊设计,它在钻井液中表现出较强的抑制性、较好的流变性,使降滤失性调节与抑制性削弱的矛盾得以解决。

1.增粘剂的优选

在实验室内考察了 FA-367 与大钾 KPAM(聚丙烯酸钾)、80A51、PAC141 几种增粘剂的各种性能指标。

(1)几种常规增粘剂的岩屑滚动回收实验。通过室内实验评价了几种常规增粘剂的岩屑滚动回收实验,其结果见表 1。从表 1 中可以看出:几种增粘剂的回收率随着聚合物加量的增加,页岩回收率不断增大,但两性离子聚合物FA-367回收率最大,

表 1 几种不同处理剂的岩屑实验结果		
样品	加量(%)	回收率(%)
FA-367	0.1	81.5
	0.2	85.2
	0.3	93.5
KPAM	0.1	79.1
	0.2	82.6
	0.3	86.5
80A51	0.1	77.5
	0.2	81.2
	0.3	89.4

这是由于分子结构中含有一定数量的阳离子基团及其他吸附基团,在岩屑上有牢固的吸附,增强聚合物包被粘土颗粒的能力,同时分子结构中的水化基团可在粘土颗粒表面形成溶剂化层,提供了对粘土颗粒的空间稳定作用,这可说明 FA-367 具有较好的页岩抑制作用。岩屑为青山口易塌地层页岩岩屑,其方法是把岩屑烘干、粉碎,经过 5~8 目筛后,取 30 g 加入不同的增粘剂于基浆中,在 120 ℃ 的条件下浸泡 24 h,取出后过 40 目筛称重,计算出回收率。

(2) 几种常规增粘剂的配浆效果评价。利用几种不同的增粘剂配制钻井液实验,结果发现 FA-

^{*} 本文系中国石油勘探开发研究院“抗温抗盐降滤失剂”的部分研究内容。
作者简介:刘平德,1972 年生,2003 年获中国石油勘探开发研究院博士学位;现为石油大学(北京)博士后研究人员,研究方向为油田化学。地址:(102249)北京市昌平区府学路 18 号石油大学采取收率中心。电话:(010)62098389。

367 的动切力高于其它几种聚合物,这说明 FA—367 的成网能力最强,配浆性能好。

图1为几种不同的增粘剂对水眼粘度的影响,

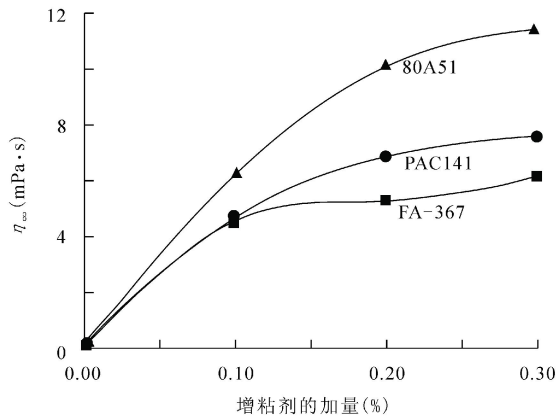


图 1 几种增粘剂对水眼粘度的影响

随着增粘剂加量的增加,水眼粘度会表现出不同程度的增加,其中 FA—367 的水眼粘度最低,PAC141 次之,80A51 最高,在钻井液中加入 FA—367 后,在增粘的同时且获得较低的水眼粘度,有利于喷射钻井,确保了提高钻速,实现有效携屑、井眼净化与钻井水利能量的作用。

2.降粘剂的筛选

(1)降粘剂的降粘效果。室内考察了几种常规降粘剂的降粘效果,实验结果见表 2。从表 2 中可以

表 2 几种常规降粘剂的降粘效果

种类	加量 (%)	AV (mPa·s)	PV (mPa·s)	YP (Pa)
基浆		28.0	14	14
XB—40	0.2	12.5	10.5	2
	0.3	10.1	9.2	0.9
	0.4	8.5	7.8	0.7
XY—27	0.2	5.6	5.1	0.5
	0.3	5.1	4.7	0.4
	0.4	4.8	4.5	0.3
XA—40	0.2	12.1	11.2	0.9
	0.3	9.8	9.4	0.4
	0.4	7.5	7.2	0.3

看出:随着降粘剂加量的增加,基浆的塑性粘度、切力、表观粘度都会不同程度的下降。其中 XY—27 加量较少,降粘效果好,这是由于 XY—27 分子链中引入了一定量的阳离子基团,能在粘土颗粒表面上更牢固的吸附,同时分子链中的水化基团,能与大分

子聚合物间的结合机会增加,从而取得更好的降粘效果,而且 XY—27 分子链中的有机阳离子基团通过静电吸附作用吸附于粘土表面,一方面起到中和粘土表面负电荷、减弱粘土的水化趋势,增强抑制作用的效果;另一方面是它的特殊分子结构,使聚合物链间更容易发生缔合,从而在具有分子量较低的时候,仍能对粘土颗粒实现包被,不会减弱体系的抑制性。同时它还可以有效降低水眼粘度,抑制粘土分散,有利于流变参数的优选,解决了其它稀释剂降粘时水眼粘度上升的问题;而 XB—40 加量到一定程度时,失去了降粘效果,XY—27 解决了钻井液降粘与抑制性的矛盾。

