DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.07.014

高导电铸件工艺仿真及改进

夏永喜,阴瑜娟
(西安西电开关电气有限公司,陕西 西安 710077)

摘　要:运用计算机模拟仿真研究了高导电铸件的铸造工艺过程。通过分析铸件的充型及凝固过程,结合生产过程的实际情况对工艺进行优化,有效消除了镀银面的缩松缺陷,降低了废品率。

关键词:仿真模拟;低压铸造;高导电

中图分类号:TG292　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)07-0653-03

Simulation and Improvement of High Conductivity Casting Process

XIA Yongxi, YIN Yujuan
(Xian XD Switchgear Electric Co., Ltd., Xi'an 710077, China)

Abstract: The casting process of high conductivity casting was studied by computer simulation. Through the analysis of mold filling and solidification process of casting, the process was optimized according to the actual situation of production process. The results show that the shrinkage and porosity of the silver plating surface are effectively eliminated and the reject rate is reduced.

Key words: simulation; low pressure die casting; high conductivity

随着计算机技术的飞速发展,铸件的仿真模拟技术日渐成熟,且在实际生产中已显示出其优势,对铸件的生产过程控制及质量产生了较大的促进作用[1,2]。某型号高导电零部件的后基座,铸件经过机加工后,镀银面出现针孔和缩松缺陷。与此同时,镀银面所对应的内腔也出现了缩松缺陷(见图 1)。无法进行返修,废品率和返修品居高不下,零件质量和生产进度都不能满足装配的生产进度要求,对工程的正常出产造成了影响。需对铸造工艺进行完善和验证。

1　零件结构工艺分析

铸件见图 2,外部形状比较简单,仅有 4 处凸台,但内腔结构复杂。根据后基座内腔结构复杂、厚度差异大、补缩部位多、面积大、补缩量大的工艺特点,需要实现顺序凝固和压力补缩协调统一。对该零件设计砂型低压铸造工艺,采用三箱造型,其中上箱和中箱形成铸件,浇注系统位于下箱。

收稿日期:2019-08-02

作者简介:夏永喜(1981-),陕西西安人,高级工程师.主要从事高压电气产品铸件结构设计、制造工艺及仿真模拟应用方面的工作.电话:029-84224825,
E-mail:rat-2008@163.com

2　铸造工艺设计

2.1　重新设计浇注系统

原浇注系统是铝水通过浇口直接进入型腔中央,此部位恰好是镀银面。从加工出的零件可以明显看出,该工艺对较厚的热结处补缩能力不够,直接导致镀银面出现明显的针孔和缩松缺陷。

针对存在的铸造缺陷,重新设计了浇注系统。将浇口直接进入型腔更改为在原先浇口位置上增加“一字型”横浇道和两处内浇道,内浇道避开了镀银面并放置在较厚的热结处[3]。图 3 为浇注系统简图。

2.2　确定铸造工艺参数

在仿真模拟软件边界条件的设置中,采用低压铸造工艺,主要包括浇注温度、浇注速度、浇注压力、传热系数等条件。为保证铝液的充型能力,设定合适的浇注温度、模具预热温度以及铝液浇注速度,进行仿真计算分析。

3　模拟计算

根据设计好的铸造工艺、铸造模具、加压浇注规范及其原材料物性参数,设置初始条件及边界条件进行低压铸造过程中充型过程和凝固过程的数值计算模拟,作为对进行铸造工艺分析、工艺改进的主要分析依据之一。

