

催化裂化装置运行优化的措施

毛文茂 宋 铭 (山东昌邑石化有限公司, 山东 潍坊 261300)

摘 要: 目前国内炼油企业催化裂化装置运行中仍然存在着一些问题和矛盾, 主要表现在装置稳定运行周期短、能源消耗高和柴油汽油等产品的质量等问题等, 这些也是催化裂化装置长期以来不断优化运行的努力方向。

关键词: 催化裂化; 裂化装置; 催化装置

催化裂化装置(以下称 FCC)反再系统为两器并列, 其中反应器采用提升管与沉降器同轴布置的内提升管型式, 提升管出口为 UOP 的专利技术密闭旋流式快速分离系统(VSS); 再生部分采用某公司开发的前置烧焦罐快速床加密相湍流床完全再生技术, 催化原料构成以加氢渣油为主, 掺炼少量加氢裂化尾油、渣油加氢柴油和部分轻污油, 生产方案以多产汽油、兼顾丙烯为主。通过对 FCC 装置生产运行情况的长期跟踪分析, 结合装置设计基础数据和运行现状, 为合理应用 RDS 装置在催化原料处理方面的脱硫、脱氮、脱金属、脱残炭能力, 深入挖掘 FCC 装置的适应能力。在 RDS 装置换剂方案中依据催化装置运行数据, 提出适度增加密度、残炭、氮含量, 适度降低硫含量、金属钒和镍含量的调整方向, 在 RDS 装置新周期的催化剂级配方案中加以落实, 实现 FCC 和 RDS 装置的一体化优化。

1 催化原料与催化剂的变化

1.1 原料性质变化

一般地, 评价催化裂化原料性质的指标较多, 对催化裂化的转化率、产品产率和产品性质影响较大的是密度、残炭、重金属含量、氢含量、馏程等, 但这些性质都是相互联系和影响的。催化原料密度与原料可裂化性能密切相关, 相近的馏程, 原料的密度越大, 意味着其可裂化性能越差。通过对 FCC 和 RDS 装置运行一体化优化后, 催化原料性质通过 RDS 装置换剂后实现了密度、残炭、氮含量的适度增加, 减轻了 RDS 装置脱残炭和脱氮压力; 同时催化原料硫、钒、镍含量得到有效降低, 为催化装置产物分布改善、装置生产运行周期延长和新鲜催化剂用量的减少提供了有力保障; 此外, RDS 换剂后应该重视催化原料钒含量的增加, 避免其带来的不利影响。

1.2 催化剂性质变化

催化活性反映裂化催化剂加快催化裂化反应速率的性能, 其选择性表示催化剂能增加所需要的产品(轻质油品)和减少副产品(干气、焦炭等)反应的选择能力。在 RDS 装置换剂前后催化装置再生剂性质基本保持稳定, 活性适中, 再生烧焦效果良好, 催化剂颗粒分布合理, 虽然金属沉积的种类略有增减, 但总的金属沉积量变化不大。

1.3 产物分布和主要产品性质变化

RDS 装置换剂前催化装置操作基本保持在相对稳定状态, 换剂期间因原料性质和装置加工量的变化反应温度相对降低约 5℃, 但是再生床层密相温度和原料预热温度基本没有变化, 虽然加工量略有降低, 但装置剂油比相应地还是有所降低。其后, 随着 RDS 新周期的运行, 初期因相对缓和的反应条件使得换剂期间的变化趋势得以一定的延续。从催化装置主要产品性质的变化上看, 干气氢气和甲

烷比值的变化可以反映出催化裂化反应体系中脱氢反应程度, 氢甲烷比越高说明脱氢反应程度越深, 不利于催化原料氢的合理分布^[1]。RDS 装置换剂后, 由于催化原料金属含量特别是镍和钒含量的有效控制, 使得干气氢甲烷比呈明显降低的趋势, 说明催化装置的氢分布得到一定程度的优化。汽油辛烷值是衡量汽油在气缸内抗爆震燃烧能力的指标, 也是衡量汽油燃烧性能的最重要的指标, 催化汽油作为我国汽油池中最大调和组分, 其辛烷值的高低将会直接影响炼油厂汽油产品整体性能和炼油厂经济效益。

