

荒煤气凝液除油脱氨预处理系统的工业应用

上官国青 张 海

新疆广汇煤炭清洁炼化有限责任公司 新疆 哈密 839000

摘 要：荒煤气制乙二醇过程中产生的含油含氨氮凝液废水需经除油脱氨预处理，方可避免对后续污水处理装置造成不利影响。本文聚焦该预处理系统的工业实操细节，阐述系统整体设计布局、工艺运行流程、核心设备参数及节能优化措施，明确系统总设计处理量为65立方米每小时，可为系统工业稳定运行提供技术支撑。

关键词：荒煤气凝液；除油脱氨预处理系统；工业应用

引言：荒煤气制乙二醇生产过程中，荒煤气冷却冷凝后会产生大量含油含氨氮凝液废水，此类废水直接进入后续污水处理装置会造成设备堵塞、处理效率下降及设备腐蚀等问题，进而影响整套生产系统稳定运行。针对性建设荒煤气凝液除油脱氨预处理系统，通过油水粗分离、精分离及脱酸脱氨等工艺环节，可有效去除废水中的油分与氨氮，为后续污水处理工序创造有利条件。本文重点阐述该预处理系统的工业应用细节，包含系统设计布局、工艺运行全流程、核心设备参数及节能优化措施。

1 预处理系统整体设计布局

1.1 系统处理范围与设计处理量

荒煤气凝液除油脱氨预处理系统核心任务是处理荒煤气制乙二醇过程中产生的凝液废水，具体处理对象为环保科技公司和信汇峡公司的荒煤气凝液废水。两家来源的废水经该系统处理后，油分与氨氮含量需降至后续污水处理装置可接受范围，再进入污水处理系统开展深度处理。为满足两套公司废水处理需求，确保处理后废水达标且稳定供给后续工序，系统总设计处理量确定为65立方米每小时。

1.2 核心处理单元布局与设备配置

油水粗分离系统作为预处理前端工序，核心功能是快速去除废水中大部分浮油与分散油，降低后续精分离系统处理负荷。结合现场场地条件、设备安装便利性 & 工艺流程合理性，该系统计划建设在环保科技公司荒煤气管压缩机东侧，该区域场地开阔便于设备布局与后期维护，且靠近环保科技公司废水排放点，可缩短废水输送距离，减少管道损耗与设备投资，降低油分再次乳化风险，核心设备为油水分离罐，配套设置废水输送管道、阀门、液位计、压力表等辅助设备，形成完整粗除油单元^[1]。油水精分离及脱酸脱氨装置作为系统核心单元，承担粗除油后废水的深度除油与脱酸脱氨任务，确保废水达标进入后续蒸氨装置与污水处理系统。该装置计划建设

在炼化公司酚氨回收B系列西侧，靠近后续蒸氨装置与污水处理系统，可缩短处理后废水输送距离、降低输送能耗，便于与酚氨回收系统协同运行实现资源合理利用。

1.3 设备布局合理性设计

两套核心处理单元设备布局严格遵循工艺流程顺序，确保各环节衔接顺畅。油水粗分离系统设备布局以油水分离罐为核心，辅助设备围绕罐体合理布置，液位计与压力表安装在罐体侧面便于实时监测运行参数，进料口与出料口设置符合废水流向，撇油口位于罐体顶部适配浮油排出需求。油水精分离及脱酸脱氨装置内，污水缓冲罐靠近精分油系统入口，便于接收两股来源的废水；油水分离器与污水加压泵紧邻布置提升输送效率；精馏塔布置在装置中心位置，便于塔顶、侧线及塔底产物的输送与后续处理，整体布局可有效降低设备运行能耗与维护成本^[2]。

2 预处理系统工艺运行流程

2.1 环保科技公司废水粗分油工艺

环保科技公司产生的荒煤气凝液废水，经专用输送管道进入油水粗分离系统的油水分离罐，罐体内保持常压静止状态，利用油与水的密度差实现初步分层分离，浮油漂浮于废水表面，水相位于下层。为保障粗除油效果，严格控制废水在油水分离罐内的停留时间为4~6小时，确保大部分浮油充分上浮至液面。通过液位计与油层厚度监测装置实时掌握分离情况，当油层厚度达到设定值时，通过罐顶撇油装置将浮油排出至专用收集容器^[3]。经该系统处理后，环保科技公司废水油含量从初始5000~8000mg/L降至1000mg/L，达到精分油系统进水要求，粗除油过程中油去除率可通过以下公式计算：

$$\eta_1 = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\%$$

式中： η_1 为粗分油系统油去除率，%； C_1 为环保科技公司废水进入粗分油系统前的油含量，mg/L； C_2 为环保

科技公司废水经粗分油系统处理后的油含量, mg/L。该公式通过进水与出水油含量差值占进水油含量的比例, 直观反映粗除油效果, 当 $\eta_1 \geq 80\%$ 时表明工艺运行正常, 低于该值则需调整停留时间或检查撇油装置。处理后的废水经输送管道送至油水精分离及脱酸脱氨装置, 与信汇峡公司废水汇合进入后续处理环节。

