

专论与综述

连铸大包下渣检测技术的发展及应用

徐永斌, 马春武, 幸伟, 徐海伦

(中冶南方工程技术有限公司 技术研究院, 湖北 武汉 430223)

摘要:综述了连铸大包下渣技术的发展状况,对基于不同下渣原理的检测方法进行了详细分析,并探讨了其各自的发展前景。电磁检测是目前较为成熟的一项大包下渣检测技术,已经在众多钢厂获得推广;振动式大包下渣检测方法是一项具有发展前景的大包下渣检测技术。

关键词:连铸;大包;下渣检测;振动式检测技术

中图分类号:TF777

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2012)02-0007-03

1 前言

连铸生产过程中,钢液的纯净度对铸坯质量有着直接的影响。大包作为盛运钢液和部分熔渣的主要容器,在获得高质量钢种铸坯及提高连铸生产效率的过程中具有举足轻重的作用。尤其在大包浇铸后期,若钢包内的熔渣流入中间包,则会导致钢渣聚集,进而增加铸坯含氧量,促成铸坯缺陷;恶化钢水的浇铸特性,造成水口堵塞;同时还容易对中包耐材造成侵蚀,降低其使用寿命。随着连铸技术的进步,人们对控制钢水纯净度的要求也越来越高。传统的方法是通过操作人员目测判定大包下渣出现,这就存在人为主观性大,误差大等缺点。肉眼能够观察判别到大包下渣过程时,已有相当数量的熔渣进入中包,这对改善铸坯质量,提高连铸生产效率的作用有限。

伴随着连铸大包下渣问题越发地引起人们的重视,应运而生的连铸大包下渣检测技术在改善铸坯质量、增加钢水收得率和提高连铸生产效率等方面具有突出的作用,逐步获得人们的青睐^[1-2]。连铸大包下渣检测技术是通过浇铸后期大包内钢液和熔渣的状态识别,指导操作人员关闭大包滑动水口,减少大包熔渣进入中包的一项特有技术。现有的大包下渣检测技术是基于重力差异、电磁场、超声波、红外信号及振动式等原理开发出来的,各有其特点和所存在的问题。

基于此,本研究介绍连铸大包下渣技术的发展状况,对基于不同下渣原理的检测方法进行分析,探讨、比较其各自的发展和实际应用前景。

2 连铸大包下渣检测方法的发展

2.1 电磁检测法

电磁检测法是基于钢液和钢渣二者间的电导率差异,通过一次线圈的励磁作用,感生获得二次线圈中不同的电动势,以此来获得大包下渣信号,对下渣过程进行提前预报的检测方法^[3-4]。这是目前应用较广的一种非接触式测量方法,其检测原理见图1。

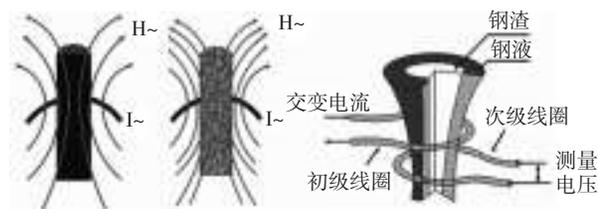


图1 电磁下渣检测原理

1987年,该技术首先应用于Thyssen-Krupp钢铁公司的一台板坯连铸机上,取得了良好的连铸效果。20世纪90年代初,欧美部分钢厂的连铸机逐步采用了该项电磁检测技术,并逐渐推广到日本、韩国浦项和台湾中钢公司。国内许多钢厂也相继采用该项技术,并取得了较为理想的结果。截至目前,全世界共有200多台连铸机采用了上述Amepa公司的电磁下渣检测系统。

经过20多a的发展,电磁检测方法已经成为一种较为成熟的大包下渣检测技术。通过对钢液铸流的实时监控,能够增加钢水收得率、提高铸坯质量并减少中包水口堵塞。但电磁检测方法最明显的问题是传感器线圈必须埋在钢包座砖出口附近,要对钢包结构进行改造。此外,长时间置于高温区域,会明显降低传感器的使用寿命,且一旦出现突发情况,不能对传感器立即进行更换。这一系列问题就势必造成使用电磁检测下渣系统时的改造和维护费用很高。因此,众多学者针对上述问题做了一系列的研究和改进,包括:采用单线圈结构

收稿日期:2012-01-09

作者简介:徐永斌,男,1982年生,2010年毕业于上海大学钢铁冶金专业,博士。现为中冶南方工程技术有限公司技术研究院工程师,从事连铸技术工作。

传感器,提高系统可靠性^[5];改变传感器安装位置,实现快速更换检测线圈^[1]等。也均取得了一定的效果,但是如何解决滑动水口开口度对下渣过程的影响仍然是有待进一步解决的问题。

