



基于 ADAMS 的麦弗逊式悬架的结构优化分析

刘浩, 何辉, 张立军

(辽宁工学院 汽车与交通工程学院, 辽宁 锦州 121001)

摘要: 在某轿车的研发过程中, 考虑到前轮磨损的问题, 以多刚体系统动力学理论为基础, 应用机械系统动力学仿真软件 ADAMS 的轿车模块 ADAMS/Car 建立麦弗逊悬架模型, 并应用 ADAMS/Insight 模块进行运动分析并对悬架的结构进行优化, 得出最优的结构参数。

关键词: ADAMS; 多刚体系统动力学; 麦弗逊独立悬架; 优化

中图分类号: U463.33

文献标识码: A

文章编号: 1005-1090(2005)06-0397-03

Structure Optimization and Analysis of ADAMS's Macpherson Suspension

LIU Hao, HE Hui, ZHANG Li-jun

(Automobile & Traffic Engineering College, Liaoning Institute of Technology, Jinzhou 121001, China)

Key words: ADAMS; rigid multi-body dynamics; macpherson suspension; optimization

Abstract: In the design process of a certain car, considering the tyres wear, based on the theory of rigid multi-body dynamics, the model of Macpherson suspension with ADAMS/Car was set up. Applying ADAMS/Insight, the kinematics analysis of the suspension was carried out with the optimized parameters for suspension structure attained.

麦弗逊式独立悬架具有结构简单、质量轻、易布置众多优点, 但由于其自由度的减少, 运动特性的可设计性不就如其他独立悬架。麦弗逊悬架的主销轴线位于减震器上支点和下摆臂外支点的连线上, 因此当悬架变形时, 主销轴线也随之改变, 车轮定位参数和轮距也都会相应改变, 若变化量太大, 就会导致车轮的严重磨损。针对此问题, 在设计过程中, 应用 ADAMS/Car 专业模块建立该悬架模型, 再通过 ADAMS/Insight 模块进行仿真分析及优化设计。

1 悬架系统建模

由于麦弗逊悬架左右悬架对称, 所以只对左悬架进行分析。1/2 麦弗逊悬架由车身、下摆臂总成、

转向节总成、转向拉杆、车轮以及减振器和螺旋弹簧组成。可以通过各个零件之间的约束关系计算出 1/2 麦弗逊悬架的自由度数为 3, 即车轮绕着车轴的转动、车轮绕主销的转动和车轮的上下跳动。根据设计提出的麦弗逊悬架的 3D 数模, 在 ADAMS/Car 的 Template 界面下, 建立该悬架模型。

在 ADAMS/car Standard 界面下, 进行该悬架子系统的建立。最后, 将悬架实验模板与悬架子系统及转向子系统装配, 完成该悬架运动学模型的搭建。

2 仿真及优化分析

在 ADAMS Standard 界面下, 进行麦弗逊悬架的仿真及优化分析。由于本论文是研究轮胎磨损的

问题,所以选择双侧车轮平行跳动仿真。以车轮上跳 50 mm、下跳 50 mm 的常见工况进行仿真及优化分析。

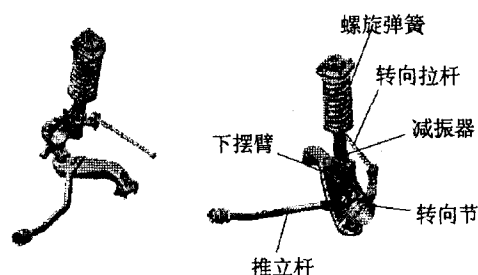


图 1 麦弗逊悬架的 3D 数模

表 1 悬架硬点坐标

硬点名称	X(mm)	Y(mm)	Z(mm)
左滑柱上固定点	32	-532	510
左滑柱下固定点	4	-600	53
左弹簧下支座	7	-569	264
左弹簧上支座	30	-536	482
左车轮中心(空载)	-0.2	-710	-15
左下摆臂与副车架连接点	50	-362	-37
左下摆臂与转向节连接点	-6	-673	-113
左推力杆前支点	-367	-397	-60
转向拉杆内点(左)	135	-323	95
转向拉杆与转向节连接点	110	-627	55
其他参数			
车轮半径(自由)	275mm		
车轮外倾角	0.8deg		
车轮前束角	0deg		

