

城镇生活污水处理绿色技术及其研究进展

杨佳璐

乌兰察布市市政公用事业服务中心 内蒙古乌兰察布 012000

摘要: 随着城市化的进程,城镇生活污水处理成为一项迫切的环境问题。传统的污水处理方法存在一些局限性,例如高能耗、化学物质使用和副产物产生等。绿色技术作为一种可持续的污水处理方法应运而生,并逐渐受到研究者和决策者的关注。鉴于此,本文对城镇生活污水处理绿色技术展开深入研究,以期为我国当前的城镇污染管理政策提供参考价值。

关键词: 城镇; 污水处理; 绿色技术; 策略

引言

随着城镇化的快速发展和环保意识的提升,城镇生活污水处理已成为公众健康和环境保护的一项重大挑战,绿色技术在此背景下应运而生,旨在为传统污水处理方法提供高效、可持续且环境友好的替代方案。近年来,科研工作者在生物处理、能源回收及污水资源化等领域取得了显著进展,这些创新技术不仅提升了污水处理效率,减少了环境影响,还带来了额外的经济效益,为城镇水环境管理开辟了新的途径。

1. 绿色技术的种类

1.1 植物湿地处理技术

植物湿地处理技术是一种仿自然净化机制的绿色技术,它通过模拟自然湿地的过滤和净化功能来治理污水。这项技术依靠特定植物在水土界面上形成的根系,以及与之相互作用的微生物群落,共同在湿地系统中去除污水中的有机物、氮、磷和重金属等污染物。植物通过吸收利用污水中的养分进行生长,而根系及其分泌物则为微生物提供了良好的栖息环境,进而通过微生物的代谢作用实现进一步的污水净化。与传统的化学和机械处理方法相比,植物湿地处理技术具有能耗低、运行成本低、操作简便和维护费用低等优点,并且该技术的应用还能带来景观效益,为野生动植物提供栖息地,从而提升生物多样性。它因具备环境友好性和经济可行性而成为城镇及农村地区广泛推广和应用的污水处理手段之一。

1.2 活性污泥技术

活性污泥技术是一种广泛应用于城镇污水处理厂的高效生物处理方法,它依赖于微生物群体——主要是细菌——在控

制好的环境条件下,通过摄取污水中的有机物质来生长和繁殖的原理进行污水净化。在这个过程中,污水中的溶解性和悬浮性有机污染物被微生物转化为细胞质、二氧化碳和水,而氮和磷等营养盐也可以通过微生物的代谢作用得到移除或转化。荟萃在反应器内的活性污泥集合了大量的微生物,形成一种粘稠的污泥泥饼,并在反应器内形成固液分离后沉降下来,使得清洁的水得以分离出来排放或进一步处理。该技术具有处理效果好、适应性强和控制灵活度高等优点,能够有效应对日益增加的污水处理需求,但也需注意污泥产量较高,对污泥的后续处理和处置提出了新的挑战。

1.3 藻类处理技术

藻类处理技术是一种生物废水处理方式,它利用藻类在光合作用过程中对营养盐如氮、磷的高效吸收能力以及对有机物的降解作用来处理污水。在这种技术中,藻类被投放到污水中,在适宜的光照和温度条件下,藻类可以迅速繁殖并吸收水中的污染物。同时,藻类的光合作用还能够释放氧气,为污水中的好氧微生物活动提供必要的氧化条件,这些微生物进一步降解有机物,从而净化水质。藻类处理技术不仅成本低廉、操作简便,同时产生的生物量还可作为生物燃料或肥料进行资源化利用。但这种技术也有局限性,如对光照有一定的要求,且处理过程中可能会有藻类二次污染的风险,因此在实际应用中需要对其进行严格的控制和管理。

1.4 膜技术

膜技术是一种先进的分离技术,它通过使用物理屏障——即半透膜——来实现对液体中不同组分的分离。这种技术依赖于不同物质通过膜的透过性差异,将所需分离的物质截留在膜的一侧,而允许其他物质通过。膜技术在水处理

和废水净化领域有着广泛的应用，包括反渗透（RO）、纳滤（NF）、超滤（UF）和微滤（MF）等不同类型的膜过程，它们各自适合于去除不同大小的污染物，如溶解盐、有机物、悬浮颗粒等。膜技术的主要优点是高效、能耗低、占地少，且可以定制化设计来满足特定的分离要求。然而这项技术也面临诸如膜面污染和堵塞、膜寿命和更换成本较高等挑战，需要通过技术创新和优化管理以提升其长期运行的经济性和可靠性。

