



美国 GE 公司机车用铸铁活塞工艺分析

山东滨州海得曲轴有限公司铸造厂 (256611) 郭荣村 释霞 李佃国

最近我公司承接了美国 GE 公司铸铁活塞的研制工作, 此活塞外形简单, 但壁厚不均匀, 化学成分, 力学性能等要求非常严格, 特别是对铸件内部质量的要求更为严格, 铸件不得有气孔、缩孔、缩松和渣孔等缺陷。铸件牌号为 HT350, 合金加入品种多, 收缩倾向大, 极易出现缩松缺陷。为此公司组织有关技术人员进行了 10 多次的试制工作, 对工艺不断进行改进、完善, 最终生产的铸件达到了客户要求。

1. 铸铁活塞简介

(1) 铸铁活塞的结构特点 活塞重 35kg, 最大壁厚 25mm, 最小壁厚 8mm, 外表面全部加工。加工余量 4mm, 铸件最大壁厚在 A、C 处, 最薄壁在 B 处 (见图 1)。A、C 处由于冷却慢, 极易产生缩松; B 处是铁液补缩通道, 但壁最薄, 冷却速度快, 造成通道堵塞, 铁液很难有效补缩。

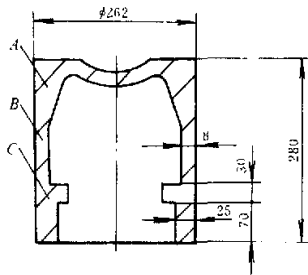


图 1 铸铁活塞零件图

(2) 铸件化学成分 化学成分 (质量分数) 如下表所示。

铸件化学成分 (质量分数) (%)

C	P	Cu	V	Mn	S	Ni	Si	Cr	Mo
3.15	<0.15	0.3	<0.1	0.75	<0.12	<0.8	1.95	0.3	0.4

(3) 铸件的力学性能要求 抗拉强度 290 ~ 345MPa, 硬度 205 ~ 240HB。

(4) 金相要求 ①基体: 组织分布均匀, 无碳化物、铁素体和磷共晶等的聚集, 珠光体 $\geq 95\%$, 其他成分 (如碳化物与磷共晶) $\leq 5\%$ 。②石墨:

Ⅲ类, A 型石墨, 等级为 3 ~ 6 级。

2. 试验过的工艺简介

(1) 工艺方案 1—1 (见图 2)、1—2 (见图 3)。

方案 1—1: 顶部采用扁方内浇道, 对面设飞边冒口进行补缩。这种方法造型简单, 清理容易, 对边最终冷却处能得到冒口的补缩。但铸件加工后, A、C 处均有缩松, 且内浇道与铸件的结合部有明显的缩孔。

方案 1—2: 在方案 1—1 的基础上, 加弧形横浇道并增设 4 个内浇道以分散热节, 对面设一飞边冒口。铸件加工后, 内浇道与铸件结合部缩孔消除, 但 A、C 处仍有严重的缩松。

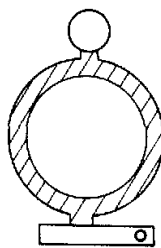


图 2

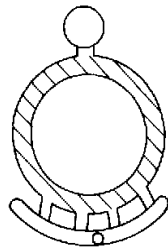


图 3

(2) 工艺方案 2—1 和 2—2 (见图 4)。

方案 2—1: 采用顶部雨淋浇注系统, 优点是多股细流, 液面活跃, 排气方便, 挡渣效果好, 环状内浇道也起到冒口的作用。铸件加工后, C 处仍有缩松, A 处更为严重。原因是环状浇道的补缩效果差, B 处由于壁薄先冷却, A 处的补缩通道被堵塞, 造成补缩困难, 形成缩松。

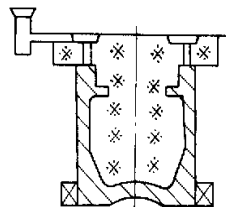


图 4

方案 2—2: 在方案 2—1 的基础上, 增加环状浇道的高度, 以加强对 C 处的补缩, 在 A 处外圆设冷铁, 以达到 A 处率先凝固而消除缩松的效果。铸件加工后, C 处缩松虽上移, 但在铸件加工范围内仍然存在。A 处外圆出现白口, 内圆仍有缩

