

基于摆锤冲击试验的轮胎耐撞击性能研究

周晓琴^{1,2}, 金汉杰¹, 王 琰¹, 肖凌云^{1*}

(1. 国家市场监督管理总局缺陷产品管理中心, 北京 100101; 2. 北京市产品质量监督检验院, 北京 101300)

摘要: 基于摆锤冲击试验研究轮胎耐撞击性能。结果表明: 摆锤冲击试验检测结果可反映轮胎在遇到撞击时, 胎侧抵抗冲击的能力; 轮胎为复杂弹性体, 撞击动能与鼓包高度非简单线性关系; 采用摆锤冲击试验可有效检测轮胎的最小鼓包破坏能, 最小鼓包破坏能越小, 轮胎耐撞击性能越差。

关键词: 轮胎; 摆锤冲击试验; 耐撞击性能; 鼓包高度; 撞击动能; 最小鼓包破坏能

中图分类号: TQ336.1; TQ330.7

文献标志码: B

文章编号: 1000-890X(2020)12-0939-03

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2020.12.0939



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎耐撞击性能是轮胎遇到来自路面或障碍物的撞击时抵抗冲击能量而不损坏的能力。轮胎耐撞击性能决定了其在使用中是否容易出现鼓包、爆胎和脱层等问题, 是消费者关注和轮胎从业者致力于研究的一项重要性能。

多年来, 国内外轮胎行业开发了深坑撞击试验^[1]、路牙石撞击试验和路面障碍冲击测试^[2]等多种轮胎耐撞击性能的测试和研究方法。

由美国机动车工程师学会(SAE)开发的路面障碍冲击测试(SAE J1981^[3])可以一种低质量、高速度的冲击, 在可控和可重复的条件下有效再现道路危险冲击对轮胎和轮辋的损伤^[4]。相比于其他轮胎试验, 路面障碍冲击测试主要评估轮胎胎侧受到冲击时抵抗损伤的能力。经过改进和优化, 该项测试已成为评估车轮和轮胎总成性能的重要方法之一^[5]。

摆锤冲击试验是我国研究人员在SAE J1981路面障碍冲击测试基础上发展、完善的一种测试方法。它是利用摆锤从高处落下产生的动能模拟轮胎遇到路面障碍时受到的冲击能量, 以评估其耐撞击性能。该方法可控制冲击能量, 评估轮胎胎侧受到冲击挤压后的损伤程度, 是一种高效、可控、可重复的评估轮胎耐撞击性能的方法。我国于2013年推行了相关国家标准GB/T 30195—2013

《汽车轮胎耐撞击性能试验方法》^[6], 建立了采用摆锤冲击试验的轮胎耐撞击性能评价方法, 以帮助企业提高相关技术水平以及主机厂和消费者正确选择和使用轮胎。

本工作以不同品牌轿车轮胎为对象, 研究基于摆锤冲击试验的轮胎耐撞击性能评估。

1 实验

1.1 测试对象

选取消费者反映鼓包问题严重的某品牌205/55R16 91V轮胎以及市场常见的7个其他品牌同规格轮胎为研究对象, 开展摆锤冲击试验。所有测试轮胎规格相同、结构类似、生产日期相近, 共涉及8个品牌、17条轮胎。

1.2 测试设备

主要测试设备为轮胎冲击测试机, 见图1。试验时采用特制测试轮辋, 轮胎充气压力为200 kPa。试验机撞击头的撞击锤角度在通过车轮旋



图1 轮胎冲击测试机

作者简介: 周晓琴(1984—), 女, 四川内江人, 中国标准化研究院高级工程师, 硕士, 主要从事汽车缺陷工程相关研究工作。

*通信联系人(xiaoly@dpac.gov.cn)

转轴的水平面上的投影为 6° , 撞击锤角度在通过车轮旋转轴的铅垂面上的投影为 0° , 2个角度偏差均在 $\pm 0.5^\circ$ 之内。

1.3 测试方法

测试时, 将轮辋和轮胎总成安装在轮胎冲击测试机上, 调整撞击角度以符合试验要求^[7-8]。设定软件参数, 操作设备, 使摆杆提升到合适的撞击高度, 使其撞击动能达到需要的动能, 锁定装置。

摆杆从锁定位置自由下落, 撞击试验轮胎。撞击3 min后, 使用鼓包测量设备对撞击点附近进行检查, 记录测试结果; 根据测试需要进行下一个点测试。测试点沿轮胎圆周间隔约 72° 分布。

摆杆及撞击锤角度根据需要逐渐增大, 以确定使轮胎产生鼓包/漏气的最小撞击动能。撞击动能(E_p)的计算公式如下:

$$E_p = I\omega^2/2$$

式中: I 为摆杆支点的转动惯量; ω 为撞击角速度, $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

