

# 含油污泥脱水技术国内外研究现状

洪根惠 王 成 钱志江

杭州国泰环保科技股份有限公司 浙江杭州 311202

**摘 要:** 含油污泥的产量很大, 由于有机物含量高, 处理困难, 已报道的焚烧、热解等处理方法都需要对其进行脱水预处理。经过脱水后的含油污泥体积大大减少, 运输成本大幅降低, 同时也降低了后续处理的设备负荷和处理难度。因此含油污泥的脱水技术开发也是环保领域的重要课题。本文对含油污泥脱水技术国内外研究现状进行探讨。

**关键词:** 含油污泥; 预处理; 污泥脱水

## Research Status of Oily Sludge Dewatering Technology at Home and Abroad

Genhui Hong, Cheng Wang, Zhijiang Qian

Hangzhou Guotai Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 311202

**Abstract:** The output of oily sludge is very large. Due to the high content of organic matter, the treatment is difficult. The reported treatment methods such as incineration and pyrolysis all require dehydration and pretreatment. The volume of oily sludge after dehydration is greatly reduced, the transportation cost is greatly reduced, and the equipment load and processing difficulty of subsequent treatment are also reduced. Therefore, the development of dewatering technology for oily sludge is also an important issue in the field of environmental protection. This paper discusses the research status of oily sludge dewatering technology at home and abroad.

**Keywords:** Oily sludge; Pretreatment; Sludge dewatering

### 1 含油污泥脱水方法

#### 1.1 化学药剂改性脱水

##### 1.1.1 添加絮凝剂脱水

在众多预处理过程中, 絮凝剂是成本低、效率高的污泥调理剂, 已被广泛应用于含油污泥的脱水过程。絮凝剂包括无机絮凝剂和有机合成高分子絮凝剂。阳离子聚丙烯酰胺作为一种线性高分子量的有机絮凝剂, 含有 $-\text{CONH}_2$ 等活性基团。能够通过氢键作用力以及范德华力促进与污泥颗粒的吸附与桥接。无机絮凝剂(例如: 聚合氯化铝和聚合硫酸铁等)在水解过程中会产生难溶的金属氢氧化合物, 金属氢氧化合物上的羟基能够通过电荷中和作用吸附污泥颗粒, 从而形成絮体并发生聚沉作用。污泥的脱水性能与絮凝剂投加量密切相关, 通常脱水性能随絮凝剂的投加量增加而增强, 但过量的絮凝剂也会上的污泥脱水性能下降。因此, 工程应用时应当对投加量进行试验确定。有研究表明, 适当的氢离子能够中和带负电的污泥胶体, 因此酸性条件有利于污

泥脱水<sup>[1]</sup>。

##### 1.1.2 添加表面活性剂脱水

表面活性剂分子是由疏水基团以及亲水基团共同组成的两亲性化合物。亲水基团能够使得表面活性剂分子溶于水相中, 并增加石油烃的溶解度。疏水基团能够将表面活性剂分子聚集于界面处, 降低表面张力以及界面张力, 增强石油烃的迁移率。因此, 表面活性剂具有处理含油污泥的天然潜质, 从而广泛地应用于含油污泥的脱水过程中。常规的表面活性剂具有一定毒性, 且难以生物降解, 处理后的含油污泥会对环境造成二次污染。开发无毒、高效的表面活性剂是含油污泥脱水技术的重要研究方向。

### 2 物理法脱水

#### 2.1 机械法脱水

机械法脱水主要包括离心机脱水、带式压滤机脱水、板框压滤机脱水和叠螺式脱水机脱水。此类技术已经广泛地应用于工业脱水。以离心机脱水为例, 该工艺主要

是利用含油污泥中水、油、固体杂质各个组分的密度不同,利用大型离心设备产生的离心力将三相分离。对于水滴粒径 $<5\mu\text{m}$ 的含油污泥,离心转速对其脱水影响大。对于水滴粒径 $>10\mu\text{m}$ 的含油污泥,延长离心时间可以明显使脱水率提高<sup>[2]</sup>。

### 2.2 微波法脱水

微波发脱水是一种相对新颖的脱水方法,能够缩短处理时间和减少药剂消耗。微波法脱水的核心是微波加热技术,含油污泥中水是极性分子,在电磁场的作用下,水的分布状态由杂乱无章转变为依照电场极性进行规律的排列。电磁场反复变化,水的分布状态也一直变,这会导致分子因为相互摩擦而产生热,体系温度升高。与常规加热相比,微波属于无接触式加热技术,可以避免介质与加热器接触,从而避免污染、结垢等不利影响。微波的传热和传质方向相同,可从污泥的内部开始加热,因此内部会产生较高的蒸气压,将水蒸气推向污泥外部,从而增强污泥的脱水率。微波对含油污泥进行脱水时分三个阶段:预热升温阶段、高速干燥阶段和分散干燥阶段。

### 2.3 超声法脱水

近些年来,超声波技术也被应用于脱水领域。超声波具有机械振动、空化作用以及热效应的特点。超声所引起的机械振动与水、油和污泥固体颗粒密度相关,由于它们密度不同,它们的振动速度也有所不同,同类的分子相互碰撞会相互结合。随着聚集物质体积质量的增大,密度大于水的固体颗粒沉降,密度小于水的油相浮

在水面,有利于浮选分离。超声引起的空化作用能够产生强大的射流和高温高压,能够迅速分离油、水和固体颗粒。空化作用增强了吸附分子的解吸作用。它的效果取决于形成气泡的大小,气泡越大,积攒的能量就越大,效果越强。超声的热效应表现为油水固边界摩擦,温度升高,使得界面膜破裂,利于含油污泥中油水固的分离。含油污泥也能吸收能量转化为热能,降低体系的粘度,从而利于脱水。超声作用也能够通过改变含油污泥的带电状态和破坏含油污泥中的絮状结构,使得体系失稳,加速固液分离。

