

湿磨法超细绢云母在全钢子午线轮胎气密层胶中的应用

陈思奎,熊卫红,蒋松涛,李 键,付波涛

(合肥万力轮胎有限公司,安徽 合肥 231100)

摘要:研究湿磨法超细绢云母在全钢子午线轮胎气密层胶中的应用。结果表明:采用绢云母部分替代炭黑N660后,混炼胶的加工安全性提高, t_{90} 延长,力学损耗降低;随着绢云母用量的增大,硫化胶的邵尔A型硬度和拉伸强度变化不大,100%定伸应力、300%定伸应力和撕裂强度呈增大趋势,拉伸伸长率呈减小趋势,耐疲劳性能下降,气密性提高;综合考虑气密层胶的性能要求,绢云母用量宜为20份,同时可大幅降低生产成本。

关键词:绢云母;全钢子午线轮胎;气密层胶;炭黑;偶联剂;改性;耐疲劳性能;气密性

中图分类号:TQ330.38⁺3

文献标志码:A

文章编号:2095-5448(2024)03-0141-04

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2024.03.0141



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

橡胶补强填料主要有炭黑、白炭黑、绢云母、石墨等,其中炭黑和白炭黑属于链枝状或圆球状高补强填料,绢云母和石墨属于片层状填料,具有独特的理化性质。

绢云母是一种硅酸盐材料,具有二维片状结构,径厚比大,对橡胶具有一定的补强性^[1-7],其补强胶料的耐热性能、耐酸碱性能、耐磨性能和气密性良好。绢云母与炭黑并用时,可显著提高胶料的导热性能、阻尼性能和电绝缘性能^[8-10]。然而,绢云母易堆砌聚集,与橡胶基体的界面性质存在差异,互不浸润,不易分散,需通过表面改性来提高其与橡胶基体的相容性^[11-15]。

本工作研究湿磨法超细绢云母在全钢子午线轮胎气密层胶中的应用。

1 实验

1.1 主要原材料

溴化丁基橡胶(BIIR),山东京博中聚新材料

作者简介:陈思奎(1987—),男,安徽阜阳人,合肥万力轮胎有限公司工程师,硕士,主要从事原材料研究和配方设计工作。

E-mail:chensikui@wanlitire-hf.com

有限公司产品;天然橡胶(NR),SMR20,马来西亚进口产品;炭黑N660,西安安仑化工有限公司产品;湿磨法超细绢云母,粒度为 $3.25\ \mu\text{m}$ (4 000目),厚径比大于80,安徽格锐新材料科技有限公司产品;偶联剂Si69,常州新策高分子材料有限公司产品。

1.2 试验配方

试验配方如表1所示。

1.3 主要设备和仪器

XSM-1/10-120型密炼机,上海科创橡塑机械设备有限公司产品;XK-160型开炼机,无锡市第一橡塑机械有限公司产品;HS-RTMO型平板硫化机,佳鑫电子设备科技有限公司产品;GH-10型高速混合机,北京泽岛机械有限公司产品;MDR2000型硫化仪和RPA2000橡胶加工分析仪,美国阿尔法科技有限公司产品;EK-ROn型门尼粘度仪,上海育肯仪器有限公司产品;邵尔A型硬度计,北京时代锐达科技有限公司产品;GT-AI-7000S型电子拉力机和GT-XB320M型疲劳试验机,中国台湾高铁检测仪器有限公司产品;VAC-V1型气密性测试仪,济南兰光机电技术有限公司产品。

表1 试验配方

组 分	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
炭黑N660	70	60	50	40	30	20	10
湿磨法超细绢云母	0	10	20	30	40	50	60
偶联剂Si69	0	1	2	3	4	5	6

