

浅析污水深度处理与水资源可持续利用

廖振伟

广东华禹检测技术有限公司, 广东 珠海 519000

[摘要]城市的快速发展,人们对于水资源使用力度在逐渐增加,但是我国作为水资源匮乏的国家来说,大量的增加水资源使用力度最终导致水资源出现极度匮乏的情况,因此结合当前水资源的整体使用情况,对污染水进行合理有效的处理,但是当前污染水资源的处理技术多可以达到排放标准,无法完成二次使用的要求,因此针对目前存在的主要问题,进行相关设施的研究与提升,最大程度的满足水资源的合理二次使用要求,保证其可以满足整体发展要求。

[关键词]污水深度处理;水资源;可持续利用

DOI: 10.33142/hst.v4i5.4675

中图分类号: X703

文献标识码: A

Brief Analysis of Advanced Sewage Treatment and Sustainable Utilization of Water Resources

LIAO Zhenwei

Guangdong Huayu Testing Technology Co., Ltd., Zhuhai, Guangdong, 519000, China

Abstract: With the rapid development of cities, people's use of water resources is gradually increasing. However, as a country with poor water resources, a large increase in the use of water resources eventually leads to extreme poverty of water resources. Therefore, combined with the current overall use of water resources, we should reasonably and effectively treat the polluted water. However, most of the current treatment technologies of polluted water resources can meet the discharge standards and can not meet the requirements of secondary use. Therefore, in view of the current main problems, research and improve the relevant facilities to meet the reasonable secondary use requirements of water resources to the greatest extent and ensure that they can meet the requirements of overall development.

Keywords: advanced sewage treatment; water resources; sustainable using

1 电镀废水污染物的危害

电镀行业在社会经济中有着至关重要的影响力,但也被公认为主环境污染行业之一。随着国民经济的发展,电镀行业的规模逐渐扩大,其生产过程中的排放废水量也逐年增长。导致相关电镀厂在对废水进行处理的过程中面临的难度越来越大,对于很多电镀企业来讲,废水处理方面的问题给企业发展带来很大的困难。在此种状况下电镀厂要想得到很好的发展,对电镀废水处理技术进行研究是非常关键的。

电镀废水若未经处理或处理不完全,无法做到达标排放,直接排入河道及外环境,将对生态环境造成严重污染,同时威胁人类身体健康。废水中的重金属离子对人体均有重大影响,如铜易引起皮炎、湿疹及中毒;镉易引起肺炎、支气管炎、肺气肿、肺纤维化及肺癌;铅易引起人体代谢紊乱、细胞组织损伤、免疫功能降低,影响中枢和外周神经系统、严重者会中毒死亡;镍对人体脊髓、脑、五脏和肺均有危害;氟离子主要危害人体骨骼,易引起骨质疏松、骨质增生或变形、引发湿疹及各类皮炎。除了以上探讨的几种电镀生产过程中可能产生的污染物外,还有一些废水由于重金属离子过量而具有很大的毒性,包括一些带腐蚀性的强酸、强碱类物质,有毒的盐类化合物等。如果不对这些有害物质进行有效去除,则会给人体和自然环境带来严重的危害。

2 电镀污水深度处理工艺

污水预处理: 电镀污水经调节池匀质后进入 pH 调整池,再将调整 pH 值后的污水引入高压脉冲电凝机进行高压脉冲电凝处理,经高压脉冲电凝处理后的污水再通过曝气、pH 值调节、沉淀处理后进入排放池;

污水深度处理: 排放池内的污水泵入臭氧反应塔进行氧化处理,从臭氧反应塔流出的污水流入 A2/O 生化系统进行去除 COD、去除 BOD、硝化和吸收磷反应,经 A2/O 生化系统处理后的污水进入二沉池,污水在二沉池内沉淀后一部分回流至 A2/O 生化系统,一部分流入含有絮凝剂和助凝剂的混合反应池,再流入高效浅池气浮进行固液分离,浅池气浮产生的浮渣排入污泥井,所分离得到的清水排入清水池。

