

# 一种铝合金壳体压铸模具设计

孙全喜<sup>1</sup>, 李淑利<sup>1</sup>, 王伟<sup>1</sup>, 石智成<sup>1</sup>, 田迎春<sup>1</sup>, 尹飞<sup>2</sup>, 刘辉<sup>2</sup>, 李金桃<sup>3</sup>

(1. 中国兵器工业集团第五二研究所, 内蒙古包头 014034; 2. 陆军装备部驻南京地区军事代表局驻烟台地区, 山东烟台 264000; 3. 杭锦旗能源服务中心, 内蒙古鄂尔多斯 017400)

**摘要:** 通过对壳体零件的结构和成形性分析, 重点对模具设计的主要环节进行了详细的分析与研究; 分析设计了模具的分型面位置、浇注和排溢系统的结构以及推出机构, 采用在侧面壁厚处多点浇口的结构形式; 对模具的型芯、型腔做了具体的结构设计, 采用型腔在定模、型芯在动模的普通两板式结构形式; 并且型芯和型腔部分制作成活动镶件, 便于修理、更换, 模具结构简单、实用, 完全满足模具的设计要求。

**关键词:** 壳体零件; 模具设计; 多点浇口; 两板式; 设计要求

铝合金材料具有轻量化特点, 随着铸造成形工艺技术的不断发展, 铝合金材料的压铸工艺与模具设计发展迅速。压铸模具的设计是压铸成形的重要环节, 对于整个加工过程的成本、效率以及成品精度等方面具有重要影响<sup>[1-3]</sup>, 因此, 国内外众多学者对压铸模具进行研究分析。马冬威通过实验对比分析发现, 影响铝合金式样尺寸的主要因素是残余应力和固相结晶的变化<sup>[4]</sup>; 史宝良对汽车行业内使用的结构件典型部位进行了相关分析, 着重研究了高压下铝合金铸件的性能特点<sup>[5]</sup>; Jin K C采用两种几何形状设计了薄板压铸模具, 并提出了一种基于数值模拟的新型溢流系统, 进行了实际的真空压铸试验通道的部分无回流, 使用所提出的优化模具设计制造了一个高质量的样品<sup>[6]</sup>; Péter Szalva通过比较高压压铸和真空辅助压铸件的高周疲劳行为, 并描述铸件缺陷是如何影响疲劳失效的, 真空辅助压铸显著减小了孔隙尺寸和体积, 减少了氧化薄片的发生, 从而提高了失效循环次数<sup>[7]</sup>。以上学者的研究均是针对压铸成形后产品件的微观结构以及铝合金铸件的结构性能分析研究, 而对于压铸模具的结构设计及简化尚未提及, 因此, 本研究的方向是针对一种铝合金壳体压铸模具设计, 此次设计有效避免压铸过程所产生的冷隔、夹渣、气泡、疏松、散热片不成形等缺陷。

## 1 压铸件结构及工艺性分析

图1为壳体零件, 采用铝合金压铸成形。该铸件结构比较复杂, 壁厚也不尽相同。壳体端面的壁厚为5 mm, 侧面四周壁厚为3 mm, 其中一侧的五个凸台壁厚为15 mm。背部有25个散热片, 比较密集, 其细端宽度为1 mm, 单边斜度为1.5°, 深度为9 mm。有四个加强筋的壁厚为5 mm, 有六个加强筋的壁厚为1.5 mm。

综合分析铸件的结构特性, 在设计模具时应该考虑铝合金液体在模具中的流动方向及特性, 合理选择料流方向以及和散热片方向的关系; 由于铸件壁厚不均匀, 在压铸时容易产生夹渣、疏松等铸造缺陷<sup>[8-11]</sup>。因此, 应该合理选择内浇口的位置, 压铸时便于铸件能够完全成形。考虑该壳体的结构及实际生产情况, 本压铸模具设计采用一模一腔的结构形式。

### 作者简介:

孙全喜(1966-), 男, 本科, 主要研究方向为机械设计及其工艺。E-mail: 13848634820@163.com

### 通讯作者:

王伟, 男, 硕士生。电话: 15647132394, E-mail: 1240375464@qq.com

中图分类号: TG146.2;  
TG249.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2024)  
02-0220-04

