

# 含油污泥热解处理的试验与应用

阮宏伟<sup>1</sup> 王志刚<sup>1</sup> 白天<sup>2</sup>

(1. 辽河油田公司锦州采油厂; 2. 辽河油田公司安全环保处)

**摘要** 介绍了欢三联含油污泥热解处理的工艺流程、技术要点、设计参数、运行效果和效益情况。调试工作表明,热解炉系统工艺作为一个整体,能够稳定有效运行,残渣的测验结果表明,残渣可以达到无害化程度,含油率小于0.3%(满足GB 4284-84《农用污泥中污染物控制标准》的要求)。以12t/d的处理量运行,能耗成本为74.47元/t,产生的经济效益为125.50元/t,同时产生较好的社会效益。另外,热解固态产物也有较好的利用价值,可以进一步研究利用。

**关键词** 欢三联合站 含油污泥 热解处理 应用试验

## 0 引言

含油污泥的污染控制与资源化利用,一直是困扰油田开发与炼化企业发展的环保难题。利用回转炉进行油泥热解处理,开展油泥热解处理工业化应用试验,实现含油污泥的资源化,达到可持续发展的目的,符合清洁生产 and 循环经济的核心理念,是将来油田含油污泥处理的基本方向。

欢三联合站含油污泥热解处理试点工程是股份公司的重点科研项目,是油田含油污泥无害化处理、资源化利用的工业化试验工程;是解决油田开发固废排放,突破环保难题的示范工程;是辽河油田第一个也是全国规模最大的利用回转炉进行含油污泥热解的工程。对坚持科学发展观、发展循环经济、建设资源节约、环境友好型企业具有重要意义。

## 1 工艺原理及技术要点

油田开发过程中含油污泥的主要来源不同,油泥的性质也不同。污水处理过程中经板框压滤后产生的油泥含油率为5.3%、含水率为80.2%、无机矿物质含量高;清罐过程中产生的油泥性质波动较大,泥沙含量较高,含油率普遍高于10%。

热解又叫干馏、热分解或炭化,是比较成熟的工艺。含油污泥热解技术是在隔氧高温下将蒸馏和热分解溶为一体,将污泥转变成三种相态物质,气相为甲烷、二氧化碳等,液相以常温燃油、水为主,固相为无机矿物质与残碳。根据污泥的物性条件、热解实验条件与产物生成情况,该工艺具备以下技术要点:

◆ 采用管道密闭输送技术,实现污泥清洁连续、稳定可靠的上料进料;

◆ 采用多燃烧器焙烧回转窑炉结构,确保对污泥实现有效处理;

◆ 采用冷凝分离技术进行热解馏分的分离,实现馏分和热能的有效回收;

◆ 采用密闭干式排渣技术,氮气保护隔氧条件和实现残渣的洁净排放;

◆ 采用系统自动控制技术,将单元工艺有机整合,实现生产运行的连续性、稳定性和安全性。

## 2 工艺流程及主要设备运行参数

### 2.1 工艺流程

将由污泥运输车定期运来的污泥(含水率80%左右)存于污泥存储仓内,用污泥泵密闭输送进入回转式含油污泥热解炉,在200~650℃条件下经3~5h反应后,残渣排入冷却渣池,然后外运处置。馏分流经换热器冷凝至50℃以下进入气液分离缓冲罐,分离出的油水混合物回收进入联合站一次沉降系统,分离出的不凝气体作为热解炉供热系统的燃料,热解炉供热系统产生的烟道尾气经换热器回收热能后直接排放。

