

燃煤 PM₁₀ 在磁场中聚并脱除理论与实验研究

李永旺, 赵长遂, 吴 新, 鲁端峰

(东南大学洁净煤发电及燃烧技术教育部重点实验室, 江苏 南京 210096)

摘 要: 提出了燃煤可吸入颗粒物在均匀磁场中的二元碰撞聚并模型, 模型通过直接跟踪在磁偶极子力、气体曳力、布朗力和重力作用下做相对运动的粒子, 根据粒子的相对运动轨迹确定燃煤细微飞灰粒子间的聚并系数。在数值计算获得聚并系数的基础上, 应用求解粒子聚并动力学方程的区域算法, 计算了东胜烟煤燃烧产生的飞灰细微粒子在均匀磁场中的聚并脱除效率, 并与实验进行了比较。结果表明, 在 0.098~9.314 μm 粒径范围内, 0.576~3.758 μm 粒径的飞灰粒子聚并脱除效率最高; 总脱除效率随外加磁场强度、颗粒质量浓度以及粒子在磁场中停留时间的增加而增大, 粒子饱和磁化时, 总脱除效率达到最大值; 实验结果与数值模拟结果相一致。模型预测结果表明, 当颗粒质量浓度为 40 g/m³ 时, 燃煤飞灰细微粒子的总脱除效率可达 52%。

关 键 词: 燃煤可吸入颗粒物; 磁聚并; 脱除效率; 聚并系数

中图分类号: X513 文献标识码: A

引 言

大气可吸入颗粒物(粒径小于 10 μm, 通常用 PM₁₀ 表示)已成为大气环境污染的突出问题, 日益引起世界各国的高度重视。PM₁₀ 主要来源之一是电站燃煤锅炉的排放物^[1], 由于燃煤 PM₁₀ 体积小、重量轻、数量多, 常规除尘方法难以奏效。目前, 国内外对燃煤可吸入颗粒物脱除研究主要有两类方法: 一种是采用新式除尘装置直接脱除; 另一种是采用预处理装置首先使颗粒聚并长大, 然后采用常规除尘装置对其进行有效脱除。燃煤可吸入颗粒物的聚并是燃煤飞灰粒子在粒子间相互作用力和外场(重力场、电场、声波场、磁场等)的共同作用下相对运动, 彼此间发生碰撞而粘着在一起。大量研究表明, 燃煤 PM₁₀ 主要是由铁硅铝质物质组成的高温复合化合物^[2], 具有较高的磁化率^[3], 磁化后在磁相互作用力和外磁场力的共同作用下碰撞粘附在一起^[4], 形

成粒径较大的颗粒, 同时小粒子数目减少, 聚并产物可采用常规除尘装置直接脱除。因而采用外加磁场来聚并脱除燃煤飞灰细微粒子是一种比较有前景的燃煤可吸入颗粒物脱除方法, 已被列为国家重点基础研究规划项目的相关研究内容之一。

磁聚并(利用外加磁场聚并颗粒物)在国内外环境污染治理方面已有广泛的实践应用, 如废物回收、污水净化以及大气污染防治等。林潮对磁聚并回收矿物粒子进行了初步的理论分析^[5]; Ying 在高梯度磁场中对废水中矿物粒子进行了分离实验^[6], 发现磁种可促进废水中矿物粒子的聚并, 从而提高分离效率; Yiacoumi 对磁种絮凝净化污水进行了理论分析^[7], 在忽略粒子惯性力的情况下提出了颗粒聚并系数的计算方法; Zimmer 通过添加磁种的方法在过滤器中对焊接气溶胶粒子进行了脱除研究^[8], 认为气溶胶粒子间的磁聚并极大地加强了过滤器对粒子的脱除效率; Prakash 在布朗扩散的基础上^[9], 提出了均匀磁场中粒子聚并系数的计算解析表达式。

