

# 新疆油田含油污泥处理技术研究与应用

萨依绕 李慧敏 张燕萍 徐斌 张华 郑李

(中国石油新疆油田公司)

**摘 要** 新疆油田在借鉴并结合国内外含油污泥处理新技术特点的基础上,开展了含油污泥处理的技术研究应用。通过研究分析新疆油田含油污泥特点,针对新疆油田区域地理气候特征,结合国内外含油污泥处理技术的新进展,先后开展了热洗法、“回转炉”热解处理工艺、萃取+生物处理法、多级热洗+助溶剂等含油污泥处理技术的研究与应用,以探寻出高效且实用性强的处理方法。

**关键词** 新疆油田 固体废物 含油污泥 生物处理 热解 萃取 热洗

## 0 引言

油田含油污泥主要来源于石油勘探开采、油田建设及油品加工生产的许多环节中。随着油田开发的深入,含油污泥的无害化处理技术的研究与应用已逐步成为各油田可持续发展的需要。

目前国内外常用的含油污泥处理方法有:溶剂萃取法、热化学洗涤法、焚烧法、生物法、含油污泥调剖、含油污泥综合利用等,但这些方法都存在着一定的适应性和局限性。新疆油田在借鉴并结合国内外含油污泥处理新技术的同时,针对自身油田的特点,开展了含油污泥处理技术的研究应用,以期探寻出高效且实用性强的处理方法。

## 1 含油污泥主要特点

目前新疆油田年产含油污泥量为  $2 \times 10^4 \sim 3 \times 10^4$  t,其中原油处理站清罐含油污泥以及污水处理站排放的含油污泥占 75% 以上。这些油泥的成份较为复杂,检测数据表明,目前油田堆存的污泥中一般含油量为 8%~35%,污泥含水率为 30%~80%,泥土等其他物质含量约 10%~50%,污泥中含有大量老化原油、蜡质、沥青质、胶体、细菌、盐类、酸性气体等,还有投加的各种药剂及形成的絮状体、设备及管道腐蚀产物和垢物等成分,因此其无害化、资源化处理难度很大。

## 2 含油污泥处理技术研究与应用

含油污泥的来源不同,其性质差别较大,例如,钻井污泥中含有害重金属,洗井、修井等作业后的污泥

中腐蚀性产物含量高,压裂、酸化污泥中有机质含量高或酸度高,原油罐底油泥含有原油开发过程中加入的各种表面活性剂,污水处理产生的含油污泥包括处理过程中投加的大量凝聚剂、缓蚀剂、阻垢剂、杀菌剂等水处理剂,部分污泥中细菌含量超标等。含油污泥成分的复杂性决定了其处理技术的多样性。

### 2.1 热洗工艺的应用

热洗法是美国环保局处理含油污泥优先采用的方法。该法是将含油污泥加水稀释后在加热和加入一定量化学药剂的条件下,使油从固相表面脱附并聚集分离的污泥除油方法。

新疆油田通过跟踪检索国内外油泥治理的最新科研成果,从理论可行的角度上初步筛选了一部分可能的助溶剂类化学品,并对其进行大量的复配实验研究。针对取自油田不同区域的污泥试样,经过反复试验评价,取得初步成果。并于 2004 年在九区建成 1 套规模为  $25 \text{ m}^3/\text{d}$  的热洗处理装置一直运行至今,对含油量为 32% 的落地油(含大量的粘土和砂等),采用热化学洗涤工艺可将油泥中的油、水、泥三相分离,回收其大部分油品,实现资源化。经热化学洗涤可回收泥中 85% 左右的原油,但处理后剩余干泥的含油量一般 3%~5% 左右,高于《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-1984)的含油标准( $3000 \text{ mg/kg}$ )。该法适用于含油量较高、乳化较轻的落地原油和油砂的回收处理工艺中的预处理,管理简单,运行成本相对较低。

### 2.2 “回转炉”热解处理工艺应用

热解技术由于具有能量或物质回收效率高,环境

污染小的特点,是国外广泛应用的一种无害化污泥处理工艺之一。其在隔绝氧气的情况下,通过热解的方式将含油污泥中重质组分转化为轻质组分,可以将其其中挥发性有机物和半挥发性有机物组分进行回收,不仅具有较高的能量回收效率,而且其低温还原性环境可使大多数金属元素固定在固体产物中,同时遏制了二噁英的生成,减少了大气污染。其中回转式反应器作为典型的慢速反应器,具有较好的物料适应性、灵活的操作调节性等优点,尤其适合高灰分、宽筛分的物料,此反应器已逐渐成为固体废物处理的主要反应器。该工艺是脱水污泥或干化污泥在回转式干燥热解炉中 500~600℃ 条件下密闭反应,产生的油气可回收利用,剩余残渣可达标排放。

