

转炉滑动水口挡渣效果分析

于利国¹,王经健²

(1 莱芜钢铁集团有限公司,山东 莱芜 271104;2 山东省冶金工业总公司,山东 济南 250014)

摘要:为了减少转炉下渣量,莱钢在分析借鉴国内外下渣控制技术的基础上,采用红外下渣检测+自动滑动水口开闭挡渣方式,挡渣成功率达到100%,平均下渣厚度仅为32 mm,出钢滑动水口挡渣后LF精炼平均回磷量只有0.001 4%,同时减少了精炼扩散脱氧剂用量,提高了精炼节奏。

关键词:转炉;滑动水口;挡渣;回磷

中图分类号:TF724.5

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2011)06-0014-02

随着用户对钢质量要求的不断提高,钢的洁净度控制水平也不断提高。这极大地促进了以LF为代表的炉外精炼技术的快速发展^[1]。在炼钢过程中,炉外精炼往往采用的是还原精炼,这就要求转炉出钢过程尽量减少下渣量,以减少出钢下渣对后续工序还原精炼的影响^[2]。为此,国内外开发了一系列控制转炉出钢下渣技术^[3-4]。在分析国内外下渣控制技术的基础上,莱钢采用出钢口滑动水口挡渣技术,取得了较好的使用效果。

1 国内外出钢挡渣技术的发展

自1970年日本发明挡渣球出钢挡渣方法以来,为提高转炉出钢过程的挡渣效果,减少出钢下渣量,国内外在挡渣技术方面已开展了广泛研究,相继发明了挡渣球法、挡渣塞法、挡渣料法、滑板法、气动挡渣法、出钢口吹气干扰涡流法、转动旋臂法等几十种挡渣方法。

常用挡渣方法、使用方法、工作原理及效果评价分析如下^[5]:

1)挡渣帽。出钢前在出钢口中插入圆锥形铁皮挡渣帽。出钢开始时炉渣先经过出钢口,利用挡渣帽封闭出钢口。对前期渣有一定的挡渣效果,对中期、后期下渣控制无效。

2)软质挡渣塞。出钢前在出钢口中插入。利用软质挡渣塞封闭出钢口,特殊材质的软质挡渣塞在炉渣先通过出钢口后爆裂。能够有效地防止出钢前期下渣,对中期、后期下渣控制无效。

3)挡渣球。出钢过程中加入出钢口上方区域。利用挡渣球密度介于渣钢之间(一般为4.2~4.5 g/cm³),在出钢结束时堵住出钢口,以阻断转炉渣进入钢包。对前期、中期下渣控制无效;操作简单、成本低廉,挡渣率为50%~70%,挡渣球在转炉内以

随波逐流的方式运动到出钢口,挡渣不可靠。

4)挡渣镖。利用机械投掷装置将导向杆插入出钢口。利用导向杆导向将半球形挡渣塞准确定位到出钢口,基本原理与挡渣球相似。对前期下渣控制无效;与挡渣球相比,可灵活调节比重,能自动而准确地达到预定位置,具有一定的抑制中期涡流卷渣效果;对后期下渣的挡渣成功率可以达90%。

5)电磁法。在转炉出钢口外围安装电磁泵,出钢时启动电磁泵。通过产生的磁场使钢流变细,使出钢口上方钢液面产生的吸入涡流高度降低,可有效地防止炉渣流出于出钢口。该方法出钢时间长,大型转炉出钢时间需15 min以上,生产率大大降低。

6)滑动水口法。将滑动水口耐火元件安装到转炉出钢口部位。以机械或液压方式开启或关闭出钢口,以达到挡渣目的。可以最有效地控制前期及后期下渣,挡渣成功率可以达到100%,挡渣效果最好,但其装置设备复杂,成本较高,安装与拆卸均不方便。

7)气动法。用挡渣塞头进行机械封闭,塞头端部喷射高压气体,防止炉渣流出。采用了炉渣流出检测装置,由发送和接收信号的元件以及信号处理器件构成,通过二次线圈产生的电压的变化,即可测出钢水通过出钢口流量的变化,能准确地控制挡渣时间。对前期下渣控制无效;在速度、可靠性和费用等方面存在明显优势,但出钢时出现吸入涡流引起钢渣混出时,挡渣时机不好掌握,且工作条件恶劣,部件更换频繁。

8)红外下渣检测。用特制的红外摄像装置对准出钢钢流。利用不同物质在不同温度下发出的红外波长不同,分辨钢水和炉渣。在速度、可靠性和费用等方面具有明显优势,但不能直接阻止转炉下渣。

