

净水厂深度处理工艺选择和比较研究

孙玉纯 徐雅迪

长江勘测规划设计研究有限责任公司 湖北 武汉 430010

摘要: 本文旨在探讨净水厂深度处理工艺的各种选择,并对其进行比较分析。净水厂深度处理工艺常见的深度处理方法包括活性炭吸附、膜分离法、紫外线消毒、臭氧氧化及生物活性炭过滤法等。在选择合适的工艺时需考虑水源水质、处理目标、投资预算、操作管理难度及环境友好性等多种因素,并对比这些方法在处理效果、成本、可持续性等方面的差异,比较了不同深度处理工艺的优缺点及适用情况。对于特定的水源和处理要求,需考虑多种因素选择最佳深度处理工艺,并进行综合优化。

关键词: 净水厂; 深度处理工艺; 选择; 比较

引言

净水厂深度处理工艺主要包括活性炭吸附、膜分离法、紫外线消毒、臭氧氧化及生物活性炭过滤等方法,其中膜分离法又根据过滤膜孔径不同,分为微滤、超滤、纳滤和反渗透工艺。这些方法可以根据原水水质和出水要求进行选择和组合,实现对水的高效处理,保证供水安全。在未来的发展中,净水厂深度处理工艺将更加注重节能、环保、高效和智能化,为人们提供更加优质的饮用水。因此,选择合适的深度处理工艺变得越发重要。

1 净水厂深度处理工艺选择因素分析

净水厂的深度处理工艺是水处理工程中的关键步骤,其选择因素直接影响到净水效果和运行成本。决定其工艺的主要因素主要有:(1)水源水质。水源水质是影响净水厂深度处理工艺选择的重要因素。不同的水源水质特点决定了处理工艺的选择。例如,地下水中含有较高的铁、锰等矿物质,需要进行除铁、锰处理;地表水中含有较多的悬浮物、藻类等,需要进行混凝、沉淀等处理。因此,在选择深度处理工艺时,应充分了解水源水质特点,选择合适的处理工艺。(2)处理目标。净水厂的处理目标是保障供水安全、提高水质、降低运行成本。不同的处理目标对应不同的处理工艺。例如,如果目标是保障供水安全,那么应选择能有效去除水中有毒有害物质的深度处理工艺;如果目标是降低运行成本,那么应选择能耗低、维护简便的处理工艺。因此,在选择深度处理工艺时,应根据处理目标进行合理选择^[1]。(3)投资预算。净水厂的建设投资预算是影响深度处理工艺选择的重要因素。不同的处理工艺具有不同的设备投资、运行成本和维护费用。在满足处理目标的前提下,应充分考虑投资预算,选择性价比较高的处理工艺。此外,还应考虑未来的发展趋势,预

留一定的投资空间,以适应新技术、新设备的更新换代。

(4)操作管理难度。净水厂深度处理工艺的操作管理难度也是影响选择的因素之一。一般来说,操作管理难度较低的处理工艺具有较低的人工成本和维护成本,有利于降低运行成本。因此,在选择深度处理工艺时,应充分考虑操作管理难度,选择适合自身条件的解决方案。(5)环境友好性。在选择净水厂深度处理工艺时,还应充分考虑环境友好性。一些处理工艺在去除水中有害物质的同时,可能产生二次污染,对环境造成影响。因此,在选择深度处理工艺时,应选择环境友好性较好的技术,减少对环境的负面影响。

2 净水厂深度处理工艺比较研究

本文将就目前市场上常见的几种净水厂深度处理工艺进行比较研究,以期对净水厂的设计和运行提供参考。

2.1 活性炭吸附法

活性炭吸附法是一种广泛应用的水处理方法,其主要原理是利用活性炭的高比表面积和良好的吸附性能,有效地去除水中的有机物、胶体、微生物等污染物。这种方法在水处理、空气净化、有毒物质去除等领域有着广泛的应用。活性炭是一种具有高度孔隙率和多孔结构的碳材料,其比表面积可以达到每克数千平方米,这使得活性炭具有极强的吸附能力。活性炭的吸附性能主要取决于其孔隙结构、表面性质和所处环境条件。在水处理方法中,活性炭通过物理吸附作用,将水中的有机污染物、胶体、微生物等有害物质吸附在其孔隙中,从而达到净化水质的目的。活性炭吸附法在处理过程中,可以有效地去除水中的色、味、臭、余氯等物质。例如,在饮用水处理中,活性炭可以去除水中的色、味、臭等感官性污染物,提高饮用水的口感和品质;在工业废水处理中,活性炭可以去除废水中的有机物、重金属离子等有害物质,降低废水的污染

