

我国炼钢工业炉用碱性不定形耐火材料

张兴业

(山东镁矿, 山东 莱州 261408)



摘要: 介绍了我国炼钢工业炉用碱性不定形耐火材料的品种和使用状况。各种碱性不定形耐火材料的使用, 提高了我国炼钢工业炉的使用寿命, 促进了我国炼钢工业的发展。

关键词: 炼钢工业炉; 碱性不定形耐火材料; 使用状况

中图分类号: TF065.1

文献标志码: A

文章编号: 1002-1639(2010)05-0039-04

Basic Non-shaped Refractories for Steel-making Industrial Furnace in China

ZHANG Xing-ye

(Shandong Magnesite Mine, Laizhou 261408, China)

Abstract: Varieties and using status of basic non-shaped refractories for steel-making industrial furnace in China are introduced. All kinds of basic non-shaped refractories are used to increase service life of steel-making industrial furnace and promote steel-making industry development.

Key words: steel-making industrial furnace; basic non-shaped refractories; using status

碱性不定形耐火材料具有抗碱性炉渣的侵蚀能力强、不污染钢水、使用寿命长、使用方便等优点。被广泛应用于炼钢工业的转炉、电炉、精炼炉和连铸中间包等高温工业炉的炉衬及炉衬损坏部位的修补, 取得了良好的使用效果, 使炉衬的寿命大幅度提高。目前, 我国炼钢高温设备使用的碱性不定形耐火材料的主要品种有: 镁质和镁钙质喷补料、镁碳质自流补炉料、镁质和镁钙质涂抹料、镁质干式捣打料和镁质浇注料等。

1 炼钢转炉用碱性不定形耐火材料

炼钢转炉用碱性不定形耐火材料主要用于炉衬损坏部位的修补, 其品种有: 镁质喷补料、镁钙质喷补料、镁碳质自流补炉料。

1.1 转炉耳轴渣线修补用镁质喷补料和镁钙质喷补料

转炉是我国主要的炼钢设备, 随着转炉向着大型化方向发展和强化冶炼操作, 使转炉内衬耐火材料的使用条件更加苛刻, 加速了炉衬的损毁, 尤其是耳轴渣线部位, 始终受到高温炉渣的化学侵蚀和机械冲刷, 是炉衬最先损毁和损毁最严重的部位。为了提高炉衬的整体使用寿命, 炼钢厂普遍采用喷补技术, 对转炉的耳轴渣线等易损难补部位实施喷补即采用喷枪将喷补料喷射到耳轴渣线损毁部位, 经过一定时间的烧结, 喷补料层与炉衬本体烧成一体, 使损毁部位得到修补, 达到延长炉衬寿命的目的。每喷补一次, 一般可使炉衬寿命提高 5 ~

8 炉。

我国炼钢转炉炉衬的喷补主要采用半干法, 即干喷补料与水分别进入喷枪, 在喷枪的出口处混合后喷向炉衬。半干法喷补的优点可灵活调节干料和水的比例; 喷补料的附着率高, 烧结时间短; 喷补层致密等。

目前, 我国转炉喷补用的喷补料主要有镁质和镁钙质两种。生产喷补料的主体原料有烧结镁砂、电熔镁砂, 烧结白云石砂, 合成镁钙砂等。结合剂有聚磷酸盐、粉状硅酸钠、铝酸盐水泥等。辅助原料有软质黏土、膨润土、消石灰等。转炉喷补用镁质喷补料和镁钙质喷补料的理化指标见表 1^[1]和表 2^[2]。

表 1 转炉用镁质喷补料理化指标

w(MgO)/%	w(CaO)/%	w(Al ₂ O ₃)/%	w(Fe ₂ O ₃)/%	w(SiO ₂)/%
76.45	7.02	1.62	1.08	4.02
82.41	2.21	1.78	1.30	6.52
灼减/%	堆积密度/g · cm ⁻³	粒度/mm	耐火度/℃	
2.63	1.54	< 3	> 1790	
1.50		< 3	> 1790	

