

风力干法分离细粒煤粉的研究

王光泽,朱子琪,张 宁

(神东煤炭集团洗选加工中心 保德选煤厂 山西 保德 036600)

摘要: 动力煤选煤厂细煤泥一般不分选,细煤泥经过压滤脱水后煤泥产品水分高,煤泥综合利用难度大,市场竞争力不强。为了降低煤泥水分,提高发热量,减小煤泥水系统负荷,提出风力干法分离细粒煤粉,干燥粉煤回掺以降低煤泥水分的方法。从理论上介绍风力干法分离的基本原理和可行性,给出基本流程,结合流程分析部分细颗粒不进入主选系统的优点。对分离室内处于理想状态下的单个细颗粒煤粉进行受力分析,计算分离室内主要的分离参数。初步效益估算表明:风力干法分离细粒煤粉具有很高的社会效益和经济价值,前景广泛,值得进一步研究推广。

关键词: 风力干法分离; 细粒煤粉; 气力输送; 降低水分; 发热量

中图分类号: TD94

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2013)01-0021-03

Separation of coal fines with dry-type pneumatic separator

WANG Guang-ze ZHU Zi-qi ZHANG Ning

(Baode Coal Preparation Plant Preparation Center of Shendong Coal Group Co. Ltd. Baode 036600, China)

Abstract: The most common method of treating fine slime is pressure filtration without separation, so the slime products with high moisture need further treatment. To reduce moisture of fine slime, improve its calorific value, lighten the load of coal slurry preparation system, provide the dry-type pneumatic separation method. Introduce its principles and feasibility theoretically. Analyse the basic processes, find that this method can avoid part of fine slime into primary cleaning system. Setting the separating room as ideal condition, carry out force analysis of single coal powder granule, calculate the main separating parameters in separation room. Primary benefits estimation indicate that, dry-type pneumatic separator for coal fines worth further promotion due to its considerable social and economic benefits.

Key words: dry-type pneumatic separator; coal fines; pneumatic transmission; moisture reduction; calorific value

动力煤在中国煤炭消费市场中所占比例较大,入选比例逐年升高,动力煤选煤厂呈现数量多、厂型大的特点。随着煤质不断下降,开采方法进一步

机械化自动化以及降灰降硫的要求强化了破碎工艺,使得原煤中末煤量逐年增加^[1],很多选煤厂煤泥水系统不堪重负,扩能改造频繁。目前,动力煤

收稿日期: 2012-06-19 责任编辑: 武英刚

作者简介: 王光泽(1987—),男,甘肃武威人,现从事选煤技术工作。

引用格式: 王光泽,朱子琪,张 宁. 风力干法分离细粒煤粉的研究[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 21-23.

选煤厂细煤泥一般不分选,煤泥直接掺入电煤,发热量是电煤的重要指标^[2],对于掺入电煤的煤泥,水分高是影响发热量的重要因素^[3]。为了降低煤泥水分,提高发热量,减小选煤厂煤泥水系统负荷,提出风力干法分离细粒煤粉,干燥粉煤回掺以降低煤泥水分的方法,其中所涉及的风力分离、气力输送等技术成熟可靠^[4],具有很高的社会价值和经济价值。

1 风力干法分离流程

1.1 基本流程

风力干法分离是利用风力负压将原煤中部分 0~0.5 mm 物料在分离室内分离。被分离的细颗粒物料在封闭管道内靠气力输送至多级旋风分离器,气固分离后,细颗粒直接掺入产品^[5]。风力干法分离原煤流程如图 1 所示。

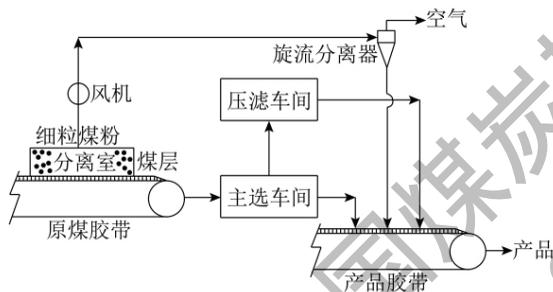


图 1 风力干法分离原煤流程

1.2 流程特点

风力干法分离流程中被分离的细颗粒不进入主选系统,一方面,减少重介系统压力,提高重介分选精度,有利于降低介质消耗;另一方面,部分细颗粒煤泥不进入煤泥水系统,减轻了煤泥水系统负荷,被分离的细颗粒物料水分低,回掺入产品时,使煤泥水分降低,提高产品发热量。

