

气化炉激冷室积灰原因分析及防范措施

王明兰 满孝辉 盖伟伟

联泓（山东）化学有限公司

摘要：某公司因气化炉激冷室积灰，造成停车检修，本文从气化炉开车期间的运行情况、激冷室积灰后生产波动情况以及停车后激冷室拆检情况，分析气化炉激冷室积灰的原因，以此汲取经验，提出防范措施，具有借鉴意义。

关键词：气化炉；激冷室；积灰

1 基本情况

某公司采用的多喷嘴对置式水煤浆气化工艺属于气流床气化工艺。浓度约 62.5% ~ 63% 的煤浆，利用高压煤浆泵与空分产的高压氧气（纯度 > 99.6%），通过 4 个均布在同一个水平面的工艺烧嘴，对喷进入气化炉。在气化炉内雾化，对喷撞击形成 6 个特征各异的流动区，利用煤部分氧化（燃烧）释放热量，维持在该煤种的灰熔点温度以上 50 ~ 100℃ 进行气化反应。

其中，气化炉由燃烧室和激冷室两部分组成，煤浆和氧气在燃烧室内发生不完全氧化反应生成富含一氧化碳和氢气的煤气，煤气和煤燃烧后的灰渣一同向下穿过渣口和激冷环喷射出的激冷水，沿下降管进入激冷室底部的水浴中。水洗降温后的大部分灰渣冷却后落入激冷室底部，在重力和循环水的双重作用下，经破渣机破碎后进入锁斗，最后间断排出气化炉；水洗降温后的粗煤气经四层横向分布的破沫条后出激冷室，后依次经旋风分离器和水洗塔初步净化后送至变换装置。

激冷室对于合成气起到降温冷却作用，对于合成气中的煤灰起到洗涤分

离作用，是气化炉中保证后续工艺顺利进行的关键设备。

现有的激冷室内构件分为两类，一类是德士古气化炉采用的上升管与折流板组合结构^[1]。另一类是多喷嘴气化炉采用的破泡条结构^[2]，即我公司所使用的结构类型，一般有 4 层破泡条，布置在下降管与外壳之间，且每两层破泡条相互垂直布置，作用是刺破合成气水浴时产生的气泡，增大合成气与水的接触面积，提高洗涤效率。破泡条不具备二次折流功能，合成气通过环形洗涤区域后，从激冷室上部的出口排出，相比于上升管结构，其合成气流速更低、分离空间高度更大，对避免非正常带水有一定好处。其缺点是破泡条上容易积灰和结垢，增加了检修的难度和工作量，延长了检修的时间；同时，破泡条不易固定，如果掉落会对破渣机造成不利，没有破渣机则可能卡住锁渣阀和捞渣机的链条^[3]。

某公司每台气化炉具有 3 个双法兰差压液位计（液相在破沫条下部，气相在破沫条上部），气化炉正常运行时液位一般控制在 2.4 m 左右。2017 年公司扩产时，激冷室无法进行改造，导致扩

产后激冷室热负荷和内部气体流速增加 33%，气化炉液位控制受限，正常运行液位 2.4 m 左右，当液位超过 2.5 m 时气化炉带水带灰严重，约在从下数第一和第二层破沫条之间，气化炉简图如图 1 所示。

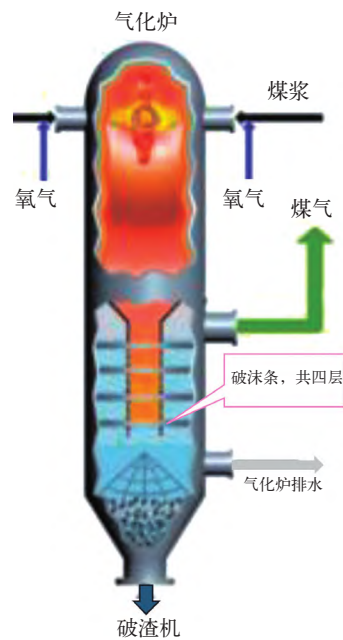


图 1 气化炉简图

2 气化炉本周期运行情况

某公司气化炉 10 月 9 日开车，11

月底渣口压差上涨后维持稳定, 12 月 20 日更换烧嘴后渣口压差恢复正常, 后期仍有小幅度上涨, 由于气化炉运行周期短、锁斗压差正常、水煤气气体组分正常、气化炉个测点温度正常, 综合判断为合成气出口处结垢堵塞。图 2 为气化炉运行周期内渣口压差趋势图。

