

绕管式换热器进料侧差压上涨原因分析及控制建议

唐兴辉

中海油惠州石化 广东 惠州 516086

摘要: 本文针对某炼油厂连续重整装置中的绕管式换热器进料侧差压上涨问题进行了深入分析。该装置自投产以来,绕管式换热器进料侧差压持续上涨,且近期上涨趋势加快。文章探讨了差压上涨对装置运行的危害,并分析了可能的原因,包括原料性质、铵盐结晶、催化剂粉尘、原料组分及换热器结构等。基于分析结果,提出了控制差压上涨的建议,如清理氢气管板孔、检查并清洗管束、优化进料过滤器精度、稳定催化剂提升及原料供应等,以确保装置平稳生产。

关键词: 绕管式换热器; 差压上涨原因; 控制建议

引言: 在石油化工生产中,绕管式换热器作为连续重整装置的核心设备之一,其稳定运行对于保障生产效率和产品质量至关重要。然而,某炼油厂的绕管式换热器近期出现了进料侧差压持续上涨的问题,这不仅影响了装置的正常运行,还可能对设备造成损害。因此,对绕管式换热器差压上涨的原因进行深入分析,并提出有效的控制措施,对于确保装置的安全、稳定和高效运行具有重要意义。本文将从多个角度探讨差压上涨的可能原因,并提出针对性的建议。

1 背景

该装置为由逆流床连续重整装置,自投产以来,绕管式换热器进料侧差压呈现不断上涨趋势,且近期呈现快速上涨的趋势,针对这种情况,本文进行了可能的原因分析,并提出了几点建议,以维持装置的平稳生产。

2 差压上涨的危害

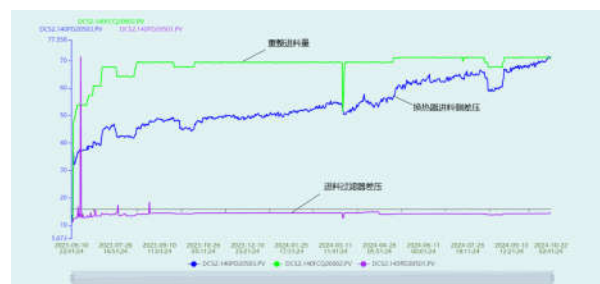
绕管式换热器作为重整装置的关键设备,在生产中起着重要的作用,且造价昂贵,达数千万,因此,维持绕管式换热器的正常运行,是非常有必要的。绕管式换热器进料侧差压的持续上涨造成的危害主要有三个方面,第一是造成重整循环氢流量的持续下降,氢油比降低,在苛刻度不变情况下,催化剂碳含量会持续上涨,如果催化剂碳含量超过再生器的烧焦能力,将会造成被动的降低加工负荷;第二是如果差压持续上涨,将会造成液相进料堵塞,限制了装置提量。第三是进料侧差压上涨到一定程度,会造成设备损坏。所以要控制进料侧差压,遏制差压降持续上涨。

3 差压上涨的可能原因及分析

3.1 原料机械杂质较多,造成绕管式换热器进料侧差压高

从日常采样来看,进料油品比较干净,机械杂质较

少,且根据重整进料过滤器拆清频率来看,不是换热器差压上涨的主要原因。如图一所示:



图一 进料侧差压与进料过滤器差压的关系曲线

从图中可以看出,(1)随着重整进料量的变化,换热器进料侧差压有明显的变化,但进料平稳时差压仍然呈不断上涨的趋势。(2)进料过滤器清理前后,换热器进料侧差压无明显变化,且进料过滤器差压较低,平稳运行时,进料侧差压仍然呈上涨趋势。由此可以判断换热器进料侧差压上涨与机械杂质无关。

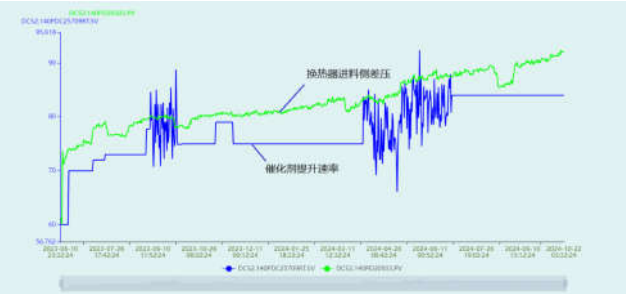
3.2 铵盐结晶造成换热器进料侧差压高

查看化验分析结果,从投料以来,重整进料的氮含量分析始终都小于0.2ppm,符合重整原料氮含量 ≥ 0.5 ppm的要求,且根据待生催化剂和再生催化剂的氯含量来看,催化剂失氯不足0.1%,催化剂持氯能力较强,而且每周在现场对循环氢中氯化氢含量的检测结果均符合 ≥ 5 ppm的指标,所以可以判断铵盐结晶不是换热器差压上涨的原因。

