

白土—活性污泥法处理煤气废水的试验研究

张文启¹, 奚旦立¹, 李永峰², 马军², 张立秋²

(1. 东华大学 环境科学与工程学院, 上海 200051; 2 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要: 采用白土—活性污泥工艺处理煤气废水,在白土投加量约为 1 000 mg/L、活性污泥反应器的水力停留时间为 24 h、污泥回流比为 1:1、泥龄为 25 d 的条件下,系统对总酚和 COD 的去除率均在 80%左右,对氨氮的去除率为 20%~40%。反应器内污泥浓度为 4 000~5 000 mg/L,污泥沉降性能良好。白土的价格低廉且可回收,投加白土不会过多地增加处理成本。

关键词: 白土; 活性污泥工艺; 煤气废水

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2008)07-0060-03

Experimental Study on Carclazyte/Activated Sludge Process for Coal Gasification Wastewater Treatment

ZHANG Wen-qi¹, XIDan-li¹, LI Yong-feng², MA Jun², ZHANG Li-qiu²

(1. School of Environmental Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 200051, China; 2. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: Carclazyte/activated sludge process was applied for coal gasification wastewater treatment under the conditions of carclazyte dosage of 1 000 mg/L, HRT of activated sludge reactor of 24 h, reflux ratio of 1:1 and SRT of 25 d, the removal rates of total phenols and COD are both about 80%, and the removal rate of NH₃-N is 20% to 40%. MLSS in the reactor is 4 000 to 5 000 mg/L, and the sludge has better settleability. The cost of carclazyte is cheap and it can be recovered, so adding carclazyte into the activated sludge reactor will not increase the treatment cost considerably.

Key words: carclazyte; activated sludge process; coal gasification wastewater

煤气废水的化学成分复杂,有机组分中的酚类物质(包括苯酚、甲酚等单元酚及大量多元酚)约占有机物总量的 60%~80%,多环芳烃(PAHs)和含 N、O、S 的杂环化合物也占有一定比例,无机组分则主要包括氨、硫酸盐、硫氰化物等。

传统活性污泥法(CAS)是常用的煤气废水生物处理工艺,但在实际应用中,由于活性污泥微生物受到抑制,常会出现污泥沉降性能差、易流失及处理效果恶化、出水 COD 及酚浓度高等问题;另外,对原水高比例的稀释也会影响该工艺的处理效率。因此,有必要对普通活性污泥工艺进行改进以强化其

对煤气废水的处理效果。

粉末活性炭—活性污泥工艺(PACT)是一种较成功的活性污泥改进工艺,其在石油化工废水处理领域的应用取得了较好的效果,但由于活性炭价格较高,随污泥排放后又难以回收、再生,故该工艺的运行成本较高。有研究表明,小颗粒矿物质对废水中有机物的吸附性能较强^[1-3],其中的高岭土还可增强有毒废水中微生物的活性^[4,5]。白土具有价格低、化学性质稳定、比表面积大等特点,可用于去除多环芳烃和酚类物质^[6],笔者采用白土—活性污泥工艺处理煤气废水,前期的小试结果表明该工艺

克服了普通活性污泥法处理煤气废水时易出现的微生物受抑制、活性较差以及污泥流失等问题,在进水 COD 浓度较高的条件下,对废水中酚类物质及 COD 的去除效果良好。在此基础上进行了中试,进一步考察了该工艺的除污效果。

1 工艺流程与方法

1.1 工艺流程

白土—活性污泥工艺的中试流程如图 1 所示。

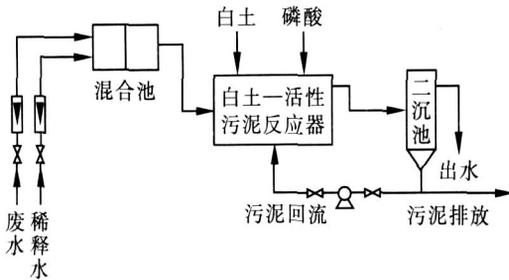


图 1 白土—活性污泥系统工艺流程

Fig 1 Schematic diagram of carclazyte/activated sludge process

煤气废水(蒸氨、萃取、脱酚预处理后)和稀释水的流量通过阀门控制,以流量计计量,总流量为 500 L/h,在混合池中混合降温后进入反应器。

混合池、反应器和二沉池的容积分别为 0.34、12、0.69 m³,水力停留时间分别为 0.68、24、1.38 h;污泥回流比为 1:1,每日污泥排放量为 4%,污泥停留时间为 25 d;采用曝气头布气,保持反应器内 DO > 5 mg/L;为维持微生物生长所需的营养比例,向反应器内投加磷酸,投量为进水 TOC 的 1%;白土投量为 1 000 mg/L 左右。

