

浅谈 1080 立方米高炉矿槽除尘设计及改造

张晓刚 胡维钧

河北鑫达钢铁集团有限公司设备部, 河北 唐山 063000

[摘要]文中以某公司高炉矿槽除尘改造实例,重点论述了矿槽各工序粉尘产生的机理、设计原则、治理方案及实施过程中控制要点。通过加强密封(封闭)、除尘管道优化、部分设备改造等手段,改善矿槽环境,同时采用阀门连锁控制等,大大减少诱导风(野风)进入系统,降低布袋除尘的负荷,达到节能通风除尘的目的。

[关键词]矿槽除尘;密封;管道优化;节能通风

DOI: 10.33142/ec.v5i2.5244

中图分类号: X757

文献标识码: A

Brief Discussion on the Design of 1080 Cubic Meter Blast Furnace Dust Removal Tank

ZHANG Xiaogang, HU Weijun

Equipment Department of Hebei Xinda Iron & Steel Group Co., Ltd., Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: Taking the dust removal transformation of blast furnace trough of a company as an example, this paper focuses on the dust generation mechanism, design principle, treatment scheme and control points in the implementation process of each process of trough. By means of strengthening sealing (sealing), optimization of dust removal pipeline and transformation of some equipment, the ore tank environment is improved. At the same time, valve interlocking control is adopted to greatly reduce the induced wind (wild wind) entering the system and reduce the load of bag dust removal, so as to achieve the purpose of energy-saving ventilation and dust removal.

Keywords: trough dust removal; seal up; pipeline optimization; energy saving ventilation

引言

炼铁厂矿槽环境问题是一个老大难问题,也是制约炼铁环保发展的一个瓶颈。炼铁原料在储运过程中,会产生大量粉尘外溢,车间粉尘弥漫,严重危害工人的身体健康。粉尘不经治理,不仅严重污染大气,而且会造成大量有价粉尘外排,给企业造成巨大损失。

为改善矿槽的作业环境,企业都花费大量的时间及精力,对矿槽粉尘进行治理,但因种种原因,大多均不能达到国家排放标准。随着技术进步及 PLC 的广泛应用,部分企业也摸索出一套行之有效,且节能环保的矿槽粉尘治理方案。本文总结我公司在 1080 高炉矿槽除尘较成熟技术,在此跟大家分享。

1 炼铁矿槽工艺及设备情况

(1) 矿槽上部设有 22 个矿仓,其中烧结矿仓 8 个,球团矿仓 2 个,焦炭仓 4 个,杂矿仓 3 个,焦丁仓 3 个,块矿仓 2 个。因焦炭仓大多数采用湿熄焦,粉尘量小,设计时风量相对少。矿槽上部易产生粉尘的矿仓有烧结矿仓、球团矿仓、块矿仓、杂矿仓等,在卸料过程中会在仓口卸料沟出现粉尘外溢。

(2) 矿槽上部还有轨道式移动多点布料车 3 台,分别用于焦炭、烧结矿、杂矿及焦丁等的运输及卸料。布料车主要由驱动装置、车轮及改向滚筒组成。物料运输至上部改向滚筒时,由于重力作用,坠落至卸料溜槽,再到各个矿槽。在卸料过程中,尤其是烧结矿、球团矿等,会产

生大量的粉尘。

(3) 矿槽中部(标高+3.9M)对应每一个矿仓均有一台震动给料机和振动筛,共计 22 台套,用于各种物料的筛分,且将经过筛分的合格物料均匀给到上矿(焦)皮带上。不合格物料(筛下物)经皮带运输至返矿(返焦仓)。物料转运过程中也会产生粉尘外溢,也是需要治理的一个重点。

(4) 矿槽下部(±0)为主矿皮带 2 条,返矿皮带 4 条,返焦皮带 2 条,分别接受经过筛分分离的烧结矿(球团)、返矿和返焦。主要产尘点为物料下落至皮带上,造成的粉尘外溢。

