

第五届天津青年科技论坛集萃

主编 何志敏 魏大鹏 吴永平 姚 智

天津科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

第五届天津青年科技论坛集萃/何志敏等主编.—天津:天津科学技术出版社,2006

ISBN 7-5308-4170-X

I.第... II.何... III.科学技术—文集 IV.N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 049450 号

责任编辑:杨勃森 王 彤 李 莹

版式设计:邱 芳

责任印制:王 莹

天津科学技术出版社出版

出版人:胡振泰

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话(022)23332393(发行部) 23332390(市场部) 27217980(邮购部)

网址:www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

天津市云海科贸开发公司印刷

开本:889×1194 1/16 印张 63.5 插页 4 字数 1 836 000

2006年5月第1版 第1次印刷

定价:128.00 元

目 录

数 理 科 学

分数傅里叶变换在非涅耳衍射中的应用	范 铭(1)
变区域结构拓扑优化	贾海朋 郗彦辉等(5)
分数阶偏微分方程	段俊生 安建业等(11)

地 球 科 学

天津滨海地区软土动本构关系的研究	纪真平 纪伟臣(15)
潜山岩石裂缝孔隙与油气储集特征	林治明(19)
层次分析法在地质灾害危险性评估中的应用	王国良(24)
复杂河流相稠油油田(秦皇岛 32-6)注水实施及效果分析	柴世超 杨庆红等(31)
石油地震频谱分解技术及其应用	付志方 杨 帆等(35)
稠油底水疏松砂岩油藏水平井优化设计及实施效果分析	刘树明 郑 华等(39)
油田注水开发对砂岩储层的影响	史长林 郭 莉等(47)
河流相油藏单砂体治理方法研究与实践	董 萍 李卫京等(52)
改善板深 51 断块沙三 ₃ 油组油藏开发效果研究	王维伦 董传杰等(57)
长时间压力监测数据试井解释在海上油田的应用	罗成栋 郭秩瑛等(61)
旅大 10-1 油田聚合物驱可行性研究	王宏申 石 勇等(65)
地质空间数据的管理策略	李效广 陈安蜀(71)
基于 WEBGIS 和实时降雨信息的区域地质灾害预警预报系统的研究思路	许 涛(75)
海河东岸光华桥至天津站中心广场段上更新统以来沉积环境特征初探	孙振营(79)
火成岩油气储集特征分析	林治明(82)
A 构造勘探潜力分析	程耀清 田立新等(84)
EPS TM reservoir 储层预测技术在大港滩海张东-张东东地区油气勘探中的应用	杨 帆 袁淑琴等(89)
南部滩海油气成藏地球化学特征研究	袁淑琴 谭振华等(95)
预测海洋油气田开发指标的水驱曲线联解法	王 臣 陈舟圣等(99)
深部调剖技术在渤海油田的研究与应用	于喜艳 任宪武(105)
海河流域暴雨天气过程环流分析	徐灵芝 赵玉洁等(110)
天津闪电特征分析	易笑园 王 彦等(114)
天津城市环流对强对流降雨落区的影响	吴彬贵(118)
气候突变、全球变暖与海河流域夏季降雨	吴安军(122)
SVM 方法在渤海湾风暴增水强度预报中的应用实验	刘锡兰 陈永义等(125)
城市空气污染预报方法简述	孙玫玲(130)