1.3 分离原理

假设分离室内负压均匀稳定,且忽略颗粒之间的相互干扰,分离室内漂浮的颗粒只受到重力和浮力作用,浮力靠分离室负压提供,颗粒在重力方向平衡漂浮的条件是^[6]

$$mg = F \quad (1)$$

$$\delta vg = Ps \quad (2)$$

假设颗粒形状为规则球体,则

$$v = \frac{\pi}{6} d^3 \quad (3)$$

$$p = \frac{2}{3} \delta g d \quad (4)$$

考虑到颗粒形状的不规则性,引入球形系数 x

$$p = \frac{2}{3} \delta g x d \quad (5)$$

式中 m 为颗粒质量, g ; F 为颗粒所受浮力, N ; x 为球形系数; P 为压强, Pa ; δ 为颗粒密度, g/cm^3 ; d 为筛分直径, mm ; d_v 为体积当量直径, mm 。

基于以上理论,计算出不同粒度同密度和同粒度不同密度颗粒悬浮时所需负压,结果见表 1。

表 1 不同粒度同密度和同粒度不同密度颗粒悬浮时所需负压

粒度 0.50 mm		密度 1.4 g/cm ³	
密度/(g·cm ⁻³)	压强/Pa	粒度/mm	压强/Pa
1.4	4.66	0.40	3.86
1.5	5.00	0.50	4.83
1.6	5.33	0.55	5.32
1.7	5.66	0.60	5.80
1.8	6.00	0.70	6.80

由表 1 可知:①分离过程颗粒按粒度与密度均有分离;②分离室所需负压较小,考虑到原煤水分、细颗粒的黏附力及分离效率,工业应用时应适当提高分离室内负压^[7]。

以上结论是建立在分离室内负压均匀稳定,颗粒间没有影响,煤粉悬浮于分离室内等诸多假设之上^[8]。现场应用时,仍需考虑原煤水分、煤泥黏附、煤流速度、分离时间、分离效率等^[9-10]。

2 效益估算

以年产 1000 万 t 动力煤选煤厂为例,假设 0~0.5 mm 级物料产量为 150 t/h,原煤水分为 10%,分离效率为 33%,平均滤饼水分为 25%^[7],其发热量为 12560.4 kJ/kg,水分对发热量影响系数为 70,被分离粉煤水分为 12%,其发热量为 16370.388 kJ/kg,计算结果见表 2。

表 2 选煤厂风力干法分离效果

项 目	未分离	分离后	
	煤泥	干粉煤	煤泥
小时煤泥量/(t·h ⁻¹)	150	50	100
$M_{ad}/\%$	25	12	25
$A_{ad}/\%$	35	35	35
小时均发热量/(kJ·kg ⁻¹)	12552	16359	12552
小时总发热量/MJ	1882800	2073172	

由表 2 可估算出:

小时累计发热量提高为: $(16359 \times 50 + 12552 \times 100) - 12552 \times 150 = 190372$ MJ。

估算年累计提高发热量: 190372 MJ/h $\times 16$ h $\times 330$ d = 10.05×10^8 MJ

换算成标准煤, 则每年可节约 43680 t。

按每吨标准煤 500 元计算, 则年效益为: 43680 t $\times 500$ 元/t = 2184 万元。

节省煤泥水系统压力和投资近 20%。

3 结 语

所用的分析模型是建立在单个球形颗粒的基础之上, 忽略了生产实践中颗粒与颗粒之间的相互作用, 原煤水分、煤泥黏附、煤流速度、分离时间、分离效率、非稳定负压环境等因素对颗粒运动的影响, 理论分析所得参数对生产实践有局限性, 仍然需要大量实验来修正理论参数。

初步研究表明, 风力干法分离细粒粉煤, 干煤粉煤回掺能解决部分选煤厂煤泥量大, 煤泥水系统制约生产, 煤泥发热量低等问题, 具有很高的社会效益和经济效益, 前景广泛, 值得进一步研究推广。

(上接第 9 页)

