

ZG270-500 大臂架铸造工艺优化

于宁波¹, 王伟奇¹, 刘忠国²

(1. 湖北三峡职业技术学院, 湖北宜昌 443000; 2. 贵州詹阳动力重工有限公司, 贵州贵阳 550006)

摘要: 针对高速工程车大臂架铸造合格率不高问题, 对大臂架的原铸造工艺方案进行分析, 并运用AnyCasting进行数值模拟。对分型面、浇注系统、冒口及冷铁设置进行优化改进, 并对优化后的工艺方案进行数值模拟验证。模拟结果表明, 铸件按工艺设计进行顺序凝固, 铸造缺陷可以解决。经过小批量生产验证, 铸件出现铸造缺陷的概率大幅降低, 合格品率由70%提高到92.5%。

关键词: 大臂架; 工艺优化; 铸钢; 数值模拟

1 铸件工艺性分析

高速工程车是一种多功能工程车, 能够实现挖掘和装载功能。大臂架是高速工程车挖掘大臂的支撑架, 使挖掘大臂能够在横向范围内摆动来增加挖掘工作范围。大臂架结构复杂, 需要的砂芯较多, 铸造难度较高。该铸件在工作中受力大, 对工作强度要求较高且与车架及大臂的接触面较多, 在铸造中不允许出现缩孔、缩松等铸造缺陷。铸件材料为ZG270-500, 长×宽×高分别为834×640×444(mm), 重量约220 kg, 最小壁厚约24 mm, 最大壁厚约56 mm。铸件具有20个加工孔, 整体壁厚过渡少, 容易产生缩孔和缩松缺陷^[1]。工厂实际铸造生产过程中的合格率约70%。铸件图如图1所示。

2 大臂架原铸造工艺分析

高速工程车大臂支架是高速工程车的核心受力部件, 每辆车配置一件, 年生产约40件, 属于小批量生产。根据工厂实际生产条件, 铸件采用砂型铸造, 模样采用半自动化生产木模, 进行手工制芯。

2.1 原工艺方案

铸件整体尺寸较大, 工厂中现有的单体砂箱尺寸无法满足需求, 故采用叠箱进行铸造。叠箱箱底和箱盖如图2所示。采用呋喃树脂手工制芯和造型, 型砂的背砂使用旧砂, 型砂的面砂及芯砂使用新砂。需要在型芯及型腔表面进行人工涂刷醇基涂料并点火烘干。

铸件根据传统的设计方法, 分型面选择在铸件的最大截面上。因为采用叠箱的方式, 故有两个分型面。铸件分型面示意图如图3a所示。

由于生产批量小, 根据工厂实际生产情况, 砂芯采用手工制芯, 自硬法生产。根据铸件特点, 按照实际生产经验设计了浇注系统, 浇注系统中直浇道采用圆柱形陶瓷管, 横浇道和内浇道采用梯形陶瓷管^[2]。采用中注入方式, 内浇道横截面积 23.7 cm^2 , 横浇道横截面积 43.2 cm^2 , 直浇道横截面积 20 cm^2 。冒口设计采用热节圆法, 在铸件顶部凸台位置和弧形位置设置上冒口, 在铸件底部设置下冒口^[3]; 由于铸件在垂直方向上有多层, 设置补贴作为补缩通道进行下层补缩。铸件的浇注系统-冒口组合示意图如图3b所示。

作者简介:

于宁波(1978-), 男, 讲师, 硕士, 主要研究方向为现代制造工艺。电话: 13886725560, E-mail: 16745608@qq.com

通讯作者:

王伟奇, 男, 讲师, 硕士。电话: 13872695027, E-mail: 605366180@qq.com

中图分类号: TG24

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2019)

05-0495-06

收稿日期:

2019-01-25 收到初稿,

2019-02-15 收到修订稿。

在铸件冒口补缩较远的位置设置冷铁, 提高冒口补缩的作用效果和起到顺序凝固的作用, 消除不良效果^[4]。冷铁材质选择与铸件同材质, 冷铁形状根据冷铁安放位置铸件形状确定^[5]。冷铁分布如图3c所示。

