

结构参数对轮胎冲击特性的影响

孙绪利,李 帅,王志斌,李慧敏

(青岛森麒麟轮胎股份有限公司,山东 青岛 266229)

摘要:从轮胎结构出发,采用单变量分析方法,从时域、频域两个角度研究三角胶高度和硬度及带束层压延厚度对轮胎冲击特性的影响。结果表明:从时域角度来看,轮胎垂向力(F_z)未随三角胶高度的增大而增大,而是根据轮胎断面高度存在一个最优值,从频域角度来看,三角胶高度在一定范围内对轮胎固有频率的影响较小, F_z 峰值随三角胶高度的增大而减小;从时域角度来看,轮胎 F_z 极差随三角胶硬度的增大波动较小,从频域角度来看,三角胶硬度对轮胎固有频率的影响较小,三角胶硬度为85度时 F_z 峰值最大;从时域角度来看,轮胎 F_z 的变化与带束层压延厚度无明显规律,从频域角度来看,带束层压延厚度在1.10或1.20 mm时轮胎 F_z 的峰值较小。

关键词:轮胎结构;冲击特性;垂向力;三角胶;高度;硬度;带束层;压延厚度

中图分类号: TQ336.1

文章编号: 2095-5448(2022)01-0018-04

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.01.0018



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着我国汽车工业及市场的发展,人们对汽车性能的要求不仅局限在安全性和操纵稳定性,对于平顺性的要求也越来越高^[1-2]。汽车行驶的平顺性直接影响人们的乘坐舒适性,影响平顺性的因素主要有悬架、座椅、发动机和轮胎等^[3]。作为车辆与路面接触的唯一部件,轮胎会将路面障碍物如减速带、凹坑等产生的冲击力吸收并传递到整车^[4],因此汽车厂商对轮胎冲击特性提出了更高的要求。由于轮胎供应商很难在整车开发过程中获得样车并对轮胎的冲击特性进行主观评价和测试,如何通过台架试验获得轮胎的冲击特性并以此预测、改善轮胎装配后的冲击特性已成为轮胎供应商亟需解决的问题。

目前,人们主要通过凸块冲击试验研究轮胎的冲击特性,研究重点主要为轮胎的使用工况如轮胎胎压、试验载荷、凸块尺寸和试验速度等^[5],对轮胎自身结构对轮胎冲击特性的影响研究较少。

作者简介:孙绪利(1989—),男,山东肥城人,青岛森麒麟轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎结构设计工作。

E-mail:136516124@qq.com

本工作从轮胎结构出发,并从时域、频域两个角度分析研究轮胎三角胶高度、硬度和带束层压延厚度对轮胎冲击特性的影响。

1 实验

1.1 主要设备

HSU型高速均匀性试验机,德国采埃孚公司产品。

1.2 试验方法

试验轮胎规格为205/55R16,试验气压为250 kPa,试验载荷为492 kg,在高速均匀性试验机上横向安装凸块(宽度和高度均为15 mm),在64.4 km·h⁻¹速度下进行轮胎冲击特性的面内试验,采样频率为1 000 Hz,为了减小试验误差,每条轮胎进行16次试验,然后对试验数据进行平均处理。

选取与冲击特性直接相关的垂向力(F_z)为研究对象,分析不同结构轮胎的 F_z 在时域内冲击特性,同时将时域内信号经快速傅里叶变换转换为频域内信号^[5],从时域和频域两个角度分析轮胎结构对轮胎冲击特性的影响。

2 轮胎结构参数对轮胎冲击特性的影响

2.1 三角胶高度

作为下胎侧区域重要的支撑部件,三角胶决定下胎侧区域的刚性,起着从胎圈到胎侧刚性过渡的作用,影响轮胎的乘坐舒适性及转向性能^[6-7]。三角胶高度作为三角胶设计的重要参数,对轮胎性能有重要作用。本工作设计与试验轮胎断面高度成不同比例(0.26,0.31,0.36)的三角胶,其高度分别为30,35,40 mm,分别进行轮胎冲击试验,结果如图1和2及表1所示。

从图1和2及表1可以看出:从时域角度来看,不同三角胶高度轮胎的 F_z 曲线无明显差异,三角胶高度为30 mm时在0.1~0.15 s内轮胎的 F_z 曲线波峰稍向右移,首个波峰 F_z 随三角胶高度的增大先增大后减小,首个波谷 F_z 随三角胶高度增大而增大,从极差(波峰和波谷 F_z 之差)来看,三角胶高度为40 mm时极差最小;从频域角度来看,首个波峰 F_z 随三角胶高度的增大而逐渐减小,所对应频率未发生

