

汽油机塑料进气歧管快速成型工艺策略浅析

周丰松 王伟振

周丰旭

(东风汽车公司技术中心,武汉 430058) (同济大学机械工程学院,上海 200092)

摘要 结合东风自主发动机的开发过程,系统地介绍了塑料进气歧管试制时,高耐热性聚氨酯材料的选用以及真空注塑工艺策略的制定。耐过压性能测试和交变负荷耐久性测试结果表明,真空注塑工艺显著提高了塑料进气歧管试制样件的可靠性。

关键词 材料选用 真空注塑 工艺策略 耐久性试验

塑料进气歧管大致可分为普通型、可变截面或可变长度型(带动板)、增压型等三类,如图1所示。样机开发阶段,进气歧管的试制目的有两种:尺寸验证、效果评价样件试制和搭载试验用的功能样件试制等,对应的试制方案如图2所示。



a—普通型; b—可变截面型(带动板); c—增压型

图1 塑料进气歧管

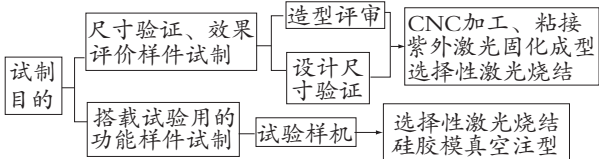


图2 不同试制目的对应的试制方案

由于进气歧管结构复杂、试制难度较大,如何在较短时间内、以较低的费用试制出能够满足几何尺寸及试验验证要求的样件,一直困扰着产品试制工程技术人员。之前曾采用紫外激光固化成型(SLA)的方式制作快速样件^[1],用于几何尺寸验证和造型评审,取得了不错的效果,但因材料及工艺的限制,无法将其装配在发动机上做台架试验。后来尝试采用快速模塑成型工艺,该工艺需分块加工、粘接成型,虽然采用了外敷加强方案(外敷8~10层、厚度

约3 mm的玻纤增强复合材料)^[2],但是仅能满足60 h左右的发动机一般性能试验,效果不甚理想。而改进方案采用耐热性良好的聚氨酯T4564,虽明显提高了发动机台架试验的时间^[3],但经验证仅能满足一般的发动机性能试验。笔者针对耐热性聚氨酯材料的真空注塑工艺策略展开研究,通过有效的工艺控制手段,显著提高了制件的可靠性能,使试制样件能搭载在发动机上开展耐久性试验,大大提升了样件的开发试验代表性,实现设计早期的快速反馈,达到降低开发风险的目的。

1 塑料进气歧管的使用环境

(1) 使用温度

自然吸气发动机罩下方的环境温度为 $-40 \sim 100^{\circ}\text{C}$ 、峰值温度为 130°C (最长持续30 min),增压发动机温度为 $-40 \sim 135^{\circ}\text{C}$ 、峰值温度为 150°C (最长持续30 min)。

(2) 介质环境

93#汽油(10%的酒精)、空气、汽油蒸汽、机油蒸汽混合。

(3) 压力等级

自然吸气发动机为 $1.2 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1.2 Bar),增压发动机为 $2.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ (2.5 Bar)。

2 进气歧管真空注塑样件的基本要求

根据塑料进气歧管的使用环境,为了保证进气歧管试验能满足开发阶段的要求,选用的试制材料和试制工艺必须满足:

(1) 材料的负荷挠曲温度不低于 150°C ,材料的拉伸强度、断裂伸长率、冲击强度等符合发动机使用环境条件,还要求材料有较好的尺寸稳定性、化学稳定性和热老化稳定性。

(2) 关键项、重要项的尺寸精度符合图纸定义,

对于可变截面或可变长度型(带动板)进气歧管,尤其应关注油轨导槽的安装支架及喷嘴安装孔的形状、位置精度。

3 塑料进气歧管快速试制技术

3.1 真空注型样件材料的选用

塑料进气歧管的使用环境对试制材料提出了较高的要求,常用真空注型材料的耐热性、冲击韧性等指标无法同时达到要求,经过反复筛选和试验,最后选用日本进口的高耐热性聚氨酯 K1790、并辅以二次固化工艺制得了符合产品技术要求的进气歧管,聚氨酯 K1790 的基本物理性能如表 1 所示。

表 1 聚氨酯 K1790 的基本物理性能

项目	数值	备注
粘度 /MPa · s	A 液 1200 ~ 1400, B 液 600	BM 型粘度计, 25℃
制品固化后密度 /g · cm ⁻³	1.21	JIS K 7112
硬度 (邵 D)	80	Wallace 邵氏硬度计
弯曲强度 /MPa	60	JIS K 7171
弯曲弹性模量 /MPa	1300	JIS K 7171
拉伸强度 /MPa	55	JIS K 7113
断裂伸长率 /%	40	JIS K 7113
冲击强度 /kJ · m ⁻²	8	JIS K 7110 Izod V Notch
收缩率 /%	0.3	规格: 80, 厚 10 mm
负荷挠曲温度 /℃	110 130 150	JIS K 7207 B 法 (0.45 MPa) 二次硬化品 (110℃ ×1 h) 二次硬化品 (110、120、130℃ 各 1 h)

