

工程实例

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.16.019

## 绍兴污水处理厂气浮设备的优化改造

祝新军<sup>1</sup>, 蔡芝斌<sup>2</sup>, 姚斌<sup>3</sup>, 谢超群<sup>4</sup>

(1. 绍兴职业技术学院 机电工程与交通学院, 浙江 绍兴 312074; 2. 绍兴水处理发展有限公司, 浙江 绍兴 312074; 3. 浙江农业商贸职业学院 汽车工程系, 浙江 绍兴 312088; 4. 中冶长天市政建筑工程公司, 湖南 长沙 410205)

**摘要:** 绍兴污水处理厂气浮机设备已运行4年多,因水质腐蚀和设备本身原因,气浮设备不能稳定运行。为此提出了针对气浮设备密封系统、气浮机腐蚀、回流泵故障、加药系统控制等问题的改造和应对措施,改造后运行结果表明,气浮机运行的稳定性得到了提升,能够保证该工艺单元的正常处理效果。

**关键词:** 污水处理厂; 气浮机; 改造

**中图分类号:** TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)16-0101-04

## Optimization and Modification of Air Floatation Equipment in Shaoxing Wastewater Treatment Plant

ZHU Xin-jun<sup>1</sup>, CAI Zhi-bin<sup>2</sup>, YAO Bin<sup>3</sup>, XIE Chao-qun<sup>4</sup>

(1. School of Electrical and Mechanical Engineering and Communications, Shaoxing Vocational & Technical College, Shaoxing 321074, China; 2. Shaoxing Sewage Treatment Development Co. Ltd., Shaoxing 312074, China; 3. Department of Automobile Technology, Zhejiang Agriculture Business College, Shaoxing 312088, China; 4. Zhongye Changtian International Engineering Co. Ltd., Changsha 410205, China)

**Abstract:** After operation for over four years, the air floatation equipment in Shaoxing Wastewater Treatment Plant cannot operate stably due to water quality corrosion and equipment itself. Therefore, the improvement and countermeasures for the sealing system of air floatation equipment, the corrosion of air floating machine, the failure of refluxing pump, the control of dosing system and other problems were put forward. The results showed that after implementation of the measures, the stability of the air floating machine was improved, which could ensure the normal treatment effect of the process unit.

**Key words:** WWTP; air floating machine; modification

绍兴污水处理厂<sup>[1-2]</sup>污水处理能力为  $90 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ,其中一期工程于2001年建成投运,设计规模为  $30 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ;二期工程于2003年建成投运,设计规模为  $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ ;三期工程于2008年建成投运,设计规模为  $20 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。在这三期工艺流程里均设计了气浮处理系统,其中一期设12台气浮

机,二期设16台气浮机,三期设8台气浮机。

### 1 气浮设备存在的问题

#### 1.1 气浮设备主要结构

经生化处理后的污水自沉淀池进入后物化提升泵房,由提升泵将水送入气浮池。气浮池在多种药剂的作用下,使污泥上浮后经排泥系统输送到污泥

处理区域进行处理与处置,气浮出水经排水提升泵房后排入钱塘江。

气浮设备由气浮机本体、固定筒、旋转筒、污泥筒、气浮格栅、回转无级调速装置、撇泥无级调速装置、均衡消能系统、溶气管、回流泵、空压机及贮气罐、电机控制柜等组成。进水泵房设置提升泵,铝盐及氧化剂投加间设加药泵机,PAM投加系统由一体化溶药机、输送泵、恒压供水系统组成。排泥系统主要有潜污泵、搅拌机、螺杆泵等设备。供气系统主要由空压机、贮气罐及空气管道等组成。

## 1.2 气浮设备存在的问题

气浮设备近几年存在的主要问题见表1。

表1 气浮设备存在的主要问题

Tab.1 Main problems of air floatation equipment

项 目	存在的问题	造成的影响
气浮机本体	溶气系统故障	出水效果较差
	腐蚀	漏水
	橡皮密封圈易磨损	出水带泥
	中心转动轮行走道腐蚀严重	运行间歇出现故障
气浮机附属设备	回流泵存在气蚀	回流量减少
	提升泵、阀门、管道结垢严重	进水量减少
吸水井玻璃钢管道	上浮	影响正常加药
加药系统	加药管投加硫酸亚铁易堵塞	处理水量下降
	双氧水系统运行不稳定	处理效果不稳定
备用设备	所有气浮机满负荷运行,无备用	当设备故障时影响处理水量

