

GSP 气化炉激冷室的检修及质量标准分析

杨帆

(国家能源集团宁夏煤业有限公司烯烃一分公司 宁夏 银川 750411)

摘要: 文章简单介绍了国家能源集团宁夏煤业有限公司 50 万 t/ 年煤基烯烃项目气化装置 GSP 气化炉激冷室的结构, 从激冷室的检查、检修等方面进行分析, 制定相应的检修方案, 并详细介绍了激冷室检修内容及完成后确认内容和注意事项。对 GSP 气化炉激冷室的检修提出检查和质量标准, 为 GSP 气化炉激冷室的检修提供数据支撑。

关键词: GSP 气化炉; 激冷室; 检修; 质量标准

0 引言

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司 50 万 t/ 年煤基烯烃项目气化装置采用德国西门子 GSP 干煤粉加压气化技术, 是世界上最大的也是唯一一套商业化运行的 GSP 粉煤加压气化装置, 单炉设计投煤量 2000t/d, 产气量 30 万 Nm^3/h , 有效气 ($\text{CO}+\text{H}_2$) 量 13 万 Nm^3/h 。气化装置于 2008 年开工建设, 2010 年 9 月 30 日机械竣工, 2010 年底投料试车成功, 2012 年 7 月装置大技改后达到设计产能。现已创造了气化炉单炉 B 类连续运行 270 天的历史记录, 四炉在线率达到了 99.5%。GSP 气化炉激冷室内设计上下两路裙座, 对激冷室进行保护, 防止在高温的渣及合成气的运行环境下对设备造成损伤, 引起安全事故。激冷室内激冷水喷头是 GSP 气化炉激冷室最重要的内部构件, 其结构直接决定了激冷水在激冷室内的流动分布。激冷室和燃烧室连接处的下渣口和导向管是燃烧室内反应后的高温合成气和熔渣的导向部件, 决定了合成气进入激冷室的气流流向状态, 保护激冷室内部件不受高温熔渣影响导致失效。

气化炉在运行较长时间后, 会出现上下裙座夹层部分堵塞, 激冷水喷头磨损、堵塞, 导致气化炉运行过程中裙座夹层内水不能对整个激冷室进行有效保护, 存在局部超温的风险。导向管和下渣口冷却盘管出现泄漏后会造成水冷壁系统进出口温差大、炉壁超温等问题。针对上述问题, 在气化炉停车交出后, 专业技术人员需对气化炉激冷室内各部件的烧损、磨损和堵塞情况进行检查和分析, 根据检查情况制定检修更换方案。检修完成后对导向管、下渣口进行水压试验, 裙座进行水幕试验, 激冷水喷头进行喷头试验。本文主要概述上述检修的检查和检修质量标准, 为后期检修提供数据保障, 也为同行业气化炉激冷室的检修提供参考。

1 GSP 气化炉激冷室结构

GSP 气化炉燃烧室排出的高温熔渣和合成气为能沿要求方向排出, 在燃烧室和激冷室连接处设计下渣口和导线管。高温熔渣和合成气在导向管的作用下进入激冷室顶部, 激冷室中 A、B、C 三个激冷环合计设 16 个激冷喷头与其直接接触进行冷却, 其中 A、B 喷头各 6 个, 结构大小相同, 喷淋方向为沿导向管下渣垂直方向稍向下, 主要作用是冷却熔渣、饱和合成气并洗涤飞灰; C 喷头 4 个, 喷淋方向为垂直向上, 主要起保护激冷室穹顶的作用。上述 16 个喷头每两个喷头间夹角 22.5° 。熔渣迅速固化, 合成气经激冷、饱和后, 湿合成气再进行洗涤, 除去残余的飞灰。在这个过程中为保护激冷室炉壁不超温, 在激冷室内设计上下两路裙座, 在正常运行过程中从内部夹层进入的激冷水能从顶部的溢流口自上而下的形成一层水膜, 对激冷室进行保护。经降温洗涤后的合成气从激冷室中下部合成气出口管线送出, 期间 D 喷头再次对合成气进行洗涤除灰。激冷室内合成气出口处设计内外折流板, 主要防止合成气带液进入合成气管线造成管线磨损。高温熔渣、激冷水及洗涤下的飞灰落入激冷室底部, 质量较轻的灰水通过激冷室底部黑水管线送入黑水闪蒸系统, 质量较重的冷却熔渣落入破渣机内排出激冷室。激冷室内各部件的正常运行直接决定了 GSP 气化炉的运行周期。

