

含油污泥无害化处理技术研究进展

李 荣

克拉玛依市三达新技术股份有限公司，新疆 克拉玛依 834000

[摘要] 含油污泥是工业活动中产生的一种固体废弃物，其含有大量的油分和其他有害物质，对环境造成潜在威胁。文章通过对含油污泥的定义、特征、产生来源以及主要组成成分进行介绍，探讨了其在环境中的危害和处理的紧迫性。同时，结合环境标准与法规对含油污泥处理的要求，系统分析了含油污泥无害化处理技术的研究进展。

[关键词] 含油污泥；处理技术；资源利用；研究进展

DOI: 10.33142/ec.v7i2.11092

中图分类号: X703

文献标识码: A

Research Progress on Harmless Treatment Technology for Oily Sludge

LI Rong

Karamay Sanda New Technology Co., Ltd., Karamay, Xinjiang, 834000, China

Abstract: Oily sludge is a solid waste generated in industrial activities, which contains a large amount of oil and other harmful substances, posing a potential threat to the environment. The article introduces the definition, characteristics, sources, and main components of oily sludge, and explores its hazards in the environment and the urgency of treatment. At the same time, based on the requirements of environmental standards and regulations for the treatment of oily sludge, the research progress of harmless treatment technology for oily sludge was systematically analyzed.

Keywords: oil containing sludge; processing technology; resource utilization; research progress

引言

含油污泥是指在石油开采、炼油、储运等过程中产生的含有大量油分的废弃物质，主要成分包括油类、水分、无机盐、重金属等，成分复杂。含油污泥的产生不仅伴随着石油工业的发展，还直接威胁到土壤、水体和大气的环境质量。传统的处理方法往往难以彻底降解有机物，而且存在着二次污染和资源浪费的问题。基于此，对含油污泥进行无害化处理的研究变得尤为紧迫，寻找高效、经济、环保的处理技术成为当前环保领域的重要任务。

1 含油污泥的产生与组成

1.1 含油污泥的定义与特征

含油污泥通常具有较高的黏性，在处理、运输和处置过程中呈现出不易流动的状态；含水率相对较高，在处理过程中需要去除水分，尤其在采用燃烧方法时。此外，含油污泥具有可燃性，因此在处理时需要采取防火措施，以确保操作的安全性。

1.2 含油污泥的产生来源

含油污泥的首要来源之一是石油开采过程。在石油勘探和提取的过程中，随着原油的开采，大量含油污泥随之产生。在炼油厂，为了提炼原油中的各种石化产品，需要进行复杂的物理和化学过程，这些过程中产生的废渣和废物，尤其是在脱水和脱盐阶段，形成了含油污泥的重要组成部分。油气管道事故、泄漏和运输中的不慎操作都可能导致油污泥的生成。交通运输事故、油品泄漏等突发事件也可能成为含油污泥的来源。

1.3 含油污泥的主要组成成分

含油污泥组成成分中的性质和含量都对处理方案产生直接影响。首要成分是油，不仅包括未提炼的原油残留物，还包括炼油过程中的各类加工油。含油污泥中还有有机物，可能涉及多种有机化合物，如烃类、苯系物质等。除了有机成分，含油污泥中还包括水分。水分含量的多少直接关系到含油污泥的物理性质，同时也在处理过程中也需要考虑水分的去除问题。此外，含油污泥中含有一定量的无机物，如土壤、矿物等，这些无机成分通常来源于原油中的杂质和加工过程中的混入物。这些主要组成成分的相对比例和特性，决定了含油污泥的处理难度和选择合适处理方法的必要性。

2 含油污泥的环境影响与处理需求

2.1 含油污泥对环境的危害

含油污泥对环境有非常恶劣的影响。其中的油分和有机物质渗透入土壤，阻碍土壤的透气性和渗透性，破坏土壤结构，影响土壤微生物的生存繁殖，导致土壤质量下降，而其中的一些化学成分可能对植物生长产生毒性影响，妨碍植被的正常发育，进而影响生态平衡。油分中的挥发性有机化合物可能渗透至地下水层，引起地下水质量的恶化。地下水是人类饮用水的主要来源之一，一旦受到污染，不仅危害自然生态系统中的水生生物，也对人类的健康产生潜在威胁。在含油污泥的处理过程中，焚烧、氧化等方法可能释放出大量的有害气体和颗粒物，如二氧化硫、氮氧化物、挥发性有机化合物等。这些物质不仅破坏大气质量，还可能导致酸雨、光化学烟雾等环境问题，对植被和建筑

