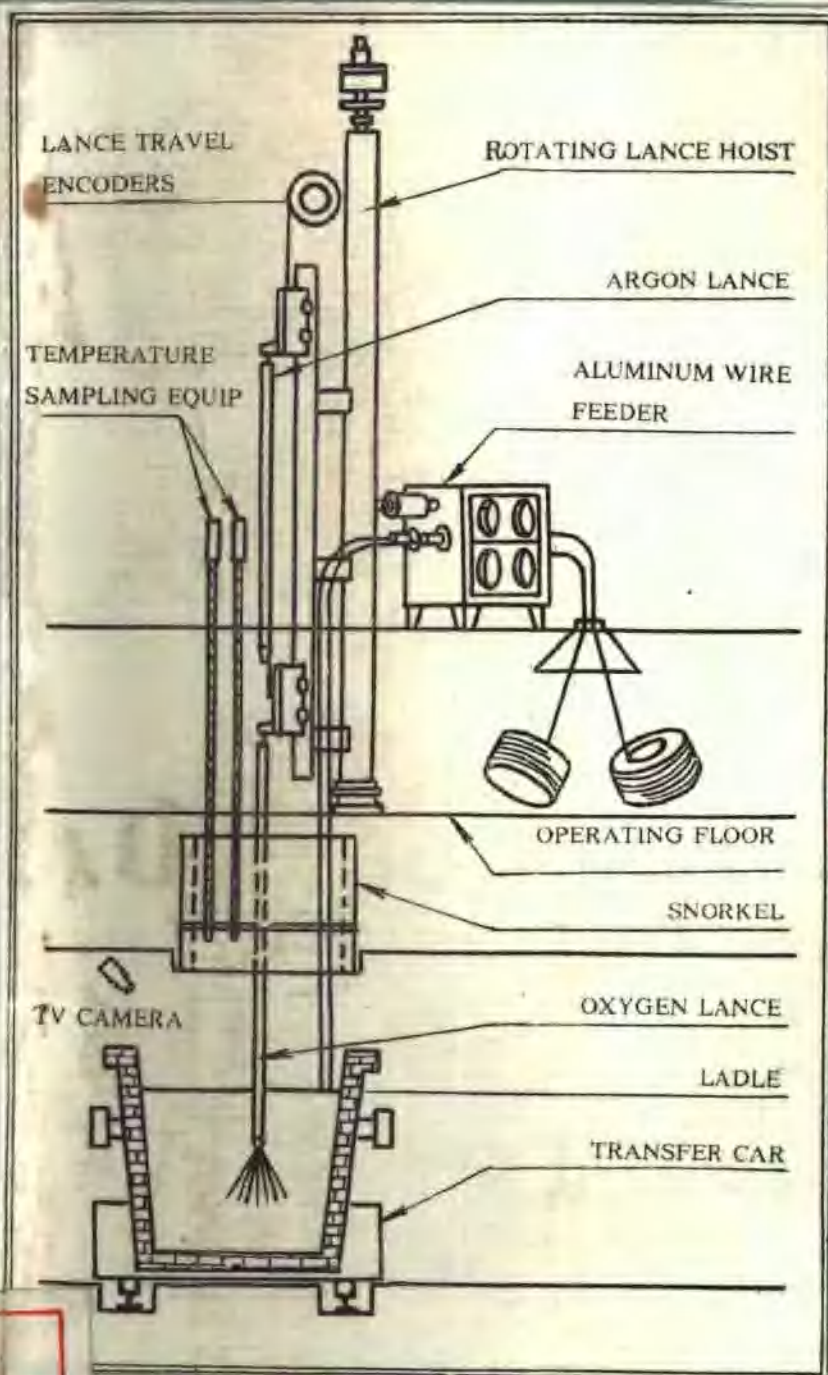


1989年

国际炼钢会议论文选



冶金部炼钢情报网
包钢经济技术情报研究所 台编
武钢钢研所



封面设计: 陈桂彤

编 辑: 《炼钢信息》编辑部

出 版: 冶金部炼钢情报网
包钢经济技术情报研究所
武钢钢铁研究所

发 行: 包钢经济技术情报研究所

地 址: 内蒙古包头市包钢科技楼228号

印 刷: 包钢印刷厂

前 言

为了进一步贯彻冶金工业部关于炼钢行业“以连铸为中心,以原料为基础,以设备为保证”的技术方针,推动我国炼钢科学技术的进步,使国内有关人士更多地了解一些世界炼钢界的学术动向及技术进步状况,冶金部炼钢情报网、包钢经济技术情报研究所和武钢钢研所联合组织有关人员,从1989年4月在美国芝加哥举行的国际炼钢会议论文集中,结合我国炼钢生产的实际情况精选翻译了32篇论文,编辑出版了这册《国际炼钢会议论文选》,供炼钢界广大科技人员参考。

《文选》较集中地介绍了日本、美国、加拿大、法国和澳大利亚等国炼钢工艺技术的最新发展情况,其中包括铁水预处理,炉外精炼,炼钢工艺、连铸等新技术、新工艺的进展情况,以及在提高炉龄,节能降耗等方面,国外最近发表的最新文献。这些资料有较高的可读性和参考价值。

