

化学热洗处理含油污泥工程应用*

李 颖¹ 陈 曦¹ 李秀敏¹ 王慧涵¹ 王占生¹ 杨忠平¹ 李春晓¹ 云 箭¹ 陈 晨²

(1. 中国石油集团安全环保技术研究院有限公司; 2. 华北电力大学)

摘 要 化学热洗方法适用于处理以罐底泥和落地含油污泥为主的含油污泥。对某油田以化学热洗为核心技术的含油污泥处理工程所用药剂优化筛选,对于罐底泥和落地含油污泥,可用化学热洗药剂 A,搭配离心机絮凝药剂 B 或者 BH 阴离子型聚丙烯酰胺;对于含油污泥池表层的生化污泥,可用化学热洗药剂 C,搭配 KF 阳离子高分子絮凝剂。以化学热洗为核心技术的含油污泥处理工程,处理后残渣为灰色块状固体,含油率 < 2%,达到 HJ 607—2011《废矿物油回收利用污染控制技术规范》要求。

关键词 含油污泥; 化学热洗; 药剂筛选

DOI:10.3969/j.issn.1005-3158.2018.01.004

文章编号: 1005-3158(2018)01-0014-03

0 引 言

油田在生产过程中产生大量的落地含油污泥、罐底泥等含油污泥^[1]。某油田含油污泥目前仍依赖自然干化、露天堆放的“治理”方法,虽然采用了防渗处理,但对土壤和地下水等生态环境仍有潜在污染风险,不符合国家危险废物污染防治技术要求。因此,寻求合理的含油污泥处理技术,实现含油污泥的减量化与无害化,对消除油田环境污染隐患非常必要且迫切。

1 含油污泥处理工艺介绍

目前国内处理含油污泥常用的方法有化学热洗法、萃取法、超热蒸汽喷射法、焚烧法以及生物处理等技术。

化学热洗法^[2]在含油量较高、乳化较轻的落地原油和油砂的原油回收处理中应用较多。萃取法^[3-4]的优点是处理含油污泥较彻底,能够将大部分石油类物质提取回收。但萃取剂需蒸馏回收循环使用,同时具有选择性,一般需多级处理才能实现污泥含油量达到 HJ 607—2011《废矿物油回收利用污染控制技术规范》中“含油污泥经油砂分离后含油率应小于 2%”的控制标准。超热蒸汽喷射法^[5-6]适用于剩余活性污泥,以及含油类浮渣,处理后残渣含油率达到 GB 4284—1984《农用污泥中污染物控制标准》。焚烧法^[7]优点是污泥经焚烧后,几乎去除全部有害物,无害化、减量化效果好;缺点是无法回收石油资源,焚烧

过程中的烟气产生二次污染,需进一步处理。生物处理技术主要有地耕法和污泥生物反应器法^[8-9]。生物处理技术主要适用于含油率较低的含油污泥,而且污泥中的原油不能回收,是对石油资源的一种浪费。

2 含油污泥资源化处理工程

2.1 含油污泥分析

某油田含油污泥的主要来源为原油储罐、分离器底泥,井下作业产生的含油污泥土,以及油气管线泄漏产生的落地含油污泥。待处理含油污泥存放于含油污泥池中。工程投运前期,含油污泥池主要贮存联合站污水罐底泥,后期含油污泥池排入了联合站生化系统产生的浮渣和剩余活性污泥,以及罐车拉运的洗修井废液。浮渣与剩余活性污泥及含油污泥池内表面原油混合,形成了一种含聚合物和微生物残体的乳化含油污泥,飘浮在含油污泥池表面。随着工程实施,含油污泥池内含油污泥种类增多,成分日趋复杂,包括老化原油、蜡质、沥青质、胶体、固体悬浮物、细菌微生物残体等。经现场对采油厂和含油污泥池的含油污泥取样分析,结果见表 1。

经过实验分析,各采油厂的含油污泥含油量一般在 $(2.0 \sim 3.0) \times 10^5$ mg/kg,油库的含油污泥含油量较高,在 6.0×10^5 mg/kg 左右。

对该采油厂含油污泥中的原油进行族组分分析,饱和烃 61.69%,芳烃 17.62%,非烃 14.18%,沥青质 4.60%。由此可见,该油田含油污泥的原油组成饱和

* 国家科技重大专项,页岩气和煤层气开发环境保护技术集成及关键装备(项目编号:2016ZX05040-006)。

李颖,2014 年毕业于中国石油大学(北京)化学工程专业,硕士,现在中国石油集团安全环保技术研究院有限公司从事环境保护工作。通信地址:北京市昌平区沙河镇西沙屯桥西中国石油创新基地 A 座,102206

