

关于污水厂脱氮系统工艺工程节能降耗的研究

侯管兰

乡宁县城污水处理厂 山西临汾 042100

摘要: 本文主要介绍缺氧池工艺运行优化提升的分析和研究。由于进水负荷偏高、碳氮比较低导致污水处理厂出水总氮连续稳定达标性不高,而且会产生较高的碳源药剂费。因此需要进行必要的工艺优化,本次工艺优化重点针对碳源加药精准方式进行研究和探索。论文选取污水厂缺氧池工艺运行参数的稳定性和运行成本的经济性作为研究对象,论证和探索其对缺氧池反硝化环境的稳定性和脱氮运行成本节约空间。

工艺运行优化是将传统人工定量投加碳源方式更换为利用HACH公司提供的DN-RTC反硝化碳源优化自动控制系统单池投加,该系统能够依据缺氧池反硝化进程对碳源的实际需求量进行实时检测和自动反馈,即“按需分配和供给整体”达到污水厂经济运行和节能降耗的目的。

关键词: 反硝化脱氮; 精准加药; 达标稳定

Study on energy saving and consumption reduction in process engineering of nitrogen removal system in sewage plant

Guanlan Hou

Xiangning County urban sewage treatment plant, Linfen, Shanxi 042100

Abstract: This paper mainly introduces the analysis and research on the optimization and upgrading of anaerobic tank process operation. Due to the high influent load and low carbon and nitrogen ratio, the continuous stability of total nitrogen in wastewater treatment plant is not high, and high carbon source pharmaceutical cost will be generated. Therefore, it is necessary to carry out the necessary process optimization, and the process optimization focuses on the research and exploration of the precise method of carbon source dosing. The paper selects the stability of anoxic tank process parameters and the economy of operation cost as the research object to demonstrate and explore the stability of anoxic tank denitrification environment and the saving space of denitrification operation cost.

Process operation optimization is to replace the traditional manual quantitative carbon source dosing with single-pool dosing using DN-RTC denitrification carbon source optimization automatic control system provided by HACH, which can detect and automatically feedback the actual demand of carbon source according to the denitrification process of anoxic pool. That is, "on-demand distribution and supply" as a whole achieve the purpose of economic operation and energy saving and consumption reduction of sewage plants.

Keywords: Denitrification and nitrogen removal; Precise dosing; Standard stability

北京某水厂由于进水碳源相对不足,为保证总氮达标需要人工定时定量投加足量碳源。期间不免会出现反硝化系统脱氮效果不稳定和碳源药剂投加过量现象,从而造成不必要的浪费。为彻底改善缺氧池工艺运行效果,需要通过增加碳源自动投加控制系统,实现精准精细投加,既要保证总氮稳定达标,又要实现药剂节约,从而达到污水厂经济运行和节能降耗的目的。

1 改造前工艺运行现状

污水厂日处理能力3万吨/日,采用改良A²O+超滤膜工

艺,出水执行国家一级A的排放标准。生化池缺氧区长27米,宽24.5米,有效水深5米,有效容积3240m³。生化池共有两个系列,每系列工艺流程顺序为:预缺氧、厌氧、缺氧、好氧区和二沉池,预缺氧池停留时间30分钟,厌氧池停留时间1小时,缺氧池停留时间5.8小时,好氧池停留时间9.6小时,缺氧池反硝化停留时间基本充足。

TN去除主要依靠反硝化细菌在缺氧池将硝酸盐还原为氮气,反硝化过程中对碳源的要求是BOD₅/TN>3~5时,即可认为碳源充足,不用投加碳源;对缺氧池溶解氧的限值要求

