

活性污泥工艺模拟系统软件在氧化沟中的应用

刘广立,王玉珏,施汉昌,钱 易 (清华大学环境科学与工程系,环境模拟与污染控制国家重点实验室,北京 100084)

摘要: 采用基于 IAWPRC 活性污泥法模型开发的活性污泥工艺模拟系统软件,对氧化沟的运行结果进行了模拟.结果表明,实际运行的水力停留时间满足去除 COD 和氨氮的需要,模拟出水与实际氧化沟相应的出水值相一致.该软件具有稳定性好,收敛速度快的特点.

关键词: 活性污泥工艺模拟系统; 氧化沟

中图分类号: X703

文献标识码: A

文章编号: 1000-6923(2001)04-0359-03

The application of the activated-sludge-process-stimulated system software on the oxidation ditch. LIU Guang-li, WANG Yu-jue, SHI Han-chang, QIAN Yi (State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Department of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China). *China Environmental Science*. 2001,21(4): 359~361

Abstract: The activated-sludge-process-stimulated system software on the basic of IAWPRC activated sludge model was used to stimulate the oxidation ditch operation. The results showed that hydrodynamic retention time (HRT) in the actual operation satisfied the demand of the COD and ammonia-nitrogen removal; and the stimulated outflow values were consistent with the values of the actual oxidation ditch. The software has the characters of good stabilization and fast convergence speed.

Key words: activated-sludge-process-stimulated system; oxidation ditch

随着对活性污泥工艺研究的深入发展,众多的活性污泥数学模型被提出,早期较为著名的有 Echenfelder, McKinney 和 Lawrence-McCarty 活性污泥数学模型^[1].但这些模型仅考虑了污水中有机物的去除,并没有涉及脱氮除磷,同时这些模型形式过于简单,不能用于对污水处理厂运行过程中的动态模拟计算.1986 年,国际水污染控制研究协会(IAWPRC)组织国际上著名的废水生物处理专家,针对 20 世纪 80 年代以前原有废水生物处理数学模型的不足之处,提出了能较全面反映活性污泥废水生物处理过程机理的数学模型——“IAWPRC 活性污泥法模型”^[2,3].本文根据以 IAWPRC 模型为基础建立的活性污泥模拟系统软件,对氧化沟中试工艺进行模拟计算,目的在于探求该软件用于模拟控制污水处理厂的可行性.

1 基于 IAWPRC 模型的活性污泥模拟软件基本原理

型为基础开发出 SSSP 程序.我国对活性污泥模型的研究使用起步较晚,虽然也有一些介绍模型的文章发表,但在实际应用和程序开发方面还相当滞后^[4,5].1995 年清华大学环境模拟与污染控制国家重点实验室自主开发了以 IAWPRC 活性污泥模型为基础的活性污泥工艺模拟系统.其基本原理就是利用物料平衡方程和 8 个基本方程,求出主要相关参数,若达到精度要求或者稳态则求出所有参数,输出计算结果(图 1)^[6].该活性污泥工艺模拟系统具有以下特点:直观,全部是可视化操作;可模拟多种活性污泥工艺,如 AB 法,多级 CSTR 工艺等,也可根据实际需要自行设定曝气池数目;可输出相关的图形,如各个主要参数随时间的变化曲线及出水水质指标的变化等.

活性污泥模拟系统综合了活性污泥工艺中碳氧化、硝化和反硝化作用,以矩阵的形式描述了污水中好氧、缺氧条件下所发生的水解、微

生物生长、衰减等 8 种反应,模型中包含 13 种物质、5 个化学计量常数和 14 个动力学参数,将活性污泥法处理废水的机制分为 8 种基本过程:异养生物的好氧生长;异养生物的缺氧生长;自养生物的好氧生长;异养生物的衰减;自养生物的衰减;溶解性有机氮的氨化;不易生物降解有机物的水解;颗粒有机氮的水解.通过对上述基本过程的微分方程求解,可以得出污水中有机物和氨氮去除的情况.根据该模拟软件,可以选择最佳的工艺条件,减少处理设施出水中污染物质的浓度;也可以利用它来尝试各种运行方案,从中确定哪种最节能,哪种产生的污泥最少,哪种运行费用最低等.

