

电催化电极材料在有机废水处理中的应用

乔劲松

(吉林建筑科技学院能源与环境工程学院, 吉林 长春 130000)

摘要 电催化技术是一种非常有效的水处理技术, 它可以通过电化学方法将有机污染物转化为无害的物质。这种技术的关键在于电催化电极材料的选择和制备。在电化学氧化法中, 电极材料是一种重要的工艺。本文对金属、活性碳纤维、金属氧化物几种电极材料对有机废水的降解效果进行了综述, 并对电催化氧化技术在有机废水中的应用前景进行了预测, 以为相关研究人员提供参考。

关键词 有机废水; 电极材料; 造纸工业废水; 含酸污水; 电化学污水

中图分类号: TM2; X7

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)08-0058-03

近些年, 电催化氧化法已被广泛用于有机污水的处理。电催化氧化法对有机废水进行处理时, 主要是利用阳极高电位及催化活性, 来对水中的有机物进行直接降解, 或者是利用产生的羟基自由基等强氧化剂对水中的有机物进行降解。对废水进行处理的效果, 在很大程度上取决于电极的选择是否合理, 在电化学处理废水中, 电极材料主要包括了金属电极、活性炭纤维电极、金属氧化物电极等。

有机废水是指含有有机物质且不能直接排放的污水。它广泛存在于各种工业生产过程中, 如化工、制药、纺织、造纸、食品等。有机废水的排放会对环境和人类健康造成很大的威胁, 因此有必要对其进行有效的处理。有机废水的处理对于环保事业具有重要意义, 同时也是工业生产中不可或缺的一环^[1]。

1 电催化处理废水应用现状

1.1 造纸工业废水处理

本项目拟采用一层阳离子膜法从造纸黑液中提取碱, 1t 碱电耗约 3000kW·h, 在末端 pH9 的条件下, Na⁺ 的回收率达到 50%, 且阳极液中 Na⁺ 含量在 5000~7000mg/L 之间, 可直接循环使用。戴维等人建议将电催化法与传统的碱水循环体系联用, 以从稀黑液中制取碱水及木素。在杭州水厂, 采用聚乙烯异相阴阳离子膜对造纸黑液进行了处理, 并对其进行了碱洗, 在渗透室内 NaOH 含量为 8.87g/L 时, 碱洗回收率达到了 95%。

1.2 对含酸污水的治理

上海光明电镀车间在进行金属表面处理时, 会排

放出许多 pH 值 2~5 的酸性污水, 日排放量约 600m³。在原有的中和处理工艺中, 碱度较高的情况下, 改为电催化法, 水的回收率可达 90%, 基本上实现了循环利用, 污水的处理费用为 0.3kW·h/m³。

1.3 电化学污水治理

电镀废水中含有大量的锌、镉、镍、铜, 以及有毒的氰化物, 不仅浪费了大量的资源, 而且对环境也产生了严重的污染。采用电渗析法、离子交换法和电渗析法相结合的方法, 不仅可以回收废渣, 而且还可以降低废渣的污染。

1.4 制药工业废液的治理

制药企业生产过程中产生的废水不仅含有多种有机污染物, 而且还含有多种有价值的物质。目前, 我国对该类废水多采用离子交换树脂进行脱酸, 但在脱酸过程中难免会附着一些氨基酸, 当树脂再生时, 这些氨基酸又以废液形式排出, 造成了资源的极大浪费。利用电渗析法对制药企业生产的酸性氨基酸废水进行处理, 废水中的氨基酸、COD 去除率都达到了 80% 以上, 对低浓、浅淡的废水进行了一级处理后, 就可以达到排放要求, 并且在浓水中的氨基酸含量比新鲜水高出 20 多倍, 在此基础上, 浓水中的氨基酸含量可以达到其饱和水平^[2]。

1.5 对含硝基苯的废水进行治理

硝基苯是一种高毒性污染物, 在国家环保部门已列入 52 项重点治理对象。由于其具有致癌、突变和生育等多种毒性, 以及难以被生物降解等特点, 已被世

★基金项目: 本文系 2021 年吉林建筑科技学院中青年重点扶持科研项目“多孔二元自支撑电极电催化剂制备及其性能研究”(项目号: 校科字[2021]024ZQKJ)的研究成果。

