

## 某化工园区污水厂工程实例

何晓锋, 刘 青

(中化环境科技工程有限公司, 安徽 合肥 230000)

**摘要:**某化工园区污水处理厂近期设计规模为 $4\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ ,采用气浮、芬顿流化床、水解酸化、改良 $\text{A}^2/\text{O}$ 生化、高效沉淀、反硝化深床滤池、臭氧催化氧化等工艺。文章主要介绍了污水流程及特点、各处理单元主要设计参数和投资运行成本等。实际运行结果表明:在稳定运行阶段,出水 $\text{COD}$ 、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 、 $\text{TN}$ 、 $\text{TP}$ 、 $\text{SS}$ 平均浓度分别为25.6、1.1、8.6、0.23、8.5 mg/L,平均去除率分别为93.44%、97.25%、85.67%、95.40%、95.75%,优于《安徽省淮河流域城镇污水处理厂和工业行业主要水污染物排放标准》(征求意见稿)中城镇污水处理厂I的水质标准(表1),具有良好的社会和经济效益,可为化工园区污水厂的建设提供借鉴和参考。

**关键词:**化工园区; 芬顿流化床; 臭氧催化氧化

**中图分类号:**X78

**文献标志码:**A

**文章编号:**1673-8993(2025)06-0081-08

**doi:**10.13402/j.gcjs.2025.06.079

## Engineering example of a chemical park sewage treatment plant

HE Xiaofeng, LIU Qing

(Sinochem Environment Holdings Co., Ltd., Hefei 230000, Anhui, China)

**Abstract:** The recent treatment scale of a sewage treatment plant in an chemical industry park is  $4\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ . The industrial wastewater in the chemical industry park is treated by air flotation, fenton fluidized bed, hydrolytic acidification, improved  $\text{A}^2/\text{O}$  biochemistry, high efficiency sedimentation tank, denitrification deep bed filter, catalytic ozone oxidation and other processes. The process flow, main design parameters and operation cost of each treatment unit are emphatically introduced. The actual operation results indicate: In stable operation stage, the averag concentrtrions of  $\text{COD}$ ,  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ,  $\text{TN}$ ,  $\text{TP}$  and  $\text{SS}$  in effluent are 25.6, 1.1, 8.6, 0.23 and 8.5 mg/L, respectively and the average removal rales are 93.44%, 97.25%, 85.67%, 95.40% and 95.75%. Respectively, which are beter than the sandard of Municipal wastewater treatment plant I in Table1 of "Huaihe valley in Anhui Province emission standards for major water pollutants from urban sewage treatment plants and industrial industries" (exposure draft). It has good social and economic benefits, and can provide reference for other sewage treatment plant in an chemical industry.

**Key words:** chemical industry park; fenton fluidized bed; catalytic ozone oxidation

化工园区的发展与经济、社会与生态效益协调统一,污水处理厂作为园区重要的基础设施之一,对改善水质、保护水资源、促进水循环系统及改善生态环境具有重要意义。随着园区的快速发展和入住企业的不断增加,园区企业污水排放量将越来越多,如不提前建设污水处理设施,将

会对园区及周边水体造成严重危害。园区污水处理厂的建设,不但能够为园区创造良好的招商引资及生活环境,同时也大大减轻周围水体的污染程度,而本污水处理厂的建设是贯彻执行国家政策、方针,协调发展经济 and 环境保护的具体体现,是落实“水十条”的必然选择<sup>[1-3]</sup>,是解决园区

**收稿日期:**2025-03-20

**作者简介:**何晓锋(1980—),男,高级工程师,从事水处理方面的研究。

环境污染的重要工程,具有重要的意义。

该化工园区的污水主要为生活污水和生产废水,经企业污水站预处理,达到园区污水厂接管标准(《污水排入城镇下水道水质标准》(GB 31962—2015)、《污水综合排放标准》(GB 8978—1996))后,由泵提升至园区污水处理厂进一步处理。为保障园区周围的居民健康和良好的环境,将对现有园区企业的污水进行收集并进行深度处理,保证污水最终处理的达标排放。

## 1 工程概况

### 1.1 工程规模

化工园区污水处理厂工程设计总规模为 8 000 m<sup>3</sup>/d,分两期建设,其中近期(2021 年—2025 年)设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,远期(2030 年)设计总规模 8 000 m<sup>3</sup>/d。

污水厂总平面设计将厂前区生产楼布置在场地西北角,一期工艺装置由场地北侧的污水进水方向,依次由北向南“1”字型按工艺流程布置:收集井及调节池、事故池、气浮池、芬顿流化床、水解酸化池、生化池、二沉池、高效沉淀池、反硝化深床滤池、臭氧催化氧化池,最后将处理过的污水输送至北面消毒及回用水池排出厂外。工艺装置西侧布置与二期共用的鼓风机房、加药间、臭氧制备间、污泥脱水间和变配电间。使工艺管线短捷,流程顺畅,与二期装置结合紧密,缩短二期工艺装置与公辅装置的管线。

