

同步硝化反硝化削减泵站排水氨氮的试验研究

施梦圆¹ 谈祥² 居素伟¹

1 上海汀滢环保科技有限公司 2 上海宏波工程咨询管理有限公司

DOI:10.12238/hwr.v5i9.4020

[摘要] 削减泵站排水污染物中的氨氮的主要技术是生物硝化和生物脱氮,同步硝化反硝化生物反应器被认为是省空间的和高效的方法。本试验利用微生物活性填料,用接触反应器对市区某泵站的排放水进行了除氨氮试验,分析了影响硝化和脱氮反应的因素和氨氮去除率之间的关系,得到了氨氮去除率与溶解氧浓度、水力停留时间的关系图表。本试验结果为同步硝化和反硝化反应器设计提供参考。

[关键词] 泵站排水污染; 生物硝化; 生物脱氮; 微生物活性沸石

中图分类号: TD63+6 **文献标识码:** A

Experimental study on simultaneous nitrification and denitrification to reduce ammonia nitrogen in pump station drainage

Mengyuan Shi¹ Xiang Tan² Suwei Ju¹

1 Shanghai Tingying Environmental Protection Technology Co., Ltd

2 Shanghai Hongbo Engineering Consulting and Management Co., Ltd

[Abstract] The main technology to reduce ammonia nitrogen in drainage pollutants of pumping station is biological nitrification and biological nitrogen removal. Synchronous nitrification and denitrification bioreactor is considered a space-saving and efficient method. In this test, the removal of ammonia nitrogen from the discharge water of a pumping station in urban area was carried out by using microbial active filler and contact reactor, and the relationship between the factors affecting nitrification and nitrogen removal reaction and the removal rate of ammonia nitrogen was analyzed, and the relationship between ammonia nitrogen removal rate and dissolved oxygen concentration and hydraulic retention time was obtained. The results of this test provide reference for the design of synchronous denitrification and denitrification reactor.

[Key words] Pumping station drainage pollution; Biological nitrification; Biological denitrification; Microbial active zeolite

引言

泵站排水污染^[1-2],被认为是影响城区河道水质环境的重要因素。降低泵站排江的污染量是改善中心城区河道水质环境的重要课题,其中降低污染物中的氨氮含量是急需解决的问题。降解和转化氨氮主要用生物法^[3-4],传统的生物法去除氨氮的工艺需要有富氧和缺氧的交替处理过程,处理周期长。提高氨氮硝化细菌和硝酸亚硝酸还原菌的新陈代谢效率是生物法去除氨氮的技术关键,因此能同步完成硝化和脱氮的一体化工艺得到广泛的研究和开发利用。

1 技术原理

生物法去除氨氮是水体中的含氮有

机物在各种微生物的作用下,通过亚硝化、硝化和反硝化脱氮等一系列生化反应,最终形成氮气或氮氧化物气体脱离水体,从而降低水体中的氨氮含量的处理工艺。同步硝化反硝化^[5-7](Simultaneous Nitrification and Denitrification, SND)是指在各种生物处理系统中同时存在厌氧、兼氧和好氧条件的亚硝化、硝化和反硝化反应。另外,丰富的微生物相群还可将氨同化转化成细胞中的氨基,也有助于降低水体中氨氮的浓度。

各种各样的填料中,活性沸石^[8]是一种具有连通孔道的呈架状构造的含水铝硅酸盐矿物,其内部含有很多孔穴和通道。沸石具有巨大的比表面积,且其分

子构架上的平衡阳离子与构架间结合得不紧密,极易与水中的阳离子发生交换作用,因而沸石具有良好的交换吸附性能。根据沸石的材料特性,用微生物驯化加工过的沸石附着了大量的硝化和反硝化菌群,用来做研究用的填料,有利于一体化反应器中硝化菌和反硝化菌等微生物的接种和快速增值。本次研究中,用多层均匀填充的活性沸石提高一体化反应器去除氨氮的效率。

