

煤化工废水除氟治理运行研究

贾文佳（晋能控股装备制造集团有限公司煤化工事业部，山西 晋城 048000）

摘要：为了减少煤化工废水环境污染问题，要在明确污水生化处理系统应用要求的同时，确保除氟系统运行的及时性，减少污染问题，打造更加合理且高效的工业运营体系，从而实现经济效益和环保效益的双赢。本文结合案例分析了煤化工废水除氟治理目标，并从技术比选的角度全面阐释治理工作的具体运行情况，最后结合效果提出了几点建议。

关键词：煤化工废水；氟化物；治理操作；技术比选

饮用水中过量的氟化物会对人身体造成严重的危害，而在煤气化过程中，氟化物会借助粗煤气的洗涤操作直接进入到水体中，必然会对环境产生影响，为此，要落实更加贴合实际需求的除氟治理方案，提高环境保护质量。

1 煤化工废水除氟概述

本文以 HY 化工公司为例，企业是新型煤化工企业，基础原料为煤炭，采用航天粉煤加压气化工艺，将原料煤进行转化，主要产品为甲醇，同时副产硫酸、硫酸铵等化工产品。2018 年正式投产，在实际生产过程中废水氟化物主要来源于气化装置灰水，受地域影响，气化装置采用的原料煤氟含量较高，系统产生的灰水氟化物浓度较高，灰水经渣水系统处理后部分回用，部分排至污水处理装置，实际运行单台炉产生约 30m³/h 灰水，氟化物浓度约 100–120mg/L；该企业污水处理工艺采用“预处理 + 生化处理 + 深度处理”工艺流程，设计处理能力约 500m³/h，处理完毕后大部分水回用于生产系统，剩余部分约 100m³/h 浓水外排，浓水氟化物浓度约 80–120mg/L^[1]。

依据地方《地表水环境功能区划》及相关文件要求，当地环保部门要求外排水氟化物浓度要控制在 1mg/L 以内，因企业污水处理装置本身不具备除氟功能，外排水氟化物需借助专门的系统予以处理，以满足当地排放标准，确保下游河道水质达标^[2]。

2 煤化工废水除氟治理工作技术比选

国内外对于煤化工废水除氟工艺的研究方向较多，我国国内目前较为常见的技术主要分为以下几类：

2.1 化学沉淀除氟技术

技术主要是利用钙盐沉淀的控制模式有效完成除氟操作，最大的优势就是工艺流程较为简洁，且处理便捷化高、投资数额低，整体技术应用运行的费用和支出成本少。但是，因为水中氟离子的浓度一般为 5mg/L 到 10mg/L 之间，这就使得排放标准无法完全满足质量要求，加之沉淀物的沉降性有限，要想实现完全脱水需要较为复杂的工艺流程。因此，化学沉淀法一般会应用在高浓度含氟废水处理工作中^[3]。

2.2 混凝沉淀除氟工艺

技术在实际应用中药剂的投入量较少，使得运行成本和项目初始投资额都较低，利用一次处理出水方式就能满足对应的质量要求和标准，尤其是铝盐混凝沉降法。因此，混凝沉淀除氟工艺技术更加适用于低浓度含氟废水处理工作，配合化学沉淀法，就能更好地提升高浓度含氟废水的处理效果^[4]。

2.3 电絮凝除氟工艺

该项技术的应用范围较少，尽管设备简单且投资低，但是因为在工艺操作中常常会伴有电机钝化的问题，因此，会对最终结果产生影响。

2.4 反渗透除氟工艺

反渗透除氟工艺的操作流程较为简单，且废水中氟化物的去除率较高，但是，技术项目的投资较大，并且要求进水中悬浮物的含量在规定的参数范围内，且需要对废水予以预处理操作。因此，技术被广泛应用在低浓度含氟废水处理方案中。

2.5 吸附除氟工艺

整体运行成本较低，但是投资额巨大，因为其基础除氟效果较好，因此，将其应用在低浓度含氟废水中具有较为突出的应用优势^[5]。

值得一提的是，我国目前废水除氟技术应用过程中，依旧将高浓度含氟废水作为主要对象，实现氟化物浓度低于 15mg/L 是合理要求范围，但是，低浓度含氟废水处理工作中，难度较大，要保证处理后氟化物浓度达到 1mg/L 以内，重点是做好低浓度含氟废水的处理。本案例相关部门在全面分析具体因素和技术要求，认为采用多级沉淀法可有降低氟化物含量，从而达到出水标准要求，结合煤化工废水特性，经过多次实践后，最终确定采取三级混凝沉淀除氟工艺，一级投加 PAC 及 PAM 去除废水中大部分氟化物，二级和三级均投加专用除氟药剂使废水氟化物浓度最终降至合格，实现达标排放^[6]。

3 煤化工废水除氟治理工作效果分析

3.1 除氟系统建设情况

本系统采用三级混凝沉淀工艺去除废水氟化物，系统设计处理进水量 150m³/h，系统主体设备如下：

①新建容量为 400 方的调节池一座;

②新建一级沉淀池一套、二级多效澄清池两套、三级多效澄清池一套及其相关配套加药设施;

③利用一座原有加药间,其中除氟药剂罐、液碱药剂罐、加药计量泵及部分加药管线利用原有设施。新建 PAM、PAC 加药间及配套储罐和加药泵,增设一台泡药机;