3 目前水污染处理现状

珠海市水资源的构成特点：过境客水量多，本地水资源量少；地表水资源量大，地下水资源量小。珠海市多年平均入境水资源量为 1412.11 亿 m^3 ，而本地水资源量仅为 17.57 亿 m^3 ，入境水是本地水资源量的 80.3 倍。境内地表水资源量为 17.13 亿 m^3 ，是地下水资源量 2.06 亿 m^3 的 8.3 倍。本市年降水量空间分布比较均匀，各区降雨量差别不大。2000 年珠海市农业、农村生活及工业供水绝大多数都达到相应的水质要求，这说明珠海市政府及相关供水部门对居民生活饮用及工业生产用水给予足够重视，严格控制好供水水质。水质问题比较突出的是前山河，上游中山市坦洲镇生活污水、工业废水和农田退水对该河水质产生严重影响。同时由于前山、南屏两地缺乏排水和污水处理能力体系，污水直接排入前山河，再加来往船只的污染，该河水质日益退化，现状水质为 IV 类。原来设计取水能力 80 万 m^3/d 的南抽泵站向北部水库群和市区供水的功能已经丧失，只能提供工业用水。

3.1 水资源保护意识低下

目前，我们并没有真正的意识到保护水资源，处理水污染问题工作开展的重要性，在城市经济发展的过程中，人们仍旧只会将其重心放置到经济效益层面上，完全的忽视了水资源的使用以及保护，还有一些地区、企业甚至会使用损人利己的形式处理水污染的问题，牺牲下游的水资源环境来发展本地的经济。

3.2 管理力度较大

当前我国受到水资源问题的影响，开始加大力度对水污染问题进行全面管理，以工厂污染源管理为例，目前为保证整体管理质量，已经加大整体管理力度，相关水污染的排放达标经过多次建设后已经得到了较为重要的提升，整体工厂污水排放原则必须完全按照标准来进行排放，污水超标排放的问题已经得到了有效的控制，整体提升了环境保护效果。

3.3 缺乏技术支持

目前，我国水资源分布具有极强的随机性及动态性，受到这些因素的影响，其水污染的防治技术没有办法进行统一性的规划和管理。各个流域的水资源优化配置各不相同，水资源以及环境的承载性能也存在极强的差异性，整体科研技术水平滞后。

4 电镀废水污染物处理方法

4.1 物理法

4.1.1 浓缩结晶法

浓缩结晶法也被称为蒸发浓缩法，其原理是通过外部加热，使电镀废水蒸发，液体浓缩而达到回收溶质的目的。该方法对重金属离子浓度高的电镀废水具有一定效果，对浓度低的废水回收效果较差，并且耗能巨大，成本高。由于经过浓缩结晶得到的固体还需进一步的处置，增加了生产成本，因此浓度结晶法基本上不会被单独用于处理电镀废水，而是与其他方法相结合，以实现闭路循环，这在我国已经得到工业应用。

浓缩结晶法处理电镀废水技术成熟，操作过程简单，无需其他化学试剂，在一定程度上降低了对环境的影响，具有一定环境效益。但整个工艺流程耗能大，生产成本低，只能作为辅助处理方法来应用。

4.1.2 反渗透法

反渗透法主要依靠半透膜的选择性。对于含有大量重金属离子的电镀废水，通过反渗透法能有效去除重金属离子。该方法会产生一部分浓缩液和稀液，无其他污染物产生，对重金属离子的去除效果完全取决于半透膜的选择性和透水性。反渗透法在处理电镀废水时，需要定期更换半透膜，影响了连续生产，同时漂洗槽内存在杂质累积的问题，有待进一步深入研究。

4.2 还原法

还原法处理电镀废水主要用于对重金属离子铬的脱除。由于铬在电镀废水中以 $Cr(VI)$ 居多，不仅毒性大，而且较难沉淀，需要借助还原性强的还原剂将 $Cr(VI)$ 还原成 $Cr(III)$ ，降低毒性的同时与 OH^- 形成 $Cr(OH)_3$ 沉淀，从而达到去除废水中 $Cr(VI)$ 的目的^[23]。常见的还原剂有 $NaHSO_3$ 、 $FeSO_4$ 、 SO_2 、 Na_2SO_3 、铁粉等，其中亚硫酸盐在处理 $Cr(VI)$ 时由于具有效果好、运行稳定等优势而被广泛应用。郭壮等发现 $FeSO_4$ 对电镀废水中 $Cr(VI)$ 的去除效果明显，可将含铬 75 mg/L 的废水处理至铬浓度小于 1.5 mg/L 。为了进一步提高对电镀废水中 $Cr(VI)$ 的还原效果，可将不同亚硫酸盐结合使用。如孙玉凤等以 $NaHSO_3$ 、 Na_2SO_3 和焦亚硫酸钠为还原剂处理电镀废水，发现在还原剂总用量 1.42 g/L 的条