尽管颗粒物在外加磁场中的聚并已有一些理论和实验研究, 但对燃煤可吸入颗粒物在均匀磁场中的聚并研究, 无论是理论还是实验, 目前都还是空白。为理解燃煤可吸入颗粒物在均匀磁场中的聚并特性, 从而为高效磁聚并脱除燃煤可吸入颗粒物装置的实践应用和设计提供可靠依据, 本文提出了均匀磁场中燃煤可吸入颗粒物的二元碰撞聚并模型, 在此基础上采用求解粒子聚并动力学方程的区域算法, 计算了东胜烟煤燃烧产生的细微飞灰粒子在均匀磁场中的聚并脱除效率, 并与实验结果进行了比较。

1 粒子聚并动力学过程

均匀磁场中, 燃煤飞灰细微粒子被磁化后形成

收稿日期: 2006-05-15; 修订日期: 2006-11-01

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(973)基金资助项目(2002CB211600)

作者简介: 李永旺(1979-)男, 内蒙古呼和浩特人, 东南大学博士研究生。

磁偶极子, 由于磁场梯度为零, 外磁场对粒子的作用力为零。飞灰粒子在磁偶极子相互作用力以及重力、曳力和布朗力等共同作用下相互趋近而聚并在一起, 使整个粒径范围内飞灰粒子的数目浓度发生变化, 变化过程可以通过粒子的聚并动力学方程 (GDE) 来描述^[10], 即:

$$\frac{\partial N(v, t)}{\partial t} = \frac{1}{2} \int_{v_0}^v \beta(u, v-u) n(u, t) \times n(v-u, t) du - n(v, t) \int_{v_0}^v \beta(u, v) n(u, t) du \quad (1)$$

式中: $N(v, t)$ —体积为 v 的粒子在 t 时刻的颗粒数浓度; $n(v, t)$ —体积为 v 的粒子在 t 时刻的数目浓度分布函数; $\beta(u, v-u)$ —体积分别为 v 和 $v-u$ 的颗粒的聚并系数; v_0, v_m —所研究的颗粒物体系中粒子体积的最小值和最大值。

聚并系数 β 是粒子在单位时间内粒子间的有效碰撞体积 (在该体积范围内, 粒子间的碰撞概率为 1)^[11], 其值的大小表明粒子间聚并能力的强弱。在已知粒子间聚并系数和粒子的初始数目浓度分布的条件下, 可采用区域算法计算出一段时间内粒子数目浓度 N 的相对变化量^[12], 即粒子的聚并脱除效率。粒子间的聚并系数可采用二元碰撞聚并模型来求解。飞灰粒子的初始浓度分布可由实验仪器测得。

2 二元碰撞聚并模型

2.1 粒子运动方程

磁场中, 被磁化的燃煤细微飞灰粒子在磁偶极子力、气体曳力、重力和布朗力作用下做曲线运动, 两个相互作用粒子的运动方程可表示为:

$$\begin{cases} m \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{3\pi\mu d}{C_c} \left(\frac{dx}{dt} - u_x\right) + F_{mx} + F_{Bx} \\ m \frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{3\pi\mu d}{C_c} \left(\frac{dy}{dt} - u_y\right) + F_{my} + F_{By} - mg \\ m \frac{d^2z}{dt^2} = -\frac{3\pi\mu d}{C_c} \left(\frac{dz}{dt} - u_z\right) + F_{mz} + F_{Bz} \end{cases} \quad (2)$$

式中: m —粒子质量; μ —气体介质的动力粘度; d —粒子直径; u_x, u_y, u_z —气体介质流动速度在坐标轴 3 个方向的分量; F_{mx}, F_{my}, F_{mz} —粒子间磁偶极子力在坐标轴 3 个方向的分量; F_{Bx}, F_{By}, F_{Bz} —粒子在在坐标轴 3 个方向所受的布朗波动力; g —重力加速度; C_c —粒子的 Cunningham 修正系数, 可表达为^[13]:

$$C_c = 1 + \frac{2.514 + 0.80 \exp(-0.55d/\lambda)}{d/\lambda} \quad (3)$$

式中, λ —气体分子的平均自由程。

2.2 磁偶极子力

燃煤产生的 PM₁₀ 在磁场中被磁化后形成磁偶极子, 如图 1 所示, 磁偶极子 i 和磁偶极子 j 的磁偶极矩分别为 mc_i, mc_j (A/m^2), 它们之间的夹角为 $|\Phi_j - \Phi_i|$; r —由磁偶极子 i 指向磁偶极子 j 的矢径, 与磁偶极矩 mc_i 和 mc_j 的夹角分别为 θ_i, θ_j 。

