

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.10.011

PP 微孔发泡试样泡孔结构与拉伸性能的变化关系研究^{*}李蓓^{1,2}, 毛华杰^{1,2,3}, 郭巍^{1,3,4}, 叶德金^{1,2}(1. 现代汽车零部件技术湖北省重点实验室, 武汉 430070; 2. 武汉理工大学材料科学与工程学院, 武汉 430070;
3. 武汉理工大学汽车零部件技术湖北省协同创新中心, 武汉 430070; 4. 武汉理工大学汽车工程学院, 武汉 430070)

摘要: 通过仿真分析得到超临界 N_2 注射成型聚丙烯 (PP) 微孔发泡试样的泡孔结构与拉伸性能之间的关联机制, 即泡孔尺寸与拉伸性能成反比关系; 然后利用控制变量法进行 PP 微孔发泡试样的超临界 N_2 注射成型实验, 研究注气时间、注射温度、注射速率对试样泡孔结构和拉伸性能的影响规律, 揭示在不同工艺参数下试样泡孔结构与拉伸性能之间的变化关系。结果表明, 注气时间和注射温度下泡孔尺寸与拉伸性能的变化关系总体上符合由仿真分析得到的关联机制; 随注气时间增加, 泡孔结构和拉伸性能总体上劣化; 注射速率对泡孔结构和拉伸性能的影响相对较小, 但较高的注射速率有利于减小泡孔尺寸; 与其它两种工艺参数相比, 不同注射温度下泡孔结构和拉伸性能之间的变化关系比较稳定。在保持较短的注气时间和较高的注射速率下, 通过调整注射温度可获得泡孔尺寸小、密度高且拉伸性能好的 PP 微孔发泡试样。

关键词: 微孔发泡; 注射成型; 超临界氮气; 工艺参数; 泡孔结构; 拉伸性能

中图分类号: TQ328.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)10-0052-07

Change Relationship between Cell Structure and Tensile Properties of PP Microcellular Foaming Plastic

Li Bei^{1,2}, Mao Huajie^{1,2,3}, Guo Wei^{1,3,4}, Ye Dejin^{1,2}

(1. The Hubei Province Key Laboratory of Modern Automotive Technology, Wuhan 430070, China; 2. School of Materials Science and Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 3. Auto Parts Technology Collaborative Innovation Center in Hubei Province, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China; 4. School of Automotive Engineering, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070, China)

Abstract: Simulation method was used to explore the associated mechanism between cell structure and tensile properties of the polypropylene (PP) microcellular foaming specimens with supercritical N_2 injection molding, which is that the cell size is inversely proportional to the tensile properties. Controlling variable method was used to do the supercritical N_2 injection molding experiments for the PP microcellular foaming specimens, and the influences of gas injection time, injection temperature and rate on the cell structure and tensile properties of the specimens were studied, revealing the change relationship between cell structure and tensile properties under different process parameters. The results show that under the conditions of gas injection time and injection temperature, by and large, the change relationship conforms to the the associated mechanism gained from the simulation. With the increase of the gas injection time, the cells tructure and tensile properties are deteriorated in general. The effects of the injection rate is relatively small, but the high injection rate is conducive to reduce the cell size. Compared with the other two kinds of process parameters, under different injection temperature, the change relationship between the cell structure and tensile properties is stable. While maintaining shorter gas injection time and high injection rate, the PP microcellular foaming specimen with small cell size, high cell density and tensile properties can be obtained by adjusting the injection temperature.

Keywords: microcellular foaming; injection molding; supercritical N_2 ; process parameter; cell structure; tensile property

目前国内外关于利用超临界流体微孔发泡成型塑料制件的研究主要集中于对发泡材料、发泡制件的微观结构、成型性能、表面缺陷以及设备制造等方面。超临界流体微孔发泡成型塑料制件具有很多优点,如能最大限度减轻制件质量;混有超临界流体的树脂流动性变好;成型周期的缩短可以提高生产效率;发泡制件尺寸相对稳定以及发泡剂环保无污染。但当前国内超临界流体微孔发泡成型工艺的工

业化应用并不广泛,因为与不发泡制件相比,微孔发泡塑料制件的力学性能有所降低、表观质量变差。

^{*} 湖北省科技计划项目 (2014BAA016), 中央高校基本科研业务费专项资金项目 (2014-IV-041), 华中科技大学材料成形与模具技术国家重点实验室开放基金项目 (P2014-12)

联系人: 毛华杰, 教授, 硕士生导师, 主要从事汽车新材料与先进制造技术, 精密成形与模具技术的研究

收稿日期: 2015-07-29

另外,超临界微孔发泡成型工艺参数间的关系复杂,一个参数的轻微改变可能会使成型制件的质量发生很大的变化,这也是限制微孔发泡塑料广泛商业应用的一个重要原因。因此想要推动该项工艺方法的工业化应用还需做大量的基础性研究。

