

以 DO 作为 SBR 法处理工业废水反应时间的控制参数

李秀玮¹, 彭永臻², 王淑莹², 李世明³

(1. 哈尔滨工业大学 市政与环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150001; 2. 北京工业大学 环境与能源工程学院, 北京 100022; 3. 黑龙江省林业设计研究院, 黑龙江 哈尔滨 150080)

摘 要:根据有机物降解过程中 COD 与 DO 的相关关系,进行了以 DO 作为 SBR 法处理两种工业废水反应时间控制参数的研究。结果表明,两种工业废水的 DO 具有相同的变化规律。当有机物达到难降解程度时,DO 迅速大幅度升高,可以此作为停止曝气的控制信号,实现在线控制 SBR 反应时间的目的。所以提出以 DO 作为 SBR 反应时间的控制参数,对于保证出水水质和减少运行费用具有重要意义。

关键词:工业废水;DO;COD;SBR 法;控制参数

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1004 - 1842(2002)05 - 0537 - 04

Industrial wastewater treated by SBR process using DO as control parameter

LI Xiu - wei¹, PENG Yong - zhen², WANG shu - ying², LI Shi - ming³

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;

2. School of Environmental and Energy Engineering, Beijing Polytechnic University, Beijing 100020, China;

3. Heilongjiang Design & Research Institute of Forestry, Harbin 150080, China)

Abstract: According to the relationship between the organic matter degradation and DO concentration, two kinds of industrial wastewater were treated by SBR process using DO as control parameter. It revealed that DO variation rules of its were similar. DO level rose quickly in a large rang when the organism was degraded to its nondegradation concentration, which can be used as the controlling signal to stop the aeration, so on - line control of SBR reaction time was realized. Therbey, a suggestion is given that it be a great significance on assurance outlet water quality and reduction production cost using DO as the control parameter of reaction time of SBR process.

Key words industrial wastewater; DO; SBR process; control parameter

0 引言

间歇式活性污泥法(Sequencing batch reactor 简称 SBR)又称序批活性污泥法,是一种不同于传统的连续活性污泥法的废水生物处理工艺。SBR 法是经美国环保局和日本下水道协会评估了的为数不多的富有革新意义和较强竞争力的废水生物处

理技术之一^[1]。目前,SBR 工艺的自动控制是急需解决的问题,传统的 SBR 法自动控制主要是时间程序控制。时间程序控制主要是根据 SBR 法的五个运行阶段即进水、反应、沉淀、排放,闲置所需时间进行预先设定后实施的自动控制。但是工业废水的水质水量经常有很大的变化,一味地按照固定的进水和反应时间操作,出水水质无法保证。若进

收稿日期:2002 - 06 - 28.

基金项目:北京市自然科学基金资助项目(编号 8002005).

作者简介:李秀玮(1964 -)女,硕士,黑龙江省林业设计研究院高级工程师,研究方向:工业废水处理.

水浓度高则出水水质不能达到排放标准;若进水浓度低则会因曝气时间过长,造成既浪费了能量(即增加运行费用)又易于引发污泥膨胀。

而自动控制的目的是保证处理水质的同时,尽可能减少运行费用,防止污泥膨胀^[2,3,4]。为此,近年来国内外许多研究者采用控制参数来指示反应器中有机污染物浓度的变化,通过大量的探索研究,发现溶解氧 DO(dissolved oxygen) 可以作为 SBR 法污水生物处理过程中的反应时间的控制参数^[5]。

1 试验设备与方法

本研究采用 SBR 的反应器是透明有机玻璃制作,高 70 cm,直径 30 cm,底部泥斗为圆台形,总有效容积为 38 L。采用鼓风机曝气,由转子流量计调节曝气量。

豆制品废水取自某豆腐厂的浸豆子水,豆制品废水的主要有机成分为蛋白质、脂肪、碳水化合物(糖类、淀粉、纤维素)。本试验实测的 COD_{Cr} 为 1800~3800 mg/L, BOD_5 为 1390~1550 mg/L, TN 为 91~110 mg/L, TP 为 8.5~10 mg/L。化工废水取自偏苯三酸车间排放的洗釜废水,主要含有乙酸、二元苯酸、偏苯三酸等有机酸。原废水的 COD 大约 200000 mg/L。用自来水稀释到不同的 COD 浓度。并投加一定量的氯化铵和磷酸二氢钾以满足活性污泥微生物的生长繁殖的需要(配比原则 $BOD_5:N:P=100:5:1$),并调节废水 pH 值为 6~6.5,水温控制在 20℃ 左右。

