

# 铝合金摄像头外壳的压铸 模具浇排系统设计

方俊芳

(安徽水利水电职业技术学院机械与汽车工程学院, 安徽合肥 231603)

**摘要:** 对铝合金摄像头外壳压铸件的结构形状进行压铸成形分析, 并对模具设计的主要环节进行了详细的分析计算与工艺处理。计算了压铸件的胀型力并根据锁模力选型方法选用了压铸机设备。对压铸件浇注系统与排溢系统作了详细的分析与全3D设计制作。最后利用AnyCasting软件对设计的浇排系统进行了CAE模流分析, 根据充型过程中的温度分布和卷气等模拟仿真结果调整浇排系统布局, 并完善模具浇排系统整体结构设计。

**关键词:** 全3D模具设计; AnyCasting软件; CAE; 浇排系统设计

现代社会, 为了安全与便利, 利用摄像头电子眼实时监控已经成为必不可少的建筑安装标配, 从城市街道到住宅小区, 无论是公共场所还是私人领域, 各个角落都可能布置了摄像头, 方便追踪调查既往历史, 还原真相, 保证了社会治安的安全性, 提高了人们的生活幸福感。摄像头外壳的材料选用铝合金制造, 提高了摄像头电子设备的使用寿命, 使用压铸模具制造可以大批量生产, 降低成本。

本文以铝合金摄像头外壳为例, 运用UG软件完成其压铸成形工艺分析与全3D压铸模具浇排系统设计, 并借助AnyCasting软件进行压铸仿真分析, 验证所设计的浇注系统与排溢系统的合理性与填充效果并进行改进完善。

## 1 摄像头外壳零件结构与选材

如图1所示, 该零件结构基本对称, 形状为盖罩类零件, 该零件平均壁厚2.29 mm, 最厚处不超过10.83 mm, 厚壁主要存在于预留钻孔位置, 结构复杂程度中等。按照

作者简介:

方俊芳(1974-), 女, 副教授, 硕士, 主要研究方向为模具设计与制造。E-mail: tkfang711@126.com

中图分类号: TG249.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2025)02-0211-07

基金项目:

安徽省教育厅科学研究重点项目(2023AH053034)。

收稿日期:

2024-06-03 收到初稿,

2024-06-25 收到修订稿。

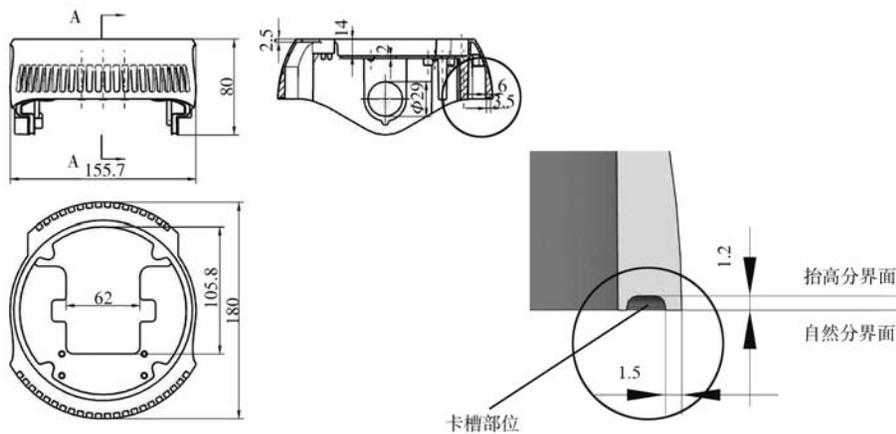


图1 零件图与内浇道侧进料位置设计

Fig. 1 Part drawing and design of feeding position on the inner gate side

一般结构件选材，顶面与眼孔位置有装配要求，CNC加工。成品无毛刺，无明显铸造缺陷，表面抛丸处理。

摄像头外壳兼具支架功能，因此需要足够的强

度与耐腐蚀性，选材为ADC12铝合金，其特点是比强度高和耐腐蚀，这种材质应用广泛，适用于制作汽缸盖、缸体和电子产品支架等。其化学成分如表1<sup>[1]</sup>。

表1 ADC12压铸铝合金的化学成分  
Tab. 1 ADC12 Chemical composition of die cast aluminum alloy

