

专论与综述

建设高效低成本洁净钢平台的关键技术

刘 浏

(钢铁研究总院,北京 100081)

摘 要:建设高效低成本洁净钢平台是市场和时代发展的要求,是洁净钢生产领域的重大技术革命。其目标是实现转炉直接冶炼洁净钢,并使转炉生产效率提高1倍,洁净钢生产成本低于传统转炉冶炼普通钢的成本。分析阐述了支持高效低成本洁净钢平台建设的3项核心技术:转炉高效化生产、转炉洁净钢生产和洁净钢低成本制造工艺,提出加速我国高效低成本洁净钢平台建设的建议。

关键词:洁净钢;铁水预处理;转炉

中图分类号:TF762

文献标识码:A

文章编号:1004-4620(2011)02-0001-06

1 前 言

提高洁净度是当代钢铁材料发展的重要方向,钢材洁净度提高可以进一步改善钢材的使用和加工性能,提高服役寿命。随着洁净钢生产工艺与装备技术的发展,生产高洁净度钢材已不存在更大的技术困难,但如何降低洁净钢生产成本,实现洁净钢大批量稳定高效的生产仍是急待解决的技术问题。因此,建设高效低成本洁净钢平台已成为市场发展的要求,是历史赋予炼钢工作者的责任,也是洁净钢生产面临的技术挑战。

2 高效低成本洁净钢平台的技术理念

洁净钢平台是集设备、工艺、生产管理与质量控制为一体的生产实体,是洁净钢生产的制造平台。洁净钢也并非特指某一类具体钢材,而是反映该生产实体或制造平台所具备的钢材洁净度制造水平。

20世纪90年代中期,日本炼钢工作者根据分阶段冶炼的技术思想,对洁净钢生产流程进行合理解析与集成,发展了以铁水预处理为主体的洁净钢生产新流程,逐步取代了以炉外精炼为主体的传统流程。在此基础上,首次提出了“建设大批量低成本超纯净钢制造平台”的技术理念,并提出超纯净钢制造平台的定义。

1)超纯净钢的概念:指钢中非金属夹杂与全部杂质元素的总和 $\Sigma(S+P+T.O+N+H) \leq 100 \times 10^{-6}$ 的钢材。超纯净钢理念已超出了传统洁净钢单纯要

求控制钢中夹杂物的技术思想,将钢中有害元素(如S、P和有害气体等)纳入纯净钢生产的控制范畴。

2)大批量的概念:大批量包括两层含义,一是采用转炉生产超纯净钢,而非单纯依靠炉外精炼高钢材纯净度,这意味着要实现转炉直接生产超纯净钢;二是实现转炉超纯净钢生产高效化,使1座转炉钢产量接近或达到传统2座转炉的生产能力。

3)低成本概念:转炉低成本生产洁净钢的目标很明确,要求转炉生产超纯净钢的成本低于传统转炉生产普通钢的生产成本。

学习借鉴日本先进的工艺技术与理念,在国内建设高效低成本洁净钢制造平台应明确以下3个目标:

1)实现转炉大批量、稳定生产洁净钢,控制钢中全部杂质元素总量 $\Sigma(S+P+T.O+N+H) \leq 100 \times 10^{-6}$;2)进一步提高转炉生产效率,缩短冶炼周期,加快生产节奏,使1座转炉的产量达到传统工艺2座转炉的生产能力;3)降低洁净钢生产成本,与传统流程生产普通钢的生产成本基本持平。

必须指出:“高效低成本洁净钢平台”中高效、低成本与洁净钢3个基本理念并非相互独立、互不相连,而是相互依存、共同发展。如在以铁水预处理为主体的洁净钢生产新流程中存在着脱碳炉热量不足的矛盾,只有通过加快生产节奏、缩短辅助时间、减少炉衬散热和实现少渣冶炼才能完全解决,而少渣冶炼又成为降低洁净钢生产成本、减少铁耗的关键技术。

建设高效低成本洁净钢平台必须采用转炉高效化生产工艺、转炉洁净钢生产技术和洁净钢低成本制造技术这3项核心技术。

3 转炉高效化生产

3.1 高速吹炼

转炉高速吹炼技术包括以下3项新工艺:

