

# 污水处理厂运行模拟、预测软件的应用

施汉昌, 刁惠芳, 刘恒, 王玉珏, 柯细勇

(清华大学 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100084)

**摘要:** 在 IAWQ 数学模型基础上开发出城市污水处理厂(活性污泥工艺)运行模拟、预测专家系统软件, 并采用实际的运行、化验数据模拟了曝气池的运行状况, 对曝气池出水的 COD 日变化值和改变曝气池进水条件下的出水水质变化趋势及运行达到稳定所需时间进行了预测。结果表明, 模拟值能够比较好地反映污水处理厂实际运行状况。

**关键词:** 活性污泥法; 运行; 模拟预测软件

**中图分类号:** X505 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2001)10-0061-03

## 1 软件测试试验

### 数据来源

北京地区某生活污水处理厂, 采用传统的活性污泥处理工艺, 实际处理能力为  $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

### 模拟、预测系统中的模型参数

模拟、预测软件系统的理论基础是 IAWQ 数学模型, 模型参数主要包括: 工艺参数、动力学参数、废水组成参数。

工艺参数包括曝气池各段和二沉池的尺寸、供气量等, 工艺参数在模拟计算过程中保持不变。动力学参数根据文献提供的数据设定<sup>[1-3]</sup>。

污水处理厂常规测定指标包括  $\text{COD}_{\text{Cr}}$ 、 $\text{BOD}_5$ 、 $\text{SS}$ 、 $\text{NH}_3 - \text{N}$  等, IAWQ 模型中将常规指标进一步划分为: 溶解性可降解有机物质、慢速可降解有机物质、自养生物量、异养生物量、溶解氧、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮等十三种组分作为模型的废水组成参数, 软件系统则根据文献以及试验确定模型参数与常规指标之间的换算关系<sup>[4]</sup>。

### 模拟、预测试验

当模型参数确定后, 将实际运行数据输入模型, 预测曝气池出水水质指标的日变化情况; 在改变进水水质、水量下, 预测系统达到稳态的时间、曝气池出水水质的变化趋势。

## 2 测试结果与讨论

### 模拟活性污泥系统曝气池日出水变化趋势

将 2000 年 3 月的日运行数据如水量、回流比、溶解氧、供气量、气水比以及曝气池进水水质指标等输入模型, 并以此作为模型的初始值, 然后通过模拟计算, 可以求得曝气池出水 COD 的日变化情况。曝气池进水 COD 的日变化情况见图 1。

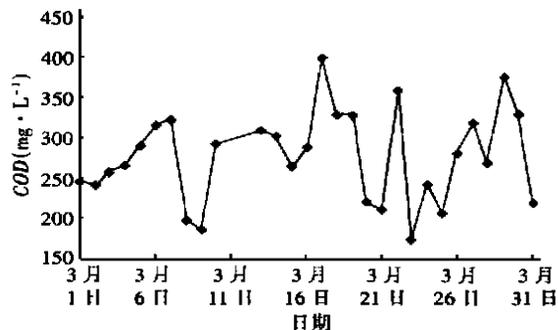


图 1 曝气池进水 COD 的日变化曲线

曝气池出水 COD 的模拟值与曝气池进水 COD 值有很强的对应性, 即曝气池出水 COD 值随进水 COD 值的改变呈现规律性的变化趋势: 当前一天进水 COD 值出现低峰或波谷时, 24 h 后曝气池出水 COD 模拟值也相应地出现波峰或波谷现象。此外, 从曝气池出水 COD 的变化趋势上也比较好地反映了曝气池进水 COD 的变化情况, 如 1 日—6 日的曝气池进水 COD 与模拟出水 COD 的变化趋势较为一致。由以上分析可知, 该数学模型 COD 的模拟