											$w_B/\%$
Si	Cu	Mn	Mg	Fe	Zn	Pb	Ti	Ni	Sn	Cd	Al
10.35	1.84	0.25	0.24	0.72	0.71	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	其余

其中的硅能改善铝合金的铸造性能，镁可提高强度和屈服极限，加入铜和锌可以提高合金的流动性、抗拉强度和硬度，铁可以减轻粘模的现象，锰和镍可以中和铁的危害。

如图1与图2所示，如果从侧面进料，浇注方向既有向上爬坡的需求，同时也要兼顾侧面电子眼安装部位的稳定填充。其结构形状在壳体中部有较大的空缺，侧面有两个孔位，从图2的序号3处可以看出，这两个孔位稍复杂，增加了填充阻力，如果设计不当，容易造成冷隔和末端浇不足等铸造缺陷，因此合理设计其浇注系统与排溢系统是保证铸件质量的关键。

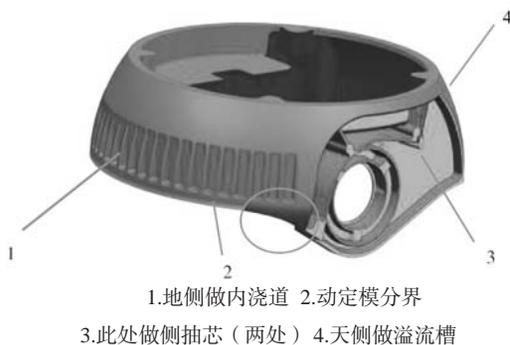
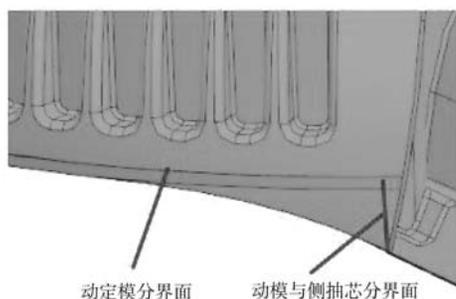
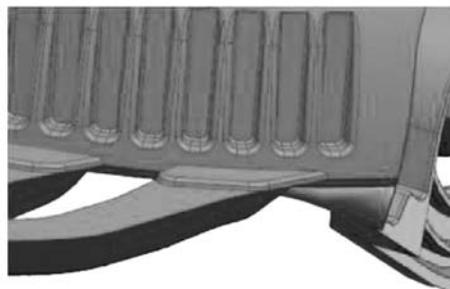


图2 动定模分型面斜率分析

Fig. 2 Analysis of the slope of the dynamic and fixed mold parting surface



(a) 动模侧起模



(b) 分型面处理后面分析

图3 动定模分界

Fig. 3 Boundary between moving and fixed diese

## 2 确定开模方案及分型设计

### 2.1 分型面设计与工艺处理

经过斜率分析，如图2中所示，在摄像头外壳两侧的眼孔部位需要制作侧抽芯结构，零件上部前后模分界明显，圈住的部分有局部倒扣，需要做工艺处理。

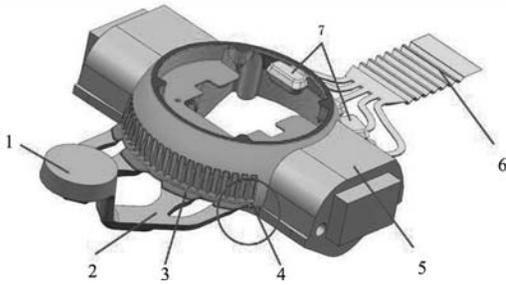
经过对摄像头外壳形状的精确分析，同时考虑自然分界面处有卡槽结构，壁薄，抬高前后模分界面1.2 mm做内浇道位置，并将内浇道处分型面设置为平面，避开薄壁部位，同时便于实现前后模顺利脱模。如图3和图4所示，内浇道侧向进料，力求去除内浇道时不易损坏铸件。

图3中是在内浇道侧的自然分界面上方1.2 mm位置做平面分割铸件，形成设计的分型面，起模斜度为 $1^\circ$ ，从斜率分析图3(b)中的颜色可以看出，动模与静模能轻松出模。

图4为浇注系统与排溢系统设计的三维模型。内浇道设置在定模侧，横浇道设置在动模侧。两侧设置侧抽芯枕位，对于动模侧的倒扣位置，利用侧抽芯枕位做弥补（如图4圆圈中所示），可以实现动模顺利脱模。

