

废弃钻井液生物絮凝剂筛选实验研究*

李辉¹ 叶永蓉² 贺吉安² 黄敏¹ 陈立荣¹ 蒋学彬¹ 袁梦¹ 崔雪瑾¹

(1. 中国石油川庆钻探工程公司安全环保质量监督检测研究院; 2. 中国石油川庆钻探工程公司安全环保处)

摘 要 针对川渝地区废弃钻井液成分复杂,高 COD,高色度的特点及现有的化学法、固化处理等技术存在的缺陷,提出微生物法处理废弃钻井液思路。通过实验筛选出最佳 C 源为蔗糖、最佳 N 源为 N_2 的菌株,并通过正交实验确定 $CaCl_2$ 用量 0.1%,pH7.0,絮凝剂用量 1.0% 的最佳絮凝条件。经现场配合筛选出的菌株对废弃钻井液进行处理,COD 去除率可达到 72.4%。

关键词 钻井液 生物絮凝剂 筛选

中图分类号: X703.5

文献标识码: A

文章编号: 1005-3158(2011)01-0036-02

0 引 言

世界各国都将废弃钻井液处理作为重要课题开展研究。目前,废弃钻井液主要的治理方法有化学絮凝、固化、填埋、干燥焚烧和生物降解等。

利用生物技术^[1]处理油气开采固体废物已在先进国家油气田得到普遍推广应用。针对川渝地区废弃钻井液的特点,开展生物法处理废弃钻井液的研究。研发废弃钻井液新的处理工艺技术,克服现行固化处理的缺陷,实现对四川油气田废弃钻井液无害化处置,保护生态环境,实现可持续发展,促进石油天然气开发与环境保护的协调发展。首先进行废弃钻井液微生物絮凝剂筛选和絮凝条件的实验研究,为后期现场实验奠定基础。

1 废弃钻井液絮凝菌的筛选

供试菌株为 32 株自生固氮菌,具有产生胞外多糖的能力。

实验钻井液为聚磺体系钻井液,采集自凉东 003-2 井,密度 1.60 kg/L,pH 7;云安 002-2 井,密度 1.71 kg/L,pH 10。

1.1 培养基

葡萄糖 10.0 g/L,酵母浸粉 3.0 g/L,磷酸二氢钾 1.0 g/L,硫酸镁 0.5 g/L,蒸馏水 1 L,pH 7.0,108~112 °C,灭菌 30 min,冷却备用。

1.2 菌株初筛

在 50 mL 三角瓶中装入 30 mL 的上述培养基,灭菌后接入供试菌株,在 30 °C、150 r/min 的摇床上

培养 48 h。取 0.5 mL 发酵液到高岭土悬液中,搅拌、静置,观察各菌株发酵液能否对高岭土悬浮液进行絮凝,通过目测,初筛出的发酵液具有明显絮凝效果的菌株。

1.3 菌株复筛

以质量分数为 0.5% 的高岭土悬液为实验对象,助凝剂采用 1% 的 $CaCl_2$ 溶液,在 47 mL 高岭土悬浮液中加入 2.5 mL $CaCl_2$ 溶液,再加入 0.5 mL 发酵液,快速搅拌 1 min,慢速搅拌 2 min,静置 10 min,用紫外分光光度计测定其上清液在 550 nm 处的吸光度,同时以空白培养液作对照实验,测定其絮凝率。

从 32 株自生固氮菌中,筛选获得 5 株具有较强絮凝剂产生能力的菌株,其编号分别为 S31-3、S17、S11-6、S23-21 和 S24-6。进一步实验,其中 S24-6 效果最好,对其絮凝条件进行优化。

2 最佳絮凝条件筛选

2.1 碳源和氮源选择

2.1.1 最佳碳源

在基础培养基中,按 1% (m/v) 的比例分别加入蔗糖、葡萄糖、甘露醇、淀粉、乳糖、红薯汁等六种不同的碳源。其中以蔗糖、葡萄糖、甘露醇、淀粉、乳糖直接溶解配制培养基^[2]。红薯汁则用红薯切成 1 cm 的小块,煮沸 20 min,以薯块熟而不烂为宜,四层纱布过滤后取滤液,配制培养基,调节 pH 至 7.0,分装灭菌^[3]。

按 10% 的接种量将筛选株的菌悬液接入 30 mL 的培养基中,在 30 °C、150 r/min 的摇床上培养 48 h

* 中国石油川庆钻探公司“钻井废弃泥浆微生物处理技术研究”项目(项目编号: AJ-10-03)

李辉,2009 年毕业于西南石油大学机械设计及理论专业,博士,工程师,主要从事油气田环境保护技术研究。通信地址:四川省广汉市成都路东二段 72 号安全环保质量监督检测研究院,618300