1 月 28 日因阀门故障原因更换锁斗充压阀 XV1217C, 期间气化炉 66 min 未排渣, 激冷室积渣约 5 t。之后, 气化炉 3 个液位计同时缓慢上涨, 趋势如图 3 所示。

结合以往经验以及气化炉合成气出口温度、渣口压差、混合器压差综合判断为激冷室破沫条积灰严重导致激冷室上下压差增大, 表现为液位计(双法兰差压式液位计, 液相在激冷室破沫条下部, 气相在激冷室破沫条上部)满量程。后加大破渣机运行频率, 由按需要开启改为每班开一次, 同时保持气化炉进水稳定降低气化炉排水, 使气化炉始终处于轻微带水状态, 效果不明显。

3 气化炉停车检查激冷室情况

装置停车拆检后发现激冷室破沫条上部积满相对松散的灰渣, 破沫条间局部积灰严重。图 4 为拆开后激冷室的积灰以及清洗后的激冷室。

除此之外, 拆检过程中发现其它异常。正常情况下, 气化炉运行一段时间后气化炉排水管线内壁会形成质地较硬的垢片。本次拆检发现气化炉排水管线中积灰较多, 导致管道堵塞比较严重, DN250 的管道还剩不到 1/3 的通道, 如图 5 所示。结合水循环量进一步证明在运行过程中出现过气化炉排水严重带灰。

图 5 中的灰白色是垢片, 质地较硬, 受灰水硬度影响较大。灰黑色是积灰, 质地松软, 主要来源是燃烧后的煤灰未能正常的进入锁斗, 随着激冷水进入气化炉排水管线形成。

