

轮胎磨损对车内噪声影响的分析

钱锦年,李启辉,阳 胜,陈高琪,朱 媛,吕 剑

(中策橡胶集团股份有限公司,浙江 杭州 310018)

摘要:研究轮胎胎面磨损对车内噪声的影响。选用目前市场上常见的4家品牌轮胎,打磨至中度磨损程度(剩余花纹深度约为4 mm),并进行粗糙路面($60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)和光滑路面($80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)匀速行驶的车内噪声试验。结果表明,磨损后轮胎噪声水平总体变差,且轮胎的总声压级($20 \sim 2500 \text{ Hz}$)、轰鸣噪声($20 \sim 200 \text{ Hz}$)、空腔噪声($200 \sim 250 \text{ Hz}$)和花纹噪声($500 \sim 2500 \text{ Hz}$)与频率不呈线性关系。

关键词:轮胎;磨损;车内噪声;频域信号分析

中图分类号:TQ336.1;TB533+.2

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)09-0572-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.09.0572



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着人们对汽车舒适性要求的提高,各大车辆企业更加关注这方面的设计研发,而车内噪声更是舒适性评价的重要指标之一,当车速在 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下时,轮胎噪声即成为车内噪声的主要部分^[1-2]。目前各大车辆企业在进行轮胎评价时,对于车内噪声主要关注频率在 200 Hz 以下的轰鸣噪声^[3]、 $200 \sim 250 \text{ Hz}$ 的空腔噪声^[4]以及 500 Hz 以上的花纹噪声^[5-8]。轮胎在行驶过程中会有磨损,磨损后的轮胎性能会发生变化^[9],但目前关于轮胎磨损后在噪声性能方面的研究也只停留在室内试验^[10],且未涉及到具体频段的噪声研究。因此,对车辆和轮胎企业来说,研究胎面花纹磨损到一定程度后轮胎的噪声特性,并分析其对车内噪声的影响规律是非常重要且有实际意义的。

本工作选用目前市场上常见的4家品牌轮胎,打磨至中度磨损程度,研究轮胎胎面磨损对车内噪声的影响。

1 测试轮胎

1.1 轮胎选型

选用打磨前和打磨后(模拟中度磨损剩余花纹深度约为4 mm)的轮胎进行测试。花纹沟槽深度作为衡量轮胎磨损量的指标,花纹沟槽深度越

小表明轮胎磨损越严重。同时,为了验证轮胎磨损后对车内噪声影响的一致性,选用4家不同品牌(A—D)同规格(205/55 R16)的轮胎进行同向对比,各品牌打磨前后各备1组(4条)轮胎。

1.2 轮胎打磨

委托第三方检测机构进行轮胎打磨。具体打磨工序如下:首先将轮胎沿周向8等分后安装在打磨设备上(标有生产日期一侧在左面);其次在等分的各个位置上沿轮胎胎面自左向右取4个点记录轮胎的花纹沟深度;最后将轮胎充气至试验充气压力 220 kPa ,扫描轮胎轮廓,拟合出目标曲线后开始打磨,应确保打磨后轮胎胎面的光洁度和磨损均匀,不能有异常损伤。轮胎打磨前后轮廓对比如图1所示,打磨前后轮胎如图2所示。



图1 轮胎打磨前后轮廓对比

2 车内噪声测试

2.1 试验工况和测点位置

结合GB/T 18697—2002和大多数车辆企业车内噪声的测试方法,确定采用粗糙路面(速度 $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)和光滑路面(速度 $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$)进行匀速测试,车内声学麦克风布置在驾驶员右耳(DRE)和右后座乘客右耳(RRR)位置,如图3所示。

作者简介:钱锦年(1992—),男,江苏兴化人,中策橡胶集团股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎NVH测试评价工作。

E-mail:jinnian.qian@chaoyang.com



图2 打磨前后轮胎对比

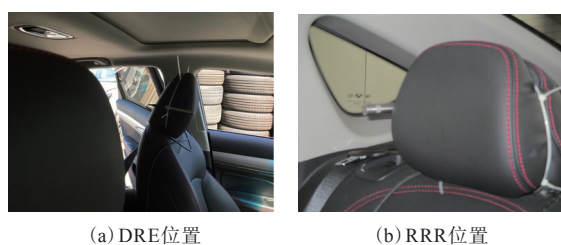


图3 DRE和RRR位置示意

2.2 试验数据采集

测试场地选择第三方专业测试场中的噪声、振动与声振粗糙度路面(见图4),采用LMS振动噪声测试系统,设置为稳态采集10 s,每秒采集10次,采样频率为20 480 Hz,选择A计权,数据取均方根值,同时监控DRE和RRR位置的时域信号。所测车辆在测试前油量需在70%以上、车内无异响,测试时空调处于内循环且关闭状态。

3 车内噪声数据分析

车内噪声评价以总声压级(20~2 500 Hz)、轰鸣噪声(20~200 Hz)、空腔噪声(200~250 Hz)和花纹噪声(500~2 500 Hz)为主。



图4 光滑大颗粒沥青路面(左)和粗糙大颗粒沥青路面(右)

