

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2023.02.028

无锡市锡山区污水处理厂分厂提标改造方案研究

吴晓波,雷文江,杨 光,谭云鹏
(华昕设计集团有限公司,江苏 无锡 214072)

摘 要:在无锡市锡山区污水处理厂分厂处理能力的基础上进行提标改造,介绍了各单体的工艺设计。其中预处理工艺采用应急池及缓冲池、中格栅及浅层气浮池;深度处理工艺采用臭氧催化氧化池、硝化滤池及滤布滤池、反硝化滤池。工程于 2019 年 9 月建成,至今运行效果满足排放要求。

关键词:污水厂;提标改造;预处理;深度处理

中图分类号: TU993

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2023)02-0113-03

1 污水厂运行现状

1.1 现状污水处理厂概况

无锡市锡山区污水处理厂现处理规模 $6.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,污水处理采用厌氧水解池 + $\text{A}_2\text{O}/\text{A}-\text{MBR}$ + 臭氧接触消毒工艺,污泥处理采用重力浓缩工艺结合离心脱水工艺^[1-3],第 4 期出水水质按照 2002 版排放标准中一级 A 标准执行。4 期建设至今,污泥量增加了约 50%,远超排放标准。

1.2 现状进水水质

第 4 期建成至今,90%覆盖率的实际进水水质与 4 期设计进水水质对比如表 1 所示。

表 1 4 期 90%涵盖率实际进水水质与原设计
进水水质对比

项目	单位:mg/L					
	COD_{Cr}	BOD_5	SS	$\text{NH}_3\text{-N}$	TN	TP
4 期综合进水水质	951	313	314	32	52	13
原设计进水水质	500	165	200	25	40	5.0

由表 1 可知, BOD_5 (有机物)和 SS(悬浮物)值远超设计值,TP(总磷)值过高,原因在于厂区污泥浓缩池池容较小,部分污泥由溢流管回流至进水泵房。

2 提标改造方案

2.1 提标改造设计要求

根据无锡市锡东新城污水十三五专项规划对各类规划用地污水量指标的分析取值,锡山区污水处理厂拟建分厂规模 $6.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,服务范围 21.8 km^2 ,其中工业废水约 $3.3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,约占总进水量的

55%。本期工程在分厂处理能力的基础上进行,不扩容仅进行提标改造,分厂扩建工程提标改造将 SS(悬浮物)、TP(总磷)、 $\text{NH}_3\text{-N}$ (氨氮)、TN(总氮)作为本次设计重点控制项目。

2.2 提标改造设计水质

随着 2018 版地标排放限值的规定发布,对锡山区污水处理厂出水水质提出了更高的要求,同时也为本期改造设计进水水质提供了依据。本提标改造工程出水水质中的主要污染物指标需满足准Ⅳ类水排放限值标准,设计进、出水水质与污染物去除率如表 2 所示。表中括号外数值为水温大于 $12 \text{ }^\circ\text{C}$ 时的控制指标,括号内数值为水温不大于 $12 \text{ }^\circ\text{C}$ 时的控制指标。

表 2 设计进、出水水质及污染物去除率

水质指标	设计进水水质 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	设计出水水质 / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	污染物 去除率 /%
COD_{Cr}	1 000	≤ 30	≥ 97.0
BOD_5	350	≤ 6	≥ 98.3
SS	350	≤ 5	≥ 98.6
$\text{NH}_3\text{-N}$	35	$\leq 1.5(2.5)$	$\geq 95.7(92.9)$
TN	60	$\leq 10(12)$	$\geq 83.3(80)$
TP	6.0	≤ 0.3	≥ 95.0

2.3 提标改造工艺

2.3.1 预处理工艺方案

(1)应急池及缓冲池:当污水厂进水受到冲击时,应急池及缓冲池可以有效缓解进水水质对后续生物处理单元的冲击。

(2)中格栅及浅层气浮池:实现油粒的分离,减轻后续工艺单体如生物处理和膜处理单元的负荷,同时减少颗粒对处理单体的危害,对 SS 及 TP 也有一定的去除效果。

收稿日期:2022-04-28

作者简介:吴晓波(1976—),男,学士,高级工程师,从事工程总承包管理工作。

2.3.2 深度处理工艺方案

(1)臭氧催化氧化池:由于部分溶解性有机物难以通过氧化降解,通过臭氧催化可以增加 COD(化学需氧量)的可降解性,不仅能控制总量,同时可去除色度。

(2)硝化滤池及滤布滤池:硝化滤池用于去除 SS、COD、BOD(生化需氧量),集生物氧化和截留悬浮固体于一体。

(3)反硝化滤池:为了保证不同季节环境下出水水质符合标准,可以选择性地采用反硝化功能以充分与悬浮物接触凝聚。在冬季随着温度的降低,反硝化会愈加不彻底,若只用物理方法难以达到 TN 的排放标准,因此需要通过外加碳源达到标准。

