

7.00R16LT轻型载重子午线轮胎带束层结构与性能的相关性研究

孙宝余,孙佳佳,聂本梁

(三角轮胎股份有限公司,山东 威海 264200)

摘要:对7.00R16LT轻型载重子午线轮胎采用3种不同的带束层结构进行测试分析,重点研究带束层结构对轮胎滚动阻力和刚度的影响。结果表明:带束层的整体刚度越大,轮胎的滚动阻力系数越小;带束层的总体模量越大,轮胎的横向刚度越大,增加冠带层可以更好地箍紧轮胎,有效减小轮胎的径向变形,从而使横向刚度增大;轮胎纵向刚度越大,滚动阻力系数越小;在负荷和充气压力相同的情况下,带束层模量增大,轮胎下沉量减小。

关键词:轻型载重子午线轮胎;带束层结构;滚动阻力;刚度

中图分类号:U463.341⁺.3/.6

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2022)04-0212-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2022.04.0212



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

对载重子午线轮胎来说带束层具有箍紧胎体、缓和冲击的作用,是轮胎的主要受力部件,在很大程度上决定了轮胎的整体形状和接地压力分布。带束层结构参数主要包括帘布角度、宽度、厚度、长度、方向以及所采用的帘线类型和带束层整体的结构。

带束层结构对带束层整体的箍紧力及胎冠部位的应力分布有直接的影响^[1-2]。本工作通过对7.00R16LT轻型载重子午线轮胎不同的带束层结构设计方式探讨带束层结构对轮胎性能,尤其是轮胎滚动阻力和刚度的影响。

1 试验方案

本次试验采用3种带束层结构,定义为方案一—三,3个方案除带束层结构不同外其余施工设计保持不变。

方案一采用2层钢丝带束层结构,1[#]和2[#]带束层均采用0.365+6×0.35HT钢丝帘线;方案二采用2层钢丝带束层+1层锦纶冠带层结构,1[#]和2[#]带束层均采用0.365+6×0.35HT钢丝帘线;方案三采用3层钢丝带束层结构,1[#]和2[#]带束层均采用0.365+6×0.35HT钢丝帘线,3[#]带束层采用

5×0.30HI钢丝帘线。

按照770 kPa轮胎充气压力计算,方案一—三轮胎带束层安全倍数分别为7.4、7.9和7.5。

2 轮胎性能对比

2.1 外缘尺寸

按照GB/T 4501—2016进行轮胎外缘尺寸测量,充气压力为770 kPa,测量结果如表1所示。

表1 轮胎外缘尺寸测量结果 mm

项 目	方案一	方案二	方案三
充气外直径	774	773	767
充气断面宽	201	200	200

方案一—三带束层的结构和层数存在明显的区别,总体来说方案三带束层采用3层结构,整体模量最大,方案二采用2层带束层+1层冠带层结构,整体模量与方案一相差不大。从表1可以看出,带束层模量越大,充气外直径越小。

2.2 滚动阻力

随着绿色轮胎发展理念的提出,汽车市场对轮胎的滚动阻力性能要求越来越高。对载重轮胎来说,轮胎滚动过程损失的能量可以达到汽车整体燃油消耗的10%~30%^[3-4]。轮胎滚动阻力每降低7%,汽车燃油消耗降低1%^[5],因此,在轮胎设计和使用过程中充分考虑降低轮胎滚动阻力对提高

作者简介:孙宝余(1989—),男,山东枣庄人,三角轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎结构设计和工艺改善工作。

E-mail:sunbaoyu@triangle.com.cn

汽车燃油经济性,减少能源损耗具有重要意义。

本试验采用我公司国家工程实验室的TS II-001型滚动阻力试验机,按照ISO 28580:2009进行轮胎滚动阻力测试,负荷为1 320 kg,充气压力为770 kPa,方案一—三轮胎的滚动阻力系数测试结果分别为6.561,6.441和6.142 $\text{N} \cdot \text{kN}^{-1}$ 。

