

静负荷下轮胎接地压力分布测试的研究^{*}

俞 淇 戴元坎 张 凯

(华南理工大学高分子系, 广州 510641)

摘要 采用压力板法测试了 185R15 和 165/79SR13 两种规格子午线轮胎的接地压力分布,并在不同负荷、不同气压以及不同花纹情况下分别进行了接地压力分布的测量。得到的试验数据应用三维曲面和二维曲线进行了处理。测试结果能明显地表示出在不同条件下接地压力分布的差异,可为轮胎结构与性能研究提供实验依据,亦可作为供接地压力分布理论计算进行对比的实测数据。

关键词 轮胎,压力板法,接地压力分布,接地区

近年来,随着交通运输事业的发展,对轮胎的高速、安全、节能、耐磨和舒适等性能提出愈来愈高的要求,而所有这些性能都是通过轮胎与地面接触的那一小块区域(接地区)实现的。接地区承担着各种驾驶行为(加速、拐弯、刹车等)和各种路面条件(干、湿、冰等)下轮胎与地面之间的载荷转换,因此轮胎与地面之间的接触问题便成为轮胎研究工作的一个重点。为了有效地研究和预测轮胎与地面接触区的各项性能,可采用多种方法,如弹性力学计算法,而目前更广泛使用的是有限元分析法。除了从理论上预测外,还可采用实测法来了解轮胎接地地区的某些性能特征。有关轮胎接地区问题曾有专题综述^[1]。

研究轮胎接地问题时,分析其接地区的压力分布尤为重要,因为它直接与轮胎的耐磨、制动、牵引、操纵稳定以及滚动阻力等性能有关。研究轮胎力学的知名人士 Clark 和 Akasaka^[2]采用弹性力学法预测了轮胎接地压力分布,并与实测结果进行对比;Akasaka 和 Shiobara 等^[3]研究了子午线轮胎二维压力分布和一维动态接地压力分布;还有许多人应用三维有限元法对静态、动态、有摩擦、无摩擦时轮胎接地压力进行了模拟研究。

各种预算理论所得到的分析结果都需要与实测结果进行对比,因此有必要开展实测接地

压力分布的研究。实测轮胎接地压力的方法,大致可归纳为 3 种: 压力板法; 电测法(采用配备有压力传感器的金属平板); 光学法(通过光学棱镜与接地面之间的光吸收量换算得到接地压力值)^[4]。

目前我国正在研究应用三维有限元分析法解决轮胎接触问题,并已获得初步的接地压力分布预算结果。此时有必要同时开展一些实测接地压力分布方法的研究,用来评估理论预算结果的准确性。结合现有条件,可采用简易有效的压力板法。本工作就采用压力板法在静负荷下进行了轮胎接地压力分布的测试研究。

1 实验

1.1 试验方法和原理

(1) 压力板的制备

压力板是采用带有锥形颗粒的硫化橡胶板,其断面形状如图 1 所示。硫化胶的邵尔 A 型硬度一般为 80 度左右,通常可借用子午线轮胎的三角胶胶料。

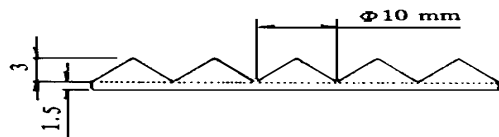


图 1 压力板断面示意图

(2) 压力换算曲线的标定

压力板法的工作原理是利用橡胶板上的锥形颗粒在印痕纸上的印迹来分析压力大小及分布。因压力的不同,橡胶板的锥形颗粒在印痕纸上留下印迹的直径也不同。

先通过施加已知压力并测出相应的印迹直

^{*} 国家自然科学基金资助项目。

作者简介 俞淇,女,1934 年 5 月出生。教授。1960 年毕业于莫斯科精细化工学院。主要从事轮胎结构与力学性能研究工作。曾发表过多篇有关轮胎结构、轮胎性能、轮胎复合材料以及有限元分析法在轮胎结构中应用方面的论文。

径,然后标定不同压力与印迹直径得出压力-印迹直径关系曲线(即压力换算曲线),其中的印迹直径可取同一压力条件下几个试验值的平均值。压力换算曲线如图2所示。

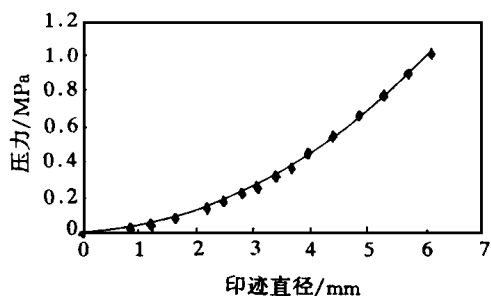


图2 压力换算曲线

(3) 设备与测试

采用压力板法测量轮胎接地压力分布一般在轮胎静负荷性能试验机上进行。测试条件和测量方法与轮胎静负荷性能测定方法国家标准中有关接地面积测量的规定相同,只是在轮胎与印痕纸之间加放一块橡胶压力板,便可测得轮胎接地压力分布。得到的接地压力印迹如图3所示。

