

改进倒置 A²/O 工艺处理生活污水试验研究^{*}

王 琪¹ 刘年丰¹ 张 杰¹ 丁 峰²

(1. 华中科技大学环境学院,湖北 武汉 430074;2. 贺州市环境监测站,广西 贺州 542800)

摘要 对倒置 A²/O 工艺进行了缺氧生物挂膜实验,结果表明,在化粪池出水 COD 有一定波动情况下,缺氧池 COD 去除率不仅较高且较稳定,有利于后续硝化反应的进行,提高系统的脱氮效果。同时研究了 C/N 在缺氧池中对脱氮效果的影响,C/N(质量比) > 8.0 脱氮效率达 80% 以上,C/N < 6.0 脱氮效果较差,证实了 C/N 是影响反硝化的关键因素。系统进水 COD 不高,影响了去除效果。
关键词 倒置 A²/O 工艺 挂膜反硝化 脱氮除磷

Improved inverted A²/O process for sewage treatment Wang Qi¹, Liu Nianfeng¹, Zhang Jie¹, Ding Feng². (1. Huazhong University of Science & Technology, Wuhan Hubei 430074; 2. Hezhou Environmental Monitoring Station, Hezhou Guangxi 542800)

Abstract: Addition of bio-film carriers to allow attached growth in the anoxic tank of the inverted A²/O treatment system resulted in a more stable effluent with a lower COD, especially during the period when the feed COD concentration was highly variable. It also enhanced nitrification in the aerobic tank and thus improved the system's capability of total nitrogen (TN) removal. A high C/N feed was essential for effective denitrification and for high TN removal. The improved inverted A²/O process removed > 80% of TN in the feed with a C/N of > 8.0, the TN removal was much lower when the feed C/N was < 6.0. Because of the low total phosphorous in the feed (TP < 3 mg/L) and also the high COD removal achieved in the anoxic tank, no significant improvement in the overall TP removal was observed.

Keywords: Inverted A²/O process Denitrify with bio-film Nitrogen and phosphorous removal

A²/O 工艺由于其工艺流程简单,总的停留时间较少,且能够达到同步脱氮除磷的效果,已被大量应用于实际工程。但传统 A²/O 工艺在脱氮除磷流程的空间上存在一定矛盾,难以同时具有高效脱氮除磷的效果。近年来对 A²/O 工艺的改进研究很多,包括倒置 A²/O 工艺,即将缺氧池放置于厌氧池前,由于有充足的碳源,提高了 C/N,增大了反硝化速率,强化脱氮,同时减少了硝态氮进入厌氧区,为聚磷菌的厌氧释磷创造了良好的条件,以达到同步除磷的效果^[1]。本研究目的是在此基础上,针对化粪池出水水质,进一步在缺氧池中投加填料,实施挂膜反硝化,也是对 A²/O 工艺的一种改进尝试。

1 试验部分

1.1 试验用水

试验所用污水取自华中科技大学某教学楼化粪池出水,水质情况见表 1。

表 1 化粪池出水水质
Table 1 Quality of effluent from septic tank

COD (mg · L ⁻¹)	TP (mg · L ⁻¹)	TN (mg · L ⁻¹)	NH ₄ ⁺ -N (mg · L ⁻¹)	水温 /
112 ~ 191	1.9 ~ 2.9	21 ~ 26	18 ~ 23	24 ~ 28

1.2 工艺条件与分析方法

试验装置及工艺流程见图 1,其改进为在前端缺氧池中悬挂软性填料,缺氧池容积为 25 L,挂膜后的填料约占缺氧池容积的 1/5,运行时 DO 控制在 0.2 mg/L 以下,pH 控制在 7.0 ~ 8.0^[2]。厌氧池容积为 20 L,内设可调速搅拌器,转速为 20 r/min。好氧池容积为 35 L,内设微孔曝气头,DO 控制在 2 ~ 4 mg/L。二沉池回流污泥由磁力泵抽回至缺氧池,控制回流比为 300% ~ 400%^[3]。实验进水流量为 8 ~ 12 L/h,总停留时间为 7 ~ 10 h,污泥停留时间为 15 ~ 18 d,好氧池 MLSS 维持在 2 000 ~ 3 000 mg/L。