根据试验结果发现,3层带束层结构轮胎滚动阻力最小,2层带束层+1层冠带层与2层带束层结构轮胎滚动阻力相差不大。由此可见,带束层的整体刚度越大,轮胎滚动阻力越小。

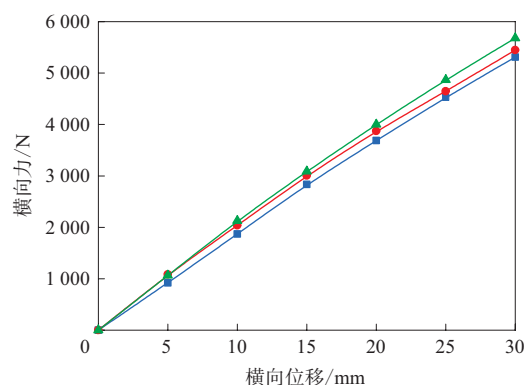
轮胎滚动阻力的产生原因较多,包括轮胎滚动周期性变形过程中克服粘弹性材料应变滞后所消耗的内摩擦功、轮胎与地面接触消耗的外摩擦功、轮胎滚动时搅动空气引起流体阻力所消耗的功以及轮胎花纹块拍击地面发声所消耗的功等^[6],这几种由于车轮滚动而损失的能量构成了车轮行驶过程中的滚动阻力。轮胎与路面接触时因承载而产生变形,进而生热。带束层的整体刚度越大,负荷下胎冠变形越小,橡胶粘弹性造成的滞后损失越小,滚动阻力系数也就越小。

2.3 刚度

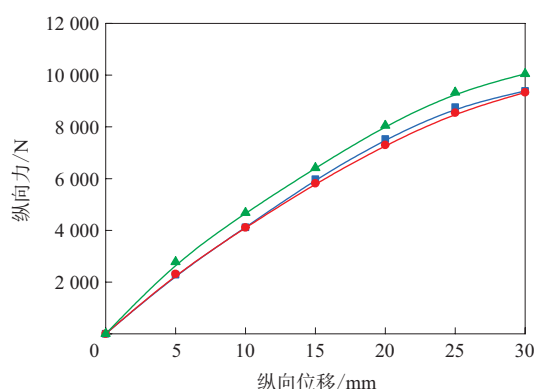
轮胎是底盘的核心,也是车辆行驶过程中最主要的减震部件,轮胎不仅承载整个车辆的负荷,而且通过与悬挂系统配合起到减震和抗冲击的作用^[7]。

轮胎的动力学特性对汽车的操纵稳定性、制动安全性、乘坐舒适性及噪声、振动与声振粗糙度等性能都有重要的影响。刚度是描述轮胎动力学特性的主要参数之一,对轮胎刚度非线性特性进行研究具有重要意义^[8]。刚度试验条件为:负荷1 320 kg,充气压力 770 kPa。3个方案轮胎横向刚度、纵向刚度和径向刚度测试结果如图1所示。

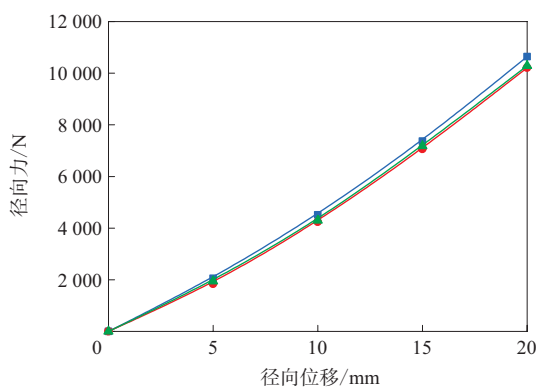
横向刚度对轮胎在高速转弯状态下的操纵稳定性有重要的影响,横向刚度越大,轮胎在急转弯过程中越不易发生侧偏,且更容易自动回正,但横向刚度过大会影响轮胎的整体舒适性。从图1(a)可以看出,方案三轮胎横向刚度最大,方案二和方案一轮胎依次减小。这是因为方案三带束层的总体模量最大,而增加冠带层可以更好地箍紧轮胎,有效减小轮胎径向变形,从而使横向刚度增大。



