

HRB400E 钢工艺过程温度控制研究

辛 涛¹, 丁建国¹, 闫忠义²

(1.首钢长冶钢铁有限公司技术质量处, 山西 长治 046031;

2.首钢长冶钢铁有限公司炼钢厂, 山西 长治 046031)

摘要:对首钢长钢炼钢厂 HRB400E 钢种的温度控制情况进行了详细的论述。主要包括:液相线温度的计算;主要工艺路线;温降规律摸索的情况。

关键词:HRB400E 液相线温度 温降规律

中图分类号:TG249.7

文献标识码:A

文章编号:1672-1152(2014)02-0039-03

随着我国螺纹钢市场形势的发展,低档的螺纹钢(HRB335)逐步被淘汰,中档的螺纹钢的质量和成本竞争日趋激烈,而温度控制在质量和成本控制中都占有很重要的地位。首钢长冶钢铁有限公司炼钢厂(全文简称长钢炼钢厂)5号和6号连铸机兼有手动测温 and 连续测温设备,收集数据比较方便,对钢种的温度控制提供了依据。

1 HRB400E 工艺过程控制现状

1.1 HRB400E 的工艺路线

HRB400E 的工艺路线为:混铁炉→转炉→出钢合金化→连铸。

1.2 HRB400E 的液相线温度的计算

微合金化钢种抗震螺纹钢 HRB400E 钢种的化学成分执行现行《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋技术条件》,成分控制如表 1 所示。

表 1 HRB400E 的化学成分 %

w(C)	w(Si)	w(Mn)	w(P)	w(S)	w(V)	w(Ceq)
0.20~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	≤0.040	≤0.040	0.045~0.060	0.44~0.54

注:w(P)和w(S)的上限均为0.040%

液相线温度的计算公式为:

$$T_L = 1536 - (\%C \times Z_c) - (\%E \times W_E) \quad (1)$$

式中各参数见表 2。

根据式(1)和表 1、表 2 的数据可计算出 HRB400E 钢种的液相线温度,约为 1508 ℃。

1.3 HRB400E 的温度控制现状

目前,HRB400E 的出钢温度为 1660~1680 ℃,

表 2 液相线温度计算参数表

C 的质量分数,%C	因数 Z _c	各元素的质量分数,%E		系数 W _E
0.06~0.10	86	Si	0.4~0.8	8.0
0.11~0.50	88	Mn	1.2~1.6	5.0
0.51~0.60	86	P	0.00~0.04	30.0
0.61~0.70	84	S	0.00~0.04	25.0
0.71~0.80	83	V	0.045~0.065	2.0
0.81~1.00	82			

出钢温降为 50~70 ℃,吊包温降为 20~25 ℃,浇注温降为 30 ℃左右,过热度为 20~35 ℃,HRB400E 的液相线温度为 1508 ℃。

1.4 HRB400E 过热度控制情况

连铸关键控制点过热度控制情况见表 3。

表 3 2013 年 HRB400E 过热度控制情况

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
符合率/%	62.35	60.17	61.61	61.13	62.40	67.80	66.00	64.60
过热度要求	15~35 ℃							

