设计经验

长江流域某污水处理厂的工艺改造

雷晓玲[1]， 刘贤斌[2]， 叶方剑[1]
（1. 重庆交通大学 河海学院，重庆 400074；2. 中国市政工程中南设计研究院，湖北 武汉 430010）

摘 要： 长江流域某污水处理厂采用 A－A^2/O 工艺，在运行中存在 TN 偶然超标的现象，这主要与进水水质波动较大、C/N 值有时偏低以及低温天气有关。为此，提出了关闭部分曝气装置、增设搅拌器、多点进水等解决措施。改造后，出水 TN 浓度大幅降低，达到了 GB 18918—2002 的一级 A 标准，运行成本减少，管理更为方便。

关键词： 污水处理厂； 低温、低 C/N 值； TN 去除； 工艺改造
中图分类号： X703.1 **文献标识码：** C **文章编号：** 1000－4602(2010)04－0035－03

Process Reconstruction of a WWTP in Yangtze River Basin

LEI Xiao-ling[1]， LIU Xian-bin[2]， YE Fang-jian[1]
(1. *School of River and Ocean Engineering*, *Chongqing Jiaotong University*, *Chongqing* 400074, *China*; 2. *Central and Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute*, *Wuhan* 430010, *China*)

Abstract: During the operation of a WWTP using A-A^2/O process in Yangtze River basin, the effluent TN occasionally exceeded the national standard due to large fluctuation of the influent quality, low C/N and low temperature weather. Therefore, corresponding measures of shutting down some aeration devices, adding mixers and step-feed were proposed. After the reconstruction, the effluent TN concentration is significantly reduced, achieving the class Ⅰ-A criteria specified in *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918－2002). The operation cost is reduced, and the management is more convenient.

Key words: WWTP; low temperature and low C/N; TN removal; process reconstruction

1 工程概况

长江流域某排水工程服务范围包括四个排水区域，均为分流制排水体制，其污水处理厂处理量为 40×10^4 m^3/d，对改善长江流域水质起了很大的作用。

该污水处理厂三期工程是在原有一、二期工程基础上结合实际运行情况做进一步的比选和优化后进行的扩建工程，增加了 10×10^4 m^3/d 的处理规模，使污水处理厂总规模达到 40×10^4 m^3/d。其工艺流程如图1所示。

从近两年的运行情况看，该污水厂存在二级出水 TN 偶然超标的问题。

基金项目：重庆交通大学引进人才基金项目(2006)

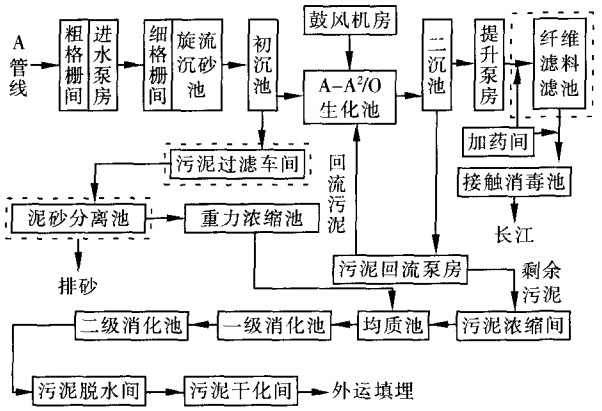

图 1　污水处理厂三期工程工艺流程

Fig. 1　Flow chart of three-stage project in WWTP

2　改造要求

2.1　一级处理工艺存在的问题及改造要求

该污水处理厂一期工程的旋流沉砂池对于粒径 <0.2 mm 的细砂去除率低，出现了后续处理工艺中污泥离心脱水机磨损严重的问题。针对这一问题，三期扩建工程考虑了增设除砂设施，以提高对细砂的去除效果，在污泥处理工艺中增设了泥砂分离池。

2.2　二级处理工艺存在的问题及改造要求

该污水处理厂二期工程 2007 年出水水质分析见表 1。

表 1　2007 年污水处理厂出水水质达标率

Tab. 1　Standard meeting rate of effluent of WWTP in 2007

%

污染物	达标率
BOD_5	99.7
COD	99.2
SS	97.2
TN	偶然超标
NH_3-N	95.2
TP	96.2

从表 1 可见，该污水处理厂 BOD_5、COD、SS、NH_3-N、TP 达标率较高，均达到 95% 以上；然而 TN 指标仍然偶有超标，且多集中于 2007 年冬天。这是由于下半年度 C/N 值较低（<4）以及 2007 年冬天该地区出现较为罕见的低温天气所致；4 月—6 月 C/N 值较高（>4），故这 3 个月中 TN 指标全部达标；目前出水 TP 按 1.5 mg/L 控制，全年共有 240 天 TP 可控制在 1 mg/L 以下，达标率较高。

经分析，出水 TN 超标次数稍多，主要与进水水质波动较大、C/N 值有时偏低以及低温天气有关。

长江属于国家重点流域，该污水厂的出水水质要求达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）的一级 A 标准。因此，在该污水处理厂三级扩建改造过程中，重点加强了对 TN 的去除，特别是加强了对系统内碳源的合理利用与分配。

3　三期改造措施

该污水处理厂二级生物处理为 $A-A^2/O$ 生物脱氮工艺，是在传统 A^2/O 法的厌氧池之前设置生物选择区。共有 2 座，单座规模为 $15\times10^4\ m^3/d$。每座生物处理池分为选择区、厌氧区、缺氧区和好氧区等四个功能区。三期改造过程中采取了以下相应措施延长反硝化过程的时间和提高反硝化反应速率：①关闭约 1/3 曝气装置，延长反硝化反应的时间，提高 TN 去除率；②增设 12 台水下搅拌器，使反硝化菌和碳源物质有效接触，充分混合，提高反硝化速率；③多点进水，投加 10% ~20% 原水进入生物选择区，50% ~70% 进入厌氧区，20% ~30% 进入缺氧区。提供反硝化反应所需碳源，提高反硝化速率。

