

基于汽车油箱振动噪声控制的隔振优化设计

崔振华, 曾志新, 付玉乐, 龙书成

(广州汽车集团股份有限公司 汽车工程研究院, 广东 广州 511434)

摘要:介绍基于汽车油箱振动噪声控制的隔振优化设计。根据油箱和车身动刚度实测数据及振动传递损失率要求, 确定油箱隔振垫静刚度的设计目标值为 $50 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$; 利用仿真分析得到油箱隔振垫结构优化方案, 并进行样件的单品静刚度测试, 对比分析设计的准确性。整车NVH测试结果表明, 油箱隔振垫结构优化后隔振效果较好。

关键词:汽车; 油箱; 噪声; 隔振垫; 动刚度; 静刚度; NVH性能; 仿真分析

中图分类号: TQ336.4⁺2

文献标志码: A

文章编号: 1000-890X(2020)03-0205-04

DOI: 10.12136/j.issn.1000-890X.2020.03.0205



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

随着汽车工业水平的提高, 汽车的乘坐舒适性越来越受到重视, 汽车的噪声、振动、声振粗糙度(NVH性能)直接影响用户对其品牌及品质的认可。整车NVH水平已成为衡量汽车设计水平的重要标杆。车内噪声主要来源之一是油箱晃动, 即在车辆制动或者蠕动前行时, 油液撞击油箱产生的振动经油箱隔振垫传递到车身钣金而辐射噪声到车内, 影响整车NVH性能。

本工作根据隔振理论进行油箱隔振垫的结构优化, 并装车进行隔振性能测试, 对比分析油箱隔振垫结构优化前后的隔振性能, 确定设计的准确性。

1 油箱隔振垫性能设计目标

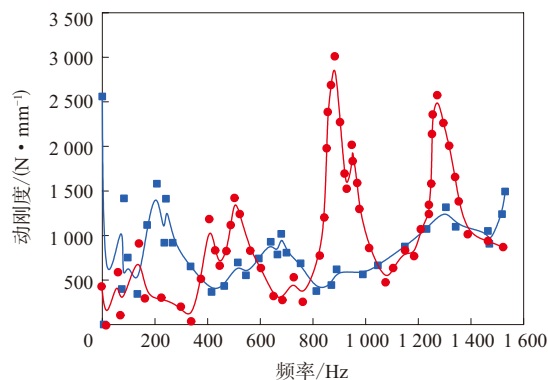
以广州汽车集团股份有限公司某项目为例, 在频率 $0 \sim 1\,600 \text{ Hz}$ 范围内, 通过对油箱隔振垫进行结构优化, 从而减轻油液撞击油箱壁面产生的振动, 降低由振动传递到车身钣金而辐射的噪声, 提高汽车的驾乘舒适性。