1.2 原水水质及测定方法

经蒸氨、萃取、脱酚预处理后的废水水质及经稀释后的反应器进水水质如表 1 所示。

表 1 废水水质

Tab 1 Quality of wastewater

水样	pH	COD / (g · L ⁻¹)	NH ₃ - N / (mg · L ⁻¹)	单元酚 / (mg · L ⁻¹)	多元酚 / (mg · L ⁻¹)
预处理水	8 ~ 9.2	5 ~ 8	800	150 ~ 400	1 000
混合出水	6.5 ~ 7.5	1.2 ~ 3	40 ~ 230	10 ~ 350	150 ~ 400

MLSS 采用重量法测定, COD、BOD₅、氨氮、单元酚及总酚均采用标准方法测定。

2 结果与讨论

2.1 对酚类及 COD 的去除效果

酚类物质是煤气废水有机组分中的主要成分,

图 2 为系统对单元酚(挥发酚)的去除效果。

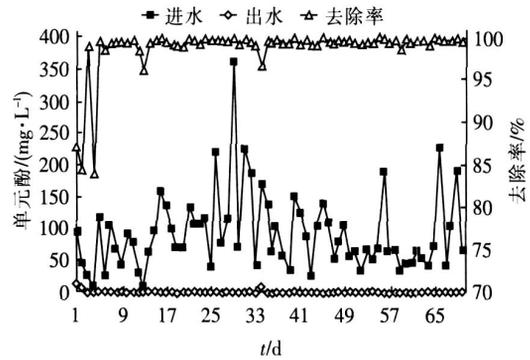


图 2 系统对单元酚的去除效果

Fig 2 Effect of monophenol removal

由图 2 可知,进水单元酚浓度一般在 50 ~ 150 mg/L,白土—活性污泥系统对单元酚的去除效果很好,当进水单元酚浓度 > 200 mg/L 时,系统仍能正常运行。虽然单元酚对微生物有较强的抑制作用,但它比多元酚容易降解,系统稳定运行期间对其去除率一般可达 99%,出水单元酚浓度 < 0.5 mg/L。

由于多元酚较难降解,导致了系统启动期间对总酚的去除率较低;但运行一段时间后,对总酚的去除率可稳定在 80% 左右。

系统对 COD 的去除情况见图 3。

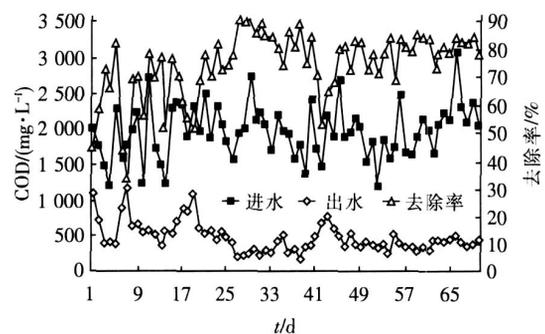


图 3 系统对 COD 的去除效果

Fig 3 Effect of COD removal

由图 3 可见,进水 COD 浓度一般为 1 200 ~ 3 000 mg/L,稳定运行期间,系统对 COD 的去除率在 80% 左右。与气化厂普通活性污泥工艺(正常运行期间)对 COD 去除率(60% ~ 70%)相比,白土—活性污泥工艺在去除有机物方面具有较为明显的优势。

2.2 对氨氮的去除效果

有研究表明,当进水有机物浓度较高时,由于硝化菌受废水中毒性物质的抑制及异养微生物对底物

的竞争,使得传统活性污泥工艺对煤气废水中的氨氮几乎没有去除作用^[7]。白土—活性污泥工艺对煤气废水中氨氮的去除效果见图 4。

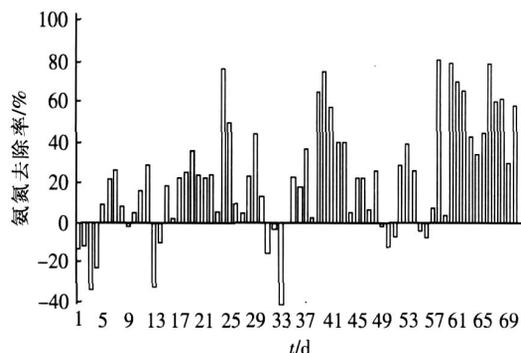


图 4 系统对氨氮的去除效果

Fig 4 Effect of ammonia nitrogen removal

虽然进水的 COD 浓度较高 (2 000 mg/L 左右),但系统对氨氮仍具有一定的去除效果。由图 4 可知,多数情况下系统对氨氮的去除率为 20% ~ 30%,当进水水质和运行条件较好时,去除率 > 40%。对氨氮去除率出现负值,可能是由于系统的氨化作用大于硝化作用所致。

