

含油废水处理系统中的技术改进和成本分析

由 安 陈 文
(广东 广州 510000)

【摘要】通过对隔油-气浮-生物接触氧化工艺的改进,解决了上游装置污水严重超标排放现象,同时采用改造隔油和生化系统,改建和完善气浮系统,使生产中产生的工业废水,经过处理后,主要污染物的去除率均能达到90%以上,达到了《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中的一级排放标准,为含油废水处理提供了一种新思路。采用混凝沉淀/水解酸化/膜生物反应器组合工艺对含油废水处理系统进行升级改造,实现了2900 m³/d含油废水的达标排放。出水水质达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)的一级B标准。

【关键词】物化法;含油废水;废水处理;气浮系统;生物接触氧化法;水解酸化;膜生物反应器

某电厂原有一套隔油-化学混凝的简单处理系统处理其含油废水,但废水一直未能达到排放标准。经过调查分析及试验,对该废水处理系统进行了改造。该厂目前拥有6套生产装置和其它配套设施,配备的污水处理系统主要用来处理全厂生产装置排放的含油、含硫、含盐等废水。系统自投入运行后,由于上游装置污水超标排放现象严重、气浮池结构不合理和生化系统未投用以及污泥无法在系统内循环等因素导致各处理设施处理效果很不理想,经常出现水质不达标现象,严重影响了企业生产的安全平稳运行。

1 除油机理及特点

该厂含油废水随原油产地的不同,水质波动很大,另外水温较高,给废水处理带来很大的难度。废水中油的成分比较复杂,按水中油珠分布粒径划分,主要以悬浮油、分散油、乳化油和溶解油四种形式存在。

1.1 悬浮油

悬浮油粒径大于100μm,油珠在水中能自行上浮,易于分离,是废水中含油量的主要部分,可用隔油池方式去除,并取得较高的去除效率。

1.2 分散油

分散油粒径在10~100μm之间,油珠很难上浮。由于其粒径小,上浮性能差,可以用气浮方式来促使其上浮。

1.3 乳化油

乳化油粒径小于10μm,它是在含油废水输送过程中被叶轮机械切割,或压力突然降低,或水中含有表面活性剂使油在水中呈乳化状而形成。它以胶体分散系分布于水中,体系稳定,不易上浮。必须先加破乳剂破坏其稳定性,再用浮选、过滤或絮凝等方法处理。

综上所述,去除悬浮油、分散油和乳化油是含油废水处理的关键,其去除效果取决于油的粒径、密度以及水的温度和粘滞性等因素。

2 废水处理工艺和技术改进

2.1 原有工艺简介

原有废水处理工艺采用炼油废水较常用的隔油-气浮-生化处理工艺,工艺流程如图1。

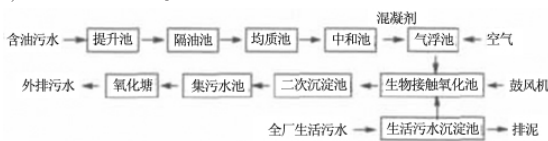


图1 废水处理工艺流程图

2.2 系统存在问题

2.2.1 上游生产装置的排污、废水水质、水量未能严格控制

由于上游装置大多数无废水预处理设施,生产运行中经常因各种原因导致所排废水水量剧增,水中石油类、硫化物、pH、COD含量突增数倍,甚至数10倍。这些超标排放的废水可使废水处理系统受到严重冲击,甚至导致系统瘫痪。

2.2.2 隔油系统存在不足之处

该厂废水处理系统隔油池采用平流斜板合建式,由于隔油池进水泵设备选型过大,转速、扬程过高,进水压力大,经常破坏池中水的紊流状态,增加污水中油的乳化趋势,降低了水中油的去除效果;其他诸

如收油不及时、刮油刮泥机运行效率低、水温控制不严格、系统污泥处理不力等均会影响隔油池隔油效果。

2.2.3 废水生化系统处理效果差

三泥(隔油池污泥、浮选池浮渣、活性污泥)处理设施不完善,污泥在系统内循环,使得各处理池泥位升高,从而降低了池子的有效容积和停留时间,使各处理设施负荷大增,处理效果降低。

2.3 废水处理系统的工艺改造

为了提高水资源利用率和提高污水处理系统的处理效果,自2003年开始,逐步对废水处理系统的工艺、设备和基建等进行完善和改造,包括废水预处理工序改造、除油工序的改造、原生化系统改造等。

2.3.1 废水预处理工序改造

由于全厂生产装置大部分无预处理设施,因此在污水处理场前建一个缓冲池和安装一台油水分离器。目前出现的粗粒化除油装置(即聚结型油水分离装置)是利用含油废水经过由玻璃钢或改性不锈钢等高强度耐腐蚀的粗粒化材料,其中的细小油粒会聚结成大油粒,加大上浮速度,从而使含油污水中油水两相迅速分离,达到除油目的;在污水处理场前安装一台油水分离器,不但可缓冲上游因事故造成的超标排放,而且投资上比各生产装置建一套预处理设施小得多。根据实际情况,本工程采用物化隔油-破乳浮选-混凝气浮-粗粒化过滤-活性炭吸附多级处理工艺。工艺流程见图1。