物产生直接危害。空气中的有害物质也可能通过降水沉降到土壤和水体中，还会进一步加重环境负担。生活在受污染区域的植物和动物可能受到直接毒性影响，导致种群减少或灭绝。沿食物链传递的有毒物质可能积累在高级食物链中，对食肉动物和人类等顶级消费者造成潜在危害。总之，含油污泥对环境的危害是一个多方面、综合性的问题，需要综合考虑各种因素，采取有效的监测、预防和治理措施，以最大程度减轻其对生态环境和社会可持续发展的不利影响。

2.2 含油污泥处理的紧迫性与必要性

含油污泥对环境是恶劣的，尤其是在大规模工业生产中，产生的大量含油污泥若不及时、有效地处理，将对土壤、水体和大气造成持续的污染。由于含油污泥中可能存在的有害物质，如挥发性有机化合物、重金属等，其可能通过土壤和水体进入食物链，最终对人类产生危害^[1]。地下水的污染可能危及居民的饮水安全，而沿海地区的油污泥可能导致海产品污染，对食品安全产生长期威胁。在工业化进程中，油污泥的大规模产生成为环境和可持续发展的隐患。为了实现可持续发展，必须采取切实可行的措施，将含油污泥的产生和处理纳入可持续发展的框架中。从社会经济角度看，含油污泥的紧迫处理也涉及到产业升级和创新。通过研发更加环保、高效的含油污泥处理技术，不仅能够降低环境成本，还有望创造新的绿色产业和就业机会。

2.3 环境标准与法规对含油污泥处理的要求

国家和地方层面的法规明确说明了对含油污泥的产生、运输、处理和处置等方面的相关规定。环境法要求企业必须依法申请排污许可证，确保在生产过程中排放的含油污泥符合国家和地方的排放标准。对含油污泥的运输过程中的包装、标识、车辆要求等方面的规定，以防止运输过程中的泄漏和事故和应急响应、事故处理都有明确规定，确保意外事件能得到及时、有效的处置，确保将对周边环境的影响降到最低。在处理阶段，环境法对含油污泥的处理方法提出了严格的技术要求，针对不同的处理技术，法规规定了相应的排放标准和处理效果要求。例如，对于焚烧法，法规要求控制燃烧过程中产生的有害气体排放；对于生物处理技术，法规要求保证微生物的生物降解效果^[2]。环境法还强调了含油污泥的处置，规定了合理、安全的处置方式，避免对周围环境和地下水层造成长期不可逆转的危害。对于处置场地的选择、建设和监测也制定了一系列的规定，以确保含油污泥的终端处置不会成为新的环境问题的源头。

3 含油污泥无害化处理技术

3.1 焚烧法

焚烧法通过高温燃烧将含油污泥中的有机物质分解为二氧化碳和水蒸气，从而实现无害化处理。在焚烧法中，含油污泥被收集并送入专门设计的焚烧设备，在高温条件下，有机物质燃烧，将含油污泥中的有机物质氧化分解为无害的气体，水蒸气和灰渣。

尽管焚烧法在处理含油污泥方面有一定的效果，但也

存在一些问题。首先，焚烧过程中可能产生大量的烟尘和有害气体，如二氧化硫、氮氧化物等，对大气质量和人体健康造成潜在威胁。其次，焚烧法的能耗较高，而且需要合理处理焚烧后的灰渣，以防止其对环境造成二次污染。为了克服这些挑战，现代焚烧技术通常采用先进的气体净化设备，以减少排放中的有害物质。此外，技术创新也在提高焚烧过程的能效和降低环境影响方面发挥作用。

