

水解酸化/CASS 工艺用于某军工厂污水处理

田 葳¹, 李泽滨¹, 吴 勃², 马晓义², 高天一³, 张忠银¹

(1. 辽宁石油化工大学 石油与天然气工程学院, 辽宁 抚顺 113001; 2. 抚顺市清雨环境工程有限公司, 辽宁 抚顺 113006; 3. 沈阳工学院 机械与运载学院, 辽宁 抚顺 113122)

摘 要: 某军工厂污水处理工程以水解酸化/CASS 为主体工艺, 处理规模为 2 000 m³/d。出水水质符合辽宁省《污水综合排放标准》(DB 21/1627—2008) 中表 1 的规定值。介绍了工艺流程, 并给出了主要处理构筑物及设施的设计参数。

关键词: 军工厂污水; 水解酸化; CASS

中图分类号: TU993 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)06-0093-04

Application of Hydrolysis Acidification/CASS Process in a Ordnance Factory Wastewater Treatment Project

TIAN Wei¹, LI Ze-bin¹, WU Bo², MA Xiao-yi², GAO Tian-yi³, ZHANG Zhong-yin¹

(1. School of Petroleum and Natural Gas Engineering, Liaoning Shihua University, Fushun 113001, China; 2. Fushun Qingyu Environmental Engineering Co. Ltd., Fushun 113006, China; 3. College of Mechanical and Vehicle Engineering, Shenyang Institute of Technology, Fushun 113122, China)

Abstract: Hydrolysis acidification/CASS was used as the main process in the wastewater treatment project of a ordnance factory, and the treatment capacity was 2 000 m³/d. The effluent quality could meet the stipulated value in Table 1 of Liaoning Province local *Integrated Wastewater Discharge Standard* (DB 21/1627-2008). The process flow was introduced, also the design parameters of main treatment constructs and facilities were provided.

Key words: ordnance factory wastewater; hydrolysis acidification; CASS

1 工程概述

中国人民解放军某工厂始建于 1960 年, 是隶属于总装备部的大二型企业, 位于辽宁省抚顺市。厂区附近有医疗、教育、商业等设施配套齐全的生活小区, 小区人口为 10 500 人。随着生产规模的不断扩大, 原有污水处理厂的设计能力已不能满足污水水量的处理要求。根据环保部门的要求, 为营造更加洁净、无污染的厂区, 改善附近居民的生活环境, 该厂新建了污水处理工程。该工程建成后, 厂区的工业废水及住宅区的生活污水全部进入新建的污水处理厂进行处理, 出水排至浑河支流哈达河。2009 年 6 月, 该污水处理工程经环保部门验收合格后投入

使用。

2 设计水量及水质

热工分厂及其他分厂车间排口处理后的污废水, 汇同各生产分厂的冷却循环水、职工洗浴废水和办公区、住宅区的生活污水共同进入新建的污水处理厂。

根据该厂提供的资料和同类企业的调查结果, 确定处理的污水水质和水量, 其设计处理规模为 2 000 m³/d。根据辽宁省《污水综合排放标准》(DB 21/1627—2008) 中表 1 的规定值, 确定处理后排放水质标准。

设计进、出水水质见表 1。

表 1 设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality

项 目	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD ₅ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值	NH ₃ - N/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	油/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
进水水质 (平均值)	400	200	220	6~9	40	20
排放标准	50	10	20	6~9	8(10)	3.0

注： 括号外数字为水温 > 12 ℃ 时的控制指标，括号内数字为水温 ≤ 12 ℃ 时的控制指标。

由表 1 可知，该企业工业废水和生活污水混合后污染物主要为有机物、SS、NH₃ - N 和油类，可生化性较好，适合采用生物处理。

3 工艺流程

受军工生产任务的影响，该企业污水排放不稳定，排放的水质、水量差距较大。结合该厂生产、生活污水水质及排放现状，采用以水解酸化/CASS 为主体的处理工艺。CASS 工艺在反应器前设生物选择器，并将主反应区的污泥回流至生物选择器，达到形成良好的生物筛选的目的，有效地避免了污泥膨胀，增强了系统的稳定性。可变容积的运行提高了对水质、水量变化的适应性和操作的灵活性^[1]。工艺流程如图 1 所示。

