

浙江某电泳废水处理改扩建工程设计

葛 珉¹, 蒋胜韬^{2,3}, 王子波¹, 管玉江², 祝建中³

(1. 扬州大学 环境科学与工程学院, 江苏 扬州 225127; 2. 台州学院 浙江省植物进化生态学与保护重点实验室, 浙江 台州 318000; 3. 河海大学环境学院 浅水湖泊综合治理与资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098)

摘要: 浙江某电泳厂采用预处理/水解酸化/混凝沉淀/絮凝生化法组合工艺处理电泳废水, 控制适宜的 pH 值, 实现了对磷酸盐、有机污染物的有效去除。该工程改扩建后, 废水处理量达到 100 m³/d, 出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 的三级标准。

关键词: 电泳废水; 混凝沉淀; 絮凝生化法

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)06-0111-05

Design of an Electrophoresis Wastewater Treatment Reconstruction and Expansion Project in Zhejiang Province

GE Min¹, JIANG Sheng-tao^{2,3}, WANG Zi-bo¹, GUAN Yu-jiang², ZHU Jian-zhong³

(1. College of Environmental Science and Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225127, China; 2. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Plant Evolutionary Ecology and Conservation, Taizhou University, Taizhou 318000, China; 3. Key Laboratory for Integrated Regulation and Resource Development on Shallow Lake of Ministry of Education, College of Environment, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Electrophoresis wastewater from an electrophoresis enterprises in Zhejiang Province was treated by a combined process including pretreatment/hydrolysis acidification/coagulation and sedimentation/flocculation and biological treatment. Phosphate and organic pollutants were effectively removed by controlling appropriate pH value. After the reconstruction and expansion of the project, the wastewater treatment capacity was increased to 100 m³/d, and effluent quality met the third level criteria specified in the *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB 8978-1996).

Key words: electrophoresis wastewater; coagulation and sedimentation; flocculation and biological treatment

电泳工艺是一种在金属表面进行加工处理的常见工艺, 这种技术在机械加工、车辆、电子五金及建筑材料等方面得到了推广和应用^[1]。在电泳涂装过程中, 被涂件需要经过大量的水冲洗, 以除掉附在

工件上的浮漆、沉渣, 冲洗后的水被称为电泳废水, 含有环氧树脂、漆料、植物油脂、有机溶剂、颜料以及少量重金属离子等有害化学物质^[2-4]。

某电泳有限公司年电泳 10 万套摩托车、电瓶车

基金项目: 浙江省公益技术研究项目(LGF18E080005); 台州市科技计划项目(162gy46)
通信作者: 蒋胜韬 E-mail: jst80@126.com

车架。该厂原有一套电泳废水处理设施,现在该厂扩大生产,拟新增年电泳 10 万套摩托车、电瓶车车架的电泳生产线,而原有废水处理设施已不能满足处理的要求,因此该厂决定对废水处理设施进行改扩建。

1 废水的水质和设计水量

1.1 废水水质

据现场调研及取样分析,该厂所排放的生产废

水主要为磷化废水、脱脂废水和电泳废水,主要污染指标为总磷、BOD₅、COD、SS、油类等。根据取样分析及类比多个同类型项目废水水质,确定该厂废水水质,并作为设计进水水质。根据当地环境保护局的要求,废水经处理后须达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级标准后再排入市政管网。

设计进、出水水质如表 1 所示。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	COD/ (mg · L ⁻¹)	BOD ₅ / (mg · L ⁻¹)	SS/ (mg · L ⁻¹)	pH 值	总磷/ (mg · L ⁻¹)	氨氮/ (mg · L ⁻¹)	石油类/ (mg · L ⁻¹)
磷化废水	1 000	200	120	3 ~ 5	120		
脱脂废水	500	100	150	6 ~ 9	—		
电泳废水	12 000	2 000	100	5 ~ 6	250		
排放标准	500	300	400	6 ~ 9	8.0	35	20

