

大滚圈多炉并开、分阶段浇注的铸造工艺

山东恒成机械制造有限公司 (淄博 255061) 张 龙

厚壁、大型铸件, 通常因重量大、批量小而采用手工砂型铸造, 其工装设备要求高, 工艺技术复杂, 系统性强, 影响因素多, 并难以实施工艺试验, 故风险极大。2002年, 我厂承接多台5000t干法水泥窑制作合同, 其Ⅱ档大滚圈因设计重量大, 超出本厂常规生产能力。如外购价格高, 且运输困难, 使水泥窑的生产成本大幅升高。经详细工艺论证, 我们认为采用缩小加工量、合理设置冷铁、多炉并开、分阶段熔炼等工艺技术, 本厂可以生产该铸件。

一、铸造的工艺性分析

1. 铸造工艺性

该铸件设计最大尺寸为 $\phi 5950\text{mm}$ (见图1), 通常工艺设计中加工余量按国际CT14级选取: 上35mm, 其余25mm, 毛重71t, 模数 $M_{\text{件}} = 16.6\text{cm}$, 冒口最小尺寸为 $800\text{mm} \times 1200\text{mm} \times 1000\text{mm}$ 、模数16.56cm。

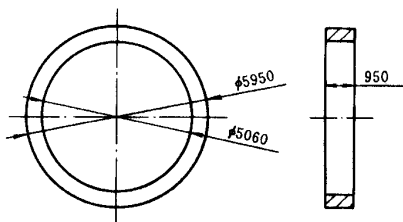


图1 铸件结构简图

冒口的数量由补缩距离确定。铸件展开长度为 $(5010 + 495) \times 3.14 = 17285.7\text{mm}$; 冒口高度1200mm, 补缩距离: $60 \sqrt{M_{\text{件}}} = 2455\text{mm}$, 需冒口数量: $17285.7 / (1200 + 2445) = 4.7$ 个, 取5个冒口, 每个冒口充满钢液重5.59t, 总重 $5.59 \times 5 = 27.95\text{t}$, 经核算补缩需钢液19.7t, 满足补缩要求。

浇注系统: 3道 $\phi 120\text{mm}$ 直浇道; 6道 $\phi 120\text{mm}$ 内浇道, 总长18m, 需钢液量1.5t。所需钢液总量: $71 + 27.95 + 1.5 = 100.45\text{t}$ 。

2. 熔炼工艺性

我厂现有20t电弧炉、10t电弧炉和5t电弧炉

各1台, 其变压器额定容量分别为7500kVA、5500kVA、3000kVA。曾多次采用三炉并开工艺熔炼74~76t钢液, 各炉单开的最大容量之和80t。三炉并开和最大吨位单开的工艺技术和生产经验相当成熟, 但80t钢液与所需的100t相差甚大。因此, 需采用新的铸造工艺设计, 减少钢液的需要。

二、铸造工艺设计

1. 工艺方案的确定 (见图2)

地坑组芯造型, 一次分型面, 铸件本体在分型面以下, 冒口在分型面以上, 底平面和芯头刮板刮出, 铸件内侧为砂芯, 外侧为铁模挂砂。由于铸件壁厚较大, 对型壁冲击压力大, 挂砂层厚, 铁模基本失去激冷作用, 主要是防止钢液冲压导致型壁位移, 造成型腔扩大。

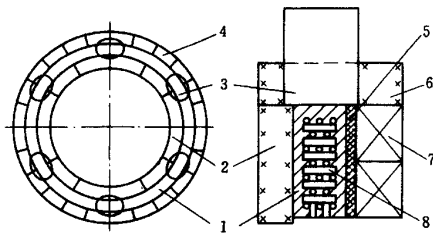


图2 大滚圈铸件铸造工艺简图

1. 铸件 2. 砂芯 3. 冒口 4、7. 外冷铁
5. 挂砂层 6. 盖芯 8. 内冷铁

2. 工艺参数的确定

线收缩率径向取2.2%, 轴向取2%, 根据生产经验, 尺寸误差10mm以下。考虑顶面及外侧砂眼、渣气孔等缺陷几率大, 故加工量确定顶、外侧为25mm, 底、内侧为15mm。铸件毛重67t, 模数 $M_{\text{件}} = 16.2\text{cm}$ 。

3. 内冷铁设计

采用熔合内冷铁。熔合内冷铁是指内冷铁的表层(1/3)被高温钢液所熔融, 铸件凝固后, 内冷铁能与铸件熔成一体的冷铁。

重量为 G_0 的铸件采用重量为 G_{ch} 的内冷铁后, 应视为有较小重量 G_r 、较小模数 M_r 的铸件, 重量差为 $\Delta G = G_0 - G_{\text{ch}} - G_r$ 。冷铁激冷部位不需要

