



无煤泥排弃的干法选煤

报告人：夏云凯

2018年8月23日

河北省煤炭干法装备工程技术研究中心
唐山神州机械集团公司

目 录



一、易泥化煤水洗存在的问题



二、干选和湿法分选对比



三、易泥化煤干选工艺流程



四、易泥化煤干选案例



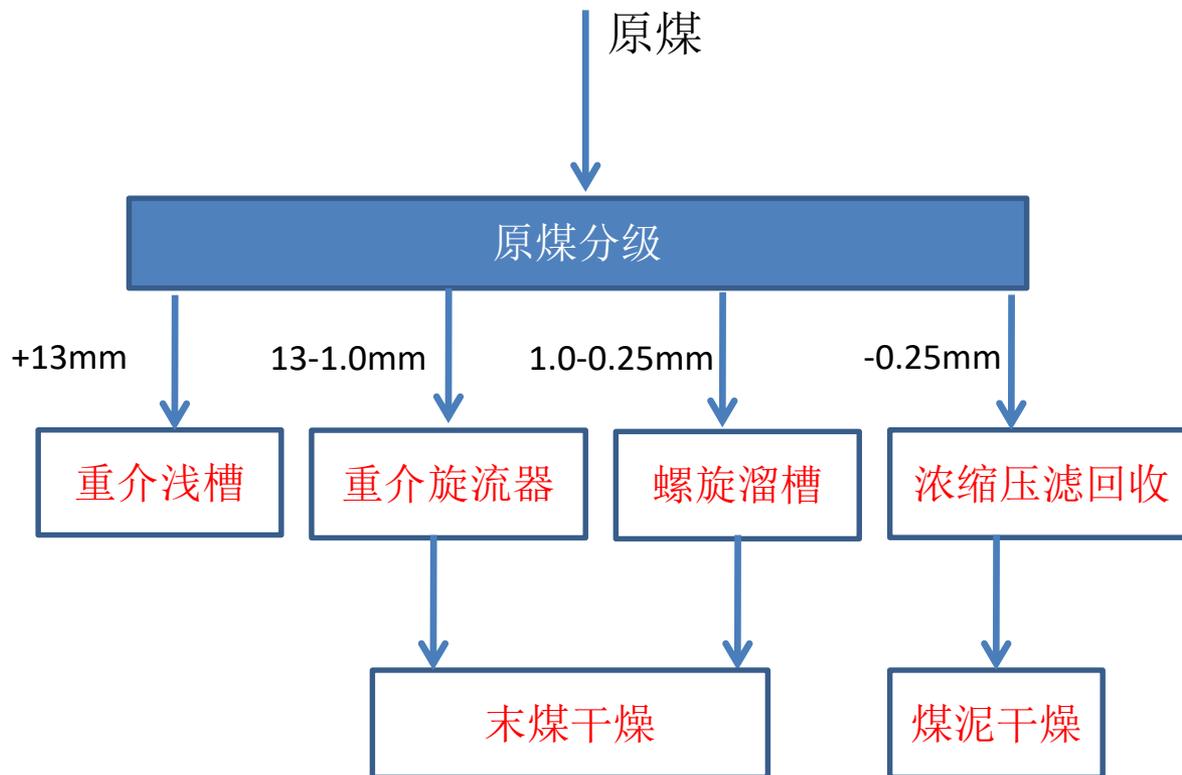
五、结论



一、易泥化煤水洗存在的问题



典型全级入洗重介分选工艺流程



一、易泥化煤水洗存在的问题



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

矿区煤泥污染



易泥化煤全级水洗带来的问题

- 矸石多为泥岩软岩，泥化严重；
- 煤泥问题：
 - 煤泥量大（>20%），总精煤产率低（<60%）；
 - 脱水困难：滤饼水分高(>30%),脱水成本高；
 - 滤饼水分高，粘性大，不能掺入末煤，容易挂壁和冻结；
 - 储运困难：占地面积大，难以运输；
 - 煤泥堆存造成环境污染；
 - 热值低销售难；
 - 干燥成本高；
- 块精煤水分高（如原煤全水：22-25%，洗后水分27-30%）；
- 末精煤水分高（如原煤全水：22-25%，洗后水分28-31%）；
- 末煤量大，煤质差，煤质波动，发热量低，硫分高，不分选难以稳定煤质；
- 生产成本低；
 - 水耗：0.1m³/t；
 - 电耗：5~7kWhr/t；
 - 介耗：1-2 Kg/t；

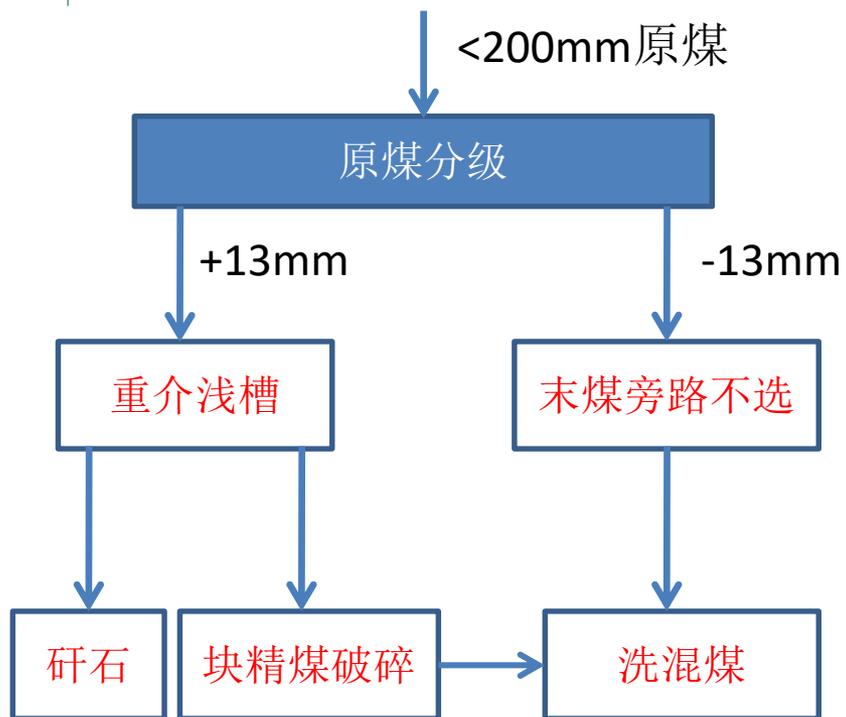
[水洗煤泥视频1](#)

