

转 K6 摇枕心盘安装面冒口工艺优化

杜 伟, 贾永祥, 袁永宏

(中车眉山车辆有限公司, 四川眉山 620032)

摘要: 介绍了转K6摇枕的心盘安装面冒口工艺优化过程, 分析了原工艺中心盘安装面采用四个暗冒口存在的主要问题, 着重分析了两个明冒口工艺的优化设计过程, 冒口优化后的铸件质量得到了明显改善, 进一步为铁路安全运营提供了技术保障。

关键词: 转K6摇枕; 铸钢件; 冒口; 铸造工艺

转K6摇枕是70 t级、80 t级货车主型转向架的关键部件^[1], 工艺设计直接影响到铸件质量以及铸件的制造成本。我公司技改前一直采用普通水玻璃砂作面砂, 粘土砂作背砂的型砂工艺, 采用发热冒口有利于减小冒口尺寸和提高工艺出品率, 但在生产过程中常出现浇注工浇注时难以判断型腔是否浇满, 经常造成收流不及时, 型腔排气不畅通, 致使心盘安装面加工后暴露出大量气孔, 后工序对气孔缺陷返修产生较大工作量和成本。明冒口排气、集渣效果较好, 有利于浇注工观察型腔内液面上升情况。本文通过重新设计转K6摇枕的心盘安装面的两个明冒口, 很好地解决了心盘安装面憋气、夹渣、夹砂的情况, 铸件质量明显提升, 降低了返修率和制造成本。

1 原工艺存在问题及分析

1.1 原工艺简介

转K6摇枕为B+级钢 (ZG25MnCrNi), 浇注温度1 540~1 580 °C, 采用过桥两端浇注, 浇注时间 (25 ± 5) s, 工艺简图如图1所示。心盘安装面需要加工, 壁厚30 mm, 工艺设计加厚2 mm, 加工余量5 mm, 总厚37 mm, 采用了4个发热冒口的补缩工艺, 冒口位置如图2所示。

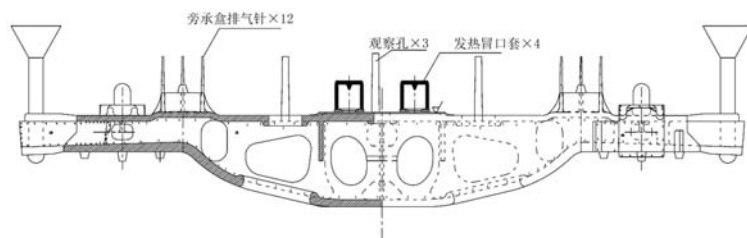


图1 工艺简图

Fig. 1 Process sketch

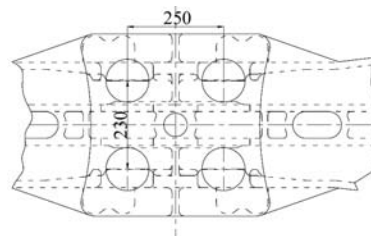


图2 心盘安装面冒口位置示意图

Fig. 2 The position of the riser in the original casting process

作者简介:

杜伟(1981-),男,工程师,本科,研究方向铸钢工艺。电话:13795535993,E-mail:251254667@qq.com

中图分类号: TG242

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2022)

06-0783-04

收稿日期:

2022-03-16。

1.2 存在的问题及分析

心盘面采用暗冒口工艺使得整个型腔内的排气几乎只能靠旁承盒顶部的排气针排气,但旁承盒顶部的排气针直径仅为10 mm,型腔内的气体不能及时排出,并且浇注时不能直接判断型腔内液面上升情况,为此,还专门在心盘安装面设置了3个 $\Phi 25$ mm的观察孔,以便浇注时观察浇注液面情况,虽然观察孔兼具排气功能,但出气孔总截面积远小于内浇道截面积的1.5倍,排气效果仍显不足。由于摇枕的浇注方式为两端浇入,心盘安装面处于箱型摇枕中部的上方,高出两端上弦梁15 mm,浇注过程中,随着钢液液面上升,

