

实验室模拟高负荷 SPAC 厌氧反应器运行

陈建伟, 唐崇俭, 郑平, 张蕾

浙江大学环境工程系, 杭州 310029

摘要: 采用模拟废水, 对新型高负荷螺旋式自循环(Spiral automatic circulation, SPAC)厌氧反应器的运行性能进行了实验室模拟研究。结果表明: 在 30°C, 水力停留时间(HRT)为 12 h, 进水 COD 浓度从 8000 mg/L 升至 20 000 mg/L 的条件下, 反应器的 COD 去除率为 91.1%~95.7%, 平均去除率为 93.6%。在进水浓度为 20 000 mg/L, HRT 由 5.95 h 缩短至 1.57 h 的工况下, COD 去除率从 96.0%降低至 78.7%, 反应器达到最高容积负荷率 306 g COD/(L·d), 最大容积 COD 去除率 240 g/(L·d), 最高容积产气率 131 L/(L·d)。该反应器对基质浓度的连续提升具有良好的适应能力。进水 COD 浓度由 8000 mg/L 提升至 20 000 mg/L 时, 出水 COD 浓度一直处在较低水平(平均为 852 mg/L), 容积 COD 去除率和容积产气率分别提高 162%和 119%。该反应器对 HRT 的连续缩短也有良好的适应能力。HRT 由 5.95 h 缩短至 1.57 h 时, 反应器容积 COD 去除率和容积产气率分别升高 191%和 195%。

关键词: SPAC 反应器, 高负荷, 适应性

Performance of Lab-scale SPAC Anaerobic Bioreactor with High Loading Rate

Jianwei Chen, Chongjian Tang, Ping Zheng, and Lei Zhang

Department of Environmental Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China

Abstract: The performance of a novel anaerobic bioreactor, spiral automatic circulation (SPAC) reactor, was investigated in lab-scale. The results showed that the average COD removal efficiency was 93.6% (91.1%~95.7%), with influent concentration increased from 8000 mg/L to 20 000 mg/L, at 30°C and hydraulic retention time (HRT) of 12 h. The removal efficiency remained at 96.0%~78.7% when HRT was shortened from 5.95 h to 1.57 h, as the influent concentration was kept constantly at 20 000 mg/L. The highest organic loading rate (OLR), volumetric COD removal rate and volumetric biogas production of the SPAC reactor were 306 gCOD/(L·d), 240 g/(L·d) and 131 L/(L·d), respectively. When increasing influent COD concentration (from 8000 mg/L to 20 000 mg/L), the effluent COD concentration maintained at low level (852 mg/L for average) with volumetric COD removal rate increased by 162% and volumetric biogas production increased by 119%. With reduced HRT (from 5.95 h to 1.57 h), the volumetric COD removal rate and volumetric biogas production were increased by 191% and 195%, respectively. The SPAC reactor shows good performances in adapting the continuous change of influent COD and HRT.

Keywords: SPAC reactor, high organic loading rate, adaptability, COD

Received: November 23, 2007; **Accepted:** February 25, 2008

Supported by: the Hi-Tech Research and Development Program of China (No. 2006AA06Z332), the Program for New Future Talents of Zhejiang Province (No. 2007G60G2010051).

Corresponding author: Ping Zheng. Tel: +86-571-86971709; Email: pzheng@zju.edu.cn

国家“863”项目(No. 2006AA06Z332), 浙江省新苗人才计划项目(No. 2007G60G2010051)资助。

自从 20 世纪 70 年代暴发全球性石油危机之后, 厌氧消化技术(厌氧生物处理技术)以耗能低、负荷高、污泥产量少、可回收沼气等优点而受到人们青睐, 并在环境工程和能源工程上得到广泛应用^[1,2]。厌氧反应器是厌氧消化技术的核心载体, 厌氧消化技术的发展与厌氧反应器的研制密切相关。近十几年来, 在有机废水的厌氧处理中, 以颗粒污泥膨胀床(Expanded granular sludge blanket, EGSB)和内循环反应器(Internal circulation, IC)为代表的第三代厌氧反应器发挥了重要作用, 显示了传质效率高、有机负荷高、抗冲击负荷能力强等优势^[3]。目前, 这类技术仍在继续向纵深发展。若紧紧把握该领域前沿, 及时开展新型高效厌氧反应器的研究, 则可望在厌氧消化技术水平上取得新的突破。

SPAC(Spiral automatic circulation)反应器是本课题组自主研发的新型厌氧反应器, 能承载很高的容积负荷^[4]。本实验报道 SPAC 反应器的运行性能。

1 试验材料与方法

1.1 废水水质

本试验采用模拟废水, 其成份为: 甲醇, 乙酸钠, 营养浓缩液(见表 1), 微量元素液(1 mL/L)。其中, 甲醇与乙酸钠按化学需氧量(COD)比 1:1 配制, 浓度按需配制, pH 用 HCl 或 NaOH 溶液调节至 6.5~7.5。

