

# Discussion on the Application of Two-stage Gas Floating Oil Remove Technology in Sewage Treatment

Jing Xu

Sinopec Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau Co., Ltd. Water Branch, Puyang, Henan, 457001, China

## Abstract

In recent years, with the rapid development of modern chemical industry in China, the production and application of polymer composite petroleum derivatives and other polymer composite materials are developing faster and faster. In oil cracking and reforming, a large amount of oily wastewater will be produced at the same time. As a pretreatment process section for oily wastewater treatment, how to quickly and effectively remove the oil content, so as to provide a good treatment environment for biochemical treatment has become the key for industrial wastewater treatment. This paper mainly analyzes the principle of two-stage gas floating process and the key control points, in order to provide treatment ideas for the same sewage treatment, realize the effective removal of sewage oil, and lay a good foundation for biological treatment.

## Keywords

oily sewage; two levels of gas float; biochemical treatment; standard discharge

## 两级气浮除油技术在污水处理中的应用探讨

徐婧

中国石化中原石油勘探局有限公司水务分公司, 中国·河南 濮阳 457001

## 摘 要

近年来,随着中国现代化工的迅速发展,石油衍生品等高分子复合材料的生产与应用发展得越来越快。在对石油裂解,重整中,大量的含油废水会同期产生。作为对含油废水处理的预处理工艺段,如何快速、有效地去除油含量,从而为生化处理提供良好的处理环境成为了工业废水处理的关键。论文主要通过对两级气浮工艺原理,运行关键控制点上进行分析,以期为同等污水处理提供处理思路,实现对油污的有效去除,为生物处理奠定良好的基础。

## 关键词

含油污水; 两级气浮; 生化处理; 达标排放。

## 1 引言

石油资源作为中国的战略储备资源,决定了中国在世界中的话语权。作为石油衍生品,聚乙烯、聚丙烯等在产品生产中,含油污水的处理面临着水质条件复杂,变化多样,处理难度上升。生化处理作为污水处理的核心技术,对来水水质的温度、可生化性、PH、溶解氧等要求较高,若在前期处理中不能有效提升污水性质,则对生化处理造成的影响不可估量。为了充分解决油污对生化处理的影响,两级气浮精准除油技术应运而生,为后续生化处理奠定了良好的基础。在论文中,将通过对两级气浮工艺原理,运行关键控制点进行分析,以期为同等污水处理提供处理思路。

【作者简介】徐婧(1987-),女,中国河南濮阳人,本科,从事污水处理、水质化验及分析研究。

## 2 污水处理技术现状分析

### 2.1 污废水特点分析

根据污水性质,现代污水分为城市生活污水和工业污水。城市生活污水处理技术以活性污泥法为主要处理工艺,配套升级膜处理工艺,经处理后的水质可达到城镇污水处理一级A排放标准。工业废水以污水可生化性差为主要特点,水质条件变化幅度大,生化系统易受到冲击,污水运行不稳定等,为了解决污水的可生化性,采取污水酸化处理或两级生化作为主要处理方式,通过增强可生化性,延长水力停留时间等,采用多生物处理方式提升污水处理水平。

### 2.2 含油污水特点

含油污水作为炼油的三废副产品之一,具有油含量高,悬浮物高,难降解和长链复杂的有机物含量高的三高特点。针对难降解和复杂的长链有机物,可以采取强氧化剂例如臭氧催化氧化的形式,对其进行分解和降解,从而满足生化处理的目标;高悬浮物可采取高密度澄清池处理工艺,通过混

凝絮凝沉淀+斜管澄清的形式,以污泥的形式降低污水中的悬浮物,从而确保水质达标。但是对于高油污水,油产品极易附着在污泥表面,从而隔绝微生物与污水的充分接触,导致微生物因缺氧而死亡。为了应对该情况,除油技术应用而生<sup>[1]</sup>。