2 催化裂化装置运行优化的措施

通过加大对科技创新水平和制度上的创新力度, 来发展循环经济和知识经济, 以实现我国经济社会全面协调的可持续发展。特别是在资源十分紧张的国际大背景下, 更加要求我们追求最大的节能降耗。

2.1 增强装置运行周期意识与设备管理工作

2.1.1 避免反再系统衬里的损坏

反应再生系统内部衬里的损坏, 一直是影响催化裂化装置安全稳定运行长周期的一个困难点。有龟甲网的双层衬里损坏主要原因是耐磨层与隔热层分离导致串气过热与衬里脱落, 这是热应力骤然改变造成的。随着重油催化裂化工艺技术的发展, 操作温度由过去的 580℃左右提高到 750℃以上, 有时达到 800℃。反再两器衬里在停车检修的过程中, 应该将衬里上出现鼓包、变形、脱落的旧衬里彻底去除, 不留死角^[2]。然后在新增加和原先旧衬里的接缝处, 使用保温钉做好固定, 才可以确保新增加和原先旧衬里可以实现紧密的结合, 同时衬里极易出现鼓包和开裂的问题, 施工时需选择有丰富经验的队伍, 必须按照标准进行维护和保养, 在检修开车的前期需要彻底烘干衬里, 尤其是 150℃脱表面水和 350℃脱结晶水这两个环节。

2.1.2 预防膨胀节腐蚀

烟气对膨胀节的腐蚀主要表现为露点腐蚀、磨损腐蚀及应力破坏。针对运行工况下氯离子及硫化物的应力腐蚀, 膨胀节的内部的工艺条件应保持在再生烟气的露点温度以上。同时应从膨胀节被腐蚀的机理出发, 在合理选择膨胀节材质的同时, 提高表面温度到 160℃以上。

2.1.3 防止系统结焦

催化裂化油气系统结焦带有普遍性。催化裂化装置油浆系统结焦与原料油性质、反应温度、分馏塔底温度、油浆在分馏塔底的停留时间以及油浆的性质和组成等因素有关^[3]。沉降器的内外集气室外壁及盲区、旋风分离器升气管外壁及二级旋分器料腿结焦严重。

2.1.4 油浆系统优化运行

油浆系统的正常稳定, 是装置长周期(下转第 195 页)

洗；洗刷完毕后先关闭热水电磁阀，变频电机变换转动方向主轴轴沿逆时针方向转动，链条带动清洗部件向主动轴位置移动，气液混合器内的压缩空气进入清洗部件内部，利用压缩空气将筛网吹干，清洗部件回归筛机进料口端。上述装置设计合理，而且清洗筛网时操作方便，清洗时间短，清洗过程只需要 10~15min；利用压缩空气增加热水流速，并使热水形成带压力的水雾状，增加清洗效率，减少热水用量，提高了产品产量和生产效率，降低了对清洗用水的消耗，节省了人力，降低操作人员劳动强度和中暑风险，清洗干净，不会出现未清洗点。

筛机应用对比表

名称	清洗时间	产量	用水量	洗净率
传统筛机	60min	30t	0.3t	98.5%
含自清洗筛机	15min	32t	0.1t	100%

4 结束语

针对人工清刷筛网存在清刷不干净、干燥不彻底、用

时长、耗水量大且存在安全隐患等问题，自主研发一种筛分机用自动清洗装置，实现对筛面上堵塞的物料自清理功能，解决了筛分作业中物料堵孔、筛分效率低、人工清刷不彻底的难题，对提升产品产量、提高生产效率和产品质量，降低工人劳动强度，降低用水量及生产成本具有重要意义。该筛分用自动清洗装置在生产现场的成功应用，为类似问题的解决提供了有益的参考。

参考文献：

- [1] 赵跃民, 陈惜明, 朱红, 等. 潮湿细粒物料的粘附模型研究 [J]. 煤炭学报, 2000.
- [2] 赵环帅, 王振年. 国内外高频振动筛的现状与发展趋势 [J]. 金属矿山, 2009.
- [3] 张康, 耿飞. 煤炭筛分设备的发展趋势 [J]. 矿山机械, 2010.
- [4] 李永祥, 高燕, 任曼曼. 振动清理筛的研究现状与发展探讨 [J]. 河南科技, 2013.