3.1　充型过程的分析

通过对液态金属动态充型过程的显示及模拟液

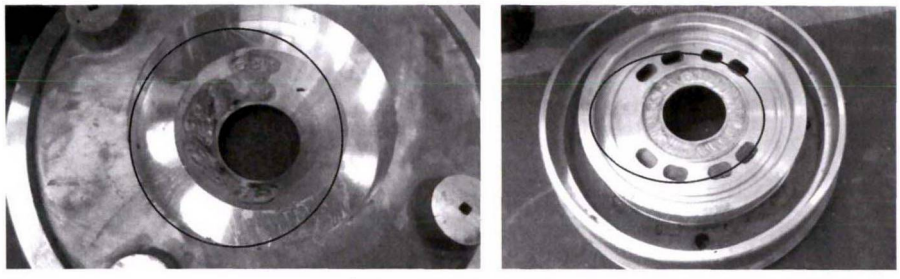


图 1 缺陷位置照片
Fig.1 Location of defects

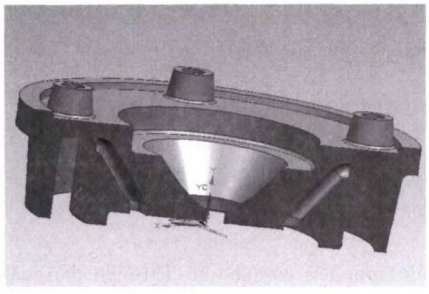


图 2 铸件三维剖面图
Fig.2 3D profile of casting

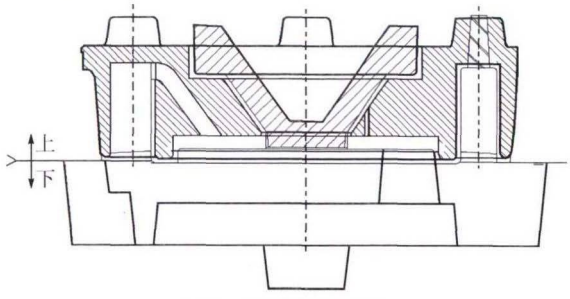


图 3 浇注系统简图
Fig.3 Schematic diagram of gating system

相充填分布，从而观察充型过程中是否出现卷气、紊流等不利现象。本次计算进行了流动场和温度场的耦合计算。图 4 是在充型阶段进行到不同时刻的液体的铸件色温及充填状态。

3.2 凝固过程的分析

在铸件液相凝固过程中，通过分析凝固过程中的相变细节，观察液相补缩通道的断开，孤立液相区的形成，从而可得出可能出现缩孔、缩松缺陷的危险区域。在液相凝固进程中选取开始阶段不同时刻液相凝固进程如图 5 所示。

