

成都市某污水处理厂准IV类水提标改造工程实践

魏 亮 刘春梅

四川天润德环境工程有限公司 四川 成都 610046

摘 要: 成都市某污水处理厂主体工艺采用改良A²/O生化池+混凝沉淀池,原出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。为使出水水质达到《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》DB51/2311-2016表1标准,在原有“预处理+生化处理”基础上,针对深度脱氮除磷和去除难生物降解有机物的需求,提出了“后置硝化反硝化池+混凝沉淀池+活性焦吸附塔+砂滤池”的深度处理工艺路线。

关键词: 污水处理;提标改造;准IV类水

Practice of quasi-Class IV water upgrading project of a sewage treatment plant in Chengdu

Wei Liang, Liu Chunmei

Sichuan Tianrunde Environmental Engineering Co., Ltd., Chengdu, Sichuan 610046

Abstract: The main process of A sewage treatment plant in Chengdu adopts improved A²/O biochemical tank + coagulation and sedimentation tank, and the original effluent quality complies with the first-level A standard of the Pollutant Discharge Standards for Urban Sewage Treatment Plants (GB 18918-2002). In order to make the effluent quality meet the discharge standards of Water Pollutants in Minjiang River and Tuojiang River of Sichuan Province DB51/2311-2016, Table 1, based on the original "pretreatment + biochemical treatment", the advanced treatment process route of "post-nitrification and denitrification tank + coagulation sedimentation tank + active coke adsorption tower + sand filter" was proposed to meet the needs of deep nitrogen and phosphorus removal and removal of difficult biodegradable organic matter.

Key words: sewage treatment; Upgrading the standard; Quasi-class IV water

随着城市水环境综合治理要求的不断提升,污水处理厂作为水污染治理的最后屏障,其排放标准亦日趋严格^[1-4]。为进一步改善岷江、沱江流域水环境质量,维护水生态平衡,推动区域高质量发展,2016年12月20日四川省发布了《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》,并于2017年1月1日正式实施。

1 工程概况

1.1 原工艺流程及进、出水水质

该污水处理厂设计处理规模为5万m³/d,出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。主要处理对象为城市生活污水,污水处理主要工艺:粗格栅及提升泵房+细格栅及曝气沉砂池+改良A²/O生化池+混凝沉淀池;污泥处理主要工艺:带式脱水机+外运集中处置。污水处理厂原设计进、出水水质如表1所示。

根据当地环保要求,限期于2019年底前完成提标改造,出水执行《四川省岷江、沱江流域水污染物排放标准》DB51/2311-2016表1标准(以下简称“准IV类标准”)。

表1 原设计进、出水水质

项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
进水水质 (mg/L)	350	180	280	45	35	6
出水水质 (mg/L)	50	10	10	15	5(8)	0.5

1.2 污水处理厂运行存在的问题

对污水厂近年的运行情况分析,污水厂虽能满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准,但在出水标准提高到地表水准IV类标准后,原有污水厂主要存在以下几个问题:

(1)鼓风机曝气量和风压小,实际汽水比为3.89,不能充分去除有机物和氨氮,影响处理效果。

(2)改良A²/O生化池出水氨氮和总氮虽能满足《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB18918-2002)一级A标准,但不能满足准IV类标准。

1.3 提标改造工程主要特点

(1)出水标准要求高

本工程对原污水处理厂提标改造，出水需满足地表水Ⅳ类标准，脱氮除磷要求较高。

(2) 用地面积紧张

原设计未预留污水处理厂提标改造用地，改扩建工程建设用地十分紧张。

(3) 改造不能影响原生产线运行

需要保证现有处理构筑物的尽可能连续运行，提标改造允许时间短的要求。先修建新的处理生产线，合理组织施工。

2 提标改造方案及设计

2.1 提标改造进、出水水质

该污水厂提标改造工程出水主要水质指标达到地表水Ⅳ类标准（总氮除外），设计进、出水水质及去除率如表2所示。

表2 提标改造设计进、出水水质

项目	COD	BOD ₅	SS	TN	NH ₃ -N	TP
进水水质 (mg/L)	350	180	280	45	35	6
出水水质 (mg/L)	30	6	10	10	1.5(3)	0.3
去除率/%	≥91.43	≥96.67	≥96.43	≥77.78	≥95.7	≥95