型腔内的气体升温并逐渐向上方中部心盘面区域聚集,排气不畅使型腔内产生的高压气体来不及排出,极易导致心盘安装面憋气产生气孔,甚至还容易使4个发热冒口无法充满,造成冒口补缩失效,产生缩孔缺陷。

由于憋气产生侵入性气孔如图3所示。批量生产中,有此类气孔铸件约占11%比例,部分铸件单个气孔面积达 60 cm^2 ,这种由憋气所产生的气孔形貌特征较为明显,位于浇注过程钢液后期到达部位,分布弥散,内壁光滑。产生气孔缺陷的铸件必须经清理工序焊修、去应力回火,产生大量的额外制造成本。



(a) 集中气孔

(b) 分散性气孔

图3 心盘面加工后暴露的气孔

Fig. 3 Blowhole of the center plate after machining

2 心盘冒口工艺优化

2.1 铸钢件冒口设计基本理论

常用的铸钢件冒口设计方法有模数法、补缩液量法、比例法等,其中模数法应用广泛,也较为实用^[2]。

在钢液温度、造型材料等一定的情况下,铸件的凝固时间主要取决于铸件的结构形状和尺寸,而千差万别的铸件形状,对凝固时间的影响主要表现在铸件的体积和表面积的关系上,对体积相等的铸件,表面积越大散热就越快,凝固时间越短;反之表面积越小,凝固时间就越长。对此引入了模数 M 的概念,如式(1):

$$M = \frac{V}{A} \quad (1)$$

式中: V 为体积, A 为冷却表面积。在对铸钢件设计冒口时,要使冒口对铸件特定部位实现有效补缩,冒口的模数应大于铸件特定补缩部位的模数,即: $M_{\text{冒}} \geq M_{\text{件}}$,而顶明冒口的模数通常取 $M_{\text{冒}} = 1.2M_{\text{件}}$ 。

2.2 冒口位置和数量

心盘安装面截面主要有一个“T”字形连接和一个“L”形连接形成的热节点,热节圆直径分别为50.4 mm和48 mm,如图4所示,放置冒口应考虑同时

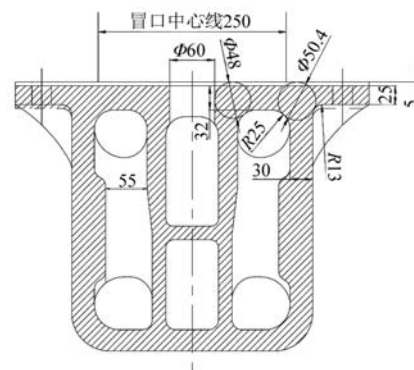


图4 心盘安装面热节分布

Fig. 4 Distribution of the hot spot of the center plate

补缩两个热节,由于铸件结构为左右对称结构,所以考虑放置2个冒口,冒口中心尽量与50.4 mm热节中心重合。

2.3 模数计算

常用的热节点的模数计算方法有扣除散热面积法、一倍厚度法、热节圆当量法^[3],其中一倍厚度法所得模数值稍大,热节圆当量法次之,用扣除散热面积法所得模数略小。但上述三种方法计算的模数值差异不大,均能满足工艺设计的精度(补缩)需求。由于

已经绘出热节圆，为了方便采用热节圆当量法计算，铸造圆角取 $R25$ mm，比较大，因此不再考虑砂尖对凝固时间的影响。热节点的模数 $M=D/2$ （ D 为热节圆直径），则 $M=50.4/2=25.2$ mm，因此冒口的模数 $M_{\text{冒}}=1.2M_{\text{件}}=30.24$ mm。