## 2 解决措施

### 2.1 气浮机本体问题的解决

#### ① 溶气系统故障

气浮机在制造过程中,一期7#和三期19#溶气系统采用与其他不一致的溶气装置,在运行过程中出现调节故障,严重影响气浮池的出水水质。为此制作了与其他机器一致的溶气装置进行更换<sup>[3]</sup>,实现了调节方便、出水效果较好的目标。

#### ② 本体腐蚀

气浮机由 $\varnothing 16$  m的水池及旋转撇泥装置组成,材质为普通碳钢,钢构件表面均涂覆有机防腐涂料。净化池处理后的水质:pH值为6~9,氯离子约700 mg/L。另外,出水中所含的烷、苯、萘、酚等有机物以及双氧水成分,会对有机防腐涂层造成损伤,又由

于有一定水压,一般防腐防水材料难以满足要求,已陆续出现防腐层局部脱落、钢板及构件产生腐蚀的情况,底板已有腐蚀孔眼。为此,采取阴极保护和三布五油防腐相结合的措施进行处理。

根据气浮装置的特点,对静态的装置部分,即气浮机底板及周边立板内壁采用强制电流法阴极保护;对动态的旋转撇泥装置采用牺牲阳极法进行阴极保护。根据实际情况,单台气浮设备需要10.8 A的保护电流,考虑到可能需要同时保护2台气浮机,以及留有一定的设计余量,选择恒电位仪的规格为24 V/40 A,单相220 V、50 Hz的交流电源,阴极保护辅助阳极型号见表2。

表2 辅助阳极型号规格

Tab.2 Type and specification of auxiliary anode

项目	保护面积/ $\text{m}^2$	保护电流/A	阳极数量/支	阳极型号	阳极质量/ $(\text{kg} \cdot \text{支}^{-1})$
气浮机中心岛围板外壁	19.57	0.8	3	A型	14
槽钢方形辐射条	51.2	2.0	6	A型	14
底板、内外围板及支撑吊架等	100	4.0	12	A型	14
气浮机中心岛围板内壁及底板	80	3.2	14	B型	7

同时对气浮机实施三布五油法防腐,主要包括气浮机本体、固定筒、旋转筒、污泥筒、气浮格栅、清水管、布水斗系统等,单台防腐面积约390  $\text{m}^2$ 。

#### ③ 橡皮密封圈易磨损

针对橡皮密封圈与池底板摩擦较大的情况,采用在橡皮密封圈下面安装有机玻璃,使摩擦阻力大大降低,密封效果较好。安装有机玻璃前、后效果见图1。

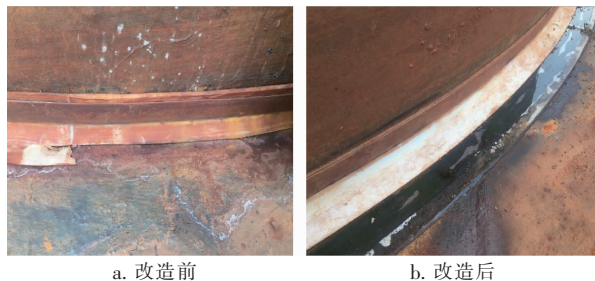


图1 安装有机玻璃前、后效果对比

Fig.1 Comparison of effect before and after installing plexiglass

#### ④ 中心转动轮行走道腐蚀严重

中心转动轮行走道腐蚀严重,造成中间旋转轮

易跳动或磨损严重,收集污泥装置容易出故障,为此在做好走道打磨的情况下,铺设了不锈钢走道,使用效果较好。

## 2.2 附属设备问题的解决

### ① 回流泵气蚀

回流泵属于高扬程、低流量泵,在泵体处容易产生气蚀,使泵机的使用寿命下降,严重时会影响设备的正常运行。

针对回流泵出口管道出现腐蚀的情况,直接将弯头更换成不锈钢材质弯头。针对回流泵和提升泵泵壳存在气蚀的情况,采购 316L 不锈钢材质泵壳,在出现故障时进行更换。

### ② 提升泵阀门、管道结垢严重

结垢严重时将使泵机进出通道变小,影响提升泵的流量,使总处理水量降低。提升泵因吸水井在改造后进水管道加长,额定流量有所下降,气浮处理能力受到限制。通过调整加药点,减少液碱在管道内壁结垢,流量得到了恢复。

