

# 浅谈多元驱油剂中聚合物分子聚集体与储层适应性

李杲昕 (辽河油田石油化工技术服务公司, 辽宁 盘锦 124010)

**摘要:** 多元驱油剂的使用, 能够在石油钻探开采的过程有效提升原油的采收率, 因此在石油开采中是重要的使用成分。驱油剂与储层之间的适应性对增油降水效果具有明显影响, 因此本篇文章通过对多元驱油剂中物化性能进行测试, 并对其流动性进行实验, 对多元驱油剂中聚合物分子聚集体与储层适应性问题进行探究。

**关键词:** 多元驱油剂; 聚合物分子聚集体; 储层; 适应性

## 0 引言

多元驱油剂在石油开采的过程中, 相比于普通化学驱油剂能够提升石油的采收率, 而为提升石油采收率做出主要贡献的是多元驱油剂中扩大波及体积的作用。驱油剂中的聚合分子的运行速度与滞留情况对扩大波及体积具有重要的影响, 由此可以推测多元驱油剂中聚合物分子聚集体与孔喉之间匹配关系是增油降水的重要条件。接下来对多元驱油剂中聚合物分子聚集体与储层适应性展开研究, 以提高多元驱油剂的使用效果。

## 1 实验过程

### 1.1 实验材料

在实验过程中, 聚合物, 活性剂以及碱等实验材料的具体选用标准如下表所示:

表 1 实验材料明细表

分类	聚合物	表面活性剂			碱	
名称	部分水解 HPAM	重烷基苯石油磺酸盐	石油磺酸盐	非离子型表面活性剂	NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
质量分数 (%)	88	50	40	40		
相对分子质量	3×10 <sup>6</sup> 6×10 <sup>6</sup> 9×10 <sup>6</sup> 12×10 <sup>6</sup>					

实验配制用水采用向油田注入的清水以及采出污水; 实验中所采用的岩心为天然岩心和人造岩心 (石英砂环氧树脂胶), 用人造岩心进行匹配关系实验, 天然岩心进行验证实验。<sup>[1]</sup>

### 1.2 实验设备

聚合物分子聚集体大小测试采用美国布鲁克海文 BI-200SM 型广角动 / 静态光散射仪系统, 流动性实验选取驱替实验装置。

## 2 实验结果

多元驱油剂中聚合物分子聚集体尺寸及相关影响因素

### 2.1.1 聚合物溶液

首先采用配制水将聚合物溶液配置为浓度为 1000mg/L 的溶液, 随后将其稀释, 采用相对应配制水, 将浓度稀释至 100mg/L, 并对聚合物分子聚集体尺寸进行测试。测试结果显示, 采用清水进行配制的溶液中, 当部分水解 HPAM 的相对分子质量为 3×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 189.1nm; 当相对分子质量为 6×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 221.2nm; 当相对分子质量为 9×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 260.1nm; 当相对分子质量为 12×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 345.5nm; 采用污水进行配制的溶液中, 当部分水解 HPAM 的相对分子质量为 3×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 160.8nm; 当相对分子质量为 6×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 191.1nm; 当相对分子质量为 9×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 205.5nm; 当相对分子质量为 12×10<sup>6</sup> 时, 其尺寸为 270.5nm。

通过上述实验结果可以得出, 当配制水中矿化度相同的情况下, 聚合物分子聚集体尺寸与相对分子质量之间呈现正比关系; 在相对分子质量相同的情况下, 采用清水配制的溶液中的聚合体尺寸要明显大于采用污水配制的溶液中的聚合体尺寸。

### 2.1.2 二元体系

二元体系的配制水采用清水, 表面活性剂采用非离子型表面活性剂以及聚合物进行配制浓度为 1000mg/L 的溶液, C<sub>s</sub> 为 0.3%。随后采用清水将其稀释为浓度为 100mg/L 的溶液, 并对溶液中的聚合物分子聚集体尺寸进行测试。测试结果显示: 当部分水解 HPAM 的相对分

子质量为  $3 \times 10^6$  时, 其尺寸为 194.5nm; 当相对分子质量为  $6 \times 10^6$  时, 其尺寸为 235.4nm; 当相对分子质量为  $9 \times 10^6$  时, 其尺寸为 274.4nm; 当相对分子质量为  $12 \times 10^6$  时, 其尺寸为 359.1nm。

通过与上述测试结果看对比显示, 加入非离子型表面活性剂以后, 对其尺寸产生了一定的影响。活性剂的加入对于聚合分子之间进行了进一步的反应, 使得聚合物分子聚集体的尺寸得到了进一步的舒展, 尺寸等到了一定的增长。

