

# 消失型芯撑在铁路货车钩体铸钢件中的应用

贾枝树, 樊超, 于大威, 张挨元, 王虎明, 宝喜庆, 马彦伟, 刘跃辉, 李卫国, 公冶铭哲

(内蒙古第一机械集团公司第一分公司, 内蒙古包头 014032)

**摘要:** 在钩体铸钢件生产过程中, 发现钩身表面有使用刚性“U”形钢质芯撑形成的凹陷缺陷, 不良品数量多, 返工成本高。现探索使用一种常见性半硬型多孔可发性聚苯乙烯工程材料, 热切成合适尺寸的实体块状结构, 部分代替刚性“U”形钢质芯撑使用, 钩体铸钢件在试制及批量化生产后, 确认表面凹陷缺陷改善显著, 取得了良好效果, 现已推广应用于其他铸件生产中。

**关键词:** 钩体铸钢件; 刚性芯撑; 表面凹陷缺陷; 聚苯乙烯

车钩是铁路货车重要的零部件, 它的作用是连挂各个车辆, 并使车辆间保持一定的安全距离, 以及传递牵引力和冲击力。车钩在服役过程中, 受到的载荷情况较为复杂, 车钩时刻承受着拉伸或压缩载荷作用, 随机交变应力极易引起车钩的疲劳损伤。因此, 优异的车钩质量是保证铁路货车安全运行的基础保障。

钩体是车钩的重要组成零件, 现我公司在钩体生产过程中发现钩身表面有使用刚性“U”形钢质芯撑形成的凹陷缺陷(图1), 该表面缺陷不良品率达到了62%以上, 返工增加了一定的生产成本。针对刚性“U”形钢质芯撑在浇注过程中无法完全熔融及容易陷入砂型芯中的实际情况, 现探索使用一种常见性半硬型多孔可发性聚苯乙烯工程材料, 热切成合适尺寸的实体块状结构, 部分代替刚性“U”形钢质芯撑, 钩体铸钢件在试制生产后确认表面凹陷缺陷改善显著, 取得了非常好的效果, 经批量化生产验证, 钩体铸钢件表面质量稳定, 现已推广应用于其他铸件生产中。

## 1 钩体简介

### 1.1 钩体作用及缺陷影响

钩体及其配套零件大都由铸钢制成。钩体可分为钩头、钩身、钩尾三个部分(图2)。

钩头与钩舌通过钩舌销相连接, 钩舌可绕钩舌销转动, 钩头内部装有钩锁铁、钩舌推铁、锁推销等零件。钩体钩身部分为空腹的厚壁断面, 主要承受来自钩体头部的牵引力与冲击力。钩尾部分有钩尾销孔, 可借助于钩尾销与钩尾框相连接。

钩身上不允许存在明显表面铸造缺陷。在调车作业中, 钩身经常受到强烈冲击作用, 明显表面铸造缺陷会导致钩身综合强度降低, 在缺陷部位易产生裂纹等行车隐患。

### 1.2 钩体工艺简介

钩体选用材料为E级钢(ZG25MnCrNiMo-E), 工艺布置设计为一箱两件, 每箱金属液质量为577 kg, 浇注温度设为1 565 °C, 浇注时间设为20~30 s, 每件钩体的结构尺寸形状由10个砂芯组成, 现钩体上模型放置了3个砂型普通冒口(图3)。同时, 工艺中使用了各种不同尺寸及形状的外冷铁和内冷铁, 保证了铸件内部组织的密实度要求。

作者简介:

贾枝树(1967-), 男, 学士, 高级工程师, 主要从事铸造新工艺、新材料及计算机模拟等多方面的研究与管理工。电话: 13337199931, E-mail: 13337199931@163.com

通讯作者:

樊超, 男, 学士, 工程师。电话: 15904728886, E-mail: fc15904728886@163.com

中图分类号: TG269

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2022)02-0203-03

收稿日期:

2021-08-27 收到初稿,  
2021-10-10 收到修订稿。

### 1.3 钩身表面缺陷产生原因

形成钩身内腔的砂芯较长，下砂型中只有两个漏水孔形成的芯头作为支撑，需要在钩身砂芯两侧使用芯撑辅助稳定调整壁厚尺寸，并且在合箱时将钩身芯头稳定辅助导入上砂型芯头内形成配合关系。钩身使用的芯撑一直选用刚性“U”形钢质，数量共计4个，材质为普通Q235，与砂型芯接触面尺寸为40 mm × 30 mm，“U”形芯撑材质厚度为1 mm，砂芯与钩身砂芯形成的钩身壁厚为26 mm，“U”形钢制芯撑形成的厚度与钩身壁厚相同，同时可根据钩身砂芯是否稳定的实际状态，使用调节“U”形钢制芯撑松紧程度。刚性“U”形钢制芯撑的使用过程容易蹭伤砂型或砂芯使用面，同时浇注后期无法完全熔融刚性“U”形钢制芯



