

GSP 气化炉烧嘴的检修及质量标准分析

杨帆

(国家能源集团宁夏煤业有限责任公司烯烃一分公司 宁夏 银川 750411)

摘要: 本文简单介绍了国家能源集团宁夏煤业有限公司 50 万吨 / 年煤基烯烃项目气化装置 GSP 气化炉烧嘴的结构, 从烧嘴的检查、检修等方面进行分析, 制定相应的检修方案, 并详细介绍了烧嘴检修内容及完成后的确认内容和注意事项。对烧嘴的检修提出检查和质量标准, 为气化炉烧嘴的检修提供数据支撑。

关键词: GSP 气化炉; 烧嘴; 检修; 质量标准

0 引言

基地 50 万吨 / 年煤基烯烃气化装置使用 GSP 煤粉加压气化技术, GSP 气化炉烧嘴技术的关键是煤粉烧嘴必须满足气化炉长周期、高效、稳定运行的要求。气化炉热态运行时烧嘴头部区域所处的环境较为恶劣, 既要受到炉内高温烟气的辐射换热和对流换热, 又要受到高温融渣的冲刷, 所以烧嘴的检修装配直接影响到气化炉的正常运行。

气化炉在运行较长周期后, 会出现烧嘴系统的烧损和磨损, 导致烧嘴泄漏, 燃烧室内燃烧流场变化, 影响气化炉的长周期稳定运行。气化炉停车交出后, 专业技术人员需对气化炉烧嘴的烧损和磨损情况进行检查和分析, 根据检查情况制定相应的检修方案。检修完成后对烧嘴进行打压装配, 制定检修质量标准并进行验收, 为后期检修提供数据保障, 也为同行业气化炉检修提供参考。

1 GSP 气化炉烧嘴结构

气化炉主烧嘴是将煤粉、氧气、水蒸气等反应介质输送到气化炉内, 在高温、高压环境下达到气化工艺所需要的雾状态和气流状态, 生产合成气。气化炉烧嘴长期运行在高温、高压和富氧的恶劣环境中, 其输送段和烧嘴段具备优异的耐高温、耐氧化和抗磨损特性, 满足长期连续使用的要求。组合烧嘴配备有封闭的冷却水回路, 用于吸收气化炉内组合烧嘴周围的高热量。固定在气化炉安装法兰上的组合烧嘴在同一个水平面上喷火。GSP 气化炉烧嘴采用顶喷进料结构, 由配有火焰检测器的点火烧嘴与主烧嘴组合在一起, 从而实现点火、投料、运行的功能。受高温热负荷的烧嘴部件采用烧嘴循环冷却水系统来强制冷却。烧嘴由中心向外环隙依次为氮气、点火燃料气、点火氧气、冷却水、氧气 / 蒸汽、煤粉通道以及外层冷却水。最新一代国产

化烧嘴共 2 股冷却水通道, 主烧嘴煤粉管线共 3 根。点火烧嘴冷却水端面外圈为冷却水进出口死区处, 得不到充分的冷却, 易烧损, 需在停车检修过程中对该处进行检查维修和更换。高能点火烧嘴结构由防爆点火控制箱、高压电缆和高压点火枪尖三部分组成。其基本原理为: 由防爆点火控制器中的变压器将电压升压, 桥式整流变为高压直流电, 经内部带有的电容储能, 由放电管集中释放能量, 产生高能脉冲火花。使用防爆点火控制箱, 增强点火时的能量, 以满足气化炉点火需求。点火烧嘴安装至主烧嘴上, 主烧嘴煤粉通道出口内侧水冷壁会出现不同程度的磨损, 存在磨穿后氧气与煤粉在烧嘴内部混合燃烧的风险, 需定期对该部位磨损情况进行检查维修。主烧嘴与烧嘴支撑通过栽丝螺栓连接固定在气化炉顶部, 是气化炉燃烧室反应的主要功能设备。

