

HP多种燃料混烧型燃烧器的研究开发

李松, 徐松柏, 唐宪国, 刘银杰, 张先成

(合肥水泥研究设计院, 安徽 合肥 230051)

摘要: 阐述HP多种燃料混烧型燃烧器的研发内容、解决的技术关键和创新点, 通过对首钢球团厂及昆钢炼铁厂球团车间样机的设计、调试和使用, 证明该项目成果对充分利用低品位燃料、多燃料匹配使用、降低成本和推动行业的技术进步具有积极作用。《HP多种燃料混烧型燃烧器的研究开发》项目2013年11月3日通过安徽省科技厅组织的专家鉴定。

关键词: 多种燃料; 混烧; 燃烧器; 研究开发

中图分类号: TQ172.625.3

文献标识码: B

文章编号: 1671-8321(2014)02-0084-03

冶金行业的活性石灰、氧化球团生产线大都借鉴了水泥回转窑的煅烧工艺, 这些生产线大都建在钢厂附近, 而钢铁企业在炼焦时会产生焦炉煤气、高炉在生产时会产生高炉煤气等; 近年来有色行业在镍铁生产中采用的RKEF(回转窑-矿热炉)工艺, 其矿热炉亦产生煤气。在回转窑中利用这些可燃气体的、或采用煤粉加可燃气体的作为燃料, 既可节约能源、又能减少环境污染。

目前国内尚无成熟的多种燃料混烧燃烧器的技术及装备, 拥有该技术和装备的主要有法国皮拉德(PILLARD)公司、德国洪堡(KHD)公司、奥地利UNITHERM公司、巴西GRECO公司。这些国外公司的混烧型燃烧器性能虽好, 但引进价格昂贵, 因而研制新型、性能好、能替代进口、具有国际先进水平的多种燃料混烧燃烧器就成为一项紧迫任务, 也是我国工业发展“节能和环保”的迫切要求。

1 研究内容、技术关键和技术经济指标

1.1 研究内容

众所周知, 燃料燃烧的火焰长度取决于燃料与空气的混合速率, 而混合速率主要由燃烧器的推力决定。推力大, 燃料的潜热就会在一个小的体积内释放, 因而火焰短, 火焰温度高; 推力小, 火焰长度延长, 火焰温度下降。

丹麦史密斯(F.L.Smith)公司用“相对动量”来表

征燃烧器的推力:

$$M=A \times V \quad (1)$$

式中: M——动量, % · m/s;

A——一次空气体积百分数, %;

V——轴向风喷速, m/s。

对同一种燃料, 完全燃烧所需的动量是一定的。而对同一型式的燃烧器来说, 其动量有一定的范围, 因而一次空气百分数用量愈低, 其轴向喷速愈高。

除了火焰长度, 燃烧器还应保持火焰具有合适的气体流场。回转窑内的燃烧过程是受扩散控制的, 确保燃料正常着火并稳定燃烧的最简便的方法是使热的燃烧产物重新回到燃烧器端部与较冷的一次风及燃料混合, 这在燃烧着火温度较高的燃料时更为重要。因此设计上应充分考虑燃烧器出口部分的流场, 一般采用大速差及稳流腔结构。

本项目根据上述原理研制一种固体、气体、液体燃料单烧或混烧, 耐磨损、耐变形的新型多通道燃烧器。

1.2 技术关键

(1) 适应不同燃料单烧或混烧的个性化设计参数;

(2) 耐磨损、耐变形的新型结构和材料设计。

1.3 技术及经济指标

(1) 对燃料适应性强, 能实现煤粉与单种可燃气体、煤粉与多种可燃气体、两种或多种可燃气体混烧;



- (3) 使用一年无明显磨损及变形;
- (4) 一次风量 < 8%, 降低热耗10 ~ 50kJ/kg熟料。

2 样机的参数与设计

2.1 样机的参数

首钢球团厂为了充分回收放散煤气, 达到减少外排污染和节能降耗的目的, 于2006年4月启动了球团放散煤气回收改造工程。鉴于最末端用户煤气不稳且不足, 因此要求该工程关键设备一窑头燃烧器既能单烧煤气、单烧煤粉, 又能煤、气混烧。由于国内尚无先例, 首钢矿业公司组织相关部门进行了多次考察和论证, 最终确定由合肥水泥研究设计院提供改造工程中气、固混烧燃烧器的供货和调试服务。

