DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.10.010

QT550-6 壳体铸件的铸造工艺设计和优化

汪大新,孙成涛,吴来发,周绍雷
(安徽合力股份有限公司合肥铸锻厂,安徽 合肥 230601)

摘　要:使用计算机进行铸造 CAE 模拟有助于复杂铸铁件的铸造工艺设计,充型和凝固的分析结果为工艺设计提供重要的依据。良好的浇注系统是获得高质量铸件的必要条件。以壳体铸件为研究对象,用 MAGMA 凝固模拟软件对浇注系统进行优化模拟。结果表明,在生产过程中依据模拟优化结果对试制件进行了改善,成功开发了合格 QT550-6 壳体铸件。

关键词:壳体;铸造 CAE;MAGMA;铸造工艺
中图分类号:TG255　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)10-0939-04

Design and Optimization of Casting Process for QT550-6 Housing Casting

WANG Daxin, SUN Chengtao, WU Laifa, ZHOU Shaolei
(Hefei Casting and forging Factory of Anhui Heli Co., Ltd., Herfei 230601, China)

Abstract: The computer simulation of CAE is helpful to the casting process design of complex cast iron. The analysis results of mold filling and solidification provide important basis for the process design. A good casting system is a necessary condition for obtaining high quality castings. The MAGMA solidification simulation software was used to ductile iron optimize a housing casting. The results show that in the production process, the parts are improved according to the simulation optimization results, and the qualified QT550-6 housing casting is successfully developed.

Key words: housing casting; foundry CAE; MAGMA; casting process

1　产品概述

1.1　产品简介

QT550-6 壳体是国外某客户大型农业机械上的重要零件，需要承受野外环境下交变冲击载荷,因此客户对铸件的力学性能和成分组织要求很高。壳体铸件上凸台较多,热节分散,易产生缩松缺陷,结构如图 1，图 11，单重 61.5 kg，最大外圆尺寸为 ϕ462 mm,总高为 274 mm。壁厚不均匀,最小壁厚 8 mm,最大壁厚 45 mm。

1.2　生产条件

在 KW 静压线上生产,砂箱内档尺寸 1 320 mm×800 mm,内腔由上、下外模自带吊芯形成。3 t 中频感应电炉熔炼，采用盖包球化及随流孕育处理,自动浇注机浇注。

1.3　技术难点

(1)铸件结构壁厚不均匀,铸造工艺模拟如图 2 所示,铸件中间部位的 4 个凸台为孤立热节,凸台上方的厚大部位为铸件的最大热节，凸台下方的法兰也为孤立热节，这些孤立热节部位易产生缩孔缩松缺陷。

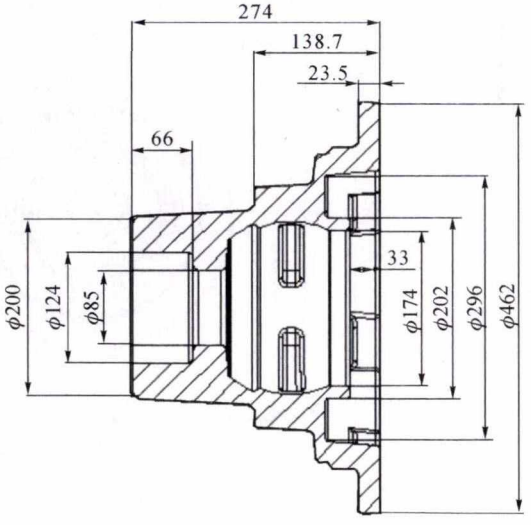


图 1 产品结构图
Fig.1 Diagram of product structure

(2)在静压线上生产,外围一圈和内腔都由砂芯形成,导致大法兰处气体难以排出,容易产生气孔缺陷。

(3)客户要求铸件本体球化率≥80%,且加工后的工件表面不允许有聚集的开花状或片状石墨,为

收稿日期:2020-08-11
作者简介:汪大新(1975-),安徽肥东人,硕士,高级工程师,主要从事铸铁件生产的技术方面的工作.
电话:13966662463,E-mail:873552092@qq.com

