

废矿物油再生工艺废水处理工艺探究

朱永红

(合肥工业大学设计院<集团>有限公司, 安徽 合肥 230000)

【摘要】随着工业化的加速发展,废矿物油的产生量日益增多,对环境造成了严重的污染。废矿物油的再生处理能够实现资源的循环利用,还能减少环境污染。但在废矿物油的再生过程中产生的废水,若处理不当,将对水体生态系统造成破坏。在此背景下,本文详细探讨废矿物油再生工艺中废水处理的技术和方法,以期为环境保护和资源回收提供帮助。

【关键词】废矿物油;再生工艺;废水处理

引言:废矿物油是指在石油提炼、加工、储存和使用过程中产生的已经失去原有使用性能的油脂产品。这些废油若未经处理直接排放,将对土壤和水体造成严重污染。因此,开发高效的废矿物油再生和废水处理工艺,对于实现可持续发展具有重要意义。

一、废矿物油再生工艺概述

废矿物油再生工艺是将已经失去原有性能的润滑油、燃料油等恢复为可用状态的技术过程。这些油品在使用过程中,由于氧化、热分解、杂质污染等因素,性能下降,不再适用于原有的用途。为了将这些废弃的油品重新转化为有价值的资源,废矿物油再生工艺被广泛应用。

废矿物油再生工艺的主要步骤包括以下几点:预处理。此步骤对于后续的处理至关重要,因为固体杂质和水分的存在会影响后续处理的效果。通过预处理,可以确保废油在后续步骤中更容易被处理,提高整体的再生效率。脱水步骤,此步骤主要是去除废油中的乳化水。乳化水是指与油混合在一起的微小水滴,其特性难以分离,需要特殊的处理方法。通过脱水步骤,可以有效地去除废油中的乳化水,为后续的净化步骤做好准备。净化步骤是通过化学或物理方法去除废油中的酸性物质、碱性物质和金属杂质。这些杂质会对油品的性能产生负面影响,因此需要将其去除。化学方法通常涉及添加特定的化学物质,与废油中的杂质发生反应,生成易于分离的物质。而物理方法则是利用物理原理,如过滤、离心等,将杂质从废油中分离出来。最后一步是精制步骤,其通过真空蒸馏等方法进一步提高油品质量。精制步骤的目的是去除废油中的残留杂质,使其达到更高的纯度和质量标准。通过真空蒸馏,可以将废油中的不同组分在不同温度下分离出来,实现对油品的进一步提纯。

二、废矿物油再生工艺中产生的废水特点

在废矿物油的再生过程中,每个步骤都可能产生

不同类型和浓度的废水。然而,脱水和净化步骤尤为关键,其是整个再生过程中去除杂质的关键步骤。在这些步骤中,废矿物油中的水分和其他杂质被分离出来,形成废水。这些废水的特点是含有高浓度的有机物。有机物通常来源于废矿物油中的烃类化合物,这些化合物在废油的再生过程中被分离出来。除了有机物,废水还含有无机盐,这些无机盐可能来自于废矿物油中的添加剂或者在再生过程中使用的化学物质。更为严重的是,这些废水还含有重金属。重金属的存在对环境构成了特别的威胁,其本身不易降解,容易在生态系统中积累,对水生生物和人类健康造成长期影响。其他有害物质如多环芳烃、多氯联苯等也可能存在于废水中,都是环境污染物,对生态系统和人类健康都有潜在的危害^[1]。

因此,为了保护环境 and 人类健康,废水处理工艺成为了废矿物油再生工艺中不可或缺的一环。有效的废水处理可以去除废水中的有害物质,减少对环境的污染,还可以回收有用的资源,如水和某些无机盐,实现资源的循环利用。

