

6 t/h 高温热风水冷冲天炉的结构和应用

张明¹,王忠双²,颜景权²,殷黎丽³

(1. 威海科兴铸造机械有限公司, 山东威海 264205, 2. 抚顺高周波铸造有限公司, 辽宁抚顺 113126, 3. 包头职业技术学院, 内蒙古自治区包头 014030)

摘要:介绍自行研制的高温热风水冷冲天炉的结构参数和应用情况。该炉熔化率 6t/h, 采用炉顶热风换热装置回收炉气余热, 热风温度达 385 ~ 430 , 铁液温度稳定在 1500 ~ 1550 , 铁液成分稳定、金属元素烧损有所降低, 铁焦比 7.8, 每日 24 小时连续熔化炉龄可达 15 日。

关键词:水冷冲天炉; 高温热风冲天炉; 熔化率

中图分类号: TG232.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8365 (2003) 05-0398-03

Structures & Application of the 6 t/h Hot-blast Water-cooling Cupola

ZHANG Ming¹, WANG Zhongshuang², YAN Jingquan², YIN Lili³

(1. Weihai Kexin Foundry Machinery Co., Ltd, Weihai 264205, China; 2. Fusun Gaozhoubo Casting Co., Ltd, Fusun 113126, China; 3. Baotou Vocational Technical College, Baotou 014030, China)

Abstract: Meeting with the need of increasing melt in modern casting in China, we exploited a hot-blast and water-cooled longevity cupola. The structure parameter and application circumstance of the cupola were introduced. The melt in grate of the cupola is 6 tons per hour. The device of hot-blast-exchange on the top of the cupola has been used to reclaim the waste heat in the stack gas. The range of the hot-blast temperature is 385 ~ 430 . The temperature of iron liquid can be stabilized at 1500 ~ 1550 . The composition of the iron liquid is stable and the incinerated metal element has been decreased. The ratio of iron to coke is 7.8. The cupola's longevity can last 15 days in the condition of 24-hours-continuous-melting per day.

Keywords: Water-cooling cupola with long service period; Hot-blast Cupola with high temperature; Smelting grate

目前中国水冷冲天炉大部分使用铸造结构的单腔风口, 寿命低、安全性差; 国内设计制造的水冷冲天炉一般局限于冷风冲天炉, 缺乏回收炉气余热的高温热风换热装置。本文介绍某铸造有限公司 6t/h 高温热风水冷冲天炉。

1 冲天炉主要结构

该冲天炉由喷淋除尘器、一级热风换热器、二级热风换热器、加料口段、预热段、水冷熔化段、炉底炉腿和虹吸式连续出铁出渣槽等几部分组成, 见图 1, 其主要部分介绍如下。

1.1 喷淋除尘器

高温热风冲天炉一般需采用炉气冷却器 + 旋风除尘器 + 布袋除尘器的炉气处理流程, 该流程组成的除尘体系技术成熟、工作可靠, 但结构庞大、占地面积大、投资额度大、设备运转费用高。该冲天炉属于在现有车间进行的改造项目, 由于投资和场地的限制, 采用了

