

复合式干法选煤技术在中国的应用

李功民, 杨云松
(唐山市神州机械有限公司, 河北 唐山 063001)

摘要: 论述了 FGX 型复合式干法选煤设备的结构、分选机理、技术特征、分选效果和推广应用情况; 该系统不用水, 投资少, 工艺简单, 生产成本低, 对环境污染少, 占地面积小, 建设周期短, 设备运转可靠, 入料粒度范围宽; 选煤厂生产实践表明, 应用该系统生产动力煤, 可获得较好的经济和社会效益。

关键词: 复合式干法选煤系统; 结构; 特点; 效果; 应用

中图分类号: TD455.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-8397 (2006) 05-0033-04

复合式干法选煤技术是我国独创的、适合我国国情的新型选煤方法。应用该法选煤既节能、节水、保护环境、发展洁净煤技术, 又能适应不同类型动力煤煤炭企业的需求, 为解决我国褐煤等易泥化煤炭的洗选加工难题、煤矸石综合利用问题以及提高原煤入选率等诸多方面做出了重要贡献。唐山市神州机械有限公司是中国复合式干法选煤成套设备的专业制造公司, 拥有自主知识产权。

1 复合式干选机的结构、分选原理

复合式干选机采用自生介质 (入选原煤中所含细粒煤) 与空气组成气固两相混合介质; 借助机械振动使物料做螺旋翻转运动, 进行多次分选; 再充分利用逐渐提高的床层密度产生的浮力效应进行分选。按照这一总体思路, 对床面形状、振动形式、物料运动轨迹、床层厚度控制、

风力分布、风量控制、床面角度调节以及供风除尘工艺配套等设计了相应的结构, 创造出了一种全新的复合式干法分选机, 由分选床、振动器、风室、机架和吊挂装置等组成。分选床由床面、背板、格条、排料挡板组成。床面下有可控制风量的风室, 由离心通风机供风, 气流通过床面上的风孔作用于分选物料。采用吊挂装置将分选床、振动器悬挂在机架上, 可任意调节分选床的纵向和横向角度。

2 复合式干法选煤系统的结构

复合式干法选煤系统包括给料、分选、供风除尘、电气控制以及产品输送几个部分。FGX-12 型复合式干法选煤系统结构如图 1 所示, 该系统在山东兖矿集团北宿矿干选厂应用的工艺流程见图 2。

3 FGX 系列干法选煤设备技术特征 (见表 1)

表 1 FGX 型系列复合式干法选煤成套设备技术特征

型 号	FGX-1	FGX-2	FGX-3	FGX-6	FGX-9	FGX-12	FGX-18A	FGX-24A	FGX-24	FGX-48A
分选面积 /m ²	1	2	3	6	9	12	9×2	12×2	24	24×2
入选粒度 /mm	60~0	60~0	80~0	80~0	80~0	80~0	80~0	80~0	80~0	80~0
入料外在水分 /%	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9	<9
处理能力 /t·h ⁻¹	8~10	18~20	25~30	50~60	75~90	90~120	150~180	180~240	180~240	350~480
选煤数量效率 /%	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90	>90
系统总功率 /kW	24.15	59.97	73.77	142.87	248.27	323.07	448.47	640.94	635	1255
外型尺寸 (长×宽×高) /m	6.2×4.1 ×6.4	7.5×6.2 ×6.89	9.6×9.22 ×8.25	12.2×11.5 ×9.6	16.4× 11.5×9.6	16×13.5 ×10	20.3×13.9 ×10	25×13.5 ×10	18×13 ×9.5	32×13 ×9.5