(上接第 193 页) 运行的有力保障。此系统的介质情况决定了正常系统运行的难度，一是温度问题，高温热油系统法兰易发生泄漏；二是油浆中含有一定量的催化剂细粉，不可避免地对管线内部（特别是弯头处）造成了冲刷，本装置的上返塔调温油浆管线，对其操作注意流量上限的控制，避免线速超高对管线过分冲刷。

2.2 提高焦炭能量的利用率

许多装置的主风机和烟气轮机的效率偏低，主风机效率在 79%~92%，烟机效率在 64%~86%。我装置主风机和烟机采用三机组配置，设计烟机入口的温度为 680℃、入口的压力为 0.355MPa（绝）、入口的流量为 5150Nm³·min⁻¹。为了节能降耗，在烟机的振动不超标的情况下，开大烟机的入口蝶阀，使烟气通过烟机做功，双动滑阀生物控制开度不大于 2%（据有关经验数据表明，开度较小时烟气具有的动能和热能的经济效益仍是非常可观的）。

2.3 能量系统综合优化

催化裂化装置的特点是因催化剂的烧焦有大量的能量剩余，综合上进行优化的关键是如何采用先进技术，在装置的自身和相关上下游装置群范围内使这些剩余能量，使

其得到最优的利用^[4]。目前少数装置存在外输中压蒸汽降压使用问题，如海南炼化公司、青岛炼化公司催化裂化装置的中压蒸汽降压为 1.0MPa 蒸汽使用，同时存在低压蒸汽的长期放空等问题。这些问题需要仔细的研究各类不同级别蒸汽的逐级利用和蒸汽管网的优化设计。

3 结束语

基于目前全球石油储藏量和价格的共同影响下，以及科学技术的不断进步，对资源的最大化利用和重复的可持续利用是目前以及未来追求的核心问题，对实现伟大复兴的中国梦有着重要地位和长远影响。

参考文献：

- [1] 方海燕, 张文华, 林涛. 催化裂化装置掺渣比改造后的运行优化 [J]. 石油石化绿色低碳, 2019, 4(06): 25-28.
- [2] 施俊林, 侯玉宝. 总流程协同优化下的催化裂化装置高效运行实践 [J]. 石油炼制与化工, 2019, 50(01): 42-46.
- [3] 张俊猛, 广进华, 储南翔, 王俊宏, 黄富. 催化裂化装置设备运行优化分析 [J]. 山东化工, 2018, 47(23): 130-133.
- [4] 何艺. 大型催化裂化装置优化运行举措 [J]. 广东化工, 2017, 44(12): 235-236.

(上接第 192 页) 节约电力资源。

3.3 优化改善空压机内部构件

为有效提高无油螺杆空压机工作效率和质量，确保其安全使用，需不断创新其维护技术，做好维护工作。对于空压机水质改善，能够有效降低循环水硬度，减少其杂质含量，确保管道通畅，降低排气温度，有效减少设备损耗。确保冷却水水管的通畅，保证其使用效率。通过对润滑油质量进行严格控制，避免其中混入杂物导致其质量下降。润滑油质量是提升空压机部件润滑效果和降温效果的有力保障。因此，日常设备维护管理中，要加强其质量检测，对其进行定期检测，必要情况下将其送往专业机构进行检测。对于有问题的润滑油，需及时处理，进行更换，避免设备受损。除此之外，空压机设备维护时，要注意把控其最小压力阀阀芯与定位套间隙。

4 结语

总而言之，对于无油螺杆空压机的维护工作须严格按照相关标准要求进行维护，针对发现的问题及时有效进行处理解决，不断改善创新工作方式，结合以往维护经验，丰富维护内容，有效提升空压机维护能力和水平，加大维修养护力度，使其处于良好的工作状态，达到维护目的。推动企业各项工作的良性开展^[3]。

参考文献：

- [1] 古丽, 熊明, 左汝宽. 无油螺杆式空压机排气温度高的原因分析及改进 [J]. 液压气动与密封, 2018(002): 49-50, 53-54.
- [2] 螺杆式空压机的维护保养和故障排除分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018(018): 5279-5280.
- [3] 曲毅. ud200a-8 型螺杆式空压机运行维护的经验 [J]. 内燃机与配件, 2018(010): 100-101.