

文章编号:1000-582X(2007)01-0010-03

摩托车车架瞬态强度分析与改进设计*

胡玉梅¹, 缪莹赞¹, 汪小虎²

(重庆大学 1. 机械传动国家重点实验室; 2. 研究生院创新实验基地, 重庆 400030)

摘要:针对摩托车车架结构复杂,并且在摩托车工作过程中受到路面激励力作用的特点,在考虑整车各零部件相互作用的前提下,建立了较详细的摩托车整车瞬态强度分析有限元模型,模拟了摩托车整车在实际工作过程中的动态强度变化历程.研究表明:根据瞬态分析结果再结合车架的结构特征及应力分布情况,能更准确、深入地揭示摩托车在实际工作过程中车架动态强度随时间的变化关系,为摩托车车架动态结构强度设计提供可靠依据.

关键词:摩托车车架;瞬态强度;显示有限元分析

中图分类号:0422;U467

文献标识码:A

摩托车本身是一个复杂的系统,外界载荷的作用复杂、多变,人、车、环境三位一体的相互作用,致使摩托车力学模型的建立、分析、求解始终是一个难题.

目前人们常通过静态 CAE 技术对车架进行静力分析,并对结果乘以动载安全系数来设计和评价车架的强度,或者再结合模态参数和激励的频谱进行车架的动态特性预测.这在一定程度上能预测车架的强度问题,但不能真实的反映摩托车工作过程的应力变化,也不利于改进设计.笔者应用 ANSYS/LS-DYNA、VPG、ANSA 等有限元分析软件建立摩托车整车的有限元分析模型^[1],对摩托车整车进行工作过程瞬态仿真分析,计算了摩托车主要结构部件的动态应力,为摩托车车架的强度评价和改进提供了一种新思路.

1 有限元模型的建立和网格划分

所研究的摩托车为一款越野车,其主要承载结构包括车架和后摆臂.在进行有限元分析时,车架、后摆臂和方向架采用了壳单元^[2](SHELL163),单元网格划分的基本尺寸是 8 mm,因为连接部位结构复杂,为了保证单元质量和计算精度,局部单元尺寸有所减少.摩托车发动机一般与车架刚性连接,发动机本身也是一个刚度很大的部件,安装发动机后在实际中对车架前半部的强度和刚度都有大幅度的提高,所以在分析车架时,必须考虑发动机的影响.本文中发动机简化为

一个质量单元(MASS166),质量为 35 kg,位于发动机的重心位置,它与车架通过梁单元(BEAM161)进行连接.摩托车前悬和后悬采用了弹簧阻尼单元(COMB1165 Spring-Damper).摩托车有限元模型如图 1,摩托车整车共有 19 553 个节点,18 878 个单元.其中包括:14 260 个壳单元,3 个弹簧单元,3 个阻尼单元,7 个旋转铰链单元,3 506 个实体单元,1 090 个梁单元和 9 个质量单元.

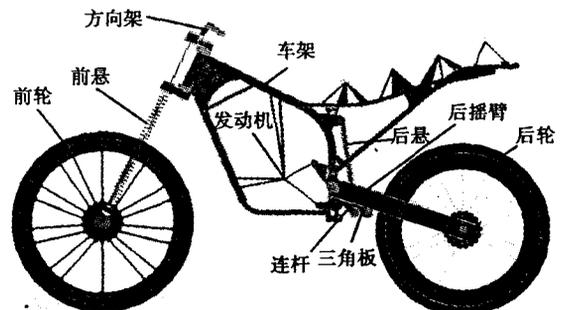


图 1 摩托车有限元模型

2 载荷条件与车架结构瞬态响应分析

LS-DYNA^[3]是世界上最著名的通用显式动力分析程序,能够模拟真实世界的各种复杂问题,特别适合求解各种二维、三维非线性结构的高速碰撞、爆炸和金属成型等非线性动力冲击问题,同时可以求解传热、流

* 收稿日期:2006-05-30

基金项目:重庆市科技攻关项目(78237)

作者简介:胡玉梅(1964-),女,重庆大学副教授,工学博士,主要从事发动机及车辆现代结构强度分析与设计、多物理场仿真模拟、汽车碰撞仿真模拟与结构耐撞性设计的研究,电话(Tel.)023-65111190;E-mail:CDRrhym@163.com.

体及流固耦合问题.在工程应用领域被广泛认可为最佳的分析软件包.

