

改进炼钢连铸工艺降低出钢温度

邱世中 刘建辉 李承祚

(首钢总公司)

摘 要 首钢第二炼钢厂 210 t 转炉与 8 流小方坯连铸机匹配,有益于一火成材,但浇钢时间长,出钢温度高,带来诸多弊端,为化解这一矛盾,该厂以铸机高效化为契机,改进炼钢、连铸工艺,采取措施,使出钢温度由 1714 ℃降低到目前的 1678 ℃,取得了显著的经济效益。

关键词 炼钢 连铸 出钢温度

TAP TEMPERATURE LOWERING BY IMPROVEMENT OF STEELMAKING AND CONTINUOUS CASTING PROCESSES

QIU Shizhong LIU Jianhui LI Chengzuo

(Shougang Corp.)

ABSTRACT The operation of 210 t BOF matched with eight-strand continuous billet caster helps to make steel products without reheating during rolling. However, long casting time and high tap temperature bring some disadvantages. In order to reduce the contradiction, No. 2 Steelmaking Plant of Shougang Corp. focusing on efficiency enhancement of the caster has optimized the steelmaking and continuous casting process and succeeded in reducing the tap temperature from 1714 ℃ to 1678 ℃, thus the obvious economic effect has been obtained.

KEY WORDS steelmaking, continuous casting, tapping temperature

1 前言

首钢第二炼钢厂现有 3 座 210 t 转炉,配 5 台 8 流小方坯连铸机和 1 台双流板坯连铸机,连铸比 100%,其中方坯产量占 80%。由于大转炉配小方坯这一特定条件,虽然一火成材带来显著益处,但因小方坯连铸浇钢时间长,被迫提高出钢温度,1997 年炼钢平均出钢温度 1714 ℃,对物料消耗、质量、炉龄带来很不利的影响。为改变这个状况,笔者在现有条件下,不用提高出钢温度的办法来弥补后道出现的矛盾,而是大力优化炼钢、连铸工艺,把出钢温度降下来。从 1997 年 12 月起,陆续对 4 台方坯连铸机进行了提高拉速改造。铸机高效化带来了系统工程的进步,通过加快钢包热周转,红包出钢,强化炼钢、精炼、连铸的生产组织、技术管理和设备管理,改进炼钢操作,使炼钢过程和出钢温度大幅度降低。

2 降低出钢温度的措施

1997~1998 年本厂出钢温度从 1714 ℃降低到 1678 ℃的水平,降低值达 36 ℃。采取了以下主要措施。

2.1 铸机高效化改造

1997 年 12 月以来,先后对 5 号、4 号、1 号、2 号方坯连铸机进行高效化改造,实现低温快注,200 t 钢水浇铸时间缩短 15~20 min(表 1),使连浇钢水精炼结束温度降低约 15 ℃(表 2)。全厂精炼结束温度综合下降 12 ℃。

表 1 铸机高效化前后拉速及浇钢时间变化
Table 1 Change of casting speed and casting time before and after caster's high efficiency

铸机号	铸坯断面/mm	改造前			改造后		
		拉速/ m·min ⁻¹	8 流浇时/ min	7 流浇时/ min	拉速/ m·min ⁻¹	8 流浇时/ min	7 流浇时/ min
1 号、5 号	140×140	2.1	78.7	89.9	2.6	63.6	72.6
1 号、2 号	120×120	2.4	94.7	108.2	3.3	68.9	78.7

表 2 精炼结束温度变化

Table 2 Variations of temperature in the end of refinement $^{\circ}\text{C}$

项目	20MnSi 连浇	Q235 连浇
改造前温度	1565~1580	1580~1595
改造后温度	1555~1565	1565~1575
降低值	10~15	15~20

2.2 缩短出完钢至开浇时间

以连铸为中心,炼钢为基础,搞好设备维护为保证,强化生产各环节组织管理,推进标准化作业,缩短从出完钢至开浇时间。统计表明,从出完钢到开浇压缩了 14.3 min(表 3),可减少温降 8 $^{\circ}\text{C}$ 。

表 3 出完钢至开浇时间

Table 3 The time from the end of tapping to beginning of casting $^{\circ}\text{C}$

项目	改进前	改进后
出完钢—进吹氩站	6.16	4.99
到站—吹氩结束	30.12	22.11
吹氩结束—吊包	3.91	3.50
吊包—开浇	18.93	14.20
合计	59.12	44.80

2.3 加快钢包周转,保证红包出钢

加快钢包热周转,严格控制钢包周转个数,强化在线和离线钢包烘烤,保证红包出钢,对稳定生产有重要意义。钢包衬具有高而稳定的蓄热,是降低出钢至吹氩 3 min 温降的关键因素,通过合理的生产组织,把钢包周转周期由 260 min 缩短到 ≤ 200 min,特别是缩短了浇毕至坐包时间。钢包准备的平均时间,1998 年 1 月为 59 min,1998 年 6 月后降到 49 min。班产 20 炉钢,平均 24 min 出 1 炉,钢包使用个数:

钢包周转 260 min 时 $260/24 \approx 11$ 个

钢包周转 210 min 时 $210/24 \approx 9$ 个

钢包周转 192 min 时 $192/24 \approx 8$ 个

即压缩了 2~3 个周转包,加上强化在线和离线烘烤,使钢包热状态得到很大的改善,红包率由 1997 年的 83% 提高到 1998 年的 97%。钢包热状态改进后,出钢至吹氩 3 min 温降减少了 16 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.4 提高炼钢终点温度控制的准确率