本污水处理厂近、远期总平面布置图如图 1 所示。消毒及回用水池、臭氧发生间、加药间、鼓风机房、污泥脱水间、综合楼土建均按远期 8 000 m<sup>3</sup>/d 的规模设计,设备按近期 4 000 m<sup>3</sup>/d 的规模进行设计和安装,其余建构物的土建和设备均按近期 4 000 m<sup>3</sup>/d 的规模进行设计和安装。

### 1.2 设计进、出水水质

根据环评和可研批复,COD<sub>Cr</sub>、TN、NH<sub>3</sub>-N、TP、BOD<sub>5</sub>、SS 进水水质按《污水排入城镇下水道水质标准》(GB 31962—2015) A 级和《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级指标执行。

根据环评和可研批复,COD<sub>Cr</sub>、TN、NH<sub>3</sub>-N、TP 出水水质按照《安徽省淮河流域城镇污水处理

厂和工业行业主要水污染物排放标准》(征求意见稿)中城镇污水处理厂 I 的水质标准(表 1)执行;其他污染物排放浓度按照《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)表 1 中一级 A 标准执行。

本园区污水处理厂设计进出水水质如表 1 所示。

表 1 近期污水处理厂设计进出水水质 mg/L

项目	pH	BOD <sub>5</sub>	COD <sub>Cr</sub>	TN	NH <sub>3</sub> -N	SS	TP
进水	6~9	150	500	70	45	250	8
出水	6~9	10	40	12	2	10	0.3

## 2 设计处理工艺流程及特点

### 2.1 设计处理工艺流程

虽然本园区内各生产企业已对其排放污水进行了有效预处理,但由于化工企业水质种类具有一定复杂性,进入本污水厂的剩余有机污染物均表现出生物难降解性,采用常规或单一污水处理工艺,均很难实现本园区污水的达标排放。因此,本园区污水处理采用预处理+生化+深度处理的组合处理工艺。

近期污水处理厂主要工艺:预处理工艺(收集及均质调节+组合气浮+芬顿强氧化)+生化工艺(水解酸化+改良 A<sup>2</sup>/O+预沉淀)+深度处理工艺(高效沉淀+反硝化深床脱氮+臭氧催化氧化+消毒)的组合处理工艺。

污泥脱水工艺:生化污泥采用“机械浓缩+板框脱水”工艺,处理后污泥含水率 60%;物化污泥采用“叠螺压滤+低温干化”工艺,处理后污泥含水率 30%。

除臭工艺:化学吸收预处理→生物滤池降解→活性炭吸附。

具体工艺流程如图 2 所示。各生产企业外排污水达到本污水厂接管标准后,由企业泵提升至本污水厂的收集井,井内设“一企一管”在线监测仪表,当来水水质在设定范围内自流入调节池。当监测到收集井内的水质超设定值时,利用来水管道上的自动阀门切换至事故池。

