

压铸铝合金浇注系统前期设计及超点冷应用

卢广英¹ 陈国恩¹ 吴晓春^{2,3} 左鹏鹏^{2,3} 何刚毅⁴

(1.广东鸿图科技股份有限公司; 2.上海大学省部共建高品质特殊钢冶金与制备国家重点实验室;
3.上海市钢铁冶金新技术开发应用重点实验室; 4.广东鸿图南通模具有限公司)

摘要 针对某汽车油底壳压铸件前期模具设计的浇注系统,以减小高压油道串漏和改善铸件内部缩孔和气孔为目标,对传统设计方案和改进方案进行模拟。经过计算机自动运算、结果对比,筛选了满足铸件品质要求的最优方案。经过试验验证,局部位置可以采用一种压铸新型超点冷,并采用改进方案设计,使铸件的内部品质得到明显提高,同时提升了铸件合格率,缩短铸件品质改善的周期。

关键词 模具;压铸铝合金;超点冷;数值模拟

中图分类号 TG249.2;TG241.1

文献标志码 A

DOI:10.15980/j.tzzz.2022.05.028

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Pre-design and Super-point Cooling Application of Gating System for Die-casting Aluminum Alloy

Lu Guangying¹, Chen Guoen¹, Wu Xiaochun^{2,3}, Zuo Pengpeng^{2,3}, He Gangyi⁴

[1.Guangdong Hongtu Technology(Holdings) Co., Ltd.; 2.State Key Laboratory of Metallurgy and Preparation of High Quality Special Steel Jointly, Shanghai University;
3.Shanghai Key Laboratory for Development and Application of New Technologies in Iron and Steel Metallurgy; 4.Guangdong Hongtu Nantong Mould Co., Ltd.]

Abstract: Aiming at the pre-designed gating system of an automobile oil pan die casting, based on reducing the leakage of high-pressure oil passage and improving the internal shrinkage cavity and air hole of the casting, the traditional design scheme and the improved design scheme were simulated, and the optimal scheme meeting the casting quality requirements was screened after computer automatic calculation and comparison of results. It has been verified by experiments that a new type of super-point cooling could be adopted in local positions, and the internal quality of castings could be improved obviously by adopting the improved scheme design. Meanwhile, the qualified rate of castings could be improved, shortening the period of quality improvement.

Key Words: Die, Die-casting Aluminum Alloy, Super-point Cooling, Numerical Simulation

随着节能减排需求提高,汽车用铝合金压铸件要求轻量化、功能集成化,导致了零件的结构愈来愈复杂,为了保证复杂铸件品质和提升铸件的合格率^[1],在生产前期需要设计一套较优的模具方案,并对内部的浇注系统和冷却系统、排气系统等进行优化。而在压铸这类功能要求较多的零件时,由于壁厚差异,常在厚壁部位出现缩孔或缩松等缺陷,因此合理的浇注系统设计是非常关键的。

针对某汽车油底壳压铸件前期模具设计的浇注系统以及验证后增加新型超点冷,以减少高压油道串漏和改善铸件内部缩孔和气孔为目标,对传统设计方案和改

进方案进行模拟,经过计算机运算,结果对比,筛选了满足铸件品质要求的最优方案^[2]。经过试验验证,局部位位置可以采用新型超点冷,并采用改进方案设计,使铸件的内部品质得到明显提高,同时提升铸件合格率,缩短铸件生产周期^[3]。

1 铸件介绍

图1为某汽车油底壳压铸件的结构图。毛坯质量为3.9 kg,材质为A380铝合金。铸件轮廓尺寸为312 mm×208 mm×488 mm,平均壁厚为3.5 mm,其中最大壁厚为11 mm,最小壁厚为3 mm,属于结构比较复杂

