

文章编号:1673-9469(2009)04-0045-04

改良型氧化沟工艺脱氮效果及特性参数的分析

肖伟¹,李清雪¹,吴伟²

(1.河北工程大学 城市建设学院,河北 邯郸 056038;2.邯郸市市政污水处理有限责任公司,河北 邯郸 056002)

摘要:通过对邯郸市某污水处理厂实际运行效果的监测分析,发现该厂改良型氧化沟工艺对氮的去除率较低,出水不能满足排放标准的要求。通过脱氮效果分析,研究了该氧化沟在正常运行条件下溶解氧、污泥浓度和流速的分布变化特征。结果表明,氧化沟脱氮效果欠佳的主要原因是溶解氧不足,无法形成好氧区域;污泥浓度过高直接消耗沟内大量溶解氧;流速不够严重影响了溶解氧的传递。因此,有效地控制污泥龄和加强沟内的混合推动力是提高脱氮能力的关键。

关键词:改良型氧化沟;脱氮;特性参数;硝化

中图分类号: X703

文献标识码: A

Analysis of the removal of nitrogen and characteristic of operation parameters by modified oxidation ditch process

XIAO Wei¹, LI Qing-xue¹, WU Wei²

(1. College of Urban Construction, Hebei University of Engineering, Hebei Handan 056038, China;

2. Handan Municipal Wastewater Treatment Corporation, Hebei Handan 056002, China)

Abstract: By monitoring the operation effects of a wastewater treatment plant in Handan, it was found that the removal rate of nitrogen was low and the effluent water was not up to the national standard for wastewater discharge. According to the result of the nitrogen removal, the research analyzed the distributional variation characteristics of dissolved oxygen (DO), mixed liquor suspended solids (MLSS) and the flow velocity at normal running conditions. The results show that the leading cause of the bad nitrogen removal is the deficiency of DO, which can not form the aerobic region; high concentration sludge directly reduces the concentration of dissolved oxygen and low flow velocity affects the delivering of dissolved oxygen. Therefore, controlling of sludge age effectively and strengthening the mixed impetus are the keys to improve the nitrogen removal.

Key words: modified oxidation ditch; nitrogen removal; characteristic parameters; nitrification

随着我国经济建设的发展、工业现代化速度的加快,人口高度集中,乡镇城市不断扩大,城市用水量和污水排放量不断增加,加剧了用水紧张和水质污染^[1]。在我国,由于受早期环境污染形势政策和污水排放标准的影响,大多数污水处理厂以去除污水中含碳有机物和SS为主要功能,对氮、磷的去除效率较低。近年来,随着水体富营养化程度的日益严重,国家于2003年颁布实施《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002),

对污水处理厂氮、磷的排放提出更加严格的要求。而已建的许多污水处理厂存在设备陈旧老化、能源利用率低、自动化管理水平差等问题,升级改造,势在必行。

邯郸市某污水处理厂采用改良型卡鲁塞尔氧化沟工艺处理污水,其初始设计并未考虑氮的去除要求。通过考察该厂的水处理(脱氮)效果,并结合氧化沟内的相关特性参数,进行了脱氮效果分析,并提出改造建议,为污水处理厂的升级改造

收稿日期:2009-06-24

作者简介:肖伟(1984-),男,河南信阳人,硕士研究生,从事水污染控制理论与技术方面的研究。

提供一定的理论技术支持。

1 工艺概况

该污水处理厂设计处理量为 10 万 t/d, 主要处理该市东北部和西部的生活污水及该区域内的纺织、印染、化工等企业所排放的工业废水, 其中生活污水约占 55%。该厂采用的改良氧化沟工艺将氧化沟和厌氧选择池合建为一个处理单元, 它是一个多沟串联系统, 分为两组, 每组 8 个廊道, 每廊道宽 8 m, 沟内水深 4 m, 共安装 6 台水下推动器和 24 台转碟曝气机, 其中单、双速转碟各 12 台。氧化沟出水进入中心进水周边出水的辐流式二沉池, 出水排放至河流。其工艺流程如图 1 所示。

