

# 含聚采出水悬浮固体含量测定方法的改进

刘鹏飞<sup>1</sup> 张蕾蕾<sup>1</sup> 陈英杰<sup>2</sup> 严忠<sup>1</sup> 马晓峰<sup>1</sup>

**摘要：**目前含聚采出水的悬浮物测定一般采用石油天然气行业标准SY/T 5239—2012推荐的滤膜法。针对新疆油田七东1含聚采出水按照标准滤膜法测定易结垢问题，采用双膜法替代标准中原测定方法，过滤速率均由原来的10 min过滤15 mL提高到100 mL以上。用不同污水对两种测试方法进行对比发现，双膜法较现行标准在测定二元驱污水和稠油污水悬浮物含量时过滤体积分别由15 mL和50 mL提高到了265 mL和240 mL，引入的最大误差由原来的26.67 mg/L和8 mg/L减小到了1.5 mg/L和1.66 mg/L。

**关键词：**含聚采出水；双膜法；悬浮物；过滤；滤膜

Doi:10.3969/j.issn.1006-6896.2016.6.006

## Improvement of Determination of Suspended Solids in Polymer Flooding Produced Water

Liu Pengfei, Zhang Leilei, Chen Yingjie, Yan Zhong, Ma Xiaofeng

**Abstract:** The membrane filtration method recommended in petroleum and gas industry standard SY/T5239-2012 is always used in determining suspended solids content in polymer flooding produced water at present. Instead of the traditional membrane filtration method, double velum method is used in polymer flooding produced water from Xinjiang oilfield seven east 1 which has severer scaling problems. Filtration rate is increased from 15 mL to over 100 mL during 10 min. Experiment is conducted with polymer-surfactant compound flooding produced water and heavy oil sewage produced. Compared with traditional membrane filtration method, filtration volume is more when using double velum method. The volume of polymer-surfactant compound flooding produced water increases from 15 mL to 265 mL and the volume of heavy oil sewage produced increases from 50 mL to 240 mL. Errors from polymer-surfactant compound flooding produced water decreases from 26.67 mg/L to 1.5 mg/L, while errors from heavy oil sewage produced decreases from 8 mg/L to 1.66 mg/L.

**Key words:** polymer flooding produced water; double velum method; suspended solids; filtration; filter membrane

悬浮物含量测定方法有质量法、分光光度法、遥感技术和声学法<sup>[1-2]</sup>。目前国内油田采用行业标准《碎屑岩油藏注水水质推荐指标及分析方法（SY/T 5239—2012）》中的质量法来测定含聚污水中固体悬浮物的含量。标准中5.2.5.4指出，对于含聚水样，需先在60℃恒温水浴中放置30 min，以降低聚合物对固体悬浮物测定的影响。但是新疆油田聚驱采出水在加热时会发生结垢，进而无法准确测定水中悬浮物含量。大庆油田公司李杰训等人做过相关研究，其采用的也是加热法<sup>[3]</sup>测定悬浮固体含

量，此方法并不适用于新疆油田加热易结垢水质。大庆油田工程有限公司的冯晓敏采用的双膜法<sup>[4]</sup>（其双膜中上下双层为同一孔径的滤膜）对加快过滤速度进而增加过滤量以减小测定误差并无帮助。因此改进含聚污水中悬浮物测定方法具有重要的意义。

## 1 实验

### 1.1 主要材料和仪器

孔径0.45、5 μm混合纤维素酯微孔滤膜，上

<sup>1</sup>新疆油田公司实验检测研究院 <sup>2</sup>晋煤金石化工投资集团有限公司

海兴亚净化材料厂；水样取自新疆油田采油二厂聚驱采出液，采出液中聚合物浓度为103.52 mg/L。

SHZ-D (Ⅲ) 循环水式真空泵，台州市信力电子设备有限公司；wi96752全玻璃微孔滤膜过滤器，东西仪科技有限公司。

### 1.2 行业标准推荐的悬浮物测量方法

目前油田对悬浮固体含量的测定普遍采用行业标准 SY/T 5329—2012 规定的膜滤法（以下简称原方法），即使用真空泵提供 0.1 MPa 负压，使一定体积的水样通过 0.45 μm 滤膜，并用蒸馏水洗盐和石油醚洗油后，在 90 °C 下烘干至质量恒定。悬浮固体含量为滤膜截留前后滤膜质量差与滤过水样体积的比值。当被测溶液中含有聚合物时需加热到 60 °C 并恒温 30 min 以上再进行测量。由于被测污水加热时出现结垢，因此原方法测定时均不采用加热。