2.3.3 工艺流程

根据前文工艺论述,本次无锡市锡山区污水处理厂分厂提标改造工程工艺流程如图 1 所示,经过单体处理后通过生态湿地进一步净化后排放。

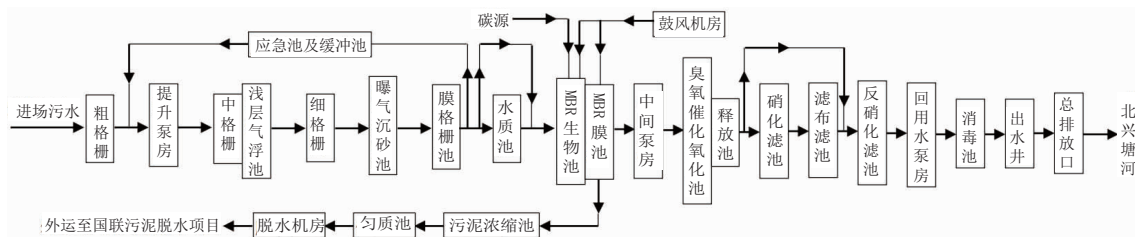


图 1 无锡市锡山区污水处理厂分厂提标改造工艺流程图

剂加药泵 ($Q=2.5 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=20 \text{ m}$, $N=1.1 \text{ kW}$); 1 座 PAM 自动溶药装置 ($Q=5 \text{ m}^3/\text{h}$, $N=3.6 \text{ kW}$) 为 4 台气浮共用, 接受 PLC(可编程逻辑控制器)远程控制。

3.3 一体化 MBR(膜生物反应器)池

原设计 12 列膜池廊道, 每列设有 8 个膜箱的位置, 每列预留 1~2 个膜箱, 共 78 个膜箱。现根据目前设计进出水水质将膜箱调整为 96 个膜箱, 即新增 18 个膜箱。膜池所需空气量为 $700 \text{ m}^3/\text{min}$, 主要设备包括 2 台剩余污泥泵 ($Q=150 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=20 \text{ m}$, $N=7.5 \text{ kW}$)。

3.4 中间提升泵房

根据提标改造的整体工艺路线, 一体化 MBR 出水需经过二次提升进入下一构筑物, 需新建 1 座中间提升泵房, 平面尺寸 $12 \text{ m} \times 10 \text{ m}$, 设计流量为 $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ 。主要设备包括 3 台(2 用 1 备)变频潜水排污泵 ($Q=1700 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=7 \text{ m}$, $N=75 \text{ kW}$)。

3.5 臭氧催化氧化池及释放池

新建臭氧催化氧化池及释放池 1 座, 平面尺寸为 $39.9 \text{ m} \times 37.6 \text{ m}$; 主要设备包括 4 套臭氧尾气分解设备 ($Q=420 \text{ m}^3/\text{h}$, $N=1.5 \text{ kW}$)、2 台余氯取样泵

3 工艺设计

3.1 应急池及缓冲池

在厂区东侧再生水处理用地新建应急池及缓冲池 1 座, 采用全地下式钢筋混凝土结构, 设计规模为 $6.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 设计流量为 $2500 \text{ m}^3/\text{h}$ 。应急池尺寸为 $37.7 \text{ m} \times 28.0 \text{ m}$, 水力停留时间为 3.1 h ; 缓冲池尺寸为 $28.0 \text{ m} \times 22.0 \text{ m}$, 水力停留时间为 1.39 h 。

3.2 中格栅及浅层气浮池

在厂区东北侧临近细格栅及曝气沉砂池新建中格栅及浅层气浮池, 主要设备有 3 台内进流网板细格栅, 孔径 5 mm , 单套过水流速为 0.8 m/s , 配有冲渣高压水泵、高排水型螺旋压榨机、稳压罐装置。浅层气浮池配 4 套直径 14 m 主机, 配套 5 台回流水泵 ($Q=160 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=60 \text{ m}$, $N=45 \text{ kW}$)、2 台浮渣输送泵 ($Q=60 \text{ m}^3/\text{h}$, $P \leq 0.3 \text{ MPa}$, $N=15 \text{ kW}$)、2 台变频搅拌机 ($Q=60 \text{ m}^3/\text{h}$, 25 r/min , $N=5.5 \text{ kW}$)、2 台液体混凝

($Q=0.026 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=40 \text{ m}$, $N=1.5 \text{ kW}$)。

3.6 硝化滤池及滤布滤池

硝化滤池平面尺寸为 $31.7 \text{ m} \times 21.8 \text{ m}$, 滤布滤池平面尺寸为 $15.6 \text{ m} \times 11.8 \text{ m}$, 均为地上单层框架结构及半地下水池。主要设备包括 1 台潜污泵 ($Q=7 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=7 \text{ m}$, $N=1.1 \text{ kW}$)、2 台空压机 ($Q=1 \text{ m}^3/\text{h}$, $P=0.8 \text{ MPa}$, $H=7.5 \text{ m}$, $N=7.5 \text{ kW}$)、3 台潜水排污泵 ($Q=1700 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=7.0 \text{ m}$, $N=75 \text{ kW}$)、3 台反洗泵 ($Q=50 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=7.0 \text{ m}$, $N=1.0 \text{ kW}$)。