如表 3 所示,2013 年连铸 HRB400E 钢种过热度的控制比较稳定,符合率在 60%~68%之间小幅徘徊,而且质量稳定,生产节奏稳定。

2 温降规律分析

对 2013 年上半年长钢炼钢厂连铸温降规律的分析有三个方面的。

1)结合首钢长钢炼钢厂实际情况,简明的吊包温度的计算方法为:吊包温度参考值=液相线温度+过热度+连浇温降,各项数据见下页表 4。

2)5号机的中包过热度的稳定性较差(4~24 ℃),6号机的稳定性稍好(11~16 ℃),原因与吊包温度的稳定性有关,也与全保护状况有关。关于炉机配

收稿日期:2013-10-21

第一作者简介:辛涛(1979—),男,于首钢长钢技术质量处从事炼钢相关工作,助理工程师。Email:xingtaoemail@126.com

表 4 6 月份连铸温降数据表 $^{\circ}\text{C}$

机号	炉数	钢种	吊包温度	中包温度	连浇温降	过热度	液相线温度	吊包温度参考值
5	3	ER50S-6	1590	1551	39	35	1514	1588
5	54	HPB300K	1601	1549	52	35	1515	1602
5	17	HPB300K	1606	1553	53	35	1515	1603
5	65	HRB400E	1596	1543	53	35	1508	1596
5	62	HRB400K	1591	1541	50	35	1508	1593
5	5	MG500	1583	1540	43	35	1505	1583
6	59	Q235B	1588	1553	35	35	1518	1588
6	56	Q235B	1591	1541	50	35	1518	1603
6	43	Q235B	1590	1555	35	35	1518	1588
6	45	Q235B	1591	1555	36	35	1518	1589
6	60	Q345B	1586	1548	38	35	1510	1583
6	59	Q345B	1586	1550	36	35	1510	1581
6	59	Q345B	1589	1552	37	35	1510	1582
7	45	HRB400E	1589	1540	49	35	1508	1592
7	87	HRB400K	1590	1540	50	35	1508	1593
7	5	MG400	1588	1535	53	35	1508	1596
7	5	Q235B	1596	1550	46	35	1518	1599
8	76	HRB400K	1592	1535	57	35	1508	1600
8	10	MG335	1611	1546	65	35	1513	1613

合,吊包时刻应在连铸上炉停浇前 8 min 左右为宜,见表 5。

3)吊包过程的时间比较稳定,一般为 3 min 40 s,或者 3~4 min,炉次或机次的位置关系对吊包的时间影响不大,见表 6。

2.1 连铸温降分析

1)连铸温降数据(表 4)是以浇次为单位、分机分钢种进行统计的。

2)连浇温降 = 吊包温度 - 中包温度,包括吊包过程温降和 大包→中包浇注温降。

3)过热度为 15~35 $^{\circ}\text{C}$,按照目前长钢炼钢厂实际情况取 35 $^{\circ}\text{C}$ 。

表 5 8 号机炉机配合表

钢种	连拉炉数	炉后开包时,上炉开浇时间/s	炉次	机次	吊包时间/s	转包时间/s	总时间/s	吊包温度/ $^{\circ}\text{C}$	开浇温度/ $^{\circ}\text{C}$	中包温度/ $^{\circ}\text{C}$	吊包温降/ $^{\circ}\text{C}$	大包到中包温降/ $^{\circ}\text{C}$
HRB400K	72	30	7	8	230	143	373	1591	1571	1535	20	36
HRB400K	73	22	8	8	226	380	606	1602	1587	1546	15	41
HRB400K	74	20	8	8	273	200	473	1599	1565	1537	34	28
HRB400K	75	20	6	8	247	330	577	1573	1562	1521	11	41
HRB400K	80	22	6	8	247	252	499	1614	1593	1548	21	45
HRB400K	81	9	8	8	180	960	1140	1599	1560	1541	39	19
HRB400K	82	14	8	8	180	418	598	1594	1573	1528	21	45

表 6 2013 年吊包时间表

时间	炉次	机次	开包到座包时间/s	过程描述
6月4日	8	7	156	正常
6月4日	7	6	207	正常
6月4日	6	8	184	正常
6月4日	8	7	206	正常
6月4日	6	8	285	两炉同出
6月4日	7	6	405	两炉同出
6月4日	7	6	204	正常
6月4日	8	7	230	正常
6月4日	7	6	228	正常
6月4日	8	7	188	正常
6月4日	8	7	140	正常
6月4日	7	6	228	正常
6月4日	7	6	300	正常
6月4日	7	6	212	正常
6月4日	7	6	246	正常
6月4日	7	6	210	正常

4)吊包温度参考值 = 液相线温度 + 过热度 + 连浇温降。

5)对于连浇炉次,据表 4 可得出各钢种的吊包温度参考值:ER50S-6 为 1 588 $^{\circ}\text{C}$;HPB300K 为 1 602 $^{\circ}\text{C}$;HRB400E 为 1 592~1 596 $^{\circ}\text{C}$;HRB400K 为 1 593~1 600 $^{\circ}\text{C}$;MG335 为 1 613 $^{\circ}\text{C}$;MG400 为 1 596 $^{\circ}\text{C}$;MG500/600 为 1 583 $^{\circ}\text{C}$;Q235B 为 1 588~1 603 $^{\circ}\text{C}$;Q345B 为 1 581~1 583 $^{\circ}\text{C}$ 。