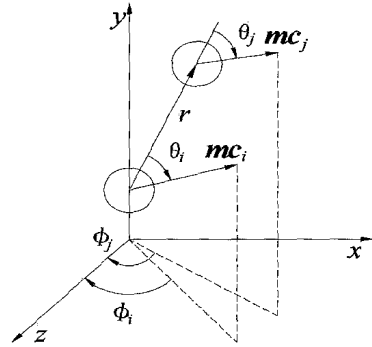


图 1 两相互作用的磁性粒子空间位置

两磁偶极子相互作用能可表达为:

$$W = \frac{\mu_0}{4\pi} \left[\frac{mc_i \cdot mc_j}{r^3} - \frac{3(mc_i \cdot r)(mc_j \cdot r)}{r^5} \right] \quad (4)$$

式中: μ_0 —真空磁导率 ($4\pi \times 10^{-7} N/A^2$)。

磁偶极子间相互作用力可表达为相互作用能的微分形式, 即:

$$F = -\nabla W = \frac{3\mu_0}{4\pi r^5} [(mc_i \cdot r)(mc_j \cdot r)r - (mc_i \cdot mc_j)r - (mc_i \cdot r)mc_j - (mc_j \cdot r)mc_i] \quad (5)$$

根据上式可得磁偶极子间相互作用力的径向分量 F_r 与切向分量 F_θ 分别为:

$$F_r = \frac{3\mu_0 mc_i mc_j [3 \cos \theta_i \cos \theta_j - \cos(\Phi_j - \Phi_i)]}{4\pi r^4} \quad (6)$$

$$F_\theta = \frac{3\mu_0 mc_i mc_j \sin(\theta_i + \theta_j)}{4\pi r^4} \quad (7)$$

磁场中, 均匀磁化的颗粒磁化强度 M (A/m) 相等, 磁化强度 M 与磁矩 mc 的关系式为:

$$mc = \frac{\pi d^3}{6} M \quad (8)$$

由于磁场中被磁化的粒子磁矩方向与外磁场方向相同, 故 $\Phi_i = \Phi_j, \theta_i = \theta_j = \theta$, 此时:

$$F_r = \frac{\pi \mu_0 M^2 d_i^3 d_j^3 (3 \cos^2 \theta - 1)}{48 r^4} \quad (9)$$

$$F_\theta = \frac{\pi \mu_0 M^2 d_i^3 d_j^3 \sin 2\theta}{48 r^4} \quad (10)$$

2.3 布朗力

布朗力是由于粒子周围气体分子的热运动造成的波动力, 布朗力对颗粒的加速作用可通过均值为

零、方差为 1 的 Gaussian 随机数来模拟^[14]：

$$n_i = G_i \sqrt{\frac{6\pi k^2 T d}{m^2 C_c \Delta t}} \quad (11)$$

式中： G_i —Gaussian 随机序列； k —玻尔兹曼常数 ($1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$)； T —气体介质的温度； Δt —布朗力计算时间步长。

2.4 聚并系数的计算方法

核粒子 i 和尘粒子 j 在磁偶极子力、气体曳力、布朗力和重力作用下做曲线运动(核粒子与尘粒子只具有相对意义)，在考虑两个粒子相对运动的情况下，将坐标原点定于核粒子 i 中心，尘粒子 j 从空间不同初始位置处开始相对核粒子 i 做曲线运动，相对运动轨迹示意图如图 2 所示。两个粒子间的聚并系数为尘粒子 j 在单位时间内与核粒子 i 的有效碰撞体积(在该体积内两粒子能够相互碰撞)，所以，根据颗粒运动方程，对聚并系数的具体计算方法如下：

