

两级交替回流/厌氧/局部供氧生物膜技术对分散污水有机物和氮的去除效果*

吴迪¹ 钱姗¹ 赵秋¹ 高贤彪¹ 郭锐² 李妍¹

(1.天津市农业资源与环境研究所,天津 300192;2.天津市现代农业科技创新基地,天津 301700)

摘要 利用两级交替回流/厌氧/局部供氧生物膜技术处理农业园区的分散污水,研究了有机物和氮的去除效果。结果表明,COD、BOD₅、氨氮和总氮的平均去除率分别为64.9%、71.6%、64.4%、45.5%,出水平均质量浓度分别为54.7、15.3、9.2、17.2 mg/L,基本达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级B标准。该技术在冬季低温期和水质复杂期也能够稳定运行。

关键词 分散污水 局部供氧 氮 交替回流 有机物

DOI:10.15985/j.cnki.1001-3865.2017.03.012

Research on nitrogen and organics removal efficiency of decentralized wastewater using anaerobic/local oxygen supply bio-film technology with two-stage alternate returns WU Di¹, QIAN Shan¹, ZHAO Qiu¹, GAO Xianbiao¹, GUO Rui², LI Yan¹. (1. Tianjin Institute of Agricultural Resources and Environment, Tianjin 300192; 2. Tianjin Modern Agricultural Science and Technology Innovation Base, Tianjin 301700)

Abstract: An anaerobic/local oxygen supply biofilm technology with two-stage alternate returns was utilized to treat decentralized wastewater from an agricultural garden. The removal efficiency of nitrogens and organics was studied. Results indicated that the average removal rate of COD, BOD₅, ammonia nitrogen and total nitrogen were 64.9%, 71.6%, 64.4% and 45.5%, respectively. The average effluent mass concentrations of COD, BOD₅, ammonia nitrogen and total nitrogen were 54.7, 15.3, 9.2 and 17.2 mg/L, respectively, almost all meeting "Discharge standard of pollutants for municipal wastewater treatment plant" (GB 18918-2002) first level B standard. It was worth mentioning that the process could stably run during low temperature period and complicated period.

Keywords: decentralized wastewater; local oxygen supply; nitrogen; alternate return; organics

我国分散污水处理与利用正处在起步阶段,人口不集中、水量小、日变化系数大、排水设施落后,给新农村、旅游景区、观光园区、农业示范区等的分散污水有机物及氮去除带来了挑战^[1-2]。

目前,我国分散污水处理以修建化粪池、坑塘自然净化池为主,很难有效去除有机物和氮^[3]。一些污水处理装置,如小型合并处理净化槽、一体化集成净化装置等,虽然在悬浮物和有机物去除方面有了进步,但脱氮能力仍明显不足^[4-6]。人工湿地技术及其基础上发展而来的人工复合生态床技术也存在有机负荷低、处理效果受季节影响大等缺点^[7]。分散污水若要处理后用于农业灌溉、养殖、绿化、景观等,那么对出水的有机物、氮更应该达到相关标准再排放^[8-9]。

本研究自主研发了两级交替回流/厌氧/局部供氧生物膜技术,并应用于天津市现代农业科技创新

基地(以下简称基地)周边农业园区的分散污水处理,研究了其对有机物和氮的去除效果。

1 研究方法

1.1 工艺流程

基地位于武清开发区西侧,距离天津市区较远,其周边农业园区产生的污水无法纳入市政管网,属于典型的分散污水。基地污水处理站设计最大处理能力为150 m³/d,实际最大处理能力为140 m³/d。工艺流程如图1所示,采用沉淀池、循环池交替回流技术,沉淀池为定时回流(污泥泵每2 h工作10 min),当污泥泵工作时,集水池的污水泵和循环池的水泵均处于停止状态;在无进水和污泥回流情况下,循环池的水泵以进水池的污水泵流量的1/2回流;在局部供氧池中间区域设环形导流板,其上部低于局部供氧池液面,下部高于曝气系统,占局部供氧池