2.2 原工艺方案模拟分析

运用AnyCasting对铸件进行数值模拟, 设置材料为ZG270-500, 浇注温度1 580 ℃, 浇注时间32 s, 砂型温度25 ℃, 砂芯温度25 ℃。

2.2.1 铸件的充型过程分析

铸件的浇注充型过程如图4所示。浇注进行8 s后,

金属液完成了底部加工区域充型, 底部充型时间存在差异; 浇注进行27 s后, 金属液完成了铸件的充型, 仅剩冒口位置未完成充型, 底部充型时间存在不同步现象。

图5是铸件的粒子追踪图, 分析得到在浇注至8 s时, 金属液在铸件底部凸台加工孔位置出现明显漩涡。由于前期铸件底部出现漩涡, 后期充型金属液进入到铸件底部, 使整体充型过程平稳性较差。

2.2.2 铸件凝固过程及缺陷分析

使用AnyCasting软件分析得到温度梯度(图6a)、凝固顺序(图6b)、缩孔缺陷(图7a)和缺陷实物(图7b)。

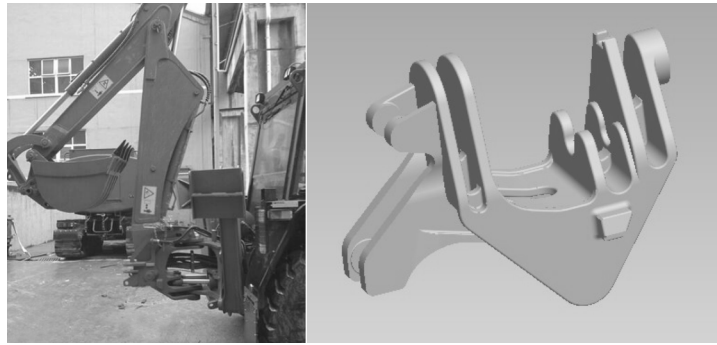


图1 工程车大臂架

Fig. 1 Arm bracket of engineering truck

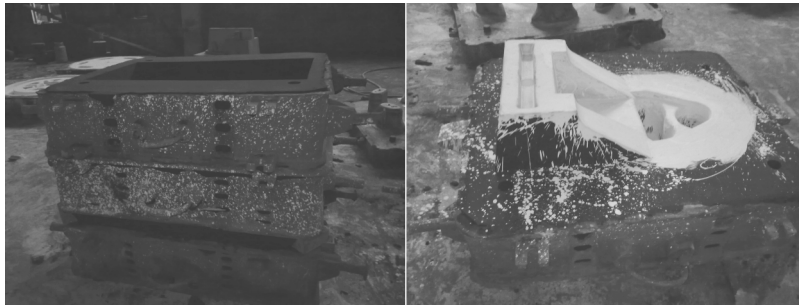
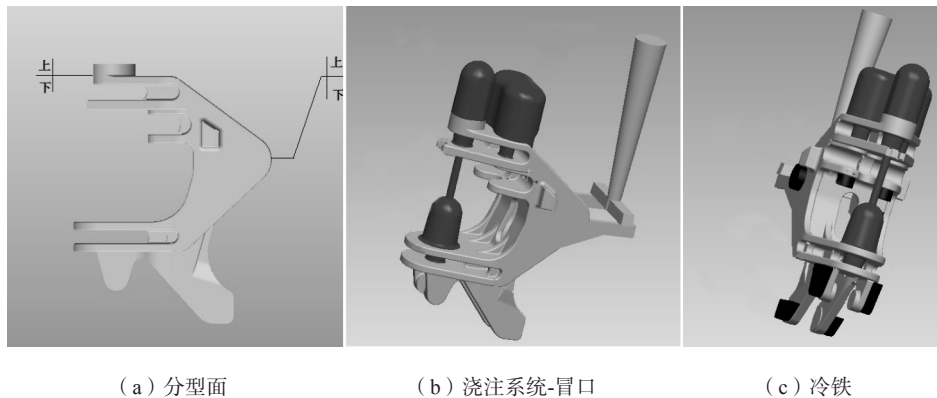


