

内脱模剂对半钢轮胎胎侧外观及性能的影响研究

杨姣, 白茹, 李凤威, 沈春和

(陕西延长石油集团橡胶有限公司, 陕西 西安 714000)

摘要: 随着汽车保有量的增加, 市场对轮胎外观等要求越来越高。特别是轮胎的胎侧, 一直裸露在外面, 受到自然环境、极端天气等影响, 对胎侧配方性能提出更高要求。本文主要研究了内脱模剂对胎侧配方性能及产品外观的影响, 结果表明, 使用内脱模剂会使胶料的门尼、 M_L 等降低, M_H 、扯断伸长率等升高, 对成品胎机床性能无影响, 但是会引起产品外观发红等现象。另外, 取消内脱模剂可以降低该配方成本。

关键词: 半钢子午线轮胎; 内脱模剂; 外观

中图分类号: TQ330.44

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)03-0036-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.03.009

0 前言

随着汽车保有量的增加, 汽车行业经济日新月异, 轮胎工业也随之进入飞速发展阶段。尤其是近两年, 新能源汽车出口量及销售量的增加, 直接带来半钢子午线轮胎产能增加。半钢子午线轮胎很大一部分受众为私家车车主, 私家车车主对车辆的关注度远大于营运车辆和卡客车。这就对轮胎行业提出更高的要求, 如: 轮胎外观美观、色泽黑亮等。因此, 轮胎企业在设计外观花纹时, 会考虑美学概念。另外, 轮胎的胎侧一直受到风吹、日晒、雨淋、冰雪等环境因素的影响, 可能会引起胎侧配方中小分子物质析出, 造成轮胎外观发红、泛彩等现象。

本文旨在研究轮胎胎侧配方中内脱模剂材料对配方性能及外观的影响, 为后续解决轮胎变色问题提供帮助。

1 试验

1.1 主要原材料

天然橡胶, STR20, 泰国产品; BR9000, 中石油产品; N330, 韩城黑猫产品; 环保芳烃油, 汉圣化工产品; 内脱模剂, AT-16, 宜兴卡欧化工产品, 其他小药均为轮胎行业常用原材料。

1.2 配方

配方如表 1 所示。

表 1 试验配方

配方	1 [#]	2 [#]
NR	40	40
BR9000	60	60
N330	50	50
环保芳烃油	5	5
内脱模剂	1.5	0
其他化工小药	15.5	15.5

1.3 主要设备和仪器

密炼机, 日本株式会社神户制钢所 BB-430 型和 BB-2 型; 开炼机, 湛江机械厂制造; 平板硫化机, 湖州宏侨橡胶机械有限公司; 电子万能拉力机, INSTRON, USA; 门尼黏度仪, 阿尔法科技公司; 流变仪, 阿尔法科技公司; 硬度计, 高铁检测仪器有限公司; 老化箱, 重庆恒达仪器厂制造; 曲挠, 高铁检测仪器有限公司。

1.4 混炼工艺

小配合采用两段混炼工艺, 一段是在密炼机上进行, 转子转速 50~60 r/s, 首先加入生胶塑炼 40 s, 再将小药、油和炭黑搅拌均匀, 取 1/3 小药混合物加入密炼机混炼 20 s, 后将剩余的小药混合物全部加入, 通过调节转速及上顶栓, 使温度在 3 min 达到 150 °C, 开卸料门排胶。二段是在开炼机上进行。将一段的母胶称重, 将混炼胶加入开炼机, 再加入提前配置好的

作者简介: 杨姣 (1991-), 女, 工程师, 硕士研究生, 主要从事配方设计及原材料开发工作。

终炼小药,吃粉过程中都要割胶,倒胶,待粉料全部吃进后,调整开炼机的辊距,通过打三角包,打卷,折叠等方式对胶料进行翻炼,待胶料颜色均一,表面光滑即可下片。下片后放置备用。

大配合也是两段工艺,一段是在 BB430 密炼机上进行,转子转速 45 r/s,生胶和小药塑炼 20 s,加炭黑,压上顶栓 20 s 后提栓,加油料,转子转速 30 r/s,压上顶栓 20 s 后提栓,再压上顶栓,当温度升到 150 °C 时,提上顶栓,开卸料门,冷却下片。二段是在 XM270 密炼机上进行,转子转速 20 r/s,共压上顶栓 3 次,温度 105 °C 排胶,时间大约 120 s,冷却下片。

