

煤化工德士古水煤浆气化技术工艺

袁 硕

国家能源化工分公司 内蒙古自治区赤峰 024000

摘 要: 德士古水煤浆加压气化技术是传统工艺技术,最初由美国引进,在重油气化基础上升级,以水煤浆为进料,以氧气为气化剂的加压气流床并流类气化技术工艺。德士古水煤浆加压气化装置在我国煤炭行业有着十分广泛的应用,而且在近几年的探索中,相关工艺已经较为成熟,但仍可通过管理和技术改进提升生产效率,消除生产过程中不良的作业环境,降低日常作业风险,优化水系统,达到环保节约的效果。

关键词: 煤化工;德士古;水煤浆气化;技术工艺

Coal chemical Texaco coal water slurry gasification technology

Shuo Yuan

National Energy and Chemical Company, Chifeng 024000, Inner Mongolia

Abstract: Texaco CWS pressurized gasification technology is a traditional process technology, which was originally introduced in the United States and upgraded on the basis of heavy oil gasification. It is a pressurized airflow bed coflow gasification technology with CWS as the feed and oxygen as the gasification agent. Texaco coal water slurry pressurized gasification device has been widely used in China's coal industry, and in recent years, related processes have been mature. But it can still improve production efficiency through the management and technical improvement, eliminate the bad working environment in the production process, reduce the risk of daily operation, optimize the water system, and achieve the effect of environmental protection and saving.

Keywords: coal chemical industry; Texaco; Coal water slurry gasification; technology

引言:

煤气化工艺在工业中发挥着重要的作用,所以相关的工艺在不断改进和完善中。虽然德士古水煤浆气化技术已经非常成熟,并在世界范围内得到广泛应用,但水煤浆质量、工艺烧嘴、系统冲刷与结垢等因素仍然制约着装置长周期稳定运行。为提高装置运行的稳定性,降低运行成本,还需要针对煤质、装置自身在实际运行中出现的问题加以不断总结、改进和提升。

1 煤气化技术概述

煤气化技术是将经过处理的煤送入反应器,在一定温度下通过氧化剂以流动方式转化为混合气体,进一步对粗煤气进行洗涤,脱除固体颗粒,得到清洁煤气送往

下游进行利用。煤气组成随气化反应所用原料煤性质、气化条件不同而变化,生产时必须根据下游产品选择适当的气化剂才能满足生产需要。煤的气化是复杂的理化变化过程,通过煤的气化可利用煤中所含有机物,煤的气化是清洁利用煤炭资源的重要途径。

水煤浆的制备及输送是水煤浆气化技术中的一个十分重要组成部分,其性能优劣直接关系到气化炉运行的好坏。考察水煤浆特性的指标包括煤浆的流变特性、粒度分布、煤浆浓度、煤浆的稳定性以及密度等。煤浆的流变特性主要体现在煤浆的黏度;粒度分布则主要影响水煤浆的黏度和稳定性,同时也影响水煤浆的雾化和燃烧反应;煤浆浓度高则有利于提高气化温度,并获得较高的热值,但是浓度又受到黏度的限制,浓度越大黏度也就越易升高,对输送和雾化产生影响,而煤浆浓度下降则会使进入气化炉的水量提高,蒸发水分所消耗的热量增多,有效气体减少,从而增加了氧耗,降低了冷煤

作者简介: 袁硕,男,汉族,1991.06,籍贯:赤峰,学历:本科,职称:助理工程师,研究方向:煤气化,邮箱:755638178@qq.com。

气效率;煤浆的稳定性主要与煤炭的性质、颗粒的粒度分布、添加剂及水煤浆的流变特性等因素有关,稳定性越好越利于煤浆的长时间储存和远距离输送。

2 德士古水煤浆加压气化技术运行现状

当前水煤浆气化主要存在的问题包括备用炉需热备,气化炉耐火材料寿命短,高温热偶寿命短,气化装置投资大。国内大多水煤浆气化装置比氧耗在 $400\text{m}^3/1000\text{m}^3$ 以上,主要原因是水煤浆气化炉内存在大量水,蒸发需要热量,应选择低灰熔点的煤,制备高浓度水煤浆。水煤浆气化炉运行时间较短,不可预知的影响因素较多,运行气化炉出现异常停车,备用炉六小时内可具备投料开车条件。目前国内大多煤气化装置通过加强运行气化炉管理改善其运行时间较短的问题。德士古煤气化炉燃烧室温度在 1400°C 以上,气化炉燃烧室内耐火材料隔热,向火面砖在高温环境中,气化炉耐火砖费用高,更换炉砖需在受限空间作业,气化炉更换向火面砖需2个月。日常生产中应减少气化炉炉温操作波动,避免气化炉频繁停车,气化炉升温时应严格按照升温曲线进行,检修期间保持气化炉燃烧室处于干燥状态。

