

高锰锰硅合金的生产

李宏志

(广西八一铁合金(集团)有限责任公司 来宾 中国 546102)

摘要 通过调整入炉原料 Mn/Fe,用矿热炉直接生产出符合用户要求的高锰锰硅合金,生产过程中必须注意正确的冶炼操作和合适的渣型。

关键词 锰硅合金 生产 渣型

中图分类号 TF642.3.7 文献标识码 B 文章编号 1001-1943(2005)04-0004-03

PRODUCTION OF HIGH MANGANESE FERROMANGANESE-SILICON

Li Hongzhi

(Guangxi Bayi Ferroalloy Group Co., Ltd., Laibin, China 546102)

Abstract According to customers' need, by means of adjusting charging Mn/Fe, we can produce high manganese ferro manganese-silicon. But it is important to pay attention to right operation and appropriate type of slag during the course.

Keywords ferromanganese-silicon, production, type of slag

1 前言

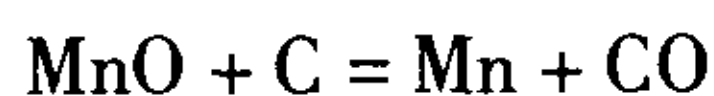
广西八一铁合金集团公司 12.5 MVA 矿热炉 (301#、302#炉) 一直以生产普通牌号的锰硅合金为主。2002年5~6月,根据市场需求,通过工艺调整,成功生产出了高锰锰硅合金(化学成分见表1),以满足用户需要。

表1 高锰锰硅合金化学成分 %
Tab.1 Chemical composition of high manganese ferromanganese-silicon %

Mn	Si	C	P	S
≥73	≥16	≤2.0	≤0.25	≤0.04

2 生产原理

高锰锰硅合金生产的原理是用碳质还原剂在矿热炉内同时还原锰矿中的锰和硅石中的硅结合生成锰硅合金的过程。炉内的反应可简单表示为:



由此可以看出,高锰锰硅合金与普通牌号的锰

硅合金其冶炼理论是一致的。其成分主要是通过入炉原料条件(如:Mn/Fe、Mn/P、焦炭、硅石的用量等)和炉况的控制来实现的。而从高锰锰硅合金的成分要求可以看出,其成分控制除(Mn)及(Mn+Si)以外的其它元素控制与普通锰硅合金相似。因此,该产品生产时对入炉原料 Mn/Fe 提出了更高的、特殊的要求。根据冶炼不同成分的锰硅合金所用原料允许的 Mn/Fe 的关系式: $\text{Mn} \# / \text{Fe} \# \geq [\text{Mn}] \eta_{\text{Fe}} / [\text{Fe}] \eta_{\text{Mn}}$ 及参考有关文献关于锰硅合金生产时锰的回收率与矿含锰的关系,再考虑高锰锰硅合金生产时实际成分的控制余量,通过理论计算,笔者认为若在矿热炉内通过调整入炉原料技术条件中的 Mn/Fe 而直接生产该产品,其 Mn/Fe 应达到 15.0 以上(普通牌号的锰硅合金生产的 Mn/Fe ≥ 5.8)。

3 矿热炉主要参数

变压器容量 12.5 MVA	一次电压 110 kV
电极直径 950 mm	极心圆直径 2 550 mm
炉膛内径 5 600 mm	炉膛深度 1 950 mm
炉壳直径 7 000 mm	炉壳高度 4 000 mm

作者简介 李宏志 男,1977年出生,2000年毕业于华东冶金学院钢铁冶金专业,助理工程师。现从事冶炼技术管理工作。

收稿日期 2005-01-27

二次电压分为8档,分别为156、154、150、148、142、136、130、124 V。

4 原料条件

4.1 锰矿石

锰矿石应为:综合 $\Sigma\text{Mn} \geq 33\%$;粒度为3~100 mm占60%以上。

4.2 焦炭

冶金焦中,固定炭 $\geq 80\%$,灰分 $\leq 18\%$,挥发分 $\leq 2\%$,水分10%~12%,粒度为20~35 mm占80%以上。

4.3 硅石

$\text{SiO}_2 \geq 97\%$,粒度为10~40 mm

4.4 白云石

$\text{CaO} \geq 30\%$ 、 $\text{MgO} \geq 20\%$,粒度为10~40 mm

4.5 萤石

$\text{CaF}_2 \geq 78\%$,粒度为10~40 mm

5 高锰硅合金的生产

5.1 原料配比

以700 kg锰矿石为基准,根据入炉原料综合有用成分,并结合炉况,配入焦炭、硅石等辅助原料。生产期间原料配比及其调整情况见表2(301*炉)。

表2 原料配比 kg
Tab. 2 Raw material ratio kg

锰矿石	焦炭	硅石	白云石	萤石
700	165	100	30	30
700	168	100	30	20
700	165	90	30	20
700	168	80	30	20
700	165	70	20	20
700	165	65	20	20