烃组分占到大多数,非烃和沥青质比例较少。族组分分析见表 2。

表 1 含油污泥含油量分析	
采样地点	检测结果/(mg/kg)
A 采油厂	2.52×10^5
B 采油厂	2.34×10^5
C 采油厂	1.02×10^5
D 采油厂	3.11×10^5
销售事业部油库	6.16×10^5
油泥池卸油台	3.63×10^5
油泥池表面浮渣	1.68×10^5

表 2 族组分分析	
族组分	比例/%
饱和烃	61.69
芳烃	17.62
非烃	14.18
沥青质	4.6

因含油污泥池存放了生化站产生的浮渣和活性污泥,以及各采油厂、油库清罐产生的罐底泥。含油污泥池卸油台处的含油污泥含油量在 $(3.0\sim4.0)\times10^5\text{ mg/kg}$,含油污泥池表面浮渣含油量在 $1.68\times10^5\text{ mg/kg}$ 左右。

对含油污泥池的表面浮渣和乳化含油污泥,即生化污泥进行组成分析,结果见表 3。生化污泥的含油率、含水率、含固率分别在 16%,75%,8%左右。

表 3 油泥池生化泥组成分析		
组成	生化泥 1	生化泥 2
含水/%	74.68	77.65
含固/%	8.52	6.18
含油/%	16.8	16.17

2.2 含油污泥处理工艺

根据该油田各采油厂含油污泥的特点,处理对象主要为罐底泥和落地油,结合国内各油田含油污泥处理技术现状及发展趋势^[10],经调研论证,适宜采用化学热洗工艺。该油田的含油污泥处理装置于 2015 年 3 月开工建设,于 10 月份投产运行,是该油田第一套含油污泥处理装置,设计处理能力 2.5 t/h,年处理能力 6 000 t。

主体设备采用撬装设施,主要包括含油污泥预处

理装置、化学热洗装置、离心脱水装置、加药装置和供热装置,工艺流程见图 1。

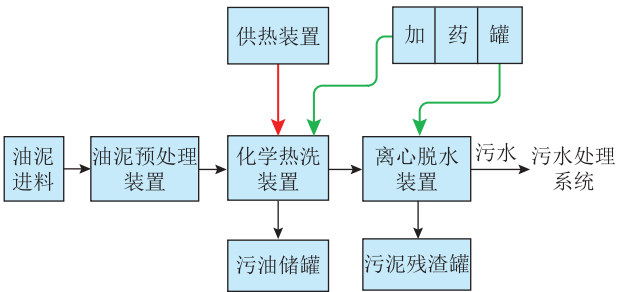


图 1 工艺流程

含油污泥首先进入预处理装置,筛除编织袋、生活垃圾、大块物料后,输送至化学热洗装置。在化学热洗装置内,含油污泥被均质化,加入药剂,经过加热和充分搅拌,含油污泥中的原油被洗脱出来;经过静置沉降,油上浮形成油膜,将油膜收集至污油储罐;泥砂沉降在罐底,经离心脱水实现固液分离,残渣外运,离心分离的污水去污水处理系统。

2.3 工程现场及运行效果

工程建设完成后,先后进行空车试运行、进料试运行,以及 72 h 连续进料运行,达到连续 72 h 无故障运行后,交付甲方。72 h 连续运行累计处理含油污泥 280 m³,含油污泥经处理后残渣经过晾晒后为灰色块状固体,残渣含油率<2%,达到 HJ 607—2011《废矿物油回收利用污染控制技术规范》要求。

3 药剂筛选

含油污泥处理工艺使用了化学热洗药剂和离心脱水絮凝剂。化学热洗药剂采用研究院自主研发的药剂,分为药剂 A 和药剂 B。药剂 A 属于含油污泥洗脱药剂,使用在含油污泥分离器内,起到含油污泥除油洗脱作用;药剂 B 属于絮凝剂,作用是将污水中的悬浮物絮凝聚集,便于离心脱水。根据含油污泥性质不同,药剂的种类和添加量应进行相应调整。

3.1 热洗药剂

现场运行过程中发现,对于含油污泥池中和池底的污泥,即联合站污水罐底泥和落地含油污泥,化学热洗药剂有较好的处理效果,处理后的干渣含油率均<2%。对含油污泥池表面的生化污泥,含油污泥洗脱药剂 A 的清洗效果不尽理想。因此在实验室内开展生化污泥热洗药剂筛选及复配试验,形成热洗药剂 C。热洗药剂 C 对生化污泥的处理效果,见表 4。

表4 热洗药剂 C 对生化污泥的处理效果

样品	药剂	剂泥比	条件
生化污泥	C1(0.5%) + C2(15 g/L)	6 : 1	温度: 60 ℃ 搅拌时间: 30 min, 转速: 100 r/min, 静置时间: 30 min

