



有关干法选煤厂 工程设计问题的探讨和实践

煤炭行业干法选煤工程研究中心
唐山市神州机械（集团）有限公司

2018年11月22日

目 录



一、干法选煤技术及其应用前景



二、干法选煤厂工程设计现状及分析



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题



(一) 项目前期论证



(二) 干选工艺设计



(三) 干选系统布置



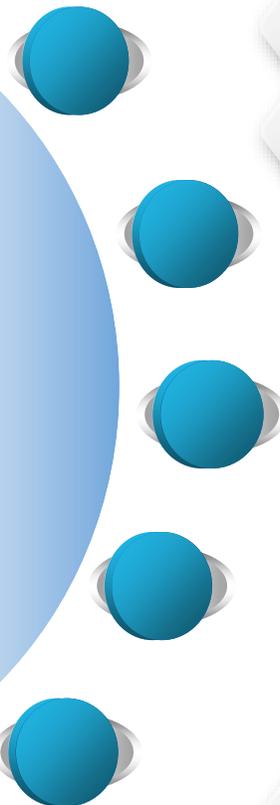
(四) 环保设计



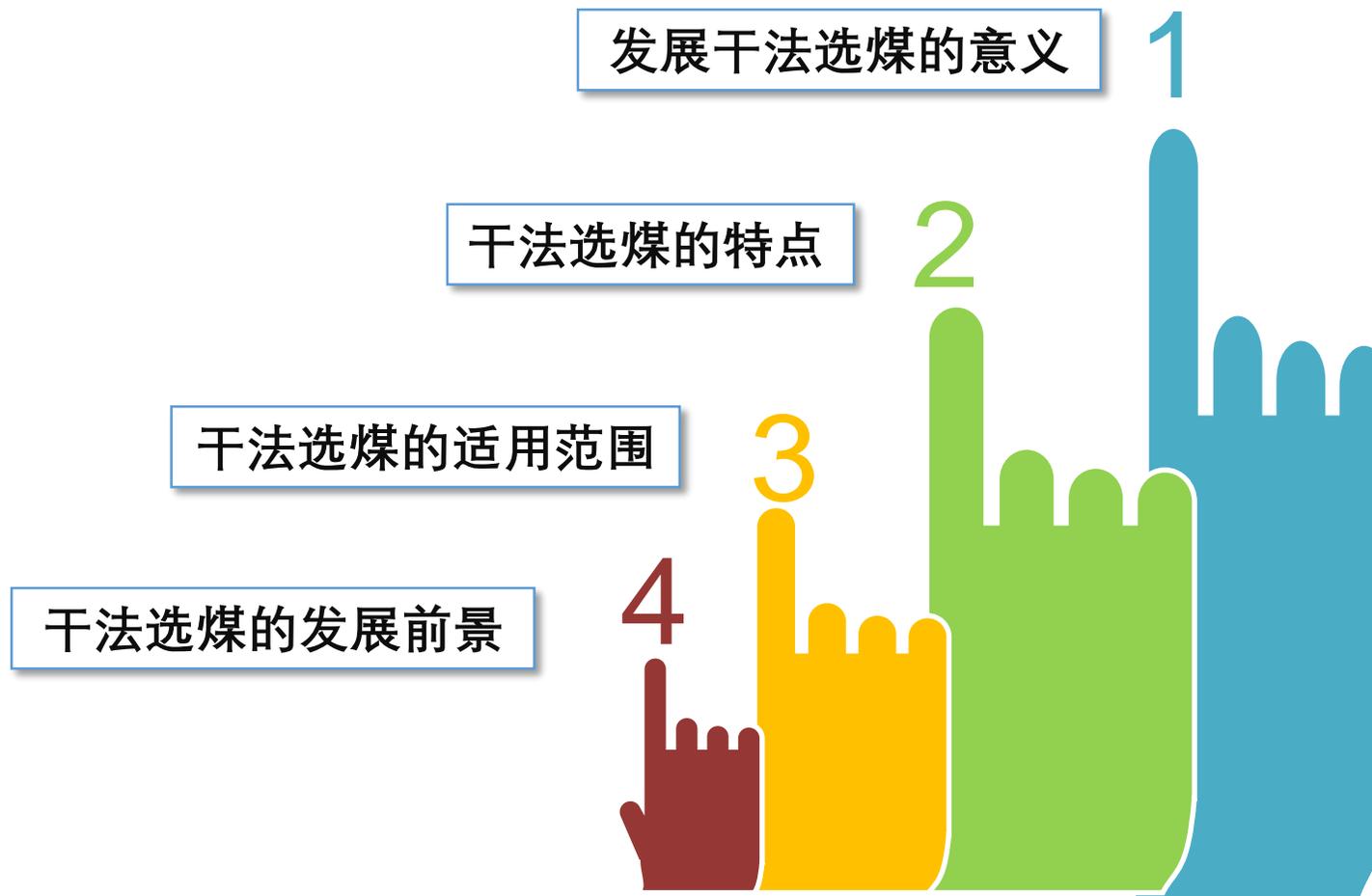
(五) 自动化和智能化



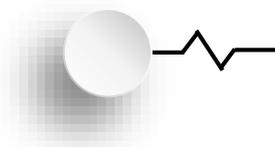
四、关于干法选煤厂工程设计的一些设想



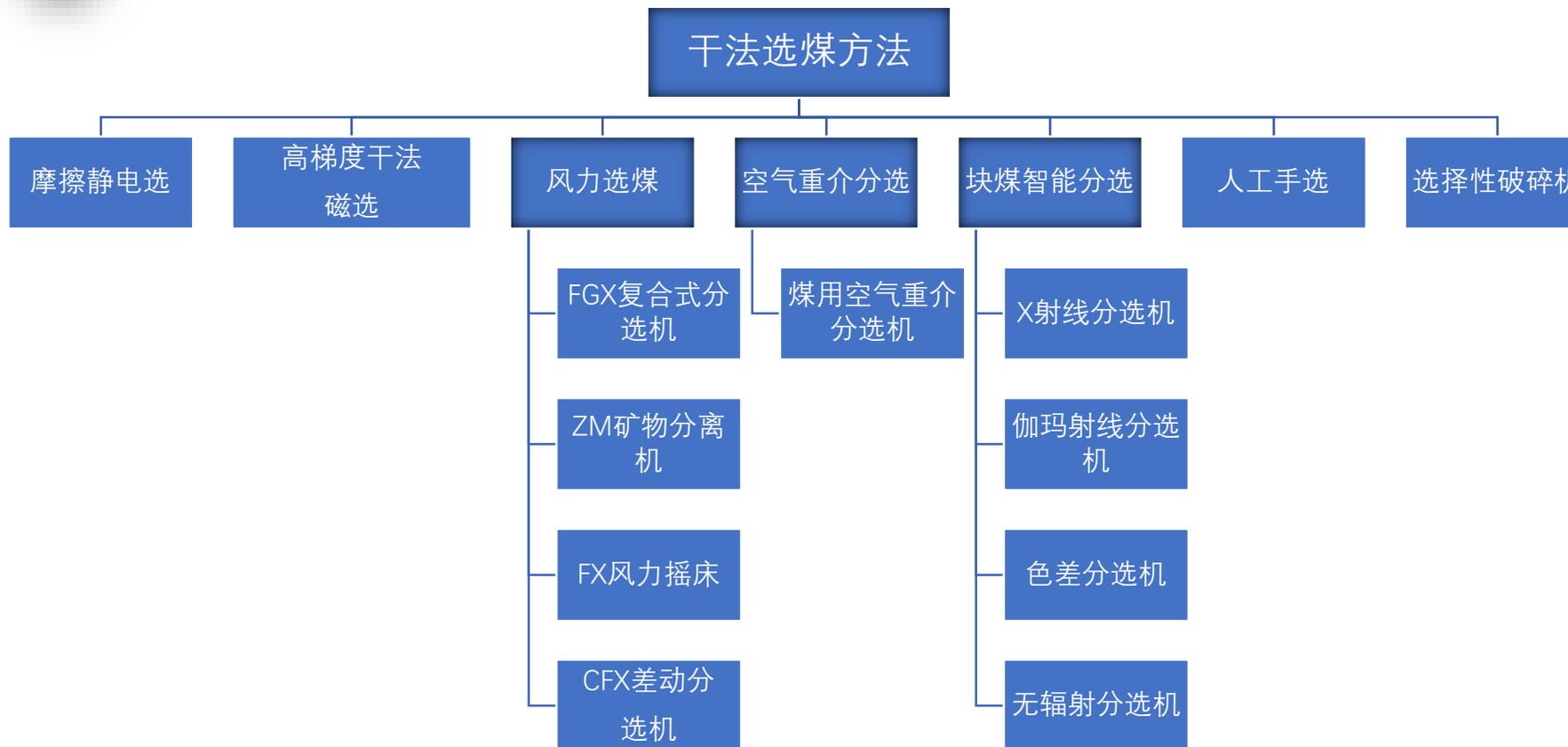
一、干法选煤技术及其应用前景



一、干法选煤技术及其应用前景



干法分选技术分类



发展干法选煤的意义

- 提供了一种新的选煤技术途径（解决不宜湿法分选的煤炭分选问题）；
- 提高了煤炭入选比例；
- 节约水资源；
- 节能减排，避免煤泥水污染，减少空气污染；
- 经济有效的选煤方法
 - 投资少，加工费低；
 - 可以处理易泥化煤；
 - 避免水洗煤泥产品，精煤产率高；
 - 解决了动力煤水洗煤泥水处理，产品水分高及冻车等难题

干法选煤的特点

- 适合高密度排矸；
- 分选精度不如重介选；
- 干选不增加动力煤产品水分，没有湿法选煤灰水相抵现象，弥补了干选精度差的劣势；
- 特别适合+3mm块煤分选；
- 工序简单，设备台数少，管理简单，劳动效率高；
- 商品煤产品水分低，适合生产水分要求严的化工煤等；
- 原煤适应性强；



干法选煤的适用范围

- 动力煤分选（也可用于动力煤预排矸和预脱粉）；
- 炼焦煤选煤厂预排矸；
- 褐煤等泥化煤分选；
- 矸石泥化严重的煤炭分选；
- 高硫煤分选；
- 兰炭分选；
- 井工和露天矿脏杂煤氧化煤分选；
- 煤矸石分选；



干法选煤的发展前景

- 符合当前国家科技政策；
- 符合环保政策；
- 适合我国国情；
- 具备大发展的基础和优势；

二、干法选煤厂工程设计现状及分析





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；
- 干选厂多为移动式模块化分选系统，无需工程设计；
- 改造项目的干选系统辅助工程，设计院很少参与；
