

孤岛油田含油污泥物化耦合处理技术*

韩霞 桂召龙 祝威 王田丽 董健

(中石化节能环保工程科技有限公司山东分公司)

摘 要 针对孤岛某区污水站污水池底泥的高含油、含聚、乳化严重等特点,配合清洗工艺研究复配高效破乳清洗药剂,确定工艺运行参数,研究氧化稳定固化药剂,形成清洗、吸附、稳定固化处理技术。该技术主流程为:污泥筛分、清洗设备、清洗药剂、吸附固定修复。实验结果表明,当破乳清洗剂投加量 2%、温度 25~30℃、搅拌速度为 300 r/min,搅拌时间为 30 min,稳定固化修复剂投加量为 8%~10%时,处理后的含油污泥含油达到 SY/T 7301—2016《陆上石油天然气开采含油污泥资源化综合利用及污染控制技术要求》中规定的 $\leq 2\%$ 的要求。

关键词 污水池底泥; 含油污泥; 破乳清洗剂; 除油; 吸附; 固定

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2018.06.004

文章编号:1005-3158(2018)06-0015-04

0 引 言

近年来,随着石油工业的发展,原油开采、油田集输、油水分离、污水处理等过程产生的含油污泥量也随之增加。含油污泥是一种富含矿物油的固体废物,组成复杂,它主要是由黏土颗粒、有机质、絮体、微生物及其代谢产物、矿物质等混合形成的污泥。主要来自石油勘探开发和石油化工行业生产过程中产生的油泥、油砂,具有产生量大、含油量高、重质油组分含量高、综合利用方式少、处理难度大等特点^[1]。根据《国家危险废物名录》(2016 版),油气田生产过程产生的含油污泥属于危险废物。若不加以处理,不但占用大量土地,而且对周围土壤、水体、空气都将造成污染。

针对含油污泥除油,目前主要有热解析、化学萃取分离、氧化降解、微生物降解、水泥窑处置等技术^[2-3]。但含油污泥具有量大、含油高、处理工期短等特点,以上处理方法都存在局限性。本文主要研究油田含油污泥破乳清洗+吸附固定修复两段式综合处理方法,处理后的含油污泥中含油 $\leq 2\%$,达到 SY/T 7301—2016《陆上石油天然气开采含油污泥资源化综合利用及污染控制技术要求》有关要求。

1 含油污泥的性质分析

由于孤岛某区污水池底泥沉降的不均匀性,其含油量为 4%~22%,含水为 30%~60%,聚合物含量约为 2 500~3 900 mg/L。不同含油污泥样品中含油

量检测结果见图 1,含油污泥样品的重金属离子含量检测结果见表 1。

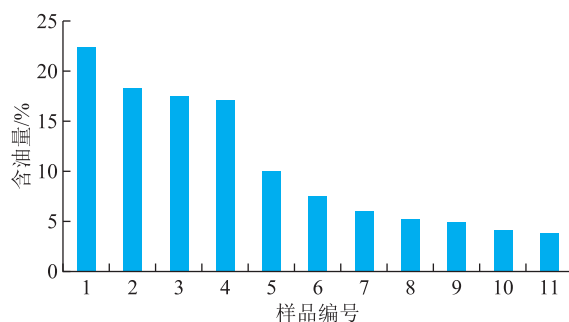


图 1 不同含油污泥样品含油量检测结果

表 1 含油污泥浸出液中重金属检测结果

项目	标准值*	检测值
pH 值	2~12	1.82~8.27
Hg/($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$)	100	0~102
Cd/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	1	0.05~0.14
Cr ⁶⁺ /($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	5	0.004~0.19
As/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	5	0.01~2.21
Pb/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	5	0.2~2.67
Cu/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	100	0.05~2.51
Ni/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	5	0.08~1.20
Zn/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	100	0.39~82.8

* GB 5085.3—2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》。

* 基金项目:国家重大专项课题(课题名称:致密油气开发环境保护技术集成及关键装备,课题编号:2016ZX05040—005)支持。

韩霞,1990 年毕业于中国石油大学(华东)应用化学专业,教授级高级工程师,现在中石化节能环保工程科技有限公司山东分公司从事油田采出水处理、集输系统腐蚀防护以及油气田环保工作。通信地址:山东省东营市济南路 49 号,257026。E-mail:sjyhx@163.com。

含油污泥浸出液中重金属离子含量大部分不超标,因此含油污泥中含油量是本文研究的重点。

2 破乳清洗剂研究

针对孤岛含油污泥含油量高且含聚合物的特点,研究筛选、复配高效破乳清洗药剂,目的是破坏聚合物对泥质的稳定乳化,消除泥质的强吸附性和乳化作用,提高含油污泥的分散性和分离性,增强含油污泥清洗工艺处理效果^[4-5]。通过添加表面活性剂,打破聚合物对泥质的乳化包裹,降低液-液及固-液的界面张力,将黏附于含油污泥表面的原油清洗至液相中,最终实现油、泥、水三相分离^[6]。

