

高炉瓦斯灰中未燃煤粉和焦炭比例的研究与实践

尹 坚

(华菱湘钢科技开发中心)

摘 要:就瓦斯灰中未燃煤粉与焦粉的鉴别与比例进行研究,初步掌握了辨别瓦斯灰中煤粉的方法,形成了判定未燃煤粉与焦粉比例的方法,通过对瓦斯灰中碳的显微分析,可判别碳的结构,确定煤粉含量,对高炉在生产中和在同比条件下是否加大喷煤比的决策起到重要作用。

关键词:瓦斯灰 未燃煤粉 比例 研究

1 前言

改善高炉喷煤效果,减少未燃煤粉的比例,在高炉喷煤量增加的同时,要保证有较高的煤粉置换比,一直是炼铁工作者的研究方向。但是,喷煤量增加到一定程度后,炉尘中碳含量也会增加,有时会增加很快,含有一定量未燃煤粉。如何确定炉尘中含碳物质来源,即煤粉和焦炭的比例,对选择煤种、合理喷煤和确定不同喷煤量时的煤粉利用率极为重要。

2 存在的问题

湘钢高炉的混喷工作投入生产运行后,烟煤配比逐步增加,煤比也逐步加大,但在现有的风温水平及一定的富氧气条件下,喷煤多少合适难以判断,生产中也出现了煤比升高,焦比也升高的反常现象。因此,喷煤量只能在生产实践中去摸索,过去我们只能通过化学分析判定瓦斯灰中的碳含量,但碳含量多少并不代表煤粉是否燃烧完全,因为碳的百分比与瓦斯灰的数量及焦炭强度、粉末有关。如何确定煤粉是否完全燃烧?瓦斯灰中的碳到底来自焦还是煤?对此,仍在摸索和寻求解决问题的办法。

3 研究内容

带着问题,在对高炉瓦斯灰的粒度进行较为详细的分析后,采用岩相显微分析方法观察炉尘中未消耗煤粉和焦炭细颗粒的微观变化,给出了

定量确定高炉炉尘中未消耗煤粉与焦炭颗粒的比例方法,为获得炉尘中未消耗煤粉含量奠定了必要的基础。

3.1 试验设备和方法

经采用德国蔡氏显微镜分析,发现高炉炉尘中的焦炭和未消耗煤粉在形态和结构上不仅与其它的氧化物有区别,而且它们之间也有区别,由于目前对高炉瓦斯灰的岩相显微分析尚无统一标准,因此我们运用岩相分析中的数点法来确定不同矿相比例。按测定煤相的统一标准,将试样划分为 $24 \times 24 = 496$ 格,在相交点测定 500 个以上,经对测定点数据进行统计,可得到不同矿相面积的比例。

(1)通过筛分发现,瓦斯灰粒径以 $74 \sim 290\mu\text{m}$ 为主,约占 60%。瓦斯灰的粒度分布呈正态分布曲线,我们将炉尘 - 200 目筛分后进行化学分析,大颗粒的碳含量比小颗粒的高。说明含碳物质主要为焦炭磨损后所形成的小颗粒,少部分为未燃煤粉。

(2)按煤岩分析的方法进行制样,通过研磨,保证瓦斯灰中的颗粒均匀,再进行岩相分析。

3.2 试验结果

(1)在岩相显微分析中,未燃煤粉颗粒可分成微变原煤颗粒、未变形颗粒、变形颗粒和残碳颗粒,见图 1。

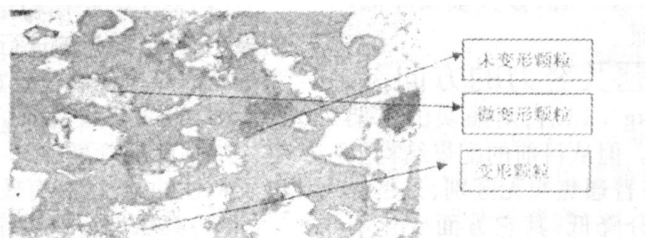


图 1 瓦斯灰中的煤粉颗粒

尹坚:(1965~)高级工程师,1986年毕业于株洲冶金工业学校钢铁冶金专业,现就职于湖南华菱湘钢科技开发中心技术研究室,从事炼铁专业技术工作。

图 1 中有表面产生一些气孔的未变形颗粒、外形变化的未消耗煤粉、表面和内部产生较大气孔,且边缘开始出现变形的、含有高挥发分煤的变形颗粒,其表面气孔很多,塑性形变为球形。下方的煤颗粒内部已经烧尽,外形发生较大变化,且碳

