

AS620A 型铝合金封气阀阀身压铸工艺与模具设计

李旭, 张玺*, 赵柯, 闫基森

南阳理工学院智能制造学院, 河南 南阳 473004

摘 要 : 压铸是最先进的液态金属成形方法之一, 多被应用于有色金属的成形生产。本设计针对常用的 AS620A 型铝合金封气阀, 进行阀身压铸成形工艺分析和压铸模具结构设计。根据实际测量的封气阀阀身尺寸建立压铸件三维模型, 并对其进行结构工艺性分析, 设计合适的分型面方案, 选定压铸机。采用 ProCast 对阀身压铸充型过程进行模流分析, 确定浇注系统方案; 设计了合适的成形零件、侧抽芯机构、推出机构及模具结构零件, 并采用 UG 软件创建模具零部件模型并进行装配。

关 键 词 : 压铸; 工艺设计; 侧抽芯; 模流分析

Die Casting Process And Mold Design For The Body of AS620A Aluminum Alloy Sealing Valve

Li Xuan, Zhang Xi *, Zhao Ke, Yan Jisen

School of Intelligent Manufacturing, Nanyang University of Technology, Nanyang, Henan 473004

Abstract : Die casting is one of the most advanced liquid metal forming methods and is mostly used in the forming production of non-ferrous metals. This design is aimed at the commonly used AS620A aluminum alloy sealing valve, and carries out the die-casting forming process analysis of the valve body and the structural design of the die-casting mold. A three-dimensional model of the die casting is established based on the actually measured size of the sealing valve body, and its structural process is analyzed, a suitable parting surface plan is designed, and a die casting machine is selected. ProCast was used to analyze the mold flow during the valve body die-casting and filling process, and the gating system plan was determined. Appropriate forming parts, side core-pulling mechanism, push-out mechanism and mold structure parts were designed, and UG software was used to create mold parts models and assemble them.

Keywords : die casting; process design; side core-pulling; mold flow analysis

一、绪论

压铸的实质是在高压作用下, 使金属液以较高的速度充填压铸模型腔, 并在压力下成形和凝固而获得与压铸模型腔相符铸件的方法。压铸成形因其较高的尺寸精度, 易实现机械化和自动化生产以及优良的经济效益多用于有色金属的铸造^[1]。

二、压铸件工艺分析及压铸机的选用

封气阀阀身压铸件为气密性零件, 对压铸合金性能有较高的要求。选用 YL102a, 具有较好的抗热裂性能和很好的气密性, 以及很好的流动性^[2]。封气阀阀身壁厚普遍为 3 mm, 最大壁厚为 6 mm, 最小壁厚为 1.5 mm。外形尺寸为 122 mm × 80 mm × 58 mm, 体积约为 92.66 cm³。结构复杂程度一般, 但在侧面存在用于与其他部件配合连接的法兰盘。法兰盘内孔为直径 20 mm 的圆, 并且与封气阀内腔连通, 该部分无法通过正常的垂直分型面方向取出, 影响正常脱模, 所以需要采用侧抽芯机构成形。根据铸件初步选取压射比压 90 MPa, 压射速度 0.8 m/s, 充填速度为 15 m/s, 浇注温度 610 °C, 180 °C 的模具预热温度和 230 °C 的模

具连续工作保持温度, 充填时间 0.05 s, 持压时间 5 s 和 12 s 的留模时间^[3]。浇注时金属液产生的胀型力为 969.3 kN, J1110 型的卧式冷室压铸机的锁模力为 1000 kN 能够满足需求^[4]。

三、分型面与浇注排溢系统

(一) 分型面

分型面一般垂直与合模方向, 开设在压铸件最大截面处便于合模、开模及取出铸件。因此封气阀阀身压铸件的分型面设在底面, 并且为保证封气阀阀身内腔的表面质量, 将成形封气阀阀身内腔的型芯置于定模部分, 防止推杆在推出过程中在内腔表面留下痕迹, 分型面开设如图 3-1 所示。

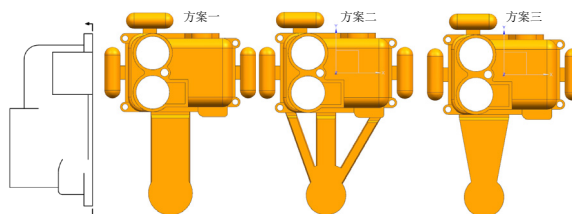


图 3-1 分型面与浇注系统方案

基金项目: 2021 年度南阳理工学院一流课程“压铸成型工艺及模具设计(铸造模具设计一体化课程 I)”(270304)和“冲压工艺及模具设计”(270303)。

项目信息: 2024 年度南阳理工学院教育教学改革研究与实践项目“数智赋能智能制造实践教学平台建设探索与实践(NIT2024JY-014)”

