

铁水预处理粉剂输送影响因素研究

刘洪波, 于海燕, 尹卫平, 孟凡玉, 盛桂军

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

摘要: 为了解决铁水预处理中因粉剂输送不稳定造成的堵枪和喷溅问题, 通过模型研究的方法, 研究了铁水预处理中操作参数、结构参数和粉剂特性对粉剂输送的影响规律, 以期为生产提供理论指导。

关键词: 铁水预处理; 粉剂输送; 助吹流量; 流化流量; 顶部流量

中图分类号: TF549+.9 文献标识码: A 文章编号: 1004-4620 (2004) 04-0035-03

Study on Influential Factor of Powder Transportation in the Hot Metal Pretreatment Process

LIU Hong-bo, YU Hai-yan, YIN Wei-ping, MENG Fan-yu, SHENG Gui-jun

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

Abstract: There existed choking gun and spray because of instability of powder transportation in hot metal pretreatment. Then the effects of operation parameters, equipment parameters and powder characteristic on powder transportation is studied by model experiment in order to offer theoretically guidance to practical production.

Keywords: hot metal pretreatment; powder transportation; transportation flux; fluidization flux; top flux

1 前言

目前, 铁水预处理已成为钢铁生产中必不可少的工序。但是, 在铁水预处理脱硫喷粉过程中, 当粉气比太低、输送不稳定时, 会造成喷溅、粘堵枪、管道磨损严重、气体消耗大和脱硫效果差等后果。因此, 有必要对铁水的粉剂输送进行研究。

2 实验设备和方法

2.1 实验设备

实验装置如图1所示。采用透明有机玻璃做一个能盛装6kg左右粉料的喷粉罐, 配备直径为3、4、6mm的下粉喉口, 选用直径为12、10、8mm的三种管径的白色透明塑料胶管。同时安装压力表、流量表和压力传感器对操作参数进行检测。

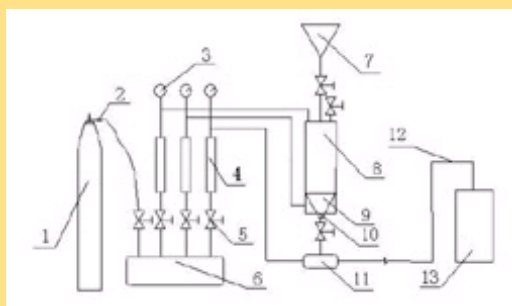


图1 实验装置

1 气瓶 2 减压阀 3 压力表 4 流量计 5 调节阀 6 气包 7 加料斗
8 料罐 9 流化器 10 喉口 11 喷射器 12 气粉管路 13 回收料桶

2.2 实验方法

实验在不同的喉口直径和管径下，通过改变操作参数，按正交实验方法来研究不同结构和操作参数对粉剂输送的影响。

将粉料装入喷粉罐后，关顶部球阀、放气口；然后依次开气源、送风阀、流化阀、顶压阀、下料阀，并开始记时。观察输送的稳定性，当输送稳定时读出各压力表和流量计的示值，观察管道内粉气流的行为并记录压力传感器波动情况。当玻璃管内没有料流出时停止记时，然后依次关闭下料球阀、流化阀、顶压阀、送风阀。称量料桶中的料重，将料重 W 除以所记录的时间 t 即为平均给料速度 U_m ，根据下式分别计算粉气比和空管流速：

