

低碳锰铁生产工艺的探讨

彭灵芝

(湖南铁合金厂 湘乡 中国 411400)

摘要 为降低碳含量,在低碳锰铁生产过程中,通过提高锰硅合金中硅含量([Si]>25%),减少外部增碳以及采用低碱度操作等措施,得到了理想的低碳锰铁生产工艺。

关键词 低碳锰铁 锰硅合金 碱度 措施

中图分类号 TF642.3.4 文献标识码 B 文章编号 1001-1943(2003)02-0022-03

PROBE INTO PROCESS OF LOW CARBON FERROMANGANESE PRODUCTION

Peng Lingzhi

(Hunan Ferroalloy Co., Ltd., Xiangxiang, China 411400)

Abstract To reduce carbon content, taking the following measures such as increasing silicon content([Si]>25%) in silicomanganese, reducing outside carbon content, operating in low basicity in smelting low carbon ferromanganese etc. can achieve ideal process.

Keywords low carbon ferromanganese, silicomanganese, basicity, measures

1 前言

低碳锰铁是钢铁工业和电焊条生产行业的重

要原料,特别在冶炼高锰钢、不锈耐酸钢等特殊钢时尤为重要。目前低碳锰铁的生产均采用国际 87 标准,其化学成分见表 1。

表 1 低碳锰铁的化学成分 %
Tab.1 The chemical composition of LC ferro-manganese %

牌号	Mn	C	Si		P		S
			I 组	II 组	I 组	II 组	
FeMn85C0.2	85~90	≤0.2	≤1.0	≤2.0	≤0.10	≤0.30	≤0.02
FeMn80C0.4	80~85	≤0.4	≤1.0	≤2.0	≤0.15	≤0.30	≤0.02
FeMn85C0.7	80~85	≤0.7	≤1.0	≤2.0	≤0.20	≤0.30	≤0.02

从表 1 可以看出,低碳锰铁要求碳含量 C ≤ 0.7,这就意味着低碳锰铁的生产比中碳锰铁的难度更大,要求更高。目前国内几大厂家均采用电硅热法生产中、低碳锰铁,上海铁合金厂 1991 年后采用“双炼”工艺,个别厂家采用高硅锰硅合金生产低碳锰铁,其它厂家均很少生产出 C < 0.7 的产品。

由于电硅热法生产工艺本身没有脱碳的过程,

上海“双炼”工艺也是通过将锰硅合金在摇炉里预炼,使其含 C ≤ 1.0、Si ≤ 1.4,热兑生产获得 C ≤ 1.0 的中碳锰铁产品的,且工艺复杂,技术要求高,配套设施多,生产难度大。故 C ≤ 0.7 的低碳锰铁缺口较大,远远不能满足钢铁工业的发展及市场的需求。

因此,有必要对低碳锰铁的最佳生产工艺、方法进行一些尝试性的探讨,找到生产低碳锰铁的生产

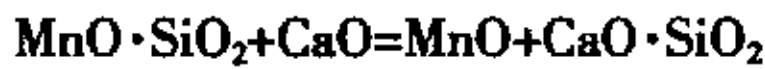
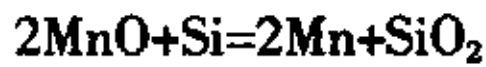
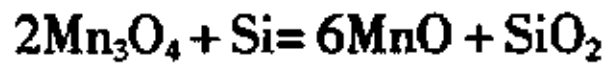
作者简介 彭灵芝 男,1964 年 7 月出生,1988 年毕业于北京科技大学冶金物理化学专业,工程师。现从事安全环保工作。

收稿日期 2003-01-21

工艺和方法。

2 低碳锰铁生产原理

众所周知,中、低碳锰铁的生产原理是一样的,即在电炉中用 Mn、Fe 的氧化物(锰矿),使锰硅合金中的硅被氧化(精炼脱 Si),得到与锰硅合金含碳相近的中低碳锰铁,其反应方程式为:



上述反应表明中、低碳锰铁的生产过程中, Mn 的还原使合金含锰升高, 硅的气化使合金含 Si 下降, 是一个主要的反应过程, 也是一个可控制的过程, 而区别于中碳锰铁与低碳锰铁的主要元素 C 却与该主要反应无关, 也就是说, 低碳锰铁生产过程中, 本身不存在脱碳的过程。图 1 为实际生产中锰硅合金含碳量与中、低碳锰铁合金含碳量的关系。

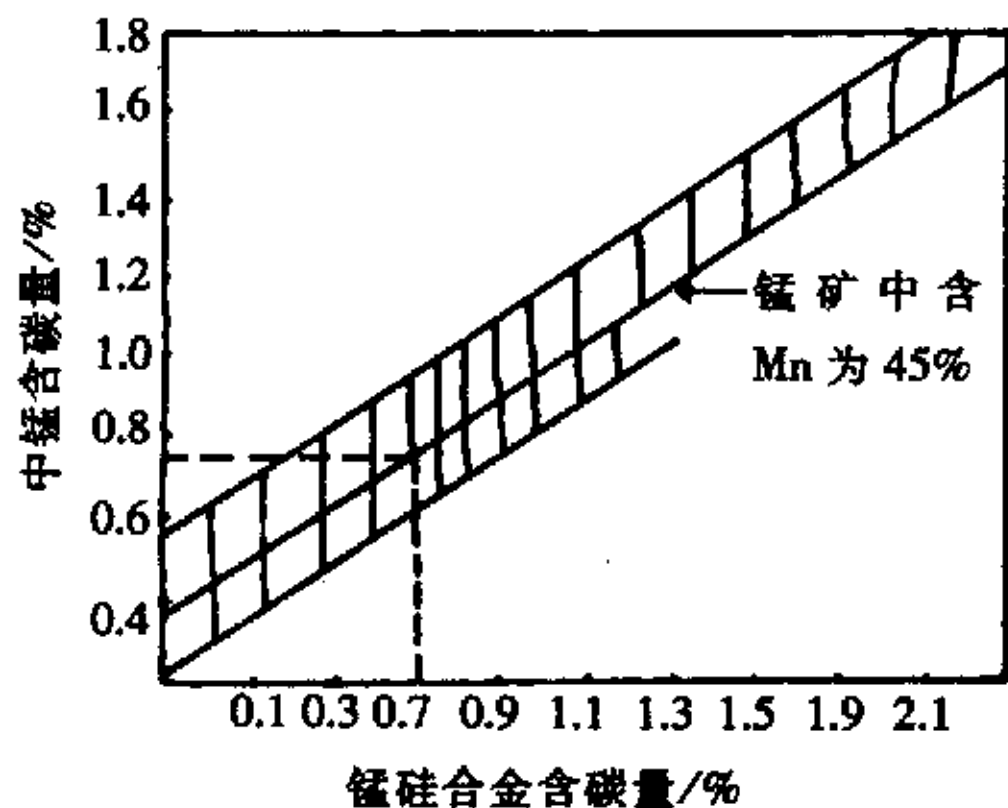


图 1 锰硅合金含碳量与中低碳锰铁含碳量的关系
Fig.1 The relations between silicomanganese carbon content and MC ferromanganese carbon content

从图 1 可知,中、低碳锰铁的含碳量在很大程度上取决于所用锰硅合金的含碳量, 一般说来, 锰硅合金的含碳在 0.7%, 锰矿中含 Mn 在 45% 时所得中、低碳锰铁含碳量也在 0.7% 左右, 实际上, 低碳锰

铁含碳量来自两个方面, ①占主体部分的锰硅合金本身带入的碳, ②生产过程中外部增碳。而对于中、低碳锰铁的含碳量与锰硅合金的含碳量相近的原因可以这样解释, 由于低碳锰铁生产过程中, 锰硅合金中的碳有部分被烧损, 另一部分进入合金, 而在形成低碳锰铁时, 有部分炉料和电极对合金增碳, 这一部分增碳与烧损的部分相差无几, 故从表面看, 中、低碳锰铁与锰硅合金含碳量相近, 实际生产中有关含碳量情况如表 2 所示。