表 1 营养液的物质组成
Table 1 Composition of the nutrient solution

| Compound | Concentration (mg/L) | Compound | Concentration (mg/L) |
|--------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|
| Yeast extract | 600 | MgSO ₄ | 110 |
| Beef extract | 600 | KH ₂ PO ₄ | 5000 |
| Tryptone | 1800 | K ₂ HPO ₄ | 2000 |
| NH ₄ Cl | 4000 | Trace nutrient solution I | (1) |
| CaCl ₂ | 220 | Trace nutrient solution II | (2) |

(1) Trace nutrient solution I/g/L: EDTA 5.000, FeSO₄ 5.000;

(2) Trace nutrient solution II /g/L: EDTA 15.000, H₃BO₄ 0.014, ZnSO₄ · 7H₂O 0.430, MnCl₂ · 4H₂O 0.990, CuSO₄ · 5H₂O 0.250, NaMoO₄ · 2H₂O 0.220, NiCl₂ 0.199, NaSeO₄ · 10H₂O 0.210

1.2 工艺流程与反应器

本试验所用的工艺流程如图 1 所示。SPAC 反应器呈圆柱状, 高 100 cm, 反应区直径 14 cm, 沉淀区直径 22 cm, 总容积 9 L, 有效体积 7.5 L。反应器内设有螺旋板结构, 可延长反应液流程, 遏制短流和

气涌现象, 实现平推流, 强化基质降解; 同时, 反应器还内设回流管, 使沉淀污泥液产生自循环, 可提高反应器抗冲击负荷能力和酸碱平衡能力。与 EGSB 和 IC 反应器相比, SPAC 反应的最大特点是实现了平推流, 较大程度地限制了物料返混, 提高了反应速率, 从而增强了反应器的处理效能。如图 1 所示, 模拟废水由蠕动泵打入 SPAC 反应器底部, 均匀布水, 经过厌氧消化细菌的作用, 有机物转化成沼气, 气、液、泥分离后, 活性污泥依靠重力返回反应区, 净化水从反应器上部的溢流堰流出, 沼气从反应器顶部气室引出, 用气体流量计计量体积。反应器工作温度为 30°C。

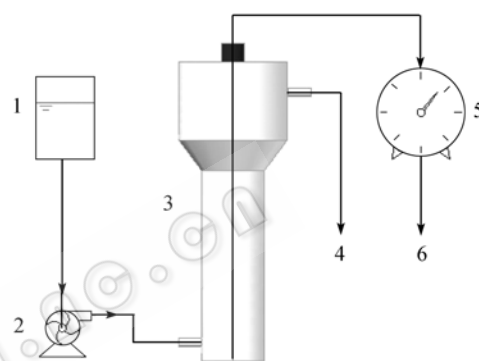


图 1 工艺流程图

Fig. 1 The flow diagram of the process

1: storage tank; 2: peristaltic pump; 3: SPAC reactor; 4: effluent; 5: gas meter; 6: biogas

1.3 接种污泥

接种污泥取自浙江某造纸厂的 IC 厌氧反应器。接种污泥为球状颗粒污泥, 粒径为 1.0~4.0 mm, 沉降速度为 108~160 m/h, SS 为 51.2 g/L, VSS 为 41.5 g/L, VSS/SS 为 0.81。污泥接种量为 7.5 L。

1.4 测定项目与方法

COD: 重铬酸钾法^[5]; SS、VSS: 重量法^[5]; pH: pHS-9V 型酸度计; 甲烷: Angilent GC6890N 型气谱仪; 气体流量: BSD0.5 型湿式气体流量计。

2 结果与讨论

2.1 反应器的启动和运行

2.1.1 反应器的启动

反应器投加接种污泥后, 先以 COD 浓度为 3000 mg/L 的模拟废水运行试验, 初始水力停留时间(HRT)控制在 12 h, 通过逐步提高进水 COD 浓度来增加反应器的容积有机负荷率(OLR)。若反应器的

COD 去除率大于 80%且持续时间超过 3 倍 HRT, 则以一定步幅提高容积有机负荷率。启动期间, 反应器容积有机负荷率、容积去除率和容积产气率变化见图 2, 反应器进出水 COD 变化及去除率见图 3。随着启动过程的推进, 进水 COD 浓度由 3000 mg/L 提升到 8000 mg/L, OLR 由 6 g/(L·d)增大至 16 g/(L·d), COD 去除率稳定在 90%以上, 容积 COD 去除率由 2.4 g/(L·d)增大至 14.5 g/(L·d), 容积产气率由 2.3 L/(L·d)增大至 8.1 L/(L·d), 物料产气率基本不变, 平均为 603 mL/gCOD, 沼气中甲烷含量为 73%。运行至 12 d, OLR 达到 16 g/(L·d)。据文献报道, 实验室厌氧反应器的 OLR 一般为 10~20 g COD/(L·d)^[6]。据此认为反应器启动完成。