④脱泥系统部分利用污水处理装置原有脱泥设备,新增一座污泥池。

结合煤化工废水除氟治理工作现场的实际情况可知,除部分利用原有污水处理装置设备,比如:加药间、计量泵、部分加药管线、脱泥间及脱泥设备,其余主体设备均为新建,以便于更好地投加药剂对废水进行处理,在进水氟化物的含量为 80mg/L 到 120mg/L 时,对应的出水氟化物含量在 1.0mg/L 以下,需合理调配除氟剂、液碱、PAM 及 PAC 等药剂,并严格落实相应的处理要求。

在整个煤化工废水除氟治理工作体系中,废水经过生化处理系统后,浓水进入除氟系统,借助碱调节废水,能有效达到合适的 pH 数值范围内,然后加入对应的组合药剂,匹配规范的加药次序和反应条件,就能更好地提升吸附氟效率,在借助泥水分离处理工序后满足排放标准^[7]。

3.2 除氟系统运行情况

在企业确定除氟方案时,也要结合具体的方案落实对应的规划工作,保证项目建设流程和内容都能贴合实时性应用标准,全面维持综合管理效果。本案例中企业秉持“积极以旧改新、节约项目成本”的原则,集中优化了原有的部分加药系统和污泥处理脱水系统,减少了项目的建设投入成本,并且依据方案编制、审批、计划提报等基础流程落实相关规定,完成设备、配管等基础设施安装调试工作后,实现除氟系统的试运行。

在试运行期间,对一周内相关数据进行了汇总分析,利用 168h 性能考核获取相关数据。

①进水氟化物浓度最大数值是为 130mg/L、最小值为 95mg/L,平均值为 103mg/L;

②出水氟化物浓度最大数值是为 0.8mg/L、最小值为 0.4mg/L,平均值为 0.5mg/L;

③处理工序进水量最大数值是为 130m³/h、最小值为 90m³/h,平均值为 105m³/h。

除此之外,在对整个系统进行性能分析和测试考核后了解到,进水量在 120m³/h 以上时处理能力均满足设计标准和要求规范,尤其是出水氟化物浓度,在 1.0mg/L 以下,证明其满足环境参数提出的环保性需求和《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)的相关水质标准,符合整体方案优化和除氟治理运行的要求^[8-9]。

3.3 除氟系统投资成本

在整个深度除氟工艺规划应用过程中,企业投资共

约 1000 万元,涉及工程项目包括土建单元、安装单元,还有设备购置方面。系统运行过程中费用主要集中在电费和投加药剂方面。

按照设计方案,三级沉淀除氟治理投加药剂情况为:一级投加 PAM10ppm,二级投加除氟剂 2500-3000ppm、投加液碱 1200ppm、投加 PAM5-10ppm,三级投加除氟剂 3000ppm、投加液碱 1500ppm、投加 PAM5-10ppm;除氟总计投药量除氟剂 5500-6000ppm、液碱 2700ppm、PAM20-30ppm。设备用电由企业自行提供。加上设备维护、日常检修费用。由此计算除氟处理运行费用约为 20 元/t 水。

3.4 环保效益

根据除氟系统运行实际情况,系统运行不会另外产生废气和废水,大大降低了外排废水氟化物浓度,这也就为环保处理工作的全面落实提供了支持,配合污泥脱水系统处理工序提升控制效果。基于此,系统升级工作本身就是环保项目,降低氟化物含量的同时,对下游水体的水质予以全面改善,具有不可估量的环保效益。

4 结束语

总而言之,煤化工废水除氟治理工作的运行能在提升环境质量的同时,改善传统工艺产生的不良影响,打造更加稳定安全的系统控制体系,从而真正意义上促进经济效益、社会效益和环保效益的共赢。

参考文献:

- [1] 高德超,任兰立,田民格,等.SGR-0628 深度除氟剂在焦化废水除氟中的应用[J].煤炭加工与综合利用,2021(5):80-82.
- [2] 何伏牛,蔡中兴,马乾凯,等.除氟剂在煤化工污水处理中的应用[J].中氮肥,2021(2):64-68.
- [3] 苏俊涛,孙爱丽,马波,等.煤气化浓盐低氟废水除氟实验研究[J].煤炭加工与综合利用,2017(4):59-61,73.
- [4] 李道玉.SiO₂/PDMS/PVDF 复合膜渗透蒸发回收煤化工废水中酚[D].黑龙江:哈尔滨工业大学,2016.
- [5] 史新星.聚合物基水合氧化铈复合纳米材料对废水中磷和氟的深度去除[D].扬州:扬州大学,2021.
- [6] 王吉坤,陈贵锋,李阳,刘敏,李文博,何毅聪.臭氧催化氧化去除煤化工高盐废水难降解有机物工艺研究[J].煤化工,2021,49(03):81-85.
- [7] 赛世杰,李买军,党平,刘慧,张娜,黄霞.高分离纳滤系统在煤化工高盐废水零排放中的应用[J/OL].环境工程:1-9.
- [8] 张晔,刘永军,刘喆,刘兴社,杨富刚.不同破乳剂对煤化工废水中油类分散状态及去除效果的影响[J/OL].应用化工:1-8.
- [9] 刘科,刘霖,张加宁,杨志琬.冻融作用下水泥固化煤化工废水污染土的强度特性及微观结构[J].科学技术与工程,2021,21(14):6075-6080.