表 2 转炉用镁钙质喷补料理化指标

w(MgO)	w(CaO)	w(SiO ₂)	施工体积密度/ g · cm ⁻³	w(H ₂ O)/%
65.98	20.04	4.99	2.36	11

1.2 转炉装料侧、出钢侧和炉底修补用镁碳质自流补炉料

装料侧、出钢侧和炉底等部位, 在装料和出钢时受到炉料(铁水和废钢)、钢水和熔渣的冲刷和化学侵蚀,

收稿日期: 2010-04-26; 修回日期: 2010-05-11

作者简介: 张兴业 (1959—), 男, 山东莘县人, 高级工程师, 主要从事新型镁质合成耐火材料的研发工作。

这些部位也是转炉损毁较严重的部位，为了更好的对这些部位进行修补，延长炉衬使用寿命，我国的耐火材料科研机构和生产厂家合作，结合这些部位易修补的特点，开发出了镁碳质自流补炉料。将这种补炉料投入到炉内炉衬的损毁部位，受热后能够自动流淌展开，将损毁部位补平。经过一定时间的烧结后，一般烧结 30 min 左右，即可形成结构致密的烧结层。该烧结层具有较高的高温强度，对炉料□钢水和熔渣的各种破坏作用均有着较强的抵抗能力，使寿命延长。如某科研单位研制的环保型转炉镁质自流补炉料，热态流动性好，烧结时间短，与原炉衬结合强度高，抗侵蚀和抗冲刷能力强。用于首钢 210 t 转炉的装料侧和出钢侧两个大面的修补，每修补一次可使转炉冶炼 25 次。用于鞍钢 180 t 转炉的修补，每修补一次可冶炼 30 次。

镁碳质自流补炉料使用方便，补炉效果好，深受钢厂欢迎。生产镁碳质自流补炉料的主要原料有电熔镁砂或烧结镁砂、镁钙砂；含碳结合剂有高温沥青、酚醛树脂、葱油、煤焦油；添加剂有烧结剂、发热剂和助熔剂等。不同的生产厂家对各种原料的选择和配置有所不同。某一种镁碳质自流补炉料的主要理化指标^[3]见表 3。

表 3 转炉用镁碳质自流补炉料

w(MgO)/%	w(C)/%	体积密度 (1 000 °C 处理)/g · cm ⁻³	显气孔率 (1 000 °C 处理)/%
75	12	2.38	2.83
77	7	2.47	2.42

目前，我国炼钢转炉炉衬维护的是多种措施并用。转炉的前后两个大面和炉底用自流补炉料投补；耳轴和渣线等难补部位采用喷补料喷补；采用溅渣护炉可对整个炉衬进行修补。通过采取以上补炉措施，对转炉炉衬实施综合性的维护，使我国炼钢转炉的寿命成数倍的提高，炉龄达到上万次，操作条件较好的转炉炉衬寿命则达到几万炉。如武钢二炼钢厂 1[#]转炉，2003 年曾创造了 30 368 次的世界转炉炉龄记录^[4]。

2 电炉用碱性不定形耐火材料

我国炼钢工业的电炉大多数为 50 t 以上的超高功率电炉，主要用于冶炼特殊钢种。所用碱性不定形耐火材料主要有镁质和镁钙质渣线喷补料、镁钙铁质干式炉底捣打料等。

2.1 电炉渣线喷补料

电炉的热点部位和渣线区受到高温熔渣的侵蚀和冲刷，以及电极弧光的超高温辐射，是电炉最易损坏的部位，为了延长寿命，炼钢厂主要是采用喷补料对这些部位实施喷补维护。所用的喷补料主要有镁质和镁钙质喷补料。生产电炉喷补料的原料有电熔镁砂、烧结镁砂、烧结白云石砂、合成镁钙砂等；结合剂有硅酸盐和聚磷酸

盐以及微粉等。某超高功率电炉用渣线喷补料的理化指标^[5]见表 4。

表 4 电炉镁质用喷补料

w(MgO)	w(CaO)	w(SiO ₂)	体积密度/ g · cm ⁻³	耐压强 度/MPa	抗折强 度/MPa	线变化 率/%
%			(1 500 °C 3 h)			
83.26	6.30	6.50	2.64	31	10	1.4
76.4	6.72	6.22	2.80	36	12	1.0

