

# 蒙东地区煤炭的干法分选工艺探究

李功民, 于晓东, 冯颖

(唐山市神州机械有限公司, 河北 唐山 063001)

**摘 要:** 针对蒙东地区煤炭资源特点及煤炭的分选工艺现状所存在的问题进行系统性分析, 并结合唐山神州机械集团公司研制的 FGX 系列复合式干法分选机选煤工艺, 对内蒙古玛尼图鹤岗煤进行了干法分选实验研究, 并结合水洗工艺与干选工艺的经济效益分析, 得出了蒙东地区煤炭的最优分选工艺, 为我国煤炭资源合理利用与保护及蒙东地区煤炭的分选技术提供了一定参考。

**关键词:** 煤炭分选; 复合式干法选煤; 工艺流程; 分析优化

## 引 言

回顾过去的煤炭工业发展史来看, 我国煤炭工业尚未从根本上转变粗放开发、简易加工、低效利用与重生产、轻治理发展之路。目前随着我国对动力煤需求量的不断增大, 内蒙古地区煤炭资源开采程度不断加深, 近几年内蒙古地区的煤炭开采量已经远超山西成为我国煤炭产量的第一大省, 但是内蒙古地区动力煤的分选加工方式却一直不太理想, 因为内蒙古地区大部分煤炭变质程度较低, 煤与矸石泥化现象较为严重等特点, 对重介质选煤与跳汰选煤等水洗工艺具有一定的限制。因此对该地区动力煤分选加工的最优工艺提出分析与讨论。

## 1 蒙东地区煤炭目前分选工艺概况

### 1.1 蒙东地区煤炭目前主要分选加工方式

目前内蒙古蒙东地动力煤的洗选工艺大部分都采用重介质浅槽分选及跳汰分选工艺流程, 针对目前的洗选方式由于该地区煤质较差, 极易泥化, 洗选过程产生的煤泥水处理难度较大, 给环境造成了极大污染。另外蒙东地区水资源较为匮乏, 水洗对水资源的消耗量较大, 一般重介选煤耗水量在  $3\sim 5\text{m}^3$  水/t 原煤。动筛跳汰机的耗水量在  $0.1\sim 0.25\text{m}^3$  水/t 原煤。事实上在实际生产中的水资源消耗量要远高于以上数字, 这对缺水的蒙东地区水资源是一种极大的浪费。对重介质选煤而言, 磁铁矿粉介质的消耗量理论上一般在  $1.5\text{kg/t}$  (原煤), 实际生产中由于煤质条件等原因其介质消耗量要远高于以上数据。我国是磁铁矿粉产量为数较少的国家之一, 这不符合我国对磁铁矿粉的合理利用保护政策, 因此对目前蒙东地区动力煤洗选加工工艺方式急需改进。对重介质选煤中其脱介筛脱介耗水量如表 1 所示, 脱介后产品带走磁性物含量如表 2 所示。

表 1 脱介筛喷水量参考指标表

脱介产品	块精煤	块中煤, 块矸石	末精煤, 末中煤	末矸石
喷水量/ $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1}$	1.0	0.8-1.0	1.0-2.0	1.0-1.5

表 2 脱介后产品带走磁性物数量

脱介产品	大块煤	中块煤	末煤
带介指标/ $\text{kg} \cdot \text{t}^{-1}$	0.2-0.3	0.3-0.4	0.5-0.7

1.2 蒙东地区煤炭目前分选工艺流程

蒙东地区动力煤目前主要的洗选工艺为跳汰选与浅槽重介质分选工艺流程，其流程较为复杂，而且对煤泥水的处理难度较大，其中动力煤的跳汰分选工艺流程图如图 1 所示；该地区的动力煤跳汰选煤工艺中对易选煤较为适合，但是对男选煤不适合分选，而蒙东地区大部分动力煤属于变质程度较低的褐煤，其煤质极易泥化，该地区所采用的跳汰与重介洗选工艺中其煤泥水量较大，大部分煤泥化而成煤泥水外排掉，从而使精煤回收率大幅下降，煤炭资源严重浪费，在一定程度上制约了我国煤炭资源合理利用的发展步伐。

