

·城镇给排水·

九寨沟漳扎污水处理厂一期工程调试与运行

龙腾锐 高绍双 龙向宇 康健 章艳辉 唐然

(重庆大学城市建设与环境工程学院,重庆 400045)

摘要 九寨沟漳扎镇污水处理厂一期工程采用 A^2/O 工艺,设计规模 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。对该厂 A^2/O 工艺在不同条件下的工艺参数进行摸索,找到了适合的运行参数。介绍了工程的调试运行情况,从 2007 年 11~12 月的运行数据来看,出水水质总体上达到了《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准。

关键词 污水处理厂 A^2/O 工艺 污泥回流比 溶解氧 脱氮除磷 调试运行

Commissioning and operation of the first phase project in Jiuzhaigou Zhangzha Wastewater Treatment Plant

Long Tengruì, Gao Shaoshuang, Long Xiangyu, Kang Jian, Zhang Yanhui, Tang Ran

(Faculty of Urban Construction & Environmental Engineering, Chongqing University, Chongqing, 400045, China)

Abstract: The design capacity of the first phase project of Jiuzhaigou Zhangzha Wastewater Treatment Plant (WWTP) is $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$. The bio-treatment technique of Anaerobic-Anoxic-Oxic (A^2/O) was processed for treating wastewater. The appropriate operation parameters were determined by comparing the parameters using A^2/O technique under different operation conditions. The performance data during November and December showed that this treatment reached the first (A) standard of Discharge standard of Pollutants for Municipal wastewater treatment plant (GB 18918—2002).

Keywords: Wastewater treatment plant; A^2/O process; Sludge return ratio; Dissolved oxygen; Removal of nitrogen and phosphorus; Commissioning and operation

1 工程介绍

1.1 工程概况

九寨沟漳扎污水处理厂为国务院节能减排办“节能减排示范工程”,系荷兰政府捐资项目。工程位于四川省九寨沟县阿坝州漳扎镇,设计规模为 $1\text{万 m}^3/\text{d}$,其中一期工程 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。该污水处理厂进水为生活污水,具有进水污染物浓度低、进水流量和浓度波动性大的特点。污水处理厂采用 A^2/O 工艺,其工艺流程见图 1。

1.2 设计水质标准

污水处理厂出水排至白水河,排放标准执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—

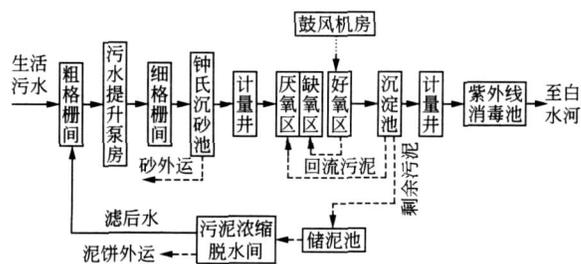


图 1 九寨沟漳扎污水处理厂一期工程工艺流程

2002)一级 B 标准,其设计进出水水质见表 1。

1.3 调试概况

本次对污水处理厂的调试主要是针对一期工程。调试小组首先进行设备检查和空机调试,然后

表 1 污水处理厂设计进出水水质

项目	COD _{Cr} /mg/L	BOD ₅ /mg/L	NH ₃ -N /mg/L	SS /mg/L	TP /mg/L	pH
进水	360	180	35	200	3	6~9
出水	60	20	8	20	1	6~9