所以, 要得到含碳量 $\leq 0.7\%$ 的低碳锰铁关键是要将锰硅合金的含碳量控制在 0.7% 以下, 同时控制生产过程中的增碳。

3 有关的生产方法

3.1 提高锰硅合金的含硅量, 降低其含碳量

如前所述, 低碳锰铁中的碳来源的一个重要途径是锰硅合金本身带入的碳, 这就要求锰硅合金含碳量达到要求, 即 $C \leq 0.7\%$ 。

在锰硅合金内部, 碳的存在形式主要有两种: 一种是碳化硅(SiC); 另一种为锰铁碳合金, 如 $[(\text{Mn}, \text{Fe})_3\text{C}]$ 。同时, C 和 Si 相互制约着, 在高温下, 随着含 Si 的增高 C 含量下降, 它们之间的关系遵循下列规律, 见图 2。

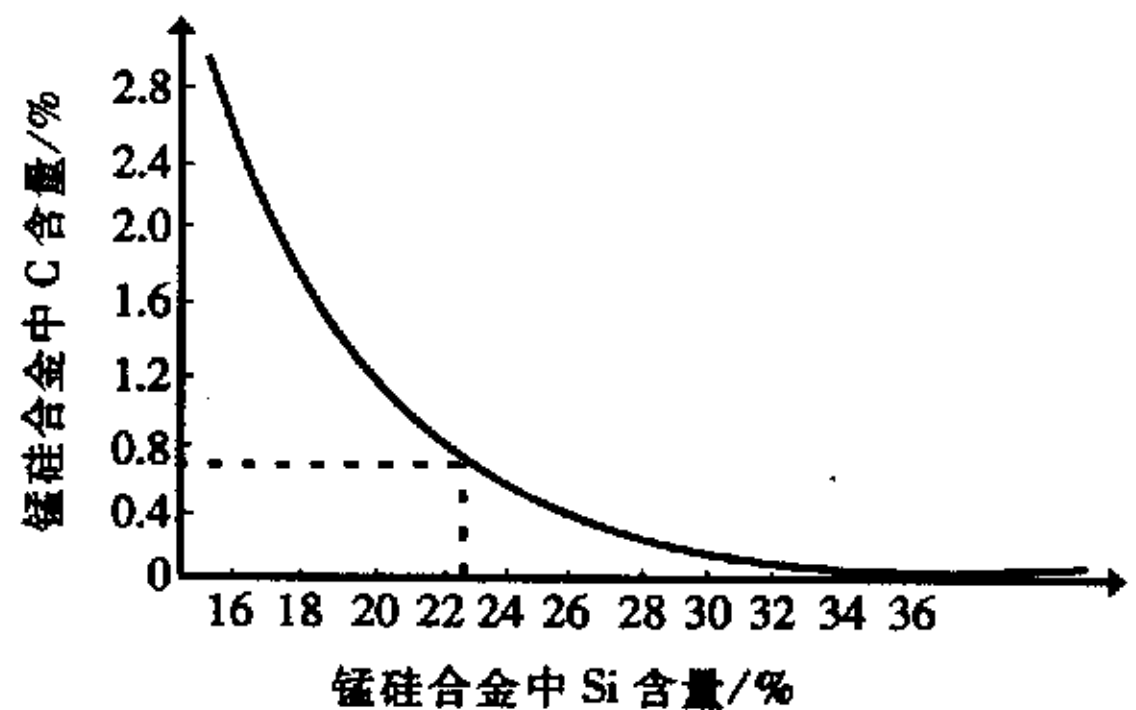


图 2 锰硅合金中硅与碳含量的关系
Fig.2 The relations between silicon content and carbon content in silicomanganese

表 2 中、低碳锰铁与锰硅合金含碳量对比 %
Tab.2 Carbon content comparison between silicomanganese and LC ferromanganese