2 试验结果与分析

试验采用的废水含有易生物降解和难生物降解的两大类有机物,而且这两者的降解性能差别很大。本试验在几种不同条件下研究 DO 浓度对反应过程的影响。

2.1 曝气量不同时 DO 与 COD 的相关关系

在废水处理厂运行中,当进水浓度过高,曝气量不足,将会使反应过程中 DO 过低而引起污泥膨胀;当进水浓度过低时,选择大曝气量就会造成能源的浪费,增加运行成本,而且大曝气量还会使污泥絮凝体松散,影响污泥的正常沉淀。这时,DO 成为 SBR 生化系统的限制性因素。为此,研究了两种工业废水不同曝气量情况下,DO 与 COD 的关系。

试验配制的豆制品废水原水 COD 浓度约 750 mg/L,反应过程中平均 MLSS 为 4000 mg/L,曝气量(A)分别为 0.6、0.8、1 m³/h 时的试验结果如图 1

所示。又以化工废水进行了对比研究(见图 2)。

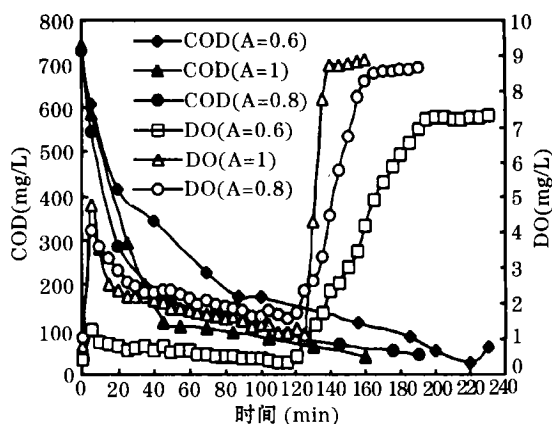


图1 (豆制品废水)不同曝气量下
COD 与 DO 随时间的变化

Fig.1 Changes of COD and DO with time at different aeration amount (Soybean waste water)

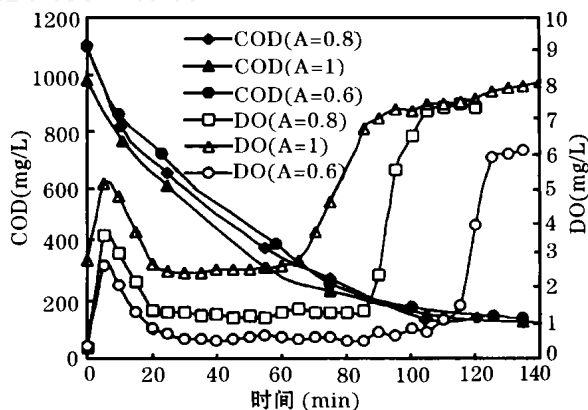


图2 (化工废水)在不同曝气量下
COD 与 DO 随时间的变化

Fig.2 Changes of COD and DO with time at different aeration amount (Chemical waste water)

试验结果(图 1、2)表明:在反应开始 5~10 min 时,DO 有一个小幅度升高,到 10 min 后开始迅速下降,稳定在较低的范围,即出现第一个平台,该平台被认为是 COD 易降解阶段,此时 COD 去除率为 80%左右。然后,DO 开始迅速上升,此时 COD 降解速度明显减慢,随后 DO 上升速度很缓慢并稳定在一个较高值,从这一点开始,COD 变化不明显,可作为第二个平台,该平台预示着 COD 已经达到难降解阶段。由此可见,DO 浓度这一变化特点完全可以作为 COD 达到难降解阶段和结束 SBR 曝气过程的信号。

试验还表明,曝气量越大,系统内反应初期的溶解氧浓度越高,使得氧转移速率越低。随着微生物活性的恢复,耗氧速率在增大,导致 DO 下降的

幅度增大。正是由于 DO 大幅度降低,才能促进氧转移速率的提高,满足微生物耗氧的需要。曝气量越小,反应过程中的总体 DO 值越低,延长了达到难降解程度所需时间,而且 DO 下降幅度小,使 DO 的变化出现了不十分明显的缓慢下降的趋势。当达到难降解程度时,有机物降解的耗氧速率极小,仅维持内源呼吸,供氧速率远远大于耗氧速率,使反应器内 DO 值突然大幅度升高,标志着反应的结束。曝气量越小,DO 值越低,所需反应时间越长。

