

分析与监测

# 印染综合废水异养菌产率系数的测定

于静洁, 顾国维, 张志峰

(同济大学污染控制与资源化研究国家重点实验室, 上海 200092)

**摘要** 指出应用 ASM1 模拟活性污泥系统时, 对于特定的废水及其处理工艺, 需要实测异养菌产率系数  $Y_H$ 。介绍了  $Y_H$  的两种测试方法: 间歇活性污泥法和间歇呼吸计量法。分别以醋酸钠和实际废水为底物, 应用间歇呼吸计量法, 测定印染综合废水处理厂的异养菌产率系数, 最终结果为 0.65, 低于 ASM1 模型中城市污水异养菌产率系数的推荐值 0.67。

**关键词** 异养菌产率系数; 间歇活性污泥法; 间歇呼吸计量法

**中图分类号** X791 **文献标识码** A **文章编号** 1005-829X(2005)10-0047-03

## Measurement of the heterotrophic yield coefficient for integrated dyeing wastewater

Yu Jingjie, Gu Guowei, Zhang Zhifeng

(State Key Laboratory of Pollution Control and Resource Reuse, Tongji University, Shanghai 200092, China)

**Abstract** It is presented that experiments are needed in order to get the value of  $Y_H$  for each kind of wastewater and treatment process, when ASM1 is used to simulate activated sludge system. Batch activated sludge method and batch respirometric method are introduced. Acetic sodium and real wastewater as substrate respectively, the value of  $Y_H$  for integrated dyeing wastewater treatment plant is measured with the second method. The value is 0.65, and lower than that for domestic wastewater, 0.67, which was recommended in ASM1.

**Key words**: heterotrophic yield coefficient; batch activated sludge method; batch respirometric method

为了满足对废水生物处理系统工艺设计和运行管理日益严格的要求, 国际水质协会 (IAWQ) 于 1987 年推出了活性污泥 1 号模型 (ASM1)。该模型以废水生物处理的生化反应机理为基础, 由 13 种水质组分、5 个化学计量系数和 14 个动力学参数组成, 包含碳氧化、硝化和反硝化反应在内的 8 个过程, 模型以矩阵形式描述了活性污泥系统中生化反应过程对各组分浓度的影响<sup>[1]</sup>。

使用 ASM1 模拟废水生物处理工艺前, 需通过试验测定废水水质组分、关键的化学计量系数和动力学参数, 而且在试验过程中, 要首先测得异养菌产率系数  $Y_H$  的值, 原因如下: (1) 异养菌产率系数  $Y_H$  是氧化单位质量 COD 所形成的异养微生物的 COD 量<sup>[1]</sup>。它用去除单位基质 COD 所生成的细胞 COD 来表达生长量, 表示了通过细胞合成而保存的基质的有效能量。因此,  $Y_H$  的取值对污泥产率和需氧量的

估测有较大影响。(2) 基质性质和微生物种类都会影响  $Y_H$ <sup>[2]</sup>。(3)  $Y_H$  的取值关系到某些废水水质组分和某些动力学参数的计算。

某市一工业废水处理厂, 处理水量  $2.2 \times 10^5 \text{ t/d}$ , 以印染废水为主, 混合了部分化工和生活污水, 将其称之为“印染综合废水”, 该种废水采用厌氧—好氧—混凝处理工艺。若使用 ASM1 模拟则先要测得异养菌产率系数  $Y_H$  的值。

### 1 测定 $Y_H$ 的两种方法

(1) 间歇活性污泥法。活性污泥系统中, 消耗的溶解性有机物一部分用于微生物呼吸, 转化为二氧化碳和水, 另一部分被微生物吸收合成成为新细胞。在一系统中间歇测得微生物 COD 的增长量和溶解性有机物的减少量, 两者之比就是消耗每单位溶解性有机物而合成的细胞量, 即  $Y_H$ 。

废水经沉淀通过  $0.45 \mu\text{m}$  滤膜去除颗粒性物

质滤液只保留可溶性有机物,用少量污泥接种并持续曝气,间歇取样测定溶解性 COD 和总 COD,则:

$$Y_H = \frac{\text{细胞 COD}}{\text{溶解性 COD}} = \frac{(\text{COD}_{T2} - \text{COD}_{S2}) - (\text{COD}_{T1} - \text{COD}_{S1})}{\text{COD}_{S1} - \text{COD}_{S2}} \quad (1)$$

