

水解酸化/ A^2O /臭氧氧化/活性炭工艺处理精细化工废水

李 媛

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300074)

摘 要: 针对某精细化工基地生产废水污染物浓度高、难生化降解的特点,采用水解酸化/ A^2O /臭氧高级氧化/活性炭吸附/生物滤池技术处理生产废水。该组合工艺结构紧凑、技术成熟,充分保障了处理效果。在废水处理量为 $4\,120\text{ m}^3/\text{d}$,进水 COD、 BOD_5 、氨氮、SS 平均浓度分别为 840、130、35.2、377 mg/L 时,相应指标的总去除率分别为 94.9%、93.8%、90.1%、98.4%,大部分指标去除率维持在 90% 以上。基地污水处理厂运行至今,出水所有指标均达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。污水处理成本为 27.67 元/ m^3 。

关键词: 精细化工废水; A^2O ; 臭氧高级氧化; 活性炭吸附

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)08-0051-04

Fine Chemical Wastewater Treatment by Hydrolysis Acidification/ A^2O /Ozone Advanced Oxidation/Activated Carbon Adsorption

LI Yuan

(North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300074, China)

Abstract: According to the characteristics of high content and difficult biochemical degradation of pollutants in production wastewater of a fine chemical base, the combination technology of hydrolytic acidification/ A^2O /ozone advanced oxidation/activated carbon adsorption/biological filter was adopted for the wastewater treatment. The combined process had compact structure and mature performance, and fully ensured the treatment effect. When the wastewater treatment capacity was $4\,120\text{ m}^3/\text{d}$, the influent average concentrations of COD, BOD_5 , ammonia nitrogen and SS were respectively 840 mg/L, 130 mg/L, 35.2 mg/L, 377 mg/L, the total removal efficiencies of corresponding indexes were respectively 94.9%, 93.8%, 90.1%, 98.4%, most of the indexes removal were above 90%. The wastewater treatment plant in this base has been in operation so far, all effluent indicators could reach the first class of *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB 8978 - 1996). The cost of sewage treatment is 27.67 yuan/ m^3 .

Key words: fine chemical wastewater; A^2O ; ozone advanced oxidation; activated carbon adsorption

1 工程概况

某精细化工基地位于乌江镇石跋河地区,与南京毗邻,总规划面积为 10.42 km^2 ,规划期限为 2015 年—2030 年,分近、中、远三期建设。化工基地以精细化工和有机合成为特色,主要以农药系列产品为

龙头,重点发展中间体化工、医药化工、高分子化工等产业。2015 年该化工基地还没有完善的污水处理系统,部分已建成投产企业的废水基本在企业厂区简单处理后送往附近的小型化工污水处理站做进一步处理。随着工业园区的发展,废水排放量将逐

步增加,因此精细化工基地污水处理厂一期工程的建设势在必行。

2 工程设计

2.1 处理规模

根据工业园区已运行企业的废水产生量和生活污水量数据,可知实际产生的总污水量约为 900 m³/d,再根据企业未来的生产能力及建设单位近期还需引进企业,估计排水量近三年能达到 4 500 m³/d,由此确定本次设计平均水量为 5 000 m³/d。同时根据《室外排水设计规范》(GB 50014—2006)规定,综合污水量的总变化系数为 1.74。

2.2 进、出水水质

工业园区废水主要以农化、医药废水以及其他综合化工废水为主。农化、医药废水是一类难治理的有机化工废水,具有质量浓度高、色度深、毒性大、污染物成分复杂、难以生物降解等特点^[1]。各企业废水经厂区预处理后,满足精细化工基地污水处理厂的接管要求后,通过园区污水管网自流进入该污水处理厂进一步处理,达标后排入长江。该园区设计进水指标为《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级排放标准及《污水排入城镇下水道水质标准》(CJ 343—2010)A 级标准,出水指标为《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。主要水质指标如表 1 所示。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

