

印染园区集中式污水处理厂除臭工程设计实例

沈 为¹, 吴运松², 卢东昱², 张 强², 李 伟²

(1. 常州市武进湖塘科技产业园投资管理有限公司, 江苏 常州 213161; 2. 北京恩菲环保股份有限公司, 北京 100038)

摘 要: 介绍了常州市某印染园区集中式污水处理厂除臭工程设计。分析确定了厂内主要臭气产生源,并根据不同建(构)筑物的特点采用了不同的密闭方式。调节池、初沉池及污泥浓缩池均采用目前较为先进的“碳钢骨架-反吊膜”结构,避免了钢结构与臭气直接接触,同时使初沉池、浓缩池的刮泥机桥架随“钢-膜结构”围绕中心一起转动,减少了密封体积。所有臭气采用玻璃钢管道送至生物滤池进行集中处理。工程竣工后,对排放口及厂界无组织排放各项污染物指标进行了取样分析,各项指标均满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)。

关键词: 印染废水处理厂; 除臭设计; 膜结构加盖; 生物除臭

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)12-0067-04

Design Case of Odor Removal Project in Dye Industrial Zone's Wastewater Treatment Plant

SHEN Wei¹, WU Yun-song², LU Dong-yu², ZHANG Qiang², LI Wei²

(1. Changzhou-Hutang Sci-Tech Industrial Park Investment Management Co. Ltd., Changzhou 213161, China; 2. Beijing ENFI Environmental Protection Co. Ltd., Beijing 100038, China)

Abstract: The design of odor removal project in dye industrial zone's wastewater treatment plant in Changzhou City was introduced in this paper. After the odor source was located, different sealing methods were adopted depending on the wastewater treatment constructions characteristics. The equalizing tank, primary setting tank and sludge concentrated tank was sealed by the inverted membrane with carbon steel skeleton so that the direct contact between the steel and the odor gas could be avoided. With this seal method, the mud scrapers in primary setting tank and sludge concentrated tank could rotate with the carbon steel skeleton-membrane structure. And then, the seal volume could be reduced. All odor gas was delivered to the biofilter via fiberglass pipes after the odor source was sealed. After the project was completed, the monitoring results from biofilter outlet and disordered discharge places indicated that the pollutants in all samples could meet the requirements of odor in *Emission Standards for Odor Pollutants* (GB 14554-1993).

Key words: dye wastewater treatment plant; odor removal project design; membrane structure sealing; biotechnology for odor control

1 工程概况

江苏省常州市某印染园区内的集中式污水处理厂,主要负责收集处理上游园区 33 家印染企业的废水,设计规模为 $3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。主要处理流程为“调

节池→絮凝沉淀→PACT 生化法→絮凝沉淀→砂滤→活性炭吸附→次氯酸钠脱色”,主要构筑物有格栅集水井、调节池、初沉池、生化池、二沉池、三沉池、污泥浓缩池、污泥脱水机房等。

厂内格栅集水井、调节池、初沉池内的废水,虽然经过上游企业的预处理,但仅达到纳管标准,水中含有大量的有机物、硫化物;随着污水在管网中的腐化,使得上述构筑物散发出臭气;此外,污泥浓缩池及污泥脱水机房内由于污泥的腐败变质,也成为厂内臭气的主要来源。因此主要臭气源确定为格栅集水井、调节池、初沉池、污泥浓缩池、污泥脱水机房,设计主要针对以上臭气源进行密闭,将臭气收集后集中采用生物除臭系统进行处理后达标排放。经处理后的臭气满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)中15 m排气筒标准。

各主要臭气源尺寸及结构形式见表1。

表1 主要臭气源尺寸及结构形式

Tab.1 Size and structure of main odor source

项 目	数量/座	尺寸/m	结构形式
格栅及集水井	1	21 × 5 × 7	全地下
调节池	1	125 × 67 × 5	地上 3.8 m, 地下 1.2 m
初沉池	2	Ø32 × 5	全地上
污泥浓缩池	2	Ø23 × 4.5	地上 0.5 m, 地下 4 m
污泥脱水机房	1	55 × 15 × 6	全地上