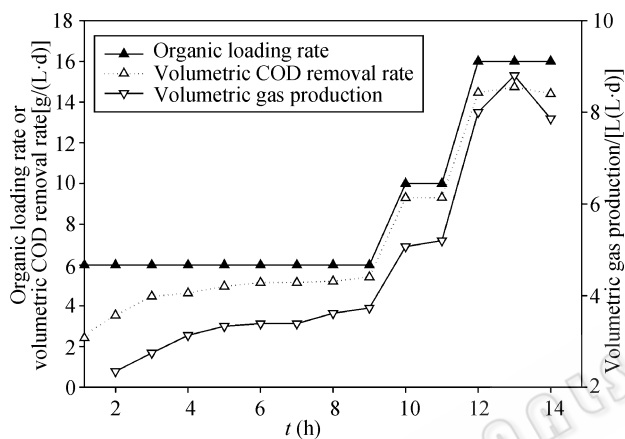


图 2 启动期间反应器的容积负荷率、容积去除率和容积产气率

Fig. 2 Organic loading rate, volumetric COD removal rate and volumetric gas production during start-up

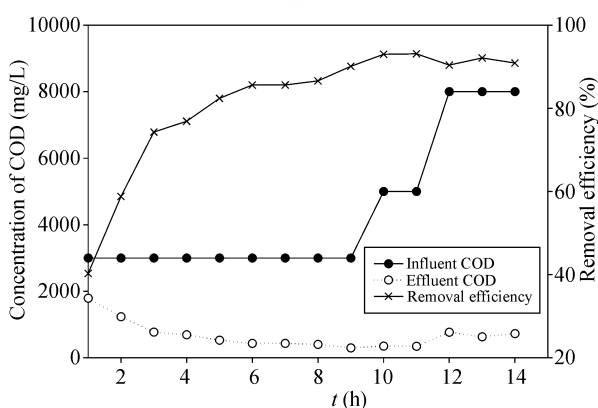


图 3 启动期间反应器的进出水 COD 浓度和 COD 去除率
Fig. 3 Influent and effluent COD and removal efficiency during start-up

2.1.2 反应器的运行

反应器启动完成后, 保持 HRT 不变, 逐步提升

进水 COD 浓度至 20000 mg/L, OLR 提高到 40 g COD/(L·d), 结果如图 4~图 9 所示。由图可见, 尽管进水 COD 浓度不断提高, 出水 COD 浓度一直处在较低水平, 平均出水 COD 浓度为 852 mg/L; COD 去除率则稳中有升, 平均去除率达 93.6%。容积去除率和容积产气率都随容积负荷率的提高而提高, 分别由 14.5 g/(L·d)提高到 38.5 g/(L·d)和 8.0 L/(L·d)提高到 18.6 L/(L·d), 平均容积去除率为 26.7 g/(L·d), 平均容积产气率为 13.6L/(L·d)。

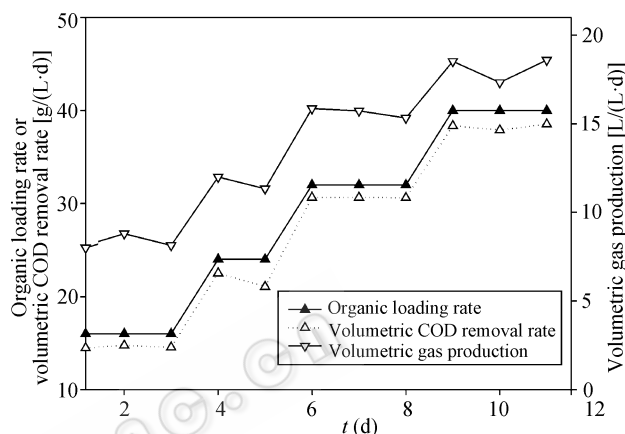


图 4 提升基质浓度期间反应器的容积负荷率、容积去除率和容积产气率

Fig. 4 Organic loading rate, volumetric COD removal rate and volumetric gas production during substrate concentration increase

