

大型铸锻件文集

沈阳大型铸钢研究所

1986

机械工业部大型铸锻件情报网

目 录

1. 钢包精炼炉熔炼高纯度钢·····	(1)
2. 100吨电炉熔炼技术的改善·····	(6)
3. 冶金用SiC在电炉及化铁炉熔炼中的应用·····	(12)
4. 大型钢锭锻造工艺的现状与发展·····	(21)
5. 大型锻件的最新锻造技术·····	(26)
6. 大型环状锻件锻造操作的改进·····	(36)
7. 4400吨压力机宽平板的锻造·····	(39)
8. 水压机上锻造大型锥套锻件的经验·····	(44)
9. 钢锭形状及其锻造工艺对轧辊锻件质量的影响·····	(48)
10. 大型轧辊双频感应淬火的工业应用和计算·····	(56)
11. 高铬铬锻钢淬硬冷轧辊的冷处理·····	(69)
12. 渗碳工艺过程的计算机控制·····	(72)
13. 淬火冷却速度对热作工具钢实用特性的影响·····	(81)
14. 渗炭淬火材料的冲击疲劳特性·····	(89)
15. 渗炭钢抗冲击疲劳裂纹的能力·····	(97)
16. 表面硬化处理钢的低循环疲劳特性·····	(112)
17. 冷轧用高硬层工作辊·····	(121)
18. 从淬火油的冷却曲线判断钢的淬硬性方法·····	(126)
19. 合金铸钢的年度展望·····	(136)
20. 用呋喃树脂砂造型改进大型高锰钢铸件的制造方法·····	(145)
21. 复合材料在破碎机部件上的应用·····	(148)
22. 大型铸钢件砂型的快速浇注·····	(156)
23. 动力机械制造业大型铸件生产特性·····	(159)
24. 湿砂造型线上用再生砂代替新砂·····	(167)
25. 高铬——钨铸铁的凝固组织·····	(176)
26. 合金元素对高铬白口铸铁断裂韧性的影响·····	(183)
27. Fe——Mn——C 奥氏体钢中由摩擦生成的马氏体·····	(189)
28. 适用于计算机辅助设计检查及自动监视生产毛胚铸件·····	(197)

钢包精炼炉熔炼高纯度钢

〔日〕川崎制铁(株) 水岛制铁所

金井卓雄 难波明彦 吉田雅一

1. 前言

近年来,随着各工业方面的发展,对钢材质量要求也提高了,至今还没有达到要求那样的特性——特别是保证高度的低温韧性。为了提高该特性值,在熔炼阶段,对降低杂质,尤其是磷、硫及氮的含有率是有效的。

在本公司,曾通过各种特殊冶金联合操作进行制造高纯度钢,而本文是根据LRF(钢包精炼炉)法,熔炼极低的磷、硫、氮钢的报告。

2. LRF设备的概要

本公司水岛制铁所的LRF设备概要如图1和表1所示。

表1 LRF设备的概要

炉容量	30吨, 100吨
排气速度	40kg/hr(at0.05±0rr)
变压器容量	8000KVA
电极大小	φ300×1380 (mm)
电磁搅拌	350A 1~2 HZ

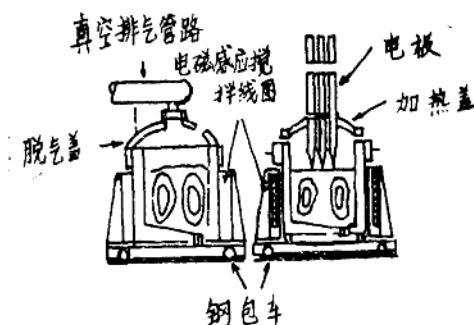


图1 LRF设备的略图

3. 熔炼方法

图2表示LRF法的方法。LRF法,按加热、脱气及脱硫顺序操作。

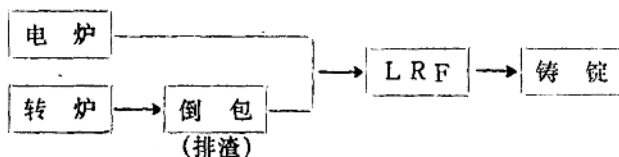


图2 高纯度钢的熔炼方法

(1) 为了得到特低磷值的操作要点

对电炉来说, 装入挑选的废料, 如果配入磷的浓度 $P \leq 50\text{ppm}$, 则在炉内脱磷反应就快, 所以, 当出钢时, 能容易得到 $P \leq 10\text{ppm}$ 。另一方面, 从转炉来的钢水, 由于低温出钢和熔渣分馏、半熔烧矿石, 能得到 $P \leq 20\text{ppm}$ 。

为了调整 LRF 的成份, 通过添加挑选的铁合金和溶剂, 在 LRF 中只要极力防止回磷, 就能得到 $P \leq 20\text{ppm}$ 的成品。

(2) 为了得到特别低硫值的操作要点。

首先, 在电炉或转炉中提供 $S \leq 50\text{ppm}$ 的低硫钢水。在 LRF 中, 一面向钢水添加脱硫溶剂, 一面搅动钢水。通过这种处理, 硫能脱到 3 ppm 的特别低的值。