已有许多文献研究了超临界微孔发泡成型工艺参数对微孔发泡塑料泡孔结构或力学性能的影响。如 Chen Shia-Chung^[1]结合气体反压技术与模温控制系统对聚苯乙烯微孔发泡注塑件表层厚度、泡孔大小形态和力学性能进行研究,发现在模具温度为 60℃ 时,可以得到薄壁,泡孔结构好,力学性能高的注塑件。Mi Hao-Yang 等^[2]研究了塑化温度、CO₂ 含量,注射体积和注射速率对热塑性聚氨酯微孔发泡注塑件成型性能的影响,发现 CO₂ 含量主要影响泡孔大小和密度,塑化温度主要影响表层厚度。何俊松等^[3]得到了影响超临界微孔发泡塑料孔径的成型参数顺序是:注射量>模具温度>熔体温度>超临界流体含量。L. Jungjoo 等^[4]研究了低密度聚乙烯复合材料的超临界流体发泡成型工艺,发现加入质量分数为 3% 的纳米粘土可使泡孔形态得到显著提高;加入低熔体流动速率的添加剂时可得到更细更密的泡孔。李越超^[5]对超临界流体发泡注射成型工艺中的注射温度、注射压力、超临界流体注射量和注射速率的影响规律进行了研究。但上述文献并未系统研究不同工艺参数下超临界流体微孔发泡塑料泡孔结构与力学性能之间的变化关系。

基于此,笔者在前人研究的基础上,以超临界 N₂ 注射成型聚丙烯 (PP) 微孔发泡塑料为例,通过仿真分析探明其泡孔结构与拉伸性能之间的关联机制,然后利用实际实验的方法研究关键工艺参数如注气时间、注射温度、注射速率下超临界微孔发泡塑料泡孔结构与拉伸性能之间的变化关系,并将其与由仿真分析得到的关联机制进行对比,以求从关系复杂的工艺参数中找出能够同时获得具有较好泡孔结构和较高力学性能微孔发泡塑料的工艺调整方法,从而促进超临界微孔发泡注射成型工艺的进一步应用。

1 仿真分析

1.1 模型建立

图 1 为标准拉伸试样及其浇注系统和冷却流道的模型,在 UG 里建好三维模型后将其导入到 Moldflow 里进行网格划分,并对划分好的网格进行检查与修整,共划分了 384 个网格单元。最后根据

模具设计标准创建浇注系统和冷却流道。

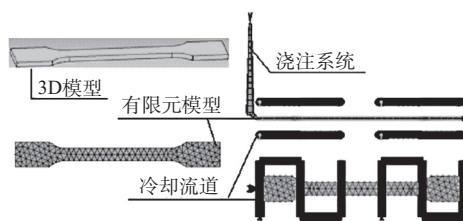


图 1 标准拉伸试样及其浇注系统和冷却流道的模型

材料选用牌号为 EPS30R 的 PP,其主要性能参数如表 1 所示,物理发泡剂选用超临界 N₂。

表 1 PP EPS30R 的主要性能参数

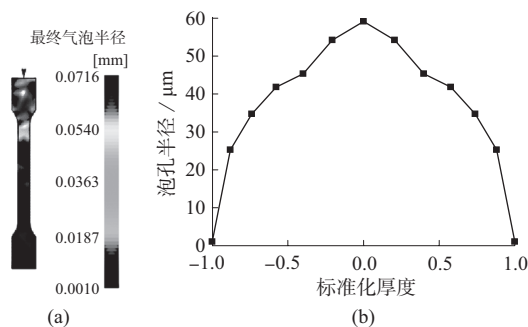
性能	数值
密度/(g·cm ⁻³)	0.928 8
熔体密度/(g·cm ⁻³)	0.775 1
拉伸弹性模量/MPa	1 340
剪切弹性模量/MPa	481.3
泊松比	0.392

该仿真分析工艺参数设置如下:模具温度 50℃,熔体温度 230℃,注射速率 70 cm³/s,发泡开始时 N₂ 占总气体体积的 90%,单位体积 (m³) 内的气核数量为 2×10¹¹ 个,气体初始浓度 0.6%,冷却温度 25℃。

1.2 仿真分析结果

由于仿真分析无法提取拉伸强度结果,但拉伸弹性模量和泊松比也可以表征材料的拉伸性能,因此可以通过观察拉伸弹性模量和泊松比的变化来反映材料拉伸性能的变化趋势。

图 2 为试样平均泡孔半径在其芯层和厚度方向的分布图。



a—芯层泡孔分布; b—厚度方向泡孔分布

图 2 试样平均泡孔半径在其芯层和厚度方向的分布图

由图 2a 可知,在芯层部位,近浇口处的泡孔小,远离浇口处的泡孔大,这是因为远离浇口的熔体是最先进入型腔内的,泡孔有足够的时间增长。图 2b 是试样中心点泡孔半径随其厚度方向的变化曲线,由此可知,芯层泡孔平均半径最大,越远离芯层,泡孔半径越小,直到表层最小为零。这是因为在芯层熔体温度最高,表层靠近模具壁温度最低,因而模壁