(1) 在三维空间内，计算尘粒子 j 从空间不同初始位置处开始相对核粒子 i 的运动轨迹，确定尘粒子 j 在单位时间内能够与核粒子 i 发生碰撞的所有相对初始位置，如 (x_{j0}, y_{j0}, z_{j0}) 、 (x_{jn}, y_{jn}, z_{jn}) ；

(2) 尘粒子 j 在单位时间内能够与核粒子 i 发生碰撞的所有初始位置点在三维空间内构成一个区域——有效碰撞范围，该区域的体积即为尘粒子 j 与核粒子 i 的聚并系数。

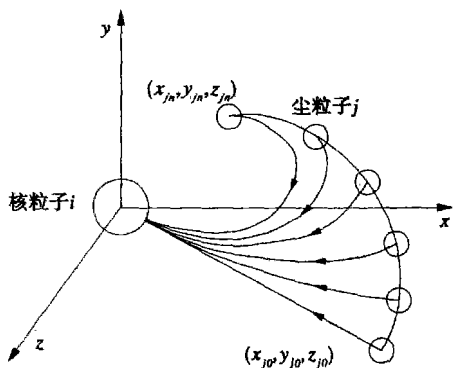
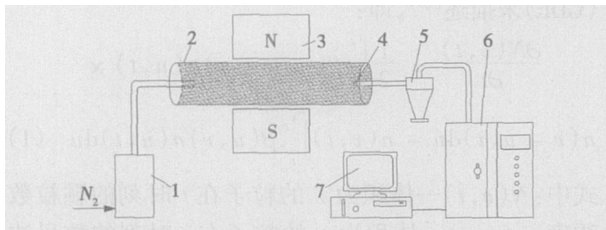


图 2 粒子相对运动轨迹示意图

3 实验装置及实验条件

磁聚并实验装置如图 3 所示。充当实验气体介质的纯净压缩氮气进入流化床气溶胶发生器^[15]，将预先混入床料中的燃煤飞灰气溶胶化，被气溶胶化的飞灰粒子在气流携带作用下进入磁聚并实验通道，在电磁铁产生的均匀磁场中发生聚并。飞灰粒子聚并前后浓度的变化可通过电称低压冲击器(ELPI)在线测量。为避免采样装置在磁场中采样时

飞灰粒子在采样头和采样管道内发生聚并，影响实验效果，在采样头及采样管外表面覆设了磁屏蔽铁箱，使采样头和采样管内部无外磁场的影响作用。实验通道采用内径为 0.05 m 的透明管道，电磁体磁极直径为 0.1 m。



1—气溶胶发生器；2—实验通道；3—电磁铁磁极；4—采样头；5—旋风分离器；6—电称低压冲击器(ELPI)；7—数据采集 PC

图 3 磁聚并实验装置示意图

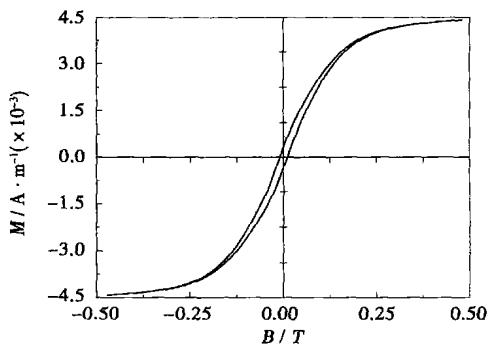


图 4 飞灰粒子磁滞回线

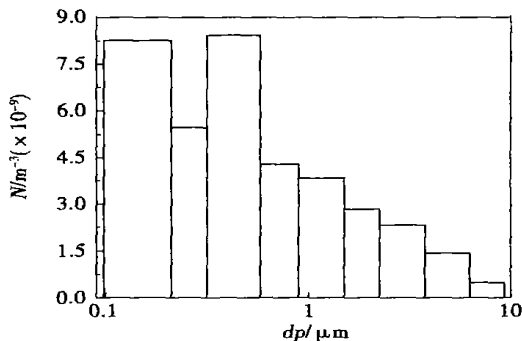


图 5 飞灰粒径分布直方图

实验飞灰采用达拉特旗电厂煤粉锅炉静电除尘器电场飞灰，燃烧方式为四角喷燃，燃用煤种为东胜烟煤。飞灰粒子的磁滞回线和粒径分布直方图分别如图 4 和图 5 所示。由图 4 可知，实验飞灰粒子具有较高的磁化率，矫顽力较小，在外磁场强度 B 为 0.45 T 时基本达到饱和磁化，饱和磁化强度 M 为

