

轮胎侧偏特性的仿真验证

刘迪辉, 李文俊

(湖南大学 汽车车身先进设计制造国家重点实验室, 湖南 长沙 410000)

摘要:根据平板式轮胎力学试验台的结构原理,在 ADAMS/View 系统中建立了轮胎试验平台仿真模型。利用该模型进行了不同垂直负荷和外倾角下轮胎侧偏特性仿真,得到不同条件下侧偏力与侧偏角之间的关系曲线,有助于直观理解轮胎侧偏特性。

关键词:轮胎;侧偏特性;仿真

中图分类号:TQ336.1;O241.82 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2015)05-0301-03

轮胎是车辆重要的组成部分,直接与地面接触,起着支撑、减震、提供附着力和保证操作稳定性的作用。轮胎的侧偏特性是指轮胎在侧偏条件下的侧偏力与回正力矩特性^[1],其对车辆动力学分析和车辆底盘控制系统的开发影响很大,因此一直是汽车动力学研究的重难点之一^[2]。国内外对轮胎侧偏特性的研究先后经过了轮胎的静态侧偏特性研究、动态和非线性侧偏特性研究和多参数影响下轮胎侧偏特性研究阶段。随着相关理论的逐渐成熟,轮胎的试验及仿真也越来越受到重视^[3]。多体动力学仿真软件 ADAMS 中的 Ftire 模块可以很好地对轮胎进行仿真分析^[4],但是该模块无法让轮胎初级研究者直观地通过仿真来观察和理解轮胎的侧偏特性。

本工作在 ADAMS/View 系统中建立轮胎试验的仿真模型。通过调整参数来讨论轮胎的侧偏特性,并将仿真结果与理论曲线进行对比,证明该仿真模型的可行性。

1 轮胎侧偏特性试验平台

橡胶的力学性能对轮胎的侧偏特性有直接影响,轮胎的侧偏力与侧偏角之间的关系如图 1 所示^[5]。由图 1 可见,当侧偏角小于某个值时,侧偏力与侧偏角之间呈线性关系。本研究以该曲线为依据来验证垂直负荷和外倾角对侧偏特性的影响。

作者简介:刘迪辉(1975—),男,湖北荆州人,湖南大学副教授,博士,主要从事汽车车身冲压 CAE 技术以及汽车用钢力学性能研究工作。

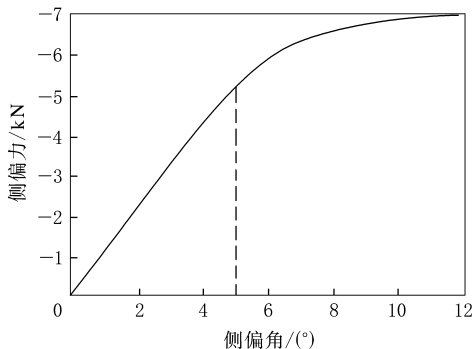


图 1 典型的轮胎侧偏特性曲线

1.1 平板式轮胎力学试验台

常用的测试轮胎静态和动态力学性能的平板式轮胎试验台如图 2 所示。

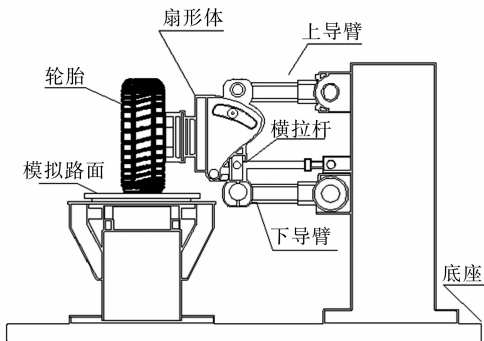


图 2 平板式轮胎力学试验平台

1.2 轮胎试验平台仿真模型

参考平板式轮胎力学试验台的结构原理,在 ADAMS/View 系统中建立如图 3 所示的轮胎试验仿真平台(该模型得到英国考文垂大学 Mike Blundell教授的支持和建议)。该平台所选用的

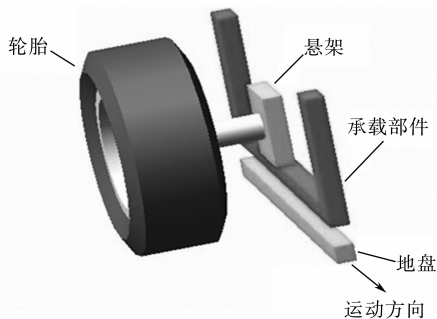


图3 轮胎试验仿真平台

轮胎和路面文件是 ADAMS 自带的。在轮胎与悬架之间定义一个作用点在悬架质心、方向为轮胎轴向的旋转副,通过其实现轮胎相对于悬架的转动。在悬架与承载部件之间定义一个作用点在承载部件质心、方向与运动方向相同的旋转副,通过其控制轮胎的外倾角。在底盘与承载部件之间施加一个作用点在底盘质心、方向垂直底盘的圆柱副。轮胎的上下跳动通过圆柱副的轴向移动来控制,通过约束圆柱副的旋转运动来设置仿真侧偏角。