[水洗煤泥视频2](#)

一、易泥化煤水洗存在的问题



典型部分入洗工艺流程



- 末煤未能入选，硫分高，热值波动大；
- 部分入洗，投资浪费严重；
- 块精煤背灰效果差，块精煤价格损失；
- 浅槽低密度分选，重产物带煤率高；
- 原煤13mm分级效率低，大量煤泥进入浅槽；
- 水洗煤泥处理问题；

一、易泥化煤水洗存在的问题



同煤某矿原煤水洗结果

生产日期：2018年6-7月

工艺流程：+13mm重介浅槽，-13mm不选

粒度 mm	全水 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St. d%	低位发热量 Kcal/kg	热值提高幅度 Kcal/kg
原煤	24.18	24.30	1.16	3843	
+13mm块精煤	27.59	10.57	0.34	4394	551
混煤 (块精煤破碎 后和末原煤混 合)	26.57	15.25	0.68	4224	381
煤泥	32.61	58.10	0.40	1669	
矸石	10.37	86.67	1.73	504	

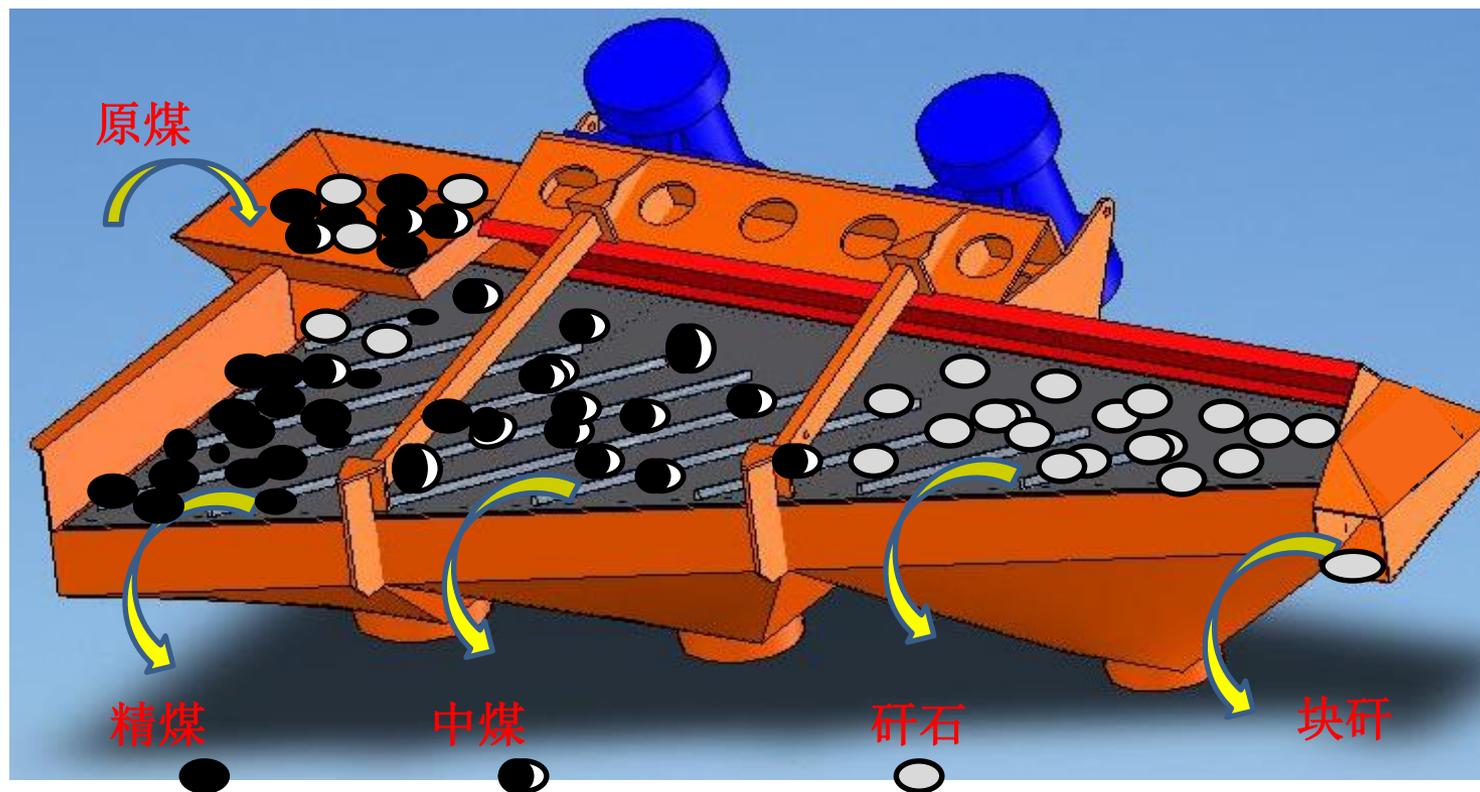
二、干法和湿法分选对比



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

分选机主床面

- ❖ 全粒级干法分选，不耗水
- ❖ 工艺简单，高效，经济
- ❖ 环保节能



二、干法和湿法分选对比



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

干选主机---ZM矿物高效分离系统

- A ✓ 分选精度和效率高
- B ✓ 处理能力大
- C ✓ 环保性能好
- D ✓ 高度模块化，自动化程度高



二、干法和湿法分选对比



+1mm原煤最常用排矸设备有效分选粒度区间对比

分选设备	有效分选粒度区间,mm							
	300-200	200-100	100-50	50-13	13-6	6-3	3-0.5	0.5-.15
重介浅槽分选机	■							
三产品重介旋流器		■						
动筛跳汰机	■							
普通跳汰机		■						
复合式风选机（混煤）			■					
干法块煤分选机			■					
干法末煤分选机					■			
干法重介浅槽分选机		■						
X-射线智能分选机	■							

