

# 铸钢熔合内冷铁使用探讨

## Probing into Use of Chill Iron Melt into Steel Castings

王业东 徐尔灵(广东韶铸集团有限公司铸钢厂,广东韶关 512031)

**摘要:**熔合内冷铁是指内冷铁的表层被高温钢液所熔融,铸件凝固以后,内冷铁能与铸件本体融合成一体的冷铁。应用得当而不引起铸件产生铸造缺陷时,它不但不降低铸件的物理和力学性能,反而可提高铸件的质量。本文结合生产实例阐述了内冷铁应用的一般原则以及融合内冷铁各种参数的计算及选择。

**关键词:**内冷铁,冒口,模数,温度梯度,潜热

**中图分类号:** TG24; **文献标识码:** A; **文章编号:** 1006-9658(2006)05-2

在铸钢实际生产中,往往会遇到冒口补缩距离不够或不宜设置冒口的情况,怎么办?使用内冷铁。可是很多的专业书都告诉我们“内冷铁设置不当,常会使铸件产生铸造缺陷,甚至导致铸件报废”。这里的设置不当包括两个方面的内容:一方面是内冷铁的施放位置;第二方面是内冷铁的重量和截面尺寸的计算。当然我们这里将要探讨使用的内冷铁必须符合以下条件:

(1)内冷铁表面必须清洁不能有油污、锈斑、水气和渣粒等;

(2)在组芯、合型时才装入铸型。采用湿型铸造工艺时,铸型装入内冷铁后需要在 3~4h 内浇注。

### 1 内冷铁设置的一般原则

(1)在冒口难以补缩的部位设置。如我厂生产的转子支架,总高 2300mm,最大热节  $d_T=186$ ,虽然拉了内补贴补缩距离还是不够,我们在其下部设置了内冷铁。

(2)在铸件局部小热节处设置内冷铁。

(3)在冒口之间设放内冷铁制造人为末端,这样增加了冒口的有效补缩距离,减少了冒口个数,提高了铸件的出品率。

(4)对于厚实铸件,我们施放内冷铁可以减少钢液的需求量,从而满足设备生产能力。我厂生产的 54t 大板,高 440mm、长 5500mm,按补缩液量法计算浇重约需要 100t 钢液,大大超出我厂的生产能力,我们设放内冷铁后浇重只需要 61.5t。

总之我们设放内冷铁的总原则是:尽量使铸件满

足或不致于破坏同时凝固的要求,或借以降低铸件热节模数、或延长冒口有效补缩距离、或减少钢液的需求量等等。

### 2 内冷铁的计算

#### 2.1 内冷铁重量的计算

根据融合内冷铁这一原理,可以得到内冷铁质量的热平衡方程:

$$G_{ch} = f \rho v_0 \frac{M_0 - M_t}{M_0} \quad (1)$$

$$f = \frac{\frac{1}{3}L + q_s}{(C_s T_s + \frac{1}{2}L) + (\frac{1}{3}L + q_s)} \quad (2)$$

式中  $G_{ch}$ ——融合内冷铁的质量,kg;

$f$ ——系数,钢液浇注温度的函数;

$\rho$ ——内冷铁密度,kg/m<sup>3</sup>;

$L$ ——合金熔化热,J/kg;

$q_s$ ——合金过热热量,J/kg·℃;

$T_s$ ——合金固相线温度,℃;

$C_s$ ——内冷铁的固态比热容,J/kg·℃。

式(1)计算出来的内冷铁一定可以融合,但它涉及到其他各个参数的测定与选择,计算也相对比较烦琐,所以我们在日常工艺设计中为了计算简便常常把上面的公式简化成:

$$G_{ch} = K v_0 \quad (3)$$

其中  $K$  是根据模数比及其合金的物理性质推算出来的,我们常用的取值范围一般是 0.25~0.43。用这个公式和参考文献[1]上的内冷铁占需冷却位铸件重量的 2%~5%比较,它计算出来的内冷铁重量能够很好地吻合。

#### 2.2 内冷铁最大外径的计算

收稿日期:2006-04-21

文章编号:2006-074

作者简介:王业东(1975-),男,工程师,主要从事铸造工艺开发与设计

融合内冷铁的最大外径计算历来是铸造工艺设计人员最为头痛的一件事情。参考文献[1]上提供的公式也有待商榷。根据我厂多年的实践经验提出了下面这样一个公式:

$$d_{\max} = \sqrt{3.05 f_u M_r^2} \quad (4)$$

式中  $d_{\max}$ ——融合内冷铁最大外径, mm;

$f_u$ ——与过热度相关的系数, 为过热度的百分之一, 我厂的浇注温度大约在 1550℃~1580℃之间, 所以的取值在 1~1.3 之间;

