

污水厂脱氮升级改造与运行

王志辉, 翟敏

(郑州市污水净化有限公司, 河南 郑州 450001)

【摘要】 介绍了马头岗污水处理厂为提高脱氮效率,从影响脱氮的两个主要因素内回流比和碳源着手,对生物池原UCT工艺进行升级改造为前置缺氧 A_2O 工艺,以提高反硝化能力;同时,又对改造后的工艺运行进行优化,以达到TN出水控制在15 mg/L以下。

【关键词】 脱氮; 碳源; 升级改造; 回流比

【中图分类号】 X703 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1003-3467(2010)16-00115-02

随着国家对出水要求的提高,郑州市马头岗污水处理厂的出水总氮提高到一级B标准。从2007年开始,马头岗污水处理厂的进水TN均值为50 mg/L,实际出水控制在15 mg/L以上,冬季总氮在20 mg/L左右,时有达不到20 mg/L以下的情况。根据运营三年的经验分析,原UCT工艺进行升级改造为改良 A_2O 工艺,在工艺运行上优化调配,作为脱氮的保障措施。

1 升级设计原理

马头岗污水处理厂根据升级改造的出水目标要求,结合实际运行出水水质情况,本次升级改造拟增加缺氧段有效池容,充分发挥机动段的缺氧功能,确保出水TN在15 mg/L以下。

生物池设置前置缺氧段,其目的主要是去除回流污泥中的硝酸盐,使厌氧区内的厌氧环境得到保证,从而确保生物除磷效果。内回流中的硝酸盐在厌氧段后设置的缺氧段中进行反硝化,避免过量的硝酸盐进入二沉池,在二沉池内进行反硝化引起污泥上浮,同时回收氧及碱度,节约能量。在前置缺氧段及厌氧段都设有进水点,以保证前置缺氧段反硝化及厌氧段生物除磷所需的碳源,同时在生物反应池的设计中考虑可以根据进水水质、水温的变化采用不同运行方式。当进水碳源不足时,设置有可超越初沉池的旁通管。

1.1 设计方案

根据实际运行进出水水质,本次升级改造工程

通过核算,可在原UCT设计工艺二级处理阶段进一步挖潜,最大限度的将氮、磷等有机物进行降解,减轻深度处理负担,降低化学药剂消耗量。在可研技术方案基础上,设计综合考虑工艺效果、投资、工期等因素进行方案优化。确定升级改造为处理水量为30万t/d的前置缺氧 A_2O 工艺,其生物池工艺流程如下,本次生物池改造具体内容如下:

①在原设计生物池厌氧段中分隔出一部分作为预缺氧段,充分消除外回流液中的硝态氮,加强回流污泥的反硝化效果,为生物除磷提供最佳环境。②厌氧段首端增加进水调节堰,保证生物除磷所需的碳源。③系统增加好氧内回流泵,内回流比最大调整为300%。增加反硝化所需的混合液,增加硝酸盐浓度,充分利用现状反硝化池容,提高反硝化率,确保出水TN达标。充分利用现状缺氧内回流渠实现内回流。④机动段首端增加进水口,补充碳源,增加内回流进口,以利于按不同模式运行。⑤考虑系统按前置缺氧 A_2O 和倒置 A_2O 工艺运行。考虑投资、工期、实施难度等因素,确定本次改造工程维持原机动段、好氧段现状功能不变,机动段搅拌器安装位置不变,不考虑加中隔墙。即在现状生物池中按照生物生长环境不同,将生物池分为四个区。

预缺氧区:在生化处理工艺中,生物除磷是一个重要功能。为了尽可能高的获得生物除磷效率,因此厌氧池内应保持一个严格的厌氧状态,即 $DO \approx 0$, $NO_x \approx 0$ 。为了维持生化处理系统的污泥量,二沉池回流污泥将回流到生物处理厌氧池水端,由于二

沉池回流污泥中含有较高浓度的 NO_3^- , 因此会破坏厌氧池内的厌氧环境, 导致生物除磷效率降低, 为了避免这一不利因素, 确保生物除磷效果, 在优化方案中在厌氧池之前设置预缺氧段, 进行预先反硝化, 将二沉池回流污泥中的 NO_3^- 还原为 N 和 O_2 。

厌氧区: 厌氧区的主要功能在于促使聚磷菌放磷, 从而达到生物除磷。其工作原理是: 在严格的厌氧条件下, 污水中的聚磷菌体内 ATP 进行水解放出 H_3PO_4 和能量, 在后续的好氧生物池内, 聚磷菌营有氧呼吸, 能过量地摄取水中的磷, 形成高磷污泥, 在二沉池排出生化系统, 从而达到生物除磷的效果。