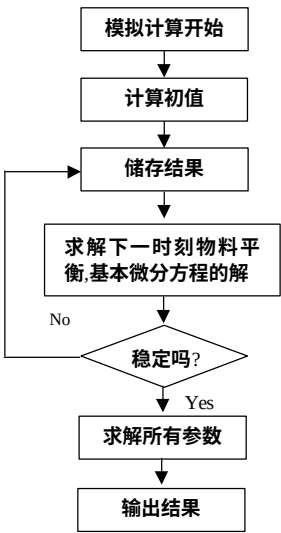


图 1 稳态计算程序流程示意

Fig.1 Schematic flow chart of stable computing procedure

2 氧化沟运行系统

氧化沟运行系统建立在清华大学环境模拟与污染控制国家重点实验室的污水资源化中试基地.氧化沟为单沟 Pasveer 型,有效体积为 140m³,有效水深 2.3m,采用水平轴转刷曝气机供氧和提供推动力,设计名义水力停留时间为 8h;二沉池为竖流式沉淀池,有效体积为 50m³.所处理的生活污水来自清华大学西区,其主要特点是

SS、COD 均较低,属于低浓度生活污水,具体工艺流程见图 2.

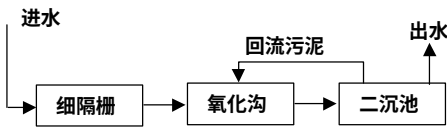


图 2 氧化沟工艺流程示意

Fig.2 Schematic illustration of oxidation ditch process

3 结果与讨论

使用活性污泥工艺模拟系统,需要做两方面的工作:进水水质的分析和测定,如测定进水构成中 COD、氮等溶解性和非溶解性、惰性和非惰性物质;模型中各参数的校正,如异养菌的产率系数 Y_H ,自养菌的产率系数 Y_A ,异养菌的最大比增长速率 μ_H 和自养菌的比增长速率 μ_A .但是,目前对于某些参数的具体测定方法还未规范化,同时测定也是一个繁琐的过程.根据经验,对某一具体污水厂而言,使用 IAWPRC 模型的先期工作至少需要 1~2 个月的时间.为了解决这个问题,活性污泥工艺模拟系统给出了各种参数的经验值,以及一般城市污水厂进水中各种物质的近似比例关系,这样在数据尚不充分的情况下,可以估值进行计算,给预测出水结果带来很大的方便.

3.1 对稳定运行第 1 天的水质模拟计算

已知实测数据:进水流量 486m³/d;进水 COD 86mg/L;进水氨氮 19.5mg/L;氧化沟内溶解氧浓度 4mg/L;MLVSS 6.4g/L;二沉池污泥回流比 30%;二沉池排泥量 1.5mg/L.将这些初始条件输入活性污泥工艺模拟系统.

模拟第 1 天出水中 COD、氨氮随时间的变化结果见图 3,图 4.由图 3 可见,COD 随时间的增加迅速降低,当曝气 2h 时,COD 即降至 10mg/L 以下;由图 4 可见氨氮则需要 6h 出水值才能达稳定.对于本氧化沟工艺,设计水力停留时间为 6.9h,实际停留时间为 5.3h,基本上满足了有机物氧化分解和氨氮氧化的需要,两者的结果甚为一致.