1)实现全量铁水“三脱”预处理。高速吹炼技

收稿日期:2011-03-25

作者简介:刘浏,男,1951年生,中国钢研科技集团公司总工程师,钢铁研究总院副院长、博士、教授,在转炉复合吹炼、复吹转炉长寿技术、洁净钢生产、智能炼钢、电炉强化冶炼和熔融还原炼铁新工艺开发等领域取得了一系列创新性成果。获国家科技进步二等奖4项,冶金科技进步特等奖1项,一等奖2项,省部级科技进步二等奖11项。发表科技论文197篇,获授权专利29项。

术的基础在于实现全量铁水“三脱”预处理,简化转炉冶炼功能,将脱硫、脱硅和脱磷转移到铁水预处理过程中实现,转炉只承担脱碳升温的任务。简化转炉冶炼功能可大幅度减轻造渣脱磷、脱硫的工艺负荷,有利于实现少渣冶炼和提高供氧强度,并使终点控制更加稳定。如日本JFE福山厂2座300 t转炉采用脱磷-脱碳双联工艺后,吹炼时间平均缩短2 min,终点操作时间缩短1 min,冶炼周期从29 min降至26 min,作业率提高4%^[1]。日本和歌山厂采用脱磷炉和脱碳炉双联冶炼,实现100%铁水“三脱”预处理,1座210 t转炉的年产量达到420万t。

2)脱碳炉高效供氧。脱碳炉少渣冶炼提高供氧强度有利于缩短供氧时间。提高供氧强度,一是成渣困难,随供氧强度提高熔池脱碳速度加快,炉渣返干倾向趋于严重;二是粉尘量增大,增加了吹炼铁耗;三是成渣较晚时会影响熔池的脱磷、脱硫效率。解决的方法是采用非对称氧枪,在提高供氧强度后避免造成氧射流相互干涉,并通过喷孔夹角变化解决化渣与脱碳的矛盾。住友公司采用该项技术,脱碳炉供氧强度提高到 $5.0 \text{ m}^3/(\text{t} \cdot \text{min})$,吹炼时间从11 min缩短至9 min。

3)快速出钢。采用“三脱”铁水转炉少渣冶炼工艺后减少炉渣加入量,不再加入废钢等冷却剂,使整个吹炼过程更加稳定,从而提高了终点的控制精度。如表1所示,少渣冶炼工艺与传统转炉工艺相比,终点C、T的控制精度和命中率均大幅度提高。

表1 传统工艺与少渣冶炼工艺快速出钢技术比较

传统转炉快速出钢技术			少渣冶炼快速出钢技术		
控制目标	控制精度		控制目标	控制精度	
[C]/%	[C]/%	T/°C	[C]/%	[C]/%	T/°C
<0.08	0.01	±12	<0.2	0.005	2.2
0.08~0.2	0.02	±12	≥0.2	0.01	4.1
>0.2	0.05	±12			

根据脱碳炉的上述技术特点,住友公司进一步研究开发出快速出钢技术,将传统转炉终点副枪动态检测的次数由2次(TSC、TSO样)简化为1次(仅为TSC,省略TSO样),使终点操作时间缩短1 min,副枪探头消耗减少50%以上^[2]。

3.2 缩短辅助时间

通常转炉冶炼周期包括吹炼时间和辅助时间(包括兑铁、出钢、溅渣、等待等)两部分。长期以来,国内钢厂偏重于提高供氧强度缩短吹炼时间,却往往忽视了缩短辅助时间的重要性。如表2所示,日本转炉吹炼时间与辅助时间之比基本上为1:1;而我国传统转炉冶炼周期中吹炼时间和辅助时间之比长达1:(1.3~1.5),京唐公司采用双联法作业使吹炼时间大幅度缩短,但辅助时间未能相应缩

短,造成吹炼时间与辅助时间之比长达1:3。

表2 常规转炉、脱磷炉、脱碳炉生产周期比较 min

项目	和歌山		京唐		常规转炉
	脱磷炉	脱碳炉	脱磷炉	脱碳炉	
生产周期	20	20	33	42	40
加废钢	1		2		2
兑铁水	2	2	4	7	5
吹炼	9	10	8	12	17
出钢	5	5	6	7	8
溅渣		0		5	4
倒渣	2	2	3	3	3
等待	1	1	10	8	1
吹炼/辅助	9:11	1:1	1:3	1:2.5	1:1.4

