

# GE 前端的铸造工艺

戚墅堰机车车辆厂 (江苏常州 213011) 马永威

我厂生产的 GE 前端位于柴油机端部,集油腔、气腔和水腔于一体,结构复杂,铸件轮廓尺寸为 1680mm × 1420mm × 776mm,主要壁厚为 18mm,材质为 GGG50,图样毛坯重量为 1203kg。

## 1. 产品的技术要求

(1) 拉伸试验结果要符合表 1。

(2) 金相验收标准见表 2。

(3) 铸件尺寸公差应符合 DIN1563 标准中的 GTB17 级。

(4) 渗漏检测 油腔检测压力为  $10 \times 10^5$  Pa,保压 5min;水腔检测压力为  $6 \times 10^5$  Pa,保压 5min;气腔监测压力为  $5 \times 10^5$  Pa,保压 5min。另外,在保压时间内压力变化不得超过  $1 \times 10^4$  Pa,否则不合格。

(5) 硬度检测 表面硬度应在 149 ~ 220HBW 范围内,且硬度应在机械加工过的法兰位置或交叉肋的位置上测量。

表 1 力学性能

截面厚度 /mm	抗拉强度 /MPa	屈服强度 /MPa	伸长率 (%)
单独浇注基尔试块 25.4 (1in)	≥500	≥320	≥7

表 2 金相标准

金相组织描述	要 求
球化率 (%)	≥83
石墨大小	4 ~ 8 级
石墨球数 (个/mm <sup>2</sup> )	≥100
铁碳化合物 (%)	≤1.00

越高,其硬度值越小。这与析出物在高温时长大有关,因为温度高,元素的扩散速度快, $Mg_2Si$  能较迅速析出,且析出后在高温下又能依靠扩散快的优势,以较快的速度长大。长大后的析出物颗粒变大,数量变少,弥散程度减小。

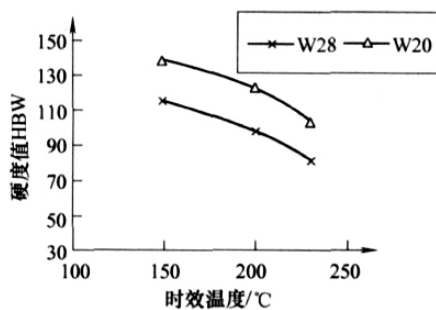


图 5 时效温度对硬度的影响

众所周知,金属材料的塑性变形是通过位错运动来实现的,如果位错受阻,则材料的塑性变形抵抗力增大,强度提高。在材料塑性变形过程中,随着塑性应变的增加,位错在晶体中通过各种机制发生增殖,使位错

密度不断增加。弥散的颗粒在基体中能有效地阻止位错的移动。随着变形的增加,被颗粒阻止移动的位错迅速增殖。弥散度越大,位错之间的距离越小,位错之间的交互作用也就越强,造成位错的运动阻力增大。同时由 Orowan 位错阻碍理论可知,两弥散点的间距越小,则位错绕过质点时的曲率半径越大,从而导致对位错移动的阻力增加,使材料表现为较高强度,硬度也相应提高。

## 三、结语

(1) 在本试验条件下, $SiC$  颗粒含量越高, $SiC_p/ZL101$  复合材料的抗拉强度越高,伸长率越低。

(2)  $SiC_p/ZL101$  复合材料的硬度随  $SiC$  颗粒含量的增加而提高。

(3) 在 475 ~ 535℃ 温度范围内,固溶温度越高, $SiC_p/ZL101$  复合材料的固溶效果越好。适宜的固溶温度为 535℃。

(4) 在 150 ~ 255℃ 温度范围内,时效温度越高, $SiC_p/ZL101$  复合材料的硬度值越低。(Q0080120)