在本书的编辑过程中,我们自始至终得到各位译、校者及冶金工业部殷瑞钰副部长和各有关领导的大力支持和良好合作,对此,表示衷心的感谢。

本书的译稿,分别由武钢张定基,首钢于宝君,鞍钢白丙中,上钢三厂戴正安,柳钢黄开弦、宋晋明,包钢智文斗、高洪才等同志审校;全部书稿由包钢经济技术情报研究所王廷鹏同志进行审校。

由于我们的水平有限,错误和疏漏之处在所难免,诚恳欢迎炼钢界同仁给予批评指正,以便在今后的工作中加以改正。

冶金部炼钢情报网
包钢经济技术情报研究所
武钢钢研所

1990.7. 于包钢

序

我国钢产量进入年产 6000 万吨水平以后,钢铁工业面临的局面和课题之中,技术进步将更为突出。对中国钢铁工业的技术进步而言,进一步节能降耗,提高成材率;进一步提高质量,开发品种,调整品种结构是十分重要的。

炼钢工艺(广义地讲可包括炼钢、金属炉外处理、连续铸锭等),是二次世界大战以后钢铁冶金技术进展最活跃的工序之一,直到现在仍在不断地发展。尤其是连续铸锭自七十年代中期以来在世界范围内广泛迅速地发展,进一步带动了炼钢工序、轧钢工序的进步。方向朝着进一步简化工艺流程,炼钢—连铸—热轧直接高温连接以及随之而来更高级的自动化发展;朝着不断地节能、降耗和产品的高质量、高附加产值的目标继续前进。支撑这一进步,不但要有工艺主体技术的发展,而且必须有相关技术的配合和促进。

为了使国内有关人士了解世界炼钢界的技术进展状况,炼钢情报网、包钢经济技术情报研究所和武钢钢研所联合组织有关人员,从 1989 年 4 月在美国芝加哥召开的国际炼钢会议论文集中,结合我国的实际情况精选翻译了 32 篇论文,并编辑出版《国际炼钢会议论文选》,这是一件很有意义的好事。相信此举会对国内广大从事炼钢专业的科技工作者在了解国际动向和扩大信息来源;在结合各自实际情况,“洋为中用”提高水平和改进工作等方面会有所帮助;进而会对我国炼钢生产的科技进步有所促进。

殷瑞钰

一九九〇.六.
北京

目 录

序	殷瑞钰
铁水全部预处理的经济效果	[日]黑瀬吉和等 智文斗译 张顺臻校(1)
铁水化学成份对伯利恒钢铁公司炼铁与炼钢经济状况的影响	[美]R. G. Christman 等 黄英丹译 黄开弦校(5)
用于冶炼低杂质钢种的低硅铁水的生产和使用	[美]D. R. Fosnacht 等 戴修慧译 张定基校(26)
喷吹条件对铁水脱硫的影响	[美]G. A. Irons 等 杨婷译 马续香校(36)
在脱硫和扒渣时减少铁水的损失	[美]Robert G. Petrushka 陆岩译 闫峰校(42)
京浜厂铁水预处理和低渣精炼技术	[日]Akira Ishizaka 等 戴正安译 朱杏菊校(44)
以最佳成份铁水为基础的现代转炉与钢包精炼技术	[西德]R. W. Simon 等 桂美文译 杨菊梯校(51)
影响钢包气体搅拌效率的因素	[加拿大]V. Sahajwalla 等 廖世波译 马续香校(59)
中间包内传热 液体流动及夹杂物上浮的模拟研究	[澳大利亚]C. J. Dobson [加拿大]S. Joo 等 聂福安译 智文斗校(63)
炼钢车间控制钢水温度用的钢包热循环模型及其应用	[南朝鲜]Y. S. Koo 等 刘越表译 聂福安校(72)

气体喷咀的设计与试验

..... [美] L. J. Parnis 等
高洪才译 朝世忠校(79)

伯恩斯港钢厂钢包处理的吹氧提温技术

..... [美] John A. Brubaker 等
张定基译 薛翰华校(87)

钢水的铝氧加热法

..... [美] Thomas H. Bieniossek 等
张定基译 薛翰华校(92)

阿尔戈马钢公司第一炼钢车间通过测定氧活度来控制钢中的酸溶铝含量

..... [加拿大] J. FERGUSON
张江宁译 许渊 白丙中校(96)

改善钢水浇铸性能的钙处理工艺

..... [美] G. J. W. Kor
张定基译 薛翰华校(101)

索拉克公司敦克尔克厂超低碳钢的生产

..... [法] M. NADIE 等
李荣春译 陈贵杰校(117)

用 Q-BOF+RH 工艺生产超低碳钢

..... [日] Hiroshi Kondo 等
黎世德译 杨菊娣校(111)

用合成渣精炼控制高拉伸轮胎钢丝绳用的线棒钢中夹杂物的形状

..... [日] S. Maeda 等
白丙中译 许渊校(121)

提高钢质节约能源的新炼钢工艺流程

..... [日] 公纪名德等
胡青松译 智文斗校(129)

炉龄达 4047 炉的转炉维护技术

..... [美] R. O. Russell 等
顾登强译 华夏校(138)

内陆钢公司 1 号转炉炉衬寿命的提高

..... [美] S. R. Balajee 等
李万达译 吕湘提校(142)

雀点钢厂提高盛钢桶寿命

..... [美] William G. Knoerlein
王静芬译 刘永峰校(150)

