气煤在包钢炼焦配煤中的应用*

付利俊[1],芦建文[2],李晓炅[1],江 鑫[1]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010;
2. 包头钢铁(集团)有限责任公司信息服务中心,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 通过对陕西和山西地区的气煤进行试验研究,分析和掌握了其各项指标性能。结合包钢现有煤种使用情况,优化配煤结构,合理使用煤种,替代部分炼焦煤,一定程度上改善了焦炭质量,降低了配煤成本,扩展了包钢炼焦用煤范围,缓减了炼焦用煤紧张趋势,节约了优质炼焦煤的用量。

关键词: 气煤; 焦炭质量; 配煤成本; 炼焦煤
中图分类号: TQ520.62 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2021)01-0008-05
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.01.003

Application of Gas Coal in Coal Blending for Coking of Baotou Steel

Fu Li-jun[1], *Lu Jian-wen*[2], *Li Xiao-jiong*[1], *Jiang Xin*[1]

(1. *Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Information Service Center of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The performance indexes of gas coal are analyzed and mastered through the experimental study on gas coal of Shaanxi and Shanxi. The coke quality is improved to a certain extent, coal blending cost is reduced, range for coking coal of Baotou Steel is expanded, tension trend of coking coal is relieved and amount of high-quality coking coal is saved by optimizing coal blending structure, reasonably using coal type and replacing part of coking coal combining with the using status for existing coal types of Baotou Steel.

Key words: gas coal; coke quality; coal blending cost; coking coal

我国煤炭资源储量相对丰富,总量位居世界第三位,是世界上最大的煤炭生产国和消费国。而我国炼焦煤仅占煤炭查明资源储量的26.2%[1],炼焦煤中又以不粘煤、气煤、长烟煤资源量最多,优质的肥煤、焦煤、瘦煤资源量较少,在我国属于短缺炼焦煤种。

在疫情期间,蒙古煤入关量非常少,导致蒙古煤供货紧张,扰乱了包钢股份配煤正常组产秩序,焦炭产量供应不足,焦炭质量发生较大波动。为了缓解包钢用煤紧张趋势,稳定焦炭质量,且进一步降低炼焦煤用煤成本,开展了气煤新煤种应用研究。

1 研究内容

1.1 前期调研

气煤是一种变质程度较低的炼焦煤,具有灰分、硫分低的特点。可由于其黏结性较弱,加热时能产

* 收稿日期: 2020-12-20
作者简介: 付利俊(1972-),男,内蒙古包头市人,硕士,正高级工程师,现从事配煤炼焦工作。

生较多的煤气和焦油，胶质体的热稳定性差，易于分解，黏度小流动性强，在生成半焦时胶质体可分解出大量挥发物质，成焦的部分较少，生成的焦炭因收缩大而产生较多纵裂纹，焦炭细而长，且易碎[2]。冶炼成焦炭的抗碎强度和耐磨强度均较差，焦炭光学组织以各向同性结构和惰性结构为主[3]。但气煤储量大，资源丰富，配入气煤炼焦能够提高焦化副产品产率，节约优质炼焦煤用量，一定程度降低配煤成本。

经过调研分析，陕西和山西地区气煤储量大，属于内蒙古自治区邻省，距离在 1 000 km 范围内，运输费用低，性价比高。为此，对该地区的气煤开展了试验研究。

1.2　检验和试验方法

1.2.1　检验方法

煤质检测按照或参照的标准有中国国家标准、黑色冶金行业标准、煤炭工业标准，详细信息如表 1 所示。

表 1　煤样分析检测项目及应用标准

序号	名称	应用标准
1	全水	GB/T 211—2007
2	工业分析	GB/T 212—2008
3	全硫	GB/T 214—2007
4	黏结指数	GB/T 5447—2014
5	胶质层指数	GB/T 479—2000
6	煤岩分析样品制备方法	GB/T 16773—2008
7	反射率分布、平均反射率	GB/T 6948—2008

1.2.2　40 kg 小焦炉试验方法

(1) 煤样的采集。根据不同的试验目的采集不同的煤样，采样应保证煤样有充分的代表性，即能满足试验要求，且煤样量不宜过大，以免消耗过多的人力和物力。煤样的采集方法参照国家标准 GB 482—1995、GB 481—93、GB 475—1996 规定进行。