目前国内外普遍采用铁皮挡渣帽、软质挡渣塞挡前期渣,采用挡渣球、挡渣镖及滑动水口挡后期渣。可以看出,不同的挡渣方法有不同的使用效

收稿日期:2011-01-25

作者简介:于利国,男,1974年生,1996年毕业于东北大学钢铁冶金专业。现为莱钢安全生产部工程师,从事安全管理工作。

果,但都无法避免出钢后期的漩涡卷渣。因此,目前各种方法都还在进行不断改进和完善。

另外,为了检测转炉出钢过程中的下渣开始时间,人们开发了出钢下渣检测技术,采用电磁感应线圈或红外方法检测出钢下渣。这样,通过转炉下渣检测技术与上述挡渣方法的有效结合,实现转炉出钢挡渣过程的自动检测与控制,从而更有效地控制转炉下渣。

2 莱钢滑板挡渣法简介

图1为莱钢采用的滑动水口挡渣机构示意图。可以看到,在出钢过程中,根据红外下渣检测装置检测到的钢流带渣情况。控制系统通过驱动滑动水口机构滑板的开闭状态,利用滑板中间流钢通道对中面积的大小来控制钢流大小,甚至全关闭或全开启,从而保证当红外下渣检测装置发现有炉渣流出时,快速关闭滑板而结束出钢,避免下渣。

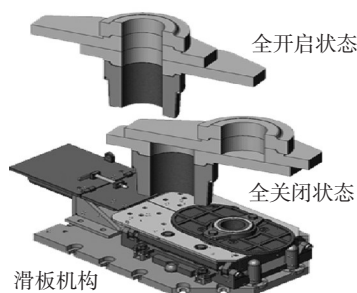


图1 转炉滑板出钢口装置

3 滑动水口挡渣效果

3.1 对下渣量的影响

表1为莱钢采用滑动水口进行挡渣的挡渣效果与原挡渣塞挡渣效果的对比。可以看出,莱钢原来采用的挡渣塞挡渣,由于是人工观察和人工投入方式,人为因素干扰较大,而且受新旧出钢口影响等,挡渣成功率不高,造成出钢下渣量较大,出钢后钢包中下渣平均厚度达87 mm以上。而采用红外下渣检测+自动滑动水口开闭挡渣方式后,由于检测系统自动进行,反应速度快,可以迅速关闭滑动水口,实现完全挡渣。因此挡渣成功率达到100%,平均下渣厚度仅为32 mm。

表1 滑动水口与挡渣塞挡渣效果对比

挡渣方式	控制方式	挡渣成功率/%	钢包中的下渣厚度/mm
挡渣塞	人工观察+人工投入	85	60~180
滑动水口	红外下渣检测+滑动水口挡渣	100	≤40

3.2 对LF精炼回磷量的影响

由于转炉渣中的 P_2O_5 含量较高,进入钢包中的转炉渣在LF精炼过程中,会被精炼过程使用的Al、

Si等扩散脱氧剂还原,从而造成精炼过程回磷。通常情况下,下渣量越大,回磷量越高。表2为滑动水口挡渣与原挡渣塞挡渣后精炼炉回磷量的对比。可以看出,采用滑动水口挡渣后,由于转炉下渣量的减少,平均回磷量仅为原回磷量的36.8%。而且平均回磷量与平均下渣量的减少有明显的对应关系,改进后的平均下渣量为原平均下渣量的36.78%,两者数值比较接近。这进一步说明,为减少LF炉后回磷,应尽量减少转炉出钢下渣量。

表2 挡渣方式对精炼回磷量的影响

挡渣方式	统计炉数	回磷量/%	平均回磷量/%
挡渣塞	59	0.001~0.011	0.003 8
滑动水口	78	0.000 5~0.004	0.001 4

3.3 对LF精炼效果的影响

转炉终渣中(FeO+MnO)平均含量约为15.6%,在LF精炼过程中,通过使用Al粒、SiC、 CaC_2 等扩散脱氧剂对钢包顶渣进行扩散脱氧,使超低硫钢在LF精炼后渣中的(FeO+MnO)平均含量达到0.86%,其他钢种LF精炼后期渣中的(FeO+MnO)平均含量达到0.5%~3%。可以看到,降低转炉下渣量对减少精炼过程的扩散脱氧负担非常有利。由于采用滑动出钢口挡渣后出钢平均下渣量减少63%,因此可以减少LF精炼过程添加的扩散脱氧剂用量,同时,由于下渣量的减少,扩散脱氧负担减轻,也有利于提高精炼节奏,缩短精炼通电时间。

4 结 语

出钢滑动水口挡渣成功率可达到100%,平均下渣厚度仅为32 mm,挡渣效果较好。LF精炼平均回磷量与平均下渣量的减少有明显的对应关系,出钢滑动水口挡渣后LF精炼平均回磷量仅为原回磷量的36.8%。出钢滑动水口挡渣后可以降低精炼扩散脱氧剂用量,提高精炼节奏。

转炉出钢滑动水口挡渣工艺由于设备相对复杂,设备的装卸和维护不方便,且滑板的使用寿命低,需要经常更换,造成维护强度大,更换滑板的过程影响转炉冶炼的生产节奏,使用成本相对高,但综合效果还是有益的。

