特约来稿

轮胎动态接地压力分布的光吸收法测量研究

柏 林1,梁 晨2*,朱大钎2,王国林2

(1.上海大学 管理学院,上海 200444;2.江苏大学 汽车与交通工程学院,江苏 镇江 212013)

摘要:设计光吸收法试验台架,通过图像处理算法及对负荷、充气压力、外倾角、侧偏角的控制,获得轮胎动态接地压力分布。图像处理算法如下:拍摄轮胎接地印痕图像,通过图像矫正、灰度化、滤波去嗓及图像分割获取图像中轮胎与路面接触区域,再通过校准机构获取图像灰度与轮胎接地压力的相关性,将轮胎接地印痕图像转化为接地压力分布图。以规格为205/55R16的非对称花纹子午线轮胎为例,利用试验台架对轮胎动态接地印痕进行测量,获取不同工况下轮胎接地压力分布及接地印痕特征值,轮胎计算负荷相对误差绝对值基本小于10%,验证了光学试验台架的有效性。

关键词:轮胎;动态接地压力分布;接地印痕;光吸收法;试验台架;图像处理 中图分类号:TQ336.1;U463.341 文章编号:1000-890X(2022)10-0723-09

文献标志码:A

文章编号:1000-890X(2022)10-0723-09 DOI:10.12136/j.issn.1000-890X.2022.10.0723



由于受路面粗糙度、轮胎材料、花纹形状及车辆运行状态等因素的影响,轮胎作为车辆与路面接触的唯一部件,其接地压力表现为非均匀分布状态。研究^[1]表明,非均匀分布的轮胎接地压力是路面早期破坏的重要因素之一。因此,研究轮胎接地压力分布,特别是动态接地压力分布具有重要的意义。

目前,测量轮胎接地压力分布的方法主要有 压力板法、压力敏感膜法、压力传感器法和光吸收 法。压力板法测量精度较低;压力敏感膜法只能 测量轮胎处于静止状态下的压力分布,且每次测 量需要更换敏感膜;压力传感器法^[2]测量精度高, 但需要密集布置传感器,测量成本较高,且其本身 的尺寸限制了分辨率;光吸收法^[3]拍摄轮胎与路面 接触区域时,其分辨率取决于摄像头的分辨率,能 够提供更好的可视化结果,有效降低成本。

在微观物体测量、粗糙物体表面接触面积和 接触力测量、小动物和昆虫步态测量中光吸收法 得到了大量应用,目前的法医鉴定也将光吸收法 应用于鞋印检测及指纹采集^[4-9]。 C. R. GENTLE^[10]首先应用这种光学测试技术 测量轮胎接地压力分布,所设计的简易试验台架能 够定性测量轮胎接地压力分布。在此基础上,研究 人员对试验台架校准方法展开进一步研究,实现了 定量测量轮胎接地压力分布,并对影响试验台架校 准的因素,包括校准材料性能(如滞后和蠕变等)、 漫反射光、横向光的吸收^[3,11]进行了分析。

目前,研究人员更关注试验台架校准的研究, 而要准确获取轮胎接地压力分布的几何图形,还 需要对轮胎接地印痕图像进行处理,但现在研究 人员并未对此进行深入研究,仅通过全阈值分割 方法对图像进行处理,测量误差较大。本工作提 出一种新的算法可以准确获取轮胎与路面接触区 域图像,并根据该算法^[12]获取接地印痕特征值。

同时,研究人员已通过有限元法研究了轮胎 动态接地压力分布。R. MOISESCU等^[13]在研究 载重子午线轮胎驱动及制动工况下的接地压力分 布时使用了有限元法。柳帅蒙¹¹研究轮胎在静态、 驱动和制动等工况下的接地压力分布时使用粘

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51675240)

作者简介:柏林(1980一),男,江苏昆山人,上海大学在读硕士研究生,主要从事子午线轮胎产品开发和工艺管理工作。

^{*}通信联系人(liangchen@ujs.edu.en):梁晨(1985—),男,江苏连云港人,江苏大学副教授,博士,主要从事汽车轮胎技术的研究工作。

引用本文:柏林,梁晨,朱大钎,等.轮胎动态接地压力分布的光吸收法测量研究[J].橡胶工业,2022,69(10):723-731.

