

铁路货车转 K6 摇枕铸钢件铸造工艺研究及应用

张晓敏, 左文博, 肖理君, 前里阿尔, 韩宝, 樊超

(内蒙古第一机械集团股份有限公司第一分公司, 内蒙古包头 014032)

摘要: 针对铁路货车转K6摇枕铸钢件试制过程中出现的表面夹砂和浇不足等技术问题, 设计了一种一体拼接式耐火材料三通浇注系统, 解决了浇注过程中高温钢液紊流及冲砂导致的铸件表面夹砂等问题, 提高了浇注速度和铸件出品率。在摇枕旁承盒上设计专用排气架, 解决了因排气不畅导致的旁承盒浇不足等难题。新工艺提高了铸件质量, 节约了返修成本。

关键词: 转K6摇枕; ZG25MnCrNi; 三通浇注系统; 排气架; 铸造工艺

因摇枕结构复杂, 壁厚不均匀, 铸造成形难度很大; 摇枕材质为B+级钢, 钢液流动性差, 铸件容易产生浇不足等缺陷。作者在充分研究摇枕技术条件、产品结构的前提下, 分析了实际铸造过程中浇不足等缺陷产生的原因, 对铸造工艺进行了优化设计, 显著提高了摇枕的制造质量, 为后续开发其他各类型号摇枕提供了技术支持^[1]。

1 摇枕结构特点

铁路货车转K6摇枕属于弧形箱式结构, 形状复杂, 如图1所示, 轮廓尺寸2 492 mm × 440 mm × 350 mm, 质量为640 kg, 中间有4个工艺孔, 内部有筋板连接上下壁, 底部平均壁厚为33 mm, 圆弧过渡处底部最厚部位为36 mm, 铸件壁厚不均匀, 特别是中间筋板与心盘面及底部弧面连接处, 壁厚差较大, 弹簧承台面、两斜楔中心距的尺寸、旁承盒尺寸等组装配合面尺寸精度要求高^[2]。

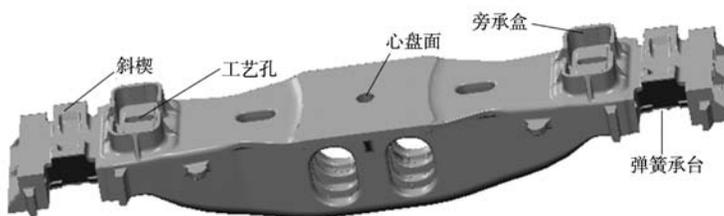


图1 摇枕结构图

Fig. 1 Schematic diagram of bolster structure

2 技术要求

依据TB/T 3012—2016《铁道货车铸钢摇枕、侧架》、TB/T 2942.1—2020《机车车辆用铸钢件 第1部分: 技术要求及检验》标准要求, 摇枕采用B+级钢

表1 铸件的化学成分

Table 1 Chemical composition of the casting

$w_B/\%$

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
≤0.29	≤0.50	≤1.00	≤0.030	≤0.020	≤0.30	≥0.20	≤0.50

作者简介:

张晓敏(1990-), 男, 工程师, 主要研究方向为铸造工艺及数值模拟。电话: 18686178631, E-mail: 853762388@qq.com

中图分类号: TG26

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2024)

11-1592-05

收稿日期:

2023-10-13 收到初稿,
2023-12-18 收到修订稿。

(ZG25MnCrNi)制造,化学成分要求见表1,力学性能要求见表2,非金属夹杂物要求见表3。

3 产品生产现状

我公司造型采用绿色环保可再生的酯硬化水玻璃

砂自动化生产线,精炼和浇注采用25吨LF底注式大型精炼包。转K6摇枕目前主要出现的问题包括以下几个方面:①旁承盒部位出现浇空、浇不足现象,如图2所示;②铸件表面夹砂严重,如图3所示;③浇注过程型腔排气不畅等问题。

表2 铸件的力学性能
Table 2 Mechanical properties of the casting

抗拉强度 R_m /MPa	下屈服强度 R_{el} /规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 $A_{4.52}$ /%	断面收缩率 Z /%	冲击吸收能量 KV_2 /J
≥ 550	≥ 345	≥ 24	≥ 36	$\geq 20 (-7\text{ }^\circ\text{C})$