某特钢厂 100 t 超高功率电炉在运行期间，采用以上喷补料及时地对炉衬损毁部位实施喷补，使该电炉炉衬的使用寿命提高 36%。

2.2 电炉炉底用镁钙铁质干式捣打料

炼钢电弧炉的炉底、炉坡受到高温钢水和熔渣的冲刷和侵蚀，装入废钢时的机械冲击，要求炉底耐火材料高温机械强度高，抗冲刷，抗冲击，热震稳定性好，抗侵蚀能力强。

目前，我国炼钢工业的高功率和超高功率电炉的炉底普遍采用镁钙铁质干式捣打料，取得了良好的使用效果。如上海宝钢 150 t UHP 电炉炉底寿命达到 1 087 次；上钢五厂 100 t GHH 多触杆式 DC 电炉炉底，使用辽宁某集团生产的镁钙铁干式捣打料，使用寿命达到 1 026 次^[2]；舞阳钢铁公司 90 t UHP 电炉炉底寿命也在 1 500 次以上；天津钢管公司 150 t UHP 电炉、抚顺钢厂 50 t UHP 电炉等使用镁钙铁质干式炉底捣打料，均取得了良好的效果。随着我国 UHP 电炉数量的不断增加，各种干式炉底捣打料使用量也将不断增加。

镁钙铁质干式捣打料是以 MgO 为主要成分，CaO 和 Fe₂O₃ 为辅助成分的碱性复合不定形耐火材料。其矿物组成为方镁石 (MgO)，铁酸二钙 (2CaO · Fe₂O₃) 和少量的含 Al₂O₃ 与 SiO₂ 的杂质相。在使用过程中，通过材料中的低熔点矿物 2CaO · Fe₂O₃ 在较低的温度下产生液相，促进材料烧结，使炉底形成坚固的烧结体，对钢水的冲刷和侵蚀，对废钢及其他炉料的冲击均有着良好的抵抗能力。与砖砌炉底相比，干式炉底捣打料具有施工方便，整体性能好，机械强度高，易于修补，使用寿命长等优点。在使用过程中干式炉底是逐渐烧结，在烧结层的下部仍为未烧结的散料层，该料层具有良好的保温性能，并能缓冲烧结层在温度变化时产生的应力，减轻对炉壳的破坏作用。目前，我国炼钢工业的超高功率电炉已普遍使用镁钙铁质干式炉底捣打料。其中有国产料，也有进口料。同样，我国生产的镁钙铁质干式炉底捣打料也向国外出口。钙铁质干式捣打料的主要原料有合成镁钙铁砂、电熔镁砂、合成镁钙砂、高铁镁砂等。不同的生产厂家所采用的原料和配置方法不尽相同。有的生产厂家配制干式料原料全部采用合成镁钙铁砂，这种干式料的特点是易烧结。但形成的烧结层过厚，在间歇操作时，由

于冷热交替可能会导致炉底出现较深的裂缝,易渗钢水;并且炉底拆除困难。在高温使用过程中炉底工作层中有较多的液相存在,降低了炉底工作的高温使用性能。鉴于以上情况,有些生产厂家在颗粒料中配入一定比例的电熔镁砂,使干式料的高温使用性能得到了改善。

在国外,有的生产厂家配制镁钙铁质干式料时,在细粉中加入以铁酸二钙($2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$)为主要矿物组成的预合成钙铁系陶瓷细粉作为烧结剂。

镁钙铁干式炉底捣打料的理化指标^[6]见表 5。

表 5 镁钙铁质干式电炉炉底捣打料

w(MgO)	w(CaO)	w(Fe ₂ O ₃)	w(SiO ₂)	颗粒组 成/mm	耐压强度/MPa	
%					(1 200 ℃ 3 h)	(1 600 ℃ 3 h)
>88	4~6	4~6	<1.2	0~5	>10	>25
>83	7~9	5~7	<1.5	0~5	>10	>30

