

# 改善锰硅合金表面质量的几种措施

吴永长

(广西八一铁合金集团有限责任公司 来宾 546105)

**摘要** 分析了锰硅合金表面质量的主要缺陷及其产生的主要原因,提出了改善锰硅合金表面质量,减少因表面质量缺陷而造成损失的措施。

**关键词** 锰硅合金 表面质量 夹杂 疏松 收缩

中图分类号 TF642.33 文献标识码 B 文章编号 1001-1943(2001)01-0009-03

## SEVERAL MEASURES TO IMPROVE SURFACE QUALITY OF MnSi ALLOY

Wu Yongchang

(Guangxi Bayi Ferroalloy Group. Co. Ltd. Laibin 546105)

**Abstract** The main shortages in MnSi surface and the reasons are analysed, the measures to improve MnSi surface quality and to reduce the loss by the surface defect are put forward.

**Keywords** ferromanganese-silicon, surface quality, inclusion, porosity, contraction

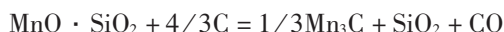
### 1 前言

锰硅合金被广泛应用于钢铁生产及铸造行业,其化学质量按牌号分已形成了标准系列,而物理质量则没有严格界定。随着人们产品质量意识和市场经济意识的增强,用户对铁合金产品质量有了更全面的要求。根据用户反馈的信息,铁合金表面质量问题较为突出。本文依据理论分析结合生产实践,总结出减少因锰硅合金表面质量问题而造成损失的几种措施。

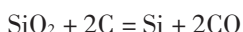
### 2 锰硅合金的冶炼原理及理想渣型

#### 2.1 锰硅合金的冶炼原理

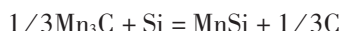
锰的高价氧化物受热分解后被CO还原成MnO,再被C还原:



温度升高,硅被还原:



硅与锰生成更稳定的化合物:



#### 2.2 锰硅合金冶炼的理想渣型

炉渣的成分能够提供合适的冶炼过程温度,影响各元素在合金与炉渣中的分配。锰硅合金生产的理想炉渣成分为: MnO 8% ~ 10%, CaO 12% ~ 15%, MgO 4% ~ 5%, SiO<sub>2</sub> 32% ~ 36%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 34% ~ 43%。

### 3 主要表面质量问题及其产生的原因

#### 3.1 表层含S高

在锰硅合金生产中,S主要来自于焦炭中的灰分、富锰渣及电极糊。入炉S最终以硫化物的形式存在。在这些硫化物中,MnS和FeS高温下

**作者简介** 吴永长 男,1976年8月出生,技术员。1998年7月毕业于重庆钢铁高等专科学校冶金系炼钢及铁合金专业,现从事铁合金冶炼工作。

**收稿日期** 2000-09-04

在  $MnO \cdot SiO_2$  中的溶解度很大,而  $SiS$  及  $SiS_2$  则在高温下挥发,因此进入炉内的 S 绝大部分最终进入炉渣,另有部分挥发,而只有很少量(约 4%)进入合金。

S 在合金中的溶解度很小,随着凝固过程温度逐渐降低,由于偏析作用,  $MnS$  和  $FeS$  富集于凝固速度较快的表层而析出,导致固态锰硅合金表层含 S 比其它地方都高。所以,在生产中须减少 S 的入炉量且保证炉渣中有正常的  $SiO_2$  含量。

### 3.2 表层含 P 高

P 是一种相对稳定的元素,炉料中的  $P_2O_5$  入炉后,在高温下以较稳定的  $Mn_3P_2$  存在。因此,入炉 P 除了 5% ~ 10% 进入渣中,20% 挥发外,约有 70% ~ 75% 进入到合金中。由于 P 的密度又比 Mn 和 Fe 小,因此合金凝固后,上表层的 P 含量比中、下层高。元素的偏析是一种必然现象,控制入炉原料综合 P/Mn 比值是控制合金含 P 量的关键。

### 3.3 表层含碳高

C 是一种比重较轻的元素,在合金中以  $Mn_3C$  及少量的  $SiC$  形式存在,但 C 元素的偏析度比 S、P 元素大,且在固态合金中的溶解度同样较小,因此固态合金表层含 C 高。

### 3.4 合金组织结构疏松

#### 3.4.1 由凝固过程体积收缩引起

合金由液态向固态转变是一个复杂的物理化学变化过程。由热力学可知,金属由液态向固态的结晶过程,只有在结晶过程引起系统自由能降低时才能自发进行。锰硅合金溶液并非纯金属,其结晶所需的晶核的形成过程为非均质形核,即以金属液的液固相的氧化膜等界面为“依托”,择优地在这些部位不均匀地形成晶核。当液态金属中形成稳定的晶核后,原子就由液相向固相扩散转移。

固态合金比液态合金的系统自由能低,所以锰硅合金的凝固过程是一个全程放热过程,热量的传递以对流、传导和辐射方式进行。如图 1 所示,浇铸锭模上部为敞口,直接与空气接触,而其它部位均以模壁为介质间接与空气进行热交换,因此在锭模的上部温度梯度最大,合金结晶速度最快。当合金液进入锭模后,与模壁及空气接触