出钢温度的降低,使转炉炼钢工艺得到很大的改善,通过强化管理,终点碳和温度的控制水平明显提高,作为炼钢工序,须根据入炉所有条件进行热平

衡计算,提高终点温度控制准确率,以降低炼钢过程及终点温度,目前炼钢拉碳至出钢最高温度平均 1685 $^{\circ}\text{C}$,与出钢温度的统计差值约 7 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.5 采取的其他措施

为进一步降低出钢温度,已经或正在采取的其他措施有:

(1) 改进和恢复铸机转台钢包包盖,钢包在浇注过程中全部盖盖。试验表明,无盖时温降为 0.41 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$,有盖时温降为 0.33 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$;

(2) 对转炉在线及离线烘烤器进行技术改造,全部采用高效节能烧嘴;

(3) 连铸中间包由绝热板冷包改为涂料热中间包;

(4) 中间包衬加隔热层;

(5) 钢包衬加隔热层。

3 降低出钢温度效益

3.1 氧气消耗下降

降低出钢温度后,在同一水平铁水、废钢消耗下,不再加补热焦炭。1998 年二季度与 1997 年相比,废钢消耗均为 138 kg/t,因出钢温度下降引起的补热焦炭消耗下降为 6.84 kg/t,由此引起氧气消耗下降 5.3 m^3/t 。

3.2 钢铁料消耗下降

出钢温度降低,炼钢操作改善,终点控制水平提高,后吹率下降 6%,终点 C $< 0.10\%$ 比下降 12%,渣中 TFe 平均减少 0.6%,可降低钢铁料消耗 0.6 kg/t。

出钢温度下降后,平均增加矿石 7.73 kg/t,有利于改善化渣,并可降低钢铁料消耗 3.09 kg/t,又可进一步降低氧气消耗 1.39 m^3/t 。

3.3 铁合金消耗减少

由于出钢温度下降,终点控制水平提高,合金收得率提高 1%~2%。Si-Mn 合金单耗降低 0.19 kg/t, Si-Fe 合金单耗降低 0.11 kg/t。

3.4 炉龄提高

炼钢过程温度及出钢温度的降低,从以下几方面体现出对提高炉龄的作用。

(1) 随着温度的降低,减轻高温对炉衬表面的软化、熔融,保持溅渣层在吹炼后期对炉衬的保护作用。

(2) 炼钢过程温度及出钢温度降低,可以使炉渣 MgO 达到饱和的含量下降,相同条件下,炉渣易变粘,从而减少衬砖浸蚀,并可相应减少轻烧白云石用量。

(3) 出钢温度降低,出钢后的炉渣过热度减小,可明显改善溅渣效果。

出钢温度1714℃,未溅渣,本厂炉龄水平为1300炉,溅渣可达到3000炉,随着平均出钢温度降至1678℃,同样操作条件下,炉龄可提高到5000炉以上。

炉龄提高2000炉相应炉衬砖消耗下降0.32 kg/t,同时轻烧白云石用量降低3 kg/t。喷补料消耗和补炉料消耗两种炉龄水平持平。

3.5 包龄提高

1997~1998年6月钢包包龄提高的情况列于表4。

表4 钢包包龄变化
Table 4 Variation of ladle lifetime

时间	钢包包龄/炉	出钢温度/℃
1997	33.06	1714
1998-01	34.52	1692
1998-02	34.79	1691
1998-03	37.00	1685
1998-04	40.89	1680
1998-05	41.95	1678
1998-06	41.55	1678

同样材质条件下,钢包平均包龄由1997年的平均33炉,提高到1998年第二季度的41炉,主要原因有:

(1) 出钢温度降低;

(上接第530页)

相当水平的成果。主体与辅助设备的国产化率达到了65%,而且运行情况良好。具有我国特点的真空喷粉工艺与装备的开发也取得了初步的成果。

(3) 结合武钢第二炼钢厂品种结构及全连铸工艺特点确立了相应的技术操作规范,并纳入在线生

(2) 浇钢周期缩短;

(3) 溅渣护炉后出钢渣粘度增加;

(4) 钢包管理加强。

由于出钢温度降低引起包龄提高的效果约占70%,则因出钢温度降低带来包龄提高5.6炉,耐火砖单耗下降0.85 kg/t。

3.6 出钢口寿命提高

溅渣护炉以及降低出钢温度以来,转炉整体更换出钢口寿命也大幅度提高,过去一般为100炉,因出钢温度下降可使出钢口寿命提高到200炉以上。

3.7 铸坯质量改善

出钢温度下降,钢水的实物质量有了明显的提高,成品钢中的全氧含量降低了46%。浇铸温度的降低,使铸坯质量得到了改善,方坯轧后废品量减少31%。

4 结论

(1) 大转炉配小方坯虽然是有益于一火成材,但浇钢时间长,出钢温度高,消耗高,钢质量受到影响,为解决这一矛盾,以铸机高效化为契机,带动系统工程的改进,通过优化炼钢、炼铸工艺,使出钢温度由1714℃降低到目前的1678℃,从根本上改善了大转炉配小方坯的工艺结构。

(2) 出钢温度的下降,使炼钢操作工艺得到改善,消耗下降,炉龄提高,包龄提高,铸坯质量提高,取得了显著的技术经济效益和社会效益。今后还要进一步做好这项系统工作。

产流程。可进一步满足品种多样化和高质量的需求。

(4) 新建的80 t RH-KTB/WPB多功能真空精炼炉顺利投产,标志着国内已具备该方面的设计、制造、安装调试和工业应用开发的能力,对同类钢厂采用此项技术具有普遍推广价值。