

生物质电厂底渣对微污染原水处理效果的影响研究

周海燕

北控中科成环保集团有限公司 四川成都 610000

摘要: 随着工业化进程的加快,水环境污染日趋严重,特别是对微污染原水的治理,已成为水资源管理中的一项重要任务。传统水处理技术存在着投资高、效率低等缺点,迫切需要开发新的处理材料与方法。生物质电厂作为可再生能源的重要组成部分,其底渣富含有机物、矿物质,吸附性能好、化学稳定性好等特征。因此,研究生物质电厂底渣处理微污染原水,不仅有利于推动底渣资源化,而且对提高水处理工艺的经济性与实用性具有重要意义。在此背景下,本文概述了生物质电厂底渣的特性,列出了微污染原水的处理方法,探究了生物质电厂底渣作为吸附剂的应用,分析了影响因素,对环境与经济影响进行了评价,最后归纳全文并提出展望,旨在为环保技术处理领域的相关从业人员提供书面参考。

关键词: 生物质电厂;底渣;微污染原水;处理效果

目前,微污染原水的处理越来越受到人们的重视。随着工业化和城镇化进程的不断推进,水环境污染日趋严重,其中微量污染物不仅影响水质,而且危害生态环境与人体健康。因此,研究高效的处理微污染原水处理技术,对于提高水资源利用率,实现可持续发展具有重要意义。生物质电厂废渣由于含有丰富的有机物,对重金属离子具有较好的吸附性能,是一种新型的处理材料。用底渣处理微污染原水,既可降低处理费用,又可有效地脱除水中污染物,提高水质。预期通过应用底渣,有望实现高效经济的污水处理,为处理微污染水提供一条切实可行的途径,该方法不仅满足了社会对洁净水的需求,而且为生物质资源的可持续利用开辟了新方向,具有显著的经济和环境效益。

一、生物质电厂底渣的特性

(一) 底渣的来源及成分

生物质电厂灰渣主要来源于生物质原料的燃烧。生物质的种类很多,有农作物秸秆、木屑、树皮及果壳等。由于原料组成及含水量的差异,对燃烧过程中物料的变化及底渣特性有直接影响。如纤维素、木质素含量高的原料,其燃烧可产生较高的灰分,而含油量高的生物质则可生成较少的固体残渣。生物质原料在燃烧过程中要经历热解、燃烧、灰化等复杂过程。热解阶段,生物质在高温条件下发生裂解,释放挥发性气体。在此过程中,挥发性物质与空气混合燃烧,释放热量,未燃固体组分转化为以矿物及未完全燃烧有机物为主的底渣。底渣中

含有Si、Al、Ca、Mg、Fe等元素,其组成与性质受原料类型、燃烧温度及时间等影响。掌握底渣的来源和组成,是优化生物质电厂运行、底渣资源化利用的关键。

(二) 底渣的物理化学特性

生物质电厂底渣的理化性质,是评价其环境效应及资源利用潜力的重要指标。首先,底渣的粒度分布是影响底渣性能的重要因素。底渣粒径大小对其在土壤中的分布及保水性能有重要影响。颗粒越小,比表面积越大,越容易与土壤或其他材料发生相互作用。其次,底渣的吸附性能与其改良土壤、去除污染物的潜能密切相关。底渣富含有机物及矿物质,对重金属离子有较强的吸附能力,可有效吸附重金属及有机污染物,降低其生物有效性,减轻环境负担。另外,pH值和电导率也能反映出底渣的化学性质。pH值是影响植物生长及微生物活性的重要因素,适宜的pH值范围有利于营养物质的高效释放;但电导率与底渣中盐含量有关,过高会抑制植物的生长^[1]。

二、微污染原水的处理方法

(一) 传统水处理技术概述

微污染原水处理对于保障水质安全、保护生态环境具有重要意义。传统的污水处理工艺有物理法、化学法、生物法三大类。物理法主要是利用物理方法来去除水体中的悬浮物和颗粒物质,该方法简单易行,对大多数水源进行预处理是可行的;化学法是通过化学反应来去除污染物的,对微生物及有机物质的去除效果较好,但可

能会带来新的化学残留，需进行后续处理；生物法是利用微生物代谢过程对水体中有机污染物进行降解，适用于低浓度有机污染物的处理。常用的生物处理工艺有活性污泥法、生物膜法等。表一清晰地展示了三种方法的效率。传统水处理技术各有其优缺点，在实际应用时应根据水质特性及处理要求综合选用。