处熔体还未发泡就已经凝固。

图3为试样拉伸弹性模量在其芯层和厚度方向的分布图。由图3a可知,近浇口处的拉伸弹性模量大,远离浇口处的拉伸弹性模量小;类似地,由图3b可以看出,芯层拉伸弹性模量最小,越远离芯层,拉伸弹性模量越大,直到表层达到最大值。容易看出,拉伸弹性模量在试样不同位置的变化趋势与泡孔半径的变化趋势相反。图4为试样泊松比在其芯层和厚度方向的分布图。由图4可以看出,泊松比在试样不同位置的变化趋势与拉伸弹性模量的变化趋势基本一致。

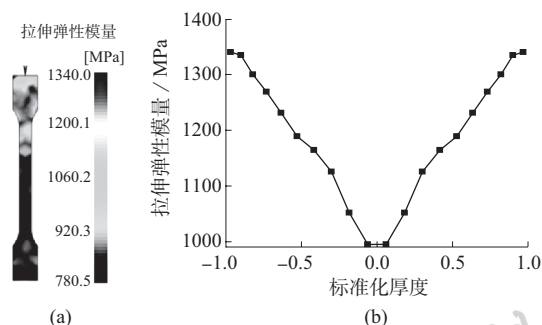


图3 试样拉伸弹性模量在其芯层和厚度方向的分布图

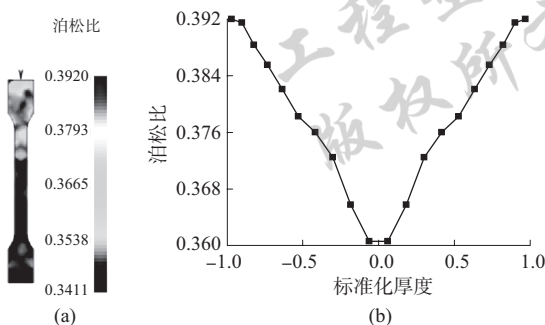


图4 试样泊松比在其芯层和厚度方向的分布图

由以上分析可以看出,不同试样尺寸下的拉伸弹性模量和泊松比的变化趋势与泡孔半径变化趋势相反。由此可以推断出PP微孔发泡塑料泡孔结构与拉伸性能间的关联机制,即泡孔尺寸与拉伸性能呈反比关系。这是因为泡孔越大,材料截面上抵抗外界载荷的实际有效承载面积就越小,导致拉伸性能下降;泡孔越小分布越密集,就越能有效阻止制件内部尖端处裂纹的扩展,提高拉伸性能。

根据上述获得的关联机制,可以通过研究不同工艺参数下泡孔结构和拉伸性能随工艺参数的变化趋势来获得泡孔尺寸最小且拉伸性能最好时的工艺参数。但实际发泡成型实验中,影响因素很多,随着工艺参数的改变,泡孔结构和拉伸性能之间的关系

可能会发生不同的变化,不一定完全符合由上述仿真分析得到的关联机制,所以需要通过实际实验来进行验证。考虑到注气时间、注射温度和注射速率是影响微孔发泡塑料注射成型性能的重要工艺参数,因此在实际实验中主要研究这3个工艺参数下微孔发泡试样泡孔尺寸及其密度与拉伸性能之间的变化关系。

2 微孔发泡注射成型实验

2.1 主要原料

PP: EPS30R, 中国石化湛江东兴石油化工有限公司。

2.2 主要仪器及设备

注塑机: HDX50型, 宁波市海达塑料机械有限公司;

高压氮气压缩机: GBL-200/350型, 北京中拓机械集团有限责任公司;

扫描电子显微镜(SEM): JSM-5610LV型, 日本电子株式会社;

电液伺服材料试验机: Instron-1341+/-100K型, Instron公司。

2.3 试样制备

先将PP粒料通过料斗加入到注塑机的机筒中。通过螺杆的机械摩擦和机筒加热作用使粒料在输送过程中熔融塑化。通过注塑发泡控制器(如图5)调控来自高压氮气压缩机(如图6)中的超临界 N_2 以一定的流率注入螺杆中间段,与熔体混合为均相体系。当螺杆头积聚了足够的物料时,螺杆向前移动进行注射,由于高的压力降速率,熔体中会形成大量的气泡核,气泡核在充模过程中长大,当充模结束后,模具的冷却作用使泡体冷却定型,然后开模取出试样。其工艺流程如图7所示。

