

文章编号:1674-6139(2010)11-0110-03

污水处理中紫外消毒效果的研究

严冬

(上海城投污水处理有限公司水质检测中心,上海 200083)

摘要:紫外消毒技术相对于氯化法消毒,能够快速、有效地去除污水中粪大肠杆菌,操作简单方面,无副产物生成,对周围环境和人员安全可靠,在中国许多污水处理厂都已取代氯化法消毒并广泛应用。阐述了紫外消毒和微生物光复活现象的原理,并通过大量试验来研究紫外消毒技术去除粪大肠杆菌的效果,及经紫外消毒后出水中粪大肠杆菌光复活现象对紫外消毒效果的影响,提出可采用出水避光排放、增加紫外照射剂量、延长照射时间等方法来控制微生物光复活现象。

关键词:紫外消毒;粪大肠杆菌;污水处理;光复活

中图分类号:X703.3

文献标识码:A

Wastewater Treatment Study on the Effect of UV Disinfection

Yan Dong

(Shanghai City Sewage Treatment Co., Ltd. Investment Quality Testing Center, Shanghai 200083, China)

Abstract: UV disinfection technology in relation to chlorination disinfection, can be quickly and efficiently remove the effluent fecal *E. coli*, simple operation, the no-product generation, on the surrounding environment and personnel safe and reliable, in many of our sewage treatment plants have been replaced by chlorine Disinfection method and widely used. UV disinfection and described the phenomenon of micro-organisms, then the principle of liberation, and through a large number of tests to study the UV disinfection technology to remove the effect of fecal *E. coli*, and by UV disinfected effluent fecal *E. coli* photoreactivation phenomenon on the UV disinfection effect of proposed dark discharge effluent can be used to increase the dose of UV radiation to extend the exposure time and other methods to control the phenomenon of micro-organisms photoreactivation.

Key words: UV disinfection; fecal coliforms; swage treatment; photoreactivation

前言

城市污水处理^[1]是指用一定的方法把污水中所含的污染物分离出来,或将其转化为无害物质,从而使污水得到净化,循环再利用。根据处理的程度,污水处理一般分为三个级别:一级处理应用物理处理方法,二级处理应用生物处理方法,三级处理是用化学反应法。当前污水再生利用是缓解水资源短缺的有效途径之一,安全高效的消毒是保障再生水水质安全的有力措施,由此可见污水处理占据着不可忽视的地位。

氯化法消毒是应用最广的化学消毒方法,其主要特点是:(1)处理水量较大时,单位水体的处理费

用较低;(2)水体氯消毒后能长时间地保持一定数量的余氯,从而具有持续消毒能力;(3)氯消毒历史较长,经验较多,是一种比较成熟的消毒方法。然而生活污水中含有大量的有机物,经氯消毒后,会生成卤化有机物等消毒副产物,随污水进入地面水体,污染水源,并对鱼类等水生生物产生毒害作用。

近年来,作为氯化法消毒的替代方法,紫外消毒技术在中国许多污水厂已广泛应用。从现有的运用结果来看,污水紫外消毒技术操作简便,不产生有毒有害消毒副产物,对受接触水体也无副作用,因此紫外消毒技术的发展是城市污水处理研究的热点之一。

1 紫外消毒去除粪大肠杆菌的效果

1.1 紫外消毒原理

污水紫外消毒采用的是C波段紫外线,波长为200 nm~275 nm。紫外消毒的原理^[2-3]为:紫外线照射到微生物时,发生能量的传递和积累,一方面导

收稿日期:2010-06-06

作者简介:严冬(1983-),女,大学本科,助理工程师,从事污水水质检测分析工作。

致核酸突变,阻碍其复制和转录,封锁及阻碍蛋白质的合成;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。其中,DNA 是紫外线破坏生物体的主要对象,而紫外线导致 DNA 损伤主要是由于生成了一类光化学产物——环丁烷型嘧啶二聚体,这些二聚体的生成可以阻碍 DNA 的复制和转录,引起细胞变异,从而导致细胞死亡。

1.2 实验

(1)水样来源
上海某污水处理厂集水井、出水点(消毒处理前后)连续五天所取生活污水。

(2)紫外消毒设备及主要技术参数(见表 1)。
NLQ-60K 型紫外 C 消毒系统主要有排架式消毒模块、镇流器电箱、中央控制柜(人机界面及配电)、接线电箱、空压机、水位调节溢流堰、安装架、遮光板组成。系统工作时,需处理的水按设计要求的流速流过消毒模块,特制高效紫外灯辐射出强紫外 C 光(波长 253.7 nm)。紫外 C 水消毒效果取决于水中细菌病毒可接受到的紫外剂量(紫外强度和照射时间乘积)。当紫外剂量达到一定时,紫外光能量使水中的细菌、病毒以及其它致病体的 DNA 内部结构遭到破坏,失去活性而杀灭,水质得到消毒净化。