2.2 精分油系统联合处理工艺

信汇峡公司产生的荒煤气冷凝液废水初始油含量约1200~1500mg/L, 无需经过粗分油系统处理, 直接通过专用输送管道送至油水精分离及脱酸脱氨装置, 与环保科技有限公司经粗分油处理后的废水汇合, 共同进入精分油系统的1000立方米污水缓冲罐。该缓冲罐可满足系统总处理量的缓冲需求, 避免废水瞬时量波动影响工艺稳定性, 同时为废水静止分离提供充足空间。两股废水在缓冲罐内混合均匀后进入静止分离阶段, 严格控制分离时间约24小时, 利用密度差实现油与水进一步分层, 剩余浮油与分散油上浮形成油层, 水相为待脱氨废水^[4]。缓冲罐内油层达到设定厚度时, 通过顶部撇油口排出至油水分离器, 经重力分离去除油中夹带的少量水分, 提升油纯度满足回收利用要求, 分离出的少量水分返回缓冲罐重新处理。经油水分离器处理后, 排出油的油含量升至9000mg/L以上, 通过专用管道送至炭化三系列中间焦油罐集中收集处理实现资源回收, 该环节油回收率可通过以下公式计算:

$$\eta_2 = \frac{V_o \times C_o}{V_{w1} \times C_1 + V_{w2} \times C_3} \times 100\%$$

式中: η_2 为精分油系统油回收率, %; V_o 为油水分离器排出油的体积流量, 立方米每小时; C_o 为油水分离器排出油的油含量, mg/L; V_{w1} 为环保科技有限公司进入精分油系统的废水体积流量, 立方米每小时; V_{w2} 为信汇峡公司进入精分油系统的废水体积流量, 立方米每小时; C_3 为信汇峡公司废水初始油含量, mg/L。系统设计油回收率 $\geq 85\%$, 确保油资源充分回收利用。缓冲罐内经撇油处理的除油污水, 通过污水加压泵送至蒸氨装置, 经精分油系统处理后废水油含量降至200mg/L, 达到蒸氨装置进水要求。为清晰呈现精分油系统核心运行参数, 便于系统监测与参数调整, 制定核心工艺参数表如下:

表1 系统监测与参数

工艺环节	核心参数名称	参数值	参数单位
污水缓冲罐	设计容积	1000	立方米
污水缓冲罐	静止分离时间	24	小时
精分油系统	出口废水油含量	≤ 200	mg/L
精分油系统	油回收率	≥ 85	%

2.3 蒸氨系统脱氨工艺

经精分油系统处理后, 油含量降至200mg/L的除油污水, 通过污水加压泵稳定输送至蒸氨系统开展脱酸脱氨处理, 核心去除废水中的氨氮与二氧化碳。蒸氨系统采用精馏分离工艺, 核心设备为精馏塔, 运行压力严格控制在0.6MPaG, 该参数经工业试验确定, 可在保障氨氮高效分离的同时降低系统运行能耗。除油污水进入蒸氨系统后, 首先与精馏塔塔底净化水及侧线氨气进行热耦合交换, 利用余热预热进料废水实现热源回收, 降低蒸汽消耗。预热后的废水进入精馏塔中部进料口, 通过塔内多层塔板的气液相传质传热过程, 实现氨氮、二氧化碳与水的分离: 塔顶排出二氧化碳气体经处理后达标排放, 侧线排出氨气经脱水处理后回收利用, 塔底排出脱氨净化废水送至后续污水处理装置。精馏塔塔顶采用冷进料代替传统回流工艺, 以预处理后的低温废水作为冷进料介质, 可减少冷却水与蒸汽消耗、简化工艺流程、降低运行成本。侧线排出的氨气含一定水分, 采用三棱三分工艺脱水, 使氨气纯度升至99%以上满足回收要求, 脱水后氨气送至相关装置集中回收利用^[5]。精馏塔塔底净化废水氨氮含量降至50mg/L以下, 经热交换器回收余热后降至常温, 再送至污水处理装置。蒸氨系统脱氨效率作为核心评估指标, 可通过以下公式计算:

$$\eta_3 = \frac{C_4 - C_5}{C_4} \times 100\%$$

式中: η_3 为蒸氨系统脱氨效率, %; C_4 为进入蒸氨系统的废水氨氮含量, mg/L; C_5 为蒸氨系统塔底排出净化水的氨氮含量, mg/L。系统设计脱氨效率 $\geq 90\%$, 确保废水氨氮含量达标, 若低于该值则需调整精馏塔运行压力、进料量或塔板温度。运行过程中实时监测各指标, 及时处理异常问题保障系统连续高效运行。