调节池内设搅拌机对来水进行均质均量,同时可预防 SS 在池内沉积。出水由泵输送至组合气

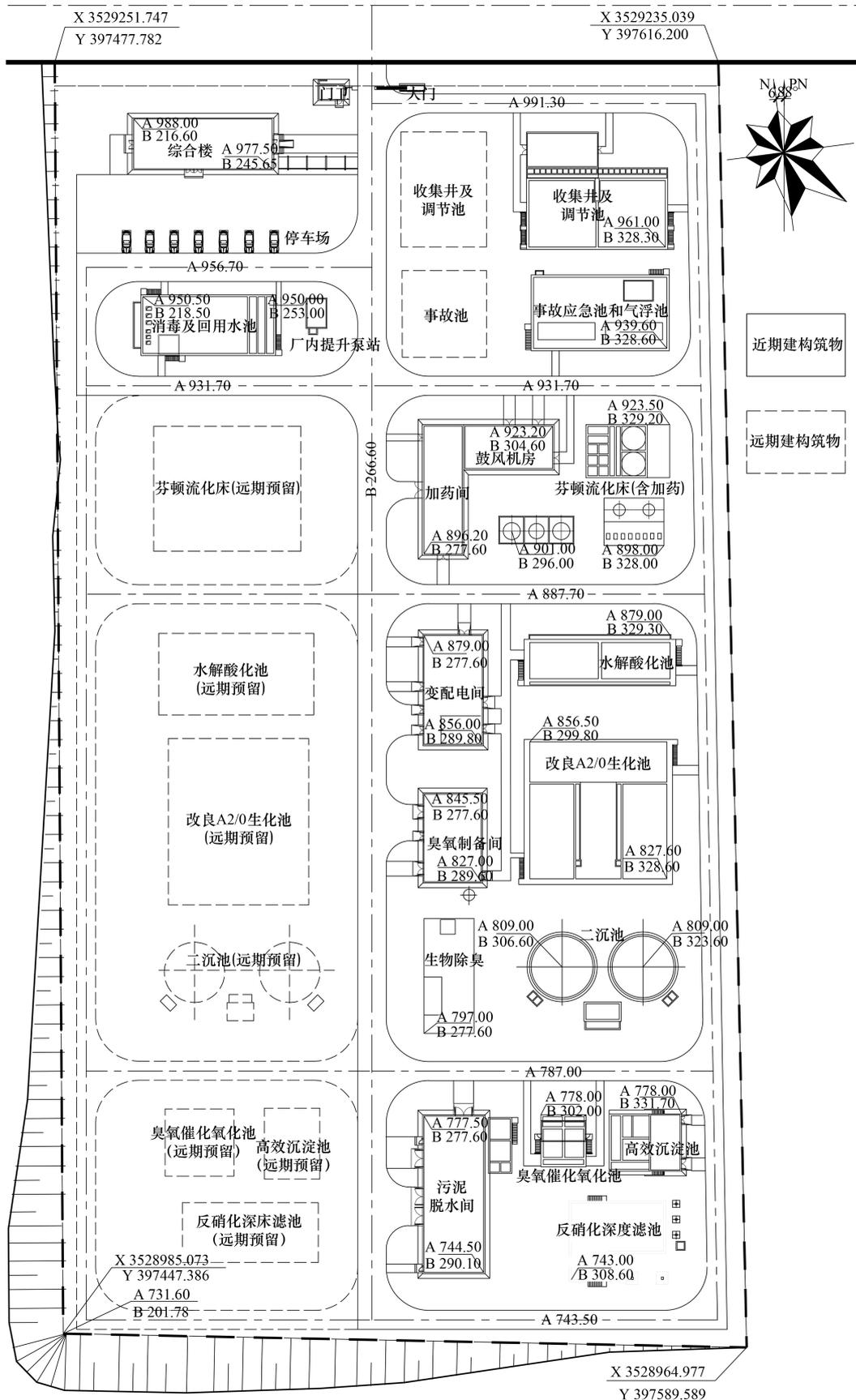


图 1 污水处理厂近远期总平面布置

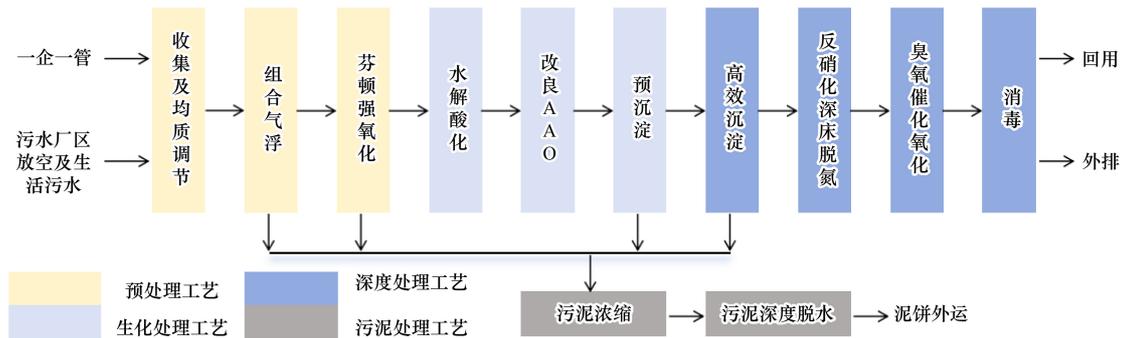


图 2 近期污水处理厂工艺流程

浮装置，去除污水中大部分的浮油和 SS，同时去除污水中的部分 COD。气浮出水自流入 pH 调酸池，出水再由泵输送至芬顿流化床装置。在酸性条件下，污水中投加的  $\text{Fe}^{2+}$  与  $\text{H}_2\text{O}_2$  催化反应生成具有极强氧化能力的羟基自由基 ( $\cdot\text{OH}$ )。·OH 具有很高的电负性和亲电性，能够无选择地氧化水中的大多数有机物，特别是生物难降解和一般化学氧化难以处理的有机废水。

