

含油污泥无害资源化处理技术研究

李彦超¹ 李爱芬¹ 陈勇² 王海文¹

(1. 中国石油大学(华东); 2. 中国石化胜利采油工艺研究院)

摘要 文章以胜利油田的含油污泥为研究对象,提出了一种油田含油污泥化学与微生物综合处理技术。该技术实现了含油污泥处理的减量化、资源化、无害化,不仅工艺流程简单,处理费用低,操作安全可靠,而且回收了原油。现场试验表明,该技术对不同类型的油田含油污泥都有较好的处理效果,为现代油田的环保开采及可持续发展提供了一种新方法。

关键词 含油污泥 化学处理 微生物处理

0 引言

随着地下原油开采力度的不断加大,尤其是注水量的增加和三次聚合物驱采油的广泛应用,油田在生产施工中,含油污泥的产出量逐渐增多(仅胜利油田年产污泥量就高达 15 万吨),对环境的影响愈来愈大,所产污泥已被列入《国家危险废弃物名录》中的含油废物类。按照《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-84),为防止污染,污泥中矿物油最高容许量不得超过 3000mg/kg。同时,含油污泥的产生也造成了石油资源的严重浪费,胜利油田含油污泥的含油率约为 10%~30%(干重),含水量约为 50%~90%,按平均含油率 20%(干重)计,每年约有 3 万吨左右的原油沉积在其中。现以胜利油田含油污泥为研究对象,提出一种全新的含油污泥无害资源化处理技术。

1 含油污泥的性质分析

1.1 含油污泥的组成分析

准确测定含油污泥的组成是含油污泥处理的关键,对不同的组分通常采用不同的分析方法:含油量分析采用淋浸法,含水量分析参考《石油产品水分测定方法》(GB/T260-1977)。根据以上方法测量胜利油田孤东采油厂的含油污泥样品中油、水、泥沙的比例,数据见表 1。

从表 1 中可看出,含油污泥的含油率为 50.1%,明显高于《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-84)中污泥类含油污染物控制标准的 3000 mg/kg,按常规处理方法进行填埋或焚烧,必将造成一定的环

表 1 胜利油田含油污泥组成 %

含油污泥组成	水	原油	泥砂
质量含量	2.0	50.1	47.9

境污染和资源浪费。

1.2 含油污泥原油组分分析

芳烃化合物色-质谱图测量污泥中原油烃类化合

表 2 含油污泥原油烃类组成 %

成分	烷烃	芳烃	非烃	胶质及沥青质
含量	45.01	21.35	17.89	14.75

物的组成,结果见表 2。

由表 2 看出,含油污泥中有害芳烃的含量较高,如果焚烧或者填埋处理,仍会对环境造成一定不良影响。由于含油污泥中的原油轻质烷烃的含量较高,如果回收利用,具有很高的经济价值。

2 含油污泥处理的室内研究

含油污泥组成复杂,采用单一的方法,处理效果均不理想。实验采用化学与微生物综合处理技术,具体包括含油污泥的化学前期处理和微生物后期处理。

2.1 化学前期处理实验

化学前期处理采用溶剂萃取法,该方法就是将水、有机溶剂 X 及表面活性剂 Y 以一定的比例混合,对含油污泥进行反复冲洗,直至达到规定的标准,然后将泥砂、水及原油进行分离。将含有原油的有机溶剂进行加热蒸馏,提取原油的同时回收有机溶剂 X 重

新利用。进行含油污泥化学前处理的目的是回收污泥中的多数原油，降低含油量。

2.1.1 化学前期处理影响因素分析

化学前期处理过程中，泥水比及表面活性剂的活性是影响处理效果的重要因素，下面通过实验对各个参数进行了优化。

2.1.1.1 泥水比

所谓的泥水比就是在含油污泥清洗过程中污泥质量和加水质量的比值。实验得出泥水比对处理效果的影响关系，见表3。从表3可以看出，泥水比越小，含油污泥的处理效果越好，但是考虑水的应用费用，本实验将泥水比定为1:7。

表3 泥水比与含油污泥处理效果的关系

污泥质量 (g)	600	600	600	500	400	400	300	300
污泥混合水用量 (mL)	1200	1800	2400	2500	2400	2800	2400	2700
泥水比 (m/m)	1:2	1:3	1:4	1:5	1:6	1:7	1:8	1:9
补充水量 (mL)	400	400	400	400	400	400	400	400
处理过程用水总量 (mL)	1600	2200	2800	2900	2800	3200	2800	3100
处理后污泥含油率 (%)	5.6	4.3	4.0	3.9	3.9	3.8	3.8	3.6