### 收稿日期:

2023-10-28 收到初稿,  
2023-12-26 收到修订稿。

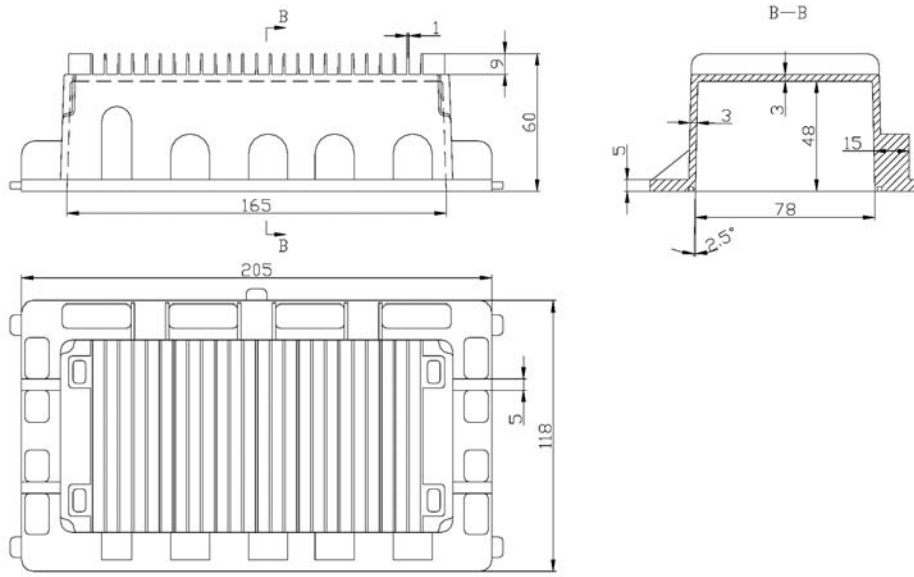


图1 壳体零件图  
Fig. 1 Shell parts

## 2 模具结构设计

### 2.1 分型面的选择与设计

根据铸件结构特点及分型面设计要求<sup>[12]</sup>, 选择壳体的大端面作为动模和静模的分型面。为了便于铸件脱模, 应该使成品留在动模一侧。壳体内表面的出模斜度单边为 $2.5^\circ$ , 深度为48 mm, 成形部分的包紧力能够使壳体留在型芯一侧, 故选择型芯在动模, 型腔在定模的结构形式<sup>[13]</sup>, 如图2所示。

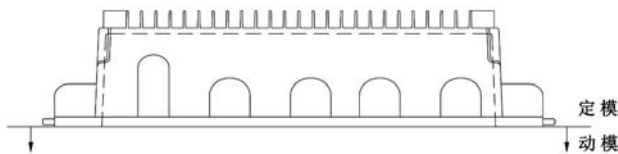


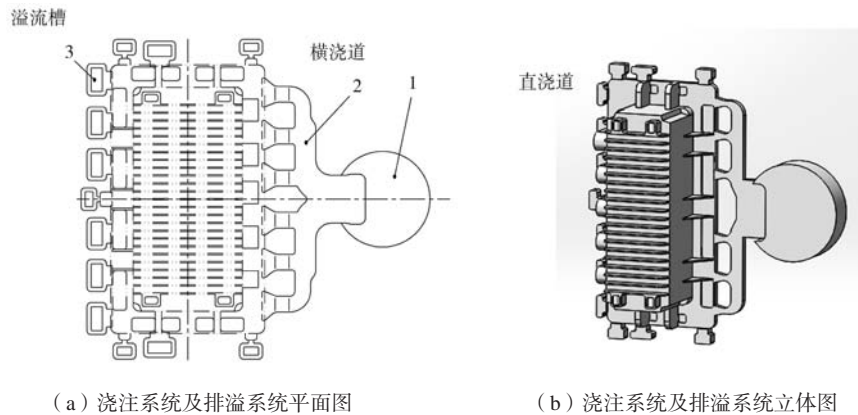
图2 分型面设置  
Fig. 2 Setting of parting surface

### 2.2 浇注系统及排溢系统设计

根据压铸模具浇注系统的设计原则<sup>[14]</sup>, 金属料流方向应该平行于散热片的方向, 以避免产生冷隔、夹渣、气泡、疏松、散热片不成形等缺陷。另外, 内浇口的位置应设置在厚壁处, 让金属液首先充填厚壁部分, 以免厚壁处产生夹渣、疏松等铸造缺陷。因此, 为了使金属液能够快速充满型腔, 在壳体凸台一侧设置6个内浇口。横浇道采用阶梯圆弧过渡式设计, 能够保证足够的充填速度。直浇道设置分流锥, 分流锥设计成圆弧过渡的结构形式, 可以在压铸时加快金属液的充填速度。溢流槽应设置在料流方向的末端。如图3所示, 在铸件成形型腔的三面设置了13个溢流槽及排气道<sup>[15-16]</sup>。