芬顿流化床出水重力自流至水解酸化池，依靠池内厌氧微生物完成对有机物的水解和酸化的微生物反应，将污水中难以直接进行生物吸收的有机物转化为易生物吸收的有机物，提高后续生化的处理效率。二沉池回流污泥和水解酸化池出水一起进入改良  $\text{A}^2/\text{O}$  池的预缺氧段，利用污水中的有机物作为碳源进行反硝化反应；好氧段回流的硝化污水与厌氧段出水共同进入缺氧段，利用污水中和外加的碳源进一步反硝化脱氮。缺氧段出水进入好氧段，通过微生物的好氧呼吸作用将有机物转化为无机物，将氨氮硝化成转化为亚硝酸盐和硝酸盐<sup>[3]</sup>，并释放能量供微生物生产繁殖，达到降低和去除污水中的有机物、氨氮等。好氧出水重力自流至二沉池，进行泥水沉淀分离，污泥部分输送至生化池预缺氧段，剩余污泥输送至污泥脱水系统进行处置。

沉淀出水输送至高效沉淀池，其混凝区、絮凝区内分别投加药剂 PAC、PAM 并进行反应，在沉淀区进行泥水分离去除 TP、SS、COD 等，上清液自流入反硝化深床滤池进行最终的脱氮反应，确保出水 TN 达标排放。滤池出水经泵提升至臭氧催化氧化池，利用臭氧的强氧化性进一步去除污水中的有机物，确保出水 COD 达标排放。氧化后

的出水进入消毒池，利用消毒剂灭杀污水中有害病原微生物，并对要求的水质指标进行在线监测，达标合格后外排。

如部分污水处理单元运行异常或企业所排水质、水量异常，严重超设计进水水质、处理规模，而导致末端外排水质超设计出水水质时，可利用外排泵输送到事故池进一步处理，确保出水不会产生环境污染事故。

## 2.2 设计处理工艺流程特点

(1) 项目设置足够容积(停留时间为 12 h)的事故池和调节池，在“一企一管”收集井内设置在线检测仪表，当仪表显示进水水质严重超设定值时，通过自动阀门将该污水切换至事故池，再通过均匀、少量输送至调节池混合均匀后，进行后续处理。

调节池的设置可有效缓解水质、水量波动的问题，防止生化系统受到较大冲击，导致出水异常；事故池的设置可有效防止突发超标事故污水进入后续处理单元的可能性。

(2) 考虑到本项目园区废水的特性复杂，且存在较大的不确定性，设置组合气浮及芬顿流化床。芬顿流化床因药剂投加少、产泥量低、处理效果好得以实现大量工业应用<sup>[4]</sup>，而本工程流化床单元采用模块化设计，便于日常运行维护和管理，且易于工程扩建。

(3) 水解酸化的设置，能够将大分子、长碳链有机物转化为小分子有机物，并可长碳链有机物分解为短链有机物，是工业园区废水处理中重要的一环<sup>[5-6]</sup>，改善污水的可生化性，可进一步保证生化处理效果。

(4) 本项目前端采用组合气浮 + 芬顿流化床 +

水解酸化的组合工艺,可大大提高污水可生化降解性;生化工艺采用具有脱氮除磷的改良 $A^2/O$ 污水处理工艺,同时在处理末端设高效沉淀、反硝化深床脱氮、臭氧催化氧化装置进行把关,这些工艺的组合可确保出水持续、稳定达标排放。

### 3 主要构筑物及设计参数

(1) 收集井及调节池:设计规模为 $4\ 000\ m^3/d$ ,主要用于收集园区内企业压力流工业废水,经检测和计量后,用污水泵提升至后续处理构筑物。

调节池1座2格,尺寸为 $28.0\ m \times 14.0\ m \times 6.3\ m$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),停留时间为12 h。

主要设备:细格栅除污机一台,过水流量 $Q=200\ m^3/h$ ,栅条间隙 $b=5\ mm$ ;立式双曲面搅拌机两台,桨叶直径 $D=2.80\ m$ ,转速 $n=20\sim 28\ r/min$ ;调节池提升泵三台,两用一备,单台流量 $Q=100\ m^3/h$ ,扬程 $H=8\ m$ 。

(2) 事故池和气浮池:设计规模为 $4\ 000\ m^3/d$ ,事故池主要用于收集污水处理厂内生产事故废水和处理后不达标废水,待事故解除后,事故池内废水排入厂区前端调节池;气浮池主要是利用溶气系统在水中产生大量微细气泡,使水中悬浮物颗粒附着在气泡上,在浮力作用下上升至水面后经刮渣机去除,实现固液分离,达到预处理污水的目的。

事故池和气浮池合建,气浮池置于事故池之上。数量1座,尺寸为 $28.0\ m \times 15.0\ m \times 6.4\ m$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),停留时间为13.5 h。