2.1 破乳清洗剂筛选

针对孤岛含油污泥的特性,将破乳剂、渗透剂、清洗类表面活性剂按一定比例复配。破乳剂主要选自破乳剂 SP169、破乳剂 AE8051 中的一种或两种,渗透剂选自渗透剂 JFC-5、渗透剂 BX、快速渗透剂 T 中的一种或几种,清洗类表面活性剂选自烷基磺酸盐。烷基磺酸盐的具体种类可根据实际需求进行选择,如十二烷基磺酸钠、十二烷基苯磺酸钠、十六烷基磺酸钠、十六烷基苯磺酸钠中的一种或几种。复配的比例根据含油污泥中含聚、含油的多少进行调整,一般破乳剂、渗透剂、清洗类表面活性剂的比例为(2~5):(1~3):(3~7)。

2.2 破乳清洗剂用量确定

为确定破乳清洗剂的用量,在室内按实验设计的加药量向含油污泥中加入破乳清洗剂,搅拌 5 min,检测不同剂量破乳清洗剂对含油污泥的处理效果,实验结果见表 2。

表 2 不同剂量破乳清洗剂的除油效果 %

药剂加量	含油量	除油率
0	19.5	/
0.5	16.2	16.9
1	13.1	32.8
1.5	9.2	52.8
2	7.5	61.5
3	6.15	68.5
5	5.67	70.9

实验结果显示:当破乳清洗剂的加量为 2%~5%时,处理后的含油污泥中含油量<8%,且含油去除率达 60%~70%。综合考虑经济性,选择破乳清

洗剂的加量为 2%。添加破乳清洗剂后,含油污泥和水的分散性较好,泥水界面、油水界面清晰,沉降 30 min 后可达到稳定状态,有利于清洗工艺的进行。

3 清洗工艺运行参数确定

适宜的搅拌速度可促进药剂的充分渗入、加速油水破乳、利于固液分离^[7]。室内首先控制实验条件是室温(25~30℃)和泥水比为 1:2,研究搅拌速度和搅拌时间对清洗效果的影响;其次控制适当的搅拌速度和搅拌时间,研究泥水比对清洗效果的影响。实验温度均为室温,便于现场实施并节能。

3.1 搅拌速度对清洗效果的影响

控制实验条件:破乳清洗剂投加量 2%、温度 25~30℃、泥水比为 1:2、搅拌时间 30 min,调节不同的搅拌速度,在不同搅拌速度下,处理后含油污泥中的含油率见图 2。结果显示:搅拌速度为 250~300 r/min,清洗效果较好。因此,选择最佳搅拌速度为 300 r/min。

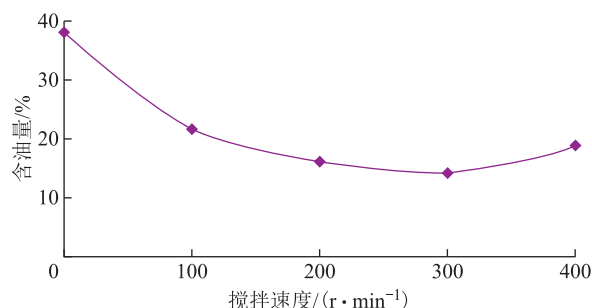


图 2 搅拌速度对清洗效果的影响

3.2 搅拌时间对清洗效果的影响

破乳清洗剂投加量 2%、温度 25~30℃、泥水比为 1:2、搅拌速度为 300 r/min,控制不同的搅拌时间,在不同搅拌时间下处理后含油污泥中的含油率见图 3。结果显示:搅拌时间为 20~30 min 时,清洗效果最好。

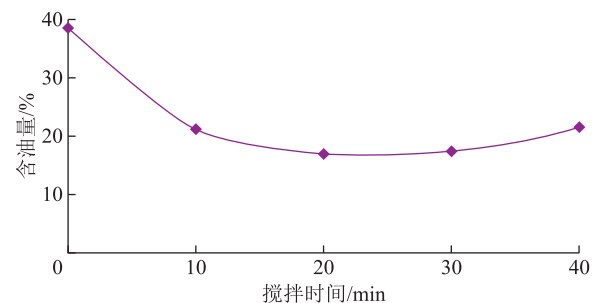


图 3 搅拌时间对清洗效果的影响

3.3 泥水比对清洗效果的影响

破乳清洗剂投加量 2%、温度 25~30℃、搅拌速

度为 300 r/min, 搅拌时间为 30 min, 控制不同的泥水比, 分别是 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 搅拌后目测 4 种比例的均质及分层效果, 泥水比 1:1 时的清洗效果比 1:2 的差, 泥水比 1:2 与 1:3 和 1:4 的效果基本相同, 考虑到用水量及含油的去除率, 选择泥水比为 1:2 比较合适。不同泥水比含油污泥的除油效果见表 3。

