



山东省泰和水处理有限公司

<http://www.thwater.com>

您现在的位置是: 首页 >> 技术专栏 >> 技术文章

污水处理中紫外线消毒技术的研究进展

作者: 顾雪锋 杨海真(同济大学环境科学与工程学院 上海200092)

1 前言

紫外线消毒最早应用于美国,由于其接触时间短、占用空间少、又不会产生对人畜有害的副产品,因此被认为是传统液氯消毒最佳的替代品。1986年,美国环保署(EPA)将紫外线消毒列入污水消毒设计手册,进一步推动了紫外线消毒替代化学消毒的进程。紫外线消毒在国内的污水处理厂中也得到了应用。上海闵行污水厂利用原有的加氯接触池改造紫外线消毒系统,取得了良好的消毒效果,平均细菌灭杀率达到99.8%。它的成功运行,将为今后在这方面展开研究积累大量的数据和经验。

2 紫外线消毒的原理

紫外线消毒与化学消毒杀菌不同,它不是通过得失电子的氧化还原反应进行,而是通过由紫外光子辐射导致的光化学反应来进行。当紫外线照射微生物时,发生能量的传递和积累,积累的结果一方面可使核酸突变、阻碍其复制、转录、封锁其蛋白质的合成;另一方面,产生的自由基可引起光电离,从而导致细胞的死亡。

微生物体受紫外线照射,吸取紫外线的能量,其实质是核酸对紫外线能量的吸收。核酸分为脱氧核酸(DNA)和核糖酸(RNA),其紫外线吸收光谱的范围在240~280 nm,对波长260 nm的紫外线最大吸收,因此,目前生产的紫外灯的中心辐射波长是253.7 nm,该波长在世界顶级紫外灯中已占紫外能量的90%以上、总能量的30%以上。

3 影响紫外线消毒效果的因素

3.1 紫外剂量

紫外剂量是影响消毒效果的直接因素。它等于紫外光强度与接触时间的乘积。在相同的紫外光强度条件下,接触时间决定紫外剂量。在大型污水处理厂中,由于水量大,接触时间得不到保证,因此用紫外线消毒的效率比小型污水处理厂差。从理论上分析,紫外剂量越大,消毒越好,然而紫外消毒有一限值,超过此限值则不能经济有效地对额外的微生物进行灭杀。如果分别考虑紫外光强度与接触时间对消毒效果的影响,可以发现,对于不同种类的微生物,两者的影响是不同的。

在紫外剂量相同的情况下,紫外光强度对于大肠埃希氏杆菌影响更大,这是因为细胞中的修复酶对紫外

光强度更敏感;而对于真核酵母菌细胞来说,增加接触时间更有利于灭杀;当然对于更多的微生物,如噬菌体、孢子,把两者分开讨论是没有多大意义的,原因可能在于其在紫外线消毒过程中处于一种不活动状态。因此没有必要确定最少的接触时间和最小的紫外光强度,两者的乘积才是影响紫外线消毒效果的必要因素。

3.2 微生物的种类和负荷

由于污水中细菌、病毒的种类繁多,且对紫外线的抗性不同,因此对于不同类型的污水,呈现出不同的消毒效果。有些微生物对于紫外线比较敏感,去除率较高,如粪大肠菌(*f a e c a l c o l i f o r m s*),而有些微生物则不然,需用较高的紫外剂量进行灭杀,如F-RNA大肠杆菌菌体、铜绿色极毛杆菌(*p s e u d o m o n a s a e r u g i n o s a*)。微生物负荷是影响紫外线消毒效率的一大因素,较高的微生物量必然要求更高的紫外剂量。目前,在紫外线消毒器的设计中,主要是灭活TC(总大肠菌)、FC(粪大肠菌)、E.c o l i(大肠埃希氏菌)、粪链球菌和沙门氏菌数量来估计紫外线剂量需求。

3.3 水质参数

3.3.1 紫外线的穿透率(UVT)