虽然存在诸多问题,但电磁检测方法仍是目前最为成熟的一项大包下渣检测技术。

2.2 振动式检测方法

振动式检测方法是利用钢液和钢渣的密度差异,检测出铸流对保护套管和与之相连接的操作臂间振动的差异,以此获得大包下渣信号的检测方法^[2,6-7]。这是一种极具市场竞争力的非接触式检测方法,其检测原理见图2。

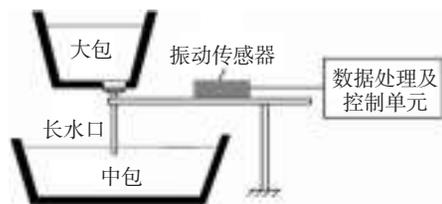


图2 振动式检测原理

正是由于其他检测方法的弊端,使得人们力图寻找一种更为直观有效的途径获得大包下渣信号。1991年,Trotter DJ等人首先利用加速度传感器测量操纵臂的机械振动来评价钢液的浇铸状态,并在Newcastle和Kembla Port钢厂进行试验研究。但由于各种环境振动因素和操作过程对操纵杆影响较大,要准确检测下渣过程较为困难,极易出现误报现象。之后,研究人员通过采用人工神经网络以及快速傅里叶变换技术来对信号进行识别处理,在一定程度上提高了检测成功率。随着计算机与传感器技术的进步,振动式检测方法获得了长足的进步,并出现了多手段辅助检测下渣技术。2003年,美国Vesuvius公司开发出辅助红外检测的振动式下渣检测技术,对汇流漩涡过程进行监控,实现下渣过程的提前预警。

国内浙江谱成、湖南镭铂等公司相继开发出各自的振动下渣检测技术。图3为浙江谱成开发的VSD2000振动下渣检测系统原理。系统将传感器安装在大包水口机械手上,由前端SVD801-I型传感器负责收集振动信号,并经放大处理后输入工控机进行运算分析。当系统检测出存在下渣信号后,经由系统控制柜将该信号输入至前端控制单元,以此来发出大包下渣警报或直接发出指令,关闭大包水口。

振动式检测方法是目前应用较快的一种下渣检测方法。

2.3 称重检测法

称重检测方法是利用钢液和钢渣的密度差异,检测出钢液和钢渣总重量的变化规律异常,以此获

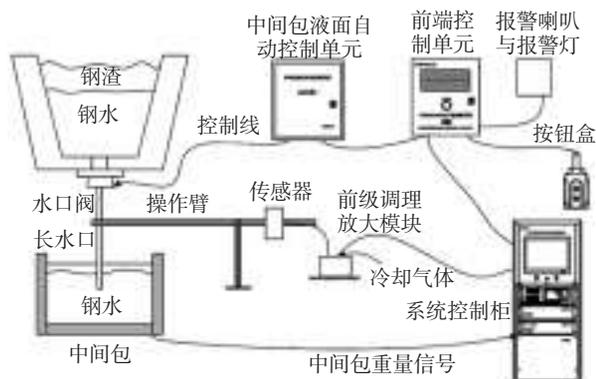


图3 VSD2000振动式连铸大包下渣检测系统原理
得大包下渣信号的检测方法^[8]。称重检测法属于非接触式检测方法。

原理上看该方法是无懈可击的,但在实际使用过程中存在着较大的局限性。由于滑动水口的开口度无法始终维持不变,而且大包坐包过程等因素对总重量的测量都会产生很大干扰。这些因素就将极大地降低称重检测法的测量准确性。

这些限制性因素使得称重检测方法目前也仅作为一种辅助检测方法存在。

2.4 超声波检测方法

超声波检测方法是通过对有渣和无渣时,超声波发出的发射信号和反射信号的差异来检测大包下渣过程的检测方法。这是一种典型的接触式检测方法,检测主要分为浸入式和侧壁式^[9]。

浸入式检测方法是将超声波发射探头和接收探头装入中包的一种测量方法。这种方式对连铸过程没有影响,但与重量检测方法一样,只有当钢渣流入中包后才能检测出来,此时中包内已经流进一定量的钢渣。此外,将探头浸入中包内部,工作温度高达1500℃,严重影响探头的寿命和灵敏度。侧壁式检测方法是将传感器安装在大包侧壁上的检测方法。该法能够有效地检测钢液中的汇流漩涡现象,能够在汇流漩涡形成卷渣初期检测到下渣现象,灵敏度较高;但需要对钢包进行改造,且探头的工作环境相当恶劣,工作温度高,使用和维护费用均较高。此外,研究人员还提出一种将超声波发射和接收探头安装在大包顶部的方法,通过接收到的波形来判断涡流形成,但该方法也仅在试验阶段。

