

全国电炉烟尘治理
现场会资料

电炉烟气治理技术

- 烟尘捕集
- 烟气净化
- 系统工艺



东方环境工程设计研究所

1

4

75.0
0

目 录

烟气捕集

天车通过式集烟罩在实践中的不断完善	郑 岩	余天剑(1)
国产天车通过式电炉烟气捕集罩在电炉除尘中的应用	张贤清 谈 庆	余天剑(6)
半密闭集烟罩应用及其发展	沈国民	王文浩(11)

系统工艺

发挥低阻、中温、大流量工艺的特征优势	谈 庆	余天剑(16)
安钢 10t 电炉除尘改造的实践	郭春峰 张清友	宋和平(22)
首钢 N3-3 等转运站除尘系统“高阻症”分析	陈庆鳌	李长林(26)
电炉除尘系统烧布袋原因探讨	徐 良	张宇雄(32)

烟气净化

脉冲袋式除尘器在电炉除尘中结露的探讨	谈 庆	何一鸣(38)
4500m ² 大型组合式回转反吹扁布袋除尘器	孙立新 张宇雄	周文浩(43)
各类袋式除尘器的研制改进及在电炉除尘中的应用	苏南炯 夏亚宏	顾凌峰(48)

评价、烟气冷却等

功流比—除尘系统综合技术评价指标	刘跃新 张陆平	孙有志(61)
机力冷却器的空气动力性能的改进	邹刚祥 陈薇聪	徐俊辉(64)
电炉除尘系统主风机的噪声治理技术探讨	吕君丽 顾 彬	(67)
变频调速技术在电炉除尘中的应用	钱美英 钱 飞	韩光仁(72)

其 它

附 1: 电炉烟气治理技术—中央电视台(二频道)99年7月23日“星火科技”节目摘录	(78)
附 2: 东方环境工程设计研究所电炉烟气治理工程一览表	(81)
附 3: 东方所电炉烟气治理新技术简介 封底	



225984

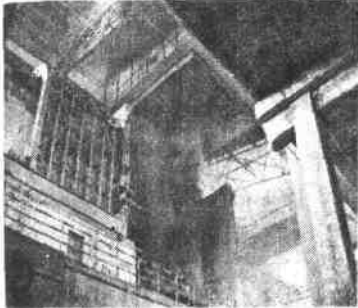
赠

天车通过式集烟罩在实践中的不断完善

郑岩 余天剑

东方环境工程设计研究所

1 概述



天车通过式集烟罩,以其独特的魅力,正越来越多地受到广泛关注。自1997年9月,它首次在锡钢成功应用于30t超高功率电炉以来,相继在大连钢厂10#、11#两座30t电炉上建成。随后又花裁石钢和抚钢,显示出勃勃的生机。而这一专利技术,也在实践中不断成长。

2 天车通过式集烟罩来自现实的需要

在此之前,对电炉二次烟尘的捕集,形式多种多样,较为成熟的有:半密闭集烟罩、密闭罩、侧吸罩、屋顶罩等。而半密闭罩以其不影响冶炼操作、能耗低、坚固耐用、捕集效果好而为我所长期坚持研制并全力推广。但因存在出钢、加料、换电极等工况,烟气难以全过程捕集,特别是对30t~70t以上的中、大型电炉不能很好发挥特长这一不足,使设计人员考虑采用屋顶罩与半密闭罩结合、切换使用,二者发挥互补优势。受这一思路启发,产生了将半密闭罩的拓扑延伸的原始构想,见图(1)。

经过反复论证和计算,吸收了屋顶罩全过程捕集烟气又不影响冶炼操作的优点,保存并发扬了半密闭罩的空气动力性能,好的气流组织和优化设计的速度场原理,以及较低的处理风量的优良特性,最终形成了具有说服力的集烟罩组合定式:容积式屋顶罩+炉侧、炉后固定导流罩体+变压器房顶移动导流罩体,见图(2)。并在屋顶罩罩口与其下的导流罩体之间留有天车通行的敞开区。实践证明,这种集烟罩的显著优点在于:

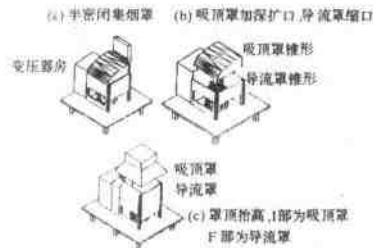


图1 天车通过式集烟罩演变图

<1> 全过程捕集烟气,不影响操作,对炉前

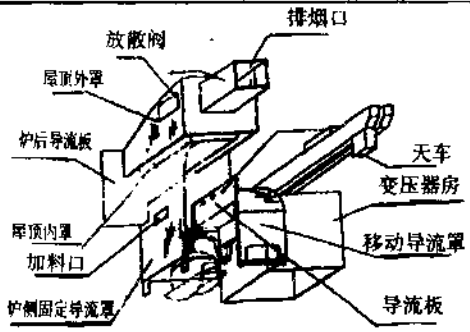
工操作而言,有罩与无罩基本一样;

<2> 岗位粉尘显著下降,对天车工而言能见度明显提高;