图2 砂箱和砂型

Fig. 2 Flask and sand mold



(a) 分型面

(b) 浇注系统-冒口

(c) 冷铁

图3 分型面-浇注系统-冒口-冷铁示意图

Fig. 3 Parting face, gating system, riser and chill layout diagrams for original casting process

从图6a温度梯度图中能够看到，铸件温度从下至上呈上升趋势，浇口位置温度较高；在放置了冷铁的位置温度较低，起到了顺序凝固的作用。铸件凝固8 h后（图6b），在下冒口底部旁出现了孤立液相区，在铸件的这个位置可能出现缩孔缩松缺陷。图7a为按照残余熔体模数分析出的缩孔缺陷图，可以看到在底层冒口旁的加工孔处出现了缩孔缺陷。图7b为缺陷实物图，在底层冒口旁的加工孔处出现了缩孔缺陷，与数值模拟情况相吻合，此缺陷对铸件的质量产生了严重影响。

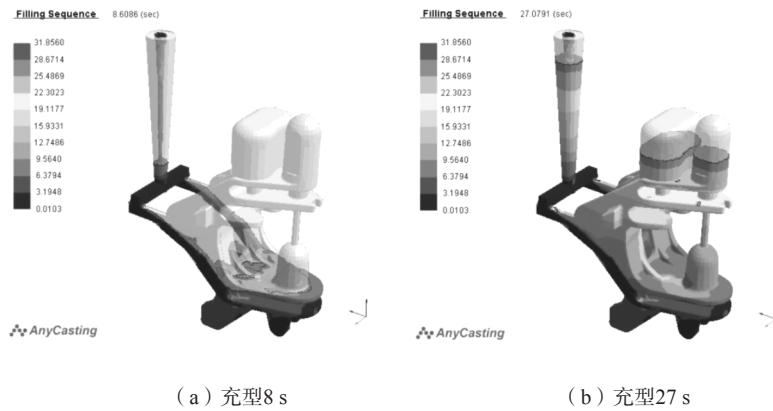


图4 充型过程

Fig. 4 Numerical simulation for mold filling process

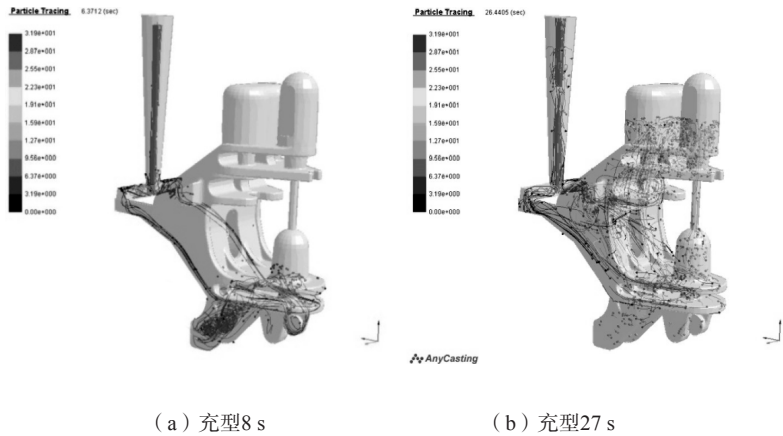


图5 粒子追踪

Fig. 5 Particle tracking

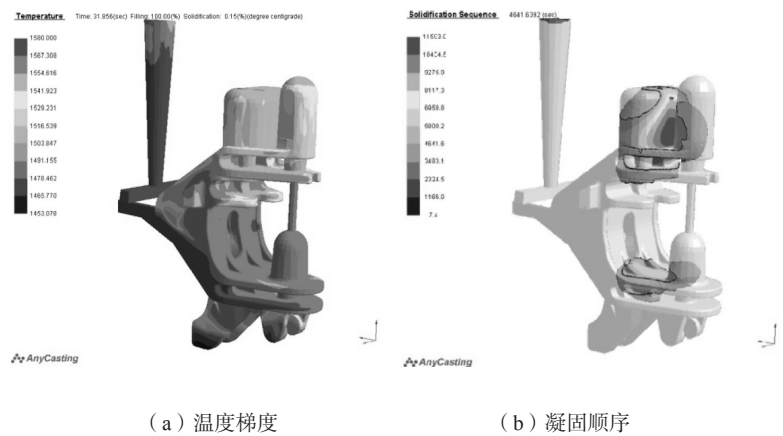


图6 凝固过程

Fig. 6 Solidification process

3 铸造工艺优化

3.1 分型面改进