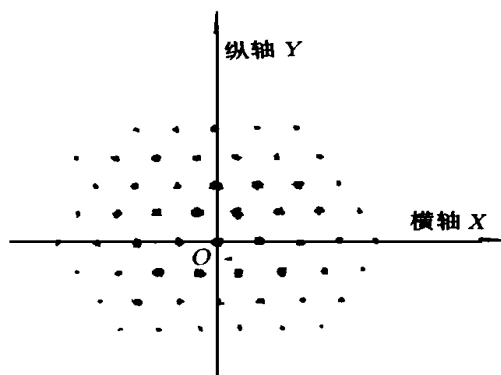


图3 接地压力印迹图

1.2 样胎测试与数据处理方法

(1) 测试样胎

选用185R15轻载子午线轮胎和165/70SR13轿车子午线轮胎作为样胎;对165/70SR13规格又选用了两种不同花纹的轮胎进行了对比。

(2) 试验方案

将两种规格的轮胎分别安装于各自的标准轮辋上,在不同充气压力 P (185R15 轮胎为 460 和 540 kPa; 165/70SR13 轮胎为 250 和 280 kPa)

和不同垂直负荷 Q (185R15 轮胎为 5.2, 8.6 和 15.5 kN; 165/70SR13 轮胎为 3.0, 4.35 和 5.6 kN) 下进行了压力分布测试。另外,对两种花纹(A和B)的165/70SR13轮胎在标准充气压力和垂直负荷下进行了对比测试。

(3) 数据处理

由于轮胎在接地面上的压力分布是关于纵、横两个方向轴对称的,因此压力分布数据只需取其1/4印迹内的压力数据进行处理即可。一般以印迹纵向中线(纵轴)和横向中线(横轴)为坐标轴,两轴相交处(即印痕中心)为原点 O (参见图3)。按印迹的间隔(约10 mm)测出印迹直径,再通过压力换算曲线(图2)得到对应的压力值,将数据输入计算机,应用绘图软件(选用三维曲面图)进行处理,即可得到轮胎1/4印迹内的接地压力分布,如图4所示[以165/70SR13(A)轮胎为例]。

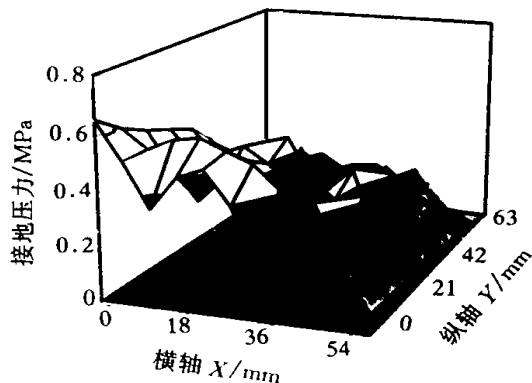


图4 轮胎接地压力分布三维曲面图

$P = 280 \text{ kPa}$, $Q = 4.35 \text{ kN}$

2 结果与讨论

2.1 不同规格子午线轮胎接地压力分析

分别对两种规格子午线轮胎1/4接地区印迹进行了接地压力数据处理,其结果如图5和6所示。图5和6分别为185R15和165/70SR13(A)两种子午线轮胎在标准气压和负荷下的接地压力分布。

由图5和6可见,两种规格的子午线轮胎接地压力分布规律相似。最大接地压力均在接地区中心,从中心向边缘逐渐降低,直至接地区边缘下降至最小值。另外,沿横轴方向的接地压力分布出现两处凹洼低点,这是由于受轮胎花纹沟槽的影响。