<3> 捕集效果达 90% ~ 95%，基本可达半密闭罩效果，环境质量提高，达标；

<4> 客观上对电炉大喷、爆炸、噪声等起到屏蔽保护，有利于安全生产；

<5> 比屋顶罩能耗大大降低。（半密闭 < 能耗 < 屋顶罩）由于其高度的现实性和实用性受到了普遍的欢迎。



(图 2) 天车通过式集烟罩组合

3 天车通过式集烟罩的设计与实践的相互印证

天车通过式集烟罩之所以从构想到成型一举获得成功，除了有坚实的实践基础外，也具有充分的设计依据和相关理论的指导。设计与实践的相互印证，不断推动了技术的进步。

3.1 处理风量的确立

<1> 处理风量的确立，首先依据的是高悬罩和假想热源点理论。具体见(《钢铁》No.6 99年 P;0)。这里以大钢 11# 电炉天车通过式集烟罩为例加以说明。有关参数如下：30' 电炉，热源表面平均温度 1300℃，周围环境温度 30℃，炉径 $D_s = 4.6m$ ，热源距屋顶罩口 $H = 14m$ 。如图(3)所示，若所需处理风量按高悬罩计算： $L_{高} = 3600u_t [F_c + 0.5(F_t - F_c)] = 79 \times m^3/h$

罩口流速 $u_t = 1.83m/s$

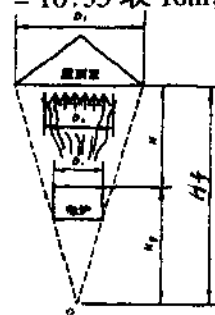
<2> 假定天车通过式集烟罩在炉体热源周围的导流半密闭罩的影响，热源被抬升至导流罩口，距屋顶罩 $H' = 5.1m$ 处，此时 $\sqrt{1.5F_s} \geq H' = 5.1$ ，则罩形可按低悬罩计算， $L_{低} = 215.3B_r^{4/3} = A_r = \Delta t^{5/12} \times 1.15$ ，此时 $\Delta t = 90^\circ C$ ，导流罩罩长 $A = 8.9$ 米，罩宽 7 米，则 $B_r = 7 + 0.5H' = 9.55$ 取 9m， $A_r = 8 + 0.5H' = 10.55$ 取 10m，故 $L_{低} = 30.2 \times 10^4 m^3/h$ 。

罩口流速 $u_r' = 0.085 \frac{F_s^{1/3}}{H_r^{1/4}} = 0.61m/s$

<3> 显然 $L_{高}$ 与 $L_{低}$ 数值相差悬殊，有必要对此修正，二者可大致按对数平均差修正，得

$$\bar{L} = \frac{79 - 30}{2.31 g_{30}^{79}} 50 \times 10^4 m^3/h.$$

<4> 按实测数据修正，布点测算表明，屋顶罩罩口处中心烟气平均流速 $\bar{V}_r =$



假想热源层顶罩 (图 3)

1.1~1.5m/s,热射烟气边缘流速平均为0.5m/s~0.7m/s,呈蘑菇状分布。罩口中心烟气温差 $\Delta t = 250^{\circ}\text{C}$,边缘温差 100°C 。计算与实际状态相近的当量热源面积 F_{sd} 及当量高度 H_d ,采用逆推计算热源点法。

取 $\bar{V}_r = 1.2\text{m/s}, \Delta t = 250^{\circ}\text{C}$

$$\text{则 } F_{sd} = \left[\frac{\bar{V}_r}{0.085 \cdot \Delta t^{3/12}} \right]^3 = \left[\frac{1.2}{0.085} \times \frac{28.6^{1/4}}{250^{3/12}} \right]^3 = 35\text{m}^2$$

$$D_{sd} = \sqrt{\frac{F_{sd}}{0.785}} = 6.6\text{m}^2$$

$$\text{此时, } H_d = H_f - H' = 28.6 - 2.58 \times 6.6^{1.136} = 28.6 - 21.3 = 7.3\text{m}$$

可见,当量热源 F_{sd} 在导流罩的作用下,由 H_f 抬升至 H'_1 ,抬升高度 $\Delta H = H'_1 - H_f = 21.3 - 16.6 = 4.7\text{m}$,见图(4)。从另一角度看,热射流烟柱,由于导流罩的作用,其收缩断面由原来的 $1.5D_s = 6.9\text{m}$ 处上升为 $1.5D_{sd} = 1.5 \times 6.6 = 9.9\text{m}$,二者从不同角度反映了导流罩的抗横向风干扰以及防止热源扩散,并使热源有效抬升的原理和特征。

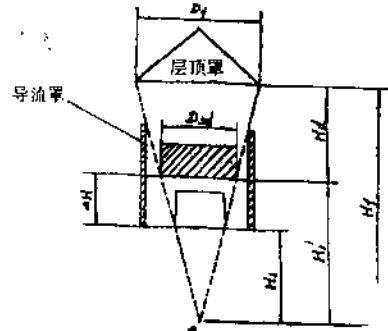


图4 当量热源假想抬升图

$\because 1.5\sqrt{F_{sd}} = 9 > H' = 7.3$,故当量热源仍按低悬罩计算:

$$\text{处理风量 } L_d = L_z + V'F'$$

其中 L_z 为收缩断面处热射流流量, V' 取 0.5m/s

$$F' = F_r - F_c = 81 - 54 = 27\text{m}^2$$

$$\begin{aligned} L_z &= 0.167Q^{1/3} \times D_{sd}^{3/2} = 0.167(\alpha\Delta t^{4/7} \times F_{sd})^{1/3} \times D_{sd}^{3/2} \\ &= 0.167(1.13 \times 250^{4/3} \times 0.785 \times 6.6^2)^{1/3} \times 6.6^{3/2} \\ &= 40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h} \end{aligned}$$

$$\therefore L_d = 40 \times 10^4 + 0.5 \times 27 \times 3600 = 44.8 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$$

