

# 蠕墨铸铁离合器压盘的铸造工艺研究与实践

任现伟

(洛阳古城机械有限公司, 河南洛阳 471023)

**摘要:** 介绍了一种轿车用蠕墨铸铁离合器压盘的铸造工艺方法。在不改变造型设备的基础上, 通过采用隔板芯方法, 将1型布置2件铸件改为布置4件。模拟分析和实践表明: 生产的铸件符合客户指定标准的要求, 且该工艺已具备投入批量生产的条件。

**关键词:** 蠕墨铸铁; 离合器压盘; 铸造

随着我国铸造生产技术能力的提高, 一些汽车关键零部件也在源源不断地出口到国际市场。离合器压盘是汽车传动机构的主要部件之一, 在传动系统中具有释放和贮存动能作用, 是具有适当转动惯量的回转体转动部件, 与离合器飞轮一起承担着发动机与传动系之间正常切断与动力传递的功能<sup>[1]</sup>。该产品有较高的质量要求, 因此产品的工艺设计和生产过程存在着较大的难度。

## 1 铸件主要技术要求

铸件材料为蠕墨铸铁, 牌号为GGV300, 相当于GB/T 26655—2011中的RuT300材质; 铸件单重为2.36 kg, 最大直径 $\Phi 255$  mm, 主要壁厚14 mm, 最厚处25 mm, 局部壁厚6 mm。主要技术要求如下:

(1) 金相组织。蠕化率60%~85%, 客户要求蠕化率最高不大于85%的目的是防止因为蠕虫状石墨过多, 避免蠕虫状石墨向片状石墨靠近; 碳化物(体积分数) $< 1\%$ ; 珠光体(体积分数) $< 30\%$ ; 铁素体(体积分数) $\geq 60\%$ 。

(2) 力学性能。铸件本体试样抗拉强度 $R_m \geq 300$  MPa, 屈服强度 $R_{p0.2} \geq 210$  MPa, 伸长率 $A \geq 3\%$ , 硬度HBW:160~210, 铸件表面硬度HBW $< 200$ 。

(3) 化学成分。除了其他化学成分要满足要求外, 客户特别要求Ti含量 $< 0.03\%$ , Si含量 $< 2.70\%$ , 禁用有害物质检测符合要求。

(4) 要求铸件经无损检测后, 无缩松、缩孔、裂纹和气孔类缺陷; 表面不允许有任何影响外观和装配的砂眼、渣孔等缺陷, 铸件表面粗糙度 $< Ra25$ 。

## 2 铸造工艺设计

公司铸造生产主要采用中频感应电炉熔炼, 使用喂线法对金属液进行蠕化处理, DISA230B垂直分型无箱射压造型机造型<sup>[2]</sup>, 造型机型板尺寸为650 mm $\times$ 535 mm。由于DISA造型机造型仓室尺寸的限制, 若按公司以往设计的经验, 每型只能放置两件铸件。图1是最初设计的工艺, 工艺出品率仅为30%; 铸件耳朵边缘部位2 mm以外存在有10%左右的游离渗碳体缺陷; 由于垂直造型机所制作的铸型, 型腔最下方和凸凹分型特别高, 深的地方容易射砂不实<sup>[3]</sup>, 同时铸件最下方受到的金属液冲击力也最大, 导致所生产出的同一铸件的下方厚度比上方的厚度增多了0.2~0.5 mm, 在客户机械加工时需要打出很多的平衡孔, 才能使得铸件达到离合器总成对铸件的要求, 严重不平衡的铸件, 打了6个直径为 $\Phi 8$  mm、深度3 mm的去料孔仍无法达到平衡, 需要做报废处理。另外, 从金属液被注入浇口杯开始, 直到进入位于铸件下方的横浇道

作者简介:

任现伟(1980-), 男, 高级工程师, 主要从事铸造工艺和材料的研究、开发与应用工作。电话: 13525453437, E-mail: lyrenxianwei@163.com

中图分类号: TG24

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2020)05-0533-08

收稿日期:

