

高浓度聚驱采出液中携带物组分分析

董秋璇 (东北石油大学物理与电子工程学院, 黑龙江 大庆 163318)

摘要: 对高浓度聚驱采出液中水层悬浮物和净化油缓冲罐中的淤泥组成进行分析, 实验研究表明: 水相悬浮物中 90% 为聚合物和乳化油、3%~4% 的盐酸不溶物硅铝酸盐 (由地层携带出), 少量碳酸盐物质和腐蚀产物; 净化油缓冲罐的淤泥垢样中包含大量铁氧化物, 其次硅化合物, 少量的铝、钡、钙、硫化物和钙长石等。

关键词: 高浓度聚合物驱; 采出液; 携带物; 淤泥

由于聚合物的作用, 使采出液表现出粘度较高、油珠粒径微小、携带物种类复杂且含量较多等特点。其中, 悬浮物的成分较复杂, 对管线系统造成危害, 使采出液的水质进一步恶化, 随着悬浮物含量的增加, 采出液的水质较复杂, 给污水的后续处理带来了困难^[1-2]。本文对某采油厂高浓度聚驱采出液的携带物组分进行分析, 通过对聚驱采出液仪器分析及化学分析的方法^[3], 针对采出液本身及聚合物的物理化学性质, 对水层悬浮物和净化油缓冲罐中的淤泥组分进行分析, 经过化学分析和仪器表征, 确定了携带物的无机及有机组分以及粘土矿物质组成。

1 实验部分

1.1 实验材料及仪器

实验药品: 高浓度聚合物驱采出液样品 (采自某采油厂); 溴水; 淀粉-碘化镉。

实验仪器: 722 型可见分光光度计; 原子吸收分光光度计; 红外光谱仪; 扫描电镜; X 射线衍射仪; 分析天平; 电子天平; 马弗炉。

1.2 实验方法

悬浮物浓度采用滤膜法; 水相悬浮物组成及净化油缓冲罐淤泥组分的分析采用酸化-煅烧-原子吸收法进行精细分析。

2 结果与讨论

2.1 采出液携带物研究

高浓度聚驱采出液中携带物大致包括水相中的悬浮物、PAM 等和固相机械杂质、垢、腐蚀产物等。

2.1.1 水层悬浮物分析

2.1.1.1 水层悬浮物浓度的测定

聚驱采出液水层悬浮物浓度如图 1 所示。采出液序号由小到大是根据采出液中聚合物浓度由低到高排列的, 从整体来看, 采出液中聚合物含量高的悬浮物含量也随之增加, 但是序号 6、13、16 的悬浮物浓度数值打破了趋势, 这是因为实际采油时, 采出井地层结构、采出液采出时间、运输条件等因素存在差异而造成的。

2.1.1.2 水层悬浮物成分分析

水层悬浮物成分分析采用酸化-煅烧-原子吸收法

进行精细分析, 结果如表 1 所示。水层悬浮物中 94% 是有机物, 来源于 PAM 和原油; 3.6%~3.9% 的硅铝酸盐, 来源于地层; 剩下的部分是少碳酸盐, 来源于钙、镁、碳酸根离子沉淀物, 主要是由于污水的矿化度较高。