辅助时间的延长对于炉衬散热和炉体侵蚀均具有极大的危害作用,因为在吹炼过程中熔池处于热状态,炉衬温度随冶炼进行不断升温。而在辅助时间内转炉处于空炉状态,大量冷空气进入转炉,造成炉衬大量散热,耐火材料在急冷急热条件下不断剥落,加剧了侵蚀过程。

转炉采用少渣冶炼工艺后,由于提高供氧强度增加了耐火材料辐射热损失使冷却能损失2.4%,减少铁氧化热降低冷却能3%,提高出钢碳含量降低冷却能1.8%和常规转炉相比脱碳炉冷却能总计降低7.2%。为了弥补脱碳炉的热损失,必须加快生产节奏,压缩辅助操作时间,减少转炉在空炉时的热量损失。如图1所示,随转炉日产炉数从常规20~25炉提高到45~55炉,可完全解决热量不足的技术问题^[2]。同时,随转炉日产炉数的增加,炉衬耐火材料消耗指数相应降低80%^[3],如图2所示。

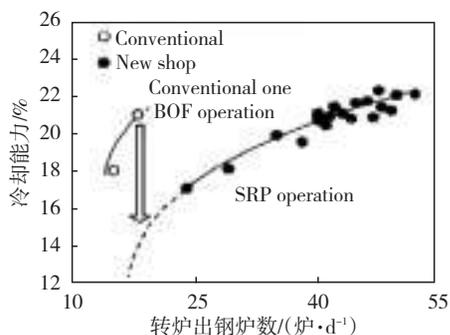


图1 转炉作业率对脱碳炉热量的影响

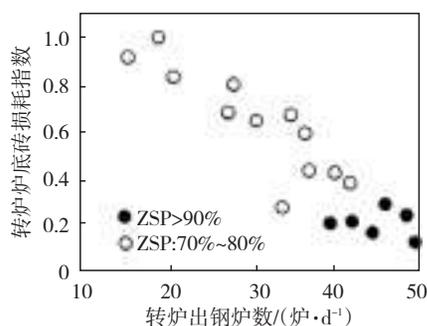


图2 转炉作业率对炉衬侵蚀量的影响

今后国内转炉应进一步压缩辅助操作时间,缩

短转炉周期,提高作业率。必须加强对生产设备的改进和维护,提高转炉的倾动速度、天车与钢包车的行走速度以及吊装速度。同时应进一步优化工艺操作,提高操作水平,达到缩短出钢、兑铁、加废钢等辅助操作时间的目的。

3.3 加快生产节奏

加快生产节奏对转炉流程高效、稳定运行具有重要意义,不仅有利于提高转炉的作业率和生产效率,而且有利于全流程铁(钢)水温度控制,减少周转过程中的热损失,进而稳定和提高钢水与铸坯质量。同时也可减少二次加热、钢包烘烤等过程中的能量消耗,有利于节能减排。加快生产节奏的关键技术包括:

1)加强铁-钢界面管理,提高铁水罐周转率。如图3所示^[2],和歌山厂将混铁车日周转次数从2.2次提高至3.4次,可使脱硫后铁水兑入转炉的温度平均提高46℃。

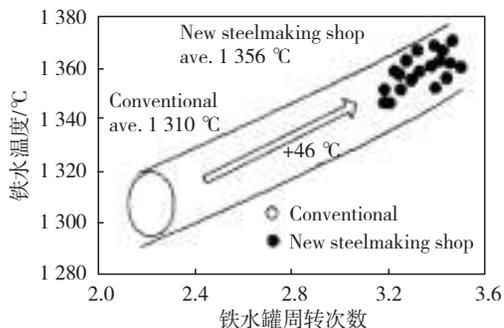


图3 铁水罐周转次数对铁水温度的影响

2)采用“一包到底”工艺,减少兑铁热损失。京唐公司采用“一包到底”工艺,铁水进入脱硫站的平均温度超过1400℃,脱硫后兑入转炉的铁水温度月平均可达1387℃。铁水温度提高促进脱硫效率提高,有利于转炉化渣,增加转炉热容。

3)加强空罐管理。在加快生产节奏的同时必须加强钢包管理,提高钢包周转速度,减少钢水热损失,降低出钢温度并稳定连铸浇钢温度。特别要强调加强空罐的管理,因为空包对包衬散热影响极大,进而影响到包内铁水温度,造成温度波动。今后应进一步缩短空包周转时间,减少空包周转温降。

