

影响煤矸石烧结砖生产工艺因素的探讨

刘家弟, 刘凤春, 丁东业, 董风芝
(山东理工大学资源与环境工程学院, 山东 淄博 255049)

摘要:探讨了煤矸石原料性质、粒级分配、搅拌及搅拌水分、可塑性及成型要求、码坯、干燥和烧成等各类因素对煤矸石烧结砖生产工艺的影响,提出了煤矸石烧结砖生产的最佳工艺要求。

关键词:煤矸石; 烧结砖; 成型; 码坯; 干燥; 烧成

中图分类号:X752 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-6532(2005)01-0045-04

1 前言

煤矸石是煤炭生产和加工过程中产生的固体废弃物,目前我国煤炭年产量已突破16亿吨,居世界第一位,全国现有煤矸石山1500多座,累计堆存煤矸石30多亿吨,占地

约1.2万公顷,并且以每年1.2~1.5亿吨的速度增长。煤矸石已是我国排放量最大的工业固体废弃物之一。煤矸石的长期堆存,不但占用大量土地,同时造成自燃、场尘和渣液渗滤,从而污染大气和地下水水质。

煤矸石是一种可以利用的资源,用其替

促进矿山胶结充填采矿工艺和湿式烟气脱硫工艺的发展,为充填胶凝材料的研究开辟了新的思路。

参考文献:

- [1]川崎重工业株式会社. 日本脱硫石膏利用现状和中国脱硫石膏利用前景[J]. 新型建筑材料, 1999(12):37~40.
- [2]李传炽. 烟气脱硫技术及脱硫石膏的应用[J].

新型建筑材料,1999(9):44~46.

- [3]刘可任. 充填理论基础[M]. 北京:冶金工业出版社,1993.
- [4]张承志. 建筑混凝土[M]. 北京:化学工业出版社,2001.
- [5]林永达,李干佐,等. 表面活性剂在水泥和沥青混凝土中的应用[M]. 北京:中国轻工业出版社,2001.

An Experimental Study on FGD -Gypsum Cementing Filling -Tailings

CHEN Yun-nen, LIANG Li-ming

(Southern Institute of Metallurgy, Ganzhou, Jiangxi, China)

Abstract: By using the gel property of FGD -gypsum, mixing it with waste material from thermal power plant in a certain proportion can generate a component similar to hydrated product of cement. In the case of assuring the compressive strength of filling -object, desulfurization gypsum can replace 10~12 percent of cement to cement filling -tailings so that reduce the cost of filling. The paper has discussed the mechanism of desulfurization gypsum cementing tailings as also.

Key words: Desulfurization gypsum; Cementing agent; Cementing filling

收稿日期:2004-04-05

作者简介:刘家弟(1960-),男,教授,主要从事环境工程的教学和研究。

代粘土生产新型墙体材料——煤矸石烧结砖,就是其综合利用的一种最有效方法。

以下对煤矸石烧结砖生产工艺中的影响因素进行了探讨。

2 影响因素

2.1 原料性质影响

2.1.1 物理性质

煤矸石由泥质页岩、碳质页岩、砂质页岩、砂岩和煤炭等组成。泥质和碳质页岩呈层状结构,灰黑色,易风化,易碎易磨,是制砖的最好原料。砂岩及砂质页岩呈粒状结构、灰白色、松散坚硬,难以粉碎和成型,此种煤矸石不宜制砖。煤矸石中若含有大量石灰岩,由于碳酸盐的分解,在高温煅烧中会产生大量二氧化碳气体,导致砖坯膨胀、开裂和变形;即使能烧成制品,出窑后由于受潮或吸水,制品也会产生开裂现象,因此含有大量石灰岩的煤矸石不宜制砖。

2.1.2 化学性质

煤矸石化学组成以 SiO_2 为主,其次是 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 Na_2O 、 K_2O 、 SO_2 等。 SiO_2 含量高,制出的砖强度亦高,但原料的可塑性差,砖坯干燥收缩大,所以要求含量不超过 70% 为宜。 Al_2O_3 含量越高其原料的塑性指数亦越高、耐火程度及砖的强度也越高,一般控制在 15% ~ 40%。 Fe_2O_3 影响制品的颜色,烧成后制品呈红色,含量高时红色深,含量低时红色浅,而且含量过高会起助烧作用,同时降低坯体的耐火度,燃烧时若氧气不足则呈灰褐色,通常 Fe_2O_3 含量为 1% ~ 5%。 CaO 、 MgO 是助熔剂,但它们吸收空气中的水分后,生成氢氧化钙、氢氧化镁,体积将膨胀 1 ~ 2 倍,导致制品破裂或崩解,其合计含量一般应控制在 2% ~ 5% 以内。 Na_2O 、 K_2O 可以降低烧成温度,如果含量过高,将出现泛碱现象,使制品质量不稳定,含量应控制在 2% ~ 5% 以内。 SO_2 在煤矸石中多以 FeS_2 形式存在,燃烧过程中易产生大量 SO_2