是小于0.5mg/L^[1]。在实际运行中发现，进水碳源的投加量多少也会影响到溶解氧。

同时，为保证充分反硝化脱氮效果，污水厂日常运行控制好氧池污泥浓度在5000-6000mg/L，混合液回流比控制在

270%-300%左右；缺氧池DO都维持0.5mg/L以下；出水氨氮基本维持在1mg/L以下，硝化反应进行相对彻底，工艺运行控制相对稳定。

由于进水C/N年平均在2.5-3.2，相对较低，不外加碳源

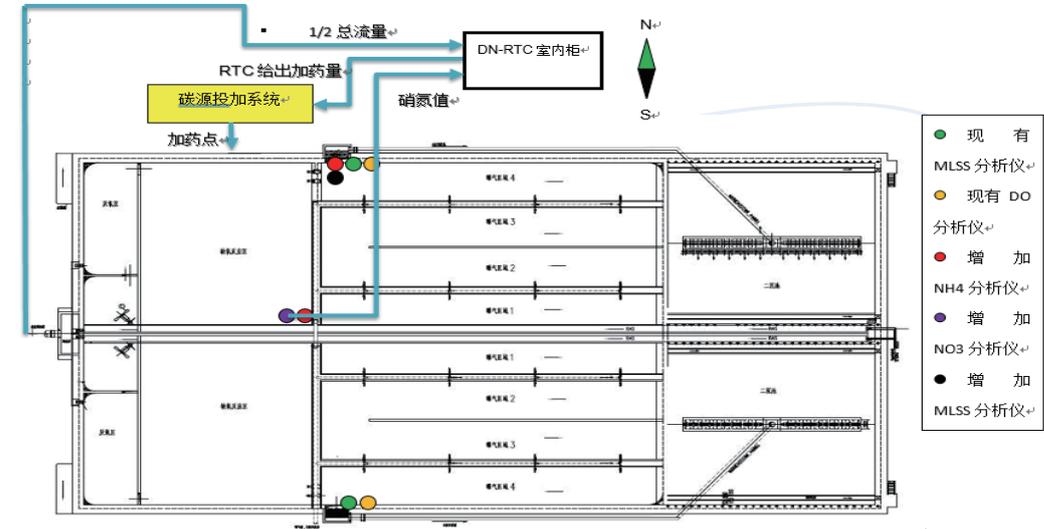


图1 DN-RTC反硝化自动加药系统现场布局图

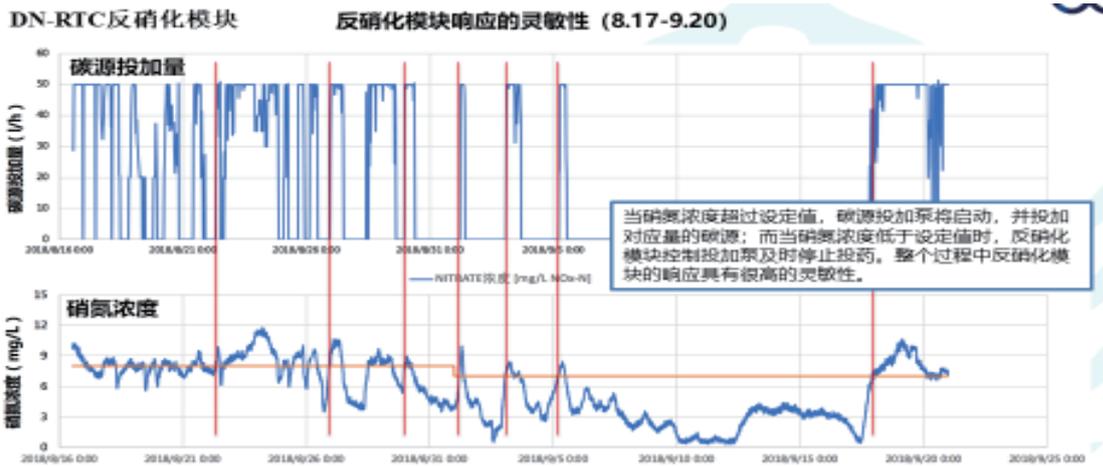


