

太湖流域电镀园区污水处理厂提标改造工程设计

郭方峥, 涂勇, 徐军, 李军
(江苏省环境科学研究院, 江苏 南京 210036)

摘要: 太湖流域某电镀园区污水处理厂提标改造工程采用强化预处理(Fenton氧化)、增加生化处理(水解+A/O)、提升深度处理(粉末活性炭+滤布滤池)的改造思路,经过一年的实际运行,各项出水指标均达到了《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008)特别排放限值标准及《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB 32/1072—2007)标准,解决了当地园区发展的瓶颈,有效改善了当地的水环境,对类似电镀园区污水处理厂的改造具有一定的参考意义。

关键词: 电镀废水; 提标改造; Fenton氧化; 粉末活性炭

中图分类号: X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)04-0059-05

Design of Upgrading and Reconstruction Project of Electroplating Industrial Park Wastewater Treatment Plant in Taihu Basin

GUO Fang-zheng, TU Yong, XU Jun, LI Jun
(Jiangsu Provincial Academy of Environmental Science, Nanjing 210036, China)

Abstract: The reconstruction ideas of enhanced pretreatment with Fenton oxidation, biochemical treatment with hydrolysis and A/O, and advanced treatment with powdered activated carbon and cloth filter were used in the upgrading and reconstruction project of an electroplating industrial park wastewater treatment plant in the Taihu basin. After one-year actual operation, all the indexes could meet the special emission limits in the *Emission Standard of Pollutants for Electroplating* (GB 21900-2008) and the *Discharge Standard of Main Water Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant & Key Industries of Taihu Area* (DB 32/1072-2007). The bottleneck of the local park development was solved, and the local water environment was improved effectively. The project has certain reference significance for reconstruction of similar electroplating industrial park wastewater treatment plants.

Key words: electroplating wastewater; upgrading and reconstruction; Fenton oxidation; powdered activated carbon

江苏太湖流域工业发达,企业众多,工业企业排放的污染物已远超出了地区的环境承载力,生态环境受到较大破坏。而其中电镀行业属于江苏省太湖流域的六大重点行业,是水污染物排放的主要来源之一。

由于区域内电镀企业集中度较高,基本集中在各个电镀园区内,因此电镀园区废水的达标排放对于解决区域水环境问题具有较大的意义。

1 工程概况

江苏太湖流域某电镀园区污水处理厂原设计规

模为 $1.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 主要处理园区内 59 家电镀、线路板企业排放的废水。园区内接管企业排放的废水先经过企业内部的预处理达到接管标准后排入该污水处理厂。

该污水处理厂采用“调节 + 一级 Fenton 氧化 + 氨氮氧化 + 除磷反应 + 二级 Fenton 氧化 + 氨氮氧化”组合工艺进行处理, 出水需达到《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008) 特别排放限值标准及《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB 32/1072—2007) 标准。该电镀园区污水处理厂由于源头控制不严格, 主体处理工艺流程设计不合理, 造成出水水质长期不能达标, 且运行费用高, 因此需进行改造。

表 1 提标改造后污水处理厂进水常规水质指标

Tab. 1 Influent quality of wastewater treatment plant after reforming

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	SS	$\text{NH}_3 - \text{N}$	TN	TP	盐分	Cl^-	总铬	六价铬	总镍	总镉	总银	总铅	总汞	总铜	总锌	总铁	总钼	石油类	氟化物	总氰化物
数值	200	400	15	30	6	4 000	2 000	0.5	0.1	0.1	0.01	0.1	0.1	0.005	2	5.0	2.0	2.0	20	10	1.0

提标改造后污水处理厂出水水质指标按照《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008) 特别排放限值及《太湖地区城镇污水处理厂及重点工业行业主要水污染物排放限值》(DB 32/1072—2007) 标准执行。

出水水质指标如表 2 所示。

表 2 提标改造后污水处理厂排放标准

Tab. 2 Emission standard of the wastewater treatment

plant after reforming

项目	pH 值	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	$\text{NH}_3 - \text{N}/$ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TN/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	TP/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
数值	6 ~ 9	50	10	5 (8)	15	0.5