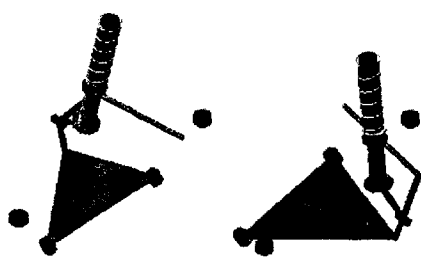


图 2 ADAMS 中建立的模型

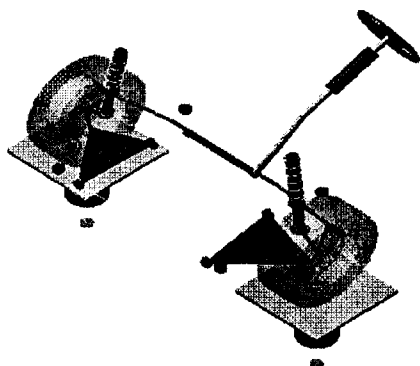


图 3 ADAMS 中的实验仿真模型

这里主要考虑轮胎的滑移量变化,因为这个量是直接影响轮胎磨损的主要原因。并且,在优化时要

考虑到其他前轮定位参数的变化,要保证前轮定位参数的变化要小,使汽车具有良好的操纵稳定性。

由图 4、图 5 可知,当轮胎下跳 50 mm 的时候,

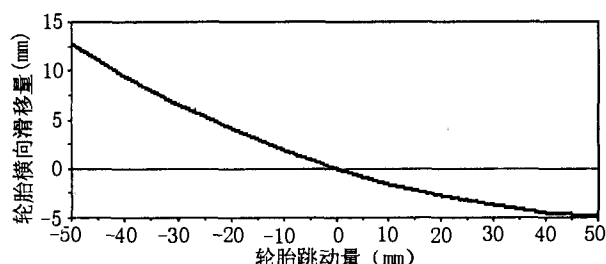


图 4 轮胎滑移量的变化曲线

轮胎滑移量为 12.2 mm(理想值为 5 mm),前束角为 0.86°。当轮胎上跳 50 mm 的时候,其滑移量为 4.7 mm,前束角为 0.85°(理想值为 0.5°)。可以看出,当车轮在下跳的时候,轮胎的滑移量的变化较理想值略大。而整个前束角在车轮下跳过程中的变化也大于理想值,这样对轮胎的磨损都有一定的影响。因此,对其进行优化分析。与此同时,还要满足其他前轮参数的变化,保证汽车具有良好的操纵稳定性。

利用 ADAMS/Insight 模块,以轮胎滑移量及前束角为目标函数,以下左推力杆前支点、摆臂与副车架连接点、下摆臂与转向节连接点、转向拉杆与转向节连接点的硬点坐标为变量进行优化分析。从下面曲线中可以看出其优化前后参数的变化。

从图 6 可看出,较优化前车轮滑移量的变化降低了 5.8%,这样轮胎磨损问题可以得到一定改善。

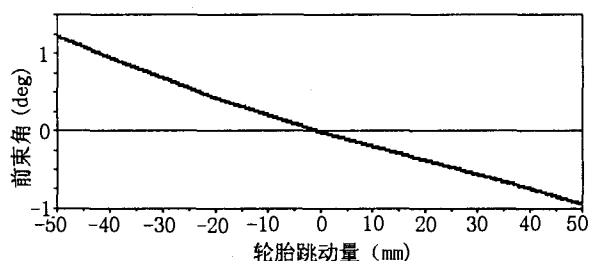


图 5 前束角的变化曲线

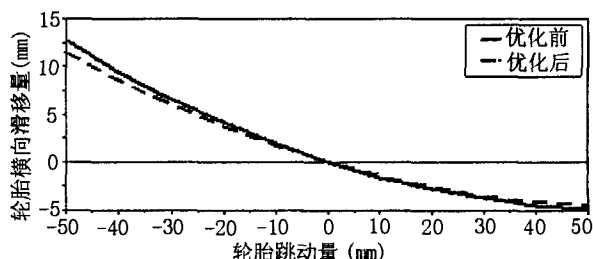


图 6 轮胎滑移量对比

前束角是汽车悬架的重要参数之一。从图 7 可以看出,优化前后的前束角变化降低了 44.8%。这样可以提高汽车的直线行驶性以及车辆的稳态特

性,并且可以使汽车增加了一定的不足转向特性。

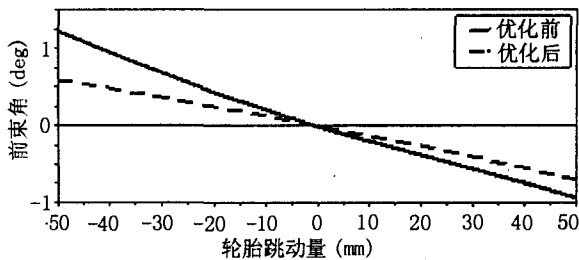


图7 前束角对比

由图8知,优化后的主销内倾角较优化前增加了8.1%。由于设计时,其主销偏置距为负。主销内倾角增大,偏置距也随之增大。当两侧车轮的制动力不等时,转向力矩的作用方向与制动力左、右差所引起的偏转力矩反向,可以抵消一部分偏转力矩。由于偏置距的增大,转向力矩也就增大,抵消的偏转力矩就越多,这样可使汽车得到更加稳定的运动效果。

