

汽车轮胎性能调校与主观评价

张端军,马超,鹿鹏程,赵曰贺

(江苏建筑职业技术学院 智能制造学院,江苏 徐州 221116)

摘要:轮胎性能直接影响汽车的操控性、舒适性和转向特性等,轮胎性能调校是轮胎配套开发过程中非常重要的环节。从胎面胶配方、胎面花纹和结构参数等方面对存在冲击大、极限抓着力性能不佳、噪声大等问题的轮胎进行改进并试制样胎进行主观评价,根据评价结果优选轮胎进一步优化,使轮胎达到汽车性能要求。

关键词:轮胎;性能调校;主观评价;结构;花纹;配方;操控性能;噪声

中图分类号:TQ336.1⁺1

文献标志码:A

文章编号:1006-8171(2023)11-0700-04

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2023.11.0700



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎是汽车直接与地面接触的部件,汽车的驱动力、制动力和转向均要经过轮胎进行传递,同时路面对汽车的冲击也经由轮胎传递到车身。因此,轮胎性能的好坏会直接影响汽车的各项性能表现,如汽车的操控性、舒适性、转向特性及NVH(噪声、振动与声振粗糙度)特性等。汽车轮胎性能主要是通过轮胎调校来确定的,轮胎调校工作属于底盘性能调校的一部分,一般由主机厂负责轮胎调校的工程师与轮胎供应商主观评价工程师共同确定。如果主机厂没有专门进行轮胎调校的工程师,那么轮胎调校工作也可以交由轮胎供应商完成,主机厂负责轮胎性能的最后验收工作。

汽车轮胎调校过程穿插于整个汽车开发周期,汽车开发初期要进行配套轮胎的选型、包络验证、性能参数的设定等工作,需要考虑的因素较多,比如车辆的美观性、车轮与轮罩是否干涉、整车的性能指标等。试制车生产出来以后,一般选择2—3款市面上已有的对标轮胎进行评估,将对标轮胎装在试制车上进行主观评价,确定一款对标轮胎并确定轮胎性能的主观评价标准,也可以在相近车型上进行对标轮胎的主观评价。

对标轮胎选好后,轮胎供应商会对对标轮胎进行各种性能测试,根据测试结果制造调校样胎

进行性能测试,并装到试制车上进行主观评价,将样胎的性能表现与对标轮胎进行对比,发现样胎的短板并进行优化设计;根据优化后的设计参数制造新一轮样胎再次进行主观评价,直到轮胎的性能达到主机厂的要求,调校过程结束。轮胎的调校一般会经过3—5轮,最后一轮的轮胎评估一般要在最终版的试制车上完成。

1 主观评价方法及标准

1.1 主观评价方法的选择

主观评价是底盘性能调校最常用的一种快速评估车辆底盘性能的方法,主观评价由受过专业训练的评估人员进行,评估人员驾驶汽车进行固定操作,通过自身的主观感受来评估车辆性能并给出评估意见。除主观评价外,客观测试也是底盘调校过程中必不可少的一种获取车辆性能的方法,客观测试是通过测试设备来获得车辆在各种工况下的性能指标并判断车辆性能的一种方法,该方法测试周期较长,且测试参数与主观感受的契合度也不够准确。相较于客观测试,主观评价方法效率高、速度快且更加接近消费者的驾乘感受,故底盘调校目前以主观评价方法为主。轮胎调校属于底盘调校的一部分,故轮胎性能的评估也采用主观评价的方法。

1.2 主观评价标准

主观评价并不是随性而为,需要遵循一定的标准。首先,评价者必须具备足够优秀的驾驶能

作者简介:张端军(1987—),男,江苏徐州人,江苏建筑职业技术学院工程师,硕士,长期从事汽车底盘性能主客观评价及调校工作。

E-mail:zdz921@126.com

力,轮胎性能中的操纵稳定性评估必须能够将车辆开到极限状态,此时必须要保证试验能安全进行,故要求评价者具备把握车辆极限操控的驾驶能力;其次,评价者的操作尽可能地保持一致,在评价车速、对车辆的输入操作、行驶的路面状况等方面要做到尽可能相同;再次,评估者应能够根据自己的主观感受给出评估意见并将车辆性能表现进行量化打分,必要时还应给出车辆零部件的优化方向;最后,评价车辆的状况及载荷状态也要保证一致性。对不同样胎和对标轮胎的评估要在同一辆汽车上进行,且要保证该车的零部件状态完好,评估时车辆上的载荷状态必须一致,不可随意增大或者减小车辆载荷。如果高配车辆与低配车辆载荷状态差异较大,则需要两个车辆同时进行评估。

