

污水处理厂环境管理现状与污染防治对策研究

陈泓铭 屈攀攀

山东杨帆环保工程股份有限公司

摘要：随着城市化建设步伐越来越快，工业化水平持续提高，污水排放总量逐年递增，大大阻碍了国民经济长远发展。污水处理厂是人类生产生活所产生污水的处理系统核心，其影响因素包括进出水质的要求、污水处理量及厂址投资建设规模等。目前，我国仍有部分污水处理厂存在问题，难以正常、稳定地运行，因此文章根据污水处理厂实际运行情况，提出了科学适宜的管理对策、污水处理技术及实际工作经验，为我国污水处理工作奠定坚实的基础。

关键词：污水处理厂；环境管理；污染防治

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.16.115

引言

污水是当前最需要关注的环境问题之一，其直接关系到人类生存与发展。随着社会经济的高速发展，不仅污水量直线增长，同时污水成分也越来越复杂，直接增加了污水处理难度。污水处理厂作为减排的主要载体，其在我国节能减排工作中发挥着重要的作用，但污水处理厂在进行污水处理过程中也会影响周围的环境，进而产生环境问题。为了减少污水处理厂运营过程中的负面影响，相关人员应重视环境管理工作，科学分析影响环境管理的因素，并制定针对性的污染防治措施，促使污水处理厂充分发挥其环境保护作用。

一、污水主要污染物

污水中含有大量的污染物，包括有机物、无机物、重金属和病原体等，对环境和人类健康构成严重威胁。具体来讲，有机物主要包括生活污水中的蛋白质、碳水化合物和脂肪等，这些物质能够通过微生物的作用进行降解，但是在降解过程中会消耗大量的氧气，导致水体中的溶解氧减少，威胁水生生物的生存。无机物主要包括氮、磷等营养元素，它们是水体富营养化的主要原因，能够导致藻类大量繁殖，破坏水体的生态平衡。重金属如铜、锌、铅等主要来源于工业废水，它们能够通过食物链传递，最终积累在人体内，对人体健康造成危害。病原体主要包括细菌、病毒和寄生虫等，它们能够通过水传播，导致各种疾病的发生。

二、污水处理厂环境管理现状

（一）水质超标问题

据相关研究数据表明，国内污水处理后出水水质符合国家排放标准的污水处理厂仅有50%左右，其余的污水并未得到有效处理，直接排放到周围水体中，致使周围生态环境根本无法通过自我净化的方式改善水体环

境，进一步加剧了自然生态环境恶化，究其根本原因，一方面是部分污水处理厂建设比较早，相关的构筑物无法满足当前污水处理要求，再加上年久失修，整体污水处理能力较低；另一方面则是污水处理厂某一工序构筑物出现故障后，未能及时维修处理，致使污水直接进入下一道工序，进而整体处理效果不佳。此外，还有部分污水处理厂在污水处理时仍采用传统处理方式，并未应用深度污水处理工艺，使得污水并未得到有效处理。

（二）污泥问题

现有污水处理厂消耗大量资源、能耗处理污水的同时产生大量剩余污泥，属于一种“以能消能”的处理手段，使其成为一个高碳排放行业。如果能把污水处理厂的污水、污泥作为一种可继续利用的资源能源载体，回用于其自身的能源供应网，而不是一味地做“去除”或污泥减量化，则可减少大量的二氧化碳间接排放，同时可通过更新运行设备或配件以及配套相关的自控系统，进一步大幅度减少运行能耗，使污水、污泥低碳化甚至逼近碳中和目标。

（三）恶臭气体问题

当前，污水处理厂在进行污水处理时主要采用生物处理法。生物处理法包含多道工序，如分析污水成分、二次沉淀，消毒污染物以及处理污染物等。在处理污水过程中，恶臭气体也会随之弥漫。恶臭气体包含氮、氟、硫以及碳等元素化学的化学气体。污水处理过程中二沉污泥以及消化污泥存放工序的恶臭气体气味指数值与波动区间均远高于其他工序。因此，污水处理场中恶臭气体主要产生在二沉污泥与消化污泥存放环节。