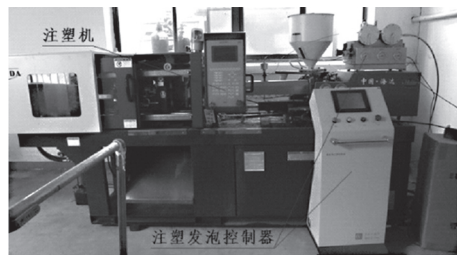
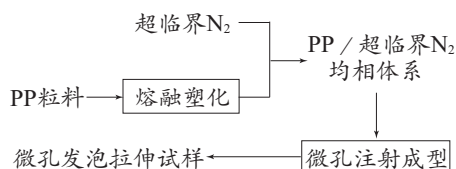


图5 注塑机和注塑发泡控制器

微孔发泡注射成型实验基本工艺参数如下: 注射压力 90 MPa, 注射速率 55 g/s, 注射温度 180℃, 储料压力 65 MPa, 背压 12 MPa, 冷却时间 50 s, 注气压力 17.5 MPa, 注气时间 2.5 s。在上述基本工艺参数的基础上,通过改变注气时间、注射温



图6 高压氮气压缩机

图7 超临界 N_2 微孔发泡注射成型工艺流程图

度和注射速率来研究这3种工艺参数下PP微孔发泡塑料泡孔结构与力学性能之间的变化关系,其中,注气时间分别设为1.5,2,2.5,3 s,注射温度分别设为180,190,200,210 $^{\circ}\text{C}$,注射速率分别设为15,35,55,75 g/s。

2.4 试样性能测试及结构表征

(1) 泡孔平均直径与泡孔密度表征。

将试样经液氮冷却脆断后,对其断面进行喷金处理,通过SEM观察微观形貌并拍照,然后根据SEM照片,利用软件Image-Pro-Plus进行泡孔尺寸的测量。泡孔平均直径和泡孔密度(发泡试样中每立方厘米体积内的泡孔个数)分别通过式(1)^[6]和式(2)^[7]求出。

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{M \times n_i} \quad (1)$$

$$N_i = \left(\frac{n_i \times M^2}{A} \right)^{\frac{1}{3}} \times (r_c)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

式中: d ——泡孔平均直径;

d_i ——第 i 个泡孔的直径;

M ——SEM照片放大倍数;

n_i ——SEM照片中所见的泡孔数量;

N_i ——泡孔密度;

A ——SEM照片总面积(通常以 cm^2 为单位);