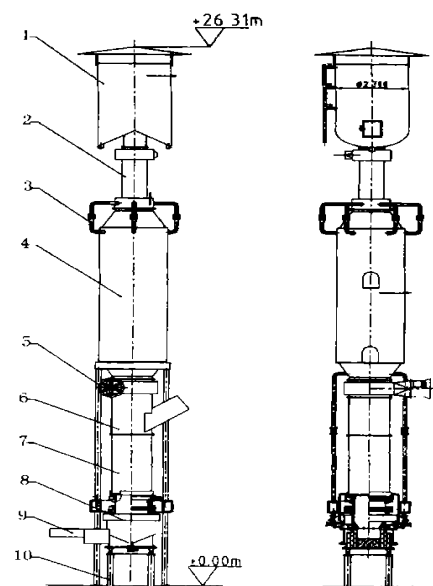


图 1 6t/h 高温热风水冷冲天炉

Fig.1 6t/h hot-blast water-cooling cupola

1- 喷淋除尘器 2- 一级换热器 3- 热风管

4- 二级换热器 5- 冷却风机 6- 加料口段 7- 预热段

8- 水冷熔化段 9- 连续出铁槽 10- 炉底炉腿

收稿日期: 2002-11-01; 修订日期: 2003-03-27

作者简介: 张明 (1958-), 陕西华县人, 讲师, 研究方向: 现代冲天炉的试验研究和设计施工。

经济廉价的喷淋除尘器作为炉气处理设备。

喷淋除尘器(塔)一般用于高炉炉气除尘,利用水雾洗涤炉气中的灰份和有害气体。高炉喷淋除尘器的高径比一般为4~5,喷雾压力一般为0.1~0.2MPa,雾滴直径一般为500~1000 μm ,除尘效率可达80%~90%^[1]。

该冲天炉使用的喷淋除尘器结构,其内部设置着上、中、下3层共18只喷嘴。炉气进入除尘器后,粗大颗粒由于流速降低沉降于除尘器底部,随炉气上升的细小尘粒在水雾的裹挟下随水流入设置在地面的沉降池。该除尘器参考了高炉喷淋除尘塔的设计,但由于冲天炉安装高度的限制,高径比较小,其主要参数如表1。该除尘器出口的炉气呈白色,烟气林格曼黑度小于一级。

表1 喷淋除尘器设计参数

Tab.1 Design parameter of spray scrubber

项目	数值
炉气处理量 (m^3/h)	3000
直径 (mm)	2700
高径比	1.5
炉气空塔流速 (m/s)	1.5
水气比 (水/气)	1.67
三层喷嘴流量分配 (上/中/下)	50/25/25
喷嘴数量 \times 直径 (个 \times mm)	18 \times ϕ 10
循环水量 (m^3/h)	30

1.2 热风换热器

冲天炉炉气中的一氧化碳含有大量的化学热,用热风换热器回收炉气中的化学热可以将冲天炉鼓风加热到很高程度^{[2][3]}。该冲天炉的热风换热器由一级换热器、二级换热器和换热器冷却风机3部分组成,可以认为这种换热器与1957年法国工程师乌尔曼(Ulman)发明的环缝式炉顶热风辐射换热器有一定渊源。与乌尔曼换热器相比,该换热器以对流为主要换热方式,换热面积更大,省略了炉气点火装置,增加了控制换热器内部温度的冷却风机。

一级热风换热器为类似于热风炉胆的环缝换热器。鼓风气流沿环缝自上而下,与高温炉气逆向换热,一般可将鼓风预热到180 $^{\circ}\text{C}$ 左右。二级热风换热器为蛇形换热器,通过二级换热器后的热风一般可达到400~580 $^{\circ}\text{C}$ 。由于投资的限制,该冲天炉的热风换热器采用普通材料,为了延长其使用寿命,热风温度限制在385~430 $^{\circ}\text{C}$ 。

设置在二级换热器和加料口之间的冷却风机,通过鼓吹冷空气的方法降低换热器内部的温度,起保护换热器器壁材料的作用。

1.3 贯流式水冷风口

水冷风口是水冷长炉龄冲天炉的最关键部件。目前我国水冷冲天炉大部分使用铸造结构的单腔风口,这种风口具有价格低廉的优越性,但由于冷却流道结

构造成的冷却水流径“短路”,材料内部存在的铸造缺陷等原因,寿命较短,同时这种风口的安全性较差^[4],山东省仅2000年内就发生3起铸造式单腔风口突然透水引发冲天炉爆炸的严重事故。贯流式水冷风口一般采用焊接工艺制造,使用寿命长、安全性高。目前国内设计制造的贯流式水冷风口,使用寿命可达8000h,超过从日本进口的同类风口(\sim 2500h)。