三、废水处理工艺探究

(一)物理法

物理法涵盖若干技术手段,目的是有效分离和去除废水中的不溶性物质以及部分油分。具体而言,其技术核心在于利用物理作用力来处理废水。通过物理手段有效地从废水中分离出悬浮物和油类物质,减少其对环境的污染。其中,重力沉降主要依靠地球引力作用,使得废水中的重粒子逐渐沉底,实现固液分离的方法。在此过程中,由于不同物质的密度差异,较重的悬浮颗粒会自然沉降到容器的底部,较轻的部分则保持在水面上,便于后续的处理步骤。浮选技术是通过向废水中引入气泡,利用气泡与悬浮物的粘附作用,将悬浮物带到水面,以便于收集和移除。此方法适用于去除细小且难以通过简单沉降来

分离的悬浮物。过滤方法则是通过使用多孔的介质，如砂滤器或布滤器，拦截和捕获废水中的固体颗粒和其他杂质。当废水通过这些介质时，悬浮物被截留，清洁的水流则得以通过，实现达到净化的目的。

物理法在废矿物油再生工艺的废水处理中，能够去除废水中的悬浮物，还能部分地分离出油类物质，为后续的深度处理和环境保护提供了坚实的基础，但对于废水中的高浓度的废水无法进行出去，需要对其进行进一步处理^[2]。

（二）化学法

在处理废矿物油再生工艺产生的废水时，化学法是一种有效的方法，其涉及到一系列化学反应，这些反应能够有效地去除废水中的有机物和重金属。具体来说，此过程可以通过以下方式实现：

首先，混凝是重要的步骤，其涉及到向废水中加入特定的混凝剂。这些混凝剂的作用是促使废水中的细小颗粒聚集起来，形成较大的颗粒，更容易沉降。此过程有助于去除废水中的悬浮固体，还能通过沉降的方式，将一部分有机物和重金属从水中分离出来。其次，中和反应也是化学处理过程中的关键环节。中和通常涉及调整废水的 pH 值，使其达到中性或者接近中性的状态。此过程可以有效地去除废水中的酸性或碱性物质，同时也有助于进一步沉淀出一些重金属离子，其在中性或接近中性的环境下更容易形成不溶性的沉淀物。最后，氧化还原反应是另一个重要的化学处理步骤。在这一步骤中，通过添加氧化剂，将废水中的有机物质氧化分解成无害的物质。此过程能够减少废水中有害物质的含量，还能改善水的可生化性，为后续的生物处理创造更有利的条件^[3]。

化学法在废矿物油再生工艺的废水处理中，通过不同步骤的共同作用，实现废水中有机物和重金属的有效去除，确保废水处理的效果，但在实际应用中，这种方式效率较低，并与物理法相同，无法对高浓度废水做出深入处理。

（三）生物法

生物法是常见且环保的处理方式。其依赖于微生物的代谢作用，通过微小生物的活动，废水中的有机物质得到有效降解。具体来说，生物法包括了多种技术，如下：活性污泥法，其是广泛应用的生物处理技术。在此过程中，废水与含有丰富微生物的污泥混合，形成活性污泥。这些微生物以废水中的有机物质为食，通过新陈代谢过程，将有机物质转化为无害的物质，如水和二氧化碳。随着时间的推移，污泥中的微生物不断增长和繁殖，废水中的有机污染物则被逐渐减少。生物膜法，在此方法中，微生物附着在固定的介质表面，形成一层生物膜。当废水流经这层生物膜时，膜上的微生物开始摄取并分解有机物质。随着微

生物的生长，生物膜会不断增厚，需要定期进行清理和更新，保持处理效率。

以上三种方法都有其优点。不仅环保，因其最终的产物主要是水和二氧化碳，并且成本相对较低，尤其是与传统的物理或化学处理方法相比。但是生物法也存在局限性。例如，处理周期较长，需要较大的反应器或处理池来确保足够的处理时间。此外，这种方法对废水的生物毒性有一定要求，如果废水中含有对微生物有毒的物质，可能会影响处理效果，甚至杀死微生物，导致处理过程失败。因此，在选择生物法作为废矿物油再生工艺废水处理的方法时，需要对废水的特性进行详细的分析，确保废水中的有机物质能够被微生物有效降解，同时避免对微生物产生毒性影响。通过合理的设计和操作，生物法可以成为既经济又高效的废水处理解决方案。

