DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.05.011

某盘盖产品改进铸造工艺的数值模拟分析

李尉榕[1],于　赟[1],丁　杰[2],赵金权[2]

(1.江苏理工学院 材料工程学院,江苏 常州 213001;2.常州华德机械有限公司,江苏 常州 213001)

摘　要:某盘盖产品因客户要求需改进铸造工艺,采用数值仿真软件对初始工艺方案进行模拟,根据模拟结果分析缺陷存在的部位,并提出相应的补缩措施。最终得出可行的工艺方案来指导实际生产,从而提高效率。

关键词:数值模拟;缩松缺陷;补缩措施

中图分类号:TG255　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)05-0456-03

Numerical Simulation Analysis of Improved Casting Process of a Plate Cover Product

LI Weirong[1], YU Yun[1], DING Jie[2], ZHAO Jinquan[2]

(1. School of Materials Engineering, Jiangsu University of Technology, Changzhou 213001, China; 2.Changzhou Huade Machinery Co., Ltd., Changzhou 213001, China)

Abstract: Due to the customer's requirement to improve the plate cover product casting process, the numerical simulation software was used to simulate the initial process plan, and then the defects were analyzed according to the simulation results, and the corresponding shrinkage measures were proposed. Finally, a feasible process plan is obtained to guide the actual production, so as to improve the efficiency.

Key words: numerical simulation; shrinkage defects; shrinkage of the feeding measures

为了铸造产品的性能更易实现而改变零件产品的设计是可行的做法[1],但现实情况往往是客户不但要求严格按照零件图纸来生产,甚至要求修改铸造工艺方案。而铸造工艺设计和方案对铸件质量有很大的影响[2]。本案就是一例,已经按照客户的需求采用合理的铸造工艺实现了铸件的生产,并能满足质量的要求,但是客户要求修改原有铸造工艺方案。

本案盘盖产品的材料为球墨铸铁。球铁件的凝固特点是除了铸件表面凝固之外,同时还在铸件内部凝固。这就导致铸件在凝固期间,补缩通道易堵塞,引起缩孔、缩松缺陷[3]。缩松缺陷一般出现在铸件最后凝固的区域[4]。

在铸件成形方法中,高温液态金属所含有的热量必须通过各种途径向铸型和周围环境传递,逐步冷却并进行凝固,最终形成铸件[5]。进行铸造过程的计算机数值模拟研究,能够为优化铸件结构设计和优化铸造过程工艺参数提供科学的依据[6]。

为了节省成本,缩短周期,提高效率,采用数值模拟软件进行分析[7,8],得出可行的工艺方案用于指导实践生产。

1　原铸件工艺方案概况

零件产品是盘盖(最大直径 240 mm,深 65 mm,最大壁厚 24 mm,底板厚 9 mm),靠顶部位置有凸缘及三个对称布置的凸耳,如图 1。改进前为一箱五件倒置浇注方案,如图 2。

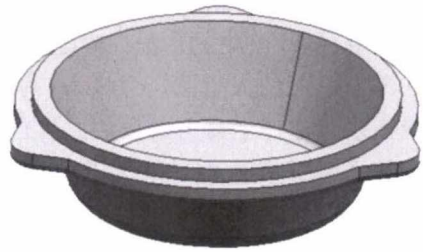


图 1 零件图
Fig.1 Part drawing

2　改进后的方案

2.1　改进后的初始方案

按照客户的要求采用正面顶浇的方式,即盘口朝上。不改变浇注系统,分型面设置在凸耳顶面,如

收稿日期:2020-02-28

作者简介:李尉榕(1981-),湖南邵阳人,硕士,中级工程师.研究方向:铸造凝固模拟.E-mail:15223384@qq.com

通讯作者:于　赟(1963-),江苏常州人,博士,教授.研究方向:材料加工、铸造 CAE、铸造工艺和造型材料开发.E-mail:yuyun@jstu.edu.cn

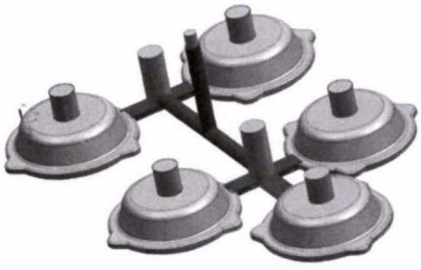


图 2 原浇注方案，铸件凹面朝上

Fig.2 Pattern layout with the casting concave downward and gating system

图 3 所示。铸件材料为球墨铸铁 QT400-15，拔模斜度为 1~2°。为了更好地模拟实际生产，模拟参数的正确选择非常关键[9]。本案模拟工艺参数为：浇注温度 1 400 ℃，型砂选用黏土砂 Greensand，冷铁 Graphite（直径 152 mm，厚度 12 mm），一般传热系数为 C1000，铸件与冷铁的传热系数为 C2000。



