

工艺·设备

橡胶冷流道注射成型工艺研究

张朋, 赵国艳, 王付胜

(中车青岛四方车辆研究所有限公司, 山东 青岛 266031)

摘要:针对轨道车辆用纵向止挡橡胶部件设计橡胶冷流道注射成型模具及硫化工艺,并通过正交试验方法对塑化温度、料筒温度、一段注射速度、冷流道温度4个工艺参数对产品自由高度及刚度的影响规律进行研究。结果表明,工艺参数对产品自由高度(或收缩率)影响由大到小的排序为塑化温度、料筒温度、一段注射速度、冷流道温度,而对产品刚度影响由大到小的排序为料筒温度、塑化温度、冷流道温度、一段注射速度。本研究可为橡胶冷流道注射成型工艺的推广应用提供参考。

关键词:橡胶部件;冷流道模具;注射成型工艺;工艺参数

中图分类号: TQ330.6⁺6

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2023)12-0974-04

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2023.12.0974



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

橡胶注射成型由于成型质量可靠、成型周期短以及自动化程度高而一直备受关注。近些年随着技术的发展,针对常规橡胶注射成型工艺在实际生产中所遇到的问题,涌现出了不少新的橡胶注射成型工艺^[1]。传统的橡胶注射成型工艺由于硫化时流道内的胶料会跟型腔内的胶料一起硫化,在脱模后会被当成废料处理,因而存在胶料浪费现象,尤其当橡胶制品批量化生产或者原料价格上涨时,胶料浪费现象严重会影响到企业的生产效益^[2]。一般来说,注射成型橡胶制品的流道耗胶量占整个制品质量的20%~30%,小制品的流道耗胶量甚至达到50%^[3]。

为解决胶料浪费等问题,人们提出了一种基于橡胶冷流道系统的新型注射模具,即对浇注系统加入温度控制回路,使流道内的胶料在硫化阶段既不被硫化,又能保持一定的流动性,在下次充模时直接使用,这样就可实现橡胶制品的连续化生产,而且成型产品质量高,从而达到高质、高效、低能耗的自动化生产目的^[4]。

本工作针对轨道车辆用纵向止挡橡胶件设计了橡胶冷流道注射成型模具及硫化工艺,并通过正交试验方法对注射成型工艺参数对产品自由高度(或收缩率)及刚度的影响规律进行研究。

1 橡胶冷流道注射成型模具设计

跨座式单轨车辆用纵向止挡橡胶件由底板、摩擦板(聚四氟乙烯板)和橡胶硫化而成,为常见的橡胶嵌件结构减振制品,其结构如图1所示。

针对该产品设计的橡胶冷流道注射成型模具如图2所示。该模具为一模4腔结构,按照功能,其主要由模架组件、冷流道组件、模腔组件3部分组成^[5]。

冷流道组件为冷流道模具的特有结构,通过在上模板和冷流道嘴上通入恒温油以保证流道内的胶料一直维持在粘流态^[6],并通过隔热板将型腔温度与流道温度隔离。

另外,为了提高产品质量的稳定性,模具增加了抽真空功能^[7]。

作者简介:张朋(1991—),男,山东聊城人,中车青岛四方车辆研究所有限公司工程师,硕士,主要从事铁路用橡胶件生产加工工艺研究和管理工作。

E-mail: zhangpeng_qd@126.com

引用本文:张朋,赵国艳,王付胜. 橡胶冷流道注射成型工艺研究[J]. 橡胶工业, 2023, 70(12): 974-977.

Citation: ZHANG Peng, ZHAO Guoyan, WANG Fusheng. Research on rubber cold runner injection molding process[J]. China Rubber Industry, 2023, 70(12): 974-977.