为了分析摩托车整车在特殊工况下的瞬态应力分布情况,采用了LS-DYNA求解器对整车进行瞬态动力响应力学分析^[4].首先,分析了3个成员载荷下摩托车在C级路面下的瞬态响应,并且C级上设置了一个宽为10 mm,深为10 mm的凹坑;其次,考虑到常见的凸包路面下的特殊工况,分析了一个成员载荷下摩托车在过凸包路面时的瞬态响应.载荷条件如下表1所示.

表1 摩托车车架瞬态响应分析载荷条件

工况	载荷/质量单元	路面	车速/km·h ⁻¹
1	3个成员	C级	70
2	1个成员	凸包	18

如图2所示为摩托车整车在3个成员载荷作用下、在C级路面上以70 km/h的车速行驶时某一时刻整车的应力分布云图,其应力较大区域出现在车架的主板和后减振器安装支耳以及后摇臂的支耳附近.从图中可以看出,车架和后摇臂是摩托车的主要承载部件,且应力较大区域主要集中在车架与后摇臂的连接处,与实际情况相符.

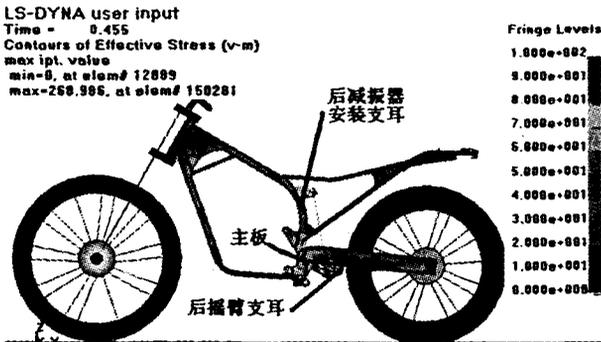


图2 摩托车在工况1下应力分布云图

如图3所示,曲线A、曲线B、曲线C分别为图2中后减振器安装支耳、主板后悬安装部位和后摇臂支耳附近单元的动态应力时间历程,从图中曲线形状可知,在前0.3 s,车架在动载作用下逐渐达到稳定状态,此时最大应力出现在主板后悬安装部位;在0.5 s时,摩托车在过此凹坑时出现了应力峰值.由曲线C由,

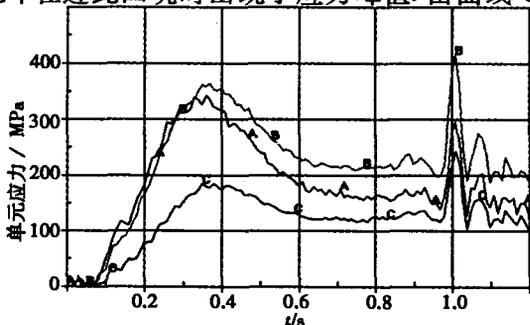


图3 摩托车在工况1下单元应力曲线

在过C级路面时摩托车达到平衡状态后的最大应力值在200 MPa左右,并没有超过其许用应力值,符合强度要求.但由曲线A和B,后减振器安装支耳的主板上的应力较大,所以此后的分析中重点关注后减振器安装支耳和主板处的动态应力时间历程.

如图4所示分别摩托车整车在一个成员载荷作用下、在凸包路面上以18 km/h的车速行驶时,后减振器安装支耳(曲线A)、主板后悬安装部位(曲线B)和后摇臂支耳附近(曲线C)的单元动态应力时间历程.从曲线随时间的变化历程可以看出,在0.3 s以前,整车在成员载荷作用下逐渐趋于稳定状态;在0.4 s左右摩托车整车处于稳定状态,其应力均值在200 MPa以下,但是,由于凸包路面所引起的动载激励,当前后车轮分别经过凸包时,由于动载作用,共出现了2次应力峰值.在0.7 s左右,出现了第一次峰值,这时应力峰值出现在主板后悬安装部位,其应力峰值为450 MPa,后减振器安装支耳处的应力值也达到了400 MPa,已经超过了其许用应力值;当摩托车行驶到10 s左右,出现了第二次应力峰值,此时,主板后悬安装部位和后减振器安装支耳附近的应力峰值几乎相同,都达到了400 MPa,已经超过其许用应力.

从以上应力分析结果可以得出,摩托车整车在水平路面上行驶时是符合强度要求的,但是由于动载作用,摩托车先后出现了2次应力峰值超过其许用应力,这说明摩托车整车在动载作用下很可能由于动载作用而遭到破坏,所以,在结构改进时,必须重点优化其动载作用下的结构特性.

