

文章编号 : 1006-4303 (2001) 02-0095-04

SBR 中 DO 的变化及其作为污水处理控制参数的研究

李探微¹, 王亚宜², 彭永臻², 章颂江¹, 郑海鸿¹

(1. 浙江工业大学 建筑工程学院, 浙江 杭州 310032; 2. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150009)

摘要:序批式活性污泥法(SBR)处理污水是一个好氧过程,需氧量与有机物的降解有关。反应器内溶解氧(DO)的变化取决于进水的浓度、曝气量、污泥浓度等因素。试验研究表明,进水浓度高,需氧量大,反应时间长;供气量大,有机物降解快,反应时间短;污泥浓度(MLSS)高,有机物降解快,反应时间短。而以上污水处理过程的特征都可以由反应器中 DO 的变化来反映,采用 DO 的在线检测来作为 SBR 的污水处理过程和终点控制参数是可行的。

关键词:序批式活性污泥法; 污水处理; 溶解氧; COD; 控制

中图分类号: X506

文献标识码: A

Research of DO variation in SBR and as a control parameter in wastewater treatment

LI Tan-wei¹, WANG Ya-yi², PENG Yong-zhen², ZHANG Song-jiang¹, ZHENG Hai-hong¹

(1. College of Architecture & Civil Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China;

2. College of Municipal and Environmental engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150009, China)

Abstract: Sequencing batch reactor is an aerobic wastewater treatment process. Oxygen demand is relative to organic matter degradation. Dissolved oxygen in reactor is dependent on concentration of influent, aeration, and MLSS. This experiment and research shows: higher concentration influent needs more oxygen and longer reaction time; higher aeration produced faster organic matter degradation and shorter reaction time; higher MLSS produces faster organic matter degradation and shorter reaction time; DO variation can reflect process and end point of wastewater treatment; and it is feasible to use DO as a control parameter in SBR.

Key words: sequencing batch reactor; wastewater treatment; DO; COD; control

0 概 述

序批式反应器(Sequencing Batch Reactor)是一种间歇式运行的污水处理活性污泥法,简称 SBR。近年来,随着自动监测与控制的硬件设备与软件技术,特别是电子计算机的迅速发展,许多污水处

收稿日期:2000-11-01;修订日期:2001-03-22

基金项目:国家自然科学基金(59878016)和浙江省自然科学基金(500102)资助项目

作者简介:李探微(1969-),男,博士,讲师,从事给水排水工程教学和研究。

理参数可以用某些快速测定仪及计算机加以检测、分析和控制。易于实施自动化操作、运行管理。这些技术的进步,使 SBR 重新受到重视,并迅速得到发展。

随着 SBR 的研究和应用的日益广泛与深入,显示出其强大的生命力。SBR 的明显优势包括^[1]: 工艺流程简单,节约基建与运行费用。反应阶段是一个理想的推流过程,生化反应推动力大,效率高。运行方式灵活,脱氮除磷效果好。是防止污泥膨胀的最好工艺。耐冲击负荷,处理有毒或高浓度有机废水的能力强。

一般 SBR 法的一个运行周期包括以下工序:进水,曝气反应,沉淀,澄清,滗水排放,待机闲置。由于一个运行周期底物浓度、污泥浓度、底物和污泥的性质等随时间不断变化。事实上,SBR 法的运行管理仍较复杂,处于一个动态的变化过程。

在一般情况下,SBR 法是以时间作为控制参数,即设定进水、曝气反应、沉淀、排水、闲置各阶段的时间来控制整个污水处理过程。然而,实际上流入污水处理厂的废水流量和废物浓度都在显著地变化(尤其是工业废水),而反应器中的活性污泥的性质也随时间和状态变化。这样根据设定的反应时间,就会造成进水的浓度高时,反应时间不足,达不到出水要求;而进水浓度较低时,增加反应时间,则浪费能量;另外,污泥的特性也对反应有一定的影响。

