

文章编号:1000-582x(2001)01-0017-03

汽车碰撞时间特性的仿真

任光胜

(重庆大学机械工程学院,重庆 400044)

摘要:随着汽车向高速化方向发展,对汽车的安全性要求越来越高,汽车在高速下的碰撞特性研究也就显得非常重要。文中讨论了汽车碰撞时车体的加速度、速度和位移的变化情况,给出了用于仿真研究的碰撞参数模型,并对汽车正面碰撞时车体的时间特性(加速度、速度)进行了仿真分析。

关键词:汽车碰撞;碰撞参数模型;时间特性;仿真

中图分类号:U 461.91

文献标识码:A

在当今激烈的市场竞争中,如何尽可能快地向市场提供高质量又符合高安全标准的乘用车,是汽车开发设计人员所面临的主要课题之一。特别是在汽车开发的早期阶段,为了能对汽车特性及汽车构造有所了解,能对汽车碰撞特性进行早期分析研究,并为后续采用有限元分析技术进行详细分析奠定基础,一种称之为碰撞参数模型(LPM - Lumped Parameter Model)的建模技术广泛应用于汽车碰撞研究中。文中介绍了基于LPM参数模型,采用MADYMO 3D碰撞仿真分析软件,对汽车正面碰撞时车体的加速度、速度和位移的变化情况进行了分析研究,给出了碰撞参数模型。为后续对汽车构造的有限元分析、碰撞时乘员动作的进一步研究奠定了良好基础。

1 碰撞试验数据分析

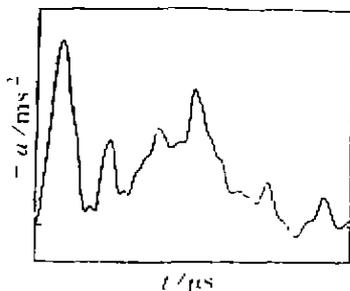
为了能对汽车碰撞特性进行研究,作者在日进修单位进行了汽车在各种速度下(54 km/h, 48 km/h, 8

km/h)的正面碰墙试验,获得了各种试验数据。在这些数据中,最为重要的是碰撞时的加速度特性数据。加速度响应不同表示车辆特性有所区别。图1所示为碰撞时汽车主要部件的加速度特性曲线^[1]。

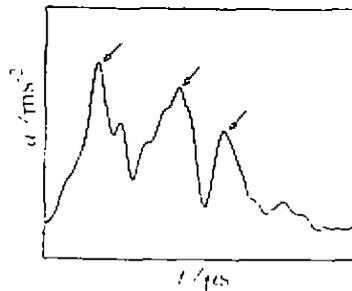
图1(a)所示为车架(Frame)的加速度试验曲线。从图中可看出车架的加速度变化很快并在很短时间内就达到加速度的最大值,然后迅速地下降到零或零以下,其变化呈锯齿形状。

图1(b)给出了车身-车架结构车辆的车体(Body)的加速度变化曲线,在车体的加速度曲线中,一般有两个或三个加速度的峰值,如图中箭头所示。

此外,速度、位移的变化情况如图2所示,图中分别给出了车体和车架的速度、位移变化曲线,从图中可看出两者变化的对比情况。在碰撞开始时,车体的位移比车架的位移要大一些,随着时间的延后,车架的位移逐步大于车体的位移。



(a) 车架负加速度与时间曲线



(b) 车体负加速度与时间曲线

图1 汽车碰撞时加速度特性曲线

· 收稿日期:2000-09-20

作者简介:任光胜(1962-),男,四川泸县人,重庆大学副教授。主要从事CAD/CAM、PDM、汽车安全性等领域的教学与研究。



(a) 车架和车体的速度曲线 (b) 车架和车体的位移曲线
图 2 汽车碰撞时速度及位移特性曲线

2 碰撞参数模型

碰撞参数建模方法实际上是用碰撞的质量和弹簧来描述碰撞时车辆各组成部分相互之间的关系,该方法自 70 年代以来就广泛用于汽车碰撞研究中。这种方法的显著特点就是速度快,周期短特别是在汽车开发设计早期阶段,需要及时了解汽车特性时,该方法可在极短的时间内进行参数分析与仿真研究^[2,3]。图 3 所示为车辆与刚性墙壁碰撞时的碰撞参数模型拓扑结构示意图。图中括号内参数为质量数据。

3 碰撞仿真分析

针对所建立的碰撞参数模型,采用 MADYMO 3D

和 EASI-MAD 碰撞仿真分析软件进行了仿真分析,图 4 至图 7 所示为仿真分析的最终结果,表 1 至表 4 为仿真分析与试验结果的相关系数比较。

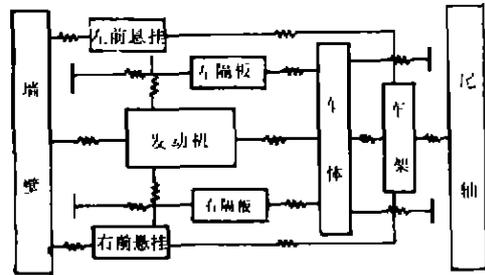


图 3 碰撞参数模型拓扑结构图

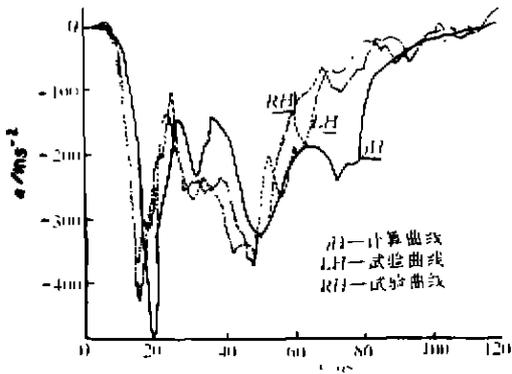


图 4 车体加速度的仿真分析结果(48 km/h)