$$\mu_s = U_m Q_z \times 1.16560 \quad (1)$$

$$v_{\text{空}} = Q_z \sqrt{3600 \times \pi R^2} \quad (2)$$

式中 μ_s ——粉气比，kg/kg；

Q_z —— N_2 量($Q_z = Q_b + Q_f + Q_t$)， Q_b 为助吹流量， Q_f 为流化流量， Q_t 为顶部流量， m^3/h ；

$v_{\text{空}}$ ——空管流速，m/s；

U_m ——给料速度，kg/min；

R ——管道半径，m。

3 实验结果与分析

3.1 操作参数对粉剂输送的影响

3.1.1 助吹流量对粉剂输送的影响 实验在固定输送参数 Q_f 和 Q_t 的情况下，改变 Q_b 得出了一组数据，做输送特性随 Q_b 变化的情况见图2。

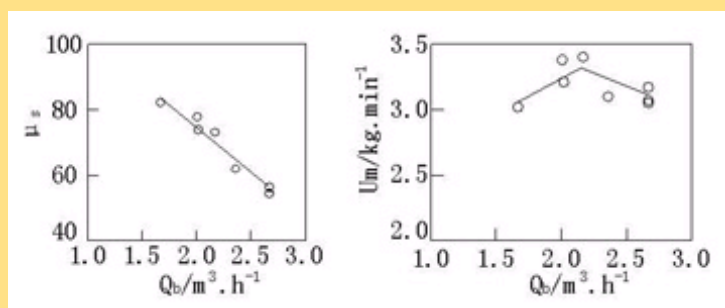


图2 μ_s 随 Q_b 的变化曲线

实验条件：管径：12mm；管长：12m；喉口直径：4mm；喷枪出口直径：7.5mm； Q_f ：0.22 m^3/h ； Q_t ：0

由图2可知，随着 Q_b 的增加， μ_s 逐渐下降。但是，喷粉速度并没有随 Q_b 的增大而增大。这是因为当 Q_b 增大时，由于出口处造成的负压增大，出料口对粉料有一个吸力，所以 U_m 也随之增大；但随着 Q_b 进一步增大，喷粉罐内气流越来越集中，当 Q_b 增大到某一值时，即当罐内气流流线过分集中时，罐内料柱及出料口形成沟流，这时 U_m 反而减小。

3.1.2 流化流量对粉剂输送的影响 实验在固定输送参数 Q_t 和 Q_b 的情况下，改变 Q_f 得出了一组数据，做输送特性随 Q_f 变化的情况见图3。

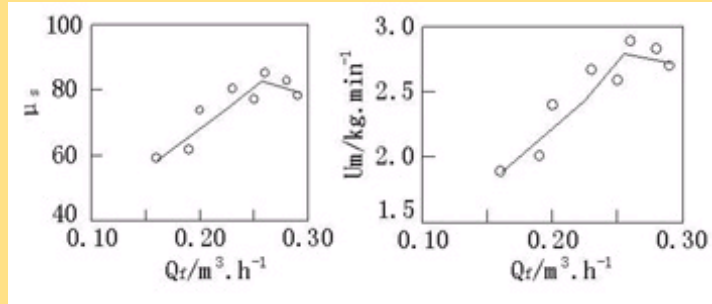


图3 μ_s 随 Q_t 的变化曲线

实验条件：管径：8mm；管长：12m；喉口直径：4mm；喷枪出口直径：6mm； Q_b ：1.48m³/h； Q_i ：0

由图3可知：随着 Q_t 的增加， μ_s 和 U_m 变化规律基本相同。在某一区域内， μ_s 和 U_m 随 Q_t 的增大而增大，到达某一最大值时出现相反的现象。这是因为，开始当 Q_t 增大时，流化效果增加，增大了粉料的流动性，因而 U_m 逐渐增大， μ_s 也相应增大，而当 Q_t 继续增大时，可能是由于流化流量过大，在实验装置下，由于流化管路压力不断上升，反而使流化阻力变小，流化气流分布不均匀，在粉料中形成贯穿气流，使流化效果变差，产生上述现象。

根据实验室实验结果，对于确定的喷粉罐系统，当流化装置一定时，要达到既能稳定供粉又能较快较浓输送，对于确定的粉料有一最佳的流化风量，否则易引起堵塞及下料不稳。

3.1.3 顶部流量对粉剂输送的影响 在粉料处于流化状态下时，下粉喉口的料速取决于喉口下粉面积和下粉喉口的上下压差 ΔP 。压差是罐内压力和输送管路压力之差。实验在固定输送参数 Q_b 和 Q_i 的情况下，改变 Q_t 得出了一组数据，根据数据做输送特性随 Q_t 变化的情况见图4。

