

# 绿粉系列调剖剂的室内研究

张贵才 周洪涛 孙铭勤 赵福麟

(石油大学(华东)石油工程系)

**摘要** 在对绿粉基本性质分析的基础上,研究了绿粉系列调剖剂的最佳使用配方和影响因素,包括绿粉悬浮体单液法调剖剂、绿粉/粘土双液法调剖剂、绿粉冻胶调剖剂和绿粉冻胶/粘土双液法调剖剂。

**主题词** 剖面调整 化学处理剂 悬浮剂 凝胶 粘土 试验 研究

**作者简介** 张贵才,1966年生。1988年毕业于石油大学(华东),现从事油田化学教学与科研工作,讲师。周洪涛,1969年生。1991年毕业于石油大学(华东),现从事油田化学教学与科研工作。孙铭勤,1965年生。1986年毕业于承德石油学校,现从事教学工作。赵福麟,1933年生。1957年毕业于北京石油学院,现从事教学与科研工作,教授。

绿粉是田菁豆的原粉,主要由水不溶的纤维素、木质素及水溶性田菁胶等成分组成。其水不溶的纤维素与木质素可直接用于封堵高渗透地层。水溶性的田菁胶是一种高分子,它既可通过合适的交联剂交联形成具有强堵塞作用的冻胶,又可直接用作粘土双液法调剖剂的絮凝剂。本文研究了绿粉系列调剖剂。

## 一、仪器、材料与药品

1. 仪器 多点测压渗流装置、水平管流粘度测定装置、紫外—可见分光光度计、超级恒温水浴、pH计、自动混调器、微量泵等。
2. 材料 绿粉、潍坊钠土。
3. 药品 氯化钠、盐酸、硝酸、苯、乙醇、氢氧化钠、硼酸钠等。

## 二、结果与讨论

1. 绿粉的基本性质 分别测定了绿粉的自然含水、木质素、纤维素、苯乙醇抽出物、聚戊糖、5%绿粉的粘度及水不溶物和水溶物的含量,结果见表1。

表1 绿粉的基本参数

自然含水 (%)	木质素 (%)	纤维素 (%)	苯乙醇抽出物 (%)	聚戊糖 (%)	5%绿粉 30℃粘度 (mPa·s)	水不溶物 (%)	水溶物 (%)
7.23	13.11	25.64	4.79	2.34	7.03	71.34	28.66

从表1可看出:

- (1)绿粉中水不溶物高达71.34%,主要是木质素和纤维素,可直接用于调剖。
- (2)绿粉中含有28.66%的水溶物,它们对提高绿粉体系的粘度、交联及絮凝等是重要的。

2. 绿粉单液法调剖剂 由于绿粉中含有水不溶物和具有一定的增粘能力,因此可作为单液法调剖剂使用。为确定单液法的使用配方,研究了绿粉—水体系粘度的影响因素,进行了模拟堵塞试验,证实绿粉是可以作为单液法调剖剂使用的,并给出了优化的使用配方。

用管流试验测定了绿粉—水体系的粘度—浓度关系、粘度—温度关系以及矿化度和 pH 值对绿粉粘度的影响,结果见图 1~图 4。

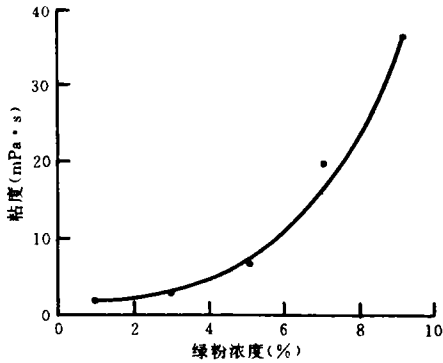


图 1 绿粉悬浮体粘度—浓度关系(30°C)

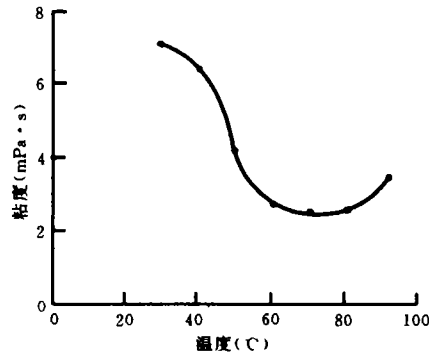


图 2 温度对 5%绿粉悬浮体粘度的影响

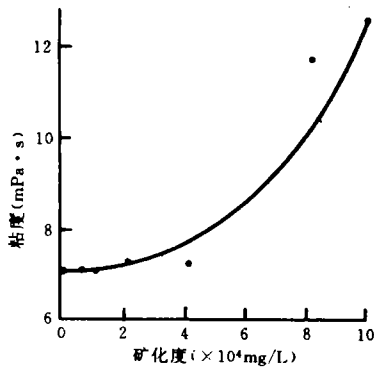


图 3 矿化度对 5%绿粉悬浮体粘度的影响(30°C)

