

模腔压力曲线在注塑工艺参数优化中的应用

陈金伟 徐百平

(广东轻工职业技术学院轻化工程系, 广州 510300)

摘要 以具体实例阐述了通过监测模腔压力变化曲线实现对制品成型工艺参数的优化。利用模腔压力曲线可以准确快速获得最佳的工艺参数,使得获取最优工艺参数的途径由“经验”依据走向“科学”依据。在不同性能的注塑机上生产时,以该曲线为标准设置工艺参数,可大大节省调试时间。

关键词 模腔压力 注塑 工艺参数优化

注射成型的工艺参数决定了制品的质量,是成型过程中非常重要的指标^[1]。如何通过工艺参数的调节优化实现对注射成型制品质量进行有效的控制,一直是研究的热点。目前优化工艺参数采用的主要方法有:采取试模打样,然后根据成型制品的外观及性能再优化参数。由于无法掌控制品的成型过程,因而判断时存在着经验主导及随机性;采用 CAE 分析也是一种较好的优化方法^[2-3],但由于所采用模型及模拟条件的假定理想化,造成模拟结果与实际有一定的偏差,因而在高质量、零次品的制品成型过程中是不允许的。注射成型过程中模腔压力是各种工艺参数共同作用的结果^[1],是制品质量的综合指标,不仅与注塑压力有关,还与熔体温度、模具温度、 $V-P$ 切换位置、保压时间、冷却时间、原料性质、模具结构密切相关,其直接决定制品质量,是制品成型过程的“指纹”^[4]。如果能够获取制品成型过程的模腔压力曲线,便可以了解制品成型的真实过程,从而实现对工艺参数的控制。模腔压力监测装置可以获得模腔压力变化曲线,进而实现对工艺参数进行有数据依据的调节,最终获得一定条件下最优工艺参数。笔者通过具体实例来说明利用模腔压力曲线实现对工艺参数优化的过程。

1 注射成型工艺参数优化实验

1.1 模腔压力曲线的作用^[4-7]

熔体的填充过程直接决定制品质量。模腔压力技术可精确反映熔体在注射阶段、压实阶段、保压阶段及冷却阶段的状态,掌握熔体在模腔中的流动过程,找出问题的症结,从而科学地解决问题。例如,熔体流动是否平衡,制品是否存在残余压力等都可以从模腔压力曲线的形态直观地观察出来。

图 1 是模腔压力曲线。其中压力传感器放置在浇口附近。该曲线清楚地反映了熔体在注射阶段、压实阶段、保压阶段及冷却阶段的状态。模腔压力

曲线在开模前若不能回归到大气压,说明制品中存在残余压力,在实际生产过程中,要尽量降低残余压力值。

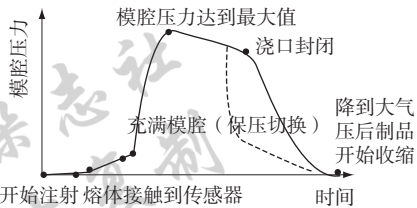


图 1 模腔压力曲线

1.2 实验仪器及设备

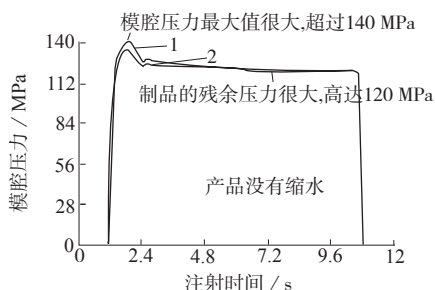
压强传感器:6157BA 型,瑞士 Kistler AG 公司;
数据采集系统: CoMo Injection 型,瑞士 Kistler AG 公司;
聚碳酸酯(PC):台湾奇美公司。

1.3 实验内容

某手机外壳厚度为 0.8 mm,为解决制品成型过程中出现缩水问题,依经验调机试模最终采用表 1 所示参数,制品缩水问题得到解决,外观较好,但成型的制品残余应力较大,在使用过程中容易出现变形和开裂。图 2 为其模腔压力曲线。由图 2 可看出,其最大模腔压力较大,曲线不光滑,残余压力较大。笔者拟通过监测模腔压力变化曲线,在解决制品缩水的同时可以解决残余应力问题。

