

化工废水处理工艺研究进展

甄华亮 尹浩江 马建成

多氟多阳福新材料有限公司 河南 焦作 454150

摘要: 化工废水是指工业生产过程中产生的含有有机物、无机物和重金属等有害物质的废水。由于其复杂的组成和高浓度的污染物含量, 化工废水处理一直是一个具有挑战性的问题。化工废水处理对于环境保护和人类健康具有重要意义。我们需要不断研究和探索更加高效、环保、经济的处理技术, 以应对化工产业快速发展带来的挑战。

关键词: 化工废水; 处理工艺; 研究进展

引言: 随着化工产业的快速发展, 化工废水的产生量也日益增加。化工废水具有污染物种类多、浓度高、难降解物质多等特点, 对环境和人类健康造成了严重威胁。因此, 如何有效处理化工废水已成为当前研究的热点问题。本文将综述近年来化工废水处理工艺的研究进展, 包括物理法、化学法、生物法以及组合工艺等, 通过不同的处理单元对废水进行多次处理, 以实现更高效的废水处理效果。

1 化工废水处理的重要性

随着化工产业的快速发展, 化工废水的产生量也日益增加。化工废水具有污染物种类多、浓度高、难降解物质多等特点, 对环境和人类健康造成了严重威胁。因此, 如何有效处理化工废水已成为当前研究的热点问题。化工废水的处理不仅对环境保护至关重要, 也对人类健康和社会可持续发展具有重要意义。首先, 化工废水的处理可以减少污染物的排放, 保护水资源免受污染, 保障人民的饮水安全。其次, 化工废水的处理可以降低水体中有机物、重金属离子等有害物质的含量, 减轻对水生生物和农田灌溉等水源的影响, 维护生态平衡。此外, 化工废水的处理还可以促进资源的有效利用, 降低能源消耗和碳排放, 符合可持续发展的理念。为了实现化工废水的有效处理, 需要采用多种方法和技术相结合的工艺路线。物理法、化学法和生物法是常用的废水处理方法^[1]。其中, 物理法主要包括过滤、沉淀、气浮、吸附、膜分离等工艺, 主要用于预处理或深度处理; 化学法主要包括氧化还原法、化学沉淀法、芬顿试剂氧化法等工艺, 具有处理效果好、反应快、设备简单等优点, 但可能会产生大量有害物质; 生物法主要包括好氧生物处理和厌氧生物处理等工艺, 具有处理效果好、能耗低、环保等优点, 但需要保证微生物的活性。在实际操作过程中, 需要根据废水的具体情况和处理要求选择合适的处理方法。同时, 还需要注意废水处理过程中的安全性

和经济性。在保障废水处理效果的同时, 应尽量降低处理成本和能源消耗, 实现经济和环保的双赢。

2 化工废水处理工艺研究

2.1 传统物理化学工艺

化工废水处理一直是环境保护领域的热点问题。由于化工废水中的污染物种类繁多, 浓度高, 对环境和人类健康造成了极大的威胁。因此, 寻求有效的处理方法至关重要。传统物理化学处理工艺是一种常用的化工废水处理方法, 本文将对其进行详细介绍。物理化学处理工艺是一种综合性的处理方法, 包括沉淀、吸附、中和、氧化还原等过程。这些处理过程分别针对不同的污染物类型和性质, 通过物理和化学手段将污染物从废水中去除。沉淀是物理化学处理工艺的第一个环节^[2]。在这个过程中, 通过向废水中添加化学药剂, 使污染物与药剂发生化学反应并产生不溶于水的物质, 最终沉淀下来, 达到去除浑浊物质的目的。常用的沉淀剂包括明矾、聚合氯化铝等。这些药剂可以与废水中的悬浮物、胶体等物质反应, 形成沉淀。经过沉淀处理后, 废水中的悬浮物和胶体含量大大减少, 水质得到改善。吸附是物理化学处理工艺的另一个重要环节。在这个过程中, 通过使用活性炭、沸石等具有吸附性能的材料, 将废水中的有机物质吸附在材料表面, 从而实现污染物的分离。活性炭是一种常用的吸附材料, 其具有高比表面积和丰富的作用点, 可以有效地吸附废水中的有机物质。沸石也是一种常用的吸附材料, 其具有较高的吸附容量和较快的吸附速度。中和是物理化学处理工艺中另一个重要的环节。在这个过程中, 通过添加化学药剂来调节废水的pH值, 使其处于中性或碱性条件下。这有助于去除废水中的重金属离子和部分有机物质。常用的中和剂包括氢氧化钠、石灰等。这些药剂可以与废水中的酸性和酸性物质反应, 调节pH值, 同时还可以与重金属离子结合形成沉淀。氧化还原是物理化学处理工艺中最后一

