

# ★★世纪期刊网-专业论文文献原文传递服务网站★★

## 【关于我们】

世纪期刊网专业提供中文期刊及学术论文、会议论文的原文传递及下载服务。

## 【版权申明】

世纪期刊网提供的电子版文件版权均归属原版权所有人，世纪期刊网不承担版权问题，仅供您个人参考。

## 【意见建议】

请您不要丝毫保留对我们网站发展的意见建议，对于提出意见建议的朋友我们将提供单独的账户。

## 【联系方式】

商务及服务电话 013328196150 在线QQ 3042329 电子邮件 support@verylib.com

## 【访问网站】

**世纪期刊网** <http://www.verylib.com>

## 【网上购书】

**当当网** (图书最多)

**卓越亚马逊网** (送货最快)

**华储网** (专业计算机图书)

**99读书人网** (新秀推荐)

## 【网上商城】

**京东商城** (推荐商家)

## 【网上购物】

**淘宝网**

# ★★百万篇博硕本科论文全新推出★★

网址<http://www.verylib.com.cn/>

本次文章生成时间：2009-9-4 23:56:20

文章内容从第二页开始!

请将本站向您的朋友传递及介绍!

# 八钢70t电炉炼钢流程工艺优化实践

穆保安 宋维兆

(新疆八一钢铁股份有限公司)

**摘要:** 八钢70t电炉通过生产工艺优化和技术改进,进行了电炉炼钢流程高效化实践,开发了品种钢生产工艺技术,实现了普碳钢、优特钢生产集成一体短流程生产线。

**关键词:** 电弧炉;工艺优化;实践

**中图分类号:** TF741.3

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1762-4224(2006)03-0014-04

## 1 前言

电炉短流程生产线(超高功率电炉—炉外精炼—连铸)具有占地面积小、投资省、建设周期短、见效快等优点,但是最大的缺点是成本高于转炉成本。八钢电炉厂通过不断技术改造和技术创新,优化生产工艺,采取普碳钢生产高效化,品种钢生产工艺精细化等控制措施,在提高产能、降低成本及品种钢生产方面取得了效果。2005年产钢75万t,冶炼时间控制在43~53min,电耗达到290~390kWh/t,2006年上半年实现10万t品种钢的生产任务。

## 2 主要工艺设备参数

八钢电炉厂主要由一座70t超高功率直流电弧炉,一座70tLF钢包精炼炉,一台四机四流R8m小方坯连铸机组成,其主要设备参数见表1。

表1 主要设备参数

	项目	参数
电炉	电炉公称容量,t	70
	电炉变压器容量,kVA	60000
	电炉出钢形式	偏心炉底出钢(EBT)
钢包炉	精炼炉变压器容量,kVA	13000
	升温速度,℃	4
	流数	四机四流
连铸	弧型半径,m	8
	冷却方式	气雾

## 3 流程工艺优化实践

### 3.1 电炉流程高效化实践

电炉实现高效化的实质就是缩短电炉的冶炼周

期,电炉冶炼周期测试公式<sup>[1]</sup>:

$$T = 60CW/PA + T_0$$

式中, $T$ ——冶炼周期,min

$C$ ——吨钢电耗,kWh/t

$W$ ——钢水总重量,t

$P$ ——变压器容量,MVA

$A$ ——变压器利用率,%

$T_0$ ——冶炼周期内非通电时间总和,min

由公式可以看出,在出钢量、变压器容量不变的前提下,缩短冶炼周期的主要途径为:降低冶炼电耗,缩短通电时间和减少非通电时间。

采取的措施:(1)造好泡沫渣,提高热效率;(2)强化吹氧冶炼;(3)热装铁水;(4)强化标准化作业,减少补炉、加料、出钢及热停工时间。

#### 3.1.1 全废钢冶炼高效化

八钢电炉在全废钢冶炼时,主要进行了配料工艺优化,强化吹氧工艺,改进泡沫渣冶炼工艺,实现熔清期、氧化期过程泡沫渣冶炼工艺。

(1)配料工艺:优化前电炉主要采取配加焦炭600~800kg/炉或配加10%~20%生铁,由于配碳量较低,常常出现泡沫渣难造,过吹等现象,优化后将生铁配入量增加到20%~30%,同时在第二批料中配加一定量的焦炭,这样既可以保证炉料足够的配碳量,又可以保证熔池形成后能迅速形成泡沫渣。

