

煤烧活性石灰工业性试验研究

冯小平¹, 张正文², 谢峻林¹, 姚青²

(1. 武汉理工大学, 湖北 武汉 430070;

2. 武钢矿业有限责任公司乌龙泉矿, 湖北 武汉 430080)

摘要 以煤为燃料, 在工业回转窑上进行了活性石灰煅烧工业性试验。研究了煅烧温度、煅烧时间对活性石灰含硫量、活性度的影响, 获得了系统的工业试验参数, 为煤烧活性石灰回转窑生产线的建设提供了可靠的工艺参数。

关键词 活性石灰; 燃煤; 石灰石; 煅烧; 回转窑

中图分类号: TF525.1 文献标识码: A 文章编号: 1000-6532(2004)06-0015-05

冶金用活性石灰是一种化学性能活泼、反应能力强, 在炼钢造渣过程中熔炼速度快及造渣能力强的优质轻烧石灰。它是炼钢生产中最重要的辅助原料, 其质量直接影响到炼钢过程、精炼阶段的成渣速度、能量的消耗等。随着我国炼钢工业的快速发展, 对活性石灰的需求越来越大。近年来, 国内也纷纷开展了这一方面的研究工作^[1-2]。本文在已有工作^[3]的基础上, 以煤为燃料, 在工业回转窑上进行了活性石灰煅烧工业性试验研究。着重研究了煅烧温度、煅烧时间对活性石灰质量的影响, 确定了活性石灰的最佳的生产工艺参数, 为煤烧活性石灰回转窑生产线的建设提供了可靠的参数。

1 实验

1.1 原料

本次试验采用了两种石灰石原料和四种煤。石灰石分别为武钢矿业公司乌龙泉石灰石矿水洗后的优质石灰石(A), 石灰石粒度为10~25mm; 武钢北湖农场乌龙泉镇活性石灰生产线石灰石(B), 石灰石粒度为10~35mm。燃煤的工业分析值、发热值、硫含量、煤灰熔点等见表1。

在实验中, 还添加了由武汉理工大学研制开发的一种钙基脱硫剂。

1.2 工业试验用煅烧设备

煅烧设备为 $\Phi 1.5 \times 25\text{m}$ 中空回转窑。

1.3 检测仪器

窑内温度的测定采用英国生产的红外测温仪, 煤、窑灰中硫含量的测定采用美国生产的SC-132型定硫仪, 石灰中硫含量测定由

particle size and specific surface area of TiO_2 powder were also investigated. Results show that the nano- TiO_2 powder is possessed of spherical structure with little agglomeration. The average particle diameter and the average specific surface area of the powder are 7.4nm and $116.55\text{m}^2/\text{g}$ respectively, and the highest average specific surface area reaches $160.92\text{m}^2/\text{g}$.

Key words Nano- TiO_2 powder; Agglomeration; Polyethylene glycol; Hydrolyze

表 1 煅烧用煤质情况

编号	产地	煤的工业分析值/wt%				发热值 /kJ·kg ⁻¹	硫含量 /wt%	煤灰熔点/°C		
		水分	挥发分	固定碳	灰分			T ₁	T ₂	T ₃
I	乌龙泉镇	1.20	27.67	59.83	11.31	27170.57	0.563	1406	1452	1514
II	山西乡宁	0.52	16.47	67.29	15.71	27561.08	0.577	1578	1630	/
III	潞安	1.49	19.52	68.14	10.85	28596.35	0.510	1596	1612	/
IV	平顶山	0.80	17.39	70.87	10.94	28956.49	0.549	1510	1524	1626

微量硫含量测试装置进行,石灰活性度的测试按武钢行业标准进行,以及有效 CaO 测试仪、灰熔点测定仪等。

2 试验结果及分析

2.1 回转窑煤烧活性石灰的最佳煅烧温度和时间

本实验以Ⅲ号煤为燃料,乌龙泉石灰石

矿优质石灰石(A)和乌龙泉镇活性石灰生产线石灰石(B)为原料,经过回转窑煅烧后获得的石灰进行质量检测,结果见表2。

由表2可见:不论以乌龙泉矿优质石灰石(A)为原料,还是以乌龙泉镇活性石灰生产线石灰石(B)为原料,只要选择合理的煅烧制度,均可获得质量超过武钢行业标准的优质活性石灰,即活性度大于360mL, S含量