3 连铸中间包用碱性不定形耐火材料

中间包是炼钢连铸生产中的关键设备之一,担负着从钢包中接受钢水、储存钢水、对钢水进行净化和再精炼分配钢水等多项任务。中间包内衬耐火材料承受着高温钢水和熔渣的化学侵蚀、冲刷和渗透等破坏作用,使用条件非常苛刻。为了满足炼钢连铸生产的需要,我国耐火材料科研部门研发出了多种使用性能优良的中间包用耐火材料。其中,中间包用碱性不定形耐火材料主要有:镁质中间包涂料、镁钙质中间包涂料、镁质中间包干式捣打料和镁质浇注料等。

3.1 镁质中间包涂料

镁质涂料主要用于连铸中间包的工作层。施工方法可采用机械喷涂,也可采用人工涂抹。具有施工方便,耐侵蚀,使用寿命长,不污染钢水等优点。我国开发的镁质涂料在不同的钢铁企业、不同的连铸工艺和不同类型得中间包上使用,均取得了良好的使用效果。如河南某钢铁公司 15 t 中间包连铸普碳钢,采用镁质涂料后,连浇炉数达到 32 炉。另一钢铁公司 70 t 超高功率电炉连铸中间包使用高性能镁质涂料,连铸 45#钢和 60 MnSi 钢,平均连浇 36 炉,最高达到 45 炉。自 20 世纪 90 年代中期,镁质中间包涂料开始在我国大批量的推广应用,至今仍然是我国连铸中间包工作层的主要耐火材料之一。

镁质涂料是以镁砂为主要原料,根据使用条件不同,可选用普通烧结镁砂 二步煅烧镁砂 高纯镁砂和电熔镁砂等。辅助原料有 Al₂O₃粉 软质粘土 有机纤维材料和减水剂等。结合剂主要有 SiO₂微粉 聚磷酸盐和粉状硅酸钠等。镁质中间包涂料的理化指标^[7]见表 6。

表 6 镁质中间包涂料理化指标

w(MgO)/%	体积密度/ g · cm ⁻³ (100 ℃ 24 h)	耐压强度/MPa		线变化率/% (1 500 ℃ 3 h)
		(110 ℃ 24 h)	(1 500 ℃ 3 h)	
85.66	1.83	4.84	8.34	-2.8

3.2 镁钙质中间包涂料

含有游离 CaO 的耐火材料能够吸附钢水中的非金属夹杂,具有净化钢水的功能,特别使用于生产洁净钢。为了满足洁净钢连铸生产的需要,我国开发出了多种 CaO 含量不同的镁钙质中间包涂料,经过多家钢铁企业在不同规格的连铸中间包上使用,取得了良好的使用效果。如上海某特殊耐火材料厂生产的镁钙质涂料,经宝钢使用,粘附性良好,快干不开裂,抗侵蚀性能良好,使用寿命一般连浇 5 炉,最高达 8 炉。实践证明,镁钙质涂料能够吸附钢水中的 Al₂O₃、SiO₂、S 等非金属夹杂,有利于提高钢水洁净度。停包后涂层自动粉化解体,易于翻包,提高了中间包的利用率。配制镁钙质中间包涂料的主要原料有优质镁砂、合成镁钙砂、高纯石灰石和熟石灰等。镁钙质中间包涂料的主要理化指标^[8]见表 7。

表 7 镁钙质中间包涂料理化指标

w(MgO)	w(CaO)	w(Al ₂ O ₃)	w(SiO ₂)	线变化率/% (1 500 ℃ 3 h)
%				
72.4	12.3	1.5	6.2	-1.67
51.2	32.7	1.43	6.42	
体积密度/g · cm ⁻³		耐压强度/MPa		
(110 ℃ 24 h)	(1 500 ℃ 3 h)	(110 ℃ 24 h)	(1 500 ℃ 3 h)	
2.0	1.95	6.4	13.6	
1.65	1.68			

