

高压静电处理城市污水的研究

向阳 李国建 高廷耀

[提要]本试验以高压静电处理城市污水处理厂二沉池出水,考察了静电场对污水COD、BOD₅、NH₃-N、NO₃⁻-N、TOC和细菌总数的影响。结果表明,静电场仅对细菌总数有较好的去除效果,去除率可达98%以上。而对其他指标没有去除能力。

[关键词]城市污水 高压静电场 消毒 有机物降解

高压静电场处理技术是当今世界水处理工业的一门新技术,具有广阔的应用前景。它主要用于防垢、除垢、杀菌、灭藻,具有不污染环境,电耗低,易于安装和便于管理的优点^{[1][2]}。

根据近年来的研究结果表明,水在静电场作用下,并不单纯是一个物理作用过程,同时还发生电化学反应,生成活性自由基^{[3][4]}。经处理后的水中,微量新生态的活性氧(包括H₂O₂、单线态氧O₂、超氧阴离子自由基O₂⁻等)的浓度发生了显著的变化。为了进一步探索静电场对有机污水的处理能力以及对污水厂二沉池出水的杀菌能力,特别是对难降解有机污水的处理效果,我们用实验室设计的高压静电装置,对上海曲阳污水厂初沉池和二沉池出水进行了处理,考察了几项水质指标的变化,包括COD、BOD₅、NH₃-N、NO₃⁻-N、TOC以及几种难生物降解有机物和细菌总数,同时对杀菌工艺条件进行了试验。

一、试验装置和方法

1. 试验装置

本试验所用高压静电装置由本实验室自行

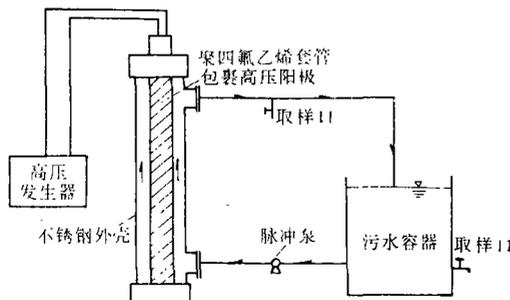


图1 试验装置图

给水排水 Vol. 22 No. 3 1996

设计制造。主要由一高压发生器和一静电处理器组成,静电器尺寸及试验装置如图1所示。

静电处理器由不锈钢外壳(作阴极)和聚四氟乙烯套管包裹线圈(作阳极)组成,高压发生器由可调变压器改变电压,加于静电处理器上,污水由脉冲泵送入静电处理器,经过阳极与阴极之间的空腔,再流出静电器,从A、B两取水口取样进行分析测试。

2. 试验方法

(1)取上海曲阳污水厂城市污水初沉池、二沉池污水作为处理对象。用脉冲泵将污水打入静电处理器,并通过控制流量来控制污水与静电场的接触时间,取出水水样进行分析。

a. 将泵流量调节至1.8L/h,使污水在处理器中水力停留时间约为0.5h,改变静电器电压值为:0,2000,4000,6000,8000,10000V,分别试验污水被处理情况。

b. 将电压值固定在10000V(或4000V),改变泵流量,使污水与静电场接触时间分别为0.5,1.0,2.0,4.0h,试验污水被处理情况。

(2)测试项目有pH、BOD₅、COD_{Cr}、NH₃-N(蒸馏滴定法)、NO₃⁻-N(马钱子碱比色法)、TOC、卤代烃(GC/MS法)和细菌总数。

二、试验结果及讨论

1. 初沉池污水处理结果

(1)固定流量,使污水在静电器中停留时间为0.5h,改变电压值,试验结果表明,初沉池污水经静电场处理后,除pH值外,COD_{Cr}、BOD₅、氨氮、TOC值均未变化,pH值随处理电压增加而增高。

在高压静电场作用下,溶液 pH 值增加是一个很有趣的现象,曾被多次观察到^{[3][5]},但到目前为止仍没有令人信服的解释。我们认为这是由于水的缔合度在高压静电场中发生了变化,使得离子水解反应也发生了改变,影响了溶液 pH 值。

(2)将静电压固定在 10000V,改变污水与静电场的接触时间,结果表明,污水在静电场中的接触时间长短,并不改变有机物含量。

2. 二沉池出水处理情况

(1)污水在静电处理器中水力停留时间控制在 0.5h,改变电压,经静电处理后,结果列于表 1。

电压对处理效果的影响 表 1

电压(V)	0	2000	4000	6000	8000	10000
COD _{Cr} (mg/L)	84.5	82.8	85.9	89.8	83.3	82.5
BOD ₅ (mg/L)	12.3	13.5	12.3	11.9	11.0	14.9
NH ₃ -N(mg/L)	27.6	27.3	26.3	27.7	27.0	26.7
TOC(mg/L)	89.2	92.3	92.1	89.9	90.5	91.5
细菌总数 (个/mL)	7.7×10 ⁷	6.9×10 ⁶	5.1×10 ⁵	4.9×10 ⁵	3.0×10 ⁵	2.3×10 ⁵

从表 1 中数据看,静电场对二沉池污水几项水质指标(除细菌总数外)没有什么影响,但静电场对二沉池污水却有明显的消毒作用。当静电压增至 4000V 时,处理水细菌总数较污水原水细菌总数下降了 98% 以上,随着电压进一步增加,细菌去除率略有升高。