r_c ——泡孔宽度与长度比。

(2) 拉伸性能测试。

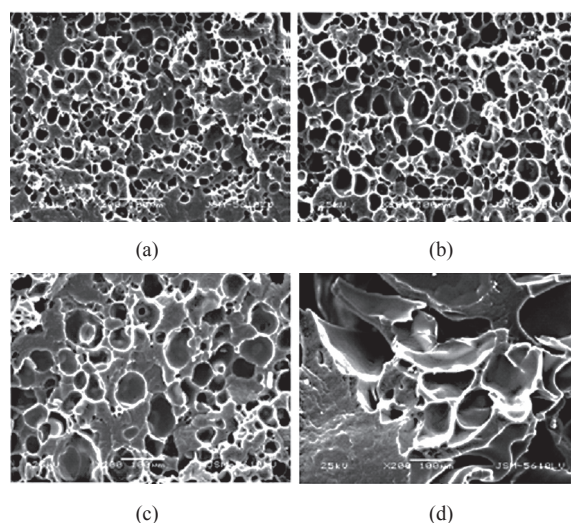
拉伸强度和拉伸弹性模量按GB/T 2567-2008测试。

3 微孔发泡注射成型实验结果与讨论

3.1 注气时间对试样泡孔结构和力学性能的影响

图8为不同注气时间下微孔发泡试样芯部放大200倍的微观形貌SEM照片。图9为注气时间对

试样泡孔平均直径和密度的影响。



a—1.5 s; b—2 s; c—2.5 s; d—3 s

图8 不同注气时间下试样芯部放大200倍的微观形貌SEM照片

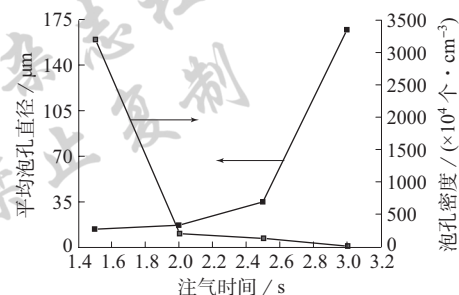


图9 注气时间对试样泡孔平均直径和密度的影响

由图8和图9可知,注气时间对泡孔平均直径及其密度的影响很大,随注气时间的增加,泡孔平均直径总体上呈增大趋势,泡孔密度总体呈下降趋势。这是因为随注气时间的增加,熔体中气体浓度增加,就有更多气体进入到气泡核内,促进泡核的生长,使泡孔变大;另外,气体浓度变大,熔体黏度就会下降,泡孔长大所受到的阻力减小,也会使气泡最终变大。但从细节上看,可以发现,当注气时间从1.5 s增加到2 s时,泡孔密度急剧下降,而泡孔平均直径变化相对较小;当注气时间从2.5 s增加到3 s时,泡孔平均直径急剧增大,而泡孔密度变化相对较小。这可能是因为注气时间对泡孔结构存在着多种影响:随注气时间的增加,熔体中气体浓度增加,气泡成核点增加,泡孔数目相应增多,彼此限制了尺寸的增大;但另一方面气体浓度增加也会导致熔体黏度下降,泡孔长大阻力减小且气体容易从熔体中逸出。上述多种因素的作用可能使泡孔尺寸及其密度呈现出如图9所示的变化趋势。

图10为注气时间对试样拉伸强度与拉伸弹性

模量的影响。从图 10 可以看出,随注气时间增加,试样拉伸强度和拉伸弹性模量总体上下降。

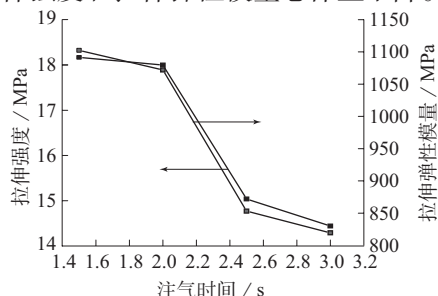
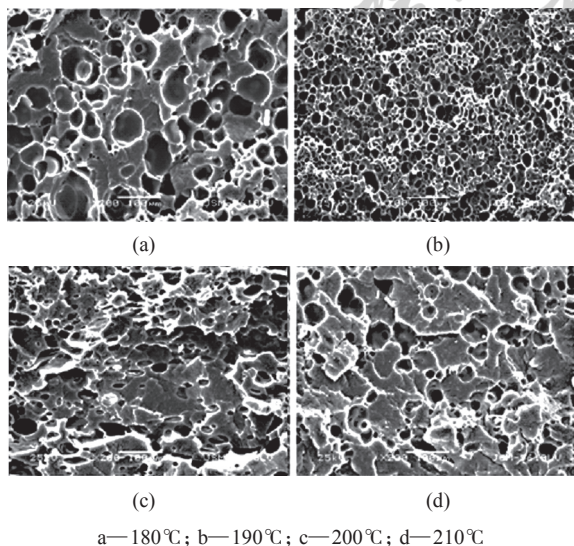


图 10 注气时间对试样拉伸强度与拉伸弹性模量的影响

总体上看,当泡孔平均直径增大时,拉伸性能呈下降趋势,这表明不同注气时间下泡孔尺寸与拉伸性能之间的变化关系大体上符合由仿真分析所得出的关联机制。另一方面,延长注气时间会对试样泡孔结构和拉伸性能产生不利影响,因此要获得泡孔小、密度高、强度好的微孔发泡注塑件,应保持较短的注气时间。

3.2 注射温度对试样泡孔结构和力学性能的影响

图 11 为不同注射温度下微孔发泡试样芯部放大 200 倍的微观形貌 SEM 照片。图 12 为注射温度对试样泡孔平均直径和密度的影响。



a—180℃; b—190℃; c—200℃; d—210℃

图 11 不同注射温度下试样芯部放大 200 倍的微观形貌 SEM 照片

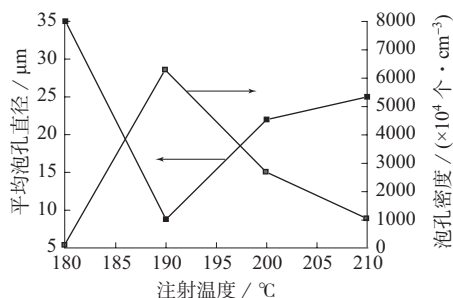


图 12 注射温度对试样泡孔平均直径和密度的影响

由图 11 和图 12 可以看出,随着注射温度的增加,泡孔平均直径先减小后增大,泡孔密度先增大后减小。当注射温度为 190℃ 时,泡孔的平均直径最小而泡孔密度最大。当注射温度为 180℃ 时熔体温度较低,导致气体在聚合物熔体中溶解不充分,形成的泡孔尺寸较大,泡孔密度较低;随着注射温度增加到 190℃,气体溶解度增大,能在熔体中进行充分成核,泡核数的增加导致彼此的增长受到限制,因此泡孔尺寸大幅下降而泡孔密度大幅升高;当注射温度从 190℃ 继续上升时,熔体黏度下降严重,气泡长大过程加快,同时气体逸出熔体的几率增加,导致泡孔尺寸变大,泡孔密度降低。