额外钢液补缩。当激冷部位冷却到固相线(1450℃),并有1/2的结晶潜热释放后,达到激冷效果,此时,冷铁吸收热量到固相线,并产生过热量(与室温差1450℃),吸收1/3的熔化热(结晶潜热)。公式如下:

$$H_{放} = \Delta G (L/2 + \Delta H) \\ = (G_0 - G_{ch} - G_r)[L/2 + (t_{浇} - 1450)C] \quad (1)$$

式中 $H_{放}$ ——铸件激冷部位释放的热量

L ——铸件凝固潜热, $227 \times 10^3 \text{ J/kg}$

ΔH ——过热热量, J/kg

C ——铸件比热容, $469 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

$t_{浇}$ ——浇注温度, 1550°C

$$H_{吸} = G_{ch}(1450C_1 + L/3) \quad (2)$$

式中 $H_{吸}$ ——冷铁吸收的热量

C_1 ——内冷铁比热容, 可视为 $C_1 = C$

根据能量守恒原理, $H_{放} = H_{吸}$, 经整理, 得:

$$G_{ch} = \frac{\left[\frac{1}{2}L + (t_{浇} - 1450) \cdot C \right] (G_0 - G_r)}{\left(1450C + \frac{L}{3} \right) + \left[\frac{L}{2} + (t_{浇} - 1450)C \right]} \quad (3)$$

计算得: $G_{ch} = 0.175 (G_0 - G_r)$

$$G_r = G_0 - G_{ch}/0.175$$

取 $G_{ch} = 0.05 G_0$, 由 $G_0 = 67 \text{ t}$ 得:

$$G_{ch} = 3.35 \text{ t}$$

由 $G_r = 0.714 G_0$, 因散热面积不变, 可推出:

$$M_r = 0.714 M_{件} = 0.714 \times 16.2 = 11.63 \text{ cm}$$

内冷铁的截面积不能过大, 否则会使铸件在凝固期间因阻碍收缩而产生裂纹, 参阅《铸造手册》, 选用 $\phi 20 \text{ mm}$ 的圆钢焊接成形。

4. 冒口设计

冒口底部的冷铁留出“V”形的补缩通道, 其模数相应大10%~20%, 即 $11.63 \times (1.1 \sim 1.2) = 12.8 \sim 14 \text{ cm}$ 。可设置模数13.66cm的660mm×990mm×825mm保温冒口, 单个冒口补缩距离 $60 \sqrt{M_{冒}} = 204.6 \text{ cm} = 2046 \text{ mm}$, 冒口高990mm, 需冒口数 $17285.7 / (2046 + 990) = 5.69$ 个, 取6个冒口, 冒口单重3140kg, 总重 $3140 \times 6 = 18840 \text{ kg} = 18.84 \text{ t}$ 。

需钢液量: $67 + 18.84 + 1.5 - 3.35 \approx 84 \text{ t}$ 。

三、熔炼、浇注工艺

采用碱性电弧炉氧化法、三炉并开工艺熔炼,

熔炼80t钢液, 比所需84t少, 需分阶段熔炼。

1. 分阶段熔炼工艺

第一阶段通过打结新炉体, 一次性使用, 并选取优质炉料, 熔氧结合工艺熔炼76~80t(装80t炉料); 第二阶段熔炼8~10t(额外点补钢液)。

2. 浇注工艺

点浇冒口的时间控制是一个关键, 点浇钢液时, 必须保证冒口补缩通道畅通, 《铸造手册》推荐模数为13.69cm冒口的点补间隔不大于140min, 其指的是使用设计单个冒口的数值。在多个冒口, 并且第一个阶段浇注后冒口没有充满的情况下, 其间隔应相应缩短, 设计为90min。

四、生产实践

1. 造型

铁模挂砂层厚30mm, 使用水玻璃硅砂, 一定要春制紧实, 放至24h后烘烤。砂芯面砂采用水玻璃铝镁球形砂和铬铁矿砂混合砂, 二者比例5:2(体积), 厚20~30mm; 背砂为水玻璃石灰石砂。铝镁球形砂有良好的高温强度, 很高的荷重软化温度, 但相互粘合差; 铬铁矿砂在高温下(约1400℃)发生固相烧结软化, 易受热变形开裂, 钢液浸入内部产生粘砂。二者配合使用, 实践证明有良好的抗变形、抗粘砂性能。

2. 熔炼、烧注

20T电炉与砂型在有两台50t吊车的大厂房, 另两台电炉在有一台30t吊车的小厂房, 两个厂房相距约100m, 有电动拖车相连。第一阶段钢液分配: 20t炉熔炼45t钢液, 10t电炉熔炼23t钢液, 5t电炉熔炼12t钢液。熔炼时间: 20t炉为5h, 10t炉为4.5h, 5t炉为6h, 要控制好熔炼送电时间。出钢温度: 20t炉1590~1610℃, 另两台炉1610~1630℃(热电偶测)。出钢前准备一个35t包(可装37t)、2个25t包(可装27t)、若干10t包。

