

# 应用微发泡注塑工艺的门护板轻量化研究

厉研

(中国第一汽车股份有限公司, 长春 130011)

**摘要:**以某车门护板的开发过程为例, 探讨微发泡注塑技术在门护板总成上的应用研究。该技术减轻了产品质量, 加快了注塑的节拍, 降低注塑模的锁模力, 在实现零件轻量化的同时, 提升生产效率, 节约能耗, 对于汽车内饰件的设计和工艺选择具有一定的参考价值。

**关键词:**乘用车 门护板 微发泡注塑 轻量化

**中图分类号:**TQ320.63 **文献标识码:**B

## 1 前言

2016年我国正式迈入四阶段油耗限值时代, 各大车企面临巨大的降油耗压力, 整车轻量化的目标需要通过分解到整车各子系统来实现。而对于内饰系统来说, 塑料件占80%以上, 因此内饰零件的轻量化对于注塑工艺技术的需求迫在眉睫, 微发泡注塑成型技术应运而生。

以某乘用车门护板骨架的开发过程为例, 针对微发泡注塑制造技术特点对门护板骨架进行有针对性的结构设计, 最终使该零件由普通注塑时零件质量为1 531 g降低到采用微发泡注塑工艺后的1 375 g, 降重率达到12%, 同时注塑成型周期缩短约20%, 既实现了注塑零件的轻量化, 也降低了注塑零件的成本。

## 2 微发泡注塑技术概述

微发泡注塑是指以热塑性材料为基体, 通过

特殊的加工工艺, 使成型后制品中间层密布尺寸从十到几十微米的封闭微孔。如图1所示, 微发泡后的零件表层是未发泡的实体层, 这是由于模具温度较低, 表面树脂冷却迅速, 细胞核没有成长的时间, 所以还是未发泡的实体<sup>[1]</sup>。因此该技术与常规注塑相比较, 特别适合应用在表面有装饰材质(比如模内装饰、真皮包覆等)的内饰零件上<sup>[2]</sup>。

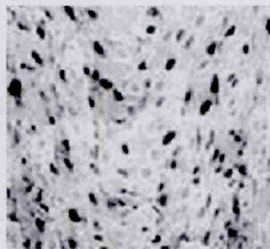


图1 发泡制品横切面

## 3 微发泡注塑门护板的设计和制造

### 3.1 基于微发泡注塑工艺的门护板设计

#### 3.1.1 原材料确定

传统的汽车门护板骨架多用改性聚丙烯材料(简称改性PP)或者丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物(简称ABS)来做为原材料, 改性PP材料材质较

**作者简介:**厉研(1983—), 女, 工程师, 学士学位, 研究方向为乘用车内饰设计和布置。



软,流动性强,成形性好,适用于表面无包覆的轿车门护板骨架。一般来说,为了提升门护板零件的刚度,需在改性PP母料里添加10%~20%滑石粉来改性;为了提升门护板总成表面的触感则在改性PP母料里添加EPDM橡胶来改性。但是改性PP材料的亲油性强,不适合需要进行喷胶粘接表皮包覆的汽车门护板。而ABS材料刚度好,成型稳定性好,适用于皮革包覆的门护板,但ABS材料成本较改性PP材料略高。

根据两种原材料的特点,由于该车型门护板骨架表面采用皮革包覆,因此确定骨架的原材料采用ABS,便于保证皮革喷胶粘接的粘接强度。

### 3.1.2 骨架基本料厚与加强筋壁厚设计

基于上述微发泡注塑技术的原理,由于在注塑过程中添加氮气,使注塑材料的特性改变,微发泡注塑过程中ABS材料与氮气共同形成单项溶体,使原材料特性发生变化,流动性加强;因此,采用微发泡注塑工艺的产品,其基本料厚在相同零件强度的前提下可以设计的更薄。而如果只考虑成型完整性,那么采用该工艺的产品基本料厚最薄可以设计为0.3~0.4 mm。与此同时,加强筋壁厚可以设计的更厚,使加强筋壁厚与产品基本料厚的比例达到1:1,这就使加强筋在满足产品所需强度的同时产品表面却不产生缩痕。

对于该门护板骨架,在设计验证阶段采用原普通注塑工艺生产。骨架基本料厚设计为2.5 mm,加强筋厚度设计为小于基本料厚的40%,即为1 mm。而在正式生产阶段更改为微发泡注塑工艺,骨架的基本壁厚设计为2 mm,加强筋、焊柱等结构的基本料厚也为2 mm,从而在确保的卡扣座的强度和焊柱的强度的前提下,降低骨架基本料厚的设计值,同时表面也不会产生塑痕,从而降低骨架重量,如图2所示。

