

滤清器底座金属型铸造工艺及模具设计

王 赞, 丁 鹏

(新乡学院机电工程学院, 河南新乡 453003)

摘要: 根据燃油滤清器底座铸件的结构特点、生产要求等进行了重力金属型铸造工艺设计, 确定了起模斜度、机加工余量等参数以及浇注系统和冒口的结构。模拟分析表明, 在该铸造工艺方案下铸件充型良好。铸型选用了综合分型式金属型结构, 铸件内腔采用树脂砂芯。经生产实践验证, 所设计的模具结构合理、工作可靠, 生产的铸件质量符合要求。

关键词: 燃油滤清器底座; 金属型铸造; 综合分型

重力金属型铸造是一种高效精密铸造方法, 具有生产效率高、工序简单、产品力学性能高的特点, 并且开发模具成本较低, 模具使用寿命长, 被广泛应用于中小型铸件的批量生产中^[1]。本研究铝合金底座铸件的结构如图1所示, 该铸件为车用燃油滤清器的滤座, 通过与滤清器的连接可滤除燃油系统中的有害杂质和水分, 确保发动机的正常工作。有进油及出油两层内腔, 每层内腔均在水平面内呈“T”形分支结构, 两分支通道在末端处垂直向下转折延伸, 内部结构较复杂。另外, 铸件两端设有钢质嵌件, 嵌件为中空结构, 与出油腔相连通, 且外部带有螺纹, 用于与滤清器的连接。产品最大外形尺寸为244 mm × 100 mm × 90 mm, 总重量约1.5 kg。产品内外表面应光滑、平整, 不应有包砂、凸起、砂眼、气孔、缩松、针孔、裂纹等缺陷。根据产品的结构特点及实际生产需求, 采用重力金属型铸造方式进行生产, 结合砂芯或其他非金属型芯, 可生产具有复杂内腔结构的铸件。

1 铸造工艺设计

在设计金属型铸模结构前需对零件产品进行工艺分析, 根据铸造工艺要求确定铸件的铸造基准面、机械加工余量位置及大小、工艺余量、铸造斜度等参数, 并确定浇注系统和冒口的位置、结构及尺寸。图2为铸造工艺示意图。

1.1 起模斜度及加工余量设计

浇注后的铸件需要从模腔内顺利取出, 且不能拉伤表面。因此根据产品实际使用中对各表面的要求及铸件内外表面的收缩趋向, 对其进行起模斜度处理, 起模斜度设计为 1.5° ^[2]。另外, 在浇冒口所开设面处增加后期机加工余量5 mm (图2)。为了简化金属铸型的结构, 位于这些面上的孔不直接铸出。

1.2 浇注系统设计

该产品的特点宜选择底注式浇道系统。浇注时金属液首先进入铸件的底部并逐层上溢; 直至充满整个型腔, 可实现铸件自下而上地平稳充型, 利于排气和撇渣。

铸件的高度较小, 浇注系统采用倾斜直浇道, 直浇道底部设置有蓄料缓冲井, 直浇道和浇口杯部分的总高约130 mm, 倾斜角度约 70° 。在此倾斜角度下, 形成杂乱的倾向小, 流量系数较大^[3]。浇注系统为直浇道、内浇道二组元结构, 其截面积根据经验公式确定。浇注系统最小截面积计算公式见式(1)^[4-5]。

作者简介:

王 赞 (1980-), 女, 副教授, 主要研究方向为铸造工艺、材料制备。E-mail: xw430@126.com

中图分类号: TG146

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2021)01-0104-05

收稿日期:

2020-07-24 收到初稿,
2020-10-11 收到修订稿。

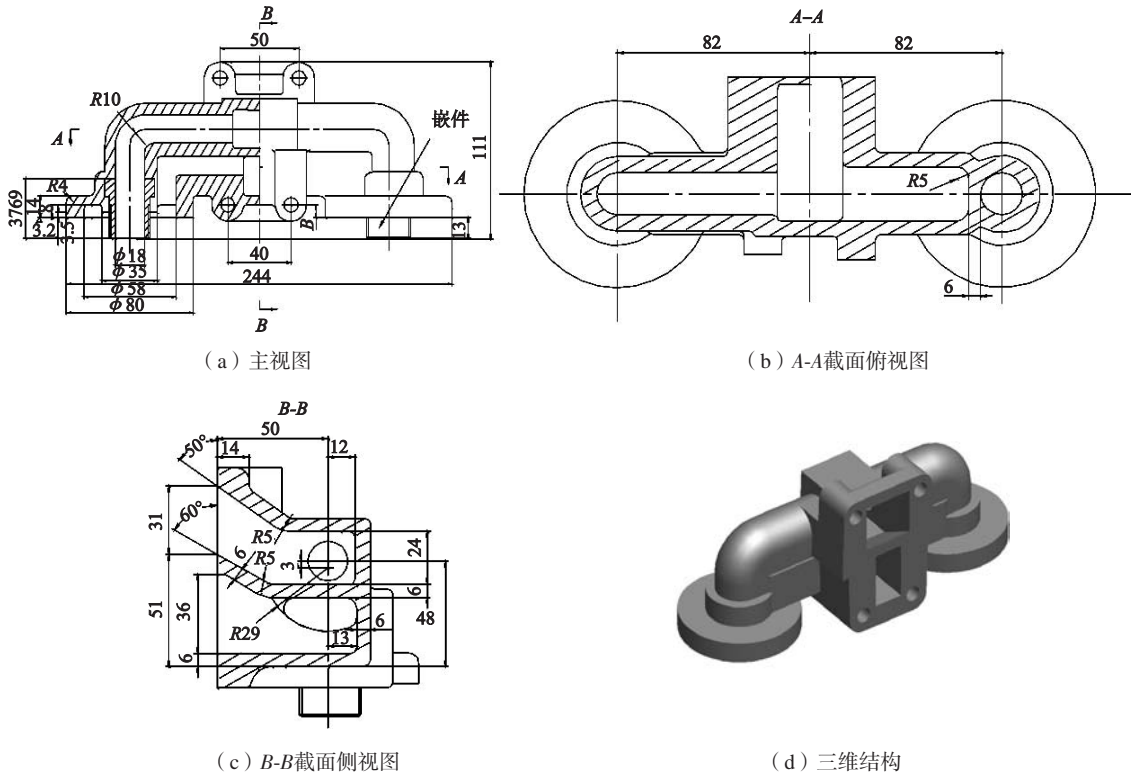


图1 底座铸件结构图

Fig. 1 Structure of base casting

$$\sum F_{\text{阻}} = \frac{G_{\text{件}}}{\rho \delta w \sqrt{2g}} \quad (1)$$

式中： $G_{\text{件}}$ 为铸型中的铸件质量（不含浇冒口），kg； ρ 为铸件的密度， kg/cm^3 ； δ 为铸件主要壁厚（一般为最薄壁厚），mm； g 为重力加速度， $980 \text{ cm}/\text{s}^2$ ； t 为有效浇注时间，s， $t = \sqrt{G_{\text{件}}} + \sqrt[3]{3\delta \cdot G_{\text{件}}}$ ，经计算 $t \approx 4 \text{ s}$ ； w 为材质系数，取0.31。

将相关参数代入式（1）得 $\sum F_{\text{阻}} = 1.75 \text{ cm}^2$ ，此处取 1.8 cm^2 。

内浇道和直浇道的截面积比例为 $\sum F_{\text{内}} : \sum F_{\text{直}} = 1 : (1.1 \sim 1.2)$ ，直浇道截面为浇注系统最小截面，其截面积 $\sum F_{\text{直}} = \sum F_{\text{阻}} = 1.8 \text{ cm}^2$ ，截面形状为U形。内浇道截面积约为 2 cm^2 ，其截面为矩形，厚度和宽度分别为15 mm和13 mm。