根据出水 BOD(或 COD)浓度的变化来调节控制反应(曝气)时间固然是最具有保证的方法,但污水 COD 特别是 BOD 的测定方法较为繁琐且耗时很长,使测出结果的时间比实际运行的时间严重滞后,不能及时反映实际情况。目前,虽然出现了 COD 浓度在线检测仪,但仍存在滞后、较大误差及价格昂贵等问题^[2]。

活性污泥法是一个需氧的代谢过程。反应器中微生物利用曝气提供的溶解氧(Dissolved Oxygen)来降解污水中的有机物等污染物质。混合液溶解氧(DO)是反应过程中一个重要的控制参数,也是影响运行费用和出水水质的重要因素。因此,研究 SBR 中 DO 的变化,探求 DO 在污水处理过程中的控制作用,这对于保证出水水质和减少运行费用具有重要意义。

1 试验装置与方法

试验装置为两套自制小型序批式反应器(SBR),如图 1 所示。反应器长、宽、高分别为 20 cm、20 cm、60 cm。试验有效容积为 13 L。由气泵供气,气体流量计控制供气量。试验温度控制在 18 ~ 19 。试验污水采用合成配置,污水主要成分为糖,少量 NH_3 、P、 FeCl_3 、 ZnSO_4 。

反应器中溶解氧(DO)的测定采用在线检测仪。试验时,对反应过程 DO 的变化采用连续观察,5 ~ 10 min 记录一次 DO 值,并根据实际情况进行供气量、COD、MLSS 的测定。其中 COD 的测定采

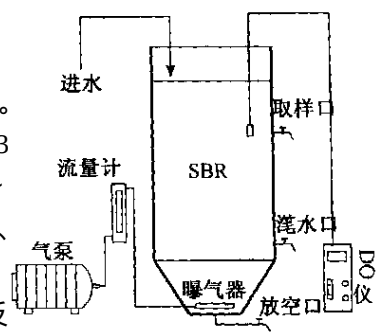


图 1 SBR 试验工艺和装置

用国标重铬酸钾法,MLSS 采用国标减重法。通过 SBR 对污水处理中各参数的过程检测和分析,研究其中的规律和主要特性。污水中的有机污染物质可采用 COD 值来反映,序批式活性污泥法(SBR)是一个好氧过程,试验研究污水中 COD 与 DO 的关系,探索在 SBR 中应用 DO 的变化过程来反映和控制污水处理过程。实现简单、可行的 DO 检测仪来有效地进行污水处理控制。

2 试验结果与分析

本研究进行了如下几种试验,在不同条件下,测定 COD 和 DO 的变化过程及相关关系。

2.1 供气量相同,进水浓度不同条件下COD和DO的变化规律

保持反应器反应阶段供气量为 250 L/h,进行一次性进水,进水量为 12 L,反应器内混合液(污泥)浓度为 4 500 mg/L 左右。配制进水的 COD 浓度分别为 714 mg/L、516 mg/L、248 mg/L。不同浓度污水的降解过程和 DO 的变化既具有相似性,又具有不同的特点,试验结果如图 2 所示。

从试验结果来看,COD 在曝气的开始,大幅度降低;第二阶段 COD 继续降低,但降解的幅度减小;最后阶段 COD 很低,数值基本不变,已到了 COD 难以降解的水平。而溶解氧的变化规律是,开始时 DO 快速下降,然后随时间回升后增长;最后 DO 值基本趋于不变,进入稳定数值状态。污水的降解是个需氧过程,COD 的浓度越高,降解所需的氧量则越多。由于供气量恒定,因此 DO 的下降越大,反映 COD 的降解速率越大。对照 COD 与 DO 的变化过程可以看出,当 COD 浓度较大时,需氧也越多,DO 下降;随着 COD 的降低,反应器内的 DO 则逐渐增大。最重要的是,当 COD 已降到很小(反应结束),接近不能降解时,由于此时只需提供较稳定溶解氧给活性污泥进行内源呼吸,使反应器内的 DO 达到最大值并趋于恒定。另外,在供气量一样的条件下,COD 浓度高的污水在处理过程中,DO 下降的数值最大,DO 达到的最大恒定值最小,而降解到最低 COD(反应结束)所需的时间更长。如图所示,进水 COD = 714 mg/L 在反应过程中,DO 最低为 2.2 mg/L,DO 最高为 6.6 mg/L,降解到最低 COD 所需的时间为 210 min。而进水 COD 为 516 mg/L 和 248 mg/L 时,所对应的值分别是 DO 最低为 4.9 mg/L 和 5.3 mg/L,DO 最高为 6.9 mg/L 和 7.5 mg/L,降解到最低 COD 所需的时间为 140 min 和 100 min。