2.4 冒口尺寸设计

根据计算所得的冒口模数，选择标准腰形明冒口 $a=150$ mm、 $b=225$ mm、 $h=188$ mm（ a 、 b 、 h 分别表示冒口的宽、长、高），但是由于砂箱的高度是确定的，心盘安装面距砂箱顶面高度为216 mm，同时为了保证铸件最高点的压头，明冒口还得增加80 mm的冒口圈，因此明冒口的实际高度将变为296 mm，若冒口的截面尺寸不变的话，那么冒口的实际模数将变为36 mm，较为浪费，假如选 $a=120$ mm、 $b=180$ mm、 $h=150$ mm的标准腰形明冒口，但将 h 修正为296 mm，重新计算冒口模数为 $M_{\text{冒}}=29.8$ mm，与30.24 mm很接近。

2.5 冒口数量校核

将心盘安装面看作厚 $T=37$ mm的板形件，其冒口的有效补缩距离 $L=4.5T$ ，即 $L=4.5 \times 37=166.5$ mm，如图5所示，以心盘安装面离冒口中心最远的边缘为圆心作半径为166.5 mm的圆，该圆与冒口基本相切，说明冒口的有效补缩距离是足够的，因此2个冒口也足够补缩。

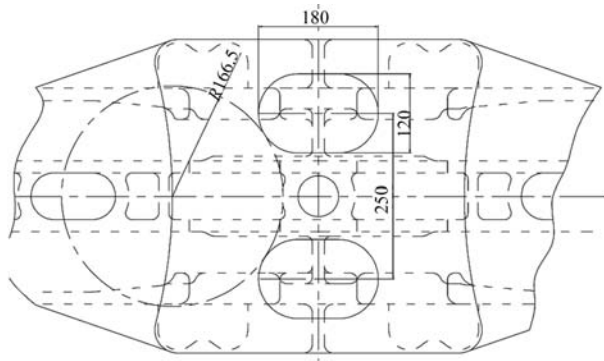


图5 冒口位置及断面尺寸

Fig. 5 The position of the riser and cross-section dimension after optimized

3 冒口补缩能力校核

在保证铸件无缩孔的条件下应满足公式（2）：

$$\varepsilon (V_{\text{冒}}+V_{\text{件}}) \leq V_{\text{冒}}\eta \quad (2)$$

式中： ε 为金属在液态和凝固期总的体收缩率， $V_{\text{冒}}$ 为冒口体积， $V_{\text{件}}$ 为铸件被补缩部分的体积， η 为冒口补缩效率^[4]。查表取 $\varepsilon=5\%$ ，腰圆柱形冒口 η 为12%~15%， $V_{\text{冒}}=5\,478.9\text{ cm}^3$ ，摇枕心盘安装面为被补缩对象，其体积 $V_{\text{件}}=470 \times 490 \times 37=8\,521\text{ cm}^3$ ，由此， $\varepsilon (V_{\text{冒}}+V_{\text{件}})$

$=5\% \times (5\,478.9+8\,521)=670\text{ cm}^3$ ， $V_{\text{冒}}\eta=657\sim 822\text{ cm}^3$ ，显然假如冒口效率小于12.2%，那么 $\varepsilon (V_{\text{冒}}+V_{\text{件}}) \leq V_{\text{冒}}\eta$ 不成立。

3.1 冒口优化工艺验证

对冒口优化设计方案进行单件生产验证，将冒口切除后发现冒口与铸件接触面中心部位有 $\Phi(20\sim 30)$ mm缩孔，并且铸件表面也存在缩孔，说明冒口补缩效率略显不足。其原因可能是冒口离浇口太远，冒口内初始温度较低，同时为了方便造型，冒口存在一定的起模斜度，减少了冒口体积，加之冒口顶面的散热，不利于重力方向的顺序凝固。

经过分析后决定在冒口上加一高度为180 mm的保温套，减缓钢液降温速度，以提高其补缩效率，经过小批量生产验证，冒口缩孔不再缩至铸件表面，经对冒口解剖，发现冒口中收缩孔略占冒口体积的三分之一，说明冒口补缩效率达到预期，同时说明冒口设计尺寸较为合适、浪费较小。最终冒口设计如图6所示。