干选有效分选粒度区间：
混煤入选100-3mm；
块煤入选100-13mm；
末煤入选 13-1mm；

二、干法和湿法分选对比



+1mm原煤最常用排矸设备有效分选密度区间对比

分选设备	有效分选密度区间, Kg/L									
	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	
重介浅槽分选机	■									
三产品重介旋流器	■									
动筛跳汰机					■					
普通跳汰机		■								
复合式风选机（混煤）				■						
干法块煤分选机				■						
干法末煤分选机					■					
干法重介浅槽分选机	■									
X-射线智能分选机					■					

干选分选密度：
1.7-2.2

二、干法和湿法分选对比



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

块煤重介选和干选对比

同煤原煤煤质分析

日期	201 (成利检测)			
	全水	干基灰分	干基全硫	发热量Kcal/kg
7月1日	23.60%	28.97%	0.77%	3711
7月2日	21.00%	39.50%	2.05%	3133
7月3日	23.60%	40.10%	0.52%	3046
7月4日	23.00%	32.96%	0.61%	3466
7月5日	25.50%	26.92%	1.25%	3674
7月6日	25.20%	24.90%	1.25%	3764
7月7日	26.30%	21.97%	1.64%	3923
7月8日	24.10%	28.80%	0.99%	3673
7月9日	23.80%	37.61%	1.70%	3230
7月10日	22.80%	36.78%	1.51%	3287
7月11日	24.30%	29.14%	0.81%	3565
7月12日	24.40%	28.59%	0.98%	3583
7月13日	24.40%	26.58%	0.51%	3592
7月14日	24.20%	29.30%	0.71%	3609
7月15日	23.40%	37.05%	1.25%	3249
平均	23.97%	31.28%	1.10%	3500

$Q=5524-47.97*M-21.83A;$

Q----低位发热量, kcal/kg;

M----全水, %; A----干基灰分, %

二、干法和湿法分选对比



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

块煤重介选和干选对比

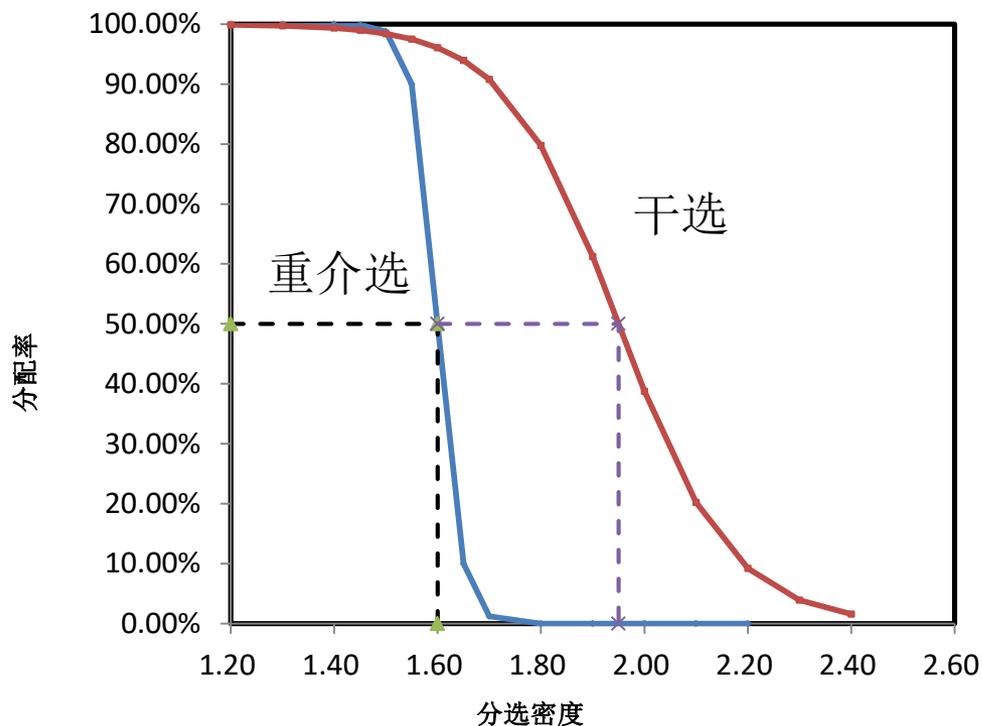
同煤某矿50-25mm原煤分选对比

密度 g/cm ³	产率, %	灰分, %	重介浅槽分选 分选密度: 1.6, Ep=0.025				干选 分选密度: 1.95, Ep=0.12					
			分配率	精煤		矸石		分配率	精煤		矸石	
				产率 %	灰分 %	产率 %	灰分 %		产率 %	灰分 %	产率 %	灰分 %
<1.3	43.73	5.55	100.00%	43.73	5.55	0.00	5.55	99.73%	43.61	5.55	0.12	5.55
1.3-1.4	12.68	10.16	100.00%	12.68	10.16	0.00	10.16	99.35%	12.60	10.16	0.08	10.16
1.4-1.5	2.60	20.91	99.86%	2.60	20.91	0.00	20.91	98.43%	2.56	20.91	0.04	20.91
1.5-1.6	0.62	34.34	89.99%	0.56	34.34	0.06	34.34	96.26%	0.60	34.34	0.02	34.34
1.6-1.8	1.85	46.72	1.22%	0.02	46.72	1.83	46.72	87.05%	1.61	46.72	0.24	46.72
1.8-2	1.01	58.64	0.00%	0.00	58.64	1.01	58.64	52.95%	0.53	58.64	0.48	58.64
>2	37.51	82.57	0.00%	0.00	82.57	37.51	82.57	3.05%	1.15	82.57	36.36	82.57
合计	100.00	36.90		59.59	7.49	40.41	80.27		62.66	10.30	37.34	81.54

