

延迟焦化中试装置的输送管线与重油接收罐改进研究

管志军 徐冰峰（中海油化工与新材料科学研究院，山东 青岛 266500）

摘要：经过多次延迟焦化中试试验，暴露出延迟焦化中试装置试验过程中管线易堵塞，炉管易结焦，分馏塔分馏效果差，能耗偏高等问题，故对该装置进行了升级改造，改造后提高了试验成功率，分馏塔分馏效果得到改善同时降低了装置能耗。

关键词：延迟焦化；中试装置；堵塞；输送管线；改造

0 前言

延迟焦化中试装置工艺流程与工业装置相似，焦化炉及焦炭塔结构尺寸与工业装置有较大差别，但仍能按工业装置工业参数正常运转，提供工业装置使用的可靠数据。

中试装置可以模拟工业装置开展实验研究，为工业装置的优化设计和操作提供有益参考^[1]。延迟焦化中试试验，每一次都要经过几个阶段：清理、更换管线疏通流程→加料→试气密、试运加热带→检查各设备工况→升温开工→试验→停工计量→拆塔→清焦→装塔烧焦→拆塔清理→塔器回装→更换管线、疏通流程。一般来说，成功完成一次完整的试验需要大概2周时间，一旦试验失败必须从新开始，造成大量人力物力的浪费。

1 问题及原因分析

延迟焦化中试试验采用重质油品为原料，流动性较差，如何保障原料油畅通，提高分馏效率，降低能耗是保证试验高效运行的关键，容易产生的有四种情况：一是焦炭塔至分馏塔段输送管线容易发生堵塞；二是蜡油循环时重油加热炉炉管易结焦堵塞；三是试验装置长期运行，分馏塔内关键部件的损坏与老化；四是试验装置的保温效果及流程不合理，会造成试验装置能耗偏高。

1.1 管线堵塞问题及原因分析

试验过程中，如果出现焦炭塔顶压力不断升高，焦炭塔后路进分馏塔端温度过低的现象，则焦炭塔至分馏塔段发生堵塞，后续只能做停工处理，造成试验失败。

1.1.1 进料方式对焦炭塔至分馏塔段管线堵塞的影响

最初进料方式为将重油加热炉炉温及焦炭塔保温炉均升至试验条件温度即重油加热炉炉温在400℃-520℃，焦炭塔保温炉430℃-500℃，温度稳定后再进料，采用这种进料方式，当原料刚进入重油加热炉

即发生焦化反应，油头生焦，被生成油气和注入的水蒸气以很快的线速度吹入焦炭塔，由于此时焦炭塔为空塔，上部仅有一层破沫网与后路管线连接，此时容易有大的焦粒冲破破沫网进入后路管线，造成管线堵塞。试验结束打开焦炭塔观察，破沫网表面覆盖着大量焦粉、焦粒，部分焦粒冲过破沫网，粘附在焦炭塔顶，此现象直接证明了上述分析情况。

1.1.2 焦粉沉积对焦炭塔至分馏塔段管线堵塞的影响

试验过程中焦炭塔出口不可避免的要携带焦粉颗粒，极易在焦炭塔至分馏塔之间管线弯头和变径处堵塞，加上管线管径较小，保温措施不合理，样品在管线中的流速受到影响，携带的焦粒容易在管线某处或弯曲的补热炉炉管中滞留造成焦炭塔后路堵塞，从而导致试验失败。

1.2 蜡油循环时重油加热炉炉管结焦堵塞原因分析

蜡油循环以重油接收罐中蜡油产品为原料，经抽出口到循环泵打入原料系统混合进入重油加热炉。循环过程中经常会发生的现象是原料泵和注水泵压力逐渐升高直至泵连锁停泵，造成试验失败。究其原因，长期试验过程中，焦粉、焦粒随产品进入重油接收罐，累积在重油罐底部沉积，开启循环系统后，焦粉、焦粒容易随循环蜡油进入重油加热炉，加热炉炉管弯曲较多，一旦在某处滞留就会增加原料在炉管的停留时间，由于加热炉温度高达500℃以上，原料就会迅速结焦并粘附在炉管表面，原料泵以及注水泵出口压力逐步升高，最终完全堵塞，造成原料泵、注水泵连锁停泵，从而导致试验失败。

1.3 分馏塔内部结构的变化对试验的影响

通常做试验前需对系统做气体贯通试验。在某一次试验准备阶段用空气贯通流程时，气体流量较正常状态大幅降低。所有相关管线均为新更换管线，不存在管线堵塞问题，判断为分馏塔可能出现问题。分馏塔构造如图1所示。

