

转炉除尘灰冷压球团成球机理及粘结剂研究

李开权 梁 康 姚雄健 (广西柳钢环保股份有限公司, 广西 柳州 545000)

摘要: 本文以转炉除尘灰冷压球团为研究对象, 重点对冷压球团成球机理以及粘结剂种类进行研究。其中, 粘结剂作用力有五种方式, 即物理吸附作用、化学吸附作用、静电力作用、扩散以及机械连锁作用。目前无机粘接剂应用较为广泛; 有机粘结剂具备掺量低、不引入杂质、来源广泛等优势, 但无法避免球团早期强度低等问题; 复合粘结剂同时具备两种粘结剂优势, 但目前实际应用较少。影响冷压球团强度的因素较多, 粘结剂、转炉除尘灰成分、空气湿度等均有一定影响。

关键词: 转炉除尘灰; 冷压球团; 粘结剂; 强度

1 前言

转炉除尘灰是在转炉吹炼过程中产生、经除尘系统收集所得冶金粉尘^[1]。转炉除尘灰产量惊人, 据不完全统计, 吨钢产量为 15~20kg^[2]。由于富含铁 ($T_{Fe} > 50\%$), 由于粒径较细 (大部分约 30 μm), 如将其弃置, 容易造成扬尘污染环境, 且造成铁流失, 因此可作为二次资源进行回收利用。目前主要利用途径有以下几个方面, 压球返回转炉、返回烧结配矿、生产铁红、高纯铁粉等高附加值产品, 但生产铁红、高纯铁粉工艺复杂, 目前尚未实现^[3-4]。针对压球返回转炉作为冷却剂使用, 需将转炉除尘灰压球, 由于热压球团工艺一次性投资大, 设备故障率高, 目前冷压球团工艺受到广大钢厂喜爱, 冷压球过程中需添加粘结剂, 本文将针对目前使用粘结剂进行叙述。

2 转炉除尘灰用冷压球团成球机理及粘结剂简介

2.1 冷压球团成球机理

冷压球团是先将转炉除尘灰、氧化铁皮等与粘结剂搅拌均匀后, 利用压球机压制成的球团^[5-6]。Zisman^[7]研究表明, 粘结剂作用主要有: 物理吸附、化学吸附、静电力、扩散以及机械连锁作用。

①物理吸附依赖颗粒间相互作用力, 该作用最弱^[8]。

②化学吸附主要是球团内物质之间形成的共价键、离子键、氢键, 利用键能将物质粘结起来^[9]。

③静电力是由颗粒表面带不同电荷而产生^[10]。在球团成型过程中加入水, 可使除尘灰颗粒产生静电力, 从而提高球团粘结性能。

④扩散作用是由分子的布朗运动或链段的摆动产生, 该作用有助于粘结剂与转炉除尘灰之间的界面消失, 提高粘结剂作用。

⑤机械连锁作用主要是转炉除尘灰等颗粒之间产生的啮合作用^[11]。由于转炉除尘灰中颗粒粒度较小且分布集中, 当加入氧化铁皮时, 能够使整个体系的粒度组成产生变化, 并作为球团的骨架, 与转炉除尘灰之间产生啮合, 从而提高球团强度。在冷压球团中, 经化学吸附所形成的键能是最大的, 但化学键的形成受各种因素影响。因此, 想提高冷压球团的强度, 需考虑各方面因素。

2.2 常用粘结剂分类

粘结剂是冷压球技术的关键所在, 对球团质量、性能起着至关重要的作用。因此, 粘结剂需满足以下条件: 改善转炉除尘灰成球性; 提高冷压球团机械强度;

