

钩舌通用高精度外型工艺设计与应用

韩 宝, 李卫国, 杜志强, 李志杰, 于海洋, 张晓敏

(内蒙古第一机械集团有限公司第一分公司, 内蒙古包头 014030)

摘要: 根据钩舌结构特点, 利用三维建模方法进行了钩舌铸造新工艺的研究。新工艺采用通用外型设计, 型芯内包工艺形成钩舌铸件本体。通过现场生产试验, 比较了新旧工艺的优缺点。结果表明: 钩舌通用外型设计可提高钩舌铸件的精度, 实现不同钩舌的快速换产, 提高生产效率, 降低生产成本。

关键词: 钩舌; 铸造技术; 工艺研究

车钩是连接铁路机车与车辆之间的关键部件, 它直接关系到列车的运行安全性和可靠性。随着我国铁路运输不断向高速和重载方向发展, 列车的纵向冲击力急剧增加, 车钩钩舌接触面摩擦磨损严重, 钩舌的性能已越来越难以满足使用的要求, 严重影响到铁路运输的安全和利益^[1-3]。钩舌是车钩的关键部件, 其内在质量直接关系到铁路货车运行安全及运用部门的经济效益^[4]。我国先后设计制造了13和16号钩舌, 有必要对钩舌生产工艺进行优化设计, 以提高其生产效率及质量。本文以双牵引钩舌为研究对象, 针对钩舌结构特点, 运用Pro-E软件对钩舌进行三维建模, 在此基础上对其他钩舌传统铸造工艺进行优化, 新工艺采用通用外型设计, 型芯内包工艺形成铸件本体, 提高生产效率, 保证铸件精度。

1 铸件的结构特点及工艺

目前, 国内外使用钩舌种类较多, 但其结构具有相似性, 铸件重40~50 kg, 轮廓尺寸相差不大。某钩舌产品结构如图1, 钩舌表面大多以光滑圆角复杂结构形成, 内腔有复杂的减轻结构, 钩舌关键受力部位在S面部位, 且S面的工艺要求为直面, 铸造难度很大。国内钩舌材质为C级钢, 国外采用AAR标准的E级钢, 生产方式采用自动化水玻璃自硬砂造型线生产, 冶炼采用20吨高功率偏心底碱性电弧炉和25吨LF钢包精炼炉双联工艺, 采用氧化法进行冶炼。

钩舌传统铸造工艺如图2所示。工艺为: 一型8件, 四件为一组, 钩舌中间部位设计为分型面, 每组中间放置一个 $\Phi 150\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的保温冒口, 起补缩集渣作用; 设计一个直浇口, 一条横浇道, 每四件分流一条横浇道, 每件钩舌再设置一条内浇道; 设计5个芯子形成内腔和S面结构, S面及上下牵引颈部放置铬铁矿砂20~30 mm, 内腔芯子用覆膜砂制芯。

2 通用外型工艺设计

新工艺设计为多种钩舌使用同一外型, 以双牵引钩舌为基础, 综合分析多种钩舌尺寸, 设计外型工艺, 设计通用外型。外型的轮廓尺寸要包含所有在制钩舌的轮廓尺寸, 表1为对现有在制钩舌轮廓尺寸的统计。通过表中钩舌轮廓尺寸的对比, 结合生产方式、工装尺寸及总体布局情况, 将外型尺寸定为372 mm $\times$ 308 mm $\times$ 410 mm。

通用外型工艺如图3所示, 外型设计为上下盒装结构, 铸件本体采用型芯内包

作者简介:

韩 宝(1987-), 男, 硕士, 主要研究方向为铸造工艺技术及铸造新材料、新工艺。电话: 18647232782, E-mail: hbx2018@163.com

中图分类号: TG24

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2020)11-1232-05

收稿日期:

2020-05-18 收到初稿,
2020-06-11 收到修订稿。

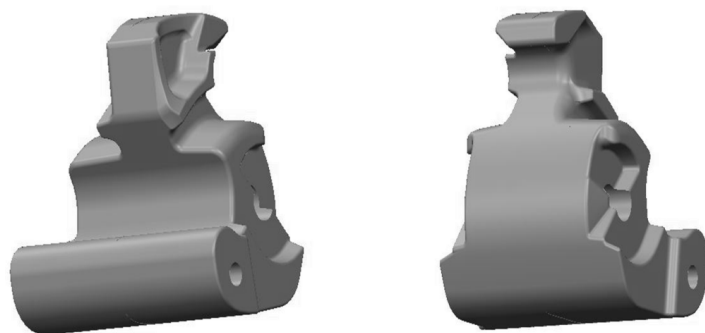


图1 某钩舌三维图

Fig. 1 Three-dimension diagram of knuckle

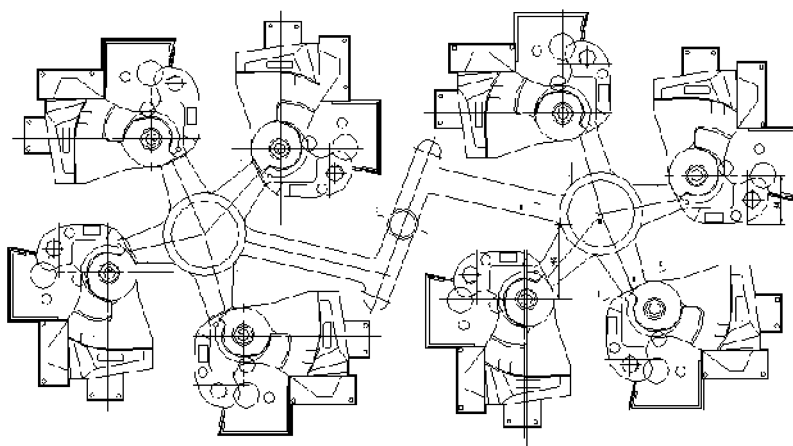


图2 钩舌铸造工艺示意图

Fig. 2 Traditional casting process of knuckle

结构形成,形成钩舌外轮廓的型芯设计为No.1和No.4芯。形成不同钩舌的No.1和No.4芯轮廓尺寸相同,均为 $372\text{ mm} \times 308\text{ mm} \times 410\text{ mm}$,内部的工作面尺寸因不同钩舌设计即可。生产时,不同钩舌型芯下到通用外型中形成对应的钩舌,钩舌内腔由No.2和No.3芯形成。模型分型面和型芯分型面采用不同平面设计,分型面设计如图4所示,钩舌中心为型芯分型面,而模型分型面比型芯分型面高 10 mm ,目的是当No.1和No.4芯对接时,用来固定上面的No.4芯,保证型芯的稳定性。另外, No.1和No.4芯之间增加砂型退让孔定位,加强型芯的定位,提高铸件精度,如图3b所示。

3 三维建模及外型布置

根据工艺设计进行三维建模,图5为新工艺模型立体图,图6为工艺平面布置图。为了保证设计的准确性和可靠性,对铸造工艺进行三维建模,结合现场生产工装对外型、浇道、冒口进行合理布置。由图可见,

表1 钩舌外轮廓尺寸统计

Table 1 Statistics of outline size of knuckle /mm

钩舌种类	轮廓尺寸	通用外型尺寸
双牵引钩舌	$280 \times 191 \times 280$	$372 \times 308 \times 410$
16型钩舌	$297.5 \times 224 \times 280$	
13B钩舌	$301 \times 224 \times 300$	
E型钩舌	$278 \times 210.5 \times 275$	

浇道设计与传统工艺相同,采用一型8件布置,每4件为一组,中间设置共用冒口定位,每个外型设计两个退手槽,方便生产时下芯,合理运用型板空间,实现生产资源的利用最大化。

图7a、b为No.1和No.4芯盒的三维图,型芯与外型四周间隙为 0.2 mm , No.1和No.4芯4个顶点处纵向为圆角设计,而且比外型圆角大,减小下芯时的磨损,也可用作集砂槽。

