

工业领域中污水处理技术的应用探究

吴 蕾

上海洗霸科技股份有限公司 上海 200437

摘要: 随着工业化进程的加速,工业废水的污染问题日益突出。传统的污水处理技术已经不能满足日益严格的环保要求。本文主要探讨了工业领域中污水处理新技术的原理、特点和应用现状。通过对不同技术的优缺点和适用场景的分析,提出了一些应用新技术的建议和方向。

关键词: 工业废水; 环境污染治理; 生物处理技术; 氧化技术

Research on application of wastewater treatment technology in industrial field

Lei Wu

Shanghai Ziba Technology Co., LTD., Shanghai 200437

Abstract: With the acceleration of industrialization, industrial wastewater pollution has become increasingly prominent. Traditional wastewater treatment technologies can no longer meet the increasingly strict environmental protection requirements. This paper mainly discusses the principles, characteristics, and application status of new technologies for industrial wastewater treatment. Through the analysis of the advantages and disadvantages of different technologies and their applicable scenarios, some suggestions and directions for the application of new technologies are proposed.

Keywords: industrial wastewater; Environmental pollution control; Biotreatment technology; Oxidation technology

引言

工业废水的排放已经成为严重的环境污染问题。工业废水中含有大量的有机物、无机盐和重金属等有害物质,对环境和人类健康造成严重影响。传统的污水处理技术已经不能满足日益严格的环保要求。因此,研究新的污水处理技术并在实践中应用已成为迫切需要的任务。本文将重点探讨工业领域中污水处理新技术的原理和应用现状,为工业水处理技术领域提供一些建议和研究方向。

一、废水中污染物质分类

水体中污染物种类繁多,大体可以分为固体污染物、有机污染物、油类污染物、生物污染物、有毒污染物、酸碱污染物、热污染八种^[1];

二、废水处理新工艺在工业废水领域的应用探究

2.1 生物处理技术

生物处理技术是指利用微生物将有机物转化为无机物的一种污水处理方法。其优点是处理效率高、能耗低、无二次污染等。目前,工业废水处理中常用的生物处理技术有曝气式生物处理、厌氧处理、生物膜反应器等。

曝气式生物处理技术是一种常用的生物处理技术,其原理是将空气通过废水中的微生物群落,从而使有机物得到氧化分解。该技术广泛应用于废水处理领域,具有处理效率高、适用范围广等优点。

厌氧处理技术则是将废水在无氧环境下处理,利用厌氧微生物将有机物转化为甲烷和二氧化碳。该技术适用于高浓度有机废水的处理,处理效率高,能量利用率也较高。

生物膜反应器则是在生物膜的基础上进行处理,可以将微生物固定在膜表面上,以提高处理效率和稳定性。该技术适用于高浓度有机废水的处理,可以同时处理多种有机物,具有处理效率高、抗负荷冲击性强等优点。

2.2 膜技术

膜技术是一种通过半透膜进行物质分离的方法。在工业废水处理中,膜技术已经成为一种重要的处理方法。主要包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等。

微滤膜主要用于分离直径在 0.2~1.0 微米的大颗粒、细菌、血清和大分子物质,操作压力一般在 0.01~0.2MPa。超滤膜可以分离直径在 0.02~0.2 微米,一般分子量大于 5000 的大分子和胶体物质,操作压力一般在 0.1~0.5MPa,可以去除大部分有机物和无机盐等。纳滤膜则可以分离分

子量为数百至 1000 的分子, 可以去除溶解的有机物和无机盐等。反渗透膜可以用来有效地分离相对分子质量在数百以下的分子和离子, 可以去除几乎所有的有机物和无机盐。

膜技术具有高效、占用空间小等优点, 可以实现对废水的高效分离和浓缩。但是, 实际运行过程中和传统生物处理法相比能耗略高, 工程应用中的膜污染和后期的维护成本较高, 对膜材料和工艺控制要求较高。

2.3 电化学技术

电化学技术是指利用电场和电流对废水进行氧化还原反应, 达到去除污染物的目的。该技术适用于废水中难以降解的有机物和重金属离子等污染物的处理。

电化学技术包括电解、电化学氧化和电化学还原等, 其中电化学氧化是最常用的技术。该技术可以将有机物氧化为 CO_2 和水等无害物质, 可以有效地去除难降解的有机物和重金属离子。