2 下渣口、导向管检查及检修

2.1 下渣口、导向管检查

打开气化炉人孔置换分析合格后, 办理相应作业票证。从激冷室搭架子至导向管下方, 从导向管通道进入下渣口下方, 对下渣口盘管进行检查, 确认盘管是否有泄漏, 下渣口与导向管连接法兰是否完好, 进入燃烧室底部对下渣口捣打料检查, 是否存在冲刷, 并确定锚固

钉烧损裸露情况。对导向管内壁进行检查,内壁是否出现裂纹、鼓包,导致漏水。若裂纹较小,则对出现裂纹进行打磨、补焊,使用 NiGrFe2 焊丝。若裂纹较多且出现大面积漏水,则要进行更换。对导向管外壁及连接法兰进行检查,若外壁烧穿或连接法兰烧损,则更换新导向管。对下渣口和导向管进行水压试验,下渣口水压试验压力为 8MPa,导向管水压试验压力为 0.8MPa,保压 30min,如压力无法维持,则需对下渣口和导向管进行更换。下渣口使用寿命为 3 年,导向管使用寿命为 1 年,对于即将到期和到期的导向管、下渣口也需进行更换。

2.2 下渣口、导向管更换

检修人员进入气化炉内,将下渣口、导向管进出口管线在靠近下渣口活结处割断。制作导向管安装专用工作,直径为 1000mm 圆板一块,厚度为 20mm,圆板中心焊接吊耳,周边均布 M12 螺栓孔 12 个,孔心距为 945mm,将下渣口和导向管组件拆除,从气化炉顶部吊出。

将下渣口及导向管在气化炉外进行组装,紧固下渣口上 M12 栽丝螺栓,从气化炉顶部将新下渣口组件挂在导链上,缓慢提升放入气化炉内,将新导向管挂在烧嘴法兰处放下的导链上,缓慢放至承载环处,紧固 M12 螺栓,螺栓端部佩戴双道螺母,并点焊固定,法兰面变形的部位密封面采用焊接固定,焊接后导向管及下渣口增加加强肋板,共计 6 道,防止运行过程中烧损脱落。回装导向管及下渣口进出口法兰,若管线法兰不匹配无法紧固,则对管线重新进行配管,管线材质为 304SS,要求全氩弧焊接,焊口空间内能进行 RT 检测的进行 100%RT 检测,Ⅱ级合格,剩余焊口进行 PT 检测,Ⅰ级合格,法兰螺栓与螺母进行点焊固定。对导向管内部与下渣口的缝隙填充耐火材料,环隙内部增加高温硅酸铝棉,防止结焦影响后期检修拆装,外部增加捣打料保护层,厚度大于 7mm,并呈凸面状。

导向管和下渣口更换完成后,需对导向管和下渣口分别进行水压试验。下渣口进出口为 1 根盘管,进出口位于气化炉燃烧室和激冷室交接处的炉壁外,试压时将下渣口进出口法兰脱开,安装预制好的试压法兰,下渣口入口法兰处安装冲压法兰,出口法兰安装压力表,量程为 0 ~ 16MPa。要求所加垫片为正式金属缠绕垫,尺寸磅级符合规范要求,法兰螺栓需安装齐全、紧固到位。将冲压法兰活接与试压泵用硬管进行连接,中间活接连接处缠绕生料带进行密封。将低压锅炉给水注入试压泵内作为打压介质。启动试压泵,试压泵要求专人操作,另有专人位于出口法兰处观察压力表,当压力升至 11.3MPa (该压力为设计压力的 1.5 倍) 时,停止升压,保压 10min 后,将试验压力降至设计压力 8MPa,保压 30min,在保压期间观察压力是否有变化。如果压力保

持不变,则下渣口盘管无泄漏。合格后,进行导向管盘管的试压工作,导向管进出口为一根盘管,进出口在下渣口进出口的炉壁附近,按下渣口打压准备要求进行打压,0.8MPa 进行保压,保压 30min,若无泄漏,则为合格。

