

半干法脱硫灰生产蒸压砖中试试验研究

刘松涛¹ 陈传敏¹ 赵毅¹ 卢林² 王涛² 杨艳芬²

(1. 华北电力大学 环境科学与工程学院 河北 保定 071003; 2. 焦作电厂 河南 焦作 454001)

摘要: 为了解决半干法脱硫灰难以利用的问题,用脱硫灰、炉渣和 CaO 进行了蒸压砖生产的中试试验研究。研究表明:生产强度等级为 MU20 的脱硫灰蒸压砖,脱硫灰的掺量可控制在 50% 左右, CaO 的掺量控制在 10% 左右。蒸压过程中形成的水化硅酸钙、水化铝酸钙和水化硫铝酸钙等矿物有利于增强蒸压砖强度。

关键词: 半干法脱硫; 脱硫灰; CaO; 蒸压砖

中图分类号: X701.3

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2011)05-0097-03

半干法烟气脱硫工艺具有投资运行费用低,无需装设除雾器及烟气再热器,设备不易腐蚀,不易发生结垢及堵塞等优点,但是也存在吸收剂利用率低,粉煤灰与脱硫产物相混影响综合利用的缺点^[1]。在中国,大部分脱硫灰只是暂时堆放处置,极少量得以利用。这样不仅占用大量的土地资源,而且还对大气、地表水和地下水等产生污染。因此,实现脱硫灰的综合利用具有重要的现实意义。

1 脱硫灰综合利用概况

欧洲早期的脱硫灰综合利用研究主要集中在堤坝填充、土地回填、混凝土掺合料^[2-5]、人造卵石^[6-7]及烧制硫铝酸钙水泥^[8-9]等方面,半干法脱硫灰可以用作土壤改良剂,以提高酸性土壤的 pH 值,国外的研究表明,将脱硫灰用于土壤不会对食物链和环境造成威胁^[10]。中国脱硫灰综合利用研究还处于起步阶段,国内一些砖厂将脱硫灰作为掺合料制造内燃砖,虽然一定程度上消耗了脱硫灰,但烧制过程中,砖坯内掺入的含有 CaSO₃ 的脱硫灰在高温下分解释放出 SO₂,造成二次污染^[11-12]。中国环

境科学研究院采用蒸养法,利用半干法脱硫灰,在实验室制造出了强度达 30 MPa 的试块,说明采用合适的加工工艺,脱硫灰在制砖方面可以得到很好的利用^[13]。黄弘^[14]指出,利用建筑材料庞大的生产量消耗工业废渣,不仅能大大降低建材成本,而且具有环保和经济效益。国家有关部委已明确规定禁止使用实心粘土砖,为其他建筑用砖的使用开拓了广阔的市场前景。笔者采用蒸压的方法,利用脱硫灰进行了生产蒸压砖的中试试验研究,为脱硫灰大规模综合利用提供参考。

2 试验

在焦作市某砖厂进行试验,采用蒸压工艺生产脱硫灰标砖,图 1 为蒸压砖生产工艺流程。

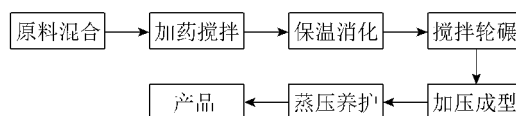


图 1 脱硫灰蒸压砖生产工艺流程

试验原材料分别为焦作某电厂半干法脱硫灰、

收稿日期: 2011-06-01 责任编辑: 宫在芹

作者简介: 刘松涛(1980—),男,河南虞城人,讲师,主要从事燃煤大气污染及控制技术研究。

电厂炉渣、市售 CaO ,表 1 为试验物料化学成分 分析。

表 1 试验用物料化学成分

%

化学成分	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO ₂	CaO	总 SO ₃	烧失量 LOS
脱硫灰	21.9	12.8	1.7	1.0	0.5	30.6	21.4	17.3
炉渣	61.2	26.3	10.5	—	—	0.7	—	—
CaO	6.5	4.7	4.5	1.3	—	82.9	—	—

