

锌合金拉链头压铸模具设计及 CAE 分析

胡滨铠, 林明山

(漳州职业技术学院机械工程学院, 福建漳州 363000)

摘要: 根据拉链头零件结构, 进行了分型分析, 设计了压铸模具的浇注系统和冷却系统及顶出结构, 并应用CAD/CAE技术进行工艺分析, 完成锌合金拉链头压铸模具设计。应用结果表明, 该模具满足生产要求, 可获得满意的产品。

关键词: 压铸模; CAE分析, 锌合金; 拉链头

锌合金材料已广泛应用于生活用品中, 拉链产品中拉链头80%以上是锌合金^[1], 大部分需通过压铸成形来实现。由于品种多结构各异, 而且压铸成形过程中铸件表面容易起泡、留痕和内部气孔等缺陷^[2], 给制造带来一定的困难。应用CAD/CAE技术对压铸成形过程的浇注、冷却进行模拟分析^[3-4], 对压铸工艺参数及模具设计方案进行优化完成数字化设计, 从而把压铸成形过程中产生的缺陷解决在设计阶段, 有效缩短新产品开发周期。本文介绍了拉链头零件压铸模具设计及CAE分析, 为行业提供一定的借鉴作用。

1 产品结构及分型分析

图1a为一款企业研发的单珠拉链头产品, 重量约为0.93 g, 采用锌合金材料压铸成形, 铸件要求外观无缺陷且光滑, 内部不能有气孔、裂纹和缩孔等缺陷。该产品是一种小型大批量生产的压铸件, 公差等级均可采用IT12级^[5], 可分为面部、腰部和底部三个部分, 其腰部留有立柱, 四周掏空, 顶面有两个壁柱, 这两个壁柱之间形成狭长的槽, 槽中还开有通孔, 而壁柱中间开有缺口, 在面部底面和底部顶面以立柱为中心布置一对对称的凹槽面。压铸模具分型面设计是整个模具结构设计的基础^[6], 如何分型是本模具设计的难点。从优化铸造工艺及顺利脱模等方面出发, 面部和底部分型面设计如图1b所示, 腰部的分型面如图1c所示, 其中面部以面部底面的凹槽面作为分型面, 底部以底部顶面的凹槽面作为分型面, 将腰部曲面切割成两部分, 由两个侧抽芯来完成。经CAD设计分型结果如图1d所示。

2 布局及模具零件设计

由于铸件较小, 根据企业现有的压铸设备能力, 保证生产效率, 确保腔体能够有效填充, 且受力均匀不变形, 设计为图2a所示的一模12腔鸳鸯均匀对称的布局。经CAD设计出图2b型腔、图2c型芯、图2d侧抽芯1及图2e侧抽芯2的模具零件, 最终形成图3的模具结构图。

3 浇注系统的设计及CAE分析

浇注系统是将熔融的锌合金液从压铸机的压室引入到模具型腔的通道。浇注系统对熔融锌合金的流动的方向、排气条件、模具的热流分布、压力的传递、充填的时间和锌合金通过内浇道处的速度等方面起着重要的控制和调节作用^[7]。

作者简介:

胡滨铠(1983-), 男, 讲师, 硕士研究生, 主要从事机械设计、制造教学与科研。
E-mail: 576161286@qq.com

中图分类号: TG241.1
文献标识码: B
文章编号: 1001-4977(2020)02-0178-05

基金项目:
福建省教育厅科技计划项目(JAT160871)。
收稿日期:
2019-09-16 收到初稿,
2019-11-06 收到修订稿。

本铸件属于小型复杂型腔类铸件，适合侧面进浇，所有内浇道采用侧浇道。主浇道主要由浇口套和锥形拉料杆组成。分流道设计成左右对称浇道，其截面采用能耗损失小、效率高的梯形形状，同时为了

