包钢500 m^2 烧结机配加汉中蛇纹石生产实践*

梁海全[1], 石 祥[1], 刘曙光[1], 全子伟[1], 张 永[2], 刘鹏飞[1]

(1. 内蒙古包钢稀土钢板材有限责任公司, 内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心, 内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章对汉中蛇纹石的基础特性进行了研究, 根据该矿基础特性及物化指标提出了汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石的配加方案, 并在包钢500 m^2 烧结机上进行了生产。生产结果表明: 配加汉中蛇纹石后烧结矿物化指标及冶金性能较配加南阳蛇纹石有所改善, 烧结矿固体燃耗升高。

关键词: 汉中蛇纹石; 基础特性; 南阳蛇纹石; 烧结生产

中图分类号: TF046 **文献标识码**: B **文章编号**: 1009-5438(2021)05-0013-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2021.05.003

Production Practices of 500 m^2 Sintering Machine with Proportioning and Adding Serpentine of Hanzhong of Baotou Steel

Liang Hai-quan[1], *Shi Xiang*[1], *Liu Shu-guang*[1], *Quan Zi-wei*[1], *Zhang Yong*[2], *Liu Peng-fei*[1]

(1. *Inner Mongolia Baotou Steel Rare Earth Steel Plate Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In this paper, the basic characteristic indexes for serpentine of Hanzhong are studied. The proportioning and adding scheme for serpentine of Hanzhong instead of serpentine of Nanyang is put forward according to the basic characteristics and physical and chemical indexes of the mine as well as the production is carried out on the 500 m^2 sintering machine of Baotou Steel. The production results showed that the physical and chemical indexes and metallurgical performances of sinter were improved by proportioning and adding serpentine of Hanzhong compared with serpentine of Nanyang as well as the solid fuel consumption of sinter increased.

Key words: serpentine of Hanzhong; basic characteristics; serpentine of Nanyang; sintering production

随着进口铁矿石价格的持续升高, 钢铁企业主要围绕降本增效、提高市场竞争力开展工作。为此, 包钢500 m^2 烧结机从烧结配矿着手, 含铁原料以低硅精矿为主, 配加蛇纹石生产, 对烧结矿质量和烧结工艺均有利[1-2]。通过选用价格相对较低的汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石, 来降低烧结矿辅料成本, 进而降低烧结矿成本, 依此思路, 进行了烧结配加汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石的生产研究。

* **收稿日期**: 2021-05-11

作者简介: 梁海全(1972-), 男, 山西省山阴县人, 高级技师、工程师, 现从事烧结工艺技术研究工作。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1 原料物理性能

表1为2种蛇纹石粒度组成对比。

表1 蛇纹石的粒度组成

厂家	粒度组成(质量分数)/%					平均粒度/mm
	>5 mm	3~5 mm	1~3 mm	0.5~1 mm	<0.5 mm	
汉中蛇纹石	0.16	10.17	29.42	21.70	38.54	1.26
南阳蛇纹石	1.28	14.78	18.10	10.30	55.54	1.25

由表1可知,汉中蛇纹石平均粒度为1.26 mm,较南阳蛇纹石高0.01 mm,含纤维状物质,其中小于0.5 mm的占比为38.54%,较南阳蛇纹石低17.00个百分点。

2 原料化学性能

表2为原料化学成分及烧损。

表2 原料化学成分及烧损(质量分数) %

原料名称	化学成分/%								I_g
	TFe	FeO	CaO	SiO_2	MgO	F	P	S	
巴润精矿	66.46	28.83	0.920	1.74	0.83	0.380	0.064	1.030	1.74
麦克粉矿	60.46	<0.50	0.016	5.00	0.12	0.102	0.028	0.014	5.80
FMG粉矿	58.15	<0.50	0.030	5.72	0.06	0.083	0.036	0.014	7.45
巴西粗粉矿	59.48		0.140	8.21	0.09		0.085	0.043	3.98
南阳蛇纹石			1.80	40.18	43.05				6.92
汉中蛇纹石			1.00	35.40	39.45				15.47
石灰石			51.05	2.84	1.86				39.91
生石灰			87.67	3.63	4.07				2.31
轻烧白云石			37.37	0.64	25.47				40.00

由表2可知,与南阳蛇纹石相比,汉中蛇纹石SiO_2含量较南阳蛇纹石低4.78个百分点,MgO含量较南阳蛇纹石低3.60个百分点,烧损较南阳蛇纹石高8.55个百分点。

表3为焦粉工业分析。

表3 焦粉工业分析(质量分数) %

固定碳	灰分	挥发分	硫分	水分
82.00	16.18	2.17	0.90	2.40

3 烧结使用汉中蛇纹石

为保证汉中蛇纹石与南阳蛇纹石使用期间各理化指标及主要经济技术指标的准确性,烧结机使用A、B料条期间,对使用汉中蛇纹石和南阳蛇纹石的生产参数、成本及理化指标进行对比。表4为两种方案的配矿结构,方案1为使用汉中蛇纹石,方案2为使用南阳蛇纹石。

表4 配矿结构(质量分数) %

方案	澳矿粉	自产精矿	巴西粗粉	FMG粉矿
方案1	44	36	4	16
方案2	44	36	5	15

4 生产实践

表5为使用2种蛇纹石主要生产技术指标。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

表 5　主要生产技术指标

方案	利用系数 /($t \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	固体燃耗 /($kg \cdot t^{-1}$)	烧结垂速 /($mm \cdot min^{-1}$)	主管负压 /kPa	返矿率 /%
方案 1	1.20	45.42	16.35	14.19	22.23
方案 2	1.21	43.02	16.36	14.26	20.28

用汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石后，混合料透气性改善，气流阻力减小，主管负压降低，汉中蛇纹石含有部分 $Ca(OH)_2$，结晶水含量较高，在保证成品率不变的前提下，需要更多的燃料，从而使得固体燃耗增加，烧结返矿率升高。

5　烧结矿质量

5.1　烧结矿化学性能

表 6 为使用 2 种蛇纹石烧结矿化学成分及碱度合格率。

表 6　烧结矿化学成分及碱度合格率

方案	化学成分(质量分数) /%				碱度	碱度合格率 /%
	TFe	SiO_2	MgO	FeO		
方案 1	56.76	4.97	1.98	8.71	1.96	85.71
方案 2	56.70	4.97	1.98	8.97	1.98	91.66

使用汉中蛇纹石后，通过调整蛇纹石配比，烧结矿 SiO_2 含量稳定在 4.97%，铁品位升高 0.06 个百分点，FeO 含量降低 0.26 个百分点。烧结矿碱度合格率降低。

5.2　烧结矿物理性能

表 7 为使用 2 种蛇纹石烧结矿物理性能。

表 7　烧结矿物理性能

方案	转鼓强度 /%	平均粒径 /mm	粒度组成(质量分数) /%			
			40 ~ 25 mm	25 ~ 16 mm	16 ~ 10 mm	< 10 mm
方案 1	78.79	18.67	21.55	28.64	17.57	23.59
方案 2	78.65	18.42	21.05	28.24	19.22	23.49

汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石后烧结矿转鼓强度提高了 0.14 个百分点，得到改善；平均粒径升高了 0.25 mm；粒级分布更加合理，其中 40 ~ 25 mm 粒级占比增加了 0.50 个百分点，16 ~ 10 mm 粒级占比降低了 1.65 个百分点，小于 10 mm 粒级略有升高[3]。

5.3　烧结矿冶金性能

表 8 为使用 2 种蛇纹石烧结矿冶金性能。

表 8　烧结矿冶金性能

方案	*RI*	$RDI_{+3.15}$	$T_{40} - T_4$ /℃	$T_d - T_s$ /℃	压差 /Pa
方案 1	78.4	71.6	122.3	212.5	11 752
方案 2	77.8	66.3	129.8	221.9	12 417

汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石后，烧结矿还原度 *RI* 提高，低温还原粉化率 $RDI_{+3.15}$ 提高，熔滴试验压差降低。

6　结论

(1) 从化学成分上，使用汉中蛇纹石后，利于提

(下转第 49 页)

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

8　结论

(1) 通过科学合理的化学成分设计,严格的冶炼、浇铸、轧制及热处理等工艺过程控制,成功生产出了具有良好的低温冲击韧性和再加工性能的960 MPa级高强度重型机械用钢板。

(2) 生产高强度厚钢板需要严格控制化学成分,尽量降低 C 含量,适度添加纯净钢质的稀土 Ce 元素及提高淬透性的 Cr、Mo、Ni 等合金元素,从而保证钢板的低温韧性及强度能够达到标准要求。

(3) 包钢薄板厂试制的 Q960E 高强钢板产品质量优良,满足用户需求,为开发超高强度重型机械用钢奠定了基础。

参　考　文　献

[1] 徐晓玉. “一带一路”沿线主要国家高端装备制造贸易网络结构研究 [D]. 大连: 大连海事大学,2018.

[2] Nagao A, Ito T, Obinata T. Development of YP 960 and 1 100 MPa Class Ultra High Strength Steel Plates with Excel - lent Toughness and High Resistance to Delayed Fracture for Construction and Industrial Machinery [J]. JFE Technical Report, 2008,(11):13 - 18.

[3] GB/T 16270—2009,高强度结构用调质钢板 [S].

[4] 孙岩,赵楠,薛峰,等. 960 MPa 级高强钢的连续冷却转变 [J]. 金属热处理,2021,46(3):166 - 169.

[5] 王有铭,李曼云. 钢的控制轧制和控制冷却 [M]. 北京: 冶金工业出版社,1995.

[6] 张楠,董现春,刘宏. 960 MPa 工程机械用钢焊接性能试验研究 [J]. 电焊机,2012,42(7):1 - 6.

(上接第 15 页)

高烧结矿品位,但烧结碱度合格率降低。

(2) 与南阳蛇纹石相比,汉中蛇纹石粒度较粗,导致烧结过程垂速升高,返矿率升高,烧结固体燃耗升高。

(3) 汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石后烧结矿转鼓强度提高了 0.14 个百分点,得到改善; 平均粒径升高了 0.25 mm; 粒级分布更加合理,其中 25 ~ 40 mm 粒级占比增加了 0.5 个百分点,16 ~ 10 mm 粒级占比降低了 1.65 个百分点,小于 10 mm 粒级略有升高。

(4) 汉中蛇纹石替代南阳蛇纹石后,烧结矿还原度 RI 提高,低温还原粉化率 $RDI_{+3.15}$ 提高,熔滴试验压差降低。

参　考　文　献

[1] 薛俊虎. 烧结生产技能知识问答 [M]. 北京: 冶金工业出版社,2019.

[2] 贺真. 烧结含铁原料性能与配矿试验研究 [D]. 长沙: 中南大学,2005.

[3] 许满兴,张天启. 铁矿石优化优化配矿技术 [M]. 北京: 冶金工业出版社,2017.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net