表一 传统水处理技术效率比较表

处理方法	去除率 (%)	优点	缺点
物理法	60-90	操作简单，成本低	不能去除溶解性污染物
化学法	70-95	去除效果显著	可能引入化学残留物
生物法	80-99	适合长期处理和低浓度污染	处理速度较慢，需维护

(二) 新兴水处理技术

微污染原水的新兴处理技术主要有吸附法、膜分离法等多种技术，这些方法均能有效地去除水体中的微量污染物，已成为当前水处理领域的研究热点。吸附法是利用固体材料的表面性质，吸附水中的污染物，从而达到去除污染物的目的。常用的吸附剂有活性炭、改性沸石及树脂等。这类材料不仅具有高比表面积，而且对特定污染物具有选择性吸附作用。例如，改性活性炭对水体中的重金属离子及有机污染物具有较好的去除效果，是一种经济实用的方法。膜分离法利用半透膜的选择透过性，将水中的污染物从清水中分离出来。该技术集超滤、纳滤、反渗透于一体，可有效去除水中悬浮物、细菌、病毒及小分子有机污染物等多种污染物，是一种极具应用前景的新技术。膜分离技术具有操作简便、能耗低、处理效率高等优点，适于规模化生产。面对日益严峻的微污染问题，吸附-膜分离法联合处理技术是未来水处理技术发展的重要方向^[2]。

三、生物质电厂底渣作为吸附剂的应用

(一) 吸附原理

生物质电厂底渣具有优异的物化性能，是处理微污染原水的理想吸附剂。底渣具有多孔结构，比表面大，对水体中的污染物具有很好的吸附能力，通过物理吸附与化学吸附双重功能，可有效去除水体中的悬浮物、重金属离子及有机污染物。首先，底渣具有丰富的孔结构，有利于污染物在底渣中的吸附位点，从而提高对水体中杂质的捕获能力。研究表明，底渣对铅、镉等重金属离子具有很强的吸附性能，由于底渣表面官能团可与金属离子发生络合作用，从而提高了对金属离子的去除效果

^[3]。其次，底渣的化学组成、表面性质决定了底渣在处理有机污染物上的应用前景。底渣中纤维素、木质素等活性组分可通过氢键或范德华力与有机污染物发生作用，实现高效去除。生物质电厂底渣具有来源广、成本低、去除效果好等优点，是一项可持续发展的水处理技术。

(二) 实验设计

本项目拟以生物质电厂底渣为研究对象，对其用于处理微污染原水的性能进行评价。首先，将底渣收集并干燥，然后将其粉碎、筛分，得到粒径在0.5-2.0mm之间的均匀颗粒。以重金属（铅、镉）、农药残留及染料等微污染物作为目标污染物，研究重金属离子（Pb、Cd）、农药残留及染料等典型污染物。采用批量吸附试验，在预处理后的底渣中加入一定浓度的污染物，设定不同的初始污染物浓度及接触时间。定期采样，采用分光光度法或原子吸收光谱法对污染物进行去除。采用Langmuir、Freundlich等温吸附模型拟合出底渣的最大吸附量及其适应性。同时，通过与传统吸附剂（如活性炭等）的对比，分析该技术在处理水领域的实际应用前景，探讨生物质电厂底渣用于环境治理的可行性和经济性。

(三) 结果分析

在本实验中，通过对生物质电厂底渣的吸附特性进行系统研究，取得了一系列有意义的成果。首先，底渣对铅、镉的吸附效率达到90%以上，表现出优异的重金属去除效果。通过不同初始浓度下的吸附试验，得出底渣在初始浓度为50 mg/L的条件下，在120分钟内吸附量最大。其次，底渣具有较好的吸附性能，对部分有机染料去除率达到95%以上，显示了其广泛应用前景。通过对Langmuir、Freundlich等温吸附模型的拟合，发现底渣的吸附特征与Freundlich模型更为接近，表明底渣具有明显的多级吸附特性。研究结果进一步证实了多孔碳材料复杂的孔道结构与表面化学性质在吸附容量提升中的重要作用。底渣具有比活性炭等传统吸附剂更经济、更高效的特点，是一种极具应用前景的微污染原水处理技术，值得进一步推广和应用^[4]。

