

黑体空腔钢水连续测温系统的应用实践

薛鹏, 王毅, 陈显著

(莱芜钢铁集团有限公司, 山东 莱芜 271104)

摘要:莱钢炼钢厂在连铸机生产中采用黑体空腔式钢水测温系统,该系统利用黑体辐射理论,由黑体空腔测量管、测温探头和信号处理器系统部分构成,运行稳定,可连续准确地($\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$)监测中间包钢水温度和变化趋势,减少漏钢、冻眼的损失和事故停工时间,提高铸机作业率和产品质量。

关键词:钢水;黑体空腔;连续测温系统;中间包

中图分类号:TF777

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2008)05-0036-01

1 前言

在钢铁的连铸生产工艺中,需要尽可能实现对中间包钢水温度的连续测量,以保证钢水温度在连续浇注过程中的稳定性和均匀性,进而稳定连铸操作、减少拉漏和冻眼事故、提高铸坯质量。同时,连续的中间包钢水温度控制对铸坯拉速、二冷配水等控制过程也有重要的指导意义。近几年,随着黑体空腔钢水连续测温技术的成熟,宝钢等国内多家钢厂均已采用了黑体空腔钢水连续测温系统,取代了一次性快速热电偶间断测温,取得了明显的经济效益和社会效益。

2 黑体空腔钢水连续测温系统原理

2.1 系统测量原理

本测温技术的理论基础是黑体辐射理论。基于基尔霍夫的物理模型—不透明密闭等温腔体,建立了在线黑体空腔辐射特征公式^[1]:

$$E_b(T_L, \lambda) = \epsilon_0^* \cdot F_{0,D} \cdot A_0 \cdot E_b[T/(1-K), \lambda]$$

式中, $E_b(T)$ 为黑体空腔光谱辐射亮度, $\text{W}/\text{Sr}\cdot\text{m}^3$; λ 为波长; ϵ_0^* 为黑体空腔光谱发射率; K 为腔体不等温系数; $F_{0,D}$ 为腔体开口面积 A_0 对探测器接收面 A_D 的辐射换热角系数; T_L 为黑体空腔亮温度, K ; T 为黑体空腔实际温度, K 。

目前,莱钢炼钢厂连铸机采用的黑体空腔钢水连续测温系统由黑体空腔测量管、测温探头和信号处理器系统部分构成,其结构示意图如图1所示。

黑体空腔测量管—空芯复合套管作为温度传感器插入到钢水中感知温度,由专门设计的光电探测器系统接收腔体的热辐射并转换为电信号,经前

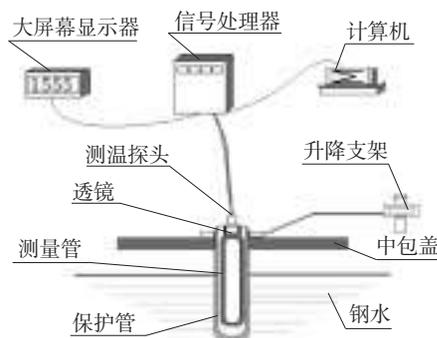


图1 黑体空腔钢水连续测温系统结构示意图

置放大器放大送给信号处理器,以单片机为核心的信号处理器根据在线黑体理论确定钢水的实际温度,并进行显示。

2.2 主要技术指标

1)测量范围:钢水测温 $1\ 400\sim 1\ 600\text{ }^\circ\text{C}$, 烘包测温 $800\sim 1\ 400\text{ }^\circ\text{C}$; 2)测量不确定度:测量范围 $1\ 400\sim 1\ 600\text{ }^\circ\text{C}$ 时 $\leq 3\text{ }^\circ\text{C}$, $800\sim 1\ 400\text{ }^\circ\text{C}$ 时 $\leq 7\text{ }^\circ\text{C}$; 3)响应时间:热态响应时间 $\leq 75\text{ s}$, 冷态响应时间 $\leq 4\text{ min}$; 4)测温管寿命 $20\sim 30\text{ h}$ (取决于钢种和工艺等); 5)重复使用次数 > 5 次; 6)使用温度 $5\sim 70\text{ }^\circ\text{C}$; 7)输出精度 0.5 级。

3 使用效果分析

黑体空腔式钢水连续测温系统运行准确、稳定、可靠,具有明显的优点:1)黑体空腔式钢水连续测温系统单只测温管寿命为 $15\sim 35\text{ h}$,能够在较长一段时间内连续、实时、准确地监测中间包钢水温度和变化趋势。在异常条件下操作人员能及时采取应对措施,减少生产事故,提高连铸机的作业率。2)操作人员可以根据中间包钢水温度的变化,向钢水供应工序提出更合理的工艺参数要求,对于连铸工序生产的稳定具有重要意义,为连铸机拉速的提高提供了可靠的数据基础。3)测温准确($\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$),可以实现更为精确的温度控制,有效降低过热度,减少钢水过热对铸坯质量的影(下转第39页)