Citation: BAI Lin, LIANG Chen, ZHU Daqian, et al. Study on measurement of dynamic contact pressure distribution of tire by optical absorption method[J]. China Rubber Industry, 2022, 69 (10) :723-731.

弹性模型模拟沥青路面。屠建波^[14]研究了轮胎 在长大纵坡路段的接地压力分布情况,考虑了轮 胎在不同坡度、不同牵引力下的最大接地压力。 黄海波等^[15]借助有限元方法研究了带束层角度、 充气压力、滚动速度对轮胎接地压力非对称分布 的影响。

轮胎与地面接触情况复杂,由于有限元模型 网格离散导致其在模拟轮胎接地状态时的精度受 到限制,不能精确表征轮胎接地压力变化。基于 此,本工作设计了测量轮胎接地压力分布的试验台 架,以研究轮胎在不同工况(包括不同负荷、充气压 力、外倾角及侧偏角)下的动态接地压力分布。

1 试验台架

1.1 设计原理

根据光学原理,当光穿过一种介质(玻璃)进 入另一种介质(空气)时会产生折射现象,可以通 过控制入射角度使光发生全反射。根据斯涅尔定 律,如果光入射角度大于光入射临界角度,光就不 能穿过介质并被完全反射出去,其入射临界角度 计算公式如下:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\sin\theta_2}{\sin\theta_1} \tag{1}$$

式中, γ₁是光在玻璃中的折射率, γ₂是光在空气中的 折射率, θ₁是光入射角度, θ₂是光折射角度, 当θ₂为 90°时得到的θ₁为光入射临界角度, 此时, 折射光沿 着边界表面传播, 即发生全反射现象。

试验台架设计原理如图1所示。采用比玻璃 折射率更高的校准材料,将其置于轮胎与玻璃的 接触面,在玻璃两边提供光源,光运动到校准材料 与玻璃的贴合处时,光的全反射将会失效。失效 光向周围散射时,通过相机进行捕捉,捕捉到的光 越多,意味着此处接触的介质面积越大,轮胎接地 压力也就越大。因此,轮胎接地压力大小可以与 光亮度建立联系,当轮胎加载时,轮胎接地压力越 大,光亮度越高。

1.2 测量原理

基于上述光学理论设计的试验台架如图2所 示。试验台架主要由加载机构、承载机构、相机系 统、光源及校准机构组成,介绍如下。

(1)加载机构:可精确控制轮胎负荷、外倾角 及侧偏角,实现轮胎在不同外倾角与侧偏角下的









(b)实际图 图2 试验台架 Fig.2 Test bench

定量加载。

(2)承载机构:主要用于承载玻璃和控制玻璃 的位移。当轮胎加载时,利用相对运动将路面的 运动转化为轮胎的滚动。为保证加载时玻璃不发 生破裂,使用厚度为19 mm的超白钢化玻璃。

(3)相机系统:相机品牌为FASTCAM SA3,分 辨率为1024×1024像素,能够提供1048576个测 量点,比压力传感器的分辨率更高。

(4)光源:使用波长灵敏度更高的绿色光源, 安装于玻璃两侧,为保证光源寿命及稳定性,采用 高均匀、条形LED光源。

(5)校准机构:用以确定接地压力与光强度的 关系。为定量计算轮胎接地压力分布,需要确定 轮胎接地压力与散射光强度的函数关系,而散射 光强度在图像上可以通过灰度表示,因此轮胎接 地压力与散射光强度的函数关系就转化为轮胎接 地压力与图像灰度的关系。在密封腔体内气体压 力是均匀的,基于校准机构对轮胎内腔加压,可以 对校准材料施加均匀的压力,通过拍摄对应的图像,可以确定轮胎接地压力与图像灰度的关系,如图3所示。



Fig. 3 Calibration system

1.3 试验轮胎及试验方法

选取国内某轮胎厂生产、型号为SPORT SA-37 的轮胎(见图4)为试验轮胎,其规格为205/55R16。

首先对试验轮胎进行预处理,将轮胎表面的 胶须和膜缝胶去除,清理胎面污垢。将充入额定气 压后的轮胎安装到轮胎耐久性试验机上,以负荷为 40%的标准负荷和速度为80%的最高速度运行10 h 后松弛轮胎内应力。从耐久性试验机上取下轮胎, 待其冷却到室温后装入试验台架进行试验。