炉号	01	02	03	04	05	06	07	08	09	010	011	012
入炉前锰硅合金含碳量	0.60	0.61	0.66	0.78	0.64	0.73	0.62	0.59	0.67	0.66	0.72	0.64
低碳锰铁合金含碳量	0.56	0.58	0.66	0.57	0.62	0.67	0.55	0.53	0.63	0.65	0.64	0.59

3.2 利用摇包生产低 Si, 低 C 锰硅合金

根据这个规律, 可以通过提高锰硅合金中的含 Si 量来控制含碳量。

锰硅合金中含 Si 量升高, Si 可以与 Mn 结合, 生成比 Mn_3C 更为稳定的硅化锰 $[\text{MnSi}]$, 从而将已生成的 Mn_3C 中的 C 排挤出来, 使锰硅合金中的含碳

量下降,所以,将锰硅合金中的含硅量提高到 25%~27%,其含碳量可以控制在 0.7 以下,这种高硅锰硅合金可以通过锰硅电炉生产或锰硅合金重熔得到。

事实上,在矿热炉中生产含硅大于 23%的高硅锰硅合金是比较困难的,因此,我们要借助于锰硅重熔。锰硅合金重熔就是把含碳较高、含 Si 较低的锰硅合金,加入到电弧炉内,利用少量锰矿和石灰造渣进行重新熔炼,并加入部分硅铁提高合金中的含 Si 量,而挥发的 Mn 可以从锰矿中得到补充,锰硅合金重熔后,含 Si 量可以提高到 25%以上,含碳可控制在 0.7%以下甚至更低。

高硅锰硅合金出来后,再经过摇包处理,可以得到含 Si ≤ 14%,含 Mn ≥ 65%,含 C < 0.7%的低硅低碳锰硅合金,使用这种锰硅合金,更有利于低碳锰铁的生产,从而提高合金中的含锰量,降低低碳锰铁的生产电耗及原料单耗,取得更好的经济效益。

3.3 控制生产过程中的增碳

仅仅有了高硅低碳锰硅合金,如果操作方法不对,外部增碳超过生产过程中的烧损部分,则仍然不能生产低碳锰铁,因此,要严格控制外部增碳。

外部增碳的来源有电极增碳和原料增碳,而其增碳方式有辐射碳粒子和合金化渗透增碳两种。

3.3.1 辐射碳粒子增碳

在精炼期的高温下,电极工作端的碳向熔体中辐射,有部分碳进入合金而导致增碳,为了减少这种增碳可以采取如下两种措施:

①精炼期后改低电压

把正常熔炼时的 5 级改为 4 级,这样,炉内温度相对降低,弧光变短,电极工作端的碳粒子辐射减少,从而减少合金的增碳。

②缩短精炼期

精炼期越长,电极工作端与熔体接触的时间也越长,辐射的碳粒子数量也越多,导致合金增碳,为此,可在正常料批的基础上再多配锰矿,以保证熔体中有足够多的游离态的 MnO,使之与 Si 发生氧化还原反应,加快脱 Si 反应速度,缩短精炼期,以达到减少电极增碳的目的。

3.3.2 合金化渗透增碳

合金化渗透增碳是很复杂的,同时也是主要的增碳方式,外界进入合金中的碳如石灰、锰矿中的碳都是通过合金化渗透而进入合金的,为了减少这

种增碳,可以采用低碱度操作。

首先,外界进入合金的碳,是通过 CaO 为媒介进行的,反应方程式为:



随着 CaC₂ 的不断增加,合金中的 Mn 很快与之反应,生成稳定的 Mn₃C 存在于合金之中,使之增碳,因此,可以降低 CaO 的浓度,即采用低碱度操作,把碱度控制在 1.0 左右,使渣中的 CaO 的活度大大降低,减少 CaC₂ 的生成机会,从而减少合金的增碳。

