

# TBS 分选机在王家岭选煤厂的应用

张永清<sup>1</sup>, 王 婕<sup>2</sup>, 付晓恒<sup>2</sup>

(1. 山西中煤华晋能源有限责任公司 王家岭选煤厂, 山西 运城 043300; 2. 中国矿业大学(北京) 化学与环境工程学院, 北京 100083)

**摘要:** 阐述了 TBS 分选机的工作原理和技术参数。分析了两种 TBS 分选机入料及产物的粒度和密度组成, 对比了两种 TBS 分选机的分选精度。结果表明: 两种 TBS 分选机的入料粒度组成类似, 0.2 ~ 1.0 mm 质量分数大于 60% 属主导粒级, 适合采用 TBS 分选机分选, 其精煤灰分均小于 10%, 尾煤灰分均高于 57%, 分选效果较好。当精煤灰分为 9.50% 时, 两种 TBS 分选机的入料煤样均属易选煤。两种 TBS 分选机的  $E_p$  值分别为 0.178 和 0.183,  $I$  值分别为 0.239 和 0.246, 分选效果基本相同, 均达到较高水平, 分选下限达到 0.2 mm。

**关键词:** TBS 分选机; 粗煤泥; 可能偏差; 不完善度; 可选性

**中图分类号:** TD94 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-6772(2014)03-0028-05

## Application of TBS in Wangjialing coal preparation plant

ZHANG Yongqing<sup>1</sup>, WANG Jie<sup>2</sup>, FU Xiaoheng<sup>2</sup>

(1. Shanxi Chinacoal Huajin Group Corporation Limited Wangjialing Coal Preparation Plant, Yuncheng 043300, China;

2. School of Chemical and Environmental Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China)

**Abstract:** Expound the working principle and technical parameters of TBS (teetered bed separator). Analyze the size and density composition of feed and product of two kinds TBS, compare their separation precision. The results indicate that the size composition of the feed of two TBS is similar, the mass fraction of particles whose size range from 0.2 mm to 1.0 mm is greater than 60 percent, which is the dominant grain size and is suitable for TBS. The clean coal ash is less than 10 percent, tailing ash is greater than 57 percent, which means better separation efficiency. When the clean coal ash is 9.5 percent, the feeds of two kinds TBS are easy to wash. The  $E_p$  value (possible deviation) of two TBS are 0.178 and 0.183, the  $I$  value (imperfection) are 0.239 and 0.246, separation efficiency is basically equal, which reaches a high level and the lower limit of separation is 0.2 mm.

**Key words:** TBS (teetered bed separator); coarse slime; possible deviation; imperfection; washability

## 0 引 言

王家岭选煤厂是山西中煤华晋能源有限责任公司的现代化大型选煤厂, 设计生产能力 600 万 t/a。选煤工艺采用脱泥有压两产品重介旋流器主再选分选, 粗煤泥采用 TBS 分选机分选, 细煤泥采用微泡浮选机直接浮选, 浮选精煤采用隔膜式压滤机脱水, 尾煤压滤机脱水后作为最终煤泥产品。精煤主要为炼焦瘦煤, 总精煤灰分要求为 9.51% ~ 10.00%, 中煤和煤泥作为动力用煤。选煤厂设有两个平行的生产系统, 分别选用两台美国凯瑞斯公司(1号)和两台沈阳科迪公司(2号)的 TBS 分选机, 分选精煤掺

入最终精煤产品。笔者通过分析两种 TBS 分选机的入料、溢流精煤和底流尾煤密度组成, 对比了两种分选机的分选精度, 评定其分选效果, 对选煤厂的生产运行和优化具有一定的指导意义。

## 1 TBS 分选机工作原理和性能参数

### 1.1 工作原理

TBS 分选机是物料在上升水流的作用下进行干扰沉降并实现分选的粗煤泥分选设备, 主要由给料装置、自控系统、电动执行系统和分选床体四部分构成<sup>[1]</sup>。TBS 分选机工作时, 清水通过设定的压力和流速由紊流板进入分选床体, 形成上升水流。煤浆

收稿日期: 2014-02-10; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.03.008

作者简介: 张永清(1965—), 男, 山西稷山人, 高级工程师, 从事选煤厂管理工作。E-mail: dfzyq@163.com

引用格式: 张永清, 王 婕, 付晓恒. TBS 分选机在王家岭选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(3): 28-32.

