

DOI:10.20035/j.issn.1671-2668.2023.02.002

不同频域传递函数对悬架道路模拟试验数据迭代结果影响研究

蒋大明, 蒋涛, 梅海龙, 王宏宇, 金抒宏

(中汽研汽车检验中心(常州)有限公司, 江苏常州 213000)

摘要: 运用整车道路模拟机, 结合某车型前后悬总成, 通过反力墙装置固定前后悬架, 采用不同频域传递函数进行悬架道路模拟试验数据迭代。将不同频域传递函数应用于同一道路谱, 结果表明, 在剧烈工况下, 不同频域传递函数对数据迭代结果的影响较小; 在平缓工况下, 传递函数对数据迭代结果的影响较大。

关键词: 汽车; 悬架总成; 特征路面; 道路模拟试验; 传递函数; 数据迭代

中图分类号: U467.3

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2023)02-0004-03

车辆研发过程中, 耐久可靠性测试是一个关键环节。目前主要有整车级和零部件级的可靠性测试, 通常在进行整车可靠性试验前, 先对零部件进行可靠性测试^[1]。十二通道悬架道路模拟试验通常在整车道路模拟试验之前进行, 可以在进行底盘设计的同时进行试验, 验证零部件设计的优劣。整车道路模拟试验中, MTS329 整车道路模拟机无法复现整车的低频信号数据。悬架道路模拟试验中, 先将悬架通过工装夹具固定在反力墙上, 然后将悬架与试验设备相连, 对悬架进行约束^[2]。这种方式改变了悬架的运动姿态, 作用于悬架上的车身转动惯量与实际道路不同, 在这种方式下进行悬架总成道路模拟试验是否可以复现一些低频特征路面谱及对其他特征路面是否有更好的复现效果有待研究。本文针对该问题, 对悬架总成道路模拟试验进行研究。

1 悬架道路模拟试验方法简述

在进行十二通道悬架道路模拟试验之前, 在试验车辆上安装各类传感器, 在耐久强化试验路上采集道路谱。对采集的数据进行分析后导入轴耦合道路模拟机, 通过数据迭代复现原始信号, 同时获得台架的驱动信号, 迭代结束后以该驱动信号重复播放, 即进行可靠性试验^[3]。十二通道悬架道路模拟试验中, 将悬架安装在工装夹具上, 工装夹具与反力墙相连, 悬架轮心与轴耦合道路模拟机相连^[4]。迭代时, 在悬架轮心处安装六分力传感器, 采集轮心六分力数据。根据客户要求及以往经验, 如采集的数据与

原始数据误差在 80% 以内, 则可选取该迭代步骤下的驱动信号作为最终驱动信号。道路模拟试验方法见图 1。

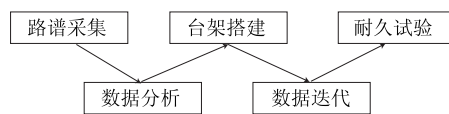


图 1 悬架道路模拟试验步骤

2 悬架道路模拟试验台架搭建

本文测试的前后悬架分别为麦弗逊式悬架和扭转梁式悬架, 测量轮心六分力信号。根据采集的道路谱数据量程范围, 选取 MSCLW12.8-50 六分力传感器, 通过轮毂适配器将六分力传感器与悬架和试验设备相连^[5]。该传感器的量程范围见表 1。

表 1 轮心六分力测量参数

通道编号	测量参数	测量范围
Fx	力	±50 kN
Fy	力	±25 kN
Fz	力	±50 kN
Mx	力矩	±6 kN·m
My	力矩	±6 kN·m
Mz	力矩	±6 kN·m

十二通道悬架道路模拟试验中, 悬架固定方式有两种: 一种是将悬架固定在相应工装或车身上, 车身通过工装与铁地板固定^[6]。在该方式下进行悬架道路模拟试验, 车身与工装连接处可能出现开裂, 需

频繁对车身补焊^[7]。另一种方式是通过反力墙约束悬架,该方式下悬架约束性强,可保证后续耐久试验顺利进行。本文选取反力墙约束方式。

3 悬架道路模拟试验数据迭代

数据迭代是为了达到在台架上进行室外振动情况模拟而采用的一种试验技术方法,引用振动理论中的公式:

$$[X]=[H] \cdot [Y] \quad (1)$$

式中:[X]为车辆在试验场采集的数据;[H]为系统传递函数;[Y]为迭代生成的台架驱动信号。

[H]反映台架与试验样件的输入输出关系。在完成样件制作和台架搭建后,通过 MTS 站台控制软件对台架与样件系统进行 PID(比例-积分-微分)调节,完成 PID 调节后进行传递函数求取。该过程通常由与系统相匹配的远程参数控制软件(RPC)完成^[8]。RPC 软件生成白噪声信号,播放后采集轮心六分力的信号,从而估算[H]值。