避免锌合金液对型芯的直面冲刷，并使型腔内的气体能够有序地排出，分流道和内浇道的联接采用搭接形式。根据铸件结构和质量选择计算浇口套、横浇道及内浇道的尺寸参数。

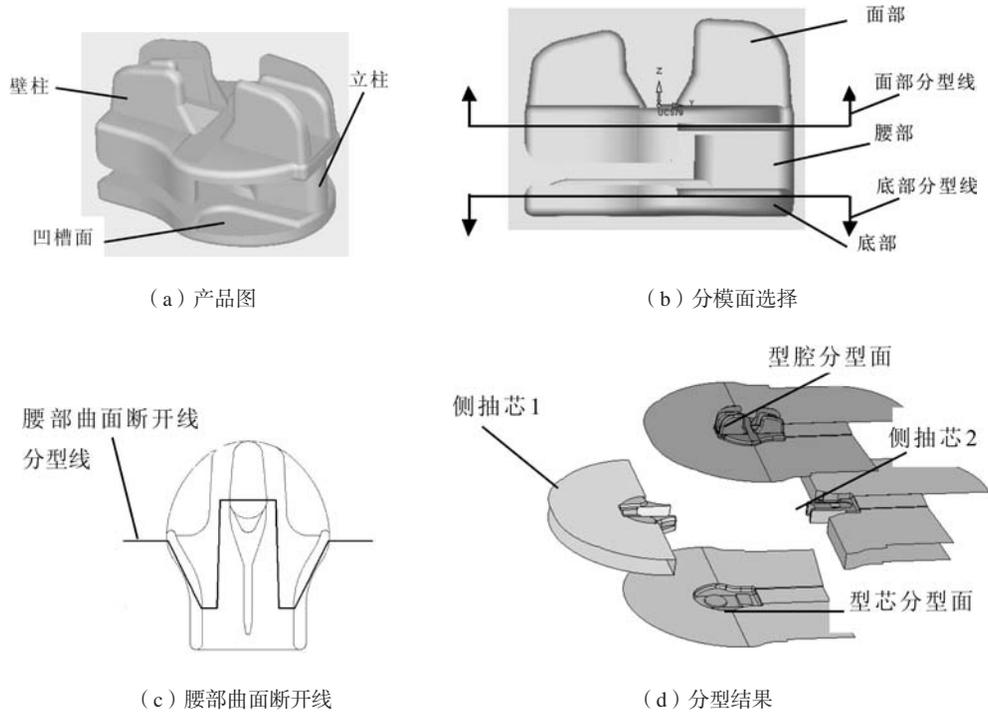


图1 产品及分型面图

Fig.1 Schematic diagram of product structure and parting surfaces

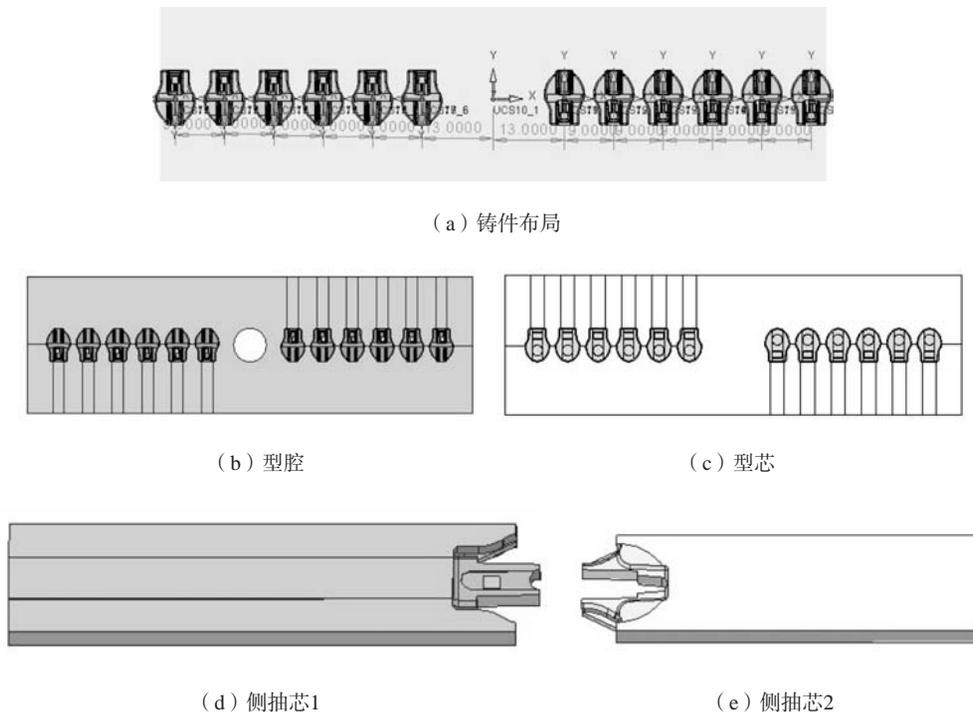


图2 铸件布局及模具零件图

Fig. 2 Casting layout and die parts drawing

3.1 内浇道设计

3.1.1 内浇道的截面积

内浇道的截面积计算公式^[8-9]:

$$F_{\text{内}} = \frac{VK_1}{tu_c} \quad (1)$$

式中： $F_{\text{内}}$ 为内浇道截面积（ cm^2 ）； V 为铸件毛坯体积（ cm^3 ），通过三维软件测得 $V=0.1 \text{ cm}^3$ ； K_1 为集渣包比例系数，通过手册^[10]查得取值1.6； u_c 为充填速度 $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ，按铸件的基本壁厚选取，根据手册^[8, 10-11]取值 $4\ 500 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ，通过验证以及现场调整，确保工艺参数取值更加合理； t 为充填时间（s）。

3.1.2 充填时间

充填时间计算公式：

$$t = S\sqrt{G_L} \quad (2)$$

式中： t 为充填时间（s）； S 为系数，决定于铸件厚度，查手册^[12]可得，取值1.63； G_L 为浇注重量（kg），计算时可按工艺出品率估算见手册^[12]，出品率取75%。

式（2）计算出充填时间为0.002 s。根据式（1）和（2）计算出内浇道截面积。

锌合金浇注系统的尺寸可以按类似于铸铁件、铸钢件浇注系统的计算方法确定，不过这样计算浇注系统与实际相差较大。因此，生产中常用查找经验参数来计算，这是根据铸件重量与内浇道截面积的关系建立的经验数据。查铸造手册^[12]得锌合金铸件浇注系统各组截面比例为： $F_{\text{直}} : F_{\text{横}} : F_{\text{内}} = 1.4 : 1.2 : 1$ ，计算出内浇道截面积 $F_{\text{内}} = 0.018 \text{ cm}^2$ ，直浇道截面积 $F_{\text{直}} = 0.025 \text{ cm}^2$ ，横浇道截面积 $F_{\text{横}} = 0.021 \text{ cm}^2$ 。

3.2 浇口套设计

浇口套设计要根据铸件结构来确定尺寸，查压

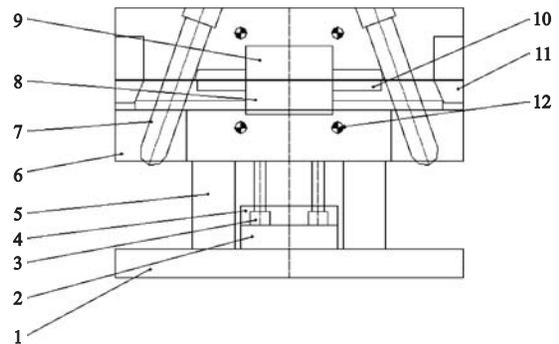
铸件质量手册^[13]浇口套导入入口直径取值 $d_1 = 4 \text{ mm}$ 。通过实验优化后实际直浇道的截面积为 1.5 cm^2 ，单腔分流道的截面采用矩形宽1.5 mm，高2 mm，单腔截面积为 $F_{\text{单横}} = 0.03 \text{ cm}^2$ ，12腔截面积为 $F_{\text{横}} = 0.36 \text{ cm}^2$ ，计算出的单腔内浇道截面积 $F_{\text{单内}} = 0.018 \text{ cm}^2$ ，12腔截面积为 $F_{\text{内}} = 0.22 \text{ cm}^2$ ，计算出优化后实际的截面比例为 $1.5 : 0.36 : 0.22 = 6.82 : 1.64 : 1$ 。