2 研究条件和设备

本次试验研究在市区某泵站进行,用前池水和高效澄清后的水作为原水进行,水质情况如下表1所示。测试期为5月-11月。

表1 原水的水质情况表

测试项目	测试均值/(mg/L)			
NH ₃ -N	21.2	7.4	12.5	2.8
TN	27.2	19.8	22.1	4.6

表1中原水的氨氮平均浓度是11mg/L, 总氮的平均浓度是18mg/L。

2.1 工艺流程和试验内容

试验工艺流程和填料的实物照片如图1所示, 试验反应器的单个筒体的直径是60cm, 筒体的有效水深为100cm, 内用网框分隔3层, 均匀填充活性沸石填料和对比实验的火山石球。原水通过潜水泵压送到试验反应器中进行微生物一体化处理, 水流方向为向上流, 水气同向。通过调节水流量设定水力停留时间和调节空气量设定不同溶氧量, 对不同水力停留时间、溶氧量浓度时的处理效果进行测试, 本次试验期间是在5-11月。

2.2 研究结果

2.2.1 活性沸石和火山石填料对去除氨氮的比较

a. 测试了不同水力停留时间的活性沸石与火山石填料的氨氮去除率, 见下表2和图2。

表2 水力停留时间与氨氮去除率表

水力停留时间 / (min)	高值 / (%)	低值 / (%)	平均值 / (%)
30	63.4	16.9	45.3
	73.2	12.1	41.3
60	85.2	63.0	76.1
	86.2	31.1	56.0
120	96.2	53.7	79.7
	98.0	54.0	91

从图表中可以看出相同水力停留条件下, 使用活性沸石填料的氨氮去除效果比火山石好。

b. 测试了不同溶解氧浓度时活性沸石与火山石填料的氨氮去除率, 见下表3和图3。

表3 溶解氧浓度与氨氮去除率表

溶解氧 / (mg/L)	高值 / (%)	低值 / (%)	平均值 / (%)
1~3	36	-5	33
	33	-2	21
3~5	53	7	45
	56	11	50
>5	95	71	89
	98	65	91

