

环保塑解剂DBD用量对全钢载重子午线轮胎胎体胶性能的影响

刘岩, 曹学良, 孙学杰, 陈雪梅

(山东玲珑轮胎股份有限公司, 山东 招远 265400)

摘要: 研究环保塑解剂DBD用量对全钢载重子午线轮胎胎体胶性能的影响。结果表明: 随着塑解剂DBD用量的增大, 胶料的门尼粘度减小, 门尼焦烧时间和正硫化时间缩短; 与未加塑解剂的胶料相比, 加入塑解剂DBD的胶料的炭黑分散性提高, 60℃时的损耗因子减小; 当塑解剂DBD用量不大于0.2份时, 胶料的综合性能较好; 成品轮胎耐久性能达到国家标准要求。

关键词: 环保塑解剂; 全钢载重子午线轮胎; 胎体胶; 炭黑分散性; 动态力学性能

中图分类号: TQ330.38⁺7; U463.341⁺3/.6

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2020)02-0109-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2020.02.0109



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

环保塑解剂2,2'-二苯甲酰胺基二苯基二硫化物(以下简称塑解剂DBD)是一种通用型复合化学塑解剂,具有气味小、无毒、活性高的特点,由于不含五氯硫酚,符合现代橡胶加工的绿色、环保要求^[1]。塑解剂DBD在生胶塑炼过程中的增塑作用表现为:一是增塑剂本身受热、氧的作用分解成自由基,使橡胶分子发生氧化降解;二是封闭塑炼时橡胶分子链断链的端基失去活性,阻止其重新键合,因而可有效降低生胶的门尼粘度,缩短塑炼时间,同时降低能耗^[2-3]。

本工作主要研究塑解剂DBD用量对全钢载重子午线轮胎胎体胶性能的影响。

1 实验

1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), SMR20, 马来西亚产品; 炭黑N326, 上海卡博特化工有限公司产品; 塑解剂DBD, 牌号Renacit10, 德国朗盛化学公司产品。

1.2 试验配方

NR 100, 炭黑N326 45, 塑解剂DBD 变量, 硫化活性剂 4.2, 其他 26.2。

作者简介: 刘岩(1985—), 男, 山东菏泽人, 山东玲珑轮胎股份有限公司工程师, 硕士, 主要从事橡胶生产工艺管理工作。

E-mail: liuyan19851986@163.com

1.3 主要设备和仪器

BB430型和BB270型密炼机, 日本神户制钢公司产品; MV2000型门尼粘度仪和MDR2000型硫化仪, 美国阿尔法科技有限公司产品; S型四辊压延机, 日本IHI公司产品; 橡胶炭黑分散度测定仪, 北京万汇一方科技发展有限公司产品; 万能材料试验机, 美国英斯特朗公司产品; 动态力学分析仪, 德国GABO公司产品。

1.4 试样制备

胶料采用三段混炼工艺, 一段和二段混炼在BB430型密炼机中进行, 塑解剂、NR和炭黑在一段加入, 除硫黄和促进剂外, 其他小料均在前两段中加入; 终炼在BB270型密炼机中进行。混炼胶在电加热平板硫化机上硫化, 硫化条件为168℃×10 min。

1.5 性能测试

各项性能均按相应的国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 门尼粘度和门尼焦烧时间

塑解剂DBD用量对胶料门尼粘度和门尼焦烧时间的影响如表1所示。

从表1可以看出, 随着塑解剂DBD用量的增大, 胶料的门尼粘度减小, 当塑解剂DBD用量小于

表1 塑解剂DBD用量对胶料门尼粘度和
门尼焦烧时间的影响

项 目	塑解剂DBD用量/份				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
门尼粘度					
[ML(1+4) 100 °C]	93	84	76	74	72
门尼焦烧时间 t_5					
(125 °C)/min	30.60	29.90	29.20	29.87	28.80

