

渤海某油田气浮选器除油技术优化与应用

曹 祺

中海石油(中国)有限公司天津分公司 天津塘沽 300000

摘要: 气浮选器基于其设备体积小、适应性强、性能高效等特点被广泛运用于海上石油平台生产污水处理系统中。在渤海某油田现场实际应用中发现其除油效果不佳。处理过程中收油效果欠缺,出口含油不能达到处理指标,并伴随硫酸盐还原菌的滋生。根据气浮选器的设计原理和实际工作状况,进行内部优化改造及覆盖气替换,提高收油效率,降低硫酸盐还原菌滋生,大幅度减小下级设备核桃壳过滤器滤料的污染,延长了滤料更换周期,降低了操作成本,提高注水质量。

关键词: 海上油田; 污水处理; 气浮选器; 喷射器

1 污水处理系统简介

该油气田生产污水处理主要来自于一级分离器处理后的污水进入水力旋流器,处理后的生产水与二、三级分离器处理出的污水混合进入加气浮选器,经处理后的生产水通过生产水输送泵进入核桃壳过滤器过滤,过滤后的生产水进入纤维球快速过滤器做进一步的过滤,最后与水源井来水共同进入注水缓冲罐,经过注水缓冲罐进一步除油后通过注水增压泵、注水泵注入井底。(图1) 某油田污水处理系统简图

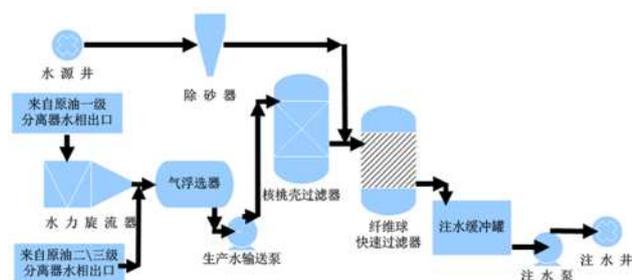


图1 某油田污水处理系统流程图

2 气浮选器内部结构组成及工作原理

来自一级分离器的生产污水进入气浮污水室一,通过喷射器将含油污水中通入高度分散的微气泡,使之作为载体与悬浮在水中的油珠、颗粒或絮状物粘附,形成浮渣,依靠浮力作用至水面后去除,以实现污水净化的方法。分离出的污油进入污水室一次收油槽排放至污油罐,处理后的生产污水进入污水室二进行油水的二次分离,分离出的污油通过污水室二次收油槽排放至污油罐,处理后的污水通过可调堰板进入清水室,分离出的污油通过清水室收油槽排放至污油罐,生产污水最终由出口排出至下级设备。附:污水室一次收油槽和清水室收油槽为固定式收油槽,手轮1可控制污水室二次收油槽高

度;提升手轮2可达到提升污水室一和污水室二的高度。如图2所示:

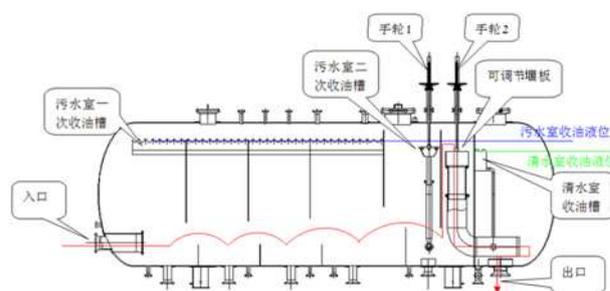


图2 气浮选器结构示意图

2.1 喷射器工作原理

喷射诱导气浮选机的核心部件是喷射器,喷射器是以水作为动力将气介质导入水中并使之破碎成微小的气泡。喷射器由喷嘴、吸入室、混合吸入段、混合室、扩压室几部分组成,其运动过程可分为3段射流紧密段I,射流破碎段II,气液乳状液混合段III。如图3所示:

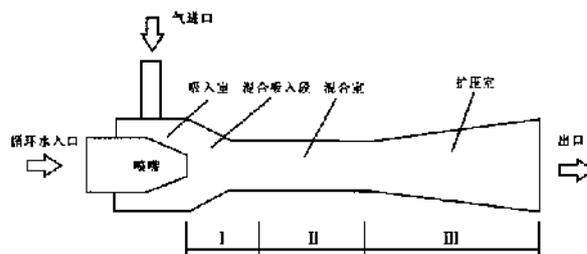


图2.1 喷射器结构示意图

射流紧密段I: 高速水流由喷嘴射入,在吸入室产生一定的负压将覆盖气体吸入至混合室。气与液体在粘滞特性作用下作相对运动,生产污水表面由于受到覆盖气体的摩擦,表面产生表面波,流动变的不稳定。

射流破碎段II: 液体表面的表面波振幅逐步增大,

导致液体不断被剪切，最后破碎成小颗粒，与气体一起进入混合段。

气液乳状液混合段Ⅲ：被剪切成小颗粒的液体和气体在混合段相互掺混，形成相对稳定的气液乳状液，通过扩压室进入气浮选器油污室。

3 气浮选器处理效果差的原因分析

3.1 可调堰板设计高度太低

在现场实际应用中发现，通过调节手轮2将气浮选器的可调堰板提升至最高点来实现提升污水室液位的过程中，一次收油槽仍然无法正常收油。也就是说，可调堰板设计高度太低。为了实现收油效果，只能通过调节清水室液位来实现总体液位的上提。如此操作，清水室的持续高液位将不能有效应对上游来液量波动的冲击，流程的微弱波动对整体收油效果也会产生极大影响，影响出口水质达标率。