利用敲击法在频率 $0 \sim 1\,600 \text{ Hz}$ 范围内对油箱和车身动刚度进行数据采集, 得到动刚度曲线, 如图1所示。

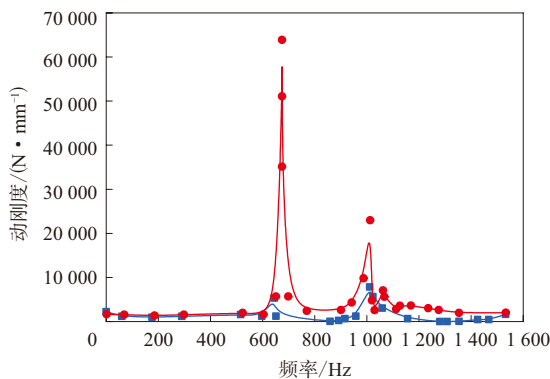
根据动刚度曲线求得油箱和车身的机械导纳

曲线, 如图2所示。

结合油箱隔振垫刚度与振动传递损失率的相关性可知, 在大多数频率范围内, 油箱隔振垫的静



(a) 油箱



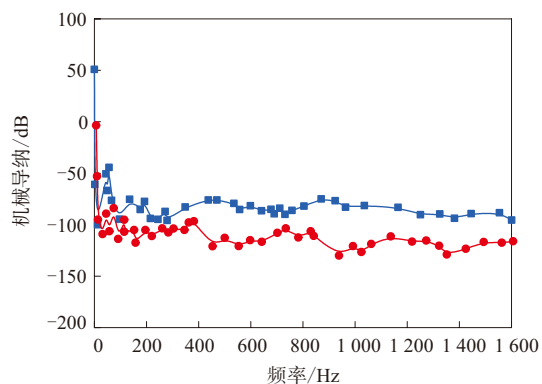
(b) 车身

■—左前Z向; ●—右前Z向。

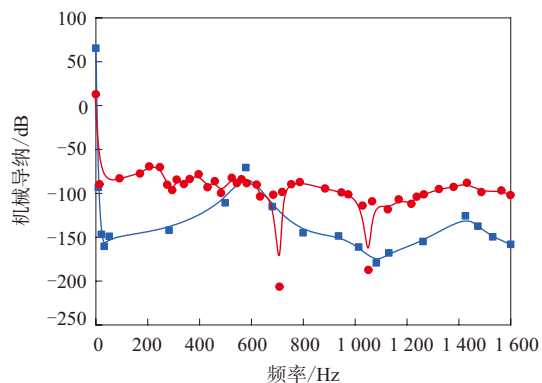
图1 油箱和车身的动刚度曲线

作者简介:崔振华(1982—), 男, 天津人, 广州汽车集团股份有限公司汽车工程研究院工程师, 硕士, 主要从事汽车冷却系统的研究工作。

E-mail: cuizhenhua@gacrnd.com



(a) 油箱

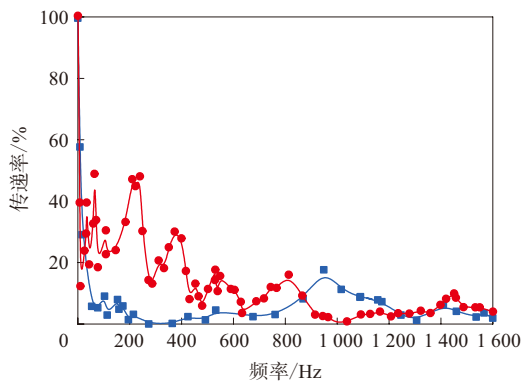


(b) 车身

注同图1。

图2 油箱和车身的机械导纳曲线

刚度为 $50 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 时,其能达到振动传递损失率90%以上的效果,即满足隔振目标要求^[1-2],如图3所示。



注同图1。

图3 油箱隔振垫的振动传递率曲线

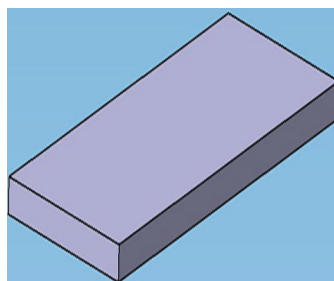
2 油箱隔振垫结构设计

为达到振动传递损失率90%,油箱隔振垫静

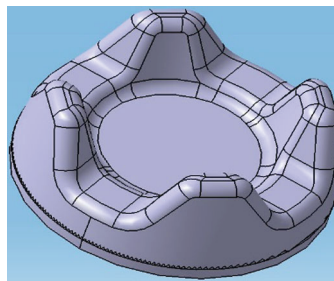
刚度需按照 $50 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 进行设计。设计输入参数为:油箱质量 18.5 kg ,隔振垫材料 三元乙丙橡胶,邵尔A型硬度 45度,预载位移 2 mm 。

2.1 结构设计

利用3D软件并结合设计经验,对油箱隔振垫进行结构设计,将原压缩型结构改为剪切型结构,如图4所示。



(a) 优化前



(b) 优化后

图4 油箱隔振垫结构示意图

2.2 仿真分析

将油箱隔振垫进行仿真分析^[3],并根据静刚度仿真值不断调整结构,直至调整到在 2 mm 位移范围内静刚度仿真值接近 $50 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$ 目标值的要求。油箱隔振垫的仿真分析如图5所示。

2.3 单品试验

制作样件并进行单品台架静刚度测试,如图6(a)所示,以确认实测结果与仿真结果是否一致。试验条件为:加载方向 Z向,位移加载范围 $0 \sim 4 \text{ mm}$ (为了准确测量,预压一定小压缩量),加载速度 $10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ 。油箱隔振垫的单品试验结果如图6(b)所示。

2.4 对比分析

油箱隔振垫的静刚度测试和仿真计算结果分别为 48.8 和 $50 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$,仿真计算结果的误差为 2.4% ,在 5% 以内,满足设计要求。

