

颗粒污泥粒径的工程测定方法^{*}

石宪奎^{1,2} 王凯军³ 倪文¹

(1. 北京科技大学土木与环境学院, 北京 100083; 2. 黑龙江科技学院资源与环境学院, 黑龙江 哈尔滨 150027;
3. 北京市环境保护科学研究院, 北京 100037)

摘要 厌氧反应器污泥粒径分布的测试方法目前主要有激光粒度分析、照相、沉降法和筛分法。快速方便的实用方法是筛分法, 但筛分时需用缓冲剂, 考察了分别用缓冲液和自来水作为冲洗介质的筛分结果。结果表明, 作为现场应用自来水替代缓冲液是可行的, 能够准确反映出污泥颗粒粒径变化的趋势, 同时给出了试验测定方法和原则, 确定了最佳污泥取样量为 20 mL。

关键词 厌氧污泥 粒径分布 筛分

Tap water based sieving method for determining size distribution for anaerobic sludge granules of a full scale wastewater treatment plant Shi Xiankui^{1,2}, Wang Kaijun³, Ni Wen¹. (1. Civil and Environmental Engineering School, Beijing University of Science and Technology, Beijing 100083; 2. Heilongjiang Institute of Science and Technology, Harbin Heilongjiang 150027; 3. Beijing Research Institute of Environmental Protection, Beijing 100037)

Abstract: Sieving is a simple and low cost method for determining the particle size of anaerobic sludge granules; a buffering solution is often employed for washing and backwashing of the sludge particles. Experiments results showed that the particle size distribution profile obtained using tap water was practically the same as that obtained using phosphate buffering solutions and that the particle size profiles were reproducible when performed with sludge samples of 20 mL.

Keywords: Anaerobic reactor sludge Particle size distribution Sieving

废水的厌氧处理方法已在工程中广泛应用^[1]。污泥的颗粒化是提高反应器负荷, 实现高效处理的

第一作者: 石宪奎, 男, 1967 年生, 博士研究生, 副教授, 从事废水厌氧生物处理方面的研究。

^{*}2003 年黑龙江省教育厅科技基金资助项目 (No. 10531144)。

UV₂₅₄ 和 COD_{Mn} 的去除效果明显好于前两种流程, 并且对 UV₂₅₄ 的去除效率大于 COD_{Mn}, 这可能是因为流程 3 含有光催化氧化处理工艺, 它具有很强的氧化性, 能断开苯环和共轭双键。而流程 4 含有三种生物处理工艺和 NF, 经过驯化的微生物提高了对 UV₂₅₄ 的去除效果。这同时充分体现了光催化氧化和 GAC、NF 等深度处理工艺在去除有机物和提高饮用水安全性方面的优越性。而流程 4 不管是对 UV₂₅₄ 还是 COD_{Mn} 都具有最佳的去除效果, 但是它所涉及的工艺比较复杂。所以对于那些对水质要求比较高, 经济能力比较好的水厂可以考虑采用以 GAC 和 NF 为主的饮用水处理技术。

3 总结

(1) 各工艺流程对 UV₂₅₄ 都有一定去除效果, 在一定程度上提高了饮用水的安全性。前三种流程的平均去除率分别是 56.8%、63.2% 和 91.5%, 而流程 4 的平均去除率接近 100%。

(2) 4 种组合工艺流程对 COD_{Mn} 的去除效果类似于对 UV₂₅₄。流程 4 最高, 流程 1 最低, 而且流程 1 有较多的时间段出水 COD_{Mn} 仍较高, 需要添加深

度处理工艺以提高饮用水水质的安全性。

(3) 流程 4 对 UV₂₅₄ 和 COD_{Mn} 都具有最佳的去除效果, 这充分体现了 GAC 和 NF 在去除有机物提高饮用水的安全性上的优越性。但是它涉及的处理工艺比较复杂, 因此对于那些对水质要求比较高, 经济能力较强的水厂可以考虑采用 GAC 和 NF 技术。