3.2 固化法

固化法通过添加固化剂将含油污泥中的有机物固化成块状或固体，降低其流动性，以达到减少有害物质释放的目的。在固化法中，含油污泥与固化剂混合，形成均匀的混合物，常见的固化剂包括水泥、粉煤灰、氧化铁等。这些固化剂在混合过程中与含油污泥中的有机物发生化学反应或物理吸附，将其包裹在固体结构中，从而降低了有机物的可溶性和迁移性。固化后的含油污泥形成了坚固的块状或块状物，有利于存储、运输和最终处置，不仅减少了有机物质的挥发和渗漏，还方便了后续的资源回收或填埋处理。

固化法也存在一些问题。首先，固化剂的选择和添加量需要仔细控制，以确保达到良好的固化效果。其次，对于一些难降解的有机物，固化法的效果可能较有限。此外，固化后的含油污泥仍需妥善处理，以防止在长期储存或处置过程中引发二次污染。

3.3 氧化处理技术

3.3.1 超临界水氧化技术

超临界水氧化技术，利用超临界水条件下的高温高压环境进行氧化分解有机物，将含油污泥转化为水、二氧化碳等无害产物。在超临界水氧化过程中，含油污泥被置于高压反应器中，并在高温高压的环境下，水的物理和化学性质发生显著变化，成为一种强氧化剂。此时，水分子的活性增强，能够快速氧化分解含油污泥中的有机物，产生水、二氧化碳和少量的无害无机物。超临界水氧化技术由于处理过程在水的超临界状态下进行，无需添加外部氧化剂，减少了化学品的使用，降低了化学废物的生成。其次，高温高压条件下，有机物能够被迅速且有效地氧化分解，提高了处理效率。此外，超临界水氧化对处理含油污泥中的难降解有机物具有较好的适应性。

超临界水氧化技术也存在一些问题。反应器的材料需耐受极端的高温高压条件，增加了设备的成本。此外，反应过程中会产生高温高压下的腐蚀性物质，需要进行有效的反应器和设备材料设计，以确保系统的稳定性和安全性。

3.3.2 臭氧氧化技术

臭氧氧化技术利用臭氧(O_3)作为强氧化剂，与含油污泥中的有机物质进行反应，将其氧化分解成水、二氧化碳等无害物质。臭氧分子具有较强的氧化还原能力，臭氧通过反应器注入至含油污泥中，与有机物质发生反应，让有机物的分子结构被破坏，最终形成较为简单的、无害的物质。臭氧氧化不仅能够有效去除有机物，还对部分难降

解的有机污染物表现出较好的降解效果。臭氧氧化技术有着显著的优势。首先,臭氧是一种自然存在的气体,不会在处理过程中留下任何残留物。其次,臭氧分解成氧气和水,不会引入二次污染。此外,臭氧的反应速度较快,处理时间相对较短,提高了处理效率。

臭氧氧化技术也存在一些问题。臭氧气体的生成和注入需要专业的设备,增加了设备成本。此外,处理过程中需要确保臭氧的充分混合,以保证反应的均匀进行。臭氧氧化也对处理系统的设计和运行有一定的要求,以避免氧气浓度不足或不均匀引起的问题。

3.3.3 Fenton 氧化

Fenton 氧化技术利用 Fenton 试剂(过氧化氢和铁催化剂)进行氧化反应,将有机物质氧化分解为水、二氧化碳等无害产物。在 Fenton 氧化过程中,含油污泥与 Fenton 试剂混合,高度活性的羟基在高度氧化性的条件下,能够迅速攻击有机物分子,将其氧化为较小的分子或直接分解成无害的小分子。Fenton 氧化技术具有许多优势。首先,相对于一些传统的氧化技术,Fenton 氧化过程不需要极端的条件,如高温高压,能够在较为温和的条件下进行,减少了能耗。其次,Fenton 试剂的成本较低,易于获取,使得该技术在工业应用中更具经济性。此外,Fenton 氧化技术对含油污泥中的多种有机物质都表现出较好的降解效果。

Fenton 氧化技术也存在一些问题。首先,处理过程中需要适量的 Fenton 试剂,其控制和管理需要谨慎,以免引起过多的催化剂残留。其次,反应后可能产生一些次生的有机产物,需要进行有效的处理^[3]。此外,Fenton 氧化技术的应用范围受到 pH 值的限制,因此在实际应用中需要根据具体情况进行调控。