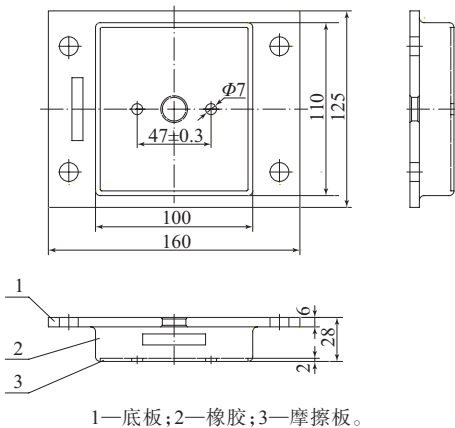


图1 纵向止挡橡胶件结构示意图
Fig. 1 Structural diagram of longitudinal bumpstop rubber part

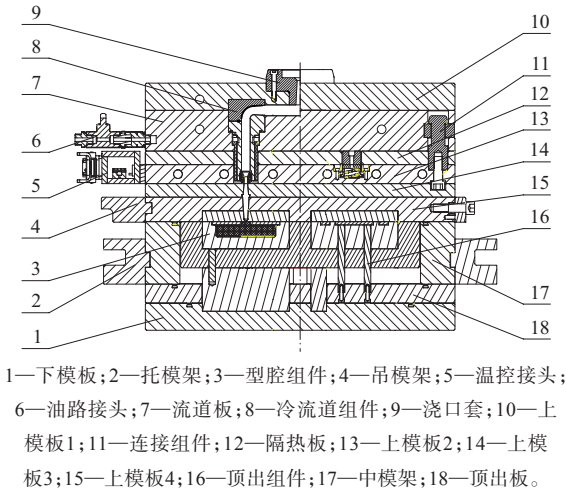


图2 橡胶冷流道注射成型模具结构示意图
Fig. 2 Structural diagram of rubber cold runner injection molding mold

2 橡胶冷流道注射成型工艺设计

2.1 橡胶冷流道注射成型工艺参数

合理的橡胶注射成型工艺是保证产品质量稳定、提高生产效率、降低生产成本的重要保证^[8]。橡胶冷流道注射成型工艺较普通橡胶注射成型工艺多了流道温度控制,而少了流道内的胶料填充过程,因此一段注射可以较高速度开始^[9]。

橡胶冷流道注射成型工艺参数见表1^[10-15]。

2.2 试验方案及结果

试验研究塑化温度、料筒温度、一段注射速度、冷流道温度4个工艺参数,每个因子有3个水平,采用L9(3⁴)正交试验安排,即只需要做9次试

表1 橡胶冷流道注射成型工艺参数
Tab. 1 Process parameters of rubber cold runner injection moulding

参数	数值	备注
温度/℃		
塑化温度	70/75/80	螺杆内加热温度
料筒温度	75/80/85	料筒加热温度
下模板温度	180	下模板实测平均温度
上模板温度	175	电加热棒加热,跟随上模板温度
冷流道温度	75/80/85	传感器反馈温度
压力/MPa		
合模压力	20	设定合模压力
注射压力	20	设定最大注射压力
保压压力	12	设定保压压力
时间/s		
硫化时间	600	排气后硫化时间
保压时间	30	
排气间隔时间	1	
一维尺寸参数/mm		
塑化螺杆后退行程(塑化量)	1 000	总塑化量
一段注射行程	500	注射速度调整
二段注射行程	200	注射降速开始位置
三段注射行程	100	注射慢速开始位置
四段注射行程	10	注射完成位置
排气距离(排气时模具打开距离)	1	
速度		
螺杆转速/(r·min ⁻¹)	30	
注射速度/(mm·s ⁻¹)		
一段注射速度	65/75/85	以较高速度注射
二段注射速度	60	
三段注射速度	50	
四段注射速度	30	降低注射速度,以利于气体排出

验就可确定4个工艺参数的最优组合,这极大地减少了试验次数,降低了试验成本。

正交试验方案及结果见表2。

3 数据处理及结果分析

针对产品自由高度,试验数据处理结果如图3所示。

通过极差分析可知,对于产品自由高度,各工艺参数影响由大到小的排序为塑化温度、料筒温度、一段注射速度、冷流道温度。

从图3还可以看出:随着塑化温度及料筒温度的升高,产品自由高度逐渐增大;随着一段注射速度及冷流道温度的升高,产品自由高度先减小后

表2 正交试验方案及结果
Tab. 2 Orthogonal test schemes and results

方案序号	塑化温度/℃	料筒温度/℃	一段注射速度/(mm·s ⁻¹)	冷流道温度/℃	自由高度/mm	刚度/(kN·mm ⁻¹)
1	70	75	65	75	27.14	2.77
2	70	80	75	80	27.21	2.80
3	70	85	85	85	27.34	2.88
4	75	75	65	85	27.15	2.74
5	75	80	75	75	27.31	2.74
6	75	85	85	80	27.31	2.74
7	80	75	85	80	27.21	2.73
8	80	80	65	85	27.38	2.81
9	80	85	75	75	27.35	2.88