一般来说,紫外线的穿透率越低,消毒效果越差。穿透率与上游处理工艺、来源以及水中工业化合物的成分有关。法国的一家污水厂运行紫外线消毒系统后表明:当UV输出功率为26.7wuv,穿透率<40%时,经紫外线消毒后的微生物数有可能超标,而在穿透率>55%,并且COD和SS的值都比较低的情况下,可以获得较好的消毒效果。

3.3.2 总悬浮物(TSS)

总悬浮物对紫外线消毒的影响主要表现在:(1)悬浮颗粒吸收并分散了紫外能量,(2)微生物隐藏在颗粒中受到保护,避免了紫外线和化学药剂的破坏。如果通过膜法过滤,再用紫外线消毒,那么所需紫外线剂量大大减少,同时消毒效果也有很大提高。在比较国内与国外紫外线消毒性能差别时,有观点认为:国外水处理厂出水的SS<10mg/L,而国内处理出水SS为20~30mg/L,这方面的差异使得国内污水厂在使用紫外线消毒后的杀菌效果较差。

3.3.3 颗粒物的尺寸分布(PSD)

颗粒物的尺寸分布影响紫外线的消毒效率。当颗粒物粒径超过某一临界值时,紫外剂量随着污水中颗粒物粒径的增加而增加。对于某些致病微生物,由于其易结成大颗粒的团状物,在处理这类污水时,紫外线消毒的效率不高,并受到了一定的限制。

3.4 水力负荷影响

紫外线消毒因素还有处理流量,当水量突然增大时,紫外线接触时间短,需要更强的紫外剂量。而紫外线系统通常根据最大峰值流量设计,当水力负荷大时,出水水质较平时差,杀菌率无法保证。

3.5 其它影响因素

铁离子化合物也被认为会影响紫外线消毒,它可以降低紫外穿透率,为微生物提供一道保护屏障,增加消毒阻力,增加有清洗装置的石英套管结垢。

4 紫外线消毒与其他消毒工艺的联用

4.1 紫外线消毒+过乙酸消毒(peracetic acid)

过乙酸是一种强氧化剂,适用于pH在1~10和温度0~100°C范围内污水的消毒,目前广泛应用于食品工业。由于它对霍乱弧菌等污水中常见的指示剂具有很高的杀菌效率,因此被引入污水处理厂出水的消毒。然而,由于过乙酸消毒是一种化学法消毒,需用较高的浓度和较长的接触时间才能有较好的杀毒效率,因此,考虑与紫外线消毒系统联用,可以大大缩短接触时间,减少过乙酸的剂量,具有良好的经济性。

4.2 紫外线消毒+传统氯法消毒

紫外线消毒一方面会产生光复活作用,另一方面由于没有残余消毒作用,在进入市政管网之后会产生再次污染,因此单用紫外线消毒无法保证回用污水的微生物值达标,客观上使得紫外线消毒在污水中回用受到了限制。考虑紫外线与传统氯法的联用正是基于以上原因,利用较低量的液氯起残余消毒作用,从而避免消毒后的水受到二次污染。又由于使用的液氯浓度低,量少,因此产生的副产品量也很低,不会对人体产生毒害作用。

5 结语

在国内,虽然工程上已经逐渐开始使用紫外线系统,但是对于紫外线消毒技术的研究并没有完全开展起来,对于紫外线消毒在污水处理中的应用还有许多的难题,如:(1)由于我国污水处理厂出水的水质与国外存在很大的不同,影响紫外线消毒性能的因素又是如此之多,如何更好地发挥紫外线消毒系统的性能;(2)目前在国内使用紫外线消毒系统的都是小型污水处理厂,如何更好的应用到大型污水处理厂;(3)传统的加氯接触池已被证实可以改造成紫外线消毒系统,然而较长的出水渠使得光复活作用比较明显,如何降低这种影响;(4)利用紫外线消毒与其他消毒方法的联用,是否可以灵活应用于其他工业废水的处理等等。这些都需要进一步的研究,并不断推广应用。

【关闭窗口】