(a) 横向刚度



(b) 纵向刚度



(c) 径向刚度

—方案一; ●—方案二; ▲—方案三。

图1 轮胎刚度测试结果

纵向刚度是轮胎周向的刚度。从图1(b)可以看出,方案三轮胎的纵向刚度最大,方案一与方案二轮胎的纵向刚度相差不大。对比滚动阻力测试结果可知,方案三轮胎的滚动阻力系数最小,而方案一和方案二轮胎的滚动阻力系数相差不大。由此可见,纵向刚度越大,滚动阻力系数越小。

径向刚度指轮胎的径向力与径向位移的比

值,是轮胎的主要力学特性之一,对车辆振动分析结果起关键作用。径向刚度大,轮胎对地面障碍物的冲击过滤性能会下降,造成驾驶舒适性降低。从图1(c)可以看出,3个方案的径向刚度相差不大,说明轮胎胎冠部位结构对径向刚度的影响不是很明显,推测胎圈三角胶的高度及结构对轮胎径向刚度影响较大。

2.4 静负荷分析

对3个方案轮胎分别进行静负荷测试,测试条件为:静负荷 12 936 N,充气压力 770 kPa。试验结果如表2所示。

表2 轮胎静负荷测试结果

项 目	方案一	方案二	方案三
下沉量/mm	25.80	24.44	24.24
接地面积/mm ²	246.1	237.1	248.8

不同结构带束层通过自身的刚度和模量及与充气压力配合使轮胎呈现出不同的接地压力分布。从表2可以看出:随着带束层模量的增大,轮胎下沉量减小;方案三轮胎接地面积最大,方案二轮胎接地面积最小。

3 结论

(1)带束层的整体刚度越大,轮胎的滚动阻力

系数越小。

(2)带束层的总体模量越大,轮胎的横向刚度越大。增加冠带层可以更好地箍紧轮胎,有效减小轮胎的径向变形,从而使横向刚度增大。

(3)轮胎纵向刚度越大,滚动阻力系数越小。

(4)在负荷和充气压力相同的情况下,带束层模量增大,轮胎下沉量减小。

参考文献:

- [1] 崔志博,侯丹丹,苏召乾,等.带束层膨胀对轮胎接地印痕的影响研究[J].橡胶工业,2021,68(1):10-16.
- [2] 薛彬彬,陈建军,刘凯华.2×0.30ST钢丝帘线在半钢子午线轮胎带束层中的应用[J].轮胎工业,2020,40(9):556-559.
- [3] SCHURING D J, FUTAMURA S. Rolling loss of pneumatic highway tire in the eighties[J]. Rubber Chemistry and Technology, 1990, 63(3):315-367.
- [4] 吕飞跃,吴晨昊,樊高飞.改善轮胎滚动阻力和防滑能力的分析[J].科学技术创新,2021(7):26-28.
- [5] 周涛,杨晓光.轮胎滚动阻力有限元仿真模拟研究[J].汽车工业研究,2018,8(9):53-56.
- [6] 马改陵.载重子午线轮胎橡胶材料时滞特性引起的滚动阻力分析[D].北京:北京化工大学,2005.
- [7] 辛振祥,邓涛,王伟.现代轮胎结构设计[M].北京:化学工业出版社,2011:1-2.
- [8] 张志达,李韶华,周军魏.重型汽车轮胎径向刚度实验研究[J].石家庄铁道大学学报(自然科学版),2018,31(2):35-39.

收稿日期:2021-10-26

Correlation between Belt Structure and Performance of 7.00R16LT Light Truck and Bus Radial Tire

SUN Baoyu, SUN Jiajia, NIE Benliang

(Triangle Tire Co., Ltd, Weihai 264200, China)

Abstract: The 7.00R16LT light truck and bus radial tire was tested and analyzed with three different belt structures, focusing on the influence of belt structure on the rolling resistance and stiffness of the tire. The results showed that: the greater the overall stiffness of the belt layer, the smaller the rolling resistance coefficient of the tire; the greater the overall modulus of the belt layer, the greater the lateral stiffness of the tire. Moreover, adding the crown layer could better tighten the tire and effectively reduced the radial deformation of the tire, thereby increasing the lateral stiffness. The greater the longitudinal stiffness of the tire, the smaller the rolling resistance coefficient. Under the same load and inflation pressure, the tire deflection decreased when the belt modulus increased.

Key words: light truck and bus radial tire; belt structure; rolling resistance; stiffness