3.3 催化剂粉尘大,从循环氢带到绕管式换热器造成压降高

催化剂粉尘主要有两方面的来源,一方面是随着反应物料的流动,催化剂粉尘从反应器中带出,通过循环氢进入换热器,造成差压上涨,且催化剂提升速率越快,则粉尘量越大,差压上涨越快。目前,催化剂卸粉

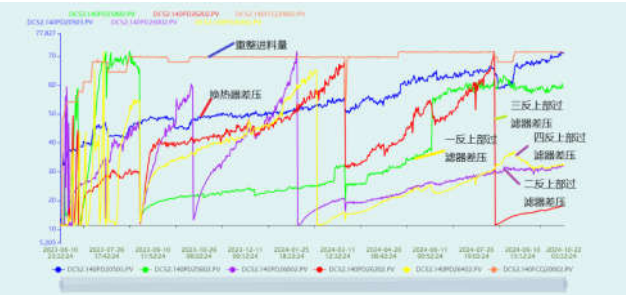
尘的频率为每周两次，每次卸出的粉尘量均低于5kg，说明催化剂强度较高，且开工初期粉尘量较近期多很多，但差压也无快速上涨的情况，如图二所示：



图二 换热器进料侧差压与催化剂提升速率的关系曲线

从图中可以看出，无论催化剂提升速率如何变化，进料侧差压都呈上涨趋势所以催化剂粉尘随反应物料从反应器中带出，通过循环氢进入换热器的观点不成立。

另一方面催化剂通过提升器提升至各反应上部缓冲料斗，催化剂粉尘通过提升尾氢进入各反应器上部过滤器，平时催化剂粉尘被过滤器所过滤，但当反应器上部过滤器差压高，清理过滤器时，催化剂粉尘通过过滤器旁路，随提升尾氢排放至高分罐，再通过循环氢进入换热器造成进料侧差压高。如图三所示：



图三 换热器进料侧差压与各反应器上部过滤器差压之间的关系

如果换热器进料侧差压与反应器上部过滤器的副线带入的粉尘有关，则在过滤器清理，打开副线的过程中，过滤器的差压应该有快速上涨的趋势，但从图中却看不出该变化，因此，可以排除换热器进料侧差压与上部过滤器清理开副线有关系。

3.4 循环氢中烯烃和多环芳烃含量高造成换热器进料侧差压高

由于催化剂碳含量始终维持在5%左右，目前重整反应温度WAIT只有517℃，苛刻度适中，且生成油的溴价只有3gBr/100g左右，与一期重整装置持平，但低于二期重整装置的5gBr/100g，但一期重整装置和二期重整装置的绕管式换热器差压均正常，所以循环氢中烯烃和多环芳烃含量高不是换热器差压上涨的主要原因。

3.5 与原料性质有关

该重整装置进料主要由上游加氢裂化装置来的热重石，柴油加氢来的热重石，上游重整装置来的预加氢精制油，柴油加氢和蜡油加氢混合后至罐区来的冷重石，催化汽油加氢脱硫装置来的精制油几部分组成，正常生产时由其中的三股或四股料组成，各股原料的性质如表一：

类别 数据 项目	加氢裂化 热重石	柴油加氢 热重石	预加氢 精制油	罐区冷 重石	催化汽油 加氢脱硫 精制油
初馏点℃	82.49	71.9	77.16	75.85	75.02
终馏点℃	176.06	174.38	170.79	173.18	170.99
硫含量ppm	0.2	0.16	0.13	0.19	0.19
氮含量ppm	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
苯%	0.43	0.17	0.41	0.58	0.52
芳烃%	7.89	5.18	10.09	10.77	9.53
环烷烃%	40.96	48.4	30.07	45.3	35.81
正构烷烃%	5.38	6.86	27	4.92	22.95
异构烷烃%	44.91	38.49	32.6	38.14	31.35
溴价	0.1	0.2	0.04	0.2	0.05
密度	744.77	747.06	737.36	749.6	738.86