1.3 冒口设计

经过对产品结构进行分析，设计明冒口以实现铸件的补缩功能（图2）。冒口形状与补缩处形状相适应，为楔形结构。冒口尺寸可根据铸件的体积收缩量进行估算，尺寸过小补缩效果不明显，过大会造成金属浪费^[6]。冒口体积的估算公式见式（2）。

$$V_{\text{R}} = V_{\text{C}} \times S \times (1/K) \times (1+0.3) \quad (2)$$

式中： V_{R} 为冒口体积； V_{C} 为铸件体积； S 为体积收缩率； K 为冒口补缩效率；0.3为安全系数。根据计算的冒

口体积确定相应的冒口尺寸，冒口高度约100 mm，楔角约 20° 。

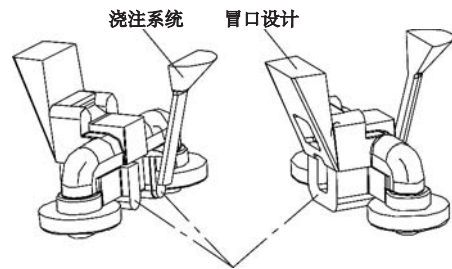


图2 铸造工艺示意图

Fig. 2 Schematic diagram of casting process



图3 有限元模型

Fig. 3 Finite element model

2 数值模拟分析验证

采用AnyCasting铸造模拟软件对铸造工艺方案进行充型和凝固数值模拟,其有限元模型如图3所示。铸件的充型和凝固过程数值模拟结果分别如图4、5所示。由模拟的结果可见,浇注充型过程顺畅,铸件充型完整,金属液从浇口处经由两层内隔腔中间的区域分别向上和向下充填,待整个铸件充填完成后向着冒口区域充填,有利于排气和排渣;铸件在120 s内完成了整个充型凝固过程,铸件凝固时从远端的两个圆盘区域向着冒口方向逐渐凝固,发挥了冒口的补缩作用;铸件缺陷分析结果如图6所示,缩孔、缩松缺陷主要存在于冒口和浇注系统区域,在冒口颈与铸件相接处的内腔隔层部分,此部分的铸件壁相对较厚,由于此处砂

芯的散热较慢,且加上冒口补缩流动形成的热效应,在此位置容易形成缩孔或缩松缺陷。由于冒口部分后续要切除,且冒口所在平面留有一定的加工余量,经加工后对铸件影响较小。铸件本体部分基本无缺陷,铸件的成形质量较好。数值模拟的结果表明,设计的铸造工艺方案合理可行。

3 模具结构设计及实际生产验证

3.1 分型面设计

产品分型面设置得是否合理直接影响其成形性能和脱模方式。根据零件外形特点,分型面采用如图7所示的综合分型方式。产品共设置有三个分型面: I-I及 III-III分型面为水平分型面,而中间II-II分型面为垂直