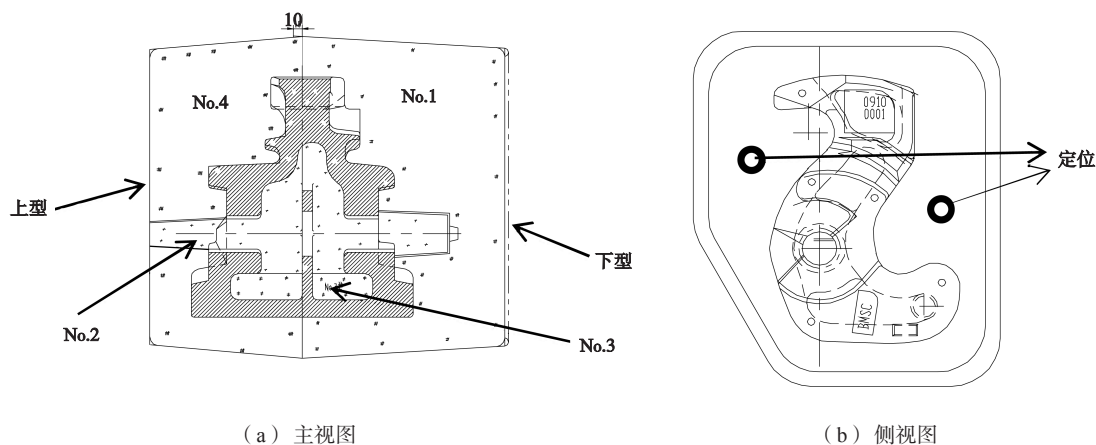


图3 钩舌新铸造工艺示意图

Fig. 3 The improved casting process for preparation of knuckle

4 生产验证及通用外型的优点

4.1 提高钩舌尺寸精度，降低成本

图8为新旧工艺外型 and 型芯砂型。传统钩舌工艺设计由外型和型芯形成钩舌本体，旧工艺中除“S”面外，钩舌其余外轮廓本体均由外型形成，4个芯子形成内腔，所以各种钩舌有其对应的外型，存在型种类多、制作费用大的问题。另外，不同外型生产钩舌时，易受到造型、下芯、合箱等工序对钩舌尺寸精度的影响。新工艺设计为型芯内包形成铸件本体，消除了旧工艺模型生产时因砂型不稳定造成的产品精度问题，只需在制作时保证No.1芯和No.4芯结构尺寸的准确性，验收合格后即可保证钩舌尺寸精度，外型对钩舌的精度影响很小，可以有效避免传统工艺钩舌外轮廓受生产影响造成的精度问题。此工艺在钩舌产品上进行推广，可提高钩舌生产效率，降低生产成本。

4.2 实现生产快速换型，提高生产效率

新工艺生产过程如图9所示。通用外型的设计，可实现多种钩舌快速换产，采用通用外型同时生产多种钩舌时，不同钩舌不用换型，只需将对应的型芯放到通用砂型即可生产出对应的钩舌。图10为新旧工艺生产时各工序所需时间对比。新工艺无需换型，各工序操作统一，外型不用刷涂料，型芯改为线下刷涂料，线上只需很少的涂料补刷；旧工艺设计5个芯子，而新工艺共4个芯子，芯子总数比传统工艺少，下芯操作简单，提高了生产效率。而采用旧工艺时，存在型种类多，钩舌的多种类，小批量生产特点难以适应自动化生产线的节奏，生产不同钩舌时需要换型，导致生产时浪费大量换型时间，线上造型后砂型需要刷涂料，下芯复杂，芯子定位效果差，浪费生产时间。