后,测定絮凝活性,确定最佳碳源。

实验结果表明:在不同碳源培养下,发酵液的絮凝率差异明显。以蔗糖为碳源时,菌株所产生絮凝剂的絮凝活性最高。因此,根据絮凝率的高低和原材料价格,选择蔗糖为最佳碳源。

2.1.2 最佳氮源的选择

在基础培养基中,按 0.1%(m/v)的比例分别加入酵母粉、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、 NH_4Cl 、尿素、油枯、麸皮作为氮源。其中,油枯和麸皮在水中微火煮沸 15 min,熬成汁,四层纱布过滤,取滤液配制培养基。考虑到供试菌株为自生固氮菌,实验增设了不加氮源处理,在基础培养基中,不添加酵母浸粉,用超纯水代替蒸馏水。

按 10%的接种量将筛选株的菌悬液接入 30 mL 的培养基中,在 30℃、150 r/min 的摇床上培养 48 h 后,测定絮凝活性,确定最佳氮源。

实验结果表明,采用不同氮源时,絮凝剂的絮凝效果也存在差异。实验结果表明:采用的 6 种不同氮源处理中,以不加氮源处理发酵液絮凝活性最好。由于 S24-6 菌株为自生固氮菌,培养过程中不用添加氮源。

2.2 絮凝条件优化—正交实验筛选

分别测定 pH、 CaCl_2 和絮凝剂用量对絮凝作用的影响,进而设计正交实验见表 1, S24-6 絮凝条件优化正交结果见表 2。

表 1 正交设计表头(L_3^3)

水平	因素		
	pH	$\text{CaCl}_2/(w/v)$	絮凝剂/mL
1	5.5	0.1	0.25
2	7.0	0.3	1.0
3	10.0	0.5	2.0

表 2 结果表明, S24-6 的最佳絮凝条件为调节 pH7.0, 添加 0.1%的 CaCl_2 , 絮凝剂添加量为 1.0%, 上清液色度去除率最高为 97.90%。

由 R 值大小可以看出,影响絮凝效果的主要因素为 pH, 次因素为 CaCl_2 浓度,絮凝剂用量影响最小。

2.3 絮凝剂对钻井液上清液 COD 去除率

按照最佳絮凝条件,对絮凝上清液的 COD 进行测定分析,确定上清液 COD 去除效果见表 3。

由表 3 加入微生物絮凝剂后,上清液 COD 由 25978.4 mg/L 降为 7177.3 mg/L,去除率为 72.4%。

因为向废弃钻井液中添加微生物絮凝剂,可以改变钻井液胶体电荷,从而破坏钻井液胶体稳定性,

表 2 S24-6 絮凝条件优化正交结果

序号	pH	$\text{CaCl}_2/(w/v)$	絮凝剂用量/mL	上清液色度去除率/%
1	5.5	0.1	0.25	94.34
2	5.5	0.3	1.0	95.23
3	5.5	0.5	2.0	92.15
4	7.0	0.1	1.0	97.90
5	7.0	0.3	2.0	95.61
6	7.0	0.5	0.25	93.39
7	10.0	0.1	2.0	91.28
8	10.0	0.3	0.25	89.74
K1	93.9	94.5	92.5	最佳组 pH 7.0, CaCl_2 0.1%, 絮凝剂添加量 1.0%
K2	95.6	93.5	94.3	
K3	90.2	91.7	93.0	
R	5.4	2.8	1.8	

注:K—各因素不同水平的上清液色度去除率平均值;

R—各因素的极差值。

表 3 S24-6 絮凝上清液 COD 值及 COD 去除率

项目	原液 COD/(mg/L)	絮凝上清液 COD/(mg/L)	COD 去除率/%
数值	25978.4	7177.3	72.4

使废弃钻井液中的水分与固形物分开。因此,加入絮凝剂后,钻井液上清液 COD 去除率较高,但不能分解复杂有机物。

3 结论

◆ 通过室内实验从 32 株自生固氮菌中筛选获得了生产微生物絮凝剂的 5 株菌株,进而筛选获得最佳菌株 S24-6,该菌株的最佳 C 源为蔗糖、最佳 N 源为 N_2 。

◆ 微生物絮凝剂的最佳絮凝条件为:pH7.0, CaCl_2 用量 0.1%,絮凝剂用量 1.0%。

◆ 絮凝剂的本质是破坏胶体结构,不能分解复杂有机物,因此只能起到固液分离作用。

参考文献

- [1] 里特曼,麦卡蒂.环境生物技术原理与应用[M].清华大学出版社,2004,8:153-160.
- [2] BinL, Ye C, Jin Z, et al. Microbial flocculation by *Bacillus mucilaginosus*: applications and mechanisms [J]. *Bioresource Technology*, 2008, 99(11):4825-4831.
- [3] 陈晓,王丹丹,李栋芸,等.微生物絮凝剂产生菌的培养条件优化及其应用[J].南京工业大学学报(自然科学版), 2009, 2:12-14.

(收稿日期 2010-06-30)

(编辑 李娟)