



新型气化炉煤气洗涤废水生物脱氮的研究

刘继森, 刘 杰

(水煤浆气化及煤化工国家工程研究中心, 山东 滕州 277527)

【摘 要】在实验室, 采用 SBR 生化反应器, 分别研究了经空气吹脱预处理和未经预处理的新型气化炉煤气洗涤废水经驯化建立的生态系统脱除氨态氮和 COD 以及脱氮模式的区别, 得出以下结论: 新型气化炉煤气洗涤废水可采用短程亚硝化型硝化形式直接进行生化处理。

【关键词】煤气洗涤废水; 脱氮; SBR; 短程亚硝化型硝化; 全程硝化型硝化

【中图分类号】X 784 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1004-9932(2005)04-0005-04

Research on biological denitrification for scrubbing water from new type of gasifier

LIU Ji-sen, LIU Jie

(National Research & Engineering Center for Coal Slurry Gasification and Coal Chemical Industry, Tengzhou 277527, China)

Abstract: Research was made on ammonium nitrogen and COD removal in waste water, pretreated by air-blowing and nonpretreated, both came from scrubbing of gas produced by new type of gasifier, by means of cultivating biological system in SBR biological reactor. By comparison it came to the conclusion that the scrubbing water could be treated directly by biochemical process with short-range nitroso-nitrification.

Key words: waste water produced by gas scrubbing; nitrogen removal; SBR; short-range nitroso-nitrification; full-range nitrification

【收稿日期】 2005-02-28

【作者简介】 刘继森(1971-),男,山东胶南人,工程师,华东理工大学在读工程硕士。

0 前 言

新型气化炉技术是在美国德士古水煤浆加压气化技术基础上发展、创新并拥有我国自主知识

产权的洁净煤气化技术。同其他气化技术一样,新型气化炉技术在煤气化过程中,对粗煤气进行冷却洗涤时会产生大量的废水,这种废水溶解了煤气生成过程中的各种有机、无机成分,属于低碳源、高氨氮废水, pH 较高,如不进行脱氮处理,将引起受纳水体的富营养化。

传统的生物脱氮主要包括氨化作用、硝化作用、反硝化作用。随着对脱氮工艺及其微生物学研究的深入,许多新的现象被发现,如:亚硝化型硝化、异养硝化-好氧反硝化、自养反硝化菌硝化、自养硝化菌的反硝化和氨的厌氧氧化,这些现象的出现推动了脱氮技术的发展,出现了一些新的脱氮工艺。

本文重点研究新型气化炉煤气洗涤废水污泥驯化过程,探讨新型气化炉煤气洗涤废水生物脱氮的模式,揭示生物降解新型气化炉煤气洗涤废水污染物的规律。

1 试验用水和试验装置

1.1 试验用水

用兖矿鲁南化肥厂德士古生产装置产生的废水作为新型气化炉的模拟废水,表 1 列出了模拟废水水质组成。

项目	含量
$\text{NH}_3\text{-N}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	300~340
甲酸盐/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	140
$\text{CN}^-/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	0.05
总硫/ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	20
pH	9.1
$\text{COD}_\text{Cr}/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	400~450
$\text{BOD}_5/\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	350~400

