

新型复合破乳剂在兰炭废水除油除尘中的应用研究

刘 成 赵永超

新疆广汇煤炭清洁炼化有限责任公司 新疆 哈密 839000

摘要: 新型复合破乳剂可有效破解兰炭废水乳化体系稳定性, 显著提升废水除油除尘效果并降低处理成本。为解决兰炭生产过程中废水含油量大、粉尘夹带严重、常规破乳剂处理效率偏低且运维成本较高的实际难题, 以某兰炭生产企业废水为研究对象, 采用新型复合破乳剂(聚醚嵌段共聚物复配胺类衍生物)开展静态试验, 探究其在不同投加量、pH值、反应时间条件下的除油除尘效果, 对比常规破乳剂处理参数与处理效能差异。试验结果显示, 新型复合破乳剂在最佳参数条件下, 除油率可达98.6%, 除尘率可达92.3%, 处理效果优于常规破乳剂且药剂投加量更少。研究表明, 新型复合破乳剂能高效破坏兰炭废水油水乳化结构, 同步去除废水中夹带的粉尘颗粒, 可为兰炭废水低成本、高效处理提供技术支撑与实践参考。

关键词: 新型复合破乳剂; 兰炭废水; 除油除尘; 应用研究

引言: 兰炭作为低变质煤中低温干馏的产物, 在煤化工、冶金等领域应用广泛, 但生产过程中会产生大量高污染废水, 这类废水因夹带大量乳化油、粉尘颗粒及有毒污染物, 成为制约兰炭产业绿色发展的瓶颈。本地兰炭企业多采用常规破乳剂处理废水, 存在除油除尘效果不稳定、药剂投加大、处理后废水难以满足后续生化处理要求等问题, 部分企业因处理不达标面临环保处罚, 严重影响生产连续性。针对本地兰炭废水处理的实际困境, 结合兰炭废水高乳化、高浊度、难处理的水质特点, 研发适配本地工况的新型复合破乳剂, 通过试验探究其除油除尘的最佳工艺参数, 明确其处理效能与应用可行性, 解决常规处理技术的短板, 为本地兰炭企业废水处理工艺优化提供切实可行的技术方案, 推动兰炭产业实现清洁生产。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验地点选取本地某中型兰炭生产企业废水处理车间, 该企业采用内热式低温干馏工艺, 年产兰炭15万吨, 日均产生废水80-100m³。废水主要来源于煤气净化洗涤过程, 水质复杂且波动较大, 含油量为180-250mg/L, 粉尘颗粒浓度为65-85mg/L, pH值为6.5-8.0, COD浓度为8500-11000mg/L, B/C为0.08-0.14, 可生化性较差, 废水中还含有酚类、多环芳烃等有毒污染物, 与本地多数兰炭企业废水水质特征一致, 试验结果具有广泛代表性。试验期间车间生产工况稳定, 废水排放量、污染物浓度

无大幅波动, 为试验顺利开展提供稳定条件。

1.2 试验材料

试验水样均取自该企业废水处理车间进水口, 取样后立即置于棕色采样瓶中密封保存, 避免油类挥发和粉尘沉降影响试验准确性。新型复合破乳剂由聚醚嵌段共聚物、胺类衍生物及助凝成分复配而成, 外观为淡黄色透明液体, 密度1.02-1.05g/cm³, pH值为6.0-7.0, 无刺激性气味, 由本地实验室自主研发, 针对性解决兰炭废水高乳化、高浊度问题^[1]。常规破乳剂选用企业当前使用的脂肪氨聚氧乙烯醚类破乳剂, 作为对照试验材料。试验所用试剂包括盐酸(分析纯)、氢氧化钠(分析纯), 用于调节水样pH值; 试验仪器包括红外分光光度计、浊度仪、电子天平、pH计、高速离心机等, 所有仪器均提前校准, 确保检测数据精准可靠。

1.3 试验设计

试验采用静态试验方法, 取1000mL兰炭废水置于烧杯中, 放入磁力搅拌器上匀速搅拌, 先调节水样pH值至设定值, 再加入不同剂量的新型复合破乳剂, 搅拌均匀后静置一定时间, 观察废水破乳、油水分离及粉尘沉降情况, 取样检测相关指标。试验设置单因素变量, 分别探究破乳剂投加量、pH值、反应时间三个因素对除油除尘效果的影响, 每个因素设置5个水平, 每个水平设置3组平行试验, 取平均值作为最终检测结果, 减少试验误差^[2]。对照试验采用相同试验条件, 仅将新型复合破乳剂替换为常规破乳剂, 投加量为企业常规运行投加量, 对比两者处理效果差异。试验具体参数设置如下: 破乳剂投加量为20mg/L、40mg/L、60mg/L、80mg/L、100mg/L; pH值为5.0、6.0、7.0、8.0、9.0; 反应时间为10min、20min、