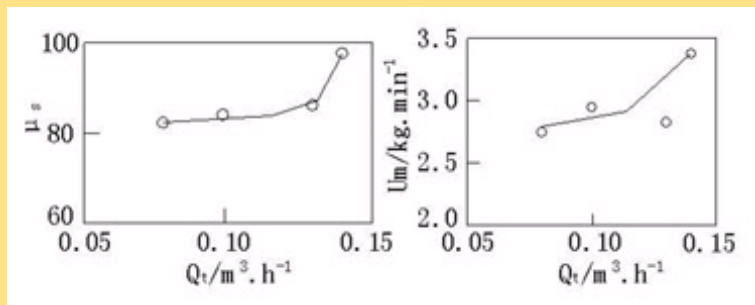


图4 μ_s 随 Q_t 的变化曲线

实验条件：管径：8mm；管长：12m；喉口直径：4mm；喷枪出口直径：6mm； Q_b ：1.47m³/h； Q_i ：0.17m³/h

由图4可知，随着 Q_t 的增加， μ_s 和 U_m 变化规律相似，顶部流量加大时，物料的喷粉速度和粉气比都增加，在 Q_t 足以保证安全下料和 Q_t 不将料柱击穿的前提下， Q_t 的大小对 U_m 和 μ_s 的影响是比较显著的，这是由于 Q_t 对下料是以压送式进行的。尽管 Q_t 对 U_m 和 μ_s 的影响比较显著，但是一般气力输送中并不用它来作为调节手段，这是因为 Q_t 的改变容易造成输送不稳定，在实际生产中会造成管路或枪口堵塞。

3.2 结构参数对粉剂输送的影响

3.2.1 喉口直径对粉剂输送的影响 一般来说，粉料越细，喉口直径相应可以减少，但是对于粘性大、易吸水、质量轻的物料，喉口直径却不能太小。喉口直径必须大于粉料粒径的5~7倍，才有可能稳定输送。

实验在固定其它输送参数、只改变 $d_{喉}$ 的情况下，得出了两组数据，做输送特性随 Q_b 变化的情况见图5。由图5可知，在相同的管路参数下， $d_{喉}$ 由4mm增大到6mm，由于下料面积的增大， U_m 提高了约30%， μ_s 提高了约20%。

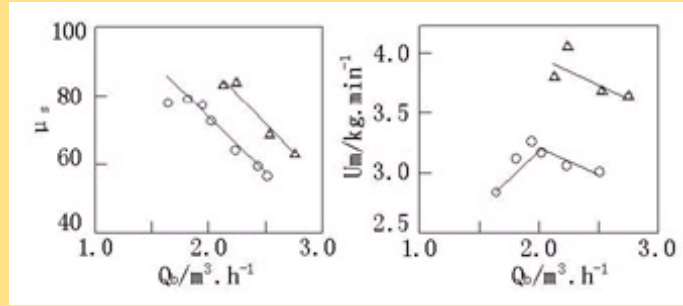


图5 不同喉口时的 μ_s 随 Q_b 的变化曲线

△喉口直径为6mm ○喉口直径为4mm

目前许多喷粉系统都采用了可调喉口的设备，在现场生产中，如果需要大范围改变 U_m ，可以通过调节喉口来实现。

3.2.2 管径对粉剂输送的影响 输送管路管径直接影响着输送速度、粉气比及管路稳定性。实验在固定其它输送参数、只改变管径 D 的情况下，得出了两组数据，做输送特性随 Q_b 变化的情况见图6。由图6可知，在其它结构参数相同的情况下，当管径由8mm增大到10mm时， U_m 有所升高，而 μ_s 有所下降，这说明应有一个合适的管径。

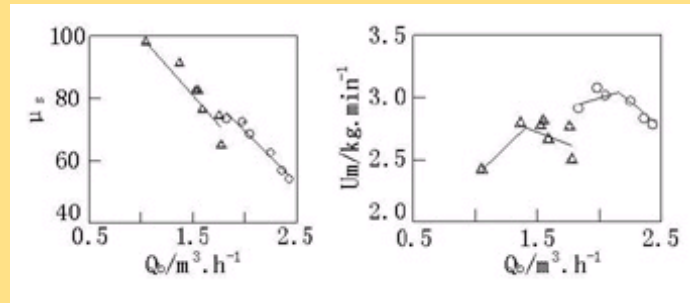


图6 不同管径时的 μ_s 随 Q_b 变化曲线

△管径为10mm ○管径为8mm

3.2.3 管长对粉剂输送的影响 输送管路长度无疑对输送特性有很大影响。实验在固定其它输送参数、只改变管长的情况下，得出了两组数据，做输送特性随 Q_b 变化的情况见图7。由图7可知，在其它结构参数相同的条件下，当管长由6m增大到12m时， μ_s 和 U_m 都有所下降。这是由于管路加长管内行程压力增大，使之与罐顶压力之间的压差变小，则使下粉量减少，从而粉气比减小。因此，实际使用时的管路要尽可能短。