COD、TN、NH₄⁺-N、TP、DO 等的测定均采用国家标准方法。

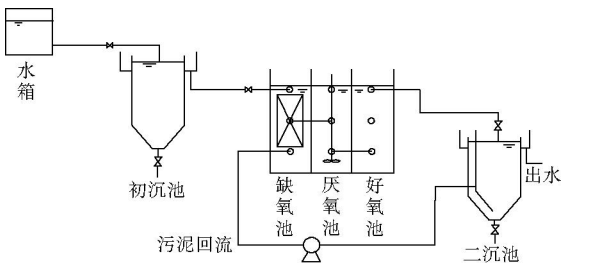


图 1 A²/O 改进工艺试验装置示意图

Fig. 1 The configuration of improve A²/O process

第一作者:王 琪,男,1980 年生,硕士研究生,研究方向为污水处理工程。

^{*}国家“863”计划资助项目(No. 2002AA601022-4-2)。

1.3 菌种培养

菌种取自武汉某啤酒厂污水处理站,从其 UASB 装置采得厌氧污泥,颜色呈黑褐色,取其一部分驯化培养 2 周后投加于厌氧池中。另一部分污泥曝气培养 72 h 后,颜色逐渐变黄,停止曝气;缓慢搅拌,控制 DO 在 0.5 mg/L 以下,上述培养 1 周以后,污泥呈浅黑色,表明兼性菌培养成功,将该污泥投加于缺氧池中。好氧污泥采自处理站的氧化沟,加入适量的粪水曝气,调节 pH 在 7.7~8.1,驯化 2 周后投加于好氧池中。

2 结果与讨论

2.1 TN 的去除

系统进水 TN 平均为 22.4 mg/L,出水平均 6.0 mg/L。进水 TN 浓度变化不大,但出水 TN 波动较大,究其原因主要是因进水 COD 的波动造成的,不同 COD 浓度对应于不同 C/N,最终决定了缺氧池中脱氮效率的差异。图 2 为 C/N 对 TN 去除效果的影响。从图 2 可见,当进水 C/N(质量比,下同) < 6.0 时,系统 TN 去除率只有 47%;当 C/N > 8.0 时, TN 去除率达到 80%以上;当 C/N 为 9.5 时,脱氮效率并没有继续提高。有研究认为 C/N 超过一定值(8.75),除氮效率会下降,主要是因为有机物过高抑制了系统的硝化能力^[4]。由此看出,在氮源基本一致的情况下,碳源是影响反硝化效果的关键因素。

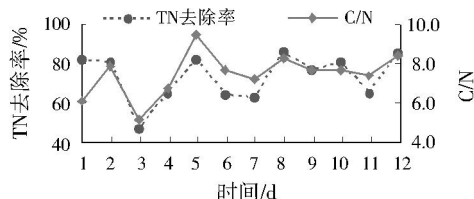


图 2 C/N 对 TN 去除的影响

Fig. 2 Removal rate of TN affected by C/N

2.2 COD 的去除

图 3 显示了系统进出水 COD 及去除率变化情况。进水 COD 有一定波动,但系统出水 COD 稳定在 20 mg/L 左右,平均去除率为 86%。

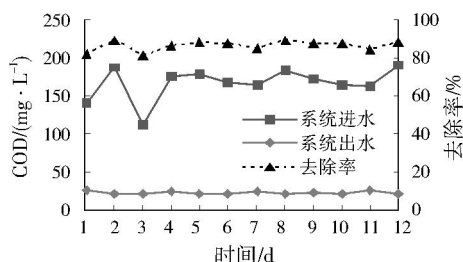


图 3 系统 COD 去除效果

Fig. 3 The result of COD removal

图 4 为缺氧池、厌氧池和好氧池 COD 的去除率情况。从图 4 可见,缺氧池对 COD 的去除率维持在较高水平,平均为 57%;厌氧池 COD 去除率不高,平均为 23%;缺氧池和好氧池 COD 去除率变化曲线成交替互补状,说明缺氧池的 COD 去除率对后段好氧池的去除率有影响;好氧池 COD 去除率均值为 54%,由于进入好氧池的 COD 比原水低得多,54%的 COD 去除率说明好氧池具有较强的消减 COD 的能力,但为了保证硝化的高效率,亦即需要进入好氧池的 COD 浓度维持在较低值,从而有利于硝化菌的生长,保证硝化反应的正常进行。因此,认为加入膜载体能稳定 COD 去除率,增加系统抗冲击负荷的能力,宜于后续好氧池中硝化菌的生长,有利于后段的好氧硝化,间接提高系统脱氮能力。