2.2 提标改造工艺流程

提标改造工艺流程见图1。

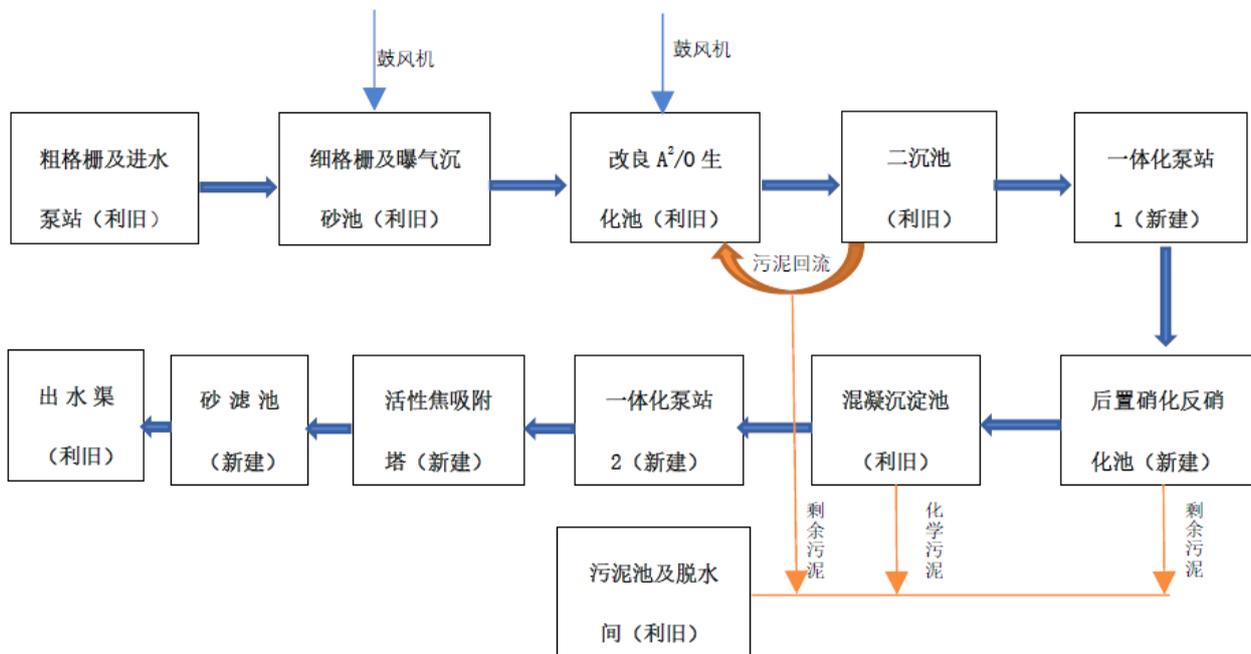


图1

2.3 提标改造工艺设计

提标改造中新建构筑物主要包括一体化泵站1、后置硝化反硝化池、一体化泵站2、活性焦吸附塔、砂滤池、鼓风机房。

2.3.1 一体化泵站1

主要功能：为后续深度处理后置硝化反硝化池等提供足够水头。设计规模6.0万m³/d，QP = 2083.3m³/h，K_z = 1.2，Q_{max} = 2500m³/h。

主要设备：设置3台水泵，Q = 1250m³/h，H = 14m，N = 75KW。运行方式：2用1备，该泵站由PLC自动控制水泵启停。

2.3.2 后置硝化反硝化池

主要功能：投加轻质生物膜填料，采用生物脱氮，使氨氮从5mg/L降到1.5mg/L，总氮从15mg/L降到10mg/L。

1) 配水池

主要功能：使进入一体化硝化池的污水流量均匀。设计

处理规模：Q = 5万m³/d，K_z = 1.2。

主要设备：配水池，1套，分6格，采用水平堰均分，尺寸6.0m×3.0m×2.5m，钢结构防腐。

2) 后置硝化池

主要功能：进一步生物膜硝化去除氨氮。设计处理规模：Q = 5万m³/d，K_z = 1.2。分3座6组，每组处理量Q = 8333m³/d。单组池体参数：有效容积274m³，停留时间0.8h，填料填充率70%，生物膜填料有效比表面积800m²/m³。