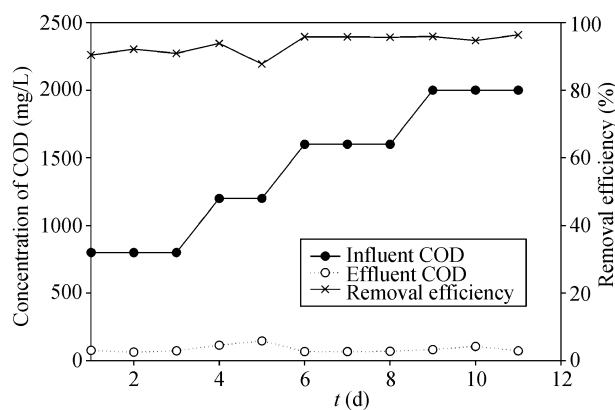


图 5 提升基质浓度期间反应器的进出水 COD 浓度和 COD 去除率

Fig. 5 Influent and effluent COD and removal efficiency during substrate concentration increase

此后, 保持进水 COD 浓度为 20000 mg/L, 将 HRT 从 5.95 h 逐渐缩短至 1.57 h, 运行结果如图 10~图 15 所示。随着 HRT 缩短, 反应器 OLR 从 80 gCOD/(L·d)提高到 306 gCOD/(L·d), 反应器出水

COD 浓度也随容积负荷的提高而从 804 mg/L 增加到 4266 mg/L, COD 去除率从 96.1% 下降至 74.0%, 平均为 83.8%。容积 COD 去除率和容积产气率大幅上升, 分别由 77.5 g/(L·d) 提高到 240 g/(L·d) 和 42.3 L/(L·d) 提高到 131 L/(L·d), 平均水平分别为 165 g/(L·d) 和 86.3 L/(L·d)。当反应器的 OLR 从 292 g COD/(L·d) 提升到 306 g COD/(L·d) 时, 容积去除率趋于平缓, 说明反应器的工作效能已接近极限。

近些年来, 国内相继报道了一些高效厌氧反应器。例如, 任南琪等人(2007)以模拟废水运行厌氧产酸反应器进行生物制氢, 最高 OLR 达到 86 kg COD/(m³·d) 左右^[7]; 李建平和左剑恶(2006)以葡萄

糖模拟废水运行沼气循环厌氧颗粒污泥床反应器, 最高 OLR 达到 90 kg COD/(m³·d) 左右^[8]; 浦定艳等人(2005)以肠衣废水运行膨胀颗粒污泥床(EGSB)反应器, OLR 高达 220~310 kg COD/(m³·d)^[9]。在同类废水处理中, 周雪飞和任南琪(2004)以两段 UASB 反应器处理甲醇废水, 最高 OLR 为 26.8 kg COD/(m³·d)^[11]; 赵洪波(1989)以 UASB 反应器处理甲醇废水, 最高 OLR 为 37.19 kg COD/(m³·d)^[12]。在本研究中, SPAC 厌氧反应器的最高 OLR 为 306 g COD/(L·d), 已处于国内报道的最高水平。

2.2 反应器的适应能力

2.2.1 反应器对基质浓度连续提升的适应能力

如图 4~9 所示, 保持 HRT 为 12 h, 在 11 d 中, 反

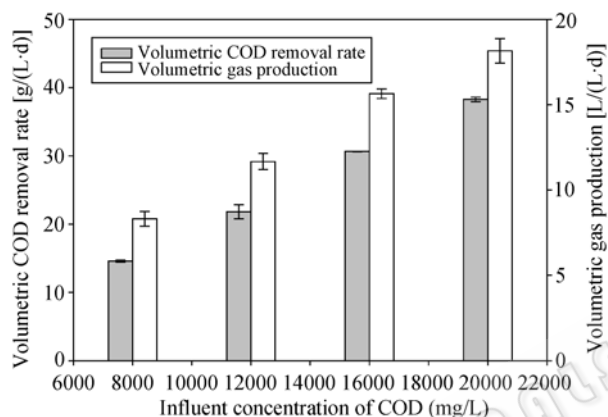


图 6 提升基质浓度期间反应器的容积去除率、容积产气率和进水浓度的关系

Fig. 6 Relationship between volumetric COD removal rate, volumetric gas production and influent COD during substrate concentration increase

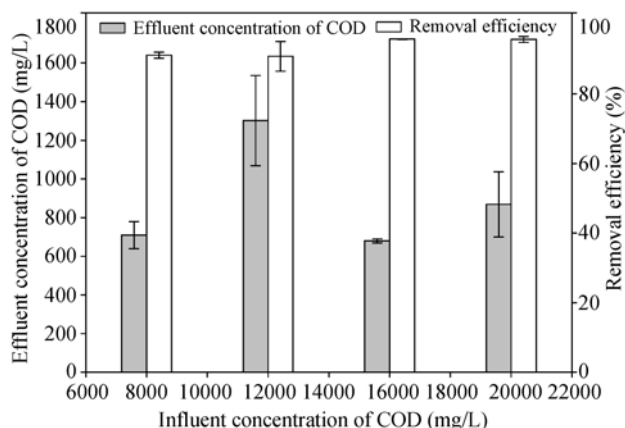


图 7 提升基质浓度期间反应器的出水 COD、去除率和进水浓度的关系

Fig. 7 Relationship between effluent COD, removal efficiency and influent COD during substrate concentration increase