含量较其它要少得多,将其定义为碳残余。在岩相显微分析中,瓦斯灰中的焦炭颗粒可分成丝炭、流动结构、片状结构和粒状镶嵌结构,如图 2 所示。

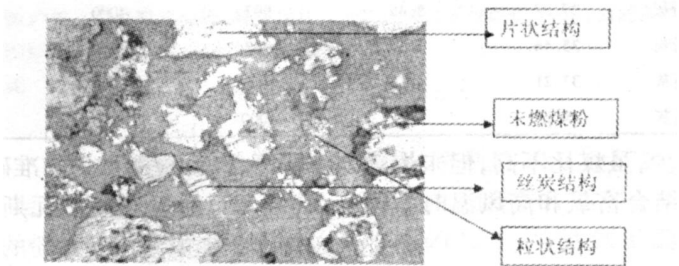


图 2 瓦斯灰的显微分析照片

(2)经瓦斯灰的岩相分析,发现炉尘中存在的物质种类较多,围绕含碳物质,将矿物主要分成焦炭、未消耗煤粉和杂质。

(3)未消耗煤粉和焦炭的百分比可从图 1 和图 2 中大约得知,在炉尘中未消耗煤粉和焦炭颗粒在炉内上升的过程中有些碳被消耗,但消耗程度不同。对显微分析中的焦炭和未消耗煤粉的面积比可按经验进行修正。公式 (1)和公式 (2)为显微分析测定焦炭和未消耗煤粉面积的修正公式。

$$\Sigma \text{焦炭} = \alpha \cdot (\text{块状结构} + \text{类丝炭} + \text{流动结构} + \text{片状结构} + \text{粒状镶嵌结构}) \quad (1)$$

$$\Sigma \text{未消耗煤粉} = \text{微变原煤颗粒} + \beta \cdot (\text{未变形颗粒和变形颗粒}) + \gamma \cdot \text{残碳颗粒} \quad (2)$$

公式 (1)中 α 取 0.9,公式 (2)中的 β 和 γ 分别取 0.6 和 0.1。计算式 (1)和 (2)中的修正参数 α 、 β 、 γ 是宝钢大量实验后的经验数据。

4 生产实践中的检测数据及相应的高炉工艺参数

表 1 1号高炉瓦斯灰的部分检测数据及操作参数

取样时间	取样炉别	含碳量分析 %	煤粉表面百分比 %	高炉部分操作参数			
				风温	富氧量 m ³ /h	喷煤比 kg/t	焦比 kg/t
07年 9月 14日	1号炉瓦斯灰	35.41	1.48	1112	10716	142.01	364.29
9月 17日	1号炉瓦斯灰	36.99	3.76	1135	8647	146.0	386.20
9月 19日	1号炉瓦斯灰	35.71	2.12	1137	8409	144.90	356.00
9月 21日	1号炉瓦斯灰	35.16	2.65	1135	8635	139.13	354.25
9月 25日	1号炉瓦斯灰	38.25	2.99	1144	9536	143.76	354.27
9月 26日	1号炉瓦斯灰	39.58	4.79	1130	9200	149.80	365.62
9月 28日	1号炉瓦斯灰	39.97	5.22	1250	9884	150.68	375.81
9月 30日	1号炉瓦斯灰	39.91	4.95	1131	10932	145.02	362.63
10月 9日	1号炉瓦斯灰	40.12	4.97	1212	13196	157.90	364.73
10月 17日	1号炉瓦斯灰	40.31	4.91	1199	10198	164.05	367.30
08年 3月 11日	1号炉瓦斯灰	34.84	1.90	1179	13015	169.57	348.86
3月 17日	1号炉瓦斯灰	39.32	3.18	1200	13363	179.03	373.93
3月 24日	1号炉瓦斯灰	37.45	3.54	1166	12960	152.07	423.65

