

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.02.009

# 一种中小型铸钢件精益化通用铸造生产方法

张挨元,贾枝树,樊超,刘跃辉,杜志强,刘江,张晓敏,韩宝,王虎明,王瑞

(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:**为降低中小型铸钢件在酯硬化水玻璃砂自动化生产线上的生产成本,消除传统砂铸产品突出质量问题,提出了一种中小型铸钢件精益化通用铸造生产方法,能够实现多品种、小批量、质量要求严的各类产品模型。利用通用外模相同结构与尺寸规格,在造型生产线上灵活生产,显著提高产品生产效率,保证产品质量和尺寸精度。结果表明,可以有效避免投入太多工装,节省模样管理场地和转运成本,降低装有模样的模板在转运过程中的安全操作风险,使多种类中小型铸钢件产品能够及时满足市场客户要求交货时间短的期望。

**关键词:**中小型铸钢件;通用精益铸造生产;酯硬化水玻璃砂

**中图分类号:** TG269

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-8365(2021)02-0108-05

## General Lean Production Method for Small to Medium Steel Castings

ZHANG Aiyuan, JIA Zhishu, FAN Chao, LIU Yuehui, DU Zhiqiang, LIU Jiang, ZHANG Xiaomin,

HAN Bao, WANG Huming, WANG Rui

(Inner Mongolia First Machinery Group Co., Ltd., First Branch, Baotou 014032, China)

**Abstract:** In order to reduce the production cost of small to medium steel castings in automatic production line of ester hardened sodium silicate and eliminate the series quality problems of traditional sand casting products, a general lean casting method for small to medium steel castings was proposed, which can be used to produce high quality castings with multiple types and small batch. Production results show that this method can effectively reduce costs foundry tooling, pattern management site and transportation, reduce the risk of pattern transportation and handling safety, and satisfy the customers' requirement of short leading time.

**Key words:** small to medium sized steel castings; general lean casting production method; ester hardened sodium silicate sand

现我公司利用升级换代新投产的酯硬化水玻璃砂自动化造型生产线,进行铸造多种类产品的生产,铸造生产向优质、精化、高性能、多品种、低耗能、低成本和低污染的方向发展。

钩舌是我公司中小型铸钢件中的典型产品,也是车钩的关键部件。铁路货车运行中,相邻的铁路货车通过钩舌与钩舌的配合相连,钩舌承受来自机车、车体、线路所引起的牵引、冲击等各种载荷,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,钩舌不允许出现任何质量问题。

本文作者根据钩舌的质量要求及结构特点,创

新设计了一种中小型铸钢件精益化通用铸造生产方法,成功实现钩舌类中小型铸钢件在酯硬化水玻璃砂自动化生产线上的批量化生产,显著降低生产成本、提高产品质量、减少工装投入费用、消除安全隐患,保证铸造尺寸精度,使钩舌类中小型铸钢件可根据铁路货车配件市场需要灵活上线排产。

## 1 传统钩舌类产品砂造型方法

当前铁路货车铸钢件厂家生产的钩舌类中小型铸钢件主要通过传统砂铸造方法生产,铸造生产的工艺流程为:准备砂箱、上模板、下模板和型砂,将砂箱放置于上/下模板上,加砂、震实台紧实,一次表干后翻转起模,获得上/下砂型钩舌本体外部轮廓结构,然后下芯,将钩舌内部的减轻芯放置在下砂型的型腔内,将上、下砂型合箱,浇注,落砂获得钩舌类铸件。之后,对铸件进行去冒口、除飞边、热处理、清理、机械加工,从而获得符合相关要求的产品。

由于造型过程中受环境温差大、设备砂量或液量输出不稳、砂型表干强度等实际因素影响,起模后

收稿日期:2020-11-12

作者简介:张挨元(1974-),内蒙古包头人,学士,高级工程师。主要从事铸造新工艺、新材料、新方法及计算机模拟等多方面的研究与管理。电话:13337199046, E-mail: zayglj@sina.com