(2) 煤样的粉碎。煤料细度不同会造成煤结焦性的差异，从而影响焦炭强度。因此，用 3 mm 圆孔筛做细度试验，根据细度情况调整粉碎条件后，开始粉碎煤样。将粉碎好的煤样置于筛中(大小顺序为 5 mm、3 mm、1 mm)，人工筛动 3 min，取 1 ~ 3 mm 粒级的煤样。

(3) 煤样的配合。①根据配比按 40 kg 计算各单种煤的干煤量；②按 9 点采样法取各单种煤样测定水分；③根据干煤和水分计算实际配入量，即湿煤量；④按 10% 全水分计算应加水量；⑤各单种煤掺合混均后，将应加入水量均匀喷洒在配料中，边喷洒边混合，混匀后再堆铲三次；⑥从已配好的煤中按 9 点采样法取出煤样进行化验分析。

(4) 炼焦试验。装炉温度 800 ℃，装炉后 0.5 h 内炉墙恢复到 800 ℃。按 0.7 ℃/min 速率升温到 1 050 ℃，再恒温 1.3 h，结焦时间为 15.5 h。焦饼中心温度900 ℃之前，每 0.5 h 记录 1 次炉墙和焦饼中心温度及加热电流、电压。焦饼中心温度 900 ℃之后，0.5 h 记录一次。出炉时记录焦饼中心温度。

(5) 焦炭检测。将试验焦炭取出部分样品进行化验分析，另一部分进行机械强度和热性能检测，分析焦炭性能。

1.2.3　气煤数据研究

为了进一步降低炼焦用煤成本，同时弥补包钢股份低硫煤种紧缺的局面，对陕西气煤和山西气煤进行了试验研究，具体数据如表 2 和图 1、图 2 所示。

表 2　陕西气煤和山西气煤各项指标

名称	A_d/%	V_{daf}/%	$S_{t,d}$/%	G	Y/mm	磷含量/%	CSR(40 kg 小焦炉)/%
陕西气煤	8.89	41.20	0.44	82	13.5	0.028	18.7
山西气煤	6.74	32.73	0.44	63	13.0	0.015	26.2

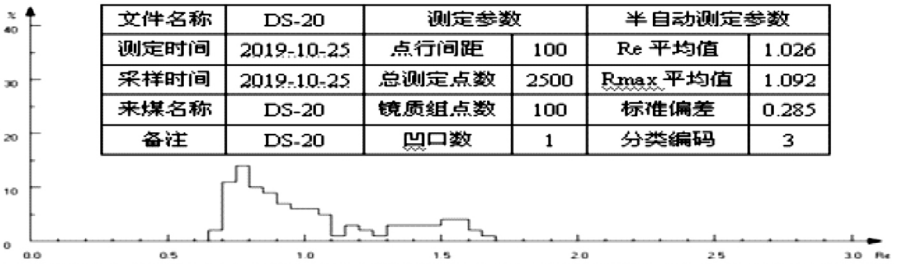
陕西气煤的灰分适中，硫分较低，挥发分较高，属于 44# 气煤，40 kg 小焦炉焦炭 CSR 较差，岩相图谱分析，标准偏差小，该煤种属于简单混煤。由于灰分和硫分较低，配入后可降低焦炭的灰分和硫分。



文件名称	JMR202012-0224	测定参数		半自动测定参数	
测定时间	2020-12-7	点行间距	100	Re 平均值	0.807
采样时间	2020-12-7	总测定点数	2500	Rmax 平均值	0.859
来煤名称	JMR202012-0224	镜质组点数	100	标准偏差	0.09
备注	JMR202012-0224	凹口数	0	分类编码	0

Re	<0.6	0.6--0.8	0.8--0.9	0.9--1.2	1.2--1.5	1.5--1.7	1.7--1.9	1.9--2.5	>2.5
%	0.0	45.0	39.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

图1 陕西气煤岩相图谱



文件名称	DS-20	测定参数		半自动测定参数	
测定时间	2019-10-25	点行间距	100	Re 平均值	1.026
采样时间	2019-10-25	总测定点数	2500	Rmax 平均值	1.092
来煤名称	DS-20	镜质组点数	100	标准偏差	0.285
备注	DS-20	凹口数	1	分类编码	3

Re	<0.6	0.6--0.8	0.8--0.9	0.9--1.2	1.2--1.5	1.5--1.7	1.7--1.9	1.9--2.5	>2.5
%	0.0	27.0	19.0	28.0	15.0	11.0	0.0	0.0	0.0