2 组合烧嘴检查及检修

2.1 点火枪检查及检修

点火枪检修前需松开点火枪固定螺栓, 点火枪拔出。检查点火氧喷射器、绝缘陶瓷及点火枪枪尖烧损情况, 出现点火氧喷射器固定支撑高度偏差大于 0.5mm、绝缘陶瓷损伤或点火枪枪尖尖端烧损大于 2mm 时需更换点火枪对应零部件。更换时将损伤的点火氧喷射器拆除, 该喷射器与点火枪为螺纹连接, 必须使用专用工具鸭嘴钳进行拆装, 拆除完成后更换后续部件。更换绝缘陶瓷时严禁徒手进行拆装, 需佩戴棉布线手套使用白布将绝缘陶瓷包裹后沿螺纹旋向进行拆装, 防止绝缘陶瓷表面污染, 影响绝缘性能。检修人员配合电气人员做点火枪打火试验。拆下点火枪头部, 电气人员将高压电缆拆下, 拆解点火枪, 将点火枪尖安装导管抽出, 检查高压点火枪尖, 对点火枪尖的电阻进行测量, 点火枪尖的电阻值在 10kΩ 以内。点火枪尖安装用陶瓷螺纹接管完好, 无裂纹、断裂等情况。调整点火枪

尖安装位置,并与点火枪进行装配确认,确认点火枪尖与点火枪端部点火氧喷头内壁良好接触,装配时考虑点火枪尖导管螺栓紧固后的压缩量,在装配时必须将点火枪安装导管螺栓紧固,以便确认枪尖的安装是否到位或受到挤压,防止因挤压导致陶瓷螺纹接管碎裂。确认点火枪尖安装到位后,测量点火枪尖至点火氧喷头端部的距离,控制此距离在 4.0mm 以内,从而保证点火枪打火能突出点火氧喷头到达点火烧嘴氧气与 LPG 混合区引燃点火烧嘴。点火枪尖连接高压电缆,去除电缆上的分叉,防止与点火枪内壁接触导致内部放电。点火枪高压电缆采用扎带捆扎,禁止使用绝缘胶带缠绕,防止绝缘胶带在受热后脱落堵塞 LPG 通道。高压电缆连接完成后,点火枪尖安装并紧固螺栓,进行第一次打火试验。

联系中央控制室准备点火枪打火试验,确认现场人员在安全半径 0.5m 外,并告知在场人员远离打火点后开始进行打火试验。相关技术员确认打火情况、火焰强度、火焰是否突出点火氧喷头,确认合格后工艺操作人员断电,电气人员拆线,检修人员组装点火枪。组装点火枪时检查并清理密封面,更换密封齿形垫。由电气人员对点火枪高压电缆进行接线,在接线过程中,注意检查线路的连接正常,如陶瓷瓶两端的接线、接头紧固,陶瓷瓶安装时注意两层密封 O 型圈的安装,防止接线不良导致无法打火或接头选用不对导致击穿以及陶瓷瓶处泄漏等现象的发生。

第二次打火试验,点火枪组装完成后,电气人员负责连接电缆,进行组装后的打火确认工作。工艺操作人员提醒现场打火试验人员及安装人员进行打火试验,远离打火试验范围,确认后与中央控制室联系进行打火试验。相关技术员确认打火情况、火焰强度、火焰是否突出点火氧喷头,确认合格后工艺操作人员断电,等待点火枪安装通知。

点火枪在安装至气化炉前,若当日进行了二次打火试验合格,接到安装通知后可进行点火枪的安装。如果次日及以后安装则在安装前需再次进行现场打火试验确认,确认打火合格后方可安装。点火枪安装前对点火枪各安装法兰进行检查确认,密封面完好无缺陷;密封环系装配时的密封环,且完好无缺陷;齿形垫及各法兰垫片完好后安装;点火枪本体进行三氯乙烯脱脂处理。螺栓规格尺寸符合要求,螺栓均匀紧固。点火枪安装完成后联系电气人员连接电缆,仪表调试确认火焰检测装置合格后安装火焰检测系统。