表 2 活性石灰产品质量与煅烧制度的关系

试样编号	石灰石原料	煅烧温度/°C	转速/ r·min ⁻¹	物料高温停留时间/min	活性度/mL	S含量/%	有效CaO/%
III-1	A	1107	1.5	14	370.53	0.0136	86.65
III-2	A	1077	1.5	14	356.88	0.0099	89.91
III-3	A	1097	1.5	14	330.64	0.0044	89.58
III-4	A	1148	1.25	16	404.12	0.0209	91.47
III-5	A	1178	1.25	16	395.72	0.0187	90.16
III-6	A	1188	1.0	20	396.77	0.0110	91.16
III-7	A	1188	1.0	20	399.92	0.0198	91.56
III-8	A	1188	1.5	14	358.98	0.0209	91.21
III-9	B	1178	1.25	16	336.35	0.0154	91.88
III-10	B	1188	1.5	14	400.16	0.0068	92.70

低于0.025%,有效CaO达到90%。对乌龙泉矿优质石灰石,在1150~1190°C温度范围,保持物料高温停留时间在16~20min,可得到优质活性石灰;若采用1050~1100°C的较低煅烧温度和物料高温停留时间14min左右,石灰的活性度会受到影响。活性石灰中硫含量随着温度的升高而增加,随着煅烧时间的延长而降低。

2.2 不同煤质对活性石灰质量的影响

采用不同煤质进行石灰石煅烧,所获的石灰产品质量差距很大。

对于Ⅱ号煤,其挥发分含量较低、灰分含量较高,由于该回转窑使用的是单通道燃烧器,对低挥发分煤的适应性较差,使煤的燃烧状况很不理想,总的表现为:黑火头长、不完全燃烧现象严重、煤耗高、窑的温度无法达到期望值,产量很低。最高的煅烧温度仅能达到1060°C,因此也无法得到合格的石灰产品。

对于Ⅰ、Ⅳ号煤,燃烧情况较Ⅲ号煤差,窑的温度也很难控制,即使在1177°C的温度下物料高温停留16min,产品的生烧现象仍很严重。

采用Ⅲ号煤后,煤的燃烧状况和窑生产状况明显改善,产品质量普遍较高。

综合上述分析可以认为,本次试验所用的煤质中,以Ⅲ号煤为首选煤种。考虑到武钢乌龙矿活性石灰生产线有预热系统,建议在正常生产中用的燃煤标准为:挥发分含量大于17%,灰分含量低于11%,S含量低

于0.4%。

2.3 不同粒径活性石灰颗粒的质量特点

为研究不同粒度活性石灰的质量变化规律,试验中分别在采用不同煤种时随机取样,并按粒度不同分成三组或两组,随后检测各组试样的活性度、S含量、有效CaO,结果见表3。

表3 不同粒径活性石灰颗粒的质量对比

试样编号	石灰石原料	煅烧温度/℃	转速/ $r \cdot \min^{-1}$	活性度/mL	S含量/%	有效CaO/%
I-6-2大	B	1188	1.25	341.75	0.0097	89.49
I-6-2中	B	1188	1.25	289.84	0.0156	/
I-6-2小	B	1188	1.25	196.60	0.0105	/
Ⅲ-13大	B	1178	1.25	359.06	0.0132	92.23
Ⅲ-13中	B	1178	1.25	329.86	0.0110	93.78
Ⅲ-13小	B	1178	1.25	302.82	0.0088	89.81
Ⅳ-4大	A	1087	1.25	237.93	0.0204	85.07
Ⅳ-4小	A	1087	1.25	140.60	0.0165	76.62

由表3可明显发现,大颗粒组的石灰活性度普遍高于小颗粒组,而活性度高的石灰中的硫含量一般也较高。这表明,在回转窑生产中不同颗粒大小的石灰石受热情况有较大差异,大颗粒石灰石总处在窑内的物料表面,故接受来自火焰的辐射传热和对流传热量大,受热情况好,因此大颗粒石灰活性高,同时由于其与烟气的接触时间较长,石灰石分解率也比其下层的较小颗粒大,导致大颗粒石灰中硫含量也较高。而小颗粒物料总处在填充大颗粒空隙的地位,其热量来源主要是传导传热,因此传热速度慢,使小颗粒石灰石不易烧透,生烧现象严重,活性度低,硫含量也低。

