

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2021.10.025

EBO™ 升流式水解酸化池用于印染废水处理

尤 鑫¹, 万年红¹, 雷培树¹, 王利梅², 陈 悦¹, 李 卿¹

(1. 中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010; 2. 中国五环工程有限公司, 湖北 武汉 430047)

摘 要: 汕头潮阳纺织印染环保综合处理中心污水处理厂工程的预处理阶段采用水解酸化工艺,改善了污水的可生化性,提高了一级处理对 SS 的去除率,还调节了水质水量。进一步分析了水解酸化工艺原理、选择及应用形式,重点介绍 EBO™ 升流式水解酸化工艺及其优势。同时介绍了该厂工艺流程,并对升流式水解酸化池设计参数进行明确。实际调试运行表明,该水解酸化池对难降解废水有较好的处理效果。

关键词: 升流式水解酸化池; 印染废水; 运行效果

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2021)10-0138-04

Treatment of Printing and Dyeing Wastewater by EBO™ Up-flow Hydrolytic Acidification Tank

YOU Xin¹, WAN Nian-hong¹, LEI Pei-shu¹, WANG Li-mei², CHEN Yue¹, LI Qing¹

(1. Central and Southern China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China; 2. Wuhuan Engineering Co. Ltd., Wuhan 430047, China)

Abstract: A case of Shantou Chaoyang textile printing and dyeing environmental protection comprehensive treatment center was introduced. The hydrolytic acidification process was used in the pretreatment stage to improve the biodegradability of wastewater, increase the removal rate of SS by primary treatment, and regulate the water quality and quantity. The principle, selection and application form of hydrolytic acidification process are further analyzed. The EBO™ up-flow hydrolytic acidification process and its advantages are mainly introduced. Meanwhile, the process flow of the plant is introduced, and the design parameters of the up-flow hydrolytic acidification tank are clarified. The commissioning operation shows that the hydrolytic acidification tank has good treatment effect on refractory wastewater.

Key words: up-flow hydrolytic acidification tank; printing and dyeing wastewater; operation effect

1 工程概况

近年来汕头市潮阳区经济迅速发展,大量印染废水未经处理直排镇区水体且最终汇入练江,对镇域水体和练江均造成较严重污染,影响居民正常工作生活。为改善练江流域综合环境,新建汕头市潮阳区纺织印染环保综合处理中心,并实施综合处理中心污水处理厂及管网工程项目。该中心产业以染

色、染料和印花为主,漂染针织企业原材料为毛纱、麻棉纱、各类成衣材料、纯棉经纱以及染料和助剂等;且实测现有企业排放废水水质与一般印染废水水质接近,结合环境影响报告书,以实测进水水质为基础,并适当留有余地,确定设计进水水质;因尾水直接排入南海,尾水排放水质取《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)及其修改单表 2

和广东省《水污染物排放限值》(DB 44/26—2001)第二时段一级标准的较严者;回用水考虑低质回用水和高质回用水,参照《纺织染整工业废水治理工

程技术规范》(HJ 471—2009)及《纺织染整工业回用水水质标准》(FZ/T 01107—2011)有关回用水水质要求,确定设计回用水水质。3 种水质指标见表 1。

表 1 设计进、出水及回用水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality and reused standards

项目	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD ₅ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TN/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	NH ₃ - N/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TP/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	色度/ 倍	硫化物/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
设计进水	1 200	300	400	40	25	5	400	2
尾水排放	80	20	50	15	10	0.5	40	0.5
设计回用	50	10	30	15	10	0.5	25	0.5

该厂设计进水 COD 为 1 200 mg/L,进水 B/C 为 0.25,可生化性差。鉴于本工程进水 SS、COD、TP 指标较高,且较难生化,故在生物反应池前增加预处理设施,通过加药及沉淀,降低进入生化处理构筑物的污染物负荷,减少进入生化处理构筑物的难降解有机物量,有效提高生物处理效果。根据类似印染废水处理经验,有必要采用水解酸化工艺处理,该工艺主要有 3 个作用:改善污水的可生化性,提高 B/C 值;初沉池自然沉淀时去除 SS 能力有限,需进一步提高一级处理对 SS 的去除率;调节水质水量,有较好的抗有机负荷冲击能力^[1]。

2 水解酸化工艺选择

水解酸化池主要有 3 种形式:升流式水解酸化反应池、复合式水解酸化反应池及完全混合式水解酸化反应池(见图 1)^[2]。

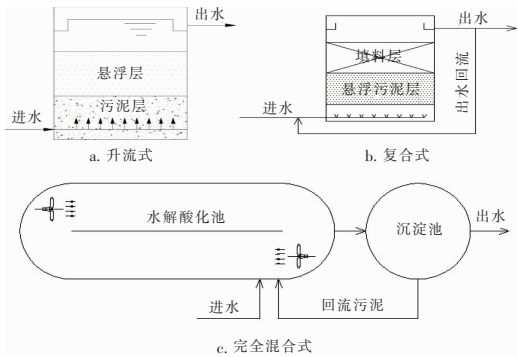


图 1 水解酸化池主要形式

Fig. 1 Main forms of hydrolytic acidification reactor (up-flow, complex, and complete mixed)