2.2 点火烧嘴检查及检修

点火烧嘴检修前将点火烧嘴拔出,并平放至地面。检查点火烧嘴冷却水夹套和主氧分布器烧损情况。点火烧嘴冷却水夹套出现烧损裂纹,需进行补焊或更换。

对点火烧嘴冷却水夹套端面进行手工打磨,打磨完成后对端面进行厚度检测,测厚时应进行多组多次测量,并进行标记和记录,与烧嘴夹套端面原壁厚 5mm 的数值进行对比,壁厚小于 4mm 时需对烧嘴夹套端面进行更换。对烧嘴冷却水夹套端面着色检测,检查有无裂纹并标记裂纹位置,再将主氧分布器切除、取出,对水夹套端面与外缘连接处进行着色检测,标记裂纹位置。对标记裂纹长度小于 20mm,宽度小于 1mm 的裂纹进行打磨,打磨至无裂纹后,对冷却水夹套进行补焊。补焊使用氩弧焊堆焊,选用 NiCrFe-3 焊丝,小电流由内圈开始,逐圈补焊至略高于原始厚度。焊接完成后,打磨堆焊层至原始夹套壁厚。对烧嘴冷却水夹套端面再次进行着色检测,检测无裂纹视为焊接合格。点火烧嘴端部更换或维修完成后需对烧嘴长度进行复测,复测合格后,安装试压法兰,进行试压,试压介质采用脱盐水进行,试压压力为 0.4MPa,保压 30min,若压力无明显下降且点火烧嘴冷却水夹套端部无液体渗出,视为试压合格。回装主氧分布器,回装前由技术负责人员确认该分布器完好可用,方可回装。分布器安装到位后,前端应突出冷却水夹套端部 0 ~ 3mm。主氧分布器与定位套筒采用焊接形式连接,采用氩弧焊方式进行焊接,要求必须满焊,满焊完成后对焊肉进行着色检测,检查有无焊接缺陷。若点火烧嘴冷却水夹套烧损严重,无法进行焊接修复,则需对冷却水夹套进行整体更换。点火烧嘴冷却水夹套更换前,焊接人员对点火烧嘴水夹套备件尺寸进行测量,按测量尺寸对点火烧嘴水夹套切割作业,要求切割长度与备件长度保持一致,即点火烧嘴水夹套端面备件焊接完成后,烧嘴长度应保持不变,焊接时应进行精确定位,保证新水夹套与烧嘴的同心度。

2.3 主烧嘴检查及检修

主烧嘴检修前需松开与主烧嘴连接的相关螺栓,拔出悬空在其放入夹套保护前,对烧嘴夹套端面和内外表面进行肉眼观察。若出现裂纹、漏水,则将主烧嘴返厂,对裂纹区域进行打磨、着色,确认区域后进行堆焊修复。主烧嘴放入夹套支撑工装后,对主烧嘴冷却水端面进行打磨着色检测,检测出现裂纹时 also 需对主烧嘴进行返厂维修。在主烧嘴放入支撑工装固定后,使用强光手电对主烧嘴三根煤粉管线出口处进行检查,出现明显磨损时需对磨损深度进行测量,磨损超过 5mm 时需对主烧嘴进行返厂维修,磨损部位堆焊完成后表面需喷涂 0.5mm 以上碳化钨耐磨层,以保证主烧嘴抗煤粉冲刷的耐磨性。主烧嘴装配尺寸严格按照《GSP 气化炉烧嘴装配图》图纸要求进行装配。

主烧嘴的安装在烧嘴支撑安装完成后开始,并在各项检查测量均合格后安装。清理烧嘴支撑大法兰密封

面,检查支撑及主烧嘴安装大法兰密封面完好并清理干净,密封八角垫完好无缺陷后安装,紧固螺栓。烧嘴其他管线法兰密封面检查并清理干净安装,检查密封垫完好可用,若需更换,确认密封垫规格尺寸材质正确后安装。主烧嘴冷却水停用,原管线安装盲法兰将管口封堵。主氧管线安装前对各法兰及密封垫采用三氯乙烯进行脱脂处理。主氧管线螺栓均为不锈钢螺栓。各法兰螺栓规格尺寸符合要求,螺栓均匀紧固。

3 烧嘴支撑检查和检修

烧嘴支撑规定为气化炉长工作寿命部件,烧嘴支撑的使用寿命由烧嘴支撑内侧的耐火材料和本体冷却盘管系统来决定,此外烧嘴支撑冷却水的冷却效果和水冷壁系统操作要求也是烧嘴支撑使用寿命的关键因素。单炉检修需对烧嘴支撑进行检查试压,烧嘴支撑拔出前需拆除与烧嘴支撑相连接的所有法兰的螺栓。因烧嘴支撑为不规则形状且重量较大,在吊起整个烧嘴支撑前,需将钢丝绳安装在烧嘴支撑的吊耳上。烧嘴支撑吊出口后必须放在烧嘴支撑专用翻转支撑架上,在烧嘴支撑与支撑架之间放置适当的缓冲弹性材料以防止对密封面的损坏。烧嘴支撑的耐火材料和冷却盘管的检查需使用烧嘴支撑翻转装置进行。检查前使用对烧嘴支撑翻转装置对烧嘴支撑进行翻转,检查冷却盘管表面挂渣情况,判断挂渣是浮渣还是结块硬渣,是否存在流态结渣,盘管是否有裸露管表面的地方。检查捣打料完好情况,对锚固钉进行测量,若捣打料覆盖在锚固钉上,且锚固钉长度在 10mm 以上,则为耐火材料完好。

