

江西某工业园区废水的深度处理

伍 波, 叶昌明

(深圳市清泉水务股份有限公司, 广东 深圳 518116)

摘 要: 江西某工业园污水处理厂处理规模为 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$, 工业废水成分较复杂, 可生化性较差, COD、SS、氨氮及总氮超标, 二级处理出水无法达到一级 B 排放标准。在现有处理工艺基础上, 增加 AR(混合反应池) + CBC(侧向流高效沉淀池) + MDF(多功能深床滤池) 工艺等智能模块化水处理标准件产品进行废水深度处理, 实际出水 COD、SS、总氮达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 一级 A 标准, 且氨氮、总氮的去除率 $\geq 40\%$ (深度处理部分)。该项目具有建设周期短(总工期为 30 d)、投资成本低、占地面积少、工艺停留时间短(55 min) 和运行成本低(约 $0.28\text{ 元}/\text{m}^3$) 的优势。

关键词: 工业园区; 污水处理厂; 深度处理

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)02-0097-03

Advanced Treatment of Wastewater from an Industrial Park in Jiangxi Province

WU Bo, YE Chang-ming

(Shenzhen Qingquan Water Industry Co. Ltd., Shenzhen 518116, China)

Abstract: The wastewater composition was relatively complex and the biodegradability was poor in an industrial park wastewater treatment plant with a treatment capacity of $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$ in Jiangxi Province. The effluent COD, SS, ammonia nitrogen and total nitrogen exceeded the first level B of the discharge standard after secondary treatment. Based on the existing treatment process, intelligent modular water treatment standard products such as anaerobic reactor (AR), lateral flow high efficiency coagulation, flocculation and clarification (CBC), multi-function deep bed filter (MDF), were used for advanced treatment of wastewater. The effluent COD, SS and total nitrogen could reach the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002), and the removal rate of ammonia nitrogen and total nitrogen was more than 40% in the advanced treatment section. The project completed with some outstanding characteristics, such as short construction period (30 days of total project duration), low investment cost and less land occupation, short retention time (55 min) and low operating cost (about $0.28\text{ yuan}/\text{m}^3$).

Key words: industrial park; sewage treatment plant; advanced treatment

1 项目概况

工业园区的废水量以及废水种类与日俱增, 而污水处理设备落后, 导致工业生产与环境保护严重

失衡^[1]。随着国家对工业废水排放要求的不断提高, 对工业园区废水进行深度处理变得十分迫切。

江西某工业园区污水处理厂于 2014 年投产使

用,设计处理规模为 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。随着入驻园区企业的增加,工业废水的处理难度不断加大,原有处理工艺已无法满足达标排放的要求。为了响应国家环保要求,保证工业园区的正常运营,运营方和业主一致要求对整个工业园区污水处理厂进行改造,在原有二级处理的基础上增加深度处理,使出水水质稳定达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级B标准,即 $\text{COD} < 60\text{ mg/L}$ 、 $\text{SS} < 20\text{ mg/L}$ 。

2 废水水质

该污水处理厂以处理园区的工业废水为主,设计处理规模为 $5\,000\text{ m}^3/\text{d}$ 。原工艺流程:调节池→混凝沉淀池→水解酸化池→氧化沟→二沉池→排放。废水成分复杂,经过前端二级处理后, $\text{COD} \leq 100\text{ mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 30\text{ mg/L}$ 。工艺改造后要求 $\text{COD} \leq 60\text{ mg/L}$ 、 $\text{SS} \leq 20\text{ mg/L}$ 。

3 深度处理设计

3.1 设计思路

针对污水处理厂存在的问题,比较了不同工艺在占地、投资、运营管理等方面的优劣势,在满足出水要求的前提下,最终采用一级AR(混合反应池)+管式混合+二级AR(混合反应池)+CBC(侧向流高效沉淀池)+MDF(多功能深床滤池)工艺进行深度处理。

3.2 工艺说明

在一级AR反应池进水端投加纳米复合材料1,通过反应池内快速搅拌作用,实现与污水的接触反应,充分吸附COD、氨氮、总氮;出水经管道混合器将纳米复合材料2与废水快速混合,再与纳米复合材料3于二级AR反应池内慢速搅拌,形成较大矾花,最终在CBC沉淀池模块中实现高效、快速的沉降,将大部分COD、氨氮、总氮与SS去除。MDF多功能深床滤池对SS及残留纳米材料进一步去除,确保出水达标排放。