通讯作者简介: 张玺(1987.10-), 男, 汉族, 河南南阳人, 工学博士, 副教授, 主要从事材料成型及控制工程教学改革研究。

（二）浇注系统与排溢系统

根据封气阀阀身压铸件壁厚取内浇口厚2 mm,长3 mm,宽为40 mm。压室直径为40mm,则浇口套直径也为40 mm,长55 mm。为方便横浇道余料顺利脱模,采用梯形截面的横浇道,横浇道宽度与内浇口一致,深度为6 mm,脱模斜度取 10° ,底面圆角半径为3 mm,长度为80 mm。

溢流槽采用半圆形的截面形状,并布置在分型面上。用于容纳收集混有气体的前流冷污金属液,调节模具的温度场分布改善热平衡状态,并作为脱模时推杆的推出位置。溢流口尺寸为 $14\text{ mm} \times 0.8\text{ mm} \times 5\text{ mm}$,溢流槽半径为8 mm,置于封气阀阀身两侧的溢流槽长度为36 mm,上端溢流槽长度为32 mm,共设置3个溢流槽。排气槽一般设置在溢流槽后端用以排气,与溢流槽一样开设在分型面上。取排气槽深度为0.10 mm,宽度为 $20\text{ mm}^{[5,9]}$ 。

不同的浇注系统设计对铸件成形后的质量有着不同的影响,本次设计只改变浇道的布置形式。第一种为常用的侧浇口平直式。第二种将横浇道改为分叉式,内浇口平均分为三个,从不同方向引入金属液。第三种将平直式横浇道改为扇形,具体如图3-1所示。

四、模流分析

（一）模型创建与参数设置

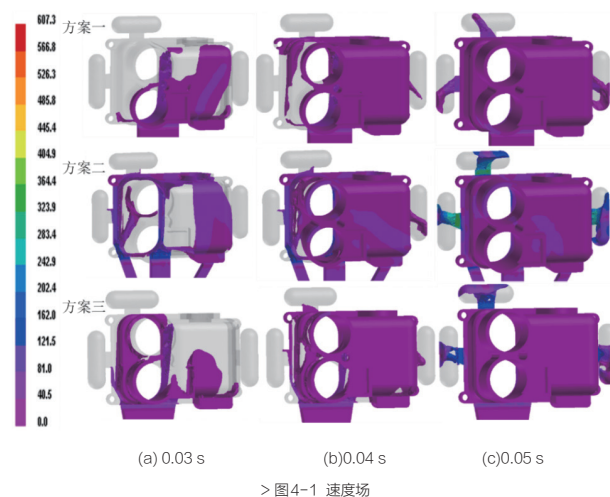
将浇注系统方案用UG完成三维模型的创建,导入ProCAST中的Visual-Mesh模块中进行网格的划分和修复。为了保证计算结果的精度,将构成压铸件和内浇口的点位间距设置为2 mm,其余浇注系统部分为5 mm。建完成后的模型中面网格数量为44940,体网格数量为906855。

模型创建完成后进入Visual-Cast模块,设置重力方向。选择模型材料为3Cr2W8V,冷却方式为空冷。设置铸件与金属型模具界面换热系数为 $2000\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。选定浇注面,输入 610°C 的金属液浇注温度和0.05 s的浇注时间,由软件自动计算金属液浇注流量^[7]。