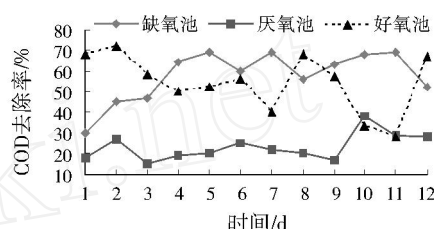


图 4 各池 COD 去除效果

Fig. 4 Variations of COD removal rate in every tank

2.3 TP 的去除

系统进水的 TP 均值为 2.55 mg/L,出水均值为 0.78 mg/L。从图 5 可见,系统 TP 的平均去除率不到 70%,原因可能是聚磷菌在厌氧池释放磷时需要摄取废水中的短链脂肪酸,合成聚-β-羟基丁酸;由于进水 COD 不高,挂膜前置的缺氧池截留了大部分 COD,使得聚磷菌在厌氧池中无法获取足够的短链脂肪酸,导致总体除磷效果不佳。

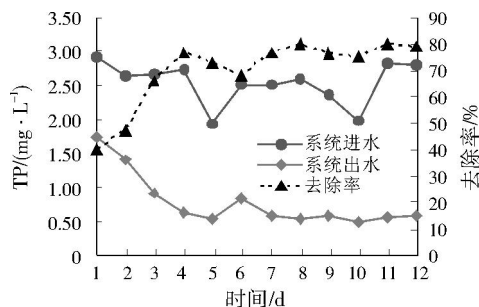


图 5 系统 TP 去除效果

Fig. 5 The result of TP removal

3 结论

(1) 当 C/N > 8.0 时,系统脱氮效率能达到 80%以上;当 C/N < 6.0 时,脱氮效率显著下降。

(下转第 381 页)

- mospheric Environment, 2003, 37(33): 4607-4623.
- [22] 姚仁太,徐向军,郝宏伟,等. 远东地区核风险厂址释放的气载放射性污染物长距离迁移的模拟[J]. 辐射防护, 2005, 25(4): 193-205.
- [23] 程雪玲,胡非. 大气边界层内羽流扩散研究[J]. 力学学报, 2005, 37(2): 148-156.
- [24] NGUYEN K C, NOONAN J A, GALBALLY I E, et al. Predictions of plume dispersion in complex terrain: Eulerian versus Lagrangian models[J]. Atmospheric Environment, 1997, 31(7).
- [25] HURLEY P J, MANINS P C, NOONAN J A. Modelling wind fields in MAQS[J]. Environmental Software, 1996, 11(1/3): 35-44.
- [26] LI Jianguo, ATKINSON B W. An inert tracer dispersion scheme for use in a mesoscale atmospheric model[J]. Atmospheric Environment, 2000, 34(23).
- [27] GIVATI R, FLOCCINI R G, CAHILL T A. Modeling sulfur dioxide concentrations in Mt. Rainier area during PREVENT[J]. Atmospheric Environment, 1996, 30(2): 255-267.
- [28] BARNA M G, GEBHART K A, SCHICHEL B A, et al. Modeling regional sulfate during the BRAVO study: Part 1. Base emissions simulation and performance evaluation[J]. Atmospheric Environment, 2006, 40(14): 2436-2448.
- [29] SCHICHEL B A, BARNA M G, GEBHART K A, et al. Evaluation of a Eulerian and Lagrangian air quality model using perfluorocarbon tracers released in Texas for the BRAVO haze study[J]. Atmospheric Environment, 2005, 39(37): 7044-7062.
- [30] ZHANG Meigen, UNO I, YOSHIDA Y, et al. Transport and transformation of sulfur compounds over East Asia during the TRACE-P and ACE-Asia campaigns[J]. Atmospheric Environment, 2004, 38(40): 6947-6959.
- [31] 安兴琴,左洪超,吕世华,等. Models-3 空气质量模式对兰州市污染物输送的模拟[J]. 高原气象, 2005, 24(5): 748-756.
- [32] LANGNER J, ROBERTSON L, PERSSON C, et al. Validation of the operational emergency response model at the Swedish Meteorological and Hydrological Institute using data from ETEX and the Chernobyl accident[J]. Atmospheric Environment, 1998, 32(24): 4325-4333.
- [33] OLIVARES G, GALLARDO L, LANGNER J, et al. Regional dispersion of oxidized sulfur in Central Chile[J]. Atmospheric Environment, 2002, 36(23): 3819-3828.
- [34] QUERZOLI G A. Lagrangian study of particle dispersion in the unstable boundary layer[J]. Atmospheric Environment, 1996, 30(16).
- [35] PEREGO S. Metphomd-a numerical mesoscale model for simulation of regional photochemical smog in complex terrain: model description and application during POLLUMET 1993(Switzerland)[J]. Meteorology and Atmospheric Physics, 1999, 70(1/2): 43-69.
- [36] SOULHAC L, PUEL C, DUCLAUX O, et al. Simulations of atmospheric pollution in Greater Lyon an example of the use of nested models[J]. Atmospheric Environment, 2003, 37(37).
- [37] PIELKE R A, COTTON W R, WALCO R L, et al. A comprehensive meteorological modeling system—RAMS[J]. Meteorological and Atmospheric Physics, 1992, 49(1/4): 69-91.
- [38] KESSLER C, BRUCHER W, MEMMESHEIMER M, et al. Simulation of air pollution with nested models in North Rhine-Westphalia[J]. Atmospheric Environment, 2001, 35: S3-S12.

