

# 高挥发分不黏煤作高炉喷吹煤的可行性研究

王 剑 樊福锁 蔡烈榜

(陕西省煤炭运销(集团)有限责任公司 株洲洁净煤公司 湖南 株洲 412000)

**摘 要:** 针对株洲洁净煤公司炼焦煤资源紧张、产品结构单一等问题,在分析原煤性质的基础上,对株洲洁净煤公司选煤工艺进行改造,研究高挥发分不黏煤作高炉喷吹煤的可行性。结果表明:原生煤泥产率和灰分均较低,可采用不脱泥分选;原煤属于极易选煤,  $-1.80 \text{ g/cm}^3$  浮物累计灰分只有 4.00%, 可将中煤导入精煤输送系统。通过将中煤系统筛上物并入精煤输送系统, 矸石水直接导入辐射式浓缩机, 在精煤筛增加喷水管道及若干喷嘴, 精煤压滤机滤液导入浮选系统, 确定浮选复合药剂用量, 在尾煤压滤泵前自动加入聚合氯化铝, 并添加 1 套自动加药系统等措施, 株洲洁净煤公司介耗降低了 0.2 kg/t, 水分、灰分分别降低了 0.70% 和 0.32%, 精煤产率提高 3.50%, 尾煤水分降低 9.70%, 每年增加利润 500 万 ~ 1000 万元。株洲洁净煤公司高挥发分不黏煤作高炉喷吹煤可行。

**关键词:** 喷吹煤; 高挥发分; 不黏煤; 产品结构; 浮选

中图分类号: TD94 文献标志码: A 文章编号: 1006-6772(2014)05-0059-04

## Feasibility of high-volatile non-caking coal as pulverized coal injection

WANG Jian, FAN Fusuo, CAI Liebang

(Zhuzhou Clean Coal Company, Shaanxi Coal Selling and Transportation (Group) Co., Ltd., Zhuzhou 412000, China)

**Abstract:** The problems with Zhuzhou Clean Coal Company were that the coking coal was shortage and the variety of products were monotonous. Based on the properties of raw coal, transformed the coal separation process. Investigated the feasibility of high-volatile non-caking coal as pulverized coal injection. The yield and ash of primary slime was low, so the separation process without desliming was suitable. The raw coal was easy to separate, the accumulated ash of  $-1.80 \text{ g/cm}^3$  floats is 4.00%, so the middlings was imported into clean coal transportation system. Transformed the process by importing the water from gangue into radiant thickener, adding water injection pipelines and nozzles to clean coal sieve, importing the filtrate from clean coal pressure filter to flotation system, determining the dosage of compound agents, adding polyaluminum chloride automatically before filtering tailings, installing one set of automatic dosing system. The medium consumption, moisture and ash decreased by 0.2 kg/t, 0.70% and 0.32%. The clean coal yield increased by 3.50%, the moisture of tailings decreased by 9.70%, the profits of company rose by RMB  $5 \times 10^6$  to  $10^7$ .

**Key words:** pulverized coal injection; high volatile; non-caking coal; variety of products; flotation

## 0 引 言

近年来,随着钢铁行业“煤代焦”关键技术的不断进步和完善,喷吹煤技术迅速发展,需求量不断扩大<sup>[1-3]</sup>。高炉喷吹煤粉是将煤作为燃料和还原剂直接喷入高炉,可代替价格较昂贵的焦炭,提高生铁质量、产量,降低焦比和生产成本<sup>[4-5]</sup>。此外,喷吹煤作为焦炭的替代品种还能降低炼铁过程中的能耗并

减少焦化工业带来的环境污染,符合国家对于节能减排和经济转型的要求。由于优质炼焦煤资源在中国乃至世界都是稀缺资源,国内新增煤炭资源和新建矿井几乎没有炼焦煤,随着炼焦煤资源的日渐匮乏,发展喷吹煤技术,扩大喷吹煤使用量,有助于缓解炼焦煤供求紧张的局面。高炉喷吹用煤主要有无烟煤、贫煤、贫瘦煤、弱黏煤、不黏煤、长焰煤等<sup>[6]</sup>。中国早期以喷吹无烟煤为主,近年来随着制粉、输送

收稿日期: 2014-06-20; 责任编辑: 白娅娜 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.05.014

作者简介: 王 剑(1971—),男,湖南攸县人,工程师,学士,从事选煤管理工作。E-mail: wangjian711009@163.com

引用格式: 王 剑,樊福锁,蔡烈榜.高挥发分不黏煤作高炉喷吹煤的可行性研究[J].洁净煤技术,2014,20(5):59-62.

