

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.18.019

# 炼油厂污水处理场深度处理改造设计

赵倩怡, 周映, 刘钧, 李冰清, 金宇涵  
(长岭炼化岳阳工程设计有限公司, 湖南 岳阳 414000)

**摘要:** 中石化长岭分公司第二污水处理场因炼化装置的不断改造扩建,进水量和进水浓度远高于设计值,进水有机物负荷过高导致污泥超负荷运行,生化处理达不到预期效果,出水水质不能满足《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。因此提出在原有氧化沟流程上增设生化接触氧化和内循环曝气生物滤池处理工艺,改造后能有效实现深度处理,保证出水达标排放。

**关键词:** 石化废水; 技术改造; 内循环曝气生物滤池

**中图分类号:** TU993 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)18-0099-04

## Design of Refinery Wastewater Advanced Treatment Reconstruction Project

ZHAO Qian-yi, ZHOU Ying, LIU Jun, LI Bing-qing, JIN Yu-han  
(Yueyang Changling Refinery Engineering Co. Ltd., Yueyang 414000, China)

**Abstract:** With the expansion and transformation of refinery units of Sinopec Changling Branch, the influent quantity and concentration are much higher than the design value, and the influent organic matter load exceeds the sludge treatment capacity. Thus the biochemical treatment fails to achieve the expected effect, and the effluent quality of the second wastewater treatment plant cannot meet the *Integrated Wastewater Discharge Standard* (GB 8978 - 1996). Therefore, it is proposed to add the biological contact oxidation and internal recycle biological aeration filter (IRBAF) to the original oxidation ditch process, which can effectively realize the advanced treatment and ensure the effluent discharge standard.

**Key words:** petrochemical wastewater; technical reconstruction; IRBAF

### 1 工程现状及存在的问题

中石化长岭分公司第二污水处理场始建于 1997 年,设计规模为 600 m<sup>3</sup>/h。主要对来自全厂各个生产装置、罐区、生活区等污水进行后期生化处理。工艺流程见图 1。

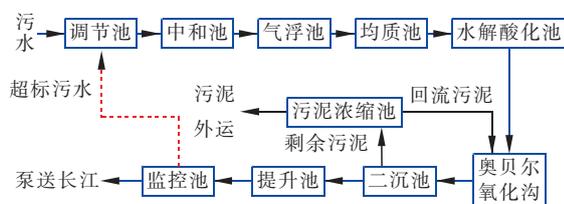


图 1 改造前工艺流程

Fig. 1 Existing flow chart of wastewater treatment process

该污水处理场主要采用水解酸化-氧化沟处理工艺,不合格处理水回流至调节池继续处理,达标水最终受纳水体为长江,出水水质执行《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)一级标准。改造前监控池主要水质见表 1。从表 1 可以看出,出水 COD、氨氮、石油烃等指标大多不符合排放标准。进水有机物负荷过高,污泥负荷超过污泥处理能力,生化处理达不到预期效果。因达不到排放标准而回流的污水量过大,导致污水处理装置水量负荷过大,停留时间缩短,再次影响处理效果,形成恶性循环。

针对污水处理系统存在的这些问题,必须采取有效的改造措施,做到达标排放。

表1 改造前监控池主要水质数据

Tab.1 Monitoring data of sewage quality before reconstruction

项目	pH 值	COD/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	氨氮/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	悬浮物/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	石油烃/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	硫化物/ ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )
实测数据	6.2~8.7	60~250	15~80	20~40	5~20	1~2
排放标准	6.0~9.0	$\leq 60$	$\leq 15$	$\leq 20$	$\leq 5$	$\leq 1$

## 2 改造设计

### 2.1 改造方案

目前,国内外常用于炼油污水深度处理的技术主要有过滤、膜分离、高级氧化、生化处理等<sup>[1]</sup>。考虑原污水处理工艺为生化工艺,在原有生化处理设施后增设内循环曝气生物滤池(IRBAF),以实现有机物的深度降解。

曝气生物滤池(BAF)借鉴了生物接触氧化反应器和深床过滤器的设计原理,省却了二次沉淀设备<sup>[2]</sup>。同时使用填料和曝气系统,集生化反应和固液分离于一体,无需设置后续沉淀池,基建投资少,出水水质好,运行费用较低。IRBAF是在传统的BAF基础上发展而来。采用新型曝气技术和反冲洗技术,防止出现沟流和填料板结的情况<sup>[3]</sup>。IRBAF适合处理低浓度污水,对进水水质要求:pH值为6~9,  $\text{COD} \leq 110 \text{ mg/L}$ ,  $\text{BOD}_5 \leq 75 \text{ mg/L}$ , 氨氮 $\leq 15 \text{ mg/L}$ , 悬浮物 $\leq 70 \text{ mg/L}$ , 石油烃 $\leq 10 \text{ mg/L}$ , 硫化物 $\leq 5 \text{ mg/L}$ , 挥发酚 $\leq 1 \text{ mg/L}$ , 含盐量 $\leq 2000 \text{ mg/L}$ 。由此可知,原工艺出水不满足IRBAF进水水质要求。