件下反应 2 min, 经过 0.5 h 沉降后铬的去除率最佳。

经过多年的改进和发展, 还原法处理电镀废水中 Cr(VI) 的工艺技术十分成熟, 在工业应用中操作简单、效率高、去除效果明显、成本低, 但也存在污泥量大、容易造成二次污染等亟需解决的问题。

4.3 生物膜法

该技术主要利用生物接触氧化的方法, 通过融合物理和生物除污技术, 有效去除城市污水中的有害物质, 并且能实现固液分离。在微生物降解作用下, 城市污水中的污泥含量也显著降低, 且整体污水处理成本较低。在污水深度处理中, 生物膜法具有如下应用优势: 较高的污水处理效率、高可靠性的除污设备、土地资源利用率高且易于管理。在污水处理厂中, 技术人员需掌握生物膜法的应用要求: 首先要明确生物膜法所能处理的污水总量, 避免因过多的污染物负荷而影响到处理效果; 其次要重视污水处理设备维护, 对于生物膜法各设施的维护要及时, 尤其是长期运行的设施; 最后还要注意污水深度处理技术的改进与完善, 要针对污水处理实际需求, 在现有生物膜法处理设施基础上, 引入新的设备、工艺, 以进一步提升污水处理质量。

5 工程概况

广州某污水处理厂位于工业园区附近, 进厂污水主要包括居民生活污水和部分工业废水, 该污水处理厂的主要建设内容为: 对现状净水厂一期工程(工艺: 改良氧化沟; 处理规模: 1.0 万 m³/d) 的曝气系统进行提标改造、增加深度处理过滤工序, 出水常规指标满足一级 A 标准(《城镇污水处理厂污染物排放标准》)和一级标准中较严值(广东省地方标准《水污染排放限制》)。其中 COD(40 mg/L)、BOD₅(10 mg/L)、NH₃-N(5 mg/L)、TN(15 mg/L) 等可通过对氧化沟的曝气系统进行改造得以去除, TP(0.5 mg/L)、SS(10 mg/L) 需要通过深度处理过滤工艺强化去除。该污水厂提标改造工程包括: 在经批准的项目可行性研究报告基础上, 进行项目初步设计及概算编制、施工图设计及预算编制、协助业主完成前期报建工作、材料设备的采购和保管、施工、完工验收、竣工验收及结算、保修等工作。

6 该污水厂现状

6.1 现状出水水质分析

6.1.1 BOD₅ 指标

2018 年、2019 年实际进水水质浓度高于原设计进水水质标准, 且全年进水水质有 65% 以上出现超标现象, 2015 年最大值甚至达到 1469.1 mg/L, 超标 8 倍, 离散系数分别为 0.56、0.53, 进水波动性较大、冲击负荷很大。2020 年实际平均进水水质小于设计进水水质标准, 95% 保证率数值约等同于设计进水水质, 进水水质离散系数为 0.68, 波动性超过 2018 年、2019 年, 冲击负荷较大。

2018 年 4 月—2020 年期间均满足现状设计出水水质要求。按照本次提标的出水标准, 2018 年 4 月—2019 年 12 月有 22 d 不满足, 其余均满足出水要求。即使进水浓度高、冲击负荷大、进水水质波动性大, 但因厂区实际进水处理运行负荷低、污水处理设施停留时间长, 出水水质基本能达到原设计出水水质要求。

6.1.2 TP 指标

2018—2020 年期间实际进水水质浓度高于原设计进水水质标准, 且全年进水水质出现超标的现象占比超 12%, 2018 年日均实际进水水质高于原设计进水水质标准, 最大值甚至高达 37.41 mg/L, 超标 9 倍之多, 离散系数分别为 0.84、0.77、0.57, 离散系数虽逐年降低, 但进水波动性仍很大, 90% 的保证率水质高于设计进水水质, 冲击负荷较大。

2018 年 4 月—2020 年出水 TP 均满足现状出水标准。按照本次提标的出水标准, 2018 年 4 月—2019 年 12 月有 16 d 不满足外, 其余均满足出水要求。据此可知, 即使进水浓度高、冲击负荷大、进水水质波动性大, 因实际进水处理运行负荷低、污水处理设施停留时间长, 出水水质基本达到原设计出水水质要求。