WANG Jian, FAN Fusuo, CAI Liebang. Feasibility of high-volatile non-caking coal as pulverized coal injection. [J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(5): 59-62.

系统的完善及喷煤工艺的改进,喷吹烟煤技术得到大力推广,大部分高炉从喷吹低挥发分无烟煤向喷吹高挥发分烟煤发展<sup>[7-9]</sup>。株洲洁净煤公司是隶属陕西省煤炭运销(集团)有限责任公司控股的中央选煤厂,也是中南地区最大的炼焦煤选煤厂,建于1953年,投产于1958年,原设计能力180万t/a,主要设备由波兰引进,经过几次技术改造,现采用无压三产品重介质旋流器分选工艺,生产能力可达270万t/a。为适应钢铁市场用煤趋势,提高企业竞争力,株洲洁净煤公司进行了高挥发分不黏煤生产高炉喷吹煤的试验研究<sup>[10-11]</sup>,以期扩大炼焦煤种,缓解炼焦煤供求紧张局面,提高企业经济效益。

## 1 原煤性质

### 1.1 工业分析和元素分析

株洲洁净煤公司原煤 $M_t$ 为5.20%, $A_{ad}$ 为15.20%, $V_{daf}$ 为34.20%,硫含量为0.50%。而烟煤生产喷吹煤的质量指标为: $M_t \leq 8\%$ , $A_{ad} \leq 8\%$ , $V_{daf}$ 为30%~37%,硫分含量 $\leq 0.6\%$ 。因此株洲洁净煤公司的高挥发分不黏煤适合生产高炉喷吹煤。

### 1.2 筛分试验

按照GB/T 477—2008《煤炭筛分试验方法》<sup>[12]</sup>、MT 58—1993《煤粉筛分试验方法》<sup>[13]</sup>进行筛分试验,结果见表1、表2。

表1 原煤粒度组成

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	平均灰分/%
50~25	2.83	15.35	2.83	15.35
25~13	20.32	13.34	23.15	13.59
13~6	17.83	11.55	40.98	12.70
6~3	25.20	9.89	66.18	11.63
3~0.5	24.47	11.32	90.65	11.55
-0.5	9.35	16.32	100.00	11.99
合计	100.00	11.99		

表2 煤泥粒度组成

粒级/mm	产率/%	灰分/%	累计产率/%	平均灰分/%
0.5~0.25	7.60	8.18	7.60	8.18
0.25~0.125	15.71	10.32	23.31	9.62
0.125~0.075	10.83	10.84	34.14	10.01
0.075~0.045	9.77	13.32	43.91	10.75
-0.045	56.09	33.18	100.00	23.33
合计	100.00	23.33		

由表1可知,随着粒级的减小,原煤灰分呈先降

低后增加的趋势,所有粒级灰分均高于喷吹煤要求灰分( $\leq 8.00\%$ ),需进入重介质旋流器分选。原生煤泥产率和灰分均较低,分别为9.35%和16.32%,可采用不脱泥分选。

由表2可知,+0.25 mm粗煤泥灰分较低为8.18%,因此煤泥经0.25 mm弧形筛截粗后可进入精煤输送系统。煤泥中-0.045 mm细粒级产率高达56.09%,灰分为33.18%。这部分高灰细泥极难浮选,要注意完善浮选工艺和药剂制度。

### 1.3 浮沉试验

按照GB/T 478—2008《煤炭浮沉试验方法》<sup>[14]</sup>进行浮沉试验,结果见表3。

表3 原煤浮沉试验结果

密度级/ ( $g \cdot cm^{-3}$ )	产率/ %	灰分/ %	浮物累计/%		沉物累计/%	
			产率	灰分	产率	灰分
-1.50	85.04	3.49	85.04	3.49	100.00	15.14
1.50~1.60	1.26	22.48	86.30	3.77	14.96	81.35
1.60~1.80	0.63	36.19	86.93	4.00	13.70	86.76
+1.80	13.07	89.20	100.00	15.14	13.07	89.20
合计	100.00	15.14				
煤泥	13.96	29.22				
总计	100.00	17.10				