用以上方法, 就能得到含硫量 $\leq 5\text{ppm}$ 的成品。

(3) 为了得到特别低氮钢的操作要点

在电炉熔炼低氮钢时, 废料要按上限配碳。出钢前含碳量不能太低及产生沸腾现象。对用转炉熔炼低氮钢时, 也是极为重要的。

对于 LRF 法来说, 在高真空中吹入氩气, 在脱氮的同时, 由于钢水在加热时, 采用埋弧操作, 就能得到含氮 $\leq 20\text{ppm}$ 的成品

4. LRF法的脱硫特性

对于 LRF 法, 添加由 $\text{CaO} 70\%$ 、 $\text{CaF}_2 20\%$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 10\%$ 组成的脱硫剂和适量的脱氧剂铝, 在高真空中从钢包底部的多孔塞吹入氩气 (流量为 $100 \sim 200\text{Nl/分}$)。

这样的脱硫率将达到 90%。脱硫后的硫分配比 $(S)/(S)$, 熔渣碱度在 3% 以上时, 就能超过 100。

5. 氮的状态

(1) 电炉或者转炉出钢时氮低浓度

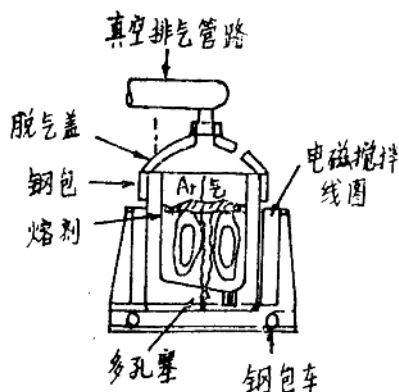


图 3 LRF 脱硫略图

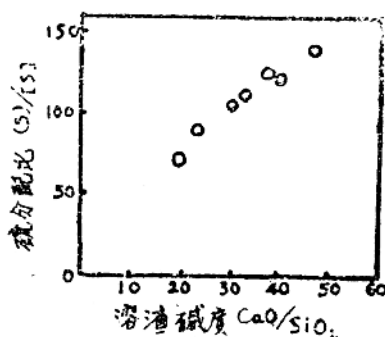


图 4 溶渣碱度对硫分配比的影响

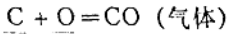
用电炉熔化废料时，由于电极的电弧作用，钢水容易吸收空气中的氮。为了防止吸收氮，电炉装料时，要配入足够的焦炭（10~15kg/T），保证炉内沸腾活泼。

另一方面，如果电炉或者转炉出钢前含碳量过低，钢水就容易吸收空气中的氮。这种倾向如图5所示，因此，出钢前碳的浓度要控制在上限。

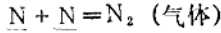
（2）LRF精炼中氮的状态。

在LRF加热钢水时，为了防止电极的电弧作用，钢水吸收空气中的氮，应采用埋弧操作。

加热后在真空下进行脱气时，按下式反应发生CO气体



在高真空下向钢水吹入氩气，钢水的裸露面增大，都将促进这种反应。组样在CO气泡和氩气泡中降低N₂气的分压力，在气泡的表面引起下式脱氮反应。



从气泡来的N₂气脱离，如果空气中N₂气分压力越低，则进展显著，因此，能进行上述的脱氮反应时，高真空是重要的。

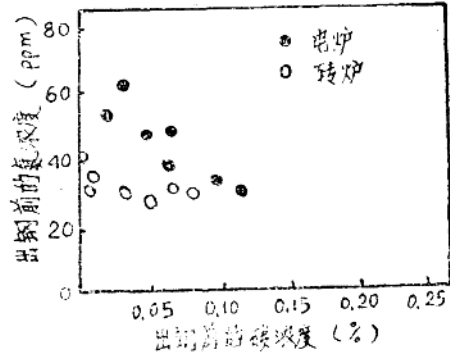


图5 出钢前和碳浓度的关系

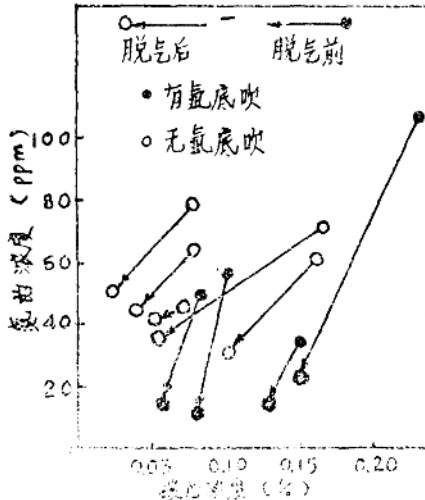


图6 脱气中氮的浓度状态

图6表示，LRF脱气中氮的状态。从图6来看，脱气前碳的浓度越高，对脱氮越有利，还有，可以看出，从钢包底部吹入氩气，促进脱氮是有效的。

6. 分 析

（1）LRF精炼中的脱硫氩气的搅拌能，可用下式表示

$$\varepsilon = \frac{6.18QT_L}{M} \times \left\{ \ln\left(1 + \frac{H}{148\text{Pa}}\right) + \left(1 - \frac{T_L}{T_0}\right) \right\}$$