表 1 依经验所得的工艺参数

项 目	螺杆段数				
	5	4	3	2	1
位置 /mm	6	18	24	25	30
速度 /mm · s ⁻¹	20	140	85	10	25
注塑压力 /MPa	240				
保压压力 /MPa	140				
保压时间 /s	0.25				
$V-P$ 切换点 /mm	4.2				
冷却时间 /s	8				



1—上模腔压力曲线; 2—下模腔压力曲线

图2 优化参数前的模腔压力曲线

实验步骤为: (1) 进行保压压力调节实验保压压力分别为 0、180、200 MPa;

(2) 进行保压时间调节实验, 保压时间分别为 0.5、0.75、1.5 s;

(3) 进行 $V-P$ 切换点参数调节实验, $V-P$ 切换点分别为 3.8、3.6、3.4 mm。

1.4 传感器安装位置

传感器安装位置对测量结果影响很大。越靠近浇口, 压力值越大, 压力信息越丰富, 压力测量时间也越长, 更能反映熔体充模过程。笔者将传感器安装在浇口附近。

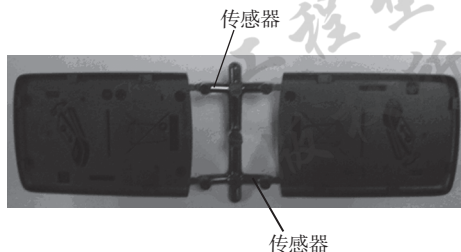


图3 传感器安装位置

模腔压力曲线监测系统由模腔压力传感器、连接电缆、电荷放大器、数据采集系统等 4 部分构成。在每个模腔中安装一个传感器, 共安装 2 个。数据采集系统 CoMo Injection 内置电荷放大器, 采用多通道接口, 能同时显示 8 条模腔压力曲线。

2 结果与讨论

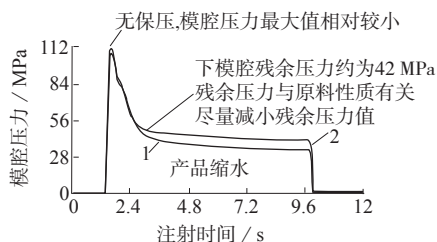
2.1 利用模腔压力曲线调节保压压力

图 4 为不同保压压力时采集到的模腔压力曲线。从图 4 模腔压力曲线可以看出:

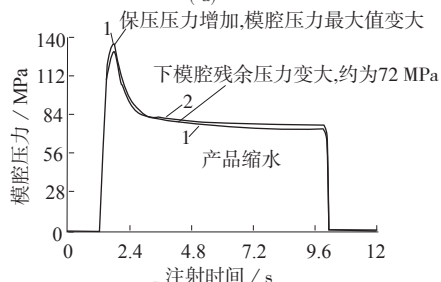
(1) 保压的作用在于压实熔体与补料。无保压压力时, 熔体没有被压实会迅速冷却, 导致压力迅速下降, 因此模腔压力最大值较小, 模腔压力下降较快;

(2) 随着保压压力增加, 越来越多的熔体被注入模腔, 因此模腔压力值逐渐变大;

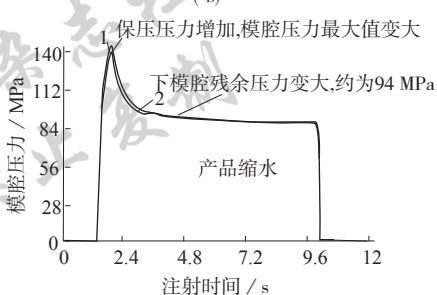
(3) 保压压力的增加, 意味着分子链段受剪切、



(a)



(b)



(c)