图2 山西气煤图谱

山西气煤的灰分和硫分相对较低，属于34#气煤，40 kg小焦炉焦炭*CSR*一般，岩相图谱分析，标准偏差大，该煤种属于复杂混煤。灰分和硫分比较低，通过优化配煤结构，能够一定程度上改善焦炭质量。

1.3 配煤方案焦炭质量预测

1.3.1 1#—4#焦炉焦炭质量预测

据陕西气煤和山西气煤试验分析数据，按照包钢股份来煤库存情况和到货情况，对其进行了焦炭质量预测，具体预测情况如表3、表4所示。

表3 1#—4#焦炉焦炭质量预测基础数据

煤种	2020年配煤比测算			指标测算			
	市场价/(元·t^{-1})	生产配比/%	计划配比/%	A_d/%	$S_{t,d}$/%	V_{daf}/%	*CSR*/%
ZCD	1 506	6	13	11.00	1.25	25.60	65
LD	1 540	3		10.13	0.93	33.50	60
TL	1 490	5	5	10.82	1.23	20.87	55
HDSJ	1 300	8	11	10.50	1.40	24.00	55
HDZL	1 125	6	6	9.89	1.80	27.69	55
SHDHZJ	1 105	5	4	9.02	1.90	26.50	50
WHJM	1 005		3	12.80	1.10	24.00	65
HL4#	1 110	3		9.70	2.20	20.91	55
MG5#	1 230	23	20	9.80	0.65	27.50	50
MG3#	1 285	14	6	10.81	0.65	26.30	50
MG2#	1 160	16	5	10.50	0.66	29.50	50
WH 1/3焦煤	1 220	6	10	9.95	1.06	30.80	55
WHZL	990	5	6	10.06	1.71	31.16	55
HDDH	1 130		3	5.00	0.87	35.00	15
山西气煤	1 100		4	7.50	0.40	33.00	26
陕西气煤	970		4	8.90	0.50	41.50	18

表 4　1#—4#焦炉焦炭质量预测分析表

方案	配合煤				焦炭		
	配煤价/(元·t^{-1})	A_d/%	$S_{t,d}$/%	V_{daf}/%	A_d/%	$S_{t,d}$/%	CSR/%
生产配比	1 242.21	10.23	1.04	27.25	12.89	0.92	67.65
计划配比	1 234.33	10.00	1.03	27.99	12.80	0.91	68.03

由表 4 数据分析，在蒙古煤配比大幅减少情况下，配入陕西气煤和山西气煤，通过优化配煤结构，焦炭质量得到了稳定，且配煤成本降低 7.88 元/t。

1.3.2　5#—10#焦炉焦炭质量预测

按照陕西气煤和山西气煤试验分析数据，结合包钢股份来煤库存情况和采购情况，进行了焦炭质量预测，具体预测情况如表 5、表 6 所示。

表 5　5#—10#焦炉焦炭质量预测预测基础数据

煤种	2020 年配煤比测算			指标测算			
	市场价/(元·t^{-1})	生产配比/%	计划配比/%	A_d/%	$S_{t,d}$/%	V_{daf}/%	CSR/%
ZCD	1 506	7	9	11.00	1.25	25.60	65
LD	1 540	3	3	10.13	0.93	33.50	60
ZYD(汽)	1 270	10	12	9.6	1.21	20.42	60
HDSJM	1 300	4	4	10.50	1.40	24.00	55
HFSBS(汽)	1 100	6	5	9.50	1.80	26.50	55
SHDHZJ	1 125	8	6	9.89	1.80	27.69	55
WHJM	1 105	3	3	9.02	1.90	26.50	50
MG5#	1 230	28	9	9.80	0.65	27.50	50
MG3#	1 285	15	10	10.81	0.65	26.30	50
MG2#	1 160		9	10.50	0.66	29.50	50
WH1/3 焦煤	1 220	5	13	9.95	1.06	30.80	55
WHZL	990	5	5	10.06	1.71	31.16	55
HDDH	1 130	6	6	5.00	0.87	35.00	15
山西气煤	1 100		3	6.74	0.44	32.73	26
陕西气煤	970		3	8.90	0.44	41.20	18