太湖钢分公司 BOF 炉衬耐材的维护

..... [美] P. P. Kelly
朱杏菊译 戴正安校(157)

阿姆科钢公司阿什兰厂氧气顶吹转炉车间用统计过程控制来预测维修工作	[美] D. M. Keller 等 厉永桃译 成勤之校 (156)
连铸坯夹杂物分布的预测	[美] T. E. Shelenberger 等 姜伟明译 桂美文校 (167)
消除连铸板坯偏析技术的改进	[日] M. Hattori 等 沙援译 李孝诗校 (175)
高碳钢连铸方坯中心偏析的改善	[日] M. Suzuki 等 贾兴民译 李孝诗校 (181)
应用轻压下技术改善连铸板坯的中心偏析	[日] T. Masataka 等 王淑怀译 李克厚校 (187)
连铸保护渣性能的最佳化	[澳大利亚] K. J. Thompson 叶仲超译 陈炎校 (193)
优化浇铸参数改进 AKDQ 冷轧薄板表面质量	[美] J. S. Powers 等 彭易武译 刘树松校 (198)
粘连型漏钢的愈合	[美] K. E. Blazek 李孝诗译 沙援校 (207)
加拿大钢公司希尔顿厂连铸机的设计与投产	[加拿大] W. P. Carroll 等 智文斗译 梅美武校 (217)
附 录	(222)

铁水全部预处理的经济效果

[日]黑濑吉和、小山内恒、大宫茂、须田文雄

绪 言

为了进一步提高钢质量和降低精炼成本,川崎钢公司水岛厂,在顶底氧气转炉复合吹炼强烈搅拌的基础上,同时进行了铁水预处理。

铁水预处理是把精炼分成不连续的部分限定操作范围。水岛厂第一台铁水预处理设施是在1985年3月建成的,具有月产20万吨的能力。第二台铁水预处理设备是在1988年11月建成的,具有月产65万吨的能力。

本文叙述了在水岛厂新建铁水预处理设施的一个轮廓以及用预处理铁水在氧气转炉上的精炼技术,讨论了铁水全部进行预处理的经济效益。

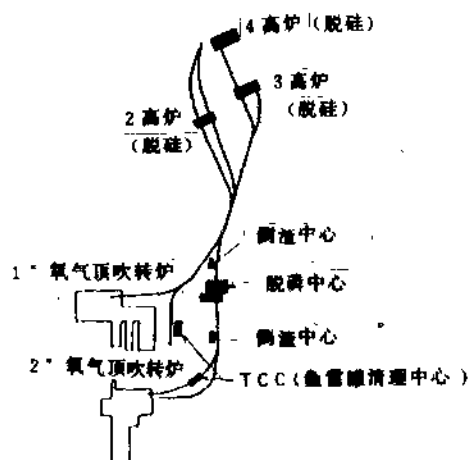


图1 铁水预处理流程布置

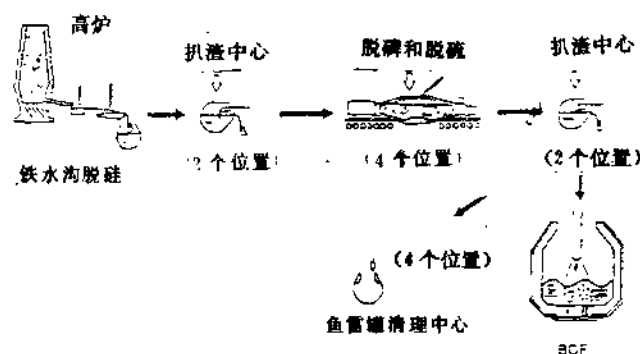


图2 水岛厂铁水预处理流程

新的铁水预处理 设施的特点和技术

图 1.2 中表示了新的铁水预处理设备概况。这些装置具有下列特点,使我们能有效地预处理大量铁水。

(1)在三座高炉每个出铁操作平台上,各安装了三台脱硅设备。熔剂是在两个位置喷吹,也就是铁水沟和摆动流咀,使用两个位置“喷射”方法来吹入熔剂,用这种方法,脱硅能力是很高的。

(2) 在鱼雷罐内斜插一杆喷枪喷吹熔剂进行脱磷和脱硫。这样, 金属平稳的流动使之达到了一个高效率的反应。这里有四台鱼雷罐车喷吹位置, 如图 3 所示, 在操作台上可由一个人同时操作。

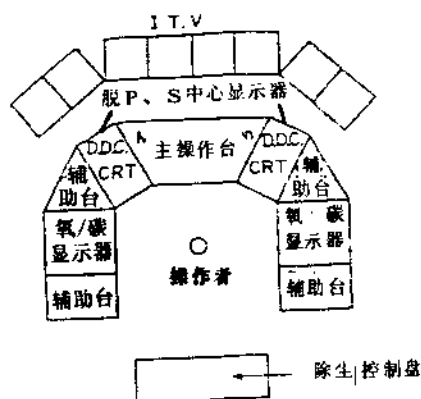


图 3 操作台布置

(3) 每一个鱼雷罐喷吹位置有一杆喷粉枪和 4 个熔剂分配器。可以单独地控制每种熔剂的喷吹量。在管道输送时, 熔剂在合流部以后置式混合法立即混合好(如图 4)。用这套系统, 可以配制从成分到数量完全适合铁水条件和处理后目标成分的一种熔剂。图 5 所示为典型的例子。