二、干法和湿法分选对比



块煤重介选和干选对比



分选易泥化煤时
干选可代替重介浅槽分选
干选精煤热值更高
干选精煤产率更高

分选方法	产率, %	全水, %	灰分, %	低位发热量, kcal/kg
重介浅槽分选 分选密度: 1.6, $E_p=0.025$	59.59	28.0	7.49	4016
干选 分选密度: 1.95, $E_p=0.12$	62.66	25.5	10.30	4075



二、干法和湿法分选对比

同煤某矿50-0mm干选产品平衡表（原煤4100kcal/kg）
实验日期：2018年6月22日

产品	粒度 mm	产率 %	全水 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St. d%	低位发热量 Kcal/kg
精煤	>25	9.39	25.00	6.44	0.23	4857
	<25	78.95	24.66	15.78	0.61	4499
	精煤合计	88.34	24.70	14.79	0.57	4537
矸石		11.66	7.40	83.69	3.90	701
原煤		100.00	22.68	22.82	0.96	4090

二、干法和湿法分选对比



同煤某矿50-0mm混煤干选产品平衡表（原煤3300kcal/kg）

实验日期：2018年7月6日

产品	粒度 mm	产率 %	全水 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St. d%	低位发热量 Kcal/kg
精煤	>25	8.42	24.20	7.29	0.19	4847
	<25	67.03	22.98	21.75	0.53	4072
	精煤合计	75.45	23.1	20.14	0.49	4159
中煤		3.78	16.80	46.19	0.99	2890
矸石		20.77	7.80	82.87	4.93	534
原煤		100.00	19.70	34.15	1.43	3358

二、干法和湿法分选对比



同煤某矿干法湿法分选对比 实验日期：2018年6月

	粒度 mm	平均产 率 %	全水 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St. d%	低位发热量 Kcal/kg	热值提高幅 度 Kcal/kg
干选工业性试 验	原煤	100.00	22.68	22.82	0.96	4090	
	干选块精煤	9.39	25.00	6.44	0.23	4857	767
	干选总精煤	88.34	24.70	14.79	0.57	4537	447
实际水洗生产	原煤	100.00	26.20	18.81	1.21	4061	
	水洗块精煤	/	28.1	7.80	0.26	4500	439
	水洗洗混煤 (-13mm末煤不 洗)	84.00	27.46	11.16	0.60	4407	346

二、干法和湿法分选对比

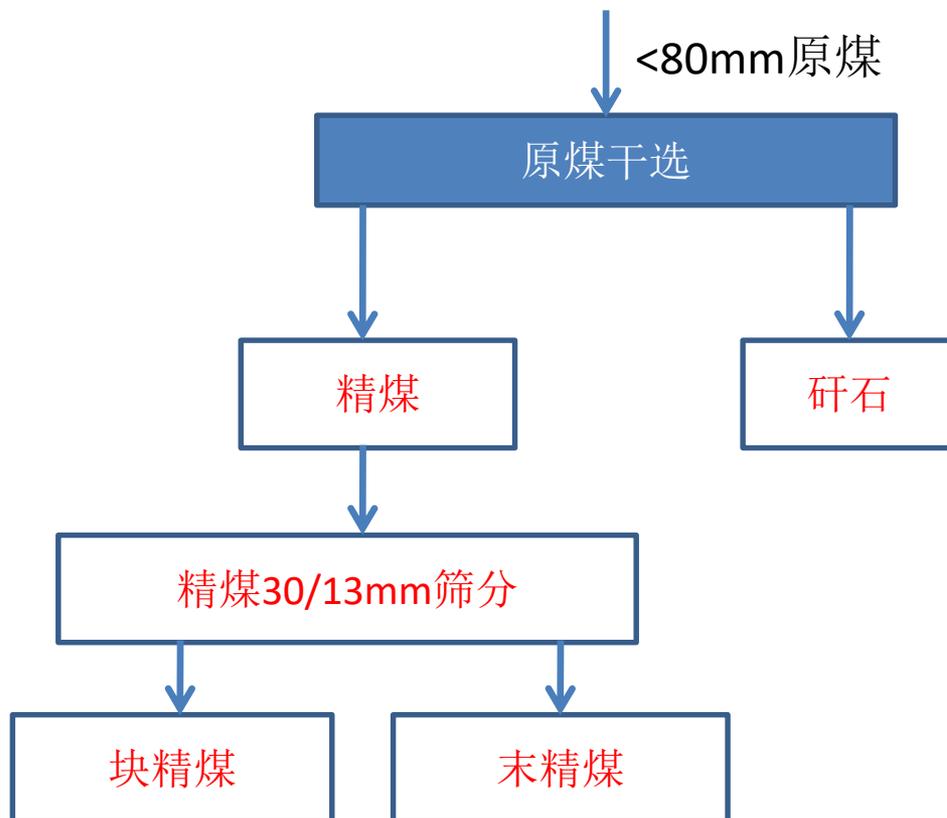


- 重介选适合不易泥化难选动力煤的分选；
- 跳汰选适合不易泥化易选煤动力煤的分选；
- 干选适合易泥化易选动力煤的分选；
- 干选适合易泥化易选炼焦煤块煤的预排矸；
- 干选适合选动力煤块煤分选-生产低灰喷吹煤；
- 高密度分选易选块煤煤重介和跳汰没有明显优势；
- 高密度分选易选煤末煤干选更具精煤产率和热值优势；