参考文献:

- [1] 战东平,姜周华,王文忠,等.高洁净度管线钢中元素的作用与控制[J].钢铁,2001,36(6):67-70.
- [2] 战东平,姜周华,王文忠,等.超低硫钢冶炼过程钢包渣改质剂的作用[J].材料与冶金学报,2002,1(4):268-270.
- [3] 张定基.出钢挡渣技术的新发展[J].炼钢,1991(5):47-49.
- [4] 雷家源.转炉挡渣止渣法的评述[J].宝钢情报,1989(1):48-50.
- [5] 孙兴洪,蒋小弟.宝钢炼钢厂转炉挡渣工艺技术的发展[J].宝钢技术,2010(2):58-61.

(下转第20页)

态下会导致温度分层,将需要增加的延迟时间完全用于钢水软吹,延长第1炉软吹时间,更有利于促进夹杂物上浮。

4 结 论

4.1 实现恒速浇注的工序时间条件为:连铸工序必须是整个生产线的“瓶颈”,冶炼及精炼周期必须小于连铸周期,在工序能力上,冶炼及精炼工序应强于连铸。

4.2 受实际工序能力制约,当非连铸工序构成“瓶颈”而不满足恒速浇注工序时间条件时,可以通过缩短“瓶颈”工序作业时间或在开浇第1炉前增加延

迟时间的方法来实现恒速浇注,延迟时间应略大于式(9)的理论计算值。

参考文献:

- [1] 李凤喜,李具中.连铸“典型拉速下恒拉速”的生产实践[C]//中国金属学会.第四届发展中国家连铸国际会议论文集,2008.
- [2] 王南,李勇,董尉民,等.小方坯恒拉速浇注工艺实践[J].河南冶金,2011,19(2):43-44.
- [3] 李刚利,唐山建龙恒速浇注生产实践[C]//中国金属学会.2010年全国炼钢连铸年会论文集,2010:209.
- [4] 陈荣秋,马士华.生产与运作管理[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [5] 郑邦民,汤志忠.计算机系统结构[M].北京:清华大学出版社,1998.

Control Method of Working Procedure Time in the Constant Speed Casting

ZHAO Guang-fu, LUO Jun, HUANG Sheng-yu, HU Li-gang

(The Steelmaking Plant of Fangda Special Steel Technology Co., Ltd., Nanchang 330000, China)

Abstract: The constant speed casting reflects the ability of steelmaking production organization and process control, it is often necessary to plan working procedure time for it. Working procedure time conditions based on pipeline technology is analyzed, the method of using delaying first task and the optimal delay time are presented, and the practice shows that the method is feasible.

Key words: steelmaking; constant speed casting; pipeline; working procedure time

(上接第15页)

Analysis of the Slag Stopping Effects by Sliding Gate in Converter

YU Li-guo¹, WANG Jing-jian²

(1 Laiwu Iron and Steel Group Corporation, Laiwu 271104, China;

2 Shandong Metallurgical Industry General Company, Jinan 250014, China)

Abstract: In order to reduce the amount of converter slag, based on analyzing and profiting from the domestic and foreign control technologies of slag stopping, Laiwu Steel adopted infrared slag detection and the slag stopping mean of auto sliding gate opening and closing. The success rate of slag stopping reached 100% and the average thickness of slag carry-over was only 32 mm. After slag stopping by it, the average rephosphorization in LF refinement was only 0.001 4%, while reducing the amount of the deoxidation reagents and improving refining rhythm.

Key words: converter; sliding gate; slag stopping; rephosphorization

(上接第17页)

参考文献:

- [1] 孙本荣.中厚钢板生产[M].北京:冶金工业出版社,1993.

- [2] 王有铭,李曼云,韦光.钢材的控制轧制与控制冷却[M].北京:冶金工业出版社,1995.

Development of High Strength Hull Structural Steel E36-Z35

XU Hai-ping, DU Qi-ming, WANG Li-yan

(The Technology Center of HBIS Handan Iron and Steel Group Co., Ltd., Handan 056015, China)

Abstract: Through controlling carbon equivalent ($\leq 0.42\%$) reasonably, adding appropriate microalloy element Nb, adopting liquid iron with low sulfur content, LF+RH refining processes, protection casting technology, TMCP process and normalizing treatment, Handan Steel developed E36-Z35 high strength ship plates successfully. The test results showed that the E36-Z35 hull plates have high strength, good toughness and excellent lamellar tearing resistant ability and welding performance, the NDT temperature achieved minus 65 °C by DWTT and the absorbed-in-fracture energy at minus 40 °C was not less than 34 J, meeting the requirements of the rules of Classification Society fully.

Key words: high strength ship plate; E36-Z35; micro-alloying; controlled rolling; normalizing