烟尘治理

# 轻型顶吸旋臂捕尘罩在高炉出铁口的应用

陈盛建　韦鸣瑞

(中钢集团天澄环保科技股份有限公司　武汉 430069)

**摘　要**　根据首钢 3# 高炉出铁场的特点,通过几种方案的比较,提出了轻型顶吸旋转悬臂罩捕集方案,论述了该罩的特点及参数。实践证明,该方案完全可行,可为同类高炉出铁场除尘推广使用。

**关键词**　轻型顶吸旋臂捕尘罩　出铁口　除尘

## Application of Lightweight Top - absorbing Rotary Cantilever Covering in Dust Cleaning

CHENG Sheng - jian　WEI Ming - rui

(*Sinosteel Tiancheng Environmental Protection Science and Technology Co., Ltd. Wuhan* 430069)

**Abstract**　According to the characteristics of the tapping hole of blast furnace No. 3 in Shougang Group and through comparisons among several programs, the new idea of collecting dust by lightweight top - absorbing rotary cantilever covering is firstly put forward in China, the properties and parameters of this covering are described and half - year running and practice shows that this program is totally feasible and can be popularized in the cleaning to the same kind of tapping hole of blast furnace.

**Keywords**　lightweight top - absorbing rotary cantilever covering　blast furnace tapping hole　dust cleaning

首钢炼铁厂 3# 高炉的容积为 2 536 $m^3$,铁水产量 173 万 t/a。高炉每天出铁 14 次左右,每次出铁时间为 100 min 以上,出铁时间几乎是全天连续的,烟尘也是连续不断地散发出来。高炉出铁口的产尘量约占出铁场总污染物的 30%,是高炉出铁场的主要产尘源。因此,出铁口烟尘的有效捕集直接关系到整个高炉出铁场除尘的效果。出铁期间,出铁场平均每出 1 t 铁产尘 25 kg,则每日最大产尘量约达 128 t,主要成分有 TFe、FeO、$Fe_2O_3$ 等,含尘质量浓度高达 3 g/$m^3$,对环境污染相当严重。

## 1　出铁口烟尘捕集的困难性

高炉出铁口烟尘捕集的前提是不能影响高炉的正常生产。出铁口烟尘捕集的困难主要有:①通常在高炉出铁口两侧设有开堵铁口机、泥炮机、移盖机等炼铁工艺机械设备,这些设备占去了出铁口前大部分使用空间,在不影响开、堵铁口操作和清理出铁口的条件下,出铁口烟尘捕集罩的布置要受到空间的限制;②目前投产的绝大部分高炉风口平台的设计只考虑工艺需要而未考虑除尘的需要,烟尘捕集罩只能在距离铁口较近的区域布置,由铁口喷射出的高温、高压烟气会瞬时冲出烟尘捕集区,极易造成烟尘失控现象的发生;③大型高炉一般都要求出铁场平坦化,使得捕集罩的型式及风管走向受到美观等因素的限制,捕集效果难以达到环保要求。

在实际工程中,必须根据工艺的特点和厂房的结构形式布置合理的顶吸罩,而目前,除尘器的除尘效果已经成为比较成熟的技术,收集罩的型式成为除尘的核心技术。

## 2　顶吸罩方案的确定

首钢 3# 高炉出铁场原来只在铁口两侧设侧吸罩,但这种方式对铁口烟气的捕集是不彻底的,尤其是在开、堵铁口的时候,烟气捕集效果较差。主要是由于高炉炉内压强非常高(约 40 N/$cm^2$),在开、堵铁口时,由铁口喷射出的烟气在炉内高压的作用下,会瞬时冲出炉前的"负压区",造成大量烟尘外溢、失控,致使二次烟尘产生。

