

中国东阳市某污水处理厂工程设计及运行

Design and Operation of a Wastewater Treatment Project in Dongyang City, China

崔慧萍 张丹丹 肖向忠 丁元勋 边靖

Huiping Cui Dandan Zhang Xiangzhong Xiao Yuanxun Ding Jin Bian

中国市政工程华北设计研究总院有限公司 中国·天津 300074

North China Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin, 300074, China

摘要: 中国东阳市某污水处理厂建设规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。由于目前该镇工业较发达,但工业整体布局较分散,工业废水在厂内就地处理达标后排入市政管网,因此进入该污水厂综合生活污水与工业废水比例约 3 : 2。工程出水水质执行中国浙江省地方标准,针对污水水质特点,主工艺采用改良 Bardenpho 生物处理工艺,深度处理采用气浮+臭氧接触+V 型滤池。论文详细介绍了该污水厂工艺方案、工艺流程、主要设计参数及设备配置等。

Abstract: The construction capacity of a wastewater treatment project in Dongyang City, China is $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$. At present, the industry in the town is relatively developed, but the overall industrial layout is scattered, industrial wastewater in the plant after the on-site treatment standards into the municipal pipe network, so the ratio of comprehensive domestic sewage and industrial wastewater into the sewage plant is about 3 : 2. The effluent quality of the project follows the local standards of Zhejiang Province, China. Based on the characteristics of sewage quality, the main process adopts the improved Bardenpho biological treatment process, and the deep treatment adopts air flotation+ozone contact+V-shaped filter. The paper provides a detailed introduction to the process plan, process flow, main design parameters, and equipment configuration of the sewage treatment plant.

关键词: 污水处理厂; 水解酸化; 改良 Bardenpho; 气浮; 臭氧接触; V 型滤池

Keywords: wastewater treatment plant; hydrolytic acidification; improved Bardenpho; air flotation; ozone contact; v-shaped filter

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7688

1 引言

近几年来,随着城市建设进程的加快,东阳市某镇发展日益加快,用水及污水量大量增加,工业开发提速,已形成大规模工业开发的趋势。由于中国东阳市某镇工业整体布局较分散,无集中工业园区,工业废水在厂内就地处理达标后排入市政管网,与生活污水混合排入污水厂。以本工程为例,对生活污水与工业废水混合后污水处理工艺的设计要点进行探讨。

2 项目概况

该污水处理厂位于东阳市某镇,服务范围为镇区及周边部分村镇,建设规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,总变化系数 1.45,占地面积约 3.5 hm^2 ,工程投资为 17870 万元,概算经营成本为

$1.76 \text{ 元}/\text{m}^3$,总成本为 $2.65 \text{ 元}/\text{m}^3$,于 2022 年 6 月完成竣工验收,目前进水量约 $(1.5 \sim 2) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

服务范围内生活污水与工业废水占比约 3 : 2,工业废水主要为磁性材料废水、太阳能废水、化工制药废水、印染废水等^[1]。

3 污水进、出水水质及工艺流程

设计出水水质需满足浙江省地方标准 DB33/2169—2018《城镇污水处理厂主要水污染物排放标准》中表 1 限值的要求,地方标准中未规定的污染物控制项目仍执行 GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》中一级 A 标准。设计进、出水水质见表 1。主工艺采用改良 Bardenpho 工艺,深度处理采用气浮+臭氧接触+V 型滤池,污水处理工艺流程如图 1 所示。

【作者简介】崔慧萍(1992-),女,中国山西晋中人,硕士,工程师,从事市政给排水设计研究。

表 1 工程设计进、出水水质

项目	COD _{Cr} / (mg · L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)	NH ₃ -N/ (mg · L ⁻¹)	TN/ (mg · L ⁻¹)	TP/ (mg · L ⁻¹)	粪大肠菌群数/ (个 · L ⁻¹)
进水	320	120	200	25	42	3	-
出水	40	10	10	2 (4)	12 (15)	0.3	1000

