



前端盖壳体数值模拟及工艺优化

■ 万晓萌

摘要：根据某变速器前端盖壳体结构特点完成了压铸件浇排系统的方案设计，采用三种工艺参数，对压铸件充型及凝固过程进行了模拟分析，预测了铸件可能出现的缺陷位置及类型，依照方案进行压铸试生产，并调整工艺，得到了合格铸件。

关键词：浇排系统；充填过程；凝固过程；工艺参数

压铸是一种高效率、高质量、高精度的金属成形方法^[1]。随着汽车等工业的发展，压铸生产的零件越来越复杂，从而对压铸工艺及数值模拟技术提出了更高的要求。本文主要从小型压铸件前端盖壳体浇注系统设计、MAGMA数值模拟过程、工艺参数进行了研究。通过数值模拟结合试生产压铸的方法，确定了前端盖压铸件最优化的压铸工艺，从而减少了产品缺陷，提高了铸件质量。

良好，在铸件所要求无损检测区域未出现缩孔、缩松。铸件出品率达到62%，较之前的铸件出品率提高6%，大幅节约了生产成本。

实践证明，在生产过程中严格执行上述铸造工艺，生产出的磨盘铸件表面质量光滑平整，没有出现明显的粘砂、夹砂缺陷，其产品受到了用户的好评。

作者简介：郑策，NHI北方重工沈阳铸锻工业有限公司。

MW 20170225

一、铸件结构特点及浇注系统设计

1. 结构特点

图1为变速器前端盖壳体的实体三维模型，材料为铝合金ADC12，重量2.5kg，体积 $9.4 \times 10^5 \text{ mm}^3$ ，外形尺寸340mm×216mm×32.2mm，铸件最大壁厚29mm，最小壁厚4mm，平均壁厚4.6mm，壁厚不均匀。

2. 浇排系统设计

(1) 内浇道截面确定 压铸工艺设计中，内浇道截面积是根据合金液的充填速度和

充满型腔的预定时间来计算的，可采用流量计算法^[2]，公式为：

$$A_g = V / v_{\text{充}} t \quad (1)$$

式中 A_g ——内浇道截面积 (mm^2)；
 V ——铸件体积 (mm^3)；
 $v_{\text{充}}$ ——充填速度 (m/s)；
 t ——充填时间 (s)。

参考表1中的数值，预定充填时间为0.048s，内浇道处充填速度设为34m/s，经计算，得内浇道横截面积为571 mm^2 。

(2) 内浇道厚度及长度的确定 内浇道面积确定之后，就需要确定内浇道的厚度及宽度。因产品平均壁厚为4.6mm，参考表2中的数据，初步选定内浇道厚度为3.0mm。

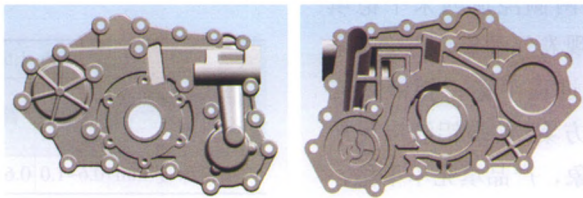


图1 前端盖壳体三维模型

表1 充填时间推荐值

平均壁厚b/mm	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6
充填时间t/s	0.014~0.020	0.018~0.026	0.022~0.032	0.028~0.040	0.034~0.050	0.040~0.060	0.048~0.072	0.055~0.064

(3) 横浇道及集渣包的设计 根据内浇道面积及铸件结构,采用扇形浇注系统,选用直径为110mm的压室,远端部位分布集渣包,具体排布如图2所示,通过计算,料筒充满度为32%,充满度较低。

二、充型及凝固分析

1. 参数设定

在进行压铸过程数值模拟前,要设定压铸工艺参数,主要有合金浇注温度、压射压力、模具预热温度、充填速度及高速转换位移等,这些因素是相互影响和相互制约的,调整一个因素会引起相应的工艺因素变化,因此选择合理的工艺参数至关重要。

