

GK-5E型密炼机混炼工艺的研究

徐艺, 李威, 倪淑杰, 邓彩霞

(三角轮胎股份有限公司, 山东威海 264200)

摘要:采用具有转子密封圈油密封系统的GK-5E型密炼机,研究不同填料体系胶料在混炼过程中的质量变化、密度及拉伸性能。结果表明:用于密封的机械油会在混炼过程中部分进入到混炼胶中;混炼温度和混炼时间对硫化胶的拉伸性能影响不大;胶料配方中白炭黑用量过大会影响混炼时间,进而对硫化胶的拉伸性能产生影响。

关键词:密炼机;机械油;密封;混炼工艺;密度;拉伸性能

中图分类号:TQ330.4⁺3

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2020)06-0363-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.06.0363



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着轮胎工业的发展,密炼机成为塑炼和混炼的主要设备,并处于不断完善中。密炼机具有混炼时间短、生产效率高、操作简单、减少粉尘飞扬和配合剂损失等优点。密炼机按转子啮合与否分为切向型和啮合型。切向型和啮合型密炼机的混炼原理为:料斗装置中有一个压砣,用于将材料压入密炼室中,通过压砣的往复运动向胶料施加一定的压力,以加速炼胶过程,提高混炼效果;密炼室中两个相向旋转的转子实现混炼胶料的功能;转子端板用于密封混炼室的两端;防尘密封用于密封旋转转子与静止转子端板之间的区域;底座中设有排料装置(卸料门);驱动系统用于驱动转子完成混炼过程^[1-3]。

GK非啮合切向型密炼机由密炼装置、加料装置、压料装置、卸料装置、传动装置、底座、加热冷却系统、气压系统、液压系统、电控系统和润滑系统组成^[4]。本研究所用密炼机采用转子密封圈油密封系统,目的是使各转动部分减少摩擦,延长使用寿命。高压油泵根据密炼机的运行情况向密封圈注油,并对油筒加油、压力、流量进行控制润滑,主要用于密封圈的动静圈的供油润滑系统^[5]。GK型内压式密封装置开设注油孔,注入工艺油是为了使进入密封腔内的物料软化形成糊状物,高压工艺油施压在动环端面上,使动环与定环间产生

一定比压,比压由工艺油压力及物料流溢情况决定。密封面间的润滑由润滑油提供。该密封装置的结构特点是动环和定环均为两半,且在挡圈外,不容易被破坏。另外,密封面距转子端面较远,物料流动距离大,压力损失大、漏料少,易密封^[6]。

本工作采用具有转子密封圈油密封系统的GK-5E型密炼机,研究不同填料体系胶料在混炼过程中的质量变化、密度及拉伸性能。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),牌号STR20,泰国产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1502,中国石化齐鲁石化公司产品;溶聚丁苯橡胶(SSBR),德国朗盛公司产品;顺丁橡胶(BR),牌号9000,中国石化北京燕山石化公司产品;炭黑N220和工业参比炭黑,美国卡博特公司产品;沉淀法白炭黑,牌号1165MP,罗地亚白炭黑(青岛)有限公司产品。

1.2 试验配方

配方A:NR 100,工业参比炭黑 50。

配方B:SBR 100,白炭黑 40。

配方C:NR 32,SBR 68,炭黑N220 38.4,白炭黑 14.5。

配方D:NR 32,SBR 68,炭黑N220 44.3,白炭黑 9.4。

配方E:SSBR 70,BR 16,SBR 14,炭黑N220 10,白炭黑 48。

作者简介:徐艺(1987—),女,山东威海人,三角轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎用材料的理化性能分析。

E-mail:xuyi@triangle.com.cn

配方A—E除上述组分外,其他组分及用量均相同。

1.3 主要设备和仪器

GK-5E型密炼机,德国克虏伯公司产品;843609型密度仪,德国布拉本德公司产品;XB-220A型天平法比重计,瑞士Precisa公司产品;Z005型电子拉力机,德国Zwick公司产品。

