

# 煤化工废水处理工艺技术改造研究

王鼎<sup>1</sup> 刘丽娜<sup>2</sup>

(1 榆林职业技术学院 陕西榆林 719000 2 榆林学院化学与化工学院 陕西榆林 719000)

**摘要:** 本文针对某煤化工企业废水处理中存在的问题,通过对装置的结构改造、工艺优化降低污染程度,提取有害物质,最终达到循环利用的水质标准。本研究主要进行的技改是通过自行制作、安装中间储罐、管道及喷淋系统,便于及时补充新鲜水,且可将收集后的废水送至兰炭炭化炉喷淋,并通过高温汽化实现油水分离,达到净化回收的目的。

**关键词:** 煤化工废水;技术改造;回收利用;兰炭废水

近年来,煤化工产业飞速发展,煤炭综合利用项目也向着规模化、多元化发展,同时该产业的可持续发展也引起了业界人士的高度重视,尤其煤化工产业的废水处理技术对于当前产业的发展以及生态环境来说,都有着重要的意义<sup>[1-2]</sup>。

煤化工项目生产过程中,所排放的废水主要有高浓度的煤气洗涤废水,以及煤焦油深加工产生的含硫、含油废水等,此废水含有大量的酚类、氨氮以及硫化物等有毒有害的物质,废水中的 COD 平均在 5500mg/L 以上、氨氮也保持在 530mg/L 以上,甚至更高;废水中所含多数有机污染物,无法通过现有的生化处理系统降解<sup>[3]</sup>。近年来,国家环保要求逐年加强,尤其对污染物排放严格控制,煤化工零排放的环保目标已作为项目立项和环评基本要求,为此,煤化工废水处理技术是解决项目持续发展、绿色发展的基础<sup>[4]</sup>。

当前,煤化工废水处理只能采取分质回收利用的思路,通过创新废水处理工艺技术,通过降低污染程度,提取有害物质,最终达到循环利用的水质标准,并结合废水处理工艺特性和项目生产工艺,灵活采取有效的处理方法,弥补技术缺陷,形成废水的回收和循环利用,降低生产原水消耗,又达到废水处理的目的<sup>[5]</sup>。

本研究所选企业在前期试车阶段,废水处理同样是制约着公司全面生产的瓶颈问题,针对此问题,根据水质来源及特性分析,在严格遵守国家环保法律法规及要求的前提下,充分考虑废水处理成本,结合现有废水处理装置,通过装置的结构改造、工艺优化等措施,针对废水处理装置进行优化和改造,具体废水处理技术方案如下:

## 1. 含油废水处理方案

### 1.1 含油废水来源及特性

含油废水主要是来自延迟焦化装置焦炭塔冷焦过程中,经放空冷却塔塔顶分液罐冷却分离出的废水,废水量约为 2.5 吨/小时。该废水含油高、油份乳化程度高,采用常规物理分离的方法很难进行分离。

表 1 含油废水水质指标

指标	COD	硫化物	挥发酚	氨氮	总油
数值	64000mg/L	300mg/L	3000mg/L	500mg/L	5500mg/L

### 1.2 处理方案及工艺路线选择

此技术方案将废水经收集后,送至兰炭炭化炉喷淋,通过高温汽化实现油水分离,油分通过煤气净化系统回收;当喷淋系统出现故障时,也可送至电厂流化床锅炉掺烧,具体处理工艺如下:

焦化切焦含油废水经泵送至中间缓存水箱,再经新增离心泵进入兰炭炭化炉辅助煤仓,在煤仓同原料煤一并进入炉体,下降过程中,废水水分和油分逐步气化分离,随煤气进入兰炭装置净化工段经气液分离器分离后进入氨水池,油份通过静置回收。因原煤进入炭化炉水分含量在 15% 左右,原煤进料量最大 240 吨/小时,喷淋量不超过 2.5 吨/小时,喷淋量相对较小,对炉温及控制指标没有影响;在炭化炉喷淋系统故障情况下,废水送入电厂循环流化床锅炉进行高温焚烧作为应急方案,油分气化燃烧产生热能,水分在高温下气化随烟气进入脱硫装置,实现达标排放。

### 1.3 技术改造方案

本技术方案通过自行制作安装中间储罐、管道及喷淋系统,管道、设备间安装满足操作要求的阀门若干。将延迟焦化放空冷却塔分液罐废

水经管线输送至 200 方中间储罐,储罐作为废水缓冲和储存设施,经泵加压,通过管道输送至炭化炉,通过自制的洒水喷头送入炉体五层辅助煤箱,均匀将废水喷入炉体辅助煤箱,形成完整可靠的废水喷淋系统;电厂掺烧技术改造方案详。