从表2中可以看出,调整焦炭、硅石等辅助原料配入量,以确保炉况顺行。

从正常锰硅合金生产向高锰硅合金转炼的过程中,合金[Mn]含量由65%提高至73%,其提升幅度高达八个百分点,且合金[Si]含量在16%以上,合金元素[Mn+Si] $\geq 89\%$,确实有一定的困难。如果转炼初期合金未迅速达到成分规定的要求,而通过后期调整料批,虽能达到规定要求,但其速度也是非常缓慢,因此,在转炼过程中适当配入较高Mn/Fe的

过渡炉料料批,以使合金成分迅速达到规定要求。

5.2 操作

冶炼过程中多采用4档电压148 V,表控一次电流65~80 A,有时高达85 A。电极工作端长度控制在1500~1700 mm为宜,且三相电极保持平衡,有利于炉况的稳定。

生产过程中,每炉的渣铁必须排放干净。由于大量富锰渣的配入,其熔点低、易成渣,若出铁时渣铁排放不干净,很容易引起翻渣。

5.3 合金成分的控制

锰硅合金是由Mn、Fe、Si和少量C、P、S等其他元素组成。从碳还原上述三元素的先后顺序为Fe、Mn、Si可以看出,当 SiO_2 能够被大量还原时,FeO被充分还原。因此合金中[Mn]、[Si]含量可近似认为存在某种关系即[Mn]与[Si]平衡,在控制合金成分时一定要把握好这一关系,通过采取适当的工艺措施,避免合金成分中因[Si]含量过高而导致[Mn]含量低。

5.4 渣型的选择

合理的渣型是生产高锰硅合金的必要条件。在选择渣型时,通常只考虑炉渣碱度。

锰和硅都是从液体硅酸锰中还原出来的。由于 SiO_2 比MnO难还原,当 SiO_2 被大量还原时,MnO的还原也比较充分,为促使 SiO_2 充分还原,需要提高 SiO_2 的活度系数,炉渣碱度选择似乎是应该越低越好;而当碱度小于0.5时,虽然 SiO_2 的活度大,但其炉渣的粘度也大,熔液中 SiO_2 的传质速度低;炉渣的导电性变差,炉渣温度梯度大,距离电极稍远的一些区域渣液温度降低,还原 SiO_2 所需要的温度不够, SiO_2 还原困难,硅的回收率降低;粘稠炉渣中的一些高熔点物质如SiC等在炉内积存结瘤,难以排出炉外。笔者将终渣的三元碱度控制在0.60~0.75之间,可以改善炉渣的导电性和流动性,使输入炉内的电能可以在较大的范围内均匀分布,减少炉内反应区的温度梯度,有利于加快 SiO_2 传质速度,而不会由于碱度的提高 SiO_2 活度下降而恶化 SiO_2 还原的热力学条件,超出此碱度范围对冶炼不利。需要特别指出的是,为了提高炉渣碱度,不能只靠偏加造渣剂白云石来实现,重要的是提高 SiO_2 的还原率。2002年5~6月301*炉生产高锰硅合金时的渣型如表3所示。

从表2、表3可以看出,因开始生产时渣量大,为了将渣铁比由1.33降至1.1以下,笔者减少了白云石和萤石的配入量,但炉渣碱度却未降低。

表 3 2002 年 5 ~ 6 月 301* 炉生产高锰硅合金的终渣成分 %
 Tab. 3 The furnace 301* slag composition of producing high manganese ferromanganese-silicon between May and June in 2002 %