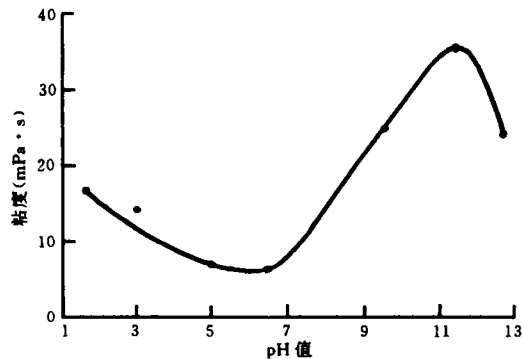


图 4 pH 值对 5%绿粉悬浮体粘度的影响(30°C)

从图 1~图 4 可看出:

- (1) 绿粉的粘度随其浓度的增加而增加;
- (2) 绿粉的粘度随温度的升高是先降低后略有上升;
- (3) 矿化度增加,绿粉的粘度增加;
- (4) pH 值对绿粉粘度的影响较复杂。粘度在 pH 值为 6 时有最低值,pH 值为 11.3 时有最高值。

地层的温度和矿化度是相对固定的,因此优选的变量是 pH 值和绿粉浓度,从图 4 可看到 pH 为 11.3 时绿粉的粘度最高。

绿粉单液法的最佳使用浓度可通过堵塞模拟试验获得。图 5 是用多孔测压渗流装置测定的绿粉浓度与渗透率下降百分数的关系。

从图5可看出,当绿粉浓度为6%时堵塞效果最好。

由上述试验得绿粉单液法的使用配方:配制水为污水,绿粉浓度6%,体系pH值11.3。

3. 绿粉/粘土双液法调剖剂 粘土悬浮体可被绿粉中的水溶高分子絮凝产生絮凝体。因此,可将绿粉悬浮体和粘土悬浮体组成双液法使用。

试验中以绿粉浓度、钠土悬浮体浓度、矿化度、温度为影响因素,以透光率为指标,利用  $L_{16}(4)^4$  正交表优化了绿粉/钠土双液法的最佳使用配方,优选结果见图6。