经过室内试验,发现复配药剂 C(C1(0.5%) + C2(15 g/L))在加热至 60 ℃,以 100 r/min 的转速搅拌 30 min,再静置 30 min,对生化污泥有较好的洗脱效果,可以看到明显的油水泥分层。实际现场工程使用复配药剂 C 处理生化污泥效果有待提高。

3.2 絮凝剂

现场运行过程中发现,对于含油污泥池中部和池底部的污泥,研究院提供的离心机絮凝剂,即药剂 B 有较好的处理效果,但对含油污泥池表面的生化污泥,药剂 B 的絮凝效果不尽理想。通过现场运行过程中对多种絮凝剂进行小试试验筛选,絮凝剂筛选结果见表 5。

表5 絮凝剂筛选结果

适用对象	药剂	配药比例
油泥池中部和底部污泥	药剂 B	1‰~2‰
油泥池中部和底部污泥	BH 阴离子型聚丙烯酰胺	2‰
生化污泥	KF 阳离子高分子絮凝剂	2‰

对于含油污泥池中部和底部污泥,即以罐底泥和落地含油污泥为主的含油污泥,经热洗后,加入 1‰~2‰ 的药剂 B,或者 2‰ 的 BH 阴离子型聚丙烯酰胺实现固液分离;对于含油污泥池表面的生化污泥,加入 KF 阳离子高分子絮凝剂可以实现固液分离。

本工程中,以化学热洗技术处理罐底泥和落地含油污泥,可以实现干渣含油率 < 2%,但处理生化污泥,效果有待提高。生化污泥和含油污泥池底泥在组成成分、含油率等方面有明显的区别,一般建议采用热处理(焚烧、热解、超热蒸汽喷射法、燃料化等)技术处理生化污泥。此外,建议在联合站生化装置后增设脱水装置,从源头上实现生化污泥减量化,并进行分类处理,不与其它类型含油污泥混合。

通过大量现场试验和室内研究,为该含油污泥处理工程制定了不同种类含油污泥的处理方案:对于以

罐底泥和落地含油污泥为主的含油污泥池中部和底部污泥,可用化学热洗药剂 A,搭配絮凝药剂 B 或者 BH 阴离子型聚丙烯酰胺,处理后实现干渣含油率 < 2%;对于含油污泥池表面的生化污泥,可用化学热洗药剂 C,搭配 KF 阳离子高分子絮凝剂,处理后实现固体废物减量化,但仍需进一步处理。

4 结 论

①根据该油田含油污泥处理现状,建成以化学热洗为核心技术的含油污泥处理工程,处理后残渣为灰色块状固体,含油率 < 2%。

②对该工程所用药剂进行优化:对于含油污泥池中部和底部污泥的罐底泥和落地含油污泥,可用化学热洗药剂 A,搭配离心机絮凝药剂 B 或者 BH 阴离子型聚丙烯酰胺;对于含油污泥池表面的生化污泥,可用化学热洗药剂 C,搭配 KF 阳离子高分子絮凝剂。

③经过现场运行验证,生化污泥不建议继续采用化学热洗技术处理,建议减量化后再处理。

参 考 文 献

- [1] 吴丽华,王志强.胜利油田的含油污泥(沙)现状及处理工艺探讨[J].上海环境科学,1999,18(2):96-97.
- [2] 严格.内蒙古油砂热碱水洗分离实验研究[J].油田化学,2006,22(4):375-377.
- [3] 曾海鳌.萃取法处理含油污泥研究[J].成都理工大学学报,2005,21(3):34-36.
- [4] 魏彦林,吕雷,杨志刚等.含油污泥回收处理技术进展[J].油田化学,2015,32(1):151-157.
- [5] 王占生,李春晓,杨忠平,等.炼化“三泥”无害化处理技术及应用[J].石油科技论坛,2011(4):57-58.
- [6] 王占生.一种含油污泥处理方法.专利号:200710145460.2008-03-26.
- [7] 刘晓娟,刘静,张宁生.油气田污泥无害化处理途径探讨[J].油气田环境保护,2004,14(2):32-35.
- [8] 包木太,王兵,李希明.含油污泥生物处理技术研究[J].自然资源学报,2007,22(6):21-24.
- [9] 金文标,宋莉晖,吴东平.油污土壤微生物处理技术[J].环境科学研究,2001,14(1):34-35.
- [10] 李春晓,陈树猛.盆一联合站含油污泥处理工艺分析[J].油气田环境保护,2015,9(5):29-32.

(收稿日期 2017-11-06)

(编辑 李娟)