### 2.4 冷冻/融化法

冷冻/融化法在寒冷地区有很大的应用前景,它能够利用天然的寒冷环境对含油污泥进行脱水。冷冻/融化法脱水通过冷冻和解冻过程中形成新的表面活性剂胶束来实现,当低温下冻结的含油污泥在融化的过程中,一些表面活性剂会游离出来,当到达一定量时,会在水相和油相中形成胶束,使得原本的界面膜强度降低,最终导致破裂脱水。脱水率与新形成的胶束稳定性有关<sup>[3]</sup>。

## 3 脱水技术的联用

不同的脱水方法各有优缺点(见表1),常规的方法由于其适用性强和处理简便的特点已经得到广泛应用,如机械法、化学法,但是针对一些特殊需求的应用环境,此类技术存在一定的缺陷,需要改善。而超声法、微波法等新兴的技术,因其独特的性能具有很大的应用前景。但是由于受到处理成本以及设备的限制,此类技术得到大规模的工程应用。

表1 含油污泥脱水方法比较

脱水方法	优点	缺点
化学法	处理时间较短、处理成本适中、处理技术以及设备成熟、处理量大、已被广泛应用于工业	污染环境、化学药剂添加成本较高、常与物理方法联用
机械法	处理时间较短、污染较小、处理成本较低、处理技术以及设备成熟、处理量大、已被广泛应用于工业	噪音大、维修费用高、更换成本大
微波法	处理时间短、高效、污染小	处理技术以及设备不成熟、成本较高、仍处于实验室研究阶段
超声法	污染小、杀菌、已有工业化应用实例但还未广泛应用	工业化应用时处理时间较长、处理效率较低、设备成本高、工业应用时可与其他方法联用
冷冻/融化法	污染小、寒冷地区应用时处理能耗低、成本低	处理时间长、适用性差

由于不同方法各有优缺点,同时为了控制综合成本,目前国内外研究者已经开始将多种方法进行结合对含油污泥进行处理,以实现降低处理成本、简化处理工艺、提高处理效果的目的。化学法与物理脱水法结合能够改善脱水效果。通过与其它技术结合,能够明显减少化学药剂的使用量,减少药剂投加成本并降低后续水处理时的难度。在技术联用的过程中调整各工艺技术的顺序会

使脱水率发生改变,在应用时应当通过试验确定最佳的处理顺序。

化学药剂和机械设备相结合的脱水工艺,具体步骤为:向含油污泥中添加氧化剂、酸化剂和表面活性剂后,离心脱油,向其加入分散剂与助滤剂,再进入自清洁干燥机进一步脱除水分。这一方案能够使含液率为90%的含油污泥脱水至38%。

结合化学法与超声法对含油污泥的处理,发现使用顺序也会影响处理效果,化学法处理后再进行超声处理时效果最好<sup>[4]</sup>。

在对含油污泥依次进行水相热分离、表面活性剂辅助热分离和溶剂辅助超声分离处理时,也发现调整处理顺序会降低分离效果,采取此梯级分离方法能够有效实现油、水、固的分离。超声技术的辅助能够在不破坏环境的同时减少化学药剂的添加量。在对活性污泥超声处理时发现超声技术的引入能够节省25%~50%的絮凝剂添加量。生物表面活性剂鼠李糖脂与超声技术相结合对含油污泥进行处理,能够共同促进油水分离。超声和冷冻/融化法也可以相互促进。

采取微波破乳分离-干燥降粘-热解返料一体化工艺对高含水、乳化状态严重的含油污泥进行处理,用微波法代替表面活性剂进行破乳,提高了脱水效率,降低了后续水处理过程的难度和对环境的危害。设计超声微波耦合搅拌的处理装置,能够将60%含水率的含油污泥降低至40%左右。利用超声的空化作用、机械振动、热效应和微波的热效应与非热效应共同协同脱水,具有装备占地面积小、成本低的特点。对乳状液用冷冻/融化技术与微波技术相结合的方法对其进行破乳,制得油含量为30%的乳状液,最佳冷冻温度-40℃冷冻后用微波加热时,除油效率能高于90%。微波技术带来的热效应与非热效应,与冷冻技术相结合产生的更多大体积的冰晶,

都极大地提高了油水分离效果<sup>[5]</sup>。

#### 4 结束语

本文介绍了近年来含油污泥脱水技术的分类及相应的处理原理、影响因素和应用现状。由于各个地区含油污泥产生环境的不同,性质也会不同,目前尚未找到一种脱水方法能够满足所有含油污泥的处理。含油污泥脱水方法的选择应当综合考虑含油污泥的成分、处理量、环境友好性、处理时间和处理成本。目前的各项研究已经在脱水技术的原理、影响因素以及设备设计方面已经取得了较好的成果,但是仍存在许多问题需要进一步研究解决。

#### 参考文献:

- [1]毛飞燕,马以超,李杰,等.含油污泥离心脱水关键影响因素分析[J].环境污染与防治,2018,40(5); 539-543
- [2]周德荣.带式压滤机与卧螺离心机在污泥脱水中的应用比较[J].石油化工技术与经济,2017,33(4); 47-51
- [3]王滢.卧螺离心机与带式压滤机的比较[J].工业用水与废水,2022(1); 36-38
- [4]刘伟.含油污泥浓缩机械脱水试验研究[J].黑龙江科技信息,2013(14); 68,70
- [5]袁宏林,姚炬,曹岗,等.含油含醇污泥调质脱稳实验研究[J].西安石油大学学报(自然科学版),2013,28(2); 84-87,91