气体,造成体积膨胀,使制品崩溃,通常煤矸石中的 SO_2 应控制在 1% ~ 3% 以内。

2.1.3 热值

煤矸石中含有一定量的碳、硫等可燃物质,根据此特点,可以采用内燃焙烧方法,以减少成本。内燃焙烧适宜的热值为 1674 ~ 2512 kJ/kg,热值过大将影响产品质量。我国 61 个地区的煤矸石平均热值为 4670 kJ/kg,其中 75.41% 是超热值的,因此生产中应根据煤矸石的热值量和窑炉的性能合理添加粘土、页岩等低热值的物料,使原料中的发热量控制在最佳范围。低热值的煤矸石,如采用全内燃焙烧,则应掺入煤粉等较高热值的物料,使之达到最佳热值,否则,应用外投燃料方式来补充。

2.2 原料粒度分配影响

原料粒度是质量保证的基础,合理的粒度级配也是能否成型的主要指标之一。从矸石山运来的煤矸石粒度较大,需要进行破碎或粉磨降低粒度。煤矸石的粒度降低有利于增加塑性指数、提高产品强度和减少原料中的有害杂质对成品砖的损害。研究表明:原料粒径越细,塑性越高,成型越容易;同时粒度小,粒子间的空隙就小,有助于提高容重,因此煤矸石粉料粒度越细,坯体致密性越好,砖的抗冻性能和抗压强度也越高;煤矸石中某些有害物质,如 CaO 、 MgO ,其含量即便不超标,若粒度大于 3mm,也会使成品砖发生爆裂。粒度越小,砖中的 CaO 、 MgO 吸收水分后,生成的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 因体积膨胀而产生的应力就会越小,可避免产生爆裂。因此,控制适宜的物料粒度对有害杂质将起分散作用。通常煤矸石实心砖一般要求原料最大粒度应小于 3mm,0.5mm 以下的颗粒应占到 60% 以上;空心砖原料的最大粒度应小于 2mm,0.5mm 以下的颗粒应占 65% 以上。

2.3 搅拌及搅拌水分影响

煤矸石泥料浸水性较差,为了提高泥料塑性,必须加水搅拌。可采用 2 ~ 3 级搅拌方

式,第一级采用双轴搅拌机,第二级采用轮碾搅拌机(第三级采用双轴搅拌机)。搅拌水分是决定码烧湿坯高度的主要因素,也是决定砖窑产量的重要条件。当煤矸石含水率大于16%~17%时,湿坯的强度难以达到码坯的要求,并加大了坯体的干燥收缩,不宜采用一次码烧;搅拌水分还与成型方法有关,半硬塑挤出成型时,成型水分在15%~17%为宜,硬塑挤出成型时,成型水分在13%~15%为宜。

2.4 可塑性与成型要求影响

原料的塑性指数是制砖时挤出成型的重要指标,是能否生产高质量砖的先决条件,一般最佳塑性指数为10~12,塑性指数低于6,就很难成型,塑性指数大于13,物料粒度过细,成型时需要较高含水率,不仅坯体强度过低,而且干燥收缩过大,不宜一次码烧。我国多数煤矸石的塑性指数在7~12(占80%以上),符合一次码烧要求。

煤矸石实心烧结砖可采用半硬塑挤出成型法,挤出压力一般为1.5~2.0MPa;煤矸石多孔烧结砖及空心烧结砖可采用硬塑挤出成型法,挤出压力一般为2.0~3.0MPa,当挤出压力大于3.0MPa时,耗电量增大,产量降低,经济上不合理。

2.5 码坯影响

煤矸石含有一定量的可燃物,点燃后坯体在自然状态下进行焙烧。煤矸石烧结砖的合理码坯,实际上就是燃料在窑内的合理分布。砖坯的疏密程度和码窑方式不仅影响窑内气流的阻力大小,而且决定了窑内热量的多少和分布的均匀性,另外成品砖的质量好坏和产量高低也与码坯有密切关系。码坯应遵循以下几条基本原则,即边密中疏、上密底疏、横平竖直,头对头、缝对缝、火道通畅、码垛稳固,对于多孔砖和空心砖一定要平码,防止出现侧面压花、黑印等缺陷。煤矸石烧结砖一般应采用一次码烧工艺,常用的码坯方法有“三压三”法和“四压四”法,砖坯通常码