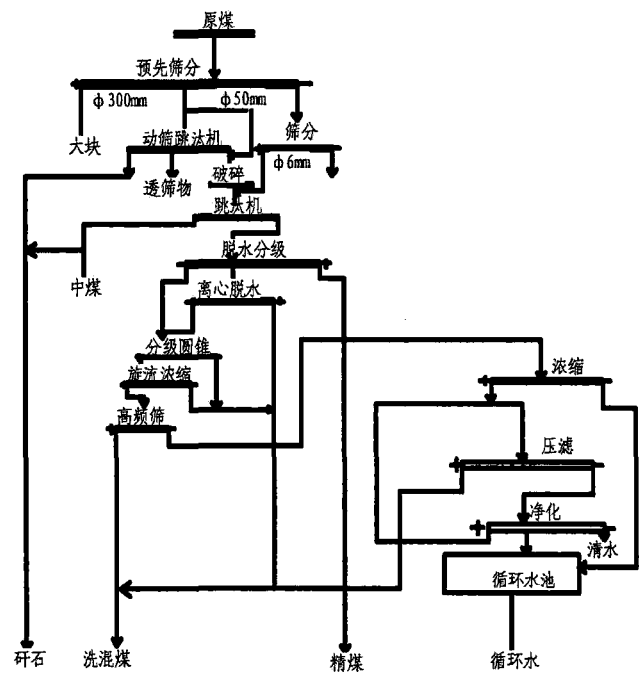


图 1 动力煤跳汰主选工艺流程图

2 干法选煤工艺的提出

针对目前蒙东地区煤炭分选工艺的现状以及这些工艺所存在的问题及缺点，提出了干法选煤工艺的思路，并针对该工艺流程对内蒙古玛尼图鹤岗煤进行了干选工业性试

验，经实验分析表明该干选工艺对蒙东地区的煤炭分选具有极高的分选优势。

2.1 FGX 系列复合式干法分选机分选原理

唐山神州机械集团研制的 FGX 系列干法分选机是在美国干式摇床的基础上，结合其他风力摇床的特点，在该分选机的下部设计了若干风室，并通过风室对分选机施加较弱的适量的风力，使分层达到理想状态，适量的风力可减弱振动产生的离析现象，使床层松散，密度低粒度细的物料被吹至上层，完善了床层颗粒的分层，从而提高了分选的效果。因此，通过引入较弱的上升气流，并利用入料中的细粒级颗粒作自生介质，神州集团研制开发了 FGX 系列复合式干法分选机，该分选机的分层依靠振动产生的螺旋运动和风力的作用。并得出 FGX 系列复合式干法分选机的分选原理由以下五点组成：

- (1) 床层中颗粒按密度分层是取位能最低的必然
- (2) 床层中颗粒按密度分层是物料在振动和风力综合作用的结果
- (3) 螺旋反转运动的分选作用
- (4) 风力的引入完善了分层和分选过程
- (5) 自生介质分选原理

近几年唐山神州机械集团对自主研发的 FGX 系列复合式干法分选机在其结构设计和制造上进行了较大程度上改进。一是，克服了原先分选床面过窄、宽长比太小的缺点，提高了分选时间，有利于改善分选效果；二是，设计了合理的床面倾角，在合理的倾角调节范围内，可实现煤炭的较合理的分选；三是，设计了合理的背板倾斜角度；四是，设计了合理的格条高度和安装角度。

2.2 FGX 复合式干法分选机试验研究

(1) 实验条件

试验是在唐山神州机械集团试验场进行，实验煤样为内蒙古玛尼图鹤岗煤矿煤。其煤质浮沉实验综合表如表 3 所示；

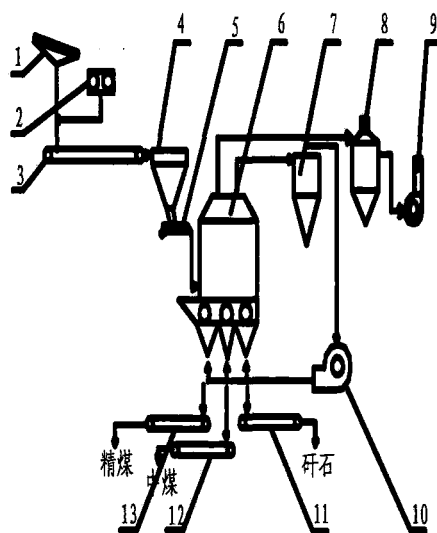
表 3 6-80mm 粒级原煤浮沉实验综合表

密度级 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	产率 /%	灰分 /%	累计				分选密度 $\pm 0.1$ / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	
			浮物		沉物		密度级 / $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	产率 /%
			产率/%	灰分 %	产率/%	灰分 %		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<1.4	31.92	8.39	31.92	8.39	100	43.92	1.4	46.41
1.4~1.5	14.48	25.97	46.41	13.87	68.08	60.59	1.5	16.62
1.5~1.6	2.14	36.01	48.54	14.85	53.59	69.94	1.6	8.04
1.6~1.8	11.80	40.31	60.35	19.83	51.46	71.35	1.7	11.80
>1.8	39.65	80.59	100	43.92	39.65	80.59		
合计	100	43.92						

