

# 后横向稳定杆对汽车不足转向性能的影响

王冬成<sup>1</sup>, 潘筱<sup>1,2</sup>

(1. 郑州日产汽车有限公司, 河南 郑州 450016; 2. 中国汽车技术研究中心, 天津 300162)

**摘要:** 运用 ADAMS 软件建立了 SUV 车多自由度整车多体动力学仿真模型, 详细考虑了前悬架系统、后悬架系统和轮胎模型; 并对不同直径的后横向稳定杆进行了整车动力学仿真优化。该仿真结果与车辆的道路试验结果在趋势上有较好的一致性, 可为该结构的悬架设计调校提供理论基础并指导新车型的悬架设计开发。

**关键词:** 多体动力学; 汽车仿真; 横向稳定杆; 不足转向特性

**中图分类号:** U463.33

**文献标志码:** A

doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2012.06.016

## 0 引言

数字化虚拟样机技术是缩短车辆研发周期、降低开发成本、提高产品设计和制造质量的重要途径。系统动力学仿真是数字化虚拟样机的核心技术。对汽车而言, 车辆动力学性能尤为重要。

悬架对行驶平顺性和操纵性有着重要影响。悬架良好的垂直柔顺性将底盘隔振, 确保底盘跟随路面形状变化波动较小。在操纵汽车期间, 为确保转向控制, 要求车轮与路面保持可靠的接触以确保对轮胎的控制力。悬架性能对于车辆动力学来说非常重要, 它主要体现在运动特性及其对轮胎传递到底盘的力和力矩的响应<sup>[1-5]</sup>。

笔者运用 ADAMS 软件创建了某 SUV 整车多体动力学仿真模型。分析了不同直径的后横向稳定杆对整车不足转向性能的影响。并与试验结果在趋势上有很好的 consistency, 可以用来指导该类悬架结构自身设计。

## 1 整车动力学模型

### 1.1 前悬架运动学模型

SUV 车前悬架采用双横臂式独立悬架。前悬架对整车操纵稳定性有重要影响的零件有: 上横臂(两个)、下横臂(两个)、转向节(两个)、横向稳定杆(一个)、纵置扭杆弹簧(两个)、减振器(两个)。上横臂一端通过球铰与转向节相连, 另一端

通过橡胶衬套与车身相连; 下横臂一端通过球铰与转向节相连, 另一端通过橡胶衬套与车身相连。纵置扭杆弹簧一端通过固定铰链与下横臂相连, 另一端通过圆柱副与车身相连; 稳定杆一端通过等速万向节与稳定杆连接, 另一端通过球铰与下控制臂连接。图 1 为前悬架双横臂动力学模型。

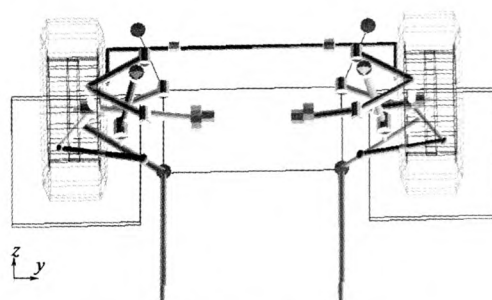


图 1 前悬架双横臂运动学模型

Fig.1 Double-wishbone front suspension kinematics model

### 1.2 后悬架运动学模型

后悬架为五连杆螺旋弹簧非独立悬架, 结构如图 2, 运动学模型如图 3。该后悬架左上拉杆、右上拉杆、左下纵拉杆、右下纵拉杆、横向推力杆两端均分别以衬套与车身及后桥相连。

### 1.3 横向稳定杆模型

横向稳定杆对汽车的操纵稳定性有重要影响。在 ADAMS 中建立简化的横向稳定杆的模型, 将稳定杆中间断开, 联以扭杆弹簧, 其扭转刚度由

收稿日期:2012-04-28; 修回日期:2012-08-09

基金项目:国家自然科学基金资助项目(50905017)

作者简介:王冬成(1965-), 男, 河南安阳人, 郑州日产汽车公司高级工程师, 主要从事车辆动力学研究, E-mail:zz-panxiao@163.com.