(2)降粘剂的抑制性评价。为了评价几种降粘剂的抑制性,在室内做了滚动回收实验,实验结果见表 3。

表 3 几种降粘剂的页岩回收率实验

样 品	回收率 (%)
清水	15.1
0.4% XB—40	15.2
0.2% XY—27	38.1
0.4% XA—40	21.5

从表 3 中可以发现:XY—27 回收率为 38.1%,而 XB—40、XA—40 不仅加量大,而且页岩抑制效果远不如 XY—27,由此可说明 XY—27 具有较好的抑制性能。

3.聚合物在 NaCl 盐水中的表观粘度

聚合物在盐水中保持分子链的适度伸展与强的水化、吸附能力是聚合物抗盐的前提,否则聚合物受到电解质的盐析作用而发生沉淀就会失效,由此,我们考察了矿化度对聚合物溶液粘度的影响,聚合物溶液的粘度随矿化度的变化情况能够反映出聚合物在盐水中的有效性。实验中使用六速旋转粘度计,在 600 r/min 的条件下测定了几种常用的泥浆处理剂在不同矿化度 NaCl 盐水中的表观粘度的影响,结果见图 2。从图 2 可以看出:随着 NaCl 浓度的增加,几种聚合物溶液的表观粘度会表现出不同程度的下降,其中 80A51 下降幅度较大,抗盐效果较差,这是由于聚合物在电解质的作用下,盐水中的金属 Na⁺ 离子屏蔽了高分子链上的负电荷,削弱了电荷之间的排斥作用,导致了高分子链发生卷曲,水化基团的水化能力大大下降,而中等分子量的 MV—CMC 与 JT888—2 受盐的影响较小,由于 JT888—2 中含有

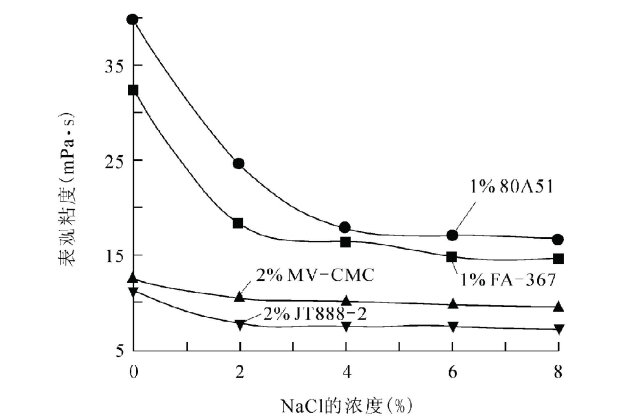


图 2 NaCl 盐水对聚合物溶液表观粘度的影响

强水化基团磺酸基,分子链具有一定的刚性,对金属离子的去水化作用有较强的抵抗力,在盐水中能适度伸展,水化膜较厚,溶液粘度受盐的浓度较小^[3~4]。

4.两性离子聚合物钻井液体系的研制

本文研究的两性离子聚合物体系是以 FA-367 为主要增粘剂,XY-27 为降粘剂,抗盐效果较好的 JT888-2 为降滤失剂进行室内配方的评价优选工作,然后与其它处理剂为主剂的钻井液体系进行了对比实验,实验结果见表 4。本文中所研制的钻井液

表 4 不同聚合物钻井液体系性能对比

配方	FL (mL)	PV (mPa·s)	YP (Pa)	初切/终切 (Pa/Pa)	回收率 (%)
1	8.1	16	5	2/3	85
2	11.4	8.2	6.8	1/1.5	55
3	10.8	12	4.5	1/2	67
4	11.1	12.5	3.5	1.5/2	71

注:配方 1:4% 基浆+0.2% FA-367+ 0.2% XY-27+ 1.5% JT888-2+1.5% FT-1;
配方 2:4% 基浆+0.2% KTN+ 0.2% KPAM+ 1.5% FT-1;
配方 3:4% 基浆+ 0.2% KPAM+ 0.4% FT-1+ 0.3% NPAN;
配方 4:4% 基浆+0.2% NPAN+ 0.3% SMP+ 1.5% FT-1

配方如下:
4% 土浆+0.2% FA-367+0.2% XY-27+
1.5% JT888-2+0.3% FT-1。

二、结 论

- (1)两性离子聚合物 FA-367 具有很好的页岩抑制作用,在增粘的同时且获得较低的水眼粘度,有利于喷射钻井,提高了机械钻速。
- (2)XY-27 具有较好的降粘效果,可有效降低水眼粘度,抑制粘土分散,解决了钻井液降粘与抑制性的矛盾。
- (3)研制的两性离子钻井液体系 PL 的最佳配方:4% 基浆+0.2% FA-367+ 0.2% XY-27+ 1.5% JT888-2+1.5% FT-1,该钻井液体系具有较好的流变性与抑制性,可满足钻井作业的顺利进行。

参 考 文 献

- 1 董文辉,鄢捷年,朱墨.两性离子聚合物泥浆高温流变性能的实验研究.石油大学学报,1995;19(1)
- 2 牛亚斌等.复合离子型聚合物泥浆的研究与应用.钻井液与完井液,1992;9(1)
- 3 两性离子聚合物泥浆研究实验组.钻井液与完井液,1994;11(4)
- 4 牛亚斌,张达明,杨振杰,张孝华.降滤失剂 JT888 与抑制性聚合物盐水重泥浆的研究及应用.油田化学,1994;11(4)
- 5 刘孝良等.应用漏斗粘度计测定幂律流体的流变参数.天然气工业,2003;23(4)

(收稿日期 2004-10-23 编辑 钟水清)