

全钢子午线轮胎驾乘主观评价性能影响因素分析

王德志,任世夺,刘岩

[浦林成山(青岛)工业研究设计有限公司,山东 青岛 266000]

摘要:研究全钢子午线轮胎驾乘主观评价性能影响因素。结果表明:胎侧刚度较大时,对地面的冲击过滤性差,影响舒适性;胎侧刚度较小时,延缓转向时力的传导易产生粘滞感,响应慢;扭转刚度较大时,可提升方向盘转向时的力感,有利于提升应答性;减小花纹边部加强筋的平均压力或提高梯度感,有助于力的线性建立,提高手感应性。

关键词:全钢子午线轮胎;轻量化;主观评价;平顺性;操纵稳定性;刚度;压力分布

中图分类号:U463.341⁺.6

文章编号:1006-8171(2020)11-0696-04

文献标志码:A

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2020.11.0696



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着汽车行业的发展,除了行驶安全性外,主机厂对轻型载重轮胎驾乘舒适性和操纵稳定性的要求也越来越高,同时随着轮胎的轻量化、无内胎化、子午化的发展,某些主机厂已经开展了对全钢轻型载重轮胎的主观性评价^[1-3]。

目前还不能完全通过仿真分析以及室内测试完成轮胎的驾乘主观性评价,本工作以7.00R16LT 14PR轮胎为例,分析轮胎的刚度和胎面压力分布与部分主观评价性能的关系。

1 技术要求

根据GB/T 2977—2016《载重汽车轮胎规格、尺寸、气压与负荷》,确定7.00R16LT 14PR轮胎的技术参数如下:标准轮辋 5 1/2J,充气外直径(D') 775(764~786) mm,充气断面宽(B') 200(192~210) mm,标准充气压力 770 kPa,标准负荷 1 320 kg(单胎)/1 180 kg(双胎)。

驾乘主观性评价项目及指标(分数)如下。

(1)平顺性。噪声,不规则路的冲击 ≥ 7 ,缓冲 ≥ 7 ,打音 ≥ 7 。

(2)操纵稳定性。高速直线性:直线稳定性 ≥ 7 ,中立感 ≥ 7 ;车道交换:应答性 ≥ 7 ,手感应 ≥ 7 ,收敛安定性 ≥ 7 ,控制性 ≥ 7 。

作者简介:王德志(1975—),男,山东威海人,浦林成山(青岛)工业研究设计有限公司工程师,学士,主要从事轮胎结构设计工作。

E-mail:dezawang@prinxschengshan.com

本工作对平顺性中的冲击和缓冲及操纵稳定性中的应答性和手感应进行重点分析。

2 评价使用车辆及场地

评价使用车辆为某品牌新车型(见图1)。该车型后轮采用双轮位设计,防侧滑功能提高了行驶稳定性,此类车型更注重导向轮的方向盘建力(力的线性增益、中心区范围、响应速度等)感觉。评价使用场地为襄樊东风汽车试验场。



图1 评价使用车辆

3 驾乘主观评价影响因素分析

试验轮胎基本信息见表1,方案A为竞品,方案B为自主产品,方案B-轻为轻量化自主产品。

3.1 刚度对平顺性的影响

各方案轮胎刚度及平顺性评价得分分别见表2和3。

方案A轮胎平顺性评语:小冲击的过滤不够,传递比较直接,连续冲击下的振动处理速度一般,不够干脆,大冲击柔和度一般。

表1 试验轮胎基本信息

项 目	方案编号		
	A	B	B-轻
速度级别	L	M	M
行驶面宽度/mm	142	136	136
外周长/mm	2 441	2 429	2 431
质量/kg	20.0	22.5	21.0