注: 其他重金属离子指标按照《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008) 特别排放限值标准执行。

2.3 设计思路

根据该污水处理厂现状及目前存在的问题, 改造工程主要包括预处理、生化处理、深度处理改造三个部分。

① 预处理

原污水处理厂废水自调节池直接进入一级 Fenton 氧化, 由于园区接管企业排放水中带有较多污泥, 而污泥进入一级 Fenton 氧化系统时, pH 值调整为 3 ~ 4, 污泥中大量的金属离子析出, 造成金属离子浓度升高。因此改造过程中在调节池和一级

2 改造方案

2.1 设计水量

由于园区内企业排水量一直稳定在 $6\ 000 \sim 8\ 000 \text{ m}^3/\text{d}$, 且未来不再增加企业, 因此设计进水量确定为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

2.2 设计进、出水水质

接管企业进水水质常规指标需达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996) 中三级标准, 其余在《电镀污染物排放标准》(GB 21900—2008) 中明确车间或生产设施废水排口标准的重金属项目需达到标准中要求的车间或生产设施废水排口特别排放限值标准。

污水处理厂进水水质具体指标见表 1。

Fenton 氧化系统中间增加一座混凝沉淀池, 以便去除废水中夹带的污泥。

原污水处理厂一级 Fenton 氧化系统反应区停留时间不足 1 h, Fenton 氧化不能进行充分反应, 铜和镍的络合物没有得到有效的破坏。因此改造过程中增加一座 Fenton 氧化池与原有 Fenton 氧化系统串联运行, 以延长 Fenton 氧化反应时间, 提高 Fenton 氧化效果。

② 生化处理

原污水处理厂曾设置生化处理单元, 后由于运行效果不佳而停用, 原有生化处理单元改为氨氮氧化池和除磷反应池, 采用物化方法去除氨氮和总磷。由于污水处理厂 COD 一直超标, 且氨氮和总磷采用物化方法处理, 成本较高, 因此此次提标改造工程中重新启动生化处理单元, 采用水解 + A/O 工艺。

③ 深度处理

深度处理部分在原有二级 Fenton 氧化 + 氨氮氧化池的基础上增加一座粉末活性炭吸附池和滤布滤池。原有二级 Fenton 氧化增加容积, 原有氨氮氧化池作为消毒池。新增粉末活性炭吸附池作为应急把关措施, 当重金属或者 COD 超标时启用。同时由于出水标准对 SS 有严格要求, 因此增加一座滤布滤池控制出水 SS。