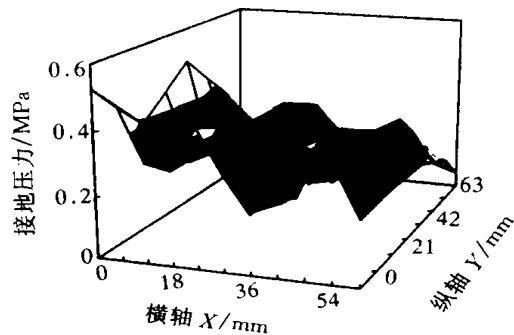


图 5 185R15 轮胎接地压力分布三维曲面图
 $P = 460\text{ kPa}$, $Q = 8.64\text{ kN}$

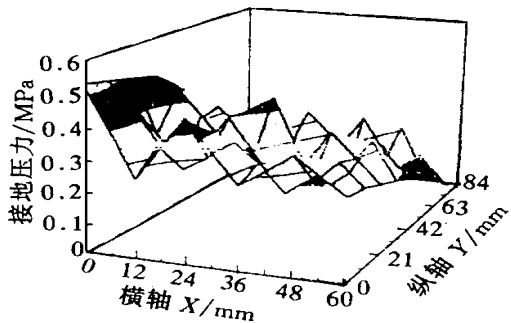


图 6 165/70SR13(A) 轮胎接地压力分布三维曲面图
 $P = 250\text{ kPa}$, $Q = 4.35\text{ kN}$

2.2 不同负荷下的压力分布

图 7 和 8 所示为轮胎在固定气压下进行不同负荷时接地压力分布测试的结果。为了便于对比,采用二维图形来表达。

从图 7 和 8 可发现沿纵、横轴方向压力的变化规律。随负荷的增大接地压力也增大,一般胎冠中心处接地压力高,从中心向边缘逐渐降低。但 185R15 轮胎在高负荷(15.5 kN)时沿横轴方向的接地压力在边缘处反而高于胎冠中心处,而沿纵轴方向的接地压力分布从胎冠中心到边缘却比较平坦。

2.3 不同充气压力下的接地压力分布

图 9 和 10 所示为在标准负荷条件下进行的不同气压时轮胎的接地压力分布测试结果。

从图 9 和 10 可见,随着充气压力的增大,接地压力也增高;但在接地地区的边缘处却相反,即气压增大,接地压力反而下降。

2.4 不同花纹轮胎的接地压力分布

选用两种不同花纹(A与B)的165/70SR13轮胎在标准气压与负负荷下进行了接地压力分布对比测试,结果如图 11 所示。

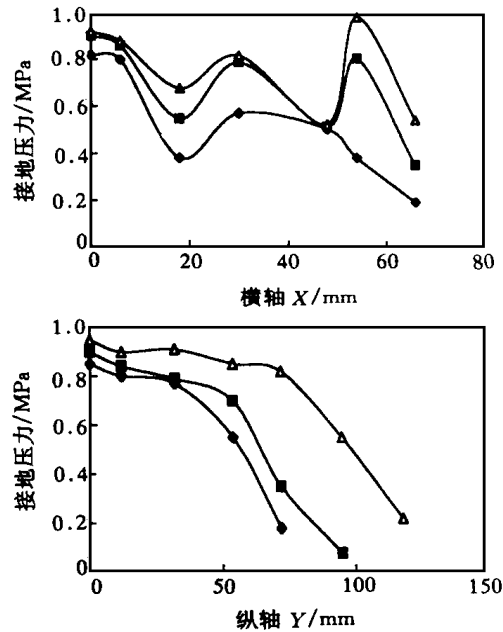


图 7 185R15 轮胎在不同负荷下沿横、纵轴方向的接地压力分布
—5.2 kN, ■—8.6 kN, —15.5 kN;
轮胎充气压力为 460 kPa

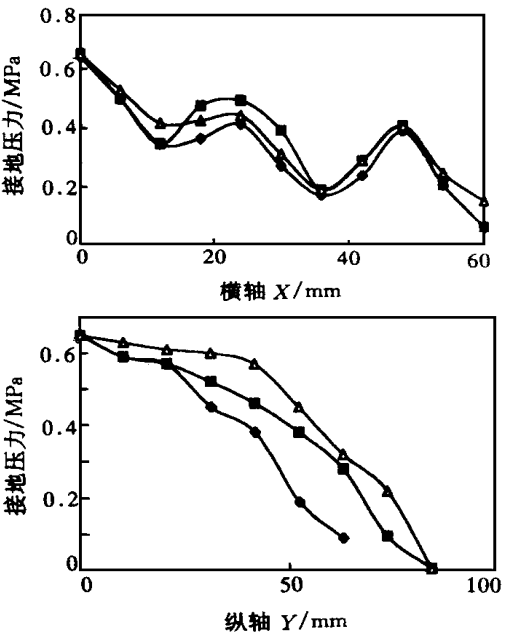


图 8 165/70SR13(A) 轮胎在不同负荷下沿横、纵轴方向的接地压力分布
—3.0 kN, ■—4.35 kN, —5.6 kN;
轮胎充气压力为 280 kPa