三、污水处理厂环境污染防治对策

（一）水质监测

1. 主要指标和监测方法

水质监测是污水处理厂运行管理中的关键环节之一，它关注水中各种污染物的浓度以及其对水体生态系统的影响。典型的监测指标包括化学需氧量（COD）、生化需氧量（BOD）、氨氮、总磷和总氮等。为了确保对污水中微量有机物和无机物的检测精准可靠，监测方法包括传统的分光光度法、电化学分析法以及先进的气相色谱-质谱联用技术等。

2. 监测频率和样品采集

针对不同污染物，水质监测应保证监测频率合理，对于常规指标，如COD和BOD，应实行日常的在线监测和定期的现场抽样监测，以确保对水质状况的及时掌控，这样可以及时发现水质异常情况，以采取相应的措施，

并及时进行调整和改进。而对于一些重金属离子等特殊指标,则需要进行更为精细的定期抽样和分析,以保证其在合规范围内。

3. 目标水质标准和合规要求

污水处理厂的水质监测必须遵循国家相关标准和要求,确保排放的污水符合环保标准并不会对周边水生态系统造成不可逆转的影响,要根据当地的水体环境特点和水质标准制定相应的监测指标和限值要求。同时,还需要建立健全的数据监测和报告制度,以确保实时监测数据的准确性和及时性。

(二) 构建污水处理数据系统

伴随先进信息技术的发展,推动了大数据的优化和升级,通过在污水处理中融入大数据,可以取得卓越成效,进一步提高污水治理水平。

(1) 建设全方位监测网络。如果难以有效落实对污水排放的监测工作,以及无法确保监测数据的准确性,将会导致污水处理工作面临诸多问题,进一步恶化城镇生态环境。通过将大数据与物联网有机融合,可以建设固定监测点或移动车辆,全方位监测城镇及周边地区的水域环境,并在此过程中及时有效地传递水体数据,充分发挥其作用,彻底解决城镇水体污染问题。

(2) 建设大数据共享中心。针对监测站点多、搜集数量复杂等情况,应重视污水处理信息的搜集、整合、分析及存储,在对以往数据库加以完善和优化的基础上,积极利用Hadoop与Spark技术,采用分布式数据处理模式,搭建污水处理信息平台,强化对各式各样数据信息的处理工作,促进海量污水处理信息的高效整合和利用。同时,需要建设大数据共享中心,进一步增强对污水数据的搜集、筛选、整合、服务、共享、管理等功能,引导全国各省之间共同建立数据共享中心,完成对污水数据的维护、储存及管理工作。

(3) 增强新媒体平台应用效果。加大污水数据信息应用的创新力度,将传统单向式传播方式转变为双向传播,进一步提高数据的交互性,依托这一信息传播平台,再利用人工智能技术,使其能够满足广大人民群众需求,让群众利用平台与政府互动,增强污染治理的交互性。

(4) 健全城镇水污染防治体系。需要大力搜集污水数据模型,详细分析水污染程度及污染物来源,确保数据来源的及时性、精确性,并要借助数据模型对污染物进行分类,按照水体污染等级划分,便于开展针对性的污染治理工作。

(三) 水质超标处理

首先,加强污水处理厂监督。环保部门在相关法律法规支持下对污水处理厂进行监督管理,若排放的污水不达标,那么就要对其进行相应的惩处,并要求其进行整改。与此同时,相关部门进一步扩大污水处理控制范

围,增强环境工程监督力度,确保污水处理达到排放标准。其次,加大资金投入,引进先进设备。尽管政府部门在环保方面投入了大量的资金,但毕竟还是相对有限的。对此,污水处理厂应寻求社会各界的支持,获得资金支持,如社会公益活动,将获得的资金购买先进的污水处理设备,进而提高污水处理效率。再次,加强高素质人才队伍建设。污水处理厂在积极引入高素质人才的同时,提高对现有工作人员的培训力度,为组建高素质人才队伍奠定基础。最后,建立责任制度。由于当前很多污水处理厂的水质不达标,致使污水处理厂未能发挥其环保职能。导致水质不达标因素众多,但人是最重要的因素。因此,污水处理厂在加强人才队伍建设的同时,还要建立责任制度,将责任细化落实到个人,以此降低人为因素对污水处理效果的影响。