1—上模腔压力曲线; 2—下模腔压力曲线

a—无保压压力; b—保压压力为 180 MPa; c—保压压力为 200 MPa

图4 不同保压压力时采集到的模腔压力曲线

挤压力度增加, 因此, 制品的残余压力也逐渐增大。

结果表明, 提高保压压力不能解决缩水问题, 需要调节其它工艺参数。

2.2 利用模腔压力曲线调节保压时间

图 5 示出不同保压时间时的模腔压力曲线。从图 5 可以看出:

(1) 保压时间从 0.5 s 增加到 0.75 s 时, 模腔压力最大值变大, 但继续延长保压时间, 模腔压力最大值基本保持不变, 说明保压对模腔压力最大值没有影响。

(2) 保压时间从 0.5 s 增加到 0.75 s 时, 制品的残余压力有所增大, 由 0.5 s 时的 74 MPa 提高到 0.75 s 时的 86 MPa; 但继续延长保压时间, 制品的残余压力基本保持不变, 说明保压压力对制品的残余压力影响较少。浇口完全封闭后, 保压压力对模腔压力及制品性能没有任何影响。

试验发现, 保压时间从 0.5 s 增加到 1.5 s 后, 制品仍然缩水。调节保压时间不能解决问题, 仍需

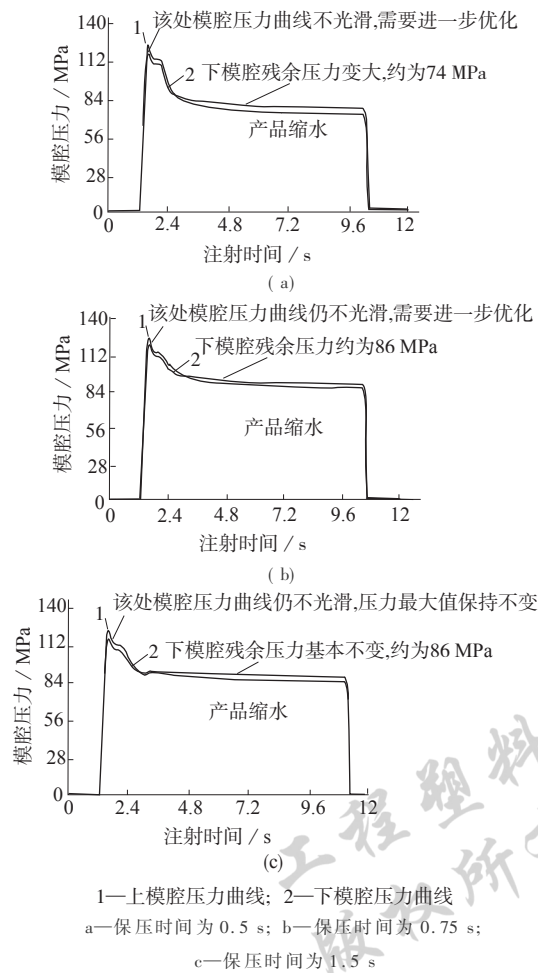


图 5 不同保压时间时采集到的模腔压力曲线

要调节其它工艺参数。

2.3 利用模腔压力曲线调节 V-P 切换点

由以上分析可知, 在此制品成型过程中保压压力和时间的调整均不能解决制品缩水和残余应力较大的问题, 故维持原有工艺参数不变, 进行 V-P 切换点优化实验。图 6 示出不同 V-P 切换点时的模腔压力曲线。

由图 6 可以看出:

(1) 通过改变 V-P 切换点, 可以很快解决制品局部缩水问题。当 V-P 切换点优化前的 4.2 mm 降低到 3.8 mm 时, 曲线开始变得光滑, 残余压力降低到 56 MPa, 制品存在缩水; 当 V-P 切换点降低到 3.6 mm 时, 曲线完全光滑, 残余压力维持在 56 MPa, 无缩水; 继续减小 V-P 切换点, 曲线光滑, 无缩水, 但残余应力开始升高。