由表 3 可以看出： $-1.4 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  低密度级物料产率为 31.92%，灰分为 8.39%、 $-1.5 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  低密度级物料产率为 46.41%，灰分为 13.87%、 $-1.6 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$  密度级物料产率为 48.54%，灰分为 14.85%。分选密度 $\pm 0.1$  含量差距较明显，说明属于易选煤，高密度物灰分高，矸石纯度较高，从以上煤质数据分析完全适合复合式干法分选机分选。

## (2) 工艺流程

复合式干选工业性试验是在由唐山神州机械集团公司研制的 FGX 系列复合式干法分选机上完成的，该系统的流程图如图 2 所示。生产工艺为：原煤经分级筛进行分级，+80mm 筛上物入破碎机破碎与-80mm 筛下物一起经运煤皮带通过振动给料机给入复合式干法分选机，在分选的过程中所产生的煤尘经旋风除尘器与袋式除尘器进行两级除尘，回收煤粉可再利用。分选后所得精煤、中煤与矸石分别经精煤皮带、中煤皮带、矸石皮带运至各自产品仓。



1-分级筛 2-破碎机 3-皮带机 4-缓冲漏斗 5-振动给料机 6-FGX-1 干选机 7-旋风除尘器 8-袋式除尘器 9-引风机 10-主风机 11-矸石皮带机 12-中煤皮带机 13-精煤皮带机

图 2 复合式干法分选工艺流程

## 3 实验结果分析

### 3.1 干法分选实验

将玛尼图鹤岗煤经上述干法分选工艺流程进行干法分选实验，其分选结果如表 4 所示。复合式干法分选机分选产品经接料翻版划分为五段，然后将这五段化验确定出精煤、中煤、矸石的产率及相应煤质参数数值。

表 4 原煤干选实验结果表

产品名称	煤样重量 kg	产率 %	发热量 Kcal/kg	灰分 %	分段煤样累计结果			
					产品名称	产率 %	灰分 Ad%	发热量 Kcal/kg
1 段	17.9	42.54	5449	30.6	前 1 段	42.54	33.25	5449
2 段	5.2	12.36	4825	31.25	前 2 段	54.9	33.67	5309
3 段	3.66	8.7	4606	34.37	前 3 段	63.6	34.37	5212
4 段	2.96	7.03	2796	52.62	前 4 段	70.63	35.18	4972
5 段	12.36	29.37	406	80.39	全 5 段	100	48.46	3630
合计	42.08	100						

经表 4 实验结果可以看出：前一段产率为 42.54%，低位发热量为 5449kcal/kg、前 2 段产率为 54.9%，低位发热量为 5309kcal/kg、前 3 段产率为 63.6%，低位发热量为 5212kcal/kg、前 4 段产率为 70.63%，低位发热量为 4972kca/kg。可将前 3 段合为精煤段，产率为 63.6%，低位发热量为 5212kcal/kg、第 4 段为中煤段产率为 7.03%、第 5 段位矸石段，产率为 29.37%，低位发热量为 406kcal/kg。另外，从全 5 段的低位发热量为 3630kcal/kg 来看，与原煤样化验所得低位发热量 3596kcal/kg 基本无相差，可知分选过程较为精准。干选过程前 5 段发热量及灰分数值对比如图 3 所示，各段产率及发热量关系如图 4 所示。