此处理风量接近实际处理风量。因大钢11#炉除尘系统主风机和主电机均为原有,从经济角度出发,以及考虑风机风量与设计风量已较为接近,故设计风量定为 $40 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$,虽稍嫌不足,但从使用效果看,基本符合设计要求,并已达标,通过环保验收。这是实践与设计相互印证的典型范例。

3.2 罩形设计

3.2.1 罩口

罩口设计应以罩口流速大于烟气平均流速为原则,烟气上升平均流速为 1.2m/s

s, 设计罩口流速为 $V_r = 1.4\text{m/s}$, 则罩口面积 $F_r = L_r/F_r = (40 \times 10^4)/(1.4 \times 3600) = 79.4\text{m}^2$, 取罩口 $9 \times 9 = 81\text{m}^2$, 由于热射流至罩口断面 $F_c = 54\text{m}^2$, 此区域为烟气集中区, 约占烟气总量的 90%, 而边缘处烟气易受横向风干扰, 约 10% 左右的烟气向外扩散。

按接受罩设计原则, 屋顶罩设内罩 $7 \times 8 = 56\text{m}^2$, 正好罩住烟柱, 可捕集 90% 的烟气。外设 $9 \times 9 = 81\text{m}^2$ 的外罩, 捕集 10% 逸出烟气。风量在双层罩内匹配应为内罩口流速 $1.5 \sim 1.6\text{m/s}$, 外罩口流速 0.5m/s , 这样形成了呈倒蘑菇状的速度场, 见图(5), 恰好捕集热射蘑菇状烟气, 使之流畅地导入排烟管。

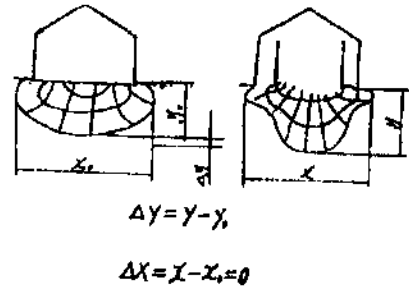


图 5 倒蘑菇状速度场示意图

3.2.2 容积计算

观察表明, 电炉烟气上冲时, 气体在膨胀中以脉动形式进入集烟罩, 罩口流速时高时低, 这就要求, 在保证平均换气量的前提下, 应有一定的容积蓄烟, 以保证烟气过大时不致反冲外逸。事实上, 烟气流速在罩口有时 $\geq 2\text{m/s}$ 。尤其是吹氧、扒渣、加料时, 脉动峰值持续时间约 10~15 秒以上, 设罩口烟气流速 $v_{\text{烟}} = 2\text{m/s}$, 持续时间 $t = 15$ 秒

则烟气量 $L_{\text{烟}} = F_f \cdot v_{\text{烟}} = 81 \times 2 = 162\text{m}^3/\text{s}$ 单位时间过剩烟气 $\Delta L = (L_{\text{烟}} - L_f)t = (162 - \frac{40 \times 10^4}{3600}) 15 = 50.9\text{m}^3/\text{s}$

过剩烟气蓄烟容积 $V = \Delta L \cdot t = 50.9 \times 15 = 763.3\text{m}^3$

因 $F_f = 81\text{m}^2$, 则蓄烟罩高度 $h = \frac{V}{F_f} = \frac{763.3}{81} = 9.4\text{m}$

设计一般取 8~10m

4 天车通过式集烟罩技术是一门实践性很强的技术

诚如人们所说, 除尘技术是一门实践性很强的技术, 天车通过式集烟罩的成功应用也很大程度上依赖于丰富的实践。

没有设计人员大量的实验、测试和测算数据, 没有设计人员、忘我的工作就没有今天的天车通过式集烟罩的应用和成功。

对空气动力性能的深刻理解和融会贯通, 也来自于丰富的实践。

在半密闭集烟罩的研制和设计中,对气流在罩内的流场、吸口速度场以及热烟气射流的对流热辐射,较小雷诺数下层流与结构阻力的特性等研究时,必须与实践活动相互印证,取得第一手经验数据和经验公式。例如,在安钢,我们在改变了侧吸口的速度场后,解决了炉前冒烟的局面。在大钢,我们也在3#、4#炉集烟罩安装了口琴式罩顶结构,大大改观了原侧吸口局部冒烟的情况。在武进钢厂对罩顶及吸口气组织改善后解决了车轮及变压器房顶的冒烟。所有这些,都对天车通过式集烟罩的设计、定型起到了很大作用。同样,天车通过式集烟罩在经过多次的实施已不断累积了有益和成熟的经验。

