

涡轮增压器壳体舌口裂纹工艺分析与改进

王辉

河北光德精密机械股份有限公司

[摘要] 涡轮增压器壳体是汽车涡轮增压器的关键部件之一。主要针对涡轮增压器涡轮壳舌口裂纹缺陷问题进行分析改进,对产品的制造工艺进行调整,提高产品内部质量,消除产品的裂纹缺陷。以满足最终客户的使用要求。

[关键词] 涡轮增压器壳体, 裂纹改善, 铸造工艺

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.2174

一、涡轮增压器涡轮壳概述

涡轮增压器涡轮壳是用于赛车的涡轮增压器的核心关键零件。主要是为了改善燃油经济性,提高发动机性能,为赛车发动机提供优越的空气动力匹配。因此对产品质量有很高的要求,不能有任何铸造缩孔裂纹等铸造缺陷。涡轮增压器涡轮壳为耐热钢310材质,铸件毛坯尺寸公差要求满足ISO 8062 CT5级,涡轮壳内侧工作表面粗糙度要求Ra3.2 μm。蜗壳中间流道部位壁厚非常薄,两头比较大,不利于实现顺序凝固补缩。产品在冷凝收缩过程中,较大的拉应力将舌口拉裂,产生裂纹。

二、实验过程

(一) 第一阶段试验结果及分析

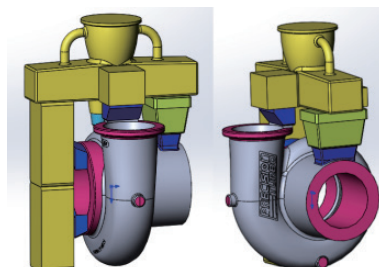
涡轮增压器在高温下工作,废弃温度在1050℃以上,这款产品的材质属于耐热不锈钢310。该材质的化学成分如下表,其中Cr和Ni是决定2种材质性能(耐蚀性和耐热性)的主要合金元素。

310材质化学成分

	C%	Mn%	Si%	P%	S%	Ni%	Cr%
标准	0.08	≤2.0	≤2.5	≤0.04	≤0.04	19-22	23.0-27.0
实际含量	0.05	0.585	0.523	0.023	0.0047	20.152	25.032

蜗壳对成型质量要求极高,要求流到的三维曲面与设计剖面的流道曲线完全吻合,表面粗糙度3.2 μm以下,且铸件不允许有缩孔,缩松,气孔,夹杂,冷隔等缺陷,基于该材质的铸造性能特点和涡轮壳件的质量,技术要求,我们设计了以下几种铸造工艺:

方案1:

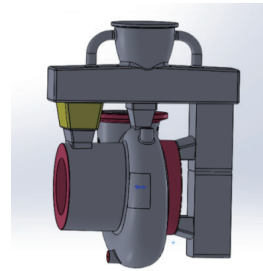


方案1: 管口端面增加浇口,以增加对舌口部位的补缩,防止其开裂

试制结果:

由于模头的收缩拉应力,造成舌口2mm部位开裂

方案2:

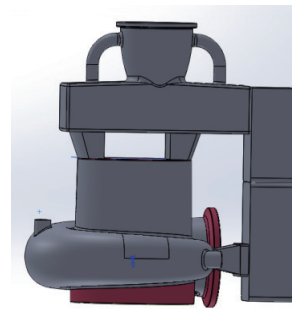


方案2: 浇注系统与方案1类似,唯一不同的地方是钢水在熔炼过程用硅钙锰脱氧后,加0.2%的稀土硅和0.1%钒铁做晶粒细化剂,来细化内部金属组织防止其开裂。

试制结果:

由于模头的收缩拉应力,造成舌口2mm部位仍然开裂

方案3:



方案3: 将产品竖起来浇注,模壳浇注后将模组放在冷架上上面,定向(舌口处)吹风(可采用钢管通压缩空气)来改善其散热条件。

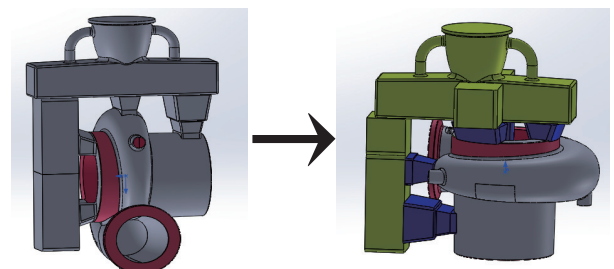
试制结论

由于模头的收缩拉应力,舌口仍然开裂,因为产品不能实现顺序凝固。产品内流道产生比较大的缩孔。

(二) 第二阶段试验结果及分析

1. 确定新的铸造方案

鉴于之前涡轮壳试制失败的教训,我们进行讨论研究得出这一结论:在保证产品不发生铸造缩孔的前提下,一定改变产品浇注后的凝固收缩方式,避免产品发生舌口开裂(黄颜色为模头的收缩方式,绿颜色为产品的收缩方式)。