3 激冷水喷头检查和更换

3.1 激冷水喷头检查

激冷水喷头分 3 种,共计 20 个,分为 A、B、C、D 环,其中 A、B 环喷头规格型号相同,共 12 个;C 环喷头 4 个,A、B、C 环喷头均位于激冷室顶部;D 环喷头 4 个,位于合成气出口管线处。检查喷头有无脱落现象,若喷头套管处无喷头,说明喷头已掉落,需进行增补。检查喷头外表面有无明显磨穿现象,内部流道完好情况,若内部流道破坏严重,则喷头失去雾化效果。检查喷头方向是否正确,其中 A、B 环喷头无法调节方向,无须确认,C 环喷头方向为竖直向上,D 环喷头喷射方向为朝向气化炉人孔,并斜向下 30°。若检查发现激冷水喷头出口孔径变大、方向错误、喷头流道磨损严重、本体出现磨穿或堵塞等异常现象,则需进行更换或疏通。

3.2 激冷水喷头更换

因 A、B、D 环喷头无法调节方向,更换时只需将原有喷头拆下,将新喷头紧固即可。C 环喷头视损坏情况决定更换部位,分为喷头更换,万向节更换及整体更换三部分。每个部分均为螺纹连接,可任意更换需要更换的部分。更换后应注意喷头方向,C 环喷头方向为竖直向上,方向由万向节进行调节,安装完成防止喷头转动,对喷头使用 3mm 左右钢筋进行点焊固定。检查激冷水 D 喷头堵塞及磨损情况前,需要对 D 喷头由气化炉根部进行割除,相连管线进行清洗。清洗完成后 D 喷头管线重新配管,管口打磨 30°坡口,管线材质 S31803,采用氩弧焊焊接,焊材选用:焊丝 TGF2209,焊条 E2209,所有焊口要求满焊,焊肉饱满,焊口空间内能进行 RT 检测的进行 100%RT 检测,Ⅱ级合格,剩余焊口进行 PT 检测,Ⅰ级合格。配管完成后要求 D 喷头均在 2 个折流板中间,具体尺寸要求为:竖直线中心线距炉壁 130mm,喷头端部距外折流板顶部 350mm,喷头外侧距内外部折流板横向距离 180mm 和 570mm,同一侧 2 个喷头间距 458mm,同一侧 2 件喷头距竖管中心线距离为 250mm 和 530mm,喷头管线角度与中线夹角 123°,喷头管线增加固定角钢支撑 6 处。

4 裙座检查修复

检查激冷室内部上下裙座整体有无鼓包、变形,裙座溢流堰堵渣情况,焊缝有无开裂。根据裙座内部堵塞情况及气化炉运行周期对裙座进行切割清洗,鼓包及溢流堰变形位置整体切割更换。上裙座一般切割 6 ~ 8 处

清洗孔, 切割位置选择在 A、B、C 喷头之间空档, 方便清洗和焊接复位, 切割大小形状为横向 300mm, 纵向 400mm 方孔。下裙座分别在裙座顶部靠下 800mm 平面、气化炉人孔位置平面及气化炉锥部中间位置平面进行切割, 每层切割 3 ~ 5 个清洗孔, 清洗孔尺寸为横向 500mm, 纵向 600mm 大小的方孔。高压清洗作业人员对裙座切割的三层清洗孔进行清洗, 主要对清洗孔内及清洗孔周围所有裙座夹层进行清洗, 清洗完成后验收人员持手电检查, 检查验收标准为裙座内清洗孔之间用手电照射相互透光通畅, 裙座内部无清洗后积渣, 保证裙座上水的通畅。确认裙座清洗验收合格后对裙座切割孔进行焊接复位。鼓包变形部位要重新进行更换, 板材使用 316L 材质不锈钢板并按裙座筒体直径进行卷制, 板厚要求 6 ~ 8mm, 每块分割尺寸不能 > 600mm (切割材料过大气化炉人孔无法进出)。板材更换时内部增加固定筋板, 每 500mm 焊接一处筋板。上述焊接焊条选用 A022, 要求焊口满焊, 焊肉饱满, 焊接完成后由技术人员进行验收。检修完成后使用激冷水充满裙座夹层, 进行水幕试验, 观察不同水量下的裙座内表面水分布, 水幕形成状态是否均匀。重点观测裙座内激冷水与炉内是否会形成大于 0.1MPa 的压差, 防止裙座溢流口间隙出现堵塞使内筒受压变形。水幕检查时对渗水旧焊缝重新加固, 确认水幕试验合格。