## 2.3 油水分离技术特点

### 2.3.1 气浮分离技术

气浮分离技术主要是依靠水中形成的微小气泡,在微小气泡上浮过程中通过携带絮粒上浮至液面,从而使水体达到净化的方式。条件是附在油滴上的气泡可形成油气颗粒。由于气泡的出现使水和颗粒之间密度差加大,且颗粒直径比原油油滴大,所以用颗粒之间的密度代替油密度可使上升速度明显提高。即当1个气泡(或多个气泡)附在1个油滴上可增加垂直上升速度,从而可脱除直径比 $50\mu\text{m}$ 小得多的油滴。

### 2.3.2 重力式分离技术

由于油、气、水的相对密度不同,组分一定的油水混合物在一定的压力和温度下,当系统处于平衡时就会形成一定比例的油、气、水相。当相对较轻的组分处于层流状态时,较重组分液滴根据斯托克斯公式的运动规律沉降,重力式沉降分离设备即根据这一基本原理进行设计。由斯托克斯公式可知,沉降速度与油中水分半径的平方成正比,与水油的密度差成正比,与油的黏度成反比。通过增大水分密度,扩大油水密度差,减小油滴黏度可以提高沉降分离速度,从而提高分离效率。以这理论为基础,20世纪80年代CE-NATCO公司开发了板式聚结器,采取错流式组合波纹板,实现了油气分离和油水分离,从而实现了污水的净化处理。

### 2.3.3 乳化水的粗粒化蒸发技术

利用油水对固体物质亲和状况的不同,采用亲水憎油的固体物质制作成各种蒸发装置,用于油水分离的固态物质应具有良好的润湿性。可选用的材料有陶瓷、木屑、纤维材料、核桃壳等。该技术基本以填料过滤为主,通过油水混合物经过填料层,被迫不断改变流速和方向,增加了水滴的碰撞聚结概率,使得小液滴快速聚结沉降。

### 2.3.4 离心分离技术

利用油水密度的不同,以高速旋转的油水混合液产生不同的离心力,从而使油与水分离。由于离心设备可以达到非常高的转速,产生高达几百倍的重力加速度的离心力,因此离心设备可以较为彻底的将油水分离开,并且其停留时间较短,进而减少设备占地面积的使用。由于离心设备有运动部件,日常维护过程中较为困难,同时对于小油滴的去除效果不佳,作为除油的主要设备需要配套其他分离技术才能实现油水的完全分离<sup>[2]</sup>。

通过上述油水分离技术分析可以看出,无论采取哪种技术,油水分离的主要方向和目标采取聚结的方式,由小油滴形成油滴絮状,从而通过气液分离或其他手段实现油水

的分离。气浮除油作为油水分离的方式之一,既可以对粒径相对较大的乳化油进行去除,也可以对粒径较小的污油以油渣的形式排出,同时可以实现悬浮物的降解。因此,两级气浮在含油污水处理中的应用越来越突出。

## 3 两级气浮除油基本工艺原理

### 3.1 涡凹气浮除油技术原理

污水经过前期油水处理后自流至混凝絮凝反应槽,在混凝槽中与投加的PAC药剂充分混合反应,污水中的污染物与PAC药剂反应形成较大的絮团,随后在絮团点中与加入的PAM药剂混合反应,絮团进一步增大,进入涡凹气浮池进行进一步处理。污水首先进入装有涡凹曝气机的曝气区,该区设有曝气机,通过底部的中空叶轮的快速旋转在水中形成了一个真空区,此时水面上的空气通过中空管道抽送至水下,并在底部叶轮快速旋转产生的三股剪切力下把空气粉碎成微气泡,微气泡与污水中的固体污染物有机地结合在一起上升到液面。到达液面后固体污染物便依靠这些微气泡支撑并浮在水面上,通过刮渣机将浮渣刮入浮渣收集槽,净化后的水经过溢流堰从排放口自流排放。

