

不同温度对 SBR 腐殖活性污泥系统运行效能的影响

尹 军¹ 刘 亮¹ 赵 可¹ 李丹丹² 潘雅坤²

(1. 吉林建筑工程学院市政环境工程学院, 长春 130021;
2. 长春市煤炭设计研究院, 长春 130021)

摘 要 在 10~22℃ 范围内, 通过实验考察了温度对腐殖土间歇式活性污泥处理(SBR)系统的运行特性的影响。实验结果表明, 降低温度对 SBR 腐殖活性污泥系统去除 COD 影响不大, 当温度降至 10℃ 时, COD 去除率仍可达到 80% 以上; 在 22~14℃ 范围内, SBR 腐殖活性污泥系统对 NH_4^+ -N 和 TN 的去除影响不大, 温度降至 10℃ 时, NH_4^+ -N 和 TN 去除率则大幅降低, 分别降至 57% 和 52%; 降低温度对反应器的 TP 去除率、污泥沉降性和脱水性的影响不大。

关键词 温度 腐殖土 SBR 运行效能

中图分类号 X703 文献标识码 A 文章编号 1673-9108(2011)01-0007-04

Influence of different temperatures on operation efficiency of SBR humic active sludge system

Yin Jun¹ Liu Liang¹ Zhao Ke¹ Li Dandan² Pan Yakun²

(1. School of Municipal and Environmental Engineering, Jilin Architectural and Civil Engineering Institute, Changchun 130021, China;
2. Coal Design Institute of Changchun, Changchun 130021, China)

Abstract The effect of temperature (10~22℃) on SBR system with humic soil was investigated. The results show that temperature reduction has no obvious effect on COD removal in SBR filled with humic soil, however, the COD removal rate could reach more than 80% even at 10℃. It is not distinct change on the NH_4^+ -N and TN removal in temperature range from 22℃ to 14℃. The removal rates of NH_4^+ -N and TN dramatically reduced at 10℃, 57% and 52% separately. Temperature reduction has little effect on TP removal rate and the characteristics of sludge settling and dewaterability.

Key words temperature; humic soil; SBR; operational performance

污水的净化主要是由栖息在活性污泥上的微生物, 通过代谢污水中的有机污染物来实现, 因此, 微生物代谢活性的高低直接影响到污水的处理效果。在影响活性污泥微生物代谢活性的各种环境因子中, 温度是重要的影响因素。一般来说, 活性污泥微生物活性会随着水温的降低而下降, 污水处理效率也随之不同程度地下降。很多寒冷地区污水处理厂的冬季运行结果表明, 随着水温的降低, 活性污泥沉降性变差, 有机物去除、硝化/反硝化作用受到较大冲击, 直接影响出水水质^[1-2]。对于因温度下降而造成的污水处理效率低下问题, 一方面可以通过改进系统的设计和运行管理等措施, 以提高污水厂的处理能力, 另一方面也可以通过引入低温微生物等措施, 以克服低温的不利影响。为此, 本实验将腐殖

土填料与 SBR 工艺进行组合, 以改善活性污泥中微生物的代谢活性, 强化污水的处理效率, 并通过实验考察不同温度对该系统运行效能的影响, 为实际工程应用提供技术依据。

腐殖土填料主要来源于湖底淤泥或森林内多年积累的腐败落叶等形成的含有丰富有机物的土壤^[3-6], 将其特殊加工后制作成圆柱型腐殖土填料。利用腐殖土填料对活性污泥污水处理工艺的回流污

基金项目: 国家“水体污染控制与治理”科技重大专项 (2008ZX07207-005)

收稿日期: 2009-11-16; 修订日期: 2009-12-25

作者简介: 尹军(1954~), 男, 博士, 教授, 主要从事水污染控制技术研究工作。E-mail: hitjunyin@163.com

泥进行处理,通过腐殖土填料内特殊物质的物理、化学和微生物等综合作用,可将普通活性污泥转化成腐殖活性污泥^[4,7-9]。利用腐殖活性污泥进行污水处理,在提高污水处理效能同时,可实现污泥减量化^[7-8,10-11],并具有不易产生污泥膨胀,剩余污泥没有臭味等优点,而且腐殖土填料的原材料来源广泛,价格便宜,制作填料的成本比较低。