### 2.2 压铸机选型

根据锁模力选用压铸机是一种传统的并被广泛采



1. 直浇道 2. 横浇道 3. 内浇道 3. 中放大的部位 4. 在图  
5. 侧抽芯(两处) 6. 排气槽 7. 溢流槽

图4 摄像头壳体浇排系统设计

Fig. 4 Design of pouring system of the camera casing

用的方法,压铸机的型号就是以合模力的大小来定义的。压铸件选型的锁模力计算公式<sup>[2]</sup>:

$$F_{\text{锁}}=K(F_{\text{主}}+F_{\text{分}}) \quad (1)$$

式中:  $F_{\text{锁}}$ 为压铸件应有的锁模力, N;  $K$ 为安全系数,取1.3;  $F_{\text{主}}$ 为主胀型力, N;  $F_{\text{分}}$ 为分胀型力, N。

主胀型力计算公式为:

$$F_{\text{主}}=Ap \quad (2)$$

式中:  $A$ 为铸件在分型面上的投影面积,  $\text{m}^2$ ,一般另加40%作为浇排系统的投影面积;  $p$ 为压射比压, MPa,其取值对于一般件选40 MPa,承载件取70 MPa,本文所述摄像头壳体属于一般件,  $p$ 值按40 MPa计算。

分胀型力计算公式为:

$$F_{\text{分}}=\sum A_{\text{芯}}t \tan \alpha \quad (3)$$

式中:  $A_{\text{芯}}$ 为侧向抽芯机构成形端面的投影面积之和,  $\text{m}^2$ ;  $\alpha$ 为侧抽芯楔紧块的楔紧角,取值范围为 $10^\circ \sim 25^\circ$ ,本例中取 $23^\circ$ 。

铸件最大轮廓尺寸 $156 \text{ mm} \times 180 \text{ mm} \times 80 \text{ mm}$ ,在UG软件中测量投影面积 $15\,694 \text{ mm}^2$ ,侧抽芯投影面积 $6\,467 \text{ mm}^2$ (两处),将这些数据代入锁模力计算公式。 $F_{\text{锁}}=1\,965 \text{ kN}$ ,按照力劲压铸机的选型参数表2,初步选择DCC280的力劲压铸机,冲头直径60 mm,压室充满度<sup>[2]</sup>约为38%。

表2 力劲冷室压铸机IMPRESS系列参数表(节选)  
Tab. 2 IMPRESS series parameter table for Lijin cold chamber die-casting machine (excerpt)

项目	DCC160	DCC280	DCC400
锁模力/kN	1 600	2 800	4 000
射料行程/mm	340	400	500
锤头直径/mm	50	60	70
射料量(铝)/kg	1.3	2.1	3.6

### 3 浇排系统设计

浇注系统是决定充填状况的重要因素,也是决定压铸件内部质量的重要因素。设计合理的浇注系统是压铸模设计工作中的重要环节<sup>[2]</sup>。摄像头壳体浇排系统设计见图4。

#### 3.1 内浇道设计计算

内浇道截面积( $A_g$ )计算公式<sup>[3]</sup>:

$$A_g = \frac{G}{\rho v_g t} \quad (4)$$

式中:  $G$ 为通过内浇道的金属液质量,实际计算要考虑溢流槽部位的填充质量,取铸件质量的1.2~1.5倍, kg;  $\rho$ 为金属的液体密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;  $v_g$ 为充填速度,  $\text{m}/\text{s}$ ;  $t$ 为型腔的充填时间, s。

摄像头外壳铸件的质量为0.399 kg,考虑溢流槽质量占铸件质量的30%,因此 $G$ 取0.52 kg;液态铝合金密度按 $2.4 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$ ;根据经验表格3中对应的条件,压铸充填速度 $V_g$ 取42  $\text{m}/\text{s}$ ;表4中对应的型腔充填时间选0.03 s。将这些数据代入公式,可以算出 $A_g$ 约等于 $170 \text{ mm}^2$ 。根据前面选型的压射冲头面积与内浇道截面积之比为16.6倍,符合要求。内浇道厚度1.4 mm。

