

注射成型工艺对橡胶制品质量的影响

张屹,侯明英,陈亚楠,张居广

(中国重汽集团济南橡塑件有限公司,山东 济南 250300)

摘要:介绍注射成型工艺对橡胶制品质量的影响。指出在胶料配方和注射模具结构一定的情况下,注射成型工艺的温度、压力、时间、速度等参数对制品质量有重要的影响。以发动机后支撑总成成为例,综合分析确定其最佳注射成型工艺参数,并结合调整胶料配方改善注射工艺达到提高制品质量的目的。

关键词:注射成型;橡胶制品;质量;工艺参数

中图分类号:TQ330.6

文献标志码:A

文章编号:2095-5448(2021)09-0448-04

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2021.09.0448



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

注射成型橡胶制品的质量主要取决于模具设计与加工、材料的性能和成型过程控制。在材料性能方面,胶料注射成型工艺要求不同于平板模压工艺,在设计上既要适用于注射工艺,还要保持合理成本。当胶料配方和模具结构确定后,制品质量主要取决于注射成型工艺过程即注射生产中各工艺参数是否合适,这是由于注射成型过程的工艺参数直接决定了胶料在模腔中的流动状态,并对制品质量有着最直接、最重要的影响^[1]。因此,合理控制注射成型过程中的各相关参数是提高注射制品质量的有效途径。

本工作以减震件发动机支撑总成成为例介绍注射成型工艺过程及其主要的工艺参数对制品质量的影响,并通过调整胶料配方改善注射成型工艺性能,提高制品质量。

1 注射成型工艺及其参数

注射成型工艺过程包括注射胶料和铁件的准备、注射成型以及制品修边检验3个阶段。其中第1阶段要保证胶条宽度和厚度适宜喂料,否则在入

料时会增大入料压力,缩短螺杆使用寿命,影响胶料工艺性能,甚至引起胶料焦烧。

1.1 成型设备

注射模具和注射机是注射成型的主要装备,有时附带启模装置。

注射模具一般为多腔模,注射胶道的设计对注射成型产品质量至关重要,设计时应考虑以下两点:(1)胶道均匀分布,具有对称性,以保证胶料同时充满型腔;(2)胶道结构一般为半圆形,且至各型腔路径最短。

注射机组成机构有开模机构、合模机构(包括顶出装置)、喂料塑化装置、注射装置和控制系统。整个控制系统控制各部位的温度、时间、压力和速度等。

1.2 成型步骤

以生产减震件发动机后支撑总成成为例,其注射成型步骤为入料、塑化、合模、注射、硫化、开模、顶出取件,然后按相同步骤进入下一循环周期。注射成型过程中各成型步骤的时间顺序、合模压力、注射压力、速度和温度都有周期性特点。

1.3 注射成型工艺参数

注射成型工艺参数主要指注射成型加工时设定的相关温度、压力、速度、时间等参数,需根据相应的制品要求制定各自工艺参数。

作者简介:张屹(1968—),男,山东济南人,中国重汽集团济南橡塑件有限公司高级工程师,主要从事橡塑制品工艺研究及质量管理。

E-mail:yixing5678@126.com

2 注射成型工艺参数对制品质量的影响

注射成型过程的工艺参数与制品质量直接相关,要获得高质量的制品,必须对温度、压力、时间、速度等关键工艺参数进行控制。

2.1 温度

在注射成型的各个阶段,温度都是决定制品质量优劣的关键因素,是过程控制的首选控制变量。主要温度参数包括塑化温度、射出温度、硫化温度和热煤油温度。

2.1.1 塑化温度

塑化温度是注射成型过程的基本变量,直接反映了胶料的状态,需对其连续控制。塑化温度的变化会影响胶料的流动速度、入料压力和型腔压力等多个变量^[2-3],对制品质量具有决定性的影响。经试验确定塑化温度,并设置一定温差,冬季可取偏上限温度。塑化温度过低会导致入料困难,缩短螺杆使用寿命,同时会使制品出现流痕;塑化温度过高,胶料在后期注射过程中导致焦烧的可能性会大幅度增加。