表 1 主要技术参数	
型号	NLQ-60K
消毒水量(T/h)	2 500 T/h
紫外灯总功率	31.2 kw
主电源	AC380V/50HZ
透射率%	65
悬浮物 mg/L	≤20
紫外剂量 8 000 h	>
灯管使用寿命(h)	> 12 000

(3)粪大肠杆菌检测方法——固定底物酶底物^[4]。

固定底物酶底物法采用大肠杆菌能产生 β-半乳糖苷酶分解邻硝基苯 β-D-半乳糖苷使培养液呈黄色,以及大肠埃希氏菌产生 β-葡萄糖醛酸酶分解 4-甲基伞形酮葡萄糖苷酸使培养液在波长 366 nm 紫外光下产生荧光的原理,来判断水样中是否含有大肠杆菌,粪大肠杆菌以及大肠埃希氏菌。固定底物酶底物法可以采用成品的培养基及试剂,操作方便,无需确认试验;而且检测时间较短,18~24 小时即可同时判断水样中粪大肠杆菌的数量。

固定底物酶底物法可以弥补滤膜法和多管发酵法这两个传统检测方法操作时间长、步骤繁琐、需验证试验的这些不足之处。在美国、欧洲及大部分亚洲国家广泛应用于水中总大肠杆菌、粪大肠杆菌以

及大肠埃希氏的检测,并通过美国环境保护局《水与废水标准检测方法》以及中国《生活饮用水标准检验方法》认证。

(4)实验结果与分析。

表 2 紫外消毒前后污水中粪大肠杆菌数 个/L			
周期	紫外消毒前	紫外消毒后	去除率(%)
第一天	1.9×10 ⁵	8.0×10 ³	95.8
第二天	8.8×10 ⁴	8.8×10 ³	90.0
第三天	4.6×10 ⁴	3.1×10 ³	93.3
第四天	2.2×10 ⁵	2.2×10 ³	99.0
第五天	1.9×10 ⁵	2.3×10 ³	98.8

根据表 2 中数据显示,该污水厂生活污水经过紫外线消毒后,污水中粪大肠杆菌个数平均降低率为 95.4%,根据《城镇污水处理厂污染物排放标准》,粪大肠杆菌的二级排放标准为 10⁴ 个/L。由此可见,紫外线消毒去除粪大肠杆菌的效果很好,出水的粪大肠杆菌数符合排放标准。

2 粪大肠杆菌光复活问题

由于紫外消毒技术不能提供剩余消毒能力,而且微生物具有自身修复机制,消毒后的出水微生物发生光复活,在适宜的环境下增殖,从而影响了污水的循环再利用。所以,紫外消毒的微生物光复活现象已成为紫外消毒技术研究的问题之一。

2.1 光复活原理^[5-6]

微生物光复活是指在可见光的照射下,微生物利用自身的光复活机制对紫外线损伤进行逆转,主要通过 3 种途径:一是在光复活酶的作用下,在蓝紫光波波长为 310 nm~480 nm 的光照条件下,连接在一起的可以逆转的光产物嘧啶二聚体解聚而形成单体,是 DNA 恢复复制能力;二是用未损伤的核苷酸取代嘧啶二聚体,是 DNA 恢复正常功能和结构;三是细胞在 DNA 复制时将损伤部位忽略和绕过,通过切割修复和重组修复从基因组中除去这种光化学产物,即向环丁烷型嘧啶二聚体转移一个电子,使其裂解,从而恢复 DNA 双螺旋结构。

2.2 实验

(1)水样来源
上海某污水处理厂集水井、出水点(消毒处理前后)连续两天所取生活污水。

(2)实验过程
第 1 天所取水样用白色广口瓶装载,每 2 小时测定 1 次,测定 5 次即为 8 小时,全过程中广口瓶露天放置在分析室内。第 2 天所取水样用棕色广口瓶装载,测定时间频率与第 1 天一样,整个测定过程中广口瓶避光放置。比较两瓶中粪大肠杆菌的复活速