注:配方其他组分和用量为:BIIR 70,NR 30,均匀剂 11,环烷油 7,其他 6。

1.4 试样制备

1.4.1 改性绢云母

湿磨法超细绢云母部分替代炭黑用于全钢子午线轮胎气密层胶时,为提高其与橡胶的界面结合力和相容性,选用偶联剂Si69对湿磨法超细绢云母进行表面改性。将高速混合机升温至90℃,保持恒温,依次加入湿磨法超细绢云母和偶联剂Si69,搅拌30 min,制得改性绢云母(以下简称绢云母)。

1.4.2 混炼胶

一段混炼在密炼机中进行,加入生胶、炭黑、绢云母、均匀剂、环烷油等,混炼均匀;二段混炼在XK-160型开炼机上进行,加入一段混炼胶、硫化剂和促进剂,混炼均匀,下片后停放48 h以上备用。

1.4.3 硫化胶

混炼胶在平板硫化机上硫化,硫化条件为160℃× t_{90} 。

1.5 测试分析

(1) 门尼粘度。按照GB/T 1232.1—2016进行测试。

(2) 硫化特性。按照GB/T 16584—1996进行测试。

(3) 物理性能。邵尔A型硬度、拉伸性能和撕裂强度分别按照GB/T 531.1—2008,GB/T 528—2009和GB/T 529—2008进行测试。

(4) 动态力学性能。采用RPA2000橡胶加工

分析仪进行应变扫描,测试条件为:温度 60℃,频率 1 Hz,应变范围 0.27%~98%。

(5) 耐疲劳性能。按照GB/T 13934—2006进行测试,屈挠频率为300次·min⁻¹。

(6) 气密性(差压法)。按照GB/T 1038.1—2022进行测试,每组试验选取5个代表性圆形试样,确保试样无痕迹或无可见缺陷,试样厚度为2 mm。试样在(23±2)℃的干燥器中干燥48 h以上,计算透气系数,取值为去除最大值和最小值后的平均值。

2 结果与讨论

2.1 硫化特性

混炼胶的硫化特性如表2所示。

从表2可以看出:随着绢云母用量的增大,混炼胶的门尼粘度变化不大;焦烧时间呈延长趋势,加工安全性提高; t_{90} 呈延长趋势,硫化速率呈减小趋势,这可能是因为绢云母表面的弱酸性抑制了硫化体系中自由基的反应,使其活性降低,延缓了硫化; $F_{\max}-F_L$ 变化不大,说明绢云母用量对混炼胶的交联密度影响不大。

2.2 动态力学性能

混炼胶的动态力学性能如图1和2所示,其中 G' 为储能模量, $\tan\delta$ 为损耗因子。

从图1和2可以看出:随着应变的增大,混炼胶的 G' 减小, $\tan\delta$ 增大,这是因为在小应变下,体系

表2 混炼胶的硫化特性

项 目	配方编号						
	1 [#]	2 [#]	3 [#]	4 [#]	5 [#]	6 [#]	7 [#]
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	33	32	32	33	34	34	35
门尼焦烧时间 t_5 (127℃)/min	13.58	13.93	13.71	14.31	15.50	15.53	16.00
硫化特性(160℃)							
F_L /(dN·m)	0.49	0.41	0.45	0.47	0.48	0.48	0.50
F_{\max} /(dN·m)	7.58	7.18	7.32	7.37	7.59	7.87	7.90
$F_{\max}-F_L$ /(dN·m)	7.09	6.77	6.87	6.90	7.11	7.39	7.40
t_{10} /min	2.03	2.20	3.00	4.13	4.43	3.10	3.24
t_{90} /min	15.30	15.04	17.00	20.59	29.59	23.56	25.43