## 1.4 工业试验工况及运行参数分析

### (1) 炉温测试方法及分析

在通过调节不同废水喷淋量,对炭化炉进行了炉温测试,具体测试结果如下表。

①测试期间炭化炉进料量为 180 吨/小时,入炉煤平均水分含量不超过 14.5%,通过喷淋量计算水分理论增加量百分比。

②温度为测试期炭化炉相应部位平均温度值。

通过以下数据分析,炭化炉在含油废水喷淋量最大 2.5 吨/小时,喷淋废水对炭化炉炉温几乎没有影响。

表 2 炭化炉喷淋量对炉温影响测试分析表

喷淋水量 (T/h)	原煤水分理论增加量 (%)	中上部温度 (°C)		中部温度 (°C)	
		正常运行温度	喷淋温度	正常运行温度	喷淋温度
0.5	0.2%	580-620	615	650-700	675
1.0	0.5%	580-620	608	650-700	680
1.5	0.8%	580-620	612	650-700	660
2.0	1.1%	580-620	590	650-700	650
2.5	1.3%	580-620	593	650-700	650

### (2) 废水平衡测试及分析

因此部分废水为间歇式排放,根据公司现阶段运行负荷,记录两天切焦过程中中间储罐的液位,计算所得运行数据如下表 3。

测算期间延迟焦化装置运行负荷 65%,从目前运行数据看,焦化切焦含油废水最大量 2.5 吨左右,在焦化装置满负荷运行时,炭化炉喷淋完全可实现废水平衡。

表 3 含油废水运行水量记录表

记录时间	废水流入量(T/h)	处理量(T/h)	
		炭化炉掺烧喷淋	去电厂掺烧
2022 年 10 月 21 日	2.1	2.1	0
2022 年 10 月 22 日	1.9	1.9	0
2022 年 10 月 23 日	1.8	1.8	0

## 2. 含硫废水处理技术方案

### 2.1 废水来源及特性

该部分废水来自延迟焦化装置加热炉注水、特阀注汽及原料油中的水分,在分馏塔塔顶气液分离器分离出来的废水,水量约为 6 吨/小时。该废水含硫、含油成分高,水量较大,常规处理工艺成本高。

表 4 含硫废水水质指标

指标	COD	硫化物	挥发酚	氨氮	总油
数值	82000mg/L	800mg/L	6828mg/L	3480mg/L	12750mg/L

### 2.2 处理方案及工艺路线选择

当硫化氢含量不超过 1100mg/L 时,废水直接送入氨水池进行补水,回收油份,不会造成氨水池水质变化。

当硫化氢含量超过 1100mg/L 时,加 0.5% 的碱液进行中和去除废水中硫化氢等酸性物质后,再送入电厂流化床锅炉掺烧,回收二氧化硫制

取硫酸铵。经加碱中和后的废水经泵送至中间水箱（180m<sup>3</sup>）和入口缓存水箱（70m<sup>3</sup>），再经离心泵送入电厂流化床锅炉二次风入口进行雾化，经高温油水分离，油份燃烧，水汽随烟气抽走，因掺烧量小，不影响流化床锅炉燃烧效率，燃烧后水汽随锅炉烟气进入脱硫装置，实现环保达标排放。

2.3 技术改造方案

制作安装储罐和碱液储槽，管道、泵等设备之间安装若干阀门，满足安全操作要求；将焦化分馏含硫废水送入中间储罐，在硫化氢含量超标时，根据水量加入定量碱液，通过循环泵循环使其充分中和去除硫化氢等酸性物质后，再送至电厂中间缓存罐，用于电厂锅炉掺烧。

2.4 工业试验工况及运行参数分析

(1) 炉温测试方法及分析

在采用此工艺处理含硫废水期间，通过调节不同含量废水掺烧量，对锅炉进行了炉温测试，具体测试结果如下表 5。

①测试期间锅炉进煤量为 65 吨/小时，入炉煤平均水分含量不超过 13%，通过不同掺烧量计算如下水分理论增加量百分比；

②温度为测试期锅炉炉位平均温度值。

通过以下数据分析，锅炉在含硫废水掺烧最大 7.0 吨/时，掺烧对炉温没有影响，锅炉燃烧效率无变化，因部分油分高温分离后参与燃烧，能够平衡一部分水汽化热量；同时在测试期间对烟气排放在线检测指标进行监控，未引起排放指标变化。

表 5 流化床锅炉掺烧量对炉温影响测试分析表

掺烧水量 (T/h)	燃煤水分理论增加量 (%)	锅炉中部温度(℃)		锅炉床层温度(℃)	
		正常运行温度	掺烧后温度	正常运行温度	掺烧后温度
2.0	5.7%	730-740	738	780-810	805
3.0	8.5%	730-740	730	780-810	810
4.0	11%	730-740	735	780-810	793
5.0	13.8%	730-740	730	780-810	780
6.0	16%	730-740	730	780-810	783

(2) 废水平衡情况测试及分析

因此部分废水为连续排放，根据公司现阶段运行负荷，记录焦化分馏塔顶气液分离器含硫废水流量数值，运行数据记录如下表 6。

测算期间延迟焦化装置运行负荷 65%，从以下数据分析，含硫废水最大量在 5.1T/h，根据含硫废水硫化氢含量，部分送至硫化床锅炉掺烧，部分用于氨水池补水，实现废水系统平衡。