生 物 工 程

利用响应面法优化丙酮酸发酵培养基	张 健 高年发(134)
------------------------	--------------

环境科学与技术

TBT化合物在海河河口生态系统中的生态风险评价	陈春江(756)
含油污泥处理研究	李树超(761)
关于测量不确定度分析的实践与体会	刘力(765)
连续微滤系统在海水淡化深度预处理中的应用	刘伟 李 斌等(769)
天津市滨海新区环境质量状况分析	张 晶 梅鹏蔚(773)
生态遥感监测野外核查技术方法与实践	王 斌(777)
天津市西青区生态环境遥感监测实证研究	张海波(781)
天津地区鱼塘沉积物中多环芳烃污染浅析	王 岚(785)
浅析稳定气象条件对天津市环境空气质量的影响	梅鹏蔚(788)
室内空气环境质量监测与分析	宋 伟(792)
浅谈蓟县北部山区停采矿山环境恢复治理	李业平(795)
浅析影响城市河道水环境质量的因素	张 园(798)
浅析电制冷空调对中国环境的影响及应对措施	辛小毛(801)
山区公路边坡生态防护及其方式选择	余 乐 吴世红等(804)
太阳辐射对海上平台暖通空调系统的影响	吴 磊(807)
火电厂使用中水问题的探讨	黄 松(810)
同位素测厚仪应用和环境辐射影响分析	张 晶 赵文颖(814)
生化法处理高温高盐度含油污水工业试验研究	陈雪飞(818)
原子荧光法测定污水及土壤中的汞	陈 焱 张景发(821)

电 力 技 术

220t/h 旋风炉换烧神华煤的试验研究	张树琪 李德育等(824)
浓缩预热燃烧器在 670t/h 锅炉的应用研究	常雪梅(828)
220kV 开关非全相运行的判断分析	刘文琨(833)
多级闪蒸海水淡化装置防腐问题浅析	马凯东(840)
港电一期新建斗轮机漏撒煤问题的治理改造	孙文庆(845)
解决 328.5MW 机组 #4 瓦振动分析及处理	王希第(847)
变频器在大港电厂的应用	王 鹏(853)
高压加热器管束泄露故障分析及对策	王竹辉(857)
循环冷却水处理药剂筛选试验	米志钧 胡桂彩(860)
双氧水钝化工艺在 #1、#2 锅炉酸洗中的应用	周明莉 马凯东(864)
敞开通风式干式变压器的绝缘材料和工艺的选择	单德震(868)
高温过热器的改造	侯志成(873)
利用电气试验判定超高压大型变压器热油喷淋的效果	李 彬 张福广(880)
天津电网 35kV 变电站典型设计的改进	王少伟 刘继英(884)
无功电压分层控制策略的研究	刘 易(887)
在缺电时期关注电网的负荷曲线	颜晓爽(893)
近区雷击侵入波过电压影响因素的研究	李 宁(898)
投切并联电容器时的重燃过电压及限制措施	殷 震(902)

生化法处理高温高盐度含油污水工业试验研究

陈雪飞

(中海石油基地集团油田建设渤海装备分公司 300452)

摘 要: SZ36-1 油田污水属于污水组分复杂,水温高,氯根含量高的难降解稠油污水,本试验以专门针对该类难降解污染物的高温菌种在小试成功的基础上进行工业性应用试验,试验以生化法为主。中试结果证明,生化法完全能够在高温高盐条件下降解污水中的 COD 等污染物。

关键词: 生化法 高温菌种 稠油污水

1 水质特征

绥中 36-1 原油处理厂污水属于重质稠油油田采出水。其污染物成分复杂,物化前污水中含有烷烃、芳烃、含氮化合物、卤代烃、酚类、醇、醛、酮、酸、脂等 10 多类有机物。在这十多类有机物中,以含氮化合物、烷烃、酚、芳烃、醇五类有机物居多。含盐量、氯根含量高矿化度在 13000~20000mg/l, Cl⁻ 在 6500~12000mg/l。采用一般生物处理方法很难达到理想效果,应该从菌种的筛选上进行研究;污水水温高,设计污水水温在 70℃左右,现在实际运行中污水经物化后排海水温平均在 75℃左右,一般在 68~82℃之间波动,会给一些在常温下运行正常的工艺带来影响。由于上游每年会定期进行较长时间的酸化作业,所以污水应分为酸化作业和非酸化作业期间不同的污水,两者不仅在污染物浓度上相差很大,而且污染物成分和污水性质也有差异。物化处理后的污水 COD 主要以溶解性有机物为主,去除溶解性有机物是绥中 36-1 原油处理厂污水达标排放的主要目标。

