

全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能试验方法的研究

牛飞¹, 丁纪龙^{2*}, 高明², 张乐乐³, 陈绪飞⁴, 王丁², 郑嵩嵩², 袁桂真²

(1. 华勤橡胶工业集团, 山东 济宁 272100; 2. 济宁齐鲁检测技术有限公司, 山东 济宁 272100; 3. 倍耐力轮胎有限公司, 山东 济宁 272100; 4. 通力轮胎有限公司, 山东 济宁 272100)

摘要: 开发一种全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能试验方法, 并与目前应用较为普遍的2种常规试验方法进行对比分析。结果表明: 采用本试验方法测试全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能时, 对胎面进行打磨至花纹沟底0~1 mm, 可有效提升轮胎肩部散热效率, 试验速度和充气压力更接近目前国内载重轮胎在实际路况下的真实使用状态; 与2种常规试验方法相比, 本试验方法中轮胎累计行驶时间较长, 试验周期较短, 试验成本较低, 可参考性更好。

关键词: 全钢载重子午线轮胎; 胎圈; 耐久性能; 试验方法

中图分类号: TQ336.1

文章编号: 2095-5448(2024)04-0230-03

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2024.04.0230



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎是车辆的重要部件之一, 其主要作用为支撑车辆并承受车辆质量, 传递力和力矩, 保证行驶安全性、稳定性、舒适性和操纵性等, 减轻和吸收车辆行驶过程中的震动和冲击力, 降低行驶过程中的噪声^[1-4]。轮胎主要由胎面、胎体、带束层、气密层和胎圈等组成。胎面是轮胎唯一与地面接触的部位, 需要超强的耐磨性能, 以及保持轮胎牵引力和降低滚动阻力的特性; 胎体起到支撑轮胎结构的作用, 需要高强度和耐疲劳性能, 帮助轮胎承受负荷和震动; 带束层在胎面与胎体之间, 沿胎面中心线圆周方向箍紧胎体等材料层, 对胎体起到束缚和保护作用, 对胎面起到加强作用, 提高轮胎的高速性能和抗刺穿性能; 气密层防止轮胎内的压缩气体泄漏, 维持轮胎的充气压力; 胎圈由钢丝圈、三角胶、胎圈包布等组成, 结构相对复杂, 胎圈是轮胎唯一与轮辋直接接触的部位, 在轮胎各部件中硬度最大, 其主要作用是与轮辋互相作用形成密封, 减缓外界冲击, 并支撑车辆实现轮胎与路面的接触, 保证车辆在路面上平稳行驶^[5-9]。

作者简介: 牛飞(1990—), 男, 山东济宁人, 华勤橡胶工业集团工程师, 学士, 主要从事轮胎企业生产管理和科技项目管理工作。

*通信联系人(qilutesting@hixih.com.cn)

轮胎胎圈的耐久性能关系到轮胎的耐久性能和安全性。轮胎胎圈的耐久性能试验是指使承受一定垂直负荷作用的轮胎在模拟实际轮胎使用中所处的环境温度下, 在光滑、钢制的模拟路面上旋转一定时间后, 检测轮胎胎圈部位强度的变化情况^[10-11]。关于全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能的检测, 目前国内尚无国家标准或者行业标准, 行业内常用的全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能试验方法准确性较差, 且试验周期较长, 成本较高。

相较于轿车子午线轮胎, 全钢载重子午线轮胎负荷大, 使用环境复杂严苛, 对轮胎胎圈性能有较高的要求。目前国内重型载重车辆主流使用12.00R20规格全钢载重子午线轮胎, 该规格轮胎兼顾稳定性和经济性, 对该规格轮胎性能的研究具备较好的代表性。本工作开发了一种全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能试验方法, 并与目前应用较为普遍的2种常规试验方法进行对比分析。

