原料粒度比在白灰窑分级煅烧中的实践

王克云

(包头钢铁(集团)有限公司乌海矿业公司,内蒙古 乌海 016000)

摘 要: 由于矿山系统生产工艺的制约,导致白灰窑使用的原料有时不够,通过扩大使用原料的粒度范围,找出最适合的原料粒度比,对两条生产线采用分级煅烧的实践,保证了白灰窑的产量和质量,收到较好的效果。

关键词: 粒度比,分级煅烧,活性度

中图分类号: TQ172.4 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)02-0007-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.02.003

Practice of Raw Material Particle Size Ratio in Grading Calcination of the Lime Kiln

WANG Ke-yun

(*Wuhai Mining Co. of Baotou Steel (Group) Corp.*, *Wuhai* 016000, *Nei Monggol*, *China*)

Abstract: Due to the constraints in the production process of mining system, the raw materials used in the lime kiln are sometimes insufficient. By expanding the particle size range of the raw materials, the most suitable raw material particle size ratio is found. Practice of grading calcination is applied on the two production lines to ensure the yield and quality of the lime kiln, receiving better results.

Key words: particle size ratio; grading calcination; activity degree

包钢乌海矿业公司两条600 t/d的活性石灰生产线,设计原料的使用范围是15~45 mm,但由于受到矿业公司石灰石成品率的限制,原料的供给满足不了两条活性石灰窑的需要,于是白灰厂将原料使用的15~45 mm扩大到12~53 mm,原料的供给量增加了,能够满足活性白灰达产、超产的需要,但这样就将使用原料的粒度比由原来的3.0增大到了4.42,粒度比大于3以后窑内物料的孔隙率明显降低,在窑内反应出来的主要问题就是通风不好,煤粉燃烧不完全,排放的尾气氮氧化物超标,窑内易结长厚窑皮,一旦窑皮过厚过长,就必须采用一些非常规手段处理,不但影响产量,质量也受到一定波动,白灰煅烧不完全,容易出现生过烧白灰样,从而造成白灰的质量波动较大,不利于窑的平稳运行[1]。

1 冶金石灰煅烧理论及影响因素

石灰石的主要成分是$CaCO_3$,少量的$MgCO_3$,SiO_2以及Al_2O_3、Fe_2O_3等杂质,在煅烧时,主要是石灰石中碳酸钙的分解和碳酸镁的分解反应,煤中碳的燃烧反应以及一些氧化物的化学反应。冶金石灰在炼钢除渣过程中能迅速溶解,并具有较快的成渣速度,因此要求石灰中氧化钙含量高并且稳定,活性度高。

冶金石灰煅烧分解常用以下方程式表示:

$$CaCO_3 = CaO + CO_2\uparrow - 176.6\ kJ$$

$CaCO_3$分解是一个吸热、多相反应。$CaCO_3$的

收稿日期: 2016-11-08

作者简介: 王克云(1971-),女,山东省潍坊市人,冶金分析工程师,现从事冶金灰石、白灰生产质量检验管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

分解随着温度的升高而加速，而且分解的速率相当快，因此升温是加速碳酸钙分解的有效措施；在实际生产中，石灰石在窑内煅烧并不是理想状态，石灰石表层在810～850 ℃开始分解，而内层由于分解表层CaO的气孔中充满分解析出的CO_2，石灰石内层的CO_2分压比窑气中的要高，分解温度也相应要高，在898 ℃时$CaCO_3$分解出的CO_2的压力等于空气的压力，因此，把898 ℃称为$CaCO_3$的分解温度[2]。

