

# 影响水煤浆气化炉长周期运行的若干问题

赵 斌

国家能源化工分公司 甘肃武威 733000

**摘要:** 水煤浆气化工艺是美国德士古石油公司在重油气化的基础上发展起来的, 于20世纪80年代投入工业化生产, 成为具有代表性的第二代煤气化技术。该技术是将煤炭与一定量的添加剂在磨机中水磨, 获得类似油浆的悬浮液体, 然后与氧气在加压和高温的气化炉内进行燃烧反应制得合成气。针对水煤浆气化炉工艺烧嘴、激冷环在运行中出现的问题进行原因分析, 并提出改进措施, 从而有效延长气化炉运行周期。

**关键词:** 工艺操作; 设备故障; 处理措施

## 引言:

我国是一个“富煤、贫油、少气”的国家, 这样的能源特点决定了我国需要充分利用煤炭资源优势, 但煤炭同时带来的资源、环境、生态和安全问题也越来越突出。因此, 煤炭资源的清洁利用是当前我国面临的一个关键课题。水煤浆是我国洁净煤计划发展中的一项重要技术, 其作为洁净煤燃料和气化原料, 一直受到国家及地方政府部门的重视。其中, 煤气化技术已成为现代煤化工洁净煤技术的重要组成部分, 而作为目前先进的水煤浆气化技术, 美国GE公司的德士古水煤浆加压气化技术具有煤种适应性强、碳转化率高、适合做化工合成原料气、三废处理方便、操作稳定等优点, 是应用最广泛的煤气化技术之一。

## 一、激冷水的原因

### 1. 现象

(1) 激冷水管线堵塞或泄漏; (2) 激冷水泵故障; (3) 激冷水泵入口、出口管线结垢, 流通面积变小; (4) 液位计故障; (5) 激冷水过滤器堵死; (6) 水质差导致液位及温度无法正常。导致工艺气出口处温度过高、气化炉激冷室液位过低、工艺气含水量增加、激冷室内部黑水循环量急剧增大、工艺气将严重带灰和水、系统工艺参数偏离正常, 这些情况都极有可能造成系统出现停车现象。

### 2. 技术改造

针对以上问题的处理措施: (1) 原料控制方面。严格控制煤质, 选择低灰分含量、低灰熔点以及低硫、氯

含量的优质煤种。煤的灰熔点高, 激冷水系统温度升高,  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 大量析出, 加速系统结垢堵塞; 灰分含量高, 也会造成激冷水系统灰渣颗粒含量增加, 容易产生灰渣积聚堵塞的同时造成系统冲刷磨损; 低硫、氯含量的煤可以有效地降低系统中 $\text{H}_2\text{S}$ 、 $\text{Cl}^-$ 浓度, 减缓化学腐蚀的速率。(2) 系统控制方面<sup>[2]</sup>。首先维持气化系统工艺操作的稳定性、减少气化炉开停车次数, 避免工艺参数的大幅变化使系统波动, 造成的设备管线垢层脱落引起的系统堵塞和设备管线冲刷磨损; 其次是控制好激冷水系统平衡与水质, 根据取样分析结果及时调整分散剂、絮凝剂等辅助药品的加入量, 降低激冷水系统的总硬度和氨氮浓度, 并保证激冷水系统的pH值在合适的范围内; 最后利用系统停车检修机会对系统关键设备、弯头、盲法兰点等易积渣死角部位进行高压水清洗, 彻底清除系统内垢层与积渣。

## 二、工艺烧嘴外氧喷头龟裂问题

### 1. 现象

由于外氧喷头的端面迎着炉内的高温工艺气, 加之工艺烧嘴出口处射流速度高, 也造成在烧嘴头部有较大的热返流, 使烧嘴头部处于较高的温度区间, 另外煤中的硫元素也会在金属表面发生高温硫化腐蚀, 破坏金属表面致密的氧化膜<sup>[3]</sup>。金属长期在这样的高温、高压环境下工作, 金属金相组织结构就会发生变化, 这样就会形成不规则的裂纹。