收稿日期: 2006-08-14
作者简介: 李功民 (1955—), 男, 河北唐山人, 唐山市神州机械有限公司总经理, 高级经济师。

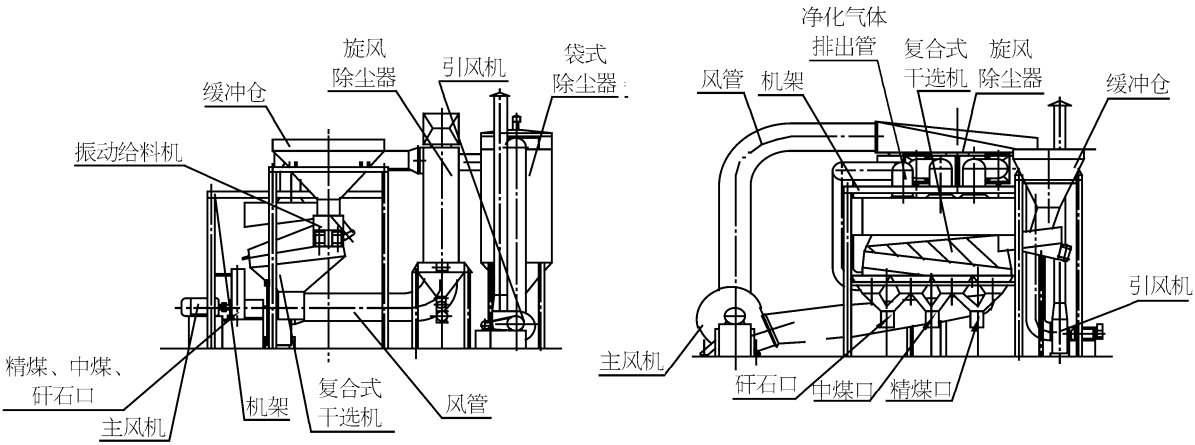


图 1 FGX - 12型复合式干选系统结构

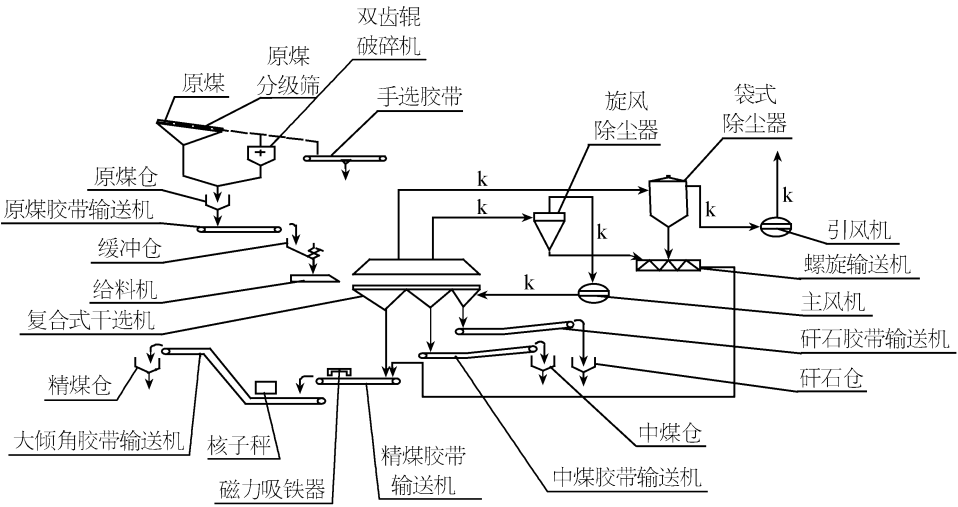


图 2 兖矿集团公司北宿矿干选厂设备流程图 (45万 t/a)

4 复合式干法选煤的分选效果

复合式干法选煤技术适用于动力煤排矸，不仅可降低商品煤灰分，提高煤炭发热量，还避免了湿法选煤增加产品水分的缺点；并可应用于无机硫为主要含硫成分的高硫煤，脱除 +2mm 的粒状、块状黄铁矿及其结核、连生体等，以降低商品煤硫分，从而保证商品煤质量稳定。复合式干法分选机的分选效果见表 2 主要分选指标见表 3 脱硫效果见表 4。

5 复合式干法选煤的特点

(1)不用水。对于干旱缺水地区及冬季严寒地区，干法选煤有特殊意义。

(2)投资少。选煤工艺简单，不需要建厂房。全套 FGX - 6型复合式干法选煤系统，生产能力 60t/h 投资仅 50多万元，而同规模 30万 t/a选煤厂需投资 500多万元。干法选煤投资是湿法选煤投资的 1/5 ~1/10。

