

某县城污水处理厂提标改造实践

尹小斌

(南昌市城市规划设计研究总院, 江西 南昌 330038)

摘要: 某县城污水处理厂提标改造采用氧化沟+高效沉淀池+V型滤池+次氯酸钠接触消毒的污水处理工艺,将出水水质由《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级B标准提高到一级A标准。采用高压板框压滤机及配套的调理系统将污泥含水率降至60%以下。根据实际进水水质将氧化沟的运行参数在设计的基础上进行了调整,取得了良好效果。

关键词: 中小型污水处理厂; 提标改造; 污泥脱水; 调试运行

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)22-0087-04

Upgrading and Reconstruction Practice of a County Sewage Treatment Plant

YIN Xiao-bin

(Nanchang Urban Planning & Design Institute, Nanchang 330038, China)

Abstract: To meet the rising requirements from the first level B criteria to the first level A criteria of *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002), a county sewage treatment plant adopts the process of oxidation ditch, Densadeg, V filter tank, and sodium hypochlorite contact disinfection for upgrading reconstruction. The sludge moisture content was reduced to less than 60% by the high pressure plate frame filter press and the supporting conditioning system. The operating parameters of oxidation ditch were adjusted according to the status of influent quality, and good results were obtained.

Key words: small and medium-sized sewage treatment plant; upgrading and reconstruction; sludge dewatering; commissioning operation

根据国务院发布的《水污染防治行动计划》和江西省发布的《江西省水污染防治工作方案》,鄱阳湖周边污水处理设施执行一级A排放标准。因此,江西省某县污水处理厂排放标准应由一级B提升至一级A。在城镇中小型污水处理厂的提标改造中,主要的深度处理工艺有两种:一种是微絮凝过滤,一种是混凝/沉淀/过滤,在处理效果以及耐进水水质波动方面,混凝/沉淀/过滤工艺均优于微絮凝过滤工艺。苏州某规模为 $4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的污水处理厂^[1]和湖北省某 $2.6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 污水处理厂^[2]提标改造采用混凝/沉淀/过滤工艺,均取得了良好效果。

1 工程现状

江西省某县污水处理厂于2008年动工,2009

年开始投入运行,设计规模为 $3.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,分为两个 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 处理系列,设计出水水质满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级B标准。

现状工艺流程见图1。城市污水经管网自流入粗格栅渠,去除较大的悬浮物后再自流入提升泵房,然后经泵提升至细格栅渠,再经沉砂池处理后进入氧化沟处理系统,在去除有机物的同时,达到脱氮除磷的目的;然后污水进入后续的辐流式沉淀池进行泥水分离,沉淀池出水经过紫外线消毒达到一级B标准后排放。辐流式沉淀池的污泥一部分排至污泥匀质池,另一部分回流至氧化沟处理系统,剩余污泥最后由螺杆泵抽至脱水机脱水后外运处理。

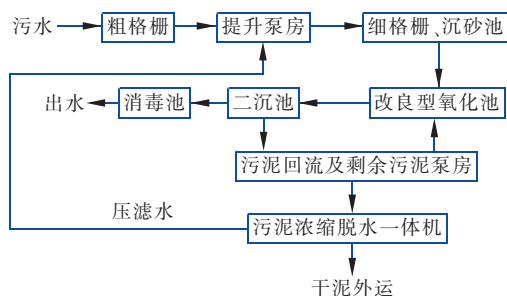


图1 污水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of sewage treatment process

2 改造目标

该污水处理厂的改造目标包括两个方面:将出水水质由一级 B 标准提升为一级 A 标准;出厂污泥含水率由 80% 以下降至 60% 以下。设计进、出水水质见表 1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

项 目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
设计进水水质	200	100	200	30	25	3
现状出水水质	60	20	20	8	20	1
提标改造出水水质	50	10	10	5	15	0.5

mg · L⁻¹

3 提标改造方案

根据深度处理出水水质要求,选择二级出水 + 混凝沉淀 + 过滤 + 消毒为推荐工艺方案,同时考虑到已有的氧化沟原设计处理能力满足出水一级 B 要求,需要根据一级 A 的出水要求对其进行校核和改造。