0.2份时,胶料的门尼粘度明显减小,随着DBD用量的增大,胶料的门尼粘度略有减小。

由于塑解剂DBD在受热、氧作用下分解的产物中含有2-苯基苯并噻唑,其能促进胶料的硫化,因此随着塑解剂DBD用量的增大,胶料的门尼焦烧时间呈缩短趋势。

2.2 硫化特性

塑解剂DBD用量对胶料硫化特性(168 °C)的影响如表2所示。

表2 塑解剂DBD用量对胶料硫化特性的影响

项 目	塑解剂DBD用量/份				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
$F_L/(dN \cdot m)$	4.7	4.5	4.2	4.1	4.0
$F_{max}/(dN \cdot m)$	33.6	33.4	33.1	32.7	33.0
t_{10}/min	3.6	3.5	3.5	3.3	3.1
t_{90}/min	16.9	16.3	16.1	15.8	15.5

从表2可以看出,随着塑解剂DBD用量的增大,胶料的 F_L 减小, t_{90} 缩短。

2.3 物理性能

塑解剂DBD用量对硫化胶物理性能的影响如表3所示。

表3 塑解剂DBD用量对硫化胶物理性能的影响

项 目	塑解剂DBD用量/份				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
邵尔A型硬度/度	74	74	74	74	75
100%定伸应力/MPa	5.7	6.2	6.3	5.9	5.5
300%定伸应力/MPa	18.5	19.0	19.3	19.1	18.9
拉伸强度/MPa	25.8	26.2	26.0	25.7	25.0
拉断伸长率/%	515	518	520	510	498
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	68	66	66	64	63
粘合力/N	1 780	1 772	1 769	1 760	1 752
100 °C × 48 h老化后					
拉伸强度/MPa	24.3	23.1	23.9	23.4	22.3
拉断伸长率/%	427	430	426	419	415
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	56	55	56	55	52
粘合力/N	1 277	1 256	1 262	1 250	1 244
盐水老化 ¹⁾ 粘合力/N	1 082	1 079	1 070	1 061	1 052

注:1)盐水质量分数为0.1,室温存放3 d。

从表3可以看出:随着塑解剂DBD用量的增大,硫化胶的拉伸强度和拉断伸率先增大后减小,这是因为适量的塑解剂有利于橡胶分子链的断裂和炭黑分散,增大了炭黑的补强效果;随着塑解剂DBD用量的继续增大,生胶分子链断裂速度更快,相对分子质量降幅更大^[4],因此胶料的拉伸强度和拉断伸长率逐渐减小。

橡胶与钢丝帘线的粘合力是胎体胶重要的性能指标,粘合力差会导致钢丝帘线与橡胶分离,造成轮胎寿命缩短及安全隐患,塑解剂用量影响硫化胶与钢丝帘线的粘合力^[5]。从表3可以看出,随着塑解剂DBD用量的增大,硫化胶与钢丝帘线之间的粘合力呈下降趋势。

2.4 炭黑分散性

塑解剂DBD用量对胶料炭黑分散性的影响如表4所示。

表4 塑解剂DBD用量对胶料炭黑分散性的影响

项 目	塑解剂DBD用量/份				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
分散度(Y值)	9.8	9.9	10.0	10.0	9.7
炭黑分散等级	8.6	8.7	8.9	8.8	8.9

注:Y值代表大粒径炭黑的分布情况。

从表4可以看出:当塑解剂DBD用量不大于0.2份时,炭黑分散度和分散等级随塑解剂DBD用量的增加而增大;随着塑解剂DBD用量的继续增大,炭黑分散度和分散等级变化不大。这是因为添加适量的塑解剂可以有效促进橡胶分子链断裂,减小生胶相对分子质量,提高橡胶与炭黑的结合作用。

2.5 动态力学性能

硫化胶的温度扫描可以模拟轮胎在行驶过程中的滚动阻力,从而表征轮胎的使用性能。损耗因子(tan δ)越大,胶料的生热越大^[6]。加入塑解剂可以提高胶料的可塑性,有利于提高小料和补强剂的分散性。塑解剂DBD用量对硫化胶tan δ 的影响如表5所示。

