

新型柴油机气缸盖快速铸造工艺研究

谢永泽¹, 阮麒麟², 谢宗华², 汤宏群²

(1. 广西玉柴机器股份有限公司, 广西玉林 537005; 2. 广西大学资源环境与材料学院, 广西南宁 530004)

摘要: 针对新型气缸盖短周期开发需求, 结合某气缸盖的结构特点, 采用外形砂型精密加工形技术结合砂芯喷墨打印制备铸型, 1箱1件, 人工组芯造型, 侧浇底注成形铸件。生产验证结果表明, 该方案设计合理, 产品合格率高, 与传统方法比较, 铸造周期从75天左右缩短至10~30天。

关键词: 快速铸造; 气缸盖; 3D喷墨打印; HT250

气缸盖是柴油发动机核心部件之一, 内外形状复杂, 内部由进气道、排气道、冷却水道、喷油器座等复杂结构构成, 底面有进气门、排气门等结构, 是典型的复杂薄壁箱体式零件, 毛坯通常采用模具和造型线生产模式成形, 此法适用于成熟产品的批量化生产。3D打印砂芯技术的出现, 使无模制造成为可能^[1-9]。本研究针对某新型气缸盖短周期开发需求, 探索一种适合气缸盖快速生产的铸造工艺。

1 铸件结构及工艺技术要求

本气缸盖为4缸4气门的柴油机气缸盖, 其长×宽×高约为: 611 mm×260 mm×114.5 mm, 零件重量约为66.5 kg, 零件的基本壁厚在5.0 mm, 铸造公差满足国家标准《铸件-尺寸公差、几何公差与机械加工余量》GB/T 6414 中CT8-CT9级。气缸盖有上下水套芯, 中间有局部隔板, 仅在排气面侧水套芯有连接, 如图1~5所示。铸件材质HT250, 要求铸件本体的抗拉强度 ≥ 250 MPa, 布氏硬度HB 180~220, 进、排气门鼻梁区硬度HB>200。

作者简介:

谢永泽(1974-), 男, 高级工程师, 主要研究方向: 铸造工艺及模具设计等。

E-mail: chylxyz@163.com

通讯作者:

汤宏群, 女, 博士, 教授。

E-mail: hqtang@gxu.edu.cn

中图分类号: TG292

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2022)08-1036-04

基金项目:

广西科技重大专项(桂科AA17202001); 广西有色金属及特色材料加工重点实验室项目(2019GXYSOF02)。

收稿日期:

2022-02-16 收到初稿,

2022-04-07 收到修订稿。

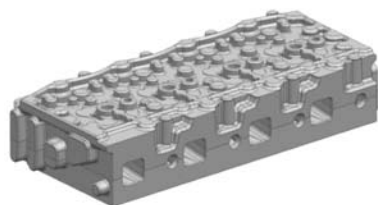


图1 气缸盖三维几何实体模型

Fig. 1 3D geometry solid model of the cylinder head

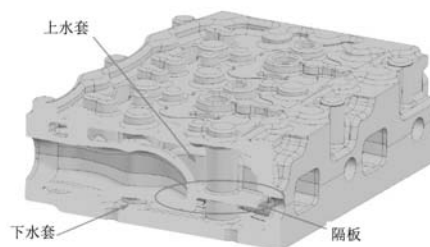


图2 气缸盖三维几何实体模型截面图a

Fig. 2 3D geometry solid model section a of the cylinder head

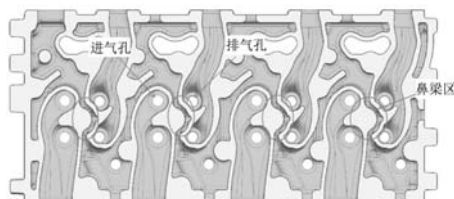


图3 气缸盖三维几何实体模型截面图b

Fig. 3 3D geometry solid model section b of the cylinder head

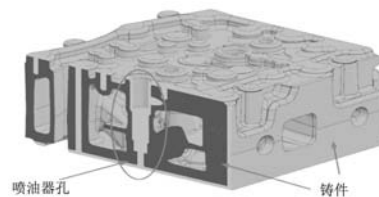


图4 气缸盖三维几何实体模型截面图c

Fig. 4 3D geometry solid model section c of the cylinder head



图5 水道砂芯

Fig. 5 Sand core of the water channel

2 快速铸造工艺方案设计及铸型分体制备

2.1 铸造工艺方案及数值模拟分析

采用外形砂型精密加工成形技术结合砂芯3D喷墨打印, 1箱1件, 人工组芯、侧浇底注铸造工艺方法试制气缸盖铸件, 如图6所示。分析认为, 此方案铸型组装简单、精准、可靠, 铸件充型平稳、挡渣好、砂型排气通畅。

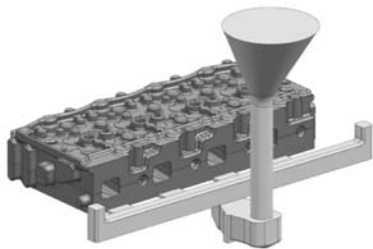


图6 铸造工艺方案

Fig. 6 Casting process scheme

为进一步验证工艺方案的可行性, 运用AnyCasting软件对工艺方案进行充型凝固过程分析, 数值模拟过程显示, 浇注完成后, 铸型铸件的温度最低不低于1 200 ℃, 在HT250液相线之上, 不会产生冷隔、浇不足的铸造缺陷, 工艺设计合理。如图7-8所示。

2.2 砂芯设计

铸造工艺方案确定以后, 根据浇注方案及铸件的尺寸选择合适的吃砂量, 然后利用UG三维造型软件进行铸型外形和型芯的设计, 同时结合外形砂精密加工成形技术结合喷墨打印砂芯特点, 对砂型进行分块设计。其铸型方案包括: 下外形、横浇道芯、直浇道芯、下水套芯、进气道芯、排气道芯、上水套芯、上外形, 如图9所示。

2.3 铸型分体加工

上下外形砂型采用数字化无模铸造精密成形机, 将砂型的数控加工程序导入到成形机中, 快速加工成形, 如图10-11所示。

砂芯采用3D喷墨打印方法制备, 将stl格式的砂芯三维几何实体文件导入切片软件, 进行排布及切片, 再把处理好的文件导入到喷墨打印机内, 完成砂芯制备, 如图12-13所示。