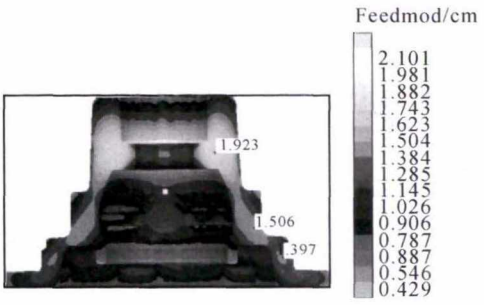


图 2 铸造工艺模拟图
Fig.2 Simulation results of casting process

了满足客户对铸件金相的要求，需要采取特殊措施。

(4)铸件壁厚变化大，尺寸精度要求高，尺寸公差要求达到 CT9，关键尺寸要达到 CT8，这些都需要在工艺设计时予以考虑。

2 铸造工艺方案设计及优化

考虑到大法兰面为重要面，放置在下箱，厚大部位放置在上箱，以方便设置冒口补缩。为了提高冒口的补缩效率，采用铁液先从浇道进入冒口，最后进入型腔的热冒口补缩工艺，工艺布置见图 3。

2.1 工艺方案设计

(1)缩水：长、宽均按照 1.0%放缩水，高按照 0.5%放缩水，内外一致。

(2)横浇道放置 100 mm×100 mm×22 mm 陶瓷过滤片。

(3)浇注重量约 190 kg。

2.2 铸件凝固模拟

采用 MAGMA 高端凝固模拟软件对铸造工艺方案的充型过程和凝固过程进行计算机数值模拟。根据模拟结果，对工艺进行优化调整。图 4～图 7 为铸造模拟结果。

3 生产验证与改进

首次试制工艺，生产过程较顺利，造型和下芯过程均没有问题。铸件试制生产出来后，主要存在以下问题。

3.1 缩孔缩松问题

4 处凸台未下冷铁，凸台处有缩孔缩松缺陷，铸件下法兰热节处也有缩松缺陷，和模拟时相符。

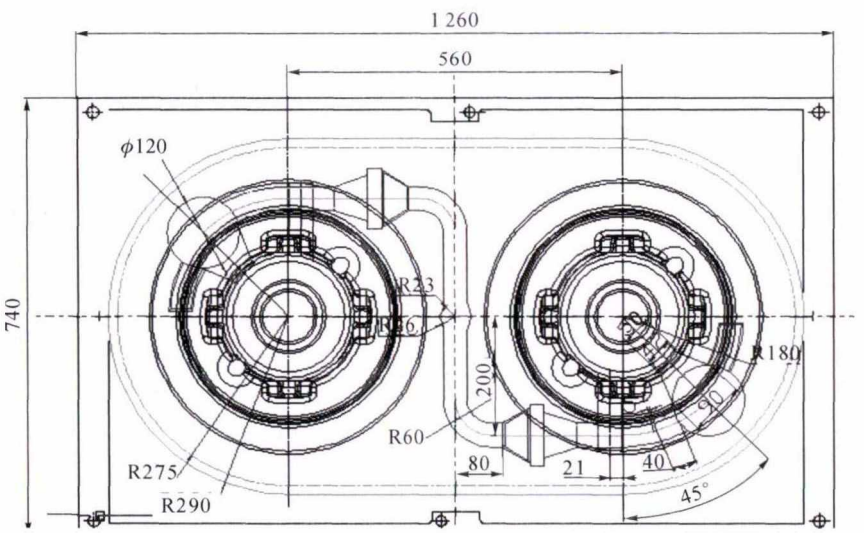


图 3 型版铸件模样布局
Fig.3 Pattern layout on the foundry pattern plate

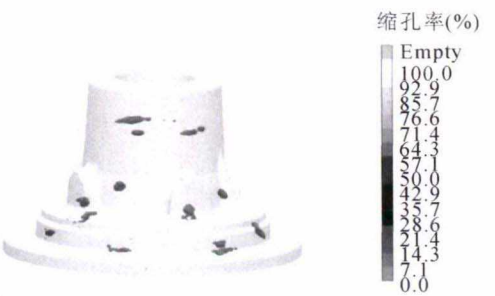


图 4 模拟预测的铸件缺陷分布
Fig.4 Simulation predicted defect distribution



图 5 改进后的浇冒口方案
Fig.5 improved gating and risering system design

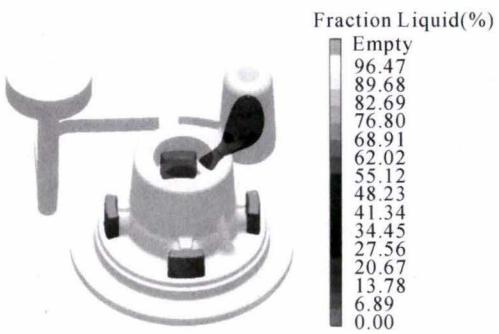