2 结果与讨论

2.1 轮胎破坏位置分析

对8个品牌17条轮胎样品进行摆锤冲击测试, 取得有效数据103个。整理数据并绘制各品牌轮胎样品鼓包高度/漏气情况与撞击动能的关系见图2—5。

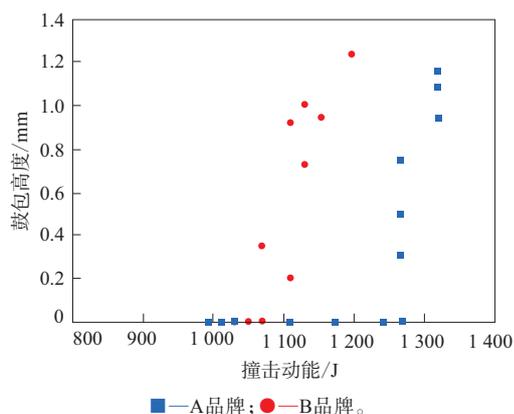


图2 A和B品牌轮胎鼓包高度与撞击动能的关系

测试轮胎所有鼓包或漏气出现的位置均在沿轮胎径向的胎侧部位^[9], 典型的轮胎鼓包及漏气状况如图6所示。

测试轮胎的破坏位置表明摆锤冲击测试方法

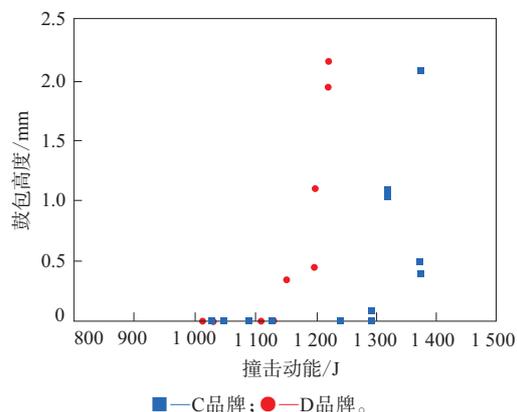


图3 C和D品牌轮胎鼓包高度与撞击动能的关系

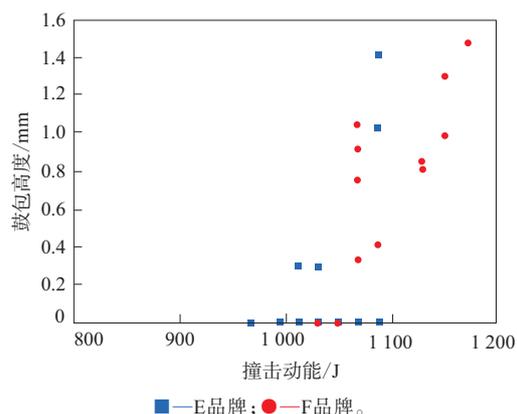


图4 E和F品牌轮胎鼓包高度与撞击动能的关系

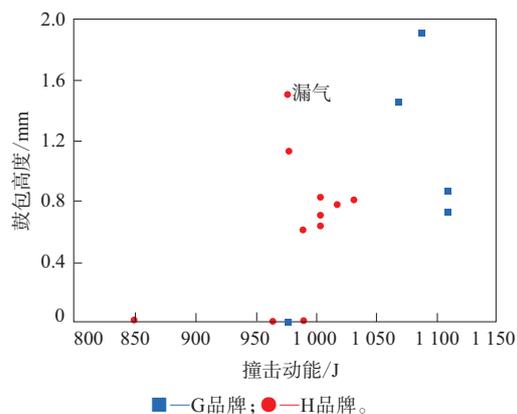


图5 G和H品牌轮胎鼓包高度与撞击动能的关系

评估轮胎胎侧受到冲击挤压时抵抗损坏的能力与之前相关研究结论相符。

由图2—5可见, 轮胎鼓包高度与撞击动能并不是简单的线性关系, 存在撞击动能相同但轮胎破坏程度不同的现象。这是由于轮胎是一个由橡胶、骨架材料等多种材料组成的复杂弹性体^[10-13], 如果被