缺氧区: 由于原水氨氮、总氮浓度较高, 达 45 mg/L 和 60 mg/L , 为了达到出水的氨氮、总氮指标, 在保证硝化反应在反应池内比较充分的同时, 需要设置缺氧段进行反硝化, 去除水中硝态氮。但在现状缺氧池容一定的条件下, 可适当提高内回流比, 增加硝酸盐浓度, 提高反硝化速率, 达到脱氮效果。

好氧区: 鼓风机供气, 采用盘式微孔曝气器, 推流式池形。可以在池内形成稳定的好氧菌群; 保证硝化反应速度, 同时可以提高传氧效率, 降低能耗。池中大量繁殖的活性污泥微生物完成降解水中有机污染物、以达到净化水质的目的。

1.2 方案特点

该工艺方案不仅具有高效的有机物、氮、磷去除效率, 操作维修简单, 而且运行费用也较低, 其主要特点如下: ①该方案在充分利用和改造已有处理设施的同时, 新增部分构筑物, 为此改造工程实施时对污水厂正常运行影响较小。②改造后生物池采用改良 A_2O 工艺, 在厌氧段前面增加预缺氧段, 从而避免了传统 A_2O 工艺中回流硝酸盐对厌氧池放磷的影响。回流污泥在预缺氧池内进行反硝化, 去除硝态氧, 再进入厌氧段, 保证了厌氧池的厌氧状态, 强化除磷效果。③由于增加混合液内回流至缺氧段, 缺氧段硝酸盐浓度可提高, 单位池容的反硝化速率相应提高, 反硝化作用能够得到有效保证。④根据不同进水水质, 不同季节情况下, 生物脱氮和生物除磷所需碳源的变化, 调节分配至缺氧段和厌氧段的进水比例, 反硝化作用能够得到有效保证, 系统中的除磷效果也有保证。该系统可按前置缺氧 A_2O 和倒置 A_2O 两种模式运行。⑤本次设计以在尽量保持原有反应池主体不变的基础上进行内部挖潜, 先保证生物硝化及脱 N , 同时考虑生物除磷, 增加辅助化学除磷设施, 以确保出水达标。

1.3 影响反硝化的因素分析及运行对策

影响反硝化的主要因素为内回流比、缺氧区的容积、可利用的碳源、温度等其他包括的 ORP、DO、水质波动、碱度因素, 但根据污水处理厂现运行分析, DO、ORP、温度等都可以满足反硝化的要求。

通过抑制反硝化的因素分析, 在马头岗污水处理厂现有条件下, 温度、缺氧区容积对反硝化的影响较小, 而内回流比、碳源对缺氧区反硝化的影响较大。通过调控 $R = 200\%$ 时, 能提高缺氧区的反硝化量, 碳源与进水总磷和总氮的比例上基本满足要求, 合理分配各个进水口的碳源, 能满足排放的标准。

通过脱氮途径的定量的分析表明, 前置反硝化区也是脱氮的重要途径占脱氮去除的 30% 的贡献, 提前前置反硝化的反硝化能力, 充分利用原水的碳源, 保证总氮达标, 可以缓解缺氧区脱氮的压力, 大大降低缺氧区投加碳源的成本。

①运行中在前置缺氧进水量为 20%。厌氧为 60% ~ 80%, 其余水量进入缺氧段; ②保障总磷不受影响的前提下, 提高内回流比, 控制在 200%; ③控制好系统的溶解氧, 保障出水的 DO 在 2 ~ 4 之间, 以免影响前置反硝化; ④控制好生物池合理的生物池浓度在 2 500 ~ 3 500 mg/L 之间; ⑤控制好生物池碳源, 确保系统满负荷运行, 根据各个季节时期的碳源情况, 合理分配各个进水口的水量。

2 结论

①根据影响 TN 去除的影响主要因素内回流比和碳源分布, 进行升级改造和工艺优化; ②在原 UCT 设计工艺下改造为前置缺氧 A_2O 工艺, 主要是在生物池原厌氧段分离出一个前置缺氧区, 取消缺氧内回流并改为好氧内回流, 提高反硝化能力; ③改造为前置缺氧 A_2O 工艺后, 对工艺运行进行优化, 合理配置系统进水碳源和内回流比, 达到脱氮目的。

参考文献:

- [1] 陈亚松. 改良型 A_2O 工艺的脱氮诊断及调控研究 [M], 2010.
- [2] 张杰, 臧景红, 杨宏, 等. A_2O 工艺的固有缺欠和对策研究 [J]. 给水排水, 2003.
- [3] 朱铁群/编著, 活性污泥法生物学原理 [M]. 西安: 西安地图出版社.
- [4] 王容斌, 李军, 张宁, 等. 污水生物除磷脱氮技术研究进展 [J]. 环境工程.