为了能够对轮胎性能表现进行准确描述,同时也能够合理地对不同轮胎之间的差异进行比较,一般需要将主观感受进行量化,即以分数的形式来界定轮胎性能的好坏。国内外主流车企评价打分标准一般均为10分制,故本次轮胎性能评价也采用10分制打分标准,分数越高表示轮胎性能表现越好,即1—10分对应的主观评价分别为不能接受、极差、差、不及格、及格、基本满意、好、很好、极好、当前最佳。

轮胎性能评估涉及车辆的舒适性、操控性与转向特性,驾驶比较激烈,且一部分评估需要在低附路面进行,故轮胎性能评估必须在封闭试验场进行。舒适性评估一般在不同特征结构路面进行,操控性评估一般在动态广场进行,转向特性评估一般在直线性能路、高速环道进行,低附路面特性评估一般在湿地性能道路和环道进行。

2 存在的问题与优化方案制定

2.1 存在的问题

本文所涉及的轮胎调校阶段是某厂家第3轮的轮胎调校,是基于第2轮轮胎调校选出的性能表现最佳的轮胎基础上进行优化,优化不是很多,但也具有轮胎调校方向的代表性。第2轮轮胎调校的性能表现最佳的轮胎称为基础轮胎,基础轮胎存在如下问题。

(1) 小冲击不够柔和,连续颠簸路面上轮胎对

冲击的过滤不够好。

(2) 轮胎极限抓着性能有待提高。

(3) 湿地制动距离过长。

(4) 轮胎噪声水平有待进一步降低。

为了制定优化方案,需要先了解轮胎的参数对其性能的影响。

2.2 轮胎参数对其性能的影响

影响轮胎性能的参数主要有3部分:胶料配方、花纹设计和结构参数^[1]。胶料配方对车辆的滚动阻力、制动性能、操控性能、舒适性能和耐久性能等影响都较大^[2-3]。花纹设计对车辆的操控性能、湿地性能和噪声等特性影响较大^[4-5]。胶料配方主要包括胎面胶、胎侧胶和三角胶配方等,花纹主要指胎面花纹。轮胎主要由胎面、冠带层、带束层、胎体帘布层、胎肩垫胶、胎侧、三角胶和胎圈钢丝等组成。轮胎结构参数主要包括胎面尺寸,带束层材料、层数、宽度和角度,胎体帘布材料和反包高度以及三角胶高度等。带束层宽度和角度对轮胎接地面积和冲击强度等有较大影响,三角胶对胎侧刚度和接地面积等有影响,胎体帘布反包高度对胎侧张力有较大影响。轮胎结构参数较多,相互之间的配合比较重要,对轮胎的刚度、侧偏特性及收敛特性影响较大^[6-9]。

2.3 优化方案制定

根据基础轮胎存在的问题以及轮胎参数对轮胎性能的影响原理,制定了提升轮胎性能的优化方向。小冲击感觉优化主要通过降低胎侧刚度实现,为了不损失太多操控性能,可以增加胎侧张力来保证操控性;轮胎极限抓着性能的提高与湿地制动距离的缩短主要靠调整胎面胶配方并增大接地面积来实现;轮胎噪声的降低主要靠花纹的微调及胎面硬度的调整来实现。

胶料配方的调整通过优化配方组分和配比来实现,接地印痕形状的改变可以通过调整带束层的结构参数来实现,胎侧刚度和张力的调整可以通过改变三角胶高度及胎体帘布反包高度来实现。以上是优化方向,由于改变轮胎某项参数对轮胎各方面性能均有影响,故不能在一款轮胎上进行多项更改,为此供应商制造了3款样胎进行性能评估,3款样胎参数调整如表1所示。由于轮胎厂家对轮胎结构和配方保密,此处基础轮胎的各