程度；在生活污水处理中，活性炭可以去除污水中的有机物、悬浮物等污染物，改善水质。然而，活性炭吸附法在处理过程中可能会产生细菌滋生的问题。由于活性炭具有较强的吸附能力，当水中的有机污染物被吸附到活性炭表面时，可能会为细菌提供营养来源，导致细菌繁殖。因此，在使用活性炭吸附法处理水时，需要定期更换活性炭，以减少细菌滋生的风险。此外，还可以通过调节处理条件（如温度、pH值等），优化活性炭的吸附性能，提高处理效果。

2.2 膜分离法

膜分离法是一种先进的水处理技术，其主要原理是利用膜的选择性通透性，通过物理或化学方法将水中的污染物从水体中分离出来，从而达到净化水质的目的。膜分离法广泛应用于各种水处理领域，如饮用水、工业用水、污水处理等。膜分离工艺主要包括微滤、超滤、纳滤和反渗透。微滤是一种以微孔膜为基础的过滤技术，主要用于去除水中的悬浮物、胶体颗粒、细菌和病毒等微生物。超滤是一种介于微滤和反渗透之间的过滤技术，可以有效去除水中的浊度、色度、有机物、细菌和病毒等污染物。超滤和微滤是两种常见的膜分离技术，主要用于截留水中的悬浮物、胶体、大分子有机物等污染物。超滤和微滤具有操作简便、设备占地面积小、出水率高等优点。在净水厂中，超滤和微滤可以作为深度处理工艺的预处理方法，提高后续处理工艺的处理效果。纳滤是一种以纳米级孔径膜为基础的过滤技术，主要用于去除水中的硬度、溶解性盐类、有机物等污染物。反渗透是一种以半透膜为基础的过滤技术，去除水中的悬浮物、胶体、微生物等污染物，主要用于海水淡化、高纯水制备等领域。膜分离法具有以下优点：

- （1）处理效果好：膜分离法可以有效去除水中的各种污染物，使水质达到国家规定的排放标准或使用要求。
- （2）设备占地面积小：与传统的沉淀、澄清等水处理工艺相比，膜分离法设备占地面积较小，节省了土地资源。
- （3）运行成本低：膜分离法不需要投加药剂，只需对进水进行预处理，降低了运行成本。此外，膜污染也是膜分离法面临的一个主要问题。为防止膜污染，需要定期对膜组件进行清洗和更换，增加了运行维护成本^[2]。

2.3 紫外线消毒法

紫外线消毒法是一种先进的水处理方法，它利用紫外线的照射来杀死水中的细菌、病毒等微生物，从而达到消毒的目的。这种方法具有杀菌速度快、操作简便、无二次污染等优点，因此在水处理领域得到了广泛的应用。紫外线消毒法的原理是利用紫外线的辐射能量破坏

微生物的DNA结构，使其无法正常复制和繁殖，从而达到杀菌的效果。这种消毒方法不需要添加任何化学物质，因此不会产生任何化学残留物，也不会对水质造成二次污染。然而，尽管紫外线消毒法具有许多优点，但它也有一些局限性。首先，紫外线消毒法对水质的要求较高。如果水质中含有过多的有机污染物或低分子量有机化合物，这些物质会吸收紫外线的能量，从而降低紫外线的穿透力，影响消毒效果。此外，紫外线消毒法也无法有效去除水中的一些无机污染物，如重金属离子、硫酸盐等。为了克服这些局限性，人们正在研究新的紫外线消毒技术。例如，通过改变紫外线的波长或使用多波长的紫外线光源，可以提高消毒效果；通过增加紫外线的剂量或延长照射时间，可以增强杀菌能力；通过添加一些特殊的催化剂或吸附剂，可以增强对有机污染物和低分子量有机化合物的去除能力。

2.4 臭氧氧化法

臭氧氧化法是一种高效的水处理技术，它利用了臭氧的强氧化性来去除水中的各种有机污染物、色、味、臭等物质。这种方法在处理水质问题方面具有显著的优势，如处理效果好、反应速度快、无二次污染等优点。然而，尽管臭氧氧化法具有诸多优点，但其设备投资和运行成本相对较高，这也是许多用户在选择水处理方法时需要考虑的因素。首先，臭氧氧化法的工作原理是通过向水中注入高浓度的臭氧气体，使水中的有机污染物与臭氧发生化学反应，从而达到净化水质的目的。这种方法可以有效地去除水中的有机污染物，如农药残留、工业废水中的有毒化学物质等。此外，臭氧氧化法还可以去除水中的色、味、臭等物质，提高水的感官品质。其次，臭氧氧化法的反应速度非常快，通常在几秒钟内就可以完成对水中有机污染物的去除。这使得臭氧氧化法成为一种非常高效的水处理技术，特别适合于处理大量污水。同时，由于臭氧氧化法不需要添加任何化学药剂，因此不会产生二次污染，对环境友好。然而，尽管臭氧氧化法具有诸多优点，但其设备投资和运行成本较高。这是因为臭氧氧化法需要使用专门的臭氧发生器和反应器，这些设备的制造和维护成本都相对较高。此外，臭氧氧化法在运行过程中会产生微量的有毒副产物，如一氧化碳、氯气等，这些副产物可能对人体健康造成潜在危害。因此，在使用臭氧氧化法时，需要采取相应的安全措施，如设置尾气处理装置，以减少有毒副产物的排放^[3]。

