

DOI:10.13228/j.boyuan.issn1005-4006.20200088

连铸浇注区域除尘实施方法的分析探讨

宫江容^{1,2}, 刘彭涛^{1,2}, 韩丽敏^{1,2}

(1. 北京首钢国际工程技术有限公司, 北京 100043;

2. 北京市冶金三维仿真设计工程技术研究中心, 北京 100043)

摘 要: 随着钢铁行业超低排放要求的落实,连铸浇注区域实施除尘正逐渐成为连铸机的必备配置。在增加除尘设施时,如何将新增设备对现有工艺操作的影响降至最低,同时又对浇注设备及平台结构改造最少,是实施浇注区除尘成功的关键所在。对目前国内连铸浇注区域除尘实施的 3 种典型方式进行了介绍,并结合作者的设计实践,对每种除尘方式的集尘罩结构特点、对工艺操作及设备的影响、平台改造量等方面进行了分析比较,为连铸浇注区除尘实施方式的选择提供了参考。

关键词: 连铸机; 浇注区; 除尘; 集尘罩; 钢包转台

文献标志码: A **文章编号:** 1005-4006(2021)01-0066-04

Discussion on dedusting method in casting area of continuous caster

GONG Jiang-rong^{1,2}, LIU Peng-tao^{1,2}, HAN Li-min^{1,2}

(1. Beijing Shougang International Engineering Technology Co., Ltd., Beijing 100043, China;

2. Beijing Metallurgy Three-Dimensional Simulation Design Engineering Technology Research Centre,
Beijing 100043, China)

Abstract: With the implementation of ultra-low emission requirements in the iron and steel industry, dedusting in the casting area is gradually becoming a necessary configuration of continuous casting machine. When adding dedusting facilities in the casting area, it is the key to the successful implementation dust removal in casting area to minimize the influence of new equipment on existing process operation and minimize modification of casting equipment and platform structure. Combined with the design practice, this paper introduces three typical methods of dust removal in casting area of domestic continuous casting production at present, and analyzes and compares the structure characteristics of dust collecting hood, the influence on process operation and equipment, and the amount of platform modification. It provides a reference for the choice of dust removal method in casting area of continuous casting production.

Key words: continuous casting machine; casting area; dedusting; dust collecting hood; ladle turret

连铸浇注区为热液态金属环境下的连续操作区域,因区域内生产操作的空间要求,虽然浇注过程产生大量烟尘,但早期国内外连铸机都没有采取除尘措施。2014 年,首例连铸浇注区域除尘在某特钢方坯连铸机上成功实施。该连铸机因浇注钢种含有大量对人体有害的化学元素,才实施除尘。但随着生态环保部《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》的颁布,“不排不限,少排少限,多排多限”的限产政策^[1]使钢铁企业越来越重视自身环保等级。连铸机浇注区域除尘作为 A 级环保测评项目,已成为连铸机的必备配置。浇注区实施除尘是近年兴起的新生事物,多家钢厂“因厂制宜”采用了不同的除尘实施方法,并在不断的改进、完善^[2-5]。本

文从分析浇注区域除尘实施的布置原则、技术难点入手,针对目前国内出现的 3 种典型的除尘实施方式,多方面进行了比较、探讨,为炼钢厂选择适宜的连铸浇注区除尘实施方式提供参考。

1 连铸浇注区域实施除尘的技术难点

1.1 连铸浇注区域工艺生产要求

连铸浇注区域属于高温钢液作业区,首先必须保证安全生产。在这个区域内天车、钢包转台、中间包车垂直布置,多维度运行。浇注过程中,天车不断将盛满高温钢液的钢包吊运到钢包转台上,同时把空钢包吊走,钢包转台回转升降,不间断地将高温钢液注入其下方中间包内。多炉连浇时,浇注

过程中中间包车还需载着中间包横移、升降完成飞包操作。操作工在现场要进行钢包长水口操作、拉速控制、中间包水口更换、完成覆盖剂加入及测温取样等操作。一旦发生意外情况,必须保证钢包快速离开浇注位,将钢液注入事故钢包内,中间包车也要迅速离开浇注区,以确保浇注区人员安全,设备不受损^[6-8]。

1.2 浇注区域实施除尘的技术难点

对一个区域实施除尘,要有集尘罩、除尘管路及除尘系统 3 部分才能完成。目前连铸浇注区域除尘,主要是在现有铸机上新增改造,利用车间内原有除尘系统的富裕能力,一般是并入连铸机中间包倾翻除尘系统、厂房除尘系统或者精炼除尘系统。而除尘管路的布置只要和厂房的建筑配合好,不影响工艺操作,便于安装和维修即可。对于浇注区域实施除尘,上述内容还是比较容易实现的,而集尘罩的布置及结构形式才是技术难点。浇注区除尘之所以多年未得以实施,关键是没有解决集尘罩及附属结构影响工艺操作的难题。