- 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；
- 无大型正规设计干选项目案例；

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；
- 干选系统为移动式选煤厂，系统高度集成，无需大规模基建设计，设计单位参与少；
- 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；

干法工程设计形势和新要求

- 近年来干法选煤技术和装备跨越式发展；
处理能力 and 分选精度大幅提高
- 低阶煤和易泥化煤的干法分选已经推广应用；
- 使用干选工艺改造湿法选煤厂获得成功，成功解决了动力煤水洗煤泥等难题；
- 日趋严格的环保要求；
保护水资源，节能减排，资源综合利用，洁净煤技术发展需求
- 新建或改造大型干选厂过程中对正规工程设计文件和标准的迫切要求；
- 大型煤企积极筹建大型干法选煤厂的趋势；



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

主要以摇床式风力选煤厂设计为对象



(一)、项目前期论证

干选效果预测



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题



(一)、项目前期论证

煤炭可选性分析

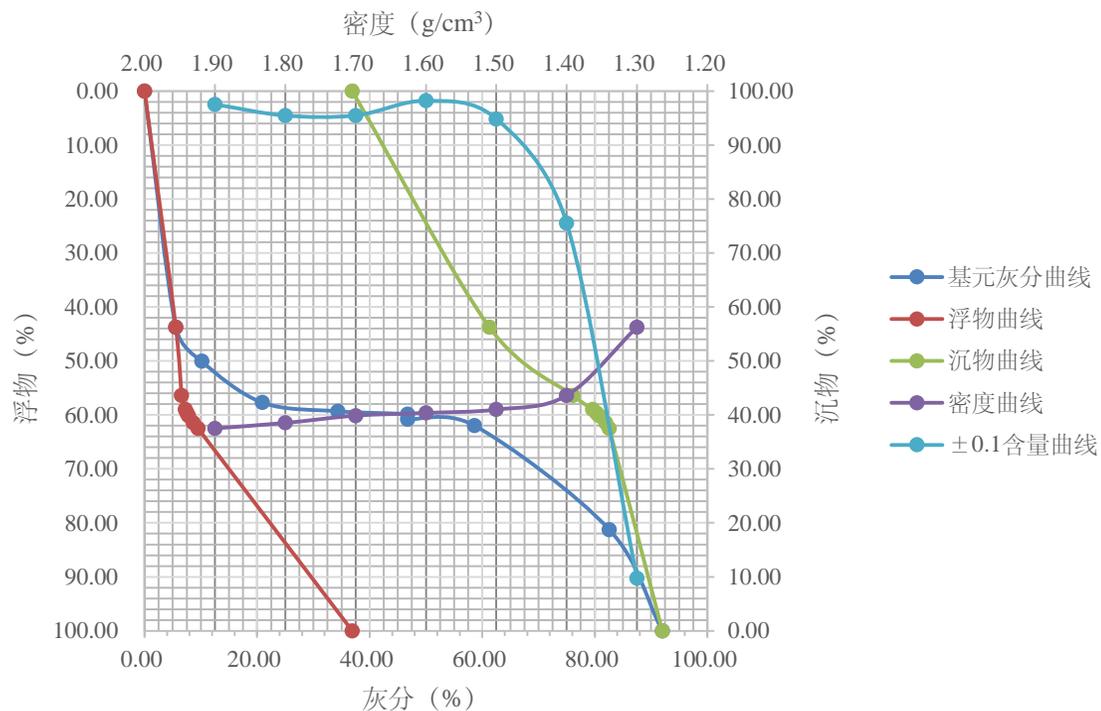
同煤某矿50-25mm块原煤浮沉组成

密度 g/cm ³	产率 %	灰分 Ad%	浮物累计 产率%	浮物累计 灰分%	沉物累计 产率%	沉物累计 灰分%	密度 g/cm ³	±0.1含量
<1.3	43.73	5.55	43.73	5.55	100.00	36.90	1.30	90.27
1.3-1.4	12.68	10.16	56.41	6.59	56.27	61.26	1.40	24.45
1.4-1.5	2.60	20.91	59.01	7.22	43.59	76.13	1.50	5.15
1.5-1.6	0.62	34.34	59.63	7.50	40.99	79.63	1.60	1.79
1.6-1.8	1.85	46.72	61.48	8.68	40.37	80.33	1.70	4.51
1.8-2	1.01	58.64	62.49	9.49	38.52	81.94	1.80	4.53
>2	37.51	82.57	100.00	36.90	37.51	82.57	1.90	2.46
合计	100.00	36.90						