反应过程中 DO 在反应初期较高,之后又缓慢下降的变化原因是:反应刚开始 5~10 min 内,DO 迅速升高,这是由于反应开始系统内供氧速率远远大于耗氧速率所致。10 min 以后,DO 有缓慢下降的趋势,与此同时,COD 的降解速率加大,也反映了耗氧速率的增大,在认为供氧速率基本不变的情况下,耗氧速率的增大必然导致反应器内 DO 浓度的降低。在反应初期由于 COD 浓度大,微生物产生了较强的吸附作用,尽管 COD 浓度降低,但不是微生物的耗氧降解作用的结果,在反应开始后一段时间内,微生物才开始快速耗氧降解 COD。

也有一些情况是由于 SBR 间歇运行的特点,冬季昼夜温差大(豆制品废水是在室温为 10℃ 时做的),中间的闲置期过长,反应刚开始时微生物的活性较差,耗氧速率较低,随着曝气的进行,微生物的活性渐渐恢复,耗氧速率也逐渐增大,有机物的降解速率也随着增大,使 DO 有所下降。试验中还发现,闲置期越长,反应初期与反应过程中的 DO 落差越大,说明了微生物的活性在两个时期的差异越大。

同时,试验中还发现,化工废水在 COD 降解到 150~200 mg/L 时,若延长反应时间,COD 降解的很少,而豆制品废水却仍能降解,直到 COD 浓度降到 50 mg/L 左右。同时,若对 COD 浓度降到 50 mg/L 以下的豆制品废水仍继续曝气延长反应时间,此时 COD 浓度反而上升至 70~100 mg/L (见图 1)。这是由于此时有机物已很少,过量供氧使微生物的代谢产物大量积累,此环境对微生物生长极不利,死亡率大于繁殖率,使水体受到二次污染的缘故。

2.2 曝气量恒定进水底物浓度不同时 DO 与 COD 的相关关系

试验配制的豆制品废水,原水 COD 浓度分别为 830 mg/L、1100 mg/L 和 1450 mg/L,反应过程中平均 MLSS 为 4000 mg/L,曝气量(A)为 0.8 m³/h 时试验结果如图 3 所示。又以化工废水进行了对比的实验研究,恒定曝气量为 0.6 m³/h (见图 4)

试验结果(如图 3、4)表明,其反应过程中 COD 与 DO 的变化规律与前述结果相同(即有两个平台)。在同一曝气量下,随着进水有机物浓度的增加,反应过程中相应段 DO 值逐渐减少,所需反应时间延长。这是因为在曝气量一定的情况下,原水 COD 浓度的增加使微生物耗氧速率加快。因此,在同一曝气量下,反应过程中 DO 值的高低可以间接反映进水有机物浓度的大小。DO 浓度不仅可以作为 SBR 法反应时间的控制参数,而且也是反应过程中曝气量的控制参数。在某一恒定曝气量条件下,可以根据反应过程中的总体 DO 值,凭借实际工作经验来大致推测进水有机物浓度,然后调节曝气量将 DO 浓度控制在某一最佳范围,防止反应过程 DO 过高或过低,提高氧的利用率,以达到在保证处理水质的同时,节省运行费用,防止污泥膨胀的目的。

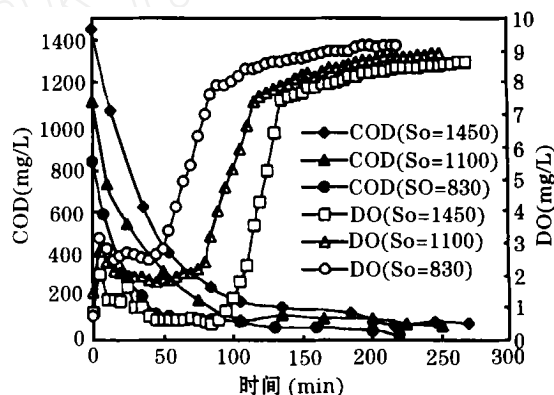


图 3 (豆制品废水)在不同进水浓度下 COD、DO 随时间的变化

Fig. 3 Changes of COD and DO with time at different density (Soybean waste water)