### 2.3 推出机构设计

本模具采用推杆推出铸件, 在模具设计中, 推杆



(a) 浇注系统及排溢系统平面图 (b) 浇注系统及排溢系统立体图

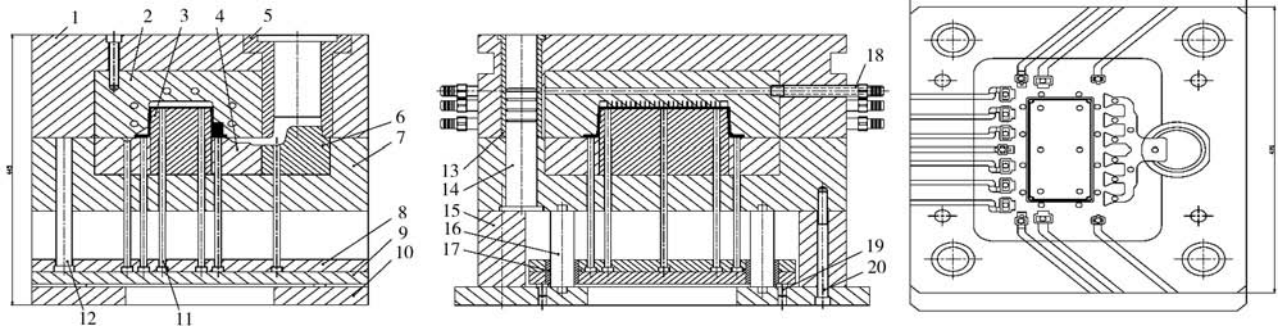
图3 浇注系统及排溢系统布局图  
Fig. 3 Layout of pouring system and overflow system

的位置选择至关重要。一般来说,推杆位置应该设置在铸件对型芯包紧力最大的位置以及在铸件厚壁处,以免铸件在推出时被损坏。经过综合考虑,全部推杆采用 $\Phi 8$  mm的圆推杆。在铸件内表面的顶面设置6根推杆,在铸件端面处设置12根推杆。另外,在直浇道和横浇道处设置9根推杆,在所有溢流槽处设置了13根推杆,此设计完全能够满足推出要求。

## 2.4 冷却系统设计

要提高压铸生产效率以及压铸件的质量、致密性并降低热应力,在很大程度上取决于模温的调节<sup>[17]</sup>。

考虑该压铸件属于厚壁铸件和中小批量生产等因素,在连续操作时,为了保持铸件优质高产,需要在模具内设置水冷却装置,使热量随着冷却水循环流动而迅速排出。该模具采用比较简易的冷却系统,冷却水道设置在模温较高的型腔内(即定模镶件)。顺着型腔长度方向设置6个 $\Phi 10$  mm的冷却水道,定模两侧各有6个水嘴与定模镶件采用螺纹(密封处理)连接。进水管和出水管设置在操作者对面一侧,两侧的水嘴之间用输水软胶管进行连接(用旋紧箱紧固),形成一套完整的水冷却循环系统,如图4所示。



1. 定模板 2. 定模镶模 3. 动模镶件1 4. 动模镶件2 5. 浇口套 6. 分流锥 7. 动模板 8. 推板固定板 9. 推板 10. 动模座板  
11. 推杆 12. 复位杆 13. 导套 14. 导柱 15. 垫块 16. 推板导板 17. 推板导板 18. 水嘴 19. 限位钉 20. 内六角螺栓

图4 模具总装图

Fig. 4 Die assembly drawing

## 2.5 模具结构与总装设计

图4所示为本模具的总装结构图。本模具采用普通的两板式结构,考虑到铸件结构的复杂性以及模具制作的成本因素,模具的型腔和型芯部分采用活动镶件,分别镶入动、定模板内的结构形式。动、定模镶件和动、定模板采用H7/K6的过渡配合,用螺栓连接固定。此设计利于模具成形部分的加工制作,也便于成形部分的修理、更换及尺寸调整。动、定模的合模,采用4根导柱和导套的配合形式,以保证模具合模稳定、精确。为保证推杆能够平稳滑动,推杆固定在推板和推板固定板内,采用4个推板导柱、导套的结构形式来支撑推板和推板固定板的重量,确保推杆运行平稳、不会变形。在动模板内设置4根 $\Phi 20$  mm复位杆,并且固定在推板内。推出动作完成后,模具合模时,动模内的复位杆带动所有推杆完成复位。

去除渣包、锯掉浇口后所生产的产品如图5所示,本次试制有效避免压铸过程所产生的冷隔、夹渣、气泡、疏松、散热片不成形等缺陷,达到预期结果。



图5 试制成品样件

Fig. 5 Trial production sample

## 3 生产验证

以国内某研究所现有300 t冷室压铸机,所用模具为本次设计研发的模具,采用型腔在定模、型芯在动模的普通两板式结构形式。通过铝合金液制备、优化压铸过程相关参数完成本次铝合金壳体的试制生产,