5 结束语

经过二个春秋的洗礼天车通过式集烟罩向我国除尘事业展示了亮丽的一面,其优良的性价比,强劲的实用性,尤其对30t~70t电炉的全过程捕集,具有独特优势,深受厂家和炉前工的欢迎,相信随这一捕集方式的不断自我完善,将迎来更加迷人的春天。

国产天车通过式捕集罩在电炉 除尘中的应用

张贤清 谈庆 余天剑

(无锡钢厂) (东方环境工程设计研究所)

摘要 天车通过式捕集罩是一种新型的电炉烟气捕集罩。与目前常用的屋顶罩和半密闭罩相比,既克服了半密闭罩不能捕集加料时的烟气的缺点,又避免了屋顶罩易受横风干扰,处理风量大的弊端。它可以捕集电炉冶炼全过程的烟气,具有捕集率高,不影响生产冶炼工艺,投资省等优点。适用于各大、中型电炉的烟气捕集。

关键词 捕集罩 电炉除尘

无锡钢厂7号30T超高功率电炉除尘系统于1993年配套设计,1995年投入运行,投入建设费用490万元。由于当时设计、制造、安装等存在的问题,捕集率和同步运行率较低,一直达不到国家环保指标要求,是困扰锡钢环保工作的老大难问题。1996年9月锡钢决定对7号电炉除尘系统进行改造。通过充分调研论证,采用了东方环境工程设计研究所研制的天车通过式捕集罩及其系统工艺,即低阻、中温、大流量的工艺改造方案。该工程于1997年9月完成安装,10月完成调试并投入运行。环保指标和技术性能良好。

1 锡钢原有除尘设施及其效果

1.1 电炉主要参数

电炉公称容量 30t;

电炉直径 4.6m;

最大出钢量 48t/炉;

电炉变压器容量 20MV·A;

吹氧量 $35\text{m}^3/\text{t}$;

冶炼时间 120min/炉。

1.2 原有除尘设施

捕集形式为国内常见的屋顶罩加第四孔,除尘器过滤面积 4000m^2 ,风机风量 $272826 \sim 417032\text{m}^3/\text{h}$,电机功率 710KW,而实际系统运行处理风量仅为 $20 \times 10^4\text{m}^3/\text{h}$ 左右。

1.3 原除尘系统效果

捕集率 < 50% ; 除尘效率 < 80% ; 同步运行率 < 40% ; 排放浓度 > 150mg/m³。

2 天车通过式捕集罩的结构和工作原理

2.1 天车通过式捕集罩的结构(图 1)

天车通过式捕集罩主要由导流罩、顶吸罩组成。导流罩安装在距天车下缘 200mm 处下部至电炉平台之间,顶吸罩安装在距天车上缘 100mm 处至屋顶之间。中间断开 5.1m 留有能使天车(行车)自由通过的空间,故称为天车通过式捕集罩。导流罩由固定导流罩和移动导流罩两部分组成。固定导流罩设置于炉侧和炉后,移动导流罩设置于炉前变压器室上部。采用高低位轨道,向变压器室方向开启。变压器室墙作为移动导流罩下部的

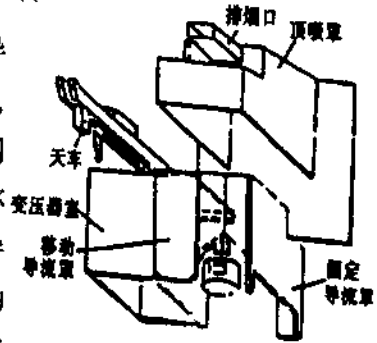


图 1 天车通过式捕集示意图

固定导流墙。移动导流罩与固定导流罩将电炉围在中间(从电炉平台至天车下缘 200mm 之间),加上导流罩上部罩口略小于下部的罩口,好象是安在电炉烟气源周围的烟囱。炉前移动导流罩与固定导流罩敞开部分安装有回转头,加料时可自由开启。从而能使烟气按导流罩方向迅速上升,且有效地降低炉前降尘量和电弧噪声及热幅射。同时起防范炉内大沸腾和爆炸带来的人身危险,改善了炉前操作工人的工作环境,保障了工人的安全。

2.2 工作原理

天车通过式捕集罩捕集烟气的工作原理是当电炉冶炼时产生的大量热烟气,由于气流热抬升的作用,烟气上升速度很快。同时导流罩迫使烟气在导流罩的范围内上升,减少烟气与空气混合。同时又阻止了车间横向气流的干扰。当烟气在上升至导流罩口时,虽然与顶吸罩有 5.1m 距离,但因烟气在离开罩口时的第一次加速和受引风机的负压作用进入顶吸罩(在没有强横风干扰时烟气一般不会扩散溢出顶吸罩外)。烟气通过管道进入除尘器净化……。

3 锡钢采用天车通过式捕集罩的工艺参数

3.1 锡钢 7 号电炉改造的原则

在确保达到国家环保标准,并尽量降低排放总量的前提下,使系统运行稳定、可靠、不影响工艺操作。同时,尽可能选用原有设施,节省工程投资和降低除尘电耗及运行费用,并兼顾碳氧喷枪的工况,力求综合技术性能和综合经济效益的先进性。不追求局部最好装备,而是追求系统最佳配置。

