

热模离心球墨铸铁管插口夹渣和尺寸不合格原因分析与防止措施

陈建波, 钟军超, 杜 波, 李志杰, 贾斌金, 王兵杰

(新兴铸管股份有限公司, 河北邯郸 056300)

摘要: 热模离心球墨铸铁管生产中插口夹渣和尺寸不合格都会对产品质量造成影响。从熔炼到退火等几个工序分析了造成插口夹渣和尺寸不合格的原因, 并给出了预防措施。

关键词: 球墨铸铁管; 夹渣; 尺寸不合格

离心球墨铸铁管具有较好的延展性, 优异的防腐性, 其大管径的球墨铸铁管广泛用于市政、工矿企业给水等方面。然而, 在生产过程中, 插口夹渣和尺寸不合格出现频率较高。夹渣缺陷严重影响铸件力学性能, 特别是韧性和屈服强度, 严重的甚至发生渗漏; 插口周长尺寸小, 需要进行二次退火; 插口周长尺寸大, 需要磨到工艺要求范围内, 严重影响球墨铸铁管质量和生产节奏。离心球墨铸铁管承插口尺寸有严格的要求, 尺寸偏大或偏小都影响安装的质量, 而且安装后极易漏水, 必须拆开重新安装, 严重影响施工的进度。

本研究从熔炼到退火等一系列工序对插口夹渣和尺寸不合格影响因素进行了分析, 并提出了解决措施, 从而提高了铸管产品质量。

1 离心球墨铸铁管插口夹渣缺陷

生产过程中热模法生产的球墨铸铁管插口经常出现夹渣现象。以K9级DN2400管为例, 国标要求公称壁厚为26.1 mm, 公称壁厚的公差: $-(1.3 + 0.001DN)$, 若插口金相检测出渣层, 除去渣层的有效厚度低于下限时需要切环, 切环长度为130~150 mm; 若连续切环后, 管子长度不足8.15 m, 达不到规定要求, 就直接判废, 因此, 插口夹渣现象对产品质量影响较深。离心球墨铸铁管插口夹渣缺陷如图1所示。

实际生产过程中, 影响插口夹渣的因素较多, 对可能造成插口夹渣的原因归纳如下: 插口冷却水出水差, 冷却跟不上; 孕育剂颗粒过大或量过多, 孕育剂未完全化开; 电炉出铁渣量大, 扇形包扒渣不彻底, 铁液本身渣量多; 浇注过程插口留铁时间长, 造成插口渣量增多; 铁液成分不合适, 铁液粘度高, 无法彻底扒干净渣; 浇注温度不合适; 插口涂层厚度过厚, 冷却跟不上。以上影响因素大致可以归纳为: 铁液成分的影响, 浇注系统的影响, 冷却系统的影响, 机械夹渣的影响。

1.1 铁液成分的影响

(1) 残镁含量与夹渣密切相关。铁液中镁性质非常活泼, 非常容易发生氧化, 在铁液表面形成一层氧化膜, 这层氧化膜很难除干净, 由于该氧化膜密度低, 在离心力作用下容易上浮, 当铁液含有硫化物微粒时将吸附这些微粒, 最终在表面形成夹渣。此外, 由于残镁数量减少导致石墨球数量较少, 产生球化衰退不满足生产应用。

原因分析: ①喷镁过程中一部分镁结合了铁液中的硫, 形成 MgS 。镁与氧的亲合力大于与硫的亲合力, 发生置换反应: $MgS+O=MgO+S$, 硫反复与铁液中的

作者简介:

陈建波(1971-), 男, 工程师, 硕士, 研究方向为铸造工艺。电话: 0310-5798855, E-mail: chenjianbo@126.com

通讯作者:

钟军超, 男, 硕士。E-mail: 1575057400@qq.com

中图分类号: TG249.4

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2019)

11-1278-03

收稿日期:

2019-01-18 收到初稿,

2019-05-14 收到修订稿。

镁结合。在喷镁结束到浇注完成这一段时间内，铁液始终处于氧化状态，铁液中镁含量不断减少，生产中规定喷镁球化结束到浇注前间隔时间不得超过15 min。②离心作用过程中镁气泡上浮，致使铸管内表面的镁含量减少，残留镁不足，形成的球墨数量减少，造成球化衰退。③氧、硫与钙的亲合力远大于碳与钙的亲合力，石墨的生长属于异质形核，而碳与钙形成的碳化钙是石墨异质形核的基底，氧和硫的存在导致基底的数目减少，进而造成石墨球化数量减少，形成一些不规则的石墨^[1]。