## 4 结论

(1) 把主要成形部分结构设计成镶嵌件单独加工,既能控制铸件尺寸精度,又能实现对易损件的快速修理、更换和调整。

(2) 通过对铸件的结构分析,选择在铸件侧面厚

壁处设置多个内浇口,把横浇道设计成阶梯圆弧过渡形式,既保证散热片的完好成形,又满足了铸件快速充填的要求。

(3)通过对铸件成形工艺的分析,选择金属料流方向的末端设置多个溢流槽,可以避免压铸时产生冷隔、夹渣、气泡、疏松、散热片不成形等铸造缺陷。

(4)本模具的结构是型芯在动模、型腔在定模,主要成形部分采用镶嵌结构,模具采用普通的两板式结构。经试模验证,该模具动作平稳、可靠,压铸件的外观质量和尺寸精度完全符合产品图样要求,无任何铸造缺陷。

#### 参考文献:

- [1] 雷书星,侯志杰,于德水.浅谈压铸模具无研配探索与实践[J].模具制造,2022,22(11):52-55.
- [2] 陶永亮,欧阳婷,张宏,等.一体化压铸给大型压铸模具制造带来新机遇[J].模具制造,2022,22(7):54-57.
- [3] 李福贵,顾成波.压铸及多材料连接工艺在新能源汽车车身中的运用研究[J].机械工程师,2021,362(8):60-62.
- [4] 马冬威,李文巧,张元好,等.时效对ADC12压铸铝合金组织和性能的影响[J].金属热处理,2022,47(12):90-94.
- [5] 史宝良,刘旭亮,孙震,等.乘用车白车身铝合金压铸结构件及材料应用研究进展[J].汽车工艺与材料,2022,408(12):1-9.
- [6] JIN K C, JANG H C, KANG G C. Die design optimization of die casting for fabrication of fuel cell aluminum bipolar plate with micro-channel through casting simulation and experimental investigation [J]. Journal of Mechanical Science and Technology, 2013, 27(10): 2997-3003.
- [7] PÉTER SZALVA, IMRE Norbert orbulov. Influence of vacuum support on the fatigue life of AlSi9Cu3 (Fe) aluminum alloy die castings [J]. Journal of Materials Engineering and Performance, 2020, 29: 1-11.
- [8] 金柱,陈娟,钱运亮,等.消除铝合金铸件气孔缺陷的工艺改进[J].铸造工程,2023,47(1):15-20.
- [9] 宋玉萍.高纯Al-Mg-Si-Cu铝合金铸锭制备工艺研究[J].世界有色金属,2022,606(18):131-133.
- [10] 王宏霞,费姝霞.铸件常见缺陷及防止措施[J].内燃机与配件,2020,305(5):100-101.
- [11] 陈仁桂,杨浩,蓝东华,等.7075铝合金2540 mm × 550 mm规格扁锭铸造工艺研究[J].轻合金加工技术,2020,48(1):15-18.
- [12] 周梅芳.泛光灯壳体压铸模具设计[J].模具技术,2015,193(1):26-28.
- [13] 洪慎章.注塑工艺及模具设计第五讲:注塑模设计(六)[J].橡塑技术与装备,2018,44(2):1-7.
- [14] 吴春苗.压铸技术手册[M].广州:广东科技出版社,2006.
- [15] 宋鹏,龚海军,彭军,等.铝合金机油泵盖压铸模具浇注及溢流系统仿真优化设计[J].铸造,2023,72(2):196-202.
- [16] 陈子业,苏小平.铝合金发动机支架压铸工艺设计及优化[J].铸造,2021,70(12):1466-1470.
- [17] 闫俊,程汉明,石帅,等.压铸ADC12铝合金手机中框热裂分析及解决措施[J].铸造,2021,70(9):1088-1092.

## Die Design of Die Casting for Aluminum Alloy Shell

SUN Quan-xi<sup>1</sup>, LI Shu-li<sup>1</sup>, WANG Wei<sup>1</sup>, SHI Zhi-cheng<sup>1</sup>, TIAN Ying-chun<sup>1</sup>, YIN Fei<sup>2</sup>, LIU Hui<sup>2</sup>, LI Jin-tao<sup>3</sup>

(1. No.52 Institute of China Ordnance Industries Group, Baotou 014030, Inner Mongolia, China; 2. Military Representative Office of the Military Representative Bureau of the Army Armaments Department in Nanjing, Yantai 264000, Shandong, China; 3. Hangjinqi Energy Service Center, Erdos 017400, Inner Mongolia, China)

#### Abstract:

By analyzing the structure and formability of shell parts, the main link of die design was analyzed and studied. The position of parting surface, the structure of pouring and overflow system and the pushing mechanism of the die were analyzed and designed. The structure form of multi-point gate at the thick side wall was adopted. And specific structural designs had been made for the core and cavity of the die, using a common two plate structure with the cavity in the fixed mold and the core in the moving die. The core and cavity parts were made into movable inserts for easy repair and replacement. The die structure was simple and practical, fully meeting the design requirements of the die.

#### Key words:

shell parts; die design; multi-point gate; two plate structure; design requirements