3.3 镁质干式捣打料

镁质中间包工作衬干式料是以各种镁砂、白云石砂为主要原料。辅助原料有烧结剂、增强剂、改性剂等。烧结剂常采用某些低熔点的固体有机物和无机物的复合物。如酚醛树脂粉、硼酸、硫酸镁和软质粘土等。中间包干式捣打料包衬,在烘烤和使用过程中,以“烧结结合”的方式形成致密的工作层。对钢水和熔渣的侵蚀、冲刷和渗透均有着良好的抵抗能力,使中间包的使用寿命大幅度的提高。如河南某钢铁公司连铸中间包使用镁质干式捣打料包衬,使用寿命是硅质绝热板的 5 倍,是镁质涂料的 2 倍多。镁质中间包干式料除了使用寿命长外,还具有施工方便;不需干燥,烘烤时间短,节约能源;在使用过程中不污染钢水;使用后易翻包等。因此,受到用户的欢迎。自本世纪以来,镁质中间包干式捣打料在我国得到了快速发展。目前,已成为我国连铸中间包的主要耐火材料之一。中间包干式捣打料的主要理化指标见表 8^[9]和表 9^[10]。

表 8 镁质中间包干式捣打料的理化指标

w(MgO)	w(CaO)	体积密度/g · cm ⁻³		抗折强度/MPa	
%		(200 ℃ 8 h)	(1 500 ℃ 3 h)	(200 ℃ 8 h)	(1 500 ℃ 3 h)
>80	5~8	>2.1	>2.2	>5.0	>6.0

表 9 镁质中间包干式捣打料的理化指标

w(MgO)	w(CaO)	体积密度/g·cm ⁻³		抗折强度/MPa	
		(250℃ 6h)	(1500℃ 3h)	(250℃ 8h)	(1500℃ 3h)
%	%				
54.25	41.25	2.21	2.16	29.8	18.3

3.4 镁质浇注料

镁质浇注料主要用于制做连铸中间包的工作层衬板、挡渣堰(墙)、稳流器和冲击板等耐火预制件。镁质浇注料预制件抗侵蚀性能好,使用寿命长,不污染钢水,深受钢厂欢迎,目前,在我国各种连铸中间包中得到广泛应用。

在连铸生产过程中,中间包预制件承受着高温钢水的冲刷、熔渣和覆盖剂的化学侵蚀等。要求中间包预制件具有较高的高温强度,良好的热震稳定和较强的抗侵蚀能力,并且不对钢水造成污染。

目前,我国生产镁质浇注料的主要原料是各种优质镁砂,使用的结合剂有:SiO₂微粉、粉状硅酸钠、聚磷酸盐和铝酸盐水泥等。添加物有:高熔点的氧化物微粉、不锈钢纤维和有机防暴纤维等。加入高熔点的氧化物微粉,在高温下与MgO反应生成高温复合矿物相,可提高预制件的高温强度、热震稳定性和抗侵蚀性能。加入不锈钢纤维可显著提高预制件的机械强度和抗剥落性能。某些镁质浇注料的主要理化指标^[11]见表 10。

表 10 镁质浇注料理化指标

w(MgO)	w(CaO)	w(Al ₂ O ₃)	w(SiO ₂)	体积密度	耐压强	抗折强	热导率/
%				/g·cm ⁻³	度/MPa	度/MPa	W·m ⁻¹ ·K ⁻¹
86.00				2.8	80	8.0	3.42
81.84	2.79	0.47	6.92	2.0		4.5	0.6

4 精炼炉用碱性不定形耐火材料

精炼炉是对转炉或电炉冶炼过的钢水进行二次精炼的高温设备。目前,我国炼钢工业主要使用的精炼炉有:LF(VD)炉、RH炉、AOD炉和VOD炉。在钢水的精炼过程中,炉内温度高、炉温变化频繁、炉渣碱度变化大、抽真空、钢水和熔渣剧烈搅动等。因此,精炼炉炉衬耐火材料的使用条件要比一次冶炼设备(转炉、电炉)更加苛刻。为了提高各种精炼炉的使用寿命,除了采用优质炉衬材料外,还采用喷补料对精炼炉的渣线等损坏严重部位及时进行喷补。精炼炉用喷补料有镁质和镁钙质两种,以电熔镁砂、高纯烧结镁砂和高纯镁钙砂为主体原料,以复合磷酸盐和硅酸盐作结合剂,辅以其它添加剂,如某些高熔点氧化物的微粉等。某钢铁公司VOD精炼炉用喷补料的理化指标^[12]见表 11。