3 生产验证

3.1 铸型装配

所有砂型砂芯制备完成后, 进行尺寸检测、预装

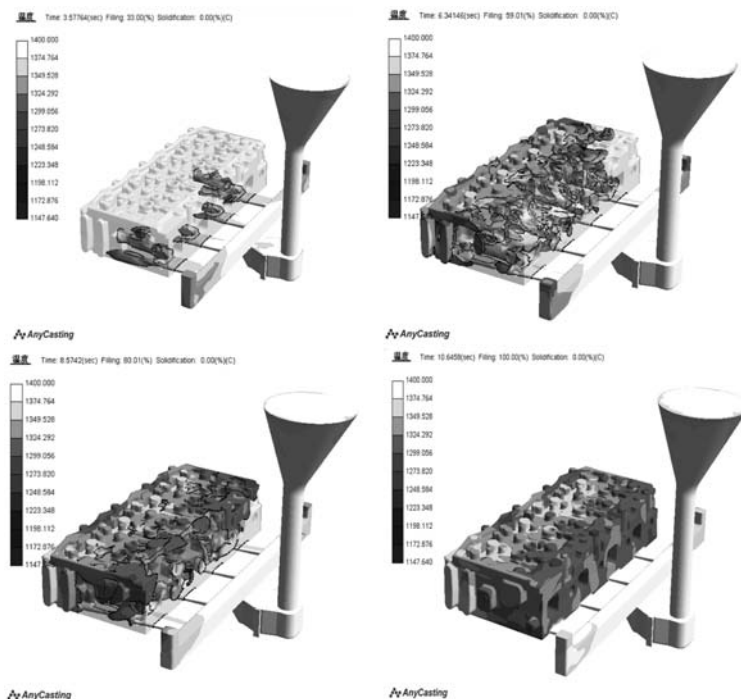


图7 气缸盖铸件充型过程数值模拟过程

Fig. 7 Numerical simulation of the filling process of the cylinder head casting

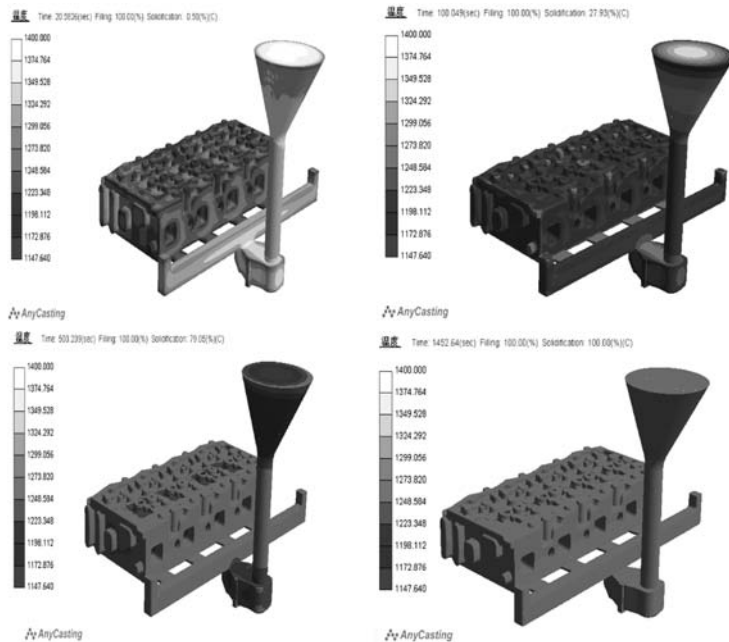


图8 气缸盖铸件凝固过程数值模拟过程

Fig. 8 Numerical simulation of the solidification process of the cylinder head casting

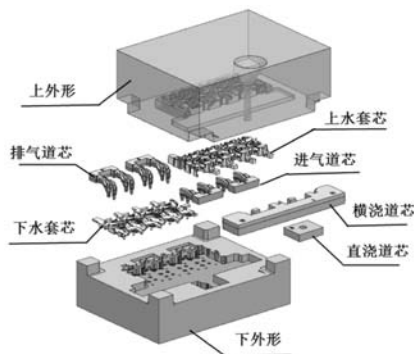


图9 气缸盖砂芯方案

Fig. 9 Sand core scheme of the cylinder head

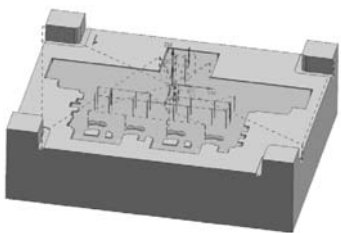


图10 加工路径

Fig. 10 Processing path

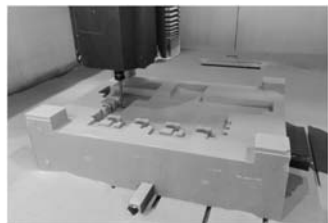


图11 砂型加工

Fig. 11 Sand processing



图12 砂芯打印

Fig. 12 Sand printing

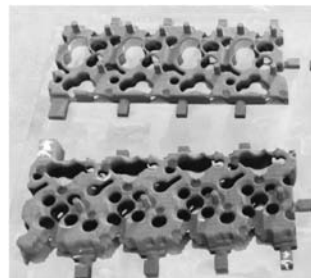


图13 气缸盖砂芯

Fig. 13 Sand core of the cylinder head

配、铸件壁厚检测、涂刷耐火涂料等工作，为后续浇注工序做准备工作。制备完成的部分外形砂型和砂芯如图14所示。

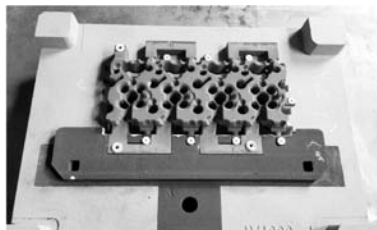


图14 砂芯组装

Fig. 14 Sand core assembly

3.2 铸件成形

铸件浇注温度为1 420~1 430 ℃, 浇注时间12~15 s, 浇注铁液质量105 kg, 铸件浇注如图15所示。气缸盖铸件如图16所示。铸件成形后, 对气缸盖取样并检测了