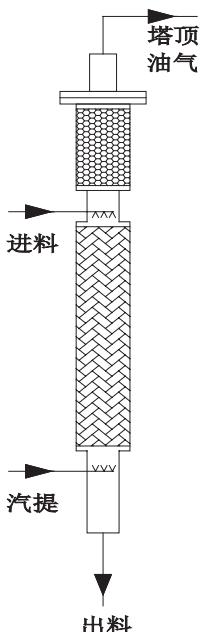


图 1 分馏塔构造图



图 2 开工 30 分钟系统各段压力

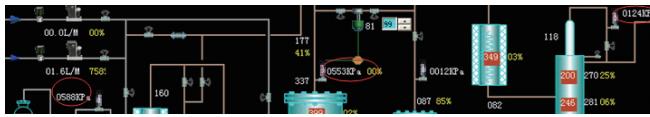


图 3 开工 2 小时后系统各段压力

图 2 和图 3 记录了一次失败的焦化试验过程，该次试验 30 分钟和 2 小时后焦炭塔和分馏塔、注水泵压力变化如图 2、图 3 所示。装置开工 30 分钟后，焦炭塔顶压力 151kPa，分馏塔顶压力 118kPa，压降很大，此时注水泵压力 220kPa。由于两塔之间经管线改造后完全直接连通，按正常工况两塔压力应该基本保持一致。试验进行约 2 小时，焦炭塔顶压力逐渐升高至 553kPa，比之前升高了 402kPa，分馏塔顶压力为 124kPa，比之前仅升高 6kPa，注水泵压力升高至 588kPa，试验进行约 3 小时后，注水泵、原料泵超压起跳被迫停工。停工后产品经过计量，分馏塔顶基本没有轻组分馏出，几乎所有产品均从重油接收罐获得，判断分馏塔产品分布器上部存在问题。

1.4 试验装置的保温及流程不合理造成中试试验能耗较高原因分析

随着焦化试验装置开停工次数的增加，管线、法兰、炉管等部位拆卸更换次数必然频繁，长久以往导致管线、炉瓦保温破损，保温材料老化等原因，不仅造成电加热功率增大，能耗逐渐升高，而且还导致油

品从焦炭塔至分馏塔段温差过大，进入分馏塔分馏效果不好。

2 改造方案及效果

针对上述问题，主要从四个方面展开改造思路：一是尽可能缩短焦炭塔至分馏塔段管线，去除没有必要的管线变径；二是尽量消除循环蜡油中焦粉颗粒；三是对发生的问题及时增加补救措施；四是更换保温材料。

2.1 焦炭塔出口至分馏塔段改造

2.1.1 进料方式的改进

当重油加热炉和焦炭塔保温炉温度升至 350℃后即进料，待预估原料经过加热炉进入焦炭塔后，迅速升温至试验要求温度，此时焦炭塔底会存有一层渣油，生成的焦粒，会被渣油阻挡，不会有大的线速度冲击破沫网，降低了大的焦粒进入焦炭塔后路管线的风险，试验结束后打开焦炭塔观察破沫网表面很光滑并无焦粒冲击，证明了此种进料方式对降低焦炭塔后路堵塞的重大意义。

2.1.2 焦炭塔至分馏塔段工艺流程的改造

延迟焦化装置补热炉的主要作用是对进入分馏塔油品进行加温，提高分馏效果，考虑到此装置分馏塔只作粗分馏，后续还要对产品进行精确切割，有无补热炉对试验的最终效果基本无影响，而补热炉管径与其前后管线有两处变径，炉管弯折较多容易堵塞，所以去除补热炉，可减少管线堵塞几率。工艺管线改造方案如图 4 所示。