注:轮胎其他信息为规格 7.00R16LT,层级 14,充气压力 770 kPa,负荷指数 118/114,花纹深度 10.5 mm。

表2 各方案轮胎刚度

项 目	方案编号		
	A	B(基准)	B-轻
包络刚度/(kN·m ⁻¹)	682.1(9.2)	624.8	631.9(1.1)
径向刚度/(kN·m ⁻¹)	620.4(4.0)	596.5	599.5(0.5)
纵向刚度/(kN·m ⁻¹)	463.2(16.4)	398.0	407.5(2.4)
横向刚度/(kN·m ⁻¹)	191.4(0.3)	190.8	184.1(-3.5)
扭转刚度/ [(N·m)·(°) ⁻¹]	21.3(36.5)	15.6	17.3(10.9)

注:括号中数值为相对于基准方案的变化率(%)。

表3 各方案轮胎平顺性评价得分

项 目	方案编号		
	A	B	B-轻
规则道路噪声	7	7	7
不规则道路			
冲击	7	7.5	7.25
缓冲	7	7.5	7.5
打音	7	7	7
综合	7	7.25	7.25

方案B轮胎平顺性评语:大冲击的柔和度适中,小冲击的过滤充分,有柔和的感觉,连续冲击的吸收能力较好。

方案B-轻轮胎平顺性评语:大冲击的柔和度适中,小冲击的过滤比方案B轮胎稍差,连续冲击的吸收能力相当。

各方案轮胎平顺性评价由优到差为B,B-轻,A。结果表明,包络刚度和径向刚度较大时,轮胎对地面凸起物冲击的缓冲过滤性能下降,舒适性降低。

3.2 操纵稳定性

3.2.1 刚度的影响

仿真分析和五刚机测试轮胎刚度见表4,轮胎操纵稳定性评价得分见表5。

方案A轮胎操纵稳定性评语:变道响应适中,弯道中修正方向响应良好,中心区力感大,收敛安定性稍差,回正速率较快。

表4 仿真分析和五刚机测试轮胎刚度

项 目	方案编号	
	B(基准)	B-轻
仿真分析结果		
胎冠刚度/(kN·m ⁻¹)	1 662	1 769(6.4)
胎侧刚度/(kN·m ⁻¹)	786	756(-3.8)
径向总刚度/(kN·m ⁻¹)	534	530(-0.7)
纵向刚度/(kN·m ⁻¹)	453	458(1.1)
横向刚度/(kN·m ⁻¹)	201	203(1.0)
扭转刚度/[(N·m)·(°) ⁻¹]	40 545	42 415(4.6)
五刚机测试结果		
包络刚度/(kN·m ⁻¹)	624.8	631.9(1.1)
径向刚度/(kN·m ⁻¹)	596.5	599.5(0.5)
纵向刚度/(kN·m ⁻¹)	398.0	407.5(2.4)
横向刚度/(kN·m ⁻¹)	190.8	184.1(-3.5)
扭转刚度/[(N·m)·(°) ⁻¹]	15.6	17.3(10.9)

注:同表2。

表5 各方案轮胎操纵稳定性评价得分

项 目	方案编号		
	A	B	B-轻
高速直线性			
直线稳定性	7	7	7
中立感	7	7	6.5
车道交换			
应答性	7	6.75	7
手感应	7	7.25	6.75
收敛安定性	7	7.25	7.25
控制性	7	7	7
界限性(过度转向/不足转向)	7	7	7
综合	7	7	6.75

方案B轮胎操纵稳定性评语:小角度变道响应偏慢,弯道中修正方向时的响应慢,中心区力感较小,收敛安定性良好。

方案B-轻轮胎操纵稳定性评语:小角度变道响应比方案A轮胎有提升;弯道中修正方向时的响应慢;中速段(30~60 km·h⁻¹)中心区力感增大,导致力矩增益不明显,有粘滞感;收敛安定性良好。

初步结论为,扭转刚度的提高,可提升方向盘在转向时对力的感知,有利于提升应答性。

3.2.2 压力分布的影响

压力毯压力平均分布情况见表6。

方案B比方案B-轻轮胎操纵稳定性主观评价好,初步推断花纹边部加强筋压力较小、花纹中间加强筋压力较大时有利于操纵稳定性中车道交换时的手感应性,有利于转向时方向盘力的线性建立。

