

气化炉托砖板法兰损毁原因分析及改进措施研究

周 夏, 张克锋

(山东华鲁恒升化工股份有限公司, 山东 德州 253024)

摘要: 气化炉托砖板法兰多次损毁是山东华鲁恒升化工股份有限公司大型氮肥技改项目存在的问题之一。通过对损坏的气化炉进行检查, 发现气化炉托砖板法兰内径由 780 mm 均匀损毁至 930 mm, 且法兰约 1/3 圆周长度范围被烧穿。针对此 2 种现象进行了详细的分析, 并从改造气化炉耐火砖、激冷环、托砖板法兰结构, 更换激冷环垫片材料, 进行严格检修控制和加强工艺管理等几方面对气化炉的改进进行了研究。

关键词: 水煤浆气化炉; 托砖板法兰; 损毁; 改进措施

中图分类号: TQ054

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2006)05-0054-03

Analysis on damage in refractory support flange in water-coal gasifier and improvement for it

ZHOU Xia, ZHANG Ke-feng

(Shandong Hualu-Hengsheng Chemical Company Ltd., Dezhou 253024, China)

Abstract: The damage of refractory support flange in water-coal gasifier is one of the problems existing in the large-scale nitrogenous fertilizer modification project in Shandong Hualu-Hengsheng Chemical Company limited. After the analysis on the damaged gasifier, it was discovered that the internal diameter of refractory support flange was damaged equably from 780 mm to 930 mm, and about 1/3 circumference of the refractory support flange was burned through. In consideration of those two phenomena, improving measures were put forward such as by reforming the structure of fire-resisting brick, quenching ring and refractory support flange to be reformed, spacer material of quenching ring to be changed, and major overhaul to be controlled and workmanship management to be strengthened, etc.

Key words: water-coal gasifier; refractory support flange; damage; improving measures

第一套大型氮肥国产化技改项目于 2004 年 12 月 28 日在山东华鲁恒升化工股份有限公司的正式投产, 标志着我国告别了大氮肥装置依赖进口的时代, 初步实现了大氮肥装置的国产化。该项目的建成, 实现了国内第一套以洁净煤气化为龙头, 合成氨、甲醇、羰基化原料的化工三联产工艺, 它通过改变生产技术路线和原料结构, 将分布广泛而价格较低的普通烟煤来替代资源紧缺而价格较高的优质无烟煤, 社会、经济效益明显。

水煤浆加压气化工工艺是山东省华鲁恒升化工股份有限公司大型氮肥国产化技改项目的核心技术, 随着生产负荷的提高, 该装置存在的问题逐渐暴露, 气化炉托砖板法兰多次损毁是其中问题之一。

1 气化炉基本情况与托砖板法兰局部结构

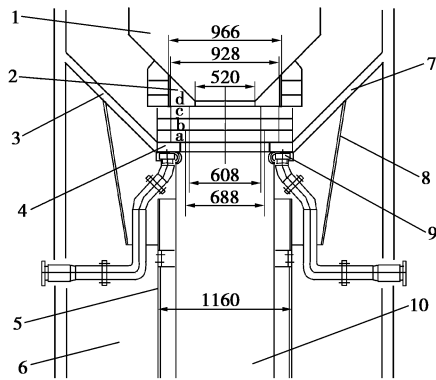
高纯度氧气与水煤浆通过特制的工艺烧嘴混合后喷入气化炉上段的燃烧室, 在高温、高压条件下进

行部分氧化反应, 生成以 CO、H₂ 为有效成分的粗煤气, 高温、高速的粗煤气携带着熔融态炉渣向下至锥底砖渣口, 进入气化炉下段的激冷室, 被水淬冷后温度降低并被水蒸气饱和, 然后出气化炉。气化炉设计压力为 6.9 MPa, 操作压力为 6.5 MPa, 燃烧室温度约 1 350℃, 出气化炉的粗煤气温度为 240 ~ 250℃。

托砖板法兰介于燃烧室与激冷室之间, 上面支撑锥底砖, 下面挂着激冷环下降筒组件, 其局部结构如图 1 所示。

2 托砖板法兰损毁情况

2005 年 10 月 23 日气化炉托砖板测温点 TI0722 处温度从 257℃ 持续上涨至 709℃; 接着另一测温点 TI0723 处温度也开始上涨, 随之测温点 TI0720、TI0721 处温度也开始上涨, 气化炉进行减负荷工作; 后来托砖板 4 处测温点温度分别上涨至 TI0720: 298℃,



1—燃烧室;2—锥底砖;3—托砖板;4—托砖板法兰;5—上升筒;
6—激冷室;7—测温点 TI0720~0723;8—折流裙板;9—激冷环;
10—下降筒

图1 气化炉局部结构示意图

TI0721: 256℃, TI0722: 1 212℃, TI0723: 500℃。最终在气化炉减负荷处理生产过程中,由于工艺气出口温度过高,气化炉因连锁保护而被迫停车。

