

一种新型的高效干法选煤设备^{*}

赵跃民¹ 李功民² 骆振福¹ 梁春成¹ 唐利刚¹ 陈增强¹ 邢洪波¹

(1. 中国矿业大学化工学院, 江苏省徐州市, 221116;

2. 唐山市神州机械有限公司, 河北省唐山市, 063001)

摘要 为了实现气固流化床选煤系统的连续、高效运行, 设计了一种新型的高效干法分选机, 该分选机的主要优点为: 提出了加重质短距回流装置, 使机外的加重质循环量减少了 80%, 有利于维持床层高度及密度的均匀与稳定, 且减小了加重质运载设备的负荷及数量, 降低了运行成本; 开发了易拆卸布风装置, 拆卸耗时缩短了 90%。因此, 基于该分选机建立的模块式分选系统可连续、有效地分选 50~6mm 煤炭。结果表明, 分选密度为 1.61 g/cm³ 时, 所得可能偏差 E 值为 0.06g/cm³。

关键词 气固流化床 分选机 模块式 干法选煤

中图分类号 TD942.4 **文献标识码** A

A new type of dry high-efficiency separator for coal

Zhao Yuemin¹, Li Gongmin², Luo Zhenfu¹, Liang Chun Cheng¹,
Tang Ligang¹, Chen Zengqiang¹, Xing Hongbo¹

(1. School of Chemical Engineering and Technology, China University of Mining and Technology,
Xuzhou, Jiangsu 221116, China;

2. Tangshan Shen Zhou Manufacturing Co., Ltd. (SM), Tangshan, Hebei 063001, China)

Abstract To realize the continuous and highly-efficient operation of coal beneficiation system using a gas-solid fluidized bed, a new type of dry high-efficiency separator was designed. The major advantages of the separator are as follows: the short device recycling medium solids was proposed. The circulating mass of the medium solids outside the separator was decreased by 80%. This is, therefore, beneficial to the uniformity and stability of the bed height and density. Furthermore, the load and number of the conveyors for medium solids dropped, thus decreasing the operating cost; the gas distributor easily detached was developed, leading to a 90% decrease in removing time. Therefore, a modularized dry beneficiation system based on the separator can efficiently separate 50~6mm coal continuously. The experimental results show that, at a separating density of 1.61g/cm³, a probable error, E, value of 0.06g/cm³ was achieved.

Key words separator; gas-solid fluidized bed; modularization; dry beneficiation of coal

中国是世界上最大的煤炭生产国和消费国, 2008 年我国煤炭产量达 27.16 亿 t, 在我国当前一次能源消费结构中, 煤炭占 70%, 这一格局在相当长一段时期内不会改变。但是, 目前我国煤炭的

洁净加工与综合利用程度较低, 入选比例仅 30% 左右, 动力煤仅为 14%。由于直接使用原煤, 造成了严重的环境污染和经济损失。选煤是洁净煤技术中的龙头技术, 是实现煤炭洁净、高效利用的最为经济有效的方法。目前, 在选煤领域普遍采用基于水的湿法分选方法, 但是, 该技术对于干旱缺水地区、高寒地区的煤炭以及易泥化煤炭难以进行有效

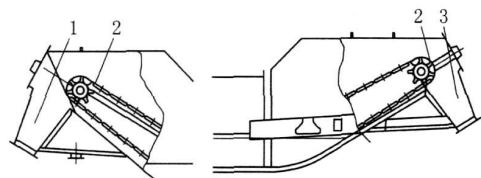
^{*} 基金项目: 国家高技术研究发展计划 (863) 项目 (2007AA05Z318); 国家自然科学基金项目 (90510002, 50774084); 教育部科学技术研究重大项目 (306008)

分选。将流态化技术引入选煤领域，形成了气固流态化高效分选技术，其优越性及重要性已受到世界各国的广泛认同。20 世纪 80 年代，中国矿业大学提出了基于气固两相流的分选技术，在世界上首次进行了 50~6 mm 空气重介质流化床干法选煤工业性试验。为实现系统的连续、高效运行，中国矿业大学与唐山市神州机械有限公司合作设计了一种新型的气固流化床高效分选设备，并围绕该分选机，开发出一种模块式气固流化床分选技术，本文将着重介绍该分选机的设计特点及分选特性。