采用两处回流,将CBC沉淀的絮体送到分流器,分离出的部分纳米材料回流至混合器的出水端,另一部分纳米复合材料和污泥混合液回流至一级AR反应池进水端,并采用排泥泵对部分污泥进行连续排放。

其中AR模块属于混合反应池,内部设有导流筒和搅拌机。CBC模块是清泉公司研制的侧向流高效沉淀池,采用“人”字形斜板侧向流进水方式,

在沉淀池内形成无数个小型的沉淀池,使得废水中颗粒快速沉降,最终经泥道排至底部污泥斗。MDF多功能深床滤池属于上向流滤池,采用下部进水、上部出水的方式进行过滤,滤料采用级配石英砂,可以更好地发挥整个滤床截污能力,大大提高截污量。另外,根据水质处理的要求,可以将其转换为反硝化深床滤池,实现反硝化脱氮^[2]。

深度处理工艺流程见图1。

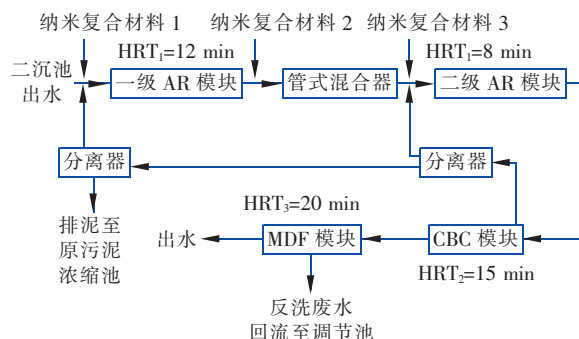


图1 深度处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of advanced treatment process

3.3 主要构筑物及设计参数

① 一级AR模块(反应池)

设计AR模块两座,每座处理水量为 $2\,500\text{ m}^3/\text{d}$,单座尺寸为 $3.0\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,设计水力停留时间为 12 min ,导流筒直径为 800 mm ,提升搅拌机2台,功率为 1.5 kW ,叶轮直径为 700 mm ,其主要利用纳米复合吸附剂对水中的污染物进行去除。

② 二级AR模块(反应池)

设计AR模块两座,每座处理量为 $2\,500\text{ m}^3/\text{d}$,单座尺寸为 $2.5\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,设计水力停留时间为 8 min ;导流筒直径为 800 mm ;提升搅拌机2台,功率为 1.1 kW ,叶轮直径为 700 mm 。其主要利用纳米复合材料混合絮凝反应对水中的污染物进行去除。

③ CBC模块(侧向流高效沉淀池)

设计CBC模块标准件两座,每座处理水量为 $2\,500\text{ m}^3/\text{d}$,单座外形尺寸为 $5.5\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,设计水力停留时间为 15 min ，“人”字形斜板间距为 60 mm ,水平流速为 20 m/h ,斜板有效长度为 5 m 。其主要对出水中的纳米复合吸附剂进行高效沉淀。

④ MDF模块(多功能深床滤池)

设计MDF模块标准件两座,每座处理水量为 $2\,500\text{ m}^3/\text{d}$,单座外形尺寸为 $5.2\text{ m} \times 3.0\text{ m} \times 3.0\text{ m}$,

水力负荷为 $7.0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,设计停留时间为 20 min;滤料厚为 1.3 m,石英砂级配滤料粒径为 0.8 ~ 2.0 mm;垫层厚度为 0.3 m,卵石垫层粒径为 2 ~ 32 mm;多功能滤管长为 2.9 m,共有 30 m^2 。其主要功能为对出水中的杂质进行截留,保证出水效果。

4 运行效果及成本分析

4.1 运行效果

该园区污水处理厂经过 2 个月调试与系统完善后达到了设计要求,目前已经稳定运行,平均进水量为 $5100 \text{ m}^3/\text{d}$,出水 COD 与 SS 能够达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 A 标准,优于设计的一级 B 标准。平均进、出水水质见表 1。

