

涡轮增压器压气机壳体低压铸造工艺改进

曲家龙

(无锡蠡湖增压技术股份有限公司)

摘要 针对低压铸造涡轮增压器压气机壳体废品率高的问题,通过 Magma 软件对铸造工艺进行模拟,结合生产实际,确定对浇注系统进行优化改进。通过取消分流盆,用升液管直接与铸件相连接等措施,消除了铸造缺陷,提升了铸件品质,改善了铸造环境。

关键词 低压铸造;压气机壳体;工艺改进

中图分类号 TG249.2 文献标志码 A

DOI:10.15980/j.tzzz.2021.04.027



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Technology Improvement of Low Pressure Casting for Turbo-charger Compressor Housing

Qu Jialong

(Wuxi Lihu Pressurization Technology Co., Ltd.)

Abstract: Aiming at high defects in low-pressure casting aluminium alloy turbo-charger compressor housing, the Magma software was used to simulate the casting process. Combined with the practical production, the gating system was modified and optimized. Through eliminating shunt basin, lift pipe directly connecting with the castings, etc., casting defects can be eliminated greatly, improving the quality of castings and casting environment.

Key Words: Low Pressure Casting, Compressor Housing, Technology Improvement

涡轮增压技术引入汽车后使得汽油燃烧更加充分,从而在不增加油耗的情况下可显著提高发动机的功率和扭矩,减少尾气排放。压气机壳体是涡轮增压器低温端的重要零部件,材质为铝合金。某低排量乘用车用涡轮增压器压气机壳体,不允许存在裂纹、冷隔、夹杂、孔洞、缩松等缺陷。本课题针对该压气机壳体的低压铸件缺陷问题,进行工艺分析和改善,以达到降低铸件废品率、提高铸件品质的目的。

4 mm,质量为 1.3 kg,材质为 ZL101 合金,其主要成分见表 1。

表 1 ZL101 合金的化学成分
Tab.1 Chemical composition of ZL101 alloy %

ω_B										
Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Ti	Zn	Ni	Pb	单一杂质	杂质总和
6.5~7.5	0.2~0.65	<0.6	<0.25	<0.6	<0.25	<0.35	<0.15	<0.1	<0.05	<0.15
										Al 余量

1 铸件结构与原铸造工艺方案

1.1 铸件结构

图 1 为某涡轮增压器压气机壳体,平均壁厚为 3~

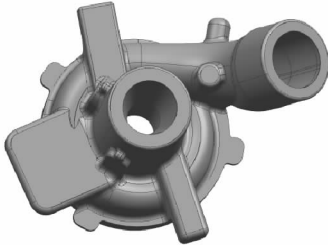


图 1 涡轮增压器压气机铝壳
Fig.1 Three-dimension diagram of aluminium alloy turbo-charger compressor housing

1.2 原铸造工艺

该铸件采用金属型低压铸造,砂芯采用覆膜砂材料,采用坩埚炉熔炼(更利于保证铝液的清洁)。该产品单件质量小,考虑生产效率和成本,模具为 1 模 4 腔结构;一根升液管与分流盆连接,分流盆上端分 4 个浇道,分别对 4 个型腔进行充型,分流盆结构见图 2,其材质为铸铁。浇注温度为 700~710 ℃,模具温度为 300~350 ℃,充型压力为 45 kPa,充型时间为 12 s,保压压力为 50 kPa,保压时间为 30 s。

实际生产中发现大量铸件特定加工表面出现孔洞类缺陷,见图 3。

收稿日期:2020-10-16;修改稿收到日期:2020-11-28
作者简介:曲家龙,男,1980 年出生,工程师,江苏无锡(214124),E-mail:qujialong@126.com
引用格式:曲家龙. 涡轮增压器压气机壳体低压铸造工艺改进[J]. 特种铸造及有色合金,2021,41(4):518-520.
QU J L. Technology improvement of low pressure casting for turbo-charger compressor housing[J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2021, 41(4):518-520.

