

常减压装置原油电脱盐的运行分析及改进

石勋祥 (深圳科力途科技有限公司, 广东 深圳 518116)

摘要: 电脱盐是加工原油前的预处理设备, 在重力作用下, 由于电场、破乳剂、温度、注水和搅拌等综合作用, 油水乳状液破裂, 水滴相互碰撞、聚结, 在重力作用下发生沉降, 从而与原油分离, 油盐在水中溶解。盐类以氯化钠、镁、钙、硫化物和碳酸盐为主, 如环烷酸盐、苯酚盐等有机化合物较少, 但含有无机盐。在大气压下, 盐水解后, 分馏塔的顶棚会发生腐蚀。换热器和炉管表面的盐泥, 金属无机盐在高温下会水解或分解。二次处理时催化剂吸附大量金属杂质, 导致催化剂中毒。电除盐厂的工作对炼油厂的生产十分重要。在恒压蒸馏过程中, 原油的脱盐参数和工艺条件由 81.8% 提高到 93.6%。

关键词: 原油; 电脱盐; 工艺条件; 效率; 电场

0 引言

伴随着石油加工工业的迅速发展, 对原油的含盐量和含水率的要求越来越高。原油脱水后水分含量高, 严重影响了原油的加工。由于水的蒸发量和潜热量较大, 处理原油时, 原油的含水率会增加燃料的热量和冷却水的热量。如果提高原油含水率 1%, 则换热温度可降低 10℃, 相当于加热炉负荷的 5% 左右, 且原油中少量水分蒸发后体积急剧增加, 使系统阻力大大降低, 严重时可导致分馏塔超压或洗塔。除盐后原油含盐量过高, 不仅会影响加热炉、换热器的换热效果, 而且会对设备造成腐蚀, 引发事故。随着加工深度的增加和重油催化加氢脱硫技术的发展与应用, 原油脱水脱盐不仅是节能防腐的有效途径, 而且也成为后续装置降低催化剂消耗的重要手段。中国石化齐鲁分公司常减压蒸馏三装置用电脱盐, 要求除盐质量浓度不大于 3mg/L, 除盐水质量分数不大于 0.3%, 排油质量浓度不大于 200mg/L。

1 常减压电除盐器运行工况分析

1.1 电脱盐法

进入常减压蒸馏装置后, 通过原油热交换系统进行热交换, 再由配管与罐底纯化水混合, 进行超声波破乳。由于油密度降低, 残留物进一步聚合, 最后形成大的液滴, 继续下沉, 进入盐池底部净化含水层, 进行热回收。冷却水进入高浓度净水装置, 从在冷却系统中的罐顶, 然后在完成脱盐过程的起始柱。

1.2 原油特征

不同种类石油的性质对脱盐有很大的影响, 长庆石油化工有限公司加工的石油 5000kt/a 在恒压下蒸馏装置, 属于低含硫石蜡石油的“长庆 marin”混合石油具有良好的稳定性^[1]。

1.3 工作温度、压力及混合阀压差

提高操作温度, 原油粘度下降, 液滴界面张力降低; 热膨胀冷收缩, 颗粒强度下降, 布朗运动增加, 颗粒聚集增强, 有利于脱盐。

1.4 脱盐率

一级的最大压力和最小压力分别为 1.361 毫帕和 1.031 毫帕, 两者的平均值分别为 1.272 毫帕。一级最大

压力 1.242 毫帕, 最低压力 0.963 毫帕, 平均压力 1.165 毫帕。阀门压力降是直接反映油水混合强度的指标。压力过低, 油水混合不良, 脱盐效果不佳。减压过度, 容易乳化。电脱盐一次混合阀的最大和最小压差分别为 95.441kPa 和 70.576kPa, 平均压强为 83.271kPa。二级电除盐阀门的最大压差是 106.269kPa, 最小压差是 61.820kPa, 平均压差是 91.981kPa。工作压力和混阀压差都相对稳定, 同时考虑到压差最小出现在运转周期的早期, 加工能力增大或减少, 次品净化等因素的影响。

