

# 从提高铁液质量的角度进行铸造过程控制

王长坤, 殷作虎

( 无锡永新集团合金球铁厂, 江苏 无锡 214072)

摘要: 从提高铁液质量的角度, 通过列举案例的方式说明为了稳定生产出健全的铸件, 必须严格控制好原辅材料的选择, 熔化处理过程, 造型浇注过程等多个环节, 以期铸件最终成形之前的铁液为优质纯净的铁液; 阐述了通过合理科学的工艺技术改造, 可以同时达到既降低综合生产成本又提高铸件质量和成品率的双重目的。

关键词: 铁液质量; 原材料; 熔炼; 铸型工艺

中图分类号: TG250.6 文献标识码: A 文章编号: 1003-8345(2007)05-0019-03

Foundry Process Control by Improving Quality of Molten Iron

WANG Chang-kun, YIN Zuo-hu

( Wuxi Novel Alloy & Ductile Iron Works Group, Wuxi 214072, China)

Abstract: Some practical cases was given to show that, in order to produce sound castings stably, it is necessary to control strictly a series of process steps such as the selection of raw materials, iron melting and treating process, molding process and pouring process to ensure that the molten iron is of hi-quality and hi-purity before final formation of the casting. It was explained that, by some reasonable process improvements, it is possible not only to reduce the overall casting production cost, and also to improve casting quality and to raise the process yield rate.

Key words: quality of molten iron; raw materials; melting; casting method

随着机械行业的迅猛发展, 对铸件质量的要求也越来越高, 而铁液质量是影响铸件质量的关键因素之一, 笔者以几个生产实例来阐明原材料、熔炼处理工艺和砂型对铁液质量的影响, 并用其有效的解决方法说明, 提高产品质量并非要增加更多的成本投入, 只要工艺适当, 操作合理, 就能够降低生产的综合成本。

## 1 炉料对铁液质量影响的实例

微量元素在铸铁中的作用复杂多样, 在不同铸件中, 各种微量元素含量要求也不尽相同, 有些适量有益, 有些过量有害。

比如对铁液进行孕育, 希望孕育剂中含有一定量的 Ca、Al、Ba 等, 但铁液中的  $w(\text{Al})$  量偏高时会与铸型中的水汽发生反应:  $2\text{Al} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2$ , 在生产活塞环这样的薄小件时, 反应生成的  $\text{H}_2$  易产生针式气孔, 这就是生产铸铁

类活塞环必须采用低铝球化剂或低铝孕育剂的重要原因。

生产球墨铸铁件时, 除了控制生铁或废钢当中的 S 和 P 含量外, 还要避免带入过量有害的反球化元素, 如要求  $w(\text{Ti}) < 0.05\%$ ,  $w(\text{As}) < 0.005\%$ ,  $w(\text{Te}) < 0.005\%$ ,  $w(\text{Pb}) < 0.005\%$  等。生产铁素体型中小球墨铸铁件时, 应严格控制促进珠光体形成元素含量, 如 Sb、Sn、Cr、Mo、Cu、B、V、Te 等; 在大断面球墨铸铁件中, 当  $w(\text{Sb})$  在  $0.002\% \sim 0.01\%$  时, 石墨球圆整度高, 石墨球数多;  $w(\text{Bi})$  在  $0.005\% \sim 0.01\%$  范围内能消除变态石墨, 获得更多的石墨球。

下面以炉料中  $w(\text{Ti})$  超标导致严重球化衰退的一个实例来说明炉料对铁液质量的影响。

某中美合资企业用 5 t/h 热风冲天炉及粘土砂干型生产出口球铁件, 有一段时间发现出现大量球化衰退的现象, 怀疑用于球化处理的球化剂 (T-2st) 有变化。经查, 该批次球化剂其它厂家也有使用, 但未出现球化不良或球化衰退。后分析估计工艺或铁液有异常变化, 现场采用 T-2st 球化剂进行跟踪试验, 加入量 1.6%, 并取光谱试

收稿日期: 2007-06-27

修定日期: 2007-08-15

作者简介: 王长坤 (1973.12-), 男, 江苏东台人, 铸造工程师, 主要从事铸铁生产熔炼工艺及铸件质量过程控制等方面的工作。

样,部分数据分析如表 1。

表 1 铁液化学成分  
Tab.1 Chemical compositions of iron liquid

铁液	C	S	Si	Mn	P	Mg	RE	Ti
原铁液	3.80	0.055	1.25	0.40	0.06			0.09
球化后		0.026	2.45	0.38	0.055	0.043	0.027	0.075

处理过程中 1 t 铁液反应时间约 90 s, 相对平稳; 浇注初期炉前金相试样球化率 83%, 但 8 min 后取样, 试样中有大量蠕虫石墨出现, 可以断定发生了球化衰退。根据光谱分析结果, 处理完的铁液中  $w(Ti)$  达 0.075%, 而一般球铁件  $w(Ti)$  不得超过 0.05%。据此分析, 更换  $w(Ti)$  低的优质球铁专用生铁, 球化衰退现象已基本得到控制。

