



2020年度中国煤炭洗选加工论坛



ZM型末煤干选机的工业应用

唐山市神州机械有限公司

山西太原

2020年11月9日

目录

01

未煤水洗存在的问题

02

未煤干选的意义

03

国外未煤干选技术介绍

04

神州未煤干选技术介绍

05

常见未煤干选工艺流程及案例

06

未煤干选技术发展存在的问题

07

未煤干选技术发展前景展望

08

结论



一、末煤水洗存在的问题



原煤大样中末煤含量高

煤矿名称	开采方式	煤种	-25mm含量, %	-13mm含量, %	-3mm含量, %
察哈素煤矿	井工	不粘煤	63.46	53.09	11.98
上湾煤矿	井工	长焰煤	70.04	52.37	9.69
上海庙矿业一号井	井工	褐煤	75.95	61.56	32.97
旧县煤矿	露天	长焰煤	48.21	36.72	12.25
神华黑山露天	露天	长焰煤	50.90	37.20	18.10



一、末煤水洗存在的问题

末煤动力煤湿法分选弊端

-25mm末煤含量逐年增加，
煤质不稳

依靠块精煤掺配稳定电煤质量，
经济损失大

洗精煤水分增加，热值提高
不显著

灰水相抵，热值小幅提高或下降，
洗选没有效益甚至亏损

水洗投资和运营成本高

建厂手续繁杂，建设周期长，
水，介质，药剂消耗高，能耗大，
环境污染纠纷多

1

2

3

4

5

粘湿煤筛分困难

大量末煤进入块煤水洗作业，
不能杜绝煤泥产品

褐煤等易泥化低阶煤不能水洗

易粉碎易泥化，精煤回收率低，分选效果差，
煤泥水难处理



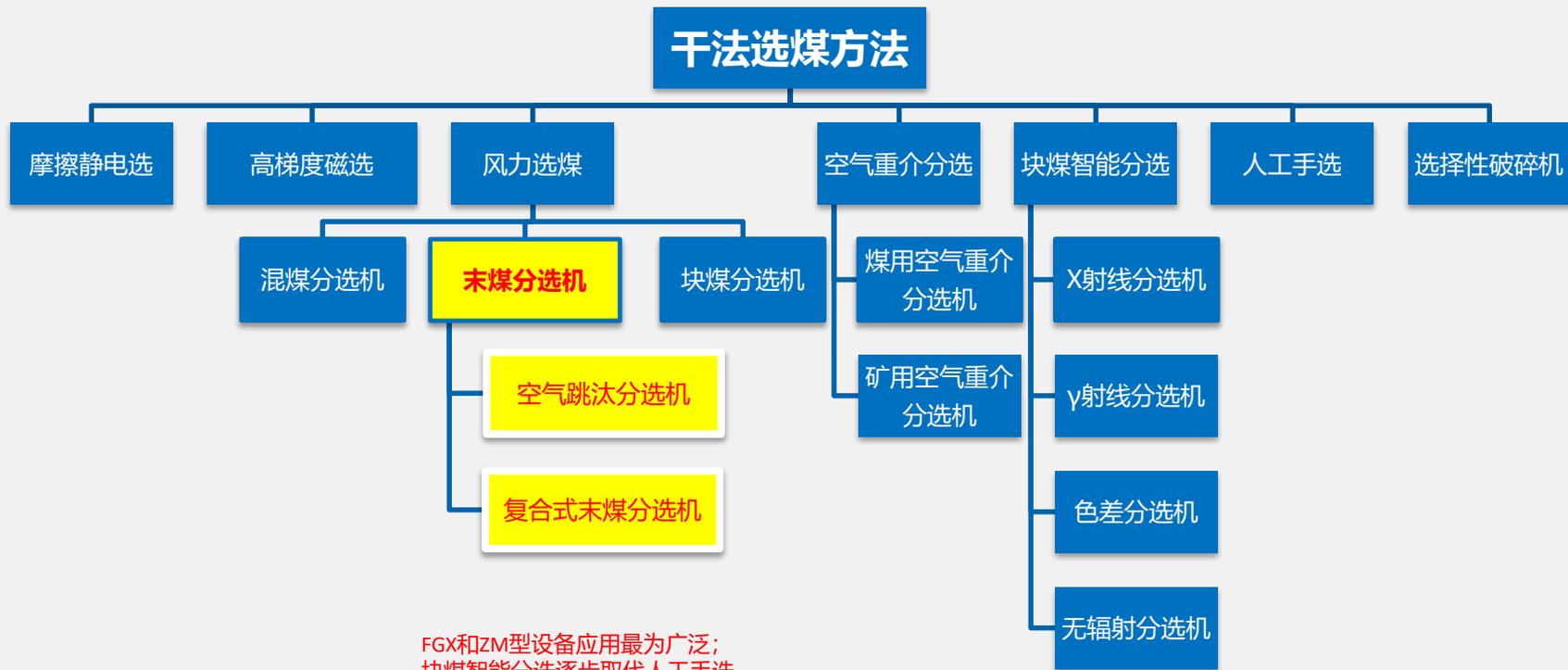
二、末煤干选的意义



- 和块煤湿法分选结合，实现原煤全部入选；
- 实现煤泥减量化或无煤泥化生产；
- 稳定和提高末精煤质量；
- 减少块精煤掺配量；
- 末煤产品精细化，优中选优，提高煤矿经济效益；