1.5 破乳作用

气体真空蒸馏装置的电脱盐系统采用超声波脱乳法, 利用超声波物理效应来提高原油从电场和重力作用中分离水的能力。在超声波播种过程中产生的原油乳液剧烈波动, 增加了液滴间碰撞的可能性, 降低表面张力, 促进乳胶聚合, 形成大直径的水滴, 重力场和电场对水和石油分离的影响增大。由于电除盐变压器故障频繁, 一次电流总是偏高, 所以超声发生器的功率只能人工设置, 无法实现最佳的工作功率。如果功耗太小, 就不能达到较好的破乳效果, 否则, 功耗太大, 就会引起过乳化甚至空化, 对生产运行产生不利影响^[2]。

2 常减压电脱盐法三套工艺概况

2.1 电除盐器的结构

电脱盐罐采用三极板式结构, 原油采用新型双盘分配器。石油直接进入强电场有两种途径。每个极板面积是 23.04m², 每隔 0.24h。二段电脱盐原油进线采用容量式边界测量静态混合阀。

2.2 电力系统

一个输出 16kV 电压的变压器。石油由储罐中的油相直接进入介质中, 体现了岩电快速脱盐的设计思想。在结构上, 在保证一定脱水率的同时, 保证给油层下部水相原油有充足的脱水时间, 有效减少含水带油。

2.3 使用静态混合阀

在 1~3 月份, 胜利浑河原油除盐前平均含盐量为 46.86mg/L, 而除盐后平均含盐量为 4.72mg/L, 这主要是由于电脱盐油的性质不同所致。除盐率只有 89.73% 和 0.4%, 不能满足生产需要; 若病情恶化, 除盐后平

均含盐量为 0.21mg/l, 最高 12.6mg/l, 平均除盐效率 81.8%, 最低 80.52%, 平均含水量 0.79%, 最高 2.0%。二是催化处理后的含盐量较高的蜡油, 造成分馏塔积聚盐分。

3 成果和讨论

3.1 油水混合物的强度影响

现已改用原油泵、换热器上的静态电脱盐混合器, 通过调节混合阀的压降。混合液的强度是指混合液中原油, 洗涤水和乳化剂的强度。搅拌量小, 脱盐率低, 保证乳化层太稳定。

3.2 电脱盐温的影响

脱盐率的主要影响因素是脱盐温度, 随温度升高, 乳胶相间张力降低, 而温度随换热温度的升高而升高, 高温增加, 电能消耗减少, 脱盐温度必须适当降低。热交换网和脱盐温度的变化是原油类型、加工方法和工艺的结果。

3.3 场强效应

电脱盐还可用于油水分离, 研究发现, 在电场的作用下, 原油的密度、温度、电场强度、破乳剂的种类和用量、注水量、分散度等都受到影响, 而在电场的作用下, 原油中的水滴会沿电场的方向偏振, 而在相邻水滴间则有聚集力。

随电场增大, 小滴逐渐聚集, 大滴逐渐分散。实验结果表明: $e=0.7\sim 1.5\text{kV/cm}$ 时, 除盐效果随 e 的增加而显著提高; $e > 2\text{kV/cm}$ 时, 除盐效果逐渐增强; $e > 2\text{kV/cm}$ 时, 除盐效果随着 e 的增加而明显降低; 但 24cm 电耗增加较快, 电压为 16kV, 电场强度略低。大修时可对供电系统进行适当改造, 留出升压空间, 严重乳化油仍需升压, 所以我们可以考虑对建立脉冲电场进行一些投资。

3.4 平均原油在强电地区停留时间

当空间体积 $V=11.06\text{m}^3$, 原油体积流量 $F=551.09\text{m}^3/\text{h}$ 时, 根据脱盐率随时间的变化规律, 得到平均停留时间 $D=V/F=(11.06/551.09)\times 60=1.2\text{min}$, 当 $R < 2\text{min}$ 时, D 浓度增大, 能达到原油脱盐的效果, 在原油处理量一定的情况下, 能达到强电场的增加, 从而提高重质原油的脱盐能力。