个环节。在这个过程中，通过添加氧化剂如氯气、臭氧等将有机物质氧化分解为无害物质或还原废水中的重金属离子为金属。这有助于进一步去除废水中的有机物质和重金属离子。常用的氧化剂包括氯气、臭氧等。这些药剂可以与废水中的有机物质发生氧化反应，将其分解为无害的小分子物质。同时还可以将废水中的重金属离子还原为金属单质，方便后续处理。

2.2 生物处理技术

生物处理技术以其高效、环保的特点，在化工废水处理中占据了重要的地位。这种技术主要利用微生物的降解作用，将废水中的有机物质转化为无害或低害物质，从而达到净化和再生的目的。在众多的生物处理方法中，活性污泥法是一种常见的处理技术。此方法通过将含有特定微生物的活性污泥与废水接触，利用微生物的代谢活动，将废水中的有机物质转化为无害的物质。活性污泥法具有广泛的应用范围，适用于各种类型的化工废水。固定化生物膜技术则是将微生物固定在填料上，利用其对废水中有机物质的降解作用。这种技术可以增加微生物与废水的接触面积，提高降解效率。生物膜反应器则通过在填料表面形成生物膜，利用膜上的微生物对废水进行处理^[3]。这种反应器具有高效率、低能耗、易于操作等优点。生物颗粒法是一种结合活性污泥法和沉淀技术的处理方法。此方法通过形成颗粒污泥，利用其沉淀效应，实现废水中有机物质的去除。颗粒污泥的形成可以增加废水中有机物质的吸附和降解，从而提高处理效率。除了以上几种方法，还有许多其他的生物处理技术，如厌氧生物处理法、好氧生物处理法、A/O法等。这些方法各有其特点和应用范围，需要根据具体的废水情况和处理要求进行选择。生物处理技术在化工废水处理中具有重要的作用。通过微生物的降解作用，可以将废水中的有机物质转化为无害或低害物质，实现废水的净化。同时，生物处理技术还具有高效、环保、可持续等优点，使其成为未来废水处理的重要发展方向。然而，生物处理技术也存在一些问题，如对环境条件和操作条件的敏感性、对有毒物质的耐受性等。因此，在应用生物处理技术时，需要充分考虑其特点和限制，结合其他物理、化学等方法，以达到最佳的处理效果。同时，还需要加强科研力度，探索新的生物处理技术和方法，以适应未来废水处理的更高要求。

2.3 膜分离技术

膜分离技术是近年来在化工废水处理领域逐渐崭露头角的一种新型分离技术。它通过膜的特殊孔径和选择透过性，实现对废水中的不同成分进行分离、纯化、浓

缩和提纯等操作。这种技术的最大特点是可以实现常温下操作，无需加热或添加化学试剂，因此具有能耗低、操作简便、分离效果显著等优点。在膜分离技术中，微滤、超滤、纳滤和反渗透是最常用的几种技术。微滤主要通过微细孔径的膜将废水中的悬浮物截留下来，同时可以去除大部分细菌。这种技术适用于处理含有悬浮物和细菌的废水，如工业循环冷却水、造纸废水等。超滤则是通过更小的孔径膜将废水中的溶解性有机物和高分子物质截留下来，实现对废水中分子量较大的有机物质的去除。纳滤则通过更小的孔径膜截留低分子溶解性有机物以及一部分无机盐离子，实现更高级别的废水处理^[4]。反渗透则是通过半透膜将溶液中的溶质和溶剂分离，实现对废水中离子、溶解性有机物和微生物的去除。在实际应用中，膜分离技术需要根据不同的废水类型和处理要求进行选择和优化。例如，对于含有高浓度有机物的化工废水，可以先采用微滤或超滤技术进行预处理，再结合纳滤或反渗透技术进行深度处理；对于含有重金属离子的废水，则可以采用反渗透技术进行分离和浓缩。此外，膜分离技术还可以与其他废水处理方法相结合，如活性炭吸附、生物处理等，以实现更好的处理效果。

