

浅析 GE 水煤浆气化炉备炉检修要点

刘立国（中海石油华鹤煤化有限公司，黑龙江 鹤岗 154111）

摘要：本文针对 GE 水煤浆气化炉的结构进行了介绍，对气化炉常规备炉检修的检查要点、注意事项及检修方法进行了阐述，为同类型气化炉检修提供借鉴和参考，保证气化炉检修质量，长周期安全稳定运行。

关键词：气化炉；检修；要点

Abstract: In this paper, the structure of Ge coal water slurry gasifier is introduced, and the inspection points, precautions and maintenance methods of conventional standby gasifier maintenance are described, which can provide reference for the maintenance of the same type of gasifier, and ensure the quality of gasifier maintenance and long-term safe and stable operation.

Keywords: gasifier; overhaul; key points

0 前言

中海石油华鹤煤化有限公司气化装置采用的是 GE 水煤浆气化工工艺，配套 3 台气化炉，2 开 1 备，是中国海油集团第一套煤化工装置。由于煤化工的特殊性，每套气化炉系统的运行与检修都是周期性的，所以做好气化炉系统的周期性检修维护工作是保证系统长周期稳定运行的基础。本文对气化炉周期性检修的相关问题进行了阐述和分析。

1 GE 水煤浆气化炉系统简介

气化炉是煤气化装置中最关键的设备之一，用以将高压煤浆泵送来的煤浆和空分来的氧气进行反应，以制备合成氨所需的合成气（粗煤气）。

来自煤浆槽的浓度约 62~65% 的煤浆，由煤浆给料泵加压，送入 GE 三流式烧嘴，煤浆与空分工段来的氧气经烧嘴混合雾化后进入 GE 气化炉上部的燃烧室，进行部分氧化反应，反应在 1300~1400℃、6.5MPa 条件下进行。在炉内反应生成的合成气（主要成份为：CO、H₂、水蒸汽、CO₂ 以及少量的 H₂S、COS、N₂、Ar、CH₄ 等）与未反应的呈熔融状态的灰渣一起出气化炉底部，经过均布激冷水的激冷环和下降管进入激冷室的水浴中冷却。熔融状态的灰渣经过冷却固化，落入激冷室底部，经破渣机破碎除去大块渣后排入锁斗，最后排入渣池。被激冷水冷却并饱和的粗合成气，向上穿过下降管与上升管之间的环隙，并经过激冷室上部的挡板，折流后由合成气出口管线导出，去文丘里洗涤器。在文丘里洗涤器内合成气经收缩管增速，在喉管处与激冷水泵来的水充分混合出去一部分灰尘，在达到增湿目的同时，使细小融渣与合成气分离进入洗涤塔。

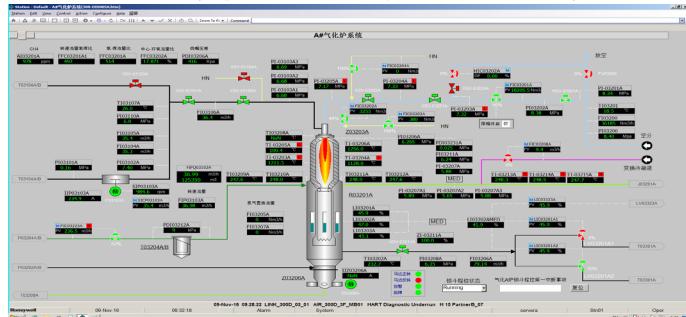


图 1 气化炉系统工艺流程图

2 GE 水煤浆气化炉备炉检修要点

2.1 气化炉的结构及工作原理

气化炉主要分激冷室与燃烧室两个部分，呈圆筒状，顶部有烧嘴安装口，底部连接破渣机。燃烧室为氧气和水

煤浆的燃烧反应提供了空间，而激冷室则是对反应后的气体和熔渣进行了激冷和分离。

燃烧室内衬耐火材料，就燃烧室筒体来说，从设备内到外依次为热面砖、背衬砖、隔热砖和可压缩层（膨胀材料）。衬里材料结构为：炉膛基本为竖向直筒，上面为球形拱顶，下面为收缩的渣口结构，即锥底，在使用中蚀损最严重的部位是向火面砖。气化炉在激冷室设置了上升管及下降管与激冷环焊接相连。结构图如图 2 所示。

