

微生物细胞糖类物质含量的变化 对生物除磷的影响

刘延华 冯生华 刘冠南 张大群 杨造燕
(天津市市政工程设计研究院) (天津大学)

摘 要 分别以葡萄糖和醋酸为主要进水有机物,通过两只序批式反应器的连续运行,揭示了污水生物除磷工艺中,微生物细胞糖类物质含量的变化与微生物摄磷能力之间的关系,发现将微生物细胞糖类物质含量控制在较低水平是实现高效生物除磷的一个重要条件。

关键词 微生物细胞糖类物质含量;生物除磷;生物摄磷能力;序批式反应器

污水生物除磷工艺包括厌氧——(缺氧)——好氧等反应阶段。在厌氧段,除磷菌水解细胞内的聚磷酸盐为吸收进水中的有机物提供能量,所吸收的有机物则被转化为可贮存的聚合物。该聚合物又在好氧段被氧化,为聚磷酸盐的再生提供能量。通过这种途径,污水中的磷被转移到活性污泥中,又通过剩余污泥的排出最终被去除。

最近有研究者提出^[1,2],有一些微生物可能利用细胞内糖类物质(CH)作为能源,在厌氧段与除磷菌竞争有机物,从而导致除磷菌数量的减少和除磷效率的下降。虽然这种微生物尚未被验证,活性污泥CH的含量可能是表征污泥除磷能力的一个参数。本试验的目的是考察活性污泥CH含量与污泥除磷能力之间的关系。

1 材料与方法

1.1 试验装置及运行

试验在两只序批式反应器中进行(图1),每只反应器的工作容积约为4L。每个运行循环包括进水、反应、沉淀、排水和歇置等五个阶段。污泥的泥龄控制是通过调节排水排泥口的高度实现的。在厌氧和缺氧反应阶段,对活性污泥进行机械搅拌。其中缺氧段是通过向混合液中注加硝酸钾溶液实现的。在好氧反应段,对混合液进行曝气,溶解氧浓度(DO)很快升至5mg/L,约一个月后将DO控制在1.5~2.8mg/L,并对混合液进行机械搅拌。反应器的日常运行由一组时间控制器自动

控制,其运行模式见表1。

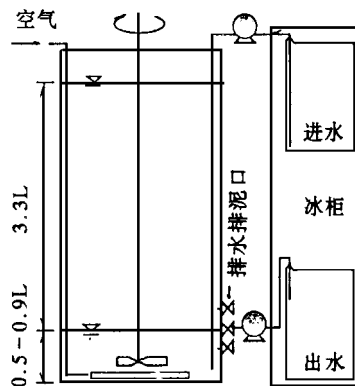


图1 序批式反应器示意图

表1 运行模式

模 式	一	二	三	四
厌氧 (h)	2.0	2.5	1.0	4.5
缺氧 (h)	-	-	3.5	-
好氧 (h)	3.25	4.0	5.5	5.5
循环/d	3	2	2	2

1.2 进水配制

试验所用模拟废水成分见表2。为防止葡萄糖发酵,先将进水(A)配成高浓度冰冻贮存,每隔日取出融化稀释后放入冰柜使用,并对其贮存容器和进水管隔日进行消毒杀菌。

表2 模拟废水成分(mg/L)

类别	不同成份	相同成份
进水A	葡萄糖 300[COD 计]	Ca[CaCl ₂ ·2H ₂ O] 5
	Peptone 50	K[KCl] 20
	NaHCO ₃ 260	Mg[MgSO ₄ ·7H ₂ O] 10
	P[K ₂ HPO ₄] 10	Cu[CuCl ₂ ·2H ₂ O] 0.1
	N[NH ₄ CO ₃] 18	Zn[Zn(Ac) ₂ ·2H ₂ O] 0.1
进水B	NaAc 300[COD 计]	Co[CoCl ₂ ·6H ₂ O] 0.1
	Peptone 200* - 50	Fe[FeCl ₃ ·6H ₂ O] 0.1
	P[K ₂ HPO ₄] 16	Mn[MnSO ₄ ·4H ₂ O] 0.1
	N[NH ₄ Cl] 22	

