

冒口位置对铸钢件质量的影响

山东东亚机械有限公司 (肥城 271609) 牟相山

冒口设计对铸钢件的内在质量起着非常重要的作用,在钢液凝固过程中,体积会显著缩小,体积收缩时所需钢液需从冒口中获得,因此冒口设计时,必须使冒口比铸件凝固晚,冒口内要有充足的钢液补充铸件,铸件与冒口间要形成顺序凝固。

在生产实践中,相同铸件由于冒口放置的位置不同,会对铸钢件的内在质量产生较大影响,下面以图1所示铸件进行分析。该铸件重量 $G_c = 770\text{kg}$,材质ZG275—485H,化学成分为: $w_c = 0.20\%$, $w_{Si} \leq 0.5\%$, $w_{Mn} = 1.0\%$, $w_S \leq 0.035\%$, $w_P \leq 0.035\%$ 。铸件整体模数 $M_c = 5.95\text{cm}$ 。生产方式采用水玻璃石英砂重力铸造。

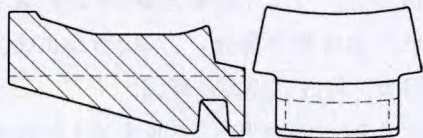


图1 铸件毛坯

工艺方案1:采用 $\phi 400\text{mm}$ 冒口,高度500mm,冒口模数 $M_{R1} = 7.12\text{cm}$,冒口完全和铸件接触,此时铸件模数 $M_{C1} = 6.52\text{cm}$,冒口容积 63.2dm^3 ,冒口钢液重量为430kg,铸件工艺出品率为64.2%。采用此方案生产,浇注后人工捣冒口进行干预,切割冒口时铸件无缩孔出现,经UT检测,铸件中心部位存有缺陷。对铸件进行精加工,并对加工表面进行喷砂处理后,在铸件的中心部位出现缩松缺陷(见图2)。

工艺方案2:采用 $\phi 400\text{mm}$ 冒口,高度500mm,冒口模数 $M_{R2} = 7.12\text{cm}$,冒口不完全和铸件表面接触,此时铸件模数 $M_{C2} = 6.25\text{cm}$,冒口及补贴所需钢液重量为437kg,铸件工艺出品率为63.6%。铸件切割冒口后无缩孔,经UT检测未发现异常,对铸件精加工表面进行喷砂处理后,无任何缺陷。

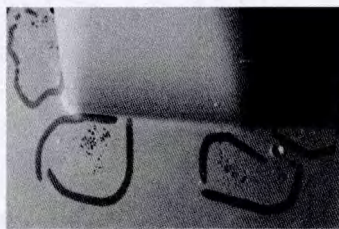


图2 铸件缺陷

两种工艺方案的冒口完全相同,出品率相近,方案1铸件产生缩松缺陷,方案2无缺陷。下面分别通过CAE模拟、冒口补缩效率、热节圆法及模数法对这两种工艺方案进行分析,找出问题存在的原因。

1. CAE模拟分析

铸造设计中的计算机辅助工程软件(CAE)是分析和优化铸造工艺的重要工具,其以铸件充型、凝固过程数值模拟技术为核心,对铸件的成形过程进行工艺分析和质量预测,从而协助技术人员完成铸件的工艺优化。通过铸造CAE进行纯凝固模拟分析(不考虑浇注系统充型对凝固的影响),发现方案1铸件出现严重缩孔,且缩孔深度几乎达到铸件厚度的一半(见图3);方案2铸件无缺陷(见图4)。CAE模拟计算铸件凝固时间,方案1铸

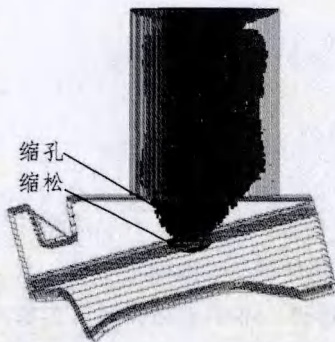


图3 方案1模拟效果

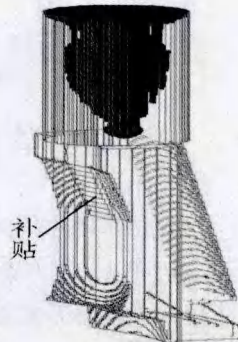


图4 方案2模拟效果

件完全凝固历时14 894s, 方案2铸件完全凝固历时12 183s, 方案2凝固时间明显比方案1短。

2. 冒口补缩效率分析

对两种方案进行冒口补缩效率验算, 浇注温度1560℃, 根据含碳量和浇注温度对碳钢体收缩率影响(见图5)及合金元素对铸钢件体收缩率 ε 的影响(见下表), 计算出铸件的体收缩率为4.77%。

