

# 基于TDFT的轮胎模型参数辨识

陈秀梧

(一汽海马汽车有限公司, 海南 海口 570216)

**摘要:** 分析Pac2002轮胎模型的结构, 并进行轮胎力学特性试验, 获得轮胎模型参数辨识所需试验数据, 利用ADAMS/Car自带的轮胎模型参数辨识工具TDFT辨识出某车型轮胎的Pac2002模型参数, 并根据辨识结果生成Pac2002轮胎模型。

**关键词:** 轮胎模型; 力学特性试验; 参数辨识

**中图分类号:** U463.341 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2017)03-0150-03

轮胎是车辆至关重要的部分, 起到支撑车辆, 抑制由路面不平引起的振动和冲击, 传递纵向力以实现加速、驱动和制动及传递侧向力的作用。因此轮胎对整车安全性、操控性及舒适性有重要的影响<sup>[1]</sup>。

精确的轮胎动力学模型是进行整车动力学仿真研究的基础。本工作以某车型轮胎为基础, 尝试进行轮胎的力学特性试验, 根据试验数据辨识出Pac2002轮胎模型的参数, 并根据辨识结果生成ADAMS/Car软件中整车建模所需要的Pac2002轮胎模型。

## 1 轮胎模型介绍

轮胎模型一般分为两种, 一种是物理模型, 即通过对车轮结构和变形机理的数学描述, 建立剪切力和回正力矩( $M_z$ )与相应参数的函数关系, 由于物理模型形式复杂, 计算效率较低, 因此在车辆动力学研究中应用比较困难; 另一种是经验模型或半经验模型, 即通过对大量的轮胎力学特性试验数据进行回归分析, 将轮胎的力学特性通过含有拟合参数的公式有效地表达出来, 比较有影响的是HB Pacejka模型(魔术公式)和UniTire模型<sup>[2]</sup>。

本次辨识所采用的轮胎模型为Pac2002轮胎模型, 它是由Pacejka教授建立的一个可以较为准确地描述纵向力( $F_x$ )、侧向力( $F_y$ )及 $M_z$ 的经验模

型, 后由MSC Software公司整理而成, 由于该模型只用一套公式就可以完整地表达纯工况下轮胎的力学特性, 故称为“魔术公式”<sup>[3-4]</sup>。在魔术公式中, 除形状因子外, 刚度因子、峰值因子和曲率因子都是关于轮胎侧倾角及垂直载荷( $F_z$ )的函数关系式。

通过魔术公式可以看出, 该轮胎模型利用函数关系建立了轮胎 $F_x$ 、 $F_y$ 和 $M_z$ 模型, 可对轮胎模型的特性进行良好地描述, 并可以通过最小二乘法拟合试验数据得到刚度因子、峰值因子和曲率因子, 从而建立较为准确的轮胎模型。

## 2 轮胎力学特性试验

本研究使用ADAMS/Car软件自带的TDFT(Tire Data and Fitting Tool)进行轮胎模型参数辨识。除了需要一些基本数据, 如轮胎的型号、尺寸、充气压力外, 还需进行轮胎的力学特性试验, 以获取辨识模型所需的参数。