(5) 主矿皮带运输的物料直接卸到料车中,焦炭经过筛分后同样分批次进入料车,由料车经卷扬带动送至高炉炉顶受料斗。主要产尘点同样为物料落到料车时产生。

综上所述,矿槽各工序主要产尘点均为物料转运过程产生,因此治理的重点也就放在物料转运过程。

2 矿槽除尘器基本情况

该矿槽除尘设计为集中式除尘,除尘器主要参数为:处理风量 50 万 M^3/H ; 过滤面积 $8772M^2$; 过滤风速 $0.95M/Min$; 配套电机功率 1250KW, 10KV, 额定电流 84A

3 主要尘源点扬尘机理及设计要点

3.1 皮带机受料点产尘机理及改造设计

物料自溜槽或其他设备以一定速度落到皮带机受料点时,因惯性及输送带弹性、颗粒间的碰撞,会使物料颗

粒发生各个方向的反弹，颗粒的下落水平分速度 v_0 超过皮带的运行速度 v 时，就会产生扬尘及颗粒物洒落。

考虑到节能环保需求，该方案采用上海某公司生产的双层密封罩，该密封罩结构见图1。该密封罩具有密封效果好、使用寿命长、节能环保等突出优点。

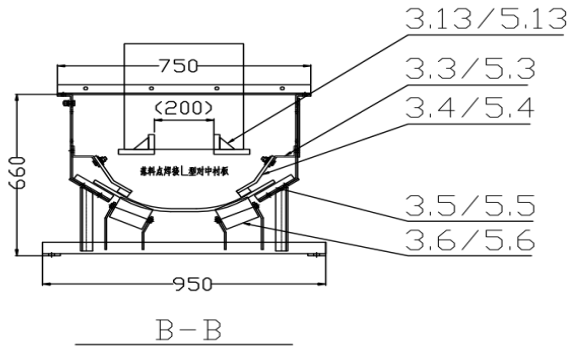


图1 密封罩结构图

根据《除尘设计手册》要求，密封罩罩口风速选择一般按 0.3-2M/S，其中全密封罩口风速一般选用 0.3M/S，半密封罩罩口风速一般选用 0.5-1M/S，敞开式罩口风速一般选用 1-2M/S。图一中密封罩为全密封，所以选用较低的罩口风速，可以起到很好的节能效果。

3.2 皮带机头下料溜槽产生尘机理及改造设计

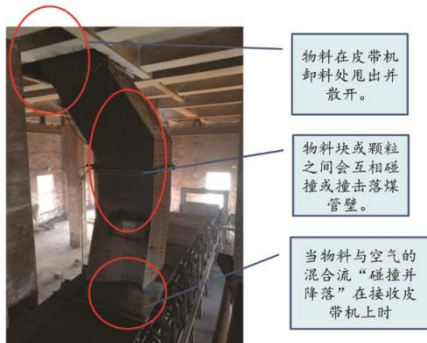


图2 传统皮带机溜槽

传统皮带机溜槽设计考虑施工方便及防堵要求，大多数均采用方正的槽型结构（如图2所示）。该种结构物料通过面积大，物料流速快。物料与物料之间及物料与槽壁之间相互撞击，会将大颗粒破碎成小颗粒甚至粉尘。同时因物料流的不均匀性，物料在溜槽内呈波状流动，物料中夹杂的空气及物料高速下落时产生的诱导风会产生大量的扬尘。输送带因静电等也会粘附部分粉尘，随着皮带的运转、震动等不断的带出溜槽区域，形成二次扬尘无组织排放。

针对上述出现的问题，皮带机下料溜槽设计在满足工艺要求的情况下，做如下设计：

(1) 尽可能缩小通过面积

使料流充满整个溜槽且匀速通过溜槽，减小诱导风的

产生，从而减少扬尘。

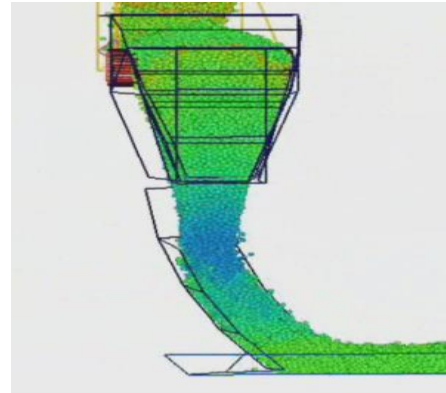


图3 滑梯式节能溜槽

(2) 如图3所示溜槽下段按最速曲线进行设计，使物料下落方向尽可能接近皮带运行方向，减少物料冲击产生扬尘，同时减少物料破损。实践证明，采用此方式下料，物料破损率能降低10%以上。