mg · L ⁻¹				
项目	COD	BOD ₅	NH ₃ - N	SS
进水	1 000	150	45	400
出水	100	20	15	70

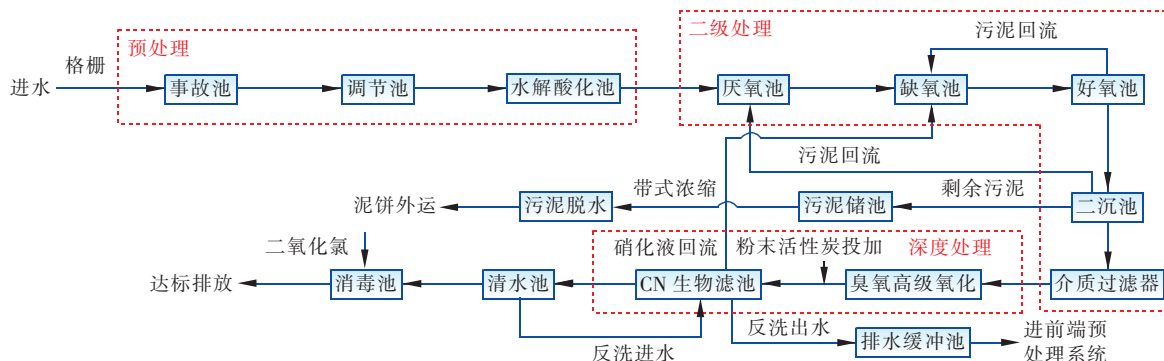


图 1 污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

企业污水在各自厂区预处理后经过格栅渠自流进入调节池,以调节水质水量。调节池出水通过提

2.3 工艺选择

① 预处理工艺

本污水处理厂设计进水 BOD₅/COD = 0.15,可生化性较差。实际情况下,BOD₅ 指标可能远远低于 150 mg/L,所以可生化性可能更差。为了使生化处理效果更好,采用水解酸化强化一级处理,进一步提高污水的可生化性。

② 二级处理工艺

目前二级生物处理常采用氧化沟和 A²/O 技术,氧化沟工艺投资费用较高,占地面积较大,而 A²/O 工艺虽然占地面积较大、污泥稳定性不好,但投资、运行费用相对氧化沟较低,脱氮除磷效果也比氧化沟工艺好。

因此选择 A²/O 工艺作为二级处理的主要核心工艺。

③ 深度处理工艺

由于进水为本园区企业生产废水,来水水质不稳定,经过二级生化处理后的出水含有大量难降解有机物,同时出水氨氮和总氮也很难稳定达到出水标准,故后续设置深度处理工艺^[1,2]。

考虑本工程进水有机物的难降解性,采用臭氧高级氧化技术处理,出水可生化性得到提高,并在深度处理部分加入粉末活性炭吸附部分有机物,再通过曝气生物滤池进一步去除 COD 和氨氮,最终保证出水达标排放。

通过以上分析,最终确定本工程污水处理采用水解酸化 + A²O + 臭氧高级氧化 + 活性炭吸附 + 生物滤池组合工艺。

2.4 工艺流程

工艺流程如图 1 所示。

升泵进入水解酸化池,将不溶性有机物水解成溶解性有机物、大分子物质分解成小分子物质。经水解酸化池强化预处理后的污水自流进入 A^2/O 工艺进行脱氮除磷。好氧池排出的混合液进入沉淀池进行泥水分离,沉淀污泥的一部分回流到厌氧池。二沉池出水经泵提升进入介质过滤器去除水中悬浮物、微生物,然后自流进入臭氧高级氧化池,可将难降解有机物降解成易生化的中间产物。臭氧高级氧化池出水加入粉末活性炭后进入曝气生物滤池,对剩余氨氮进行处理,同时除去剩余的SS,硝化液回流到 A^2/O 工艺的缺氧池去除总氮,出水进入清水池,随后入消毒池消毒后排放。清水池部分水回流到曝气生物滤池进行反冲洗,反冲洗出水再进入排水缓冲池,并送往前端预处理系统。二沉池剩余污泥定期排入污泥储池,再由泵提升至污泥脱水机房进行脱水,脱水后的泥饼外运处置。

3 主要构筑物及设计参数

3.1 格栅间及调节池

格栅渠与调节池合建,1座,尺寸为 $20.0\text{ m} \times 24.0\text{ m} \times 6.5\text{ m}$,调节池有效水深为 5.5 m ,停留时间为 12 h ,设计流量为 $208.3\text{ m}^3/\text{h}$ 。配有格栅2台(1用1备),栅条间隙为 5 mm ,栅渠宽度为 600 mm ,格栅倾角为 60° ;潜水推流器4台,功率为 5.5 kW 。

3.2 水解酸化池

1座,尺寸为 $20.0\text{ m} \times 18.0\text{ m} \times 8.0\text{ m}$,有效水深为 6.3 m ,设计流量为 $208.3\text{ m}^3/\text{h}$,停留时间为 10 h 。配有布水器16套;污泥泵2台(1用1备), $Q=10\text{ m}^3/\text{h}$, $H=50\text{ kPa}$, $P=1.5\text{ kW}$ 。

