



大型轧钢机机架的铸造工艺

■ 郑朝军

摘要：分析了大型轧钢机精轧机架的机构特点及生产难点。生产中采用呋喃树脂砂造型，利用计算机模拟铸件凝固过程，预测缩孔及缩松等缺陷部位，优化工艺方案，给出合理的浇注系统及冒口参数。

关键词：机架；工艺设计；模拟；优化方案

我公司具有多年的轧钢机机架生产经验，年产铸钢件40000t，其中轧机机架占60%以上。如何降低生产成本，提高铸件生产综合工艺水平一直是技术人员追求的目标。生产实践证明，合理的铸造工艺设计，严格的过程控制，可以有效地保证铸件合格率，提高企业效益。

一、零件的结构特点

以某大型轧钢机精轧机架为例，铸件最大外形尺寸为9555mm×4650mm×700mm，净重为120.4t，材质为ZG270-500，属于典型的厚壁板状类大型铸件，具体结构如图1所示。

二、技术难点

(1) 铸件长、宽、高比例相差悬殊，在凝固过程中极易产生变形、缩孔、缩松等缺陷，其收缩率、加工余量、冒口尺寸等参数难以确定。

(2) 轧机机架工作时承受全部轧制力，是轧钢机最重要的

部件之一，设计对铸件的强度、刚度、冲击吸收能量、断面收缩率等力学性能有严格要求。

三、工艺设计

1. 铸造工艺方案的确定

(1) 浇注位置及分型面的选择 根据铸件的结构特点，采取两箱造型，分型面为铸件上表面，分型面以上为冒口，铸件全部在分型面以下。采用单层侧进式浇注系统，具体形式如图2所示。

(2) 造型方法及砂型种类 该件选择呋喃树脂砂地坑造型。分型面以下采用木制模样制作砂型，分型面以上采用砂箱造型。砂型面砂采用铬铁矿砂，背砂使用硅砂。树脂砂机自动混砂，手工放砂造型。

2. 主要工艺参数

(1) 铸件线收缩率 根据生产经验，铸件长、宽、高方向选用不同的线收缩率，详见表1。

(2) 机加工余量 考虑手工造型，砂型紧实度等条件不稳定，而且铸件结构比例差别大，导致铸件线收缩率的不确定性，结合以往生产经验，确定铸件侧面及底面加工余量为25mm，上表面为30mm，不加工面余量为3mm打磨量可以有效地保证铸件尺寸，而且不会对划线等工序带来太多的困难。

3. 浇注系统设计

(1) 浇注系统的类型 我厂

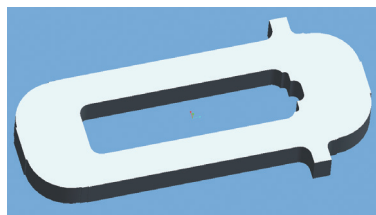


图1 铸件结构

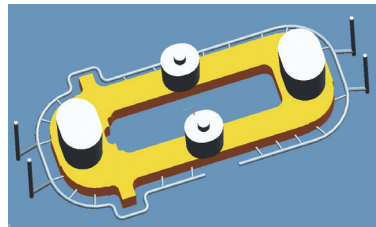


图2 机架铸造工艺

铸钢件均为柱塞底注式浇包，为防止钢液溢至型外而采用非充满式浇道^[1]。该类型浇道利于钢液平稳充型，防止钢液在充型过程中溅起及剧烈扰动，卷入空气或形成氧化夹渣。考虑到钢液量多，在浇道内流经的时间长，为避免钢液充蚀砂型，浇注系统全部选用耐热陶瓷圆管。

(2) 浇注系统的尺寸 根据相关资料介绍及多年的生产实践，浇注系统各部位截面积比例为^[2]： $\Sigma A_{包} : \Sigma A_{直} : \Sigma A_{横} : \Sigma A_{内} = 1 : 1.8 \sim 2 : 1.8 \sim 2 : 2 \sim 2.5$ 。根据铸造手册和公司内部铸钢件设计规范，对于此类铸件应确保钢液在砂型内的上升速度不低于8mm/s，从而确定钢包包孔尺寸及数量为 $\phi 110\text{mm} \times 4$ 个，按比例确定直浇道、横浇道尺寸均为 $\phi 140\text{mm}$ ，内浇道尺寸及数量为 $\phi 80\text{mm} \times 20$ 个。