采用该工艺对乌尔禾油田 69 区稠油污水处理站排放的含油污泥进行了现场中试,当地土壤为中性和碱性,规模为 10 t/d,测定数据见表 1、表 2。

表 1 69 区稠油污水处理站

脱水含油污泥 600℃ 残渣污染物测定数据 mg/kg

| 污染物含量 | Cu   | Pb   | Zn    | Cr   |
|-------|------|------|-------|------|
| 样品残渣  | 25.9 | 11.7 | 521.4 | 1.2  |
| 指标*   | 500  | 1000 | 1000  | 1000 |
| 指标**  | 400  | 500  | 500   | 300  |

| 污染物含量 | Ni   | Hg  | 石油类  |
|-------|------|-----|------|
| 样品残渣  | 33.1 | 未检出 | 未检出  |
| 指标*   | 200  | 15  | 3000 |
| 指标**  | 200  | 1.5 | /    |

注：\* 为《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-1984)；

\*\* 为《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995)三级指标

表 1 结果表明:残渣中污染物指标均达到《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-1984)和《土壤环境质量标准》(GB 15618-1995)三级指标要求,初步评价其对污水有较好絮凝作用,可再生循环利用。

表 2 69 区稠油污水处理站脱水

含油污泥 600℃ 残渣浸出液污染物测定数据

| 污染物含量/<br>(mg/L) | Cu    | Pb    | Zn    | Cd    | Ni    |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 样品浸出液            | 0.035 | 0.028 | 0.075 | 0.004 | 0.046 |
| 指标*              | 100   | 5     | 100   | 1     | 5     |
| 指标**             | 2.0   | 1.0   | 5.0   | 0.1   | 1.0   |

| 污染物含量/<br>(mg/L) | As    | Cr <sup>6+</sup> | Hg   | 石油类 | COD <sub>cr</sub> |
|------------------|-------|------------------|------|-----|-------------------|
| 样品浸出液            | 0.005 | 0.042            | 未检出  | 未检出 | 45                |
| 指标*              | 5     | 5                | 0.1  | /   | /                 |
| 指标**             | 0.5   | 0.5              | 0.05 | 10  | 120               |

注：\* 为《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》GB 5085. 3-2007；

\*\* 为《污水综合排放标准》GB 8978-1996 二级指标

表 2 可知:同时残渣浸出液污染物中石油类、COD<sub>cr</sub>和重金属含量远低于《危险废物鉴别标准-浸出毒性鉴别》(GB 5085. 3-2007)和《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)二级指标要求。

该法适用于目前油田采出水处理站排放的含有大量化学药剂的残留物污泥,可与污水处理站配套建设,填补目前油田污水处理站不对排出的油泥做进一步无害化处理的空白。采用该工艺与污水处理站配套建设的相关工艺流程图见图 1。

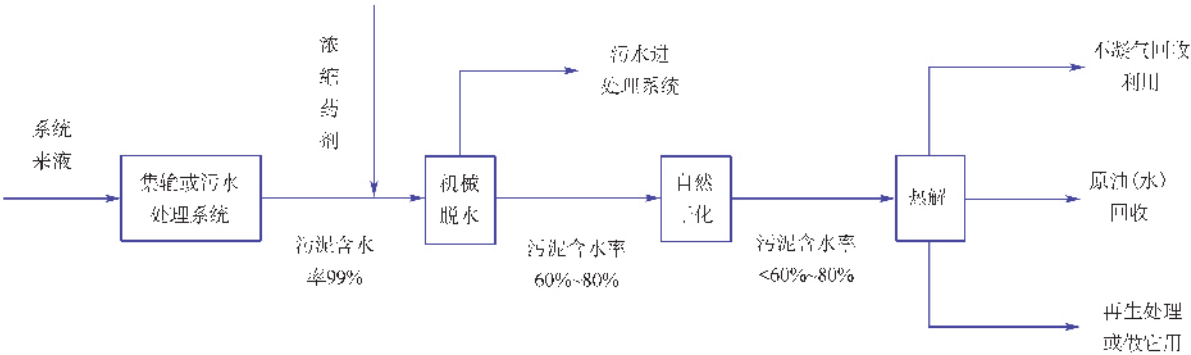


图 1 含油污泥无害化与资源化工艺流程

需要指出的是,由于污泥的性质差别较大,热解工艺又是一种非常复杂的工艺,的确有某些涉及安全性的要素难以确切认知和把握,要真正实现在现场推广应用,关键是如何把握尺度,如何汲取国外同类工艺教训,消除隐患。在可能的范围内,选择、改进、优化合理的工艺,以适应我国国情和需要,热解工艺的安全性是可以实现的。