该冲天炉使用的贯流式水冷风口,见图2,冷却水切向进入风口外腔流向风口前端,再通过内腔到达回水口。外腔前端部设置的螺旋流道将外腔划分为过流面积很小的流道,提高冷却水的流速,强化了冷却水与插入炉内的风口帽之间的热交换。

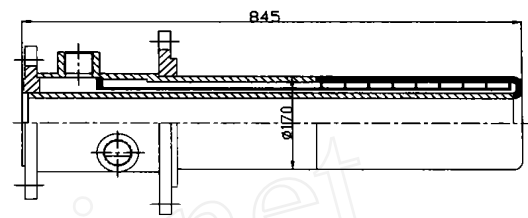


图2 水冷风口

Fig.2 Water-cooling wind mouth

水冷风口在炉内的插入深度对冲天炉的燃烧和熔化有一定影响。中央送风冲天炉的熔化带上翘,侧送风冲天炉的熔化带下陷。风口在炉内插入深度合适时,可以得到平坦的熔化带。该冲天炉的风口在炉内的插入深度为210mm,插入深度取值较大。较大的插入深度,有利于克服侧送风冲天炉的“附壁效应”,保证平坦的熔化带。风口在炉内插入深度越大,需要风口的可靠性越高。

2 主要设计参数

该冲天炉按照熔化率6 t/h和铁液不低于1500 $^{\circ}\text{C}$ 的要求,参照日本冲天炉的有关数据确定炉膛直径、有效高度、鼓风强度、熔化强度等主要参数,其余参数按经验数据取值,见表2。

表2 设计参数表

Tab.2 Design parameter

项目	设计参数
熔化率 (t/h)	6
炉膛名义直径 (mm)	1 000
有效高度 (mm)	4 500
鼓风强度 ($\text{m}^3/\text{m}^2 \times \text{min}$)	140
鼓风量 (m^3/min)	110
风机风压 (mmH_2O)	\sim 3 500
熔化强度 ($\text{t}/\text{m}^2 \times \text{h}$)	7.64
铁液温度 ($^{\circ}\text{C}$)	1 500
铁焦比 (铁/焦)	7.5
热风温度 ($^{\circ}\text{C}$)	380 ~ 420
风口冷却水量 (m^3/h)	6 \times 15
炉壁冷却水量 (m^3/h)	45
炉衬寿命 (h)	15 \times 24

冲天炉鼓风机的性能直接影响冲天炉的熔化性能,该冲天炉配置的鼓风机为罗茨风机,风量为 $120\text{m}^3/\text{min}$,风压为 $4000\text{mmH}_2\text{O}$,实际运行风机出口的风压一般为 $3300\sim 3500\text{mmH}_2\text{O}$ 。

3 其它问题

3.1 炉缸水浴冷却

炉缸是决定炉龄的主要因素,该冲天炉通过水浴法对炉缸进行冷却,调节两只阀门的开度可以控制水冷炉壁和炉缸周围设置的集水槽中冷却水的液面高度。水槽中的冷却水来自炉壁雨淋冷却水,阀门开度较小时液面处于高水平,不仅可以对炉缸进行水浴冷却,而且可以对熔化段炉壁进行水浴冷却。这种冷却结构不仅充分利用了冷却水资源,而且有利于按冲天炉操作的不同阶段对冲天炉采取不同的冷却措施,例如刚开炉时,阀门全开只利用雨淋冷却对熔化段炉壁进行冷却;炉温上升后适当减小阀门开度,对炉缸或者炉缸和炉壁进行水浴冷却。

3.2 虹吸式连续出铁槽

许多书籍和资料均介绍和描述过虹吸式连续出铁槽,一般依照帕斯卡定律给出了连续出铁槽主要结构参数的计算式。在不能取得炉缸压力(更准确地说是在炉缸内出铁口附近的压力)的情况下,有关算式只具备原理阐述意义,没有工程实用价值。

炉膛直径、有效高度、冲天炉炉料块度、炉料料面高度、鼓风强度等多种因素的综合作用决定了炉缸压力,虽然可能用压力仪表对炉缸内部压力进行测量,但往往很难测量,炉缸内的高温使压力探头不能较长时间停留,同时需要充分考虑炉缸内复杂的流场结构对压力测量的不利影响。