由于缺少具体原料切换的种类和时间，不能直观的通过差压上涨趋势来判断是否由原料切换引起绕管式换热器差压上涨。

3.6 与绕管式换热器的结构有关

该装置绕管式换热器的主要结构如图四所示：



图四 绕管式换热器结构图

通过图示可以看出，在开工前期，氢气通过的管板孔有被堵塞，且在装置热态考核阶段，已经出现过绕管式换热器进料侧差压高的现象，当时拆开检查，发现在氢气通过与液相混合的管板上的孔出现了堵塞现象，当时，虽然进行了清理，但是现在并不能排除之前清理过得孔再次被堵塞的可能。再者，从图四3图可以看出，绕管式换热器的管束较细，氢气与液相混合之后，进入管程管束，经过换热之后，换热器出口温度达到460℃，已经达到了发生重整反应的温度，在反应过程中可能生成较重的组分附着在管束之上，随着时间的推移，越积越多，逐渐堵塞了管束。

3.7 与反应器上部过滤器和重整进料过滤器的过滤精度有关

通过查阅设计图纸反应器上部过滤器内的条形筛网是由一定数量的筛条和支撑杆焊接而成,筛网之间的缝隙虽然远小于催化剂颗粒,但催化剂粉尘中小于1.1mm的占约50%,因此,可能会有相当一部分的催化剂粉尘通过反应器上部过滤器的条形筛网进入提升尾氢,再通过循环氢进入绕管式换热器,从而造成差压增大。

查阅资料显示,重整进料过滤器的过滤精度为100目,虽然大部分的杂质被过滤,但小于100目的杂质仍然可以通过。

由于重整原料由北厂输送过来,输送距离达5公里,中间有二十多个龙门弯,当冷进料或热进料管线停运一段时间,在这段时间将会把油品中的杂质沉积到管线底部或龙门弯处,当再次启运或者流量突然增大时,将会导致沉积在底部的微小杂质被搅动,并通过油品被带过来,经过重整进料过滤器之后进入绕管式换热器,再与氢气混合之后进入管束,并附着在管束上,不断积累,造成进料侧差压上涨。

4 针对差压上涨的现象,提出的几点建议

根据分析,绕管式换热器进料侧差压上涨的可能原因包括(1)换热器内部氢气通过管板孔再次被堵塞。(2)换热器管程管束被堵塞。(3)反应器上部过滤器和重整进料过滤器的过滤精度不够。(4)重整原料的频繁切换,将管线内的微小杂质带入系统。

基于以上分析,提出以下几点建议,以维持平稳生产:(1)在装置大检修时,再次对氢气通过管板孔进行

清理。(2)检修时,检查绕管式换热器管程管束,如果有堵塞,制定方案,考虑对管束进行化学清洗。(3)控制催化剂平稳提升,避免产生波动,造成催化剂磨损,产生大量粉尘。(4)反应器上部过滤器和重整进料过滤器更换更加精密的过滤网。(5)维持重整原料稳定,避免频繁切换原料。(6)继续收集各项数据,排查可能造成换热器差压高的直接原因。

结束语

综上所述,绕管式换热器进料侧差压上涨问题涉及多个因素,包括原料特性、设备结构及操作条件等。通过综合分析,我们提出了针对性的控制建议,旨在减缓差压上涨趋势,确保装置稳定运行。未来,我们将继续关注绕管式换热器的运行状况,不断收集和分析数据,以验证和调整控制措施的有效性。同时,加强设备的日常维护和监测,及时发现并处理潜在问题,为装置的长期安全、高效运行提供坚实保障。

参考文献

- [1]刘传强,邵文.焊板式换热器冷流侧压力降增大原因及对策[J].炼油技术与工程2020,(10):125-129.
- [2]潘阳.重整进料换热器压力降问题解决方案探讨[J].炼油技术与工程2020,(08):74-75.
- [3]陈振武.连续重整装置再生器压降升高原因分析及解决措施[J].建筑理论,2023,(04):38-39.
- [4]王天鹏.连续重整装置再生器压降升高原因分析及解决措施[J].电力系统及自动化,2023,(07):71-72.