1 实验部分

1.1 材料与方法

实验采用的污泥来源于长春市某城市污水处理厂,在实验室条件下投加腐殖土填料进行曝气驯化。经3周左右后,污泥由棕黑色变为棕褐色,形成沉淀性能良好的腐殖活性污泥。

原水采用实验室模拟生活污水配制,主要药剂为蛋白胨、无水乙酸钠、葡萄糖、硫酸铵和磷酸二氢钠。配水时将一定量药剂溶解在体积为100 L的水箱中,投加碳酸氢钠(NaHCO_3)调整pH,使其进水 $\text{BOD}_5:\text{N}:\text{P}$ 比值大致保持在100:5:1的范围内。

1.2 实验装置与运行

实验采用的SBR腐殖活性污泥系统如图1所示。腐殖土填料装置为圆柱形有机玻璃反应器,高80 cm,直径7 cm,上层填装腐殖土填料,下层填装轻石填料,体积比为2:1。SBR系统由有机玻璃制成,高70 cm,直径16 cm,总有效容积为12.5 L。采用多孔石曝气,用转子流量计调节曝气量,温控仪调控水温,通过搅拌器保持非曝气状态下的泥水混合,进水使用恒流泵泵送,反应器处理能力为10 L/d。

SBR系统运行周期为10 h,其中曝气6 h,厌氧搅拌2 h,静沉2 h,排水;腐殖土反应器连续微量曝气,运行10 h。SBR系统排水后,将部分高浓度活性污泥排入腐殖土反应器,同时将腐殖土反应器内同等数量的经填料处理后的污泥回流至SBR系统。在进水COD为300 mg/L、氨氮浓度为35 mg/L、TN浓度为40 mg/L和TP浓度为4 mg/L条件下,稳定运行后连续监测73个周期(计73 d),考察了水温为10、14、18和22℃时,SBR腐殖活性污泥系统出水中COD、 NH_4^+-N 、TN、TP、SVI和CST的变化情况。

1.3 分析项目和测试方法

COD采用5B-1型COD快速测定仪、 NH_4^+-N 采用纳氏试剂分光光度法、TN采用过硫酸钾氧化-紫外分光光度法、TP采用钼锑抗分光光度法、SVI采用比重法、CST采用德国WTW污泥毛细吸水时间

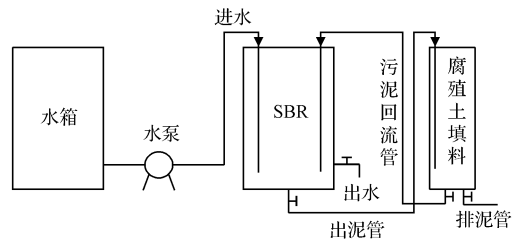


图1 SBR腐殖土活性污泥反应器示意图

Fig.1 Schematic diagram of SBR and humus activated sludge process

测定仪进行测定。

2 结果与讨论

2.1 温度对COD去除的影响

不同温度下SBR腐殖活性污泥系统对COD去除的影响,如图2所示。

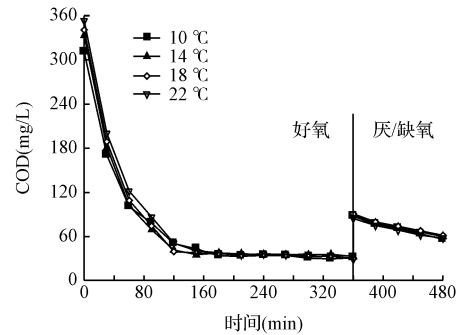


图2 温度对COD去除的影响

Fig.2 Effect of temperature on COD removal

由图2可知,反应器中水温的降低,对系统的COD去除影响不大,即使水温低至10℃时,COD的去除率仍可达到80%以上,出水COD在60 mg/L以下。说明在一定范围内,降低温度对于SBR腐殖活性污泥系统有机物的去除影响较小,其原因可能是通过腐殖土填料的物理、化学和微生物综合作用,使得活性污泥中的微生物产生了适应性,并能从总体的生物量上与常温系统相平衡,从而弱化了因微生物活性降低而带来的不利影响,使得系统在低温环境下仍能保持较高的去除率。