石灰的活性度取决于它的组织结构、同时与煅烧温度和煅烧时间密切相关，影响石灰活性度的组织结构包括体积密度、气孔率、比表面积和CaO矿物的晶粒尺寸，晶粒越小，比表面积越大，气孔率越大，石灰的活性就越高，化学反应能力就越强，在煅烧过程中，随着煅烧时间的延长，石灰的体积密度逐渐增大，从而使石灰气孔率降低，比表面积缩小，CaO晶粒长大，石灰活性降低。石灰石在受热分解时，放出了CO_2，使石灰的晶粒处于不稳定状态，CaO分子比较活泼，因而活性比较高，这时快速冷却下来，把石灰这种不稳定的组织结构固定下来石灰的活性度就会提高，石灰石在1 000～1 100 ℃左右的温度下生产的石灰疏松多孔，CaO晶粒高度弥散，排列杂乱且晶格有畸变，使其具有较大的比表面积和高的自由能（活性度高），随着温度的升高，CaO晶体结构不断发育，由杂乱排列逐渐排列紧凑，结构致密，石灰体积收缩气孔率下降，比表面积降低，石灰活性降低，因此煅烧石灰的温度应控制在1 200 ℃以下，最佳煅烧温度为1 000～1 150 ℃[3]。

2 进行分级煅烧的基本思路

对于乌海矿业公司来说，提高小粒级石灰石的利用率是非常有意义的，既能减少废弃矿石排放的生产成本和运输成本，还能够创造新的利润增长点，是符合降本增效总体思路和要求的；但一定不能牺牲窑的平稳运行和白灰质量，因此必须要在保证白灰质量和窑平稳运转的前提下进行调整，在经过多次考察和讨论后确定方案为：分级煅烧，把12～53 mm的石灰石分成两种粒级，分别进入两条回转窑内煅烧，这样每条窑内的物料的粒度比都不会超过3，既保证两条窑的原料平衡，又保证生产出来的白灰质量。

3 确定合理粒度比的措施和方法

3.1 选定试验方案

初步设计二个方案，第一方案增加一个原料仓，第二方案在筛分系统改造。原设计中只有一个原料仓，如果想要实现分级煅烧，将大小原料分开，就需要增加一个料仓，初步估算这样投资需要近百万元，而且白灰厂现场场地空间狭小，难以实施，第一方案就被否定了，所以采用第二方案，改进方案重点放在原料仓的筛分系统上，对筛分系统进行改造，在原有振动筛上部加装条筛和折料板，在石灰石自身重力的作用下，物料沿筛条表面下滑，进行第二次筛分，使两边的物料基本平衡保证窑的用量，并且粒度比控制在3以内，这就是试验的重点了，为此分别准备了三个方案，制作了三种相应尺寸的条筛，通过各种试验数据来确定最终的粒度比，将矿石12～53 mm的分为两种，12～33 mm的和33～53 mm的，12～30 mm的和30～53 mm的，12～28 mm的和28～53 mm的分别进行试验，经过反复试验，取平均值为试验数据，见表1、表2及表3。

表1 方案一活性度和生烧检测数据

检测次数	12～33 mm		33～53 mm	
	活性度/mL	生烧/%	活性度/mL	生烧/%
1	336	4.8	350	3.0
2	329	4.7	342	3.4
3	328	4.3	348	2.8
4	334	4.2	338	3.0
5	324	4.5	340	3.2
6	329	5.1	352	3.5
平均值	330	4.6	345	3.2

表2 方案二的活性度和生烧检测数据

检测次数	12～33 mm		33～53 mm	
	活性度/mL	生烧/%	活性度/mL	生烧/%
1	330	4.8	339	3.5
2	338	4.8	338	3.0
3	326	4.4	334	2.7
4	335	4.3	346	3.2
5	324	4.3	345	3.3
6	327	4.4	340	3.5
平均值	330	4.5	340	3.2

通过实验数据看到在原料粒度比小于3的情况下，都能够满足煅烧要求，但粒度比越小，活性度和生烧的均匀性越好，白灰窑的煅烧是一个系统工程，必须兼顾生产工艺上的需要，在实际生产过程中，也

