

渣油加氢生产问题和措施及未来发展前景

翟 刚 (中海油惠州石化有限公司, 广东 惠州 516086)

摘 要: 某炼厂 400Mt/a 的渣油加氢, 建成投产以来存在一些问题, 影响装置安全运行, 自投产以来进料孔板流量指示不准。原料性质频繁改变, 原料性质差导致反冲洗冲洗程控阀频繁卡涩, 阀芯脱落。往复式补充氢气压缩机二级和三级活塞环频繁碎裂。分馏加热炉四路出口管线振动大。分馏塔底泵机械密封频繁泄漏。分馏塔塔压波动等问题, 通过采取一系列方法处理, 装置趋向运行平稳、不断提升了本质安全, 随着原油越来越劣质化, 运行稳定技术成熟的渣油加氢技术发展前景较好。

关键词: 渣油加氢; 密封泄漏; 压力控制; 高分油乳化; 发展前景

0 引言

渣油加氢轻质化能够高效石油资源, 而渣油加氢可以有效的脱除渣油组分里的硫、氮、金属、残炭杂质元素, 前景较好。渣油按残炭和金属含量分为易加工、不难加工、稍难加工、难加工、极难加工 5 大类, 目前 74% 的渣油属于不难和稍难加工, 因此, 大多数采用成熟的固定床渣油加氢工艺, 某厂 400Mt/a 的渣油加氢采用 GLC 工艺, 减压渣油: 减三线: 焦化蜡油 = 76:12:12, 由于全厂物料原因和降低减压渣油的黏度, 目前只有减压渣油和减压蜡油做原料。自 2017 年建成投产以来工艺和设备发生一些问题, 不利于装置的安全平稳运行, 同时, 通过对装置问题不断分析处理技改, 解决了大多数的隐患,

1 渣油加氢技术工业装置运行一些问题

1.1 往复式压缩机问题

渣油加氢三台往复式压缩机构成氢气站的形式, 氢气站出口总管压力控制器与压缩机入口分液罐压力控制器的输出分别进入高选器进行比较, 高选器将计算得到较低者输出作为压力负荷控制器压缩机返回控制器的设定值, 其输出值控制四返一控制阀来调节系统压力和保护压缩机入口压力, 三台压缩机控制方案一致, 日常生产压缩机采用 2 台压缩机运转 1 台压缩机做应急启动的备用机组, A 机采用系统压力输出和入口压力输出高选高选器将计算得到较低者输出作为压力负荷控制器压缩机返回控制器的设定值的控制方案, B 机采用系统压力输出和输出高选器将计算得到较低者输出作为压力负荷控制器压缩机返回控制器的设定值的控制方案, 在长时间的运转过程中发现反应系统压力波动较大, 压缩机出口压力也波动较大, 调整整定相关表的 PID 值后发现效果不大。后来分析发现一块表控制 2 台压缩机 (末级) 四级出口压力的控

制方案会导致调节叠加造成误差被放大, 通过调试控制表的 PID 值也较难做到控制平稳。分析后采用一台机组由系统压力控制表和入口压力高选器将计算得到输出较高输出作为压力负荷控制器压缩机返回控制器的设定值的控制方案, 另一台机组由压缩机该压缩机出口压力来和入口压力高选器将计算得到输出较高输出作为压力负荷控制器压缩机返回控制器的设定值的控制方案, 由于系统较大, 压缩机出口压力波动比较灵敏, 存在干扰的时候波动频率不会一致, 两台压缩机出口压力波动会互相阻尼, 波峰不会被加强, 调节扰动幅度较小, 系统压力和压缩机压力波动也会变小, 装置运行和机组运行趋于稳定安全。



图 1

往复式补充氢压缩机 A 四级入口压力存在异常波动且四级连杆处有异响, 紧急切换机组后进行拆检, 发现四级连杆小头瓦巴氏合金磨损脱落, 如图 1, 看磨损情况是缺油导致, 分析和连杆小头衬套的润滑不良有关, 导致连杆小头衬套磨损缺油原因很多, 如

油道堵塞、供油压低、活塞杆负荷不能反向等，负荷不能反向是常见影响连杆小头衬套润滑的较重要原因，当然也可能是小头衬套和小头销间隙太小导致，检修时测量小头衬套和小头销配合间隙正常，后分析原因为四级气缸盖侧入口气阀无级调量执行机构故障导致进气量波动所致，进气量波动导致压缩机活塞气体力发生变化，导致压缩机在小头衬套中的反向角过小，导致反向角变小导致小头销和衬套贴合角度过大而缺油造成轻微烧瓦，后来更换无极气量执行机构，对四级小头瓦进行刮研修复后回装，检修完成后稳定运行无异常。