废矿物油再生工艺产生的废水可以通过生物法进行处理，这种方法利用微生物的代谢作用降解废水中的有机物质。活性污泥法和生物膜法是生物处理技术的两种主要形式，其环保、成本相对较低，但需要注意处理周期较长和对废水生物毒性的要求。通过科学的分析和设计，生物法可以在废矿物油再生工艺废水处理中发挥重要作用。

（四）高级氧化技术

在处理废矿物油再生过程中产生的废水时，为了深度处理那些难以降解的有机物，采用了高级氧化技术。其中主要方式如下：

1. Fenton 反应。其利用铁盐和过氧化氢产生具有强氧化性的羟基自由基。通过生成的羟基自由基，Fenton 反应能够有效分解那些难以通过传统生物处理方法降解的有机物质。这种化学反应的原理是利用铁盐和过氧化氢之间的相互作用，产生强氧化性的羟基自由基。这些羟基自由基具有强烈的氧化能力，能够分解有机物质，将其转化为更易于处理的物质。在废矿物油的再生工艺中，Fenton 反应的应用具有重要意义。传统的生物处理方法在处理某些有机物质时可能会遇到困难，而 Fenton 反应能够有效解决这个问题。通过生成的羟基自由基，Fenton 反应能够将难以降解的有机物质分解为更易于处理的物质。这种高级氧化过程能够提高废水的可生化性，还能够减少有害物质的含量。通过分解有机物质，Fenton 反应能够降低废水中有害物质的浓度，为后续的处理步骤打下良好的基础。对于废矿物油只有将有机物质分解为更易于处理的物质，才能进一步进行有效的处理和回收。Fenton 反应的优势在于其高效性和环境友好性。相比传统的生物处理方法，Fenton 反应能够在较短的时间内分解有机物质，并且不会产生有害的副产物。使得 Fenton 反应成为理想的选择，用于处理

废矿物油等含有难以降解有机物质的废水^[4]。

2. 臭氧氧化技术。该技术利用臭氧作为强氧化剂，其核心功能在于破坏有机物的分子结构。通过强烈的氧化作用，有机物被转化成更易于生物降解的物质，加速其在环境中的自然分解过程。在废水处理过程中，特别是在废矿物油的再生过程中，初步处理往往能够去除大部分的污染物。但总有一些难降解的有机物质残留下来，这些物质对环境构成潜在威胁，且难以通过传统的生物处理方法彻底去除。这时，臭氧氧化技术就通常紧随初步处理后，针对经过初步处理后仍然残留的顽固有机物，通过臭氧的强氧化作用，进一步降解物质。此步骤提高废水处理的效率，而且显著提升了处理后水质的整体水平。通过臭氧氧化技术，废水中的有机污染物被有效转化，有助于保护环境，确保废水的质量得以提升，满足环保排放的严格标准。在此过程中，臭氧的强氧化能力是关键，其能够破坏最顽固的有机分子，将其转化为更容易被自然界中的微生物分解的形式。这种技术的使用促进了环境的保护，也支持了可持续发展的目标。臭氧氧化技术的高效性和可靠性使其成为废水处理和废矿物油再生工艺中不可或缺的一环，有助于减少环境污染，同时为工业废水的再生和再利用铺平了道路。

