

GPS - X 软件对乙二醇生产废水处理工艺的模拟

伊学农, 暴 鹏, 付彩霞

(上海理工大学 环境与建筑学院, 上海 200093)

摘 要: 污水处理系统是一个变量多、难于快速控制的慢速响应处理系统,其操作难度大、控制参数多、见效响应速度较慢且依靠手动控制运行参数难度大。采用活性污泥系统仿真软件 GPS - X 模拟高盐、高有机物、水质波动大的乙二醇生产废水处理流程,模拟结果与中试实测结果的吻合度较高,能较好地反映中试工艺的合理性及处理水平,大大缩短了中试时间,优化了运行,提高了出水水质。

关键词: 乙二醇生产废水; GPS - X 软件; 新型厌氧折流板反应器; A/O; 模拟

中图分类号: TU993.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2018)03 - 0082 - 03

GPS-X Simulation of Ethylene Glycol Wastewater Treatment Process

YI Xue-nong, BAO Peng, FU Cai-xia

(School of Environment and Architecture, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Wastewater treatment system is a slow response system with many variables, and is difficult for fast control. The system is difficult to operate, complicated in control, slow responding, and difficult for manual operation. An activated sludge system simulation software GPS-X was used in the simulation of an ethylene glycol wastewater treatment process which was characterized by high salt, high organic matter, and water quality fluctuation. The simulation results matched well with the measured results in the test. The simulation could test the rationality and treatment efficiency, substantially reduce the test time to optimize the process, and eventually improve the operation stability and the effluent quality.

Key words: ethylene glycol wastewater; GPS-X software; MABR; A/O; simulation

河南某化工公司采用煤路线进行乙二醇的生产,在生产过程中会产生一定量的废水,这种乙二醇生产废水含有大量有机物,其中甲醇、甲酸甲酯、乙二醇、乙二醇甲醚、丙二醇、乙二醇二甲醚等多种有机物属于难降解有机物,同时含盐量高,pH 值较低,水质波动性较大,处理难度高。

GPS - X 软件是加拿大 Hydromantis 公司开发的可用于城市和工业(废)污水厂的一种模块化、多用途的模拟工具^[1,2]。用户可以根据 GPS - X 软件中的各种组件单元,使用图形编辑器构建模拟对象,并根据实际情况把各个组件单元进行连接,最终建立整个水处理工艺流程模型。GPS - X 软件可以实

现数据输出,也可以用图表显示各个组件单元的水质变化全过程,还可以控制各单元的运行参数而建立阀点控制条件,对运行参数进行校核,为污水处理过程的设计、改进以及优化提供较好的数据支撑。基于此,笔者采用 GPS - X 软件对该化工公司乙二醇生产废水活性污泥法处理流程中生物处理工艺运行效果进行了模拟,旨在优化工艺参数,提高出水水质。

1 模型的建立与验证

1.1 中试概况

中试主要采用新型厌氧折流板反应器(MABR) + A/O 生化处理工艺^[3],工艺流程见图1。中试设

计进水水质如下:pH 值为 2~4、COD 为 8 000 mg/L、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 为 1 300 mg/L、TN 为 1 500 mg/L、TP 为 1 mg/L、TDS 为 8 000 mg/L。因该乙二醇生产废水中氨氮含量高达 1 300 mg/L,为满足出水氨氮值达到排放标准,在 MABR 反应器前加厌氧氨氧化反应

器。MABR 反应器分为 5 个隔室,内置立体弹性填料,接种污泥为厌氧颗粒污泥,静置 2 d 后,开始进乙二醇生产废水。二沉池采用周边进出水沉淀池,进水采用周边环形渠孔管出流,出水采用锯齿形出水堰。