图 3 初始的新浇注方案

Fig.3 Initial new casting position and gating system

三维造型后导入模拟软件 Magmasoft 进行分析，得到以下结果：

由图 4(a)的缺陷分布图可以看出，凸耳根部和底板边缘局部存在缩松缺陷。图 4(b)的热节分布图显示包括凸耳在内的凸缘根部均存在热节。图 4(c)的凝固温度场分布图显示包括凸耳在内的凸缘根部区域温度比其它区域高。图 4(d)的液相分布图显示包括凸耳在内的凸缘根部区域晚于其它部位凝固。综合分析可以得出：凸耳根部仅内侧与黏土型砂接触、相对冷却速度慢、温度高；当临近区域因凝固而发生收缩时仍处于液相状态的凸耳根部对其有补缩作用，而其本身凝固时因无外部补缩措施而产生缩松缺陷；对于底板边缘，除缺陷分布图显示存在缺陷外，其它图并没有明确显示有缺陷；但由于其为底板与侧板交接处，与型砂接触面积相对较小、凝固时间相对较长，也有产生缩松缺陷的可能。

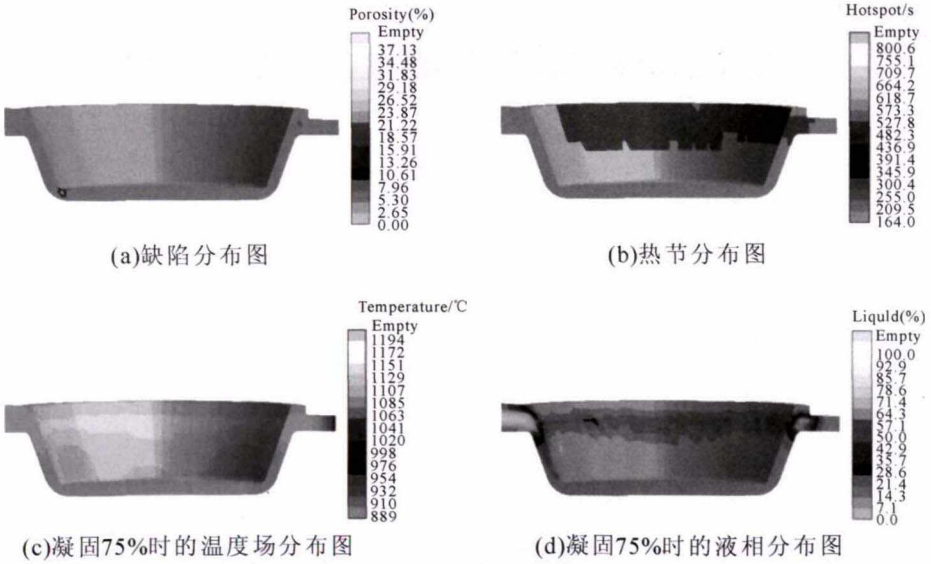
2.2 增加补缩措施后的工艺方案

鉴于以上分析，增加补缩措施如下：①在凸耳处增加保温冒口作为外部补缩，冒口覆盖凸耳根部；②如在底板面中央位置设置保温冒口，后期切除冒口因操作空间限制而会非常困难，于是改用在板底设置一块冷铁的方式，其目的是使底板首先凝固，则与底板相连的边缘部分凝固时间相应缩短。增加补缩措施后的工艺图如图 5 所示。

由图 6(a)的缺陷分布图可见，凸耳根部的缩松缺陷得到保温冒口的补缩，底板边缘无缺陷产生。图 6(b)的凝固液相分布图显示保温冒口最后凝固，因而可对铸件进行有效的补缩。图 6(c)的温度场分布图显示，由于板底冷铁的设置，铸件整体呈顺序凝固方式，有利于顶部保温冒口的补缩。模拟结果显示该工艺方案消除了缩松缺陷，可指导实践进行生产。

