

文章编号:1674-2869(2010)03-0069-03

冷却预处理器对烧结烟气温度影响仿真研究

张洪祥¹, 黄重国¹, 袁清华¹, 庞建平²

(1. 北京科技大学土木与环境工程学院, 北京 100084;

2. 北京国华新兴节能环保科技有限公司, 北京 100070)

摘要:由于烧结烟气温度很高,导致脱硫效率下降。漩涡撞击法脱硫设置了冷却预处理器,降低了烟气温度。本文采用 Fluent 软件对冷却预处理器运行机理进行模拟仿真,并用 MATLAB 拟合其规律。结果表明:冷却预处理器喷水量越大,烟气温度越低,当喷水速度大于 30 m/s 时,随着喷水量增大,温度变化不明显,最佳喷水速度范围为 25~30 m/s。

关键词:烧结烟气;冷却预处理器;Fluent 仿真;MATLAB 拟合

中图分类号:TF802.67

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2010.03.017

0 引言

烧结是钢铁工业中一个高污染、高排放的环节,据统计,国内钢铁厂烧结烟气中 SO_2 占钢铁企业 SO_2 排放的 40%~60%,造成严重的大气污染,烧结脱硫已经成为我国大气污染控制领域最为紧迫的任务^[1]。烧结烟气具有流量大、烟气中 SO_2 浓度低、烟气温度高等特点,钢厂一般又没有预留足够的空间安装湿法脱硫装置,而干法、半干法脱硫效果不理想,因而烧结烟气净化很困难。漩涡撞击法脱硫改进了普通的湿法脱硫技术,设置了冷却预处理器,降低了烟气温度,提高了脱硫效率,成功的应用在烧结脱硫项目中^[2]。笔者采用 Fluent 模拟仿真了增设冷却预处理器的运行机理,研究喷水速度与烟气温度之间的关系,为控制烟气温度,提高脱硫效率提供理论基础和设计依据。

1 研究内容与方案

从烧结炉里出来的烧结烟气温度比较高,严重影响了脱硫效率,实验表明当温度从 38℃ 上升到 149℃ 时,脱硫效率从 88.5% 下降到了 60.2%,下降了 28.3%^[3]。为了降低温度的影响,提高脱硫效率,必须对高温烧结烟气进行预处理。本文采用某公司脱硫塔的基本几何参数及运行参数建立仿真模型,然后针对仿真模型通过改变喷淋速度改变喷水量,研究温度的变化情况,最终得出烟气温度变化与喷淋速度的关系,从而达到通过控制喷

淋速度控制烟气温度,提高脱硫效率的目的,脱硫塔基本参数如表 1 所示。

表 1 喷淋吸收塔及均气环基本参数

Table 1 The basic parameters of the absorber and the gas distributed ring

项目	数值
处理烟量	87.5 万 m^3/h
FGD 入口 SO_2 浓度	1500 mg/m^3
FGD 入口烟气温度	135℃
入口直径	1.5 m
出口直径	1.5 m
吸收塔本体(直径×高)	$\Phi 9 \text{ m} \times 31.6 \text{ m}$

冷却预处理器喷射层喷出冷却水对烟气进行处理,烟气在这阶段得到冷却降温,同时具有使粉尘初步凝聚,二氧化硫得到部分净化^[4]。冷却预处理器通过控制喷水速度控制喷水量,从而控制液气比,调节烟气温度,使其处于最佳温度范围 303~333 K^[5]。仿真中喷水速度分别取 10、15、20、25、30、35、40 m/s 几组数值。

仿真结果中关于温度的取值,为了准确描述烟气冷却的效果,本文采用均值温度和温度方差来比较不同喷水速度的冷却效果。我们在主脱硫区域取一气体参考面,沿表面直径方向均匀连续取值(塔壁处不取),然后求温度均值和方差,通过温度均值和标准差 S^* 的大小反应气体均布情况。烟气脱硫本身要求足够的反应时间,为了提高脱硫效率,要求温度处最佳脱硫温度范围,温度波动越小越好。

仿真过程中假设:

收稿日期:2009-11-06

作者简介:张洪祥(1985-),男,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向:钢厂烧结烟气脱硫。

指导老师:黄重国,男,副教授,博士,研究方向:自动化控制与质量工程。

a. 不考虑辐射散热;假设塔壁为绝热壁,不传递热量,即散热量设置为 0;并且采用了无速度滑移和无质量渗透条件;b. 浆液池液面简化为固体壁面处理,忽略浆液池液面波动对烟气的影响,不考虑脱硫浆液的冷却作用;c. 不考虑化学反应放出的热量。

2 研究结果分析

实验表明脱硫效率随温度升高而下降的速率较快,随着烟气温度的增加,脱硫效率逐渐降低。但是,温度过低,则影响反应速度,同样降低脱硫效率。在烟气脱硫塔中,最佳脱硫温度范围为 30~60 °C (303~333 K)。本研究对不同喷水速度进行模拟仿真效果如图 1 所示。

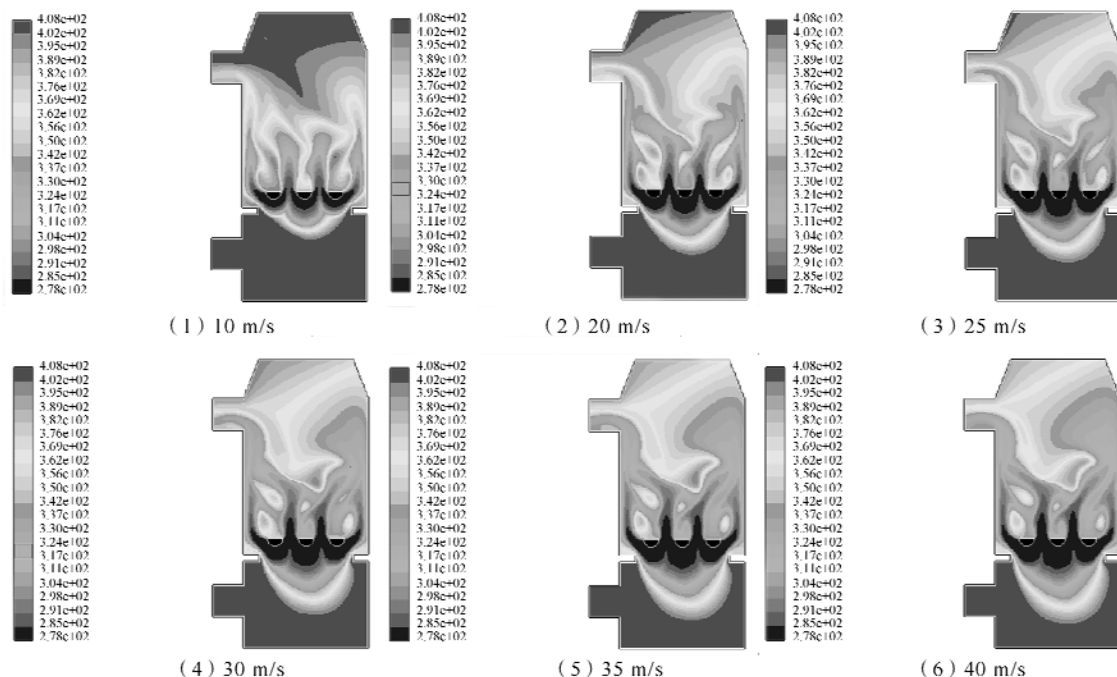


图 1 不同喷水速度温度场示意图(单位:K)

Fig. 1 The temperature distribution of different water-jet velocities(Unit: K)