轮胎的力学特性可借助六分力轮胎试验台(如图1所示)进行, 需要进行的试验项目有侧偏试

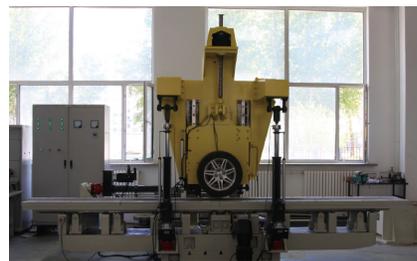


图1 六分力轮胎试验台

**作者简介:** 陈秀梧(1985—), 男, 海南海口人, 一汽海马汽车有限公司工程师, 硕士, 主要从事汽车研发工作。

验、侧倾试验、侧偏侧倾复合工况试验、纵滑试验、径向刚度试验、纵向刚度试验、侧向刚度试验和扭转刚度试验等。

进行上述试验后,对试验数据进行后处理,形成TDFT能够识别的文件形式,为后续的轮胎模型参数辨识工作做好准备。

### 3 轮胎模型参数辨识

在轮胎模型参数辨识过程中,选取Pac2002为参考轮胎模型,在导入数据过程中需要依据经验对模型中各项参数进行调整,以便得到更准确的轮胎模型。辨识流程如图2所示。

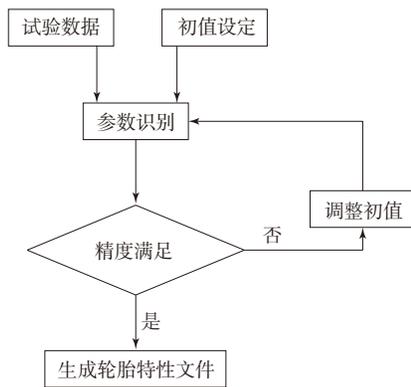


图2 辨识流程

结合辨识的流程,利用TDFT进行具体的轮胎模型参数辨识,具体流程如下。

首先启动TDFT,工作界面如图3所示。其次,输入轮胎的尺寸、型号和充气压力等信息,并将轮胎力学特性试验的试验结果导入软件中,完成初

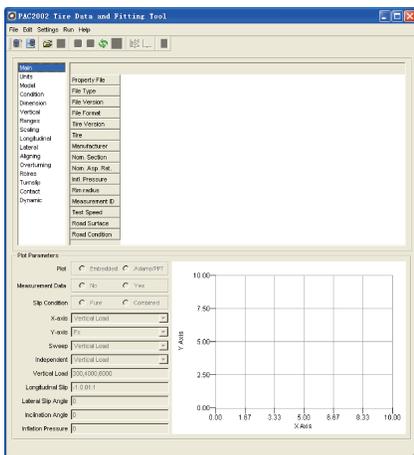


图3 TDFT工作界面

值的设定后,便可开始进行参数的识别,然后得到轮胎纯纵滑、纯侧偏及侧偏侧倾复合工况下的辨识结果,并与试验结果进行对比,如图4—7所示,其中数据点为试验数据,曲线为辨识结果。

从图4—7可以看出,3个试验工况下,辨识结

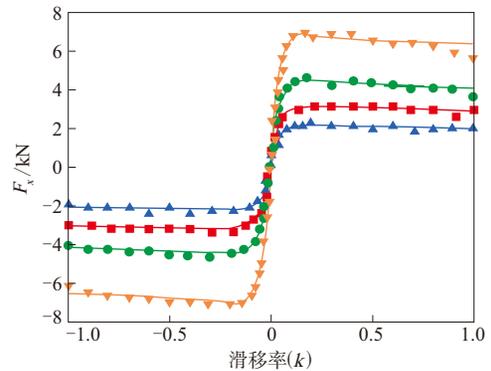
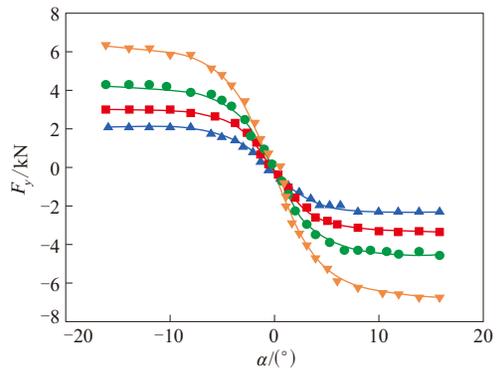
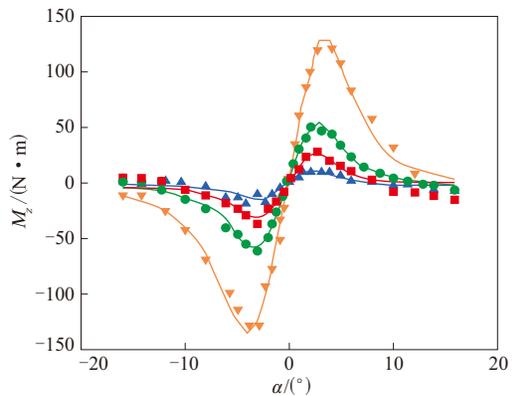