金属加工 热加工

为增强铁液在浇注过程中的挡渣能力及充型平稳,横浇道采用稳流式浇注系统。

(7) 砂芯设计 由于该铸件结构复杂,同时要进  
行压力检测,为防止压力检测时铸件渗漏,铸件不  
允许用芯撑,从而使砂芯结构设计、制芯及落芯的  
难度都大大增加。由于不同砂芯之间互相交叉牵  
制,为便于下芯及控制壁厚,经反复研究,决定采  
用附图所示的砂芯设计。砂芯共分9个,按编号  
顺序下芯,其中为确保8#砂芯精确下芯,在7#  
砂芯上做出砂芯定位。另外,由于不能使用芯撑,  
大大增加了3#砂芯的固定难度,为此专门设计用  
9#砂芯来支撑,而9#砂芯又要在其他砂芯落好  
后方可下芯,因此在下3#砂芯时要先用专用芯撑  
撑好,等到9#砂芯下好后,将3#砂芯固定在9#  
砂芯上后再将专用芯撑移掉。

(8) 化学成分的控制 为增加铁液在凝固过程  
中的自补缩能力,碳当量按上限控制,由于铁液中  
 $w_{Si} < 2.5\%$ 时缩松倾向增加,因此Si含量按上  
限控制。化学成分控制见表3。

表3 化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn
3.5 ~ 3.8	2.4 ~ 2.6	0.3 ~ 0.4

(9) 球化及孕育处理 我公司原来在铁液球化  
处理时采用6#合金球化剂(成分见表4),孕育处  
理采用75SiFe孕育剂。但采用该工艺处理的铁液  
,基尔试块石墨球数只能达到60~90个/ $\text{mm}^2$ 。  
为提高石墨球数,在原铁液处理工艺的基础上增  
加二次随流孕育,并采用含Bi的能增加石墨球  
数的孕育剂Z—5,其成分见表5。

表4 6#合金球化剂成分 (质量分数) (%)

Mg	RE	Si	Fe
8 ~ 9	5 ~ 7	35 ~ 44	余量

表5 Z—5孕育剂成分 (质量分数) (%)

Si	Ca	Bi	Fe
71.85	0.98	3.0	余量

处理铁液的新工艺如下:球化处理温度控制  
在1460~1480℃,采用6#合金球化剂,加入量  
为1.3%~1.5%,球化剂粒度为6~12mm;一  
次包内孕育剂为75SiFe,加入量为0.4%~  
0.6%,孕育剂粒度为6~12mm;二次随流  
孕育剂为Z—5,加入量为0.1%~0.15%,粒  
度为0.8~1.0mm。

(10) 浇注 为确保产品质量,在浇注过程中  
应提高挡渣效果及平稳充型,采用座包浇注,浇  
注温度控制在1380~1390℃。

### 3. 试制结果

(1) 铸件毛坯重量 毛坯清理后经称重,铸  
件重量为1225kg,与图样毛坯重量相差22kg,  
铸件重量公差为1.8%,等级达MT8级,达到优  
等品质。

(2) 浇注温度及浇注速度 生产中实测浇  
注温度为1390℃,浇注速度为34s。浇注速度  
符合以上计算结果,同时说明浇注系统截面  
设计合理。

(3) 试样分析结果 经分析基尔试块,成  
分控制合理,力学性能及金相组织均符合图  
样技术要求,具体结果见表6~表8。

表6 化学成分 (质量分数) (%)

C	Si	Mn	P	S	Mg	RE
3.53	2.49	0.38	0.030	0.012	0.035	0.010

表7 力学性能

抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率 (%)
575	345	11

表8 金相组织

石墨形态	球化率 (%)	石墨大小	石墨球数 (个/ $\text{mm}^2$ )	基体组织	硬度 HBW
球状+团状	85	7级	120	F+45%P	192

(4) 铸件硬度 铸件经机械加工后,在6  
处法兰面上进行实物硬度检查,其结果分别  
为154HBW、156HBW、193HBW、152HBW、  
193HBW和157HBW。硬度均在规范要求的  
149~220HBW范围内。

### 4. 结语

(1) 生产实践证明,该工艺合理、可行,  
操作方便。

(2) 通过对技术参数的合理设置,并加  
强各生产过程的质量控制,铸件性能均达到  
图样的设计要求。

(3) 二次孕育处理时采用含Bi孕育剂  
能显著地提高石墨球数,石墨球数从原来的  
60~90个/ $\text{mm}^2$ ,提高到100个/ $\text{mm}^2$ 以上,  
满足了CE前端铸件的技术要求。

(4) 经机械加工后进行压力检测,均达  
到技术要求。

(5) 通过合理控制化学成分,充分利  
用石墨化膨胀的自补缩能力,可确保铸件的  
内在质量。

(20071209)