收稿日期:2021-09-12;**修改稿收到日期:**2021-10-26

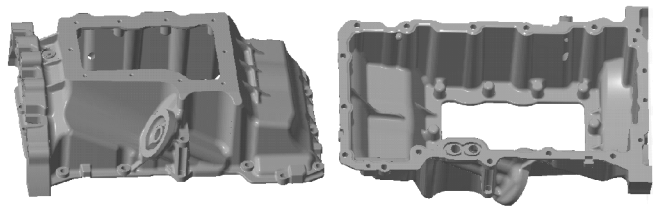
基金项目:上海大学省部共建高品质特殊钢冶金与制备国家重点实验室与上海市钢铁冶金新技术开发应用重点实验室开放课题资助项目(SKCLASS 2020-12);上海市科学技术委员会基金资助项目(19DZ2270200)

第一作者简介:卢广英,女,1984年出生,工程师,广东肇庆(526108),E-mail:luguangying@ght-china.com

引用格式:卢广英,陈国恩,吴晓春,等.压铸铝合金浇注系统前期设计及超点冷应用[J].特种铸造及有色合金,2022,42(5):658-660.

LU G Y, CHEN G E, WU X C, et al. Pre-design and super-point cooling application of gating system scheme for die-casting aluminum alloy [J]. Special Casting & Nonferrous Alloys, 2022, 42(5):658-660.

杂的铸件。该铸件为耐压密封件,对于不同区域有不同的气密性要求,低压腔体 ≥ 100 kPa 压力下,泄漏量控制在 ≤ 2.7 mL/min;高压油道 ≥ 700 kPa 压力下,泄漏量控制在 ≤ 2.7 mL/min。内部品质要求满足按 ASTM-E,505 铝合金气孔壁厚小于 10 mm,按 2 级,壁厚大于或等于 10 mm,按 3 级;缩孔按 2 级的要求。机加工后铸件油标尺孔位置,要求密封位置为 $\phi 0.2 \sim \phi 0.4$ mm 的气孔只允许有 1 个。密封圈位置为 $\phi 0.4 \sim \phi 0.6$ mm 的气孔只允许有 1 个。滤清器孔位置为 $\phi 0.2 \sim \phi 0.4$ mm 气孔允许有 2 个(间距大于 8 mm); $\phi 0.4 \sim \phi 0.6$ mm 的气孔只允许有 1 个。



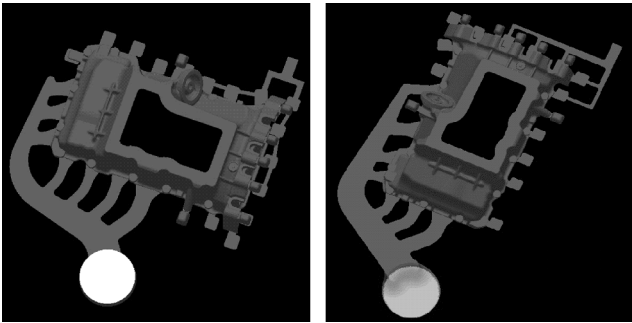
(a) 正面 (b) 反面

图 1 油底壳结构图

Fig.1 Structure of oil pan shell

2 初始设计方案

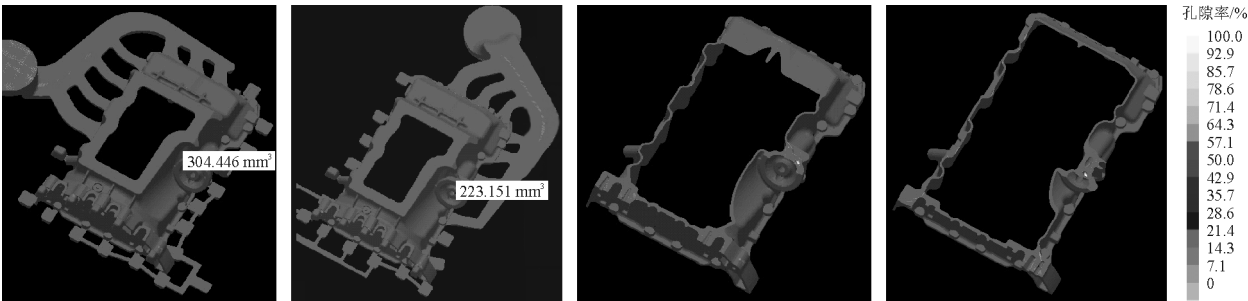
根据铸件的结构和技术要求,设计两种方案浇注系统,见图 2。方案 1 考虑到油标尺孔处的品质,要求同时参考过往浇注流动方向设计。方案 2 考虑滤清器孔和密封圈孔品质保证,而且检漏要求高。对这两个方案使用 MAGMA 软件进行模拟,同一参数下,对比孔隙率和热节,见图 3 和图 4。要求降低热节为首要目标,