图2 8月17日-9月20日碳源投加量缺氧池末端硝氮氮的曲线

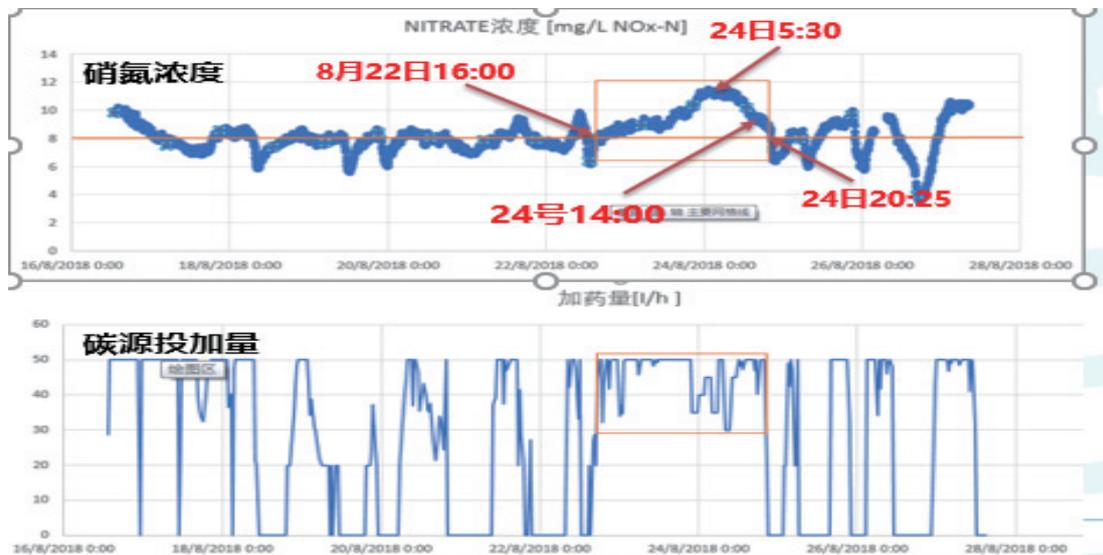


图3 DN-RTC反硝化自动加药系统运行曲线图

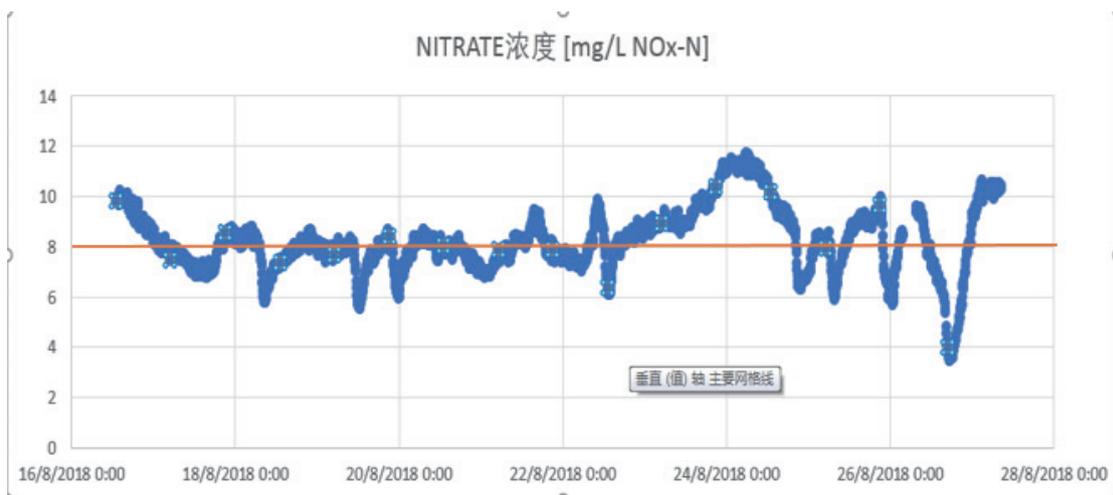


图4 DN-RTC反硝化自动加药系统硝酸盐自动反馈图

出水总氮难以稳定在15mg/L以下。经统计，日平均投加25%的醋酸钠在100mg/L左右，投加量较大。

缺氧池反硝化效果不理想的问题，经查阅相关资料和专业厂家咨询，需要系统性去综合解决，从而全面提升缺氧反硝化系统的高效稳定运行。对缺氧池投加碳源通过自动加药系统，实现精准精细投加，既要保证总氮稳定达标，又要实现节约运行成本。