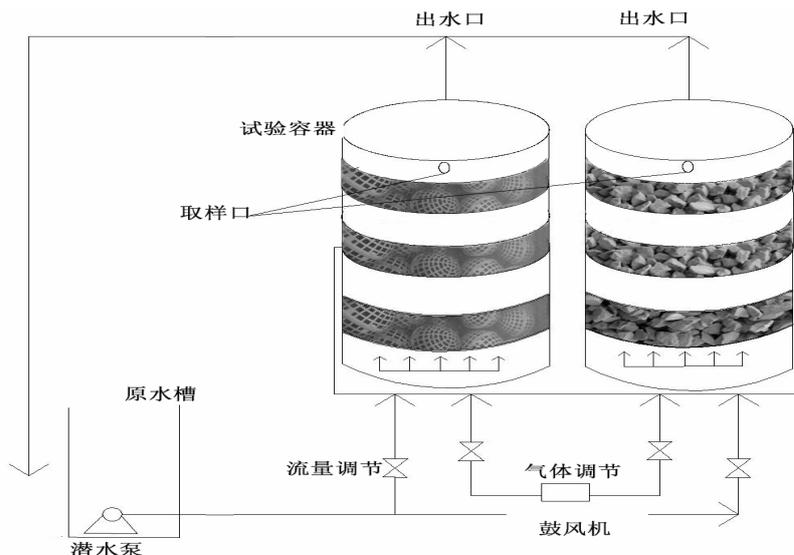


图1 试验工艺流程示意图&填料照片

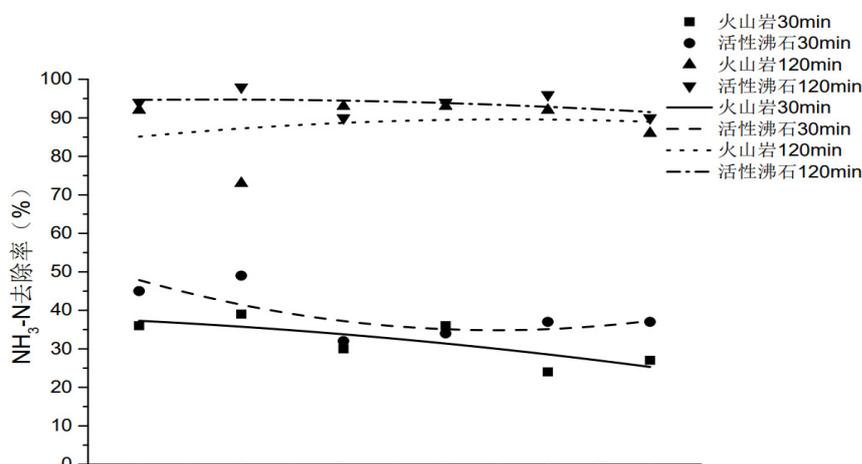


图2 活性沸石、火山岩填料水力停留时间与氨氮去除率曲线图

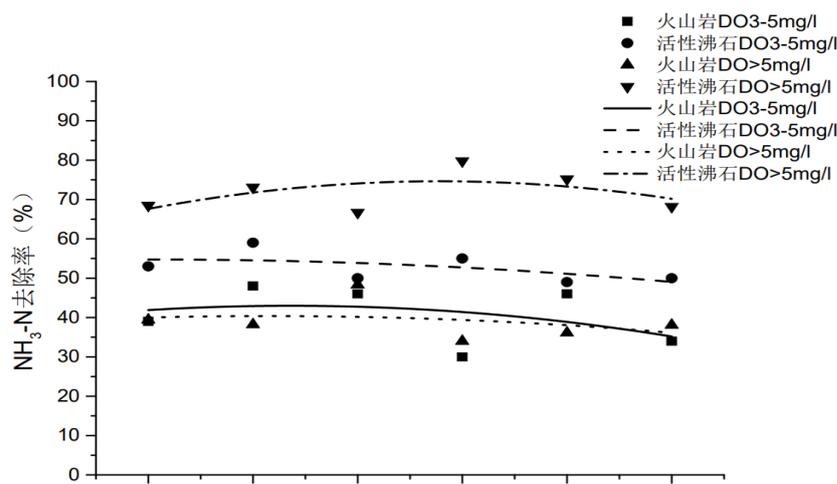


图3 活性沸石、火山岩填料溶解氧浓度与氨氮去除率曲线图

从上述图表中可以看出在相同溶解氧浓度的条件下使用活性沸石填料的氨氮去除效果比火山石填料好, 因此继续

使用活性沸石进行除氨氮、总氮试验。

2.2.2 用活性沸石填料时的水力停留时间与氨氮、总氮去除率的关系

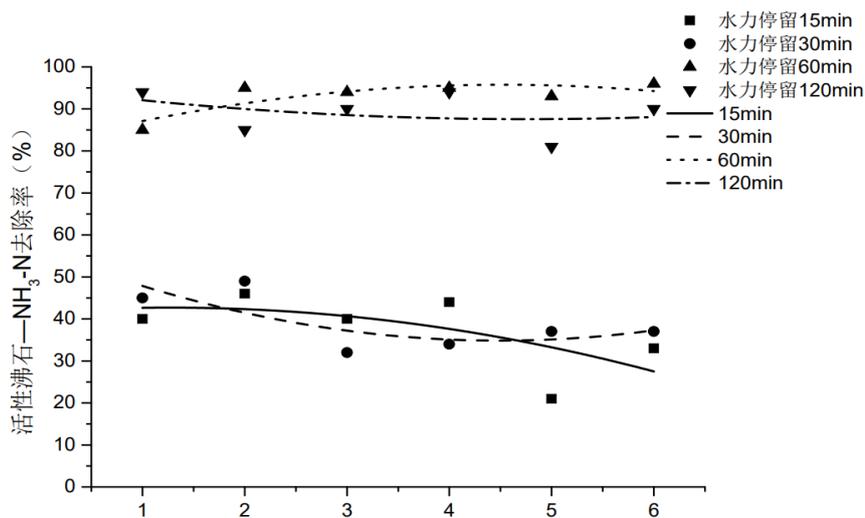


图4 活性沸石水力停留时间与氨氮去除率曲线图

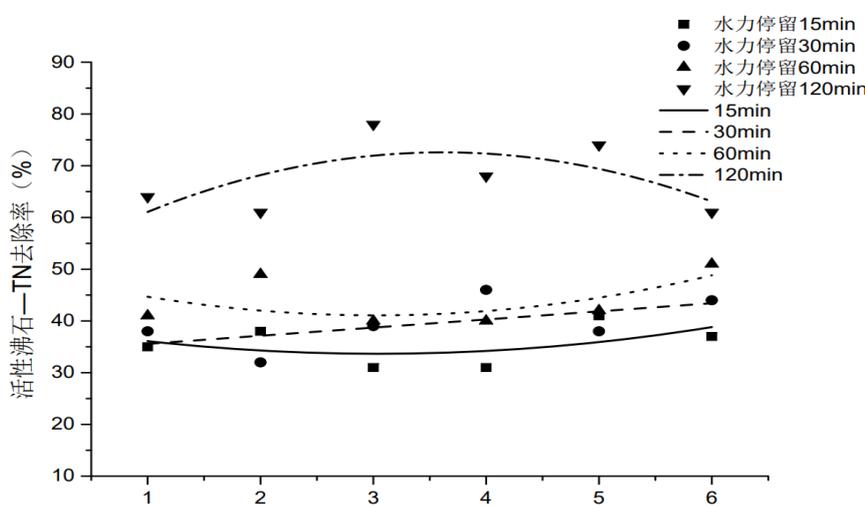


图5 活性沸石水力停留时间与总氮去除率曲线图

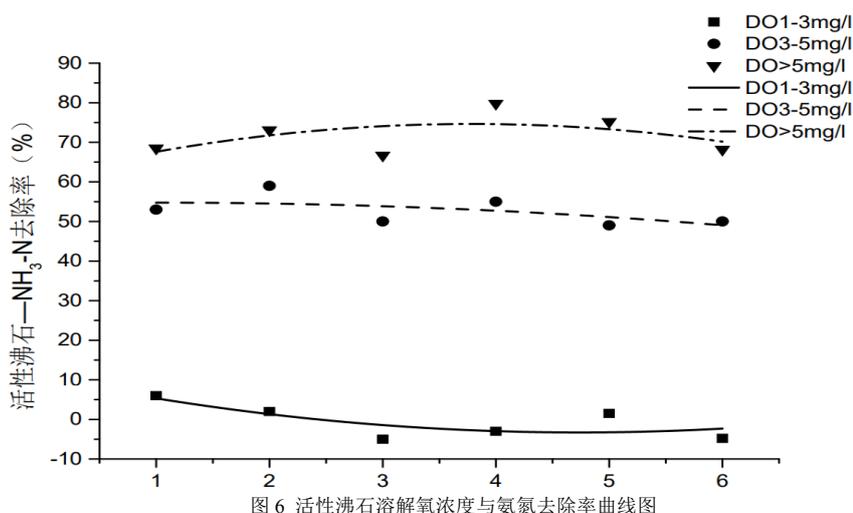


图6 活性沸石溶解氧浓度与氨氮去除率曲线图

由图4和图5分别描绘水力停留时间15min、30min、60min、120min时活

性沸石填料对氨氮和总氮的去除率曲线。