3.2 真空注型工艺

真空注型工艺过程如图 3 所示,工艺参数的设定见表 2。

数模工艺优化: 在薄弱处设置加强筋、过渡圆角等

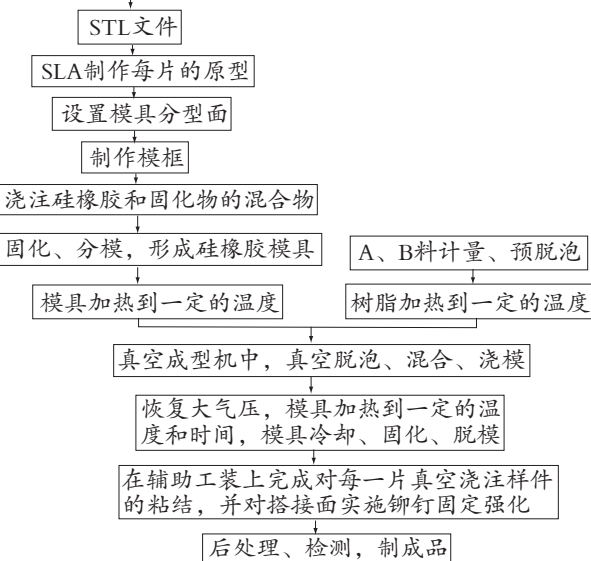


图 3 真空注型工艺过程

3.3 工艺策略

拆分件搭接面要有严格的尺寸精度要求,确保气道内壁不出现裂痕、错位,其结构形式(防止胶水溢料)如图 4 所示。

在互不干涉的前提下,在拆分件的搭接面外缘设置法兰边、用铆钉固定强化(防止爆裂),如图 5 所示。

表 2 工艺参数的设定

主要工艺参数		数值设定	备注
原型缩水率 /%		0.3	
真空脱泡时间 /min		5 ~ 10	
树脂温度 /℃		30 ~ 40	
模具温度 /℃		60 ~ 70	
充模时间 (从 A、B 液混合开始到注入硅胶模的时间) /s		30 ~ 40	
硬化条件	一次硬化烘箱温度 /℃	60 ~ 70	使用夹具
	一次硬化时间 /min	60	
	二次硬化烘箱温度 /℃	100 ~ 150	
	二次硬化时间 /h	2 ~ 3	

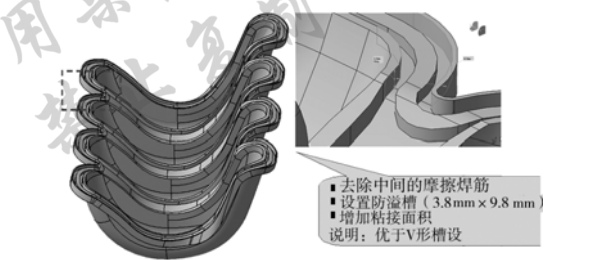


图 4 搭接面的结构形式



图 5 铆钉固定加强

在大平面处设置加强筋,在节气门体、缸盖法兰面处设置加强筋或过渡圆角,如图 6 所示。

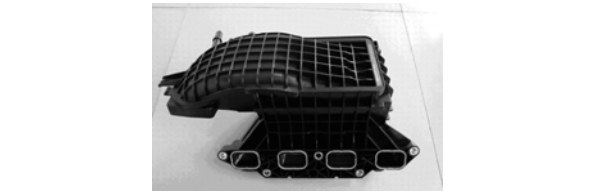


图 6 设置加强筋

对于可变截面型(带动板)进气歧管,尤其应关注油轨导槽的安装支架及喷嘴安装孔的位置精度,另外,与执行器连接的转轴穿过歧管壁,需同时保证气密性、顺畅地转动,如图 7 所示。

进气歧管试制完成后,应使用内窥镜检测气道内表面(尤其关注搭接面位置),并开展高温测试、



图7 可变截面型(带动板)进气歧管的质量控制

气密性测试。

4 尺寸检测、性能试验

4.1 尺寸检测

结合塑料进气歧管的定位基准设计简易检测支架,如图8所示。

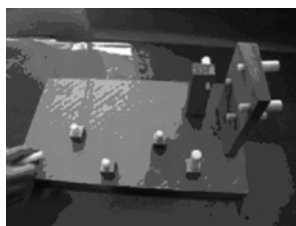


图8 三坐标测量仪检测支架

4.2 性能试验

(1) 耐耐压性能测试

试验方法如图9所示。在节气门体、缸盖法兰等密封圈正常工作状态下,堵塞进气歧管全部附件(管接头等)的孔眼,将进气歧管放至测试设备上,并按图9中所示曲线加压。在测试结束时,要求进气歧管的气体泄露量不大于100 mL/min。