气化炉气化装置中的核心设备，用于水煤浆的加压气化，为后系统生产提供粗原料气。我公司采用的气化炉为美国 GE 公司的德士古水煤浆气化专有技术。工作时高压煤浆与氧气通过工艺烧嘴喷入预先升温到 1200℃ 的燃烧室内，反应生成粗煤气和熔渣，粗煤气穿过激冷室内水层通过上升管和下降管之间的环隙从气化炉出口进入洗涤塔，熔渣则通过激冷室冷却经破渣机破碎进入捞渣机渣池。

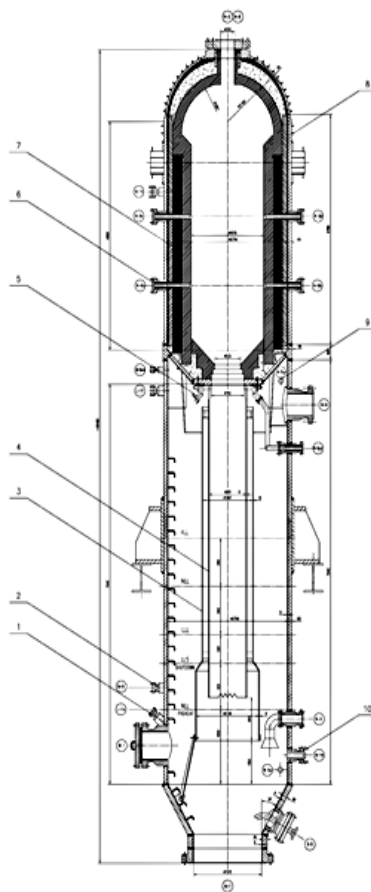


图 2 气化炉结构图

（下转第 230 页）

于 $\pm 0.020\%$, 检测结果符合 GB/T 37632-2019 化学纤维二氧化钛测试重复性要求, 数据可信, 详见下表:

同一样品的绝对差值

样品	TiO ₂ 含量 (%)	绝对差值 (%)
1	0.305	0.001
2	0.304	0
3	0.303	-0.001
平均值	0.304	

3 结论与讨论

根据光的吸收定律, 吸光度与吸光物质的含量成正比, 这是文本进行定量检测的基础, 也是根据这一原理进行展开阐述的。本文采用浓硫酸和强双氧水在加热条件下溶解聚酯切片, 用过氧化氢为显色剂, 将生成的黄色络合物 $[\text{TiO}_2(\text{SO}_4)_2]^{2-}$ 溶液, 在 410nm 波长下用紫外可见分光光度计测定钛含量, 并对该方法进行了一系列的改进和完善,

最终确定溶液的酸度、显色剂的用量、显色时间、测定波长等条件。

本方法测试方便快捷, 实验容易操作且经济省时, 检测结果准确可信, 绝对差值在 $\pm 0.020\%$ 以内, 完全符合分析要求, 满足生产所需。

参考文献:

- [1] 武汉大学等. 分析化学 (第四版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [2] 郭德济等. 光谱分析法 (第二版) [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1994.
- [3] GB/T37632-2019. 化学纤维二氧化钛测试方法 [S]. 北京: 国家能源局, 2019.
- [4] GB/T14506.8-93. 硅酸盐岩石化学分析方法二氧化钛 [S]. 北京: 国家能源局.

(上接第 228 页)

2.2 设备技术性能

气化炉为煤气化的核心设备, 用于水煤浆的加压气化, 为合成氨生产提供粗原料气。我公司采用的气化炉为美国 GE 公司的德士古水煤浆气化专有技术。

气化炉正常工作时内部介质为 O₂、H₂、CO、CO₂、H₂O、H₂S、N₂ 和炉渣, 工作压力为 6.5MPa, 设计压力为 7.15MPa, 燃烧室工作温度为 1350℃, 激冷室工作温度均为 250℃。