ZHANG Yongqing, WANG Jie, FU Xiaoheng. Application of TBS in Wangjialing coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(3): 28-32.

(质量分数 40% ~ 60%) 由入料管沿切向给入入料井后向下散开,与上升水流相遇,形成干扰床层。入料中的颗粒在分选床体内做干扰沉降运动,在一定粒度范围内,低密度颗粒的沉降速度小于高密度颗粒,达到稳定状态时,低密度颗粒进入溢流,成为精煤,高密度颗粒进入底流,成为尾煤,再由自动控制的梭形阀门排出<sup>[2-5]</sup>。

## 1.2 技术参数

2 种 TBS 分选机的技术参数见表 1。

表 1 2 种 TBS 分选机的技术参数

项目	1 号 TBS 分选机	2 号 TBS 分选机
型号	TBS-3000	XGR-3000
处理能力/(t·h <sup>-1</sup> )	100~160	110~130
给水压力/kPa	70~100	70~100
入料粒度/mm	0.125~1.500	0.150~3.000
分选密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	1.3~1.9	1.3~1.8

## 1.3 TBS 分选粗煤泥工艺流程

王家岭选煤厂 TBS 分选机入料为原煤脱泥筛筛下物经水力旋流器分级后的底流, TBS 溢流精煤进精矿桶,经固定筛、弧形筛、离心机脱水后成为精煤产品, TBS 底流经水力分级旋流器分级后,溢流进

入尾煤压滤系统,底流经弧形筛、煤泥离心机脱水成为中煤产品(图 1)。

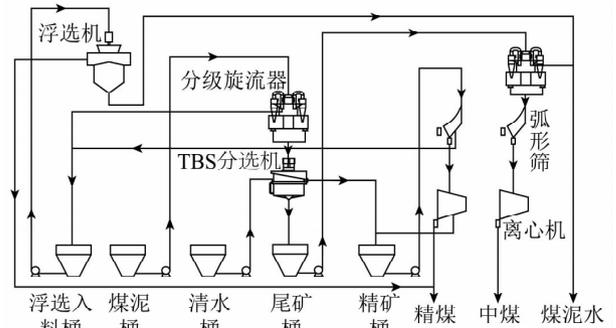


图 1 王家岭选煤厂粗煤泥分选流程

## 2 TBS 分选机应用效果

TBS 入料为原煤脱泥筛筛下物经水力旋流器分级后的底流,原煤脱泥筛筛孔为 1 mm,水力旋流器分级粒度为 0.20 mm,因此进入 TBS 分选机的物料粒度为 0.20~1.00 mm,且质量分数在 50% 左右,符合 TBS 入料质量分数在 40%~60% 的要求。

### 2.1 TBS 入料及产物的粒度组成

分别采取 1 号、2 号 TBS 分选机的入料、溢流和底流进行筛分试验,试验结果见表 2、表 3。

表 2 1 号 TBS 分选机筛分试验结果

粒级/mm	入料		溢流		底流	
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%
+1.0	13.61	16.49	16.66	7.11	38.32	52.00
1.0~0.5	35.04	14.78	54.37	7.96	40.98	60.80
0.5~0.2	28.17	14.80	21.93	9.50	16.29	69.18
-0.2	23.18	22.23	7.04	16.34	4.41	69.61
合计	100.00	16.75	100.00	8.75	100.00	59.18

表 3 2 号 TBS 分选机筛分试验结果

粒级/mm	入料		溢流		底流	
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%
+1.0	19.08	19.22	23.90	7.79	41.64	53.02
1.0~0.5	35.68	17.11	54.38	8.38	39.30	56.41
0.5~0.2	24.57	16.78	16.57	12.25	14.79	69.90
-0.2	20.67	22.70	5.15	15.73	4.27	70.74
合计	100.00	18.59	100.00	9.26	100.00	57.61