4. 冒口设计

我厂典型的轧钢机机架冒口设计方案为4个明冒口，位置为两个横梁各设置一个，两个立柱各设置一个，任意两个冒口间位置均设置冷铁（见图3），以延长冒口末端区，利于冒口对铸件的补缩。冒口尺寸设计原则为保证冒口与补缩区域的模数比为1.2~1.3，横梁部位冒口延续度 $\geq 35\%$ ，立柱部位冒口延续度 $\geq 20\%$ ，冒口的长宽比 ≤ 1.5 ，高宽比 ≤ 1.3 。这样的工艺方案持续了多年，查找资料及走访相关单位冒口设置方案基本相同^[3]。但实际计算发现，这样的方案最大的弊端为立柱冒口高宽比偏大，浪费钢液。本次工艺人员将

立柱上的明冒口改为暗冒口，其高宽比为1.3。同时为了后续补浇，将暗冒口的出气孔设置为 $\phi 400\text{mm}$ 。利用Magmasoft软件对工艺进行优化模拟，结果显示铸件内无缩孔、缩松缺陷，满足设计要求。新的冒口设计方案比原方案少用钢液5986kg，铸件工艺出品率提高1.6%。

5. 铸件浇注方案

浇注分两次完成，共需钢液230t。第一次浇注需钢液198.5t，钢液分两个精炼吊包，每包包孔尺寸及数量为 $\phi 110\text{mm} \times 2$ 个。均装钢液99.25t。浇注温度1545~1555℃。浇注时同时打开两包4孔全流浇注，第一次浇注结束后冒口内液面距离分型面1100mm，第二次浇注在第一次浇注后1.5~2h进行，需钢液31.5t，浇注温度高于1600℃。通

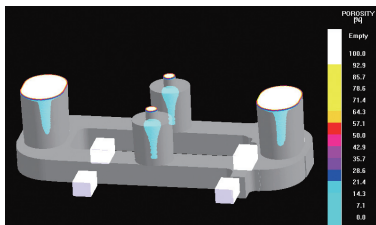


图3 缺陷概率参数

表1 铸件线收缩率 (%)

外轮廓长度方向	2.0
外轮廓高度、宽度方向	2.1
窗口长度方向	1.0
窗口宽度方向	0.5

表2 铸件力学性能要求

抗拉强度 σ_b /MPa	屈服强度 σ_s /MPa	断后伸长率 δ_5 (%)	断面收缩率 ψ (%)	冲击吸收能量 A_{KV} /J
≥ 500	≥ 270	≥ 22	≥ 25	≥ 22

作者简介：郑朝军，中国第一重型机械股份公司，铸造工艺员，从事大型铸钢件工艺编制。

过专用浇口补浇，第二次浇注后冒口高度为1780mm左右。

四、试验结果

铸件落砂热处理后进行喷丸处理，喷丸后铸件表面没有粘砂，外形尺寸满足设计要求，加工余量满足加工要求，超声波检测无严重超标缺陷，达到了规定要求。对铸件本体附铸试块进行力学性能检验，各项指标满足设计要求（见表2）。

五、结语

合理的工艺方案可以极大地提高钢液利用率，降低生产成本。我厂在与同类产品生产厂做工艺对比时发现，各自生产的某型完全相同的轧钢机机架，我厂应用文中所述改进后的冒口设计方案，单件节省钢液3274kg，取得了较好的经济效益。

参考文献

- [1] 王文清，李魁盛.铸造工艺学[M].北京:机械工业出版社，2002.
- [2] 王君卿，等.铸造手册[M].2版.北京:机械工业出版社，2003.
- [3] 刘小刚，等.大型轧钢机机架凝固过程温度场应力场模拟分析[J].铸造，2006.9(55):922.

MW 20161018