

# 汽车进气歧管真空注型材料选用和工艺探讨

黄金申<sup>1</sup>,村上光军<sup>1</sup>,胡树根<sup>2</sup>

(1. 宁波远东制模有限公司,浙江 余姚 315400;2. 浙江大学 机械与能源工程学院,杭州 310027)

**摘 要:**以塑料替代铝合金制造汽车发动机进气歧管是目前汽车工业的重点研发内容,对于汽车轻量化及提高发动机性能和燃料利用率有重要作用。在塑料发动机进气歧管设计开发阶段,采用真空注型工艺进行少量试制件生产并进行性能试验和设计验证,试制件除了对制件有尺寸精度、形位精度要求外,还对材料的耐高温及气密性有特殊要求。通过对选用材料和常用材料的对比试验,确定了材料和工艺,并经过汽车发动机耐久性试验,符合开发阶段的试验要求。研究结果对同类产品开发有参考价值,目前此项研究仅局限于进气歧管的开发阶段。

**关键词:**真空注型;材料选用;对比试验;工艺选择

**中图分类号:** TQ320.66

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1671-8798(2009)03-0190-03

## Material selection and process discussion of vacuum casting in automotive air intake manifold

HUANG Jin-shen, CUNSHANG Guang-jun, HU Shu-gen

(1. Ningbo Far East Mould-Making Co., Ltd., Yuyao 315400, China;

2. College of Mechanical and Energy Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

**Abstract:** At present, the use of aluminum alloy substituted for plastic to manufacture automotive engine air intake manifold is the focus of R & D content of the automobile industry. It plays an important role for automobile lightweight, as well as the enhancement of engine performance and fuel utilization. In the phase of the plastic engine intake manifold design and development, a small amount of trial-type pieces can be produced with vacuum casting process to carry out performance test and design verification. Besides requirements for dimensional accuracy and position accuracy, trial pieces have special requirements for high temperature resistance and air tightness of the material. The materials and processes are determined through the comparison test of materials selected and often used. And in line with the test requirements of the development phase, car engine endurance test should be taken. The result of the research is a valuable reference for the development of similar products. The study is limited to the development stage of intake manifold.

**Key words:** vacuum casting; material selection; comparison test; process selection

收稿日期: 2009-06-02

基金项目: 宁波市科技计划项目(2006B100014)

作者简介: 黄金申(1964—),男,浙江余姚人,工程师,硕士,主要从事注塑模具设计制造。

汽车轻量化是汽车工业发展方向之一,也是汽车厂乃至国家技术进步和先进程度的重要标志。为节能降耗、提高车速、改进外观和舒适性、降低成本,汽车厂越来越多地选用塑料替代金属。塑料发动机进气歧管(air intake manifold, AIM)是近年来开发成功的塑料部件范例,也是各国竞相开发的热门塑料汽车部件。塑料进气歧管不仅质轻,而且由于内壁光滑,可改进气体流动性,提高气体流量,进气效率高,隔热效果好,因而能提高发动机性能和燃料利用率<sup>[1]</sup>。发动机塑料进气歧管可比铝进气歧管重量减轻 50% 以上,发动机动力性能得到 5% ~ 10% 的提升,经济性和排放性也有相当改善,材料和制造成本都可得到降低<sup>[2]</sup>。在设计开发阶段,需要采用真空注塑工艺制造少量试制件进行性能试验和设计验证。应用硅胶模快速制模技术和真空注塑工艺,设备投入少,工艺简单快捷,特别适用于产品开发试制,已成为塑料类产品快速试制的主流技术措施<sup>[3]</sup>。塑料进气歧管的使用环境要求材料必须具有耐高温、强度高以及尺寸稳定性、化学稳定性和热老化稳定性优良等方面的特点,为此,对进气歧管真空注塑件制作材料的选用和工艺进行探讨,以确立最佳方案显得十分必要。