3.2 屋顶罩与天车通过式捕集罩技术分析

3.2.1 屋顶罩工艺参数计算(图 2)

根据高悬罩计算公式计算屋顶罩处理风量,热源表面距屋顶罩罩口距离为 14m,热源温度与周围空气温差为 118℃。

电炉假想点到排烟罩罩口距离为 Z,见图 2。

$$Z = H + H_1 = 14 + 2.58 \times 4.6^{1/0.88} = 28.6\text{m}$$

电炉热射流直径(D_c)

$$D_c = 0.434Z^{0.88} = 8.3\text{m}$$

屋顶罩罩口直径 D_f

$$D_f = D_c + 0.8H = 19.5\text{m}$$

热源面积(F_s)

$$F_s = \pi/4D_c^2 = 16.61\text{m}^2$$

屋顶罩罩口面积(F_f)

$$F_f = \pi/4D_f^2 = 298.5\text{m}^2$$

气流断面面积(F_c)

$$F_c = \pi/4D_c^2 = 54\text{m}^2$$

罩口气流速度(V_f)

$$V_f = 0.085 \times (F_s^{1/3} \cdot \Delta t^{5/1} \cdot Z^{1/4}) = 0.7\text{m/s}$$

屋顶罩设计处理风量(L)

$$L = 3600[V_f \cdot F_c + 0.5(F_f - F_c)] = 57.4 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$$

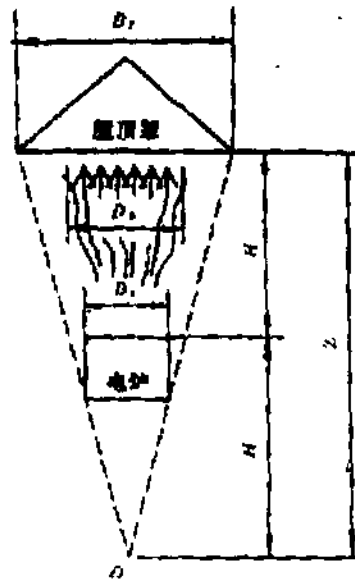


图2 电炉与屋顶罩相对位置

3.2.2 天车通过式捕集罩工艺参数计算

采用天车通过式捕集罩时,把导流罩作为一个热源,导流罩罩口至顶吸罩罩口距离 $H = 5.1\text{m}$,导流罩罩口尺寸 $B = 5.6\text{m}$, $A = 8.9\text{m}$ 。根据屋顶罩的分类,当 $H \leq 1.5\sqrt{F_s}$ 时采用低悬罩。现罩口高 $5.1\text{m} < 1.5\sqrt{F_s}$ (10.6m),因此按低悬罩设计。

则罩宽 $B_f = 5.6 - 0.5H = 8.15\text{m} \approx 9\text{m}$

罩长 $A_f = 8.9 + 0.5H = 11.15\text{m} \approx 12\text{m}$

假设温差 $122 - 32 = 90^\circ\text{C}$

设计处理风量(L')

$$L' = 215.3B^{4/3}A(\Delta t)^{5/12} \times 1.15 = 36.3 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$$

3.2.3 屋顶罩与天车通过式捕集罩比较分析

通过上述工艺参数的计算可知,天车通过式捕集罩能很大地减少系统处理风量。天车通过式捕集罩的设计处理风量是屋顶罩所需设计处理风量的 63%,原有电机、风机(电机功率 710KW,风机风量 $417032\text{m}^3/\text{h}$)完全满足天车通过式捕集罩的处理风量和电机功率需要。反之,如采用屋顶罩不仅要更换原来风机电机(电机功率 1000KW,风量在 $60 \times 10^4\text{m}^3/\text{h}$ 左右),新增投资 130 万元以上。而且相应增加过滤面积 3000m^2 以上和扩大管道直径,增加电控部分等投资至少 230 万元以上,总投资约增加一倍。况且捕集率达不到目前天车通过式的效果。运行费、维修费相应增加。

4 系统工艺改造(工艺流程见图 3)