三、国外末煤干选技术介绍

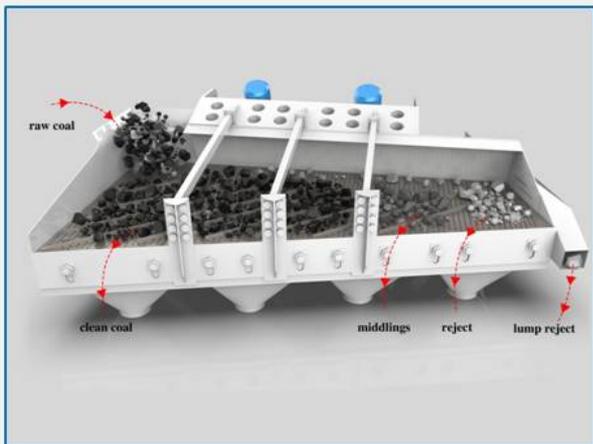




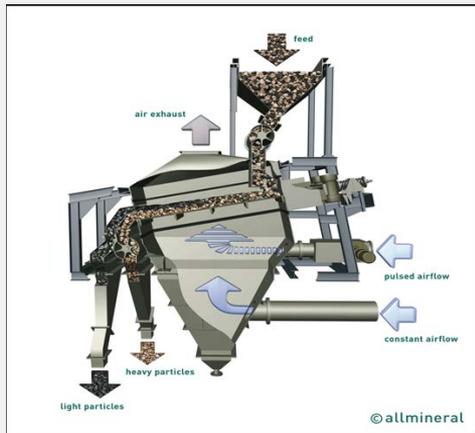
三、国外末煤干选技术介绍



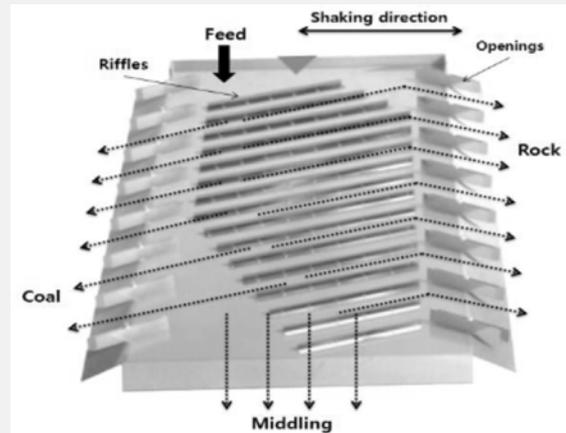
末煤干选设备比较



中国ZM



德国Allair



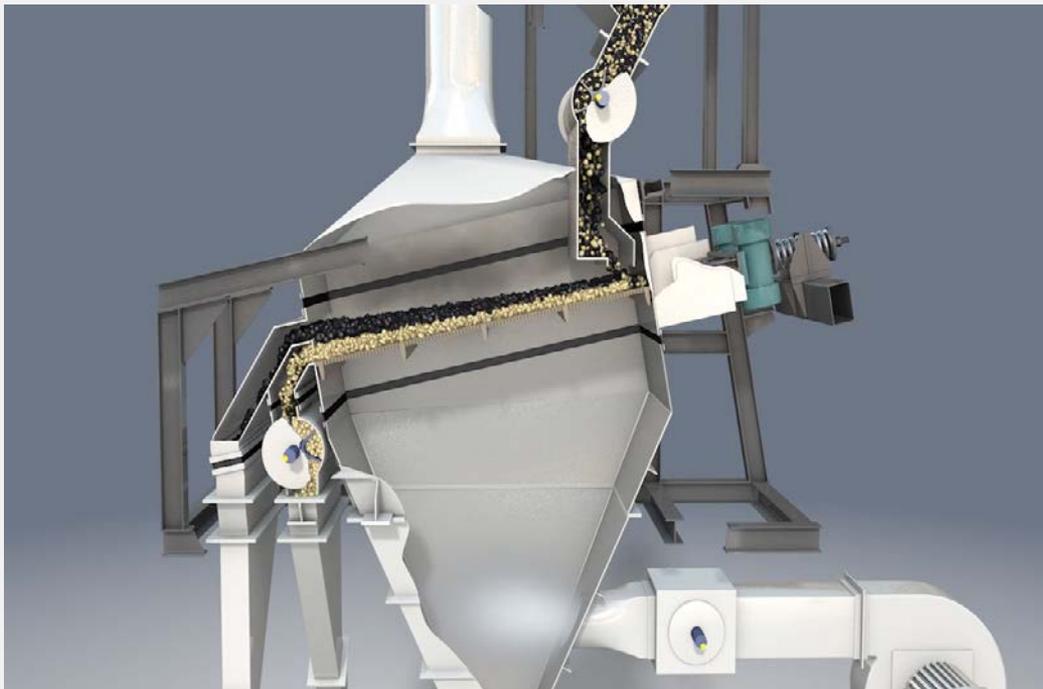
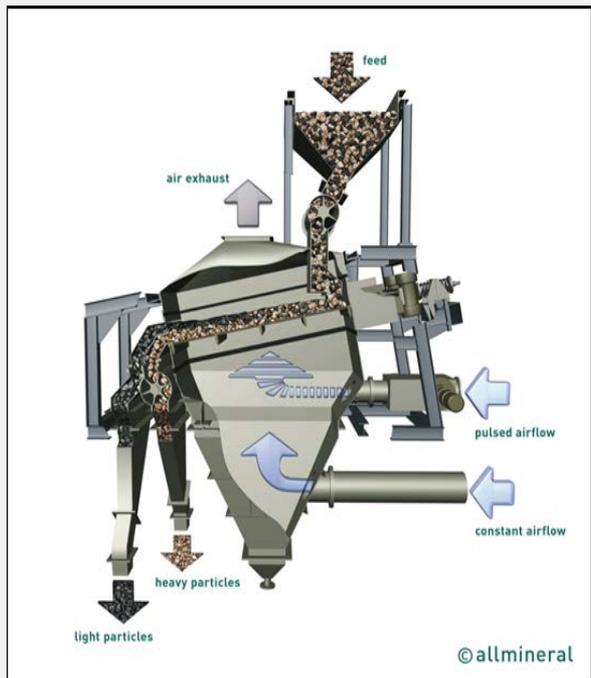
韩国KAT



三、国外末煤干选技术介绍



Allair末煤干选机





三、国外末煤干选技术介绍



Allair末煤干选跳汰分选机



在美国，印度等国销售77台套

- 50-0mm煤炭分选，有块煤和末煤干法跳汰分选机；
- 处理能力： <100吨/小时；
- 主张6mm分级入选， <6mm干法跳汰 + 6-30mm干法跳汰；
- 分选印度50-0mm煤，分选密度： 2.05， $E_p=0.15-0.2$ ；
- 主张150-0mm全粒级分选：
Allair 末煤干选跳汰和X-射线分选机结合
(<50mm Allair + 50-150mm X-Ray) ；
- 开路除尘系统设计，清风选煤；
- 高度模块化设计；

三、国外末煤干选技术介绍

KAT-Table 末煤干选跳汰分选机



- 韩国KIGAM (韩国地球科学和矿物资源研究所) 研发;
- 20-0mm煤炭跳汰分选机;
- 处理能力: <30吨/小时;
- 宣称分选蒙古国5-15mm煤, 分选精度 $E_p=0.08-0.12$;
- 开路除尘系统设计, 清风选煤;
- 高度模块化设计;

尚未工业化应用



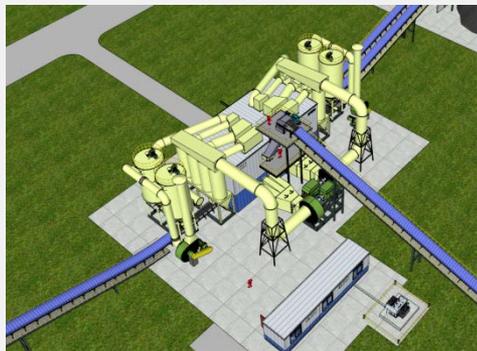
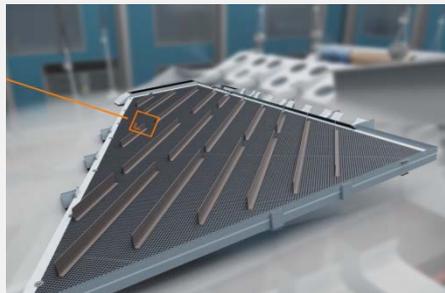