从表5可以看出,与不加塑解剂的硫化胶相比,添加塑解剂DBD的硫化胶60 °C时的tan δ 减小,滚动阻力降低。

2.6 工艺性能

采用S型四辊压延机,1[#]和4[#]辊筒温度为70

表5 塑解剂DBD用量对硫化胶 $\tan\delta$ 的影响

$\tan\delta$	塑解剂DBD用量/份				
	0	0.1	0.2	0.3	0.4
30℃	0.076 8	0.073 6	0.073 3	0.075 0	0.064 0
60℃	0.061 3	0.057 6	0.057 7	0.058 3	0.052 3

℃, 2[#]和3[#]辊筒温度为75℃, 生产的帘布厚度为2.1 mm, 压延设定速度为35 m·min⁻¹。

当塑解剂DBD用量在0.2份以内时, 压延工艺正常, 钢丝帘布状态良好; 随着塑解剂DBD用量的进一步增大, 胶料的粘度减小, 流动性增大, 帘布出现粘辊问题, 将压延速度由35 m·min⁻¹调整到30 m·min⁻¹, 粘辊问题得到改善。

2.7 成品性能

采用不同塑解剂DBD用量的胎体胶生产12R22.5 16PR 150/147M C600轮胎, 并按照GB/T 4501—2016进行耐久性试验。当塑解剂DBD用量分别为0, 0.1, 0.2, 0.3和0.4份时, 成品轮胎的累计行驶时间分别为107.3, 110.5, 113.8, 111.2和100.3 h, 均通过试验, 且达到了国家标准要求。

3 结论

(1) 随着塑解剂DBD用量的增大, 胶料的门尼

粘度减小, 门尼焦烧时间缩短, 硫化速度减小, 硫化胶的拉伸强度和拉断伸率先增大后减小, 粘合力呈下降趋势。

(2) 与未加塑解剂的胶料相比, 添加塑解剂DBD的胶料炭黑分散性提高, 60℃时的 $\tan\delta$ 减小, 滚动阻力降低。

(3) 采用不同塑解剂DBD用量胎体胶生产的成品轮胎耐久性能均满足国家标准要求。

参考文献:

- [1] 李跃, 汪灵, 谢上盛. 塑解剂DBD用量对胎面胶性能的影响[J]. 轮胎工业, 2015, 35(6): 353-356.
- [2] 黄义钢, 林向阳, 姜杰. 环保塑解剂RENACIT210在全钢载重汽车子午线轮胎胎面胶中的应用[J]. 橡胶科技, 2010, 8(3): 11-13.
- [3] 李玉芳, 伍小明. 橡胶增塑剂的应用研究进展[J]. 广东橡胶, 2012(5): 17-19.
- [4] 莫业志, 陈振勇, 陈朝晖. 化学塑解剂JDBD对NR塑炼效果的影响[J]. 广东橡胶, 2012(11): 8-13.
- [5] Buding H, Ruetz L. Peptizer Influence on Rubber-to-Steel Cord Adhesion[J]. Rubber World, 1998, 218(6): 32-38.
- [6] 刘大晨, 吴新亮, 汤琦, 等. 稻壳源白炭黑/炭黑/天然橡胶复合材料的性能研究[J]. 橡胶工业, 2016, 63(8): 458-463.

收稿日期: 2019-10-16

Effect of Dosage of Environmental-friendly Plasticizer DBD on Properties of Carcass Compound for Truck and Bus Radial Tire

LIU Yan, CAO Xueliang, SUN Xuejie, CHEN Xuemei

(Shandong Linglong Tire Co., Ltd., Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: The effect of dosage of environmental-friendly plasticizer DBD on the properties of carcass compound for truck and bus radial tire was studied. The result showed that, as the dosage of plasticizer DBD increased, the Mooney viscosity of the compound decreased, and the scorch time and optimum curing time were shortened. Compared with the compound without plasticizer, the carbon black dispersion of the compound with plasticizer DBD was improved, and the loss factor at 60℃ decreased. It was found that the dosage of plasticizer DBD should be less than 0.2 phr in order to ensure good comprehensive properties of the compound, and the durability of the finished tires met the requirements of national standards.

Key words: environmental-friendly plasticizer; truck and bus radial tire; carcass compound; carbon black dispersion; dynamic mechanical property