收稿日期:2008-06-02

作者简介:薛鹏,男,1982年生,2005年毕业于东北大学自动化专业。现为莱钢机械动力部助理工程师,从事冶金设备的检修与管理工作。

从粗液到成品氧化铝的产出率为82%,硅渣全部进行回收计算,1 a增加氧化铝产量3.065万t,也节约从矿石破碎到溶出工序的加工费1 266.76万元。

由于返回配料的硅渣中 Al_2O_3 减少,若保持熟料品位不变,必须提高矿品位。据测算,全年增加供矿费用286.57万元;反应浆液温度提高,1 a耗用蒸汽价值387.84万元;全套回收氧化铝设备的运行电费为87.54万元;增加设备消耗的材料及人工费用约每年70万元。合计增加费用831.95万元。

按以上测算,该项目每年降低生产成本434.81万元。另外,还可收到产量增加的产品销售利润,经济效益显著。

Research and Practice for Al_2O_3 Recovery from Silica Residue

GUO Huai-sheng

(Alumina Factory of CHALCO Shandong Branch, Zibo 255065, China)

Abstract: In order to reduce mixed silica residue produced in producing alumina by sinter process, the connections of digestion temperature, liquid-solid ratio, concentration of sodium carbonate and the leaching rate of alumina in calcium silica slag were discussed by orthogonal test in laboratory. The results showed that the leaching rate of alumina in solid phase calcium silica slag increased along with the augment of liquid-solid ratio and digestion temperature and were improved by the extension of digestion time. In industrial practice, the recovery rate of Al_2O_3 in solid phase reached to 29.16% and the recovery rate of Al_2O_3 in accreted liquid reached to 57.4% after filtration and separation under the condition of using spent carbonated liquor contained Na_2O_c 100 g/L to extract the mixed silica residue, controlling extraction liquid-solid ratio at 9, temperature at about 90 °C and agitating for 40 minutes, then reduced the production cost of 4.34 million RMB per year.

Key words: calcium-silicon residue; alumina; extractive rate; carbonation decomposed mother liquid

(上接第36页)响。4)过热度降低还可提高拉速,即提高钢材的产量。应用实践表明,使用本测量系统可平均提高拉速10%。5)能够对中间包的烘烤质量进行控制,提高中间包烘烤质量,在一定程度上有利于延长中间包的寿命,降低中间包耐材成本。6)实时连续提供中间包钢水温度,为实现过程闭环实时调节和控制二冷区的冷却强度提供了数据保证,同时也为连铸生产过程自动化奠定了基础。

而传统的一次性快速热电偶间断测温方法测量的中间包钢水温度不连续,生产人员不能动态、实时掌握钢水温度。特别是在钢水温度偏高或偏低的情况下,不利于操作人员及时采取补救措施,

4 结 语

从硅渣中回收 Al_2O_3 ,目前只能处理不足50%的硅渣量,技术经济效益还未充分发挥出来,需进一步改造设备,完善措施。分离设备选择可靠性更强、排渣含水率更低新型高效压滤机,并进一步开发应用回收滤液直接生产特种化学品氧化铝的技术,以提高经济效益。

参考文献:

- [1] 杨重愚.氧化铝生产工艺学[M].北京:冶金工业出版社,1982: 286.

容易导致漏钢或冻眼等事故,影响产品质量。另外一次性测温探头消耗量大,且测温精度偏低。

因此,黑体空腔式钢水连续测温系统可以取代一次性快速热电偶间断测温,满足工艺对测温功能的要求。黑体空腔式钢水连续测温系统与间断快速热电偶测温相比,使用成本相当或略低,测温精度高,能够在连铸生产中实现对中间包钢水温度的连续、实时测量,对稳定生产、提高铸坯质量等有直接影响,可生产显著的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 谢植,高魁明.工业辐射温度测量[M].沈阳:东北大学出版社,1994.

Application Practice of Blackbody Cavity-based Continuous Temperature Measurement System for Liquid Steel

XUE Peng, WANG Yi, CHEN Xian-zhu

(Laiwu Iron and steel Group Corporation, Laiwu 271104, China)

Abstract: Laiwu Steel's steelmaking plant adopted blackbody cavity-based continuous temperature measurement system in continuous casting production. This system used blackbody radiation theory, which is composed of blackbody cavity measuring tube, temperature measurement probe and signal processor system etc, run steadily and reliably, the measurement error was ± 3 °C and could monitor the temperature of liquid steel in tundish and the change trend continuously, then reducing leakage steel, cold eyes of the accident and loss of down time and increasing the operating rate of continuous casting machine and product quality.

Key words: liquid steel; blackbody cavity; continuous temperature measurement system; tundish