三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(一)、项目前期论证

煤炭可选性分析



高密度分选时各粒级可选性；
原煤可选性随分选密度的变化；
原煤粒度分布， -3mm粉煤含量；
可选性评价辅助指标：

- 矸石含量；
- 各粒级松散度；
- 各粒级硫分的分布；
- 各粒级水分的变化；

原煤热值随水分和灰分的变化规律；
矸石泥化试验；
干选粉尘量和水洗煤泥量的预测；

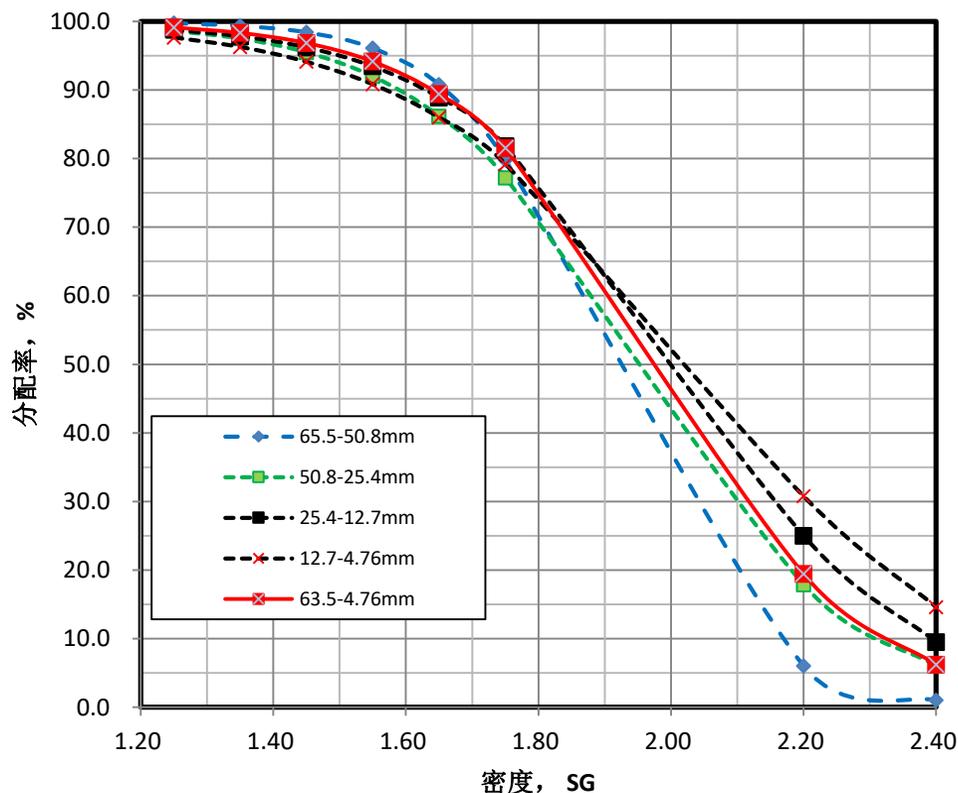


三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(一)、项目前期论证

干选模拟计算

完善分选性能经验模型



经验模型:

$$SG-SG_{50}=-0.06\ln(AGS)+0.192$$

$$Ep/SG=-0.0209*\ln(AGS)+0.1544$$

注: 各粒级分选密度SG、
综合分选密度SG₅₀、
入料平均粒度AGS、
可能偏差Ep

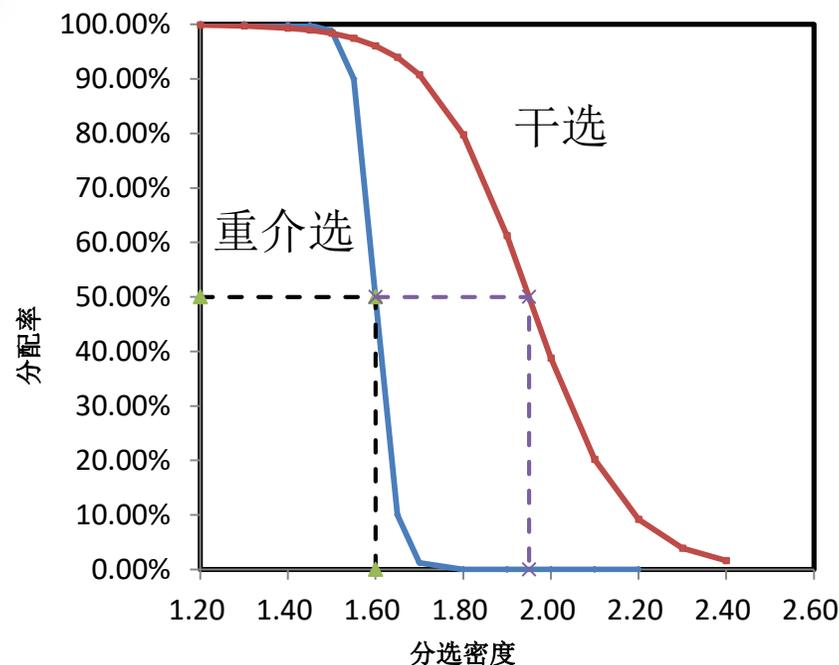
- 对设备分选性能进行分析
- 原煤分选指标预测
- 湿法和干法分选工艺对比



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(一)、项目前期论证

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
干选精煤热值接近或高于重介精煤
干选精煤产率更高

分选工艺	分选密度 g/cm ³	分选精度 Ep, g/cm ³	精煤产率 %	精煤灰分 Ad%	精煤水分 Mt%	精煤低位发热量, kcal/kg
重介浅槽	1.65	0.03	59.87	7.66	28.0	4519
干选	1.85	0.144	61.35	8.90	24.5	4655
干选	1.95	0.113	62.49	9.98	24.5	4597

(一)、项目前期论证

河北省煤炭干法分选装备工程技术研究中心



煤质化验分析；
干选中试；
干选方案设计；

(一)、项目前期论证

半工业性试验

移动试验车 (10 吨/小时)



美国

澳洲



(一)、项目前期论证

工业性试验

国电投霍林河南露天矿（70吨/小时）



项目特点：
断层，薄煤层，顶底板煤，风氧化煤分选回收！
易泥化，粉砂岩含量高褐煤分选！

不同劣质褐煤干选分选效果

煤样名称	原煤热值, Kcal/kg	精煤产率, %	精煤热值, Kcal/kg	精煤热值提高值, Kcal/kg	+6mm精煤产率, %	+6mm精煤热值, Kcal/kg	精煤脱粉后热值提高值, Kcal/kg
扎矿劣质煤	1345	35.48	3051	1706	29.35	3279	1934
南露低热煤	1841	47.38	2604	763	35.00	2752	911
北露断层煤	2018	58.19	2607	589	39.70	2985	967
17#顶板煤	2359	54.37	2824	679	31.73	3367	1222
17#底板煤	2829	95.54	3061	205	59.79	3353	523
南露薄层煤	3628	81.32	3969	341	/	/	/