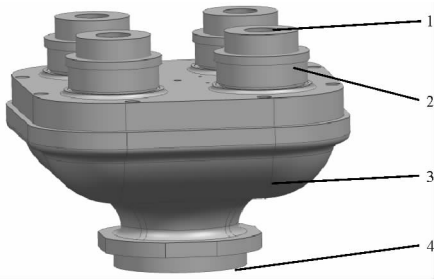
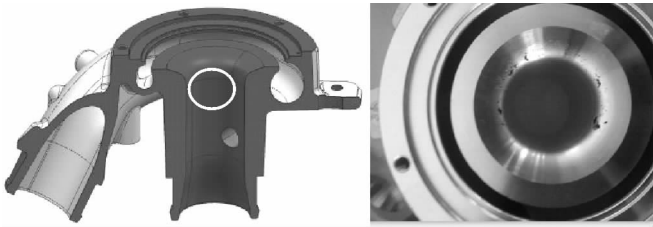


图2 分流盆结构

Fig.3 Structure of the split basin

1.铸件接口 2.浇道 3.分流盆 4.升液管接口



(a) 缺陷位置

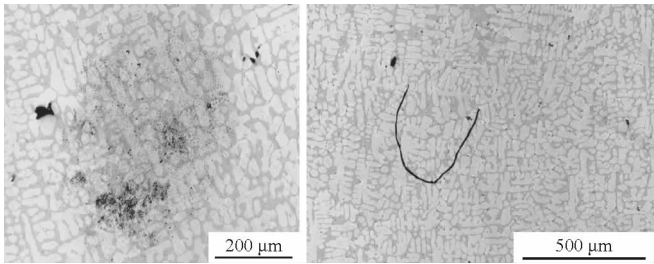
(b) 产品缺陷

图3 缺陷位置和形态

Fig.3 Defects position and shape

2 产生缺陷原因分析

为进一步分析缺陷种类和形成原因,对缺陷铸件的缺陷部位取样,在光学显微镜下观察,发现孔洞为缩松、缩孔,并带有氧化夹渣,见图4。



(a) 缩松、缩孔

(b) 氧化膜

图4 在铸件中的缺陷类型

Fig.4 Defects types in the castings

在低压铸造中,缩松、缩孔缺陷的产生通常是和浇注系统设计或浇注工艺参数设定不合理有关,不能形成有效的补缩,导致铸件厚大部位形成缩松、缩孔缺陷。

氧化夹渣缺陷的产生可能为铝液处理不合格,未能有效地除渣。充型过程中,氧化渣最终沿浇注系统进入铸件,也可能是浇注系统设计不合理,导致浇注过程中产生紊流,生成氧化物,最终进入铸件。

2.1 浇注系统和工艺参数分析

从浇注系统结构上来看,缺陷部位是铸件的入水部位,也是铸件结构的厚大部位,该部位下端与分流盆连

接,在产品凝固过程中可以获得浇口盆内铝液的补缩。产品的工艺参数经过 Magma 软件进行凝固模拟,结果显示没有缩松、缩孔缺陷风险产生。

2.2 氧化夹渣物来源分析

低压铸造取铝水的位置往往在坩埚的偏底部,而氧化物一般会浮在铝液表面,因此低压铸造中铝液相对清洁。在生产中,使用全新铝合金原材料熔炼,采用精炼设备对铝液进行氮气精炼处理,能确保铝液本身的清洁。处理后,采用 ALSPEK H 测氢仪对铝液进行检测,结果显示氢含量为 0.14 mL/100 g Al。由此可以判断铸件中氧化夹渣不是坩埚中铝液带入,应是在充型时在浇注系统中产生的氧化渣。