式中: 细胞 COD——反应前后细胞 COD 的增加量;  
溶解性 COD——反应前后溶解性 COD 的减少量;

$\text{COD}_{T1}, \text{COD}_{T2}$ ——反应前、反应后系统中的总 COD;

$\text{COD}_{S1}, \text{COD}_{S2}$ ——反应前、反应后系统中的溶解性 COD。

(2) 间歇呼吸计量法。密闭容器中,加入一定量的底物和污泥,起初耗氧速率 (OUR) 会保持在较高水平,然后随着底物逐渐被降解,OUR 会逐步降低,直至成直线趋势,至此,认为反应器中的微生物处于内源呼吸阶段,反应结束。如果加入的底物量已知,由 OUR 随时间变化曲线 (见图 1) 可求得试验过程中消耗溶解氧的量。

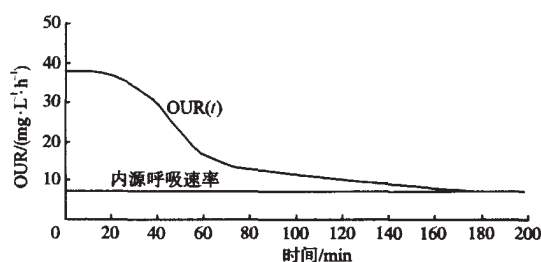


图 1 异养菌呼吸速率曲线

图 1 中  $\text{OUR}(t)$  及内源呼吸速率曲线与 y 轴所围图形的面积就是测试过程中去除一定量底物所消耗的氧量,可由下式得到  $Y_H$ 。

$$Y_H = \frac{\text{COD} - \int \text{OUR}(t) dt}{\text{COD}} \quad (2)$$

式中: COD——测试过程中总的 COD 损失;

$\int \text{OUR}(t) dt$ ——试验过程中所消耗的氧量。

(3) 两种测试方法的比较。间歇活性污泥法取样时间间隔不易控制,如果采样间隔过短,微生物生长和有机物的降解不显著,增大了试验结果误差。如取样间隔过长,反应器内溶解性 COD 为难降解性 COD 及污泥内源代谢产物,微生物此时处于内源呼吸阶段,所得结果并不能反映实际的微生物增长量。一般间歇活性污泥法取样间隔在 12~24 h。此外,试验结束后,部分污泥粘在曝气头和瓶壁上,人工刮入反应器中形成紧密的污泥团,在取样测定总 COD 时引入较大误差。

间歇呼吸计量法可以由耗氧速率的变化观测到

反应终点,并且测定时间短,一般可在 3 h 内完成,并且该方法测定精度高。所以,笔者采用间歇呼吸计量法,分别以醋酸钠和该厂实际废水为底物,接种该厂曝气池内活性污泥对  $Y_H$  值进行了测定。

## 2 $Y_H$ 测试结果及讨论

### 2.1 以醋酸钠为底物

配制一定浓度的醋酸钠溶液 (认为醋酸钠溶液是溶解性的),与取自该厂曝气池的污泥按一定比例混合,置于反应器中,该容器使用磁力搅拌器搅拌,连续监测 OUR,直至达到内源呼吸状态。假定试验过程中醋酸钠完全被微生物消耗。该试验重复 3 次所得  $Y_H$  值见表 1。

表 1 醋酸钠为底物时测得的  $Y_H$  值

序号	1	2	3	平均值
$Y_H$ 值	0.723	0.724	0.725	0.72

### 2.2 以实际废水为底物

该厂原废水用 100 g/L 的  $\text{ZnSO}_4$  溶液絮凝沉淀后,用 0.45  $\mu\text{m}$  滤膜过滤,将所得滤液 (认为该滤液是溶解性的),与取自该厂曝气池的污泥按一定比例混合,置于反应器中,该容器使用磁力搅拌器搅拌,连续监测 OUR,直至达到内源呼吸状态,试验结束后,再次测定反应器内溶解性 COD。该试验重复 6 次所得  $Y_H$  见表 2。

