变矩器泵轮铸件低压浇注工艺优化

何元元

摘要：研究了不同的低压铸造工艺方案对变矩器泵轮铸件质量及生产过程的影响，分析了产品结构对比工艺方案，通过浇注系统的改进、模具结构的优化及浇注参数的调整，可以提高产品质量、简化操作过程、降低生产成本。

关键词：变矩器；低压铸造；浇注；优化工艺

在液力变矩器中，发动机带动泵轮转动，将发动机的动能转换成变矩器内液体的动能，实现液力变矩器动能的输入。泵轮同时作为传动件和防泄漏的密封件，要求其具有更好的内部质量和更高的力学性能。低压铸造是一种机械化和自动化程度高、生产过程较为可控的铸造方法，所得铸件具有致密度高、力学性能好等优点，研究完善的泵轮低压铸造工艺，对提高泵轮质量、稳定生产具有重要意义。

一、问题及现状

1. 铸件分析

铸件外形尺寸为ϕ415mm×150mm，共33个叶片，铸件重量10kg，结构如图1所示。

铸件化学成分为：w_{Si}=6.5%~7.5%，w_{Mg}=0.25%~ 0.45%，w_{Ti}=0.02%~0.08%，余量Al。

技术要求：符合GB/T9438—2009；100%X射线检测，样件100%荧光检测；铸件不得有气孔、裂纹、缩孔等缺陷；T6热处理后本体取样，抗拉强度

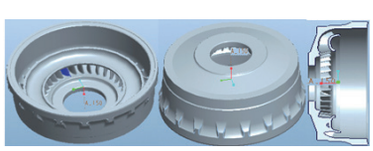

图1 铸件结构

寸优化后，实现工装工艺布置增加到一盒三件，可提高制芯生产效率，减轻砂芯重量，降低了材料消耗，节约了生产成本，降低了生产难度。

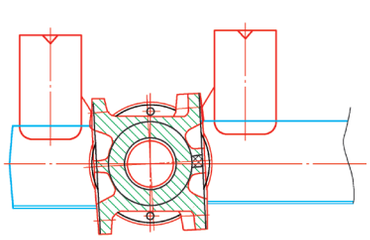

图9 改进前的铸造工艺

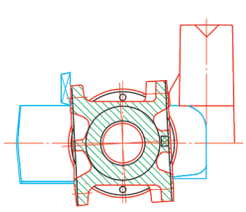

图10 改进后的铸造工艺

三、结语

通过工艺设计改进，成功完成了AC16球墨铸铁桥壳潮模砂流水线铸造工艺开发工作。在该工艺开发过程中试验了不同的铸件补缩方式，最终冒口配合外冷铁的补缩方式体现了对解决桥壳缩松缺陷的良好作用。而且通过砂芯工艺改进，确保了该产品的生产效率，节约了生产成本，充分体现了潮模砂流水线生产AC16球墨铸铁类桥壳的生产效率高、铸件品质高、一致性好等优点。

作者简介：宋波、曹月山、侯广怀、曹恒成，中国重汽济南铸锻中心。

MW 20160416

≥275MPa，屈服强度≥220 MPa，伸长率≥3%。铸件叶形部位的尺寸误差±0.4mm，叶形检验采用全尺寸扫描检查。

该铸件即是功能件又是强度件，对其尺寸精度、表面质量及内在质量要求较高，铸件结构复杂，铸造难度较大。

2. 工艺分析

受铸件结构影响，内腔叶形部分只能由砂芯成形。如图2所示，通过壁厚分析，该铸件热节分布在上下两端，在低压铸造中采用浇口实现浇注系统近端补缩，以及采用保温冒口实现远端补缩是一种有效的方法。

