

上湾选煤厂煤矸石破碎级可选性分析及分选试验研究

王真

国能神东煤炭洗选中心 上湾选煤厂，内蒙古鄂尔多斯，017209；

摘要：本研究针对上湾选煤厂煤矸石的破碎级可选性进行了分析和分选试验。研究结果表明，将煤矸石破碎至 13 mm 时，-2.2kg/l 密度级的产率为 54.58%，灰分 49.61%，煤灰中 CaO 含量 32.77%，发热量 2466 kcal/kg，属于中等可选。进一步破碎至 3 mm 时，可回收有用矿物主要集中在-2.0kg/l 密度级，产率为 45.16%，灰分 46.15%，发热量 2692 kcal/kg，CaO 含量 40.67%，属于较难选。通过重介旋流器分选可获得良好效果，从原矿中回收的精煤产率达 48.76%，灰分 43.05%，发热量 2900 kcal/kg，CaO 含量 40.22%。基于研究结果，本文推荐采用+70 mm 破碎，3-70 mm 部分进入三产品重介旋流器的分选工艺，分选出的精矿和中矿混合后可掺入高炉喷吹精煤或混煤中，而矸石则排出系统。

关键词：煤矸石；破碎级可选性；分选试验；精煤产率

DOI: 10.69979/3029-2727.25.03.055

引言

随着煤炭工业的快速发展，煤矸石作为煤炭开采和洗选过程中产生的大宗固体废弃物，其处理和利用问题日益突出^[1-3]。煤矸石不仅占用大量土地资源，还可能引发环境污染，对生态系统造成潜在威胁^[4]。然而，煤矸石中蕴含着可观的矿物资源和能源价值，如何有效地回收和利用这些资源，成为当前煤炭行业亟需解决的关键问题。

上湾选煤厂作为国内重要的煤炭洗选基地之一，每年产生大量煤矸石。深入研究这些煤矸石的物理特性和可选性^[5]，不仅关系到资源的高效利用，更是实现煤炭行业绿色发展的重要途径。特别是在当前国家大力推进资源节约型和环境友好型社会建设的背景下，煤矸石的综合利用研究显得尤为重要^[6]。

本文聚焦于上湾选煤厂煤矸石的破碎级可选性分析，通过系统的实验设计和数据分析，探索不同破碎粒

度下煤矸石的密度分布特征和可回收性。研究的核心目标是确定最优的破碎粒度和分选工艺，以最大化有用矿物的回收率，同时考虑经济效益和环境影响。

1 煤矸石破碎级可选性分析

上湾选煤厂煤矸石 13 mm 破碎级可选性曲线图如图 1 所示，破碎至 13 mm 后的有用矿物密度组成特征如下表 1 所示。

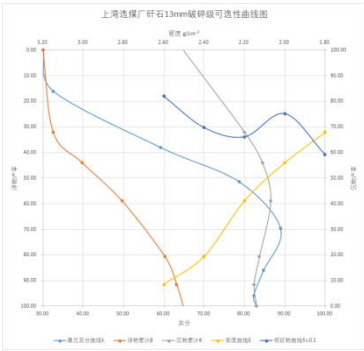


图 1 煤矸石破碎上限 13 mm 可选性曲线

表 1 煤矸石破碎至-13 mm 有用矿物的密度组成特征

密度级 (g/cm3)	产率% (占本级)	灰分%	CaO	发热量 kcal/kg	浮物累计%			
					产率	CaO	发热量	灰分
-1.8	32.14	32.57	53.70	3372	32.14	53.70	3372	32.57
1.8-2.0	11.86	59.28	40.05	2036	44.00	48.22	3012	39.77
2.0-2.2	14.86	78.75	9.68	850	58.86	32.77	2466	49.61
2.2-2.4	21.701	89.02	5.00	439	80.56	21.71	1920	60.23

2.4-2.6	10.94	84.78	2.72	609	91.50	18.67	1763	63.16
+2.6	8.5	82.36	1.59	706	100.00	16.82	1673	64.79
合计	100	64.79	16.82	1673				

表中数据显示，-2.2 kg/1 密度级产率 54.58%、灰分 49.61%、煤灰中 CaO 含量 32.77%、发热量 2466 kca 参考煤炭可选性分类国标 GB/T 16417-2011 属于中等可选煤矸石。破碎上限为 3 mm 粒度组成结果如下表 2 所示。

表 2 破碎上限 3 mm 粒度组成 %

粒度级 (mm)	产率(%)	灰分	SiO2	CaO	Al2O3	Fe2O3	K2O	MgO	SO3	Na2O	TiO2	MnO	其他
3-0.5	79.64	65.06	48.03	18.05	19.96	7.09	2.13	1.26	1.07	0.91	0.79	0.37	0.35
-0.5	20.36	69.06	52.76	16.11	17.23	7.99	1.18	1.17	1.18	1.02	0.91	0.39	0.07
总计	100.00	65.87	49.04	17.63	19.38	7.28	1.93	1.24	1.09	0.93	0.81	0.37	0.29

