

化工废水深度处理与回用在给排水系统中的价值分析

蒋成笛

宁波中天工程有限公司 浙江 宁波 315000

摘 要：随着工业化的快速发展，化工废水排放量显著增加，对水资源和环境造成了巨大压力。化工废水深度处理与回用技术作为给排水系统中的重要环节，对于实现水资源的可持续利用、保护生态环境以及促进经济社会的绿色发展具有重要意义。本文将从化工废水的特点、深度处理的技术方法、回用技术的应用及在给排水系统中的价值等方面进行深入分析。

关键词：化工废水；深度处理；回用技术；给排水系统；价值分析

引言

化工废水因其成分复杂、污染物浓度高、处理难度大而备受关注。传统的一级、二级处理工艺往往难以达到排放或回用标准，因此，化工废水深度处理与回用技术成为解决水资源短缺和环境污染问题的关键。给排水系统作为水资源的循环利用和排放的重要通道，化工废水深度处理与回用技术在其中的应用价值不言而喻。

1 化工废水的特点

化工废水因其独特的行业特性，展现出以下显著特点：首先，排放量大是化工废水的一大特征。化工厂在生产过程中需大量用水，年新鲜水用量巨大，相应地，其废水排放量也相当可观，对环境造成持续压力。其次，化工废水成分极为复杂。废水中不仅含有各类有机物，还掺杂着无机物、重金属离子等多种污染物，这些物质相互交织，增加了处理难度。再者，化工废水中污染物浓度极高。有机物浓度、含盐量、色度以及难降解化合物含量均远超一般废水，对处理技术和设备提出了更高要求。最后，化工废水处理难度大。由于其成分复杂、污染物浓度高，传统处理方法往往难以使废水达到排放或回用标准，需采用更为先进、针对性的处理技术。

2 化工废水深度处理的技术方法

2.1 预处理阶段

2.1.1 物理方法

物理方法是预处理阶段常用的技术手段，主要包括格栅、沉淀和过滤等。格栅设置于废水处理系统的前端，用于拦截和去除废水中的大块悬浮物和漂浮物，如树枝、塑料袋、纤维等，防止这些杂物对后续处理设备造成堵塞或损坏。格栅的间距需根据废水中杂物的尺寸进行合理设计，以确保有效的拦截效果。沉淀法则是利用重力作用原理，使废水中的悬浮物在沉淀池中逐渐沉降到底部，形成污泥。沉淀池的设计需充分考虑废水的

流速、沉淀时间、池型结构等因素，以确保悬浮物能够充分沉降。同时，为了提高沉淀效率，还可以采用斜板沉淀池、絮凝沉淀池等改进型沉淀池^[1]。过滤法是通过过滤介质（如砂滤层、活性炭层、陶瓷滤元等）截留废水中的悬浮物和胶体物质。过滤介质的选择需根据废水的性质和处理要求来确定，以确保过滤效果。例如，对于含有较多细小悬浮物的废水，可以采用精密过滤器或袋式过滤器进行过滤。

2.1.2 化学混凝

化学混凝是另一种有效的预处理技术，通过向废水中加入混凝剂，如铝盐、铁盐、聚合氯化铝等，促进胶体及细微悬浮物聚集成较大颗粒，便于后续分离。混凝剂的选择需根据废水的性质和处理要求来确定，同时还需要考虑混凝剂的投加量、pH值、搅拌速度等因素对混凝效果的影响。化学混凝法不仅可以去除废水中的悬浮物，还可以去除部分有机物和色度等。混凝过程中形成的絮体可以通过沉淀或过滤等方式进行分离，从而达到净化废水的目的。此外，化学混凝还可以与其他处理技术如气浮、电解等联用，以提高处理效果。

2.2 主要处理技术

2.2.1 膜分离技术

膜分离技术是一种高效、节能的废水处理技术，包括反渗透、纳滤、超滤和微滤等。这些技术利用不同孔径的膜对废水进行过滤，去除其中的溶解性有机物、无机盐、悬浮物等污染物，达到水质净化的目的。反渗透技术是一种通过施加压力使水分子通过半透膜，而溶质分子被截留的技术。反渗透膜具有极高的选择性和透过性，能够有效去除废水中的溶解性固体、重金属离子、细菌、病毒等污染物，出水水质优良，可达到饮用水标准。但反渗透技术的运行成本较高，且膜易受到污染和堵塞，需要定期进行清洗和更换。纳滤技术则是一种介