MnO	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	CaO	(CaO + MgO)/SiO ₂
11.90	32.74	3.42	24.26	16.48	0.61
13.00	28.06	2.93	24.26	17.40	0.73
12.45	29.90	3.42	23.87	16.19	0.66
14.70	30.16	3.62	25.45	15.24	0.63
12.45	29.35	2.93	23.97	16.15	0.65
12.45	30.94	3.56	27.99	16.24	0.64

该公司的锰硅炉渣属高 Al₂O₃ 渣型，炉渣中 (Al₂O₃) 含量高达 20% ~ 30%。(Al₂O₃) 具有增高炉渣熔点，稠化炉渣的作用，文献 [1] 认为炉渣温度提高到 1 700 °C 以上，任何锰硅炉渣的流动性都是一

致的。为此，笔者一方面采用大功率冶炼以提高炉温；另一方面配入萤石，改善熔渣的流动性。从表 2 可以看出，采用大功率冶炼提高炉温，即使减少了萤石的配入量，但炉渣的流动性依然好。生产实践表明，炉渣温度足够高时 (≥1 500 °C)，炉渣粘度不再成为反应趋近于平衡的障碍；由于硅酸钙、硅酸镁、硅酸铝比硅酸锰更稳定，提高碱度和 Al₂O₃ 含量有增大 MnO 活度的作用，适当提高炉渣碱度和 Al₂O₃ 含量有利于 MnO 的还原，降低炉渣 MnO 含量，提高锰的回收率。

6 冶炼效果

高锰硅合金生产各项主要技术经济指标见表 4。

表 4 主要技术经济指标
 Tab. 4 Main technological economical indexes

合格率/%	品级率/%	电耗/kWh/t	锰回收率/%	产量/(t/d)
100	85.81	4 070	76.66	70.56

从表 4 中可以看出，除锰回收率外，其余技术经济指标较好。

7 结论

7.1 冶炼高锰硅合金前的准备工作要充分，在转炼过程中要适当配入一定数量的 Mn/Fe 较高的过渡炉料料批，使合金成分迅速达到规定要求。正常生产期间，入炉原料技术条件中的 Mn/Fe 比值在 15 ~ 17 为宜。

7.2 处理好合金中 [Mn] 与 [Si] 的平衡关系，合金

[Si] 含量一般控制在 16% ~ 17.5% 为宜，避免合金中因 [Si] 含量过高导致 [Mn] 含量低，从而达不到规定要求。

7.3 将炉渣的三元碱度控制在 0.60 ~ 0.75 之间，渣铁比控制在 1.1 以下，可获得较好的技术经济指标。

参 考 文 献

1 赵乃成，张启轩. 铁合金生产实用技术手册. 冶金工业出版社



行业信息

2005 年 5 月份日本铁合金进口统计

日本海关统计数据显示，2005 年 5 月份日本进口高碳锰铁 (C> 2%) 2873.5 t；中低碳锰铁 321 t；硅铁 (Si> 55%) 48705 t；硅铁(其它)1177 t；锰硅合金 17955 t；高碳铬铁 (C> 4%) 76169.9 t；中低碳铬铁 6290 t；镍铁 (Ni <33%) 1998 t；镍铁 (Ni > 33%) 371.7 t；钼铁 370 t；钒铁 576 t。2005 年 1 ~ 5 月份日本总计进口高碳锰铁 (C> 2%) 23324 t；中低碳锰铁 2809 t；硅铁 (Si> 55%) 192096.6 t；硅铁 (其它) 7533 t；锰硅合金

103783.5t；高碳铬铁 (C> 4%) 400300.1 t；中低碳铬铁 23348t；镍铁 (Ni <33%) 16916t；镍铁 (Ni > 33%) 5808t；钼铁 1906t；钒铁 2527t。

3 季度日本电炉钢厂硅铁和锰硅合金采购价格下滑

据报道，今年 3 季度日本电炉钢厂硅铁和锰硅合金采购价格已于上周末敲定，其中锰硅合金合同价格较 2 季度下滑了 5000 ~ 10000 日元/t，硅铁合同价格下滑了 2000 ~ 4000 日元/t。2005 年 2 季度日本电炉钢厂硅铁采购价格 (工厂交货价) 为 7.8 ~ 8.5 万日元/t，硅铁价格为 10 ~ 10.5 万日元/t。目前日本市场中国产锰硅合金价格为 630 ~ 635 美元/t (CIF 日本)，硅铁价格为 620 ~ 630 美元/t (CIF 日本)。