主要设备：后置好氧池，3座，单座尺寸：18.0m×7.1m×4.8m，钢结构防腐。配套鼓风机4台，采用罗茨鼓风机Q = 17m³/min，H = 6m，N = 30Kw，3用1备。

3) 碳源混合池

主要功能：加入乙酸钠，使碳源与污水充分混合，并均匀配水至一体化反硝化池。设计处理规模：Q = 5万m³/d，K_z = 1.2。分3组，每组处理量Q = 16667m³/d。单组池体参数：有效容积56m³，混合时间4.8min

主要设备: 碳源混合池, 3套, 单套尺寸: 4.2m×3.6m×4.8m, 钢结构防腐。

4)后置反硝化池

主要功能: 生物膜反硝化去除总氮。设计处理规模: $Q = 5\text{万m}^3/\text{d}$, $K_z = 1.2$ 。分18组, 每组处理量 $Q = 2778\text{m}^3/\text{d}$ 。单组池体参数: 有效容积 115m^3 , 有效水深3.2m, 停留时间1.0h, 填料填充率70%, 生物膜填料有效比表面积 $800\text{m}^2/\text{m}^3$ 。

主要设备: 后置反硝化池, 18套, 单套尺寸: $12.0\text{m} \times 6.3\text{m} \times 3.5\text{m}$, 钢结构防腐

2.3.3 一体化泵站2

主要功能: 为后续活性焦吸附塔提供足够水头。设计处理规模 $6.0\text{万m}^3/\text{d}$, $Q_{\text{avi}} = 2083.3\text{m}^3/\text{h}$, $K_z = 1.2$, $Q_{\text{max}} = 2500\text{m}^3/\text{h}$ 。

主要设备: 3台泵, $Q = 1250\text{m}^3/\text{h}$, $H = 16\text{m}$, $N = 75\text{KW}$ 。运行方式: 2用1备, 该泵站由PLC自动控制水泵启停。

2.3.4 活性焦吸附塔

主要功能: 去除水中的残余 COD_{Cr} 、 BOD 、 SS 。设计处理规模: $Q = 5\text{万m}^3/\text{d}$, $K_z = 1.2$ 。

主要设备: 分为6组, 每组10个, 全部60个。单体设备尺寸: $\Phi 3\text{m} \times 8\text{m}$ 。设计滤速 $V = 5\text{m}/\text{h}$, 最大滤速 $V = 6\text{m}/\text{h}$, 滤料粒径 $2 \sim 8\text{mm}$, 不均匀系数小于1.3。单体最大处理能力: $1000\text{m}^3/\text{d}$ 。

2.3.5 砂滤池

主要功能: 通过过滤、截留活性焦吸附塔中翻焦过程中, 出水带出的少量粉末活性焦。同时进一步去除水中 BOD 、 COD 和 TP 保障水质达标。

主要设备: 设置5座, 每座尺寸为 $3.20 \times 16.00 \times 2.95\text{m}$, 每座分成5格, 每格处理水量为 $83\text{m}^3/\text{h}$, 尺寸 $3.20 \times 3.20 \times 2.95\text{m}$ 。滤池设计过滤速度为 $8.14\text{m}/\text{h}$, 总过滤面积 256m^2 , 强制滤速为 $10.2\text{m}/\text{h}$ 。滤池滤料采用单层均质石英砂滤料, 厚度为 0.45m , 有效粒径为 $2 \sim 4\text{mm}$; 承托层厚度为 0.15m , 采用粒径为 $4 \sim 6\text{mm}$ 的粗砂。