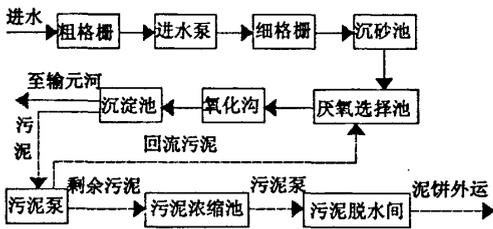


图1 工艺流程
Fig.1 Process flow chart

2 材料与方法

取二沉池的出水进行监测, 水质分析项目与方法如表 1 所示。每月监测 4 次, 取平均值。由于该氧化沟沟型构造特点, 设 5 个数据采集断面(见图 2 中虚线), 溶解氧用 HACH HQ30d 型便携式溶解氧仪测定, 污泥浓度采用 ROYCE MODEL 711 型便携式浊度仪测定, 用 LS78 型旋杯式低流速仪测定流速, 共测定 3 次, 取平均值。

表 1 水质分析方法

Tab.1 Analysis methods of water quality

项目	分析方法	仪器
SS	分光光度法	DR-2500 型分光光度计
BOD ₅	稀释接种法	HACH BOD ₅ 测量仪
COD	重铬酸钾法	ET3150B 多功能消解器, 2010 型分光光度计
TN	碱性过硫酸钾-分光光度法	2010 型分光光度计
NH ₃ -N	纳氏比色分光光度法	2010 型分光光度计
TP	钼酸铵分光光度法	2010 型分光光度计

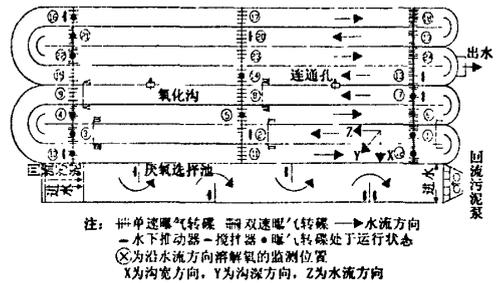


图2 氧化沟单组沟平面示意图

Fig.2 Schematic diagram of single oxidation ditch

3 结果与讨论

3.1 工艺运行效果

该厂自投入运行以来, 对 SS、BOD₅、COD、TP 均有较好去除效果, 图 3 为 2008 年该厂实际出水情况。可以看出, 出水中 SS、BOD₅、COD、TP、TN 和 NH₃-N 的平均含量为 11 mg·L⁻¹、14 mg·L⁻¹、30 mg·L⁻¹、0.29 mg·L⁻¹、32 mg·L⁻¹ 和 13 mg·L⁻¹。SS 和 BOD₅ 达到城镇污水处理厂污染物排放标准 (GB 18918-2002) 中的一级 B 标准, COD 和 TP 达到 GB18918-2002 中的一级 A 标准, 而 TN 和 NH₃-N 均不能满足 GB18918-2002 的排放要求。

3.2 溶解氧、污泥浓度和流速的分布

在该厂曝气转碟和水下推动器正常开启的情况下, 测得结果见图 4~图 10。图 4 为截面溶解氧沿深度变化分布情况。截面 1、2 和 5 溶解氧随深度是先降低后上升, 截面 3 和 4 溶解氧沿深度方向增加, 变化幅度不大。图 5 为截面溶解氧在宽度方向的分布, 溶解氧变化幅度小, 分布较均匀。整个氧化沟内溶解氧变化幅度较小, 溶解氧含量 < 1 mg·L⁻¹, 甚至大部分区域溶解氧 < 0.5 mg·L⁻¹ (图 6)。