(3)生产成本低。干法选煤吨原煤平均加工费 2元，而跳汰选煤加工费 6~8元 /t 干法选煤加工费是湿法选煤的 1/3 ~1/4。

(4)劳动生产率高。干法选煤系统操作人员 2~3人，劳动生产率高达 80 ~250t/人。干选设备越大，劳动生产率越高。

(5)商品煤产率高。不产生煤泥，排除矸石后商品煤全部回收，除尘系统收集的煤尘也全部回收。

表 2 复合式干选机分选效果

煤矿	煤种	入料粒度 /mm	原煤灰分 /%	精煤 %		中煤 %		矸石 %	
				产率	灰分	产率	灰分	产率	灰分
黑龙江鸡西局滴道矿	气肥煤	80~0	48.00	62.00	31.00	16.00	40.00	22.00	73.48
辽宁沈阳矿务局前电矿	褐煤	80~0	34.37	88.81	23.74	4.42	42.49	6.77	69.22
山西阳泉矿务局五矿	无烟煤	13~0	30.86	85.64	21.44	7.36	51.93	7.00	76.31
河南鹤壁矿务局九矿	瘦煤	50~6	31.56	71.87	17.83	5.50	31.20	22.63	75.24
山西太原东山煤矿	贫煤	50~13	38.62	73.58	26.36			26.42	71.79
内蒙宁城四龙煤矿	长焰煤	50~0	33.39	73.31	23.35	15.03	47.50	11.66	78.30
贵州水城局大河边矿	气煤	50~0	34.25	88.57	27.36			11.43	87.54
宁夏太西选煤厂	煤矸石	150~0	70.85	44.20	58.29			55.80	80.25
江苏徐州龙固煤矿	气煤	80~50	42.68	65.64	25.77			34.60	75.00
神华海勃湾矿业公司 平沟煤矿	焦煤	80~20	35.32	62.61	23.32	14.65	33.43	22.74	69.58

表 3 复合式干选机主要分选指标

分选指标	灵新矿煤样	平沟矿实测
分选密度 δ_p /kg·L ⁻¹	1.98	1.98
可能偏差 E_p /kg·L ⁻¹	0.15	0.24
不完善度 I	0.08	0.12
数量效率 η %	96.65	93.87

表 4 复合式干选机脱硫效果

矿 别	原煤	精煤		降硫率	脱硫率	脱硫完善度
	$S_{d f}$ %	r %	$S_{d c}$ %	η_s %	η_{ds} %	η_s %
山西太原东山煤矿	2.79	58.78	1.83	34.41	61.14	33.96
山西霍州局曹村矿	3.65	88.07	2.67	26.85	35.58	34.61
湖南涟邵局芦茅江矿	2.60	68.44	1.10	57.69	71.04	69.36
陕西澄合局王村矿	3.05	70.59	2.52	17.37	41.68	20.28
山东兖矿集团北宿矿	5.24	77.00	3.28	37.40	51.80	37.00

注: 降硫率 $\eta_s = \frac{S_{d f} - S_{d c}}{S_{d f}} \times 100$ 其中: $S_{d f}$ 为原料煤干基硫分, %; $S_{d c}$ 为精煤干基硫分, %;

脱硫率 $\eta_{ws} = \frac{100S_{d f} - \gamma_c S_{d c}}{100S_{d f}} \times 100$ 其中: γ_c 为精煤产率, %;

脱硫完善度 $\eta_{ws} = \frac{\gamma_c (S_{d f} - S_{d c})}{S_{d f} (100 - A_{d f} - S_{d f})} \times 100$ 其中: $A_{d f}$ 为原料煤干基灰分, %。

(6)选后商品煤水分低。干选不增加水分, 风力对煤炭表面水分还有一定脱水作用, 可减少商品煤中水分对发热量的影响。

(7)可生产多种不同灰分的产品, 满足不同用户对商品煤质量的要求, 取得最大的经济效益。

(8)适应性强, 入料粒度范围宽。可分选褐煤、烟煤、无烟煤等, 效果较好, 并可以灵活地布置在狭窄场地, 适于煤炭企业技术改造。

(9)除尘效果好。采用一段并列除尘工艺和负压操作, 保证大气环境和工作环境不受粉尘污染, 排出的部分气体含尘量小于 50mg/m³, 大大低于国家废气排放标准 150mg/m³ 的要求。

