

轮胎残余回正力矩与轮胎花纹沟设计之间的关系

蒋庆君, 韩 潇, 朱 杰

(万力轮胎股份有限公司, 广东 广州 510940)

摘要:研究胎肩横沟花纹对轮胎帘布角度效应引起的残余回正力矩 (PRAT) 的影响及肩部横沟花纹沟槽与轮胎纵向角度 (θ) 与 PRAT 的关系。结果表明, 随着 θ 的增大, PRAT 增大。根据该关系可在轮胎产品开发早期即通过轮胎花纹设计满足车辆对轮胎残余回正力矩的要求。

关键词: 轮胎; 残余回正力矩; 花纹沟设计; 横沟花纹

中图分类号: TQ336.1⁺1

文献标志码: A

文章编号: 1006-8171(2019)11-0667-03

DOI: 10.12135/j.issn.1006-8171.2019.11.0667



OSID 开放科学标识码
(扫码与作者交流)

在车辆稳定性中, 直线行驶是车辆的安全特征之一。车辆偏移是实车客观评价的主要测试项目。当转向系统与悬架系统不匹配时, 主要由于轮胎均匀性、道路拱起或其间不相容的相互作用使车辆向特定一侧偏移。车辆的偏移与牵引性密切相关, 车辆牵引性受轮胎或悬架系统产生的力和力矩的影响。车辆牵引性的主要参数包括轮胎帘布角度效应引起的残余回正力矩 (Ply Steer Residual Aligning Torque, PRAT)、轮胎锥度效应、道路拱起、交叉弧 (汽车前束)、交叉脚轮 (柱销外倾) 和车辆制造不均匀性等。轮胎所受力和力矩与轮胎的设计参数, 如轮廓、带束层角度和结构及胎面花纹几何形状等相关^[1]。

为减小车辆偏移, 应该通过各因素相互抵消以平衡 PRAT。因此在优化车辆的牵引性方面, 车辆开发与轮胎开发之间的合作是必要的。本工作研究轮胎花纹沟设计, 尤其是肩部横向沟槽角度对 PRAT 的影响, 为轮胎设计工程师提供评估胎面花纹设计对 PRAT 敏感性的依据, 以适应不同 PRAT 要求。

1 PRAT 的计算原理

1.1 PRAT 的形成原因

典型的子午线轮胎是由多层帘布层粘合在一

起制成的^[1]。经典分层理论假定正交各向异性层与无限细的粘合线完美地粘合在一起, 并且粘合线上的变形是连续的。多层系统通常在受到简单拉伸载荷时扭曲和弯曲, 结果是层压板弯曲、剪切和拉伸的组合。此外, 如果轮胎自由滚动, 则轮胎的环形形状 (见图 1) 在接地面处变得平坦, 因此在接触区域 (胎面花纹块) 中产生横向和纵向剪切应力, 并且受接触点弹性张力的影响。施加于各个胎面花纹块的剪切应力引起耦合反作用力, 导致回正扭矩。因此子午线轮胎在直线滚动条件下产生可测量的横向力和自回正力矩。帘布层 (Ply) 转向侧向力是子午线轮胎的固有属性, 它是零滑移角时的非零侧向力。

轮胎残余回正力矩 (Residual Aligning Torque, RAT) 特性是轮胎许多物理特性的函数, 包括胎体设计、花纹设计和制造过程。除了特定的分析部分, RAT 特性主要分为锥度效应 (conicity) 和角度效应 (plysteer) 两种。一般而言, 与锥度效应相关的是轮胎成型过程工艺的变化, 对于给定产品也是变化的。与角度效应相关联的是轮胎设计, 相同设计给定产品的特性通常是可重复的。

1.2 PRAT 的定义

由帘布角度效应引起的在侧向力为零的特定侧偏角下, 轮胎滚动时产生的回正力矩即为 PRAT。这种现象受胎体和胎面花纹结构参数以及复杂的滚动轮胎摩擦动力学的影响。轮胎 PRAT 通常通过经典的方法进行调整, 其中通过调

作者简介: 蒋庆君 (1988—), 男, 广东广州人, 万力轮胎股份有限公司工程师, 学士, 主要从事轮胎结构设计及工艺管理工作。

E-mail: jiangqingjun@wanlitire.cn

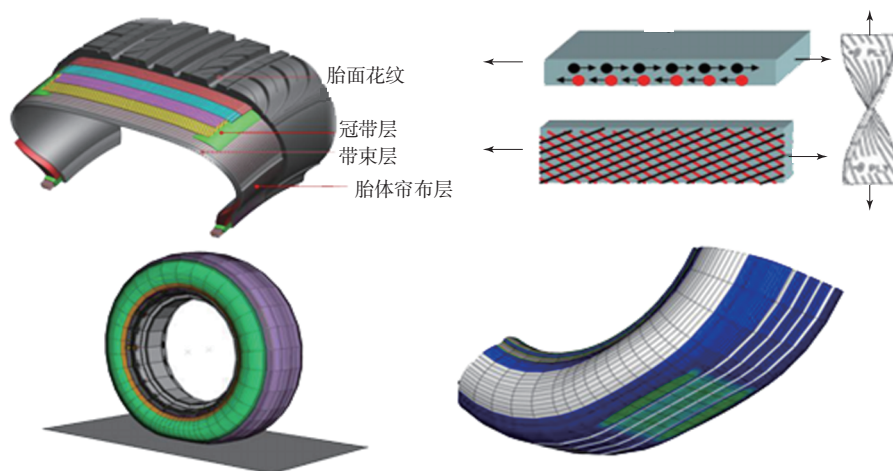


图1 PRAT的形成因素

整轮胎结构和胎面花纹设计参数来试制轮胎即可以实现,但是目前没有相关的调整方法以及规律可参考,需要大量调整及试制轮胎来验证调整方案的可行性。

1.3 PRAT的计算

由公式 $F_y = S_L \times A_s + P_L$ (F_y 为横向力, S_L , A_s 和 P_L 分别为侧向力刚度、侧偏角和帘布效应引起的侧向力),求得 $F_y = 0$ 时 A_s 的值,将其代入公式 $M_z = S_A \times A_s + P_A$ (M_z 为回正力矩, S_A 和 P_A 分别为回正力矩刚度和帘布效应引起的回正力矩),从而求得 M_z 的值,此时 M_z 即为RAT (T_{RA}),则PRAT (T_{PRA})为