### 2.2 主要系统设备的运行参数

#### 2.2.1 进料系统

进料系统设计的进料量控制范围为0~3t/h。为配合热解炉试验,分别以每天7.2、10.0和12.0t进行系统的输送量与运行稳定可靠性试验,直至目前

该系统运行稳定可靠。

## 2.2.2 热解系统

热解炉的转速由变频器调节,变频器的调节范围是 0.71~3 r/min。目前热解炉的主拖动电机在

25 Hz的频率下工作,炉体反应筒转速为 1.48 r/min。热解炉的加热系统由 21 个独立的火嘴组成,其中有 20 个常用火嘴和一个备用火嘴。20 个常用火嘴共分为 5 个加热区块,分布情况如图 1 所示:

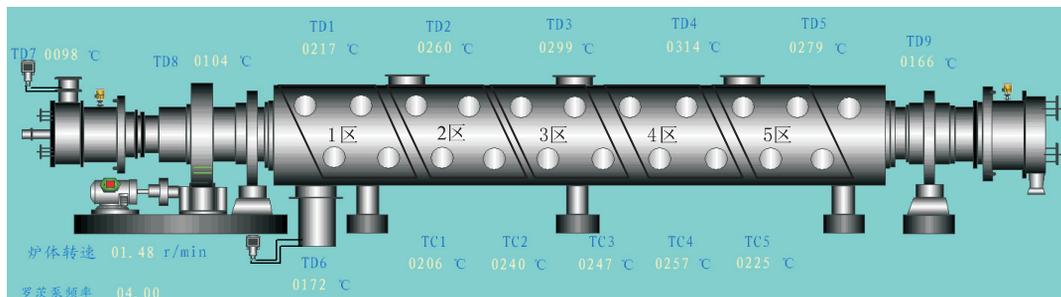


图 1 热解炉加热区分布示意

当温控区的温度低于该区的设定温度时该区的 4 个火嘴会依次启动加热,当温度高于设定值时,火嘴由 PLC 控制依次熄火。经过调试摸索,加热控制温度分别设定为:1 区 500 °C;2 区 650 °C;3 区 750 °C;4 区 720 °C;5 区 500 °C。

## 3 运行效果

### 3.1 残渣样品检测结果

残渣样品检测结果以污水处理过程中经板框压滤后产生的油泥为处理对象。

#### 3.1.1 含油率、残炭、 $Al_2O_3$ 含量的检测

共取残渣样品 18 组,主要检测了含油率、残

炭、 $Al_2O_3$  含量(残渣经过 600 °C 灼烧脱碳剩余产物)。检测数据表明,残渣的含油率 0.117%~0.292%,平均值为 0.234%。说明目前设定的处理工艺参数满足处理要求,残渣含油率达到了小于 0.3% 的设计指标。残炭的百分含量 21.09%~35.56%,平均为 28.30%,说明残渣中有较高的热值。 $Al_2O_3$  含量 51.32%~58.40%,平均为 55.19%,整体上比较稳定,说明热解残渣的无机组成部分比较稳定。

#### 3.1.2 残渣浸出毒性检测

对 3 月 16 日的残渣样品做了固体废物浸出毒性检测,结果见表 1。

表 1 残渣样品浸出毒性检测

测试项目	六价铬	汞	铬	镍	铜	锌	镉	铅	砷
残渣	0.00942	0.00262	0.016	0.030	0.006	0.033	—	—	—
标准限值	5	0.1	15	5	100	100	1	5	5

注:GB 5085.3-2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》

结果表明检测的 9 个指标远远低于 GB 5085.3-2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》标准限值,其中镉、铅、砷未检出,实现了含油污泥处理无害化。

#### 3.1.3 不凝气样品检测

分别对 3 月 24 日、4 月 10 日及 4 月 19 日 3 个不凝气样品进行检测,结果见表 2。

表中数据表明,不凝气的主要成分为甲烷和氢气,除  $CO_2$  和  $N_2$  外其余可燃气体含量总和接近 90%。

#### 3.1.4 热解油检测

热解油检测结果表明热解油基本以柴油和煤油为主,油中含有较多芳烃,见表 3。

### 3.2 效益分析

#### 3.2.1 天然气消耗

以 12t/d 的处理量,天然气消耗量平均为 518  $Nm^3/d$ ,以 0.672 元/ $m^3$  取费,费用:348 元/d,平均每吨污泥处理成本为 28.99 元。

