

# TurboCure: 大幅缩短硫化时间

作者: 张扬 (REP 中国技术部)

本文旨在通过分析制约硫化时间的因素, 提出解决方案, 并介绍一些已经得到成功应用的工业实例。

## 制约硫化时间的因素

通过对注射过程中胶料流动状态的分析, 不同位置的胶料受到的剪切和升温有着很大的不同。这种过热的现象, 集中出现在一些固定的区域, 导致胶料因受过度剪切而性质退化或焦烧。一方面, 这些集中的过热区域制约了对胶料整体温度的提升。另一方面, 胶料中获得剪切作用少的部分, 温度低。而正是最低温的部分延长了硫化时间。

### ◆ 层流效应

图1与图2表明了流道中的胶料情况。由于对流道壁的粘性作用, 中心区域的胶料流动是最快的。胶料层之间的速度差异导致产生摩擦。在外层胶料区域, 相邻的胶料层间速度差异大, 产生了高剪切力和急剧的升温。在中心区域, 相邻的胶料层流动速度相似, 导致低剪切力和较少的升温。结果是相对中心区域, 位于外层区域的胶料获得了更高的热量。

层流效应真实地反应了橡胶的流动情况。无论是在注射单元中, CRB (冷流道) 中或模具里都遵循着这一原理。同时, 高温的流道壁也会将热量传导给外层胶料。

叠加的结果是: 流道外层区域比中心区域的胶料温度要高的多, 见图3。

我们选择一种性质居中的胶料 (丁腈橡胶 75Sh) 进行实验。通过热成像技术观测胶料受热状态。在初始通过5mm 直径喷嘴时, 内外温差为10℃。但在经过250mm 长, 8mm 直径流道后, 差异增大到51℃。

层流效应导致了内外层胶料无法进行混合, 所以温度差异将会随着流动长度的增加而加大。随着注射的进行, 温度不均匀的胶料进入到各个模腔里。

### ◆ 流道分流效应

由于流道外侧胶料的温度最高, 当经过分流点时, 高温胶料会一致地向内侧的流道流动。中心部分的低温胶料流向外侧的流道。这样, 高温胶料会最终进入位于模具中央的高温模腔, 低温胶料则进入外侧的较冷模腔。

模具多个模腔中的温度不均衡是很难改变的。即使对于模具整体, 流道和流道末端收口都有具有很好的热平衡性, 胶料中不同温度部分带来的粘度差异也会导致最终模腔中产品温度的不均衡 (图4)。

一种常见的调整方法是通过调节流道末端收口的尺寸大小来调节胶料流速的高低。由于更高的胶料温度和更高的流动速度具有正相关性, 使得缩减收口虽然能带来流量的减少, 但胶料温度也随之升高, 加剧了