2.1.2 射出温度

入料后胶料在射出管中处于待注射状态,通过调节射出温度可起到调整胶料温度和匀化温度的作用,射出温度略高于塑化温度为宜。

2.1.3 硫化温度

硫化温度直接决定制品的外观和内在质量,其值取决于所用材料的种类和制品性能要求,提高硫化温度可缩短硫化时间,提高生产效率。在确定硫化温度时,应考虑胶料的导热性、制品的厚度及结构组成。由于橡胶本身导热性差,为使制品各部件均匀地达到一致的硫化温度,宜采取较低温硫化的方法。如果硫化温度过高,出模时会导致制品撕裂。

2.1.4 热煤油温度

热煤油温度直接影响塑化温度和射出管温度。在实际生产中,热煤油温度经常发生变化,从而造成胶料工艺性能不稳定。因此应经常注意热煤油量是否足够,加热锁紧状态是否正常。热煤油温度一般设置为略高于塑化温度。

2.2 压力

主要压力参数包括入料压力、注射压力、合模

压力、顶出压力、射退压力和托模压力。

2.2.1 入料压力

入料压力是指胶料进入射出管的压力,提高入料压力有助于压实螺槽中的胶料,排出胶料中的气体,改善塑化质量;但当入料压力过大时会增大剪切力,导致胶料生热快,降低胶料的断裂强力,影响产品质量。因此应根据胶料的流动性设定入料压力,若胶料的流动性好,则设定较小的入料压力;反之则设定较大的入料压力。一般入料压力设置为3段。

2.2.2 合模压力

在注射充模阶段和保压补缩阶段,型腔压力要产生使模具分开的胀模力,为了克服胀模作用,合模系统必须对模具施以合模压力,使胶料致密,充满型腔,并提高硫化胶的物理性能和制品的坚固性。设定合模压力应考虑以下两个方面:

(1)胶料热流动性。热流动性小的胶料,合模压力要大些,反之合模压力可小些;(2)制品的结构特点。厚度大、层数多、结构复杂的制品需较大的合模压力。合模压力不足,会导致制品出现缩边或模具开缝;合模压力过大,会使模具变形,导致制品不合要求。合模压力一般设定为额定合模压力的70%~90%,以保证合模可靠。

2.2.3 注射压力

注射压力是柱塞对胶料所施的压力。注射压力设定应考虑制品结构、注射喷嘴结构、胶料工艺性能、注射速度等因素,对结构复杂的制品注射压力可适当增大,不同注射机喷嘴结构不同,但需注意喷嘴小时,注射压力如过大,会产生胶料流动带入空气,在制品中易形成气泡、流痕、局部焦烧等现象。

以生产发动机后支撑总成为例,将注射压力分为3段,对应的压力分别为注射一压、二压和三压,3段压力逐渐增大。注射三压用于保压,在型腔充满胶料后,对模压胶料压实与补缩,防止模具内胶料向反方向溢出^[4]。注射压力与注射速度应相匹配,注射速度分为4个阶段,即注射一速、二速、三速和四速,4个阶段注射速度应逐渐减小。

2.2.4 顶出压力

硫化后为使制品从模具上脱落,需要一定的

外力克服制品与模具的附着力,即为顶出压力。顶出压力过小使得制品无法脱模;顶出压力过大,顶出速度过快,会使制品变形。

2.2.5 其他压力

射退压力是指柱塞后退的压力,以避免胶料从喷嘴中溢出;托模压力是指托模进退动作时的压力。

2.3 时间

2.3.1 硫化时间

在硫化过程中,胶料的各种性能均随硫化时间而变化。为保证制品质量,硫化时必须保证所有各部位都达到正硫化,从而制得硫化程度适宜、内外硫化程度均匀、外观质量最好的优质制品。而硫化时间过长会使得制品在出模时发生撕裂。

