

橡胶注射成型机先进先出式注射装置设计研究

倪卫涛

(无锡职业技术学院, 江苏 无锡 214024)

摘要:简要介绍柱塞式、螺杆往复式和螺杆柱塞式 3 种橡胶注射成型技术的特点以及先进先出注射原理。以先进先出原理设计的注射装置可优先注射先塑化的胶料,并且与胶料接触的金属表面具备良好的清洁功能,可有效避免胶料的早期硫化,提高产品质量。分别介绍了塑化缸-注射活塞集成式和带有喷嘴提升机构的 2 种先进先出注射装置的结构。

关键词:橡胶;注射成型机;先进先出;注射装置

中图分类号:TQ330.4⁺6 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2014)02-0115-03

橡胶注射成型技术相比压膜成型技术和传递成型技术有以下优点:①胶料在高温下快速硫化,工序简单且生产周期较短;②制品在闭合模具内精密成型,胶边较少,原材料利用率高,生产成本低;③胶料在模具中受到恒定注射压力硫化成型,成品致密性好,物理性能均匀、稳定,尺寸精确;④自动化程度较高,操作简单^[1-2]。

由于硫化温度的限制,注射时已经塑化的胶料温度不可过高,胶料粘度很难符合注射成型要求,因此橡胶注射成型机注射装置的设计有其特殊要求。本文以橡胶注射成型工艺特性为基础,分析 3 种橡胶注射装置的特点,对橡胶注射成型机先进先出式注射装置进行详细介绍。

1 注射装置发展历程

橡胶注射成型技术经历了柱塞式注射、螺杆往复式注射和螺杆柱塞式注射 3 个阶段。

柱塞式注射是最早使用的橡胶注射成型技术,其成型方法是将胶料(或预热条件下的胶料)喂入料筒,借助柱塞的高压作用把胶料压入模腔。柱塞式注射结构的压力损失较大,可达到 50%,而且生产效率低,劳动强度大,产品质量难以保证。为解决这些问题,注射成型技术发展为注射和塑化分步进行的方式,使得注射压力损失降低

到 10%左右,同时引入螺杆塑化结构,改善了产品质量和性能^[3]。

螺杆往复式注射技术是在挤出机的基础上发展而来,胶料喂入料筒后受螺杆旋转剪切作用升温较快,胶料随螺杆的旋转沿螺槽向前移动,积聚到螺杆前端,同时螺杆向后移动,在此过程中胶料得到充分而均匀的塑化,当螺杆前端积聚的胶料达到设定的计量时停止,然后螺杆将胶料注入模腔。采用这种结构形式,冷胶料直接喂入注射机中,简化了工序,提高了生产效率。螺杆往复式注射单元结构如图 1 所示。

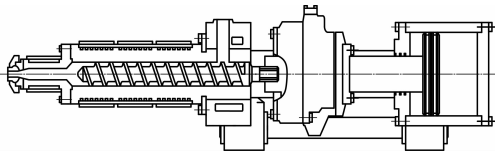


图 1 螺杆往复式注射单元结构示意图

螺杆柱塞式注射装置结合了柱塞式注射技术和螺杆往复式注射技术的优点,由螺杆塑化系统和柱塞注射系统组成,其过程是先将冷胶料喂入螺杆塑化系统,胶料经螺杆塑化后挤入到柱塞注射系统,最后通过柱塞将胶料注进模腔。当柱塞将胶料高压注入模腔时,由于止逆阀的作用,胶料不会倒流入塑化系统。塑化缸-注射活塞分离式注射单元结构如图 2 所示。