（二）结果分析

1. 流动状态

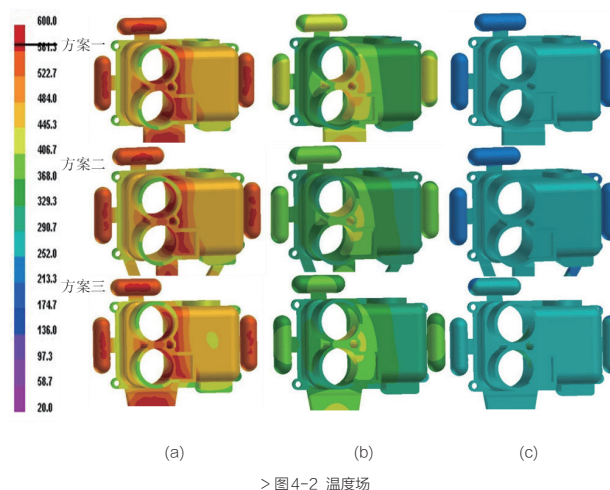
模拟完成后进入Visual-Viewer模块,打开速度场界面。三种浇注系统方案的速度场如图4-1所示,其中(a)、(b)、(c)分别表示金属液在0.03 s、0.04 s和0.05s时的流动状态。方案一在充型阶段初期,金属液由内浇口进入型腔后,一部分从两型芯之间的通道到达型腔上方,其余部分沿型芯表面先充填型腔右侧,充填过程中内浇口流速大致为82 m/s,大部分区域流速在35 m/s~50 m/s之间。方案二金属液由三个不同方向的内浇口进入型腔,由于内浇口截面较小,金属液流速达到160 m/s,流速过高出现卷气的概率较高。0.04 s时左侧型腔中的金属液出现明显的紊乱,卷气现象严重。方案三左侧金属液同样在0.04 s时出现明显紊乱卷气严重,但是左侧溢流槽的溢流口未被完全充满,型腔内气体可进入溢流槽并顺溢流槽后的排气槽排出。



> 图4-1 速度场

2. 温度场

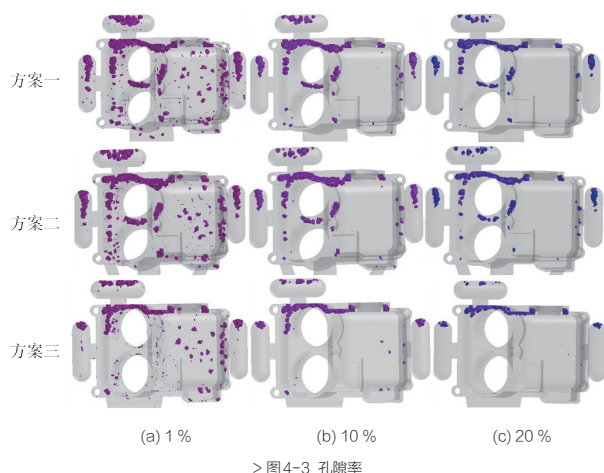
三种浇注系统方案的温度场如图4-2所示,其中(a)和(b)分别为开始浇注后5 s和10 s时的温度, (c)为金属液冷却至模具工作温度所需的时间,分别为41.9 s、39.8 s和29.4 s。方案一金属液充满型腔时的温度约为 590°C ,部分热量被模具吸收,靠外侧金属液先冷却,压铸件中心存在最大壁厚且是金属液中心位置冷却较慢。溢流口内金属液比溢流槽内的金属液先行冷却凝固,保证溢流槽中的金属液不会进入型腔。方案二总体温度场与方案一大致相同,型腔上方冷却速度较快,受侧抽芯机构影响只有一个溢流槽用于平衡温度场,右上方金属液冷却最快,出现缩孔缩松倾向最大。方案三温度变化与方案二相似,可能受横浇道影响冷却速度最快。



> 图4-2 温度场

3. 孔隙率

孔隙分布及可能出现位置如图4-3所示,其中(a)、(b)、(c)分别为1%、10%和20%以下的孔隙率分布图。对应方案一的温度场图,型腔中心是冷却最慢的部分,型腔上方冷却较快,温度场分布不如水平方向均匀,孔隙出现较多且密,缺陷明显。结合方案二的速度场,型腔左侧的金属液在时出现明显的紊乱卷气严重,导致型腔左侧出现较多孔隙缺陷。结合方案三的速度场,虽然金属液在型腔左侧有明显的紊乱,但是左侧溢流口并未被金属液充填,型腔内气体可经由左侧溢流槽进入排气槽排出型腔,所以成形铸件左侧的孔隙率较低,但是上方孔隙依旧多且密。



> 图4-3 孔隙率

(三) 确定方案

对比三种方案,方案一的金属液流动最为平稳,但是冷却速度最慢。方案二中型腔内金属液流动的变化较大,其孔隙的分布能够显示出其成形铸件可能出现的缺陷较多。而方案三虽然流动状态不如方案一平稳,与方案二同样存在金属液的紊乱现象,但是冷却最快,生产效率高且孔隙率比前两种方案要明显减少,故使用第三种浇注系统方案。

