

气化炉炉壁超温现象影响因素及优化措施

赵学圣* 杨晓丹

内蒙古伊东九鼎化工有限责任公司, 内蒙古 017000

摘要: 气化炉炉壁超温现象经常发生, 对气化生产极为不利, 甚至可能导致紧急停车并检修。通过对气化炉加减负荷频率、煤质与配比、气化工艺控制、耐火材料和筑炉质量以及安全仪表系统的改进等方面进行分析, 总结了多喷嘴气化炉使用过程中炉壁存在的一些问题, 并对其进行了提出了几项措施。

关键词: 气化炉; 超温现象; 工艺控制; 筑炉质量; 管控措施

一、引言

多喷嘴水煤浆气化技术是一种以水煤浆和氧气为原料的加压气流床气化工艺, 属于湿法加料、液态排渣的加压气化技术^[1-2]。恒力石化(大连)炼化有限公司2000万吨/年炼化一体化项目制氢装置多喷嘴对置式水煤浆气化装置工艺技术采用华东理工大学自主知识产权的多喷嘴对置式水煤浆加压气化技术, 装置建设六套多喷嘴水煤浆加压气化炉, 气化炉直径3.88 m, 运行模式为5开1备。

该气化炉设计压力7.15 MPa, 操作压力6.5 MPa, 设计温度 $\leq 1350^{\circ}\text{C}$, 操作温度 $\leq 1300^{\circ}\text{C}$, 气化炉单炉投煤量3000 t/d(ad), 单炉具备20万 Nm^3/h 有效气的生产能力。气化炉炉壁超温现象时常发生, 尤其夏季更为突出, 因此需要对气化炉炉壁超温现象进行分析, 查明原因以期降低炉壁超温对气化生产的影响^[3]。

二、气化炉加减负荷频率对炉壁的影响

目前由于配合后续系统氢气的需要量, 需要经常调整气化炉负荷, 导致炉内温度变化频繁。首先, 在加减负荷过程中炉温波动大, 造成炉壁温度超温; 其次, 炉温的剧烈变化也会加重对炉砖的损害, 且炉内的压力也会随之变化, 导致炉砖产生裂缝, 进而造成气化炉炉砖串气。

所以, 在无法改变气化炉负荷加减频率的前提下, 对加减负荷操作提出了少量多次的要求。增加负荷时, 先增加煤浆流量后加氧气流量; 减少负荷时, 先减少氧气流量后减少煤浆流量。在加减负荷时, 气化炉温度作为主要控制指标, 合成气成分作为参考。

三、质变化对炉壁的影响

在气化生产过程中, 原料煤配比经常进行调整, 由于受原料运输和场地等因素, 三种原煤会经常调整配比。配比变化导致灰熔点改变, 气化炉温度控制也需要随之改变。如果操作人员对气化参数不能及时进行调整, 在原料煤灰熔点变低的情况下, 会造成炉温过高而引起炉壁超温。同样, 原料煤中的灰分变化及煤灰黏温特性的改变, 也会对炉温和炉壁的挂渣情况产生影响。所以在原料煤配比发生变化时, 要及时了解煤质分析结果和系统运行情况, 查看炉温、渣口压差及合成气成分等指标, 作出合理调整^[4]。

四、气化工艺控制对炉壁的影响

由于多喷嘴对置式水煤浆加压气化炉采用两对烧嘴对喷, 所以要保证每个烧嘴中进入气化炉内的氧流量、煤浆流量及中心氧比例保持一致, 保证气化对撞区域在炉内中心。若单个烧嘴的氧流量及煤浆流量发生变化, 势必造成反应区域发生改变, 从而造成气化炉炉壁局部超温。

气化炉烧嘴压差不一致或波动频繁, 会导致雾化角度发生改变。烧嘴持续低压差运行, 则会进一步损坏烧嘴周围的耐火砖。反之则会导致煤浆流量变快, 火焰会向低压差一侧的烧嘴偏移。烧嘴压差频繁波动导致系统压力和氧煤比波动较大, 造成炉温变化较大, 也使炉内反应区发生改变, 导致局部炉壁温度超温。在运行中, 要严格监控烧嘴压差和烧嘴周边壁温^[5]。

*通讯作者: 赵学圣, 1990年1月, 男, 汉族, 内蒙古乌兰察布人, 就职于内蒙古伊东九鼎化工有限责任公司工艺工程师, 助理工程师, 大专。研究方向: 煤气化和气体净化。

高度关注气化运行参数及数据分析结果并及时作出调整是气化装置长周期稳定运行的关键。随着工艺控制要求的提高,对操作人员的专业技能要求也在提高,在指标稍微变化的同时能够立即发现并及时将相关操作参数调整到最佳状态,保证气化炉的稳定运行。

五、耐火砖材料及筑炉质量对气化炉炉壁的影响

(一)对耐火材料质量要求

耐火砖的选型应满足强度高、化学指标合格以及材质均匀的要求,当耐火材料不合格时,会导致以下情况发生。

1. 耐火砖强度小、抗冲刷性差,会导致在高温高压下发生破碎,在高强度的冲刷下炉壁变薄。
2. 耐火砖化学指标不合格,杂质含量高,导致使用寿命低。如耐火砖中 SiO_2 含量高,在气化过程中会与炉内氢气和蒸汽发生反应,生成气态产物从砖中溢出,进而破坏了耐火砖的原始结构,加速了耐火砖损毁。
3. 耐火砖材质不均匀,表面裂纹较多、较大,在气化过程中,炉渣对耐火砖侵蚀渗透较为严重,易造成耐火砖剥落。