3.1　增加缺氧区的容积

关闭好氧 Ⅰ 区内的曝气装置，变相增加了缺氧区的容积。反硝化过程相应得到持续，提高了系统的脱氮率（见图 2）。

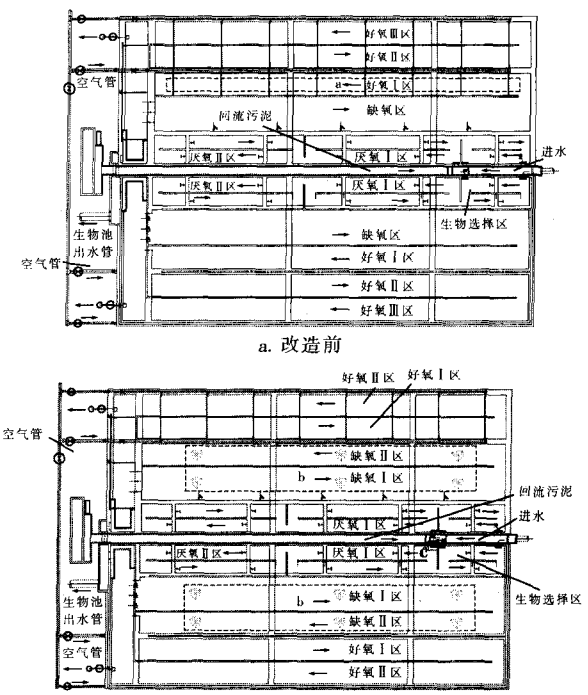

图 2　$A-A^2/O$ 工艺改造示意

Fig. 2　Schematic diagram of $A-A^2O$ process reconstruction

3.2　在缺氧区增设搅拌器

在缺氧区内设 12 台水下搅拌器，使反硝化菌和碳源物质有效接触，充分混合。此外，在生物选择区、厌氧区和缺氧区还装有 60 台水下推进器（见图 2），以保证活性污泥处于悬浮状态，提高反硝化速率。

3.3　多点进水

初沉池出水 10% ~20% 进入生物选择区，50% ~70% 进入厌氧区，20% ~30% 进入缺氧区，三个区的进水比例可以通过闸门调节。停留时间为 20 ~ 30 min，微生物利用 10% ~20% 进水中的有机物作碳源进行反硝化，去除回流污泥带入的硝酸盐，消除硝态氮对厌氧池释磷的不利影响，保证除磷效果（见图 2b 中 C 框）。

该工艺运行简便，各点进水量调节方便。工艺流程见图 3。

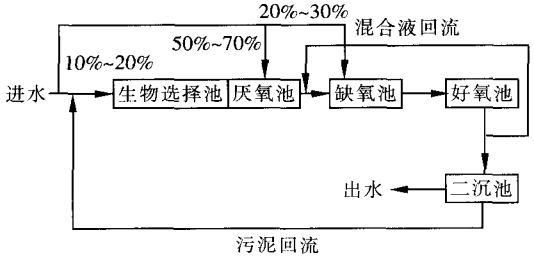

图 3　A - A^2/O 工艺流程

Fig. 3　Flow chart of A - A^2O process

4　三期改造运行效果分析

一年多的定期水质检测结果表明，改进后该污水处理厂出水水质中 TN 浓度大幅降低，主要出水指标均达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB 18918—2002）的一级 A 标准。三期和二期主要进、出水指标对比如表 2 所示。从表 2 可见，对 BOD_5、COD、SS、TP 的去除率均比较高。

综上，采取关闭部分曝气装置、增设水下搅拌器以及多点进水的改进措施对提高生物脱氮过程中的 C/N 值、系统脱氮率起了决定性作用。目前，该区域段长江水质得到明显改善：水质优良率达 100%，其中 90% 以上的水段为Ⅱ类水质，其余水段达到Ⅲ类水质。

表 2　改造前、后出水水质

Tab. 2　Effluent quality before and after reconstruction

污染物	二期		三期	
	出水浓度/（mg · L^{-1}）	去除率/%	出水浓度/（mg · L^{-1}）	去除率/%
COD	≤60	≥80.0	≤50	≥83.3
BOD_5	≤20	≥86.7	≤10	≥93.3
SS	≤20	≥90.9	≤10	≥95.5
TN	≤20	≥42.9	≤15	≥57.1
NH_3 - N	≤8(15)	≥68(40)	≤5(8)	≥80(68)
TP	≤1.5	≥75.0	≤0.5	≥91.7

5　结论与建议

①　在长江流域某污水处理厂的升级改造中，采取了增加缺氧区容积、增设水下推进器的措施，使污泥处于悬浮状态，促进了反硝化作用。

②　多点进水措施是利用废水中的可生物降解的有机物作为反硝化碳源进行反硝化作用，不但规避了增加生物池容积的缺点，又提高了系统的脱氮效率。

③　该污水处理厂三期工程的改造达到了预期目标。出水水质均达到 GB 18918—2002 的一级 A 标准，有效提高了出水水质。解决了低温、低 C/N 值城市污水厂出水水质达标问题，其经验值得推广。

参考文献：

[1]　张自杰，林荣忱，金儒霖. 排水工程[M]. 北京：中国建筑工业出版社，1999.

[2]　任南琪，赵庆良. 水污染控制原理与技术[M]. 北京：清华大学出版社，2007.

E - mail：ellenlei2002@ yahoo. com

收稿日期：2009 - 08 - 25

珍惜水，保护水，实现人与自然和谐共处