

厚断面灰铸铁件常见的缺陷及应对措施

■ 吕贤枝, 杨晓磊

摘要: 以调整板铸件为例, 介绍了厚断面灰铸铁件的结构特点/存在的问题及解决方法。

关键词: 厚断面灰铸铁; 缩孔缩陷; 表面渣气孔; 石墨粗大

一、铸件的基本特点及技术要求

我公司生产的调整板为长方体铸件, 厚度150~250 mm, 宽度200~300mm, 长度2500~4000mm, 重量400~1000kg, 铸件材质牌号为HT300。

客户要求铸件毛坯面硬度170~210HBW, ϕ 30 mm单铸试棒抗拉强度 $\geq$ 300 MPa, 石墨以A型为主。

铸件6个面全部加工, 上下平面单边加工余量5mm, 其余4个侧面各4mm, 精加工钻孔6个, 孔径60~80mm。

二、工艺试制

1. 铸造工艺方案的制订

采用木质模样, 呋喃树脂砂工艺, 每箱2件。砂型水平放置, 铸件放在下箱, 浇注系统采用侧注封闭式。横浇道放置在两个铸件中间位置, 尺寸为1000mm $\times$ 80mm $\times$ 60mm, 横浇道两侧各4个50mm $\times$ 5mm内浇道扁平进铁液, 两端各安放

一个方形压边冒口压在2个铸件上, 冒口尺寸200mm $\times$ 150mm $\times$ 250mm, 压边尺寸10mm。直浇道采用 ϕ 60mm陶瓷管, 铁液利用率约85%。

型砂在达到24h强度峰值后, 涂刷两层醇基涂料, 第一层刷石墨涂料, 第二层为流涂白色铝矾土涂料, 并经过喷灯烘烤后合型。

2. 熔炼、化学成分及浇注

(1) 熔炼设备 使用一套“一拖二”的3t/h中频无芯感应电炉, 质量检测设备配备炉前碳硅分析仪、直读光谱仪、拉力试验机、布氏硬度计、光学显微镜等。

(2) 熔炼原材料 采用生铁、废钢、回炉料, 以及适当添加Cr、Mn、Si等合金。熔炼温度控制在1500~1520℃, 高温静置铁液3~5min, 使铁液中的有害气体、微量杂质及硫氧化物熔渣在静置过程中浮于液面, 撒除渣剂扒渣至液面洁净为止。浇

注温度(1330 $\pm$ 10)℃。CE控制在3.7%~3.8%。目标化学成分见表1(其中C含量为原铁液碳硅分析仪数据, 余为成品化学成分)。

(3) 炉料配比 生铁为35%、废钢35%、回炉料27%左右, 余为合金。选择BaSi孕育剂, 加入量控制在0.5%~0.6%。

(4) 结果 铸件型内保温30h以上。开箱后检验发现铸件两端的压边冒口与铸件连接部位有明显缩孔和缩陷, 铸件在精加工打孔过程中发现内部缩孔、缩松, 另外还存在铸件凝固过程中析出的渣呈无规律地分布在上表面, 并不同程度伴随有渣气孔现象。

三、工艺技术改进措施及验证结果

(1) 铸造工艺方面, 采用倾斜浇注方式, 横浇道安放在铸件长度方向1/3位置。铸件长度方向2/3位置每个铸件顶端各

表1 目标化学成分(质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti
3.10~3.20	1.60~1.70	1.00~1.20	$\leq$ 0.05	0.07~0.09	0.30~0.35	$\leq$ 0.06

增加一个瓶颈冒口，上口直径100mm，下口直径30mm，高度250mm。铸件倾斜朝上最高处的顶端各增加一个方形压边冒口，其颈部由原有的10mm增加至15mm，其余横浇道、直浇道、压边冒口尺寸及内浇道尺寸保持原有参数不变。

(2) 调整 w_c 在3.2%~3.3%， w_{Si} 在1.7%~1.8%，浇注温度提高到 $(1340 \pm 10)^\circ\text{C}$ 。

(3) 毛坯经抛丸打磨后检验，铸件未发现缩孔、缩松现象，铸件上平面浮渣及渣气孔缺陷基本杜绝，但铸件加工后发现上平面及铸件内部存在石墨粗大现象，铸件内部缩孔、缩松现象得到解决。

四、工艺方案优化

(1) 铸造工艺方面，在铸件下平面增加一排冷铁，尺寸为 $200\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$ ，冷铁间距为30~40mm。由于冷铁容易吸潮，在合型结束后将热风机的几个管口分别插入浇口杯或冒口内，调整送风温度 $150 \sim 200^\circ\text{C}$ ，在浇注前2~3h开起热风机吹热风进行型腔烘烤。其他工艺参数采用第二次改进方案。

(2) 鉴于加工后存在石墨粗大现象，对熔炼及浇注参数作适当调整。调整CE控制在 $3.7\% \pm 0.05\%$ ，增加Cu合金，化学成分见表2。炉料配比调整为生铁30%、废钢38%、回炉料29%左右，其他为合金加入量。