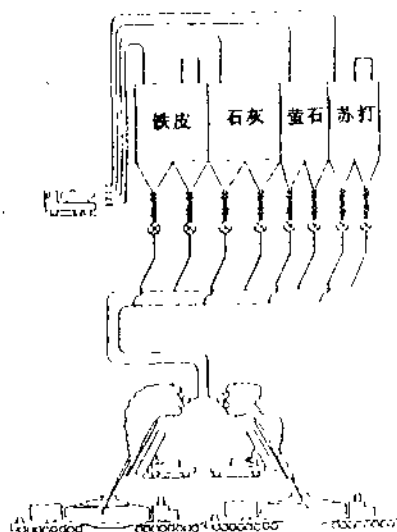


图 4 喷吹熔剂图解说明

(4) 鱼雷罐在脱磷脱硫处理前后扒渣两次。这样做可以防止沾渣和渣上涨,使反应能平稳持续的进行。因此,卸完后,鱼雷车运到鱼雷罐车清理中心,把每个罐从喉口到内部的粘渣清理掉。当我们改造成100%铁水全预处理时,我们为这些鱼雷车清理特殊工艺进行了装备。

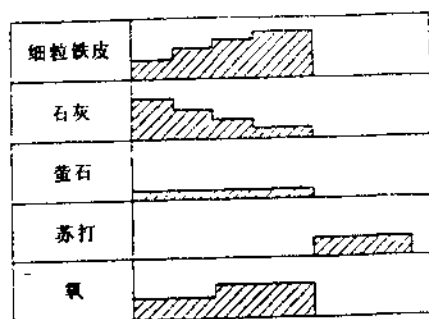


图5 由计算机计算了典型的喷吹例子

预处理铁水转炉冶炼工艺技术

(1) 由炉村回磷

在转炉冶炼普通铁水之后，立刻冶炼一

炉预处理铁水时,会发生因炉衬粘附的高磷渣向熔池大量回磷现象。图6表示从炉渣吸收磷量与连续处理预处理铁水炉次之间的关系,我们可以看到,一般的经验是在冶炼普通铁水后立即冶炼预处理铁水的炉次回磷最多,另一方面在连续冶炼预处理铁水大约10炉后,回磷甚少。

只有用预处理铁水做炉料才有这种收益,使辅助材料消耗大大地降低成为可能(图7)。根据吹炼终点目标值,使少量炼钢有时是可以的,并且锰的回收可能明显地增加。

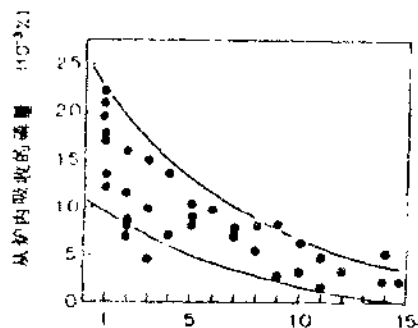


图6 随着铁水预处理炉数的增加炉内吸收磷的变化

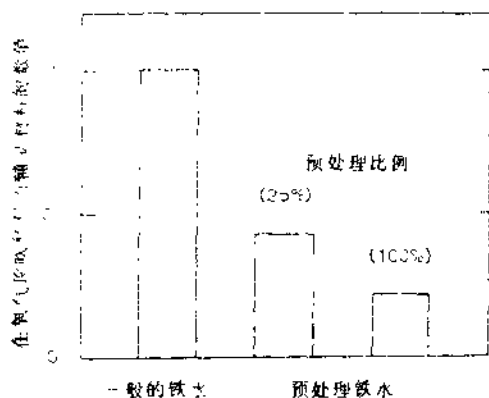


图7 氧气顶吹转炉中辅助材料消耗比较

(2) 对高碳钢采用高拉碳技术

当氧气顶吹转炉冶炼高碳钢时,采用高

拉碳操作方法,会使精炼成本降低很多,这就是所谓的“高拉碳技术”。

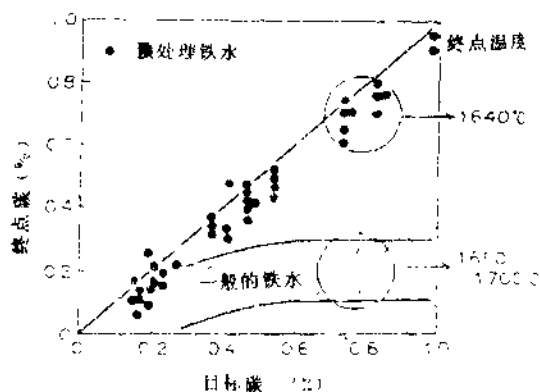


图8 目标碳与终点碳之间的关系

然而,用一般高磷铁水,在氧气顶吹转炉内脱磷负担很重,并且必须控制渣中(T-Fe),为了脱磷使用“拉”碳方法难以实现。所以,当用预处理铁水精炼时,炉内就没有脱磷负担,可以正常的实行高拉碳技术(图8)。这样,吹炼终点在高拉碳范围内,使钢水能大大地降低吹炼终点温度,降低渣中(T-Fe)含量等等。

