

# 预膜式烧嘴在新型撞击流水煤浆气化炉上的首次应用与改进措施

周 夏<sup>1</sup>, 张克锋<sup>2</sup>, 吴开明<sup>3</sup>

(1. 内蒙古三维煤化科技有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 010300;

2. 山东华鲁恒升化工股份有限公司, 山东 德州 253024;

3. 石家庄国雄煤浆烧嘴制造有限公司, 河北 石家庄 050031)

**摘要:**介绍了预膜式烧嘴的结构和工作机理,总结了预膜式烧嘴在新型撞击流水煤浆气化炉上的使用经验和技術优势,分析了其在工业应用中出现的問題,提出了改进措施。

**关键词:**预膜式烧嘴;撞击流水煤浆气化炉;改进措施

中图分类号:TQ051.69

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2007)12-0058-03

## First application of prefilming burners in new type of impinging stream coal-water slurry gasifier and improving measures

ZHOU Xia<sup>1</sup>, ZHANG Ke-feng<sup>2</sup>, WU Kai-ming<sup>3</sup>

(1. IM JB Resources Ltd., Erdos 010300, China; 2. Shandong Hualu-Hengsheng Chemical Co., Ltd.,

Dezhou 253024, China; 3. Shijiazhuang Guoxiong Coal-Water Burner Co., Ltd., Shijiazhuang 050031, China)

**Abstract:** The configuration and the work principle of prefilming burners are introduced, compared with Texaco burners, the work experience and technical advantages of prefilming burners in the new type of impinging stream coal-water slurry gasifier are summarized. Some problems of the prefilming burner are also analyzed, some improving measures are put forward.

**Key words:** prefilming burner; impinging streams coal-water slurry gasifier; improving measures

在山东华鲁恒升化工股份有限公司首套国产化大型氮肥项目中,建设了1台操作压力6.5 MPa、处理煤750 t/d的四喷嘴对置式撞击流气流床水煤浆气化炉,在该煤气化技术中,采用了预膜式外混型水煤浆气化工艺烧嘴(以下简称预膜式烧嘴),这也是华东理工大学、水煤浆气化与煤化工国家工程研究中心、中国天辰化学工程公司等单位具有我国自主知识产权的多喷嘴对置式撞击流气流床水煤浆气化技术的第一次工业化应用。多喷嘴对置式水煤浆气化装置自2004年底在山东华鲁恒升化工股份有限公司建成投产以来,通过几次改进,逐渐显示出了国产化技术的独特优势。工艺烧嘴是水煤浆气化装置上的关键设备之一,它对整个气化装置的高效、长周期运行具有重要影响,本文旨在介绍预膜式烧嘴在四喷嘴对置式撞击流水煤浆气化炉上的应用情况。

## 1 预膜式烧嘴结构特点与工作机理

### 1.1 预膜式烧嘴的结构

与现在使用的Texaco水煤浆气化烧嘴相同的

是,四喷嘴对置式水煤浆气化炉上使用的预膜式烧嘴也采用了三流道式结构,即:进烧嘴的氧气流股分成2个流道,内部小喷头内腔走中心氧,外部大喷头内腔与中间喷头外表面形成的环隙走外环氧;中间喷头内腔与内部小喷头外表面形成的环隙走水煤浆。预膜式烧嘴头部也设置了水夹套和冷却盘管,以抵御炉内高温对外部大喷头的烘烤。

与Texaco水煤浆气化烧嘴不同的是,预膜式烧嘴的小、中喷头端面分别相对于外部大喷头端面依次内缩量仅1 mm,氧气与水煤浆同时离开烧嘴,烧嘴头部没有氧气与水煤浆的预混室,为外混型烧嘴;而Texaco水煤浆气化烧嘴则是中间喷头比外部大喷头轴向内缩几个毫米,而内部小喷头比外部大喷头轴向内缩几十毫米,烧嘴头部形成了氧气与水煤浆的预混室,为内外混型烧嘴。预膜式烧嘴的端部结构使得3个流股的物料喷出时形成了同轴交叉,单个预膜式烧嘴头部结构见图1。由于水煤浆在喷出烧嘴之前呈环形薄膜状,所以称为预膜式烧嘴。

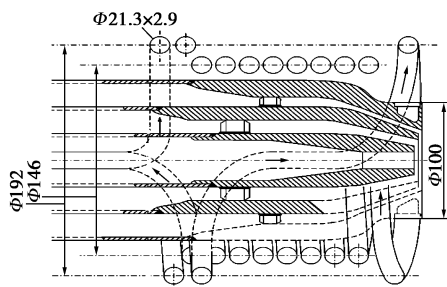


图1 单个预膜式烧嘴头部结构

## 1.2 四喷嘴对置撞击流气化工作机理

来自棒磨机水煤浆经2个高压煤浆泵加压输送,与来自空分装置的高纯度氧气一起通过4个对称布置在气化炉上部同一水平面上的工艺烧嘴喷入气化炉燃烧室,每个高压煤浆泵分别给轴线上相对的2个烧嘴供料。在受限射流条件下,4个工艺烧嘴对置安装在同一水平面上向中间对喷,形成了撞击流场,使得水煤浆与氧气的混合更充分<sup>[1]</sup>。四喷嘴对置式撞击流水煤浆气化炉的燃烧室流场形成的火焰呈梅花瓣形状<sup>[2]</sup>。