基金项目: 科研创新平台-兰炭废水破乳除油除尘研究项目

30min、40min、50min。

1.4 测定项目与方法

测定项目主要有废水中油类、粉尘颗粒、COD浓度以及pH值情况，各项指标测定严格恪守国家有关标准，界定测量仪器、取样的办法和取样时刻，使数据真实有效得到保证，运用红外分光光度法来对油类浓度进行测定，使用上红外分光光度计（型号：UV-2600，该方法的抗干扰能力是比较强的，适用于有高含量悬浮物的兰炭废水，检测的下限值是1mg/L；取样方法为使废水在烧杯中静置至既定时间之后，拿出中层50mL的水样，通过0.45μm滤膜过滤做预处理后，将水样移入比色皿做检测，每个试验组静置结束后就马上进行取样^[3]。以浊度仪（型号：WGZ-2000）间接予以测定，借助浊度值把粉尘颗粒浓度换算出来，取样的办法跟油类浓度取样办法一致，取样时间一起进行，采用重铬酸钾滴定法对COD浓度进行测定，采用滴定管、烧杯之类的仪器，取样采用取20mL预处理后水样的办法，放入锥形瓶进行滴定测定，取样时间是油类、粉尘检测完成之后的10分钟内。采用的是pH计（型号：用PHS-3C开展检测，取样之后马上插入pH计电极，待读数稳定，然后记录数据，每个试验组在破乳剂投加并搅拌均匀后，以及静置结束之后各取样一次^[4]，所有的取样皆采用无菌取样瓶，取样前把取样瓶做清洗、消毒方面的处理，防止水样被污染对检测结果产生影响。

2 结果与分析

试验利用单因素变量试验开展工作，研究新型复合破乳剂投加量、pH值、反应时间对兰炭废水除油除尘效果的作用，结合平行试验的相关数据，明确最适宜处理参数，同时将常规破乳剂的处理效果加以对比，全部分析都建立在试验实际检测数据之上，以图表和文字相结合的形式开展客观描述及深度分析，保证内容符合实际、契合生产实际工况。

破乳剂投加量对除油及除尘效果的作用表明，在pH值为7.0、反应时长为30分钟的条件里，随着新型复合破乳剂添加数量的增多，除油率和除尘率先快速上升，之后趋向平稳，当投加量从20mg/L加大到60mg/L时，除油

率自72.3%增长到98.6%，除尘率从68.5%增加到92.3%，这是鉴于投加量上扬，破乳剂分子可充分地接触废水乳化体系，造成油水界面稳定性的破坏，促使乳化油滴聚集成大的油滴沉降，同时把废水中粉尘颗粒给吸附了，增进粉尘沉降，一旦投加量超过60mg/L之后，除油率以及除尘率提升幅度不到1%，主要是由于废水乳化体系已被充分捣毁，多余的破乳剂不能使处理效果再提高，反倒会造成药剂成本的增多，还可能造成废水COD浓度有一定程度的上升。pH值对除油除尘效果的影响表明，在破乳剂投加量为60mg/L、反应时间为30min的条件下，pH值在6.0-7.0范围内时，除油除尘效果最佳，除油率维持在97.8%-98.6%，除尘率维持在91.5%-92.3%。当pH值低于6.0时，废水呈酸性，破乳剂分子活性降低，无法有效破坏油水乳化结构，除油率降至85.2%，除尘率降至78.6%；当pH值高于7.0时，废水呈碱性，会导致部分乳化油滴重新乳化，同时粉尘颗粒不易沉降，除油率和除尘率均出现明显下降，当pH值为9.0时，除油率仅为76.8%，除尘率为72.1%。这一结果与本地兰炭废水自然pH值（6.5-8.0）基本匹配，无需大幅调节pH值，可降低处理成本。

反应时间对除油除尘效果的影响显示，在破乳剂投加量为60mg/L、pH值为7.0的条件下，随着反应时间的延长，除油率和除尘率逐步上升，当反应时间达到30min时，除油率达到98.6%，除尘率达到92.3%，此时油水分离彻底，粉尘颗粒基本沉降完全。当反应时间超过30min后，除油率和除尘率无明显变化，反而会增加处理时间，降低废水处理效率，因此确定最佳反应时间为30min。

新型复合破乳剂与常规破乳剂处理效果对比显示，常规破乳剂在投加量为80mg/L、pH值为7.0、反应时间为30min的条件下，除油率为82.5%，除尘率为79.8%，COD去除率为35.2%；而新型复合破乳剂在投加量为60mg/L、pH值为7.0、反应时间为30min的最佳条件下，除油率、除尘率、COD去除率分别达到98.6%、92.3%、58.7%，不仅处理效果显著优于常规破乳剂，药剂投加量还减少25%，大幅降低了处理成本。具体试验数据如下表1所示：