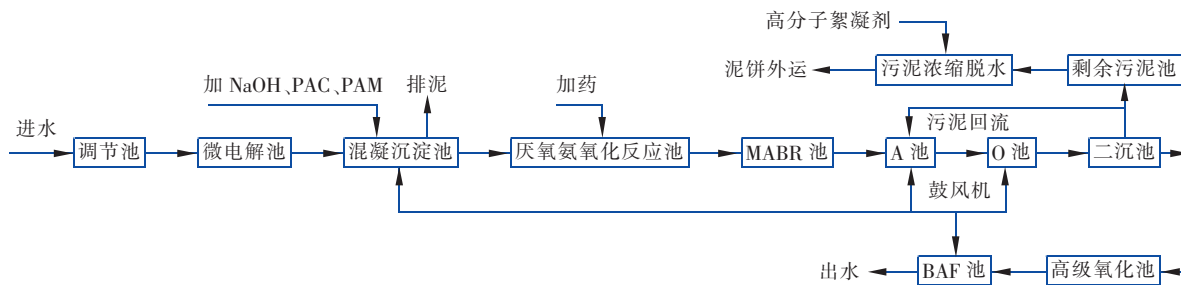


图 1 乙二醇生产废水处理中试流程

Fig. 1 Flow chart of treatment for ethylene glycol wastewater

1.2 建模流程

采用 GPS-X 软件的建模流程如下:

① 根据该中试的实际工艺流程,从软件模型库中选定相应的模型,然后利用软件库中的各种工艺组件单元建立所需要的工艺,并把各工艺按实际情况连接起来。

② 输入各单元构筑物的尺寸和流量,确定各工艺中 C、N、P 等水质参数,并输入确定的进水水质。

③ 确定流程中各单元模型的计量系数和动力参数,选定一定的计算方法,进行稳定的模型运算,同时进行反复的校核与验证,并把所需的处理单元输出图形或数值。

④ 结合实际处理过程中的检测数据进行结果分析和参数校正,确定所建立模型的可靠性。

利用 GPS-X 软件建立活性污泥处理模型,选用 MABR 工艺、A/O 工艺对中试处理设备除碳脱氮效果进行模拟,见图 2。

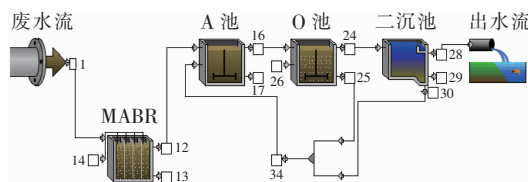


图 2 模拟的工艺流程

Fig. 2 Simulation of treatment process

2 模拟与讨论

中试时间为 2015 年 10 月 26 日—12 月 22 日,

其中前一个月为工艺调整和培养驯化阶段。利用建立好的模型对处理工艺流程进行模拟,对模拟值与实测值进行比较。

图 3 为 MABR 反应器对 COD 去除效果的模拟结果。MABR 反应器运行稳定后,进水 COD 平均为 4 361.45 mg/L,出水 COD 平均为 1 415.74 mg/L,平均去除率达到 67.60%,即使在进水 COD 浓度波动较大的情况下,MABR 反应器仍然能保持稳定的出水浓度,说明 MABR 反应器有较好的抗冲击负荷能力。MABR 模型出水 COD 模拟值的相对误差为 -4.07%~9.88%,平均绝对相对误差为 4.81%,与实际出水 COD 值能较好地吻合。

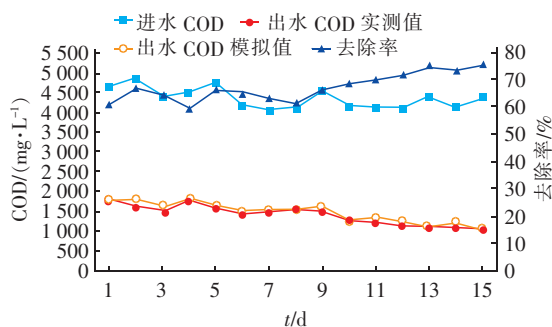


图 3 MABR 反应器对 COD 去除效果的模拟

Fig. 3 Simulation of COD removal by MABR

图 4 为 MABR 反应器对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 去除效果的模拟结果。MABR 反应器进水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 平均为 480.45 mg/L,出水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 平均为 365.43 mg/L,平均去除率为 23.94%。可以看出,该 MABR 反应器能够较稳定地去除 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$,且为后续工艺对氨