根据一定质量配比 ,将水加入原材料中 ,在搅拌作用下混合均匀 ,并在保温仓中消化2~4 h ,使原材料之间消解反应完全。消化完全的物料在轮碾机再次混合 ,将其压实增加塑性 ,随后物料进入标准砖模具 240 mm×115 mm×53 mm 进行成型 ,成型压力为 10~40 MPa。成型后的物料被送入静停室静停 4~8 h 后进入蒸压釜中进行养护 ,砖坯在蒸压釜内养护分为升温、恒温、降温 3 个阶段 ,恒温蒸压稳定为 120℃ ,蒸养压力为 1.2 MPa ,恒压养护时间 6 h ,蒸压砖出釜养护 1 个月后 ,按照 JC 239—2001 《粉煤灰砖》方法检测标砖的抗压强度和抗折强度 (10 块砖的平均值)。

3 试验结果与讨论

3.1 脱硫灰掺量对砖性能的影响

3.1.1 对砖抗压强度的影响

固定 CaO 质量分数为 10% ,改变脱硫灰的用量 ,测定蒸压砖的抗压强度。图 2 为脱硫灰掺量对砖抗压强度的影响。

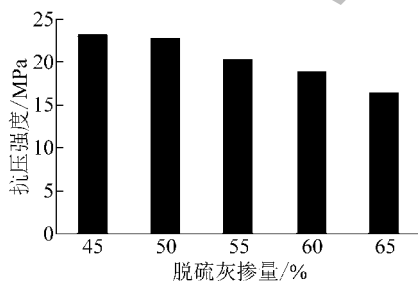


图 2 脱硫灰掺量对砖抗压强度的影响

由图 2 可以看出 ,在 CaO 掺量及其它条件一定时 ,脱硫灰掺量增加 ,蒸压砖抗压强度降低 ,脱硫灰质量分数由 45% 增加到 65% 时 ,蒸压砖抗压强度由 22.9 MPa 降低到 16.2 MPa。

3.1.2 对砖抗折强度的影响

图 3 为脱硫灰掺量对砖抗折强度的影响 ,由图

3 可以看出 ,蒸压砖的抗折强度随脱硫灰掺量增加而降低。对于脱硫灰蒸压砖 ,脱硫灰质量分数由 45% 增加到 65% 时 ,脱硫灰蒸压砖抗折强度由 4.33 MPa 降低到 2.65 MPa。

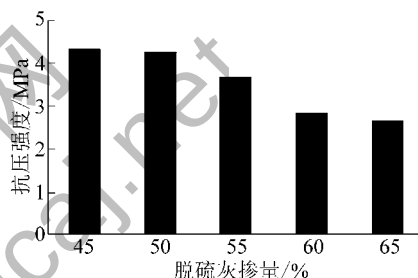


图 3 脱硫灰掺量对砖抗折强度的影响

因此 ,生产强度等级为 MU20 的脱硫灰蒸压砖 ,当 CaO 质量分数为 10% 时 ,脱硫灰质量分数不宜超过 50%。

3.2 CaO 掺量对砖性能的影响

3.2.1 对砖抗压强度的影响

图 4 为 CaO 掺量对脱硫灰蒸压砖抗压强度的影响 ,由图 4 可以看出 ,在脱硫灰质量分数为 50% ,其它条件一定时 ,CaO 掺量增加 ,砖的抗压强度均提高 ,当 CaO 质量分数大于 8% 时 ,砖的抗压强度均在 20.0 MPa 以上。

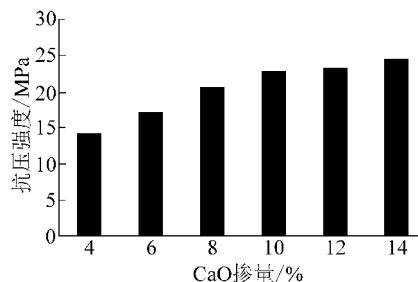


图 4 CaO 掺量对砖抗压强度的影响

3.2.2 对砖抗折强度的影响

图 5 为 CaO 掺量对砖抗折强度的影响 ,由图 5 可

以看出,当脱硫灰质量分数为 50% ,CaO 质量分数由 4% 增加到 14% 时 蒸压砖抗折强度由 2.66 MPa 增加到 4.5 MPa。当 CaO 掺量大于 8% 时 ,抗折强度达到了 4.0 MPa 以上。

