

混纺材料冠带层对轿车轮胎性能的影响

兰丽, 贾斌, 张凯凯, 王龙庆, 张灿科, 李孟龙, 索嘉成

(青岛森麒麟轮胎股份有限公司, 山东 青岛 266229)

摘要: 研究混纺材料冠带层对轿车轮胎主、客观性能的影响, 并通过单变量分析方法探究冠带层采用混纺材料的优缺点。结果表明: 冠带层材料由锦纶调整为混纺材料可使轮胎的接地印痕面积增大, 印痕趋于矩形, 侧偏刚度和 F 函数值增大; 轮胎主观性能评价的基础转向性能和操纵性能提升, 但滚动阻力系数增大。

关键词: 混纺材料; 轿车轮胎; 冠带层; 接地印痕; 滚动阻力系数; 操纵性能; 侧偏刚度

中图分类号: U463.341; TQ330.38⁺⁹

文章编号: 2095-5448(2022)06-0280-04

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.06.0280



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎中冠带层的作用是限制带束层在高速运转状态下的扩张幅度, 可显著提升轮胎的性能^[1-3]。子午线轮胎中冠带层大部分使用锦纶材料, 但是锦纶冠带层已经不能完全满足超高性能轮胎的需求。随着配套主机厂对车辆操纵性能要求的不断提高, 轮胎主观评价中强度操纵性能在轮胎主观测试项目中的权重逐渐增大, 需引进新材料满足高性能轮胎的开发需求^[4-7]。混纺材料是指将芳纶和锦纶捻合而成的帘线, 用芳纶纤维增强锦纶可提高其强度、耐热性和尺寸稳定性等。

轮胎性能的影响因素较多, 包括胶料配方、结构设计和使用条件等。本工作主要研究混纺材料作为冠带层材料使用时, 对轮胎主观和客观性能的影响, 从而为轮胎结构设计起指导作用。

1 试验设备和方法

1.1 接地印痕

按照GB/T 22038—2018进行轮胎接地印痕试验, 接地长度比值(R_e)的计算公式如下。

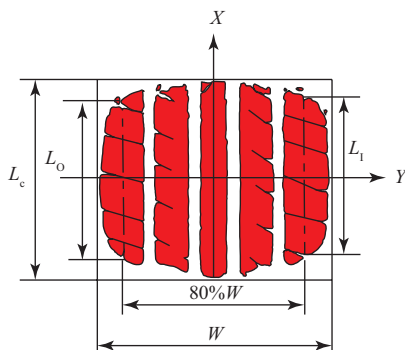
作者简介: 兰丽(1989—), 女, 山东临沂人, 青岛森麒麟轮胎股份有限公司工程师, 学士, 主要从事轮胎结构设计工作。

E-mail: lanli@sentrytire.com

$$R_e = 2L_c / (L_i + L_o) \quad (1)$$

式中, L_c 表示中心接地长度, mm; L_i 表示内侧胎肩部(80%接地宽处)的接地长度, mm; L_o 表示外侧胎肩部(80%接地宽处)的接地长度, mm。

轮胎接地印痕如图1所示。



W 为接地宽度。

图1 轮胎接地印痕示意

1.2 六分力

按照GMW 15204—2014进行轮胎六分力测试。

汽车在行驶过程中, 由于路面的侧向倾斜、侧向力或在曲线行驶时离心力的作用下, 车轮中心沿 Y 轴方向作用有侧向力, 相应的在地面上产生地面侧向反作用力(称为侧偏力)。由于轮胎存在侧

向弹性,轮胎的行驶方向将偏离轮胎平面的方向,该现象称为侧偏现象。汽车的操纵稳定性在很大程度上取决于轮胎的侧偏特性,而侧偏刚度和 F 函数是表征侧偏特性的主要指标。

1.2.1 侧偏刚度

侧向力曲线斜率在零侧偏角时的数值称为侧偏刚度,在决定反映大部分驾驶工况的线性区段内的车辆行为时,是一个非常重要的参数^[8]。轮胎侧偏刚度的绝对值越大,其基准转向性能越好。

