

电机壳体铝合金铸件工艺 CAE 分析

李 璐, 马志敏

(万安科技股份有限公司, 浙江绍兴 311800)

摘要: 汽车驱动电机壳体铝合金铸件内部结构复杂, 内腔为封闭式水道, 上下水道壁厚最薄处仅为 2mm, 为满足设计要求, 按以往经验调试压铸制造模式, 进行铸造工艺开发, 生产效率并不理想。为此, 利用铸造模拟软件对某型号电机壳体铝合金铸件的金属型低压铸造工艺充型、凝固过程进行模拟分析, 了解其在充型、凝固过程中温度场的分布情况并且预测该铸件中缺陷的分布情况, 提出了工艺改进方案, 通过对工艺参数的优化, 有效地减少铸件的缩孔、缩松等缺陷的发生。

关键词: 铝合金铸件; 低压铸造; 铸造工艺 CAE; 电机壳体; 数值模拟

中图分类号: TG244 **文献标识码:** A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9658.2020.06.020 **文章编号:** 1006-9658(2020)06-0095-04

随着当前社会发展与环境、资源之间矛盾的日益加剧, 作为制造业支柱之一的汽车行业也必须跟随时代的发展, 对高污染、高能耗发动机的改进变得越来越迫切。新能源发动机也呼之欲出, 新能源发动机动力主要以电能为主, 优点在于低排放、低噪音。大力发展新能源发动机, 对解决我国汽车工业可持续发展面临的能源和环保问题具

有重大现实意义。轻量化、低排放的新能源发动机自然成为了各汽车企业追逐的方向, 汽车铸件可铸造的合金有铝合金、锌合金、镁合金、铜合金, 还有铸钢, 其中铝合金具有密度低, 比强度、比刚度高等一系列优点, 被广泛应用于航空航天行业, 同时也是作为汽车轻量化最理想的材料^[1,2]。本文采用模拟软件对一款新能源汽车驱动电机的铝合金电机壳体的低压铸造工艺进行 CAE 分析, 并结合工艺技术人员经验, 对工艺方案作出调整, 最大限度地降低缩孔、缩松倾向, 重要部位杜绝缩孔、缩松的产生。

收稿日期: 2020-04-07; **修订日期:** 2020-05-11

作者简介: 李璐(1974—), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事金属材料成型与加工技术和汽车零部件质量控制工作。E-mail: liyiren365@163.com

Study on core-making technology of large cylinder core for large diesel engine block

ZANG Jialun, LIU Qingyi, QIN Peng, QI Jian

(Weichai Power Co., Ltd., Weifang 260061, Shandong China)

Abstract: The advantages and disadvantages of the split and integral core making of the large cylinder core of the large diesel engine block have been explained in the text; the process and difficulties of the integral core making of the large cylinder core have been mainly discussed. The integral core-making of the large cylinder core can significantly improve the accuracy and dimensional consistency of the castings, which improves the production efficiency to a certain extent.

Key words: Integral core making; Split core making; Casting precision

1 定子壳体总成开发过程中难题

某型电机定子壳体总成内腔为封闭式水道,为某公司生产的新型汽车电驱动电机定子壳体,目前正处于开发验证阶段。内腔为封闭式水道,上下水道壁厚最薄处仅为 2mm,铸造工艺方案的策划(瓶颈过程)确定存在不可预知的缩松缺陷产生的结构,这个难题需要借助工艺开发人员和 CAE 模拟软件进行优化分析,对低压铸造成形过程进行了模拟,最终确定可行的工艺方案。

2 CAE 分析

2.1 CAE 分析的模型建立

本文将使用 CAE 软件对设计出来的工艺方案进行充型、凝固模拟分析,依据模拟分析结果确定应用于实际生产的最优工艺方案。

2.2 设定铸造工艺参数

材料选用的是美标牌号对应中国标准牌号 ZL101A,其热物性参数如表 1 所示。

2.3 凝固模拟结果分析

凝固缺陷预测结果及分析用 Anycasting 概率缺陷参数模块中的残余熔体模数来预测缺陷的产生,为减小初始条件设置误差对模拟准确性的影响,分析是在 6 次循环之后得到的结果。采用概率缺陷参数之残余熔体体积分析其缩松情况,凝固过程数值模拟结果如图 1 所示,对凝固模拟结果分析后得出,铸件凝固过程中存在以下特点:整体上看,铸件达到完全凝固所需要的时间为 105.8551s。随着铸件的凝固,在水道与螺孔相交处、水道内侧厚大部位,由于壁厚变化较大,补缩通道断开了(见图 1c),这导致了孤立液体收缩得不到补缩而产生了缩松、缩孔。