### 2.3 “萃取+生物处理”法的应用

萃取法是利用“相似相溶”原理,选择一种合适的有机溶剂作萃取剂,将含油污泥中原油回收的方法。含油污泥的生物处理技术主要是利用微生物将含油污泥中的石油烃类降解为无害的土壤成份,是今后含油污泥处理技术发展方向之一。

作业过程中产生的含油污泥中含油量及腐蚀性产物含量高,化验检测其平均含油量25%,采用“萃取+生物处理”法进行了现场实验。油泥进入搅拌除油系统,采用有机溶剂进行萃取后,上层含有溶剂的混合油通过蒸馏装置把溶剂和原油分离开,原油回收,溶剂循环使用;下层含少量混合油的泥砂,加进特选的菌种加上辅料进行生物降解处理(堆肥法),堆肥15 d后,测得处理后含油污泥废渣中矿物油为2370 mg/kg干污泥,达到了《农用污泥中污染物控制标准》(GB 4284-1984)中的控制标准。

采用生物处理技术应该说是理想的油泥废物处理方法之一,其优点有:成本低、操作简便、不形成二次污染或导致污染物转移,能够最大限度地降低污染物浓度。但就生物处理技术本身而言,还存在着一定的不足,如在筛选石油降解菌和菌种培养上较为困难,菌群受温度影响较大,占地面积较大,对含油较高的污泥处理效果不好且处理周期较长等。将其与萃取技术合理地结合起来,扬长避短,不失为有效的解决方法。

### 2.4 “多级热洗+助溶剂”法的应用

2006年,采用“热洗+助溶剂”技术建设了处理规模为200 m<sup>3</sup>/d的克拉玛依博达油泥无害化处理厂,优化设计了多级逆流洗涤、分段脱水、洗涤液充分回收利用等工艺过程,通过均质流化、曝气气浮、自动收油排泥等工艺手段,协同化学药剂的作用使油田含油污泥中的乳化油破乳,达到使油品与污泥中无机固形物之间破解吸附并聚结上浮。

该厂处理后污泥中矿物油含量检测值为632~2277 mg/kg,达到了《农用污泥中污染物控制标准》

(GB 4284-1984)中的控制标准。该厂目前已累计处理含油污泥约3万t,回收原油近2000 t,具有较好的经济效益和环境效益,是目前国内含油污泥治理规模最大的站,也是目前国内油田规模化、产业化应用较为成功的油泥处理厂。

采用强化化学药剂作用的多级热洗工艺,其关键是复配筛选出高效、适用性强的处理药剂,可根据油泥品种在洗涤液配方和洗涤工序中同时进行合理调整。

## 3 结束语

◆ 热洗工艺的研究和应用,为新疆油田寻找到了—种含油污泥综合利用的方法,既有效回收了原油资源,又解决了含油污泥外排的问题,减少了环境污染。该工艺的关键是筛选出高效经济的药剂,才能取得良好的处理效果。

◆ 含油污泥成分复杂,来源不同的含油污泥,性质差别较大。各种工艺技术都有一定的适应性和局限性,应依据含油污泥的不同特性、含油量、来源及处理的难易程度,不断加以对比筛选和综合考虑,可将各种技术合理地结合起来,扬长避短,以真正实现含油污泥的无害化处理的产业化发展。

◆ 另外,值得借鉴的是国外含油污泥处理通常是由专业承包商来完成的,由于含油污泥收集、脱水、运输和处理操作难度大、技术含量高,且具有临时性及批量性的特点,因此从规模效益考虑,发展含油污泥处理的专业化服务产业在油田应该也是大有可为的。

### 参考文献

- [1] 李彦超,李爱芬,陈勇,等.含油污泥无害资源化处理技术研究[J].油气田环境保护,2008,18(2):25-28.
- [2] 陈超,李水清,岳长涛,等.含油污泥回转式连续热解——质能平衡及产物分析[J].化工学报,2006,57(3):650-657.
- [3] 王万福,何银花,刘颖,等.含油污泥的热解处理与利用[J].油气田环境保护,2006,16(2):15-18.
- [4] 刘玉丽.油田含油污泥焚烧处理技术及设备研究[J].石油与天然气化工,2005,34(5):426-428.
- [5] 童蕾,魏昌华,赵中一.表面预处理+热洗涤法处理含油污泥的方法研究[J].安徽化工,2005,137(5):45-46.

(收稿日期 2009-03-06)

(编辑 李娟)