四、神州末煤干选技术介绍



1、复合式干选

复合式末煤干选机特点



改进机械结构，如使用低角度，小孔床面；

较低风压和风量；

小振幅，高频次；

更大除尘系统投入；

优化分选工艺流程；

入料粒度：-30mm；

分选粒度下限：1mm；

排矸密度：1.7-2.2 g/cm³

Ep: 0.16-0.30g/cm³(粗选)；

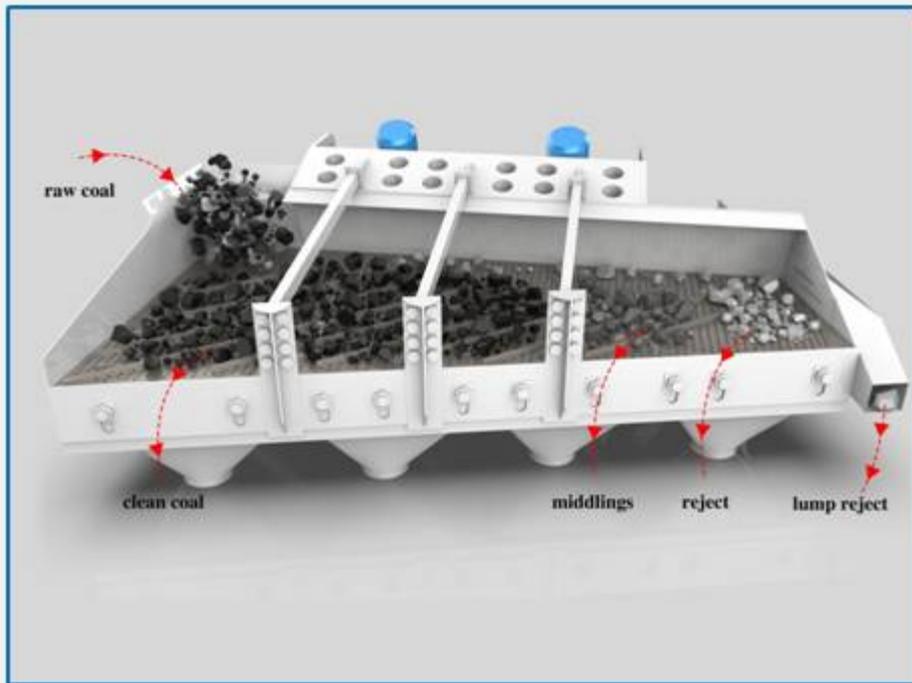
Ep: 0.12-0.23g/cm³(主再选)；

粉尘排放：清风闭路零排放或<10mg/NM³

三、国外末煤干选技术介绍



ZM型号末煤干选机



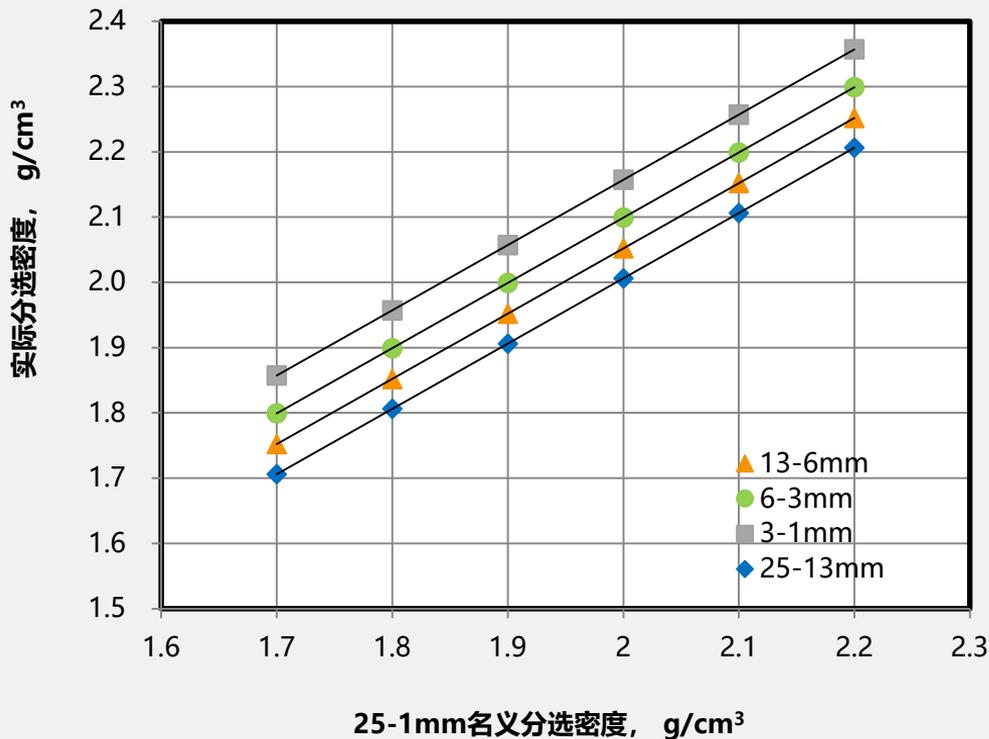


四、神州末煤干选技术介绍



1、复合式干选

粒度对分选密度的影响



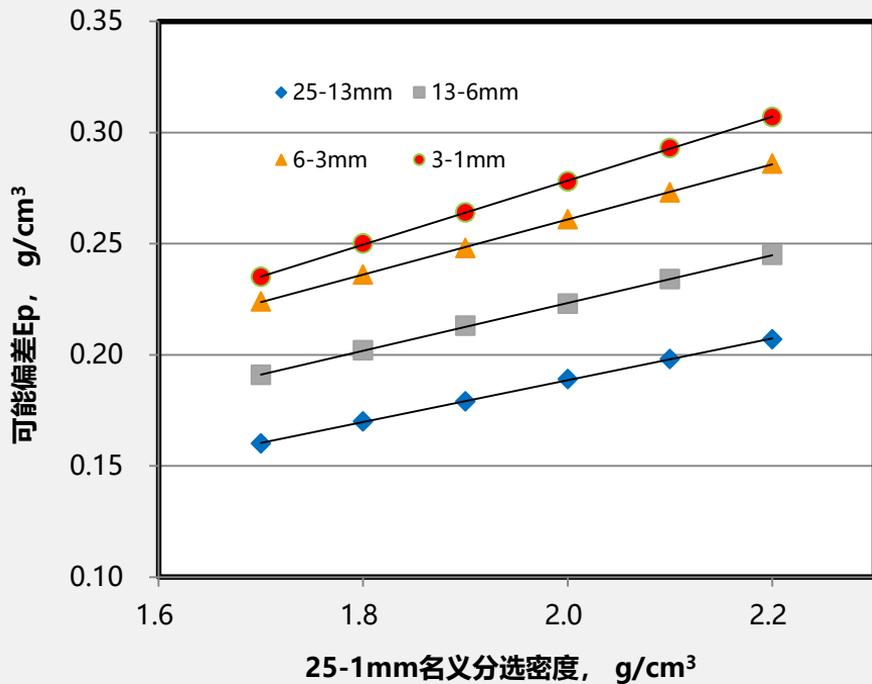


四、神州末煤干选技术介绍



1、复合式干选

粒度对分选精度的影响





四、神州末煤干选技术介绍

1、复合式干选

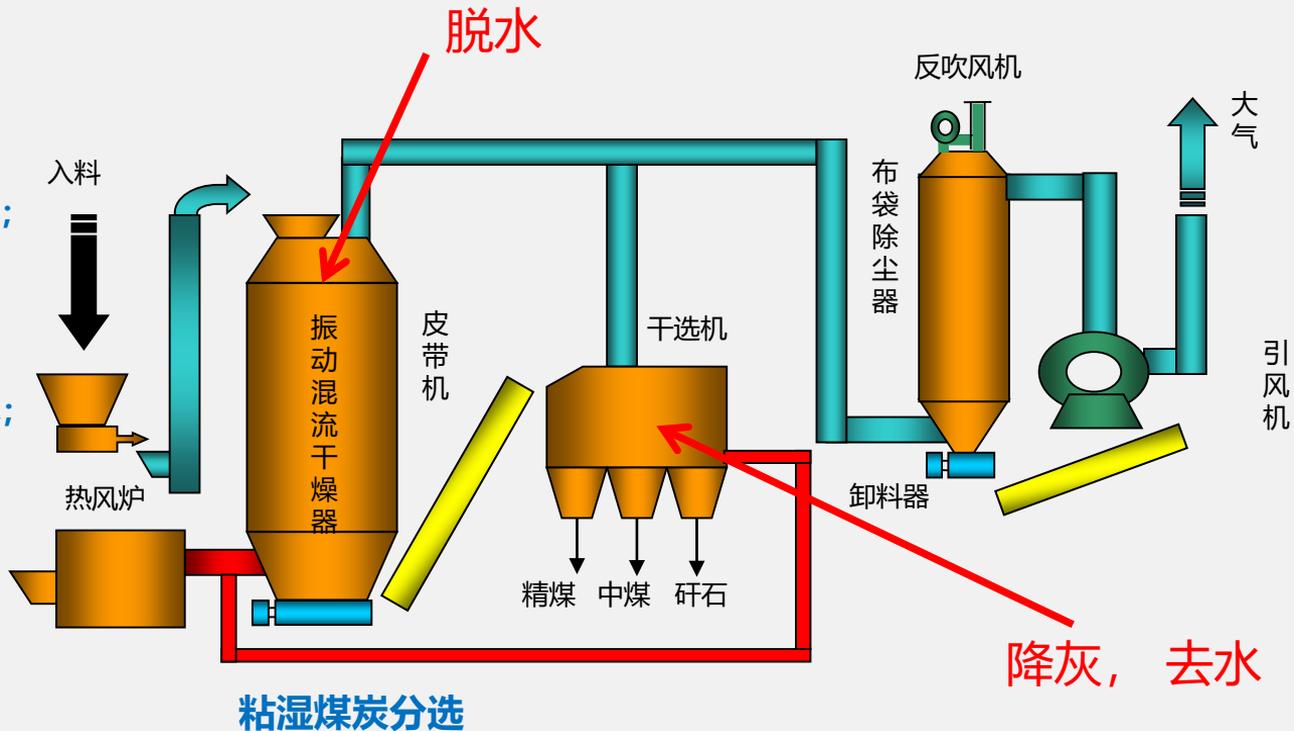
ZM复合式干选有效分选粒度下限计算取值

工艺名称	有效分选粒度下限	备注
全粒级干选 (100-0mm)	3	原煤不粘连, 水分小
全粒级干选 (100-0mm)	6	原煤粘连, 水分大
全粒级干选 (50-0mm)	1	原煤不粘连, 水分小
全粒级干选 (50-0mm)	3	原煤粘连, 水分大
末煤分选 (25/13-0mm)	1	原煤不粘连, 水分小
末煤分选 (25/13-0mm)	3	原煤粘连, 水分大