2.3 生产过程分析

原有工艺在给定的参数条件下模拟没有缩松显示,实际生产中却出现大量的缺陷件。由此推断,生产过程中可能存在无法稳定的工艺参数条件。

在低压铸造中,通常可以通过提高保压压力和提高补缩冒口温度来增加系统对铸件的补缩作用,在生产中,提高保压压力并没有彻底消除该铸件的缩松问题。

进一步分析浇注系统结构,发现分流盆的容积较大,结构上有足够的补缩容量。分流盆为了保证内部的铝液温度满足工艺要求,在外部用天然气进行连续加热,目视呈暗红色。实际检测分流盆温度在 530~600℃之间。因为分流盆温度低于铝液浇注温度,由此可以断定,分流盆内的铝液在充型和保压过程中与分流盆间存在温度传递,铝液温度有损失,影响了补缩效率。

通过拆解模具,发现分流盆内聚集有大量的氧化物,而分流盆内壁温度低,是导致铝液在内壁结皮,形成氧化物聚集的主要原因。

分流盆的温度来源除了外部天然气的不断加热外,还有来自铝液和坩埚的温度传导,在浇注过程中,坩埚内铝液液面逐渐下降,拉大了坩埚内铝液与分流盆内铝液的距离,从而会导致分流盆温度逐渐下降,因此,分流盆温度不稳定。这是导致分流盆内铝液温度损失过大,造成补缩不充分和产生氧化物的主要原因^[1]。

3 铸造工艺改进与生产验证

分析可以发现,缺陷产生的主要原因是由于分流盆的温度不能得到有效控制所致。因此对浇注系统和浇注装置进行改进优化,取消分流盆结构,用升液管直接与铸件相连接,每个型腔配一根独立的升液管。

原升液管管口有超过 20 cm 的长度是与炉盖接触的,导致升液管管口部位散热快,铝液温度损失大;通过

对升液管和炉盖结构进行改善,使得升液管口部裸露于保温炉内,通过炉内气氛温度对其保温,见图 5。

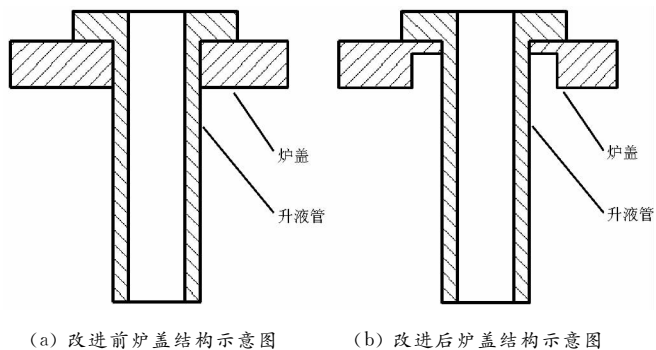


图 5 炉盖结构改善对比图

Fig.5 Comparison of furnace cover structure before and after optimization

同时,取消分流盆,缩短了升液管到模具型腔的距离,从而从根本上解决了生产过程中铝液温度偏低而导致的铸件缩孔问题^[2,3]。从模拟结果可以看出,改进后的充型过程平稳顺畅,见图 6;凝固过程按自上而下的顺序凝固,形成有效补缩,见图 7。