由表3可知,原煤中间物含量极少,1.50~1.80  $g/cm^3$ 产率只有1.89%,灰分27.05%,属于极易选煤。由于-1.80  $g/cm^3$ 浮物累计灰分只有4.00%,可将中煤导入精煤输送系统。

## 2 改造措施

根据原煤性质和精煤产品要求,株洲洁净煤公司采用高炉喷吹煤分选工艺,在原有重介质选煤的基础上,完善了煤泥水处理工艺。高炉喷吹煤分选工艺流程如图1所示。

### 2.1 中煤系统

在原有中煤溜槽加装高分子材料翻板,将中煤系统筛上物并入精煤输送系统,在保证精煤质量的前提下可提高精煤产率1.89%。中煤筛筛下水磁选机回收介质后经振动筛截粗,筛上物并入精煤输送系统。

### 2.2 煤泥水系统

通过安装管道和闸门,将矸石水直接导入辐射式浓缩机。斜管浓缩机底流经弧形筛预脱水后进入沉降式过滤离心脱水机,截粗后物料并入精煤输送

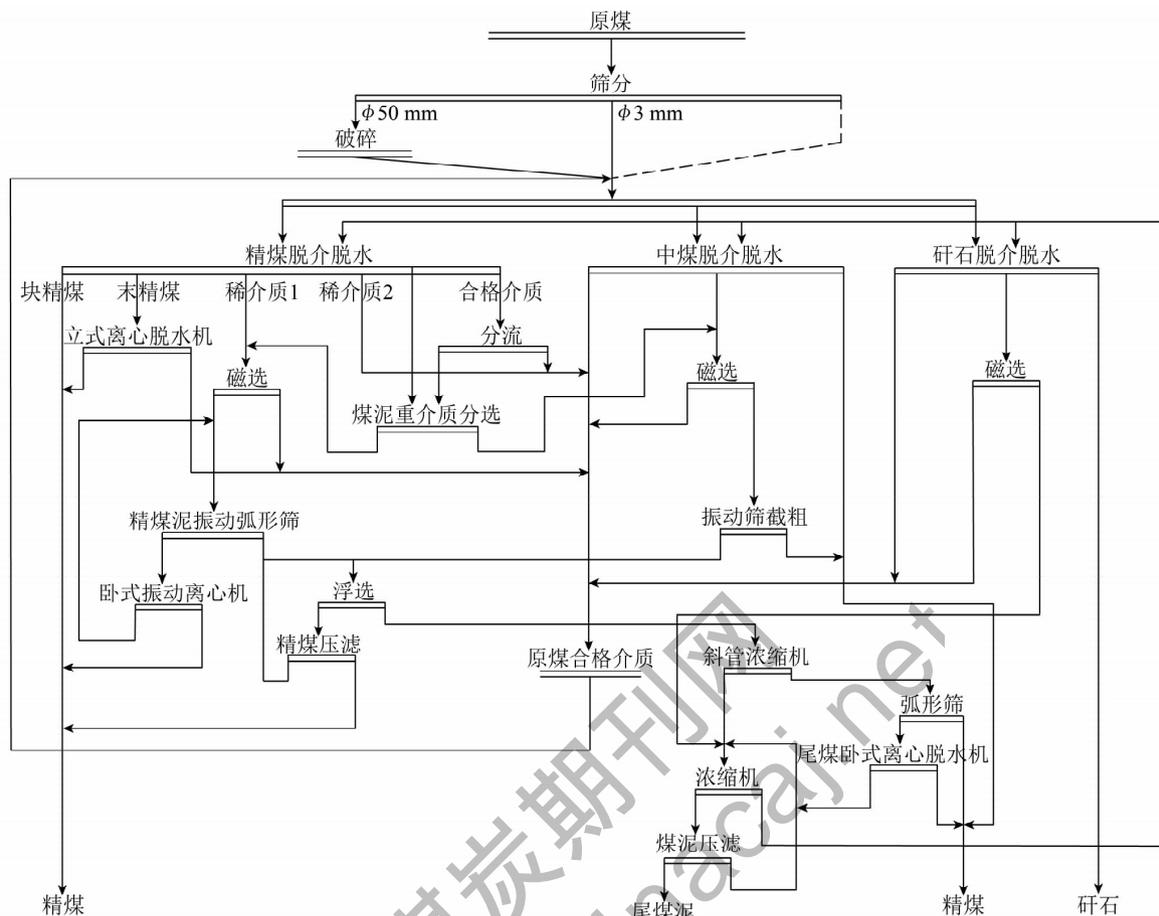


图 1 高炉喷吹煤分选工艺流程

系统。离心机滤液改入原煤合格介质桶。分别在精煤筛前、后端新增 2 根喷水管道及若干喷嘴,合理回收精煤筛筛上物中的介质,提高精煤产率。将精煤压滤机滤液改入浮选系统,用作浮选入料稀释水,提高浮选效果。