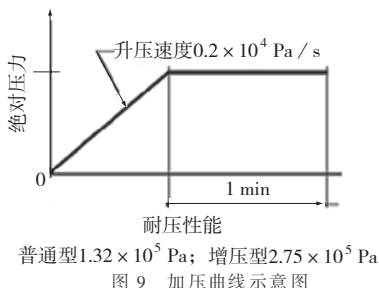


图9 加压曲线示意图

(2) 交变负荷耐久性测试

汽车发动机可靠性按GB/T 19055-2003测试,交变负荷试验规范示意图如图10所示。由图10可知,油门全开时,从最大净扭矩的转速(n_m)均匀地升至最大净功率的转速(n_p),历时1.5 min;在 n_p 稳定运行3.5 min;随后均匀地降至 n_m ,历时1.5 min;在 n_m 稳定运行3.5 min。重复上述交变工况,运行到25 min。油门关闭时,转速下降至怠速(n_i)运行到29.5 min;油门开大,无负荷,使转速均匀上升到

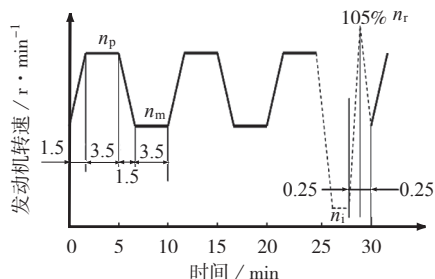


图10 交变负荷试验规范示意图(实线表示油门全开)

105%额定转速($105\% n_r$)或上升到发动机制造厂规定的最高转速,历时(0.25 ± 0.1) min;随即均匀地关小油门,使转速降至 n_m ,历时(0.25 ± 0.1) min。

至此完成了一个循环,历时30 min。运行800个循环,则持续400 h。

(3) 验证结果

以东风自主开发的某款自然吸气发动机可变截面型进气歧管样件为例,经三坐标测量仪检测,样件尺寸符合图纸要求,尤其是油轨导槽的安装支架及喷嘴安装孔的位置精度控制在 ± 0.5 mm以内;气压测试结果如图11所示,且经过400 h的交变负荷耐久性台架试验(与6万 km路试相当),塑料进气歧管未出现破损、开裂、嵌件松动等现象,且此时发动机的最大功率比安装铸铝件进气歧管时提高2%左右。

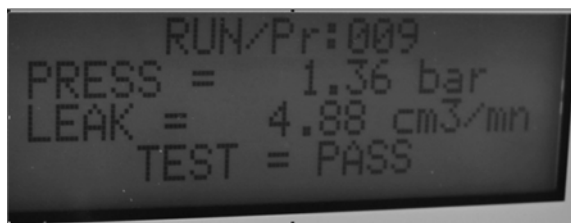


图11 气压测试结果

5 结语

当前,乘用车发动机进气歧管的塑料化已是全球性的趋势,但在开发阶段,目前国内大多数主机厂仍采用铸铝进气歧管,用于搭载整机的耐久试验或道路试验,因铸铝件的质量较重、内壁粗糙等缺陷造成开发试验的代表性差,甚至产生试验结果的误判。研究表明,在设计开发阶段,只要选用性能优良的高耐热性聚氨酯材料,采用真空注塑工艺,并辅以有效的工艺控制策略,将塑料进气歧管试制样件用于发动机耐久性试验在技术上是可行的。另外,在开发试制费用上,塑料进气歧管样件能比铸铝件节省约50%,且能缩短30%左右的试制加工周期,因此该技术方案具有较好的工程应用、推广价值。

参考文献

- [1] 周丰松,王伟振.快速成形和快速模具在样车试制工程中的应用[J].汽车工程,2008(7):631-638.
- [2] 郭永生,周丰松,张铁斌.快速成型和快速模具在发动机进气

管开发试制中的应用[J].新技术新工艺,2010,22(4):43-45.

- [3] 黄金申,村上光军,胡树根.汽车进气歧管真空注塑材料选用和工艺探讨[J].浙江科技学院学报,2009,21(3):190-192.

RESEARCH ON PROCESSING STRATEGY OF RAPID MANUFACTURING FOR PLASTIC AIR INTAKE MANIFOLD OF GASOLINE ENGINE

Zhou Fengsong, Wang Weizhen

(DFM Technical Center, Wuhan 430058, China)

Zhou Fengxu

(College of Mechanical Engineering, Tongji University, Shanghai 20092, China)

ABSTRACT Combined with the development process of Dongfeng own engine, the selection of polyurethane materials with high heat resistance was introduced systematically during trial-producing the plastic intake manifold, and the vacuum casting technology strategy was formulated. The overvoltage resistance and alternate load endurance test results were suggested that the reliability of plastic intake manifold trial sample could be significantly enhanced.