破碎至-3mm，-0.5mm 产率达到了 20.36%，产率较高，如采用湿法分选将产生大量煤泥水，处理工艺较复杂。破碎上限 3mm 密度组成结果如下表 3 所示。

表 3 破碎上限为 3 mm 密度组成 %

密度级 (g/cm3)	产率 (占本级)	产率(占全样)	灰分	浮物累计		沉物累计	
				产率	灰分	产率	灰分
-1.8	35.89	27.48	29.18	35.89	29.18	100.00	63.20
1.8-2.0	23.10	17.68	72.51	58.99	46.15	64.11	82.24
2.0-2.2	20.30	15.54	89.20	79.29	57.17	41.01	87.72
2.2-2.4	10.15	7.77	87.46	89.45	60.61	20.71	86.27
2.4-2.6	3.42	2.62	85.38	92.87	61.52	10.55	85.11
+2.6	7.13	5.46	84.99	100.00	63.20	7.13	84.99
合计	100.00	76.55	63.20				

破碎至-3mm，-1.8kg/1 占本级含量进一步提升，说明解离程度进一步提升，精矿灰分降低至 29.18%。-2.2kg/1 占全样产率提升至 60%以上，灰分 57.17%。可见随着破碎上限的降低，解离程度逐渐提升。各密度级灰成分数据如下表 4 所示。

表 4 破碎上限为 3 mm 各密度灰成分组成 %

密度级 (g/cm3)	CaO	SiO2	Al2O3	Fe2O3	K2O	MnO	SO3	MgO	Cl	TiO2	Br	Na2O	ZnO	其他
-1.8	60.81	19.85	9.89	2.96	0.10	0.30	1.09	0.82	0.56	0.34	2.64	0.23	0.26	0.16
1.8-2.0	28.07	45.28	19.41	2.78	0.29	0.37	0.97	0.33	0.07	0.91	0.39	1.00	0.11	0.02
2.0-2.2	1.17	62.49	25.38	3.62	2.62	0.47	0.98	0.18	0.03	0.87	0.18	1.10	0.12	0.78
2.2-2.4	3.32	54.15	30.20	4.35	2.42	0.23	0.99	1.52	0.05	0.85	0.14	0.97	0.49	0.34
2.4-2.6	2.81	36.34	13.25	40.89	0.92	0.05	2.64	1.20	0.05	0.39	0.24	0.50	0.33	0.42

+2.6	2.59	25.69	8.22	55.72	0.69	1.18	4.30	1.11	0.03	0.27	0.00	0.21	0.00	0.00
合计	18.70	44.95	19.70	10.11	1.29	0.43	1.39	0.65	0.13	0.71	0.62	0.80	0.19	0.32

由表可知,与破碎前相比不同密度级主要矿物的含量提升明显,说明破碎后矿物单体含量提升。其中-1.8 kg/l 密度级 CaO 含量提升到了 60.81%。+2.6 kg/l 密度级 Fe₂O₃ 含量提升至 55.72%。但 1.8-2.2kg/l 密度级 CaO 含量却大幅降低,这可能是方解石解离度增加,更多单体向低密级集中,造成本密度级方解石含量大幅降低。可见破碎上限降低有利于提升有用矿物品位,但回收率降低。

2 煤矸石分选试验

上湾选煤厂煤矸石中赋存夹矸煤和方解石有用矿物,并可以采用重选方法进行回收。本文采用重介旋流器和螺旋分选机方法对破碎至-3 mm 样品进行分选试验。

以硅铁矿作为分选介质配置 1.9 kg/l 重介悬浮液, 采用 SMC150 型两产品重介质旋流器作为分选设备系统结构示意图如图 2 所示。分选结果如表 5-6 所示。