2020-03-17 收到初稿,

2020-04-09 收到修订稿。

这个过程中的落差过大,充型过程中金属液在浇道内产生大量的紊流现象,致使铸件下方靠近内浇口部位的铸件外观砂眼、渣孔严重。

由于工艺存在设计不合理,导致工艺出品率过低,经过计算和评审对工艺进行了第一次修改,如图2所示,将最初的1型2件修改为了1型3件。

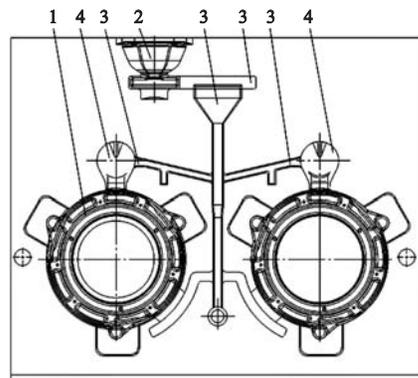
首次优化后,工艺出品率由原来的30%提高到了42%。由于采用了环形直浇道和浇道多次搭接的方式,减缓了金属液充型过程中的紊流现象,从而减少了铸件表面的砂、渣孔缺陷。工艺在第一次优化后,虽然将浇注温度从原工艺的1 360~1 400 °C直接提高至1 370~1 420 °C,并在每个铸件靠近模板边缘的耳朵上增设了用于储存过冷金属液的溢流包,尺寸为 $\Phi 30$  mm,高40 mm,但铸件耳朵边缘部位2 mm以外存在的游离渗碳体缺陷没有得到根本改善,如图3、图4所示。因铸件上下壁厚差不均匀导致的铸件动平衡超差的问题也没有解决。鉴于以上结果,对工艺又进行了第二次优化。

新工艺每型设计为4件,在模具的正压板和反压板分别布置了2件,两两一对,每一对铸件之间共用一个隔板砂芯<sup>[4]</sup>,如图5所示。采用逐渐过渡的方式,将砂芯偏下的部位随形加厚,砂芯最下方的厚度比最上方的厚度要设计厚一些,如图6所示。

采用覆膜砂隔板芯可将原工艺的1型2件修改为1型4件。在进一步提高工艺出品率和生产效率的同时,由于砂芯的使用,可将砂芯靠近模板下边缘的厚度加厚0.3 mm,解决DISA垂直分型无箱射压造型机本身固有的下部铸件偏厚的弊端,从根本上改善因上下壁厚差不均匀导致的铸件动平衡超差问题。同时,也是因为砂芯的使用,在保持首次工艺优化时的1 370~1 420 °C浇注温度不变的前提下,相比湿型砂而言,减缓了金属液在充型和凝固过程中流经铸件耳朵边缘时的降温速度,解决铸件耳朵边缘存在的游离渗碳体缺陷。另外,新工艺在直浇道的位置设计了过滤网,生产过程中可使用蜂窝陶瓷过滤网或陶瓷直孔过滤网,起到对金属液进行拦渣和整流作用。虽然是完全的底注式浇注工艺,且冒口也不是采用过热方式的加热冒口,但是金属液从进入浇口杯开始,直到进入位于铸件下方的横浇道这个过程落差尺寸高达485 mm,由于过滤网在具有较高的孔隙度的同时具备了较大的集渣表面积,降低了高温金属液冲刷型壁的能力,可减小流经过滤网的金属液面紊流的雷诺数,使充型更为平稳,减少产生型内二次氧化夹渣,从而解决铸件砂眼、渣孔缺陷。

由于离合器压盘属于盘式、环形类铸件,中心直径 $\Phi 136$  mm以内的部位全部是空心,所以设计新工艺

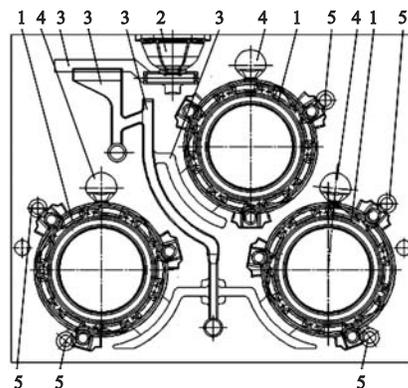
时,将砂芯形状设计为中心挖空型覆膜砂热芯,重量仅为1.30 kg,相比砂芯中心为实心的1.7 kg,将砂芯中心挖空可节约0.4 kg。该砂芯用在两个铸件之间,起隔开和分离两个铸件的作用,故被称为隔板芯。砂芯在型内的放置如图7所示。



1. 铸件 2. 浇口杯 3. 浇道 4. 冒口

图1 原铸造工艺图,1型2件布置

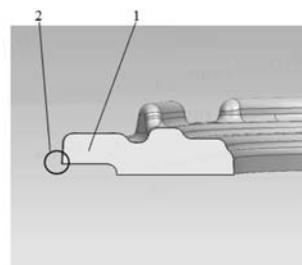
Fig. 1 Original casting process with two castings in one mold arrangement