$$T_{PRA} = (T_{RAcw} + T_{RAccw}) / 2$$

式中, T_{RAcw} 和 T_{RAccw} 分别为正向(顺时针)旋转残余回正力矩和反向(逆时针)旋转残余回正力矩。

2 测试方案

为了研究胎面花纹的影响,首先了解下述4种

基本花纹的特点。

(1)纵沟花纹:操纵稳定性优良,转动阻力小,噪声低,排水性佳,不易横向滑动。

(2)横沟花纹:驱动力、制动力、牵引力大,耐磨性佳。

(3)纵横花纹:兼具纵沟和横沟花纹的优点。

(4)块状花纹:驱动力和制动力都很大。

2.1 测试方案设计

本工作主要研究横沟花纹对轮胎PRAT的影响,即横沟花纹的设计角度与PRAT的关系。手工雕刻光面轮胎肩部横沟花纹沟槽与轮胎纵向角度(θ)分别为 10° , 20° , 30° , 40° 和 90° 。测试依据为GMW 15206—2013《轮胎残余的回正力矩》。

2.2 测试轮胎准备

本次测试使用10条光面轮胎,分别对应各横沟花纹角度雕刻2条轮胎,测试2次。测试轮胎如图2所示。



图2 测试轮胎

3 结果与讨论

关于轮胎花纹沟设计,特别是肩部横向沟槽角度对轮胎残余回正力矩的影响,本研究选用同一批次、同一结构(带束层角度相同)的光面轮胎进行雕刻后测试,排除了轮胎带束层角度对PRAT的影响。轮胎PRAT的测试结果如表1所示。

表1 轮胎PRAT的测试结果

$\theta/(^{\circ})$	第1次	第2次
10	-7.0	-6.9
20	-3.9	-3.9
30	-3.6	-3.7
40	-2.9	-2.9
90	-2.5	-2.6

N · m

从表1可以看出,随着 θ 的增大,轮胎的PRAT相应增大,并且两组测试数据拟合的重合度高达0.99,说明肩部横向沟槽角度变化会影响轮胎PRAT,且两者之间存在一定的相互关系。

4 结论

试验研究肩部横沟花纹角度与轮胎残余回正力矩之间的关系,结果表明PRAT值随着 θ 的增大而增大。

参考文献:

- [1] 李福香,张春颖,邢正涛. 445/45R19.5超低宽基无内胎全钢载重子午线轮胎的设计[J]. 橡胶工业,2017,64(3):170-173.

收稿日期:2019-07-19

Relationship between Residual Aligning Torque and Groove Design of Tire

JIANG Qingjun, HAN Xiao, ZHU Jie

(Wanli Tire Co., Ltd, Guangzhou 510940, China)

Abstract: The effect of shoulder cross groove pattern on plysteer residual aligning torque (PRAT) was studied. The angle (θ) between the shoulder cross groove and the tire longitudinal direction was analyzed, and the relationship between θ and PRAT was investigated. The results showed that PRAT increased with the increase of θ . According to the relationship, the requirements of vehicle on the PRAT of tire could be met by the tire pattern design in the early stage of tire product development.

Key words: tire; residual aligning torque; pattern groove design; cross groove pattern

书讯 为回顾中国橡胶工业改革开放走过40周年的成就,纪念中国化工学会橡胶专业委员会成立40周年,在迎来建国70周年华诞之际,中国化工学会橡胶专业委员会携手《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》编辑部,邀请近百位老领导、老专家和一线科技人员,编纂了《改革开放40年中国橡胶工业科技发展报告》(以下简称《报告》),并于2019年4月16日在杭州国际博览中心举办的“中国橡胶工业科技创新发展论坛暨中国化工学会橡胶专业委员会40周年纪念”活动中隆重发布。

《报告》汇集了老领导、老专家和知名学者、企业家代表的题词、寄语,概述了40年来中国橡胶工业科技发展的整体面貌,涵盖轮胎、力车胎、胶管胶带、橡胶制品、胶鞋、乳胶制品、废橡胶利用、

天然橡胶、合成橡胶、炭黑和白炭黑、橡胶助剂、骨架材料、橡胶机械和智能制造、科研院所的技术创新、部分高等院校的教育和科研创新、创新发展方向和战略探讨共16章,并收录纪念橡胶专业委员会成立40周年的两份特别文稿以及展现科技创新平台和成果的3份附录文件。《报告》力求反映改革开放40年来中国橡胶工业科技创新的整体状况和总体趋势,对未来科技创新发展趋势提出了建议和希望,内容充实、图文并茂,具有重大历史和现实意义,颇具收藏价值。

《报告》采用A4尺寸,正文320页,每本定价1 000元(含邮费,可开发票),数量有限,欲购从速。凡需购买的读者请与本刊编辑部联系。

(本刊编辑部)