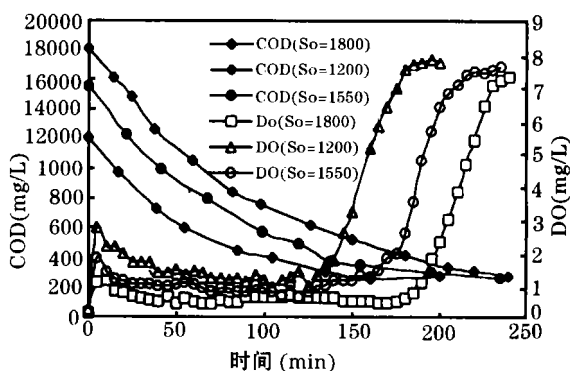


图 4 (化工废水)不同进水浓度下 COD 与 DO 随时间的变化

Fig. 4 Changes of COD and DO with time at different density (Chemical waste water)

3 结论

3.1 采用 SBR 法处理两种工业废水,无论改变曝气量、还是改变进水 COD 浓度,DO 的变化规律是相同的。即反应初期快速升高,在反应过程中略有下降后趋于稳定(即第一个平台),当有机物达到难降解程度时,DO 迅速大幅度升高,然后稳定在一个较高的 DO 值(即第二个平台)。DO 迅速大幅度升高并稳定在较高值,这一变化特点可使 DO 作为停止曝气使反应阶段结束的信号,来实现以 DO 作为 SBR 反应时间的控制。这既可以防止反应时间不足出水水质不达标,又可以防止曝气时间过长带来的易发生污泥膨胀和浪费能耗等不良后果。

3.2 在其他条件不变的情况下,随着曝气量的增加,反应过程中的总体 DO 水平也提高,底物达到难降解状态时,其对应的 DO 稳定值也有增加的趋势,反应时间随 DO 整体水平的提高而缩短,这说明 DO 的高低对底物降解速率有一定的影响。反应过程中,当曝气量不变时,随进水浓度增加,反应过程中的 DO 和底物达到难降解程度时的 DO 都有

减少的趋势,反应时间延长。

3.3 由于在 SBR 法反应器中,DO 浓度不象在连续流活性污泥法曝气池中那样不断地受流入废水水质、水量的影响,所以以 DO 浓度作为反应时间和反应过程的控制参数是可靠的。

参考文献:

- [1] 蔡卫权. SBR 工艺运行控制战略研究进展[J]. 环境科学动态. 2001,1:16~20.
- [2] Yongzhen Peng, Juchang Huang, Masao Kuroda, Li Zhou. Use of ORP for controlling SBR aeration cycle[J]. WEFTEC Asia Singapore 98. 1998:379~386.
- [3] 彭永臻,黑田正和,许燕青. SBR 反应时间 コンピュータ制御 パラメータとしての DO 利用 にかんする研究[C]. 第 31 回日本水环境学会年会讲演集. 1997:253.
- [4] 王淑莹,彭永臻,周利. 用溶解氧作为 SBR 法反应过程和反应时间控制参数[J]. 中国环境科学. 1998,18(5):415~418.
- [5] SEUNG CHUL L. Adaptive control of dissolved oxygen concentration in a bioreactor[J]. Biotechnology and Bioengineering. 1991,(37):97~100.
- [6] 张乃东,林秀,孟祥斌. UV/Fenton 法处理水中苯酚的研究[J]. 哈尔滨商业大学学报:自然科学版,2001.1:35~38.

(上接 555 页)

3 结语

通过实验可知:

经超滤结合 Sephadex G-50 的分离说明鸡蛋蛋白水解产物中,肽分子量是连续分布的,分子量 1000 以下占 66.57%、分子量 1000~2000 之间占 3.42%、分子量 2000~4000 之间占 6.28%、分子量 4000~10000 之间占 7.73%、分子量 10000 以上占 16.00%。

鸡蛋蛋白水解产物中的肽主要是以分子量 1000 以下的小肽构成的。

参考文献:

- [1] 王继红. 应用 SOS-PAGE 显示小分子多肽技术的探讨[J]. 生物工程进展,2001,21.
- [2] 王继红. SDS-聚丙烯酰胺凝胶电泳分析小分子多肽[J]. 第四军医大学学报,2000,21(6).
- [3] 迟玉杰. 用尿素-SDS-PAGE 凝胶电泳测定乳球菌肽的分子量[J]. 中国乳品工业,1998,4.
- [4] 石彦国,毛伟杰,张朝. 高变性豆粕中蛋白质水解特性研究[J]. 黑龙江商学院学报:自然科学版,1997,13(3):5~8.