

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2012.05.010

基于 CAE 分析的工艺参数对微结构复制程度的影响

杜林芳¹, 王鑫²

(1. 河南机电职业学院机械工程系, 郑州 451191; 2. 河南工程学院机械工程系, 郑州 451191)

摘要: 针对注射成型中微流控芯片中微结构复制不完全的情况, 采用单因素法, 利用 Moldflow 软件对微流控芯片抽象物理模型进行仿真分析, 考察熔体温度、模具温度、保压压力、注射压力等 4 个工艺参数对微结构复制情况的影响。结果表明, 熔体温度与模具温度的影响较大, 保压压力的影响次之, 注射压力的影响不显著。

关键词: 注射成型; 微流控芯片; 微结构; 复制

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2012)05-0042-04

Effect of Process Parameters on Duplication of Microstructure Based on CAE Simulation

Du Linfang¹, Wang Xin²

(1. Department of Mechanical Engineering, Henan Mechanical and Electrical Career College, Zhengzhou 451191, China;

2. Department of Mechanical Engineering, Henan Engineering College, Zhengzhou 451191, China)

Abstract: According to the incompletely duplication on microstructure of microfluidic chip, simulation and analysis of the abstract physical model of microfluidic chip were conducted by using Moldflow software and single factor method. The effect of melt temperature, mold temperature, holding pressure, injection pressure on microstructure duplication was investigated. The results showed that mold temperature and melt temperature were two main influence factors on incompletely duplication of microstructure, the effect of holding pressure took second place and the effect of injection pressure was weak.

Keywords: injection molding; microfluidic chip; microstructure; duplication

近年来, 高聚物凭借其在加工、成本和生物性能等方面的优势, 使其在微流控芯片领域得以应用。在众多高聚物微流控芯片的成型方法中, 注射成型法简单易行, 可以实现批量生产, 对于降低芯片价格具有不可比拟的优势^[1-3]。对于注射成型微流控芯片这种带有微沟槽结构的塑件, 除了传统成型出现的塑件缺陷以外, 微结构能否完全复制成为微流控芯片注射成型法成功的关键。笔者利用 Moldflow 软件建立微流控芯片有限元模型, 选取聚碳酸酯 (PC) 材料, 通过数值模拟分析相关工艺参数对于微流控芯片微结构复制情况的影响。

1 数值模拟实验

1.1 实验模型

微流控芯片外形呈长方形, 长 70 mm, 宽 30 mm, 厚 1.5 mm, 在长度方向上分布有微沟槽结构, 沟槽尺寸长 50 mm, 宽 0.24 mm, 高 0.06 mm。采用双层面网格对模型进行有限元网格划分, 如图 1 所示。为提高数值模拟的精确度, 在微结构处对网格进行细化, 微结构处网格尺寸达到 0.1 mm, 如图 2 所示。

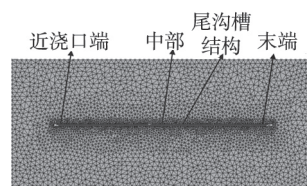


图1 有限元模型

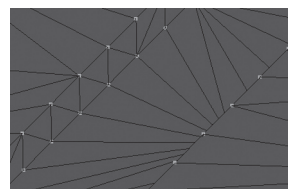


图2 微结构细化网格

1.2 实验方法

实验使用单因素法, 考察熔体温度、模具温度、保压压力、注射压力等 4 个工艺参数对微流控芯片微结构复制程度的影响。

对于微沟槽结构的复制程度选择横向和纵向

联系人: 杜林芳, 助理讲师, 研究方向为模具 CAD/CAE

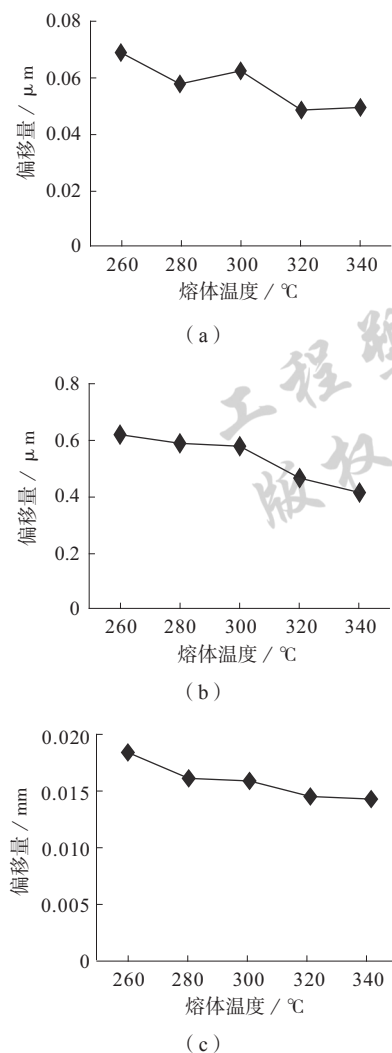
收稿日期: 2012-03-20

两个方向的数据作为研究对象,横向位置选择沿单侧长度方向首末两处,取两处的翘曲量之差反映微结构的横向复制程度。纵向位置选择在微沟槽结构单侧长度方向近浇口和中部两处,每处选取同一高度上下两节点翘曲量之差反映微结构的纵向复制程度,具体位置如图1所示。

