**阳煤丰喜肥业（集团）临猗分公司气化炉改造总结**

一、项目基本情况

  阳煤丰喜集团临猗分公司合成氨二分厂甲醇/合成氨项目原气化装置为三台耐火砖激冷流程气化炉、一台水冷壁激冷流程气化炉，其中三台耐火砖气化炉的运行分别为2006年、2008年投产，水冷壁激冷流程气化炉于2011年投产，气化装置三开一备，在生产过程中存在的主要问题有：1.由于耐火砖更换会出现备用炉不备的情况；2.耐火砖气化炉运行炉紧急停车后备用气化炉无法立即投入使用，对系统的负荷产生一定影响；3.耐火砖的维修费用较高，煤种适用范围窄，为改变这一现实状况，决定采用清华大学新型煤气化技术“合成气蒸汽联产气化炉”对其耐火砖激冷型气化炉进行改造。合成气蒸汽联产气化炉（晋华炉）燃烧室采用水冷壁代替了原有的耐火砖，激冷室上部增加废锅段，因此改造后气化炉可以气化高灰熔点煤，废锅副产高压蒸汽，降低了系统能耗，并且系统的运行更加安全稳定。

 二、改造总体规划

  磨煤系统：由于系统不增加产量，磨煤系统不做改造。

  灰水处理系统：增加废锅以后，气化炉和洗气塔去高压闪蒸的总排水量仅为原来激冷流程的30%左右，灰水处理系统的负荷降低，原来的灰水处理系统可以满足要求，不需做改造。

  气化系统：包括气化炉本体进行整体更换，同时增加为气化炉配套锅炉水系统和烘炉系统，取消原来和耐火砖相关的设备，其他的主氧、煤浆、锁斗、排渣、洗气塔等不做改造。由于气化炉高度变化，在原有框架上增加一层框架作为汽包等增加设备的安装层，气化炉烧嘴安装层标高比改造前的标高高10m左右。

主要改造内容包括：

 （1）将原来的耐火砖激冷气化炉整体更换带废锅的晋华炉；

 （2）将原来的预热烧嘴和工艺烧嘴更换为一台组合式工艺烧嘴；

 （3）增加一台燃烧室水冷壁汽包、一台废锅水冷壁汽包和两台锅炉水循环泵以及相关管线；

 （4）改造烘炉燃料气流程；

 （5）取消原有烧嘴冷却水系统；

 （6）改造洗气塔去高压闪蒸罐的管线；

 （7）更换激冷水泵并改造激冷水系统；

 （8）原气化框架顶层增加一层钢结构；

 三、工艺系统改造

  耐火砖气化炉均采用蓄热式点火，气化炉点火时先用开工升温烧嘴将气化炉炉温升至800～1000℃，再更换工艺烧嘴投料。晋华炉采用“火点火”的方式，不再设置开工升温烧嘴，直接用工艺烧嘴将气化炉温度升至800℃后投料。由于投料方式的不同，必须对气化炉的部分工艺管线进行改造。

  （1）氧气系统的改造

  氧气管线的改造，主要是在现有的氧气管线上增加点火、升温氧气系统，需增加氧气调节阀两个，氧气流量计两个，氧气切断阀三个，氮气切断阀两台。

  （2）燃料气系统改造

  原耐火砖气化炉燃料气系统在烘炉时，炉内为负压，燃料气压力一般在0.5MPa左右即可。水冷壁气化炉采用“火点火”形式，炉内压力为正压，投料时煤浆和氧气压力均在1.0MPa左右，所以燃料气压力也应保证在2.0MPa以上