图4 试验轮胎 Fig.4 Test tire

2 图像处理算法

本工作开发了应用光学原理获取轮胎接地压 力分布的图像处理算法,如图5所示。其中,*X*,*Y*分 别为接地印痕长度和宽度方向的距离。

(1)图像矫正。

由于透镜和玻璃存在曲率,相机拍摄的图像 不可避免会发生畸变。通过张氏标定法^[16-17]对相 机进行标定,根据获取的相机内参数和畸变系数 对接地印痕图像进行矫正。

(2) 灰度化。

为减少环境光的影响选用绿色的校准材料,





即反射光的颜色为绿色。由于图像为RGB格式, 在其灰度化时,取绿色通道中的图像为灰度化后 的图像。

(3) 滤波去噪。

由于中值滤波能够有效过滤噪声,并且保留 图像边缘^[18],为后期图像分割提供便利,本工作选 用中值滤波为图像去噪。

(4)人机交互。

由于图像背景较复杂时不利于算法的应用,通 过人机交互界面去除复杂的背景。

(5)图像分割。

为准确获取轮胎与路面接触区域的边界,需 要合适的算法对图像边界灰度进行准确判定。本 工作先采用Sauvola算法计算^[19],其为一种经典的 局部阈值分割算法,算式如下:

$$T(x,y) = m(x,y) \times \left\{ 1 + k \times \left[\frac{s(x,y)}{R} - 1 \right] \right\}$$
(2)

式中:T(x,y)为像素点(x,y)的灰度值;m(x,y)为 以像素点(x,y)为中心的邻域内灰度均值;k为调 整因数,通常为0~1;s(x,y)为邻域标准偏差;R为标准偏差最大值,通常为128。

使用Sauvola算法的轮胎接地印痕图像分割结果如图6所示。



图6 使用Sauvola算法的轮胎接地印痕图像分割结果 Fig. 6 Segmentation result of contact footprint image of tire using Sauvola algorithm

从图6可以看出,使用Sauvola算法对轮胎接地 印痕图像边界的分割结果较好,但对灰度均匀的 背景分割效果不佳。

轮胎接地印痕图像分割后的灰度直方图如图 7所示,为典型的双峰模型。由于高斯混合模型的 基本原理为将图像的多峰模型视为多个高斯模型 的混合^[20],因此使用高斯混合模型对图像像素点 进行分类,结果如图8所示。使用GMM算法可对 轮胎整体图像的像素点进行分类,直接对轮胎接 地印痕图像进行分割的结果如图9所示。



图7 轮胎接地印痕图像分割后的灰度直方图 Fig.7 Gray scale histogram of contact footprint image of tire after segmentation



图8 使用高斯混合模型的轮胎接地印痕图像分割结果 Fig.8 Segmentation result of contact footprint image of tire using Gaussian mixture model



图9 使用GMM算法的轮胎接地印痕图像分割结果 Fig.9 Segmentation result of contact footprint image of tire using GMM algorithm

从图9可以看出,GMM算法对局部区域(如沟槽)不能有效分割。因此,本工作采用Sauvola算法与GMM算法的联合分割算法。

(6)获取接地压力分布。

光吸收法的轮胎接地压力与图像灰度的相关 性已经得到验证,根据文献[3]挑选多种校准材料 进行试验,从中选取一种绿色的聚氯乙烯软胶为 校准材料,其具有良好的灵敏度及线性度。利用 校准机构获取轮胎接地压力与图像灰度的校准曲 线(见图10)。其中,x₁为轮胎接地压力,y₁为图像



図10 彩丽安地広ガラ宮隊灰度的牧准画袋 Fig. 10 Calibration curve of contact pressures of tire and gray scales of image

灰度,R²为相关因数。

根据图10获得的参数对轮胎接地印痕图像进 行处理,即可得到轮胎接地压力分布图。

3 结果与讨论

利用试验台架,对在不同负荷、充气压力、外 倾角及侧偏角下的试验轮胎动态接地压力分布进 行分析。由于受试验台架尺寸的限制,轮胎滚动 速度为0.1 m • s⁻¹。轮胎平均接地压力为图像中 每个像素点压力的均值,其与轮胎接地面积的乘 积为计算负荷。通过对比轮胎计算负荷与实际负 荷的相对误差可以验证结果的准确性。

3.1 不同负荷下轮胎动态接地压力分布

将轮胎充气至250 kPa,通过试验台架的加载 机构分别给轮胎施加440,500,560,615 kg的负荷, 拍摄轮胎接地印痕图像,并输出轮胎接地压力分 布图(见图11)。