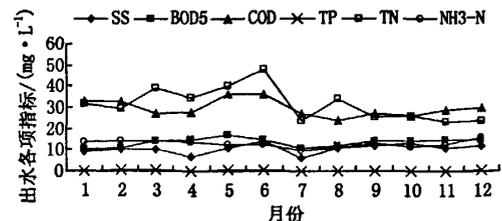


图3 出水中各项指标的含量

Fig.3 Concentration of every pollutant in effluent

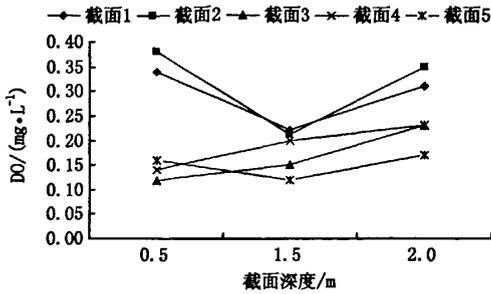


图4 不同深度的溶解氧
Fig.4 Curves of DO vs. depth

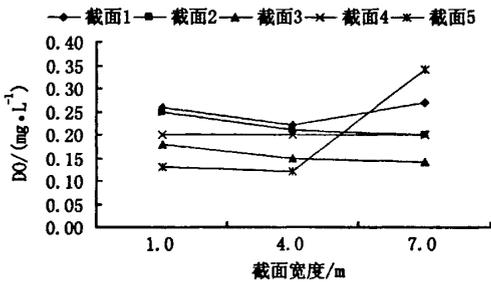


图5 不同宽度的溶解氧
Fig.5 Curves of DO vs. width

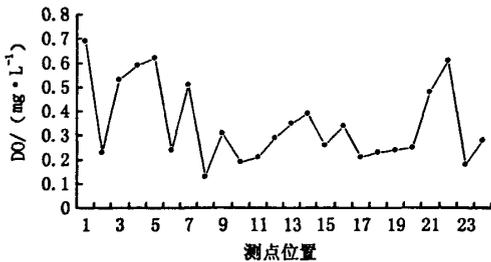


图6 氧化沟内溶解氧分布
Fig.6 Distribution of dissolved oxygen in oxidation ditch

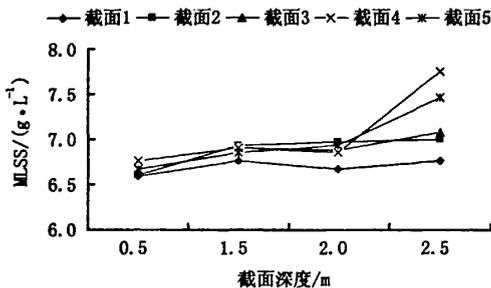


图7 不同深度的污泥浓度
Fig.7 Curves of MLSS vs. depth

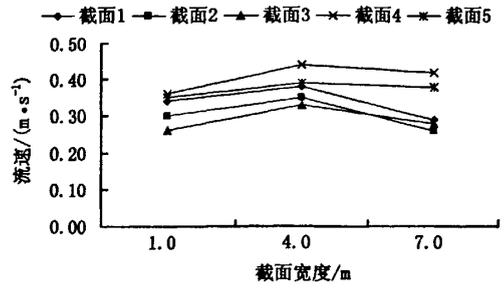


图8 不同宽度的污泥浓度
Fig.8 Curves of MLSS vs. width

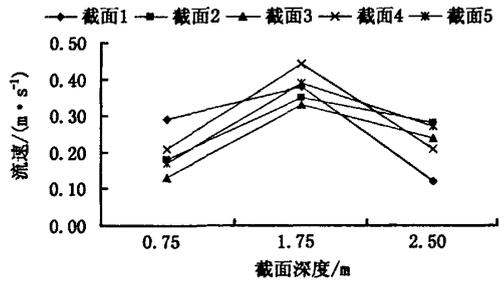


图9 不同深度的流速
Fig.9 Curves of flow velocity vs. depth

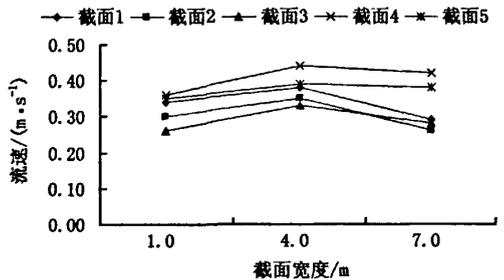


图10 不同宽度的流速
Fig.10 Curves of flow velocity vs. width

图7和图8为污泥浓度在截面上的分布变化。随水深的增加污泥浓度增加,但在0.5~2.0 m范围内,污泥浓度增加幅度较小;从2.0 m到2.5 m,污泥浓度陡然增加,说明沟内存在积泥现象。污泥浓度沿整个截面分布较均匀,可以认为整个氧化沟内,除了死泥区,污泥浓度混合程度较好,这主要靠曝气转碟和水上推动器共同作用的结果,形成完全混合推流的污泥浓度分布^[2]。

