

文章编号:1007-1180(2011)12-0078-04

钢包下渣检测方法展望

朱万彬

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所 应用光学国家重点实验室, 吉林 长春 130033)

摘要: 介绍了几种冶金工业连铸生产线中钢包下渣的检测方法, 并对几种检测方法的优缺点进行了比较。指出采用激光多普勒测振技术的方法是一种很有前景的检测方法, 对其可行性进行了分析。同时指出将该技术引入到钢包下渣的检测中, 可以大大节约生产成本, 而且劳动生产率可以得到大幅度的提高。

关键词: 激光多普勒测振; 钢包下渣检测

中图分类号: TN247

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI20112812.0078

Prospect of Ladle Slag Detection

ZHU Wan-bin

(State Key laboratory of Applied Optics, Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics
and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: Several ladle slag detection methods of casting lines in the metallurgical industry are described, and the advantages and disadvantages of several detection methods are compared. The laser Doppler vibration technique is a promising detection method, and its feasibility is analysed. It is also pointed out that the technology introduced to the ladle slag detection can greatly reduce production costs, and can greatly enhance the labor productivity.

Keywords: laser Doppler vibration; ladle slag detection

*基金项目: 应用光学国家重点实验室资助项目 (2006)

1 引言

连续铸钢是把钢水直接浇铸成各种铸坯的新工艺,与模铸相比,它具有工序简化、流程短、金属收得率高、能耗低、生产过程自动化程度高及产品质量好等优点,因此,连铸成为钢铁工业中发展最快的技术之一^[1]。在连铸生产线中,钢包中主要含有钢水与钢渣,钢渣流入中间包以后,一方面影响钢水的质量,另一方面还容易导致水口堵塞,影响结晶器内钢水的流动以及中间包连浇炉数。钢包中的钢渣主要含有氧化铁、氧化锰和氧化硅,为了提高钢质纯净度,有时钢厂采用钢包留钢操作,这种做法虽然满足了质量要求,但钢水的收得率低,造成浪费。为此,国外开发了称重自动检测法、电磁检测法、超声波检测法、振动检测法、红外检测法等下渣检测方法。电磁线圈检测法已在海外成为较成熟的方法,其他方法有待进一步研究。为了有效控制连铸过程的钢包下渣,国外一些公司已推出了钢包下渣自动检测装置,其中,德国 AMEPA 公司开发的电磁感应法钢包下渣检测技术和美国 ADVENT 公司开发的声振法钢包下渣检测技术比较成熟。国内大多数冶金生产企业的技术人员对防止钢包下渣给予了高度重视,大型企业进口或引进大包下渣检

测装置和技术。但是,目前这些下渣检测装置的主要缺点是需要对钢包进行改造。而且传感器位于水口附近,环境温度较高,传感器的使用寿命也将受到影响。因此,使用该系统的改造和维护费用都很高。为解决以上问题,提出一种将激光多普勒测振技术应用到下渣检测中的方法,分析了其可行性。

2 几种主要的钢包下渣方法

2.1 称重自动检测法

该方法主要是以多次钢包所浇注的钢水的重量平均值作为标准值,达到该值时,即关闭水口。显然,当标准值设定较高时,可能导致钢水中含有钢渣;当标准值设定较低时,导致钢水浪费,更何况每次钢包的重量会有很大的波动。

2.2 电磁检测法

电磁法下渣检测技术就是在大包包底上水口外围装上传感器(一级和二级线圈),当钢液通过接交流电的线圈时,就会产生涡流,这些涡流可改变磁场的强度。由于炉渣的电导率显著低于钢液的电导率,仅为钢液电导率的千分之一,如果钢注中含有少量炉渣,涡流就会减弱,而磁场就会增强。磁场强度的变化可通过二级线圈产生的电压来检测,如图1所示^[2]。

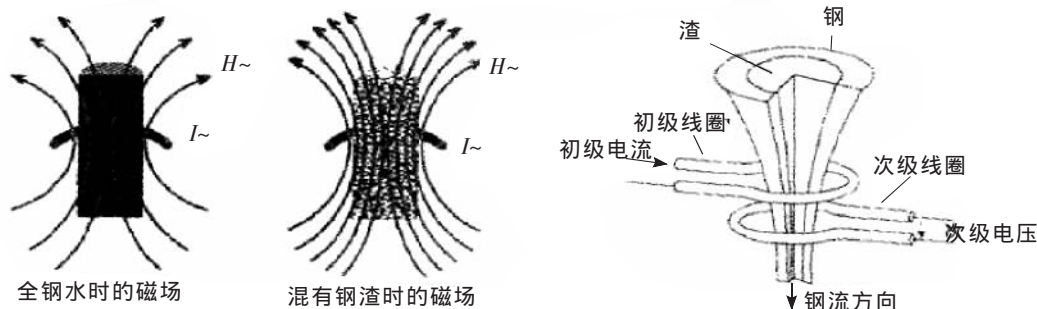


图1 电磁法下渣检测原理图

2.3 超声波检测法

超声波检测法的原理是利用钢包注流中有钢渣和无钢渣时超声波发射、反射信号之间的差别来实现对钢渣的检测,虽然这种方法对浇注过程没有影

响,但超声波探头的工作环境温度很高,工作环境比较恶劣,制造和使用费用较高。其原理如图2所示^[3]。

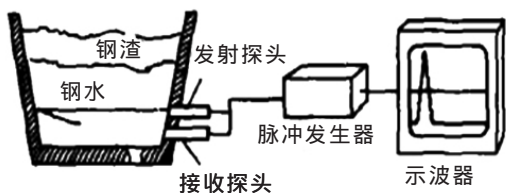


图2 超声波检测法原理图

2.4 振动检测法

钢水从钢包流入到中间包的过程中，钢包长水口和与之相连的操作臂会产生较强的振动，水口开度越大，钢水流量越大，振动的振幅就越大。钢水与钢渣的密度有很大的区别，钢渣流动与纯钢水流动引起的振动必然差异很大。事实证明，在连铸过程中，每包钢水浇注末期，经验丰富的操作工可以通过感受钢包长水口操作臂末端的振动变化而先于视觉感知到钢包下渣^[4]。因此，理论上通过放置振动传感器监测操作臂的振动应能够间接检测到长水口内钢水流动状态的变化情况。这种方法需要安装振动传感器。