表1 3款样胎参数调整

项 目	样胎1	样胎2	样胎3
胎面胶配方	新配方	新配方	新配方
胎面花纹	缩小节距	缩小节距	缩小节距
带束层角度	基础值	基础值	增大2°
带束层宽度	基础值	增大10 mm	减小5 mm
胎体帘布反包高度	基础值	基础值	减小5 mm
三角胶高度	减小5 mm	减小5 mm	减小10 mm

项参数采用基础值表示。

由表1可知:样胎1在基础轮胎的基础上调整了胎面胶配方,目的是提升轮胎的湿地制动性能及极限抓着性能,优化了胎面花纹设计,缩小了节距,以降低轮胎的噪声,减小了三角胶高度,从而降低胎侧刚度,提高冲击柔韧性,改善舒适性;样胎2胎面胶配方、胎面花纹和三角胶高度的调整与样胎1相同,除此之外还增大了带束层宽度,从而增大轮胎接地面积,进一步提高轮胎的抓着性能;样胎3调整较多,胎面胶配方与胎面花纹调整与样胎1和2相同,但三角胶高度减小了10 mm,胎侧刚度降低较多,胎体帘布反包高度减小了5 mm,以提高轮胎张力,加强操控性,带束层角度增大2°、带束层宽度减小了5 mm,以改善轮胎接地印痕和冲击强度等。

3 评价方法与结果

3.1 评价方法的确定

轮胎对汽车的性能影响是全方面的,包括汽车的操控性、舒适性、转向感觉和噪声等。

轮胎的性能评价主要包括操控性、舒适性、转向性能三大项,噪声可以归入舒适性来进行评价。操控性、舒适性和转向性能评价项目和意义分别如表2—4所示。

舒适性评价在不同特征结构路面进行,包括连续颠簸路、减速带、起伏路、噪声路面等。操控性评价在动态广场及高速环道进行,转向特性评

表2 操控性评价项目和意义

项 目	评价意义
侧倾支撑	轮胎在车辆有侧倾时的支撑特性
极限抓着性能	轮胎在侧滑等极限工况下的抓着性能
不足转向/过度转向	车辆的不足转向与过度转向程度
弯中特性	车辆在弯道内制动或加大转向时车辆的响应情况

表3 舒适性评价项目和意义

项 目	评价意义
小冲击	轮胎经过小突起或坑洼路面对小冲击的过滤程度
大冲击	轮胎经过大冲击,如减速带和大坑洼路面的冲击柔度
收敛特性	轮胎经过冲击时变形后的抖动收敛特性
噪声水平	轮胎噪声大小

表4 转向特性评价项目和意义

项 目	评价意义
转向灵敏度	轮胎在小角度转向时车辆的响应情况
转向线性度	车辆由中间位置转向到非中间位置转向过度的线性度
直线行驶特性	轮胎在平直路面上保持直线行驶的性能
回正特性	轮胎在转弯时的回正特性的状态

价在直线性能路、动态广场、高速环道进行,低附路面特性评价在湿地性能道路和环道进行,并对轮胎进行了干湿路面制动距离的测试。测试时保证测试人员和车辆一致,中途不变动。

3.2 评价结果

经过评价,相比基础轮胎,样胎1在极限抓着性能、小冲击感觉、大冲击感觉、噪声水平方面有提升,但在侧倾支撑、不足过度转向和转向线性度方面有所下降;样胎2整体比基础轮胎表现好,但在侧倾支撑及不足过度转向方面有所下降;样胎3改动较大,在小冲击与噪声方面提升比较明显,但在侧倾支撑和转向线性度方面损失较大。整体来说,样胎2表现最好,性能最协调,可以作为下一轮轮胎调校的基础轮胎使用。图1所示为基础轮胎和样胎的性能主观评价结果。

