

选择性催化还原系统在重油催化裂化烟气脱硝中的应用

张四维 (大庆炼化公司炼油生产二部催化作业区, 黑龙江 大庆 163411)

摘要: 为满足新的环保标准, 某公司 2017 年于 CO 锅炉节煤段安装选择性催化还原 (SCR) 系统, 烟气脱硝效果也得到了提升, 以解决重油催化裂化烟气中 NO_x 含量高的问题。实验结果表明: SCR 系统安装后, 烟气脱硝有效提升了, 在这种情况下对后续烟气脱硫排放的污染物浓度没有影响。排放烟气中 NO_x 的质量浓度从 162.9mg/m³-58.4mg/m³, 达到国家《炼油工业污染物排放标准》31570-2015《敏感地区特殊限值排放标准》。

关键词: 催化裂化; 选择性催化还原; 烟气脱硝; 氮氧化物

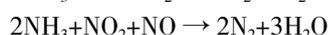
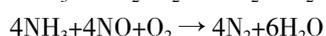
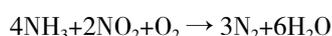
0 引言

某公司重油催化裂化装置于 1990 年 10 月 4 日建成投产。装置设计处理能力为 1.0mt/a、用减压渣油、减压蜡油以及脱沥青油混合加工重油。其中包含是有油浆, 轻柴油, 90 汽油液化石油气。并且, 在加工的过程中, 再生的催化裂化会再次生成大量的气体, 这其中就有着很多 NO_x 等污染物, 这也就是石化厂里头最主要的污染大气的根源之一。2015 年, 环保部颁布了《炼油工业污染物排放标准》(gb31570-2015), 对再生烟气的 NO_x 排放提出了更严格的要求, 并对现有企业提出了明确要求必须从 2017 年 7 月起执行新标准。炼油厂和化工厂都有一个废气中 NO_x 含量难以达标的问题。某公司地处污染物排放敏感区。执行 gb31570-2015《敏感区 NO_x 特殊限值排放标准》[ρ(NO_x) ≤ 100mg/m³], 比 gb31570-2015 中的通用标准更严格 [ρ(NO_x) ≤ 200mg/m³]。所以说, 对本来的脱硝工艺进行升级改造已经刻不容缓。以前, 某公司一直采用添加脱硝添加剂的方法来降低氮氧化物的含量。废气中 NO_x 的质量浓度曾经从 210mg/m³-110mg/m³。但随着新标准的实施, 公司面临的环保问题仍然十分巨大。为满足新的环保标准, 某公司于 2017 年 7 月对重油催化裂化装置进行了大修, 并在 CO 锅炉节煤段增加了选择性催化还原脱硝模块, 以降低 NO_x 排放。2017 年 8 月, 该机组再次投入运行, 历时 18 个月。该装置自再次投入运行一年多以来, 运行相对稳定, 氮氧化物质量浓度降至 80mg/m³ 以下 / 达到排放标准^[1]。

1 SCR 工艺简介

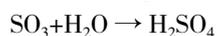
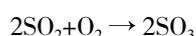
1.1 SCR 反应原理

SCR 是指还原剂在催化剂以及特定温度作用下, 与再生烟气中的 NO_x 发生选择性反应, 生成无毒无污染的 N₂ 和 H₂O, 从而降低烟气中的 NO_x 浓度。还原剂可以是尿素、氨气等, 为了降低再生烟气中的 NO_x 浓度, 某公司选用 topso 公司的 dnx 催化裂化催化剂, 氨气作为还原剂, 在 380℃ 下对再生烟气进行喷雾。该工艺直接利用锅炉低温省煤器上方 380℃ 的温度创造高温条件, 驱动氨和氮氧化物的选择性还原反应。因此, 无需再建造一座大型反应堆, 具有投资成本低、安装时间短的优点^[2]。主要脱硝反应如下:



从主反应方程可以看出, NO_x 的去除率主要取决于氨的加入量 (以氨氮比为特征, 即 NH₃ 与 NO_x 的摩尔比)。在较高的氨氮比下, 可以获得较高的 NO_x 去除率。但需要

注意的是, 随着氨气投加量的增加, 烟气中不能参与反应的氨气量也会增加, 增加氨气逸出量。本装置氨逸出量小于 2.5mg/m³^[3]。在这种情况下, 再生烟气中除 NO_x 外, 还含有 SO₂、SO₃ 等硫氧化物。当炉内氨逸出量和氧含量足够大时, 会发生如下二次反应:



其中, (NH₄)₂SO₄ 和 NH₄HSO₄ 在温度高于 230℃ 时以固体颗粒形式存在, 在温度为 180-230℃ 时以液体形式存在, 附着力强, 易产生结垢、堵塞等问题。

1.2 topso 公司 dnx 催化裂化

脱硝催化剂的选型直接影响烟气脱硝主反应的效率。本次新增的 SCR 脱硝模块要求脱硝催化剂具备三个性能 ① 正常负荷下催化剂能在余热锅炉可以运行, 在 310-500℃ 的烟气温度下可以稳定灌肠器运行, 不存在任何问题; ② 能有效防止锅炉飞灰结垢并堵塞催化剂, 避免中毒; ③ 催化剂的孔容积能满足 NO_x 排放浓度和氨逸出率的要求。因此, 某公司选用了 topso 公司的 dnx 催化裂化催化剂, 该催化剂具有良好的机械强度和使用寿命, 能够满足 SCR 脱硝模块的各种要求^[4]。

首先, 来自液氨储罐的液氨与来自氨发生器界区外的高温脱氨水进行换热, 使液氨蒸发成气态氨进入氨缓冲罐; 在这种情况下, 来自稀释风机的稀释空气被加热至 310 在加热系统中, 安装在 CO 锅炉低温煤段的 SCR 反应器可为脱硝反应提供 380℃ 左右的高温 DNX, 再生烟气中含有 NO_x 的 FCC 脱硝催化剂与氨气反应生成无毒无污染的 N₂ 和 H₂O, 从而降低了烟气中 NO_x 的排放浓度。净化后的烟气经脱硝后排入后续烟气脱硫除尘装置进行脱硫除尘; 生产过程中产生的废氨在废氨稀释罐中用淡水稀释, 再由废氨污水处理系统泵送至含硫装置。另外, 由于入口烟气不进行除尘脱硫, 为避免粉尘积聚覆盖 SCR 反应器催化剂, 降低脱硝效率, 某公司在 SCR 反应器顶部安装了飞灰整流器和蒸汽吹灰器。飞灰整流器可在催化剂接触第一层之前将粉尘流向调整为垂直方向, 有助于减少粉尘的积聚。在这种情况下, 蒸汽吹灰器定期吹灰, 可大大减少烟尘量。吹灰用中压蒸汽由锅炉产生的过热蒸汽提供。

2 scr 脱硝模块运行参数

烟气参数: SCR 反应器入口 CO 锅炉通过补气补风燃烧再生烟气中的 CO, 产生的热量用于产 (下转第 178 页)

①严格按照设备标识的润滑部位及规定的润滑点添加润滑油,并确保润滑部位整洁无污染;②选择质量有保障,型号规格符合要求的润滑油,根据设备润滑规定添加相应类型及牌号的润滑油,确保添加润滑油的设备整洁无脏污;③根据规定的消耗量添加润滑油,避免浪费加大成本;④定期添加润滑油,并做好润滑油仓储工作,如润滑油储量较大,需定期抽检,确保其质量符合设备润滑需求;⑤明确润滑人员职责,规范润滑操作;⑥在润滑油入库、发放和加油三个环节,分别实施过滤,避免润滑油存在杂质影响润滑效果。

2.3 实施技术改造

针对重复性设备故障,应多角度查找故障根源,采用相应措施,降低设备故障率。技术改造是常用措施,包括设备选型、材质替换、结构改造等方式,以山西某化工企业装置为例,一台流量 200m³/h、扬程 150m 的污水自吸泵连续数周频繁发生故障,更换新轴、机封、轴承均不能解决问题,分析原因为泵运行工况与管路特性不匹配,且污

(上接第 176 页)温度的变化而发生改变。如果相关的操作人员没有进行专业的技术培训,就不能够全面地了解其操作的规范性,可能就会发生违规操作行为。因此相关部门应该加强压力容器和压力管道作业人员的培训,从而能够在发生危险时采用合理的手段,避免由于操作问题形成裂缝。

