

# 清华炉水冷壁加压气化工工艺对煤质的要求

宋利 (阳煤集团寿阳化工有限责任公司, 山西 寿阳 045400)

**摘要:** 本文主要对清华炉水冷壁加压气化工工艺对煤质的要求进行了分析和论述, 对相关工艺特点、煤质要求以及影响因素等展开了探究, 希望能够借此更好的发挥清华炉的作用, 推进相关产业发展。

**关键词:** 清华炉; 水冷壁; 煤质; 要求

水煤浆加压气化技术具有生产规模大型化、自动化水平高、安全性能好、操作简单、对煤质适应性强等多重优点, 因此其逐渐取代了传统的气化技术。清华炉水冷壁加压气化技术是近些年来发展比较快, 属于自主研发的适合我国煤化工企业需求的一项新技术。

## 1 工艺简介及工艺特点

### 1.1 工艺简介

清华炉水冷壁气化技术采用水煤浆加压气化、激冷流程, 顶喷式单烤嘴。气化室采用水冷壁结构, 气化室内件是一台膜式水冷壁, 安装在气化炉承压外壳中, 气化炉运行过程中, 高温熔融的液态渣在水冷壁表面固化形成固态灰渣层, 可以对水冷壁起到有效的保护作用, 防止水冷壁管受到熔渣的侵蚀, 达到“以渣以渣”的效果。

### 1.2 工艺特点

水冷壁系统的特点主要集中在以下方面: 一是安全性高。清华炉水冷壁采用悬挂式垂直管结构, 该结构简单合理, 制造成本并不是很高, 而且冷却均匀, 系统阻力低, 既能够有效的保证水循环的安全性, 而且还无需进行热膨胀处理问题。二是系统启动迅速。清华炉的点火装置采用特殊设计的点火技术, 组合式点火烧嘴, 连续性强, 点火、投料程序都能够一体化完成, 气化炉从冷却状况发展到满负荷运行, 所花费的时间仅仅只有 2-3h。三是投资少。清华炉是水冷壁结构, 与耐火砖气化炉相比气化炉外壳温度更低, 而且其所使用的外壳材料均为国产, 而非进口, 因此成本比较低。

同时, 设备运行过程中不需要换砖, 维修作业因此大幅度减少, 正因如此, 清华炉一般都不需要设置备用炉, 相较于国外进口的同等规模气化装置来说, 其至少能够节省一套备用气化炉系统。四是煤种适应性强。气化室采用水冷壁代替耐火砖, 因此对于煤种的要求限制变少, 可以用气化灰煤点比较高的煤种。同时, 相较于其他类型的水冷壁气化炉来说, 清华炉更加流畅、温度场更加均匀。五是可以在多种环境下应用。清华炉由于没有耐火砖, 排放废水中不含六价铬, 而且污染物中也不含铬。水冷壁清华炉从点火、投料到正常负荷所需要的时间比较短, 仅仅只要 2-3h, 升温时间短, 因此所消耗的原料比较少, 产生的废气量也因此大幅度减少。在生产运行过程中, 清华炉基本上不会排放对环境有害的气体, 而且设备应用过程中也没有辐射性强的仪表, 同时在多种复杂且恶劣的条件下也可以应用相关技术。

## 2 清华炉水冷壁加压气化工工艺对煤质的要求

清华炉加压气化工工艺具有对煤质适应性广的优点, 而且其对于煤的灰熔点、粒度、粘结性、含水量、含氧量以

及灰分含量都不是十分敏感。但是如果从可操作性和经济性的角度来说, 其对于煤质就有着较高的要求。

## 3 煤质影响气化的主要因素

### 3.1 灰分对气化效果的影响

清华炉是液态排渣, 一般煤的熔点在 1300℃以上, 灰分越高, 煤渣所消耗的热量也就越高, 因此所需要吸收的热量也就越多, 这样必然会增加氧耗和煤耗, 同时合成气的有效成分下降。同时灰分还将会使得设备管道和阀门磨损增加。灰分越高, 那么清华炉运行过程中悬浮在黑水哦难过的固体颗粒也就越多, 这些固体颗粒集中在设备管道和阀门等位置, 将会加剧它们的磨损。而且, 固体颗粒聚集, 设备以及管道也更容易结垢, 可能会导致管道堵塞, 引起不必要的停车清理和检修, 因此对运行效果产生了极为不利的影 响。基于这样的原因, 在清华炉水冷壁加压气化技术应用期间, 必须要做好灰分控制工作, 避免大量灰分聚集, 影响设备的正常运转。