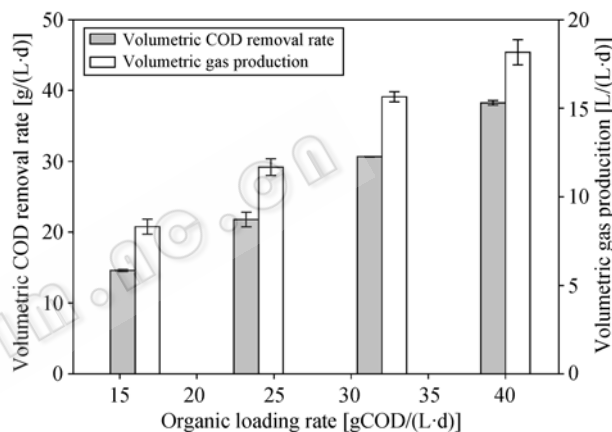


图 8 提升基质浓度期间反应器的容积去除率、容积产气率和容积负荷率的关系

Fig. 8 Relationship between volumetric COD removal rate, volumetric gas production and OLR during substrate concentration increase

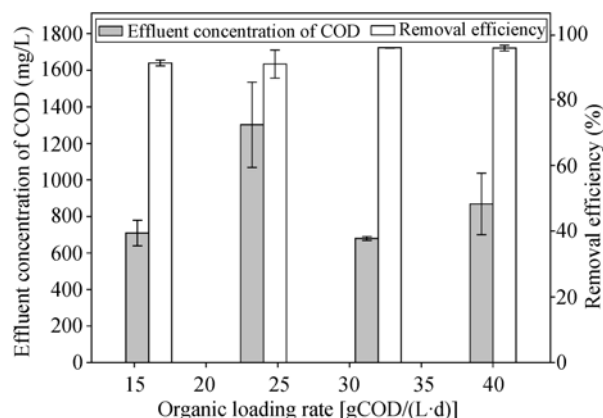


图 9 提升基质浓度期间反应器的出水 COD 浓度、去除率和容积负荷率的关系

Fig. 9 Relationship between effluent COD, removal efficiency and OLR during substrate concentration increase

反应器的进水 COD 浓度从 8000 mg/L 快速提升至 20 000 mg/L, 提高了 150%, 虽然反应器出水 COD 浓度有一定波动, 但平均 COD 去除率从 91.1% 提高到 95.7%, 提高了 5.05%, 基本上不受基质浓度提升的影响。反应器容积 COD 去除率随浓度增加而从 14.6 g/(L·d) 增加到 38.3 g/(L·d), 容积产气率也从 8.31 L/(L·d) 提高到 18.2 L/(L·d), 增加幅度分别达 162% 和 119%。这说明在进水基质浓度不断提升的过程中, SPAC 反应器都能快速响应, 具有良好的适应能力。

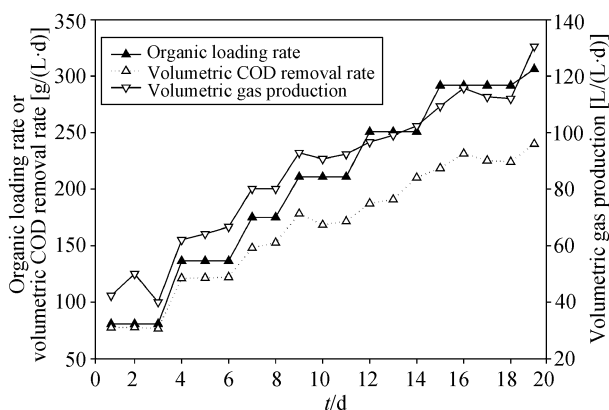


图 10 缩短 HRT 期间反应器的容积负荷率、容积去除率和容积产气率

Fig. 10 Organic loading rate, volumetric COD removal rate and volumetric gas production during HRT shortening

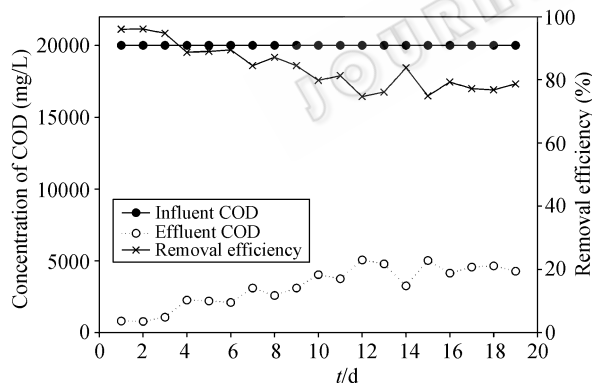


图 11 缩短 HRT 期间反应器的进出水 COD 和 COD 去除率
Fig. 11 Influent and effluent COD and removal efficiency during HRT shortening