通讯作者:樊超(1984-),内蒙古包头人,学士,工程师。主要从事铸造成型工艺及计算机模拟方面的工作。电话:15904728886, E-mail: fc15904728886@163.com

有时造成上/下砂型拉毛或损坏,需用修补砂将损坏的上/下砂型修复,易造成钩舌尺寸精度差、粘砂、夹砂等铸造缺陷发生的问题。

为了保证上/下模样强度和耐磨性,当前普遍采用金属材料制作专用模样及模板,加工难度大,准备周期长,对于钩舌类中小型铸钢件小批量或新产品试制而言,会增加铸造工装生产成本。另外,现有的铸造工艺,由于造型过程生产周期较长,难以满足短时间交货的要求。

因此,如何提高钩舌类中小型铸钢件铸造尺寸精度,减少铸件粘砂、夹砂等铸造缺陷,缩短铸造生产周期,并在新产品中小型铸钢件小批量试制生产时,降低铸造成本,是亟需解决的问题。

## 2 精益化通用铸造生产方法

现我公司提供了一种钩舌类中小型铸钢件精益化通用铸造方法,能够提高钩舌产品的铸造尺寸精度,减少铸件粘砂、夹砂等铸造缺陷,缩短中小型铸钢件产品铸造生产周期,在中小型铸钢件的新产品小批量试制生产时,能够显著降低铸造成本。具体实施步骤如下。

### 2.1 准备型砂,制备8套统一轮廓和尺寸的上、下模板及1套内包型芯盒

准备型砂是进行铸造的前提,优选酯硬化水玻璃砂作为造型的型砂,酯硬化水玻璃砂具备落砂容易、环保降成本的使用特点,可以保证钩舌的质量及生产效率。准备型砂可以用混砂机快速搅拌,以形成均匀的酯硬化水玻璃砂,保证钩舌砂型经表干炉烘干硬化后的强度。结合图1~图4,钩舌上/下模样和上/下内包型芯采用相同适合的统一轮廓和尺寸结构,尺寸设计为385 mm×315 mm×410 mm。为了顺利将钩舌内包型芯合体放入上/下模样形成的砂型框中,钩舌内包型芯合体与上/下模样配合间隙设置为0.5 mm。钩舌上/下模样为了合理利用型板的空间,将模样数量最大化放到型板上,本例模样在型板上设计布置为8套。为了顺利下芯和合