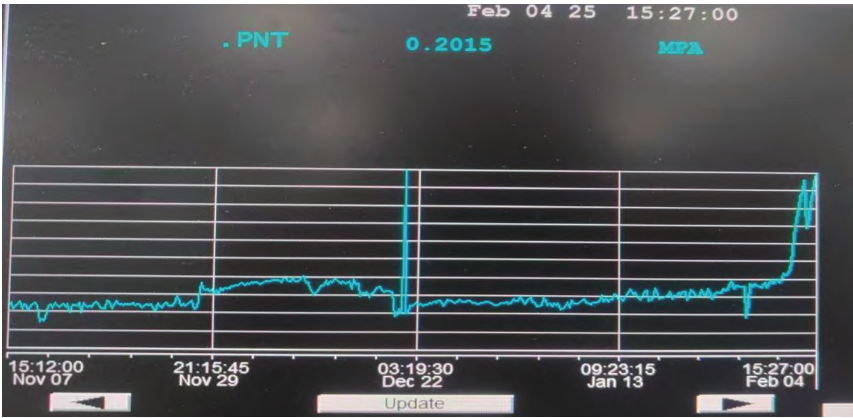


图 2 气化炉运行周期内渣口压差趋势图



图 3 气化炉液位计液位趋势图

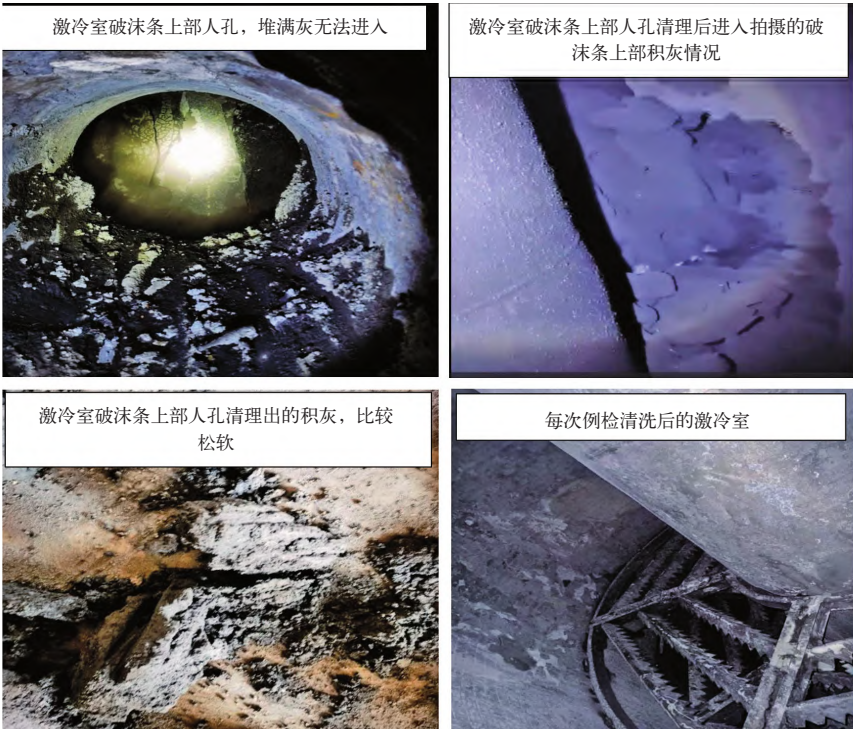


图 4 拆开后激冷室的积灰以及清洗后的激冷室

4 激冷室积灰原因分析

水煤浆气化炉激冷室积灰其原因

主要与工艺参数控制、煤质特性、系统水质、系统波动、设备运行等因素密切



图 5 拆检后的气化炉排水管线堵塞情况

表 1 两运行周期工艺指标控制对比

项目		上周期	本周期
系统负荷	气化炉转速	1135 r/min	1135 r/min
炉温监控指标	甲烷	796 ppm	873 ppm
	氧煤比	495	496
煤浆质量	煤浆浓度	62.18%	62.15%
	煤浆黏度	798 mPa·s	825 mPa·s
气化炉进水	激冷水量	350 m³/h	359 m³/h
	锅底冲洗水	41 m³/h	42 m³/h
气化炉排水	气化炉排水 (流量计因结垢不准)	146 m³/h	203 m³/h

相关。

4.1 工艺控制因素

从表 1 两运行周期工艺指标控制对比，可以看出工艺控制因素不是本次气化炉激冷室严重积灰的主要原因。

4.2 煤质特性因素

经对比，两运行周期内使用同一种煤，煤浆浓度和黏度相差不大，因此煤质变化不是导致本次气化炉激冷室严重积灰的主要原因。

4.3 系统水质因素

经对比，两运行周期内，水质整体硬度偏差不大，因此系统水质不是引起本次气化炉激冷室严重积灰的主

要原因。

4.4 系统波动因素

气化炉 10 月 9 日开车；11 月 10 日高压煤浆 F 软管故障带压联投一次；11 月 17 日因锁斗 XV1215 阀门螺栓松动在线更换阀门；12 月 19 日高压煤浆泵 F 缸头螺栓断裂单烧嘴运行一天，12 月 20 日停车更换烧嘴后继续运行；1 月 27 日高压煤浆泵 E 油缸串油带压联投；1 月 28 日因锁斗 XV1217C 气缸串气在线更换。

4.5 设备运行因素

在激冷室和锁斗之间设置了破渣机，以便破碎大块渣，原始设计破渣机

是不间断运行。综合考虑到：正常运行时一般不含有大块渣；当排渣出现堵塞时锁斗循环泵流量会降低；部分新上同类装置已取消了破渣机；长时间运行，破渣机填料容易泄漏，以往出现过 2 次因破渣机填料泄漏被迫停车。2021 年开始破渣机的运行模式由不间断运行改为按需运行（排渣堵塞时，即锁斗循环泵流量降低时）。1 月中下旬至 2 月初，排渣堵塞相对频繁，破渣机开启也相对频繁。