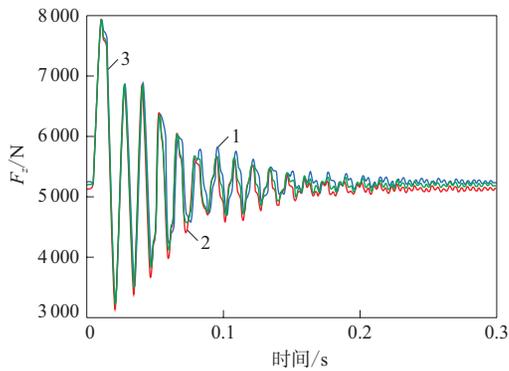
表1 不同三角胶高度下 F_z 在时域、频域内的典型值

项 目	三角胶高度/mm		
	30	35	40
时域			
首个波峰 F_z/N	7 955.93	8 062.82	7 958.06
首个波谷 F_z/N	3 210.99	3 240.88	3 268.23
极差/N	4 744.94	4 821.94	4 689.83
频域			
首个波峰 F_z/N	412.00	375.53	365.40
首个波峰对应频率/Hz	73.33	73.33	73.33

变化。实际上三角胶高度的增大会引起轮胎刚性的变化,刚性直接影响轮胎的固有频率,3种三角胶高度的轮胎测得的静态垂向刚性分别为204.1, 210.1,223.2 $N \cdot mm^{-1}$,差异较小,引起的固有频率偏移量较小,在频域图中未能体现。

