干馏煤对包钢烧结生产影响分析*

侯广君[1],张亚群[2],赵署光[2],段祥光[2],臧国玺[2],陈雪茹[2]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司炼铁厂,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢金属制造有限责任公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 针对干馏煤破碎粒度可控性差、水分偏大、燃烧速度不均等不足,通过强化燃料粒度控制、优化操作工艺等措施,解决了焦粉与干馏煤混合配加的难题。干馏煤最大配比占燃料消耗53%,烧结生产整体平稳顺行,产量提升,烧结矿质量稳定。烧结机利用系数提高0.021 t/m^2·h,固体燃耗降低5.87 kg/t,烧结矿FeO含量降低0.18个百分点,转鼓指数提高2.11个百分点,*RI*提高1.77个百分点。

关键词: 烧结; 焦粉; 干馏煤; 成本; 工艺参数
中图分类号: TF046 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)03-0023-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.03.006

Analysis on Influences of Retorting Coal on Sintering Production of Baotou Steel

Hou Guang-jun[1], *Zhang Ya-qun*[2], *Zhao Shu-guang*[2], *Duan Xiang-guang*[2], *Zang Guo-xi*[2], *Chen Xue-ru*[2]

(1. *Iron-making Plant of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Inner Mongolia Baotou Steel Metal Manufacturing Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The difficulty of mixing coke powder with retorting coal is solved through such measures as strengthening particle size control of fuel and optimizing the processibility aiming at the retorting coal is with such disadvantages as poor controllability of particle size after cracking, more moisture and non uniform combustion velocity. The maximum proportion of retorting coal is 53% of fuel consumption so that the whole sintering production is smooth, the output increases and quality of sinter is stable. Moreover, the utilization coefficient of sintering machine increases by 0.021 t/m^2·h, solid fuel consumption decreases by 5.87 kg/t, content of FeO of sinter decreases by 0.18 percentage points, drum index increases by 2.11 percentage points and the RI increases by 1.77 percentage points.

Key words: sintering; coke powder; retorting coal; cost; process parameters

国内外目前高炉的主要原料就是烧结矿,在生产生铁的过程中,烧结矿的生产成本严重影响生铁的生产成本。因此,降低烧结矿的生产成本对于提高钢铁企业的整体效益有着标志性的意义[1]。

我国钢铁行业当前已进入极端低利润期,所以钢铁企业把降低铁前系统原燃料的成本作为降本增

* 收稿日期:2020-03-23
作者简介:侯广君(1989-),男,内蒙古包头市人,工程师,现从事烧结生产技术研究工作。

中国知网 https://www.cnki.net

效的重要手段。众所周知，烧结矿成本占生铁成本的50%左右，而烧结矿固体燃料成本占动力、燃料成本的45%，因此，烧结矿固体燃料成本的高低对生铁的成本影响比较显著[2]。利用低价、高性能燃料来代替价格较昂贵的焦粉是降低铁前生产成本的有效措施之一。目前，干馏煤在高炉喷吹、烧结生产中的应用研究已有相关报道。干馏煤的主要特点是发热值高、固定碳高、价格便宜。因此，利用干馏煤替代焦粉作为烧结燃料，对降低SO_2排放量、节约能源、保护环境至关重要。探索干馏煤代替焦粉的最佳比例及配加的工艺控制[3]，对提高烧结矿质量、降低烧结矿燃料成本及促进钢铁行业向高产、优质、低成本方向发展有着重要意义。在未来的几年里，冶金行业对干馏煤替代焦粉作为烧结燃料会加大力度。

包钢烧结A部针对燃料种类变化频繁，深入探索不同原料与之相适应的操作制度，不断摸索适应烧结原料多变操作模式，并在混合使用焦粉和干馏煤作为燃料方面，取得良好效果。

1 干馏煤资源及性能概述

干馏煤的资源比较富裕，目前可以知道的储存量大约有3 000亿t，占了全国煤炭资源总量的1/3，占非炼焦煤大约是4/5，但是用于生产干馏煤的煤一般是劣质煤，低品质的煤。从各省(自治区)的赋存储量来看，最多的是陕西省，占全国约1/3；第二是内蒙古，占全国约为1/4；第三是新疆，占全国约为1/5。其余分布在华南地区及云南和西藏[4]。

