

# 高牌号球墨铸铁前盖铸造缺陷分析及工艺优化

高 鸣<sup>1</sup>, 刘军晖<sup>2</sup>, 陈 闯<sup>3</sup>, 高存贞<sup>2</sup>

(1. 第一拖拉机股份有限公司 制造工程中心, 河南洛阳 471003; 2. 一拖(洛阳)铸锻有限公司, 河南洛阳 471003; 3. 中国一拖集团有限公司 能源分公司, 河南洛阳 471003)

**摘要:** 采用湿型铸造生产的球铁前盖铸件常是通过在砂芯内放置冷铁消除铸件缩松缺陷, 其工艺复杂, 在批量生产中铸件的气孔及缩孔废品比例较高。本研究简化了前盖铸造工艺, 其内腔由吊砂工艺带出, 减少了主体砂芯。该工艺在利用铁液自重补缩的同时, 辅以侧冒口补缩以及在局部增加冷铁。优化后的工艺降低了铸件的废品率, 同时也简化了生产工艺, 降低了铸造成本。

**关键词:** 球墨铸铁; 铸造; 前盖; 缩孔

球墨铸铁前盖材质为QT700-2, 采用湿型砂工艺生产。由于湿型砂砂型硬度不及铁型覆砂工艺, 因此铸件在凝固过程中不能完全实现球墨铸铁的自补缩<sup>[1]</sup>, 需要采取相应的防缩措施。在前期的生产中, 我厂采用冷铁工艺来解决铸件内部的缩松问题。但在批量生产中发现, 冷铁工艺不仅成本高, 而且质量不稳定, 气孔和缩孔废品比例较高<sup>[2]</sup>。对原始工艺进行了改进, 彻底解决了前盖内部缩松问题, 保证产品稳定生产。

## 1 初始铸造工艺设计

前盖材质为QT700-2, 基本壁厚9 mm, 底部法兰盘壁厚40 mm, 顶部壁厚23 mm, 有四个独立的搭子, 壁厚不均匀(图1)。分型面按常规设计选在接近中部的法兰面位置, 铸件小端置于上箱, 大法兰及砂芯芯头置于下箱(图2), 内浇道从大法兰面进入型腔, 内腔采用手工自硬砂整体砂芯。

根据前盖的结构特点, 外圆法兰盘直径约450 mm, 平均壁厚40 mm, 存在厚大的环形热节, 因此工艺设计采用冒口加外冷铁相结合的方式消除该位置热节。两个侧冒口设计为60 mm × 80 mm × 70 mm的压边冒口, 同时在砂芯内设置六块外冷铁进行激冷, 消除法兰环位置热节, 使整个法兰环实现顺序凝固。顶部法兰热节集中在四个独立的搭子处, 设计采用放置内冷铁解决缩松问题, 前盖模具如图3所示。

作者简介:

高 鸣(1984-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事农机装备新材料、生产线工艺优化等研究工作。电话: 15137913864, E-mail: gaomingly@126.com

中图分类号: TG245

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2023)05-0595-03

基金项目:

农业机械零部件冷冻砂型绿色铸造应用验证子课题(2021YFB3401203-03)。

收稿日期:

2022-06-16 收到初稿,  
2022-09-09 收到修订稿。

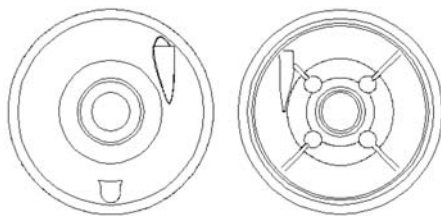
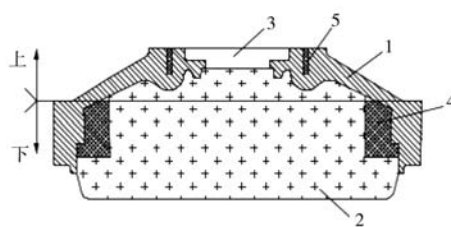