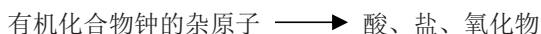
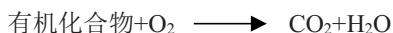
电化学技术具有处理效率高、操作简便、可控性好等优点。但是, 其能源消耗较大, 对电极材料和工艺控制要求较高, 而且处理规模较小, 适用范围有限。

2.4 超临界水氧化技术

超临界水是指温度和压力升高至临界点 (374°C 、 22.1MPa) 以上的一种介于气体和液体之间的特殊状态的水^[2-4]。在超临界状态下, 水溶液具有近于液体的溶解特性以及气体的传递特性^[3-5]。

2.4.1 原理

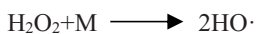
超临界水氧化技术是一种能实现对多种有机废物进行深度氧化的技术, 主要原理是利用超临界水的强氧化作用将有机物彻底分解成清洁的 H_2O 、 CO_2 和 N_2 等物质。过程中所用到的氧化剂有空气、 O_2 、 H_2O_2 和 KMnO_4 等。大体过程如下:



超临界水氧化反应非常彻底, 整个过程与简单的燃烧过程很相似, 在反应过程中会产生大量的热, 反应进入常态以后, 无需外界再提供能量。

2.4.2 反应机理

Li 提出了自由基反应机理:



M 为介质, 主要是水, 在反应条件下, H_2O_2 也可以热解为羟基。由于羟基具有很强的亲电性, 几乎能于所有的含氢化合物作用^[1]。

2.4.3 技术的应用和特点

超临界水氧化技术具有的突出优势特别适用于难以用生物法处理、含有多种难降解化合物的废水的处理。

超临界水氧化技术具有效率高、处理效果彻底、反应速度快、停留时间短、设备体积小等特点, 能使有机物在适当的条件下彻底分解成二氧化碳、水、氮气以及盐类等无毒的小分子化合物; 适用范围广泛, 不形成二次污染, 处理后的废水可以完全回收利用。但是, 由于超临界氧化技术对操作条件要求比较苛刻, 高浓度的溶解氧、高温、高压以及废水中存在的酸、碱、无机离子等都容易造成运行过程中设备腐蚀问题; 同时, 无机盐和金属氧化物沉淀以后会导致设备及管道堵塞, 运行成本较高。

2.5 湿式催化氧化技术

2.5.1 原理

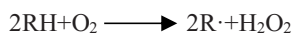
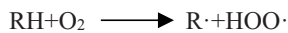
湿式催化氧化技术结合了湿式氧化和催化氧化的优点。该技术基于催化剂在氧气存在下催化有机物的氧化反应, 使有机污染物被氧化成无害的二氧化碳和水等物质。同时, 通过添加一定量的水或气态的水蒸汽, 使反应过程在高湿度环境下进行, 有利于有机污染物的降解和催化剂的再生。

湿式催化氧化技术中最常用的催化剂是铜、铁、钴、镍等金属氧化物或其混合物。这些催化剂在反应中起到氧化剂的作用, 能够使有机物分子的氧化还原反应发生, 从而将其转化为较为稳定的物质。

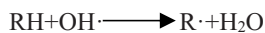
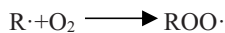
2.5.2 反应机理

该技术的反应机理非常复杂, 普遍认为属于自由基反应。一般认为自由基反应是链式反应, 主要分为三个阶段, 由生成的 $\text{HO}\cdot$ 、 $\text{RO}\cdot$ 、 $\text{ROO}\cdot$ 等自由基攻击有机物 RH , 引发一系列链的反应, 生成其他低分子酸和二氧化碳, 即链的引发、传递和终止。反应过程如下:

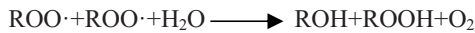
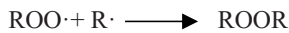
(1) 链的引发



