

倒置 $A^2/O + A/O$ 工艺用于某城市污水厂二期扩建工程

刘加强¹, 张建昆¹, 李莹¹, 韦帮森²

(1. 徐州工程学院 环境工程学院, 江苏 徐州 221111; 2. 徐州市市政设计院有限公司, 江苏 徐州 221002)

摘要: 某城市污水处理厂一期设计规模为 $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用传统 A^2/O 工艺, 出水水质很难达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准。二期扩建工程设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 在总结一期工程运行经验基础上, 提出倒置 $A^2/O + A/O$ 工艺, 并辅以化学除磷及接触过滤等深度净化处理工艺, 确保出水稳定达标排放。二期扩建工程投入运营后, 出水 COD、SS、氨氮、TP 平均浓度分别为 34.5、7.8、3.8、0.34 mg/L, 稳定达到一级 A 排放标准。

关键词: 倒置 A^2/O ; A/O ; 脱氮除磷

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)22-0055-04

Application of Reversed $A^2/O + A/O$ Process in the Second-phase Extension Project of a Municipal Wastewater Treatment Plant

LIU Jia-qiang¹, ZHANG Jian-kun¹, LI Ying¹, WEI Bang-sen²

(1. School of Environmental Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221111, China;
2. Xuzhou Municipal Engineering Design Institute Co. Ltd., Xuzhou 221002, China)

Abstract: The first-phase design capacity of a wastewater treatment plant was $2 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. With the traditional A^2/O process, the effluent quality was very difficult to meet the first class A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002). The design capacity of second-phase extension project was $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, on the basis of operation experience of the first-phase project, the combination process of reversed $A^2/O + AO$ followed by the advanced treatment process of chemical phosphorous removal and contact filtration were adopted in ensure the stable effluent quality. After second-phase extension project was put into operation, the effluent concentrations of COD, SS, ammonia nitrogen, TP were 34.5 mg/L, 7.8 mg/L, 3.8 mg/L, 0.34 mg/L, respectively, and all effluent indexes could meet the first level A criteria.

Key words: reversed A^2/O ; A/O ; nitrogen and phosphorous removal

1 工程背景

某污水处理厂工程位于苏北某市, 采取 BOT (投资建设-运营-移交) 方式建设, 是市融民间资本进行建设的首个城市基础设施项目。该工程总规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 其中一期工程规模为 2×10^4

m^3/d , 集水池、提升泵房、变配电中心、污泥脱水间、机修房、办公楼等建(构)筑物按 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 规模设计并投资建设。

一期工程采用传统 A^2/O 生物脱氮除磷工艺, 末端采用接触过滤工艺作为补充净化处理工艺, 出

水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级 B 标准,污泥处理采用带式浓缩脱水一体机,处理后的尾水排入屯头河。自 2006 年 5 月 26 日投产运营以来,取得了良好的经济效益和社会效益,实际处理水量和出水水质均达到了原设计要求。

随着经济的不断发展及开发力度的增大,该地区的污水产生量也在不断增加,现有的污水处理能力已逐渐满足不了污水的处理要求,因此需要在原基础上进行扩建,以保证南水北调东线工程的顺利实施。

2 设计进、出水水质

二期扩建工程设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 二期工程的进水与一期工程的进水均源自同一截污管网, 通过分析一期工程运营多年来的实际进水水质, 确定二期扩建工程设计进水水质, 设计出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中的一级 A 标准, 具体设计进、出水水质如表 1 所示。

表1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

中的碳源进行反硝化,同时由于污泥回流比较大,因此有利于提高脱氮效率。

② 由于回流污泥带入的硝酸盐在预缺氧区得到充分反硝化,消除了硝酸盐对厌氧池释放磷的不利影响,且所有回流污泥都经历了完整的厌氧(释磷)–好氧(吸磷)的过程,微生物厌氧释磷后直接进入好氧环境,在厌氧条件下形成的吸磷动力可以得到更充分利用,因而排放的剩余污泥中的含磷量更高,TP 生化去除率约可达 63%。

③ 预缺氧池的出水以及 0.75Q 的原水进入 A²/O 段的厌氧(水解)反应池,水力停留时间为 3.0 h,溶解氧 DO < 0.3 mg/L,原水提供了充足的碳源,除磷菌在此进行高效率的磷的释放,为进入好氧区吸磷积蓄能量。厌氧(水解)反应池设计为下布水升流式污泥床,利用在污泥床平面内均匀的布水点和升流时的水力淘洗作用实现污水和水解污泥的充分混合,取代了传统的初沉池和污泥消化池,实现了污水和污泥的一次性处理,使得 COD 的去除率可达 40% 左右,在相同条件下,污泥产量可降低 40% ~ 50%。设计污泥平均浓度为 7 ~ 8 g/L,COD 污泥去除负荷约为 0.102 kgCOD/(kgMLSS · d),因而可以在基本无氧的条件下实现 COD 的高效去除,为后续的好氧区减少充氧量和进行 NH₃–N 的硝化过程创造良好的条件。

④ 厌氧区的出水进入前好氧区,前好氧区的水力停留时间为 5.0 h,污泥浓度为 2.8 ~ 3.5 g/L。由于污泥浓度较高,剩余污泥产量低,好氧池的污泥龄很长,可达 20 ~ 25 d,因此为硝化反应提供了良好的条件,保证了出水 NH₃–N 浓度达标。