综上所述,气化炉炉砖的选型尤为重要。选用抗侵蚀性能强、热震稳定性好以及塑性好的耐火砖,可经受高温下腐蚀性气体侵蚀且不因形变而坍塌,能有效降低耐火砖对气化炉炉壁的不利影响^[6]。

(二)筑炉质量要求

气化炉砌筑时,应严把砌筑质量关,避免出现以下情况。

1. 避免灰缝过大、过小或重缝现象出现,保证气化炉衬体的环向水平度、纵向垂直度等符合要求。砌筑过程中,灰缝控制不当,在烘炉乃至使用过程中,会导致耐火砖局部应力集中,表面产生裂纹,造成窜气等情况发生,引起炉壳超温。
2. 砌筑过程中,若环向水平度不达标,也会造成局部应力集中,产生裂纹;若炉体垂直度不合格,如有凸起等,会造成炉砖冲刷严重。
3. 若砌筑的耐火砖中心线与炉体中心线不重合,会导致烧嘴偏喷,造成筒体底部耐火砖冲刷严重。
4. 锥底砌筑有重缝情况下,易造成灰缝冲刷严重,炉砖损坏加速;若砌筑中使用破损的高铬砖,如工作面掉脚,也易造成耐火砖损坏加速。

烘炉过程中,应严格按照供货厂家提供的烘炉控温曲线进行烘炉。气化炉开停车时应按照投料曲线及降温曲线进行操作^[7]。

本公司以安全生产为企业的第一要素,必须保证安全生产,实行综合砌炉,实现炉衬寿命的最大化,降低耐火材料消耗。在节约生产成本的前提下进行扩容,提高气化炉生产能力。同时,对炉砖厚度进行了调整。调整厚度后的炉砖,隔热效果也发生相应的变化,所以要保证煤质、灰熔点及灰渣流动性的稳定,营造良好的挂渣效果。

另外,失控的激冷室液位或烧嘴冷却水泄漏造成的激冷、停炉后降温过快或投料不当引起的降温过快,都会使耐火砖内部应力集中而产生裂纹,甚至损毁。尤其是在停车时,要控制好气化炉液位。

六、安全仪表系统(SIS)改进及对炉壁温度进行有效管控措施

为避免炉壁温度突然升高,操作人员不能及时发现或操作现象发生,需要在SIS中选取炉壁几个重要测量点作为停车连锁的条件之一,保证设备和人员的安全。

当巡检人员发现炉壁温度超过 280°C ,操作人员应立即用两个测温仪进行现场确认,处理时各岗位操作人员要严格按照操作规程进行操作,值班班长要立即汇报车间值班领导及生产调度,并密切关注事态的发展情况,并根据具体情况采取如下措施。

1. 局部温度超过 300°C ,班组每半小时对超温部位测温一次,并做好记录,如有温度上升须及时汇报车间及调度,测量温度并与中控对比,达到 350°C 时紧急停车。
2. 大面积温度超过 300°C ,向车间及调度汇报,适当降低气化炉负荷及炉温。耐火砖变薄引起气化炉炉壁超温,气化炉停车更换耐火砖。耐火砖砖缝窜气或耐火砖局部脱落引起气化炉炉壁超温,需停车处理。工艺烧嘴偏喷,气化炉内偏烧引起炉壁超温,需停车处理。
3. 炉壁温度操作 350°C ,班组采取紧急停车,停车处理步骤按操作规程执行。

七、结语

气化炉炉壁超温现象原因多种多样,在气化炉运行过程中需要注意尽量避免频繁开停车,保证操作压力、温度、负荷等参数稳定;尽量避免气化炉超负荷运行;气化炉维修时应选择合理的施工方法,以尽量降低维修过程对耐火砖的损坏;烘炉时严格按照厂家提供的控温曲线进行操作;选用合适的原料煤及配比,保证入炉原料质量稳定,并选择气化炉最佳操作温度。优化气化炉运行系统,降低气化炉炉壁超温造成的不利影响,才能够实现气化炉装置的长周期稳定运行。

参考文献:

- [1]蒋甲金,宋羽,路文学,李磊.多喷嘴对置式水煤浆气化技术及其优越性[J].化学工程与装备,2011(2):108-109.
- [2]孔德升,冯国印,张颖.多喷嘴水煤浆气化工工艺技改小结[J].化肥设计,2015(02):41-43.
- [3]杜永法.德士古气化炉炉壁超温的对策[J].大氮肥,2006,29(004):227-230.
- [4]王瑞龙.煤质变化对鲁奇炉平稳运行的影响及对策[J].化工管理,2015,000(015):39-39.
- [5]孔德升,宋兆龙,李露,杜泉.水煤浆气化炉工艺烧嘴雾化性能的影响因素分析[J].化肥工业,2016(43):34-36.
- [6]孔德升,孙化祥,李福文.延长耐火砖寿命的探索与研究[J].小氮肥,2013,v.41;No.551(11):3-4.
- [7]徐延梅.水煤浆气化炉关键部件的改进研究[D].山东大学.