* 仅在运行的第一个月。

1.3 分析方法

葡萄糖和污泥 CH 含量的测定用 anthrone 方法^[3]; COD 用密闭回流法^[4]; 其它项测定用标准方法。

2 试验结果

2.1 葡萄糖反应器运行结果

反应器(A)以葡萄糖为主要进水有机物,种泥取自某城市污水处理厂。第一个月反应器按模式一运行,种泥在初始时表现极好的除磷能力。然而在以后的一个月,虽然运行条件没有变化,除磷效率却逐日下降,污泥 CH 含量同步上升。从第 31 天起运行改为模式二,同时将反应器排水排泥口位置提高以增大反应器沉淀污泥容积,从而将泥龄延长至 30 天。在其后的一周内,除磷效率得到显著提高,污泥含磷量增至 6% (以 P/MLSS 计),而污泥 CH 含量则同步降至 9% (以 CH/MLSS 计)。然而好的除磷效果仅维持了三周,此后随着污泥 CH 含量的上升,除磷效果同步下降。到第 92 天,污泥 CH 含量升至 15%,污泥含磷量则降至 3%。

从第 93~100 天的假期期间,进水管被意外挤压,进水显著减少,导致反应器中污泥浓度显著下降。一部分积存于出水桶中的污泥被加到反应器中作为补充。

从第 100 天起,将反应方式改为厌氧——缺氧——好氧模式(模式三)。从第 100~120 天,由于缺氧段硝酸盐氮起始浓度的变化除磷效果不稳定,当将硝酸盐氮起始浓度设定在 22mg/L 之后,除磷效果显著提高。除了在第 200~210 天之间,由于缺氧段硝酸盐氮起始浓度的偶然下降导致了除磷效率的下降外,除磷效率连续三个月维持在 70% 以上。

2.2 污泥 CH 含量与污泥含磷量之间的关系

反应器(A)的运行表明,即使以葡萄糖为主要进水有机物,当污泥 CH 含量较低时仍可实现较高的除磷效率。在该反应器的运行当中,污泥 CH 含量与污泥磷含量之间表现出密切的关系(图 2)。当污泥 CH 含量 9~

10% 范围时表现出较高的除磷能力,随着污泥 CH 含量的上升,污泥磷含量同步下降。因此,将污泥 CH 含量控制在较低水平是实现高效生物除磷的一个重要条件。

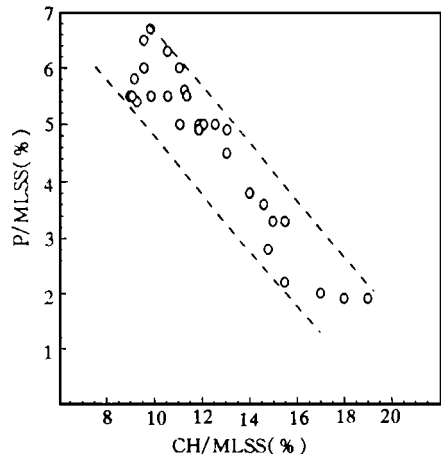


图2 污泥含磷量与污泥 CH 含量之间的关系

2.3 醋酸盐反应器的运行结果

反应器(B)以醋酸盐为主要进水有机物,在整个试验过程其运行一直按厌氧——好氧的反应模式进行。

当反应器按模式一运行时污泥沉淀性能很差,导致严重的污泥流失,污泥 CH 含量由起始 9% 降到 4%,污泥含磷量为 4% 左右。COD 的去除效率很好,出水 COD 在 10mg/L 以下,然而只有部分 COD (20% 左右)是在厌氧段被去除的,其余多是在没有硝化作用发生的好氧段被去除。虽然在第 31 天将运行方式改为模式二,上述状况并未因此而改变,一直持续到第 140 天。