图 13 为注射温度对试样拉伸强度与拉伸弹性模量的影响。由图 13 可以看出,随注射温度增加,试样拉伸强度与拉伸弹性模量的变化趋势与泡孔尺寸的变化趋势相反。当注射温度为 190℃ 时,试样的拉伸强度和拉伸弹性模量达到最大。

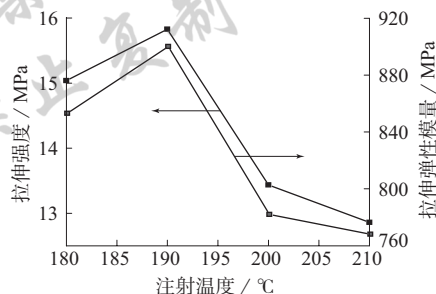


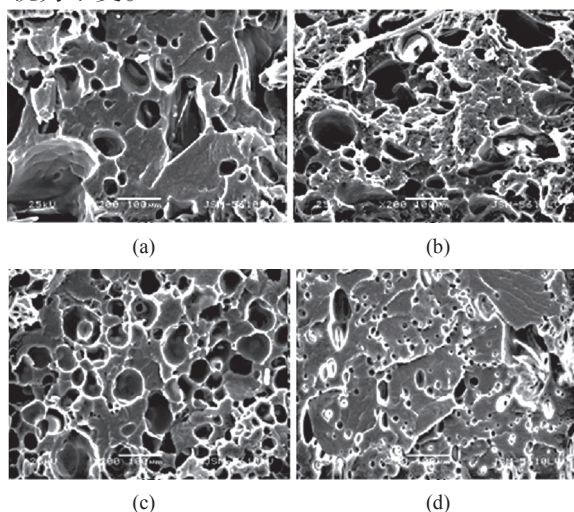
图 13 注射温度对试样拉伸强度与拉伸弹性模量的影响

由以上分析可知,注射温度过低或过高,都会对试样泡孔结构和拉伸性能带来不利影响,另外,不同注射温度下,泡孔尺寸与拉伸性能之间的变化关系比较稳定,总体上符合由仿真分析所得出关联机制,且泡孔密度与泡孔尺寸的变化趋势也呈反比关系。这表明,通过调整注射温度,可同时获得泡孔尺寸最小、泡孔密度最大且强度最高的 PP 微孔发泡塑料。

3.3 注射速率对试样泡孔结构和力学性能的影响

图 14 为不同注射速率下微孔发泡试样芯部放大 200 倍的微观形貌 SEM 照片。图 15 为注射速率对试样泡孔平均直径和密度的影响。由图 14 和图 15 可看出,随着注射速率的增加,泡孔平均直径减小,泡孔密度总体上增大。这可能是因为注射速率的增加提高了压力降速率,气泡成核速率变大,导致相同时间内生成的泡核数量增多,泡孔密度增大泡孔尺寸降低。但也可以看出,注射速率对泡孔尺寸和密度的影响相对较小,当注射速率从 55 g/s

增加到 75 g/s 时,泡孔密度的变化幅度很小,可基本视为不变。



a—15 g/s; b—35 g/s; c—55 g/s; d—75 g/s

图 14 不同注射速率下试样芯部放大 200 倍的微观形貌 SEM 照片

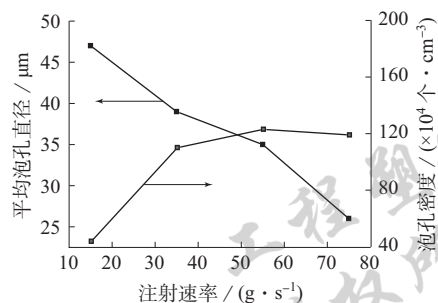


图 15 注射速率对试样泡孔平均直径和密度的影响

图 16 为注射速率对试样拉伸强度与拉伸弹性模量的影响。由图 16 可以看出,随注射速率的增加,拉伸强度与拉伸弹性模量先上升后下降然后又上升。总体上看,注射速率对试样拉伸性能的影响并不大。注射速率为 55 g/s 时所出现的拉伸性能下降可能是因为此时试样泡孔密度已达到最大而泡孔尺寸并非最小,导致截面承受载荷的有效面积减小。

