

# 碎煤加压气化炉的改进

刘宏建, 李宗耀

(河南煤业化工集团研究院有限责任公司 河南 郑州 450046)

**摘要:** 为了解决碎煤加压气化炉生产中存在的蒸汽消耗高、污水产量大且处理费用较高的问题,提出了将气化炉产的煤气水通过高压泵送入气化炉的氧化层内,让水汽化吸收一部分热量的改进方案,喷水喷嘴采用耐高温、耐腐蚀、耐磨雾化喷嘴。结果表明:1台碎煤加压气化炉加入煤气水2 t/h,节省3.8 MPa 6 t/h的蒸汽,同时也少产生6 t/h污水,每台气化炉可节省运行费用586元/h,经济效益明显。

**关键词:** 碎煤加压气化炉; 蒸汽; 污水; 煤气水

中图分类号: TD849; TQ545

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2012)04-0068-03

## Transformation of smashed coal pressurized gasifier

LIU Hong-jian, LI Zong-yao

(Research Institute of Henan Coal and Chemical Industry Group Co., Ltd., Zhengzhou 450046, China)

**Abstract:** The smashed coal pressurized gasifier has lots of disadvantages such as high water vapor consumption, large wastewater discharge which need high handing expenses. To resolve these problems, with the help of high-pressure pump, pump the coal gas water created by gasifier to the oxide layer of gasifier. The gasification of water would absorb part of heat. The water jet nozzle is made of special materials which would resist high-temperature, corrosion and abrasion. The results show that pumping 2 tons coal gas water to one smashed coal pressurized gasifier per hour would save 3.8 MPa 6 tons water vapor, generate 6 tons less wastewater, save operation cost 586 yuan.

**Key words:** smashed coal pressurized gasifier; water vapor; wastewater; coal gas water

煤制天然气具有广阔的发展前景,如大唐国际、新疆庆华公司等项目已较为成熟<sup>[1]</sup>。发展煤制天然气已成为清洁转化利用煤炭资源,增加天然气资源供给的有效途径。碎煤加压气化技术具有流程成熟可靠、煤气中甲烷含量高、氧耗低等优点,是煤制天然气的首选煤气化技术。但碎煤加压气化技术也存在蒸汽消耗高、污水产量大且处理费用较高等缺点,为了减少蒸汽消耗和污水产量,本文对碎煤加压气化炉进行改进。

### 1 碎煤加压气化炉简介

碎煤加压气化炉的优点主要有:技术成熟可靠,

投资小;原料煤处理简单且成本低,煤种适应性广,除黏结性较强的烟煤外,其它所有煤种均可气化,且可气化高水分、高灰分的劣质煤;在所有煤气化工艺中所产煤气中甲烷含量最高,发热量最高,氧耗低;气化挥发分较高的煤种时,还可得到焦油、中油、轻油及粗酚等价值较高的化工产品。

但是碎煤加压气化要控制氧化层最高温度低于软化温度,在气化剂中加入了过量蒸汽,造成消耗高。过量的蒸汽在后处理中冷凝成水,并与煤干馏出的物质混合形成煤气水,造成污水产量大,处理费用高。

图1为碎煤加压气化炉。以Lurgi炉为代表,由

收稿日期:2011-12-09 责任编辑:宫在芹

作者简介:刘宏建(1968—),男,黑龙江依兰人,高级工程师,1991年毕业于齐齐哈尔轻工学院,现主要从事煤化工生产技术工作。

引用格式:刘宏建,李宗耀.碎煤加压气化炉的改进[J].洁净煤技术,2012,18(4):68-70.

煤锁、灰锁及气化炉本体构成。煤锁的作用是周期性地从常压升到气化炉内的压力,使煤周期性地加入气化炉中。灰锁在气化炉下面,气化炉排灰时与灰锁相通,此时两者压力相等。气化炉内灰通过旋转炉篦进入灰锁,当灰在灰锁中达到一定料位时,其上阀关闭,压力卸到常压,灰锁下阀打开将灰排出,排完灰后下阀关闭,再用蒸汽充压到气化炉的压力,打开灰锁上阀进入下一个排灰周期。