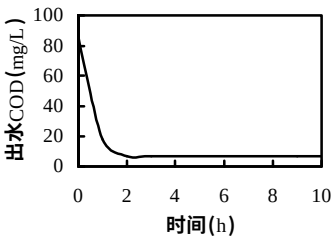


图 3 模拟第 1 天出水中 COD 随时间的变化
Fig.3 Variation of simulated effluent COD at the first day

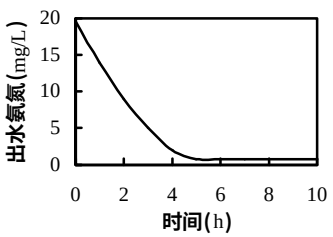


图 4 模拟第 1 天氨氮去除随时间的变化
Fig.4 Variation of simulated ammonia-nitrogen removal at the first day

3.2 氧化沟运行系统的稳态模拟计算

对氧化沟运行 14d 出水水质模拟的结果见图 5,图 6.由图 5 可知,尽管氧化沟进水水质变化很大,氧化沟出水中 COD 在 50mg/L 以下,模拟出水中 COD 值与实测的出水中 COD 值相差不大;由图 6 可见,氧化沟出水氨氮在 1mg/L 以下,模拟出水氨氮值与实测的出水氨氮值基本吻合.这表明活性污泥工艺模拟系统软件对不同的初始条件具有很好的稳定性,而且计算结果能够很快地收敛,这对与以数学模型为基础的应用软件极为重要,可节约计算时间和调试费用.

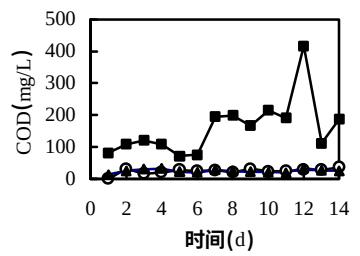


图 5 进水、出水及模拟出水中 COD 随时间的变化
Fig.5 Variation of real influent COD, effluent COD and simulated effluent COD

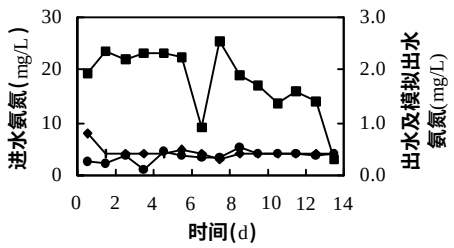


图 6 进水、出水及模拟出水中氨氮随时间的变化
Fig.6 Variation of real influent ammonia-nitrogen, effluent ammonia-nitrogen and simulated effluent ammonia-nitrogen
—■— 进水氨氮 —●— 出水氨氮 —◆— 模拟出水氨氮

4 结语

以 IAWPRC 活性污泥模型为基础的活性污泥工艺模拟系统软件对氧化沟工艺中出水 COD 和氨氮的计算结果表明,它能够正确地反映出进水有机物(COD)和氨氮在氧化沟内被降解的历程,同时表明实际运行的停留时间能够满足要求;模拟出水与 14d 的运行结果相比较,无论是 COD 还是氨氮都比较吻合.活性污泥工艺模拟系统软件有很好的稳定性和较快的收敛速度.

参考文献:

[1] 顾夏声. 废水生物处理数学模式 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1993.42-77.
[2] Stamou A, Katsiri A, Mantziaras I. Modelling of an alternating oxidation ditch system [J]. Wat. Sci. Tech., 1999,39(4): 169-176.
[3] Stefano Marsili-Libelli, Franco Giovanini. On-line estimation of the nitrification process [J]. Wat. Res., 1997,31(1): 179-185.
[4] 汪慧贞,吴俊奇. 活性污泥数学模型的发展和使用 [J].中国给水排水,1999,15(5):20-21.
[5] 彭永臻,王宝贞,王淑莹. 活性污泥法的多变量最优控制 I 基础理论与 DO 浓度对运行费用的影响 [J].环境科学学报, 1998, 18(1): 11-20.
[6] 李国辉. 活性污泥计算机模拟研究 [D].北京:清华大学环境科学与工程系, 1995.2-25.

作者简介: 刘广立(1973-),男,河南封丘人,清华大学环境科学与工程系在读博士生,主要从事污水回收与综合利用研究.发表论文 3 篇.