1.5 反硝化除磷技术

反硝化除磷技术是一种集合了氮、磷污染物去除的污水处理方法，旨在同时解决富营养化问题的关键因素。在这一过程中，特定条件下的微生物首先将污水中的氨氮转化为亚硝酸盐或硝酸盐，接着通过厌氧条件下的反硝化作用，将这些亚硝酸盐或硝酸盐还原成氮气，从而除去氮。与此同时，在缺氧或厌氧条件下，特定的除磷微生物群体能够吸收并积累水体中的磷，然后通过微生物的聚集和沉降将磷以污泥的形式从系统中去除。该技术不需要化学添加剂，通过调控污水处理系统中的环境因素，如溶解氧水平、碳源供给和流程设计，就能高效地同时去除水中的氮和磷。然而，这需要对反硝化除磷过程的动态和微生物群落有深入的了解和精确的控制，以保证处理效果的稳定性和可靠性。

2. 城镇生活污水处理绿色技术的应用案例

2.1 植物湿地处理技术在城市规划中的应用

植物湿地处理技术在城市规划中被应用作为一种生态友好的、可持续的污水处理解决方案，它结合了自然湿地的净化特性和工程控制方法来处理城市雨水径流和生活污水。在城市环境中，通过设计和构建人工湿地，这项技术不仅能够有效地去除水中的有机物、氮、磷等污染物，而且提供了生物多样性的栖息地，增加了绿色空间，改善了城市景观，同时还能起到调节城市气候、减少洪水风险的作用。在城市规划中，植物湿地的引入作为绿色基础设施的一部分，与传统的硬质基础设施相结合，可以形成更加灵活、韧性强的城市水管理系统，在提高城市环境质量的同时，也提升了居民的生活质量。然而，实际应用中需要精心设计和维护以适应不同的城市环境和确保长期有效运行。

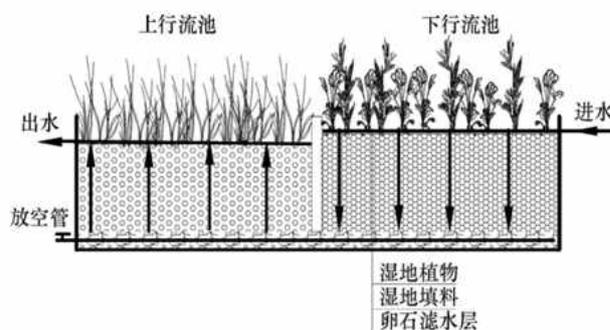


图 1 人工湿地污水处理方法

2.2 活性污泥技术的工程实践和效果评估

活性污泥技术是污水处理领域中的一种成熟技术，它通过利用微生物群落对污水中的有机物质进行分解，实现污水净化的目的。在工程实践中，活性污泥工艺通常涉及到污水经过预处理后进入曝气池，让微生物在充足的氧气供给下繁殖并降解污水中的污染物，随后在沉淀池中将污泥与处理过的清水分离，清水排放或进一步处理，而污泥则部分回流到曝气池维持微生物的活性，剩余污泥则需妥善处理。效果评估方面，主要通过监测出水水质（如化学需氧量、氨氮、总氮、总磷等指标）以及系统运行参数（如污泥沉降性、污泥指数等）来衡量处理效果与运行稳定性。活性污泥技术能够高效去除各种污染物质，适应性强，是当前市政和工业废水处理的常用技术之一，但同时也需考虑其运行成本和对污泥的后续处理等问题。

2.3 藻类处理技术在城镇生活污水处理中的潜力

藻类处理技术在城镇生活污水处理中具有显著的潜力，这得益于其独特的工作机制。藻类通过光合作用能够利用污水中的营养物质，如氮和磷，以及一些有机物作为生长所需的营养源，从而有助于减少这些物质在排放过程中对自然水体的污染负担。此外，藻类的生长还可以产生大量的生物质，这些生物质在收集后可以转化为生物燃料或者其他有价值的生物制品，实现资源的回收利用。同时，藻类培养过程中释放氧气可以为水体提供更多的溶解氧，有助于增强水体的自净能力。藻类处理技术相比传统的污水处理方法具有较低的能耗和运行成本，且可以作为一种绿色技术减少温室气体的排放。然而，它也面临一些挑战，例如对光照条件的依赖，收集和大量藻类生物质的难度，以及对操作条件的控制要求较高。但随着生物技术和工程技术的发展，藻类处理技