根据《曝气生物滤池工程技术规程》(CECS 265:2009)要求,废水应具有良好的可生化性,否则应设置提高可生化性的设施,且生化处理前应进行较充分的预处理,去除大颗粒漂(悬)浮物、油脂、砂砾和纤维等。采用BAF进行硝化时,硝化滤池剩余总碱度不应低于 $70 \text{ mg/L}$ (以 $\text{CaCO}_3$ 计),否则应补充碱度。

综合考虑地形、原有构筑物及工艺、投资、运行等因素,最终确定增设生物接触氧化池、砂滤池和IRBAF。

### 2.2 工艺设计

改造后的工艺流程如图2所示。将原有均质池改造成生物接触氧化池,并增设中沉池。污水经过原有的水解酸化、氧化沟、二沉池及提升池后,进入新增砂滤池,达到IRBAF进水水质要求后,进入IRBAF运行深度处理,出水进反洗水池后,溢流进

监控池。IRBAF配备1套碳酸钠投加装置,调节pH值并补充碳源。

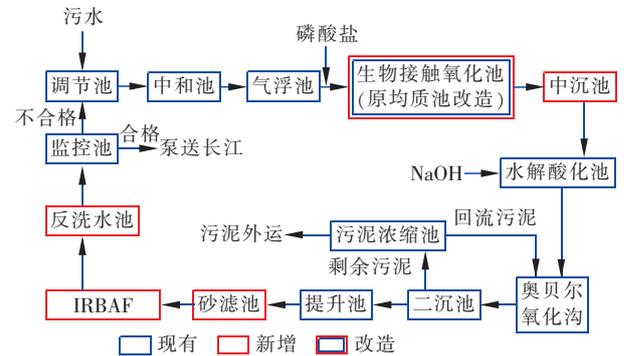


图2 改造后污水处理工艺流程

Fig.2 Flow chart of wastewater treatment process after reconstruction

#### ① 生物接触氧化池

将原有均质池改造为好氧生物接触氧化池,新增隔墙将池体分为两部分,池内增设填料和曝气系统(见图3)。

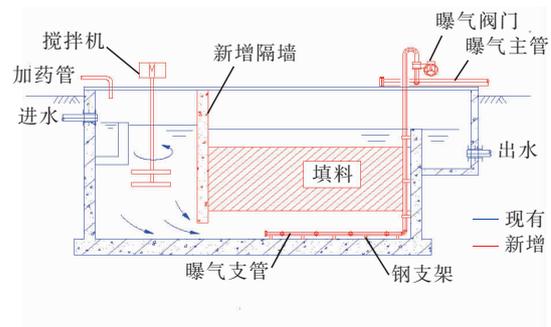


图3 生物接触氧化池

Fig.3 Schematic diagram of biological contact oxidation tank

污水浸没全部填料,并以一定的流速流经填料。在填料上培养生物膜,分解有机物。采用立体弹性填料,聚乙烯材质,填料高为 $4.0 \text{ m}$ 。采用管式曝气器,材质为EPDM衬氟。

为给接触氧化池进水补充所需营养元素,设磷酸二氢钾投药装置1套,设计投加20%的 $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 为 $80 \text{ L/h}$ 。设潜水搅拌机2台, $R = 480 \text{ r/min}$ , $N = 5$

kW。设鼓风机曝气系统,罗茨鼓风机2台,1用1备, $Q=35\text{ m}^3/\text{min}$ , $P=58.8\text{ kPa}$ , $N=40.3\text{ kW}$ 。

### ② 中沉池

改造后的生物接触氧化池出口溶解氧(DO)多控制在3~4 mg/L,为了保证后续水解酸化池DO控制在0.5 mg/L以下,需增设中沉池。

中沉池采用平流沉淀池、多斗静压排泥方式。设计处理量为 $600\text{ m}^3/\text{h}$ ,沉淀时间为2.5 h,设计有效容积为 $1\,500\text{ m}^3$ 。沉淀池净尺寸为 $40\text{ m}\times 10\text{ m}\times 6.5\text{ m}$ ,池深为6.5 m,其中超高为0.5 m,泥斗深为2 m。