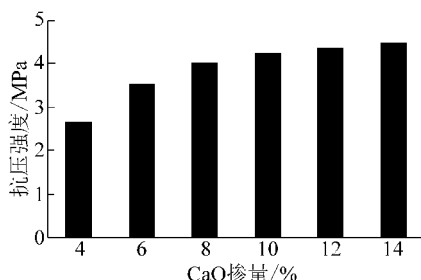


图5 CaO 掺量对砖抗折强度的影响

因此生产抗压强度大于 20.0 MPa ,抗折强度大于 4.0 MPa 的脱硫灰蒸压砖 ,CaO 的掺量应大于 8% 。

综合各种因素条件 ,生产强度等级为 MU20 的脱硫灰蒸压砖 ,脱硫灰的掺量可控制在 50% 左右 ,CaO 的掺量控制在 10% 左右。

4 脱硫灰蒸压砖强度形成机理分析

脱硫灰、炉渣和 CaO 在加水搅拌、成型、静停及蒸压养护阶段 ,形成具有一定强度的固体。脱硫灰蒸压砖的强度主要来源于以下几个方面^[15-17] : 第一 ,CaO 水化反应产生 OH⁻ 加速炉渣中玻璃相 SiO₂ 的分解和解离生成大量 CSH 相; 第二 ,CaO 水化时产生的 Ca(OH)₂ 及脱硫灰中的石膏等激发炉渣的活性产生胶凝性; 第三 ,脱硫灰和 CaO 的钙物种与铝酸盐反应生成水化硫铝酸钙; 第四 ,炉渣在石灰和硫酸盐的双重激发下 ,生成各种水化硅酸钙、水化铝酸钙和水化硫铝酸钙等矿物 ,砖坯所在蒸压釜内的湿热条件促进了水化产物的生成 ,且改善水化产物的结晶度 ,使砖坯在短时间内达到一定的强度。

5 结 论

以半干法脱硫灰、炉渣、CaO 为原料 ,采用蒸压工艺生产脱硫灰砖的中试研究表明:

(1) 当蒸压条件和 CaO 掺量一定时 ,蒸压砖抗压强度和抗折强度随脱硫灰掺量的增加而降低;

(2) 当蒸压条件和脱硫灰掺量一定时 ,蒸压砖的抗压强度和抗折强度随 CaO 掺量的增加而提高。

参考文献:

- [1] 周栋,韩宝平. 燃煤电厂脱硫灰渣理化特性研究[J]. 洁净煤技术 2009 ,15(2): 93-96.
- [2] 傅伯和,葛介龙,郑月华. 干法脱硫灰用作水泥混合材及缓凝剂的可行性研究[J]. 电力环境保护 2000 ,16(4): 35-38.
- [3] 沈晓冬,周全,徐强,等. LIFAC 脱硫粉煤灰在水泥砼中的应用研究[J]. 粉煤灰综合利用 2002(6): 19-21.
- [4] 陶珍东,耿浩然,杨中喜,等. 亚硫酸钙烟气脱硫石膏作缓凝剂的研究[J]. 水泥工程 2004(6): 11-15.
- [5] 刘辉敏. 火电厂钙型烟气脱硫产物的建材利用[J]. 洁净煤技术 2006 ,12(1): 58-60 ,48.
- [6] 吕文杰,李胜荣,申俊峰. 热电厂脱硫灰的综合利用[J]. 热力发电 2009 ,38(9): 7-10 ,16.
- [7] X. C. Qiao ,C. S. Poon ,C. Cheeseman. Use of flue gas desulfurisation(FGD) waste and rejected fly ash in waste stabilization/ solidification systems[J]. Waste Management , 2006 ,26(2): 141-149.
- [8] Zichao Wu ,Tarun R. Naik. Properties of concrete produced from multicomponent blended cements[J]. Cement and Concrete Research 2002 ,32(12): 1937-1942.
- [9] 王文龙,董勇,任丽,等. 电厂脱硫灰烧成硫铝酸盐水泥的试验研究[J]. 环境工程学报 ,2008 ,2(6): 835-839.
- [10] J. J. Sloan ,R. H. Dowdy ,M. S. Dolan ,et al. Plant and soil responses to field-applied flue gas desulfurization residue[J]. Fuel ,1999 ,78(2): 169-174.
- [11] 葛云甫,鲍新才. 燃煤电厂脱硫灰渣的建材利用问题[J]. 粉煤灰综合利用 ,1999(2): 54-56.
- [12] 苏达根,袁秀霞. 脱硫灰与石膏煅烧水泥熟料硫逸放的研究[J]. 水泥 2007 ,6(11): 21-22.
- [13] 王红梅,王凡,张凡. 半干半湿法脱硫灰制砖实验研究[J]. 环境科学研究 2004 ,7(1): 74-75 ,80.
- [14] 黄弘,唐明亮,沈晓冬,等. 工业废渣资源化及其可持续发展(I) - 典型工业废渣的物性和利用现状[J]. 材料导报 2006 ,20(S1): 450-454.
- [15] Jerry M. Bigham ,David A. Kost ,Richard C. Stehouwer , et al. Mineralogical and engineering characteristics of dry flue gas desulfurization Products[J]. Fuel 2005 ,84(14-15): 1839-1848.
- [16] 包正宇. 不同类型脱硫渣的主要特性及资源化利用研究[D]. 武汉: 武汉理工大学 2006: 1-7.
- [17] 薛永杰,韩旭,李雄浩,等. 利用半干法烟气脱硫渣制备新型胶凝材料的试验研究[J]. 粉煤灰 2008(5): 35-37.