2.3.6 鼓风机房

由于原生化池供气鼓风机风量不足, 气水比仅为 $3.8:1$, 无法满足生物硝化脱氮要求。且设备已经老旧, 效率低下, 拟本次工程更换此4台鼓风机。

主要功能: 为原有生化池供气; 为后置反硝化池提供气冲空气; 为砂滤池提供气冲空气。

主要设备: 新增后置硝化反硝化池鼓风机4台, 采用罗茨鼓风机 $Q = 17\text{m}^3/\text{min}$, $P = 6\text{m}$, $N = 30\text{KW}$, 3用1备; 替换

原有生化池曝气鼓风机, 改为3台, 采用空悬浮鼓风机 $Q = 110\text{m}^3/\text{min}$, $P = 7.5\text{m}$, $N = 220\text{KW}$, 2用1备; 砂滤反洗风机, $Q = 5.25\text{m}^3/\text{h}$, $P = 3\text{m}$, $N = 7.5\text{kw}$, 1用1备;

3 提标改造运行效果

根据改造后2021年运行数据分析, 出水 COD 为 $10 \sim 12\text{mg}/\text{L}$, 平均值为 $11\text{mg}/\text{L}$; 出水 BOD_5 为 $0.82 \sim 2.17\text{mg}/\text{L}$, 平均值为 $1.61\text{mg}/\text{L}$; 出水 $\text{NH}_3\text{-N}$ 为 $0.017 \sim 0.12\text{mg}/\text{L}$, 平均值为 $0.042\text{mg}/\text{L}$; 出水 SS 平均值为 $4\text{mg}/\text{L}$; 出水 T-N 为 $5.73 \sim 8.23\text{mg}/\text{L}$, 平均值为 $7.3\text{mg}/\text{L}$; 出水 TP 为 $0.05 \sim 0.1\text{mg}/\text{L}$, 平均值为 $0.071\text{mg}/\text{L}$, 各指标出水稳定达到地表水准四类水标准。

其中, 预处理及二级生物处理工艺对 COD 、 TN 、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 的去除率分别为 94.6% 、 72.9% 、 98.1% 、 80.0% ; 后置反硝化池对 TN 平均消减量为 $4\text{mg}/\text{L}$, 对 TN 总去除率的贡献为 11.7% ; 活性焦工艺对 COD 平均消减量为 $10\text{mg}/\text{L}$, 对 COD 总去除率的贡献为 2.6% ; 活性焦工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 有一定的去除率。

结论

1. 本提标改造工程难点在于深度脱氮除磷和难生物降解有机物的去除。

2. 对原有生化池曝气鼓风机更换后, 提高了原生化池有机物和氨氮去除率。

3. 后置反硝化池对 TN 平均消减量为 $4\text{mg}/\text{L}$, 对 TN 总去除率的贡献为 11.7% ; 活性焦工艺对 COD 平均消减量为 $10\text{mg}/\text{L}$, 对 COD 总去除率的贡献为 2.6% ; 活性焦工艺对 $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 TP 有协同去除作用。

4. 本工程投入运行以来, 出水水质均满足地表水准IV类标准, 各处理设施运行状态良好。

5. 深度处理段采用后置硝化反硝化池+混凝沉淀池+活性焦吸附塔+砂滤池的工艺路线, 适用于污水厂从一级A提标至准四类水标准, 可推广应用。

参考文献

[1] 周爱军, 王晓敏, 梅荣武. 浙江标准下的城镇污水处理厂提标改造工艺研究[J]. 环境污染与防治, 2021, 43(10): 1316-1320

[2] 田亚军, 彭贵龙, 王海源, 等. 鄂尔多斯某污水处理厂提标改造工程实践[J]. 中国给水排水, 2020, 36(6): 107-111.

[3] 张饮江, 彭群洲, 李博炎, 宋盈颖, 张雨婷. 上海地区新城镇污水处理厂提标改造研究进展[J]. 环境污染与防治, 2015, 37(04): 111.

[4] 王国亮, 刘劫, 孙红芳, 等. 西安市第十污水处理厂准IV类水提标改造方案的工艺比选及实施建议[J]. 环境工程学报, 2021, 15(10): 3428-3436.