1.3 集尘罩布置原则

浇注区产生的是高温烟尘,因此集尘罩宜设置在浇注区上方。作为辅助设备,集尘罩的布置需满足以下原则^[9-11]：

- (1)集尘罩及其附属的支撑结构不得影响正常工艺操作,也不得妨碍事故状态下的紧急操作；
- (2)集尘罩必须是可移动的,满足浇注区主机设备更换浇注断面或设备定期更换检修时的吊运操作；
- (3)集尘罩不得影响中间包预热位上中间包的吊运,对于没有倒渣位的布置紧凑的多流方坯连铸机尤其要注意。

2 浇注区域集尘罩分类

连铸浇注区域集尘罩,按罩体对浇注区域的封闭方式,国内目前主要分以下 3 类:全区域封闭形式、带捕集烟道的顶罩形式、转台封闭形式。

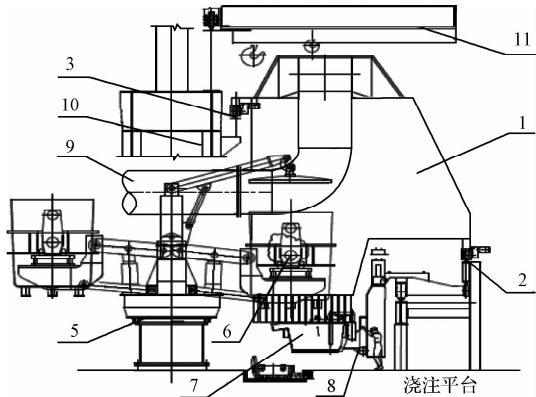
2.1 全区域封闭形式

全区域封闭形式是在满足工艺操作需要的前提下,最大限度封闭浇注区。集尘罩设置在浇注区的上方,侧壁高于中间包车在高位时的最高点,纵向(浇注方向)应跨过浇注钢包及中间包,横向大于转台的最大回转半径^[12]。集尘罩顺应钢包转台及中间包车的高度变化,采用高低轨结构,罩体移动方向与浇注方向垂直。

全区域封闭形式在某钢厂的实例如图 1 所示。该案例因浇注烟尘对人体有害,钢厂要求尽可能封闭浇注区,避免烟气外溢。高轨利用厂房柱支撑,位于转台上方;低轨利用中间包车的轨道梁支撑,在浇注区内没有新增结构。

在该案例中,铸机的浇注平台只在单侧设计有倒渣位。因集尘罩无法跨越转台横移,故采用大小不一的主、辅罩方式,两罩横向对开分别移动。主集尘罩位于倒渣位侧,其上部设计有随之移动的除尘管道,主集尘罩离开浇注位即可进行正常的浇注区设备的吊运及维检;辅集尘罩无需经常移动,不影响浇注平台两侧预热位的中间包吊运。移动除尘管路 with 固定除尘管路接口在钢包转台厂房柱侧,固定管路沿柱列敷设,便于支撑。

这种移动式集尘罩,通过高低轨设置方式及独特的主、辅罩对开结构,既满足了集尘要求,又不影响生产操作。这是国内外首个成功实施浇注区域除尘的案例。



1—集尘罩； 2—低轨； 3—高轨； 5—钢包转台；
6—浇注钢包； 7—中间包； 8—中间包车；
9—车间除尘系统； 10—厂房柱； 11—天车。

图 1 全区域封闭集尘罩

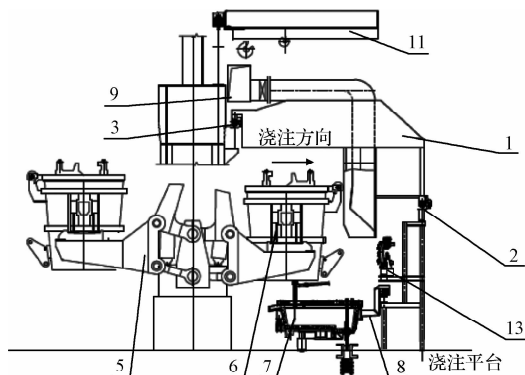
Fig. 1 Enclosed dust collecting hood

2.2 带捕集烟道的顶罩形式

随着连铸保护浇注的普及和钢包全程加盖新技术的采用,除钢包开浇阶段外,正常浇注时浇注区域的烟尘比之从前已大为减少^[13-14],对于生产一般钢种的铸机而言,没有必要完全封闭,尤其随着无人浇注新技术的推进,机器人终将替代操作工人^[15]。全区域封闭的除尘方法,无法随时直接观察浇注区内情况,一方面占据了机器人的操作空间,另一方面也会影响机器人配套的各种摄像头观察视野,因此在保证除尘效果的前提下,用户希望对浇注区的封闭最小化。