2.3.2 入料延迟时间

入料延迟时间是指制品开始硫化至下一批胶料开始入料的时间。不同注射量产品的入料所用时间不同,如过早入料,胶料在射出管中加热过久会导致流动性下降,会增大注射过程中胶料焦烧的可能性。因此需在完成一定硫化时间后再开始入料。

2.3.3 注射分段压力时间

注射一压、二压和三压时间为分别对应3段注射压力的运行时间。

2.4 速度

速度的设定为控制各个动作的快慢,应考虑安全和效率两方面因素。

入料速度指原料进入射出管的速度。

合模动作依次为快速合模、慢速合模、快速锁模和慢速锁模。初始合模前段上下模有一定间距,为缩短循环周期采用较快速度合模;在上下模即将接触时,因模内有骨架,速度减慢,以防止合模时发生意外,同时操作者观察合模是否正常,并根据合模情况及时采取措施;快速锁模是指开始合模后保持一定速度,合模完毕前适当降低锁模速度,以保证锁模平缓,避免造成合模碰撞力过大。

射出速度分4个阶段,即射出一速、二速、三速和四速。各速度可依实际需要而定。

开模动作依次为前慢速开模、快速开模和

慢速开模。因初始开模阻力较大,宜采用慢速,防止直接快速开模对产品和模具的拉伤;上下模大部分分离后进入快速开模,在上模到达顶点前有一段距离设为慢速开模,以避免快速冲击上加热板。

3 胶料配方的调整及注射成型工艺参数的确定

使用现有胶料在生产过程中经常出现产品流痕多、注射胶道堵塞甚至注射焦烧现象,造成了较大浪费。在调整注射工艺参数后,改善效果仍不明显,分析其主要原因为现有胶料是平板模压用胶,胶料焦烧期短、硫化速度快。改进措施为采用硫化启动温度较高的促进剂,并添加顺丁橡胶(BR)、分散剂、石蜡和防焦剂。BR、分散剂和石蜡的使用有助于提高胶料的流动性,防焦剂和硫化体系的调整有助于延长胶料焦烧期。

改进前后胶料的硫化曲线和物理性能分别如图1和表1所示。

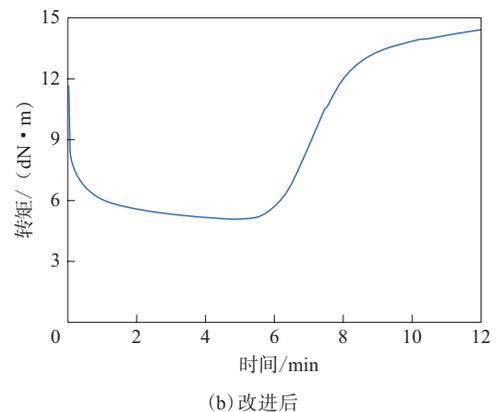
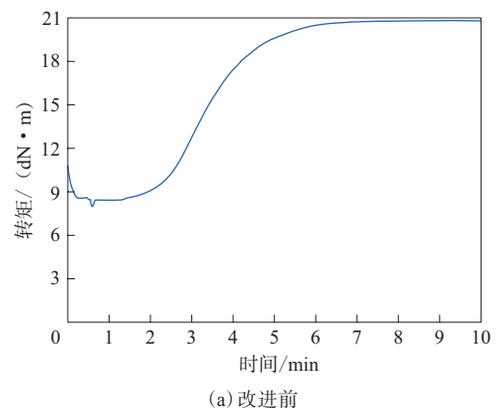


图1 胶料的硫化曲线

表1 改进前后胶料的物理性能

项 目	改进前			改进后		
	试样1	试样2	试样3	试样1	试样2	试样3
邵尔A型硬度/度	60	60	60	60	60	60
100%定伸应力/MPa	1.51	1.51	1.49	1.53	1.54	1.52
拉伸强度/MPa	19.87	20.32	19.25	20.67	20.12	21.16
拉断伸长率/%	430	427	435	456	460	460
质量评定	合格	合格	合格	合格	合格	合格