1. 铸件 2. 浇口杯 3. 浇道 4. 冒口 5. 溢流包

图2 首次优化后铸造工艺图,1型3件布置

Fig. 2 Improved casting process with three castings in one mold arrangement



1. 铸件耳朵部位 2. 在铸件耳朵上的部位

图3 游离渗碳体缺陷在铸件上的位置

Fig. 3 Position of free cementite in the casting

为了不影响生产效率, 简易、快速而准确地放置砂芯和过滤网, 可预先将砂芯和过滤网分别放置在下芯框上的芯座和网座上, 然后, 启动下芯机。下芯机驱动下芯框将砂芯和过滤网一起自动地放入正压板侧型腔内, 这时型腔内的夹持面会将砂芯和过滤网夹持在型腔固定位置上, 待下芯框撤回原位后, 合上反压板铸型, 即可完成一个造型过程循环。型腔内放置砂芯和过滤网的过程如图8所示。

上述新工艺的主要优点为如下。

(1) 采用1型4件, 与原工艺相比, 工艺出品率可达到61%, 是最初1型2件工艺出品率的2倍, 是首次工艺更改为1型3件后的1.45倍。采用1型4件工艺后, 虽然多了一个放置砂芯和过滤网的动作, 影响了造型效率, 但产能也能从最初1型2件工艺每小时只能生产800件提高到每小时生产1 520件, 是原有产能的1.9倍。

(2) 将新工艺中所使用的覆膜砂芯相对于模板上部的、靠近铸件下部位置的砂芯尺寸壁厚设计得厚一些, 可减少铸件上、下壁厚差, 从根本上解决铸件动平衡超差问题。

(3) 金属液在与覆膜砂芯接触时, 要比直接接触湿型砂的冷却速度要慢很多, 在不设置用于储存过冷金属液溢流包的情况下, 也没有局部激冷作用。因此, 可解决铸件耳朵边缘小于2 mm的游离渗碳体缺陷。

(4) 在直浇道靠近模板中间部位设置了过滤网, 可有效降低因金属液充型不平稳, 除渣不彻底和型内产生二次夹渣的风险, 从而解决铸件表面的砂、渣孔缺陷。

### 3 试生产实践验证

#### 3.1 铸造工艺过程

将从砂处理、制芯、熔炼开始到最终的成品包装入库、交付的整个铸造生产过程, 设计为19道工序, 具体的铸造过程流程图见图9所示。

#### 3.2 计算机数值模拟

采用MAGMA模拟分析软件对设计的铸造工艺进行充型和凝固等过程的数值模拟, 主要是对充型过程、凝固过程中的充型温度、凝固速度、液态残余和热节分布, 以及缩松、缩孔、冲砂等过程和缺陷结果的模拟分析<sup>[5]</sup>。在MAGMA软件的DISA砂型铸造模块中, 将转换为STL格式的3D图形导入软件中进行属性、边界条件和换热系数等参数化设置, 并将所有组元的STL图形进行网格化剖分, 总共剖分了1 300多万个网格。输入DISA 230B造型线的基本条件和铸型厚度, 以及调整好各组元的相对位置后, 设置相关的模拟条件和输出结果要求。然后, 导入设计的金属液

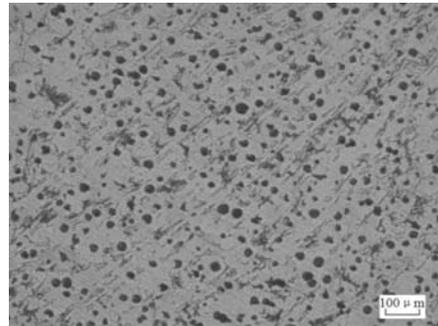
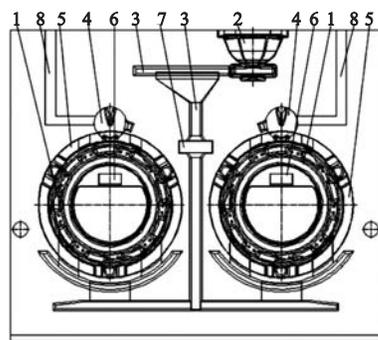