德莱赛兰往复压缩机，匹配贺尔碧格无极气量调节系统，在运行三年期间多次发生二级和三级活塞环磨损，如图2活塞环材质一般由聚四氟乙烯（PTFE）聚醚酮（PEEK）及复合材料制成，为进一步提升性能一般都会添加碳纤维和玻璃纤维，从现场拆检图样分析看来活塞环碎裂，存在碰撞碎裂的可能，大多数活塞环都被磨损减薄为起到密封作用，存在受热变形的情况，碎裂和活塞环碎渣会导致排气气阀卡涩，导致压缩机排气压力异常，气缸发串气声音，对机组运行极为不利，综合分析后对活塞环进行改造实验，在间隙允许情况下增加活塞环宽度，减小活塞环往复运动过程中的冲击位移，以避免活塞环碰撞活塞环断裂。在活塞环径向钻小孔，减少活塞环和气缸内壁在径向的压力，减小摩擦力防止活塞环过度磨损，在运行3个月左右，又发生活塞环断裂和磨损，情况未改变，检修排除问题过程拆前和拆后活塞杆下沉量，气缸粗糙度，注油系统均做过检查，为发现异常，此问题一直在不断排查，一直是压缩机安全运行的隐患。



图2

1.2 分馏塔底泵机械密封长周期运行问题

渣油加氢分馏塔底泵介质温度高达350℃，扬程也较高，介质易自燃，运行过程中机械密封频繁出现泄漏，在对机械密封进行维修更换的同时，持续分析

查找机械密封泄漏原因，渣油加氢分馏塔底泵机械密封泄漏频繁无法长周期运行开工以来一直是渣油加氢装置设备热点问题，渣油加氢分馏塔底泵，工艺介质精馏塔底渣油密度大、温度高。机械密封泄漏主要原因为目前的冲洗方案PLAN21+54无法有效冷却机械密封动静环摩擦副产生的热量，而且PLAN21冲洗方案需要在泵启动后才能循环对机械密封冷却，PLAN21采用泵出口引介质经过多级孔板减压后引入机械内通过节流套进入泵体，由于担心有积炭颗粒和杂质进入机械密封，在PLAN21管线上改造装上过滤器，启动运行一段时间发现机械密封还是频繁泄漏，甚至备用的机泵也会存在泄漏，拆检发现造成机械密封动静环端面及波纹管等部位结焦严重。先后通过对密封冲洗油站冷却器换热面积改大、自冲洗系统增设过滤器、增大PLAN54冲洗液流量、增设PLAN62氮气系统等措施得到一定缓解，但是效果不大，基本机械密封运行不超过一个月，有极大的安全隐患，后改造机械密封，将机械密封冲洗方案改造为PLAN32+54+62的形式，将自冲洗渣油改造为PLAN32外冲洗蜡油，冲洗介质较干净，介质温度从220℃降低至180℃，冷却效果将得到大幅度提升；另外通过改造PLAN54密封油系统流程，提升辅助密封冲洗液流量，也将进一步增强冷却效果。将机械密封冲洗方案改造为PLAN32+54+62的形式，新机械密封已完成设计并制造生产安装，改造后的机械密封实现长周期运转。

1.3 冷高分油乳化问题

渣油加氢II系列更换催化剂后开工，II系列新更换为抚顺院催化剂，此前掺渣比一直维持在54%左右，为了延长I系列运行周期，将II系列掺渣比提至80%，而反应温度只能参考加氢渣油质量进行调整。II列掺渣比提高至80%，反应温度提至361℃，产品硫、残炭均已经合格，提高掺渣量的过程中发现硫化氢汽提塔顶压力开始波动，塔顶回流罐界位由50%快速上涨到82%，经过调节阀手动打开界位控制阀后界位有所下降，随后便再次升高至100%。经现场检查后确认，远传界位指示正确，与现场磁翻板保持一致。初步怀疑是分离系统带水所致。现场排查冷高分（进行油、气、水分离）界位，现场磁翻板和液位远程指示相符，排除仪表假指示。排查中发现冷高分界位控制阀有关小趋势，反应注水量稳定前提下，酸性水流量降低，初步怀疑乳化导致界位计波动。现场取样对比2个系列的冷高分酸性水发现I系列酸性水清澈透

明, II 系列酸性水发黑油水分离不清, 可以看出此时的酸性水已经成为油水混合物, 静止一段时间后也很难分出油水界面。冷高分酸性水带油, 而冷高分油又带水, 说明冷高分存在油水乳化分离不清现象, 立即退守操作, 降低掺渣量, 降低热高压分离器温度, 通知下游装置加强观察, 高分油水出现乳化常见原因就是冷高分油品偏重, 芳烃含量偏高, 抗乳化性能的顺序一般为饱和烃>芳烃>胶质沥青质, 油品越重容易发生油水乳化。