### 3.2 煤的物化性影响气化效果

煤的发热量与煤的成因、煤化程度、煤岩组成, 煤中的矿物质、水分含量以及风化程度等也有着极为重要的关联性。煤的热值越高, 单位质量的煤发热量也就越高, 煤耗也就越低, 因此为了使煤的作用最大限度发挥出来, 就可以重点考虑高热值的煤。同时, 对于清华炉来说, 煤和 气化剂在气化室内的停留时间比较短, 一般在 5-8s 之间, 因此活性越好的煤越容易发生反应, 反应速度较快, 碳转化率越高, 灰渣中所残留的碳也就越低, 煤耗也就越低。在气化压力一定的状态下, 生产负荷增加时, 气流速度也将会相应的增加, 煤在气化室的停留时间将会因此而大幅度缩短, 对于活性并不是很好的煤种来说, 灰渣的残留率将会急剧增加, 这样也将会对气化效果产生不良影响, 所以说, 为了保证相关工艺作用的有效发挥, 就需要选择质量比较好的煤种。

同时煤还具有可磨性, 其与煤的硬度、强度、韧度和脆度等存在有一定的关联性, 其也与煤的结构、煤矿的类型和分布地域等有一定的联系。如果煤中含有较多的胶质物质, 粘度比较大, 那么这一类煤就容易破碎但是细磨难度比较大。再比如说, 如果煤的内水比较也会对细磨产生一定的影响, 磨粉过程中煤由脆性变形过渡到塑性变形, 也会对煤的可磨性产生一定影响。一般来说, 煤的可磨指数越大, 其在磨机中停留的时间就越长, 这样将会增加磨机的负荷, 使得磨机产量降低, 增加生产成本。因此, 在选择煤种时, 还需要考虑其可磨性, 尽可能选择可磨性比较好的煤种。

最后清华炉对于煤的热稳定运行并没有特殊要求, 但

是热稳定性差的煤进入到气化炉之后,可能会迅速转化为细小的颗粒,煤颗粒的比表面积将会因此而大幅度增加,这样煤的反应速度将会加快,碳转化率也将会增加,所以说,在气化过程中可以选择稳定性差的煤种。

### 3.3 灰熔点影响气化效果

清华炉气化是液态排渣,气化室采用水冷壁,气化温度可操作范围比较大,只要温度在 1300℃ -1520℃ 之间即可,为了保证液态排渣顺利排出,实际操作点一般会比灰熔点高出 50-60℃ 左右。如果采用灰熔点比较高的煤,那么操作温度也将会相应的增加,该过程中氧耗与煤耗也会有所提升,二氧化碳含量将会迅速增加,其也将会影响气化质量效果。基于这样的原因,在应用清华炉水冷壁加压气化技术时,还需控制好灰熔点。

### 3.4 灰渣的黏结特性对气化效果的影响

清华炉水冷壁加压气化技术是水煤浆进料,液态排渣激冷工艺,灰渣的黏结特性好的煤种,出气化室进入下降管温度降低后,灰渣可以迅速凝固成为比较粗的渣粒,容易重力沉降在其进入到渣锁斗之后,能够直接排出炉外。反之,激冷后渣粒比较细,合成气带灰多,悬浮在黑水中的细灰也会增多,这样就有可能加重设备和管道的磨损或者是堵塞,其利于设备的长期稳定运行。因此,在设备运行过程中,就需要选择灰渣黏结性比较好的煤种,这样的话,可以降低对设备的磨损,使得设备能够更加高效的运行。

### 3.5 煤中的微量元素对气化效果的影响

煤中往往含有大量的微量元素,比较常见的如氨、氯

等。煤中氮元素的含量,决定着合成气中的氨气含量和冷凝液的 pH 值,如果 pH 值比较高,则可能会使得铵盐结晶,碳酸钙将会结垢,结垢数量增多可能会使得灰水系统结垢和堵塞,因此影响设备的正常使用,降低设备应用质量效果。而如果煤中的氯元素含量过高,灰水系统的氯含量也将会有所增加,为了进一步防止设备和管道因为氯元素过多而发生腐蚀,就需要加强对煤氯含量的检测,保证相关元素不过量,这样才能保证清华炉水冷壁加压气化技术的作用有效发挥出来。所以说,在相关技术运行过程中,要选择氮和氯元素含量比较少的煤种,要注意加强筛选,保证相关技术更加顺畅的运行。