(10)占地面积小。一套 FGX-12 型干选系统 (相当于 60 万 t/a 选煤厂) 占地不到 300m²。

(11)建设周期短、投产快。复合式干选系统为钢结构、装配式选煤厂。用户只需按基础布置图铺设一块水泥地面, 即可安装设备投入生产。

建设周期一般半个月到 1 个月。

(12) 干选机没有复杂易损的传动部件, 运转平稳, 维修量少, 操作简单, 可直接观察到分选效果。

6 复合式干法选煤的应用

由于复合式干法选煤机是一种全新的选煤设备, 煤炭企业对这种新的选煤设备和技术有一个认识过程。唐山市神州机械有限公司自 1997 年艰苦创业, 当年仅推广 2 台 FGX - 3 型小设备, 以后逐年快速推广应用, 至 2005 年, 年销售量已达 120 台套 (表 5), 而且大型设备所占比例逐年增加。目前已在全国 25 个省、市、自治区推广应用 500 多台套, 生产能力达 1.5 亿 t/a 成

为一种重要的动力煤选煤方法 (见图 3), 并出口到美国、俄罗斯、印尼、菲律宾、朝鲜、蒙古等国。

表 5 唐山市神州机械有限公司生产的
复合式干选系统推广应用情况

年 度	台数 台	生产能力 万 t a ⁻¹
1997	2	20
1998	9	105
1999	26	525
2000	40	1200
2001	51	1400
2002	70	2200
2003	90	2780
2004	106	3280
2005	120	3850

7 复合式干法选煤投资及经济效益 (见表 6)

表 6 部分单位应用复合式干法选煤的投资及效益

应用单位	干选机型号	数量 台	总投资 万元	投资 元 · t ⁻¹	年经济效益 万元	投资回收期 月
河南鹤壁煤业集团公司九矿	FGX - 6A	1	160	5.3	401.5	5
山西太原东山煤矿有限公司	FGX - 6A	1	120	4.0	250	4
山西阳泉煤业集团公司五矿	FGX - 6A	1	90	3.0	120	9
辽宁沈阳煤业集团公司蒲河矿	FGX - 6A	1	55	1.8	137.16	5
山东龙口矿务局梁家矿	FGX - 12A	2	340	2.8	417.6	10
山西大同煤矿集团公司煤气厂	FGX - 6	1	60	2.0	525	2
陕西澄合矿务局王村矿	FGX - 6	1	120	4.0	210	7
黑龙江鸡西矿务局东海矿	FGX - 12A	1	360	6.0	414	11
内蒙古宁城四龙矿	FGX - 6A	1	100	3.3	110	11
平均			105	3.5	239	6

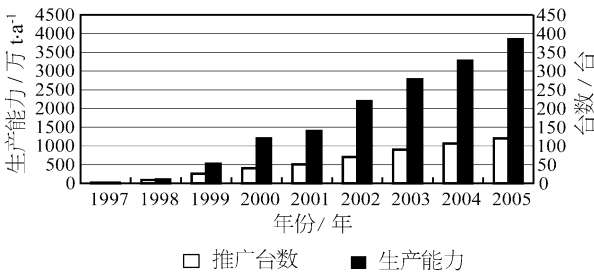


图 3 唐山市神州机械有限公司生产的
复合式干选系统应用情况

8 结 论

FGX 型系列复合式干法选煤系统突破了国内外传统风力选煤的模式, 分选原理独具特色。用

于处理 0 ~ 80mm 级原煤, 不完善度 $I=0.11$, 数量效率 $>90\%$ 。该系统不用水、投资少、工艺简单、生产成本低、耗能低、对环境污染少、占地面积小、建设周期短、设备运转可靠, 全面符合国家节水、节能、资源综合利用、发展洁净煤技术等方针政策。目前已在国内外成功应用 500 余 (台) 套 FGX 型系列复合式干法选煤系统, 生产能力达到 1.5 亿 t/a 取得了重大的经济效益和社会效益。

复合式干法选煤系统在大批量推广应用过程中仍需不断改进, 不断完善, 并向深度和广度发展, 继续向大型化、自动化、多用途化方向发展, 以满足国内外用户的不同需求。