采用工艺参数灵敏度比和灵敏度指数来评价基质浓度连续提升对反应器效能的影响, 结果见表 2。由表 2 也可见, 无论是灵敏度比, 还是灵敏度指数, SPAC 反应器均比 EGSB 和 ABR 要小, 说明基质浓度连续提升对该反应器效能的影响较小, SPAC 反应器的适应性较强。

2.2.2 反应器对 HRT 连续缩短的适应能力

如图 10~图 15 所示, 保持进水 COD 浓度为 20000 mg/L, 在 19 d 中, 反应器的 HRT 从 5.95 h 缩短至 1.57 h, 缩短了 73.6%; 反应器的出水 COD 浓度随之增加, 平均 COD 去除率从 96.0% 降低至 78.7%, 只降低了 18%。反应器容积 COD 去除率和容积产气率则随 HRT 的缩短而提高, 增加幅度分别达 191% 和 195%。可见, SPAC 反应器能对 HRT 的连续缩短作出快速响应, 具有优良的适应性能。

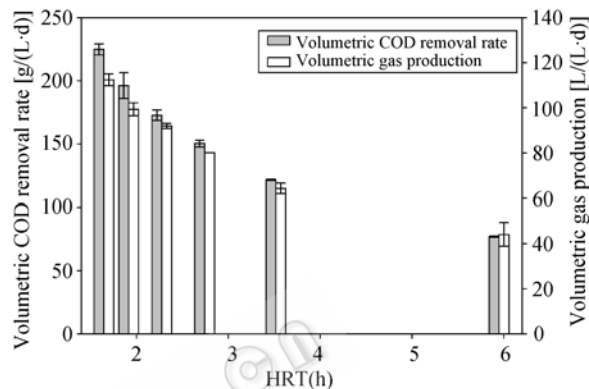


图 12 缩短 HRT 期间反应器的容积负荷率、容积去除率、容积产气率和 HRT 的关系

Fig. 12 Relationship between volumetric COD removal rate, volumetric gas production and HRT during HRT shortening

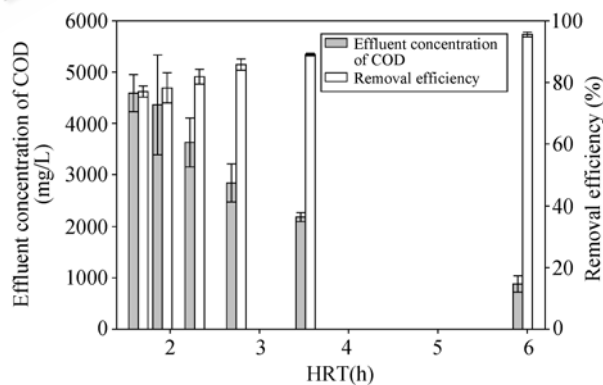


图 13 缩短 HRT 期间反应器的出水 COD、去除率与 HRT 的关系

Fig. 13 Relationship between effluent COD, removal efficiency and HRT during HRT shortening

采用工艺参数灵敏度比和灵敏度指数来评价 HRT 连续缩短对反应器效能的影响, 结果见表 3。由表 3 可见, 在抗水力冲击性能方面, SPAC 反应器优于 UASB 反应器, 次于 ABR 反应器。但值得注意的是, 选作比较的 UASB 和 ABR 反应器的初始 HRT 远长于 SPAC 反应器。实际上, SPAC 反应器的抗水力冲击性能并不亚于上述两种反应器。

表 2 基质浓度连续提升对反应器效能的影响

Table 2 Effect of continuous concentration increase on reactor performance

| Reactor | Initial concentration (mg/L) | Final concentration(mg/L) | Initial COD removal rate (%) | Final COD removal rate(%) | Sensitivity ratio | Sensitivity index | References |
|---------|------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|------------|
| SPAC | 8000 | 20000 | 91.1 | 95.7 | 0.03 | 0.15 | This study |
| EGSB | 6600 | 8300 | 82.4 | 71.4 | 0.51 | -5.7 | [10] |
| ABR | 4002 | 6560 | 81.1 | 75.1 | 0.12 | -0.69 | [13] |

表 3 HRT 连续缩短对反应器效能的影响

Table 3 Effect of continuous HRT shortening on reactor performance

| Reactor | Initial HRT(h) | Final HRT(h) | Initial COD removal rate(%) | Final COD removal rate(%) | Sensitivity rate | Sensitivity index | References |
|---------|----------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|------------|
| SPAC | 5.95 | 1.57 | 96.0 | 78.7 | 0.24 | -4.24 | This study |
| UASB | 12 | 6 | 93 | 69 | 0.52 | -12.4 | [14] |
| ABR | 40 | 18 | 81.9 | 75.7 | 0.14 | -0.85 | [13] |