第一作者:吴迪,男,1977年生,硕士,副研究员,主要从事水污染控制与资源化利用研究。

* 天津市科技支撑项目(No.14ZCZDNC00019);天津市农转资金资助项目(No.201101037)。

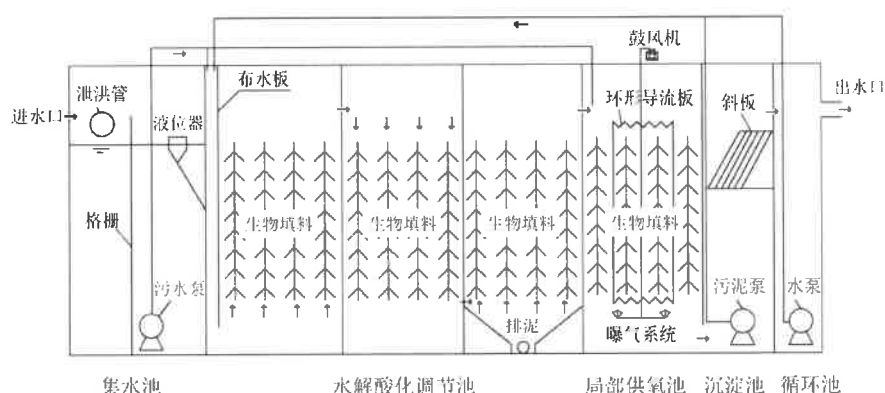


图 1 工艺流程

Fig.1 Schematic diagram of the process

表 1 分散污水与农村生活污水进水水质比较

Table 1 Water quality comparison between decentralized wastewater and rural wastewater

污水类型	COD /(mg · L ⁻¹)	BOD ₅ /(mg · L ⁻¹)	氨氮 /(mg · L ⁻¹)	总氮 /(mg · L ⁻¹)	SS /(mg · L ⁻¹)	pH
分散污水	89.4~428.0	33.2~166.7	14.2~50.4	22.6~62.2	19~144	6.5~8.1
农村生活污水	144~433	49.4~267.8	36.3~56.0	34.24~75.10	78.6~184.0	6.8~7.6

体积的 1/3 左右,曝气系统位于环形导流板下方,连续曝气。该两级交替回流/厌氧/局部供氧生物膜技术用于处理基地周边农业园区的分散污水。

1.2 样品采集与测定

从 2013 年 7 月至 2015 年 6 月,分别在每月中旬采集进水和出水。利用 POS-15 型便携式水质分析仪测定 COD;采用哈纳 HI4421 型 BOD 测定仪测定 BOD₅;采用布朗卢比公司 AA3 型连续流动分析仪测定氨氮;采用耶拿公司的 multi N/2100S 型总有机碳/总氮分析仪^[10]测定总氮;采用重量法测定悬浮固体(SS);采用 YSI 58 型溶解氧仪测定溶解氧;采用 pH-HJ90B 型酸度计测定 pH。分散污水进水水质(见表 1)比农村生活污水波动大^[11]。

2 结果与讨论

2.1 对有机物的去除效果

两级交替回流/厌氧/局部供氧生物膜技术对农业园区分散污水 COD 和 BOD₅ 的去除效果分别见图 2、图 3。2013 年 7 月至 2015 年 6 月,COD 平均去除率为 64.9%,出水 COD 平均质量浓度为 54.7 mg/L;BOD₅ 平均去除率为 71.6%,出水 BOD₅ 平均质量浓度为 15.3 mg/L。出水 COD 与 BOD₅ 均达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 B 标准。这主要是因为集水池容积较小(33.6 m³),提高了进水频率,减少了每次的进水量,而且沉淀池和循环池交替回流技术对每次进水起到稀释作用,正好满足了分散污水处理需