中国知网 https://www.cnki.net

要保证两条窑的均衡用料、窑皮的安全和窑的通风顺畅，最终保证窑的长期稳定运转。

表 3　方案三的活性度和生烧检测数据

检测次数	12 ~ 28 mm		28 ~ 53 mm	
	活性度/mL	生烧/%	活性度/mL	生烧/%
1	342	4.5	342	3.7
2	345	4.3	339	3.5
3	339	4.1	340	3.7
4	348	4.2	343	3.2
5	337	4.3	337	3.2
6	341	4.5	339	3.6
平均值	342	4.3	340	3.5

3.2　两种物料的均衡状况和窑内煅烧情况

在保证白灰质量的条件下，让两条窑均衡下料，因为是从原料缓冲仓的下部加装的分料筛，从分料筛下来的物料按照粒级分别进入两条回转窑，因此必须综合考虑两种物料的分料情况，也就是说两面的物料量基本要保持一致，否则在保质提产上会出现不均衡，无法保证窑的长期平稳运转。把实际生产过程中两种物料的下料量分别计量做了一个对比，见表 4。

表 4　三种方案中两窑使用物料汇总情况

方案	分料比 小:大	原料粒度 /mm	粒度比	活性度 /mL	生烧 /%
方案 1	1:08:1	12 ~ 33	2.75	330	4.6
		33 ~ 53	1.61	345	3.2
方案 2	1.05:1	12 ~ 30	2.5	330	4.5
		30 ~ 53	1.77	340	3.2
方案 3	1.01:1	12 ~ 28	2.33	342	4.3
		28 ~ 53	1.89	340	3.5

从表 4 看到，方案 3 更适合 实际使用情况，两条窑能够均衡下料；接下来还要关注窑内的情况，特别是窑尾负压，一般情况下窑尾负压在 - 120 ~ 80 Pa范围内，窑内物料通风不好或者产生长厚窑皮时，窑尾负压就达不到，有时还会出现正压或者冒灰现象，甚至还会有窑内燃烧不完全，产生蓝烟、黑烟的现象，严重时会导致二氧化硫排放超标或者氮氧化物排放超标，以前物料粒度比过大时，在实际生产中以及窑内的通风情况不太稳定，影响白灰的产量和质量，根据实际三种方案煅烧情况下窑尾负压的变化情况汇总见表 5。

表 5　不同方案下窑尾负压变化情况　MPa

时间	方案 1 窑尾负压	方案 2 窑尾负压	方案 3 窑尾负压
0:00	- 70	- 80	- 82
2:00	- 90	- 100	- 90
4:00	- 108	- 106	- 96
6:00	- 83	- 96	- 85
8:00	- 110	- 75	- 100
10:00	- 85	- 94	- 95
12:00	- 96	- 108	- 93
14:00	- 75	- 85	- 88
16:00	- 98	- 103	- 96
18:00	- 102	- 90	- 102
20:00	- 82	- 95	- 93
22:00	- 110	- 80	- 90

方案三的窑尾负压变化相对趋于平稳，波动情况比方案一和方案二要小，因此、选择方案三作为此次实验的结论。

4　结束语

通过试验，最终确定按照方案三进行组织生产，粒度比相对接近，而且两种物料的分料量基本相等，能够满足两条窑同时煅烧的要求，窑内通风较好，保证了窑的长期平稳运转，生产出的白灰各项检验指标能达到冶金白灰二级灰要求，同时由于这样的粒度比还有利用更小料的余地，下一步还将考虑进一步使用小料，减少舍弃，降低企业生产成本，提升企业的综合效益。

参　考　文　献

[1]　初建民. 冶金石灰生产技术手册 [M] . 北京. 北京冶金工业出版社，2014.
[2]　肖翰斌. 影响回转窑产活性石灰产品质量因素分析 [J] . 湖南冶金，2006，(3) : 14 - 15.
[3]　贾红玉. 生产优质冶金石灰的条件 [J] . 钢铁，2000，(11) : 1 - 2.

中国知网　https://www.cnki.net