

压载位置对轿车轮胎短期平点效应的影响

吴健, 张文清, 徐任春, 俞旻, 王杰, 柯诗杭, 何梦圆

(中策橡胶集团股份有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要: 研究压载位置对轿车轮胎短期平点效应的影响。结果表明: 压载位置对轿车轮胎平点的生成、恢复速度及残余平点量无明显影响; 压载在低点时, 轮胎径向力波动和径向力一次谐波波形图的高低点位置不会发生改变, 平点效应最明显, 计算过程简单且误差小。

关键词: 轿车轮胎; 平点; 压载位置; 低点

中图分类号: U463.341⁺.4

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2023)06-0373-04

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2023.06.0373



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近几年, 子午线轮胎发展迅速, 消费者对车辆乘坐舒适性的要求也越来越高^[1-4], 顾客对车辆抖动问题的投诉时常发生。造成车辆高速抖动的原因很多, 包括轮胎动平衡异常、胎压不一致、减震器故障、发动机问题等^[5-6], 其中平点效应引起轮胎高速均匀性的变化是造成车辆高速抖动的重要因素之一^[7-8]。

轮胎在一段时间内保持静止加载时会产生平点, 当轮胎再次滚动时, 初始平点会衰减和消退, 或者变为一个较小的量值(也叫残余平点), 其可以用来评估轮胎是否符合组件平点要求, 也可帮助诊断车辆的振动问题, 通过测试轮胎的高速均匀性力或者径向不圆度可对轮胎平点效应进行量化^[9-11]。近年来汽车行业的竞争日趋激烈, 而轮胎作为车辆与地面直接接触的部件, 车企对其也提出了更多的性能测试要求, 平点测试则是其中之一。

平点的量和衰减取决于很多因素, 包括轮胎结构、材料蠕变特性、轮胎径向负荷、加载时间以及充气压力、环境温度和行驶里程等。轮胎平点效应的评价基础是平点测试^[12], 而压载位置的选取是平点测试的试验条件之一。理论上讲负荷可以施加在轮胎任何位置, 由于初始均匀性是从轮胎的平点均匀性中减去的, 因此可以计算出正确

的平点。在低点施加负荷会产生具有更高绝对力变化的平点。

本工作主要研究压载位置对轿车轮胎短期平点效应的影响。

1 实验

1.1 试验轮胎

试验轮胎规格为195/55R15 85V, 215/55R18 95V和235/55R19 105V。

1.2 试验设备

ZF-HSU-5.3型轮胎高速均匀性试验台, 德国ZF公司产品。该设备用于检测轿车及商用车轮胎的高速均匀性, 包括径向力、侧向力和切向力波动及其谐波以及胎面和胎侧跳动。平点试验包括初始测试、暖胎、将平点旋转到某一设定位置和测试平点的衰退曲线。

1.3 试验方法

平点效应简单理解就是轮胎与地面的接触面发生半永久或者永久形变, 轮胎不再是一个完美的圆形。本试验参考德国汽车工业协会(VDA)的平点试验方法, 对轮胎平点前后的均匀性变化及恢复情况进行对比研究。平衡补偿后的轿车轮胎在充气压力为200 kPa(闭气)、负荷率为70%的条件下分别进行35和10 min的暖胎, 然后在105 km·h⁻¹速度下进行轮胎高速均匀性试验, 平点前试验是在指定压载位置进行1 h静态压载, 然后在105 km·h⁻¹速度下进行高速均匀性试验; 平

作者简介: 吴健(1990—), 男, 浙江龙游人, 中策橡胶集团股份有限公司工程师, 学士, 主要从事轿车轮胎室内测试研究工作。

E-mail: zustwj@163.com

点后试验是分别在4个不同位置即径向力波动低点(RFV low point)、径向力波动高点(RFV high point)、径向力一次谐波低点(H1RFV low point)和径向力一次谐波高点(H1RFV high point)进行压载,然后进行高速均匀性试验。

2 结果与讨论

轮胎均匀性试验得到的RFV low point, RFV high point, H1RFV low point和H1RFV high point在轮胎上的位置分布如图1所示。

由图1可见:RFV low point和RFV high point在轮胎1周360°中的分布分别为力值波动曲线的波谷和波峰位置;H1RFV low point位置在力值波动曲线的波谷位置相近,可近似认为在力值波动曲线波谷位置;H1RFV high point位置在力值波动曲线上的分布未呈现明显规律,可认为该点在轮胎力值波动曲线的任意位置。因此,本次平点试验的压载位置在轮胎1周上的位置分布涵盖了力值波动曲线的波谷、波峰及任意点。

