

铝合金气缸盖铸造气孔缺陷分析及解决方法

廖治东, 彭宝斌, 李浩如, 唐晓亮

(重庆长安汽车股份有限公司工艺技术部, 重庆 401120)

摘要: 某型增压发动机铝合金气缸盖采用金属型重力倾转浇注铸造工艺生产时, 在凸轮轴座经常出现气孔缺陷。通过CAE铸造工艺模拟, 产品结构分析等, 找出了气孔缺陷形成的原因。通过优化气缸盖结构、调整铸造工艺参数等措施, 消除了气缸盖铸件气孔缺陷, 提高了气缸盖铸件出品率, 取得了良好的经济效益。

关键词: 铝合金; 气缸盖; 铸造缺陷; 解决措施

缸盖是汽车发动机的核心零部件之一, 也是结构最复杂、制造难度最大的零部件。随着汽车排放法规的日益严格, 能源供应日趋紧张, 涡轮增压、缸内直喷、双独立可变气门正时、液压挺柱等新技术正在汽车发动机上得到不断的发展应用^[1]。在汽车发动机缸盖上, 高度集成了发动机的燃烧室, 进、排气道, 火花塞孔, 凸轮轴座, 冷却水套, 润滑油路等各种功能结构以及外部零件的安装凸台。气缸盖不同位置壁厚差别明显, 铸造工艺难度大^[2]。

某型小排量直喷增压发动机铝合金气缸盖, 采用金属型重力倾转铸造工艺, 进气侧顶部进水, 火花塞正上方布置冒口, 排气侧正上方盖沿面随形布置集渣包。在铸件批量试制过程中, 靠近大端的进气侧凸轮轴座经常出现气孔缺陷, 如图1所示。

1 缺陷形成原因分析

气缸盖进气侧凸轮轴座位置产生气孔缺陷, 是因为浇注过程中砂芯接触到高温铝液时树脂、粘结剂迅速燃烧, 瞬间大量发气, 所产生气体未能及时上浮到冒口或排出型腔, 导致气体卷入型腔中, 形成气孔缺陷^[3-4]。从产品结构、铸造工艺等方面分析, 此处形成缺陷主要原因如下。

1.1 产品结构

进气侧凸轮轴座相较于两侧螺栓柱, 位置较低, 上部有弧形油室砂芯, 如图2所示。在浇注过程中, 进气侧凸轮轴座位于相对最低位置, 容易产生憋气。进气侧凸轮轴座进气侧外缘螺栓柱外径为13 mm, 但该螺栓柱与盖沿面外缘密封面之间连接部分壁厚仅7.8 mm。由于产品相邻位置壁厚差过大, 造成倾转浇注过程中, 铝合金充型至凸轮轴底部时, 液面前沿上升困难, 排气不畅, 进而造成此处渣气孔缺陷^[5]。

1.2 铸造工艺

该型气缸盖试制倾转铸造工艺为0~90° 匀速倾转浇注, 铝液浇注温度710 ℃。当铝液充型至缺陷位置时, 由于液面前沿发生一定程度的温降, 若保持匀速倾转, 不利于渣气的上浮排出, CAE分析结果见图3(a、b)。

作者简介:

廖治东(1986-), 男, 硕士, 工程师, 主要从事汽车发动机关键零部件铸造工艺研究工作。E-mail: 307389490@qq.com

中图分类号: TG245

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2019)

03-0311-04

收稿日期:

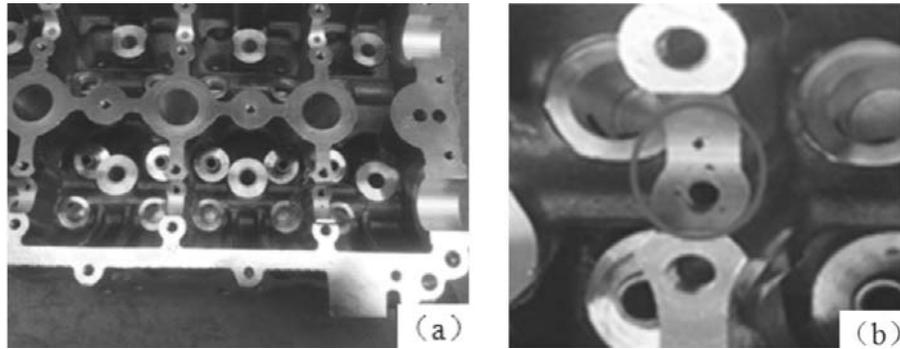
2018-08-26 收到初稿,

2018-12-09 收到修订稿。

2 改进措施

2.1 优化产品结构

增大进气侧凸轮轴座螺栓柱与盖沿面密封面连接处的壁厚，达到与螺栓柱外径一致（即13 mm），这样易于促进凸轮轴座在浇注过程中的排气、浮渣，如图4所示。

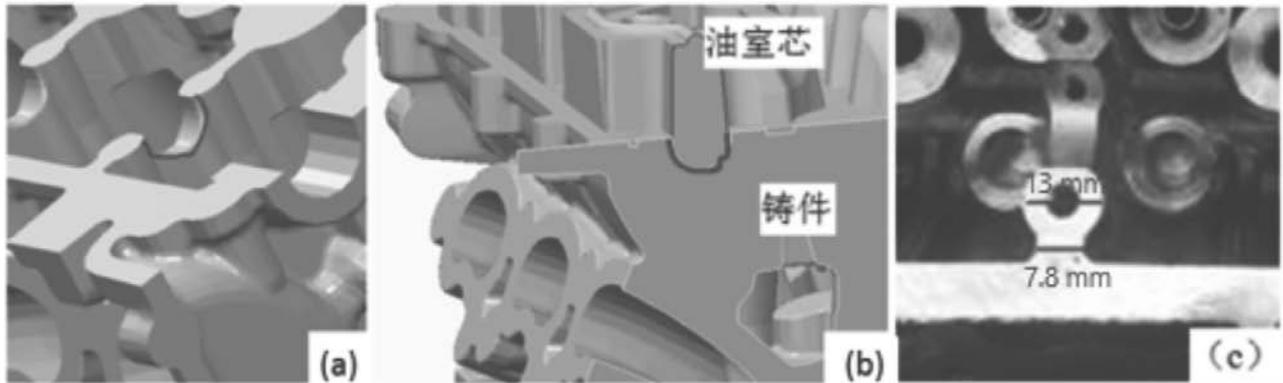


(a) 气孔缺陷位置

(b) 气孔缺陷

图1 气缸盖铸件气孔缺陷

Fig. 1 Blowhole defect of cylinder head casting



(a) 缸盖铸件进气侧凸轮轴座

(b) 铸件-油室砂芯

(c) 螺栓柱及连接处壁厚

图2 气缸盖铸件及砂芯结构

Fig. 2 Cylinder head casting and sand cores



(a) 充型过程凸轮轴座下方困气

(b) 缺陷位置困气

(c) 工艺调整后

图3 倾转工艺调整前后凸轮轴座位置困气CAE模拟对比

Fig. 3 Comparison of CAE simulation results of trapped gas at camshaft seat before and after pouring process adjusting

2.2 优化倾转铸造工艺

经过CAE分析,原 $0\sim 90^\circ$,10 s匀速倾转浇注工艺,在铝液充型至进气侧凸轮轴座下方时,出现明显的憋气、困气倾向(图3a、b)。将匀速倾转浇注工艺调整为 $0\sim 30^\circ$,3 s和 $30^\circ\sim 90^\circ$,9 s两段,共12 s的分段匀速倾转浇注。由图3c可见,倾转工艺调整后,由于后段倾转速度较慢,利于铝液中渣、气的上浮,缺陷位置困气倾向显著降低。

2.3 适当提升铝液浇注温度

倾转工艺调整后,浇注总时间延长2 s,充型过程

中液面前沿温度降低较多,不利于铝液中渣、气的上浮,因此将铝液浇注温度提升 $10\text{ }^\circ\text{C}$ 至 $720\text{ }^\circ\text{C}$ 。

3 改进后结果

经过以上改进措施的综合调整,基本消除了该型小排量铝合金增压发动机气缸盖进气侧凸轮轴位置的渣气孔缺陷(图5)。气缸盖铸造良品率由原来的65%提升至90%左右,效果明显,满足了铸件大批量生产要求。