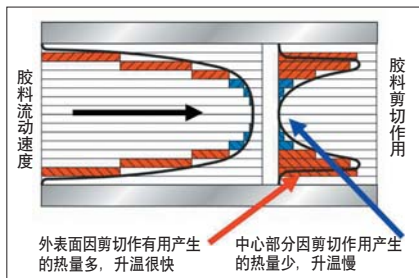


图1、胶料在流道中的流动与剪切情况

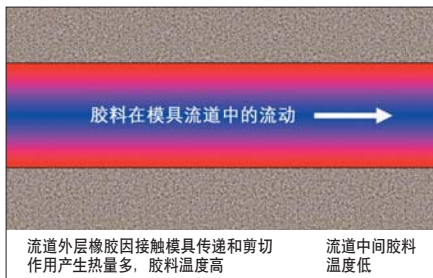


图2、在模具流道中胶料的温度外层高而中间低

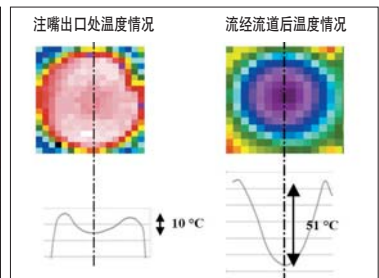


图3、胶料流动温度分布情况

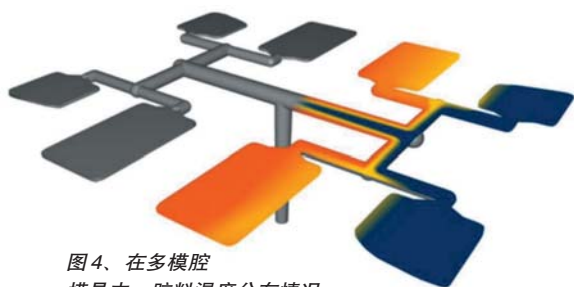


图4、在多模腔模具中，胶料温度分布情况热不平衡。

多腔模具总是在同一时间打开所有的模腔（开合模的情况），所以低温模腔决定了实际所需的硫化时间，而高温模腔决定了注射压力和模具整体的温度上限。

### 解决方案

如前所述，硫化时间决定于流动状态中心部分胶料并受限于外侧部分。基于这种情况，我们提出的整体方案称为 TurboCure® 技术，由 2 部分组成：即用于注射单元的 TempInverter® 技术和用于模具部分的 FillBalancer® 技术。

#### ◆ TempInverter® 技术

作为解决方案的第一部分，TempInverter® 的作用是：让已经预热的内外侧胶料混合。TempInverter® 推动在外侧流动的高温胶料转移至中心区域，中心的低温胶料转移到外侧。该技术装备在机器喷嘴处，当胶料从喷嘴射出时，转移到外侧的低温胶料便可以得到加温作用。这将使原本在中心区域的低温胶料升温约 10℃。

未使用 TempInverter® 低温胶料在中心区域，很难加温（图 5 左）。使用 TempInverter® 后低温胶料转移到外侧，容易加温（图 5 右）。

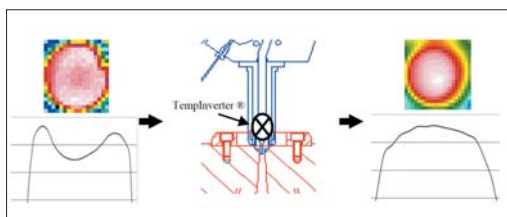


图5、中心区域胶料温度升高将缩短硫化所需时间

#### ◆ FillBalancer® 技术

不平衡的流道分流效应导致了温度的进一步的失衡。而胶料通过经过特别设计的 FillBalancer® 模块，受其作用，可以在次级流道达到均衡的调整效果。

流道区域的外形设计使得胶料首先到达流道底部而不是侧面。高温胶料流动较快，就会先到达流道的底部而非侧面，再经过下一区域的作用，便可达到均衡的效果。这样一来，每个流道分支中胶料的状态都可以保持一致，而到达每个模腔的胶料温度和流动性

能均保持均衡。

REP 具有成熟的橡胶注射领域的经验，再结合 Beaumont 在塑型的技术应用，联合提出一种解决方案：即 FillBalancer® 技术，其可应用于几乎全部橡胶产品的制造，并提供给用户使用许可。

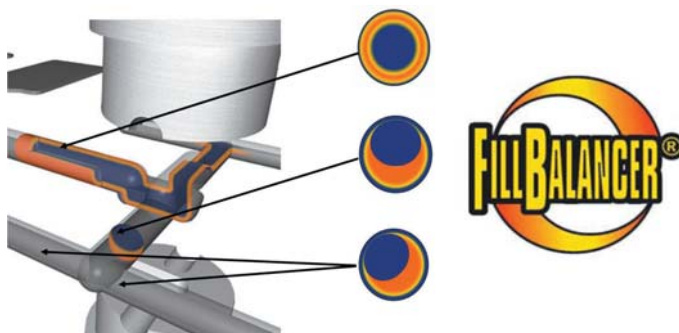


图6、FillBalancer® 技术

### 明显的优势

热均衡状态不仅能带来硫化时间的缩短，同时也具有其它诸多优点。在不平衡的情况下，最先被胶料充满的模腔的压力，会随着其它模腔的填充过程而继续升高。过度压力使产品在分型线处产生飞边或者嵌件溢胶。最后充满的模腔，保压压力又往往不足，产品缺胶的情况时有发生。