### 3.2 溶气气浮除油技术原理

污水在混凝槽中与投加的PAC药剂充分混合反应,污水中的污染物与PAC药剂反应形成较大的絮团,随后在絮团点中与加入的PAM药剂混合反应,絮团进一步增大,最后进入高效气浮池进行进一步处理。

絮凝后的污水在进入气浮池之前与通过压力释放器释放后的溶气水相混合进入气浮池底部,经布水装置进入气浮池中心筒内。在该区域内废水中的悬浮物絮体和细小的油滴等进一步絮凝长大,并与溶气水释放的气泡相结合,在浮力和上升水流的双重作用下,形成大絮团上升至水面,并随水流方向向池壁四周富集形成浮渣。与排泥泵相连的除渣机在马达的驱动下,沿池壁缓慢旋转将浮渣排出池外。处理后的污水通过池底出水装置,自流到后续处理设备。其中一部分出水经回流溶气水泵增压进入压力溶气罐,在溶气罐内通过高效溶气装置和压缩空气形成溶气水,溶气水循环进入气浮装置释放器,然后与原水混合进入高效气浮池。

#### 3.2.1 混凝及絮凝池反应原理

污水进入混凝及絮凝池,首先在混凝槽中与投加的PAC药剂充分混合反应,污水中的污染物与PAC药剂反应形成较大的絮团,随后在絮凝槽中与加入的PAM药剂混合反应,絮团进一步增大,最后进入高效气浮池进行进一步处理。在此过程中,气浮池产生的废气通过废气排出管道进行排出后续废气处理设备,并通过带阻火器的呼吸阀自动调整池体内部气压。

#### 3.2.2 气浮池工作原理

絮凝后的污水在进入气浮池之前与通过压力释放器释放后的溶气水相混合进入气浮池底部,经布水装置进入气浮

池中心筒内。在该区域内废水中的悬浮物絮体和细小的油滴等进一步絮凝长大,并与溶气水释放的气泡相结合,在浮力和上升水流的双重作用下,形成大絮团上升至水面,并随水流方向向池壁四周富集形成浮渣。气浮池出水口气动调节阀根据气浮池液位计测定的水位调整到相应的合理水位(当气动调节阀出现故障无法正常工作时,可通过手动调节出水堰调节水位),使与排渣泵相连的除渣机在马达的驱动下,沿池壁缓慢旋转,将浮渣聚拢通过排渣泵排出池外。处理后的污水通过池底出水装置,自流到后续处理设备。在此过程中气浮池产生的废气通过废气排出管道进行排出后续废气处理设备,并通过带阻火器的呼吸阀自动调整池体内部气压。

### 3.2.3 溶气及其释放工作原理

气浮池处理后的污水回流,通过过滤器后经离心泵形成高速水充进入溶气罐射流器与吸进的空气碰撞混合后形成溶气水进入罐体(溶气罐中通过工厂风进量调整罐体液位),溶气水流出溶气罐后进入压力释放器释放。

## 4 两级除油要点分析

### 4.1 水质条件控制要点分析

两级精准除油技术对水质条件有较高的要求:

一是由于采用 PAC 及 PAM 作为混凝剂与絮凝剂,其中混凝剂和絮凝剂的使用条件受污水中 PH 影响较大,为了确保混凝效果及絮凝效果,使用过程中应确保污水呈碱性水,可最大程度地提升污水的絮凝效果,因此污水的 pH 值应控制在 6.5~8.5。

二是 PAM 的配置应达到完全熟化。在污水中絮凝剂采用阴离子型的 PAM,其溶解过程受水温、搅拌等各方面的影响,因此需要确保 PAM 能够完全熟化,才能达到絮凝要求,最大限度地实现絮体的增大致密,从而达到吸附作用。

