

铸钢件斜向冒口补缩系统设计与应用

胡新华, 李 涛

(株洲九方铸造股份有限公司, 湖南株洲 412001)

摘要: 采用保温材料制作成形一种斜向冒口座, 可增加冒口座内几何空间体积的模数, 与发热冒口座配合使用, 组成斜向冒口补缩系统, 减少金属液的用量; 同时, 冒口和冒口座轴线与竖直方向成一定的夹角, 可增加冒口与铸件侧面的距离, 减小冒口对铸件热影响区的负作用, 避免铸件相关部位出现缩凹或缩松等缺陷。通过标准试块试验和实际生产, 验证了斜向冒口补缩系统的合理性和实用性。

关键词: 保温材料; 铸钢件; 斜向冒口

1 问题由来

在铸钢件工艺设计中经常要用到侧冒口对独立热节进行补缩, 而传统侧冒口的冒口座与冒口颈是由模体填砂取模成形。根据冒口补缩系统的各单元模数匹配要求, 冒口座与冒口颈的体积会较大, 冒口颈与铸件连接处的接触热节就会增大。冒口体与铸件之间距离也比较近, 这样的结构容易使冒口与铸件之间形成负面的热影响区域, 严重时铸件会出现缩凹、缩松等缺陷。尤其是在曲率较大的较小弧面的内侧部位安放冒口更容易出现缺陷。我公司生产轴箱体工艺采用侧冒口出现的缩松实例, 见图1。可见轴箱体轴孔位置采用侧冒口补缩工艺, 在冒口颈的热影响区域出现了缩松缺陷。

砂型铸钢件一般采用顶冒口和侧(边)冒口补充铸件的凝固收缩, 侧冒口通常由三部分组成: 冒口颈、冒口座(窝)和冒口体, 如图2a所示。冒口颈连接铸件局部厚大部位(热节), 冒口座连接冒口颈与冒口。为实现侧冒口对铸件的顺利补缩必须对四部分的模数进行合理匹配, 对于铸钢件来说, 一般采用 $M_{\text{冒口}} \geq 1.2 \times M_{\text{体}}$, $M_{\text{颈}} = (0.8 \sim 1) \times M_{\text{体}}$, $M_{\text{座}} \geq 1.2 \times M_{\text{体}}$ 的模数设计参数^[1]。

传统侧冒口一般与冒口座的轴线方向是同向竖直的, 冒口颈轴线与之垂直, 便于取模并发挥重力补缩作用, 如图2a、b、c所示, 但该方法存在以下不足:

- (1) 冒口颈与冒口座通常采用砂模成形, 且尺寸偏大, 造成金属利用率偏低。
- (2) 冒口体与冒口座通常与铸件的侧面靠得较近, 这样就形成了一个不利的热影响区, 影响铸件相关部位散热, 严重时会使铸件产生凹陷、气窝、缩松等缺陷。
- (3) 冒口座与冒口体之间必须分模制作, 否则不能顺利成形, 因此需多制作一些芯盒来完成。

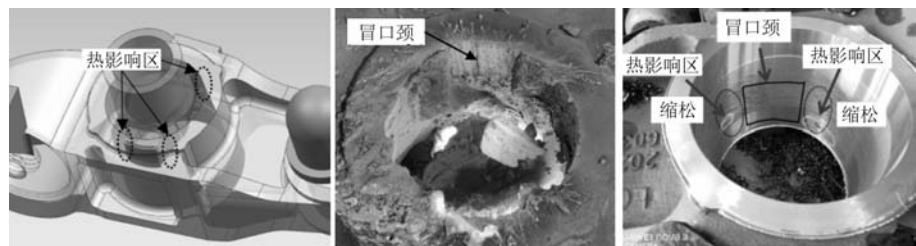


图1 轴箱体侧冒口应用实例

Fig. 1 Application example of the side riser of the axle box

作者简介:

胡新华(1963-), 男, 高级工程师, 研究方向为铸造工艺。E-mail: ghuxinhua@163.com

中图分类号: TG24

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2022)

01-0089-05

收稿日期:

2021-05-20 收到初稿,

2021-08-11 收到修订稿。

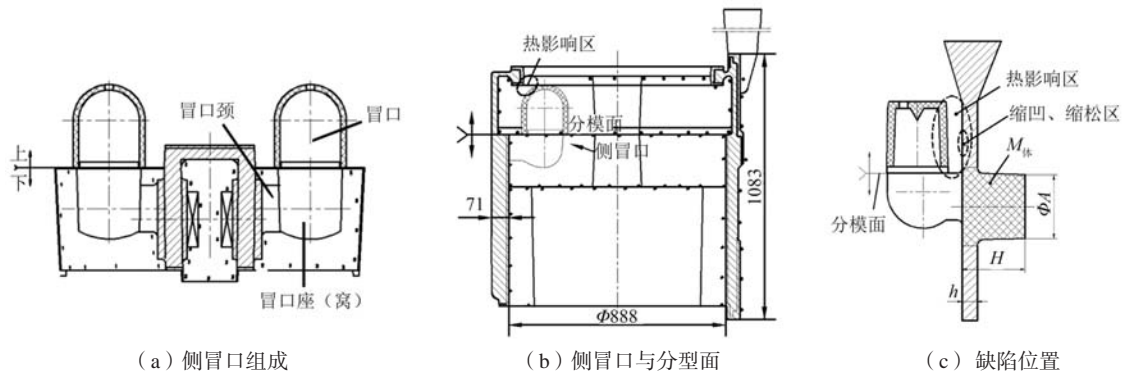


图2 侧冒口应用实例

Fig. 2 Application example of the side riser

基于以上不利因素，作者设计了一种成形的斜向冒口补缩系统解决以上问题。

2 解决方案

用保温材料制作斜向冒口座，冒口颈包含在内，冒口座轴线与冒口颈轴线形成一定倾斜角度。冒口座与发热冒口套配合使用，使其作为整体组成一个斜向侧冒口补缩系统，如图3、4所示。

该方案的优点如下：

(1) 保温冒口座与发热冒口套配合在一起使用能充分提高冒口的补缩效率，金属利用率提高20%~30%，同时减小了冒口颈面积，从而减少了后工序清理的切割、打磨工作量。

(2) 由于倾斜一个角度 θ ，冒口与铸件的侧壁距离增加，其热影响区域的负作用降低，有利于防止铸件相关部位产生凹陷、气窝、缩松等缺陷。

(3) 由于冒口、冒口座和冒口颈作为一个整体使用，不需要在冒口座与冒口的接合面之间形成一个分模面而分别制作，节省了一套模具制作，使用更加灵活方便。

3 方案设计

采用保温材料制作成形的斜向冒口座包括冒口座

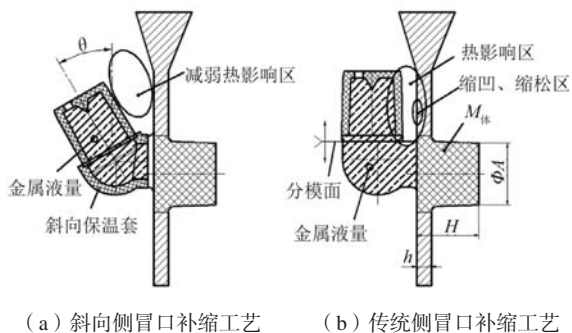


图3 两种方案对比

Fig. 3 Comparison of two schemes

与冒口颈，冒口座与冒口颈的轴线不垂直，冒口座的轴线与竖直方向倾斜成一定的角度 θ ($\theta=10^\circ\sim 30^\circ$)。冒口座底部成半球状，半径为 R ，上部由中心圆向上延伸一定的距离 $B\approx(1/4\sim 1/6)R$ 。侧部连圆柱冒口颈，半径 $R_1\approx 0.67R$ ，最小长度 $A\approx(0.4\sim 0.66)R_1$ 。冒口座上端面制作成一个卡口与标准发热冒口套连接，相互匹配组成一个斜向冒口补缩系统，如图4所示。

4 验证方案设计

斜向冒口标准试块方案设计应符合侧冒口的补缩特点，即试块的热节点位于铸件侧面中部，热节的补缩要求完全依赖侧冒口来实现，如图5所示。热节分体、冒口颈、冒口座（窝）、冒口之间的模数需符合本文第1部分给出的模数参数设计要求，不同规格的冒口、斜向冒口座、试块的设计参数匹配关系应符合表1、表2的要求。