不引入有害的元素; 不影响钢材后续加工; 价格低廉, 储量丰富, 容易获得。

粘结剂种类繁多, 目前常用的粘结剂可分为三大类, 即无机粘结剂、有机粘结剂、复合粘结剂。

2.2.1 无机粘结剂

无机粘结剂主要包括: 膨润土、水玻璃、水泥、熟石灰、 MgCl_2 等^[12]。

2.2.1.1 膨润土

膨润土主要矿物为蒙脱石, 可分为钠基膨润土和钙基膨润土。蒙脱石结构是由两个硅氧四面体夹一层铝氧八面体组成的, 特殊的结构使得水分子容易进入其中, 吸水后呈现胶体特性^[13]。S.K Kawatra 等^[14-16]研究发现, 膨润土通过蒙脱石特殊结构吸附于铁矿表面, 从而使球团产生强度。膨润土以价格低、掺量低 (2%)、储量丰富等优势, 从而得到广泛应用。但以膨润土作为粘结剂生产的冷压球团存在水分高、需增加烘干设备等问题, 因而造成压球成本较高。

2.2.1.2 水玻璃

水玻璃主要是硅酸钠, 分子式为 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ ^[17, 18], 可分为粉末固体和液体。水玻璃能够在空气中固化, 反应式如下:



整个反应过程较为缓慢, 通常会加入固化剂^[19], 但利用水玻璃作为粘结剂, 与膨润土同样存在水分过高的问题, 同时容易引入杂质。

2.2.2 有机粘结剂

有机粘结剂具备分子量大、亲水性好、水溶液粘度高等优势, 粘结原理为大分子长链发生聚合或缩聚反应, 与粉状物体产生粘结^[20]。有机粘结剂主要由碳、氢、氧等元素组成, 受热后能够挥发, 不引入杂质, 同时由于掺量低, 对球团品质影响较小。目前利用较多的主要为聚丙烯酰胺、氧化淀粉、预糊化淀粉、CMC、黄原胶、糖浆、废糖蜜、VAE 乳液、佩利多及阿可泰等^[21]。其中最后两种已成功用于实际生产。但由于该类粘结剂价格昂贵、球团初期强度低、高温下易爆裂, 因此实际应用较少。

2.2.3 复合粘结剂

复合粘结剂即利用有机与无机两种粘结剂制备而成, 如 MgCl_2 增塑聚乙烯醇等^[22-23]。复合粘结剂囊括了两种粘

结剂的优点, 粘结性能优异、材料来源广泛、价格低廉、引入杂质少。但目前在使用过程中仍然存在较多问题, 譬如水分蒸发慢, 导致球团水分超标, 易返潮, 生球强度较低等, 因而未实现大规模利用。

3 结论

①粘结剂作用有五种方式: 即物理吸附、化学吸附、静电力、扩散以及机械连锁作用, 其中, 化学吸附产生的键能最大;

②冷压球团强度受粘结剂、水分以及氧化铁皮等各种因素综合作用影响;

③无机粘结剂中以膨润土应用最为广泛; 有机粘结剂具备掺量低、不引入杂质、材料来源广泛等优势, 但球团生球强度低; 复合粘结剂同时具备无机、有机粘结剂特点, 但目前仍未实现大规模利用。

参考文献:

- [1] 居天华. 提高转炉除尘灰冷压球团强度的粘结剂研究 [D]. 沈阳: 东北大学, 2014.
- [2] 原志勇. 转炉除尘技术发展及改进展望浅析 [J]. 山西冶金, 2009(03):65-67.
- [3] 赵志. 转炉除尘灰冷压块技术中有机粘结剂研究及其他工艺条件优化 [D]. 重庆: 重庆大学, 2012.
- [4] 陈铁军, 张一敏. 转炉 LT 粉尘干式冷压块技术研究及工业应用 [J]. 烧结球团, 2009,34(003):28-33.
- [5] Su F, Lampinen H O, Robinson R. Recycling of sludge and dust to the BOF converter by cold bonded pelletizing[J]. ISIJ International,2004, 44(4):770-776.
- [6] 沈宗斌, 沙永志. 钢铁粉尘冷固结球团工艺研究 [C]. 冶金能源环保生产技术会议, 2003.
- [7] Zisman W A, Fowkes F M. In Contact Angle, Wettability, and Adhesion[M]. Advances in Chemistry Series. Washington, D.C.: American Chemical Society, 1964.
- [8] Pauling L. The Nature of Chemical Bond[M]. Cornell University Press. Ithaca, New York, 1966.
- [9] Lee L H. Adhesive Bonding[M]. Plenum Press, New York and London, 1991.