## 2.3 吸水井玻璃钢管道上浮

吸水井玻璃钢管道出现上浮脱落情况,使芬顿工艺无法运行,为此制订了池内管道修复,并在吸水井玻璃钢上加装槽钢的方案,在春节期间进行相应改造。改造前、后对比见图 2。

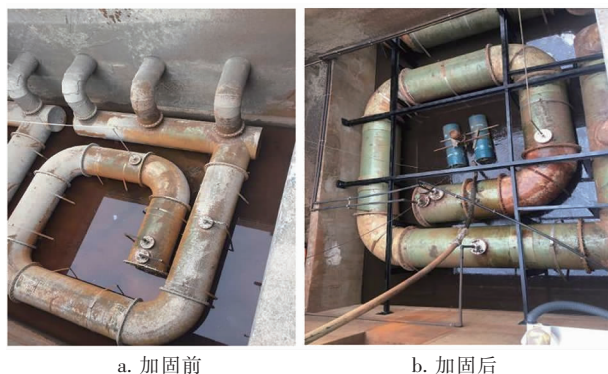


图2 玻璃钢管道加固前、后对比

Fig.2 Comparison of FRP pipes before and after reinforcement

## 2.4 加药系统问题的解决

### ① 三期吸水井加药管投加硫酸亚铁堵塞

投加硫酸亚铁管道容易堵塞,通过增设一路管道,可实现备用管道切换,同时在泵机处和吸水井处设置冲洗水管和反冲管,定期对管道进行冲洗。

### ② 双氧水系统运行不稳定

二期双氧水系统主要设置了 6 台投加泵、4 支

国产涡街流量计,控制系统采用电动蝶阀调节形式。三期双氧水系统设置了 3 台投加泵、2 支国产涡街流量计,控制系统采用电动蝶阀调节形式。

由于流量计表头与本体之间存在漏气情况,造成流量计不稳定,波动大,读数偏差较大。双氧水流量主要依靠电动阀门控制,在流量计显示偏大时,自动控制系统将关小阀门,甚至关闭阀门,实际没有流量输送,造成出水水质变差。在依靠阀门开关调节的形式下,泵机容易发生故障。

针对以上问题,将现有涡街流量计更换为电磁流量计,减少或消除目前存在较多的流量计本体积气造成波动的问题。同时改造为由变频器调节泵机频率与流量,并实现恒流量自动控制<sup>[4-6]</sup>。设定双氧水投加量,出口电动阀门全开,采用流量计测量,利用变频器进行调节,并设置上下频率值,以防流量计故障时加药。通过改造,双氧水系统运行稳定。

## 2.5 气浮设备无备用

气浮设计时为满负荷运行,在设备出现故障时不能保障出水的稳定,因此需考虑备用或扩容增量,在三期气浮增设  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的芬顿氧化工艺。

三期气浮机运行 8 台,当水量接近设计处理量时,气浮机没有备用运行,当气浮机配套设施出现故障时,三期气浮出水水质将受到影响,为此需增设备用气浮机。而 11#、12#气浮池进水为一期生活污水出水,目前生活污水处理量在  $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  左右,这两座池可作为三期的备用池,进水可通过阀门切换,新增  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  的芬顿氧化工艺设施,从而实现三期气浮处理能力的扩充,并实现气浮设备保障能力的提升。

总体改造方案是在三期吸水井内再增设一套 DN800 的玻璃钢管道,受空间限制,考虑新增玻璃钢管道在吸水井内加一层的设计,叠加在现有玻璃钢管道上。同时,将气浮出水通过新铺设的管道,引至现有一、三期出水分隔阀门之后。在现有 2#吸水井内 DN1 300 玻璃钢管道上方增设一套 DN800 的玻璃钢管道,管道混合装置布局参照原有管道。三期 9#泵管道直接与此 DN800 管道相连,需要增设 3 种药剂的加药口和加药管道。