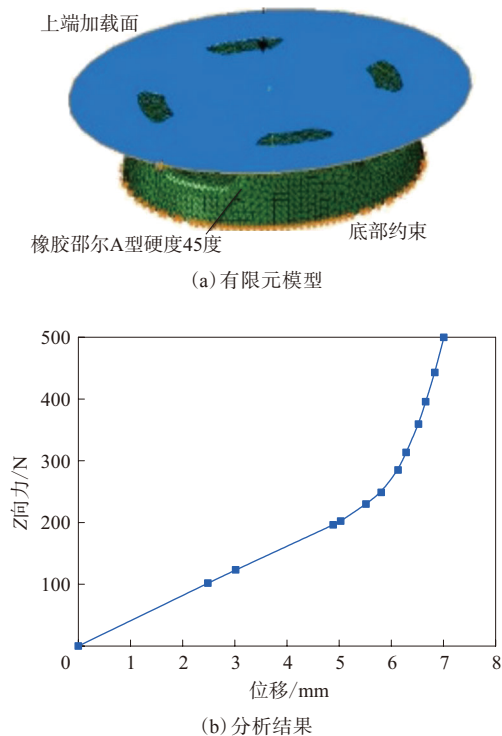
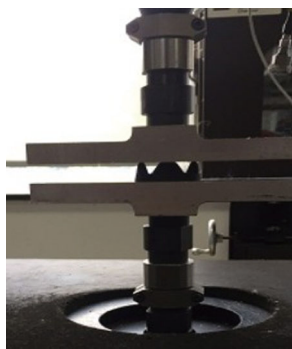