表6 压力毯压力平均分布情况 kPa

项 目	方案编号	
	B	B-轻
花纹块接地平均压力		
A1	559	623
A2	919	816
A3	870	825
A4	904	827
A5	561	608
肩部(上模)		
外边缘	472	581
内边缘	618	664
肩部(下模)		
外边缘	431	560
内边缘	765	631

注:A1—A5代表5条花纹加强筋。

4 轻量化改进对比

为提升B-轻轮胎的驾乘主观评价性,在B-轻方案的基础上,采用了3种方案(成山①—③)进行驾乘主观评价对比以及仿真压力分布和刚度分析。成山①轮胎带束层角度由18°改为16°;成山②轮胎带束层角度由18°改为22°,带束层宽度增大5 mm;成山③轮胎胶芯宽度增大10 mm。

4.1 仿真压力分布对驾乘主观评价的影响

3个B-轻方案轮胎仿真压力分布见表7,轮胎平顺性和操纵稳定性评价得分分别见表8和9。

成山①轮胎平顺性评语:大冲击的柔和度适中;小冲击的过滤充分,有柔和的感觉。

成山②轮胎平顺性评语:大冲击的柔和度略差;小冲击的过滤充分,有柔和的感觉。

表7 3个B-轻方案轮胎仿真压力分布 kPa

方 案	A1	A2	A3	A4	A5
成山①	484	825	912	825	484
成山②	510	784	888	784	509
成山③	458	834	883	834	458

表8 3个B-轻方案轮胎平顺性评价得分

项 目	成山①	成山②	成山③
规则路面花纹噪声	7	7	7
不规则路面			
冲击	7.25	7	7.25
缓冲	7.25	7.25	7.25
打音	7	7	7
综合	7.25	7	7.25

表9 3个B-轻方案轮胎操纵稳定性评价得分

项 目	成山①	成山②	成山③
高速直线性			
直线稳定性	7	7	7
中立感	6.5	7	7.25
车道交换			
应答性	6.5	6.75	7
手感应	6.5	7	7.25
收敛安定性	7.25	7.25	7.25
控制性	6.75	7	7
界限性(过度转向/不足转向)	7	7	7
综合	6.75	7	7.25

成山③轮胎平顺性评语:大冲击的柔和度适中;小冲击的过滤充分,有柔和的感觉。

轮胎平顺性评价由优到劣为成山③、成山①、成山②。

成山①轮胎操纵稳定性评语:小角度变道响应偏慢;弯道中修正方向时的响应慢;打方向盘时轮胎转向角度滞后于方向盘转角较大,即感觉中间位置轮胎转向不灵敏的空间较大;力感模糊,增益不明显。

成山②轮胎操纵稳定性评语:转向响应稍差于成山③,手力介于成山①与成山③之间。

成山③轮胎操纵稳定性评语:转向响应提升;中间位置力感清晰,力矩增益良好。

轮胎操纵稳定性主观评价由优到劣为成山③、成山②、成山①。

分析可知:成山③轮胎花纹边部加强筋平均压力分布最小;成山②轮胎次之,5条花纹加强筋的平均压力分布梯度感较好。

初步结论,花纹边部加强筋平均压力较小以及各花纹加强筋平均压力梯度感较好时,有利于操纵稳定性的提升。

4.2 刚度对驾乘主观评价的影响

刚度仿真分析结果见表10。

根据3个B-轻方案轮胎平顺性和操纵稳定性主观评价结果和刚度分析结果可知:胎侧刚度较大时对于路面突出物的冲击过滤性降低,影响舒适性;胎侧刚度较小时,对转向时力的传导有延缓性,造成粘滞感,响应变慢。