## 2 熔炼工艺对铁液质量影响的实例

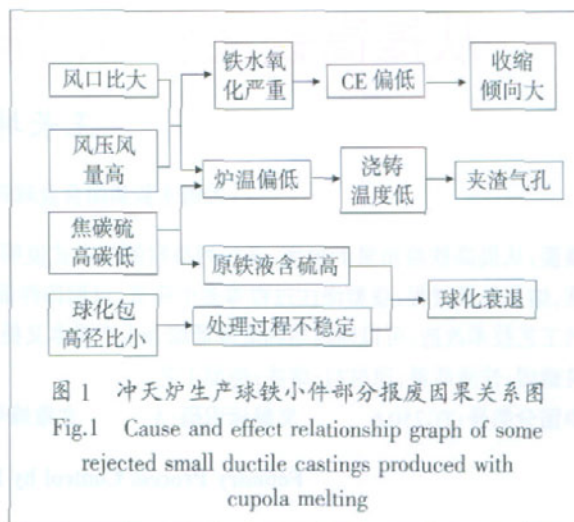
### 2.1 降低井盖或管件球化衰退缺陷的实例

采用 3 t/h 三排距冷风冲天炉、粘土砂湿型手工造型生产 QT450-10 井盖或管件, 出现夹渣、表面缩凹、加工困难、球化衰退等缺陷, 综合废品率高达 30%。

分析认为: (1) 铁液烧损氧化严重, 炉温偏低, 铁液纯净度差, 球化包高径比小, 处理过程极不稳定; (2) 冲天炉风口比 3.7%, 与之相配套的风机为冲天炉专用 30 kW 高压离心式鼓风机, 风量  $54 \text{ m}^3/\text{min}$ , 风压 20 kPa, 相对风压风量过大, 供风过剩。 (3) 所用焦炭灰分 12.5%,  $w(S)$  量 0.75%, 挥发分 1.2%, 含水量 3.5%, 折合  $w(C_{\text{固定}})$  量 82.05%, 铁焦比 7:1, 消耗较大, 但炉温不高, 一般在 1420 左右, 原铁液中的 C、Si、Mn 诸元素烧损严重,  $w(S)$  达 0.065%, 炉渣中  $w(FeO)$  达 15%, 对生产薄小球铁件极为不利。其缺陷因果关系如图 1 所示。

改进措施: (1) 改小风眼尺寸, 控制风口比在 3.4% 左右; (2) 熔炼过程中, 控制风机进给风量在  $50 \text{ m}^3/\text{min}$  左右; (3) 采用优质铸造焦,  $w(S) < 0.45\%$ ,  $w(C_{\text{固定}}) > 87\%$ ; (4) 改造球化处理包使高径比达到 1.5。改进后出铁温度达 1480, 炉况良好, 处理过程稳定。

改造冲天炉风口尺寸和球化包尺寸, 不需要另外增加成本。优质铸造焦 1900 元/t 成本比原先高出 300 元/t, 但改用铸造焦后平均铁焦比由原先的 7:1 提升到 10:1, 即 1 t 铸造焦比以前



多熔化 3 t 铁液, 熔化效率提高 30%, 焦炭使用成本平均每吨下降约  $1600 - 1900 \times (1 - 30\%) = 270$  元。在生产同样产量优质铸件的同时,  $CO_2$ 、 $SO_2$  在大气中的排放量减少 30% 以上, 相关废品率明显下降。

### 2.2 消除铁铰链表层夹渣的实例

在生产灰铸铁或合金铸铁时, 铁液中应含有一定的 O、S 和 N 等, 以便在随后的孕育过程中生成各种氧化物、硫化物和氮化物作为铁液凝固过程中的异质晶核。而当铁液中因为原料或熔炼的原因致使  $w(O)$  过高 ( $1.0 \times 10^{-4} \sim 2.0 \times 10^{-4}$ ) 时, 会使石墨形态变坏, 形成各种变态异型石墨。尤其在生产球墨铸铁时,  $w(O)$ 、 $w(S)$  过高则直接影响铁液的球化效果;  $w(N)$  过高, 则铸件脆性倾向大大增加, 渗碳体增多, 铸铁性能下降。

一般认为铁液的过热温度须高于平衡温度 50 以上, 以发生明显的  $SiO_2 + 2[C] = [Si] + 2CO$  反应。铁液因一氧化碳放出而轻微沸腾, 使得铁液中的  $w(O)$  降低和所含有的杂质上浮, 进而提高铁液纯净度<sup>[1]</sup>。出炉处理时, 应避免因操作或其它原因使得变质剂或孕育剂不能被铁液充分吸收, 以致在浇注过程中仍不断析出, 最终引起铸件夹渣甚至加工异常等问题。

下面是采用 0.5 t 中频炉、熔模铸造方法生产铁铰链的生产实例。

铁铰链 3~8 mm 厚, 件重 0.7 kg, 材料牌号 QT400-18, 铸造后发现表层夹渣, 氧化严重。经分析认为: (1) 该件系薄小铸件, 铁液出炉温度 1500, 相对偏低, 未达到高温精炼效果; (2) 球化剂 T-1 表面覆盖过于严实, 球化剂反应动力