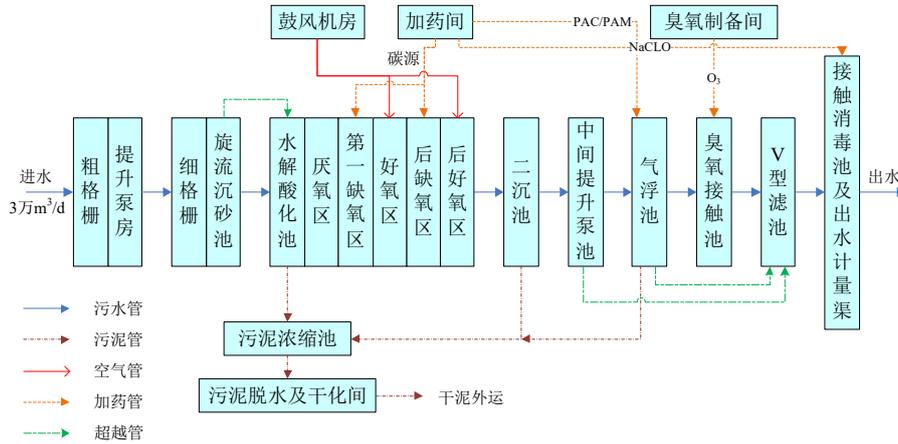


图 1 污水处理工艺流程

4 工艺设计关键参数

4.1 预处理

预处理核心工艺为水解酸化池,设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。水解酸化池分两级,一级分4个系列,停留时间为2.0h,二级分4个系列,停留时间为6.6h,串联运行。一级单格平面尺寸为 $11.4 \times 8.55 \text{ m}$,有效水深8.8m,二级单格平面尺寸为 $21.5 \times 11.15 \text{ m}$,有效水深为8.6m。二级水解酸化池底端设置穿孔排泥管,总排泥量为 1500 kg TDS/s ,污泥内回流比为50%~100%。

一级水解酸化池每格均设置立轴搅拌机,共4台,搅拌机单机功率5.5kW;二级至一级设置污泥内回流泵2台,单台流量 $625 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程0.8~1.5m,功率3.2kW;设置生物污泥泵2台,单台流量 $25 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程10m,功率1.5kW。

4.2 生物处理

生物处理采用改良 Bardenpho^[2]工艺,设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,分两个系列,可单独运行。低温设计水温 14°C ,污泥浓度 4 g/L ,总泥龄13d,气水比6:1,剩余污泥量 4000 kg TDS/d ,乙酸钠设计投加量0~60mg/L,污泥回流比100%。

4.2.1 厌氧区

水力停留时间1.6h,有效水深7.7m,设置2台立轴搅拌机,搅拌机单机功率5.5kW。

4.2.2 前缺氧区

水力停留时间6h,有效水深7.65m,设置4台推流器,推流器单机功率4.5kW。

4.2.3 前好氧区

水力停留时间8.6h,有效水深7.60m,设置2736套

球冠形微孔曝气器。前好氧至前缺氧混合液内回流比为100%~300%,设置内回流泵6台,单台流量 $625 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程0.8~1.5m,功率3.2kW。

4.2.4 后缺氧区

水力停留时间1.5h,有效水深7.55m,设置6台立轴搅拌机,搅拌机单机功率3kW;设置360套球冠形微孔曝气器。

4.2.5 后好氧区

水力停留时间1h,有效水深7.5m,设置576套球冠形微孔曝气器。

4.3 深度处理

深度处理采用“气浮+臭氧接触+V型滤池”,设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

4.3.1 气浮池

气浮池分为3个系列,每个系列可单独运行,表面负荷 $16.81 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,设计清水回流比12%,PAC投加量(10%成品溶液)40mg/L,阴离子PAM投加量0~0.5mg/L,化学污泥 600 kg TDS/d 。

主要设备为:3套一体化钢制气浮撬装设备,3套高效微氧化强溶气系统,9台循环水泵,单台流量 $30 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程60m,功率11kW,2台污泥泵,单台流量 $30 \text{ m}^3/\text{h}$,扬程10m,功率2.2kW。

4.3.2 臭氧接触池

臭氧接触池分为2个系列,每个系列可单独运行,臭氧投加量为20~30mg/L,接触时间40min。

主要设备为:1套 35 m^3 液氧储罐,2套25kg/h臭氧发生器,1套6路臭氧分配器,2套 $175 \text{ m}^3/\text{h}$ 臭氧尾气破坏器,192个曝气头。

4.3.3 V型滤池

V型滤池分为4格,单格滤池有效过滤面积 70m^2 ,设计滤速 $6.47\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,强制滤速 $8.63\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,滤池反冲洗方式为气冲+气水联合反冲+水冲+表面扫洗全程覆盖。其中,单气冲强度 $55\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,冲洗时间2min;气水联合反冲-气冲强度 $55\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,气水联合反冲-水冲强度 $9\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,冲洗时间5min;单水冲强度 $18\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,冲洗时间8min;表面扫洗强度 $6.47\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$,表面扫洗时间15min;滤池单格反冲洗周期12~24h^[2]。

4.4 污泥处理

4.4.1 污泥浓缩池

污泥浓缩池共2座,单池直径10m,接收水解酸化池、二沉池、气浮池的污泥,设计绝干泥量 7000kg DS/d ,污泥固体负荷 $44.59\text{kg DS}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,进泥含水率98.5%~99.5%,出泥含水率97%。