表1 试验数据表

处理药剂	投加量 (mg/L)	pH值	反应时间 (min)	处理药剂	投加量 (mg/L)	pH值
新型复合破乳剂	60	7.0	30	新型复合破乳剂	60	7.0
常规破乳剂	80	7.0	30	常规破乳剂	80	7.0

由上表数据可知，新型复合破乳剂在较低投加量下即可实现优异的除油除尘效果，这是因为其复配成分具

有协同作用，聚醚嵌段共聚物能快速破坏油水界面膜，胺类衍生物能增强油滴聚集能力，助凝成分则能促进粉

尘颗粒吸附沉降,相较于常规单一成分破乳剂,处理效能更优,更适配本地兰炭废水复杂的水质工况。

3 讨论

本次试验以本地兰炭企业实际废水为研究对象,研发的新型复合破乳剂针对性解决了常规破乳剂处理效果差、投加大、成本高的实际问题,试验结果与本地兰炭废水工况高度契合,具有较强的实践应用价值。新型复合破乳剂之所以能实现高效除油除尘,核心在于其复配体系的协同作用,不同于常规单一成分破乳剂仅能破坏乳化结构,其含有的胺类衍生物不仅能强化破乳效果,还能吸附废水中的粉尘颗粒,实现除油与除尘同步进行,这一特性恰好适配兰炭废水油尘共存的水质特点^[5]。

试验确定的最佳工艺参数(投加量60mg/L、pH值6.0-7.0、反应时间30min),无需对现有废水处理设备进行改造,可直接应用于企业实际生产,大幅降低了工艺优化成本,适合本地中小型兰炭企业推广使用。从实际应用角度分析,新型复合破乳剂投加量较常规破乳剂减少25%,按企业日均处理废水90m³计算,每日可减少药剂消耗1.8kg,每年可节约药剂成本约2.1万元,同时处理后废水含油量降至3.5mg/L以下,粉尘颗粒浓度降至7.2mg/L以下,COD浓度降至4400mg/L以下,可生化性提升至0.18,为后续生化处理奠定良好基础,减少后续处理工艺的负荷与成本。

试验过程中发现,当兰炭废水含油量超过250mg/L、粉尘颗粒浓度超过85mg/L时,新型复合破乳剂处理效果会略有下降,此时可适当增加投加量至70-80mg/L,仍能保证除油率达到95%以上、除尘率达到90%以上,适配本地兰炭企业废水水质波动的实际情况。与现有相关研究相比,本次研发的新型复合破乳剂无需搭配其他辅助药

剂,处理流程简单,操作便捷,解决了部分破乳剂需要复杂预处理、操作难度大的问题,更贴合本地兰炭企业技术水平与运维能力。

4 结语

本研究针对本地兰炭企业废水除油除尘效果差、常规破乳剂处理效能不足的实际问题,研发新型复合破乳剂并开展静态试验,探究其在兰炭废水处理中的应用效果与最佳工艺参数。试验结果证实,新型复合破乳剂在投加量60mg/L、pH值6.0-7.0、反应时间30min的条件下,除油率可达98.6%,除尘率可达92.3%,COD去除率可达58.7%,处理效果显著优于常规破乳剂,且药剂投加量更少、处理成本更低,无需改造现有设备,操作便捷,适配本地兰炭废水水质工况。该研究解决了本地兰炭废水除油除尘的核心难题,为兰炭企业废水处理工艺优化提供了切实可行的技术方案,具有重要的实践应用价值与推广前景。后续将通过中试试验进一步优化工艺参数,完善新型复合破乳剂的应用技术,为兰炭产业绿色低碳发展提供更有力的技术支撑。

参考文献

- [1]马子昂,张安龙,王先宝,等.高效破乳剂混凝剂去除兰炭废水中COD的研究[J].应用化工,2024,53(2):319-321,331.
- [2]丁明山,付海波,张明飞.改性聚醚类破乳剂在兰炭行业循环氨水系统油水分离中的应用分析[J].煤化工,2025,53(1):114-117.
- [3]赵萌,景立明,张安龙,等.破乳-混凝-电絮凝预处理兰炭废水的实验研究[J].应用化工,2023,52(8):2358-2361.
- [4]张晔,刘永军,刘喆,等.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].应用化工,2021,50(8):2102-2107.
- [5]范凤艳,杨郭.超支化聚合物破乳剂HPO-1在强乳化含油污水处理中的应用[J].工业水处理,2024,44(5):185-191.