塑化缸和注射活塞分离的结构有可能使先进入料筒的胶料最后注入模腔,因柱塞端面接触的胶料停留时间过长而导致早期硫化,废品率较高。

作者简介:倪卫涛(1962—),男,江苏启东人,无锡职业技术学院高级工程师,博士,主要从事橡塑机械设计制造和企业生产运作管理方面的研究。

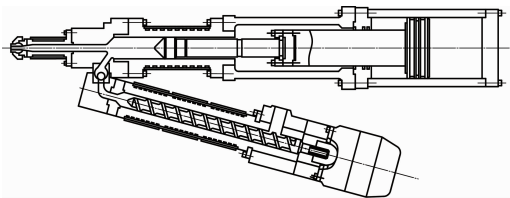


图2 塑化缸-注射活塞分离式注射单元结构示意图

2 先进先出注射装置工作原理及其设计要求

2.1 工作原理

在螺杆柱塞式注射技术的基础上引入了先进先出(First-In-First-Out, 简称 FIFO)概念。

先进先出是描述胶料在注射装置内流动情况的专业术语。其工作原理如下:工作开始时,注射柱塞位于前面位置,当已塑化的胶料从螺杆前端通过柱塞进入注射室时,柱塞在胶料压力作用下后移,充满所需注射量后柱塞停止后移,接着动力部分驱动柱塞向前移动进行高压注射,物料按照其塑化时进入注射室的先后顺序,以先进先出的方式注射,确保长时间高精度配料且配料过程安全性较高。

以先进先出原理设计的注射装置可以使先塑化的胶料优先注射,因此可以缩短诱导时间(胶料从塑化到交联反应开始前的准备时间)。胶料温度迅速上升是保证生产效率和质量的重要因素。由于喂入足够的胶料需要一定时间(对于大注射量通常需要几分钟),先入注射缸的胶料的受热量大于后入的胶料,且最后充入的胶料停留在注射缸内被最后注射出来,使受热量少的胶料也能产生出同样多的中间产物,由受热程度不一致引起的塑化程度的差别就可以得到补偿。

2.2 设计要求

胶料流动性差且不易注射,因此需要提供足够的注射功率。为了缩短胶料升温的诱导时间,要求胶料注入成型腔时的温度尽可能高,但胶料高温时易焦烧,与胶料保持接触的注射料缸表面温度要求控制在 $60\sim 90\text{ }^{\circ}\text{C}$,而胶料塑化温度的均匀性是提高产品质量和合格率的关键指标。另外,由于胶料一般为条状,因此如何适应不同规格的胶料,实现流畅有效喂料也是需要解决的问题。

针对橡胶注射成型技术的特点,性能良好的

注射单元应该具备以下特点^[4]:

- (1)注射量的精确计量;
- (2)通过加热、搅拌、剪切和混合使胶料完全、均匀地从固态转变为易于流动的塑化状态;
- (3)针对胶料流动性差的特点,需提供足够大的注射压力和注射功率;
- (4)满足模具设计要求的注射量,进料口设计有利于螺杆牵引胶料进入塑化系统;
- (5)对不同规格的胶料要具备良好的适应性;
- (6)注射系统具有良好自清洁功能,无死角,容易清洁。

3 先进先出式注射装置结构设计

3.1 塑化缸-注射活塞集成式先进先出注射装置

塑化注射装置用来将混炼胶自动喂入、塑化并注入模具内。胶料由螺杆引入并塑化,通过注射活塞输送到活塞的前端,活塞内的止逆装置可以有效防止胶料在注射过程中回流,塑化注压时所需的动力由液压系统提供。

塑化缸-注射活塞集成式注射装置是一种新型结构。该结构具有注射室塑化胶料先进先出的功能,综合了螺杆往复式注射和螺杆柱塞式(分离式)注射两种结构的优点,同时可以实现注射单元的快速清洗。该结构中,塑化缸和注射活塞可以完全从注射料筒中驶出,并且自由设定注射量。塑化阶段直接监控胶料的塑化质量和温度,更换原料的工作量也大大减轻。相比螺杆往复式注射单元和螺杆柱塞式(分离式)单元,虽然结构相对复杂,但可满足功能要求,设计非常紧凑,同时此种结构塑化的胶料质量高、溢料少,可以改善产品质量并缩短生产周期。塑化缸-注射活塞集成式先进先出注射单元结构如图3所示。