2.3 对于设备的维护

首先可以应用替代工作系统,防止压力容器和压力管道高温和高压现象产生,以及高压容器、管道系统长期地开展,运用这个装置应该控制好停机的时间,这样能够降低压力,有关的设备维护人员也能对其实行更好的维护,这样还能够增加设备的运用时间。然后应该对压力容器和压力管道内部进行彻底的清理,将压力容器和压力管道中的杂质彻底地清理掉,避免因为压力容器和压力管道受热不均时产生裂缝的状况。在此阶段,还应该依照相关的时间来检查压力容器和压力管道的使用情况,如果发现

(上接第 175 页)生蒸汽。在这种情况下,CO 锅炉也是 NO_x 产生的场所。烟气中的 CH、CH₂、C₂H 等基团与空气中的 N₂ 反应生成 HCN、CN 等中间产物,与火焰中的 O、OH 等基团反应生成 NO_x。研究表明,炉内温度越低,中间产物生成越少。为了减少 NO_x 的生成,在保证充分余热回收的前提下,应尽量降低炉温。因此,炉温内控指标应设定在不高于 830℃。再生烟气依次经过 CO 锅炉水保护段、一级过热段、二级过热段、一级蒸发段、二级蒸发段和高温节煤段,最后用 SCR 反应器进入低温节煤段^[5]。

3 结语

某公司重油催化裂化装置 CO 余热锅炉节煤段安装 SCR 脱硝模块后,运行效果良好,某公司排放的烟气状况良好,NO_x 浓度明显降低,对烟气脱硫出水污染物浓度无影响。NO_x 的质量浓度从 162.9mg/m³-58.4mg/m³,比 80mg/m³ 以下的厂控指标要求好,满足 gb31570-2015《敏感区域特殊限值排放标准》。

水作为机封水容易堵塞造成机封故障,通过技术改造,将其转变为一台流量 160m³/h、扬程 60m 的离心泵,机封水改造为独立循环水水,泵入口增加自吸引水罐,运行 1 年多未发生设备故障。

3 结论

综上所述,在降低化工设备故障率时,化工设备管理人员可创新管理方法,引进 RCA 或 FMEA 方法,结合化工设备故障特点,实施全面、深入管控,避免设备故障再出现。同时,化工设备管理人员需加强设备维护、润滑管理、技术改造,预防化工设备故障的出现,延长设备使用寿命,通过其稳定可靠运行,为化工企业创造更高效益。

参考文献:

- [1] 姚哲哲.论现代煤化工设备管理及维护保养技术[J].中国设备工程,2020(21):56-58.
- [2] 刘俊,汪洋,沈旭渠.有效降低化工机械设备故障停机时间的方法研究[J].化工设计通讯,2019,45(03):90+141.

其中有形成裂缝,那么就要按时来检查一下主要部件,根据有关的需求你来换掉有问题的部件,防止发生更危险的故事。

3 结论

综上所述,相关企业应该正视裂纹的情况,从而保证压力容器和压力管道能够充分地发挥出它的效果。在此阶段应该加强关于压力容器和压力管道的管理,健全和完善相关的压力容器和压力管道检验系统,保证压力容器和压力管道的裂纹检验工作能够良好地开展,这样有关的管理工作也能最大限度地发挥其作用,最主要的作用就是能够避免裂纹形成更严重的问题。

参考文献:

- [1] 崔建龙,马金足,景芳.关于压力容器压力管道形成裂纹的问题分析[J].石化技术,2020,27(04):252+266.
- [2] 朱正宏.关于压力容器压力管道形成裂纹的问题分析[J].辽宁化工,2019,48(07):667-668+675.

参考文献:

- [1] 庄健,黄浦新,凌建群.选择性催化还原系统内部气流场分布特性试验研究[J].柴油机设计与制造,2020,26(04):40-44+49.
- [2] 钱枫,孙金博,马冬,李朋,祝能.柴油机选择性催化还原系统 NO_x 传感器的 NH₃ 交叉敏感性研究[J].汽车技术,2020(09):52-56.
- [3] 王国仰.重型柴油车 SCR 系统建模及控制策略优化[D].济南:山东大学,2020.
- [4] 王博,赵亮,赵长春,党宁.基于 EMD-SVR 的火电厂选择性催化还原脱硝系统出口 NO_x 浓度预测研究[J].计算机测量与控制,2020,28(05):71-75+106.
- [5] 杨延相,张洪涛,张元清,耿祥,何政汕,李盼.道路车用柴油机国六排放选择性催化还原系统的开发与验证[J].内燃机工程,2020,41(02):39-45.