气化炉降温至要求后,对气化炉进行了检查,具体情况如下:

(1)折流裙板与托砖板、激冷室内壁之间积满了灰渣。折流裙板与托砖板之间形成的空间内有2/3圆周上严重集灰渣,灰渣呈细丝状。

(2)锥底砖渣口 Φ 520 mm被冲刷至 Φ 680~700 mm,锥底砖内表面有多道纵向沟槽,沟槽宽、深10~20 mm;热面砖d与热面砖c之间局部有大的缝隙,宽约10 mm。

(3)托砖板法兰没有挂渣。筒体砖表面光滑,基本无挂渣,能看出明显的砖缝;渣口有轻微挂渣。

(4)托砖板法兰内孔从780 mm比较均匀地损毁至930 mm;约1/3圆周上托砖板法兰下表面被烧穿,靠外部分被烧掉5~20 mm,靠内部分被烧掉30~60 mm。

(5)激冷环表面及激冷环半环管没有被冲刷的痕迹。

(6)下降筒堵渣。在激冷环100 mm以下、高度约3 400 mm的下降筒内造成渣堵。

3 原因分析

此次气化炉托砖板法兰的损毁应该从以下2个过程来分析,一是托砖板法兰内径由780 mm比较均匀地损毁至930 mm,这个过程应该是一个比较缓慢的过程;二是托砖板法兰约1/3圆周的部分被烧穿,这个过程应进行得很快,一旦某个薄弱的部位被烧穿,烧穿面积会迅速扩展。高温的气流自托砖板法

兰烧穿部位喷出后,导致了托砖板及工艺气出口温度迅速上涨,温度超过控制点,最终由于工艺连锁保护而被迫停车。

3.1 托砖板法兰内孔均匀损毁原因分析

3.1.1 高温腐蚀

在气化炉燃烧室生成的粗煤气中除含有CO、H₂、CO₂和H₂O等主要成分外,另外还含有H₂S、SO₂等微量成分,途经托砖板法兰内孔时温度在1 300℃以上,压力5.8~6.0 MPa,托砖板法兰材料在高温氧化性介质(CO₂、H₂O等)中受热时,会发生氧化腐蚀。而高温下托砖板法兰与H₂S、SO₂接触,则会造成材料硫化腐蚀。在高温、高压时,粗煤气中的氢会侵入托砖板法兰材料中与铁的不稳定碳化物Fe₃C反应生成CH₄,使钢基体平均含碳量降低,造成表面脱碳。

3.1.2 高温冲蚀

高温、高速的粗煤气携带着熔融态炉渣出锥底砖渣口后,因下降筒堵渣,阻力变大,在托砖板法兰内孔处产生湍流,对托砖板法兰产生冲刷、剪切作用,作用结果是在托砖板法兰内孔处材料表层转化为表面变形能,从而造成托砖板法兰材料的冲蚀、剥离。就托砖板法兰损毁前的气化炉实际操作压力和生产负荷来说,出渣口介质的流速比设计值要高,从而对托砖板法兰造成的冲蚀、剥离作用要严重一些。

正常情况下,托砖板法兰内孔处应挂有渣,炉渣是一层屏障,可以对托砖板法兰起到一定的保护作用,避免其被高温冲蚀。但实际情况是托砖板法兰无挂渣,筒体砖表面光滑,基本无挂渣,并能看出明显的砖缝,且灰渣呈细丝状,说明炉温控制过高。

3.1.3 托砖板法兰局部结构问题

在没有炉砖或炉渣保护、缺乏可靠降温的情况下,用金属材料制成的托砖板法兰无法承受1 300℃以上的粗煤气和熔融态炉渣的腐蚀、冲蚀,托砖板法兰甚至被熔化。

从图1可以看出,托砖板法兰一定程度上可以受来自内腔中充满水的激冷环的降温,但在激冷环的半环管部位,托砖板法兰探出激冷环,使得暴露在工艺介质中的托砖板法兰内孔处材料缺乏冷却而局部高温,造成损毁。

3.1.4 锥底砖砌筑质量问题

2005年7月更换托砖板法兰时,更换了全部锥底砖和浇筑料,当时砌筑锥底耐火砖和浇筑料所用时间太短(仅37 h),特别是对浇筑料养护不够。该次在砸锥底时发现浇筑料有好多纵向裂纹并且很易砸裂,说明当时砌炉、浇筑料养护存有问题。锥底砖