2.5 生物活性炭过滤法

生物活性炭过滤法是一种深度处理工艺，它结合了

活性炭吸附和生物降解两种方法, 以实现水质的高效处理。这种方法在水处理领域具有广泛的应用前景, 尤其在处理含有有机物、胶体等污染物的水源中表现出显著的优势。首先, 生物活性炭过滤法利用活性炭的高比表面积和多孔结构, 能够有效地吸附水中的有机物、胶体等污染物。这些污染物通常难以通过传统的物理过滤方法去除, 而活性炭的吸附能力使其能够将这些有害物质从水中去除, 从而提高水质。此外, 活性炭还具有较强的选择性吸附性能, 能够优先吸附水中的有机污染物, 从而降低水中其他非目标物质的含量。其次, 生物活性炭过滤法通过生物降解将活性炭上的有机物分解为水和二氧化碳。这一过程通常需要添加特定的微生物菌种, 如好氧菌和厌氧菌等, 它们在活性炭表面形成生物膜, 共同参与有机物的降解过程。在这个过程中, 微生物菌种通过消耗水中的有机物, 将其转化为无害的水和二氧化碳释放出来。这种生物降解过程不仅能够有效去除活性炭上的有机物, 还能够提高水质的稳定性, 防止二次污染的发生。

3 净水厂深度处理工艺的未来发展趋势

随着全球水资源短缺问题日益严重, 净水厂深度处理工艺在未来发展中将扮演越来越重要的角色。首先, 技术创新是净水厂深度处理工艺未来发展的关键。目前, 净水厂深度处理工艺主要采用物理、化学和生物等多种方法相结合的方式, 但这些方法在处理效果、成本和环保性方面仍有待提高。未来, 净水厂深度处理工艺将更加注重技术创新, 通过研发新型材料、新设备和新工艺, 提高水处理效果, 降低处理成本, 减少对环境的影响。其次, 智能化是净水厂深度处理工艺未来发展的重要趋势。随着物联网、大数据、人工智能等技术的发展, 净水厂深度处理工艺将逐步实现智能化。通过实时监测水质数据, 智能调整处理参数, 提高处理效率和水质稳定性。此外, 利用大数据分析和预测, 可以实现对水处理过程的优化, 提高资源利用率, 降低能耗。再次, 绿色化是净水厂深度处理工艺未来发展的重要方向。在全球气候变化和环境保护日益受到重视的背景

下, 净水厂深度处理工艺将更加注重绿色环保。通过采用可再生能源、节能设备和循环经济理念, 实现净水厂的绿色发展。同时, 加强废水回收利用, 减少废水排放, 降低对水资源的消耗。此外, 标准化和规范化是净水厂深度处理工艺未来发展的重要保障。随着净水厂深度处理工艺在全球范围内的推广和应用, 为了确保处理效果和质量, 各国将制定更加严格的标准和规范。这将促使净水厂深度处理工艺不断提高技术水平, 优化设计, 降低成本, 提高竞争力。最后, 国际合作和技术交流是净水厂深度处理工艺未来发展的重要途径。面对全球水资源短缺和水质污染问题, 各国需要加强合作, 共享技术和经验。通过国际合作和技术交流, 可以加快净水厂深度处理工艺的发展进程, 提高全球水资源利用效率和水质安全性。总之, 净水厂深度处理工艺在未来发展中将呈现技术创新、智能化、绿色化、标准化和国际化等多重趋势。只有紧跟这些趋势, 不断创新和发展, 才能更好地应对全球水资源短缺和水质污染问题, 为人类提供更加安全、可靠的水资源。

结束语

总之, 净水厂深度处理工艺选择和比较研究是确保水质安全和提高供水质量的关键。通过对各种工艺的深入研究和实际应用效果的对比分析, 可以为净水厂提供科学、合理的技术方案。在选择深度处理工艺时, 应充分考虑原水水质、投资成本、运行维护、环境影响等多方面因素, 力求实现经济、高效、环保的目标。同时, 随着科学技术的不断发展, 新的深度处理工艺将不断涌现, 因此, 净水厂应保持与时俱进的精神, 不断学习和掌握新技术、新工艺, 以提高自身竞争力和应对未来挑战。

参考文献

- [1]周海燕,熊志远,王海霞,等.基于常规净水工艺的净水厂工程设计[J].净水技术,2021(1):19-24.
- [2]王璇,马建华.光催化氧化在净水厂中的应用及效果分析[J].北京农业,2020(7):34-38.
- [3]王红禹.净水厂深度处理工艺选择和比较[J].中国市政工程,2019,(02):58-60.