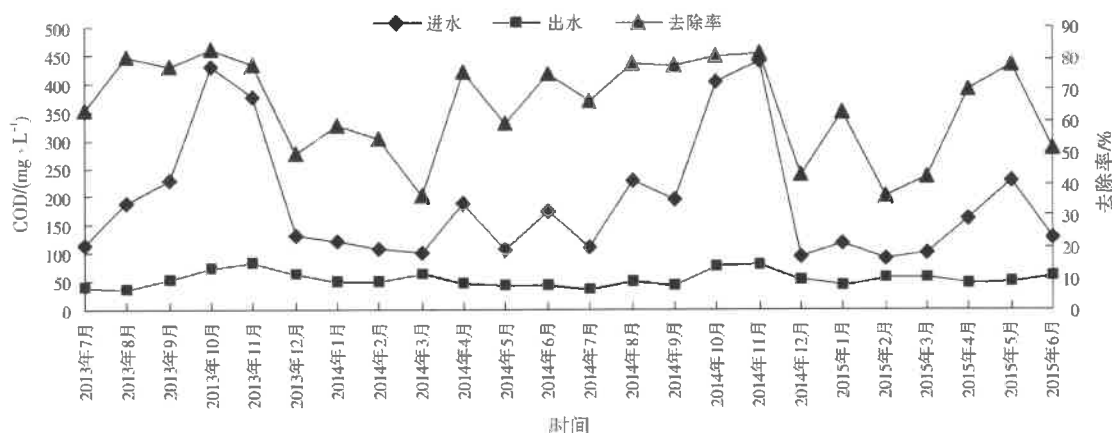


图 2 COD 去除效果

Fig.2 Removal efficiency of COD

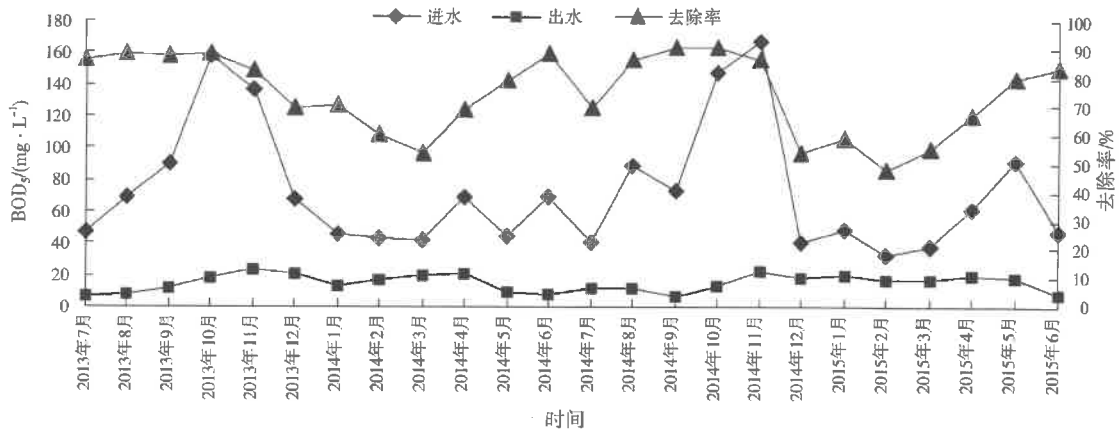


图3 BOD₅去除效果
Fig.3 Removal efficiency of BOD₅

多频次进水的需求,有效缓解了进水污染负荷对系统的冲击。另外,水解酸化调节池填充的生物填料与泥水循环系统协同作用,极大地发挥了系统对有机物的截流与降解能力,也为反硝化提供了有利条件^[12-13]。

每年的冬季低温期(12月至次年3月)COD平均去除率为47.9%,BOD₅平均去除率为58.6%,低于其他时期。可能原因主要是冬季气温较低,微生物新陈代谢速率减慢,因此对有机物的去除率降低。每年的10—11月是水质复杂期,周边企业排污量加大,导致进水有机污染负荷大大增加,但是COD和BOD₅仍分别能达到GB 18918—2002的二级标准和一级B标准,平均去除率分别为79.1%、87.2%。

2.2 对氮的去除效果

水解酸化调节池内的氨化细菌以污水中有机物为碳源和能源,将有机氮分解为氨氮;局部供氧池好氧区(环形导流板内部区域)的硝化细菌、亚硝化细菌将氨氮氧化为硝态氮和亚硝态氮;局部供氧池缺氧区(环形导流板外部区域)的反硝化细菌再以硝态氮和亚硝态氮为电子受体,利用进水中的有机物为碳源和能源将硝态氮、亚硝态氮还原为氮气排出系统,实现对氮的脱除^[14]。进水按5:1(体积比)分配给水解酸化调节池和局部供氧池,从而提高脱氮效率和有机物的利用率;局部供氧池缺氧区随深度的增加,溶解氧含量逐渐降低,当水深超过1 m时溶解氧不足1.0 mg/L(见图4),有利于反硝化细菌的脱氮^[15-16]。

