

铝合金进气歧管的铸造工艺

陈学美 蒋广才

(宁波合力模具科技股份有限公司)

摘要 介绍了铝合金进气歧管倾转铸造工艺、浇注系统设计与模具设计,针对生产中容易产生的缩孔、缩松等铸造缺陷制定出合理的工艺方案。选择浇注时间为 9.5 s、内浇道截面积为 1 500 mm²、模具温度为 200~250 ℃、浇注温度为(710±10) ℃。采用芯头部位抽气、厚大部位快冷及补缩等措施来解决铸造缺陷,提高了铸件品质。

关键词 铝合金;进气歧管;倾转铸造;抽气;风冷

中图分类号 TG249.3; TG146.2⁺1

文献标志码 A **文章编号** 1001-2249(2008)09-0728-02

DOI:10.3870/tzzz.2008.09.025

1 铸件材料和结构

铝合金进气歧管是发动机的重要零件,目前大多数采用重力铸造,其中根据产品结构特点可以采用立浇、平浇和倾转浇注。进气歧管采用倾转浇注(模具跟着浇台从 0°~90°倾转,浇口杯跟着模具边倾转边进料)充型平稳,充型压力高,排气效果好。

进气歧管用材料为 AC3AM-F,其化学成分见表 1^[1]。材料的力学性能,抗拉强度为 180 MPa、伸长率为 5%、硬度(HBS)为 50^[2]。铸件结构见图 1,最大轮廓尺寸为 465.5 mm×310 mm×270 mm,净质量为 6.2 kg,铸件浇注质量为 9.8 kg,平均壁厚为 4 mm。铸件要求在气压 100 kPa 时泄漏量≤100 cm³/min;但 EGR (EXHAUST GAS RECYCLE 废气循环再利用)通路部位在 100 kPa 时应无泄漏。此铸件形状复杂,弯度较大,稳压腔部位在开型状态时高于与气缸盖的安装法兰面(简称法兰面),除了有进气道外还有 EGR 气道回路,砂芯定位困难,更增加了此进气歧管的铸造难度。

表 1 AC3AM-F 的化学成分 %

w_B										
Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Ti	Pb	Al	
10.0~13.0	0.8	0.25	0.35	0.15	0.30	0.10	0.20	0.10	余量	

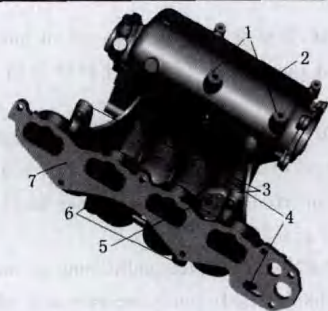


图 1 铸件结构

1.1 号凸台 2.稳压腔 3.油轨安装台 4.EGR 通道 5.EGR 法兰面 6.2 号凸台 7.法兰面

2 铸造工艺设计

2.1 工艺方案的设计

进气歧管的热节主要分布在法兰面、油轨安装台、EGR 法兰面和稳压腔两端法兰面(见图 1),这些厚大区域容易产生铸造缺陷,是需要重点补缩的位置。铸件的凝固温度场在这些区域形成相对的高温区,在管道处及稳压腔形成低温区。此进气歧管的工艺设计的关键在于对铸件温度场、铸型温度场分布规律的分析、把握^[3]。

工艺设计将 2 号凸台向下,利用倾转(倾转角度 90°)浇注,在法兰面上设置冒口,能够直接对油轨安装台进行补缩。稳压腔两端法兰和 EGR 法兰面及 1、2 号凸台都属于厚大部位,由于没有补缩通道,不能对这些部位进行直接补缩。对于除 EGR 法兰面外厚大部位,考虑到铸型温度较高,对其进行吹气快冷;在 EGR 法兰面加冷铁镶块(对铸件进行激冷,以消除铸件的缩松)^[4],再向镶块里通压缩空气冷却,将热量带出,达到快冷效果。从而形成从稳压腔开始的顺序凝固。

2.2 浇注系统的设计

对铝合金这类易氧化、易吸气合金浇注系统,设计的要求是不带入气体、能充分挡渣、快速平稳充型。当金属液在金属型内匀速上升时,浇注时间 t 为^[5]:

$$t = \frac{H}{v_{\text{升}}} \quad (1)$$

式中, H 为金属液型腔高度,这里 H 计为 38 cm; $v_{\text{升}}$ 为上升速度,此处为 4 cm/s,代入计算得 $t=9.5$ s。

内浇道最小截面积 A 为:^[2]

$$A = \frac{Q}{0.44t\rho\mu\sqrt{H_p}} \quad (2)$$

式中, Q 为铸件总质量,此处为 9.8 kg; ρ 为铝合金密

收稿日期:2008-06-01

第一作者简介:陈学美,女,1979 年出生,工程师,宁波合力模具科技股份有限公司,浙江宁波(315700),电话:13777958515,E-mail: sally_chen.yasi@yahoo.com.cn