### 1.3 改进方法

改进方法（以下简称双膜法）：使用真空泵提供 0.1 MPa 负压，使一定体积的水样通过不同孔径滤膜叠加后形成的滤膜层，并用蒸馏水洗盐和石油醚洗油后，在 90 °C 下烘干至质量恒定。悬浮固体含量为滤膜截留前后滤膜质量差与滤过水样体积的比值。

### 1.4 极限误差的计算方法

滤膜法进行悬浮物测定时滤膜截留的悬浮物质量为过滤前后滤膜与滤膜加载留物的质量之差。单次称量滤膜所允许的最大误差为 ≤0.2 mg，因此两次称量所造成的极限最大误差为 0.4 mg；而悬浮物含量计算方法为悬浮物的截留量除以过滤体积。因此水中悬浮物测量由称量造成的极限误差计算公式为

$$\Delta = \frac{0.4 \times 10^3}{V} \quad (1)$$

式中：Δ 为水中悬浮物测量极限误差，mg/L；V 为过滤水样体积，mL。

## 2 结果与讨论

### 2.1 改进方法准确度的验证

为验证聚合物是否会被滤膜截留进而影响悬浮物含量，配置了高岭土溶液来验证两种方法测试的准确度以及聚合物对悬浮物测定的影响（表1）。

从表1可以看出，双膜法比原方法在测定含聚溶液时速度明显加快，且不影响悬浮物含量准确度。

### 2.2 双膜法对含聚采出水过滤速率的影响

2014年3月18日对72<sup>#</sup>站来液中的采出水用两

种方法进行测试（表2）。

表1 双膜法和原方法模拟含聚采出水悬浮物测定

聚合物浓度/ (mg · L <sup>-1</sup> )	检测方法	滤膜孔径/ μm	过滤时间/ s	悬浮物含量/ (mg · L <sup>-1</sup> )
0	原方法	0.45	27	122
50	原方法	0.45	374	122
50	双膜法	0.45+5	231	123

注：测试所用溶液高岭土浓度均为130 mg/L，过滤体积均为100 mL，聚合物经高速剪切3 min以模拟地层剪切。

表2 双膜法和原方法测试含聚采出水结果对比

检测方法	过滤体积/ mL	悬浮物浓度/ (mg · L <sup>-1</sup> )	称量造成的极限误差/ (mg · L <sup>-1</sup> )
双膜法	100	110	4.00
原方法	15	137	26.67

注：来液聚合物浓度为103.52 mg/L，过滤时间为10 min。

从表2测试结果可以看出，在测试含聚采出水时双膜法比原方法过滤速率更快，引入的极限误差更小。为进一步弄清双膜法提高滤膜过滤速率的基本原理，在室内将现场来液进行了粒径分析，结果见图1。

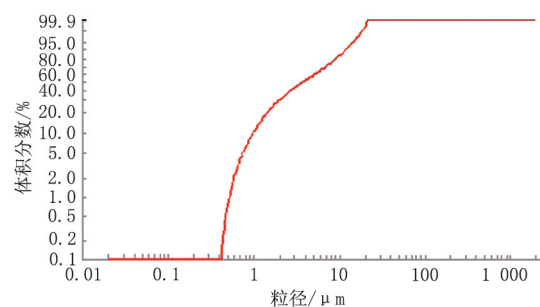


图1 72<sup>#</sup>站含聚采出水粒径分布

上层大孔径滤膜将会截留较多的粒径较大的悬浮物以及包裹颗粒表面的不溶解的残余聚合物，大大减少下层0.45 μm滤膜的截留量，减轻了滤膜的堵塞状况，进而以梯度过滤的方式加快了单位表面上污水的透过速度。

### 2.3 双膜法的适用范围

双膜法在测量聚驱污水时可加快过滤速度。为了验证双膜法是否对其他污水也具有较好的过滤效果，分别用双膜法与原方法对多种污水进行了悬浮物测定，结果见表3。

从表3测试结果可以看出，原标准方法在聚驱污水、二元驱污水、稠油污水悬浮物测定时过滤体积均较小，引入称量造成的误差较大；而双膜法可有效解决过滤体积不足而造成的称量误差。因此双膜法较原方法具有更广的适用范围。

(下转第23页)