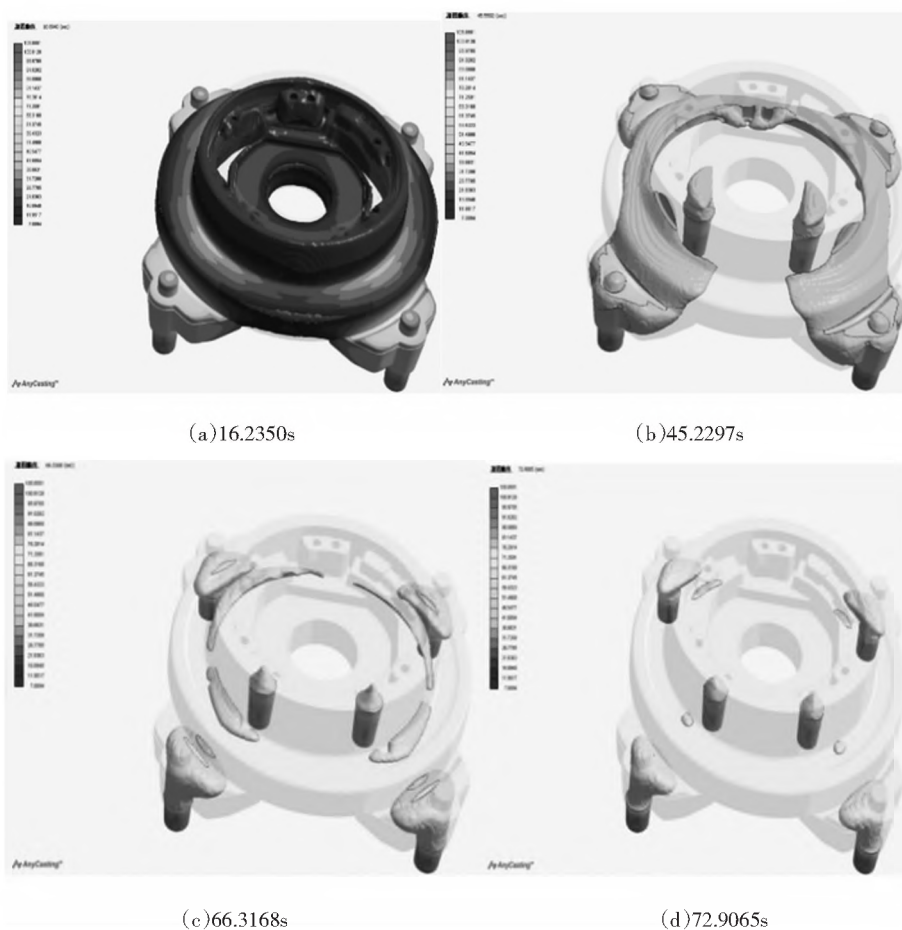


图 1 凝固顺序

表 1 合金的热物性参数和仿真的浇注工艺参数

热物属性	参考值	铸件材料	ZL101A	浇注温度	755℃
热传导系数	84.33W/m·K(616℃)	体收缩率	7.14%	浇注时间	10s
密度	2334.81kg/m ³ (616℃)	固相线温度	556℃	金属模具材料	H13
比热	1140J/kg·K(618℃)	液相线温度	616℃	初始温度上模	320℃
潜热	515291J/kg			初始温度下模	360℃

3 缺陷分析与工艺整改措施

3.1 分析产生缩松原因,完善工艺方案

由铸件的凝固结果可知,浇注系统的设计和工艺参数的选择使得凝固过程中产生较多的缩孔、缩松。由图 1c 可知,补缩通道断开了,补缩不充分,所以需要在一定程度上提高其补缩能力,在

缩松部位增加 4 个暗冒口再次进行数值模拟。

3.2 优化工艺方案模拟结果

金属液在型腔中的凝固时间设定为 184.0438s(如图 2),由优化后的凝固模拟结果(图 2b、c)可知,没有发现缩松部位,相比于图 1d 铸造缺陷,铸件的缩孔、缩松基本消除,达到了预期的目标(如图 2d 所示)。