改造后工艺流程如图 1 所示。

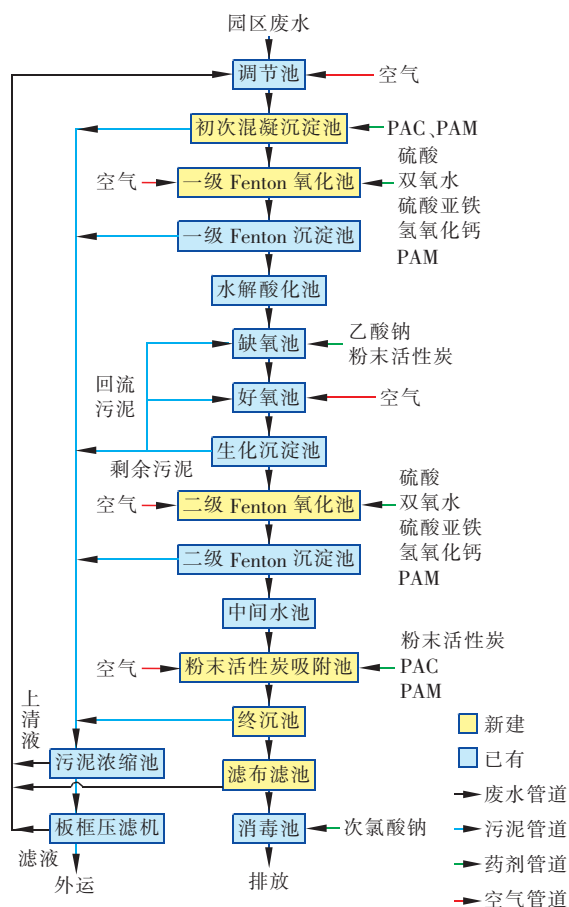


图1 改造后工艺流程

Fig. 1 Flow chart of the process after reforming

2.4 构筑物设计

① 调节池

利用原有调节池,容积约 $5\,000\text{ m}^3$,停留时间约 12 h ,采用曝气搅拌。

② 初次混凝沉淀池

初次混凝沉淀池为新建水池,与新建一级Fenton氧化池中1#氧化池合建。初次混凝沉淀池分为两组,由反应区和沉淀区组成。每组反应区分两格,分别采用折桨快速搅拌机和框式慢速搅拌机搅拌,投加PAC和PAM,水力停留时间为 30 min 。

每组沉淀区各采用一台中心传动悬挂式刮泥机,同时放置斜管填料,沉淀池表面负荷为 $1.06\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

③ 一级Fenton氧化池

一级Fenton氧化池分为1#氧化池和2#氧化池,1#氧化池为新建水池,与初次混凝沉淀池合建,2#氧化池为原有水池。1#氧化池和2#氧化池串联运行,

总水力停留时间为 3.17 h 。1#氧化池分为2组,每组4格,第一格投加硫酸和硫酸亚铁,调整pH值至 3.5 ,第二格投加双氧水,1#氧化池全部采用曝气搅拌的方式。2#氧化池对应1#氧化池也分为2组,每组4格,第1、2、3格采用曝气搅拌,并且在第3格投加氢氧化钙调整pH值至 7 ,第4格采用框式搅拌机搅拌,并投加PAM。

④ 一级Fenton沉淀池

一级Fenton沉淀池为原有水池,分为两组,分别处理两组2#氧化池的出水。每组一级Fenton沉淀池各采用1台半桥刮泥机,表面负荷为 $0.5\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

⑤ 水解酸化池

水解酸化池为原有水池改造,分为2组,并联运行,每组又分为反应区和沉淀区,反应区水力停留时间为 11.8 h ,每组采用6台潜水搅拌机搅拌。沉淀区为平流式沉淀池,表面负荷为 $1\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

⑥ A/O池

A/O池(缺氧池/好氧池)为原有水池改造,分为2组,并联运行,总停留时间为 16.2 h ,其中缺氧区为 5.4 h ,好氧区为 10.8 h 。

⑦ 生化沉淀池

生化沉淀池利用原有二沉池,共一座,表面负荷为 $0.8\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,采用1台半桥刮泥机。

⑧ 二级Fenton氧化池

二级Fenton氧化池分为3#池和4#氧化池,串联运行。3#氧化池为原有二级Fenton氧化池,4#氧化池为新建。3#和4#氧化池均分为2组,生化沉淀池出水通过阀门和流量计调节流量后均匀进入两组系统,二级Fenton氧化池总停留时间为 1.86 h 。

3#和4#氧化池每组均分为4格,其中3#氧化池每组的第一格投加硫酸和硫酸亚铁,调整pH值至 3.5 ,3#氧化池第二格投加双氧水,3#氧化池全部采用曝气搅拌,4#氧化池第三格投加石灰调整pH值至中性,4#氧化池第四格投加PAM,4#氧化池第一至三格采用曝气搅拌,第四格采用框式搅拌机搅拌。

⑨ 二级Fenton沉淀池

二级Fenton沉淀池为原有水池,共2座,分别连接至4#氧化池的两组中的第四格。表面负荷为 $0.5\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,每座分别采用1台半桥刮泥机。

⑩ 中间水池

中间水池利用原有水池,停留时间为 25 min ,通

过水泵提升至粉末活性炭吸附池。

⑪ 粉末活性炭吸附池

粉末活性炭吸附池为预留工艺单元,利用原有水池改造,分为8格,采用曝气搅拌,在第一格投加粉末活性炭,第七格投加PAC,第八格投加PAM。该单元为把关措施。

⑫ 终沉池

终沉池为原有的一座二沉池改造而成,主要用于分离活性炭和废水,表面负荷为 $0.8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,采用1台半桥刮泥机。