### 3.2 微发泡门护板的注塑工艺过程

该车型门护板骨架采用微发泡注塑的工艺过程如下。

- a.将氮气通过气体控制器注入注塑机螺杆;
- b.通过注塑机螺杆在高温高压环境下的搅拌

使氮气与注塑料充分混合,使其形成单项溶体;

c.单相溶体在注塑机喷嘴打开时注入注塑模具,由于模具中压力低,氮气泡在压力释放条件下长大,从而形成微孔结构的注塑件,形成微发泡注塑的门护板骨架,工艺流程如图3所示。

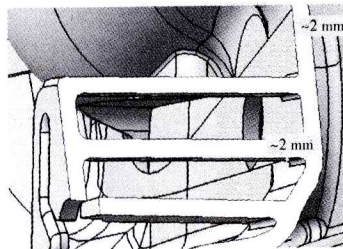


图2 微发泡注塑门护板骨架结构

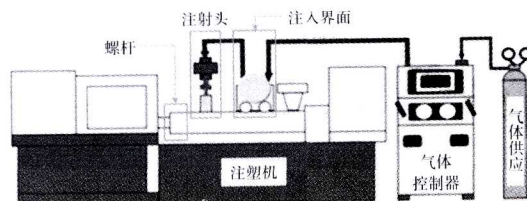


图3 微发泡注塑工作流程

### 3.3 门护板总成装配流程

微发泡注塑工艺门护板骨架与阴模吸塑(IMG)成型的门护板表皮共同放进发泡模具进行闭模发泡,形成门护板主饰板;然后对主饰板进行冲孔,再与门护板上饰板、中饰板以及地图袋等零件预装后进行焊接,形成门护板焊接总成;最后,卡接装配装饰条、氛围灯以及玻璃升降器开关等零件,形成门护板装配总成。具体制造及装配流程如图4所示。

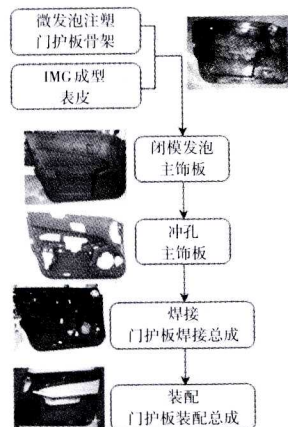


图4 门护板工艺及装配流程



## 4 微发泡注塑门护板的试验验证

采用微发泡注塑工艺制造的门护板骨架由于在ABS原料里注入了惰性气体氮气,原材料的物理特性发生变化,因此需要对该门护板装配总成进行与门护板骨架相关的系统试验进行验证。

### 4.1 温度存放试验

对门护板总成进行温度存放试验,验证门护板总成在环境温度变化的过程中与车门钣金匹配时的间隙变化情况,如图5所示。

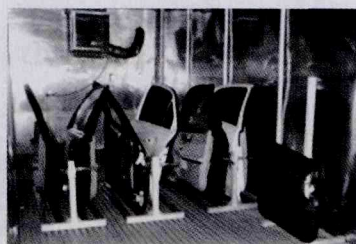


图5 门护板总成温度存放试验

该试验分成三个存放条件,首先在图6所示的试验条件下进行30个冷热循环存放(HTT)试验,再对试验后的门护板总成进行7天90℃的高温老化存放(HAT)试验,再在40℃条件下存放21天(CT)试验。同时测量每一个存放条件后的测试点(图7)间隙值,测试结果如表1所示,测量变化值满足企标要求,试验合格。

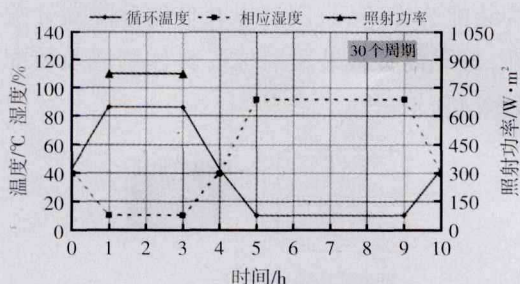


图6 温度存放试验条件

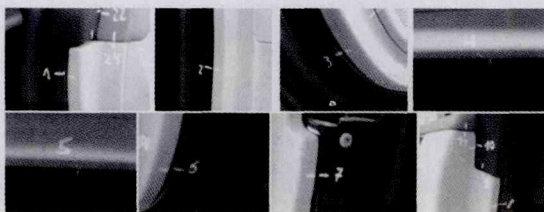


图7 测试点照片

表1 环境试验间隙测量结果及变化量

mm

测试点	间隙值						
	初始 试验前	冷热循环存放/ HTT		高温老化存放/ HAT		40℃条件存放/ CT	
		试验后	变化量	试验后	变化量	试验后	变化量
1	0.1	0.3	0.2	0.4	0.1	0.5	0.4
2	0.2	0.3	0.1	0.4	0.1	0.3	0.1
3	0.1	0.3	0.2	0.2	-0.1	0.3	0.2
4	0.1	0.5	0.4	0.7	0.2	0.3	0.2
5	0.1	0.3	0.2	0.3	0	0.3	0.2
7	0.1	0.3	0.2	0.2	-0.1	0.1	0
8	0.3	0.3	0	0.7	0.4	0.5	0.2
9	1.3	1.5	0.2	1.8	0.3	1.5	0.2
10	0.5	0.6	0.1	0.5	-0.1	0.7	0.2
11	0.2	0.3	0.1	0.3	0	0.2	0