(2) Ti化学性质比较活泼，很容易夺取碳元素形成TiC。Ti形成的化合物具有较高的熔点(3 150 ℃)，在铁液中以固态粒子存在，从而引起铁液粘度升高，生产中当Ti含量达到0.05%以上时铁液粘度增大，导致除渣不干净，因此生产中规定Ti含量不宜高于0.05%。

(3) 铁液中硫化物也是球墨铸铁管形成夹渣缺陷的原因之一。硫化物增加了铁液的粘度，使铁液中的熔渣或金属氧化物不易上浮，产生夹渣，生产过程中S含量要求控制在0.035%以下。

1.2 机械夹渣的影响

当铁液中含渣量大时，若不能全部清理干净或采取其他措施，很容易导致管子内壁产生夹渣现象。当管模内壁涂料强度偏低时，容易在浇注过程中卷入铁液中形成夹渣^[2]；喷涂过程中插口部位积累许多涂料，若不清理，在浇注过程中这部分涂料容易混入铁液中形成插口夹渣。

1.3 冷却系统的影响

液态金属流入铸型后，从浇注温度冷却到常温需要经历液态收缩、凝固收缩、固态收缩三个阶段。而液态收缩和凝固收缩是铸件产生缩松的主要原因。插口冷却水出水量小或涂层厚度太厚都会造成铁液在离心力作用下凝固太慢冷却不及时，造成插口夹渣现象。

1.4 浇注系统的影响

(1) 在离心力作用下，铁液中的夹渣和气泡急速上浮，因而内壁的夹渣相对外壁来说比较严重。后置点停留时间过长容易导致内壁渣层偏厚，很容易造成插口夹渣，严重的甚至导致管子判废。

(2) 目前，热模法生产的离心球墨铸铁管采用三次孕育处理的方式，即：包内孕育，随流孕育，腔内孕育。包内孕育剂加入量根据铁液成分中硅含量做调整，二次孕育剂量不易过大，需根据铁液的流量控制，孕育剂颗粒需根据管重做调整，孕育剂量过多或颗粒过大都容易造成融化不开，容易引起夹渣造成水压渗漏^[3]。

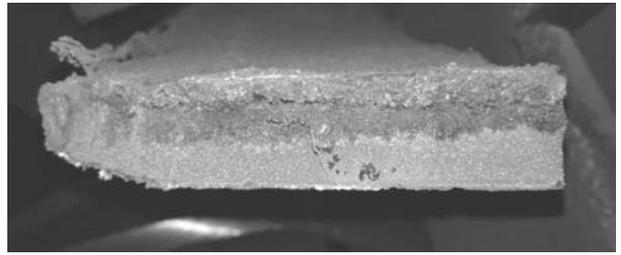


图1 球墨铸铁管插口夹渣

Fig. 1 Slag inclusion defect in socket of ductile iron pipe

(3) 浇注温度太低，铁液粘度增大，铁液中金属氧化物不易上浮到表面而残留在铁液中，温度太高铁液中熔渣变得稀薄，不易从铁液表面除去，往往随铁液流入型腔内，形成夹渣缺陷。实际生产中浇注温度不低于1 280 ℃，不高于1 350 ℃。

1.5 预防插口夹渣措施

(1) 实际生产中，当残镁量高于0.06%时，夹渣出现的机率升高。因此，为了防止铁液氧化，球磨铸铁管铁液残镁量应控制在0.06%以下。

(2) 球化剂中加入稀土与不加稀土相比，铸件产生的夹渣缺陷明显减少。稀土的加入量要适中，过高时残余稀土与其他元素氧化导致夹渣现象，实际生产中出铁前单独向球化包中加入稀土，稀土加入量控制在0.063%左右。

(3) 出铁前铁液中无浮渣，扇形包中扒渣要彻底，浇注过程中放置滤渣网。

(4) 涂层厚度及冷却水量要及时关注，保证插口铁液能够及时冷却凝固。

(5) 浇注温度控制在1 280~1 350 ℃范围内，后置点停留时间不易过长，保证能够及时冷却。

实际生产过程中很难实现只有一个变量，而其他影响因素能够完全相同。在频繁出现插口夹渣现象后，通过采取以上措施，插口夹渣现象明显减少，月统计结果如表1。由表1可以看出，根据影响插口夹渣的影响因素，采取措施后能够显著降低废品率，合格率提升了3%。