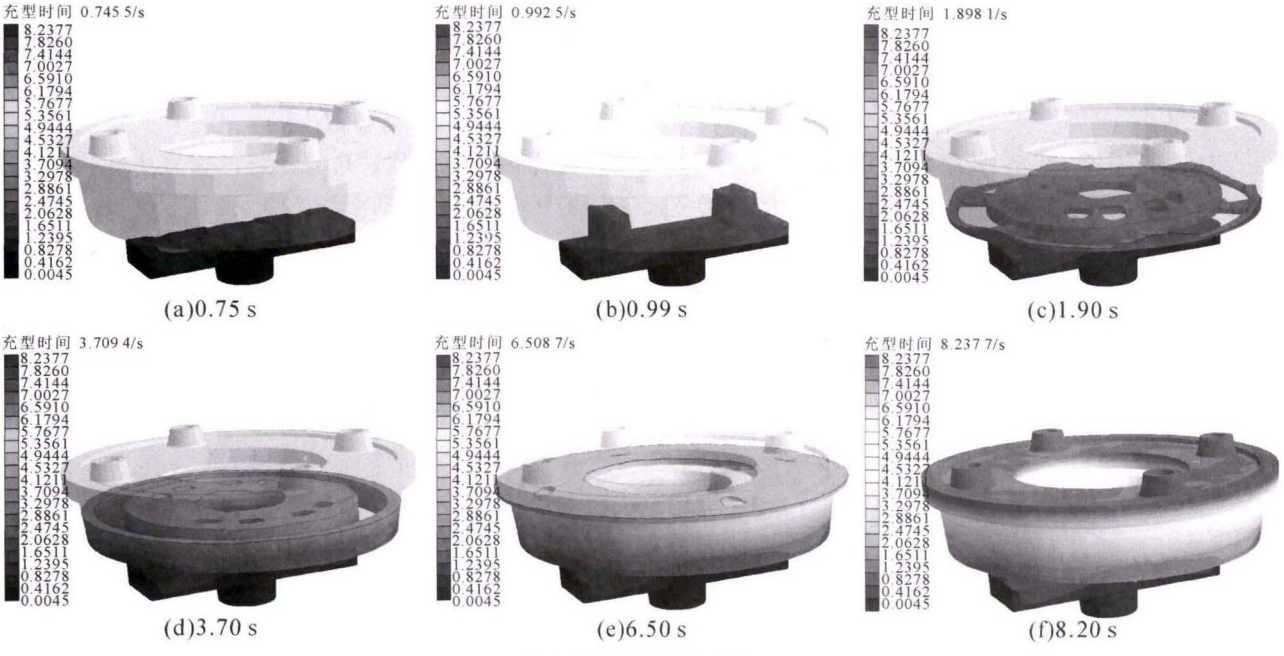
3.3 模拟结果分析

通过对充型、凝固过程进行模拟仿真计算，缩孔主要集中在孤立液相区的凝固部位和热处（见图 6），说明缺陷部位的铝液凝固速度相对于周围较缓慢，导致浇注系统无法对铸件进行有效补缩，铝液凝固速度缓慢导致析出大量氢气而形成针孔缺陷。针对以上问题，在实际生产中需对工艺方案再次进行完善，以确保铸件质量符合要求。

4 工艺完善

4.1 调整镀银面冷铁尺寸

依据仿真模拟结果，针对可能存在的铸造缺陷，



(a)0.75 s　(b)0.99 s　(c)1.90 s

(d)3.70 s　(e)6.50 s　(f)8.20 s

图 4 模拟液相充型过程
Fig.4 Simulation of liquid filling process



图 5 模拟液相凝固过程

Fig.5 Simulate liquid phase solidification process

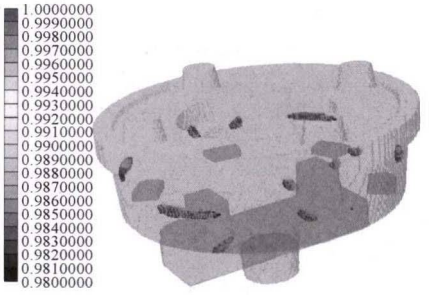


图 6 铸造缺陷

Fig.6 The casting defects

对浇注系统调整，内浇道避开了镀银面，增大了镀银面处放置冷铁的有效面积，同时将冷铁厚度增加到 30~50 mm。

4.2 采用整体铁芯

要增强“喇叭”形状内腔的激冷效果，将分块冷铁更改为整体铁芯。另外，考虑到铁芯是在造型时放置于上箱，处于“倒挂”状态容易脱落，将铁芯设计成空心，并在芯头处加工通孔以便于取出。

4.3 调整浇注参数

保压时间是型腔压力增至结晶压力后，并在结晶压力下保持一段时间，直至铸件完全凝固所需要的时间。如果保压时间不够，铸件未完全凝固就卸压，型腔中的铝液将会全部或部分回流，造成铸件补缩不够，最终产生铸造缺陷。将保压时间由原先的 900~1 100 s 延长至 1 400~1 600 s。

5 生产验证

采用仿真模拟计算，并对铸造工艺进行完善，根据预设的工艺参数在低压铸造机上进行实际生产验证，生产的铸件（见图 7）经相关试验检测，结果均符合图纸要求，现已投入批量制造。

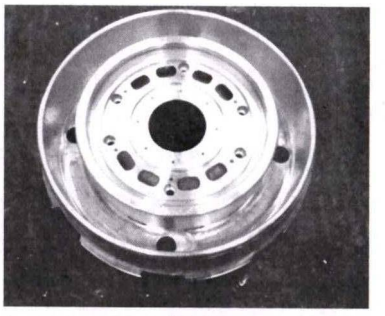


图 7 铸件照片

Fig.7 The photograph of casting

6 结论

（1）仿真计算应用于铸件的工艺改进及优化，对铸件的质量的提升、生产成本的降低产生较大的促进作用。

（2）对于复杂铸件采用低压铸造工艺进行生产，能够得到组织致密的优质铸件。

参考文献：

[1] 冯旭东，王瑞权，杨刚. 低压铸造铝合金轮毂充型和凝固过程模拟及工艺优化[J]. 铸造技术, 2010, 31(3): 332-335.

[2] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册: 第 3 卷[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.

[3] 赵培峰，周延军. ZL101A 铝合金机构箱成型工艺及模具设计[M]. 铸造技术，2011, 32(4): 688-692.