2 加盖密闭系统设计

各臭气源加盖密闭系统设计见表2。

表2 主要臭气源加盖密闭方式

Tab.2 Sealing method of main odor source

项 目	臭气密封方式
格栅及集水井	玻璃钢复合盖板封闭池面敞口区域, 不锈钢骨架 + 钢化玻璃贴身封闭设备
调节池	热镀锌 + 刷漆防腐的钢结构及反吊式氟碳纤维膜封闭池面敞口区域
初沉池	随工艺设备转动, 热镀锌 + 刷漆防腐的钢结构及反吊式氟碳纤维膜封闭池面敞口区域
污泥浓缩池	
污泥脱水机房	不锈钢骨架 + 钢化玻璃

① 格栅及集水井

集水井及格栅为半封闭构筑物, 格栅井和集水井过流通道为敞开式。由于跨度较小, 故集水井可采用拱形玻璃钢加盖密闭, 格栅则采用不锈钢框架配钢化玻璃的轻质“贴身式”密闭集气罩。集气罩四周都是可开启的移窗, 可在集气罩外巡视设备的运行情况, 另外进集气罩检修设备时可打开移窗确保安全, 若设备大修时, 可整体拆开密封罩。

② 调节池

调节池共分6个廊道, 每个廊道长为67 m, 宽度为23~25 m, 属大跨度结构。较长的停留时间导

致水中有机物、悬浮物在厌氧环境中释放出臭气, 由于占地面积较大, 是厂内最大的臭气源。

由于跨度较大, 拱形玻璃钢盖板难以满足结构要求, 若采用碳钢骨架 + 玻璃钢盖板的形式, 则由于骨架长期与臭气接触, 在安装后的几年内就可能出现腐蚀严重的情况。故采用碳钢骨架 + 反吊氟碳纤维膜的形式对其进行加盖密闭。

该形式的优点在于膜材自身防腐性能好, 自重轻, 对大跨度池体具有优势。钢结构完全放在膜外侧, 既充分发挥了膜材的抗腐蚀性能, 又从根本上解决了钢结构与腐蚀性气体接触带来的腐蚀问题, 因此具有耐久性、安全性和经济性。

采用碳钢骨架 + 氟碳纤维反吊膜的形式对调节池进行加盖密闭(见图1)。调节池各廊道间完全封闭独立, 各廊道人字梁焊接在廊道间隔墙的钢立柱上, 人字梁间采用连杆及弧弓连接, 钢结构下设膜压板, 对膜进行反吊。调节池5#廊道内有刮吸泥机, 需挑高设计, 1#、2#、3#、4#和6#廊道内没有刮吸泥机, 按常规设计。

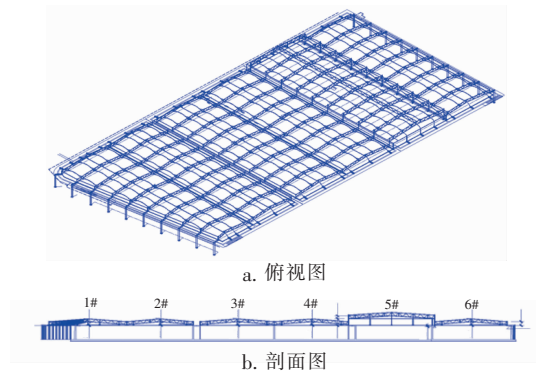


图1 调节池膜结构加盖设计示意

Fig.1 Schematic diagram of membrane structure sealing for equalizing tank

③ 初沉池及污泥浓缩池

初沉池及污泥浓缩池各有2个系列, 均为圆形池体, 各池有一台周边传动刮泥机, 均采用碳钢骨架 + 反吊纤维膜的形式进行加盖密闭。

为避免刮泥机桥架与臭气直接接触, 减少密闭体积, 以刮泥机桥架为界, 池体中心设置中心钢结构受力环, 两侧对称布置密闭空间。两侧钢结构盖体通过中心受力环连接成一体, 将刮泥机桥架暴露在集气罩以外, 将原驱动系统取消, 统一采用一套驱动装置对集气罩、刮泥机进行驱动, 使集气罩与刮泥机同步转动。中心集电环改造后放置在桥架之上, 不