3.1 氧化沟改造

采用设计进水水质复核原设计氧化沟,原设计 2 座氧化沟,每座氧化沟厌氧区停留时间为 1.5 h,有效容积为 168 m³,缺氧区停留时间为 1.7 h,有效容积为 1 062 m³,好氧区停留时间为 9.0 h,有效容积为 5 625 m³。经复核,要满足一级 A 出水水质要求,缺氧区要求停留时间为 2.6 h,有效容积为 1 647 m³,好氧区停留时间为 6.5 h,有效容积为 4 050 m³,即原设计氧化沟缺氧区和好氧区的总容积能够满足要求,需要对设备进行适当改造,按设计要求调整缺氧区和好氧区的容积(见图 2),即可满足出水一级 A 水质要求。

改造后的氧化沟好氧污泥负荷为 0.06 kgBOD₅/(kgMLSS · d);污泥回流比为 100%,MLSS 为 4 000 mg/L,回流污泥浓度为 8 000 mg/L,好氧池

设计污泥龄为 15.2 d,总停留时间为 13.2 h,预混合池停留时间为 16 min,单座有效容积为 168 m³,厌氧区停留时间为 1.6 h,单座有效容积为 1 006 m³,缺氧区停留时间为 2.9 h,单座有效容积为 1 816 m³,好氧区停留时间为 8.6 h,单座有效容积为 5 409 m³,最大供气总量为 43 m³/min。

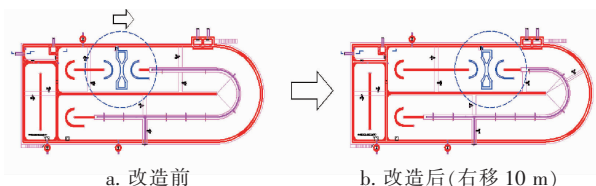


图2 氧化沟改造示意

Fig.2 Plane layout of oxidation ditch reconstruction

3.2 混凝沉淀

由于高效沉淀池具有表面负荷高、占地面积小、排泥浓度高、对原水水质波动不敏感、出水悬浮物含量低等优点,结合该县污水处理厂预留用地较小的实际情况,因此混凝沉淀采用高效沉淀池,并与中途提升泵房合建(见图 3)。

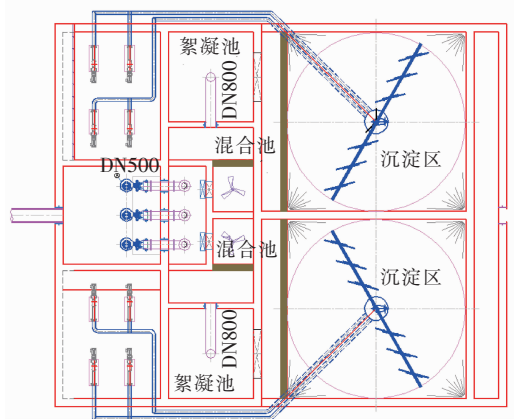


图3 高效沉淀池平面布置

Fig.3 Plane layout of Densadeg

高效沉淀池主要包括混合池、絮凝池和斜管沉淀池三部分,各分为 2 组,其中混合池每组平面尺寸为 2.8 m × 2.5 m,有效水深为 4.65 m,混合时间为 130 s。每组混合池配 1 台立式搅拌器,搅拌器直径为 1.0 m,功率为 4 kW。絮凝池每组平面尺寸为 5.5 m × 5.2 m,有效水深为 6.50 m,絮凝时间为 12.3 min。每组絮凝池配 1 台立式搅拌器,搅拌器直径为 2.0 m,功率为 5.5 kW。斜管沉淀池每组平面尺寸为 11 m × 11 m。沉淀池上层为斜管沉淀区,下层为污泥浓缩区。沉淀池设计表面负荷为 11.5

