

研究简报

# 非离子表面活性剂在模拟人工湿地处理系统中的净化<sup>\*</sup>

肖邦定 胡凯 刘剑彤 丘昌强 陈珠金

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

黄毅

(湖南省常德市环境监测站, 415000)

## REMOVAL OF NON-IONIC SURFACTANTS IN SIMULATED CONSTRUCTED WETLAND TREATMENT SYSTEM

Xiao Bangding, Hu Kai, Liu Jiantong, Qiu Changqiang and Chen Zhujin

(Institute of Hydrobiology, The Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072)

Huang Yi

(Environment Monitoring Station of Changde City, 415000)

**关键词** 模拟人工湿地处理系统, 非离子表面活性剂, 净化

**Key words** Simulated constructed wetland treatment system, Non-ionic surfactants, Removal

非离子表面活性剂(Non-ionic surfactant, NIS)是近十余年来发展十分迅速的表面活性剂, 1992年世界NIS产量为281万t, 占表面活性剂总量的36%。1990年我国NIS产量仅4.2万t, 至1995年已达25万t<sup>[1,2]</sup>。NIS已成为环境中量大面广的一类有机污染物。本文利用模拟人工湿地处理系统对NIS的净化效果进行研究, 以期找到一条有效调控NIS对环境污染的途径, 为城市污水人工湿地处理系统的设计和运行管理提供科学依据。

### 1 模拟系统

**1.1 污水输送储存系统** 包括污水提升泵站、高位槽兼作沉淀池( $1.0 \times 0.82 \times 0.76\text{m}$ )和稳流装置( $0.6 \times 0.2 \times 0.2\text{m}$ )。污水泵入高位槽后连续自流入稳流装置, 然后通过U形虹吸管流入进水溢流槽, 再进入人工湿地处理系统( $1.80 \times 0.58 \times 0.45\text{m}$ ) (图1)。按设计水力负荷要求, 调节恒水头虹吸稳流装置输出的污水流量至设定值, 使污水恒流量输入至模拟系统进行净化与利用。

**1.2 模拟人工湿地处理系统** 分别在两个塑料模拟池下层装入350kg直径0.6~1.2cm的碎石, 层高约20cm; 上层铺20cm厚的由黄沙和塘泥(比例2:1)混合制成的人工土。I池表土堆成垄, 垄面宽34cm, 其上均匀种植水芹菜; 两边挖沟, 沟面宽12cm, 沟深8cm, 布水方式按垄沟渗滤型; II池表土平整, 其上生有杂草, 未人工种植植物, 布水方式如一般湿地的漫灌渗滤型。出水经碎石层自溢流槽流出。

<sup>\*</sup> 本研究得到国家“八五”科技攻关专题“复合生态系统处理城市污水技术”的资助  
1999-04-30收到; 1999-07-12修回

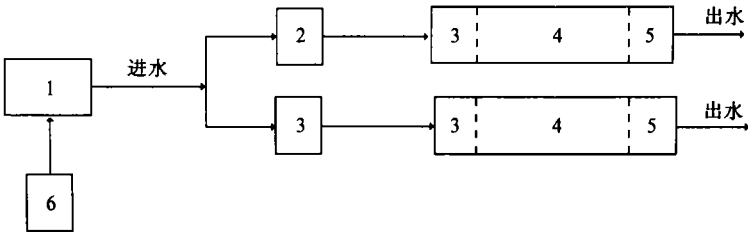


图 1 模拟人工湿地处理系统平面示意图

Fig.1 Plane diagram of simulated constructed wetland treatment system

1. 高位槽 2. 稳流装置 3. 进水溢流槽 4. 模拟单元 5. 出水溢流槽 6. 污水提升泵站

**1.3 试验设计** 对于人工湿地处理系统,人们普遍关心的问题之一是如何实现系统在冷季仍维持正常运行。故动态模拟试验在冬季天然条件下进行,试验时间自1995年12月至1996年2月。气温范围为-1.2—15.5℃,平均气温7.8℃;水温范围为0.2—15.6℃,平均水温7.5℃。试验污水抽取自城市生活污水排水渠,其水质参数为:pH=7.0,COD=24—120mg/L,NIS=0.02—0.56mg/L。每两天泵一次污水至高位槽,加入一定量的NIS受试物Peregal O(工业级,浙江助剂总厂,乳白色膏状固体),混合均匀后连续自流进入模拟系统。进水流量设计为50mL/min,系统水力负荷率约为25m/a,NIS平均负荷率约为0.6g/m<sup>2</sup>·d,COD平均负荷率约为4.5g/m<sup>2</sup>·d。

经1995年12月约一个月的连续运转后,在1996年1~2月,进行由低到高两个进水浓度系列试验,间隔一定时间取两池进、出水样测定NIS和COD。NIS采用苦味酸钼络合萃取比色法<sup>[3]</sup>,所得结果为苦味酸钼活性物质(BPAS)含量。以Triton X-100为代表,作为NIS定量的标准参比物质。

2 结果与讨论

试验结果列于表1,2,结果表明:

表1 两种人工湿地处理系统对NIS的净化效果

Tab.1 Treatment results of NIS in two constructed wetland treatment systems

日期 (月.日)	垄沟系统			漫灌系统		
	进水NIS (mg/L)	出水NIS (mg/L)	去除率 (%)	进水NIS (mg/L)	出水NIS (mg/L)	去除率 (%)
1.8	1.39	0.01	99.5	1.58	0.02	98.7
1.10	1.03	0.00	100	0.92	0.00	100
1.12	3.83	0.07	98.2	2.65	0.03	98.9
1.14	2.46	0.00	100	3.72	0.01	99.8
1.16	2.72	0.01	99.6	2.72	0.00	99.9
1.21	10.66	0.08	99.2	9.92	0.10	99.0
1.22	12.80	0.07	99.5	12.17	0.07	99.4
1.26	6.60	0.06	99.1	6.45	0.22	96.6
1.29	11.51	0.15	98.7	13.20	0.19	98.6
2.5	10.69	0.09	99.2	20.84	0.17	99.2
2.7	10.62	0.12	98.9	11.95	0.12	99.0
2.9	11.06	0.14	98.7	12.06	0.21	98.3
2.11	12.76	0.21	98.4	13.31	0.18	98.6
变动范围	1.03—12.80	0.00—0.21	98.2—100	0.92—20.84	0.00—0.22	96.6—100
平均值	7.55	0.08	99.2	8.58	0.10	98.9
94.8.9~	0.38—1.97	0.01—0.30	77.9—99.7	0.38—1.97	0.01—0.49	34.8—98.8
94.9.14*	1.00	0.08	92.0	1.00	0.11	88.4

\* 为阴离子表面活性剂LAS的净化效果

表2 两种人工湿地处理系统对COD的去除效果

Tab.2 Removal results of COD in two constructed wetland treatment systems

日期 (月.日)	垄沟系统			漫灌系统		
	进水COD (mg/L)	出水COD (mg/L)	去除率 (%)	进水COD (mg/L)	出水COD (mg/L)	去除率 (%)
1.10	38.8	23.3	40.0	45.0	21.7	51.8
1.12	46.5	14.0	69.9	34.9	15.5	55.6
1.14	62.0	6.2	90.0	60.5	23.3	61.5
1.16	49.6	27.9	43.8	49.6	27.1	45.4
1.29	61.2	3.1	94.9	74.0	3.1	95.8
2.5	113.4	7.1	93.7	115.5	7.8	93.3
2.7	54.3	12.6	76.8	56.7	11.0	80.6
2.9	58.3	30.7	47.3	60.6	19.7	67.5
2.10	51.2	8.7	83.0	51.2	11.8	77.0
变化范围	38.8—113.4	3.1—30.7	40.0—94.9	34.9—115.5	3.1—27.1	45.4—95.8
平均值	59.5	14.8	71.0	60.9	15.7	69.8

(1) 即使在冬季,保持较高水力负荷率和污染物负荷率的模拟人工湿地处理系统对 NIS 和 COD 的去除率仍达到令人满意的效果;垄沟渗滤型处理系统和漫灌渗滤型处理系统的 NIS 去除率分别为 99.2% 和 98.9%,COD 去除率分别为 71.0% 和 69.8%。两种系统比较,垄沟渗滤型处理系统去污效果似乎稍好一些,但无明显差异。

(2) 两系统的 NIS 去除率远高于 COD 去除率,显示出 NIS 属于易被人工湿地处理系统净化的有机污染物。

(3) 在夏秋季,LAS 在本试验垄沟渗滤型和漫灌渗滤型处理系统中的平均净化率分别为 92.0% 和 88.4%,可见 NIS 较 LAS 的处理效果更佳。

(4) NIS 在人工湿地处理系统的净化过程主要包括土壤中有有机、无机胶体及其复合体对 NIS 的吸收、络合等作用,吸附过程通常是表面活性剂在土壤中的主要迁移转化行为之一<sup>[4]</sup>,污水中的 NIS 可被土壤吸附而去除。另一方面,NIS 又较易被生物降解<sup>[5,6]</sup>,土壤中大量的微生物能将被土壤吸附的 NIS 迅速生物氧化,从而使土壤的吸附能力得到恢复,也不会在土壤中发生累积残留而危害植物。可以说,在人工湿地处理系统中主要是吸附过程和生物降解共同作用使 NIS 得到有效的去除。

(5) 目前国内外城市污水中 NIS 浓度远低于本试验浓度水平,因此,城市污水中的 NIS 不会对城市污水人工湿地处理系统的正常运行产生不良影响。

参 考 文 献

[1] 藕民伟. 脂肪醇聚氧乙烯醚及乙氧基化技术. 日用化学工业,1995, 4:20—28

[2] 王大全. 中国化工学会精细化工专业委员会全国第五次工业表面活性剂学术交流会的总结. 精细化工, 1995, 12:2—3

[3] 钱锡兴等. 水中痕量非离子表面活性剂的测定. 分析化学, 1987, 15(2):97—100

[4] Toro D et al. A Model for Anionic Surfactant Sorption. *Environ. Sci. Technol.*, 1990, 24:1013—1020

[5] Struijs J, et al. Testing surfactants for ultimate biodegradability. *Chemosphere*, 1994, 28(8):1503—1523

[6] J. 法尔勃. 日用制品中的表面活性剂—理论,生产技术和应用. 北京: 中国石化出版社. 1987, 513—577