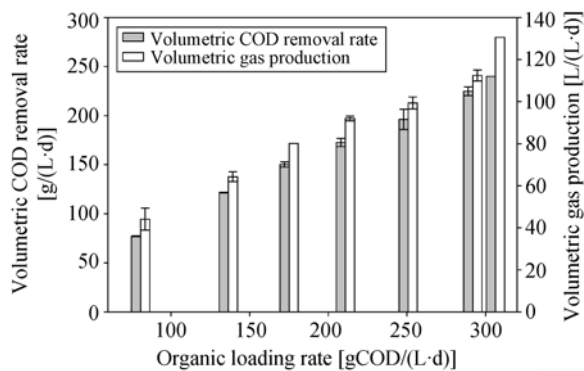


图 14 缩短 HRT 期间反应器的容积去除率、容积产气率和容积负荷率的关系

Fig. 14 Relationship between volumetric COD removal rate, volumetric gas production and OLR during HRT shortening

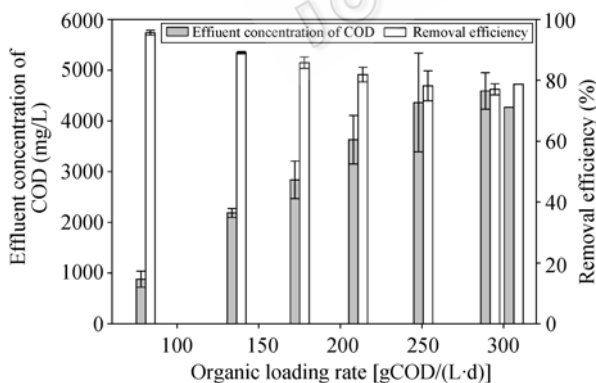


图 15 缩短 HRT 期间反应器的出水 COD 浓度、去除率和容积负荷率的关系

Fig. 15 Relationship between effluent COD, removal efficiency and OLR during HRT shortening

3 结论

1) SPAC 厌氧反应器是一种新型高效厌氧反应

器, OLR 可高达 306 g COD/(L·d), 容积去除率高达 240 g/(L·d), 容积产气率高达 131 L/(L·d)。这是迄今国内外文献报道的最高水平。

2) SPAC 厌氧反应器对基质浓度的连续提升具有良好的适应能力。进水 COD 浓度由 8000 mg/L 提升至 20 000 mg/L 时, 出水 COD 浓度一直处在较低水平(平均为 852 mg/L), COD 去除率从 91.1% 提高到 95.7%, 容积 COD 去除率和容积产气率也分别提高 162% 和 119%。

3) SPAC 厌氧反应器对 HRT 的连续缩短也具有较好的适应能力。HRT 由 5.95 h 缩短至 1.57 h 时, COD 去除率从 96.0% 降低至 78.7%, 反应器容积 COD 去除率和容积产气率则分别升高 191% 和 195%。

REFERENCES

- [1] Zheng P, Feng XS. *Biotechnology for Wastes Treatment*. Beijing: Higher Education Press, 2006.
郑平, 冯孝善. 废物生物处理. 高等教育出版社, 2006.
- [2] Seghezzi L, Zeeman G, Lier JB, *et al.* A review: the anaerobic treatment of sewage in UASB and EGSB reactors. *Bioresour Technol*, 1998, **65**(3): 175-190.
- [3] Wang KJ, Hu C, Lin XJ. Application and classification of the new-style bioreactor with high efficiency. *Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control*, 2006, **7**(3): 120-123.
王凯军, 胡超, 林秀军. 新型高效生物反应器类型和应用. 环境污染治理技术与设备, 2006, **7**(3): 120-123.
- [4] Zheng P, Chen JW, Tang CJ, *et al.* China patent, ZL200720106182.6, 2008-01-09.
郑平, 陈建伟, 唐崇俭, 等. 一种螺旋式自循环厌氧生物反应器. 中国专利: ZL200720106182.6, 2008-01-09.