2 插口尺寸控制措施

影响铸管尺寸变化的因素很多，其中铁液成分、涂层厚度、退火工艺为主要影响因素。

(1) 铁液成分：铁液从浇注到凝固这段过程中，石墨化程度将影响球墨铸铁管尺寸的变化，铁液中促进石墨化元素增加以及C含量增加将导致石墨球数量和体积相应的增加，铸管体积膨胀增加，缩尺减少。

(2) 涂层厚度：通过控制涂层厚度改变石墨球化的数量和铸管尺寸。涂层厚度薄，增加石墨球数量，

体积膨胀增加,增大尺寸;涂层厚度增加,可以降低铸管尺寸。通过改变石墨球数量和涂层厚度能够改变铸管尺寸,但改变量有限。

(3)退火工艺:退火工艺参数中包含高温段时间和低温保温时间,两个阶段的时间都会对铸管尺寸产生影响。低温保温时间将决定珠光体转化为铁素体和石墨的数量,随着共析转变出的石墨量增多,铸管尺寸增大^[4]。

以DN2600为例,实际生产中插口周长尺寸大可以磨合,但插口周长尺寸小只能通过二次退火解决。大管径一次退火后已经发生轻微椭圆现象,二次退火容易造成椭圆度过大而判废。由于提高C含量,内壁龟裂现象明显,涂层厚度太薄容易出现渗碳体。生产过程中针对插口周长尺寸低于标准现象,通常采取延长退火工艺参数中的高温段时间。将管体实际温度大于820℃称为高温段,高温段所用时间延长,插口周长尺寸也随着增大,插口周长尺寸变化如表2所示。由表2可以看出,插口周长尺寸随着高温段时间延长而增大,其增加量比较明显。当生产过程中出现插口周长尺寸小时,可优先考虑通过延长退火参数中的高温段时间解决。

参考文献:

- [1] 戴宁,蒋建清,谈荣生.热模法离心铸造大口径球墨铸铁管内壁球化衰退原因探析[J].江苏冶金,2002,30(5):48-51.
- [2] 申发田,张建强.热模离心球墨铸铁管承口夹渣和疏松缺陷成因及预防[J].铸造,2018,67(3):275-278.
- [3] 刘雪梅,陈德庆,吴忠亮,等.多次孕育处理在球墨铸铁管离心铸造中的应用[J].现在铸铁,2006(4):60-61.
- [4] 陈金雷,闫国栋,李朝晖,等.DN2600球墨铸铁管制造技术[J].铸造,2007(2):171-172.

表1 采取措施前后废品率变化

Table 1 Rejection rate change before and after taking measures

项目	渣切数量/支	合格率/%
改进前	107	94
改进后	23	97

表2 高温段时间对插口周长尺寸的影响

Table 2 Effect of high temperature holding time on perimeter of socket

高温段时间/min	插口周长尺寸/mm
15	8 473
20	8 476
25	8 480
30	8 482

3 结束语

离心球墨铸铁管的插口夹渣现象和周长尺寸不合格现象可通过铁液成分、浇注系统、冷却系统、涂层厚度、退火工艺来控制,严格执行制定标准,能够提高产品合格率,提高生产效率。

Causes Analysis and Prevention Measures of Slag Inclusions and Off-Size in Socket of Centrifugal Ductile Iron Pipes by Hot Mold

CHEN Jian-bo, ZHONG Jun-chao, DU bo, LI Zhi-jie, JIA Bin-jin, WANG Bing-jie
(Xinxing Ductile Iron Pipe Co., Ltd., Handan 056300, Hebei, China)

Abstract:

In the production of centrifugal ductile iron pipe with hot mold, the defects such as slag inclusions and off-size often occur in the socket, which will affect the quality of the product. In the present work, the causes of slag inclusions and off-size were analyzed from several aspects of iron liquid melting, gating system, cooling system, coating thickness and annealing process, and the corresponding preventive measures were put forward.

Key words:

ductile iron pipe; slag inclusion; off-size