(下转第 111 页)

方式,按监控区域的不同分别显示在4台防爆液晶监视器上。如果在4台液晶监视器上发现某一个监视画面有异常情况,可以迅速将该路画面通过矩阵键盘切换到52寸液晶电视上放大显示,重点监控。调度室的工作人员可以通过鼠标或矩阵键盘,对各个监控地点的矿用隔爆云台一体摄像机进行监控范围的360°全方位调整和视频画面远近焦距的调整。硬盘录像机通过网络交换机连接到煤矿内部局域网,局域网内的计算机以用户授权的方式可以实时浏览井下工作人员和设备情况、控制云台摄像机。

4 应用效果

系统设备运行稳定,操作简单,通过实时监控规范了人的行为,减少了因人为因素的不确定性导

致的事故处理滞后问题。井上调度室调度员、皮带司机和绞车司机通过视频监控系统实时了解设备运行状况和巷道情况,及时发现问题,及时处理,确保了设备完好。

5 结 语

随着科学技术的不断发展,设备自主运行,一人操作、监控多台设备已经成为生产自动化的方向。跃进煤矿实时视频监控系统的安装运行,为生产自动化建设打下了坚实的基础,对煤矿安全生产及设备正常运转提供了有力保证,不仅给跃进煤矿带来了经济效益和安全效益,而且先进的经验值得其他煤炭企业借鉴,对实时视频监控系统使用和推广具有指导意义。

Application of real-time video monitoring system in Yuejin coal mine

XU Yu-hao, XU Li-guo

(Yuejin Coal Mine, Yima Mining Group Co., Ltd., Yima 472300, China)

Abstract: Analyze the distribution of main roadways in Yuejin coal mine, which is the basis of real-time monitoring system fixing. Introduce the operating principle and major equipments and main function of this system. At last, investigate the effect of this system.

Key words: real-time video; monitoring system; operating principle; coal mine

(上接第99页)

Pilot scale test on autoclaved brick production by semi-dry desulfurization by-products

LIU Song-tao¹, CHEN Chuan-min¹, ZHAO Yi¹, LU Lin², WANG Tao², YANG Yan-fen²

(1. School of Environmental Science and Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China;

2. Jiaozuo Power Plant, Jiaozuo 454001, China)

Abstract: The semi-dry desulfurization by-products are difficult to be utilized. Pilot scale study on the production technology of autoclaved brick which was mixed with semi-dry desulfurization by-products, slag and quicklime. The results show that autoclaved brick mixed with 50% semi-dry desulfurization ash and 10% quicklime dosage can meet the mechanical properties of MU20 strength grade. The mineral, such as hydrated calcium silicate, hydrated calcium aluminate and hydration sulphoaluminate formed in autoclaved process can strengthen the strength of autoclaved brick.

Key words: semi-dry desulfurization; desulfurization by-products; quicklime; autoclaved brick