根据图 2 喷水速度与温度的关系曲线以及仿真数据,采用 MATLAB 对喷水速度与平均温度进行三次拟合,可得到如下关系式:

$$f(v) = -0.0006v^3 + 0.095v^2 - 4.513v + 399.8 \quad v \geq 5 \quad (1)$$

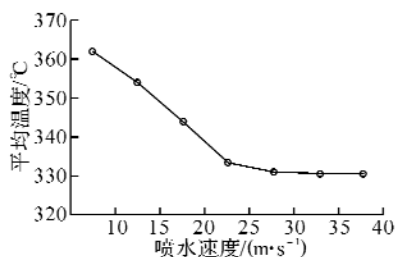


图 2 喷水速度与温度关系

Fig. 2 The curve of the water-jet velocity and temperature

由图 1 可以看出当喷水速度达到 25 m/s 时,在脱硫塔中间(脱硫反应大部分在这部分进行)大部分已经在最佳温度范围,冷却效果显著。即喷水速度为 25 m/s 时,冷却效果已经达到要求。我们在主脱硫区域取距液面 9 m 处横截面为参考面,对温度均匀取值,然后求均值建立温度随喷水速度变化曲线图如图 2 所示,从图上可以清晰地看出喷水速度在 30 m/s 以后,随着喷水速度的增加,温度下降缓慢。由此得出最佳喷水速度为 25~30 m/s。喷水速度过高,造成水的浪费并增加了能耗;喷水速度过低则达不到最佳脱硫温度范围,影响脱硫效率。

图 3 为喷水速度与温度关系的拟合曲线,从拟合曲线上可以看出该公式与仿真数据误差很小,拟合度很高,公式(1)可以用于计算喷水量与温度的关系,从而精确控制烟气温度,节约能耗和水资源,提高脱硫效率。

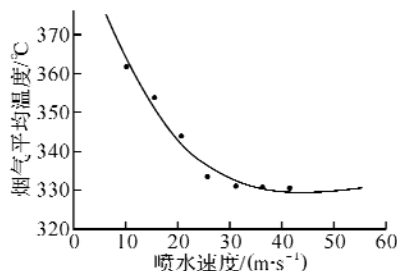


图 3 喷水速度与温度拟合曲线

Fig. 3 The fitting curve of the water-jet velocity and temperature

3 结 语

提出了冷却预处理器喷水量与温度的关系,喷水速度在低于 30 m/s 时,随着喷水速度的增加,温度下降很快;大于 30 m/s 后,随着喷水速度增加,冷却效果不明显.由此得出最佳喷水速度为 25~30 m/s.

参考文献:

- [1] 王晓泳.我国烧结脱硫现状分析[J].工业安全与环保,2007(12):25-27.
- [2] 李先春,谢安国.炉内喷钙脱硫过程中炉膛温度及脱硫剂混合的数值模拟[J].冶金能源,2005(3):23-26.
- [3] Fang L J, Song H P, Zhou Q L, et al. Experimental study on the performance of heat transfer of a novel liquid-gas two-phase flow scrubber for flue gas desulphurization Proceedings[C]//the ASME Power Conference 2005, Pts A and B, 2005:775-778.
- [4] 周五新,刘碧.撞击流燃煤烟气湿法脱硫吸收剂的选择[J].武汉工程大学学报,2007,29(5):8-10.
- [5] Zhang J, You C F, Qi H Y, et al. Effect of operating parameters and reactor structure on moderate temperature dry desulphurization [J]. Environmental Science & Technology, 2006, 40: 4300-4305.

Study on the influence of cooling pre-processor to the sintering flue gas temperature

ZHANG Hong-xiang¹, HUANG Zhong-guo¹, YUAN Qing-hua¹, PANG Jian-ping²

(1. School of Civil and Environmental Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China;
2. Beijing Xinxing Industries Co. Ltd, Beijing 100070, China)

Abstract: Because of the high temperature of sintering flue gas, the efficiency of desulphurization was reduced. Cooling pre-processor was set up in vortex collision FGD, and the flue gas temperature was reduced. Fluent was used to simulate the function of the key components: cooling pre-processor and vortex collision components and MATLAB was used to fit out their rules. The results showed that: the greater the amount water spray from cooling pre processor, the lower the temperature of the flue gas; and when the velocity was larger than 30 m/s, as the increasing amount of water-jet, the temperature did not change significantly, the best range of water-jet velocity was 25~30 m/s.

Key words: sintering flue gas; cooling pre-processor; Fluent simulation; MATLAB fitting

本文编辑:龚晓宁