表3 铸件非金属夹杂物
Table 3 Nonmetallic inclusions in the casting

夹杂物类别	合格级别
I型(球状)夹杂物	细系1级~3级,粗系1级
II型(点网状)夹杂物	1级~2级
III型(点状)夹杂物	细系1级~3级,粗系1级
IV型(群状三氧化二铝)夹杂物	1级



图2 旁承盒浇不足缺陷
Fig. 2 Misrun defect of side bearing box



图3 表面夹砂
Fig. 3 Surface sand inclusion

4 原工艺简介及问题分析

摇枕原工艺设置为一箱两件,设计为中注式浇

注,造型采用酯硬化水玻璃混合型型砂^[4](新砂30%+再生砂70%),浇注系统组成中的内浇道、横浇道由砂型形成,见图4,旁承盒、斜楔上安装排气棒,冒口及旁承盒排气孔使用加长钻头钻通。

在实际生产过程中出现以下几个问题:①在浇注钢液时由于先期25吨LF底注式大型精炼包静压头较大,钢液在高温快速流动的状态下,长时间冲刷普通砂型横浇道,钢液极易形成紊流,浇注时,钢液在浇口中因偏向力形成重力负压将气体卷入;②摇枕原浇注系统控流截面积过小,钢液流动速度缓慢,充型时间长^[4],由于摇枕旁承盒位置处于铸件最高处,砂型和芯子发气量较大,旁承盒处排气不畅,钢液最后到达该部位时充型受阻,故在此处形成浇不足缺陷^[5]。

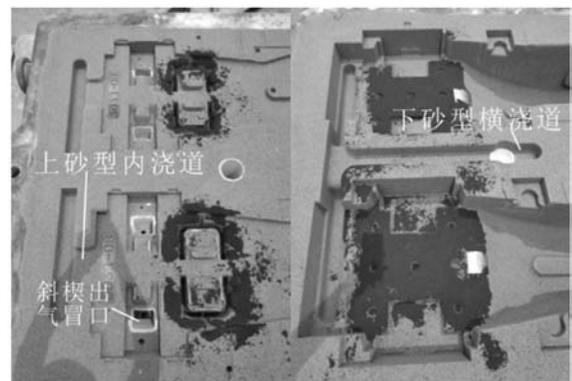


图4 原工艺浇注系统
Fig. 4 Original gating system

5 工艺优化改进

5.1 新设计一体式拼接三通浇注系统

设计采用一种一体拼接式耐火材料组成的三通浇注系统,具体结构为横浇道两端设计直角弯头进行拼接,在三通浇注系统内浇道和直浇道处安装定位,浇注系统整体移动到铸件端头外侧,并在浇道侧端头芯内预埋浇注管,以保证铸件端头上下内浇道能够连

通,铸件浇注顺畅,如图5、图6所示。此设计方案的优点是:①缩短横浇道长度,使钢液经过横浇道处更加平稳,减少浇注过程形成的紊流、卷气等现象;②提高浇注速度,使钢液快速填充型腔,避免长时间冲刷砂型,减少铸件粘砂、夹砂等铸造缺陷;③提高铸件出品率。

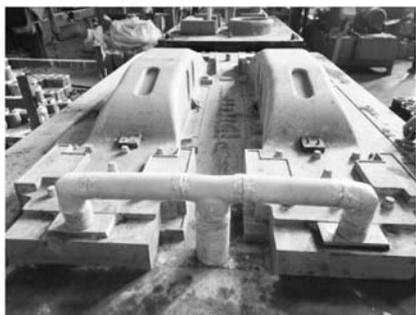


图5 一体式拼接横浇道
Fig. 5 Integrated splicing runners

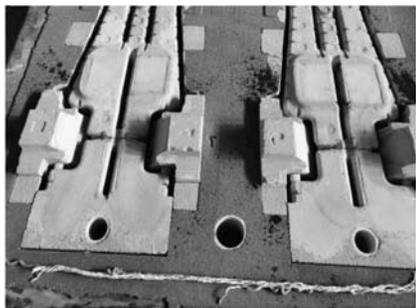


图6 预埋一体式拼接横浇道起模图
Fig. 6 Diagram of stripping mold of the pre-embedded integrated splicing runner

