

油罐清洗与罐底泥处理技术研究及应用

张 维

(北京惠博普能源技术有限责任公司)

摘 要 文章介绍了一种自动清罐与罐底泥处理相结合的清罐洗泥一体化技术,采用真空抽吸及循环自动清洗的方法进行自动清罐,同时采用热化学调质及离心分离的方法,对清罐底泥进行处理。室内实验研究表明在工艺温度 80℃、pH 值为 9~11、洗泥调质时间 100~180 min 的情况下,清罐及罐底泥处理能达到最优效果,并优选出合适的化学药剂。同时介绍了该技术的实际应用情况,该技术可自动清洗油罐,且实现罐底泥的油、泥、水三相分离,回收 95% 的原油,污水可以 100% 回用于清罐工艺流程中。

关键词 油罐 自动清洗 罐底泥 处理 热化学调质 离心分离

中图分类号: X741 文献标识码: A 文章编号: 1005-3158(2011)06-0018-04

0 引 言

随着储油罐清罐技术的发展,国内大部分油田、石化及油气储运单位已采取机械化自动清罐的方式。国内外储油罐自动清洗技术通过在清洗设备、待清洗罐之间设置一系列设备,实现了油罐自动清洗,清洗工期短、安全高效、省工省力、从淤渣中回收油的效率高、清洗效果好。但目前国内清罐市场自动清罐技术还不完善,并且仅从油罐清洗的角度出发,对于清罐产生的罐底泥,有的就地排放,有的用车拉到其他污泥处理站进行统一处理,无论哪种处理方式,都未考虑未经处理的罐底泥排放及运输过程中对环境带来的负面影响。油罐底泥富含有机物,成分十分复杂,含有苯系物、酚类、萘等恶臭有毒物质,属于危险废物^[1],不能直接排放。罐底泥排放不仅会造成严重的环境污染,而且造成大量石油资源的流失。

文章介绍一种自动清罐与罐底泥处理相结合的清罐洗泥一体化技术,解决了多年来油罐清洗市场关于自动清罐技术不完善及污泥无法就地处理的难题,在清罐及罐底泥处理的同时,回收了罐底泥中的部分原油,具有良好的经济效益和社会效益。

1 国内外清罐及罐底泥的处理技术简介

目前,国内外清罐方法包括机械清洗、化学清洗、水力清洗、蒸汽清洗等,罐内放置可调方向的清洗枪,添加适当的溶剂油或者相同性质的原料油,进行清洗。国外油罐清洗的工艺、方法及设备与设备组合已经实现了模块化、自动化、密闭化、专业化和便捷化。

国内刚开始使用机械法、化学法和加热法清除油罐底泥的研究,在油泥处理方面,已经开始考虑无污染排放,系统化的油罐自动清洗技术及油泥处理技术正在探索之中^[2]。

目前国内对罐底油泥处理的普遍做法是将罐底泥送给工厂周边的一些小型油品加工厂提炼成品油或给砖瓦厂作燃料,不但利用率低,而且由于这些土炼油厂或砖瓦厂没有完善的环境保护措施,在油罐底泥的运输和再利用过程中极易发生二次污染。

应用离心分离技术进行含油污泥减量处理是目前工业化应用最为经典、最为广泛的罐底泥处理方法之一。其特点是可以回收大多数碳氢化合物,还能与目前的自动化清罐技术相匹配。该方法工程应用的技术难点是合理的油泥改性调质工艺的确定和适用的离心分离设备的选配^[3]。

李美蓉等^[4]采用热碱水洗涤气浮分离对胜利油田郝现联合站罐底泥进行脱油实验研究,回收其中的原油,实验结果表明在 70℃、碱与油泥体积比 3:1、加 2.0% 的碱液搅拌 10 min、气浮处理 15 min 的最佳条件下,除油率可达到 94.3%,底泥残留的石油类含量小于 1%,达到 GB 4284-85《农用污泥中污染物控制标准》。但该技术没有实现大范围的工业应用。

综上所述,将自动清罐与罐底泥处理技术相结合进行研究,通过热化学方法对罐底泥进行改性后,实现自动清罐及罐底泥的资源化、无害化,并且实现整个技术的工业化推广。

2 室内实验研究

室内研究主要以考察热化学调质最优工艺参数为主,为后续工业推广提供必要的技术支持。从药剂选择、pH值、调质时间、调质温度等方面对清罐及罐底泥的热化学调质进行阐述。

2.1 药剂优选

在选择药剂具有普适性、无害性、经济与安全性的前提下,应遵循下列技术要求。

◆ 有利于固/油的分离

选用的药剂可有效地降低原油、油/水、油/泥的界面张力,以利于固体与矿物油的分离,并保证水的表面张力不会在加入药剂的情况下大幅度降低。

◆ 有利于油/水的分离

油/水分离是保证污泥处理的重要步骤之一。油/水分离效率直接影响到整体工艺的流畅性。由于常规的表面活性剂具有很强的表面活性,因此在油泥清洗后液相中的矿物油呈乳化状态,难以进行油/水分离。所以在药剂的选择中应同时考虑油/固、油/水的分离过程。

