

基于PSD谱的尿素箱支架的仿真分析

王 兰¹ 刘振国² 郭春秋³ 陈浩宇⁴

陕西万方汽车零部件有限公司 陕西 西安 710200

摘 要: 尿素箱体支架在实际应用中,因内壁喷漆不均匀与雨水锈蚀问题导致使用过程中出现内壁铁锈水外溢、造成末端螺栓被腐蚀。为更好的解决此问题,需要在尿素箱体支架侧面增加喷漆工艺孔,同时为了防止打孔后影响产品的结构性能,故采用西门子测试设备对应用车型进行实车路谱测试,以LMS软件进行试验数据提载,进一步以实车测试数据代入仿真分析中进行随机振动疲劳分析验证产品优化前后结构性能可靠性。

关键词: 尿素箱支架,实车路谱测试,随机振动疲劳,结构可靠性

Simulation and optimization of urea tank support based on PSD spectrum

Lan Wang, zhenguoLiu, chunqiuGuo, haoyuChen

Shaanxi Wanfang Auto Parts Co.,Ltd.shaanxi Xi'an 710200

Abstract: In the practical application of urea box support, due to the uneven spray paint on the inner wall and rain corrosion, the rust water on the inner wall spills out and the end bolts are corroded. In order to better solve this problem, it is necessary to add paint process holes on the side of the urea box support. At the same time, in order to prevent the impact of the structural performance of the product after drilling, Siemens test equipment is used to test the real vehicle road spectrum of the application model, and LMS software is used to carry out test data. Further, the real vehicle test data is substituted into the simulation analysis for random vibration fatigue analysis to verify the reliability of structural performance before and after product optimization.

Key words: urea box bracket real vehicle road spectrum test random vibration fatigue structure reliability

引言

近几年,面对市场竞争和经济受疫情影响,各行各业对产品质量要求日益增高,而CAE仿真分析在产品全生命周期中已发挥着越来越重要的作用,对于在用户使用过程中反馈的产品问题的优化与改进也不再是简单的定性分析,而是提出了更高的基于实测数据的精准分析。本文中尿素箱支架因管内喷漆不均匀导致锈蚀的铁水外溢影响了末端紧固螺栓性能与整体外观,故需要对支架增加喷漆工艺孔,文中阐述了以试验结合仿真的方法对尿素箱体的固定支架进行了优化前后的振动疲劳仿真对比,进一步检测优化前产品寿命值变化。

1 尿素箱系统简介

1.1 尿素箱作用

尿素箱的作用是减少柴油车尾气中含有氮氧化物污染的液体。尿素箱就是尿素储存罐,又称尿素罐,箱内装有尿素溶液,主要用于卡车和客车。汽车尾气通过尿素箱后,排放就能达到国IV标准。

1.2 尿素箱原理

2008年实施的国四、欧四排放标准,柴油机减排系统中需用到尿素水溶液,该尿素罐用于储存尿素水溶液。为减少汽车中有害气体的NOX的排放,国际上广泛采用SCR选择性还原技术,SCR处理尾气原理是利用尿素水溶液与氮氧化物NOX进行反应,生成无污染的氮气和水。

1.3 尿素箱结构

罐体采用耐尿素腐蚀的高密度聚乙烯材料,箱体采用滚塑工艺整体成型,坚固耐用,黑色或白色,符合安全性的要求,附属零件选材合理,满足SCR系统设计要求。能保护环境,避免受到伤害。加了尿素之后,生成的水和氮气都无毒无害。尿素箱是减少柴油车尾气中的氮氧化物污染,主要由箱体,传感器、固定箱体的支架组成。箱体通过支架固定在车架上,支架的结构性能直接影响尿素箱功能,故需要对增加喷漆孔的支架进行实测数据的仿真对比分析。尿素箱系统如图1,优化前后支架如图2所示;



图1 整体模型



图2 优化前后支架模型

1.4 尿素箱受力分析

尿素箱体通过支架安装在车架上，在车辆正常行驶过程中，存在一定的振动工况，故需要对其进行随机振动分析。随机振动响应分析是频率分析，因此在分析前首先要对结构进行模态分析[1-2]。通过对尿素箱体的仿真模态与试验模态分析，发现尿素箱总成随着尿素液体的减少其整体低频模态处于14—24Hz之间，分析结果如下表1，易被来自路面传递的激励引起共振，导致支架的开裂，故需要进行随机振动疲劳分析。

表1 模态分析结果

	一阶前后振动 (Hz)	一阶上下振动 (Hz)
100%	14.07	16.52
75%	16.61	18.92
50%	18.57	21.01
25%	21.21	23.99
试验结果	20.73	23.96

2 实车路谱测试与数据提取

2.1 实车路谱测试与测量信号处理

为了精确且快速响应优化验证，应用数据采集设备，对标到目标产品应用车型中，采集与车架连接处的加速度时域信号，通过测试软件利用FFT转换为频率的加速度功率密度谱即PSD谱。