2 结果与讨论

2.1 熔体温度对微结构的影响

保持模具温度为 90℃、注射压力为 90 MPa、保压压力为 70 MPa,改变熔体温度,得到各处翘曲偏移量变化曲线,如图3所示。



a—近浇口端; b—中部; c—长度两端

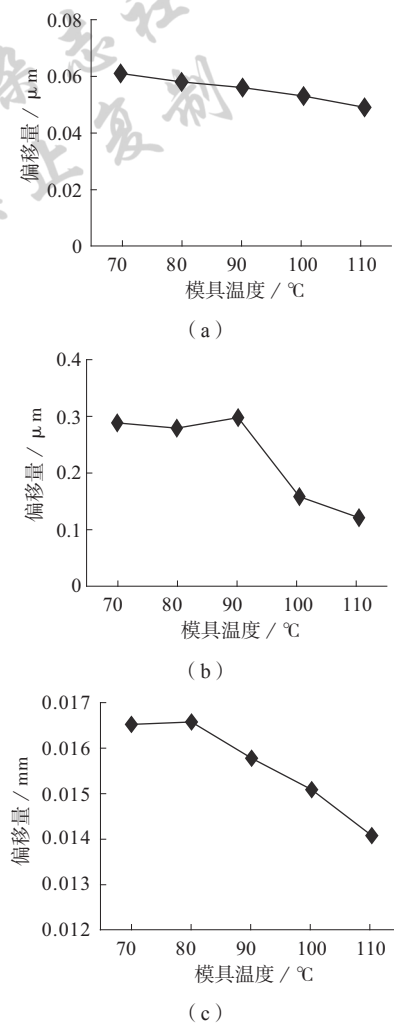
图3 熔体温度对翘曲偏移量的影响

从图3可以看出,近浇口端、中部以及长度两端的翘曲偏移量整体都是随着熔体温度的升高而降低。在熔体温度由 260℃升至 340℃过程中,中部的翘曲偏移量由 0.62 μm 变化至 0.41 μm,下降了 0.21

μm,近浇口端的翘曲偏移量由 0.069 μm 变化为 0.049 μm,下降了 0.02 μm。由近浇口端和中部的变化趋势可以看出熔体温度升高对微结构纵向方向上的复制起到积极作用。长度两端的翘曲偏移量由 0.0183 mm 降至 0.0142 mm,下降了 0.0041 mm,由此看出,熔体温度升高有利于微结构的横向复制程度的提高。这是因为熔体温度较高有助于 PC 分子链的展开,使得内应力释放,进而使得翘曲偏移量下降,有利于微结构复制程度的提高。

2.2 模具温度对微结构的影响

保持熔体温度为 300℃、注射压力为 90 MPa、保压压力为 70 MPa,将模具温度从 70℃升至 110℃,得到各处翘曲偏移量随模具温度变化的曲线,如图4所示。