由图 11 可见,不同花纹轮胎的接地压力分布无论是从纵轴还是横轴方向均有比较明显的差异。

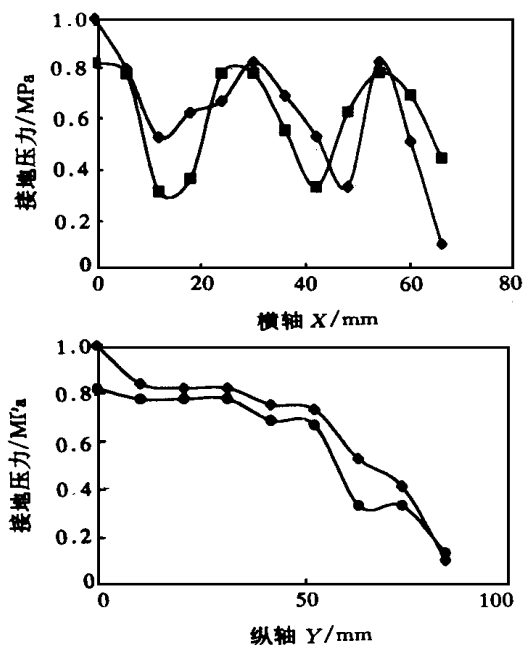


图9 185R15轮胎在不同气压下沿横、纵坐标方向的接地压力分布

—540 kPa, ■—460 kPa; 轮胎负荷为 8.6 kN

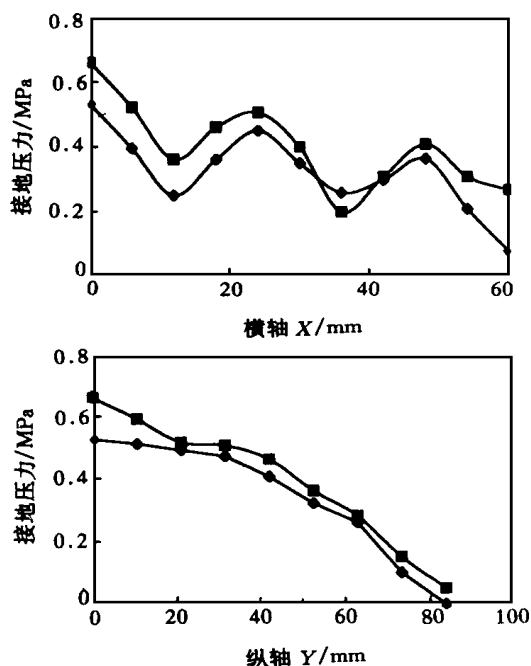


图10 165/70SR13(A)轮胎在不同气压下沿横、纵坐标方向的接地压力分布

—250 kPa, ■—280 kPa; 轮胎负荷为 4.35 kN

3 结语

采用压力板法对 185R15 和 165/70SR13 两个规格的子午线轮胎进行了不同条件下的接

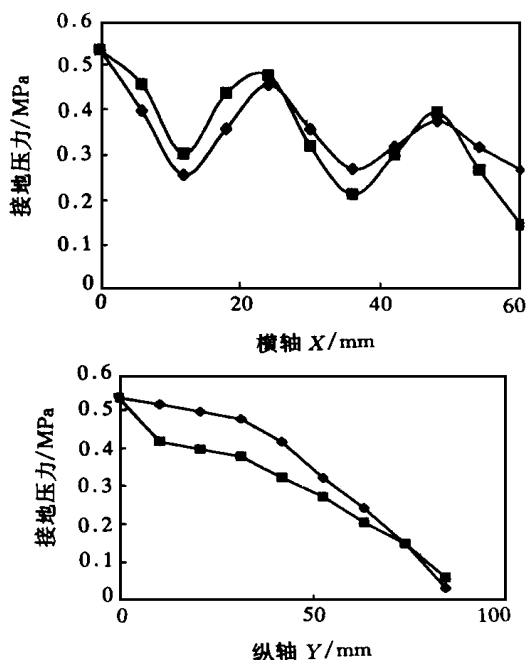


图11 不同花纹轮胎在标准气压与负荷下沿横、纵轴方向的接地压力分布

轮胎充气压力为 280 kPa; 轮胎负荷为 4.35 kN;

