

工艺参数对气体辅助注射成型结果的影响

沈洪雷

董祥忠

(常州工学院,常州 213002) (四川大学,成都 610065)

摘要 以轿车保险杠为例,利用正交设计法和模塑流动软件定量分析了气体辅助注射成型的四个主要工艺参数对成型结果的影响。结果表明,制件的最终质量是各参数综合作用的结果,其中,熔体/气体延迟时间对成型结果的影响最大,气体注塑压力次之,预注射量最小。

关键词 气体辅助注射成型 参数 定量 计算机辅助工程

气体辅助注射成型(GAIM)是在传统注射成型基础上发展起来的,在20世纪90年代才进入实用化阶段的一种新型成型工艺。它的成型一般有预注射、注气、保压、排气回收、脱模等几个过程。目前,几乎所有用于传统注射成型的热塑性塑料及部分热固性塑料都可以采用GAIM法来成型^[1]。

GAIM由20世纪70年代发展至今,其关键技术已得到不断的完善。由于用该法所生产的制件除具有较高的刚度和强度外,更具有良好的表观质量,并可大大降低注塑压力、锁模力以及制件内应力等传统注射成型所不具备的一系列优点,所以,GAIM已经被广泛地用来成型涉及到家电、汽车、电子电器等各个领域的结构件和功能塑料件,尤其在大型塑料件上的应用优势更为明显。因此,早在多年前美国、日本、韩国等国家就已大量用于生产大型注塑件。在我国,GIAM在电视机外壳注塑件的生产中已有所应用,近几年也正逐渐应用于其它产品的开发。

GAIM中的关键工艺参数很多,控制不好很容易出现如延迟线、吹穿及“手指效应”^[2]等问题。工艺参数的优化和设定可以说是气辅成型能否成功的关键一步,所以有必要探讨工艺参数对成型结果影响的程度。

笔者用一实例,利用模塑流动软件及正交设计法进行定量的分析。

1 模拟结果

1.1 浇口及气道的设置

在GAIM中,考虑到气道的设置及气辅的作用,笔者采用四个浇口来成型。制件及浇口分布^[3,4]如图1所示。

对于保险杠类大面板件来说,可以将它看成为大而复杂的板状类制件,以它的加强筋作为气体通

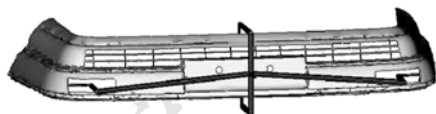


图1 制件及浇口分布简图

道。保险杠原有的加强筋因又细又密,无法给气体提供良好的通道,所以,在保留原保险杠不变的情况下,在适当位置将加强筋改设为较厚较宽的加强筋。通过比较,决定在制件上下、左右两侧对称开设四条加强筋作为气体通道。对于板类制件来说,气道加强筋尺寸的选取基本原则为^[5]:气体通道的高度 $H = (0.7 \sim 1) \times B$,宽度 $B = (2 \sim 4) \times T$, T 为制件壁厚。

1.2 模拟试验及结果^[6~8]

GAIM中的预注射部分和传统注射过程类似,而在注气过程中,分别只改变其中某一个参数值(这里只考虑预注射量、延迟时间、充气压力、充气时间四个参数)进行模拟试验,结果如表1所示。

2 工艺参数对成型结果的影响

GAIM中的各个参数对成型结果影响不同,笔者采用正交设计的数学方法定量地分析这些工艺参数对成型结果(气体百分比、件重等)的影响^[9]。

2.1 考察因素及水平

选择预注射量、熔体/气体注射延迟时间、气体注射充气压力及充气时间四个因素,其余因素假设都保持不变;对上述四个因素都考察三个水平,如表2所示。

2.2 模拟试验及结果

运用正交设计法中 L_9 表进行模拟试验,并将其模拟的结果进行相关计算,考察的指标为成型后的气体百分比。结果如表3所示。

表 1 不同参数模拟结果

项 目	参 数 值											
预注射量 / %	88	94	98	94	94	94	94	94	94	94	94	94
延迟时间 / s	1	1	1	0	1.8	2	1	1	1	1	1	1
充气时间 / s	25	25	25	25	25	25	12	20	30	25	25	25
充气压力 / MPa	25	25	25	25	25	25	25	25	25	18	20	30
充满时间 / s	4.8874	4.8874	4.8874	4.324	4.8874	4.8874	4.8874	4.8874	4.8874	4.8874	4.8874	4.8874
最大浇口压力 / MPa	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537	36.537
最大锁模力 / 10 ⁶ N	6.6161	6.5910	6.5662	6.8880	6.5284	6.5118	6.5985	6.5998	6.5949	4.7337	5.1743	7.9923
制件总重 / kg	4.1681	4.1814	4.1978	3.8347	4.2216	4.2316	4.1815	4.1815	4.1815	4.1815	4.1815	4.1696
气体百分比 / %	8.5294	8.1378	7.8472	16.023	7.3754	7.1625	7.2134	8.0894	8.5312	7.8444	7.9255	8.5700