本工程用地紧张,为减少构筑物种类,不采用完全混合式。鉴于进水 SS 浓度高,无需通过填料来保证和维持水解酸化所需的活性水解酸化污泥量。若采用复合法,一是池内易形成高浓度污泥,容易造成填料堵塞;二是采用填料布水不易均匀,可能造成局

部出现死角,影响处理效果^[3]。因而,根据进水水质,该工程最适合采用升流式水解酸化工艺,但有 3 点需重点考虑:①布水支管的布水不均匀性;②避免布水孔洞的堵塞问题,布水区污泥浓度较高,流速小的出水洞易被污泥堵塞,加重不均匀程度;③布水不均,导致局部上升流速大,使较轻的厌氧污泥容易随出水一起流入后续好氧池,影响整个系统的运行效率^[4]。为此,采用 EBO™升流式水解酸化系统。与常规升流式水解酸化池相比,它具有独特的混合液回流系统,调节内环境平衡,提高耐冲击能力,同时实现泥水分离。回流混合液通过设置变频控制的回流泵进行回流比动态控制,由于回流液通过回流泵加压,与进水在进水口汇合易形成高速水流,再配有喷射式布水头,无需外部能耗进行水力搅拌,防止进口堵塞,泥水混合效果显著。其中,回流系统中回流管道的高度可根据项目实际运行情况进行调整。单套池体主要由 5 大系统组成,分别是反应池体、布水器、均匀布水系统、出水及集水槽、均匀吸水回流系统。工作原理见图 2。

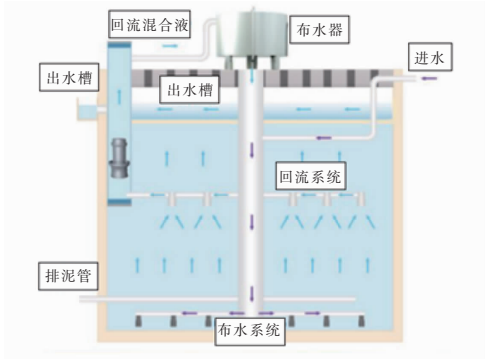


图 2 EBO™升流式水解酸化池示意

Fig. 2 Schematic diagram of EBO™ up-flow hydrolytic acidification tank

根据多年运行经验,EBO™与常规水解酸化池的比较见表 2。

表 2 常规及 EBO™ 水解酸化池比较

Tab. 2 Comparison of conventional and EBO™ hydrolytic acidification tanks

项目	EBO 水解酸化池	常规水解酸化池
配水均匀性	布水均匀	布水不均匀, 易出现水力死角
混合效果	混合效果好, 无需机械设备	混合效果不佳, 需依赖机械设备
配水系统	杜绝配水管堵塞	配水管易堵塞
设备维修	维修方便, 不影响系统正常运行	维修成本高, 需清空池体, 影响系统正常运行
污泥问题	污泥减量 30% 以上	需频繁排泥
节能环保	能耗低	搅拌设备消耗电能

3 工程设计

汕头潮阳区纺织印染环保综合处理中心污水处理工程近期规模 $7.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 近期回用水规模 $3.75 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。根据本工程进、出水水质要求, 污水处理主体工艺包括预处理、生物处理和深度处理三个阶段。预处理进行调节、混凝沉淀, 生物处理主要是水解酸化 + A/A/O 生物 + MBR 膜处理的组合工艺, 再接臭氧氧化工艺处理后排海, 回用水经活性炭吸附深度处理后回用至印染企业。污泥处理采用污泥浓缩、板框压滤脱水工艺, 使污泥含水率降至 60%, 外运进行焚烧。

3.1 水解酸化池设计

由于在水解酸化池前端设有调节池, 故设计采用平均日处理规模^[5], 设计水量为 $7.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 池体采用矩形结构, 由于合建式具有结构紧凑、流程短、占地少等特点, 设计采用合建式水解池。分为 16 格 (2 排 8 列), 每格处理量为 $4\,687.5 \text{ m}^3/\text{d}$ 。每 2 格为 1 列, 共用一组出水槽。总尺寸为 $108.4 \text{ m} \times 42.0 \text{ m}$, 总占地面积为 $4\,552.8 \text{ m}^2$, 池高 10 m, 有效水深 9.5 m, 水力停留时间为 12 h, 单格池均配 1 套升流式发生器, 含布水器、布水系统、回流系统、排泥系统等, 故共有 16 套 EBO™ 升流式水解酸化发生系统。

该水解酸化池单套剖面示意图 3, 建成后的

表 3 EBO™ 升流式水解酸化池运行效果

Tab. 3 Operation effect of EBO™ up-flow hydrolytic acidification tank

项 目	COD	$\text{NH}_3 - \text{N}$	TN	TP	SS
进水/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	748 ~ 1 022	10.00 ~ 10.46	15.5 ~ 19.2	2.45 ~ 2.85	90 ~ 165
出水/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	465 ~ 574	6.99 ~ 10.01	14.1 ~ 18.4	1.98 ~ 2.27	29 ~ 50
去除率/%	38 ~ 50	1 ~ 6	4 ~ 9	17 ~ 19	68 ~ 71

