

Comparison of Common Disinfection Processes in Wastewater Treatment Plants

Yining Luo Jianyang He Senlei Lou Zijian Luo Chaoqiang Yu

Yiwu Water Treatment Co., Ltd., Jinhua, Zhejiang, 322000, China

Abstract

Disinfection technology plays a significant role as the last part of the wastewater treatment plant before the water is discharged. In this paper, several disinfection processes commonly used in existing wastewater treatment plants are introduced and their respective advantages and disadvantages are compared. Finally, a process selection and economic and technical comparison of a disinfection process renovation project in a southern city is also presented.

Keywords

disinfection; uv-disinfection; chlorine disinfection; scheme comparison

污水处理厂常用消毒工艺的比较

骆一宁 何剑阳 楼森磊 骆子健 余超强

义乌市水处理有限责任公司, 中国·浙江 金华 322000

摘要

消毒技术作为污水处理厂出水前的最后一环有着非常重要的作用。论文主要对现有污水处理厂常用的几种消毒工艺进行了简介, 并比较了它们各自的优缺点。最后还对南方某一正在进行消毒工艺的改造项目进行了工艺比选及经济技术比较。

关键词

消毒; 紫外线消毒; 氯消毒; 方案比选

1 引言

市政污水在经过二级生物处理后, 有机污染物的去除已达到了污水排放标准, 但仍含有大量的致病细菌和寄生虫卵, 若此时直接排放到水体中依然会对环境、水体造成一定的污染。所以, 根据国家 GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》的规定, 污水处理厂的出水在排放前需进行消毒处理。论文主要对常用的几种消毒工艺进行介绍和比较, 并针对某污水处理厂的消毒工艺比选进行技术经济比较。

2 常用消毒工艺介绍

在污水处理中, 消毒是指通过消毒剂或其他消毒手段, 杀灭水中致病微生物的处理过程。消毒的目的主要是清除污水中致病微生物的致病作用^[1]。消毒方法大体可分为物理方法和化学方法两类。其中物理方法主要是通过加热、冷冻、

辐照、紫外线和微波消毒等方法对出水进行消毒, 化学方法则是通过氧化剂(氯、臭氧、溴、碘、高锰酸钾等)达到消毒的效果。在污水处理中, 紫外线消毒和氯消毒是最常用的消毒方式, 有时也会选用臭氧消毒。

2.1 紫外线消毒

紫外线是一种肉眼无法看见的光线, 当病毒细胞经紫外线照射后, 波长 254 nm 的紫外线被 DNA 吸收。细胞遗传传递功能丧失, 最终导致细胞功能衰退而死亡, 从而达到消毒杀菌的目的。紫外线消毒是一种物理消毒方式, 不会像化学消毒方式一样产生二次污染; 同时, 紫外消毒的杀菌效果好, 后期操作、维护简单方便且消毒效果不会受原水水体酸碱度和温度的影响^[2]。

2.2 氯消毒

采用氯消毒的主要消毒方式有液氯消毒、二氧化氯消毒和次氯酸钠消毒。

2.2.1 液氯消毒

液氯消毒的消毒原理是, 当液氯溶于水后, 产生次氯酸(HOCl), 离解出 OCl⁻, 利用 OCl⁻ 极强的消毒能力, 杀灭污水中的细菌和病原体。

液氯消毒的投配设备简单, 投量准确, 效果可靠, 而

【作者简介】骆一宁(1985—), 男, 中国浙江义乌人, 本科, 高级工程师, 从事环境工程、水处理、臭气治理研究。

且液氯价格便宜,投资省。但是在液氯在对水体进行消毒的时候可能会产生三卤甲烷等致癌物质。液氯车间需防爆,在污水处理厂内是重大危险源。

液氯消毒常用于处理常规的二级生化处理后的污水和再生水,适用于各种规模的污水处理厂。但是液氯本身及其消毒副产物都会对生态环境造成恶劣且深远的影响,目前已处于逐步淘汰阶段^[1]。