从第 140 天起运行方式改为模式四,污泥 CH 含量奇迹般上升,同时污泥沉淀性能迅速改善,尽管沉淀污泥容积保持不变,反应器中活性污泥浓度逐步上升,除磷效率也同时上升。从第 155~185 天除磷效率最高,出水中几乎没有磷出现,污泥含磷量由 4% 增至 10%、污泥 CH 含量则由 8% 增至 10%。然而,随着污泥 CH 含量继续上升,出水中的磷浓度开始出现并逐步升高,到试验结束时污泥 CH 含量增至 15%、出水磷浓度增至 2.8mg/L。这一结果与反应器(A)的运行结果非常相似,说明无论进水有机物特性如何,污泥 CH 含量的上升都会导致污泥除磷能力的下降。

3 讨论和结论

在生物除磷工艺中,通常认为微生物 CH 的作用在于为厌氧条件下醋酸的吸收和聚-β-羟丁酸的合成提供还原能力。最近一些假说指出,微生物所贮存的 CH 可能是另一种独立的内部能源,那些能贮存 CH 的微生物可能以此能源在厌氧段吸收有机物而不释放磷。然而,迄今仍未发现这样的纯种细菌具有上述代谢特征。

利用ORP 作为SBR 法反应时间的计算机控制参数

彭永臻 邵剑英 周 利 黑田正和 许燕青
(哈尔滨建筑大学) (日本群馬大学)

摘 要 SBR 法能够根据所处理的工业废水浓度的不断变化, 灵活地改变其反应时间。在当前简易快速的有机物浓度传感器尚未问世时, 介绍了用ORP 作为SBR 反应阶段有机物降解程度的间接指标的试验研究。结果表明, 无论是在很大范围内改变曝气量或者改变MLSS 浓度, 还是使反应初始的COD 在230~2180mg/L 之间逐渐变化或突然变化, 当COD 达到该条件下难降解浓度时ORP 都有一个快速且大幅度的升高, 随后又很快趋于平稳, 并在某一很小的范围内稳定下来。这表明用ORP 作为SBR 法反应时间的计算机控制参数是可靠的, 既可保证处理水质又能避免曝气时间过长带来的问题, 而且ORP 仪器简单, 价格便宜, 响应快, 便于计算机接口, 有利于尽快实用化。

关键词 SBR 法; ORP; 反应时间; 控制参数

1 概述

很多工业废水中的有机物浓度随时间变化很大, 往往相差几倍至十几倍, 而SBR 法的能耗主要集中在反应(曝气)阶段。针对不同的进水有机物浓度, 以氧化还原电位(ORP)作为反应器中有机物降解程度的间接指标, 恰当地控制反应时间, 以便在保证处理水质的同时, 尽可能减少运行费用, 防止污泥膨胀, 是本研究的主要目的。

目前, 在线(on-line)测定有机物浓度的传感器尚无问世, 无法根据SBR 中的有机物浓度的降解情况利用计算机在线控制其反应时间。

废水生物处理反应器中同时进行着多种复杂的生化反应, 有的反应可能达到了平衡, 有的可能尚未达到平衡, 这时ORP 已不再具有热力学平衡的意义, 也不能用作某种氧化物或还原物的定量指标, 但是仍能用来说明反应器系统中总体的氧化还原状态。因此, 用ORP 作为反应器有机物被降解程度的间接指标是有可能的, 它不仅能够在线监测, 而且设备简单, 价格便宜, 便于与计算机接口。

近年来, 有关ORP 的研究主要集中在以ORP 作

国家教委资助优秀青年教师基金项目

因而, 对污泥CH 含量与污泥除磷能力之关系的研究更具有实践意义。从研究中, 可以得出这样的结论:

污泥CH 含量是变化的, 其含量的上升与污泥除磷能力的下降同步。尽管进水有机物不同, 运行条件各异, 试验中所用两只反应器中污泥在其CH 含量为8~10% 时表现出最大的摄磷能力。将污泥CH 含量控制在较低水平是实现高效生物除磷的一个重要条件。

进水有机物特征是影响污泥CH 含量变化的一个重要因素。在相同运行条件下, 葡萄糖更易于使微生物CH 含量上升, 而当以醋酸盐为主要进水有机物时, 污泥CH 的积累则需要较长的好氧时间。因此醋酸盐通常被认为有利于提高微生物除磷能力, 而葡萄糖则易于导致除磷效率的下降。

4 参考文献

1. Matsuo T., Water Sci Tech., 1992, 25(6), 83.
2. Satoh H., Water Sci Tech., 1992, 25(5/6), 93.
3. Jenkins D., Richard, M. G. and Daigger, G. T. Manual on the Cause and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming, 2nd edition. Boca Raton, Ann Arbor, London Tokyo. 1993.
4. APHA, AWWA, WAPCF, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17th edition, Washington D. C. 1989.

作者简介: 刘延华 硕士 高级工程师

通讯处: 300051 天津市和平区营口道239号

(收稿日期 1997-04-29)

CHINA WATER AND WASTEWATER

(bimonthly)

ISSN -1000-4602

Volume 13

Number 6

November 27, 1997

MAN CONTENTS

THESES AND RESEARCHES

INFLUENCE OF VARIATIONS IN CARBOHYDRATE CONTENT OF MICROBIAL CELLS ON BIOLOGICAL PHOSPHATE REMOVAL (4)

Yanhua Liu Shenghua Feng Guannan Liu Daqun Zhang Zaoyan Yang
(Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute) (Tianjin University)

Abstract: Relationships between variations in carbohydrate content of microbial cells and its capability for up-taking phosphate have been studied in the continuous running of two sequencing batch reactors (SBRs), with glucose or acetic acid as main organic substance separately. It has been found that controlling the carbohydrate content of microbial cells at a low level is an important prerequisite for achieving enhanced phosphate removals.

Keywords: Carbohydrate content of microbial cells; Biological phosphate removal; Capability for biological up-taking of phosphate; SBR.

USING ORP AS A PARAMETER FOR COMPUTER CONTROLLING OF REACTION TIME OF SBR PROCESS (6)

Yongzhen Peng Jianying Shao Li Zhou Kurotan Seiya Yanqing Xu
(Harbin University of Architecture and Engineering) (Gumma University of Japan)

Abstract: The reaction time of SBR process may change according to variation of organic matter concentration of industrial wastewater treated. Experimental study is introduced in which ORP was used as an indirect index for degradation degree of organic matter during the reaction stage of SBR process, as no simple and rapid sensor of organic matter can be available at present. Results show that ORP will rise quickly by a wide range, then smooth out soon, and remain stable within a certain small range, only when the concentration of organic matter (COD) is degraded to its nondegradable one, no matter how wide the range of aeration rate or MLSS concentration changes, or within a COD of aeration rate or MLSS concentration changes, or within a COD range of 230~2160 mg/L, how gradually or suddenly the initial COD concentration changes. This indicates that ORP using as the parameter for computer controlling of SBR reaction time is reliable, which not only can indicate the quality of the effluent, but also can avoid troubles caused by excessive aeration. ORP meter is a simple, inexpensive one of fast response, convenient for interfacing with computer and easy to be applied to practice quickly.

Keywords: SBR process; ORP; Reaction time; Control parameter

- Sponsored by the Department of Urban Construction of The Construction Ministry
- Edited by the China Water & Wastewater
Editorial Board Editor in chief Zhongmin Yu
- Published by the North China Municipal Engineering Design & Research Institute
Address Qixiang Tai Road, Hexi District, Tianjin
Tel (022) 23538974 23342167 Fax (022) 23538974 23374502
- Printed by Tianjin First Xinhua Printing House