### 2.3 浮选系统

浓缩池浓缩后煤泥经精煤压滤机处理并入精煤输送系统,与块精煤、末精煤混合入精煤仓,但存在以下问题:①煤泥沉降时间滞后,不利于精煤混合掺配;②由于浓缩池多用来沉降尾煤,导致精煤灰分波动大。因此考虑煤泥直接进入 3 台 XJM-S16A-00 型浮选机浮选,入料质量浓度确定为 100 g/L 左右。

由于煤泥中高灰细泥较多,株洲洁净煤公司选用高效复合药剂进行浮选,煤泥浮选试验结果见表 4。由表 4 可知,随着复合药剂用量的增加,精煤灰分先减小后增大。复合药剂用量为 1.2 和 1.5 kg/t 时,精煤产率很低,分别为 14.56% 和 44.70%;复合药剂用量为 2.0 kg/t 时,精煤产率高达 71.60%。

因此,最佳药剂用量为 2.0 kg/t,此时精煤产率为 71.60%,精煤灰分为 8.32%。

表 4 煤泥浮选试验结果

复合药剂用量/ (kg·t <sup>-1</sup> )	精煤/%		尾煤/%	
	产率	灰分	产率	灰分
1.2	14.56	9.42	85.44	29.08
1.5	44.70	7.78	55.30	41.55
2.0	71.60	8.32	28.40	75.45

### 2.4 压滤系统

株洲洁净煤公司尾煤压滤系统存在压滤效果差、压滤时间长(每板循环时间 1 h)、水分高(达到 30%)等问题。因此,在尾煤压滤泵前自动加入聚合氯化铝,并添加 1 套自动加药系统。保证了药剂与物料均匀混合及药剂添加量的及时准确,减轻了员工的劳动强度。改造后滤饼水分降至 20% 左右,每板循环时间 30 min 左右。

## 3 改造效果

改造后,株洲洁净煤公司生产成本和技术指标

见表5。由表5可知,由于增加了浮选系统,浮选药耗和电耗均小幅增加,介耗降低了0.2 kg/t,水分、灰分分别降低了0.70%和0.32%,精煤产率提高了3.50%,尾煤水分降低了9.70%,有利于尾煤压滤和尾煤泥及时地销。株洲洁净煤公司最终确定了高挥发分不黏煤作高炉喷吹煤的生产工艺,产品结构改善,产品质量提高,增加了企业经济效益。按照年入选高炉喷吹煤100万t计算,株洲洁净煤公司每年可增加利润500万~1000万元。

表5 株洲洁净煤公司生产成本和技术指标

项目	指标	改造前	改造后
生产成本	水耗/(t·t <sup>-1</sup> )	0.038	0.038
	电耗/(kWh·t <sup>-1</sup> )	6.24	6.80
	浮选药耗/(kg·t <sup>-1</sup> )	0	2.0
	介耗/(kg·t <sup>-1</sup> )	2.2	2.0
技术指标	M <sub>t</sub> /%	8.30	7.60
	A <sub>ad</sub> /%	7.82	7.50
	V <sub>daf</sub> /%	32.40	32.40
	w(S <sub>t</sub> )/%	0.45	0.45
	精煤产率/%	85.20	88.70
	尾煤水分/%	30.40	20.70

## 4 结 语

株洲洁净煤公司采用重介—浮选—压滤联合流程,技术可靠。根据高炉喷吹煤入选原煤特性,株洲洁净煤公司通过改造中煤系统、煤泥水系统、浮选系统和压滤系统,选煤数量效率高达95%以上,且煤