图5 油箱隔振垫仿真分析



(a) 试验仪器

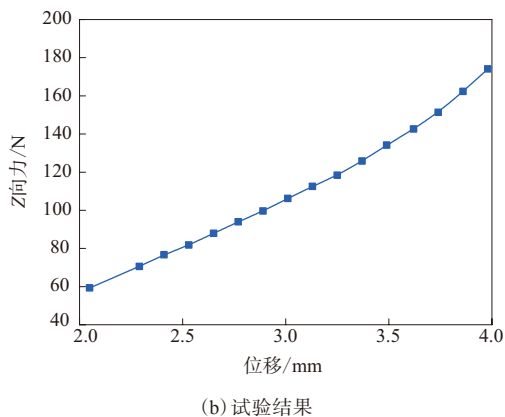


图6 油箱隔振垫单品台架静刚度测试

3 NVH测试

在满油、车辆蠕动工况下,测试整车隔振性能。油箱隔振垫结构优化前后整车隔振性能测试结果分别如图7和8所示。

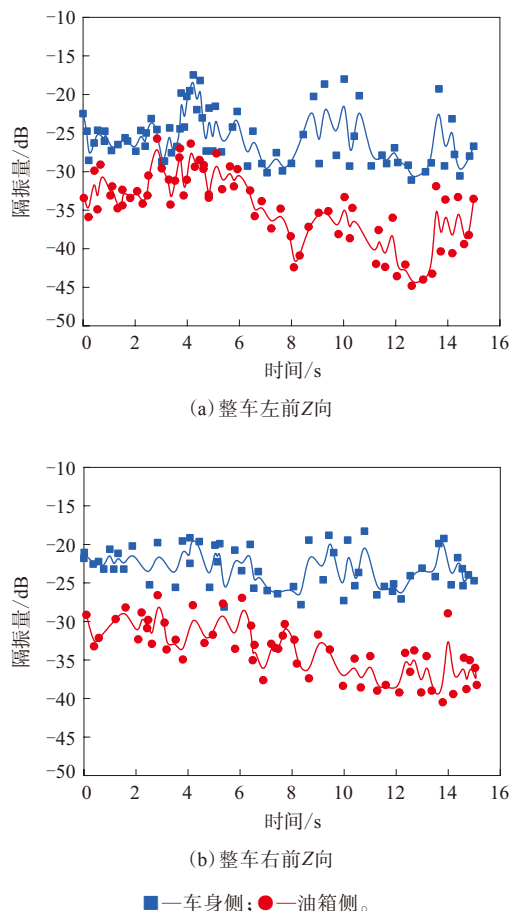


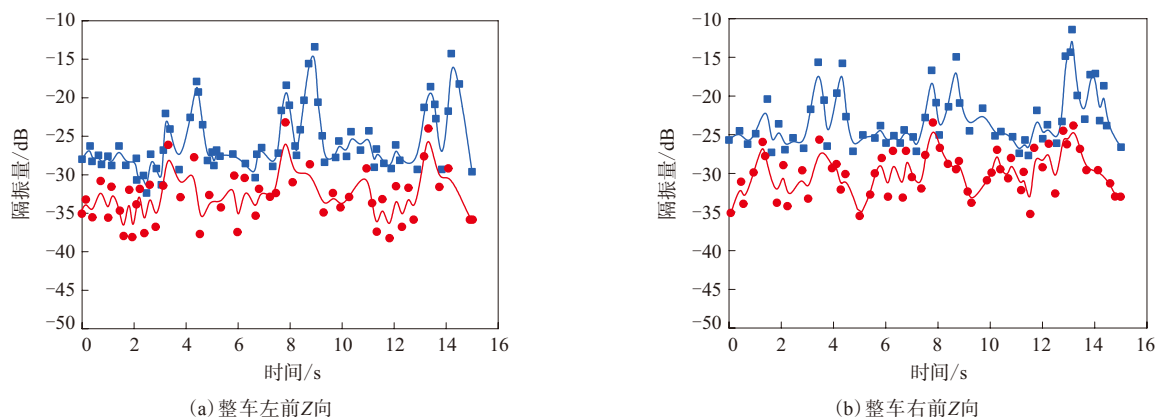
图7 油箱隔振垫结构优化前整车隔振性能测试结果

对比图7和8可以看出,隔振垫结构优化后整车隔振性能有所提升。

隔振垫结构优化前油箱左前Z向和右前Z向隔振量分别为7.7和8.1 dB,优化后隔振量分别提高到16.8和11.4 dB。

4 结论

通过对油箱和车身动刚度实测,确定满足隔振需求的油箱隔振垫静刚度值;利用仿真分析与实际设计经验结合,优化油箱隔振垫的设计结构,并将其装车进行NVH测试,结果表明优化后油箱隔振垫的隔振效果较好。



注同图7。

图8 油箱隔振垫结构优化后整车隔振性能测试结果

参考文献:

- [1] 杨文华,刘悦卫,屠翔宇.汽车燃油箱减振元件设计方法研究[J].声学技术,2017,36(2):69-74.

- [2] 曾宪奎,高远昊,冯翰林,等.载荷及老化因素对地板减震系统振动传递率的影响[J].橡胶工业,2019,66(3):213-216.
[3] 张建华,丁磊.ABAQUS基础入门与案例精通[M].北京:电子工业出版社,2012.

收稿日期:2019-09-05

Optimization Design of Vibration Isolation Based on Noise Control of Fuel Tank Vibration of Vehicle

CUI Zhenhua, ZENG Zhixin, FU Yule, LONG Shucheng

(Automotive Engineering Research Center, Guangzhou Automobile Group Co., Ltd., Guangzhou 511434, China)

Abstract: The optimization design of vibration isolation based on the noise control of the fuel tank vibration of vehicle was introduced. According to the measured data of the dynamic stiffness of the vehicle body and fuel tank, and the requirement of the vibration transmission loss rate, the design target value of the static stiffness of the fuel tank vibration isolation pad was determined to be $50 \text{ N} \cdot \text{mm}^{-1}$. The structural optimization scheme of the fuel tank vibration isolation pad was obtained by simulation analysis, and the static stiffness was measured in order to analyze and confirm the accuracy of the design. The vehicle NVH test results showed that the vibration isolation effect was better after the structure optimization of the fuel tank vibration isolation pad.

Key words: vehicle; fuel tank; noise; vibration isolation pad; dynamic stiffness; static stiffness; NVH performance; simulation analysis

一种丁基橡胶系高性能材料 由江苏金轮橡胶有限公司申请的专利(公开号 CN 109851929A, 公开日期 2019-06-07)“一种丁基橡胶系高性能材料”,涉及的高性能材料配方为:丁基橡胶 14~20,无机填充剂 20~25,玻璃纤维 3~5,氢氧化镁 0.5~5,增粘剂 8~23,胶

粘剂 5~10,脂肪族烃类稀释剂 3~6,钛酸四丁酯 2.5~3。该高性能材料适用温度范围宽,耐磨性能和耐腐蚀性能良好,在温度较高和潮湿环境下仍然可以保持较高的剥离强度和剪切强度等力学性能。

(本刊编辑部 赵 敏)