

深度除尘除雾系统在重油催化裂化烟气脱硫除尘中的应用

樊治国 贾宽波 温治江

内蒙古兴海电力服务有限责任公司 内蒙古 013700

【摘要】2015年我国环境保护部出台《石油炼制工业污染物排放标准(GB31570—2015)》，提出了更加严格的再生烟气排放要求，并要求现有企业自2017年7月起执行新标准，石化企业普遍面临着再生烟气排放难以达标的难题。

【关键词】烟气脱硫；深度处理；除尘除雾

1. 洗涤塔改造前流程简介

洗涤塔(C7101)是脱硫除尘装置中的核心装置，烟气的脱硫除尘主要发生于洗涤塔的内部。C7101改造前主要由急冷区、吸收区、滤清模块区和气液分离区组成。高温条件下的烟气特性变化较大，需要进行降温使其性质稳定下来。喷淋液和烟气充分混合，颗粒物、SO₂及其他酸性气体被吸收，烟气得到净化。滤清模块区由13个滤清模块组成，每个模块通道上方均设有一个F130喷嘴。烟气进入每个滤清模块的文氏管时会降温降压而膨胀加速，之后再减速而使水气浓缩，烟气中难以被急冷区吸收的微小颗粒(直径小于2nm)和雾气凝聚变大，并被F130喷嘴喷出的高密度喷淋液进行过滤，使烟气得到进一步净化。最后烟气进入气液分离器，该区域由8个向下的水珠分离器构成，水珠分离器入口处的导叶会带动烟气旋转，通过离心分离除去烟气中的水珠，脱水后的净化烟气最终排入大气。

2. 洗涤塔工艺的优化

2.1. 流程的优化

为了加强对污染物的脱除效果，大修改造时将C7101滤清模块区上方的气液分离区拆除，更换了新塔节。新塔节由下至上分别安装了升气塔盘、喷淋管、多效递增旋流除雾器和新的烟囱。并新增了两台急冷水浆液循环泵和两台列管式冷却器，循环泵布置在原吸收塔的东侧，两台冷却器置于循环泵上方的平台上，由此组成新的深度除尘除雾区。此外，为保证深度除尘除雾系统中循环冷却液的pH和液位在可控范围之内，深度除尘除雾系统底部加装了碱液管线入口，上部加装了补水管线入口。烟气经过滤清模块区处理后，进入深度除尘除雾区。烟气向上穿过升气塔盘，与喷淋管喷淋的冷洗涤液逆向接触，形成的浆液落到升气塔盘上，经过塔盘收集，进入急冷水浆液循环泵。然后浆液被输送至两台列管式冷却器冷却，经冷却后被喷淋管喷出，对烟气进行循环洗涤。新鲜水作为补给水补充到升气塔盘上，升气塔盘上布置有降液管，通过降液管浆液可溢流至洗

涤塔的滤清模块区。通过洗涤，烟气被进一步降温，烟气中的颗粒物和SO₂被进一步脱除。最后进入多效递增旋流除雾器，通过捕集烟气夹带的雾粒和浆液滴，达到深度除尘除雾的效果，净化后的烟气从烟囱排放。两台列管式冷却器的冷媒现由循环水提供，装置目前有一台闲置的热水型溴化锂冷水机，后期将会对其进行改造，并将冷水机的冷冻水作为列管式冷却器的冷媒，加强降温效果，尽可能完全消灭烟囱排放口的白雾，优化排烟视觉效果。

2.2. 工艺参数的优化

装置于2017年7月改造完成并正式投用，因改造后的深度除尘除雾系统为首次使用，装置运行初期有较大波动，在现场技术人员的努力攻关下，通过不断的摸索和改进，对工艺参数进行了优化，基本攻克了运行初期波动大、无法达标排放的难题，并于9月开始实现高负荷连续运行，工艺参数得到优化以后，各污染物浓度都有了比较大的下降；因设备供货原因，深度除尘除雾系统的降温效果在12月开始之后才得到体现，此时烟气出口温度已降至54.1℃。