注: 三级标准中氨氮、总磷参考浙江省《工业企业废水氮、磷污染物间接排放限值》(DB 33/887—2013) 执行。

1.2 废水水量

根据建设单位提供的相关资料,废水主要来源于涂装工艺产生的磷化废水、脱脂废水以及电泳过程中产生的电泳废水。磷化废水设计处理量为 75 m³/d,脱脂废水设计处理量为 15 m³/d,电泳废水设计处理量为 10 m³/d。总计 ,

废水、电泳废水、磷化废水统一汇集至中间水池,通过加酸调整 pH 值至中性,再用泵统一抽至“酸化水解+活性污泥”生化处理池^[6]。

% 新建混凝池和絮凝池。通过投加 PAC、PAM,使 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 悬浮颗粒物絮体聚集变大,充分反应后废水自流进入斜管沉淀池进行固液分离。沉淀出水进入中间水池,投加酸液调节 pH 值至中性,保证后续生化系统正常运行。本工程拟采用先投加石灰乳或钙盐,通过物化方法先去除绝大部分的磷,物化出水后再进入生化系统,通过生化法进一步去除剩余的磷,同时可去除有机物^[7-9]。

& 调整污泥处理工艺。在原有 SBR 池的基

础上增加预反应区,将 SBR 池升级为 CASS 池,强化生物处理效果和除磷效果。另外,将射流曝气装置更换为鼓风曝气供气,氧利用率高、动力费用较小、安装施工及维修方便,鼓风曝气比射流曝气更能达到对活性污泥池内混合液的搅拌作用,有利于污染物的去除。在活性污泥池出水区设置加药反应池,并在此池内投加生物絮凝剂,池内设有搅拌气管,使废水与药剂充分混合。物化沉淀污泥及生化剩余污泥流入污泥池,经板框压滤机压滤过后泥饼交由有资质的公司进行最终处理处置,滤液返回磷化废水调节池^[10]。

改扩建工程工艺流程见图 1。

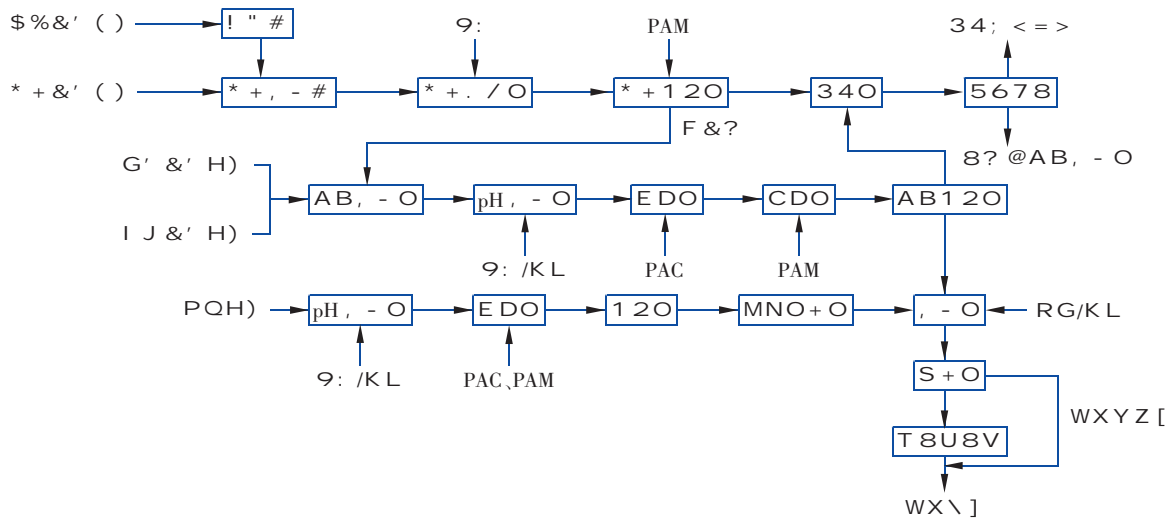


图 1 改造后的废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of upgrading wastewater treatment process

3 主要构筑物及设备

! 隔油池(新建)

隔油池 1 座,地下钢混结构,尺寸为 $5.0 \text{ m} \times 1.5 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,有效容积为 15 m^3 ;其设计处理能力为 $15 \text{ m}^3/\text{d}$,