(3) 提高超低碳钢的纯净度

为了制造高质量超低碳冷轧深冲钢,降低钢中非金属夹杂物是非常重要的。为有效的达到这两点作用,需降低终点渣中(T-Fe)和减少流入钢水包的热量。

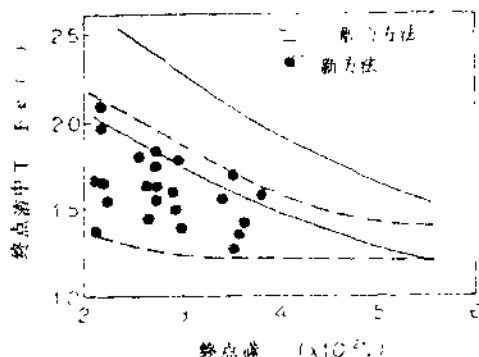


图9 终点碳与 T-Fe 之间关系

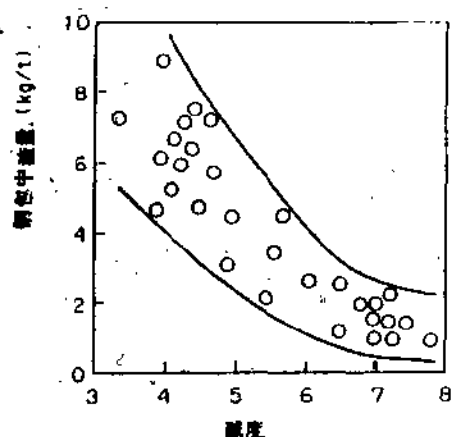


图 10 钢包中渣量与碱度之间关系

当用预处理铁水精炼时,没有脱磷负担,因此低(T-Fe)渣精炼变为可能了。通过提高渣子碱度大约到 7 或 8, (%Mg) 大约到 10%,渣中(T-Fe)可能达到 15%,而吹炼终点碳含量为 0.03%。而通过使用这样的高碱度渣,流入包内的渣量可以降低到 3 公斤/吨(图 9、10)。

表 1 在超低碳钢中气泡出现的频率

时间	预处理铁水 铁水总量	气泡出现 率的指数
1988 1-7 月	43%	1.0
1988 12 月	100%	0.2

使用这种吹炼技术,可以使钢包渣中(T-Fe)降到小于 5%。因此,可以显著地提高冷轧深冲钢的纯净度,如图 11,同时也提高

了最终产品的质量如表 1。

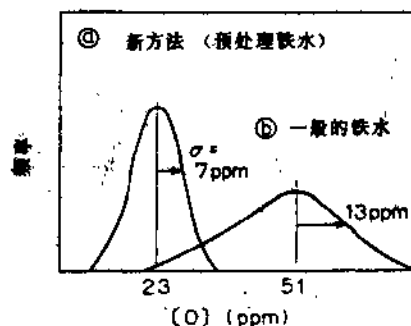


图 11 用新方法精炼提高钢的纯净度

结 论

川崎钢公司水岛厂在 1988 年 11 月建立了一台新的铁水预处理设施。现在新增加的设备能力足以预处理炼钢车间的全部铁水。

为了获得高操作效率,安装了四台独立的喷吹设备,可由一个操作者把设备同时开动起来。考虑到在氧气顶吹转炉冶炼,这些设施使我们大大地降低辅助原材料的消耗,提高锰的回收率,对高碳钢能可靠的采用高拉碳法,并对超低碳冷轧材料用含(T-Fe)低的渣进行精炼。用此方法,使用预处理铁水进行精炼操作比普通冶炼,可以显著地改善质量,降低成本。

参考文献(略)

智文斗 译
张顺臻 校

铁水化学成分对伯利恒钢铁公司炼铁与炼钢经济状况的影响

[美]R·G·Christman 等

摘 要

伯利恒钢铁公司三个炼钢厂——伯恩斯港、伯利恒与斯帕罗斯波因特,都用高炉和碱性氧气顶吹转炉生产各种钢铁产品。伯利恒钢厂也生产铸造用铁水。铁水化学成份对氧气顶吹转炉工艺和各厂产品成本的影响都已经用计算机模型研究过。原始条件模型是热平衡与物料平衡模型,包括铁矿石、煤、炼焦、烧结和高炉操作。用此模型得出的最终铁水量、化学成分和成本输入氧气顶吹转炉静态配料模型,得出钢水的化学成分和成本。铁水化学成分的变化对各厂相应钢水成本的影响也包括在内。

一、绪 言

铁水化学成分对钢水最终成本和质量的影响,近五年来在伯利恒钢铁公司内部引起了很大反响。这是因连续铸及其下道工序生产高质量钢材的需要,以及连续降低成本的需要而引起的。伯利恒钢铁公司最初测定铁水化学成分对钢水成本和质量的影响已经通过物料与能量平衡进行计算机模拟:(a)原始条件(矿石与煤的验收、炼焦、烧结和高炉操作);(b)氧气顶吹转炉(如各厂所采用的一样)。

这里我们将介绍联合公司所属伯利恒、伯恩斯港和斯帕罗斯波因特钢厂的高炉与碱性氧气顶吹转炉操作情况及主要钢铁产品。看过与伯利恒高炉操作有关的、影响铁水化学成分的基本因素后,我们将全面讨论铁水化学成分对各厂氧气顶吹转炉操作的影响。接着我们将叙述模拟与评估这些工艺的数学工具、原始条件模型(BALWAX)和氧气顶吹转炉静态配料模型。然后我们将叙述影响伯