图4 游离渗碳体

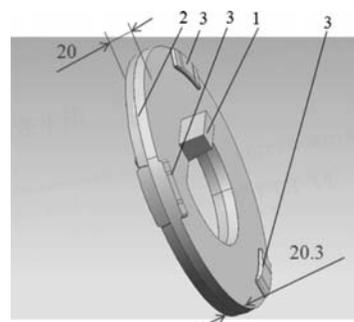
Fig. 4 Free cementite



1. 铸件 2. 浇口杯 3. 浇道 4. 冒口 5. 砂芯  
6. 芯头 7. 过滤网 8. 气路

图5 优化后铸造工艺图, 1型4件布置

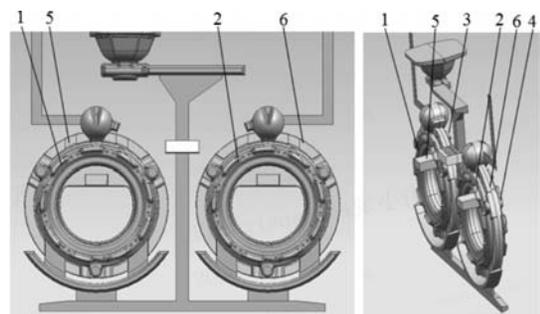
Fig. 5 Improved casting process with four castings in one mold arrangement



1. 芯头 2. 分模线 3. 铸件耳朵背后形状

图6 砂芯示意图

Fig. 6 Schematic diagram of sand core



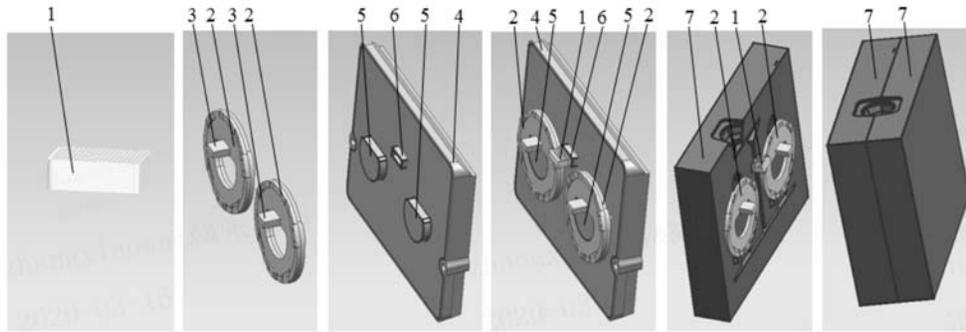
1. 1#铸件 2. 2#铸件 3. 3#铸件 4. 4#铸件 5. 1#砂芯 6. 2#砂芯

图7 砂芯在铸型中的位置

Fig. 7 Position of sand core in mold cavity

化学成分、浇注温度、浇注时间和落砂温度等初始条件，在检查无误后启动软件进入数值模拟分析过程。模拟结束后的浇注温度场分布、凝固速度和凝固时间，以及铸件热节分布状况见图10。数值模拟结果表