由图5可以看出,进水氨氮平均质量浓度为28.0 mg/L,出水氨氮平均质量浓度为9.2 mg/L,氨氮平均去除率为64.4%。由图6可以看出,进水总

氮平均质量浓度为39.4 mg/L,出水总氮平均质量浓度为17.2 mg/L,总氮平均去除率为45.5%。出水氨氮和总氮均达到了GB 18918—2002的一级B标准。

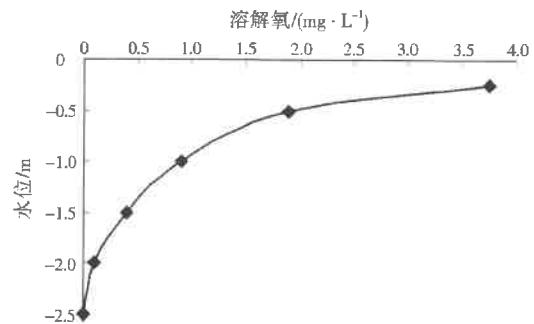


图4 局部供氧池缺氧区不同深度溶解氧质量浓度
Fig.4 Dissolved oxygen mass concentration in different depths of anoxic area of local oxygen supply chamber

冬季低温期氨氮平均去除率为51.9%,总氮平均去除率为53.9%,氨氮低于全年去除率平均值而总氮却高于全年去除率平均值。可能原因是随着水温降低,氨化细菌活性大大降低;但是反硝化细菌的活性降低不明显,从而保证了冬季低温期总氮的去除效果^[17-18]。水质复杂期氨氮平均去除率为76.7%,高于全年去除率平均值;总氮平均去除率为35.7%,低于全年去除率平均值;但出水浓度均达到了GB 18918—2002的一级B标准。

3 结论

通过两级交替回流/厌氧/局部供氧生物膜技术对分散污水有机物和氮去除效果的实际研究发现,可以实现出水COD、BOD₅、氨氮和总氮4项指标基本达到GB 18918—2002一级B标准。该技术在冬季低温期和水质复杂期也基本能够稳定运行。