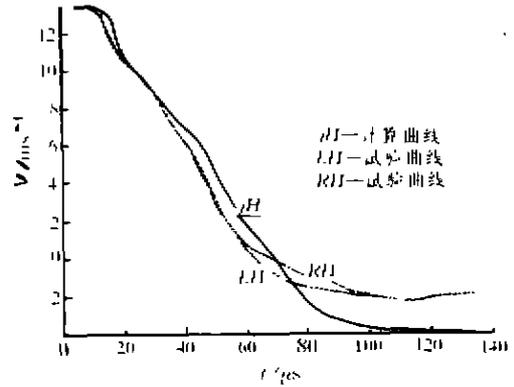


图 5 车体速度的仿真分析结果(48 km/h)

表 1 车体加速度曲线仿真结果与试验结果的相关系数(48 km/h)

t/ms	0~140	0~20	20~60	60~100	100~140
LPM-试验 LH	0.90	0.84	0.96	0.87	0.30
LPM-试验 RH	0.92	0.88	0.97	0.96	0.65

表 2 车体速度曲线仿真结果与试验结果的相关系数(48 km/h)

t/ms	0~140	0~20	20~60	60~100	100~140
LPM-试验 LH	0.98	0.99	0.99	0.94	0.99
LPM-试验 RH	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99

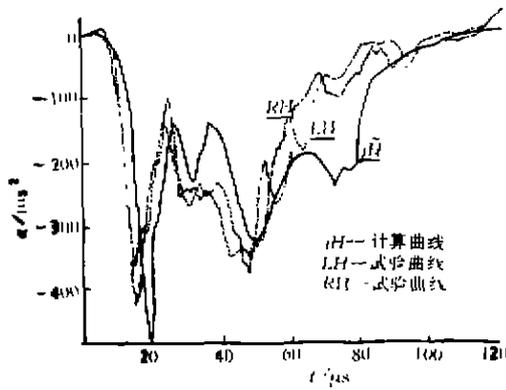


图6 车体加速度的仿真分析结果(54 km/h)

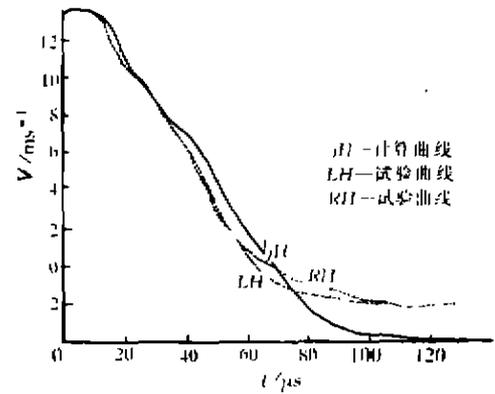


图7 车体速度的仿真分析结果(54 km/h)

表3 车体加速度曲线仿真结果与试验结果的相关系数(54 km/h)

t/ms	0~140	0~20	20~60	60~100	100~140
LPM-试验 LH	0.87	0.63	0.95	0.97	0.23
LPM-试验 RH	0.86	0.59	0.96	0.94	0.03

表4 车体速度曲线仿真结果与试验结果的相关系数(54 km/h)

t/ms	0~140	0~20	20~60	60~100	100~140
LPM-试验 LH	0.99	0.99	0.98	0.92	0.99
LPM-试验 RH	0.99	0.99	0.99	0.95	0.99

4 结论

作者根据试验数据,成功地获得了适用于汽车正面碰撞的碰撞参数模型,并用此模型对汽车正面碰撞时的加速度、速度等特性进行了优化仿真分析,为后继进一步对乘员动作分析和汽车开发设计提供了有用的设计参考数据。

参考文献:

[1] MILLER M P III, LEE J C, MURTHY R K, et al. Role of the Body Mount on the Passenger Compartment Response of a

Frame/Body Structured Vehicle in Frontal Crash[C] SAE paper no. 980861, 1998

[2] WICHAI CHEVA, TSUYOSHI YASUKI, VIKAS GUPTA, et al. Vehicle Development for Frontal/Offset Crash Using Lumped Parameter Modeling[C] SAE paper no. 960437, 1996.

[3] RAJIV PANT, JAMES CHENG, CHRIS O'CONNOR. David Jackson and Aravind Melligen, Light Truck Safety Concept Models and Their Applications, The Proceedings of 15th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles[C], Melbourne, Australia, May 13-17, 1996.

The Simulation Analysis of Time Characteristics in Vehicle Crash

REN Guang - sheng

(College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: With the development of being high-speed in vehicle design, the vehicle safety standard is being more and more strict, so the vehicle crash characteristic analysis at high velocity is very important. This paper has discussed the variation of body's acceleration, velocity and displacement in vehicle crash, established the lumped parameter model for crash simulation, and analyzed the body's time characteristics (acceleration and velocity) in front crash.

Key words: vehicle crash; lumped parameter model; time characteristics; simulation,

(责任编辑 成孝义)