

城市污水处理工艺优化与能耗分析

刘 丹

河北正润环境科技有限公司 河北 石家庄 050000

摘 要：在日常生活中，水资源属于不可缺少的自然资源。虽然在我国水资源的储备量并不短缺，但是因为日常生活中或者工业生产中不注重对水资源的合理利用，造成水资源的浪费与污染等情况，也会逐渐步入资源短缺的阶段。由此可见，我国必须更加重视污水处理与污水回收利用，在平常的污水处理过程中认真总结经验，并在此基础上将原有的技术加以创新，进而能进一步提升处理污水与回用污水的技术，有效地解决我国一些地区面临水资源污染以及用水困难的问题。

关键词：污水处理；工艺技术；能耗控制

1 城市污水处理概述

1.1 污水处理的基本原理

城市污水处理是维持城市生态环境平衡和保障居民健康的重要环节。污水处理的基本原理包括物理、化学和生物处理方法。物理处理方法主要依靠沉淀、过滤、离心等手段，去除污水中的悬浮物和颗粒杂质。这些方法操作简单处理速度快，但只能去除污水中的部分污染物。化学处理方法通过投加化学药剂，如混凝剂、氧化剂、还原剂等，与污水中的污染物发生化学反应从而达到去除污染物的目的。这种方法能够有效处理一些难降解的有机物和重金属离子，但处理过程中可能会产生副产物，需要进一步处理。生物处理方法利用微生物的代谢作用，将污水中的有机污染物降解为无害物质，如水、二氧化碳和氮气。这种方法具有处理效果好、成本低、环保等优点，但处理时间较长，对环境条件要求较高^[1]。

1.2 传统污水处理技术

传统污水处理技术一般分为初级处理、二级处理和三级处理三个阶段。初级处理主要采用物理方法通过格栅、沉砂池、初沉池等设备，去除污水中的较大悬浮物和漂浮物。这一阶段主要减轻后续处理的负荷，但去除率较低，无法满足排放标准。二级处理是污水处理的核心阶段，通常采用活性污泥法、曝气法或厌氧消化法等生物处理技术通过微生物的代谢作用，将污水中的有机污染物降解为无害物质。二级处理能够显著降低污水中的生化需氧量（BOD）和化学需氧量（COD），达到较高的处理效果。三级处理是在初级和二级处理的基础上进一步采用化学或物理化学方法，如混凝沉淀、活性炭吸附、膜分离和臭氧氧化等去除污水中的难降解有机物、营养物质和重金属离子。这一阶段的处理成本较高，但能够达到更高的排放标准，保护水环境质量。

1.3 当前技术的局限性

尽管传统污水处理技术已经在许多城市得到了广泛应用，但其局限性仍然存在。在处理效率方面，传统技术对一些难降解有机物和新型污染物的去除效果有限，难以满足日益严格的排放标准。特别是对微量有机污染物和抗生素、激素等新型污染物，传统技术往往束手无策。在成本与资源消耗方面，传统处理工艺需要大量的能源和化学药剂，导致运行费用较高且资源消耗巨大，不利于实现可持续发展目标。传统污水处理技术还存在二次污染问题。例如，污水处理中电耗占比最大，主要用于水泵、鼓风机、搅拌器等设备的运行，以及照明、监控等辅助系统的运行；燃料消耗主要用于污泥干化和焚烧过程，少部分用于生活热水和供暖；药剂消耗包括污水处理过程中添加的絮凝剂、消毒剂等化学药品，以及污泥脱水过程中使用的调理剂。通过对各部分能耗的精细化统计和分析，可以找出其主要影响因素和薄弱环节，从而为制定节能降耗措施提供依据^[2]。污水处理厂各部分能耗占比如表1所示，不过实际运行中会因污水处理工艺、规模、地域条件等因素而有所不同。

表1 污水处理厂各部分能耗占比

能耗类型	电耗	燃料消耗	药剂消耗
占比/%	60	30	10

注：表中数据仅为示例，实际占比因污水处理厂具体情况而有所差异。

2 城市污水处理工艺优化的意义

2.1 能够缓解我国部分地区在使用水资源中所面临的压力

在我国社会经济不断发展的情况下，我国甚至世界各国都会或多或少面临着水资源短缺的问题。而从我国各个城市的整体情况来看，缺水问题最为严重地区是西

部。经专业的水资源调研人员分析与研究,发现如果将城市污水进行科学处理,再将其合理排放进入水资源的循环利用中,可以有效地缓解我国目前所面临的水资源短缺的问题。因为这些经过科学处理之后的城市污水,其回用水量可以达到科学处理前的5%左右。从传统的工业用水情况来看,很多水资源仅仅是被使用一次,而随着时代的发展,以及人们拥有了合理地利用水资源的理念,能够全面收集以及全面利用水资源,进而将最大程度上使用水资源,将浪费规避掉^[3]。

