

分段进水多级 A/O 工艺用于处理合成氨废水

杨磊

(天津诚信环球节能环保科技有限公司, 天津 300170)

摘要: 安徽省铜陵市某大型化工厂污水处理厂二期工程建设规模为 5 000 m³/d, 主要处理合成氨工业废水及少量生活污水(2%)。该厂主体工艺采用分段进水多级 A/O + 多介质过滤工艺, 详细介绍了工艺流程、各构筑物的工艺参数及关键技术, 并总结了工艺设计特点。

关键词: 合成氨废水; 分段进水多级 A/O; 多介质过滤

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)12-0105-03

Application of Multi-stage A/O Process for the Treatment of Ammonia Wastewater

YANG Lei

(Tianjin Chengxin Universal Energy Conservation and Environmental Protection Technology Co. Ltd.,
Tianjin 300170, China)

Abstract: The raw wastewater from a large chemical plant (second phase) in Tongling City, Anhui Province, consisted of the synthetic ammonia industrial wastewater and some domestic sewage (ratio is about 2%). The treatment capacity was 5 000 m³/d. The main treatment process was combination of step feed multi-stage A/O and multi-medium filtration unit. The treatment process, the design parameters and the key technology of each structure were introduced in detail, and the design characteristics of the treatment process were summarized.

Key words: synthetic ammonia wastewater; step feed multi-stage A/O process; multi-media filter

1 工程概况

铜陵市位于安徽省中南部、长江下游南岸, 属于北亚热带湿润季风气候, 其特点是季风明显, 四季分明, 全年气候温暖湿润, 雨量丰沛, 湿度较大。该市某大型化工厂的污水处理厂二期扩建工程, 是针对该厂合成氨废水及少量生活污水单独建设的一套处理设施^[1,2], 设计处理规模为 5 000 m³/d, 总占地面积为 17 500 m²。该污水厂二期扩建工程于 2015 年 10 月完成主体竣工验收, 并完成联动试车及通水调试。目前运行稳定, 合成氨废水及部分生活污水经处理后各项指标达到《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458—2013) 中表 3 限值。

2 工艺设计

2.1 设计进、出水水质

设计进、出水主要指标见表 1。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

mg · L⁻¹

项目	氨氮	COD	SS	总氮	总磷	石油类
进水	200	300	200	300	5	10
出水	≤15	≤50	≤30	≤25	≤0.5	≤3

该化工厂污水处理厂二期扩建工程来水主要是厂区合成氨生产过程中排放的废水, 同时混有部分生活污水, 其中生活污水量约 100 m³/d, 约占总水量的 2%。

2.2 工艺流程

整体采用“调节池+分段进水多级A/O+多介质过滤池”工艺,如图1所示。

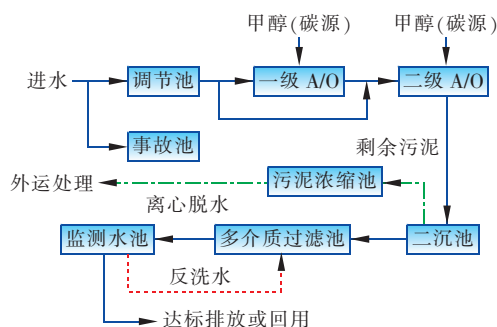


图1 废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

设计充分考虑厂区生产的异常情况,设立事故池一座,在生产异常时将废水排放、暂存在事故池内,再缓慢输入至系统内处理。主体工艺采用二级A/O,并设计分段进水,可以最大限度地利用原水中的碳源。在分段进水管路上设电磁流量计,保证了系统操作灵活。

生化系统产生的剩余污泥排入污泥浓缩池,污泥经浓缩后进入离心脱水机脱水得到含水率为80%~85%的泥饼,最终外运处理。

3 主要构筑物及设计参数

3.1 事故池

设计事故池有效容积为4785 m³,半地下式,地下深为2 m,共设置2台事故水泵(1用1备), $Q=50\text{ m}^3/\text{h}$, $H=80\text{ kPa}$, $N=2.2\text{ kW}$;设置超声波液位计1台,通过液位连锁控制事故泵的启停;设置潜水搅拌机4台, $N=5.5\text{ kW}$,搅拌功率为4.6 W/m³。