图4 纯纵滑试验结果与辨识结果对比

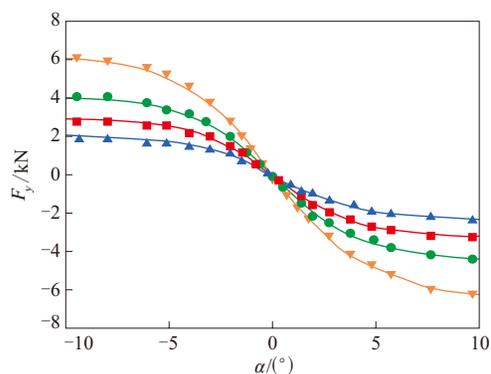
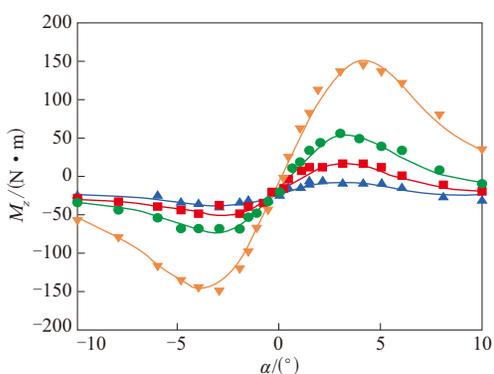


(a)  $F_y$ 与侧偏角  $\alpha$  的关系曲线



(b)  $M_z$ 与  $\alpha$  的关系曲线

图5 纯侧偏试验结果与辨识结果对比

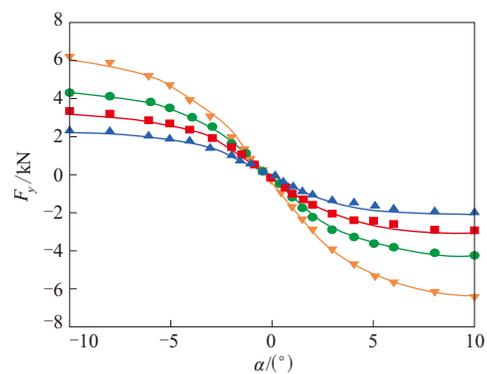
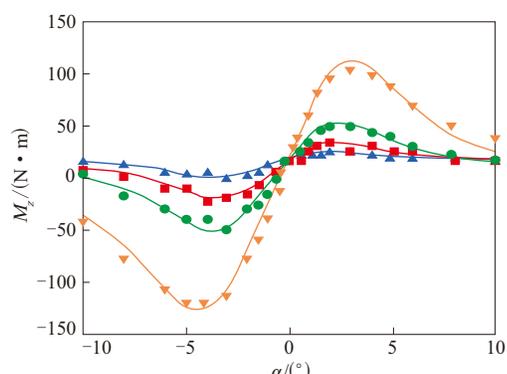
(a)  $F_y$ 与 $\alpha$ 的关系曲线(b)  $M_z$ 与 $\alpha$ 的关系曲线

$F_z/N$ : ▲—2 081.1; ■—3 077.2; ●—4 365.2; ▼—7 052.7。

图6 侧偏侧倾(-4°)复合工况试验结果与辨识结果对比  
与试验结果吻合程度较高,即根据辨识结果生成的Pac2002轮胎模型的精度是比较高的。

#### 4 结语

对某车型轮胎进行力学特性试验,并以Pac2002轮胎模型为基础,结合力学特性试验结果,辨识出该轮胎的模型参数,从而建立该车型轮胎的模型,为后续进行整车的仿真分析提供条件。

(a)  $F_y$ 与 $\alpha$ 的关系曲线(b)  $M_z$ 与 $\alpha$ 的关系曲线

$F_z/N$ : ▲—2 073.6; ■—3 071.1; ●—4 355.3; ▼—7 040.6。

图7 侧偏侧倾(4°)复合工况试验结果与辨识结果对比

#### 参考文献:

- [1] 喻凡,林逸. 汽车系统动力学[M]. 北京:机械工业出版社,2008.
- [2] 费瑞萍. FTire轮胎模型的仿真分析及试验研究[D]. 长春:吉林大学,2011.
- [3] 李松炎,闵永军,王良模,等. 轮胎动力学模型的建立与仿真分析[J]. 南京工程学院学报,2009,7(3):34-38.
- [4] 瞿宏敏,程军. 汽车动力学模拟中的轮胎模型述评[J]. 汽车技术,1996(7):1-8.

收稿日期:2016-10-10

## Parameter Identification of Tire Model Based on TDFT

CHEN Xiuwu

(FAW Haima Automobile Co., Ltd, Haikou 570216, China)

**Abstract:** Based on analysis of the structure of Pac2002 tire model and the test data of mechanical properties, the parameters of the Pac2002 tire model were identified using the TDFT in ADAMS/Car software, and then the Pac2002 tire model of the vehicle was obtained.

**Key words:** tire model; mechanical property test; parameter identification