1 实验

1.1 试验样品

试验轮胎为ROADONE品牌、12.00R20规格、层级为20、纵向条状花纹的全新轮胎。

1.2 主要设备及参数

TJR-2TB(Y)型载重轮胎耐久及高速性能转鼓试验机[可测试直径为700~1 400 mm的轮胎, 轮辋直径为406.4~622.3 mm(16~24.5英寸), 负载为0~10 t, 速度范围为0~160 km·h⁻¹]和试验轮辋(规格为20×8.5), 天津久荣车轮技术有限公司产品; 数显轮胎气压表(量程为0~1 800 kPa), 巨野县大鹏机械制造有限公司产品; 轮胎拆装机(可拆装14.00规格以下的有内胎和无内胎轮胎), 珠海市香洲诗琴汽保设备厂产品; 轮胎打磨机(可打磨7.50~14.00规格轮胎), 北京汉达森机械技术有限公司产品。

1.3 试验方法

先对试验轮胎胎面进行打磨至花纹沟底, 打磨精度要求预留花纹深度0~1 mm, 打磨前后胎面见图1。



(a) 打磨前



(b) 打磨后

图1 打磨前后胎面

将打磨后试验轮胎安装在试验轮辋上, 结合轮胎的实际使用情况充以1 100 kPa气压, 充气后的轮胎轮辋组合体在(38±3) °C的环境温度下停放至少3 h。为了更好地模拟轮胎在真实路况的使用状态, 试验分2个阶段进行。第1阶段: 持续时间为2 h, 使用轮胎标准负荷, 即100%负荷, 模拟轮胎起步无负载状态下行驶; 第2阶段: 负荷提高至轮

胎标准负荷的2倍, 即200%标准负荷, 运行至轮胎损坏。试验速度始终保持50 km·h⁻¹。

2 结果与讨论

选用3条试验轮胎分别采用本方法和2种常规试验方法(方法1和方法2)进行轮胎胎圈耐久性能试验, 3种方法的测试条件和结果对比见表1。

表1 3种轮胎胎圈耐久性能试验方法的测试条件和结果对比

项 目	本方法	方法1	方法2
充气压力/kPa	1 100	900	600
胎面是否打磨	打磨至花纹沟底0~1 mm	打磨至花纹沟底0~1 mm	否
速度/(km·h ⁻¹)	50	30	30
负荷			
第1阶段	100%负荷	100%负荷	100%负荷
第2阶段	200%负荷	200%负荷	200%负荷
设备	载重轮胎耐久及高速性能转鼓试验机	载重轮胎耐久及高速性能转鼓试验机	载重轮胎耐久及高速性能转鼓试验机
温度/°C	38±3	38±3	38±3
累计行驶时间/h	98.50	31.70	77.05
轮胎损坏形式	胎圈破裂	胎圈破裂	胎肩破裂

从表1可以看出, 3种方法的试验充气压力、试验速度和胎面打磨条件不相同, 其他试验条件均相同。

方法1的试验充气压力为标准充气压力900 kPa, 而轮胎在汽车上的真实使用充气压力为1 000~1 200 kPa, 有些车辆为达到高负载, 极少数时轮胎充气压力会达到1 300 kPa左右, 可见方法1的试验充气压力与实际使用充气压力相差较大。胎面打磨至花纹沟底0~1 mm, 可以在试验中起到良好的散热作用。方法1的试验速度为30 km·h⁻¹, 而汽车在实际中的平均行驶速度为45~60 km·h⁻¹, 可见方法1的试验速度与实际速度相差也较大。方法1的试验充气压力较低, 在试验运行至第2阶段时, 随着负荷的增大, 胎圈部位因过度受力而产生严重变形, 虽然方法1的试验速度较低, 但是由于胎圈部位受屈挠程度较严重, 导致短时间内胎圈破裂, 不能准确反映轮胎胎圈耐久性能。

方法2的试验充气压力为600 kPa, 试验速度与方法1相同, 为30 km·h⁻¹, 但方法2的试验轮胎胎面未进行打磨处理, 完全符合轮胎的真实使用情况。试验结束时轮胎胎肩部位破裂, 但胎圈部位

未发生明显的损坏。轮胎在持续运行中,肩部区域的形变比胎圈区域的形变大,导致胎肩处生热大于胎圈部位,所以轮胎的肩部会更加容易先出现损坏,方法2未对胎面进行打磨,导致试验过程中轮胎肩部生热集中,热量无法及时散出,造成肩部胶提前损坏。这种情况下通常轮胎企业会再次使用一条新轮胎进行二次试验,造成成本增加及试验周期延长。