5 结论

(1) 胎侧刚度较大时,对地面的冲击过滤性

表10 刚度仿真分析结果

项 目	成山①	成山②	成山③
胎冠刚度/(kN·m ⁻¹)	1 712	1 506	1 672
胎侧刚度/(kN·m ⁻¹)	653	720	666
径向总刚度/(kN·m ⁻¹)	487	476	476
横向刚度/(kN·m ⁻¹)	200	195	188
纵向刚度/(kN·m ⁻¹)	425	439	418
扭转刚度/[(N·m)·(°) ⁻¹]	42 215	42 534	42 667

差,影响舒适性。

(2) 胎侧刚度较小时,延缓转向时力的传导,易产生粘滞感,响应慢;扭转刚度较大时,可提升方向盘在转向时的力感,有利于提升应答性。

(3) 在转向力感模糊时,减小花纹边部加强筋的平均压力或提高从外向内花纹加强筋平均压力的梯度感,有助于提高力的线性建立,提高手感应性;但是花纹边部加强筋平均压力减小过多也会

带来不利因素,对操纵稳定性的影响是大转向时,后期增益明显,比预期变快,影响操纵稳定性;对轮胎质量的影响是易产生肩部偏磨。

驾乘的主观评价比较复杂,目前完全用可量化的数据来比较还有很多困难,需要在今后继续积累相关经验,不断进行完善。

参考文献:

- [1] 贾景波. 385/55R22. 5无内胎全钢载重子午线轮胎的轻量化设计[J]. 橡胶科技,2019,17(3):151-154.
- [2] 赵玉娜,赵翔,陈红文,等. 10. 00R20 18PR全钢载重子午线轮胎的轻量化设计[J]. 轮胎工业,2018,38(5):278-280.
- [3] 王强,焦生杰. 翻新工程机械轮胎生命周期的能量分析与评价[J]. 橡胶工业,2018,65(5):586-590.

收稿日期:2020-05-25

Analysis of Influencing Factors on Subjective Evaluation Performance of All-steel Radial Tire

WANG Dezhi, REN Shiduo, LIU Yan

[Prinx Chengshan (Qingdao) Industrial Research and Design Co., Ltd, Qingdao 266000, China]

Abstract: The factors affecting the subjective evaluation of the driving and riding performance of all-steel radial tire were studied. The results showed that, when the sidewall stiffness was large, the impact filtering on the ground was poor, which affected comfort. When the sidewall stiffness was small, the force transmission when the steering was delayed, which was prone to sticky feeling and the response was slow. When the torsional stiffness was large, it could improve the sense of force when the steering was turning, which was beneficial to improve responsiveness. Reducing the average pressure of the ribs on the pattern side or increasing the sense of gradient would help to establish the linearity of the force and improve the hand sensitivity.

Key words: all-steel radial tire; lightweight; subjective evaluation; ride comfort; handling stability; stiffness; pressure distribution

一种胎侧破碎机构和胎侧破碎方法

由东莞市秉能橡胶有限公司申请的专利(公布号 CN 111438852A,公布日期 2020-07-24)

“一种胎侧破碎机构和胎侧破碎方法”,公开了一种胎侧破碎机构和胎侧破碎方法,用于提高胎侧的破碎效率。本发明胎侧破碎机构包括机架、轮胎破碎区域和至少两把第一水刀。第一水刀设置在机架上,不同的第一水刀间隔设置。第一水刀位于轮胎破碎区域的第一侧,轮胎破碎区域用于

容置待破碎的轮胎,这样能使得第一水刀靠近位于轮胎破碎区域的轮胎的胎侧,方便对胎侧的破碎。第一水刀用于通过喷水口向转动的轮胎的第一目标胎侧区域喷射水流,以破碎第一胎侧。因第一目标胎侧区域为沿纵向对第一胎侧划分得到的胎侧区域,不同的第一水刀用于破碎不同的第一目标胎侧区域,多把第一水刀可以配合破碎第一胎侧的不同部分,提高了胎侧的破碎效率。

(本刊编辑部 马 晓)