图 6 工艺改进后的模拟结果(显示冒口位置和最后液相)
Fig.6 Simulation results with improved gating and risering design(showing riser and last liquid)



图 7 改进后的模拟结果(缺陷基本消除)
Fig.7 Improved simulation results

缺陷原因分析：

出现缩孔缩松部位均为热节部位，没有得到很好的补缩。

工艺调整思路：

在热节部位考虑使用冷铁，提高砂型的紧实度。另外在提高碳硅当量的同时加大孕育量，适当降低浇注温度。

通过不同方案组合试制，最终在 4 个凸台部位放置随形冷铁，冷铁厚 25 mm；同时，将凸台和法兰之间的薄壁部位的 R3 圆角更改为 R15 圆角，以平衡壁厚差。工艺调整后，再次生产的铸件经解剖验证，凸台处缩孔缩松缺陷完全消除，下法兰热节处有轻微缩松缺陷，缺陷在 2 级以内，得到了客户的认可。

3.2 气孔缺陷问题

下法兰上部存在气孔缺陷。

(1)缺陷原因分析　下法兰上部气体不易排出，同时冷芯的发气量大，导致气体没有及时排出产生气孔或者冷芯没有烘干都会出现该缺陷。

(2)工艺调整思路　在冷芯上设置排气孔，另外将砂芯支撑起来彻底烘干。

在冷芯盒里设置 ϕ16 mm 气眼针 6 处，并在上外模的相应部位设置气眼针，造型时打通气眼；经批量生产验证，效果较好，下法兰部位未出现气孔缺陷。模具照片见图 8，生产的铸件见图 9。

3.3 粘砂缺陷问题

内腔自来吊砂存在粘砂缺陷，见图 10。

(1)缺陷原因分析　铸件粘砂位置由下外模自带砂芯形成，砂型强度低，在铁液静压力作用下发生渗透；浇注过程中型腔内的气体压力过大也会导致铁液渗到型砂缝隙中。

(2)工艺调整思路　提高砂型紧实度；加强型腔排气。

下外模的造型压力由 135 N/cm 和 132 N/cm 提高至 148 N/cm 和 145 N/cm；造型时吊砂部位喷防粘砂耐火涂料；将易粘砂部位 R3 圆角更改为 R15。通过上述措施的实施，产品精抛丸后粘砂缺陷消除。

