新型改性天然聚合物WM-I室内评价试验研究

目录

[第一章 前言 1](#_Toc514060692)

[第二章 试验准备 2](#_Toc514060693)

[2.1 试验材料 2](#_Toc514060694)

[2.2 试验仪器 2](#_Toc514060695)

[2.3 试验方法 2](#_Toc514060696)

[2.3.1 WM-Ⅰ水化、流变特性、提粘性能测试 2](#_Toc514060697)

[2.3.2 WM-Ⅰ抗盐、抗钙、抗温性能测试 2](#_Toc514060698)

[2.3.3 WM-Ⅰ降失水性能测试 2](#_Toc514060699)

[2.3.4 常用产品：植物胶、CMC、PHP流变特性以及降失水测试 3](#_Toc514060700)

[第三章 实验结果分析 3](#_Toc514060701)

[3.1 WM-Ⅰ流变特性分析 3](#_Toc514060702)

[3.2 WM-Ⅰ抗盐性能分析 7](#_Toc514060703)

[3.3 WM-Ⅰ抗钙性能分析 9](#_Toc514060704)

[3.4 WM-Ⅰ抗温性能分析 11](#_Toc514060705)

[3.5 WM-Ⅰ降失水性能分析 12](#_Toc514060706)

[3.6 CMC,PHP以及植物胶流变特性分析 14](#_Toc514060707)

[3.7 CMC,PHP以及植物胶降失水性能分析 19](#_Toc514060708)

[结论 20](#_Toc514060709)

[致谢 20](#_Toc514060710)

[参考文献 20](#_Toc514060711)

# 第一章 前言

植物胶类钻井液在如今的各类复杂地层中应用广泛。这类钻井液的植物胶原料主要来源于植物的不同部位。大致可以分为以下 3类：植物根部、植物籽粒及植物的茎或皮。[1]来自不同部位制成的植物胶，其加工工艺与性能都有所不同。这三类植物胶原料往往会对植被资源造成不可逆转的破坏。近年来随着社会对环保的重视，这类植物胶钻井液的原料采集将会受到越来越多的限制。所以有必要研制新型环保钻井液以替代植物胶钻井液。

甘蔗是我国主要的糖料作物，我国 90% 以上的食糖来自甘蔗，甘蔗产业在农业经济中占有重要的地位。[2]甘蔗经过榨取糖水后，留下的白色渣滓称为蔗渣。蔗渣含有50%以上的纤维，是造纸和制人造丝的好材料。同时，它也是制造WM-Ⅰ钻井液的材料来源。[3]由于我国甘蔗的巨大产量，如果以蔗渣为原料的WM-Ⅰ钻井液能广泛应用，那将是钻井液环保研究方向的巨大进步。同时，钻井液的生产成本也会大幅下降。

新型改性天然聚合物WM-Ⅰ为利用废弃物-甘蔗渣通过合理的优化工艺反应而得到的一种新型环保聚合物材料。本次室内试验就是通过测量其水化流变特性、提粘、降失水效果以及抗盐、抗钙、抗温性能，并同目前钻探工程施工中常见的同类产品如：植物胶、CMC、PHP等人工合成的聚合物进行比较。评价其真实性能，为这一环保型新材料的推广应用打下理论基础，同时完成毕业论文。

# 第二章 实验准备

## 2.1 实验材料

试验材料有WM-Ⅰ粉，Na2CO3,NaCl,CaCl2,粘土，植物胶溶液，CMC，PHP。

## 2.2 实验仪器

电动搅拌机，六速旋转粘度计，电子天平，高温滚子炉，其他试验仪器包括

秒表、量筒、玻璃棒、烧杯等。

## 2.3 实验方法

### 2.3.1 WM-Ⅰ水化、流变特性、提粘性能测试

在1L水中加入：0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%的WM-Ⅰ粉（用纯碱调节胶液PH值在8~9左右），搅拌30min后测试第一次性能，静置24h后测试第二次性能，再静置24h后测试第三次性能。其中，0.6%的胶液配置10份。

