

聚氨酯半硬泡仪表板生产工艺浅析

刘 伟

(长春富奥-江森汽车饰件系统有限公司)

摘 要: 对聚氨酯半硬泡仪表板的结构、生产工艺进行了系统论述,并针对生产中常见的缺陷进行了分析并提供了相应的解决方法。

关键词: 聚氨酯半硬泡仪表板;生产工艺;常见缺陷及解决方法

聚氨酯半硬泡软化仪表板已在当今中高档汽车生产中被普遍采用,在中国的发展也已超过了 20 年,但是随着技术的发展及汽车的普及,仪表板生产工艺已今非昔比,笔者在本专业从事了近 10 年的工作,以下是笔者对仪表板相关生产工艺进行了相关探索及经验总结。

1 聚氨酯半硬泡仪表板结构概述

近年来,聚氨酯半硬泡软化仪表板生产中普遍采用的结构一般由 3 部分组成,其为骨架、装饰表皮及在骨架表皮之间的聚酯泡沫填充层。

1.1 装饰表皮

主要有 PVC 搪塑表皮、TPU 搪塑表皮、ABS/PVC 真空成型表皮、TPO 真空成型表皮、ASA 真空成型表皮、PUR 喷涂表皮、目前在中高档汽车仪表板生产中大量采用的是 PVC 搪塑表皮。

1.2 骨架

主要有金属材料骨架、硬泡聚氨酯加玻纤增强材料骨架,PC/PBT、PP、ABS、PPO、ABS/PC、SMA 等热塑性塑料骨架,木纤维加树脂增强骨架等等,目前大量采用的是热塑性塑料注塑骨架。

1.3 半硬泡聚氨酯泡沫填充层

主要是由组合聚醚组分及改性 MDI 组分发生的聚合及发泡反应形成的泡沫填充层。

组合聚醚组分:

主要组成包括

- 2~3 官能度基础聚醚
- 交连剂
- 水(发泡剂)
- 催化剂
- 色浆

- **粘接剂**

- 乳化剂
- 泡沫稳定剂
- 开孔剂等

注:聚醚入厂时要根据原材料供应商的技术指标及实际需要做如下检测:

- 羟值(mg KOH/g poly)
- 水含量(%)
- 粘度(25℃)(mpa. s)
- 密度(20℃)(g/cm³)
- 小泡试验(手工小泡或高压混合小泡)
- 乳化时间
- 升起时间
- 排气时间
- 小泡密度
- 脱粘时间

异氰酸酯组分:目前被广泛采用的是改性 MDI(不同的异物体按比例混合)

注:改性 MDI 入厂时要根据原材料供应商的技术指标及实际需要做如下检测:

- NCO 含量(%)
- 粘度(25℃)(mpa. s)
- 密度(20℃)(g/cm³)

2 仪表板生产中所需设备/工装

2.1 发泡过程所需设备/工装

高压发泡机、转台/环行线、真空系统、温控系统、机器人、模架/模具等。

2.2 发泡过程之前所需设备/工装

搪塑机/真空成型机(用于生产表皮)、高压注塑机(用于生产骨架)、搪塑模具/真空成型模具、注塑模具等。

2.3 发泡过程之后所需设备/工装

冲切机或高压水切割机、激光切割机或切口机及打磨机、塑料焊接机(超声波焊接、激光焊接、振动磨擦焊接、热板焊)、相应的夹具/胎具、检测设备等。

2.4 发泡设备基础技术要求

2.4.1 高压发泡机

组成:

主要由料罐、计量泵、低压/高压过滤器、压缩空气干燥系统、送料系统、混合头、电控系统、温控系统、液压系统等组成。

功能要求:

- ①混合比例、混合压力、流量输出具有高度稳定性, $CPK > 1.67$ 。
- ②良好的原料温度控制能力($20 \sim 34^{\circ}\text{C}$),一般讲,给料温控系统温控能力优于回料温控系统。
- ③良好的过滤性能,对MDI组分过滤精度要 $< 100 \mu$,可保证稳定的混压力。
- ④混合头具有良好混合效果(从开始注料到结束注料),料液要实现层流,避免湍流。
- ⑤混合头具有自动清洁及注射压力调整及混合室调整功能。
- ⑥良好的空气干燥能力,一般要 $< 0.116 \text{ gH}_2\text{O}/\text{m}^3$ 空气,避免MDI与水反应及Poly组分中水含量的变化。
- ⑦数据搜集功能。
- ⑧设备一般要满足以下能力。
 - 混合比例 Poly: Iso = 100: 35 ~ 60
 - 浇注时间 1 ~ 8 s
 - 流量 Poly 泵: 100 ~ 300g/s
Iso 泵: 35 ~ 180g/s
 - 料温 $20 \sim 34^{\circ}\text{C}$
 - 混合压力 140 ~ 200 bar
 - 物料粘度
 - 聚醚组分 $\leq 2500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 - 异氰酸酯组分 $\leq 500 \text{ mPa} \cdot \text{s}$
 - 物料罐压力 2 ~ 3.5 bar