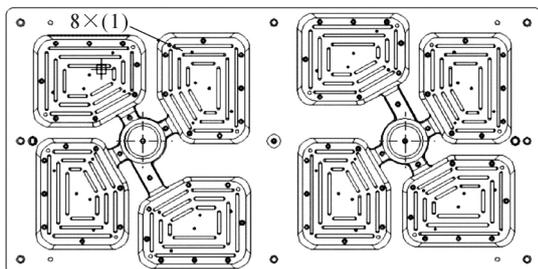


图1 上模板

Fig.1 Upper pattern plate

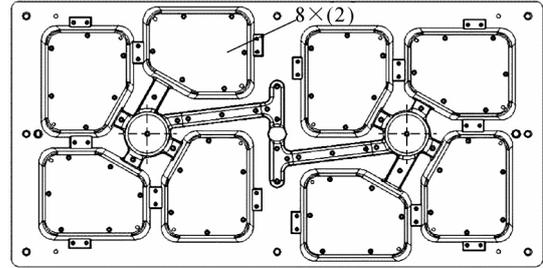


图2 下模板

Fig.2 Lower pattern plate

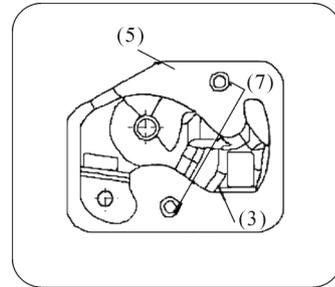


图3 上芯模

Fig.3 Upper Core box

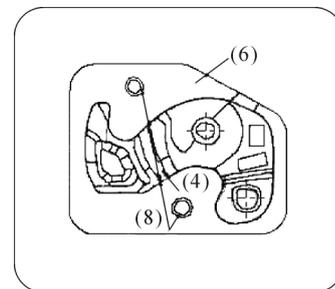


图4 下芯模

Fig.4 Lower Core box

箱,上模样拔模斜度设置为 $5^\circ$ ,下模样拔模斜度设置为 $3^\circ$ 。根据钩舌结构形状和砂型受力强度大小,将钩舌内包型芯芯头宽度设置为25~50 mm。钩舌模样分成上模样(1)和下模样(2),均用铸铝合金材质制作,小型板材质采用普通钢45,尺寸设计为1850 mm×950 mm,共两块,将上模样(1)和下模样(2)分别按照工艺,布置到两块小模板上。钩舌内包型芯分成上芯模(3)和下芯模(4),上芯模(3)和下芯模(4)采用铸铝合金材质制做,内包钩舌拔模斜度设置为 $0^\circ45'$ ,上芯模(3)和下芯模(4)相对应。上芯模(3)制做了上芯框(5),下芯模(4)制做了下芯框(6),芯框形成一个敞口的“桶状”箱体,材质采用铸铝合金,保证了上芯模(3)、下芯模(4)活块间配合的尺寸精度。钩舌上芯模(3)的分芯面与上芯框(5)底面的内表面接触,并固定在上芯框(5)底面上,下芯框(6)与上芯框(5)结构相互对称,钩舌下芯模(4)同样与下芯框(6)底面固定。

另根据浇注的需要,钩舌上芯模(3)与下芯模(4)在分芯面处设有形成浇注系统进浇道的模样部

分,其结构比较简单,在此不再详细描述。并且为了示图的简洁,图中仅示出形成横浇道和内浇道的模样部分。

为了防止合型时,钩舌上内包型芯和下内包型芯错位,上/下内包型芯的分芯面低于上/下砂型的分型面 15 mm,将上内包型芯分芯面完全置于下砂型中,防止钩舌上内包型芯与下内包型芯在分芯面错芯。在此基础上,上内包型芯和下内包型芯的芯头处还设有相应的定位结构,定位结构包括在上内包型芯与下内包型芯上制做对应的 2 处定位槽,配有 2 个定位芯,使用时先将定位芯放入到下内包型芯定位槽(8)中,放到位后,再将上内包型芯按照对应的定位配合位置放到下内包型芯上。钩舌上/下内包型芯定位槽可以通过放置合适的定位芯,保证配合位置能够相对应且能够相互配合。在钩舌上芯框(5)内的芯模底面空余位置与下芯框(6)内的芯模底面空余位置的表面上,装有对应的定位凸台,通过上芯框(5)形成的上砂芯在分芯面会形成一个上内包型芯定位凹槽(7),通过下芯框(6)形成的下型芯在分芯面会形成一个下内包型芯定位凹槽(8),定位芯形成是根据上、下定位凸台结构而设计的简单工装使用芯砂所制,能够与定位凹槽相配合,起到定位作用。

### 2.2 将型砂置入上/下箱框内

将砂箱通过定位销套在型板上,混砂机将混合好的酯硬化水玻璃砂加入上/下箱框内,震实刮平。图 5 和图 6,向芯框内加入芯砂的方法除手工打芯,还可以用射芯机完成,使加入芯框内的芯砂密度分布更均匀。