明，最新设计的工艺符合铸造生产过程要求，可在相关模具、芯盒和下芯框制作完毕后，进行实际的调试过程验证。



1. 过滤网 2. 砂芯 3. 芯头 4. 下芯框 5. 芯座 6. 网座 7. 铸型

图8 型腔内放置砂芯和过滤网的过程

Fig. 8 Process of setting core and filter into mold cavity

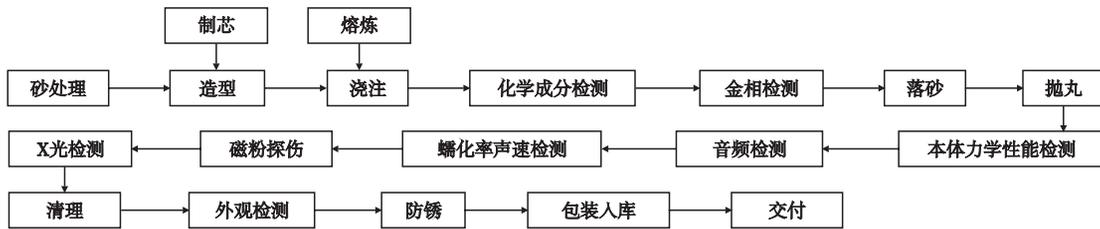


图9 铸造过程流程图

Fig. 9 Casting process flow chart

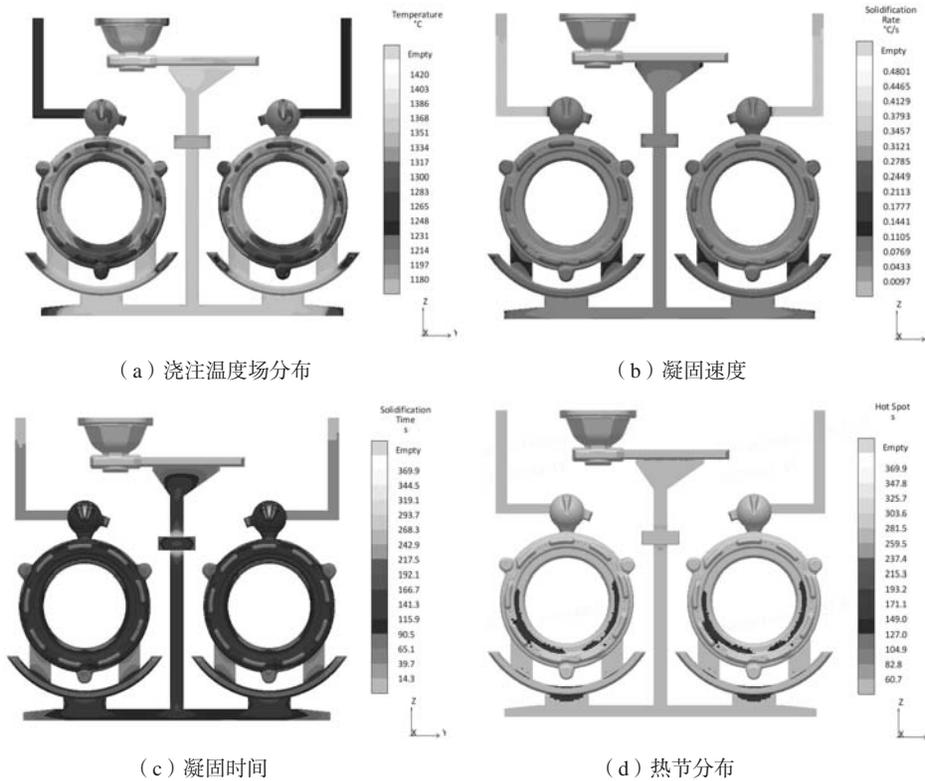


图10 铸造过程模拟结果

Fig. 10 Simulation results of casting process

### 3.3 型砂制备

在混砂过程中,根据作业指导书中的配比要求,将一定量的回用砂、原砂、膨润土、煤粉和水依次加入到混砂机中进行混制,混砂总时间控制在130~200 s。为了预防因混制出的型砂强度和紧实率过低,导致铸型局部的型腔抵抗金属液冲刷能力的不足,引起铸件下部壁厚尺寸偏厚和砂眼缺陷,对混砂完毕并达到所要求的型砂要尽可能在最短的时间内能通过输砂皮带进入造型机,避免水分蒸发过多,影响造型后的型腔质量。混砂完毕后的型砂性能满足表1中各项指标的要求<sup>[6]</sup>。

### 3.4 熔炼、蠕化孕育处理

采用4 t中频感应电炉熔炼。使用牌号为Q10的生铁,废钢全部采用低Mn、低Cr、无油污、无锈迹的冲压钢板边角料,一般废钢长度不超过400 mm,采用GGV300材质的浇、冒系统和废品铸件作为回炉料,回炉料经完全抛丸处理去除表面粘砂。为了增碳剂能被金属液完全溶解和充分吸收,确保增碳效果,使用低S、吸收率高的石墨增碳剂,与回炉料、废钢和生铁一起入炉<sup>[7]</sup>。炉料配方为:50%废钢+45%回炉料+5%生铁+增碳剂。主要的熔炼过程参数如表2所示。

金属液采用喂线方法进行蠕化处理。使用高RE低

Mg、直径为 $\Phi 13$  mm、线密度为385~425 g/m的包芯蠕化线做为蠕化剂,其中RE含量为10.0%~13.0%,Mg含量为7.5%~8.5%,必须严格控制蠕化前铁液中的S含量 $< 0.025\%$ 。为保证蠕化后必要的残留Mg含量,应确保包芯蠕化线中的中芯粉加入量控制在0.60%左右。出铁过程中必须注意确保每包铁液の出铁重量、出炉温度和铁液周转时间的一致性<sup>[8]</sup>。同时,为了防止残余Mg超标引起的铸件内部缩松类缺陷的产生,还必须严格控制蠕化温度在1 460~1 480  $^{\circ}\text{C}$ ,蠕化反应时间在45~65 s,浇注温度控制在1 370~1 420  $^{\circ}\text{C}$ 。喂线蠕化反应过程中必须将包盖盖严,避免和减少蠕化反应过程中富含Mg和RE等元素的金属液溅出包外,同时有利于车间环保设备的抽烟和除尘效果,避免环境污染。喂线蠕化处理工艺参数见表3。