参考文献

- 1 于鑫, 张晓健, 王占生. 水源水及饮用水中的有机物对人体健康的影响. 中国公共卫生, 2003, 19(4): 481~482
- 2 蒋绍阶, 刘宗源. UV₂₅₄ 作为水处理中有机物控制指标的意义. 重庆建筑大学学报, 2002, 24(2): 61~65
- 3 孙丽娜, 季民, 任智勇, 等. 生物陶粒-微絮凝活性滤池工艺处理微污染原水的试验研究. 给水排水, 2003, 29(12): 24~28
- 4 彭魂春, 陈新庚, 黄鸽, 等. TiO₂ 光催化机理及其在环境保护中的应用研究前景. 环境污染治理技术与设备, 2002, 3(3): 1~6
- 5 龙小庆, 王占生. 活性炭纳滤膜工艺去除饮用水中总有机碳和 Ames 致突变物. 环境科学, 2001, 22(1): 75~77
- 6 于洪斌, 丁蕴铮. 活性炭在水处理中的应用方法研究与进展. 工业水处理, 2003, 23(8): 12~16
- 7 张杰, 褚良银, 陈文梅. 膜分离技术在废水处理中的应用. 过滤与分离, 2004, 14(3): 8~11
- 8 Urbain V, Benoid R, Manem J. Membrane bioreactor: a new treatment tool. JAWWA, 1996, 88(5): 75~86
- 9 Duranceau S J. The future of membranes. JAWWA, 2000, 92(2): 70~71

责任编辑: 陈泽军 (修改稿收到日期: 2005-05-15)

前提,研究反应器内颗粒污泥的粒径分布可以很直观地反映出反应系统条件对颗粒污泥产生的影响,对于深入研究反应器运行状况和污泥颗粒的影响因素和如何将反应器维持在良好状态有着特殊的作用^[2],因此,颗粒化过程及颗粒特性的检测方法一直是同行们研究的主要内容。其中颗粒的表现和微观特性是这一问题的核心。

污泥颗粒化进程就污泥本身来讲包括颗粒的形成、颗粒的粒度分布和颗粒性质的变化,描述这一过程的关键是颗粒的分离。目前在实验室和工程中用来分析反应器污泥粒径分布的测试方法主要有激光粒度分析、扫描电镜法、沉降法和筛分法^[3]。前三种方法虽准确但操作过程复杂,成本高,污泥的适时检测受到限制,因此现场实用的方法是筛分法。筛分法具有低成本、快速方便且重现性好等优点,但由于污泥的性质不同,实验方法和检测者经验的差异,造成可参比性差。特别是在现场使用缓冲液的必要性确实值得讨论,因此,本试验对自来水替代缓冲液作为冲洗介质的可行性作了比较研究。

1 污泥筛分方法

本方法以三筛四粒级过程为例,增加分选筛后的方法可以此类推。步骤如下: 取自反应器的泥样确定体积后倒入 250 mL 的烧杯内加水或缓冲液稀释,然后全部倒入 3 # 筛; 用洗瓶均匀冲洗,促使颗粒分离; 将 3 # 筛子取下放入水浴器中漂洗,筛上颗粒转移到烧杯中并将筛子反冲; 将水浴器中的清水倒掉,余下的颗粒倒入 2 # 筛子并重复

过程; 各级筛子的冲洗水被截留在最底部的截水器内依次转移至一烧杯中沉淀; 烧杯中的颗粒可去做镜检、测静水沉速、TSS 及 VSS 等,流程示

意见图 1。

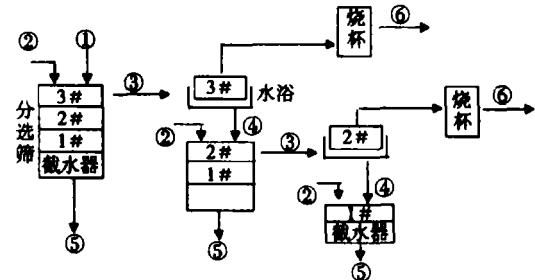


图 1 筛分过程分解示意

2 试验条件

2.1 筛子

试验采用一系列 $\Phi 10\text{ cm}$ 不锈钢筛来确定污泥颗粒粒径范围,孔径分别为:1.96、0.96、0.64、0.45、0.36 和 0.21 mm,筛子从下向上目数由小到大摞放在截水器上。