4.4.2 污泥脱水机房

设置一座污泥脱水机房,设计绝干泥量 7000kg DS/d ,污泥脱水及干化流程如下:

正常工况:一级带式脱水→高压带式脱水→低温冷凝干化→干污泥料仓暂存→外运。

应急工况:一级带式脱水→湿污泥料仓暂存→外运。

正常工况下,出泥含水率为40%,干污泥料仓为 30m^3 ,可存储含水率40%的污泥约2d;应急工况下,出泥含水率为80%,湿污泥料仓为 30m^3 ,可存储含水率80%的污泥约1d,料仓均设置于室外。

4.5 附属用房

4.5.1 加氯加药间

加氯加药间主要功能:生化处理提供碳源乙酸钠;污水深度处理提供混凝剂和絮凝剂(PAC和PAM);出水提供 NaClO 消毒。乙酸钠最大投加量为 60mg/L ,10%PAC(聚合氯化铝)溶液最大投加量为 40mg/L ,阴离子PAM(聚丙烯酰胺)最大投加量为 0.5mg/L ,10% NaClO (次氯酸钠)溶液最大投加量为 10mg/L 。

4.5.2 鼓风机房

鼓风机房主要功能:为生物池好氧区提供所需空气。设置4台磁悬浮鼓风机,单台风量 $35\text{Nm}^3/\text{min}$,风压 83kPa ,功率 75kW ,当运行水量和水质未达到设计进水水量水质时,可开启2台磁悬浮鼓风机,当运行水量和水质超过设计进水水质,可短暂开启4台磁悬浮鼓风机。

4.6 除臭处理

由于污水处理厂内的污水、污泥为臭气污染源,在处理

过程中会产生大量的臭气,臭气中含有氨、硫化氢、甲硫醇等有害有毒气体,这些气体不进行处理会对人体、环境及设备造成危害。为了防止和避免污水处理厂臭味对周围居民生活的影响,根据GB18918—2002《城镇污水处理厂污染物排放标准》,本工程设除臭处理设施。

生物除臭滤池工作原理是采用滤料作为微生物生存的载体,用微生物吞噬空气中的臭气成分。该方法采用普通滤池结构,通过气体与载体上的微生物相接触,被微生物氧化降解,完成除臭的过程。在这个过程中首先将收集的气体加湿,湿度达90%以上;然后通过生物滤池达到除臭的目的。生物滤池除臭法主要包括污染场所密封系统、臭气收集及输送系统和生物滤池。本工程对细格栅及旋流沉砂池、水解酸化池及生物池、污泥浓缩池、污泥脱水及干化间进行除臭处理,粗格栅及提升泵池接入现状污水厂除臭系统,设置2套风量为 $20000\text{m}^3/\text{h}$ 的生物除臭滤池。

5 运行效果

根据目前水厂运行进、出水水质检测数据,进水 COD_{Cr} 为 $103\sim 210\text{mg/L}$, BOD_5 为 $84\sim 85.6\text{mg/L}$,SS为 $22\sim 232\text{mg/L}$,氨氮为 $9.1\sim 21.6\text{mg/L}$,TN为 $17.4\sim 33.1\text{mg/L}$,TP为 $0.96\sim 3.2\text{mg/L}$;出水 COD_{Cr} 为 $17\sim 25\text{mg/L}$, BOD_5 为 $2.1\sim 2.5\text{mg/L}$,SS为 $3\sim 5\text{mg/L}$,氨氮为 $0.2\sim 0.5\text{mg/L}$,TN为 $4.7\sim 12\text{mg/L}$,TP为 $0.01\sim 0.14\text{mg/L}$ 。实际进水水质低于设计进水水质较多的情况下,部分工艺可进行超越,实际进水水质不超设计进水水质情况下,出水水质均满足达标要求^[3]。

6 结语

东阳市某镇污水处理厂建设规模为 $3\times 10^4\text{m}^3/\text{d}$,总变化系数1.45,占地面积约 3.5hm^2 ,预处理采用水解酸化池,主工艺采用改良Bardenpho生物处理工艺,深度处理采用气浮+臭氧接触+V型滤池。实际运行时间约1年,出水水质满足排放标准。

参考文献

- [1] 边靖,卫佳,李彤,等.甘泉堡工业园区污水处理工程设计与运行[J].中国给水排水,2016,32(12):85-89.
- [2] 林达,赵询霞,覃晖.改良Bardenpho-臭氧-BAF处理工业园区污水[J].中国给水排水,2022,38(14):89-92.
- [3] 单鸿宾.如何有效实现污水处理厂的节能减排[J].区域治理,2018(41):69.