的金属液受到剧烈的冷却,获得很大的过冷度及过冷度,产生大量的晶核,继而成长为晶粒。随着激冷区的形成,模壁变热,它对合金液的冷却作用减缓,凝固前沿的合金液过冷度减小,于是液态合金的过热和结晶热主要通过凝固层形成定向传热。

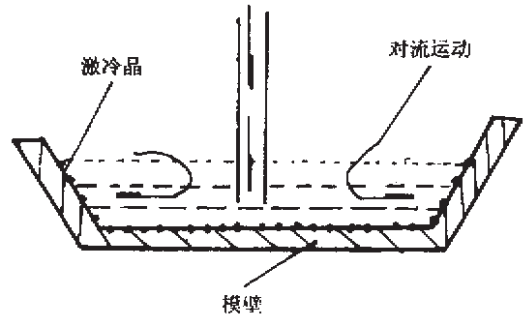


图 1 锰硅合金冷却过程示意图

合金液从过热温度冷却到液相线温度,由于温度降低,空穴数量减少,原子间距离缩短,出现液态收缩;当合金由液相线温度冷却到固相线温度过程中,固态原子呈近程有序排列比较紧密,出现凝固收缩;当合金从固相线温度冷却到常温过程中,产生降温体积收缩和低温相变体积收缩。另外,研究指出,合金随着使凝固区扩大的元素(如 Si、P、Ni 等)的含量增加,体积收缩就增加,而随着使液固两种相区缩小的元素(如 Mn、Mo 等)含量增加,线收缩就增加。加之由于重力作用,凝固过程中未凝固的金属液补充因凝固而产生的体积缩小。所以常温下的固态锰硅合金表层易形成丝状及孔洞,并且,高牌号的锰硅合金比低牌号的锰硅合金更易出现丝状及孔状。

#### 3.4.2 由凝固过程合金中的气体逸出而引起

高温过热的锰硅合金液体中溶解的气体,随着凝固过程温度的降低而处于过饱和状态。过饱和的气体以模壁、结晶等为基础,形成气泡并逐渐长大,当气泡长大到一定的临界尺寸,就脱离

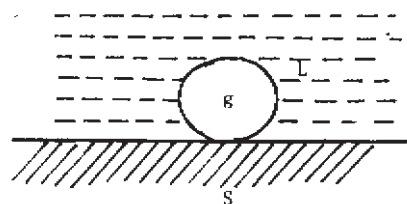


图 2 气孔的形成

该表面而上浮,从而使凝固的合金呈现孔洞,如图 2 所示。另外,浇铸锭模不干燥,浇铸过程中  $H_2O$  在高温下形成的气体逸出也是导致固态合金出现孔洞的原因之一。

### 3.5 合金表层夹杂

表层夹杂表现为下表面夹有石灰颗粒,上表面夹有炉渣。石灰颗粒来源于锭模涂层,因此,浇铸前锭模清扫不干净是主要原因。由于浇铸时采取下浇铸方式,而上表层有夹渣,说明炉渣在上浮过程中阻力偏大,未能与铁分离良好,铁水温度偏低,炉渣粘度大。

## 4 采取措施

4.1 减少 S 元素的入炉量,保证炉渣中有正常的  $SiO_2$  含量。

4.2 合理控制入炉原料的综合 P/Mn 比值。

4.3 提高入炉原料综合品位,减少渣量,并且保证炉渣中有合适的  $MgO$  含量,可以提高冶炼过程温度,从而改善炉渣的流动性以利于渣铁分离。

4.4 浇铸时清扫干净锭模。

4.5 准时出铁,及时浇铸。

4.6 杜绝“回头”浇铸现象。

4.7 合理控制合金品位,尽量减小质量过剩幅度。

4.8 进行浇铸过程扒渣。这样可起到一定的机械搅拌作用,强制金属液对流,破坏表面晶枝,改善元素的偏析程度,减小孔洞及丝状结构的形成

机率。同时,也可将表面的浮渣扒得更干净,减少夹渣。

## 5 效果

采取措施以后合金的表面质量情况见表 1。

表 1 采取措施情况及合金表面质量

时 间 (年.月.日.)	采取措 施情况	有表面质量问 题的合金量/t	
		601#炉	602#炉
99.09.26. ~ 99.10.24.	未采取措施	25.76	15.45
99.10.25. ~ 99.11.19.	采取部分措施	25.28	14.68
99.11.20. ~ 99.12.26.	全面采取措施	12.33	5.95
99.12.27. ~ 2000.06.10.	全面采取措施	9.11	9.90

由表 1 可以看出,全面采取上述几种措施后,有表面质量问题的合金数量大大减少,效果较为显著。

## 6 结 论

6.1 锰硅合金在凝固过程中产生元素偏析及丝状、缩孔是一种必然现象,该现象不能消除但可以减少发生程度。

6.2 采取上述措施对改善锰硅合金表面质量问题效果显著。