

橡胶注射成型硫化机在三元乙丙橡胶硫化中的应用

任伟杰,方岳权,黄顺道*

(浙江省上虞油封制造有限公司,浙江 绍兴 312300)

摘要:对比两种不同结构(a型和b型)橡胶注射成型硫化机在三元乙丙橡胶硫化中的应用。a型注射成型硫化机适用于纯橡胶类制品,b型注射成型硫化机适用于带金属镶件的结构复杂的橡胶制品,使用过程中出现喂料困难、胶料外漏现象,成品出现粘模现象且注胶口处出现凹陷收缩孔,可以通过改进喂料口、改变注射工艺参数、清理模具或喷涂特氟龙等措施解决上述问题。

关键词:橡胶注射成型硫化机;三元乙丙橡胶;结构;参数

中图分类号:TQ330.4⁺7;TQ333.4

文献标志码:A

文章编号:2095-5448(2023)12-0612-04

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2023.12.0612



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着温室效应的加剧,碳达峰、碳中和的呼声越来越高,在橡胶行业中,提升产品质量和合格率越来越受到行业的高度重视,这对橡胶制品企业的硫化设备要求越来越苛刻。

与传统平板硫化机相比,橡胶注射成型硫化机(简称注射成型机)具有以下优点^[1-3]:(1)工序简化,能够实现高温快速硫化,缩短生产周期,提高生产效率;(2)产品飞边、毛刺、废料现象减少,单模用胶量减小,成本降低;(3)产品尺寸稳定,物理性能和致密性好,合格率高,尤其适用于厚壁制品;(4)操作简单,劳动强度小,机械化和自动化程度高,生产效率高;(5)硫化工艺更环保,有利于实现无人化生产,符合行业发展趋势^[4-9]。注射成型机和平板硫化机的使用特点对比见表1。

本工作对比两种不同结构(a型和b型)注射成型机在三元乙丙橡胶(EPDM)硫化中的应用,并针对应用中出现的问题提出解决方案。

1 注射成型机的结构和主要参数

a型和b型注射成型机的结构见图1,主要参数

作者简介:任伟杰(1985—),男,浙江绍兴人,浙江省上虞油封制造有限公司工程师,主要从事橡胶密封件结构设计与模具设计工作。

*通信联系人(d2168@163.com)

表1 注射成型机和平板硫化机的使用特点对比

项 目	注射成型机	平板硫化机
胶料进入模腔方法	通过挤出机、流道系统注入	手动加料
胶料进入模腔时的模具状态	闭合	打开
胶料进入模腔的温度	120~130℃	常温
胶料在模腔中的流动性	好	差
硫化时间	短	长

见表2。

由图1(a)可以看出,a型注射成型机是立式“无移模+2RT”结构,其中RT指脱模装置,整体结构只有吊模装置和顶出装置,适用于2层或3层模结构。由立柱固定上下横梁并连接中横梁,中横梁可以沿立柱上下滑动,注射单元位于上横梁的上方,注射活塞与储料筒、喷嘴在同一轴线上。该结构较为简单,注射时胶料先进先出,流动阻力小,操作方便,适用于纯橡胶类制品。

由图1(b)可以看出,b型注射成型机是立式“移模+4RT”结构,由立柱固定上下横梁并连接中横梁,中横梁可以沿立柱上下滑动,注射单元位于上横梁的上方,注射桶与注嘴在同一轴线上,与挤出机构成90°夹角。注射时挤出机随注射活塞上下移动,胶料从注射活塞下端的单向阀进入注射筒,具有先进先出的特点,但胶料在注射活塞中焦烧时难以清理。“移模+4RT”结构使b型注射成型机适用于带金属镶件的结构复杂的橡胶制品。