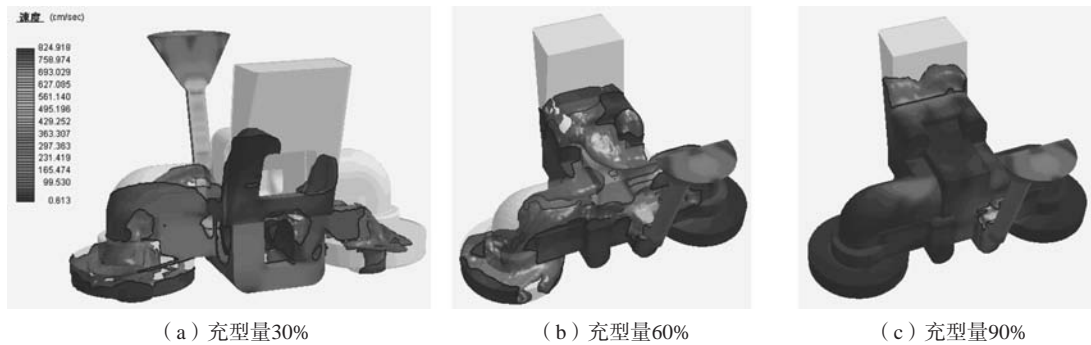


图4 铸件充型过程模拟

Fig. 4 Simulation result of casting filling process

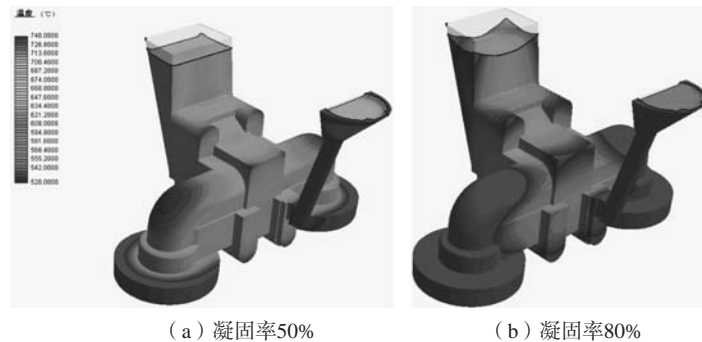


图5 铸件凝固过程模拟

Fig. 5 Simulation result of casting solidification process

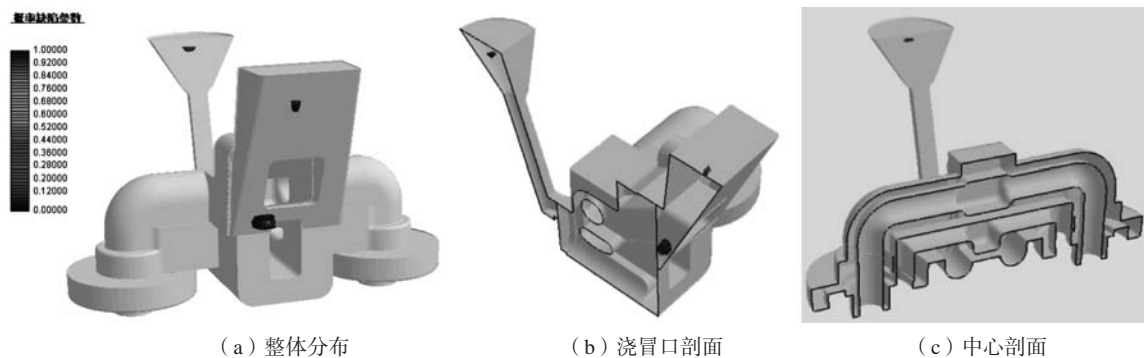


图6 铸件缺陷模拟分析

Fig. 6 Simulation analysis of casting defects

分型面，采用双滑块进行左右分型。

3.2 模体及砂芯的设计

本金属型铸模的设计包括型芯及金属模体两部分。对于金属模体部分，考虑模具在分模方向上的开模性，采用组合镶块式结构。金属模体部分由上型腔、下型腔以及左、右半型滑块组成，其结构见图8。