原工艺的上分型面位于铸件顶部，凸台位于上箱，其他部分位于下箱；工厂实际进行合箱时会出现错箱现象，导致凸台移位。顶部凸台是一个加工孔，出现移位会影响铸件尺寸精度，影响零件的安装和使用。改进后将分型面下移，避免凸台移位并减少凸台位置出现毛刺。改进后分型面示意图如图8a所示。

3.2 浇注系统优化

需要对原浇注系统中出现的金属液流动不平稳现象进行改进优化。由于铸件为铸钢件，流动性相对较差，改原半封闭浇注式系统为开放式浇注系统；将中间注入式浇注系统改为底部注入式浇注系统，能够保证不出现原系统中的漩涡，使金属液平稳进入，减少金属液对砂型和型芯的冲刷，同时也可以防止卷气和利于排气^[6]。两浇口改为四浇口，金属液浇注通过最底部的四个浇口进入，能够更加平稳。原工艺系统中，铸件上层冒口全部为暗冒口，不利于浇注过程中的排

气，将顶部凸台加工孔位置暗冒口改为明冒口，冒口大小运用热节圆法计算得到^[7]。优化后的浇注系统和冒口示意图如图8b所示。

3.3 冷铁改进设计

浇注系统改为底部注入的开放式浇注系统，冷铁的设置需要进行相应改变。原底部冷铁位置不宜再使用冷铁，将此处的冷铁改为补贴，使加工孔位置能够进行充分补缩来减少缩孔缺陷；在铸件壁厚较大位置设置圆钢外冷铁，分别设置 $\Phi 22\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ 和 $\Phi 22\text{ mm} \times 80\text{ mm}$ 各四件；其他位置冷铁保持不变。优化后的冷铁示意图如图8c所示。

4 优化后铸造工艺验证

4.1 铸件充型过程模拟

铸件的充型过程如图9所示。浇注至14 s时，金属液充型至铸件一半，底部未出现原工艺中的充型时间不同步现象。浇注至29 s之后，铸件充型完成，金属液进入到冒口位置。可以看到整个充型过程由下至上层