责任编辑:赵多 (修改稿收到日期:2006-10-20)

(上接第 362 页)

(2) 前置缺氧池加入软性填料,能增加系统抗冲击负荷的能力,稳定去除 COD,并减少进入好氧池的 COD,有利于好氧池中硝化菌生长,提高系统的脱氮能力。

(3) 由于系统进水 COD 不高,且前端缺氧池去除了一半以上的可降解有机物,导致后段厌氧池中聚磷菌不能摄取足够的短链脂肪酸,造成释磷不充分,影响了除磷效果。

参考文献

- [1] 张波,高廷耀. 倒置 A²/O 工艺的原理与特点研究[J]. 中国给水排水, 2000, 16(7): 11-15.
- [2] 李军,杨秀山,彭永臻. 微生物与水处理工程[M]. 北京:化学工业出版社, 2002: 380-381.
- [3] 姜金生,谢水波. 提高 A²/O 工艺总体处理效果的措施[J]. 中国给水排水, 1998, 14(3): 27-30.
- [4] 王亚宜,彭永臻. A₂N 反硝化除磷脱氮系统处理生活污水研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(8): 83-88.

责任编辑:赵多 (修改稿收到日期:2006-06-05)

氯丹灭蚊灵替代示范项目在湖南启动

我国履行《关于持久性有机污染物 (POPs) 的斯德哥尔摩公约》白蚁防治氯丹和灭蚊灵替代示范项目 2007 年 4 月在湖南省长沙市启动。该项目主要开展以饵剂系统为主的综合管理替代氯丹和灭蚊灵的使用。据调查,我国每年因白蚁造成的损失高达 20 亿~25 亿元。过去用以灭蚊的氯丹和灭蚊灵属 POPs,对人类健康和生态环境危害严重。国家环保总局履约办负责人表示,替代项目的实施是中国履行斯德哥尔摩公约的一个重要行动,可减少 150 t 氯丹和灭蚊灵的生产和使用。湖南与江苏、安徽均为我国实施替代项目的省份。

中澳两国政府签署环保和水资源管理合作意向书

2007 年 3 月 22 日,在澳大利亚陪同曾培炎副总理访问的国家环保总局局长周生贤与澳大利亚环境和水利部长特恩布尔就进一步推动双边关系发展,加强水环境领域的合作达成了一致意见。双方代表两国政府签署了环境保护和水资源管理合作意向书。双方还决定,两国有关官员将尽早探讨上述领域开展的合作项目。

周生贤会见全球环境基金会主席

2007 年 4 月 4 日,国家环保总局局长周生贤会见了来访的全球环境基金会 (GEF) 主席首席执行官莫尼卡·芭布一行,双方就生物多样性、土地退化、持久性有机污染物等领域的合作进行了深入的交流和探讨。周生贤首先介绍了中国环保事业的新变化,中国对环保事业发展战略做出了重大调整,提出要实现环保工作的三个历史性转变,污染防治将作为环保工作的重中之重,将保障群众安全用水作为首要任务。芭布表示,中国是 GEF 的重要合作伙伴,在全球环境保护中的角色和作用日益显著,GEF 将进一步加强与中国的战略合作,共同探索建立促进世界环境保护新机制。