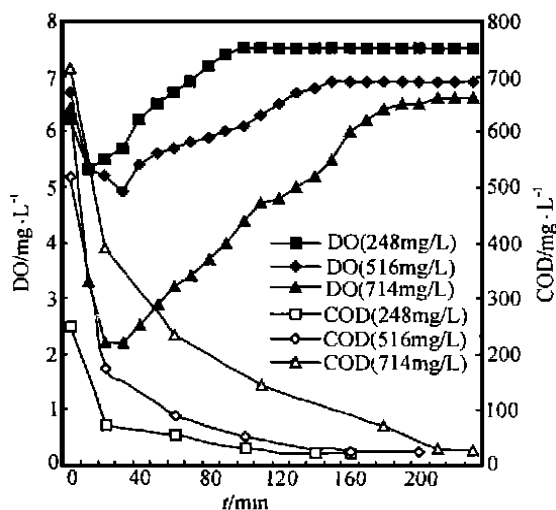


图2 相同曝气量,不同进水,DO和COD的变化

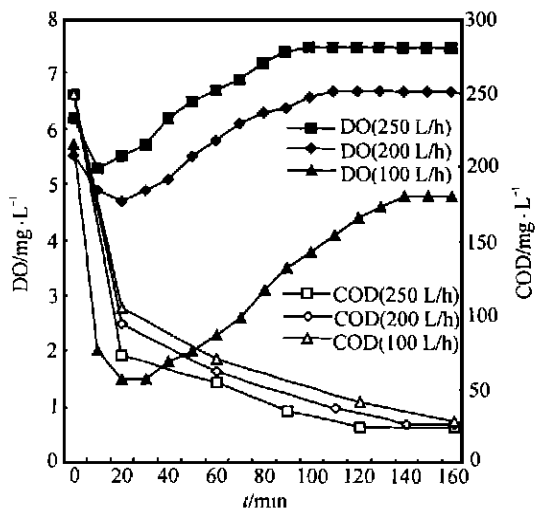


图3 相同进水,不同曝气量,DO和COD的变化

2.2 进水浓度相同,供气量不同条件下COD和DO的变化规律

使配制进水的 COD 浓度都保持为 248 mg/L。进行一次性进水,进水量为 12 L,反应器内混合液(污泥)浓度为 4 500 mg/L 左右。反应器反应阶段供气量分别为 250 L/h、200 L/h 和 100 L/h,试验结果如图 3 所示。

从试验结果可以看出,在进水浓度相同、供气量不同条件下,COD 和 DO 的变化规律与试验一基本相似。反应初期 COD 大幅度下降;随着 COD 的降低,DO 逐渐上升;最后当 COD 降解到最低时,DO 达到最大值,并基本恒定。试验结果还表明,污水浓度相同,曝气量小的,DO 下降的幅度更大,降解污水所需的反应时间则更长。如图所示,供气量为 100 L/h 时,在反应过程中,DO 最低为 1.5 mg/L,DO 最高为 4.8 mg/L,降解到最低 COD 所需的时间为 160 min。而供气量 200 L/h 和 250 L/h 时,所对应的值分别是 DO 最低为 4.9 mg/L 和 5.3 mg/L,DO 最高为 6.7 mg/L 和 7.5 mg/L,降