ε : 搅拌能

Q : 氩气的流量

T_L : 钢水的温度

T_0 : 吹入前的氩气温度

M : 钢水重量

H : 钢包内的钢水高度

Pa: 炉气的压力

上式的第2项表示, 在气体升温膨胀时的功之后, 几乎在风口附近耗费了, 认为钢水搅拌对于脱硫的作用是非常小的。因此, 可得下式。

$$\epsilon = \frac{6.18QT}{M} \ln\left(1 + \frac{H}{148Pa}\right)$$

图7表示; 脱硫反应的速度常数和搅拌能计算值的关系, 和在大气吹入气体法是处于同一回归直线上。

(2) 在LRF中脱氮

$N = \frac{1}{2}N_2$ (气体) 脱氮反应的平衡常数, 用下式表示。

$$K_p = \frac{f_N \cdot (\text{Wt}\%N)}{\sqrt{P_{N_2}}}$$

K_p : 平衡常数

f_N : 钢中氮的活动量系数

P_{N_2} : 氮气的分压

温度在1600℃, 一个气压的氮气和平衡的氮, 在纯铁中的饱和溶解度是0.045%重量, 所以, 在1600℃ K_p 值是0.045。

另一方面, f_N 如下面那样表示。

$$f_N = f_N^N \cdot f_N^C \cdot f_N^{Si} \cdot f_N^{Mn} \cdot f_N^{P} \cdot f_N^{S} \cdot \dots$$

如果把上式重新整理就成下面那样, 用钢水成份能计算 f_N 值。

$$\begin{aligned} \log f_N &= \log f_N^N + \log f_N^C + \dots \\ &= e_N^N(\text{Wt}\%N) + e_N^C(\text{Wt}\%N) + \dots \end{aligned}$$

脱氮后的氮浓度, 用 K_p 式及 f_N 式的计算值, 计算的 P_{N_2} 值是1~2torr。

往钢水中吹入氩气和脱碳反应产生的CO气体是钢水脱氮的驱动力, 假定用下列的公式表示。

$$Q_i = Q_{Ar} + Q_{CO}$$

Q_{Ar} : 向钢水吹入的氩气体积

Q_{CO} : 产生真空脱碳反应后, CO气体的体积 (该值是从脱气前后的碳浓度变化来计算)

图8表示, P_{N_2} 和 Q_i 的关系, LRF的脱氮状态和不锈钢的SS—VOD法的状态完全一致。

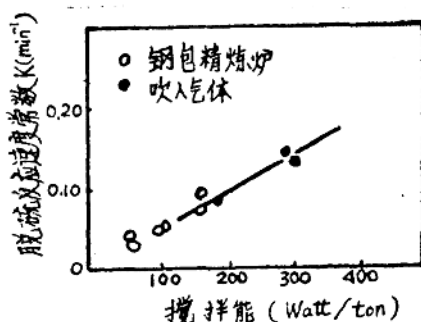


图7 搅拌能对给予的脱硫反应速度常数的影响

7. 高纯度钢的质量

用LRF法精炼, 例如, 可以得到 $P=17\text{ppm}$, $S=3\text{ppm}$, $N=18\text{ppm}$ 的高纯度钢, 低温的材料韧性有显著的提高。

图9表示,降低硫含有率时的低温韧性状态,但是,对于冲击试验的吸收能有大幅度的提高。

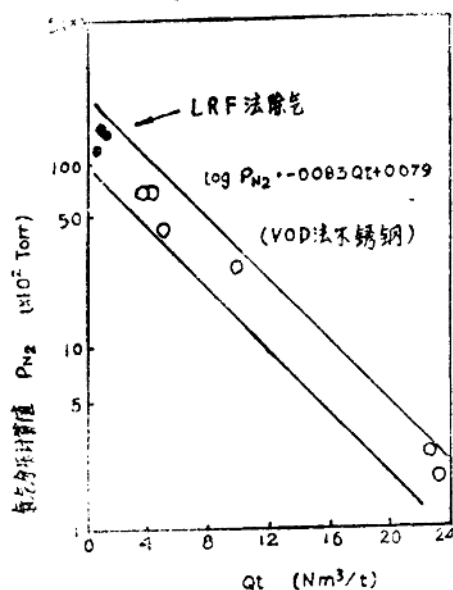


图 8 Q_t 和 P_{N_2} 的计算值关系

8. 结 束 语

通过 LRF 法,可以熔炼特别高纯度钢。作为精炼法的特征是排渣,钢水的处理及在真空下搅拌的组合,通过这种精炼法, $P \leq 20\text{ppm}$, $S \leq 5\text{ppm}$, $N \leq 20\text{ppm}$, 下降到极低值,并且,同时能够制造出显著提高低温韧性的钢。

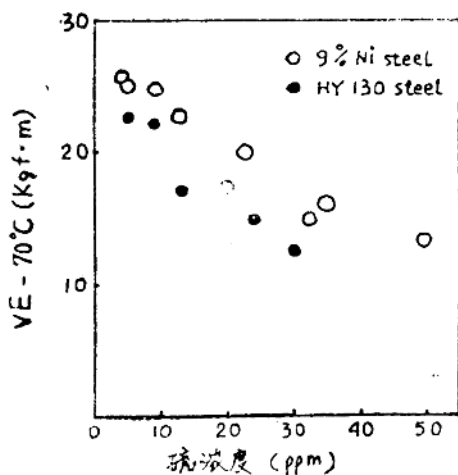


图 9 硫浓度对低温韧性的影响

白恩林 译自

《铸钢と锻钢》

1981年12月

No 385

王延明 校

100吨电炉熔炼技术的改善

〔日〕(株) 神户制钢所 高砂事业所

外崎清之丈

1. 緒 言

本公司高砂事业所为了适应发电机、化工设备、炼铁机械、船舶用部件等大型化，于1975年建成大型铸锻钢工厂，能够生产500吨超大型钢锭。在这个新工厂内，安装有100吨电炉。工作开展以来，各种大型锻钢件用钢锭，大型铸钢件等进行比较多品种的熔炼工作。