1.2 试验装置

采用如图 1 所示试验装置研究煤气洗涤废水污染物的降解规律。

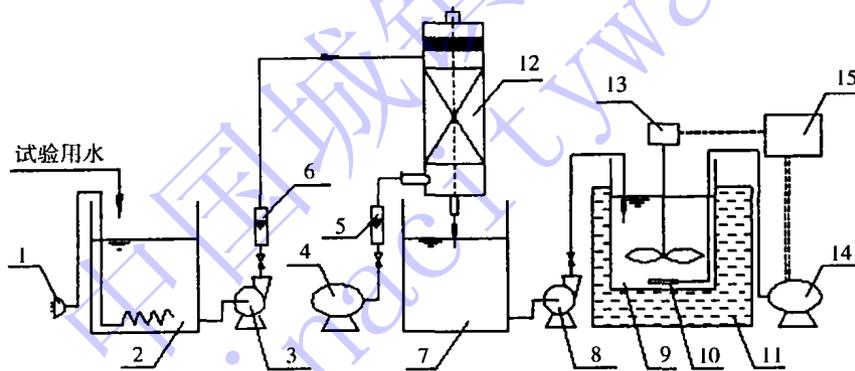


图 1 空气吹脱 + SBR 生化处理试验工艺流程

1—电加热器；2—储水水箱；3—提升泵；4—空压机；5—空气转子流量计；
6—液体转子流量计；7—储水箱；8—加压泵；9—SBR 反应器；10—砂心曝气头；
11—恒温水浴；12—空气吹脱塔；13—电动搅拌器；14—空压机；15—时间控制器

2 试验方法

驯化的接种污泥来自其他课题组,接种污泥量 4 L,接种污泥的浓度为 24 g/L 左右,分别置入两个容积为 5 L 的 SBR 反应器中,接种后的污泥浓度为 9.6 g/L 左右。在两个 SBR 反应器中,分别用经过空气吹脱塔预处理过的(1[#])和未预处理的(2[#])煤气洗涤废水进行污泥驯化。开始阶段用自来水稀释以后的煤气洗涤废水进行污泥驯化,水的氨氮和 COD_Cr 浓度较低;随着污泥驯化的进行逐步减少稀释自来水用量,直至直接用废水进入 SBR 生化反应系统。

为保持驯化过程中生物处理系统中的 C:N:P 为 100:5:1,考虑到驯化废水的氨氮浓度较高,因此在驯化期间仅补充碳源和磷源。试验过程中投加适量的甲醇作碳源,投加磷酸二氢钾作磷源,并补充适量的硫酸亚铁、氯化镁和一些其他的微量营养元素。为保证系统出水的 pH 控制在 7.0~8.0,在驯化过程中投加一定量的碳酸钠饱和溶液进入生化处理系统。考虑到降解氨氮的硝化细菌世代周期较长,一般在 30~50 d,因此在污泥驯化期间 SBR 生化处理系统不排放污泥。参照其他高浓度氨氮废水驯化过程的运行模式,确定驯化期间 SBR 一个周期为 24 h。具体

运行方式为：直接进水和厌氧搅拌 2 h，好氧曝气 18~19 h，缺氧搅拌 2 h，沉淀闲置 1~2 h。采用水浴加热的方式保持 SBR 生化处理系统温度在 23~25 ℃，确保硝化细菌的生长。

在污泥驯化过程中，对两个反应器的每次进出水的 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 COD_{Cr} 进行分析，及时了解污染物的变化情况和规律；对出水中的 $\text{NO}_2^- \text{-N}$ 进行分析，研究两个生化反应系统的硝化类型。

3 试验结果与讨论

3.1 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除情况

驯化过程中，1[#]、2[#] SBR 反应器进出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 随驯化时间的变化见图 2、图 4。两个 SBR 反应器 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率随时间的变化见图 3、图 5。