根据 3# 高炉出铁口(3 个)现场情况,我们提出 3 个高炉顶吸罩方案。

### 2.1　高悬罩方案

为了不影响垫沟时吊车臂工作空间,直接在出铁口上部热风围管下部位置安装固定顶吸罩,并完善风口平台的三面围封板。此方案可保留现有的液压提升装置,对炉前操作基本上没有影响,有利于操作工人观察和捅沟。但是由于罩体高悬,无法降低高度,当遇到横向风流时就会有部分烟气外逸,效果不会很理想。

### 2.2　移动罩方案

利用一个高炉立柱,并在炉台上新建一门型支架,设置移动式顶吸罩的行走梁。顶吸罩下部进口与风口平台平齐,并与主铁沟盖活动搭接。移动式顶吸罩大部分时间在出铁口位置工作,当高炉检修时,由卷扬机通过导轮将顶吸罩移至出铁口的一侧,不妨碍高炉风口的检修。移动顶吸罩上设有 4 组车轮,可以在轨道梁上行走。轨道梁一端固定在高炉的立柱上,另一端固定在风口平台上新增的钢龙门框架上(新增龙门框架与原有支撑风口平台的型钢立柱、型钢横梁焊接成为一体),见图 1。

根据 3# 炉和 2# 炉现场调查的情况,在 3# 炉出铁口上方设置行走梁难度较大,因为 3 个出铁口和高炉的 4 个立柱毫无对称可言,每一个行走梁都必须在炉台上建立 1 个门型梁架(而且需要将力传递到炉基),以支撑行走梁的另一端。不像 2# 炉 2 个出铁口完全可以利用高炉立柱建立稳定的行走梁。而且此方案投资费用较高,施工工期较长,影响高炉的正常生产。

### 2.3　轻型顶吸旋臂罩方案

万方数据

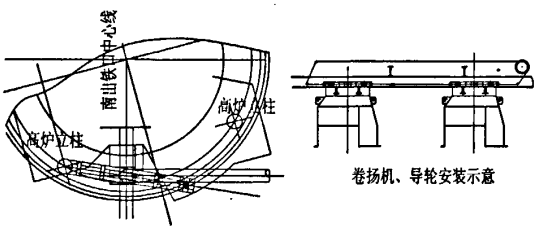


图1 移动罩方案

在3个高炉出铁口的立柱旁分别已有1个悬臂吊盖机(专门提离紧挨出铁口位置的铁水沟盖),如果采用顶吸罩后,此处则不需要盖子,可以不要悬臂吊盖机。利用现有液压回转吊臂,将低悬顶吸罩焊在吊臂上,罩体上抽风管段与上面的风管活接,同时悬臂吊盖机可以120°旋转,从而满足在高炉检修时把顶吸罩旋出,不妨碍高炉风口的检修。罩内铁沟两侧设可移动挡板,有利于操作工人观察和捅沟,安全可靠并且可以有效地防止溅渣和热辐射。根据了解到的2#高炉2个出铁口顶吸罩使用情况,顶吸罩可不设水冷套管,但需要合理设置加强筋防止热变形,并且对现有吊盖机的强度进行校核,根据需要进行加固处理。