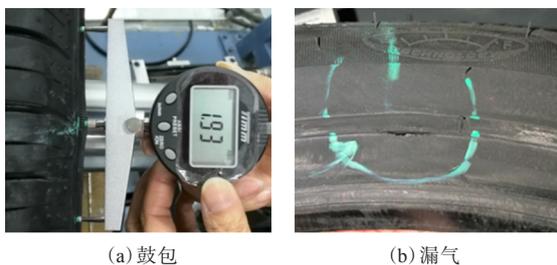


图6 测试轮胎鼓包及漏气情况

撞击点正好位于原材料接头位置、帘线分布不均匀处等均有可能造成被撞击点破坏程度较大。

2.2 最小鼓包破坏能评估

虽然鼓包高度与撞击动能并不是简单的线性关系,但依然可以看到,各品牌测试轮胎表现出相似的特性:普遍存在一个临界点,当撞击动能达到临界值,则撞击点开始出现明显鼓包/漏气现象;撞击动能继续增大,鼓包高度有随之增大的趋势。该临界值称为轮胎的最小鼓包破坏能。

品牌A,B,C,D,E,F,G,H测试轮胎的最小鼓包破坏能分别为1 267,1 068,1 318,1 195,1 088,1 068,1 068和977 J。测试轮胎中最小鼓包破坏能处于1 000~1 299 J之间的占75%,大于1 300 J和小于1 000 J的各占12.5%。

8个品牌研究对象中,H品牌轮胎的最小鼓包破坏能最低,相比平均值(1 131 J)低13.62%,与消费者对该轮胎容易出现鼓包、爆胎等问题的大量投诉相吻合。试验结果表明,最小鼓包破坏能与轮胎耐撞击性能有明显的相关性,最小鼓包破坏能越小,轮胎耐撞击性能越差。

3 结论

以市场常见8个品牌205/55R16 91V轿车轮胎为对象,采用摆锤冲击试验进行轮胎耐撞击性能评估,得到以下结论。

(1) 摆锤冲击测试可评估轮胎胎侧在受到冲击挤压时抵抗损坏的能力。

(2) 由于轮胎是由多种材料组成的复杂弹性体,因此摆锤冲击测试的鼓包高度与撞击动能并不是简单的线性关系。

(3) 试验可快速有效地测试出不同轮胎胎侧

的最小鼓包破坏能,其与轮胎耐撞击性能有明显的相关性,最小鼓包破坏能越小,轮胎耐撞击性能越差。

摆锤冲击测试方法可为轮胎企业、整车厂及消费者提供轮胎耐撞击性能参考数据,便于性能对比及轮胎选型;试验数据对相关部门制定标准也有很好的参考价值。

参考文献:

- [1] 丁家翔,程鹏,陶亚诚. 子午线轮胎鼓包问题的研究[J]. 轮胎工业, 2011, 31(10): 585-588.
- [2] Andrew Snyder, Sebastian Feve. Tire Impact Forces—Comparison of SAE J1981 (1994-06) Road Hazard Impact Test with On-vehicle Curb Impact Tests for Light Vehicle Tire and Wheel Assemblies[M]. California: Transportation Research Center, National Highway Traffic Safety Administration, 2013.
- [3] Society of Automotive Engineers. Road Hazard Impact Test for Wheel and Tire Assemblies (Passenger Car, Light Truck, and Multipurpose Vehicles): SAE J1981—2011[S]. Warrendale: SAE International, 2016.
- [4] Trevor J Brown, Rich S Wallace. Development of the SAE J1981 Road Hazard Impact Test for Wheel and Tire Assemblies[C]. International Congress & Exposition. California: The Engineering Society for Advancing Mobility Land Sea Air and Space, 1994.
- [5] 陆斌. 车轮轮胎总成的路障冲击试验[J]. 天津汽车, 2009(11): 46-50.
- [6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 汽车轮胎耐撞击性能试验方法: GB/T 30195—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 轿车轮胎规格、尺寸、气压与负荷: GB/T 2978—2014[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.
- [8] 刘惟信. 汽车设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2001: 518-526.
- [9] 李果, 黎新福. 简析汽车轮胎鼓包故障[J]. 装备制造技术, 2013(9): 51-53.
- [10] 宿晓峰, 付平, 丁忠军, 等. 基于Abaqus软件的轮胎有限元模型建立及仿真分析[J]. 橡胶工业, 2019, 66(2): 121-127.
- [11] 卢荡, 郭孔辉. 轮胎结构不对称性对其力学特性建模的影响[J]. 吉林大学学报(工学版), 2004, 34(2): 185-188.
- [12] 危银涛, 缪一鸣, 柴德龙, 等. 复杂轮胎钢丝帘线有限元分析与试验研究[J]. 橡胶工业, 2013, 60(11): 645-657.
- [13] Adams D E, Jaques J, Strus M, et al. Lab Lessons Learned Part 3: Tire Modal Impact Testing and Forced-response Analysis[J]. Experimental Techniques, 2006, 30(2): 61-65.

收稿日期: 2020-06-28