综上浇注系统的工艺计算，设计出图4a所示的浇注系统，图4b所示CAE分析结果显示本浇注系统设计满足要求。

4 冷却及顶出结构设计

4.1 冷却系统的设计及 CAE 分析

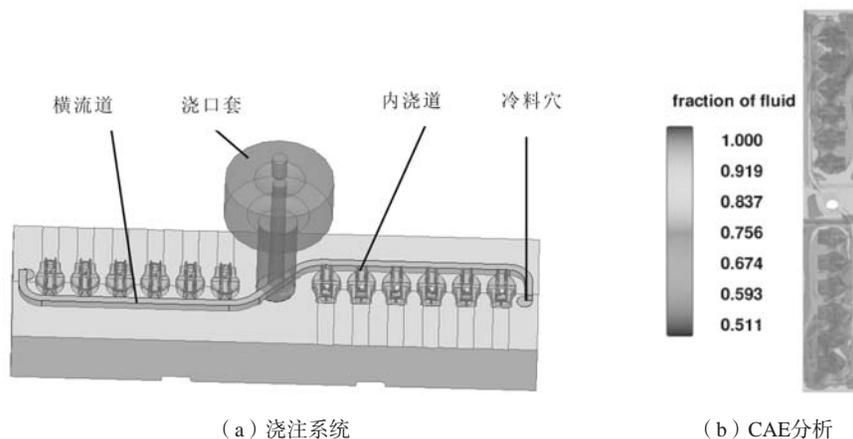
压铸模具的温度决定压铸件质量的好坏，对模具的寿命和生产效率有相当大的影响。查手册^[10, 14-16]得锌合金的工作温度为 $430 \sim 450 \text{ }^\circ\text{C}$ ，为保证铸件生产能够优质高效，根据铸件的结构特点和锌合金材料的特性，在模具动定模分别设置冷却循环水道，水道直径



1. 动模座板 2. 推板 3. 推杆 4. 推杆固定板 5. 垫块 6. 支撑板 7. 斜导柱 8. 型芯 9. 型腔 10. 滑块 11. 楔紧块 12. 水道

图3 模具结构图

Fig. 3 Die structure drawing



(a) 浇注系统

(b) CAE分析

图4 浇注系统及CAE分析

Fig. 4 Gating system and CAE analysis

为6 mm,水道孔壁距离型腔的壁面为15 mm,设计出图5a所示的冷却系统。如图5 b、5c所示,经对铸件表面缺陷和卷气困气CAE分析结果显示,铸件表面缺陷和卷气困气主要集中在分流道和铸件底部,这两位置的缺陷可以通过增加顶杆的方法来消除,并可实现将铸件顶出。

4.2 顶出结构设计

顶杆直径大小和位置对铸件质量影响较大,直径太大,铸件表面成形痕迹大,直径太小,顶出强度不足,顶杆容易断。采用锥形拉料杆,既可防止料流直

冲型腔,又可使铸件成形后留在动模侧,在脱模时便于顶出铸件。因本铸件较小,顶杆直径取值3 mm,对称布置2根在流道上达到受力均匀,通过顶出流道带出铸件,不易使铸件变形。为便于脱模及余料饼的去除,在分流锥的后面加设4根推杆,保证能将分流锥顶出复位,其间隙还有利于排气。