⑬ 滤布滤池

滤布滤池为成套设备,处理能力为 $1 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

⑭ 消毒池

利用原有水池,停留时间为25 min,采用次氯酸钠消毒。

⑮ 污泥处理系统

利用原有污泥浓缩池,原有污泥浓缩池容积达到 1287 m^3 ,可满足需要。原有系统设置了5台 300 m^2 板框压滤机,能满足改造后需求,故不做改动。

⑯ 其他辅助系统

增加2台罗茨风机用于1#氧化池和粉末活性炭吸附池的曝气搅拌,其他曝气搅拌及A/O池供氧均利用原有风机。

新增活性炭加药系统,向水解酸化池、A/O池及粉末活性炭池投加粉末活性炭。其余加药装置利用原有加药系统。

3 运行效果

该污水厂经过约3个月的调试后达到设计效果,目前已正常运行1年,由于运行效果较好,粉末活性炭吸附池和终沉池作为把关措施并未使用,废水通过旁通超越,直接进入滤布滤池。

运行期平均进水水量为 $5800 \text{ m}^3/\text{d}$,平均进、出水水质见表3。

表3 运行期平均进、出水水质

Tab.3 Influent and effluent quality

$\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项 目	COD	SS	$\text{NH}_3 - \text{N}$	TN	TP	总铬	总镍	总铜
进水	238	240	13	18	5.8	0.9	0.3	1.5
一级 Fenton 沉淀池出水	129	32	12	17	0.8	0.5	0.2	0.23
水解 + A/O 池出水	87	24	8.4	12.8	0.6	0.4	0.11	0.18
二级 Fenton 沉淀池出水	49	16	8.5	12.5	0.2	0.3	0.09	0.15
消毒池出水	42	8	3.6	12.8	0.2	0.3	0.08	0.15
排放标准	50	10	5(8)	15	0.5	0.5	0.1	0.3

从表3可以看出,该污水处理厂在正常运行期进水平均值超出设计标准的情况下出水可稳定达到排放标准,污水处理厂经改造后达到了设计要求。

改造后,污水厂运行成本约 $18.9 \text{ 元}/\text{m}^3$,其中电费、药剂费、人工费、污泥处置费、维修及其他费用分别为 1.2 、 4.8 、 0.6 、 11.8 、 $0.5 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。可见运行费用主要来自污泥处置,这是因为该污水处理厂产生的污泥属于危险废物,故处置费用较高。

4 设计经验总结

① 电镀园区污水处理厂的达标必须建立在园区内企业排水达标的基础上。本次提标改造工程进行的同时园区内各个企业的废水处理系统也进行了整治,改造了废水处理设施,增加了监控系统,管委会也加强了管理力度,因此进水虽有超标,但超标程度不大,对运行基本无影响,从而保证了稳定运行。

② 设置两级Fenton氧化工艺具有较好的效果,

一级Fenton氧化可以有效分解金属络合物,在重金属进水超标的情况下仍能各种重金属处理至达标水平,可有效减少对生化系统的影响。二级Fenton氧化可以有效分解生化系统出水剩余的COD和TP,确保这两项指标可达标排放。两级Fenton氧化系统运行较好,但是存在污泥产生量大的问题,后续设计中应考虑Fenton氧化的改进工艺,以降低污泥的产生量。

③ 本设计中的生化系统采用水解+A/O工艺,由于进水盐分高,可生物降解物质少,生化系统对COD、氨氮、TN及TP的去除效果并不好,其平均去除率分别仅为33%、30%、25%、25%。在生化系统中投加了粉末活性炭后去除率有一定的上升,但并不明显,最终剩余的COD、TP主要依靠二级Fenton氧化去除,氨氮则在出水不达标时依靠增加消毒池内次氯酸钠的投加量,通过折点加氯去除。因此

(下转第74页)