质稳定。株洲洁净煤公司生产的低灰、低硫、高挥发分高炉喷吹煤产品具有灰分低、硫分低、挥发分高等特点,能满足钢厂对高挥发分喷吹煤的市场需求,符合“两型”(资源节约型、环境友好型)社会发展需要,增强企业发展后劲,提高抗御市场风险的能力。

### 参考文献:

- [1] 刘秀兰. 优化产品结构 大力发展高炉喷吹煤[J]. 煤炭加工与综合利用, 2005(6): 36-38.
- [2] 郝芳芳, 刘俊平, 王宗梅. 大型喷吹煤选煤新工艺的应用[J]. 煤, 2008, 17(10): 54-55, 70.
- [3] 戴和武, 杜铭华, 戴振宽, 等. 论加快优质喷吹煤基地建设[J]. 中国矿业, 2002, 11(6): 8-12, 16.
- [4] 刘广生, 刘学清. 大型高炉增煤节焦降本增效的实现[J]. 资源节约与环保, 2010(4): 51-52.
- [5] 冯继平, 王敏, 韦善馨, 等. 锌挥发窑操作优化生产实践[J]. 矿冶, 2014, 23(2): 62-64.
- [6] 曹学章. 高炉喷吹用煤的选择[J]. 选煤技术, 2007(6): 44-45.
- [7] 张俊燕, 金龙哲, 王丽颖, 等. 贫煤、贫瘦煤用作高炉喷吹煤的可行性研究[J]. 煤炭科学技术, 2006, 34(10): 62-65.
- [8] 张学敏. 盘江矿区煤炭资源及其利用途径[J]. 煤炭科学技术, 2005, 33(8): 66-68.
- [9] 陈亚飞. 潞安贫煤作喷吹煤的特征分析[J]. 煤炭学报, 2008, 33(7): 803-806.
- [10] 刘立麟. 中国洁净煤发展战略探究[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(2): 1-5.
- [11] 杨丽. “十二五”期间中国煤炭科技的发展方向[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(1): 112-114, 124.
- [12] GB/T 477—2008 煤炭筛分试验方法[S].
- [13] MT 58—1993 煤粉筛分试验方法[S].
- [14] GB/T 478—2008 煤炭浮沉试验方法[S].

(上接第58页)

易碎的特性导致焦炭质量严重下降,无法满足生产要求。因此陕北地区若以气煤、肥煤、东风煤为原料配煤炼焦,三者质量比1:6:3较为合适。

### 参考文献:

- [1] 吴茂江, 吴文瑞. 浅析古诗《咏煤炭》中的化学知识[J]. 化学教育, 2007(6): 64.
- [2] 罗斐. 煤炭资源的现状及结构分析[J]. 中国煤炭, 2008, 34(3): 91-94, 96.
- [3] 吴培儒. 煤炭在我国能源结构中的地位和作用[J]. 能源, 1981(1): 14-16.
- [4] 商铁成. 炼焦配煤中添加剂对焦炭质量的影响[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(6): 39-43, 48.
- [5] 胡延韶, 王丽杰, 王育红, 等. 炼焦技术发展及焦炉煤气综合利用研究[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(6): 76-78.
- [6] 唐莉, 万旭东. 科学合理配煤 降低配煤成本[J]. 鞍钢技

术, 2002(2): 4-7.

- [7] 张鸿义, 焦玉杰, 吴家传. 胶质层指标在太钢的应用[J]. 山西冶金, 2001(2): 54-56.
- [8] 张有芝, 刘丽丽. 烟煤胶质层指数测定的探讨[J]. 山西冶金, 2008(2): 21-22.
- [9] 郭姗姗, 齐伟, 王利斌. 胶质层指数测定的影响因素分析[J]. 煤质技术, 2009(5): 31-33.
- [10] 梁敬东, 贾俊萍. 谈谈对胶质层实验几个指标的理解[J]. 煤质技术, 2003(6): 48-49.
- [11] 姚激. 论型煤配比的合理选择对配型煤炼焦效果的意义[J]. 安徽冶金科技职业学院学报, 2005, 15(1): 78-79.
- [12] 李英华. 煤质分析应用技术指南[M]. 2版. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [13] GB/T 479—2000 烟煤胶质层指数测定方法[S].
- [14] 朱之培, 高晋生. 煤化学[M]. 上海: 上海科技出版社, 1984: 186-193.
- [15] 姚昭章. 煤化学[M]. 3版. 北京: 冶金工业出版社, 2010: 66.