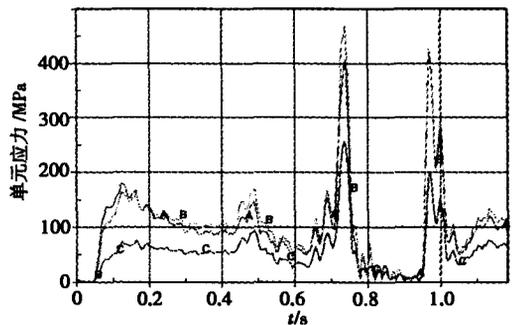


图4 摩托车在工况2下单元应力曲线

3 结构优化设计方案

从前面的分析结果来看,摩托车的主要强度薄弱点在车架上的主板和后减振器安装支耳部位,针对以上分析结果对车架进行了改进:1)在减振器安装支耳上方添加一个连接到坐垫导轨上的支撑部件,该零件改变了支耳的悬臂梁结构形式,由于车架自身的应力较小,所以有利于改善支耳根部的应力状况;2)增大后摆臂安装轴的直径;3)在主板后悬部位和主板内增

加加强板;4)增加主板和主板后悬安装支耳部位的厚度.改进前后车架有限元模型如图5和图6所示.

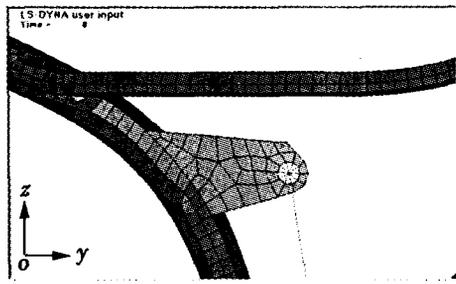


图5 改进前车架

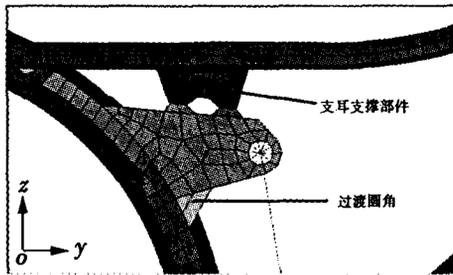


图6 改进后车架

4 优化后结果与讨论

由前面的分析可知,摩托车在C级路面上行驶是符合强度要求的,但是在动载作用下,摩托车整车的主要承载部位的应力值超过了许用应力值,所以,这里主要针对在动载激励作用下的瞬态响应来评价改进后的摩托车车架的瞬态强度^[5,6](即在工况2下进行瞬态响应分析)。

图7是改进后摩托车整车在一个成员载荷作用下、在凸包路面上以18 km/h的车速行驶时单元动态应力时间历程曲线.由图7可以看出,摩托车整车的应力峰值明显降低了,应力分布也更加均匀.图7中的3条应力曲线分别为后减振器安装支耳(曲线B)、主板后悬安装部位(曲线C)和后摇臂支耳(曲线A)附近的单元动态应力时间历程变化曲线.比较改进前后的曲线可以看出,在水平路面、无任何冲击载荷作用时,整车的应力均值在50 MPa左右,比改进前降低了近150 MPa;在前后车轮分别经过凸包时,摩托车整车受到了两次冲击载荷作用,在这两次冲击载荷过程中,改进后后减振器安装支耳和主板后悬安装部位的应力峰值比改进前降低了近200 MPa,而后摇臂支耳处的应力并没有发生变化,应力峰值与改进后的主板后悬安装部位和后减振器安装支耳附近的应力峰值几乎相同,其应力峰值在200 MPa左右,并没有超过其许用应力值,这说明改进后摩托车整车在动载作用下,整车结构更加合理、应力分布更加均匀.所以,摩托车

在改进后整车在动载作用下是符合强度要求的.

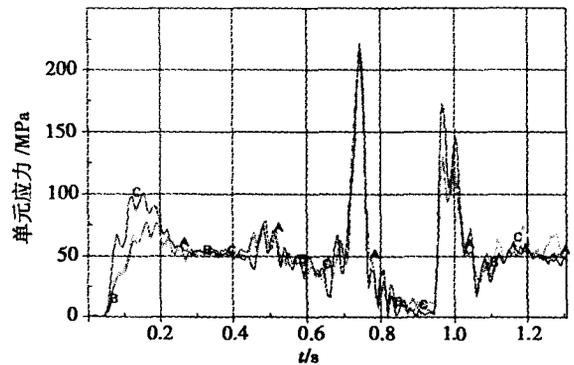


图7 改进后摩托车在工况2下单元应力曲线

5 总结

以上分析表明,改进设计后摩托车整车不仅在动载作用下结构性能得到了改善,而且其在无冲击载荷即静载作用下也起到了良好的改进效果.根据以上分析可以得到如下结论:

1)摩托车在动载下发生破坏是其破坏的主要因素,因此,改进设计主要针对摩托车在动载作用下的结构性能进行分析.