3. 光催化氧化。这种技术以其高效破坏复杂有机污染物的能力，将有害的有机物质转化为无害的小分子物质，显著减少环境污染。光催化氧化技术的基本原理是利用光催化剂，如二氧化钛（TiO₂），在紫外光照射下，激发产生电子-空穴对。这些电子-空穴对具有极高的活性，能够与水中的氧气和水分子发生化学反应，生成强氧化能力的自由基。当紫外光照射到二氧化钛等光催化剂上时，光催化剂中的电子会被激发，从价带跃迁到导带，形成电子-空穴对。这些电子-空穴对能够迅速与水中的氧气和水分子反应，生成具有强氧化能力的自由基。这些自由基能够有效地攻击有机物，将其氧化分解为无害的小分子物质。在此过程中，有机污染物被逐步分解，最终转化为无害的物质，减少环境污染。

（五）膜分离技术

在处理废矿物油再生工艺产生的废水中，膜分离技术通过不同流程的针对性处理，不同类型的污染物质会得到有效处理。在实际处理中，首先，膜分离过程中的超滤技术。此种方式是以物理方式进行分离的过程，利用特定孔径大小的膜阻挡大分子或悬浮颗粒，允许水和小分子物质通过。此步骤有效地从废水中移除部分溶解性有机物，为后续的处理阶段奠定了基础。其次是纳滤，此过程介于反渗透和超滤之间。纳滤膜的孔径比超滤膜更小，能够去除较小的有机分子和多价离子，如硫酸盐和磷酸

盐。纳滤对于进一步降低废水中的有机物质含量非常有效，同时也可以去除一部分无机盐。最后，反渗透技术，其是膜分离技术中最为精细的过程。反渗透膜具有极小的孔隙，几乎可以阻止所有溶解性物质的通过，包括单分子的盐类和其他无机物。其依靠高压将溶液推过半透膜，使得只有水分子得以透过，溶解性有机物和无机盐被截留。通过三个步骤的连续作用，膜分离技术能够高效地清除废矿物油再生工艺产生废水中的溶解性有机物和无机盐。这种逐级过滤的方法保证了水质的逐步净化，还确保了各种污染物的有效去除，满足环境保护的要求，同时也为水资源的可持续利用提供了可能^[5]。

四、废水处理工艺流程

废水处理工艺通常包括多个步骤，首先，预处理步骤会去除废水中的悬浮固体和大颗粒物。此环节有助于减少后续处理过程的压力，并防止潜在的设备堵塞问题。废水将进入化学处理阶段，此阶段的目的是通过化学反应去除溶解在水中的污染物。常用的化学处理方法包括中和、絮凝和氧化还原反应。与此同时，进行生物处理，利用微生物的代谢作用降解有机物质。通常在好氧或厌氧条件下进行，最后，废水将经过后处理步骤，以确保其达到排放标准或回用要求。其中包括消毒、脱色、去除残余的营养物质或其他微量污染物。在某些情况下，还可能需要进行膜分离技术，如反渗透或纳滤，以进一步净化水质。

结论：综上所述，废矿物油的再生与废水处理是环境保护和资源循环利用的重要环节。通过采用合适的再生工艺和废水处理技术，可以有效地将废矿物油转化为有价值的资源，同时减少对环境的污染。随着研究应进一步优化，可使其能够更加提高处理效率，降低成本，并探索更加环保和可持续的技术路线。

参考文献：

- [1] 张裴. 废矿物油再生工艺废水处理工艺的研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2023, 43(24): 24-26.
- [2] 熊鸿斌, 丁涛. 废矿物油再生工艺生命周期评价及其不确定性研究[J]. 合肥工业大学学报(自然科学版), 2023, 46(08): 1009-1017.
- [3] 顾飞, 徐林峰, 沈利军, 等. 一种溶剂精制法再生废矿物油工艺浅析[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(24): 144-145+150.
- [4] 冯楠, 宋士丽, 赵发敏. 废矿物油资源化工艺研究[J]. 有色冶金节能, 2021, 37(05): 30-34.
- [5] 邱占谋. 废矿物油再生工艺废水处理工艺的研究[J]. 节能与环保, 2021, (05): 78-79.