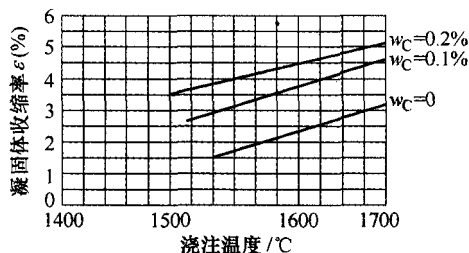


图5 含碳量和浇注温度对碳钢体收缩率的影响

合金元素对铸钢件体收缩率的影响

化学成分 (质量分数, %)		元素影响系数	金属液体收缩率 ε (%)
C	0.20	查图5	4.2
Mn	1.0	0.058 5	0.058 5
Si	0.5	1.03	0.515
合 计			4.77

因方案1铸件与冒口相互影响较大, 铸件凝固时间延长明显, 取 $\varepsilon_1=6\%$; 方案2铸件与冒口相互影响较小, 取 $\varepsilon_2=5.5\%$, 根据冒口补缩公式

$$G_c = \frac{14 - \varepsilon}{\varepsilon} V_R \times \rho$$

式中 G_c ——冒口最大能补缩铸件重量;

ε ——铸钢件的体收缩率(%);

V_R ——冒口体积;

ρ ——铸钢件密度, 取7.8kg/dm³。

计算出:

$$G_{c1} = \frac{14 - 6}{6} \times 63.2 \times 7.8 = 657 \text{ kg}$$

$$G_{c2} = \frac{14 - 5.5}{5.5} \times 63.2 \times 7.8 = 762 \text{ kg}$$

通过冒口补缩效率分析, 方案1中, G_{c1} 明显低于 G_c , 可以认定方案1铸件冒口补缩能力不足; 方案2中, G_{c2} 和 G_c 重量接近, 在不实施其他工艺措施的情况下, 铸件仅会出现轻微缩孔, 但在实际浇

注过程中, 通过补浇冒口、浇注系统阶梯设置等方法, 基本上可以满足致密铸钢件的工艺要求。

3. 热节圆法分析

在不考虑放置冒口的情况下, 铸件最大热节圆直径为294mm, 方案1将冒口放置在铸件的热节处, 铸件的实际热节圆直径增大到422mm, 造成铸件热节大于冒口直径; 方案2将冒口放置于铸件的非热节处, 冒口偏离铸件最大热节, 没有造成铸件热节增大, 有文献称方案1形成的热节为“接触热节”, 铸件的凝固方式为“几何顺序凝固”, 方案2铸件的凝固方式为“动态顺序凝固”。

通过热节分析, 方案1铸件热节大于冒口直径, 不可能形成从铸件到冒口的顺序凝固, 方案2冒口直径大于铸件热节, 可形成铸件至冒口的顺序凝固。

4. 模数法分析

方案1铸件模数 $M_{C1}=6.52\text{cm}$, 冒口模数 $M_{R1}=7.12\text{cm}$, 冒口扩大系数 $f_1=M_{R1}:M_{C1}=1.09$; 方案2铸件模数 $M_{C2}=6.25\text{cm}$, $M_{R2}=7.12\text{cm}$, $f_2=M_{R2}:M_{C2}=1.14$ 。根据模数法冒口设计原则, 冒口扩大系数取值为1.1~1.2, 显然方案1冒口扩大系数偏小, 不利于形成顺序凝固; 方案2冒口扩大系数在取值范围内, 可以形成顺序凝固。

通过几种方法分析, 证明方案1会有缩孔出现。在生产过程中, 对于这种较大的冒口, 浇注时一般不一次完成浇注, 在钢液上升到冒口的一定高度后, 再对铸件进行补浇冒口, 铸件浇注完成后, 采用捣冒口的方式, 不断破坏冒口结晶过程形成的晶核, 使晶核脱落后不断进入铸件内。这种方式对冒口补缩效率提高是明显的, 但同时也损失了冒口的热量, 有可能造成冒口与铸件后期凝固部分形成同时凝固, 或造成冒口与铸件接触部位早于铸件厚大部位凝固, 使铸件形成二次缩孔, 因此生产致密度高的铸件时最好不进行捣冒口操作。

5. 结语

通过生产实践及几种方法的工艺分析, 在偏离热节处放置冒口, 可以避免形成接触热节, 能够有效减少铸件的缩孔、缩松缺陷, 显著提高钢液利用率。MW (20120826)