干湿地制动距离测试在制动性能道上进行,采用100~0 km·h⁻¹的制动距离进行衡量对

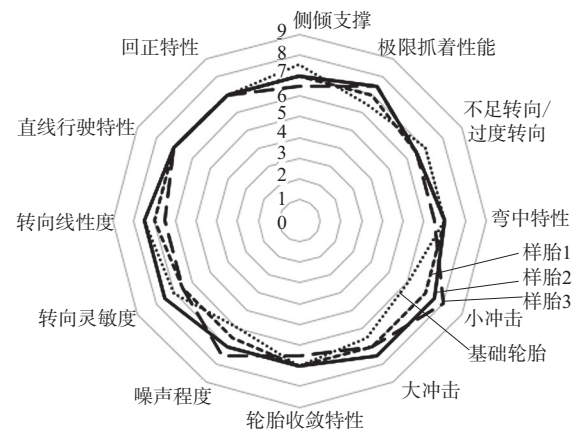


图1 轮胎性能主观评价结果

比,每个轮胎干湿地制动距离均测试5次,取平均值,结果如表5所示。

表5 基础轮胎与样胎制动距离 m

项 目	基础轮胎	样胎1	样胎2	样胎3
干地制动距离	40.64	39.68	39.12	38.75
湿地制动距离	61.55	55.75	53.54	52.57

从表5可以看出,胎面胶配方调整后,轮胎的湿地制动距离明显缩短,干地制动距离也有所缩短,样胎2的干湿地制动表现优于样胎1,与样胎3相当,均优于基础轮胎。

4 结论

某汽车轮胎在调校过程中存在冲击大、湿地制动距离长、极限抓着性能不佳、噪声大等问题,通过对汽车轮胎性能的影响因素进行分析,并制定了轮胎调校的优化方向,通过主观评价的方法对新一轮的样胎进行性能评估,表明在上述问题的解决上效果明显,但同时也在其他性能上有一些损失,整体效果比上一轮基础轮胎好,达到了轮胎调校预期的结果。同时得出以下结论供轮胎调校人员参考。

(1)调整胎面胶配方对轮胎湿地制动性能提升效果比较明显,缩小花纹节距可在一定程度上降低轮胎噪声。

(2)减小三角胶高度可以使胎侧刚度降低,小

冲击、大冲击感觉均有所提升,但是转向线性度等操控性能会有一定程度下降,可以通过提高轮胎张力来进行平稳。

(3)一定范围内增大带束层角度和宽度,可以增大轮胎接触面积,提高抓着性能。

(4)本次研究存在一定局限性,以上轮胎方案的调整都是几项同时进行,没有针对单项调整进行评估。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 牛飞,李伟,李爱娇,等. 低滚动阻力全钢载重子午线轮胎的配方开发与应用[J]. 轮胎工业,2022,42(10):611-616.
- [3] 朱晓亮,卢生林,荣军,等. 浅析轮胎配方变化对整车性能的影响[J]. 汽车零部件,2015(8):36-39.
- [4] 刘从臻,李亚龙,李永强,等. 花纹结构参数对轮胎性能影响分析及优化设计[J]. 广西大学学报(自然科学版),2021,46(2):344-352.
- [5] 刘坤,王君,乔元梅,等. 一款运动型轿车轮胎的开发与调校[J]. 橡胶科技,2021,19(10):606-611.
- [6] 张典,程龙,秦艳分,等. 漂移赛车轮胎结构与刚性的相关性研究[J]. 轮胎工业,2022,42(10):582-585.
- [7] 李永强. 胎冠参数对轮胎抓地及耐久性能影响研究与优化设计[D]. 淄博:山东理工大学,2021.
- [8] 马骏昭,孙宁. 纯电动汽车轮胎滚动阻力优化[J]. 北京汽车,2019(3):31-34.
- [9] 金汉杰,肖凌云,王琰,等. 胎体结构对轮胎耐冲击性能的影响研究[J]. 橡胶工业,2022,69(9):709-713.

收稿日期:2023-06-20

Performance Adjustment and Subjective Evaluation of Automobile Tire

ZHANG Duanjun, MA Chao, LU Pengcheng, ZHAO Yuehe

(Jiangsu Vocational Institute of Architectural Technology, Xuzhou 221116, China)

Abstract: Tire performance directly affected the handling, comfort and steering characteristics of the vehicle, and tire performance adjustment was a very important link in the process of tire matching development. Tires with issues such as high impact, poor ultimate grip performance, and high noise, were improved from aspects such as tread compound formula, tread pattern and structural parameters, and trial-produced sample tires were subjectively evaluated. Based on the evaluation results, tires were selected for further optimization to make the tire to meet the requirements of automobile performance.

Key words: tire; performance adjustment; subjective evaluation; structure; pattern; formula; handling performance; noise