### 2. 技术改造

(1) 增大工艺烧嘴伸入气化炉的尺寸。原工艺烧嘴外氧喷头端面至烧嘴大法兰密封槽外圈平面的距离为847.0mm, 将该距离由847mm加大至890.0mm, 增大了43mm。在烧嘴环氧、煤浆、中心氧压力不变的情况下, 该距离的加大可使烧嘴火焰黑区加长, 燃烧区下移, 烧

**作者简介:** 赵斌、男、汉族、出生日期: 1992.1、学历: 本科、职称级别: 助理工程师、研究方向: 工艺生产研究、邮箱: 604832421@qq.com。

嘴局部温度降低, 延长烧嘴使用时间。

(2) 外氧烧嘴喷头头部为圆弧面, 冷却室面积较小, 冷却效果较差, 运行30d后外氧烧嘴喷头头部开始出现龟裂。将外氧烧嘴喷头头部改为平面, 冷却室面积增大, 冷却效果提高, 工艺烧外氧喷头头部龟裂问题有较大改善。

### 三、大小黑水角阀扩散段易磨损泄漏

气化炉高负荷运行时, 气化炉底部排出的大黑水、洗涤塔底部排出的小黑水中固含量因气化原料煤灰分、气化炉负荷、气化炉操作温度及气化水循环量不同而有所差别, 黑水中含固量一般较高, 黑水进入闪蒸系统逐级浓缩, 由于其含固量较高和角阀前后压差高, 高温高压的黑水经过角阀进行减压后释放较大的能量, 对释放筒底部的耐磨板冲击较大, 极易造成角阀本体及其后扩散段易冲刷部位磨损, 现场频繁发生耐磨板磨穿, 一直制约气化炉长周期稳定运行, 泄漏严重时气化炉须减负荷退气降压处理。

#### 1. 现象

气化炉和洗涤塔来的高温高压黑水经角阀减压后, 黑水瞬间汽化膨胀, 流速急剧增大, 对黑水角阀阀芯的冲刷加剧, 在两相流的作用下黑水角阀三通处磨损最为严重, 极易泄漏。

#### 2. 技术改造

(1) 工艺上, 气化炉运行前期控制大、小黑水排量, 防止排量过大而造成角阀阀芯及扩散段过快磨损, 避免气化炉运行后期出现严重泄漏<sup>[4]</sup>; 同时, 通过原料煤掺烧从源头上控制入炉煤灰分, 优化气化炉操作温度, 控制粗、细渣比例。(2) 试用针对高压差、高含固量恶劣工况的新型耐磨管件, 采用外部20#钢无缝钢管+内部耐磨合金制作工艺制作, 耐磨管件内壁凹凸度 $\leq 1\%$ , 金相组织为M7C3+M23C7+二次碳化物+马氏体, 缓冲罐等设备内部强磨损区域设有导流平面及缓冲面等, 以分散物料冲击强度, 能保证设备实际运行时间延长一倍。(3) 对气化炉大、小黑水角阀释放筒长度进行延长, 通过增大减压后的黑水释放能量的空间, 同时高流速的黑水通过冲击释放筒内部较多的积水, 实现“以水抗水”的目的, 成功解决释放筒磨穿的问题。通过上述优化改进, 目前基本上消除了大、小黑水角阀后扩散段易冲刷部位的泄漏问题, 气化炉实际运行2~3个运行周期后检修补相应的耐磨件, 即气化炉高负荷长周期运行中黑水角阀后管线泄漏的瓶颈问题基本得到解决。

### 四、烧嘴头部损坏

#### 1. 现象

烧嘴是水煤浆气化炉的核心设备, 整套装置的大部分技术、经济指标都与烧嘴有关, 其性能的好坏、使用寿命的长短直接影响整个装置的运行质量。烧嘴运行中常出现的问题有:

(1) 烧嘴使用后期会出现煤浆喷头磨损大、雾化效果差等问题, 从而导致气化反应工况变差、碳转化率下降、渣中残碳升高, 有效气成分降低等情况, 总之就是同样负荷下粗煤气产量降低。烧嘴磨损后还会引起煤浆偏流、耐火砖寿命降低现象<sup>[5]</sup>; (2) 烧嘴外氧喷头水室龟裂、烧蚀、磨损严重会导致气化炉内高压气体窜入烧嘴冷却水系统, 导致气化炉跳车甚至并联运行的气化炉跳车; (3) 烧嘴冷却水盘管外部有大量积渣, 导致烧嘴拆卸时冷却水盘管拉长拉坏。

#### 2. 技术改造

为了更好地提升其运行质量, 要对压差参数进行合理性的控制, 将其约束在规定的数值范围内, 从而维持综合处理水平, 尽量避免压差参数不当产生的不良影响。第一, 将烧嘴压差控制在0.2~0.5MPa之间, 就能合理性控制氧气流速, 避免热回流问题, 也能减少烧嘴头部温度升高造成的龟裂问题; 第二, 合理性控制压差参数还能有效提升烧嘴雾化效果, 避免煤气化运行中有效气体含量不符合指标要求, 依据具体的操作流程和控制模块提升参数应用效果; 第三, 中心氧比例控制严格控制在14%~16%, 保证尺寸结构和煤浆流速相匹配, 维持稳定烧嘴压差的同时, 有效延长结构的运行时长。

### 五、下降管结构导致带水

#### 1. 带水现象

(1) 气化炉液位下降较快, 事故补水不及时很容易跳车; 此刻, 降低气化炉排水量, 气化炉液位可能不增反降。

(2) 文丘里洗涤器压差增大且波动较大; 由于合成气温度偏高, 合成气流量波动且带大量水, 经过文丘里洗涤器时气流通道变小导致阻力变大, 压差变大造成波动, 同时, 也造成文丘里洗涤效果变差。

(3) 洗涤塔液位升高, 洗涤塔补水阀关小, 洗涤塔粗煤气出口温度升高且粗煤气流量波动大; 由于合成气将气化炉内的水大量带入洗涤塔, 洗涤塔液位升高, 洗涤塔补水量降低, 水系统失调, 洗涤效果变差, 不能进行有效的传热传质<sup>[7]</sup>, 系统水质越来越差。

#### 2. 技术改造

因原料及工艺多方面因素的影响, 频繁发生气化炉带水现象, 被迫停车检修, 针对这一现象及结合气化炉

的内部结构,对下降管的结构进行了改造,第一次将下降管底部边缘的小锯齿更改为高约100mm大锯齿,经过现场运行发现对缓解带水问题效果不明显。因此继续对下降管进行第二次改造,将原有的下降管缩短200mm,同时在底部增设高约100mm大锯齿,改造投入运行后,效果明显。

#### 六、结束语

装置运行中出现的问题总是千差万别,很多问题都是我们始料未及的,这也对工艺人员进行设备操作时提出了更高的要求。因此要做到气化的长周期运转,操作员一定要细心,及时发现问题,汇报并处理问题。

#### 参考文献:

[1]颜愈丹.水煤浆气化炉合成气带水分析及处理[J].

大氮肥, 2019, 42(06): 426-428.

[2]蔺伟飞,王晶.水煤浆提浓改造方案及效果[J].中氮肥, 2019(06): 9-11+67.

[3]袁凡.德士古水煤浆气化工艺的探讨[J].内蒙古煤炭经济, 2019(20): 30+35.

[4]曹真真,王江涛,孟雪.水煤浆气化细渣脱水板框压滤机运行总结[J].大氮肥, 2019, 42(05): 292-294.

[5]赵建会.多喷嘴对置式水煤浆气化装置运行问题分析和优化[J].氮肥与合成气, 2019, 47(10): 25-28.

[6]聂永广,荣蕾,范勇,刘子续.水煤浆气化技术分析对比[J].广州化工, 2019, 47(19): 121-123.

[7]刘晓兵,GE德士古水煤浆气化炉带水分析[J].中国设备工程, 1671-0711(2020)04(下)-0171-02