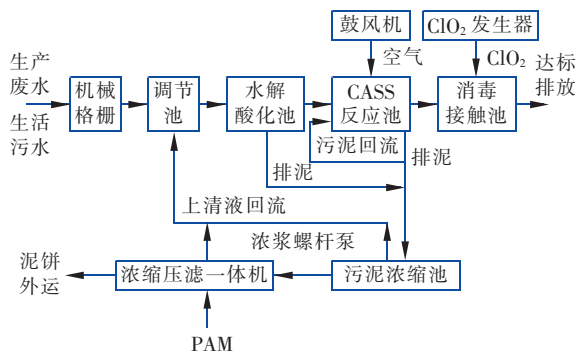


图 1 军工污水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of ordnance factory wastewater treatment

生产污、废水与住宅区生活污水通过管道汇集，经机械格栅进入调节池，用于拦截较大的杂物、均匀水质和水量。污水由潜水排污泵（在泵后安置流量计以监测流量）连续输送至水解酸化池，然后经分配井自流进入 CASS 反应池进行生化处理，并由罗茨风机供风进行机械曝气。同时，主反应区的污泥回流至生物选择器。处理后的上清液经生化池末端可升降的滗水器排除，再经消毒接触池消毒后达标排放。CASS 反应池和水解酸化池的剩余污泥

进入污泥浓缩池浓缩后，经浓浆螺杆泵输送到浓缩带式压滤一体机进行脱水处理后泥饼外运，污泥浓缩池和污泥压滤机的上清液则由管道收集后回到调节池重新处理。

4 主要构筑物及设计参数

① 格栅间

新建，砖混结构，占地面积为 16.5 m²。室内安装回转式齿耙格栅机 1 台。格栅间隙为 10 mm，电机功率为 0.75 kW，移动速度为 3 m/min，有效栅宽为 535 mm，机架宽为 660 mm，渠宽为 700 mm。

② 调节池

充分利用原有 12.45 m × 12.45 m × 3.05 m（含超高 0.5 m）的调节池和进水管网标高，新建一座调节池，其外形尺寸不变。二者合建并连通，钢筋混凝土结构，上盖板覆土深度为 0.8 m，停留时间为 9.5 h，池内设搅拌器搅拌。在新旧两座调节池内各安装一套液位计和一台潜水排污泵（ $Q = 300 \text{ m}^3/\text{h}$ ， $H = 70 \text{ kPa}$ ， $N = 11 \text{ kW}$ ），轮换使用。泵后设智能电磁流量计。考虑北方冬季冰冻天气，池板以上的污水管线均做保温处理。

③ 水解酸化池

将原隔油池和水解酸化池合建改造成新的水解酸化池，1 座，钢筋混凝土结构，外形尺寸为 11.55 m × 8.8 m × 4.5 m（含超高 0.3 m）。其为串联式厌氧接触反应器，水力停留时间为 5.1 h，容积负荷为 1.9 kg/(m³ · d)。其内部支架由 80 mm 的槽钢及 Ø12 mm 的钢筋组成，钢筋南北走向，间距每 200 mm 设一根。其上绑扎弹性填料两层，总高度为 2 m，共计 160 m³。池底污泥排至污泥浓缩池，排泥泵 $Q = 25 \text{ m}^3/\text{h}$ ， $H = 150 \text{ kPa}$ ， $N = 2.2 \text{ kW}$ 。

④ CASS 生化反应池

新建钢筋混凝土池体，反应池为两格并联。总外形尺寸为 28 m × 13 m × 5.5 m（含超高 0.5 m），有效容积为 2 222 m³。每个运行周期为 8 h，每天运行 3 个周期，每周曝气 4 h、沉淀 1 h、排水 1 h、静置 2 h、进水（在曝气前段）2 h^[2]。反应池悬浮固体浓度为 3.5 ~ 4.5 g/L，平均污泥负荷为 0.043 kg-BOD₅/(kgMLSS · d)，总水力停留时间为 26.7 h。充水比取 0.3，采用鼓风曝气，池底设有微孔曝气软管，气水比为（15 ~ 20）：1。每格设有螺杆旋转式滗水器一台，采用不锈钢水下机械部件，无级变速，处理水量为 300 m³/h， $N = 0.55 \text{ kW}$ 。回流比取

20%, 每格末端设有污泥回流泵(兼排泥泵)1 台, 将主反应区池底的污泥回流至生物选择器, $Q = 65 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 250 \text{ kPa}$, $N = 7.5 \text{ kW}$, 每周期进水时回流, 滗水结束时排泥, 将池底污泥排至污泥浓缩池。

⑤ 消毒接触池

利用原有生物滤池($\varnothing 7 \text{ m} \times 7.24 \text{ m}$)改造成消毒接触池, 1 座, 钢筋混凝土结构, 有效容积为 195 m^3 , 其停留时间为 2.3 h , 处理后的清水可回用。二氧化氯发生器(含化料器、投加泵和罐体)有效氯产量为 2 kg/h , 加氯量(以有效氯计)为 $6 \sim 15 \text{ mg/L}$ 。