表 6 含硫废水水量平衡记录表

记录时间	废水流入量 (T/h)	处理量	
		去锅炉掺烧掺烧 (T/h)	去氨水池补水 (T/h)
2022 年 11 月 1 日	5.1	3.5	1.6
2022 年 11 月 2 日	4.7	2.5	1.2
2022 年 11 月 3 日	4.8	2.1	2.7

3. 化学浓盐水处理技术方案

3.1 废水来源及特性

该废水来自脱盐水处理产生的化学浓盐水，该部分废水盐浓度含量高，采用常规处理方法工艺复杂，处理成本较高。

表 7 含氨废水水质指标

指标	电导率	硬度		
数值	4920us/cm	1829mg/L		

3.2 处理方案及工艺路线选择

为了实现废水合理利用，大部分浓盐水用于金属镁冷渣系统，部分回用发电分厂脱硫装置补充，富余少部分用于厂区洒水降尘。

脱盐水处理产生的化学浓盐水一部分经除硬除硬单元处理后，经管道

送至电厂脱硫装置清水罐，用于脱硫装置补水和塔顶喷淋；部分浓盐水通过管道送至金属镁冷渣棚，金属镁还原渣出炉温度高，通过喷淋化学浓盐水进行冷却降温，水汽生发，盐类物质残留还原渣内，一同送入拦渣坝集中填埋，符合环保要求；富余部分浓盐水用于厂区洒水降尘。

3.3 化学浓盐水回收改造方案

将原脱硫生产水管线盲板隔断，脱盐水处理反渗透设备出水浓盐水管线与原生产水管线阀门后接通，送入除硬除盐单元，处理后的水一部分送入清水罐，一部分直接送入脱硫塔，管道、泵连接输送之间安装若干阀门，满足安全操作要求；达到浓盐水替代生产水的目的，实行浓盐水综合回收利用。

3.4 工业试验工况及运行参数分析

(1) 废水处理结果分析

因化学浓盐水中盐类物质含量高，金属镁渣渣经高温炉渣水汽化，盐类物质残留炉渣内，炉渣运转至拦渣坝统一填埋，符合环保处理要求。化学浓盐水用于脱硫装置补水，每月对设备一次清洗，清洗未发现设备结垢、腐蚀等现象。降尘主要在煤场、焦场周边，严禁过度洒水，污水流入清净下水，同时公司总排口增加 7 道闸板阀，每天专人负责巡检，发现异常水质及时回抽事故水池。

(2) 废水平衡情况测试及分析

通过以下运行数据分析，测试期运行工况下，化学浓盐水产量在约 675T/h，大部分用于金属镁渣渣，剩余部分电厂脱硫补水，少量厂区降尘，废水达到系统平衡。

表 8 化学浓盐水平衡记录

记录时间	废水流入量 (T/d)	处理量(T/d)		
		电厂脱硫补水	金属镁渣	产区洒水降尘
2023 年 2 月 5 日	685	235	365	85
2023 年 2 月 6 日	670	220	380	70
2023 年 2 月 7 日	660	240	340	80

4. 结论

本研究针对煤化工企业在生产过程中高浓度废水处理的问题，结合废水特性及生产工艺，在运行过程中采用了技术改造，解决了废水处理过程中的一些困难。同时，技改后的工艺流程配置合理、简捷，在最大程度地降低了废水处理成本的同时，也为企业带来了很好的经济效益。后期经企业废水处理车间运行的稳定性，以及相关数据证明：技术改造方法得当，方案可行，废水处理完全符合国家环保要求。

参考文献：

[1] 方芳, 韩洪军, 崔立明, 等. 煤化工废水“近零排放”技术难点解析[J]. 环境影响评价, 2017, 39(2): 9-13.  
 [2] ZHOU Jun. Waste water treatment technology and engineering application of coal chemical industry [J]. Environment & Development, 2020,32(9): 93-94  
 [3] 任同伟, 俞彬, 阳春芳, 等. 煤化工高含盐废水资源化处理技术的工程应用研究[J]. 工业水处理, 2019, 39(2): 96-99.  
 [4] 毕可军, 张庆, 王瑞, 等. 兰炭生产废水资源化利用技术探析[J]. 中氮肥, 2016(5): 72-74.  
 [5] 张全兴, 张政朴, 李爱民, 等. 我国离子交换与吸附树脂的发展历程回顾与展望[J]. 高分子学报, 2018(7): 814-828.  
 [6] 童三明, 刘永军, 杨义普, 等. 兰炭废水中氨氮去除效果现场试验研究[J]. 工业水处理, 2014, 34(11): 48-50.

基金项目：

榆林市科技计划项目(CXY-2022-137); 榆林职业技术学院科研项目(K202208)。

第一作者简介：

王鼎(1983-), 男, 硕士, 副教授, 研究方向: 煤化工、工业废水处理。