根据首钢球团厂提供的燃料情况, 保证气、固燃料单烧或混烧时的燃料要求见表1。

项 目	100万吨/年(1线)	200万吨/年(2线)
窑规格	$\phi 4.7\text{m} \times 35\text{m}$	$\phi 5.9\text{m} \times 38\text{m}$
燃煤量 (热值29 500kJ/kg)	4t/h	7t/h
燃气量 (热值16 720kJ/m ³)	6 000 m ³ /h	10 000 m ³ /h

2.2 样机的设计

由于气、固燃料容重不同, 热值相差很大, 样机设计时应注意协调各部件之间的结构、参数匹配。

根据气、固燃料特点, 为了减少固体燃料对设备的磨损, 我们将煤粉通道置于中心, 而将气体燃料置于内、外风之间, 并在外风结构上考虑了两种方案:

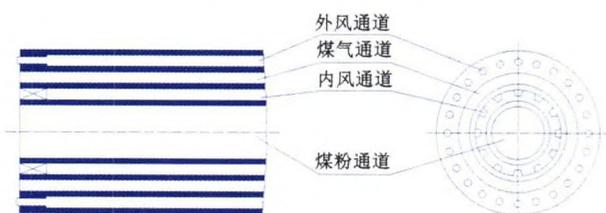


图1 外风为喷嘴结构的燃烧器

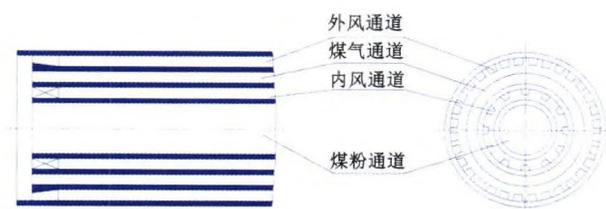


图2 外风为多孔结构的燃烧器

(1) 方案一: 外风为喷嘴结构(见图1)

(2) 方案二: 外风为多孔结构(见图2)

方案一与方案二各通道都能满足样机的参数设计要求, 但由于外风结构不同, 带来样机的加工成本不同, 需要调整参数时更换设备的难易程度也不一样, 比较见表2。

比较项目	方案一	方案二
1 结构特点	外风为喷嘴	外风为多孔
2 性能特点	出口风速满足要求	出口风速满足要求
3 加工难易	困难	容易
4 更换难易	容易	困难

3 样机的调试和使用

3.1 首钢球团厂的调试和使用

采用方案一设计制造的HP混烧型燃烧器, 2006年11月、12月分别在首钢球团厂年产100万吨球团(1线)、200万吨球团(2线)生产线投入使用。开始生产时, 无论是单独使用煤气还是气、煤混烧都能满足工艺生产要求, 但在完全使用煤粉时, 2线基本满足工艺生产要求, 但1线表现出火焰发散、煤粉燃烧不完全现象。

现场分析认为: 由于改造所限, 净风风机安装位置较远, 管道延程阻力大, 净风不能完全用足。后经计算将1、2线燃烧器内、外风面积增大约20%, 内风风翅角度减少5°, 采取以上措施后, 净风可全部投用, 火焰变细变长, 对控制窑内结块效果良好。

1线、2线燃烧器整改后完全满足了工艺生产要求, 但使用半年后发现燃烧器头部有结焦现象。为避免气、煤混烧时燃烧器头部结焦, 备件供货时, 将燃烧器头部按方案二作了修改。即外风出口由位于同一圆周上的离散的小喷嘴改为位于同一圆周上的离散的多孔(由16个圆孔改为32个矩形孔), 外风走向由外展15°改为与燃烧器轴线平行, 增设了笼烟罩, 伸出距离50mm, 其余各通道结构不变。采用方案二设计制造的燃烧器自2009年2月使用至今, 燃烧器头部很少出现结焦现象。

3.2 昆钢炼铁厂球团车间的调试和使用

2012年6月, 为了多利用公司炼铁厂富余的高炉煤气, 减少焦炉煤气用量, 球团车间进行了混合煤气系统改造。开始使用国内某公司的GJQ-120型燃烧器, 无法达到改造要求, 七个月后更换成我院研制开发的HPQ8000混烧燃烧器。混烧燃烧器将焦炉煤气通道置于中心, 而将高炉煤气置于内、外风之间, 使用后焦炉煤