由图4可见,水力停留时间15min时,活性沸石对氨氮净化效率可以达到46%;随着水力停留时间增加,氨氮去除率升高,水力停留时间为120min时,氨氮去除率均达到80%以上,最高达到94%。水力停留时间在60min时,对氨氮的去除率与水力停留时间120min时相近。

由图5可见,当水力停留时间为120min时,活性沸石对总氮净化效率最高可达到70%以上;平均去除率能到近65%,停留60min时平均去除率也能超过40%。

2.2.3用活性沸石填料时的溶解氧浓度与氨氮、总氮的去除率关系

由下图6和图7分别描绘溶解氧浓度1-3mg/L、3-5mg/L、>5mg/L时活性沸石填料对氨氮和总氮的去除率曲线。

由图6可见,当溶解氧浓度>5mg/L时,氨氮去除率均可以达到60%以上。溶解氧的升高,在一定程度上增加了氨氮的去除效果。本实验中溶解氧浓度>5mg/L时,氨氮的去除效果最好。

由图7可见,当溶解氧浓度在3-5mg/L时,总氮去除率比较稳定,最高可达到60%左右;当溶解氧浓度>5mg/L时,总氮去除率有所降低,在40%左右。研究认为,溶解氧的适度降低提高了好氧反硝化效率,有利于系统脱氮。本实验中溶解氧浓度平均在3-5mg/L时,能得到很好的总氮的去除效果,达到50%以上。

3 研究结论

本次研究中,对一体化反应器去除氨氮、总氮主要参数水力停留时间和溶解氧浓度做了研究分析,从氨氮、总氮去除率关系曲线中可以得到以下结论:

3.1填料的比较

a. 在同样的水力停留时间时,活性沸石填料的氨氮去除效果比火山石好(见表2、图2)。

b. 在相同溶解氧浓度范围时,活性沸石填料的氨氮去除效果比火山石好(见表3、图3)。

3.2活性沸石同步氨氮氧化和脱氮的条件

a. 根据数据分析曲线,停留30-60min时总氮的去除率在能达到45%左右,

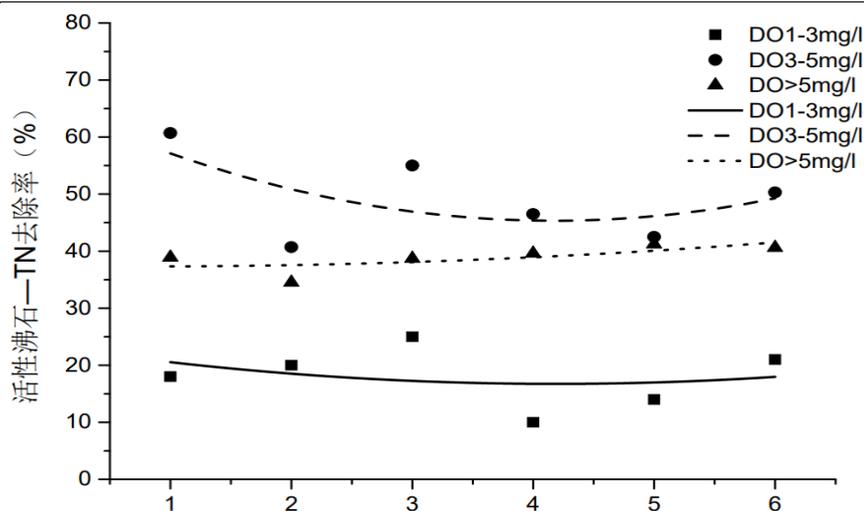


图7 活性沸石溶解氧浓度与总氮去除率曲线图

把一体化反应器的处理时间设定为60-90分钟时,氨氮去除率能达到90%;总氮去除率能达到60-70%。

b. 溶解氧值对氨氮的微生物分解和代谢影响很大,溶解氧浓度越高,氨氮去除率也越高,溶解氧值大于5mg/L时能在停留60min得到90%以上的去除率;因为去除总氮需要停止曝气,溶解氧浓度降到0,间隙反复。实际数据显示溶解氧在3-5mg/L时,总氮的去除率可达50%以上。

c. 另外,本次试验没有针对水温进行研究,因为在冬季水温低的情况下,泵站排放水因为微生物代谢能力极度降低,耗氧量也少,黑臭现象很少出现。在水温很低的情况下,数小时的停留时间也不能期待氨氮去除率大于50%。

4 结语

本次研究是针对泵站排水对河道污染物中氨氮削减设备的实用数据研究,以上结论对于实际项目中水处理设备的设计提供了参考依据,可以把河道治理过程中的相应设备的效率提高。本次研究着重分析了氨氮和总氮去除率,对于氨氮去除过程中,活性填料对于氨氧化菌、亚硝酸氧化菌等有用细菌的增值所产生的具体作用,以及氨氮氧化成亚硝酸和硝酸的速率,还没有能够作出具体数据测试和分析,利用宏观和显微的菌相照片说明相关菌群的增殖状况,更精确的调整处理设备的运行参数。

[课题项目]

上海市科委科技计划项目,21DZ1202605。

[参考文献]

[1]董黎,时珍宝.浅析上海市中心城区泵站放江污染治理[J].上海水务,2014,30(03):5-7.

[2]程晓波.上海市中心城区初期雨水污染治理策略与案例分析[J].城市道桥与防洪,2012,(06):168-171+15.

[3]刘永军.水处理微生物学基础与技术应用[M].北京:中国建筑工业出版社,2010.

[4]吴为中,王占生.不同生物接触氧化法的净化效果及其生物膜特性的比较[J].环境科学学报,2000,(S1):44-50.

[5]郭冬艳,李多松,孙开蓓,刘丽茹.同步硝化反硝化生物脱氮技术[J].安全与环境工程,2009,16(03):41-44+61.

[6]彭赵旭,彭永臻,左金龙.同步硝化反硝化的影响因素研究[J].给水排水,2009,45(05):167-171.

[7]赵凯,周远涛,吴晓婷.同步硝化反硝化在污水处理系统中的生产性应用[J].中国给水排水,2013,29(3):90-92+98.

[8]魏云霞,马明广,李康兰,等.沸石吸附及其固定化微生物间歇式活性污泥法同时硝化反硝化脱氮的研究[J].环境污染与防治,2012,34(11):55-58+92.

作者简介:

施梦圆(1996--),女,汉族,江苏省张家港市人,硕士研究生,助理工程师,水环境治理方向。