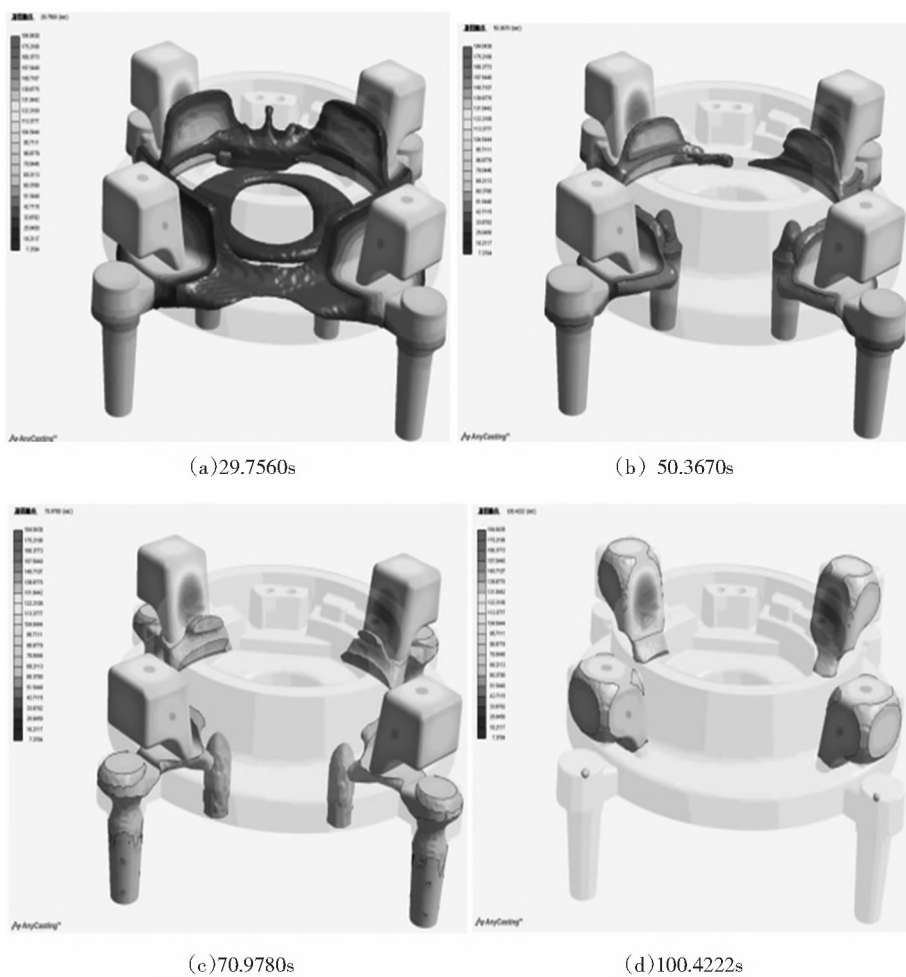


图 2 凝固顺序



图 3 铸件实物

4 结语

基于流体力学传热学基本方程和有限差分方法,利用铸造模拟软件,采用残余熔体模数预测缩孔、缩松缺陷,用确定性模拟方法模拟微观组织,将铸造的充型凝固宏观模拟与微观组织模拟相结合,实现了铸造成型过程从宏观缺陷到微观组织进行完整的模拟。以某型铝合金电机壳体的模具设计为例,证明了该模拟方法能够指导模具工艺结构优化,减少反复修模、试模所造成的资源和能源浪费^[3],提高工艺成品率,从而为实际生产提供一定的参考价值,缩短产品开发周期,降低产品开发成本。

参考文献:

- [1] 邱庆荣,孙宝德,周尧和. 铝合金铸件在汽车上的应用[J]. 铸造, 1998,1(6):46-49.
- [2] 张立强,李落星,朱必武.基于数值模拟的铝合金薄壁件金属型低压铸造工艺设计[J].铸造技术,2008,29(9):178-181.
- [3] 张响,闫胜咎,童水光,等.基于 CAE 的铝合金车轮低压铸造模具结构优化[J].汽车技术 2007(2):39-42.

CAE analysis of aluminum alloy casting process for motor shell

LI Lu, MA Zhimin

(Zhejiang VIE Science & Technology Co., Ltd., Shaoxing 311800, Zhejiang China)

Abstract: The internal structure of the aluminum alloy castings of the automobile drive motor housing is complicated. The inner cavity is a closed water channel. The thickness of the up and down water channel is only 2mm at the thinnest point. In order to satisfy the design requirement, the die casting manufacturing mode has been commissioned to develop the casting process as per old experience, but the production efficiency is not ideal. For this reason, the casting simulation software has been used to simulate and analyze the filling and solidification process of the metal type low pressure casting process of a certain type of motor housing aluminum alloy castings. The temperature field distribution during the filling and solidification process has been known and the distribution of defects in the castings has been predicted. The process improvement plan has been proposed, through the optimization of process parameters, the occurrence of defects such as shrinkage and porosity of the casting has been effectively reduced.

Key words: Aluminum alloy castings; Low pressure casting; Casting process CAE; Motor housing; Numerical simulation