为了电炉节省能源，省资源，提高生产率，随着炉体的各部水冷化和操作法的改善，现在介绍其搞成的主要内室和成果。

2. 设备概况

新炼钢工厂有100吨电炉一座和制造超大型钢锭不能缺少的保温炉（定量100吨）二座，表1所示是100吨电炉的主要部位规格。

表 1 100吨电炉的主要部位规格

项 目	规 格
型 式	IHI FA-635-LF
公称能力	100吨（最大125吨）
炉壳直径	6.350mm
变压器容量	额定值3,500KVA（最大42,000KVA） 二次电压164~580V 额定值二次电流4,5000A
电 极	20"×2,400mm
炉 床	氧化镁
炉 壁	IPB水冷区间（块）
炉 盖	大炉顶部：1PB水冷之间（块） 中心部分：高温焙烧碱性砖
集尘装置	炉顶直接引出2600mm ³ /min (200℃) 房屋集尘 8200mm ³ /min (60℃)

3. 存在问题要点

本事业所 100 吨电炉操作开始如图 1—(1) 所示, 一次装料后的全熔化、熔炼末期以及二次装料后打孔, 在全熔化期使用了出钢电压 (2), 此通电图形炉墙、炉盖的耐火砖烧损很厉害, 使耐火砖的原来的形状严重的被破坏, 解决此问题必需改变图 1—(2) 所示通电图形。由于控制通电图形④的最高出钢, 能够减少耐火砖的原来用量, 可是熔化精炼时间的延长和电力的原定额的恶化成了问题。

4. 改进的对策

4.1 炉墙、炉盖的水冷化、改善通电标准

作为电炉的热点作用区的对策, 炉壁进行水冷, 其炉衬图形如图 2 所示, 随着 SL (炉门坎平面) 以上 80% 的炉墙水冷化, 找到如图 1—(3) 所示通电图形操作上是合适的, 就这样改变了。稍微控制通电图形最高出钢, 这是炉顶耐火砖烧损对策上的必要条件。为了降低炉顶耐火砖的原定额, 图 3 所示炉盖、大炉顶部 (外周部分) 进行水冷化、适应这个通电图形。图 1—(4)、能够使用最高出钢通电图形。(2), 还有熔池形成期也和打孔期同样在原出钢电压进行通电, 可以看出没有甚么问题的。

以上所述是适应各部份的水冷化重新评价通电标准, 最合适通电图形是企图炼钢时间的缩短。

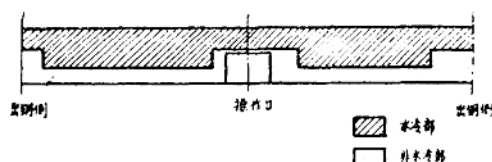
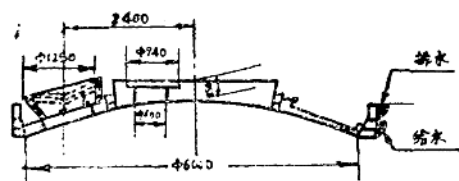


图 2 水冷炉墙施工图



内 容	
水冷炉盖的分块	19 区 (块) - 一般外周用 16 区 (块) 靠金口用 3 区 (块)
冷却水量	108 T/h
水 压	2.5 kg/cm ²
方 式	插入式鳍状管子
供水温度差	10—15℃

图 3 水冷炉盖图形

4.2 单渣法的扩大

本事业所为了钢水的真空处理进行了出钢脱气, 出钢脱气法如图 4 所示, 把安装塞杆的中间包安装在用气密封的浇包上部, 钢水包排气后, 钢水向中间包浇钢, 再打开塞杆, 熔融的钢水边流入真空钢包内, 边进行浇注的方法。表 2 所示 100 吨出钢脱气装置的主要部分。