2.4 高级氧化技术

化工废水处理是环境保护和可持续发展的重要环节。由于化工废水中含有大量的有机污染物，因此需要采取高效、安全的处理技术。高级氧化技术是一种有效的化工废水处理技术，它能够利用强氧化剂对废水中的有机污染物进行氧化分解，从而实现废水的净化。臭氧氧化是一种常用的高级氧化技术。臭氧具有强烈的氧化性能，能够与废水中的有机物发生反应，将其氧化为CO₂、H₂O和其他无害物质。臭氧氧化的优点在于它能够高效地去除废水中的多种有机污染物，同时不会产生二次污染。然而，臭氧氧化需要使用高浓度的臭氧，因此可能会增加处理成本。此外，臭氧的制备需要消耗大量的电能，因此可能会增加能源消耗。过氧化氢也是一种常用的高级氧化剂。与臭氧不同，过氧化氢在常温下可以与废水中的有机物发生反应，而且过氧化氢的制备相对容易，价格也相对较低^[5]。在过氧化氢的催化作用下，一些金属催化剂可以增强过氧化氢的氧化能力，从而更有效地去除废水中的有机污染物。过氧化氢的优点在于它能够与废水中的多种有机物发生反应，而且不会产生臭氧那样的二次污染。然而，过氧化氢的氧化能力相对较弱，因此需要使用高浓度的过氧化氢才能达到理想的处理效果。高温氧化是指将废水加热至较高温度，通过热分解和氧化反应来除去有机污染物。高温氧化通

常需要在氧气存在下进行,因此需要使用高温炉或燃烧室来提供足够的热量。高温氧化的优点在于它能够彻底分解废水中的有机污染物,从而避免二次污染的产生。然而,高温氧化需要使用大量的能源,因此可能会增加处理成本。

2.5 集成工艺

随着社会经济的不断发展和环境问题的不断凸显,化工废水处理变得越来越重要。而传统的单一处理方法往往无法彻底解决化工废水中复杂的污染物问题,因此集成工艺逐渐成为一种主流的废水处理方法。化工废水处理集成工艺是将多种处理技术结合在一起,通过互补和协同作用,达到更高效、经济和环保的废水处理效果。下面我们将介绍几种常用的化工废水处理集成工艺。首先,将生物处理和膜分离技术相结合可以充分发挥两种处理方法的优点。生物处理可以有效降解废水中的有机物质,但对于高浓度和难降解的有机物质效果有限。而膜分离技术可以将浓度较高的有机物和悬浮物完全截留,从而提高生物处理的效果。通过在生物反应器之前加装微滤或超滤膜,可以将废水中的悬浮物 and 大部分微生物截留下来,减轻生物反应器的负担,提高生物降解效率。此外,反渗透膜的应用可以进一步实现废水中溶解性有机物质和离子的去除。其次,高级氧化技术与生物处理和膜分离相结合也是一种常用的集成工艺。高级氧化技术可以对废水中的难降解有机物进行氧化分解,但存在能耗较高和副产物生成等问题。通过将高级氧化技术与生物处理或膜分离技术结合,可以克服高级氧化技术的缺点,同时提高处理效果^[6]。例如,通过在生物反应器之后引入臭氧氧化装置,可以进一步氧化废水中的有机物质,提高处理效果。此外,还可以将多种

膜分离技术结合在一起,形成多级膜系统,以实现更彻底的废水处理。传统的单一膜分离技术往往只能去除特定大小的污染物,而将不同孔径的膜结合使用可以实现对不同大小的污染物进行连续分离和去除。例如,将微滤、超滤、纳滤和反渗透膜结合使用,可以依次去除悬浮物、高分子有机物、低分子有机物和离子,实现废水的全面净化。

结语

综上所述,化工废水处理工艺的研究与发展主要涵盖传统工艺、生物处理、膜分离、高级氧化技术和集成工艺等方面。随着环境保护意识的增强和技术的发展,对于高效、安全、经济的废水处理工艺的需求越来越迫切。未来,化工废水处理工艺将继续改进和创新,以满足对于清洁水资源的需求,同时,还需要加强废水处理过程中的安全性和经济性的研究,以保障废水处理过程的稳定性和可持续性。

参考文献

- [1]张明鑫.化工废水处理工艺的优化研究[J].化工设计通讯,2021,47(03):105-106.
- [2]刘志平.高级氧化技术在化工废水处理中的应用研究[J].化工设计通讯,2021,47(01):97-98.
- [3]王浩.化工废水处理工艺的发展与趋势[J].科技创新与应用,2021,11(03):187-188.
- [4]李晓丹.高级氧化技术在化工废水处理中的应用[J].化工进展,2021,40(3):1099-1105.
- [5]李娜,王宇.基于物理化学法的化工废水处理工艺研究[J].环境科学导刊,2021,40(01):38-42.
- [6]张海燕.生物技术在化工废水处理中的应用及研究进展[J].应用技术学报,2021,21(01):65-70.