技术特性见表 1。

表 1 技术特性表

序号	项目	气化室	激冷室
1	工作压力 MPa (G)	6.5	6.5
2	设计压力 MPa (G)	7.15	7.15
3	壳体工作 / 最高温度℃	260/427	257
4	壳体设计温度℃	455	455
5	介质	高温煤气、熔渣	煤气、熔渣、黑水
6	液压试验压力 MPa	11.3	11.3
7	主要受压元件材料	SA387 GR11 CL2	SA387 GR11 CL2+ 堆焊 S.S
8	壳体直径 (mm)	Φi=2756	Φi=2756
9	壳体壁厚 (mm)	88	88+6
10	腐蚀余量 (mm)	6	3
11	封头壁厚 (mm)	50	
12	设备总长 (mm)	16400	
13	气化室容积 (m ³)	~15	
14	气化室耐火衬里主要材质	向火面砖	高铬砖, 228mm
		支撑砖	铬刚玉砖, 200mm
		隔热砖	Al ₂ O ₃ 空心球砖, 100mm
15	容器类别	Ⅲ类 (A2)	
16	设备净重 (t)	设备净重量 (金属) 132,000kg	
		设备炉衬重量 (非金属) 75,000kg	

2.3 检修要点

根据近年对气化炉检修的情况, 对气化炉检修的主要内容归纳总结如下:

2.3.1 激冷室

激冷室内主要有上升管、下降管、激冷环、内环等部件, 起到给高温粗煤气降温、除灰、冷却炉渣的作用, 是气化炉检修的重要环节。主要检查以下部位:

- ①下降管是否冲蚀孔洞、高温变形。防止高温合成气不经过激冷室直接进入上升管外侧, 造成托砖板温度升高;
- ②激冷环是否冲蚀孔洞、龟裂, 流道是否堵塞。可能使激冷水直喷导致熔渣在渣口处激冷架桥堵塞渣口。也可能导

致下降管不能形成水膜而损坏; ③检查内环冲蚀情况, 是否开裂。内环开裂可能导致高温气体串入炉砖与壳体之间, 使壳体烧穿; ④上升管是否冲蚀孔洞、高温变形; ⑤检查合成气出口管口处积灰情况, 积灰过多将影响开车投料, 容易堵塞合成气管道; ⑥检查一圈托板是否有变形, 变形严重将导致托砖板脱落, 造成事故; ⑦检查上升管与下降管之间支撑板及紧固螺栓情况; ⑧检查上升管底部 8 条支撑腿及螺栓紧固情况; ⑨ 4 根激冷水管拆卸, 检查堵塞情况及法兰冲刷情况。

2.3.2 燃烧室

燃烧室是水煤浆与氧气化学反应的腔室, 是气化炉检修的管件部位, 主要是各部位耐火砖的检查, 具体如下:

- ①检查渣口砖及锥底砖冲刷情况并测量尺寸;
- ②检查筒体砖冲刷情况并测量;
- ③检查拱顶砖各层冲刷情况并测量尺寸;
- ④检查炉口砖冲刷情况;
- ⑤对各部位炉砖尺寸与标准尺寸对比, 计算各部位炉砖冲刷量, 评估换砖事宜;
- ⑥根据检查情况编制炉砖砌筑更换方案, 按照方案执行。

2.3.3 外部检查

气化炉外部检查也至关重要, 关系到开车后是否泄漏、测点等是否准确, 避免由此造成停车, 主要如下:

- ①检查炉盖法兰密封面;
- ②检查炉盖及烧嘴紧固螺栓;
- ③炉体表面热耦是否有损坏;
- ④人孔法兰密封面及紧固螺栓情况。

3 结束语^[1]

根据近年的运行及检修经验及规律摸索, 可以合理的对气化炉运行周期及检修周期进行计划, 时系统及设备运行在最合理的周期内。水煤浆气化工序中, 确保整个系统安全稳定运行是一个非常重要的课题。就中海石油华鹤煤化有限公司的气化装置来说, 根据单台气化炉运行情况, 合理的计划安排单台气化炉的运行周期和备炉检修周期, 提高备炉检修的质量, 以便有计划地进行倒炉备炉, 确保 2 开 1 备, 是实现气化装置“安稳长满优”运行的关键所在。

参考文献:

- [1] 闫富国. 浅析 GE 水煤浆气化装置检修要点 [J]. 化肥设计, 2012, 50(3): 40-42.