2.1.1.2 表面活性剂活性

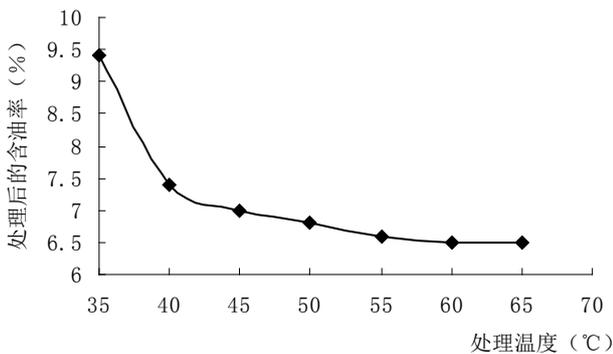


图1 温度对化学前期处理的影响

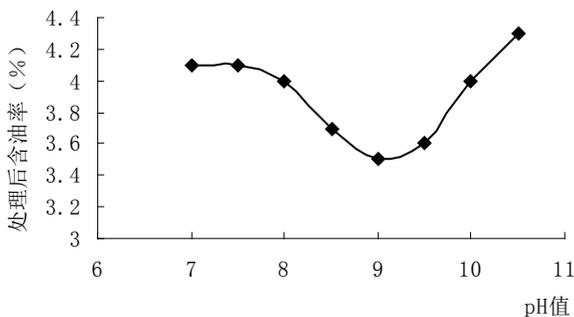


图2 pH值对化学前期处理的影响

由于化学前处理过程中加有表面活性剂Y，为了达到最佳的处理效果，实验测定得出了化学前期处理的最适宜温度和最适宜pH值。由图1可以得出最适宜温度在55℃~60℃之间。由图2可以得出最适宜pH值在9左右。

2.1.2 实验结果分析

根据多次污泥处理实验结果得出：化学前期处理后污泥含油量在3.2%~4.0%之间，含油量大幅度降低，多数黏附在泥砂颗粒表面的原油可以很好地得到清洗和剥离，但是对于一些亲油性颗粒，原油浸入内部，吸附力较大，表面活性剂难以将其很好的清洗。但含油率仍然不符合《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-84)，因此必须经过进一步处理。

2.2 微生物后期处理实验

微生物后期处理就是通过人工筛选细菌，利用微生物的新陈代谢活动，分散剥离或者消耗泥砂颗粒内部的原油，从而完成对含油污泥的处理。该过程首先是将优选菌种注入化学前期处理后的低含油污泥中，再在中间过程回收部分原油，直到处理后污泥的污染指标达到排放要求。主要原理是：微生物的新陈代谢活动可以消耗原油中的重烃、胶质和沥青质，同时代谢过程中生成部分表面活性剂，最后将原油从泥砂表面及内部剥离下来，从而实现了对含油污泥的处理。从微生物处理过程及原理可以看出，优势菌种的筛选是决定处理效果的重要因素。

2.2.1 菌种筛选

通过对常规采油细菌的原油降解实验，经过反复适应和驯化、遗传修饰及组合实验，获得了以原油为唯一碳源生长、共生性良好、具有较好协同能力的3个菌组。菌种鉴定结果为CY1菌属、CY2菌属、CY3菌属，菌组优势菌种的呼吸类型主要为好氧型，最终代谢产物都为二氧化碳和水，没有污染物产生，实现了废物无害化。

2.2.2 特殊实验装置

针对优选菌组的好氧喜温特性,实验应用曝气装置及恒温水浴,见图 3。

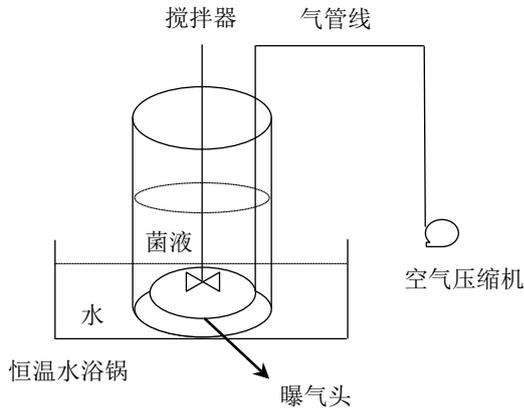


图 3 实验装置

2.2.3 实验结果分析

将化学前期处理的含油污泥经微生物处理后,实验结果如图 4 所示。

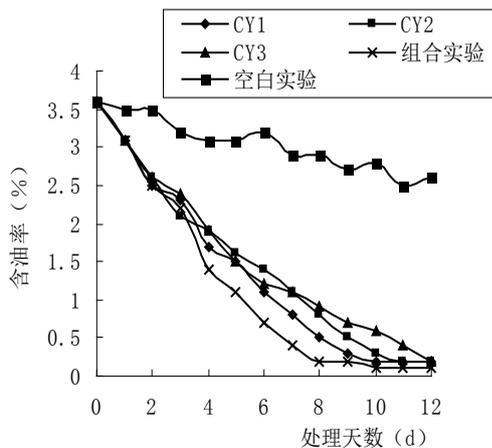


图 4 含油污泥微生物处理结果

由图 4 中看出:微生物对含油污泥有很好的处理效果,而且处理周期较短,仅为国外含油污泥生物修复处理的 1/6,其中三个菌组的组合处理实验效果最好,处理后含油污泥的含油率小于 0.3%,达到了《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284—84)。

