湿法作业在钢渣磁选线的抑尘应用*

李志辉，许建雄，范永明

（包头钢铁（集团）有限责任公司节能环保中心冶金渣公司（绿化公司），内蒙古 包头 014010）

摘 要： 在钢渣磁选加工过程中，粒度和含水率都会发生变化，钢渣含水率低，易产生扬尘。文章通过对磁选加工线扬尘问题、现场物料及起尘原因的分析，结合现场环境监测数据，制定了经济环保、切实有效的抑尘措施，通过合理设置喷雾头，将钢渣含水率提高至20%左右时，整体抑尘效率可达92%以上。湿法作业方法的系统应用可有效解决钢渣磁选过程中的扬尘问题。

关键词： 钢渣；磁选加工；湿法作业；抑尘

中图分类号： X511 **文献标识码：** B **文章编号：** 1009－5438（2021）01－0095－04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.01.028

Application of Wet Process Operation on Magnetic Separation Processing Line of Steel Slag for Dust Suppression

Li Zhi－hui, Xu Jian－xiong, Fan Yong－ming

(*Metallurgical Slags Co.* (*Afforestation Co.*) *of Energy Conservation and Environmental Protection Center of Baotou Iron & Steel* (*Group*) *Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the process of magnetic separation of steel slag, the particle size and water content all change. The water content of steel slag is low, so it is easy to raise dust. In this paper, the economical and environment－friendly as well as practical and effective measures for dust suppression are formulated by analyzing the problem, reason of raising dust for magnetic separation processing line and on－site materials combining with on－site environmental monitoring data. The overall dust suppression efficiency could reach over 92% when water content of steel slag is increased to about 20% by reasonably setting fog－spray nozzle. The systemic application of wet process operation method could effectively solve the problem of raising dust in the process of magnetic separation of steel slag.

Key words: steel slag; magnetic separation processing; wet process operation; dust suppression

钢渣是炼钢过程中产生的副产物，属于工业固废。目前钢渣实现循环利用的主要途径为有压热闷和磁选加工。现阶段我国钢渣利用率较低，仅为30%左右，远远低于发达国家[1]。在钢铁行业实现清洁化生产的背景下，钢渣的综合利用成为钢铁企业与环境、社会和谐发展的重要因素之一。钢渣在磁选过程中易产生扬尘，在发展循环经济的同时带来了环境问题。我公司钢渣磁选加工线最初选用的除尘设备是烧结板除尘器，在使用过程中，我们发现烧结板除尘器主要存在以下问题：①自动卸灰后没有对灰进行收集，灰卸在皮带上引起扬尘；②卸灰时喷吹效果不理想，卸灰不彻底，物料在烧结板上板结严重，导致烧结板变形失去过滤作用；③分点除尘，只对特定封闭空间有效，对环境中的颗粒物不起收

* 收稿日期：2020－07－29

作者简介：李志辉（1990－），男，内蒙古丰镇市人，助理工程师，现从事冶金固废综合利用工作。

集作用，总体上不能有效抑制扬尘；④运行、维护、备件成本高。所以，烧结板除尘器不适用于我公司磁选加工线。因此，在磁选加工过程中需探究一种成本低、效果好的抑尘方式。

1 现行工艺及环保现状

1.1 钢渣磁选线现行工艺

磁选加工线主要对有压热闷处理后的转炉渣进行磁选加工。转炉渣翻入热闷池内进行热闷，一方面高温状态下钢渣遇水急速冷却，钢渣内部产生热应力和相变应力；另一方面随着钢渣温度的降低，钢渣中的硅酸三钙发生晶形转变，体积膨胀，使得钢渣发生粉化，粉化率一般在60%以上[2]。

钢渣热闷后进行磁选加工，工艺流程如图1所示，装载机将热闷后的钢渣倾倒在1#、2#倾翻格筛(200 mm筛孔)上，小于200 mm的物料经1#、2#振动给料机和1#、2#皮带传输至1#除铁器进行除铁，除铁后物料经1#振动筛(80 mm筛孔)筛分后落至3#皮带；物料经2#除铁器除铁后上至2#振动筛(30 mm筛孔)进行筛分，筛上物料经11#皮带进入棒磨机进行破碎后经8#皮带进入滚筒筛(10 mm筛孔)，筛下物料经4#、5#皮带上3#振动筛(10 mm筛孔)再次筛分；滚筒筛和3#振动筛筛下物料经9#皮带进入5#产品库，筛上物料经10#皮带磁滚筒分选后分别进入6#成品库和7#成品库。

1.2 扬尘点的分布情况

整条磁选加工线扬尘点有8个，如图1所示，分布在8#、9#、10#皮带来料点和棒磨机、滚筒筛、3#振动筛、5#成品库、6#成品库，其中9#、10#皮带来料点和滚筒筛、5#成品库、6#成品库是主要扬尘点。