考虑产品较小,将浇注温度设为660℃,模具预热温度为200℃。经计算,铝液进入内浇口位置为619mm,现设置3组工艺参数进行模拟分析,具体数据见表3。

2. 充填过程分析

充填状态是反映压铸过程充型效果的一个重要指标。图3、图4、图5为三种方案下铝液填充35%、75%、90%时温度场分布情况。从图中可以看出,填充35%时,铝液进入中心内浇口,方案1、3两侧浇道内未平稳填充,易出现卷气现象,方案2金属液填充过程平稳;铝液填充75%时,方案1前端铝液出现严重飞溅现象,产品填充不平稳,卷气现象易出现,方案2、方案3前端铝液平稳向前流动,飞溅现象不明显;铝液填充90%时,为充填的最后状态,三种方案远端铝液状态基本相同,流道中高

温金属液保证了整个充填过程金属液的流动性,大部分前端冷金属液可以汇聚到所设置的溢流槽中。

从产品填充过程中温度损失分析,方案3温度损失较为严重,填充90%时,产品前端最后填充区域金属液温度损失大,部分已出现凝固现象,产品易出现表面冷隔现象。

3. 凝固过程分析

三种参数凝固过程基本相

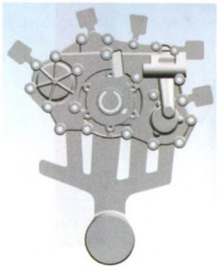


图2 浇排系统设计

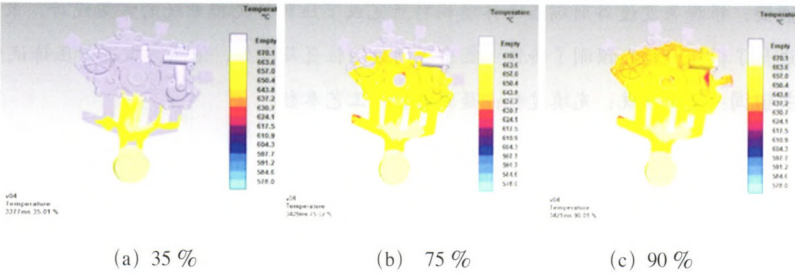


图3 方案1充型温度场分布

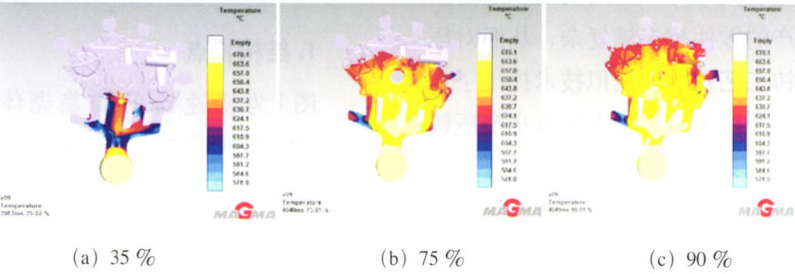


图4 方案2充型温度场分布

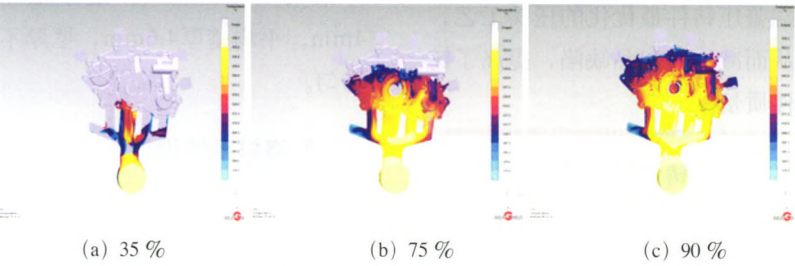


图5 方案3充型温度场分布

表2 内浇道厚度推荐值

压铸件壁厚/mm	0.6~1.5		>1.5~3		>3~6		>6 与铸件壁厚之比 (%)
	复杂	简单	复杂	简单	复杂	简单	
内浇道厚度/mm	0.6~1.0	0.6~1.2	0.8~1.5	1.0~1.8	1.5~2.5	1.8~3.0	40~60

表3 工艺参数设定

试验	低速位置/mm	低速速度/m·s ⁻¹	高速转换位置/mm	冲头高速速度/m·s ⁻¹
方案1	150	0.2	550	3
方案2	150	0.2	600	4
方案3	150	0.2	630	4

同，如图6所示，在铝液凝固25%时，左右及远端先凝固，出现冷隔缺陷倾向较大；铝液凝固75%时，中心及右端部分铝液仍未凝固，但内浇口早已封闭，失去补缩功能，易出现缩松及气孔现象。三种方案进行模拟分析对比后，可预测方案2优于方案1和方案3。