2.1.1 试验系统介绍

试验数据采集系统：LMS SCM2E05 32通道数据采集系统。

试验数据分析处理软件：LMS TEST.Lab DesktopTL-DTP.20.1/TL-SCD.92.4

传感器：PCB公司三轴加速度传感器。

2.1.2 测点布置

结合实车装配及布局，在与车架连接的过渡支架图1所示处进行输入加速度三个方向的时域信号的采集。

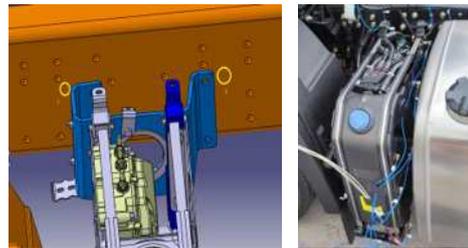


图3 传感器布置图

2.2 振动信号采集

结合跑场路面情况，选择平坦路面、随机路面、比利时路面、搓板路，按照表2要求进行行车测试。

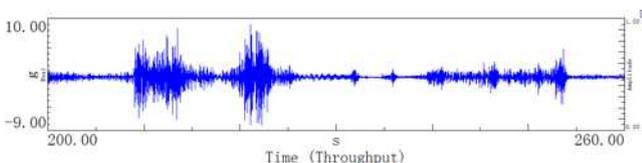
表2 信号测量要求

	随机路面	比利时路面	搓板路面
车速	40Km/h	8-10 Km/h	40-60 Km/h
时间	200s	50s	100s
频率	0-400Hz		

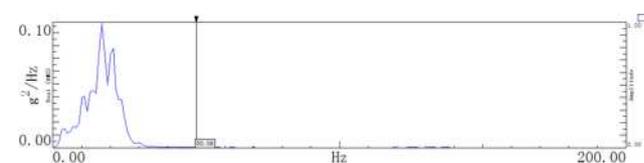
在保证车辆行驶安全的前提下，平坦路面上直线稳定车速选择为60Km/h，起步、加速、减速、过弯、过减速带等行驶工况。为防止测量过程中突发问题，进行三次的信号测量，后续提取相对稳定可靠的数据。

2.2 测试数据分析与选用

对比X、Y、Z三个方向不同路面数据，发现Z向振幅较大，搓板路面的最大振幅为14g，故截取Z向加速度搓板路面的数据，滤掉400HZ以上的信号，再转换为频域内的信号即搓板路面下的PSD谱，其信号如图4所示。由psd信号图可知来自路面的激励频率在50HZ以后幅值可忽略不计。故只截取前50Hz的信号以此数据模拟由车架传递到尿素箱的激励。



a) 低通滤波后的Z向加速度信号



b) 转换后的PSD谱

图4 搓板路面激励信号

3 随机振动疲劳仿真分析

随机振动分析是一种基于概率统计学理论的谱分析技术，因为也被称为功率谱密度分析^[3]。随机振动疲劳分析在

随机振动载荷信号的基础上进行的应力导致损伤的统计，目前工程上常用的是Dirlik方法来获得宽带过程的PSD的概率密度函数。而我们需要用有限元软件求出产品的应力频响

函数，然后将应力函数和载荷的PSD曲线导入疲劳分析软件中，此处需要注意的是，产品所分析的频率范围要覆盖PSD曲线的频率范围。求解疲劳寿命云图及数据对标表如图5，表3所示。

表3 优化前后疲劳寿命对比

	原支架	优化支架
疲劳寿命	3.9e6	3.8e6
结论	最小疲劳次数基本一致	

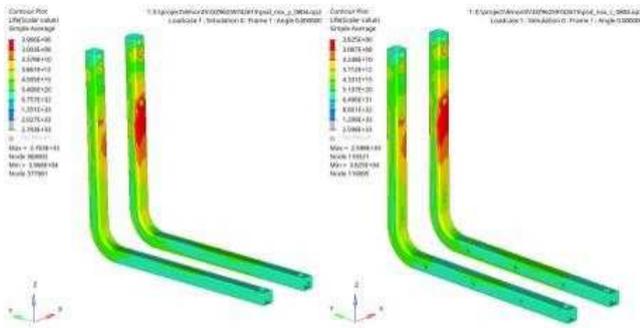


图5 疲劳云图

4 结束语

文中采用了实车测试数据结合仿真分析方法，验证了优化前后支架的振动疲劳变化，替代了台架试验。在产品的改进可靠性方面提供了一定的数据。从实际应用路况出发，充分考虑了使用情况，更进一步体现了产品改进的严谨性。以试验测试数据结合仿真的方法，在保证分析数据可靠的前提下，推进了产品改进的工作效率，真正实现了仿真提高工作效率的目的。

参考文献

- [1]史文忠, 王丽红, 王小军.低温贮箱新型绝热支撑结构随机振动模拟分析[J].真空与低温, 2015,21(3):181-185.
- [2]刘龙涛, 李传日, 马甜, 有限元仿真在振动结构疲劳分析中的应用[J].装备环境工程, 2015, 21(3):23-29.
- [3]朱红发, 赵明利, 程热.基于PSD法的船载雷达随机振动响应分析[J].装备环境工程, 2020[10]:2-9