1 气固流化床分选机设计特点

1.1 加重质短距回流装置

气固流化床分选机运行时，分选产品被刮板输送装置连续地排出，部分加重质随产品被排出机外，经净化回收后，返回到分选机循环使用。如果加重质循环量较大，则增加了流化床的调控难度，影响分选效果；并且提高了加重质运载设备负荷，增加了系统功耗和运行成本；此外，在分选机排料体积一定的情况下，加重质排料量的增大会影响分选机的处理量。因此，降低加重质循环量是十分有必要的。为解决上述问题，提出了带短距回流装置的分选机，示意结构如图 1 所示。



(a) 浮物端短距回流装置 (b) 沉物端短距回流装置

图 1 加重质短距回流装置

1—浮物排料口；2—刮板输送机；3—沉物排料口

浮物排料口及沉物排料口处均设有短距回流装置，前者的结构特征为：浮物通过一个斜置的筛板后，实现了加重质和精煤的初步分离，加重质被流化后，返流到分选机内；后者的结构特征为：沉物端的上升段和下降段均设有筛板，沉物依次通过两个筛板，尾煤与加重质初步相互分离，两部分加重质汇合并被流化，然后，返回分选机内。

工业分选试验结果表明，应用该短距回流装置，机外的加重质循环量减少了 80%，大幅度降低了运行功耗和成本，易于流化床调控，提高了分选效果。

1.2 易拆卸布风装置

在煤炭分选过程中，分选机内的刮板输送机需一种新型的高效干法选煤设备*

连续地将分选产品排出机外，受其推力作用，在床层底部、处于堆积状态的高硬度沉物与布风板时刻处于挤压和磨擦状态，造成了沉物的破碎及布风板上表面的磨损，而且粉碎产生的细粒沉物容易堵塞气孔，影响了布风板的性能及使用寿命。一旦布风板损坏，需要将分选装置的机壳和气室打开，拆除刮板输送机后方可维修或更换布风板，此外，在分选机的上方设有溜槽等辅助设备。这些因素导致布风装置拆卸难度高、工作量大，需要 5~7 d 时间才能完成。为了解决该问题，提出了一种易拆卸布风装置，如图 2 所示。

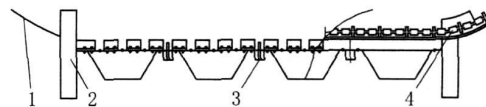


图 2 易拆卸布风装置

1—机壳；2—承重柱；3—防变形固定装置；4—刮板输送机

该装置的结构特征为：布风板与气室构成一体化的布风装置，防变形固定装置将布风装置与机壳连为一体。分选机的承重及整机结构刚度不再依靠布风装置，因此，当需要更换布风板时，不必拆除刮板输送机，只需打开防变形固定装置即可将布风装置卸下。该装置结构简单，拆卸、安装方便，拆装耗时缩短了 90%，便于维修和调节，在不影响生产任务的前提下，可保证分选机长时间连续稳定地运行。

2 气固流化床分选机的分选性能

基于以上所述的 2 个结构特点，设计了新型气固流化床分选机，其主要技术指标和结构参数如下：处理能力 40~60 t/h；可能偏差 E 值 0.05~0.07 g/cm³；入选煤粒度 50~6 mm；吨煤电耗 1.5~3.12 kW·h；吨煤水耗 0 m³；有效宽度 2000 mm；有效长度 5000 mm；床深 50 mm³；机重 16 t。围绕该新型分选机，建立了处理量为 40~60 t/h 的模块式气固流化床分选系统，包括原煤准备、煤炭分选、加重质回收与净化、供风及引风除尘系统 4 部分，具有结构紧凑、占地面积及所占空间小、基建投资少、运行成本低等特点。该系统可有效分选 50~6 mm 煤炭，分选产品的浮沉试验结果及分配曲线分别如表 1、图 3 所示。可以看出，实际分选密度 ρ_{50} 为 1.61 g/cm³ 时，所得 E 值为 0.06 g/cm³，原煤灰分由 53.36% 降到 14.67%，分选效果良好。