三、试生产验证

根据以上三种方案进行试生产，方案1气孔较严重，铸件远端（见图7）填充（Ⅰ区域）及左侧（Ⅱ区域）位置为小气孔出现区域，图8为产品气孔位置处X-RAY无损检测照片；方案2内部质量良好，Ⅰ区域、Ⅱ区域表

面出现轻微冷隔缺陷；方案3内部质量良好，但Ⅰ区域、Ⅱ区域表面冷隔缺陷较严重（见图9）。

结合现场试验结果，方案2为最佳工艺，与模拟结果相符，但仍存在轻微冷隔缺陷，针对此缺陷，对现场工艺做如下调整：

（1）提高浇注温度 铝液浇注温度由原来的660℃提高至670℃，尽量减少由于流程过长导致铝液热损；提高定模模芯温度，由原来的200℃升高至250℃，间接增加铝液流动性，降低热损，改善产品表面质量。

（2）调整喷涂 减少模具Ⅰ、Ⅱ位置脱模剂喷涂量，间接提高模具温度，增加液体流动性，降低热损，改善表面冷隔缺陷。

（3）优化工艺参数 现场将高速速度提高为4.3m/s，改善外观质量，有效减少了冷隔缺陷。

通过以上调整，在保证产品内部质量的前提下，彻底解决了产品表面冷隔缺陷，得到了合格产品（见图10）。

四、结语

（1）根据理论及设计经验，分析产品结构，建立浇排系统，并通过MAGMA软件，对三种方案进行模拟，预测铸件工艺缺陷，得出方案2为最优方案。

（2）针对三种方案，现场进行试生产，验证数值模拟分析缺陷的准确性。

（3）针对方案2中产品存在的缺陷，现场进行工艺调整：提高铝液浇注温度、定模模芯温度；减少Ⅰ、Ⅱ位置脱模剂喷涂量；将高速速度提高为4.3m/s，在保证产品内部质量的前提下，提高了产品表面质量，满足了使用要求。

参考文献

- [1] 李世钊.大型复杂铝合金压铸件成型数值模拟及工艺优化[D]. 武汉：华中科技大学，2012.
- [2] 江昌勇，沈洪雷，姜伯军，等.压铸成型工艺与模具设计[M]. 北京：北京大学出版社，2012:136-137.

作者简介：万晓萌，陕西法士特汽车传动工程研究院，主要从事压铸产品工艺设计与研究。

MW 20170102

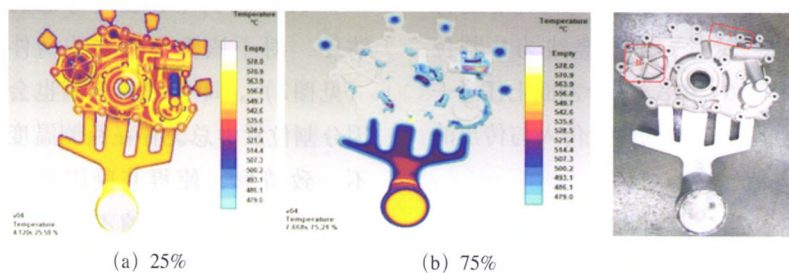


图6 凝固温度场分布

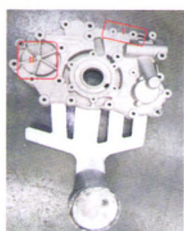


图7 产品缺陷位置

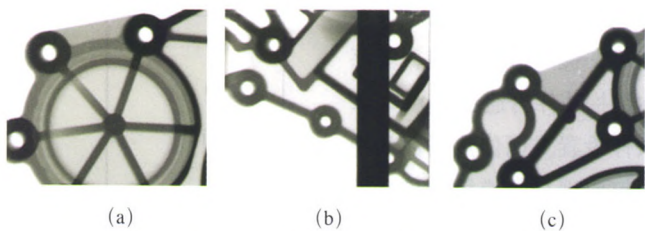


图8 X-RAY无损检测照片



图9 冷隔缺陷

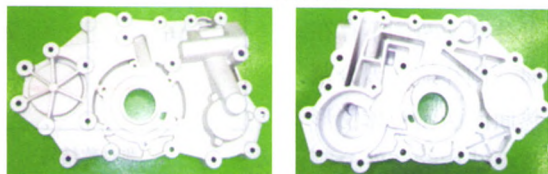


图10 合格产品