图2

针对该厂废水水量、水质波动大的特点,先用泵将废水抽到两个原储油罐收集贮存,集中一周的废水均衡后连续处理。

废水先通过原有的隔油池,将浮油先分离,除去大部分的浮油。接着通过静态混合器投加破乳剂,用叶轮式浮选机将油水分离,破乳除油率达90%左右,分离出来的浮油回用。出水经调节pH,投加混凝剂和絮凝剂,用泵送入溶气气浮系统,脱稳后的乳化油与从释放器放出的微小气泡相接触,并粘附气泡上升到液面形成浮渣,与水分离,大部分污染物被除去。

2.3.2 除油工序的改造

加快隔油系统含油地下泵的改造工作,针对隔油系统实际,选用低扬程,低转速的泵型,不仅可降低油的乳化趋势,避免隔油池进水对水流的冲击,还可以节省大量的电能,具有明显的经济效益。其次针对斜板段斜板体的实况,对斜板体进行清洗或部分更换,可大大提高其除油效果。

2.3.3 原生化系统改造

1) 培养和驯化降解菌

此次改造中首先启动了原有的传统活性污泥处理工艺,采用异步数级扩大培菌法培养和驯化活性污泥。首先向已清理干净的第二间曝气池投进生活污水800m³,同时投加大量浓粪便水作为培养底液,启动鼓风机进行闷曝并进行各项水质指标分析。6d后池中出现大量絮凝体,停运鼓风机使池中水静置3h后排掉上清液550m³,启动鼓风机

的同时向池中补充生活污水 550 m³ 和部分浓粪便水, 定时测定曝气池混合液 COD、BOD₅、SS、DO、MLSS、MLVSS、SVI、SV%、石油类等指标, 进行微生物相观察, 3d 后观察形成的活性污泥状况良好, 停鼓风机使池中水静置 3h, 排上清液 75 m³ 并补入工业污水(气浮池处理出水)75m³, 启动鼓风机再次曝气, 并根据水质分析结果及时补充各种营养物质。3d 后根据水质运行状况打开工业水进水阀门, 按正常工业水处理量的 25%(约 15m³/h)进水量进工业水, 启动活性污泥回流设施进行污泥回流和排泥, 及时调节各种水质指标在规定范围内。待处理后的各项出水水质指标符合污水排放标准后将工业水进水量增加到 35%, 继续循环, 并根据化验分析结果不断增大工业水进水量到 100%。测定各项水质指标进入试运行阶段直至运行正常。然后利用 3 池产生的剩余活性污泥对其余 3 间曝气池按上述步骤进行移植培养直至生化系统运行正常。

2) 改进污水生化工序

对生化系统进行改造, 首先将活性污泥处理工艺改为生物接触氧化处理工艺, 改造中将原来 3 台离心式鼓风机改造为 5 台二叶罗茨鼓风机; 其次按计划逐步对 5 间曝气池改造, 拆除原来的固定双螺旋曝气器, 更换为可变微孔曝气管。

3) 增加生化池填料

微生物具有较强的吸附性能, 在曝气池中悬挂安装纤维束弹性立体填料。利用原有的活性污泥在填料上进行微生物膜挂膜。通过对附着生长型微生物的挂膜驯化可在纤维束弹性填料表面形成含有较多数量微生物的生物膜, 有效地增强了生化池的抗冲击能力和减毒作用。

2.3.4 气浮系统的改造与完善

此次改造中还针对气浮系统进行了改造和完善, 改造了污水气浮系统的溶气罐, 更换了其中的填料, 安装了液位计; 对浮选池中的花墙进行了改造, 降低了浮选池进水偏流影响, 更换了刮渣机; 在污泥处理系统增加了板框式压滤机和污泥输送泵, 杜绝了污泥在系统内循环现象, 减轻了各污水处理设施的处理负荷; 同时为了避免上游不正常排放时大水量高浓度废水对污水处理系统的冲击, 同时还增建了一座 6000m³ 的污水调节罐, 用来缓解水量水质。

3 主要设备及设计工艺参数

调节储罐(原有):D5900 mm×9000mm, 3 个, HRT=6d。

叶轮式浮选机: 型号 FX-30, 2 台, 4900mm×1780mm×3100mm, 处理能力 17m³/h, 整机(叶轮、撇渣)功率 8.8 kW。

溶气气浮系统: 尺寸 8000mm×3200mm×3200mm, 含反应生长区、分离区, HRT=2h, 设排泥斗, 整机(加压机、空压机、刮渣机)功率 6.45 kW。

GLW-20/0.6 过滤器: 外形尺寸 D1600 mm×2900mm, 过滤区 D=1100mm, 滤速 22m³/(m²·h), 反冲强度 7.8 L/(m²·s), 搅拌机功率 2.5 kW。