### ③ 砂滤池

砂滤池采用上向流快滤池,设计处理量 $600\text{ m}^3/\text{h}$ ,设计滤速 $6\text{ m}/\text{h}$ 。采用石英砂单层滤料,粒径级配为1~3 mm和3~5 mm。砂滤池采用自动气水联合反洗方式。设专用反洗水泵和反洗风机。设反洗水泵3台,2用1备, $Q=450\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=150\text{ kPa}$ , $N=30\text{ kW}$ 。反洗风机2台,1用1备, $Q=26.5\text{ m}^3/\text{min}$ , $P=68.6\text{ kPa}$ , $N=40.3\text{ kW}$ 。

### ④ IRBAF

来水进入IRBAF后,部分从回流窗进到曝气区域,曝气头产生大量的气泡与水混合上浮,从曝气提升管上口流出,经回流管的上部进入,从下方进入池底与进料污水混合,由下至上经过多层填料,经填料中的微生物吸附分解和填料滤层的过滤作用后,上浮到池面。其中部分水再次进入回流窗口循环曝气,另一部分水作为出水外排。

新建IRBAF池2座,每座分6格,共12格,单格净尺寸为 $8.5\text{ m}\times 5.0\text{ m}\times 5.0\text{ m}$ 。2座池并联运行,每座池处理水量为 $300\text{ m}^3/\text{h}$ ,单格池处理水量为 $50\text{ m}^3/\text{h}$ ,总停留时间2.0 h。采用自动气水联合反洗方式,设专用反洗水泵和反洗用风压缩风储罐。反洗水泵2台,1用1备, $Q=200\text{ m}^3/\text{h}$ , $H=180\text{ kPa}$ , $N=18.5\text{ kW}$ 。设曝气风机2台(1用1备), $Q=61.8\text{ m}^3/\text{min}$ , $P=58.8\text{ kPa}$ , $N=90\text{ kW}$ 。

## 3 运行效果

经改造后的第二污水处理场出水水质较好,且运行稳定,实际监测数据显示,大部分污水达到一级排放标准,因不达标而回流的水量非常小。运行1年后,对IRBAF进、出水中COD、氨氮和石油类进行检测,2020年6月的检测数据见图4。由图4可见,

改造后IRBAF进水COD、氨氮和石油类平均浓度分别为67.7、0.591、2.734 mg/L,出水浓度分别降至37.37、0.28、0.26 mg/L,满足深度处理要求。

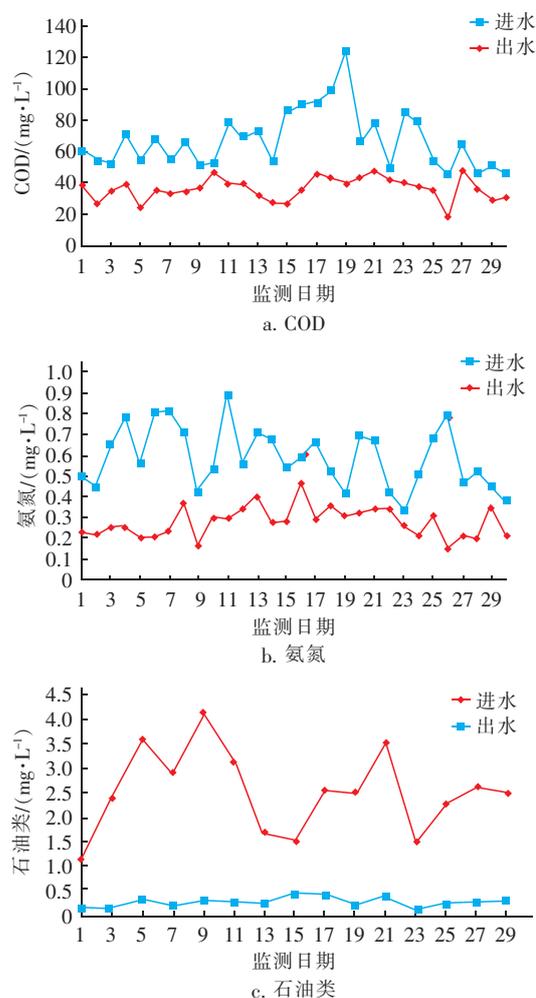


图4 IRBAF进、出口主要污染物浓度

Fig. 4 Concentration of pollutants at inlet and outlet of IRBAF

## 4 结语

① 炼油厂污水处理场生物接触氧化工艺能有效提高生化处理效果,提高废水可生化性,为后续的IRBAF达到设计处理效果提供保障。

② IRBAF能有效实现含油废水的深度处理,对COD、氨氮和石油类污染物有较高的去除率,其后不需设二沉池。

## 参考文献:

[1] 关红安,罗建中,卢军,等. 石油化工污水深度处理与回用的研究进展[J]. 广东化工,2010(5):15-16,24.

(下转第107页)