4个品牌轮胎粗糙路面和光滑路面DRE和RRR位置车内噪声数据如表1所示(New代表新轮胎即打磨前轮胎,Worn代表打磨后轮胎,下同)。

根据表1数据分析如下。

(1) 粗糙路面。打磨后4个品牌轮胎DRE和RRR位置车内噪声总声压级、轮胎空腔噪声和花纹噪声几乎都增大;各品牌轮胎轰鸣噪声变化有差异,且DRE和RRR位置噪声也不完全相同,DRE位置A品牌轮胎噪声增大,B和C品牌轮胎均有不同程度的减小,D品牌轮胎不变,RRR位置A和D品牌轮胎噪声增大,B和C品牌轮胎均有不同程度的

表1 粗糙路面和光滑路面车内噪声数据 dB(A)

频带/Hz	A_New	A_Worn	B_New	B_Worn	C_New	C_Worn	D_New	D_Worn
粗糙路面								
DRE								
20~2 500	67.7	68.3	67.5	67.7	67.2	67.8	66.9	67.5
20~200	64.2	64.4	64.5	63.7	63.9	63.4	63.9	63.9
200~250	59.2	61.7	59.4	60.7	58.5	60.4	59.5	60.1
250~500	62.8	62.7	61.9	62.6	62.3	63.5	60.9	62.1
500~2 500	56.9	57.9	56.2	57.1	56.2	57.3	55.3	56.6
RRR								
20~2 500	72.0	72.5	72.6	72.6	72.0	72.0	72.1	72.7
20~200	70.6	71.1	71.1	70.8	70.6	70.2	70.7	71.3
200~250	61.2	62.8	61.2	63.0	60.8	62.9	62.1	62.9
250~500	63.8	63.7	65.0	65.4	64.1	64.3	63.6	64.4
500~2 500	58.8	59.7	58.9	59.7	58.3	58.9	57.7	58.5
光滑路面								
DRE								
20~2 500	64.7	64.6	64.5	64.4	64.3	64.3	64.6	64.5
20~200	61.1	61.2	60.3	60.3	60.0	60.2	60.4	60.3
200~250	56.1	56.2	57.0	56.4	56.2	56.1	57.1	56.0
250~500	59.3	58.9	59.3	59.4	59.5	59.5	59.5	59.8
500~2 500	55.9	55.8	56.0	56.0	55.5	55.8	55.5	55.9
RRR								
20~2 500	68.0	67.4	68.8	68.3	67.9	67.7	68.9	68.9
20~200	65.9	65.1	66.7	65.8	65.7	65.3	66.4	66.3
200~250	58.6	58.5	59.0	59.1	58.5	58.7	60.6	59.7
250~500	60.9	60.3	62.0	62.1	61.2	61.0	62.3	62.8
500~2 500	57.4	56.9	57.5	57.0	56.1	56.4	57.0	57.7

减小。

(2)光滑路面。打磨后4个品牌DRE位置车内噪声总声压级和轰鸣噪声都变化不大;空腔噪声A,B和C品牌轮胎变化不大,D品牌轮胎减小;花纹噪声A和B品牌轮胎变化不大,C和D品牌轮胎均有不同程度的增大。RRR位置车内噪声总声压级和轰鸣噪声都有不同程度的减小;空腔噪声A,B和C品牌轮胎相差不大,D品牌轮胎减小;花纹噪声A和B品牌轮胎均有不同程度的减小,C和D品牌轮胎均有不同程度的增大。

4个品牌轮胎粗糙路面和光滑路面DRE和RRR位置自功率频谱分别如图5和6所示。

由图5和6可知:轮胎的总声压级、轰鸣噪声、空腔噪声和花纹噪声与频率不呈线性关系;胎面磨损前后,轮胎的车内噪声频谱形式不变,噪声特性未发生本质改变,但磨损后轮胎整体频谱对应的数值较高。

4 结论

(1)同品牌轮胎磨损后DRE位置和RRR位置

车内噪声在粗糙路面变化趋势基本一致,但在光滑路面变化趋势不一致。

(2)不同品牌轮胎磨损后车内噪声的变化趋势不完全一致。

(3)轮胎的总声压级、轰鸣噪声、空腔噪声和花纹噪声与频率不呈线性关系。轮胎磨损后,频谱形式不变,噪声特性未发生本质改变但轮胎噪声水平总体变差,尤其是在粗糙路面比较明显。

参考文献:

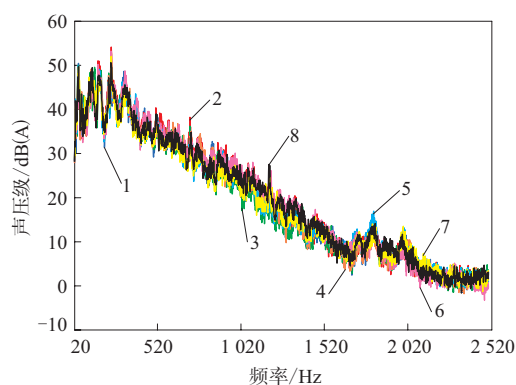
[1] 于森邈,周洁. 花纹沟设计对轮胎花纹噪声的影响[J]. 轮胎工业, 2012,32(4):206-210.