a—近浇口端; b—中部; c—长度两端

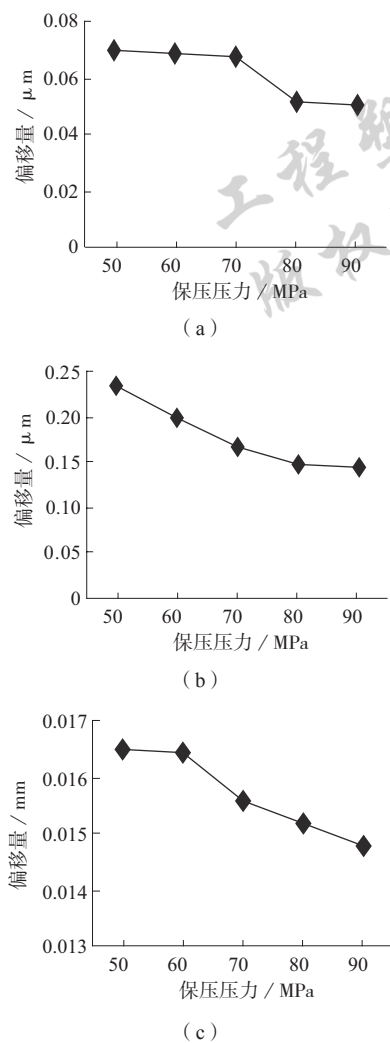
图4 模具温度对翘曲偏移量的影响

由图4可知,近浇口端、中部与长度两端的翘曲偏移量都呈现出随模具温度升高而降低的趋势,

尤其以中部和长度两端的变化最为明显。在模具温度由 70℃ 升至 110℃ 过程中,中部的翘曲偏移量由 0.29 μm 降至 0.12 μm ,下降了 0.17 μm ,近浇口端的翘曲偏移量由 0.061 μm 降至 0.049 μm ,下降了 0.012 μm 。由此看出,模具温度升高对于微结构纵向方向上的复制有显著影响。长度两端则从 0.0165 mm 降至 0.0141 mm,下降了 0.0024 mm。对于微结构横向方向上的复制,模具温度的影响程度虽次于熔体温度,但仍起到积极作用。因此,模具温度的升高有利于微结构复制程度的提高,这与刘莹等^[4]的试验结果一致。

2.3 保压压力对微结构的影响

保持模具温度为 90℃、熔体温度为 300℃、注射压力为 90 MPa,将保压压力从 50 MPa 升至 90 MPa,得到各处翘曲偏移量随保压压力变化的曲线,如图 5 所示。

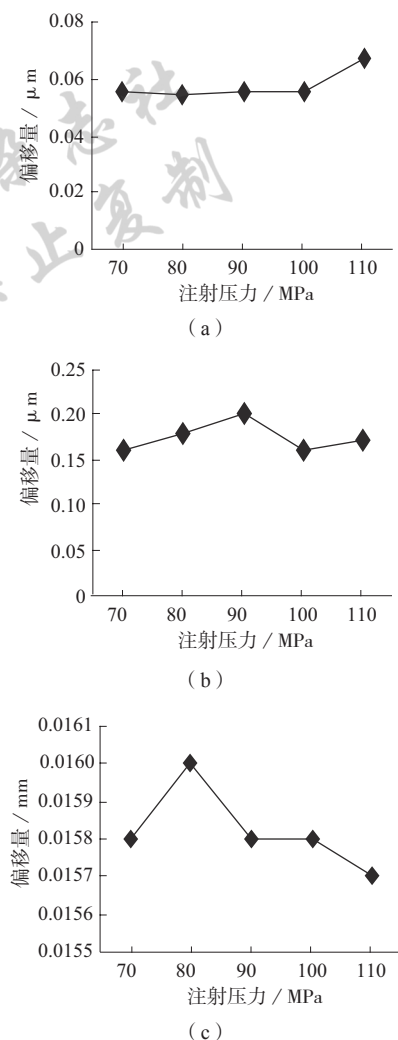


a—近浇口端; b—中部; c—长度两端
图 5 保压压力对翘曲偏移量的影响

由图 5 可知,中部的翘曲偏移量由 0.233 μm 降至 0.144 μm 。近浇口端的翘曲偏移量由 0.07 μm 降至 0.05 μm ,其在保压压力小于 70 MPa 时,下降趋势并不明显,大于 70 MPa 后才出现明显下降。长度两端的翘曲偏移量由 0.0165 mm 降至 0.0148 mm。因此,保压压力的升高,不仅有利于熔体对型腔的充满,对于微结构在纵向和横向上复制程度的提高也有所帮助,但影响程度较小。

2.4 注射压力对微结构的影响

保持模具温度为 90℃、熔体温度为 300℃、保压压力为 70 MPa,改变注射压力,得到各处翘曲偏移量的变化曲线,如图 6 所示。



a—近浇口端; b—中部; c—长度两端

图 6 注射压力对翘曲偏移量的影响

由图 6 可知,在注射压力由 70 MPa 升至 110 MPa 的过程中,近浇口端的翘曲偏移量的变化出现增大的趋势。中部的翘曲偏移量在注射压力小于 90 MPa 时缓慢增大,大于 90 MPa 之后先下降

后又再次增大。整体来说,注射压力的升高不利于微结构纵向方向上的复制。长度两端的翘曲偏移量的变化呈波动趋势,出现两次下降,一次是在注射压力由 80 MPa 升至 90 MPa 时,下降 0.0002 mm,另一次是在由 100 MPa 升至 110 MPa 时,下降 0.0003 mm,下降幅度很小,因此,注射压力的升高对于微结构横向方向上的复制贡献微弱。注射压力用于克服熔体充模时的阻力,但遇到微结构型腔凸起的微小直角时,压力损耗较大,因此注射压力的升高对于微结构复制程度的提高作用不明显。

3 结论

在微流控芯片的注射成型过程中,会出现微结构复制不完全的情况,通过数值模拟研究了熔体温度、模具温度、保压压力、注射压力等 4 个因素对于微结构复制程度的影响。其中,熔体温度、模具温度、