四、神州末煤干选技术介绍

2、干燥-干选系统

- -50mm浅度去水，消除粘性；
- 去水提高发热量；
- 预脱水改善干选效果；
- 干选机带温鼓风，强化去水；
- 可利用各种余热；





四、神州末煤干选技术介绍

2、干燥-干选系统



50-0mm原煤振动混流干燥机



四、神州末煤干选技术介绍

2、干燥-干选系统

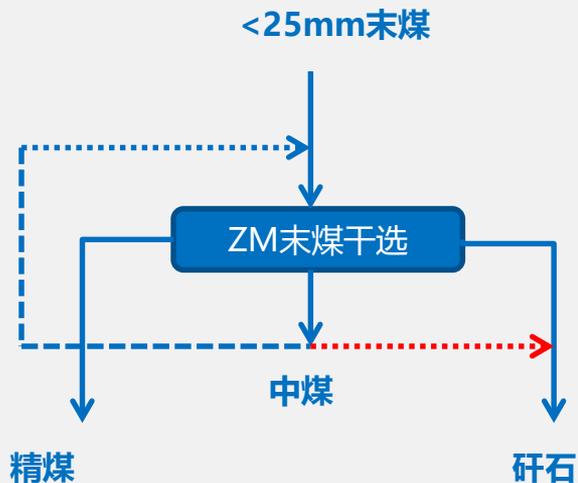


-6mm流化床干燥试验机



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤干选工艺流程1---末原煤全粒级入选



- 实现+1mm末煤分选;
- 稳定和提高末煤质量;
- 中煤回选或并入矸石;
- 降低重介浅槽块精煤掺混量;
- 丰富产品结构;

适合原煤水分低，松散，易选或极易选，-3mm煤粉质量好的末煤分选
如山西，云贵地区无烟煤分选



五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例1 (山西阳煤五矿)



200万吨/年 -13mm高灰无烟煤分选



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例1 (山西阳煤五矿)

-13mm末煤干选产品平衡表

产品	产率 %	全水 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St, d%	低位发热量 Kcal/kg
精煤	49.67	5.80	40.16	2.05	4267
中煤	28.57	3.48	65.72	2.42	2086
矸石	21.76	1.90	80.66	4.15	711
原煤	100.00	4.29	56.27	2.61	2870



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例1 (山西阳煤五矿)

-13mm各粒级分选效果采样分析

粒度 mm	灰分, Ad%			低位发热量, Kcal/kg		
	选前	选后	降灰%	选前	选后	热提高幅度, Kcal/kg
+6	67.92	34.44	33.48	2024	4695	2671
6-3	61.36	43.09	18.27	2585	3950	1365
3-1	51.36	40.06	11.3	3470	4287	817
1-0	45.49	43.8	1.69	3769	3972	203
合计	57.66	41.49	16.17	2869	4148	1279



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例2 (贵州新田矿)



-13mm末煤分选
(河南能化集团新田矿90万吨干选厂)



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例2 (贵州新田矿)

-13mm干选产品平衡表 (2019.06.16)

名称	产率Wt%	全水Mt%	灰分Ad%	硫分Std%	低位发热量 Qnet,ar, Kcal/kg
原煤	100.00	6.09	31.6	3.2	5009
精煤	77.85	6.8	21.95	1.84	5902
煤粉	3.00	8.6	15.80	1.83	6300
矸石	19.15	2.8	73.47	9.00	1178

热值增加: 893kcal/kg, 脱硫率: 53.7%



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例3 (沈煤集团碱场矿)



沈煤集团碱场矿，煤种为 1/3 焦煤，
<13mm末煤中含有白色泥岩，遇水极易泥
化

产品名称	产率Wt%	灰分Ad%	低位发热量 Q _{net, ar} , Kcal/kg
原煤	100	44.00	3560
精煤	73.00	33.53	4280
矸石	19.00	88.64	491

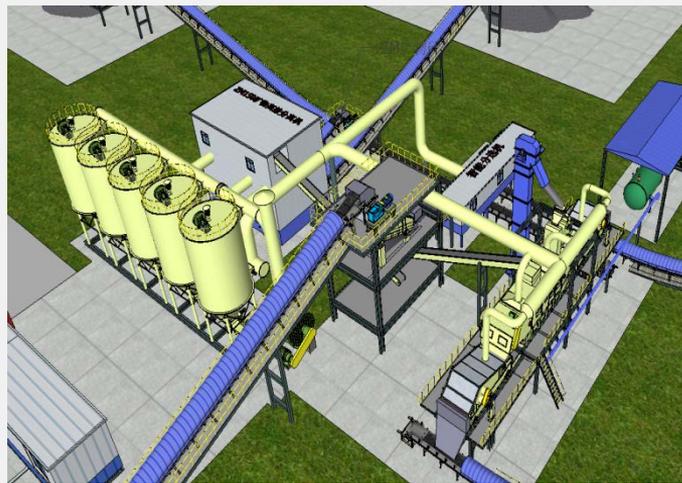
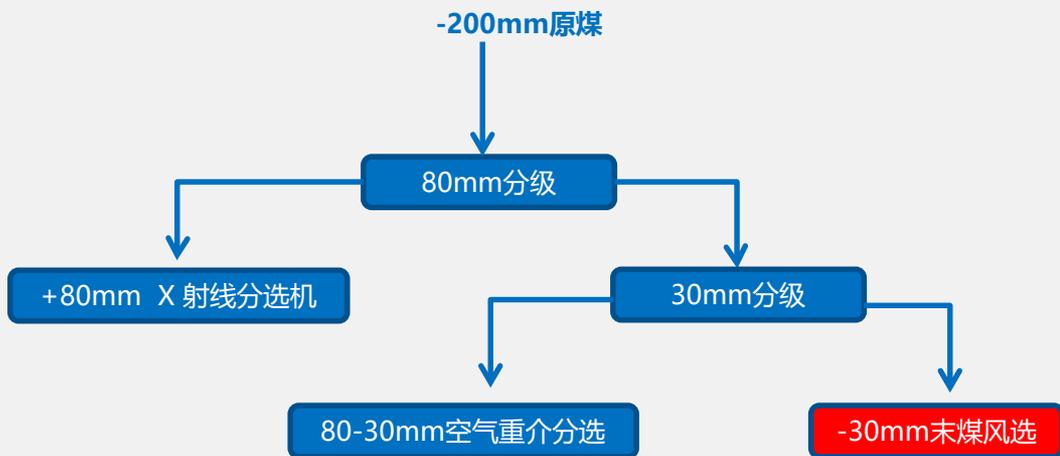
-13mm末煤分选
(沈煤集团鸡西盛隆矿业有限责任公司鸡东煤矿100万吨干选厂)



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例4 (神华新疆公司黑山矿)

国家能源集团2030重大先导项目 (200万吨/年)
新疆能源公司黑山露天矿低质煤干法分选提质工艺技术研究与应用





五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例4 (神华新疆公司黑山矿)

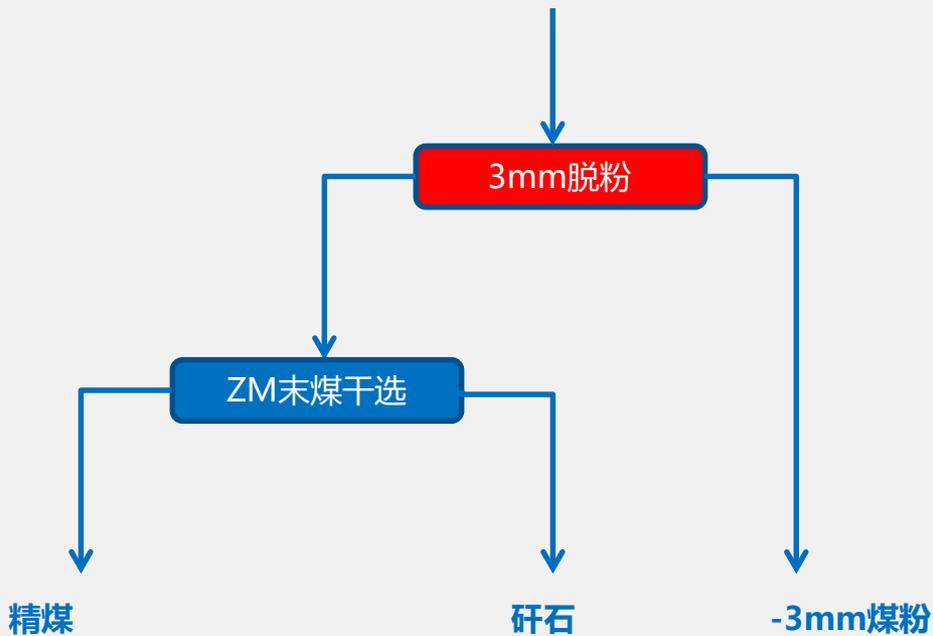
-30mm各粒级分选效果

粒度mm	低位发热量, Kcal/kg		
	选前	选后	热值提高幅度, Kcal/kg
30--3	3677	5425	1748
3-1	4103	4669	566
1-0	3746	3754	8
合计	3766	4968	1202