$M_r$ ——铸件需冷却处的实用模数, cm。

公式说明:  $M_r$  的单位为 cm 而  $d_{\max}$  的单位为 mm, 其实在取系数 3.05 之前已经考虑了将实用模数转化为 mm, 但那样取出的系数就相当小了, 故两相约去取 3.05 做修正系数而实用模数单位不作改变。

这个公式计算出来的最大外径和参考文献[1]用查图法得出的结论吻合得很好, 参考文献[1]中 435 页的砧座内冷铁的计算中的铸件模数  $M_0=36.4$ , 浇注温度为 1580℃, 实用模数  $M_r=19.4$ 。运用公式(4)计算出来的  $d_{\max}=38.63$ , 查图法所得的最大外径为 38, 符合要求。当然我们计算出最大外径后可以算出所需内冷铁的总长, 当内冷铁的长度取定后, 就可以得出内冷铁之间的间距, 算出的内冷铁的间距与参考文献[1]中的参数对比是否符合要求。

### 3 熔合内冷铁设计实例

图 1 是磁轭的简图, 其外缘直径  $\phi 1300$ mm, 内缘直径  $\phi 800$ mm, 高是 850mm。幅板厚 250mm, 外径  $\phi 450$ mm, 内孔  $\phi 250$ mm, 高 500mm, 热节圆  $d_j=337.5$ mm。根据热节圆法滚出来的补贴宽度应为  $b=138$ mm, 模数  $M_0 \approx 13.5$ cm, 选用的保温冒口模数  $M_R = M_0 \times 1.05 \approx 14.2$ (cm)。这样我们选用保温冒口需要  $\phi 800$ mm $\times$ 1000mm 的两个。铸件本身的重量 6600kg, 冒口重量就有 7350kg, 这还没有包括补贴的重量, 出品率只有约 47.3%, 太

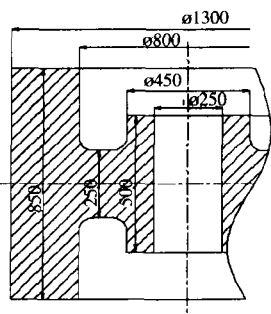


图 1 磁轭简图

低了。所以我们在实际的工艺设计中在轮毂、幅板处施放内冷铁降低这些地方的模数, 这看起来好象没有直接在热节放内冷铁没有什么用! 其实在幅板施放内冷铁后可以降低轮缘处的非散热面从而减小轮缘与幅板处的热节圆。我们在幅板处施放内冷铁后的当量热节圆为  $d_{j1}=310$ mm, 以这个当量热节圆来滚补贴其

宽度为  $b_1=105$ mm, 则铸件的模数  $M_{01} \approx 12.3$ cm, 则选用保温冒口的模数为  $M_{R1} = M_{01} \times 1.05 \approx 12.92$ , 我们选用模数为 13 的  $\phi 750$ mm $\times$ 850mm 的保温冒口两个, 出品率提高到约 55%。

下面就来具体分析内冷铁的设计计算。根据幅板的体积, 此处需要的内冷铁的重量  $G_{ch} \approx 36$ kg, 根据幅板的实用模数计算可融合的内冷铁的最大外径  $d_{\max} \approx 16.75$ mm, 在实际应用中我们采用  $\phi 14$ mm。这样在此处施放了五层三圈共约 35kg, 内冷铁间距约 50mm, 当然轮毂处也施放了以满足顺序凝固的要求。实际生产的铸件对施放内冷铁的地方进行超声波探伤没有发现未融合的内冷铁。

### 4 结论

内冷铁在铸造生产中起着非常重要的作用, 通过以上的理论探讨同实际工艺实践相结合, 得出了上面关于熔合内冷铁的重量与可熔合内冷铁的最大外径的计算公式。当然, 它的范围可能还不是很广, 需要在实际的生产中不断总结修正, 使之能更好地服务于铸造生产。

### 参 考 文 献

- 1 王文清, 李魁盛. 铸造工艺学. 北京: 机械工业出版社, 1998.10.

## 中国一重成功浇注 世界最大整体铸钢件

7月28日, 记者从中国第一重型机械集团公司党委宣传部了解到, 世界单件最重的整体铸钢件鞍钢 5.5 米宽厚板轧机机架, 在中国一重通过五个钢包一次合浇成功, 钢水总重 743 吨, 为目前世界整体铸件浇注所用钢水之最, 相当于 6 台火车内燃机车车头总重。

据了解, 该机架铸件长 15.9 米, 宽 4.67 米, 立柱厚 2.3 米。一重承制这一铸件从木模制造至整体造型完成用时 50 余天, 其中木模用材 16.5 立方米, 内部支撑体用钢 7 吨。该机架的浇注成功, 使一重继 2005 年 11 月, 一次用钢水量 716 吨成功浇注鞍钢 5 米轧机机架之后, 再次创造世界整体铸钢件一次浇注新纪录。

(摘自《中国工业报》)