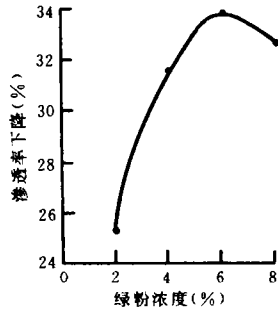


图5 绿粉浓度与堵塞效果的关系

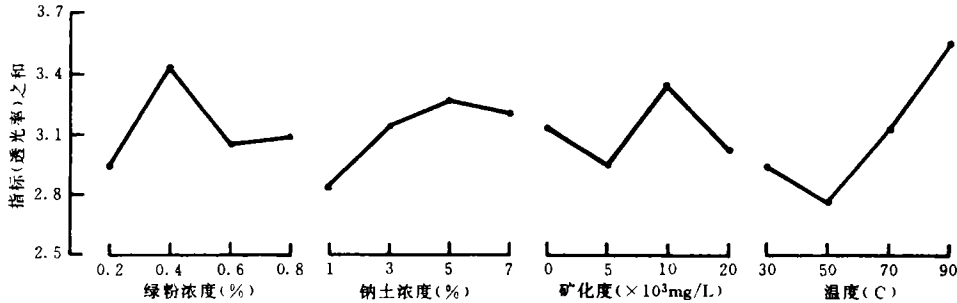


图6 绿粉-粘土絮凝体系最优化试验结果

从图6可得如下优化配方:绿粉浓度为0.4%,钠土浓度为5%,矿化度为10 000mg/L,温度为90 C。

4. 绿粉冻胶调剖剂 绿粉中含有28.66%的水溶物,它们主要是半乳糖甘露聚糖。半乳糖甘露聚糖可和硼砂交联产生冻胶,从而使堵塞效果更好。

试验中以温度、绿粉浓度、pH值、交联比、矿化度为影响因素,以冻胶粘度为指标,利用  $L_{16}(4)^5$  正交表优化了最佳交联配方,结果见图7。

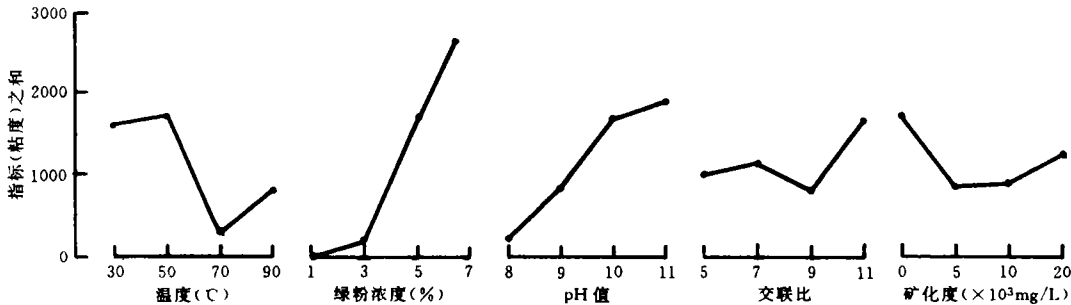


图7 绿粉体系最优化交联试验结果

从图7可得绿粉交联体系的最佳使用配方:绿粉浓度为7%,温度为50 C, pH值为11,交联比为100:11,矿化度为0。

### 5. 绿粉系列调剖剂堵塞的模拟试验

(1) 绿粉/粘土双液法调剖剂。按不同的调剖方法,用5%钠土悬浮体和0.4%的绿粉悬浮

体在多点测压渗流装置上进行了试验,结果见表2。

表2 5%钠土(A)与0.4%绿粉(B)的封堵结果

调 剂 方 法	单 液 法		双 液 法		
	A20mL	B20mL	A10mL+B10mL	B10mL+A10mL	A5mL+B5mL+B5mL+A5mL
初始渗透率( $\mu\text{m}^2$ )	243.1	238.4	217.6	256.3	236.7
堵后注水10V <sub>P</sub> 的渗透率( $\mu\text{m}^2$ )	159.0	219.8	39.8	60.5	16.3
渗透率下降(%)	34.6	7.8	81.7	76.4	93.1

从表2可看出:

- 绿粉/粘土双液法的封堵效果明显优于单液法;
- 两单元双液法的效果优于一单元双液法;
- 绿粉和粘土的注入顺序对双液法的封堵效果无明显影响。

(2)绿粉冻胶型调剖剂的封堵试验。绿粉悬浮体可用硼砂交联形成冻胶,即可作为单液法调剖剂又可作为双液法调剖剂。表3是在多点测压渗流装置上得到的模拟封堵试验结果。

表3 绿粉冻胶型调剖剂的封堵试验

调 剂 方 法	单 液 法		双 液 法	
	20mL 7%绿粉 悬浮体	20mL 绿粉 冻胶*	14%绿粉 10mL+0.11% 硼砂 10mL	0.11%硼砂 10mL+14% 绿粉 10mL
初始渗透率( $\mu\text{m}^2$ )	232.5	218.6	256.7	231.1
堵后注水10V <sub>P</sub> 的渗透率( $\mu\text{m}^2$ )	146.9	23.37	31.1	105.8
渗透率下降(%)	36.8	89.3	87.9	54.2

\* 绿粉冻胶的配方:绿粉浓度7%、交联比100:11、体系pH值为11。

从表3可看出:

- 绿粉冻胶具有较好封堵作用;
- 绿粉冻胶以双液法使用时,应以绿粉悬浮体为第一工作液;
- 绿粉冻胶单液法和双液法使用都有好的封堵效果。

(3)绿粉冻胶/粘土双液法调剖剂的封堵试验。绿粉冻胶可与粘土组成双液法调剖剂,其封堵效果见表4。

表4 绿粉冻胶(B)与5%钠土(A)的封堵试验结果

调 剂 方 法	单 液 法		双 液 法		
	B20mL	A20mL	B10mL+A10mL	A10mL+B10mL	B5mL+A5mL+B5mL+A5mL
初始渗透率( $\mu\text{m}^2$ )	243.1	218.4	232.8	217.6	225.0
堵后注水10V <sub>P</sub> 的渗透率( $\mu\text{m}^2$ )	159.0	23.37	15.6	39.8	9.2
渗透率下降(%)	34.6	89.3	93.3	81.7	95.9

从表4可看出:

- 绿粉冻胶/粘土双液法调剖剂在使用时应以绿粉冻胶为第一工作液;
- 绿粉冻胶/粘土双液法调剖剂多单元使用效果较好。

### 三、结论

1. 绿粉悬浮体可作单液法调剖剂,使用配方为:配制水为污水,绿粉浓度为6%,体系pH值为11.3。

2. 绿粉可与粘土组成双液法调剖剂,使用配方为:配制水为污水,绿粉浓度为0.4%,钠土浓度为5%。该配方在使用中最好以多单元方式使用。

3. 绿粉可由硼砂交联形成冻胶型调剖剂,交联配方为:配制水为清水,绿粉浓度为7%,体系pH值为11,交联比为100:11。该冻胶型调剖剂既可单液法使用,也可双液法使用,双液法使用时应以绿粉悬浮体作第一工作液。