(2) 链的传递



(3) 链的终止



以上各阶段链发反应所产生的自由基在反应过程中所起的作用,主要取决于废水中有机物的组成、所使用的氧化剂以及其他反应条件^[1]。

2.5.3 技术的应用和特点

湿式催化氧化技术主要用于处理废水浓度与燃烧处理而言太低、于生物降解处理而言浓度又太高,或者具有较大毒性的废水。

与传统的废水处理技术相比,湿式催化氧化技术具有能耗低、处理效率高、氧化速率快、二次污染低等优点。但也有一些缺点,比如其对污染物浓度要求高,当污染物浓度低于一定值时,处理效果会降低;对催化剂的稳定性要求高,催化剂的稳定性会直接影响催化效果和使用寿命。对环境要求高,湿式催化氧化技术需要在高湿度环境下进行反应,如果环境温度和湿度不稳定,将会影响处理效果。

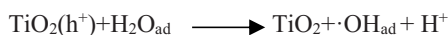
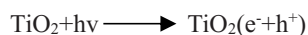
2.6 光催化氧化技术

2.6.1 原理

光催化技术是一种绿色、环保的新型污水处理技术,它可以通过激活光催化剂,产生强氧化剂,从而将有机物和无机物分解为水和二氧化碳。技术的关键是选择合适的光催化剂。光催化剂可以分为半导体光催化剂和非半导体光催化剂。半导体光催化剂是目前应用最广泛的一种光催化剂,其可以吸收太阳光的紫外线部分,激发电子,产生强氧化剂,分解污染物。非半导体光催化剂则包括金属催化剂、有机光催化剂等,这些光催化剂的光吸收范围更广,可以利用可见光进行催化反应。

2.6.2 反应机理

光催化氧化技术是利用半导体作催化剂,通常有 TiO_2 、 ZnO 、 WO_3 、 CdS 、 ZnS 和 SnO_2 等。当催化剂接受一定能量的光照时,价带中的电子被激发到导带,价带产生空穴。电子和空穴分别具有还原性和氧化性,将周围水和氧气激发为更具活性的离子基,从而破坏有机物结构^[6]。以 TiO_2 为例,光催化氧化的反应通式如下:



式中 e^- 为晶体表面的电子, h^+ 为晶体表面的空穴;

2.6.3 技术的应用及特点

相对于传统的污水处理技术,光催化氧化技术具有许多优点,例如处理效率高、能耗低、成本低、操作简便等。其能有效的解决净水中的消毒问题,对一些毒性大、水质不稳定、生物降解性差的废水也有很好的处理效果。其次,光催化剂稳定性差,易受光和氧的影响而失活,处理效果容易受到光照和气体浓度、湿度等因素的影响。另外,光催化氧化技术还能很好的应用于废气治理领域,可以有效地去除废气中的有机污染物、酸雾、氨气等,还可以去除汽车尾气中的有害气体以及垃圾焚烧过程中产生的二噁英等和室内空气中的甲醛、苯等。

三、结语

工业废水的处理是环境保护的重要方面,各种新技术的出现为废水的处理提供了更多的选择和可能。各种新技术在处理效率、成本、环保等方面各有优缺点,应根据实际情况选择合适的技术进行处理。在未来的发展中,需要进一步加强技术创新,提高废水处理的效率和质量,为环保事业做出更大的贡献。

参考文献:

- [1]白润英等. 水处理新技术、新工艺与设备[M]. 第二版. 北京: 化学工业出版社, 2022: 5-7,37,51;
- [2] WEINGARNER H, FRANCK E U. Supercritical water as a solvent [J]. *Angewandte Chemie International Edition*, 2005,44(18): 2672-2692.
- [3] 阮辰畋, 吴晓晖, 薛伟. 亚 / 超临界水处理工艺的污泥农业利用技术分析[J]. *净水技术*, 2013,32(1):22-29.
- [4] 夏凤高, 田森林, 古俊杰, 等. 近 / 超临界水条件下生物质气化的研究进展[J]. *化学通报*, 2013,76(2):118-123.
- [5] BRUNNER G. Near critical and super critical water(I): Hydrolytic and hydrothermal processes[J]. *Journal of Supercritical Fluids*, 2009,47(3):373-381.
- [6] 王明晖, 聂晶, 李静. 光催化技术在水处理中的研究进展[J]. *能源与环境*, 2012, 2(51): 51-57.