

多级注射成型工艺参数控制研究

张甲敏 连照勋

赵师茹

(河南科技学院化学化工学院,新乡 453003) (河南新乡七五五厂,新乡 453009)

摘要 介绍多级注射成型的主要控制参数,结合典型实例说明正确运用多级注塑工艺可以有效解决制品缺陷,提高制品质量。提出可借助计算机模拟技术先根据制品形状、模具结构、注塑工艺参数建立数学模型,然后运用仿真技术进行验证,确定入模至充满型腔过程中各阶段的料流过程,达到科学优化工艺的目的。

关键词 多级注塑 工艺参数 制品缺陷

随着注塑机制造技术的不断进步,使注射成型工艺由单级注射向多级注射发展成为了现实。但多级注射成型工艺参数的设定是一门复杂的技术,它要求现场工程技术人员具有综合基础知识和丰富的实践经验。只有实现理论与实践经验的完美结合才能实现多级注射成型工艺的正确设定与调整。笔者现对多级注塑工艺参数控制进行分析,列举典型示例供同行参考。

1 多级注塑工艺参数控制

在注射过程中,螺杆向模具中推进熔体时,要求实现不同位置上对应不同的注射速率和注塑压力,即为多级注塑。多级注塑工艺参数要根据不同聚合物材料和不同制品进行设定。这些参数主要包括注射速率、注塑压力、螺杆转速和背压等^[1-2]。

(1) 多级注射速率及注塑压力控制

多级注射成型工艺实质上是在塑料熔体向型腔充填的瞬间实现不同注射速率的控制,使塑料熔体在充模流动中达到一种近似理想的状态。这种理想状态下的充模流动不会给塑料制品带来质量缺陷,不会产生应力、取向力。一般说来,小型或中型制品的注射充模过程仅需几秒,大型制品需十几秒到几十秒。由于大型注塑制品注射充模时间长,更需要采用多级注射成型技术。而多级注射成型工艺就是要求在很短的时间内将充模过程转化为不同注射速率控制的多种充模状态的延续。要完成复杂的注射成型工艺需要由注塑加工设备来支持。一般的注塑机具有五级注射控制及两级保压控制,从而加快了多级注射成型工艺的推广。

在注射行程中,可设定各段位置及其相应的注射速率。各段位置用位移传感器来检测,形成闭环控制;注射速率通过流量比例阀、伺服阀或伺服电机进行开环或闭环控制。注射速率的调整能显著改善制品外观质量。一般来讲,注射速率的设定原则是

在保证制品良好外观的前提下,提高射速,减少充填时间。而注塑压力只要能保证提供足够动力达到要求的注射速率,应遵循宜低不宜高的原则。多级注射成型还要特别注意调整保压压力,一定要预留保压缓冲垫,否则将对保压作用产生负面影响。在注射行程中,从注射到保压的切换常用位置检测或压力检测实现;在保压期间,各段压力的切换用时间检测来控制。

(2) 多级螺杆转速控制

在预塑行程中,除设定各段位置外还要设定相应的螺杆转速,螺杆转速可用流量比例阀、伺服阀或伺服电机实现开环或闭环控制。

螺杆转速直接影响注塑物料在螺杆中输送和塑化的热历程和剪切效应,因此它是影响塑化能力、塑化质量和成型周期等因素的重要参数。无论对结晶性聚合物还是非结晶性聚合物,随着螺杆转速的提高塑化能力会增强。同时,提高螺杆转速还能使熔融温度的均匀性有所改善,熔体温度有所提高。因此调整螺杆转速时要由较低向较高转速逐渐调试。

(3) 多级预塑背压控制

背压对熔体温度的影响非常明显。不同物料在一定工艺条件下成型时,温度升高幅度随背压增加而提高,并且在一定背压条件下,温升与计量行程呈非线性增长关系,这是因为背压增加了熔体内压力,强化了剪切效果,形成的剪切热使得大分子热能增加,从而提高了熔体温度。

背压的大小与塑化质量密切相关。背压提高有助于螺槽中物料的密实,驱赶走物料中的气体。背压的提高还使系统阻力加大,螺杆退回速度减慢,延长了物料在螺杆中的热历程,使塑化质量也得到改善。但是过大的背压会增加计量段螺槽内熔体的反

流和漏流,降低熔体输送能力,减少塑化量,而且增加功率消耗会使剪切热过高或剪切应力过大而导致聚合物发生降解而严重影响到制品质量。因此背压是注塑机控制质量的重要参数之一,在近代注塑机的制造中已得到充分重视。目前生产的注塑机也可对背压进行多级控制,能在指定行程的不同位置上进行压力转换。

