DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.12.008

# 垂直线生产的可锻铸铁管件夹渣缺陷分析

艾晨光[1],张晓娟[2],苑少强[2]

(1.河北建支铸造集团有限公司,河北 唐山 064100;2. 河北省智能装备数字化设计及过程仿真重点实验室 唐山学院,河北 唐山 063000)

**摘　要**:采用垂直造型线生产可锻铸铁管件已成为可锻铸铁行业主要生产方式。自引进迪砂垂直线后,可锻铸铁管件的夹渣缺陷是阻碍其正常生产的主要原因。经反复试验,查找管件夹渣缺陷产生的原因,研究改进措施,最终摸索出一套成功的方案,即改进垂直浇注系统,增加各种集渣、挡渣结构等。结果表明,管件的夹渣率由20%降至3%以下,夹渣废品率由10%降至0.5%以下,达到了管件批量生产要求。

**关键词**:浇注系统;浇道阻流集渣结构;浇道末端集渣结构

**中图分类号**:TG245　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2021)12-1038-03

# Analysis on Slag inclusion Defects of Malleable Cast Iron Pipes Produced in Vertical Molding Line

AI Chenguang[1], ZHANG Xiaojuan[2], YUAN Shaoqiang[2]

(1. Hebei Jianzhi Casting Group Co., Ltd., Tangshan 064100, China; 2. Key Lab of Intelligent Equipment Digital Design and Process Simulation, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

**Abstract**: Production of malleable cast iron pipe by vertical molding line has become the main production mode in malleable cast iron industry. Slag inclusion defect of malleable cast iron pipe is the main reason hindering its normal production after the introduction of DISA vertical line. Through repeated tests, the causes of slag inclusion defects in pipe fittings were found, and improvement measures were studied. Finally, a successful scheme was found, that is, the vertical gating system was improved, and various slag collection and slag retaining structures were added. The results show that the slag inclusion rate of pipe fittings decreases from 20% to less than 3%, and the slag rejection rate decreases from 10% to less than 0.5%, which meets the requirements of pipe fittings mass production.

**Key words**: gating system; gating end well and extension for slag collection; slag collection parts

采用DISA造型线生产可锻铸铁管件以来,铸造合格率低是制约垂直线正常生产的根本问题,已经严重制约了垂直线提产和达产目标的实现。管件夹渣缺陷是可锻铸铁铸件致废的主要原因之一,夹渣比例约20%,夹渣废品率约10%,分析夹渣废品发现缺陷多位于铸件内部,只能在成品检验工序才能发现,增加生产成本。分析整箱铸件发现夹渣缺陷主要出现在下部1/2区域,特别是竖直横浇道经过暗冒部位夹渣缺陷尤为严重。

鉴于可锻铸铁管件多为小件,垂直模具多为多簇多层设计,如图1,且具有多层同时浇注的特点,如果浇注系统不设置挡渣结构,铁液中的渣将大概率直接进入铸件。因此需重点考虑垂直线浇注系统的挡渣问题。经过模具维修小组近几年的摸索研究,我们积累了一些经验,也取得了较好的改进效果。

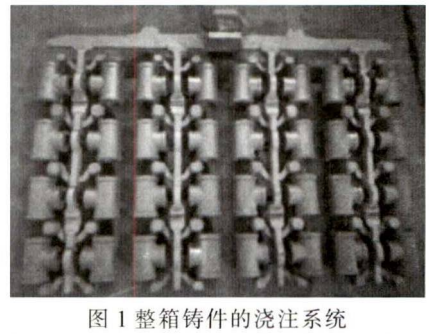


图1 整箱铸件的浇注系统

Fig.1 Gating system of pipe castings for the whole mold

## 1　调整浇注系统截面比例,提高挡渣效果

最初垂直线模具制作时,因缺乏垂直线生产工艺的经验完全套用可锻铸铁管件水平浇注模具的制作经验,没有对提高模具自身的挡渣问题给予足够重视,一度曾采用人工安放陶瓷过滤片的方法进行挡

**收稿日期**:2021-08-11

**基金项目**:唐山市科技创新团队培养计划项目(20130209D)

**作者简介**:艾晨光(1982—),河北玉田人,工程师.主要从事铸件新产品开发及质量管理方面的工作.

电话:13832945475,Email:30182063@qq.com

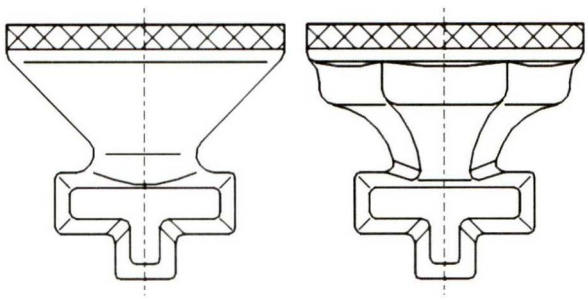
渣，虽取得一定的效果，但却增加了生产成本，同时生产效率由400箱/h降至300箱/h，降低了25%。