界各国列为优先治理的环境污染物。

1.6 治理酚类废液

苯酚是一种重要的化工原料,在工业生产中得到了广泛的应用。酚类物质具有较高的毒性,并具有致癌、致畸、致突变等潜在毒性,一旦被其污染,必然会对生物的生长、繁殖造成严重的危害,对人体的食物、饮水等造成严重的影响,从而对人体的健康造成严重的威胁。娄红波等人采用废弃 1 号锂电池中的碳棒作为电极,以烧杯为电解池,采用不同的支撑电解质(Na_2SO_4)浓度,外加电压, pH 值,以及苯酚的初始浓度,在常温下,采用 HPLC 法对其进行了初步的实验,并对实验结果进行了对比分析,得出:在不同支撑电解质浓度, 5.5V 的负载电压, 8.0 的 pH 值下,最适宜的处理条件为:支撑电解质浓度,钠离子浓度为 20.0g/L,负载电压为 5.5V, pH 为 8.0。最后,初步讨论了苯酚的降解机制^[3]。

2 电催化电极材料的种类与特点

2.1 金属氧化物类电极材料

金属氧化物类电极材料是电催化技术中常用的一种类型,它主要由氧化铁、氧化铝、氧化钛等材料构成。这些金属氧化物材料具有化学惰性,优异的导电性和稳定性,能够有效地催化有机废水中的有机物质。

其中,氧化铁类电极材料是应用最为广泛的,其优点在于比较容易制备、成本低廉且表面易于改性。氧化铝类电极材料比氧化铁类电极材料具有更高的稳定性和耐酸碱性,其表面特性对于控制反应速率也显得更为重要。而氧化钛类电极材料则因为其高的电子传递速率和催化活性,被广泛用于 UV-Vis/ TiO_2 /氧化剂的一体化废水处理系统中。

2.2 碳基材料类电极材料

碳基材料是电催化电极材料中常用的一类材料,其特点主要包括以下几个方面。

1. 良好的导电性能。碳基材料由于具有良好的导电性能,能够提高催化活性,从而提高废水处理效率。

2. 特殊的化学性质。碳基材料通常具有一定的亲水性和亲油性,从而能够吸附和催化分解废水中的污染物质。

3. 特殊的表面性质。碳基材料的表面具有很大的比表面积和丰富的孔道结构,能够提供更多的活性位点,有利于分解废水中的有机物质。

4. 可以被再利用。与金属和半导体电极材料相比,碳基材料相对便宜,易于制备和加工,且可以再利用,

降低了处理成本。

针对碳基材料的优点,在电催化废水处理中大量得到了应用,其种类包括碳纤维、碳纳米管、石墨烯、活性炭等。这些碳基材料在电极表面形成电化学活性位点,通过电化学反应去除有机废水中的 COD、BOD 等有害物质。

3 电催化电极材料在有机废水处理中的应用

3.1 电催化电极材料的制备

电催化电极材料是一种通过电化学反应实现有机废水处理的重要材料,其制备过程具有重要的影响因素。本文从制备方法、材料选择等角度探讨了电催化电极材料的制备。

首先,电催化电极材料的制备方法主要包括物理方法、化学方法和生物方法等。其中,物理方法包括溅射法、沉积法、离子注入等,化学方法包括溶胶-凝胶法、化学气相沉积法等,生物方法则是利用微生物和植物等生物体产生的材料,如石墨烯等。

其次,电催化电极材料的选择应考虑其材料性质和反应机理。例如,选择活性位点多、表面积大的材料能显著提高反应速率和反应效果,而选择稳定性好、电导率高的材料能保证电化学反应的稳定性。

最后,电催化电极材料的制备过程中需注意条件控制和杂质消除等问题,以保证材料的纯度和活性。因此,从制备方法、材料选择和制备过程等方面对电催化电极材料进行优化和改进,对有机废水的处理具有重要的意义^[4]。

3.2 电催化电极材料的性能

电催化电极材料在有机废水处理中的应用主要依赖于其优异的性能。首先,电催化电极材料具有较大的比表面积,能够提供更多的活性中心,从而增强废水中有机物的降解效果。其次,电催化电极材料的表面具有较高的电化学活性,能够促进反应速率,加速有机污染物的降解过程。

3.3 电催化电极材料在有机废水处理中的应用研究进展

电催化电极材料是一种新型高效的处理技术。目前,研究人员已经开发出各类电催化电极材料,并取得了一定的研究进展。其中,以纳米材料为代表的电催化电极材料在有机废水处理中的应用最受关注。

研究表明,纳米材料具有非常优异的电催化反应性能。通过控制纳米材料的尺寸和形态,可以有效提高电催化反应的效率。另外,多种纳米材料的复合也

可以进一步提高电催化反应的效率和稳定性。

在实际应用中,电催化电极材料的选择应该根据具体情况进行综合考虑。比如,在处理高浓度有机废水时,可以选择具有高比表面积的纳米材料,以提高处理效率。而在处理低浓度有机废水时,可以选择具有高稳定性和抗污染性的材料,确保长期稳定的处理效果。