3.2 气浮选器的手轮1和手轮2操作不便问题

随着油气田的生产，生产污水量的上涨趋势明显，各级油水分离设备负荷增加，导致污水系统供水不稳，为了满足一次收油效率，需频繁通过手轮2来调整堰板高度满足一次收油效率。在污水室液位变化的同时，污水室二次收油槽高度也会随之变化。操作人员需反复登至设备顶部对手轮1和手轮2进行调整。一方面工作量繁重，另一方面增加了操作人员爬梯时跌落摔伤的风险。

3.3 锯齿堰板高度不平整

污水室一次收油油槽锯齿堰板高度不平整，西高东低。调整收油液位时，只有东低点区域可实现污油溢出过锯齿堰板进入收油槽，而西高点区域一直处于无法收油的状态。如图3.3所示：

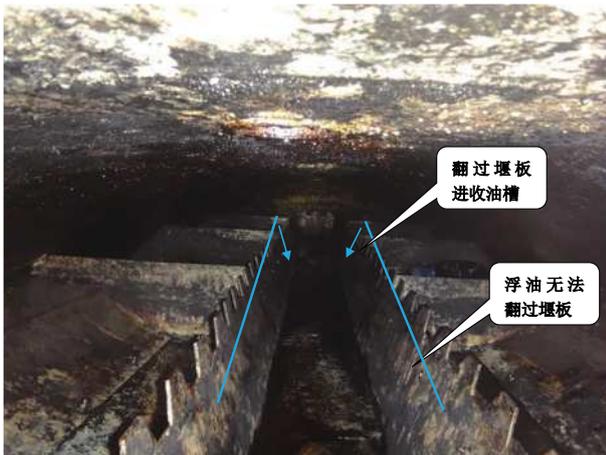


图3.3 锯齿槽结构示意图

3.4 覆盖气含H₂S问题

气浮选器为低压容器罐，通过天然气作为覆盖气，

控制水系统氧气含量，保证注水水质达标。该油气田的油井中检测出含有H₂S，因此使用天然气无法控制水系统硫酸盐还原菌的滋生。

3.5 喷射器与出口挡板问题

喷射器的动力水源为污水室的生产污水，长期沉淀的杂质将污染喷射器的喷嘴及各腔室，另外喷射器出口挡板出现脱落情况，严重影响气泡生成。

4 气浮选器的设备优化与效果分析

利用现场现有流程对气浮选器进行旁通，实施内部清洗与重新测量工作（图4所示），建立有效的数据基础。

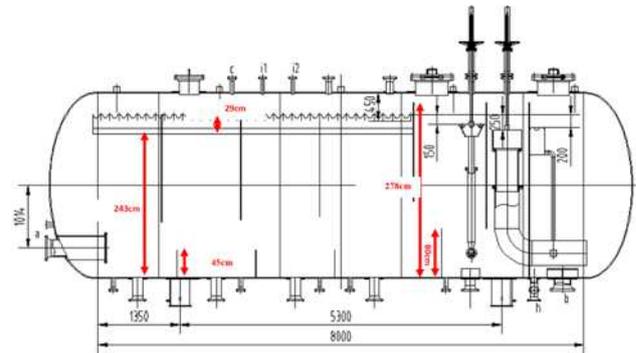


图4 最新测量数据示意图

解决污水室一次收油油槽锯齿堰板高度不平与可调堰板设计高度太低问题，现场采取外敷钢板的方法进行优化。一次收油槽堰板东西两侧高度差不均匀（20mm-40mm），一次收油槽采用厚度为2mm的钢板进行加装。可调堰板采用厚度为3mm钢板加高160mm，从而满足设备流程需要。

解决气浮选器的手轮1和手轮2操作不便问题，现场利用自检自修将手轮改造为自动控制模式，其主要部件为ABB ONTRAC 多转式电动执行器（见图4.1）。其结构即坚固又耐用，适用于各种操作端控制元件，齿轮传动装置能与各种类型的阀门相互匹配适用，配合焊接的支架，对电动执行机构进行固定保持稳定。可以高效的实现中控自动化调节。



图5 ABB ONTRAC 多转式电动执行器示意图

解决覆盖气含H₂S问题，平台实施流程改造，利用氮气作为覆盖气。通过主要覆盖气流程管线上制作三通，

连接至气浮覆盖气流程，保证流程的需要，避免硫酸盐还原菌的滋生和H₂S对操作人员身体的危害。

解决喷射器与出口挡板问题。通过自主清罐，完成对喷射器的初步清洗工作，保证长期有效运行。在设备清洗过程中发现挡板存在明显脱落现场。在气浮厂家等多方沟通下，自制新式喷射器挡板（如图6）保证气浮选器高效运行。



图5 自制喷射器挡板示意图

表1 改造前后水系统处理含油量对比

	改造前含油 (ppm)	改造后含油 (ppm)	效率 %
气浮选器入口含油	298	297	无影响
气浮选器出口含油	58	19	67
核桃壳过滤器出口含油	15	8	46
注水精细滤器出口含油	15	6	60
注水缓冲罐出口含油	14	4	71

5 结语

通过自主学习研究，成功的完成了对气浮选器内部优化工作，不但解决了本平台污水处理问题，同时为具有相同设备问题的生产单元提供一定的参考意义。

参考文献：

- [1]简小文, 郭勇, 郝海保, 丁波. 气浮水处理新进展[J]. 油气田地面工程 2012年03期.
- [2]杜以兵. 喷射气浮装置的研制[J]. 油气田地面工程 1999年04期.
- [3]董鹏林, 柴威, 刘明宇.[J]. 加气浮选器收油自动化升级改造 2016年10期.