3 现场应用效果

根据室内实验,对孤东采油厂三类现场油泥(高含油、低含油和落地油泥)进行了现场试验。化学前处理试验结果见表 4,微生物处理结果见图 5。

表 4 含油污泥化学前处理现场实验结果

项目	高含油污泥	低含油污泥	落地含油污泥
原始含油率 (%)	51.1	11.5	5.1
化学前处理后含油率 (%)	3.6	4.2	2.5
原油回收率 (%)	92	63.5	50.9
处理时间 (h)	6.5	7.5	11.5
表面活性剂 Y 用量 (g)	204	189	195
消耗水量 (L)	68	63	65

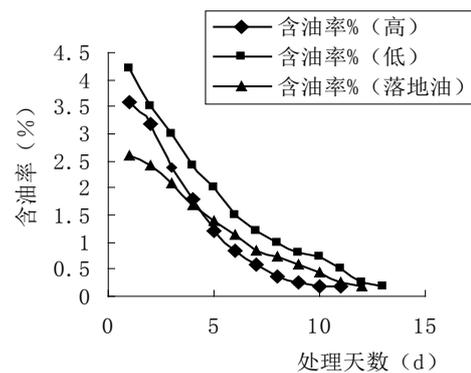


图 5 微生物处理现场含油污泥效果

从上表 4 和图 5 中可以看出,该技术对三类油泥的处理效果都很好,最终的含油率均低于 0.3%,达到了《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284—84)的要求,说明该方法可行,同时原油回收率也很高,均高达 50%,尤其对高含油污泥的处理效果最好,处理时间短,原油回收利用率高达 92%。该方法相对于常规的污泥焚烧和固化复合处理,既减少环境污染,又实现了原油资源回收,具有很高的实用价值。

4 结论

- ◆ 室内及现场实验表明,该方法与含油污泥焚烧、填埋固化处理相比,具有更好的环保效益和经济效益。
- ◆ 含油污泥的生化处理方法具有过程简单、操作安全、处理彻底、经济收益和环保效益大等优点,基本实现了油田含油污泥处理的减量化、资源化和无害化。
- ◆ 微生物处理法筛选培育出了高效降解重烃、胶质和沥青质的优势菌种,应用于含油污泥的处理中,效果很好;另外,对微生物采油也可提供一定的指导。
- ◆ 针对胜利油田含油污泥现状,采用该方法进行污泥处理,效果良好,同时也给其他油田的污泥处理提

供了很好的借鉴。

参考文献

[1] 廖广志, 石梅, 李蔚等. 以部分水解聚丙烯酰胺和原油为营养源的微生物筛选及性能评价[J]. 石油学报, 2003, 24(6):59~63

[2] 程林波, 张洪涛. 废水中聚丙烯酰胺的生物降解试验研究初探[J]. 环境保护, 2004, 32(1):20~23

[3] 竺建荣, 沈海铭, 汪诚文等. 厌-好氧交替工艺处理辽河油田废水的试验[J]. 环境科学, 1999, 20(1)

[4] 刘子龙, 王蓉莎, 姚日远. 含油污泥资源化技术的研究及应用[J]. 石油天然气学报, 2006, 8(4):136~138

[5] Rachid El-Mamouni, Jean-Claude Frigon, Jalal Hawari, et al. Combining photolysis and bioprocesses for mineralization of high molecular weight polyacrylamides[J]. Biodegradation, 2002, 13(4):221~227

[6] 王富康等. 工业废水和城市污水处理技术经济手册[M]. 北京:清华大学出版社, 1992

(收稿日期 2007-10-09)
(编辑 许晔)

绿色变革共赢—博鳌亚洲论坛向世界发出绿色强音

2008年4月11日~13日,以“绿色亚洲:在变革中实现共赢”为主题、凸显“绿色”和“变革”的博鳌亚洲论坛2008年年会在海南博鳌隆重召开,来自世界各地的政要、企业巨子和学界精英齐聚一堂,共同探讨“绿色”这一宏大的话题。本届博鳌亚洲论坛年会突出“绿色”,这一主题表明亚洲当今的发展与世界潮流日益同步。当前,能源、环境、气候等因素已成为全球关切的重大问题,深刻影响着世界经济社会发展前景,亚洲作为世界上经济最具活力的地区,正在这一方面更加自觉地承担起自己的责任。

正如中国国家主席胡锦涛在论坛开幕式上指出的那样,亚洲的发展不仅关系亚洲的命运,而且关系世界的前途。中国愿同其他亚洲国家一道,抓住机遇,应对挑战,在应对气候变化能力建设、促进环境保护、水资源合理利用等方面加强交流合作,共同推进本地区生态文明建设,共建一个和平、发展、合作、开放的亚洲。

历届博鳌亚洲论坛主题

- 2002年:“新世纪、新挑战、新亚洲—亚洲经济合作与发展”
- 2003年:“亚洲寻求共赢:合作促进发展”
- 2004年:“亚洲寻求共赢:一个向世界开放的亚洲”
- 2005年:“亚洲寻求共赢:亚洲的新角色”
- 2006年:“亚洲寻求共赢:亚洲的新机会”
- 2007年:“亚洲寻求共赢:亚洲制胜全球经济—创新与可持续发展”
- 2008年:“绿色亚洲:在变革中实现共赢”。

(摘编自环保网 2008-04-15)