增大。

针对产品刚度,试验数据处理结果如图4所示。

通过极差分析可知,对于产品刚度,各工艺参数影响由大到小的排序为料筒温度、塑化温度、冷

流道温度、一段注射速度。

从图4还可以看出:随着料筒温度的升高,产品刚度逐渐增大;随着塑化温度及冷流道温度的升高,产品刚度先减小后增大;随着一段注射速度的提高,产品刚度变化不大。

4 结论

(1) 工艺参数对产品自由高度(或收缩率)影响由大到小的排序为塑化温度、料筒温度、一段注射速度、冷流道温度。

(2) 随着塑化温度及料筒温度的升高,产品自由高度逐渐增大;随着一段注射速度及冷流道温度的升高,产品自由高度先减小后增大。

(3) 工艺参数对产品刚度影响由大到小的排序为料筒温度、塑化温度、冷流道温度、一段注射速度。

(4) 随着料筒温度的升高,产品刚度逐渐增大;随着塑化温度及冷流道温度的升高,产品刚度先增大后减小;随着一段注射速度的提高,产品刚度先增大后减小。

参考文献:

[1] 刘成兵. 冷流道技术在橡胶注射领域的应用及其特点[J]. 模具工程, 2009, 95 (3) : 64-65.
LIU C B. Application and characteristics of cold runner technology in rubber injection field[J]. Mould & Die Project, 2009, 95 (3) : 64-65.
[2] 聂勇. 热固性塑料冷流道注射模具的设计及数值模拟研究[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2013.
NIE Y. Design and numerical study of the thermosetting plastic cold runner injection mould[D]. Qingdao: Qingdao University of Science and Technology, 2013.
[3] 王艳萍. 多腔注塑模具浇注系统浇注系统的平衡研究[J]. 塑料科