1.2.2 F 函数

F 函数是对侧向力的归一化处理,反映了某一垂直负荷下归一化的侧向力随侧偏角的变化关系。负荷越大,同一侧偏角下所能承受的最大侧向加速度越小。 F 函数与实车测试转弯能力、应答特性有关。

1.3 滚动阻力

按照ISO 28580—2018对轮胎滚动阻力进行测试。滚动阻力试验机由德国ZF公司制造,将滚动阻力换算为滚动阻力系数进行比较,滚动阻力系数计算公式如下。

$$C_r = \frac{F_r}{L_m} \quad (2)$$

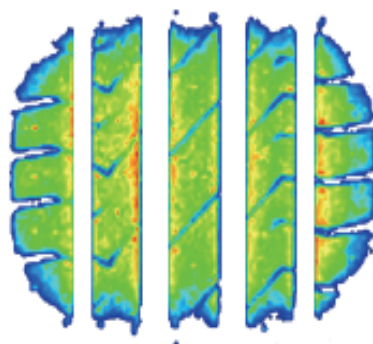
式中, C_r 为滚动阻力系数, $\text{N} \cdot \text{kN}^{-1}$; F_r 为滚动阻力, N ; L_m 为试验负荷, kN 。

2 混纺材料冠带层对轮胎性能的影响

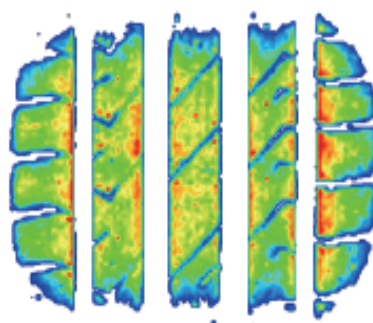
2.1 接地印痕

轮胎接地印痕形状和压力分布等直接影响车辆的牵引/制动、轮胎与地面的接地噪声及轮胎的操纵性能、耐磨性能和滚动阻力等重要指标。在不同冠带层材料条件下制作同一规格215/55R18试验轮胎并进行接地印痕测试,结果如图2和表1所示。

从图2和表1可以看出:在其他结构和工艺参数不变的情况下,仅改变轮胎的冠带层材料,由普通锦纶调整为混纺材料,混纺材料冠带层轮胎的接地印痕面积大于锦纶冠带层轮胎,单位接地面积压力更小,轮胎磨损更均匀,耐磨性能更好;混纺材料冠带层轮胎的接地印痕形状更趋于矩形。在主观操纵稳定性测试时,矩形接地印痕轮胎操



(a) 混纺材料



(b) 锦纶

图2 不同冠带层材料轮胎的接地印痕形状

表1 不同冠带层材料对轮胎接地印痕的影响

项 目	冠带层材料	
	混纺材料	锦纶
接地面积/ mm^2	14 342	13 606
R_e	1.16	1.07

纵性能和牵引性能较椭圆形接地印痕轮胎更好。

2.2 六分力

对试验轮胎进行六分力测试,混纺材料冠带层轮胎和锦纶冠带层轮胎的侧偏刚度分别为1 839.58和1 751.64 $\text{N} \cdot (\text{°})^{-1}$,说明在其他工艺参数相同的情况下,混纺材料冠带层轮胎的侧偏刚度大于锦纶冠带层轮胎的侧偏刚度。