图1 前盖结构

Fig. 1 Structure drawing of the front cover



1. 铸件 2. 砂芯 3. 吊砂窝 4. 外冷铁 5. 内冷铁

图2 前盖初始工艺

Fig. 2 Initial process of the front cover

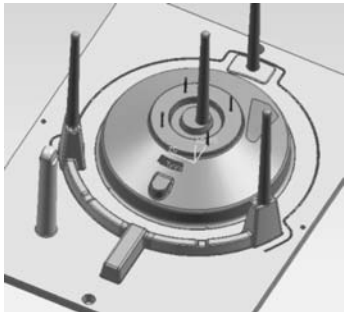


图3 前盖模具  
Fig. 3 Front cover mold

在试制阶段，产品解剖后内部没有缩松缺陷，获得顾客认可。但在批量生产阶段，产品质量出现很大波动：①质量不稳定。产品集中出现了顶部冷铁处缩孔（图4）、气孔、冷铁偏斜等废品，综合废品率高达15%。经解剖发现，顶部四个独立的搭子位置，虽然下了内冷铁，但总有一定比例的产品在冷铁位置仍会存在缩松；此外，内冷铁位置的气孔也比较集中。②生产效率低。该产品在生产时，芯子内需下6块冷铁（图5），制芯效率低；造型生产时，还需要人工下内冷铁，操作复杂，严重影响生产效率。



图4 铸件缩孔  
Fig. 4 Shrinkage of the casting

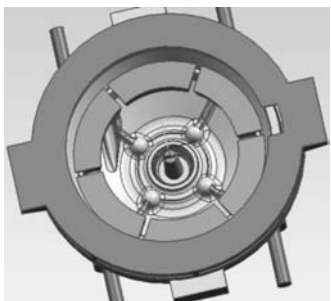


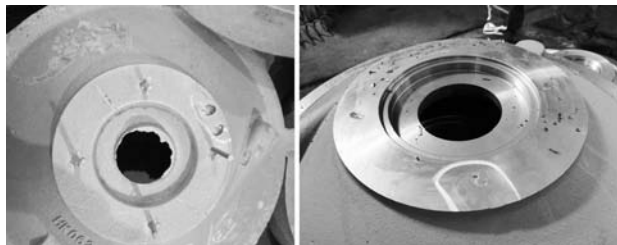
图5 自硬砂芯盒及冷铁  
Fig. 5 Self-hardening sand core box and external chill

## 2 结果分析

该工艺生产效率低的主要原因是生产中使用了大量的冷铁，其中外冷铁需要在自硬砂制芯时人工下入

芯盒，严重制约了手工自硬砂砂芯的制芯效率；而顶部四个独立搭子处的内冷铁，需要在造型时人工插入型腔，大大影响造型时的生产效率。

产品质量不稳定，顶部四个搭子处集中出现铸造缺陷（图6）的主要原因是：①内冷铁下入型腔的质量不受控。根据产品结构，工艺设计内冷铁需垂直下入上箱型腔，其对冷铁插入型腔的深度和垂直度都有严格的要求。而受当前生产线限制，内冷铁采用人工方式插入型腔，冷铁下入型腔的质量存在很大偏差：内冷铁下入铸件尺寸过短，不能消除缩松，过长或过于偏斜，就不能完全加工掉，导致铸件报废。②冷铁的质量不受控制。内冷铁为采购成品件，其尺寸有一定的偏差，当偏差过大时，就会影响冷铁的激冷效果；内冷铁使用前需要进行回烘，除去表面潮气。但其在生产储存使用过程中表面难免会有生锈及污染，铁液浇注时将会产生大量的气体，导致冷铁周围出现气孔，面积过大时将会导致铸件报废。③破坏型腔。内冷铁在人工插入型腔时很容易将冷铁根部的砂胎碰坏，导致冷铁周围出现砂孔缺陷。



(a) 冷铁偏斜 (b) 气孔砂孔  
图6 内冷铁引起的缺陷  
Fig. 6 Defects caused by inner chill

## 3 工艺优化方案

工艺改进主要从两个方面进行：①减少冷铁使用量，法兰环处热节尽可能通过冒口进行补缩；内冷铁改为外冷铁。②整体砂芯改为吊砂，降低成本，提高生产效率。具体改进方案如下。