(2)吹氧强度优化:优化前采取 $0.95\text{m}^3/\text{t} \cdot \text{min}$ 供氧强度,优化后制定出不同冶炼时期的供氧强度,熔化期吹氧的主要作用为切割废钢和元素氧化,采取送电5min以后吹氧,供氧强度选择 $1\text{m}^3/\text{t} \cdot \text{min}$ ,氧枪插入熔池中以提高熔化期氧气利用率。在氧化期以吹氧脱碳为主,熔池温度迅速升高。操作上一方

面提高供氧强度,达到脱碳的目的,另一方面控制好炉门流渣量,达到脱磷的目的。此时选择供氧强度为 $1.1\text{m}^3/\text{t}\cdot\text{min}$ 。

(3)熔清期、氧化期过程泡沫渣冶炼工艺:泡沫渣的好坏是决定电能利用的关键,在全废钢冶炼时,由于入炉废钢大部分为轻薄料,使炉渣中(FeO)含

量较高及炉渣碱度下降,造成熔渣的表面张力降低,炉渣变稀,熔渣的发泡能力减弱,埋弧困难。通过改善炉渣的成分,合理喷碳操作,并适当提高炉渣碱度和炉渣中MgO的含量,使炉渣发泡性能改善,达到电炉高档送电的埋弧效果,电炉泡沫渣工艺优化前后的泡沫渣成分对比见表2。

表2 电炉泡沫渣工艺优化前后的泡沫渣成分对比

	SiO <sub>2</sub> , %	CaO, %	MgO, %	TFe, %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , %	碱度
优化前	18.10	32.84	0	23	3.16	1.81
优化后	13.38	28.94	1.72	21.94	3.51	2.16

八钢电炉厂通过上述工艺优化,同时有效控制非生产时间,大大降低电炉冶炼周期,电炉冶炼周期

下降2.8min,由于冶炼时间缩短,电炉吹氧量、喷吹碳分等其它技术指标也明显下降,具体见表3。

表3 工艺优化前后全废钢冶炼指标对比

类别	冶炼周期, min	通电时间, min	电耗, kWh/t	氧耗, m <sup>3</sup> /t	喷碳量, kg/t	石灰消耗, kg/t
优化前	55.7	43.5	412.7	39.8	7.8	55.3
优化后	52.9	40.2	390	38.5	7.5	55.7
对比值	-2.8	-3.3	-22.7	-1.3	-0.3	0.4

### 3.1.2 电炉兑加铁水冶炼高效化

电炉热装铁水可大大改善电炉冶炼条件。兑入铁水后,铁水与炉内的留钢留渣迅速形成溶池。这时,炉门氧枪吹入的氧与铁水中的碳、硅、锰等元素快速反应,放出大量的化学热,同时铁水的兑入使泡沫渣的形成时间提前,提高了电能的效率。尽管热装铁水缩短了冶炼时间,但铁水比例超过一定临界值

后,钢水脱碳成为缩短冶炼周期的限制环节,随着热装铁水比例的增加,冶炼周期降到一定值后反而增加,吨钢电耗也稍有上升。铁水热装量一般在25%~40%比较合适<sup>[2]</sup>,八钢电炉通过对70t电炉兑铁水实践,得出铁水热装量在30%~35%,冶炼电耗最低、冶炼周期最短。兑加热装铁水量的不同对冶炼电耗及节奏的影响见表4。

表4 热装铁水量对冶炼电耗及节奏的影响

兑加铁水量, t	冶炼周期, min	通电时间, min	冶炼电耗, kWh/t
10	46	34	330.7
15	44.2	33	316
20	43.2	32.3	300
25	42.8	32.2	280
29	44.9	32.85	278.8

从表4中可看出通过合理的铁水兑加量(控制在20~25t),通电时间控制在32~32.5min,大大缩短通电时间,提高了电炉的产能水平。

### 3.2 连铸工序高效化实践

2004年以前连铸二冷存在的主要问题:二冷段水汽冷却强度不够、冷却效果不均匀、二冷喷嘴经常堵塞影响出水量,造成连铸坯出现脱方、缩孔等质量缺陷,连铸拉速较低影响到产能的发挥。通过二冷改造将一段的冷却长度增加,每根竖管的喷嘴数由原