由表 2、表 3 可知,两种 TBS 分选机的入料粒度组成类似,-0.2 mm 质量分数约 20%,0.2~1.0 mm 质量分数大于 60%,属主导粒级,适合采用 TBS 分选机分选。两种 TBS 分选机的精煤灰分均小于 10%,尾煤灰分均高于 57%,分选效果较好。但精

煤中 -0.2 mm 细颗粒灰分均偏高,该粒级分选效果较差。

### 2.2 TBS 入料及产物的密度组成

分别对 1 号、2 号 TBS 分选机的入料、溢流和底流进行浮沉试验,试验结果见表 4~表 9。由表 4~

表9可知,对于1号TBS分选机,当精煤灰分为9.50%时,精煤理论产率为89.00%,理论分选密度为 $1.85\text{ g/cm}^3$ ,分选密度 $\pm 0.1$ 含量为7.95%,属易

选煤;对于2号TBS分选机,当精煤灰分为9.50%时,精煤理论产率为86.00%,理论分选密度为 $1.83\text{ g/cm}^3$ ,分选密度 $\pm 0.1$ 含量为10%,也属于易选煤。

表4 1号TBS分选机入料浮沉试验结果

密度级/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	+1.0 mm		1.0~0.5 mm		0.5~0.2 mm		-0.2 mm		综合灰 分/%
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	
-1.3	8.69	1.55	19.54	2.63	19.81	2.49	15.27	2.47	2.48
1.3~1.4	62.78	6.92	54.84	6.83	48.22	6.04	40.48	5.12	6.32
1.4~1.5	11.23	15.97	10.08	15.84	14.76	14.65	14.55	13.45	14.82
1.5~1.6	3.68	26.52	2.58	24.18	4.30	27.03	4.41	23.63	25.30
1.6~1.8	2.27	38.47	3.19	35.98	3.04	30.66	3.89	20.59	30.44
+1.8	11.35	73.73	9.77	73.27	9.87	72.33	21.40	74.71	73.68
合计	100.00	16.49	100.00	14.79	100.00	14.80	100.00	22.24	16.75

表5 1号TBS分选机精煤浮沉试验结果

密度级/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	+1.0 mm		1.0~0.5 mm		0.5~0.2 mm		-0.2 mm		综合灰 分/%
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	
-1.3	10.71	2.47	8.41	1.58	21.41	2.19	20.50	2.37	2.03
1.3~1.4	80.85	6.66	67.46	5.40	53.19	5.86	44.73	5.24	5.74
1.4~1.5	6.61	15.02	19.12	13.34	16.11	14.14	13.81	14.02	13.67
1.5~1.6	1.75	24.33	2.85	25.21	3.51	25.82	4.16	16.07	24.36
1.6~1.8	0.08	57.97	2.16	42.34	3.42	38.18	3.06	36.70	40.43
+1.8	0	0	0	0	2.36	60.43	13.74	71.20	67.44
合计	100.00	7.11	100.00	7.96	100.00	9.50	100.00	16.35	8.75

表6 1号TBS分选机尾煤浮沉试验结果

密度级/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	+1.0 mm		1.0~0.5 mm		0.5~0.2 mm		-0.2 mm		综合灰 分/%
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	
-1.3	0.20	2.68	0.47	2.06	1.16	2.71	1.74	9.12	3.39
1.3~1.4	6.05	7.55	4.51	7.30	4.04	8.83	2.60	5.69	7.58
1.4~1.5	16.66	11.54	4.44	13.85	1.08	15.61	1.57	14.44	12.15
1.5~1.6	7.54	21.05	4.98	22.28	1.41	26.69	1.14	29.19	21.86
1.6~1.8	9.16	33.29	8.65	33.88	4.07	39.22	2.60	35.16	34.09
+1.8	60.38	74.49	76.95	72.53	88.24	75.54	90.35	75.08	73.88
合计	100.00	52.01	100.00	60.81	100.00	69.19	100.00	69.62	59.18