1.4 试样制备

混炼前称取所用原材料质量第1段记为 m_0 ,第2段记为 m_2 。

1.4.1 配方A胶料

配方A胶料采用两段混炼工艺。一段混炼初始转速为 $90\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $50\text{ }^\circ\text{C}$,在混炼过程中通过调节转速控制温度,压压砣2次,出料温度为 $115\text{ }^\circ\text{C}$,A-1和A-2混炼时间分别为225和266 s,称取一段混炼胶质量,记为 m_1 。二段混炼初始转速为 $70\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $50\text{ }^\circ\text{C}$,在 $90\text{ }^\circ\text{C}$ 时出料,A-1和A-2混炼时间分别为150和170 s,称取二段混炼胶质量,记为 m_3 。相同配方胶料在开炼机上混炼,记为A(开炼机)。

混炼胶在 $145\text{ }^\circ\text{C}\times 30\text{ min}$ 的条件下进行硫化。

1.4.2 配方B胶料

配方B胶料采用两段混炼工艺。一段混炼初始转速为 $90\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $50\text{ }^\circ\text{C}$,在混炼过程中通过调节转速控制温度,压压砣2次,B-1和B-2出料温度分别为 110 和 $120\text{ }^\circ\text{C}$,混炼时间为240 s,称取一段混炼胶质量,记为 m_1 。二段混炼初始转速为 $70\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $40\text{ }^\circ\text{C}$,在 $90\text{ }^\circ\text{C}$ 时出料,混炼时间为150 s,称取二段混炼胶质量,记为 m_3 。相同配方胶料在开炼机上混炼,记为B(开炼机)。

混炼胶在 $150\text{ }^\circ\text{C}\times 10\text{ min}$ 的条件下进行硫化。

1.4.3 配方C和D胶料

配方C和D胶料采用两段混炼工艺。一段混炼初始转速为 $90\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $60\text{ }^\circ\text{C}$,在混炼过程中通过调节转速控制温度,在2.5 min时压压砣,在 $122\text{ }^\circ\text{C}$ 时出料,混炼时间为235 s,称取一段混炼胶质量,记为 m_1 。二段混炼初始转速为 $70\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $45\text{ }^\circ\text{C}$,在 $90\text{ }^\circ\text{C}$ 时出料,混炼时间为155 s,称取二段混炼胶质量,记为 m_3 。

混炼胶在 $150\text{ }^\circ\text{C}\times 30\text{ min}$ 的条件下进行硫化。

1.4.4 配方E胶料

配方E胶料采用两段混炼工艺。一段混炼初始转速为 $90\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $50\text{ }^\circ\text{C}$,在混炼过程中通过调节转速控制温度,在 $105\text{ }^\circ\text{C}$ 时出料,混炼时间为300 s,称取一段混炼胶质量,记为 m_1 。二段混炼初始转速为 $80\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,投料温度为 $50\text{ }^\circ\text{C}$,在混炼过程中通过调节转速控制温度,在 $90\text{ }^\circ\text{C}$ 时出料,混炼时间为208 s,称取二段混炼胶质量,记为 m_3 。

混炼胶在 $150\text{ }^\circ\text{C}\times 20\text{ min}$ 的条件下进行硫化。

1.5 性能测试

(1)混炼胶的布拉本德密度依据密度仪说明书测试;硫化胶的天平法比重计密度按GB/T 533—2008《硫化橡胶或热塑性橡胶 密度的测定》测试。

(2)拉伸性能按GB/T 528—2009《硫化橡胶或热塑性橡胶 拉伸应力应变性能的测试》测试。

2 结果与讨论

GK-5E型密炼机采用机械油密封体系。密炼机工作按钮开启后,设备的油泵开始工作,同时机械油进入密炼机中起到密封及胶料混炼过程中的润滑作用。在保证密炼机正常工作的前提下,控制机械油的进油速度。本混炼过程中,密炼机的耗油量为 $6.8\text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}$ 。

配方A—E胶料在混炼过程中的质量变化和密度测试结果如表1所示,硫化胶的拉伸性能测试结果如表2所示。

2.1 混炼时间

配方A胶料主要考察混炼时间对硫化胶拉伸

表1 胶料在混炼过程中的质量变化和密度测试结果

胶料编号	质量变化/g		密度/($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	
	m_1-m_0	m_3-m_2	ρ_1	ρ_2
A-1	3.0	5.2	1.129	1.129
A-2	3.4	5.9	1.128	1.129
A(开炼机)			1.129	1.130
B-1	3.7	5.8	1.112	1.111
B-2	3.9	6.0	1.112	1.111
B(开炼机)			1.121	1.122
C	4.2	6.9	1.140	1.144
D	3.7	5.9	1.130	1.132
E	4.5	7.2	1.195	1.197