表 11 VOD 精炼炉喷补料理化指标

w(MgO)	w(SiO ₂)	w(CaO)	体积密度/	耐压强	抗折强	线变化
%			g·cm ⁻³	度/MPa	度/MPa	率/%
%			(1500℃ 3h)	(1500℃ 3h)	(1500℃ 3h)	
78.62	4.94	8.72	2.8	36	12	1.0

大钢二炼钢 75 tVOD 炉在运行期间,采用以上喷补料及时对损毁严重的耳轴两侧渣线和侧墙进行喷补,使炉衬寿命由 8 次提高到 12 次,最高达到 16 次。

上海宝钢 300 tRH 炉的镁钙质浸渍管,采用镁质和镁钙质喷补料进行喷补维护,取得了较高的炉龄。所使用的喷补料具有良好的施工性能,附着率达到 90%,喷补后使用寿命平均 3~4 次,达到国际先进水平。RH 炉浸渍管用喷补料的理化指标^[13]见表 12。

表 12 RH 炉浸渍管用喷补料理化指标

w(MgO)	w(CaO)	w(SiO ₂)	w(Al ₂ O ₃)	粒度组成/m
%				
78.84	8.26	2.98	2.65	4~0
81.5	3.96	5.1	4.5	3~0

体积密度/g·cm ⁻³		耐压强度/MPa	
(110℃ 24h)	(1500℃ 3h)	(110℃ 24h)	(1500℃ 3h)
2.31	2.44	6.2	36.3
2.29	2.36	5.2	29.8

5 结 语

我国炼钢工业炉用碱性不定形耐火材料主要有镁质和镁钙质两种,生产所采用的主体原料为不同品级的烧结镁砂、电熔镁砂、烧结合成镁钙砂和白云石砂等;结合剂主要有聚磷酸盐、硅酸盐、SiO₂微粉、酚醛树脂和硬质沥青等;添加剂有增塑剂、促凝剂、减水剂、改性剂和烧剂等等。碱性不定形耐火材料不需成型和烧成,因此,生产工艺简单,生产费用低。

碱性不定形耐火材料耐高温性能好,抗熔渣侵蚀能力强,不对钢水造成污染,特别是含有游离CaO的镁钙质耐火材料还具有净化钢水的作用,而受到钢厂的青睐。

碱性不定形耐火材料在我国炼钢工业炉中的广泛应用,取得了良好的成效。大幅度地延长了炼钢工业炉的使用寿命,提高了炼钢生产效率,增加了钢产量,满足了某些特殊钢种冶炼的需要,取得了良好的经济效益和社会效益。

随着我国炼钢技术的不断发展,对碱性不定形耐火材料将提出更高的要求。不仅是数量和品种的增加,更重要的是要进一步提高各种碱性不定形耐火材料的使用性能。我国有着丰富的天然菱镁矿和白云石资源,为发展碱性不定形耐火材料提供了充足的原料。相信通过我国耐火材料科研机构、生产厂家和使用厂家的不断努力,一定能够不断地研发出使用性能更加优良的新型碱性不定形耐火材料,如:钢包用镁碳质浇注料、镁钙质浇注料等,满足我国炼钢工业不断发展的需要,并推动我国耐火材料向着不定形化方向快速发展。

参考文献:

- [1] 吴文芳. 镁质喷补料研究生产与使用 [C] // 王泽田, 储岩. 耐火材料技术与发展: 第 2 集. 北京: 冶金工业出版社, 1995.
- [2] 陈晓亚. 转炉耳轴喷补料的研制与应用 [J]. 耐火材料信息, 2005, 20 (6): 8.