为缩短第二阶段熔炼时间: ①采用不氧化工艺。②将相应材质钢锭切割成小块料, 并加热至1000~1100℃, 第一阶段钢液出钢前, 运至5t炉前待用。

第一阶段先出10t炉23t钢液, 用一个25t包出钢, 出钢后, 立即把红热炉料装入10t炉用最大功率送电熔炼。此时, 用35t包接出20t炉37t钢液, 并与25t包钢液同时吊运至铸型浇注;

阀盖铸钢件冒口设计的改进

山东益都阀门厂 (青州 262500) 张怀嵩

铸钢阀门的三大件——阀体、阀盖和闸板的铸造工艺设计通常采用普通冒口加冷铁等措施来获得组织致密的铸件,但工艺出品率比较低(50%左右),且缩孔、缩松、砂眼等缺陷时有发生。我们通过对阀盖铸件冒口的改进,使得铸件质量和工艺出品率有了很大提高,经济效益明显。

1. 原铸造工艺

原 C240H₂₅^{15C} DN150 阀盖铸造工艺如图 1 所示。一箱四件设置,两法兰相对,中间设置 220mm × 120mm × 200mm 明冒口,阀盖小头设置 φ80mm × 150mm 暗冒口。

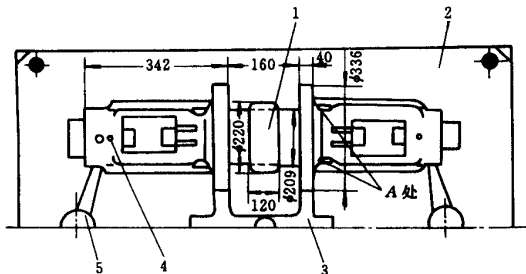


图 1

1. 法兰冒口 2. 模底板 3. 浇注系统
4. 出气孔 5. 小芯头冒口

这种工艺设计不仅出品率低,只有 54.4%,而且存在诸多弊端。

(1) 冒口放在两法兰中间,没有工艺补贴,无法对法兰进行有效补缩,造成填料室 A 处 80% 的缩松皮漏,焊补工作量大,并时常形成废品。

(2) 冒口放在两法兰中间,使中间这段大的砂

此时用另一个 25t 包出 5t 炉 12t 钢液,并把电拖车开回小厂房接运这个 25t 包(35t 包浇注完后,吊起 25t 包接出 20t 炉余下的 8t 钢液并继续浇注)。三包钢液浇完后,冒口液面上升至 3/4 左右(生产两个铸件,钢液量分别是 77t 和 79t),立即加入足量冒口覆盖剂。此阶段用时约 40min,1h 后 5t 炉出钢,15min 后转运至大厂房,此时冒口液面下降约 200mm。10min 后各个冒口点补完毕,时间间隔 85min(生产的两个铸件时间分别为 80min 和

芯被钢液包住而无法顺利排气,时常形成气孔缺陷。

(3) 造型时冒口顶部时常露背砂,在 CO₂ 硬化、表面烘烤、合箱及浇注过程中,背砂很容易脱落而形成砂眼缺陷。

2. 改进后的铸造工艺

改进后的阀盖铸造工艺如图 2 所示。两小头相对,用 φ80mm × 120mm 暗冒口来浮砂、集渣和集气;法兰处各设 1 个 200mm × 70mm × 120mm 冒口进行补缩。改进后的铸造工艺加强了对法兰根部填料室 A 处的有效补漏,使缩松缺陷大大减少;排气顺利,气孔缺陷大幅度降低;工艺出品率提高到 64.5%;型腔不易露背砂,减少了夹砂缺陷。

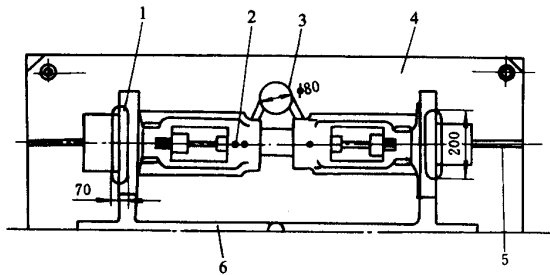


图 2

1. 法兰冒口 2. 出气孔 3. 小芯头冒口
4. 模底板 5. 出气道 6. 浇注系统

3. 结语

后来我们又在其他种类的阀盖上进行同样的铸造工艺改进,证明此工艺方案合理,保证了铸件质量,取得了满意效果。

(20040120)

100min)。

五、结语

按上述生产技术铸造两个大滚圈,机加工后探伤均符合设计要求。证明此工艺是可行的,取得了较好的经济效益,并为我厂生产类似铸件提供了新的思路和技术积累,在参与激烈的市场竞争中开辟了一条新的道路。

(20040118)