解到最低 COD 所需的时间为 110 min 和 100 min。

2.3 进水浓度相同,污泥浓度不同条件下 COD 和 DO 的变化规律

控制进水 COD 浓度为 714 mg/L,供气量恒定为 250 L/h,进水量为 12 L。通过调整,使污水分别在污泥浓度 MLSS 在 4 500 mg/L 和 2 600 mg/L 左右的条件下进行处理,反应过程中 COD 和 DO 的变化结果如图 4 所示。这个试验结果显示出和以上试验结果具有相似性以外,还说明,在污水降解的初期,活性污泥浓度高的需氧量大,好氧速率快,COD 的降解速率也快。更重要的是,处理相同浓度的污水,曝气量相同时,增加污泥浓度,能减少反应时间。从图中看出,MLSS = 2600 mg/L 时,反应时间为 370 min;而 MLSS = 4500 mg/L 时,反应时间只需 210 min。

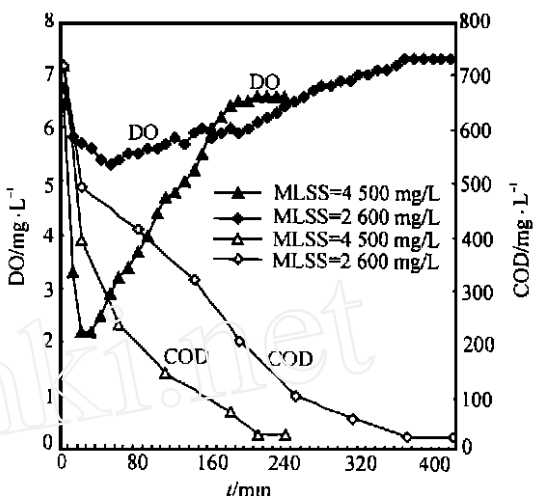


图 4 污泥浓度不同,DO 和 COD 的变化

2.4 进水为清水条件下 DO 的变化规律

在反应器中进 12 L 清水,曝气量为 250 L/h,污泥浓度为 4 500 mg/L。由于清水中不含有有机物质,COD 基本为零。因此,反应器内的好氧量仅用于活性污泥的内源呼吸。试验结果表明,如果出现这种情况,混合液的好氧速率很低,溶解氧很快达到最大平衡值。如图 5 所示,当进水为清水时,DO 达到最大恒定值只需 25 min。

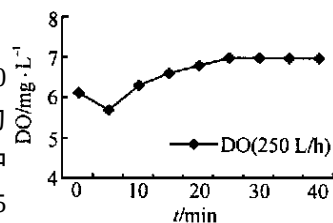


图 5 进水为清水时,DO 的变化

3 探索与结论

序批式活性污泥法(SBR)处理污水的设计和运行往往采用设定的时间进行曝气反应。由于污水处理的过程和效果都受到各种因素的影响,进水的性质有较大的波动,这样就会造成进水的浓度高时,反应时间不足,达不到出水要求;而进水浓度较低时,增加无效的反应时间,则浪费能量。另外,反应时间还取决于曝气量、污泥浓度的变化等。所以,常规的固定反应时间的处理方法存在较大的不合理。序批式活性污泥法(SBR)处理污水是一个好氧过程,耗氧速率与有机物的降解具有相关性^[3]。通过我们的试验表明,同样,反应器内的检测溶解氧(DO)和有机物(COD)的降解也具有相关性。现今,各种复杂的污水处理的控制模型和控制参数(包括 DO)很多。相对很多的现实条件来说,DO 是简单、价廉、可靠的在线检测仪,并可以和计算机及各种控制形式配合,易完成检测、判断、决策、动作等一系列的自动控制过程。这部分试验说明采用 DO 作为 SBR 处理有机污水的过程和反应终点的控制参数是可行的。这表现在以下几个方面:当污水 COD 降解到最低时,DO 上升到最高,且表现为一恒定值。这样,可以利用 DO 在此处的拐点和最高恒定值作为反应(曝气)时间的终点。在判断其它条件不变的情况下,如果 DO 在反应的初期下降较快并且下降幅度较大,则可以判断进水的有机物(COD)浓度较高。利用这种特征,可以在一定程度上预测进水的有机物浓度。普遍都认为在污水处理好氧反应过程中,应考虑混合液中的溶解氧在 2.0mg/L 以上,否则会出现微生物缺氧情况;这可以通过实时监测的 DO 来判断是否应调整供气量。污泥浓度高,耗氧速率相对快,DO 下降幅度大,需提高曝气量。但在相同曝气量下,提高污泥浓度有利于 COD 的降低。提高曝气量,可以缩短反应时间。进水 COD 为零或极低的情况下,通过 DO 的检测,在很短的时间内就能判断出来,并可以通过控制系统及时停止曝气反应。(下转第 114 页)

