

解烃细菌处理油田污水的研究

梁凤来 管亚军 孙雪松 刘默涵 刘如林

(南开大学微生物系 天津 300071)

摘要: 从油田污水中分离到一组可高效降解石油烃的混合菌群 F6。室内模拟实验证明, 该菌群适于油田含油污水的净化处理。采用粒状活性炭为载体的生物流化床系统处理辽河油田“兴一联”(辽河油田兴隆台第一联合站)污水, 可使含油量由 45mg/L 降至 4.1 mg/L、COD_{Cr} 由 470 mg/L 降至 42mg/L。处理后的石油污水达到国家石油污水一级排放标准。

关键词: 解烃细菌, 生物膜, 生物流化床, 油田污水

中图分类号: Q93 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253-2654 (2002) 02-0025-03

STUDIES ON TREATMENT OF OIL FIELD WASTEWATER BY OIL-DEGRADING BACTERIA

LIANG Feng-Lai GUAN Ya-Jun SUN Xue-Song LIU MO-Han LIU Ru-Lin

(Department of Microbiology, Nankai University, Tianjin 300071)

Abstract: A mixed bacteria culture F6 isolated from oil field wastewater can degrade petroleum hydrocarbons efficiently. The bacteria were suitable to treat oil-polluted wastewater of oil field. Simulated result treating oil-polluted wastewater in laboratory showed that after “XingyiLian” wastewater of Liaobe Oil Field was treated by fluidized-bed bioreactor system with the vehicle of activated carbon, the amount of oil and COD_{Cr} of the flow out water were decreased from 45mg/L to 4.1mg/L and 470mg/L to 42mg/L separately, according with first class standards of Chinese Wastewater Discharge Regulation.

Key words: Oil-degrading bacterium, Biofilm, Fluidized-Bed Bioreactor, Oil Field Wastewater

工业的迅猛发展对作为主要能源的石油需求量剧增。石油的开采、运输及泥浆废液产出大量石油污水, 我国油田每年产出的石油总含油污水达 6 亿 m³。油田石油污水的排放对内陆和沿海水系的污染日趋严重, 给自然资源及人类健康造成严重危害^[1]。为保护自然生态环境、人类健康和经济持续发展, 社会各界对油田石油污水的治理极为关注。利用微生物降解消除水体石油污染被认为是最理想的方法^[2,3], 因为它不象化学剂会给水体造成二次污染。本研究室从油田污水中分离到一组降解石油烃的混合菌群, 可高效去除油田污水中的烃。本文报道该菌群处理油田污水的研究结果。

1 材料与amp;方法

1.1 菌种

F6 为本实验室筛选并保藏的解烃菌群, 包括假单胞菌属 (*Pseudomonas* sp.)、微杆菌属 (*Microbacterium* sp.) 和棒杆菌属 (*Corynebacterium* sp.)。

1.2 原油和污水

由辽河油田兴隆台第一联合站(简称“兴一联”)提供。、石油含蜡 6% ~ 9%, 含

胶质沥青 14% ~ 17%；污水含石油 45mg/L。

1.3 基础培养基

KH_2PO_4 3.0g； Na_2HPO_4 1.5g； $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 4.0g； $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.2g；酵母粉 0.01g 原油或液体石蜡 30g；pH 7.2，定容 1L。

1.4 污水中油含量和 COD_{cr} 的测定

见文献 [1]。污水中残油的测定采用紫外分光光度法；化学耗氧量 (COD) 测定采用重铬酸钾标准法。

1.5 解烃菌生物膜的制备

称取 0.2g 原油，加入 400mL 基础培养基，在匀浆器中高速搅拌 3min，制成原油浓度为 500mg/L 的污水；取 100 mL 配制污水，加入 5g 活性炭，接入 5mL 菌种，32℃ 振荡培养 72h，每隔 24h 补加 10mL 污水^[4]。

1.6 室内模拟试验

将挂有解烃菌生物膜的活性炭装入内径为 3.5cm 的玻璃管，高度为 21cm。污水经曝气后调节适宜流速，使之均匀流过生物膜，定时取样检测石油含量和 COD_{cr} ^[5]。

2 结果与讨论

2.1 解烃菌的降油效果

将制备的解烃菌生物膜用无菌水清洗后转入石油污水中，32℃ 摇床振荡培养 48h，测残油量 (表 1)。结果表明，解烃菌生物膜对 5 个石油污水样品的降油效率平均为 92.5，最高可达 97.8%。