(1) 铸件防缩设计改进。针对法兰环处环状热节，取消内腔冷铁，改为法兰侧面设置大冒口进行补缩。通过对铸件模数及热节的计算，为满足铸件的补缩要求，冒口尺寸设计为 $\Phi 80 \text{ mm} \times 140 \text{ mm}$ ，冒口径尺寸设计为 $\Phi 25 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}$ 。针对顶部法兰搭子处热节，取消内冷铁，改为外冷铁激冷，配合侧冒口补缩。由于四个搭子相对于顶法兰是四个独立的厚大热节，故外冷铁不能简单设计为环形片状冷铁，因为环形冷铁对法兰与搭子的激冷效果相同，此时四个搭子仍然处于相对的热节状态。故冷铁设计成四个独立的块状冷铁，分别针对四个搭子进行激冷。

(2) 整体砂芯改为吊砂。取消法兰环冷铁后, 前盖内腔只有油槽处需要使用砂芯, 其余部位可以通过吊砂工艺实现。因此重新对该产品进行工艺设计, 分型面仍然选择在法兰面, 铸件全部置于下箱, 铸件内腔通过吊砂形成, 局部油槽放置一处小砂芯。这种设

计, 使砂芯重量从33 kg降低至0.5 kg, 大大降低了制芯成本。

经工艺优化后, 通过生产验证, 较好的解决了铸件缩松问题, 产品的砂孔、气孔等废品也显著降低。产品批量生产质量稳定, 很好满足了顾客的需要。

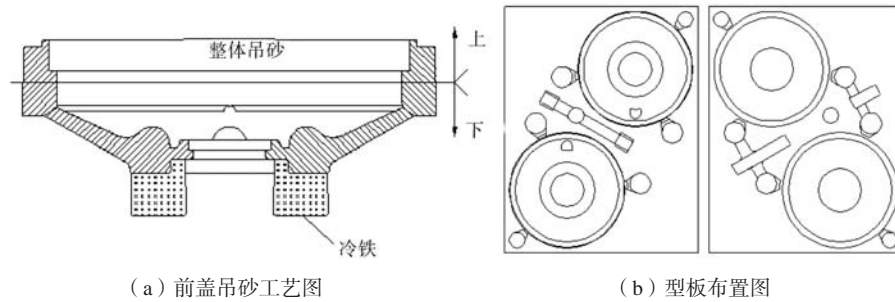


图7 优化工艺

Fig. 7 Process optimization

## 4 结论

(1) 内冷铁采用手工方式下入型腔时, 不适用于大批量生产。内冷铁在解决铸件缩松问题时, 其对插入型腔的深度和垂直度都有很高的要求, 仅适用于单件或小批量的生产验证。在大批量生产中, 内冷铁容

易造成产品质量不稳定, 出现偏斜、气孔、砂孔等废品。

(2) 外冷铁的使用会降低产品的生产效率, 因此, 在进行铸件防缩设计时, 尽可能采用热冒口补缩, 可大幅提高生产效率。

### 参考文献:

- [1] 陈国桢, 肖柯则, 姜不居. 铸造缺陷与对策 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] 郑国富. 冷铁的应用与标准化 [C]// 第十四届23+4铸造学术会议暨天津市第九届铸造学术年会论文集. 天津, 2013.

## Process Optimization and Casting Defects Analysis of High Grade Ductile Iron Front Cover

GAO Ming<sup>1</sup>, LIU Jun-hui<sup>2</sup>, CHEN Chuang<sup>3</sup>, GAO Cun-zhen<sup>2</sup>

(1. Centre of Manufacture Technology, First Tractor Company Limited, Luoyang 471003, Henan, China; 2. Yituo (Luoyang) Casting Forging Company Limited, Luoyang 471003, Henan, China; 3. Energy Company, YTO Group Corporation, Luoyang 471003, Henan, China)

### Abstract:

The shrinkage defects of ductile iron front cover castings produced by green sand casting are generally eliminated by placing chills in the sand core. The process is complex and the proportion of blowholes and shrinkages in the castings is high in batch production. In this study, the casting process of the front cover was simplified, and the inner cavity was brought out by the cod process, thus reducing the main sand core. In this process, the self weight of the molten iron was used for feeding, while the side riser was used for feeding and the chills were added locally. The optimized process reduced the scrap rate of the castings, simplified the production process and reduced the casting cost.

### Key words:

ductile iron; casting; front cover; shrinkage