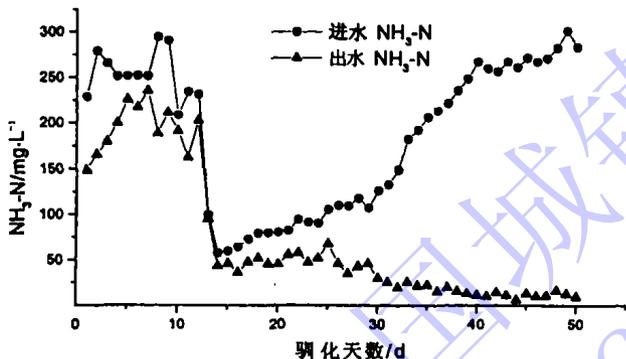


图 2 1[#] 反应器驯化期间进出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 变化

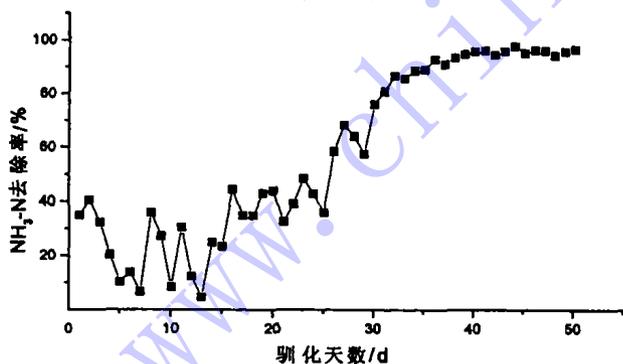


图 3 1[#] 反应器驯化期间 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率的变化

从图 2、3、4、5 可以看出，在驯化初期，1[#] 反应器和 2[#] 反应器出水氨氮浓度较高，氨氮去除率较低，均在 20%~40% 来回震荡。随着驯化的进行，两个生态系统的氨氮去除率都逐渐上升，1[#] 反应器经过 30 d 左右的驯化， $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率超过 80%，2[#] 反应器经过 20 d 左右的驯

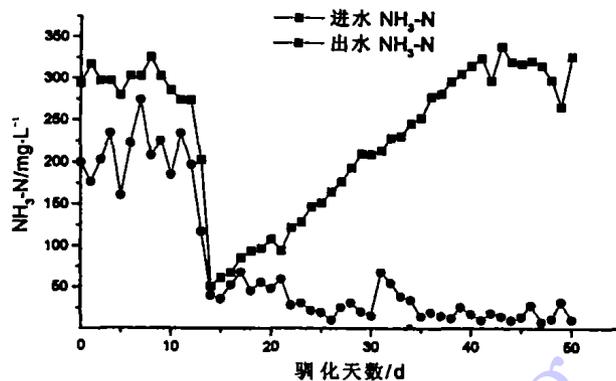


图 4 2[#] 反应器驯化期间进出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 变化

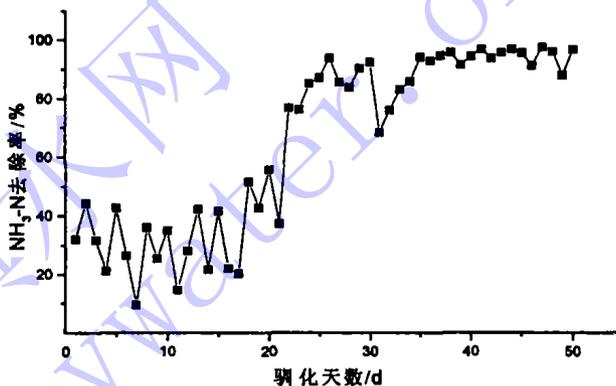


图 5 2[#] 反应器驯化期间 $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率的变化

化， $\text{NH}_3\text{-N}$ 去除率超过 80%；相应的出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 浓度也达到试验要求（小于 15 mg/L）。由此可以得出以下结论。

(1) 驯化初期，两个反应器的生化处理系统不稳定，接种的活性污泥中的微生物不能适应系统环境的变化，整个生态系统处于适应调整期，不适应新环境的微生物被淘汰。

(2) 1[#] 反应器生态系统中承担降解 $\text{NH}_3\text{-N}$ 任务的微生物驯化成优势菌种所需的时间比 2[#] 反应器长，1[#] 中的优势菌种驯化比较困难。

(3) 驯化后期，两个反应器对氨氮降解的优势菌种已经形成，SBR 生化处理系统已经处于稳定阶段，两个反应器的出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 均达标。