### 2.3.2 WM-Ⅰ抗盐、抗钙、抗温性能测试

* 在实验1的基础上，选择WM-Ⅰ加量0.6%的胶体溶液1L进行抗盐实验：在1L该溶液中加入2%、4%、6%、8%、10%的NaCl充分搅拌30min后，测性能。分析。
* 在实验1的基础上，选择WM-Ⅰ加量0.6%的胶体溶液1L进行抗钙实验：在1L该溶液中加入1%、3%、5%、7%、9%的CaCl2充分搅拌30min后，测性能。分析。
* 在实验1的基础上，选择WM-Ⅰ加量0.6%的胶体溶液1L进行抗温实验：将1L该溶液置于滚子炉的高温釜中，分别在80℃、100℃、120℃下恒温滚动16h,测性能。分析。实验装置如图2-1。



图 2-1

### 2.3.3 WM-Ⅰ降失水性能测试

* 基浆配置：水+5%粘土+5%纯碱（按土的重量计），搅拌30min后静置24h，测性能。
* 基浆中按：0.2%、0.4%、0.6%、0.8%的加量分别加入WM-Ⅰ，充分搅拌30min后，测性能。测试装置如图2-2。



图 2-2

### 2.3.4 常用产品：植物胶、CMC、PHP流变特性以及降失水测试

* 分别配置0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%浓度的植物胶胶液，测性能，样品如图2-3；
* 分别配置0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%浓度的CMC胶液，测性能，样品如图2-4；
* 分别配置0.2%、0.4%、0.6%、0.8%、1.0%浓度的PHP胶液，测性能，样品如图2-5；
* 在基浆中按：0.4%的加量加入植物胶，CMC、PHP充分及搅拌30min后测性能。



图 2-3 植物胶



图 2-4 CMC



图 2-5 PHP

# 第三章 实验结果与数据分析

## 3.1 WM-Ⅰ流变特性分析

为了探究WM-Ⅰ的水溶液的流变特性随时间的变化，下表1，2，3分别记录了搅拌之后立即测得的数据，以及24h，48h之后的数据。

表 3-1 0h数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 0.20% | 18.3 | 10 | 5.5 | 2 |
| 0.40% | 38.3 | 69 | 42 | 5 |
| 0.60% | 183.6 | 165 | 110 | 6 |
| 0.80% | 237.7 | 180 | 118 | 7.5 |
| 1.00% | 572.6 | 260 | 175 | 12 |

表 3-2 24h数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 0.20% | 19.8 | 15 | 9.5 | 2.5 |
| 0.40% | 31.1 | 62.5 | 40 | 3.5 |
| 0.60% | 149.8 | 150 | 103 | 6 |
| 0.80% | 143.1 | 159 | 104 | 6 |
| 1.00% | 461.7 | 240 | 163 | 12 |

表 3-3 48h数据

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 0.20% | 17.6 | 15.5 | 10 | 2 |
| 0.40% | 35.5 | 30 | 17 | 2 |
| 0.60% | 160 | 140 | 90 | 5.5 |
| 0.80% | 160 | 136 | 89 | 5 |
| 1.00% | 409.2 | 230 | 156 | 11.5 |