内浇道与横浇道、铸件的连接位置与进料角度如图5所示。

图5(a)中铝合金液体从横浇道通过内浇道注入铸件型腔,横浇道末端角度设置为 $50^\circ$ ,其运动趋势为向铸件的左上方流动,避免高速高压的液体直接冲击动模型芯。该铸件的形状为圆形盖状,内浇道为扇形浇道,其布局如图6所示,2和3号浇道为主要浇道,指

表3 压铸平均厚度与填充速度关系  
Tab. 3 The relationship between the average thickness of die casting and the filling speed

平均厚度/mm	充填速度/( $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ )
0.8	46~55
1.3~1.5	43~52
1.9~2.3	40~49
2.5~2.8	37~46

表4 压铸件质量与充填时间关系  
Tab. 4 The relationship between the quality of die castings and filling time

压铸件质量/g	充填时间/s
500以下	0.03~0.04
500~800	0.04~0.06
800~1 500	0.06~0.08
1 500以上	0.1以上

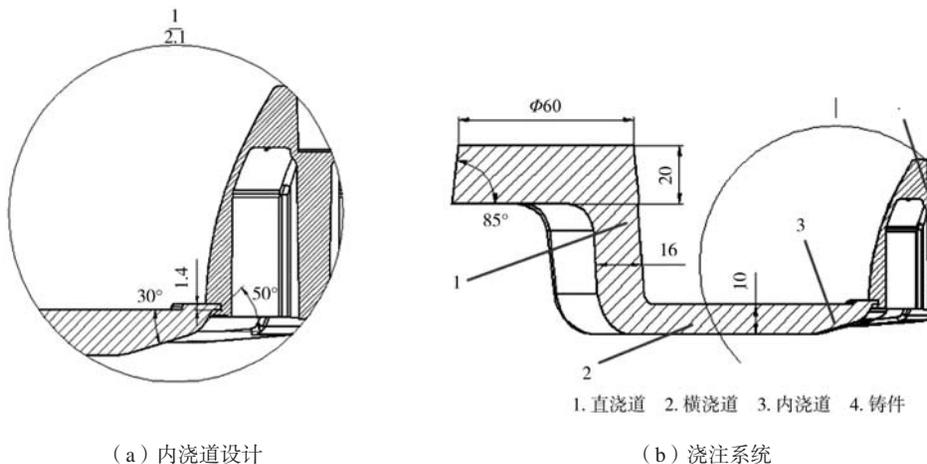


图5 浇注系统设计  
Fig. 5 Design of the pouring system

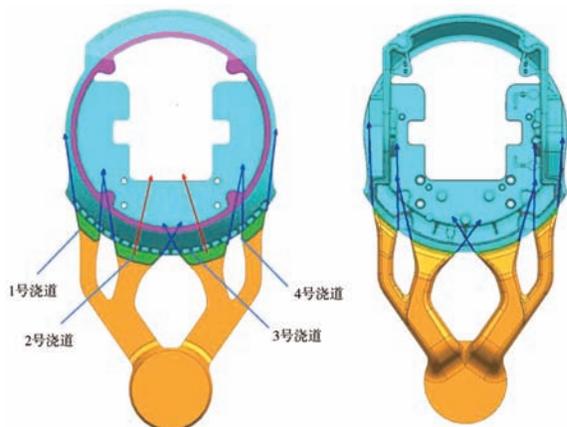


图6 内浇道位置布局  
Fig. 6 Layout of the inner gate position

向圆心位置（如图中红线方向），蓝色箭头为内浇道的导流方向。1、4号浇道为辅助浇道，主要填充侧面

平直方向的形状填充。图7为用CAE软件分析的该浇注系统的液流追踪云图，由此图可以得出结论，该浇道设计符合预期。

### 3.2 横浇道与直浇道设计

横浇道采用树式结构，前端与内浇道连接部分按照3倍内浇道截面积设计计算<sup>[2]</sup>，其余面积遵循从直浇道到横浇道末端逐渐递减的原则设计，有效减少卷气或吸气。

直浇道料饼根据前述压铸机选型中的力劲DCC280机型的参数，与其冲头直径相等，同为60 mm，其厚度设计为直径的1/3，即20 mm。料饼高于铸件最高点5 mm。由此设计出流畅、顺滑的浇注系统通道。如图5（b）所示。