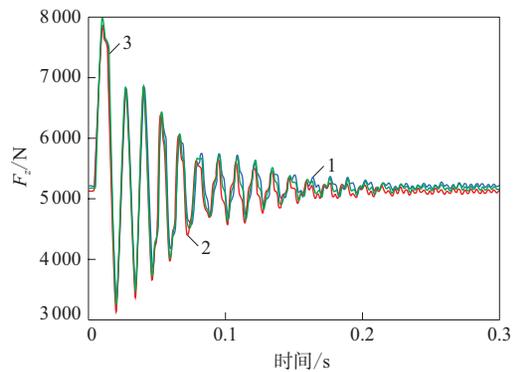
2.2 三角胶硬度

三角胶硬度也是影响三角胶支撑作用的重要因素。本工作选取3种不同硬度的三角胶胶料进行试验,3种胶料邵尔A型硬度分别为85,92和96度,结果如图3和4及表2所示。



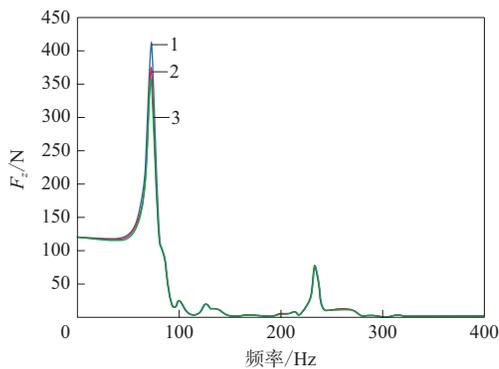
三角胶高度/mm: 1—30;2—35;3—40。

图1 不同三角胶高度轮胎的 F_z 时域图



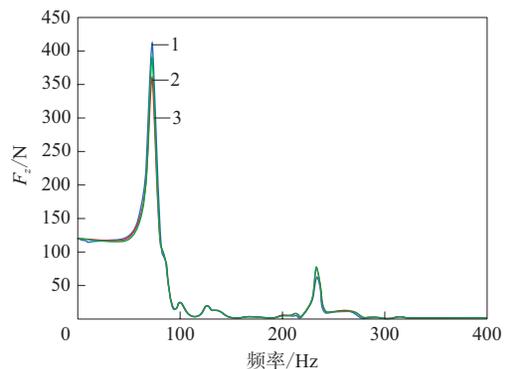
三角胶硬度/度: 1—85;2—92;3—96。

图3 不同硬度三角胶轮胎的 F_z 时域图



注同图1。

图2 不同三角胶高度轮胎的 F_z 频域图



注同图3。

图4 不同硬度三角胶轮胎的 F_z 频域图

表2 不同三角胶硬度下 F_z 在时域、频域内的典型值

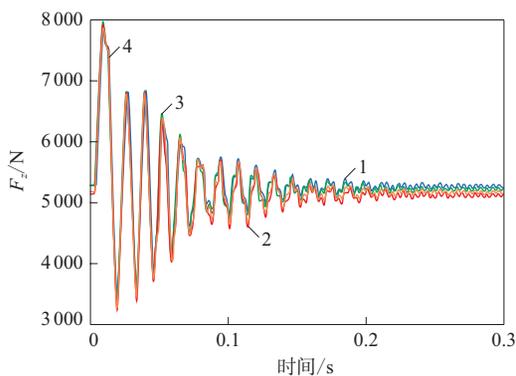
项 目	三角胶硬度/度		
	85	92	96
时域			
首个波峰 F_z/N	7 963.62	8 048.96	8 055.42
首个波谷 F_z/N	3 253.58	3 227.02	3 333.84
极差/N	4 710.04	4 821.94	4 721.58
频域			
首个波峰 F_z/N	402.64	375.53	392.86
首个波峰对应频率/Hz	73.33	73.33	73.33

从图3和4及表2可以看出:从时域角度来看,不同三角胶硬度轮胎的 F_z 曲线差异较小,但在0.06 s后,三角胶硬度为85度时 F_z 衰减略快;随着胶料硬度增大,首个波峰 F_z 逐渐增大,首个波谷 F_z 先减小后增大,波动范围较小,三角胶硬度为92度时 F_z 极差最大,其他2种硬度下 F_z 极差相近;从频域角度来看,首个波峰 F_z 随三角胶硬度的增大先减小后增大,对应频率未发生变化。3种三角胶硬度轮胎的静态垂向刚性分别为207.5,210.1,209.2 $N \cdot mm^{-1}$,差异较小,轮胎的固有频率变化很小。

2.3 带束层压延厚度

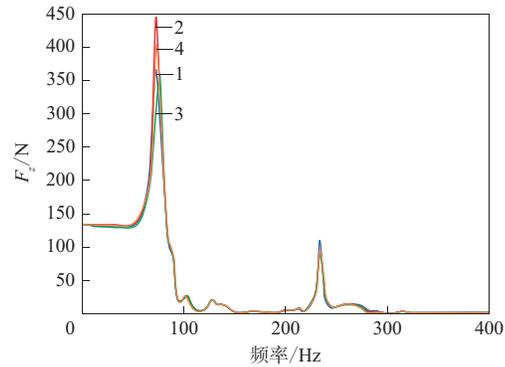
带束层作为轮胎的主要受力部件,其在轮胎与障碍物接触过程中,起着缓和冲击的作用,带束层压延厚度是带束层设计的重要参数,压延厚度太大会增加生产成本,太小会影响带束层钢丝与其他部件的粘合能力。为研究带束层压延厚度对轮胎冲击特性的影响,本工作选取2×0.30ST钢丝帘线按照不同带束层压延厚度(1.10,1.15,1.20,1.25 mm)制造轮胎,并进行冲击试验,结果如图5和6及表3所示。

由图5和6及表3可知:从时域角度来看,不同



带束层压延厚度/mm:1—1.10;2—1.15;3—1.20;4—1.25。

图5 不同带束层压延厚度轮胎的 F_z 时域图



注同图5。

图6 不同带束层压延厚度轮胎的 F_z 频域图

表3 不同带束层压延厚度下 F_z 在时域、频域内的典型值

项 目	压延厚度/mm			
	1.10	1.15	1.20	1.25
时域				
首个波峰 F_z/N	7 967.39	8 051.80	8 029.90	7 973.37
首个波谷 F_z/N	3 424.06	3 375.68	3 455.98	3 381.28
极差/N	4 543.33	4 676.12	4 573.92	4 592.09
频域				
首个波峰 F_z/N	326.39	395.37	320.05	360.23
首个波峰对应频率/Hz	73.33	73.33	73.33	73.33

带束层压延厚度的轮胎 F_z 曲线差异不明显,带束层压延厚度增大,首个波峰与波谷 F_z 没有明显的变化规律,其中在0.1 s后,带束层压延厚度为1.10 mm的轮胎每个波峰 F_z 较其他厚度稍大,4种带束层压延厚度轮胎的 F_z 极差差异较小;从频域角度来看,带束层压延厚度为1.10或1.20 mm时首个波峰 F_z 较小,带束层压延厚度为1.15 mm时首个波峰 F_z 最大,4种带束层压延厚度轮胎首个波峰对应的频率相同。4条轮胎的静态垂向刚性分别为238.1,239.2,238.1,240.4 $N \cdot mm^{-1}$,带束层压延厚度对轮胎静态垂向刚性的影响很小,难以引起轮胎固有频率的变化。

