

一种新型物化组合工艺对水产养殖废水处理效果的研究

张文凯 徐笑眉 任亮亮 廖国刚 田海洋

四川水沐环保科技有限公司

DOI:10.32629/eep.v3i7.890

[摘要] 本文研究了一种新型物化组合工艺对水产养殖废水的处理效果; PAC最佳添加量为 $40\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, PAM最佳添加量为 $2\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, NaClO 最佳添加量为 $30\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; 实验用的水产养殖废水COD、氨氮和总磷含量分别为 $100\text{--}140\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $2.5\text{--}3.5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $1.2\text{--}1.6\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 之间; 该工艺技术可以稳定的将废水中的COD、氨氮和总磷削减到 $50\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $1.0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 和 $0.3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 以内, 平均去除率分别为63.33%、72.32%和83.50%。

[关键词] 物化组合工艺; 水产养殖废水; NaClO ; COD; 氨氮; 总磷

中图分类号: D912.6 **文献标识码:** A

我国是世界水产养殖第一大国^[1], 据农业部统计数据2019年, 我国水产品总产量为6480.20万吨, 在我国水产养殖业取得巨大成就的同时, 大量养殖废水的直接排放也造成周边水域的污染; 近年来淡水鱼类、海养虾类、贝类等的暴发性疾病和大面积死亡事件频繁出现^[2], 使人们认识到养殖水体净化技术的研发越来越重要。

水产养殖废水主要包括以下几种物质: 一是无机污染物, 以氮N、磷P等营养元素及悬浮颗粒物为代表^[3]。主要来自于饵料的大量使用、水产品排泄物、藻类及微生物; 这些都会严重影响养殖水体及邻近水域, 造成水体富营养化, 破坏养殖流域的生态系统结构及功能, 导致生态失衡^[4]。二是有机污染物, 以病害微生物及化学需氧量COD为代表。主要来自于饵料和肥料未被水产品吸收部分、水产品的新陈代谢排泄物、死亡残骸等, 将造成水体中化学需氧量及病原微生物数量剧增, 如大肠杆菌、弧菌、寄生虫、病毒、真菌等, 轻则影响水产品的生长, 重则引发病害污染, 并通过养殖废水的外排可能引起病害交叉感染。

目前, 养殖废水的处理方法主要有物理法、化学法、生物法和人工湿地^[5]等, 各种技术都有其特有的优势和缺点, 如何因地制宜用最经济适用的方法处理养殖废水才是问题处理的关键。水产养

表1 PAC、PAM溶液添加量

组别	I-I组	I-II组	II-I组	II-II组	III-I组	III-II组
PAC/mL	2.0	2.0	4.0	4.0	6.0	6.0
PAM/mL	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0

殖的点位比较分散, 规模大小不一致, 主要集中在农村或城乡结合处, 同时, 鱼塘废水的排水期主要集中在下半年, 根据各地的水源充足状况, 分为完全排放和部分排放; 对于养殖废水处理工艺的选择, 首先考虑的就是工艺简单、设备可移动、投资成本低、出水回用^[6]; 因此, 研究一种效益稳定、环境友好的水产养殖生产模式和养殖废水处理方式, 对我国水产养殖业的可持续发展有着非常迫切的现实意义。

本实验采用的超微浮选设备, 配合前端加药系统, 是一种物化组合处理技术^[7]; 解决了生化法和人工湿地前期投资大、占地面积大及无法移动等问题, 同时, 也解决了传统物理法和化学法解决问题的单一性和片面性问题; 非常适合分散的、周期性的养殖尾水处理。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 器具

超微浮选设备($0.5\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)、加药桶3套(200L)、加药泵3台($100\text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$)、搅拌器3个($35\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$)、潜水泵($1.0\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)、电子台秤(10kg)、烧杯(1000mL)、烧杯10个(100mL)、刻度吸管(5mL)、玻璃棒等。

1.1.2 药剂

聚合氯化铝(PAC)、聚丙烯酰胺(PAM: 阴离子)、次氯酸钠(NaClO)。

1.2 方法

表2 次氯酸钠溶液添加量

组别	第一组	第二组	第三组	第四组
次氯酸钠/mL	0	1.5	3.0	4.5

1.2.1 PAC、PAM添加量确定试验

配制1000mLPAC、PAM溶液, 浓度分别为 $1000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、 $100\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, 分别在6个100mL烧杯中加入新取的水产养殖废水100mL, 然后按(表1)分组, 分别向烧杯中加入PAC试剂, 边加边搅1min后, 加入PAM试剂, 继续搅拌30s, 静置2min, 观察絮凝效果, 通过形成絮团大小、形状以及上清液颜色, 确定最佳加药量。