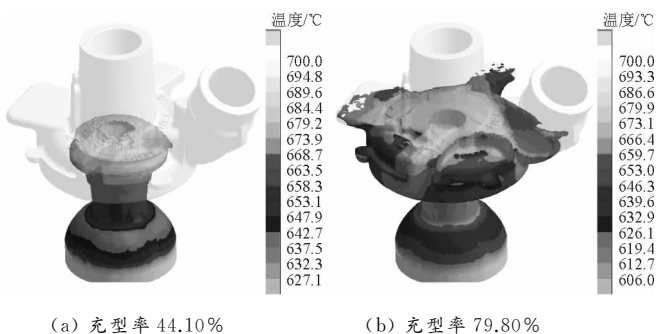


图 6 改进后的充型过程

Fig.6 Filling process of the optimized structure

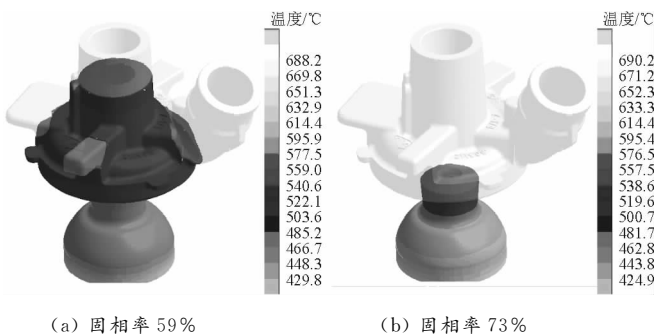
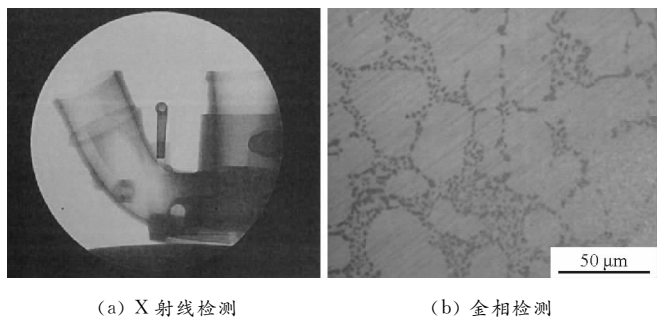


图 7 改进后的凝固过程

Fig.7 Solidification process of the optimized structure

采用该工艺生产并取样件做 X 射线检测,同时取样做金相分析,见图 8。可以看出,铸件内在品质非常理想,说明去除分流盆工艺方案是非常有效的,从工艺上解决了补缩不稳定和氧化物夹渣问题。



(a) X 射线检测 (b) 金相检测

图 8 改进工艺后铸件检测

Fig.8 The produced castings detection based on the optimized structure

4 结 论

(1)1 模 4 腔成形的 ZL101 铝合金压气机壳体中产生的缩松、缩孔和氧化夹渣缺陷的原因是分流盆的温度较低,易产生氧化膜且补缩能力不足。

(2)浇注系统取消了分流盆结构,缩短了铝液与铸件型腔的距离,更有利于铸件品质的稳定控制。

(3)浇注系统取消了分流盆结构,降低了天然气加热分流盆的能耗成本,同时也改善了工作环境的温度。

(4)通过改进工艺,使铸件品质达到了技术质量要求,废品率控制在 4% 以内。

参 考 文 献

- [1] 赵有伟,赵毅红,郑志伟,等.铝合金罐体低压铸造工艺研究与分析[J].特种铸造及有色合金,2016,36(11):1160-1162.
- [2] 任金磊,吴兵.八轴电力机车铝合金齿轮箱体的低压铸造工艺[J].特种铸造及有色合金,2014,34(10):1070-1072.
- [3] 郭亮.导轨钻机铝合金壳体金属型设计与铸造模拟[J].特种铸造及有色合金,2007,27(9):733-735.

(编辑:张正贺)

到 2050 年铝消费量增长约 80%

根据国际铝业协会(IAI)的预测,到 2050 年,世界铝消费量将比当前增长约 80%,每年将超过 1.7 亿 t。铝这种轻质金属有望广泛用于电动汽车,节能建筑和替代能源。

但是,正如国际铝业协会指出的那样,为了防止全球变暖,在 30 年内,有必要将铝生产过程中产生的 CO₂ 排放量减少 80%,减排的成本预估为 0.5~1.5 万亿美元,或每年 167 亿美元至 500 亿美元,占该行业当前收入的 8.5%~25%。

国际铝业协会的另一个重要方向是考虑增加铝回收的份额。根据该研究所的预测,到 2050 年其年产量可能超过 8 000 万 t,这将使对原金属的需求减少到每年不超过 9 000 万 t。

(摘自压铸周刊)