$Q = 25 \text{ m}^3/\text{d}$ 。配套设备有 1 套液位控制器、2 台污水提升泵,泵流量为 $4 \text{ m}^3/\text{h}$ 、扬程为 150 kPa 、功率为 0.55 kW ,一用一备。

④ Fenton 反应槽(新建)

平面尺寸为 $1.92 \text{ m} \times 2.05 \text{ m}$,停留时间为 2.5 h ,一次成型 PE 桶结构。配套设备有 pH 计、ORP 计、亚铁及双氧水加药管、穿孔曝气系统。

⑤ 中间水池(新建)

尺寸为 $5.0 \text{ m} \times 4.5 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,地下式钢混结构,有效容积为 50 m^3 。配套设备有 1 套液位控制器、2 台污水提升泵(泵流量为 $6 \text{ m}^3/\text{h}$ 、扬程为 130 kPa 、功率为 0.55 kW ,1 用 1 备)以及 pH 计、硫酸加药管、穿孔曝气系统。

⑥ 酸化水解池(新建)

尺寸为 $3.0 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,地下式钢混结构,内设弹性立体填料,有效容积为 20 m^3 ,水力停留时间为 5.0 h 。配套设备有钢制 $\varnothing 800 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}$ 脉冲罐 1 个、 $\varnothing 65 \text{ mm} \sim \varnothing 90 \text{ mm}$ 脉冲管。

⑦ 活性污泥池(新建)

尺寸为 $3.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,有效容积为 24.5 m^3 ,气水比为 $12:1$,停留时间为 5.8 h 。配套设备有微孔曝气头 30 个、曝气管、低噪音转鼓式风机 2 台(1 用 1 备)。

⑧ 生化沉淀池(新建)

采用斜管沉淀池,尺寸为 $3.0 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,地下式钢混结构,表面负荷为 $0.56 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。配套设备有 $\varnothing 80 \text{ mm}$ 蜂窝斜管填料及支架,污水回流泵 2 台($Q = 6 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 130 \text{ kPa}$,功率为 0.55 kW ,1 用 1 备)。

⑨ 清水池(新建)

尺寸为 $2.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,地下式钢混结构,有效容积为 7.7 m^3 ,停留时间为 1.8 h 。配套设备为 PVC 穿孔曝气管。

⑩ 石灰乳配药系统(新建)

平面尺寸为 $1.17 \text{ m} \times 1.35 \text{ m}$,一次成型 PE 桶结构,有效容积为 1 m^3 。配套设备有 PVC 曝气管、抽药用离心泵 2 台(流量为 $0.9 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 90 \text{ kPa}$, $N = 0.18 \text{ kW}$)。

⑪ 压泥系统(新建)

尺寸为 $3.0 \text{ m} \times 2.0 \text{ m} \times 3.0 \text{ m}$,地下式钢混结构,有效容积为 12 m^3 。配套设备有 1 台板框压滤机(压滤面积为 40 m^2),1 台铝合金材质的污泥隔膜

泵,1 台螺杆式空压机($Q = 0.16 \text{ m}^3/\text{min}$, $H = 0.8 \text{ MPa}$, $N = 2 \text{ kW}$)。

4 工程调试与运行

该工程于 2016 年 9 月完工调试,调试后检测结果显示,对总磷、 BOD_5 、 COD 、 SS 等主要污染物的去除效果明显,各项出水指标均达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 三级标准,通过了当地环保部门验收。验收期间监测结果见表 2。

表 2 工程验收监测结果

Tab. 2 Monitoring results of project

项 目	$\text{COD}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\text{BOD}_5/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\text{SS}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值	总磷/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
出水水质	245 ~ 318	165 ~ 212	55 ~ 68	6.5 ~ 7.5	6 ~ 7
排放标准	500	300	400	6 ~ 9	8

5 技术经济分析

该改扩建工程新增用地约 128 m^2 ,中央控制室对工艺参数进行连续性监控和液位高低的声光警报,控制对象主要是对泵电机和阀门等设备的自动控制。对各运转设备,中心控制柜设有自动/手动、启动/停止遥控按钮,以备非常之需要。该项目总投资为 32 万元,其中磷化废水处理设备建造、设计、安装为 13 万元,其他废水工程为 19 万元。