(上接第 217 页) 电抗器或者浪涌吸收装置; ②在功率单元内增加与负载相匹配的泄放电阻, 释放多余能量; ③在中间直流回路上增设电容, 提高电压承载力; ④利用变频器设定参数, 采用分段减速方法释放负载动能, 这些方法都能有效避免变频器过电压故障。

2.4 熔断器故障

熔断器故障属于重故障, 当系统中熔断器故障检测到单元缺相时, 报熔断器故障, 维修人员可以根据系统显示界面上显示的单元号码进行查找, 故障产生的原因主要有主电源停电、单元的三相进线松动、进线熔断器损坏等, 可以用万用表进行检查, 一旦发现熔断器出现熔断故障及时更换新的熔断器, 随后进行送电和故障复位, 确保高压变频器恢复正常。如果此时变频器仍然没有恢复, 那么就必须将功率单元更换。熔断器故障在高压变频器运行中故障发生几率较高, 需要做好日常维护和检修工作, 保证备

- [10] Lee L H. Adhesive Bonding[M]. Plenum Press, New York and London, 1991.
- [11] Hartshorn S R, Structural Adhesives-Chemistry and Technology[M]. Plenum Press, New York and London, 1986.
- [12] 甘胤, 王吉坤, 包崇军, 等. 冷压球团技术在冶金中的研究进展 [J]. 矿产综合利用, 2014(1):10-15.
- [13] Mohamed O A, Shalabi M E H, El-Hussiny N A, et al. The role of normal and activated bentonite on the pelletization of barite iron ore concentrate and the quality of pellets[J]. Powder Technology, 2003, 130(1-3):277-282.
- [14] Kawatra S K, Ripke S J. Developing and understanding the bentonite fiber bonding mechanism[J]. Minerals Engineering, 2001, 14(6):647-659.
- [15] Komar, Kawatra, S, Jayson, 等. Laboratory studies for improving green ball strength in bentonite-bonded magnetite concentrate pellet[J]. International Journal of Mineral Processing, 2003.
- [16] Kawatra S K, Ripke S J. Effects of bentonite fiber formation in iron ore pelletization[J]. 2002, 65(3-4):141-149.
- [17] Patrick T. Moore. Sodium silicate binder: US 1994.
- [18] 曹龙. 高炉瓦斯灰金属化球团制备工艺粘结剂的研究 [D]. 唐山: 河北联合大学, 2013.
- [19] 陈永, 洪玉珍, 吴印奎, 等. 水玻璃黏结剂的固化和粉化机理研究 [J]. 科学技术与工程, 2010, 10(001):112-116.
- [20] 封守忠, 崔喆基, 么玉昆. 固相缩聚生产高粘度聚酯 [J]. 合成纤维工业, 1990(2):50-56.
- [21] 杨永斌, 黄桂香, 姜涛. 有机粘结剂替代膨润土制备氧化球团 [J]. 中南大学学报, 2007, 38(5):850-856.
- [22] Jiang Tao, Han Gui-hong, Zhang Yuan-bo, et al. A further study on the interaction between one of organic active fractions of the MHA binder and iron ore surface[J]. International Journal of Mineral Processing, 2011, 100(3-4):172-178.
- [23] 李建. 铁精矿复合粘结剂球团直接还原法工艺及机理研究 [D]. 长沙: 中南大学, 2007.

件储备充足。

3 结束语

综上所述, 煤化工厂必须做好高压变频器的日常维护和问题故障处理工作, 根据化工厂实际需要和高压变频器配置制定科学合理的维护方案, 及时处理出现的各种轻故障和种故障, 做好预防措施, 以确保高压变频器长期稳定运行。

参考文献:

- [1] 曹旭东, 李支园. 单元串联变频器 IGBT 故障诊断方法 [J]. 电机与控制学报, 2016, 20(012):9-16.
- [2] 赵玉明. 高压变频器的散热器性能研究 [J]. 中州煤炭, 2017, 039(003):153-156, 161.
- [3] 徐敏超. 浅析高压变频器电压故障的原因及处理方法 [J]. 科学技术创新, 2018(32):62-63.