### 4.2 刚性试验

对门护板总成进行刚性试验,检验其在通过给定的测试力后是否可以保证总成的稳定性,如图8所示。该试验通过使用Φ60 mm的夹头对测试点施加0~150 N范围的力,并每50 N的整数倍时测量该点的位移,在规定范围内即为合格。测量值如表2所示,测量曲线如图9所示,满足企业标准要求,试验合格。

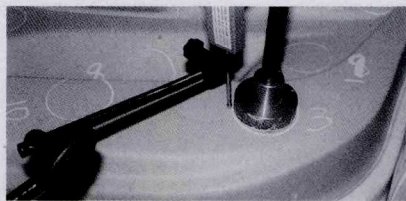


图8 门护板总成刚性试验

综上所述,采用微发泡注塑工艺生产的门护板骨架在设计优化后满足门护板总成相关企业标准的性能要求,可以代替传统注塑门护板骨架在门护板系统中使用。

## 5 微发泡注塑工艺的技术特点

### 5.1 技术优势

微发泡注塑主要是依靠氮气气泡在压力释放的条件下长大在注塑件中形成气泡样的空腔,因此采用其工艺生产的注塑件密度要低于采用普通



注塑工艺生产的注塑件。同时,由于微发泡注塑不需要传统注塑过程中的不断保压,因此成型后的注塑件内应力小,因此不易产生表面缺陷。再次,注塑料与氮气充分搅拌后增强了注塑材料的流动性,填充速度加快,缩短了注塑周期。

表2 刚性试验位移测量结果

测试点	位移/mm		
	50 N	100 N	150 N
1	3.17	5.6	7.49
2	1.48	2.25	3.96
3	1.58	3.21	4.62
4	2.58	4.27	7.39
5	0.97	2.12	3.83
6	1.67	3.2	5.91
7	1.61	2.94	4.43
8	1.95	3.84	6.18
9	2.28	4.59	6.87

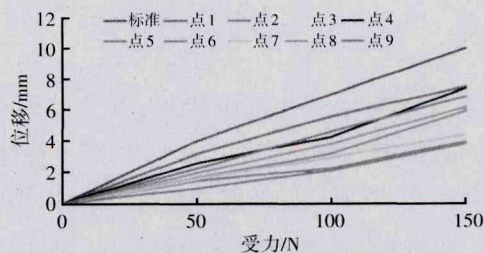


图9 标准曲线与实测曲线叠加

图10中左图所示的总成采用的为设计验证阶段的普通注塑门护板骨架,右图的总成为生产验证阶段采用的微发泡注塑门护板骨架。两种工艺相比较普通注塑的注塑时间为75 s,微孔泡注塑的注塑时间为63 s,二者相比注塑周期缩短约20%;普通注塑时产品壁厚为2.5 mm,质量为1 531 g,采用微孔发泡注塑后产品壁厚更改为2 mm,材料密

度同时降低,质量为1 375 g,门护板本体的材料用量较少约12%。

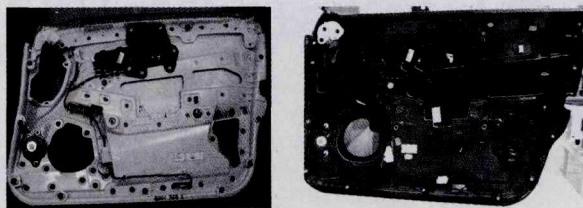


图10 采用两种工艺生产的门护板总成

## 5.2 微发泡注塑工艺的局限性

当然,任何一种工艺的应用都不是十全十美的,微发泡注塑工艺也不例外,也有他自身的局限性。

a.产品局限性。由于进行微发泡注塑时注入模具的是单项溶体,虽然产品表面的气泡在没有成长大时就已经冷却,但表面仍然可见单相融体的流痕,因此产品表面质量并不占优势,因此需要与各种表面处理工艺相结合使用,并不适用于外观产品。

b.设备局限性。由于微发泡注塑工艺的特点,氮气等惰性气体混合入注塑材料中,需要充分搅拌,因此注塑机的螺杆螺筒需要特殊定制。同时,使用微发泡注塑工艺时,普通注塑机上需要加装气体控制器和注入界面系统。因此,在传统注塑机的基础上需要一些额外的设备投资。

### 参考文献:

- [1]微发泡注塑成型及可微发泡注塑材料[J].塑料工业, 2017,45(04):69.
- [2]罗付生.聚合物微发泡成型新技术[J].新技术新工艺, 2009(03):103-105.

AT  
&M