二、干法和湿法分选对比

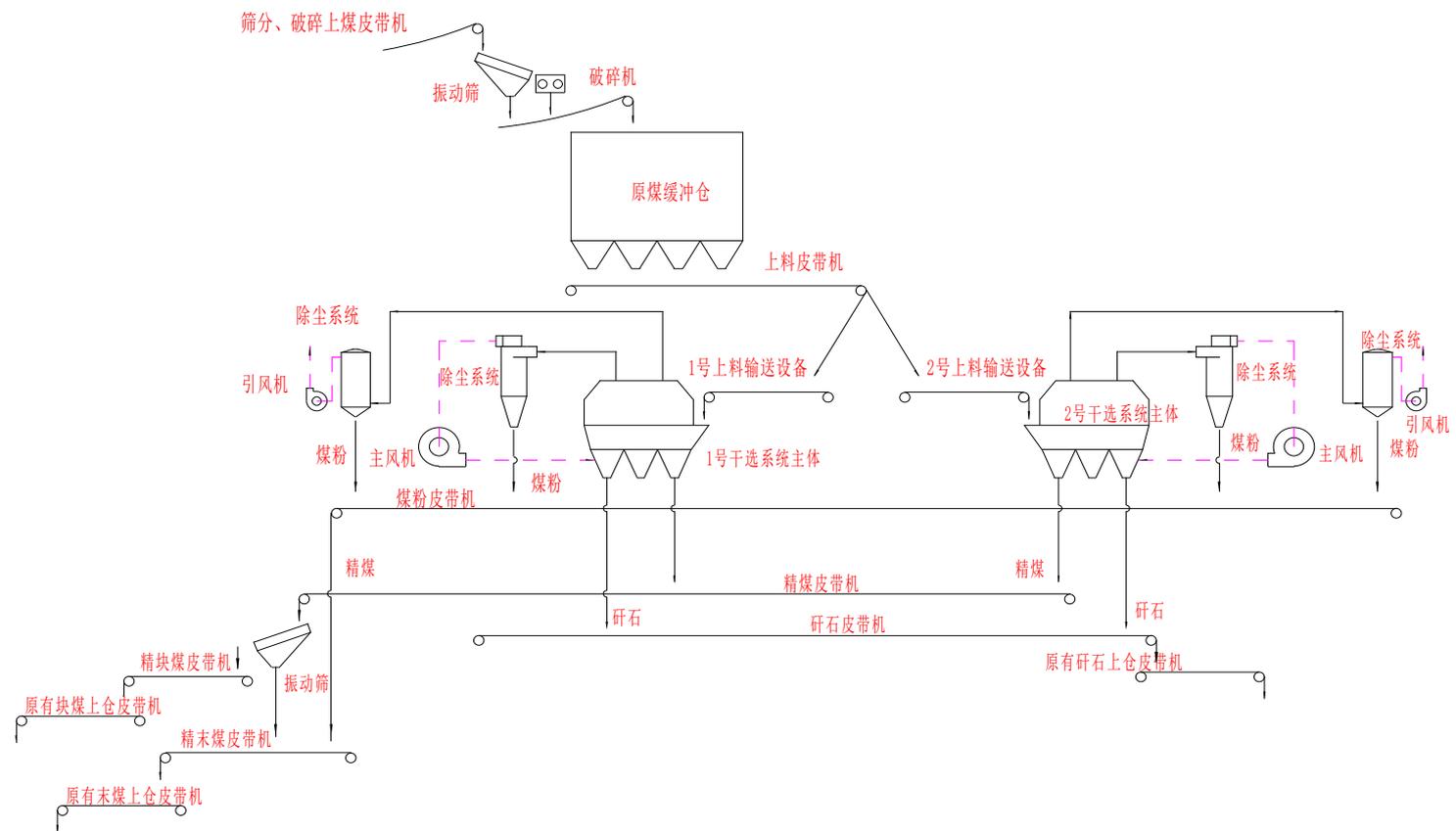


全粒级干选分选工艺流程



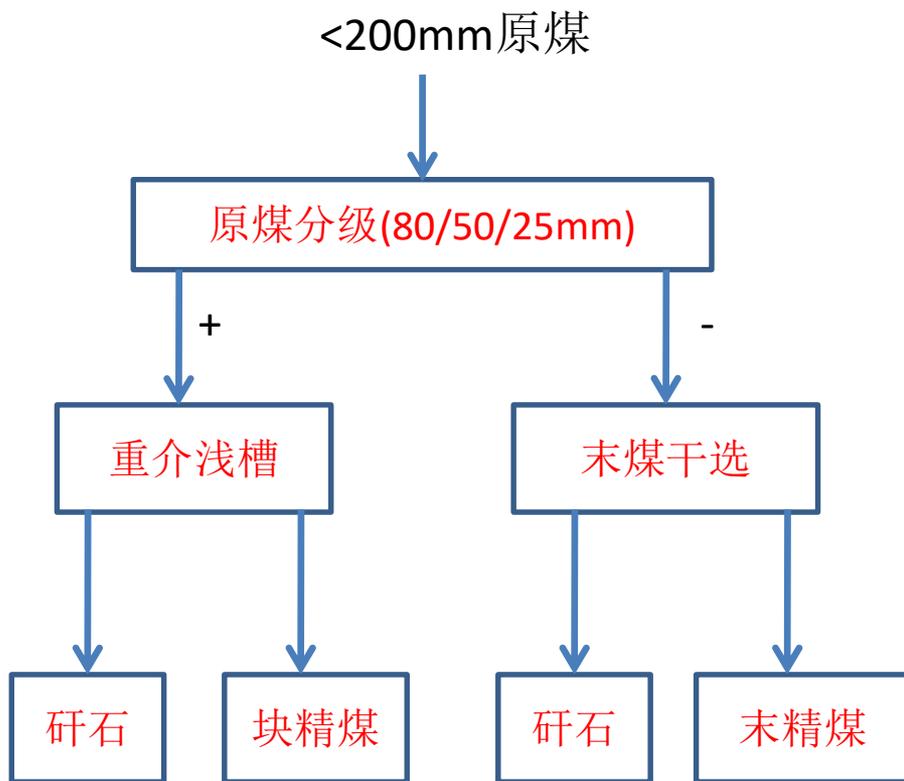
二、干法和湿法分选对比

典型300万吨干选系统机械设备联系图