3 预处理系统设备参数与节能优化

3.1 核心设备关键参数设定

结合系统总设计处理量65立方米每小时的要求, 精分油系统核心设备参数精准匹配工艺需求。污水缓冲罐采用立式圆柱形结构, 设计容积1000立方米, 罐体直径10米、高度12米, 选用耐腐蚀不锈钢材质延长使用寿命, 顶部设置进料口、撇油口、排气口, 底部设置出料口、排污口, 侧面预留监测接口。油水分离器采用重力式分离结构, 设计处理量65立方米每小时, 罐体直径4米、高度6米, 材质为耐腐蚀不锈钢, 内部设置多层波纹板强化分离效果。污水加压泵选用离心泵, 设计流量65立方米每小时、扬程80米、额定功率220kW, 选用耐腐蚀合金材质耐受氨氮腐蚀, 配套变频器可根据废水处理

量波动调整转速，实现流量精准控制与节能。蒸氨系统精馏塔采用板式塔结构，设计处理量65立方米每小时，塔径5米、塔高30米，塔板数量25层、塔板间距1.2米，材质为耐腐蚀不锈钢，配套管壳式再沸器换热面积200平方米，额定蒸汽消耗8吨每小时；热耦合换热器选用管壳式，换热面积180平方米；三棱三分脱水装置设计处理量500立方米每小时（标准状态），脱水后氨气含水量 $\leq 0.5\%$ 、纯度 $\geq 99\%$ 。

3.2 设备运行参数控制标准

精分油系统运行过程中，严格控制污水缓冲罐静止分离时间为24小时，油水分离器进料流量与液位高度稳定在设计范围，确保油回收率 $\geq 85\%$ 、出口废水油含量 $\leq 200\text{mg/L}$ 。蒸氨系统运行参数控制精准，精馏塔运行压力稳定在 $0.6\text{MPaG} \pm 0.05\text{MPaG}$ ，塔顶温度约 120°C 、塔底温度约 150°C ，侧线氨气出口温度约 135°C ，塔底净化水出口温度约 140°C 。冷进料流量控制在 $12\sim 18$ 立方米每小时，再沸器蒸汽消耗控制在 $7.5\sim 8.5$ 每小时，通过压力变送器与调节阀联动控制精馏塔压力，确保各参数稳定。

3.3 节能优化措施与运行效果

结合系统工艺特点采取多项节能优化措施，降低运行能耗与生产成本。采用热耦合回收热源技术，通过热交换器实现进料废水与侧线氨气、塔底净化水的热交换，回收侧线氨气与塔底净化水的余热，用于预热进料废水，提升进料温度，降低再沸器的蒸汽消耗。经实际运行验证，该措施可使进料废水温度提升 50°C 左右，再沸器蒸汽消耗降低 $15\%\sim 20\%$ ，显著降低了系统的能耗。精馏塔塔顶采用冷进料代替传统回流工艺，取消冷凝器与回流泵，完全节省传统工艺所需的30立方米每小时冷却水与 50kW 电能消耗。污水加压泵配套变频器，可根据

废水处理量波动调整转速，避免额定转速运行造成的能源浪费；优化撇油装置运行参数，实时监测油层厚度及时排油，避免废水循环处理增加能耗；选用高效节能设备提升运行效率。经优化后，系统单位能耗降至 8.5kWh/立方米 废水以下，相比传统系统能耗降低 25% 以上。系统投入工业运行后，各项指标均达设计要求，运行稳定、设备故障率低、维护成本低，有效解决废水对污水处理装置的影响，实现油氨资源回收利用，具备显著工业应用价值与经济效益。

结语

荒煤气凝液除油脱氨预处理系统针对荒煤气制乙二醇过程中的含油含氨氮凝液废水，通过科学合理的设计布局、优化的工艺运行流程、精准的设备参数设定及有效的节能优化措施，实现废水高效预处理与资源回收利用。系统总设计处理量65立方米每小时，经工业运行验证各项指标达标，可稳定去除油分与氨氮，为荒煤气凝液废水工业预处理提供可行技术方案，具备广阔工业应用前景与推广价值。

参考文献

- [1]袁晓东.焦炉煤气磷酸洗氨稳定运行的技术研究[J].燃料与化工,2020,51(5):26-29,32.
- [2]王育玺,李帅,李树林,等.碎煤加压气化废水酚氨回收系统运行问题及优化改进[J].中氮肥,2025(2):23-26,61.
- [3]武祝民,李若征,滕济林.某兰炭废水酚氨回收装置改造实践[J].工业水处理,2023,43(3):197-202.
- [4]于航.煤直接液化污水汽提装置改造及运行效果[J].内蒙古石油化工,2020,46(12):54-56.
- [5]孙珍阳.新形势下煤化工污水处理技术研究[J].水利电力技术与应用,2025,7(22).