表 2 实际废水为底物时测得的  $Y_H$  值

序号	1	2	3	4	5	6	平均值
$Y_H$ 值	0.679	0.659	0.679	0.633	0.622	0.626	0.650

### 2.3 测定结果讨论

由表 1、表 2 中数据可知,分别以醋酸钠和实际废水为底物时,测得的  $Y_H$  值为 0.72 和 0.65,前者高于后者。分析原因如下:以醋酸钠为底物测定  $Y_H$  时,假定试验结束醋酸钠完全被微生物降解,而国际水质协会 1999 年推出的活性污泥 3 号模型 (ASM3) 中认为,醋酸钠溶液并不是完全易生物降解的,这种底物还包括缓慢降解过程<sup>[2]</sup>,而此过程非常缓慢,在试验中被结合到了内源呼吸阶段。由此可知,以醋酸钠为底物时可以导致 (2) 式计算偏高,  $\int \text{OUR}(t) dt$  计算偏低。因此,取实际废水为底物时测得的  $Y_H$  值 0.65,作为最终结果。

## 3 结语

(1) ASM1 模型中,  $Y_H$  值取决于基质性质和微生物种类。 $Y_H$  的取值不仅对生化反应过程污泥产率和需氧量的估测影响较大,而且对某些废水水质组分

# 流动注射 - 分光光度法测定环境水中痕量钍

罗道成, 刘俊峰

(湖南科技大学化学化工学院 湖南 湘潭 411201)

**摘要** 研究了采用流动注射技术进行痕量钍的阴离子分离富集,在 0.30 mol/L HCl 介质中, Th(IV) 与 Cl<sup>-</sup> 形成络阴离子,被阴离子交换树脂分离富集,用 0.25 mol/L HNO<sub>3</sub>-质量分数 1.5% 柠檬酸溶液洗脱,用偶氮胂-Ⅲ (FAsA-Ⅲ) 分光光度法测定。有色络合物的最大吸收波长为 656 nm,钍的质量浓度在 0~700 μg/L 范围内符合比耳定律,方法的检出限为 1.0 μg/L。经分离后钍的测定灵敏度可提高数倍,大量共存离子不干扰钍的测定。

**关键词** 流动注射;分离富集;分光光度法;钍

**中图分类号** O657.32 **文献标识码** A **文章编号** 1005-829X(2005)10-0049-03

## Determination of trace thorium in environmental water by flow injection - spectrophotometry

Luo Daocheng, Liu Junfeng

College of Chemistry & Chemical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China

**Abstract** The anion exchange resin separation and preconcentration is carried on by using flow injection technique. Th(IV) reacts with Cl<sup>-</sup> to form an anion complex, and is separated and preconcentrated by anion exchange resin. The anion complex is desorbed with a solution of 0.25 mol/L HNO<sub>3</sub>-1.5% citric acid and is determined by spectrophotometry with FAsA-Ⅲ. The maximum absorption wavelength is 656 nm. The mass concentration of thorium accords with Beer's Law in the range of 0-700 μg/L. The detection limit of this method is 1.0 μg/L. The sensitivity of the determination of the thorium after separation and preconcentration can be improved by several times, and the co-ions in quantity do not disturb the determination of thorium.

**Key words** : flow injection; separation and preconcentration; spectrophotometry; thorium

和动力学参数的计算也有影响,因此对特定的废水处理工艺需通过试验准确测得  $Y_{H_0}$ 。

(2) 应用测定较为简便、准确的间歇呼吸计量法,分别以醋酸钠和实际废水为底物,对以印染废水为主的工业废水处理厂的异养菌产率系数进行了实测,所得结果分别为 0.72 和 0.65,此结果验证了 ASM3 模型中指出的,醋酸钠溶液并不是完全易生物降解的,该底物还包括缓慢降解过程的论断。

(3) 取实际废水为底物时  $Y_H$  的测得值 0.65 作为印染综合废水厌氧-好氧活性污泥处理系统的异养菌产率系数的最终结果,该值小于 ASM1 模型中推荐的城市污水异养菌产率系数典型值 0.67。

### 参考文献

- [1] Henze Mogens, Grady C P Lelle, Gujer Willi et al. Activated sludge model No. 1 [M]. London: IAWPRC, 1987. 10
- [2] IWA. IWA task group on mathematical modeling for design and operation of biological wastewater treatment, activated sludge models ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3 [M]. London: IWA, 2000. 16

**作者简介** 于静洁 (1978—), 2002 年毕业于哈尔滨工业大学,硕士,现为同济大学环境工程在读博士研究生。电话: 13052228369, E-mail: yjj.mary@163.com。  
**收稿日期** 2005-03-15