5 斜向冒口与试块的模数匹配关系验证

2017年设计制作了9/12、10/13两种斜向冒口，采用统一的试块模具铸造ZG20Mn5试块，分别试制了9/12、10/13两种规格的斜向冒口，用于验证模数匹

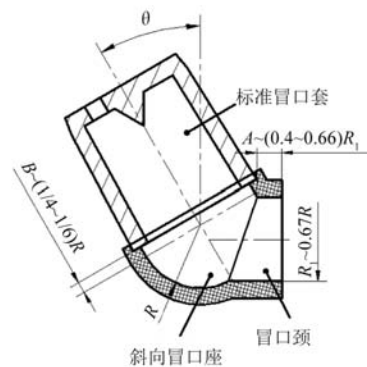


图4 斜向冒口方案

Fig. 4 Scheme of the angled riser

表1 斜向冒口标准试块参数设计
Table 1 Parameters design of the angled riser standard sample block

规格	$M_{\text{冒}}$	$M_{\text{体}}=M_{\text{冒}}/1.2$	$\Phi A/\text{mm}$	H/mm	h/mm	V/cm^3	$M_{\text{体}}=V/S$
8/11k	2.25	1.88	92	92	25	611.27	1.87
9/12k	2.5	2.08	105	105	25	908.74	2.08
10/13k	2.8	2.33	120	120	25	1 356.48	2.32
11/14k	2.91	2.43	125	125	25	1 533.20	2.40
12/15k	3.2	2.67	140	140	25	2 154.04	2.65

表2 斜向冒口各规格单元模数及其比值
Table 2 Modulus of each kind of specification unit of the angled riser and its ratio

编号	规格	$M_{\text{体}}$	$M_{\text{颈}}$	$M_{\text{座}}$	$M_{\text{冒}}$	模数比			
						$M_{\text{体}}/M_{\text{体}}$	$M_{\text{颈}}/M_{\text{体}}$	$M_{\text{座}}/M_{\text{体}}$	$M_{\text{冒}}/M_{\text{体}}$
8-11斜冒口座	8/11k	1.87	1.80	2.32	2.25	1	0.96	1.24	1.20
9-12斜冒口座	9/12k	2.08	2.04	2.65	2.5	1	0.98	1.27	1.20
10-13斜冒口座	10/13k	2.32	2.25	2.92	2.8	1	0.97	1.26	1.21
11-14斜冒口座	11/14k	2.40	2.40	3.13	2.91	1	1.00	1.30	1.21
12-15斜冒口座	12/15k	2.65	2.70	3.50	3.2	1	1.02	1.32	1.21

配效果。9/12 冒口与试块体的模数关系是： $M_{\text{冒}}/M_{\text{体}}=1.07<1.2$ ，10/13冒口与试块体的模数关系是： $M_{\text{冒}}/M_{\text{体}}=1.21$ 。分别试制并对其解剖验证，如图6、图7所示。从图6b中可以发现，试块体的断面上有一个小的缩孔；图7中试块体断面无缺陷。由此可见，斜向冒口补缩系统的各单元模数关系应符合表2的参数。

6 不同规格的斜向冒口与试块的模数匹配关系验证

对9/12、10/13斜向冒口补缩系统的验证结果表明，10/13的参数配置能够满足10/13型试块侧冒口的补缩需求，为进一步推广斜向冒口应用，决定对8/11、9/12、10/13、11/14、12/15型号的斜向冒口座进行设计、制作、验证。