起初设计的模具浇注系统重点关注充型和补缩问题，采用的是封闭—开放式浇注系统，通过查阅铸造工艺手册了解到封闭式浇注系统的挡渣效果是最好的，随后我们开始研究如何实现浇注系统的封闭问题，参考水平浇注模具设计参数，综合考虑充型、补缩和挡渣问题，经过近两个月的反复试验，管件夹渣比例降至10%左右。最终确定封闭式浇注系统比例关系，即 $F_{浇口杯截面积}$:$F_{水平横浇道截面积}$:$F_{竖直横浇道截面积}$=1.2:1.0:0.8。浇注系统修改后浇注操作可控性明显改善。

## 2　改进浇注系统各组元型式及尺寸

### 2.1　改进浇口杯结构尺寸

起初设计的浇口杯为圆锥形的，如图2(a)。通过分析及现场观察发现垂直分型造型工艺采用圆锥形浇口杯，当浇注时铁液在浇口杯内旋转容易将铁液中杂质卷入浇道，不利于杂质上浮。随后查阅文献[1-3]，将浇口杯改成六边形，如图2(b)，改进后取得了较好的效果。



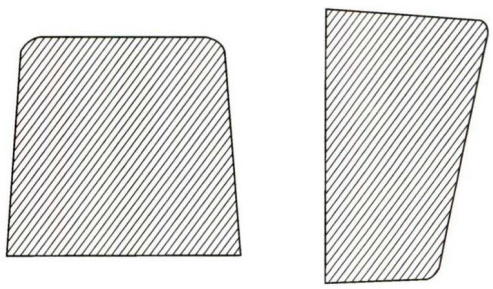
(a)圆锥形　　(b)六边形

图2 浇口杯形状

Fig.2 The shape of pouring cup

### 2.2　改进水平横浇道的截面形状，便于铁液中的杂质上浮

起初的水平横浇道截面为近似正方形，正方形浇道的充型效果好，但其浮渣效果较差。结合垂直线造型工艺的特点，将水平横浇道的截面形状改为窄而高的梯形，如图3。改进后的浇道特点：浇道宽度增加0.5～1.0倍，厚度减小1/2；浇道上宽下窄，上下宽度比为(1.5～2.0):1.0。梯形截面能使铁液快速充满浇道底部为铁液中杂质上浮创造有利条件。



(a)正方形　　(b)梯形

图3 水平横浇道截面图

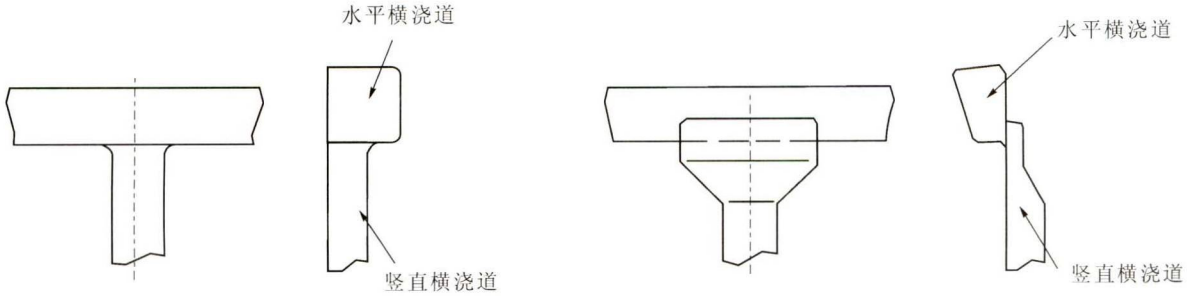
Fig.3 Section of runners

### 2.3　改进水平横浇道与竖直横浇道搭接结构尺寸

改前水平横浇道与竖直横浇道采用直接对接的方式连接，如图4(a)，水平和竖直横浇道位于同一块型板上，浇道自身的挡渣能力较差。为提高浇道挡渣能力，改后水平横浇道与竖直横浇道采用搭接的方式连接，如图4(b)，水平和竖直横浇道分别位于位于正反两块型板上，搭接截面由正方形结构改为压边结构。竖直横浇道的压边结构厚度不大于5 mm；水平竖浇道与竖直横浇道搭接宽度较竖直横浇道薄片的厚度加1 mm；改进后的搭接结构与改进后的水平横浇道配合使用更能提高水平横浇道的挡渣效果。铁液流经浇道后能快速充满水平横浇道的底部，铁液中渣能更快速的上浮到与竖直横浇道搭接区域以上部分；从而大大降低铁液中杂质被裹挟进竖直横浇道几率。

### 2.4　改进竖直横浇道结构，增加集渣包

通过修改水平竖浇道截面形式及水平和竖直横浇道的搭接形式，可锻铸铁管件的夹渣率降至10%左右，夹渣废品率降至3%左右，勉强达到小批量生产要求。为尽快达到批量生产要求，组建了垂直线模具夹渣缺陷攻坚小组，继续深入研究管