$4.4 \times 10^3 \text{ A/m}$ 。图 5 中 N 为颗粒数目浓度, 其它实验条件如表 1 所示。

表 1 实验条件

粒子真实密度 $\rho_p / \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	气体粘度 $\mu / \text{Pa} \cdot \text{s}$	气体分子平均 自由程 λ / m	气流速度 $u / \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	实验温度 T / K
2 200	1.83×10^{-5}	7.33×10^{-8}	0.08	293

4 结果与分析

4.1 聚并脱除效率

根据区域算法理论, 某一区域内粒子数目浓度变化是以下 4 种聚并共同作用的结果:

(1) 该区域内粒子与粒径较小区域内粒子的聚并, 聚并生成的新粒子仍停留在该区域或进入粒径较大的区域;

(2) 该区域内部粒子的聚并, 聚并生成的新粒子仍停留在该区域或进入粒径较大的区域;

(3) 该区域内粒子与粒径较大区域内粒子的聚并, 聚并生成的新粒子进入粒径较大的区域;

(4) 粒径较小区域内或区域间粒子的聚并, 聚并生成的新粒子进入该区域。

因而, 在整个粒径范围内粒子间聚并系数以及粒子数目浓度都相等的情况下, 聚并脱除效率随粒径的增大而减小, 即小粒子的聚并脱除效率高于大粒子的聚并脱除效率。

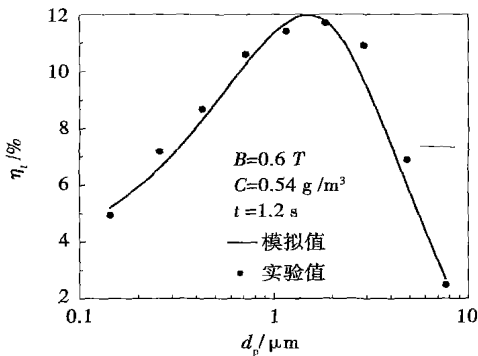


图 6 不同粒径飞灰粒子聚并脱除效率

由聚并系数的物理意义可知, 粒子间相互作用力越强, 粒子间的趋近速度越大, 聚并系数也越大。均匀磁场中粒子间磁偶极子力与粒径的三次方以及粒子的磁化强度成正比。因而, 均匀磁场中的燃煤飞灰粒子间聚并系数随粒径与磁化强度的增大而增大。本文选取的燃煤飞灰细微粒子, 在整个粒径范围内存在 $0.098 \sim 0.211 \mu\text{m}$ 和 $0.317 \sim 0.576 \mu\text{m}$ 两

个峰值, 如图 5 所示。所以, 在聚并系数和颗粒数目浓度的共同影响下, 外磁场强度 $B=0.6 \text{ T}$ 、颗粒质量浓度 $C=0.54 \text{ g/m}^3$ 、粒子在磁场中停留时间 $t=1.2 \text{ s}$ 时不同粒径飞灰粒子的聚并脱除效率 η 会有图 6 所示的结果。