表 1 运行期平均进、出水水质

Tab. 1 Influent and effluent quality $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	SS	$\text{NH}_3 - \text{N}$	TN
进水	75.6	28	10.8	23.6
出水	48.5	9.2	6.2	14.1
排放标准	60	20	8	20

从表 1 可以看出,经过深度处理后,实际出水水质优于业主要求的一级 B 排放标准,其中 COD、SS 与总氮达到了一级 A 标准,氨氮与总氮去除率均大于 40%,达到了设计要求。

4.2 运行成本

① 电费

电耗约为 $0.035 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$,电价按照 0.70 元/($\text{kW} \cdot \text{h}$)计算,则电费约为 $0.02 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

② 药剂费

药耗及费用分析见表 2。

表 2 正常药耗及费用

Tab. 2 Chemical consumption and cost

项目	纳米复合材料 1	纳米复合材料 2	纳米复合材料 3
药耗/($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$)	400	80	120
纳米复合材料单价/($\text{元} \cdot \text{kg}^{-1}$)	1.85	3.1	2.5
药剂费/($\text{元} \cdot \text{m}^{-3}$)	0.15	0.05	0.06

从表 2 可知,3 种纳米复合材料的费用为 $0.26 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。

③ 总运行成本

在实际运行过程中,当进水 COD $\leq 100 \text{ mg/L}$ 时,深化处理后出水 COD $< 60 \text{ mg/L}$,电费约为 $0.02 \text{ 元}/\text{m}^3$,药剂费约为 $0.26 \text{ 元}/\text{m}^3$,总运行成本约 0.28

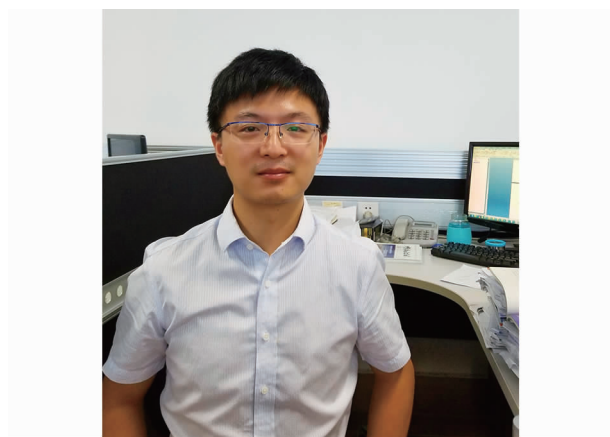
元/ m^3 ;当进水 COD 上升到 100 mg/L 时,通过投加纳米复合材料的方式保证处理后 COD $< 60 \text{ mg/L}$,其运行费用会有所上升。

5 结论

在进水水质满足设计要求的情况下,采用 AR + CBC + MDF 的智能模块化水处理标准件产品进行工业园区内废水深度处理,在总水力停留时间为 55 min 的操作条件下,出水 COD 和 SS 能够达到一级 A 排放标准。通过投加纳米复合材料进行吸附、沉淀与过滤等过程,废水中的氨氮与总氮去除率高达 40% 以上,且运行成本较低(约 $0.28 \text{ 元}/\text{m}^3$)。该套组合工艺的亮点是采用了先进的 CBC(侧向流高效沉淀池)模块,在相同水力条件下,其固液分离效果显著高于传统沉淀池。

参考文献:

- [1] 王香爱,张洪利,杨珊,等. 工业污水处理技术及前景[J]. 应用化工,2017,46(3):563-568.
Wang Xiangai, Zhang Hongli, Yang Shan, et al. Industrial wastewater treatment techniques and prospects [J]. Applied Chemical Industry, 2017, 46(3): 563-568 (in Chinese).
- [2] 苗文凭,刘青岩. 工业园区污水处理厂的设计特点[J]. 中国给水排水,2016,32(8):44-46.
Miao Wenping, Liu Qingyan. Design characteristics of wastewater treatment plant in industrial park [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(8): 44-46 (in Chinese).



作者简介:伍波(1990—),男,湖南长沙人,硕士,助理工程师,从事水处理设计与研究工作。

E-mail:2850996727@qq.com

收稿日期:2018-08-03