### 2.1.3 三元体系

三元体系分为强碱三元体系和弱碱三元体系两种形态, 强碱三元是指由聚合物, 重烷基苯石油磺酸盐以及强碱构成的体系; 弱碱三元是指由聚合物, 石油磺酸盐以及弱碱构成的体系。<sup>[2]</sup>

配制三元体系采用污水进行配置, 将其配置为浓度为 1000mg/L,  $C_s$  为 0.3%,  $C_A$  为 1.2% 的溶液, 随后采用污水将其稀释为浓度为 100mg/L 的溶液, 并对溶液中的聚合物分子聚集体尺寸进行测试。具体检测结果如表 2 所示:

表 2 三元体系中聚合物分子聚集体尺寸数据表 (nm)

相对分子质量	$3 \times 10^6$	$6 \times 10^6$	$9 \times 10^6$	$12 \times 10^6$
强碱三元体系	143.2	158.5	172.1	211.9
弱碱三元体系	146.6	165.8	179.5	217.8

根据表 2 中的数据可以分析出, 当配制水中矿化度相同的情况下, 相对分子质量较大的聚合物中, 其聚集体的尺寸较大, 虽然在运行的过程中, 相对分子质量较大的聚合物承受的阻力较大, 但是结果显示, 其聚合体的尺寸仍然保持较大。

### 2.2 聚合物分子聚集体与储层适应性

聚合物分子聚集体与储层之间的适应性, 主要表现在与岩石孔喉之间的匹配情况。如果聚合物分子聚集体

尺寸过大时, 首先进入岩石孔隙的过程将会受到极大的阻力, 并且结构会遭到破坏; 如果聚合物分子聚集体尺寸过小时, 聚合物在孔隙中停留的条件受到限制, 极容易被传输走, 因此聚合物分子聚集体尺寸与储层之间的适应性直接影响到扩大波及体积的效果。

#### 2.2.1 驱油剂渗透率极限实验

选取渗透率不同的岩心, 并依次将含有不同相对分子质量的驱油剂注入其中, 通过数据分析可以得出, 岩心渗透率的极限与驱油剂中聚合物分子的相对分子质量呈现正比例关系。

随后对天然岩心与人造岩心之间的压力比进行比较, 首先要保证渗透率相同或者相近, 其结果才能够具有可比性, 驱油剂选用强碱三元体系驱油剂, 其压力比值结果为: 当聚合物相对分子质量为  $12 \times 10^6$ , 工作黏度为  $5.8 \text{MPa} \cdot \text{s}$  时, 天然岩心和人造岩心之间的压力比值为 2.13; 当聚合物相对分子质量为  $19 \times 10^6$ , 工作黏度为  $7.2 \text{MPa} \cdot \text{s}$  时, 天然岩心和人造岩心之间的压力比值为 2.09; 当聚合物相对分子质量为  $25 \times 10^6$ , 工作黏度为  $8.1 \text{MPa} \cdot \text{s}$  时, 天然岩心和人造岩心之间的压力比值为 1.97。通过数据结果可以得出岩心的类型对其适应性的影响程度较为微弱。

#### 2.2.2 多元驱油剂中聚合物分子聚集体与储层适应性确定方法

在高渗透岩石层进行驱油剂注入时, 由于其渗流阻力有限, 其孔喉尺寸大, 在选择聚合物分子聚集体时, 要选择尺寸较大地与孔喉之间进行良好匹配; 在中渗透岩石层进行驱油剂注入时, 其岩石孔喉尺寸小, 在选择聚合物分子聚集体时, 要选择尺寸较小的与孔喉之间进行良好匹配。

只有多元驱油剂中聚合物分子聚集体尺寸与储层孔喉之间的尺寸相适应, 才能够提升驱油剂中扩大波及体积的作用, 从而实现增油降水的效果。

### 3 结论

首先多元驱油剂中聚合物中的相对分子质量, 表面活性剂, 配制水以及碱等因素都会对聚集体的尺寸产生影响, 进而影响适应性; 其次岩心的种类对聚集体与储层之间的适应性产生的影响较弱, 可以忽略不计; 最后根据岩石层的渗透率, 在进行聚集体尺寸选择的时候要具有针对性, 从而提升多元驱油剂的使用效果, 增加石油的开采率。

#### 参考文献:

- [1] 于萌, 铁磊磊, 李翔, 张博, 刘文辉, 常振. 驱油用聚合物在渤海油田中高渗透储层的适应性实验研究 [J]. 油气藏评价与开发, 2020, 10(06): 40-45.
- [2] 徐辉. 超高分子缔合聚合物溶液特性及驱油性能研究 [J]. 石油与天然气化工, 2014, 43(01): 62-66+72.