5 其他附件检查

5.1 检查修复折流板

检查大小折流板有无变形, 焊缝有无开裂情况, 对尺寸出现偏差的折流板进行修复, 要求外部折流板尺寸: 端部竖板高 1670mm, 宽度 1350mm, 距炉壁 1000mm, 外侧折流板顶部与炉壁成 60° 夹角, 外部侧板与内部折流板平行安装, 距离 500mm。内部折流板尺寸: 折流板距外侧折流板距离 370mm, 折流板高度 1180mm, 折流板宽度 520mm, 折流板顶部距 D 喷头端部 350mm, 折流板及底部护板总高 1500mm, 距侧板垂直距离 570mm; 折流板各焊缝满焊, 内部增加加强肋板 4 个。对不满足上述尺寸要求的折流板进行更换修复。

5.2 检查修复合成气出口 C 型环

合成气管线出口 C 型环的作用是对炉壁及合成气管线出口进行冷却, 对出现磨损的 C 型环进行贴补加固处理, 对 C 型环南北两侧及底部死区位置补焊时, 不能破坏折流板表面, 焊接完成后打磨焊接表面, 焊口进行

PT 检测, I 级合格。因该处属于合成气出口易磨损部位, 在补焊完成后需对 C 型环气流冲刷表面增贴耐磨板, 耐磨板焊接时焊缝隐藏在气流冲刷背侧区域, 防止因气流冲刷导致耐磨板脱落。检修完成后裙座水幕试验时确认有无渗水现象。

5.3 检查修复黑水管线马蹄口

黑水管线马蹄口运行期间容易出现堵渣。检修时要检查马蹄口内部堵渣情况, 对积渣部位采用人工清理。马蹄口以上黑水管线部位进行高压清洗, 确认管线内部无积渣。检查黑水管线四个支撑完好, 对出现变形及焊缝开裂部位进行修复。炉内黑水管线检查有无变形, 管壁测厚数值要求在 9mm 以上。对马蹄口尺寸复核验收, 马蹄口底侧端部距顶部管线外壁垂直距离 1700mm, 马蹄口顶部至顶部管线距离 1100mm, 马蹄口内径 55mm, 马蹄口端部至内部黑水管线底部 310mm。黑水管线中心线至气化炉炉壁 400mm。

5.4 检查修复渣水循环泵出口管线

检查渣水循环泵出口管线, 对气化炉锥部渣水循环泵出口位置裙座护板切割, 裙座夹层内部积渣清理干净, 确认渣水循环泵出口四路管线磨损情况, 对弯头进行测厚, 厚度小于 3mm 及磨穿部位进行切割更换, 管线增加加强肋板固定, 确认四路管线全部畅通, 对锥部裙座割口焊接复位, 每 500mm 焊接一处肋板。焊材选用 A022, 焊口满焊, 进行 PT 检测, I 级合格, 完成后利于水幕试验再次检查有无泄漏点。

6 结语

GSP 气化炉激冷室的检修质量是气化炉长周期稳定运行的关键因素。检修环境恶劣、要素多且难度较大, 检修质量标准要求高, 直接影响气化炉的安全稳定运行。所以要严格按照检查标准和检修步骤, 参照规范标准进行检修, 保证激冷室的检修质量, 杜绝各类运行风险, 延长气化炉运行周期。

参考文献:

- [1] 赵元琪, 杨会军, 陈鹏程, 等. GSP 气化炉国产化烧嘴结构优化及性能分析 [J]. 煤化工, 2016, 44(4): 44-48.
- [2] 闫波, 陈鹏程, 石连伟, 等. GSP 气化炉水冷壁挂渣影响因素探究 [J]. 化肥工业, 2014(5): 69-71+80.
- [3] 赵宝宝, 杜斌, 杨帆, 等. GSP 气化炉水冷壁盘管的检修策略及质量标准分析 [J]. 化学工程与装备, 2017(12): 185-186+178.