2 仿真结果与讨论

2.1 垂直负荷对侧偏特性的影响

给轮胎施加竖直向下的负荷,初始速度定义为 $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。固定悬架与承载部件之间的旋转副,使外倾角为 0° 。承载部件与底盘之间的圆柱副的轴向为自由运动,圆柱副的初始角在 $0^\circ \sim 10^\circ$ 之间每隔 1° 约束一次并运行一次仿真,测试对应的侧偏力。圆柱副每次约束的初始角对应仿真的侧偏角。由于对圆柱副的初始角度进行了约束,因此在每次仿真的过程中侧偏角不会发生变化。图4所示为轮胎垂直负荷为 $5\,000 \text{ N}$ 、侧偏角为 2° 时仿真得到的侧偏力 $1\,842 \text{ N}$ 。由于轮胎是弹性体,模型初始运行过程中轮胎的跳动量较大,因此侧偏力在前半段变化比较剧烈。待轮胎的跳动逐渐减弱,侧偏力也趋于稳定。在某些负荷和侧偏角下,轮胎的跳动量会一直很大,需要选择后半段相对稳定的数据取平均值得到对应的侧偏力。

为了验证该模型可以用于仿真不同负荷下侧偏角与侧偏力之间的关系,在仿真外倾角为 0° 的情况下,垂直负荷分别为 $1, 3, 5$ 和 8 kN 时,测定

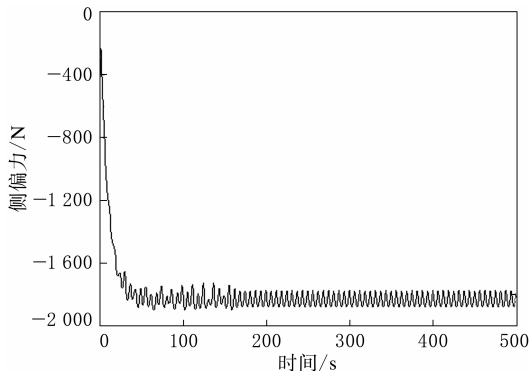
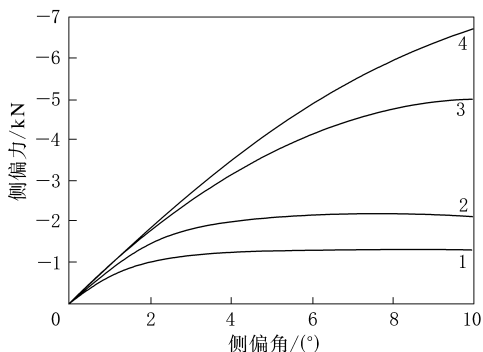


图4 侧偏力随时间的变化曲线

所对应的侧偏角在 $0^\circ \sim 10^\circ$ 时的侧偏力变化情况,仿真曲线如图5所示。



垂直负荷/kN: 1—1; 2—3; 3—5; 4—8。

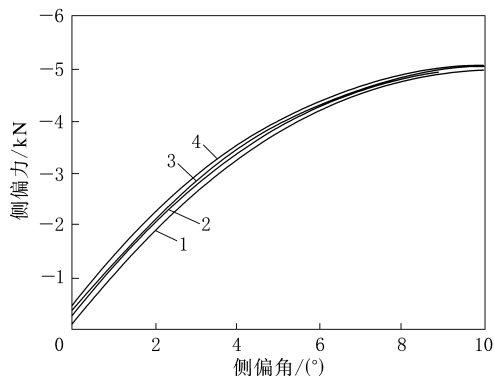
图5 垂直负荷对侧偏特性的影响

由图5可见,在一定的侧偏角内,侧偏力与侧偏角呈线性关系,当侧偏角大于一定值时线性关系不再存在,甚至出现了侧滑(如图中曲线1和2后半段所示)。图5还表明,垂直负荷对轮胎的侧偏特性有显著影响,垂直负荷增大,轮胎的侧偏刚度随之增大。

2.2 有外倾角时轮胎的侧偏特性

定义垂直负荷为 $5\,000 \text{ N}$,初始速度仍定义为 $50 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,侧偏角从 $0^\circ \sim 10^\circ$ 每隔 1° 定义一次。约束悬架与承载部件之间的旋转副,控制轮胎的外倾角分别为 $0^\circ, 2^\circ, 5^\circ$ 和 8° 。在不同外倾角作用下,侧偏力与侧偏角对应关系的仿真结果如图6所示。