上流式活性炭吸附器: D2700mm×3100mm, 空塔流速 3m³/(m²·h), 接触时间 20 min。

污泥干化池: 尺寸 32000mm×49500mm×800mm, 分 7 格, 总面积 120m²。

4 运行情况和处理效果

4.1 调试

该工程于 2006 年 6 月开始污泥接种调试, 接种污泥采用污水处理厂的脱水污泥; 水解酸化池的接种污泥浓度为 4 000 mg/L, MBR 反应池的接种污泥浓度为 10300 mg/L。水解池接种后两池同时开始连续运行, 调试初期, 由于气温较低加之经混凝沉淀处理后的含油废水可生

化性较差(B/C 值仅为 0.1 左右), 填料生物膜生长缓慢, 出水混浊, COD 去除率仅为 5%~10%左右。针对以上情况, 在反应车间采取了保温措施, 并将生活污水的比例增加至 65%~70%, 之后每周降低 10% 的生活污水比例, 直至按照实际来水情况运行。随着气温上升, 在第 35~40 天左右, 水解池出水清澈透明, COD 去除率稳定在 30%~40%左右, 石油类去除率稳定在 72%以上, 生物膜生长良好。

4.2 运行效果

系统正常运行期间的处理效果见表 1。

表 1

项目	进水 / (mg·L ⁻¹)	水解池出水 (mg·L ⁻¹)	MBR出水 / (mg·L ⁻¹)	去除率 /%
COD	400~2 520	273~1 020	31~46	92~98
BOD ₅	102~626	82~366	3.2~9.6	96.8~98.4
NH ₃ -N	25~40	15~28	1.2~2.9	92.7~95.24
石油类	10~25	2.0~7.2	未检出	—
总氮	35~50	—	3~12	76~91
总磷	0.8~1.5	—	0.13~1.0	65~83

监测结果表明, 废水处理效果良好, 污染物去除率高, 处理后废水各项指标均达到污染物二级排放标准(DB4426-1989)。

5 成本分析中的主要经济指标

工程总投资为 173.33 万元, 占地约 350 m²。电耗: 总装机容量 67 kW, 常开 44 kW, 电耗 2.6kW·h/m³。药耗: 破乳剂 10~20 g/m³, 烧碱(10%液碱)0.3~0.4 kg/m³, 碱式氯化铝(10%Al₂O₃)0.3~0.5 kg/m³, PAM3~6g/m³。该工程处理水量为 3700 m³/d。系统每年运行 310d, 主要运行费用包括动力费、药剂费等。动力费主要是水泵、罗茨鼓风机、机械混合反应池中的减速机、全厂照明及 PLC 自控系统的动力费, 系统总装机容量约 180 kW, 按照港区电价 1.0 元/(kW·h)计算, 则动力费为 1.17 元/m³; PAC 投量为 150 mg/L(单价为 2.7 元/kg), PAM 投量为 2mg/L(单价为 30 元/kg), 则药剂费为 0.33 元/m³。综上, 若系统满负荷运转, 不考虑人工工资及设备折旧, 则运行成本为 1.33 元/m³。

6 小结

一年多的实际运行情况表明, 该系统技术改造实施后, 解决了上游装置污水严重超标排放现象, 污水处理效果良好, 各项主要水质指标均远远优于污水综合排放标准》(GB8978-1996) 中的污水综合排放一级标准, 实现了出水达标排放。整个系统运行稳定, 无污泥回流, 卫生状况良好, 未出现恶臭气味以及滤池蝇。

【参考文献】

- [1] 李金聚. 长铝公司含油废水处理工艺[J]. 工业水处理, 2002, 22(2): 54-56.
- [2] 王民军. 油污水处理系统的改造[J]. 环境污染与防治, 2001, 23(3): 132-133.
- [3] 何小娟. 含油废水处理站装置化设计的经验[J]. 给水排水, 2002, 28(3): 38-40.
- [4] 张自杰. 环境工程手册: 水污染防治卷[M]. 北京: 高等教育出版社, 1996, 11: 129-133.
- [5] 陈国华. 水体油污污染治理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [6] 杨晓玲, 吴锡英. 宁波港 25 万吨级原油中转码头油污水处理工艺的特点与分析[J]. 交通节能与环保, 2006, (1): 45-45.
- [7] 王凯军, 贾立敏. 城市污水生物处理新技术开发与应用——水解—好氧生物处理工艺[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.

【责任编辑: 曹明明】

(上接第 351 页) 繁殖和分栽, 大根茎可以分切成几块, 每块根茎上必须留有 1~2 个饱满的芽和节。

5.5 栽植要求。种植水生植物一般 0.5~1.0m² 种植 1 苑。栽植深度以不漂起为原则, 压泥 5~10cm 厚。在种植时一定要用泥土压紧压好, 以免风浪冲洗而把栽植的根茎漂出水面。根茎芽和节必须埋入泥内, 防止抽芽后不入泥而在水中生长。

【参考文献】

- [1] 赵家荣, 等. 水生观赏植物的调查和研究[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 1992.
- [2] 李红艳, 周为. 杭州西湖湖西景区的湿地景观设计[J]. 中国园林, 2004, (10): 40-42.
- [3] 夏宜平, 吴彩芸, 孔杨勇, 等. 水生植物园林应用的现状、前景与平台建设[J]. 技术与市场. 园林工程, 2006, (8): 12-16.

【责任编辑: 翟成梁】