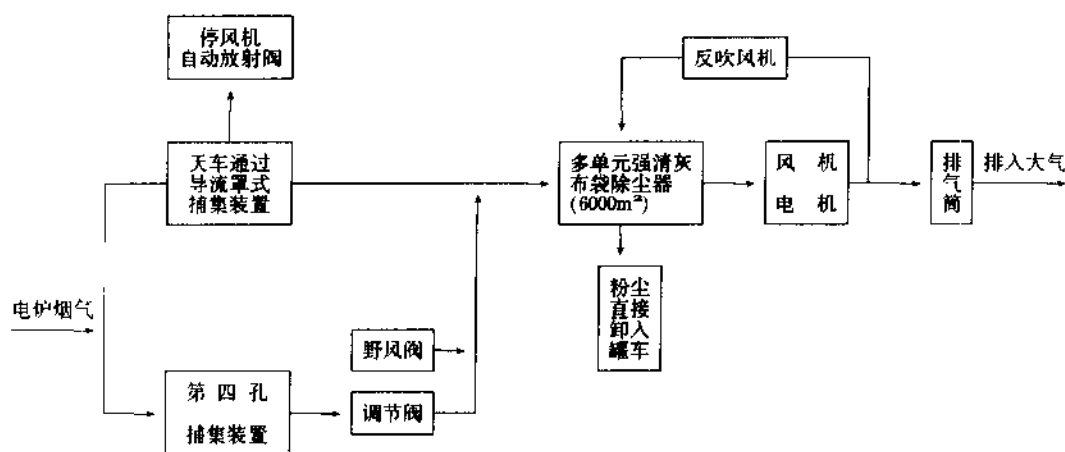


图 3 改造后的除尘系统工艺流程

- (1) 除尘器由原来的 4000m^3 低压脉冲长袋除尘器改为 6000m^2 多单元强清灰除尘器。
- (2) 管道内烟气流速由 22m/s 改为 15m/s 。
- (3) 在不改变原风机电机的前提下,使处理风量由 $20 \times 10^4\text{m}^3/\text{h}$ 增加到 $40 \times 10^4\text{m}^3/\text{h}$ 。

5 投运效果

锡钢 7 号 30t 超高功率电炉改造投入运行一年多,效果较好,经检测,达到和超过设计指标。

捕集率 $> 98\%$;

除尘器阻力 1114Pa ;

除尘效率 $> 98\%$;

除尘器漏风率 $< 3\%$;

烟气排放浓度 $< 30\text{mg}/\text{m}^3$;

吨钢收尘量 12.5kg;

岗位粉尘 $< 10\text{mg}/\text{m}^3$;

综上所述,锡钢 7 号 30t 超高功率电炉除尘改造采用天车通过式电炉烟气捕集罩及低阻、中温、大流量工艺技术是成功的。天车通过式捕集罩综合了屋顶罩和半密闭罩的优点,克服其不足之处,是一种实用、稳定可靠、经济的工艺技术,是适合我国大、中型电炉除尘的理想捕集形式,大连钢铁集团已在两座 30t 电炉上推广应用。

摘自《钢铁》杂志第 34 卷第 6 期

半密闭集烟罩应用及其发展

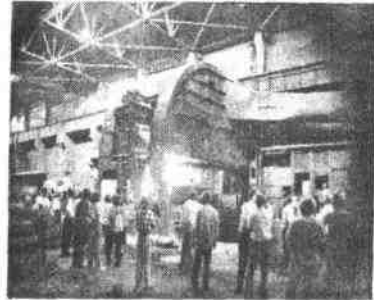
沈国民 王文浩

东方环境工程设计研究所

自一九八六年第一套半密闭集烟罩电炉除尘系统诞生以来,由于它具有捕集效果好,不影响冶炼工艺,工程造价较低等优点,在全国冶金行业电炉除尘中逐步推广应用,被国家环保局列为《一九九六年国家环境保护最佳实用技术推广计划》,获国家等五部委的新产品证书、最佳实用技术证书。

就目前情况而言,半密闭集烟罩推广势头还很强,很多企业还准备采用半密闭集烟罩,这其中有的是新建除尘装置,准备直接采用半密闭集烟罩。而有一部分则是原来已有除尘装置,由于效果达不到环保要求,准备采用半密闭集烟罩,替代原有的捕集装置。为此,有必要就各类半密闭集烟罩工作状况,选型应用中要注意的问题作进一步详述。

首钢特钢场景



半密闭集烟罩受到广泛好评

1 各类电炉、各种半密闭集烟罩

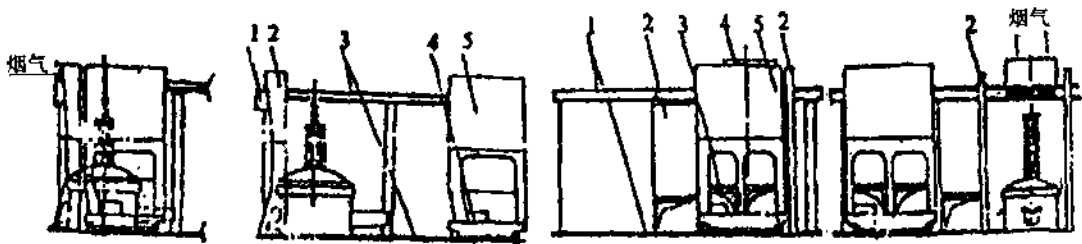


图1 BBH型半密闭集烟罩

图2 BBC型半密闭集烟罩

图1, BBH为电炉纵向布置,移动罩向炉后移动,固定罩置于炉前,排烟口安排在固定罩上部的的基本形式。并适用所有高架、半高架、地坑式操作平台结构。在此基本型基础上,可派生多种结构的适用不同状况的BBH_{xx}型半密闭罩。

该基本型普遍应用于大钢、广钢、唐钢、首钢特钢等多处。

图2, BBC为电炉横向布置,移动罩向变压器房顶移动,固定罩设置炉前、炉后、

排烟口设置在炉前固定罩上部的基本型,也适用于各种形式的高架、半高、地坑式操作平台结构。在此基本型基础上可派生出多种结构的适用不同状况的 BBC_{XX} 型半密闭罩。