德士古水煤浆气化工艺技术为德士古公司专利技术,德士古气化中部分设备为专利设备,煤气化装置运行条件限制较多,部分设备、阀门等需采购进口。随着相关大型化工企业水煤浆气化装置投产,国内设计院已可承担其工程设计。德士古气化炉工艺烧嘴运行时间也是制约气化炉长期运转的关键点,一般寿命在60~120d,气化炉停车原因中主要是烧嘴引起,实际操作中监护烧嘴运行情况非常重要,气化炉烧嘴是运行系统的危险点,气化炉烧嘴设置专门工艺联锁系统,根据工艺烧嘴进出口冷却水流量,烧嘴出口冷却水CO含量判断是否处于安全运行状态。

3 德士古水煤浆的技术特点

3.1 对煤种有一定的适应性,而国内企业的运行情况证明,水煤浆气化对使用煤质有一定的选择性:气化用煤的灰熔点温度值低于 1350°C ,有利于气化。煤中灰分不大于15%,越低越好,发热量 26000kJ/kg 越高,具有较好的成浆性能。只有采用能使水煤浆质量分数达到60%~65%的煤种,才能稳定运行。气化压力高,工业装置最高使用压力可达6.5MPa。气化炉是专门设计的热壁炉,以保持反应在 $1350\sim 1400^\circ\text{C}$ 的温度。燃烧室内壁采用多层特种耐火砖砌筑,有两种类型的热回收,即激冷和废锅炉。激冷工艺一般适用于合成氨和甲醇的生产,辐射废锅工艺一般用于联合发电。合成气质量提高,有

效成分($\text{CO}+\text{H}_2$)含量达80%,甲烷含量小于0。碳转化率95%~98%,冷气效率70%~76%,气化指标先进。高温排出的熔渣经冷却固化后可用于建筑材料,填埋时对环境无影响。

3.2 国产化程度高,投资低,国内已完全掌握德士古气化工艺。德士古水煤浆气化工艺采用先进的DCS控制系统,自动化程度高。为了使设备安全可靠地运行,在系统中设置了复杂的安全联锁。德士古水煤浆气化工艺,国内大部分气化装置采用德士古加压水煤浆气化技术,该装置在国内投产以来,通过工程技术人员不断探索和技术改造,得以安全稳定运行。

4 德士古水煤浆加压气化工艺分析

德士古煤气化工艺分为激冷流程、废锅流程,全废锅流程将水煤浆经烧嘴雾化在燃烧室发生反应生成煤气,经对流废锅降温后送至碳洗塔除尘后送至变换工段,调节一氧化碳与氢气比例后送往后续工段。制浆单元是将合适比例的煤在球磨机充分研磨成高浓度极易于泵送的合格水煤浆送入煤浆槽储存。德士古工艺烧嘴在约 1400°C 环境工作,在烧嘴上设置冷却盘管防止高温损坏烧嘴,冷却系统设置单独联锁系统,判断烧嘴头部水夹套泄漏情况。保护工艺烧嘴不受损坏,水蒸气单元用于气化余热回收,气化炉产生粗煤气经废锅回收余热降温,副产高压饱和蒸汽用于联合发电。磨机分为球磨机与棒磨机。

德士古烧嘴分为预热与工艺烧嘴,预热烧嘴用于对气化炉升温烘炉工作,德士古工艺烧嘴用于气化剂与水煤浆高度混合,利于煤浆在气化炉内反应。气化炉是煤气化装置核心,上部燃烧室提供反应场所,内衬由三层作用不同的耐火砖组成,下部废锅部分为辐射与对流废锅,由水夹套包括的水平管连接,保护冷却器外壳,与燃烧室连接处安装密封板等内件。煤浆燃烧后产生粗煤气在对流锅冷却,锅炉供水循环泵使锅炉给水在水冷壁管束中循环。吹灰器压缩机在其他煤气化装置中很少见,主要为吹灰系统提供高压吹灰气,吹除辐射废锅水冷壁积灰,防止水冷壁黏结过多煤灰降低换热效率,主要由电机、缸套、冷却系统等组成。

