

异戊橡胶在全钢载重子午线轮胎带束层胶中的应用

裴成玉

(双钱集团股份有限公司 轮胎研究所, 上海 200245)

摘要:研究异戊橡胶(IR)在全钢载重子午线轮胎带束层胶中的应用。结果表明,采用 20~30 份 IR 等量替代天然橡胶(NR),混炼胶的门尼粘度较低,硫化胶的邵尔 A 型硬度、定伸应力和撕裂强度减小,拉断伸长率稍大,粘合性能稍好,生热降低,其他性能变化不大。采用 20 份 IR 等量替代 NR 用于生产,成品轮胎的耐久性能符合国家标准要求。

关键词:异戊橡胶;天然橡胶;全钢载重子午线轮胎;带束层

中图分类号:TQ333.3;U463.341⁺.3/.6 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2013)04-0225-04

由于全球天然橡胶(NR)的产量有限,供应不足,因此希望寻找一种 NR 的替代品。异戊橡胶(IR)的结构和性能与 NR 相似,是合成橡胶中性能最接近 NR 的胶种,也是唯一可替代 NR 的合成橡胶。IR 的结构单元与 NR 一样为异戊二烯,其微观结构中顺式结构含量低于 NR,NR 的主体规整度高,结晶性好,相对分子质量大,凝胶含量高,因此在使用过程中需要塑炼从而达到一定的门尼粘度值,而 IR 在合成过程中,已经对其相对分子质量进行了调节,不需要前期的加工过程。IR 的结晶能力比 NR 差,这是影响 IR 未硫化胶加工性能和硫化胶物理性能的重要因素^[1-2]。

IR 的主要生产国有俄罗斯、美国和日本。近年来俄罗斯的 IR 产量出现较大回升,其对未来全球 IR 的发展仍将起着重要作用。本工作研究 IR 在全钢载重子午线轮胎带束层胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

NR,牌号 SMR20,马来西亚产品;IR,牌号 CKH-3,顺式结构的摩尔分数超过 0.97,俄罗斯产品。

1.2 配方

生产配方:NR 100,炭黑 N326 58,氧化锌 7,硬脂酸 1,间苯二酚 1.6,粘合剂 RA-65 3,防老剂 4020 2,防老剂 RD 1,硫黄 5,促进

剂 CZ 1。

1[#] 试验配方:采用 20 份 IR 等量替代 NR,其余组分和用量同生产配方。

2[#] 试验配方:采用 30 份 IR 等量替代 NR,其余组分和用量同生产配方。

3[#] 试验配方:采用 40 份 IR 等量替代 NR,其余组分和用量同生产配方。

1.3 主要设备和仪器

XK-160 型开炼机,无锡双象橡胶机械有限公司产品;F270 型密炼机,大连橡胶塑料机械股份有限公司产品;XLB-Q 400×400×2 型平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;3369 型电子万能试验机,美国英斯特朗公司产品;RH-2000 型压缩生热试验机,中国台湾高铁科技股份有限公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验:胶料在开炼机上采用两段混炼工艺进行混炼,辊温为(70±5)℃,加料顺序为:生胶→炭黑→小料,停放数小时→硫黄、促进剂。胶料停放 6 h 后在平板硫化机上硫化。

大配合试验:胶料在密炼机中采用三段混炼工艺进行混炼,一段混炼转子转速为 40 r·min⁻¹,加料顺序为:生胶→炭黑→氧化锌等小料;二段混炼转子转速为 40 r·min⁻¹,一段混炼胶继续混炼;三段混炼转子转速为 20 r·min⁻¹,加料顺序为:二段混炼胶→硫黄、促进剂。

1.5 性能测试

各项性能均按相应国家标准进行测试。

作者简介:裴成玉(1980—),女,江苏盐城人,双钱集团股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎配方研究工作。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