度,为 2.5 g/cm^3 ; μ 为阻力系数,根据经验取 0.92; H_p (浇口杯至内浇道的高度差)为平均计算压力头,取 0.5 cm。计算得 $A \approx 1440 \text{ mm}^2$ 。考虑金属型的激冷效应,取最小截面积为 1500 mm^2 ,将浇道分成 3 个进料口,分别从两气道之间进料,铸造工艺 3D 模型见图 2。图 3 为根据此工艺模拟的结果,由此显示出此工艺浇注时没有缩松、缩孔等铸造缺陷。



图 2 铸造工艺 3D 模型



图 3 MAGMA 模拟结果

2.3 其他工艺参数

砂芯定位方式设置不好,会出现合模时砂芯断裂或砂芯定位不准的现象。根据砂芯的大小,考虑砂芯与外模的定位单边间隙为 0.20 mm,砂芯与砂芯之间定位单边间隙为 0.15 mm。必须将空间的 6 个自由度有效地限位,在不定位的芯头上设计 1 mm 以上的间隙,防止产生过定位。上模的芯座间隙为 0.3 mm,或者在设计芯盒时根据制芯设备的运行状况,设计有一定的分型负数,以确保砂芯不被压碎。

铸件的收缩系数一定要将浇注状态的模具热膨胀考虑进去,在浇注状态的热收缩根据材料的成分及铸件结构取值。所选用的材料收缩率取为 0.8%。

3 模具制作

此进气歧管共有 4 件砂芯(EGR 长芯、EGR 短芯、EGR 法兰面下面的挂芯、气道芯),其中气道芯的分型有上下模,还要一件内抽芯,其他 3 件小芯两开模就可以做出。

3.1 工装确定

根据某厂的生产情况,将气道芯单独制作 1 套芯盒,其他 3 件小芯各出两件制作 1 套芯盒。另外还有一套用在倾转浇注机上的金属型外模。

3.2 模具选材

模具材料采用 H13 钢,型腔、型芯部分必须经淬火工艺处理以使模具型腔、型芯的硬度(HRC)达到 38~42^[6],以确保模具使用寿命。

3.3 模具排气系统的设计

铝液充型时,能否顺利排出型腔中的气体(空气、砂芯的发气等)是影响铸件合格率的重要因素^[7]。所采用

的排气道的形式有:排气槽、排气塞。由于砂芯容易发气,模具设计时就已经充分考虑到这一点,在芯头部位抽气,利于型腔中的气体排出,以提高铸件的合格率。

4 浇注

4.1 铸造操作工艺流程

(熔炼-精炼-除气-变质处理\制芯)-金属型外模预热-下芯-浇注-清理-后处理。

4.2 铝液的熔炼、精炼、除气、变质处理

熔炼前先将工频炉、坩埚等熔炼工具预热至 200~300 °C,涂刷好涂料,继续加热至 550 °C 以上使用^[8]。所用的炉料、精炼剂、变质剂须清洁干燥,并预热处理,这些措施可以有效地控制铝液增铁和含气量的增加。

熔炼后的铝液要进行精炼除气,精炼是通过向温度为 720 °C 以下的铝合金液内吹入 N_2 气,通气时间一般为 10~20 min。再进行变质处理,采用钠盐变质剂变质,用量为铝合金液总质量的 2%~3%,保持 10~12 min。变质后的铝液温度调整到 $(730 \pm 10)^\circ\text{C}$ 便可以浇注,一般将浇注温度控制为 $(710 \pm 10)^\circ\text{C}$ ^[9]。

4.3 模具预热

先将金属型模具加热到 150~200 °C,再喷涂料后加热到 200~250 °C 方可浇注。

5 结语

开发铝合金进气歧管的技术关键在于工艺设计中对铸件温度场、铸型温度场分布规律的分析,对铸件可能产生的缺陷部位采取补缩、快冷等工艺措施以及合理的浇注系统设计及工艺参数选择等,适宜的浇注时间为 9.5 s、内浇道截面积为 1500 mm^2 、模具温度为 200~250 °C。

参 考 文 献

- [1] 《铸造有色合金手册》编写组. 铸造有色合金手册[M]. 北京:机械工业出版社,1984.
- [2] 张士林,任颂赞. 简明铝合金手册[M]. 上海:上海科学技术文献出版社,2001.
- [3] 卢功辉. 福特电喷进气歧管金属型重力铸造工艺[J]. 特种铸造及有色合金,2003(3):50-51.
- [4] 朱龙根. 简明机械零件设计手册[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [5] 铸造技术标准手册编委会. 铸造技术标准手册[M]. 北京:中国物资出版社,2004.
- [6] 赵昌盛. 实用模具材料应用手册[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [7] 赵玉涛. 铝合金车轮制造技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [8] 黄良余,周国祯. 铸造有色合金及熔炼[M]. 北京:国防工业出版社,1980.
- [9] 罗启全. 铝合金熔炼与铸造[M]. 广州:广东科技出版社,2002.

(编辑:袁振国)