

# 高硅锰硅合金的生产

韩永光 李贵仁

(吉林铁合金有限责任公司 吉林 中国 132062)

**摘要** 简要介绍了生产高硅锰硅合金中应注意的几个问题,即要有较高的炉温,合适的渣型,正确的熔炼操作。

**关键词** 高硅锰硅合金 矿热炉 渣型 生产

中图分类号 TF642.3.7 文献标识码 B 文章编号 1001-1943(2003)04-0007-03

## MANUFACTURE OF SILICO-FERROMANGANESE WITH HIGH-SILICON

Han Yongguang Li Guiren

(Jilin Ferroalloys Co., Ltd., Jilin, China 132062)

**Abstract** This paper briefly introduces some key issues in manufacturing high-Si silico-ferromanganese, such are: holding higher furnace temperature, selecting proper slag constitution and smelting in correct operation.

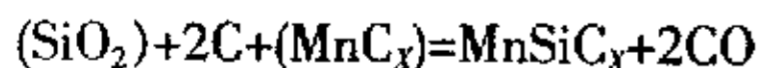
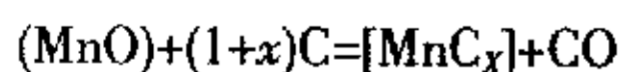
**Keywords** silico-ferromanganese with high-silicon, electric smelting furnace, slag constitution, manufacture

### 1 前言

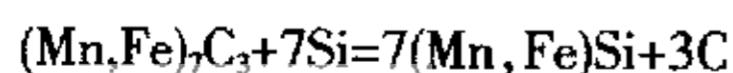
高硅锰硅合金是生产低碳锰铁和金属锰的还原剂,它的含[Si]量达28%以上,远远高于正常合金含[Si]在18%左右的水平。这就要求冶炼中必须有比普通锰硅合金更高的炉膛温度,更多的焦炭和硅石的配入量。因此,冶炼高硅锰硅合金必然要有更大的难度。

### 2 生产原理

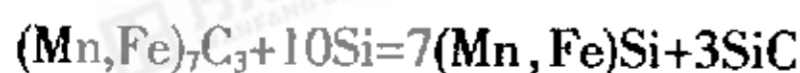
高硅锰硅合金的生产原理与普通锰硅合金有相同之处,其主要化学反应如下:



它们的区别在于合金[Si]含量的不同对已生成碳化物的破坏形式不同。当[Si]<23.5%时,破坏碳化物的反应式为:



当[Si]>>23.5%时,硅破坏碳化物的反应式为:



由于硅石量和焦炭量的大量配入,使中间反应:

$\text{SiO}_2+\text{C}=\text{SiO}+\text{CO}$  得到极大的发展,SiO是气体,在上升过程中,部分被氧化,生成 $\text{SiO}_2$ 。 $\text{SiO}_2$ 粘附在烟道内,越积越多,使烟囱极易发生堵塞现象。

生产实践表明:只要焦炭、硅石的配入量不是过多,就会减少中间产品SiO的生成,也就会减少烟道易堵现象。

### 3 高硅锰硅合金的生产

#### 3.1 矿热炉的选择

生产高硅锰硅合金的矿热炉应该具备以下两个条件:(1)较高的炉膛温度;(2)炉内布料状况要好。

硅的还原是一个吸热反应,温度高有利于硅的还原,所以,若想把合金中硅的含量提高到一个很高的水平,炉膛温度应保持较高。

由于冶炼高硅锰硅合金时,开始的时候,焦炭的配入量都比较充足,甚至过剩,因此,很容易在电极周围产生刺火现象。这时若布料状况好,炉料能够堆到电极根部,压住电极的弧光,从而减少弧光对矿热炉内设备的损坏。

这两点已经在生产实践中得到了证实。吉林铁合金有限责任公司401#炉是半封闭矿热炉,可以人工推料,在一定程度上压住了弧光,而且增加了化料

**作者简介** 韩永光 男,1972年3月出生,1996年毕业于东北大学钢铁冶金系钢铁冶金专业,工程师。现从事生产管理工作。

**收稿日期** 2003-02-19

速度;它的变压器容量为 25 MVA, 有较高的熔炼温度, 因此, 它在生产高硅锰硅合金时, 生产指标比其他电炉要好得多。

### 3.2 渣型的选择

合适的渣型是生产高硅锰硅合金的必要条件。

由于高硅锰硅合金中[Si]含量高, 因此, 必然要配入大量的焦炭和硅石。最初的时候, 人们总担心由此而引起翻渣, 所以就大量的增加中锰渣的配入量, 以提高炉渣碱度。实践表明(见表 1), 这种做法是不可取的。