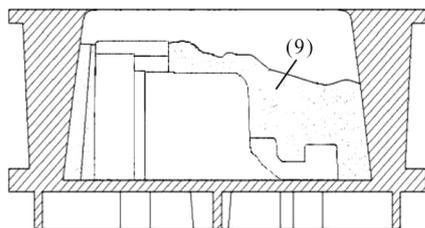


图 5 上芯框填砂  
Fig.5 Sand filling of upper core box

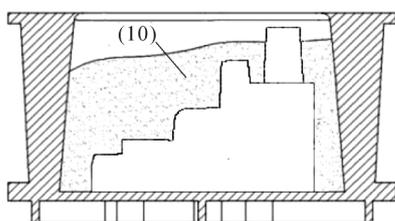


图 6 上芯框填砂  
Fig.6 Sand filling of lower core box

### 2.3 型砂经表干硬化后,翻转起模机将上砂型和下砂型脱出

图 7 至图 10,在常温下,酯硬化水玻璃砂能够自行硬化成型,并经转表干炉内进行表面烘干,经过一定时间,上模型(11)和下模型(12)内的型砂分别自行硬化形成上砂型和下砂型,翻转起模机将上模型和下模型脱掉,就可以得到完整的上砂型和下砂型。为防止脱模后,上砂型和下砂型发生变形,还需要将上砂型和下砂型放置在相应造型生产线运行的底板平面上,使其最终硬化,硬度达到预定的要求。

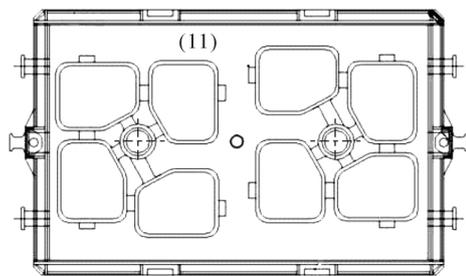


图 7 上砂型  
Fig.7 Upper sand mold

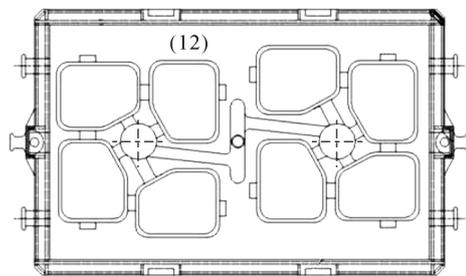


图 8 下砂型  
Fig.8 Lower sand mold

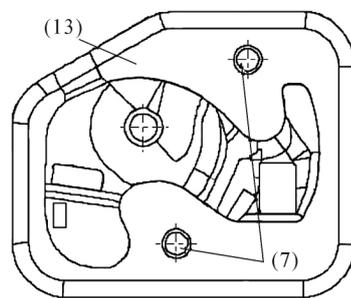


图 9 上型芯  
Fig.9 Upper sand core

### 2.4 将与上/下砂型对应统一轮廓和尺寸的上/下内包型芯组合

图 11 和图 12,由于形成的上砂型在分型面上形成与上内包型芯相应的凹坑,下砂型在分型面上形成与下内包型芯相应的凹坑,将下内包型芯放入下砂型的凹坑中,然后将上内包型芯通过芯头上的定位芯,顺利导入放入下砂型中与下内包型芯的相互配合,并且上内包型芯与下内包型芯形成的分芯