五、模具设计

(一) 成形零件与结构零件

封气阀阀身成形零件包含一个型腔镶块,一个活动型芯,六种型芯。其中有三种型芯与型腔镶块组合置于动模部分,采用台阶式固定,其余三种型芯安装在定模部分同样采用台阶式固定,以简化加工。成形零件的工作尺寸根据其在生产过程中不同的磨损情况进行计算调整^[8]。

动定模套板是组成压铸模具的重要部分,用于安装型芯镶块与型腔镶块。在压铸生产过程中压铸模具会受多种力,因此需要保证它们具有足够的强度。定模套板尺寸为400 mm×350 mm×35 mm,动模套板尺寸为400 mm×350 mm×80 mm。

(二) 导向零件与推出机构

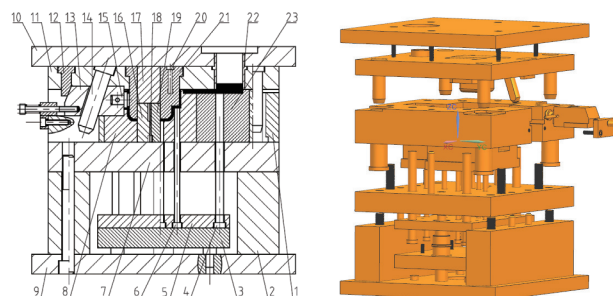
模具中的导向零件主要为导柱与导套,其具体尺寸型号结合模板厚度参考 GB/T 4678 压铸模标准系列进行确定。本次模具设

计采用推杆推出的方式,推杆共设置10根,其中溢流槽各放置1根,封气阀阀身压铸件表面设置5根,横浇道处设置2根。

(三) 斜销侧抽芯机构

封气阀阀身侧面的法兰盘,与封气阀内腔连通,影响正常脱模,采用侧抽芯机构成形。侧抽芯方向受安装位置影响抽芯方向为垂直方向,抽芯力为13895 N,抽芯距为12 mm。为保证斜销在工作过程中有足够的强度,根据公式计算取斜销工作直径为24 mm,110 mm的工作长度和18°的安装倾斜角。因为抽芯方向为垂直方向,使用拉杆限位装置保证抽芯完成后滑块能够停留在正确位置。由于型腔安装在动模部分,为保证开模后压铸件能留在动模部分,需设置延时抽芯借助活动型芯使压铸件与定模部分型芯分离,延时行程预设5 mm^[9,10]。

六、模具装配



1—动模套板; 2—垫块; 3—推板; 4—复位杆; 5—推板固定板; 6—推杆; 7—支承板; 8—型腔镶块; 9—定模座板; 10—动模座板; 11—定模套板; 12—楔紧块; 13—滑块; 14—斜销; 15—活动型芯; 16—21—型芯; 22—浇口套; 23—浇道镶块。

> 图6-1 装配图

七、结束语

本次设计首先对封气阀阀身压铸件进行结构分析与工艺参数的选择,选用J1110压铸机进行生产。为保证封气阀阀身内腔的表面质量,将型腔置于动模部分,避免推杆在推出时在封气阀阀身内腔表面留下痕迹。准备三种浇注方案,借助Procast软件进行模流分析,确定最终浇注方案。使用斜销侧抽芯机构成形封气阀阀身侧面的法兰盘。

参考文献

- [1]何文卿,阮毅,胡国颖,等. 冷室压力铸造在快压射阶段的压射过程对铝合金铸件表面质量的影响[J]. 机电工程技术, 2022, 51 (08): 10-13.
- [2]全国铸造标准化技术委员会(SAC/TC 54)压铸铝合金. GB/T 15115-2009. 2009-04-01.
- [3]黄尧,黄勇. 压铸模具与工艺设计要点[M]. 化学工业出版社: 北京, 2018.
- [4]罗启全. 压铸工艺与设备模具应用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.7.
- [5]王鹏驹. 压铸模具设计师手册[M]. 机械工业出版社, 2008.
- [6]江昌勇. 压铸成形工艺与模具设计[M]. 北京: 北京大学出版社, 2018.1.
- [7]王狂飞,吴亚辉,王有超,等. 铝合金外壳压铸充型凝固过程模拟[J]. 热加工工艺, 2014, 43(01): 62-63.
- [8]潘宪曾,叶秀拱. 压铸模设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [9]刘志明. 实用模具设计与生产应用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2019.4.
- [10]屈华昌. 压铸成形工艺与模具设计[M]. 北京: 高等教育出版社, 2010.