4 电催化技术在有机废水处理中的应用前景

4.1 电催化电极材料的优化

本文中提到的电催化电极材料是整个电催化技术的核心部分,其性能直接影响电催化反应的效率和稳定性。因此,对于电催化技术的未来发展来说,电极材料的优化是一个非常重要的方向。

目前已经有很多研究致力于电极材料的开发和性能改进。

一方面,通过调配和改变电极材料的化学成分和结构,可以使其更适合特定的有机废水处理场景,同时提高电催化反应的效率和稳定性。

另一方面,新型的纳米材料、复合材料和多功能材料的研发也为电极材料的性能提升提供了新的思路 and 空间。

未来,我们可以预见到,更多的优秀电极材料将被引入有机废水处理领域,并且它们的性能将不断得到提升和改进。同时,随着电催化技术的深入发展,应用场景将变得更加广泛,有机废水处理效率将得到更大的提高。

4.2 电催化技术与其他处理技术的集成研究

将电催化技术与其他处理技术集成研究是未来电催化技术在有机废水处理中的重要发展方向。传统的有机废水处理方法往往存在处理效率低、能耗高等问题,而集成电催化技术可以弥补这些缺陷。例如电化学氧化和生物处理是常见的有机废水处理方法,将它们与电催化技术相结合可以在提高处理效率的同时节省大量能源。此外,电催化技术集成其他处理技术还可以解决不同类型有机废水处理中的应用难题。比如,集成电催化技术和膜技术可以在高盐度有机废水的处理中提供优异的效果^[5]。

4.3 电催化技术在有机废水处理中的应用前景和挑战

在未来,电催化技术将会越来越广泛地应用于有机废水处理中。相比传统的处理方法,电催化技术具有更高的效率和更低的成本,尤其在微污染物的去除

方面表现更加突出。此外,电催化技术还具有良好的适应性,可以应用于不同种类、不同浓度和不同 pH 的有机废水处理。

然而,电催化技术在应用中也存在一些挑战。首先,电催化电极材料的研究仍需进一步深入。其次,电催化技术应用于实际生产中,需要考虑设备的可靠性和稳定性。此外,电催化技术的应用仍需要与其他处理技术进行集成,以提高处理效率和降低成本。

未来,我们可以通过以下途径来进一步推广电催化技术在有机废水处理中的应用。首先,开展更深入的研究,以提高电催化电极材料的性能;其次,加强电催化技术与其他处理技术的集成研究,以进一步提高处理效率和降低成本;最后,将电催化技术应用于实际生产中,并积极开展技术推广和应用示范。

5 结语

电催化高级氧化是一种新型的水处理技术,其氧化能力强,无选择性,反应彻底,不产生二次污染,可连续运行,节省空间,在处理高浓度难降解有机废水方面有着重要的应用前景。因此,针对纸浆废水组分复杂、污染物浓度高且难以处理的问题,提出了一种新型的电催化高级氧化技术。然而,该技术的产业化应用仍面临着许多问题,例如,所需的设备条件、催化剂的循环利用等。所以,在我国,积极地进行高级氧化技术的研究与应用,这不仅对解决我国高浓度难降解有机废水生化处理效果差和出水水质不达标等问题有着重要的现实意义,还对发展我国环保行业的高新技术有着更为深刻的意义。

参考文献:

- [1] 刘南,刘淼,焦昕倩,等.Ti/PbO₂-La 电极处理硝基苯废水[J].高等学校化学学报,2011,32(06):1266-1271.
- [2] WANG Xuan,HUANG Wei-min,LI Hui-ting,et al. Comparison Between Performances of PbO₂ and F⁻-doped PbO₂ Anodes for Electrochemical Degradation of Aniline[J]. The study of institutions of higher learning chemistry:English version,2010(06):991-995.
- [3] 丁徐红,杨丽琴,朱成定.不锈钢基 PbO₂ 电极电催化氧化降解甲基橙性能的研究[J].化学工程师,2009(11):36-38,58.
- [4] 杨岩,张建民.PbO₂ 和掺杂的 Fe-PbO₂ 电极的制备及电催化性能研究[J].环境工程学报,2009(10):1893-1896.
- [5] 王莹茹,王莉.不同电极材料处理蒽醌蓝染料废水的比较[J].武汉工程大学学报,2009(09):31-34.