对于工艺工程师来说，机器注射参数的设定，也不得不考虑最先和最后充满的模腔的差异情况。从而设定得到一个折中的参数值。工艺参数范围很窄，很难把握产品制造环节的质量。

应用 FillBalancer® 技术来改善注射过程，在缩短硫化时间的同时，可以获得：

- 1、减少产品飞边；
- 2、减少操作者的模具工作时间（模具无需多次清理），从而缩短总工作循环时间；
- 3、节省人力（修边工作减轻或取消）；
- 4、节省胶料（避免了产生飞边和溢胶情况）；
- 5、延长了模具的清理周期（避免了产生飞边和缺胶情况，污垢不易积存）；
- 6、降低废品率（工艺参数范围宽，很容易控制产品质量）；
- 7、提高各模腔中产品的均一性，改善多批次间产品性能一致性。

#### ◆ 降低所需压力

应用 TempInverter® 技术，低温胶料在进入模具时，位于流道侧面。在有效降低焦烧风险的同时，减少了胶料在流动过程中不必要的压力损失。相对于应用传统技

术的系统,新技术的应用降低了对压力的需要。根据实验数据,在相同的流动条件下(压力、温度、流道尺寸),应用TempInverter®技术,胶料的有效流动长度可增加10%。

◆ 最大节约能耗

TurboCure®技术是通过优化能量配置来实现均一平衡的能源利用。缩短硫化时间将有效缩短完成同一生产任务的机器用时。整体而言,对于已给定的生产任务,应用TurboCure®技术可以显著节约能源。

◆ 胶料性能完美体现

TurboCure®技术并不是通过升高胶料的原始最高温度,而是通过提升其最低温度来实现的。这样在不损害胶料任何性能的同时,达到缩短硫化时间的效果。

应用实例

◆ FillBalancer®技术应用

实例1:轴套(如图7)

模具为16腔,每个产品约200g

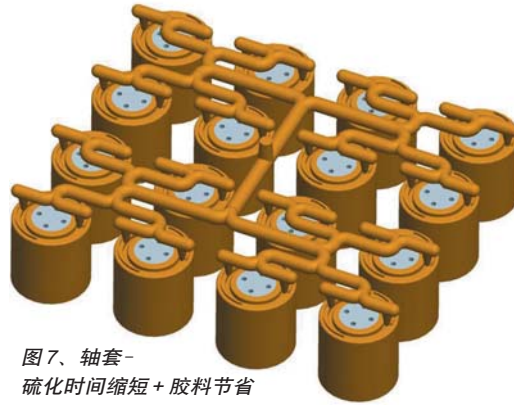


图7、轴套-硫化时间缩短+胶料节省(胶料流动性能的改变)

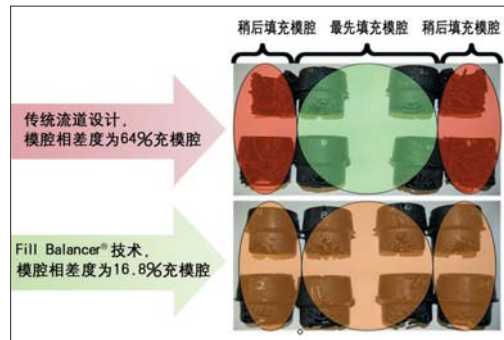


图8、减震器-硫化时间缩短+产品均一性(各模腔产品均衡性改善)

胶料类型为NR天然橡胶。传统技术的硫化时间为510秒,而应用TurboCure®中的Fill Balancer®技术,硫化时间缩短为300秒。硫化时间缩短了42%。

本技术在轴套产品上的应用,减少了飞边的产生,节约了操作时间(免清理)和胶料成本。仅胶料成本一项,一年可为客户节省1350kg。

实例2:减震器(图8)

模具为24腔,产品的最大厚度为18mm;胶料类型为NR天然橡胶72 ShA。在硫化时间缩短了20%的同时,极大的提高了各腔产品的均匀性。

◆ TempInverter®技术应用

实例3:线束套管(图9)