表 1 1998 年 103<sup>#</sup> 炉生产高硅锰硅合金的终渣成分 %  
Tab.1 Final slag composition in smelting high-Si silicomanganese at furnace No 103 in 1998 %

Mn	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
2.24	39.40	38.99	1.21	13.73	0.27
2.60	40.24	36.34	1.91	15.61	0.35
2.09	36.06	37.78	1.38	14.94	0.31
1.43	37.41	39.78	1.27	16.37	0.26
2.15	39.54	37.70	1.67	15.43	0.29
3.81	38.83	32.40	2.60	13.81	0.41
2.49	37.80	35.65	2.00	16.05	0.36
2.45	37.77	35.51	2.03	15.92	0.36

表 1 列出的是 1998 年 8 月 103<sup>#</sup> 炉生产高硅锰硅合金时的渣型。不难看出, 这种渣碱度很高, 几乎呈中性渣, 当时就是出于怕翻渣的原因才把碱度控制这么高的, 但是, 电炉的运行状况并不尽如人意, 热停太多, 主要表现为烟囱易堵, 最多时一个班堵五六次, 所以经常烧坏胶管; 有时有翻渣现象; 炉内温度高, 刺火严重, 圈梁、水套、侧板经常被烤坏; 铁水温度高, 出铁口不好堵等。

表 2 是 2000 年 12 月 103<sup>#</sup> 炉生产高硅锰硅合金时的渣型, 此时, 电炉运行正常, 几乎没有热停, 炉气净化设备正常运行。

所以, 合适的渣型是生产高硅锰硅合金的关键, 与生产正常牌号的锰硅合金一样, 终渣的三元碱度应该在 0.6~0.8 之间, 超出此范围对冶炼不利。

在生产高硅锰硅合金的过程中, 有人说镁渣型好, 有人说钙渣型好。从相图上看(如图 1 所示), 随着 CaO 或 MgO 含量的增加, 炉渣的粘度都能够降低, 但在一定范围内两者在降低炉渣粘度的能力上无明显差别。

从生成自由焓的数据知, CaO·SiO<sub>2</sub> 和 2CaO·

表 2 2000 年 103<sup>#</sup> 炉生产高硅锰硅合金时的渣型  
Tab.2 Final slag composition in smelting high-Si silicomanganese at furnace No 103 in 2000

Mn	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
7.79	43.10	25.85	8.37	9.99	0.27
5.03	43.47	23.92	8.64	16.90	0.86
5.01	44.11	24.01	8.50	16.88	0.81
6.68	40.67	22.10	8.70	15.80	0.76
6.13	42.56	23.41	8.47	16.01	0.79