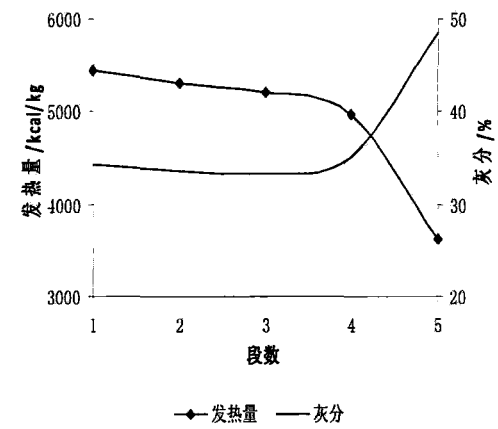


图 3 产品同原煤热值与灰分对比图

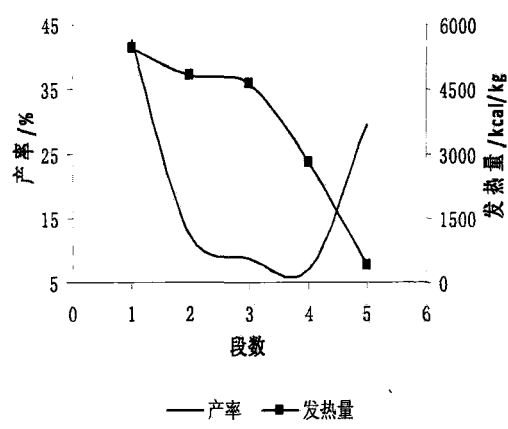


图 4 产品产率及发热量关系图

从图 3 中可看出：第一段精煤低位发热量要高于原煤低位发热量 1853kcal/kg，前三段合为精煤产品时要高于原煤低位发热量 1616kcal/kg。选后第一段精煤产品灰分较原煤灰分降低 15.21%，选后前三段合为精煤产品灰分较原煤灰分降低 14.09%。从图 4 中可看出第 5 段矸石产率为 29.37%，可知其排矸率为 96.5%。第二段及第四段产率较低，说明原煤中临近密度物含量差别较大，为易选煤。并且第一段产品灰分要低于其他几段产品，说明选后低灰精煤产品集中于第一段。这完全符合复合式干法分选机是按物料密

度进行分选的原理。

### 3.2 经济效益分析

就目前我国选煤水洗工艺中,重介质选煤工艺较跳汰选所占比例要高一些,就选煤成本(吨入选煤计算),跳汰选煤成本为7元/吨入选煤,重介质选煤成本为19.5元/吨入选煤,浮选成本更高为22.5元/吨入选煤。而复合式干法选煤的选煤成本较低仅为3元/吨入选煤,其选煤成本经济对比如图5所示。而且重介质选煤中磁铁矿粉的介质消耗量也比较大,品味在67-68之间磁铁矿粉每吨的价格一般在1400-1500元之间。如果按100t/h入选量,每年入选能力在50万吨左右,若是采用全重介选煤厂,并且设备全部国产化,总投资大约在1500万元。如果是采用跳汰厂,且设备全部国产化,总投资大约在450万元左右,而如果采用复合式干法选煤工艺进行分选,总投资在70万元左右。极大程度上减少了投资,且工艺流程大大简化。

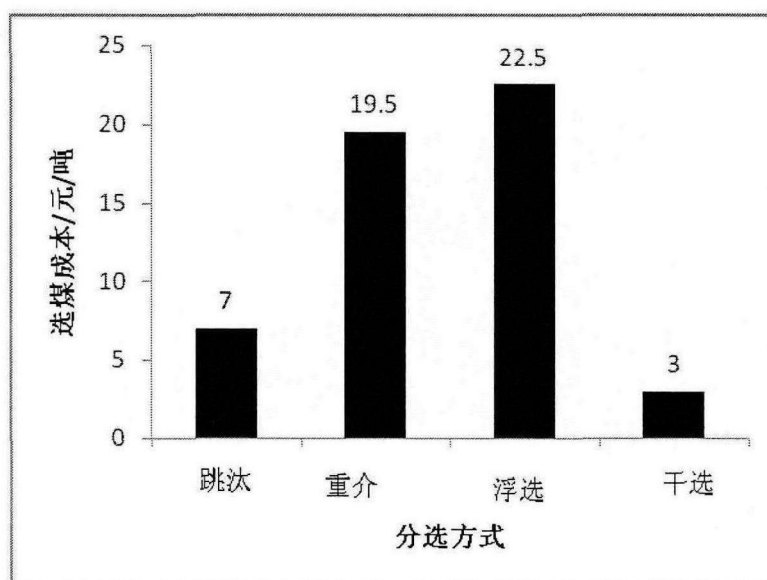


图5 选煤成本经济对比

## 4 结 论

本试验研究是针对目前蒙东地区煤炭分选工艺现状所存在的问题而对该地区具有代表性的玛尼图鹤岗煤进行干法分选工艺的研究与探讨,并结合神州机械集团公司研制的复合式干法分选机进行对该区煤炭的分选试验研究,实验结果表明:

(1) 复合式干法分选机分选该区煤炭具有较强的优势,对玛尼图鹤岗煤选后产品较原煤提高热值为1616kcal/kg,选后精煤灰分较原煤灰分降低14.09%,排矸率为99.6%。

(2) 干法分选工艺完全适合蒙东地区煤炭的分选,分选精度较高,并且工艺流程简化,不产生煤泥水,煤粉集中回收再利用,无污染。

(3) 干法分选选煤成本低,重介选煤成本是干选成本的6.5倍、跳汰选煤成本是

干选成本的 2.3 倍,建同处理能力的选煤厂干法选煤投资额相对重介质选煤厂、跳汰选煤厂要少很多。

(4) 蒙东地区煤炭分选,最佳分选工艺为干法选煤工艺,流程简化,分选效果良好。

**参考文献:**

[1] 李功民,杨云松.复合式干法选煤技术在中国的应用[J].煤炭加工与综合利用 2006 (5): 33-36

[2] 王敦曾.选煤新技术的研究与应用[M].北京:煤炭工业出版社,2005.3.

[3] 沈丽娟.FGX 系列复合式干选机选煤的研究[J].选煤技术,2001 (6): 1-8.