2次装料

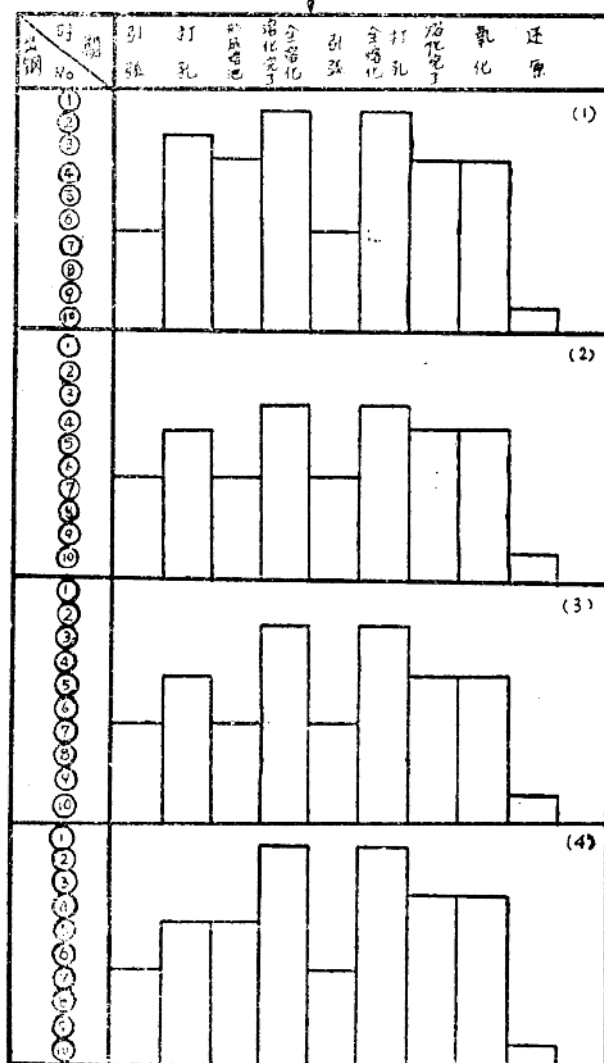


图 1 通电图形的变化

表 2 100吨出钢脱气装置的主要部分

分 类	项 目	规 格
钢 水 包	内 径	3,932mm
	高 度	3'386mm
	耐火砖, 衬垫	半锆石
	壁	高铝质砖
真空排气系统	蒸汽喷射法	6段喷射泵
	能 力	500kg
	高 真 空 度	0.5TOYY
脱 气	时 间	5—10分

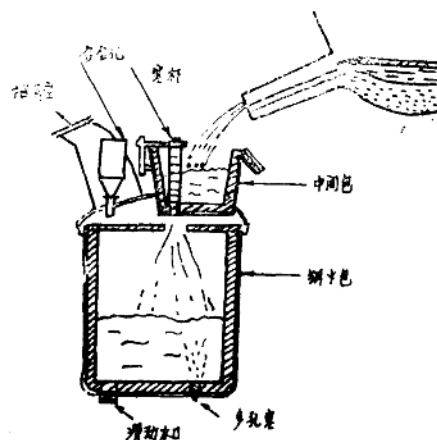


图 4 出钢脱气法

从一开始按着这个装置着眼脱气精炼功能，从双渣法和向单渣法的精炼方法的从新估价进行比较，双渣法脱氧脱硫为目的，有还原期、为此精炼时间的延长、

电、电极、炉床砖等的原定额变坏。若是在质量上的问题能够解决、当然希望单渣法。

双渣法	熔化期	除 渣	氧化期	除 渣	还原期	出 钢
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

单渣法	熔化期	除 渣	氧化期	除 渣	成分调整	出 钢
-----	-----	-----	-----	-----	------	-----

图5—图7表示出钢脱气装置的脱气效果，除了氮气以外、双渣法和单渣法没有差异。单渣法时出钢前为了氧含量稍高点、脱氧用 $\Delta 1$ 量少使用和双渣法比较出钢时氮的吸收量多、稍稍高标准些，可是在质量上还是不成问题。现在成分控制上除特别难的钢种以外、全部采用单渣法，其结果双渣法的应用率是从最初升高30%降低到5%。

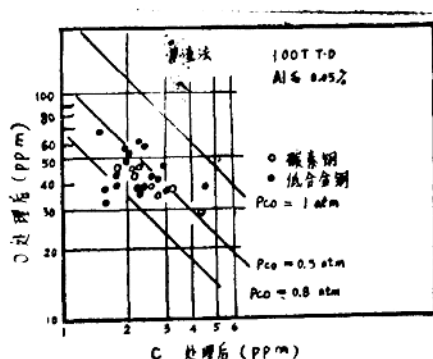


图 5 出钢脱气处理C和O的关系

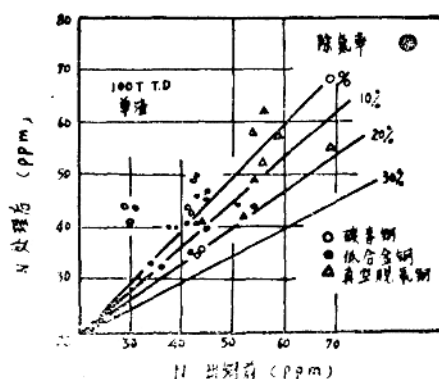


图 6 出钢脱气处理时氮的状态

4.3 脱炭量的重新评价

完全熔化的C值和氧化期完了，C值的不同，即脱炭量过渡，氧气吹炼时间的延长兼和电力其它的原定额的恶化。相反过小不仅电力原定额恶化，沸腾精炼的效果也没有了。一方面调查、电炉中氢的状态、出钢脱气的效果，一方面确保最合适的脱炭量为目标，图8表示脱炭量和原电力定额的关系，在图上所表示是按电力原定额上最合适脱炭量，即在操作上确认脱氢上没有问题进行高效率好的精炼方法。

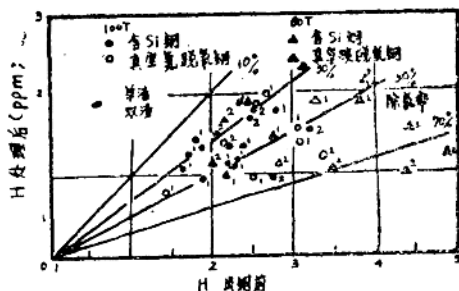


图7 出钢脱气处理时氢的状态

4.4 引进炭元素快速分析仪，改善操作

为了熔化精炼操作快速化，引进了炭元素快速分析仪。由于引进仪器设备操作上得到大大的改善。以前分析的结果，用电气化装置送出试料再返回来，分析结果需要数分钟，熔化完的成分不清楚是软溶还是怎的也不知道。软溶时由于电炉倾动不仅只渣子流出，强化除渣也成为增炭图形了，由于引进炭元素快速分析仪C值瞬时能够很有把握的

