

# 球墨铸铁冷铁与灰铸铁冷铁的应用分析

马志刚

(河南瑞新冶金进出口有限公司, 河南郑州 457400)

**摘要:** 采用球墨铸铁冷铁, 按照规范操作, 来消除铸件内腔冷铁处出现的皮下气孔缺陷。产品生产过程中, 冷铁放置在铸件内腔处, 对比了灰铸铁冷铁与球墨铸铁冷铁的使用情况。在保证铸件与冷铁面接触面不出现皮下气孔的标准下, 球墨铸铁冷铁使用次数是灰铸铁冷铁的6倍。

**关键词:** 球墨铸铁冷铁; 灰铸铁冷铁; 皮下气孔

在冒口补缩不到的热节处, 通过增加冷铁来改变铸件的凝固顺序, 减小或消除铸件局部的疏松缺陷。冷铁选用的材质一般有铸钢、石墨、铸铁等。很多产品由于部分热节形状复杂, 随形冷铁制作相对比较麻烦, 一般都是就地取材。铸铁厂一般冷铁材质选用灰铁、球墨铸铁为主, 因石墨冷铁抗冲击性差易破损, 一般情况以石墨冷铁为辅。冷铁的使用位置不同, 冷铁的失效寿命也不同。铸件内腔的冷却与排气效果要低于外形处使用冷铁的效果。下面通过对客户反馈质量问题汇总分析, 发现某一种产品铸件内腔冷铁处, 皮下气孔占产品总数22%。我们对此产品生产进行了长时间的跟踪验证, 对过程进行了总结。

## 1 灰铸铁冷铁应用存在的问题

工厂生产条件: 电炉熔炼、Z148造型机造型。客户反馈铸件内腔芯子冷铁处, 机加工后出现大量的皮下气孔(如图1)。依据缺陷特征判断此类缺陷属于侵入性气孔。侵入性气孔的定义: 有型、芯、涂料、芯撑、冷铁产生的气体入侵铸件而形成的气孔。侵入性气孔的特征: 多成梨形或椭圆形, 位于铸件表层或近表层, 尺寸较大, 孔壁光滑, 表面常有氧化色<sup>[1]</sup>。

该产品研发于2013年, 产品材质80-55-6 (ASTM A 536), 铸件单重: 134 kg, 多触头148造型机造型, 产品形状结构中孤立的热节多, 客户要求产品全部进行X射线无损探伤, 允许最大缺陷Ⅱ级。为了保证铸件内部质量, 在孤立热节处设置了冷铁。

开始设计冷铁形状为1/3圆环, 3块冷铁布满整个圆环, 中间间隔10 mm间隙(如图2所示), 冷铁设计厚度与激冷位置的壁厚相同, 冷铁材质采用灰铸铁冷铁(铸铁

作者简介:

马志刚(1973-), 男, 高级工程师, 主要研究方向为铸造产品工艺设计。电话: 13673381621, E-mail: 13673381621@163.com

中图分类号: TG255  
文献标识码: A  
文章编号: 1001-4977(2022)09-1182-03

收稿日期:

2021-11-11 收到初稿,  
2022-01-07 收到修订稿。

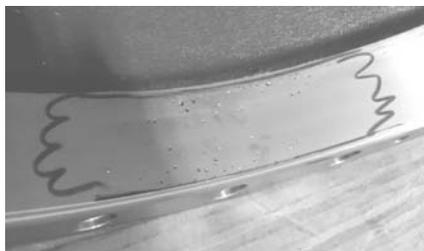


图1 气孔位置  
Fig. 1 Blowhole position

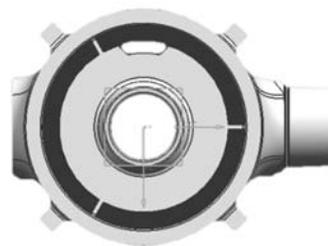


图2 冷铁形状  
Fig. 2 Shape of chill

牌号：HT200)。

批量供货后客户反馈缺陷气孔的位置，全部在内浇道位置对面冷铁环部位，对于侵入性气孔缺陷，采取了纠正预防措施。

(1) 提高浇注温度，由1 370 ℃提高到1 400 ℃，以防止因为冷铁造成铸件局部温度过低，产生气孔缺陷。

(2) 加强冷铁监控严格按照规定操作，冷铁使用原则：①每日生产前，冷铁管理员依据生产任务单，找出对应全部所需的冷铁；②将冷铁进行抛丸处理，抛丸标准以冷铁表面露出金属本色为准；③然后按冷铁检查清单，逐一各项检查挑选；④将合格冷铁转入造型、制芯车间；⑤开箱落砂后，冷铁管理人员负责收集冷铁，登记冷铁使用次数；⑥灰铸铁冷铁重复使用次数不超过5次<sup>[2]</sup>。

(3) 更改浇注系统，内浇道数量由2个(如图3所示)增加到4个(如图4所示)，以提高铸件型腔内液温度均匀一致性。

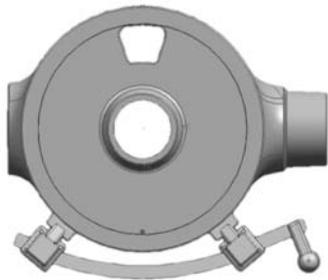


图3 2个内浇口  
Fig. 3 Two ingates

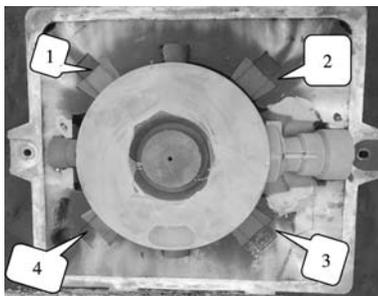


图4 4个内浇口  
Fig. 4 Four ingates

(4) 单箱浇注速度控制在30~40 s浇注完毕(正常浇注速度为50~55 s)，以防止铁液在型腔内部对流处降温过大而导致气孔产生。

(5) 芯子所用呋喃树脂的含氮量选用量详见表1，树脂含氮量控制在2%~5%；以尽可能减少呋喃树脂分解气体进入金属液，减少铸件表层氮量的富集而导致皮下气孔的产生<sup>[3]</sup>。

(6) 生产节拍每天生产10件，冷铁配备25套循环

表1 树脂砂中的容许含氮量  
Table 1 Allowable nitrogen content in the resin-bonded sand

合金	容许的含氮量/%	
	在树脂砂中	在粘结剂中
灰铸铁	0.15~0.25	3~15
球墨铸铁、低合金铸铁	0.06~0.10	3~6
钢、高合金铸铁	0.01~0.02	0.5~1.0

使用。

依据以上措施生产的产品：2016年6—9月共发货89件，外废24件，其中冷铁处皮下气孔18件，这次出现气孔的位置不固定(如图5所示)，为了保证铸件内部质量，在铸件内腔位置的灰铸铁冷铁使用次数不超过3次。通过这次试验总结出：公司灰铸铁冷铁在规定的使用次数范围内，能够保证产品质量，但考虑到灰铸铁冷铁重复使用次数少，制作频率高，我们对球墨铸铁冷铁进行了进一步分析与尝试。



图5 气孔位置  
Fig. 5 Blowhole positions

## 2 球墨铸铁冷铁的应用与效果

如何增加冷铁的复用性作为这次试验的重点，把冷铁的冷却能力放次位。冷铁失效以铸件表面出现皮下气孔为准，下面就以铸件表面形成皮下气孔的因素进行理论分析。铸铁冷铁形成侵入性气孔的形成机理：主要从两种铸铁抗氧化性和抗生长性两方面来进行分析：铸铁的抗氧化性与化学成分、石墨形态、石墨数量、基体组织等密切相关。

铸铁材质冷铁在使用过程中存在循环相变过程。加热时石墨溶于奥氏体中，冷却时石墨又从奥氏体中析出，但不在原地析出，因此每加热—冷却一次就会留下许多空洞，导致铸铁体积增加，另外相变应力也促使铸铁生长增加。当反复加热与冷却时特别是通过相变点时，由于相变应力使石墨与金属之间产生微裂纹。这些微裂纹会成为铸件在成形凝固过程中形成侵入性气孔的首要条件：球墨铸铁中的球状石墨彼此分离，与片状石墨铸铁相比阻碍了高温下氧的扩散。因此，球墨铸铁的抗氧化性和抗生长性优于灰铸铁，表2是球墨铸铁的抗氧化性、抗生长性与灰铸铁的比较。

