

苏州某金属制品有限公司废水处理整改工程

徐 婷¹, 李 勇¹, 薛梦婷¹, 朱怡嘉¹, 仇海波²

(1. 苏州科技大学 环境科学与工程学院, 江苏 苏州 215002; 2. 苏州市东方环境工程有限公司, 江苏 苏州 215138)

摘 要: 从废水特点、水量和水质分析以及构筑物参数设计等方面,介绍了苏州某金属制品有限公司的废水处理整改工程。采用分类收集/分类处理、混合预处理、生化处理、末端加药的联合工艺处理金属制品废水。实际处理结果表明,出水 $\text{COD} \leq 50 \text{ mg/L}$, $\text{Cu}^{2+} \leq 0.5 \text{ mg/L}$, $\text{Ni}^{2+} \leq 0.1 \text{ mg/L}$, $\text{Cr}^{6+} \leq 0.1 \text{ mg/L}$, $\text{CN}^- \leq 0.2 \text{ mg/L}$, $\text{Zn}^{2+} \leq 1.0 \text{ mg/L}$,出水水质优于《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准及《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008),含重金属污泥外委处理。

关键词: 金属制品废水; 重金属; A/A/O; 混凝沉淀

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)04-0093-04

Wastewater Treatment Rectification Project of a Metal Products Company in Suzhou

XU Ting¹, LI Yong¹, XUE Meng-ting¹, ZHU Yi-jia¹, QIU Hai-bo²

(1. School of Environment Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215002, China; 2. Oriental Environment Engineering Co. Ltd., Suzhou 215138, China)

Abstract: The wastewater characteristics, quantity and quality as well as structure parameters, etc. for the wastewater treatment rectification project of a metal products company in Suzhou was introduced. The combined process of separate collection, classified preprocessing, complex pretreatment, biochemical treatment and end dosing was used to treat metal products wastewater. The actual result showed that effluent COD, Cu^{2+} , Ni^{2+} , Cr^{6+} , CN^- and Zn^{2+} were less than 50 mg/L, 0.5 mg/L, 0.1 mg/L, 0.1 mg/L, 0.2 mg/L, and 1.0 mg/L respectively, which is better than both first grade of *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB 8978 - 1996) and *Emission Standard of Pollutants for Electroplating* (GB 21900 - 2008). The disposal of sludge containing heavy metal was entrusted to third parties.

Key words: metal products wastewater; heavy metal; A/A/O; coagulation-settlement process

近年来,中国金属加工行业发展迅速,在促进经济发展的同时也带来了相应环境问题。由于金属的表面加工主要包括电镀、喷漆、抛光、研磨、套塑等,而电镀过程必然会大量使用强酸、强碱等有毒有害化学品,因此这些废水含有大量的重金属离子、有机化合物、无机化合物等有害物质。如果直接排放,将危及水体环境和人类健康,因此必须采用经济且

高效的方式处理金属加工废水。

苏州某金属制品有限公司主要生产新型卫浴配件、装饰件配件、数码产品配件、汽车配件等五金、塑胶制品及进行表面处理,其废水处理整改工程由苏州东方环境工程有限负责方案设计、施工和调试,目前工程运行状况良好,出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准及《电镀污染物

排放标准》(GB 21900—2008)。废水处理过程中产生的含重金属污泥将外委处理。

1 废水的水质与设计水量

该公司生产工艺复杂,包括表面处理、镀锌、镀镍、镀铜、水洗、酸洗、碱洗等多个环节,生产废水包

括含氰废水、含铜废水、含锌废水、含镍废水、含铬废水、酸碱废水。各类生产废水根据水质特点分类收集,分类处理后统一放流至调整池中;生活污水与经过预处理后的混合生产废水一并处理。具体水质情况见表 1。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Cu^{2+} / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	CN^- / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Zn^{2+} / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Cr^{6+} / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	Ni^{2+} / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\text{NH}_3 - \text{N}$ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TP/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值
生产废水	≤ 300	≤ 0.5	≤ 0.2	≤ 1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 20	≤ 2	6~9
排放标准	≤ 50	≤ 0.3	≤ 0.2	≤ 1	≤ 0.1	≤ 0.1	≤ 8	≤ 0.5	6~9