图1 钩体表面缺陷位置

Fig. 1 Location of the surface defect of the coupler

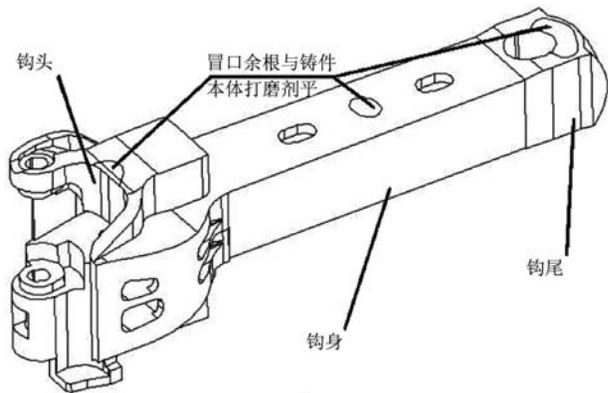


图2 钩体结构简图

Fig. 2 Structure diagram of the coupler

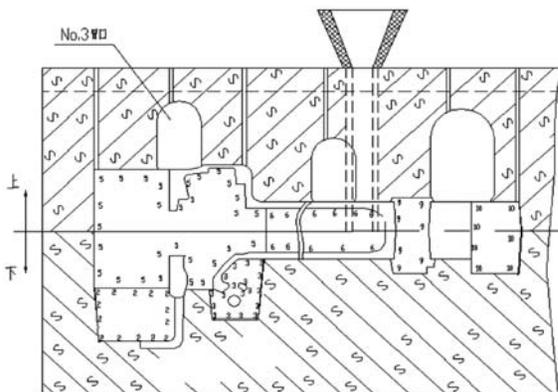


图3 钩体工艺简图

Fig. 3 Process diagram of the coupler

撑，使得钩体铸件钩身表面发现凹陷缺陷（图4）。

## 2 消失型芯撑特点与使用

### 2.1 消失型芯撑特点

消失型芯撑选用半硬型多孔可发性聚苯乙烯泡沫，其性能要达到密度 $15 \sim 30 \text{ kg/m}^3$ ，抗拉强度 $> 0.3 \text{ MPa}$ ，抗弯强度 $\geq 0.302 \text{ MPa}$ ，抗压强度 $\geq 0.122 \text{ MPa}$ ，热变形温度 $75 \text{ }^\circ\text{C}$ ，气化温度 $316 \text{ }^\circ\text{C}$ ，发气量 $1.05 \text{ cm}^3/\text{g}$ ，气化后残留物 $0.015\%$ ，吸水性 $< 1 \text{ kg/m}^3$ 。

由于半硬型多孔可发性聚苯乙烯泡沫具有比重轻、气化迅速、残留物少、成形加工方便、资源丰富和价格适中的优点，公司在实型铸造的基础上，进一步开辟了可发性聚苯乙烯泡沫应用的新途径，探索将可发性聚苯乙烯泡沫芯撑用于部分取代刚性“U”形钢制芯撑的作用，该方式既节约了金属材料，又保证了铸件质量。

### 2.2 消失型芯撑使用

公司根据钩体工艺实际生产情况，探索使用电热丝将半硬型多孔可发性聚苯乙烯泡沫切割成适合使用的芯撑尺寸结构，为了保证可发性聚苯乙烯泡沫芯撑在砂型中有合适的辅助使用强度及可操作性，尺寸设计为 $35 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \times 35 \text{ mm}$ ，每型放置6个，可发性聚苯乙烯泡沫芯撑具有易气化的材质特点，优先选择放置在冒口下方及远离内浇道处（图5）。