由此理论可以确定，球墨铸铁冷铁重复使用次数要大于灰铸铁冷铁<sup>[4]</sup>。

表2 球墨铸铁的抗氧化性、抗生长性与灰铸铁的比较  
Table 2 Comparison of oxidation resistance and growth resistance between ductile iron and gray cast iron

材料	氧化速度/(g·m <sup>-2</sup> ·h <sup>-1</sup> )		生长率/%	
	300℃	600℃	300℃	600℃
孕育灰铸铁	0.038	3.91	0.13	0.69
球墨铸铁	0.015	2.41	0.03	0.31

鉴于以上理论分析，从2016年10月开始重新采取纠正措施，具体措施步骤如下。

(1) 冷铁材质由HT200改成QT450-10材质，为了解决球墨铸铁冷铁变形问题，冷铁增加拉筋反形状设计(如图6所示)；

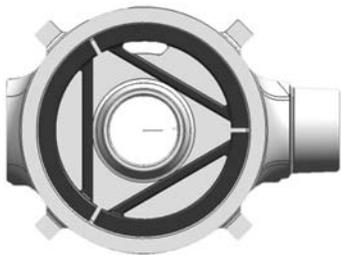


图6 冷铁形状  
Fig. 6 Shape of the chills

#### 参考文献:

- [1] 中国机械工程学会铸造学会. 铸造手册: 第5卷 铸造工艺 [M]. 2版. 北京: 机械工业出版社, 1996.
- [2] 王利民, 马斌悍, 惠国栋, 等. 石墨冷铁的应用研究 [J]. 山东化工, 2016, 45(8): 106.
- [3] 胡彭生. 型砂 [M]. 2版. 上海: 上海科学技术出版社, 1980: 398.
- [4] 中国机械工程学会铸造学会. 铸造手册: 第1卷 铸铁 [M]. 3版. 北京: 机械工业出版社, 2010.

(2) 球墨铸铁冷铁使用次数设定为20、30次，进行两批次的试验验证；

(3) 冷铁抛丸后及时沾或刷醇基涂料并及时点燃；

(4) 其余措施同上。

此次改进后经过加工后反馈，球墨铸铁重复使用20次的铸件没有发现皮下气孔缺陷，随后冷铁使用次数规定20次进行量产，至今客户没有反馈因冷铁而造成的皮下气孔缺陷的铸件。由此验证了采用QT450-10材质的球墨铸铁冷铁，重复使用20次以内，与冷铁接触的铸件内腔处不会出现皮下气孔缺陷。球墨铸铁冷铁和灰铸铁冷铁使用过程的优缺点如表3。

表3 铸铁冷铁使用性能的对比  
Table 3 Comparison of service properties of cast iron chill

材质	使用次数	冷铁厚度	变形量	管理成本
球墨铸铁	20	厚	易变形	低
灰铸铁	3	薄	无变形	高

### 3 结束语

在本铸造厂的生产条件下，在保证与冷铁接触的铸件内腔处不出现皮下气孔的前提下，球墨铸铁冷铁使用次数是灰铸铁冷铁6倍；球墨铸铁冷铁使用和管理成本优于灰铸铁冷铁。

## Application Analysis of Ductile Iron and Gray Cast Iron Chill

MA Zhi-gang

(Henan SPHQ Metallurgical Import and Export Co., Ltd., Zhengzhou 457400, Henan, China)

#### Abstract:

The ductile iron chill is normatively used to eliminate the subsurface blowhole defects at the chill positions of the inner cavity of the casting. In the production process, the chills were placed in the inner cavity of the casting. The application of gray cast iron chill and ductile iron chill were compared. Under the standard of ensuring no subsurface blowholes on the contact surface between the casting and the chills, the use number of the ductile iron chill is 6 times that of the gray cast iron chill.

#### Key words:

ductile iron chill; gray iron chill; subsurface blowhole