

球墨铸铁管接头铸造 工艺的优化及应用

山东滨州三力机械制造有限公司 (256606) 侯贺涛 刘向芹
山东滨州海得曲轴有限责任公司 (256606) 李翠翠

我公司生产的出口铸件——球墨铸铁管接头结构简单、品种型号多，有十余种口径尺寸，如三通（包括带螺纹三通、无螺纹三通）、二通（包括 90°弯管、45°弯管、22.5°弯管和变径管等），要求能够承受一定水压（1.2 ~ 1.5MPa），厚度均匀（有 6.5mm、6.9mm、7.1mm 和 12.1mm 几种规格），材质要求为 QT450—10。

下面以 $\phi 152.4\text{mm}$ (6in) 三通管为例，对其铸造工艺方案进行比较与改进。

1. 原工艺方案

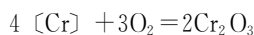
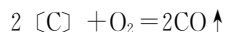
原铸造工艺如图 1 所示。

我厂生产的 $\phi 101.6\text{mm}$ (4in) 以上的管件均采用树脂砂造型，并设计封闭式浇注系统，经计算： $F_{横} = 7.28\text{cm}^2$ ， $F_{直} = 8.04\text{cm}^2$ ($\phi 32\text{mm}$)， $F_{内} = 3.36\text{cm}^2$ ， $\Sigma F_{内} = 6.72\text{cm}^2$ 。暗冒口①、②的尺寸为 $\phi 48\text{mm}$ ，球形冒口③、④、⑤、⑥的尺寸为 $\phi 25\text{mm}$ ，出气冒口⑦、⑧、⑨的尺寸为 $\phi 10\text{mm}$ 。

生产 00Cr 系超低碳不锈钢时，应充分还原调整高碱度精炼渣，透气砖吹氩搅拌，均匀钢液的化学成分 ($w_C = 0.2\% \sim 0.6\%$ 、 $w_{Si} \leq 0.2\%$ 、 $w_{Cr} = 11.5\% \sim 12\%$ 、 $w_{Ni} = 3.5\% \sim 4.0\%$ 、 $w_{Mo} = 0.40\% \sim 0.43\%$) 和温度，电极埋弧加热控制钢液的温度，钢液温度 $\geq 1650^\circ\text{C}$ 扒渣进入 VOD。

4. 25t 精炼包 VOD 工位的精炼

VOD 精炼法是真空吹氧脱碳法的简称（源自英文 VACUUM OXYGEN DECARBURIZATION 的字头），其结构一般由真空罐、精炼盛钢桶、真空泵、氧枪、加料系统、终点控制仪表和取样测温装置等组成。因我公司采用 10tAC 炉 + 25tLF—VOD 精炼炉三联组合冶炼 00Cr 系超低碳不锈钢，所以结构上省去了加料系统和取样测温装置；终点控制仪表采用最先进的氧浓度仪代替氧浓差电池；真空泵也采用最先进的德国莱宝机械泵代替传统蒸汽泵。另外，把加料调整成分和取样操作放在 LF 工位进行。VOD 精炼法主要化学反应原理如下：



平衡时还有： $\text{Cr}_3\text{O}_4 + 4[\text{C}] = 3[\text{Cr}] + 4\text{CO} \uparrow$

由此可见，00Cr 系超低碳不锈钢脱碳的主要影响因素是温度和 CO 分压，在精炼钢包包衬能承受的情况下适当提高冶炼温度和真空度有利于降碳保铬。针对我公司的实际情况，温度提升到 1680°C 进入 VOD，真空度提高到 6~8kPa 吹氧精炼，待真空度明显上升，氧浓度表出现拐点时停氧高真空（67Pa）碳脱氧，保持 15min 破真调整出钢。

四、攻关效果

经近一年的技术攻关，LF-VOD 精炼 00Cr 系超低碳不锈钢基本形成了规范工艺，进入正常生产，各项冶炼指标均良好。

(1) 据现场不完全统计，我公司 25tLF-VOD 精炼包单包超低碳冶炼次数高达 8 次，如果再加上其他钢种，LF 冶炼次数已超过 30 次，这两项指标均处于国内领先水平。

(2) VOD 精炼吹氧脱碳量最低可达 $w_C \leq 0.01\%$ ，完全可满足 00Cr 系超低碳不锈钢的冶炼技术 ($w_C \leq 0.03\%$) 要求。

(3) LF 和 VOD 精炼后的钢液气体含量均良好，氢含量最低为 0.93×10^{-6} ，氧含量最低为 75.95×10^{-6} 。

MW (20080111)

经长期的生产实践发现,原工艺存在以下不足:

- (1) 浇注温度低时会造成各冒口下出现局部缩松。
- (2) 图1中所示的a~i共9个位置在打压过程中存在漏水点。

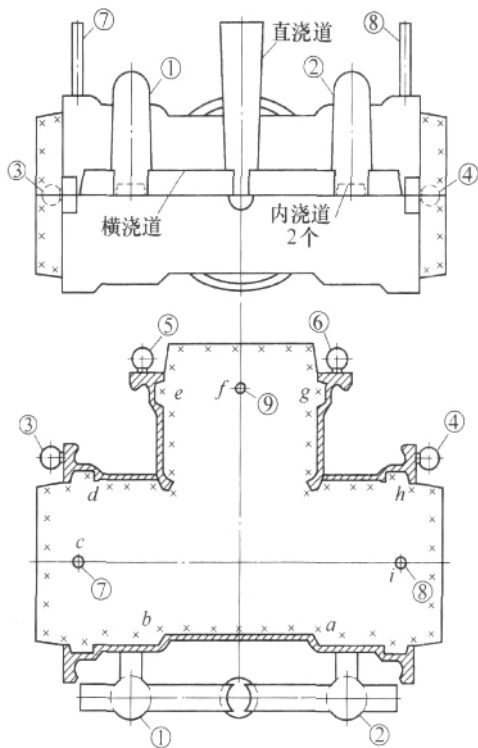


图 1

- (3) 废品率较高,成品率为65%~70%,工艺出品率仅为65%左右。

针对以上问题,我们进行了大量的分析,考虑到球墨铸铁以糊状方式凝固,补缩困难,冒口过大并不能有效补缩,因此决定采用无冒口工艺进行试验,并确定了最终生产工艺方案。

2. 改进后的工艺方案

改进后的铸造工艺如图2所示。

(1) 浇注系统 采用半封闭式浇注系统, $F_{横} > F_{直} > \sum F_{内}$, 确定 $F_{横} = 11.4\text{cm}^2$ 、 $F_{直} = 10.18\text{cm}^2$ ($\phi 36\text{mm}$)、 $F_{内} = 2.4\text{cm}^2$, $\sum F_{内} = 9.6\text{cm}^2$ 。在原工艺的基础上,内浇口由两个增加到4个,去掉①~⑨冒口,把⑦、⑧、⑨圆形出气冒口改为1#、2#、3#明出气片冒口(见图2),在远离浇注系统的挂耳处放置外冷铁(图中所示I、II、III、IV位置),尺寸为30mm×12mm,同时提高水平压头距离,在直浇道上方放置浇口杯,高度为80mm。

(2) 熔炼 采用中频感应电炉熔炼,浇注温度控制在1380~1480℃,严格控制碳当量(CE)在4.80%~

4.90%之间,有利于石墨化,铁液流动性好,可减少缩松倾向。控制 $w_{Mg\text{残}} = 0.040\% \sim 0.060\%$ 、 $w_{RE\text{残}} = 0.030\% \sim 0.050\%$ 、 $w_S = 0.030\% \sim 0.040\%$,浇注过程中采用随流二次孕育,控制终硅量在2.90%~3.10%。

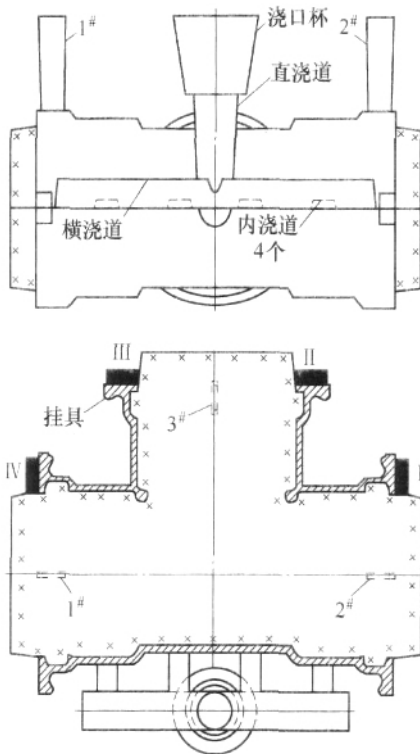


图 2

3. 工艺改进前后对比

(1) 改进后的工艺为实现无冒口铸造创造了条件,满足了砂型强度高、铁液冶金质量优的要求,壁厚均匀,可实现同时凝固。

(2) 应用改进工艺后,打压过程中的常规漏水点明显减少。

(3) 降低了废品率,工艺出品率升至80%左右,成品率达95%以上。

4. 结语

在生产过程中必须严格执行各项工艺规范及操作规程,我厂对 $\phi 101.6\text{mm}$ (4in)以上其他型号的管件产品也采用类似工艺,工艺出品率提高到75%~82%,成品率达到95%以上,经济效益明显提高,实现了“高效、低耗、降废”的目标。

以上工艺需根据各厂实际情况、产品质量及性能指标等因素综合考虑应用。MW (20080121)