从图9可以看出,流速分布呈现倒v字形,上中部较高、下底部较低的特点,底部流速存在小于0.1m·s⁻¹的区域,发生积泥现象。图10为流速沿宽度方向的变化情况。在整个截面,中部流速较

两端流速高,变化幅度较小,沟内流速在宽度方向上分布较均匀。

3.3 脱氮效果分析

根据实际处理效果和相关运行参数,分析该厂改良型氧化沟工艺处理城市污水脱氮效果欠佳的主要原因如下:

(1)氧化沟内溶解氧严重不足。在生物脱氮过程中,硝化过程制约着反硝化过程,硝化过程需要消耗大量的氧^[3]。从理论上讲,1分子 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 完全氧化成 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 需 2 分子氧,即 $4.57\text{gO}_2/\text{gNH}_3 - \text{N}$ ^[4]。整个氧化沟内溶解氧为 $0.13 \sim 0.67 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,就在曝气转碟附近最多也只有 $2 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 左右,大部分区域处于缺氧状态。溶解氧的严重不足影响了生物硝化反应的完成,最终导致脱氮效果欠佳。^[5]

(2)氧化沟内污泥浓度过高。对于氧化沟工艺,提高污泥浓度,降低有机负荷,相应地延长了污泥龄,为硝化菌的生长提供条件,有利于硝化、脱氮的进行^[6]。但是,污泥浓度过高,导致以异氧菌占主体的活性污泥大量消耗沟内的溶解氧,抑制硝化作用。沟内污泥浓度为 $6000 \sim 7000 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$,有时达到 $7000 \text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 以上,研究证明^[7],氧化沟中的溶解氧与污泥浓度有密切且直接的关系,这也是导致溶解氧不足的一个重要原因。

(3)氧化沟中的流速较小。按照氧化沟的工艺设计要求,池底的流速一般应保证在 $0.3 \sim 0.5 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$,而实际运行中只有 $0.12 \sim 0.27 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。由于流速的不够,导致大量污泥在氧化沟中沉积,沉积下来的污泥活性变差,甚至成为死泥。另外,污泥浓度高时,在曝气转碟和水上推动器联合推动力不足的情况下,在某些区域会出现表层流动、池底静止的现象,也会加重污泥的沉积。污泥的沉积使氧化沟的有效池容减小,水力停留时间变短,处理能力下降,严重影响了脱氮效果。2006年4

月在对氧化沟检修时,对单组氧化沟进行放空观测,发现氧化沟底积泥较为严重,最深处达到 2m 左右。

4 结论

控制和调节氧化沟溶解氧,形成好氧-缺氧-厌氧区域,达到生物硝化反硝化的目的,是提升老厂脱氮效果的途径之一。从氧化沟内特性参数溶解氧、污泥浓度和流速的分布测定可知,溶解氧不足使硝化反应不易发生,是导致脱氮效果差的主要原因;污泥浓度过高是降低沟内溶解氧含量的一个重要因素;流速较小影响溶解氧的传递,难以形成生物脱氮的微观环境。同时,溶解氧、污泥浓度和流速三个因素之间实质上存在一定的相关性,即流速过小影响污泥浓度和溶氧传质,溶解氧的不足只是表层原因,污泥龄的控制和推动力的加强是解决脱氮问题的关键。

参考文献:

- [1] 侯鹏,曹广真,张育斌.城市生活小区污水的一体化处理[J].河北建筑科技学院学报,2003,20(1):11-14.
- [2] 戈军,吕锡武,荆肇乾.三池交替工艺的污泥分布规律研究[J].中国给水排水,2006,22(21):31-34.
- [3] 邓荣森.氧化沟污水处理理论与技术[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [4] 李亚新.活性污泥法理论与技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [5] 吴莎.光合细菌处理 VB_{12} 废水降解动力学研究[J].河北科技大学学报,2008,29(3):242-245.
- [6] 李思敏,李艳平,秦卫峰,等.改良氧化沟工艺处理城市污水的优化控制[J].中国给水排水,2008,24(10):91-94.
- [7] 杜英豪,杨小文.三沟式氧化沟脱氮的运行管理[J].中国给水排水,2003,19(12):94-96.

(责任编辑 马立)