(3) 溜槽圆弧部位设置检查孔

一旦出现堵料等情况发生，可及时进行处理，更方便日常检查。

3.3 槽上卸料沟扬尘机理及改造

移动式卸料车原设计卸料沟见图4，部分企业为改善卸料口扬尘，也加装了封仓皮带，但是在卸料车移动移动时经常出现皮带跑偏，从而导致卸料沟封闭不严，而造成扬尘。



图4 传统卸料沟剖面图

按图5所示，进行卸料沟改造，该种结构有自调心功能，可较好地适应皮带跑偏，且弧形设计，靠重力进行密封，密封效果好，实际应用中取得较好效果。

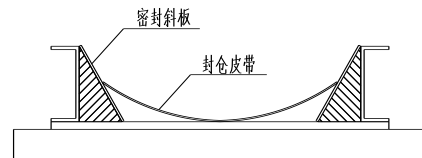


图5 优化后卸料沟剖面图

3.4 料仓除尘设计

高炉矿槽在卸料时，料仓内粉尘随空气无序流动，造成粉尘无组织排放，在料仓除尘设计时采用微负压料仓设计，因料仓为密闭空间，具备微负压料仓设计条件。根据料仓容积及各物料及粉尘物理性质的不同，各料仓风量选

择分别在 12000-24000³/H 之间。微负压料仓设计，将料仓内悬浮粉尘由无序流动变成有序流动，同时通过阀门连锁实现各料仓风量的单独控制，将大大减少槽上使用风量，达到节能降耗的目的。

3.5 除尘管道优化设计

除尘通风系统通常称为通风管路，简称风网。风网一般有两种形式，一种是单独风网，即一个吸尘点或一台设备采用一个通风机。另一种是集中风网，两个及以上除尘点位采用一台通风机和除尘器。集中风网应用比较广泛。集中风网管道动力消耗、工程造价、维护费用较低，但集中风网运行调节困难，一个或几个除尘点位风量发生变化，就会影响整个系统的运行。因此集中管网设计就显得尤为重要。下面就集中管网设计经验做简要说明：

3.5.1 各分支管路的水力半径、阻力、风量等要经过详细计算

确保每个分支管路均能达到设计风量。随着计算机技术的发展，好多公司均开发出自己的管网模拟软件，通过计算机技术来设计、模拟、平衡集中管网的相关数据，大大提高了设计效率和精度。有的公司甚至做到了各除尘点位设计值与实测值误差在 5% 范围内。

3.5.2 各分支管路尽可能减少阀门数量，除非工艺控制需要

一可以减少投资，二来可以减少系统阻力损失。传统集中风网设计为满足环保要求，均采用大风量、高风压的除尘系统，为平衡各除尘点位的风量，各分支管路均增加调节阀。该种设计不仅是投资巨大，能源浪费高，造成运行成本居高不下，同时因调节不及时影响除尘效果，甚至造成管网堵塞、过早磨损报废等后果。

3.5.3 集中管网设计力求简单、经济、容易施工

同一个风网中，各支管管路尽可能距离要短，管件要少，且管路布置在容易施工位置。

3.5.4 集中管网设计要求各管件等考虑耐磨性能

更满足工艺要求。如设计风速相对较高的弯头、三通、变径等部位要采用陶瓷耐磨内衬管件，大大提高管件的耐磨性能。又如槽下振筛除尘管道上安装的耐磨蝶阀的开关速度要满足工艺要求，避免振筛已启动，阀门尚未完全开启，造成粉尘外溢。实践证明，气动阀门是满足要求的首选。