1号高炉自 2007 年 9 月开始尝试进行烟煤混喷,烟煤的比例大约 15%,由于比例偏低,高炉燃烧效率不见明显提高。1号高炉 2008 年 3 月后混喷工作逐步正常,煤比提高幅度较大,烟煤比

例达到 40%以上,燃烧效率同步提高,虽然煤比上升,但瓦斯灰中未燃煤明显减少。

其它高炉检测数据示例:

表 2 4号高炉瓦斯灰的部分检测数据及操作参数

取样时间	取样炉别	含碳量分析 %	煤粉表面百分比 %	高炉部分操作参数			
				风温	富氧量 m ³ /h	喷煤比 kg/t	焦比 kg/t
2007年 9月 14日	4号炉瓦斯灰	37.23	2.51	963	1560	126.27	386.22
9月 17日	4号炉瓦斯灰	38.72	5.81	971	1500	139.0	402.5
10月 16日	4号炉瓦斯灰	37.87	5.46	992	4000	144.0	357.30
10月 18日	4号炉瓦斯灰	35.46	3.57	987	4000	132.70	359.60
11月 21日	4号炉瓦斯灰	37.21	4.15	1021	3000	149.0	374.0
11月 23日	4号炉瓦斯灰	38.13	5.31	1000	3000	165.2	384.4

3号高炉富氧量较少,虽煤比不高,但未燃煤粉含量很高,说明喷煤结合富氧和高风温时才体现出其明显的效益。

总之,在高炉风温与富氧水平基本不变的前提下,随着喷煤量的提高,未燃煤粉含量上升;1号高炉煤比高于 150kg/t时,瓦斯灰中含碳量明显上升,喷煤比虽然提高,但焦比没有下降,证明其燃烧效率很差,进行烟煤混喷时燃烧效果明显好转。

5 结论

(1)高炉瓦斯灰的岩相分析需对大颗粒进行

研磨,保证检测点均匀准确。

(2)通过对高炉瓦斯灰的岩相显微分析,可得出炉尘中未消耗煤粉的含量。

(3)高炉瓦斯灰中未消耗煤粉表面烧损的比例要比焦炭高,不同类型颗粒表面的烧损情况也不相同,在进行比例计算时要依据烧损的情况进行修正。

(4)瓦斯灰中煤粉比例测定的试验结果可指导生产,对高炉喷煤最佳比例提供指导,减少浪费,对提高煤粉置换比具有实际意义。

(上接第 18页)

炉况变差:压差升高、风压波动大、风量萎缩、有小滑尺出现。为迅速制止炉衬温度继续下降,炉况恶化。12日休风堵两个风口,提高鼓风动能,同时将大矿角由 39.7 缩小到 39.2°;发展边缘气流。14日,炉腹、炉腰、炉身温度普遍回升到 150 以上。18日炉衬各部温度上升到正常水平。随着炉衬温度的升高,高炉顺行状况明显好转。由此可见,通过维护合理操作炉型可以减少炉况大幅度波动,缩短炉况波动的时间,减小损失。实践证明,通过维持合理的操作炉型可以达到保持渣皮稳定,延长高炉寿命,保证高炉顺行的目的。

5 结语

(1)合理的操作炉型对保证高炉顺行至关重要,但操作炉型要与原、燃料条件及冶炼参数相适应。

(2)对操作炉型的控制是通过监测炉衬温度来实现的。必须有足够的测温电偶才能对操作炉型进行更准确的监控。

(3)控制合理的操作炉型不但可以保证高炉顺行而且对保护炉衬、延长高炉寿命具有深远意义。

(4)在原料质量差,尤其焦碳质量波动大的情况下,高炉仍保持较好的工作状态,这充分说明唐钢 2号高炉操作炉型的维护是成功的。