恩斯港钢厂炼铁与炼钢工艺和成本的铁水硅、硫、锰、磷含量变化的综合参数研究,以此阐述原始条件与静态计算机模型结合运用的技术。最后我们将概述各厂用此方法进行具体研究的结果:

- 伯利恒钢厂铁水硅含量的影响;
- 硫、锰含量水平对伯恩斯港钢厂钢水真空脱气的影响;
- 斯帕罗斯波因特厂球团占高炉配料的百分率与铁水硅含量之间的关系,以及铁水硅、硫含量对钢成本的影响;

所有这些研究都是在当时工厂的生产能力、市场环境及成本结构情况下进行的,因而这些结论至今可能会有很大差异。

二、伯利恒钢厂炼铁与炼钢操作情况

1. 高炉操作

表1概括了伯利恒钢厂高炉的主要几何尺寸和一般月操作数据。根据寿命与尺寸,伯利恒的高炉可分为:

表1 伯利恒钢铁公司主要高炉操作情况(1988年8月)

厂名	伯利恒	伯恩斯港		斯帕罗斯波因特	
炉号	D	C	D	H	L
炉缸直径,mm	9140	11640	10660	9140	13560
产量,吨铁水/日	3003	6159	6188	2548	8289
焦比,公斤/吨铁水	466	421.5	414.5	475.5	423
天然气,公斤/吨铁水	19*	54	52	35	33
总燃料比,公斤/吨	485	475.5	466.5	510.5	456
吹炼条件					
风量,m ³ /分	3.3×10^3	5.1×10^3	5.2×10^3	2.7×10^3	5.9×10^3
富氧,%	1	3.2	3.1	1.6	1.9
温度,°C	936	1120	1122	981	1232
湿度,克/m ³	417	300	311	378	389
火焰温度,°C	2117	2068	2071	2028	2173
炉顶情况					
压力, $\times 10^5$ Pa	0.346	1.155	1.142	0.387	1.979
温度,°C	166	124	146	151	142
CO/CO ₂		0.97	0.96	不详	0.97
铁水成份,%硅	0.95	0.57	0.53	0.93	0.53
硫	0.035	0.025	0.029	0.028	0.027
磷	0.03	0.07	0.08	0.05	0.05
锰	0.76	0.71	0.70	0.49	0.60
炉料比,%烧结	0	35.7	34.9	29.1	63.1
矿石,氧化铁皮	0.06	0.3	0.3	29.4	0
熔剂耗,公斤/吨铁水	0	0	0	90.5	0
渣量,公斤/吨铁水	194.5	240	242	249	248.5

注:*伯利恒厂喷焦油。

(1) 中型

建于50年代,炉缸直径9140mm,现在连续几次炉役的热风温度达到1027~1084°C的水平。伯利恒厂的D、B号炉、斯帕罗斯波因特厂的H、J、K号炉均属此类。这些炉子日

产超过2721吨的铁水,总燃料比低于476公斤/吨铁水。伯利恒厂炉子用100%球团料。斯帕罗斯波因特厂9140mm炉子用30~45%烧结,约15%块矿和40~50%球团。这些炉子的铁水硅含量在0.9~1.1%之间。斯帕罗

斯波因特的铁水硫含量低于 0.03%，伯利恒厂的铁水含硫高于 0.03%。斯帕罗斯波因特的炉子生产的铁水主要供给平炉生产轧制钢板用的钢锭，包括为其他钢铁公司生产钢坯的钢锭。伯利恒炉子生产的铁水用于：(a) 氧气顶吹转炉生产钢锭作建筑钢材；(b) 钢锭模和轧辊的铸造。氧气顶吹转炉车间拥有用于高硫号外铁水脱硫的有限设备。

(2) 大型

伯恩斯港 C、D 号炉建于 60 年代晚期和 70 年代初期，炉缸直径分别为 11640mm、10660mm。但他们的有效容积几乎相等。其热风炉设计为送风温度稍高于 1110℃，炉顶压力保持 $1.163 \times 10^5 \text{ Pa}$ 。这些炉子日产铁水超过 6350 吨，总燃料比低于 461 公斤/吨铁水，原料用 35~40% 烧结和 60~65% 球团。1987 年铁水化学成份平均为：硅 0.57%，硫 0.03%，锰 0.75%。铁水炉外脱硫装置能力 1989 年达 90%。由于降低了炉渣碱度和渣量，预计硫的平均含量将上升到 0.035%。这些改变及铁水温度降低使硅含量下降 0.1%。希宾球团矿 SiO_2 含量从 4.8% 降到 4.5%，同样也使铁水的硅含量降低。这些炉子供应铁水给氧气顶吹转炉车间三座转炉，转炉又把钢水供应给两台双流连铸机铸成扁坯及供应给铸锭以压制厚板。

(3) 特大型

斯帕罗斯波因特 L 号炉于 1978 年开炉，炉缸直径为 13560mm，技术是最先进的，包括有在 1232℃ 下操作的热风系统、无料钟炉顶、4 个出铁口和性能很好的计算机。根据对铁水的需求，L 号炉能产 7710~8620 吨铁水/日，总燃料比低于 475 公斤/吨铁水。L 号炉一直用 50% 烧结，50% 球团，直到 1982 年烧结矿用量才上升到 65~85%。由于燃料比、铁水质量和炉龄以及增加烧结矿产量的经济效益，促使 L 号炉持续吃很多烧结矿。表 1 中已指出，L 号炉的铁水化学成份与伯恩斯港