动力煤分选工艺流程1-分级入选干湿工艺组合



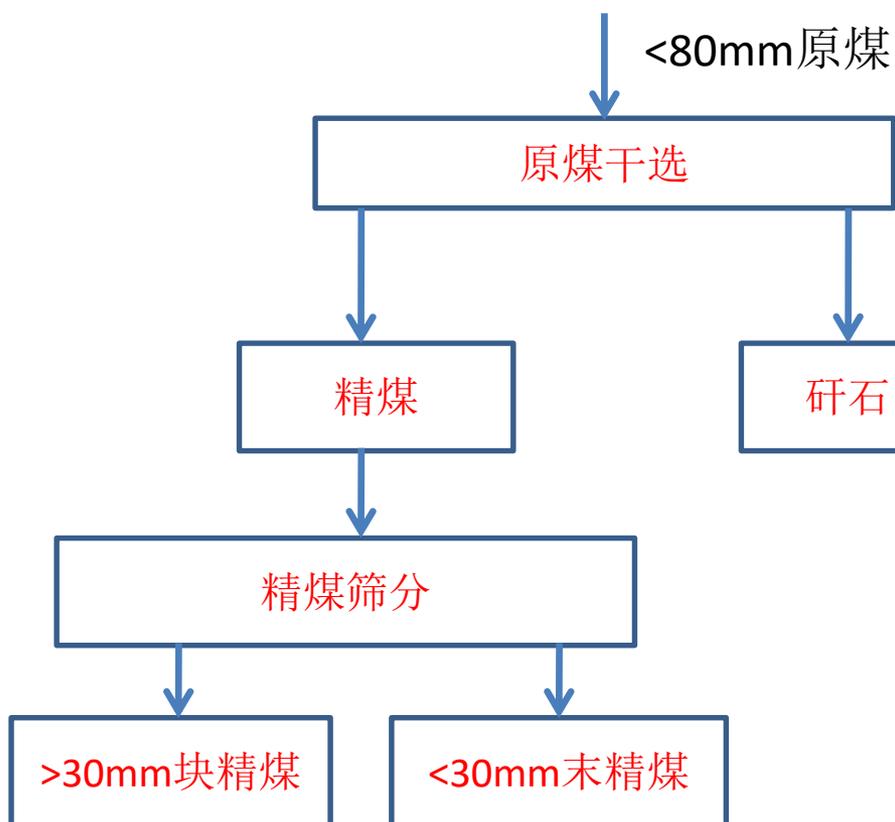
保留重介浅槽系统, 提高分级粒度 (>25mm), 增加末煤干选系统。

优点: 改善重介浅槽分选效果;
原煤泥水系统负荷下降;
实现末煤全部入选;