5 试验产品

图6所示为本设计生产的拉链头产品,经生产实践满足生产及客户要求。

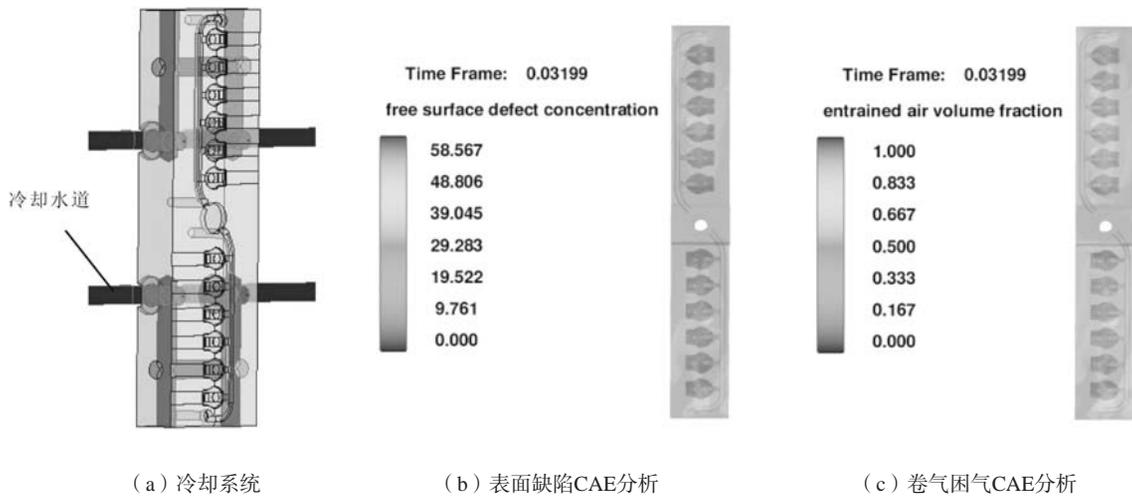


图5 冷却系统及缺陷分析

Fig. 5 Cooling system and CAE analysis on defects

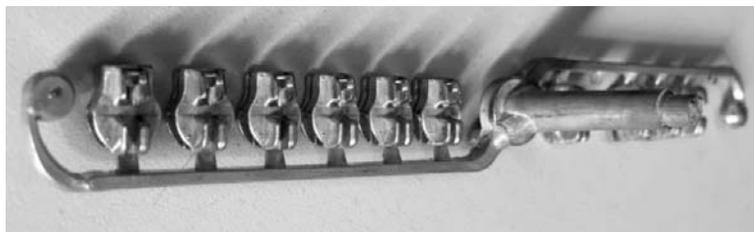


图6 生产的拉链头

Fig. 6 Produced zipper head

6 结论

(1) 对于复杂结构的压铸零件,可以根据结构和使用要求对模型进行切割分块有利于模具的设计。

(2) 小型复杂型腔类成形零件,适合采用侧面进浇,内浇道采用侧浇口。

(3) 对于体积小不宜直接在铸件上布置顶杆的铸

件,可以通过在流道上布置顶杆顶出流道带出铸件的方法解决。

(4) 压铸模具设计采用CAD/CAE技术能有效地把压铸成形过程中产生的缺陷消除在设计阶段,从而设计出更合理可靠的模具,具有设计效率高,研发周期短,降低材料成本的显著优势,可供行业借鉴。

参考文献:

- [1] 石僧兰. 锌在五金制品行业的应用 [J]. 世界有色金属, 2011 (5): 70-71.
- [2] 沈江南, 胡志超, 王沁峰, 等. 锌合金盖板压铸充型流场的数值模拟 [J]. 特种铸造及有色合金, 2012, 32 (9): 808-811.
- [3] 廖治东, 彭宝斌, 李浩如, 等. 铝合金汽缸盖铸造气孔缺陷分析及解决办法 [J]. 铸造, 2019, 68 (3): 311-314.
- [4] 于秋华, 臧传明, 许乐乐, 等. 基于华铸CAE的R3球阀阀体铸造工艺优化 [J]. 铸造, 2019, 68 (7): 782-785.
- [5] 张艳华, 邓周斌. 纪念币压铸的设计 [J]. 铸造技术, 2016, 37 (4): 821-822.
- [6] 冯晓梅, 王敏东, 李国雨, 等. 压铸模具分型设计 [J]. 铸造, 2018, 67 (2): 135-138.
- [7] 李成凯. 自断中心浇口的压铸模设计 [J]. 金属加工: 热加工, 2011 (17): 61-62.
- [8] 田福祥. 卧式压铸机用压铸模69例设计应用评析 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [9] 马广兴, 万里, 梁振进, 等. 轿车底盘铝合金后副车架的压铸工艺与模具设计 [J]. 特种铸造及有色合金, 2012, 32 (1): 55-59.
- [10] 李金友, 张祥林. 压铸模具3D设计与计算指导 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [11] 潘宪曾, 刘兴富. 压铸工艺及压铸模具设计要点 (二) [J]. 铸造, 2007, 56 (6): 599-604.
- [12] 李弘英, 赵成志. 铸造工艺设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [13] 范建蓓. 压铸模与其他模具 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [14] 朱超, 韩雄伟. 锌合金压铸模具浇注系统改进设计 [J]. 特种铸造及有色合金, 2015, 35 (2): 164-166.
- [15] 模具实用技术丛书编委会. 压铸模设计应用实例 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [16] 王火生, 李东南, 刘昌棋. 锌合金拉链头压铸缺陷的模拟分析与工艺改进 [J]. 铸造技术, 2013, 34 (11): 1574-1576.

Die Casting Die Design and CAE Analysis of Zinc Alloy Zipper Heads

HU Bin-kai, LIN Ming-shan

(Department of Mechanical and Automation Engineering, Zhangzhou Institute of Technology, Zhangzhou 363000, Fujian, China)

Abstract:

According to the structure of zipper head parts, the parting methods of die casting die were analyzed and determined, and then the gating system, cooling system and ejecting mechanism were designed and CAD/CAE technology was employed to analyze the rationality of die casting systems. After the die design completed, the die casting of zinc alloy zipper head parts was conducted. The produced products showed a satisfactory quality, and thereby the designed die can meet the production requirements.

Key words:

die casting die; CAE analysis; zinc alloy; zipper head