干馏煤与传统的焦粉有很大的区别，具体表现在：干馏煤的制作原料和焦粉的制作原料完全不同，采用的技术手段也完全不同，制作过程也不相同。干馏煤具有一般焦粉没有的优良特性，比如高化学活性，高固定碳，灰低，S低，P低，Al_2O_3低等，但是其强度和抗碎性比较差。品质自然也相差甚远，干馏煤的灰分低、硫低等优良特性均好于焦粉。烧结使用干馏煤作为燃料的最大问题是其挥发分偏高，烧结机主管温度升高，另外对除尘器及湿法脱硫净化系统有一定的影响。

2 包钢烧结燃料使用状况

包钢烧结A部主要固体燃料的物理化学性能分别列于表1和表2。

表1 破碎后固体燃料的粒度组成(质量分数) %

原料名称	>5 mm	3~5 mm	1~3 mm	0.5~1 mm	<0.5 mm
焦粉	19.23	20.82	19.35	16.71	23.89
干馏煤	32.13	25.37	19.76	13.65	9.09

由表1可知，由于干馏煤进料粒度偏大，且与焦粉差别较大，破碎参数无法同时兼顾，导致焦粉和干馏煤粒度均无法满足烧结工艺要求；燃料分布不均匀，大颗粒偏多，容易造成其周围过熔，还原性气氛强，而远离处不能充分烧结；布料易产生自然偏析，大颗粒集中在下部，使烧结料层上下部温差加大，造成上部烧结矿强度差，下层过熔，FeO含量增加。

表2 固体燃料工业分析(质量分数) %

原料名称	F_{cd}	M_t	A_d	V_{daf}	$S_{t,d}$
焦粉	83.14	9.90	14.36	2.29	1.49
干馏煤	84.03	16.37	9.31	7.32	0.35

由表2可知：干馏煤的挥发分偏高，虽然能满足烧结工艺的要求，但配比高会影响湿法脱硫浆液品质，甚至导致浆液中毒。干馏煤S含量明显低于焦粉，可以降低烧结净化脱硫负荷。干馏煤灰分含量明显低于焦粉，有利于提高烧结矿品位。干馏煤水分明显高于焦粉，破碎及烧结过程应合理应对。

中国知网 https://www.cnki.net

3　焦粉与干馏煤混用生产过程控制

针对干馏煤破碎时粒度可控性差、水分偏高、粒度偏大、挥发分偏高以及燃烧速度不均等不足，过程控制如下。

3.1　强化燃料破碎

提高车辊频率和强化操作管理，提高破碎岗位操作水平，7 天一车辊，3 台对辊间隙 25 ~ 20 mm、四辊上辊间隙 10 ~ 15 mm 控制，四辊下辊间隙 3 ~ 5 mm控制，两侧辊距调整要一致，料门开度 90 mm，矿槽篦子磨损按预定周期及时处理。

3.2　机速控制

针对生产过程煤、水波动，强化煤、水搭配，按低水中煤操作。采取“稳定终点温度、稳定机速”的双稳定生产，以达到混合料水、碳和生球粒度的稳定，稳定机速是根据工艺参数、水碳、原料情况、机尾成品矿红料层厚度，将机速控制在一定的范围，在改变机速时采取微调，最大调整幅度 0.02 m/min 。

3.3　合理控制工艺参数

料层铺平、铺满，充分利用台车的有效面积，减少拉沟、待料和抽洞现象; 加强表面点火，保证点火质量。将烧结终点温度控制在倒数第二至第三节风箱之间，终点温度控制在 280 ~ 350 ℃，主管负压控制在 11 ~ 13 kPa，烧结矿 FeO 含量考核指标为 8.3% ~ 10.3% 。