表 1 解烃菌的降油效果

测试项目	对照样品	处理样品				
		1	2	3	4	5
$OD_{225\text{nm}}$	0.270	0.044	0.012	0.022	0.006	0.017
石油降解率 (%)		83.7	95.6	91.9	97.8	93.7

表 2 不同营养机制对解烃菌降油效果的影响

测试项目	对照样品	营养基质		
		肉汤	液蜡	石油污水
$OD_{225\text{nm}}$	0.270	0.212	0.085	0.009
石油降解率 (%)		21.5	68.5	96.6

2.2 不同营养基质对降油效果的影响

分别在肉汤培养基、液蜡培养基和石油污水中制备解烃菌生物膜，进行降油效果比较。表 2 结果表明，F6 菌群在不同培养基质中制成的生物膜降油效果不同，在石油污水中制成的生物膜降油效果最好，对石油降解率达 96.6%；而在液蜡基质中制成的较次之，在肉汤基质中制成的生物膜最不理想，对石油降解率仅为 21.5%。这可能是由于石油烃组分对解烃酶类的诱导作用所致。液蜡基质由于烃类单一，远不如石油烃组份复杂，因而对解烃酶的诱导作用也较差。

2.3 室内模拟效果

以粒状活性炭为载体的生物流化床进行模拟试验。实验装置如图 1 所示。

调节污水进入流速，使石油污水在系统中停留不同时间，收集出水样。以停留时间为横轴、以不同停留时间的出水含油量和 COD_{cr} 值为纵轴，绘制油含量、 COD_{cr} 值随停留时间的变化曲线 (图 2)。结果表明，除油效果随停留时间的延长而加强，含油量和 COD_{cr} 值随之降低。停留时间达到 6h 后，降油效率和 COD_{cr} 值趋于稳定。污水石油含量由 45mg/L 降至 4.1mg/L， COD_{cr} 由 470mg/L 降至 42mg/L。室内对石油污水的处理效果达到国家石油污水一级排放标准 (含石油量低于 5mg/L， COD_{cr} 低于 60mg/L) 要求。该

模拟系统持续运行 10d, 基本保持稳定。

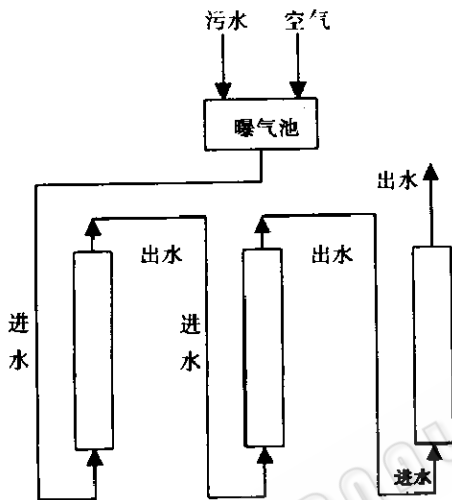


图1 解烃菌生物膜处理石油污水的实验装置

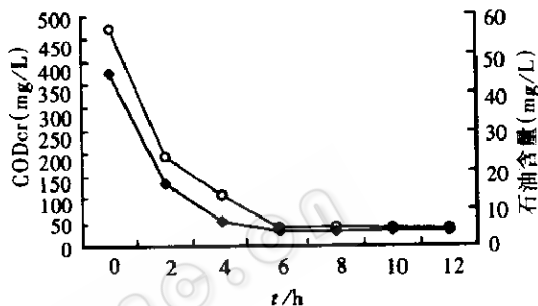


图2 解烃菌对油田石油污水的处理效果

—○— COD_{Cr}, —●— 石油含量

在系统正常运行过程中, 于不同时间测定解烃菌含菌量的结果表明, 菌量在维持基本平衡的基础上随时间变化而有所波动, 这可能是由于生物膜中的解烃菌周期性生长、脱落所致。生物膜的含菌量基本稳定。

参考文献

- [1] 奚旦立, 孙裕生, 刘秀英编. 《环境监测》(修订版). 北京: 高等教育出版社, 1995, 389~407.
- [2] 陈进富. 环境工程, 2000, 18(1): 18~20.
- [3] Ahearn D G, Meyers S P. The Microbial Degradation of Oil Pollutants, Publication 1972. No. CSU-SG-73-01.
- [4] Leahy G, Colwell R. Microbiological Reviews, Sept, 1990, 305~315.
- [5] 庄源益, 张相如, 谷文新. 城市环境与城市生态, 1999, 10(1): 17~19.