背压的调整还应考虑高分子材料的性质及制品的表观质量和尺寸精度要求。背压多级调整一般应和转速相匹配,在注射完成后,留在计量室中的余料的熔体温度已很高,如果这时背压也很高,就会造成熔体的过热和各处温度不均,使制品残余应力加大,引起制品变形等缺陷。所以螺杆预塑开始时要降低背压,当计量结束时,螺杆转速应特别要放慢,以减小惯性冲击,提高计量精度。螺杆背压的多级控制工艺有利于消除轴向温差并提高塑化质量。

在预塑行程中,可设定各段螺杆预塑背压,并由压力比例阀或伺服阀进行开环或闭环控制。

(4) 模具温度

模具温度的设置是多级注射成型的重要方面。模具温度对熔体在型腔内流速的影响需予以考虑,通过调整前、后模温度可方便地控制制件尺寸。

2 正确利用多级注射

塑料熔体充模是一个前阻后推的过程。除了模具本身的不良因素外,制品的缺陷大多是熔体在型腔中流动形态的反映。所以处理制品缺陷时,应首先从调整注射速率、注塑压力着手。为了找出制品缺陷点对应的注射行程,可采用欠充注射法。设定足够长的冷却时间、零保压压力和零保压时间,在前述确定的注塑压力、注射速率下,先注射少量熔料,观察缺陷是否出现,逐渐增加注射行程,收集各行程对应的欠注射制品,找出缺陷点对应的位置。开始出现缺陷的位置就是注射速率、注塑压力的调整点。然后据此改变注射位置、速度和压力,观察缺陷的变化。接着调整保压压力、时间,解决制品收缩、表面反光和过量填充等问题。一套合适的注塑工艺确定后,还应考察其长期稳定性。将已确定的工艺参数包括熔体温度、模温、注射速率、注塑压力、保压时间分别上下调整 10%,观察制品质量的变化。若质量稳定则工艺可靠,否则应进行工艺敏感性研究,确定参数的变动范围。

3 典型实例

多级注塑工艺的选择与设定主要为克服注塑中

可能发生的制品缺陷,保证注塑制品的质量,可以根据注塑材料、制品、模具及注塑机的技术性能来确定具体参数。下面以 MBS714 壳体的成型为例,讨论多级注塑工艺的设定。

壳体的形状见图 1。制品尺寸为 495 mm × 343 mm × 178 mm,壁厚 6 mm,采取底部中央直浇口进料,模具通水冷却。

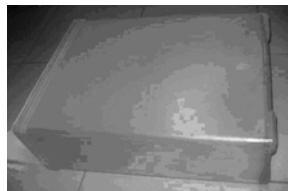


图 1 MBS714 壳体的形状

壳体初始成型工艺参数如下:机筒温度 200 ~ 240 ℃;注塑压力一级 6 MPa,注塑压力二级 5 MPa,注塑压力三级 5 MPa;射胶一速 90%,射胶二速 80%,射胶三速 70%;背压 0.5 MPa;抽胶压力 0.5 MPa;注射时间 30 s;冷却时间 100 s。结果最终成型的壳体表面有可见流动痕,用手触摸可感觉到凹凸不平。

为解决壳体表面的流动痕,经多次调试,找到了影响流动痕的关键因素是注射充模时熔体流动速度的问题。为此,在其它工艺参数不变的情况下,对注射速率进行调整,具体调整参数如下:射胶一速 30%,射胶二速 60%,射胶三速 40%。多级注射转换由行程开关控制,行程开关分布在加料量调整处。预塑加料行程设定为 350 mm,注射至 280 mm 处转换为二级注射,至 50 mm 处转换为三级注射,缓冲垫设为 20 mm,见图 2。调整后制品表面无流痕,制品透明度增加。

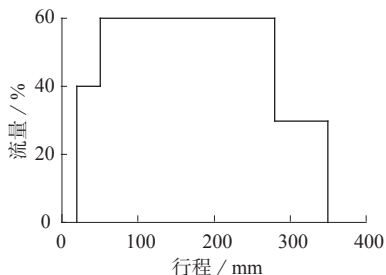


图 2 流量设置与行程位置的关系

确定基本参数后,在生产中灵活运用多级注塑工艺可以克服制品缺陷,提高制品质量^[3-7]。

4 结语

多级注射成型正逐步走向成熟,正确掌握其关键技术对于现场工程技术人员和注塑工人越来越重

要。多级注射成型技术的关键是要对注塑机的结构原理全面了解,熟悉制品结构、模具结构特点,正确运用聚合物流变学理论,综合运用先进的科学技术,才能在使用多级注射成型中得心应手,达到全面提高制品质量的目的。随着计算机模拟技术的发展,可先根据制品形状、模具结构、注塑工艺参数建立数学模型,然后运用仿真技术进行验证,确定入模至充满型腔过程中各阶段的料流过程,达到科学优化工艺的目的。