从图11可以看出:轮胎向左滚动,与轮胎后端 相比,轮胎前端接地压力分布偏大,这是由于轮胎 在前进方向上受力比较集中,导致其接地前端变 形更大;随着负荷的增大,胎肩上分布的应力占比 逐渐增大,表明轮胎的承重中心由轮胎中心向两 侧转移。

不同负荷下轮胎接地印痕特征值见表1。

从表1可以看出:随着负荷的增大,轮胎接地 印痕长度和接地印痕面积增大;轮胎接地印痕宽度 整体上呈增大趋势,与轮胎接地印痕长度相比,其



图11 不同负荷下轮胎动态接地压力分布 Fig. 11 Dynamic contact pressure distributions of tire under different loads

	表1	不同负荷下轮胎接地印痕特征值		
Tab.1	Contact footprint characteristic values of tire under different load			
		负荷/kg		

坝 日	440	500	560	615		
接地印痕长度/mm	93.2	103.5	108.4	125.1		
接地印痕宽度/mm	154.4	153.9	156.2	158.0		
接地印痕面积/cm ²	116.2	124.6	135.6	145.5		
平均接地压力/kPa	396.8	413.2	406.9	413.2		
计算负荷/kg	461.1	525.4	563.0	613.5		
相对误差绝对值/%	4.80	5.08	0.54	0.24		

增大的幅度更小;轮胎平均接地压力变化不明显。

3.2 不同充气压力下轮胎接地压力分布

保持轮胎负荷为500 kg,轮胎充气压力分别为200,225,250,275,300 kPa的条件下,拍摄轮胎滚动状态下的接地印痕图像,并输出轮胎接地压力分布,如图12所示。

从图12可以看出,随着充气压力的增大,轮胎 接地压力中心由胎肩向轮胎中心区域移动,这是



图12 不同充气压力下轮胎动态接地压力分布 Fig. 12 Dynamic contact pressure distributions of tire under different inflation pressures

因为胎肩部位硬度更高,随着充气压力的增大,较 软的胎冠中心逐渐向外凸起。

不同充气压力下轮胎接地印痕特征值如表2 所示。

表2 不同充气压力下轮胎接地印痕特征值 Tab.2 Contact footprint characteristic values of tire under different inflation pressures

而日	充气压力/kPa					
坝 日	200	225	250	275	300	
接地印痕长度/mm	101.9	99.3	97.1	95.6	92.6	
接地印痕宽度/mm	155.6	155.6	155.0	154.7	153.7	
接地印痕面积/cm ²	132.9	129.8	125.8	123.6	120.1	
平均接地压力/kPa	381.1	398.3	406.0	420.3	430.1	
计算负荷/kg	516.8	527.6	521.1	530.1	526.9	
相对误差绝对值/%	3.36	5.52	4.22	6.02	5.38	

从表2可以看出:随着充气压力的增大,轮胎 接地印痕长度减小,接地印痕宽度并未发生明显 变化;轮胎接地印痕面积明显减小,这是由于轮胎 刚度增大所导致;轮胎平均接地压力增大。

3.3 不同外倾角下轮胎接地压力分布

保持轮胎负荷为500 kg、充气压力为250 kPa, 控制轮胎外倾角分别为2°,4°,6°,拍摄轮胎接地印 痕图像,并输出轮胎接地压力分布,如图13所示。

从图13可以看出:在外倾工况下,轮胎主要由 一侧胎肩受力,另一侧胎肩受力较小,导致两侧胎 肩接地压力分布差别大;随着外倾角的增大,轮胎 接地印痕由矩形向三角形转变,且锥度增大明显。

不同外倾角下轮胎接地印痕特征值见表3。

从表3可以看出,随着外倾角的增大,轮胎接 地印痕面积减小,平均接地压力增大。由此可知, 车辆长时间保持外倾状态会使轮胎一侧的磨损加 剧。在前进方向上,轮胎前端受力较后端更大,这 是由于轮胎滚动时前端变形较大、后端变形较小 所导致。