6 结语

工程实践表明,采用“预处理 + 水解酸化 + 混凝沉淀 + 絮凝生化法”组合式工艺处理电泳废水是稳定可靠的。在原电泳废水 COD 浓度为 12000 mg/L 、总磷浓度为 250 mg/L 的情况下,处理出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 三级标准后排入市政管网,对今后高浓度有机含磷电泳生产废水处理系统的改造有一定的借鉴意义。

参考文献:

- [1] 朱强,杨玉姣. 汽车涂装废水综合处理工程实例[J]. 工业用水与废水, 2015, 46(6): 61-65.
Zhu Qiang, Yang Yujiao. Engineering project of comprehensive treatment of wastewater from automobile coating [J]. Industrial Water & Wastewater, 2015, 46(6): 61-65 (in Chinese).
- [2] 李ccY[驿cY聪 :], 下 ,

- husk ash[J]. *Plating & Finishing* 2017 39(1): 43-46 (in Chinese).
- [3] Liu Q. Determination of pharmaceuticals and personal care product components in wastewater using capillary electrophoresis coupled with solid phase extraction [J]. *Anal Lett* 2015 48(6): 944-954.
- [4] Tian Y P, Kong S S. Treatment project for wastewater from automobile painting [J]. *Appl Mech Mater* 2012, 209/211: 1986-1989.
- [5] 闫百瑞, 李健, 王颖, 等. 电泳废水处理技术研究进展综述 [J]. *电镀与精饰* 2016 38(10): 25-28.
Yan Bairui, Li Jian, Wang Ying, *et al.* Electrophoresis wastewater treatment technology research progress [J]. *Plating & Finishing*, 2016, 38(10): 25-28 (in Chinese).
- [6] 陆祎韵, 戴清, 金艳青, 等. 某食品加工废水处理工程改扩建设计 [J]. *水处理技术*, 2016, 42(7): 136-139.
Lu Yiyun, Dai Qing, Jin Yanqing, *et al.* Reconstruction and expansion design of food processing wastewater treatment engineering [J]. *Technology of Water Treatment*, 2016 42(7): 136-139 (in Chinese).
- [7] 张进, 董强, 孙宇新, 等. 混凝-陶瓷膜微滤处理阴极电泳漆废水研究 [J]. *膜科学与技术* 2006 26(6): 57-60.
Zhang Jin, Dong Qiang, Sun Yuxin, *et al.* Treatment of cathodic electrocoating wastewater by coagulation and ceramic membrane filtration [J]. *Membrane Science & Technology* 2006 26(6): 57-60 (in Chinese).
- [8] 李永亮, 李健. 某电泳生产线废水处理优化设计 [J]. *电镀与精饰* 2015 37(12): 43-46.
- Li Yongliang, Li Jian. The optimized design of wastewater treatment of an electrophoresis production line [J]. *Plating & Finishing* 2015 37(12): 43-46 (in Chinese).
- [9] 吴吉远, 刘千钧, 司汉广, 等. 厌氧前置氧化沟化学除磷工程实例分析 [J]. *工业水处理* 2015 35(2): 103-105.
Wu Jiyuan, Liu Qianjun, Si Hanguang, *et al.* Analysis of the chemical dephosphorization project by pre-anaerobic oxidation ditch [J]. *Industrial Water Treatment*, 2015, 35(2): 103-105 (in Chinese).
- [10] 熊红权, 李文彬. CASS 工艺在国内的应用现状 [J]. *中国给水排水* 2003 19(2): 34-35.
Xiong Hongquan, Li Wenbin. Current status of the application of CASS technology in China [J]. *China Water & Wasterwater* 2003 19(2): 34-35 (in Chinese).



作者简介: 葛珉(1993-), 男, 江苏扬州人, 硕士研究生, 研究方向为废水处理及资源化技术。

E-mail: jst80@126.com

收稿日期: 2017-03-21