率,从而得出光复活现象对紫外消毒效果的影响。

(3)实验结果和分析

由表3中数据显示,经过8小时后,白色广口瓶中水样中的粪大肠杆菌的复活率远远高于棕色瓶中的,既而表明,粪大肠杆菌光复活现象存在而且复活速率很快。

而现今大部分污水处理厂排放管道较短,使出水停留时间较短,当出水排放到河道中就会遇光,这种情况会造成粪大肠杆菌以及其它微生物复活,从而影响了紫外消毒的效果,更严重影响了污水回收再利用,所以如何控制微生物光复活现象是对紫外消毒效果的重要保证之一。

表3 紫外消毒后各时间点的粪大肠杆菌数 个/L

测定时间	白色广口瓶	棕色广口瓶
0 h	2 200	630
2 h	15 000	1 350
4 h	14 000	1 310
6 h	19 000	2 330
8 h	22 000	2 160
复活率	9.1%	1.9%

(注:白色广口瓶中水样紫外消毒前粪大肠杆菌数为220 000个/L;棕色广口瓶中水样紫外消毒前粪大肠杆菌数为80 500个/L。复活率=经过8小时粪大肠杆菌增长数/经紫外消毒前粪大肠杆菌数×100%。)

3 微生物光复活的控制方法^[5]

(1)避光排放

大部分微生物都会产生光复活现象,而暗复活现象较少,因此控制出水排放条件,使出水在避光条件下进行排放,同时延长停留时间,防止微生物接受可见光照射的机会,从而可有效地控制光复活现象。

(2)增加紫外照射剂量、延长照射时间

微生物光复活的关键是由于其DNA双螺旋复制结构的恢复。增加紫外照射剂量或延长照射时间可以使微生物DNA复制结构被破坏的更彻底,以至于可降低微生物复活的几率,但是增加消毒剂量、延长照射时间会增加运行成本,加大投资。

4 结语

(1)紫外消毒技术相对于氯化法消毒,能够快速、有效地去除污水中粪大肠杆菌,而且操作简单方面,无副产物生成,对周围环境和人员安全可靠。

(2)粪大肠杆菌光复活率高,且微生物光复活现象对紫外消毒效果有一定的影响。

(3)可采用出水避光排放、增加紫外照射剂量、延长照射时间来适当的控制,但实际应用还需进一步研究讨论。

参考文献:

- [1]胡红英.污水化验监测工[M].北京:中国建筑工业出版社,2006:6-22.
- [2]RAJALA-MUSTONEN R L, TOIVOLA P S, HEINON-ENTANSKI H. Effects of peracetic acid and UV irradiation on the inactivation of coliphages in wastewater[J]. Water Science & Technology, 1997, 35(11/12): 237-241.
- [3]NEBOT E S, SALCEDO I, ANDRADE J A, et al. Modelling of reaction after UV disinfection: effect of UV-C dose on subsequent photoreactivation and dark repair[J]. Water Research, 2007, 41(14): 3141-3151.
- [4]王秀茹.预防医学微生物及检验技术[M].北京:人民卫生出版社,2002:676-679.
- [5]刘佳,黄翔峰,等.污水紫外消毒微生物光复活原理及其控制技术[J].中国给水排水,2006,22(15):841-843.
- [6]郭美婷,胡洪营,刘文君.复活光照强度对再生水紫外线消毒后大肠杆菌和粪大肠杆菌光复活的影响[J].环境科学,2008,29(9):2577-2579.

(上接第109页)

参考文献:

- [1]M. Y. Shin, D. W. Park, J. S. Chung. New development of Zinc-based sorbents for hot gas desulfurization[J]. Fuel processing Technology, 2007, 88: 143-147.
- [2]D. W. Park, B. K. Park, D. K. Park et al. Vanadium-antimony mixed oxide catalysts for the selective oxidation of H₂S containing excess water and ammonia[J]. Applied Catalysis A: General, 2002, 223: 215-224.
- [3]刘学军,顾晓东,沈俭一. V₂O₅/TiO₂ 催化剂的表面结构和酸碱性及氧化还原性[J].催化学报,2003,24(9):674-

681.

- [4]罗洪君,盖延军,崔宝臣,等. V-Bi-La/γ-Al₂O₃ 催化剂选择氧化脱硫化氢[J].黑龙江科技学院学报,2004,14(4):211-213.
- [5]王昆,王立蓉,刘发强.直接氧化脱硫催化剂 CN3-4 的制备及性能评价[J].石化技术与应用,2006,24(5):369-371.
- [6]唐昭峰,胡文宾,解秀清,等. LS-941H₂S 选择性氧化制硫催化剂的研制[J].化工进展,2002,21(8):582-584.