4)减少热停时间。目前国内钢厂的热停时间大部分来源于设备故障,加强设备维护是保证生产连续稳定进行的重要条件;同时要进一步提高生产调度水平,减少不必要的生产延误。要学习和歌山厂“等节奏”的生产理念,控制各个生产环节的操作周期为20min,实现高效化生产。

4 转炉洁净钢生产

转炉洁净钢生产应保证转炉具有大批量稳定

生产超低磷钢($[P] \leq 50 \times 10^{-6}$)、超低硫钢($[S] \leq 50 \times 10^{-6}$)和低氢($[H] \leq 1.5 \times 10^{-6}$)、低氮($[N] \leq 15 \times 10^{-6}$)钢的生产能力,同时采用高碳出钢和低氧冶炼工艺控制转炉终点钢水氧含量 $\leq 350 \times 10^{-6}$ 。

4.1 超低磷钢冶炼

转炉超低磷钢的冶炼分2个阶段进行:首先在脱磷炉内进行铁水脱硅、脱磷,控制半钢 $[P] \leq 0.025\%$ 。然后在脱碳炉内进行少渣冶炼,在脱碳过程中实现钢水深脱磷,可使转炉终点磷控制在0.005%以下。

熔池搅拌对脱磷炉脱磷效率有重要影响。如图4所示^[2],日本和歌山厂控制脱磷渣碱度在1.8~2.5,脱磷终点温度1300~1320℃的条件下,底吹供气强度为 $0.4 \text{ m}^3/(\text{t} \cdot \text{min})$,可保证终点 $[P] \leq 0.025\%$,但搅拌强度降低到 $0.14 \text{ m}^3/(\text{t} \cdot \text{min})$ 时不能保证脱磷效果。

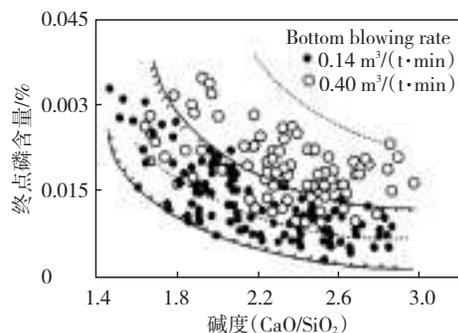


图4 底搅强度对终点磷含量的影响

对脱碳转炉由于终渣碱度提高到3.5~4.0,使脱磷能力大幅度提高,渣钢间磷的分配比达到100以上。尽管在少渣条件下也可保证熔池脱磷效率 $\geq 80\%$,转炉终点 $[P]$ 稳定达到0.005%以下。

4.2 超低硫钢冶炼

转炉超低硫钢冶炼包括以下工艺:

1)铁水脱硫。采用KR法脱硫工艺,提高脱硫处理温度是保证铁水脱硫效果的基本条件。京唐钢铁公司采用KR脱硫工艺平均吨钢消耗石灰7kg,处理终点 $[S]$ 平均达到0.002%。

2)提高脱磷炉的脱硫能力。由于铁水脱硫预处理后硫含量很低,转炉冶炼回硫严重。提高脱磷炉脱硫能力是控制转炉回硫的基本工艺。和脱碳炉相比,脱磷半钢含碳量高($[C] \geq 3.5\%$),氧位低,为提高渣钢间硫分配比提供较好的热力学条件。如图5、图6所示,将脱磷炉渣碱度提高到2~2.5,控制渣中 $\text{TFe} \leq 5\%$,可使渣钢间硫分配比提高到10~30。由于脱磷炉硫负荷较高,渣中硫含量波动在0.04%~0.06%范围,其中脱硫渣、废钢和渣料带入的硫负荷分别占50%、30%和20%左右。因此,只有控制脱磷炉渣钢间硫分配比 > 10 才能保证脱磷半

钢终点[S] $\leq 50 \times 10^{-6}$ 。

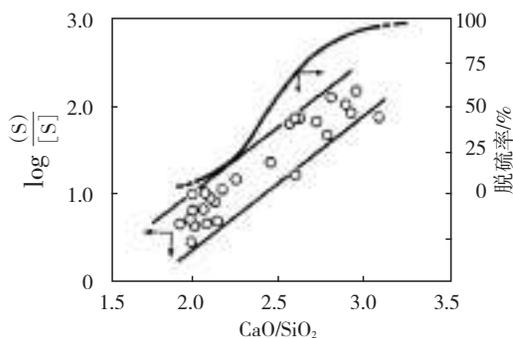


图5 炉渣碱度对渣钢间硫分配比的影响^[4]