- [4] Shrihari J, Jayant M, Kumar R, et al. Dissolution of particles of pyrite mineral by direct attachment of *Thiobacillus ferrooxidans* [J]. *Hydrometallurgy*, 1995, 38(2): 175 - 187.
- [5] 李秀艳, 魏德洲. 含砷金精矿生物预氧化过程中细菌吸附的作用[J]. *东北大学学报: 自然科学版*, 2000, 21(6): 641 - 644.
- [6] Sampson M I. Influence of the attachment of acidophilic bacteria during the oxidation of mineral sulfides [J]. *Minerals Engineering*, 2000, 13(4): 373 - 389.
- [7] Blake II R C, Shute E A, Howard G T. Solubilization of minerals by bacteria electrophoretic mobility of *Thiobacillus ferrooxidans* in the presence of iron, pyrite and sulfur [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 1994, 60(9): 3349 - 3357.
- [8] Devasi P, Natarajan K A, Sathyanarayana D N, et al. Surface chemistry of *Thiobacillus ferrooxidans* relevant to adhesion on mineral surfaces [J]. *Applied and Environmental Microbiology*, 1993, 59(12): 4051 - 4055.
- [9] 杨履涓. 微生物学及检验技术 [M]. 广州: 广东科学技术出版社, 1992.

参考文献:

- [1] 黄光许, 谌伦建. 煤泥无废排放综合利用模式 [J]. *洁净煤技术*, 2005, 11(2): 59 - 62.
- [2] 匡亚莉. 选煤工艺设计与管理 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2009.
- [3] 周焕熊. 煤泥及其利用初探 [J]. *洁净煤技术*, 2000, 6(3): 31 - 33.
- [4] 龚欣, 郭晓镭, 代正华, 等. 高固气比状态下的粉煤气力输送 [J]. *化工学报*, 2006, 57(3): 640 - 644.
- [5] 赵素莉, 秦文宪, 李少平. 自制耐磨旋风除尘器的应用及改进 [J]. *水泥技术*, 2009(4): 114 - 116.
- [6] 谢广元, 张明旭, 边炳鑫, 等. 选矿学 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2001.
- [7] 王大飞, 刘林, 邵珠超. 循环流化床锅炉物料循环系统维护 [J]. *中国粉体技术*, 2005, 11(3): 47 - 48.
- [8] 朱建凤, 骆振福, 李振. 基于物料分离的振动流化床研究现状与展望 [J]. *煤炭工程*, 2007(9): 91 - 94.
- [9] 范建平. 螺旋气力取料装置分离机理研究 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2008.
- [10] 冯立成, 周强, 张燕, 等. 细粘物料分离新技术实验研究 [J]. *化肥工业*, 2004, 31(3): 32 - 34.
- [11] 王琦. 煤泥干燥与泵送技术对煤泥燃烧发电的影响 [J]. *洁净煤技术*, 2011, 17(4): 74 - 76.
- [10] Smith R. W, Misra M, Dubel J. Mineral Bio-processing, An Overview [J]. *Mineral Bio-processing*, 1991, 4(7): 1121 - 1147.
- [11] 刘志勇, 张东晨. 煤泥水微生物絮凝剂絮凝机理的研究 [J]. *广州化工*, 2007, 35(6): 29 - 30, 40.
- [12] Ohmura N, Tsugita K, Koizumi J, et al. Sulfur-binding protein of flagella of *Thiobacillus ferrooxidans* [J]. *Journal of Bacteriology*, 1996, 178(19): 5776 - 5780.
- [13] Murr L E, Berry V K. Direct observations of selective attachment of Bacteria on low-grade sulfide ores and other mineral surface [J]. *Hydrometallurgy*, 1976, 2(1): 11 - 24.
- [14] Bennett J C, Tributsch H. Bacteria leaching pattern on Bacterial leaching surfaces [J]. *J Bacterial*, 1978, 134(3): 310 - 317.
- [15] 王国惠. 霉菌菌丝球对重金属 Cr(VI) 的吸附特性 [J]. *中山大学学报: 自然科学版*, 2007, 46(3): 112 - 116.
- [16] 雷光伦, 李希明. 微生物对岩石表面及地层流体性质的影响 [J]. *油田化学*, 2001, 18(1): 72 - 78.
- [17] 李岭值. 细菌浸出及其应用 [J]. *环境保护*, 1996(1): 19.