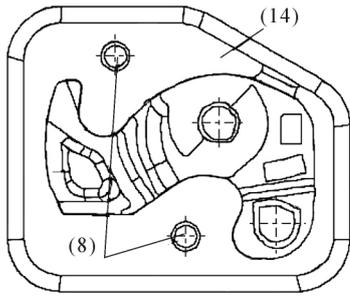


图 10 下型芯  
Fig.10 Lower sand core

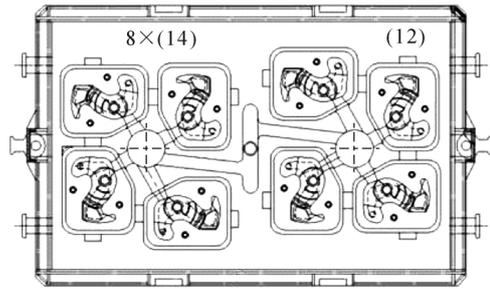


图 12 下砂型内下芯  
Fig.12 Put the core in the lower sand model

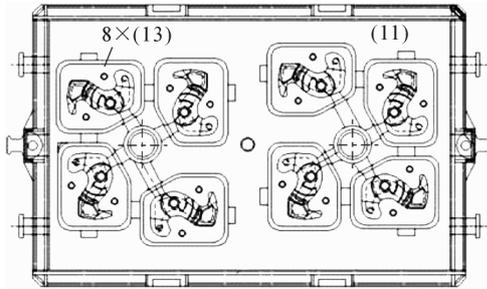


图 11 上砂型内下芯  
Fig.11 Put the core in lower sand mold

面比下砂型分型面低 15 mm,实现了钩舌上内包型芯与下内包型芯的精确双定位,防止钩舌上内包型芯与下内包型芯错位。

在合芯合型之前,将钩舌具有减轻钩舌重量的型芯安放在钩舌内包型芯腔内的相应位置。

### 2.5 将上砂型和下砂型对应后合型

为了便于下芯与合型,将上模样拔模斜度设置为 5°,下模样拔模斜度设置为 3°,同时对多个组合砂芯进行浇注,还需要相应的浇注系统,如图 13,多个组合砂芯设有一个浇口杯,浇口杯能够和直浇道、横浇道及各个组合砂芯的内浇道相通。为防止在浇注时,因钢液冲击力和压差产生的抬箱力,影响钩舌尺寸精度,合型后,在上砂箱与下砂箱外侧相对应配合形成的 4 个楔形处装上箱卡,浇注冷却一定时间后,去除箱卡。

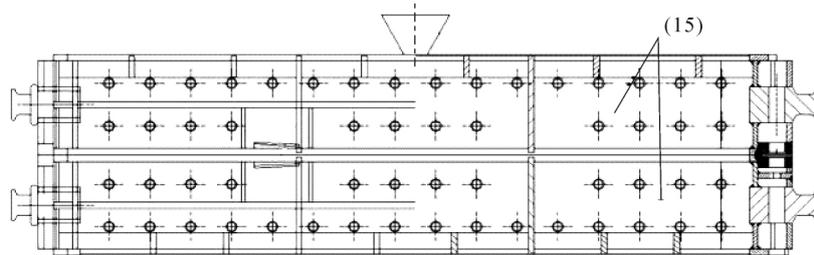


图 13 上下砂型合箱  
Fig.13 Close the lower and upper mold

### 2.6 平稳移放到浇注平台上,浇注

将钢液通过浇口杯浇入砂型合型的型腔内。浇注完成后,经过相应的冷却,就可以进行落砂,然后去除铸件冒口和飞边、热处理、清理、机械加工处理后,获得合格的钩舌类中小型铸钢件。

造型采用的型砂不限于酯硬化水玻璃砂,还可以采用其他的型砂进行造型,比如:可以采用普通水玻璃型砂,采用吹二氧化碳的方式使型砂硬化,也可采用加热硬化或在硬化剂作用下使型砂自行硬化,也可以采用树脂砂,比如酸固化呋喃树脂砂、酯固化碱性酚醛树脂砂等,使型砂能够在常温下硬化成型。另外制做钩舌模型、芯模也不限于上述的材料。定位结构和使用数量也不限上述结构,也可以采用其它具体的外形结构和使用数量来实现,同样能够达到定位的目的。

## 3 结语

(1)解决了钩舌类中小型铸钢件不允许存在铸造斜度的问题,进一步提高钩舌类中小型铸钢件的铸造尺寸精度。

(2)因实际生产中客观因素引起砂型起模损坏的不良条件下,可以不用担心在该环境下,对钩舌类中小型铸钢件铸件质量造成尺寸精度和铸造缺陷的任何影响,明显减少了铸件粘砂、夹砂等铸造缺陷,并且可进一步缩短钩舌类中小型铸钢件铸造生产周期,在新产品中小型铸钢件小批量试生产时,能够降低铸造成本。

(3)该中小型铸钢件通用铸造方法优势是将分芯面设置在分型面以下 15 mm,并且上/下内包型芯通过放入芯头上定位槽中的定位芯进行固定,

完全避免钩舌类中小型铸钢件铸件因错型 / 错芯问题造成废品率高的问题。

(4)创新设计与应用该中小型铸钢件精益化通用铸造生产方法具有非常强的实用性和可靠性,国家专利局现已受理该发明专利。

参考文献:

[1] 李晨希.铸造工艺设计计及铸件缺陷控制[M].北京:化学工业出

版社,2009.