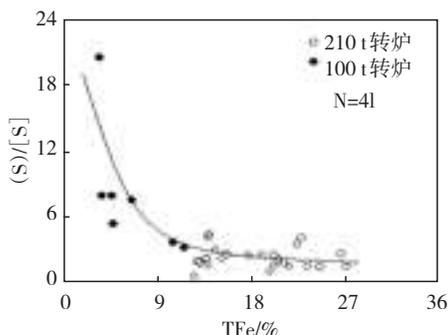


图6 渣中全铁对渣钢间硫分配比的影响

3) 控制脱碳炉回硫。脱碳炉脱硫能力与常规转炉相当,渣钢间硫分配比波动在4~6,在改善化渣工艺的前提下,稳定控制渣钢间硫分配比为6时,若避免回硫则要求炉渣中的硫含量 $\leq 0.03\%$ 。因此,降低石灰硫含量 $\leq 0.03\%$ 是避免脱碳炉回硫的基本条件。随着转炉终点硫含量的进一步降低,必须相应降低石灰硫含量。脱碳炉少渣冶炼采用专用低硫石灰是解决脱碳炉钢水回硫的技术关键。

4.3 低氮、低氢钢冶炼

和常规转炉相比,脱碳炉具有更强的脱N和脱H能力,其原因是:供氧强度大,脱碳速度快;少渣冶炼使石灰等辅料加入量减少,减轻了有害气体对钢水的污染;采用快速出钢技术,避免了倒炉造成的钢水污染;采用高碳出钢技术,有利于降低终点钢水气体含量,如图7所示。

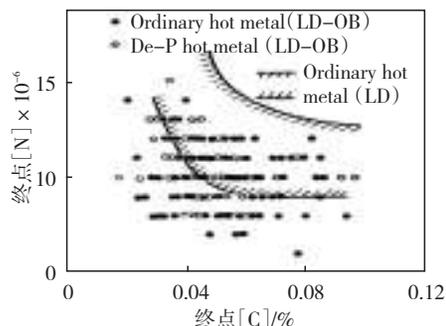


图7 终点[C]对[N]的影响^[5]

根据日本钢厂的经验,采用转炉少渣冶炼工艺后钢水氮含量可控制在 15×10^{-6} 以下,氢含量达到 1.5×10^{-6} 。

4.4 高碳出钢与低氧冶炼

通常转炉终点钢水氧含量决定于不同吹炼条件下熔池临界碳含量 C_p :当熔池碳含量高于 C_p 时,熔池脱碳受氧传输控制,供氧不会造成钢水过氧化。当熔池碳含量低于 C_p 时,脱碳受碳扩散控制,随碳含量降低,钢水过氧化趋于严重。临界碳含量 C_p 与吹炼工艺参数的关系如下:

$$C_p = 4.2 \times 10^3 \cdot (Q/W) (L/L_0)^{-0.4} \varepsilon^{-0.33} \quad (1)$$

从式(1)可以看出,不同吹炼工艺条件下熔池临界碳含量与供氧强度成正比,随供氧强度增高, C_p 值加大,而与顶吹枪位和熔池搅拌强度成反比,增加搅拌强度和顶枪冲击深度有利于避免钢水过氧化。根据这一工艺原理,低氧钢冶炼技术包括以下工艺:1)适当降低顶吹供氧强度,见图8。2)提高底吹供气强度。3)采用低枪位吹炼,提高射流冲击深度。4)采用高碳出钢,提高终点 $[C] \geq 0.06\%$ 。采用以上技术可控制转炉终点钢水 $[O] \leq 350 \times 10^{-6}$ 。

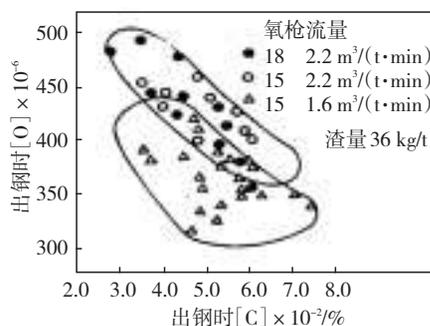


图8 供氧强度对终点[C][O]积的影响^[6]