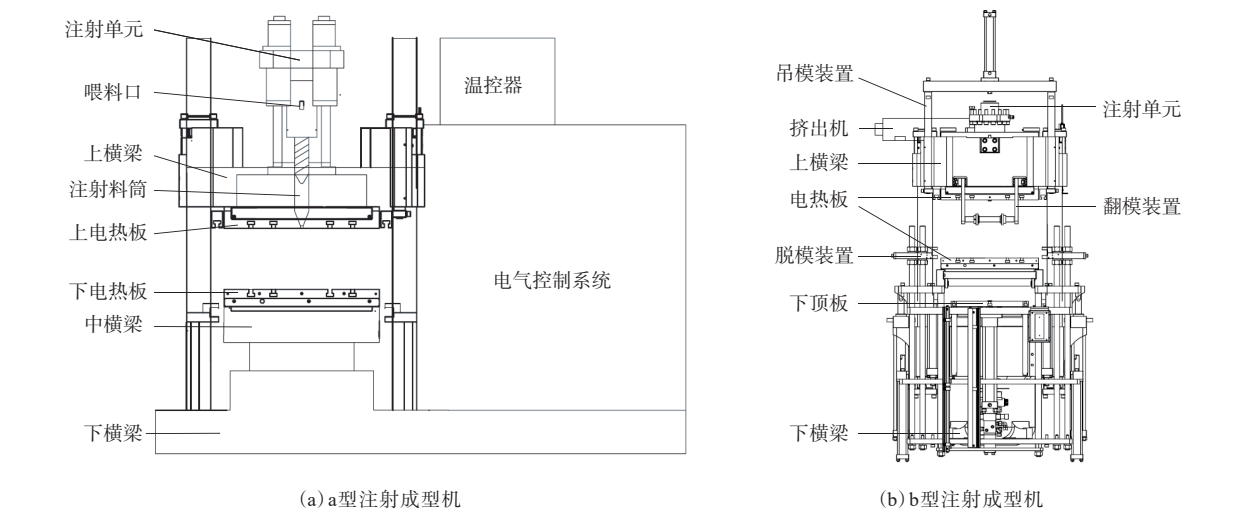


图1 a型和b型注射成型机的结构对比

项 目	注射成型机	
	a型	b型
结构类型	无移模+2RT	移模+4RT
注射压力/MPa	21.4	21.0
注射量/mL	500	1 000
锁模力/kN	2 500	2 500
开合模最大行程/mm	500	480
最小模厚/mm	350	120
最大模厚/mm	500	480
主机净质量/t	8.0	6.5
最大模具尺寸/mm	600×650	550×550
热板间距/mm	650	600
热板尺寸/mm	600×650	550×550
系统压力/MPa	25	25
油泵电机功率/kW	16	16
加热功率/kW	46	14
电压/V	380	380
主机尺寸/m	2.780×2.00×3.315	2.745×2.99×4.690

从表2可以看出:a型注射成型机结构相对简单,合模、开模速度快,可以缩短生产周期;注射量越小,注射精度越高,a型注射成型机的精度更高,适用于生产尺寸小、硫化周期短、精度要求高的纯橡胶制品;b型注射成型机价格相对较低,适用于生产硫化周期长的金属与橡胶的复合产品。

2 工艺性能

选用相同EPDM胶料,分别采用a型和b型注射成型机生产两种不同结构的产品,对比两种注射成型机的工艺性能。

2.1 EPDM胶料性能

EPDM胶料的门尼粘度和硫化特性见表3,硫化胶的物理性能见表4。

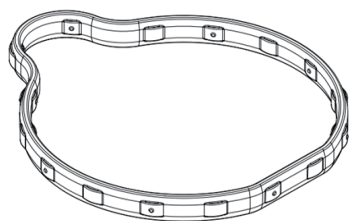
2.2 工艺参数

采用a型和b型注射成型机生产的两种橡胶制品结构见图2,工艺参数见表5。

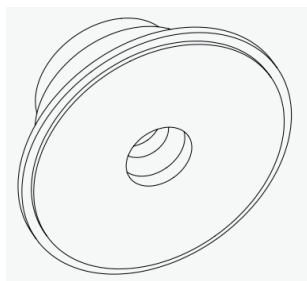
表3 EPDM胶料的门尼粘度和硫化特性			
项 目	实测值	项 目	实测值
门尼粘度[ML(1+4) 100 ℃]	47	t_{30}/min	1.18
硫化仪数据(185 ℃)		t_{50}/min	1.51
$F_L/(\text{N} \cdot \text{m})$	0.19	t_{90}/min	5.41
$F_{\text{max}}/(\text{N} \cdot \text{m})$	1.44	t_{s1}/min	0.52
t_5/min	0.48	t_{s2}/min	1.02
t_{10}/min	0.55	$V_{c1}^{1)}/\text{min}^{-1}$	20.76
		$V_{c2}^{2)}/\text{min}^{-1}$	21.61

注:1) V_{c1} 指试验开始到最小转矩增大0.1 N·m时的硫化速度指数, $V_{c1}=100/(t_{90}-t_{s1})$;2) V_{c2} 指试验开始到最小转矩增大0.2 N·m时的硫化速度指数, $V_{c2}=100/(t_{90}-t_{s2})$ 。

表4 EPDM硫化胶的物理性能		
项 目	实测值	指标
邵尔A型硬度/度	61	60±5
拉伸强度/MPa	17.4	≥10
拉断伸长率/%	422	≥250
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	35	≥20
150 ℃×168 h热空气老化后		
邵尔A型硬度变化/度	3	0~10
拉伸强度变化率/%	0	-20~20
拉断伸长率变化率/%	-2.8	-25~25
压缩永久变形/%	27	≤40
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	32	≥20



(a) 采用a型注射成型机



(b) 采用b型注射成型机

图2 两种橡胶制品的结构

表5 注射成型机的工艺参数

项 目	a型注射成型机	b型注射成型机
上模温度/℃	185	185
下模温度/℃	185	185
储料温度/℃	60	60
锁模压力/MPa	23	18
注射压力/MPa	16	16
抽真空压力/kPa	≤ -65	≤ -65
排气次数	0	1
保压时间/s	5	5
储料延时/s	120	360
硫化时间/s	150	480