2.2.2 二氧化氯消毒

二氧化氯,黄绿色气体,存在辛辣气味,在水溶液中表现出良好的稳定性^[4]。二氧化氯消毒的消毒原理是,二氧化氯有良好的细胞壁吸附能力以及细胞壁的穿透能力,可以有效地快速地进入细菌内部对其酶系统进行破坏,而且二氧化氯分子的电子结构呈不饱和状态,具有强烈的氧化作用力,对富有电子的原子基团进行攻击,强行掠夺电子,使之失去活性从而达到快速杀菌的作用^[9]。

二氧化氯是氯消毒剂中较为理想的替代品,其杀菌能力强,消毒效力持续时间较长,而且只起氧化作用,不起氯化作用,故不会生成“三致”有机氯化物,对原水水质污染产生二次污染。但采用二氧化氯消毒需化学反应生成,必须现场制备,不能储存,而且设备复杂,原料还具有一定的腐蚀性。同时对操作管理的要求高,药品储存间需防爆,储存间及其应用部位均为甲类车间,在污水处理厂内属于重大危险源。

二氧化氯消毒主要用于中、小型污水处理厂内,对常规二级生化处理后的污水、再生水进行消毒。

2.2.3 次氯酸钠消毒

次氯酸钠是一种强氧化剂。次氯酸钠消毒的原理是,次氯酸钠经过水解作用生成次氯酸和强氧化钠,次氯酸再进一步分解形成新生态氧(O),次氯酸进入到细胞内部后,通过氧化作用与细胞内的蛋白质、核酸、酶等发生反应;新生态氧的极强氧化性使菌体和病毒的蛋白质变性,通过这两种方式从而使病原微生物致死,起到杀菌消毒的作用^[6]。

次氯酸钠投加后在出水中会产生余氯,消毒作用较好。但又不会增加其他有毒的消毒副产物,对原水水质进行二次污染。次氯酸钠可采用成品或者现场制备,成品次氯酸钠对车间无特殊要求,生产管理简单。现场制备次氯酸钠一般采用电解食盐水的方式,原材料易于获取且成本低。制备次氯酸钠的水解过程中会产生次氯酸钠和氢气,若污水处理厂采用现场制备次氯酸钠,则该制备车间属于甲类车间,需要设置防爆,在污水处理厂内属于重大危险源。

2.3 臭氧消毒

臭氧消毒也是一种常用的消毒方式。臭氧属于一种超强氧化剂和消毒剂。臭氧消毒主要依靠分解时产生的初生态氧,能够破坏细菌有机体链状结构并导致细菌的死亡,从而达到消毒的效果^[7]。

臭氧消毒的效率高,且不会产生难于处理或者对水质

产生二次污染的消毒副产物。但是因为臭氧无法现场储存,需要在现场边制备边使用。在制备臭氧时所需要的空气原料要进行净化、干燥等预处理,后续还需要增加尾气回收处理等装置才能保证其使用效率。这就导致了臭氧消毒所需要的设备复杂、投资大,操作管理复杂,运行成本高的特点。

虽然臭氧的消毒作用好,但是由于臭氧的极不稳定性,常与氯消毒搭配使用。臭氧消毒主要适用于出水水质较好、排入水体的卫生条件要求比较高的污水处理厂。

3 工程实例

3.1 现状介绍

南方某污水处理厂的处理规模为10万吨/天。目前采用的是液氯消毒的处理工艺。但由于液氯消毒会产生消毒副产物,同时液氯在污水处理厂内属于重大危险源,目前厂内正在进行消毒工艺的改造,初步拟定采用紫外+次钠消毒工艺。

3.2 消毒方案比选

常用消毒工艺方案比选见表1。

表1 常用消毒工艺方案比选表

项目	单位	方案一	方案二	方案三	方案四
		购买成品次氯酸钠	紫外+成品次氯酸钠	现场制备二氧化氯	现场制备次氯酸钠
处理规模	万 m ³ /d	10	10	10	10
工程投资	万元	83.5	508	220	460
土建	万元	27	29	20	60
设备安装	万元	56.5	479	200	400
经营成本	万元/年	295.7	170.3	142.1	150.4
有效氯投加浓度	mg/L	6	2	6	6
原材料消耗量		成品次氯酸钠(10%)		氯酸钠	食盐
	t/年	2190	730	131.4	876
	m ³ /年			盐酸(31%)	自来水
电耗			紫外灯管	二氧化氯发生器	次氯酸钠发生器
	KWh/年		438000	383250	1007400
设备更换费用	万元/年		42.8		
折合吨水成本	元/m ³	0.02	0.012	0.001	0.001
十年经营成本现值(5%折现率)	万元	2283	1315	1097	1161
十年经营成本+工程投资	万元	2366.5	1822.5	1317	1621