(a)对接　　(b)搭接

图4 横浇道连接方式

Fig.4 Connection of runners

件夹渣缺陷。经反复试验，发现可锻铸铁管件的垂直线模具的多簇多层的特点部分抵消了横浇道的挡渣能力。简单的逐层递减竖直横浇道截面积不能有效挡渣，必须采取措施对进入竖直横浇道的铁液流量加以控制，使竖直横浇道始终处于完全充满状态或分段充满状态，从而提高整个浇注系统的挡渣能力。

借鉴水平与竖直横浇道的搭接结构对竖直横浇道加以改进，增加挡渣结构。改进后的竖直横浇道增加浇道往返，设置阻流截面，并将集渣包截面设计成楔形结构，如图 5 所示。阻流截面厚度一般 b 不大于 5 mm，铁液流入端的阻流截面面积大于铁液流入端的阻流截面面积；集渣包楔形结构截面的下边宽度等于竖直横浇道薄片的厚度，顶部宽度约为竖直横浇道薄片厚度的 2～3 倍。竖直横浇道结构改进后，因集渣包前的铁液流量大于经过集渣包后的铁液流量，铁液快速充满集渣包，能使铁液中杂质快速上浮到集渣包顶部尖角处能减轻渣倍铁液流裹挟进竖直横浇道，从而降低了渣进入竖直横浇道、暗冒和铸件的几率。经多次试验浇注和小批量试产，夹渣率降至 3%以下，夹渣废品率降至 0.5%以下，达到了管件批量生产要求。

### 2.5　设置集渣结构

因为垂直线模具的浇道较长，铁液的冲刷力较大，在浇注系统各部分的末端设置集渣结构，如浇口杯底部、水平横浇道和竖浇道末端设置集渣结构，如图 6，收集头股脏、冷铁液，避免其进入铸件产生夹渣缺陷。

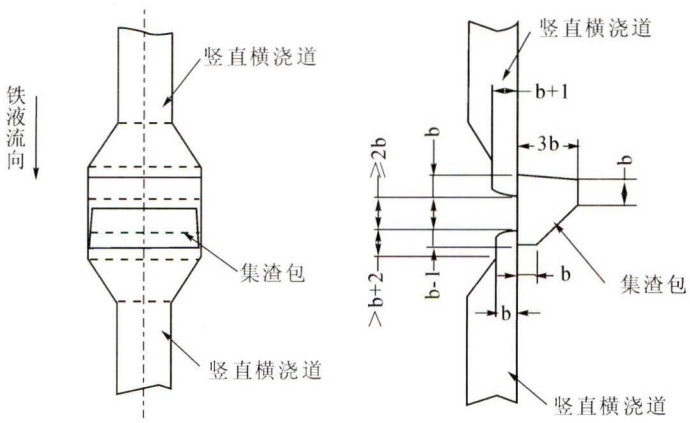



图 5 竖直浇道的阻流集渣结构

Fig.5 Schematic slag collection parts in vertical runner

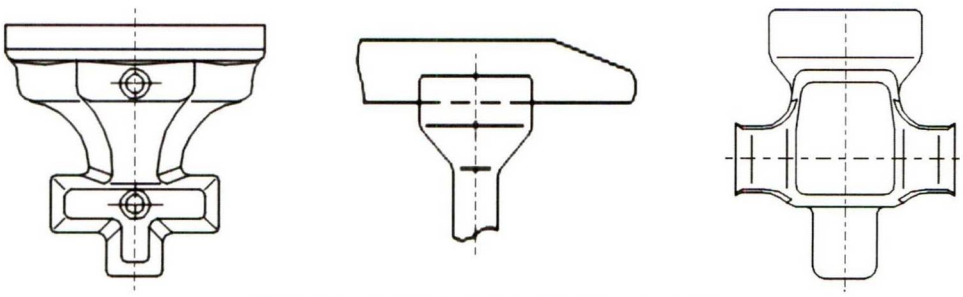


图 6 浇口杯、水平横浇道与竖直浇道末端结构

Fig.6 Sketch structures of pouring cup, horizontal runner and ends of vertical gating

## 3　结语

(1)通过改进水平横浇道和竖直横浇道的结构及尺寸后，实现浇注系统封闭式设计，增加浇道末端夹渣结构，垂直线生产的可锻铸铁管件的夹渣缺陷降至 3%以下，废品率降至 0.5%，达到批量生产要求。

(2)管件夹渣废品是废品主要原因，占废品的 93%。经过改进，夹渣缺陷大幅降低，总废品率仅为 2%，其中夹渣废品为 0.5%，占总废品率的 25%。

**参考文献：**

[1] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册：铸造工艺(第二版)[M]. 北京：机械工业出版社，2010.

[2] 李昂，吴密. 铸造工艺设计技术及生产质量控制实用手册[M]. 河北：金版电子出版社，2003.