混炼胶硫化是在平板硫化机上进行的,硫化条件为 168 °C × 10 min。

1.5 性能测试

胶料性能等均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 原材料检测数据

表 2 化学检测数据

项目	实测指标	企业标准
外观	白色颗粒	白色颗粒
加热减量 (70 °C)	0.3	≤ 2
灰分 (800 °C)	5.4	≤ 7

由上表可以看出,内脱模剂为造粒助剂,各项指标满足企业要求。本项目所用内脱模剂为脂肪酸锌皂和表面活性剂的混合物,加入胶料配方中,主要作用是不使用外喷涂脱模剂能有效脱模,减少轮胎的成品缺陷,提高成品合格率,还能改善外用脱模剂对模具的污染现象。

2.2 小配合试验

2.2.1 物理性能

从表 3 和表 4 可以看出,2[#](未添加内脱模剂)的胶料门尼高,老化前后硬度、拉伸强度、定伸应力变化不大,密度降低,扯断伸长率升高。曲挠龟裂作为胎侧配方的关键指标,要求 30 万次无裂口,就可满足要求。1[#]和 2[#]均可满足要求。由此可见,内脱模剂在配方中起到加工助剂的作用,可以降低门尼,提升伸长率,但对胶料的其他性能基本无影响。

2.2.2 硫化性能

从表 5 可以看出,1[#]和 2[#]焦烧时间基本一致。2[#]M_L高,可能是 2[#]门尼黏度高引起的。2[#]的 T₉₀较 1[#]偏高,也就是内脱模剂对胶料的正硫化时间有微小影响,添加内脱模剂可以适当的减少 T₉₀,即正硫化时间

缩短。2[#]的 M_H较 1[#]有降低,即添加内脱模剂可以提升胶料的交联密度。由此可见,使用内脱模剂对胶料的硫化性能有微小影响,使得胶料的 T₉₀缩短, M_L降低,提高胶料的交联密度。

表 3 小配合老化前物理性能对比

项目	1 [#]	2 [#]
门尼黏度	53	59
硬度	53	53
密度	1.105	1.098
拉伸强度	17.3	17.4
扯断伸长率	583	639
永久变形	13	14
10% 定伸应力	0.5	0.4
50% 定伸应力	1.0	0.9
100% 定伸应力	1.6	1.4
300% 定伸应力	6.8	5.8
撕裂强度	67	64
曲挠龟裂	300 000(0.0.0)	300 000(0.0.0)

表 4 小配合老化后物理性能

项目	1 [#]	2 [#]
硬度	58	56
拉伸强度	14.3	13.9
扯断伸长率	458	469
永久变形	5	7
10% 定伸应力	0.6	0.5
50% 定伸应力	1.4	1.2
100% 定伸应力	2.4	2.1
300% 定伸应力	9.5	9.7
撕裂强度	32	36
曲挠龟裂	300 000(0.0.0)	300 000(0.0.0)

表 5 小配合硫化特性

项目	1 [#]	2 [#]
焦烧时间	23	24
M _L	1.91	1.97
M _H	11.46	11.02
T _{S1}	2.97	3.09
T _{S2}	3.68	4.02
T ₉₀	7.26	7.44

2.3 大配合试验

2.3.1 物理性能

从表 6 和表 7 可以看出,2[#]生产配方(未添加内脱模剂)的胶料门尼高,老化前后硬度、拉伸强度、定伸应力变化不大,密度降低,扯断伸长率升高。曲挠龟裂作为胎侧配方的关键指标,要求 30 万次无裂口,就可满足要求。大配和试验结果与小配合试验结果得出结论一致。

2.3.2 硫化性能

由表 8 可以看出,大配合和小配合胶料的流变性能变化趋势是一样的。

2.4 成品胎性能及外观

2.4.1 成品胎性能

选取成品胎规格为 205/55R16,采用 1[#]和 2[#]两

个配方进行高速和耐久试验, 结果如下:

表 6 大配合老化前物理性能

项目	1 [#] 生产配方	2 [#] 生产配方
门尼黏度	54	56
硬度	53	53
密度	1.103	1.100
拉伸强度	18.2	17.6
扯断伸长率	597	678
永久变形	13	14
10% 定伸应力	0.5	0.4
50% 定伸应力	1.0	1.0
100% 定伸应力	1.6	1.6
300% 定伸应力	6.8	6.7
撕裂强度	68	59
曲挠龟裂	300 000(0.0.0)	300 000(0.0.0)

表 7 大配合老化后物理性能

项目	1 [#] 生产配方	2 [#] 生产配方
硬度	58	57
拉伸强度	13.7	13.0
扯断伸长率	380	452
永久变形	4	6
10% 定伸应力	0.6	0.5
50% 定伸应力	1.3	1.3
100% 定伸应力	2.3	2.2
300% 定伸应力	10.1	8.7
撕裂强度	34	30
曲挠龟裂	300 000(0.0.0)	300 000(0.0.0)