如下图所示，三个时间点测得的塑性粘度、表观粘度、动切力、静切力均随着WM-Ⅰ的加量而增加。

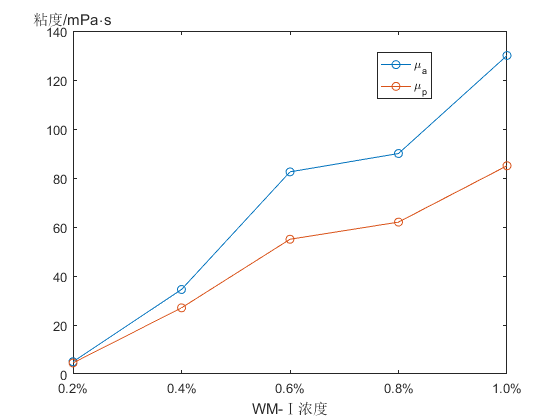


图 3-2 0h塑性粘度与表观粘度

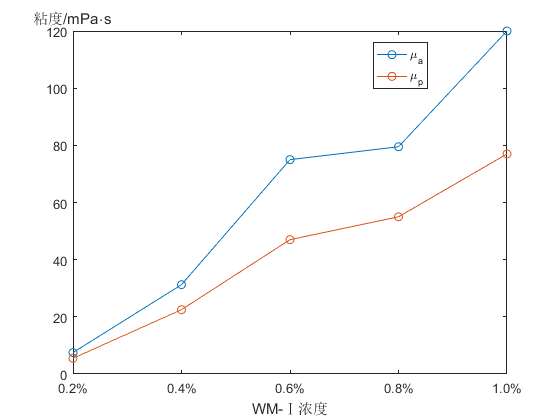


图 3-3 24h塑性粘度与表观粘度

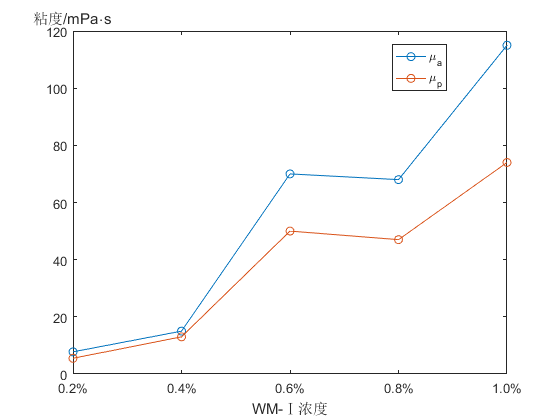


图 4-3 48h塑性粘度与表观粘度

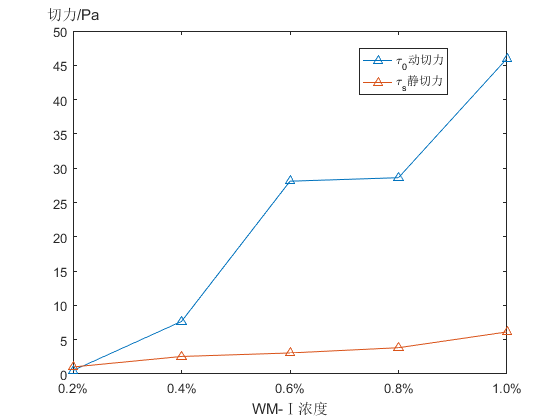


图 3-5 0h静切力与动切力

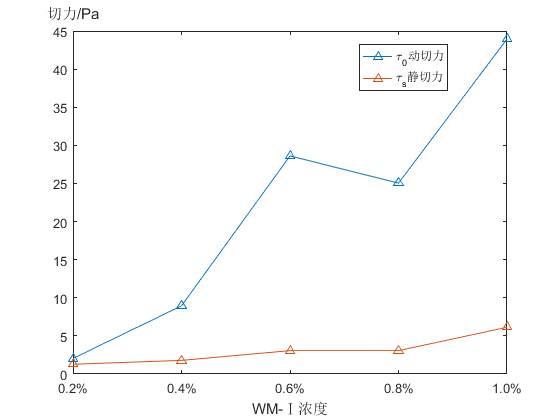


图 3-6 24h静切力与动切力

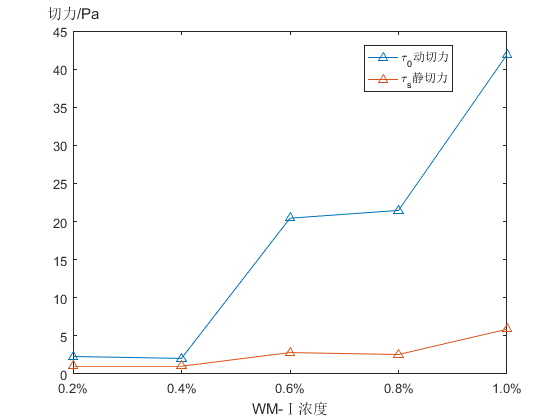


图 3-7 48h静切力与动切力

## 3.2 WM-Ⅰ抗盐性能分析

以0.6%的WM-Ⅰ溶液为基础，分别加入2%，4%，6%，8%，10%的NaCl实验原始记录如下表3-4。

表 3-4 WM-Ⅰ抗盐性能测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗盐（0.6%溶液) | | | | |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 2.00% | 18.1 | 13 | 7.5 | 2 |
| 4.00% | 17.5 | 10 | 5.5 | 2 |
| 6.00% | 17.5 | 10 | 5 | 1.5 |
| 8.00% | 17.4 | 9 | 5 | 1.5 |
| 10.00% | 17.5 | 8.5 | 5 | 1.5 |