## 3 结论

针对绍兴污水处理厂气浮设备存在的问题,着重对气浮机本体及附属设备存在的故障进行了研究,经过一年来的优化改造,逐步解决了影响气浮机



正常运行的设备备用、腐蚀、磨损、加药系统故障等问题,实现了改造的预期目标。

#### 参考文献:

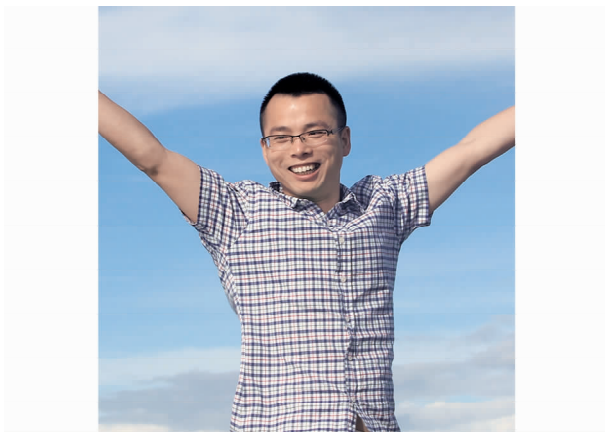
- [1] 蔡芝斌,尤会春,谢超群. 阴极保护系统在绍兴污水处理厂排海管线上的应用[J]. 中国给排水,2014,30(4):73-76.  
Cai Zhibin, You Huichun, Xie Chaoqun. Application of cathodic protection system in marine outfall pipeline of Shaoxing Sewage Treatment Plant[J]. China Water & Wastewater,2014,30(4):73-76(in Chinese).
- [2] 蔡芝斌. 绍兴污水处理厂离心机系统存在的问题及解决对策[J]. 中国给排水,2014,30(8):92-95.  
Cai Zhibin. Problems and solutions to centrifuge system in Shaoxing Sewage Treatment Plant[J]. China Water & Wastewater,2014,30(8):92-95(in Chinese).
- [3] 蔡芝斌,张志峰,黄春. 绍兴污水处理厂曝气系统的改造[J]. 中国给排水,2006,22(2):23-25.  
Cai Zhibin, Zhang Zhifeng, Huang Chun. Technical renovation of aeration system in Shaoxing Wastewater Treatment Plant[J]. China Water & Wastewater, 2006, 22(2):23-25(in Chinese).
- [4] 姚斌,杨立峰,蔡芝斌,等. 基于节能的精确曝气系统在绍兴污水厂的应用[J]. 中国给排水,2013,29(23):146-149.  
Yao Bin, Yang Lifeng, Cai Zhibin, et al. Application of air distribution and control system based on energy-saving in Shaoxing Sewage Treatment Plant[J]. China Water & Wastewater,2013,29(23):146-149(in Chinese).
- [5] 蔡芝斌,沈尧忠,边海燕. 绍兴污水处理厂(一期)自

动化系统的优化与改造[J]. 中国给排水,2006,22(22):32-34.

Cai Zhibin, Shen Yaozhong, Bian Haiyan. Optimization and reconstruction of automation system of Shaoxing Sewage Treatment Plant(stage I)[J]. China Water & Wastewater,2006,22(22):32-34(in Chinese).

- [6] 姚斌,蔡芝斌,丁媛媛,等. 绍兴污水厂三期自控系统的优化和改造[J]. 中国给排水,2012,28(24):95-98.

Yao Bin, Cai Zhibin, Ding Yuanyuan, et al. Optimization and transformation of automatic control system in third-stage project of Shaoxing Sewage Treatment Plant[J]. China Water & Wastewater, 2012, 28(24):95-98(in Chinese).



作者简介:祝新军(1983-),男,浙江江山人,硕士,副教授,副院长,绍兴市协同智造促进中心副主任,研究方向为机电一体化技术。

E-mail:czbscl@163.com

收稿日期:2019-05-08

节水优先、空间均衡、  
系统治理、两手发力