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤干选工艺流程2---末原煤脱粉入选



适合煤粉量大热值低，水分偏高末煤分选

优点:

- 缩小干选量 (>25%)
- 降低入料水分;
- 降低除尘系统负荷;
- 改善末煤分选效果;
- 减少冬季冻堵现象;



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例5---临矿集团上海庙一号井



30-0mm末煤分选
(900万吨临矿集团上海庙一号井干选厂)

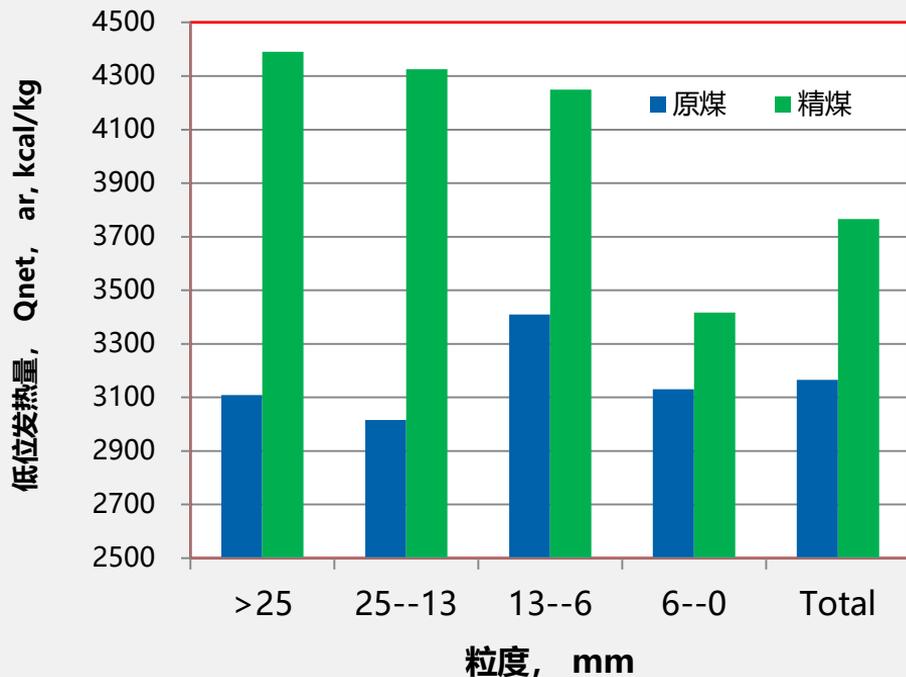


五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例5--临矿集团上海庙一号井

一号井选煤厂干选各 粒级分选效果
(2020年6月5日)



>25mm: ↑ 1281kcal/kg;
25-13mm: ↑ 1309kcal/kg;
13-6mm: ↑ 839kcal/kg;
<6mm: ↑ 287kcal/kg,;
总精煤: ↑ 513kcal/kg;

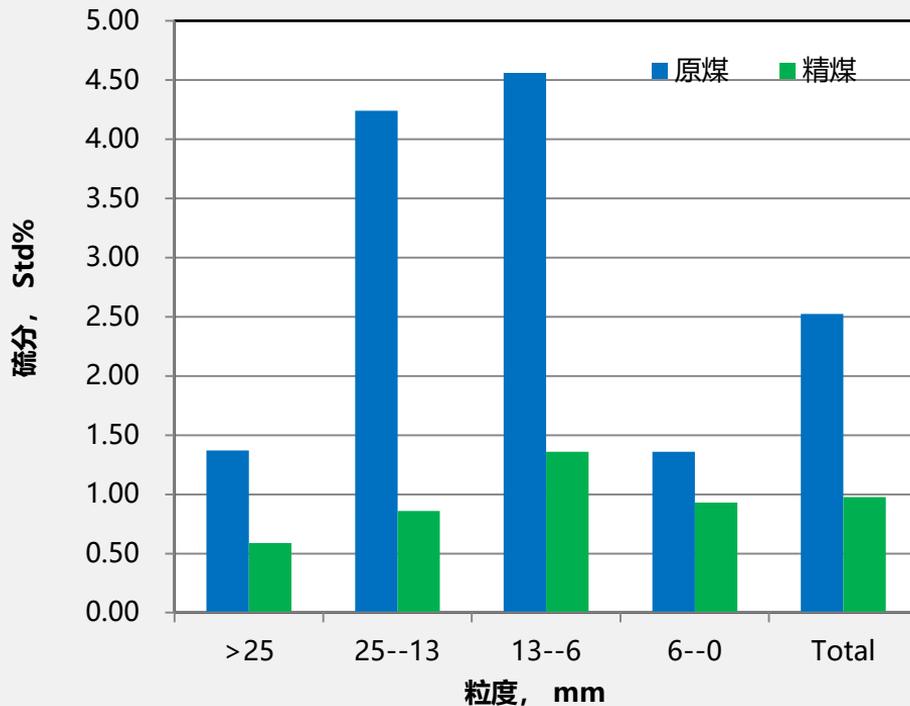


五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例5---临矿集团上海庙一号井

一号井选煤厂-50mm干选各粒级脱硫效果
(2020年6月5日)



总脱硫率: 65.1%



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例5---临矿集团上海庙一号井

一号井选煤厂干选原煤和精煤粒度分布变化
(2020年6月4日—6月14日)

名称	粒度	平均值 (Kcal/kg)	平均占比%	热值提高幅度, kcal/kg
风选原煤	风选原煤	3407		
	>25mm	3363	15.51	
	13-25mm	3611	16.19	
	6-13mm	3786	19.65	
	<6mm	3202	48.86	
风选精煤	风选精煤	3752		
	>25mm	4407	12.12	1043
	13-25mm	4290	13.93	679
	6-13mm	4091	19.71	305
	<6mm	3346	54.25	144



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末分选效果 案例6---神东上湾煤矿



ZM35干选系统设计特点:

- 系统封闭，减少噪音。
- 主机采用三级减震。
- 重力沉降除尘器+全布袋除尘器。
- 脱粉+去水+排矸等多功能。

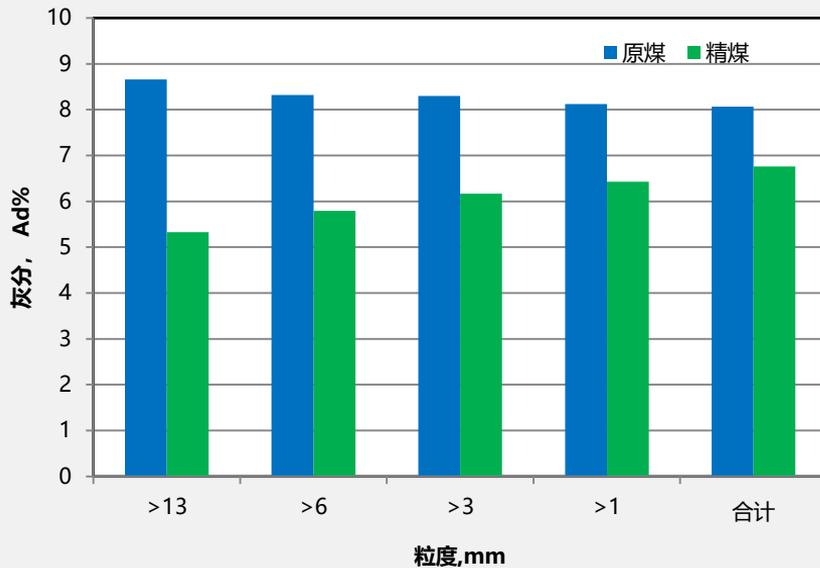
25-0mm末煤分选
(上湾矿末煤干选试验系统)