1 汽车进气歧管使用环境的基本要求

1.1 耐高温

由于进气歧管与发动机缸盖直接连接,而发动机缸盖常常处于 130 ~ 150 ℃ 的工作环境中,因此,所使用的塑料材料必须能够承受工作环境的高温要求。

1.2 高强度

进气歧管不仅需要承受发动机的振动负荷、节气门和传感器的惯性力负荷以及进气压力脉动负荷,还要保证在发动机发生异常回火现象时不至于被高压脉动压力所爆破,因此,要求所使用的塑料材料具有很高的强度。

1.3 尺寸稳定性

为了保证进气歧管与发动机连接处的尺寸公差达到规定的要求,同时保证进气歧管上各传感器、执行器元件能够准确安装,要求所使用的塑料材料必须具有良好的尺寸稳定性。

1.4 化学稳定性

由于进气歧管直接与汽油、防冻液、冷却液等腐蚀性溶剂接触,尤其是冷却液中的乙二醇对塑料的

性能影响很大,因此要求塑料材料必须具有良好的化学稳定性,在使用前通常要对材料进行严格的测试。

1.5 热老化稳定性

由于发动机的工作温度常常在 - 30 ~ 130 ℃ 之间反复变化,其工作条件非常恶劣,要求材料具有稳定的热老化性。

2 汽车进气歧管真空注塑件的基本要求

根据汽车进气歧管使用环境的基本要求,为了保证进气歧管试验能够满足开发阶段的要求,选用的试制件材料必须符合以下的基本要求:

- 1)要求负荷挠曲温度 130 ℃ ,符合耐热性的试作部件要求;
- 2)要求第 2 次硬化的时候,耐热更高;
- 3)要有很好的相溶性能;
- 4)材料的拉伸强度、断裂伸长率符合汽车发动机使用环境条件;
- 5)对材料要求有较好的尺寸稳定性和热稳定性。

3 真空注塑件材料的选用

汽车发动机室部件对材料性能要求较高,要符合设计开发阶段的试验要求,经过多次试验,常用的真空注塑件材料关键的耐热性指标达不到要求,经反复筛选,最后选用日本进口的高耐热性聚氨酯作为汽车进气歧管真空注塑开发用材料。经过测试,该材料符合要求。材料特性见表 1,材料的基本物理性能见表 2。

表 1 高耐热性聚氨酯特性表

Table 1 Property table of high heat resistant polyurethane			
项目		数值	备考
外观	A 液	黑色	多元醇类
	B 液	淡黄色	异氰酸酯类
黏度 (mPa· s, 25 ℃)	A 液	700	BM 型黏度计
	B 液	210	
密度(25 ℃)	A 液	1.03	密度杯子
	B 液	1.19	标准密度计
混合比	A: B	100: 400	质量比
胶凝作用时间 /min	25℃	> 10	树脂 100 g
		8	树脂 300 g
	35 ℃	4 $\frac{5}{6}$	树脂 100 g
制品密度/(g· cm <sup>-3</sup> )		1.24	JIS K - 7112

表2 高耐热性聚氨酯基本物理性能表

Table 2 Basic physical property table of high heat resistant polyurethane

项目	数值	备考
硬度/D	80	Wallace 社硬度计
抗拉强度/MPa	46	JIS K-7113
破断伸率/%	10	
弯曲强度/MPa	62	JIS K-7171
弯曲弹性率/MPa	1 400	
冲击强度/(kJ·m <sup>-2</sup> )	4.5~7	JIS K-7110 Izod V Notch
收缩率/%	1.9	规格(φ80 厚 10 mm)
	116	JIS K-7207(1.80 MPa)
	130	2 次硬化品(110 ℃×1 h)
负荷挠曲温度/℃	155	2 次硬化品(110 ℃×1 h, 120 ℃×1 h, 130 ℃×1 h)
脱模具可能时间/min	60~90	模具温度 70℃ 以上