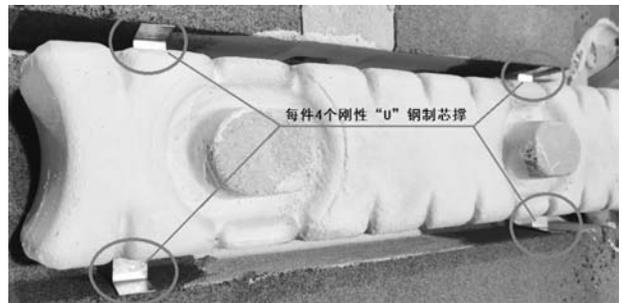


图4 钩身芯撑放置简图

Fig. 4 Placement diagram of the chaplet of the coupler

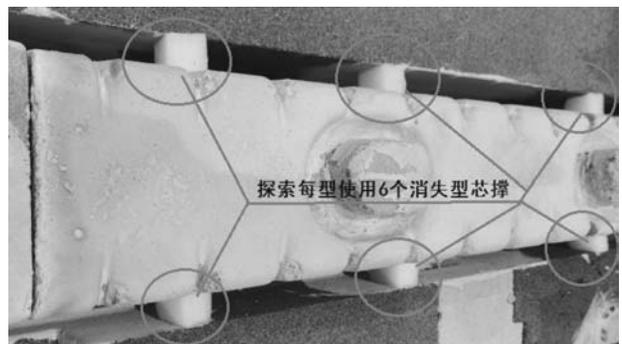


图5 钩身消失型芯撑放置简图

Fig. 5 Placement diagram of the disappearing chaplet of the coupler

### 3 解决效果

#### 3.1 试验生产

探索在钩体铸钢件钩身采用消失型芯撑，共试验生产3箱，每箱2件钩体铸钢件。经对试验钩体铸钢件完成清砂后，验证确认彻底消除了钩身使用刚性“U”形钢质芯撑引起的表面凹陷缺陷（图6）。按照正常生产工艺流程抛丸工序处理完毕后，使用超声波测厚



图6 采用消失型芯撑获得钩身表面

Fig. 6 The surface of the coupler obtained by the disappearing chaplet

#### 参考文献:

- [1] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册(5) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2] 郝占宽. 重载货车车钩缓冲装置安全性研究 [D]. 兰州: 兰州交通大学, 2016.
- [3] 徐贵宝, 曹健峰, 朱正锋. 中国铁路关键铸钢件生产质量控制 [J]. 铸造, 2010, 59(9): 973-976.
- [4] 李平. 铸钢冷却壁的铸造工艺 [J]. 铸造, 2011, 60(4): 404-406.
- [5] 樊超, 杜志强, 刘江, 等. 利用发热保温冒口解决钩体头部缩孔缺陷的探索 [J]. 铸造技术, 2017, 38(12): 3021-3023.
- [6] 樊超, 张挨元, 杜志强, 等. 一种模块化精益铸造生产方法 [J]. 铸造技术, 2020, 41(10): 943-945.
- [7] 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.
- [8] 杨绍清. 中国铁路重载运输货车技术发展 [M]. 北京: 铁道车辆, 2009: 23-24.

仪对钩身壁厚均匀性进行了检测，效果良好。

#### 3.2 批量化生产

采用消失型芯撑部分替代刚性“U”形钢质芯撑，后续共批量化生产10个冶炼炉次，共计266件，经确认，钩体铸钢件钩身两侧表面平整光滑，无缺陷，彻底消除了刚性“U”形钢质芯撑引起的表面凹陷缺陷，改善效果良好。

### 4 结束语

(1) 探索采用消失型芯撑，部分替代刚性“U”形钢质芯撑的试验方案是可行的，取得的效果是可靠的。

(2) 消失型芯撑属于常见性工程材料，在提升钩体铸钢件表面质量的同时，可进一步降低生产采购成本。

(3) 进一步探索试验将可发性聚苯乙烯泡沫切割成适合尺寸结构，预埋于钩舌产品不便脱模的位置，作为排气孔活块，浇注钢液气化后作为排气孔使用，试验效果正在验证中。

## Application of the Disappearing Chaplet in the Steel Castings of the Coupler Body

JIA Zhi-shu, FAN Chao, YU Da-wei, ZHANG Ai-yuan, Wang Hu-ming, Bao Xi-qing, MA Yan-wei, LIU Yue-hui, LI Wei-guo, GONGYE Ming-zhe  
(First Branch, Inner Mongolia First Machinery Group Co., Ltd., Baotou 014032, Inner Mongolia, China)

#### Abstract:

During the production process of the coupler steel castings, it is found that the coupler surface has a concave defect formed by the rigid “U”-shaped steel chaplet, with a large number of defective products and high rework cost. A common semi-rigid porous expandable polystyrene engineering material was explored to be thermally cut into solid block structure with appropriate size and partially used instead of the rigid “U” steel chaplet. After trial production and mass production, it is confirmed that the surface depression defects of the coupler steel castings have been significantly improved and achieved very good results. It has been widely used in the productions of other castings.

#### Key words:

coupler steel casting; rigid chaplet; surface depression defect; polystyrene