2.2 确保我们国家水资源循环的生态安全

国家经济在日益增长,带来的是很多工厂会通过生产排放含有较多污染物的污水,例如很多工厂会产生的微生物、有些工厂会排放生产副产物等,污染物构成复杂,消解困难。同时排放的污染物会含有毒物质,如致癌物质、重金属等,如果不经过科学的处理而直接排放出这些污染物,造成的后果将是影响周边的河水资源,使其重金属物质超出正常范围,河水中的生物,如鱼、虾等也会因为在重金属超标的环境中而无法正常工作,周边河水的安全性也将受到严重影响,甚至会影响到在河流下游生活的居民,长期使用重金属超标的水资源,其身体健康势必会受到影响。

3 新型城市污水处理技术

3.1 生物膜法

生物膜法是一种高效的污水处理技术,通过利用生物膜将废水中的有机物质降解为无机物质。这种技术的核心在于将微生物附着在膜表面形成膜状生物群落,使其在有氧或无氧环境下降解污水中的有机物。在生物膜法中,微生物通过在膜表面形成生物膜的方式,增加了降解有机物的接触面积和反应速率。这种技术具有生物降解效率高、运行稳定、占地面积小等优点,特别是对于处理高浓度有机物的工业废水,生物膜法表现出了良好的适用性和处理效果^[3]。可以在城市工业区域进行布置,为工业废水的处理提供了有效的解决方案。此外,生物膜法还可以与其他污水处理技术结合使用,提高处理效率和水质净化效果。

3.2 反渗透技术

反渗透技术是一种利用半透膜将水分离出来的高级污水处理技术。这种技术的原理是通过高压作用,将污水中的水分从盐类和有机物质中分离出来,从而产生高纯度的水,同时减少废水排放量和对水资源的消耗,具有节水和环保的特点。在城市污水处理中,反渗透技术被广泛应用于淡化处理和再生水生产领域。首先,反渗透技术可以应用于淡化处理,将海水或咸水转化为淡

水,满足城市生活和工业生产的用水需求,通过将盐水经过反渗透膜处理,去除盐分和有机物质,得到高质量的淡水,提高了水资源的利用效率;其次,反渗透技术还可以用于再生水生产,将污水经过预处理后再利用,实现资源化利用和循环经济发展。通过反渗透膜将污水中的水分离出来,去除其中的污染物和杂质,得到清洁的再生水,可以用于灌溉、工业用水和生活用水等多个领域,减少对自然水资源的依赖,降低了环境负荷^[4]。

3.3 电化学技术

电化学技术是一种利用电化学反应实现水质净化的高级污水处理技术。包括电解氧化、电解还原、电解沉淀等过程,通过电流作用下的化学反应,可以有效去除污水中的重金属、有机物质和氮磷等污染物。在电化学技术中,电解氧化是常用的处理方法之一。通过施加电流,使得水中的有机物质被氧化成二氧化碳和水,从而实现有机物的降解和去除。电解还原则是通过还原反应将重金属离子还原成相对较稳定的金属沉淀,从而实现重金属的去除。电解沉淀则是利用电解产生的氢气还原污水中的硝酸盐或磷酸盐,使其沉淀成不溶性固体,达到去除氮磷污染物的目的。

3.4 活性污泥法

活性污泥法是一种广泛应用于城市污水和工业废水处理的生物处理技术,其原理如图1所示。该方法利用空气或氧气为微生物提供足够的氧,使其在曝气池中大量繁殖,并消耗污水中的有机物质作为营养源,从而将有机污染物转化为二氧化碳、水和新的微生物细胞。处理过程中产生的活性污泥通过沉淀分离,部分回流至曝气池维持微生物的浓度,余下的则作为剩余污泥进行进一步处理^[5]。活性污泥法特别适合处理有机物质浓度较高的污水,其优势在于处理效率高、可靠性强,并可通过控制操作条件去除氮、磷等营养物质,但同时也要较高的操作管理水平和一定的运行成本。