图7是浇注系统的液流追踪模拟分析云图，其仿真结果与预期基本一致，中间两个主流道，其走向为向



(a) 充填百分比57% (b) 充填百分比70% (c) 充填百分比83% (d) 充填百分比100%

图7 液流追踪模拟分析

Fig. 7 Simulation analysis of the liquid flow tracking

上爬坡，填充盖顶部分并持续推进到溢流槽一侧，两侧的辅助流道主要完成侧面平直方向的充填任务。

### 3.3 排溢系统设计

排溢系统包括溢流槽和排气槽。溢流槽除了可接纳型腔中的气体、夹杂物及冷污金属外，还可调节型腔局部温度、改善充填条件以及必要时作为工艺搭子顶出铸件<sup>[4-5]</sup>。溢流槽对液体浇注起到导流的作用，因此一般设计在充填路径的末端或者在两股料流汇合的地方。

从铸件结构分析，在浇口的反方向的最后填充部位的自然分界面上设计主要的溢流槽，图6中的1、2和

3、4汇合的侧面孔的位置容易形成卷气，这些部位添加溢流槽，有利于改善充填效果，上方的空腔部位设计一个较大溢流槽。

按照溢流槽的质量总和占压铸件质量的20%~50%分配<sup>[2]</sup>，本案中溢流槽总质量是123 g，占铸件的31%。全部溢流槽的溢流口截面积应为内浇道截面积的60%~75%<sup>[7]</sup>，本案中溢流槽的总截面积为108 mm<sup>2</sup>，内浇道总截面积为170 mm<sup>2</sup>，占63%，符合设计要求。根据这些设计原则制作了溢流槽的3D图如图8所示。

排气槽的作用主要是排出熔杯及模具型腔内的气体<sup>[6]</sup>。排气槽结构设计见图8，溢流槽末端汇集到一个浪板式排气槽。

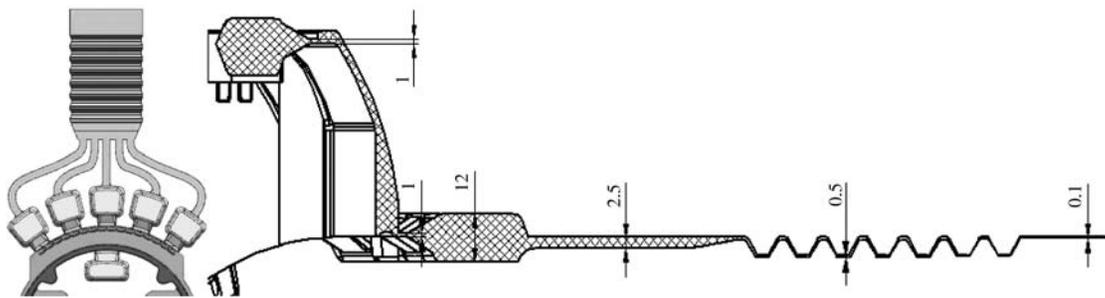


图8 排溢系统  
Fig. 8 Exhaust system

## 4 利用AnyCasting软件检验浇排系统

使用模流分析软件AnyCasting对设计的浇排系统进行CAE分析，根据DCC280的力劲压铸机相关参数（表2），设置其工艺参数如表5所示，其中压室长度是冲头空打行程，小于射料行程400 mm。

在AnyCasting软件中检验浇注系统的充型时间仿真

效果如图9所示。图9是液态铝填充到内浇道时的模拟效果，四个内浇道进料时间比较，中间的两个内浇道面积大，是主要的充型内浇道，两边的内浇道辅助浇注，中间快，两侧慢。该型腔完全充满时间是0.266 46 s，因此型腔填充时间大约是0.029 s，与内浇道设计计算中的0.03 s接近，因此内浇道设计与排位合理。

## 5 试模及验证调整

模具设计完成，用力劲DCC280压铸机进行试模，试制100件产品进行检测分析<sup>[8]</sup>，发现10%的铸件在图10所示的圆圈部位有轻微冷隔和夹渣等缺陷，分析认为，此处由于处于两股料流汇合处或者是曲折形状的边角部位，填充难度较大，根据模具结构形状可以增加溢流槽，起到导向或者排渣和保温等作用<sup>[9]</sup>。