炉子相似，但由于 L 号炉炉型大，硅、硫的含量比预期的要低。又由于减少了返回料的消耗，磷、锰含量也较低。L 号炉的铁水主要供应给氧气顶吹转炉车间的两座转炉，转炉钢水再供给两台单流板坯连铸机浇成扁坯和供给铸锭以轧制棒材和厚板。

伯利恒高炉的性能特点在于炉料、焦炭质量好，炉子的热风温度比其他相当大小炉子的高。所有这些要素以及炉容、高压能力对铁水硅、硫含量的影响如表 1 所示。铁水锰、磷含量主要由炼钢工艺和产品需求而定，也可通过调整各厂氧气顶吹转炉炉渣消耗量和加锰矿来达到。

2. 炼钢操作

伯利恒厂几乎都用氧气顶吹转炉工艺炼钢，该厂有 2 座 270 吨的炉子。还有一个电炉车间，主要用废钢熔炼制造锻坯的钢。伯恩斯港氧气顶吹转炉车间只有 3 座 300 吨炉子。斯帕罗斯波因特有一个 2 座 300 吨炉子的氧气顶吹转炉车间，还有一个 7 个炉的平炉车间，主要操作 2 座 400 吨的炉子。后者只是根据需要间歇地生产。

表 2 概述了伯利恒氧气顶吹转炉车间最近的一些生产统计数据。

伯利恒厂主要生产建筑用钢材，以及生产钢锭供应伯恩斯港。车间只开一座炉子，每天产钢 12~13 炉。因为要求生产力不高，操作按省料低能耗的原则进行。

其他两个厂生产率高，生产板材用钢。斯帕罗斯波因特厂钢水约有 70% 是连铸的，伯恩斯港则有 75% 连铸。伯恩斯港产品含碳几乎都为 0.2% 或低于 0.2%，只有约 1% 的炉次为 0.3% 或大于 0.3%。斯帕罗斯波因特生产的钢其碳含量波动大，约 10% 的炉次为 0.3% 或大于 0.3%。伯恩斯港主要开 2~3 座炉，日平均产 50 多炉。斯帕罗斯波因特日平均约产 38 炉。

表2 伯利恒钢铁公司碱性氧气顶吹转炉操作情况(1988年二季度)
(美国钢铁协会数据)

厂名	伯利恒	伯恩斯港	斯帕罗斯波因特
各厂炉子数量	2	3	2
一般开动	1	2	2
一般能力,吨/炉次	300	300	300
平均炉次单炉产量,吨	265.2	287.3	293.2
出钢的间隔时间,小时	1.72	0.90	0.76
装料,%铁水	64.7	78.3	78
废钢	30.6	20.8	20.7
铁水成份,% 硅	0.97	0.58	0.62
磷	0.04	0.07	0.06
硫	0.03	0.027	0.026
脱硫铁水比,%	5.5	34.2	29.7
脱硫后硫含量,%	0.03	0.007	0.011
氧气消耗,m ³ /吨	58.4	52.8	45.7
连铸比,%	0	76.1	70.6
收得率,% 钢锭	89.5	87.1	89.4
连铸	—	85.9	87.5
产品结构,% 碳 <0.1%的钢	1.4	62.7	59.3
碳 0.1—0.3%的钢	93.4	35.9	32.0
碳 >0.3%的钢	5.2	1.3	8.7

炼铁与炼钢时铁水各元素的基本化学行为

(1)高炉中铁水各元素的行为

高炉被看作是两级化学反应器:低温准备区和高温熔炼区。熔炼区的主要反应是:最终还原成金属铁,碳溶解到铁中的反应,渣组分加热并熔炼到终点温度、焦炭燃烧、金属的氧化物还原,如 SiO_2 、 MnO 、 P_2O_5 和脱硫反应。最终的铁水的化学成份主要取决于高温区,而硅含量则受炉身、软熔区和风口区工艺条件的强烈影响。不管用何种工艺,铁水化学成份

归根结底是受下列原材料的影响:

原材料的化学成份

在讨论影响铁水化学成份之前,我们有必要查实原材料的化学成份,看看硅、硫、锰、磷元素是如何进入高炉的。表3的数据取自伯恩斯港1985年的操作数据。从这些元素平衡中,我们可观察到下列情形:

- 约 $1/2\text{SiO}_2$ 来源于球团, $1/4$ 强来自于烧结, $1/4$ 弱来自焦炭灰分;

- 90% 多的硫来自焦炭,余下的大部分来自烧结矿;