- [5] China Bureau of Environmental Protection. Methods for Monitor and Analysis of Water and Wastewater, 4 th. Beijing: China Press of Environmental Science, 2002.
国家环保局. 水和废水监测分析方法(第四版). 中国环境科学出版社, 2002.
- [6] Zhao LJ, Teng DY, Liu JL, *et al.* Technology summary and research advances in anaerobic treatment of wastewater. *Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control*, 2001, **2**(5): 58–66.
赵立军, 滕登用, 刘金铃, 等. 废水厌氧生物处理技术综述与研究进展. 环境污染治理技术与设备, 2001, **2**(5): 58–66.
- [7] Ren NQ, Chua H, Chan SY, *et al.* Assessing optimal fermentation type for bio-hydrogen production in continuous-flow acidogenic reactors. *Bioresour Technol*, 2007, **98**(9): 1774–1780.
- [8] Li JP, Zuo JE. Performance of anaerobic granular sludge bed reactor with biogas recirculation. *China Biogas*, 2006, **24**(3): 6–10.
李建平, 左剑恶. 沼气循环厌氧颗粒污泥床反应器的运行特性. 中国沼气, 2006, **24**(3): 6–10.
- [9] Pu DY, Pan F, Wang LJ. Characteristics of granular sludge blanket and granular sludge in EGSB reactor. *Journal of Nanjing University of Science and Technology*, 2005, **29**(5): 605–608.
浦定艳, 潘锋, 王连军. EGSB 反应器污泥床工作特性及污泥性质的研究. 南京理工大学学报, 2005, **29**(5): 605–608.
- [10] Jiang H, Wang KJ, Ni W, *et al.* Study of influence of organic loading rate and hydraulics on the performances of EGSB. *Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control*, 2005, **6**(1): 40–43.
江瀚, 王凯军, 倪文, 等. 有机负荷及水力条件对 EGSB 运行效果影响的研究. 环境污染治理技术与设备, 2005, **6**(1): 40–43.
- [11] Zhou XF, Ren NQ. Acid resistance of methanogenic bacteria in two-stage anaerobic process treating high concentration methanol wastewater. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2004, **24**(4): 633–636.
周雪飞, 任南琪. 高浓度甲醇废水厌氧处理中颗粒污泥和产甲烷细菌的耐酸性. 环境科学学报, 2004, **24**(4): 633–636.
- [12] Zhao HB. Treatment of methanol wastewater in UASB process. *Environmental Protection of Chemical Industry*, 1989, **9**(1): 6–13.
赵洪波. 上流式厌氧污泥床工艺处理甲醇废水. 化工环保, 1989, **9**(1): 6–13.
- [13] Sun JH, Wu JF, Zhang B. Affect to the performance of ABR by shock loading. *Technology of Water Treatment*, 2004, **30**(6): 362–364.
孙剑辉, 吴俊峰, 张波. 冲击负荷对厌氧折流板反应器运行性能的影响. 水处理技术, 2004, **30**(6): 362–364.
- [14] Nadais H, Capela I, Arroja L, *et al.* Effect of organic, hydraulic and fat shocks on the performance of UASB reactors with intermittent operation. *Water Sci Technol*, 2001, **44**(4): 49–56.

中国科学院微生物研究所期刊广告部成立

中科院微生物研究所期刊广告部于 2007 年 3 月正式成立, 具有北京市工商局正式批准的广告经营许可证(京海工商广字第 8107 号)。广告部代理《生物工程学报》、《微生物学报》、《微生物学通报》、《菌物学报》四个期刊的广告经营业务, 此四种期刊均为中国自然科学核心期刊, 国内外公开发行人, 主要报道微生物学、菌物学和生物技术领域的最新研究成果和研究动态, 已被美国化学文摘(CA)、生物学文摘(BA)、医学索引(MEDLINE)、俄罗斯文摘杂志(AJ)、Abstracts of Mycology (美国“菌物学文摘”)、Index of Fungi (英国“菌物索引”)、Review of Plant Pathology (英国“植物病理学文摘”)、Bibliography of Systematic Mycology (英国“系统菌物学文献目录”)、Bibliographie der Pflanzenschutz literature(德国“植物保护文献目录”)、《中国学术期刊文摘》、《生物学文摘》等国内外著名数据库和检索期刊收录, 是促进国内外学术交流的重要科技期刊。

广告刊登内容主要包括大型生化仪器(如显微镜、离心机、色谱仪、无菌操作台、大、中、小型发酵罐)、设备耗材(如 PCR 仪、细胞生物反应器、微量移液器、离心管、杂交膜、)及生化试剂(如各种酶、载体、试剂盒)等的产品宣传信息, 也可以发布生物技术人才招聘信息、会议消息、以及与生命科学有关的各类服务信息。广告部以严谨、诚信为原则, 愿与从事生物技术产品生产与销售的各类厂商和公司精诚合作, 共同发展。如果您有刊登广告的需要, 欢迎与我们电话或 email 联系获取各刊版位及报价信息! 也可以登陆各刊网站, 了解更多详情。

提示: 从 2007 年起, 各公司与此四刊签订的广告费用请通过新地址汇款(收款单位: 中国科学院微生物研究所, 开户银行: 中国工商银行北京分行海淀镇支行, 帐号: 0200004509089117425)。

中国科学院微生物研究所·期刊广告部

联系电话: 010-64807336; 010-64807521 电子信箱: gg@im.ac.cn 联系人: 武文 王闯

网址: <http://journals.im.ac.cn>