孕育处理分三次进行。处理前原铁液的Si含量控制在1.30%~1.40%,达到出炉前化学成分要求和出炉温度时开始出炉,出炉过程中进行一次孕育,加入粒度为3.0~4.6 mm的75SiFe孕育剂,加入量为铁液总重量的0.30%;喂线蠕化处理后,在将金属液倒入浇注包的同时,采用随流方式进行二次孕育,加入粒度为0.6~2.5 mm的75SiFe孕育剂,加入量也是铁液总重量的0.30%;浇注时采用瞬时随流孕育的方式进行第三次孕育,同样加入75SiFe孕育剂,粒度为0.2~0.5 mm。

表1 型砂性能  
Table 1 Molding sand properties

湿压强度/MPa	湿拉强度/MPa	抗裂强度/MPa	湿抗拉强度/MPa	紧实率/%	透气性	破碎指数/%
0.17~0.21	$> 0.02$	$> 0.03$	$> 0.002$	35~44	100~140	$\geq 75$

表2 熔炼过程参数  
Table 2 Melting process parameters

取样温度/ $^{\circ}\text{C}$	静置温度/ $^{\circ}\text{C}$	静置时间/min	出炉温度/ $^{\circ}\text{C}$	出铁重量/kg
1 440~1 480	1 530~1 545	3~5	1 505~1 525	596~604

表3 喂线蠕化处理工艺参数  
Table 3 Vermicularizing process parameters

喂线长度/m	喂线速度/ $(\text{m} \cdot \text{min}^{-1})$	喂线前温度/ $^{\circ}\text{C}$	反应时间/s	喂线后温度/ $^{\circ}\text{C}$
$12 \pm 0.15$	$18 \pm 0.2$	1 460~1 485	45~65	1 425~1 445

表4 化学成分检测结果  
Table 4 Chemical composition testing results

序号	C	Si	Mn	Cu	P	S	Cr	Ni	Ti	V	Al	Mg <sub>残</sub>	La <sub>残</sub>	Ce <sub>残</sub>	w <sub>B</sub> /%
1	3.780	2.059	0.350	0.180	0.032	0.018	0.020	0.010	0.020	0.011	0.010	0.030	0.006	0.011	
2	3.830	2.053	0.360	0.160	0.037	0.016	0.025	0.011	0.023	0.012	0.013	0.033	0.007	0.011	
3	3.790	2.060	0.259	0.159	0.036	0.017	0.022	0.012	0.018	0.010	0.010	0.032	0.005	0.012	
4	3.820	2.058	0.350	0.157	0.037	0.018	0.026	0.011	0.022	0.015	0.011	0.030	0.006	0.012	
5	3.812	2.057	0.368	0.168	0.035	0.016	0.020	0.013	0.025	0.014	0.011	0.033	0.006	0.011	

### 3.5 化学成分、金相组织及力学性能检测

(1) 化学成分。依据设计的铸件化学成分要求，在试生产的铸件本体上取样，采用PDA5500IV光谱分析仪对试样进行化学成分检测。实际化学成分的检测结果见表4所示。由于该光谱检测设备检测通道的不足，不能对试样中氧、氮等微量元素进行检测，但检测出的化学成分类别足以满足该离合器压盘铸件对化学成分的要求。

(2) 金相组织。依据ASTM1245-2003标准，在试生产的铸件本体上取样，使用BM4XA II 金相显微镜，对铸件进行金相组织检验。图11a结果显示：石墨蠕化率为80%；图11b结果表明：基体组织主要为细铁素体，珠光体 < 30%，未发现和碳化物存在。此外，还使用了声速在线测定仪对铸件蠕化率进行检测，表明铸件的蠕化率均在60% ~ 85%。

(3) 力学性能。在试生产的铸件本体上取样，使用微机控制电液伺服万能试验机对加工完毕的试样进行力学性能检测。采用V型缺口试样10 mm ×

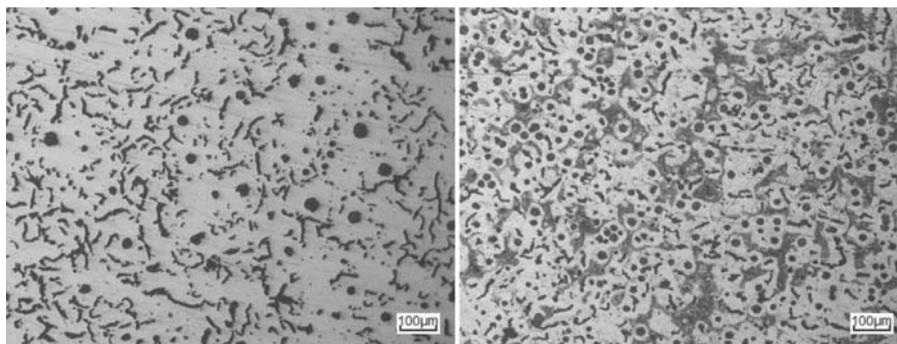
10 mm × 55 mm，在冲击试验机上检测常温冲击吸收功。力学性能检测结果见表5所示。