1.2.2 次氯酸钠添加量确定试验

先检测新取的水产养殖废水中氨氮含量约为 $3\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$; 配制1000mL浓度为 $1000\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的次氯酸钠溶液; 在4个100mL烧杯中分别加入新取的水产养殖废水100mL, 然后, 次氯酸钠的添加量与废水中氨氮的含量按0:1、5:1、10:1、15:1(表2), 分别向烧杯中加入次氯酸钠试剂, 边加边搅6min后, 静置2min, 检测氨氮含量^[9]。

1.2.3 水产养殖废水处理现场连续试验

将超微浮选设备和加药装置集成到集装箱内(长宽高:6.02m*2.43m*2.60m),运输到银川市某鱼塘边进行现场试验;先接通水、电,再用自来水清水试机,调整好设备运行状态;配制PAC溶液(2%)、PAM溶液(0.5%)和次氯酸钠溶液(2%)各200L,按照实验室小试确定的最佳加药量,标定好计量泵流量;启动进水泵,将进水流量慢慢调至 $1.0\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$;待药剂与养殖废水在前端管道充分混合,再经超微浮选设备处理后排入集中收集点;试验期3d,每天运行8h,每2h取进出口水样检测cod、总磷和氨氮(开机和停机各扣除1h,共计 $3\text{次}\cdot\text{d}^{-1}$)。

2 结果与分析

2.1 PAC、PAM添加量确定试验

表3 不同PAC、PAM添加量的絮凝效果

组别	PAC/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	PAM/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	效果
I-I组	20	1	浑浊、絮团小
I-II组	20	2	浑浊、絮团小
II-I组	40	1	略浑浊、絮团较大
II-II组	40	2	清澈、絮团大
III-I组	60	1	清澈、絮团较大
III-II组	60	2	清澈、絮团大

表4 氨氮去除效果

组别	NaClO添加量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	氨氮含量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	去除率/%
第一组	0	3.165	0
第二组	15	1.576	49.8
第三组	30	0.475	84.9
第四组	45	0.412	86.9

表3为不同PAC与PAM添加量搭配使用下的絮凝效果^[8]; I-I组和I-II组在加药后溶液浑浊、絮团小,絮凝效果不理想; II-I组在PAC试剂增加到 $40\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 后,溶液略浑浊、絮团较大,证明I-I组和I-II组主要是PAC试剂添加量不够; II-II组在PAM试剂增加到 $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 后,溶液清澈、絮团大,证明II-I组PAM试剂添加量不够; III-I组和III-II组絮凝效果均不错,从经济效益考虑,选择II-II组PAC添加量 $40\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 、PAM添加量 $2\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。

2.2 次氯酸钠添加量确定试验

表4反应了不同NaClO添加量对应的

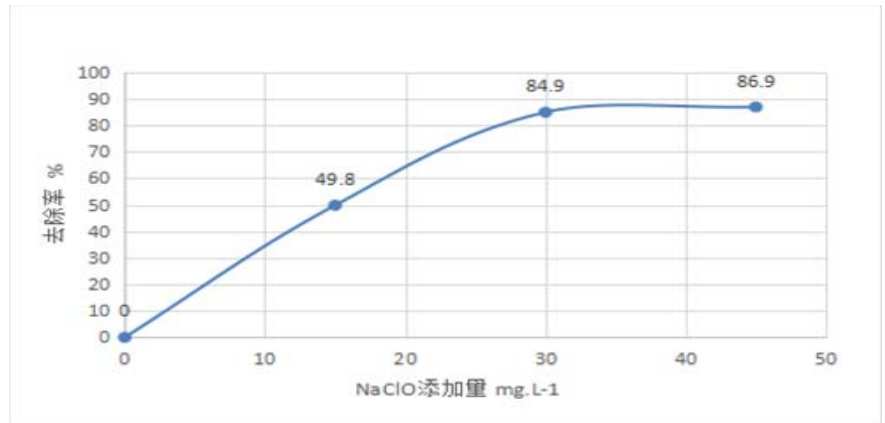


图1 NaClO添加量对氨氮去除率的影响

表5 COD去除效果

日期	编号	进水COD含量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	出水COD含量/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	去除率/%
第一天	1	124.9	34.61	72.3
	2	110.8	37.62	66.0
	3	108.3	42.14	61.1
第二天	4	109.8	43.64	60.3
	5	132.4	39.13	70.4
	6	117.4	42.14	64.1
第三天	7	124.9	49.23	60.6
	8	108.3	45.15	58.3
	9	108.3	46.65	56.9
平均值		116.12	42.26	63.33