2020年5月按表1、表2参数设计并制作了五种斜向冒口座，制作五种试块模具，然后安排造型浇注ZG20Mn5试块。经解剖验证五种试块内部无缺陷，如图8、图9所示。

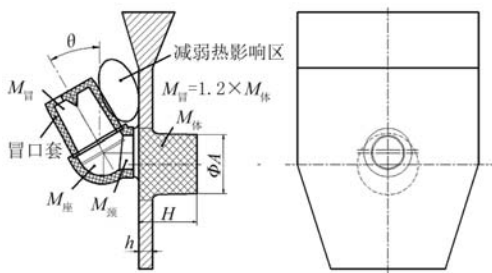


图5 斜向冒口和标准试块
Fig. 5 Standard sample block and angled riser

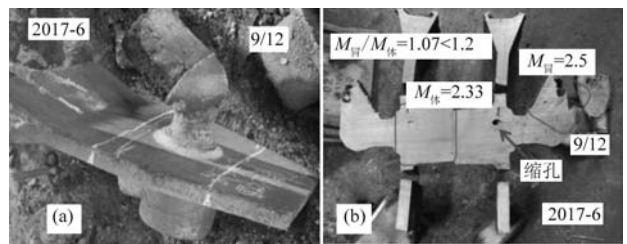


图6 9/12斜向冒口解剖
Fig. 6 The 9/12 angled riser section

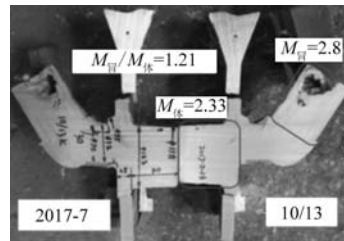


图7 10/13斜向冒口解剖
Fig. 7 The 10/13 angled riser section

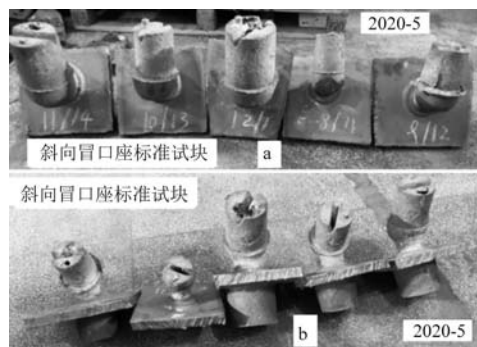


图8 五种斜向冒口座标准试块
Fig. 8 Five kinds of angled riser seat standard sample blocks

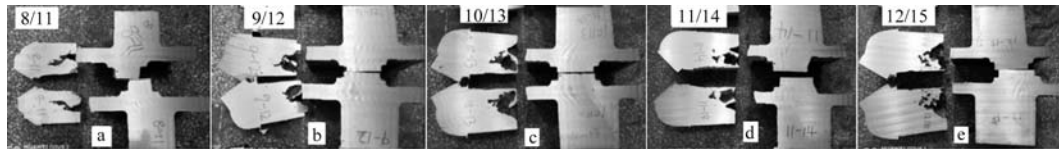


图9 五种标准试块解剖

Fig. 9 Sections of five kinds of standard sample blocks

对以上五种标准试块的解剖结果表明, 试块内部无缺陷, 冒口收缩良好, 缩孔集中在冒口的上部, 冒口座与冒口颈内无缩松, 说明斜向冒口座与冒口套匹配较好, 斜向冒口补缩系统可靠。

7 斜向冒口补缩系统实际应用

目前已经成功实现应用的铸钢件产品的名称、数量等信息如表3所示。

其中, 2018年在LRT轴箱座铸件两个弹簧面上使用了10/13斜向冒口补缩系统, 共130件, 如图10所示; 2020年, 在MXG轴箱座铸件两个弹簧面上使用了8/11斜向冒口补缩系统, 生产了368件产品, 如图11所示。两种产品检验合格。

2020年在DL机座铸件上圆筒侧板内、外面上使用了8/11、9/12、10/13、11/14斜向冒口补缩系统, 如图

12所示, 产品RT和UT检验合格, 冒口解剖结果表明, 收缩良好, 缩孔集中在冒口的上部, 如图13所示。铸件解剖和加工后合格, 未发现铸造缺陷, 如图14。

通过分析表3中7种产品的应用结果表明, 产品质量完全满足验收规范要求, 说明以上五种斜向冒口设计参数合理, 满足相应规格的模数匹配关系, 在工艺设计时可直接用标准冒口模数来核算其对应补缩部位分体的模数。