浇注过程中，控制单箱浇注时长为40~60s。使用随流孕育专用漏斗将0.2~1mm规格的BaSi孕育剂按0.1%比例随铁液流加

入，以强化孕育效果，防止孕育衰退。铁液溢满浇口杯后稍作停顿，待铁液收缩时再进行多次小流量补浇，直至浇冒口液面凝固为止。

五、铸件质量检验

(1) 铸件浇注完成后，对试样的化学成分、金相组织、石墨形态及力学性能做了及时的分析检验。化学成分符合第三次改进设计要求， $\phi 30\text{mm}$ 圆柱试棒抗拉强度为330~360MPa，硬度为210~230HBW，铸件本体硬度在180~200HBW。石墨形态以A型石墨为主，石墨长6~7级，试样经腐蚀后检验，珠光体 $\geq 95\%$ ，见图1、图2。

(2) 铸件经开箱后检验无翘曲变形现象，本体上表面存在零星分散型凝固斑纹，主要分布在冒口颈及出气眼根部周围，稍加打磨便可去除，其他5个面表面质量良好，没有任何缺陷。毛坯铸件见图3，加工后铸件见图4。

六、建议

(1) 铸造冷铁使用前必须经过烘烤及抛丸除锈处理，连续使用3~5次后必须对氧化的冷铁进行选择性报废或将氧化层进行切削加工后使用。

(2) 合理控制树脂、固化剂的加入量，多扎出气眼，有利于提高砂型透气性，是避免铸件产生气孔的有效措施。在合型后使用热风机低温烘焙型腔，能

够显著提高砂型强度，降低发气量，以及减少冷铁吸收涂料内水分带来的负面影响。

(3) 在铸造工艺方面，合理选择浇冒口位置及大小是分散温度场进行有效补缩的前提条件，有益于促使铸件顺序凝固。采用倾斜浇注，有利于杂质析出并上浮在铸件中段和尾端的冒口内，减少夹渣、夹砂及气孔等缺陷的产生。冒口压边的截面积过窄容易产生冒口根部缩孔，过厚的浇冒口截面积易人为造成热

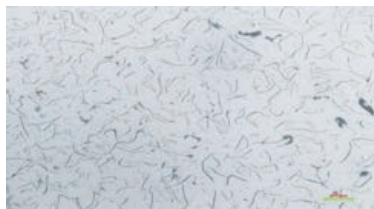


图1 石墨形态 (100×)

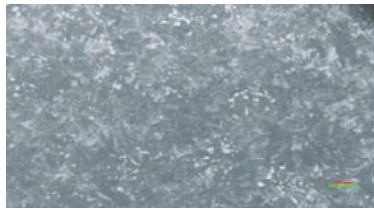


图2 基体组织 (100×)



图3 毛坯铸件



图4 加工后铸件

表2 调整化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cu	Cr	Ti
3.05~3.15	1.75~1.85	0.90~1.00	<0.05	0.07~0.09	0.40~0.60	0.2~0.3	<0.06

离心铸造薄壁缸套内外砂气孔解决办法

■ 吕凌, 肖璇, 王明泉

摘要: 找出离心铸造气缸套内砂气孔产生的原因, 提出控制办法, 防止气缸套内外砂气孔问题的发生。

关键词: 气缸套; 内砂气孔; 原因分析; 解决办法

1. 概述

离心铸造气缸套存在内外砂、白口、刺料、端面不平缺陷, 而气缸套内砂气孔属易发缺陷, 一旦产生多以批量形式出现, 给企业带来的损失很大。以日产50t铸件的中型铸造厂计算, 每出现一次批量内外砂缸套报废, 企业损失就会达到2万余元。我们经过大量的研究, 找到了离心铸造气缸套内砂气孔产生的原因, 并提供相应的预防措施, 希望能够帮助缸套企业有效

控制离心铸造气缸套内砂气孔的出现, 减少因气缸套在铸造过程中产生内砂气孔缺陷带来的损失, 从而提高产品质量。

(1) 气缸套坯件出现内砂气孔时的征兆形貌如图1、图2所示。

(2) 缺陷坯件经加工后内砂气孔的形貌如图3、图4所示。

2. 跟踪试验—内砂气孔

(1) 缸套内砂气孔产生的原因 我们观察发现, 当毛坯内



图1 STR缸套内孔出现的浮渣



图2 与浮渣对应的气孔

节, 反而容易引起局部石墨粗大现象。

(4) 合理调配生铁、废钢、回炉料的使用比例, 采用高温熔炼净化铁液, 有益于减少铸件上平面渣气孔缺陷。在满足铸件浇注成形且上平面不产生气孔的条件下, 适当降低浇注温度有益于防止石墨粗大缺陷。

(5) 根据不同的结构, 高牌号厚大截面灰铸铁件建议CE选择在3.65%~3.75%。

(6) 合金化对提高珠光体比例、细化晶粒, 以及抑制石墨

粗大。炉前适当添加碳化硅预处理剂(增加SiO₂晶核)有益于改善铸件各项综合性能, 获得铸造性能和可加工性能更优越的铸件。

(7) 使用SiBa孕育剂多次、大比例孕育促进石墨化, 对消除碳化物偏析和防止孕育衰退起到关键作用, 随流孕育方法在实践中应用对改善石墨形态效果良好, 不仅限于球墨铸铁使用, 灰铁厚大断面铸件也值得推广应用。

七、结语

生产高牌号厚壁铸件应做细做足各项细节工作, 优化铸造工艺, 提高冶金质量, 通过高温熔炼、低温浇注, 实施随流孕育等方法, 能够有效减少铸件上平面缩孔、渣气孔及石墨粗大现象。

作者简介: 吕贤枝, 张家港市罗铁机械设计制造有限公司, 铸造工程师。杨晓磊, 澳萨咖金属材料(上海)有限公司。

MW 20170612