4 低碳锰铁生产的理想工艺

通过以上分析,可以得到低碳锰铁生产的理想工艺,如图 3 所示。

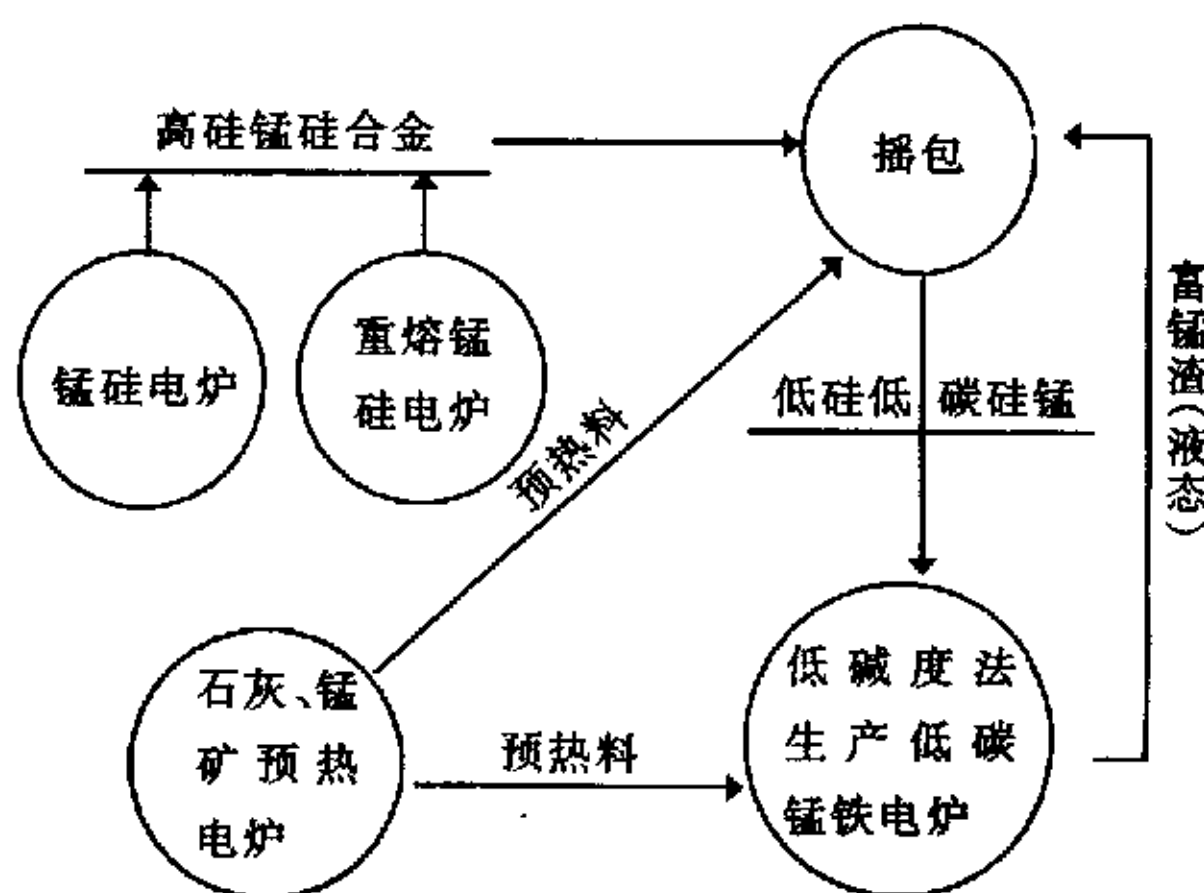


图 3 低碳锰铁生产的理想工艺
Fig.3 Ideal process of LC ferromanganese production

5 结 论

低碳锰铁中碳的来源有两个方面,一方面是锰硅合金本身带入的碳,另一方面是外部增碳,即冶炼过程中合金的增碳。要生产出更多更好的低碳锰铁,首先必须提高锰硅合金中的含 Si 量,使 Si > 25%,以便将其碳含量控制在 0.7%以下,符合生产要求,而这一要求可通过锰硅电炉或锰硅重熔来达到;其次是减少外部增碳,即通过改低电压、降低负荷、缩短精炼时间来减少辐射增碳,同时,通过采用低碱度操作减少合金化渗透增碳,从而得到理想的生产低碳锰铁的工艺。