来的5个改为9个,从而增加了冷却强度,给水量控制0.6~0.8。二冷二段竖管由原来两点固定改为现在的三点固定,将长期高温下使用的二段竖管的形变降到最低限度,确保铸坯各个面冷却程度均匀,并将冷却水、气路合理分布,改善冷却水质,大大降低喷嘴堵塞的情况。严格控制结晶器装配质量,固化结晶器使用寿命,提高结晶器水量为110~120m<sup>3</sup>/h,为实现高拉速创造条件,合理控制工序时间和温度,实现低温快注,其效果见表5。

表5 连铸工艺优化前后主要技术指标对比

类别	作业率,%	平均拉速,m/min	中包寿命,炉	过钢量,t	注余,kg/t
改造前	89	2.5	9	5000	6.8
改造后	92	2.8	12	7000	5
对比值	+3	+0.3	+3	2000	-1.8

### 3.3 生产时间节奏控制及优化

由于电炉兑加铁水量不稳定,电炉兑加铁水10%~20%时冶炼周期为42~45min,而全废钢时冶炼周期为52~56min,造成生产节奏的不稳定。有时为保证连浇,精炼炉备包时间延长,要对精炼出钢温度进行频繁调整。为保证电炉整个流程稳定,通过

对电炉、精炼、装包、连铸等工序大量生产实践,决定将原有的四个钢包运转改为三个钢包周转,加强钢包烘烤制度,出钢时钢包温度要求大于1100℃;连铸改四流开机为三流开机,根据电炉节奏决定第四流开出时间;减少精炼炉备包时间,具体效果见表6。

表6 三流浇注前后效果对比

项目	电炉出钢温度 C	精炼初炼温度 C	精炼终点温度 C	精炼备包时间 C	精炼时间 min	精炼电耗 kWh/t	中包寿命 炉	中包连浇时间 h	成坯率 %
试验前	1615	1515	1608	80	不稳定	60	8.5	8	98.53
试验后	1610	1540	1602	0	稳定在30min	48	12	11	98.59

### 3.4 品种钢生产工艺技术实践及精细化控制

2006年八钢加大电炉品种钢生产力度,上半年生产了弹簧钢、抽油杆钢、硬线钢、焊丝钢及齿轮钢等品种,电炉通过强化终点控制、延长软吹氩时间、精确控制成分等一系列工艺措施,使品种钢质量大大提高,满足了用户对钢材质量的要求。

#### 3.4.1 电炉终点控制实践

电炉出钢终点碳的控制是决定电炉钢水质量的关键,通过C—O平衡分析,钢水碳含量的降低通常会造成钢中氧含量成倍增长,利用电炉实测碳—氧关系曲线可根据终点[C]含量,精确控制电炉出钢脱氧剂加入量,电炉实测碳—氧关系曲线见图1。

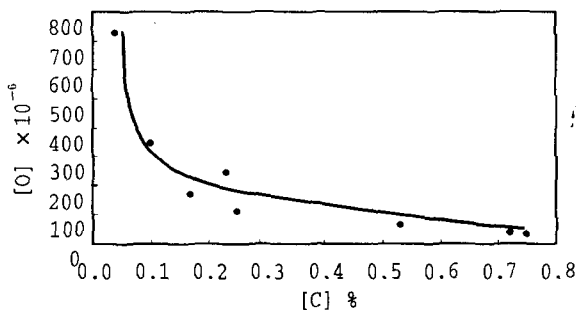


图1 实测[C]—[O]关系曲线

为此,电炉采取提高配碳量(采用兑加铁水和用生铁配碳)将配碳量控制在1.20%~1.50%,操作上采取控制供氧、留碳的操作工艺,同时根据不同钢种终点[C]标准要求,严格采取留碳操作工艺,精确控