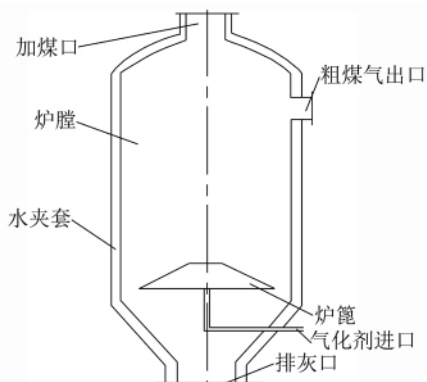


图1 碎煤加压气化炉

炉篦位于气化炉内下部,它的作用是:①使气化剂均匀分布于气化炉截面;②排灰并维持一定的灰层高度;③破碎灰渣块,防止灰锁阀门堵塞;④均匀灰层及氧化层条件,防止气化剂形成沟流。碎煤加压气化炉是以蒸汽和 $O_2$ 为气化剂,通过煤锁将煤从气化炉顶部的加煤口加入,气化剂由气化炉底部进入炉篦,由旋转炉篦内的布气孔及炉篦表面环状缝隙出来与煤逆流接触,煤从上而下依次经过气化炉的干燥及预热层、干馏层、还原层(气化层)、氧化层(燃烧层)、灰层,直至变成灰,由炉底排灰口排到炉外。气化炉的氧化层温度最高,为 $1100 \sim 1300\text{ }^\circ\text{C}$ ,必须低于软化温度,若氧化层温度高于软化温度,会结渣,导致无法排灰,使得气化剂分布不均,燃料层下降速度不均匀,造成偏炉,严重时会使燃料层穿孔, $O_2$ 将通过穿孔直接进入炉子上部,甚至能与煤气混合发生爆炸。为控制最高温度低于软化温度,通过在气化剂中加入过量蒸汽,将氧化层最高温度控制在软化温度以下,但此操作会浪费大量蒸汽,而且过量的蒸汽最终冷却成水,并与煤干馏出的物质混合变成煤气水。

## 2 碎煤加压气化炉的改进

### 2.1 改进方法

将气化炉产生的煤气水通过高压泵送入气化炉

刘宏建等:碎煤加压气化炉的改进

的氧化层,水汽化吸收一部分热量,这样既可以减少蒸汽的耗量又可以减少污水的产生量。

为使氧化层的温度低于煤的软化温度,采用喷加部分水代替原气化剂中部分蒸汽,既可控制氧化层的稳定,又可节省成本。以1台满负荷运行的碎煤加压固定床气化炉为例,蒸汽消耗量为 $42\text{ t/h}$ ,如果采用喷水控温的方法,喷加一定量的水所节省的蒸汽量可按下式计算:

$$Q_{\text{汽}} = \{ Q_{\text{水}} \times (T_3 - T_4) \times C_{p\text{水}} + Q_{\text{水}} \times \gamma + Q_{\text{水}} \times (T_1 - T_3) \times C_{p\text{汽}} \} / \{ (T_1 - T_2) \times C_{p\text{汽}} \}$$

式中, $Q_{\text{水}}$ 为喷入的水量,kg; $C_{p\text{水}}$ 为水的比热容, $4.1868\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ ; $T_4$ 为喷入气化炉内水的温度,按 $40\text{ }^\circ\text{C}$ 计算; $\gamma$ 为 $240\text{ }^\circ\text{C}$ 时饱和水汽化潜热,按 $1763\text{ kJ/kg}$ 计算; $T_1$ 为氧化层的最高温度,以 $1100\text{ }^\circ\text{C}$ 计算; $T_2$ 为通入气化炉的蒸汽温度,以 $430\text{ }^\circ\text{C}$ 计算; $T_3$ 为气化炉内压力下水的汽化温度,以 $240\text{ }^\circ\text{C}$ 计算; $C_{p\text{汽}}$ 为气化炉内压力下蒸汽的比热容,以 $2.18\text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 计算; $Q_{\text{汽}}$ 为可节省的蒸汽量,kg。

如果以每小时喷入 $1\text{ t}$ 水计算,可节省蒸汽:

$$Q_{\text{汽}} = \{ 1000 \times (240 - 40) \times 1 + 1000 \times 421 + 1000 \times (1100 - 240) \times 0.52 \} / \{ (1100 - 430) \times 0.52 \} = 3066\text{ kg}$$

### 2.2 成本费用

#### 2.2.1 污水处理成本

煤气化产生的污水,要经过酚氨回收和生化处理才能达标排放。表1为酚氨回收单位成本。表2为生化处理单位成本。由表1、表2可知,总的污水处理成本为 $47.81\text{ 元/t}$ 。

表1 酚氨回收单位成本 元/t

蒸气消耗	电和循环水	醚耗	碱耗	粗酚	单位总成本
39	2.4	11.61	3.42	-18.55	37.88

表2 生化处理单位成本 元/t

电耗	药剂费	材料备件费	其余生产费	单位总成本
3.86	5.16	0.14	0.77	9.93

#### 2.2.2 节省费用

如果加入污水量为 $2\text{ t/h}$ ,节省 $6\text{ t}$  $3.8\text{ MPa}$ 的蒸汽,由于粗煤气中蒸汽含量减少,粗煤气废热锅炉中少产 $6\text{ t}$  $0.6\text{ MPa}$ 的蒸汽, $3.8\text{ MPa}$ 蒸汽和 $0.6\text{ MPa}$ 蒸汽差价为 $50\text{ 元}$ ,在蒸汽上每台气化炉可节省运行费用 $300\text{ 元/h}$ 。节省 $6\text{ t}$  $3.8\text{ MPa}$ 蒸汽,同时也少产生 $6\text{ t}$ 污水,可节省污水处理费用 $286.86\text{ 元}$ 。改造