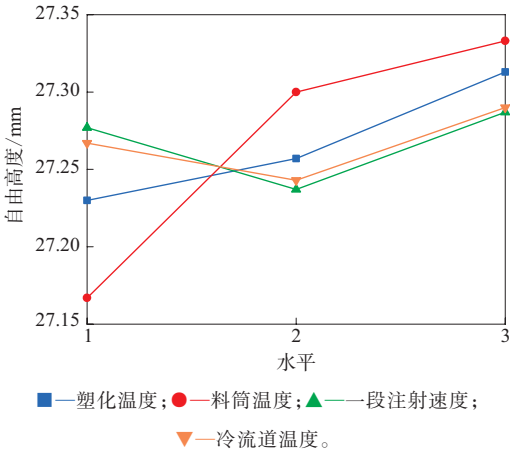


图3 产品自由高度的工艺参数效应曲线
Fig.3 Process parameter effect curves of product free heights

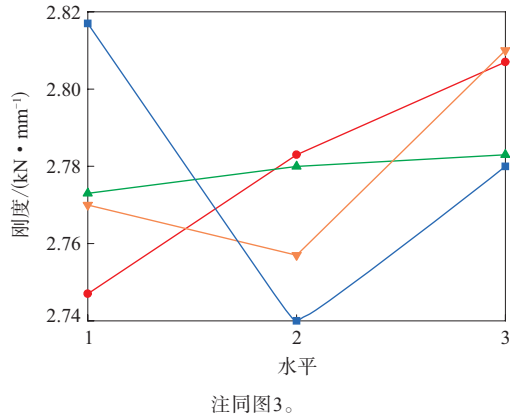


图4 产品刚度的工艺参数效应曲线
Fig. 4 Process parameter effect curves of product stiffnesses

- 技,2010,38(6):77-79.
- WANG Y P. Research on pouring system balance of multi-chamber injection mould[J]. *Plastics Science and Technology*,2010,38(6):77-79.
- [4] 徐配弦,王建华. 注射模热流道的传热损失和加热计算[J]. *模具工业*,2005,31(2):41-45.
- XU P X, WANG J H. Calculation of heat transfer loss and power consumption of the hot runners of injection mould[J]. *Die & Mould Industry*,2005,31(2):41-45.
- [5] 孙威. 橡胶注射成型技术工艺研究及趋势[J]. *科技与创新*,2016(22):28.
- SUN W. Research and trend of rubber injection molding technology[J]. *Science and Technology & Innovation*,2016(22):28.
- [6] 金勇. 注塑模具冷流道的平衡式和非平衡式选择[J]. *河南科技*,2021,40(9):44-46.
- JIN Y. Selection of balanced and unbalanced runner for injection moulds[J]. *Journal of Henan Science and Technology*,2021,40(9):44-46.
- [7] 曾宪奎,滕彦理,贾伟臣,等. 大型非对称结构橡胶制品注射模具冷流道的优化设计[J]. *橡胶工业*,2019,66(7):551-554.
- ZENG X K, TENG Y L, JIA W C, et al. Optimum design of cold runner of injection mold for large asymmetric rubber product[J]. *China Rubber Industry*,2019,66(7):551-554.
- [8] 冯克荣. 一种省料的冷流道注塑模具[P]. 中国:CN 207772317U, 2018-08-28.
- [9] 韩双能. 一种改进型冷流道系统模具[P]. 中国:CN 207044585U, 2018-02-27.
- [10] 杨爱英. 热固性塑料冷流道注射压缩成型工艺及模具[J]. *佛山科学技术学院学报(自然科学版)*,2006,24(2):47-49.
- YANG A Y. The injection and compression technology with cold runner and mould for the thermosetting plastics[J]. *Journal of Foshan University (Natural Science Edition)*,2006,24(2):47-49.
- [11] 陈锋. 冷流道替换式橡胶射出模[P]. 中国:CN 206154633U, 2017-05-10.
- [12] 宋玖月,查冬旺. 橡胶注射整体式冷流道装置[P]. 中国:CN 205202017U,2016-05-04.
- [13] 周宇华. 橡胶内冷式流道系统[P]. 中国:CN 205097463U,2016-03-23.
- [14] 尹甜甜,杨茜,李辉. 多向抽芯的三次分型注塑模具设计[J]. *塑料科技*,2022,50(10):95-98.
- YIN T T, YANG Q, LI H. Design of three step parting injection mold with multi-directional core pulling[J]. *Plastics Science and Technology*,2022,50(10):95-98.
- [15] 牛家腾. 橡胶注射模具冷流道的温度场分析及优化设计[D]. 青岛:青岛科技大学,2014.
- NIU J T. Analyse and optimum design of temperature field of the cold runner of the rubber injection mold[D]. Qingdao: Qingdao University of Science and Technology,2014.

收稿日期:2023-06-27

Research on Rubber Cold Runner Injection Molding Process

ZHANG Peng,ZHAO Guoyan,WANG Fusheng

(CRRC Qingdao Sifang Rolling Stock Research Institute Co.,Ltd,Qiangdao 266031,China)

Abstract: The rubber cold runner injection molding mold and vulcanization process were designed for longitudinal bump stop rubber parts used in rail vehicles, and the influence of the process parameters including plasticizing temperature, barrel temperature, primary injection speed and cold runner temperature on the free height and stiffness of the product was studied through orthogonal test methods. The results showed that the influence of process parameters on the free height (or shrinkage) of the product was sorted from large to small as plasticizing temperature, barrel temperature, primary injection speed and cold runner temperature, while the influence on the stiffness of the product was sorted from large to small as barrel temperature, plasticizing temperature, cold runner temperature and primary injection speed. This study could provide a reference for the promotion and application of the rubber cold runner injection molding technology.

Key words: rubber part; cold runner mold; injection molding process; process parameter