

文章编号:1006-7329(2003)05-0078-03

HRT、缺氧时间、好氧时间 对碳、氮去除的影响研究*

焦斌权¹, 李伟民², 李东伟¹, 邓荣森²

(1.重庆大学 资源及环境科学学院,重庆 400044;2.重庆大学 城市建设与环境工程学院,重庆 400045)

摘要:通过正交试验考察了水力停留时间(HRT)、好氧时间与缺氧时间对连续流间歇曝气一体化氧化沟系统碳、氮脱除的影响,结果表明,缺氧时间是影响系统 BOD₅ 和 TN 去除率的最显著性因素,好氧时间对 BOD₅ 去除率也存在显著影响;在 HRT 8 hr,好氧时间 2 hr,缺氧时间 2 hr 的运行方式下,能够获得以下出水水质: BOD₅ < 20 mg/l, TN < 20 mg/l, BOD₅ 去除率为 85.2%, TN 去除率为 55.5%。

关键词:水力停留时间; 缺氧时间; 好氧时间; 连续流间歇曝气; 一体化氧化沟
中图分类号:X703.1 **文献标识码:**A

Experimental Research on the Optimal Operation Mode of Integrated Oxidation Ditch with Continuous Flow and Intermittent Aeration

JIAO Bin-quan¹, LI Wei-min², LI Dong-wei¹, DENG Rong-sen²

(1. College of Resource and Environmental Science, Chongqing University, Chongqing 400044, P.R.China; 2. College of Urban Construction and Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, P.R.China)

Abstract: The influence of HRT, oxidic time and anoxic time on the carbon and nitrogen removal of integrated oxidation ditch with continuous flow and intermittent aeration was studied by cross experiment method. The results show that the anoxic time has the most distinct influence on removal ratio of BOD₅ and TN in the system and the oxidic time has a distinct influence on BOD₅ as well. When HRT, oxidic time and anoxic time of the system is 8h, 2 h and 2 h respectively, the effluent quality and the removal ratio for BOD₅ are < 20 mg/l and 85.2% and for TN are < 20 mg/l and 55.5% respectively.

Keywords: hydraulic retention time; oxidic time; anoxic time; continuous flow; intermittent aeration; integrated oxidation ditch

在城市污水间歇曝气系统中,影响系统处理效果的因素归纳起来有三类:第一类是环境因素,如温度、pH、溶解氧;第二类是工况因素,如微生物量(MLSS)、C/N、负荷率等;第三类是运行方式,即水力停留时间(HRT)、好氧时间与缺氧时间的组合方式等。本试验将 HRT、好氧时间与缺氧时间列为试验考察因素,目的在于探求水力停留时间(HRT)、好氧时间与缺氧时间对连续流间歇曝气一体化氧化沟系统碳、氮脱除的影响。

* 收稿日期:2003-05-20

作者简介:焦斌权(1968-),男,西安人,讲师,主要从事水污染控制技术研究。

1 试验方法

试验在小型一体化氧化沟中进行,进水为典型城市污水,通过控制进水流量调节 HRT,通过控制曝气机的开停来控制好氧时间与缺氧时间。用一体化氧化沟有效容积 0.30 m^3 ,沟宽 0.17 m ,有效水深 0.38 m ,单侧直段长 1.60 m ,固液分离器有效长度 0.60 m ,宽 0.60 m ,有效深度 0.34 m 。试验阶段 SRT 为 20 d ,pH 为 6.8 ,水温为 $22.3 \sim 25.6^\circ\text{C}$,MLSS 大致维持在 3000 mg/L 。

2 试验设计及安排

试验采用三因素二水平回归正交表 $L_6(2^3)$,将 HRT、好氧时间 t_1 与缺氧时间 t_2 列为本试验的影响因素,因素的试验水平根据污水水质以及相关试验进行确定(见表 1)。试验考察指标采用 BOD_5 的去除率 η_{BOD_5} 及 TN 的去除率 η_{TN} 。