2 具体实施过程

2.1 精准精细控制碳源投加量，实现总氮低成本稳定达标

(1) 碳源投加量精准精细控制的意义

碳源投加量是一个关键的工艺运行参数和成本考核数据，之前一直采用的是人工恒量投加碳源的方式。然而，由于水厂进水水量、水质有一定波动，恒量投加会时常出现超过或少于实际需求的情况。当碳源投加量不足时，进水或回流的 NO_3^- -N不能被彻底还原，出水存在TN超标风险。当碳源投加过量时，一方面会导致造成药剂浪费，增加运行成本；另一方面过量碳源有使出水COD超标的风险。

因此，优化碳源投加量，提高投加系统的效率，实现碳源投加系统的自动控制对污水处理总氮稳定达标、经济运行具有重要意义。

(2) 碳源精准投加实验过程

具体实施过程主要针对沙河污水厂曝气池实时溶氧控制和缺氧池反硝化碳源投加控制，拟选择北侧处理线（靠近碳源投加系统一侧）作为测试对象，分别将DN-RTC反硝化碳源优化控制系统及N-RTC硝化实时溶氧系统在本项目中测试（系统设备由HACH公司提供）。现场布局具体如图1：

（见图1）

2.1.1 DN-RTC反硝化模块

在外回流量、内回流量固定的条件下，反硝化模块选择控制外加碳源投加量为单一因素。即通过在缺氧池末端安

装在线硝酸盐仪表，并接收处理水量信号、ASM模型中反硝化动力学模块，再考虑外加碳源COD浓度，通过比较缺氧池末端硝酸盐试剂反馈值及目标值的差异，实时计算外加碳源的投加量，并控制碳源投加泵。

2.1.2 系统运行过程分析

系统进行了20天调试后，反硝化模块于8月17日正式开始介入运行。图2中上边显示的是8月17日-9月20日碳源投加泵的投加量曲线；下边显示的是缺氧池末端硝氮氮的曲线，其中橙色的线表示设定值。可以看到，对于下图中超过设定值的硝氮浓度，碳源投加泵都将启动，并投加对应量的碳源，而当硝氮浓度低于设定值时，反硝化模块控制投加泵及时停止投药，整个过程中反硝化模块的响应具有很高的灵敏性。（见图2）

具体以8月22日系统运行情况分析可以看到，见图3：从8月22日16:00起，硝氮数值不断上升，于24日5:30达到最高值，在此期间系统基本维持满量程加药量；随后硝氮数值呈快速回落趋势，此时系统稍微降低了给药量；24日14:00左右硝氮数值再次出现上升趋势，此时系统迅速反应，给出了适当的加药量信号，直至20:25左右，硝氮数值开始低于设定值，此时系统停止给出加药信号。（见图3）

DN-RTC系统提取8月18日-28日RTC的运行数据分析，如图4：（见图4）

可以看到，RTC系统设定的硝氮目标值为8mg/L，在这段时期，RTC所给出的加药信号情况也符合硝氮探头的测定数据。RTC系统根据处理水量、缺氧池出口硝酸盐浓度，并结合内置计算模型和目标设定值，实时计算所需投加的外加碳源，使实际硝酸盐浓度接近于目标值。上述结果表明，DN-RTC系统的运行状况和灵敏度可以满足现场对外加碳源投加量控制的要求。

2.1.3 空白对照数据分析

由于该水厂生化池南、北两侧池体分别运行。在北侧以DN-RTC控制碳源投加，而南侧维持原有人工手动投加方式，经过一个月运行比较南北生化池出水TN的情况。结果如图5、图6：北池通过DN-RTC实时控制碳源投加，确保了出水TN全部达标。而南池由现场生产人员根据经验来定量投加。而当进水TN浓度波动较大（23.5mg/L-42.4mg/L）时，南池的现场工艺人员未能及时或准确作出判断时，则南池会存在出水TN超标情况（8月24日、8月29日和9月20日），当工艺人员发现即将超标或已经超标时，人为将加药量调大却又出现加药量过量情况，人为把控调整药量的幅度难以准确定量。