3. 浇注系统与模具结构

通过对铸件结构的分析评估，确定了铸件圆口面朝下、多浇口进铝液、铸件上部增加保温冒口的浇注系统，复杂内腔部分由砂芯形成，外形由金属型成形的上下模结构，如图3所示。

4. 产品试制及缺陷状态

铸件试制过程中，砂芯整体浸涂，然后160℃烘烤2h；冒口采用保温材料涂覆；浇口刷涂氧化锌涂料，厚度1mm左右；浇注参数见表1。

通过对试制样件解剖检验，发现铸件的叶形部位有缩孔，铸件上部冒口附近区域有气孔，如图4所示。

5. 整改及验证

气孔缺陷是由于浇注过程中铝液紊流导致气体卷入铸件造成的，降低充型速度可改善铝液的紊流情况，因此将充型时间由18~20s调整到25~28s。

缩松缺陷是由于冒口凝固过早、补缩不充分造成的，冒口设计应遵循以下原则：

（1）冒口必须晚于铸件凝固，这是冒口的热力学条件。

（2）冒口的尺寸必须满足金属液收缩的需要，这是冒口的体积条件。

（3）冒口与铸件之间存在补缩通道，且通道必须早于冒口、晚于铸件凝固。

（4）需有足够的压力引起补缩金属液的流动，且沿着正确的方向。

对比分析现有的冒口状态，制订出如下的整改措施：

（1）加大冒口尺寸。

（2）镶冒口套，在冒口套与模具中间填充保温材料，提高冒口的保温效果，增加冒口的补缩能力。

（3）提高浇注温度，将浇注温度由开始的700℃±10℃提高到710℃±10℃。

经试制检查，上述缺陷均得以解决。在随后的多次试制中，通过优化模具结构及浇注工艺，目前该产品已能稳定生产，优化后的浇注参数见表2。

6. 生产中存在的问题

通过改进可满足生产需要，但仍存在以下问题：

（1）铸件有18个浇口和一个大冒口，铸件工艺出品率仅55%，铸造成本高。

图2 铸件壁厚分布

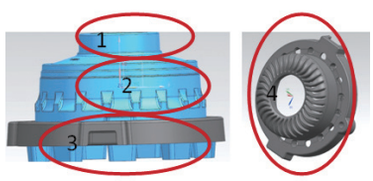

图3 铸件的浇注系统

1. 冒口 2. 铸件 3. 浇口 4. 砂芯

(a) 铸件　(b) A区域气孔　(c) B区域缩松

图4 铸件缺陷

表1 铸件的浇注参数

阶段	时间/s	压力/kPa	备注
P1	10	22	1.浇注开始上模的抽气打开直到保压结束 2.充型结束后上模风冷开启100s
P2	18~20	37	
P3	23~25	50	
P4	150	50	
冷却时间：250~300s			
铝液温度700℃±10℃			

（2）浇注过程控制难度大、要求高。

（3）多浇口需采用浇口盆（消耗件），模具制造费用高。

（4）浇注过程中浇口盆需持续加热，能耗高。

二、铸件二次开发

铸件热节分布于上下两端（见图5），将浇口安放在铸件的小口面，可简化成一个浇口。该浇口结构简单，模具结构简化，生产过程更易控制；通过上模增加预铸孔、设置冷却等手段来解决大口面缺陷，同时考虑后续在上模留出增加冒口的位置。

三、产品试制及问题

在铸件的试制过程中，后处理及模具准备参照之前的处理方式。浇注参数设置见表3。

无损检测发现铸件壁上*A*位置有缩松缺陷，如图6所示。

四、原因分析及措施

在泵轮砂芯4个定位处发现缩松组织，产生的原因如下：

（1）砂芯附近区域散热差，该部位虽不是铸件的厚大部位，却是最后凝固的部位。

（2）该部位凝固时没有金属液补充，会出现缩孔、缩松类缺陷。

（3）浇口距缺陷处较远，补缩路径长，无法实现对该部位的补缩。

通过以上分析，调整浇注参数及冷却无法完全解决铸件上的缩松缺陷，开启预留冒口可从根本上解决缩松缺陷。

五、整改完成后的验证

如图7所示，修改模具开启上模预留的6个冒口，冒口内涂覆耐火纤维糊及氧化锌。检查试制产品未发现铸造缺陷，铸件能满足技术标准要求。

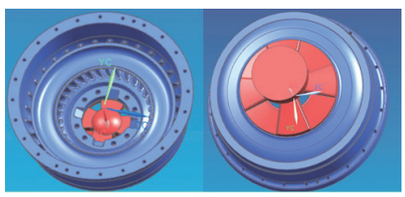

图5　新的浇注方案

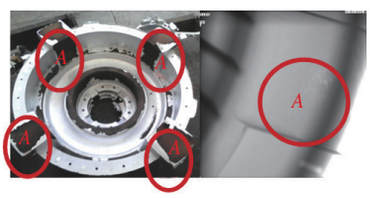

图6　铸件的缺陷位置

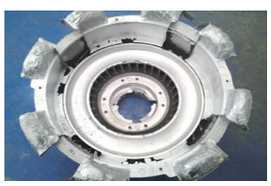

图7　铸件冒口

表2　改进后的浇注参数

阶段	时间/s	压力/kPa	备注
P1	10	22	1.浇注开始上模的抽气打开直到保压结束 2.充型结束后上模风冷开启100s
P2	25~28	37	
P3	30~33	50	
P4	170	50	
冷却时间：350s			
铝液温度：710℃ ±10℃			

表3　新的浇注参数

阶段	时间/s	压力/kPa	备注
P1	8	22	浇注初期铝液温度要偏高，控制在710℃以上；
P2	14~20	30	
P3	18~22	35	
P4	24~30	40	
P5	350	50	
浇注温度705℃ ±10℃；冷却时间200s			
补偿压力0.2 kPa；			

六、结语

工艺方式和工艺思路的改变，可以简化铸件的铸造工艺。通过对泵轮铸件的结构分析和工艺讨论，对其工艺方案做了大的变更。经过试制过程的验证，新的工艺方法可以减少员工的操作难度，同时提高了工艺出品率，降低能耗，可更好地满足生产的需要。

参考文献

[1] 孙正杰. 某大型铝合金壳体的铸造技术[J]. 热加工工艺，2009, 38(15): 146-147.

[2] 白智渊. 变矩器壳体低压浇注工艺研究[J]. 热加工工艺，2015, 44(11): 104-106.

作者简介：何元元，陕西法士特汽车传动集团有限责任公司，主要从事铝合金低压铸造工艺工作。

MW 20160415