结果直接反映了进水水质对出水水质的影响。

曝气池出水 COD 的模拟值及实际测定值的比较见图 2。

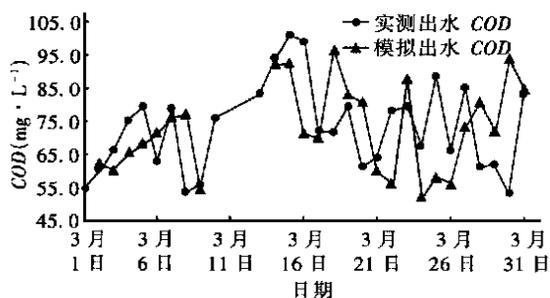


图 2 曝气池出水 COD 模拟值与实测值对照曲线

图 2 中曝气池出水 COD 的模拟值与实测值存在一定的偏差,其原因是多方面的:首先工厂化验人员的人为测定误差造成曝气池出水 COD 的实测值

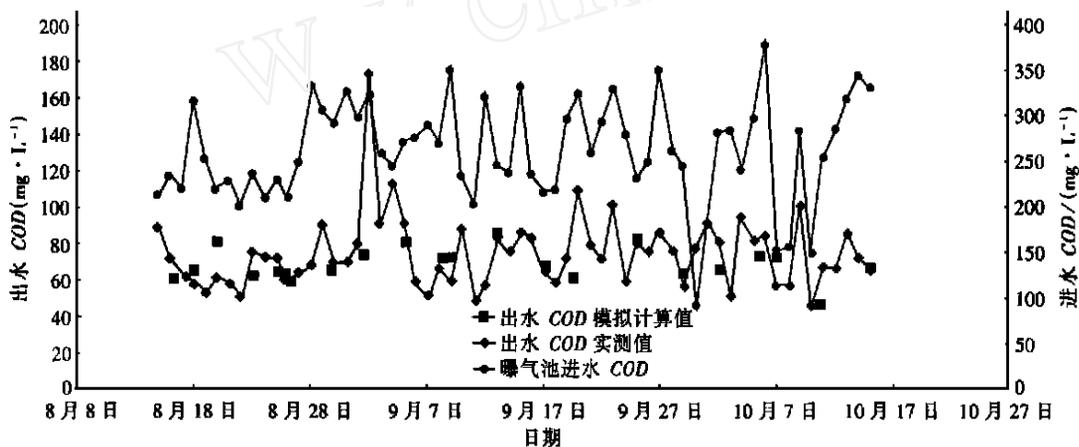


图 3 改变进水条件下曝气池运行达到稳定所需时间及出水水质的预测

当曝气池进水 COD 改变时,通过模拟计算可知曝气池再次达到稳定运行所需的时间。例如,9月20日曝气池进水 COD 改变后,通过模拟计算得出曝气池在 5 d 后,即 9月25日达到稳定运行期。

由图 3 可知,当曝气池进水 COD 不发生大范围的波动时,如 8月20日—28日,曝气池出水 COD 模拟计算值与实测出水 COD 值十分接近。但某些模拟计算的结果与实测结果有比较大的偏差,如 8月20日模拟值超过实测值,是由于该稳态模拟值计算起始点在 8月18日,模拟计算是在假定从计算的起点至计算终点(即出水恰好达到稳态时)的时间段内进水条件保持不变的基础上进行的,事实上从 8月18日—22日,曝气池进水 COD 值一直呈下降趋势,最终导致模拟结果高于实际测量结果。此

不够准确;其次,该厂每隔 24 h 在曝气池进水与出水口取一次水样,而曝气池水力停留时间仅为 8 h。在进行模拟预测时,假定 24 h 内曝气池进水、出水水质是稳定的,从而以第二天测得的曝气池出水 COD 值代表曝气池前一天进水经过 8 h 处理后的出水 COD 值。但是在实际运行中,进水水质有一定的波动,因此第二天测得的曝气池出水 COD 值与曝气池前一天进水经过 8 h 处理后的出水 COD 值有一定的误差。

改变进水条件时,曝气池运行达到稳定所需时间及出水水质的变化预测

模拟 1998 年 8 月 15 日—10 月 15 日两个月内进水条件发生改变时,活性污泥系统曝气池运行达到稳定所需时间及出水水质变化与实测结果的对照见图 3。