主要设备:立式双曲面搅拌机两台,桨叶直径 $D=2.50\ m$ ,转速 $n=20\sim 32\ r/min$ ;事故池提升泵两台,一用一备,单台流量 $Q=30\ m^3/h$ ,扬程 $H=10\ m$ ;组合气浮成套设备两套,单套处理流量 $Q=100\ m^3/h$ ,成套设备有气浮机、排渣机、溶气泵、空压机、混絮凝搅拌机、溶气水释放装置、溶气罐等配套的仪表、阀门、控制柜。

(3) 芬顿流化床:设计规模为 $4\ 000\ m^3/d$ 。在酸性条件下,污水中 $Fe^{2+}$ 与 $H_2O_2$ 催化反应生成具有极强氧化能力的 $\cdot OH$ ,将污水中难以直接进行生物吸收的有机物氧化为短链、易生物吸收的有机物。停留时间为20 min,药剂投加量: $c(H_2O_2, mg/L)$ :

$COD(mg/L)$ 为 $2:1\sim 3:1$ ;  $c(H_2O_2, mg/L)$ :  
 $c(Fe^{2+}, mg/L)$ 为 $5:1\sim 10:1$ 。

配套加药间1座,尺寸为 $18.0\ m \times 9.0\ m \times 6.0\ m$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高);pH调节、脱气、中和及絮凝沉淀组合池1座,尺寸为 $12.0\ m \times 10.0\ m \times 5.0\ m$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高)。

主要设备:提升泵三台,两用一备,单台流量 $Q=90\ m^3/h$ ,扬程 $H=18\ m$ ;催化反应器两套,单套流量 $Q=90\ m^3/h$ , $\varnothing 2.10\ m \times 9.15\ m$ ;反应器回流泵八台,四用四备,单台流量 $Q=90\ m^3/h$ ,扬程 $H=18\ m$ ;絮凝搅拌机两台,桨叶直径 $D=1.20\ m$ ,转速 $n=10\sim 40\ r/min$ ;沉淀池刮泥机两台,直径 $D=5.0\ m$ ,池边深 $6.0\ m$ ;污泥泵四台,两用两备,单台流量 $Q=6\ m^3/h$ ,扬程 $H=30\ m$ ;其它配套设备有中和池及脱气池曝气搅拌装置、斜管填料、硫酸加药装置、双氧水加药装置、硫酸亚铁及氢氧化钠加药装置等。

(4) 水解酸化池:设计规模为 $4\ 000\ m^3/d$ ,通过微生物的水解、酸化作用将来水中难以直接进行生化降解的有机物转为易于生化降解吸收有机物,提高后续生化池的处理效果,数量1座2格,尺寸为 $30.0\ m \times 7.65\ m \times 9.0\ m$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),停留时间为12 h。

主要设备有:多点布水器八套,单套流量 $Q=20\sim 30\ m^3/h$ ;固定床平板填料 $346\ m^3$ ,间距 $0.3\ m$ ,填料斜长 $1.5\ m$ ,倾角 $60^\circ$ ;排泥泵两台,一用一备,单台流量 $Q=100\ m^3/h$ ,扬程 $H=15\ m$ 。

(5) 改良 $A^2/O$ 生化池:设计规模为 $4\ 000\ m^3/d$ ,通过预缺氧、厌氧、缺氧和好氧区的不同生化功能,进行生物的除磷脱氮,同时降解有机污染物质,数量1座2格,尺寸为 $30\ m \times 29\ m \times 7.0\ m$ (长 $\times$ 宽 $\times$ 高),预缺氧、厌氧、缺氧和好氧区停留时间分别为0.5、1.5、6.5、20 h,总停留时间为28.5 h,悬浮固体浓度 $MLSS=3\ 000\ mg/L$ ,内回流 $R_i$ 为300%,污泥回流 $R$ 为100%。

主要设备:预缺氧池搅拌机两台,叶轮直径 $\varnothing=260\ mm$ ,转速 $n=740\ r/min$ ,电机功率 $0.37\ kW$ ;厌氧池搅拌机两台,叶轮直径 $\varnothing=400\ mm$ ,转速 $n=740\ r/min$ ,电机功率 $1.5\ kW$ ;缺氧池搅拌机四台,叶轮直径 $\varnothing=400\ mm$ ,转速 $n=740\ r/min$ ,电机功率

3.0 kW;管式微孔曝气器 408 套,  $\varnothing 65$  mm,  $L = 1\ 000$  mm,标准曝气量  $q = 6 \sim 8$  m<sup>3</sup>/h;硝化液回流泵 3 台,两用一冷备,单台流量  $Q = 300$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 1$  m。