3.5.5 各连锁装置要运行可靠

且与集中管网要同步投入使用。因该集中管网通风为节能系统，连锁装置长期不投入使用时，会造成管路积灰，再恢复连锁功能时阀门因积灰容易损坏，或增加工人的劳动强度。

3.6 振筛密封设计及改造

槽下振动筛及振动给料机均是槽下较大扬尘点，原设计料仓下口与振动给料机之间及振动给料机和振动筛之间均有橡胶软连接密封，因年久失修，软连接破损，此部分不

再重新设计，按原尺寸重新购买更换，即可起到密封作用。

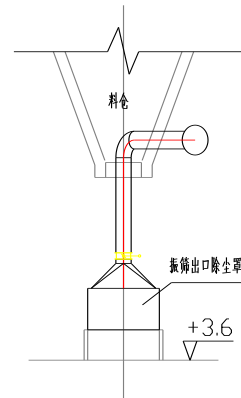


图 6 槽下振动筛除尘罩示意图

震动筛出口重新设计，见图 6。振动筛出口采用全密闭罩，振动筛体与密封罩之间采用除尘布袋做软连接密封。除尘风量按每台筛子 7700³/H 设计。

3.7 移动式卸料车机头除尘设计

原设计卸料车机头除尘为定点除尘，卸料车停到指定位置，开启除尘阀门，定点卸料。因原料为连续输送，布料车移动过程中会无除尘设施，造成扬尘。后通过供应部联系除尘设备厂家，在卸料车机头位置安装一台点式除尘器。点式除尘器安装在卸料车上，增加了卸料车的负荷，引发多次卸料车掉道的设备事故。与此同时，市环保局下发文件，要求移动式布料车除尘必须采用通风槽除尘方式。通风槽安装于高架上部，通风槽上部有密封皮带，通风小车安装于通风槽上，通风小车自带动力随布料车同步移动，卸料车头部除尘罩与通风小车之间用软管连接，彻底解决了卸料车移动时无收尘设施问题，同时还不增加卸料车负荷，应用效果较好。