3.2 调节池

厂区合成氨废水通过泵提升输送至调节池,生活污水通过粗格栅、集水井后提升进入调节池。调节池有效容积为4785 m³,半地下式,地下深为2 m,共设置潜水搅拌机4台, $N=5.5\text{ kW}$,搅拌功率为4.6 W/m³;设置4台进水泵,2大2小(2用2备),大泵 $Q=250\text{ m}^3/\text{h}$, $H=90\text{ kPa}$, $N=11\text{ kW}$,1台采用变频控制;小泵 $Q=80\text{ m}^3/\text{h}$, $H=110\text{ kPa}$, $N=4.5\text{ kW}$,1台采用变频控制;大泵负责向一级A/O进水,小泵负责向二级A/O进水,管路上分别装有电磁流量计,实现分段精确进水;设置超声波液位计1台,通过液位连锁控制泵的启停。

3.3 一级A/O池

一级A/O为两个并联系列,通过进水分配池将进水均匀分至两列,并设置手动闸门调节流量,一级A/O设计进水流量为总进水流量的80%。A段单列有效容积为2300 m³,反硝化脱氮负荷为0.13 kgNO₃⁻-N/(kgMLSS·d),共设置潜水搅拌机4台, $N=9.6\text{ kW}$,搅拌功率为6.6 W/m³;O段单列有效容积为2900 m³,氨氮硝化负荷为0.069 kgNH₃-N/(kgMLSS·d),安装微孔盘式曝气器2600套(Ø270 mm);设内循环回流泵2台,2用1备, $Q=300\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ kPa}$, $N=11\text{ kW}$;缺氧池配套氧化还原电位计2套,好氧池配套pH计4套、DO仪2套。

3.4 二级A/O池

二级A/O为2个并联系列,通过进水分配池将分段进水均匀分至两列,二级A/O设计进水流量为总进水流量的20%。A段单列有效容积为1100 m³,反硝化脱氮负荷为0.15 kgNO₃⁻-N/(kgMLSS·d),共设置潜水搅拌机4台, $N=9.6\text{ kW}$,搅拌功率为6.6 W/m³;O段单列有效容积为650 m³,氨氮硝化负荷为0.075 kgNH₃-N/(kgMLSS·d),安装微孔盘式曝气器500套(Ø270 mm);设内循环回流泵2台,2用1备, $Q=200\text{ m}^3/\text{h}$, $H=60\text{ kPa}$, $N=5.5\text{ kW}$;缺氧池配套氧化还原电位计2套,好氧池配套pH计2套、DO仪2套。

3.5 二沉池

设一座二沉池,采用辐流式,直径为22 m,水力表面负荷为0.55 m³/(m²·h),内置周边传动刮泥机1台, $N=0.55\text{ kW}$;设置污泥回流泵2台,1用1备, $Q=200\text{ m}^3/\text{h}$, $H=80\text{ kPa}$, $N=7.5\text{ kW}$;剩余污泥排放泵2台,1用1备, $Q=50\text{ m}^3/\text{h}$, $H=120\text{ kPa}$, $N=3\text{ kW}$ 。

3.6 多介质过滤池

设计2格多介质过滤池,单格尺寸为4 m×4 m×6.5 m,降流式过滤,滤速为6.5 m/h,其中海砂滤料高度为0.5 m,无烟煤滤料高度为1 m,采用滤板及长柄滤头布水布气;设置反冲洗水泵2台, $Q=300\text{ m}^3/\text{h}$, $H=120\text{ kPa}$, $N=18.5\text{ kW}$,水反洗强度为10.4 L/(m²·s);设置反洗鼓风机2台, $Q=20\text{ m}^3/\text{min}$, $P=60\text{ kPa}$, $N=30\text{ kW}$,气反洗强度为20 L/(m²·s),设计反洗周期为24 h,悬浮物截留负荷为1.56 kg/(m²·d)。