外,还有人为的测量误差。考虑到曝气池进水 COD 数据并非日平均值,而是每天某个时刻的瞬时值,不能全面反映曝气池日进水 COD 的变化情况,造成模拟值与测量值之间的误差。

建议在进行模拟预测时,采取如下措施,避免瞬时高峰值或低谷值对预测结果的影响:模拟预测计算时,避开瞬时的异常值,采用前一天的数据作为模拟计算的起点;在水质化验中出现瞬间异常值时,同一天内应该在出现异常值的取样点取多个时刻的水样,然后取相关指标的平均值,作为模拟计算的进水数据,力求使模拟结果真实地反映实际出水结果;水厂如果已安装了多指标的在线监测设备,也可以避免瞬时异常值对模拟结果的影响。

### 3 结论

采用模拟、预测专家系统软件对实际污水处理厂的测试结果表明,该软件能够比较准确地预测出曝气池出水 COD 的日变化情况;改变曝气池进水条件时的出水变化情况及达到稳定运行所需时间。

#### 参考文献:

- [1] Kappeler J, Gujer W. Estimation of Kinetic parameters of heterotrophic biomass under aerobic conditions and characterization of wastewater for activated sludge modelling [J]. Wat Sci Tech, 1992, 25(6): 125 - 129.
- [2] Ekama G A, Dold P L, Marais G V R. Procedures for determining influent COD fractions and the maximum specific growth rate of heterotrophs in activated sludge systems [J]. Wat Sci Tech, 1986, 18(8): 91 - 114.

- [3] Wanner, Oskar, Kappeler. Calibration of an activated sludge model based on human expertise and on a mathematical optimization technique a comparison, Water Science and Technology Interactions of Wastewater, Biomass and Reactor Configurations in Biological Treatment Plants Proceedings of the IAWPRC Specialised Seminar [J]. 1991, 25(6): 21 - 23.
- [4] Daniel Mamais, David Jenkins, Paul Pitt. A rapid physical-chemical method for the determination of readily biodegradable soluble COD in municipal wastewater [J]. Wat Res, 1993, 27(1): 195 - 197.

电话: (010) 62785684

E-mail: shihch@mail.ied.ac.cn

收稿日期: 2001 - 06 - 06

#### ·会议信息·

### “21 世纪国际城市污水处理及资源化发展战略研讨会与展览会” 定于 11 月 27 日在京举行

经科学技术部批准,由建设部、世界银行、联合国工业发展组织于 2001 年 11 月 27 日在北京共同举办“21 世纪国际城市污水处理及资源化发展战略研讨会与展览会”。

#### 1 会议的主要议题

城市污水处理及资源化的规划、政策、技术标准; 国内外城市污水处理及资源化技术的发展及应用; 污水处理及回用的收费体系及价格政策; 污水处理及资源化的投、融资渠道; 中外城市污水处理及资源化工艺与技术。

研讨会将邀请国内外知名专家作主题发言或专题讲座; 展览会将邀请国际知名技术开发和设备生产企业以及国内有实力的企事业单位参展。

#### 2 会议时间与地点

会议时间: 2001 年 11 月 27 日—29 日, 会期三天。 会议地点: 北京国际会议中心

研讨会报到时间: 2001 年 11 月 25 日—26 日 展览会报到时间: 2001 年 11 月 24 日

报到地点: 北京市五洲大酒店(朝阳区北辰东路 8 号 电话: 64915588)

会议统一安排住宿, 费用自理。会务费每人 800 元(含资料、餐费)。

联系人: 建设部科技司 陈新 电话: 010 - 68393571 传真: 010 - 68394530

建设部城市建设司 曹燕进 电话: 010 - 68393160

展览会联系人: 中外建设信息有限责任公司 何俊宝、钱帆、李锦星

电话: 010 - 64890774, 64891033, 64933367, 64933328 传真: 010 - 64933399, 64891033, 64933328

地址: 北京市朝阳区惠新南里 2 号院市长之家七层 邮编: 100029

大会宣传网站: www.waterreuse.org

(本刊编辑部 供稿)