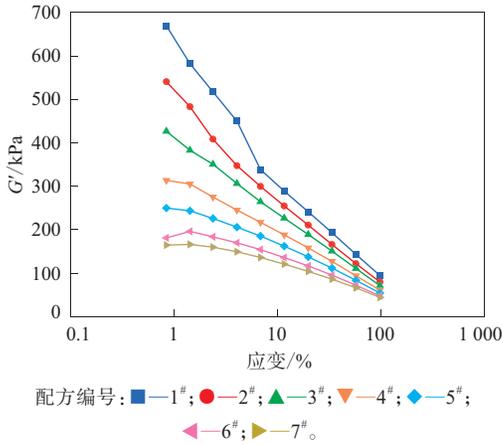


图1 混炼胶的G'-应变曲线

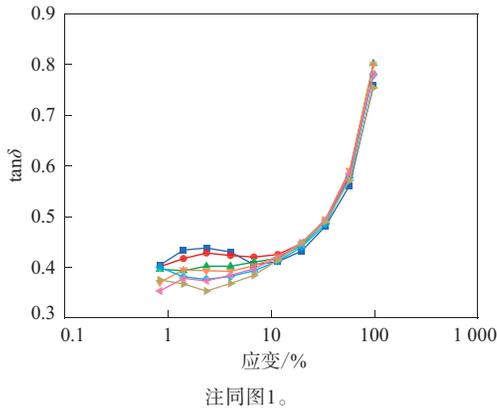


图2 混炼胶的tan delta-应变曲线

内填料网络未被破坏,此时G'较大,随着应变的增大,填料网络被破坏,G'减小^[16];在小应变下,绢云

母用量越大,混炼胶的G'越小,说明绢云母形成的填料网络较炭黑弱,这可能是由于绢云母为片层状结构,活性较弱,所形成的结合胶少;绢云母的用量越大,混炼胶小应变下的tan delta越小,说明绢云母不易形成团聚网络,而大应变下的tan delta几乎不变,表明绢云母与炭黑形成了复合填料网络,且绢云母在大应变时发生滑移,起到润滑作用,降低胶料力学损耗。

2.3 物理性能

硫化胶的物理性能如表3所示。

从表3可以看出,随着绢云母用量的增大,硫化胶的邵尔A型硬度和拉伸强度变化不大,100%定伸应力、300%定伸应力和撕裂强度呈增大趋势,拉断伸长率呈减小趋势,耐疲劳性能下降。这可能是因为绢云母中的偶联剂Si69属于两性物质,在绢云母与橡胶之间起到桥梁作用,增强了两者的结合,提高了胶料的交联密度,因此硫化胶的定伸应力和撕裂强度增大;但绢云母为片层结构,在橡胶基体中易产生应力集中,因此绢云母补强硫化胶的拉断伸长率较炭黑补强硫化胶小,耐疲劳性能差。综上所述,耐疲劳性能是全钢子午线轮胎气密层胶的关键性能,决定了其使用寿命,因此绢云母用量不应超过20份。

2.4 气密性

硫化胶的透气系数如表4所示。

表3 硫化胶的物理性能

项 目	配方编号						
	1#	2#	3#	4#	5#	6#	7#
邵尔A型硬度/度	56	57	57	55	55	54	53
100%定伸应力/MPa	1.88	2.78	3.22	3.50	3.66	3.91	3.98
300%定伸应力/MPa	4.15	6.99	7.39	7.58	8.48	8.21	9.11
拉伸强度/MPa	9.0	9.9	9.7	9.6	9.6	9.3	9.4
拉断伸长率/%	583	529	465	480	433	414	333
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	27	30	28	29	30	33	32
疲劳60万次裂口等级	0	0	0	2	3	3	4

表4 硫化胶的透气系数 cm²·Pa⁻¹·s⁻¹

配方编号	透气系数×10 ¹⁴	配方编号	透气系数×10 ¹⁴
1#	14.54	5#	9.27
2#	11.38	6#	8.25
3#	10.02	7#	7.60
4#	9.75		

从表4可以看出,随着绢云母用量的增大,硫化胶的透气系数减小,气密性提高,当绢云母用量为20份时,硫化胶的透气系数降低31%。这是因为绢云母具有片层状结构,径厚比较大,一定程度上阻断了气体的渗透路径,使得硫化胶的透气系数减小,气密性提高。