◆ 有利于泥/水的分离

泥/水分离是油泥清洗技术的终端处理单元。过高的药剂表面活性不利于油/水分离,也会在一定程度上降低固体的沉降性能。因此,在发挥药剂的分散作用以提高含油污泥清洗效率的同时,要考虑药剂的凝聚性能,为泥/水的高效分离提供条件。

经室内筛选复配,优选出 HBP-A-1、HBP-B-1 药剂复合使用,能够使清罐及罐底泥除油达到最佳的处理效果。

2.2 pH 值优化

通过改变罐底泥的 pH 值,计算原油回收率,得到 pH 值对罐底泥原油回收率的影响曲线,结果见图 1。

由图 1 可以看出,随着 pH 值增加原油的回收率提高趋势明显,当 pH 值达到 11 时,原油回收率达到最大,说明碱性条件有利于罐底泥的除油。这是由于石油中的某些成分,如胶质和沥青质,分子中有极性部分及非极性部分,能够与碱发生皂化反应,生成具有水溶性的表面活性物质,使其水溶性显著增加,易于与固体表面剥离,有利于提高清洗效果。考虑到处理后的污泥要回排到自然环境中,pH 值不宜太高,因此选取 pH 值为 9~11。

2.3 调质时间优化

调质时间对罐底泥原油回收率的影响见图 2。

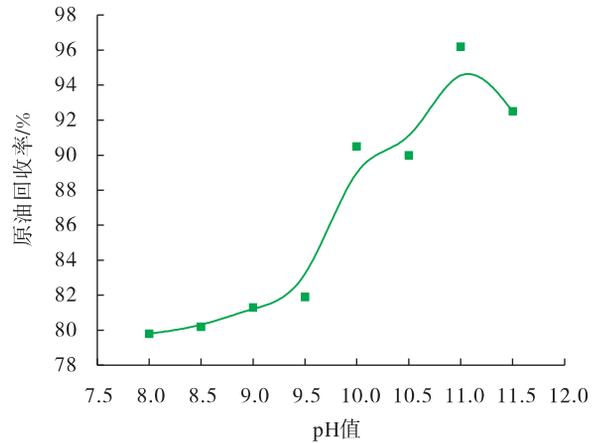


图 1 pH 值对罐底泥原油回收率的影响

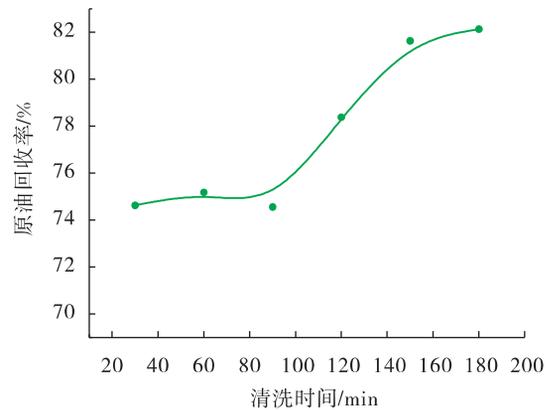


图 2 调质时间对罐底泥原油回收率的影响

由图 2 看出,原油回收率在 100 min 以内波动平缓,100~180 min 大幅增加。这是由于在 100 min 内,调质时间过短,化学药剂来不及与罐底泥作用;当调质时间在 100~180 min 时,随调质清洗时间的延长,药剂效果逐渐增强,原油回收率逐渐增加。因此选择 100~180 min 为最佳调质清洗时间段。