CSP 板坯加热工艺的优化

刘占增^{1, 3}, 刘文清², 刘 静¹, 丁翠娇³

(1. 武汉科技大学 材料与冶金学院, 湖北 武汉 430080; 2. 武汉钢铁股份有限公司 CSP 厂, 湖北 武汉 430080;
3. 武汉钢铁(集团)公司研究院, 湖北 武汉 430080)



摘要: 系统地介绍了武钢 CSP 板坯加热炉的设备状况。基于 CSP 加热炉的生产特点, 分析了加热工艺与炉辊质量对产品质量的主要影响。从优化板坯加热工艺制度与燃烧控制入手, 开展了较为全面的改善 CSP 板坯加热质量、降低炉内氧化烧损和能耗的研究, 并在武钢 CSP 加热炉上取得了提高板坯加热质量、降低氧化烧损与煤气消耗的优良效果。

关键词: 板坯加热炉; 加热工艺; 板坯质量; 氧化烧损

中图分类号: TF06

文献标志码: A

文章编号: 1002-1639(2010)05-0043-03

Optimization for Heating Process of CSP Slab

LIU Zhan-zeng^{1, 3}, LIU Wen-qing², LIU Jing¹, Ding Cui-jiao³

(1. Institute of Material & Metallurgy, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430080, China;
2. CSP Plant of Wisco, Wuhan 430080, China;
3. Research and Development Center of WISCO, Wuhan 430080, China)

Abstract: The paper introduced the equipment of the wisco CSP furnace. Base on the CSP heating furnace production feature, it analyzed the heating technics and furnace roller that effect on the slab quality. By optimizing the heating process and combusting control, it put up the study on improving the heating quality of CSP slab, reducing the burning loss of the CSP heating furnace and energy consumption. In the end, it increased the heating quality of the slab, reduced the burning loss and gas consumption of the wisco CSP heating furnace.

Key words: heating furnace of slab; heating process; slab quality; burning loss

武钢 CSP 生产线于 2008 年年底建成, CSP 辊底式加热炉于 2009 年 1 月开始烘炉, 3 月份开始加热生产。对武钢来说 CSP 是一条全新的生产线, 尽快地使该线正常生产, 提高产品质量尤为重要。辊底式加热炉不同于传统的轧钢加热炉, 其加热温度和加热时间都发生了很大

变化(见表 1), 因此有必要分析研究辊底式加热炉, 优化 CSP 板坯加热工艺, 改善 CSP 板坯加热质量。

表 1 辊底式加热炉与传统加热炉的区别

项目	辊底式加热炉	传统轧钢加热炉
炉长/m	200 ~ 300	40 ~ 60
加热时间/min	20 ~ 30	180 以上
炉内温度/℃	1 150 ~ 1 250	根据钢种而定, 最高可到 1 400
板坯入炉温度/℃	800 ~ 1 000	一般为冷坯
板坯前进方式	炉底辊传送	步进式或推钢式

收稿日期: 2010-07-13; 修回日期: 2010-07-26

作者简介: 刘占增(1977—), 男, 河北献县人, 武汉科技大学材料与冶金学院在读博士, 现为武汉钢铁(集团)公司研究院工程师, 主要从事热加工工艺研究以及燃烧器的试验开发工作。

[3] 崔维平. 转炉大面烧结修补料的改进 [J]. 耐火材料, 2001, 35 (6): 366.
[4] 徐殿利, 陈建雄. 中国耐火材料工业改革发展三十年回眸 [J]. 耐火材料信息, 2009 (1): 4.
[5] 郁福卫, 李爱莲, 李峻岭, 等. 镁质喷补料在 100 t 竖式电炉炉衬上的应用 [J]. 耐火材料, 2002, 36 (5): 306-307.
[6] 张义先, 王诚训. 电炉炉底用 MgO-CaO-Fe₂O₃碱性混合料 [J]. 耐火材料, 2000, 34 (6): 348.
[7] 黄忠德, 洪少伟. 水平连铸中间包用镁质涂料的研制和应用 [J]. 耐火材料, 2000, 34 (2): 96-97.
[8] 潘永康, 于萍霞. 高钙镁钙质中间包涂料的性能与应用 [J]. 耐火材料, 1998, 32 (4): 216-218.