2.2 炉机配合分析

1)从表 5 可知,炉后开包时上炉开浇时间一般为 22~24 min。若等到上炉开浇 30 min 后开包,则叫做“上钢迟”。中包等待时间大约 6 min,几乎把中包里的钢水拉完断流。

2)炉后开包时,上炉开浇时间一般为 22~24 min。若等到上炉开浇 9~14 min 后开包,则叫做“上钢早”。座包等待 5~11 min 后,吊包温降较大,为 39 $^{\circ}\text{C}$ 。

3)吊包时间一般在 200 s 左右,转包时间一般在 120 s 以内。由于座包等待时间一般在 4 min,所以当天跟踪的转包时间一般在 360 s 左右,最小转包时间为 143 s,最大转包时间为 960 s。

4)吊包 + 转包总时间一般在 480 s 左右。当天跟踪的最低总时间为 370 s,最大为 1 140 s,平均 609 s。

5)8号机温降平均23℃,比表4统计的小。这是因为8号机有连铸平台测大包温度的条件;8号机的温降仅为大包到中包的温降,不包括吊包过程温降。

2.3 钢包运转分析

从表6可知,吊包炉号和机号的位置对吊包时间影响较小,吊包过程的时间比较稳定,平均值为3 min 40 s,最大6 min 45 s。两炉同出而产生吊包等待的情况出现概率小于6%。

3 结语

对整个温度控制链条而言,转炉是粗调,连铸是微调。本文给出了结合首钢长钢炼钢厂实际情况的简明的炉后吊包温度的计算方法;指出吊包过程的时间比较稳定,一般为3 min 40 s,或者3~4 min,炉次或机次的位置关系对吊包的时间影响不大;并指出关于炉机配合吊包时刻应在连铸上炉停浇前8 min左右为宜。

(编辑:胡玉香)

The Temperature Control Research of HRB400E Steel Process

Xing Tao¹, Ding Jianguo¹, Yan Zhongyi²

(1.Technical Quality Department of Changzhi Iron and Steel Co., Ltd.,Changzhi Shanxi 0460311; 2.Steel Plant of Changzhi Iron and Steel Co., Ltd., Changzhi Shanxi 0460312)

Abstract:This article mainly talks about the temperature control condition of HRB400E, which includes the calculation of liquidus temperature, the main technique route, the findings of temperature rules, and so on.

Key words: HRB400E, liquidus temperature, temperature rules

(上接第3页) 加快推进废旧机动车拆解再利用业务,逐步实施对城市生活垃圾及废旧轮胎、塑料、电池等的综合利用,力争为城市和社会创造更大价值^[3]。

3 结语

建设循环型钢铁企业是一项长期艰巨的任务。太钢发展循环经济的实践证明:只有把循环经济的理念、原则、范式引入企业发展的核心战略之中,以系统思维指导实施生态、环保、文明、低碳的生产模

式,才能创建出节约型、生态型、循环型并具有多重功能的钢铁企业,实现可持续发展。

参考文献

- [1] 北京现代循环经济研究院.产业循环经济[M].北京:冶金工业出版社,2007.
- [2] 佟晓宾.太钢循环经济步入标准化阶段[N].世界金属导报,2013-03-20(A05).
- [3] 李晓波.太钢绿色发展实践及下一规划[J].中国钢铁业,2011(4):8-10.

(编辑:胡玉香)

Research on Circular Economy Developmental Mode of TISCO

Liu Ye

(Shanxi Provincial Academy of Social Sciences Institute of Energy Economics, Taiyuan Shanxi 030006)

Abstract: The circular economy development is an effective path for the transformation of iron and steel industry. In this paper, a comprehensive summary of basic practice, model and experience of circular economy development in TISCO is proposed, which provides reference and enlightenment for domestic iron and steel enterprises.

Key words: TISCO, circular economy, mode, experience