5 德士古水煤浆气化的运行

5.1 合成气带水现象及危害

当气化炉中的合成气带水时,气化炉急冷室内的液面逐渐降低,同时液面波动较大。合成气温度偏低,文丘里压差增大并有波动。由于合成气在急冷室带水后进入合成气管道,降低了合成气的水温。另外,合成气管道中的黑水影响气流的通过,因此文丘里压差增大,压

力损失增大。由于气化炉冷却室中的黑水大量带入洗涤塔使洗涤塔的液位升高。这样洗涤塔的液位就会升高,洗涤塔的自动补液阀就会自动关闭。

5.2 氧/碳比, 理论上, 气化过程的氧/碳原子比趋于 1

碳转化率随着氧碳比的增加而增加, 并以渐近线的形式接近 100%。在一定的煤浆浓度条件下, 煤浆的氧碳比、气化温度越高, 煤浆中的 CO_2 含量越高。有效气体成分 ($\text{H}_2 + \text{CO}$) 工艺气体中 CH_4 含量降低。相反, 氧碳比越低, 气化温度越低, CO 含量越低。过程气中有效气体成分增加, 但 CH_4 含量增加, 碳转化率降低。在工业生产中, 应综合考虑气化炉运行中的氧碳比。不能为了追求高效气含量而简单地降低氧煤比, 提高氧碳比不能忽略有效气体含量和炉温, 氧碳比的选择不仅要考虑有效气体成分的含量, 同时也保证了气化炉排渣的顺利进行和气化炉运行条件的要求。气化炉的温度可以通过 CH_4 含量、残碳含量和排出粗渣的形状来判断。排出的粗渣形状应为光滑、圆形, 占 30%~50%。如果在排出的粗渣中发现拉丝的形状, 则表明炉温可能偏高。如果粗渣颜色变黑, 而细渣含量很高则炉温可能偏低。此外, 气化炉的炉温是一个非常重要的操作参数, 但目前基本上还是采用传统的直接热电偶测温方法, 在测量过程中, 由于插入炉膛的热电偶尺寸发生变化, 在操作过程中氧煤比不能恒定, 因此热电偶的测量终点不可避免地受到积灰覆盖的影响, 对温度的准确性影响较大。

5.3 合成气提水过程分析

合成气通过燃烧室渣口进入激冷环和下降管后, 由

于激冷水形成的液膜分布在下降管内壁周围, 在合成气与激冷水同流下降过程中发生传热传质过程, 使合成气冷却而被刺激的冷水被加热, 并吸收一些被刺合理选择封闭顺序。

6 结束语

综上所述, 将德士古水煤浆加压气化技术引入国内后, 技术工艺实践成果明显, 为能源加工等工业产业发展注入强大动能, 通过实践经验积累, 发掘到德士古水煤浆加压气化技术实施中易出现装置带灰等不良状况, 需结合多种现代化工艺技术实践效力, 强化德士古水煤浆加压气化技术应用效能。我国现代煤化工项目主要布局于多煤、缺水的中西部地区, 随着产业升级示范发展, 水资源短缺和废水“零排放”等问题已经成为煤化工发展的重要制约瓶颈。

参考文献:

- [1] 阮红柱. 德士古水煤浆气化技术特点[J]. 化工设计通讯, 2019, 45 (08): 17-18.
- [2] 刘远园, 马少龙, 秦敏建. 德士古水煤浆加压气化技术存在问题探析[J]. 化工管理, 2016 (21): 81.
- [3] 李学兵. 探索德士古水煤浆加压气化工艺[J]. 化工管理, 2019, 24: 176-177.
- [4] 刘晓兵. 对德士古水煤浆气化技术特点应用的几点思考[J]. 化工设计通讯, 2019, 45 (8): 18-19.
- [5] 王杰杰. 几种水煤浆气化技术的分析比较[J]. 化肥工业, 2018, 45 (4): 50-53, 56.
- [6] 阮红柱. 德士古水煤浆气化技术特点[J]. 化工设计通讯, 2019, 45 (8): 17-18.