  （3）氮气系统

  主要是对新增点火氧气和燃料气管线增加部分氮气吹扫管线和阀间密封氮气阀。

  （4）锅炉水系统

  晋华炉燃烧室和废锅均采用水冷壁系统，两者分别设置单独的汽包，锅炉水系统主要是给两个汽包进行供水。

  燃烧室水冷壁采用强制循环，相配套的设备还包括锅炉水循环泵，汽包中的锅炉水，通过锅炉水循环泵分别送入气化炉燃烧室的水冷壁系统和烧嘴冷却水系统。

  （5）烧嘴冷却水系统

  晋华炉烧嘴采用燃烧室水冷壁的锅炉水进行保护，取消原来的烧嘴冷却水系统。

  （6）激冷水系统

  增加废锅后，激冷水需要的激冷水量约为原来的30%左右，并且激冷室取消了激冷环，故需更换原来的激冷水泵和激冷水管线的仪表，并取消激冷水过滤器。

  （7）蒸汽系统

  耐火砖气化炉在开车阶段开工抽引器需要消耗低压蒸汽，消耗量一般为5～10t/h，水冷壁气化炉由于不再更换烧嘴，不需使用开工抽引器。

  晋华炉在开车阶段需要使用低压蒸汽对汽包和水冷壁进行升温，温度一般升至180℃左右，蒸汽消耗量一般为0.5～1t/h。

  晋华炉正常开车期间，燃烧室水冷壁可产生4.5MPa饱和蒸汽，流量约2 t/h，废锅系统可产生5.4MPa饱和蒸汽26t/h。

  （8）环腔保护气

  晋华炉环隙需要充干燥气体，可以充氮气、二氧化碳或其他干燥气体（如阳煤平定、寿阳环隙用变换气），压力约5.0MPa，流量约200Nm3/h，根据临猗公司实际情况，此次改造环腔气用甲醇驰放气。

 四、设备改造

  对气化炉本体进行整体更换，新增加水冷壁汽包、废锅汽包、锅炉水循环泵，更换新的工艺烧嘴，取消激冷水过滤器。

   设备改造对比一览表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备名称 | 改造前前 | 数量 | 改造后规格 | 数量 |
| 气化炉 | 2800mm/4.0MPa | 1台 | 3200mm/4.0MPa | 1套 |
| 工艺烧嘴 | 预热烧嘴一台  工艺烧嘴两台 |  | 组合式烧嘴两台 |  |
| 废锅汽包 | 无 |  | 直径1500mm；  筒长6200mm； | 1台 |
| 水冷壁汽包 | 无 |  | 直径1500mm；  筒长3000mm； | 1台 |
| 锅炉水循环泵 | 无 |  | 扬程：70m；  流量：425m³/h； | 2台（一开一备） |
| 激激冷水泵 | 扬程：150m  流量：220 m³/h | 2台 | 扬程：90m  流量：65 m³/h | 2台（一开一备） |
| 开工抽引器 |  | 1台 | 取消 |  |
| 抽引器分离罐 |  | 1台 | 取消 |  |
| 烧嘴冷却水分离器 |  | 1台 | 取消 |  |
| 烧嘴冷却水泵 |  | 2台 | 取消 |  |
| 预热烧嘴 | 单一功能 | 1台 | 取消 |  |
| 激冷水过滤器 | 1400x3300/5.2 MPa | 2台 | 取消 |  |
| 烧嘴冷却水换热器 |  | 1台 | 取消 |  |
| 事故烧嘴冷却水槽 |  | 1台 | 取消 |  |

五、仪表方面的改造

   仪控方面，由于改造后系统的点火方式及投料情况与之前的耐火砖炉子不同，需要对目前气化炉安全联锁系统进行修改。

  开车顺控程序和原耐火砖相比，改动较大，改造后的开车顺控主要分为点火、升温和投料三个部分。均通过SIS系统自动完成。

  停车的联锁基本没有变化。气化炉停车的联锁增加了水冷壁及废锅汽包的液位低低联锁、锅炉水循环泵出口的流量低低联锁和废锅底部温度高高联锁。

 六、公用工程改造对比

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 规格 | 改造前 | 改造后 | 备注 |
| 环腔气 | ≥4.5MPa  常温 | 0 Nm³/h | 200Nm³/h | 环腔保护气 |
| 锅炉水 | ≥6.0MPa  ＞104℃ | 0m³/h | 27t/h | 正常生产时水冷壁一般在1.0 t/h左右，废锅26t/h 左右 |
| 蒸汽 | 0.5Mpa | 360吨/次 | 1吨/次 | 烘炉用 |
| 燃料气 | 驰放气 | 360000Nm3/次 | 3100Nm3/次 | 烘炉用 |