2.2 冲洗水容器

用 300 mL 塑料洗瓶冲洗。

2.3 介质

冲洗介质采用普通室温自来水和配制缓冲液,使用缓冲液的目的是为颗粒提供足够的渗透压与合适的 pH,以保护颗粒污泥的结构不被损坏,同时降低液体表面张力,有利于颗粒分离,减小实验误差,缓冲液组成 KH_2PO_4 , 4.0 g/L; $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 5.0 g/L; K_2HPO_4 , 1.2 g/L; pH = 7.1, 温度为室温,具体参数如表 1。

表 1 试剂类别

试剂名称	级别	生产商	批号
KH_2PO_4	分析纯	天津市登峰化学试剂厂	2003.6.20
$\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	分析纯	北京化学试剂二厂	2003.2.3
K_2HPO_4	分析纯	天津市登峰化学试剂厂	2003.6.202.4

表 2 反应器运行参数

处理废水	反应器类型	水力负荷/($\text{m} \cdot \text{h}^{-1}$)	容积负荷/($\text{kgCOD} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$)	运行温度/	出水 pH
淀粉水	UASB	0.5	7	32 ~ 35	7.03

表 3 不同冲洗介质得到的污泥粒径分布结果

冲洗介质	泥样体积/ mL	颗粒粒径/ mm					
		0.96 ~ 1.96	0.62 ~ 0.96	0.45 ~ 0.62	0.30 ~ 0.45	0.21 ~ 0.30	< 0.21
		TSS/ %					
缓冲液	5	2.0	30.30	17.30	15.20	4.20	23.10
	10	1.2	23.01	16.20	13.90	17.30	19.90
	15	6.0	22.60	22.40	20.60	6.20	15.70
	20	8.7	25.79	25.19	21.28	5.79	13.25
	25	8.6	23.90	26.90	17.80	7.80	15.10
	50	10.1	24.12	24.20	24.30	2.00	14.50
	100	6.0	15.73	20.30	17.10	14.20	35.30
自来水	15	7.0	23.70	24.30	22.10	7.20	15.70
	20	7.8	25.79	25.19	21.28	6.69	13.25
	25	7.0	26.80	25.00	20.10	8.70	12.40

2.4 指标检测

悬浮固体 SS 采用重量法测定,污泥体积用 100 mL 量筒测量。

2.5 污泥来源

试验污泥取自山东某淀粉厂污水处理车间,运行参数如表 2。

3 实验结果及分析

3.1 泥样量的确定

用量筒取一定量污泥倒入系列筛,分别用缓冲液或自来水冲洗分级,然后确定各粒级的 TSS,结果见表 3。

为便于分析,将表 3 中由缓冲液得到的结果作图 2。从图 2 可见,对于 > 0.30 mm 的颗粒,泥样量在 15~25 mL 范围内的重现性较明显,粒径在 0.30~0.45、0.45~0.62、0.62~0.96、0.96~1.96 mm 范围的分布集中在 17.8%~20.6%、22.4%~26.9%、22.6%~25.7%和 6.0%~8.7%。

在厌氧反应器中,也正是这一粒度范围的颗粒对反应器的高效运行具有决定性的意义。对于 < 0.3 mm 的颗粒包括无机颗粒、没有形成规则外形强度极低的生物絮团和进水带入的基质颗粒等,其颗粒粒度在冲洗过程中变化较大导致重现性差,有小部分是由几个小颗粒粘结而成的,在冲洗中发生解体变成絮状或更小的单体进入小的粒级。当取样 100 mL 时,为保证颗粒的分离势必要增加冲洗强度和时间,会造成部分颗粒破碎进入较小粒级。