后,每台气化炉可节省运行费用 586.86 元/h。

### 2.3 改进方案

改进的碎煤加压气化炉,在炉膛的氧化层下部添加一喷水控温装置,喷水控温装置中心位于炉膛轴心线位置,喷水控温装置包括上下两环形喷水管。图 2 为改进后的碎煤加压气化炉<sup>[2-3]</sup>。

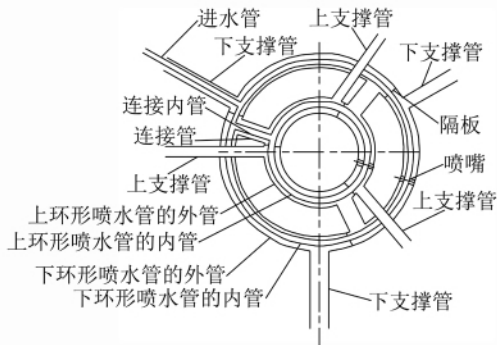


图 2 改进后的碎煤加压气化炉

改进的碎煤加压气化炉,其上、下环形喷水管的上、下水夹套中设置有至少 2 块隔板,将水夹套内空间隔成连贯的环形空间,水在上、下环形喷水管中不走短路,不会造成死角。改进的碎煤加压气化炉,设置在上、下环形喷水管上的喷嘴采用耐高温、耐腐蚀、耐磨雾化喷嘴。由于上、下环形喷水管与气化炉的水夹套是相通的,因此只要气化炉的夹套有水,上、下环形喷水管及喷嘴就不会被烧坏。

### 2.4 改进后的操作方法

开车、停车同改造前的操作方法一样不加煤气水,只是在正常生产时,用高压泵将经超滤后的煤气水经进水管送入上、下环形喷水管的内管,由喷嘴喷出。进水量通过流量计计量并通过调节阀控制,同时按 1:3 的比例减去相应的蒸汽量。

### 2.5 可行性分析

#### 2.5.1 喷入的水在气化炉截面的分布

上、下环形喷水管喷出的水,是以气化炉中心为圆心的 4 个同心圆,气化剂从旋转炉篦的 4 个同心圆缝隙进入气化炉,而且改进后气化炉喷入的水只起辅助控温作用,汽化成蒸汽只占总蒸汽量的 1/7;另外 BGL 气化炉只用了 8 个喷嘴喷入气化剂,已经开车成功。从以上两点来看,改造后的蒸汽可以均匀分布,不会造成装置生产的不稳定。

#### 2.5.2 环形喷水管的位置

环形喷水管应安装在氧化层的下部,如果安装太靠下就进入了灰层,灰层的温度低,只能喷入较少

的水量;安装太靠上就进入了还原层,起不到控制氧化层温度的作用;安装在距炉篦 800 mm 处比较合适。义马气化厂气化炉在高负荷时人孔曾爆炸过 2 次,这表明  $O_2$  已经上升到人孔部位,说明氧化层在高负荷时很厚,所以环形喷水管安装在氧化层的下部比较容易。

#### 2.5.3 环形喷水管的寿命

环形喷水管、上支撑管、下支撑管内都有夹套水通过,由于钢材的导热系数较大,所以温度不会太高。考虑到煤及灰的磨损,选用耐高温、耐磨的材质,使用寿命可达 1 a 以上,1 a 后在检修气化炉炉篦时更换。

## 3 结 语

碎煤加压气化炉具有所产煤气中甲烷含量高、技术成熟可靠、投资低等优点,已成为煤制天然气的首选煤气化技术。鉴于中国天然气市场需求量巨大且稳定,引发了国内煤制天然气投资的持续热潮,项目争相开工,成为继煤制油之后的煤化工领域投资热点<sup>[4]</sup>。

本文针对碎煤加压气化炉存在的蒸汽消耗高、污水产量大、处理费用高的缺点进行了一些改进,将气化炉产的煤气水通过高压泵送入气化炉氧化层内,让水汽化吸收一部分热量。研究表明:如果加入污水量为 2 t/h,节省 6 t 3.8 MPa 的蒸汽,每台气化炉在蒸汽上可节省运行费用 300 元/h。同时少产生 6 t 污水,可节省污水处理费用 286.86 元。改造后,每台气化炉可节省运行费用 586.86 元/h。使碎煤加压气化炉运行费用大幅下降,提高了煤制天然气的经济效益,促进了煤制天然气产业的可持续发展。

参考文献:

- [1] 汪家铭,蔡洁.煤制天然气技术发展概况与市场前景[J].天然气化工,2010,35(1):64-70.
- [2] 刘宏建,高恒,刘晨希.一种高效节能型固定床气化炉[P].中国专利:CN201354362,2009-12-02.
- [3] 刘宏建,高恒,刘晨希.一种固定床气化炉氧化区控温方法及气化炉[P].中国专利:CN101486928,2009-07-22.
- [4] 钱卫,黄于益,张庆伟,等.煤制天然气(SNG)技术现状[J].洁净煤技术,2011,17(1):27-32.