(2)将电压固定在 4000V,改变静电场与污水的接触时间,其值分别为 3min,0.5h,1h,2h,经处理后,各项水质指标列于表 2。

停留时间对处理效果的影响 表 2

水力停留时间	原水	3min	0.5h	1h	2h
COD _{Cr} (mg/L)	79.5	82.2	83.3	75.1	71.1
BOD ₅ (mg/L)	9.05	9.90	13.62	10.50	12.86
TOC(mg/L)	82.1	80.6	76.4	85.2	85.9
细菌总数 (个/mL)	5.3×10 ⁷	4.6×10 ⁷	8.7×10 ⁵	5.0×10 ⁵	4.8×10 ⁵

从表 2 中数据看出,COD_{Cr}、BOD₅、TOC 值并没有明显改变,但细菌总数却随接触时间增加而降低,细菌杀灭率在 0.5h 后即达到最大。

3. 几种卤代烃的处理效果

几种卤代烃包括四氯乙烯、三氯乙烷、三氯

乙烯、四氯化碳、氯仿、二氯甲烷,将它们按一定比例加入在二沉池出水中,污水与静电场的接触时间固定在 0.5h,处理结果列于表 3。

电压对几种卤代烃处理效果的影响 表 3

电压(V)	0	2000	4000	6000	8000	10000
腐殖酸(mg/L)	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6
酚(mg/L)	3.0	3.1	3.1	3.1	3.1	3.0
四氯乙烯(μg/L)	39	32	15	39	29	25
三氯乙烷(μg/L)	83	78	76	83	75	83
三氯乙烯(μg/L)	90	75	71	90	76	83
四氯化碳(μg/L)	90	89	86	90	87	85
氯仿(μg/L)	82	77	75	82	74	82
二氯甲烷(μg/L)	124	118	114	124	113	125

这里腐殖酸与酚均用自来水配水,其含量使用光度法检测。从表 3 中数据可以看出,静电场对上述几种难生物降解物质没有去除作用。

三、结论

1. 高压静电场对城市污水厂的二沉池出水有明显的杀菌效果。本装置在 4000V 电压、接触时间 0.5h 的条件下,细菌去除率在 98% 以上,污水与静电场的接触时间越长,细菌去除率稍高。本试验条件下,以电压 4000V、停留时间 0.5h 的工况最佳。由于处理器能耗极低(<1W),因此静电装置是一种潜在的低能耗、无污染、高效率的污水消毒设备。

2. 随着静电压增加,污水 pH 值略有增加。

3. 在 0~1 万 V 电压和接触时间 0~2h 的范围内,高压静电场对城市污水厂初沉池出水、二沉池出水中的有机物,尤其是几种难生物降解卤代烃均未有明显的降解作用。尽管高压静电场作用下的水体中存在一些活性氧化物质,但终因其浓度太低,不足以分解污水中的有机物质。

参考文献

- [1]武田福隆,“高压静电场杀菌除垢机理”,《水处理技术》,1989,30(5):1。
- [2]纪永亮,“静电水处理发展概论”,《工业水处理》,10(6),1990。
- [3]D. Martin, Free Radical Bio. and Med., 9(1): 191, 1990。
- [4]韩柏平,高延耀,徐延彪,“静电研究与进展”,1992,88~90,159~165。
- [5]韩柏平,《高压静电水处理的研究》,同济大学环境工程学院博士学位论文,1993 年。

★作者通讯处:200092 上海同济大学环境工程学院

收稿日期:1995-12-4

INTRODUCTION OF JINXI WATERWORKS IN ZHENJIANG, JIANGSU PROVINCE

..... Zhao Baokang (15)

STUDY ON TREATMENT OF MUNICIPAL WASTEWATER BY HIGH-VOLTAGE

ELECTROSTATIC FIELD Xiang Yang et al (19)

Abstract: Municipal wastewater was treated by high-voltage electrostatic field in primary and secondary clarifiers. Water quality indexes such as COD, BOD₅, NH₃-N, NO₃⁻-N, TOC, total count of bacteria and some halogenated hydrocarbons were detected before and after treatment. The results show that there was no change of this indexes except total count of bacteria. About 98% amount of bacterium was killed in electrostatic field.

APPLICATION OF DEEP SHAFT AERATION-ICEAS PROCESS TO TREAT PHARMACEUTICAL WASTEWATER OF ANTIBIOTIC PRODUCTION Li Daotang et al (21)

Abstract: Two kinds of waste liquid namely press-filter surplus liquid and waste solvent with high organic concentration are generated in the fermentation process to produce antibiotics such as spiralmycin and acetyl spiralmycin. After deep shaft aeration treatment of these liquids the biological treatability declines although the organic load decreases evidently. The BOD/COD ratio of treated effluent is small than 0.2 and it is for away to meet the requirement of discharge standard. So iterative circulating extended aeration system (ICEAS) is taken as the secondary treatment to remove the residual organic chemicals and NH₃-N in the waste liquid. The removal ratios of the secondary treatment are 98.9%, 93.5 and 98% for BOD₅, COD_{Cr} and NH₃-N respectively. The COD_{Cr} content in the final effluent is small than 150 mg/l, quite well to meet the requirement of national and local discharge standard.

DESIGN AND OPERATION OF CONTACT-OXIDATION PROCESS TO TREAT

PRINT-DYEING WASTEWATER Li Yuezhong et al (24)

Abstract: The design and pilot run of a contact-oxidation facility to treat print-dyeing wastewater are presented. The results show that the treated wastewater is quit good to meet the requirement of discharge standard. The removal ratios of 68% and 86% are obtained for COD_{Cr} and colour index while their contents in the influent average 546mg/l and 448 respectively.

CORROSION EFFECT ON THE CIRCULATING COOLING SYSTEM OF WASTEWATER

REUSE Pu Cheng et al (27)

PROBLEMS IN HOT WATER SUPPLY SYSTEM DESIGN Liu Zhenyin et al (30)
