

填充因数对橡胶连续塑炼机塑炼效果的影响

汪传生, 刘华侨, 崔振超
(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:以自主研发的新型连续塑炼机为实验平台,天然橡胶(NR)为生胶原料,研究填充因数对 NR 连续塑炼效果的影响。塑炼段、销钉段、挤出段机筒和机头温度依次为 40,50,60 和 70 ℃,转子转速为 $30\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 的工艺条件下,填充因数为 0.6 时,连续塑炼机具有最好的塑炼效果,门尼粘度下降最多,塑炼胶更加均匀。

关键词:填充因数;门尼粘度;连续塑炼

中图分类号:TQ330.6+3 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2015)03-0175-03

天然橡胶(NR)是需要塑炼的主要胶种,未塑炼的 NR 不利于混炼。目前世界上主要使用开炼机和密炼机对 NR 进行塑炼,但存在劳动强度大、生产效率低和各批次胶料质量不均等问题,因此研究一种新型的连续式塑炼方法,替代传统的间歇式塑炼方法,从而获得稳定的塑炼效果并提高生产效率,对橡胶加工业的发展有积极的影响。

本工作将 NR 经过切片、烘胶等工艺处理后称量并保证试验中单位时间的加料量用以控制填充因数,分别探究填充因数为 1,0.8,0.6,0.4 和 0.2 时的连续塑炼效果。

1 双螺杆连续塑炼原理

双螺杆连续塑炼属于低温塑炼,温度在 100 ℃以下,橡胶硬度较大,所受到的机械破坏作用较剧烈,机械破坏作用使橡胶分子断链而获得塑炼效果。橡胶在双螺杆之间受到强烈的拉伸剪切作用^[1],沿螺槽方向产生很大的形变,应力集中,大分子链断裂,达到塑化效果。同时,螺杆相互之间、螺杆与机筒之间存在强烈的剪切作用,大分子链断裂,有助于提高塑炼效果。

拉伸剪切作用力是双螺杆连续塑炼的主要作用力,橡胶在双螺杆之间产生很大的形变,为满足应力集中下的较大形变,机筒与螺杆之间必须存在一定的自由空间,因此填充因数成为双螺杆连

续塑炼的重要参数之一。

2 连续混炼设备

采用青岛科技大学自主研制的块状橡胶连续混炼机,采用螺旋输送喂料方式,转子直径为 60 mm,长径比为 20:1,转速为 $20\sim 200\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$ 。该混炼机采用啮合异向向内旋转平行组合式双转子,每个转子元件都有花键槽与转子芯轴的花键配合,从而实现周向定位。

本设计的橡胶连续塑炼转子结构如图 1 所示,主要由喂料段、塑炼段、输送段以及挤出段组成,通过捏合块、啮合型转子、销钉机筒、六棱柱等组成塑炼元件对胶料进行剪切、拉伸、挤压,使橡胶大分子链断裂,以获得较好的塑炼效果。

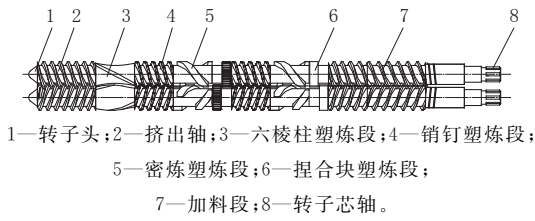


图 1 连续塑炼转子结构示意图

3 实验

3.1 原材料

NR,门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]为 84,马来西亚产品。

3.2 设备与仪器

X(S)-660 新型橡胶塑炼试验机,青岛科技大

作者简介:汪传生(1960—),男,安徽安庆人,青岛科技大学教授,博士,主要从事高分子材料加工机械的教学和科研工作。

学产品; X(S)K-160 型开炼机, 上海橡胶机械厂产品; QP-16 型橡胶塑料试验切片机, 上海化工机械四厂产品; UM-2050 型门尼粘度仪, 中国台湾优肯科技股份有限公司产品。