3.7 反硝化滤池

新建 1 座反硝化滤池以进一步去除出水中的硝态氮, 平面尺寸为 $41.8 \text{ m} \times 19.3 \text{ m}$, 分为 4 格, 单格过滤面积为 60 m^2 , 平均滤速为 5.2 m/h , 滤池损失约为 $2 \sim 2.5 \text{ m}$ 。配有 1 套反冲洗系统, 采用气水反冲洗模式进行反冲洗, 反冲洗强度为气洗 92 m/h 、水洗 15 m/h , 滤池滤料采用石英砂, 厚度为 1.83 m 。主要设备包括 1 台桨叶式进水搅拌器 ($N=3.0 \text{ kW}$)、1 台潜污泵 ($Q=7 \text{ m}^3/\text{h}$, $H=7.0 \text{ m}$, $N=1.1 \text{ kW}$)、1 套一体化药剂投加设备、1 台 5.0 m^3 储罐与 2 台加药泵

($Q=300\text{ L/h}$, $H=20\text{ m}$, $N=0.55\text{ kW}$)。

3.8 反洗机房及配电间

新建反洗机房及配电间 1 座,平面尺寸为 $31.0\text{ m}\times 11.0\text{ m}$;配套设备有 3 台螺杆鼓风机($Q=50.0\text{ m}^3/\text{min}$, $H=6.5\text{ m}$, $N=90\text{ kW}$)用于臭氧池反冲,3 台螺杆鼓风机($Q=25.0\text{ m}^3/\text{min}$, $H=8\text{ m}$, $N=90\text{ kW}$)用于反硝化滤池反冲。

3.9 臭氧辅助车间

新建臭氧辅助车间,平面尺寸为 $34.2\text{ m}\times 8.5\text{ m}$;主要设备包括 4 台 257 kW 的臭氧发生器、4 台循环水泵($Q=35.0\text{ m}^3/\text{min}$, $H=30.0\text{ m}$, $N=7.5\text{ kW}$)。

3.10 液氧站

新建液氧站 1 座,为臭氧发生器提供氧源。平面尺寸为 $8.4\text{ m}\times 5.0\text{ m}$ 。设备包括 1 台 25 kW 的充装电源箱与 1 台 50 m^3 的液氧储罐。

3.11 浓缩池

新建浓缩池 1 座,直径为 18 m ,配有 1 套中心传动浓缩机与 1 套框式搅拌机。

3.12 开泥池

新建开泥池 1 座,作为培菌池使用,补充生化池微生物。平面尺寸为 $10.3\text{ m}\times 6.8\text{ m}$;主要设备包括 1 套立式搅拌机、2 台潜水排污泵($Q=200\text{ m}^3/\text{h}$, $H=12\text{ m}$, $N=11\text{ kW}$)。

3.13 污泥脱水机房

改造现有污泥脱水机房,新增设备包括 3 台带式压滤脱水机、3 台污泥泵($Q=15.0\sim 60\text{ m}^3/\text{h}$, $N=5.5\text{ kW}$)、3 台冲洗泵($Q=22\text{ m}^3/\text{h}$, $H=66\text{ m}$, $N=7.5\text{ kW}$)、3 台空压机,并配有一体化溶解加药装置、加药泵与动态混合器。

3.14 鼓风机房

原分厂设计安装 8 台鼓风机,现因进水负荷变

化,需增加曝气量,生物池曝气需新增 2 台离心风机($Q=7\,800\text{ m}^3/\text{h}$, $H=75\text{ kPa}$, $N=220\text{ kW}$);膜池擦洗曝气需新增 1 台离心风机($Q=9\,900\text{ m}^3/\text{h}$, $H=42\text{ kPa}$, $N=230\text{ kW}$)。

4 运行效果

本次提标改造于 2019 年 9 月建成运行,年度平均进水、出水水质如表 3 所示,平均水质满足一级 A 标准。

表 3 近 3 年进出水水质							单位:mg/L
测试年度	项目	COD _{Cr}	BOD ₅	SS	NH ₃ -N	TN	TP
2019	进水水质	951	313	314	32	52	13
	出水水质	23.3	4.9	4.2	1.2	7.6	0.2
2020	进水水质	954	313	317	32	56	
	出水水质	23.5	4.9	4.3	1.2	7.7	0.2
2021	进水水质	967	325	326	33	58	
	出水水质	23.6	5.1	4.3	1.2	7.9	0.2

5 结 语

本项目自 2019 年 9 月 30 日建成以来,不仅对改善该地区环境质量具有积极作用,更为该地区水污染治理和水环境综合整治工程起到了示范作用。在保障城市供水、改善居民生活质量的基础上,为日后的类似项目改造提供了参考。

参考文献:

[1] 蒋岚岚,吴伟,沈晓铃,等.无锡市城镇污水处理厂升级改造技术路线综述[J].中国给水排水,2010,26(12):33-35.
[2] 梁汀,华群伟,张万里,等.无锡市锡山区污水处理厂升级改造工程[J].水处理技术,2010,36(1):120-123.
[3] 梁汀,蒋岚岚,邓伟,等.城市污水处理厂预处理系统的改造设计[J].中国给水排水,2012,28(12):34-37.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com