2.5 成本分析

绢云母资源丰富、价格低,部分替代炭黑用于全钢子午线轮胎气密层胶时,可有效降低生产成本。使用20份绢云母替换炭黑N660后,胶料每千克成本降低0.27元,可产生较大的经济收益。

3 结论

(1)采用绢云母部分替代炭黑N660后,混炼胶的加工安全性提高, t_{90} 延长,力学损耗降低。

(2)随着绢云母用量的增大,硫化胶的邵尔A型硬度和拉伸强度变化不大,100%定伸应力、300%定伸应力和撕裂强度呈增大趋势,拉断伸长率呈减小趋势,耐疲劳性能下降,气密性提高。

(3)综合考虑气密层胶的性能要求,绢云母用量宜为20份,同时可大幅降低生产成本。

参考文献:

- [1] CASTRO D F, SUAREZ J C, NUNES R C R, et al. Effect of mica addition of the properties of natural rubber and polybutadiene rubber vulcanizates[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2003, 90 (8) : 2156-2162.
- [2] ESCOCIO V A, VISCONTE L L Y, NUNES R C R, et al. Rheology and processability of natural rubber composites with mica[J]. International Journal of Polymeric Materials, 2008, 57 (4) : 374-382.
- [3] 贾振梅,周毅,石太平. 云母粉在全钢载重子午线轮胎胎侧胶中的应用[J]. 橡胶科技, 2017, 15 (6) : 32-34.

- [4] 贺春江. 云母粉/玻璃粉/助烧剂并用对硅橡胶性能的影响[J]. 橡胶工业, 2022, 69 (1) : 34-38.
- [5] 张军,王庭慰,李立洪. 绢云母表面改性及其在天然橡胶中应用研究[J]. 非金属矿, 2003, 26 (2) : 22-24.
- [6] 陈运熙,吴文彪,陈述明. 从绢云母粉看无机填料在橡胶中的补强性能[J]. 橡胶科技市场, 2004, 2 (5) : 6-10.
- [7] 冯耀岭,杨辉林,唐兴朝. 绢云母在轮胎胶料中的应用研究[J]. 轮胎工业, 2001, 21 (10) : 604-608.
- [8] 欧梦,画莉,万沛涵,等. 绢云母表面改性及其复合材料力学性能研究[J]. 非金属矿, 2023, 46 (3) : 6-9.
- [9] 邹德荣. 绢云母粉对RTV硅橡胶性能的影响[J]. 有机硅材料, 2002, 16 (6) : 8-10.
- [10] EL-NASHAR D E, WARD A A, ABD-EL-MESSIEH S L. Physico-mechanical and dielectric properties of nitrile rubber filled with silica and mica[J]. KGK Rubberpoint, 2009, 62 (9) : 434-440.
- [11] 郑奎,张士秋,刘伟军,等. 硅烷偶联剂改性绢云母及其在天然胶中的应用[J]. 中国粉体技术, 2012, 22 (3) : 67-71.
- [12] 薛茹军,吴玉程. 硅烷偶联剂修饰改性的机理及改性绢云母的性能[J]. 硅酸盐学报, 2007, 35 (3) : 373-376.
- [13] 涂春潮,裴高林,米志安,等. 云母/硅橡胶复合材料的硫化特性研究[J]. 有机硅材料, 2009, 23 (1) : 23-26.
- [14] 梁明婧,杨帅,唐丽,等. 云母粉改性及其在复合绝缘材料的应用研究[J]. 塑料科技, 2023, 51 (3) : 38-41.
- [15] 吕灏,管俊芳,程飞飞,等. 硅烷偶联剂改性绢云母补强丁苯橡胶的研究[J]. 硅酸盐通报, 2017, 36 (1) : 139-143.
- [16] FROHLICH J, LUGINSLAND H D, NIEDERMEIER W. The effect of filler-filler and filler-elastomer interaction on rubber reinforcement[J]. Composites (Part A) : Applied Science and Manufacturing, 2005, 36 (4) : 449-460.