若烧嘴支撑内侧捣打料脱落损坏严重或有泄漏点则需进一步进行检查确认。检查前确定需要清理的区域和标准,对烧嘴支撑盘管需要清理区域的挂渣和捣打料进行人工清理。清理使用风镐或 220V 电锤进行,将冷却盘管间隙及锚固钉间隙内的挂渣和捣打料彻底清理,清理完成后用钢刷进行表面清理,要求盘管表面无挂渣或捣打料存在。清理时严禁使用工器具对盘管表面固定点和锚固钉根部长时间冲击,防止盘管变形和锚固钉脱落。清理完成后,先焊接、修补肉眼可观察到的漏点或裂纹。焊接修补完成后对修复区域进行打磨,打磨后焊接口进行 100% 视觉检测,100% 着色检测 (PT),如进行换管焊接的还需进行 100% 焊缝 X 射线检测 (RT)。其中 PT 检测 I 级合格,RT 检测 II 级合格。无损检测按照 JB4730-94《压力容器无损检测标准》进行,裂纹、鼓包、变形、过烧、蠕变等缺陷按规定进行修理,承压壳体缺陷处理按国家《压力容器安全技术监察规程》执行。完成后用打压泵进行水压试验,水压试验必须按照相关规定进行,要求水压试验压力 8MPa,保压

30min,观察有无压降,烧嘴支撑盘管有无泄漏。保压合格后对缺失锚固钉进行焊接,锚固钉长度小于 10mm 或者缺失的需进行打磨补充,焊接前将锚固钉打磨至略高于盘管表面 1 ~ 2mm 左右为宜。对更换盘管或打磨后的盘管进行锚固钉焊接时,选用 $\phi 10 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$,材质为 310S 的锚固钉,配套相应规格磁环。作业时使用专用螺柱焊机进行焊接,焊接后要对锚固钉高度进行复测,焊接补充后的锚固钉高度必须大于 15mm。锚固钉密度为横向间隙 10mm,竖向保证 4 颗以上,盘管锚固钉数量不少于 300 颗 / 米。锚固钉焊接的强度检查标准为使用 0.25kg 铁锤正常敲击锚固钉不脱落。焊接完成后进行一次水压试验。锚固钉焊接完成验收合格后开始在盘管表面敷捣打料,捣打料及粘接剂配合使用,施工前确认耐火材料质量证明。GSP 气化炉烧嘴支撑内侧盘管表面使用捣打料品牌为 CALDE RAM PS68HR,主要成分为磷酸捣打料干粉,需与粘接剂按规定配比,人工捣打进行施工。施工时将泥状材料敷于盘管表面,锚固钉周围敷实,耐火材料表面使用抹块抹光。严禁在施工中出现因各种原因导致的耐火层分层。耐火层厚度要求大于 25mm,以高于锚固钉 5 ~ 10mm 为宜。耐火衬里的养护根据粘接剂的不同,在环境空气湿度很大的情况下,避免耐火材料受潮。施工后要保证耐火层及周围环境干燥,自然状态下的养护温度控制在 5 ~ 30℃。

4 结语

GSP 气化炉烧嘴系统的检修质量是气化炉长周期稳定运行的关键。烧嘴系统的检修装配精度和维修难度较大,烧嘴系统是 GSP 气化炉检修质量标准要求最高的部件。所以要严格按照检查标准和检修步骤,参照各类规范标准进行检修,保证烧嘴的检修质量,杜绝安全运行风险,延长气化炉的运行周期。

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(04):44-48.
- [2] 陈杰,冯国君,闫波.GSP 气化炉运行负荷提升至 120% 的控制策略与效果分析[J].煤化工,2016,44(06):39-41.
- [3] 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,2014,41(05):69-71.
- [4] 赵宝宝,杜斌,杨帆.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.