进行清水试验以检测各构筑物的安全性,待清水调试无故障后,进入污泥的培养与驯化阶段,最后进行全流程的、较长时间的系统调试^[1]。

2 调试过程

2.1 调试阶段划分

本次调试分为两个时间段:第一时间段为 2007 年 6 月 2 日~7 月 9 日,第二时间段为 2007 年 10 月 21 日~12 月 18 日。在调试初期由于污水处理厂附近没有充足的活性污泥来源,所以采取用生活污水直接培养细菌的方案。具体过程包括间歇培养与连续培养两个阶段。截至 11 月 8 日,污泥混合液的 MLSS 达到 2 352 mg/L, SV 达到 15%,同时出水 COD_{Cr} 平均为 40.6 mg/L, TP 平均为 0.34 mg/L, TN 平均为 9.3 mg/L, NH₃-N 平均为 8.9 mg/L, SS 平均为 15.8 mg/L, 达到设计要求且接近一级 A 标准,标志着污泥培养与驯化过程完成。随后进入正式的调试工作。工况调试过程分为两个阶段:第一阶段为 11 月 8 日~12 月 1 日,确定污染物浓度较高时的较优工况;第二阶段为 12 月 2 日~18 日,确定低水温、低污染物浓度下的污水处理工况,其中每个工况的运行时间为 6 天。调试过程中考虑到了污泥回流比和好氧池出水堰处的溶解氧对出水水质的影响^[2,3]。由于设备原因,在本次调试过程中,可以调节的工艺参数只有 DO 和污泥回流比。

第一阶段调试包括 4 个工况:工况 1,污泥回流比约为 75%,出水堰处的 DO 为 2~4 mg/L;工况 2,污泥回流比约为 115%,出水堰处的 DO 为 2~4 mg/L;工况 3,污泥回流比约为 115%,出水堰处的 DO 为 5~7 mg/L;工况 4,污泥回流比约为 75%,出水堰处的 DO 为 5~7 mg/L。

第二阶段调试包括 3 个工况:工况 5,污泥回流比约为 75%,出水堰处的 DO 为 8~9 mg/L;工况 6,污泥回流比约为 75%,出水堰处的 DO 为 3~5 mg/L;工况 7,污泥回流比约为 75%,出水堰处的 DO 为 0.7~1.3 mg/L。

在整个工况调试过程中,由于储泥池的搅拌器和污泥泵没有安装,污泥处理系统不能运行,处理系统没有进行剩余污泥的排放。

工艺控制参数确定阶段,进水水质变化很大,并且生化池水温迅速降低,对溶解氧和污泥回流比不同水平之间的比较产生一定的影响。12 月 3 日以后,进水 COD_{Cr} 的日平均浓度为 55~90 mg/L,生化池的平均水温不高于 8.5。因此要确定低水温、低污染物条件下的污水处理工况,实现在没有外加热源和碳源的情况下,系统能平稳过冬的目标。该目标要求处理系统不仅对污染物有较好的去除效果,而且活性污泥能保持较好的沉降絮凝性能,并尽可能避免由于负荷过低、曝气过度所引起的污泥解絮,使生化系统的 MLSS 保持在 3 000 mg/L 左右。

2.2 第一阶段工况调试

在第一阶段工况调试过程中,进水水质变化很大。4 种工况下运行的出水水质表明这几种工况对污染物都有较好的去除效果。但污泥回流比过高,并不利于改善出水水质。由图 2~图 4 可看出,回流比约为 115% 时(工况 2 与工况 3),出水 COD_{Cr} 为 (51.4 ± 24) mg/L、BOD₅ 为 (12.2 ± 3.7) mg/L、SS 为 (15.2 ± 8.3) mg/L;回流比约为 75% 时(工况 1 与工况 4),出水 COD_{Cr} 为 (41.6 ± 22.8) mg/L、BOD₅ 为 (10.4 ± 3.5) mg/L、SS 为 (11.7 ± 3.8) mg/L。污泥回流比过高,会导致二沉池表面负荷升高,固液分离效果变差,出水 SS 增大,同时也会引起出水 COD_{Cr} 与 BOD₅ 升高。