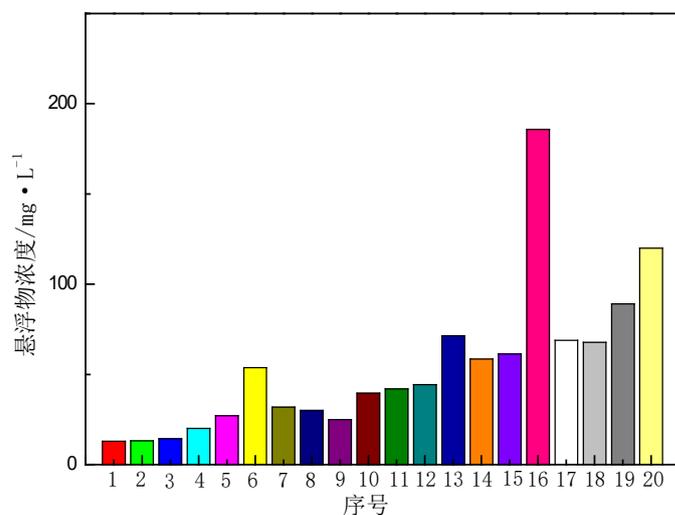


图 1 聚驱采出液水层悬浮物浓度柱状图

2.1.2 水层悬浮物粒度分布

采出液中固体粒子粒径的大小对悬浮物的含量影响较大, 通常悬浮物的含量随着粒子粒径的增大而增加, 反之降低。使用 0.8 μm, 0.15 μm, 0.22 μm, 0.45 μm 和 3.0 μm 孔径的滤膜对采出液水层进行过滤、称重, 分析颗粒的粒径中值范围。由结果可知, 悬浮颗粒的粒径中值范围大部分为 3.0 μm 以上, 不符合小于等于 2.0 μm 的回注水标准范围。

2.2 净化油缓冲罐中淤泥的成分分析

分析净化油缓冲罐中的淤泥成分, 经 105 °C 干燥-煅烧-酸溶-煅烧后, 获得粉末状淤泥垢样, 并对其进行分析。

2.2.1 淤泥表征分析

2.2.1.1 淤泥垢样红外分析

对处理得到的淤泥粉末进行红外分析。淤泥粉末中有较多的二氧化硅、硫酸钡、硫酸钙, 氧化铁、四氧化三铁和氢氧化铁, 较少的碳酸钡和碳酸镁, 微量的硫酸镉、氢氧化钙和氢氧化镁。