1.3 扬尘原因分析

钢渣的主要矿物组成为硅酸二钙、硅酸三钙、钙镁橄榄石、钙镁蔷薇辉石、铁酸二钙、游离氧化钙(f-CaO)、RO相(R代表镁、铁、锰的氧化物，即FeO、MgO、MnO形成的无限固熔体)等[2]。钢渣孔隙分布丰富、吸水率与常规石料相比较大[3]，水可吸附于钢渣表面或存在于孔隙中。理论上钢渣含水能力较强，但经测定，热闷后温度在160 ℃以下钢渣平均含水率仅为为2.45%，含水率较低。物料在筛分和破碎过程中粒度变化过程为200 mm→80 mm→30 mm→10 mm，棒磨机破碎后100 μm以下颗粒大幅增多，现场测量结果显示，漂浮在磁选加工线区域空气中96%的粉尘颗粒直径介于1 μm和100 μm之间。棒磨机及其下游的筛分设备在工作过程中使物料上扬会导致扬尘产生，大于100 μm的粉尘颗粒在空气中由于重力因素会较快地自然沉降，而直径在100 μm以下的粉尘会在空气中长时间停留。

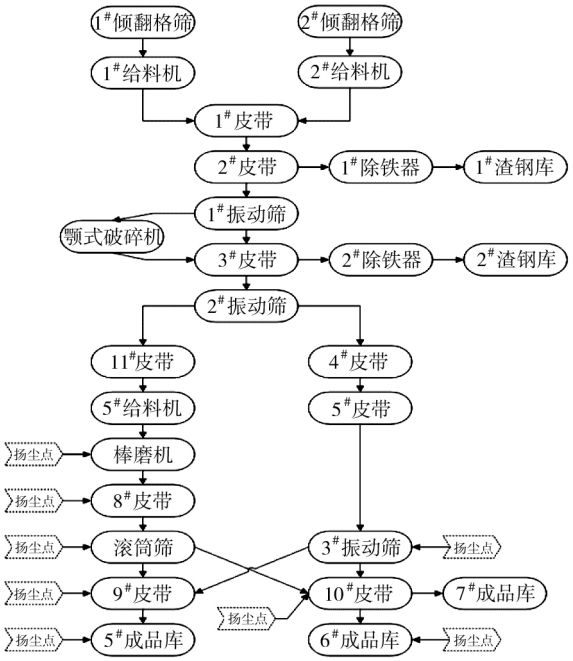


图1 钢渣磁选线工艺及扬尘点分布图

2 湿法作业抑尘的准备与应用

2.1 抑尘方案确定

电炉在冶炼过程中需加入废钢、造渣料和铁水，碳氧枪的吹氧、喷碳，以及废钢料中含有的各种有机物质，在高温下发生化学反应，产生大量高温粉尘。杜永锋[4]针对冶金节能及环保专业中电炉冶炼现场存在的工作环境差的问题，设计了一种通过高压气雾除尘的喷淋除尘装置，该装置可快速、有效抑制扬尘。

通过喷淋除尘装置成功抑制电炉冶炼过程扬尘的经验[4]，确定了在磁选加工过程中通过增加物料含水率抑制100 μm以下的粉尘的湿法作业抑尘措施。湿法作业主要是在作业过程中通过给物料打水提高物料含水率的作业方式。

为了确定磁选加工湿法作业的最合适钢渣含水率，进行了现场试验。在磁选加工过程中，以滚筒筛处为试验点，以2%的物料含水率为试验梯度，以含水率2.45%～28.45%为试验范围，用便携式微电脑粉尘仪对环境中颗粒物排放浓度进行检测，试验

结果如图 2 所示。结果显示: 当钢渣含水率提高至 20.00% 左右时抑尘效果最佳、用水量最低,且不会造成设备板结。

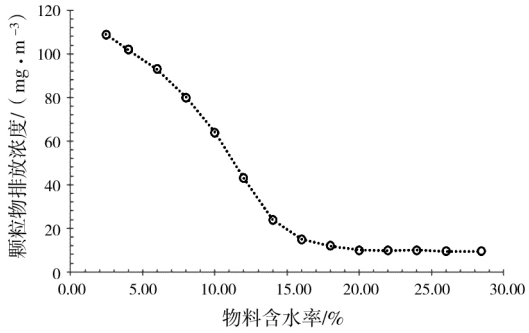


图 2　颗粒物排放浓度与物料含水率关系图

2.2　湿法作业系统的布置

在 2 个热闷钢渣堆放区东西两侧共安装 4 台水炮,通过给钢渣打水将钢渣的含水率提高至 20.00% 左右; 在磁选加工线上布置 7 个伞型水雾喷嘴,位置如图 3 所示,图中箭头标示伞型水雾喷嘴。湿法作业系统由渣浆泵、浊环供水系统、消防水炮、离心泵、净环供水系统、喷雾供水系统、伞型水雾喷嘴等部件构成。