综上所述，工艺控制、原料煤、系统水质非本次气化炉激冷室严重积灰的主要原因。结合拆检情况，积灰主要集中在破沫条间及上部，积灰质地较松软，非长时间积灰所产生（积灰产生时间较长的积灰质地会比较硬）；同时，根据 1 月 28 日 XV1217C 因气缸串气更换，气化炉 66 分钟未排渣，更换后气化 C 炉三个液位计同时缓慢上涨的现象；以及结合近期频繁启动破渣机，且在换阀前为启动破渣机，则换阀前破渣机上部有积渣的可能，所以造成本次气化炉激冷室严重积灰的原因可概括为以下两点。

4.5.1 直接原因

本次气化炉更换 XV1217C 期间，由于气化炉长时间没能正常排渣，大量的灰渣堆积在气化炉激冷室底部，部分灰渣在下降管出口气流的搅动下带到破沫条上部在破沫条上部堆积架桥导致。

4.5.2 间接原因

气化炉正常运行期间更换锁斗阀门时有发生，对比近一年锁斗阀门更换期间运行数据，主要影响指标统计见表 2。

通过表 2 可以看出，1 月 28 日气化炉更换 XV1217C 时运行周期长，运行周期内灰水硬度超标次数多，且入炉煤灰分偏高灰渣产量大。

如此，本次气化炉激冷室严重积灰的间接原因：由于更换阀门前运行周期长，运行期间水质差，激冷室结垢严重，易在破沫条上部积灰架桥，恰逢入

表2 近一年锁斗阀门更换期间主要影响指标统计

阀门位号	截止换阀时气化炉运行时间 /d	运行期间灰水硬度超标天数 /d	换阀当日入炉煤灰分 (%)
XV1217B	1	1	8.61
XV1217C	1	0	7.7
XV1213A	117	0	7.59
XV1219C	36	0	7.34
XV1215C	93	0	7.98
XV1215C	39	2	7.63
XV1218A	100	6	7.84
XV1217C	111	13	8.21

炉煤灰分高,灰渣产量大,进一步加剧了积灰架桥的风险。

5 优化防范措施

1) 加强对锁斗阀门的例检和维护,结合阀门使用效果优化阀门下线例检周期,避免气化炉运行期间更换锁斗阀门。

2) 优化破渣机运行模式,由当出现破渣机上部堵塞后间断开启改为每班

运行 10 min,确保破渣机上部通畅、不堵塞、不堆积灰渣。

3) 在更换锁斗阀门前后、气化炉激冷室超过 30 min 未排渣、渣口压差波动、气化炉成分异常波动等异常波动时及时开启破渣机。

4) 加强方案编写的深度和广度,并根据实际情况优化处置方案:针对锁斗阀门更换方案,将气化炉运行时长、

运行期间水质、煤浆浓度灰分变化、渣口压差、烧嘴压差等指标纳入方案编写关注内容;阀门更换前后保持破渣机正常运行;阀门更换完成锁斗运行 3 个循环后,短时间降低气化炉排水,提高气化炉液位冲洗破沫条上部残留的灰渣。

5) 加强水质监控和水质异常原因排查,及时调整系统补水、煤炭配比和分散剂用量,保障水质稳定,减缓结垢速率。

参考文献:

- [1] 王伟. 德士古气化炉激冷室内部工艺过程的分析 [J]. 全国煤气化技术通讯, 2005(6):3.
- [2] 徐超. 多喷嘴气化工工艺各工段堵塞结垢的分析 [J]. 煤化工, 2017, 45(3):4.
- [3] 孔德升. 煤气化破渣机运行问题及处理 [J]. 大氮肥, 2016, 39(04):229-231+234.

关注 流程工业 视频

设备解析 课程集锦

氢能时代 技术分享

最新资讯 展会直击

材料前沿 企业故事

流程工业

视频多平台矩阵

粉丝量 **200,000+**

高效推广新阵地

解读全球流程工业领域工程、设备和技术应用成果
不定期直播, 分享行业智慧

广告