2.3 污泥浓度与负荷

系统运行初期,反应器中的 MLSS 浓度较低,约为 2 000 mg/L,此时的除污效果不稳定;随着运行时间的延长,反应器中的 MLSS 达 4 000 ~ 5 000 mg/L,除污效果趋于稳定。系统运行期间,污泥体积指数 (SVI) 一般为 50 ~ 100 mL/g,沉降比 (SV) 为 49% ~ 54%,表明污泥沉降性能良好,未发生污泥膨胀。

煤气废水属难生物降解废水,需要较长的泥龄和水力停留时间才可有效降解水中的污染物。试验中采用了较长的水力停留时间 (24 h),虽然进水 COD 浓度较高,但系统的容积负荷较低,COD 容积负荷平均为 1.9 kgCOD/(m³·d),总酚容积负荷平均为 0.4 kg总酚/(m³·d)。增加容积负荷虽可保持系统正常运行,但会使出水总酚和 COD 浓度升高,给后续处理及废水的最终达标排放增加难度。试验中采用的泥龄为 25 d,系统的总酚污泥负荷为 0.1 ~ 0.2 kg总酚/(kgMLSS·d),COD 污泥负荷为 0.5 ~ 0.7 kgCOD/(kgMLSS·d)。

由于采用了较长的污泥停留时间,系统的剩余污泥量较少,故污泥排放量较少,随之排放的白土量也较少(补投量较少);另外,白土的价格低廉,且当

采用焚烧法处理剩余污泥时,可以回收利用,故投加白土不会使废水的处理成本增加过多。

3 结论

采用白土—活性污泥工艺处理煤气废水,在白土投加量约为 1 000 mg/L、活性污泥反应器的水力停留时间为 24 h、污泥回流比为 1:1、泥龄为 25 d 的条件下,系统对总酚和 COD 的去除率均在 80% 左右,对单元酚的去除率达 99%,对氨氮的去除率为 20% ~ 40%。活性污泥系统的 COD 容积负荷平均为 1.9 kgCOD/(m³·d),反应器内的污泥浓度为 4 000 ~ 5 000 mg/L,污泥的沉降性能良好。白土的价格低廉且可回收,投加白土不会过多增加废水的处理成本。

参考文献:

- [1] Pala A, Toka E. Color removal from cotton textile industry wastewater in an activated sludge system with various additives[J]. *Water Res*, 2002, 36(5): 2920 - 2925.
- [2] Pavel J, Hana B, Milena R. Sorption of dyes from aqueous solutions onto fly ash[J]. *Water Res*, 2003, 37(2): 4938 - 4944.
- [3] Al-Degs Y, Khraisheh M A M, Tutunji M F. Sorption of lead ions on diatomite and manganese oxides modified diatomite[J]. *Water Res*, 2001, 35(15): 3724 - 3728.
- [4] Vieira M J, Melo L F. Effect of clay particles on the behaviour of biofilms formed by *Pseudomonas fluorescens* [J]. *Water Sci Technol*, 1995, 32(8): 45 - 52.
- [5] Pereira M O, Vieira M J, Luis F M. The role of kaolin particles in the performance of a carbamate-based biocide for water bacterial control[J]. *Water Environ Res*, 2002, 74(3): 235 - 241.
- [6] Al-Ghouti M A, Khraisheh M A M, Allen S J, et al. The removal of dyes from textile wastewater: a study of the physical characteristics and adsorption mechanisms of diatomaceous earth [J]. *J Environ Manage*, 2003, 69(4): 229 - 238.
- [7] Zhang Min, Joo Hwa Tay, Qian Yi, et al. Coke plant wastewater treatment by fixed biofilm system for COD and NH₃-N removal[J]. *Water Res*, 1998, 32(2): 519 - 527.

E-mail: zhangwenqi_hit@163.com

收稿日期: 2007-12-26