注: 生产废水水质为设计原废水处理设施放流至调整池中混合废水的水质。

该公司排放生产废水量约为 $400 \text{ m}^3/\text{d}$, 生活污水量为 $100 \text{ m}^3/\text{d}$, 则设计废水处理量为 $500 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2 废水处理改造工艺的确定

2.1 工程现状及改扩建思路

① 复核现有构筑物的处理能力,利用现有池容、设备配置和用电情况,通过部分工艺内部改造,尽可能降低造价。

② 在设计运行合理的情况下,先对各类废水进行单独收集,单独处理;再进行混合沉淀预处理,厌氧+缺氧+生化处理,使废水中 COD、 $\text{NH}_3 - \text{N}$ 及

TN 达到排放标准,末段进行加药沉淀处理,主要通过化学沉淀去除污水中未去除的污染物,使其最终达到排放要求。

2.2 改扩建工艺设计

生产废水成分复杂,主要包括铜、铬、镍等重金属离子、氰化物和有机物等,混合处理方法复杂、难度大且成本高。综合考虑原有处理设施及能力、废水水量、水质特点,决定采用分类收集、分类处理、混合预处理、生化处理、末段加药的联合工艺处理废水,保证出水水质达到排放标准。工艺流程见图 1。

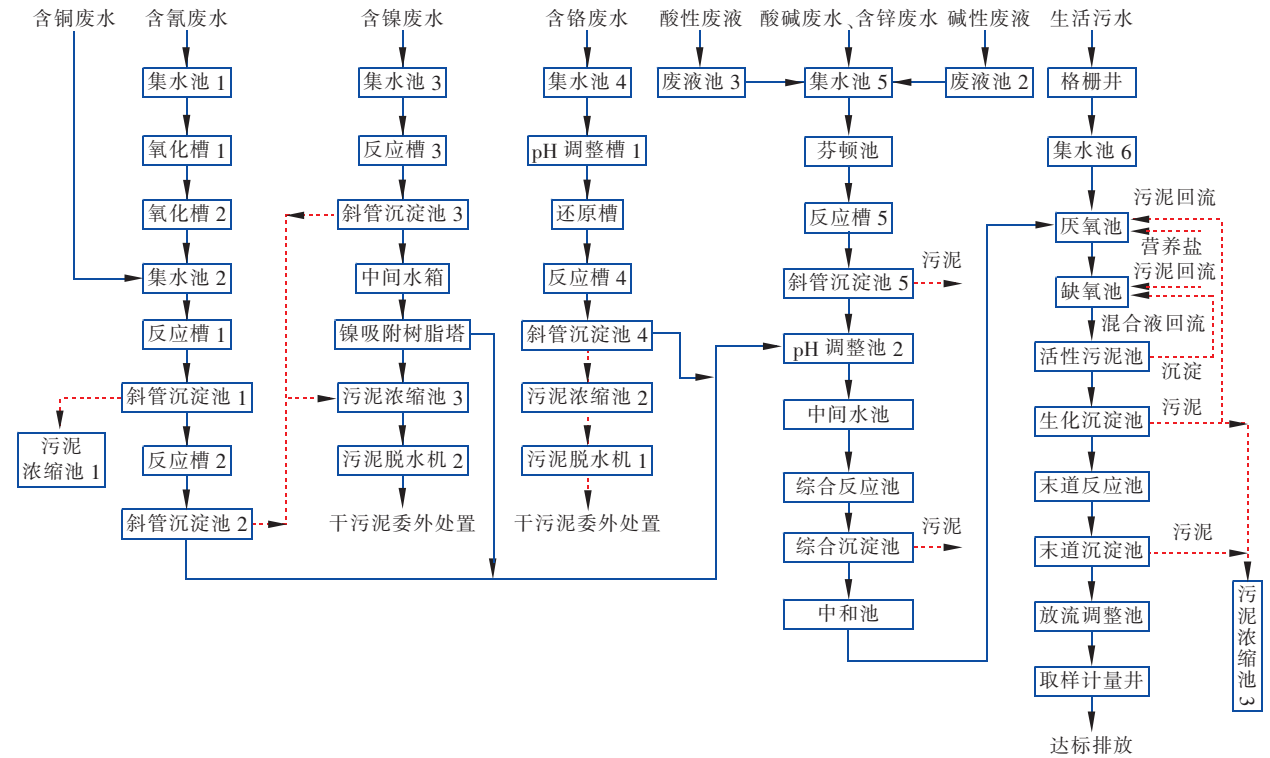


图 1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

各类废水按原有种类分类收集;部分按原有预处理设施进行处理,部分需要进行整改;使废水中的氰、镍、铬、锌等重金属离子均达到排放标准。

① 含氰废水处理系统。由于含氰废水浓度较高,现有池体体积小,反应时间较短,处理效果不太理想,故需增加池容。利用原有2个闲置的化学镍氧化槽作为第一道破氰池,原有破氰池作为第二道破氰池。