与臭气接触。设计示意图见图 2。

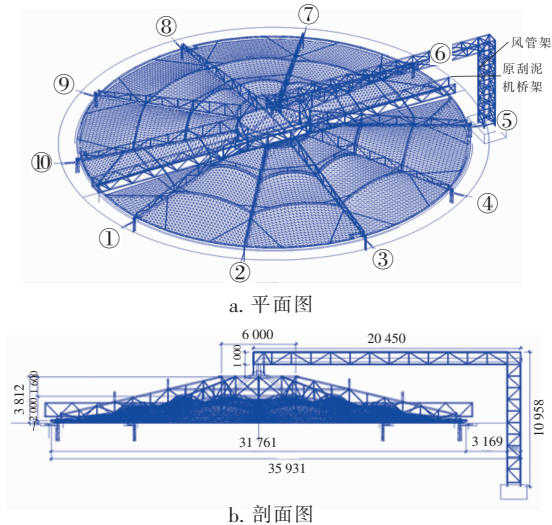


图 2 初沉池、浓缩池膜结构加盖设计示意
Fig. 2 Schematic diagram of membrane structure sealing for primary setting tank and sludge concentrated tank

④ 污泥脱水机房

污泥脱水机房内有 4 台带式压滤机,为减少恶臭废气量,采用钢化玻璃一体式集气罩。设计时充分考虑设备检修及运维的需要,同时设置废气收集管道,收集后的臭气进入废气处理设施进行处理。

3 臭气收集系统设计

① 设计臭气处理量

各臭气源的废气处理量见表 3。

表 3 臭气处理量计算结果
Tab. 3 Calculation results of odor gas flow

项 目	密闭空间/ m ³	换气次数/ (次·h ⁻¹)	计算风量/ (m ³ ·h ⁻¹)	说明
集水井及格栅	500	4	2 000	臭气浓度大,且有格栅设备
调节池(1~4#、6#廊道)	16 057	3	48 171	5#廊道有刮泥机设备,有人员进入检修需要,换气次数为 4 次/h;其余各廊道为 3 次/h
调节池 5#廊道	6 436	4	25 746	
初沉池	2 414	3	7 239	桥架外露,无人员进出需要
污泥浓缩池	1 242	3	3 727	
压滤机房	565	6	3 392	考虑人员进出,换气次数为 6 次/h
合计			90 275	
考虑 5% 的漏风率(乘以 1.05)			94 789	
设计总风量(取整)			95 000	

② 管道系统设计

臭气收集管道采用增强型有机玻璃钢管,玻璃钢为液体不饱和聚酯树脂。根据构筑物收集空间尺寸布置风口,风管采用架空形式,每隔 3~4 m 沿墙(池)壁设置管卡或设支墩,采用碳钢防腐支架进行固定。除臭风管支管管径不小于 DN200,支管设计流速为 4~6 m/s,次主干管设计流速为 6~10 m/s,主干管设计流速为 10~12 m/s。

4 生物除臭设计

生物除臭采用生物滤池的形式,设计规模为 95 000 m³/h,处理后臭气满足《恶臭污染物排放标准》(GB 14554—1993)中 15 m 排气筒标准。

经臭气收集管道收集到的臭气进入生物除臭设备后,首先进行预处理。预处理采用水洗喷淋的运行模式,效果如下:①去除臭气中的粉尘,防止粉尘进入后续生物滤池造成压降增大,避免运行费用的增加甚至运行的失败;②通过洗涤,使进入后续生物处理装置的臭气湿度达到饱和程度,满足生物处理对湿度的相应要求;③由于印染废水臭气中酸性物质含量较高,当进气硫化氢超出设计范围时适当添加碱液进行喷淋洗涤,避免对后端生物造成伤害。经预处理后的臭气,再经过生物段微生物的降解作用,最终达标排放,其设计要点见表 4。

表 4 生物滤池设计及配置

Tab. 4 Design parameters and configuration of biofilter

项 目	参数
处理气量/(m ³ ·h ⁻¹)	95 000
系列数/套	2
单台设备尺寸/(m×m×m)	22.0×4.0×5.2
壳体材质	碳钢骨架+玻璃钢防腐
玻璃钢树脂型号	乙烯基树脂
内部填料支撑	玻璃钢型钢网格板
预处理段尺寸(单台)/(m×m×m)	1.5×4.0×5.2
预处理段填料	PP 塑料
生物段尺寸(单台)/(m×m×m)	20.5×4.0×5.2
生物段填料	聚氨酯
生物填料体积(单台)/m ³	270
生物填料接触时间/s	21
压损/Pa	800~1 000