水是极性化合物, 石油产品是由非极性化合物烃类组成, 正常情况水和油是不互溶的。乳化油与通常的乳化液一样, 也分为油包水型(W/O)和水包油型(O/W), 当油中存在亲水基的表面活性物质(如羧酸和其衍生物)他们会在温度或者浓度合适时缔和在一起形成致密的单分子, 大量的缔和体均匀分散在油中就形成油包水乳化液, 所以, 也有可能反应深度不够导致亲水基未被破坏导致亲水基浓度高而造成乳化。油品越重越容易发生油水乳化。因此, 渣油加氢原料和产品分子较复杂, 无法主观分析产生乳化的原因: ①可能是胶质沥青质分子为转化导致高分油中胶质和沥青质分子浓度过大, 导致油水在 50℃左右无法分离; ②反应温度低深度不够导致渣油分子中的亲水基未被破坏或者极性键未被破坏导致相似相容。

结合冷高分界位出现“乳化”情况的时间点, 分析低分油乳化带水原因为: 可能原因即虽然产品质量合格, 但高掺渣量下反应深度还是偏低, 而此时热高分的温度偏高, 较重组份蒸发至冷高分, 导致冷高分油亲水组分浓度偏高, 芳烃含量及胶质含量或者带有亲水基的组分增加, 最终导致冷高分油水乳化。

在总结了经验后在后来的操作过程中考虑从以下几个方面避免: ①高掺渣比下反应温度一定要跟掺渣量匹配, 避免反应深度低; ②在反应温度低时尽量保证高分温度不要过高, 避免高分油造成乳化发的分子浓度变多; ③氢耗时反应反应深度重要的标志, 保证掺杂量和氢气耗量匹配很重要。

2 渣油加氢技术未来前景

2.1 固定床渣油加氢未来前景

透过固定床渣油加氢生产运行的一些问题来看, 固定床渣油加氢技术成熟, 工业装置操作难度小, 大型化程度高。近年来, 渣油加氢技术在随着油品不断升级, 原油不断劣质化, 环保要求清洁化的生产过程, 劣质原油价格低, 炼油厂经济效益好。近些年, 固定

床渣油加氢投资相对较少, 技术成熟发展较快。目前的固定床渣油加氢研究也都趋向于研发新型催化剂、催化剂级配等方面, 例如抚顺研究院反向催化剂级配装填(SHIFT-G)技术在工业应用效果较好, 运行周期长, 可以更大程度增加效益。

2.2 沸腾床渣油加氢未来前景

固定床渣油加氢投资高, 生产周期短, 一般每隔 1-2 年就需要停工更换催化剂, 由于渣油中富集原油中的金属、大分子杂环烃类、胶质沥青质分子不断堵塞阻碍反应物进入催化剂。沸腾床渣油加氢则避免了这个问题, 通过采用催化剂在线置换催化剂的方式来维持活性稳定, 因此沸腾床渣油加氢能够维持比固定床加氢更加长久的运行周期。同时沸腾床加氢技术能够适应高残炭、高金属含量的劣质渣油, 还具有裂化和精制的双重功能, 因此在转化率和精制深度方面效果要更加良好。但是沸腾床加氢渣油加氢系统压力较高, 需要氢分压在 15MPa-16MPa 以上, 装置投资大, 还需要加入特殊的催化剂, 需要投入大量的资金, 操作难度大, 运行风险高, 这就导致沸腾床渣油加氢在工业应用不如固定床有竞争力。

2.3 浆态床渣油加氢未来前景

浆态床加氢技术起步较晚, 目前茂名石化和镇海炼化已有工业装置, 浆态床渣油加氢可以加工劣质含硫原油, 可以用于吸纳油细砂、沥青等较差原料的加工, 转化率和轻油收率较高, 运转周期较长, 因此极大的提高了企业的经济效益。但是通过浆态床加氢技术原料差, 脱杂和反应效率高导致容易造成床层催化剂结焦严重, 随着石油资源的不断开采, 轻质原油正在逐年减少, 因而浆态床渣油加氢技术在以后会越来越被重视并广泛应用。

3 总结

随着渣油加氢技术不断成熟, 炼厂经济效益决定技术发展, 随着世界原油劣质化, 炼厂通过渣油和焦化互补, 渣油加氢和催化裂化组合等加工路线, 提高轻油收率, 油品质量, 技术路线选择, 新技术开发, 不断降低能耗, 通过低价的劣质原油残渣加工成高附加值清洁的油品, 创造的效益越来越好, 渣油加氢技术会未来前景也越来越好, 不断提高炼油厂经济效益。

参考文献:

- [1] 李新, 王立辉. 天然气往复压缩机反向角的理论分析及实例 [J]. 压缩机技术, 2008(02).