3 结束语

(1)合理设置冷铁，可使铸件整体呈顺序凝固方式，有利于补缩。



(a)缺陷分布图　(b)热节分布图

(c)凝固75%时的温度场分布图　(d)凝固75%时的液相分布图

图 4 初始新方案的凝固模拟结果

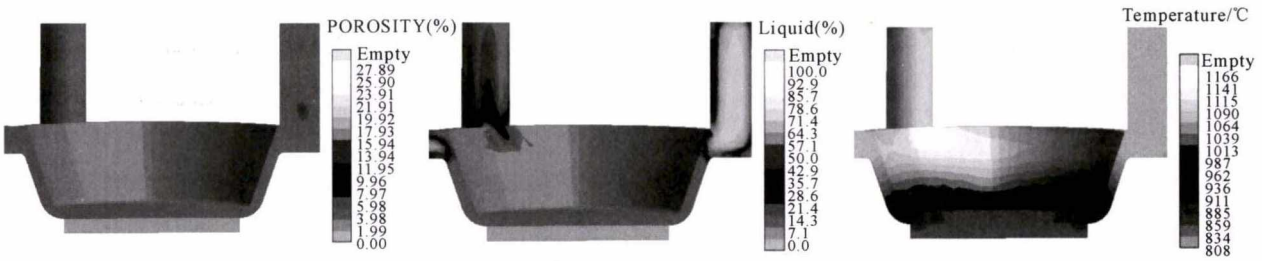
Fig.4 Simulation results of initial new casting position and gating system



图 5 增加补缩冒口后的工艺
Fig.5 New gating system with additional risers

(2)数值模拟软件所提供的各种状态图中,如果大部分能表征某个部位的缺陷存在，则该处出现缺陷的可能性很大;而仅有个别状态图中显示时,也需要认真分析产生缺陷的可能性。

(3)尽管可以通过增加保温冒口和冷铁的措施来满足客户的要求,但给铸造企业增加工时和成本,减少利润。建议可以和客户继续协商,达到既解决问题又不显著增加成本的目的。比如为了满足客



(a)缺陷分布图　(b)75%凝固时的液相分布图　(c)75%凝固时的温度场分布图

图 6 增加补缩冒口后的凝固模拟结果
Fig.6 Simulation results with additional risers

户加上标签的目的,可以在原来倒置浇注的基础上移动冒口位置来避开标签位置的处理方式。

参考文献:

[1] 董选普,李继强. 铸造工艺学[M]. 北京:化学工业出版社,2009.

[2] 陈映东,丁旭,沈刚,等. 大型球墨铸铁蜗壳件砂型铸造模拟分析与工艺优化[J]. 铸造技术,2018,39(10):2249-2250,2264.

[3] 徐小光. 降低球墨铸铁活塞环铸造缺陷的工艺措施 [J]. 工业技术,2018(4):36-37.

[4] 卢彬彬,许景峰,李永刚. 球墨铸铁缩松浅析[J]. 中国铸造装备与技术,2017(1):46-48.

[5] 杨曼云，迟毅林. 有限元法铸造凝固过程温度场模拟及缺陷预测[J]. 铸造,2017,66(1):44-49.

[6] 杨曼云，迟毅林. 有限元法铸造凝固过程数值模拟关键技术研究[J]. 铸造,2017,66(2):155-160.

[7] 吴开霞,唐鑫鑫,张少鹏. 基于数值模拟的某皮带轮缺陷分析[J]. 四川有色金属,2018(3):54-57.

[8] 吴开霞，方秀梅. 基于数值模拟的大型支撑辊铸造工艺研究[J]. 四川有色金属,2017(3):67-70.

[9] 张帆,魏胜辉,卢景秀,等. 球墨铸铁连杆铸件凝固过程数值模拟运行参数的确定[J]. 铸造,2018,67(4):327-330.

技术资料邮购

《铸件均衡凝固技术及应用实例》

本书由西安理工大学魏兵教授编著。共8章：1、铸铁件均衡凝固与有限补缩；2、铸铁件冒口补缩设计及应用；3、压边浇冒口系统；4、浇注系统大孔出流理论与设计；5、铸件均衡凝固工艺；6、铸钢、白口铸铁、铝、铜合金铸件的均衡凝固工艺；7、浇注系统当冒口补缩设计方法；8、铸件填充与补缩工艺定量设计实例。全书320页。

特快专递邮购价：226元。

邮购咨询：李巧凤　电话/传真：029-83222071　技术咨询：13609155628