—A 花纹; ■—B 花纹

地压力分布测试。在不同负荷、不同气压以及不同花纹等情况下,接地压力分布均有比较明显的差异。用压力板法测得的结果可作为对不同轮胎静态试验条件下接地性能研究的依据,也可作为理论计算(如有限元分析)与实测对比时的实测数据。

致谢 在本研究工作过程中,样胎和试验设备等条件由广州宝力轮胎公司和珠江轮胎公司提供,同时两公司的技术部门以及工作人员也对本工作的开展给予了大力支持,在此表示衷心感谢。

参考文献

- 1 戴元坎,俞 淇. 轮胎接触问题的分析与研究. 轮胎工业, 1997,17(3):136~147
- 2 Akasaka T, Katoh M, Nihei S, et al. Two-dimensional contact pressure distribution of a radial tire. Tire Science and Technology, 1990,18(2):80~103
- 3 Shiobara H, Akasaka T, Kagami S, et al. One-dimensional contact pressure distribution of radial tire in motion. Tire Science and Technology, 1995,23(2):116~135
- 4 Sakai E H. Measurement and visualization of contact pressure distribution of rubber disks and tires. Tire Science and Technology, 1995,23(4):238~255

Study on Determination of Tire Contact-area Pressure Distribution under Static Load

Yu Qi , Dai Yuankan and Zhang Kai
(South China University of Science and Technology , Guangzhou 510641)

Abstract The contact-area pressure distribution of 185R15 and 165/ 79SR13 radial tires with different tread patterns at different load and inflation pressure was determined by the Pressure-plate method. The resulting data were treated with tridimensional curved surface and two dimensional curve. The results showed remarkable the contact-area pressure distribution difference under different conditions ,provided the experimental criteria for tire structure and performance study and the measured data for comparison with theoretically calculated contact-area pressure distribution.

Key words tire , pressure plate method ,contact-area pressure distribution

米其林轮胎发明史

英国《轮胎和配件》1998 年 10 期中间插页报道：

1891 年——第 1 条可拆卸充气自行车轮胎问世。

1895 年——第 1 条轿车轮胎安装到 Eclair 轿车上。

1900 年——装有内胎的光胎面灰色轮胎 Carpe 问世。

1905 年——具有更好的抓着力和防刺穿性的镶钢钉胎面轮胎 Semelle 问世。

1913 年——可拆卸钢轮辋获得专利，导致备用车轮得到推广。

1917 年——使用炭黑作补强剂的 Roulage Universal (R. U.) 轮胎出现，它提高了里程，同时赋予了轮胎大家所熟悉的黑颜色。

1932 年——充入 0.15 MPa 低气压的超舒适轮胎出现，里程提高到 2.5 万 km，胎面上有许多刀槽花纹，改善了抓着性。

1937 年——开发了在高速下具有较好路面抓着力 Pilot 轮胎，这是第 1 种低断面轮胎。

1946 年——Radial X 轮胎将子午线技术推广到全世界，与一直是斜交结构的轮胎相比，性能有了全面大幅度的改善。子午线轮胎最先用于轿车，最后从载重汽车到工业车辆、摩托车，逐渐普及到所有车辆和飞机上。在此前及以

后，没有一种轮胎特性的变化有像子午线轮胎推出那样的重大影响。

1965 年——XAS 轮胎推出不对称胎面花纹概念，改善了高速下的控制能力。

1990 年——大幅度降低滚动阻力的绿色轮胎问世。

1995 年——采用白炭黑的节能轮胎系列将绿色轮胎概念进一步发扬光大，使轿车和载重汽车司机降低油耗约 5 %。

1997 年——轮胎技术发生另一大跃进，米其林推出 PAX 系统，即垂直锚定轮胎。该系统可改进轮胎的全面性能，刺穿后具有 200 km 跑气保用能力。

(涂学忠摘译)

1999 年 1 月份全国轿车产销统计

车型	产量/ 辆	销量/ 辆	产销率/ %	市场占有率/ %
桑塔纳	25 422	20 080	78. 99	46. 12
捷达	5 501	5 374	97. 69	12. 34
奥迪 200	447	777	173. 83	1. 78
小红旗	184	227	123. 37	0. 52
富康	2 850	2 018	70. 81	4. 63
夏利	13 412	10 197	76. 03	23. 42
奥拓	3 808	4 006	105. 19	9. 21
广州本田	151	105	69. 54	0. 24
北京吉普	732	744	101. 64	1. 71
云雀	6	14	233. 33	0. 03
总计	52 513	43 542	82. 92	100

(相 泰摘自《上海汽车报》，1999-02-21)