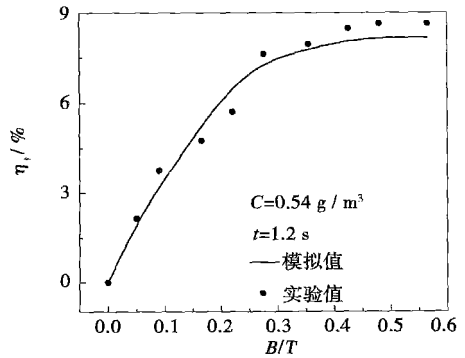


图 7 总脱除效率随外磁场强度的变化

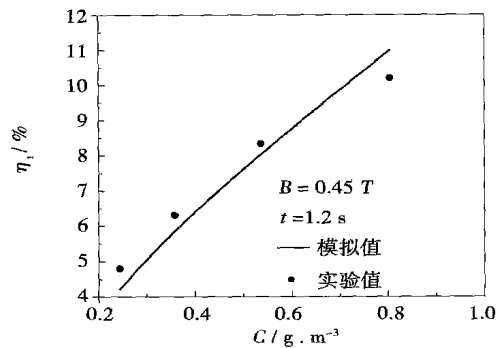


图 8 总脱除效率随质量浓度的变化

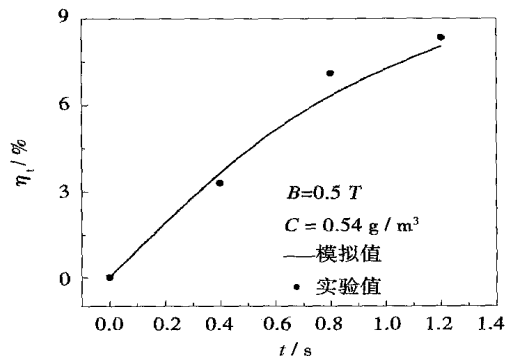


图 9 总脱除效率随停留时间的变化

不同于分粒径脱除效率, 颗粒的总脱除效率 η_t 是整个粒径范围内总颗粒数目浓度的相对变化量。在上述其它实验条件不变的情况下, 分别改变外磁场强度、颗粒质量浓度和飞灰粒子在磁场中的停留

时间,总脱除效率 η_t 的变化曲线分别如图 7~图 9 所示。图 7 表明,增大外磁场强度,颗粒的总脱除效率随之增大,当外磁场强度增大到 0.45 T 时, η_t 达到最大值,不再随外磁场强度的变化而变化。这主要是由于增大外磁场强度,粒子磁化强度增大,粒子间磁偶极子力增强,聚并系数随之增大,在粒子达到饱和磁化后,聚并系数不再随外磁场的增强而增大。增大粒子质量浓度以及延长粒子在磁场中停留时间,可以提高粒子碰撞频率,增多粒子碰撞次数,从而提高飞灰粒子的聚并脱除效率,图 8 和图 9 表明了这一特点。

此外,图 6~图 9 表明,数值模拟结果与实验结果相一致,因而,本文提出的燃煤可吸入颗粒物在均匀磁场中的二元碰撞聚并模型具有较好的适用性。

4.2 聚并总脱除效率的模型预测

由于气溶胶发生器输出的飞灰粒子质量浓度所限,实验都是在粒子质量浓度较低的情况下进行的,因而聚并脱除效率较低。所以,可以采用数值方法对质量浓度较高时飞灰粒子聚并脱除效率进行预测,预测结果如图 10 所示。结果表明,当飞灰粒子质量浓度较低时,随着质量浓度的增加,聚并脱除效率迅速增大,在颗粒物质量浓度较高时,脱除效率随质量浓度的增加而缓慢增大;当质量浓度为 40 g/m^3 、在磁场中停留时间为 1.2 s 时,其聚并脱除效率可达 52%。

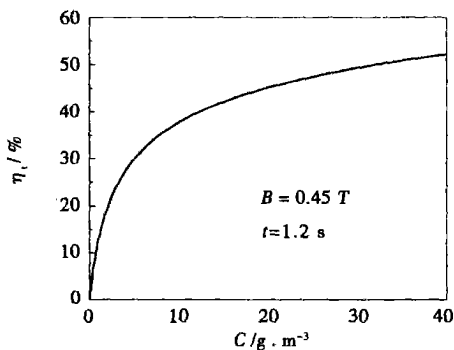


图 10 总脱除效率预测

5 结 论

(1) 在 $0.098 \sim 9.314 \mu\text{m}$ 粒径范围内, $0.576 \sim 3.758 \mu\text{m}$ 粒径的燃煤飞灰细微粒子聚并脱除效率最高。