五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例6--神东上湾煤矿



25-0mm末煤分选
(上湾矿末煤干选试验系统)



五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例7--国电建投察哈素煤矿



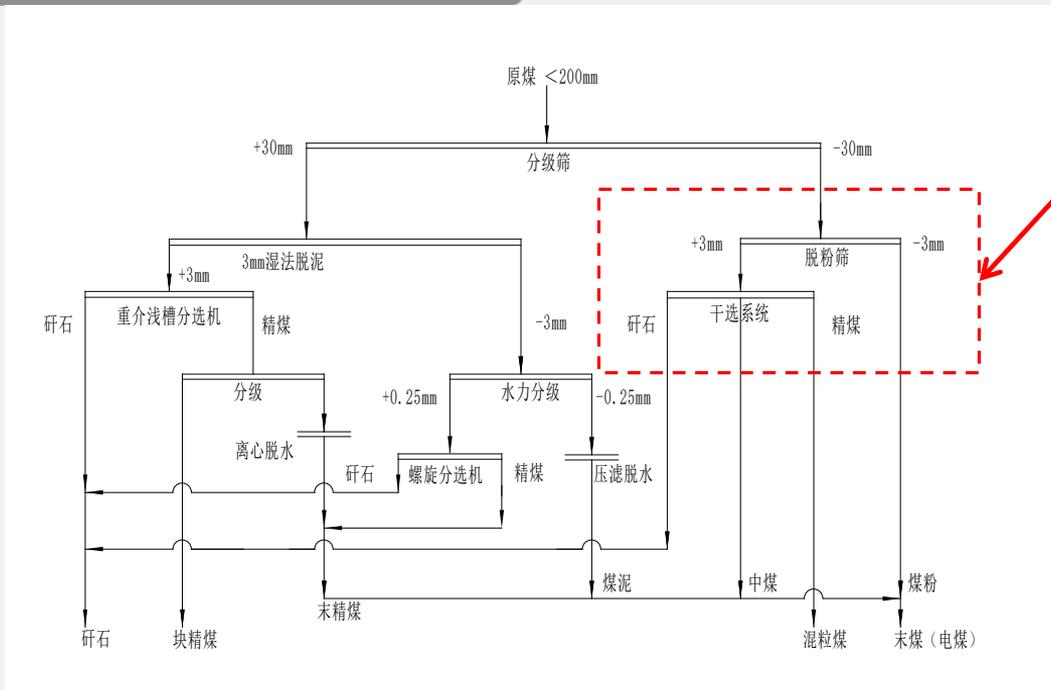
ZM70末煤干选试验系统：
配备脱粉系统；
采用全布袋除尘器；
双风机供风，使风量、风压更均匀；
自动化程度高，主机角度，风量，排料翻板调节。



五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例7---国电建投察哈素煤矿



新增末煤分选系统

设计分选工艺流程

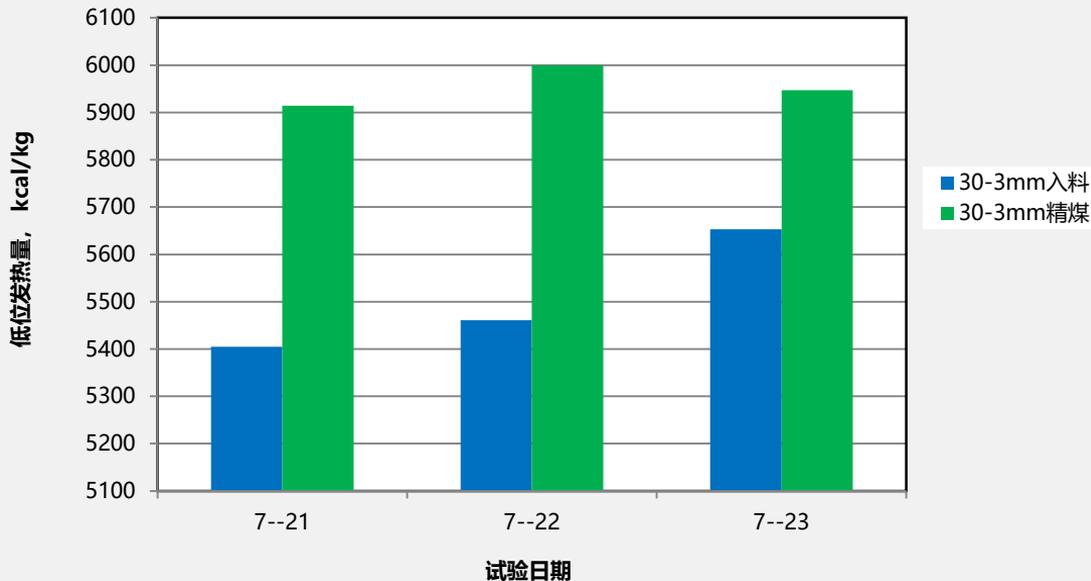


五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例7--国电建投察哈素煤矿

30-3mm干选试验 (2020-7)



提质要求：
原煤热值：5500kcal/kg;
精煤热值：>5850kcal/kg



五、常见末煤干选工艺流程及案例



末煤分选效果 案例7---国电建投察哈素煤矿

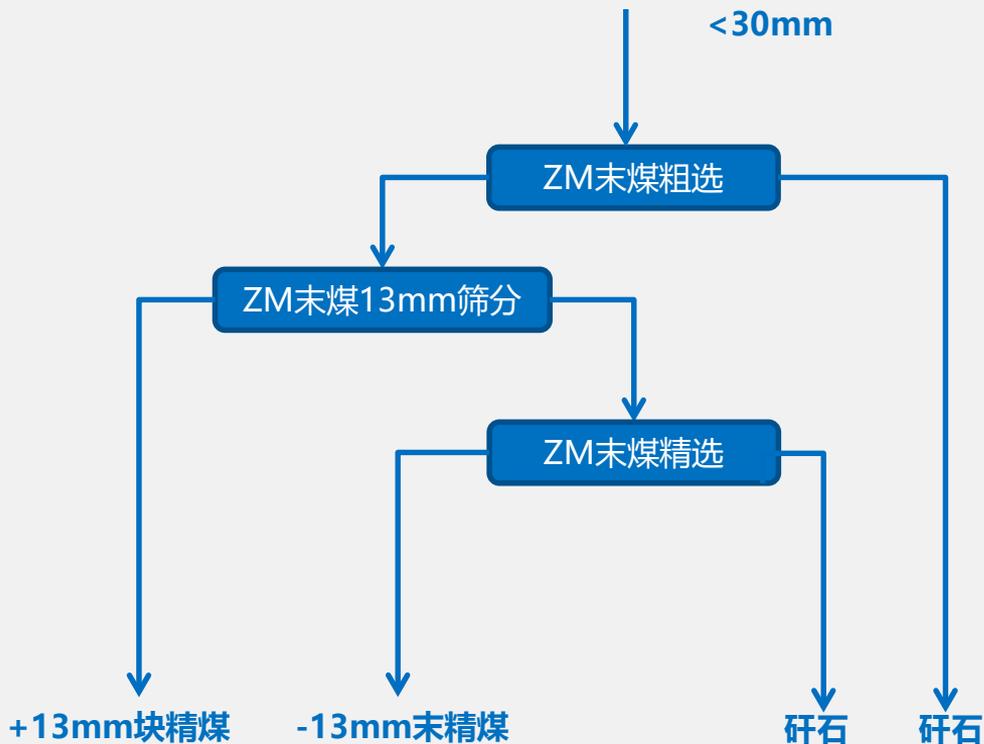
30-3mm干选试验 (2020-7-23)