(一)、项目前期论证

末煤水洗和干选实际工业性试验对比（一万吨）

鄂尔多斯某矿-9mm末煤不同工艺分选试验对比

工业性试验日期：2017-11-5		末煤重介：分选密度1.58，粗煤泥TBS分选， 细煤泥回收后干燥掺入精煤产品			
产品名称	计算产率 %	水分 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St, d%	低位发热量 kcal/kg
原煤		26.70	13.02	0.92	4376
精煤（含干燥后煤泥）	83	29.58	10.45	0.30	4479
压滤煤泥干燥前	9	38.00	23.51	0.54	3102
压滤煤泥干燥后	9	30.40	24.74	0.42	3466
粗煤泥	10	34.90	10.62	0.39	3902
精煤（末精煤+所有未干燥煤泥）	93	30.98	10.07	0.28	4385
矸石	7				
实际干选工业生产采样日期： 2017-10-24		全粒级干选			
产品	计算产率 %	水分 Mt%	灰分 Ad%	硫分 St, d%	低位发热量 kcal/kg
原煤	100.0	25.99	13.21	1.22	4373
精煤	85.23	26.50	11.61	0.71	4445
中煤	12.18	26.30	14.41	0.94	4360
总精煤（精煤+中煤）	97.40	26.48	11.96	0.74	4434
矸石	2.60	7.90	60.02	19.43	2055

水洗：

- 分选密度低；
- 精煤灰分和硫分低，过度洗选；
- 精煤水分增加，精煤热值提高不显著甚至下降；
- 末煤泥化严重，精煤产率低；
- 水洗煤泥水分大，需要干燥；
- 投资和加工成本高

干选：

- 分选密度高；
- 精煤灰分和硫分相对较高；
- 分选不用水，精煤热值接近甚至高于高于水洗精煤热值；
- 无水洗煤泥；
- 投资和加工费低



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(二)、干选工艺设计

灵活的工艺设计

分级和不分级入选

1

预先脱粉和选后脱粉

2

不同干选设备的组合

3

一次分选和主再选

4

干法和湿法工艺的配合

5





三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(二)、干选工艺设计

分级和不分级入选

优先选用不分级入选；

系统简单，成本低；

细粒煤粉形成自生介质有利于块煤分选；

粗细粒级可选性差异较大，采用分级入选

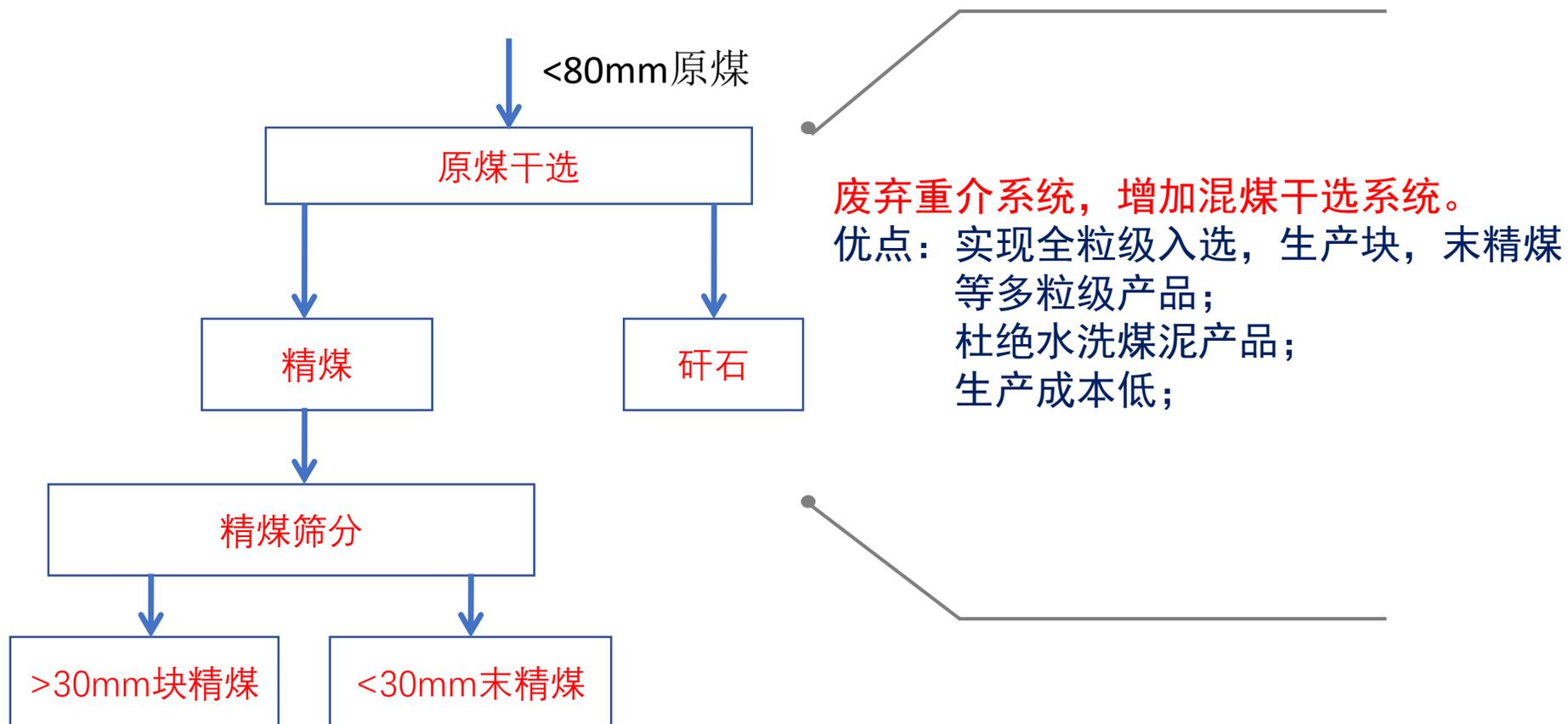


三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(二)、干选工艺设计



榆树井干选厂分选工艺流程-全粒级干选（不分级入选）



(二)、干选工艺设计

预先脱粉和选后脱粉

优先选用不脱粉工艺；

系统简单，成本低；

可利用干选过程粒度分级现象回收煤粉；

<3mm煤粉有一定分选作用；

<3mm脱粉效率低；

精煤含大量高灰细泥，可采用选后脱粉；

(二)、干选工艺设计

预先脱粉和选后脱粉

同煤某矿-50mm干选试验结果（2018-7-6）

粒度 mm	产率		发热量 $Q_{net,ar}$ Kcal/kg			硫分 $St.d\%$			灰分 $Ad\%$		
	原煤	精煤	原煤	精煤	变化值	原煤	精煤	变化值	原煤	精煤	变化值
50-25	16.00	11.16	1413	4847	3434	1.60	0.19	1.41	73.91	7.29	66.62
25-13	10.70	14.92	2506	4787	2281	4.48	0.23	4.25	52.33	9.37	42.96
13-6	12.66	18.12	3409	4369	960	2.77	0.56	2.21	35.33	17.08	18.25
6-3	15.65	19.13	3591	4012	421	1.25	0.47	0.78	29.84	23.06	6.78
-3	44.99	36.67	3645	3666	21	0.57	0.66	-0.09	29.03	28.41	0.62
合计	100.00	100.00	3128	4159		1.54	0.49	1.05	39.63	20.14	19.49
产率	精煤产率=68.67%										

(二)、干选工艺设计

选后脱粉案例-1



宁煤集团汝箕无烟煤分公司
100万吨/年干选厂（脏杂煤）

干选分选效果

产品	粒度, mm	产率	灰分
精煤	>70	12.47	18.14
	70-5	14.12	24.24
	5-0	8.35	49.08
	合计	34.94	27.98
筛除煤粉	5-0	7.53	49.08
中煤		18.00	52.21
分选矸石		29.53	75.68
智能矸石		10.00	79.71
合计		100.00	53.20