收稿日期:2023-12-10

Application of Wet-grinding Superfine Sericite in Inner Liner Compound of All-steel Radial Tire

CHEN Sikui, XIONG Weihong, JIANG Songtao, LI Jian, FU Botao

(Hefei Wanli Tire Co., Ltd., Hefei 231100, China)

Abstract: The application of wet-grinding superfine sericite in the inner liner compound of all-steel radial tires was studied. The results showed that, the use of sericite to partially replace carbon black N660 resulted in improved processing safety, longer t_{90} and lower mechanical loss of the compound. As the amount of sericite increased, the Shore A hardness and tensile strength of the vulcanizate changed little. The 100% tensile stress, 300% tensile stress and tear strength showed an increasing trend, while the elongation at break showed a decreasing trend, the fatigue resistance decreased and the airtightness improved. Taking into account the performance requirements of inner liner compound, the appropriate amount of sericite was 20 phr, which could significantly reduce production cost.

Key words: sericite; all-steel radial tire; inner liner compound; carbon black; coupling agent; modification; fatigue resistance; airtightness

2+7×0.30ST钢丝帘线在轻型载重子午线 轮胎带束层中的应用

熊瑶,张永光,张宝亮,赵翔,赵玉娜
(青岛双星轮胎工业有限公司,山东 青岛 266400)

摘要:研究以2+7×0.30ST钢丝帘线替代3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线在7.50R16 14PR轻型载重子午线轮胎带束层中的应用。结果表明:与3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线相比,2+7×0.30ST钢丝帘线整体呈椭圆形排布,帘线直径相同,强度更高;将2+7×0.30ST钢丝帘线应用于带束层中,成品轮胎的充气外缘尺寸符合国家标准要求,耐久性能相当,强度性能和高速性能略有提升,滚动阻力降低,单胎质量减小。

关键词:轻型载重子午线轮胎;带束层;钢丝帘线;成品轮胎性能

中图分类号:TQ330.38⁺⁹

文章编号:2095-5448(2024)03-0145-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2024.03.0145



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着车辆性能的不断提高,汽车企业对轮胎性能的要求也越来越高,轮胎产品向技术含量高、精度高、性能优异且能为公司带来成本效益的方向发展。钢丝帘线作为轮胎的骨架材料,要求具有较高的拉伸强度,良好的导热性能、耐热性能和尺寸稳定性^[1-4]。带束层作为轮胎的重要部件之一,对轮胎的安全性能和使用寿命起着重要的作用,在很大程度上决定了轮胎的使用质量。当前,各轮胎企业聚焦于既能满足轮胎长使用寿命要求又能减小轮胎质量和成本的钢丝材料^[5-12]。

我公司生产的7.50R16 14PR轻型载重子午线轮胎带束层采用3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线,为提高产品利润,进行了以2+7×0.30ST钢丝帘线替代3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线应用于带束层中的研究,取得了良好效果。

1 实验

1.1 主要原材料

2+7×0.30ST钢丝帘线和3×0.20+

作者简介:熊瑶(1990—),女,陕西汉中,青岛双星轮胎工业有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计和研发工作。

E-mail:yaocer901205@126.com

6×0.35HT钢丝帘线,江苏兴达钢帘线有限公司产品。

1.2 主要设备

纤维帘布和钢丝帘布两用压延设备,意大利COMERIO ERCOLE公司产品;普通钢丝帘布裁断设备和90°钢丝帘布裁断设备,德国费舍尔公司产品;全钢一次法成型机,软控股份有限公司产品;载重轮胎耐久高速性能试验机,天津久荣车轮技术有限公司产品。

1.3 性能测试

钢丝帘线性能按照GB/T 11181—2016测试。成品轮胎的外缘尺寸和强度性能分别按照GB/T 521—2023和GB/T 4501—2023测试;高速性能和耐久性能按照企业标准测试。