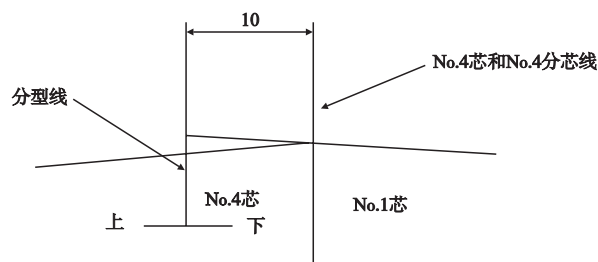


图4 钩舌新铸造工艺分型面设计示意图

Fig. 4 The parting surface design of improved casting process

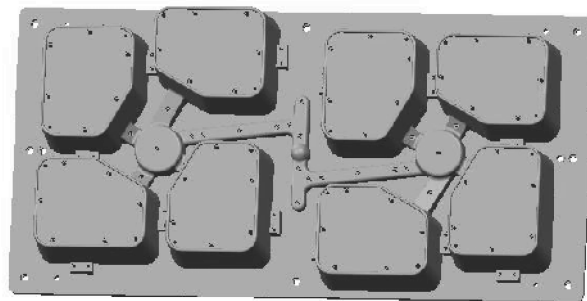


图5 新工艺模型立体布置图

Fig. 5 Solid model layout of improved casting process

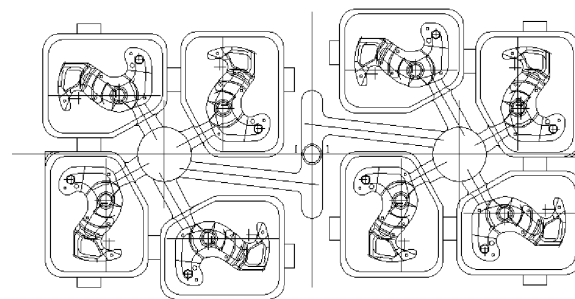
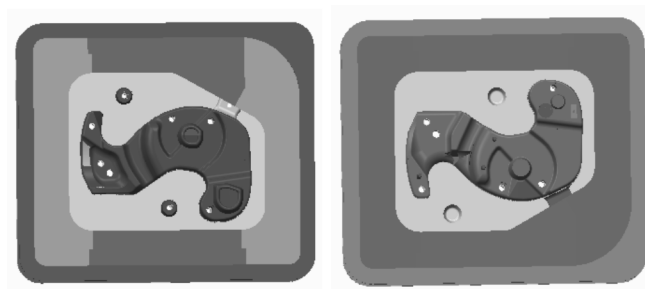


图6 新工艺平面布置图

Fig. 6 Plan layout figure of improved casting process

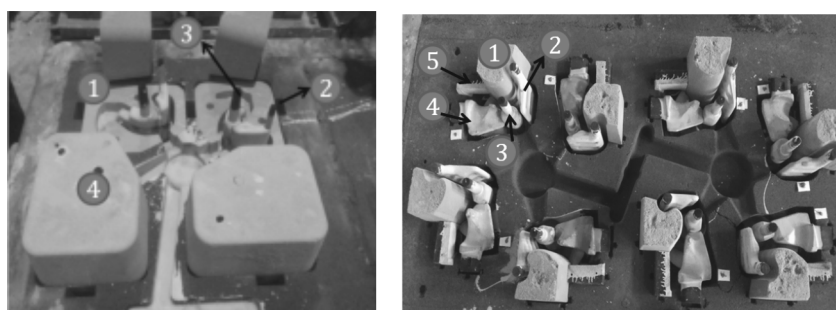


(a) No.1芯盒

(b) No.4芯盒

图7 芯盒的三维图

Fig. 7 Three-dimension diagram of core boxes



(a) 新工艺

(b) 旧工艺

图8 新旧工艺外形和型芯砂型

Fig. 8 The external mold and core for improved and traditional casting processes

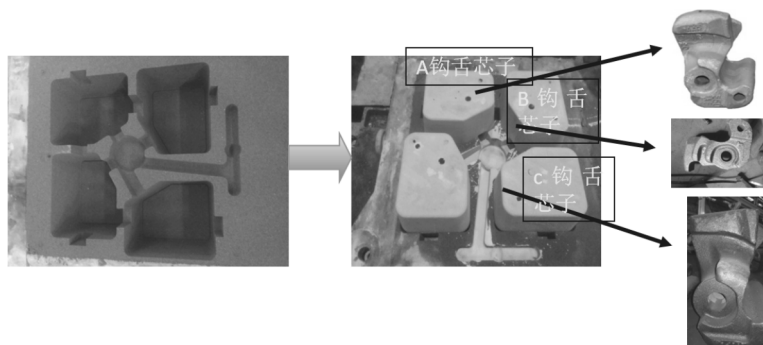


图9 新工艺生产过程

Fig. 9 Casting production process

表2为采用新旧工艺生产不同钩舌时现场生产效率统计。表中以一天同时生产4种钩舌进行统计，每天生产8小时，可以看出不用换型时生产效率得到很大提高。

4.3 生产准确定位

从图4和图6可看出，通用外型设计了2种定位方式。

(1) 分型面定位：从图4可以看出，型分型面比型芯分型面高10 mm，用来固定No.1芯和No.4芯。

(2) 芯子定位：型芯定位方式如图11所示，图11a中No.1芯和No.4芯之间制作砂型退让孔，合芯时直接固定型芯位置。另外，内腔芯也可直接通过No.1芯

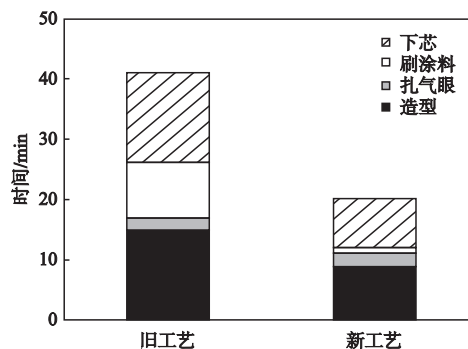


图10 新旧工艺生产时各工序所需时间对比

Fig. 10 Comparison of time required for each process in traditional and improved casting processes

