

改性 PP 轿车保险杠注塑工艺分析与过程控制^{*}

郭幼丹

(集美大学, 厦门 361021)

摘要 应用改性聚丙烯(PP)生产轿车保险杠,通过分组实验,分别对改性PP的材料自身条件、温度、注塑压力、注射速率等工艺参数进行分析,得出最佳的工艺方案和工艺参数,为生产高质量塑料保险杠提供帮助。

关键词 改性 聚丙烯 保险杠 工艺 控制 分析 性能

汽车保险杠是司乘人员生命的保障,传统的汽车保险杠是以金属材料为主,其安全防护功能和质量都受到一定的限制,采用改性聚丙烯(PP)作为轿车保险杠的材料,具有熔体流动性能好、注塑质量高、力学性能好、尺寸稳定性好、耐热等级高等优点,特别是具有更好的强度、刚性和装饰性,对提高汽车性能、质量、保障汽车使用安全和车身轻量化等都有着积极的意义^[1]。采用热流道技术生产轿车塑料保险杠,产品变形小、内部结构均匀、一致性好、表面质量高,强度、刚度和抗冲击性能大大提高,较好地改善轿车塑料保险杠的表面质量和力学性能,从而较好地保证了轿车塑料保险杠的质量^[2]。但由于改性PP性能的多变性和热流道注塑技术的复杂性,带来注塑过程工艺参数控制的不确定性,对塑料保险杠的生产和质量带来一定的影响^[3],因此,对轿车塑料保险杠生产过程中的工艺过程和主要工艺参数进行分析,得出最佳的工艺方案和工艺参数,实现过程控制,是生产改性PP轿车保险杠的关键。

1 试验方案设计

1.1 试验方案

通过分组实验,分别对改性PP的材料自身条件、温度、注塑压力、注射速率等工艺参数进行分析,提出合理的工艺方案和工艺参数,为生产高质量塑料保险杠提供帮助。

1.2 试验用原料及设备

改性PP: 用乙烯-辛烯塑料(POE)改性。

模具: 应用并行工程技术自行研制的热流道注射模。

设备: XS-ZY-4000型注塑机,主要参数见表1。

表1 实验用注塑机主要参数

额定注射量/cm ³	注塑压力/MPa	最大成型面积/cm ²	锁模力/kN	最大开合模行程/mm
4000	106	3800	10000	1100

1.3 改性PP基本性能

本研究采用的改性PP的拉伸强度可达20 MPa,断裂伸长率为500%,弯曲强度为19 MPa,室温下缺口冲击强度大于750 J/m, -40℃时缺口冲击强度大于350 J/m,热变形温度大于105℃,稳定性在氙灯人工加速老化实验中大于3000 h,颜色、成型收缩率、熔体流动速率(MFR)等可根据用户要求在很宽的范围内进行调整。生产的产品具有变形小、尺寸稳定性好、冲击性能好等特点。

2 主要参数分析与控制

2.1 改性塑料黏度的影响与控制

改性PP自身条件的影响主要体现在黏度、MFR等方面。注塑过程中改性PP自身特性的变化、外界温度、预热时间、注塑压力、注射速率等条件的变化都可使黏度和MFR发生变化。一般情况下,黏度越小,熔体粘性越差,流动性越好,成型越容易,但黏度太小,注塑中容易产生飞边等缺陷。试验得出,用于生产塑料保险杠的改性PP,其黏度在2.0~3.0 Pa·s, MFR可在2.0~40 g/10 min。

(1) 分子量与添加剂对黏度的影响

改性PP的分子量越大,分子量分布越窄,黏度越大,流动性能越差。低分子添加剂可以降低大分子之间的作用力,使黏度减小,提高流动性能,易于注射成型^[4]。

(2) 预热对黏度的影响

预热时间和温度对改性PP的黏度影响很大。随着预热时间的延长,改性PP的熔体温度升高,黏度降低。试验表明,不同配方的改性PP熔体黏度随预热时间和温度变化而改变的幅度有所不同,但变化规律大致一致。随着预热时间的延长改性PP

^{*} 福建省教育厅科技项目(JB08178)、厦门市自然科学基金项目(3502Z20083022)

收稿日期: 2010-12-20

的温度在升高,当改性 PP 的温度达到一定值后,升高温度对提高流动性、降低熔体黏度作用很小,温度过高,能耗加大,反而得不偿失。

(3) 剪切速率对黏度的影响

剪切速率主要体现在两个方面,一是注塑机螺杆的转速,另一是注射速率带来的剪切速率的变化,有效的增加剪切速率可使塑料熔体下降。对于改性 PP,螺杆转速一般选择 40 ~ 70 r/min,螺杆转速太高,则剪切速率过大;螺杆转速太低,满足不了注射要求。