从图9可以看出,当车轮上跳过程中,优化后较优化前的主销后倾角增加了0.6%,主销后倾角的增加会导致拖距增大,这样有利于提高前轮的回正能力和直线行稳定性。

车轮外倾角在优化前后的变化不大。满足设计要求。

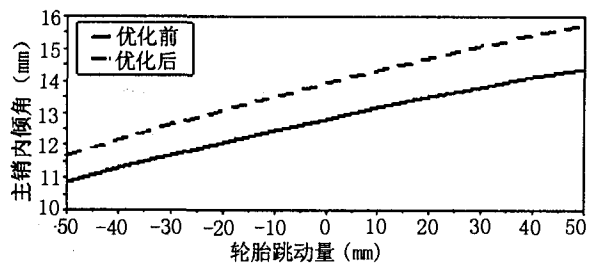


图8 主销内倾角的对比

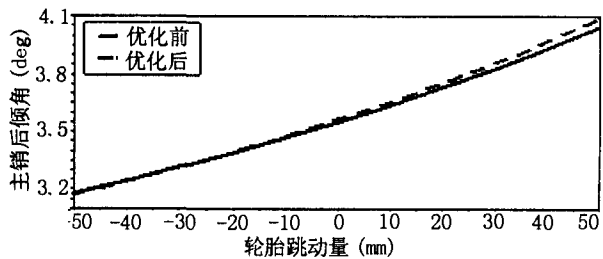


图9 主销后倾角的对比

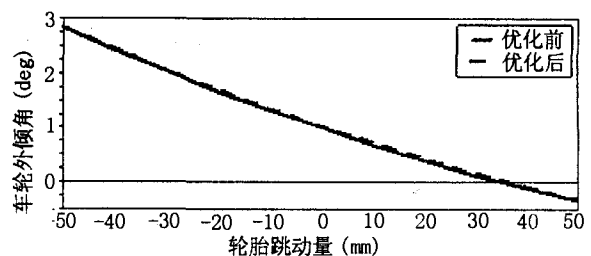


图10 车轮外倾角的对比

表2 硬点优化前后对比表

硬点名称	X(mm)		Y(mm)		Z(mm)	
	优化前	优化后	优化前	优化后	优化前	优化后
左推力杆前支点	-367	-363.17	-397	-393.32	-60	-60.475
左下摆臂与转向节连接点	-6	-6.2842	-673	-679.86	-113	-112.26
左下摆臂与副车架连接点	50	50.702	-362	-358.88	-37	-37.37
转向拉杆与转向节连接点(左)	110	110.93	-627	-666.07	55	59.695
左滑柱上固定点	32	31.779	-532	-526.88	510	504.9

3 结 论

综上所述,本文以ADAMS/car为工具进行了麦弗逊悬架的建模、仿真;以车轮滑移量及前束角为目标函数进行麦弗逊悬架的结构优化,优化后车轮滑移量的变化降低了5.8%,轮胎的磨损问题得到改善;同时,优化后的前束角变化降低了44.8%、主销内倾角增加了8.1%、主销后倾角增加了0.6%,从而保证了汽车具有良好的操纵稳定性;最后得出最优的结构参数,在实际的工程设计中起指导作用。

参考文献:

[1]陆丹,汤靖,王国林.基于ADAMS的麦弗逊前悬架优化

设计[J].中国制造业信息化,2004,(8):106-108.

[2]褚志刚.汽车前轮定位参数优化设计[J].重庆大学学报,2003,26(2):86-89.

[3]丁华.麦弗逊悬架系统性能研究[D].江苏大学硕士论文.2001,10.

[4]李军,孟红,张洪康,谷中丽.汽车悬架参数对操纵稳定性影响的仿真分析研究[J].车辆动力与技术,2001,(4):24-27.

[5]叶鸣强,王耘,胡树根.基于虚拟样机技术的双横臂独立前悬架振动仿真分析及参数优化[J].林业机械与木工设备,2005,(5):31-34.

责任编辑:刘亚兵