(a) 方案 1 (b) 方案 2

图 2 传统的浇注方案系统设计

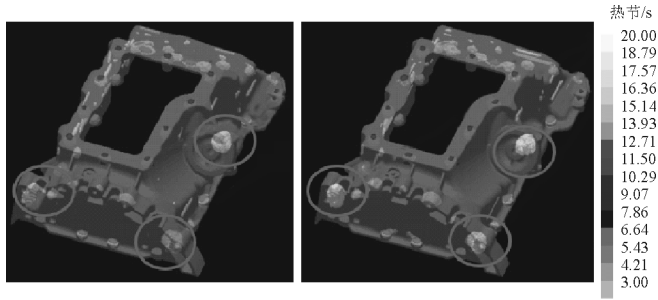
Fig.2 Conventional gating system design



(a) 方案 1,孔隙率体积数值 (b) 方案 2,孔隙率体积数值 (c) 方案 1,孔隙率剖切图 (d) 方案 2,孔隙率剖切图

图 3 孔隙率模拟结果

Fig.3 Simulation results of shrinkage porosities



(a) 方案 1 (b) 方案 2

图 4 热节模拟结果

Fig.4 Simulation results of hot spot

热节数值越小代表热节点越小;降低孔隙率为第二目标,孔隙率体积数值越小代表气缩孔越小^[4]。滤清器的孔隙率体积数值在 200 mm³ 以上,热节在 10 以上,生产过程中容易产生气孔,使高压油道有串漏风险。在实际生产的同类型铸件中,油标尺孔与滤清器关键部位是较

容易出现气孔以及串漏风险的。
根据模具的设计参数以及零件特性,制定压铸试制工艺参数,见表 1。

表 1 压铸试制工艺参数

Tab.1 Processing parameters for die castings							
压室有 效长度/ mm	压室充 满度/ %	慢速 速度/ (m · s ⁻¹)	高速 速度/ (m · s ⁻¹)	高速切 换位置/ mm	压射 比压/ MPa	留模 时间/ s	铝液 温度/ ℃
775	29.4	0.2	3.97	625	80	12	670±10

3 浇注优化方案

按照初始传统设计方案,模拟效果不理想,生产过程中,关键位置容易产生气孔和缩孔,合格率低,加工后,容易气孔外露。因此,设计了方案 3,见图 5。通过 MAGMA 软件进行模拟,同一参数下,对比发现孔隙率