2 结果与讨论

2.1 钢丝帘线性能

2+7×0.30ST钢丝帘线和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线的结构如图1所示,性能检测结果和指标如表1所示。

从图1可以看出:3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线整体呈圆形排布;2+7×0.30ST钢丝帘线整

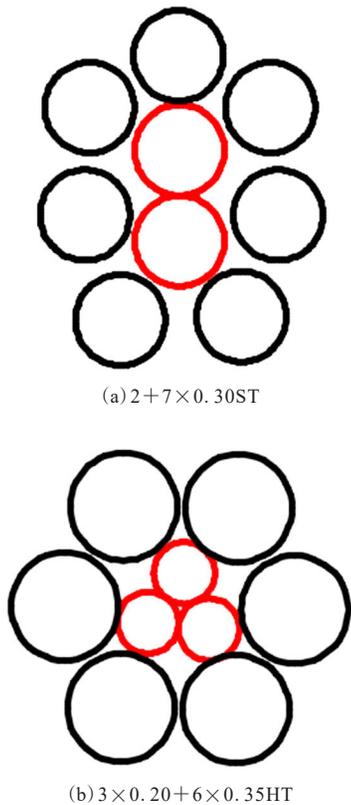


图1 两种钢丝帘线结构示意图

表1 两种钢丝帘线的性能检测 results 和指标

项 目	2+7×0.30ST		3×0.20+6×0.35HT	
	测试值	指标	测试值	指标
帘线直径/ mm	1.13	1.13±0.06	1.13	1.13±0.06
线密度/ (g·m ⁻¹)	5.156	4.910±0.246	5.392	5.340±0.267
破断力/N	2 098	≥2 050	1 885	≥1 870

体呈椭圆形排布,能够给予轮胎足够的强度,承受车辆对轮胎的负荷,从而减小轮胎在使用过程中的变形,有助于延长轮胎的使用寿命。

从表1可以看出,2+7×0.30ST钢丝帘线和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线直径相同,均为1.13 mm,但前者的破断力比后者高11%左右,表明带束层使用2+7×0.30ST钢丝帘线后安全性能有所提高,可延长轮胎的使用寿命。

2.2 工艺性能

2+7×0.30ST钢丝帘布和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘布的压延工艺参数如表2所示。

从表2可以看出,2+7×0.30ST钢丝帘布在压延密度减小的情况下强度比3×0.20+

表2 两种钢丝帘布的压延工艺参数

项 目	2+7×0.30ST	3×0.20+6×0.35HT
压延密度/(根·dm ⁻¹)	45	48
压延厚度/mm	1.80±0.05	1.80±0.05
帘布强度/(N·dm ⁻¹)	92 250	89 760
帘线质量/(kg·m ⁻²)	2.209 5	2.563 2
胶料质量/(kg·m ⁻²)	1.584 7	1.549 4
帘布质量/(kg·m ⁻²)	3.794 2	4.112 6

6×0.35HT钢丝帘布增大了2.8%,理论上与3×0.20+6×0.35HT钢丝帘布承载能力相当,说明使用2+7×0.30ST钢丝帘布在保证轮胎安全性能的前提下节约生产成本。

2+7×0.30ST钢丝帘布压延时,工艺性能良好,钢丝帘线排列、覆胶均匀,表面光滑、平整、无稀线劈缝现象(见图2),帘布厚度符合标准要求。



(a) 表面平整

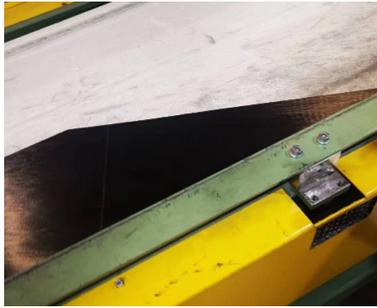


(b) 钢丝帘线排列整齐

图2 2+7×0.30ST钢丝帘布压延情况

2+7×0.30ST钢丝帘布裁断和接头时,未发现翘头、断面发散以及接头开裂等不良现象(见图3),裁断工艺性能良好,接头质量符合生产工艺标准要求。

此外,轮胎成型过程中钢丝帘布无拉伸,钢丝帘线排列均匀,成型时接头和反包均无异常。轮胎硫化过程正常。成品轮胎外观质量及X光检测结果均合格。



(a) 裁断处整齐、无开裂



(b) 接头处平整、无翘边

图3 2+7×0.30ST钢丝帘布裁断情况

2.3 带束层参数

使用2+7×0.30ST钢丝帘布和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘布生产的带束层参数如表3所示。