粒度, mm	产品名称	产率Wt%	全水Mt%	灰分Ad%	硫分Std%	发热量 Q _{net,ar} , kcal/kg
30-3	精煤	53.93	13.9	7.17	0.49	5947
	中煤	3.64	11.5	29.47	0.95	4492
	矸石	2.06	4.1	88.01	1.58	359
	煤粉	0.73	12.5	24.46	0.72	4705
	小计	60.36	13.40	11.49	0.56	5653
3-0	筛下	39.64	16.4	15.97	0.67	5125
30-0	合计	100.00	14.59	13.26	0.60	5444



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤干选工艺流程3---末原煤主再选



- 提高分选精度;
- 适合中等可选或难选煤的分选;
- 适合矸石量大末煤分选;

上海庙矿业公司一号井13-0mm末煤主再选

产品名称	发热量 $Q_{net,ar}$, kcal/kg
原煤	3162
粗选精煤	3536
再选精煤	3851



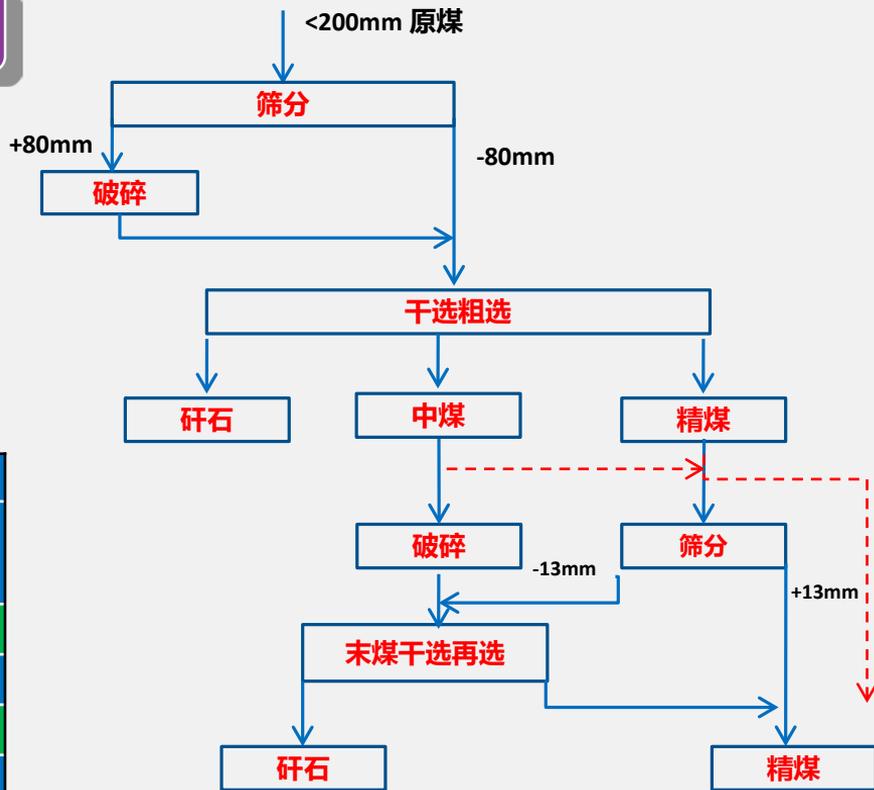
五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤分选效果 案例8---内蒙丰盛奎煤矿末煤脱硫

- ◆ 适合难选煤的分选
- ◆ 无水洗煤泥化产生;
- ◆ -13mm末煤两段分选;
- ◆ 分选精度高, 脱硫率高
- ◆ 投资和运营成本低

产品名称	质量指标		
	产率 %	灰分 Ad%	硫分 St.d%
精煤	86.04	9.68	0.48
粗选矸石	7.43	45.11	16.66
再选矸石	6.53	27.59	7.92
合计	100.00	13.48	2.16