采用AnyCasting软件对经过改进的模具进行模拟仿真，其充型时间云图如图11所示，填充到97%时，铸件已经完成全部的充填，填充到98%时，卷气顺序图显示铸件内部已经没有气体。溢流槽增加部分经校核，所有溢流槽质量之和为156 g，占铸件比重39%，铸件充型时间为0.03 s，符合设计要求。从温度云图可以看出，型腔充满时温度保持620 ℃以上，符合压铸充填

表5 压铸工艺参数

Tab. 5 Process parameters of the die casting

项目	参数	
工艺类型	高压铸造	
压铸件材料	ADC12	
浇注温度	680 ℃	
模具	材料	H13 (SKD61)
	初始条件	180 ℃
压射速度 (冲头速度) <sup>[2]</sup>	低速	0.25 m/s
	高速	2.85 m/s
压室长度	310 mm	
压室直径	60 mm	
料饼厚度	20 mm	

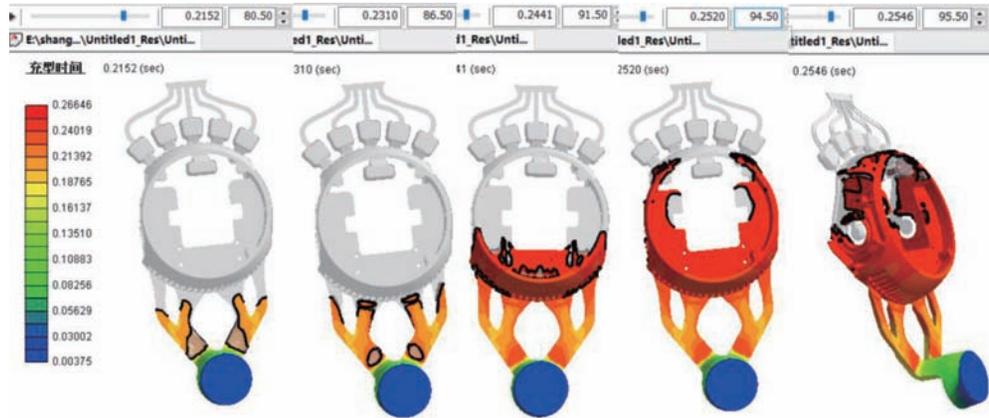
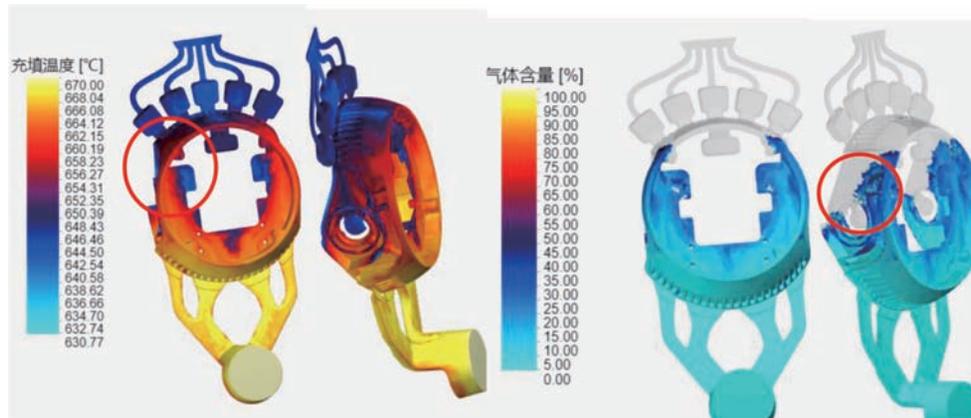