4 真空注塑工艺选定

4.1 真空注塑工艺过程

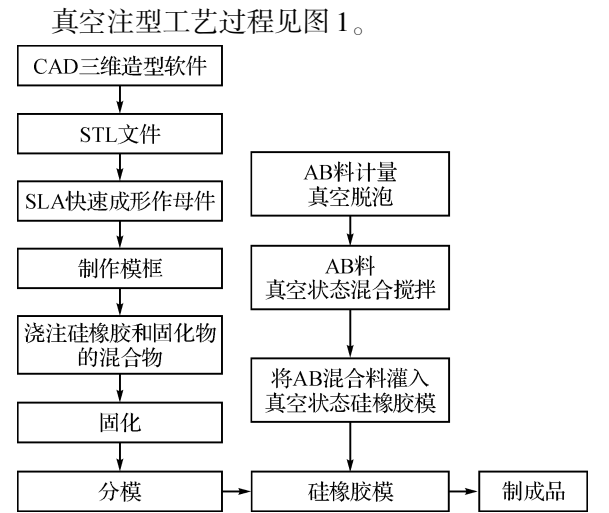


图1 真空注塑工艺过程

Fig. 1 Technical process of vacuum casting

4.2 工艺选定

- 4.2.1 预备脱泡 在脱泡室内预备脱泡 10 min。
- 4.2.2 树脂温度 注型时的液温保持在 25 ~ 30 ℃。如果液温过高,可以将时间缩短,液温过低则加长,如果液温低过极限,将导致混合不良或硬化不良。
- 4.2.3 模温 硅胶模要预先升温到 70 ~ 80 ℃,模温过低将导致硬化不良、物理性能低下。模温的

- 控制还将影响产品尺寸的稳定。
- 4.2.4 注型 准备 A 液混入 B 液的容器;作业室至真空为止,5 ~ 10 min 一次,B 液需要搅拌脱泡一次,A 液混入 B 液时搅拌 20 ~ 30 s 后迅速注入硅胶模,从混合开始到注入硅胶模的时间为 30 ~ 45 s。
- 4.2.5 硬化条件 放进 70 ~ 80 ℃ 的恒温槽内,硬化 60 ~ 90 min 后脱模。如有必要,再在 100 ~ 150 ℃ 内二次硬化 2 ~ 3 h。二次硬化产品易变形,要使用夹具。
- 4.2.6 真空注塑材料的保存 A 液与 B 液不宜近水,混入时要避开湿气,使用后要密封保管;如 A 液混入水分时,硬化物将容易产生气泡,对应方法是将 A 液加热至 80 ℃,脱泡 15 min;B 液不能近湿气,否则将变白硬化,失去透明性,硬化后物理性能低下;B 液在 15 ℃ 以下长时间保存后,一部分或全部有可能凝固,要在 1 ~ 2 h,60 ~ 70 ℃ 加温溶解后均匀搅拌方可使用。B 液 50 ℃ 以上长时间加热后易变质、膨胀;冰结状态放置室温保存时将促进变质加快,溶解后 20 ~ 25 ℃ 内保存。

5 汽车进气歧管真空注塑材料检测结果

5.1 检测结果

经兵器工业非金属材料理化检测中心对 2 种材料的真空注塑件进行检测对比,结果表明,选定的进气歧管总成真空注塑件材料的实测数据符合设定的技术指标要求(表 3)。

表3 进气歧管主要技术指标试验对比表

Table 3 Comparison of main technical indexes in air intake manifold

指标	数值	实测对比		备注
		选定的	常用的	
硬度/D	80	81	80	符合
拉伸强度/MPa	46	57	69	符合
抗拉断裂伸长率/%	10	42	40	符合
成品耐温/℃	130	132	111	符合

5.2 试验结果

采用真空注塑件制作的进气歧管总成,经某汽车制造厂在汽车发动机上经过 500 h 试验,达到了前期试验要求。

(下转第 205 页)