当然,若提高窑的温度或延长物料在窑内的停留时间,可以使小颗粒物料的生烧现象减少,但若控制不当将会导致大颗粒物料表面出现过烧现象。

2.4 脱硫剂对活性石灰质量的影响

在前期实验室研究的基础上,本试验添加了自制的钙基脱硫剂,按比例掺入燃煤Ⅲ中,目的是使煤中的硫在燃烧过程中与脱硫

剂结合,减少烟气中的硫含量,从而降低石灰产品中的硫含量。表4列出了在Ⅲ号燃煤中未加脱硫剂、添加钙基脱硫剂两种情况下产品的硫含量、活性度、有效CaO测试结果。

表4 脱硫剂对活性石灰质量影响

编号	石灰石原料	煅烧温度/℃	活性度/mL	S含量/%	有效CaO/%
Ⅲ-4(大)	A	1087	237.93	0.0204	85.07
Ⅲ-4(小)	A	1087	140.595	0.0165	76.62
Ⅲ-5	A	1087	223.87	0.0136	80.59
Ⅲ-6	A	1107	316.88	0.0088	89.69
Ⅲ-脱硫2	A	1188	272.54	0.0068	89.38
Ⅲ-脱硫3	A	1188	340.67	0.0068	91.52
Ⅲ-脱硫3(大)	A	1188	381.77	0.0068	93.43
Ⅲ-脱硫3(小)	A	1188	255.23	0.0107	90.85
Ⅲ-脱硫5	A	1208	309.3	0.0097	88.13

由表4的数据可知,添加脱硫剂后,产品中的硫含量最高为0.0107,最低为0.0068,所取的5个样品中硫含量平均值为0.0082;而未添加脱硫剂的产品中,硫含量最高为0.0204,最低为0.0088,所取的4个样品硫含量平均值为0.0148。显然添加脱硫剂后,产品中硫含量明显降低,而且产品的活性度

及有效 CaO 含量也有所改善。更明显的是 III - 脱硫 3(大)样品, 尽管其活性度高、且为大颗粒, 而其中的 S 含量却较低。上述结果表明, 添加的脱硫剂起到了燃烧定向固硫的作用。

2.5 活性石灰煅烧过程中硫的迁移规律

活性石灰中的硫的主要来源有两个: (1) 石灰石矿中的硫 (2) 煤燃烧过程中释放到烟气中的硫。前者中的硫存在形式越稳定, 固存在活性石灰中的硫含量会越多。而后者, 煤中以可燃硫形式(有机硫、硫铁矿硫等)存在的硫越多, 烟气中产生的硫也会越多, 被活性石灰吸附或反应的硫也将越多。

根据实验室前期的研究结果, 已知石灰石中硫的存在状态稳定, 其在 1200℃ 下基本上不随 CaCO₃ 分解而被释放, 因此可以认为石灰石矿中的硫将基本上全部残留在活性石灰中, 若要保证活性石灰中的硫含量低于 0.025%, 则石灰石中的硫含量必然不能高于 0.014%。但实际生产中从产品中硫含量的测定看, 显然石灰石中的硫化物也有部分分解, 分解后的硫被释放到窑气中, 特别是在不完全燃烧的还原气氛下, 硫化物的分解温度会降低。

进入窑气中的硫和烟气中的硫, 都是以氧化硫的形式存在, 与气流接触的活性石灰极易与氧化硫反应生成 CaSO₄, 从而又使烟气及窑气中的部分硫又进入到活性石灰中, 导致在窑内物料上层的活性度较高的大颗粒石灰中硫含量增加。若加入脱硫剂, 会使烟气和窑气中以氧化硫形式存在的硫含量降低, 因此也就使活性石灰中硫含量显著降低。

为了研究在整个工艺流程中硫的迁移规律, 我们分别在窑尾沉降室、烟道、烟道后大沉降室等部位取得粗、细、极细窑灰试样, 测

定窑灰中的 S 含量, 结果见表 5。

表 5 窑灰中的硫含量分析结果/%

窑尾沉降室	烟道	烟道后大沉降室
0.0797	0.0994	0.255

由表 5 可见, 窑灰中的硫含量远大于活性石灰, 且随着窑灰颗粒度的减小, 硫含量增加。这表明, 回转窑煅烧活性石灰过程中, 仍有相当数量的硫存在于窑灰中, 这其中有未燃尽碳带入的硫, 也有脱硫剂定向脱掉的硫, 再者就是活性石灰生产过程中所产生的石灰粉尘反应掉的硫等。