另选取215/55R17轮胎在不同冠带层材料下制作试验轮胎并进行 F 函数测试,结果如图3所示。

从图3可以看出,在同一个侧偏角下,混纺材料冠带层轮胎的 F 函数大于锦纶冠带层轮胎。同一侧偏角下, F 函数值越大,轮胎所承受的侧偏加速度越大。

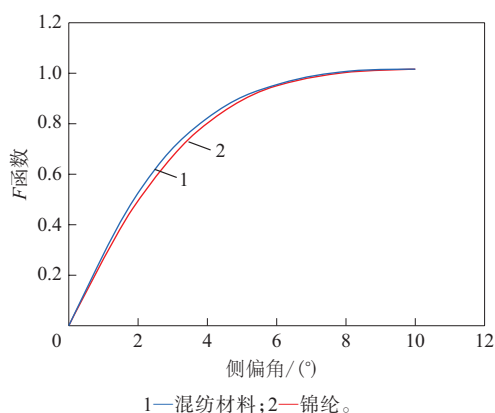


图3 不同冠带层材料的F函数

2.3 滚动阻力

对试验轮胎进行滚动阻力系数测试,混纺材料冠带层轮胎和锦纶冠带层轮胎的滚动阻力系数分别为 6.18 和 $5.99 \text{ N} \cdot \text{kN}^{-1}$,说明在其他工艺参数相同的情况下,混纺材料冠带层轮胎的滚动阻力系数大于锦纶冠带层轮胎的滚动阻力系数。

2.4 主观性能评价

针对215/55R18试验轮胎进行实车测试,研究不同冠带层轮胎的主观基础转向性能、干地操纵性能和乘坐舒适性,评分结果如表2—4所示。

表2 不同冠带层轮胎的基础转向性能测试结果

项 目	混纺材料冠带层	锦纶冠带层
低速		
转向力矩(中心区)	7.25	7.25
空区角度(中心区)	7.50	7.38
清晰度(中心区)	7.50	7.38
线性感(非中心区)	7.50	7.38
延迟性(非中心区)	7.50	7.50
总评(非中心区)	7.50	7.38
高速		
转向力矩(中心区)	7.25	7.25
空区角度(中心区)	7.50	7.38
清晰度(中心区)	7.50	7.38
线性感(非中心区)	7.50	7.38
延迟性(非中心区)	7.50	7.50
总评(非中心区)	7.50	7.38
超高速		
转向力矩(中心区)	7.25	7.25
空区角度(中心区)	7.50	7.38
清晰度(中心区)	7.50	7.38
线性感(非中心区)	7.50	7.38
延迟性(非中心区)	7.50	7.50
总评(非中心区)	7.50	7.38
总评分	7.46	7.38

表3 不同冠带层轮胎的操纵性能测试结果

项 目	混纺材料冠带层	锦纶冠带层
中度操纵性能¹⁾		
侧向刚性(单变道)	7.50	7.25
抓地极限(单变道)	7.50	7.25
反弹性(单变道)	7.50	7.25
总评(单变道)	7.50	7.25
侧向刚性(大S变道)	7.50	7.25
抓地极限(大S变道)	7.50	7.25
反曲卷入(大S变道)	7.50	7.50
总评(大S变道)	7.50	7.33
总评分	7.50	7.29
强度操纵性能²⁾		
侧滑(抓地力)可控性	7.25	7.25
刚性卷入量	7.25	7.00
卷入现象	7.25	7.25
失控临界点	7.25	7.00
总评分	7.25	7.13

注:1)中度操纵性能的加速度 $<0.9g$ (g 为重力加速度),单变道速度 $>75 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,大S变道速度 $>70 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$;2)强度操纵性能的加速度 $>0.9g$ 。

表4 不同冠带层轮胎的舒适性测试结果

项 目	混纺材料冠带层	锦纶冠带层
小入力隔绝性	7.25	7.25
大入力冲击量	7.25	7.25
凹凸坑包覆感	7.38	7.38
冲击阻尼	7.38	7.38
总评分	7.30	7.30

从表2可以看出:与锦纶冠带层轮胎相比,混纺材料冠带层轮胎在低速、高速、超高速条件下的基础转向性能都有提升。

从表3可以看出,混纺材料冠带层轮胎的侧向刚性、抓着极限均较锦纶冠带层轮胎有所提升。

从表4可以看出,混纺材料冠带层轮胎的舒适性与锦纶冠带层轮胎一致。

3 结论

本工作研究了混纺材料冠带层对轮胎主、客观性能的影响。在其他结构和工艺参数不变的情况下,冠带层材料由锦纶调整为混纺材料,轮胎的接地印痕面积增大、印痕形状更趋于矩形;轮胎的滚动阻力系数和侧偏刚度增大;在同一个侧偏角下,混纺材料冠带层轮胎的F函数值增大;轮胎的基础转向性能和操纵性能提升,舒适性相差不多。

参考文献:

- [1] 吴祥鑫,车明明,刘昌波,等.芳纶/锦纶混纺帘线冠带条的开发及应用[J].轮胎工业,2021,41(6):364-369.
- [2] 高楠.子午线轮胎骨架材料的检点及判定方法[J].科学技术创新,2020(18):22-23.
- [3] 迟雯.国外轮胎新技术新产品发展动向及对中国轮胎产业的建议[J].中国橡胶,2008,24(7):6-7.
- [4] 屈灿明,黄俊奇,甘坚南.轿车子午线轮胎滚动阻力的影响因素浅析[J].中国橡胶,2017,33(16):44-45.
- [5] 吴旭.降低轮胎滚动阻力的胎体和花纹结构设计研究[D].镇江:江苏大学,2018.
- [6] 彭国良.汽车轮胎滚动阻力系数影响因素研究[D].青岛:山东科技大学,2018.
- [7] 王国林,陈晨,周海超,等.胎面与胎体间接触特性对轮胎滚动阻力影响的研究[J].橡胶工业,2020,67(6):403-409.
- [8] GENT A N, WALTER J D. 轮胎理论与技术[J].危银涛,译.北京:清华大学出版社,2013:209.

收稿日期:2022-01-28

Influence of Blended Material Crown Belt on Performance of Passenger Car Tire

LAN Li, JIA Bin, ZHANG Kaikai, WANG Longqing, ZHANG Canke, LI Menglong, SUO Jiacheng

(Qindao Century Tire Co., Ltd, Qingdao 266229, China)

Abstract: The effect of blended material crown belt on the subjective and objective performance of passenger car tires was studied, and the advantages and disadvantages of blended material for crown belt were explored through univariate analysis method. The results showed that the adjustment of crown belt material from nylon to blended material could increase the tire footprint area, the footprint tended to be rectangular, the cornering stiffness and F function value increased, and the basic steering performance and handling performance of the subjective performance evaluation of the tire were improved, but the rolling resistance coefficient increased.

Key words: blended material; passenger car tire; crown belt; footprint; rolling resistance coefficient; handling performance; cornering stiffness

中国石油试产丁腈橡胶新品

2022年4月12日,由石油化工研究院兰州化工研究中心和兰州石化公司合成橡胶厂联合攻关的中国石油重大技术现场试验项目“宽温域环保型丁腈橡胶新产品工业试验”中NBR2808牌号丁腈橡胶产品实现工业化生产,累计试生产的5批次300 t工业产品均达到技术指标要求。

NBR2808是中结合丙烯腈含量、高门尼粘度产品,兼顾耐油、弹性、高低温平衡性,主要用于生产高端发泡材料,满足制品对阻尼性能、挺性、光滑性等要求。乳液聚合生产丁腈橡胶的原料,除丁二烯和丙烯腈单体外,还涉及多种助剂,某些助剂可能直接含有内分泌干扰物、致癌物等有害物质,在丁腈橡胶的生产过程中胶乳残留单体的脱除、胶料的干燥也会产生有害物质。确定丁腈橡胶中的有害物质来源是环保丁腈橡胶开发的首要步骤。为此,研发团队逐一排查了丁腈橡胶制备

中的30多种助剂和数十个生产工序,锁定了非环保物质来源,并针对其形成机理,筛选确定了环保丁腈橡胶助剂类型。同时他们采用多官能团复合乳化剂,提高抗氧剂乳液与胶乳相容性,解决了环保抗氧剂分散难及分散不均匀的问题。

为了保证工业化顺利进行,研发团队紧盯重点工艺参数,不断细化完善操作工艺,制定工业生产方案。兰州化工研究中心及时现场取样并分析评价,生产出结合丙烯腈与门尼粘度等主要指标符合要求、工艺操作调整范围更窄更精的高端发泡用NBR2808新产品。

兰州化工研究中心合成橡胶研究所项目负责人钟启林表示:“目前,国内发泡行业对该类NBR的年需求量超过2万t,并持续增长。以NBR2808产品为原料的高端发泡材料未来将成为中国石油的又一个丁腈橡胶拳头产品。”

(摘自《中国化工报》,2022-04-20)