表 1 因素水平表

水 平	因 素 代 号	$t_1(\text{hr})$	$t_2(\text{hr})$	HRT(hr)
1	A	2	2	8
2	B	4	4	12

3 试验结果与分析

3.1 正交试验结果

正交试验结果见表 2。

表 2 正交试验安排与结果

因素 列号 试验号	A	B	A×B	C	A×C	B×C	η_{BOD_5}	$\eta_{\text{TN}}(\%)$
1	1	1	1	1	1	1	85.2	55.5
2	1	1	1	2	2	2	86.3	56.6
3	1	2	2	1	1	2	78.5	51.3
4	1	2	2	2	2	1	77.5	53.2
5	2	1	2	1	2	1	89.1	54.4
6	2	1	2	2	1	2	91.4	55.8
7	2	2	1	1	2	2	82.7	53.9
8	2	2	1	2	1	1	82.1	53.0

3.2 正交试验的极差分析

将表 2 正交试验数据进行极差分析,结果见表 3。

表 3 极差分析表

项目	类别	A	B	A×B	C	A×C	B×C
η_{BOD_5}	K_1	327.5	352.0	336.3	335.3	337.2	333.9
	K_2	320.8	336.5	337.3	335.6	338.9	
	R	17.8	31.2	0.2	2.0	1.6	5.0
η_{TN}	K_1	216.6	222.3	219.0	215.1	215.6	216.1
	K_2	217.1	211.4	214.7	218.6	218.1	217.6
	R	0.5	10.9	4.3	3.5	2.5	1.5

按级差 R 大小排列影响 BOD_5 去除率的因素重要性顺序为:

(B)→(A)→(B×C)→(C)→(A×C)→(A××B)

影响 TN 去除率的因素重要性顺序为:

(B)→(A×B)→(C)→(A×C)→(B×C)×(A)

从上述极差分析可知,缺氧时间对 BOD₅ 去除率和 TN 去除率的影响都是最重要的。

3.3 正交试验的方差分析

3.3.1 BOD₅ 去除率的方差分析

根据表 2 对 η_{BOD_5} 进行方差分析,计算结果见表 4。

表 4 η_{BOD_5} 方差分析表

来源	离差	自由度	均方离差	F 值	临界值	显著性
A	39.605	1	39.60	495.06	$F_{0.10}(1,1) = 39.86$	**
B	121.680	1	121.680	1521.00	$F_{0.05}(1,1) = 161.40$	**
A×B	0.005	1	0.005	0.06	$F_{0.01}(1,1) = 4\ 052.00$	N
C	0.405	1	0.405	5.06		N
A×C	0.320	1	0.320	4.00		N
B×C	3.125	1	3.125	39.06		N
误差	0.080	1	0.080			N
总和	165.220	7				

注:表中“**”表示有显著影响,“N”表示无显著影响。

表 4 结果说明, η_{BOD_5} 受缺氧时间 t_2 的影响最为显著。从表 2 可以看出,其它条件相同时,延长 t_2 会使 η_{BOD_5} 明显下降。这可能是氧化沟内在缺氧时段存在着比好氧时段更多的短流而使出水水质变差的缘故,当然也不排除缺氧对沟内污泥性能的影响。好氧时间 t_1 在一定程度上也影响着 η_{BOD_5} , 当 t_1 越长,微生物在好氧期间摄取的有机物量越多, BOD₅ 去除率就越高,而 HRT 及各因素间的交互作用则不是影响 η_{BOD_5} 的显著因素。因此,对于连续流间歇曝气一体化氧化沟系统而言,从 BOD₅ 去除效果看, HRT 为 8 h 时,出水 BOD₅ 已经达到国家一级标准,延长 HRT 对 BOD₅ 的去除效果提高不大。

3.3.2 TN 去除率的方差分析

根据表 2 对 η_{TN} 进行方差分析。经计算,因素 A 的离差平方和相对很小,这项作用很不显著,为了提高检验效果,把 Q_A 并入 Q_E , 并取 Q_E 的自由度为二项自由度之和,计算结果见表 5。

表 5 η_{TN} 方差分析表

来源	离差	自由度	均方离差	F 值	临界值	显著性
B	14.851	1	14.851	24.07	$F_{0.10}(1,2) = 8.53$	**
A×B	2.311	1	2.311	3.75	$F_{0.05}(1,2) = 18.51$	N
C	1.531	1	1.531	2.48	$F_{0.01}(1,2) = 98.50$	N
A×C	0.781	1	0.781	1.27		N
B×C	0.281	1	0.281	0.46		N
误差	1.203	2	0.616			
总和	165.220	7				