四、影响因素分析

(一) pH值影响

在生物质电厂底渣处理微污染原水的过程中，pH值是影响处理效果的一个重要因素。研究表明：底渣在不同pH值条件下，吸附性能有较大差异，低pH值可提高水体中氢离子浓度，促进重金属离子溶出，使水相中重金属离子浓度增高，影响底渣吸附性能。中性或碱性条

件下,底渣表面负电荷增多,有利于重金属离子、有机物等正电污染物的吸附,提高处理效果。pH值也会导致底渣的比表面积、孔结构等理化性质发生变化。在酸性条件下,底渣表面可形成更多活性位点,强化其与污染物的作用。因此,在实际应用中,适当调整pH值,可显著提高底渣对水中微量污染物的去除效果。

(二) 温度与接触时间

生物质电厂底渣处理微污染原水时,温度和接触时间对其影响较大。从温度上看,底渣的反应性随温度升高而增强,一般可提高吸附率及吸附容量。这主要是由于高温可以加快分子的运动速度,加速污染物在底渣表面的碰撞,从而提高吸附效率。但过高温度会引起底渣结构破坏,影响其长期服役稳定性。因此,在实际应用过程中,必须找到一种能够有效去除污染物的最佳温度区间。此外,接触的时间也很关键。一般情况下,底渣对微量污染物的吸附随接触时间的增加而增大直至饱和。如果接触时间不够长,污染物可能不能与底渣充分接触,从而降低处理效率,需要合理设定接触时间,有效保证底渣的吸附性能。

(三) 共存离子干扰

底渣的吸附性能除受其本身理化性质的影响外,还受水中其他离子的影响。如Na、Ca、Mg等离子的存在,会对底渣和污染物的吸附位进行竞争,从而降低对污染物的去除效果。另外,一些共存离子可能会与污染物发生反应,形成络合物或沉淀,从而影响底渣的处理效果。因此,在生物质电厂水处理系统设计过程中,必须充分考虑水质的复杂性,尤其是水中共存离子的分析与监控。进一步研究表明,通过对底渣预处理工艺的优化和操作条件的调整,可有效地减少共存离子的干扰,如通过酸洗、热处理等手段改善底渣表面性质,可提高底渣对某些污染物的亲和性,并将物理化学相结合,可有效提高底渣综合处理性能,达到高效净化水质的目的。

五、环境与经济影响评价

生物质电厂底渣处理微污染原水,不仅环保,而且经济上可行。从环保角度看,底渣可有效吸附水体中的污染物,减少化学需氧量(COD)、N、P含量,改善水质,

保护生态环境。底渣用于水处理还可以减少废物的堆放与焚烧,减少土地资源的使用,降低大气污染排放量,体现资源循环利用。从经济上讲,底渣来源广、成本低,用底渣处理原水的总体投资较少。从成本-效益比的角度来看,这种方法不仅可以节约处理费用,而且可以改善水质,提高水资源的利用率,降低水污染带来的经济损失。底渣处理工艺较常规水处理工艺具有设备投资少、操作费用低等优点,具有较高的经济效益。从可持续发展的观点出发,生物质电厂底渣的资源化利用将成为解决这一问题的有效途径。因此,应用生物质电厂底渣处理微污染原水,不仅可以实现资源的循环利用,而且可以减少对环境的污染,有效满足当前水处理的需求,促进我国生态文明建设的可持续发展。

六、结论与展望

综上所述,生物质电厂底渣是一种对微污染原水具有较好处理效果的新型水处理材料,其有机物含量高、吸附性能好,在去除水中污染物方面具有明显的优势。本文系统地研究了底渣的特性、处理方法以及应用效果,为实现微污染水体的高效治理提供了新思路。今后,应加大底渣应用试验力度,强化机理研究,进一步验证该技术的有效性和经济性,为实现水资源可持续利用奠定更坚实的基础。

参考文献

- [1] 阳子杰,陶红,李飞鹏,俞海祥,谢思雨,贾玉宝.生物质电厂底渣对微污染原水处理效果的影响[J].净水技术,2024,43(05):166-175.
- [2] 罗宏伟,熊顺华,汪勇,黄皓,谢兆军,陈伟.某水厂微污染原水处理工程设计及运行分析[J].净水技术,2023,42(11):173-181.
- [3] 王源,刘丹阳,仲丽娟.致密型纳滤膜用于微污染地表水深度处理的中试研究[J].给水排水,2023,59(01):7-15.
- [4] 王辉文,宋尊剑.臭氧-生物活性炭工艺在低温有机微污染原水深度处理中的应用[J].工业用水与废水,2022,53(04):76-79.