2.1 平点分析

该平点试验方法用于评价轮胎在 $105 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 速度下压载平点前后的均匀性变化情况。轮胎在平点压载之后跑4~24 km里程的过程中测量的径向力波动(RFV)减去平点压载前的初始RFV,所得的 ΔRFV 如图2所示。

由图2可见,随着里程的延长,平点效应逐渐减弱。

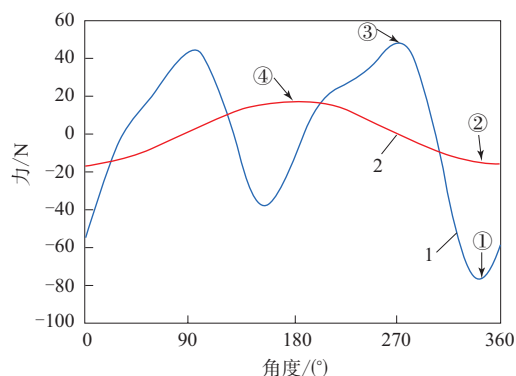
将 ΔRFV 进行曲线拟合得到指数函数方程:

$$\Delta\text{RFV} = ae^{bW} + c$$

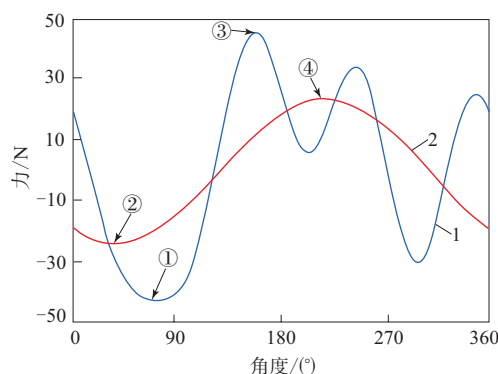
式中: a 为平点幅值,一般指可恢复的平点量; b 为阻尼因数,表示平点恢复的速度, b 的绝对值越大(b 值越小),平点恢复速度越快; W 为里程,km; c 为常数项,一般指残余平点量。

轮胎平点试验结果参数见表1。

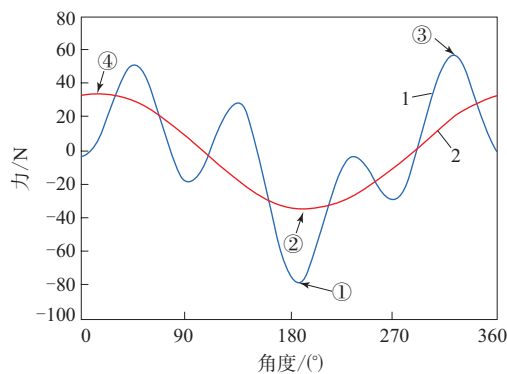
由图2和表1可以看出:各轮胎在平点后的高速均匀性试验中,前10 km平点恢复的速度较快,后14 km恢复速度较为缓慢,并趋于平稳,且在24 km里程行驶结束后都有一定的残余,说明产生了1个短期不能完全恢复的平点效应;同一轮胎在不同压载位置下,可恢复的平点量 a 差异在10 N左右;残余平点量 c 差异在5 N左右;平点恢复速



(a) 195/55R15 85V



(b) 215/55R18 95V



(c) 235/55R19 105V

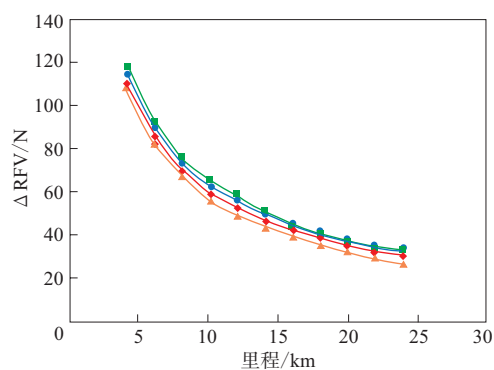
1—RFV; 2—H1RFV。①—RFV low point; ②—H1RFV low point; ③—RFV high point; ④—H1RFV high point。

图1 压载位置在轮胎1周的分布

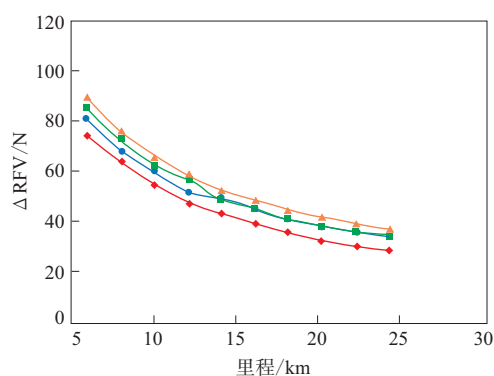
度 b 差异在0.01左右,说明压载位置的不同对平点的生成、里程后的残余平点量及平点恢复速度影响不大。