氮的进一步去除提供了更好的条件。模拟相对误差为 $-7.69\% \sim 8.33\%$, 平均绝对相对误差为 4.99% , 模拟结果与实测结果吻合度较高。

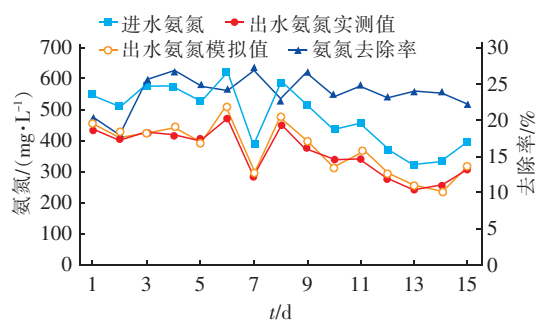


图4 MABR反应器对 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 去除效果的模拟

Fig. 4 Simulation of $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ removal by MABR

图5为A/O反应池对COD去除效果的模拟结果。结果显示,A/O反应池进水COD平均浓度为 1415.74 mg/L , 二沉池出水COD平均浓度为 951.66 mg/L , 对COD的平均去除率达到了 31.19% , 去除效果较好, 而且出水COD浓度较稳定。A/O模型出水COD模拟值的相对误差为 $-4.72\% \sim 8.75\%$, 平均绝对相对误差为 4.49% , 能够有效预测反应器的出水水质。

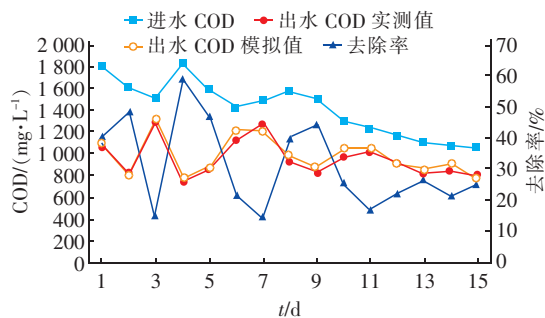


图5 A/O对COD去除效果的模拟

Fig. 5 Simulation of COD removal by A/O

此外,A/O池进水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 平均为 365.43 mg/L , 出水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 平均为 210.10 mg/L , $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 平均去除率达到 42.10% , 可见A/O工艺稳定运行后能高效去除废水中的 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 。A/O单元模型模拟得到的出水 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ 值相对误差为 $-6.84\% \sim$

8.97% , 平均绝对相对误差为 4.67% , 模拟值与实测结果吻合度也较高。

3 结论

污水处理系统是一个变量多、难于快速控制的慢速响应处理系统,其操作难度大、控制参数多、见效响应速度较慢且依靠手动控制运行参数难度大。采用GPS-X软件模拟污(废)水处理流程可以有效优化管理、科学设计、稳定运行处理系统。实例表明,模型模拟值与实测值吻合度较高,能较好地反映污水厂的实际运行状况,可为污水厂的工艺设计、优化运行等提供有效的、可靠的参数。

参考文献:

- [1] 宋健健. 污水处理活性污泥模型及GPS-X软件应用[J]. 石油化工安全环保技术, 2011, 27(1): 43-47.
- [2] 艾海男, 何强, 张代钧, 等. 基于COD组分表征的GPS-X对污水厂的模拟[J]. 重庆大学学报: 自然科学版, 2011, 34(5): 82-86.
- [3] 伊学农, 付彩霞, 暴鹏. 物化/生化/高级氧化工艺对乙二醇废水的强化处理[J]. 中国给水排水, 2017, 33(3): 69-72.



作者简介:伊学农(1962-),男,山东高密人,博士,副教授,主要从事污水处理与资源化研究及工程设计。

E-mail: jackyixn@126.com

收稿日期: 2017-06-12