表3 2005年~2012年生产数据统计

项目		2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年	2012年
产量/(万吨)	1线	123	126	136	143	136	136	117	75
	2线	189	210	218	223	246	246	225	240
煤耗/(kg/t)	1线	18.6	16.2	15.1	15.1	14.9	14.9	15.2	14.4
	2线	20.6	15.8	16.1	15.4	15.2	14.9	14.5	14.2
电耗/(kWh/t)	1线	31.8	30.2	26.2	24.8	23.7	22.3	21.7	21.4
	2线	30.2	28.5	25.8	23.8	22.8	21.7	21.4	21.8

表4 改造前生产数据统计

2012年	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
产量/t	167 889	137 069	224 550	184 423	223 986	177 416	222 986	191 188
高气单耗/(m ³ /t)	32.82	5.40	13.56	8.73	2.02	11.67	27.17	14.48
焦气单耗/(m ³ /t)	47.62	42.42	40.88	45.91	44.76	48.58	41.72	44.56

表5 改造后生产数据统计

2013年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	平均
产量/t	195 291	205 865	225 979	210 885	181 336	188 869	201 371
高气单耗/(m ³ /t)	21.38	19.45	27.22	24.63	27.57	24.34	24.10
焦气单耗/(m ³ /t)	43.94	39.80	39.82	41.0	40.82	37.95	40.56

气用量平均减少4.0m³/t, 代之以本厂多余的高炉煤气, 达到了混合煤气改造的目的。

3.3 使用效果

3.3.1 首钢球团厂使用效果

首钢球团厂2005年至2012年生产数据统计见表3。

首钢球团厂两条球团生产线平均标准煤耗(煤气已按热值折算)、电耗由改造前的19.6kg/t、31.0kWh/t下降到现在的14.3kg/t、21.6kWh/t, 年节标煤1.44万吨, 标煤价以1 000元/吨计, 折合人民币1 440万元; 年节电3 250万kWh, 电价以0.5元/kWh计, 折合人民币1 625万元; 年增产量30万吨, 球团利润以50元/吨计, 折合人民币1 500万元, 三项合计年效益4 565万元, 取得了令人满意的效果。HP混烧型多通道燃烧器操作简单、运行可靠、维护工作量小, 充分回收了放散煤气, 减少了对环境的污染, 经济效益和社会效益都十分显著。

3.3.2 昆钢炼铁厂球团车间使用效果

昆钢炼铁厂球团车间改造前后生产数据统计见表4、表5。

昆钢炼铁厂球团车间改造后六个月共生产球团120.8万吨, 高炉煤气单耗由改前的14.48m³/t上升到24.10m³/t, 平均上升66.44%, 焦炉煤气单耗由改前的44.56m³/t下降到40.56m³/t, 平均下降8.98%, 运行半年

节省的燃料费用约297.7万元, 加上可以多用本厂富余的高炉煤气, 减少了与居民生活争气的矛盾, 具有良好的经济效益和社会效益。

4 关键技术与创新点

4.1 解决的关键技术

通过研究HP多种燃料混烧型燃烧器内部各通道合理设置, 将煤流通道设置在中心, 解决了一般燃烧器煤粉入口处的磨损问题, 达到了燃烧器使用寿命长的目标。

通过对HP多种燃料混烧型燃烧器外流管头部的新型结构和材料设计, 使得设备长期运行不易变形, 各通道保持同心, 从而防止了火焰跑偏, 实现了回转窑长期安全运转。

4.2 创新点

(1) HP多种燃料混烧型燃烧器能实现煤粉与单种可燃气体、煤粉与多种可燃气体、两种或多种可燃气体混烧, 燃料可实现在线切换。

(2) HP多种燃料混烧型燃烧器将煤流通道设置在中心, 彻底解决了一般燃烧器煤粉入口处的磨损问题, 大大延长了燃烧器使用寿命。

(3) HP多种燃料混烧型燃烧器其外流管头部采用新型结构和材料设计, 可保证长时间使用不易变形, 从而避免了火焰跑偏现象。