(2) V-P 切换点位置为 3.6 mm 时, 曲线光滑, 制品质量较好, 此工艺参数最佳。

(3) 最佳工艺参数(图 6) 与凭经验设定的工艺

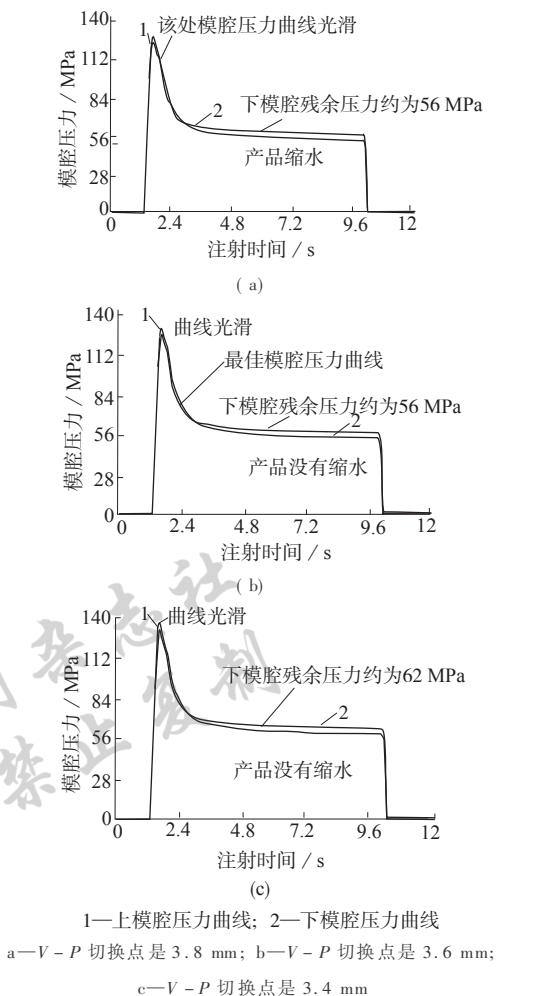


图 6 不同 V-P 切换点时的模腔压力曲线

参数(图 2) 相比, 模腔压力最大值由 140 MPa 降低为 130 MPa, 制品的残余压力由 120 MPa 降为 56 MPa。

优化后的工艺参数如表 2 所示。

项 目	螺杆段数				
	5	4	3	2	1
位置 /mm	6	18	24	25	30
速度 /mm · s ⁻¹	20	140	85	10	25
注塑压力 /MPa	240				
保压压力 /MPa	140				
保压时间 /s	0.25				
V-P 切换点 /mm	3.6				
冷却时间 /s	8				

3 结论

(1) 模腔压力是成型过程参数, 与各种成型工艺参数密切相关。模腔压力变化曲线为工艺参数的调节提供科学依据, 利用该曲线可以快速准确地获得最优化的工艺参数。

(2) 工艺参数优化后,模腔压力曲线光滑,制品质量较好,生产稳定。此时的成型工艺参数是最优参数。在不同性能的注塑机上生产时,以模腔压力曲线为标准设置工艺参数,可大大节省调试时间。

因此,利用模腔压力曲线的监测可以研究各种成型工艺参数对制品性能的影响解决实际生产中的工艺参数调节问题,为生生产者提供一条科学解决问题的途径。

参考文献

[1] 王兴天. 注塑成型技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.

- [2] 余卫东, 陈建. Moldflow 技术在注塑成型过程中的应用[J]. 计算机辅助设计与制造, 2002(5): 33-35.
- [3] 兰芳. 基于 CAE 的注塑件结构及成型工艺参数优化[J]. 工程塑料应用, 2009, 7(5): 42-44.
- [4] Bernhard Bill, Measuring with crystals[M]. [S.l.]: Verlag Moderne Industrie, 2002.
- [5] Stahl J Koch F. The cavity pressure profile must be right[J]. Kunststoff/Plast Europe, 2005(9): 1-4.
- [6] 郑荣成. 模腔压力监测技术[J]. 国外塑料, 2005, 25(6): 62-66.
- [7] 郑荣成. 模腔压力监测与零缺陷部件的优化注塑工艺[J]. 国外塑料, 2007, 25(5): 76-78.