3.3 A^2/O 生物池

1座,分4组,每组:厌氧区尺寸为 $1.5\text{ m} \times 10.5\text{ m} \times 6.8\text{ m}$,缺氧区尺寸为 $2.6\text{ m} \times 12.2\text{ m} \times 6.8\text{ m}$,好氧区尺寸为 $10.3\text{ m} \times 12.2\text{ m} \times 6.8\text{ m}$ 。设计流量为 $208.3\text{ m}^3/\text{h}$,污泥负荷为 $0.13\text{ kgBOD}_5/(\text{kgMLSS} \cdot \text{d})$,污泥浓度为 3000 mg/L ,泥龄为 20 d ,需氧量为 1.8 kg/kgBOD_5 ,厌氧停留时间为 2 h ,缺氧时间为 3.75 h ,好氧停留时间为 11.54 h ,污泥回流比为 100% ,混合液回流比为 200% 。配有厌氧池、缺氧池搅拌机各4台,功率均为 1.5 kW ;盘式微孔曝气器4套;内回流泵8台(4用4备), $Q=260\text{ m}^3/\text{h}$, $H=80\text{ kPa}$, $P=7.5\text{ kW}$;排泥泵4台, $Q=10\text{ m}^3/\text{h}$, $P=1.5\text{ kW}$ 。

3.4 二沉池

辐流式二沉池2座,表面负荷为 $0.6\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,沉淀时间为 6.7 h ,池直径为 15 m ,池深为 4.5 m ,有效水深为 4 m 。每座各配有刮泥机1台,直径为 14.87 m , $P=5\text{ kW}$ 。

3.5 介质过滤器

配有砂滤器6台,高度为 1.2 m ,直径为 1.2 m 。总处理水量为 $208.3\text{ m}^3/\text{h}$,进水压力 $\geq 0.25\text{ MPa}$,反冲洗周期为 $3\sim 24\text{ h}$,单层石英砂滤料厚度为 400 mm 。

3.6 提升泵房

1座,尺寸为 $5.0\text{ m} \times 7.0\text{ m} \times 4.0\text{ m}$ 。配有潜污泵2台(1用1备), $Q=208\text{ m}^3/\text{h}$, $H=100\text{ kPa}$, $P=11\text{ kW}$;电动葫芦1台, $P=1.7\text{ kW}$ 。

3.7 臭氧高级氧化池

1座,尺寸为 $12.0\text{ m} \times 7.0\text{ m} \times 6.0\text{ m}$ 。臭氧投加量为 8 kg/h ,臭氧接触时间为 0.5 h ,臭氧缓冲时间为 1.5 h 。

3.8 曝气生物滤池

1座,分为四格,单格尺寸为 $5.0\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 7.1\text{ m}$ 。采用滤板+防堵长柄滤头+滤梁配水,单堰出水,反冲洗排泥,气水联合反冲洗。反冲洗周期为 $24\sim 48\text{ h}$,停留时间为 $1.5\sim 2.0\text{ h}$,水力负荷为 $1.74\sim 2.32\text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。配有平板微滤机2台(1用1备), $P=1.1\text{ kW}$,间隙为 1.0 mm ;采用球型轻质多孔生物滤料,粒径 $\phi 3\sim 5\text{ mm}$,体积为 441 m^3 (含 5% 压缩比);防堵长柄滤头5880套;鹅卵石承托层 36 m^3 ,从下至上从大到小按级配填装;滤板 120 m^2 ;单孔膜空气扩散器4320套;硝化液回流泵1台, $Q=208\text{ m}^3/\text{h}$, $H=100\text{ kPa}$, $P=11\text{ kW}$ 。

3.9 清水池、缓冲池、接触消毒池

清水池1座,尺寸为 $7.0\text{ m} \times 6.0\text{ m} \times 7.1\text{ m}$,配有反冲洗水泵2台(1用1备), $Q=360\text{ m}^3/\text{h}$, $H=100\text{ kPa}$, $P=15\text{ kW}$ 。缓冲池1座,尺寸为 $6.0\text{ m} \times 7.0\text{ m} \times 7.1\text{ m}$,配有潜污泵2台(1用1备), $Q=58\text{ m}^3/\text{h}$, $H=120\text{ kPa}$, $P=4\text{ kW}$;潜水搅拌机1台, $\phi=325\text{ mm}$, $P=4\text{ kW}$ 。接触消毒池1座,尺寸为 $4.0\text{ m} \times 7.0\text{ m} \times 5.0\text{ m}$,停留时间为 31.4 min ,有效水深为 4.5 m 。