该基本型应用于安钢、武进钢厂、锡兴钢厂等多处。

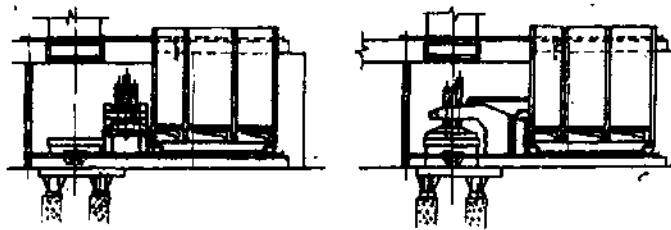


图3 BBC_{2X} 型半密闭集烟罩

BBC_{2X} 半密闭罩用于炉盖旋转式电炉,且电炉为横向布置的场合,其特点除具有 BBC 基本型的所有要素外,另设一台移动滑车,在移动罩合上时,带动滑车封闭变压器房顶,移动罩打开时,退入变压器房顶。(见图3)

这种形式应用于武进钢厂和锡兴钢厂 30T 电炉上。

BBC_2 型用于高架式电炉的除尘系统,其特点是铺设中、高低位轨道,排烟口设置在炉前固定罩上。此种形式应用较多,如安钢、焦钢等。(见图4)

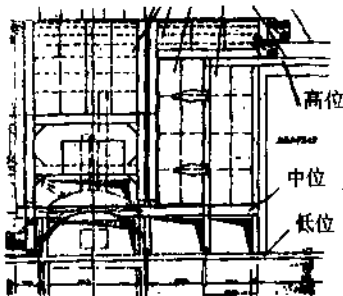


图4 BBC_2 型

BBH_{D1} 应用于,出钢嘴相对,电炉中心距不太大,且两移动罩为同一轨道。1台电炉加料、出钢时,移动罩一与另一台电炉移动罩相靠,不影响钢水包进出。(此形式在厂钢采用见图5)

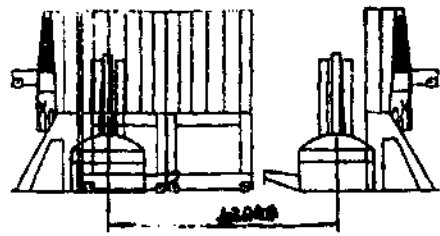


图5 BBH_{D1} 型

BBH_{D2} 应用于,出钢咀相对,且电炉中心距较小,当使用 BBH_{D1} 型,钢水包与移动罩干涉时采用。

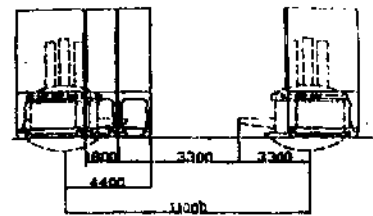


图6 BBH_{D2} 两移动罩布置示意图

这种型号的半密闭集烟罩将炉后移动罩宽度缩小至 1600, 当一台电炉出钢, 炉后移动罩打开至最大与另一台电炉的炉后移动罩碰上时, 其叠加宽度小于常规半密闭罩的叠加宽度, 且炉前亦为移动罩, 形成双移动罩。

此形式在安钢、焦钢采用。

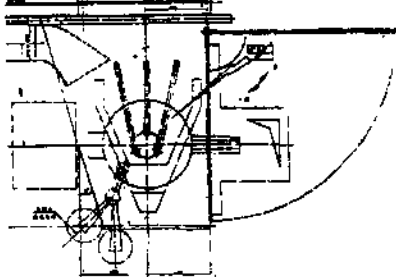


图 7 BBH₂ 型

NNH₂ 型该半密闭罩受场地限制, 出钢口有钢锭线, 不能设移动罩。其特点是: 没有固定罩, 只有整体移动罩。加料时, 台车开出、出钢时, 打开罩门, 检修时移动罩整体移开。(见图 7)

上述范例仅为各类罩型的一部分, 以此表明: 由于不同工艺条件的影响应采用不同形式。

2 冶炼工艺技术的发展对半密闭罩应用的影响

近年来, 许多钢厂冶炼工艺不同程度地得改进和发展, 如增加炉外精炼设备, 增设碳氧喷枪、油氧喷枪及铁水热装等工艺(见表 1), 大大提高了冶炼强度和烟气温度, 这就使得半密闭集烟罩的设计必须作相应调整。

<1> 原状: 重点防低温结露, 半密闭罩设计的混风比及吸口弧顶位置等均着重适当少混入一点冷风, 以免烟气温度太低, 致使除尘器结露。

<2> 现状: 将设计重点偏重于防止除尘器烧布袋。由于高温烟气在吹氧、脱碳等阶段, 局部高温烟气强烈, 这就要求在罩形、吸口、拱顶设计上必须较多地混入冷风, 并满足捕集效果。

冶炼工况变化情况比较

表 1

序号	内 容	过 去	现 在	备注
1	炉外精炼	较少	多	
2	吹 氧 管	1~2 根	2~3 根	
3	氧 压	一般 0.4~0.6MPa	0.8~1.6MPa	
4	碳氧喷枪	少	多	
5	变压器容量	一般	增容	
6	电极直径	一般	增大	
7	铁水热装		有	