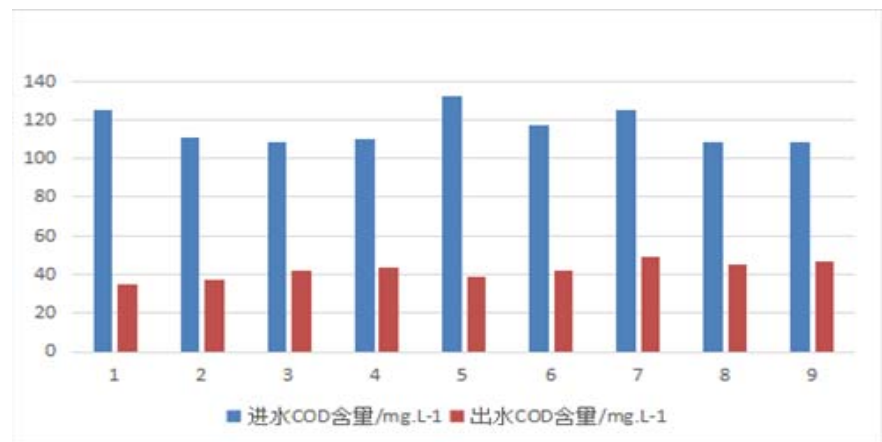


图2 进出水COD含量对比图

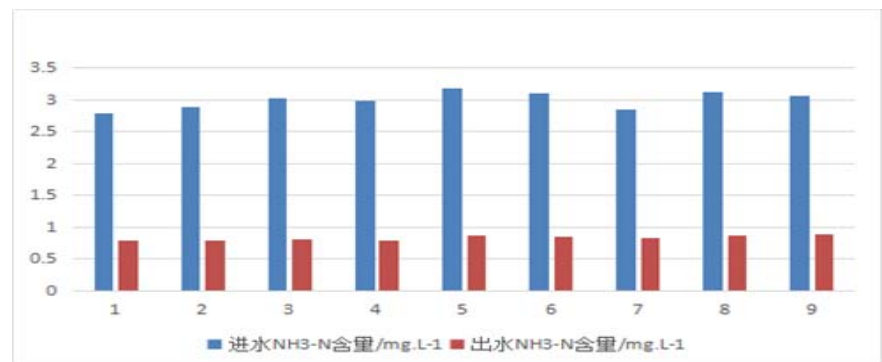


图3 氨氮进出水含量对比图

氨氮去除效果^[9]。从图1看出,水中氨氮去除率随NaClO添加量的增加而增加;当NaClO添加量为0-30mg·L⁻¹时,氨氮去除率增加很快,在30mg·L⁻¹以后,氨氮去除率增加不明显;因此,确定最佳NaClO添加量为30mg·L⁻¹。

2.3 水产养殖废水现场连续处理试验

2.3.1 COD去除情况

由表5看出,进水COD含量平均值为116.12mg·L⁻¹,出水COD含量平均值为42.26mg·L⁻¹,平均去除率为63.33%。

由图2看出,进水COD含量波动范围在100-140mg·L⁻¹之间,出水COD含量在50mg·L⁻¹以内。

2.3.2 NH₃-N去除情况

由表6看出,进水NH₃-N含量平均值为2.999mg·L⁻¹,出水NH₃-N含量平均值为0.830mg·L⁻¹,平均去除率为72.32%。

表6 NH₃-N去除效果

日期	编号	进水NH ₃ -N含量/mg·L ⁻¹	出水NH ₃ -N含量/mg·L ⁻¹	去除率/%
第一天	1	2.782	0.786	71.75
	2	2.883	0.794	72.46
	3	3.018	0.801	73.46
第二天	4	2.985	0.795	73.37
	5	3.182	0.864	72.85
	6	3.106	0.843	72.86
第三天	7	2.854	0.837	70.67
	8	3.128	0.869	72.22
	9	3.057	0.880	71.21
平均值		2.999	0.830	72.32