在加工线运行过程中,随时观察物料湿润程度,控制该位置喷雾装置阀门开闭程度,保证各点物料含水率保持在 20.00% 左右,达到抑尘的目的。

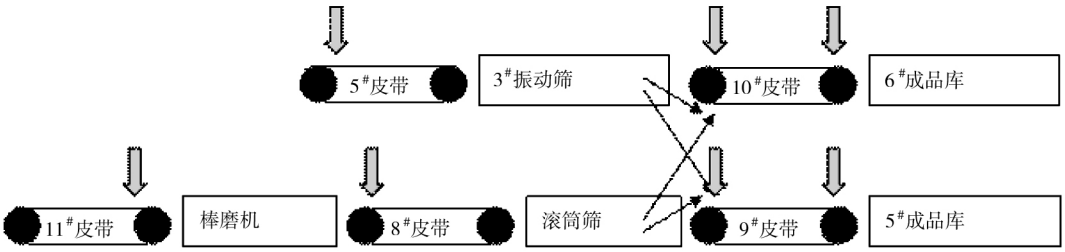


图 3　伞型水雾喷嘴布置图

2.3　运行效果

湿法作业抑尘系统正常运行时,进入磁选加工线区域内基本看不到空中悬浮有细小的粉尘颗粒。用便携式微电脑粉尘仪,分别对未采取湿法作业和采取湿法作业两种条件下的 8 个扬尘点进行颗粒物排放浓度检测,结果见表 1。

通过分析表 1 得出: 磁选加工过程中,将钢渣含水率提高至 20% 左右时,各扬尘点湿法作业的平均抑尘率达 92.81%,各扬尘点颗粒物排放浓度符合国家颗粒物排放浓度标准(8 mg/m^3) [5] 。喷雾系统随皮带机的启停而启停,保证以最小喷水量达到最佳抑尘效果。

表 1　两种作业方式现场颗粒物排放浓度对比表

指标	棒磨机	8#皮带来料点	滚筒筛	3#振动筛	9#皮带来料点	10#皮带来料点	5#成品库	6#成品库	平均值
未采取湿法作业颗粒物排放浓度/($mg \cdot m^{-3}$)	92.20	92.20	108.03	108.03	106.00	106.00	103.14	98.14	101.72
采取湿法作业颗粒物排放浓度/($mg \cdot m^{-3}$)	7.10	7.10	7.02	7.02	7.72	7.72	7.14	7.50	7.29
抑尘率/%	92.30	92.30	93.50	93.50	92.72	92.72	93.08	92.36	92.81

3　结束语

通过合理布置水炮和伞型喷雾嘴,控制喷水量,将钢渣湿度保持在 20% 左右时,各扬尘点平均抑尘率可达 92.81%,平均颗粒物排放浓度降为 7.29 mg/m^3,符合国家颗粒物排放浓度标准。采取湿法作业,既可以有效解决钢渣磁选加工线扬尘问题,达到环保要求,又可以切实改善职工工作环境,

提高工作效率。

参 考 文 献

[1] 吴跃东,彭犇,吴龙,等. 国内外钢渣处理与资源化利用技术发展现状[J]. 环境工程,2020,(6):1-6.

[2] 许建雄,范永明,李泽平,等. 钢渣热闷工艺及装备研究[J]. 包钢科技,2019,45(1):37-41.

[3] 尹亚东,尚宇,彭爱红,等. 钢渣残留含水率对其沥青混合料水稳定性影响研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版),2018,42(3):511-514.

[4] 杜永锋. 一种喷淋除尘装置的设计[J]. 机械工程师,2017,(3):87-89.

[5] GBZ 2.1—2007,工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素[S].

编写摘要的注意事项

1. 摘要应具有独立性和自含性,并拥有与论文同等量的主要信息,即不阅读论文的全文,就能获得必要的信息。

2. 摘要一般应说明研究工作的目的、试验方法、结果和最终结论等,而且重点是结果和结论。要采用第三人称的写法,不必使用“本文”、“作者”等作为主语。

3. 摘要中有数据、有结论,是一篇完整的短文,可以独立使用,可以引用,也可以用于工艺推广。

4. 结构严谨,表达简明,语义确切。摘要先写什么,后写什么,要按逻辑顺序来安排。句子之间要上下连贯,互相呼应。慎用长句,句型要力求简单。每句话要表意明白,无空泛、笼统、含混之词。

5. 除了实在无变通办法可用以外,摘要中不同图、表、化学结构式、非公知公用的符号和术语。

6. 缩略语、略称、代号,除了相近专业的读者也能清楚理解的以外,在首次出现时必须要加以说明。

7. 英文题名以短语为主要形式,尤以名词短语最常见,即题名基本上有1个或几个名称加上其前缀和(或)后置定语构成。短语型题名要确定好中心词,再进行前后修饰。各个词的顺序很重要,词序不当,会导致表达不准。

8. 中文摘要一般不易超过200~300字;外文摘要不宜超过250个实词。如遇特殊需要,字数可以略多。