在 78 左右,优于方案 1 和方案 2,见图 6。热节数据也在 9 以下,见图 7。可以看出,滤清器位置与壁厚位置

的孔隙率和热节明显得到改善,经评估,确认以方案 3 的浇注系统为开模具的方案。

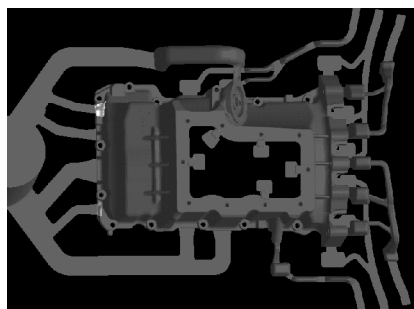


图 5 方案 3
Fig.5 Scheme 3

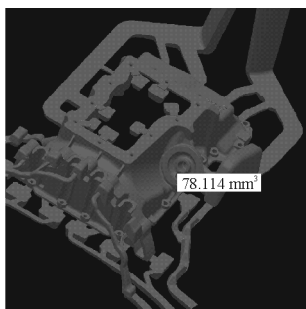


图 6 方案 3 孔隙率模拟结果
Fig.6 Simulation results of shrinkage porosities in scheme 3

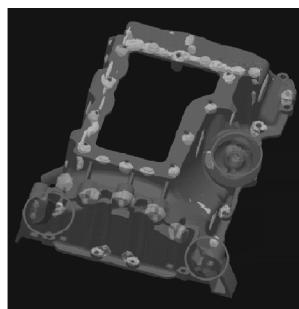


图 7 方案 3 热节模拟结果
Fig.7 Simulation results of hot spot in scheme 3

4 优化方案生产验证

经生产验证,铸件内部 X 射线检测符合要求,铸件机加工后,油标尺孔和密封面位置都没有气孔外露,但滤清器孔存在气孔外露,因此将滤清器面上的入料口由 15 mm 改为 18 mm,同时增加新型超点冷,以拓宽点冷使用空间,选择单向导热性优异的石墨烯材料作为导体^[5]。采用压铸新型超点冷,改善了铸件内部的致密性。点冷结构见图 8。

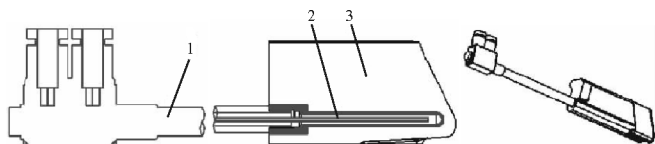
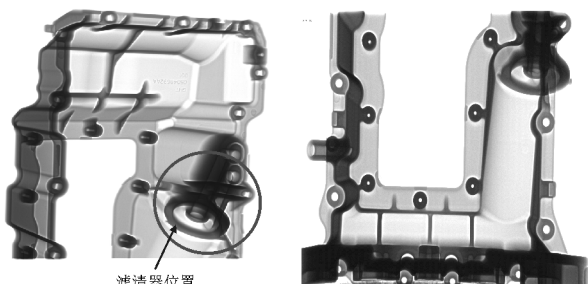


图 8 点冷结构图

Fig.8 Schematic diagram of point cooling structure

1.点冷器 2.导体 3.工件

再次生产验证时发现,使用压铸新型超点冷针后,滤清器处气孔 X 光要求符合要求,内部品质要求满足按 ASTM E 505 铝合金气孔壁厚小于 10 mm 按 2 级,壁厚大于或等于 10 mm,按 3 级;缩孔按 2 级的要求。X 射线检测结果明显优于图纸的要求,见图 9,而且机加工后没有孔外露,见图 10。



(a) 整件

(b) 局部放大

图 9 内部品质

Fig.9 Internal quality



图 10 铸件实物图

Fig.10 Object of casting

5 结 语

借助 MAGMA 软件进行模拟,分析及试验对比发现,采用最优工艺参数得到的铸件其缩孔缺陷得到明显改善,并对浇注系统优化设计验证,有效降低成本。对局部位置存在气孔,可以采用压铸新型超点冷解决。

参 考 文 献

- [1] 刘后尧,万里,黄明军,等. 压铸中局部加压技术的开发与应用[J]. 特种铸造及有色合金, 2008, 28(12): 943-946.
- [2] 卢广英,余亮,万里,等. 基于 MAGMASOFT 的铝合金连接器结构及其压铸工艺优化[J]. 特种铸造及有色合金, 2016, 36(10): 1 066-1 068.
- [3] 安肇勇,万里,黄志垣,等. 油底壳压铸成形的缺陷分析及对策[J]. 特种铸造及有色合金, 2015, 35(6): 607-609.
- [4] 陈国恩,黄志垣,常移迁,等. 虚拟试验设计在局部加压工艺改善中的应用[J]. 特种铸造及有色合金, 2016, 36(11): 1 163-1 165.
- [5] 王悦民,丰亮,姜先锋,等. 一种压铸新型超点冷实用设计[J]. 特种铸造及有色合金, 2020, 40(2): 173-174.

(编辑:张正贺)