

谈灰铁和球铁件的无冒口铸造

杭州重型机械厂 梁海灿

近十年来,我厂对大断面的铸铁件(包括灰铁和球铁),基本上实行了无冒口或小冒口铸造,工艺出品率高达95%,且铸件内部组织致密。现将有关情况简述如下。

一、无冒口铸造的冶金学原理

铁水注满型腔后,随着温度的下降,在凝固过程中,其体积变化,不仅随着冷却而发生收缩,同时由于石墨析出等原因体积也会膨胀。当铁水温度冷却到某一瞬间之后,铸件的膨胀量大于其收缩量,因此,铸件不但不需补缩,而且还可以利用其本身膨胀而引起的体积增加量来补偿二次收缩。这就是铸件实现无冒口铸造的根本原理所在。

1. 体积变化的数学计算

已知:铁水的密度约为 7 g/cm^3 ,

石墨的密度约为 2.2 g/cm^3 ,

碳在固态铁中最大溶解度约为 1.1% 。

设:现有含碳量为 3.45% 、含硅量为 2.5% 的 100 cm^3 正好处于凝固温度(凝固简化为在等温下进行)的铁水。

则:原始液体体积的重量为: $7 \times 100 = 700(\text{g})$,

在凝固过程中石墨析出重量为,

$$700 \times \frac{3.45 - 1.1}{100 - 1.1} = 16.66(\text{g}) \quad \text{折算成体积}$$

$$V_1 = 16.66 / 2.2 = 7.57(\text{cm}^3)$$

原始液体体积中含铁的重量为:

$700 - 16.66 = 683.34(\text{g})$ 凝固(收缩量为 3%)后的体积 V_2 为,

$$V_2 = \frac{683.34}{7} \times (1 - 3\%) = 94.69(\text{cm}^3)$$

凝固后的总体积为 V , 则 $V = V_1 + V_2 = 7.57 + 94.69 = 102.26(\text{cm}^3)$

显见体积增加了 2.26 cm^3 或 2.26% 。

以上仅从数学计算而言,在凝固过程中还伴随微量气体的析出等原因,据清华大学实测,体积实际增加量为 4.5% 左右。

2. 凝固过程中收缩和膨胀的形象图 (见图 1)

图中: 曲边三角形 ABC ——铸件总收缩量;

曲边三角形 ADC ——铸件总膨胀量;

线 AC ——铸件总凝固时间;

线 AE ——铸件实际收缩时间;

点 E ——缩膨胀刚好相等的瞬间。

由图 1 可知: 在 AE 时间间隔内, 收缩占主导地位, 在 EC 时间间隔内膨胀占主导地位。曲边三角形 ADC 的面积大于曲边三角形 ABC 的面积, 即铸件的总膨胀量大于总收缩量。

二、无冒口铸造的工艺条件

利用石墨化膨胀进行自补偿, 实现铸件无冒口铸造的主要工艺条件是:

(1) 铸型坚实, 通常采用干型, 严格控制铸件膨胀阶段的型壁迁移, 避免导致总体积的增加。

(2) 铸件的碳当量, 在不出现石墨漂浮的前提下, 应尽量的高, 通常在 4.25% 左右。

(3) 铸件的模数应大于 2 cm。

(4) 浇注温度宜在 1320℃ 以下。

(5) 采用薄扁形内浇口, 浇注后做到内浇口极早“封死”, 防止膨胀时铁水反馈出去。

(6) 出气孔多而分散, 做到出气口总面积大于内浇口总面积。

(7) 附以适当的冷铁, 以减少铸造应力。

(8) 采用安全小冒口, 安全小冒口的重量在铸件重量的 2% 以下。

杭州汽轮机厂通过试验, 得出干型条件下实现无冒口铸造的条件是:

对于灰铸件: $0.507C_E - 0.108 \times 10^{-2}T_P + 0.206M + 0.056I \geq 1.344$

对于球铸件: $0.193C_E - 0.364 \times 10^{-2}T_P + 0.0795M + 0.143I \geq$

-3.795

式中 C_E ——碳当量, $C_E = C + 1/3 Si(\%)$

T_P ——浇注温度 (°C)

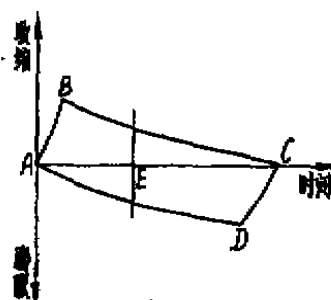


图 1

M ——试块模数

I ——孕育处理, 常规孕育 $I = 0$, 瞬时孕育 $I = 1$

三. 无冒口铸造应用实例

无冒口铸造工艺的生产实例不胜枚举, 现就两个典型试块以资佐证。

图 2 为配重试块铸造工艺简图。

材质是 HT 150, 毛重 505kg, 粘土砂干型, 浇注温度为 $1280 \pm 10^\circ\text{C}$, 按图示工艺生产, 结果铸件外观六面平整, 无凹陷现象。经解剖, 内部组织致密, 无缩孔、缩松缺陷。

图 3 为杭州汽轮机厂轴承座壳体试块铸造工艺简图。材质为球铁, 毛重 305kg, 浇注温度低于 1320°C , 粘土

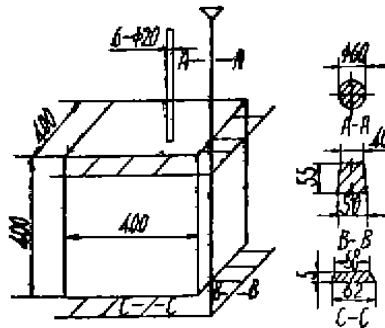


图 2

砂干型铸造, 结果外观质量光洁, 内部经解剖质量合格, 未见铸造缺陷。

总之, 无冒口铸造工艺在我厂早已得到实际应用,

最大灰铁件重达 12 t, 最大壁厚为 450mm。最大球铁件重达 10 t, 壁厚在 100~250mm, 局部壁厚达 300mm, 均收到令人满意的效果。

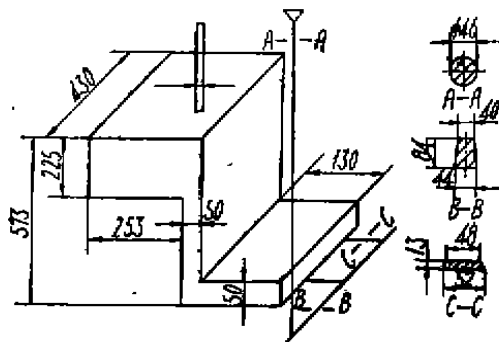


图 3

果。实践证明, 无冒口铸造是铸铁生产中的一项既节省成本又提高质量的切实可行的铸造工艺。

◆◆◆◆◆
◆会议消息◆冀、豫、鄂、津、京第六届锻压学术年会于1990年10月7~9
◆◆◆◆◆日在石家庄召开, 出席会议代表共105人, 会议收集论文80余
篇, 并从中评出优秀论文17篇, 其中一等奖4篇, 二等奖5篇, 三等奖8篇。

会议决定, 冀、豫、鄂、津、京第七届锻压学术年会将于1992年在河南省召开。