3 结 论

(1) 在碱性介质和强酸性介质中均可合成 MCM-41 介孔分子筛, 但酸性介质中合成的 MCM-41 的 d_{100} 和 a_0 较大; 相比之下, 碱性介质有利于合成比表面积较大、介孔孔径分布均匀的 MCM-41 介孔分子筛。

(2) 酸性介质或碱性介质对 MCM-41 介孔分子筛的无机骨架形态影响不大。碱性介质中合成的 MCM-41 半成品中有机模板剂直接与 Si - OH 结合, 热脱除温度较低。酸性介质中合成的 MCM-41 半成品中, 有机模板剂与 Cl^- 直接接触, 热脱除温度较高。高温焙烧方式只能除去酸性介质中合成的 MCM-41 半成品中的有机模板剂, 并不能除去 Cl^- 。

(3) 根据实际情况的需要, 可以采取不同的反应介质, 来合成具有一定结构差别如孔分布、比表面等的 MCM-41 介孔分子筛产品, 以达到特定的催化剂、吸附剂等的应用要求。

参考文献:

- [1] Kresge C T, Leonowicz M E, Roth W J, et al. Ordered mesoporous molecular sieves synthesized by a liquid-crystal template mechanism[J]. Nature, 1992, 359: 710 - 712.
- [2] Beck J S, Vartuli J C, Roth W J, et al. A new family of mesoporous molecular sieves prepared with liquid crystal template[J]. J Am Chem Soc, 1992, 114: 10834 - 10843.
- [3] Tanev P T, Pinnavaia T J. A neutral templating route to mesoporous molecular sieves[J]. Science, 1995, 267: 865 - 867.
- [4] Koyano K A, Tatsumi T. Synthesis of titanium - containing mesoporous molecular sieves with a cubic structure[J]. J Chem Soc Chem Commun, 1996, (2): 145 - 146.
- [5] Huo Q, Margolese D I, Gesla U, et al. Generalized synthesis of periodic surfactant/ inorganic composite materials[J]. Nature, 1994, 368: 317 - 321.
- [6] Branton P J, Hall P G, Sing K S W. Physisorption of nitrogen and oxygen by MCM-41, a model mesoporous adsorbent[J]. J Chem Soc Chem Commun, 1993, (16): 1257 - 1258.

(责任编辑: 翁爱湘)

(上接第 98 页)

参考文献:

- [1] 彭永臻. SBR 法的五大优点[J]. 中国给水排水, 1993, 9(2): 29 - 31.
- [2] Drake R A. Instrumentation and control of water and wastewater treatment and transport system. Proceeding of the 4th IAWPRC Workshop [M]. U S A: IAWPRC, 1985.
- [3] Randy J, Kevin D, Thomas E. The activated sludge process[M]. U S A: Ann Arbor Science Publishers, 1983.

(责任编辑: 翁爱湘)