$\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。沉淀池有效水深为 6.4 m。每组沉淀池配套 1 台刮泥机、2 台污泥回流泵和 2 台剩余污泥泵,均为 1 用 1 备。污泥泵放置于提升泵房两侧。刮泥机直径为 11.0 m,功率为 0.75 kW。污泥回流泵 $Q=40 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=120 \text{ kPa}$, $N=4.0 \text{ kW}$, 剩余污泥泵 $Q=25 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=100 \text{ kPa}$, $N=2.2 \text{ kW}$ 。

化学除磷药剂为碱式氯化铝(PAC),采用同步沉淀,将药剂投加于高效沉淀池的混合区。

3.3 过滤

V 型滤池过滤精度高,出水水质好,虽然构造复杂,设备量大,但出水水质稳定,抗冲击负荷能力强。该县污水处理厂管理单位已运行多座 V 型滤池,经验丰富,因此,该工程采用 V 型滤池。

主要设计参数:设计滤速为 8.0 m/h,强制滤速为 10 m/h;第一步气冲强度为 $15 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,气冲时间为 2 min;第二步气水同时反冲,气洗强度为 $15 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,水洗强度为 $2.8 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,气水反冲时间为 5 min;第三步水冲强度为 $5.6 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,单独水冲时间为 5 min,冲洗时间共计 12 min;冲洗过程中进行表面扫洗,表面扫洗强度为 $2.1 \text{ L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$,冲洗时间为 12 min,冲洗周期为 24 h;滤池工作时间为 23.8 h。

3.4 尾水消毒方案

该县污水处理厂现状采用紫外线消毒,但由于紫外线消毒工艺易受出水 TSS 影响,且存在病菌假死的现象,难以确保出水水质稳定满足一级 A 要求,因此改为更安全稳定的次氯酸钠消毒,用于出水消毒和防止高效沉淀池藻类生长。

次氯酸钠(有效氯)投加浓度为 5%,最大投加量为 10 mg/L ,处理规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,则次氯酸钠(有效氯)需求量为 435 kg/d,对应 5% 次氯酸钠溶液为 $8.7 \text{ m}^3/\text{d}$ 。次氯酸钠溶液按 7 d 储量设计,设 4 个储罐,单个有效容积为 15 m^3 。

3.5 污泥脱水改造

深度脱水的关键是采用化学药剂或物理的综合方法对污泥颗粒进行表面改性,使其颗粒表面的水和毛细孔道中的束缚水成为自由水,通过高压深度压滤脱水机压滤析出,经处理后污泥含水率降到 60% 以下,质量好的压滤设备甚至可降至 40%。污泥深度脱水设备采用高压板框压滤机。

在利用现状污泥脱水车间基础上,拆除现有的污泥池、储泥池、清水池后,原地新建 2 座调理池,一

套调质系统及干泥储泥斗。在现状污泥脱水车间南侧新建 2 座储泥池。

4 调试运行

提标改造工程完工后,按设计参数运行污泥脱水能满足设计目标,但在运行初期出水总氮、总磷超标。根据现场调查和分析,主要原因有以下 3 个:

① 进水 TN 为 22 ~ 27 mg/L、TP 为 2.2 ~ 2.7 mg/L、COD 为 85 ~ 99 mg/L,与设计进水水质相比,COD 浓度不仅绝对值低,而且 COD/TN、COD/TP 都大大低于设计进水的比值。该县污水收集管网尚不完善,许多化粪池和旱厕的污水没有收集,但是由于采取了截流式合流制,餐饮和洗涤的污水在晴天基本都收集到污水处理厂,同时,由于管网渗透等,大量清水也进入了污水收集管网。目前该县正在进行污水管网改造,改造完成后预期污水处理厂进水浓度可以接近设计值,但是现状 COD/TN 和 COD/TP 都大大低于设计进水的比值,造成氧化沟生物脱氮和除磷所需的碳源不足,对氮磷的去除效果较差。

② 新改造的鼓风机按设计工况选配,且采购的鼓风机在同等功率的情况下风量更大,造成的后果是本已不足的碳源被好氧段过多地氧化,同时,由于氧化沟内总体氧气浓度相对过高,相当于缺氧区的容积实际上缩小了,造成脱氮效果下降。