表 2 考察因素及水平

因素	预注射量 / %	延迟时间 / s	充气压力 / MPa	充气时间 / s
一水平	88	1.0	20	20
二水平	92	1.6	25	25
三水平	96	2.0	30	30

表 3 模拟试验结果及相关计算值

试验号	1	2	3	4	气体百分比 / %
	预注射量 / %	延迟时间 / s	充气压力 / MPa	充气时间 / s	
1	88	1.0	20	20	8.0021
2	88	1.6	25	25	7.6011
3	88	2.0	30	30	7.5394
4	92	1.0	25	30	8.5793
5	92	1.6	30	20	7.5731
6	92	2.0	20	25	6.8323
7	96	1.0	30	25	8.1929
8	96	1.6	20	30	7.2830
9	96	2.0	25	20	6.6944
I	23.1426	24.7743	22.1174	22.2696	
II	22.9847	22.4572	22.8748	22.6263	
III	22.1703	21.0661	23.3054	23.4017	
I / 3	7.7142	8.2581	7.3725	7.4232	
II / 3	7.6616	7.4857	7.6249	7.5421	
III / 3	7.3901	7.0220	7.7685	7.8006	
极差	0.3241	1.2361	0.3960	0.3774	

注：Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ分别表示一、二、三水平模拟试验结果的总和。

由表 3 可知, 四个因素的极差大小排列为: 延迟时间 > 充气压力 > 充气时间 > 预注射量, 而极差的大小即表示该工艺参数变化对成型结果影响程度的大小。因此, 熔体 / 气体注射延迟时间的变化对成型结果的影响最大, 而预注射量对成型结果的影响最小, 在选取延迟时间时应慎重考虑, 且其值的波动不应太大; 而对于极差很小的参数如预注射量来说, 可结合生产工艺、成本等各方面因素加以综合考虑选取。

3 结果分析^[10~12]

在 GAIM 中, 气体穿透好坏的程度是气辅成型技术的一个重要标志, 它影响到制件的刚度、强度和表观质量, 而它又受到各成型工艺条件的影响。因此, 在设定气辅成型工艺条件时应从以下多方面考虑。

预注射量 对同一种制品来说, 随着预注射量的逐渐增加, 气体注入量必然会减少。所以, 气体穿入的长度及气体穿透率亦相应下降, 有可能还会导致末端气道无法被气体充填, 而在该处表面形成凹陷、缩痕或变形等现象。由于预注射量对成型结果的影响程度比较小, 因此, 它的确定可视制件等实际情况而定。

熔体 / 气体延迟时间 延时的主要目的是使浇口、薄壁等处先行冷凝固化, 防止气体反灌或乱串。这段时间虽短, 但它对成型结果等的影响程度是最大的。短的延迟时间有利于气体穿透的程度, 但也容易造成高温低粘下的熔体被吹穿。随着充气延迟时间的延长, 气体的穿透长度 / 百分比、前锋料流速率以及注塑机的锁模力也将随之不断下降。但充气延迟时间过长, 则会影响气体穿透的能力, 从而削弱气辅成型的效果。一般来说, 在许可的情况下, 应尽可能地采用短的充气延迟时间。

气体注射压力 在模拟试验中发现, 当气体压力小于 18 MPa(如取 10 MPa 或 15 MPa) 时, 制件就会出现明显不能被穿透的现象, 如采用高的气体注射压力和注射速率时, 则会使熔体摩擦生热, 降低熔体粘度、减薄冻结层, 从而保证气体顺利穿入, 增加穿入长度及气道中的中空体积。同时, 也有利于通过气体的二次穿透, 以补偿因熔体收缩引起的表观凹陷现象。但当充气注射压力过大时, 有可能会出 现气体反灌或“手指效应”。所以, 气体注射压力也是一个很重要的参数, 在 GAIM 中, 一般将气体压力