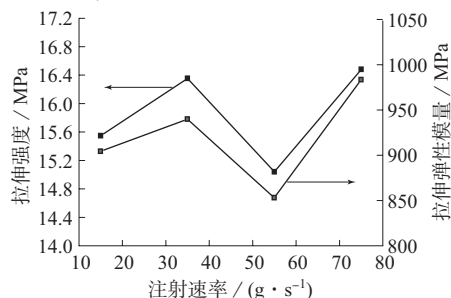


图 16 注射速率对试样拉伸强度与拉伸弹性模量的影响

可以发现,不同注射速率下泡孔尺寸与拉伸性能的变化趋势并不完全符合由仿真分析所得出的关联机制,但注射速率对试样泡孔结构与拉伸性能的影响总体上相对较小。相对来说,为减小泡孔尺寸,

可以采用较高的注射速率。

4 结论

(1) 由仿真分析可以得到超临界 N₂ 注射成型 PP 微孔发泡塑料试样泡孔尺寸和拉伸性能之间的关联机制,即泡孔尺寸与拉伸性能呈反比关系。

(2) 实际注射成型实验结果表明,注气时间和注射温度下的泡孔尺寸与拉伸性能之间的变化关系总体上符合由仿真分析得出的关联机制。注气时间对试样泡孔结构的影响很大,随注气时间的增加,泡孔尺寸总体上增大,泡孔密度和拉伸性能总体上减小;随注射温度的增加,泡孔尺寸先减小后增大,泡孔密度和拉伸性能先增大后减小,不同注射温度下试样的泡孔结构与拉伸性的变化关系比较稳定;注射速率对泡孔结构和拉伸性能的影响程度较小,较高的注射速率有利于减小泡孔尺寸。

(3) 为了得到泡孔尺寸小、泡孔密度大、强度高的 PP 微孔发泡注塑件,在保持较短的注气时间及较高的注射速率下,可通过调整注射温度来达到上述目的。

参考文献

- [1] Chen Shia-Chung. Structure and mechanical properties of polystyrene foams made through microcellular injection molding via control mechanisms of gas counter pressure and mold temperature[J]. International Communications in Heat and Mass Transfer, 2012, 39: 1125–1131.
- [2] Mi Hao-Yang, Jing Xin, Peng Jun, et al. Influence and prediction of processing parameters on the properties of microcellular injection molded thermoplastic polyurethane based on an orthogonal array test [J]. Journal of Cellular Plastics, 2013, 49: 439–458.
- [3] 何俊松,王孝平,杜娟. 工艺条件对微孔注射成型部件微孔尺寸影响的研究 [J]. 橡胶参考资料, 2011, 41(4): 45–47.
He Junsong, Wang Xiaopin, Du Juan. Research on the effects of process conditions on microcellular injection molding part of pore size [J]. Rubber Resources, 2011, 41(4): 45–47.
- [4] Jungjoo L, Lih-Sheng T, Adam K. The microcellular injection molding of low-density polyethylene (LDPE) composites[J]. Polymer-Plastics Technology and Engineering, 2010, 49: 1339–1346.
- [5] 李越超. 注射成型工艺参数对聚丙烯微孔发泡材料的影响 [D]. 吉林: 吉林大学, 2012.
Li Yuechao. Effects of injection-molded processing parameters on polypropylene microcellular foaming material[D]. Jilin: Jilin University, 2012.
- [6] 王明义. 共混改性聚丙烯 / 超临界 CO₂ 连续挤出发泡成型研究及机理分析 [D]. 广州: 华南理工大学, 2010.
Wang Mingyi. Study on continuous extrusion foaming of blending

- modified polypropylene / supercritical CO₂ and underlying mechanism analysis[D]. Guangzhou:South China University of Technology, 2010.
- [7] Strauss W, Ranade A, D' Souza N A, et al. Effect of montmorillonite on formation of polystyrene foams using supercritical CO₂ // 61st Annual Technical Conference v.2:Materials [C]. Indianapolis:SPE, 2003:1 812-1 816.
- [8] Jungjoo L. A novel method for improving the surface quality of microcellular injection molded parts[J]. Polymer, 2011, 52:1 436-1 446.
- [9] 邱启航,何海,何力,等. 泡孔结构参数对微孔发泡聚丙烯力学性能影响[J]. 现代塑料加工应用, 2014, 26(2):32-34.
- Qiu Qihang, He Hai, He Li, et al. Effect of cell structure parameters on the mechanical properties of microcellular foamed polypropylene[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2014, 26(2):32-34.
- [10] 夏青. 微孔发泡注塑工艺研究[D]. 北京:北京化工大学, 2012.
- Xia Qing. The processing factors of microcellular injection molding[D]. Beijing:Beijing University of Chemical Technology, 2012.
- [11] 李天琪,曲敏杰,郑来久,等. 工艺条件对超临界 CO₂ 发泡材料泡孔结构的影响[J]. 合成树脂及塑料, 2014, 31(1):71-75.
- Li Tianqi, Qu Minjie, Zheng Laijiu, et al. Process conditions on the influence of supercritical CO₂ foaming material bubble pore structure[J]. China Synthetic Resin and Plastics, 2014, 31(1):71-75.
- [12] 杨志云. 超临界 CO₂ 发泡连续挤出 PLA 泡沫塑料的工艺研究[D]. 太原:太原理工大学, 2014.
- Yang Zhiyun. Study on technology of polylactide continuous extrusion foaming with supercritical CO₂[D]. Taiyuan:Taiyuan university of technology, 2014.