THE APPLICATION OF CAVITY PRESSURE PROFILE IN THE INJECTION MOLDING PROCESS PARAMETERS OPTIMIZATION

Chen Jinwei, Xu Baiping

(Department of Chemical Engineering, Guangdong Industry Technical College, Guangzhou 510300, China)

ABSTRACT By monitoring the cavity pressure curve of the products, the optimization of forming process parameters was achieved. The use of cavity pressure curve could accurately and quickly obtain the optimum process parameters, the way that we obtained the optimum process parameters was changed from experience to scientific basis. When production in different injection molding machines, it could save a lot of debugging time to set process parameters if the curve was regarded as the standard cavity pressure curve.

KEYWORDS cavity pressure, injection molding, process parameters optimization

济南裕兴钛白粉项目规模位居亚洲最大

济南裕兴化工有限责任公司正规划建设 30 万 t 钛白粉、6 万 t 清洁铬盐项目, 目标是亚洲规模最大、技术最先进的铬钛生产基地。

2009 年初, 10 万 t 金钛白粉项目一期工程开始建设, 投资 17 亿元, 目前已基本竣工, 达到了试车条件。本次年产 10 万 t 钛白粉项目及配套公用工程同步一次性建设。项目全部建成后, 将达到年产 30 万 t 金红石型钛白粉的规模, 位居亚洲同行业第一, 世界前三。(工塑网)

英国科学家发明储电塑料, 有望取代目前电池

近日, 英国科学家研制出一种能够充放电的塑料。这种新型塑料有望取代目前手机、随身听、汽车等使用的电池。

伦敦帝国理工学院研究人员制作的新型储电塑料样品约 32 cm², 厚度与一块饼干相近, 充电 5 s 秒后能为一个发光二极管供电 20 min。

这种储电塑料工作原理与传统电池类似, 由 3 层纤维材料组成。上下两层碳纤维覆盖导电树脂, 分别充当正负极; 中间夹层为玻璃纤维。

但研究小组成员称, 这种储电塑料并不是真正的电池, 而更类似一个超级电容器。它比传统电池更轻薄、充放电速度更快, 使用时也不会发生化学反应, 因此寿命更长。

研究人员与瑞典沃尔沃汽车公司合作, 正研究将这种材料应用于该公司的油电混合动力车, 以减轻汽车质量并提高

工作效率。这一研究成果的应用范围可以扩大至手机、随身听等小型设备。(工塑网)

保时捷新款跑车采用聚酰胺轻型稳定器

国际知名的汽车发动机悬置制造商康迪泰克振动控制公司与巴斯夫携手为新款保时捷 Panamera 提供了新型稳定器。这种集成型组件由 Ultramid CR 产品系列中的高强度聚酰胺和 NR⁺ 天然橡胶的混合物制成, 不但能够承受高达 650 N·m 的发动机扭矩, 还提供了良好的吸声性, 并且可以保证汽车发动机的稳固安装。与具有相似功能的金属组件相比, 使用这种材料将该部件的质量降低 35%。

新型稳定器设计基于巴斯夫聚酰胺材料 Ultramid, 并利用对巴斯夫材料通用的 ULTRASIM 仿真程序包。康迪泰克振动控制公司进行的测试台试验和保时捷进行的汽车试验均证实开发的结果符合要求。(塑料橡胶)

泰科纳电子制件用低氯含量的 LCP 树脂

Ticona 工程聚合物公司推出了一种新的 Vectra LCP 合金, 主要应用于连接器、开关和其它电子产品, 其氯含量低于 9 × 10⁻⁴, 在不降低其它性能的同时改善了合金的加工性能, 新品合金中不含阻燃剂, 其阻燃级别可达到 UL94 V-0。牌号为 Vectra V143LC 的无卤阻燃 LCP 合金可承受无铅热焊接温度, 可用于替代含有添加剂的高温阻燃尼龙树脂, 因为尼龙树脂中的添加剂可能会引起设备腐蚀和降低材料性能以及影响产品表面质量。(中聚网)