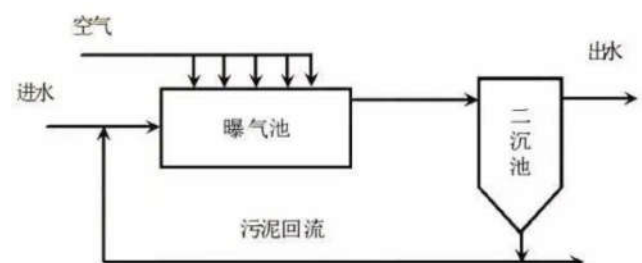


图1 活性污泥法示意图

3.5 纳米技术

纳米技术在污水处理领域的应用是近年来一个热点。通过使用纳米材料如纳米铁、纳米银、纳米光催化

剂等,可以有效去除污水中的重金属、有机污染物和病原体。纳米材料因其比表面积大、反应活性高,在污水处理中显示出优越的处理性能。纳米技术的挑战在于确保纳米材料的稳定性和回收利用,以及评估和管理纳米材料可能对环境的潜在影响。

4 污水处理工艺优化及能耗控制措施

4.1 优化工艺流程

污水处理工艺流程优化是提高处理效率、降低成本的关键。通过对预处理、生物处理(二级处理)、深度处理等环节的优化组合,可以根据进水水质和排放要求设计出最佳工艺路线。如,采用高效的细格栅和曝气沉砂池,提高预处理效果;选择适宜的生物处理技术(SBR、MBBR等),提高有机物和氮磷去除率;合理设置深度处理单元(活性炭吸附、膜处理等),进一步提高出水水质。

4.2 优化设备选型与配置

污水处理设备的选型与配置是实现工艺优化的关键。选用高效节能的设备,如变频调速的潜水搅拌器和鼓风机,可显著降低能耗;合理优化设备配置,如采用分区进水、多点布水等措施,可改善水流分布,提高处理效率和出水水质。此外,引入先进的新型处理设备,如MBR、MBBR等,可在大幅提高污水处理性能的同时,减少占地面积,节约土地资源。

4.3 优化运行控制策略

科学的运行控制策略是保障污水处理系统稳定高效运行的必要手段。一是建立完善的自动化控制系统,实现对关键工艺参数的实时监测和自动调节,减少人工操作带来的误差。二是采用先进的控制算法,如模糊控制、专家系统等,根据进水水质变化和效果反馈及时调整工艺参数,提高系统的鲁棒性和适应性。

4.4 节能降耗措施

污水处理厂可从工艺优化、设备改造、运行管理等方面入手,采取多种节能降耗措施。工艺优化措施包括采用低能耗的高效处理工艺,如MBR、MBBR等^[6];优化工艺参数,如溶解氧浓度、污泥龄等,在满足处理要求

的同时降低能耗;合理布置工艺流程,减少泵送环节,降低电耗。设备改造措施包括更换老旧高耗能设备,如采用变频调速的鼓风机替代传统的定速鼓风机;选用高效节能的潜水搅拌器、离心泵等;对设备进行优化组合和合理配置,提高设备利用率。运行管理措施包括加强设备维护保养,延长设备使用寿命;优化运行控制策略,实时监测和调整工艺参数;加强能耗统计和分析,建立能耗定额管理制度;开展节能教育和培训,提高员工的节能意识。此外,能源回收利用也是重要的节能降耗手段,如对污泥进行厌氧消化产沼气发电、对处理水进行深度处理回用、对设备余热进行回收利用等,可进一步降低污水处理系统的总能耗。

结语

综上所述,我国的社会经济日益增长以及城市的文明程度逐渐提升,就必定在城市发展的进程中产生大量被污染的废水,而为了缓解城市的用水压力以及最大效率地利用水资源,就必须将被污染的水资源进行有效处理和回用。从我们现在技术以及处理情况来看,我国很多地区在处理技术、回用方式上存在这样或那样的问题,需要相关人员不断地优化和创新处理工艺,国家坚持对污水处理的关注,从而促进市政污水处理以及污水回用技术的长久发展,同时也能有效地缓解城市用水压力。

参考文献

- [1]孙文刚,孙文博.城市污水处理厂精细化设计的关键因素探讨[J].资源节约与环保,2023,(02):109-112.
- [2]佟富鑫.城市污水处理厂改扩建工程中新老衔接施工设计[J].低碳世界,2023,13(02):19-21.
- [3]于晓雨,魏永鹏,包锡杰,等.浅析水质检验在城市污水处理中的重要性[J].清洗世界,2023,39(02):83-85.
- [4]蒋春.城市污水处理技术措施及其发展探索[J].皮革制作与环保科技,2023,4(03):138-140.
- [5]苟少康.城市污水处理系统碳排放研究[J].节能与环保,2023,(01):64-65.
- [6]朱宏权.城市污水处理公司内部控制建设的改进思考[J].投资与创业,2023,34(02):108-110.