表7 2号TBS分选机入料浮沉试验结果

密度级/ ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	+1.0 mm		1.0~0.5 mm		0.5~0.2 mm		-0.2 mm		综合灰 分/%
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	
-1.3	7.04	2.38	6.21	1.93	22.03	2.18	14.91	2.77	2.31
1.3~1.4	57.97	6.55	61.00	5.74	45.42	5.95	42.66	5.70	5.95
1.4~1.5	11.87	13.46	12.67	14.32	12.28	14.87	13.40	13.88	14.20
1.5~1.6	4.88	21.66	3.61	24.58	3.69	25.59	4.80	25.54	24.37
1.6~1.8	2.63	36.22	2.82	26.76	2.73	37.93	3.16	36.74	33.39
+1.8	15.61	74.55	13.69	73.24	13.85	70.72	21.07	74.07	73.17
合计	100.00	19.21	100.00	17.11	100.00	16.78	100.00	22.70	18.59

表 8 2 号 TBS 分选机精煤浮沉试验结果

密度级/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	+1.0 mm		1.0~0.5 mm		0.5~0.2 mm		-0.2 mm		综合灰 分/%
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	
-1.3	5.27	1.19	6.44	1.51	20.16	2.22	21.96	2.92	1.90
1.3~1.4	80.25	6.42	81.82	6.96	54.08	6.19	43.59	4.98	6.67
1.4~1.5	11.24	14.51	7.10	15.36	12.31	14.83	11.89	14.51	14.94
1.5~1.6	2.16	23.41	3.27	24.84	4.44	28.50	6.96	9.26	23.77
1.6~1.8	1.08	40.94	1.37	50.16	3.17	42.23	1.67	36.05	45.35
+1.8	0	0	0	0	5.84	69.03	13.93	71.42	70.05
合计	100.00	7.79	100.00	8.38	100.00	12.26	100.00	15.73	9.26

表 9 2 号 TBS 分选机尾煤浮沉试验结果

密度级/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	+1.0 mm		1.0~0.5 mm		0.5~0.2 mm		-0.2 mm		综合灰 分/%
	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	产率/%	灰分/%	
-1.3	0.53	2.56	0.63	2.56	1.40	3.26	1.69	10.74	3.54
1.3~1.4	13.97	7.29	4.59	7.01	3.46	8.56	2.72	6.65	7.30
1.4~1.5	11.79	13.61	6.22	12.76	0.87	14.92	1.08	14.38	13.36
1.5~1.6	6.05	23.50	6.09	20.64	1.12	26.89	0.76	25.94	22.29
1.6~1.8	3.75	36.73	4.66	36.06	3.59	40.38	1.15	42.32	36.98
+1.8	63.91	74.46	77.81	67.27	89.56	75.56	92.60	75.09	71.73
合计	100.00	53.02	100.00	56.41	100.00	69.89	100.00	70.73	57.60

2.3 TBS 分选效果

通过灰分平衡计算可知,1号 TBS 分选机的精煤产率、尾煤产率分别为 84.14% 和 15.86%。2号 TBS 分选机的精煤产率、尾煤产率分别为 80.70% 和 19.30%。为比较两种 TBS 分选机的分选效果,根据 1 号、2 号 TBS 分选机精煤、尾煤各粒度密度分布计算各粒度重产物分配率及综合粒度分配率,并分别计算其可能偏差  $E_p$  值和不完善度  $I$  值<sup>[6-8]</sup>。