③ 由于氧化沟的污泥浓度采用设计 MLSS 值 (4000 mg/L),而进水水质浓度小于设计水质浓度,因此造成实际的污泥龄超过了设计污泥龄,除磷效果下降。

根据上述分析,分别采取补充碳源、降低鼓风量和降低氧化沟污泥浓度三个措施,为降低运营成本,采用酿酒厂的酒糟作为碳源补充;同时经过调试发现,氧化沟污泥浓度降至 2500 mg/L 以及鼓风量降低至设计的 2/3 左右时,出水水质能稳定地满足一级 A 标准。在运行稳定期污水处理量约为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,进、出水水质见表 2。

表 2 改造后稳定运行期进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality after upgrading
 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项 目	COD	SS	TN	$\text{NH}_3 - \text{N}$	TP
设计进水	85 ~ 99	210 ~ 250	22 ~ 27	19 ~ 23	2.2 ~ 2.7
实际出水	35 ~ 43	6 ~ 9	11 ~ 13	3.7 ~ 4.6	0.35 ~ 0.43

5 结语

某县城污水处理厂采用改造氧化沟 + 高效沉淀

池 + V 型滤池 + 次氯酸钠接触消毒的污水处理工艺能够满足出水水质由一级 B 提升到一级 A 的要求,采用高压板框压滤机也能实现污泥含水率在 60% 以下的目标,但是实际的运行参数要结合进水水质变化情况作相应调整,可重点关注碳源、曝气量和氧化沟污泥浓度等三个指标。

参考文献:

- [1] 冯佳. 苏州市某污水厂的提标改造与运行管理[J]. 广东化工, 2018, 45(8): 201 - 202.
Feng Jia. Retrofit and operation management of a wastewater treatment plant in Suzhou [J]. Guangdong Chemical Industry, 2018, 45(8): 201 - 202 (in Chinese).
- [2] 吴振国, 孙永军. 污水处理厂提标改造工程设计实例[J]. 净水技术, 2019, 38(1): 93 - 97.
Wu Zhenguo, Sun Yongjun. Design case of upgrading and reconstruction project of a wastewater treatment plant [J]. Water Purification Technology, 2019, 38(1): 93 - 97 (in

Chinese).



作者简介:尹小斌(1985 -),男,江西吉水人,本科,高级工程师,注册公用设备工程师(给水排水),注册环保工程师,从事市政给排水设计及研究工作。

E-mail: 343768671@qq.com

收稿日期: 2019 - 02 - 19

(上接第 86 页)

- 水电技术, 2012, 43(8): 5 - 8.
Dong Wenyi, Luo Ya, Liu Tongzhou, *et al.* Discussion on disposal technology of river contaminated sediment—Application to comprehensive improvement project of main-stream of Longganghe River [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2012, 43(8): 5 - 8 (in Chinese).
- [2] 余光伟, 雷恒毅, 刘广立, 等. 重污染感潮河道底泥释放特征及其控制技术研究[J]. 环境科学学报, 2007, 27(9): 1476 - 1484.
Yu Guangwei, Lei Hengyi, Liu Guangli, *et al.* Research on the characteristics of sediment release in a heavily polluted tidal river and control technologies [J]. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(9): 1476 - 1484 (in Chinese).
- [3] 赵杭美, 由文辉, 罗扬, 等. 滨岸缓冲带在河道生态修复中的应用研究[J]. 环境科学与技术, 2008(4): 116 - 122.
Zhao Hangmei, You Wenhui, Luo Yang, *et al.* Building riparian buffer for ecological restoration of river banks

[J]. Environmental Science and Technology, 2008(4): 116 - 122 (in Chinese).



作者简介:黄伟(1987 -),男,山东菏泽人,硕士,工程师,主要从事水环境综合治理和给排水设计工作。

E-mail: huangzhiwei3836@126.com

收稿日期: 2019 - 04 - 11