4 该 1080 高炉矿槽除尘主要设计参数如下

1080 高炉矿槽除尘为集中式除尘系统，除尘点位统计如下：

(1) 震动筛层：烧结矿、块矿、球团矿、焦炭振动筛除尘点位共计 14 个；

(2) 槽上层：槽上料仓共计除尘点位 27 个，受料皮带机头共计除尘点位 3 个；

(3) 槽前转运站：受料皮带机尾除尘点位共计 3 个；上料皮带机头除尘点位共计 3 个；

(4) 槽下皮带机层：

①1#主矿皮带机除尘点位 2 个；2#主矿皮带机除尘点位 2 个；

②3#返矿皮带机除尘点位共计 5 个点；4#返矿大倾角皮带机除尘点位共计 2 个；

③5#返矿皮带机除尘点位共计 2 个点；6#返矿大倾角皮带机除尘点位共计 2 个；

④7#返焦皮带机除尘点位共计 3 个；8#大倾角返焦皮

带除尘点位共计 2 个；

(5) 槽下返料仓层：

①4#返矿大倾角皮带机头料仓除尘点位 1 点；汽车卸料除尘点 1 点；

②6#返矿大倾角皮带机头料仓除尘点位 1 点；汽车卸料除尘点 1 点；

③8#返焦大倾角皮带机头料仓除尘点位 1 点；汽车卸

料除尘点 1 点；

④料坑内料车上除尘点位 2 个；

各除尘点位具体风量、工作制度等设置如下：

5 改造施工方案

该高炉于 2012 年投入生产，原设计除尘管道走向、直径等因与改造除尘管道差异较大，需进行拆除后重新敷设。整个除尘系统改造分三步进行。第一步与生产同步进

表 1 矿槽除尘点位及风量分配表

序号	产尘点位	单点风量	除尘点数	同时工作点数	工作制度	备注
1	槽上料仓除尘点	12000	27	3	独立+连锁	
2	槽上皮带机头	6000	3	3	常开	
3	烧结矿、块矿、球团矿、焦炭振荡除尘	7700	14	7	连锁	6+1
4	1#主矿皮带机头除尘点	6000	1	1	连锁	
5	1#主矿皮带机头除尘点	4400	1	1	连锁	
6	2#主矿皮带机头除尘点	6000	1	1	连锁	
7	2#主矿皮带机头除尘点	4400	1	1	连锁	
8	3#返矿皮带机头	6000	1	1	常开	
9	3#返矿皮带中部	4400	4	2	连锁	
10	4#大倾角皮带机头	4400	1	1	常开	
11	4#大倾角皮带机尾	4400	1	1	常开	
12	4#返矿仓顶	4400	1	1	独立工作	与皮带连锁
13	4#返矿汽车卸料点	7700	1	1	独立工作	人工控制
14	5#返矿皮带机头	6000	1	1	常开	
15	5#返矿皮带中部	4400	4	2	连锁	
16	6#大倾角皮带机头	4400	1	1	常开	
17	6#大倾角皮带机尾	4400	1	1	常开	
18	6#返矿仓顶	4400	1	1	独立工作	与皮带连锁
19	6#返矿汽车卸料点	7700	1	1	独立工作	人工控制
20	7#返焦皮带机头除尘点	6000	1	1	常开	
21	7#返焦皮带机中部除尘点	4400	2	1	连锁	
22	8#返焦大倾角皮带机头除尘点	4400	1	1	常开	
23	8#返焦大倾角皮带机头除尘点	4400	1	1	常开	
24	8#返焦仓顶	4400	1	1	独立工作	
25	8#返焦汽车卸料点	7700	1	1	独立工作	
26	J4 焦炭皮带机头	6000	1	1	常开	
27	J6 焦炭皮带机尾	6000	1	1	连锁	
28	K4 球团矿块矿皮带机头	6000	1	1	常开	
29	K6 球团矿块矿皮带机尾	6000	1	1	连锁	
30	K5 烧结矿皮带机头	6000	1	1	常开	
31	K11 烧结矿皮带机尾	6000	1	1	连锁	
32	料坑除尘	22000	2	1	连锁	
33	系统漏风	8600	1	1		
以上合计风量 326000M ³ /H						

行,有安装位置或对生产影响不大的除尘管道,如振动筛除尘、焦炭运输过程的除尘等等,选择与生产同步进行。第二步利用单炉限产机会对需停机改造项目及槽上卸料车、其他狭窄部位等进行施工;第三步,完成两座高炉公用部分的除尘改造(槽前转运站等),并利用共停时间完成电气、仪表自动化的调试工作。

6 实施效果

通过矿槽除尘管道的优化及部分设备的改造,使矿槽整体环境得到极大地改善,岗位粉尘浓度 $<8\text{mg}/\text{m}^3$,工人的工作环境得到很大提升,员工满意度提高。

系统运行较稳定,但也出现部分小故障。比如部分垂直管道安装的连锁气动阀门电气故障,维修不及时,造成垂直管道内积灰,阀门不能正常开启,后结合施工单位更改阀门位置得以解决。

该改造方案投资小,效果明显,节能环保,值得推广。

7 节能分析

为改善矿槽环境,多家设计单位均采用增加除尘风量的方案,即增加一台25万-30万 M^3/H 的除尘器,将槽上、槽下除尘点位分开治理。此方案固然能达到效果,但存在投资大、能耗高、工期长等缺陷。

技术人员结合部分设备厂家共同提出了节能通风理念,在原设计除尘风量为50万 m^3/H 的基础上,不仅不增加除尘器,而且实现了实际运行风量32.6万 m^3/H 的目标,系统风量减少35%。按电机功率1250KW计算,小时节电量437.5度。年可节约用电费用178万元。(电费单价按0.53元/度、年作业时间320天计算)。

如在除尘器进口增加压力变送器,通过除尘进口压力的变化,自动调节风机的运行频率,节能效果将更加明显。

因系统风量减少,必将大大延长布袋的使用寿命,减少工人更换布袋的劳动强度,综合效益十分巨大。

8 结语

炼铁矿槽的通风节能除尘改造,不仅大大的改善矿槽环境,而且起到了节能效果,在全国节能通风领域实属首创。

[参考文献]

- [1]王恩宇.浅议炼铁高炉机械设备技术性研究[J].建筑工程技术与设计,2017(15):4499.
 - [2]李俊龙.炼铁高炉机械设备管理过程中存在的问题及解决措施分析[J].商品与质量,2017(46):171.
- 作者简介:张晓刚(1972.7-)男,汉族,河北省唐山市,副部长,本科,研究方向:钢铁企业环保节能通风。