3.7 污泥浓缩池

设污泥浓缩池 2 格,单格尺寸为 5 m × 5 m × 7.5 m,固体负荷为 30 kg/(m² · d),水力停留时间为 18 h,浓缩后污泥含水率为 97% ~ 98%。

3.8 加药系统

设加药系统 2 套,分别投加液碱和甲醇。液碱投加系统包括液碱储罐 2 个,每个容积为 10 m³,配套加药泵 3 台,紧凑螺杆型,变频控制;甲醇投加系

统包括甲醇储罐 2 个,每个容积为 20 m³,地埋填砂防护,配套加药泵 6 台,气动隔膜泵。

4 运行效果及经济分析

4.1 运行效果

该工程于 2013 年 12 月开工建设,2014 年 10 月正式投入运行,4 个月后出水水质稳定达到《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458—2013)中表 3 限值。实际进、出水水质平均指标如表 2 所示。

表 2 实际进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality

mg · L⁻¹

项 目	COD	氨氮	TN	SS	TP	石油类
原水	134 ~ 276	83 ~ 256	108 ~ 344	47 ~ 102	1.0 ~ 2.5	1.1 ~ 15.4
多级 AO + 二沉池	17 ~ 47	0.1 ~ 6.6	17 ~ 25	8 ~ 22	0.2 ~ 0.6	—
多介质过滤	12 ~ 45	0.1 ~ 6.3	15 ~ 23	4 ~ 10	0.2 ~ 0.5	0.1 ~ 0.4
排放标准	50	15	25	30	0.5	3

在调试运行过程中,主要控制参数和运行特点如下:

① 一级 A/O 中 A 段氧化还原电位控制在 -160 ~ -100 mV, O 段出水 DO 为 1.5 ~ 2.5 mg/L。

② 二级 A/O 中 A 段氧化还原电位控制在 -130 ~ -90 mV, O 段出水 DO 为 2.5 ~ 3.5 mg/L。

③ 由于进水各指标波动较大,相邻两天最大波动幅度达到 300%,整个生化系统的污泥浓度偏低,MLSS 为 1.4 ~ 1.8 g/L,污泥龄为 22 d 左右。

④ 反硝化脱氮投加甲醇,统计反硝化脱氮量与消耗甲醇量,计算出工程实际运行每反硝化 1 mg 的 NO₃⁻ - N 需要 2.37 mg 甲醇,低于理论值^[3],分析通过多级 AO 及低溶解氧控制发生了一部分短程硝化 - 反硝化反应,降低了甲醇使用量。

4.2 经济分析

该工程总投资为 2 851.7 万元。运行费用主要包括动力费、药剂费、人工费,具体为:①污水厂总装机容量为 826 kW(包括照明、非生产用电及检修),计算有功功率为 316 kW,电价按 0.70 元/(kW · h)计,则动力费为 1.06 元/m³。②药剂主要为甲醇、液碱以及污泥处理使用的 PAM,药剂费约为 1.52 元/m³。③定员 12 人,工资按 4 000 元/(月 · 人)计(含保险等),则人工费为 0.32 元/m³。该工程总运行费用为 2.90 元/m³。

5 结论

采用分段进水多级 AO 工艺处理合成氨废水,实践证明是经济可行的,且通过参数精细化控制可

以实现部分短程硝化 - 反硝化功能,出水水质达到《合成氨工业水污染物排放标准》(GB 13458—2013),为同类废水处理设计提供了借鉴。

参考文献:

- [1] GB 50014—2006,室外排水设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2006.
- [2] 卞昶辉. 活性污泥法在合成氨废水处理中的应用[J]. 小氮肥,2010,38(2):11-13.
- [3] 张可芳,方茜,曹永锋. 温度和溶解氧对短程同步硝化反硝化脱氮效果的影响[J]. 广州大学学报:自然科学版,2011,10(1):81-83.



作者简介:杨磊(1980—),男,天津人,工程硕士,工程师,主要研究方向为污水治理技术。

E-mail:13366325677@163.com

收稿日期:2016-12-22