图9 充型时间模拟

Fig. 9 Simulation of the filling time



(a) 充填温度云图

(b) 气体含量云图

图10 充填温度云图与气体含量云图

Fig. 10 Cloud maps of filling temperature and gas content

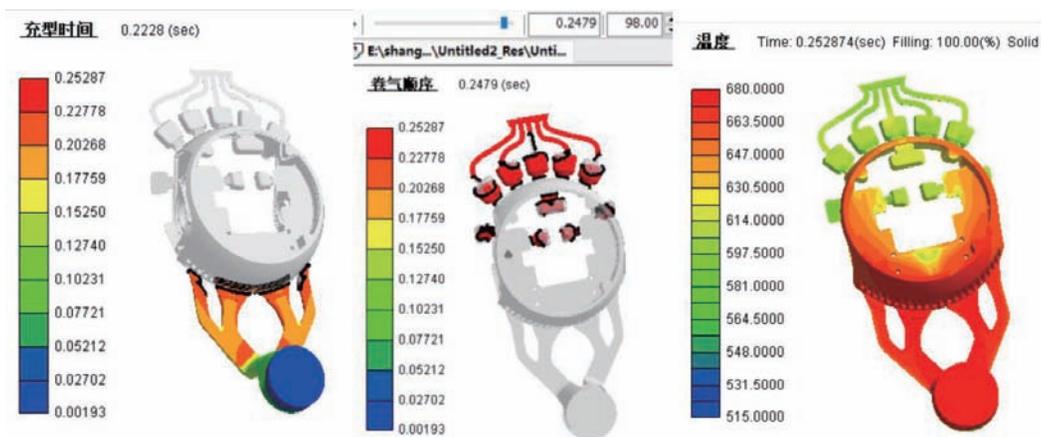


图11 改进的模拟仿真云图

Fig. 11 Improved simulation cloud maps

要求。

经过再次试模，铸件合格率100%。

## 6 结语

本文对摄像头壳体结构进行了模具加工工艺设计，在分型面设计上利用动模、定模和侧抽芯机构的三相会合位置做合理分配，在对零件作最小改动的条

件下实现了合理的分型，并详细计算与设计了浇注系统和排溢系统的结构形状与布局。利用AnyCasting软件对所设计的浇排系统进行了模拟仿真试验，根据第一次试模缺陷与仿真结果对排溢系统做相应的数量添加和位置调整，最后做出了比较合理的浇排系统，再次试模生产的铸件全部符合要求。

### 参考文献:

- [1] 舒吉平, 龚海军, 彭军, 等. 铝合金曲轴后端盖压铸模浇注与排溢系统优化设计 [J]. 材料科学与工艺, 2023, 31 (3): 72-80.
- [2] 韩凤梅, 齐卫东. 压铸工艺与模具设计 [M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2019.
- [3] 宋鹏, 龚海军, 彭军, 等. 铝合金机油泵盖压铸模浇注及溢流系统仿真优化设计 [J]. 铸造, 2023, 72 (2): 196-202.
- [4] ZYSKA A, KONOPKA Z, GIEWKA M, et al. Porosity of castings produced by the vacuum assisted pressure diecasting method [J]. Archives of Foundry Engineering, 2015, 15 (1): 125-130.
- [5] 李建宇, 管胜敏, 吴树森, 等. 大型复杂离合器壳体高致密化压铸 [J]. 铸造, 2020, 69 (11): 1198-1202.
- [6] 孙全喜, 李淑利, 王伟, 等. 一种铝合金壳体压铸模具设计 [J]. 铸造, 2024, 73 (2): 220-223.
- [7] 侯丽彬, 王琳琳, 闫德海. MQ200变速器壳体压铸工艺及模具设计 [J]. 特种铸造及有色合金, 2023, 43 (1): 125-117.
- [8] 董淑婧, 侯丽彬. 汽车发动机前盖压铸模浇注系统及排溢系统设计 [J]. 特种铸造及有色合金, 2024, 44 (2): 277-281.
- [9] 罗维, 贾志欣, 李继强, 等. 汽车车灯支架压铸工艺CAE分析及模具设计 [J]. 铸造, 2024, 73 (2): 202-207.

---

# Design of Pouring System for Die Casting Die of Aluminum Alloy Camera Housing

FANG Jun-fang

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Anhui Technical College of Water Resources and Hydroelectric Power, Hefei 231603, Anhui, China)

### Abstract:

An analysis was conducted on the structural shape of the aluminum alloy camera housing die casting, and detailed analysis, calculation, and process processing were carried out on the main links of die design. We calculated the bulging force of the die casting and selected the die casting machine equipment based on the locking force selection method. We conducted a detailed analysis and full 3D design and production of the pouring system and overflow system of the die casting. Finally, a CAE flow analysis was conducted on the designed pouring system using Anycasting software, and the layout of the pouring system was adjusted based on simulation results such as temperature distribution and air entrainment during the filling process, and the overall structure design of the mold pouring system was improved.

### Key words:

full 3D mold design; AnyCasting software; CAE; design of runner and overflow system

---