(2) 燃煤飞灰细微粒子的总脱除效率随外磁场强度、颗粒质量浓度以及颗粒在磁场中的停留时间的增加而增大,在粒子达到饱和磁化时,颗粒的聚并

脱除效率达到最大值,不再随外磁场强度的增大而变化。

(3) 在飞灰粒子质量浓度为 40 g/m^3 、在磁场中停留时间为 1.2 s 时,粒子的聚并总脱除效率可达 52%。

(4) 实验结果与数值模拟结果相一致,模型具有较好的适用性。

参考文献:

- [1] 袁竹林,李伟力,魏 星,等. 细微颗粒在行波和驻波声场中运动特性数值实验[J]. 东南大学学报, 2005, 35(1): 140-144.
- [2] 赵永椿,张军营,高 全,等. 燃煤飞灰中磁珠的化学组成及其演化机理研究[J]. 中国电机工程学报, 2006, 26(1): 82-86.
- [3] 单红丹,卢升高. 火电厂粉煤灰的矿物磁性及其环境意义[J]. 矿物学报, 2005, 22(2): 141-146.
- [4] PISKUNOV V N, GOLUBEV A I. The generalized approximation method for modeling coagulation kinetics part 1: justification and implementation of the method [J]. Journal of Aerosol Science, 2002, 33(1): 51-63.
- [5] 林 潮,孙传尧. 磁铁矿物的磁性及磁团聚对选矿过程的影响[J]. 矿冶, 1997, 6(3): 25-32.
- [6] YING T Y, YIACOUMI S, TSOURIS C. High-gradient magnetically seeding filtration[J]. Chemical Engineering Science, 2000, 55(6): 1101-1113.
- [7] YIACOUMI S, ROUNTREE D A, TSOURIS C. Mechanism of particle flocculation by magnetic seeding[J]. Journal of Colloid and Interface Science, 1996, 184(2): 477-488.
- [8] ZIMMER A T, BARON P A, BISWAS P. The influence of operating parameters on number-weighted aerosol size distribution generated from a gas metal arc welding process[J]. Journal of Aerosol Science, 2002, 33(3): 519-531.
- [9] PRAKASH K, PRATIM B. Analytical expressions of the collision frequency function for aggregation of magnetic particles[J]. Journal of Aerosol Science, 2005, 36(4): 455-469.
- [10] PISKUNOV V N, GOLUBEV A I, BARRETT J C, et al. The generalized approximation method for modeling coagulation kinetics-part 2: comparison with other methods[J]. Journal of Aerosol Science, 2002, 33(1): 65-75.
- [11] KOIZUMI Y, KAWAMURA M, TOCHIKUBO F, et al. Estimation of the agglomeration coefficient of bipolar-charged aerosol particles[J]. Journal of Electrostatics, 2000, 48(2): 93-101.
- [12] 姚 刚,盛昌栋,杨林军,等. 燃烧超细颗粒声波团聚的谱分布数值模拟[J]. 燃烧科学与技术, 2005, 11(3): 273-277.
- [13] NAKA JIMAY, TAKASHI SATO. Electrostatic collection of submicron particles with the aid of electrostatic aggregation promoted by particle vibration[J]. Powder Technology, 2003(135/136): 266-284.
- [14] FUKAGATA K, ZAHRAI S, BARK F H. Dynamics of Brownian particles in a turbulent channel flow[J]. Heat and Mass Transfer, 2004, 40(9): 715-726.
- [15] 李永旺,赵长遂,吴 新,等. 新型流化床气溶胶发生装置及其特性[J]. 东南大学学报, 2005, 35(5): 742-745.