3. 流程及工艺参数优化后的效果分析

3.1. 颗粒物脱除效果分析

RFCC再生烟气的主要特点是颗粒物浓度较高，粉尘粒径小、硬度大、温度高。尤其是近年来由于原料油重质化、劣质化趋势明显，在降低了原料油采购成本的同时使反应—再生系统的操作条件更为苛刻，第二再生器密相温度控制在730℃左右，稀相温度可达到770℃以上，催化剂容易热崩，导致入口烟气中细粉含量较高，其颗粒物浓度波动较大，加大了后续烟气脱硫除尘装置的除尘难度。经过大修改造以后，这可能因为反应—再生系统中催化剂热崩所致，造成净化气中颗粒物含量有了小幅度增高。第三旋风分离器不能有效地除去细小颗粒(直径小于20μm)，造成烟气脱硫除尘装置入口烟气颗粒物含量偏高，在装置处理效率大致相同的情况下，净化气中的颗粒物含量也因此有了小幅度增高。一年多

以来, 尽管洗涤塔入口烟气的颗粒物质量浓度在 $66.3\sim 241.3\text{mg}/\text{m}^3$ 之间波动, 平均质量浓度达到 $126.6\text{mg}/\text{m}^3$, 但净化气中的颗粒物平均质量浓度仅为 $12.8\text{mg}/\text{m}^3$, 脱除率比较高且十分稳定, 始终保持在 90% 左右。

3.2. SO₂ 脱除效果分析

影响脱硫除尘装置脱硫效果的决定性因素是循环浆液的 pH。循环浆液 pH 越高, 其吸收 SO₂ 和其他酸性气体的效果越好。由表 2 可知, 大修改造后循环浆液 pH 的设计值相应提高, 控制在 $7.0\sim 7.7$ 之间, 可在吸收区脱除大部分 SO₂; 烟气到达滤清模块时 SO₂ 浓度已大幅降低, 故滤清模块浆液的 pH 应降低, 控制在 $6.5\sim 7.5$ 之间。近年来由于原油的劣质化趋势明显, RFCC 装置所加工的原料油硫含量偏高, 产生的烟气中 SO₂ 也增多, 加大了脱硫除尘装置的脱硫难度。装置大修改造后于深度除尘除雾区加装了碱液管线, 可以进一步去除烟气中剩余的 SO₂, 达到二次脱硫的效果, 由于 SO₂ 脱除效果已达到排放标准, 现阶段新增的碱液管线还不需要正式投用。

3.3. 白雾脱除效果分析

一是增加除雾器捕捉雾粒; 二是通过排放前降温, 减少排放口烟气温度与环境温度的差值, 使烟气排放时凝结出来的白雾减少。视觉上, 多效递增旋流除雾器的加装已减少了白雾排放, 烟气在穿过除雾器板叶片间隙时会被转变成旋转气流, 其中的雾粒在惯性作用下, 以一定的仰角射出做螺旋运动, 从而被甩向外侧并汇集流

到溢流槽内, 达到捕抓雾粒的目的; 理论上, 在其他条件不变的情况下, 降温可以通过减少排放口烟气与环境温度差来减少白雾, 所以可通过降温效果来表征装置的除雾效果。此外, 装置目前还有一台闲置的热水型溴化锂冷水机, 后期将会考虑对其进行改造, 并将冷水机的冷冻水作为列管式冷却器的冷媒, 进一步加强降温效果, 尽可能完全消灭烟囱排放口的白雾, 进一步优化排烟视觉效果。

4. 结论

在加装深度除尘除雾系统后, 外排烟气中颗粒物和 SO₂ 的浓度显著降低, 除雾效果有所提高, 排烟视觉效果得到优化, 并实现系统的高负荷稳定运行。烟气各项重要指标均达到《石油炼制工业污染物排放标准 (GB31570—2015)》中敏感区特别限值排放标准的要求, 净化后烟气可直接排放于大气中。

【参考文献】

- [1]彭国峰,王瑞,黄富,等.烟气脱硫、脱氮技术在催化裂化装置中的应用分析[J].石油炼制与化工,2015,46(3):52—56
- [2]杨磊,王寿璋,宋海涛,等.控制蓝烟和拖尾的增强型 RFS 硫转移剂的工业应用[J].石油炼制与化工,2018,49(12):10—15
- [3]余成朋,周巍巍,宋海涛,等.RDNO_x 助剂技术在再生烟气 NO_x 达标排放中的应用[J].石油炼制与化工,2019,50(1):96—100.