水解酸化池见图 4。



图 3 单格 EBO™ 升流式水解酸化池内部

Fig. 3 Internal of single-cell EBO™ up-flow hydrolytic acidification tank



图 4 建成后的水解酸化池

Fig. 4 Hydrolytic acidification tank after completion

在该工程中, EBO™ 升流式水解酸化池池型组合巧妙, 功能齐全, 结构紧凑。其中, 升流式布水器利用虹吸管中快速流动的水流将主管道中的空气带走, 使主管道内形成一定的真空度, 在管道内外大气压的作用下, 容器中的水进入主管道后排入池中。由于水流速度很快, 布水能在短时间内完成, 达到升流式的效果, 搅起池底的污泥, 使池内污水、填料、污泥不断充分混合处于流化状态, 水解酸化菌与污水中的有机物得到充分的接触反应^[6]。

3.2 水解酸化池运行效果

该工程已调试运行 3 个月, 由于该印染园区部分企业还未入驻, 目前工业废水量达到 $1.85 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 可独立运行 4 格水解酸化池, 稳定运行后, 水解酸化池进、出水水质监测结果见表 3。

其中,水解酸化池深1 m处污泥浓度约为6 400 mg/L,池深3 m处污泥浓度约为1 850 mg/L。通过调试运行表明,EBO升流式水解酸化池对难降解废水有较好的处理效果,对COD的平均去除率>38%,最高时达到50%;对SS的平均去除率>68%,最高时达到71%,且不受进水负荷的影响。该水解酸化池对氨氮、总氮、总磷去除有限。

4 工程投资

本工程厂区规划用地红线占地8.153 hm²,围墙线内面积8.04 hm²,建设投资概算中第一部分费用的厂区工程费为36 909.71万元,主要由3部分组成:建筑工程费21 404.03万元,设备及工器具购置费13 163.69万元,安装工程费2 342.00万元。其中水解酸化池建筑工程费2 977.82万元,设备及工器具购置费600.16万元,安装工程费58.28万元。

5 结语

对难降解工业废水,在处理前段采用水解酸化合理且可靠,其能适度对来水进行调节,在短时间和高负荷下,获得较高的污染物去除率,提高废水可生化性,减少后续构筑物处理负担,具有较好的抗冲击负荷能力及出水水质,对SS的去除率显著高于初沉池(停留时间相当),有望在今后的工业废水预处理中得到更多应用。

参考文献:

- [1] 崔玉川,刘振江,张绍怡. 城镇污水污泥处理构筑物设计计算[M]. 北京:化学工业出版社,2014:37-39.
CUI Yuchuan, LIU Zhenjiang, ZHANG Shaoyi. Design and Calculation of Municipal Sewage Sludge Treatment Structure[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2014: 37-39 (in Chinese).
- [2] 任南琪,丁杰,陈兆波. 高浓度有机工业废水处理技术[M]. 北京:化学工业出版社,2018:107-160.
REN Nanqi, DING Jie, CHEN Zhaobo. High Concentration Organic Industrial Wastewater Treatment Technology [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2018: 107-160 (in Chinese).
- [3] 刘映祥,娄佳濯,白玉华. 完全混合式水解池应用于城市污水处理厂的设计[J]. 给水排水,2012,38(9): 52-55.
LIU Yingxiang, LOU Jiazhao, BAI Yuhua. Application of the completely mixed hydrolytic tank in municipal wastewater treatment plant design [J]. Water & Wastewater Engineering, 2012, 38 (9): 52-55 (in Chinese).
- [4] 丁炜鹏,孙冬,湛戡,等. 工业园区污水处理厂水解酸化池设计[J]. 环境卫生工程,2009,17(增刊):84-86.
DING Weipeng, SUN Dong, CHEN Kan, et al. Hydrolysis-acidification tank design of sewage treatment plant in industry park[J]. Environmental Sanitation Engineering, 2009, 17(S): 84-86 (in Chinese).
- [5] 游卫强,杨燮明. 水解工艺在城市污水处理中的应用[J]. 五邑大学学报(自然科学版),2007,21(3):74-78.
YOU Weiqiang, YANG Xieming. The application of the hydrolyzation process in urban sewage treatment [J]. Journal of Wuyi University (Natural Science Edition), 2007, 21(3): 74-78 (in Chinese).
- [6] 闫爱萍,李孟,张倩,等. 水解酸化工艺处理混合型城市污水的应用研究[J]. 中国给水排水,2016,32(1): 74-77.
YAN Aiping, LI Meng, ZHANG Qian, et al. Application of hydrolysis-acidification process to treatment of mixed municipal wastewater [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(1): 74-77 (in Chinese).

作者简介:尤鑫(1983-),女,陕西西安人,硕士,高级工程师,主要从事给排水工程设计工作。

E-mail: youxin-2009@qq.com

收稿日期:2020-08-18

修回日期:2020-11-10

(编辑:衣春敏)