3.3 工艺参数

在传统塑炼工艺中, 温度对橡胶的塑炼效果有双重影响, 就 NR 而言, 在低温范围内(约 110 °C 以下), 随着温度的升高, 塑炼效果下降, 升温对塑炼效果有不良影响。本试验的双螺杆连续塑炼机采用冷却水循环系统, 塑炼温度不会超过 100 °C, 因此属于低温塑炼^[2]。与传统的低温塑炼不同, 为满足加料的稳定性, 双螺杆结构的单通道机筒要求胶料必须有较好的流动性, 因此不能在温度过低的条件下进行塑炼。同时, 考虑到橡胶塑炼过程中受到强烈的机械剪切作用和橡胶与机筒之间的摩擦力作用, 橡胶在塑炼过程中温度升高不可避免。更重要的是, 机头处橡胶完全充满, 机头压力较大, 从而导致在橡胶挤出过程中挤出胀大现象非常明显。为适当降低机头压力, 避免挤出胀大现象的出现, 可将温度适当提高。

试验工艺参数为: 转子转速 30 r · min⁻¹; 机头冷却水温度 70 °C; 挤出段机筒冷却水温度 60 °C; 销钉段机筒冷却水温度 50 °C; 塑炼段机筒冷却水温度 40 °C。

4 结果与讨论

4.1 填充因数

连续塑炼过程中控制加料量, 保持机筒的填充因数分别为 1, 0.8, 0.6, 0.4 和 0.2, 所得塑炼胶的门尼粘度变化曲线如图 2 所示。

由图 2 可以看出, 填充因数减小, 橡胶的门尼粘度曲线波动幅度增大。双螺杆之间的自由空间随着填充因数的减小而增大, 橡胶在剪切拉伸作用下的受力差异变大, 最终导致塑炼效果出现较大的波动^[3]。

依据填充因数为 1, 0.8, 0.6, 0.4 和 0.2 的条件下所得的门尼粘度数据, 计算平均值并作二次回归曲线, 所得填充因数对塑炼效果的影响如图 3 所示。

由图 3 可知, 在填充因数为 0.2~0.6 时, 塑炼效果随着填充因数的增大而提高; 当填充因数

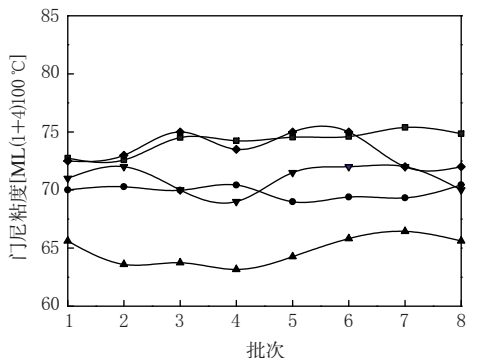


图 2 塑炼效果与填充因数的关系曲线

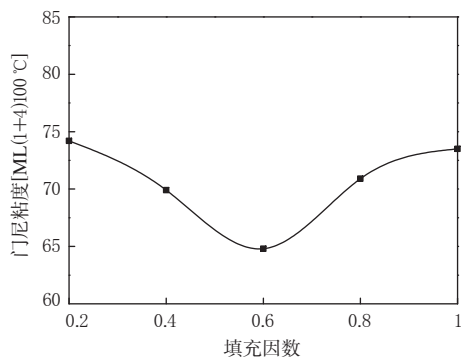


图 3 填充因数对塑炼效果的影响

为 0.6~1 时, 塑炼效果随着填充因数的增大而降低, 主要由于橡胶在双螺杆之间需要一定的自由体积才能受到较好的剪切拉伸作用, 从而保证大分子链的充分拉伸而断裂。另外, 若填充因数太小, 橡胶在机筒内不能很好地包覆螺杆, 导致剪切作用减弱。

4.2 塑炼效果

在填充因数为 0.6 的条件下进行塑炼试验, 试验结束时立刻停机, 拆卸机筒, 在不同的转子构型处提取样品, 进行门尼粘度测试, 得出一次工艺条件下 NR 生胶的门尼粘度曲线, 如图 4 所示。传统低温塑炼门尼粘度与塑炼时间的关系如图 5 所示。

由图 4 和 5 可以看出, 塑炼初期双螺杆连续塑炼与传统低温塑炼一样, 塑炼作用表现得非常强烈, 橡胶的相对分子质量下降很快。而传统低温塑炼后期橡胶相对分子质量变化渐趋平缓, 进而达到极限, 不再随塑炼时间而变化^[4]。双螺杆连续塑炼后期经过六棱柱塑炼段和挤出段, 橡胶相对分子质量变化幅度虽然不大但并没有达到平