(4) 压力对黏度的影响

压力对黏度的影响比较复杂,它与温度、剪切速率等因素相互作用,构成有机整体共同影响黏度。对于改性 PP,应用热流道模具技术生产汽车保险杠,应注意发挥高速注射的作用,即高剪切速度的作用,而不应盲目地将压力提高。

2.2 注射温度的影响与控制

随着注射温度的提高,改性 PP 熔体的黏度下降,这对充模是有利的,也较容易得到表面光泽的制品,但过高的熔体温度会使改性 PP 降解,造成力学性能急剧下降。

试验表明,若改性 PP 的料温配置不当,会产生改性 PP 分解或产生螺杆不转或空转,使料筒前端的稀薄熔料向进料方向回流,进入到螺纹端面与料筒内壁间的微小间隙,此时受到较低温度冷却的作用,会固化成一层薄膜卡在两个壁面之间,产生螺杆打滑或不能转动,进料受阻。因此,正确配置注塑机料筒各段温度,确定改性 PP 在注塑机料筒中停留的时间,既能较好地保证改性 PP 加热均匀、塑化良好、顺利注射充模以及不引起分解,同时又克服了改性 PP 对温度的敏感性。料温的配置一般都是从进料段到出料段逐渐升高,为了防止改性 PP 过热分解和制件颜色变化,出料段的温度也可略低于中段^[5]。对于尺寸大而结构又较为复杂的汽车保险杠,制件质量与注射量较接近,可选择较高的注射温度,同时采用降低塑化温度、提高注塑压力或注射速率等办法来强行充模。对螺杆不转,可暂时关闭进料口冷却水,快速升高加料段温度,一般升温幅度比改性 PP 的熔点高 50℃左右,同时出料段温度降低至熔化温度,10 min 后再转动螺杆,待螺杆松动后重新开机缓慢加料。

2.3 压力的影响与控制

(1) 注塑压力

注塑压力上升的速度和大小对成型过程的诸多因素都会产生很大的影响,注塑压力的选择主要根据 PP 改性后的性能、保险杠的结构形状、厚薄等进行。在注射过程中,实际施用的压力应比充满型腔的压力略高,在生产条件和制件质量许可的情况下,建议采用高温低压的工艺条件。

(2) 保压压力

采用热流道技术生产汽车保险杠,保压压力取注塑压力的 50% ~ 60%。保压压力太高或保压时间太长,可能将浇口及流道上的冷料挤进制件内,使靠近浇口位置上出现冷料亮斑,同时会延长成型周期。由于 PP 改性后性能发生变化,容易出现浇口冷凝封闭以前模腔中尚未硬化的改性 PP,在残余压力作用下向浇口料源方向倒流;或因制件的收缩,产生真空泡;或因制件过大的注塑压力而产生粘模爆裂或弯曲变形等现象。为克服上述现象,在保压过程中要及时补充靠近浇口位置的料量。

(3) 背压压力

背压的选择会直接影响混和效果。适当加大背压,会加强混和效果,同时有助于排除保险杠中的各种气体,减少银纹和气泡现象。适当的背压还可以避免料筒内局部滞料现象。

2.4 注射速率的影响与控制

(1) 注射速率的影响

低速充模能较好地保证流速平稳,制件尺寸比较稳定,波动较小,制件内应力低,内外各向应力一致性较好,但制件易出现分层、熔接痕、水纹等;低压高速充模则可改进制件的光泽度和平滑度,消除熔接痕及分层现象,收缩凹陷小,颜色更均匀一致,但易产生“自由喷射”,出现滞流或涡流;温升过高,制件颜色发黄,排气不良,脱模困难;黏度过高,则可能产生熔体破裂,制件表面产生雾斑,内应力增加引起的翘曲和沿熔接痕开裂的倾向^[5]。对于汽车塑料保险杠,由于改性 PP 黏度高,制件壁厚相对整体尺寸较小,制件成型流程长,冷却速度快,宜采用高速注射。

(2) 多级调速的应用

由于保险杠各部位几何条件不同以及热流道浇注系统浇口位置的限制,不同部位对于充模时改性 PP 熔体的流动(尤其是注射速度)要求是不一致的。因此,在注射过程中要根据保险杠的形状,壁厚相对较薄、形状较为复杂的部分进行快速充模,而对于入水口和易烧焦处用低速或中速充模,即采用低