(四) 污泥能源回收

城市污水处理厂要实现碳中和运行目标,成为营养、能源与再生水三合一的生产工厂,需把厂内的污水当作一种资源与能源,剩余污泥当作增加污水处理能源自给自足的原料,以此助力实现可持续发展。若我们一直把目光放在降低剩余污泥产生量上,就会造成城市污水处理厂日常产生的剩余污泥过少,反哺于污水处理厂的运行能量不足。决定剩余污泥产生量的主要因素是进水水质中的COD浓度,COD浓度过低产生的剩余污泥量就少,也就意味着供应碳中和运行的能量会出现赤字。因此,目前国内外正在需求新的技术,以期除污水处理厂自身产生的常规剩余污泥外,能有其他的技术方法实现污泥增量化,将这一部分作为原料配额,用于增加污水处理厂内能源的自给自足。以下介绍四种主要的技术:

(1) 前端筛分COD技术。欧洲某研究项目利用低能耗絮凝+微滤装置,最大程度隔离浓缩污水厂进水中COD,分离出来的初沉污泥可通过厌氧消化工艺转化为甲烷,供污水处理厂自身能量消耗,从而在一定程度上降低了污水处理厂对市政电网供电、燃气锅炉供暖的依赖,正契合了碳就是钱这一理念。

(2) 污泥高温厌氧消化技术。传统的厌氧消化技术能源转化率通常在30%~40%之间,而采取高温厌氧消化技术的,能源转化率可提高到50%~60%。高温厌氧消化技术与传统的厌氧消化技术最大的区别,除能源转化率高外,主要体现在实现污泥的无害化、减量化的同时还可产出沼气,实现了污泥资源化。国内大部分城市污水处理厂的污泥处理工艺采取了厌氧消化,此过程产生的沼气通常作为锅炉的燃料,用于厂内生产单元消化池以及食堂、淋浴间等辅助工程的供热。但沼气更为有效利用的方式是用于污水处理厂的发电系统,作为发电机组的主要燃料,取代原有直接接市政电网带来的电能,以此实现污水处理节能减排的目的。

(3) 污泥厌氧共消化技术。如果污水中的COD负荷

低、有机能源含量不足,采取前端分离COD技术的做法就不具备可操作条件,同时水质也给脱氮除磷带来困难,这时只能选择其他技术实现碳中和目标。考虑同为社会服务行业,会产生大量固体废物的垃圾处理厂,利用外源有机固体废物(如生活垃圾、厨余垃圾、枯枝烂叶等)与剩余污泥厌氧共消化实现污泥增量,解决固体废物处理厂固废处理压力的同时,可与剩余污泥一同转化为可利用资源与能源,达到“1+1>2”的能量转化效果。

(4) 沼气热电联产技术。剩余污泥厌氧消化产生的可再生能源 CH_4 具有高热值和低污染排放的优点,属于清洁能源。利用沼气发电可以实现热电联产(CHP)。沼气送入发电机组进行燃烧发电,将化学能转化为电能的同时产生大量的余热可继续回收利用其热水、蒸汽,用于供暖、供热水、供蒸汽,以提高能源的综合利用效率和经济效益。