两种 TBS 分选机各粒度的分配曲线如图 2 所

示。综合粒度的分配曲线如图 3 所示。根据图 2、图 3 获得分配曲线的特性参数,结果见表 10。由图 2 可知,两种 TBS 分选机对不同粒度的分选效果相似。随着粒度的减小,分选效果变差,尤其对于密度较高的 -0.2 mm 细颗粒,其在重产物中的分配率明显减小,说明 TBS 对 -0.2 mm 细粒度物料分选效果较差,大部分密度较高、粒度小于 0.2 mm 的高灰细粒进入溢流精煤。根据 MT/T 811—1999《煤用重选设备分选下限评定方法( I )》,两种 TBS 分选机的分选下限都达到了 0.2 mm<sup>[9-12]</sup>。

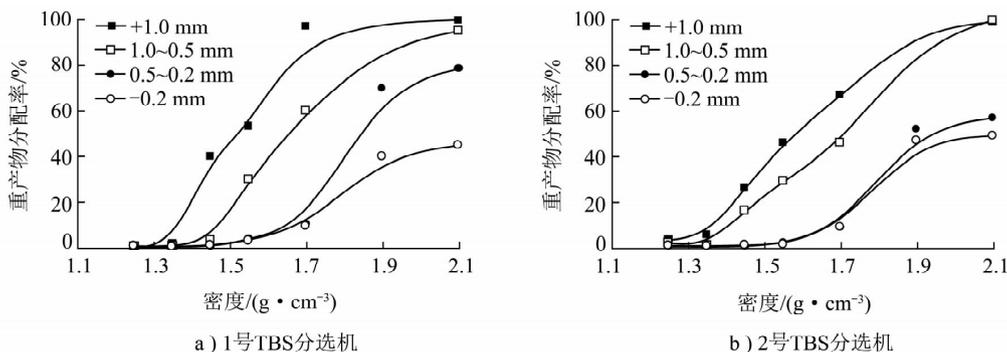


图 2 两种 TBS 分选机各粒度的分配曲线

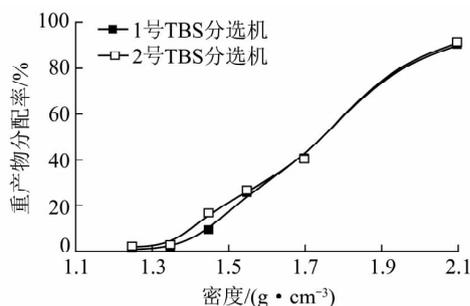


图3 两种TBS分选机的分配曲线

由表10可知,两种TBS分选机的 $E_p$ 值分别为0.178和0.183, $I$ 值分别为0.239和0.246。可见,两种分选机的分选效果基本相同。

表10 两种TBS分选机分配曲线的特性参数

粒级/mm	1号TBS分选机		2号TBS分选机	
	$E_p$	$I$	$E_p$	$I$
+1.0	0.109	0.211	0.158	0.221
1.0~0.5	0.139	0.213	0.166	0.234
0.5~0.2	0.145	0.172	—	—
合计	0.178	0.239	0.183	0.246

### 3 结 语

王家岭选煤厂TBS分选系统的入料粒度控制较好,0.2~1.0mm为主导粒级,且为易选煤,平行生产线分别选用美国凯瑞斯公司和沈阳科迪公司两种TBS分选机分选粗煤泥,溢流产物灰分在9.0%左右,满足王家岭选煤厂精煤灰分9.5%~10.0%的要求。两种TBS分选机的 $E_p$ 值分别为0.178和0.183, $I$ 值分别为0.239和0.246,分选效果基本相同,均达到较高水平,分选下限达到0.2mm。但-0.2mm细颗粒分选效果较差,大部分进入溢流精煤产品,对TBS分选机溢流应采用弧形筛和离心机脱水、脱泥<sup>[13-16]</sup>。

#### 参考文献:

[1] 李政勇,陶有俊,景雷刚,等. TBS干扰床分选机在城郊选煤厂的应用[J]. 中国煤炭, 2010, 36(3): 72-74, 106.  
 [2] 朱海龙,李先芳. TBS在选煤中的应用研究[J]. 机电产品开发与创新, 2011, 24(3): 75-76.  
 [3] 韩恒旺,李炳才,曹涛,等. 粗煤泥分选设备及分选工艺研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 12-14.  
 [4] 王宏,谢广元,朱子琪,等. TBS干扰床分选机在粗煤泥分选中的应用研究[J]. 煤炭工程, 2009(3): 95-97.  
 [5] 孙亚君,段旭琴,王海涛,等. TBS干扰床分选机分选太原选煤厂粗煤泥的试验研究[J]. 选煤技术, 2013(1): 18-20, 27.