[9] 石立光, 张怀宾, 黄 群, 等. 碱性干式振动料在中间包上的应用 [J]. 耐火材料, 2003, 37 (4): 242-243.
[10] 周宁生, 胡书禾, 张三华. 不定形耐火材料发展动态 [J]. 耐火材料, 2004, 38 (3): 196-203.
[11] 赵 萍, 任学华, 李庭寿. 中间包工作层用镁质浇注板的研制与应用 [J]. 耐火材料, 2001, 35 (3): 170-171.
[12] 张朝霞, 郑俊国. VOD 钢包渣线用喷补料的开发与应用 [J]. 耐火材料, 2006, 40 (1): 68-69.
[13] 张跃璜, 华达文, 姚金甫, 等. RH-OB 炉用喷补料的开发 [C]//李庭寿, 孙险峰, 张用宾. 耐火材料科技进展. 北京: 冶金工业出版社, 1997.

作者: [张兴业](#), [ZHANG Xing-ye](#)
作者单位: [山东镁矿](#), [山东, 莱州](#), 261408
刊名: [工业加热](#) **ISTIC**
英文刊名: [INDUSTRIAL HEATING](#)
年, 卷(期): 2010, 39(5)

参考文献(13条)

1. [吴文芳](#) [镁质喷补料研究生产与使用](#) 1995
2. [陈晓亚](#) [转炉耳轴喷补料的研制与应用](#) 2005(06)
3. [崔维平](#) [转炉大面烧结修补料的改进](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2001(06)
4. [徐殿利](#); [陈建雄](#) [中国耐火材料工业改革发展三十年回眸](#) 2009(01)
5. [郁福卫](#); [李爱莲](#); [李峻岭](#) [镁质喷补料在100t竖式电炉炉衬上的应用](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2002(05)
6. [张义先](#); [王诚训](#) [电炉炉底用MgO-CaO-Fe₂O₃碱性混合料](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2000(06)
7. [黄忠德](#); [洪少伟](#) [水平连铸中间包用镁质涂料的研制和应用](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2000(02)
8. [潘永康](#); [于萍霞](#) [高钙镁钙质中间包涂料的性能与应用](#) 1998(04)
9. [石立光](#); [张怀宾](#); [黄群](#) [碱性干式振动料在中间包上的应用](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2003(04)
10. [周宁生](#); [胡书禾](#); [张三华](#) [不定形耐火材料发展动态](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2004(03)
11. [赵萍](#); [任学华](#); [李庭寿](#) [中间包工作层用镁质浇注板的研制与应用](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2001(03)
12. [张朝霞](#); [郑俊国](#) [VOD钢包渣线用喷补料的开发与应用](#)[期刊论文]-[耐火材料](#) 2006(01)
13. [张跃璜](#); [华达文](#); [姚金甫](#) [RH-OB炉用喷补料的开发](#) 1997

本文读者也读过(7条)

1. [李再耕](#) [不定形耐火材料的制备技术与应用技术走向](#)[期刊论文]-[洛阳工业高等专科学校学报](#)2002, 12(1)
2. [王体壮](#). [徐利华](#). [钱扬保](#). [姚云](#). [刘明](#). [李文超](#) [洁净冶炼用SiAlON耐火材料的制备技术进展](#)[会议论文]-2004
3. [侯谨](#). [张铁军](#). [杨恩松](#). [HOU Jin](#). [ZHANG Tie-jun](#). [YANG En-song](#) [包钢炼钢用耐火材料概述](#)[期刊论文]-[包钢科技](#) 2010, 36(z1)
4. [彭晖](#). [Peng Hui](#) [不定形耐火材料使用中几个值得注意的问题](#)[期刊论文]-[冶金能源](#)2000, 19(6)
5. [李庭寿](#). [张颐](#). [魏新民](#). [姚朝胜](#) [我国热风炉及耐火材料的技术发展](#)[会议论文]-2010
6. [秦福礼](#). [Qin Fuli](#) [采用不定形耐火材料喷补修复石灰窑炉衬的研制及应用](#)[期刊论文]-[耐火与石灰](#)2007, 32(2)
7. [李庭寿](#). [张颐](#). [魏新民](#). [姚朝胜](#) [我国热风炉及耐火材料的技术发展与建议](#)[期刊论文]-[中国钢铁业](#)2010(11)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_gyjr201005011.aspx