来水替代缓冲液作为冲洗介质是可行的,能够指示出反应器内污泥的变化趋势。

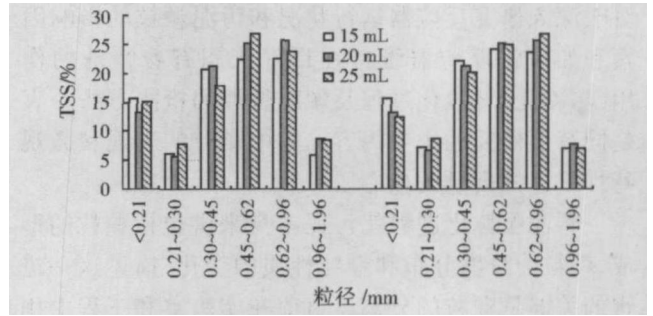


图 3 不同介质的筛分结果

4 结 论

(1) 自来水替代缓冲液作为冲洗介质是可行的,适合现场应用,在以后的现场试验中都可采用此方法。

(2) 通过对比试验得到了污泥粒径筛分结果重现性较好的取样量即 15、20、25 mL,建议取 20 mL。

(3) 影响筛分精度的主要因素是:网眼尺寸的均匀性、筛网的磨损及锈蚀程度、颗粒的成熟度和冲洗水速。

(4) 测定原则: 污泥取样量应适当且有代表性,否则会对颗粒漂洗、过滤和干燥带来难度增加误差,建议取 20 mL 为宜,超过 50 mL 重现性变差,样品应做到即取即测; 冲洗水用量在保证颗粒充分分离的情况下越少越好,这样可降低对实验容器的要求,也可避免污泥流失减少误差;冲洗水压应适中且操作动作应轻缓,防止污泥分离不彻底或溅出导致实验失败; 截水器内的水必须全部集中抽滤,保证污泥样品的 TSS 冲洗前后没有损失。试验完成后,要尽快冲洗筛子,避免颗粒因粘性挂筛。

参考文献

- 1 Hulshoff Pol L W. The Phenomenon of Granulation of Anaerobic Sludge. Water Research, 1986, (12): 1233 ~ 1235
- 2 Pereboom J H F. Size distribution model for methanogenic granules from full scale UASB and IC reactors. Water Science Technology, 1994, (30): 211 ~ 221
- 3 Laguna A. A simple and low cost technique for determining the granulometry of upflow anaerobic sludge blanket reactor sludge. Water Science Technology, 2000, (40): 1 ~ 8

责任编辑:陈泽军 (修改稿收到日期:2005-06-28)

长江流域湿地保护引人关注

我国长江流域湿地保护正在受到关注。2005 年 11 月 8 日,《湿地公约》缔约方常务委员会召开的第九届缔约方大会,授予中国科学院测量与地球研究所蔡述明湿地保护科学奖。洪湖生态环境因工业发展和人口增加曾一度严重恶化。中国国家林业局和湖北省人民政府根据蔡述明反映的洪湖生态受到破坏的情况,立即采取行动,采纳了蔡的 7 条建议,投入 9 000 多万元整治洪湖,使洪湖生态面貌较快得到改善。

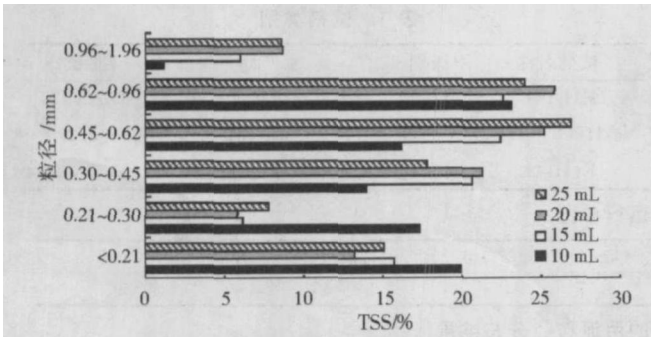


图 2 由缓冲液得到的粒径分布结果

3.2 用自来水代替缓冲液的试验结果

实验室研究颗粒本身性质时一般采用缓冲液作为介质,但在现场分析时由于水量的不确定性要增加试验程序并造成试剂的浪费,因此确定简单实用的现场检测方式具有实际意义。本试验又以自来水为冲洗介质对污泥样品进行了筛分并与上述缓冲液的试验结果作了对比,污泥量仍取重现性较好的 15、20、25 mL,结果见表 3 和图 3,图 3 中前 6 列是使用缓冲剂的结果,后 6 列是使用自来水的结果。从图 3 对比结果来看,粒径分布结果无较大差别,自