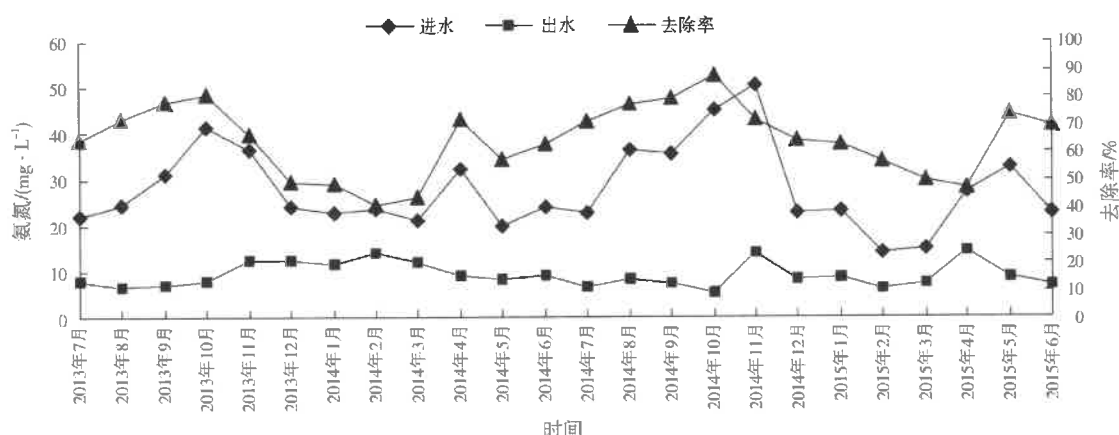


图5 氨氮去除效果

Fig.5 Removal efficiency of ammonia nitrogen

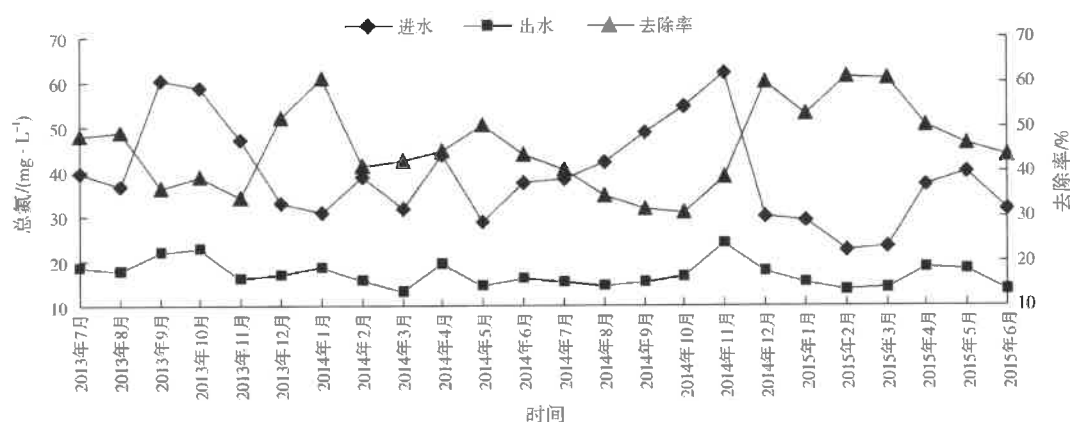


图6 总氮去除效果

Fig.6 Removal efficiency of total nitrogen

参考文献:

- [1] 王青颖.中国农村生活污水处理技术应用现状及研究方向[J].污染防治技术,2007,20(5):37-38.
- [2] WANG M,WEBBER M,FINLAYSON B,et al.Rural industries and water pollution in China[J].Journal of Environmental Management,2008,86(4):648-659.
- [3] 李松,单胜道,曾林慧,等.人工湿地/稳定塘工艺处理农村生活污水[J].中国给水排水,2008,24(10):67-69.
- [4] 李先宁,吕锡武,孔海南.农村生活污水处理技术与示范工程研究[J].中国水利,2006(17):19-21.
- [5] SARI L,WENDY S,KATARZYNA K R,et al.Effect of temperature on anaerobic treatment of black water in UASB-septic tank systems[J].Bioresource Technology,2007,98(5):980-986.
- [6] 贺锋,曹湛清,夏世斌,等.生物膜-人工湿地组合工艺处理城镇生活污水的研究[J].农业环境科学学报,2009,28(8):1655-1660.
- [7] 苑丹丹,付为国,李萍萍.不同配置人工湿地系统农村生活污水处理效果[J].工业安全与环保,2010,36(8):1-7.
- [8] SHANNON M K,BOHN P W,ELIMELECH M,et al.Science and technology for water purification in the coming decades[J].Nature,2008,452(7185):301-320.
- [9] 董文杰,陆广,严立,等.分散式面源生活污水生态处理技术研究进展[J].环境污染与防治,2014,36(8):84-88,91.
- [10] 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会.水和废水监测分析方法[M].4版.北京:中国环境科学出版社,2002.
- [11] 吴迪,高贤彪,李玉华,等.两级回流生物膜工艺处理农村生活污水效果[J].农业工程学报,2013,29(1):218-224.
- [12] 王霞芳,纪荣平.厌氧悬浮填料床预处理农村生活污水的试验研究[J].中国农村水利水电,2010(7):61-63.
- [13] WU Changyong,CHEN Zhiqiang,LIU Xiuhong,et al.Nitrification-denitrification via nitrite in SBR using real-time control strategy when treating domestic wastewater[J].Biochemical Engineering Journal,2007,36(2):87-92.
- [14] 潘碌亭,王文蕾,余波.接触氧化-强化混凝工艺处理崇明农村生活污水特性[J].农业工程学报,2011,27(9):242-247.
- [15] 刘伟岩,李军,宋玮华,等.碳源对缺氧/厌氧/好氧工艺脱氮除磷效果的影响[J].中国给水排水,2009,25(13):55-57.
- [16] 吴昌永,彭永臻,彭轶.A²O工艺处理低C/N比生活污水的试验研究[J].化工学报,2008,59(12):3126-3131.
- [17] 潘珊珊,王宏缙,杨金,等.新型分段进水脱氮反应器的去污性能研究[J].环境污染与防治,2014,36(5):64-69.
- [18] 吕娟,陈银广,顾国维.厌氧/缺氧/好氧多级交替SBR脱氮除磷试验研究[J].环境污染与防治,2007,29(9):648-651.

编辑:陈锡超 (收稿日期:2016-07-06)