(五) 恶臭气体防治

由于污水处理厂以往运用的处理技术无法对污染物浓度进行准确测定,致使整体恶臭气体防治效果不甚理想,进而加剧了城市大气环境污染。污水处理厂若想有效控制、治理恶臭气体,那么可以从源头控制与终端治理两面入手:首先,源头控制。一是投入适量的药剂促使硫沉淀,进而降低污水中硫的含量。二是将适量的硝酸盐类药物投放到污水中,抑制硫酸盐向硫化氢转化,进而减少恶臭气体的产生。三是污水处理过程中进行适当通风、曝气,进而抑制厌氧情况。其次,做好末端恶臭气体处理工作。污水处理厂在进行末端恶臭气体处理时可从两方面如下:第一,收集废气。为了有效控制恶臭气体污染,污水处理厂需将恶臭气体收集起来集中处理后再排放。根据污水处理厂恶臭气体产生规律可知,二沉污泥以及消化污泥存放工序是产生的恶臭气体的环节。对此,污水处理厂应重点收集二沉污泥以及消化污泥存放工序产生的废气,并将该工序的构筑物加盖,使之形成封闭环境。第二,创新恶臭气体处理工艺。以往恶臭气体处理都是采用密封、稀释以及掩埋等方式,不仅成本高,同时也无法从根本上解决恶臭气体对环境的影响。对此,污水处理厂应积极应用新技术、新工艺,提高恶臭气体处理工作效率。例如,生物降解技术。生物降解技术的原理就是通过微生物氧化、降解恶臭气体,最终生成对环境无害的产物。生物降解技术在恶臭气体处理中应用最大的优势就是无须调整环境的温度与湿度,直接根据除臭要求选择合适的微生物即可。

(六) 污水处理能源回收

污水处理碳排放包括直接排放和间接排放。污水处理过程会产生大量甲烷和一氧化二氮,是重要的直接碳排放源。城市污水属于优秀的可再利用热源,可作为热

泵的低品位热源。通过污水源热泵系统获取原生污水及二级出水中的热能,一部分为污水处理厂内部建筑及构筑物供热,另一部分将热能通过热力站,用于厂内供热场所,污水源热泵的合理应用将带来可观的 CO_2 排放消减量。以某污水厂为例,各月污水的平均温度在 $10.2\sim 25.7^\circ\text{C}$ 之间波动,各月环境温度在 $1.9\sim 30.9^\circ\text{C}$ 之间波动,各月污水平均流量在 $1837\sim 2240\text{m}^3/\text{d}$ 之间波动,各组数据与季节有明显的相关线性关系,呈先增大后减少的曲线。经过节能减排计算,不同月份的平均减排能力情况为:春秋两季对应的月份均可实现二氧化碳等污染物的减排,其余月份因夏季制冷及冬季采暖的原因减排有一定难度。如果该城市污水处理厂的污水余热全部回收利用,则每年可节省能耗 47149.00MWh ,烟尘、煤灰渣、二氧化碳、二氧化硫、氮氧化物等物质的减排量分别为 14.49t 、 1900.63t 、 15413.37t 、 34.77t 、 52.15t 。该方法还存在一些局限,如一次性投资较高,投资回报周期较长,且还未处理的污水易造成管道腐蚀和堵塞等,故运用该技术的大部分是污水处理厂或其周边地区。

结语

随着社会经济的高速发展,生态环境问题日益突出,甚至已经危及到人类的生存。对此,我们必须认识到生态环境保护工作的重要性,只有这样才能实现人类可持续发展。水作为最重要的自然资源,其与人类的生存息息相关。但当前水环境自然已经非常严重,污水处理厂作为水环境保护与改善中重要组成部分,其在一定程度上改善、保护水环境中发挥着重要的作用。但污水处理厂在实际工作中也会对周围环境产生影响。这就要求污水处理厂通过多措并举的方式降低对周围生态环境的影响,进而促使污水处理厂充分发挥其环保职能,为推动环保工作的顺利开展奠定基础。

参考文献

- [1] 吴良飞. 乡镇污水处理厂的建设对周围环境的影响研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2023, 4(11): 153-155.
- [2] 陈敏敏, 吴琼, 张震, 等. 我国城镇污水处理厂环境绩效评价研究[J]. 环境科学研究, 2020, 33(12): 2675-2682.
- [3] 沈艺. 污水处理厂恶臭防治对策及环境影响评价研究[J]. 区域治理, 2020(13): 100.
- [4] 张姣, 肖康, 梁帅, 等. 膜技术在中国市政污水处理与再生中的应用现状与未来挑战[J]. 环境工程, 2022, 40(3): 7.
- [5] 赵建兵. 浅谈生态环保的污水处理技术[J]. 生态环境与保护, 2023, 6(3): 120-122.
- [6] 彭峰, 李健伟. “双碳”背景下未来城市污水处理技术发展展望[J]. 节能与环保, 2022(12): 35-36.