从表1中可以看出,方案三、四即现场制备二氧化氯、次氯酸钠工艺虽然十年成本+工程投资较低,但其制备车间为甲类房间,运行管理要求高,生产工艺复杂,存在着重大危险源。

采用成品次氯酸钠(方案一),运行管理最简单,但成本最高。

方案二即紫外+成品次氯酸钠消毒工艺整体工程投资及运营成本均较低,且消毒效果稳定,无重大危险源,运行安全、简单。

3.3 技术经济比较

根据该污水处理厂内现在的运行反馈,实际有效氯投加量约为3 mg/L,所以按该投加量测算出来的方案一即

购买成品次氯酸钠所得到的成本更接近该方案的实际运行成本。

对于紫外线+次氯酸钠联合消毒的工艺,在正常运行时,大部分时间可以仅采用紫外线消毒,不需要补充次氯或补充极少的量(0.5~1 mg/L),所以按不投加次氯酸钠测算方案二得到的成本更接近该方案的实际运行成本。

具体比较详见表2。

从本表格中可以了解到,此时经营成本和综合投资仍是方案二即采用紫外消毒+次氯酸钠联合的消毒方式最优。

且本次推荐采用的消毒工艺与厂内正在实施的消毒改造工艺一致,更便于厂里运行维护,统一管理。

表2 消毒方案比选表

项目	单位	方案一	方案二
		购买成品次氯酸钠	紫外+成品次氯酸钠
处理规模	万 m ³ /d	10	10
工程投资	万元	83.5	508
土建	万元	27	29
设备安装	万元	56.5	479
运营成本	万元/年	148	72
有效氯投加浓度	mg/L	3	0
成品次氯酸钠	t/年	1095	0
电耗	KWh/年		紫外灯管 438000
设备更换费用	万元/年		42.5
折合吨水成本	元/m ³	0.0101	0.005
十年经营成本现值(5%折现率)	万元	1142	554
折现后合计十年经营成本+工程投资	万元	1225	1062

4 结语

消毒是污水处理厂在排放出水前一项必不可少的工艺环节。而且随着社会的发展与进步,越来越多的厂区会将出水水质提高然后作为再生水使用,这样一来对消毒的要求也越来越高。消毒过后的出水不仅仅要达到简简单单的暂时去除病毒和细菌的目的,还不能产生让接受的出水的水体受到二次污染的消毒副产物,这些消毒副产物进入水体后会环境影响环境甚至是人类。故现在越来越多的污水处理厂会选择更佳的消毒工艺方式甚至是多种消毒方式联合使用从而达到满足消毒要求且投资较少的双赢局面。

参考文献

[1] 刘伟利,孙文.城市污水处理消毒方案探讨[J].创新科技,2013

(11):98.

- [2] 张克峰,潘春雨,徐展,等.污水处理紫外线消毒的影响因素[J].净水技术,2018,37(5):62-66.
- [3] 段玉华.污水处理消毒技术及发展方向[J].铁道劳动安全卫生与环保,2005,32(3):116-118.
- [4] 范雨萍.关于自来水厂常用的水处理消毒技术研究[J].清洗世界,2022,38(6):84-86.
- [5] 李鸣琴.市政水处理消毒技术现状与进展[J].能源与节能,2012(6):58-59.
- [6] 孙亚全,宋子明,司徒菲.次氯酸钠消毒在自来水厂中的应用[J].工业用水与废水,2019,50(1):5-7.
- [7] 张自杰.排水工程[M].4版.北京:中国建筑工业出版社,2000.