该冒口优化工艺经过近10万件的大批量生产验证，结果表明该结构的转K6摇枕明冒口有利于型腔中气体的排出，同时有利于浇注工观察液面上升情况，铸造工艺稳定，并且铸件加工后不再存在由暗冒口产生的气孔、缩孔缺陷问题，减少了对气孔、夹砂、缩孔焊修工作量，节约了制造成本，摇枕产品质量得以明显提升。

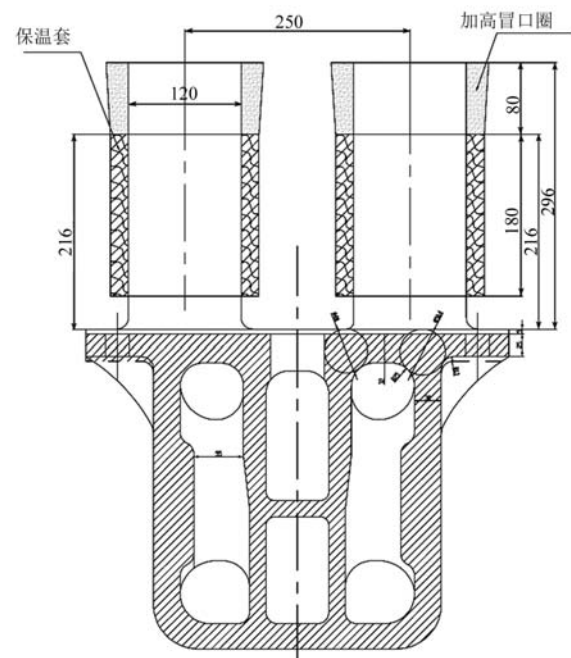


图6 最终冒口设计

Fig. 6 The final optimized design of the riser

3.2 经济性对比

采用发热暗冒口工艺出品率略高于明冒口工艺，但发热冒口套材料价格较高，两种工艺原材料和能源消耗成本相差不大，但采用发热暗冒口工艺的铸件加工后的气孔造成的焊修比例高，导致焊材、人工、去应力回火等成本增加，因此采用明冒口工艺综合成本优于发热暗冒口工艺。

4 结论

(1) 采用模数法设计铸钢件冒口的方法较为实

用、可靠。

(2) 明冒口工艺有利于型腔排气、集渣和对浇注过程观察。

(3) 采用明冒口工艺可有效解决冒口补缩区域气孔、缩孔缺陷，减少缺陷修复工作量，铸件质量更优，综合成本更低。

(4) 通常铁路货车摇枕有自带下心盘和不带下心盘两种，转K6为不带下心盘，通过大量新产品试验和生产表明，对不带下心盘的摇枕心盘安装面冒口工艺完全可以借鉴该冒口设计工艺。

参考文献:

- [1] 王春山. 铁路货车铸造技术——摇枕、侧架、车钩 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 2014.
- [2] 王文清, 李魁盛. 铸造工艺学 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [3] 中国机械工程学会铸造专业学会. 铸造手册第五卷: 铸造工艺 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1994.
- [4] 李弘英, 赵成志. 铸造工艺设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.

Optimizing Process of Riser on ZK6 Bolster Center Plate

DU Wei, JIA Yong-xiang, YUAN Yong-hong
(CRRC Meishan Co., Ltd., Meishan 620032, Sichuan, China)

Abstract:

The article introduced the optimizing process of the riser which set on the center plate of ZK6 bolster. By analyzing the main problems of the original casting process using four blind risers, the casting process was optimized by using two open riser. It is verified that the quality of the castings after optimized has been significantly improved, which further provides a technical guarantee for the safe operation of the railway.

Key words:

ZK6 bolster; steel castings; riser; casting process
