

烧结机缝隙磁场密封模拟实验

于旭光 刘亮 秦茶 许昌玲 王建强 付华

(石家庄铁道学院材料科学与工程分院, 石家庄 050043)

摘要 为解决钢铁厂烧结机高漏风率问题,设计制作了缝隙磁场密封模拟装置,用钕铁硼永磁合金作为密封磁场源,模拟烧结机的缝隙状况进行了磁场密封实验。结果表明:在磁力作用下,密封介质被约束在缝隙中,形成了均匀致密的密封屏障,在15~300℃温度下,密封负压达到50 kPa。本磁场密封方法用于实际烧结机中,足以使所密封部位达到“0”漏风率。

关键词 烧结机 缝隙 磁场 密封 漏风率

Simulation Test of Magnetic Seal on Sintering Machine Slit

Yu Xuguang, Liu Liang, Qin Cha, Xu Changling, Wang Jiangqiang and Fu Hua
(School of Material Science and Engineering, Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang 050043)

Abstract In order to work out the problem of high air leakage rate of sintering machine at iron and steel works, a simulated magnetic seal device for sintering machine has been manufactured and the magnetic seal test to simulate slit status of sintering machine was carried out by using permanent magnetic alloy NdFeB as seal magnetic source. Results showed that under the action of magnetism, the seal medium was kept within slit to form a dense uniform seal shield so the seal negative pressure arrived 50 kPa at 15~300℃. If this magnetic seal technique is used to actual sintering machine the air leakage rate will reduce to “0”.

Material Index Sintering Machine, Slit, Magnetic Field, Seal, Air Leak Rate

钢铁厂烧结机的漏风率普遍较高,国内一般为50%~60%,国外先进水平为30%~40%^[1]。为了解决烧结机的漏风问题,提出了烧结机缝隙磁场密封技术^[2,3],并进行了模拟实验。

1 模拟实验条件和参数

制作的烧结机缝隙磁场密封模拟装置见图1。

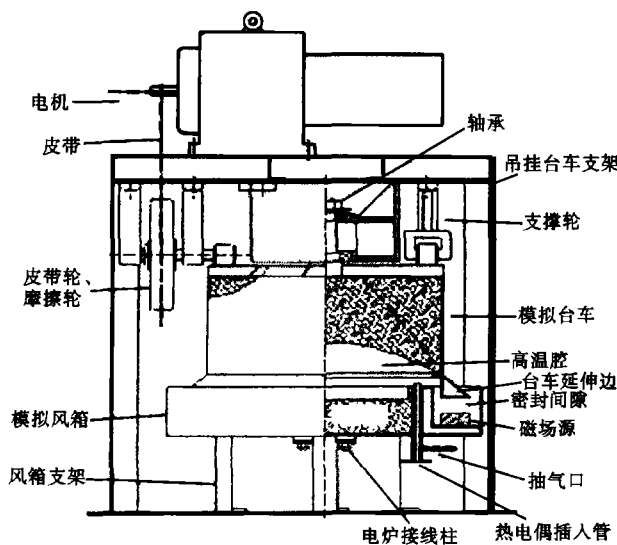


图1 烧结机缝隙磁场密封模拟装置

Fig. 1 Simulated magnetic seal device of sintering machine slit

(1)模拟台车密封部位移动的线速度为0~20 m/min可调,实际烧结机台车移动速度在1.5~2 m/min;(2)模拟台车与模拟风箱之间的间隙为5~20 mm可调。实际烧结机台车与风箱之间的密封间隙≤5 mm。本实验密封间隙为10~20 mm;(3)密封介质为100目以下粒度的磁性粒子82.61%,浓度为79.18%的密封液17.39%;(4)密封负压0~75 kPa可调。实际烧结机负压5~20 kPa。本实验把密封负压25 kPa作为密封可行的标志;(5)在模拟风箱上设置有永磁体磁场源;(6)采用电阻丝对高温腔加热,可使风箱与台车密封处产生560℃的高温。

2 实验及分析

2.1 磁场密封间隙内的温度分布及磁场源选材

烧结机台车与风箱之间的温度,由机头到机尾是逐渐升高的。机尾烧结矿温度高达500~1200℃^[4],台车底部温度也达到300~400℃^[5]。

磁场源进行水冷。图2(a)曲线①是模拟台车与风箱间隙入口处的温度,测温点如图2(b)“A”处。可见,在3 h后达到560℃的稳定值,这相当于烧结机机尾烧结矿的温度。曲线②是磁场源表面的温度,测温点在图2(b)“B”处的密封介质底部,最高为43℃,远低于稀土永磁材料烧结钕铁硼的许用温度。