2.4 温度优化

温度对原油回收率的影响见图 3。

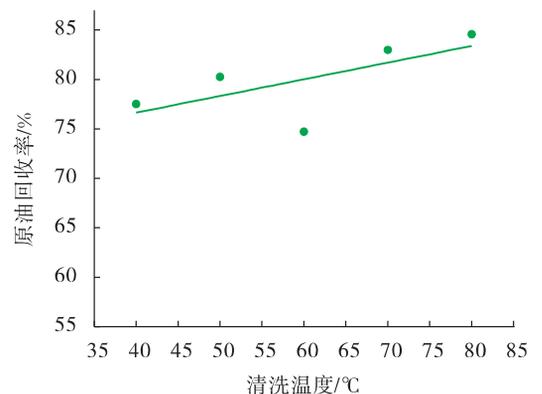


图 3 温度对原油回收率的影响

由图3可以看出,随着温度的增加,除油率总体上呈增大趋势。温度对清洗效果的影响较大,温度升高,原油黏度降低,热膨胀使油膜粘附能力减弱,在水洗中油越易于与泥沙分离,水洗效果越好。但温度越高,水分蒸发越大,不利于搅拌洗油,而且温度越高,能耗越大。由实验可知,在温度为80℃时,能够较好地实现油、泥、水的三相分离,因此,选取工艺温度为80℃。

3 应用

3.1 处理对象

主要针对罐容5000 m³及5000 m³以下的各种储油罐、事故油罐、油品中间罐、沉降除油罐、污水沉降罐、燃料油罐、污水储罐等各种需要处理的罐底泥。

3.2 处理质量要求

原油回收率:≥95%;污水回收率:100%;污泥分离率:≥99.0%;油中含水:<5%(返回好油罐);水中含油:<0.5%(满足进入污水处理系统要求);处理后罐底泥中含水:≤70%;处理后罐底泥中含油:≤2%。

3.3 工艺及设备介绍

该方案的设计处理工艺以物理法与化学法相结合的离心分离为主,为车载吊装式。并对机械分离后的混合物进行油水分离,回收原油。整体工艺设备由循环除泥橇、离心处理橇、油水分离橇、加热及惰性气体发生橇等几部分组成。

工艺流程及设备组成见图4。

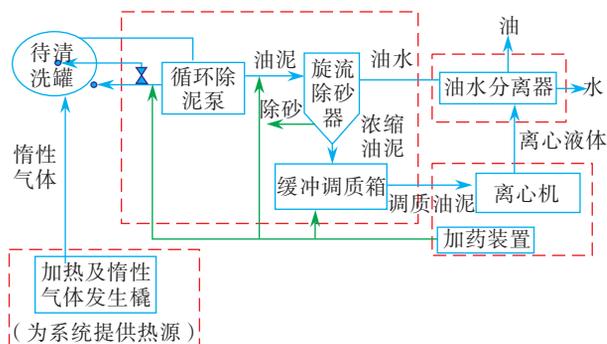


图4 工艺流程及设备组成

原油储罐清洗通过循环除泥橇与人孔清扫机及罐顶清洗枪配合完成罐内油泥的清洗和移送。罐内油、水、泥混合物经过清洗枪的强力搅拌及在加药加热作用下达到充分调质的目的,调质后的含油污泥采用螺杆泵输送至旋流除砂设备,除去油泥中大颗粒砂子的同时实现污泥的浓缩,浓缩后的含油污泥进入缓

冲调质箱,污泥调质箱底部的污泥等固体颗粒经过加药调质、补充凝结热水升温、污泥提升泵出口喷射管线喷射后形成流化状态、污泥提升泵加压后进入卧螺离心机分离。分离出的水送至油水分离橇进行油水分离。污泥进入离心橇后在离心力作用下,含油污泥进行固液分离,处理后的含油污泥排出收集,如果含油污泥没有达到预期的处理效果可返回至缓冲调质箱进一步调质后再次离心分离。液相混合物进入后续油水分离橇;油水分离橇分离的油被回收,分离的水全部循环使用。

3.3.1 循环除泥橇

该橇块配备循环螺杆泵、换热器、气体检测、除泥器、旋流除砂器、缓冲调质箱及污泥提升泵等,在储罐清洗过程中,具有移送、搅拌、清洗、加热、除泥等功能。通过安装人孔清扫机对罐内油泥清洗冲击,使罐内大块油泥被击碎分解。该装置配有气体检测装置与清洗泵采用自动连锁控制。当储罐内氧含量超过允许安全值时,清洗泵无法启动。在运行中如接近安全值时可实现自动停机报警。该装置配有制氮机组,采用进口膜制氮。将传统的三个模块四种功能集中在一个模块上,自动化程度高。

3.3.2 离心处理橇

主要由两相离心机、热交换器、加药系统、螺旋输送机、输送泵以及控制系统等组成,该装置的自动化程度非常高,可根据来料温度、组分及相关参数进行自动调节,保证离心机的平稳运行。