从图1和表1可以看出,改进后胶料的焦烧时间延长,硫化速度降低,物理性能有所提高,生产效率并未受到影响,工艺性能良好。

按照改进后的胶料确定发动机后支撑总成的各项注射成型工艺参数(见表2),制品经检测合格。

4 结语

注射成型工艺中各参数的设定对整个注射成型过程和制品质量有着不同程度的影响,可以通过调整工艺参数和胶料配方来改善胶料的工艺性能,以满足注射成型工艺的要求。良好的注射成型工艺应综合考虑各方面因素,使整个注射成型过程动态地处于最佳工艺条件下,才能生产出尺寸稳定、外观质量佳及产品性能好的橡胶制品,从而满足汽车工业对橡胶制品越来越高的要求。

表2 发动机后支撑总成的注射成型工艺参数

项 目	参 数	项 目	参 数
上模温度/℃	150±3	上托模压力/MPa	8±1
下模温度/℃	155±3	下托模压力/MPa	8±1
塑化温度/℃	70±5	硫化时间/s	900
射出温度/℃	75±5	入料延迟时间/s	750
硫化温度/℃	150	注射一压时间/s	6±3
热煤油温度/℃	75±5	注射二压时间/s	6±3
一段入料压力/MPa	11±1	注射三压时间/s	8±3
二段入料压力/MPa	12±1	入料速度/(L·min ⁻¹)	50±5
三段入料压力/MPa	13±1	合模快速/(L·min ⁻¹)	70±5
合模压力/MPa	18±2	合模慢速/(L·min ⁻¹)	60±5
注射量/L	2.05~2.10	开模快速/(L·min ⁻¹)	70±5
注射一压/MPa	11±1	开模慢速/(L·min ⁻¹)	60±5
注射二压/MPa	12±1	射出一速/(L·min ⁻¹)	60±5
注射三压/MPa	13±1	射出二速/(L·min ⁻¹)	55±5
上顶出压力/MPa	8±1	射出三速/(L·min ⁻¹)	50±5
下顶出压力/MPa	8±1	射出四速/(L·min ⁻¹)	45±5

参考文献:

- [1] 周寅飞,董薇,诸昌武. 微注射成型模腔聚合物界面传热评估研究[J]. 塑料科技, 2020, 48(1): 134-137.
- [2] 陈明同,姜晓妍,赵羽劲,等. 基于正交试验的高铁橡胶外风挡注射成型工艺参数优化[J]. 橡胶工业, 2021, 68(3): 168-174.
- [3] 覃明,罗鹏. 天然橡胶注射成型工艺及应用实践探究[J]. 科技经济市场, 2016(5): 182.
- [4] 周桂莲,张惠敏. 共注射成型新工艺及设备特性[J]. 现代制造工程, 2003(11): 87-89.

收稿日期: 2021-04-08

Influence of Injection Molding Process on Quality of Rubber Products

ZHANG Yi, HOU Mingying, CHEN Ya'nan, ZHANG Juguang

(CNHTC's Group Jinan Rubber & Plastic Parts Co., Ltd, Jinan 250300, China)

Abstract: The influence of injection molding process on the quality of rubber products was introduced. It was pointed out that under the condition of certain compound formula and injection mold structure, the parameters of injection molding process such as temperature, pressure, time and speed had an important influence on product quality. Taking the engine rear support as an example, the optimal injection molding process parameters were comprehensively analyzed and determined, and the rubber formula was adjusted to improve the injection process and thereby improve the product quality.

Key words: injection molding; rubber product; quality; process parameter

欢迎参加第13期全国轮胎结构设计技术高级培训班
(2021年11—12月 线上)