

基于 ADAMS 重型汽车操纵稳定性仿真研究*

姜春生 李韶华 路永婕

(石家庄铁道大学机械工程学院, 石家庄 050043)

摘要 重型汽车如今在交通运输中起着主导作用,其操纵稳定性对于行车的安全性影响巨大.以多体动力学理论为基础,依据东风重型汽车的真实结构与相关特性参数,采用机械动力学分析软件 ADAMS,建立了整车虚拟样机模型,并且对该虚拟样车在不同车速下进行双移线的操纵稳定性性能仿真分析.结果表明,本文所建立的虚拟样车与实际东风重型汽车相吻合,为后来的仿真和优化提供了可靠的模型基础.

关键词 重型汽车, 操纵稳定性, 仿真, 虚拟样机, ADAMS

引言

汽车的操纵稳定性是指在驾驶员不感到过分紧张、疲劳的条件下,汽车能遵循驾驶员通过转向系及转向车轮给定的方向行驶,且当遭遇到外界干扰时,汽车能抵抗干扰而保持稳定行驶的能力.操纵稳定性是汽车的重要性能之一.它不仅影响到汽车驾驶的操纵方便程度,而且也是决定汽车高速安全行驶的一个主要性能.操纵稳定性受汽车、驾驶员、环境等因素的影响,这些因素及其相互联系共同构成一个复杂的闭环调节系统,并且有些因素无法量化,研究起来较困难.所以对汽车操纵稳定性的研究常采用仿真分析方法和试验方法来进行^[3].

ADAMS/Car 多体系统动力学分析软件具有丰富的建模功能和强大的动力学解算能力,由此可以建立规模庞大、机构复杂、系统级的仿真模型以便对汽车进行整车性能的仿真分析.按照建模—调整参数—仿真计算—数据后处理的思路. ADAMS/Car 软件开发模块具有更强的专业性.利用该软件进行悬架性能参数对车辆操纵稳定性影响的研究,建模和仿真都更简单精确^[7].

本文利用机械动力学分析软件 ADAMS 建立东风重型卡车的整车虚拟样机模型.首先将各个模板按照东风卡车的出厂参数进行修改,生成子系统后组装成改造车.然后在不同的速度下对改造后的车进行双移线工况仿真,得到了不同速度下车辆的横摆角速度、侧倾角、侧向加速度及侧滑角随时间

变化的曲线^[2],进而得出了最高限速是 90km/h.与出厂数据很好的吻合.

1 重型汽车整车建模

在 ADAMS/Car 中建立重型半挂车模型,主要包括子系统模板文件、子系统文件和装配体文件三类系统文件的建立.

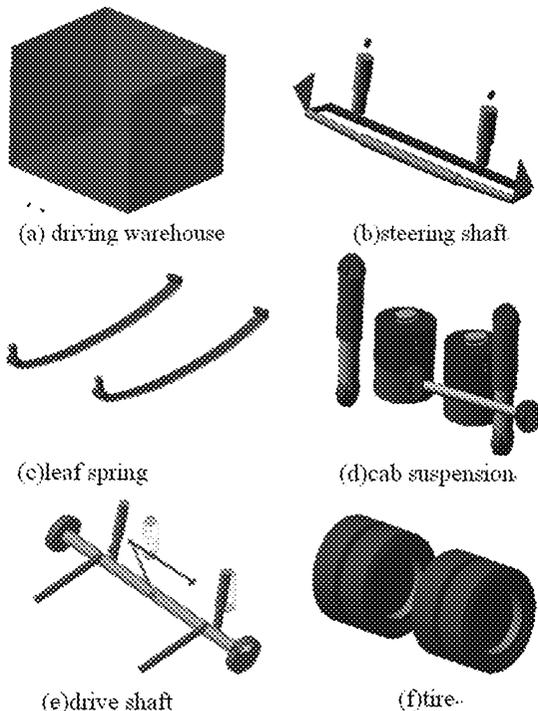


图1 车辆模型各子系统模板示意

Fig.1 Templates of the model truck

模板是参数化的模型,它包含了模型最基本的

拓扑关系和设计参数,因此可以通过单一的模板代表一组具有相同拓扑结构的子系统.模板文件的建立是生成其它两类文件的基础^[3].改造的东风卡车共有11个模板文件文中仅对其中的部分模板加以介绍.(图1)