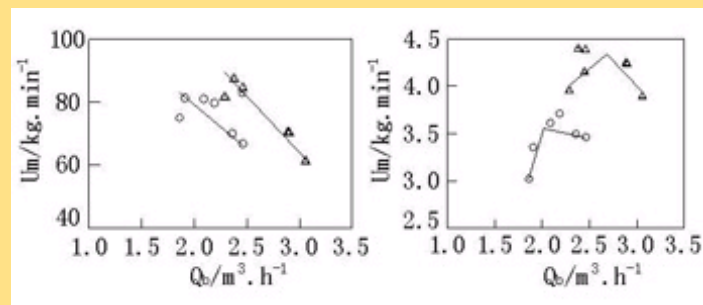


图7 不同管长时的 μ_s 随 Q_b 变化曲线

△管长6m ○管长12m

3.2.4 喷枪出口对粉剂输送的影响 喷枪出口大小直接影响着输送管路系统的压降，因而也会影响喷粉速度和粉气比。实验在固定其它输送参数，只改变喷枪出口 $d_{出口}$ 的情况下，得出了两组数据，做输送特性随 Q_b 变

化的情况见图8。由图8可知，在其它结构参数相同时，当喷枪出口直径由6.0mm增大到7.5mm时， μ_s 和 U_m 都有所增大。这是因为随着喷枪出口增大，管内行程压力减小，使之与罐顶压力之间的压差变大，则使下粉量增大，从而粉气比也增大。但是，喷枪出口也不能太大，否则，出口速度太小，将影响脱硫效果和堵枪。

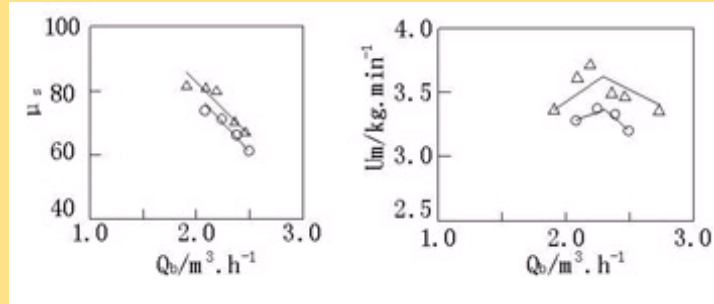


图8 不同喷枪出口时的 μ_s 随 Q_b 变化曲线
 \triangle 喷枪出口直径7.5mm \circ 喷枪出口直径6.0mm

3.3 粉剂性能对输送的影响

粉剂的成分影响其流动性，而粉剂的流动性对气力输送来说是很重要的参数，流动性差的粉料使输送脉动、不稳定。分别实验输送沙子和石灰粉，得出两组数据做图9。

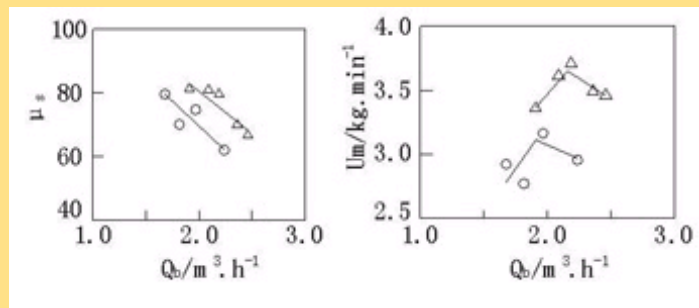


图9 不同粉剂时的 μ_s 随 Q_b 变化曲线
 \triangle 沙子 \circ 石灰

由图9可知，在管径10mm，管长12m，喉口直径6mm，喷枪出口直径7.5mm， Q_f 为0.21m³/h， Q_t 为0，粒度为0.15mm的条件下，0.15mm的沙子的喷粉速度和粉气比都比0.15mm的石灰高。这是因为石灰粘度大，在输送管内壁易形成粘附层，降低了输送性能，所以，在生产中选择合适的处理剂是非常重要的。

4 结论

- 4.1 为了取得好的输送效果，操作参数中的助吹流量和流化流量应根据具体设备选择最佳的配合值。
- 4.2 顶部流量虽然对喷粉速度、粉气比影响也较大，但易使料压实而使输送稳定性遭到破坏，所以，生产上不宜用顶部流量来调节粉剂输送。
- 4.3 结构参数中喉口直径对喷粉速度、粉气比影响较大，生产上可以用喉口直径来调节粉剂输送。
- 4.4 粉剂性能对输送有很大影响，所以应选择合适的粉剂。