3 结论

本工作通过在常用车速下冲击凸块进行冲击试验并做数据处理,从时域、频域两个角度分析了三角胶高度、三角胶硬度及带束层压延厚度对轮胎冲击特性的影响,得出以下结论。

(1)从时域角度来看,轮胎的 F_z 并未随三角胶高度增大而增大,而是根据轮胎断面高度存在一个最优值;从频域角度来看,三角胶高度在一定范

围内对轮胎固有频率的影响较小, F_z 峰值随三角胶高度的增大而减小。

(2) 从时域角度来看, 轮胎的 F_z 极差随三角胶硬度的增大波动较小; 从频域角度来看, 三角胶硬度对轮胎固有频率的影响较小, 三角胶硬度为85度时 F_z 峰值最大。

(3) 从时域角度来看, 轮胎 F_z 的变化与带束层压延厚度无明显规律; 从频域角度来看, 带束层压延厚度在1.10或1.20 mm时轮胎 F_z 的峰值较小。

参考文献:

[1] 曾季, 阙元元, 蔡尚脉, 等. 电动汽车轮胎的发展现状与设计思

路[J]. 橡胶工业, 2019, 66(12): 883-894.

[2] 马良清. 汽车轮胎的突出质量问题与解决措施建议[J]. 轮胎工业, 2021, 41(3): 137-142.

[3] 王维. 汽车平顺性与操纵稳定性协同研究与仿真实现[D]. 长春: 吉林大学, 2016.

[4] 刘振国, 任念组, 魏晓辰. 轮胎包容特性及冲击特性试验数据分析[J]. 中国橡胶, 2018(5): 36-40.

[5] 姜其亮. 轮胎高频动力学特性的试验及模拟[D]. 长春: 吉林大学, 2015.

[6] 陈其忠. 轮胎结构设计对轮胎性能影响的研究[D]. 青岛: 青岛理工大学, 2018.

[7] 孙晓峰, 张凯凯, 王龙庆, 等. 轮胎结构参数对侧偏性能的影响[J]. 橡胶科技, 2020, 18(12): 682-685.

收稿日期: 2021-07-26

Effect of Structure Parameters on Tire Impact Characteristic

SUN Xuli, LI Shuai, WANG Zhibin, LI Huimin

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

Abstract: Based on the tire structure, the effects of apex height, apex hardness and belt calendaring thickness on the tire impact characteristics were studied by univariate analysis method from the perspectives of time domain and frequency domain. The results showed that, from the perspective of time domain, the tire vertical force (F_z) did not increase with the increase of the apex height, but there was an optimal value according to the tire cross-section height. From the perspective of frequency domain, the apex height had little effect on the tire natural frequency in a certain range, and the peak value of F_z decreased with the increase of apex height. From the perspective of time domain, the F_z range of the tire fluctuated less with the increase of apex hardness. From the perspective of frequency domain, the apex hardness had little effect on the natural frequency of tire, and the peak value of F_z was the largest when the apex hardness was 85 degrees. From the perspective of time domain, there was no obvious law between the change of tire F_z and the thickness of the belt layer. From the perspective of frequency domain, the peak value of tire F_z was smaller when the belt calendaring thickness was 1.10 or 1.20 mm.

Key words: tire structure; impact characteristic; vertical force; apex; height; hardness; belt; calendaring thickness

第5批山东省制造业单项冠军企业及 单项冠军产品公布

日前, 山东省工业和信息化厅公布了第5批山东省制造业单项冠军企业、单项冠军产品和通过复核的第2批制造业单项冠军企业。

在橡胶行业中, 山东美晨工业集团有限公司获评为第5批山东省制造业单项冠军企业, 产品为橡胶减震制品; 赛轮集团股份有限公司的工程机

械用子午线轮胎外胎、青岛软控机电工程有限公司的子午线轮胎成型机、金能科技股份有限公司的炭黑、山东联科新材料有限公司的导电炭黑等上榜山东省制造业单项冠军产品名单。

山东大业股份有限公司(产品为胎圈用钢丝)、新东岳集团有限公司(产品为摩托车胎)通过第2批山东省制造业单项冠军企业复核。

(本刊编辑部)