由于铸件内部的两层内隔腔均各带有双向转折通道，考虑铸件的顺利脱模，采用砂芯镶件的方式成形铸件的复杂内腔，砂芯的具体结构及制作砂芯的模具结构如图9所示。

3.3 模具实际生产验证

图10为采用该金属型铸造模具实际生产并经加工

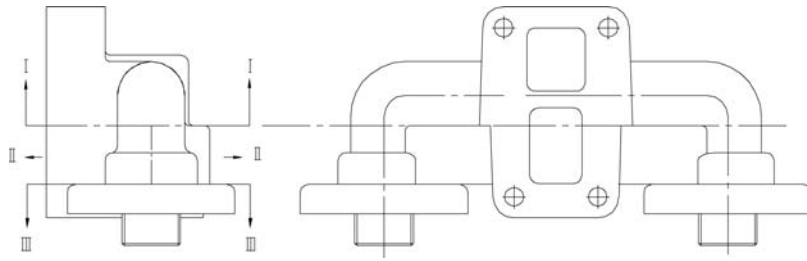


图7 分型面

Fig. 7 Parting surface design

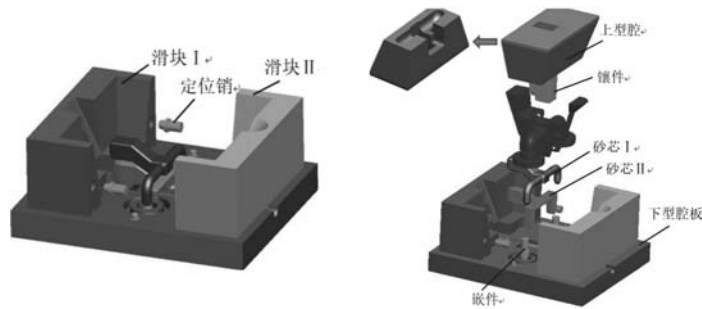


图8 模具三维结构爆炸图

Fig. 8 Exploded view of three dimensional mould structure

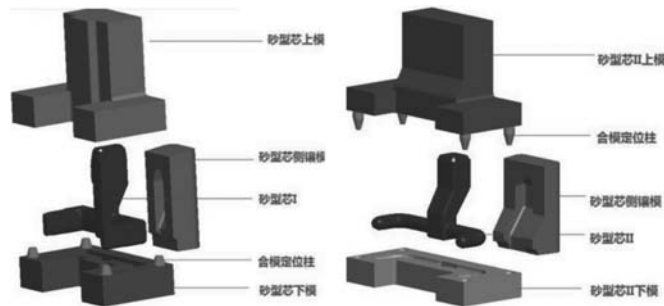


图9 砂芯及砂芯模结构

Fig. 9 Structures of sand core and mold

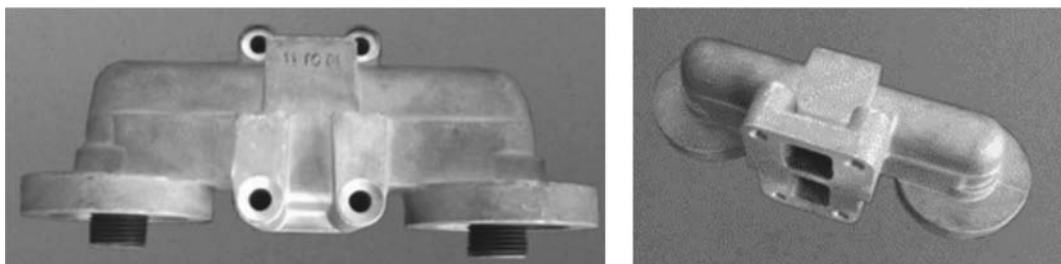


图10 铸件实物图

Fig. 10 Physical photo of produced casting

处理后的底座铸件。该模具浇注出的铸件充型良好，轮廓清晰完整，表面无铸造缺陷，铸件的结构尺寸、表面质量均满足技术要求，试制的铸件产品全部合格。模具已交付客户投入生产使用，能实现稳定的批量生产。

4 结束语

根据底座铸件的结构特点及质量要求，对其进行了金属型铸造工艺分析及铸型结构的设计。所设计的铸造工艺方案及铸型结构经数值模拟及实际生产验证表明，浇注系统及冒口结构的设计合理，铸件充型质量良好；采用的综合分型式铸型结构实现了铸件的顺利脱模，铸件的复杂内腔通过镶入砂芯核的方式得到有效成形。整副铸模经济、合理，铸件各项技术指标均满足客户要求。

参考文献：

- [1] 柏立敬, 王振良. 金属型重力铸造复杂铝合金壳体及模具设计 [J]. 特种铸造及有色合金, 2019, 39 (4): 439-441.
- [2] 中国机械工程学会铸造分会. 铸造手册: 第5卷 铸造工艺 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- [3] 刘仲锋. 铝合金金属型铸造浇注系统设计研究 [J]. 特种铸造及有色合金, 1991 (5): 24-27.
- [4] 刘文川, 赖小平, 王兴平, 等. 有色金属铸件浇注系统最小截面积计算公式探讨 [J]. 特种铸造及有色合金, 2001 (2): 100-102.
- [5] 陈超英, 张梦娟. 大型铸铁薄壁型架底座的铸造工艺 [J]. 铸造, 2019, 68 (7): 769-772.
- [6] 何氢玲, 陈祖华, 宋仲明. 工程建筑用框架形结构铸钢节点铸造工艺设计 [J]. 铸造, 2019, 68 (5): 512-515.

Metal Mold Casting Process and Mould Design of Filter Base

WANG Yun, DING Peng

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Xinxiang 453003, Henan, China)

Abstract:

The metal mold casting process of fuel filter base was designed according to its structure characteristics and production requirements, and the draft, machining allowance, the gating system and riser structure were determined. The simulation analysis shows that the mold filling is good under this casting process. The mold structure with combined parting surface was selected and the sand core was adopted to form the complex inner cavity structure of the casting. The production practice revealed that the designed mold structure is reasonable and reliable, and the quality of the produced castings can meet the requirements.

Key words:

fuel filter base; metal mold casting; combined parting surface