(6) 二沉池:设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,对生化池出水进行固液分离,部分污泥通过泵提升回流至前端预缺氧池和水解酸化池,剩余污泥送至污泥脱水间,数量为两座,尺寸为  $\varnothing 13$  m  $\times$  4.2 m (直径  $\times$  高度),表面水力负荷为 0.6 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。

主要设备:中心传动全桥式刮泥机两套,直径  $\varnothing 13$  m;回流污泥泵三台,两用一备,单台流量  $Q = 83.3$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 8$  m;剩余污泥泵两台,一用一备,单台流量  $Q = 20$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 20$  m。

(7) 高效沉淀池:设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,进一步去除二沉池出水中的 SS 和 TP,并对污水进行再次提升,降低后续构筑物埋深,数量 1 座,尺寸为 14.0 m  $\times$  11.0 m  $\times$  6.0 m (长  $\times$  宽  $\times$  高),混凝池停留时间为 3.3 min,絮凝池停留时间为 15.5 min,沉淀区表面负荷为 7.66 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h)。

主要设备:混凝搅拌机一台,桨叶直径  $D = 1.20$  m,转速  $n = 43$  r/min;絮凝搅拌机两台,桨叶直径  $D = 0.75$  m,转速  $n = 0 \sim 25$  r/min;中心传动刮泥机两台,直径  $\varnothing 4.5$  m;回流污泥泵四台,两用两备,单台流量  $Q = 7.0$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 20$  m;剩余污泥泵两台,一用一备,单台流量  $Q = 7$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 20$  m;出水提升泵三台,两用一备,单台流量  $Q = 90$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 10$  m;电动葫芦 1 台,起重量 1 t。

(8) 反硝化深床滤池:设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,用于反硝化脱氮,进一步去除 SS 和 TN 和 TP 等物质,数量 1 座,尺寸为 18.55 m  $\times$  15.35 m  $\times$  5.8 m (长  $\times$  宽  $\times$  高),含滤池、管廊、设备间、清水池、反洗废水池等;平均滤速 3.20 m/h,强制滤速 4.80 m/h,水反冲强度 14  $\sim$  16 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h,气反冲强度 90  $\sim$  110 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h,冲洗时间为 3  $\sim$  5 min,气水联合冲洗时间为 10  $\sim$  20 min,单独水洗时间为 3  $\sim$  5 min。

主要设备:混合搅拌机一台,桨叶直径  $D = 0.90$  m,转速  $n = 43$  r/min;深床滤池成套设备一套,滤料 105 m<sup>3</sup>,承托层滤料 26 m<sup>3</sup>,配套集水槽堰板、滤砖、自控仪表等;反洗水泵两台,一用一

备,单台流量  $Q = 280$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 12$  m;废水提升泵两台,一用一备,单台流量  $Q = 130$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 12$  m;反洗风机两台,一用一备,单台风量  $Q = 29$  m<sup>3</sup>/min,风压  $P = 68.6$  kPa;潜水搅拌机两台,叶轮直径  $\varnothing = 260$  mm,转速  $n = 740$  r/min,电机功率 0.85 kW;电动单梁悬挂起重机一台,起重量 1 t。

(9) 臭氧催化氧化池:设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,进一步去除反硝化深床滤池出水中的难降解 COD,数量 1 座 2 格,尺寸为 10.0 m  $\times$  8.0 m  $\times$  8.2 m (长  $\times$  宽  $\times$  高),停留时间为 2 h。

主要设备有:复合双金属硅铝基(含催化稀土)150 m<sup>3</sup>;投加泵两台,一用一备,单台流量  $Q = 173$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 24$  m;反洗水泵一台,流量  $Q = 450$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 20$  m;反洗风机一台,风量  $Q = 22$  m<sup>3</sup>/min,风压  $P = 68.6$  kPa;配套设备有承托层级滤板、高效溶气装置、尾气破坏器等。

(10) 消毒及回用水池:设计规模为 8 000 m<sup>3</sup>/d,消毒池中通过投加次氯酸钠对处理后污水进行消毒,根据环评要求,项目近期工程不设中水回用装置,回用水池为调节回用水产水和用水量差额,池中设外排水泵和回用水泵,数量 1 座,尺寸为 28.0 m  $\times$  12.0 m  $\times$  4.0 m (长  $\times$  宽  $\times$  高),消毒池停留时间为 0.57 h,回用水池停留时间为 2.61 h。

主要设备:排放水泵两台,主要规格参数: $Q = 150$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 30$  m;回用水泵两台,主要规格参数:流量  $Q = 50$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 30$  m;电动葫芦一台,起重量 1 t。

(11) 厂内提升泵站:设计规模为 4 000 m<sup>3</sup>/d,提升厂内生活污水和各单体放空排水至预处理段的调节池,数量 1 座,尺寸为 6.6 m  $\times$  4.0 m  $\times$  4.2 m (长  $\times$  宽  $\times$  高)。