七、改造后气化炉主要性能指标

气化主要性能指标对比

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 单位 | 改造前 | 改造后 |
| 气化温度 | ℃ | 1350 | 1350 |
| 气化压力 | MPa(G) | 4.0 | 4.0 |
| CO+H2 | mol% | 80 | 80 |
| 比氧耗 | Nm3/1000Nm3(CO+H2) | 380 | 380 |
| 比煤耗 | kg/1000Nm3(CO+H2) | 640 | 640 |
| 废锅蒸汽副产5.4MPa | kg/1000Nm3(CO+H2) | 0 | 740 |
| 水冷壁蒸汽副产4.5MPa | kg/1000Nm3(CO+H2) | 0 | 30 |
| 激冷水量 | m³/h | 220 | 65 |
| 高闪蒸汽 | t/h | 10 | 3 |
| 出洗气塔温度 | ℃ | 210 | 185 |

 八、改造过程及开车运行情况

   气化炉现场改造于2015年11月份开始建设， 2015年11月底气化炉已吊装到位，水冷壁安装到位并完成了探伤和试压，2015年12月份煤浆管道、水冷壁水循环管线配管结束，2016年1月份氧气管线结束，全部配管及相关仪表安装于2016年1月中旬完成，2016年2月进入实际试车阶段。

    2016年3月28日气化炉改造项目进行原始烘炉，烘炉过程中对废锅进行了碱煮，2016年4月1日19:25分点火，20:40分投料，22:30分并入系统运行，气化炉出洗气塔压力3.65MPa,废锅蒸汽产量26.7t/h。整个装置运行平稳各项指标达到设计值。

  九、改造后的优势

   本次气化系统改造，仅对气化炉系统进行改造，煤浆制备、合成气洗涤、黑水处理系统不变。气化炉改造成带废锅的晋华炉后，有以下优点：

  （1）改造后直接节约气化炉的耐火砖更换费用200万/年。

  （2）极大的减少了烘炉时间，不仅延长了气化炉的在线率，而且节约了大量的烘炉燃料气。

  （3）改造后气化炉燃烧室的容积增加到20m3左右，由于气化炉燃烧室的容积增加，水煤浆在炉内的停留时间将比目前的耐火砖炉子增加，煤的碳转化率也得到了提高。

  （4）对磨煤和灰水处理系统基本上没有任何改造的地方，在实现技术更新换代的同时最大限度的降低了投资。

  （5）由于采用了独特的工艺烧嘴，因此烧嘴可连续运行100天以上。丰喜临猗公司、丰喜泉稷公司、新疆天智辰业公司的烧嘴目前使用的情况均超过140天。

  （6）安全性强：废锅水冷壁采用热能工程领域成熟的垂直管结构，水循环按照自然循环设计，最大限度保证水冷壁的安全运行。

  （7）能量利用率高：废锅流程将煤气化过程中煤气的显热部分回收，产生高品位蒸汽，使能量利用更充分。

  （8）系统启动快：组合式点火升温过程简化，点火、投料程序一体化完成。水煤浆投料点火采用独特的“火点火”技术，气化炉从冷态到满负荷仅需三小时。

  （9）经济效益好：辐射式废锅副产26t/h,5.4MPa饱和蒸汽，相对于原来气化不产蒸汽，仅在变换副产蒸汽相比，吨合成氨副产蒸汽由1.8 t/h增加到2.7 t/h，吨氨增加0.9t/h，而且蒸汽的品质提高。另外减少年更换耐火砖费用200万元。