模具为4腔;胶料类型:EPDM三元乙丙橡胶50 ShA;传统技术的硫化时间为100秒,应用TempInverter®技术,硫



图9、线束套管-对于薄型制品,仍对降低硫化时间有显著的效果

# 液体硅胶注射成型机

## 性价比更高

## 更节能

天沅科技 延伸无限

立式机 TYM-4048

送料机 TYM-S200

卧式机 TYM-W3535

**天沅硅橡胶机械有限公司**

中国广东省广州市番禺区石基镇莲塘工业区2区4号

电话: +86-20-84559958 84559880

外贸专线: +86-20-84559850 13928798558

传真: +86-20-84559855

网址: www.gdtym.com, www.gdtym.cn

E-mail: auto\_tianyuan@163.com

ACCESS 查询号码 UA0195

化时间缩短为60秒。硫化时间缩短了40%。

#### 实例4：刹车皮膜（图10）

产品直径275mm；厚度1mm，颗粒部分4.3mm；胶料类型为SBR丁苯橡胶；传统技术的硫化时间是55秒，应用TurboCure®中的TempInverter®技术，硫化时间缩短了27%。



图10. 刹车皮膜-针对无流道产品的应用

同样的产品，采用不同的胶料，如EPDM、三元乙丙橡胶；传统技术的硫化时间为90秒。结果表明，应用TurboCure®中的TempInverter®技术，硫化时间缩短为60秒。硫化时间缩短了33%。

#### ◆ TempInverter®+FillBalancer® 综合技术应用

#### 实例5：AVS减震器（图11）

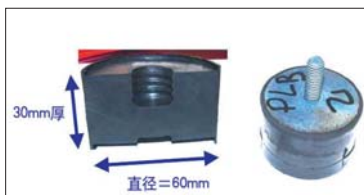


图11. AVS 减震器-大幅度缩短硫化时间

厚度30mm，直径60mm；胶料类型为NR天然橡胶50 ShA；模具温度是187℃；应用全部的TurboCure®

TurboCure® is made of 3 modules that can be applied all together or individually depending on the application. It reduces cure time up to 50 %. It respects the compound integrity because it doesn't shear and stress the compound too much. The quality is improved too. These modules are based on patented solutions, which require a small license fee. They are very easy to include in a process. This approach is revolutionary. It can be compared in terms of productivity and quality improvements to what was made when injection molding was invented at a time where only compression molding existed.

(TempInverter®+Fill Balancer®) 技术，硫化时间缩短为140秒，传统技术的硫化时间为285秒。硫化时间缩短了51%。

硫化标准定为：静力学和动力学性能符合规定；产品剖面没有未硫化的情况；没有预硫化的流痕。

### 总结

TempInverter® 是大幅缩短硫化时间，提高产品质量的新技术，应用TurboCure® 技术将极大提高生产率，同时大大降低劳动力、能源、胶料和维修的成本。

IUNC

Solutions • Tailormade • Worldwide

良好的混合决定一切

**struktol®** Schill+Seilacher

德国Schill+Seilacher公司，专门研发及制造橡胶加工助剂，是加工助剂全球领导者。

从传统的：  
 塑解剂 A60, A50P, EF44, A86  
 均匀增粘剂 40MSF, 60NSF, TH110  
 分散流动剂 WB16, WB212/215, WB42, FL, WB222, WS180/280  
 专用制剂 SU95, ZEH-DL, WB700  
 脱模剂 PER-10, PER-70, MR187

到新一代研发：  
 复合效能助剂 HT204, HT207, HT290, HT324

嘉拓化工 (SSC) 作为德国S+S公司授权的总代理，备有齐全的现货，并提供源于母厂的周全技术服务。

ACCESS 查询号码 UA0148

**SSC** 嘉拓（上海）化工贸易有限公司  
 上海市徐汇区田州路99号新安大楼810室  
 电话：86-21-54451116 传真：86-21-54451988  
 http://www.sschina.com.cn