2.3 存在问题及解决措施

胶料在两种注射成型机上试模的过程中出现以下问题。

(1) 喂料困难,塑化过程中出现胶条断裂现象,并伴随颗粒或粉末状橡胶外漏(见图3),注射时粉末状胶料有焦烧的情况。这是因为喂料口设计不合理,通过更换喂料口导向套结构(见图4)可以解决该问题。

(2) 成品注胶口处易出现凹陷收缩孔(见图5)。对于a型注射成型机可以调整合适的注射量,降低注射压力,延长储料延时,并降低保压压力;对于b型注射成型机则需要延长储料延时,并降低保压压力。

(3) 模腔表面粘模(见图6),成品表面有缺胶现象(见图7)。针对粘模和缺胶现象,可定期清理模具,在模腔表面、流道表面及余胶槽喷涂特氟龙可以有效避免上述现象。喷涂特氟龙后,注射时



图3 胶料外漏



图4 喂料口导向套结构

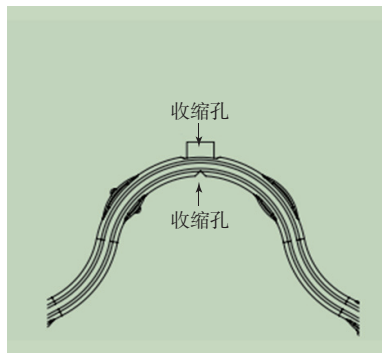


图5 成品注胶口处凹陷



图6 模腔表面粘模

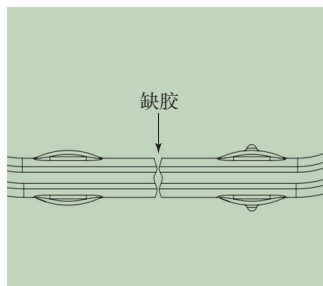


图7 成品缺胶

间缩短约10 s,不易发生焦烧现象,提高加工安全性;模腔表面不易粘模,无需定期清理模具,提高了产品外观质量;能轻松清理料头及余胶,清除废料时间缩短约6 min,有效提高了生产效率。

3 结论

(1) a型注射成型机适用于生产尺寸小、硫化周期短、精度要求高的纯橡胶制品, b型注射成型机适用于生产硫化周期长的金属与橡胶的复合产品。

(2) 以EPDM为原料,采用两种注射成型机试模时有喂料困难、胶料外漏的情况,成品出现粘模

现象且注胶口处出现凹陷收缩孔,可以通过改进喂料口、改变注射工艺参数、清理模具或喷涂特氟龙等措施解决上述问题。

参考文献:

- [1] 高飞. 新能源汽车电池包的三元乙丙橡胶密封圈研究[J]. 橡胶工业, 2022, 69(5): 364-368.
- [2] 张虹, 曹学贵. 立式注射成型机[J]. 世界橡胶工业, 2004, 31(9): 31-33.
- [3] 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.
- [4] 吴清锋, 李志宏. 我国注射成型机械安全要求分析[J]. 工程塑料应用, 2011, 39(8): 80-83.
- [5] 张惠敏, 田志强, 焦冬梅. 真空橡胶注射成型机液压系统的设计[J]. 液压与气动, 2008(3): 27-28.
- [6] 倪卫涛. 橡胶注射成型机先进先出式注射装置设计研究[J]. 橡胶工业, 2014, 61(2): 115-117.
- [7] 张惠敏, 杨露露, 田志强. 液压控制新技术在橡胶注射成型机中的应用[J]. 液压与气动, 2008(12): 67-69.
- [8] 王留博, 吕晓萍, 张保. 基于有限差分法的注塑腔体温度场建模研究[J]. 塑料科技, 2021, 49(1): 125-128.
- [9] 白好胜. 小型精密注射成型机[J]. 世界橡胶工业, 2005, 32(3): 28-33.

收稿日期: 2023-07-09

Application of Rubber Injection Molding Press in Vulcanization of EPDM

REN Weijie, FANG Yuequan, HUANG Shundao

(Zhejiang Shangyu Oil Seal Manufacturing Co., Ltd, Shaoxing 312300, China)

Abstract: The application of two different types of rubber injection molding press (A-type and B-type) in the vulcanization of ethylene propylene diene monomer (EPDM) was compared. A-type injection molding press was suitable for pure rubber products, while B-type injection molding press was suitable for rubber products with complex structures and metal inserts. During production, the problems such as difficulties in feeding, leakage of the rubber material, mold sticking and concave shrinkage holes at the injection port of the finished product, could be solved by improving the feeding port, changing injection parameters, cleaning the mold, and applying Teflon.

Key words: rubber injection molding press; EPDM; structure; parameter

声 明

《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》均不收取审稿费。任何机构、个人以任何名义向作者收取审稿费均为诈骗行为。请广大作者互相转告, 勿信诈骗信息。作者投稿请直接登录官网 (www.rubbertire.com.cn), 在投稿系统中可查询稿件录用结果。有任何疑问请及时与编辑部联系。