3.4 生物处理技术

3.4.1 地耕法

地耕法是一种以自然界中的微生物为主导,通过将含油污泥与土壤混合并进行适度的机械翻耕,促使土壤中的微生物对含油污泥进行生物降解的处理技术。在地耕法中,含油污泥与土壤进行混合,通过机械翻耕的方式将含油污泥均匀分散到土壤中。土壤微生物群体中的细菌、真菌等微生物通过代谢活动,利用有机物质作为能源,逐步将含油污泥中的有机物降解为较为简单的化合物,如水、二氧化碳等。地耕法的优势在于其相对简单的操作,较低的能耗以及对土壤的生态环境影响较小。通过提高土壤中的氧气含量,微生物的代谢活动得以加速,从而提高了含油污泥的降解速度。此外,地耕法也有助于改善土壤结构,提高土壤的肥力和水分保持能力。

地耕法也存在一些局限性。首先,其处理效率受到土壤中微生物活性和含油污泥中有机物性质的影响,对于一些难降解的有机物可能效果较为有限。其次,需要谨慎控制翻耕深度和频率,以防止对土壤结构和生态平衡造成不利影响。此外,地耕法可能对土壤中的某些生态因子造成

暂时性的影响,需要综合考虑生态环境的可持续性。总之,地耕法作为一种生物处理技术,在含油污泥处理中具有一定的潜力。通过合理操作和生态环境的调控,地耕法有望成为一种环保、经济的含油污泥处理手段,为土壤修复和生态保护提供可行的解决方案。

3.4.2 堆肥法

堆肥法通过将含油污泥与有机辅助材料混合,形成合适的堆肥堆,并利用微生物的生物降解作用,将有机物质分解为稳定的有机质和无害的无机物质的处理技术。在堆肥法中,含油污泥通常与适量的有机辅助材料,如秸秆、木屑等,混合在一起形成堆肥堆,为微生物的繁殖和活动创造了良好的环境。微生物群体中的细菌、真菌等通过代谢活动,利用含油污泥中的有机物质为能源,逐步将其分解为稳定的有机质和无害的小分子。堆肥法的优势在于其对含油污泥进行生物降解的高效性和环保性。通过合理的混合比例和通风条件,堆肥法能够迅速激活微生物群体,促使其对有机物的迅速降解。同时,堆肥过程中产生的温热效应有助于提高微生物的活动速率,加速有机物的降解过程。此外,堆肥成品中的有机质能够为土壤提供养分,改善土壤结构,对植物生长具有促进作用。

堆肥法也面临一些挑战。首先,堆肥过程中需要维持适宜的湿度和通风条件,以确保微生物的正常生活和活动。其次,对于含油污泥中的一些难降解有机物,堆肥法的处理效果可能相对较慢。此外,需要确保堆肥产物中不含有害物质,以防止对土壤和植物造成二次污染。

4 结语

综合对含油污泥无害化处理技术的研究进展进行分析,不同方法在处理含油污泥方面各具优劣。展望未来,含油污泥无害化处理技术应致力于技术集成和综合应用,通过结合不同手段构建多层次处理系统,充分发挥各自优势。加强含油污泥处理的监测和评估,建立健全的监测体系,加强公众宣传和参与,促使社会共同参与和推动含油污泥处理领域的可持续发展。期望通过综合利用各种手段,未来建立更健康、可持续的含油污泥处理体系,为环境保护和资源循环利用做出更大的贡献。

【参考文献】

- [1] 谢加才,全坤,王淳,等.高含水含油污泥水热处理技术研究进展[J].化工环保,2023,43(5):565-571.
- [2] 高鹏,马蒸钊,谢江浩,等.含油污泥无害化与资源化技术概述[J].山东化工,2023,52(19):240-243.
- [3] 朱晓艳,郑成宇,白玉震,等.0-UCCD 工艺对高乳化含油污泥的调质破乳研究[J].化工技术与开发,2023,52(12):7-11.

作者简介:李荣(1991.7—),毕业院校:中国石油大学(华东),所学专业:石油化工生产技术,当前就职单位名称:克拉玛依市三达新技术股份有限公司,职务:副经理,当前职称级别:中级。