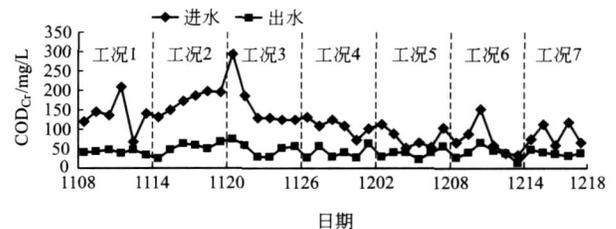


图 2 调试过程中进出水 COD_{Cr} 变化曲线

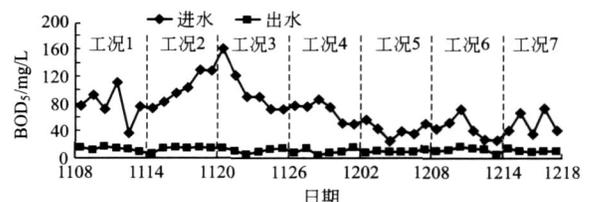


图 3 调试过程中进出水 BOD₅ 变化曲线

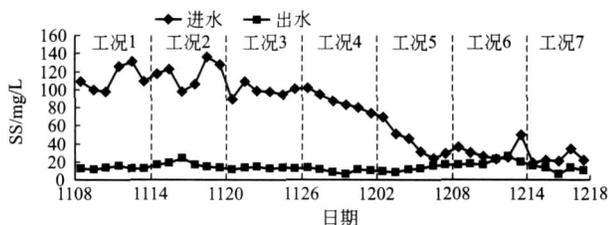


图 4 调试过程中进出水 SS变化曲线

在低温条件且进水中有机物浓度适中时,生化池 DO适度升高 ($DO > 2 \text{ mg/L}$)能改善出水水质^[4]。由图 2~图 4可看出,DO为 2~4 mg/L时(工况 1与工况 2),出水 COD_{Cr} 为 $(47.3 \pm 21.7) \text{ mg/L}$, BOD_5 为 $(12.2 \pm 2.6) \text{ mg/L}$, SS为 $(15.2 \pm 8.3) \text{ mg/L}$; DO为 5~7 mg/L时(工况 3与工况 4),出水 COD_{Cr} 为 $(42.9 \pm 32.5) \text{ mg/L}$, BOD_5 为 $(10.4 \pm 4.5) \text{ mg/L}$, SS为 $(11.6 \pm 2.6) \text{ mg/L}$ 。低温条件下,适当加大曝气量能加大混合液紊动,增大氧的扩散系数,增加液相 DO,从而增强好氧微生物的代谢活性,提高出水水质。DO应足以满足含碳有机物的氧化以及硝化反应的需要,但又不宜过高,以便保证缺氧、厌氧微环境的形成,同时使系统中有机物不致于过度消耗影响反硝化碳源^[5]。

在第一阶段工况调试过程中, NH_3-N 的去除率为 5%~25% (见图 5),表明生物反应系统中的硝化过程没有反应完全,好氧微生物代谢活性较低。这进一步说明适量增大曝气池 DO有利于提高低温条件下微生物对污染物的去除效果。

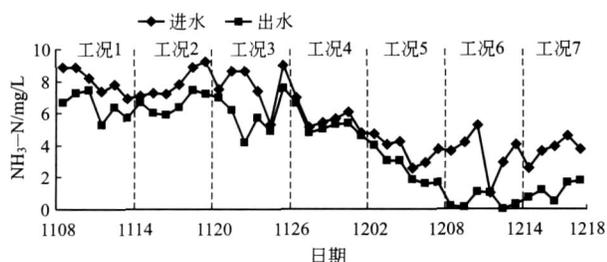


图 5 调试过程中进出水 NH_3-N 变化曲线

对于 TN而言,其去除率为 13%~52% (见图 6)。其中曝气池 DO为 2~4 mg/L时,出水 TN为 $(9.9 \pm 2.2) \text{ mg/L}$,平均去除率为 24.1%;曝气池 DO为 5~7 mg/L时,出水 TN为 $(7.9 \pm 2.1) \text{ mg/L}$,平均去除率为 26.7%。所有工况中,缺氧池的 DO为 0.2~0.5 mg/L,这说明在本阶段的研究过程中,反硝化脱氮