表3 使用两种钢丝帘布生产的带束层参数

项 目	2+7×0.30ST		3×0.20+6×0.35HT	
	1 [#] 带束层	2 [#] 带束层	1 [#] 带束层	2 [#] 带束层
带束层长度/m	0.12	0.14	0.12	0.14
带束层宽度/m	2.340	2.350	2.340	2.350
单胎带束层质量/kg	1.065 4	1.248 3	1.154 8	1.353 0
单胎带束层总质量/kg	2.313 7		2.507 8	

从表3可以看出,单胎使用2+7×0.30ST钢丝帘布的带束层总质量为2.313 7 kg,比使用3×0.20+6×0.35HT钢丝帘布的带束层总质量减小了0.194 1 kg,可降低成本,同时利于轮胎轻量化。

2.4 成品性能

以2+7×0.30ST钢丝帘线替代3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线应用于带束层中生产7.50R16 14PR轻型载重子午线轮胎,进行成品轮胎性能检测。

2.4.1 充气外缘尺寸

两种钢丝帘线生产的轮胎充气外缘尺寸见

表4。

表4 轮胎充气外缘尺寸 mm

项 目	2+7×0.30ST	3×0.20+6×0.35HT
充气外直径	803	801
充气断面宽	214	211

从表4可以看出,两种轮胎的充气外缘尺寸均符合GB/T 521—2023的要求(充气外直径为794~818 mm,充气断面宽为206~226 mm)。

2.4.2 强度性能

轮胎的强度性能试验条件为:环境温度(38±3)℃,充气压力770 kPa,停放时间长于3 h。试验步骤为:沿轮胎胎面中心线取大致间隔相等的5个试验点;选取直径为32 mm的压头,压头垂直于胎面,并压在靠近胎面圆周中心线的花纹块上,检测速度为50 mm·min⁻¹。试验结果表明,使用2+7×0.30ST钢丝帘线和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线生产的轮胎的最小破坏能分别为国家标准规定值(712 J)的453%和437%,均能满足国家标准要求,且使用2+7×0.30ST钢丝帘线生产的轮胎的强度性能略有提高。

2.4.3 耐久性能

轮胎的耐久性能试验条件如表5所示。

表5 轮胎耐久性能试验条件

试验阶段	负荷率/%	行驶时间/h
1	65	7
2	85	16
3	100	24
4	110	10
5	120	10
6	130	10
7	140	10
8	150	23 ¹⁾

注:环境温度为(38±3)℃,充气压力为770 kPa,停放时间长于3 h,试验速度为55 km·h⁻¹。1)总行驶时间达到110 h,轮胎未损坏即停止试验。

试验结果表明,使用2+7×0.30ST钢丝帘线和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线生产的轮胎的累计行驶时间均为110 h,试验结束时轮胎均未损坏,耐久性能良好,均满足企业标准要求(不短于47 h)。

2.4.4 高速性能

轮胎的高速性能试验条件如表6所示。

表6 轮胎高速性能试验条件

试验阶段	试验速度/(km·h ⁻¹)	行驶时间/min
1	55	120
2	60	120
3	70	120
4	80	120
5	90	120
6	100	120
7	110	120
8	120	120
9	130	120 ¹⁾

注:环境温度为(38±3)℃,充气压力为770 kPa,停放时间大于3 h,试验负荷为1 500 kg。1)第9阶段行驶时间达到120 min,轮胎未损坏即停止试验。