在初步设计阶段应该首先依据炉缸压力的诸多决定因素,用类比法大致确定出连续出铁槽的结构尺寸范围;在冲天炉调试阶段,通过试验确定最终的结构参数值。经试验确定该冲天炉连续出铁槽的铁液压头为 150mm 。所谓铁液压头是指冲天炉出铁口上缘和出铁槽槽底的水平高度差,见图3。铁液压头是连续出铁槽的最重要参数,铁液压头不足,出铁口容易喷铁渣;铁液压头过大,炉渣无法由出铁口排出炉外。

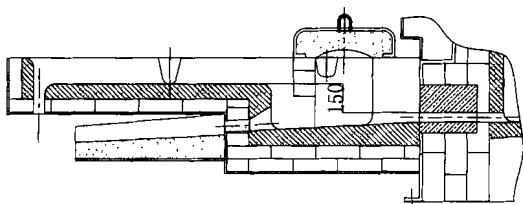


图3 铁液压头

Fig.3 Pressure head of iron liquid

3.3 高级炉衬材料及其费用

水冷长炉龄冲天炉的炉衬材料及其费用问题是一个大家普遍关心的问题。高温热风水冷冲天炉水冷熔化段、炉缸和出铁槽用高级耐火砖(ASC砖)修砌,出铁口一般使用成型ASC砖,其余部分使用高铝砖和粘土砖修砌。

出铁槽表面、炉缸表面、炉底表面使用潮打料(某公司提供的907A)修砌,修砌厚度 $\sim 80\text{mm}$,一般可以24h连续熔化15日以上。如果需要连续熔化的时间较短,潮打料的厚度可以薄些,否则厚些。该冲天炉每次修砌所用的高级炉衬的用量、单价和采购费用见表3。

表3 高级炉衬材料及其费用

Tab.3 Noblerefractory materials and their price			
高级炉衬材料	用量/t	单价/万元/t	价格/万元
ASC砖	1.8	~ 1.8	3.24
潮打料(907A)	0.6	~ 0.85	0.51
合计	1.4		3.75

3.4 水泵的充水和补水

主泵损坏后,电气控制系统可以自动启动备用泵,但备用泵存在的渗漏,往往使备用泵泵腔缺水,必须经人工充水后才能向系统供水,因此主泵损坏往往酿成烧损水冷风口的大祸。

该冲天炉的冷却水池采用半地下结构,水池液面始终高于水泵,在液位差的作用下,备用泵腔一直充满水,给电后可以立即向系统供水。新建项目或者较宽敞的地方,可以采用此法给水泵自动补水,也可利用补水罐给备用泵充水。补水罐串接在水泵吸水管道上,上面设置有补水阀和放气阀,只要保证补水罐中的液面高度高于水泵腔,备用泵腔一直充满水。补水罐的容积往往有限,需要及时检查和补充其中的水量。

4 使用效果

该炉热风温度通过冷却风机控制在 400°C ,铁液温度除了开炉初期低于 1500°C 外,其余时间稳定在 $1500\sim 1550^\circ\text{C}$ 之间,铁焦比达到7.8,每天24h连续熔化炉龄达到15天以上。该炉熔化率稳定,铁液成分稳定,在相同炉料配比的情况下,铁液中C、Si和Mn元素的含量均较另外一台冷风冲天炉有所提高,粒化后的炉渣呈白色,FeO含量低于1.5%。使用实践说明,该炉的有关性能不仅达到了进口炉外热风水冷冲天炉,而且焦耗低于进口冲天炉,同时该炉具有投资低廉的优越性。

参考文献

- [1] 万国清. 炼铁设备及车间设计[M]. 北京:冶金工业出版社,1994.
- [2] 张明,等. 直燃热风冲天炉的研制及其应用[J]. 铸造技术,2000(1):18-21.