5.2 设计旁承盒专用排气架

降低原旁承盒上气眼针高度,在上模型旁承盒处重新安装定位,并根据定位系统设计旁承盒专用排气架,此设计方案有以下几个优点:①砂箱填满砂,经震实台震实后,排气架可直接拔出,不再使用电钻打出排气孔,在上模型旁承盒和排气架对应位置处设计6个气孔定位,既能保证摇枕旁承盒顶面与大气连通,铸件浇注顺畅,如图7、图8所示,又能很好地预防因操作人员漏钻排气孔带来的质量问题;②能大幅度减少砂型在浇注线移动过程中因震动将排气孔内壁浮砂掉落到型腔内造成铸件夹砂的问题;③原工艺每箱摇枕在旁承盒处需要手工钻24个排气孔,使用排气架后可大幅度降低操作人员劳动强度。

5.3 使用耐高温多孔状网格排气阀代替摇枕斜楔出气冒口

使用耐高温多孔状网格排气阀代替摇枕斜楔冒



图7 排气架结构示意图
Fig.7 Schematic diagram of the exhaust bracket



图8 造型排气架起模图
Fig. 8 Diagram of stripping mold of the exhaust bracket during molding

口,该耐高温多孔状网格排气阀具备防止砂型浮砂落入型腔的功能,并可减少钢液的浪费,消除切割冒口时切亏铸件的质量隐患,如图9所示。



图9 耐高温多孔状网格排气阀
Fig. 9 High temperature resistant ceramic venting plate

5.4 试制新型专用工装

针对摇枕结构特点及分型面位置,结合我公司酯硬化水玻璃砂自动化生产线的实际生产情况,设计了一种摇枕专用砂箱工装,上箱箱带完全避开旁承盒排气架气眼位置和一体拼接式三通浇口位置,进一步降低上砂箱的高度尺寸,有效减少型砂使用量,大幅度降低砂型发气总量^[6]。

6 工艺验证

按照上述工艺措施进行优化,整修转K6摇枕模型,按照一体式拼接三通浇注要求进行改造,设计旁承盒排气架及专用砂箱,并进行小批量工艺试验验证。对试制过程进行跟踪调查,砂型起模正常,下芯正常,打箱后从铸件外观判断浇注正常、铸件充型完整,如图10所示,依据TB/T 3012—2016《铁道货车铸钢摇枕、侧架》技术标准规定的解剖位置,如图11所示,对试制铸件进行解剖,经过对解剖面的检查,如图12所示,解剖面均未发现明显缩孔、缩松、夹砂等缺陷,符合标准要求。



图10 工艺改进后摇枕铸件

Fig. 10 The bolster casting after process modification

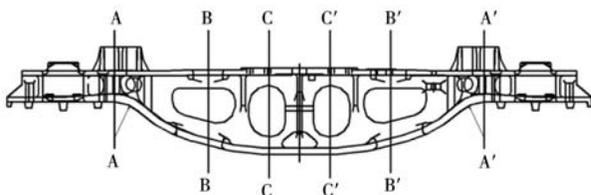
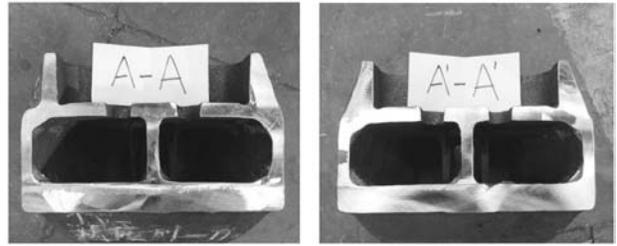


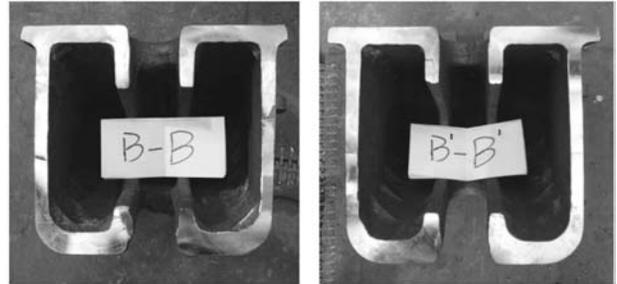
图11 摇枕铸件解剖位置

Fig. 11 Dissection locations of the bolster casting

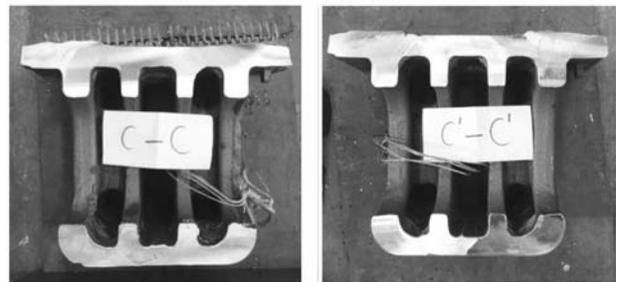
在工艺验证及生产实践中发现,使用旁承盒排气架和耐高温多孔状网格排气阀明显改善了砂型在造型生产线流转过程中浮砂通过旁承盒排气孔进入型腔内部的现象,并且取消了人工钻眼工序,提高了生产效率;浇注过程排气顺畅,且耐高温多孔状网格排气阀