### 3.6 禁用有害物质检测

通过分光光度计辅以化学分析法，对从铸件本体上取下的试样进行检测，检测结果表明各有害元素含量均符合禁用物质要求，具体数值如表6所示。在IMDS系统中创建了该离合器压盘的材料数据库，IMDS报告已获得客户书面批准。

### 3.7 外观检查和内部质量

(1) 外观检查。采用通过式悬挂型抛丸机作为抛丸设备，向抛丸机内加入粒度为0.7 ~ 1.0 mm的合金钢丸，加入量为钢丸总重量的50%，再向抛丸机内加入粒度为0.8 ~ 1.2 mm的切丝钢丸，加入量也为钢丸总重量的50%，然后启动抛丸机对铸件进行抛丸处理。抛丸后，为了防止铸件表面粗糙度不合格和表面带有砂眼、渣孔缺陷，对每批生产的铸件实行100%目视检



(a) 蠕化率和石墨大小（未侵蚀）

(b) 基体组织（侵蚀）

图11 铸件金相组织

Fig. 11 Metallographic structure of casting

表5 力学性能检测结果

Table 5 Mechanical properties testing results

试样号	抗拉强度/MPa	屈服强度/MPa	伸长率/%	常温冲击吸收功/J	表面硬度HB	心部硬度HB
1	360	242	6.0	10	180	172
2	346	236	7.2	12	188	166
3	375	250	5.0	11	180	168
4	400	265	4.6	13	192	178
5	380	256	5.2	12	186	170

注：常温冲击吸收功为三个试样平均值

表6 禁用物质

Table 6 Prohibited substances

项目	镉	六价铬	铅	汞	$w_B$ /%
规格值	< 0.01	< 0.10	< 0.10	< 0.10	
实测值	0.005	< 0.031	0.018	< 0.012	

测, 对比粗糙度样块, 铸件表面平均粗糙度可以达到  $16 \sim 25 \mu\text{m}$ , 满足客户在铸件图纸上规定的  $< 25 \mu\text{m}$  的要求。

(2) 蠕化率声速测定仪检测。声速测定仪又称球化率检测仪或蠕化率检测仪, 是利用超声波原理将铸件作为导体材料, 通过已知被测铸件部位的厚度, 声速测定仪就会测出声波穿过铸件的具体速度, 这个速度即是我们通常所说的声速。通过声速值可推导出实际铸件的球化率或蠕化率<sup>[9]</sup>。因为该离合器压盘铸件的主要壁厚在  $14 \text{ mm}$  左右, 声速测定仪检测的铸件平面部位的厚度为  $21.6 \text{ mm}$ , 通过大量试验结果数据对比分析, 最终将声速值范围控制在:  $5\,450 \sim 5\,550 \text{ m/s}$ , 测出的声速值如果在这个范围内, 即表明铸件的蠕化率达到了  $60\% \sim 85\%$ 。使用声速测定仪对每个铸件进行声速值测定时, 还可间接得出所测铸件部位内部组织是

否致密无缺陷, 如果所测铸件的声速值过低, 即表明铸件内部有孔洞类缺陷的存在。

(3) X光射线检测。采用通过式X光射线检测设备, 针对铸件进行无损探伤检测, 检测结果表明所有铸件内部缺陷均符合ASTM-E689标准中 $\leq 2$ 级的要求。实际通过X光射线检测, 均未发现铸件内部有缩松类缺陷的存在。X光射线检测结果如图12所示。

(4) 磁粉探伤检测。为了检测铸件上是否有肉眼无法识别的裂纹类缺陷存在, 采用通过式磁粉探伤机, 针对铸件所有部位进行检测。该磁粉探伤机无论是对凝固过程中产生的热裂纹还是在凝固终了后因为应力等因素导致的冷裂纹, 都能得到明确的识别。检测结果表明, 所有铸件均未发现有裂纹和其他裂痕类缺陷。磁粉检测结果如图13所示。