速-高速-中速的多级调速充模过程,以达到提高制件外观和内在质量的目的。

2.5 应用实例

以某配方的改性 PP 汽车保险杠为例,说明注塑工艺与参数的设定。

熔融温度要求 185 ~ 220℃, 最高不超过 230℃。一般选取料筒前部温度为 185℃ 左右, 后部温度 220℃ 左右。

模具温度要求 40 ~ 60℃, 建议使用 50℃。

注塑压力要求 25 ~ 40 MPa, 最大 45 MPa。建议将注塑压力分两段变换, 在改性 PP 熔体充入 95% 时切换成第二段压力, 第二段压力的大小是第一段压力的 80% 左右。注塑压力高, 易产生飞边, 注塑压力太低, 则易发生欠料注射和缩痕。

背压: 为缩短螺杆后退时间, 可降低背压, 提高螺杆转速。一般螺杆转速为 20 r/min, 背压设为 0.8 ~ 1.0 MPa。

注射速率: 通常使用高速注射可以使内部压力降低, 因此注射速率以快为好, 但注射速率太快, 制品常易发生飞边, 如果制品表面出现了缺陷, 可以采用较高温度下的低速注塑。一般从螺杆开始前进到总注射量的 95% (一段压力需要的时间) 为止, 约为 12 s 左右。

流道和浇口: 使用热流道系统和点浇口。

冷却时间: 因改性 PP 热稳定性好, 因此应提高螺杆转速, 加快混炼, 以缩短冷却时间。冷却时间一般为 30 s。

由于采用热流道系统, 因此注塑机喷嘴送往浇口的塑料始终保持熔融状态, 滞留在浇注系统中的熔料在每次开模时不需要固化作为废料取出, 可在下一次注射时被注入型腔, 实现无废料生产。采用上述工艺生产的轿车塑料保险杠, 原材料耗损小、成型周期短、产品变形小、尺寸稳定性好、冲击性能好, 产品合格率大于 90%。

3 结语

采用经过改性的 PP 制造汽车保险杠, 具有加工性能好、注塑质量高, 产品力学性能好、尺寸稳定性好、耐热等级高等优点, 但由于 PP 经过改性, 其自身性能发生很大变化, 因此改性 PP 的注塑工艺条件、注塑工艺参数发生很大变化, 并直接影响到产品的性能和质量。通过分组实验, 分别对改性 PP 的材料自身条件、温度、注塑压力、注射速率等工艺参数进行分析, 得出最佳的工艺方案和工艺参数, 为高质量生产塑料保险杠提供帮助。

参考文献

- [1] 杨明山. 聚丙烯改性及配方[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009.
- [2] 刘自侠. 浅谈汽车保险杠的设计[J]. 汽车技术, 2005(3): 16-18.
- [3] 郭幼丹. 塑料注射模并行设计与动态模拟模型的研究[J]. 机械设计与制造, 2006(12): 164-166.
- [4] 张玉龙. 塑料粒料制备实例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [5] 郭幼丹. 塑料注射机预塑过程爬行现象的产生与控制[J]. 塑料工业, 2007(1): 29-32.

INJECTION TECHNOLOGY ANALYSIS AND PROCESS CONTROL OF MODIFIED PP CAR BUMPER

Guo Youdan

(Jimei University, Xiamen 361021, China)

ABSTRACT Modified polypropylene(PP) was used to manufacture car bumper. Through grouping experiment, parameters such as PP oneself condition, temperature, injection pressure and injection speed were analyzed. The optimal technology program and parameter were obtained, which were helpful for producing high quality bumper.

KEYWORDS modifying, polypropylene, bumper, technology, control, analysis, performance

霍尼韦尔新型不易燃发泡剂获环保署批准

由霍尼韦尔公司研制的新型产品 HFO-1234ze 已获美国环保署批准, 可用于聚氨酯泡沫和密封胶等中。

这种新产品全球变暖潜值(GWP)仅为 6, 具有不消耗臭氧、不易燃等优点, 可在硬质聚氨酯泡沫、喷雾剂应用、泡沫隔热剂及密封胶中替代 HFC-134a 和 HFC-152a。新产品将使多种应用的能效更高、更加符合环保要求。

(中塑在线)

日本帝人将重组碳纤维业务

日本帝人公司将自 2011 年 4 月 1 日开始将对旗下的碳纤维及复合材料业务进行整合, 组建新的碳纤维和复合材料业务集团, 加速发展其高级复合材料业务。

高级复合材料业务是帝人公司长期发展战略的主要组成部分。新组建的高级复合材料业务将由公司总裁兼首席执行官大八木成男直接管理, 通过整合, 碳纤维及复合材料业务的盈利能力将增强。

(化工报)