(二)、干选工艺设计

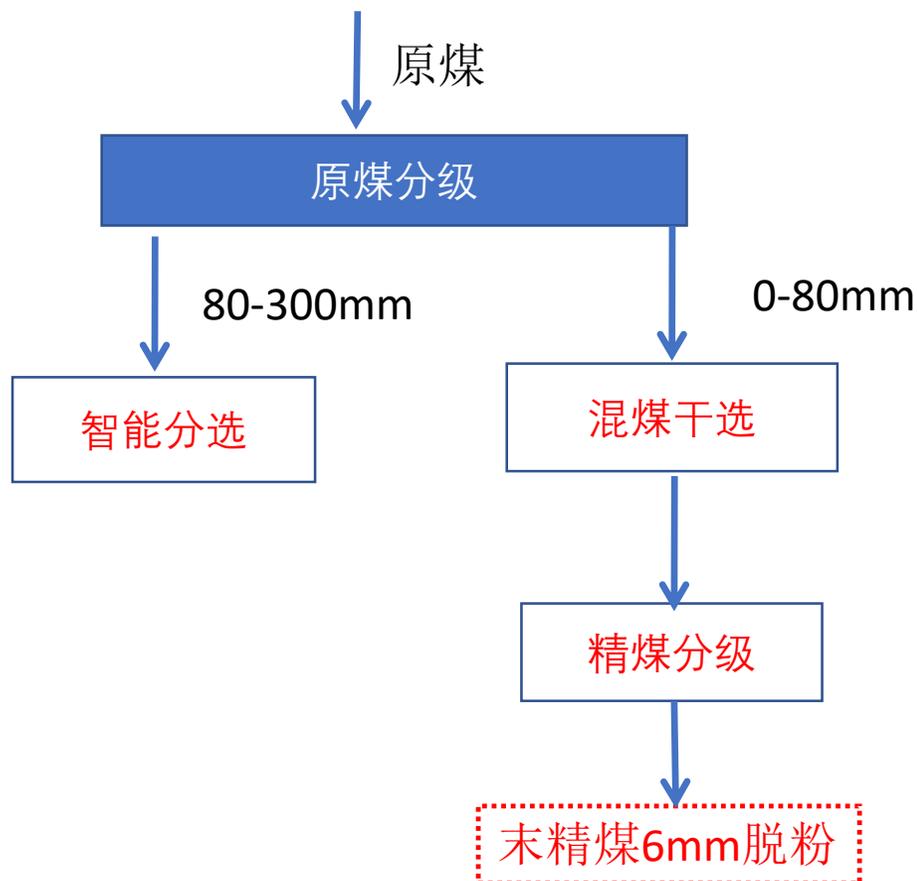
选后脱粉案例-2



项目地址：霍林郭勒
投产日期：2018年10月
建设规模：200万吨/年
原煤煤质：高水高灰低热值弃煤，
-300mm混煤入选

项目特点：
断层，薄煤层，顶底板煤，风氧化煤
分选回收！
易泥化，粉砂岩含量高褐煤分选！

国电投霍林河南露天矿



(二)、干选工艺设计

不同干选设备的组合

>250mm-----无辐射干选（色差分选；视觉测体积加测重密度计算方法）

250-80（50）mm----X-射线智能分选，伽马射线分选

80（50）-13mm---- 复合式风选；

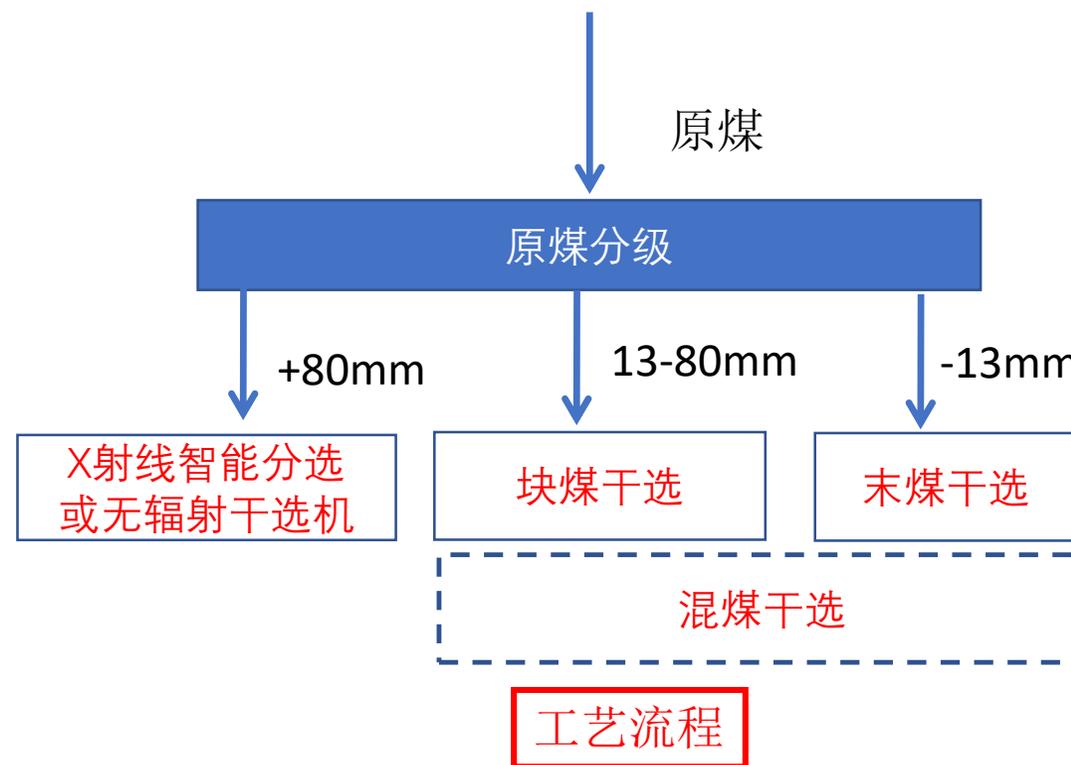
<13mm----末煤分选机

(二)、干选工艺设计

全粒级干选工艺流程（分级入选）

组合工艺优势：

- 发挥各子系统特长
- 各系统独立运行
- 实现全粒级分选
- 不增加末煤水分
- 降低生产成本
- 产品结构灵活



(二)、干选工艺设计

一次分选和主再选

原煤为易选煤，末煤含量低，产品质量要求不高可采用简单一次分选；

难选煤，矸石量大或末煤含量高可采用多次分选；