主要设备有:全厂放空提升泵两台,一用一备,单台流量  $Q = 50$  m<sup>3</sup>/h,扬程  $H = 8$  m;潜水搅拌机一台,叶轮直径  $\varnothing = 260$  mm,转速  $n = 740$  r/min,电机功率 0.85 kW。

(12) 污泥脱水间:剩余活性污泥近期干泥量 0.6 t/d,进泥含水率为 99.4%,要求出泥含水率小于 60%,板框脱水机每天运行时间为 12 h,远期每天运行 24 h。化学污泥干泥量为 1.4 t/d,

进泥含水率为99%,要求出泥含水率小于30%。采用低温干化工艺,近期每天运行24 h,远期新增1套处理低温干化设施,数量1座,尺寸为33.0 m×13.0 m×12.0 m(长×宽×高)。

主要设备:1)生化污泥板框脱水系统:污泥储池设搅拌机两台,叶轮直径 $\varnothing=1\ 500$  mm,转速 $n=50$  rpm;调理池搅拌机两台,叶轮直径 $\varnothing=700$  mm,转速 $n=80$  rpm;浓缩机一套,污泥处理量60~80 kg·DS/hr;浓缩机进料泵两台,一用一备,单台流量 $Q=10\ \text{m}^3/\text{h}$ ,扬程 $H=20$  m;PAM制备装置一套,制备浓度0.1%~0.3%,制备量2 000 L/h,配套投加泵等;隔膜压滤机一套,过滤面积100 m<sup>2</sup>,进料压力1.2 MPa,压榨压力1.6 MPa,含自控清洗、压榨,翻版,落泥斗等设备;压滤机进料泵两台,一用一备,单台流量 $Q=5\sim 15\ \text{m}^3/\text{h}$ ,扬程 $H=120$  m;2)物化污泥低温干化脱水系统:叠螺式污泥脱水机一套,污泥处理量60~80 kg·DS/hr;叠螺进泥泵两台,一用一备,单台流量 $Q=3\sim 7\ \text{m}^3/\text{h}$ ,扬程 $H=20$  m;低温污泥干化装置一套,脱水量7 000 kg/d,配套湿污泥料仓、进料及出料刮板输送机等。

(13)鼓风机房:为生化池提供曝气所需空气,为芬顿流化床工艺单元提供搅拌空气,数量1座,尺寸为9.0 m×8.0 m×6.0 m(长×宽×高)。

主要设备:曝气风机三台,两用一备,远期增设两台,风量 $Q=24.82\ \text{m}^3/\text{min}$ ,风压 $P=80$  kPa;搅拌风机一台,风量 $Q=42\ \text{m}^3/\text{min}$ ,风压 $P=58.8$  kPa等。

(14)加药间:为气浮池、芬顿流化床、生化池、高效沉淀池、反硝化深床滤池和消毒池等提供所需的药剂,数量1座,尺寸为18.0 m×9.0 m×6.0 m(长×宽×高)。

主要设备:PAM制备和投加装置一套,制备浓度0.1%~0.3%,制备量2 800 L/h,配套加药泵、搅拌机等;PAC加药装置一套,有效容积为30 m<sup>3</sup>,配套加药泵、卸料泵等;乙酸钠加药装置一套,有效容积为30 m<sup>3</sup>,配套加药泵、卸料泵等;次氯酸钠加药装置一套,有效容积为10 m<sup>3</sup>,配套加药泵、卸料泵等。

(15)臭氧制备间:为制取臭氧设置的,数量1座,尺寸为18.5 m×12.0 m×6.0 m(长×宽×高)。

主要设备:空气源臭氧发生器两套,单套臭氧额定产量5 kg/h,浓度25~30 mg/L,配套换热器、氧气制作系统、内外循环水泵、冷却塔等。

(16)生物除臭:对全厂产生臭气的单体进行收集,并进行处置,数量一套,主要设备有:化学洗涤设备、生物除臭(含水洗段)、活性炭吸附设备、离心风机等,处理风量20 000 m<sup>3</sup>/h,配套循环水泵、加湿水泵、水箱、排气筒、收集管道等。

## 4 工程效果

### 4.1 运行效果

污水处理厂经过3个多月的调试,已于2024年5月底进入稳定运行阶段,并进行了水质验收。该污水处理厂的的实际处理效果稳定且优于设计的水质排放标准。污水处理厂实际进出水水质如表2所示。

项目	mg/L					
	pH	COD <sub>Cr</sub>	TN	NH <sub>3</sub> -N	SS	TP
平均进水	6~9	390.00	60.00	40.00	200.00	5.00
平均出水	6~9	25.60	8.60	1.10	8.50	0.23
设计出水水质	6~9	40.00	12.00	2.00	10.00	0.30