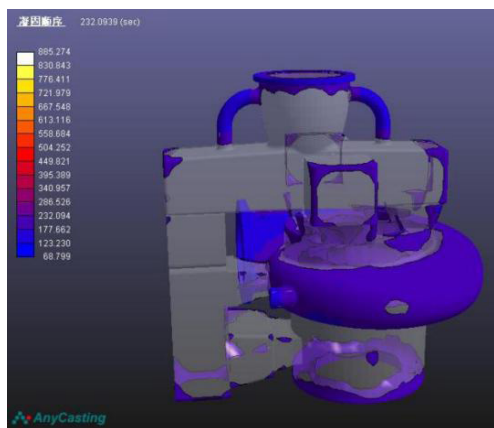
改进前

改进后

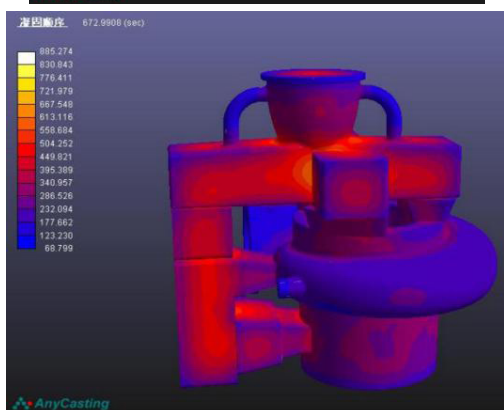
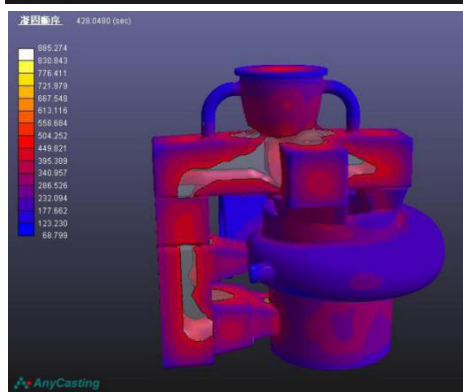
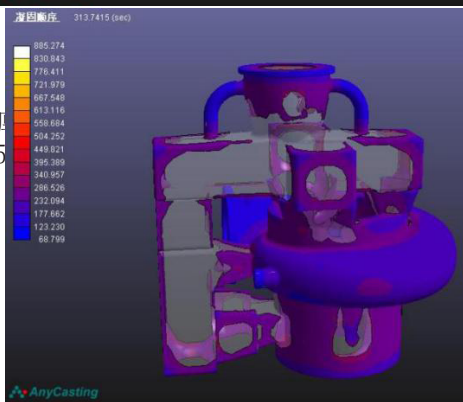
通过改变组树方式,产品舌口位置向外的拉力改成向内的压力,避免产品舌口受拉应力开裂。运用Anycating模拟软件,对新确定下来的不锈钢蜗壳铸件工艺凝固过程的数值模

拟，能够直观钢液充型，凝固过程和结果，有效预防缩孔，疏松，冷隔，裂纹等缺陷。对型壳模拟设置边界条件，型壳浇铸温度900℃，型壳厚度15mm，浇铸速度1kg/S，钢液浇铸温度1560℃。

更新后方案凝固过程模拟截图（剖面1）



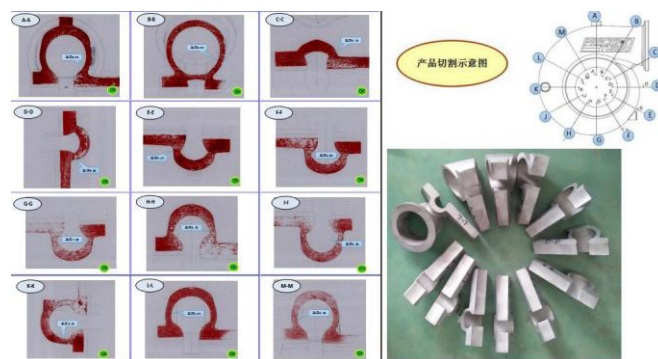
壁厚
为5



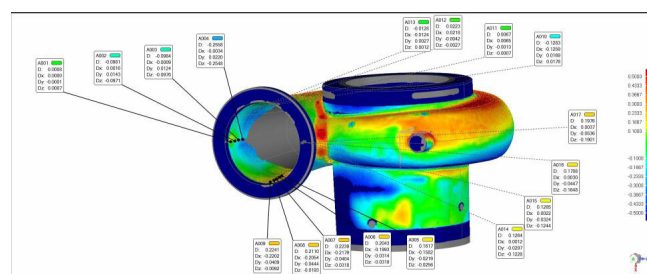
通过模拟产品凝固过程来看，产品能够顺利实现顺序凝固，不会产生缩孔缺陷。

2. 产品试制及效果验证

舌口裂纹验证：按照新工艺试制100件样品，产品剖切截面做拓印检测与要求的设计剖面的流道曲线完全吻合，截面处没有缩孔，冷隔缺陷。产品舌口部位没有裂纹缺陷。



产品内流道3d扫描，产品管口部位的流量完全符合设计要求。



（三）小结

采用熔模精密铸造工艺生产的不锈钢涡轮增压器外壳，铸造浇注系统设计对于产品成型以及最终质量起到关键性的作用，设计时要充分考虑其对产品的质量的影响。该系列产品浇注系统通过调整模组整体收缩方向，改善产品舌口部位的受力条件（将流道舌口位置的拉应力改成压力），避免舌口受力开裂，提高产品的整体质量，降低了产品不良率，为产品批量化生产打下良好的基础。

参考文献：

[1] 姜不居. 实用熔模铸造技术[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2008.
 [2] 姜不居, 吕志刚. 熔模铸造手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.