表7 总磷去除效果

日期	编号	进水总磷含量/mg·L ⁻¹	出水总磷含量/mg·L ⁻¹	去除率/%
第一天	1	1.55	0.26	83.23
	2	1.34	0.24	82.09
	3	1.58	0.28	82.28
第二天	4	1.44	0.22	84.72
	5	1.59	0.28	82.39
	6	1.36	0.18	86.76
第三天	7	1.57	0.29	81.53
	8	1.42	0.23	83.80
	9	1.63	0.25	84.66
平均值		1.50	0.25	83.50

由图3看出,进水NH₃-N含量波动范

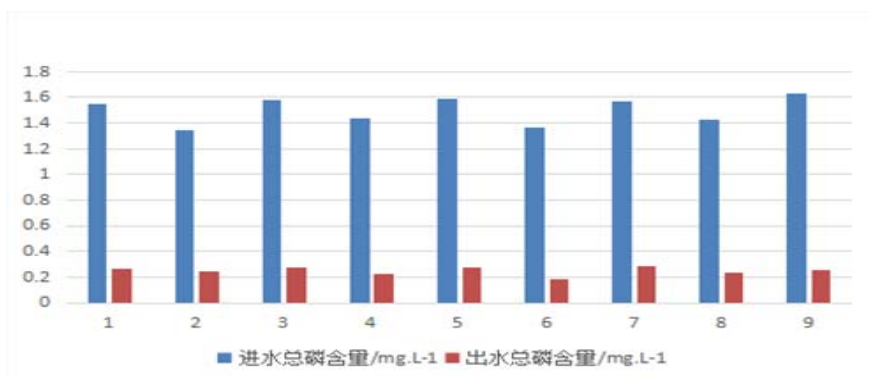


图4 进出水总磷含量对比图

围在2.5-3.5mg·L⁻¹之间,出水NH₃-N含量在1.0mg·L⁻¹以内。

2.3.3 总磷去除情况

由表7看出,进水总磷含量平均值为1.50mg·L⁻¹,出水总磷含量平均值为0.25mg·L⁻¹,平均去除率为83.50%。

由图4看出,进水总磷含量^[10]波动范围在1.2-1.6mg·L⁻¹之间,出水总磷含量在0.3mg·L⁻¹以内。

通过3天现场连续处理试验,证明该工艺对水产养殖废水的COD、氨氮和总磷具有良好的去除效果,且满足操作简便、出水稳定、可重复实验的要求。

3 结论

实验结果表明,采用超微浮选设备配合前端加药的物化组合技术,非常适合分散的、周期性的养殖尾水处理。在PAC添加量40mg·L⁻¹、PAM添加量2mg·L⁻¹和NaClO添加量30mg·L⁻¹的情况下,该工艺技术可以稳定的将水产养殖废水的COD、氨氮和总磷削减到50mg·L⁻¹、1.0mg·L⁻¹和0.3mg·L⁻¹以内。

[参考文献]

[1]冯东岳.浅析我国水产养殖废水处理技术的发展现状与趋势[J].科学养鱼,2015,(09):1-3.
[2]李艳琴.水产养殖废水污染危害及其处理技术分析[J].农家致富顾问,2018,(24):131.

问,2018,(24):131.

[3]司圆圆,林佳佳,唐日韬,等.水产养殖废水处理技术研究进展[J].农技服务,2019,36(04):88-89.

[4]赖勇.水产养殖废水氨氮的处理[J].现代农业科技,2017,(09):209.

[5]张刚正,岳庆伟.水产养殖废水尾水处理工程案例[J].华东科技:学术版,2017,(005):427.

[6]刘云龙.水处理技术在水产养殖中的应用[J].畜禽业,2019,30(07):40.

[7]唐智洋,江云,纪荣平.生物接触氧化-滴滤工艺处理水产养殖废水的效能研究[J].环境工程,2016,34(8):50-53+57.

[8]于晓彩,尚晓琳,季秋忆,等.纳米Ce/SnO₂在水产养殖废水处理中光催化性能研究[J].海洋环境科学,2016,35(4):501-506.

[9]高桂梅.聚合氯化铝(PAC)的絮凝作用在污水处理中的应用研究[J].广州化工,2016,44(05):129-130+151.

[10]郑振强,杨颖,林福财,等.总磷分析仪校准方法研究[J].中国计量,2020,(05):93-95.

作者简介:

张文凯(1983--),男,汉族,成都市人,大学本科,精细化工工程师,四川水沐环保科技有限公司,研究方向:污水处理技术。