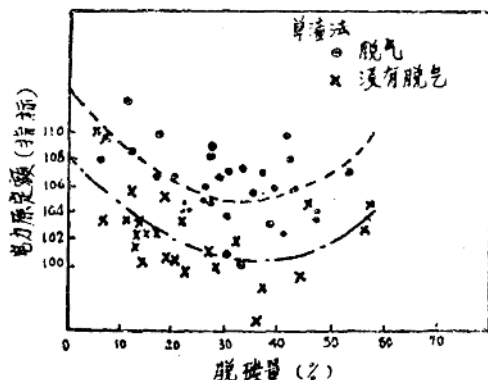


图8 脱炭量和电力原定额的关系

分析完，软熔时操作时间缩短数分钟。氧化期完了也同样有待分析的问题，到除渣完了停炉C值过高的情况也不晓得，必需再度进行吹氧时也有，引进快速分析仪后，这种情况完全没有了。再有现在熔炼普通钢种时，熔化完省略了采样，由炭元素分析仪确认C值，实行操作简单化。

5. 改善作法的效果

以上所述，由于各种的配合炉墙、炉盖、耐火砖的原定额用量显著降低如图9，电

极的原定额达到大幅度的下降如图10, 还有图11所示熔化精炼时间缩短, 有助于提高生产效率。

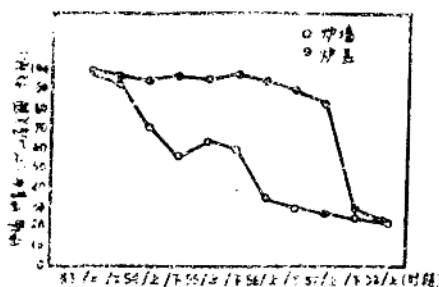


图9 炉墙炉盖耐火砖原定额变化

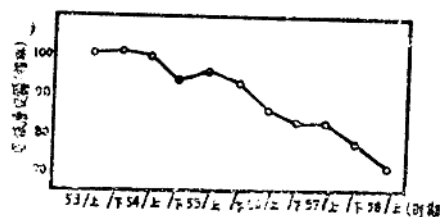


图10 电极原定额的变化

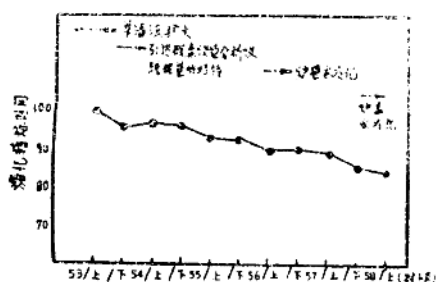


图11 熔化精炼时间的变化

6. 结 束 语

所谓炼钢操作, 是处理熔化了高温的钢在电炉内熔化反应, 不是单纯的 $1+1=2$ 。在熔化状态长时间保温不仅是对各种原来指标的破坏, 而且关系不纯物的吸收, 炼钢时间如何缩短是个课题。

1975年工作开始以来不能被既定的标准束缚住, 要配合这个课题, 其效果对降低成本, 提高生产效率有了贡献, 我自己不用说了, 我相信即是作为我的部下也做出了成果。

现在并不满足现状, 今后要适应新的设备, 新的技术, 选出最合适的操作方法, 向标准化迈进我认为这是我的使命。

王延明译自铸钢と锻钢昭和59年5月

№377.

萧行健 校

冶金用SiC在电炉及化铁炉熔炼中的应用

〔西德〕Theodor Benecke, ESK社
早稻田大学理工学部教授

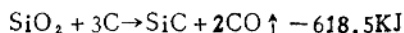
中江秀雄 译

由于在铸铁熔解时,使用SiC代替硅铁合金作为增碳剂,出现了下面的冶金学效果。在电炉铸铁熔炼时,使用多量的钢屑时,由于加入SiC,不仅熔炼作业易于进行,而且减少了熔制低质量铸铁的危险性,使铸铁的质量提高,其如此效果,是由于SiC具有特殊的性质带来的。

作为工业材料的SiC在世界生产,且用于多种目的。SiC是化合物,作为铸铁合金的主要元素,是由炭和硅构成的,此SiC对于铸铁熔炼是不可缺少的材料,有许多报告已对SiC铸铁熔炼作业及对铸铁质量的影响进行了论述。为了了解这些优点,明晓其机理是必要的,因此,以下列用各种文件,对SiC的特有性质加以论述。

SiC的制造

SiC由高纯度的硅砂和石油焦碳制造,此高纯度的材料进行下面的反应:



此反映伴随SiC的制造而产生大量的一氧化碳,而且,反应在 $1600^\circ\text{C} \sim 2500^\circ\text{C}$ 的高温下进行,因此,SiC既不熔化,而不纯物则完全熔融,去除而不混在SiC中。SiC用间歇式电阻炉制造。

图1表示SiC制造炉的典型构造,在石油焦碳和硅砂的混合物中埋入发热体通电,其周围则形成SiC,此ESK的制造工艺,是一九七〇年左右开发的,无环境污染。此方法的根本原理,是用合成树脂制薄片将炉体全部覆盖,由管道排出产生的CO,通电由炉床中设置的电极来进行。