2.2 轮胎平点前后均匀性波形分析

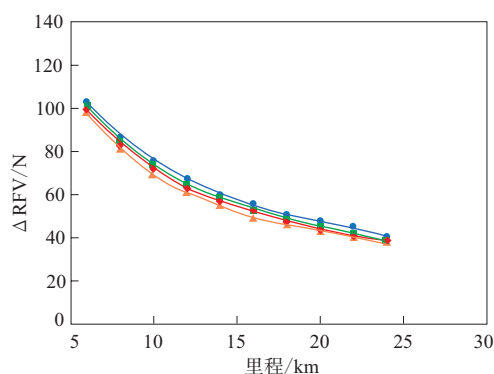
将3个不同规格轮胎不同压载位置的平点试验前后RFV及其1—4次谐波波形图进行对比,发现压载位置为RFV低点时,RFV的高低点位置不



(a) 195/55R15 85V



(b) 215/55R18 95V



(c) 235/55R19 105V

●—RFV low point; ◆—H1RFV low point; ■—RFV high point;
▲—H1RFV high point。

图2 不同压载位置下平点恢复情况

变,压载位置为RFV高点时,RFV的高低点位置会发生改变。压载位置为H1RFV的高低点时亦然。235/55R19轮胎不同压载位置时平点前后的均匀性波形如图3所示。

由图3可见:当压载位置为RFV low point和H1RFV low point时,平点前后RFV和H1RFV波形的走势基本一致,波峰和波谷位置无变化,幅值增

表1 轮胎平点试验结果拟合参数

轮胎规格	压载位置	拟合参数		
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
195/55R15	RFV low point	149.67	-0.143	29.24
	H1RFV low point	142.55	-0.141	24.94
	RFV high point	156.65	-0.154	29.92
	H1RFV high point	150.45	-0.160	27.48
215/55R18	RFV low point	128.93	-0.141	27.28
	H1RFV low point	136.28	-0.144	29.92
	RFV high point	133.00	-0.141	30.80
	H1RFV high point	140.76	-0.145	35.10
235/55R19	RFV low point	142.82	-0.125	34.44
	H1RFV low point	145.21	-0.128	33.60
	RFV high point	148.98	-0.144	37.80
	H1RFV high point	151.70	-0.145	36.08

大,平点效应非常明显,计算过程较为简单,误差也较小;压载位置在RFV high point和H1RFV high point时,平点前后RFV和H1RFV波形走势发生明显改变,且波峰和波谷位置出现了变化,在平点前后均匀性变化的计算过程中,需考虑矢量问题,计算较为复杂,难度较大。

3 结论

(1)平点效应在轮胎上的任意位置都会产生,压载位置对轿车轮胎短期平点的生成、恢复速度及残余平点量的影响不大。

(2)平点试验过程中,施压位置在低点时,RFV及H1RFV波形图的高低点位置不会发生改变,平点效果最明显,计算过程简单且误差小。

参考文献:

- [1] 崔蕾. 家用汽车乘坐舒适性主客观评价与分析[D]. 沈阳:沈阳工业大学,2022.
- [2] 刘丹. 乘用车乘坐舒适性主客观评价相关性研究现状分析[J]. 汽车实用技术,2021,46(9):234-236.
- [3] 陈长,梁远路,薛博阳,等. 车辆振动特征与人体乘坐舒适性的关系[J]. 同济大学学报(自然科学版),2020,48(7):1007-1015.
- [4] 古晓科,吴向杰. 车辆乘坐舒适性的评价方法和研究综述[C]. 第十三届河南省汽车工程科技学术研讨会论文集. 信阳:河南省汽车工程学会,2016.
- [5] 王希光,王克先,闫国强,等. 轮胎均匀性和动平衡测试技术分析 & 计量技术规范解读[J]. 橡胶工业,2022,69(8):635-639.
- [6] 张鹏,仇国华. 轮胎动平衡及不圆度的影响因素及控制方法[J]. 轮胎工业,2019,39(7):435-437.
- [7] 张浩,张光,罗挺,等. 某车型轮胎高速均匀性与引起的异响问题分析[J]. 噪声与振动控制,2021,41(3):192-196.
- [8] 刘凤阳,陈良,刘振国,等. 行驶速度对轿车轮胎均匀性的影响研