其主要工艺流程为:由循环除泥橇处理的污泥经螺旋热交换器后至两相分离机。通常进两相分离机时污泥的温度要求在80℃左右,当温度达不到时,可用泵进行循环升温。进入到两相分离机的污泥在3000 g(g为重力加速度)的离心力作用下实现固液的两相分离,固体通过螺旋输送机排出,液相进入缓冲箱后由泵提升进入油水分离装置对油和水进一步纯化。如果含油污泥没有达到预期的处理效果,可返回至缓冲调质箱进一步调质后再次离心分离。全过程均采用自动控制。

3.3.3 油水分离橇

油水分离橇上设置油水分离罐,用以接收离心机排出的液体以及从调质罐溢流过来的油水混合物,并且其油室还作为净化油罐使用,接收从分离器分出的净化油。分离器内部设加热盘管和填料,分成沉降室、油室和水室,同时配液位控制器。油水分离器里面产生的污水可以作为循环水回到系统中回用。

3.3.4 加热及惰性气体发生橇

加热及惰性气体发生橇上设置加热装置及惰性气体发生装置,主要用来为系统提供有效的热量及惰性气体。加热装置为防爆型燃油锅炉(柴油、原油)。同时可利用锅炉尾部烟气通过降温、降尘、净化,控制氧含量小于3%,使之符合罐清洗惰性气体标准。整个机组装置分装在两个标准的集装箱内,便于现场操作及维修;备双开门、通风窗及安全照明。设置明显的警示标志。吊装采用顶部吊装形式。

3.4 效益分析

◆ **经济效益** 回收原油产生的经济效益,按照处理5000 m³的原油储罐罐底泥核算,原油罐直径为22.8 m,含油污泥沉积厚度平均0.5 m,则罐底泥有204 m³,约255 t。保守估计按含油20%计算,则每罐罐底泥含油约为50 t。原油回收率按95%计算,可从每油罐的底泥中回收原油约47.5 t。

◆ **社会效益** 减少了罐底泥就地排放或外运过程中对环境产生的危害。

4 结束语

◆ 该技术解决了储油罐、事故油罐、油品中间罐、沉降除油罐、污水沉降罐、燃料油罐、污水储罐等难清洗且罐底泥难处理的问题,具有较好的经济效益和社会效益。

◆ 优化出最佳工艺参数:工艺温度80℃、pH值为9~11、调质时间100~180 min;同时优选出合适的化学药剂。

◆ 用热化学调质、旋流粗分、固液分离、油水分离的工艺流程处理油罐清理过程中产生的罐底油泥,最终实现油、泥、水三相分离,可以实现回收95%的原油,污水可以100%回用于清罐工艺流程,污泥实现减量化、资源化和无害化。

◆ 实现了自动清罐与罐底泥处理相结合一体化技术的产业化。

参考文献

- [1] 徐如良,王乐勤,孟庆鹏,等.工业油罐底泥处理现状与试验探索[J].石油化工安全技术,2003,19(3):36-39.
- [2] 徐如良,黄永港.油罐清洗技术综述[J].石油化工环境保护,2003,26(4):54-58.
- [3] 徐如良,张晓方,黄永港.大型油罐底泥自动清理及资源化处理[J].石油化工环境保护,2002,25(4):26-30.
- [4] 李美蓉,孙向东,姜来勇.集输罐底油泥的热碱水清洗气浮分离技术研究[J].中国石油大学学报(自然科学版),2006,30(5):121-124.

(收稿日期 2011-09-27)

(编辑 王薇)

(上接第7页)

◆ 塔中联合站SRB的恶性繁殖与该站水处理工艺密切相关。塔中联合站的密闭厌氧环境是造成SRB恶性繁殖的主要原因,轮南等前端非密闭的常压缓冲除油工艺不仅有利于水处理除油,更有利于抑制SRB的恶性繁殖;

◆ 氧化性杀菌剂和冲击式加药是目前塔中联合站有效的应对措施。

参考文献

- [1] 黄金营,魏红飏,金丹,等.抑制油田生产系统中硫酸盐还原菌的方法[J].石油化工腐蚀与防护,2005,22(6):48-50.

- [2] 何峰,张忠智.大港油田采油装置腐蚀机理研究[J].全面腐蚀控制,2009,4:36-39.
- [3] 王潜.辽河油田油井硫化氢产生机理及防治措施[J].石油勘探与开发,2008,35(3):349-354.
- [4] 冯耀忠.注水“三害”浅说[J].石油钻采工艺,1985,6:69-74.
- [5] 李苗,郭平.油田硫酸盐还原菌的危害与防治[J].石油化工腐蚀与防护,2007,24(2):49-51.
- [6] 胡荣,张立淑.双河油田产出液中硫化物含量升高原因及产生机理分析[J].江汉石油学院学报,2003,25(3):115-116.

(收稿日期 2011-03-28)

(编辑 袁立凡)