(编辑 渠 源)

燃煤 PM_{10} 在磁场中聚并脱除理论与实验研究 = **Theoretical and Experimental Study of Aggregation and Removal of Fuel Coal PM_{10} in Magnetic Fields** [刊, 汉] / LI Yong-wang, ZHAO Chang-sui, WU Xin, et al (Education Ministry Key Laboratory on Clean Coal Power Generation and Combustion Technology under the Southeast University, Nanjing, China, Post Code: 210096) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2007, 22(2). — 176 ~ 180

A two-dimensional collision and aggregation model has been presented for fuel-coal inhalable particles in uniform magnetic fields. Through a direct tracking of particles in relative motion under the action of a magnetic dipole force, gas drag force, Brown force and gravity force, the model can determine the aggregation coefficient among fuel-coal-produced fine fly ash particles according to the relative motion trajectory of the particles. On the basis of the aggregation coefficient obtained from a numerical calculation, a regional algorithm was employed to seek solutions to the particle aggregation dynamic equation to calculate the aggregation and removal efficiency of fine fly ash particles produced in the combustion of Dongsheng-origin bituminous coal. A comparison has been made between the calculated efficiency and experimental one. The result shows that in the particle diameters ranging from 0.098 to 9.314 μm , the fly ash particles with a diameter between 0.578 and 3.758 μm have a maximal aggregation and removal efficiency. The total removal efficiency will increase with an increase in intensity of external magnetic fields, particle mass concentration and residence time of particles in the magnetic fields. When the particles are saturation magnetized, the total removal efficiency attains a maximum value. The test results are in good agreement with the numerical simulation ones. The forecast made by using the model under discussion indicates that when the particle mass concentration attains 40 g/m^3 , the total removal efficiency of fuel-coal-produced fly ash fine particles can reach 52%. **Key words:** fuel coal inhalable particle, magnetic aggregation, removal efficiency, aggregation coefficient

高压浓相粉煤气力输送试验研究 = **Experimental Study of the Pneumatic Conveyance of High Pressure Dense-phase Pulverized Coal** [刊, 汉] / LIANG Cai, ZHAO Chang-sui, CHEN Xiao-ping, et al (Education Ministry Key Laboratory on Clean Coal Power Generation and Combustion Technology under the Southeast University, Nanjing, China, Post Code: 210096) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2007, 22(2). — 181 ~ 184

On a high-pressure pneumatic conveyance test stand with a conveyance pressure and solid-gas ratio being respectively as high as 4.0 MPa and 500 kg/m^3 , an experimental study of pulverized coal high-pressure dense-phase pneumatic conveyance has been conducted by using nitrogen. The conveyance tests have been performed at different conveyance differential pressures, air-filling flow rates and fluidized air flow rates etc., investigating the effect of operating parameters on such pneumatic-conveyance characteristic parameters as pulverized coal mass flow rate and solid-gas ratio etc. The results of the study indicate that the pulverized coal mass flow rate increases with the increase of the conveyance differential pressure and air-filling flow rate. The higher the conveyance pressure, the more notable the effect of any change in differential pressure on the pulverized-coal mass flow rate. The solid-gas ratio rises with the increase of the conveyance differential pressure and air-filling flow rate, and with the increase of fluidized air flow rate, the solid-gas ratio first increases and then decreases. The higher the conveyance pressure, the greater the solid-gas ratio. Under the condition of the total gas quantity entering the material transmission tank being kept unchanged, when Q_f is less than 0.55 m^3/h , the change of air-filling air flow rate will have a major influence on the conveyance parameters. When Q_f is greater than 0.55 m^3/h , the change of fluidized air flow rate will have a comparatively big influence on the conveyance parameters. **Key words:** pneumatic conveyance; high pressure; solid-gas ratio; mass flow rate

中速磨煤机漏粉原因与密封改造 = **Causes of Pulverized-coal Leakage from a Race Pulverizer and Its Seal System Modification** [刊, 汉] / DU Zhong-xuan, HU Ya-fei, XIONG Jian-jun, et al (College of Electromechanical Engineering under China State Mining University, Xuzhou, China, Post Code: 221008) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. — 2007, 22(2). — 185 ~ 186, 200

A pulverized coal preparation system is one of the indispensable main systems for coal-fired boilers in thermal power plants and its operation safety, reliability and cost-effectiveness directly affect the safety and reliability of boiler units. Moreover, the pulverizer constitutes a main link in the milling system and meanwhile is also regarded as a weak one. The