IR 的理化分析结果如表 1 所示。

表 1 IR 的理化分析结果

项 目	IR ¹⁾	企业标准 ²⁾
灰分质量分数×10 ²	0.23	≤0.50
挥发分质量分数×10 ²	0.28	≤0.50
丙酮抽出物质量分数×10 ²	0.2	≤2.0
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	70	65~77
硫化胶性能(142℃×30 min)		
300%定伸应力/MPa	12.3	11.0~15.0
拉伸强度/MPa	27.3	≥27.0
拉断伸长率/%	524	≥400

注:1)检验配方为 IR 100,氧化锌 5,硬脂酸 4,硫黄 2,促进剂 CZ 0.9;2)NR 检测指标。

从表 1 可以看出,IR 的各项性能均符合企业标准。

2.2 硫化特性

混炼胶的硫化特性如表 2 所示。

从表 2 可以看出:与生产配方相比,试验配方混炼胶的门尼粘度较低,对工艺生产有利,焦烧时间相当,硫化速度稍快;随着 IR 用量的增大,混炼胶的门尼粘度降低,硫化速度加快;当 IR 用量为 20 和 30 份时,胶料的硫化速度相差不大,基本满足工艺要求。

表 2 混炼胶的硫化特性

项 目	试验配方			生产配方
	1#	2#	3#	
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	65.8	64.5	62.2	74.2
门尼焦烧时间(125℃)/min	9.7	9.6	9.5	9.6
硫化仪数据(150℃)				
M _L /(dN·m)	3.22	3.45	3.35	3.95
M _H /(dN·m)	49.55	49.01	48.58	50.16
t ₁₀ /min	2.09	2.09	2.08	2.06
t ₃₀ /min	2.72	2.71	2.69	2.71
t ₅₀ /min	3.44	3.42	3.37	3.42
t ₇₀ /min	4.58	4.54	4.47	4.56
t ₉₀ /min	7.17	7.15	7.04	7.25
t ₉₀ -t ₁₀ /min	5.08	5.06	4.96	5.19

2.3 小配合试验

小配合硫化胶的物理性能如表 3 所示。

从表 3 可以看出:与生产配方相比,试验配方胶料的邵尔 A 型硬度、定伸应力和撕裂强度减小,拉伸强度相差不大,拉断伸长率稍高;随着 IR 用量的增大,胶料的邵尔 A 型硬度和定伸应力逐渐减小,撕裂强度呈现减小趋势,当 IR 用量为 40 份时,定伸应力、拉伸强度和撕裂强度减小幅度较大。这是由于 IR 在拉伸过程中,分子链缺乏像 NR 那样具有强烈的取向或结晶能力。

从表 3 还可以看出,试验配方胶料的耐老化性能相当或稍好于生产配方。由于老化后进行拉伸测试时,胶料的拉断伸长率均不到300%,所以

表 3 小配合硫化胶的物理性能

项 目	试验配方						生产配方	
	1 [#]		2 [#]		3 [#]			
硫化时间(150℃)/min	20	30	20	30	20	30	20	30
邵尔 A 型硬度/度	77	77	77	77	76	76	78	78
50%定伸应力/MPa	3.0	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	3.0	2.9
100%定伸应力/MPa	5.9	5.4	5.4	5.2	5.4	5.1	6.0	5.7
300%定伸应力/MPa	20.0	18.7	19.2	18.4	18.4	17.8	21.8	20.6
拉伸强度/MPa	24.7	23.2	25.7	23.6	23.5	21.8	25.6	24.0
拉断伸长率/%	378	368	400	385	368	362	368	352
拉断永久变形/%	26	20	26	20	24	20	24	20
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	71	75	76	72	56	65	87	75
100℃×24 h 老化后								
邵尔 A 型硬度/度	81	82	83	82	83	80	84	82
50%定伸应力/MPa	5.0	4.7	5.2	5.1	5.1	5.0	4.9	4.4
100%定伸应力/MPa	9.2	8.4	9.0	9.1	9.0	8.7	9.3	8.4
拉伸强度/MPa	18.0	17.0	18.2	18.5	17.3	16.6	18.1	16.7
拉断伸长率/%	199	203	210	217	206	226	194	190
拉断永久变形/%	10	10	12	10	10	10	8	6
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	36	42	35	30	34	31	33	32