中间处的扭杆弹簧表示。

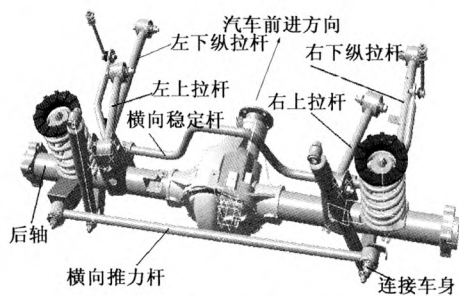


图2 后悬架3D模型

Fig.2 3D Model of the rear suspension

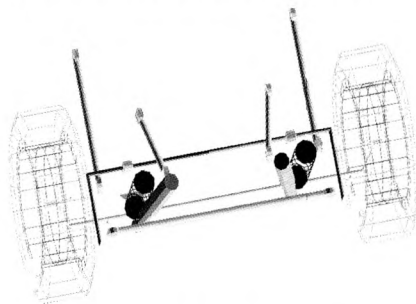


图3 后悬架运动学模型

Fig.3 Rear suspension kinematics model

#### 1.4 轮胎模型

ADAMS 提供了5种轮胎模型,分别是:Delft 轮胎模型、Fiala 轮胎模型、UA 轮胎模型和 User Defined(用户自定义)轮胎模型.其中:Fiala 轮胎模型、Smithers 轮胎模型、UA 轮胎模型和 User Defined(用户自定义)轮胎模型为解析模型,Delft 轮胎模型、Smithers 轮胎模型为试验模型.笔者使用的是 UA 轮胎模型。

#### 1.5 车身系统简化模型

车身模型的合理可行取决于车身的惯性参数及车身与悬架的连接位置和连接方式是否正确.车身的惯性参数以实际测量参数来确定。

#### 1.6 整车动力学模型

将前悬架、后悬架、前后稳定杆、轮胎模型等子系统组合装配可建立十分精确的整车模型。

### 2 整车操纵稳定性仿真及试验结果

根据 GB/T 13047—91 稳态回转试验国家标准,后稳定杆直径为 20,23,25,27 mm 时,分别向左和向右进行回转实验仿真,结果如图4~图6。

由图4、图5可知:随着后横向稳定杆直径增加,在相同侧向加速度下,装27 mm直径稳定杆时,车辆质心侧倾角最小;装20 mm直径稳定杆时,车辆质心侧倾角最大.在侧向加速度为  $0.4 \text{ m/s}^2$  时,车体侧倾角均小于  $2.5^\circ$ ,装20 mm直径

稳定杆车体侧倾角满足设计要求。

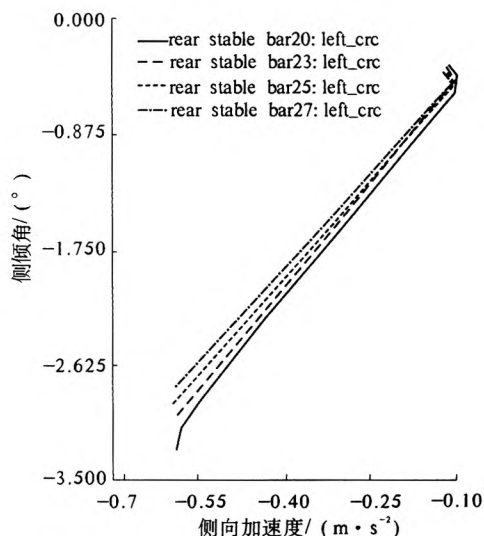


图4 左稳态回转时侧倾角与侧向加速度关系曲线

Fig.4 Roll angle for different lateral accelerations in left circular

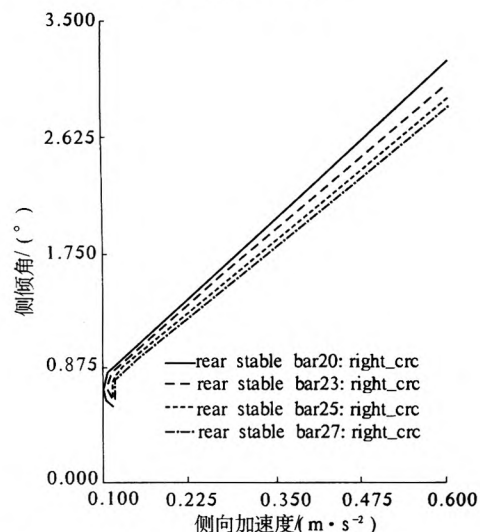


图5 右稳态回转时侧倾角与侧向加速度关系曲线

Fig.5 Roll angle for different lateral accelerations in right circular

由图6、图7知:随着后横向稳定杆直径增加,在相同侧向加速度下,装27 mm直径稳定杆时,车辆质心侧偏角最大,质心跟迹性不好,不足转向性能弱,后轮容易甩尾;装20 mm直径稳定杆时,车辆质心侧偏角最小,质心跟迹性较好,不足转向性能强,车辆稳定性好.由上述仿真优化得,该车后稳定杆直径20 mm时,车体侧倾满足要求,不足转向性能最强,高速转弯工况时跟迹性好,稳定性强。

稳态回转试验结果为表1所示.由仿真结果与表1对比可知,试验结果在侧倾及不足转向性能趋势上有较好的一致性,该仿真模型可以作为悬

架实车调教理论模型并指导新车悬架设计及优化.