0.6% WM-Ⅰ溶液不同NaCl加量下的塑性粘度、表观粘度、动切力与静切力如下图3-7,3-8。其中横坐标对应的数据为0.6%的WM-1的不加量性能。可以看出，随着CaCl2加量的增加，WM-Ⅰ的塑性粘度与表观粘度下降幅度较大，但随后稳定，所以抗钙性能较为优秀。

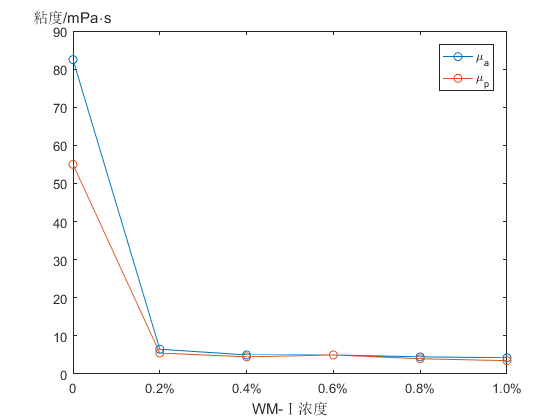


图 3-8 塑性粘度与表观粘度

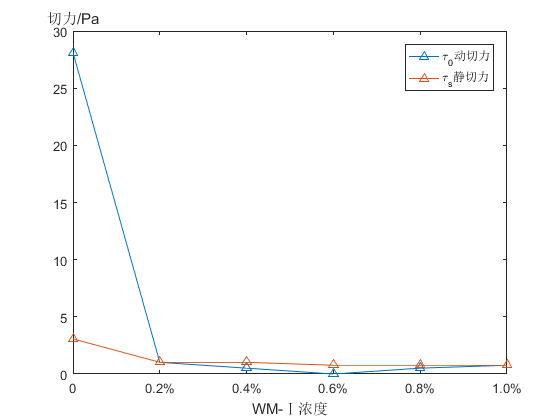


图 3-9 静切力与动切力

## 3.3 WM-Ⅰ抗钙性能分析

以0.6%的WM-Ⅰ溶液为基础，分别加入1%，3%，5%，7%，9%的CaCl2实验原始记录如下表3-5。

表 3-5 WM-Ⅰ抗钙性能测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗钙（0.6%溶液) | | | | |
|  | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 1% | 16.4 | 3.5 | 2.5 | 1.5 |
| 3% | 16.4 | 4 | 3 | 2 |
| 5% | 16 | 4 | 3 | 2 |
| 7% | 15.9 | 4 | 3 | 2 |
| 9% | 16 | 4 | 3 | 2 |

经分析得出的0.6%的WM-Ⅰ溶液在不同CaCl2加量下塑性粘度、表观粘度、动切力与静切力如下图3-9，3-10。其中横坐标对应的数据为0.6%的WM-1的不加量性能。由图可以看出，在加入1%的CaCl2之后，粘度迅速下降，接近横轴，此后略有上升。可见，该溶液抗钙性能较差。