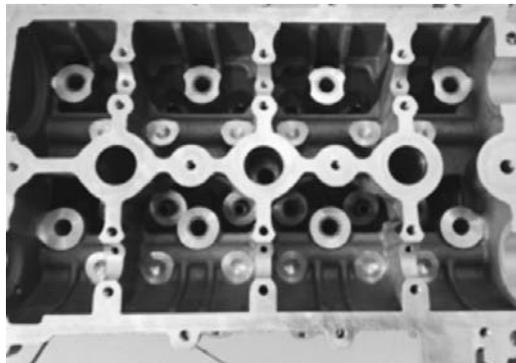


图4 气缸盖进气侧凸轮轴座局部结构优化
Fig. 4 Optimized structure at the inlet side camshaft seat

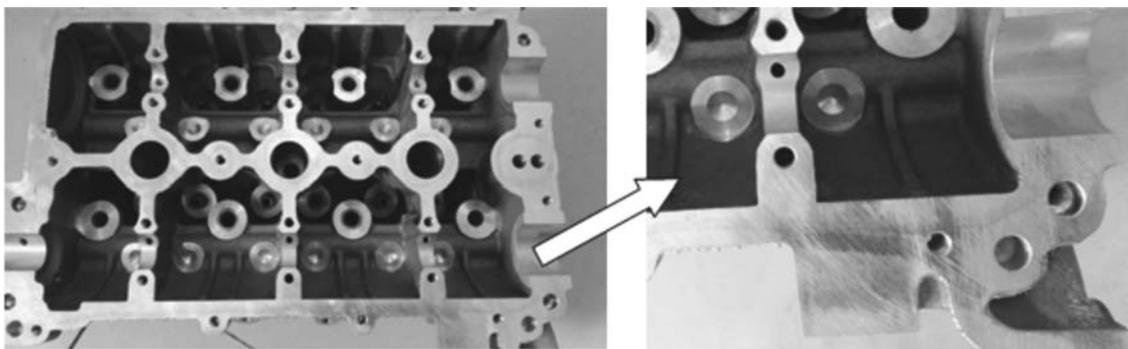


图5 工艺优化后原缺陷位置加工后图片
Fig. 5 Picture of original defect position after process optimization

4 结束语

(1) 分段倾转铸造工艺利于前期铝液快速充型和后期铸型内气、渣的上浮和排出,较匀速倾转工艺改善效果明显。对复杂结构件的金属型倾转铸造有借鉴意义。

(2) 铝合金发动机气缸盖结构复杂,内在质量要求高,应从铸件结构、浇注工艺、合金熔炼等多方面综合考虑,才能有效减少产品铸造缺陷,提升综合良品率。

参考文献:

- [1] 严青松, 余欢, 魏伯康, 等. 汽车铝合金缸盖铸件缺陷分析及控制 [J]. 失效分析与防护, 2009, 4 (1): 30-33.
- [2] 蔡启舟, 骆海贺, 魏伯康, 等. 铝合金气缸盖铸造缺陷分析及对策 [J]. 特种铸造及有色合金, 2007 (S1): 70-72.
- [3] 甄广北. 铝合金气缸盖气密性缺陷的改进 [J]. 铸造, 2017, 66 (6): 639-641.
- [4] 李智华, 邱茂赞, 何杰仁. 气缸盖铸件气孔缺陷的探讨 [J]. 铸造工程, 2001 (2): 36-37.
- [5] 张茂功. 工艺因素对康明斯气缸盖气孔缺陷的影响 [J]. 铸造, 1998 (4): 30-32.

Causes Analysis and Solution of Blowhole Defects in Cast Aluminum Cylinder Heads

LIAO Zhi-dong, PENG Bao-bin, LI Hao-ru, TANG Xiao-liang

(Chongqing Changan Automobile Co., Ltd., Process Technology Department, Chongqing 401120, China)

Abstract:

When the pressurized aluminum cylinder heads were poured using gravity inclining method, the blowhole defects often occurred at the camshaft seat of cast aluminum cylinder heads. Through analyzing the causes of defect formation and CAE simulation, as well as optimizing the structure of cylinder head and adjusting the pouring process parameters, the blowhole defects at the camshaft seat of cast aluminum cylinder heads were eliminated quite well, which not only improved the yield of castings, but also achieved the better economic benefits.

Key words:

aluminum alloy; cylinder head; casting defect; solution