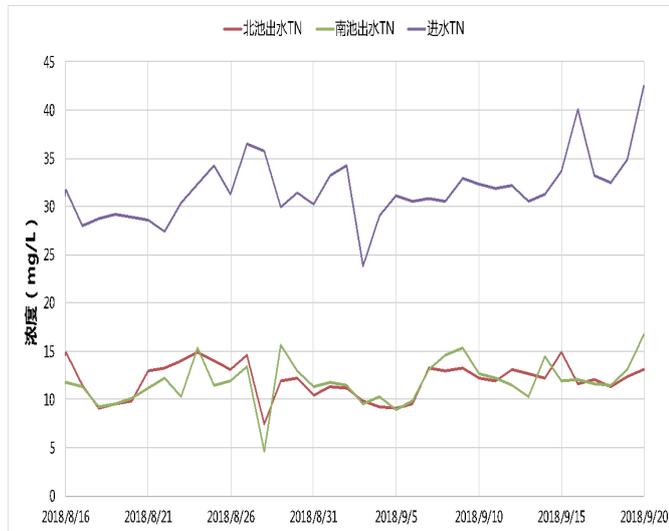


图5 试验期间进水总氮与自动加药系统出水总氮、人工手动加药出水总氮曲线图

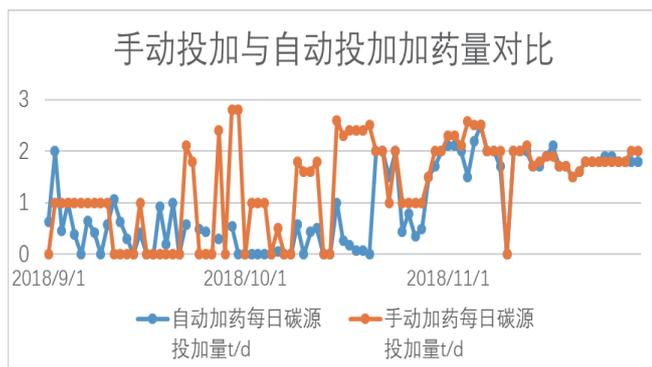


图6 试验期间自动加药系统与人工手动加药量同步对比曲线图

2.1.4 DN-RTC系统运行后加药量对比分析

系统运行期间投加药剂均采用25%的醋酸钠液体，北侧生物池出水TN浓度稳定达标，日均外加碳源投加量0.96t/d，总氮平均值11.9mg/L，数据相对稳定无超标情况；南侧生物池一直按照现场原本手动控制外加碳源投加时，其日均投加量在1.31t/d，总氮平均值为12.4mg/L，存在间歇性存在短期超标情况。

综合估算，DN-RTC系统运行后，从9月1日至11月30日运行三个月内，北池自动投加较南池手动投加节约药剂剂量 $91 \times (1.31 - 0.96) = 31.8$ 吨，节约药剂成本费 $= 31.8 \times 1450 = 4.6$ 万元。在确保TN稳定达标前提下，外加碳源的节约率在26%左右。如遇到进水总氮浓度波动较大情况，DN-RTC系统碳源节约率将更加明显。

DN-RTC系统自运行后，可根据处理水量及硝酸盐反馈浓度，实时调节外加碳源投加量，能够实现实时优化控制总氮，既保证了总氮数据达标稳定，又达到了药剂精细精准投加的目的。

另外，该系统在运行过程中要定期及时标定硝酸盐和氨氮检测仪等仪表数据准确性，从而保证系统自动计算后数据的准确性。同时，如果生化工艺控制过程中回流比和污泥龄、外加碳源浓度等参数已经发生较大变化也需要对系统中相关数据进行重新设定。

结论

针对污水厂缺氧池反硝化效果差的情况，通过将传统人工定量投加碳源方式更换为利用HACH公司提供的DN-RTC反硝化碳源优化控制系统自动单边投加，结合空白对照实验数据对比分析，碳源药剂节约率达26%左右，系统运行稳定，同时污水厂出水总氮达标更加稳定。建议这些工艺优化和节能降耗的经验在其他有需要的污水厂可以推广。

参考文献：

- [1] 张自杰林荣忱金儒霖第四版. 北京；中国建筑工业出版社，2000.
- [2] 朱五星，书锦琼. 城市污水处理厂能量优化策略研究，给水排水，2005，31（12）：31-33.