2 实验方案

为适应污水组分复杂、含盐量高、水温高的特点,我们选用了中科院成都生物研究所筛选驯化的高温菌种作为实验菌种,以生化法作为实验的主要方法。实验的工艺流程如下:

进水→电磁阀→集水池→提升泵→生物反应池→沉淀池→出水

集水池:LBH=4.2×2.0×2.6m,一座;上设喷淋降温管;进水、出管安装温度计,主要功能为调节水量和控制水温。

进水泵:流量 0~10m³/h,热水管道泵,一台;为生化池提供进水。

流量计:量程 0~10m³,浮子流量计,一台;计量进入生化池流量。

生化反应池:LBH=5.0×2.5×2.6m,一座;有效容积 27m³。安装 20m³ 半软性填料和组合填料,池底安装 20 只微孔橡胶曝气器。微生物生长在填料上,在微孔曝气器供氧气的条件下,微生物以污水中有机物为食物并进行降解,达到去除污染物浓度的作用。

沉淀池:LBH=3.5×1.5×2.6m,竖流式沉淀池,一座;有效容积 8m³。对生化池出水进行自然沉淀,使生化池悬浮物与水分离,而使出水清亮。

外排泵:流量 10~30m³/h,扬程 98m,热水不锈钢泵,一台。沉淀池出水排海。

3 工作程序

进水来自原污水物化处理系统排海管道,接支管进入集水池;根据集水池出水管温度和生化池需要温度,控制喷淋系统是否开启;根据生化池流量需要,调节进水泵出口阀,并通过流量计确定进入

化池的污水流量;

污水进入生化池内,通过生化池填料,填料上的微生物在有氧的情况下处理污水。

取 1[#]、2[#]、3[#] 取样口污水进行分析化验。

在进入中试现场前 1 周,将功能菌液进行三级扩大培养,即在摇床上完成 1000mL 的培养,然后在 25L 的塑料桶在完成 25L 的二级扩大培养,最后在有效容积 500L 容器中完成 500L 菌液的三级扩大培养,培养结束后,将菌液分装在 18 个 25L 的塑料桶中运抵绥中 36-1 中试现场。

中试现场生化池体积为 27m³,由于中试进水的温度在 70℃ 以上,而温度太高不适宜菌的生长,在挂满填料的生化池中加入少量冷却至 25~28℃ 的污水,加入蛋白胨 100kg,投入 500kg 菌种,将温度为 75℃ 的排海污水加入至生化池的一半,曝气扩大培养,此时生化池的温度在 37~40℃,水中的溶解氧在 0.5~1.5mg/L。当水温下降较多时,第 2 天又进水 5m³,第 3 天又加入蛋白胨 25kg 继续曝气培养,第四天将水加满挂膜,此时水温 41℃,溶解氧 3.8~4.4mg/L。挂膜时间 10 天,期间随时检查挂膜情况,镜检游离菌的情况及膜上微生物的生长发现膜上菌的生长良好,游离菌减少,膜变得越来越厚。此时挂膜结束,开始运行。