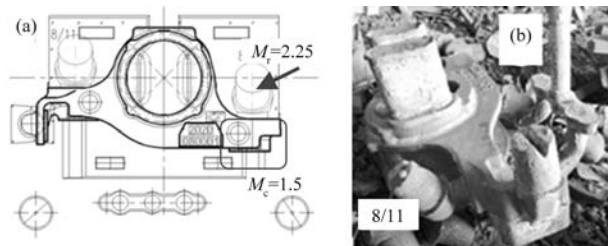


图11 MXG轴箱座铸件

Fig. 11 MXG axle box seat castings

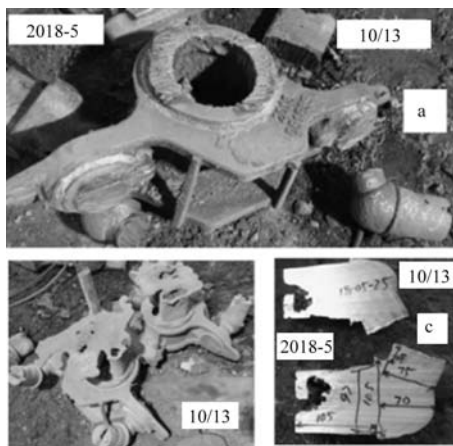


图10 LRT轴箱座铸件

Fig. 10 LRT axle box seat castings

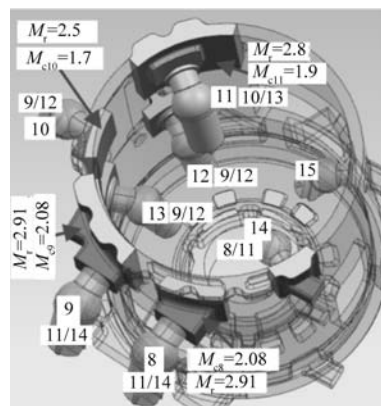


图12 机座铸件冒口分布

Fig. 12 Riser distribution of the base casting

表3 实际应用产品
Table 3 Actual application products

序号	材质	名称	斜向冒口规格	生产数量/件	检测结果
1	C级钢	LRT轴箱座	10/13	130	
2	C级钢	MXG轴箱座	8/11	368	
3	C级钢	BX轴箱座	9/12	29	产品RT检验合格,
4	G20Mn5	SZ定位转臂座	8/11	286	加工后未发现缺陷
5	G20Mn5	G18定位转臂座	8/11	2 342	
6	G20Mn5	W6定位转臂座	8/11	1 473	
7	G20Mn5	DL机座	8/11、9/12、10/13、11/14	4	RT和UT检验合格

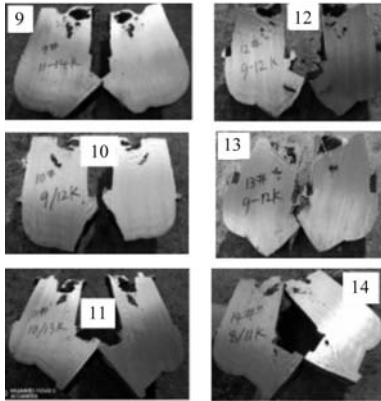


图13 机座铸件冒口解剖

Fig. 13 Riser section of the base casting

8 结束语

与传统侧冒口对比,采用斜向冒口可减小冒口与铸件本体间的热影响区,有利于防止铸件产生凹陷、气窝、缩松等缺陷;斜向发热冒口底部充分接近冒口座的中心,不增大热影响区的同时,发挥热冒口效能、节约钢液用量20%以上;斜向冒口的冒口套与冒口座、冒口颈成形为一体,减少模具同时,造型更加灵活方便;由于采用保温材料制作冒口座和冒口颈,斜向冒口切割面积减少,节约了打磨清理费用。通过试块工艺试验和批量实际生产应用验证了本文提出的斜向冒口补缩系统设计方法的可行性。

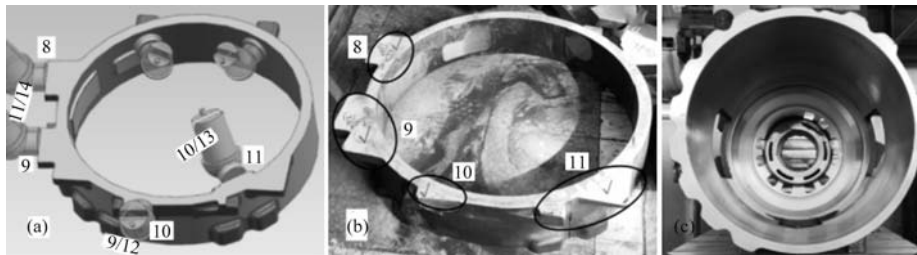


图14 机座铸件解剖及机座铸件粗加工

Fig. 14 Section of the base casting and rough-machining of the base casting

参考文献:

- [1] 王文清,李魁盛.铸造工艺学[J].机械工业出版社,2002:298.

Design and Application of Feeding System Based on Angled Riser for Steel Castings

HU Xin-hua, LI Tao
(Zhuzhou Gofront Foundry Co., Ltd., Zhuzhou 412001, Hunan, China)

Abstract:

A kind angled riser seat made of thermal insulation materials was applied to increase the modulus of the geometric space volume in the riser seat, and reduce the amount of molten metal when it is used in conjunction with a heating riser sleeve to compose a feeding system based on the angled riser. At the same time, after the axis of the riser and the riser seat forms a certain angle with the vertical direction, the distance between the riser body and the side of the casting can be increased, reducing the negative effect of the riser on the heat-affected zone of the casting, and avoiding depression, shrinkage porosity and other defects on or in relevant places of the casting. The rationality and practicability of the feeding system based on the angled riser has been verified by using of standard sample block test and actual production.

Key words:

insulation materials; steel casting; angled riser