300%定伸应力测不出。

小配合硫化胶与钢丝帘线的粘合性能如表 4 所示。

表 4 小配合硫化胶与钢丝帘线的粘合性能

项 目	试验配方			生产配方
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	
粘合力/N	905	893	876	885
附胶率/%	85	82	80	82
100 ℃×24 h 老化后				
粘合力/N	960	938	823	919
附胶率/%	85	88	88	84

注:硫化条件为 150 ℃×30 min。

从表 4 可以看出,当 IR 用量为 20 和 30 份时,试验配方胶料的粘合性能好于或相当于生产配方胶料,而且耐老化性能好于生产配方胶料。当 IR 用量为 40 份时,胶料的粘合力 and 附胶率稍低。这表明采用 IR 部分等量替代 NR 对胶料与钢丝帘线的粘合性能没有影响。

小配合硫化胶的压缩生热性能如表 5 所示。

表 5 小配合硫化胶的压缩生热性能

项 目	试验配方			生产配方
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	
150 ℃×20 min				
温升/℃	25.3	24.4	24.1	28.9
永久变形/%	5.7	6.2	7.7	5.9
150 ℃×30 min				
温升/℃	25.6	25.5	25.0	26.4
永久变形/%	5.7	6.2	7.7	4.9
150 ℃×45 min				
温升/℃	28.4	28.5	28.1	30.6
永久变形/%	5.4	5.7	7.7	5.0

注:冲程 4.45 mm,负荷 1.0 MPa,温度 55 ℃。

从表 5 可以看出:与生产配方相比,试验配方胶料的压缩温升稍微下降,并随着 IR 用量的增大而下降;当 IR 用量为 20 和 30 份时,试验配方胶料的压缩永久变形与生产配方胶料相当,采用 IR 部分等量替代 NR 对胶料的压缩生热性能影响不大;但当 IR 用量为 40 份时,试验配方胶料的压缩永久变形较大。

2.4 大配合试验

根据小配合试验结果,选用 1[#] 试验配方进行大配合试验,大配合硫化胶的物理性能如表 6 所示。

表 6 大配合硫化胶的物理性能

项 目	1 [#] 试验配方	生产配方
邵尔 A 型硬度/度	78	79
50%定伸应力/MPa	2.8	2.8
100%定伸应力/MPa	5.3	5.4
300%定伸应力/MPa	17.8	18.6
拉伸强度/MPa	21.3	21.7
拉断伸长率/%	370	363
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	52	59
100 ℃×24 h 老化后		
邵尔 A 型硬度/度	82	84
50%定伸应力/MPa	4.5	4.0
100%定伸应力/MPa	8.3	7.9
拉伸强度/MPa	18.4	18.5
拉断伸长率/%	241	235
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	30	32

注:同表 4。

从表 6 可以看出,与生产配方相比,试验配方胶料的 300%定伸应力稍小,其他物理性能相差不多。

大配合硫化胶与钢丝帘线的粘合性能如表 7 所示。

表 7 大配合硫化胶与钢丝帘线的粘合性能

项 目	1 [#] 试验配方	生产配方
粘合力/N	920	911
附胶率/%	85	82
100 ℃×24 h 老化后		
粘合力/N	953	947
附胶率/%	84	83

注:同表 4。

从表 7 可以看出,与生产配方相比,试验配方胶料老化前后的粘合力 and 附胶率较大,则试验配方胶料与钢丝帘线的粘合性能及其耐老化性能较好。

2.5 成品性能

采用 1[#] 试验配方制备带束层胶用于生产 275/70R22.5 全钢载重子午线轮胎,采用 TJR-2-TB(Y)型耐久试验机(天津久荣车轮技术有限公司产品)按照 GB/T 4501—2008 进行成品轮胎耐久性能试验,试验结果如表 8 所示。