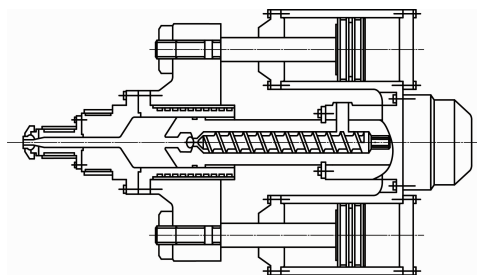


图3 塑化缸-注射活塞集成式先进先出注射单元结构示意图

塑化缸-注射活塞集成式先进先出注射单元结构按照先进先出原理工作,配料计量精度高、动作重复性好,生产过程安全性较高。注射喷嘴较短,可直接到达模具,注射压力损失极低。先进的螺杆启动方式和特殊的胶料输送传动装置可确保胶料整片输入。喷嘴区域的冷却功能可有效防止注射胶料早期硫化。专门设计的止逆阀关闭路径短,有利于机器清洁和更换不同种类胶料,缩短机器生产周期。

该结构的另一个显著优点是在注射装置内与胶料接触的金属表面有非常良好的清洁功能。传统注射装置结构中存在“死角”,使胶料流动不畅,胶料有可能因长时间停留在注射系统中而导致早期硫化。而在这种先进先出结构中很少存在类似死角,避免将老化、过硫化的胶料注入产品的情况出现,并且更换胶料非常方便,少量的新胶料就可以将旧胶料冲洗出来,从而节省成本。

塑化缸的直径影响喂料量,注射量是由注射活塞直径和注射行程决定,而注射活塞的直径决定了塑化和注射精度,由于位移传感器分辨率的限制,要保持注射阶段精度的持久性,必须设置足够的注射行程,因此对于注射行程小的产品,宜采用较小直径的活塞。

3.2 带喷嘴提升机构的先进先出注射装置

橡胶原料的温度敏感性较高,因此在生产过程中应尽可能减小热负荷。在进料塑化过程中,螺杆旋转产生推力将胶料填充入注射缸,同时其反作用力将注射活塞和与之相连的结构向后推,阻力越大,胶料得到的塑化能量就越大,温度也随之上升。垂直设计的注射缸和液压缸结构的缺点是由于自身质量大而产生恒定的背压,导致胶料温度过高或者不可控,因此应尽可能减小其质量。而水平结构的注射缸和液压缸则不会出现此问题,理论上只需补偿很小的摩擦力即可。为此,需要为立式橡胶注射成型机设计一种独特结构的注射单元——带有喷嘴提升机构的先进先出注射单元,如图4所示。该结构大大降低了机器的总体

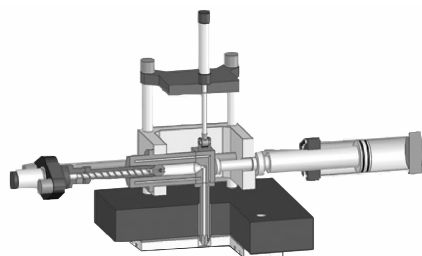


图4 带有喷嘴提升机构的先进先出注射单元结构示意图

高度和料筒进料口高度,方便了操作人员的喂料工作。在提升装置的帮助下,无需拆除模具就可以进行修理和维护工作。

整个注射单元在注射保压动作完成后可以脱离高温模具,为自由控制胶料状态以及调整模具内部压力提供了可能,并且可以更好地控制喷嘴的温度,避免胶料的早期硫化。但这种结构的缺点是胶料的流动路径相对较长,易导致压力损失。为弥补压力损失,需要系统提供较高的注射压力。

4 结语

本文阐述了3种橡胶注射成型机注射装置的特点。基于橡胶注射成型工艺特性,总结了橡胶成型机注射装置的设计要求。介绍了先进先出注射装置的工作原理,提出了塑化缸-注射活塞集成式和带有喷嘴提升机构2种先进先出注射装置结构,并对2种先进先出注射装置的特点进行了比较和分析,有望为注射装置的设计提供参考。

参考文献:

- [1] 黄娜斌,江波. 橡胶注射成型技术及其设备[J]. 橡塑技术与装备,2007,33(7):32-37.
- [2] 张慧敏. 橡胶注射成型技术[J]. 特种橡胶制品,2005,26(5):33-36.
- [3] 吕柏源. 橡胶注射成型机械发展现状及新产品开发[J]. 中国橡胶,2001,17(11):20-21.
- [4] 倪卫涛. 橡胶注射成型机注射装置结构分析研究[J]. 橡塑技术与装备,2011,37(5):14-17.

收稿日期:2013-08-17