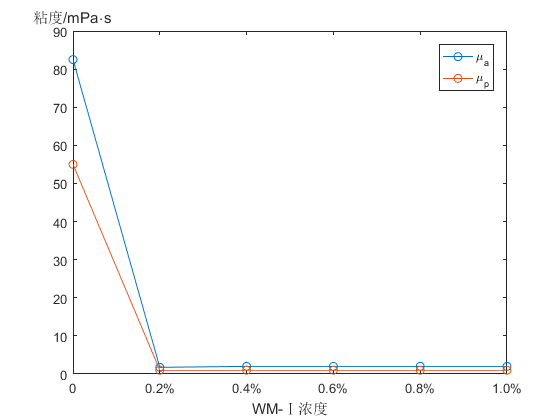


图 3-10 塑性粘度与表观粘度

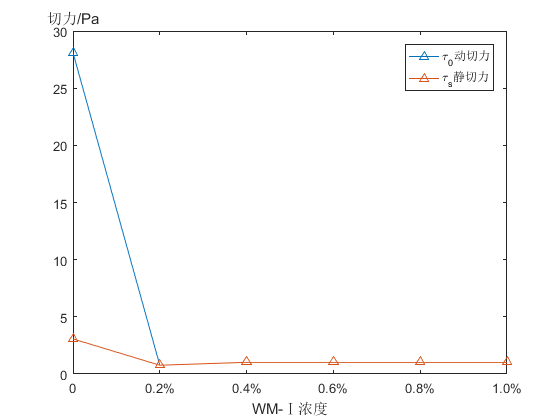


图 3-11 动切力与静切力

## 3.4 WM-Ⅰ抗温性能分析

以0.6%的WM-Ⅰ溶液为基础，分别在80℃，100℃，120℃的条件下在高温滚子炉中进行实验。取出后测得的实验原始记录如下表3-6。

表 3-6 WM-Ⅰ抗温性能测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 抗温（0.6%溶液) | | | | |
| 温度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 80°C | 34.8 | 59 | 40 | 5 |
| 100°C | 26.7 | 23 | 13 | 2 |
| 120°C | 18.7 | 7 | 3.5 | 2 |

原始条件以及三种温度下的塑性粘度、表观粘度、动切力与静切力如下图3-11，3-12。可以看出，在100℃之前，该溶液的性能都保持较好，但是超过此温度后，性能较差。

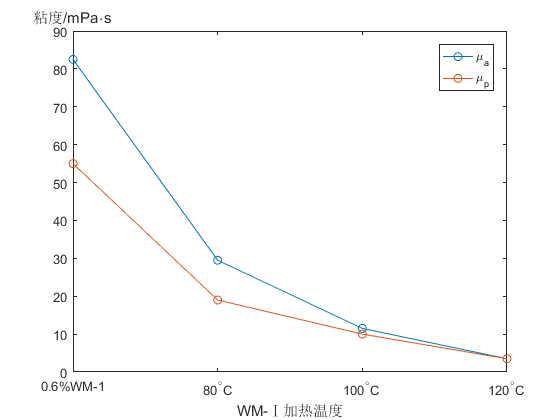


图 3-12 塑性粘度与表观粘度

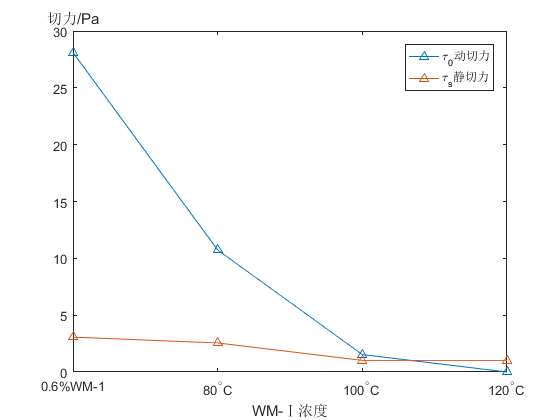


图 3-13 动切力与静切力

## 3.5 WM-Ⅰ降失水性能分析

基浆中0，0.2%、0.4%、0.6%、0.8%的WM-1加量，测得原始数据如下表3-7。

表 3-7 WM-Ⅰ降失水性能测试

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| WM-1降失水性能测试 | | | | | | | |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) | pH | 滤失量 | 泥饼厚度 |
| 0 | 19.6 | 12.5 | 9 | 4 | 9.5 | 42 | 3.5 |
| 0.20% | 24.1 | 33.5 | 19.5 | 2 | 9.5 | 22 | 1.5 |
| 0.40% | 49.6 | 82.5 | 50 | 5 | 8.5 | 7.4 | 1.5 |
| 0.60% | 24.6 | 170 | 110 | 11 | 9.5 | 10 | 1.5 |
| 0.80% | 0 | 255 | 173 | 18 | 9.2 | 7 | 1 |