#### 3.2.2 电能消耗

统计显示目前试验站的耗电量为 926  $kW \cdot h/d$ ,耗电量与污泥的处理量没有直接关系。所以处理量越大,单位耗电量就会相应减小。

#### 3.2.3 污泥中油回收情况

根据含油污泥的含油率 5.33% (现场取样的平

表2 不凝气样品检测数据 %

序号	取样时间	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	CO
1	3月24日	34.85	4.42	0.40	5.31
2	4月10日	33.77	5.22	0.51	5.33
3	4月19日	34.85	4.87	0.69	4.17
平均		34.49	4.84	0.53	4.94

序号	取样时间	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	其他有机物
1	3月24日	6.83	5.46	41.46	1.27
2	4月10日	5.13	6.85	40.27	2.92
3	4月19日	7.83	6.46	39.46	1.67
平均		6.60	6.26	40.40	1.95

表3 热解油样品全烃气相色谱

序号	C <sub>8</sub> ~C <sub>9</sub> / %(汽油)	C <sub>10</sub> ~C <sub>15</sub> / %(煤油)	C <sub>16</sub> ~C <sub>18</sub> / %(柴油)	C <sub>19</sub> ~C <sub>34</sub> / %	其他
1#	3.48	53.66	13.24	26.13	3.49
2#	7.11	66.06	9.55	14.63	2.65

均值),对比热解产油量(油产量为 51.82 L/t,密度约为 0.87 g/cm<sup>3</sup>,产油率 4.51%),可以判断含油污泥的油回收率在 78%左右,剩余的有机组分主要转化为残炭和不凝气。产气量平均为 38 Nm<sup>3</sup>/t 污泥。

### 3.2.4 单位生产成本核算对比

随着处理量的增加,单位运行成本逐渐减小,见表 4。

## 4 结论

调试工作表明,热解炉系统工艺作为一个整体,能够稳定有效运行,残渣的测验结果表明,残渣可以达到无害化程度,含油率小于 0.3%(满足 GB 4284-84《农用污泥中污染物控制标准》的要求)。以 12 t/d 的处理量运行,能耗成本为 74.47 元/t,产生的经济效益为 125.50 元/t,同时产生较好的社会效益。另外,

热解固态产物也有较好的利用价值,可以进一步研究利用。

表4 单位处理量的生产成本核算 元/t

项目		7.2 (t/d)	10.0 (t/d)	12.0 (t/d)
运行成本	天然气成本	30.78	31.47	28.99
	用电成本	75.80	54.58	45.48
运行成本总计		106.58	86.05	74.47
效益	产油	100	100	100
	产气	25.50	25.50	25.50
效益总计		125.50	125.50	125.50
综合效益=效益-运行成本		18.92	39.45	51.03

欢三联污泥热解试验站的投入运行,基本解决了欢三联污水处理系统产生的油泥处置问题,部分解决了欢三联站内清罐过程中污泥的处理问题。为其它油田的含油污泥处理提供了借鉴。但是,系统工艺要达到工业生产运行的要求,还存在不凝气回收处理与利用、热解残渣收集和馏分管道防淤清理等配套系统设施设备的进一步完善改造及跟踪试验问题。

### 参考文献

- [1] 王琼,邹鹏. 污水污泥的热解处理[J]. 石油炼制与化工, 2004(4).
- [2] 陈爽,刘会娥,郭庆杰. 含油污泥热解特性和动力学研究[J],石油炼制与化工,2007,38(7).
- [3] 陈超,李水清,岳长涛, Kruttschnitt T, Pruckner E, 姚强. 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,(3).
- [4] 邓皓,刘子龙,王蓉沙,谢水祥. 含油污泥资源化利用技术研究[J]. 油气田环境保护,2007(1).

(收稿日期 2009-07-20)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告