KEYWORDS material selection, vacuum casting, processing strategy, endurance test

我国玻璃纤维商品进出口实现恢复性增长

2010 年,我国建材主要商品出口保持继续全面恢复增长的好势头。1~11 月份,建材商品出口额达到 174 亿美元,同比增长 28.1%。进口额实现 108 亿美元,同比增长 58.6%。其中,建筑卫生陶瓷、建筑技术玻璃和玻璃纤维及制品出口保持 30% 以上的增长。预计全年建材商品出口额为 190 亿美元,增长 25%。尽管 2010 年以来,出现了贸易摩擦增多、人民币升值等诸多影响出口的因素,但建材出口企业积极应对各种挑战,努力开拓国际市场,改进和提高产品质量,提升服务水平,总体出口形势好于 2009 年。受国内市场需求增长的拉动,建材主要进口商品均保持了较快增长态势。

2010 年,玻璃纤维及制品出口量为 112.6 万 t,同比增长 26.6%,出口额 16.2 亿美元,同比增长 38%。玻璃纤维行业是对外依存度较高的行业,约有 50% 的产品出口,特别是 2010 年以来,反倾销案件增多,贸易摩擦加大,潜在的市场风险不容忽视。

(中色)

沙伯基础创新塑料 PC 多层板材为波兰体育馆添彩

沙伯基础创新塑料近期宣布,继 Lexan Thermoclear® 聚碳酸酯多层板材产品系列在全球超过 50 多个体育馆成功应用后,新型的 Ultra - Stiff Lexan Thermoclear® 板材再次出奇制胜,应用于波兰西里西亚霍茹夫的 2012 年欧洲杯足球锦标赛体育馆面积为 4.3 万平方米的自由悬挂式顶棚。

Lexan Ultra - Stiff Thermoclear® 板材具有卓越的性能,可抵御极端风雪天气,可负载高达 2200 N/m² 的压强(相当于承受 200 km/h 的大风)。这种新型板材的耐冲击性是玻璃的 250 倍,降低了其在大风、冰雹等极端天气下以及人为破坏所造成的破碎风险。该板材的多层结构具有出色的保温隔热性能。

Lexan Ultra - Stiff Thermoclear® 板材的阻燃性达到了欧洲安全防火标准 EN13501 - 1 的要求。它双面均有防紫外

线涂层,可有效阻隔太阳辐射,同时还可防止聚碳酸酯变黄。Ultra - Stiff Lexan Thermoclear® 板材的颜色可以根据客户的具体要求进行定制。对于由风化造成的褪色、透光度及冲击强度下降,该材料提供 20 年的书面质量保证书。(工塑网)

2016 年导电聚合物市场份额预计将达 13 亿美元

根据工业市场分析公司 NanoMarkets 的一份最新报告显示,用于电子工业领域的导电高分子聚合物材料的销售额在 2016 年将达到 13 亿美元,这是由于全球的聚合物公司都正在努力从生产低性能的材料中转型,寻找获取高利润的新商机。导电聚合物产业能够满足全球一些关键的电子和光电领域对高分子材料降低成本、同时还要提高性能的要求。如果在 OLED 产品生产领域能够有效地推广低成本的卷对卷制程(R2R)印刷工艺,以及配置更简单的操作装置,到 2016 年时,应用于 OLED 显示器和 OLED 照明领域的导电聚合物的销售额将会达到 2.95 亿美元。

导电聚合物主要作为电极使用,能够在电池、燃料电池、电容和超级电容等设备中发挥能量和功率转化传递的作用,同时达到减轻设备质量和缩小体积的效果。到 2016 年,导电聚合物在储能设备中的应用将会占到导电聚合物市场份额中的 1.9 亿美元,在传感设备中的应用将会占到导电聚合物市场份额中的 1.05 亿美元。

(工塑网)

氰特推出专用脂肪族聚氨酯丙烯酸酯

美国氰特工业公司于 1 月 26 日推出用于紫外光/电子束固化膜、塑料基材的 EBECRYL4858 脂肪族聚氨酯丙烯酸酯。这一新型涂料树脂与其它同类产品的不同之处在于出色的机械性能结合性,特别适用于对弹性、柔韧性、耐磨和耐化学腐蚀性同时有较高要求的应用领域,如加热成型和模内装饰等。由于黏度较低,这种脂肪族聚氨酯丙烯酸酯极易与其它树脂配合应用。当其与柔性树脂结合时,可改善产品硬度,降低黏度,使最终配方兼具良好的机械性能和表面性能。

(中聚网)