缺点: 干湿两套系统 管理难度大;
浅槽低密度分选, 重产物带煤率高;
不能完全杜绝水洗煤泥;
生产成本低。



动力煤分选工艺流程2-全粒级干选

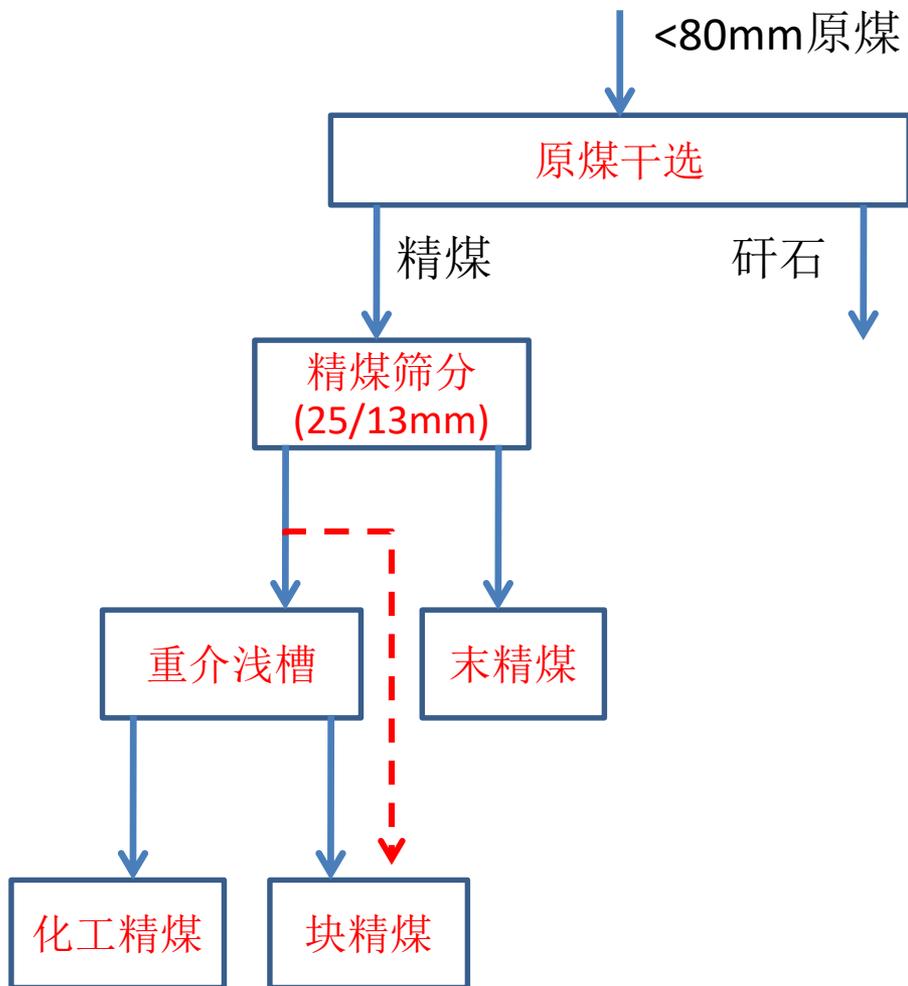


废弃重介系统，增加混煤干选系统。
优点：实现全粒级入选，生产块，末精煤等多粒级产品；
杜绝水洗煤泥产品；
生产成本低；
缺点：原水洗设施利用率低；
不能低密度生产超低灰精煤。

三、易泥化煤干选流程



动力煤分选工艺流程3-主再选干湿工艺结合



保留和利用原重介系统，增加混煤干选系统；

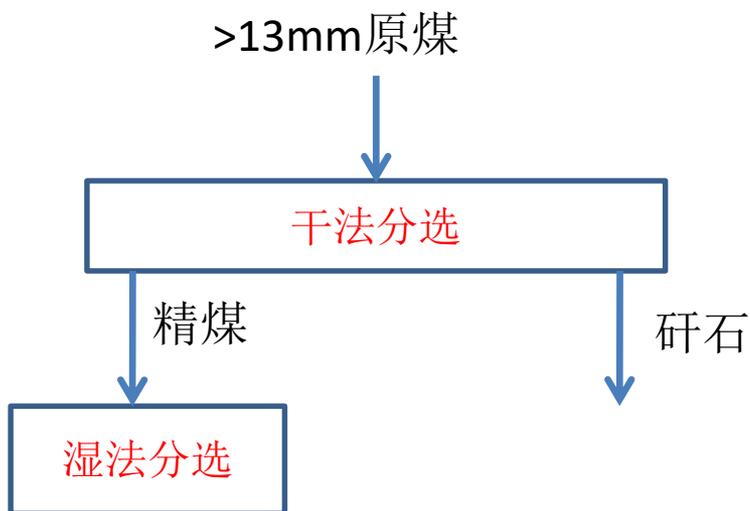
优点：原煤泥水系统负荷大幅下降；
实现全粒级入选，生产块，末精煤等多粒级产品；
基本杜绝水洗煤泥产品；
生产成本低；
可低密度生产超低灰精煤；
工艺灵活；

可只利用干选系统生产高灰精煤，也可利用原重介系统生产低灰精煤。

缺点：干湿两套系统 管理难度大；



炼焦煤分选工艺流程-干选预排矸



干选预排矸，提高水洗原煤质量；

优点：

- 水洗入料质量大幅提高，精煤回收率显著上升；
- 提高了水洗厂入料能力，降低水洗厂建设规模；
- 重介悬浮液粘度低，改善了重介分选效果，进一步提高了分选精度；
- 减少设备和管路磨损，节省维修费用；
- 实现清水洗煤，降低节约水洗加工费用；
- 大幅减少水洗厂排矸率，减轻环保压力

缺点：增加了生产成本。

四、易泥化煤干选过程应用案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

案例1 易泥化动力煤干选



山东临矿集团榆树井矿选煤厂

项目地址：鄂尔多斯市鄂托克旗上海庙镇
投产日期：2010年7月
建设规模：300万吨/年
原煤煤质：高水高灰低热值不粘煤，
-200mm混煤入选



四、易泥化煤干选过程应用案例

干选产品质量要求

原煤低位发热量： $\leq 3200\text{kcal/kg}$

+30mm块精煤低位发热量： $\geq 4000\text{kcal/kg}$, 硫分 $<1.2\%$;

-30mm末精煤低位发热量： $\geq 3500\text{kcal/kg}$, 硫分 $<1.2\%$;

矸石低位发热量： $\leq 800\text{kcal/kg}$;

四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

山东临矿集团榆树井矿选煤厂



600万吨/年干选系统



四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

600万吨/年干选系统





四、易泥化煤干选案例

干选产品平衡表 (2018.04.06)

名称	产率Wt%	全水Mt%	内水Mad%	灰分Ad%	硫分Std%	低位发热量Qnet,ar, Kcal/kg
原煤	100.00	20.17	8.76	43.32	1.87	2621
块精煤	10.52	26.5	15.97	15.84	1.09	4010
末精煤	52.96	24.9	11.58	24.97	1.18	3628
矸石	36.52	11.5	2.60	77.86	3.10	761

脱硫率： 60.45%

四、易泥化煤干选案例



干选产品平衡表 (2018.05.02)

名称	全水Mt%	内水Mad%	灰分Ad%	硫分, Std%	低位发热量 Qnet, ar, Kcal/kg
原煤	22.0	10.52	37.46	1.56	3064
块精煤	26.7	15.16	12.26	0.77	4240
末精煤	24.4	16.38	24.38	1.18	3709
矸石	11.5	1.94	80.43	3.22	621

四、易泥化煤干选案例



干选主要经济技术指标（2018-04）

分选工艺	<80mm全级干选			
干选系统占地面积	60m X 63m			
干选系统装机总功率	3110kW			
选后产品 数质量	产率		低位发热量 Kcal/kg	硫分 Std%
	原煤	100%	2961	>1.8
	末精煤	71%	3547	<1.2
	块精煤	6%	4091	<1.1
	煤泥	0		
	矸石	23%	<800	
加工成本	8.09元/吨			
吨煤投资	7.30元/吨(干选系统)			
电耗	2.65 KWh/吨			
水耗	0			
介耗	0			
人工	35人			
利润	19.41元/吨			