从表 8 可以看出,试验轮胎的耐久性能良好,优于生产轮胎,满足轮胎使用条件。

2.6 成本分析

最初设计采用 IR 部分等量替代 NR,是由于

表 8 成品轮胎的耐久性能试验结果

项 目	试验轮胎	生产轮胎
胎面温度/℃		
行驶 47 h 后	80	82
行驶 77 h 后	102	126
累计行驶时间/h	90.8	75.0
试验结束时轮胎状况	胎面爆破	胎面爆破

注:额定负荷 3 150 kg,充气压力 800 kPa,试验速度 55 km·h⁻¹。当轮胎行驶 47 h 后,不改变试验条件继续进行试验,直到轮胎损坏为止。

IR 价格较 NR 便宜。目前随着 IR 价格的上扬,已与 NR 相近,所以 IR 在原材料价格上无优势,但是可以作为 NR 的替代胶种进行技术储备。同时由于 IR 可以不经塑炼而直接进行生产,因此可以提高生产效率,降低能源消耗。

3 结语

(1)从 IR 的理化分析结果可以看出,IR 的各项性能均符合企业标准。

(2)与生产配方相比,采用 20 或 30 份 IR 等量替代 NR 的试验配方胶料的硫化特性和物理性能相当,耐老化性能稍好。随着 IR 用量的增大,邵尔 A 型硬度、定伸应力和撕裂强度逐步减小,拉伸强度相差不大。试验配方胶料的粘合力 and 附胶率高于或相当于生产配方胶料,耐老化性能好于生产配方胶料,压缩生热稍微降低。

(3)采用 20 份 IR 等量替代 NR 对胶料的性能影响不大,用其生产成品轮胎的耐久性能较好,符合使用要求。由于 IR 可以不经塑炼而直接进行生产,故可提高生产效率,降低能源消耗。

参考文献:

[1] 李花婷,曹振纲. 异戊橡胶应用技术及其发展前景分析[J]. 合成橡胶工业,2007,30(3):165-168.
[2] 叶李青,任福君,贺惠英,等. IR 在轿车子午线轮胎带束层胶中的应用[J]. 轮胎工业,2008,28(9):539-542.

收稿日期:2012-10-28

Application of Isoprene Rubber in Belt Compound of Truck and Bus Radial Tire

PEI Cheng-yu

(Double Coin Holdings Ltd,Shanghai 200245,China)

Abstract: The application of isoprene rubber (IR) in the belt compound of truck and bus radial tire was investigated. The results showed that,with IR to replace 20~30 parts of NR by equal weight,the Mooney viscosity of the compound decreased,the Shore A hardness,modulus,tear strength and the heat build-up decreased,the elongation at break increased,the adhesion property was improved,and other properties changed slightly. It was demonstrated that with 20 parts of IR,the endurance performance of the finished tire met the requirements of national standards.

Key words:isoprene rubber;natural rubber;truck and bus radial tire;belt

一种自充气式防爆轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

由周颖申请的专利(公开号 CN 102815171A,公开日期 2012-12-12)“一种自充气式防爆轮胎”,涉及的自充气式防爆轮胎外胎内分布有容纳空间,容纳空间内填充有气囊组件,各个气囊组件相互接触,构成轮胎填充结构。气囊组件包括气囊本体,其内设置气体发生组件。

该防爆轮胎能够在第一时间处理刺入轮胎的异物,有效平衡轮胎内气压,防止爆胎的发生;还可通过调配醋酸晶体球和潮湿碳酸钠的配比,控制气囊组件中气压的配比,提升轮胎舒适程度。此外该轮胎通过各个气囊组件中气压的配比,解决了不同尺寸车轮配用不同型号内胎的问题,通过变更气囊数量,以符合各种规格车轮。

(本刊编辑部 马 晓)