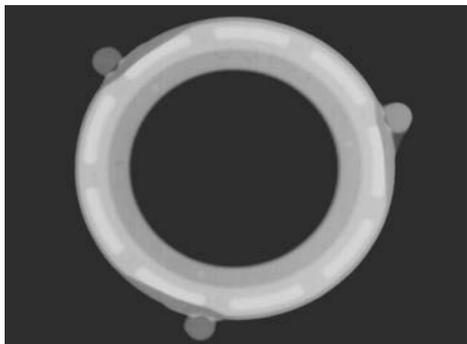


图12 X光射线检测结果  
Fig. 12 X-ray result



图13 磁粉检测结果  
Fig. 13 MPI result

从上述对铸件本体的各项检测结果来看, 该离合器压盘铸件的化学成分、金相组织和力学性能以及外观和内部质量等, 均符合客户在供货质量合同、技术协议中指定的具体规定, 以及在图纸上标明的材料标准要求。

## 4 结束语

从模拟分析和铸件本体检测结果可以明确: 使用新设计的铸造工艺所生产的离合器压盘铸件的力学性能和内部质量检测结果等均符合客户提出的要求。通过对多个批次铸件本体的相关检测验证和可靠性分析, 以及随着客户对PPAP资料的批准, 表明该工艺已经能够投入批量生产。

从整体结果来看, 虽然各项指标均满足客户要

求。铸造工艺系统从最初的1型2件改为3件, 再从3件改为了4件, 经过了两次改善但最终的工艺出品率也只有61%。下一步, 公司考虑在不改变现有造型设备的基础上, 浇注系统工艺将沿用首次更改后的1型3件形式, 如最新工艺设计的那样, 两两一对, 可以分成三对, 在每对两个铸件之间同样也放置隔板芯, 这样就可以将1型4件改为1型6件; 同时, 可进一步将该工艺中的浇口杯尺寸减小一个等级, 通过计算, 浇注充型完毕, 使用小一号的浇口杯每型可节约0.5 kg金属液。虽然将工艺布局从1型4件改为1型6件, 势必要加大浇注系统中各组元的体积, 但是, 如果以上两种方案能够同时实施的话, 最终工艺出品率至少可达70%以上。必要的情况下, 拟通过更多的方法进一步探讨和试验满足出口要求的蠕墨铸铁离合器压盘的生产可行性。

**参考文献:**

- [1] 任现伟. 高韧球墨铸铁离合器飞轮铸造工艺设计与实践 [J]. 铸造技术, 2019, 40 (7): 696-700.
- [2] 胡占军, 白图雅, 贺金祥. 垂直分型无箱射压造型线设计问题探讨 [J]. 铸造, 2009, 58 (7): 750-751.
- [3] 任现伟. DISA线生产优质铸件的工艺技术与应用 [J]. 铸造, 2019, 68 (7): 777-781.
- [4] 任现伟. 两种不同铸件一模铸造的工艺设计与实践 [J]. 铸造, 2019, 68 (11): 1292-1298.
- [5] 梁冰利, 叶根. 基于MAGMA的耐磨铸球凝固过程温度场数值模拟 [J]. 铸造, 2017, 66 (5): 489-490.
- [6] 任现伟. 粘土湿型砂质量的研究与控制 [J]. 铸造技术, 2019, 40 (12): 1307-1309.
- [7] 任现伟. 增碳剂选择对合成铸铁组织性能影响的研究 [J]. 中国金属通报, 2019 (1): 178-179.
- [8] 张军, 解戈奇, 权国英, 等. 喂丝球化工艺在球墨铸铁生产线上的应用 [J]. 铸造, 2019, 68 (2): 128-131.
- [9] 刘鹏, 石德全, 李强, 等. 基于超声波的球铁球化率快速检测系统 [J]. 铸造, 2015, 64 (4): 321-324.

---

## Study and Practice of Casting Process of Vermicular Graphite Cast Iron Clutch Pressure Plate

REN Xian-wei

(Luoyang Gucheng Machinery Co., Ltd., Luoyang 471023, Henan, China)

**Abstract:**

This paper introduces the casting process of the pressure plate of the clutch made of vermicular graphite cast iron for cars. On the basis of not changing the molding equipment, the baffle core is used, thus two castings in one mold arrangement are changed into four castings. The simulation analysis and practice show that the castings produced can meet the requirements of the specified standards by customer, and the process has been suitable for mass production.

**Key words:**

vermicular graphite cast iron; clutch pressure plate; casting

---