高10~14层。

2.6 干燥影响

砖坯制作完成后,应当进行人工干燥或者自然干燥。采用自然干燥时,干燥效果较好,干燥过程的控制比较容易,但干燥坯场占用面积较大,同时受天气影响较大。目前,采用较多的是逆流式正压送风、负压排潮的人工干燥方式。

干燥影响主要包括干燥周期、干燥介质温度、湿度和流速等。干燥周期通常在22h以上,若时间过短,砖坯未干透,烧成时会出现爆裂现象。干燥介质温度不能太高,如果温度太高,容易引起砖坯表面产生细微裂纹,进入焙烧窑烧成时,裂纹将继续扩大,如果温度过低,坯体脱水太慢会影响产量,通常应控制干燥窑前段温度在100℃以下,干燥窑内截面水平温差13~18℃范围内。干燥介质湿度不能过大,应使高温水气及时排出,防止砖坯吸潮垮塌,通常排潮湿度在90%~100%。干燥介质应当由多个风道进入,避免由于进风口处风速过大,使得砖坯急速干燥,产生裂纹缺陷。经过干燥的砖坯,其含水率应小于6%。

2.7 烧成影响

烧成是将干燥好的坯体经高温焙烧使其成为成品的操作,在窑内通过气体和物料之间逆向流动产生热交换,从而实现坯体生料变为熟料的热处理过程,它是煤矸石烧结砖整个生产工艺的最后一个重要环节。由于煤矸石原料本身的特点,烧成温度比粘土砖高,通常烧成温度往往在1050℃以上,烧成周期在40h以上。焙烧室一般分预热带、焙烧带、保温带和冷却带,预热带温度一般在300~600℃,焙烧带温度一般在600~1080℃,保温带应控制在1030±50℃。在预热带,温度应该有一个渐变过程,升温太急,会产生爆裂现象;在焙烧带和保温带,坯体达到烧成温度,坯体内部进行着激烈的物理、化学、物理化学及矿化学反应,这时所供空气量一定要

《矿产综合利用》(双月刊)2005 年征订启事

《矿产综合利用》杂志是经原国家科委批准,由中国地质科学院成都矿产综合利用研究所主办的矿业科技刊物,1980 年创刊,国内外公开发行。主要报道国内矿产综合利用科研成果与技术进展,矿产资源分析与地质评价,二次资源的回收利用以及选冶新工艺、新技术、新药剂、新设备等。设有选冶试验、工艺矿物、综合评述、资源开发、利废工艺、设备研制、问题讨论和试验简讯等栏目。

本刊承办广告业务,欢迎各有关单位来函来电洽谈。

征订办法:《矿产综合利用》全年 6 期,每期定价 4.00 元(含邮费),全年 24.00 元。邮汇订刊款请寄四川省成都市二环路南三段五号《矿产综合利用》编辑部(邮政编码 610041)。银行信汇:四川省成都市工商行跳伞塔分理处,帐号:4402248009024909735,户名:中国地质科学院成都矿产综合利用研究所。汇款请写明“订阅期刊款”。如未收到订单者可向编辑部索取或径行邮汇款向编辑部订阅。尚有少量 2005 年以前的过刊也可补购。

足,让砖坯充分燃烧,避免出现黑心砖;在冷却带,坯体冷却不能太急,否则也要影响产品质量。整个烧成曲线呈现马鞍形,中间高、两端低,在原料成分稳定的情况下,操作时一定要调整好风量,严格按照烧成曲线来控温,这样才能保证焙烧的成品率。

烧成煤矸石砖最好采用隧道焙烧窑,该窑容易实现一次码烧,容易保证烧成温度,实现自动控制,从而保证焙烧质量。

3 结 语

利用煤矸石生产烧结砖,其原料性质、粒级分配、搅拌及搅拌水分、可塑性及成型要求、码坯、干燥和烧成等各类因素均会对生产工艺产生影响。通过探讨,本文提出了最佳的工艺参数和工艺要求,为煤矸石烧结砖的生产提供了一定的参考依据。

Study on the Factors Influencing Process of Production of Coal Gangue Agglomerating Bricks

LIU Jia-di, LIU Feng-chun, DING Dong-ye, DONG Feng-zhi

(Shangdong University of Technology, Zibo, Shangdong, China)

Abstract: Effect of several factors such as the characters and particle distribution of coal gangue raw materials, agitation and water content during agitating, plasticity and shaping requirement, stack, drying and firing of earthen bricks, etc. on process of production for coal gangue agglomerating bricks was researched in this paper. The optimal parameters and requirements of the process for production of coal gangue agglomerating bricks were proposed.

Key words: Coal gangue; Agglomerating brick; Shaping; Stack of unburnt bricks; Drying; Firing