差,反应过程缓慢;(3)熔模造型采取的是敞口式浇铸工艺,铁液经直浇道通过内浇道后直接进入型腔,没有挡渣系统;(4)球化及浇包修理后烘烤不彻底,产生侵入性气体。改进措施:(1)提高出炉温度至1540;(2)球化剂表层覆盖量减少,用0.4% 1~3 mm) 硅铁粒代替覆盖;(3)提前烘烤球化处理包;(4)浇注时保持浇口处于充满状态,避免产生卷入性气体及夹杂物。

采用上述改进措施,铸件综合性能良好,未发现一例氧化夹杂。

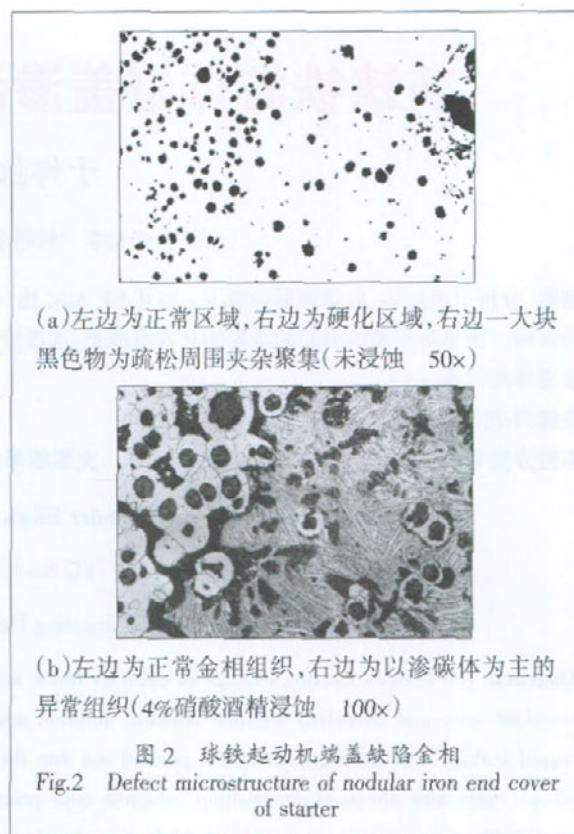
### 3 砂型对铁液质量影响的实例

通常,粘土砂干型、熔模、消失模造型条件对铁液质量没有太大影响,但湿型条件下需特别控制型砂的水分、砂型的透气性、表面硬度等,以免使铸件产生气孔、缩松、夹砂、夹渣以及气缩孔缺陷等;而采用树脂砂造型时,大多数采用苯磺酸作固化剂,其中含有一定量的S,加上采用普通水基石墨涂料,铸件加工后往往被发现表层球化衰退及花斑现象,这是铁液表层凝固过程中受到砂型中不利组分影响的结果。下面介绍一个湿型条件下产生的铸造缺陷的特例。

采用0.75 t中频感应电炉,煤粉型粘土砂、148造型机造型,冲入法球化处理生产的QT450-10 起动机端盖,壁厚3~20 mm。铸件本体局部有游离渗碳体,加工后有明显小范围块状白口,钻孔困难,而同包铁液所浇注的楔型试块金相组织、力学性能及其它各项指标均合格。本体解剖后金相组织如图2。

观察发现:该厂采用面砂和背砂两种砂造型,一方面由于生产节奏较快,型砂温度明显高于常温;另一方面型砂水分(尤其背砂)处于失控状态,含水量偏高,合箱后型腔表层易形成一层水雾凝结层。铁液在充型过程中产生飞溅和紊流,形成Fe、Si、Mn、Mg、Ca的氧化夹杂物,尤其是在上型最终充型死角位置,氧化过冷铁液充型后快速凝固,产生特有的气孔、夹渣及因铁液过冷度加大而产生的游离渗碳体(白口组织),因而造成大量报废。

(Fe、Mg C+H<sub>2</sub>Q 铸型中) (Fe、Mg O+C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> 2Q 石墨膜)+H<sub>2</sub> (气泡)  
Mg+H<sub>2</sub>Q 铸型中) MgO+H<sub>2</sub> (气泡)



改进措施:(1)开箱后,将高温型砂分散处理,强制冷却,确保造型时砂温接近常温;(2)控制型砂的水分,减少发气量,增强砂型的透气性;(3)改进铸型工艺,缩短铁液在横浇道的流程,避免铁液充型过程中卷气氧化产生其他相关缺陷;(4)提高铁液出炉温度,保证处理后的高温铁液快速顺利地充型;(5)浇注前扒渣彻底,并做好挡渣工作。

经以上改进,铸件加工性能大大改善,废品率得到有效控制。

### 4 结束语

影响铸件质量的因素众多,生产优质铸件的关键是保证整个铸造生产过程中的铁液质量,对影响铁液质量的因素全方位全视角地进行分析,把生产过程中出现的漏洞、不合理之处一一予以更正排除,才能做到多出精品,少出废品,提高企业效益和创造社会效益。

#### 参 考 文 献

[1]李荣德.铸铁质量及其控制技术[M].北京:机械工业出版社,1998,9.

(编辑:袁亚娟)