脱硫率： 80.88%

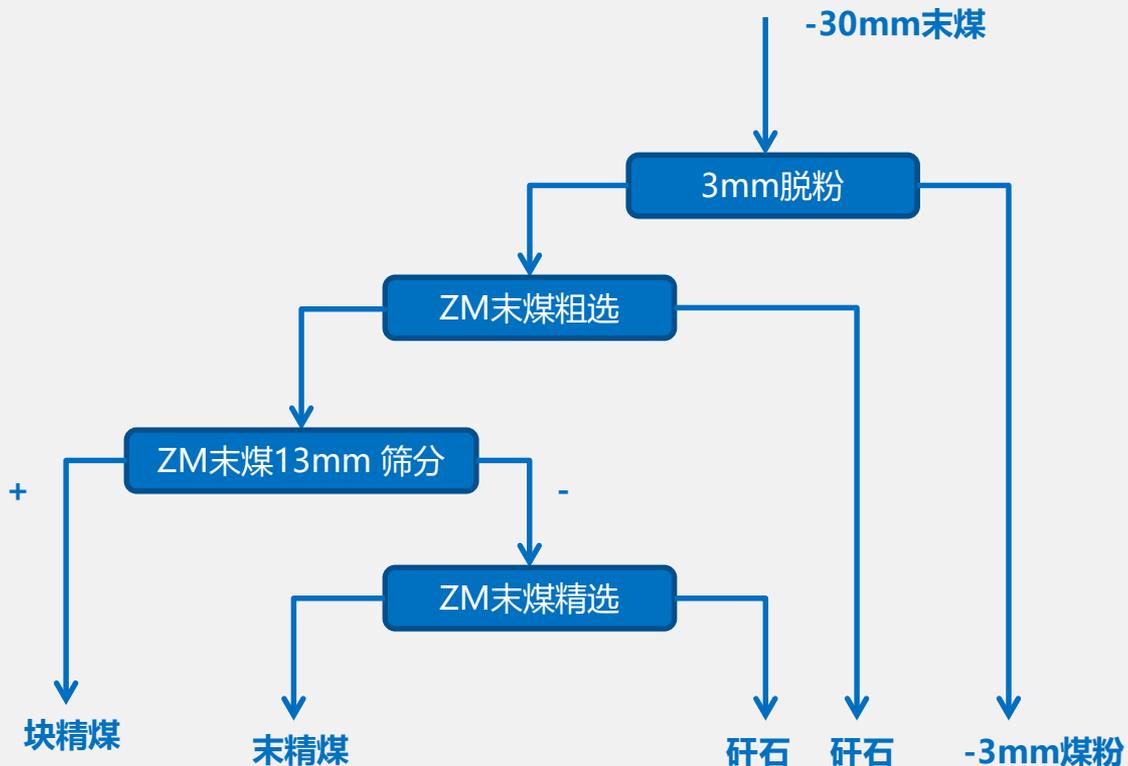


丰盛奎主再选脱硫工艺流程



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤干选工艺流程4---末原煤综合干选流程

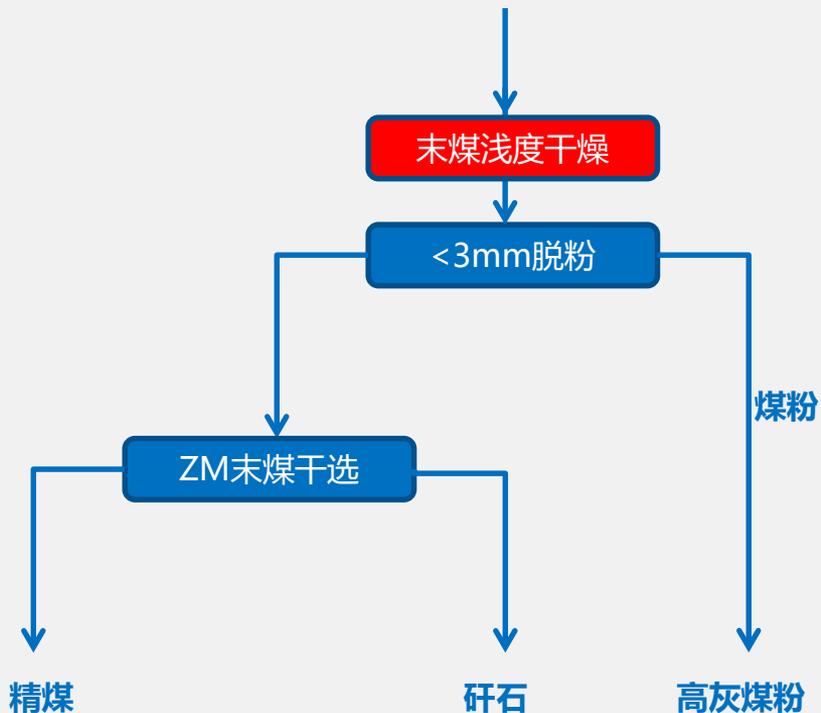


- 提高分选精度;
- 适合中等可选或难选煤的分选;
- 适合煤粉量较大情况分选;
- 对煤质适应性较强;
- 推荐干选新厂采用



五、常见末煤干选工艺流程及案例

末煤干选工艺流程5----双工艺（预干燥+干选）



- 适合水分大，泥岩含量高，粘湿低阶煤提质；
- 适合煤粉量较大原煤分选；
- 有利于脱除部分高灰细泥；

五、常见末煤干选工艺流程及案例

干燥-干选效果 案例1---临矿集团上海庙一号井



干燥前



干燥后



双干试验系统



五、常见末煤干选工艺流程及案例

干燥-干选效果 案例1---临矿集团上海庙一号井

-30mm双干提质产品平衡表

	产品名称	占全级产率 %	全水 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St.d%	低位发热量 kcal/kg
干燥前	<30mm原煤	100	24.4	28.76	1.57	3513
干燥后	>13mm块精煤	6.44	20.60	7.61	0.43	4919
	<13mm 末精煤	66.99	13.77	29.56	1.08	4212
	总精煤	73.43	14.37	27.64	1.03	4274
	矸石	8.57	6.20	70.31	8.44	1320
	合计	82.00	13.52	32.09	1.80	3965



五、常见末煤干选工艺流程及案例

干燥-干选效果 案例1---临矿集团上海庙一号井

-6mm煤粉流化床干燥结果

产品名称	产率, %	全水Mt%	灰分Ad%	硫分st.d%	低位发热量kcal/kg
原样	100.00	24.7	28.55	1.08	3523
干燥提质后	84.06	15.49	34.28	1.24	3834





五、常见末煤干选工艺流程及案例



干燥-干选效果 案例2---中煤平朔木瓜界井三矿

原煤干燥后13-0mm末煤分选结果（干燥前水分：8.26%，热值：3061kcal/kg）

产品名称	产率 %	分级煤样结果			分级煤样累计结果				
		全水 Mt%	灰分 Ad%	低位发热量 Kcal/kg	粒度级 mm	产率 %	全水 Mt%	灰分 Ad%	低位发热量 Kcal/kg
精煤	68.17	4.5	42.42	3818	精煤	68.17	4.5	42.42	3818
中煤	17.12	3.8	54.74	2810	精煤+中煤	85.29	4.36	44.89	3616
矸石	14.71	2.8	76.34	1014	全样	100	4.13	49.52	3233
合计	100	4.13	49.52	3233					



六、末煤干选技术发展存在的问题

干法选煤厂设计现状

- ❑ 选煤设计规范中干选内容严重不足；
- ❑ 无干选相关设计标准和设计手册；
- ❑ 设计单位和干选设备厂商缺少合作；
- ❑ 缺乏有资质的专业干选设计院所；
- ❑ 环保和安卫水平有待提高；
- ❑ 干选厂智能化设计缺乏和滞后；
- ❑ 某些地方任性的环保政策制约双干工艺发展。



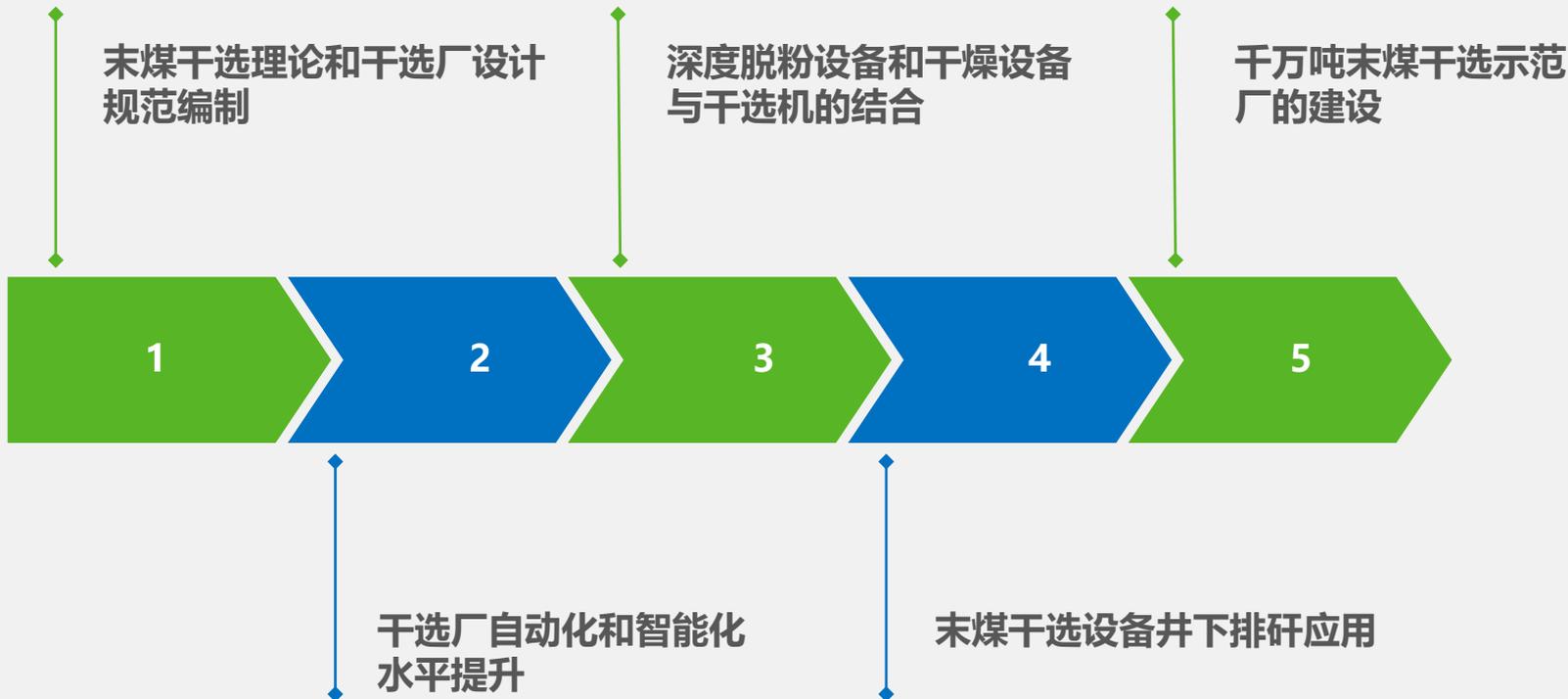
六、末煤干选技术发展存在的问题

干法工程设计发展滞后原因分析

- 国家及行业有关管理部门重视不够；
- 坚持以降灰为选煤终极目标的传统观念；
- 动力煤选煤不综合考虑水分和灰分对精煤热值的影响；
- 对低阶煤水洗方案水分取值和生产实际偏差较大，
干湿工艺对比论证理论不充分，争议较大；
- 干选系统相对独立简易，投资少，设计费低，设计单位积极性不高；
- 人才匮乏；



七、末煤干选技术发展前景展望





八、结论

- ◆ 干法选煤可克服末煤湿法分选工艺的一些弊端；
- ◆ 末煤干选技术取得长足进步，具备大规模应用的条件；
- ◆ 各粒级分选密度和精度存在着显著差异；
- ◆ 水分低，松散度好，易选煤应全粒级入选；
- ◆ 粘湿煤，粉煤量较大末煤推荐采用预脱粉和预干燥工艺；
- ◆ 矸石量大，可选性难选煤应采用主再选工艺；
- ◆ 高水分煤粉采用流化床干燥脱水；
- ◆ 注意利用风力分级作用；
- ◆ 干选技术的发展需要政策扶持，理论创新，提高智能化水平及推进井下排矸应用



谢谢聆听!

唐山市神州机械有限公司



地址: 唐山唐柏路三角地南6号

电话: 15232633118

www.tsshenzhou.com

Email: xyk@tsshenzhou.com