改造后的卡车是典型的后八轮,前悬架是非独立悬架,由转向系统、钢板弹簧、阻尼器等构成的典型的前悬架结构.驱动轴悬架也是非独立悬架,由刚体车轴、弹簧、减振器、横向拉杆(承受横向载荷)、纵向拉杆(承受纵向载荷)组成;驾驶室悬架是由空气弹簧和阻尼器组成的^[4].

在建立子系统文件之前,应对所获得的模板文件进行适当的修改,使得所建立的模型更加符合使用要求.通常情况下可以对模板的拓扑信息和系统的设计参数变量两方面信息进行修改.在对话框中将各部分的子系统填入,ADAMS/Car会自动形成装配体,而且会自动地将装配体与试验台架相连接,所建立的三轴重型汽车装配模型如图2所示^[5].

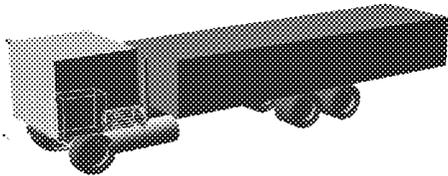


图2 三轴重型汽车模型

Fig.2 Model of the heavy vehicle with three axles

2 双移线工况下的仿真

东风卡车的主要技术参数如下:外形尺寸:长11650mm 宽:2462mm 高:2880mm.总质量(kg):25000 整备质量(kg):7240 轴距(mm)5900+1300 轴数:3 最高车速(km/h):90(单车)前轮距(mm):1940 后轮距(mm):2170(外)、1530(内)钢板弹簧片数(片):8/13 轮胎数:10

ADAMS/Car的双移线工况是一个闭环的仿真工况.ADAMS通过引入驾驶员环节来保证车辆完成规定的双移线操作,纵向的控制环节来对车速进行控制,以保证车辆匀速通过路径;同时侧向的控制环节对转向盘转向角进行控制,从而使得车辆保持理想的移线路径.引入驾驶员环节使得仿真结果在转向盘输入和路径跟随上更接近实际试验.双移线仿真可用于测定车辆的横摆角速度、侧倾角、侧

向加速度及侧滑角等.从而可以评价汽车的操纵性、转向力大小、侧倾程度和避免事故的能力^[1].

图3为ADAMS/Car路径特性文件下设置的双移线的路径.

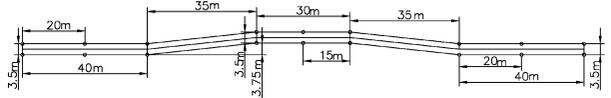


图3 双移线的路径

Fig.3 Shape of double lane change

将汽车的车速分别设定为60km/h,70km/h,80km/h,90km/h.然后驶入测试区仿真,所得的曲线如图4:

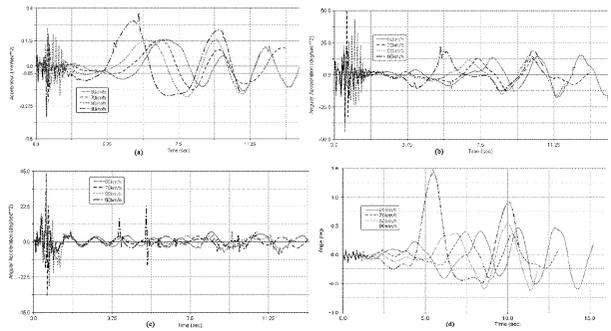


图4 仿真曲线

Fig.4 Simulation curves

由图4(a)可以看出当车速在60km/h、70km/h、80km/h时,侧向加速度大都在0附近波动,幅度也不大,由趋势可以看出最终会收敛于0.当速度达到90km/h时,波动明显增大且不会收敛于0,最终产生偏离.由图4(b)可以看出,由于车辆设定为空载,所以速度对车辆的横摆角速度影响不大.从图4(c)能看出,速度对车辆的侧倾角影响明显,呈递增趋势,尤其等到车速为90km/h时,侧倾角陡然增大,超过了20度,这种情况下车辆很难保持稳定.对于车体质心的侧滑角,从图4(d)可以看出,当车速在60km/h、70km/h、80km/h时波动依次增大,但是增加的幅度很小,到了90km/h以后,侧滑角明显增大,仿真动画也显示出车辆在行驶时出现了明显的滑移现象,略微地偏离实验设定的路线,说明所建汽车模型发生失稳.

3 结论

利用ADAMS/Car建立了重型半挂车的仿真模型,并引进后处理模块中导出了各状态变量曲线,

经过分析得出以下结论:

(1)随着车速的增大,车辆的稳定性逐渐变坏,尤其是对侧倾角的影响最大,对于重型卡车来说,在高速度的情况下完成双移线行走是很危险的,所以,要使重型卡车安全完成转向工况,减少簧载质量,低速行驶是关键.

(2)依照出厂的技术参数表利用 ADAMS 建立的东风卡车在 90km/h 的时候出现了轻度失稳,这与实际的东风卡车最高车速相吻合,说明建模取得了一定的成果,为以后进一步的仿真实验打下了基础.

参 考 文 献

- 1 Chen C. Lateral control of commercial heavy vehicle. *Vehicle System Dynamics*, 2000,33(6):391~420
- 2 Mikulcik E C. The dynamics of tractor-semitrailer vehicle; The Jackknifing Problem. SAE Paper,1971
- 3 麦莉,谢普,等. 重型半挂车 ADAMS 建模及极限工况仿真. *汽车技术*,2009,2(1):22~25 (Mai L, Xie P. Modeling and simulation of heavy duty semi-trailer in extreme condition based on ADAMS. *Automobile Technology*, 2009, 2(1):22~25 (in Chinese))
- 4 孙虹. 东风载货汽车. 北京:国防工业出版社,2001 (Sun H. Dong feng truck. Bei Jing: National Defence Industry Press,2001 (in Chinese))
- 5 吴俊刚,董益亮,刘建军. 基于操纵稳定性的悬架参数优化,计算机辅助工程,2006,15(9):180~182 (Wu J G, Dong Y L,Liu J J. The optimization of suspension parameters based on the manipulation stability. *CAE*, 2006, 15(9):180~182 (in Chinese))
- 6 陈军. MSC. ADAMS 技术与工程分析实例. 北京:中国水利水电出版社,2008 (Chen J. The technology and the case of engineering analysis of MSC. ADAMS, Bei Jing: China WaterPower Press,2008 (in Chinese))
- 7 张晓芬,丛华,晁志强,刘相波. ADAMS/CAR 与 EASY5 在车辆主动悬架动力学研究中的应用. *动力学与控制学报*,2007,20(3):285~288 (Zhang X F, Cong H, Chao Z Q, Liu X B. ADAMS/CAR and EASY5 co-simulation technology in active suspension vehicle research. *Journal of Dynamics and Control*, 2007,20(3):285~288 (in Chinese))

SIMULATION RESEARCH ON MANIPULATION STABILITY OF HEAVY VEHICLE BASED ON ADAMS*

Jiang Chunsheng Li Shaohua Lu Yongjie

(Shijiazhuang railway university, Shijiazhuang 050043, China)

Abstract Heavy truck plays a considerable role in modern transportation and the truck's stability of manipulation has an important influence on traffic safety. Using the ADAMS software, a virtual model of Dong Feng truck has been built based on the multi-body dynamics and the parameters of real truck. The simulation of truck's stability of manipulation under double-shift line with different speeds was conducted. The result shows that the virtual model marches well with the truck prototype, which is a good model for further simulation.

Key words heavy vehicle, manipulation stability, simulation, virtual prototype, ADAMS