松, 效果极不理想。

(3) 工艺方案 3—1 (见图 5)、3—2 (见图 6)。

方案 3—1: 采用底部雨淋式浇注系统, 顶部加两个明冒口。这种浇注系统液面上升平稳, 排气畅通, 排渣效果好。A 处能得到冒口的补缩, C 处也能得到铁液的补充。铸件加工后, A、C 两处均有缩松, 因顶部冒口为铁液低温处, 补缩效果不理想。

方案 3—2: 在方案 3—1 的基础上, 顶部用环形补贴代替冒口, 且补贴部位比铸件 A 处厚, 以将缩松缺陷引至补贴内。这种工艺主要是增强顶部的补缩效果, 消除 A 处的缩松。铸件加工后发现, 缩松出现在补贴与顶部的结合处, 再加高补贴, 虽然能达到缩松上移的目的, 但铁液利用率低, 且补贴消除困难, 降低效益。

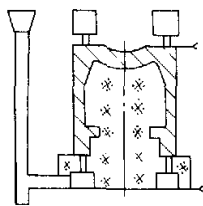


图 5

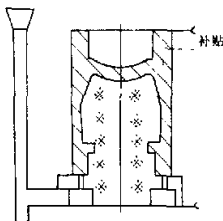


图 6

(4) 工艺方案 4—1 (见图 7)、4—2 (见图 8)。

方案 4—1: 采用顶雨淋加底注式浇注系统, 这样不但 C 处能得到补缩, A 处也能得到很好的补缩, 以消除 A、C 处的缩松。但铸件加工后底部内浇道对面缩松严重, 内浇道与铸件结合处有热裂现象, 局部热节严重。

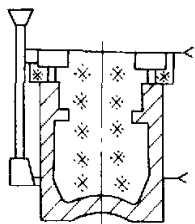


图 7

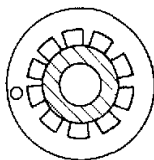


图 8

方案 4—2: 针对方案 4—1 出现的问题, 将补缩 A 处的单缝隙浇道改为环状多缝隙, 以分散热量, 均匀补缩, 消除热节。铸件加工后, 虽然热裂消除了, 但 A 处的缩松仍然存在, 说明缝隙浇道的补缩效果差, 不能补充铸件收缩所需的铁液。

(5) 工艺方案 5 (见图 9)。工艺试验重点要解

决的问题是如何增加 A、C 处的补缩效果, 以消除这两处的缩松, 经过总结把方案改为顶雨淋加补贴, C 处芯子内设环状冷铁。补贴的作用是补缩 A 处并将缩松引到补贴内; 冷铁的作用是使 C 处率先凝固, 消除缩松。铸件加工后, A 处问题解决了, 但 C 处将缩松移到外圆部位, 没有消除。

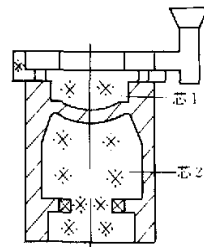


图 9

3. 修正后的工艺方案

(1) 成熟工艺方案 (见图 10) 根据均衡凝固理论, 总结前面的工艺特点和效果, 决定采用顶雨淋加侧缝隙浇注系统。侧缝隙内浇道, 可使液面上升平稳, 有利于排气, 排渣, 并对 C 处形成有效补缩, 顶雨淋所用的加高环状浇道, 对 A 处形成有效补缩。

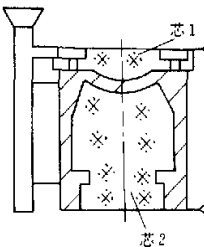


图 10

(2) 浇注系统 直浇道 $\phi 60\text{mm}$, 其他截面尺寸示意图 11。

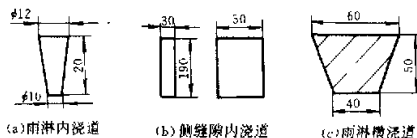


图 11

顶雨淋系统清砂时清除, 侧缝隙浇道由角向磨光机切割清除。

(3) 造型方法 手工造型, 普通煤粉型砂, 表面烘干, 醇基涂料, 环状冒口上扎多个 $\phi 6\text{mm}$ 的出气孔。

(4) 浇注温度 为降低铁液的收缩倾向, 尽可能采用低温浇注, 就本铸件而言浇注温度控制在 $1320 \sim 1340^\circ\text{C}$ 为宜, 浇注时间 16s 。

4. 生产结果

经过反复多次的试验, 不断修正改进, 不断总结, 最后确定的成熟工艺方案生产的铸件质量稳定, A、C 处缩松全部消除, 加工后的铸件表面光洁致密, 无任何铸造缺陷, 废品率降至 2% , 取得了满意的效果。

(20030606)