表 1 重产物分配率计算表

密度级 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	浮物/ %			沉物/ %			计算原煤/ %		分配率 / %
	占产物	占入料	灰分	占产物	占入料	灰分	产率	灰分	
- 1.4	0.13	0.04	4.11	0.00	0.00	0.00	0.04	4.110	
1.4-1.5	84.65	26.78	10.89	0.66	0.45	10.69	27.23	10.88	1.66
1.5-1.6	7.61	2.41	20.01	0.74	0.51	27.46	2.91	21.31	17.41
1.6-1.7	2.85	0.90	35.99	2.53	1.73	29.95	2.63	32.02	65.70
1.7-1.8	0.57	0.18	45.07	1.73	1.19	31.39	1.37	33.20	86.81
+ 1.8	4.19	1.32	63.20	94.33	64.50	73.87	65.82	73.66	97.99
合计	100.00	31.63	14.67	100.00	68.37	71.26	100.00	53.36	

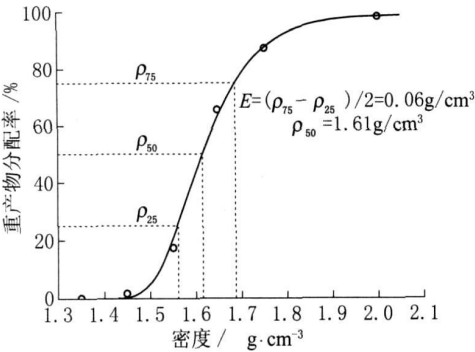


图 3 重产物分配曲线

3 结论

(1) 新型的气固流化床分选机具有加重质短距回流装置, 使机外的加重质循环量减少了 80%, 大幅度降低了系统运行功耗和成本, 且有利于流化床的调控, 提高了分选效果。

(2) 新型气固流化床分选机具有易拆卸布风装置, 使拆卸耗时缩短了 90%, 在不影响生产任务的前提下, 保证了分选机的连续、稳定运行。

(3) 基于新型气固流化床分选机建立的模块式系统, 可连续、有效地分选 50~6 mm 煤炭, 分选密度为 1.61 g/cm³ 时, 所得 E 值为 0.06 g/cm³, 分选效果令人满意。

参考文献:

[1] Dwari R K, Rao K H. Dry beneficiaion of coal—a re-view [J]. Mineral Processing and Extractive Metallurgy Re-view, 2007, 28(3)

[2] Fraser, Yancey H F. The air— sand process of cleaning coal US Pa 153. 4846; Acc. 21 April 1925

[3] Chapman W R, Mo R A The Cleaning of Coal London, Chapman & Hall Ld , 1928

[4] Van Houwelingen J A, de Jong P R. Dry cleaning of coal: review, fundamentals and opportunities [C]// Pro-ceedings of the Proceedings of the 5th European Coal Confer-

ence Brussels; Geologica Belgica, 2004

[5] Luo Z F, Zhu J F, Fan M M, Zhao Y M, Tao X X. Low density dry coal beneficiation using an air dense medium fluidized bed [J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2007, 17(3)

[6] Luo Z F, Zhao Y M, Fan M M, Tao X X, Chen Q R. Density calculation of a compound medium solids fluidized bed for coal separation [J]. The Journal of the Southern Af-rican Institute of Mining and Metallurgy, 2006(11)

[7] 陈清如. 干法分选与洁净煤 [M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 2006

[8] Zhao Y M, Luo Z F, Chen Q R. Fundamental and prac-tical developments of dry coal cleaning in China: a Review. Coal Preparation Society of America Journal, 2004, 3(3)

[9] Luo Z F, Zhao Y M, Chen Q R, Tao X X, Fan M M. Effect of gas distributor on performance of dense phase high density fluidized bed for separation [J]. International Journal of Mineral Processing, 2004, 74(1/4)

[10] Luo Z F, Zhao Y M, Tao X X, Fan M M, Chen Q R, Wei L B. Progress in dry coal cleaning using air— dense me-dium fluidized beds [J]. Coal Preparation, 2003, 23(1/2)

[11] Luo Z F, Chen Q R, Zhao Y M. Dry beneficiation of coarse coal using an air dense medium fluidized bed (ADMFB) [J]. Coal Preparation, 2002, 22(1)

[12] Luo Z F, Chen Q R. Effect of fine coal accumulation on dense phase fluidized bed performance [J]. International Journal of Mineral Processing, 2001, 63(4)

[13] Luo Z F, Chen Q R. Dry beneficiation technology of coal with an air dense— medium fluidized bed [J]. Interna-tional Journal of Mineral Processing, 2001, 63(3)

作者简介: 赵跃民 (1961—), 男, 河南省漯河市人, 教授, 博士生导师, 工学博士, 从事矿物加工工程方面的研究。

(责任编辑 康淑云)