值控制在 5 ~32 MPa。

气体注射和保压时间 由前面模拟试验数据可看出, 气体注射时间对成型结果的影响与气体注射压力的作用基本相似。随气体注射和保压时间的延长, 气体穿透率有所增大, 也将会有利于制件充分冷却, 减少制件后收缩和变形, 但会延长制件成型周期。同时, 在模拟试验中看到, 当预注射量为 94%、延迟时间为 1 s、充气压力为 25 MPa、充气时间为 25 ~30 s 时, 锁模力反而有所降低, 这可能是由于“手指效应”造成的, 故也应综合考虑。

当然还有如气体入口位置、熔体注射温度、气体注射速率以及模具温度等也对成型结果有一定的影响, 这里不再阐述。

4 结语

GAIM 中的各工艺参数对成型结果的作用不是单一的, 高的压力、长的保压时间和高的模温虽都有利于气体穿透程度和制件质量, 但会延长成型周期; 而减少预注射量和缩短充气延迟的时间, 有利于气体的穿透, 但又可能会引起短射或吹穿等问题。因此, 各工艺参数的设定还应根据塑料原料、模具、设备等实际生产情况及操作者的经验加以综合考虑。另外, 应尽可能地利用计算机辅助工程(CAE) 进行必要的模拟试验, 以制定出更加合理、优化的工艺条

件。

参 考 文 献

1 申长雨, 陈静波, 刘春太. 气体辅助注射成型技术. 工程塑料应用, 1999, 27(9) : 25

2 Lu X, Ching H H, Fong L, et al. Study of “gas fingering” behavior in gas-assisted injection molding. Polymer Engineering and Science, 1999, 39(1) : 62

3 董祥忠. 超大型塑料注射模的设计. 塑料工业, 1995, 23(3) : 26

4 董祥忠, 李年伟, 沈洪雷. 奥拓轿车前保险杠注塑模浇注系统 CAE 分析. 工程塑料应用, 1999, 27(12) : 28

5 王涛, 王鹏驹. 气体辅助注射成型制品及模具设计的基本原则. 模具工业, 1999(12) : 30

6 李伟, 李荣勋, 杨智明, 等. CAE 在汽车保险杠浇注系统设计中的应用. 中国塑料, 2001, 15(1) : 48

7 陈美美. 97 cm 彩电前壳气体辅助注射模. 模具工业, 1999(6) : 32

8 陈文雄. 74 cm 电视机前壳气辅注射模设计. 模具工业, 1999(10) : 36

9 马希文. 正交设计的数学理论. 北京: 人民教育出版社, 1981.

10 梁继才, 付沛福, 孙志斌. 气体辅助注射成型关键技术研究. 合成树脂及塑料, 2001, 18(2) : 26

11 王东燕, 梁瑞凤. 气体辅助注射成型技术应用. 工程塑料应用, 1999, 27(1) : 7

12 Yang S Y, Chu P T. Void shape in gas-channel ribs in gas-assisted injection-molded plates. Advances in Polymer Technology, 1999, 18(1) : 11

THE INFLUENCE OF PROCESSING PARAMETERS ON THE RESULT OF GAS-AIDED INJECTION MOLDING

Shen Honglei

Dong Xiangzhong

(Changzhou Institute of Technology, Changzhou 213002, China) (Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT Taking the front-bumper for example, the quantitative analysis of the parameters influencing on the result was introduced using the method of orthogonality and computer-aided engineering. In gas-aided injection molding, every processing parameter has influence on the molding result, the delay time has the most apparent influence on the result, the injection pressure is the second and the shot capacity is the smallest.

KEYWORDS gas-aided injection molding, parameter, quantitation, computer-aided engineering

欢迎查询有关广告

对于在我刊刊登的所有广告, 如读者需要查询更详细的资料或了解情况, 请填写《读者查询广告资料服务卡》后寄回或来函。本杂志社将为您提供或转请有关单位提供资料, 以满足您的要求。如需购买任何广告单位的材料、设备、仪器及配件等产品, 我社将帮助您联系, 以保证产品质量, 争取优惠价格。欢迎各单位在我刊刊登广告。刊登办法函索即寄。

《工程塑料应用》读者查询广告资料服务卡

No_____

读者姓名_____单位_____

通讯地址_____电话_____邮政编码_____

欲获得《工程塑料应用》_____年第_____期第_____页_____

广告中有关_____的详细资料。

如空位不够, 请另附纸。填好后请寄回。

山东省济南市 108 信箱杂志社

邮政编码: 250031