新设两条管线，其中上方为备用管线

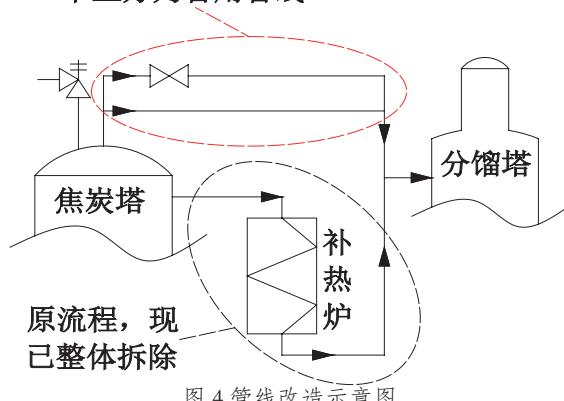


图 4 管线改造示意图

这样大大缩短了焦炭塔至分馏塔段管线长度，减少了不必要的变径，焦炭塔的油气能更快的进入分馏塔，降低堵塞现象的出现。

在改造后的焦炭塔至分馏塔段管线处新增备用线，改造前试验过程中若发生焦炭塔后路堵塞的情况，

只能从安全放空线泄压终止试验,改造后试验过程中发生焦炭塔后路堵塞,随时切换至备用管线继续完成试验,在双重保护下降低了焦炭塔至分馏塔段意外堵塞造成试验失败的几率。管线改造后工艺流程如图4所示。

2.2 蜡油循环系统改造

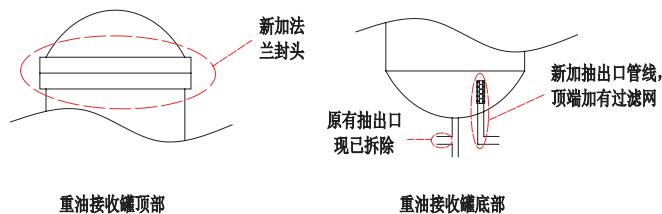


图 5 重油接收罐改造前后对比

重油接收罐的改造。将原有一体罐改为带法兰可拆卸分体罐,罐底由平底改为凹底,原有循环泵抽出口位于底部放空,改造后抽出口周围增加过滤网,能够阻止重油接收罐中焦粒随循环蜡油进入重油加热炉,罐体法兰设计可方便拆卸重油接收罐,观察并清理罐内累积的焦粉、焦粒,有效预防循环油携带颗粒堵塞加热炉炉管和转油线导致试验失败情况的出现。重油接收罐结构改造如图5所示。

循环油泵出口管线加装两组过滤器,一组正常投用,一组备用。运行过程中若循环泵出口压力异常升高,及时切换另一组过滤器,并清理堵塞的过滤器备用。循环泵出口工艺改造如图6所示。

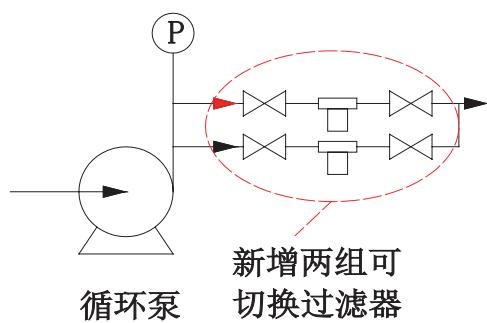


图 6 循环泵出口改造

改造后蜡油循环系统彻底消除了循环蜡油携带焦粉、焦粒造成后路管线堵塞问题。

2.3 分馏塔内老化部件的维修

2.3.1 清理分馏塔产品分布器

切割塔体可见塔内油品分布器已被焦炭、铁锈等杂质几乎堵死,将分布器处理干净后回装,气体流通性良好,达到装置开工要求。分布器清理前后对比如

图7所示。



图 7 进料油品分布器处理前后对比图

2.3.2 更换分馏塔顶网环填料

某次试验失败后,打开分馏塔,网环填料已完全粘结在一起,如图8所示,用乙炔火焰对其灼烧仍无法将其分开。更换新的网环填料后,焦炭塔与分馏塔的塔顶压差较小,符合设计要求。试验过程中分馏效果较好,轻重组分产品的比例也达到试验预期。分馏塔填料更换前后对比如图8所示。



图 8 网环填料前后对比图

3 结论

对焦化试验进料方式的改进、焦炭塔至分馏塔段以及蜡油循环系统改造后,做了2次延迟焦化试验,均一次圆满完成试验任务,提高了试验成功率;通过对分馏塔内老化部件的维修,分馏塔分馏效果得到很大改善,轻重油组分分离效果达到预期;保温材料的更换,在保证油品入塔温度前提下,降低了装置能耗。

参考文献:

- [1] 梁朝林,陈辉,吴世達.延迟焦化中试装置与工业装置的对比分析[J].石油炼制与化工,2015(10):83-87.
- [2] 梁朝林,沈本贤,吴世達.延迟焦化试验装置的改进研究[J].茂名学院报,2007(01):1-4.
- [3] 徐先财,翁晓俊,薛枫.影响焦化加热炉长周期运行的原因分析及对策[J].石油技师,2023(01):38-42.