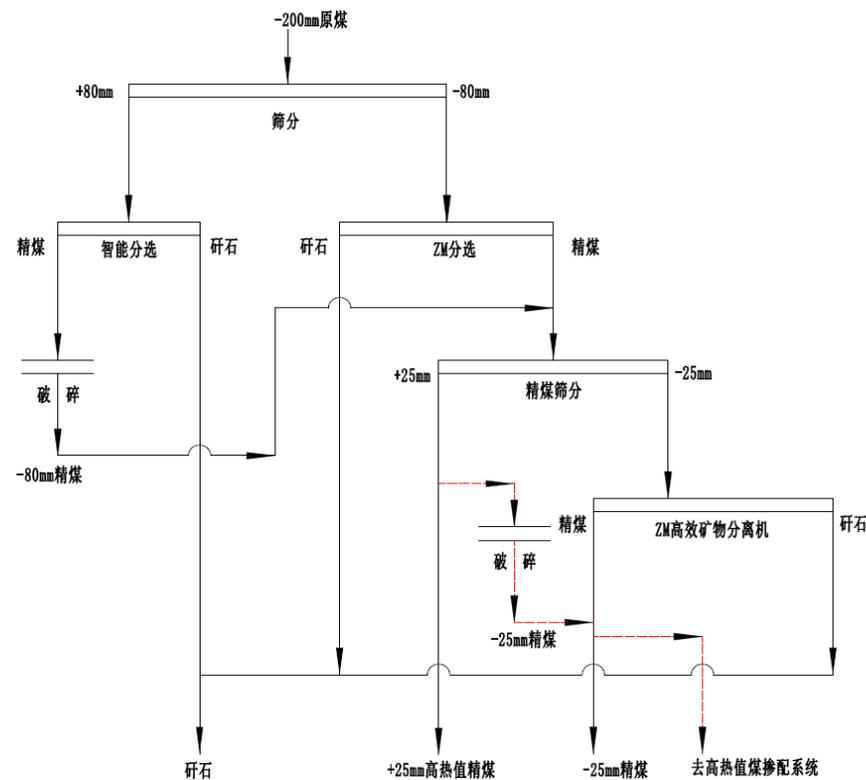
特高硫末煤分选可采用多次分选；

特高灰煤可采用多次分选；

(二)、干选工艺设计

主再选应用案例

项目地址：新疆某矿动力煤分选



(二)、干选工艺设计



褐煤脱硫应用案例

项目地址：鄂尔多斯丰胜奎煤矿

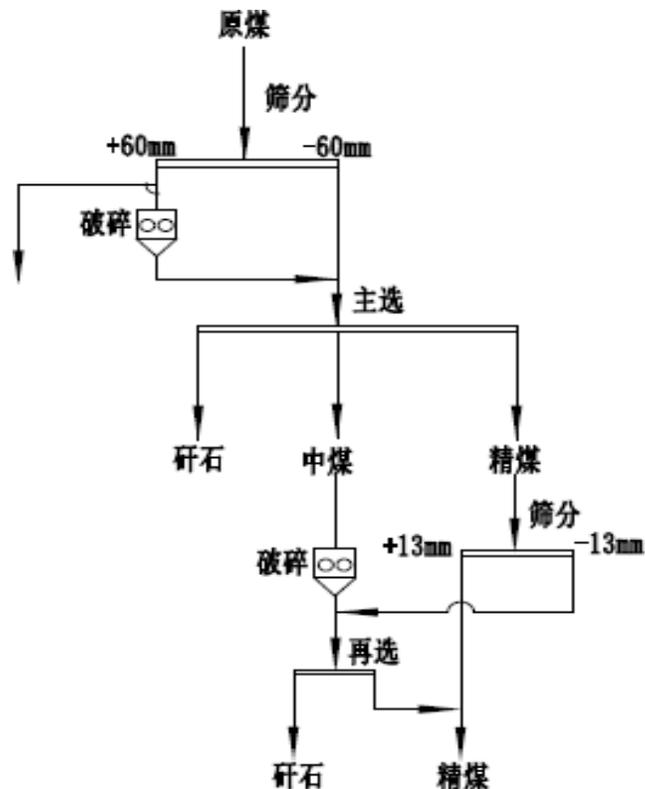
试验日期：2017年3月

建设规模：70万吨/年

原煤煤质：高硫烟煤， -60mm混煤入选

高硫褐煤脱硫分选

分选要求： 脱硫率 $>85\%$ ，精煤硫分 $<0.8\%$





(二)、干选工艺设计

干法和湿法工艺的配合

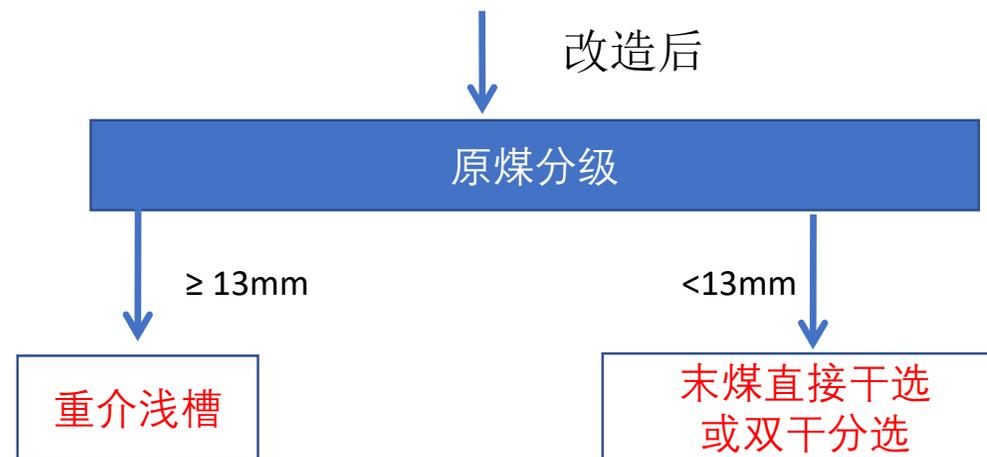
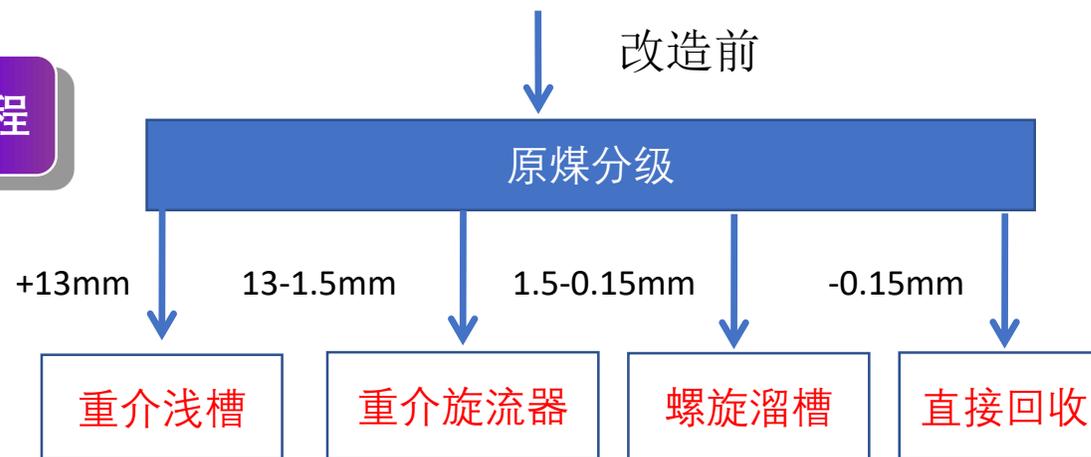
- 湿法分选和干选分选可相互弥补协作；
- 重介选和跳汰选适合不易泥化难选动力煤的分选；
- 干选适合易泥化易选动力煤的分选；
- 高密度分选易选煤重介和跳汰没有明显优势；
- 高密度分选易选煤末煤干选更具精煤产率和热值优势；
- 重介可分选干选块精煤，生产低灰化工煤。

(二)、干选工艺设计

常见全级入洗动力煤分选工艺流程

优点:

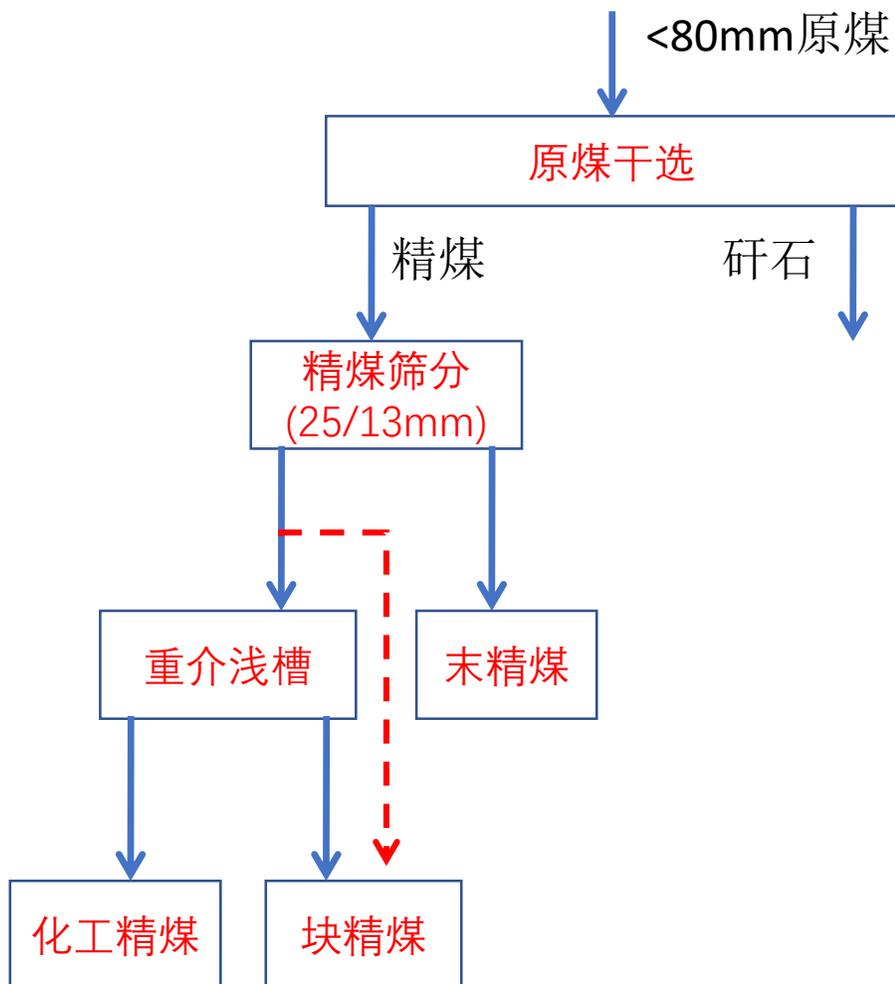
- 大幅减少水洗煤泥量;
- 总精煤产率高;
- 大幅提高末精煤热值;
- 显著降低生产成本;



(二)、干选工艺设计



改造后分选工艺流程-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；

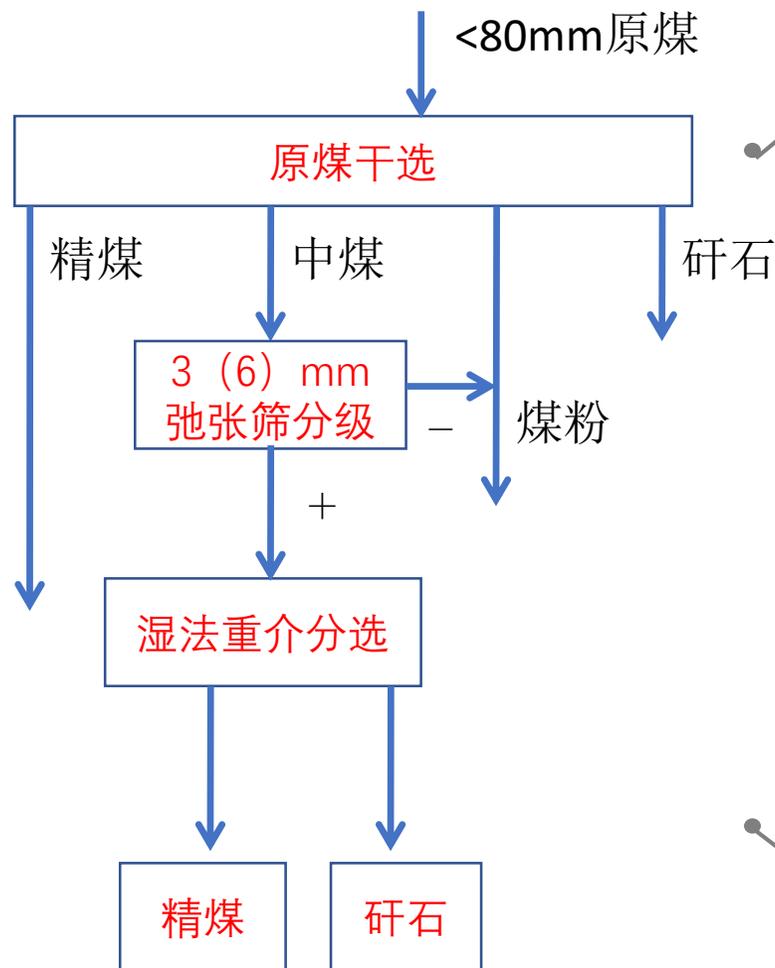
可只利用干选系统生产高灰精煤，也可利用原重介系统生产低灰精煤。

缺点：干湿两套系统 管理难度大；

(二)、干选工艺设计



难选易泥化煤分选工艺流程-干选预排矸预脱粉湿法再精选



原煤中矸石易泥化且-3mm含量大，可选性为中等或难选，市场对产品质量要求高；

优点：

干选预排矸和预脱粉同时进

行；

干选过程风力预脱粉，减少弛张筛负荷提高筛分效率；
发挥湿法重介选精度高优势；
降低水洗下限时无矸石泥化和煤泥；

缺点：干湿两套系统 管理难度大；



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(三)、干选系统布置



(三)、干选系统布置

新厂建设

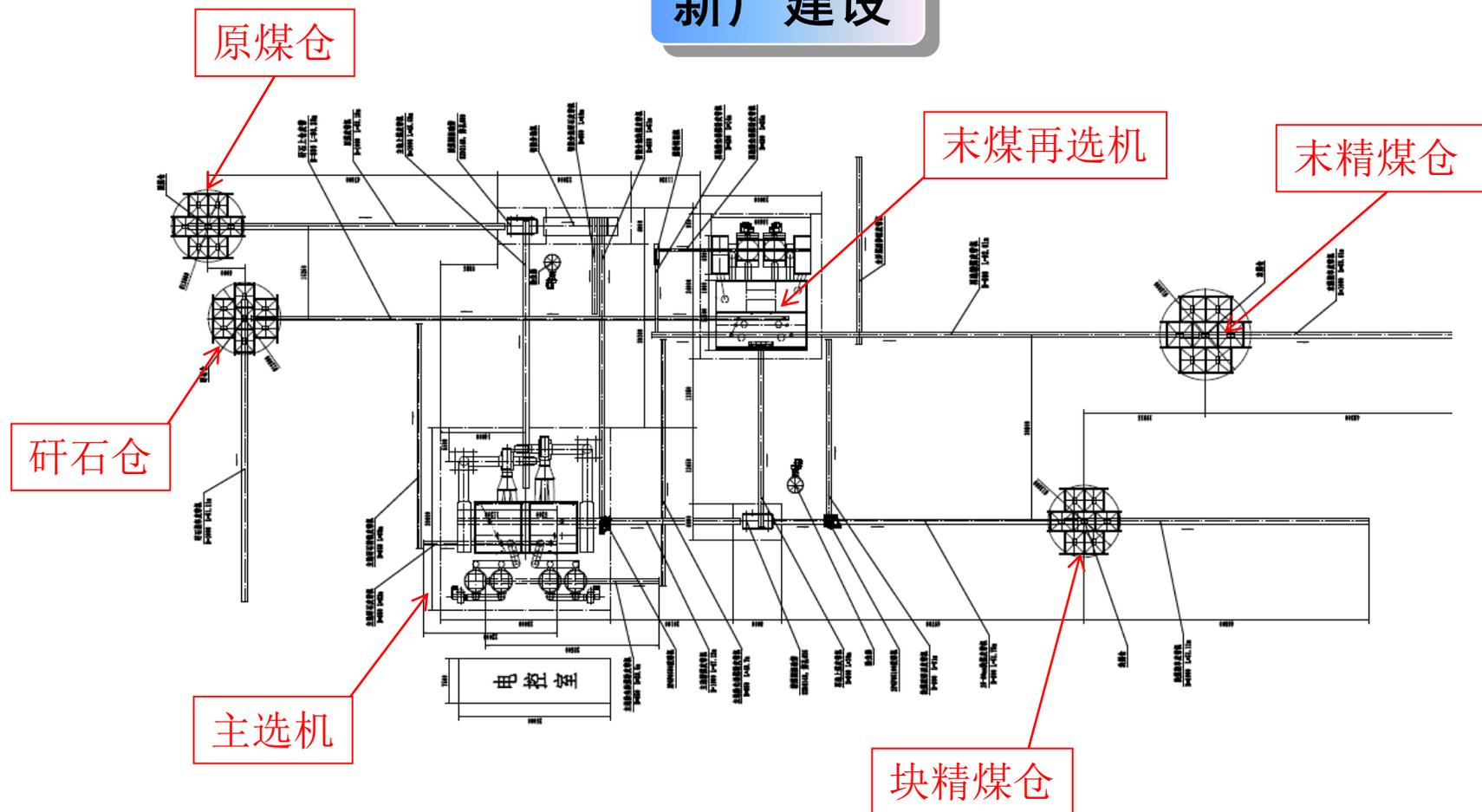
- 原煤仓，产品仓等储运设施，杜绝煤炭落地；
- 皮带走廊封闭，干选主系统加盖厂房；
- 配置末煤再选系统；
- 引入高效筛分设备生产多粒级产品；
- 提高自动化程度；