- 55% 多的锰来自氧气顶吹转炉渣的混合物,包括直接装炉和加在烧结矿里的。烧结

原料中锰矿粉约占总数的25%，球团占了其余的大部分；

• 80%多的磷来自氧气顶吹转炉渣，包括直接装炉和配入烧结矿的炉渣。来自球团约占10%。

从支出方面我们观察到下列情况：

• >85%的SiO₂进入渣中，其余的硅还原入铁水；

• >90%的硫与渣一起被排掉，

约7.5%进入铁水中。硫的分配系数(S)/[S]是渣中的硫%与铁水中的硫%之比。1985年伯恩斯特高炉操作时，此比率为49.4；

• 约有87%的锰进入铁水；

• 几乎所有的磷都溶在铁水中。

鉴于上述情况，我们对炉子反应和平衡关系的兴趣集中到铁水与渣间硅、硫的分配上。

表3 伯恩斯特港铁水研究——炉子的物料平衡与热平衡测定结果

主 要 物 料 平 衡												
	吨/年	公斤/吨	%	吨/年								
			H ₂ O	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Mn	S	P	TiO ₂
金属料												
希宾球团矿	2107280	992	2	1362162	102018	3511	4956	5989	1446	62	207	620
烧结矿	1207498	568.5	0	617849	64207	15007	190162	43550	15978	385	1395	1316
废 钢	26550	12.5	0	16275	1243	502	2570	735	266	3	6	21
炼钢的硫	53100	25	2	12489	4579	1176	20607	4876	2170	58	211	177
熔 剂												
单一熔剂	177	0	0	1	4	1	80	16	0	0	0	0
混合熔剂	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小 计	177	0										
焦炭(干)	964360	454		0	42807	24276	2605	0	0	7219		
总 计				2008774	214856	44473	220981	55167	19860	7728	1819	2134
铁 水	2124009	1000		1996923	24536*				17092	573	1702	1067*
炉 渣	524311	247			188342	43870	218452	54449	2554	7000	0	1036
炉 尘	13765	6.5		4402	768	248	1217	345	111	47	9	14
滤 饼	21240	10		7449	1211	355	1313	372	102	108	10	17
总 计				2008772	214856	44473	220981	55167	19860	7728	1720	2134
碳平衡(克分子/吨铁水)												
装 料				消 耗								
焦 炭				73.761				在风嘴燃烧				49.458
天然气				3.326				类金属还原				1.616
								铁水含碳				8.261
								炉 尘				0.499
								滤 饼				0.77
								溶解损失				16.624
总 计				77.088				总 计				77.23

注：*作氧化物。

A 高炉中硅的转变

公认的原材料中 SiO_2 转变成铁水中的硅反应途径如下:在高温区,焦炭灰分及矿石中的脉石产生 SiO 气体,然后 SiO 气体被铁水中的炭还原成硅并溶解在铁水中。现在,认为由渣中的 SiO_2 直接转变成金属中的硅的反应途径太慢,不符合硅的转变情况。

降低生铁含硅量的方法:

- 减少铁与渣液在焦炭活跃区的停留时间。例如在较高的料速下操作或降低焦炭活跃区容积,通过(a)用各种方法降低焦比;(b)用更多烧结矿以提高炉料软化点和熔点;(c)减少炉壁热损耗;

- 降低火焰温度(和炉子热量);
- 减少 SiO_2 输入(焦炭灰分,矿的脉石);
- 增加一次渣碱度(用碱性材料,例如用与酸性球团相对而言的烧结料);
- 增加炉子煤气压力。

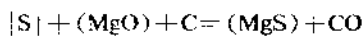
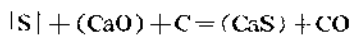
小型炉子的炉壁热损失高,意味着要输入更多热量以保住铁水温度。输入热量高就会增加焦炭活跃区的容积。因此在铁水温度相同情况下,小型炉子的铁水含硅量比大型炉子的高。

用伯利恒研究的焦比系数就可预测出焦比与提高铁水温度并增加铁水含 Si 量的关系:

铁水含硅范围, %	焦比变化, 每+0.1%硅
0.5~0.8	+5 公斤/吨铁水
0.8~1.1	+6 公斤/吨铁水
1.1~1.4	+7.5 公斤/吨铁水

B. 高炉中硫的转变

循环区焦炭燃烧释放出的硫被通过炉身和焦炭活跃区的原料、铁水与渣所吸收。最后硫在炉缸中从铁水转到渣里。因而硫的反应是以复杂方式在气体、渣、金属间进行的。用石灰和氧化镁进行的整个脱硫反应是:



从炉缸中的渣—金属反应动力学可知,要使硫转到渣中的反应率增强,必须:

- 增加渣碱度 $(\text{CaO} + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3)$ 与温度;
- 降低渣中 FeO ;
- 增加渣量;
- 增加硅和锰还原进入铁水中的量;
- 增加表面积与接触时间

通过同时出渣和铁以及改善炉子操作状况,可提高脱硫率。

为了脱硫,需要能量和碳来实现脱硫反应。在伯利恒,焦比与铁水硫量相关系数是:

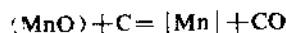
铁水硫范围, %	每—0.001%硫的焦比变化
少于 0.028	+2 公斤/吨铁水
0.028~0.035	+1 公斤/吨铁水
0.035~0.05	+0.5 公斤/吨铁水

对铁水硫量少于 0.035% 的情况没多大疑问,但我们不能确定铁水硫量超过 0.035% 的焦比降低情况。

增加渣量以取得所需铁水硫量就得每 45 公斤渣加 9 公斤焦炭。

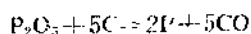
C. 锰、磷的转变

MnO 不象硅、硫在气相里进行还原,它只是在渣—金属间反应:



温度高,铁水硅量大,渣碱度大,反应就剧烈。此反应需碳来还原及作能量,在铁水中每增加 0.1% 锰,需要焦比为 1.2 公斤/吨铁水,但还没证实。

磷在气相反应中完全还原:



因输入到工艺中的磷少于锰的 10%,作