表 3 不同泥水比含油污泥的除油效果

泥水比	含油量/%	除油率/%
原泥	18.3	/
1:1	10.1	44.8
1:2	8.15	55.5
1:3	7.90	56.8
1:4	7.75	57.6

3.4 清洗工艺参数的确定

经室内研究, 确定现场运行工艺参数如下:

泥水比例(体积)<1、破乳清洗药剂 2%、搅拌时间 20~30 min、搅拌速度 250~300 r/min、沉降时间>30 min、清洗次数>1 次(可依据水量、检测结果等进行调整)。

3.5 研究小结

最佳实验条件为泥:水=1:2, 搅拌速度 300 r/min、搅拌时间 30 min, 清洗后含油污泥含油去除率达 60%~70%。

4 稳定固化修复技术研究

高含油污泥清洗后, 经固液分离及油水分离后, 油回收, 水循环使用, 剩余低含油污泥含油<5%, 含水约为 40%~50%, 再次经稳定固化修复, 含油污泥中含油达标后用于铺垫井场。

4.1 稳定固化剂研究

利用含油污泥与处理剂之间的吸附、化学吸收、沉淀、离子交换, 同晶取代等作用, 通过有机物在固化稳定化过程中发生水解、氧化、还原和成盐等化学反应, 将有机物、重金属等污染物转化为不易溶解、迁移能力或毒性小的状态和形式, 实现污染物的无害化, 降低其对生态系统的危害^[8]。

研究的药剂与含油污泥中水分及某些化学物质, 通过一系列物理和化学反应, 将有机物氧化吸附于形成的网链晶格中, 或药剂在含油污泥表面包覆形成黏结膜, 形成的黏结膜将含油污泥中的泥砂粒连接起

来, 形成具有致密网状的球形结构; 再通过一系列物理和化学反应, 将有机物吸附于形成的骨架结构的网链晶格中, 在黏结反应过程中将重金属离子等有害物质吸附包裹。

针对含油污泥的物理、化学性质、污染物的类型及特点, 将过硫酸盐、硫酸亚铁、过氧化钙、过氧化氢中的一种或几种以及氧化钙、水泥、水玻璃、粉煤灰、蒙脱土、高岭土中的一种或几种, 通过一定比例的调配, 形成无机纳米矿物质及氧化物复配的稳定固化剂。

将 8%~10% 的稳定固化药剂投加到低含油污泥中, 搅拌均匀, 养护 72 h 后, 含油污泥含油量≤2%。实验结果见图 4。稳定固化剂处理效果见图 5。

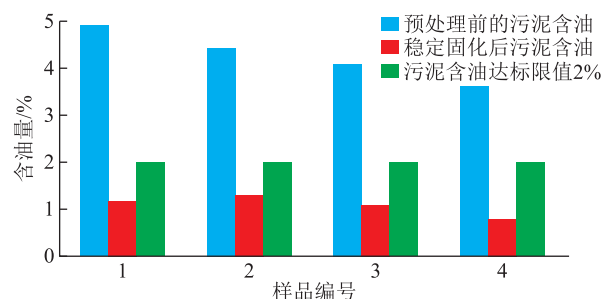
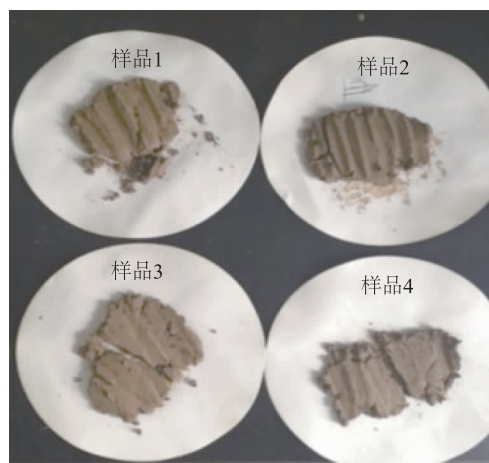


图 4 稳定固化剂处理结果



注: 图中样品编号对应于图 4 中样品的编号。

图 5 稳定固化剂处理效果

4.2 现场应用效果

将破乳清洗+稳定固化修复技术应用于孤岛某区污水池底泥处理, 处理含油污泥 $2.2 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。在处理过程中, 将 2% 的破乳清洗剂投加到清洗装置, 搅拌清洗分离; 再将 8%~10% 稳定固化剂投加到分离脱水后的含油污泥中, 用 ALLUD 筛分破碎铲斗将含油污泥与药剂搅拌均匀, 养护 72 h, 最终处理达标