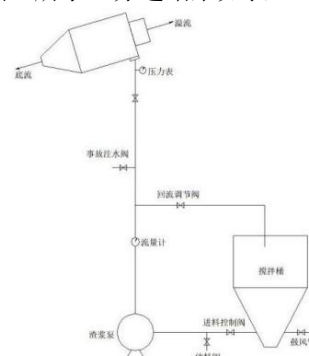


图 2 重介质旋流器分选试验系统

表 5 上湾选煤厂煤矸石重介旋流器(煤介比 2:1)分选试验结果表

密度/ (g/cm ³)	平均密度/ (g/cm ³)	入料		精煤密度组成			矸石密度组成			计算原煤	分配律/%
		产率	灰分	灰分	占产物/%	占入料/%	灰分	占产物/%	占入料/%		
-1.8	1.7	35.89	29.18	24.06	59.02	28.78	48.37	7.34	7.34	36.12	20.32
1.8-2.0	1.9	23.10	72.51	68.21	35.79	17.45	82.45	11.48	5.88	23.33	25.20
2.0-2.2	2.1	20.30	89.20	87.26	2.54	1.24	89.84	36.98	18.95	20.19	93.86
2.2-2.4	2.3	10.15	87.46	84.65	1.76	0.86	90.58	17.56	9.00	9.86	91.28
2.4-2.6	2.5	3.42	85.38	82.45	0.68	0.33	82.98	6.23	3.19	3.52	90.63
+2.6	2.7	7.13	84.99	83.92	0.21	0.10	86.91	13.43	6.88	6.98	98.57
总计		100.00	63.20	43.05	100	48.76	82.36	100.00	51.24	100.00	

表 6 上湾选煤厂煤矸石螺旋分选机分选试验结果表

密度/ (g/cm ³)	平均密度/ (g/cm ³)	入料		精煤密度组成			矽石密度组成			计算原煤	分配律 /%
		产率	灰分	灰分	占产物 /%	占入料 /%	灰分	占产物 /%	占入料 /%		
-1.8	1.7	35.89	29.18	26.45	62.31	21.97	33.63	21.42	13.87	35.84	38.70
1.8-2.0	1.9	23.10	72.51	69.31	27.85	9.82	75.22	20.42	13.22	23.04	57.38
2.0-2.2	2.1	20.30	89.20	86.15	5.42	1.91	86.96	29.24	18.93	20.84	90.83
2.2-2.4	2.3	10.15	87.46	82.46	2.58	0.91	90.83	13.82	8.95	9.86	90.77
2.4-2.6	2.5	3.42	85.38	83.64	1.19	0.42	89.47	4.43	2.87	3.29	87.23
+2.6	2.7	7.13	84.99	85.13	0.65	0.23	85.04	10.66	6.90	7.13	96.77
总计		100.00	63.20	44.13	100	35.26	73.58	100.00	64.74	100.00	

通过上述分析可知,通过重介旋流器分选可以获得良好的分选效果,可以从原矿中回收产率 48.76%,灰分 43.05%,发热量 2900 kcal/kg,CaO 含量 40.22%的精煤。对比煤矸石破碎前后密度组成对比可知,破碎至-3mm 后,解离程度提升不高,说明夹矸煤嵌布粒度较粗,且破碎至 3 mm 后,产生大量微细煤泥,分选成本和工艺复杂程度激增,因此应选择原位分选或者适度破碎分选工艺。本文推荐采用 70 mm 分级,+70 mm 筛上破碎至-70 mm 后干法脱除 3 mm 煤泥,3-70 mm 部分进入三产品重介质旋流器,分选出精矿、中矿、矸石其中精矿和矸石混合后掺入高炉喷吹精煤或者混煤中,矸石排出系统。

3 结论

(1) 上湾煤矸石破碎至 13 mm,-2.2 kg/l 密度级产率 54.58%、灰分 49.61%、煤灰中 CaO 含量 32.77%、发热量 2466 kcal/kg。当分选密度为 2.2 kg/l 时±0.1 含量为 16.48%,属于中等可选。

(2) 上湾煤矸石破碎至 3 mm,可回收有用矿物主要集中在-2.0 kg/l,产率为 45.16%,灰分 46.15%,发热量 2692 kcal/kg,CaO 含量 40.67%。属于较难选。

(3) 重介旋流器分选可以获得良好的分选效果,

可以从原矿中回收产率 48.76%,灰分 43.05%,发热量 2900 kcal/kg,CaO 含量 40.22%的精煤。

(4) 推荐采用+70 mm 破碎,3-70 mm 部分进入三产品重介质旋流器,分选出精矿、中矿、矸石其中精矿和矸石混合后掺入高炉喷吹精煤或者混煤中,矸石排出系统分选工艺。

参考文献

- [1] 张云涛,金海,林益超,等. 贵州省煤矸石综合利用路径分析及建议[J]. 山西化工,2024,44(09):95-97+100.
- [2] 贾建慧,马宁,董阳,等. 煤矸石综合利用研究进展[J]. 洁净煤技术,2024,30(S1):36-45.
- [3] 唐志涛,夏云凯. 神东矿区选煤厂水洗矸石干选效果分析[J]. 煤炭加工与综合利用,2023,(01):41-44+49.
- [4] 黄启飞,赵彤,周奇,等. “无废城市”建设中大宗工业固体废物资源化技术路径研究[J]. 环境保护,2024,52(14):23-29.
- [5] 王成才. 煤矸石资源化利用途径的浅析——以神东地区为例[J]. 洁净煤技术,2024,30(S1):521-523.