3 环保要求的影响

环保要求由低标准向高标准的发展, 对半密闭罩捕集率提出了更高的要求, 如首钢特钢变原有侧吸罩为→半密闭罩→半密闭罩+屋顶罩, 这一过程是环保要求逐

年提高的真实写照。

4 其它捕集装置改造为半密闭集烟罩必须注意的问题

(1) 一般而言,使用单位自然会提出本单位电炉能否采用“半密闭集烟罩、厂房条件、厂房轨高”等一些特殊条件,是否影响半密闭集烟罩的布置应用,实际上,半密闭集烟罩自第一套应用以来,经过十多年的实践发展,已经设计应用了适用于各种厂房、电炉及工艺不同条件的各种类型的半密闭集烟罩。我国中、小电炉的布置条件无非是纵向、横向、地坑、高架等一些方式,故现有的半密闭集烟罩是能够适用的,即便有更特殊的情况,应该说,只要结合实际条件,东方环境工程设计研究所的数十座半密闭罩类型的设计经验是可以介决的。

(2) 问题的焦点在于用半密闭集烟罩替代原捕集装置的同时,原除尘器、原除尘系统是否需要改造,根据以往多座电炉除尘改造工程,经验表明:从用户立场而言,由于:

- a. 资金紧张;
- b. 对半密闭集烟罩除尘系统的有关技术问题不尽了解。

往往出现只将原捕集装置改为半密闭集烟罩,而不改造除尘器、系统管网以及风机等工艺设备的配置,而实际上根据东方环境工程设计研究所为各企业改造的几乎所有电炉除尘系统,无一不存在一个共同的问题,即原有除尘器、除尘系统,甚至风机等工艺设备的配置均存在较为严重的问题,突出表现为:系统风量小,满足不了半密闭集烟罩除尘系统的需求。所谓系统风量小,包括二个方面:一是本身设计风量小;二是实际运行的风量远远低于设计风量,这方面例子举不胜举(见表2)。

各钢厂改造前后风量比较 表2

($10^4 \text{ m}^3/\text{h}$)

序号	电 炉	原设计风量	实际运行风量	改造后风量
1	首钢特钢 6#、7# 炉	9	5~6	9.5~10.5
2	安钢 1#、2# 炉	9~10	5~6	28
3	唐钢 2# 炉	9	5~6	9.5~10.5
4	大连钢厂 10#、11# 炉	35	18~20	>38
5	无锡钢厂 7# 炉	32	18~22	38~42

要强调的是如只将捕集装置改为半密闭集烟罩,而处理风量不够,则将会产生以下不良后果:

- a. 捕集效果不佳,吹氧时烟气由半密闭罩迷宫或罩口下部溢出;

- b. 高温烟气滞留罩内,使电极横臂等设备条件恶化。
- c. 进入管道最后到达除尘器的温度过高,造成烧毁滤袋。

为此,就国内原有电炉除尘系统实际运行风量偏小的客观现状而言,在改造捕集装置的同时,必须改造除尘系统,包括除尘器、风管及工艺设备的配置等,使捕集罩改造与系统工艺相匹配,并遵循“低阻、中温、大流量”的工艺原则,力求:

(1) 充分利用原有设备,尽量不要全部推倒重来,以降低费用;(2) 改造后的系统综合技术性能指标先进,使其功流比(N/Q)值限制在:17.5 ~ 16.5 左右,或 $\frac{N}{Q} = \frac{P}{300P}$, P(Pa)系统运行阻力。P 越小,功流比越低。式中: N(KW) 系统电机的功率, Q($\times 10^4 \text{ m}^3/\text{h}$)系统实际运行风量(除尘器);

(3) 最终环保性能优越,关键是捕集率 > 95%,而排放浓度,对布袋除尘器而言,一般均 < 50mg/Nm³。

5 厂房结构、电炉布置对半密闭集烟罩设计的影响(见表3)。

厂房结构电炉布置与半密闭罩的关系 表 3

半密闭集烟罩		BBH		BBH	
电炉布置形式		纵 向	型号类别	纵 向	BBH
辅 助 料 加料方式	人工加料	不需开加料口	BBH1	不需开加料口	BBH1
	人工加料	不需开加料口	BBH1	不需开加料口	BBH1
	人工加料	不需开加料口	BBH1	不需开加料口	BBH1
两电炉 中心距	大	一个固定罩一个移动罩		三个固定罩一个移动罩	BBHD3
	小	采用两移动罩		除固定罩外,还需两移动罩	BBHD2
变压器房中心 与电炉中心距	大	采用高低轨		采用高中低轨	BBC3
	小	采用高低轨		采用高低轨	BBC2
渣车出渣		轨道布置无影响		轨道布置有影响	
天车下缘与 操作平台距离	大	有利罩形设计		有利罩形设计	
	小	不利罩形设计		不利罩形设计	

可见, 厂房结构, 电炉布置情况、辅助加料及其它环境条件的变化, 给半密闭罩的结构设计带来许多重大的影响, 不可轻视。

6 结束语

半密闭集烟罩在电炉除尘的应用中, 经历了十几个春秋的锤炼, 其可靠稳定、实用、低能耗、达标的技术性能及效果, 在 30t 以下的中小电炉上, 是突出的具有不可替代的优势和发展潜力。随着半密闭集烟罩的更进一步推广和应用, 这一技术必将得到发扬光大, 并已逐渐成为符合国情的、性价比合理的国产环保设备。