2)通过对摩托车整车的瞬态仿真,可以得出悬架装置的位移及加速度的变化情况,从而对摩托车的骑乘舒适性进行有效的评价.实验证明,利用瞬态仿真技术对车架结构进行骑乘舒适性分析是一种非常行之有效的方法.

3)利用有限元瞬态仿真技术,能在摩托车结构优化设计中,对修改前、后的结构性能进行及时的评价,可以大大提高工作效率,减少开发成本,缩短开发周期,在实际样车制造前有效地预测摩托车的结构特性,为摩托车优化设计提供有效的参考依据.

参考文献:

- [1] 李曙生,徐群. 摩托车设计中建模方法及其应用[J]. 摩托车技术,2002(5):9-11.
- [2] 巢凯年. 用ANSYS有限元软件计算客车骨架强度[J]. 四川工业学院学报,2001,20(1):23-25.
- [3] 石得春. 高速列车侧窗在交会压力波作用下的瞬态响应分析[J]. 铁道车辆,2002,40(4):17-19.
- [4] 李俊,金成定,李维扬. 瞬态接触-冲击问题的有限元分析[J]. 上海交通大学学报,1997,31(11):78-81.
- [5] 张治国,郑明军,谢基龙. 弹性车轮瞬态动力响应的有限元仿真方法研究[J]. 北方交通大学学报,2003,27(1):25-27.
- [6] 胡玉梅,王欣,潘娅. 汽车半轴的疲劳强度分析[J]. 西南工学院学报,2001,16(4):47-52.

(下转第53页)

- mation networking architecture and applications [J]. IEEE Personal Communications, 2001, 8(4):52-59.
- [6] HEINZELMAN W, CHANDRAKASAN A, BALAKRISAN H. An application specific protocol architecture for wireless microsensor networks [J]. IEEE Transaction on Wireless Networking, 2002, 1(4):660-670.
- [7] MANJESHWAR A P, AGRAWAL D. APTEEN: A hybrid protocol for efficient routing and comprehensive information retrieval in wireless sensor networks [J]. Computer Networks, 2002, 2(6):54-58.
- [8] SEEMA BANDYOPADHYAY, EDWARD COYLE. Minimizing communication costs in hierarchically-clustered networks of wireless sensors [J]. Computer Networks, 2004, 44(1):1-16.
- [9] WENDI BETH HEINZELMAN. Application-specific protocol architectures for wireless networks [D]. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 2000.

Clustering Routing for Wireless Sensor Networks

HE Li-yuan, LI Yong-ming, WANG Quan-di

(Key Laboratory of High Voltage Engineer and Electric New Technology Under the State Ministry of Education, Chongqing University, Chongqing, 400030, China)

Abstract: In wireless sensor networks that consist of a large number of low-power sensors. Because the sensor's energy is limited, one of the main design is to obtain long system lifetime. The authors firstly analyse LEACH and LEACH-C clustering routing for wireless sensor networks. Aiming at their shortcoming, they present a new routing LEACH-NEW. This routing uses multi-hop instead of one hop. At last, they use NS2 to simulate them. Simulation show results that new routing exhibits noticeably longer system lifetime than routing LEACH and LEACH-C.

Key words: wireless sensor networks; routing technology; cluster

(编辑 侯湘)

(上接第12页)

Transient Intensity Analysis and Design of Improvement for Motorcycle Frame

HU Yu-mei¹, MIAO Ying-yun¹, WANG Xiao-hu²

(1. State Key Laboratory of Mechanical Transmission;

2. Inno-Base for Graduates of Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Facing the complications of motorcycle frame and the fact that the motorcycle frame is subjected to ground dynamic loads, considering the interaction between all parts of the motorcycle, the paper takes all these factors into account and builds a detail transient intensity explicit finite element analysis model, to simulate the motorcycle frame's dynamic intensity time variation during the motorcycle working. The studies indicate: according to the result of transient analysis, the paper joins the characteristic of the motorcycle frame and stress distribution status, can make the transient intensity analysis more accurate and offer some reliable suggestions for dynamic intensity design of motorcycle frame.

Key words: motorcycle frame; transient intensity; explicit finite element analysis

(编辑 张小强)