3 结 论

1. 不论以乌龙泉矿优质石灰石为原料, 还是以乌龙泉镇活性石灰生产线石灰石为原料, 只要选择合理的煅烧制度, 均可获得优质的活性石灰。

2. 对乌龙泉矿优质石灰石, 在 1150 ~ 1190℃ 温度范围, 物料在高温停留 16 ~ 20min 为最佳的工业生产条件。

3. 大颗粒的石灰活性度普遍高于小颗粒, 而活性度高的石灰中的硫含量一般也较高。

4. 选择煤种应以挥发分含量大于 17%, 灰分含量低于 11%, S 含量低于 0.4% 的煤为宜。

5. 回转窑煅烧活性石灰过程中, 仍有相当数量的硫存在于窑灰中。

参考文献:

[1] 杨建华, 梁伦竹. 气烧石灰竖窑生产活性石灰的工艺特点[J]. 炼钢, 1998(6): 6~9.
 [2] 温午未. 酒钢改造回转窑生产活性石灰研究[J]. 甘肃冶金, 2000(1): 17~20.
 [3] 冯小平, 等. 活性石灰的煅烧工艺研究[J]. 国外建材科技, 2003(5): 6~8.

Industrial-scale Tests of Coal -burning Activation of Lime

FENG Xiao-ping¹, ZHANG Zheng-wen², XIE Jun -lin¹, YAO Qin²

1. Wuhan University of Technology, Wuhan, Hubei, China;

万方数据

助磨剂 LT2003 的研究

陶龙忠, 卢迪芬

(华南理工大学材料学院, 广东 广州 510640)

摘要 对助磨剂 LT2003 的使用效果、影响因素和作用机理进行了研究。结果表明, 该助磨剂能够使水泥的流动性、细度和粒度分布明显改善, 水泥 3d、28d 的强度也有一定的提高。影响助磨剂使用效果的主要因素是助磨剂的掺量、浓度以及粉磨物料的性质和熟料的温度。添加助磨剂可以降低物料的表面硬度、防止细粉的团聚、提高流动性, 从而提高粉磨效率。

关键词 水泥; 助磨剂; 细度; 颗粒分布

中图分类号 :TQ172.4 **文献标识码** :A **文章编号** :1000-6532(2004)06-0019-05

1 前言

在水泥生产中, 粉磨是一个重要的环节。目前, 我国大多数水泥企业都是使用球磨机来粉磨水泥熟料, 不但能耗大, 效率低, 而且粉磨产品的粗颗粒多, 粒度分布不合理, 影响了水泥质量。为提高粉磨效率、降低能耗、改善水泥产品性能, 部分水泥厂家通过改进粉磨机械的结构、优化粉磨工艺等措施来解决, 但是需要增加厂房、设备等投资和增加动力消耗。

在对现有粉磨设备等不做改动的前提下, 在粉磨过程中添加助磨剂可以强化物料的粉磨过程, 加快物料的粉磨速度, 从而提高粉磨能量利用率和磨机产量, 改善产品质量。

目前, 发达国家绝大多数的水泥生产厂家(超过 90%)都使用助磨剂, 但国内的推广应用却不尽人意。究其原因主要是国内的助磨剂研发生产技术还不成熟, 存在着助磨效率低、适应性差且价格较贵等缺点。

针对国内助磨剂助磨效果的不足, 本试验以助磨剂的作用机理为理论基础, 在前人研究的基础上, 开发了一种高效、低廉、适应性强的复合助磨剂 LT2003。实验室试验结果表明, 该助磨剂对水泥具有良好的助磨效果, 且成本远低于三乙醇胺, 值得推广使用。

2 实验

2.1 主要原料

粉磨物料分别选用了旋窑熟料、立窑熟

2. Wulongquan Mine of Wuhan Iron and Steel Company, Wuhan, Hubei, China)

Abstract :Using coal as a fuel, the industrial-scale tests of calcining technology for activating lime were performed in the industrial rotary kiln. The effects of calcining temperature and calcining time on sulphur content and activity of lime were examined. Some important technological parameters were determined and several reliable technological parameters for establishing production line of coal-burning activating lime were provided.

Key words :Active lime ; Coal-burning ; Limestone ; Calcination ; Rotary kiln