四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

改造后全级干选经济效益（2018年4月）

煤种	产率，%	产量 (t)	发热量 (Q _{net,ar}) Kcal/kg	单价 (元/吨)	总收入 (元)
原煤	100%	170165	2961	130.0	22,121,484
末精煤	71%	120691	3547	200.0	24,138,290
块精煤	6%	10541	4091	260.0	2,740,660
矸石	23%	38932		(2.00)	(77,864)
成本				(8.09)	(1,376,637)
洗选盈利				19.41	3,302,965



改造后干选工艺流程特点

- 实现无水洗煤泥生产；
- 精煤产率高；
- 实现全级入选，同时生产块精煤和末精煤；
- 脱硫率达到50%以上，有效控制了末精煤硫分，稳定了末煤质量；
- 无水耗和介耗，电耗低；
- 投资低，建设期短，运营成本低

四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

案例2 易泥化动力煤干选

神东某矿50-0mm入选干选产品平衡表
(2018年8月2日)

产品	粒度	产率, %	全水, %	灰分, Ad%	低位发热量 Kcal/kg	热值提高幅 度Kcal/kg
精煤	>25mm块精煤	10.42	10.40	4.97	6508	
	<25mm末精煤	71.27	11.37	22.58	5065	
	合计	81.70	11.24	20.34	5249	852
矸石		18.31	3.38	86.80	596	
原煤		100.00	9.80	32.51	4397	

精煤质量要求: +25mm: 低位发热量>6250Kcal/kg;
-25mm: 低位发热量>5000Kcal/kg;

神东某矿现分选流程: +25mm重介浅槽, -25mm 旁路不选, 水洗泥化严重。总精煤热值相对原煤提高650kcal/kg

四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

案例3 易泥化炼焦煤干选

山西孝义某矿原煤预排矸试验

产品名称	产率 %	分段煤样质量		
		全水 Mt%	灰分 Ad%	低位发热量 Qnet.ar
精煤	58.20	4.79	40.34	4447
矸石	41.8	2.3	82.68	690
合计	100	3.75	58.04	2876

山西孝义某矿干选矸石带煤率分析

密度级 g/cm ³	产率 %	分级煤样质量	
		灰分 Ad%	低位发热量 Qnet.ar
-1.4	1.17	9.52	7308
1.4-1.6	1.06	26.82	5674
1.6-1.8	0.15	40.54	4426
+1.8	97.62	84.52	541
合计	100	82.96	680

干选矸石中-1.8的产物比例为2.38%，达到了重介洗选矸石带煤率<3%的国家标准。

四、易泥化煤干选案例



孝义某矿100万吨干选厂EPC方案（设备销售+托管运营）

直接水洗和干选预排矸后再水洗经济效益对比

序号	费用名称	数额, 万元	计算方式
1	运费	1170	100万吨*11.7元/吨
2	水洗加工费	1750	100万吨*17.5元/吨
3	电费	185.5	100万吨*0.53元/度*3.5度/吨
4	矸石排放费	922.5	45万吨*20.5元/吨
5	直接水洗方案费用合计	3843.5	
6	运费	702	60万吨*11.7元/吨
7	水洗加工费	1050	60万吨*17.5元
8	干选电费	185.5	100万吨*0.53元/度*3.5度/吨
9	干选加工费	600	100万吨*6元/吨
10	矸石排放费	80	矿内排矸
11	折旧费	170	按850万元, 五年平摊折旧
12	干选预排矸后水洗方案费用合计	2787.5	
13	节省费用	1056	
14	节省费用	10.56元/吨	

四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

案例4 易泥化炼焦煤预排矸

淮北孙疃100万吨干选厂+13mm原煤预排矸生产数据

干选机入料						
密度	产率	灰分	浮物累计		沉物累计	
kg/L	(%)	(%)	产率%	灰分%	产率%	灰分%
1	2	3	5	6	7	8
-1.4	14.36	6.15	14.36	6.15	100.00	65.47
1.4-1.5	7.20	13.85	21.56	8.72	85.64	75.41
1.5-1.6	4.61	24.51	26.17	11.50	78.44	81.07
1.6-1.8	4.06	23.75	30.24	13.15	73.83	84.60
+1.8	69.76	88.14	100.00	65.47	69.76	88.14
合计	100.00	65.47				

四、易泥化煤干选案例



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

案例4 易泥化炼焦煤预排矸

淮北孙疃干选厂+13mm原煤预排矸生产数据

干选机分选结果计算表										
密度级	入料		精煤			矸石			计算入料	
(kg/L)	Y	Ad	Y本	Y全	Ad	Y本	Y全	Ad	Y	Ad
-1.40	9.57	7.35	27.36	14.36	6.15	2.66	1.26	10.11	14.36	6.15
1.40-1.50	11.16	15.71	13.72	7.20	13.85				7.20	13.85
1.50-1.60	5.12	20.62	8.78	4.61	24.51				4.61	24.51
1.60-1.80	5.68	36.74	5.33	2.80	29.91				4.06	23.75
+1.80	68.47	86.19	44.81	23.52	85.78	97.34	46.24	89.34	69.76	88.14
小计	100.00	64.61	100.00	52.49	45.77	100.00	47.51	87.23	100.00	65.47

- 干选可以替代重介浅槽分选易泥化动力煤块煤；
- 干选适合易泥化易选动力煤块煤分选-生产低灰精煤；
- 干选可以有效分选易泥化末原煤，实现无水洗煤泥化分选；
- 干选也适合易泥化易选炼焦煤块煤的预排矸，
可以降低后续水洗成本，改善水洗效果；
- 干选可用于易泥化煤老厂改造，杜绝水洗煤泥问题，提高经济效益；



神州机械
Shenzhou Manufacturing Group

谢 谢

欢迎各位专家莅临神州指导工作！