3.3 A/O 段

倒置 A²/O 段后设置 A/O 段,主要是为污水提供进一步硝化和反硝化环境,强化脱氮效果。A/O 段缺氧区溶解氧控制在 0.3 ~ 0.5 mg/L,水力停留时间约 3.6 h,原水进水量约 0.15Q,为减小 A/O 段的内回流比,以节约能耗,把厌氧池含碳量较高的出

水分流一部分(相当于 0.4Q)直接进入 A/O 段的入口,这样 A/O 的内回流比只需控制在 100% 左右,能耗较低。A/O 段的好氧区水力停留时间为 5.0 h,溶解氧控制在 1 ~ 2 mg/L。

3.4 二沉池

二沉池 2 座,单池内径为 34 m,有效水深为 2.5 m。A/O 段好氧曝气池的出水自流进入二沉池进行固液分离,为提高二沉池的负荷能力,设计采用中间进水周边出水方式。当 A/O 段好氧区的 MLSS > 3.5 g/L 时,剩余污泥排入污泥浓缩池,而后通过带式浓缩脱水一体机脱水。

为了确保 TP 达标排放,拟在生化池的出水口投加 Al₂(SO₄)₃ · 18H₂O,即辅以化学除磷,使出水 TP 稳定地控制在 0.5 mg/L 以下。铝盐与污水中的磷生成不溶性的磷酸盐,而后通过二沉池排泥分离出去。

3.5 接触过滤池

低能耗接触过滤池 1 座,共分 24 个过滤单元,有效过滤面积为 588 m²,升流速度为 2.13 m/h。该滤池动力消耗极低,仅为 0.02 kW · h/m³。过滤层中装有粒径为 2 ~ 4 mm 的滤料,滤料表面生长微生物膜,以去除水中悬浮物和有机物。通过优化滤料级配,使过滤水头损失由 20 kPa 降至 4 kPa,这样二沉池利用自身的剩余水头即可自流进入滤池而得到深度净化,从而节约能耗。全部工艺过程完全实现自动化,无需人工值守。

4 调试运行

污水处理厂二期扩建工程于 2016 年 9 月 8 日开工建设,2017 年 5 月建成投产。自建成运行以来,系统运行正常,出水水质能够稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 排放标准(见表 2),其尾水部分回用,部分导流至南水北调工程徐州市入海通道,不向京杭运河等周围水体排放,对治理本地区水污染、维护生态平衡、确保南水北调东线输水水质安全起到重要作用。

表 2 实际出水水质

Tab. 2 Actual effluent quality

mg · L⁻¹

项 目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ –N	TP
出水水质	32.9 ~ 36.1	7.2 ~ 8.9	7.0 ~ 9.0	8.3 ~ 12.1	3.20 ~ 4.75	0.32 ~ 0.43
平均值	34.5	8.3	7.8	10.2	3.80	0.34

5 技术经济分析

污水处理厂二期扩建工程总投资为 4 417.67

万元,其中工程费用为 3 601.74 万元,工程其他费用为 239.05 万元,预备费为 307.26 万元,建设期贷

款利息为269.62万元。

该工程年经营成本为795.305万元(包括工资福利费、药剂费、动力费、污泥处置费、设备维护及大修费),年总成本费用为1259.215万元(包括年经营成本、折旧费、贷款利息)。经核算,单位经营成本为0.726元/m³,单位总成本为1.15元/m³(不含税金及利润)。

6 结论

根据一期工程运行经验,污水处理厂二期扩建工程采用倒置A²/O + A/O强化生物脱氮除磷工艺,并辅以化学除磷及接触过滤等深度净化处理工艺,确保了出水水质稳定达标排放。项目建成后,每年新增污水处理能力1095 × 10⁴ m³,有效削减了污染物的排放量,对改善区域水环境起到了积极作用。

参考文献:

- [1] 王晓莲,彭永臻. A²/O法污水生物脱氮除磷处理技术与应用[M]. 北京:科学出版社,2009.
Wang Xiaolian, Peng Yongzhen. Treatment Technology and Application of Biological Nitrogen and Phosphorus Removal in Sewage by A²/O Process[M]. Beijing: Science Press, 2009 (in Chinese).
- [2] 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.
Zhang Bo, Gao Tingyao. Principle and characteristics of reversed A²/O process[J]. China Water & Wastewater, 2000, 16(7): 11-15 (in Chinese).
- [3] 傅钢,董滨,周增炎,等. 倒置AAO工艺的设计特点与运行参数[J]. 中国给水排水,2004,20(9):53-55.

Fu Gang, Dong Bin, Zhou Zengyan, et al. Design characteristics and operating parameters of inverted AAO process [J]. China Water & Wastewater, 2004, 20(9): 53-55 (in Chinese).

- [4] 高廷耀,周增炎. 简易改造城市污水厂的脱氮除磷新工艺[J]. 同济大学学报:自然科学版,2000,28(3):324-327.

Gao Tingyao, Zhou Zengyan. New processes for simply retrofitting municipal sewage treatment plants to achieve nitrogen and phosphorus removal [J]. Journal of Tongji University: Natural Science, 2000, 28(3): 324-327 (in Chinese).



作者简介:刘加强(1986-),男,山东五莲人,硕士,工程师,主要从事给水排水方面的教学与设计工作,曾获2016年省城乡建设系统优秀勘察设计三等奖。

E-mail: liujiaqiangsdcjz@126.com

收稿日期:2018-06-25

尊法学法守法用法, 治水管水兴水护水