⑥ 污泥浓缩池

利用原生物滤池($\varnothing 7 \text{ m} \times 7.24 \text{ m}$)改造成竖流式重力污泥浓缩池, 1 座, 考虑冬季运行, 污泥浓缩池上加保温盖板, 有效水深为 4 m , 其停留时间约 8 h , 污泥固体负荷取 $30 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。上清液回流到调节池, 浓缩后的污泥用浓浆螺杆泵输送至污泥一体化脱水设备进行脱水后外运, $Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$, $H = 600 \text{ kPa}$, $P = 7.5 \text{ kW}$, 1 用 1 备。

⑦ 曝气和投药系统

原有罗茨风机两台, 1 用 1 备。另新购置三叶罗茨鼓风机两台, 1 用 1 备, 其升压为 49 kPa , 流量为 $21.05 \text{ m}^3/\text{min}$, 转速为 1400 r/min , 单台电机功率为 30 kW 。每格 CASS 池均设有 DN150 的环状曝气立管和 DN25 的曝气排污立管, 通过池底曝气横管与 DN65 开有微孔的曝气软管相连。

采用絮凝剂全自动加药设备(含计量泵、搅拌机、储药槽罐等)一套, 加药泵每天运行 2 h , 用于投加浓度为 0.1% 的压滤絮凝剂 PAM(聚丙烯酰胺), 其投加量为 $3 \sim 5 \text{ mg/L}$ 。采用转鼓浓缩带式压滤一体机(含清洗水泵、空压机、泥药混合器等)1 台, $N = 10 \text{ kW}$, 每天运行 2 h 。其滤带宽为 1000 mm , 处理量为 250 kgDS/h , 滤饼含水率 $\leq 80\%$, 固体回收率 $\geq 98\%$ 。

5 工艺设计特点

该项目的工艺设计特点如下:

① 具有优异的脱氮除磷效果, 可广泛应用于城市污水和各种工业废水处理中^[3]。

② 控制灵活、适应性强。通过水位控制和时间控制两种方法针对不同的水力负荷和污泥负荷, 通过现场 PLC 控制和微机集中控制, 手动和自动操作方式, 灵活自动地调整 CASS 运行的参数, 能够在

军工任务来临时适应水质、水量变化剧烈的情况, 并能得到理想的处理效果。

③ 设计新颖, 价格便宜。曝气系统排污立管的设计可解决池底横管积泥的情况, 排污立管顶端设有连接空气的阀门。当正常运行时, 阀门关闭; 当排泥时, 阀门开启, 借助鼓风机提供的风压将池底横管的积泥排出。采用可张微孔曝气软管代替价格不菲的曝气头, 小孔随管内压力变化自动开关, 免去了污泥进入底部管道的危险。

④ 出水水质可达到杂用水水质标准。智能滗水, 越接近污泥层, 滗水速度越慢。可调整滗水器的变频器参数来改变其运动速度和范围, 以适应不同水质水量的要求。滗水器排水时, 堰口设有浮筒和挡渣板, 不会将池中的浮渣带出。

6 运行结果与经济分析

该工程建成后, 进行了为期 2 个月的调试运行, 之后, 抚顺市环境监测中心站对该污水处理站的排放口水质进行了连续 3 个月的监测, 完全达标合格。实际进、出水水质见表 2。

表 2 实际进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality

项目	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	BOD ₅ / ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH 值	NH ₃ - N/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	油/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
进水水质	376 ~ 428	84 ~ 117	198 ~ 221	6 ~ 9	34 ~ 45	14 ~ 26
出水水质	21.4 ~ 38.3	6.1 ~ 8.2	7.2 ~ 10.3	6 ~ 9	4.6 ~ 6.7	1.5 ~ 2.8

该工程总造价为 329.22 万元, 其中设备造价为 100.72 万元, 土建造价为 228.5 万元。运行成本约为 $0.66 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。该项目可处理工业废水量为 $73 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 削减 COD 排放量 255.5 t/a , SS 排放量 146 t/a 。

7 结语

采用水解酸化/CASS 为主体的工艺处理某军工厂污水, 满足该企业综合污水排放不稳定、水质水量差距较大的需求, 整个污水处理厂可以稳定高效地运行。该工程投资和运行费用低, 出水水质优良, 在同类污水处理中具有推广价值。

参考文献:

- [1] 李圭白, 张杰. 水质工程学(第 2 版)(下册)[M]. 北京: (下转第 99 页)