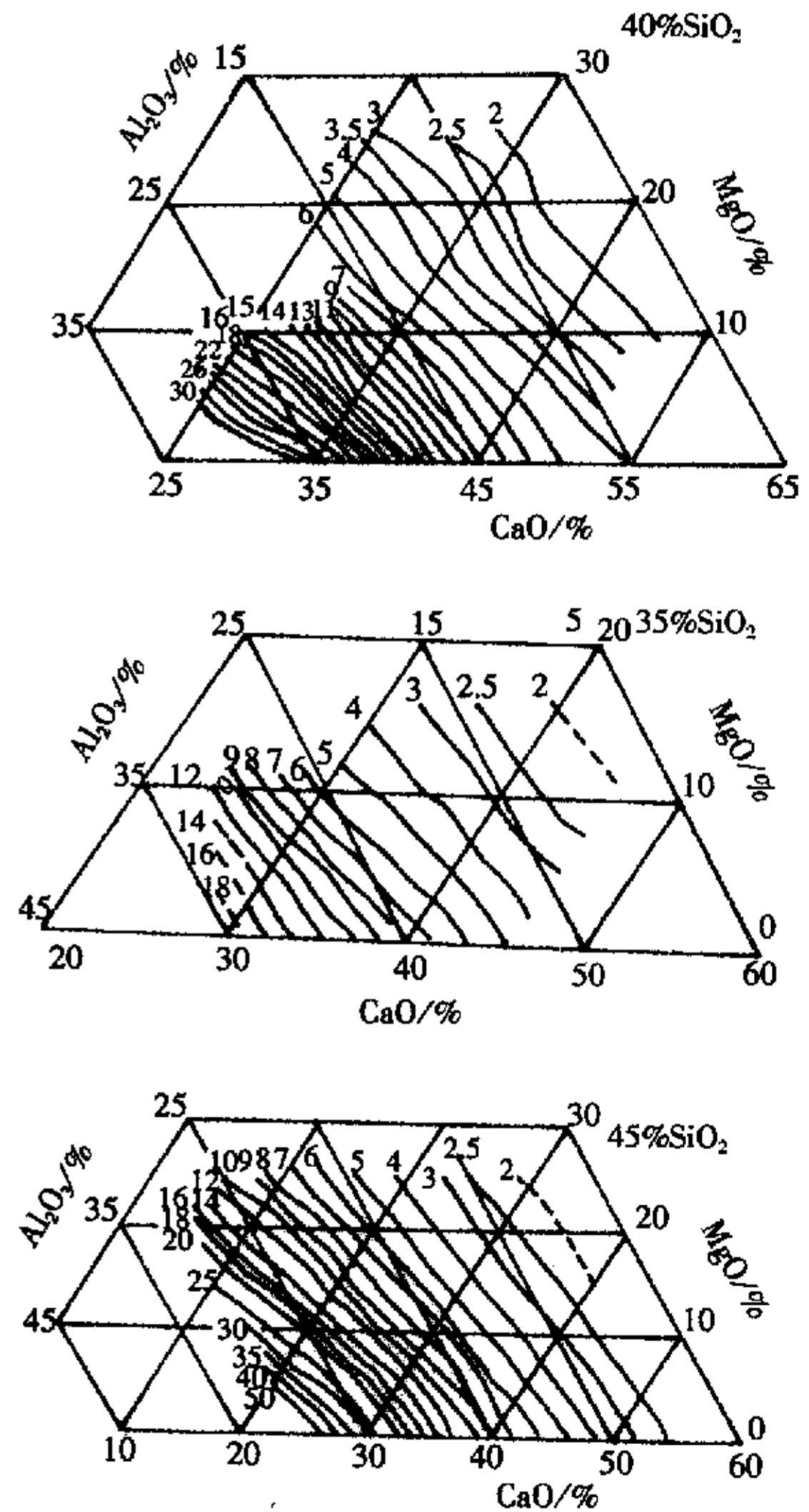


图 1 1500℃下不同 SiO<sub>2</sub> 含量的 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO-MgO-SiO<sub>2</sub> 四元渣系粘度图(泊)  
Fig.1 Slag viscosity at various SiO<sub>2</sub> content in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-CaO-MgO-SiO<sub>2</sub> system

SiO<sub>2</sub> 比 MgO·SiO<sub>2</sub> 稳定, 因此, 从 MgO·SiO<sub>2</sub> 中还原 [Si] 要比从 CaO·SiO<sub>2</sub> 和 2CaO·SiO<sub>2</sub> 中还原 [Si] 容易得多。

从图 1 中也可以看出, 渣中 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量的多少

对炉渣粘度影响较大,  $Al_2O_3$  含量在 15% 左右, 能够增加炉渣的比电阻, 有利于电极下插, 提高炉温。但是, 随着  $Al_2O_3$  含量的提高, 炉渣的熔点升高, 粘度增大, 渣铁分离不好。提高渣中  $Al_2O_3$  含量可以通过炉料配比来实现, 也可以通过提高硅石利用率, 降低渣比来实现, 反之亦然。

冶炼锰硅合金时, 一个相当重要的因素就是确定电炉的硅石利用率。电炉不同, 硅石的利用率不同, 它与电炉的设备参数有关, 同时与冶炼的品种有关。硅石的利用率有时可达到 55%~60%, 而低的硅石利用率只有 40% 或者更低。如果硅石利用率掌握不好, 会影响电炉指标。以 103<sup>#</sup> 炉为例, 冶炼普通锰硅合金时硅石利用率可达到 45%, 冶炼高硅锰硅合金时的硅石利用率可达到 50% 以上, 而且合金含硅越高, 硅石利用率越高。

### 3.3 熔炼操作

从正常锰硅合金生产向高硅锰硅合金转炼的过程中, 当合金 [Si] 含量在 25% 左右时, 再往上提 [Si]

有一定的困难, 此时, 若是加一定量的硅铁, 不仅可以使合金迅速提到规定要求, 而且也减少了中间过渡产品, 然后慢慢撤掉硅铁, 逐渐调整焦炭和硅石的配入量, 最后不用硅铁也可使合金成分合格。