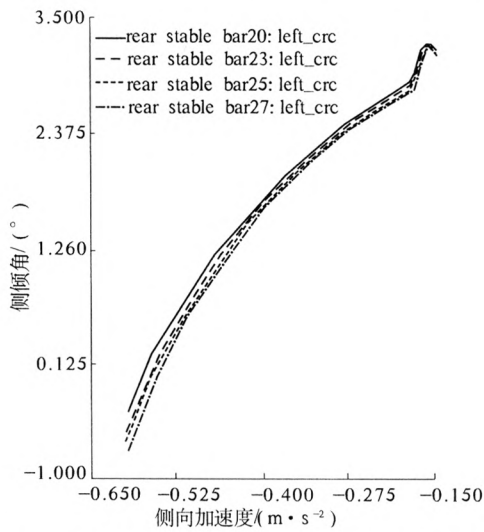


图 6 左稳态回转时侧偏角与侧向加速度关系曲线  
Fig. 6 Side slip angle for different later acceleration in left circular

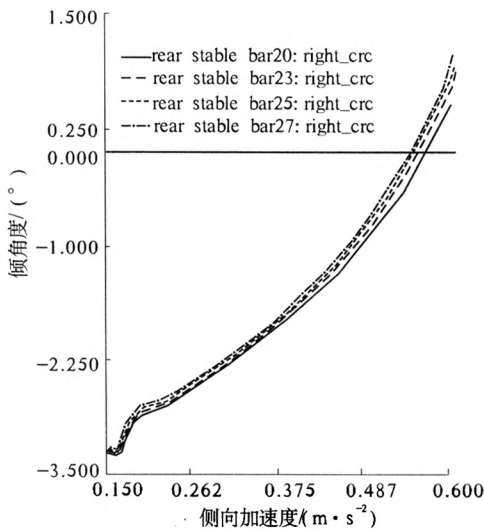


图 7 右稳态回转时侧偏角与侧向加速度关系曲线  
Fig. 7 Side slip angle for different lateral accelerations in right circular

表 1 稳态回转试验结果

Tab.1 Constant radius cornering test result (°)

后稳定杆 直径/mm	左转		右转	
	不足转向度	车厢侧倾度	不足转向度	车厢侧倾度
20	0.42	1.00	0.25	1.70
23	0.40	0.70	0.20	1.50
25	0.20	0.50	0.18	1.40
27	0	0	0.10	0.80

### 3 结束语

运用 ADAMS 软件创建了某 SUV 整车多体动力学仿真模型,分析了不同直径的后横向稳定杆对整车不足转向性能的影响,并与试验结果有很好的 consistency,可以用来指导该类悬架结构自身设计.

### 参考文献:

- [1] BASTOW D. Car suspension and handling[M]. Second Edition. London: Pentech Press, 1990:300
- [2] 日本自动车技术会 编. 汽车工程手册 5——底盘设计篇[M]. 中国汽车工程学会组 译. 北京:北京理工大学出版社, 2010, 12: 7-40.
- [3] 克罗拉,喻凡. 车辆动力学及其控制[M]. 北京:人民交通出版社, 2003, 10: 57-66.
- [4] M. 米奇克. 汽车动力学[M]. 陈荫山,译. 北京:人民交通出版社, 1996: 227-233.
- [5] GILLESPIE T D. 车辆动力学基础[M]. 赵六奇,金达锋,译. 北京:清华大学出版社, 2006.

## Influence of Rear Anti-roll Bar on Vehicle Under-steer Performance

WANG Dong-cheng<sup>1</sup>, PAN Xiao<sup>1,2</sup>

(1. Zhengzhou Nissan Automobile Co., Ltd, Zhengzhou 450016, China; 2. China Automotive Technology & Research Center, Tianjin 300162, China)

**Abstract:** A SUV multibody simulation model using ADAMS software is established, including front suspension, rear suspension and tire model detailedly. The vehicle under-steer performance is simulated and optimized under different diameter stabilizer bar. By comparing the simulation result with the experiment, it is found that the trends are in good agreement, the result can be used as the suspension adjustment theory basis and can guide the design of the kind of rear suspension system.

**Key words:** multi-body dynamics; vehicle simulation; anti-roll bar; under-steer performance