注: ρ_1 为布拉本德密度, ρ_2 为天平法比重计密度。

表2 硫化胶的拉伸性能测试结果

胶料编号	100%定伸应力/MPa	300%定伸应力/MPa	拉伸强度/MPa	拉断伸长率/%
A-1	3.75	15.2	25.5	461
A-2	3.79	15.5	25.1	462
A(开炼机)	3.84	15.8	24.8	460
B-1	1.10	3.58	21.8	681
B-2	1.07	3.60	21.4	677
B(开炼机)	1.15	2.63	20.7	799
C	2.39	11.0	23.2	530
D	2.31	10.8	23.5	530
E	2.44	12.8	17.3	381

性能的影响。A-1和A-2胶料的一段混炼时间分别为225和266 s;而在一段混炼后得到的A-1和A-2胶料的质量分别增大了3.0和3.4 g。这表明在混炼过程中密炼机的机械油有一部分进入混炼胶中,混炼结束后胶料的质量会有一定的增大(经两段混炼后,A-1和A-2胶料的质量分别增大8.2和9.3 g);且混炼时间越长,进入混炼胶中的机械油越多。混炼完成后A-1和A-2胶料增大的质量在炭黑混炼标准要求(不应超过+0.5%或不应低于-1.5%)范围内。

从表1和2可以看出,在两段混炼过程中,虽然有部分机械油进入混炼胶中,但对胶料的密度和拉伸性能影响不大。A-1和A-2胶料的布拉本德密度和天平法比重计密度相近;且配方A胶料经开炼机混炼后硫化胶的天平法比重计密度为 $1.130 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$,与混炼后胶料的密度相差不大。另外,两种混炼方式所得硫化胶的拉伸性能无明显差异。

2.2 混炼温度

配方B胶料主要考察混炼温度对硫化胶拉伸性能的影响。B-1和B-2胶料的一段出料温度分别为110和120 °C;而在一段混炼后得到的B-1和B-2胶料质量分别增大了3.7和3.9 g。结果表明在混炼过程中密炼机的机械油有一部分进入混炼胶中,混炼结束后胶料的质量会有一定的增大(经两段混炼,B-1和B-2胶料质量分别增大9.5和9.9 g);混炼温度越高,进入混炼胶中的机械油越多。

从表1和2可以看出:B-1和B-2胶料的布拉本德密度和天平法比重计密度相近;两种胶料的拉伸性能稍有差异。这说明出料温度对硫化胶的拉伸性能影响不大。

从配方B胶料的混炼工艺可以看出,白炭黑胶料的混炼时间较长,一段和二段混炼共需390 s,在混炼过程中具有密封作用的机械油会部分进入最终的混炼胶中,引入的机械油可能对白炭黑胶料的拉伸性能有影响。因此,针对白炭黑用量较大且混炼时间较长的配方不建议使用具有油密封系统的密炼机。

2.3 填料体系

配方C和D胶料的混炼工艺一致,配方中白炭黑和炭黑的用量有一定的差别,导致二者在最终胶料的增量上不同,表现为胶料的密度不同,但这种差异并不会给硫化胶的拉伸性能带来影响(见表1和2)。

配方E采用高用量白炭黑,为了保证白炭黑的有效分散,需要延长混炼时间,因此配方E胶料的混炼时间总计为508 s,胶料的质量增大11.7 g。根据GK-5E型密炼机工作原理,混炼时间延长会增大机械油引入的风险,因此不建议高用量白炭黑配方或进行较长时间的混炼时使用GK-5E型密炼机。

3 结论

(1)在GK-5E型密炼机中用于密封的机械油会在混炼过程中部分进入到混炼胶中,混炼时间越长,温度越高进入的机械油越多。

(2)混炼温度和混炼时间对硫化胶的拉伸性能影响不大。

(3)胶料配方中白炭黑用量过大会直接影响混炼时间,进而对硫化胶的拉伸性能产生影响。

参考文献:

- [1] 黄元昌. 混炼技术新进展:切向型和啮合型密炼机结构设计的改进[J]. 橡塑技术与装备(橡胶),2017,43(21):42-49.
- [2] 孙茂忠,Siegfried Ratzeburg,郑昆,等. BB430型密炼机混炼工艺的研究[J]. 轮胎工业,2018,38(7):432-436.
- [3] 田秦,陈章全,王伟. 密炼机中胶料的混炼工艺与填充因数研究[J]. 橡胶工业,2019,66(9):691-695.
- [4] 韩帮阔,张津. 密炼机常见密封问题的分析及对策[J]. 设备管理与维护,2018,44:45-48.
- [5] 余洪,梅德琼,何伟军,等. 浅谈密炼机转子密封智能化供油系统[J]. 橡塑技术与装备(橡胶),2018,44(17):48-50.
- [6] 刘艳军,任风年,纪宇博,等. 密炼机端面密封装置评述[J]. 橡塑技术与装备,2011,37(2):38-44.