[2] 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.

[3] 樊超,王光明,张挨元,等. ProCAST 模拟仿真技术在铸钢件缺陷预测中的应用[J]. 铸造技术,2019,40(7):705-707.

[4] 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.

# 河北省冀州市华北铸钉铸造工具总厂



冀州市华北铸钉铸造工具总厂座落于河北省冀州市城南白庄工业区,紧靠全国大动脉京九、石梅铁路,交通十分便利。我厂是生产铸顶(泥芯撑)、羊毛掸笔、硬扫笔、圆水笔的专业厂家。建厂36多年来,技术设备先进,产品销往全国各地,深受用户欢迎。本厂始终承诺:诚信至上,守信誉,质高价低,实行三包,交货及时,代办发运,可供图订做。热情欢迎国内外人来电选购。

## 四同

同类产品比质量 同等质量比价格  
同样价格比服务 同等服务比速度

## 两免

免费为客户提供产品技术咨询  
免费为客户提供初期试用产品

一、常用修造工具规格(材质为不锈钢或弹簧钢)

/mm

名称	型号	规格	名称	型号	规格	名称	型号	规格	名称	型号	规格
刮刀	2#	160×45	秋叶	1#	180×30	三角光子	2#	50×30	东北压钩	1#	270×50
尖刮刀	3#	140×35	单头钢批	2#	240×22	蛋圆光子	1#	75×50	圆型钩	2#	200×30
提钩	2#	350×15	单头钢批	3#	210×20	压钩	1#	270×50	长把压钩	1#	220×30
提钩	4#	300×10	法兰钩	1#	270×14	压钩	2#	240×45	柳叶钩	1#	240×40
钢批钩	1#	280×16	榔头铲	1#	240×24	单齐压钩	2#	240×45	单开提钩	2#	320×12

二、掸笔、硬扫笔:20~120mm 10个品种;圆水笔:12~17mm 3个品种;

三、铸顶(芯撑)有圆、方、长方形,单、双、多柱、异形铸顶等各种铸铁、铸钢用铸顶材质为A3或A3F,表面镀锌、镀锡等;

四、过滤网、木型工具、皮风箱、铸尺、百叶轮、角磨片、树脂油、固化剂、粘剂、木型锤等。



图中从左至右依次为:1.刮刀 2.尖刮刀 3.压勺 4.单齐压勺 5.提钩 6.单头钢批 7.秋叶 8.单开提钩 9.法兰钩 10.钢批钩 11.掸笔、扫笔 12.圆水笔 13.铸顶

## 诚征各地代理商

厂址:河北省冀州市城南白庄工业区(053200) 联系人:白英韩 13831863803 白其水 13582484193 (中国农行金穗卡,户名:白英韩 卡号:9559982130332490310)  
电话/传真:0318-8682135 网址:www.hbzhs.com E-mail:hbbyh@hbzhz.com 银行汇款:冀州市华北铸钉铸造工具总厂 开户行:市中行 帐号:100148643069

### 经销处

哈尔滨市铸材门市部 13831863803 包头市铸材经销处 13633184318  
杭州市中亚铸材有限公司 13932860882 贵阳市忠信铸材公司 13831888322  
长沙市铸材办事处 13831823340 南宁市铸材办事处 13931810511  
上海市铸材办事处 13932894585 南宁市铸材办事处 0771-8994686

本单位为一般纳税人,增值发票税率17%。