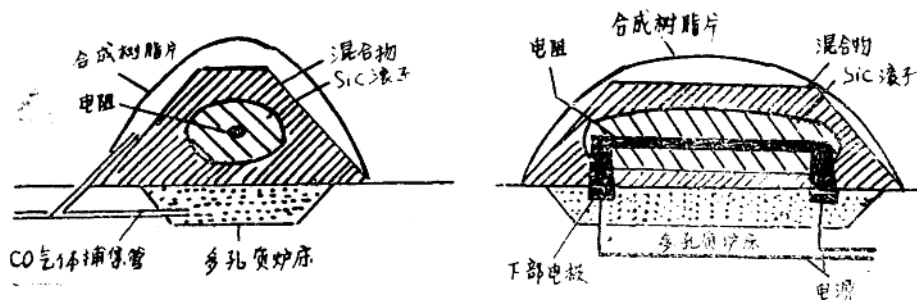


图1 ESK法SiC制造炉的概要图

过去用的在侧面设置通电电极的SiC炉，是不能收集CO的，CO在炉表面会产生不完全燃烧，会引起严重的大气污染。

图2是表示ESK工艺流程的外观照片，此炉比过去的SiC炉大很多，并在郊外设置，因此，本方法需要建筑物和帐篷。

图3表示通电数日通电后而制造的SiC滚子，滚子直径为3m，长30m、有170T。在取出制造好的SiC滚子时，要去掉薄片，然后去换未反应的硅砂和炭的混合物，反应中途的层，称为‘白壳’，由图3中也可看出，其易剥离而去除。

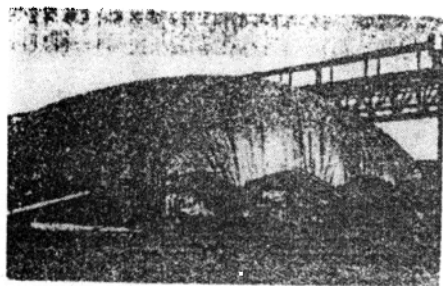


图2 用合成树脂薄片覆盖的ESK式SiC炉



图3 从未反应的 SiO_2/C 混合物中取出的SiC滚子（根据ESK法）

冶金用 SiC

由于SiC制造炉中的温度分布，在中心部分形成致密的粗粒，外周围而形成微粒，SiC的结晶化，由六方晶体的 α 变态产生外。周围的微粒部，含有少量的立方晶体的 β -SiC，成为一些多孔质，此微粒部分占全体的30~40%，叫冶金用SiC，有在冶金方面的炼钢，化铁炉上用的块状物，有用于低熔炉，电弧炉的粗状物和用于纯氧转炉的燃料。

由于SiC制造炉的温度分布，冶金用SiC中含有一定百分数的未反应的炭和硅砂，SiC的含量为90%。作为化合物的纯粹的SiC，由70%Si，30%C组成。而含90%Si，4%自由炭的冶金用SiC，则由如下成分组成：

63%Si，31%C，其余为 SiO_2 。

根据选择工艺，冶金用SiC，以90%SiC作基础，也可以由 $87\sim 92\% \pm 2\sim 3\%$ 的SiC组成。最大粒度为20mm，最普通的 $\leq 10\text{mm}$ 。向炉中添加时，是以25kg纸袋形式，以贮藏车运来的散装状。

SiC 团块

在电炉中SiC是用粒状，在化铁炉中即是使用团块状，但SiC会发挥同样的冶金学效果。象对铸铁的冲孔作业那样，只限于向炉内吹入。如果从化铁炉的炉顶装入粒状SiC，如其粒度大的话，则因其机械强度不好，则不会得到良好的结果。根据在炉上部的压缩和摩擦，SiC大部分粉状化，且吹向炉顶。因此，在SiC中混入约20%的水泥，则可以形成含0.5~1kg Si的团块。根据制造者及制造炉的形式，其重量，SiC的含有量均不同，SiC的含有量在35%~75%之间变化，尤其在纯粹的冶金用或者在占SiC为40%以上的回转炉中制造陶瓷用的SiC屑，其不纯物的硅石和氧化铜不同。这些不纯物和水泥在一起，生成了 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ 系和三元炉渣。因此，团块的最重要点

是这些冶金用炉渣从相和化学组成两方面，形成稳定的东西。在化铁炉作业中，期望形成特殊渣子，而这些冶金用 SiC 团块的特性是重要的。由于应用冶金用 SiC，一切的作业条件均被满足。

因此，只在价格方面选定特殊的 SiC 团块，结果是不经济的。此团块的炉形成成分，不仅是热风无衬里化铁炉的低渣作业，几乎所有化铁炉由团块稳定的供给 SiC。

SiC 不溶解。

根据图 4 平衡状态图，SiC 通常在一个大气压下不熔融，SiC 在 2760℃ 在可以分解为 Si 气体和石墨。在熔融的铁水中，只熔化了很少的 SiC。

SiC 不熔融，只很少溶解这一点，是脱氧的重要特性。因为合金铁的场所中熔融（硅铁合金在 1220℃ 熔融），与在熔化铁中急速被稀释相比，SiC 则长时间有效。此种倾向在比重为 3.2g/cm³ 或更低的物体中则更显著。