根据式(1),为得到驱动信号[Y],对传递函数进行求逆^[3],计算公式为:

$$[Y]=[H]^{-1} \cdot [X] \quad (2)$$

求逆过程中可对传递函数进行频域分段控制,采取两种方式:一种为过滤低频信号,从 0.5 Hz 开始对传递函数求逆;另一种为保留低频信号,从零开始对传递函数求逆。两者的区别是是否有[0, 0.5] Hz 的数据信号。采用这两种方式求得的传递函数[H]⁻¹见图 2。

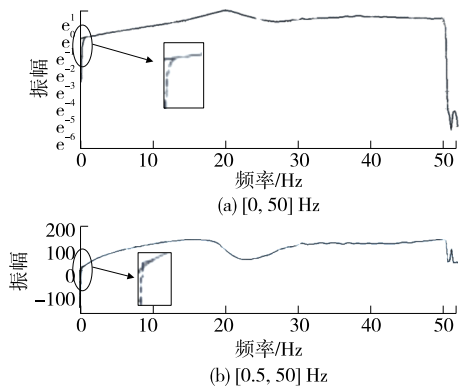


图 2 传递函数[H]⁻¹对比

针对 2 种不同的传递函数,选取 2 条不同特征道路进行数据迭代,分别为绕 8 字路和石块路,分别表征低频路面及高频路面。用不同传递函数对绕 8 字路进行数据迭代,生成的目标信号相差过大,图 3 为纵向力迭代数据对比。从图 3 可看出:将[0.5,

50] Hz 传递函数应用于绕 8 字路,目标信号中缺失路面特征信息,其幅值在±1 kN 以内;将[0, 50] Hz 传递函数应用于绕 8 字路,目标信号中保留了路面特征信息。选取[0, 50] Hz 传递函数进行数据迭代,迭代效果见图 4,轮心六分力信号误差在 10% 以内。

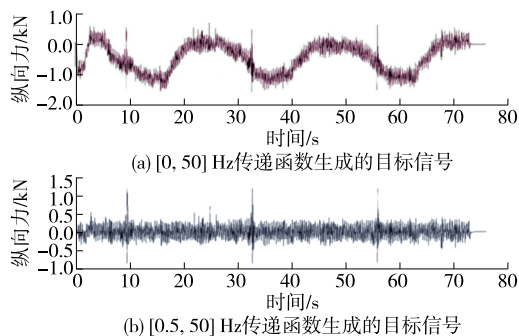


图 3 绕 8 字路迭代数据对比

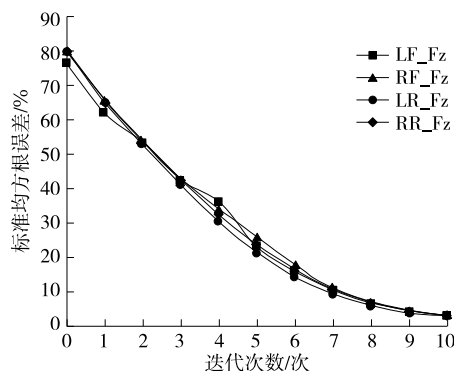


图 4 绕 8 字路数据迭代收敛曲线

不同频域传递函数应用于石块路生成的目标信号见图 5(以垂向力为例),两种传递函数生成的目标信号保持一致。对于高频信号,以[0.5, 50] Hz 和[0, 50] Hz 传递函数迭代目标信号,两者无差别,误差大都在 15% 以内,90% 的通道误差在 10% 以内(见图 6)。