4. 绿粉冻胶可与粘土构成双液法调剖剂,该调剖剂在使用时应以绿粉冻胶作第一工作液。

### 参 考 文 献

- 1 R H Friedman, et al. Method for Selective Plugging of Wells. Us 3 749 174, 1973
- 2 T P Southwell, et al. Applications and Results of Acrylamide—Polymer/Chromium (Ⅲ) Carboxylate Gels. SPE/DOE 27 779, 1994
- 3 赵福麟. 采油化学. 东营:石油大学出版社, 1989

(收稿日期 1996—11—19)

(修改稿收到日期 1997—04—08)

[编辑 姚晓喻 郑秀娟]

(上接第94页)

3. 如此大型酸化,若5个储酸池摆放的位置足以使参加施工的车辆摆开时,除采用正常接法外,还可将5个储酸池全部串联后与供液车直接相连,通过每个储酸池的闸门来控制供液程序,而7台酸罐都不必与供液车连接,可通过每个罐闸门的控制,将罐内液体顺序排入储酸池内。这样,施工中没有了液体供应不足之隐患,而且手工计量施工排量可在储酸池边进行。

4. 挤堵剂时排量应小而稳定。排量大或波动大,都会影响堵剂的效果。

5. 在保证安全的前提下,尽量缩短高压管线的长度。

6. 高、低压管线上应配备流量计。这样做可以:

- (1)解除手工计量之苦,又使施工资料准确度提高;
- (2)酸罐打开后,水泥车可全方位、不间断地为其供酸,而不必等罐内液体用尽;
- (3)为现场指挥者及时掌握各种施工参数提供方便。

7. 应配备现代化通讯设备,使各种指令能迅速、及时、准确传达。

(收稿日期 1997—01—20)

[编辑 郑秀娟]

## LARGE SCALE ACIDIZING ANALYSES FOR GAO LIU No. 1 HORIZONTAL WELL

by Xu Fengming

**Abstract** The paper gives a systematic summary and analysis for the successful experiences and shortcomings of large scale acidizing of Gao Liu No. 1 horizontal well . It also provides the solutions and operation procedures to the problems remained. A reference is given for the case of same kind large scale engineering operation and special situation in the future.

**Subject heading** Jiangsu Oil Field horizontal well acidizing construction analysis

## LABORATORY RESEARCH OF SESBANIA POWDER PROFILE MODIFICATION AGENT SERIES

by Zhang Guicai, Zhou Hongtao, Sun Mingqin, Zhao Fulin

**Abstract** Based on property analysis of the sesbania powder, the studies on optimum formula and influence factors for sesbania powder profile modification agent series were carried out . The series include the single fluid sesbania powder suspension modification agent, sesbania powder\clay double fluid modification agent, sesbania powder gel\clay double fluid modification agent.

**Subject heading** profile control chemical conditioning agent suspending agent gel clay testing research

## 石油钻采工艺

## OIL DRILLING & PRODUCTION TECHNOLOGY (ODPT)

(1979年创刊·双月刊·公开发行)

(Started in 1979·Bimonthly)

1997年(第19卷)第4期 总第112期

Vol. 19 1997 No. 4 (Serial112)

主 编 霍启汉

Chief Editor: Huò Qihan

**主办单位** 华北石油管理局  
**编辑出版** 《石油钻采工艺》编辑部  
河北省任丘市 邮政编码 062552  
**电 话** 0317-2723370(2724207)  
**传 真** 0317-2724207  
**国内总发行** 《石油钻采工艺》编辑部  
**国外总发行** 中国图书进出口总公司  
(北京市88号信箱)  
**印 刷** 华北石油勘探开发研究院印刷厂  
1997年8月20日出版

**Editor and Publisher:**  
ODPT Editorial Department,  
Renqiu City, Hebei Province, P. R. C.  
(Postcode: 062552)  
**Tel:** 0317-2723370(2724207)  
**Fax:** 0317-2724207  
**Overseas Distributor:**  
China National Publications Import  
& Export Corporation  
(P. O. Box 88, Beijing, China)

ISSN 1000-7393  
CN 13-1072/TE

广告许可证:冀沧第054号

国内每册定价:6.00元 全年定价:36.00元