5 低成本制造工艺

洁净钢低成本制造工艺主要包括减少渣量、降低铁耗、直接利用炼钢废弃物和氧化物熔融还原3项核心技术。

5.1 减少渣量,降低铁耗

减少渣量是降低洁净钢生产成本的重要措施,随着渣量的减少炼钢过程铁耗降低,达到降低冶炼成本的目的。日本通常采用两种工艺减少炼钢渣量:

1) 少渣冶炼技术。通常采用高炉低硅冶炼工艺,稳定控制铁水 $[Si] \leq 0.4\%$ 。为满足脱磷炉脱磷的碱度要求,控制吨钢石灰加入量 ≤ 20 kg。脱碳炉采用少渣冶炼,吨钢石灰加入量控制在10 kg。总计转炉吨钢石灰消耗 ≤ 30 kg,转炉吨钢渣量波动在60~70 kg。

2) “零”渣量冶炼工艺。通常采用铁水罐脱硅预处理工艺,将高炉铁水 $[Si]$ 控制在0.2%以下,则脱磷炉吨钢石灰消耗可以控制在10 kg,脱碳炉吨钢石灰消耗10 kg,则吨钢石灰总消耗 ≤ 20 kg。若采用脱碳炉返回渣取代石灰,则整个炼钢过程吨钢石灰

总消耗约为10~15 kg,总吨钢渣量波动在25~30 kg,称为“零”渣量冶炼工艺。如图9所示,“零”渣量工艺和传统工艺相比渣量可从120 kg/t降低至60 kg/t,减少渣量50%。

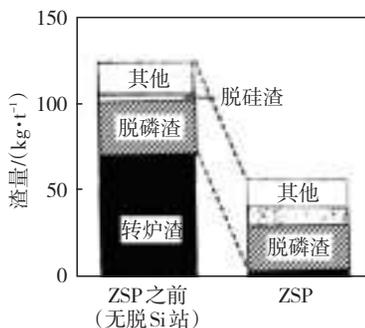


图9 “零”渣量冶炼工艺的渣量控制^[3]

上述2种工艺的主要差别在于是否进行铁水脱硅预处理。少渣冶炼工艺不需要进行铁水脱硅,工艺流程简单。同时铁水物理热较高,可保证废钢熔化,并可根据铁水、废钢的市场条件灵活调节铁水硅含量,提高入炉废钢比 $\geq 18\%$,在生产组织上具有较大的灵活性。“零”渣量冶炼工艺石灰消耗和转炉渣量大幅度降低,对节能减排提高资源利用率有很大好处。

减少转炉渣量可明显降低炼钢炉渣中的铁氧化损失,同时在脱磷炉内采用低氧化铁造渣工艺,控制渣中 $\text{FeO} \leq 5\%$,进一步降低了炼钢铁耗。如表3所示,采用少渣冶炼与传统炼钢工艺相比可减少渣中铁损13 kg/t;同时少渣冶炼转炉多采用氧化物熔融还原工艺,可在脱磷炉中还原铁矿石回收金属铁6 kg/t,脱碳炉内还原锰矿回收金属锰2 kg/t,总计采用少渣冶炼工艺后可比传统转炉降低炼钢铁耗20 kg/t。

表3 新、旧工艺炼钢铁耗的对比 kg/t

项目	传统工艺	新工艺			差值
		脱磷炉	脱碳炉	合计	
碳氧化	43	5	38	43	
硅氧化	4	4	0	4	
锰、磷氧化	2	2	0	2	
渣中铁氧化	17	3	4	7	-10
渣中带铁	8	3	2	5	-3
烟尘	4	1	3	4	0
其他	2	1	2	3	1
矿石还原	0	6	2	8	-8
铁损合计	80	13	47	60	20

5.2 直接利用炼钢废弃物

直接利用炼钢废弃物(如炉渣、粉尘等)制成高效脱磷剂或化渣剂可以大幅度降低超洁净钢生产成本,获得明显的经济效益。

1)脱碳炉渣的返回利用。和歌山厂采用双联工艺,脱碳炉渣全部返回到脱磷炉代替石灰作为造

渣剂。控制脱碳炉渣碱度 $R=4$,脱磷炉渣碱度 $R=2$,故每炉添加20 kg/t脱碳炉返回渣可节省10 kg/t石灰。若控制铁水 $[\text{Si}] \leq 0.2\%$,则脱磷炉可完全采用脱碳炉返回渣造渣即可满足脱磷要求,使全部炼钢石灰消耗降低到10 kg/t。