注:表中“**”表示有显著影响,“N”表示无显著影响。

表 5 表明,影响 η_{TN} 的显著因素仍是缺氧时间 t_2 , 好氧时间 t_1 、HRT 及各因子间的交互作用均不是影响 η_{TN} 的显著性因素。从表 2 可以看出,对于连续流间歇曝气一体化氧化沟系统而言,当其它条件相同时,增大缺氧时间 t_2 , TN 去除率 η_{TN} 反而降低,原因是影响 TN 的去除不仅包括了反硝化脱氧作用,还包括硝化作用,后者是前者的基础。因此,延长 t_2 虽然使反硝化作用进行得更完全,但相对而言却使硝化作用进行得不够充分,从而使 TN 去除率有所下降。另外,增加水力停留时间并没有使 TN 去除率取得明显效果。

(下转第 86 页)

3) 聚丙烯纤维的阻裂作用,一方面归因于它对混凝土内毛细管的阻隔作用,引起水分蒸发速率降低;另一方面,在于其三维无序分布使混凝土内微裂缝尖端的应力集中得以钝化、增大了微裂缝扩展的能量消耗。

参考文献:

- [1] DAN RAVINA and RAHEL SHALON. Plastic Shrinkage Cracking[J]. ACI Journal, 1968, (4):282 - 291.
- [2] F. H. Wittmann. On the Action of Capillary Pressure[J]. CCR, 1976, 16:49 - 56.
- [3] 王铁梦. 工程结构裂缝控制[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
- [4] Parviz Soroushian and Siavosh Ravanbakhsh. Control of Plastic Shrinkage Cracking with Specialty Cellulose Fibers[J]. ACI Materials Journal, July - August 1998:429 - 435.
- [5] Mirosław Grzybowski and Surendra P. Shah. Shrinkage Cracking of Fiber Reinforced Concrete[J]. ACI Materials Journal, March - April 1990:138 - 148.
- [6] 路新景. 小浪底工程细砂混凝土试验研究[J]. 华北水利水电学院学报, 1999, 20(4):37 - 38
- [7] 张武. 特细砂在普通混凝土中的应用与研究[J]. 施工技术, 2002, 31(8):41 - 42.
- [8] Kai PP. Proposed Test to Determine the Cracking Potential to Drying Shrinkage of Concrete[J]. Concrete Construction, 1985, (30):775 - 778.
- [9] 刘兰强. 聚丙烯纤维在混凝土中的阻裂效应研究[J]. 公路, 2000, (6):28 - 34.
- [10] Parviz Soroushian. Secondary Reinforcement - Adding Cellulose Fibers[J]. Concrete International, 1997, 6:28 - 34.
- [11] Kejin Wang, Surendra P. Shah and Pariya Phuaksuk. Plastic Shrinkage Cracking in Concrete Materials - Influence of Fly Ash and Fibers[J]. ACI Materials Journal, November - December 2001:458 - 464.

(上接第 80 页)

4 结论

1) 好氧时间、缺氧时间和水力停留时间三个因素对于连续流间歇曝气一体化氧化沟系统而言, 缺氧时间是影响系统 BOD₅ 和 TN 去除率的最显著性影响, 好氧时间对 BOD₅ 去除率也存在显著影响。

2) 在连续流间歇曝气一体化氧化沟系统采用 HRT 8 hr, 好氧时间 2 hr, 缺氧时间 2 hr 的运行方式时, 其出水水质 BOD₅ < 20 mg/l, TN < 20 mg/l, BOD₅ 去除率为 85.2%, TN 去除率为 55.5%。

参考文献:

- [1] 李伟民. 中试一体化氧化沟流态及规模型合建式一体化氧化沟试验研究[D]. 重庆: 重庆建筑大学, 2000.
- [2] 廖日红. 连续流间歇曝气一体化氧化沟试验研究[D]. 重庆: 重庆建筑大学, 1997.