3.4　关注烧结尾气净化系统

烧结尾气净化系统是烧结工艺密不可分的重要组成部分，它的稳定运行是烧结机稳定运行的必要基础。

(1) 由于干馏煤挥发分偏高，容易造成脱硫系统浆液品质下降，甚至导致浆液中毒。发现异常及时调整干馏煤配比。

(2) 在保证机尾烧透的情况下合理控制主抽风门开度，并适当提高机速，控制主管温度。

(3) 在满足生产的情况下，降低燃料配比。如果调整后入口 SO_2 浓度无改善，及时调整铁料结构。

4　应用效果

通过优化操作工艺等措施，稳定增加干馏煤配比，烧结生产在提高经济效益上取得了显著的成效。在生产顺行、质量稳定、产量提升上效果显著。

4.1　干馏煤用量

2019 年，包钢烧结 A 部干馏煤占燃料配比平均 35% 左右，最低配比 10% ，最高配比 53% ，烧结过程平稳，烧结矿产质量等技术经济指标良好。

4.2　燃料粒度对比

2019 年、2018 年包钢炼烧结 A 部固体燃料粒度对比见表 3。

表 3　燃料粒度对比(质量分数)　　%

种类	时间	>5 mm	3 ~ 5 mm	1 ~ 3 mm	0.5 ~ 1 mm	<0.5 mm
焦粉	2018 年	19.23	20.82	19.35	16.71	23.89
	2019 年	14.71	22.63	21.14	17.52	24.00
	对比	-4.52	1.81	1.79	0.81	0.11
干馏煤	2018 年	32.13	25.37	19.76	13.65	9.09
	2019 年	25.31	26.37	22.56	15.31	10.45
	对比	-6.82	1.00	2.80	1.66	1.36

如表 3 所示，与 2018 年相比，焦粉和干馏煤的粒度组成均有所改善，其中 >5 mm 粒级分别降低 4.52 和 6.82 个百分点。但仍然不能满足烧结工艺的要求，综合考虑，需要对燃料破碎系统进行设备改造及能力提升。

4.3　烧结机工艺参数及技术经济指标对比

两阶段烧结机主要工艺参数对比见表 4。两阶段烧结主要技术指标及烧结矿质量指标对比见表 5。

中国知网　https://www.cnki.net

表4 工艺参数

时间	料层厚度 /mm	机速 /(m·mim^{-1})	点火温度 /℃	主管温度 /℃	主管负压 /kPa	终点温度 /℃
2018年	>700	2.15	1 038	103.1	12.7	313
2019年	>700	2.15	1 044	112.5	12.1	317

表5 烧结主要技术指标及烧结矿质量指标对比

时间	烧结技术指标		烧结矿质量指标			
	利用系数 /(t·m^{-2}·h^{-1})	固体燃耗 /(kg·t^{-1})	FeO /%	转鼓 /%	*RI* /%	$RDI_{-3.15}$ /%
2018年	1.242	63.71	9.33	77.52	79.63	33.13
2019年	1.263	57.84	9.15	79.63	81.40	34.26
对比	0.021	-5.87	-0.18	2.11	1.77	1.13

如表4所示，两阶段控制料层厚度、机速、点火温度基本一致。第二阶段配加35%干馏煤后，相较于第一阶段，主管负压降低0.6 kPa，主管温度升高9.4 ℃，终点温度升高4 ℃。

由表5可知，烧结生产整体平稳顺行，烧结矿质量稳定。烧结机利用系数提高0.021 t/m^2·h，固体燃耗降低5.87 kg/t，烧结矿FeO含量降低0.18个百分点，转鼓指数提高2.11个百分点，*RI*提高1.77个百分点。

造成以上结果的主要原因为：

(1) 干馏煤燃烧特性与焦粉不同，其燃点低，燃烧速度大于焦粉，能够加宽高温带的厚度，从而延长烧结矿固结时间，提高烧结矿强度，减少返矿量。

(2) 由于燃料粒度改善，烧结过程燃烧带最高温度有所降低，总体热量消耗下降，烧结矿FeO含量降低。

(3) 干馏煤的挥发分较高，烧结废气带走热量增加，导致主管温度升高。

(4) 综合考虑，烧结过程阻力减少，烧结过程透气性提高。

5 结束语

通过强化燃料粒度控制，优化操作工艺等措施，包钢烧结A部稳定配加干馏煤35%，最高比例达到53%，烧结生产整体平稳顺行，烧结矿质量稳定，同时取得很好的降本效果。

参 考 文 献

[1] 付林林，孙涛，方俊杰，等. 烧结过程用兰炭作为燃料替代焦粉的生产试验[J]. 河南冶金，2012，8(20)：6-7.

[2] 张海龙，郭清海，徐崇德，等. 烧结配加兰炭末工业试验研究[J]. 山西冶金，2014，(03)：30-34.

[3] 梁雪梅，朱德庆，姜涛，等. 烧结节能技术现状与发展[J]. 烧结球团，2000，2(4)：22-24.

[4] 艾保全. 榆林市兰炭产业发展调研报告[J]. 中国经贸导刊，2010，(18)：4-5.

中国知网 https://www.cnki.net