不同WM-1加量下的基浆的塑性粘度、表观粘度、静切力与动切力如下图3-13，3-14。WM-1对该基浆的粘度，切力提升较为明显。

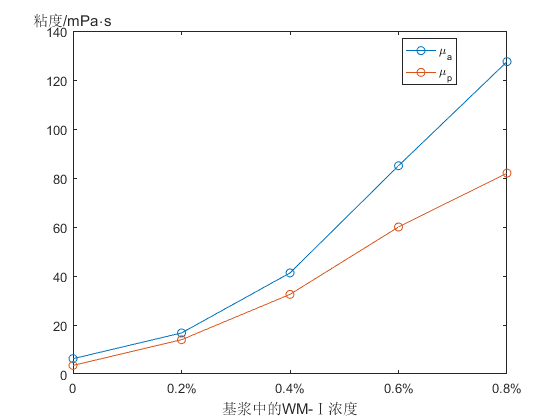


图 3-14 塑性粘度与表观粘度

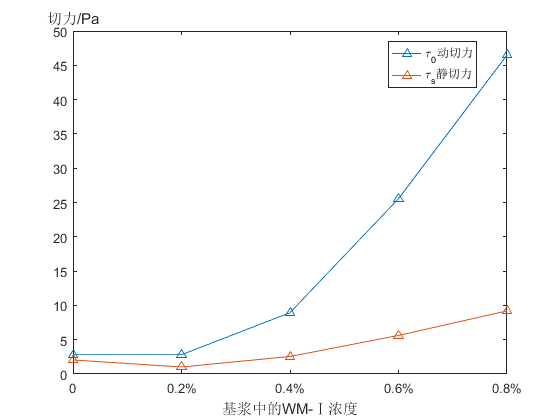


图 3-15 动切力与静切力

此外，pH，滤失量，泥饼厚度这三个关键指标如下图3-15所示。可见，WM-1对于基浆的滤失量控制有明显正面效果。泥饼厚度也由于WM-1的加量而下降明显。pH则稳定在弱碱性。

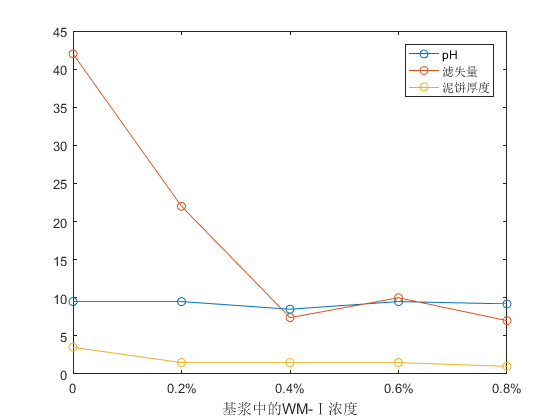


图 3-16

## 3.6 CMC,PHP以及植物胶流变特性分析

常用钻井液CMC,PHP以及植物胶不同加量下的实验原始数据以及分析得出的塑性粘度、表观粘度、动切力与静切力如下方图表所示。

表 3-8 CMC流变特性测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| CMC | | | | |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 0.20% | 27.9 | 13 | 7 | 1 |
| 0.40% | 46 | 26 | 16 | 1.5 |
| 0.60% | 66.3 | 38 | 24.5 | 2 |
| 0.80% | 97.3 | 67.5 | 45.5 | 2.5 |
| 1.00% | 133.4 | 109 | 77 | 4.5 |