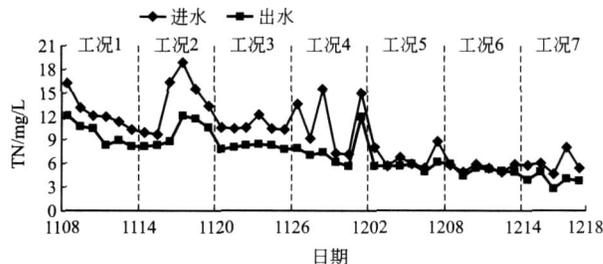


图 6 调试过程中进出水 TN变化曲线

效率与曝气池的硝化效果有一定关系。

出水中 TP含量较低,为 0.15~0.68 mg/L (见图 7)。同时测量了污泥中磷占 MLVSS的百分比,为 2.8%~3.1%,这说明系统中活性污泥对磷的聚集效果较好。由图 8可以看出,12月 2日前,生化系统的污泥浓度逐渐增加,这也能部分解释在不排出剩余污泥的情况下,出水中 TP含量低的原因。

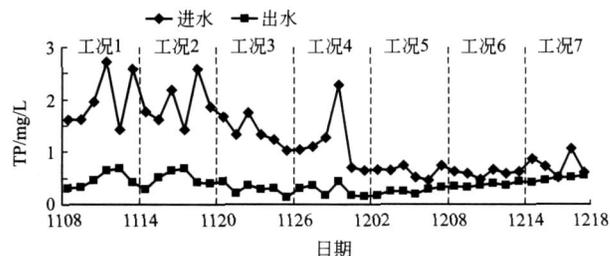


图 7 调试过程中进水 TP变化曲线

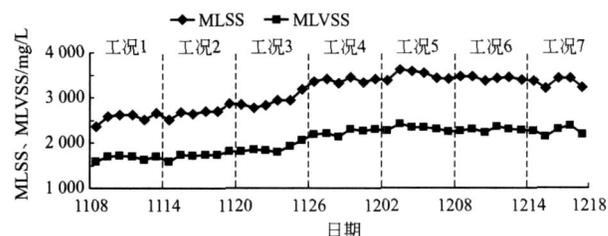


图 8 调试过程中污泥浓度的变化曲线

综上所述,在低温条件下,进水平均 BOD_5 在 90 mg/L时(旅游旺季过渡期),漳扎污水处理厂较优的运行工况:MLSS为 2500~3500 mg/L,污泥回流比控制在 75%左右,曝气池 DO可以控制在较高值。在此工况下运行出水 COD_{Cr} 平均为 40.9 mg/L, BOD_5 平均为 9.8 mg/L, SS平均为 10.6 mg/L, NH_3-N 平均为 5.27 mg/L, TN平均为 7.7 mg/L, TP平均为 0.27 mg/L,出水水质较好,达到了 GB 18918—2002一级 A标准。

2.3 第二阶段工况调试

九寨沟风景旅游区于 12 月开始进入旅游淡季,进水中污染物浓度降低导致曝气池的 DO 突然升高,达到 9 mg/L 左右,同时出水 SS 上升,针对该情况进行了 6 天的观察,即工况 5。此后,通过降低曝气量,将出水堰处的 DO 控制在 3~5 mg/L,即工况 6;然而,出水 SS 继续升高(见图 4),且二沉池细小絮体增多。在工况 7 中,进一步降低曝气量,将出水堰处的 DO 控制在 0.7~1.3 mg/L,取得了良好的效果,有效地控制了污泥解絮的发生。

在该阶段工况调试中,进水 BOD_5 为 $(45.5 \pm 16.7) \text{ mg/L}$,进水流量为 $(2560 \pm 350) \text{ m}^3/\text{d}$,MLVSS 为 $(2305 \pm 113) \text{ mg/L}$,则污泥的平均负荷为 $0.034 \text{ kgBOD}_5 / (\text{kgVSS} \cdot \text{d})$;而第一阶段工况调试中,污泥的平均负荷为 $0.094 \text{ kgBOD}_5 / (\text{kgVSS} \cdot \text{d})$ 。

在低水温(平均水温 8)、极低负荷的生化处理系统中,对氨氮有良好的去除效果。在工况 5 中,氨氮的去除率迅速提高,由 15% 提高到 60%;在工况 6 中,去除率达 70%~100%,出水氨氮的日平均值为 0.45 mg/L ;而工况 7 中,由于曝气池 DO 降低,氨氮去除率为 50%~90%,出水氨氮有所升高,日平均值为 1.16 mg/L 。上述结果说明在这种极端条件下,曝气池 DO 对硝化效果有一定的影响,但污泥负荷是制约低温条件下硝化效果最关键的因素;虽然较高的 DO 有较好的硝化效果,但也会导致絮体自身的氧化,发生污泥解絮现象。