三是来水中的污油性质需达到要求。涡凹气浮采用曝气机的形式利用高速旋转形成真空区,从而使空气沿着真空管进入到池底,以大气泡的形式释放出来,形成 30~100  $\mu\text{m}$  的大气泡,对油滴、颗粒具有较强的吸附作用;溶气气浮采用压缩空气进入溶气罐,使空气在高压下溶于水中,利用释放器释放后形成均匀的粒径在 30~50  $\mu\text{m}$  的微气泡,从而实现水中小油滴的去除。无论是涡凹气浮还是溶气气浮,其油污特点是不溶于水,易与水进行分离。

四是温度控制要求。两级气浮均采用 PAC 和 PAM 为混凝絮凝剂,为了提升聚合效果,需保持水温在 15℃~35℃。在该条件下,混凝絮凝效果达到最佳,架桥和网捕效果达到最优。经两级气浮除油后,出水油含量应小于 20mg/L,才能达到后续生化处理的控制要求<sup>[9]</sup>。

### 4.2 药剂比例控制要点分析

#### 4.2.1 涡凹气浮药剂控制要求

涡凹气浮混凝絮凝反应池作为药剂反应的主要反应区,

采取二级搅拌装置进行搅拌。其中,混凝区内的搅拌速度要快,药剂投加量为 100mg/L 左右,为了利于投加,PAC 需配置为浓度 10% 的溶液,从而达到投加条件;PAM 投加量控制在 5mg/L,配置浓度 0.2%~0.5%,投加浓度为 0.1%~0.2%,从而实现 PAM 的完全熟化,利用生产水做二次稀释,达到投加条件。现场应具体以实际的矾花及出水效果作为药剂调整的关键,药剂调整过程中宜对 PAM 进行微调。

#### 4.2.2 溶气气浮药剂控制要求

溶气气浮混凝区混凝剂投加量需控制在 20~30mg/L,配置为浓度 10% 的溶液;PAM 投加量控制在 1mg/L,配置浓度 0.2%~0.5%,投加浓度为 0.1%~0.2%。药剂调整原则以形成的矾花和出水水质为主要调整方向。

### 4.3 生产运行控制要求

#### 4.3.1 涡凹气浮运行控制

涡凹气浮作为乳化油去除的第一环节,需严格的控制停留时间,其中混凝絮凝区反应时间需控制在 9min,反应池内的控制时间需在 18min。运行中需注意通过调整出水堰板控制刮渣板的没水深度,从而达到准确除渣。同时,运行中需通过观察窗观察两侧平行刮渣链条的行走速度,若刮板偏斜应通过调整链条张紧螺栓调整链条的张紧度。

#### 4.3.2 溶气气浮运行控制

溶气气浮作为二级气浮装置,运行中一是需要控制停留时间,要求加药反应槽内停留时间应在 12min,气浮池内停留时间应在 30min;二是需严格控制回流量,基本回流量控制范围在 30%,其中溶气压力需控制在 0.4MPa;三是除渣系统采用负压除渣,需严格地控制吸渣口的高度和负压值,要求液面应稳定在 2.98m  $\pm$  3mm,从而最大程度地实现浮渣的吸出,负压值应在 -25kPa;四是要合理地调整压力溶气罐内的溶气水的压力,其液位应在视窗中心处,若低于该液位需通过补增工厂风的形式提升液位,保持溶气罐内溶气水的压力。

## 5 结语

通过对中国污水处理现状进行分析,进一步对含油污水的处理难度、基本处理方式进行了了解,最终通过对两级气浮精准除油工艺原理、运行关键控制点分析,为后续生化处理和水质达标奠定了良好的基础,也为两级气浮精准除油技术在同行业中的应用提供了一定的思路。

### 参考文献

- [1] 曹群科.涡凹气浮和溶气气浮的比较及适用场合[J].广州华工,2015,43(2):3.
- [2] 李建光.涡凹气浮在炼油污水处理中的应用[J].石油化工安全环保技术,2007,23(3):38-39+51.
- [3] 吕波.涡凹气浮法在再生浆造纸废水处理中的应用[J].工业水处理,2003,23(12):72-73.