② 含铜废水处理系统。采用二级处理方法,一级处理系统中加入三氯化铁、石灰、液碱、次氯酸钠、硫化钠、PAM;二级处理系统中加入硫酸亚铁、PAM;现一级处理系统反应池及沉淀池相对较小,二级处理系统反应池及沉淀池容积相对较大,一级处理加药量及种类都多,故将原有的一级处理系统作为新的二级处理系统,原有的二级处理系统作为新的一级处理系统,这样效果更好且不易漂泥。

③ 酸碱废水处理系统。原有处理系统反应池中投加液碱、三氯化铁、硫化钠、PAM,处理效果不理想。由于废水中含有络合物,无法去除,故需要在反应前进行破络处理。在反应池前面增加 Fenton 氧化处理,加入硫酸、双氧水、硫酸亚铁,进行氧化破络(增加3台加药泵 AHA32、一台 pH 控制仪)。池体利用原有生活污水 SBR 池,进行 FRP 防腐处理。原有的曝气头利用到新增加的生化处理系统中,另新增穿孔管曝气。

④ 含铬废水、含镍废水处理系统均利用原有设施。

各类废水单独进行预处理后,再进行混合沉淀池+厌氧+缺氧+好氧生化处理,去除 COD、氨氮及总磷等污染物。经生化处理后的废水再进行化学法处理,达标排放。

3 主要构筑物及设计参数

3.1 预处理系统

含氰废水、含铜废水及酸碱废水均需要部分改造。增加部分管道及3台加药泵、一台 pH 控制仪。原生活污水 SBR 池需要新建隔墙及 FRP 防腐处理。

3.2 综合废水生化处理

① 中间水池

收集各类废水经预处理的出水,以调匀水质,防止高峰负荷产生,并利用泵提升至后续处理单元进行处理。设计规模:400 m³/d,池体利用原有化学镍废水池改造,设浮球式液位计1套、耐酸碱泵2台。

② 综合反应池

设计规模:16.7 m³/h,有效容积为 16.7 m³,材质为混凝土+FRP,尺寸:3 m×2 m×3.5 m,反应时间为1 h,设 pH 自动控制仪1台、石灰水泵1台、硫酸亚铁加药机1台、搅拌机2台。

③ 综合沉淀池

设计规模:16.7 m³/h,有效容积为 50.1 m³,材质为混凝土+FRP,尺寸:6 m×3.5 m×5 m,表面负荷:0.8 m³/(m²·h),停留时间为3 h。设1套出水波水堰(SUS304)、斜管填料及碳钢镀锌支架。

④ 中和池

设计规模:16.7 m³/h,有效容积:6 m³,材质为混凝土+FRP,尺寸:1.5 m×1.5 m×3.5 m,反应时间为20 min。设有1台 pH 自动控制仪、1台硫酸加药机、1台空气搅拌器。

⑤ 厌氧池

设计规模:500 m³/d(21 m³/h),有效容积:210 m³,材质:混凝土+防水水泥砂浆表面处理,尺寸:8 m×6 m×5 m,停留时间:10 h,污泥回流比:50%~100%。设2套3 kW 搅拌器、1套污泥回流装置、144 m³ 高负荷填料、1套高负荷填料支架。

⑥ 缺氧池

设计规模:21 m³/h,有效容积:115.5 m³,材质:混凝土+防水水泥砂浆表面处理,尺寸:6 m×4.5 m×5 m,停留时间:5.5 h,混合液回流比:100%~150%。设1套3 kW 搅拌器、81 m³ 高负荷填料、1套高负荷填料支架。

⑦ 活性污泥池

设计规模:21 m³/h,有效容积:357 m³,材质:混凝土+防水水泥砂浆表面处理,尺寸:16.5 m×5 m×5 m,停留时间:17 h。设有350套微孔曝气器、1套混合液回流装置、3台鼓风机、250 m³ 高负荷填料、1套高负荷填料支架。