基于此,上述超声波检测方法仅仅停留在试验阶段,未见进一步应用的研究报道。

2.5 红外检测方法

红外检测方法是利用钢液和钢渣在高温状态下的热辐射系数差异,在红外波长范围内成像,以此检测大包下渣过程的检测方法。这是一种无接触式的检测方法^[10]。

红外检测手段能够准确地得出钢渣含量,但在检测过程中需要将大包长水口撤离,这易于引发钢液的二次氧化。当前连铸生产过程大多采用保护式浇铸,因此红外检测系统只能通过收集中包入口位置有限区域内的可见信号,利用钢渣密度轻而上浮的原理,获得翻渣后的下渣信号。但这样在获得下渣信号时已经有一定数量的钢渣进入中包,具有明显的滞后性。

因此,红外检测方法只能作为其他大包下渣检测方法的辅助手段。

3 电磁式和振动式检测技术比较

振动式检测方法(系统原理是电磁感应)及电磁检测方法(系统原理是振动波动)检测精度都较高,两种方法的最大的区别在于振动式检测方法可以安装在距钢流较远位置的低温区域检测下渣信

号,设备构造简单,制造和维护成本低。但由于钢液的冲击效应有限,传感器收集的振动信号相对微弱,使得振动式检测系统易受现场环境的干扰而产生误判,此外系统的信号特征参数也需要大量试验数据加以支持,且大包下渣振动信号的随机性较强,现场调试时间也较电磁检测方法长。

表1中详细比较了电磁检测方法和振动式检测方法的特征。虽然两种原理的检测方法都能够取得较高的测量精度,但由于电磁检测方法设备一次性投入高,且需要对大包滑动水口结构进行改造,长期在恶劣的高温环境下工作,造成传感器容易失效,后期设备维护费用高且较为困难。振动式检测方法由于其低廉的价格和安装使用方便,越来越受到生产厂家的青睐。但如何剔除生产现场的无关振动因素对系统的影响,进一步提高检测精度是值得进一步深入研究的方向。

表1 电磁检测和振动式检测大包下渣方法的特征比较

检测方法	系统灵敏度	传感器位置	安装难易	使用环境	调试周期
电磁检测	不能设定	大包滑动水口位置	需对每个大包滑动水口进行改造并预埋线圈	恶劣	短
振动式检测	能够依据不同要求设定不同灵敏度等级	大包水口机械手末端	安装方便,不对设备做任何改动	温和	长

4 结论及展望

连铸生产过程中,对大包下渣过程的控制是提升连铸坯质量,延长中包寿命和提高连铸效率的一项很重要的手段。本研究综述了基于重力、电磁、超声波、红外和振动方式为原理的连铸大包检测方法,比较了各自的优劣和发展前景。电磁检测作为目前较为成熟的一项大包下渣检测技术,已经在众多钢厂获得推广;但振动式大包下渣检测方法由于其使用和维护方便,越来越受到人们的青睐。相信随着技术的不断进步和检测抗干扰性的提升,这是一项很具有前景的大包下渣检测技术。

参考文献:

- [1] 李培玉,赵明祥.连铸钢包下渣检测方法的研究现状与进展[J].炼钢,2003,19(3):51-55.
- [2] 谭大鹏,计时鸣,李培玉,等.振动式钢包下渣检测方法及其关键技术研究进展[J].中国科学:技术科学,2010,40(11):

- 1 257-1 267.
- [3] 张红,于学斌,邱玲慧.钢包下渣检测系统的研制[J].武汉冶金科技大学学报,1997,20(1):28-32.
- [4] 职建军,裘嗣明,侯安贵.钢包下渣检测技术在宝钢的应用[J].宝钢技术,2004(5):5-7.
- [5] 邱东明.300 t连铸钢包下渣检测系统的研制[J].仪器仪表学报,1998,19(1):22-28.
- [6] 蔡志军,李一心.新型钢包下渣检测装置在板坯连铸应用[J].安徽冶金科技职业学院学报,2008,18(1):22-26.
- [7] 李洪鹏,沈佳凡,葛亚军.连铸钢包下渣检测技术的应用[J].浙江冶金,2009(4):11-12.
- [8] 赵明祥.基于振动检测的钢水连铸下渣自动检测方法研究[D].杭州:浙江大学,2003.
- [9] Korla SC, Kanth U. Model studies of slag carry-over during drainage of metallurgical vessels [J].Steel Research, 1994, 65(1):8-14.
- [10] Dewitt DP, Nutter. GD and Richmond JC.Thermal Radiative Properties of Materials[M].New York:Wiley-Interscience,1989.

Development and Application of Slag Carry-over Detection Technology during Continuous Casting

XU Yong-bin, MA Chun-wu, XING Wei, XU Hai-lun

(Institute of Technology Research, WISDRI Engineering Technology Co., Ltd., Wuhan 430223, China)

Abstract: This article reviewed the development of slag carry-over detection technology and discussed the principle of the detection and their prospects. The electromagnetism detection is a ripe technology for detecting slag carry-over and gets promotion in many steel plants. Vibration style detecting method will be a detecting technology with development prospect.

Key words: continuous casting; ladle; slag carry-over detection; vibration style detecting technology