## 2 技术考虑与改进

### 2.1 原始技术考虑

由于操作上可能很难把供给两两对置的工艺烧嘴的水煤浆、氧气流量等控制得完全一致,为了避免因偏差过大而形成非理想化的撞击流,从而对烧嘴及周围的耐火砖产生不利的影响,对此,山东华鲁恒升化工股份有限公司与设计单位、专利商一起确定了报警值和连锁值。单个烧嘴冲击到对面向火面耐火砖上的速度约为70 m/s;一对烧嘴运行时,冲击耐火砖的速度为10 m/s,相当于Texaco煤气化炉气流对锥底砖的冲击,为了防止火焰喷向炉壁,不考虑3个烧嘴或1对烧嘴单独运行。从安全角度考虑,还设定了1个连锁,即:只要有1个烧嘴停车,即刻使其他烧嘴停车<sup>[3]</sup>,也就是使整台气化炉停车。这么做的弊端是停车几率可能比Texaco气化炉高。

在该气化炉上使用的预膜式烧嘴雾化角约为23°,比Texaco烧嘴雾化角略大,这样就使得该预膜式烧嘴的火焰长度比相同负荷、相同规格的Texaco烧嘴的短,从某种程度上减少了对耐火砖的冲击。

由于烧嘴横置,烧嘴室采用了帽檐结构,烧嘴喷头端面没有设计得与炉壁相切,以防止炉渣沿炉壁流下堵塞烧嘴,即:烧嘴就位后藏在前面的扩口砖后面,扩口砖洞口比烧嘴外径小。

另外一个技术考虑就是通过采用预膜式,水煤

浆在烧嘴喷头处的流速比相同负荷、相同规格的Texaco烧嘴低,减少了水煤浆对烧嘴的冲刷磨蚀,期望能借此提高烧嘴寿命。

### 2.2 问题与改进

预膜式烧嘴的水煤浆流道尺寸理论值仅为5.7 mm,比顶置单喷嘴气化炉用烧嘴水煤浆流道尺寸小得多,它对磨煤粒度要求高,对制煤浆的操作技术要求高。但是在山东华鲁恒升化工股份有限公司,四喷嘴对置式气化炉与2台顶置单喷嘴气化炉使用了一样的磨煤机磨出的水煤浆,其煤粒度由磨煤机本身及磨煤机出口滚筒筛筛孔尺寸确定,这样,几个大的煤浆颗粒或煤中的铁丝等其他杂物挤在煤浆环隙里很容易造成堵塞,这种堵塞是随机的,也可能在运行过程中被冲开,这些会导致烧嘴偏喷,影响周围耐火砖的使用寿命。观察停车后拆下的烧嘴,几次发现过烧嘴水煤浆环隙中存有大颗粒的情况。所以,多喷嘴技术更适用于大型气化炉,那样其被堵塞几率将会降低。

运行中发现烧嘴室的帽檐结构使得火焰不能顺畅排出,很容易造成“窝火”,严重时烧坏扩口砖后面的背撑砖甚至烧嘴本身。后来将扩口砖洞口改大、设计成喇叭状后,没再出现“窝火”现象。

开始对烧嘴横置后的特殊性考虑不足,对烧嘴头部水夹套的冷却水进、出口管口方位没有做统一规定,结果烧嘴安装后,有的烧嘴冷却水为“上进下出”,这样的冷却效果不好,后来冷却水流向统一改为“下进上出”。

由于烧嘴水平安装后自然形成了细长轴悬臂梁(悬臂长度1100 mm),使得烧嘴喷头处下垂;由于筑炉后形成的膨胀缝待温度升到操作温度时使得烧嘴室洞口中心不一定能完全与烧嘴喷头中心重合,加之在高温下受工艺物料的冲击,烧嘴可能会发生振动,使烧嘴头部冷却盘管与烧嘴室内壁或炉渣摩擦而损毁。对此,华东理工大学提出如图2所示的改造方案:烧嘴安装前用耐高温的纤维布、耐火纤维毯包扎烧嘴头部(自烧嘴头端面算起,长约250 mm),并外套不锈钢铁皮(后来实际工作中,改用不锈钢丝捆扎耐火纤维毯)。以前由于烧嘴安装时不容易将烧嘴水平推入,烧嘴头部盘管极容易被烧嘴室内壁炉渣划伤;工作中烧嘴室为低压区,烧嘴室容易积聚炉渣,停车降温后,炉渣有时候凝固在烧嘴冷却盘管上,拔烧嘴时经常把烧嘴盘管拉坏,经过以上改造后,情况有所好转。