保压压力的升高有利于微结构复制程度的提高,其中以熔体温度和模具温度的影响最明显,分别体现在微结构横向和纵向方向上的复制,保压压力次之,注射压力的影响较其它 3 个因素弱,对于微结构复制程度的提高作用不明显。

参考文献

- [1] 郑小林,鄢佳文,胡宁,等.微流控芯片的材料与加工方法研究进展[J].传感器与微系统,2011,30(6):1-7.
- [2] 宋满仓,刘莹,祝铁丽,等.塑料微流控芯片的注射成型[J].纳米技术与精密工程,2011,9(4):329-334.
- [3] Song Mancang, Wang Yan, Liu Junshan, et al. Basic experimental studies on injection molding of microfluidic chip [C]// Proceedings of the 8th international conference on frontiers of design and manufacturing. Tianjin, 2008.
- [4] 刘莹,宋满仓,王敏杰,等.微结构塑件注射成型试验研究与缺陷分析[J].高分子材料科学与工程,2010,26(5):104-107.

帝人在美国发展碳纤维热塑性复合材料

碳纤维厂商帝人集团于 2012 年 4 月 1 日在美国密歇根州开启帝人复合材料应用中心(简称 TCAC),该中心主要开发碳纤维增强热塑性树脂基复合材料产品在汽车及其它工业领域中的应用。帝人的碳纤维增强热塑性树脂基复合材料企业专注于研发大量生产这种复合材料产品的创新技术,其成型周期时间不到 1 min,据称该技术是克服此材料在汽车行业面临的一个最大难题的一项突破,代表了碳纤维应用于汽车和其它产品的一个长足进步。

去年 12 月,帝人与通用汽车公司签订协议,拟联手开发在通用汽车公司的轿车、卡车上大量使用先进碳纤维复合材料的技术。这项工作将在 TCAC 进行。(中聚网)

杭州大固开发出一种可取代金属的新型复合材料

近日,一种名为“高性能超支化聚合物固化环氧树脂基玻璃纤维复合材料”的新型材料通过了省级科技成果鉴定。以中国工程院院士、中南大学原校长、粉末冶金和复合材料专家、国家技术发明一等奖获得者黄伯云先生为首,涵盖铁路、船舶、电力、隐形材料、高分子材料等各个学科领域的 13 位鉴定专家,对该技术给予了高度评价,并建议产品尽快投入批量生产,满足市场需求。

这项重大科技成果由杭州大固新材料有限公司历经多年自主研发,通过科学配方,使复合材料有效降低了体系黏度,改善了加工工艺,并显著提高了复合材料的低温冲击强度、均匀性、致密性、色彩均匀性和基体性能。该材料的强度是普通环氧树脂复合材料的 2~4 倍,具有良好的耐疲劳、抗老化、耐腐蚀和绝缘性能,给取代金属材料提供了一种实用的方法。

该材料已申报了 6 项国家发明专利,可运用在铁路配件设施、电力配套设施、船舶制造等多个领域,具有广阔的市场

前景和经济效益。产品投放市场后,可提高我国同类产品在国际市场上的竞争力,具有强大的出口创汇能力,同时该材料可取代金属产品,将为国家节约大量的金属矿产资源。

(中聚网)

美国科学家发明能够自我修复的塑料

能够自我修复的手机、平板电脑、汽车,不再是科幻小说里的物品。

在周一的美国化学协会年度会议上,南密西西比大学的 Marek Urban 教授展示了一种新材料,当它的表面乱画或是破裂时它会再生并自我修复,不留下任何划痕。

过去曾有科学家使用嵌入式胶囊填补裂缝的方式来修复材料。Urban 的方法则是通过用日光等外来刺激来修复化学键,从而实现修复裂缝的目的。Urban 一边演示一边进行说明:“我们的新材料尝试着使用仿生原理,当被损害时它会发出红色信号,接着在接触到可见光,或遇到温度和 PH 值改变时自我修复。”

Urban 教授说,新材料的发明受到了人类皮肤的启发。登记显示,美国国防部曾部分资助这一项目,因为除了作为自我修复的智能手机、汽车保险杠,国防部对于使用这种新材料来制造能够自我修复的武器也很感兴趣。(中聚网)

大庆炼化成国内最大世界级聚丙烯生产基地

大庆炼化第二套年产 30 万 t 聚丙烯装置计划 6 月底中期交工,届时该公司聚丙烯的生产规模将达到 60 万 t/a,成为国内最大的世界级聚丙烯生产基地之一。

为保证装置开工生产后路畅通,大庆炼化营销部门牵头组织召开了二期聚丙烯产品运输衔接会,做好产品出厂前的仓储、运输等各项准备工作。他们提早关注,科学筹划,在现有仓储能力较低、装车条件较差的情况下,开辟新的运输途径,不断改善炼化公司聚丙烯产品的外运环境。(慧聪网)