表 6　5#—10#焦炉焦炭质量预测分析表

方案	配合煤				焦炭		
	配煤价/(元·t^{-1})	A_d/%	$S_{t,d}$/%	V_{daf}/%	A_d/%	$S_{t,d}$/%	CSR/%
生产配比	1 235.22	9.75	1.07	27.24	12.48	0.93	65.11
计划配比	1 223.39	9.68	1.06	28.14	12.39	0.92	65.94

由表 6 数据分析，大幅减少蒙古煤配比情况下，增加优质 1/3 焦煤，配入陕西气煤和山西气煤，焦炭灰分和硫分降低，配煤成本降低了 11.83 元/t。

总之，焦炭预测数据说明通过优化配煤结构，配加陕西气煤和山西气煤，能够改善焦炭质量，降低配煤成本，满足高炉对焦炭质量的需求。

2　各项指标完成情况

2.1　生产焦炉应用情况

根据焦炭质量预测配比，结合实际筒仓库存情况及采购情况，逐渐从 4 月中旬将陕西气煤和山西气煤在生产上应用，在实际生产中不断调整配煤结

构,合理配煤,稳定了焦炭质量,山西气煤配入量达到3%～7%,陕西气煤配入量达到1.5%～4.5%,缓减了用煤紧张趋势,降低了配煤成本。

2.2 焦炭质量完成情况

2020年4月中旬开始陆续在生产上配入陕西气煤和山西气煤,其焦炭质量情况如表7所示。

表7 4—6月焦炭质量指标(质量分数) %

时间	1#—4#焦炉					5#—10#焦炉				
	M_{40}	M_{10}	A_d	$S_{t,d}$	CSR	M_{40}	M_{10}	A_d	$S_{t,d}$	CSR
2020年4月	90.15	5.24	12.81	0.94	68.76	88.14	6.32	12.82	0.95	67.86
2020年5月	89.42	5.61	12.54	0.93	68.28	88.40	6.28	12.63	0.94	67.51
2020年6月	89.33	5.58	12.55	0.88	68.05	88.55	6.27	12.60	0.89	65.47

从表7数据分析,2020年4月配入陕西气煤和山西气煤后焦炭的灰分和硫分逐渐下降,焦炭质量有了明显的改善,满足了高炉对焦炭的需求。

2.3 焦炭综合合格率情况

2020年4月份由于蒙古煤严重紧缺,焦炭综合合格率较低,随着陕西气煤和山西气煤在生产上应用,到5—6月份焦炭综合合格率大幅提升,满足了高炉需求,具体情况如表8所示。

表8 焦炭综合合格率 %

焦炉	4月	5月	6月
1#—4#	74.69	90.64	100.00
5#—10#	26.52	75.00	93.89

随着陕西气煤和山西气煤4月份在生产上开始应用,到5—6月份焦炭综合合格率大幅提升,满足了高炉需求。6月份1#—4#焦炉焦炭综合合格率为100%,5#—10#焦炉焦炭综合合格率为93.89%,达到包钢股份焦炭综合合格率要求。

2.4 配合煤成本情况

2020年4月开始陕西气煤和山西气煤在生产上应用,其配合煤成本如表9所示,并与2019年配煤成本进行对比。

表9 配合煤成本情况 元/t

焦炉	2020年			2019年
	4月	5月	6月	
1#—4#	1 237	1 171	1 164	1 362
5#—10#	1 206	1 144	1 145	1 362

由表9可见,陕西气煤和山西气煤在生产上应用后,通过优化配煤结构,配煤成本持续下降。6月份1#—4#焦炉配合煤成本较2019年全年配合煤价降幅为14.5%,5#—10#焦炉配合煤成本降幅为15.9%。

3 结论

(1)根据配加气煤的试验研究结果,精细调整配煤结构,改善了包钢焦炭质量。

(2)由于气煤采购价格相对其它炼焦煤便宜,配煤中配入气煤能够降低配煤成本。

(3)包钢通过合理使用气煤,能够扩展用煤范围,提升采购博弈能力,节约了优质炼焦煤的用量。

参 考 文 献

[1] 黄文辉,杨起,唐修义,等. 我国炼焦煤资源分布特点与深部资源潜力分析[J]. 中国煤炭地质,2010,22(5):1-6.

[2] 石峰. 黄陵气煤的性质及其在配煤炼焦中的应用[D]. 武汉:武汉科技大学,2009.

[3] 季斌,位革老,张凤桐,等. 气煤配煤炼焦对焦炭热性质及孔结构的影响[J]. 煤炭科学技术,2015,(5):139-143.