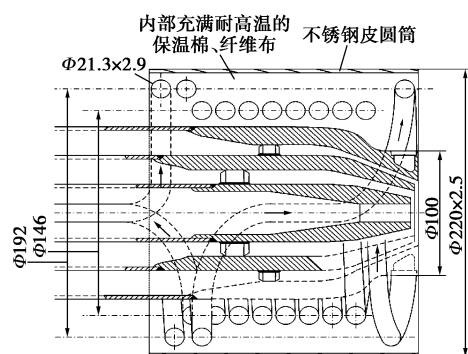


图 2 改造后的预膜式喷嘴结构

原计划只要有 1 台或 1 组烧嘴停车就通过连锁将整台气化炉停车,但从实际开车情况看,当 1 组烧嘴出问题后,另 1 组烧嘴短时间内仍可延续生产,在线处理完停车烧嘴的故障(须是非烧嘴本身故障)后再并入运行<sup>[3]</sup>。

由于预膜式烧嘴的头部结构,预膜式烧嘴的中间喷头内表面和内部小喷头外表面均会被流过的水煤浆不均匀地冲刷磨蚀,而 Texaco 烧嘴的内部小喷头外表面一般情况下不会被水煤浆明显地冲刷磨蚀。与 Texaco 烧嘴破坏情况相似的是,1 个周期下来,预膜式烧嘴的外部大喷头端面也有明显的龟裂,另外,在烧嘴外部大喷头端面有时还有烧蚀形成的凹坑,这可能与四喷嘴对置式气化炉炉膛内的高温区更靠近烧嘴有关。

### 3 运行效果

#### 3.1 工艺指标<sup>[4]</sup>

在典型操作条件:以神府煤为原料,单个烧嘴煤浆流量为 8.5 m<sup>3</sup>/h,氧气流量 4 300 m<sup>3</sup>/h,操作压力 6.3 MPa(G)下的主要运行指标见表 1。

表 1 工艺运行指标

项目	设计指标	测试平均指标
碳转化率/%	97.00	99.97
冷煤气效率/%	72.1	
(CO + H <sub>2</sub> )摩尔分数/%	80.28	82.41
产气率/m <sup>3</sup> ·kg <sup>-1</sup>	2.07	2.15
比氧耗/m <sup>3</sup> ·km <sup>-3</sup> (CO + H <sub>2</sub> )	408.6	362.0
比煤耗/kg·km <sup>-3</sup> (CO + H <sub>2</sub> )	601.8	565.0

#### 3.2 技术优势

4 个预膜式烧嘴对置安装在气化炉炉膛侧面使用,有以下技术优势:

(1)预膜式烧嘴雾化夹角大,雾化效果好,又因采用对撞方式,其混合更加充分。当某 1 个烧嘴因制造或其他原因雾化不好时,其影响也非常小。在 4 个烧嘴中,当 1 个烧嘴因煤浆泵或其他因素造成煤浆流量低过氧时,其他烧嘴可及时缓解这种危险。

(2)与 Texaco 内外混式烧嘴相比,预膜式烧嘴的氧气压力损失大大降低。由于避免了水煤浆与中心氧气的预混,预膜式烧嘴与相同负荷、相同规格的 Texaco 烧嘴相比,可以大大降低煤浆通道的出口速度,减轻煤浆通道的磨损,对延长烧嘴寿命有利。

(3)相对于 Texaco 内外混式烧嘴,预膜式烧嘴由于属于外混,运行中不容易产生回火。

(4)预膜式烧嘴有效气体成分高,反应完全,单位煤浆产气量较 Texaco 烧嘴高,灰渣残碳含量低,碳转化率高。

(5)4 个烧嘴之间的协同作用好,气化炉负荷可调节范围大,目前为 50% ~ 110%,负荷调节速度快,适应能力强,有利于装置大型化。

(6)由于在烘炉阶段就可将工艺烧嘴安装好,当炉温达到投料条件时,将预热烧嘴从顶部取出,装上封堵,就可以进行投料,因而从烘炉到投料的过渡期较短,也不会因换烧嘴而使炉温波动太大,可以避免停炉及过氧的风险。

#### 参考文献

- [1] 周夏,张彦,刘长辉,等.首套多喷嘴对置式水煤浆气化技术的工业化应用[J].大氮肥,2006,29(4):272-275.
- [2] 于广锁,龚欣,刘海峰,等.多喷嘴对置式水煤浆气化技术[J].现代化工,2004,24(10):46-49.
- [3] 曹培忠,徐其伦.多喷嘴撞击流水煤浆气化技术的工业应用[C]//中国石油和化学工业协会.首届多喷嘴对置式煤气化技术推广及应用研讨会会议论文集.上海:华东理工大学,2007:100-105.
- [4] 于遵宏,于广锁,龚欣,等.多喷嘴对置式水煤浆气化技术与开发[C]//中国石油和化学工业协会.首届多喷嘴对置式煤气化技术推广及应用研讨会会议论文集.上海:华东理工大学,2007:12-40. ■

您想了解粉体加工技术及相关行业信息吗?

请浏览 中国粉体工业信息网 [www.chinapowder.cn](http://www.chinapowder.cn)

粉碎 分级 纳米颗粒制备 混合 分散 改性 造粒 干燥 烧结 散料输送 储存 粉体检测 粉尘爆炸控制等

010-62772725 62772135(Fax)

清华大学材料系逸夫技术科学楼 2713 室