

薄壁高铬铸铁管件铸造工艺研究

石家庄强大泵业集团有限责任公司 (河北 050035) 冯晓冉

近年来,我公司承接了几个国外公司的疏浚管件生产任务,作为过流部件要求质量很高,铸件材质采用高铬白口铸铁,铸件表面必须没有缩孔、气孔、夹砂、裂纹等缺陷,热处理后硬度大于 58HRC,又因此铸件壁厚很薄,铸造难度较高,因此,制定合理的铸造工艺和选择合适的化学成分是生产出质量合格管件的关键。

本次要生产的管件是个变径管,其轮廓尺寸为大圆直径 1100mm,小圆直径 950mm,高度 1000mm,壁厚 30mm,毛坯重量 930kg。

1. 化学成分的选择

化学成分选择要使铸件有足够的强度和韧性来抵御开裂,且要达到应有的硬度要求,同时还要有较好的铸造工艺性能。

(1) C 和 Cr 含量 其高铬铸铁成分选择中很关键,这是因为 C、Cr 元素决定了高铬铸铁中碳化物的数量和类型,而碳化物的数量和类型又与材质的强度和抗磨性能密切相关。考虑到用户对硬度的要求,以及最大限度地控制开裂倾向,根据生产经验,选择 $w_C = 2.6\% \sim 3.0\%$ 、 $w_{Cr} = 26\% \sim 30\%$ 。

(2) Si 含量 硅是促进石墨化元素,降低高铬铸铁的淬透性,在白口铸铁中应严格控制其含量,但是 Si 有脱氧作用,能改善碳化物的形态,结合 Cr26 材质试验,控制 $w_{Si} \leq 1.0\%$ 。

(3) Mn 含量 锰能扩大奥氏体相区,是稳定奥氏体元素,但是锰剧烈降低 M_s 点温度,使高铬铸铁淬火后存在较多的残留奥氏体,不利于耐磨性,根据实际情况,控制 $w_{Mn} = 0.5\% \sim 1.0\%$ 。

(4) Ni 含量 镍不形成碳化物,全部溶入基体,提高淬透性,但是镍也降低 M_s 点温度,不利于抗磨,综合考虑控制 $w_{Ni} = 0.5\% \sim 1.0\%$ 。

(5) P、S 含量 磷、硫在高铬铸铁中是有害元

素,其夹杂对材质形成割裂,对铸件的开裂倾向影响很大,应严格控制。综合生产条件考虑,控制 $w_P \leq 0.06\%$ 、 $w_S \leq 0.06\%$ 。

管件化学成分的技术要求如附表所示。

管件化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
2.4 ~ 3.1	≤ 1.1	0.5 ~ 1.0	≤ 0.06	≤ 0.06	24 ~ 31	0.5 ~ 1.0

2. 铸造工艺分析及设计

(1) 加工量 高铬铸铁硬度非常高,加工困难,因此加工量应尽量小一些。但考虑到铸件线收缩难以精确计算且尺寸必须在公差范围之内,因此要综合考虑加工量的大小。参考铸件尺寸公差和机械加工余量 (GB/T 6414—1999),设计上端面加工量 8mm、下端面上加工量 6mm。

(2) 分型面 此类管件立浇有助于提高铸件的质量,根据管件高度三箱造型,分型面选取在变径部位,如图 1 所示。

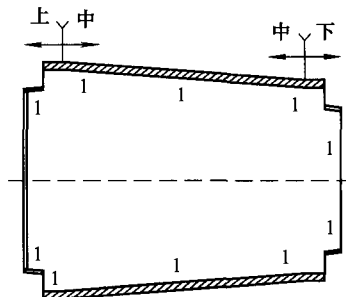


图1 分型面选取

(3) 浇冒口的设计 我厂是生产高铬铸铁铸件的专业厂家,根据多年的生产经验和研究,白口铸铁的凝固特性介于灰铸铁和铸钢件之间,因此冒口设计兼顾了二者的特点。铸件的重量经计算为 930kg,根据常用的浇注时间经验公式:

$$t = k \sqrt[3]{\delta G_1}$$

k 值取 1.3、 $\delta=35$ ，经计算得出 $t=12s$ 。

根据流量方程和伯努利方程：

$$F_{内} = G_1 / 0.31\mu t \sqrt{H_{均}}$$

$$H_{均} = H_0 - P^2 / 2C$$

μ 值取 0.5，经计算得 $F_{内} = 4000mm^2$ 。

由于铸件壁厚很薄，需要快速充型，因此选用开放式浇注系统，其比例关系为：

$$\Sigma F_{内} : \Sigma F_{横} : \Sigma F_{直} = 1.5 : 1.1 : 1$$

经计算得出， $F_{横} = 2900mm^2$ 、 $F_{直} = 2800mm^2$ 。

根据铸件的实际特征，选择侧冒口两个，这样每个侧冒口颈截面积为 $F_{内}/2 = 2000mm^2$ ，侧冒口颈的形状为方形，具体形状及尺寸如图 2 所示。考虑到高铬铸铁液夹杂物较多，横浇道设计为阶梯形避渣浇道，截面为梯形，具体形状和尺寸如图 3 所示。按比例法确定 $\phi 220mm$ 保温冒口两个，压力角不小于 10° ，冒口高度取 300mm。

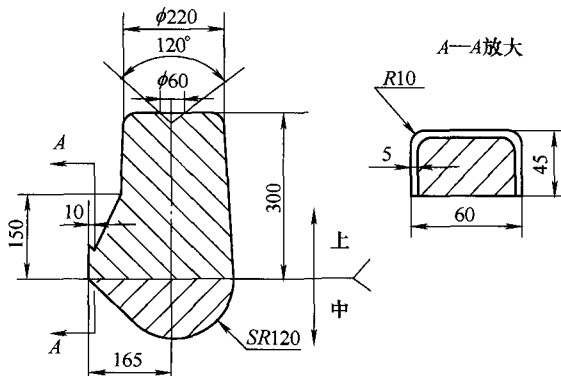


图 2

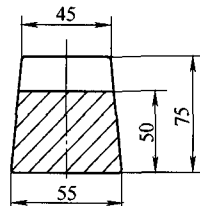


图 3

(4) 其他工艺参数及操作要点 呖喃树脂砂造型，模样起模斜度 1.5° ，铸造收缩率按 2%（收缩率是根据前期试制情况，测量实际铸件尺寸获得），砂箱尺寸 $1600mm \times 1600mm \times 800mm$ ，浇注温度 $1380 \sim 1400^\circ C$ 。因为此铸件对尺寸精度要求很高，所以采用玻璃钢模样。制芯时芯铁要缠足量草绳，保证芯子的退让性，且在芯子中间开排气孔，另外上芯头开两个溢流道，以防止冷隔缺陷，并起排气作用。

(5) 对既定工艺进行 CAE 模拟 结果如图 4、图 5 所示，模拟显示工艺可行。



图 4 温度梯度分布

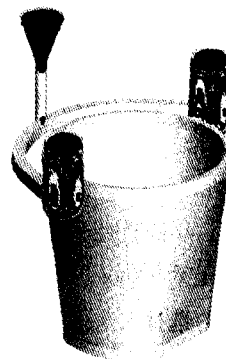


图 5 缩孔缩松模拟

(6) 打箱及热处理 由于铸件壁厚很薄，有较大的开裂倾向，因此必须在温度 $250^\circ C$ 以下方可打箱，另外打箱过程中不允许碰撞铸件。

热处理工艺为淬火 + 回火。

3. 生产实践验证

按既定的工艺实施，首批生产两件，铸件打箱清理后发现外表良好，冒口无缩孔、缩松缺陷，经磁粉检测，铸件内部组织致密，无缺陷。尺寸测量也合格，热处理后硬度 $58 \sim 60HRC$ ，外方人员检验后对铸件质量比较满意。此后我公司生产该类铸件几十件，质量一直比较稳定，为公司创造了很好的经济效益。

4. 结语

本文通过对薄壁高铬铸铁管件进行成分、工艺分析，针对高铬铸铁的铸造性能特点，合理地确定工艺参数，科学设计铸件化学成分和铸造工艺，成功生产了硬度高，外观好，不开裂，尺寸合格的疏浚用管件，为公司打开国际市场提供了有力的技术保障。MW (20120407)