的砌筑质量问题是造成托砖板以及托砖板法兰超温的又一原因。

3.2 托砖板法兰烧穿原因分析

3.2.1 材料蠕变与热膨胀

托砖板法兰材料在高温下发生蠕变,使得托砖板法兰与激冷环上表面之间局部出现缝隙,造成高温粗煤气喷出。可能在托砖板法兰内孔径没有扩大到 930 mm 时,蠕变还不至于造成高温粗煤气喷出。托砖板法兰内孔没有损毁时,在径向上有一个 1 300℃ 以上至约 250℃ 的温度梯度。随着托砖板法兰内孔的不断损毁变大,高温区距离激冷环螺柱越来越远,作为细长形小截面的螺柱更容易沿轴向受热膨胀,高温粗煤气从受热膨胀最严重的某根螺柱处最先喷出,并将托砖板法兰在该处的材料熔化,然后损毁面迅速扩展。

3.2.2 激冷环垫片破坏

激冷环垫片材料为高铝纤维纸,高铝纤维纸材料能够耐高温,但它本身比较脆弱,激冷环垫片尺寸又较大,如果做成整体,则制造、取用不便,生产单位在制造时采用了子母口分片式(3片)结构,靠迷宫密封,激冷环垫片结构如图 2 所示,在托砖板法兰内孔损毁至内径为 930 mm 时,子母口已呈不完整的迷宫,高温粗煤气可能会从此处喷出。

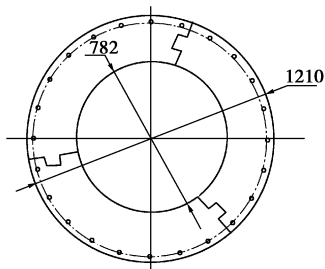


图 2 激冷环垫片的迷宫结构

3.2.3 下降筒堵渣

下降筒堵渣后,出燃烧室的气流阻力变大,高温、高压的粗煤气对托砖板法兰和激冷环的连接产生了一定的撕扯作用,并加剧了高温粗煤气的喷出。

4 改进措施

4.1 改进气化炉局部结构,更换激冷垫片材料

(1)将托砖板法兰内径尺寸适当放大,改造热面砖 a 的结构尺寸使其呈 L 形,利用它将托砖板法兰包起来,使托砖板法兰隐藏在耐火砖里面而不使其外露。一方面,可以保护法兰在一定时间内不与高温粗煤气接触,不被高温粗煤气和炉渣冲蚀、烧蚀;另一方面,减少或避免粗煤气中相应成分与托砖板法兰材料反应的可能。

(2)改造激冷环半环管为方管,使托砖板法兰从整个半径上特别是靠中心的材料能够被激冷环内部流动的激冷水冷却。

(3)参照 HG20629—97《钢制管法兰用柔性石墨复合垫片》标准,将激冷环垫片材料改为强度较高的“柔性石墨 + 316L”复合垫片,采用整片式结构。

4.2 严格检修控制

(1)严格按照耐火衬里厂家提供的技术方案和要求进行筑炉、养护和烘炉,不能为了抢进度而随意压缩筑炉工期。

(2)严格筑炉质量控制,由筑炉专业技术人员跟踪、检查浇铸料及每层耐火砖的砌筑。

(3)由设备主管部门和车间技术人员共同确定气化炉检修的质量控制点,将激冷环紧固等关键控制点设为停止点,设置专门的检查表,有关部门技术人员共同确认。

4.3 加强工艺管理

(1)加强托砖板温度、激冷水量、渣口压差等工艺指标管理,制定确保安全的停车指标并严格执行。高负荷运行时,操作压力也要相应提高到接近设计时考虑的操作压力(6.5 MPa),以免渣口处介质流速过快。

(2)准确判定气化炉的炉温,控制炉温不可过高。

通过以上改进措施,气化炉至今没有出现托砖板法兰冲蚀、损毁过快的现象。■

欢迎订阅 2006 年《中国石油和化学工业经济运行分析报告》

定期以月度分析报告、季度报告和年度报告的形式出版(全年 11 期)。本报告的特点是以数据为依据,从定量分析入手,对我国石油和化学工业发展的基本状况作出评价和判断,全面、真实、准确、及时地反映经济运行动态,揭示增长、结构、效益及其相互关系。报告分为四个部分:基本数据与效益指标、中化信指数、化工进出口贸易分析、专题分析,全年 11 期。定价:电子版 860 元/年;印刷版 860 元/年。

订阅汇款办法:可以通过银行转账或邮局汇款

通讯地址:北京市安定门外小关街 53 号《现代化工》编辑部(100029)

电话:010-64444025/033 转 842

传真:010-64437104

E-mail: yangry@cheminfo.gov.cn

开户行:农行亚运村支行营业室

户名:北京中化信深达信息技术有限责任公司

账号:230101040001610

注意:请注明所订书名