2.4.2 转台

转台主要有连续旋转,按工位旋转2种。按工位旋转的转台要求每个模架具有开/合模驱动功能,而连续旋转转台可采用开/合模站方式进行开/合模,具有投资少、效率高、合模快的优点。无论哪种形式,都必经具有高度的重复位置的精确性,以保证原料在模具内分布路线的高度重复性。

2.4.3 真空系统

主要由真空泵、真空储罐等构成,要求具有快速的抽真空能力及优良的密封性能。

2.4.4 温控系统

主要用于模温的控制,比较普遍被采用的是上下模具协同(串连)控制的方式,检测回路介质温度,优点是投资较低,但由于无法准确控制模具实际温度,对操作造成不便。另外一种控制方式是上下模模温分开控制(并联),检测模具表面温度,优点是控制精确,操作方便,但成本较高。

2.4.5 发泡模具/模架

模架

模架驱动方法主要有气动、液压、机械3种,合模方式主要有气动/液压模架驱动翻转合模,气动/液压模架驱动重直合模,及合模站驱动合模3种。无论是哪种方式都要求实现高

速合模,合模时间 $<7s$,另外还要具有高精度的模具定位、密封延时设定、2~3次排气/充气时间设定、分步抽真空(如3步抽真空:模腔40%抽真空→模腔100%抽真空→模具边缘100%抽真空)、锁模压力显示、密封压力显示、密封性测试、锁模力均匀分布等功能。

发泡模具

主要有以下功能:真空固定骨架、骨架位置检测、真空吸附表皮、密封功能、排气功能、均匀的温度分布(43 ± 2) $^{\circ}C$ 、方便的半模开启、便于机械手浇注、在浇注位时两侧相对的模具边缘实现最小的原料流动距离差。其中最重要的是密封、真空吸附、模具位置(浇注时)、排气设计等方面。

● 真空吸附:主要是对表皮在下模上进行优良的固定,包括两部分。

a. 模腔内真空吸附。比较理想的是分两步抽真空。第一步真空度按需要比例进行,便于表皮的调整,第二步100%抽真空固定表皮。

b. 模具边缘真空吸附。主要有两种:真空槽在密封之外、真空槽在密封之内。后者比较理想,避免了原料溢出时堵塞真空通道。另外,还要求真空通道具有优异的密封性,及方便维修等特点。

● 密封设计的功能要求。

a. 在密封不膨胀状态下要保证气体在模具密封处良好的通过性能。

b. 在密封膨胀状态下,要保证良好的密封性,保证没有(或极少的)气体可以通过。

c. 当泡沫结束上升(不再膨胀)时,密封必须能保证反应气体(CO_2)的顺利排出。

d. 定时充气密封。一般情况下,密封分为若干部分(根据模具的不同部分),每个密封都能单独控制密封时间,同时密封的气压必须大于发泡压力,才能保证密封良好。

e. 排气功能

在泡沫反应当中,存在着内部压力的问题,原料体系不同,内部压力也不不同,(一般1.5~2.5bar)在起模时,如果内压大于泡沫强度,则造成泡沫开裂,表皮与泡沫层脱离,为了解决这一问题,必须要降低内部压力,这就要通过排气来实现。

f. 排气间隙

在模具开发时必须要考虑模具闭合间隙的问题,同时要考虑表皮及骨架厚度的变化,最终要保证足够的排气间隙,一般为2.0~2.4mm(至少要1.1mm)。

3 仪表板发泡工艺过程

3.1 生产工艺的比较

操作过程:

开模浇注
清模
铺放并固定表皮
固定骨架
浇注(注入填充料)
合模

闭模浇注
清模
铺放并固定表皮
固定骨架
合模
锁模

	锁模	浇注(注入填充料)
	气囊充气	气囊充气
	密封膨胀	密封膨胀
	熟化	熟化
	排气	排气
	锁模装置打开	锁模装置打开
	开模	开模
	取件	取件
	后加工	后加工
优点:	可以调整浇注路线; 原料可以合理的根据模具的; 设计进行分布、避免气孔。 原料在模腔内流动距离较短; 有利于降低密度、降低成本。 可以实现更好的粘接。	可以使用反应较快的填充料系 后续加工成本低 较大的填充量导致成本高
缺点	后加工成本偏高; 无法使用反应速度很快的填充料; 需要机器人浇注,导致成本高; 需要对机器人示教。	浇口处有原料损失; 需用脱模剂; 浇口处要有优异的密封; 要避免泡沫浇到骨架外部; 很难避免产生气孔缺陷。

3.2 发泡工艺参数的设定原则及影响因素

3.2.1 小泡试验

在设定工艺参数之前,要通过高压发泡机进行小泡试验,并关注以下因素:

- 乳化时间:从原料混合到反应开始时间
- 升起时间:从原料混合到小泡上升到最高点的时间
- 排气时间:从原料混合到排气结束的时间
- 泡沫结构:无分层、泡沫颜色均匀、无并泡、泡孔结构均匀一致、无局部发粘现象,