总之,清华炉水冷壁加压气化技术在应用过程中具有对煤质适应性强的优点,但是在具体应用过程中其也有着诸多条件限制,因此在应用相关技术时,必须要慎重,要保证各项参数设置科学合理,这样才能更好的发挥清华炉水冷壁加压气化技术的优势作用。

### 参考文献:

- [1] 张景涛,崔滨,丁法效.清华炉气化技术的原理及在煤化工行业的应用[J].中国石油石化,2017(10):92-93.
- [2] 夏洪强.清华炉气化技术的原理及在煤化工行业的应用[J].广东化工,2011(09):169-170.

### 作者简介:

宋利(1979-),男,山西灵石县人,2002.7 毕业于太原理工大学,本科,化学工程与工艺,阳煤集团寿阳化工有限责任公司,工程师,煤气化管理。

(上接第 70 页)也会从 70 μs/cm 降至 20 μs/cm,具有极为显著的成效和作用<sup>[1]</sup>。

通过借助高效苯己液聚合器的有效应用,进一步提升苯己液中游离水的脱离速度,有效提升苯己液碱水洗的具体成效,同时还能够促进脱盐水量得到有效的调整。通过对相关试验的深入探索,发现生产设备在 150% 的运转负荷下,能够提升加碱质量分数,大约提升 2% 左右,同时碱液量为 1200L/h,脱盐水量为 500L/h 时,对应的苯己液碱洗、水洗成效最佳<sup>[2]</sup>。

根据对碱洗、水洗试验的多次测试,进一步发现苯己液中,添加稀碱液,能够促进苯己液碱水洗成效,其中对应的指标 290nm 吸光度以及电导率也会同步下降,但是当将指标控制在 1200L/h 时,再次添加稀碱液量,则会导致苯己液 290nm 吸光度以及电导率持续稳定。通过对苯洗碱洗溶液的有效控制,有效提升己内酰胺的生产质量,同时还能够减少废水处理量,起到多重的应用功效。

### 2.3 改进后己内酰胺的质量指标

通过将苯己液碱洗水洗工艺,进行技术改造前与改造后的综合对比,苯己液 290nm 吸光度能够显著下降,己内酰胺在生产过程中,对应的中间产品质量会得到有效的提升和改善,同时还会增加己内酰胺的产量,实现产品质量指标的提升和改善。例如,通过技术改造,己内酰胺的碱度为 0.04mmol/kg,290nm 吸光度为 0.015 以及挥发性碱控制在 0.203mmol/kg,所有技术指标都远超技术改造前,说

明技术改进措施具有明显的助力,能够实现己内酰胺产品的改善和提升<sup>[3]</sup>。

### 3 结论

通过对苯-己内酰胺-水等三相体的研究和分析,将苯己液溶液温度控制在 35℃,苯己液中己内酰胺质量分数控制在 20%,能够有效去除己内酰胺中的水溶液杂质。将苯己液碱洗水洗工序中的旋流脱水器取消,增加高效聚结滤芯制作的聚结器,并优化苯己液碱洗水洗工艺参数,以 150% 生产负荷为标准,加入质量分数约为 2% 的碱液量 1200L/h,脱盐水量控制在 500L/h,对应的苯己液碱洗、水洗效果最优。其核心数据电导率以及 290nm 吸光度,都出现不同程度的下降,进一步说明在生产过程中,通过对生产工艺的改进,有效提升己内酰胺的生产质量。

### 参考文献:

- [1] 郑燕春,徐先荣,赵孝顺.己内酰胺生产中苯己液碱洗水洗工艺的优化与改进[J].合成纤维工业,2021,44(01):69-73+78.
- [2] 黄江华.己内酰胺生产中产品消光值调优措施浅析[J].合成纤维工业,2019,42(04):87-90.
- [3] 肖铭.我国己内酰胺废水和废液处理技术研究进展[J].精细与专用化学品,2019,27(07):40-42.

### 作者简介:

赵冉(1982-),男,汉族,籍贯:山东省聊城人,学历:本科,现有职称:中级工程师,研究方向:化工工程。