4 其他影响因素

4.1 注水质量和数量

注水量应控制在 6% 左右, 过大会影响电场运行, 增加电耗, 但不宜过小, 否则原油中的盐会溶于水相中, 达不到脱盐目的。注浆水质要求无盐和低盐, pH 值要求在水中。碱脱膜和脱盐效果较好, 而微酸脱膜效果较差。所以如果不计成本, 最好的办法是去盐水, 其次是高温去氧水、淡水和纯水。注油过程中, 应尽可能提高注油温度, 使之与注油点原油温相近, 以利于分散与混合。

4.2 排水设施

排水管的直径取决于最大可能的排放量, 流量为

0.4~0.8m/s, 净水层停留时间不少于 10 天, 排水管的流速不超过 8cm/min, 以防油类积水。经过操作条件的优化, 脱盐率达 93.6% 以上, 脱水率大幅度提高, 基本满足了装置脱盐后含盐量 (P) 不大于 3mg/L 的要求, 达到了中石化的各项技术指标和工艺要求。

5 优化建议

5.1 超声破乳系统工作工况的优化

针对常减压装置目前的工作状态, 对各参数进行重新设置, 并将超声破乳力设置为自动状态, 使其能根据设备的生产情况, 及时有效地调整, 以获得较好的破乳力。

5.2 提高注水效率

现有 3 套酸性水汽提水装置, 由于采用电脱盐注水, 由于设备生产能力的限制, 目前的水质不能很好地改善。为了控制 pH 值, 建议注入一定量的淡水。

5.3 投用电脱盐电脱水乳化液排放装置

电脱盐电脱水乳化液排放装置是电脱盐电脱水罐中乳化液直接检测和自动排放的装置。它由乳状液收集管、乳状液连接管、乳状液封闭排泄管和乳状液封闭排泄管控制阀组成, 当乳状液层厚度达到某一水平时, 液位计将自动检测并开启关闭的乳状液排泄管控制阀。当压力差较大时, 乳状液进入乳状液收集器, 由排液器排出。通过对乳化层厚度的控制, 保证了电脱盐和电脱水系统的稳定性。另外, 从电脱盐池中排出的这部分乳状液可以再注入电脱盐池作进一步处理。

5.4 做好反冲洗

反洗操作能使电脱盐槽保持干净, 降低原油机械杂质对电脱盐的影响。反冲大小直接影响脱水效果。反洗时间过短, 罐底不清的话, 就无法停止反洗。再者, 如果反洗时注入的水过少, 将影响油罐底部的油污排放。现有的常减压蒸馏设备每周需要进行两次电脱盐和反冲洗, 反冲洗保证反冲洗质量, 有利于提高电脱盐效率。

6 结束语

为了提高常减压电脱盐系统第三系统的脱盐脱水率, 应采取以下改进措施: 增大电脱盐罐到强电场区的距离, 减少油罐内的脱盐流量, 延长油罐停留时间; 为了进一步提高脱盐温度及脱盐效果, 有必要对脱盐前后的换热网进行优化。提高主油品破乳剂的用量, 提高破乳效果, 选用合适的破乳剂。破乳及脱钙剂用量是否适当, 需进一步检查。二者是否同时发生, 是否相互影响, 尚需进一步研究。试验结果表明, 对于不同类型的原油, 必须及时优化调整注入量, 只有深度脱盐脱金属才能保证装置长期安全运行。

参考文献:

- [1] 王维华. 常减压装置电脱盐系统的优化运行分析 [J]. 炼油与化工, 2019:25-28.
- [2] 包凯年. 影响高压聚乙烯装置运行的原因分析及改进措施 [J]. 化工管理, 2020:113-114.