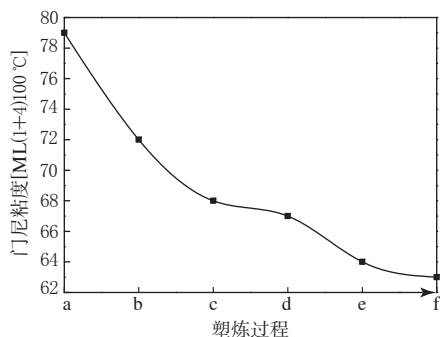


图4 连续塑炼一次工艺条件下橡胶门尼粘度曲线
a—加料段;b—捏合块塑炼段;c—密炼塑炼段;d—销钉塑炼段;e—六棱柱塑炼段;f—挤出段。

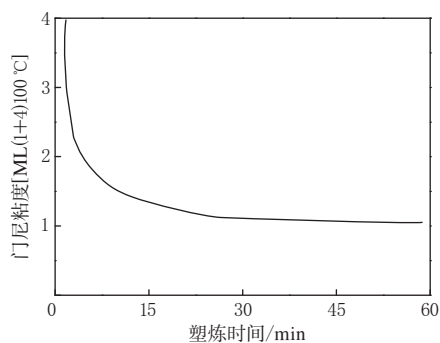


图5 传统低温塑炼门尼粘度变化曲线

稳和极限。由此可以看出,双螺杆连续塑炼由于螺杆长度或者转子构型的局限,并没有达到理想

的塑炼效果,因此增加螺杆长度和改进转子结构是改进双螺杆连续塑炼机的可行方案。

5 结语

在双螺杆连续塑炼机塑化试验中,填充因数对塑炼效果的影响具有双重性。在转子转速为 $30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ 、机头冷却水温度为 $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、挤出段机筒冷却水温度为 $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、销钉段机筒冷却水温度为 $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 、塑炼段机筒冷却水温度为 $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的工艺条件下,当填充因数大于 0.6 时,随着填充因数的增大,塑炼效果降低,而当填充因数小于 0.6 时,随着填充因数增大,塑炼效果提高。由此可以看出填充因数为 0.6 时能够达到最好的塑炼效果。

参考文献:

- [1] 张霞,谢林生,马玉录. 双转子连续混炼机混炼段拉伸作用的研究[J]. 中国塑料, 2010, 24(3): 108-113.
- [2] 白好胜. 先进橡胶加工工艺与设备的经济性[J]. 轮胎工业, 1996, 16(7): 424-427.
- [3] 缪国斌,谢林生,田华. 双转子连续混炼机混合指数研究[J]. 现代制造工程, 2010(6): 126-128.
- [4] 单国玲,刘谦. 开炼式连续自动低温炼胶工艺技术开发与应用[J]. 橡胶工业, 2011, 31(1): 41-46.

收稿日期: 2014-09-25

Influence of Filling Factor on Plasticizing Effect of Continuous Rubber Masticator

WANG Chuan-sheng, LIU Hua-qiao, CUI Zhen-chao

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: In this study, the influence of filling factor on the continuous mastication effect of natural rubber was investigated. The experimental testing results showed that the optimum plasticizing result could be achieved when the temperatures of plasticizing section, pin section, extruding section barrels and rotor head were $40, 50, 60$ and $70 \text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively, rotor speed was $30 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$, and filling factor was 0.6. Under the optimized processing condition, the Mooney viscosity of natural rubber decreased to maximum extent and the masticated rubber was more uniform.

Key words: filling factor; Mooney viscosity; plasticizing effect

橡胶密封圈

中图分类号 TQ336.4+2 文献标志码 D

由中国石油化工股份有限公司申请的专利(公开号 CN103396589A, 公开日期 2013-11-20)“橡胶密封圈”, 涉及的橡胶密封圈配方为 丁腈橡胶 80~90, 高耐磨炭黑 90~110, 氧化锌

5~7, 硬脂酸 0.5~1.5, 防老剂 1~3, 硫化剂 MDC 2~4, 促进剂 TMTD 0.5~1.5, 促进剂 NS 1~3。该橡胶密封圈能够满足 SH/T 0305—1993《石油产品密封适应性指数测定法》的要求。

(本刊编辑部 赵敏)