(4) 空气吹脱预处理并不影响后续生化处理系统的处理效果，可以采用新型气化炉煤气洗涤废水直接进入生态处理系统的处理工艺，简化废水处理流程。

3.2 COD_{Cr} 去除情况

对两个反应器 COD 的处理情况进行了检测分析，结果见表 2。

表2 驯化期间1#、2#SBR反应器中COD_{Cr}情况

取样时间/d	1#SBR反应器			2#SBR反应器		
	进水 COD _{Cr} /mg/L	出水 COD _{Cr} /mg/L	COD _{Cr} 去除率/%	进水 COD _{Cr} /mg/L	出水 COD _{Cr} /mg/L	COD _{Cr} 去除率/%
1	318.54	459.84	-39.84	367.65	345.77	5.95
4	317.15	672.18	-111.94	319.78	751.49	-130.33
8	314.23	569.17	-81.13	334.67	417.56	-24.77
12	306.71	298.45	25.98	317.64	91.17	71.30
16	318.74	34.77	97.48	330.13	56.95	82.75
20	306.45	152.63	56.25	311.67	45.67	85.35
24	319.89	54.96	86.96	325.86	27.36	91.60
28	328.64	67.89	79.34	335.77	61.73	81.62
32	319.56	72.8	80.99	327.91	33.92	89.66
36	311.92	47.91	84.64	321.59	45.45	85.87
40	319.29	57.29	88.03	324.67	37.24	88.53
44	341.05	45.87	86.55	348.76	32.74	90.61
48	313.96	51.98	83.44	321.39	25.76	91.98

注：出水 COD_{Cr}为扣除亚硝态影响以后的值。

从表2可以看出：1#SBR反应器经过16d的驯化，COD_{Cr}去除率就达到97.48%，以后基本上都保持在80%以上；2#SBR反应器经过12d的驯化，COD_{Cr}去除率达到71.30%，以后基本上都保持在85%以上。说明活性污泥中适合有机物降解的兼性厌氧微生物和好氧异养微生物很容易驯化，新型气化炉煤气洗涤废水中的有机物为易生物降解有机物；采用空气吹脱预处理的水和未处理的水作生化处理研究，COD_{Cr}的去除率并没有明显的变化。

3.3 亚硝态氮的积累情况

驯化过程中两个反应器出水中的NO₂⁻-N的积累情况见图6。

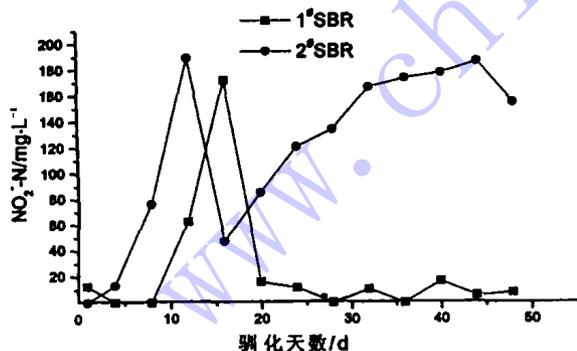


图6 驯化过程SBR中NO₂⁻-N的累积

从图6可以看出：在污泥的驯化初期，两个反应器都出现了亚硝态氮的短期积累现象，1#高达172.57 mg/L，2#高达189.61 mg/L，证实了亚硝化细菌能够在较短的时间内驯化成优势菌种。随着驯化过程的进行，1#反应器的出水中

NO₂⁻-N浓度在5~20 mg/L，而2#反应器的出水NO₂⁻-N浓度却稳定在120~190 mg/L，原因是两个生化处理系统中承担降解NH₃-N的优势菌种不一样，1#反应器系统中承担硝化任务的主要是硝化细菌，优势菌种为硝化细菌，硝化类型为全程硝化型硝化；2#反应器系统中承担硝化任务的主要是亚硝化细菌，优势菌种为亚硝化细菌，为短程亚硝化型硝化。

产生上述现象与两个生化处理系统的进水水质有关。1#SBR进水NH₃-N浓度为50~300 mg/L，经过了空气吹脱预处理，pH用硫酸进行了回调，平均控制在8.4左右，水中基本不存在游离氨；2#SBR采用原水，NH₃-N浓度为50~340 mg/L，pH比较高，一般在8.9~9.4，进水有明显的氨味，游离氨含量较高。游离氨对承担硝化功能的细菌有抑制作用，因此2#SBR反应器中的硝化细菌受到了抑制，产生了亚硝态氮的积累，为亚硝化型硝化。

4 结论

(1) 用经过空气吹脱预处理的废水和未经吹脱预处理的废水分别进行污泥驯化，都可以驯化出氨氮和COD去除率较高且稳定的生化处理生态系统，但两个系统的硝化类型不一样，前者为全程硝化型硝化，后者为短程亚硝化型硝化。

(2) 空气吹脱预处理并没有显著提高新型气化炉煤气洗涤废水污染物的去除效率，因此，在废水的工艺路线选择中，不推荐进行空气吹脱预处理。