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(三)、干选系统布置

新厂建设



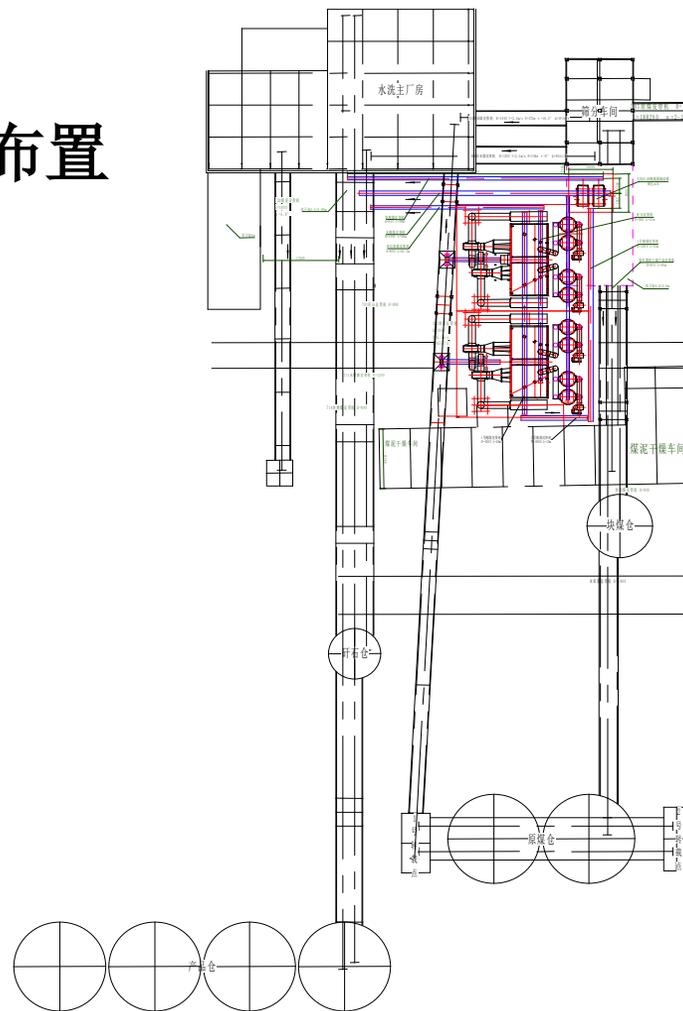
(三)、干选系统布置

老厂改造

- 充分利用现有原煤仓，产品仓等储运设施；
- 只在原有工业场地布置干选系统；
- 尽可能恢复利用块煤水洗工艺；
- 注重湿法和干选的结合；
- 增加产品品种，改善产品结构；

(三)、干选系统布置

榆树井干选厂总图布置



(三)、干选系统布置

山东临矿集团榆树井矿选煤厂（改造前）



(三)、干选系统布置

山东临矿集团榆树井矿选煤厂（改造后）



(三)、干选系统布置

露天矿干选厂

- 露天矿场安装移动式干选厂；
- 提高资源回收率，将低热煤提质到电煤；
- 提高采掘设备效率；
- 减少剥离量和排土场容量；
- 降低煤岩混合物自燃对环境的污染；

(三)、干选系统布置

露天矿干选厂

俄罗斯迈尔斯科露天矿有限公司





三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(三)、干选系统布置

露天矿干选厂

霍林河南露天矿2Mtpa干选厂





三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(四)、环保设计



(四)、环保设计

粉尘治理

- 标准化除尘系统设计，满足粉尘排放国家标准；
- 厂房，皮带走廊，转载点密封除尘；
- 单级和多级除尘系统；
- 操作空间净化，二次除尘；
- 粉尘收集和治理，防止二次污染；
- 粉尘产品单独储运和销售的可能性；



(四)、环保设计

噪音防治

- 系统封闭，风机单独隔离；
- 封闭设施内涂隔音降噪材料；
- 主机和风机基础减震设计；



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(四)、环保设计

防爆要求

严格按照《煤矿安全生产规程》和相关规范进行电气防爆设计；
煤尘集聚设施如封闭厂房和走廊、仓、除尘器集尘斗、
库等要设有防爆设施。



三、干法选煤厂工程设计中几个相关问题

(五)、自动化和智能化

- 加快智能化干选厂建设步伐，实现干、湿选煤厂智能化同步发展；
- 搭建智能化基础平台；
- 智能分选；
 - 提高干选机应对煤质变化的调节速度和精度
(风量风压大小、分选床角度、排料横板高度) 等。
- 设备在线监控；
 - 震动和温度信号采集，故障预警等。
- 带式输送机节能调速；
-

四、关于干选厂工程设计的一些设想



- 招聘培养干法选煤设计队伍；
- 组建首家正规的干法选煤工程设计专业公司
- 编制《干法选煤设计手册》和《干法选煤设计规定》；
- 修改完善GB50359-2016《煤炭洗选工程设计规范》中有关干选条款；
- 针对不同煤质和煤炭产品定位要求，进一步探索优化干选工艺；
- 充分利用现代工程技术，改进干选系统，进一步发挥干法选煤系统组装式、可移动式、模块化的特点，使其更安全、更环保、更高效；
- 根据大型煤矿对地面生产系统安全性、可靠性方面的严格要求，制定大型干法选煤厂的系统配置标准；
- 校企合作开发干法选煤设计和计算软件；
- 加快干选厂的三维协同设计；
- 建设自动化，信息化和智能化干选厂；
- 两年内首座千万吨级干法选煤示范厂的建设；



谢 谢

欢迎各位专家莅临神州机械集团公司指导工作！