当生化池内培菌、挂膜完成,生物膜基本满足连续进水要求后,6 月 25~28 日生化池开始连续进水,高温外排水温度 70~80℃,通过电磁阀进入调节池,通过离心泵将调节池水(水温降至 65℃ 左右)泵入生化池,生化池出水溢流进入沉淀池,经沉淀后外排。进水流量 1.98m³/h,水力停留时间 14h,生化池温度 49~50℃。6 月 29 日~7 月 5 日生化池进水流量提高至 3.54m³/h,水力停留时间 8h,生化池水温 56~58℃,从 6 月 30 日起,进水污水含油量、COD_{Cr} 开始波动,7 月 3 日后 COD_{Cr} 开始从 320~420mg/L 上升至 450~490mg/L,油含量超过 20mg/L,并持续升高,生物处理后出水出现波动,COD_{Cr} 略有增高,表明生化池负荷过大。7 月 5 日将进水流量调至 2.8m³/h,水力停留时间 10 小时,生化池温度 52~55℃。7 月 6 日以后,进水进一步恶化,进水 COD_{Cr} 达到 490~590mg/L,7 月 9 日生化池进水流量调至 2.2m³/h,水力停留时间 12h,生化池温度 48~61℃ 之间波动。进水 pH 值在 7.77~8.52 之间,生化出水 pH 值在 7.85~8.70 之间,氯化物浓度在 7998~8935mg/L 之间,仅一次检测到氯化物浓度异常升高到 12659mg/L,生化池溶解氧基本控制在 4.0~6.0mg/L 之间。

7 月 12 日后中试小组认为此时的来水已完全不同于中试准备阶段的污水,决定尝试生化出水后进一步降低 COD_{Cr} 的其他辅助手段。首先进行了混凝沉淀、过滤、延长曝气时间的现场小试,从现场小试的结果来看,效果较理想。在征得绥中 36-1 工程项目组的同意后,于是 7 月 27 日开始中试调整设备的加工,7 月 31 日设备加工完毕,运抵现场,8 月 3 日安装完毕。8 月 4 日开始运行,进水流量 1.5m³/h,8 月 8 日~8 月 10 逐步将进水流量升高到 2.8~3.4m³/h,以考察系统在较高负荷状态下的运行状况,8 月 11 日以后系统进入稳定运行,进水流量稳定在 2.6m³/h 水平,生化池温度 55℃ 左右直到中试结束。在第 2 阶段运行期间,来水温度在 64~76℃ 之间,生化池温度基本控制在 53~60℃ 之间,进水 pH 值在 7.55~8.16 之间,生化池 pH 值在 7.15~8.02 之间,氯化物浓度在 7248~8297mg/L 之间。在第 2 阶段运行期间,经生物处理系统处理后,生化出水 COD_{Cr} 在 172~268mg/L 之间。

4 中试结论

通过以上对绥中 36-1 原油处理厂含油污水经物化处理后采用高温菌种生物法的现场中试工作的结果分析,我们可以对此次中试得出以下基本结论:

4.1 绥中 36-1 原油处理厂含油污水经过物化处理后采用高温菌种生物处理。在上游酸化和无酸化作业时,完成处理后污水达到国家 GB18486—2001《污水海洋处置工程污染控制标准》是完全可行的。

4.2 研究筛选出的针对绥中 36-1 原油处理厂污水有机污染组分的耐高温石油降解微生物菌株完全能够适应绥中 36-1 原油处理厂外排污水酸化作业阶段和无酸化作业阶段的水质,微生物在系统中生长繁殖、降解活性高。

4.3 接触氧化工艺适用于绥中 36-1 原油处理厂的外排高温污水的水质特点,在上游平台酸化

作业期间,来水 COD_Cr 浓度高,波动剧烈的条件下,经生物处理后 COD_Cr 也能达标排放。镜检发现,在温度高达 60°C 条件下运行,生物膜中微生物的生长没出现异常。

4.4 该工艺运行,生物膜能够实现自主更新,不需要更换菌种即可适应由酸化污水—无酸化污水—酸化污水的水质改变。

4.5 高温生物处理系统正常运行时,运行温度为 55°C 左右,可处理来水 COD_Cr 约 600mg/L 、石油类含量 30mg/L 的冲击负荷。保证出水 COD_Cr 小于 300mg/L 。

4.6 高温生物处理系统对绥中 36-1 原油处理厂外排高温污水中的石油类、挥发酚、硫化物都具有极好的去除效果,经生物处理后,保证了这些污染物的达标排放。