2)脱碳炉粉尘的直接利用。炼钢生产中通常产生含 FeO 40%~50%左右的除尘灰20~25 kg/t,全部返回到脱磷炉内代替矿石作为固体氧化剂使用,以利于降低炼钢成本。目前和歌山厂炼钢粉尘直接利用率已达到60%。

3)利用粉尘研制高效脱磷剂有利于初期渣的熔化,并可适用于铁水 $[\text{Si}]$ 变化大的生产条件,提高炉渣碱度对提高脱磷率和控制回硫有明显好处。

5.3 氧化物熔融还原

氧化物熔融还原直接合金化可以提高钢水收得率,降低炼钢铁耗。在脱磷炉内采用低 FeO 脱磷工艺添加部分矿石作为固体氧化剂脱磷,实现铁矿熔融还原。在脱碳炉内添加少量锰矿,一方面可为造渣工艺提供必要 SiO_2 ,促进初渣熔化;另一方面锰矿经过熔融还原后可提高终点残锰含量,减少脱氧铁合金消耗。

脱碳炉内锰矿熔融还原直接合金化的工艺措施是:1)脱磷炉内提高脱硅初期的供氧强度,如图10所示,随着供氧强度的升高,脱硅过程中锰的烧损大幅度降低,有利于提高铁水锰的收得率。2)开发低 FeO 脱磷工艺,控制脱磷炉渣 $\text{FeO} \leq 4\%$ 可降低脱磷过程中锰矿烧损,提高铁水锰的收得率。3)脱碳炉实现少渣冶炼和高碳出钢工艺可避免吹炼末期锰的大量烧损。4)在脱碳炉少渣冶炼条件下实现锰矿熔融还原,提高残锰含量(日本钢中残锰可控制到0.9%)。如图11所示,采用造渣控制工艺在锰矿加入量 ≤ 8 kg/t的条件下可使锰的收得率达到80%~100%,钢中残锰可达到0.7%,具有明显的经济效益。

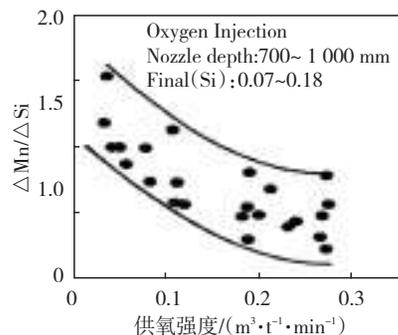


图10 供氧强度对锰烧损的影响

6 建议

为加快国内钢厂高效低成本洁净钢平台的建

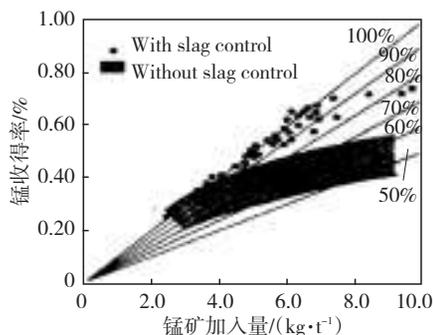


图11 锰矿加入量与锰收得率的关系^[7]

设,提出以下建议:

1)加快转变技术理念。建设高效低成本洁净钢平台,不单纯是设备与工艺的改变,更重要的是洁净钢生产的指导思想、工艺理念和生产运行观念发生较大改变。需要进一步加强对于少渣冶炼、高速吹炼、加快生产节奏以及质量、成本与原材料要求等方面的宣传和引导工作,力求突破传统观念的束缚,从更新、更高的角度全方位考察洁净钢生产工艺,探索洁净钢生产的新工艺方法。

2)树立典型,抓好样板。目前京唐钢铁公司炼钢厂已采用洁净钢生产的新流程,但限于传统观念的束缚,许多技术指标尚未达到日本钢厂的水平。今后需要加强领导,转变观念,认真细致做好各项技术工作,真正为国内树立起洁净钢生产新流程的示范样板,促进新工艺在国内的推广和应用。