通过几种方案的比较,决定采用轻型顶吸旋臂罩方案,见图2。

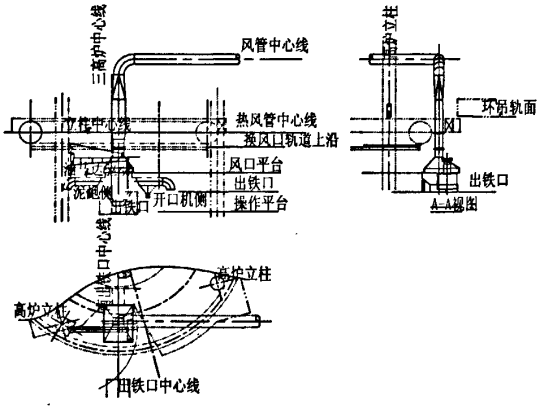


图2 轻型顶吸旋臂罩方案

## 3 轻型顶吸旋转悬臂罩设计

### 3.1 顶吸罩大小及风量的确定

高炉出铁口顶吸罩的风量计算一般是以热过程高悬罩计算法并结合试验类比法确定的[1]。计算模型如图3所示。

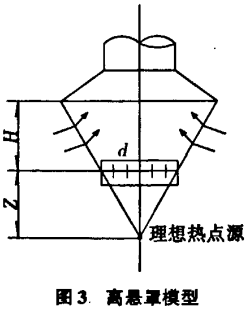


图3 高悬罩模型

$$D_C = 0.434 X_f^{0.88} \quad (1)$$

$$X_f = H + Z \quad (2)$$

$$V_f = 0.085 \cdot \frac{F_s^{1/3} \cdot \Delta t^{5/12}}{X_f^{1/4}} \quad (3)$$

$$D_f = D_C + 0.8H \quad (4)$$

$$L = [V_f \cdot F_C + V_r (F_f - F_C)] 3\,600 \quad (5)$$

式中,$D_C$为高悬罩罩口的热射流截面直径,m;$X_f$为热源点到吸尘罩罩口距离,m;$H$为烟尘平均直径处断面至罩口距离,m;$Z$为烟尘平均直径处断面至热源点距离,m;$F_s$为热源面积,$m^2$;$\Delta t$为热源与周围的温差,℃;$F_c$为上升气流在罩口处横断面积,$m^2$;$V_f$为热气流平均流速,m/s;$F_f$为罩口面积,$m^2$;$V_r$为罩口其余面积($F_f - F_c$)上所需的空气流速,m/s,通常取0.5 - 1 m/s;$L$为罩子所需风量,$m^3/h$。

根据现场情况已知,高炉出铁口喷射的铁水面积为1×1.8 $m^2$,顶吸罩设于出铁口上部2.5 m处,出铁口温度900℃,周围气温20℃。$V_r$取1 m/s,计算得:$L$ = 80 000 $m^3/h$,顶吸罩3.50 m×4.5 m。

为了不影响风流面积,顶吸罩内板壁以竖向连接钢板与悬臂焊为一体。

### 3.2 悬臂力矩计算

由于原先的悬臂是起吊炉前沟盖的,其容许的重量已经确定,所以必须对现在的顶吸罩进行力矩计算,核定顶吸罩的最大容许重量。

根据悬臂吊盖机旋转角度,顶吸罩的中心不在悬臂梁上,必须对顶吸罩进行配重,以保证顶吸罩不会发生扭转。为了整体降低钢板的厚度,但又必须满足罩子的强度,则应相应增加更多的加强筋板。

通过分析,在满足需要的前提下最大限度地减少了顶吸罩的重量,以确保安全,同时增加活动斜拉倒链,进一步加强悬臂的安全使用。

### 3.3 侧挡板设计

为了利于观察和捅沟,在顶吸罩两侧设置活动推拉板,在工人观察和捅沟时安全可靠,有效地防止溅渣和热辐射,另外与上面的顶吸罩形成一个密闭空间,既能贮留、封挡烟气以及外溅的铁水,亦能减少出铁场内横向气流对铁口区域烟气流动的干扰,增强了收尘效果。

## 4 结论

(1)轻型顶吸旋转悬臂合理地利用了原来的吊盖机悬臂,大大减少投资,在检修时可旋出出铁口,检修极为方便。

(2)采用轻型顶吸旋转悬臂,可以大大降低顶吸罩的高度,烟气能够有效地被组织和抽走。

(3)顶吸罩两侧设置活动推拉板,安全可靠,既能贮留、封挡烟气以及外溅的铁水,亦能减少出铁场内横向气流对铁口区域烟气流动的干扰,进一步增强了收尘效果。

轻型顶吸旋转悬臂在首钢炼铁厂投入使用半年来,效果明显,烟气能够有效地被捕集,在高炉开口和堵口时喷射力强、喷射量大的瞬间烟气也能有效地被抑制,对于改造同类高炉出铁场除尘有很大的推广意义。

(收稿日期:2006 - 10 - 16)

万方数据