本污水处理厂实际进水水量约3 300 m<sup>3</sup>/d,进水COD、总氮、氨氮、悬浮物和总磷均低于设计进水水质,前期调试运行过程中COD、总氮和SS的出水值波动较大,随着生化系统及核心反硝化脱氮系统对菌种的驯化成熟,该污水处理系统经过3个多月调试后,出水水质优于设计出水指标。

### 4.2 投资及运行费用

该化工园区污水处理厂报批近期总投为资9 889.94万元,其中建设投资为9 706.76万元,建设期利息为117.87万元。

该项目年总成本费用为1 476.10万元,年经营成本为986.51万元。

## 5 结 语

该化工园区污水处理工艺采用预处理工艺(调节、气浮、芬顿)+生化工艺(水解酸化、生化、沉淀)+深度处理工艺(高效沉淀、反硝化滤池、臭氧氧化、消毒)的组合处理工艺,可有效去除污水中的有机物、氨氮、总氮,且运行效果可靠、

日常管理方便。

出水水质的 COD、TN、NH<sub>3</sub>-N、SS、TP 平均浓度均优于设计出水水质,运行稳定,消除了对园区周围环境的污染,实现了经济、社会、生态效益的共赢。

### 参考文献:

- [1] 张骅. 某工业园污水处理厂扩建及提标改造工程设计[J]. 工程建设,2022,54(8):26-31.
- [2] 辛涛,郑临奥,夏超,等. 广东省某污水厂提标改造工程设计[J]. 净水技术,2019,38(10):34-38;50.

- [3] 刘青,范修波,何晓锋. 某化工污水厂改扩建工程实例[J]. 工程建设,2023,55(10):40-46.
- [4] 徐富,邵金兰,张彩吉,等. Fenton 流化床工艺在印染废水深度处理中的工程应用[J]. 给水排水,2020,46(3):112-116.
- [5] 陈倩伶,李坤,刘熹. 上流式多相氧化 Fenton 技术应用于废水提标改造工程[J]. 工业水处理,2023,43(8):172-178.
- [6] 伍波,叶昌明. 江西某工业园区废水的深度处理[J]. 中国给水排水,2019,35(2):97-99.

(上接第 80 页)

隧道,通过数值模拟、盾构参数控制和信息化施工,累计变形在可控范围,确保了地铁 10 号线的正常运营,结合盾构下穿施工控制技术和监测数据得出以下施工经验:

(1)本工程通过数值模拟计算,结合其他工程施工经验,确定 20 mm 变形控制标准能满足下穿施工与地铁运营安全要求。

(2)切口中心压力过大将导致盾构推进过程中运营地铁区间隆起过大,应密切关注监测数据并及时调整。

(3)压注克泥效可显著抬升拟建隧道上方的土体和结构物,用以控制沉降。

(4)盾构切口泥浆压力的设置宜结合隧道注浆及工后沉降统筹考虑。

### 参考文献:

- [1] 宋兴宝. 超大直径泥水平衡盾构机近距离下穿运营轨道交通区间隧道施工技术[J]. 隧道与轨道交通,2019(4):29-34.
- [2] 张明远,刘庭金. 广州某盾构超近距离下穿已运营地

铁隧道的工程概述[C]. 地下交通工程与工程安全:第五届中国国际隧道工程研讨会文集[C]. 上海:中国土木工程学会//2011:502-507.

- [3] 王旭声,闫路恒,钱行. 盾构区间下穿既有地铁区间隧道影响分析[J]. 河南科技,2020(7):106-108.
- [4] 蒋茂林,高成杰,彭浪. 以武汉某区间为例分析 MJS 加固情况下盾构下穿对既有区间的影响[J]. 科学技术创新,2023(6):89-92.
- [5] 翟晓慧. 盾构下穿运营地铁区间综合注浆施工技术研究[J]. 铁道建筑技术,2021(12):130-134.
- [6] 杨建烽,郑余朝,陈强,等. 盾构下穿既有地铁区间隧道沉降控制研究[J]. 隧道建设(中英文),2019,39(增刊2):385-392.
- [7] 张海超. 大直径盾构下穿运营地铁隧道施工变形控制技术[J]. 现代隧道技术,2022,59(增刊1):934-940.
- [8] 唐汐. 地铁双区间下穿既有盾构隧道结构变形控制措施及效果分析[J]. 建筑结构,2023,53(8):148-153.
- [9] 涂智溢,郭洪雨,孙飞,等. 闹市区复杂环境下大直径盾构小净距下穿运营地铁隧道的应对措施及分析[J]. 隧道与地下工程灾害防治,2021,3(4):75-84.