[2] 张翠梅,孔永健. 轮胎噪声的噪声特性研究[J]. 城市道桥与防洪, 2006(2):100-101.

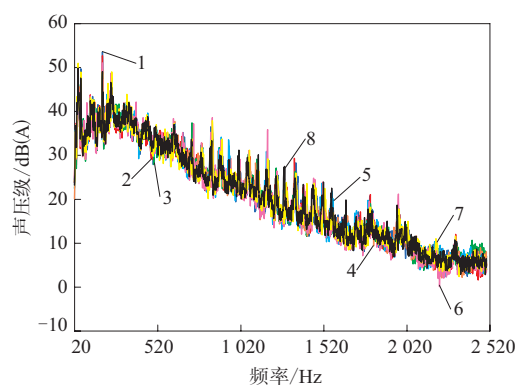
[3] 高煜,张斌. “移频降噪”在车内低频轮胎噪声改善中的应用[C]. 中国汽车工程学会年会论文集. 北京:中国汽车工程学会,2013:1307-1310.

[4] 吴长辉,李红卫,田健,等. 轮胎空腔噪声改善方法[J]. 橡塑技术与装备,2020,46(12):25-28.

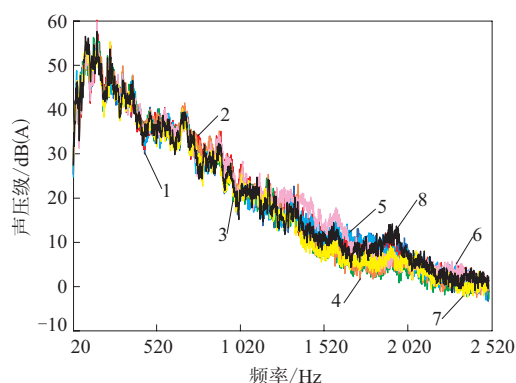
[5] 侯京斌,王婷婷. 胎面花纹设计对轮胎噪声的影响[J]. 橡胶科技, 2020,18(7):382-385.



(a) DRE



(a) DRE

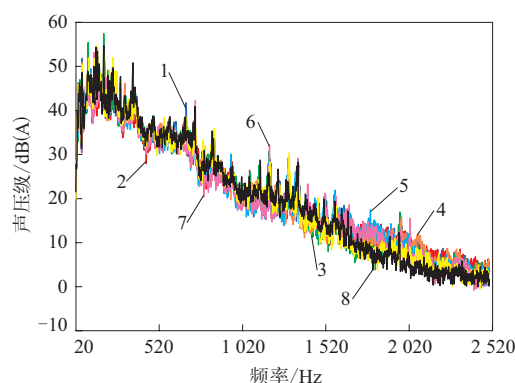


(b) RRR

1—A_New; 2—A_Worn; 3—B_New; 4—B_Worn; 5—C_New;
6—C_Worn; 7—D_New; 8—D_Worn。

图5 粗糙路面DRE和RRR位置自功率频谱

- [6] 赵猛. 轮胎花纹节距对噪声的影响及其优化研究[D]. 青岛: 青岛理工大学, 2019.
- [7] 邓兰祥. 基于轿车轮胎花纹噪声模型的优化设计研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2017.
- [8] 刘海潮, 葛剑敏. 变节距花纹轮胎噪声特性研究[J]. 声学技术,



(b) RRR

注同图5。

图6 光滑路面DRE和RRR位置自功率频谱

2015, 34(6): 540-544.

- [9] 王锐佳, 雍占福, 杨永宝. 轮胎磨损与轮胎动力学性能变化的研究进展[J]. 橡胶工业, 2021, 68(2): 140-145.
- [10] 何剑峰, 靳晓雄, 靳畅, 等. 轮胎磨损对车内振动和噪声影响的分析研究[J]. 汽车工程, 2012, 34(9): 821-829.

收稿日期: 2023-05-12

Analysis on Influence of Tire Wear on Interior Noise of Vehicle

QIAN Jinnian, LI Qihui, YANG Sheng, CHEN Gaoqi, ZHU Yuan, LYU Jian

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

Abstract: The effect of tire tread wear on the interior noise of vehicles was studied. Four common brands of tires in the market were selected, polished to a moderate degree of wear (the remaining pattern depth was about 4 mm), and the interior noise test was carried out at a constant speed of $60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ on a rough road and $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ on a smooth road. The results showed that the overall noise level of the tire was generally worse after wear, and the relation of total sound pressure level (20~2 500 Hz), booming noise (20~200 Hz), cavity noise (200~250 Hz) and pattern noise (500~2 500 Hz) of the tires was not linear with the frequency.

Key words: tire; wear; interior noise of vehicle; frequency domain signal analysis