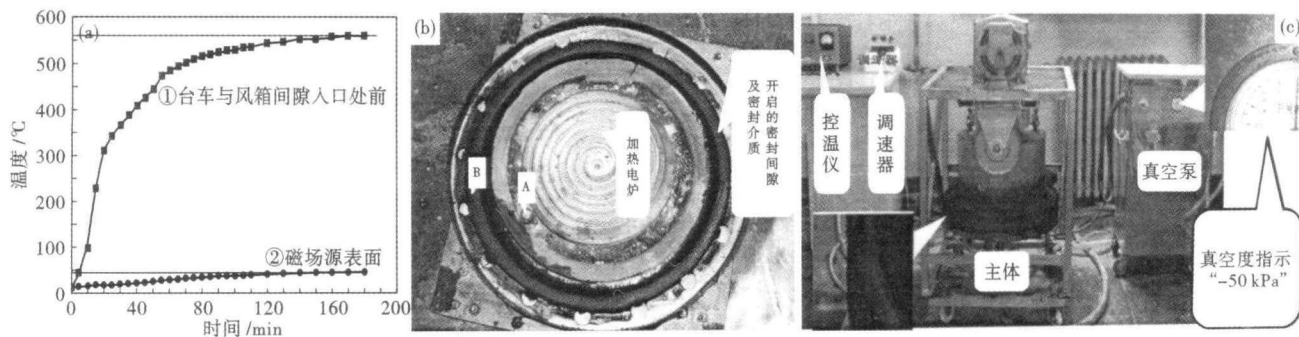


图 2 (a) 磁场密封间隙内的温度分布; (b) 在磁场约束下密封介质的排布情况; (c) 烧结机缝隙磁场密封模拟系统

Fig. 2 (a) Distribution of temperature in magnetic seal gap; (b) Located condition of seal medium under action of magnetism; (c) Simulation system for magnetic seal to sintering machine slit

2.2 磁场约束下的密封介质

由图 2(b) 可见, 密封介质在磁场约束下, 排布均匀致密(磁场密封模型为圆环, 将此环断开拉直即是实际烧结机用磁场密封介质在磁场下的排布情况)。

2.3 密封效果

将烧结机缝隙磁场密封模型连接上 SHZ-C 型循环水式多用真空泵、加热电源、控温仪、热电偶、调速器, 在密封间隙内加入密封介质, 如图 2(c)。然后, 开动模拟台车, 使密封部位以 2 m/min 的线速度转动。同时加热并开启真空泵。

在实验过程负压达到约 20 kPa 时, 模拟台车停止了转动。继续抽负压、加热。到 300 °C (图 2b “A” 点处) 保温, 系统保持约 50 kPa 负压。

检查发现, 模拟台车停止转动是由于负压作用下模拟台车下沉脱离开使之转动的摩擦轮。该现象在实际烧结机中不会发生。因此, 不影响实验结果的可靠性。50 kPa 的负压远远高于实际烧结机的抽风负压 (< 20 kPa)。说明烧结机缝隙采用本磁场密封方法, 完全可以达到“0”漏风率的效果。

3 预期效益

目前, 烧结机的抽风机都很大, 额定功率为 500 ~ 6 300 kW。由于漏风, 使抽风机做了无用功, 在烧结矿成本中, 至少 20 元/t 由此产生^[6]。

例如, 酒钢对其 3 号烧结机进行一般的漏风治理后, 漏风率由 60% 下降到 43.8%, 就产生了很大的效益: 产量平均提高 12%、风机电耗下降 3.1 kWh/t 烧结矿、燃料单耗下降 3.46 kg/t 烧结矿^[7]。对此结果折算成可比参数为: 漏风率降低 1%, 产量可提高 0.74%、风机电耗可下降 0.19 kWh/t 烧结矿、燃料单耗下降 0.21 kg/t 烧结矿。

假设用本磁场密封技术后由于不可预见因素使烧结机整体漏风率还有 25%。按 2007 年全国钢产

量 4.6 亿 t 计算, 采用本磁场密封技术, 所密封部位漏风率为“0”, 烧结机整体漏风率由目前较好水平的 45% 仅降到 25%, 则每年可增产 7 000 万 t 钢、节电 23 亿 kWh (按 1.35 t 烧结矿产 1 t 钢计算), 节省燃料 260 万 t。

由于漏风率降低, 可加厚料层, 烧结过程中的自动蓄热作用增强, 燃料可充分燃烧, 从而可大幅度减少污染性气体的排放。另外, 本磁场密封副不产生磨损, 可减少检修工时和延长烧结机的使用寿命。

4 结论

以烧结钕铁硼做磁场源, 密封介质存在于其磁场约束下的密封缝隙中, 形成了均匀致密的密封屏障, 在 15 ~ 300 °C 温度下, 密封负压达到 50 kPa, 用于实际烧结机中足以使所密封部位达到“0”漏风率的效果, 由此可取得较大的预期效益。

河北省科技攻关项目资助(编号 06213507D)

参考文献

- 1 胡彦伶. 烧结机滑道密封润滑脂概述. 合成润滑材料, 2005, 32(3): 28
- 2 于旭光. 烧结机缝隙磁场密封装置. 中华人民共和国专利: CN200420091970. 9, 2005-11-02
- 3 于旭光, 樊云昌, 付华, 等. 一种气隙的磁场密封方法. 中华人民共和国专利: 200710061449. 9, 2007-07-25
- 4 汪保平, 吴朝刚, 顾云松, 马钢 300 m² 烧结机带冷烟气余热发电工程. 烧结球团, 2007, 32(2): 8
- 5 李强, 侯纪宝, 胡守忠. 莱钢烧结机头尾密封装置的改造. 烧结球团, 2008, 33(1): 44
- 6 高彦, 么占坤, 孙长征, 等. 烧结机漏风治理技术方案. 烧结球团, 2004, 29(1): 38
- 7 胡容, 曹辉, 张镇, 等. 全封闭多级磁力密封技术在酒钢 3 号烧结机上的应用. 烧结球团, 2005, 30(3): 46

于旭光(1958-), 男, 教授, 副院长, 稀土永磁材料研究和应用。

收稿日期: 2008-09-29