巴斯夫 Ultramid 和 Ultradur 材料用于汽车连接器

巴斯夫正在扩大它的工程塑料产品,以满足电动和混合动力汽车市场的需求。特制的 Ultramid 和 Ultradur 材料现在全球范围内销售,因其精确的拟合特性,可用于车辆内部和车辆外部高压插件连接器的制作。

特殊的聚酰胺和聚对苯二甲酸丁二酯满足车辆的阻燃性和力学要求,能够实现电气隔离,具有稳定的色彩特征。Ultramid 和 Ultradur 材料为汽车制造商节约电池四周的安装空间,同时也提高了电动交通的安全性。

Ultramid 和 Ultradur 材料可用于混合动力车和电动车的连接中。巴斯夫与瑞士沙夫豪森 TE Connectivity 公司进行紧密合作,从各种等级的 Ultramid 材料中为众多汽车企业研发合适的连接器。

“电动车车辆部件在不断改进中,不同的汽车制造商都有特殊的要求。”TE Connectivity 负责混合动力车电动车产品研发的 Wolfgang Balles 说。“这就是我们作为一个业务遍布全球的企业,仍然需要跟巴斯夫进行合作,以寻找合适的材料和部件。这也是我们能够为广大市场提供安全可靠零部件的唯一方式。”TE Connectivity 的全球树脂材料平台负责人 Franz Janson 补充说。

高电压连接器可通过其典型的橙色(巴斯夫彩色解决方案提供的颜色)进行识别。可轻微着色的巴斯夫聚酰胺能保持色彩的稳定性,同时也能耐老化。尤其在高压的敏感产品系列中,单独组件的颜色编码都与安全相关:它必须至少保持十年的高度可识别性。巴斯夫采用它的仿真工具 Ultrasim 优化连接器锁:UltraSim 能精确预测在加工和使用过程中组件的锁相行为,从而节约生产时间和成本。

全球发行的 Ultramid 和 Ultradur 通过严格的 IEC62196-1 标准的测试以及 IEC60695-2-11 标准的灼热丝试验——分别在 850℃ 中对用隔离材料制成、用于容纳导电零件的部件进行测试以及在 650℃ 对所有其他用隔离材料制成的部件进行测试。

靠近电池、用于制作插入式连接器的材料具有耐高温以及冷却剂的特性,同时还根据需要增加阻燃特质。它们可用于制作低翘曲、牢固和抗蠕变的部件。在充电系统中,用于制作插入式连接器的材料与其他材料相比,具有良好的阻燃性、抗冲击性、抗蠕变性以及分离性能。该组合还包括符合有害物质限制指令(RoHS)的无卤阻燃塑料。(工程塑料网)

普力马医用塑料获得医药界普遍认可

普力马弹性体公司宣布,其为医疗和生物制药应用开发的新型 TPE 材料已获得美国药典 USP 6 类批准。

该公司称,其 MT-12051 材料旨在满足医疗 TPE 管应用日益增长的需求。

这种透明弹性体是一种高纯度化合物,低溶出物和萃取物,可确保患者安全,归功于其出众的弹性,耐久性,中性和再生性,是医用管所用的 PVC 和热固性橡胶理想的替代材料。此外,相比硅胶,气渗透更少,设计灵活性更大,而且成本更低。

该公司说,其 MT 医用材料已在医疗应用中得到认可。已被批准用于医疗用途,因为其具备良好的触感、高透明度、抗扭性且能经受各种消毒方法,如 γ 射线、乙撑氧和蒸汽。这些有弹性且灵活的 TPE 改性材料能带来独特的触感,其邵氏 A 硬度范围 70~92。它们已通过细胞毒性试验且达到 ISO 10993-5 和 GB 14233 标准,已被中国国家食品药品监督管理总局批准用于医疗用途。

普力马公司销售副总裁 Tom Castile 表示:“我们的材料此番获得美国药典 USP Class VI 批准,将让我们得以为美国医疗市场提供替代解决方案,用于各种软管和非管应用。这种最新配方的独有特性为那些寻找替代 PVC、天然胶乳和硅胶的替代品的医疗器械生产商提供了明确的选择。”

该材料还可用于其它医疗应用,如止血带、医用薄膜、注射器活塞密封、滴斗、连接器和试管塞帽。

Polymax 总部位于美国伊利诺斯州 Waukegan,在当地和江苏南通建有复合生产厂。

(中塑机网)