由于进水中有机物浓度的降低,进厂污水 DO 较高(4~8 mg/L),这导致整个第二阶段厌氧池与缺氧池的 DO 升高。在工况 5 与工况 6 中,厌氧池 DO 为 $0.9 \sim 2.5 \text{ mg/L}$,缺氧池 DO 为 $1.2 \sim 3.7 \text{ mg/L}$;在曝气池 DO 极低的工况 7 中,厌氧池与缺氧池 DO 也分别在 $0.6 \sim 1.0 \text{ mg/L}$ 与 $0.5 \sim 0.7 \text{ mg/L}$ 。缺氧池较高的 DO 会导致反硝化效果降低,工况 5 与工况 6 对总氮的去除效果很差,去除率 35%;在工况 7 中,总氮的去除率达到 20%~50%(见图 6)。

在本阶段的工况调试过程中,总磷的去除率由 74% 逐渐降低至 25%,平均为 43%;但出水中的总磷始终低于 0.6 mg/L (见图 7)。这可以从本阶段工况调试过程中污泥浓度没有增长,以及厌氧池较高的 DO 与较低碳源不利于聚磷菌厌氧释磷与好氧吸磷的生物化学反应过程两个方面解释。

综上所述,在低温条件下,进水平均 BOD_5 在 45 mg/L 时(旅游淡季),污水处理厂较优的运行工况:MLSS 为 3200~3500 mg/L,污泥回流比控制在 75% 左右,曝气池 DO 控制在 0.7~1.3 mg/L。在此工况下运行,出水 COD_{Cr} 平均为 39.1 mg/L, BOD_5 平均为 10.78 mg/L,SS 平均为 11.85 mg/L, NH_3-N 平均为 1.16 mg/L,TN 平均为 3.88 mg/L,TP 平均为 0.49 mg/L,出水达到 GB 18918—2002 一级 A 标准。该工况解决了漳扎污水处理厂在没有外加热源和碳源的情况下,系统平稳过冬的难题。

3 结论

(1) 在低水温条件下,污水处理厂进水中有机物浓度较高时(平均 BOD_5 为 90 mg/L 左右),漳扎污水处理厂生化系统较优的运行工况:污泥回流比约为 75%,MLSS 为 2500~3500 mg/L,出水堰处的 DO 大于 2 mg/L。必要时,可加大曝气量,加大搅拌作用并适当提高曝气池 DO,促进微生物在低温情况下的好氧代谢,提高出水水质。

(2) 在低水温条件下,污水处理厂进水中有机物浓度较低时(平均 BOD_5 为 45 mg/L 左右),漳扎污水处理厂生化系统较优的运行工况:污泥回流比约为 75%,MLSS 为 3200~3500 mg/L,曝气池 DO 为 0.7~1.3 mg/L。在此工况下运行时,污水中有机物、氮磷都有较高的去除率,并能成功避免污泥解絮的发生,使系统中的微生物平稳过冬。

参考文献

- 1 周克钊. 深圳市罗芳污水处理厂二期工程调试. 给水排水, 2003, 29(4): 1~6
- 2 郝红元. A^2/O 工艺影响因素的研究. 给水排水, 2003, 29(4): 12~14
- 3 李激. A^2/O 工艺污水处理运行与调试效果的研讨. 江苏环境科技, 1998, (4): 24~27
- 4 刘玉生. A/O 和 A^2/O 法除磷脱氮工艺影响因素及除磷动力学的研究. 环境科学研究, 1992, 5(2): 59~63
- 5 朱晓君, 周增炎, 高廷耀. 低氧活性污泥法脱氮除磷工艺生产性研究. 中国给水排水, 1997, 13(S1): 12~15

&通讯处: 400045 重庆大学 B 区三舍 606

E-mail: gao-shao-shuang@163.com

收稿日期: 2008-06-20