参考文献

- [1] 王兴天. 注塑成型技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 1989: 12.
[2] 王兴天. 注塑技术与注塑机[M]. 北京: 化学工业出版社,

2005: 5.

- [3] 马懿卿. 多级注射成型工艺的设计[J]. 工程塑料应用, 2006, 34(9): 27-30.
[4] 马一青. 多级注射成型工艺在 PVC-U 管件生产中的应用[J]. 工程塑料应用, 2003, 31(1): 35-37.
[5] 张时敏, 何聪. 多级注射在精密塑件成型中的应用[J]. 现代塑料加工应用, 2000, 12(6): 24-27.
[6] Wang H, Kabanemi K K, Salloum G. Numerical and experimental studies on the ejection of injection-molded plastic products[J]. Polymer Engineering and Science, 2000, 40(3): 826-840.
[7] Im Y T. A computer-aided-design system for forming processes[J]. Journal of Materials Processing Technology, 1999, 89-90: 1-7.

STUDY ON TECHNOLOGICAL PARAMETER CONTROL OF MULTI-STAGE INJECTION MOLDING TECHNOLOGY

Zhang Jiamin, Lian Zhaoxun

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

Zhao Shiru

(Factory No. 755, Xinxiang 453009, China)

ABSTRACT The main control parameters of multi-stage injection molding were introduced. Combining typical example, it was showed that the right use of multi-stage injection technology was an effective solution for products defects and could improve products qualities. It was put forward that the optimal technology could be obtained as following steps: firstly establishing the mathematics model according to the shape of product, die structure, injection parameters, and then verifying through simulation technology, finally confirming the material flow process of every stage from the start of injection to mold filling.

KEYWORDS multi-stage injection technology, technological parameter, product defect

优惠销售 2000 ~2008 年中国工程塑料加工应用技术研讨会《论文集》及论文集光盘

中国工程塑料工业协会加工应用专委会为了配合 2000 ~2008 年先后召开的中国工程塑料加工应用技术研讨会共编辑、出版了 9 本《论文集》。其内容涉及工程塑料及通用塑料的合成与改性、加工、应用、测试、模具、设备新技术,以及文献综述、评论等,尤其突出了我国工程塑料行业发展规划、热点分析,应对 REACH、RoHS 的对策等行业规则、政策。现尚有部分《论文集》以及应广大读者要求加工制作的论文集光盘,以优惠价格(含邮费)销售,欢迎订阅。

1. 《论文集》, 优惠价为 240 元/套, 单册价格如下:

《2008 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 351 页, 50 元/册;

《2007 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 343 页, 45 元/册;

《2006 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 346 页, 含中国工程塑料工业“十一五”发展规划, 40 元/册;

《2005 年中国工程塑料复合材料技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 338 页, 35 元/册;

《2004 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 337 页, 30 元/册;

《2003 年塑料助剂和塑料加工应用技术研讨会论文

集》, 论文 105 篇, 正文 373 页, 25 元/册;

《2002 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 351 页, 20 元/册;

《2001 年中国工程塑料加工及模具技术研讨会论文集》, 论文 80 篇, 正文 270 页, 20 元/册;

《2000 年中国工程塑料加工应用技术研讨会论文集》, 论文 100 篇, 正文 339 页, 20 元/册。

2. 论文集光盘, 优惠价为 160 元/盘。

本光盘除收录上述 9 本《论文集》的全部内容外, 还包括约 1800 人次的会议代表通讯录。

凡需购买《论文集》或论文集光盘的读者, 请尽快办理邮购手续。汇款时请注明“论文集”或“论文集光盘”。

邮局汇款

收款单位: 山东济南市 108 信箱杂志社 邮编: 250031

电话: (0531) 85878057 85878223 85878278

传真: (0531) 85947355 85878057

银行汇款

户 名: 中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行: 济南市工商银行经十一路支行

帐 号: 1602001229014425546

网上订购 <http://www.epa1973.com>