收稿日期:2019-12-20

Study on Mixing Process for GK-5E Mixer

XU Yi, LI Wei, NI Shujie, DENG Caixia

(Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: In this study, the mass change, density and tensile properties of the compound with different filler systems in the mixing process were studied by using a GK-5E mixer equipped with oil seals for the rotors. The results showed that the compound might be contaminated by the sealing oil during the mixing process. The mixing temperature and mixing time had little effect on the tensile properties of the vulcanizates. If the silica dosage in the compound formula was excessively high, the mixing time would be prolonged and the tensile properties of the vulcanizates could be affected.

Key words: mixer; mechanical oil; seal; mixing process; density; tensile property

世界橡胶机械行业呈现整合趋势

在新冠肺炎疫情影响下,世界经济正在遭受多方冲击。不过,从《欧洲橡胶杂志》(ERJ)近日公布的2019年度报告及未来预期看,世界橡胶机械行业尽管处于下行通道,但仍然维持原有的投资计划。2020年,橡胶机械行业投资信心依旧较强,收购重组活跃,行业的集中度提高,呈现出大公司化趋势。

(1) 行业格局未变。2019年,世界橡胶机械行业格局保持稳定,企业按销售收入的排名变化不大。前5位为上年度排名的翻版:德国H-F公司继续处于霸主地位,荷兰VMI位列第2,软控股份排名第3,日本三菱重工与神户制钢分列第4和第5位。德国特罗埃斯特以增长6.9%跻身第6,萨驰集团、LWB、德斯玛及Cimcorp分列7,8,9,10位。中国企业继续在世界橡胶机械行业维持较强排位,橡胶机械前36席企业中,中国企业占14席,在前10席中占据2席。

(2) 整体步入下行轨道。ERJ报告指出,2019年世界橡胶机械行业延续2018年的下降趋势,销售收入同比下降3.6%。2020年,由于新冠肺炎疫情影响,这个趋势更加明显,根据目前订单情况,世界橡胶机械行业整体进入下降通道。在世界橡胶机械行业领先的36家企业中,有21家出现销售收入下降;在前10家企业中,有7家出现下降。从地区看,中国橡胶机械总体增长,其他地区则普遍

下跌或持平。除中国外,世界橡胶机械销售收入同比下降3.1%。欧洲地区是世界橡胶机械的风向标,已连续15年增长,但2019年橡胶机械销售收入停止增长,总体持平。从产品看,非轮胎橡胶机械制造商发展势头好于轮胎橡胶机械制造商。2019年增幅最大的企业Cimcorp(61%)就是以非轮胎橡胶机械为主。前10强企业中,以非轮胎橡胶机械为主企业占4席。世界橡胶机械整体下降主要原因是全球贸易壁垒及汽车行业不景气。2020年,新冠肺炎疫情造成国家之间互相隔离,对世界贸易及运输冲击很大,对世界橡胶机械行业发展不利。

(3) 收购重组仍趋活跃。ERJ报告指出,橡胶机械行业的集中度正在提高,呈现强者愈强、大公司化的趋势。在这一趋势下,橡胶机械企业投资信心依然较强,收购重组更加活跃。84.6%的受调查者表示在未来一年内计划扩大产能,61.5%的受调查者计划升级生产线,38.5%受调查者计划收购重组。2019年以来,橡胶机械行业内收购重组活跃,其中几笔较大的资本变化将影响未来全球格局——一是马朗贡尼Meccanica从马朗贡尼集团分离出来,专业从事工程机械轮胎橡胶机械生产和销售;二是德国特罗埃斯特收购H-F公司挤出板块;三是4 jet技术公司收购Hennecke轮胎及轮辋检测系统。

(摘自《中国化工报》,2020-04-13)