带捕集烟道的顶罩方法就是适应这个需求对全区域封闭方式的改进,带捕集烟道的顶部集尘罩如图 2 所示。该方式沿袭了全区域封闭法集尘罩高低轨的结构形式和轨道布置及支撑方法,仅对罩体结构进行了改进。集尘罩采用了顶罩的方式,即罩体完全位于钢包转台的上方,不影响转台在高位时旋转。新增加的捕集烟道焊接在低轨侧罩体下方,靠近浇注钢包外壁并向下延伸靠近污染源,并与除尘管道直接相通,捕集烟道的后部及两侧设有挡板。

当集尘罩在污染源点造成的风速大于控制风速(即克服污染源散发含尘气体的扩散力再加上适当的安全系数的风速^[16])时,才能使污染气体被吸入。捕集烟道口既靠近污染源又有数十倍于集尘罩口的高风速,足以吸入大量烟尘。挡板的设计能有效防止烟尘外溢及外区域空气进入,进一步提高了烟气捕集的效率。上溢烟尘及钢包盖开孔处产生的少量烟尘则通过顶罩的收集进入除尘管道。相比之下,改进后的集尘罩通过新增的捕集烟道及挡板,提高了烟尘捕集效率,减少了对浇注区的封闭,适用性更佳,这也是目前使用较多的方式。这种形式的集尘罩对浇注区基本没有影响,也不妨碍机器人浇注的实施。集尘罩可双向移动(垂直于浇注方向移动),方便连铸机检修。这种除尘方法实施时,低轨支撑在钢包操作平台上,若低轨轨面过高时,不宜采用集尘罩双向移动方式,通长的低轨会导致设备吊运进出浇注区困难。当转台与天车之间空间过小时,集尘罩上的除尘烟道应采用侧出管方式,增大顶罩的收集空间。



1—集尘罩； 2—低轨； 3—高轨； 5—钢包转台；
6—浇注钢包； 7—中间包； 8—中间包车；
9—车间除尘系统； 11—天车； 13—钢包浇注机器人。

图 2 带捕集烟道的顶部集尘罩

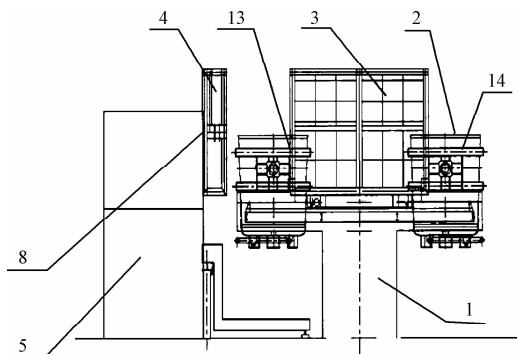
Fig. 2 Top dust collecting hood with capture duct

2.3 钢包转台封闭形式

转台封闭形式是将移动集尘罩轨道布置在钢包转台上,转台集尘罩如图 3 所示。集尘罩分为固定罩、移动罩两部分,在钢包转台左右两个工位之间沿纵向设置有固定隔板,回转台上前后平行设置两条导轨,移动罩可沿导轨左右移动,固定隔板始终位于移动罩内。回转台左侧设置有固定罩,固定罩上开设有吸风口,吸风口通过管道与外界风机相连接^[17]。

浇注开始前,移动罩移动到浇注位钢包上方,并与固定罩闭合形成封闭空间。此时接包位可以正常座包。钢包转台再次旋转前,需先使移动罩后退与固定罩分开,旋转完成后,移动罩再返回浇注位。每次更换钢包都要启动移动罩走行。

这种封闭转台的方式,其集尘罩的运行方向与前述两种方法垂直,轨道支撑在转台臂两侧,不增加新的轨道支撑结构对平台结构也基本没改动。



1—钢包转台； 2—钢包； 3—移动罩；
4—固定罩； 5—钢包操作平台； 8—吸风口；
13—浇注位； 14—吊装位。

图 3 转台集尘罩

Fig. 3 Enclosed turret dust collecting hood

采用转台封闭形式需要一定的条件:

- (1) 钢包转台结构强度足够支撑罩体,且钢包臂不升降(直臂式转台);
- (2) 钢包转台与上方厂房横梁间有足够的空间,保证罩体能随转台回转;
- (3) 移动罩无法满足加盖机旋转的要求,钢包转台上不设加盖机构或采用钢包全程加盖技术。

3 3 种除尘实施方法比较

综合前文对目前国内出现的 3 种连铸浇注区域除尘实施方法的分析探讨,对浇注区域除尘实施方式进行了分类比较,见表 1。

表 1 浇注区域除尘实施方法比较

Table 1 Comparison of methods of dedusting in casting area

项目	全区域封闭形式	带捕集烟道的顶罩形式	转台封闭形式
浇注工艺操作影响	无	无	有,转台回转前必须移开活动罩,事故状态下不能直接旋转钢包
除尘风量	大	适中	小
适用范围	更适用于对浇注烟尘有严格排放要求的铸机	全类型铸机	适用于直臂型转台的铸机,钢包转台上不能实施钢包加盖操作
固定除尘管路位置	钢水接收跨与浇注跨共用厂房柱侧,沿柱列敷设	钢水接收跨与浇注跨共用厂房柱侧,沿柱列敷设	罩体支撑在钢包转台上,需要校核转台承载
对现有设备影响	适中	适中	小
浇注智能化适应性	不适应	适应	不适应

4 结论

(1)连铸浇注区域实施除尘的关键在于集尘罩的布置及其结构形式。连铸机种类繁多,工艺布置千变万化,集尘罩的形式(单罩/双罩对开)、移动方向、轨面高度等需要根据实际情况和生产操作确定。

(2)介绍了 3 种连铸浇注区域除尘实施方法,单台铸机所需除尘风量(标准态)为 100 000~140 000 m³/h,合理的集尘罩结构形式,可以提高烟气捕集效率,减少对浇注区域的封闭。

(3)本文对几种连铸浇注区域除尘实施方法进行了分析探讨,为钢厂选择适合的浇注区域除尘方式提供了参考。

参考文献:

[1] 李新创.超低排放是中国钢铁史上的重大绿色革命解读《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》[J].中国钢铁业,2019(6):9.

[2] 孙明杰,董文波,张伟鹏.汽车模具铸件生产车间浇注除尘工艺的选择[J].中国铸造装备与技术,2020,55(5):75.

[3] 赵楠.某钢厂 120 t 转炉炼钢连铸工程除尘系统分析[D].北京:北京建筑大学,2018.

[4] 杨莹莉,李静,丁岳峰,等.转炉一次除尘超低排放技术应用现状及挑战[J].冶金能源,2020,39(5):60.

[5] 刘志刚.转炉干法除尘器并联的实施与应用[J].冶金管理,2020(17):5.

[6] 冯捷,史学红.连续铸钢生产[M].北京:冶金工业出版社,2005:3.

[7] 叶德新,曾令宇,万翔,等.大方坯连铸中间包快换工艺开发与应用[J].连铸,2019(6):1.

[8] 黄国俊,全太钦,张正林,等.大圆坯连铸机水口结瘤原因分析及对策[J].连铸,2019(6):5.

[9] 曹殊材.倾动式精炼电炉集尘罩改造探讨[C]//第 25 届全国铁合金学术研讨会论文集(下册).西安:中国金属学会,2017:2.

[10] 王旭汗青.高炉出铁场高效集尘罩的数值模拟研究[D].武汉:华中科技大学,2014.

[11] 邵维.炼钢除尘系统的研究与应用[J].中国金属通报,2018(4):285.

[12] 宫江容,唐落谦.连铸机浇注区域移动式除尘设备:中国,CN104815830B[P].2015-08-05.

[13] 沙学广.连铸保护浇注方法及影响因素[J].安徽冶金,2017(2):30.

[14] 张启东,聂作禄.自主集成 300 t 钢包加盖技术在京唐的应用实践[J].中国冶金,2017,27(12):49.

[15] 胡建强.承钢冷轧中间库天车无人化系统介绍[C]//2018 年全国热轧板带生产技术交流会论文集.重庆:中国金属学会轧钢分会,2018:5.

[16] 王纯,张殿印.除尘工程设计手册[M].北京:化学工业出版社,2015:10.

[17] 李纪章,郭龙堂.连铸大包浇注烟气除尘工艺:中国,CN108500224B[P].2018-09-07.