[6] 谢彦君,李延锋,徐世辉,等. 粗煤泥TBS分选高灰细泥去向及脱泥研究[J]. 煤炭工程, 2012(5): 101-104.  
 [7] 连建华,刘炯天,白素玲,等. 粗煤泥分选工艺研究进展[J]. 中国科技论文在线, 2011, 6(3): 242-246.  
 [8] 陈宣辰,谢广元,徐宏祥. 粗煤泥精选工艺及其设备比较[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(3): 27-29, 42.  
 [9] 谢国龙,俞和胜,杨颀. 粗煤泥分选设备及其应用分析[J]. 煤矿机械, 2008, 29(3): 117-119.  
 [10] 徐凤,张晓洲,李云红,等. 干扰床分选机(TBS)的评述[J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(3): 1-5.  
 [11] 吴静,付晓恒,王彦文. 干扰床分选机应用现状及其发展趋势[J]. 煤质技术, 2012(2): 41-45.  
 [12] MT/T 811-1999, 煤用重选设备分选下限评定方法(I)[S].  
 [13] 卫中宽. 干扰床分选机TBS在张双楼选煤厂的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(1): 11-14.  
 [14] 石后盛. TBS在新阳选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(1): 110-112.  
 [15] 丁华琼,熊振涛,李延锋,等. 滇东北高硫煤的TBS干扰床脱硫试验研究[J]. 煤炭工程, 2010(7): 86-89.  
 [16] 陈子彤,刘文礼,赵宏霞,等. 干扰床分选机工作原理及分选理论基础研究[J]. 煤炭工程, 2006(4): 64-66.

#### (上接第27页)

[3] 曾庆刚,廖祥国,李平,等. 块煤重介浅槽分选机在田庄选煤厂的应用[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(4): 7-9.  
 [4] 张祺,刘春龙,崔莉莉,等. 降低重介浅槽分选机介耗的措施研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 17-19.  
 [5] 原利兵,常春明. 重介浅槽在寺河矿选煤厂的实践与探索[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(1): 28-31.  
 [6] 刘志明. 无压三产品旋流器重介工艺在太原选煤厂的应用[J]. 山西焦煤科技, 2005(11): 1-4.  
 [7] 张春辉. 有压三产品重介旋流器在辛置选煤厂一车间的应用[J]. 选煤技术, 2004(3): 26-28.  
 [8] 王会云.  $\Phi 10007/00$ 有压三产品重介旋流器结构参数优选与分选效果[J]. 煤炭加工与综合利用, 2004(1): 13-15.  
 [9] 张信龙,庞鼎峰,侯晋兵,等. 长平矿选煤厂的设计特点[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 116-119.  
 [10] 戴少康. 澳大利亚模块式重介选煤厂的工艺特点及在我国应用的局限性评析[J]. 煤炭加工与综合利用, 2003(4): 10-12.  
 [11] Chen J, Chu K W, Zou R P, et al. Prediction of the performance of dense medium cyclones in coal preparation[J]. Minerals Engineering, 2012, 31(5): 59-70.  
 [12] 刘佳喜. 选煤工业现状及发展战略[J]. 煤炭科学技术, 2011, 39(S1): 89-90.  
 [13] 胡建平. 螺旋分选机在晋华宫选煤厂的应用[J]. 山西煤炭, 2005, 25(1): 44-48.  
 [14] 于进喜,刘文礼,姚嘉胤,等. 粗煤泥分选设备及其特点对比分析[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(7): 114-117.  
 [15] 孙永新. 螺旋分选机在王坡选煤厂的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2007(3): 37-39.