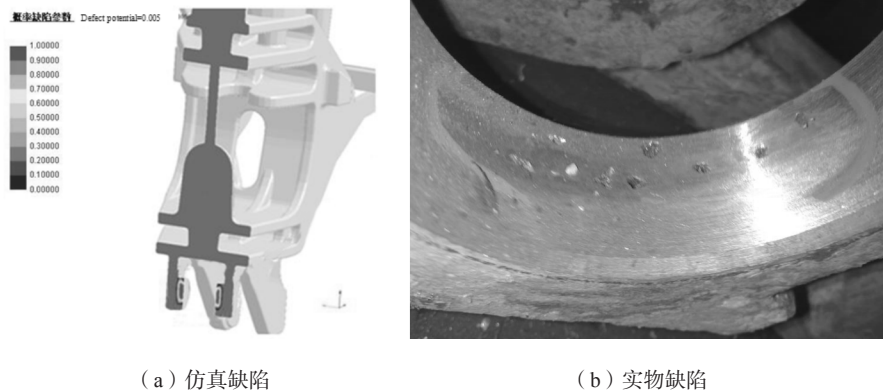


图7 缩孔缺陷
Fig. 7 Shrinkage defects

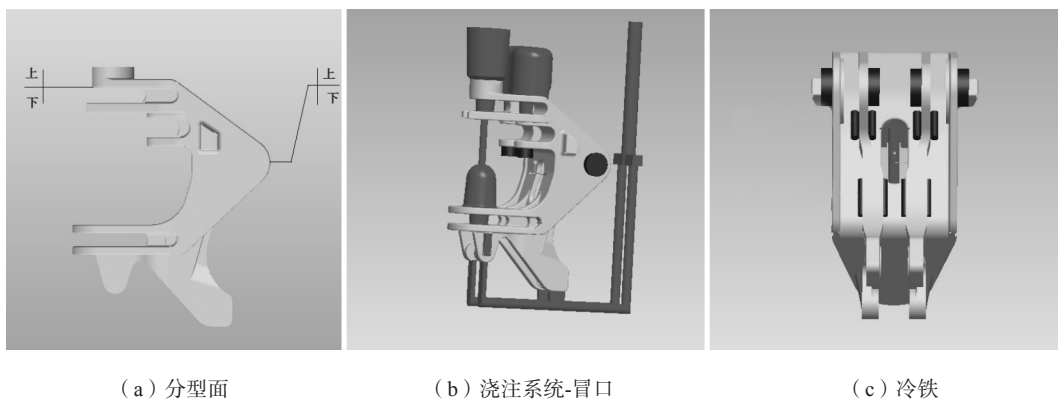


图8 分型面-浇注系统-冒口-冷铁示意图

Fig. 8 Parting surface, gating system, riser and chill layout diagrams for optimized casting process

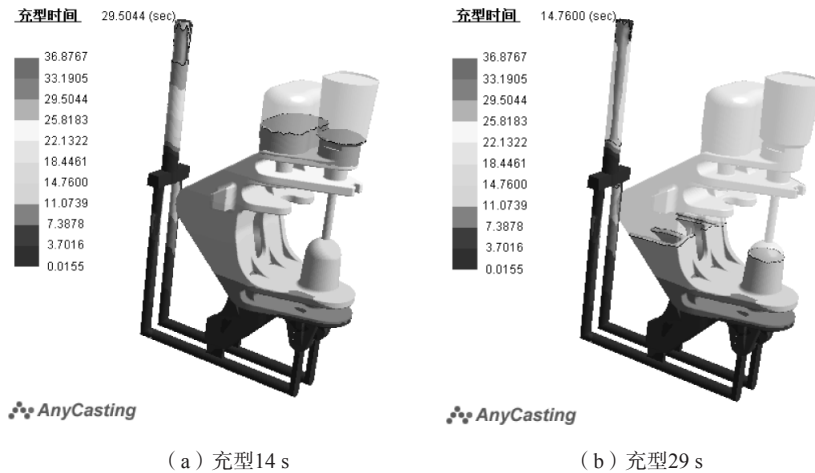
次分明,说明充型过程平稳。

4.2 铸件凝固过程分析

使用AnyCasting软件,分析得到凝固顺序(图

10a)、疏松分布(图10b)和图11铸件实物图。

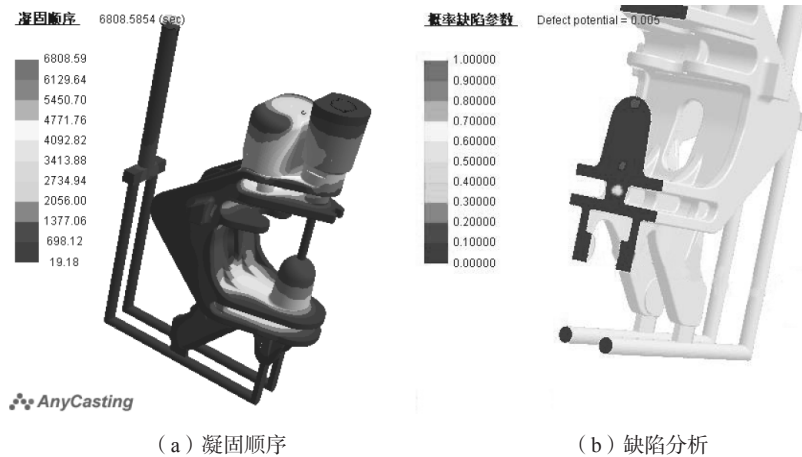
从图10a凝固顺序图分析,运用了改进的浇注系统和冷铁方案后,铸件的整体凝固时间缩短40%。按照向冒口位置靠近的凝固顺序,符合该铸件设计凝固顺