2.5 红外检测法

红外检测法是采用红外 CCD 传感器接收出钢水的红外辐射来判断是否发生下渣。纯净钢水的红外辐射与钢渣的红外辐射存在差别，通过图像来判断钢包下渣。该方法是一种非接触式的钢渣检测手段，有一定的优越性，其缺点是在检测中钢流不能被遮挡物所遮挡，如果用于钢包到中间包的下渣检测，则必须除去长水口，而这样就会导致钢水在空气中的二次氧化。因此，红外检测方法目前一般不用于钢包的下渣检测，主要应用于转炉出钢口到钢包的下渣检测。

3 采用激光多普勒测振技术的钢包下渣检测方法

激光多普勒测振技术可以实现振动的非接触测量^[9]。因此，能够采用振动传感器检测钢包下渣就可采用该方法，它可以代替振动传感器。而且，由于是非接触测量，对测试现场无需改造即可实现检测。

测量原理如图3所示，从半导体激光器产生的激光经光束整形后，通过分光镜分成两束，其中一束经布拉格池进行调制，再经透镜将两束光在被测物体的表面汇聚成 2φ 角，经振动物体表面散射后便产生多普勒频移 f_m ，这可以通过光电变换测出。被测物体的振动速度 $V = f_m \lambda / 2 \sin \varphi$ ，对速度的时间积分便得到振幅。

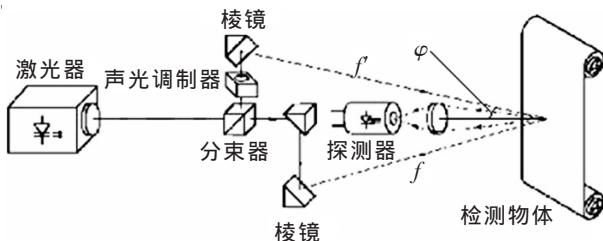


图3 激光多普勒测振原理图

通过研究探测不同情况下钢水中不同杂质在不同温度、不同杂质浓度下的振动频率及振幅特性，以及特定振动参数与下渣发生时的依赖关系，实现基准振动参考信号的确定，并根据所获得的振动信号与基准振动参考信号的关系确定关闭钢包水口时的时间^[6]。当实际检测中所检测的振动信号与参考信号相匹配时，判断电路向控制关闭钢包水口的电路发送控制信号，完成钢包水口的关闭，实现钢包下渣检测。

4 几种钢包下渣检测方法比较

传统检测方法是将传感器线圈埋在钢包座砖出口附近，需要对所有钢包进行改造且安装困难，而且传感器最佳位置的选择受设备结构的限制，而采用激光多普勒测振技术的检测方法属于非接触测量，克服了上述不足。

传感器最佳位置处由于温度较高，采用传统的振动传感器法需要频繁更换传感器，一方面浪费资金，另一方面更重要的是影响自动化生产。而采用激光多普勒测振技术的检测方法具有明显的优越性。

由于采用激光多普勒测振技术的检测方法是非接触测量，可以远距离操作，克服了环境温度的影响，可以大大减轻工人的劳动强度，有利于工人的

劳动保护。

5 结 论

目前,国内外还没有开展利用激光多普勒测振原理来实现下渣检测这方面的工作。由于激光多普勒测振属于非接触测量,具有测量适用范围广、可以多光路多点同时测量等优点。因此,将其应用到钢包下渣检测中可以减轻工人的劳动强度,有利于

工人的劳动保护,提高下渣检测精度,获得高纯净度的钢水,改善钢坯质量;同时还可以减少钢包中的残钢量,提高钢水收得率,节约资源。该下渣检测方法的研究将开拓炼钢行业下渣检测的新局面,是下渣检测方法的一个新突破。如能研制成功将大大降低我国钢铁企业的生产成本,提高国际市场竞争力。因此,开展这方面的工作意义重大。

参考文献

- [1] 程建军,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.
- [2] 于学斌,张红,邱玲惠,等. 连铸钢包下渣检测技术的开发[J]. 华东冶金学院学报, 1997,14(4): 376-380.
- [3] 张旭生,张维维,李晓伟,等. 连铸钢包下渣检测技术的发展与应用[J]. 鞍钢技术, 2006(6): 15-20.
- [4] 李涛,李培玉,孙顺义. 振动钢包下渣检测技术[J]. 首钢科技, 2006(6): 25-28.
- [5] 陈长纓. 一种新型激光多普勒振动传感器[J]. 光电工程, 1997, 24(2): 12-17.
- [6] 靳永东,孙渝生. 振动激光外差信号的频谱分析处理[J]. 振动、测试与诊断, 1988(2): 41-44.

作者简介: 朱万彬(1963-),男,汉族,吉林长春人,副研究员,主要从事激光测量方面的研究。

E-mail: wanbinzhu@163.com