在铸铁熔化中增加钢屑使用量

图 5 表示西德从一九六五年至一九七九年铸铁熔化材料的变化图，由图可知，虽然铸铁的生产量大约是一定的，但四炉材料的配合量在减少，一九七四年以后，生铁使用量有减少的倾向。另一方面，七〇年代，钢屑的使用量在增加，虽然生铁的配比率从 36% 降到 30%，但钢屑的配比率却由 19% 增到 30%。这种倾向在图 5 中认为不太显著。此图不仅是普通铸铁，而且包括可锻铸铁，球状石墨铸铁，但是，据一九七七年来的统计数字表明，生铁大部分置换成钢。

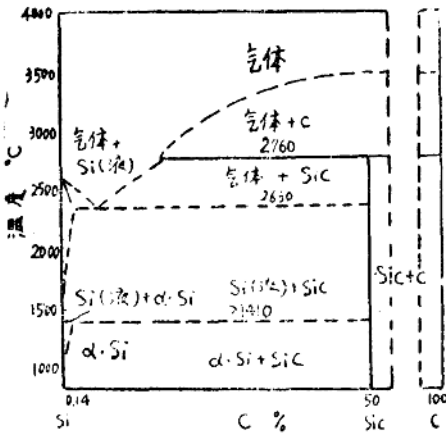


图 4 C—Si 系的状态图 (一个大气压下)

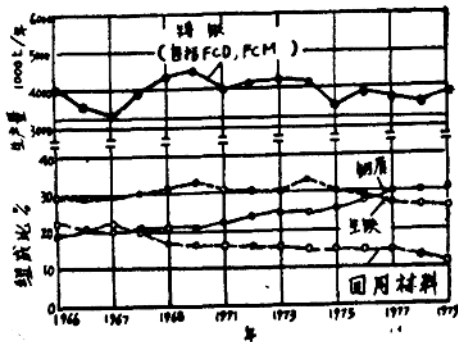


图 5 西德从一九六五年~一九七九年的铸铁熔化的原料炉料配合率的变化

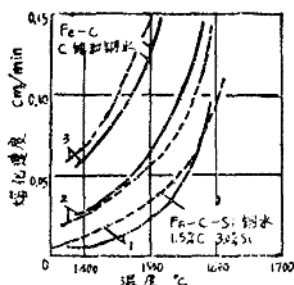
SiC 加炭或加硅功能

在铸铁熔化大量使用钢屑时,有必要增加 Si 和 C 的添加量, SiC 包含这两种元素,在铸铁熔化时 SiC 的使用量,由向铸铁中加入必要的 Si 量来决定。C 量由 SiC 的添加增加 Si 量的约 1/2。在化铁炉熔化,大量使用钢屑时,则必须考虑由于 SiC 而产生的加炭作用。

SiC 的熔化方法

图 6 表示在熔融铁中, SiC 的熔化速度和钢水温度, 钢水搅拌, 炭饱和度的关系。由此可知, 诸要素均影响 SiC 在铁水中的熔化速度。

图 7 表示 SiC 溶于铁水中的速度和铁水中 C, Si 浓度的关系。据此, 随着铁水中 C, Si 量的增加, SiC 的熔化速度会降低, 另外, 铁水中的炭量, 接近其饱和值时, 炭的影响比 Si 显著增加。



1. 石墨电阻加热炉
 2. 高频管状炉 (450KHZ)
 3. 高频电弧炉 (33KHZ)
- 由烧结 SiC 棒棒的直径减少算出

图 6 温度、搅拌、炭饱和度对 SiC 溶于铁水的作用图

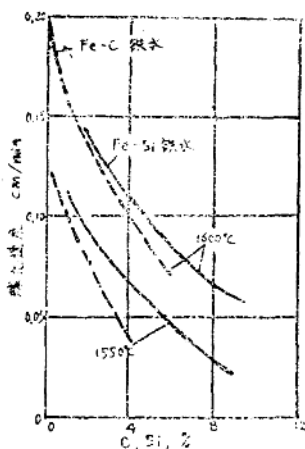


图 7 SiC 和 C 量对 SiC 在 Fe-Si, Fe-C 金属熔溶中熔速解度的影响

因此, 坩埚型的低频炉熔化时, 首先将 SiC 装入炉中, 然后装入钢屑, 这不单是 SiC 易于熔化, 而且对钢屑会增加脱氧效果, 生铁和回炉料必须最后装入。

图 8 表示 SiC 熔化完了以前的时间和粒径的关系。此结果, 和以前考虑的不一样, 随着 SiC 粒径大小的增加, 熔化速度增加, 其结果, 表示 SiC 的熔化终了时间减少。此现象可象如下说明那样, 即 SiC 的表面均被 1/1000 毫米的 SiO_2 薄膜覆盖。此薄膜可以防止铁水和 SiC 直接接触, 是因为 SiC 大时, 比同等的小粒 SiC 群, 此覆膜的量少的缘故。

此种联系, 根据在 SiC 中加入少量熔剂, 可用化学的方法, 对加快其熔化速度这一点进行化学证明。此炉中的熔剂作用是由炉渣来代做的。

图 9 表示 SiC 粒度和其品位 (SiC 含有量) 对脱氧速度的影响。此处的 $t_{0.5}$ 表示在纯铁铁水中添加 SiC 时, 其熔解氧量降到 1/2 前的时间, 此减半时间为 SiC 的熔化速度和反映速度的倒数。

在这种情况下, 如果 SiC 的颗粒直径小, 则随着颗粒直径之增大会促进其熔化速度