

# 关于水煤浆气化炉控制方法的探讨

张宗洋

国家能源化工分公司 山东滕州 277500

**摘要:** 水煤浆气化炉氧煤比的控制不仅关系到气化炉运行的物料、热量平衡和效率,也涉及到安全。通过对气化炉控制方法的一些研究和探讨,达到合理控制氧煤比,实现安全稳定生产的目的。

**关键词:** 氧煤比; 气化炉; 控制; 安全

## 引言:

煤炭资源是我国的主要能源,在一次能源结构中处于主导地位。近年来在经济转型、环保加强等因素的制约下,煤炭消费增速明显放缓,煤炭高效加工、转化的龙头,也是煤炭清洁利用的关键,更是保障国家经济、能源安全和社会可持续发展的基础。煤气化技术已有近百年的历史,尤其在石油危机期间世界各国广泛开展了煤气化技术的研究。煤气化装置属高危装置,采用安全联锁系统对装置关键部位进行控制及联锁保护等,既是气化装置本身高危险性的需求,也是保障装置长周期稳定运行的需求,更是企业实现效益最大化的有力保障。

## 1 水煤浆气化炉常见问题

### 1.1 黑水管线磨损

黑水管线磨损是水煤浆气化最常见问题,特别是气化炉产生的黑水进入高压闪蒸罐的黑水闪蒸的角阀的冲刷腐蚀尤为突出。在气化炉运行初期,出现黑水角阀漏点停车事故10余次,漏点位置集中在黑水角阀阀座和角阀筒体三通及其附近,在线处理漏点难度大。每次出现气化炉都要倒气甚至停车,对漏点补焊或更换管段,给安全生产、效益运行带来较大隐患。公司利用气化炉系统检修的机会,将该角阀阀座和角阀筒体全部更换,但运行一段时间后,这些位置再次磨漏、穿孔。经过对割下的角阀阀座和角阀筒体及其前后部分管线仔细观察,发现磨损严重的部位全都位于角阀阀座和角阀筒体三通及其后约20cm直管段位置,磨损部位的角阀内壁凹凸不平,出现大大小小的冲击坑。分析认为,黑水中细小夹矸(主要成分为SiO<sub>2</sub>,硬度高)的微切削、犁沟和刺入方式引起角阀冲刷、侵蚀,是造成角阀破坏的主要原因。

当气化炉产生的黑水经闪蒸的角阀进入高压闪蒸罐,由于角阀后的压力突然降低,含固的黑水在高速流动过程中经过黑水角阀形成偏流。最终,冲刷腐蚀在角阀阀座和角阀筒体非常严重,这就是黑水角阀阀座和角阀筒体频繁出现穿孔的原因。而黑水中SO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>等物质的化学作用又加速了管道内壁的侵蚀<sup>[1]</sup>。

### 1.2 烧嘴头部损坏

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。(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。

### 1.3 气化炉炉口法兰泄漏

气化炉产生的水煤气含水量大,任何与水煤气接触且温度低于其露点温度的物体表面,都会形成液膜,而当液膜呈酸性时,会对物体表面造成严重腐蚀。对于水煤浆气化过程来讲,水煤气露点温度大约为205℃。特别是单喷嘴气化炉,炉口法兰位置在气化炉顶部,而产生的气体向气化炉底部运行,通过激冷环、下降管、上升管后从气化炉的中部出气化炉,造成气化炉炉口部分水煤气不流通。再加上烧嘴冷却水盘管的冷却作用,一般炉口温度为170℃左右,低于水煤气的露点温度,因此,炉口法兰密封面存在露点腐蚀<sup>[2]</sup>。

## 2 水煤浆气化炉控制方案

### 2.1 气化炉开车系统

**作者简介:** 张宗洋、男、汉族、1989.11.13、籍贯:滕州、学历:大专、职称:助理工程师、研究方向:煤化工、邮箱:869368953@qq.com。

该系统是一个自动顺序控制逻辑系统,负责对气化炉的状态进行初始化,建立氧气放空和煤浆回流,并达到开车需要的开车流量,再按照一定的顺序将煤浆和氧气导入气化炉,并使气化炉达到正常运行状态。

### 2.2 气化炉停车系统

该系统是一个自动顺序控制逻辑系统,由停车监控系统触发,程序被触发后将切断氧气、水煤浆的进料和合成气的输出,进行氮气吹扫和气化炉泄压,并将气化炉与其他系统隔离开。

### 2.3 氧气泄压系统

该系统是一个自动顺序控制逻辑系统,在停车程序完成以后,对氧气管线进行泄压,以确保将气化炉和氧气总管安全地隔离开<sup>[3]</sup>。

### 2.4 总氧量的控制

三组总氧气流量A、B、C分别经过温压补偿,再进行三选中运算后的流量值即是总氧气调节阀的实测值PV的输入值;三组煤浆流量A、B、C一路经过三选中运算后,与气化炉负荷设定值共同进入低选器,选择低的煤浆流量值,再经过乘法器,根据氧煤比设定值计算出对应的氧气流量值;三组煤浆流量A、B、C的另一路先分别进行煤浆浓度补偿计算后得出煤浆质量流量,三选中后进入乘法器,根据氧碳质量比计算出对应的氧气质量流量值,再经过乘法器,根据系数设定值计算出氧气的最大质量流量,经过换算得出允许氧气的最大体积流量,此流量与第一路的氧气流量值共同进入低选器,选择低的氧气流量,作为氧气总调节阀的设定值SV,从而实现总氧量的自动控制。