3)鼓励技术创新。洁净钢生产新流程在日本已经获得广泛应用,韩国也开始加强这一领域的研究开发和推广工作。相比之下,国内的技术水平和

认识程度还存在较大的差距,在新工艺推广和应用中由于国情不同,工艺、设备和原料均有较大差距,不可能完全照搬国外的先进经验。因此,必须大力提倡技术创新,通过不断的实践与创新,开发出具有中国特色的洁净钢生产新工艺流程。

4)新建钢厂大胆采用洁净钢生产新工艺流程,将研究开发、工程设计与生产运行等方面的技术人才有机结合起来,按照洁净钢平台建设的技术条件与标准建设新钢厂,不断优化工艺与设备设计,为新钢厂的建设打下良好的基础。

参考文献:

- [1] 赤井真一,洲浜重忠,清水宏,等.福山第2製鋼工場転炉型脱P設備の建設と操業[J].材料とプロセス,2003,16(1):114.
- [2] Toshiyuki Ueki, Kiyohito Fujiwara, etc. High Productivity Operation Technologies of Wakayama Steelmaking Shop [C]//The Tenth Japan-China Symposium on Science and Technology of Iron and Steel,2004(11):122.
- [3] 川火田凉,小平悟史,渡边敦,等.転炉ゼロスラグ吹錬による環境調和型新製鋼プロセス[J].NKK技報,2002(178):1.
- [4] 吉田克磨,山崎熏,户崎泰之,等.2基の复合吹炼轉炉を用いる溶銑予各処理,本吹炼による高功率精炼法の開発[J].鉄と鋼,1990(11):1 817.
- [5] 迁野良二,小島正道,远藤公一,等.高级钢管および薄板における高纯度鋼製造技術[J].鉄と鋼,1990(11):1 948.
- [6] 西川广,近藤宽,岸本康夫,等.底吹き轉炉の精炼機能の扩大[J].鉄と鋼,1990(11):1 940.
- [7] 川崎正藏,平桥英行,青木松秀,等.神戸制鉄所における轉炉を中心とした精炼プロセスの改善[J].鉄と鋼,1990(11):1 900.

学会动态

关于编辑出版“纪念山东金属学会成立30周年特刊”征文的通知

各团体会员、常务理事及成员单位:

山东金属学会成立于1981年8月。30年来,山东金属学会始终坚持为广大会员和企业服务的宗旨,广泛开展省内外冶金学术创新、科技创新和管理创新交流活动及行业重大课题研究、技术服务等推动学科发展的工作,学会的组织建设和能力建设不断加强,为推动山东冶金工业的发展做出了贡献。多年来,山东金属学会连续被中国金属学会、山东省科协评为学会工作先进集体,被山东省民政厅评为优秀社会组织,2010年被省科协评为全省首届十佳学会,山东金属学会的工作得到了全省会员和企业、上级主管部门的赞誉。

值山东金属学会成立30周年之际,为了更好地服务企业、服务会员,进一步促进科技创新和技术交流,山东金属学会将举办系列纪念活动,其中,编辑出版“纪念山东金属学会成立30周年特刊”是该活动的重要组成部分。为了顺利开展特刊的编辑出版工作,现面向全省冶金企业工程技术人员和管理工作者等征集近年来在节能减排、淘汰落后、发展循环经济,优化原料结构、工艺结

构、产品结构等方面的新技术和生产经验;资产重组、调整布局、提升档次,落实科学发展观、创新发展理念、转变发展方式、实现又好又快发展的经验和措施,凝心聚力、降本增效、共克时艰的新思路、新方法等方面的论文,具体来稿要求请参见《山东冶金》征稿简则。金属学会成立论文评审委员会,制定论文评审办法,对征集的论文评选出优秀论文一、二、三等奖,除对获奖论文作者颁发证书外,还对论文进行整理,编辑出版“纪念山东金属学会成立30周年特刊”。该特刊于2011年10月底出版。

征文到2011年6月31日截止,请各单位广泛发动,认真组织本单位的工程技术人员和管理人员等积极撰写论文,并按照规定时间要求,由各单位统一发送到《山东冶金》编辑部。

联系电话:0531-88593054,88593055

E-mail:sdybjbb@263.net;sdybjbb@sina.com

联系人:袁培燕,崔明

山东金属学会