试验结果表明:使用2+7×0.30ST钢丝帘线生产的轮胎累计行驶了18.00 h,试验结束时轮胎未损坏;使用3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线生产的轮胎累计行驶了17.58 h,试验结束时轮胎损坏,高速性能均满足企业标准要求(不短于14 h)。

2.4.5 滚动阻力

滚动阻力试验结果表明,使用2+7×0.30ST钢丝帘线和3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线生产的轮胎的滚动阻力系数分别为6.12和6.56 N·kN⁻¹,可见带束层使用2+7×0.30ST钢丝帘线可有效降低轮胎的滚动阻力。

3 结语

以2+7×0.30ST钢丝帘线替代3×0.20+6×0.35HT钢丝帘线应用于7.50R16 14PR轻型载重子午线轮胎带束层,成品轮胎的充气外缘尺寸符合国家标准要求,耐久性能相当,强度性能和高

速性能略有提升,滚动阻力降低,且单胎质量减小了约7%,产品能更好地满足市场需求,并为产品的轻量化需求奠定了基础,成本降低可创造更大的利润。

参考文献:

- [1] 朱立新,冯兴林,徐海涛,等. 3+9+15×0.225ST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 橡胶工业,2022,69(12):921-925.
- [2] 张超,邵先行,郑宾,等. 0.23+18×0.21ST超高强度钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 轮胎工业,2023,43(6):358-361.
- [3] 孙绪利,王龙庆,王兆龙,等. 胎体帘布压延密度对轮胎力学性能的影响[J]. 橡胶科技,2022,20(8):396-399.
- [4] 李中英. 带束层帘线直径和压延密度对轮胎耐久性能的影响[J]. 科技与创新,2017(1):104.
- [5] 周君兰,姜文峰,吕伟,等. 3×0.24/9×0.225CCST钢丝帘线在全钢载重子午线轮胎胎体中的应用[J]. 轮胎工业,2022,42(4):230-233.
- [6] 张清珍. 钢线材对钢丝帘线质量的影响[J]. 橡胶工业,2002,49(9):524-528.
- [7] 邹峰. 帘线钢精炼相关问题的研究[D]. 武汉:武汉科技大学,2015.
- [8] 张爱军,马海俊. 钢丝帘线和轮胎[P]. 中国:CN 218521517U,2023-02-24.
- [9] 柯增光,刘祥,马卫铭,等. 一种钢丝帘线[P]. 中国:CN 116397452A,2023-07-07.
- [10] 张伟. 一种密集型增强钢丝帘线[P]. 中国:CN 219195482U,2023-06-16.
- [11] 姚凤刚,钱国平,陈亮,等. 用于轮胎胎体的双层钢丝帘线结构[P]. 中国:CN 218893896U,2023-04-21.
- [12] 马明强. 子午线轮胎中的钢丝帘线/橡胶界面结构及其动态演变[D]. 青岛:青岛科技大学,2013.

收稿日期:2023-11-07

Application of 2+7×0.30ST Steel Cord in Light Truck and Bus Radial Tire

XIONG Yao, ZHANG Yongguang, ZHANG Baoliang, ZHAO Xiang, ZHAO Yu'na

(Qingdao Doublestar Tire Industry Co., Ltd, Qingdao 266400, China)

Abstract: The application of 2+7×0.30ST steel cord instead of 3×0.20+6×0.35HT steel cord in belts of light truck and bus radial tires was studied. The results showed that, compared with 3×0.20+6×0.35HT steel cord, 2+7×0.30ST steel cord was arranged in an elliptical shape, with the same diameter and higher strength. Using 2+7×0.30ST steel cord in belts, the inflated peripheral dimension of the finished tire met the requirements of national standards, with comparable durability, slightly improved strength performance and high-speed performance, lower rolling resistance and reduced mass of single tire.

Key words: light truck and bus radial tire; belt; steel cord; performance of finished tire