(a) 充型14 s (b) 充型29 s

图9 优化后充型过程

Fig. 9 Mold filling process after optimization



(a) 凝固顺序 (b) 缺陷分析

图10 凝固顺序及缺陷分析

Fig. 10 Solidification sequence and defect analysis

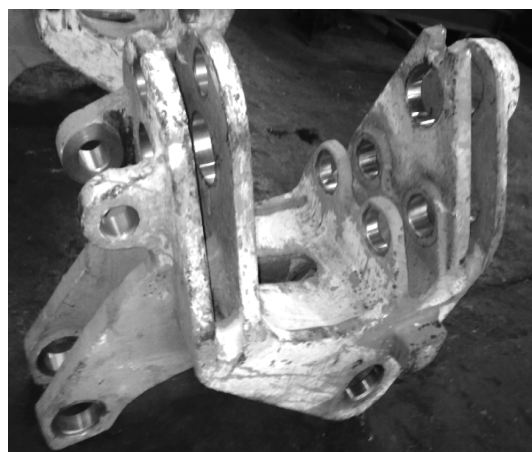


图11 大臂架铸件

Fig. 11 Arm bracket casting

序,能够有效防止出现缩孔缩松缺陷^[7]。在图10b缩孔缺陷图中,原设计方案中的缩孔缺陷消失,在底层冒口补贴位置有缩孔缺陷,但不影响铸件质量,这说明改进方案有效。在图11铸件实物图中,铸件顶部凸台位置精度明显提高,而且经过镗孔加工观察,在原工艺缺陷位置未发现铸造缺陷。经过工厂实际铸造生产,新方案效果良好,成品率提高到92.5%。

5 结束语

为解决大臂架实际铸造生产中合格品率不高的问题,运用AnyCasting对原铸造工艺进行数值模拟及缺陷分析。针对原工艺铸造缺陷,对原分型面、浇注系统、冒口及冷铁设置进行优化改进并进行数值模拟,结果表明铸件按工艺设计顺序凝固,原工艺缺陷可以解决。经过小批量生产验证,铸件出现铸造缺陷的概率大幅降低,合格品率由70%提高到92.5%,为同类型的铸件工艺设计提供借鉴。

参考文献:

- [1] 王丽萍,孙长波,高成薇,等. 支架类铸件熔模铸造工艺研究 [J]. 铸造, 2015, 64 (6): 528-530.
- [2] 俞基浩,赵静,张浚哲,等. 大型钢锭凝固过程热模拟方法 [J]. 铸造, 2015, 64 (8): 754-757.
- [3] 王晓花,厉英. 钢锭凝固过程温度场数值模拟 [J]. 铸造, 2013, 62 (5): 410-419.
- [4] 张江城,王伟奇,严文超,等. 复杂球墨铸铁底座的铸造工艺设计 [J]. 热加工工艺, 2016, 45 (19): 90-93.
- [5] 吴彦文,申荣华,王伟奇,等. 铸铁件短流程熔炼应用中的问题及对策 [J]. 铸造技术, 2012, 33 (5): 613-614.
- [6] 孙逊. 铸钢件充型和凝固过程数值模拟技术 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 1999.
- [7] 郭继彬. 支架压铸件数值模拟及工艺研究 [D]. 沈阳: 沈阳理工大学, 2011.

Casting Process Optimization of ZG270-500 Arm Bracket

YU Ning-bo¹, WANG Wei-qi¹, LIU Zhong-guo²

(1. Hubei Three Gorges Polytechnic, Yichang 443000, Hubei, China; 2. Guizhou Jonyang Kinetics Co., Ltd., Guiyang 550006, Guizhou, China)

Abstract:

Aiming at the low qualification rate of high-speed engineering truck arm bracket castings, the original casting process of the arm was analyzed and simulated using AnyCasting software. Based on the simulation results, the parting face, gating system, riser and chill were improved, and the optimized process was verified by numerical simulation. The simulation results show that the directional solidification for the arm casting can be realized, and the casting defects can be removed. Through verification in small batch production, the casting defects are greatly reduced, and the qualified product rate is increased from 70% to 92.5%.

Key words:

arm bracket; process optimization; cast steel; numerical simulation