(a) A-A、A'-A'



(b) B-B、B'-B'



(c) C-C、C'-C'

图12 试制摇枕铸件内部组织

Fig. 12 The internal structures of the trial-produced bolster castings

无胀裂掉入型腔的现象;铸件表面夹砂减少,旁承盒无浇不足现象。

大批量试制生产10个冶炼炉次,每个冶炼炉次共计6箱摇枕铸件,试制生产数量共计120件,采用CTS-9006Plus超声波探伤仪对摇枕旁承盒进行超声波探伤检查^[7],均无浇不足现象,采用DC-2030B数字直读式超声波测厚仪对摇枕A、B部位进行测厚检测,壁厚符合产品图纸要求,随机抽取6件,进行静载荷、疲劳试验,试验结果合格^[8],经上述实验充分证明工艺改进措施合理可行,可操作性强,可大批量进行生产。

对上述4项优化工艺措施进行工艺文件固化,已纳入到摇枕产品日常生产工艺中。

7 结论

(1) 采用耐火砖管制备一体式拼接三通浇注系统和底返式浇注,摇枕铸件充型平稳,冲砂、表面夹砂等铸造缺陷明显减少。

(2) 采用专用排气架,铸件浇注顺畅,排气良

好,避免了因操作人员漏钻排气孔造成的摇枕旁承盒浇不足等质量问题。

(3)成功探索出大型钢包浇注中大型铸钢件新工艺,铸件内、外质量改善显著,具有一定推广价值。

参考文献:

- [1] 张玉磊,张纯,李忠华,等. K6侧架铸造工艺设计与数值模拟 [J]. 铸造技术, 2021, 42(8): 704-707.
- [2] 修磊,王克明,王晶. 摇枕铸件的工艺设计与优化 [J]. 铸造, 2011, 60(4): 359-361.
- [3] 刘跃辉,杜志强,王虎明,等. 新型链式车钩铸造工艺设计与应用研究 [J]. 铸造技术, 2021, 42(2): 101-104.
- [4] 王桂梅. 有机酯自硬水玻璃砂研究与实践 [J]. 铸造工程, 2003, 27(1): 4-5.
- [5] 刘胜田,凌云飞,赵庚宁. V造型生产铸钢摇枕和侧架 [J]. 铸造, 2002, 57(10): 1081-1084.
- [6] 丁根宝. 铸造工艺学:上册 [M]. 北京:机械工业出版社, 1985.
- [7] 张忠,黄永巍,慕振国. 铁路货车铸钢摇枕侧架超声波探伤研究 [J]. 无损探伤, 2011, 35(3): 24-26.
- [8] 凌云飞,杨军,刘胜田. 数字模拟技术在摇枕铸造工艺设计中的应用 [J]. 铸造, 2011, 60(6): 569-570.

Research and Application of Casting Process of K6 Swing Bolster Steel Casting for Railway Freight Cars

ZHANG Xiao-min, ZUO Wen-bo, XIAO Li-jun, QIAN Li-geer, HAN Bao, FAN Chao
(First Branch, Inner Mongolia First Machinery Group Co., Ltd., Baotou 014032, Inner Mongolia, China)

Abstract:

A one-piece splicing refractory material three-way gating system was designed to address the technical issues of surface sand inclusion and misrun during the trial production process of railway freight car K6 swing bolster cast steel parts, and solved the problems of surface sand inclusion caused by high-temperature steel liquid turbulence and sand washing during the pouring processes, and improved the pouring speed and overall yield of casting. A dedicated exhaust bracket was designed on the side bearing box of the swing bolster to solve the problem of misrun of the side bearing box caused by poor venting. The new process has improved the quality of castings and saved repair costs.

Key words:

K6 swing bolster; ZG25MnCrNi; three-way gating system; exhaust bracket; casting process