术正逐渐克服这些难题，成为城镇生活污水处理领域一种具有未来发展前景的技术。

3. 绿色技术的优势和挑战

3.1 低能耗和环境友好性的优势

绿色技术的优势主要体现在其低能耗和环境友好性上，这两大特征反映了技术发展与生态可持续性相融合的理念。低能耗意味着在生产和操作过程中，这些技术需要更少的能源投入，从而减少了化石燃料的消耗以及由此产生的温室气体排放，有助于缓解气候变化问题。同时，环境友好性表现在该技术在使用过程中对周围环境的负面影响极小，不仅减少了污染物的产生，还常常通过资源的回收和循环利用进一步增加了生态效益。然而，绿色技术同时面临诸多挑战，包括高初始投资成本、技术研发和推广过程中的经济可行性问题，以及需要普及的环境意识和相关政策的支持等。尽管如此，随着环境保护意识的增强和技术的不断进步，绿色技术的优势正逐渐克服这些挑战，展现出越来越重要的角色。

3.2 技术成熟度和规模应用的挑战

技术成熟度与规模应用在新兴绿色技术的发展中面临重要挑战，因为只有当技术发展到一定的成熟阶段时，它才能被广泛地推广和应用。技术成熟度不足往往意味着存在技术可靠性、性能一致性以及经过实践验证的解决方案不足，这可能会导致规模化应用中的技术故障和性能波动，从而阻碍其商业化进程与市场接受度。为了提升技术成熟度，需要持续的研发投入、长期的实地测试以及不断的迭代改进，这既需要时间又需要资金。此外，影响规模应用的还有制度和市场因素，例如缺少有利政策支持、资本市场资金来源的限制以及目标市场需求未被充分激发等问题，它们共同构成了绿色技术从实验室到日常生活的转化过程中的诸多阻力。因此，提升技术成熟度并解决规模应用的挑战，不仅需要技术创新本身，还需要一个包含政策、资金、教育和市场等多方面因素的综合性支持体系。

3.3 经济可行性和政策支持的重要性

经济可行性和政策支持对于绿色技术的成功推广至关重要，因为它们是确保这些技术不仅环境可持续，同时也商业可持续的关键因素。经济可行性确保了绿色技术的投资者和用户能够获得合理的回报或成本效益，这是吸引私人资本和鼓励公众采纳绿色技术的重要激励。无论是通过降低运营成本、提升资源效率，还是通过长期节约能源消耗，经济可行性的提高可以显著推动技术的市场渗透。政策支持则是构建有利于绿色技术发展的外部环境的手段，包括但不限于财政补贴、税收优惠、制定环保标准和引导市场需求等策略。政府和相关机构通过制定和执行支持性政策，可以降低创新风险、提高投资的吸引力，并有助于创建一个平等竞争的市场环境，从而加速绿色技术从概念到商业化的转化过程。简而言之，经济可行性和政策支持是绿色技术能否实现广泛应用和产生真正环境改变的双重保障。

4. 结束语

综上所述，城镇生活污水处理领域的绿色技术，焦点在于开发既高效又节能的处理方法，如采用生物膜技术、构建人工湿地和微藻处理系统等。这些技术通过模拟和增强自然净化过程，不仅提高了污水处理的效率和可持续性，而且有助于资源的回收和再利用，如从污水中回收水、能源和营养物质。尽管这些技术展现了巨大潜力，但在推广应用时仍面临成本、公众接受度及管理运营上的挑战，需要持续的研发和政策支持以优化技术并确保经济实用。

参考文献

- [1] 顾晓华. 农村生活污水绿色处理技术研究 [J]. 资源节约与环保, 2019,(11):73.
- [2] 王志伟. 膜法污水处理技术的绿色低碳化发展思考 [J]. 给水排水, 2022,58(07):1-10.

作者简介:

杨佳璐 (1987-01)，女，汉族，内蒙古自治区乌兰察布市人，研究生学历，研究方向：市政工程。