3.4 不同侧偏角下轮胎接地压力分布

保持轮胎负荷为500 kg、充气压力为250 kPa, 控制轮胎侧偏角分别为2°,4°,6°,拍摄轮胎接地印 痕图像,并输出轮胎接地压力分布(见图14)。

从图14可以看出:在侧偏工况下,轮胎接地印 痕呈现一定的锥度,接地压力区域有较为明显的 压力分界线(黑色虚线),这是因为在侧偏角的作 用下,一部分胎面在轮胎滚动时受到挤压,导致压 力增大而形成;随着侧偏角的增大,压力分界线倾









表3 不同外倾角下轮胎接地印痕特征值 Tab.3 Contact footprint characteristic values of tire under different camber angles

		0			
	外倾角/(°)				
	0	2	4	6	
接地印痕面积/cm ²	125.8	123.7	120.8	119.1	
平均接地压力/kPa	374.8	379.7	392.8	399.9	
计算负荷/kg	481.1	479.3	484.1	486.0	
相对误差绝对值/%	3.78	4.14	3.18	2.80	





斜角度变大。

不同侧偏角下轮胎接地印痕特征值见表4。

从表4可以看出:侧偏角从0°增大到2°,轮胎接 地印痕面积明显减小,平均接地压力明显增大;侧 偏角增大到4°~6°,接地印痕面积又有所增大,平 均接地压力又有所减小。在侧偏工况下,由于校 准材料与玻璃发生了相对滑动,计算负荷相对误 差绝对值较大。

	表4	不同侧偏角下轮胎接地印痕特征值
Fab.4	Con	tact footprint characteristic values of tire under

unierent sup angles						
而日	侧偏角/(°)					
坝 日	0	2	4	6		
接地印痕面积/cm ²	125.8	101.6	111.2	112.6		
平均接地压力/kPa	374.8	426.9	410.7	403.6		
计算负荷/kg	481.1	442.6	466.0	463.7		
相对误差绝对值/%	3.78	11.48	6.80	7.26		

4 结论

本工作设计了光吸收法测量轮胎动态接地 压力分布的试验台架。通过图像矫正、灰度化、滤 波去噪、图像分割,可获取轮胎与路面接触区域, 得到轮胎接地印痕图像;通过校准材料对图像进 行处理,将图像灰度与轮胎接地压力建立联系,可 获得轮胎接地压力分布图。拍摄试验轮胎在不同 负荷、充气压力、侧偏角及外倾角下的接地印痕图 像,获得轮胎在各工况下的接地压力分布,轮胎计 算负荷相对误差绝对值基本小于10%,验证了试验 台架的有效性,具体结论如下。

(1)随着负荷的增大,轮胎接地印痕长度和接 地印痕面积增大,接地印痕宽度整体上呈增大趋势,平均接地压力变化不明显;随着充气压力的增大,轮胎接地印痕长度和接地印痕面积减小,平均 接地压力增大;在稳态滚动下,轮胎滚动前端的接 地压力更大。

(2) 在外倾工况下,轮胎接地印痕由矩形向 三角形变化,接地印痕面积缓慢减小,平均接地压 力增大;在侧偏工况下,轮胎接地印痕有一定的锥 度,接地印痕面积在一定范围内显著减小,接地压 力分布图有显著的压力分界线,一侧压力远高于 另一侧。

本工作轮胎滚动速度较低,未来可以改进试 验台架,对轮胎在高速滚动状态下的接地现象进 行深入研究。

参考文献:

- [1] 柳帅蒙. 载重轮胎接地压力模型研究[D]. 西安:长安大学, 2015.
- [2] KENARSARI A E, VITTON S J, BEARD J E. Tactile pressure sensors to measure ground pressure from tractor tire loads[J]. Geotechnical Testing Journal, 2018, 41 (6) : 1166–1174.
- [3] JUAN C A, JUAN C C, ANTONIO G F, et al. Optimization of an optical test bench for tire properties measurement and tread defects characterization[J]. Sensors, 2017, 17 (4) :707–732.