2.2.1.2 淤泥垢样扫描电镜分析

淤泥垢样进行扫描电镜分析，外貌如图 2 所示，由图可见，其外形成块状，上面聚着枝形的 PAM 长链 (A) 或枝条聚成的大团 (B)。

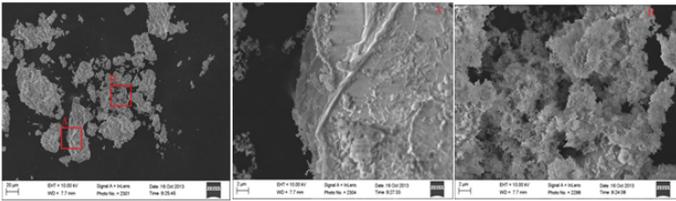


图 2 淤泥垢样的形貌

2.2.1.3 淤泥垢样能谱分析

将 A、B 样进行能谱分析，能谱如图 3 所示。由结果可知，A 样中硅和铝成分较多，B 样铁成分较多，由此可见，A 是悬浮物成分，B 是腐蚀产物。

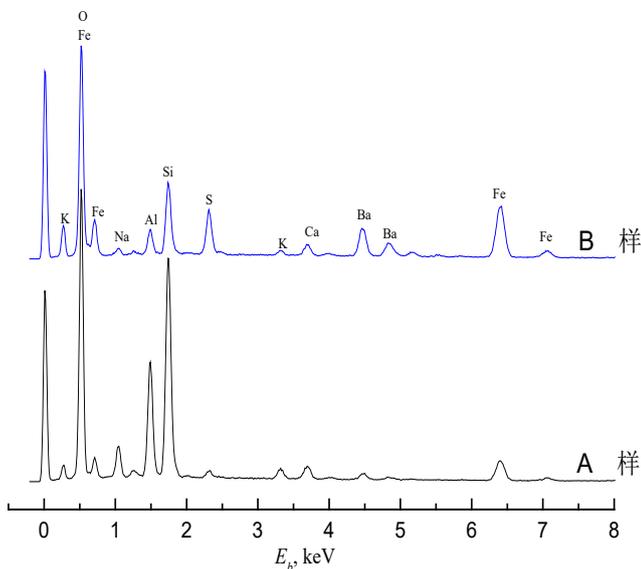


图 3 A、B 淤泥垢样的能谱图

2.2.1.4 淤泥垢样 XRD 分析

淤泥粉末经过 XRD 分析，衍射图如图 4 所示，由结果可知，淤泥中主要成分是 Fe_2O_3 ，并含有一些钙长石等。

2.2.2 淤泥组分分析

由表 2 可知，淤泥组分中有 19% 的水，77% 的有机物，即聚丙烯酰胺及原油等，还包括少量的氧化铁，微量的硅酸盐、碳酸钙、氧化钾和氧化钠。

表 1 水层中悬浮物的组分及 单位：%

井口	有机物	硅酸盐	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	回收率
4 号	94.28	3.62	0.35	0.54	0.19	0.03	0.95	99.95
6 号	94.31	3.72	0.19	0.53	0.14	0.05	0.97	99.91
10 号	94.32	3.73	0.27	0.59	0.29	0.06	0.65	99.93
16 号	94.71	3.81	0.21	0.51	0.15	0.04	0.49	99.93

表 2 淤泥组分

成分	水	有机物	硅酸盐	$CaCO_3$	$MgCO_3$	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	回收率
含量 /%	19.312	76.653	0.607	0.566	0.491	1.464	0.054	0.827	99.973

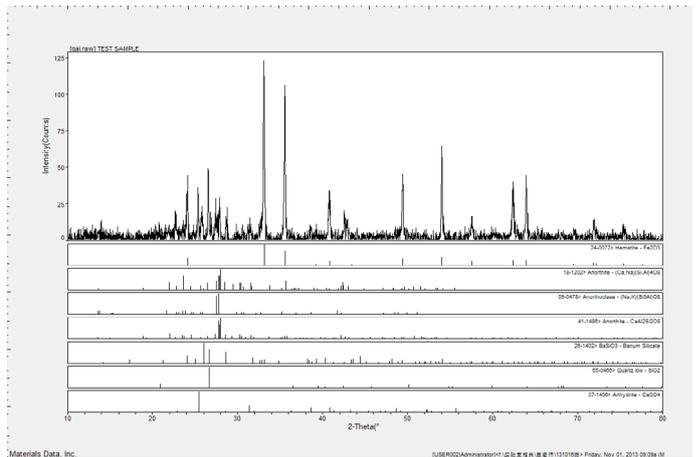


图 4 淤泥垢样 XRD 图

3 小结

对高浓度聚驱采出液携带物的组成分析得出如下结论：

①水相悬浮物中粒径中值范围多大于 $3.0\mu m$ ，其中 90% 为有机物（聚合物和乳化油）、3%~4% 的盐酸不溶物（硅铝酸盐）由地层携带出，少量碳酸钙、碳酸镁等碳酸盐结垢物质和腐蚀产物；

②净化油缓冲罐的淤泥中 77% 的有机物（聚丙烯酰胺和原油），19% 的水，其他为淤泥垢样（大量铁氧化物，其次硅化合物，少量的铝、钡、钙、硫化物和钙长石等）；

③高浓度聚驱采出液淤泥中 Fe 成分较多，由此推断出悬浮物固体主要来源如下：腐蚀产物；底层岩石碎砂； $CaCO_3$ 等地层中矿物质。

参考文献：

- [1]Li Xuening, Zhang Fusheng, Liu Guoliang. Review on polymer flooding technology[J]. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,2021,675(1).
- [2]黄锐. 化学驱海上油田水处理流程含聚油泥产生原因分析及预防措施[J]. 广东化工. 2021,48(06).
- [3]章文华,徐锡梅,余沛芝,等. 重量法测定污水厂进出水中悬浮物的影响因素[J]. 净水技术,2020,39(12):13-18.

作者简介：

董秋璇 (1987-)，女，硕士研究生，东北石油大学物理与电子工程学院。