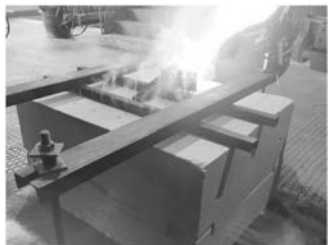


图15 铸件浇注

Fig. 15 Casting pouring



图16 气缸盖铸件

Fig. 16 Cylinder head casting

硬度与抗拉强度, 检测结果均达到要求, 结果如表1所示。

表1 气缸盖的硬度与抗拉强度
Table 1 Hardness and tensile strength of the cylinder head

| 样品编号 | 硬度HB | 抗拉强度/MPa | 检测结论 |
|------|------|----------|------|
| A1 | 217 | 299 | 合格 |
| A2 | 219 | 288 | 合格 |
| A3 | 222 | 302 | 合格 |
| A4 | 215 | 290 | 合格 |

4 结束语

采用外形精密加工成形技术结合砂芯喷墨打印快速试制了新型柴油机气缸盖铸件, 与传统工艺对比, 铸型制备过程环境封闭、绿色环保, 砂型砂芯及铸件尺寸精度高, 新品气缸盖铸造从75天左右缩短到10~30天, 生产实践表明, 快速铸造工艺方案设计合理, 产品合格率高, 满足新产品快速开发需求。

参考文献:

- [1] 王跃, 尚红标, 刘旭飞. 3D 打印技术在缸体铸件生产中的应用 [J]. 现代铸铁, 2019 (1): 22-25.
- [2] 周佼, 潘宝强, 苏志东, 等. 基于3D打印的给水泵泵盖铸造工艺研究 [J]. 铸造, 2021, 70 (10): 1183-1187.
- [3] 李栋, 杜文强, 唐昆贵. 利用3D打印技术无模铸造压缩机气缸铸件 [J]. 现代铸铁, 2019 (1): 14-17.
- [4] 李哲, 李栋, 苗润青. 用3D 打印技术改进430B 型滑鞍铸件质量 [J]. 现代铸铁, 2018 (1): 40-41.
- [5] 苏志东, 冯周荣, 李彩虹, 等. 大型铸钢件3D砂型打印用原砂研究及应用 [J]. 铸造, 2021, 70 (10): 1178-1182.
- [6] 郭永斌, 张景豫, 王敏. 3D 喷墨砂型打印机脉冲对砂型质量影响的研究 [J]. 现代铸铁, 2019 (2): 41-44.
- [7] 马涛, 李哲, 程勤, 等. 3D打印技术在砂型铸造领域的应用前景浅析 [J]. 现代铸铁, 2019 (2): 38-40.
- [8] 李景明, 李哲, 宋照伟, 等. 3D打印砂型的滚压紧实方法的探究 [J]. 铸造, 2021, 70 (12): 1430-1435.
- [9] 卢宝胜. 3D 打印技术在气缸盖铸件开发上的应用 [J]. 现代铸铁, 2019 (2): 19-22.

Study on Rapid Casting for New Diesel Engine Cylinder Head

XIE Yong-ze¹, RUAN Qi-lin², XIE Zong-hua², TANG Hong-qun²

(1. Yuchai Machinery Company Limited, Yulin 537005, Guangxi, China; 2. School of Resources, Environment and Materials, Guangxi University, Nanning 530004, Guangxi, China)

Abstract:

According to the short cycle development demand of the new cylinder head, combined with the structural characteristics of a cylinder head, the shape of sand mold was prepared by inkjet printing and the sand core was processed by precision machining technology. Casting was formed by 1 piece in 1 box, artificial core forming, side pouring and bottom gating. Production verification results showed that the design of the scheme was reasonable, the product pass rate was high, and the casting cycle was shortened from about 75 days to 10-30 days compared with the traditional method.

Key words:

rapid casting; cylinder head; 3D inkjet printing; HT250