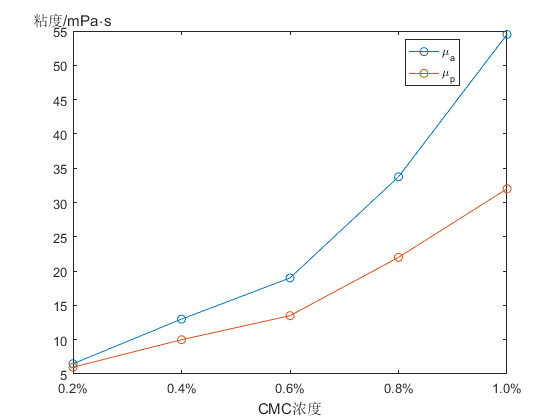


图 3-17

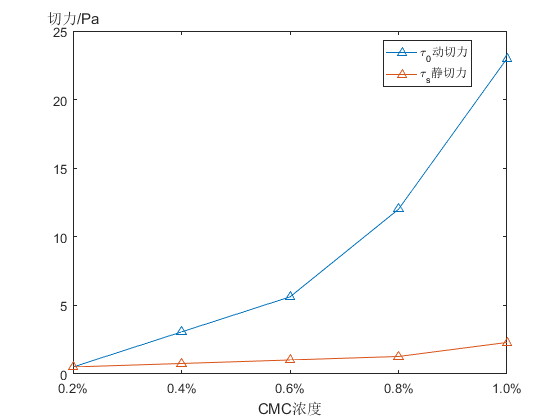


图 3-18

表 3-9 植物胶流变特性测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 植物胶 | | | | |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 0.20% | 20.3 | 6 | 3.5 | 1.5 |
| 0.40% | 22.8 | 7 | 4.5 | 1.5 |
| 0.60% | 28 | 8 | 5.5 | 1.5 |
| 0.80% | 31.1 | 10 | 6.5 | 1.5 |
| 1.00% | 37.8 | 14 | 9.5 | 1.5 |

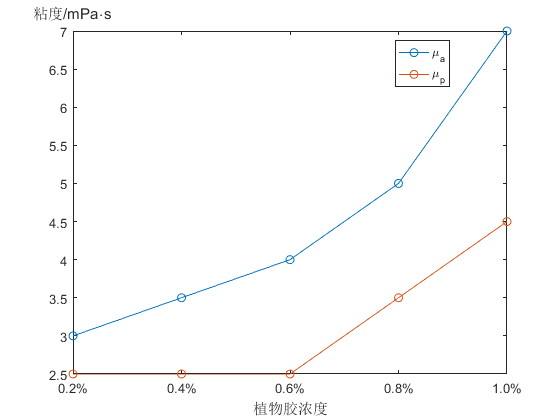


图 3-19

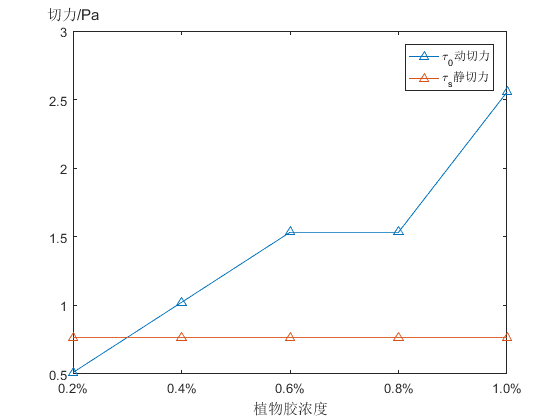


图 3-20

表 3-10 PHP流变特性测试

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| PHP | | | | |
| 浓度 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) |
| 0.20% | 26.5 | 16 | 11 | 1.5 |
| 0.40% | 34.4 | 14 | 9.5 | 2 |
| 0.60% | 50.6 | 45 | 33 | 4 |
| 0.80% | 55.4 | 47.5 | 34 | 5 |
| 1.00% | 137.1 | 83 | 61 | 10 |