如存在以上现象,则需要对浇注压力,混合头(混合室)进行调整,达到最佳混合效果。

混合比例及反应指数

- 计算方法

混合比例

$$\text{每 100g 聚醚所需异氰酸酯的克数} = \frac{[\text{羟值} + (\text{水含量} \times 62.3)] \times 7.5}{\text{NCO}\%}$$

异氰酸酯指数

$$\text{指数} = \frac{\text{Iso 使用量} \times 100}{\text{Iso 计算重量}}$$

异氰酸酯指数	< 100	> 100
乳化时间	慢	快

升起时间	快	慢
排气时间	快	慢
泡孔	小,开孔	大,闭孔
粘接强度	低	高
初始硬度	软、弹力好、变形后易复原	很软,弹力差变形后难复原
起模 4 h 后硬度	软	硬
泡沫密度	高	低
内部压力	低	高
流动性	较差(由于聚合反应较快)	较好(由于聚合反应较慢)

以上是异氰酸酯指数对其它生产工艺参数及性能的影响,通常异氰酸酯指数一般为 95~105。

3.2.2 原料反应温度

在生产中,混合头处料温要比料罐内料温高 3~5℃,所以混合头处料温为实际料温,一般填充料体系应控制在(26±2)℃。

	<26℃	>26℃
乳化时间	慢	快
升起时间	慢	快
排气时间	快	慢
粘接强度	低	高
流动性	较好	较差
内部压力	低	高

3.2.3 混合压力

混合压力对混合效果有直接影响,一般为 140~180bar,混合压力越高,混合效果越好,但过高的混合压力容易造成混合头喷嘴堵塞,导致压力不稳定。

3.2.4 浇注量(填充量)

浇注量的选择要根据以下因素进行确定:

- 密度要求(图纸)
- 硬度要求(图纸)
- 泡孔结构的好坏
- 填充料的体系

3.2.5 模温

根据不同的填充料体系有所不同,一般为(42±2)℃

当模温偏低时会:

- 需要更长起模时间(熟化时间)
- 初始泡沫硬度低,易变形
- 表面不平,容易产生波浪
- 闭孔率变高,导致收缩

- 内部压力变低

当模温偏高时会:

- 初始泡沫强度高,不易变形
- 易造成表皮与泡沫层脱离,有气泡
- 内部压力高
- 开孔率较高,不易收缩

3.2.6 合模时间

从浇注开始到气囊升起的时间。要求合模时间小于泡沫乳化时间。

当合模时间大于泡沫乳化时间时会:

- 泡孔结构不均匀
- 容易产生隐坑或气孔
- 与表皮粘接强度变差

3.2.7 密封延迟时间

密封延时时间的设定要考虑以下因素

- 料温
- 浇注量
- 反应指数
- 小泡升起时间
- 填充料体系

3.2.8 起模时间

从模具气囊升到模具打开的时间通常受以下因素影响:

- 填充料的体系
- 料温
- 模温

起模时间不合适会影响

- 泡沫层的初始硬度
- 仪表板表面的平整度

4 常见缺陷及解决方法

表面不平、有波浪

- 模温偏低
- 混合头混合效果不佳
- 填充料分布不均匀

泡沫空虚或泡孔结构不均匀

- 浇注量低
- 混合效果不良

- 模温、料温过低
 - 密封不良
 - 反应指数过低
 - 填充料体系不合适或被污染
 - 较大的或突然的泡沫层厚度差(产品设计造成)
 - 由于不合理的浇注路线导致的两股泡沫料升起时间的的时间差过大
- 气孔

- 浇注路线不合理
- 填充料体系不合适
- 模温过低
- 混合头出料时有湍流现象
- 较大的或突然的泡沫层厚度差
- 过高的日料罐的压力导致组分内空气含量高
- 浇注时模具位置/角度不合适
- 合模过快

装饰表皮有皱褶或棱线不清

- 表皮与模具匹配不合适
- 表皮加工中模温不合适
- 表皮予热温度不合适
- 骨架定位不准确或有变形
- 真空吸附效果不良
- 模温偏低

泡沫分层或与表皮分离

- 混合不良
- 内部压力过高
- 料温、模温过高
- 起模时间不合适
- 指数过高
- 填充料体系不合适
- 泡沫层过厚(设计原因)

泡沫与表皮粘接不良

- 表皮有油污或灰尘
- 填充料过长的流动距离
- 填充料体系不合适(可增加粘接剂)
- 料温过高
- 表皮在发泡之前存放时间过长

● 表皮材料选用不合适(如烯族烃)

泡沫硬度不合适

- 指数不合适
- 浇注量不合适
- 密封不良、泄露过多
- 原材料分层、搅拌不均匀
- 原材料被污染(水等)
- 表皮的硬度、厚度不合适
- 局部混合不良
- 骨架定位不准或模架故障

参 考 文 献

- 1 方禹声,朱吕民.聚氨酯泡沫塑料,1994年8月第二版。
- 2 朱吕民.聚氨酯合成材料,2002年2月第一版。

作者简介 刘伟 工程师,任职于长春富奥-江森汽车饰件系统有限公司。从事汽车座椅泡沫、半硬泡仪表板等汽车内饰产品的生产工艺工作近十年。