5 除臭效果

该工程于 2017 年 1 月投入运行,分别在厂界周围设 4 个无组织排放监测点,并在除臭设施出口设置排放监测点对氨、硫化氢、臭气浓度进行检测,结

果分别见表5、6。可见,厂界及生物除臭排放口氨、硫化氢及臭气浓度等都达到了标准要求,臭气收集及处理效果显著,达到了预期效果。

表5 厂界无组织排放 NH_3 、 H_2S 、臭气浓度监测结果

Tab.5 Monitoring results of NH_3 , H_2S and odor of disordered discharge at boundary

监测点	监测次数	H_2S 浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	NH_3 浓度/ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	臭气浓度
1	1	<0.002	0.072	18
	2	0.003	0.143	13
	3	<0.002	0.174	12
2	1	<0.002	0.165	15
	2	0.003	0.043	15
	3	0.010	0.019	16
3	1	0.003	0.033	17
	2	0.003	0.013	18
	3	<0.002	0.156	12
4	1	<0.002	0.234	11
	2	0.010	0.122	17
	3	0.003	0.184	15
最大值		0.010	0.234	18
标准值		0.06	1.5	20

表6 生物滤池出口监测结果

Tab.6 Monitoring results of NH_3 , H_2S and odor at biofilter outlet

项 目	第一天			第二天			标准 限值
	1	2	3	1	2	3	
烟气量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)	96 320	94 576	94 212	92 134	94 875	95 007	
NH_3 排放 速率/ ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)	0.022	0.021	0.028	0.021	0.022	0.031	4.9
H_2S 排放 速率/ ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$)	0.000 4	0.000 3	0.000 6	0.000 5	0.000 3	0.000 6	0.33
臭气排 放浓度	309	309	234	342	274	309	2 000
排气筒高 度/m	15						

6 结语

① 江苏省常州市某印染园区集中污水处理厂总设计规模为 $3.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$;总密闭体积为 $27\,214 \text{ m}^3$,总除臭风量为 $95\,000 \text{ m}^3/\text{h}$,折合吨水除臭气量为 $3.17 \text{ m}^3 \text{ 臭气}/\text{m}^3 \text{ 水}$ 。其中集水井、脱水机房等跨度较小的建(构)筑物采用玻璃钢及有机玻璃集气罩进行密闭;初沉池、浓缩池及调节池等大跨度(跨度 $>20 \text{ m}$)建(构)筑物采用碳钢骨架+反吊膜

进行密闭,膜结构投影面积约 $13\,000 \text{ m}^2$ 。

② 印染园区类集中污水处理厂臭气收集及处理工程,在加盖方案比选时应考虑臭气特有的腐蚀性,充分结合臭气源构筑物的结构特点,最大限度地减少密闭空间,避免臭气与设备直接接触,选择经济合理的密闭方式。

参考文献:

- [1] 刘绪为,尤颖,王利剑,等. 正定新区全地下污水处理厂生物除臭设计计算[J]. 中国给水排水,2015,31(4):69-71.
- [2] 卢义程,徐灿华,李天琪,等. 竹园第一污水处理厂除臭工程设计[J]. 中国给水排水,2007,23(16):46-48.
- [3] 朱国营,刘俊新. 污水处理厂的生物滤池除臭技术[J]. 中国给水排水,2003,19(8):23-25.
- [4] 赵丽君,范淑平,梁力. 污水处理厂除臭技术及工程化[J]. 中国给水排水,2003,19(6):46-48.
- [5] 王明健,李歆. 污水厂生物过滤除臭工艺及工程设计[J]. 中国给水排水,2009,25(16):32-35.
- [6] 郑理慎,陈志平,王薇,等. 污水厂生物除臭设计中存在的问题探讨[J]. 中国给水排水,2011,27(12):14-17.
- [7] 吴旭磊,顾森,孙智莉,等. 生物滴滤床用于温州市中心片污水厂的臭气治理[J]. 中国给水排水,2015,31(16):98-101.
- [8] 柯明勇. 集美污水处理厂生物滤池除臭工程设计[J]. 中国给水排水,2011,27(18):55-57.



作者简介:沈为(1977-),男,江苏常州人,博士在读,工程师,研究方向为印染废水深度处理、环境微生物等。

E-mail:westek@163.com

收稿日期:2016-12-21