和No.4芯子上的定位孔固定,将内腔芯下芯头插入No.1芯定位中,如图11b所示。当No.1和No.4芯合芯时,将No.4芯上的定位孔固定在内腔芯上心头,如图11c所示。双重定位可以防止合箱不稳带来的芯偏问题,可以有效保证铸件尺寸精度。而旧工艺所有芯子只靠上下砂型合箱后定位,容易造成合箱不稳带来的芯偏问题。

表2 新旧工艺生产不同钩舌时效率统计
Table 2 Statistics of efficiency of different coupler knuckles produced by traditional and improved casting processes

外型	换型时间/s	日生产量/件	生产节拍/(件·h ⁻¹)
新外型	0	80	10
旧外型	1 800	55	7

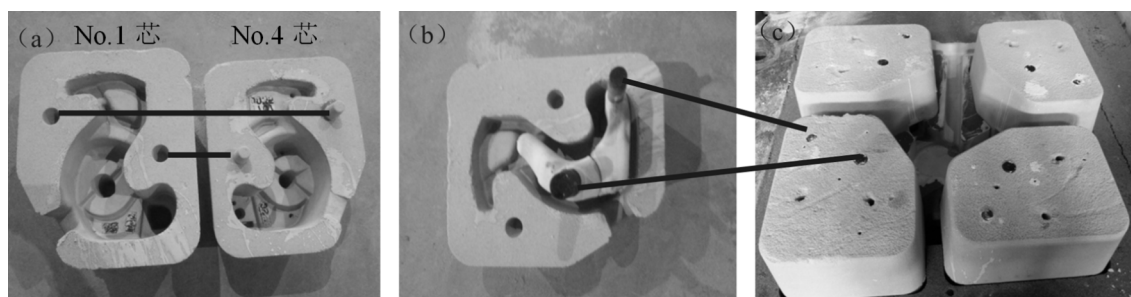


图11 型芯定位方式
Fig. 11 Core positioning mode

5 结论

(1) 钩舌新工艺设计,实现了多种钩舌外型通用,适合多种类型、大批量钩舌的生产,不同钩舌的生产转换实现零换型,统一了生产过程,可减少线上生产工序时间,提高生产效率,降低生产成本。

(2) 新工艺采用型芯内包形成铸件本体,采用分型面定位和型芯自身定位方法,消除了旧工艺模型生产时因砂型不稳定造成的产品精度问题,提高了钩舌精度。

参考文献:

- [1] 孙建伟, 高建华. C级钢车钩、钩尾框、钩舌皮下气孔的原因分析[J]. 机车车辆工艺, 2003(6): 44-45.
- [2] 杜云慧, 张励忠, 邢书明, 等. 钩舌常见失效形式与机理[J]. 金属热处理, 2003, 28(6): 48-51.
- [3] 朱海龙, 杨军, 陈美玲, 等. 13A型车钩钩舌铸件工艺设计及优化[J]. 铸造工程, 2015(3): 26-29.
- [4] 刘涛, 董中友, 武永亮, 等. 铁路货车钩舌铸造工艺优化[J]. 铸造, 2016, 12(65): 1234-1237.

Design and Application of Universal and High-Precision Metal Mold for Knuckles

HAN Bao, LI Wei-guo, DU Zhi-qiang, LI Zhi-jie, YU Hai-yang, ZHANG Xiao-min

(The First Branch of Inner Mongolia First Machinery Group Co., Ltd., Baotou 014030, Inner Mongolia, China)

Abstract:

According to the structural characteristics of knuckle, the casting process for the coupler knuckles to replace the traditional one was designed by using three-dimensional modeling method. The improved casting process adopted the universal external metal mold and the core-in-package process to form the knuckle castings. The trial production were carried out to compare the advantages and disadvantages of the improved and traditional processes. The results show that the application of the universal external metal mold to the improved casting process not only improves the dimensional accuracy of the coupler knuckle castings, but also increases the production efficiency and reduces the production cost due to the rapid replacement of different coupler knuckles.

Key words:

knuckle; casting technology; technology research