在生产过程中, 每炉的渣铁必需排放干净。由于硅石的大量配入, 使炉渣很粘, 一定要用铁棍带渣, 若渣铁排放不净时, 很容易引起翻渣。

由于高硅锰硅合金的温度很高, 因此对出铁口的侵蚀相当严重。所以, 出完炉后必需精心维护出铁口, 把外口的炉渣剔净, 并且勤修出铁口, 否则, 会有烧穿或堵不上炉眼的现象发生。生产高硅锰硅合金, 不宜时间过长, 时间过长, 对设备损坏太严重, 因此, 生产高硅锰硅合金之前一定要认真核算, 慎重考虑。

### 参 考 文 献

- 1 冶炼锰硅合金炉渣渣型的选择. 铁合金, 1992(2)
- 2 张烽, 于忠等, 译. 铁合金生产的理论和工艺. 北京: 冶金工业出版社

## 行业信息

### 2004 年世界各地原燃料贸易价格将继续攀升

全球各地区钢铁生产用的原料市场价格行情走势将在今年基础上继续攀升。即使像炼焦煤最近呈相对疲软状态, 也出现市场基础性因素回升的迹象。在世界废钢市场价格行情日趋坚挺的时候, 焦炭市场价格再度上升。然而, 各种原料燃料中, 市场价格最为坚挺的是铁矿石。

据市场分析人士预测, 2003 年海运成交铁矿石增加数量将超过 5000 万吨。虽然欧洲联盟地区铁矿石需求量下滑, 但是由于考虑到中国大陆对铁矿石需求量大幅度增加, 在全球生铁产量增加推动之下, 世界铁矿石需求量到目前为止已增长 8% 以上。自然, 世界铁矿石增加量中绝大部分是在亚洲地区, 亚洲地区对进口铁矿石依存度很高。事实上, 世界, 尤其是亚洲地区和中國大陸对铁矿石呈现强劲需求的态势, 这促使铁矿石供应商千方百计提升铁矿石产量。世界上一些重要铁矿石出口目的地港口再度出现拥挤局面, 由于拥堵而造成矿石船交滞留费, 特别是巴西的一些铁矿石供应商拼命抓紧生产铁矿石以满足铁矿石需求量增加的需求, 这意味着印度和澳大利亚丧失一部分铁矿石市场份额。2003 年全球铁矿石市场出口价格大幅度上升, 升幅达到了近 11%, 预计 2004 年还将再次大幅度上升。

展望 2004 年无烟炼焦煤市场价格前景, 看来也要呈上升势头。虽然无烟炼焦煤进口需求如同铁矿石一样在世界所有地区都呈强劲的势头, 但是, 中国大陆对支持无烟煤市场价格也起着重要的作用, 其原因是, 中国大陆国内无烟炼焦煤市场上交货价目前每吨高达 66 美元, 这样中国大陆各钢

铁厂不得不增加无烟炼焦煤进口需求量。中国炼焦煤出口看来也面临着压力。虽然中国大陆停止其炼焦煤出口供应量也给世界炼焦煤市场价格行情基础性因素造成紧张态势, 但是, 在 2003 年晚一些时候澳大利亚新的炼焦煤巨大生产能力将投入生产, 到 2004 年炼焦煤供应商将是否能规避再次跌价的风险, 则将拭目以待。

经过几个月适度跌价之后, 现货焦炭市场价格在 2003 年 8 月份已呈一定回升势头。然而, 此次出现一定回升势头有一点人为性质, 其原因是中国大陆焦炭出口供应商拿不到出口许可证, 并且目前许可证收费从 2003 年 7 月份每吨 7 美元上升至 8 月份每吨 12 美元。如果中国大陆依然限制焦炭出口许可证的话, 那么, 焦炭市场价格还将上升。

目前, 世界废钢市场价格已很高, 并且将继续攀升。由于中国大陆目前对钢材(及废钢)进口需求量很大, 这促使远东地区提高了产钢能力利用率, 远东地区对废钢需求呈现强劲势头。如同铁矿石, 废钢资源供应量努力追赶其需求量增加的步伐, 但是, 北美地区和西欧地区废钢需求处在疲软状态。目前世界废钢市场价格可以说真正处于最高价位水平上。一旦亚洲地区之外其他地区钢铁生产恢复, 其产量回升, 废钢市场高价位水平对各地区钢铁工业部门则将构成真正威胁。同时, 废钢代用金属入矿料如生铁市场价格也因废钢市场价格居高不下而大幅度上涨。生铁资源供应短缺导致其价格上升, 如远东地区生铁进口到岸价目前有可能达到每吨 200 美元居高价位水平。还有直接还原铁及热压块铁资源供应也极度紧俏, 其亚洲地区市场价格在 2003 年 8 月份达到了 6 年来最高峰点。