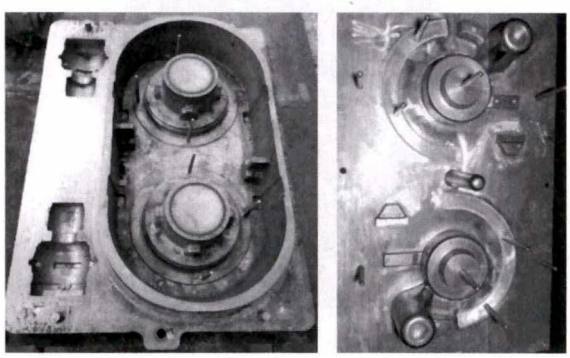


图 8 增加的气眼及位置
Fig.8 Added vents and locations



图 9 增加气眼针后的铸件
Fig.9 Casting made with added vents



图 10 内腔粘砂缺陷
Fig.10 Inner cavity sand adhesion defect

通过上述措施的实施，铸件生产出来后，铸件表面质量良好，尺寸检查符合图纸要求，如图 11，对铸件本体解剖未出现缩孔、缩松缺陷，如图 12，而且铸



图 11 QT550-6 壳体合格铸件实物
Fig.11 Qualified QT550-6 housing castings

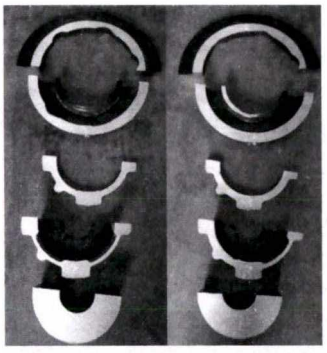


图 12 壳体解剖断面(无缺陷)
Fig.12 No defects showing on sectioned housing casting

件的质量也通过了第三方检测。

4 结束语

应用 MAGMA 高端凝固模拟软件对壳体铸件进行模拟,确定了合理的工艺方案。通过模拟优化,克服了模具设计的盲目性,缩短了模具设计的更改次数及试制次数,极大地提高了产品的开发速度和交货周期。该壳体产品的成功开发,为今后类似产品的生产、制造提供了经验和可行性依据。

参考文献:

[1] 周亘. 球铁件应该如何补缩[J]. 现代铸铁, 2005(3):10-15.
[2] 周亘. 球墨铸铁件无冒口铸造可行性论证与实践—球墨铸铁缩孔、缩松问题讨论(一)[J]. 现代铸铁,2004(3):1-7.
[3] 周亘. 球墨铸铁冒口补缩失败原因分析—球墨铸铁缩孔、缩松问题讨论(二)[J]. 现代铸铁,2004(4):7-14.
[4] 程武超,赵新武,党波涛,等. 球化合金和孕育方法对 GhMoRct(QTRSi4Mo1)球墨铸铁组织及性能的影响[J]. 铸造, 2010(2):149-152.
[5] 单忠德. 铸铁轮类件工艺与专家系统研究[D]. 西安:陕西机械学院,1996.

《铸造技术》杂志优秀企业、先进人物专访通告

《铸造技术》杂志开展专访活动,旨在通过专访这一内涵深邃、读者喜闻乐见、欣赏韵味独特的交流方式,深度挖掘铸造界人文财富,倾心打造行业精深资讯,进而从独有的精神与文化之角度施力,推动中国铸造业的科学振兴和健康发展。

《铸造技术》基于"榜样的力量是无穷的"以及"益言可以兴邦"的基本理念和初衷,《铸造技术》杂志社记者与业界企业家、专家学者、工程技术人员等先进人物近距离接触、多层面无障碍恳谈,从而接地气地见识与领略中国铸造业界深邃浩瀚的人文资源、鲜活生动的真人与实事,在第一时间得到启迪与感悟,进而把这发自心灵的收获通过专访报道奉献给读者朋友。

《铸造技术》专访笃信"唯有真情可以感人"。能感动人的专访报道,必然是被访者真实生活的经历、体验和独特感受,高尚人格的彰显。专访报道中的所有感人之处,无不源于被访者独有的生活经历加上独到的见解。不可复制的人生阅历之润养、对生活的挚爱、对事业的全身心投入,是每一位被访者能够超越现实与自我而永葆充沛生命力的秘诀。从自己挚爱的事业那里领悟人生的真谛,激发爱与美相交融的情感。被这真实的情感所感染,使人情不自禁地用看似清淡的笔墨,仰仗倾情产出令人心颤的专访报道。

《铸造技术》专访对"说理"情有独钟。信奉"唯有讲理可以服人"。因"至"即无限趋近高端,故"至理"系高度符合科学规律的道理。"科学"乃说理的学问,科学是迄今全人类生产及社会实践的顶级智慧结晶,科学是全人类的共同财富,科学是人类从必然王国走向自由王国的桥梁。唯科学之理能使人们正确认识世间万物、尤其包括认识者自己。《铸造技术》专访已延续多年,读者不难发现,所有被访者的感人之处无不根源于其自觉或不自觉地遵循了科学的思维与行为的准绳。

《铸造技术》专访所追求的是,以优秀传统文化底蕴为基石,以高尚道德操守与精神境界为标杆,倾力打造铸造专访的精到内涵和独特风格,倾心为读者朋友打造理性思考的空间,竭力实现被访者—读者的理性与情感的惊人共鸣。