- [4] RAMACHANDRAN S, COHEN D A, QUIST A P, et al. High performance, LED powered, waveguide based total internal reflection microscopy[J]. Scientific Reports, 2013 (3) :2133.
- [5] BENNETT A I, HARRIS K L, SCHULZE K D, et al. Contact measurements of randomly rough surfaces[J]. Tribology Letters, 2017,65:134.
- [6] EASON E V, HAWKES E W, WINDHEIM M, et al. Stress distribution and contact area measurements of a gecko toe using a high-resolution tactile sensor[J]. Bioinspiration & Biomimetics, 2015, 10 (1):016013.
- [7] KAIN J, STOKES C, GAUDRY Q, et al. Leg-tracking and automated behavioural classification in Drosophila[J]. Nature Communications, 2013,4(1):1–8.
- [8] NEEDHAM J A, SHARP J S. Watch your step! A frustrated total internal reflection approach to forensic footwear imaging[J]. Scientific Reports, 2016, 6(1):21290.
- [9] SMITH N D, SHARP J S. Accessible biometrics: A frustrated total internal reflection approach to imaging fingerprints[J]. Science & Justice, 2017, 57 (3):193-198.
- [10] GENTLE C R. Optical mapping of pressures in tyre contact areas[J]. Optics & Lasers in Engineering, 1983, 4(3):167–176.
- [11] CASTILLO J, LABLANCA A P D, CABRERA J A, et al. An optical tire contact pressure test bench[J]. Vehicle System Dynamics, 2006, 44 (3) :207–221.
- [12] 梁晨. 子午线轮胎综合接地性能评价体系与方法研究[D]. 镇江: 江苏大学, 2013.
- [13] MOISESCU R, FRĂŢILĂ G. Finite element model of radial truck tyre for analysis of tyre-road contact stress[J]. Scientific Bulletin

of University Politehnica of Bucharest, Series D: Mechanical Engineering, 2011, 73 (3) : 3-16.

[14] 屠建波. 长大纵坡路段轮胎接地压力分布的研究[J]. 中外公路, 2013, 33 (4): 102-105.

TU J B. Study on tire contact pressure distribution on long and large longitudinal slope sections[J]. Journal of China and Foreign Highway, 2013, 33(4): 102-105.

- [15] 黄海波,余旭东,刘金朋,等. 子午线轮胎接地压力分布非对称性研究[J]. 系统仿真学报,2018,30(8):180-187.
 HUANG H B, YU X D, LIU J P, et al. Research on asymmetry of radial tire contact pressure distribution[J]. Journal of System Simulation,2018, 30(8):180-187.
- [16] ZHANG Z Y. Flexible camera calibration by viewing a plane from unknown orientations[C]. Proceedings of 7th IEEE International Conference on Computer Vision (CICCV' 99). Kerkyra, Greece: IEEE, 1999:666-673.
- [17] ZHU H J, LI Y, LIU X, et al. Camera calibration from very few images based on soft constraint optimization[J]. Journal of the Franklin Institute, 2020, 357 (4):2561–2584.
- [18] ARIAS-CASTRO E, DONOHO D L. Does median filtering truly preserve edges better than linear filtering?[J]. The Annals of Statistics, 2009, 37 (3) : 1172–1206.
- [19] SAUVOLA J, PIETIKÄINEN M. Adaptive document image binarization[J]. Pattern Recognition, 2000, 33 (2):225–236.
- [20] GOYAL K, SINGHAI J. Review of background subtraction methods using Gaussian mixture model for video surveillance systems[J]. Artificial Intelligence Review, 2017, 50 (3) :241–259.

收稿日期:2022-04-20

Study on Measurement of Dynamic Contact Pressure Distribution of Tire by Optical Absorption Method

BAI Lin¹, LIANG Chen², ZHU Daqian², WANG Guolin² (1. Shanghai University, Shanghai 200444, China; 2. Jiangsu University, Zhenjiang 212013, China)

Abstract: The test bench for the ground contact footprint image of the tire using optical absorption method was designed, and the dynamic contact pressure distribution of the tire was obtained through image processing algorithm under the control of inflation pressure, load, camber angle and slip angle. The image processing algorithm was as follows: firstly the contact footprint image of the tire was taken, then the contact area between the tire and the road surface in the image was obtained through image correction, gray–scaling, filtering, denoising and image segmentation, the correlation between the image gray scale and the contact pressure of the tire was established through the calibration mechanism, and the contact footprint image was converted into the contact pressure distribution image of the tire. Taking an asymmetric pattern radial tire with a specification of 205/55R16 as an example, the dynamic contact footprint of the tire was tested on the test bench, and the contact pressure distribution and contact footprint characteristic value of the tire under different working conditions were obtained. The absolute values of relative errors of the calculated load of the tire were basically less than 10%, which verified the effectiveness of the optical test bench.

Key words: tire; dynamic contact pressure distribution; contact footprint; optical absorption method; test bench; image processing