3.10 污泥储池、污泥脱水机房

污泥储池1座,尺寸为 $4.0\text{ m} \times 4.0\text{ m} \times 3.5\text{ m}$,有效深度为 2.5 m 。配有高速潜水推流器1台, $N=$

1.5 kW;进泥螺杆泵2台, $N=5.5$ kW, $Q=6\sim 28$ m³/h。

污泥脱水机房1座,尺寸为15.0 m×8.0 m×5.0 m。配有带式脱水机1台,有效带宽为1 m, $Q=6\sim 9$ m³/h, $N=1.5$ kW;污泥螺杆泵2台, $Q=5\sim 10$ m³/h;反冲洗水泵1台, $Q=8$ m³/h, $N=3$ kW;絮凝剂配制、投加系统各1套;空压机1台, $Q=0.06$ m³/h, $N=0.5$ kW;单轨吊车1台。

4 运行效果分析

该工程于2016年3月正式投产运行,处理水量维持在3 000~4 400 m³/d,平均处理量为4 120 m³/d,处理站出水pH值基本维持在6.3~8.4之间。运行期间除格栅设备进行了简单维修外,其余各单元设备经调试后基本保持稳定运行,没有发生故障。出水所有项目均达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。当进水COD、BOD₅、NH₃-N、SS的平均浓度分别为840、130、35.2、377 mg/L时,对应的系统总去除率分别为94.9%、93.8%、90.1%、98.4%,大部分指标去除率在90%以上。各单元水质净化效果见表2。

表2 各处理单元去除效果

Tab.2 Removal efficiency of each treatment unit

		mg·L ⁻¹			
项 目		BOD ₅	COD	NH ₃ -N	SS
格栅+调节池 +水解酸化池	进水	130	840	35.2	377
	出水	152	530	35.2	130
A ² /O+二沉池 +介质过滤器	出水	26	284	16.6	26
臭氧高级氧化+ 活性炭吸附+ 曝气生物滤池	出水	8	43	3.5	6
出水标准		20	100	15	70

5 经济效益分析

一期工程总投资为5 048.3万元,年经营成本为2 326.88万元,年处理水量为182.5×10⁴ m³,平均污水处理成本为27.67元/m³,单位经营成本为12.75元/m³。财务评价全部投资静态回收期8.27年(不含建设期),自有资金内部收益率为8.61%,财务净现值(折现率为6.00%时)为2 301.18万元。从长期财务数据看,该项目是可行的,且具有一

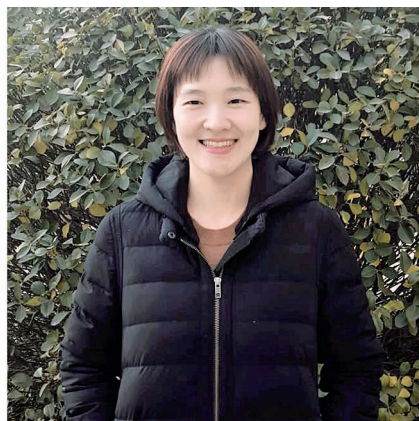
定的发展能力。

6 结论

该精细化工污水处理厂一期工程采用水解酸化/A²O/臭氧高级氧化/活性炭吸附/生物滤池技术处理生产废水,使工业园近期、中期所有企业废水得到集中处理,有效防止了工业废水对长江水源的污染,其经济和社会效益显著。

参考文献:

- [1] 徐知雄,王东田,彭淑香,等. 某精细化工废水处理工艺升级改造案例[J]. 给水排水,2014,40(7):54-58. Xu Zhixiong, Wang Dongtian, Peng Shuxiang, et al. Upgrading project of a fine chemical industry wastewater treatment process [J]. Water & Wastewater Engineering, 2014,40(7):54-58(in Chinese).
- [2] 徐知雄,王东田,魏杰,等. 物化-厌氧-好氧工艺处理精细化工废水实验与工程应用[J]. 水处理技术,2015,41(2):127-130. Xu Zhixiong, Wang Dongtian, Wei Jie, et al. The experiment and engineering application of fine chemical wastewater treatment with physiochemical-anaerobic-aerobic process [J]. Technology of Water Treatment, 2015,41(2):127-130(in Chinese).



作者简介:李媛(1987-),女,河北任丘人,硕士,工程师,主要从事市政给排水工程设计研究工作。

E-mail:3490757909@qq.com

收稿日期:2017-10-30