⑧ 生化沉淀池

设计规模:21 m³/h,有效容积:63 m³,材质:混凝土+防水水泥砂浆表面处理,尺寸:5 m×5 m×5 m,停留时间:3 h。设有1台中心刮泥机、1套出水波水堰(SUS304)、1套进水稳流筒(SUS304)。

⑨ 末道反应池

设计规模:21 m³/h,有效容积:17.5 m³,材质:混凝土+FRP,尺寸:3 m×2 m×3.5 m,反应时间:50 min。设有1台 pH 自动控制仪、1台 PAC 加药

机、1 台 PAM 加药机、2 台搅拌机。

⑩ 末道沉淀池

设计规模:21 m³/h,有效容积:63 m³,材质:混凝土+防水水泥砂浆表面处理,尺寸:6 m×3.5 m×5 m,表面负荷:1 m³/(m²·h),停留时间:3 h。设有 1 套出水波水堰(SUS304)、斜管填料及斜管填料支架(碳钢镀锌)。

4 工程调试与运行结果

工程调试重点在于生物处理系统的启动,即活性污泥的培养与驯化。由于废水中金属制品废水占 80%,故先用生活污水培养活性污泥。当活性污泥培养成熟后,再加入金属制品废水,并以设计流量的 15% 逐步增加其比例直至达到处理负荷为止;污泥驯化结束后,经过试运行确定最佳运行条件:HRT 为 5.5 h,回流比为 100%~150%。随后投入正常

运行,为保证良好的处理效果,对常规项目进行定期检测,发现废水处理工程自投入运行以来,设施运转正常,处理效果良好,出水 COD≤50 mg/L、Cu²⁺≤0.5 mg/L、Ni²⁺≤0.1 mg/L、Cr⁶⁺≤0.1 mg/L、CN⁻≤0.2 mg/L、Zn²⁺≤1.0 mg/L,出水水质优于《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准及《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008)。

5 经济分析

该工程投资主要包括土建费、设备费(76.31 万元)、设计与调试费(13.04 万元)、运输及安装费(13.11 万元),其中土建部分由业主自行负责。本套设施整改后,废水处理能力为 400 m³/d,生活污水处理能力为 100 m³/d,运行费用的分析以此为基础,并只限于废水处理站内。

新增综合废水生化处理费用见表 2。

表 2 工程运行费用

Tab. 2 Project operating cost

项目	用量	单价	费用/ (元·d ⁻¹)	备 注
电	877 kW·h/d	0.7 元/(kW·h)	613.9	以实际使用电量为理论使用电量的 86% 计
石灰粉	320 kg/d	0.85 元/kg	272	投加量约 0.8 kg/m ³
硫酸亚铁	160 kg/d	0.8 元/kg	128	投加量约 0.4 kg/m ³
硫酸(30% 液体)	120 kg/d	0.7 元/kg	84	投加量约 0.3 kg/m ³
PAC(固体)	50 kg/d	1.5 元/kg	75	投加量约 0.1 kg/m ³
PAM(固体)	5 kg/d	24 元/kg	120	投加量约 0.01 kg/m ³
注: 加药量根据原水水质情况不同将产生变动,药剂单价随市场行情产生变动。				

综上所述,废水处理费用(不包括人工费)为 2.58 元/m³,与同类型废水其他处理工艺相比,具有较好的经济性。

6 结论

① 采用分类收集、分类处理、混合预处理、生化处理、末段加药的联合工艺处理金属制品废水,处理效果良好,出水水质达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准及《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008)。

② 该工程正式投入使用后,运行工况良好,操作简便,出水水质稳定,剩余污泥量少,处理费用为 2.58 元/m³,对于不同类型的含重金属离子、氰化物和有机物的工业废水处理具有一定参考意义。

[2] 郑钊,方承启,张钰靓,等. 生化法处理电镀废水工程改造实践[J]. 水处理技术,2015,(2):131-134.



作者简介:徐婷(1992—),女,江苏无锡人,硕士研究生,研究方向为水污染控制工程。

E-mail:444357010@qq.com

收稿日期:2017-07-31

参考文献:

[1] 陈宜钦,庄敏. 电镀废水处理技术研究现状及展望[J]. 化工管理,2015,34:124-124.