于反渗透和超滤之间的膜分离技术,其孔径较小,能够去除废水中的大部分有机物和无机盐,同时保留部分对人体有益的矿物质。纳滤技术适用于处理含有低分子量有机物和无机盐的废水,如制药废水、染料废水等。超滤技术主要用于去除废水中的悬浮物、胶体物质和大分子有机物等,其孔径相对较大,但处理效率仍较高。超滤技术适用于处理含有较多悬浮物和胶体物质的废水,如造纸废水、纺织废水等。微滤技术则主要用于去除废水中的细菌、病毒等微生物,以及部分悬浮物和胶体物质。微滤膜的孔径较小,能够截留大部分微生物,保证出水的水质安全。在实际应用中,可以根据废水的性质和处理要求选择合适的膜分离技术,也可以将多种膜分离技术联用,以提高处理效果。

2.2.2 生物处理

生物处理是一种利用微生物分解有机污染物的废水处理技术,包括活性污泥法、生物膜法、生物接触氧化法等。活性污泥法是一种通过向废水中加入活性污泥(含有大量微生物的污泥),使微生物在废水中生长繁殖,并分解有机污染物的技术。活性污泥法适用于处理可生物降解的有机物,具有处理成本低、环保等优点。但活性污泥法对废水的温度、pH值、溶解氧等条件有一定要求,且需要定期进行污泥排放和处理,以防止污泥中的有害物质对环境造成二次污染。生物膜法则是利用附着在载体表面的微生物膜来分解有机污染物的技术。生物膜法具有处理效率高、占地面积小等优点,但载体的选择和生物膜的培养需要一定的技术和经验^[2]。在实际应用中,可以根据废水的性质和处理要求选择合适的生物膜载体,如填料、生物转盘等。生物接触氧化法是一种将活性污泥法与生物膜法相结合的技术,通过向废水中加入填料,使微生物在填料表面形成生物膜,同时保持一定量的活性污泥在废水中悬浮,以提高处理效率。生物接触氧化法适用于处理含有较多难降解有机物的废水,如化工废水、印染废水等。

2.2.3 高级氧化

高级氧化技术是一种通过产生高活性自由基来破坏难降解有机物结构,提高废水可生化性的技术。常用的高级氧化技术包括臭氧氧化、UV/H₂O₂、Fenton氧化等。臭氧氧化是通过向废水中通入臭氧气体,利用臭氧的强氧化性来破坏有机物分子结构,使其转化为易于生物降解的小分子物质。臭氧氧化技术具有处理效率高、无二次污染等优点,但臭氧的制备和储存需要一定的技术和设备,且运行成本较高。UV/H₂O₂技术则是利用紫外线(UV)和过氧化氢(H₂O₂)的协同作用来产生高活性自

由基,从而破坏有机物分子结构。UV/H₂O₂技术具有操作简便、处理效率高等优点,但需要注意紫外线的防护和过氧化氢的安全使用。在实际应用中,可以根据废水的性质和处理要求选择合适的紫外线灯管和过氧化氢投加量。Fenton氧化是一种利用亚铁离子和过氧化氢在酸性条件下反应生成高活性自由基来氧化有机物的技术。Fenton氧化技术具有处理效率高、适用范围广等优点,但需要注意反应条件的控制和废水的后续处理。

2.3 深度处理与消毒

2.3.1 活性炭吸附

活性炭吸附是一种利用活性炭的吸附性能来去除废水中残留的有机物、色素及异味的技术。活性炭具有极大的比表面积和丰富的孔隙结构,能够吸附废水中的微小颗粒和有机物分子。活性炭吸附法具有吸附容量大、处理效果好等优点,但活性炭的再生和更换需要一定的成本和技术。在实际应用中,可以根据废水的性质和处理要求选择合适的活性炭种类和投加量。例如,对于含有较多难降解有机物的废水,可以采用颗粒活性炭进行吸附;对于含有较多挥发性有机物的废水,可以采用活性炭纤维进行吸附。同时,还可以考虑将活性炭吸附与其他处理技术如膜分离、生物处理等联用,以提高处理效果。

2.3.2 紫外线消毒

紫外线消毒是一种非化学方式的消毒技术,通过紫外线照射来灭活废水中的细菌、病毒等微生物,保证回用水质的安全。紫外线消毒法具有操作简单、无二次污染等优点,但需要注意紫外线的防护和设备的维护。在实际应用中,可以根据废水的流量、水质和处理要求选择合适的紫外线消毒设备和照射时间。紫外线消毒设备通常包括紫外线灯管、反应室、控制系统等组成部分。在使用过程中,需要定期对紫外线灯管进行清洗和更换,以确保其消毒效果。同时,还需要注意设备的安全运行和维护保养,防止因设备故障或操作不当导致事故的发生。

3 化工废水回用技术的应用

化工废水,在经过一系列深度处理工艺后,其水质能够显著提升,达到甚至超过回用标准,为水资源的再利用开辟了广阔途径。这一技术的广泛应用,不仅有效缓解了新鲜水资源的紧张状况,还极大地降低了企业的生产成本,减轻了对环境的压力。在给排水系统中,化工废水回用技术的具体应用主要体现在以下几个关键领域:

3.1 工业循环水系统的再利用

在工业生产过程中,循环水系统是不可或缺的一部

分。传统上,这些系统依赖大量新鲜水来维持运行,但如今,经过深度处理的化工废水成为了理想的替代水源。通过精密的过滤、消毒等处理步骤,废水中的有害物质被有效去除,水质达到甚至优于工业循环水的要求。将这样的废水回用于循环水系统,不仅显著减少了新鲜水的消耗量,还降低了水处理和输送的成本,实现了经济效益与环境效益的双赢。

3.2 农业灌溉的绿色转型

农业作为用水大户,其灌溉方式对水资源的利用效率有着直接影响。将处理后的化工废水用于农业灌溉,是一种既环保又经济的做法。这些废水,经过严格的处理后,去除了有害物质,保留了适宜植物生长的营养成分。用于灌溉时,既能满足作物的水分需求,又能提供额外的养分,促进作物健康成长^[3]。同时,这种灌溉方式还减少了化肥的使用量,降低了农业面源污染的风险,推动了农业的绿色转型。

3.3 城市杂用水的多元化利用

城市中,杂用水需求量大且多样,包括绿化浇水、道路冲洗、景观水体补充等。化工废水经过深度处理后,完全满足这些用途的水质要求。将处理后的废水用于这些领域,不仅提高了水资源的利用率,还减轻了城市供水系统的压力。特别是在水资源短缺的城市,这种多元化利用方式显得尤为重要,它为城市的水资源管理和可持续发展提供了新的思路和实践路径。

4 化工废水深度处理与回用在给排水系统中的价值分析

4.1 环保价值

化工废水深度处理与回用技术在给排水系统中展现出显著的环保价值。这一技术通过高效去除废水中的有害物质,使得原本可能对环境造成严重污染的废水得以净化,从而有效减少了废水的直接排放量。这不仅大大减轻了对河流、湖泊等水体的污染压力,还极大地保护了水生生态系统和周边环境的健康。同时,废水的回用意味着减少了对新鲜水资源的开采需求,这对于维护水资源的自然循环、保护水源地不被过度开发具有重要意义。长远来看,化工废水深度处理与回用技术是保护生态环境、实现可持续发展的重要手段。

4.2 经济价值

从经济角度来看,化工废水深度处理与回用技术同

样具有不可忽视的价值。对于化工企业来说,这一技术能够显著降低用水成本。通过处理并回用废水,企业可以减少对新鲜水的依赖,从而降低水费支出。同时,处理后的废水可以作为工业循环水、农业灌溉水或城市杂用水使用,这进一步减少了企业的排污费用^[4]。此外,废水中的某些有价值物质(如重金属、某些化学品等)通过回收再利用,还可以为企业创造新的经济收益。这种变废为宝的模式,不仅提高了水资源的利用率,还为企业实现了经济效益与环境效益的双重提升。

4.3 社会价值

化工废水深度处理与回用技术的应用还体现了重要的社会价值。对于企业而言,积极采取这一环保措施有助于提升其社会形象和品牌价值。在公众环保意识日益增强的今天,企业的环保表现已成为衡量其社会责任感的重要标准之一。通过实施废水深度处理与回用技术,企业可以展示出其对环境保护的承诺和行动,从而赢得更多客户和投资者的信任和支持。同时,这一技术的应用还有助于缓解水资源短缺问题,为社会的绿色发展和可持续发展做出贡献。

结语

化工废水深度处理与回用技术在给排水系统中具有重要的应用价值。通过深度处理和回用技术,不仅可以实现水资源的可持续利用和环境保护,还可以降低企业用水成本和提高经济效益。未来,随着科技的进步和环保意识的提高,化工废水深度处理与回用技术将朝着智能化、自动化和集成化方向发展。政府应出台更多鼓励政策和技术支持措施,推动化工废水深度处理与回用技术的广泛应用和推广。

参考文献

- [1] 欧阳滔,刘君,朱春游.高盐化工废水回用处理工艺研究[J].再生资源与循环经济,2024,17(04):29-33.
- [2] 景伟.煤化工废水深度处理与资源化利用的技术进展[C]//广西网络安全和信息化联合会.第二届工程技术与数字化转型学术交流会论文集.陕西润中清洁能源有限公司,2024:3.
- [3] 马学成,孟凡凯.煤化工废水资源化回收及深度处理技术[J].化工管理,2022,(14):40-42.
- [4] 刘帅.化工废水深度处理循环利用工程设计[J].化工设计通讯,2019,45(01):215-216.