2.2 温度对 NH_4^+-N 和TN去除的影响

不同温度下SBR腐殖活性污泥系统对 NH_4^+-N 和TN去除的影响如图3和图4所示。

由图3和图4可知,当实验温度由22℃降至14℃时,系统对 NH_4^+-N 和TN的去除率影响较小,

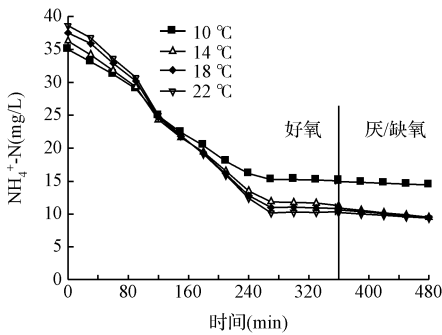
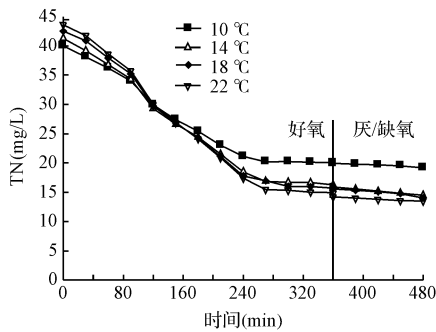
图 3 温度对 NH_4^+ -N 去除的影响Fig. 3 Effect of temperature on NH_4^+ -N removal

图 4 温度对 TN 去除的影响

Fig. 4 Effect of water temperature on TN removal

14℃时,反应器对 NH_4^+ -N 和 TN 的去除率分别为 69% 和 64%,与 22℃时相比,仅降低了 4 个和 5 个百分点,但当实验温度降至 10℃时, NH_4^+ -N 和 TN 去除率则下降明显,分别降至 57% 和 52%,说明降低温度对于 SBR 腐殖活性污泥系统硝化和反硝化作用影响较为明显。温度是影响硝化细菌的增殖速度和活性的重要因素,硝化细菌生长缓慢,且对环境条件十分敏感,在 30~10℃范围内,随着温度的降低,硝化细菌的生长率逐渐降低。反硝化细菌同样如此,随着温度的降低,反硝化速度明显下降,低于 5℃,反硝化作用停止,硝化细菌和反硝化细菌的最适宜温度均为 30℃。

2.3 温度对 TP 去除的影响

不同温度下 SBR 腐殖活性污泥系统对 TP 去除的影响如图 5 所示。

由图 5 可知,反应器中水温的降低,对系统的 TP 去除率影响并不大,即使水温低至 10℃时,TP 的去除率仍可达到 70% 以上,使出水 TP 维持在 1 mg/L 以下,说明在一定范围内,降低温度对于 SBR 腐殖活性污泥系统 TP 的去除影响较小。温度对于生

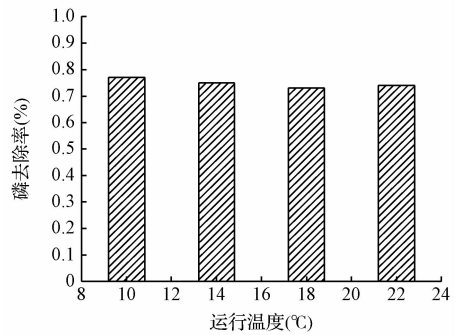


图 5 温度对 TP 去除的影响

Fig. 5 Effect of temperature on TP removal

物除磷的影响并不像对硝化和反硝化作用的影响那么大,虽然在低温条件下生物除磷系统中的聚磷菌生长速率会减慢,但是由于聚磷菌是一种嗜冷性细菌,其生化反应速度及对有机物水解速度在低温条件下均较快,所以在低温的条件下仍能获得良好的生物除磷效果。此外,低温条件下硝化和反硝化作用的抑制,也有助于系统对 TP 的去除。