### 2.5 粗煤气水气比低应对措施

(1)改造灰水加热器,对其封头处挡板进行机械加固,防止高压灰水因U形管部分堵塞而走短路,增加灰水加热器的有效换热面积。(2)在高压灰水入灰水加热器前增设阻垢器,降低高压灰水在灰水加热器内的结垢速率。(3)在现有基础上减少气化排水量,气化炉排黑水量由100t/h减至80t/h,使热量在气化炉与洗涤塔之间进行小循环;增加文丘里洗涤器的洗涤水量,以保证系统灰水水质在指标范围内。(4)灰水分散剂加入量由 $100 \times 10^{-6}$ 增至 $120 \times 10^{-6}$ ,以减小灰水结垢速率<sup>[4]</sup>。

### 2.6 氮气保护系统优化

氧气管线设置了氮气均压管线、氮塞管线、氮气吹扫管线;煤浆管线设置了内外侧煤浆通道吹扫管线、外侧煤浆氮气保护管线。氧气管线采用氮气均压,以打开氧气界区切断阀;在建立氧气放空流量之前,氮塞阀打

开,在氧气2台切断阀之间形成氮塞;停车时,在氧气下游切断阀之前先关闭上游切断阀,氮塞阀打开,以便提供高压、高流量氮气吹扫进入气化炉,并在氧气切断阀之间建立氮塞。随后,氮气吹扫阀打开,提供高压、低流量氮气吹扫进入气化炉。停车期间,氮气吹扫的要求是吹扫2台氧气切断阀之间的空腔,并吹扫从上游切断阀到工艺烧嘴的整个氧气管线。停车时,内外侧煤浆通道氮气吹扫阀打开,吹扫煤浆下游切断阀至烧嘴管道;设置外侧煤浆通道氮气保护措施,以应对外侧煤浆低时外侧通道烧嘴保护。针对煤浆和氧气系统吹扫,设置2台高压氮气储罐,实现吹扫煤浆及吹扫氧气的独立性;SE水煤浆气化相比GE水煤浆气化的一大特征是烧嘴存在外侧煤浆通道,针对外侧煤浆通道,设置有外侧煤浆低流量时保护氮气吹扫。

## 3 我国水煤浆气化技术发展趋势

### 3.1 技术自主化、多元化

为适应不同煤种、满足旧装置改造和新装置生产需求、达到节能降耗的目的,我国在引进国外先进技术的同时,自主研发出多种炉型。我国水煤浆气化技术将呈现自主化、多元化发展趋势,每种技术都有其独特的优势,没有一种技术是完美的,这也正是各种煤气化技术不断前行的动力。

### 3.2 装置大型化

水煤浆气化装置已由初期日处理百吨成功跨越到千吨,而大型化能有效降低单位投资和生产成本。煤化工产业的发展势必引领水煤浆气化技术向着高参数(主要是高压)、超大型化(单炉处理能力达4000t/d)方向发展<sup>[5]</sup>。

### 3.3 原料提浓化

水煤浆制备多数以内水高、可磨性差的低阶煤作为原料,采用单一棒(或球)磨机研磨,其浓度一般小于60%,由于粒度级配不合理,存在流变性差、稳定性差等缺点。若采用高效先进的制浆工艺和研磨设备进行分散研磨,不仅可以优化水煤浆粒度级配,还可以大幅提升水煤浆成浆浓度,进一步提高气化效率和有效气体产量,这是当前国内外水煤浆气化技术领域最为迫切的需求。

### 3.4 能量利用高效化

水煤浆气化过程能量利用主要有上行废锅产高压蒸汽流程,下行水激冷产饱和水煤气流程。前者虽然热效率高、煤气热值高,但只回收利用了气体的部分能量,熔渣中的热量并未回收,并且该流程预热方式设备复杂、

能耗高,适用于IGCC发电;后者虽结构简单,但存在有效气体含量低、煤气热值低、黑水和含盐废水量大、管道易堵等缺点,适用于合成气的生产。

#### 4 结束语

我国水煤浆气化技术处于国际先进水平,尤其是日处理4000t煤的超大型水煤浆气化装置的建成,拉开了煤气化技术超大型化示范的序幕。今后水煤浆气化技术将向着技术多元化、装置超大型化、原料提浓化、操作高压化和能量利用高效化方向发展,以此来适应不同煤种、不同生产要求,提高水煤浆气化效率和产气量,降低投资和能耗。

#### 参考文献:

- [1]张建国.安全仪表控制系统在过程工业中的应用[M].北京:中国电力出版社,2010:5-30.
- [2]阳宪惠,郭海涛.安全仪表控制系统的功能安全[M].北京:清华大学出版社,2007:4-20.
- [3]刘太平,武玉君,桂国珠.大型德士古气化炉制造工艺[J].压力容器,2014,31(5):69-73.
- [4]韩承结.德士古气化工工艺的优劣比较[J].安徽化工,2007,3(1):45-46.
- [5]张延霖,邱学青,王卫星.水煤浆添加剂的发展动向[J].现代化工,2004,24(3):16-19.