表 8 大配合硫化性能

项目	1 [#]	2 [#]
焦烧时间	23	23
M _L	1.91	2.10
M _H	11.74	10.97
T _{S1}	3.04	3.21
T _{S2}	3.74	3.98
T ₉₀	7.27	7.35

表 9 成品胎性能

项目	生产配方	试验配方
高速性能	1 h10 min 未损坏	1 h10 min 未损坏
耐久性能	67 h 未损坏	67 h 未损坏

从表中可以看出, 试验轮胎的高速性能和耐久性能均与生产轮胎相当, 达到企业标准。因此, 内脱模剂使用与否对成品胎性能无影响。

2.4.2 胎侧外观

从图中 1 和图 2 可以看出, 使用内脱模剂的轮胎和未使用内脱模剂的轮胎在刚生产出来时, 外观色泽无差异。随着存储时间的延长, 使用内脱模剂的轮胎外观出现蓝色斑块, 外观出现变色情况, 如图 4 所示。而未使用内脱模剂的轮胎外观未出现变色情况, 如图 3 所示。可能是因为内脱模剂在析出过程中, 加快了配方中其他小分子物质的迁出, 例如橡胶油、防老剂等, 从而引起了轮胎表面变色。



图 1 刚硫化出来轮胎外观



图 2 刚硫化出来轮胎外观



图 3 添加内脱模剂轮胎存放后外观



图 4 添加内脱模剂轮胎存放后外观

2.5 成本分析

1[#] 和 2[#] 胶料成本对比如表 10。取消内脱模剂使用, 胶料单公斤成本降低 0.08 元。若每个月该胶料生产量

为 500 t, 每月可降低成本约 4 万元。

表 10 胶料成本对比

项目	1 [#]	2 [#]
成本 / (元 · kg ⁻¹)	10.45	10.37

3 结论

(1) 添加内脱模剂会对胶料性能有影响, 如: 门尼和 M_L 降低, 有助于加工性能提升; M_H 和扯断伸长率升高, 即胶料的交联密度升高; T_{90} 降低, 正硫化时间缩短; 其他性能基本无影响。

(2) 使用内脱模剂会影响轮胎外观色泽, 有轮胎表面变色现象。

(3) 取消内脱模剂, 可以降低胶料成本。

参考文献:

- [1] 黄炜, 王立国, 赵硕, 等. 内脱模剂 AT-16 在轮胎胎侧胶中的应用. 轮胎工业, 2005(07).
- [2] 林世军, 武淑珍. 橡胶内脱模剂 AT-16 在子午线轮胎胎侧胶中的应用. 中国橡胶, 2003(14).

Study on the influence of internal release agent on the appearance and performance of half steel tire sidesides

Yang Jiao, Bai Ru, Li Fengwei, Shen Chunhe

(Shaanxi Yanchang Petroleum (Group) Rubber Co. LTD., Xian yang 714000, Shaanxi, China)

Abstract: With the continuous growth of car ownership, the market's demand for tire appearance is increasing day by day. Especially for the sidewall of tires, due to long-term exposure to the environment and extreme weather conditions, higher requirements are placed on the performance of sidewall formulations. This article focuses on the influence of internal release agents on the performance of sidewall formulations and product appearance. The results showed that the Mooney viscosity (M_L) of rubber compound decreased and the maximum torque (M_H) and elongation at break increased with the addition of internal release agent. Although it does not significantly affect the machining performance of finished tires, the use of internal release agents can cause problems such as redness in the appearance of the product. In addition, canceling the use of internal release agents can effectively reduce the production cost of this formula.

Key words: semi steel radial tire; internal release agent; appearance

(R-03)

兰州化物所聚碳酸酯合成催化剂研发获重要进展

Significant progress has been made in the research and development of polycarbonate synthesis catalysts at Lanzhou Institute of Chemical Physics

近日, 中国科学院兰州化学物理研究所低碳催化与二氧化碳利用全国重点实验室在聚碳酸酯合成催化剂制备领域取得重要进展, 研究人员成功研发出聚碳酸酯合成用高性能催化剂。

该催化剂在国内相关企业 26 万 t/ 年的聚碳酸酯生产装置上进行工业化应用, 成功生产出合格的聚碳酸酯产品。

据了解, 聚碳酸酯是一种重要的含羧高分子材料, 具有优良的物理和化学性质, 广泛应用于电子电器、汽车、建筑、机械等领域。传统的聚碳酸酯合成方法主要依赖于光气法, 经由甲醇氧化羰基化制碳酸二甲酯、酯交换制碳酸二苯酯, 进而合成聚碳酸酯是当今和未来聚碳酸酯产业的绿色环保路线。该项技术为我国聚碳酸酯产业的绿色发展和转型升级提供了强有力的技术支撑。

摘编自“中国科学院兰州化物所”

(R-03)