2.4 温度对污泥 SVI 和 CST 的影响

不同温度下 SBR 腐殖活性污泥系统中 SVI 和 CST 的变化如图 6 所示。

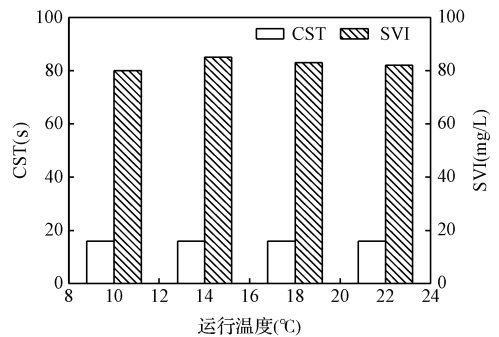


图 6 温度对污泥 SVI 和 CST 的影响

Fig. 6 Effect of temperature on SVI and CST

由图 6 可知,温度的降低对系统内污泥 SVI 和 CST 的影响不大,始终维持在较稳定的状态,处理后的出水清澈,出水的 SS 稳定在 20~30 mg/L 左右,表明在 SBR 腐殖活性污泥系统中,温度对污泥的沉降性和脱水性影响不大。这一方面与反应器采用好氧、厌氧交替运行方式可以抑制丝状菌过度繁殖有关,更主要的是在活性污泥反应器添加腐殖土填料,通过腐殖土填料的物理、化学和微生物综合作用,明显改善了活性污泥的沉降性能。

3 结 论

(1)在 22 ~ 10 ℃ 范围内,降低温度对运行稳定的 SBR 腐殖活性污泥系统中 COD 的去除影响不大,系统始终可以维持 COD 去除率在 80% 以上,使出水 COD 在 60 mg/L 以下。

(2)在 22 ~ 10 ℃ 范围内,降低温度对运行稳定的 SBR 腐殖活性污泥系统中 NH_4^+ -N 和 TN 的去除有一定影响;22 ~ 14 ℃ 时 NH_4^+ -N 和 TN 的去除率下降幅度较小,但当温度由 14 ℃ 降至 10 ℃ 时, NH_4^+ -N 和 TN 的去除率下降幅度较大。

(3)在 22 ~ 10 ℃ 范围内,降低温度对运行稳定的 SBR 腐殖活性污泥系统中 TP 的去除率影响不大,TP 的去除率仍可达到 70% 以上,使出水 TP 维持在 1 mg/L 以下。

(4)温度的降低,对 SBR 腐殖活性污泥系统中的 SVI 和 CST 影响不大,其原因是通过腐殖土填料的物理、化学和微生物综合作用,可改善活性污泥的沉降性能。

参 考 文 献

[1] Oleszkiewicz J., Berquist S. Low temperature nitrogen removal in sequencing batch reactors. *Wat. Res.*, **2004**, 22 (9):1163-1171

- [2] Knoop S., Kunst S. Influence of temperature and sludge loading on activated sludge settling, especially on microthrix parvicella. *Wat. Sci. Tech.*, **2003**, 37(4-5):27-35
- [3] 金成英夫. 腐殖活性污泥的处理特性. 腐殖活性污泥文献集, **2000**. 210-215
- [4] 金成英夫. 臭気の発生しない下水処理法. 腐殖活性污泥文献集, **2000**. 230-239
- [5] 任南琪, 马放. 水污染控制微生物学. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, **2002**. 261-262
- [6] 尹军, 赵可, 南亚彬, 等. 腐殖土 SBR 工艺处理生活污水的试验研究. *中国给水排水*, **2008**, 24(17):9-12
- [7] Hall J. E. Soil ingestion of sewage sludge and animal slurries. *Fertilizer*, **2004**, 19 (4):63-68
- [8] Alexandre M. Anesio, Wilhelm Graneli, George R. Aiken, *et al.* Effect of humic substance photo degradation on bacterial growth and respiration in lake water. *Applied and Environmental Microbiology*, **2005**, 71(19):6267-6275
- [9] 赵可, 尹军, 王立军, 等. 腐殖土强化 SBR 工艺运行效能试验. *哈尔滨工业大学学报*, **2009**, 41(4):81-84
- [10] Chol Y. G., Chung T. H. Effects of humus soil on the settling and dewatering characteristics of activated sludge. *Water Science and Tech.*, **2003**, 36(4):127-134
- [11] Borodina E. V., Tirranen L. S. High temperature effect on microflora of radish root-inhabited zone and nutrient solutions for radish growth. *Advances in Space Research*, **2003**, 31(1):235-240