6.2 现状污染物去除率分析

6.2.1 BOD₅ 去除率

污水厂在 2018 年 4 月—2020 年 12 月期间的运行中, 出水 BOD₅ 平均去除率分别为 7.70%、98.32%、95.97%, 最低去除率亦达到 73.86% (进水 BOD₅ 浓度较低, 仅为 35.4 mg/L 和 47.1 mg/L), 基本符合氧化沟工艺对工业废水 BOD₅ 去除率的经验值 70%~90%; BOD₅ 去除率的离散系数 0.014~0.026, 波动性很小。由此可见, 即使在进水浓度高、冲击负荷大、水质波动性大的情况下, 因实际进水处理运行负荷低、污水处理设施停留时间长, 现有污水处理工艺对 BOD₅ 仍具有较高且稳定的去除率。

6.2.2 TP 去除率

污水厂在 2018 年 4 月—2020 年 12 月期间的运行中,出水 TP 平均去除率分别为 94.36%、96.71%、96.63%,最低为 32.87% (进出水 TP 浓度为 1.43 mg/L 和 0.96 mg/L),2015 年有部分时段去除率低于 75%,主要原因是进水 TP 浓度偏低,且厂区除磷药剂投药量控制反馈未及时;2019 年、2020 年以后 TP 去除率趋于高效稳定,基本符合氧化沟工艺对工业废水 TP 去除率的经验值 40%~75%;TP 去除率的离散系数 0.02~0.08,波动性很小。由此可见,即使在进水浓度高、冲击负荷大、水质波动性大的情况下,因实际进水处理运行负荷低、污水处理设施停留时间长,现有污水处理工艺对 TP 仍具有较高且稳定的去除率。

6.3 改造方案

污水厂的提标改造应该从技术可行性、成本优化上着手,主要集中在脱氮除磷排水指标的确定上。首先,在二级处理上加强脱氮效果,要依据进厂污水水质的变化情况,优化工艺的运行参数,依靠提高曝气量、加大回流比等操作手段,达到硝化、反硝化脱氮效果。其次,增加深度处理过滤工艺,解决出水 SS(>10 mg/L)、TP(>0.5 mg/L) 出现较大幅度波动的问题。

6.3.1 工艺的确定

考虑过滤效果、运行费用、适用规模以及工程技术的可实施性,经用地复核后,确定该厂深度处理过滤工艺为 V 型滤池^[3,4]。

6.3.2 曝气系统改造

现状氧化沟采用倒伞曝气机,充氧能力 60 kg/h,共 2 台。总充氧能力:120 kg/h<141.6 kg/h,不满足 CODCr(40 mg/L)、BOD5(10 mg/L)、NH₃-N(5 mg/L)、TN(5 mg/L)、TP(0.5 mg/L) 等污染物的去除要求,需对氧化沟的曝气系统进行改造。

6.3.3 氧化沟及曝气系统改造方案

通过对进水水质浓度分析,本次提标脱碳部分需氧量较大,采用底部曝气系统。具体建设方式为:现状生物池土建保持不变,新建一座鼓风机房,好氧区采用微孔曝气器。

6.3.4 曝气系统调节机制

从处理工艺的角度看,曝气量的分布是否均衡和稳定也是影响处理效果和能耗的一个重要原因。曝气量过小,二次沉淀池可能由于缺氧而发生污泥腐化,即池底污泥厌氧分解,产生大量气体,促使污泥上浮。当曝气时间长或曝气量过大时,在曝气池中将发生高度硝化作用,使混合液中硝酸盐浓度较高。这时,在沉淀池中可能由于反硝化而产生大量 N₂,而使污泥上浮。

总之,污水深度处理与水资源可持续利用对于社会的发展具有非常重要的意义,也是环境工程中的重要工作内容。现阶段,我国对水资源的保护和处理工作非常重视,研发出了多种污水处理技术,我国要在这个领域再创新高,突破技术性障碍,推行污水深度处理,减少水资源的污染,推动我国环境工程的建设,给人们创设出一个良好的生存空间。

[参考文献]

[1] 谢华明,晏章华. 探析城市污水深度处理与水资源的可持续利用[J]. 决策探索(中),2019,624(08):83-84.

[2] 韦蓓. 浅析污水深度处理与水资源可持续利用[J]. 低碳世界,2019,9(7):2.

作者简介:廖振伟,(1981.8-),工作单位:广东华禹检测技术有限公司;毕业学校湖南农业大学。