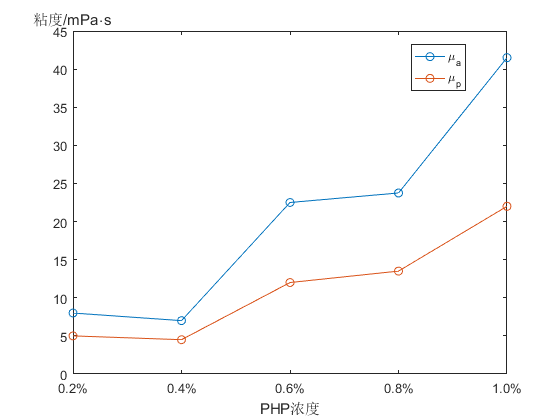


图 3-21

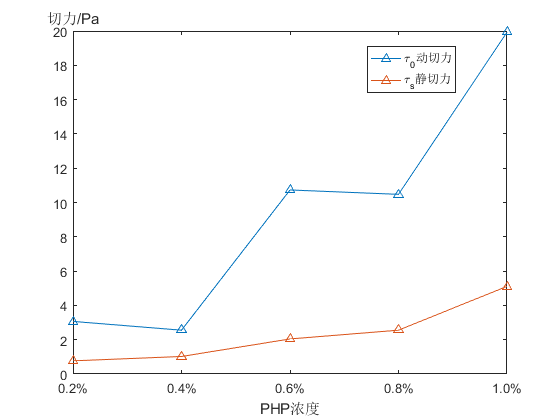


图 3-22

## 3.7 CMC,PHP以及植物胶降失水性能分析

0.4%的CMC,植物胶和PHP的降失水实验原始数据如下表。下图则是常规钻井液材料的塑性粘度、表观粘度、动切力与静切力，以及三个降失水指标。

表 3-11 CMC,植物胶与PHP降失水性能测试

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 降滤失(0.4%) | | | | | | | |
| 钻井液 | 漏斗粘度T(s) | θ600 | θ300 | θ3(初切10s) | pH | 滤失量 | 泥饼厚度 |
| CMC | 0 | 91 | 67 | 30 | 9.5 | 10 | 1 |
| 植物胶 | 39.6 | 26 | 13 | 2 | 9.5 | 15 | 1 |
| PHP | 122.2 | 64.5 | 46 | 7 | 9.2 | 12 | 1.5 |

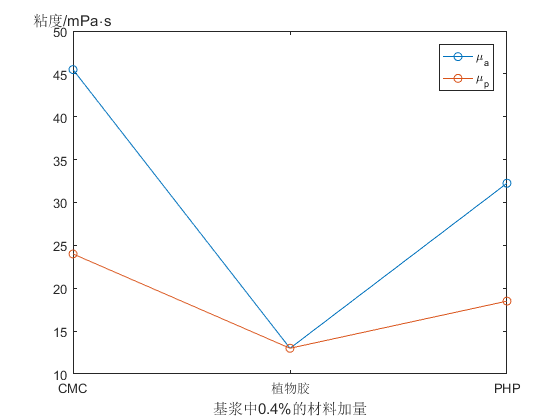


图 3-23

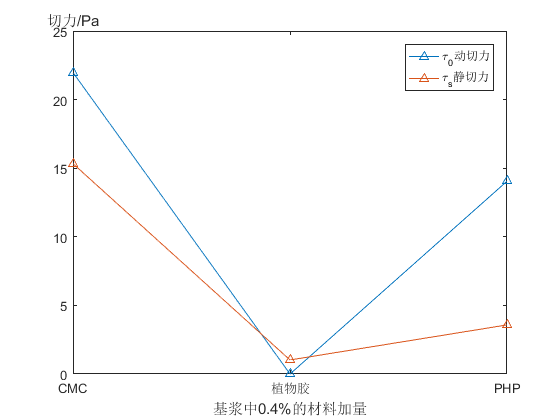


图 3-24

# 结论

WM-1基本流变特性出色，抗盐性能较为优秀，抗钙性能较差，抗温性能在一定温度范围内保持较好性能，但是超过一定温度后性能开始下降。能有效降低滤失量以及泥饼厚度。

# 致谢

王老师

参考文献

[1]王胜,陈礼仪,黄猛,张光西.新型KL植物胶无固相环保钻井液体系[J].煤田地质与勘探,2010,38(03):76-80.  
[2]吴多广,吴建涛,谢静,王勤南,邱永生.中国甘蔗生产发展趋势分析[J].广东农业科学,2017,44(07):154-160.  
[3]林奥源.甘蔗遍身是“宝”[J].科学大众,1958(06):242-243.