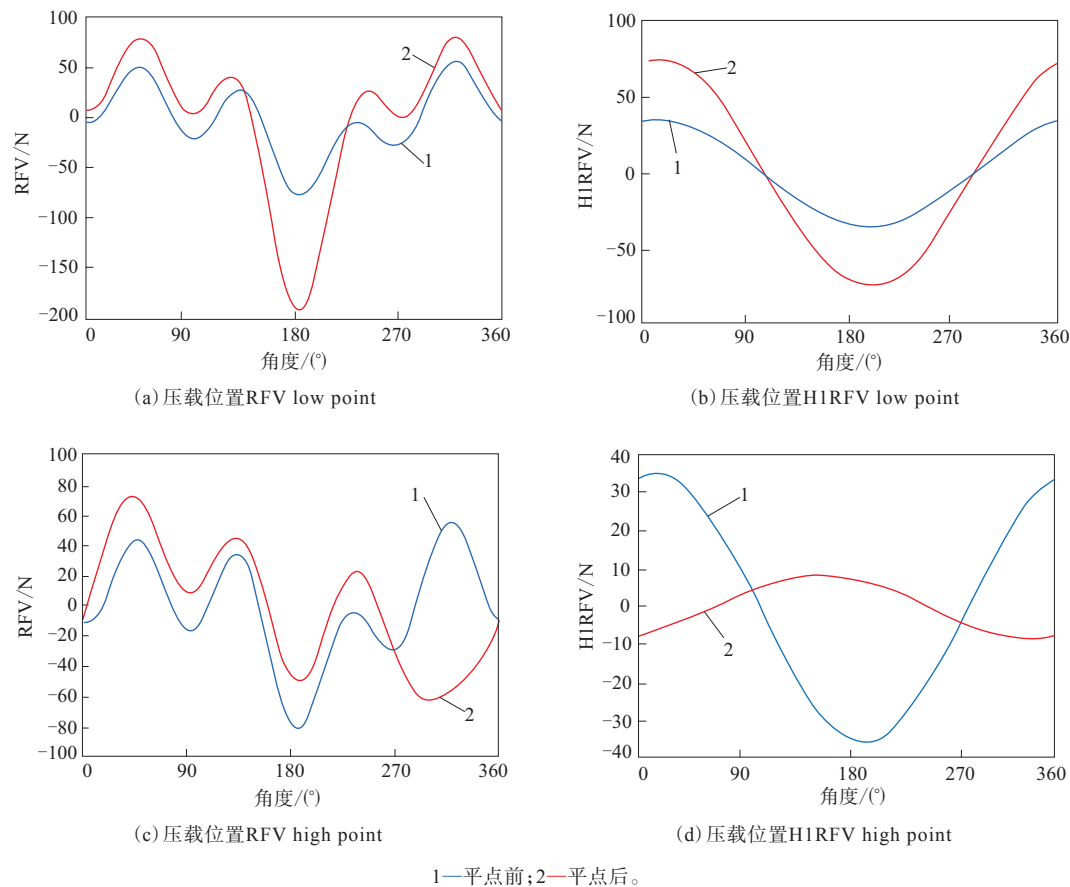


图3 不同压载位置下平点前后的RFV波形变化

- 究[J]. 中国汽车, 2019(5): 59-62.
- [9] 宋波. 轮胎高速均匀性测试系统设计及有限元分析[D]. 青岛: 青岛科技大学, 2015.
- [10] 危银涛, 刘哲, 魏胜, 等. 基于刚柔耦合环模型轮胎均匀性建模与分析[J]. 轮胎工业, 2021, 41(3): 167-175.
- [11] 刘程, 刘振国, 张新峰, 等. 轿车轮胎均匀性影响因素试验研究[J]. 橡胶工业, 2019, 66(1): 3-12.
- [12] 刘振国, 张新峰, 任念组. 轮胎平点试验方法及试验数据分析[J]. 中国橡胶, 2018, 34(7): 38-42.

收稿日期: 2023-01-06

Influence of Load Position on Short Term Flat-spot Effect of Passenger Car Tire

WU Jian, ZHANG Wenqing, XU Renchun, YU Min, WANG Jie, KE Shihang, HE Mengyuan

(Zhongce Rubber Group Co., Ltd, Hangzhou 310018, China)

Abstract: The influence of load position on the short term flat-point effect of passenger car tires was studied. The results showed that the load position had no obvious effect on the formation, recovery speed and residual amount of the flat-point of passenger car tires. When the load was at the low point, the radial force fluctuation of the tire and the position of the high and low points of the first order harmonic waveform diagram of the radial force would not change, the effect of the flat-point was the most obvious, and the calculation process was simple and the error was small.

Key words: passenger car tire; flatpoint; load position; low point