本方法试验轮胎累计行驶时间最长,分别是方法1和方法2试验轮胎运行时间的3.1和1.3倍,试验速度更接近轮胎在实际使用中的平均行驶速度,且1 100 kPa的较高充气压力使得胎圈部位受屈挠程度较小,试验过程更接近轮胎在实际路况下的真实使用状态,该方法的可参考性更好。

3 结论

本工作开发的试验方法测试全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能时,对胎面进行打磨至花纹沟底0~1 mm,可有效提升轮胎肩部散热效率,而且试验速度和充气压力更接近目前国内全钢载重汽车轮胎在实际路况下的真实使用状态。与目前应用较为普遍的2种常规试验方法相比,本方法中轮胎的累计行驶时间较长,试验周期较短,试验成本

较低,可参考性更好。

参考文献:

- [1] 陈国胜,桑贤顺,徐兴国,等. 7.00R16LT轻卡胎胎圈耐久性能提升[J]. 中国橡胶,2022,38(5):42-44.
- [2] 杨娇娇,张建浩,张永峰. 基于有限元分析的轮胎胎圈耐久性能优化[J]. 橡胶科技,2021,19(3):114-116.
- [3] 吴会忠,余海群,徐小芬,等. 上三角胶模量对全钢载重子午线轮胎胎圈耐久性能的影响[J]. 轮胎工业,2022,42(10):617-619.
- [4] 王亮,姜文峰,连伟平,等. 全钢载重胎12.00R20胎圈耐久性能改善[J]. 中国橡胶,2018(10):44-47.
- [5] 张建浩,杨娇娇,张永峰. 胎侧补强胶片对半钢子午线轮胎胎圈耐久性能的影响分析[J]. 橡胶科技,2021,19(10):493-495.
- [6] 姜洪旭,孙宗涛,刘昌波. 全钢子午线轮胎胎圈耐久性能影响因素的有限元研究[J]. 轮胎工业,2019,39(9):525-531.
- [7] 熊瑶,王晗,赵翔,等. 0.25+6+12×0.225HT钢丝帘线在矿山载重子午线轮胎胎圈包布中的应用[J]. 轮胎工业,2023,43(9):557-559.
- [8] 刘连波. 全钢载重子午线轮胎胎圈性能分析与改进研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2005.
- [9] 张正伟,张绍鹏,刘晓芳,等. 12.00R20载重轮胎用圆形钢丝圈的研究[J]. 橡胶工业,2022,69(7):499-505.
- [10] 孙奇涛,王庆,张腾飞,等. 半钢子午线轮胎耐久试验问题分析及解决措施[J]. 橡胶科技,2021,19(4):190-192.
- [11] 曹雷天. 山区使用工况对轮胎胎圈疲劳寿命的影响研究[D]. 镇江:江苏大学,2022.

收稿日期:2023-12-02

Research on Test Methods of Bead Endurance of All-steel Truck and Bus Radial Tire

NIU Fei¹, DING Jilong², GAO Ming², ZHANG Lele³, CHEN Xuwei⁴, WANG Ding²,
ZHENG Songsong², YUAN Guizhen²

(1. Hixih Rubber Industry Group Co., Ltd, Jining 272100, China; 2. Jining Qilu Testing Technology Co., Ltd, Jining 272100, China; 3. Pirelli Tyre Co., Ltd, Jining 272100, China; 4. TongLi Tyre Co., Ltd, Jining 272100, China)

Abstract: A test method of bead endurance of all-steel truck and bus radial tires was developed, and compared with two conventional test methods. The results showed that when testing the bead endurance of all-steel truck and bus radial tires using the new test method, grinding the tread to the bottom of the tread groove of 0~1 mm effectively improved the heat dissipation efficiency of the tire shoulder, and the test speed and inflation pressure were closer to the domestic actual usage status of truck tires under actual road conditions. Compared with the two conventional test methods, the new test method had longer tire running time, shorter test cycles, lower test costs, and better reference.

Key words: all-steel truck and bus radial tire; bead; endurance; test method