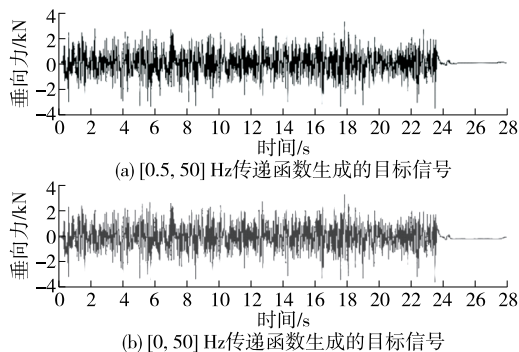


图 5 石块路迭代数据对比

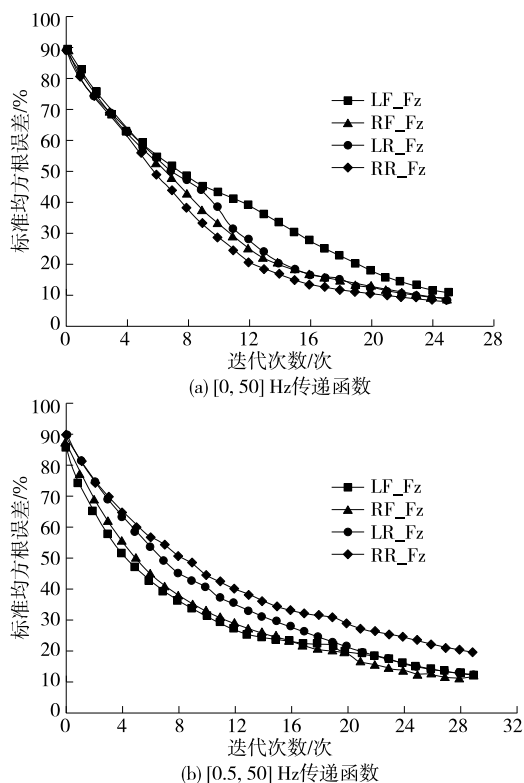


图6 石块路数据迭代收敛曲线

4 结语

道路谱数据迭代是十二通道悬架道路模拟试验中必不可少的一步,而传递函数是数据迭代中的关键环节。本文采用不同频域传递函数对不同特征路面进行道路谱数据迭代,结果表明:

(1) 将 $[0.5, 50]$ Hz 传递函数应用于低频路面谱,路面特征信息会被过滤,导致信号失效;将其应用于高频路面谱,路面特征信号被保留,迭代收敛曲线良好。

(2) 将 $[0, 50]$ Hz 传递函数应用于低频和高频路面谱,路面特征信息都会被保留,且迭代收敛曲线良好。

参考文献:

[1] 于长清,巫洋,孙野.乘用车悬架总成道路模拟试验迭代方法研究[J].汽车工程师,2021(5):56-58.

[2] 杜书,于长清,巫洋,等.乘用车悬架系统道路模拟试验技术[J].汽车工程师,2020(8):42-44.

[3] 梁鹏,范学,宋军鑫,等.二分之一悬架耐久试验研究[J].汽车工程师,2021(7):43-46.

[4] 全虎.独立悬架总成道路模拟试验方法研究[D].武汉:武汉理工大学,2012.

[5] 李凌阳.车辆悬架系统参数辨识、建模及耐久性分析优化[D].武汉:华中科技大学,2013.

[6] 周泽.基于真实路谱重现的虚拟台架及汽车疲劳寿命预测研究[D].长沙:湖南大学,2013.

[7] 熊飞.基于实车道路谱的车身疲劳寿命预测[D].广州:华南理工大学,2017.

[8] 伊斯武,张继伟.轴耦合道路模拟在悬架可靠性试验中的应用[J].拖拉机与农用运输车,2011,38(2):49-52.

收稿日期:2022-05-17

(上接第3页)

设计的部分公差在实际制造过程中无法达成,且一致性较差;设计中对尺寸达成的虚拟分析与实际制造过程有偏差,如未考虑前保险杠的变形量,对于工装装配的一致性无法提前考虑补偿。为解决实车匹配问题,建议设计中对柔性件的模态进行分析,考虑制造过程中的强度变化并优化结构,同时考虑制造能力和水平,制定合理的设计公差,对于必须加严的公差提出优化方案,从而减少匹配工作量,提升整车外观质量。

参考文献:

[1] 裴博,吕贻旬,李琦.汽车发动机舱盖与翼子板匹配的探究[C].河南省汽车工程学会.第十五届河南省汽车

工程科技学术研讨会论文集.郑州:河南省汽车工程学会,2018:149-150.

[2] 桂方亮,徐浩,汤敏.车身后大灯安装孔尺寸偏差对外观匹配的影响[J].汽车工艺与材料,2015(8):30-32.

[3] 孟凡刚.基于PFMEA分析方法解决某车型尾门与侧围面差匹配问题[J].汽车制造业,2021(10):33-35.

[4] 杨红彦,张泽龙.某车型尾灯装配间隙平行差超差的问题分析与解决[J].汽车工艺与材料,2018(7):52-55.

[5] 杨彦灵,孙聪海.基于3DCS某车仪表板与前门护板匹配偏差仿真优化[J].汽车工艺与材料,2017(12):63-67.

[6] 张东发,白济榕,蒋志钢.汽车尾门框尺寸匹配问题解决与优化提升研究[J].汽车周刊,2022(12):86-88.

收稿日期:2022-10-16