由图6可见,由于外倾角的影响,侧偏力的零点不再出现在侧偏角的零点位置。在线性区,相同侧偏角下,侧偏力随着外倾角的增大而增大。当曲线过渡到非线性区时,虽然外倾角增大使侧偏力的最大值仍然增大,但是外倾角的影响逐渐



外倾角/(°): 1—0; 2—2; 3—5; 4—8。

图6 不同外倾角时轮胎的侧偏特性

减小。

3 结语

以平板式轮胎力学试验台为依据,在 ADAMS/View 系统中建立了轮胎试验平台仿真模型。利用该模型可仿真不同负荷下侧偏力与侧偏

角之间的关系以及有外倾角时轮胎的侧偏特性。

由于本研究缺乏试验数据验证,因此仅通过仿真结果与成熟的理论曲线对比来证明该模型及仿真过程的可行性。

参考文献:

- [1] 魏道高,洪添胜,蒋国平,等. 汽车轮胎侧偏特性研究综述[J]. 江苏大学学报(自然科学版),2002,23(3):54-59.
- [2] 郭孔辉,刘青. 非稳态条件下轮胎侧偏特性理论、试验与仿真[J]. 自然科学进展,1999,9(6):481-487.
- [3] Ray L R. Nonlinear Tire Force Estimation and Road Friction Identification: Simulation and Experiments[J]. Automatica, 1997,33(10):1819-1933.
- [4] Gipser M F. Tire, a New Fast Fire Model for Ride Comfort Simulations[C]. Berlin: International ADAMS User's Conference, 1999: 1-11.
- [5] 陈贤忠. 轮胎的侧偏特性及其应用[J]. 煤矿机械, 2011, 32(1): 198-200.

收稿日期: 2014-11-01

耐低温阻燃橡胶电缆护套材料

中图分类号: TQ336.4+2 文献标志码: D

由江苏亨通电力电缆有限公司申请的专利(公开号 CN 103483708A, 公开日期 2014-01-01)“耐低温阻燃橡胶电缆护套材料”,涉及的耐低温阻燃橡胶电缆护套材料配方为:氯化聚乙烯 30,三元乙丙橡胶 10,高耐磨炭黑 5,沉淀法白炭黑 3,滑石粉 5,碳酸钙 290,一氧化铅 0.5,N-异丙苯-N'-苯基对苯二胺 0.5,三氧化二锑 3,氧化镁 0.1,石蜡烃油 5,氯化石蜡 5,石蜡 1, γ -氨丙基三乙氧基硅烷 0.1,三烯丙基异三聚氰酸酯 1.3,过氧化二异丙苯 1.5。其制备方法为:将氯化聚乙烯、三元乙丙橡胶在密炼机中混炼 3~4 min;再加入一氧化铅、碳酸钙、N-异丙苯-N'-苯基对苯二胺、三氧化二锑、氧化镁、石蜡烃油和氯化石蜡;最后加入石蜡、高耐磨炭黑、沉淀法白炭黑、滑石粉和 γ -氨丙基三乙氧基硅烷,混炼温度达到 90~100 °C 时排胶;压片后的混炼胶放入密炼机中混炼,温度达到 90~120 °C 时加入过氧化二异丙苯和三烯丙基异三聚氰酸酯。该产品能够通过 -40 °C 低温脆化试验,具有优良的耐低温性能,氧指数大于 32,具有较好的

阻燃性能。

(本刊编辑部 赵 敏)

一种预处理粘土/橡胶纳米复合材料的制备方法

中图分类号: TQ333.99 文献标志码: D

由北京化工大学申请的专利(公开号 CN 103509214A, 公开日期 2014-01-15)“一种预处理粘土/橡胶纳米复合材料的制备方法”,提供了一种预处理粘土/橡胶纳米复合材料的制备方法:将粘土进行酸处理,提高粘土表面可反应羟基数量;将酸处理粘土与硅烷偶联剂在水相中发生接枝反应[接枝量为每克粘土 $(0.1 \sim 1.1) \times 10^{-3}$ mol];将硅烷偶联剂接枝粘土的水悬浮液与橡胶乳液搅拌混合,经过絮凝、洗涤、干燥、混炼以及硫化制得粘土/橡胶纳米复合材料。该发明通过酸处理增加了粘土表面可反应的羟基数量,提高了硅烷偶联剂的接枝量,从而提高了粘土与橡胶间的相互作用,使两者间界面强度增大,同时解决了硫化过程中高温和高压使粘土严重聚集的难题,得到了高性能的粘土/橡胶纳米复合材料。

(本刊编辑部 赵 敏)