制终点[C]含量,保证了电炉粗钢质量。

#### 3.4.2 精炼炉采取白渣操作并延长软吹氩时间

电炉脱完氧的钢水中的溶解氧含量较低,LF精炼炉利用造高碱度低氧势的白渣扩散脱氧的作用,可以将钢水中的溶解氧降到更低的水平,同时为保证小于50μm的脱氧产物能够充分上浮去除,只有利用弱搅拌产生的微小氩气气泡携带上浮。八钢电炉厂在钢水精炼出钢前进行10min的软吹操作,钢液中的全氧较软吹操作前降低 $1.0 \times 10^{-5}\%$ 。

#### 3.4.3 成分精确控制

优钢的连浇成分稳定是决定性能稳定的关键。八钢电炉制定全过程控制措施:将电炉粗钢水成分纳入炼钢工技能判定的项目之一;提高精炼炉合金称精度;加大连铸保护浇铸;根据各钢种成分要求设计推荐成分等措施。

上述措施实施后,铸坯成分控制在一个较窄的范围内:Si的波动在±2%;Mn、C的波动在±1.5%。保证了钢的性能稳定。

#### 3.4.4 电炉脱N工艺技术实践

电炉钢水[N]含量高低也是影响钢水质量的关键因素,通常认为电炉配料中碳含量的高低决定着电炉氧化期的脱氮程度。八钢电炉通过增加品种钢配碳量、控制泡沫渣操作、全程保护等工艺手段使电炉钢中[N]含量降低,氧化期脱碳量与终点[N]含量关系见表7。

从表7中的数据可以反映出如下关系:氧化过程

中碳含量高,到达冶炼终点时,钢液中氮含量就低。因此,保证氧化期的脱碳量在0.8%~1.0%,可使冶炼终点氮含量保持在 $5.0 \times 10^{-5}$ 以下。

表7 氧化期脱碳量与终点[N]含量关系

炉号	1	2	3
脱碳量,%	0.33	1.0	0.86
终点[N]含量, $\times 10^{-6}$	57.20	45.75	50.44

### 3.4.5 电炉脱C、脱P技术实践

八钢电炉厂在生产品种钢保证配碳量在1.2%~1.4%,以便于电炉采取高拉碳的冶炼工艺,通过电炉氧化期C—O反应生成的大量CO气体将钢中的夹杂物和气体排出钢液。但同时要注意脱碳与脱磷的关系,氧化期增大供氧强度加速脱C,并适当补加石灰,避免因为采取“留碳操作”造成的渣中FeO含量低,影响炉渣的脱磷效果,电炉终点[P]可控制在0.015%以下。八钢电炉厂在生产品种钢时电炉终点碳和终点磷的控制情况见表8。

表8 电炉生产品种钢终点碳和终点磷的控制情况

炉数	终点[C]%			终点[P]%		
	最高	最低	平均	最高	最低	平均
50	0.51	0.12	0.37	0.015	0.005	0.011

## 4 结论

八钢电炉通过工艺优化、工序时间固化、供氧制度优化、终点控制技术、三钢包运转和三流浇铸、电炉脱氮、脱碳脱磷技术实践,达到了电炉普碳钢生产

高效化、品种钢规模扩大化的目的,实现了普碳钢、优特钢共用一条短流程生产线,不但降低了生产成本,同时对稳定生产节奏,提高钢水质量也起到了较好的效果。

## 参 考 文 献

- [1] 沈才芳. 电弧炉炼钢工艺与设备. 北京:冶金工业出版社.  
 [2] 王竞东. 电弧炉铁水热装工艺的进展. 特殊钢,2002(4).

### · 知识窗 ·

## 冶金专业词汇中英文对照表(七)

shape, section 型钢	to cast 出铁
angle iron 角钢	tapping 出渣,出钢,出铁
frit 烧结	to insufflate, to inject 注入
wire 线材	heating 加热
ferronickel 镍铁	preheating 预热
elinvar 镍铬恒弹性钢	tempering 回火
ferrite 铁氧体,铁醇盐	temper 回火
cementite 渗碳体,碳化铁	hardening 淬火
pearlite 珠光体	annealing 退火
charging, loading 装料,炉料	reduction 还原
fusion, melting, smelting 熔炼	cooling 冷却
remelting 再熔化,重熔	decarbonization, decarburization 脱碳
refining 精炼	coking 炼焦
casting 出铁	slagging, scorification 造渣