

基于 SUV 后背门动态路试振响的研究

席艳秋 刘珍珍 王家林 余彪
奇瑞汽车股份有限公司
DOI:10.12238/acair.v3i2.13483

[摘 要] 随着汽车工业的快速发展,消费者对汽车乘坐舒适性的要求日益增高。车内噪声作为衡量汽车品质的重要指标之一,对乘客的舒适性和驾驶安全性具有直接影响。本文针对SUV车型在动态路试过程中出现的后背门振响问题,通过理论分析与实际测试相结合的方式,深入探讨了振响产生的机理,并提出了有效的优化措施。分析结果表明,后背门系统模态与密封系统的性能是影响振响的关键因素。通过调整后背门缓冲块压缩量、密封条压载等措施,显著增加后背门系统背压,降低了振响发生几率,提升车辆的NVH性能。

[关键词] 动态路试; 振响; 系统背压

中图分类号: U466 **文献标识码:** A

A structure optimization and test on side crash of vehicle
Yanqiu Xi Zhenzhen Liu Jialin Wang Biao Yu
Chery Automobile Co., Ltd.

[Abstract] With the rapid development of the automotive industry, consumers' demands for car ride comfort are increasing day by day. As one of the important indicators for measuring the quality of a car, interior noise has a direct impact on passenger comfort and driving safety. This article focuses on the problem of back door vibration in SUV models during dynamic road tests. Through a combination of theoretical analysis and practical testing, the mechanism of vibration is deeply explored, and effective optimization measures are proposed. The analysis results indicate that the modal characteristics of the back door system and the performance of the sealing system are the key factors affecting vibration. By adjusting the compression amount of the back door buffer block and the pressure of the sealing strip, the back pressure of the back door system is significantly increased, reducing the probability of vibration and improving the NVH performance of the vehicle.

[Key words] sdynamic road test; vibration sound; system pressure

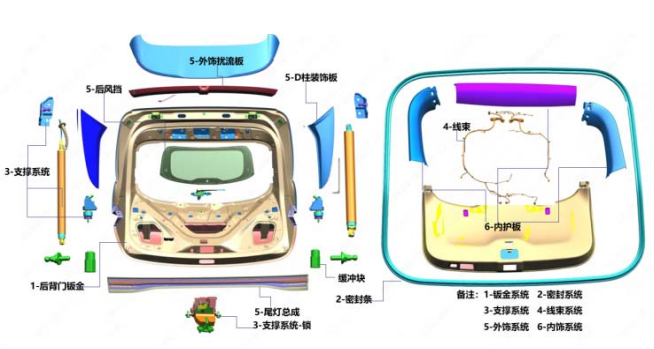
引言

近年来,随着汽车工业的快速发展和消费者对汽车品质要求的不断提高,车辆的NVH性能已成为衡量汽车品质的重要指标之一。SUV车型因为其独特的车身结构和在崎岖不平、沟壑、石块等路面行驶工况的需求,在动态路试过程中后背门产生的振响问题尤为突出,本文的目的就是通过理论分析与实际测试,深入研究SUV后背门振响的机理,并提出有效的优化措施,以此来提升车辆的NVH性能。

1 后背门系统简介

后背门系统由以下子系统组成,包括后背门钣金系统、密封系统、支撑系统、线束系统、外饰系统以及内护板系统。此处研究的后背门总成采用金属材料,保证结构强度的同时承载着后尾灯、扰流板、后风挡及内护板总成等零部件。

2 SUV后背门振响产生原理



2.1 振响产生原理

由于后背门系统包含零件较多,系统结构复杂,包含金

属、塑料及橡胶等不同材料的产品,装配关系有卡接结构、焊接结构、螺栓结构及粘接结构等,整车颠簸路、组合路测试过程中,不同材料、不同结构的刚性配合关系,因为相对位移导致震动异响。主要分为钢索路后背门振响-主要X/Z方向震动,颠簸路面尾门锁扣区域震响-锁扣和锁体撞击,扭曲路后背门密封条异响-密封条涂层,全路况后背门附件异响-贯穿尾灯或扰流板卡扣卡接不到位或间隙不足导致的与钣金撞击震动产生的振响。

2.2 SUV后背门异响原因排查分析

备注:以下数值仅为某主机厂要求,各主机厂要求各有差异后背门异响影响因素:

- (1) 车身(骨架)刚度不足。
- (2) 后背门刚度不足。
- (3) 理论系统背压设定不足。
- (4) 车辆实际系统背压不满足理论值。
- (5) 附件系统装配不到位。
- (6) 来件质量不合格。

这里阐述的异响,不包含装配及来件质量导致的异响,只研究刚度及系统约束不足带来的异响问题。

2.2.1 车身刚度不足

主要指车身扭转刚度/开口变形是否满足设计要求。

车身开口变形分析:考察车身在路面激励的情况下,车身侧后背门开口相对位移量;

约束和加载:约束后弹簧座,在前减减震器处施加定量扭转力矩。

目标: **开口变形量** $\delta_D = \frac{LD-L}{L} \leq 0.08\%$, 其中L为理论值,LD为实测值。

2.2.2 后背门刚度不足

包含TB模态,行业整体目标值 $\geq 28\text{HZ}$,各安装点刚度(铰链安装点,锁安装点及缓冲块安装点等)和整体刚度(横向刚度,弯曲刚度和扭转刚度),以上要求需在产品设计时满足各OEM目标值。

2.2.3 系统背压设定不足

系统背压: $M1+M2+M3+M4+M5 \geq Ma+Mg$

既 $F1*L1+F2*L2+F3*L3+F4*L4+F5*L5 \geq m*a*Lg+GL$

反之若 $M1+M2+M3+M4+M5 \leq Ma+Mg$,当系统背压力出现不足,尾门系统无法克服路面激励带来的抖动时,产生异响。

其中: Ma 为路面颠簸的惯性力矩, $Ma=m*a*Lg$

a 值总装车间路试场取 $2.2g$ 加速度。

Mg 为自身重量力矩。

$M1$ 为撑杆提供的支撑力矩。

$M2$ 为锁橡胶块支撑力矩。

$M3$ 为侧导向块支撑力矩。

$M4$ 为密封反力支撑力矩。

$M5$ 为缓冲块支撑力矩。

F	系统背压(推力N)	虚拟值
F1	撑杆关闭状态输出力(N)	
F2	锁关闭状态内部橡胶块支撑力(N)	
F3	侧导向块反力(N)	
F4	密封条反力	有限元计算
F5	缓冲块反力(N)	刚度曲线,实车修正
G	系统重力(N)	
L	系统背压力臂(mm)	
L1	撑杆力臂(mm)	
L2	锁橡胶块支撑力臂(mm)	
L3	侧导向块力臂(mm)	
L4	密封反力力臂	有限元计算
L5	缓冲块反力力臂(mm)	
Lg	重力力臂(mm)	

经过实车分析:实物阶段影响系统背压的因素只有密封条和缓冲块提供的反力。

2.2.4 系统背压不足-密封条反力

影响系统密封反力的关键因素:

- (1) 密封压载及压载曲线-密封条压载 $d0 \pm 2\text{N}/100\text{mm}$ 。
- (2) 后背门内间隙公差-定义 $\pm 1.5\text{mm}$,止口边高度 $\pm 1\text{mm}$ 。
- (3) 实车状态密封条压缩方向-装调书明确下发止口边角度要求。
- (4) 密封条实车装配状态。

验证结论:密封条受自身压载及内间隙波动密封反力对系统背压影响约 $\pm 75\text{N}$,需压缩波动量。

建议:密封条压载公差实物按 $\pm 1.5\text{N}/100\text{mm}$ 控制,且在 $(d0+1.5)-(d0-1.5) \leq 1.5\text{N}/100\text{mm}$ 。

2.2.5 系统背压不足-缓冲块反力

影响系统缓冲块反力的关键因素:

- (1) 缓冲块刚度曲线-建议按照实物修订理论曲线。
- (2) 缓冲块压缩量-按系统背压理论计算值定义。
- (3) 车间实车装配状态-装调定义下发缓冲块装调 $XX \pm 0.25$ 圈(干涉量 $\pm 1\text{mm}$)。

2.2.6 验证结论

(1) 前期实车状态不稳定,缓冲块内间隙波动,按总装装配调整说明书执行缓冲块可能不接触,导致实车异响。

(2) 缓冲块干涉量 $1-3\text{mm}$,换算到系统背压增加接近理论计算值时对缓冲块内间隙过于敏感,部分车辆此处波动可能会导致后背门共振响或开门声音大问题。

所以建议:降低缓冲块硬度,弱化缓冲块对系统背压影响,目标缓冲块干涉量 $1-3\text{mm}$,缓冲块自身力值变化 $\leq 40\text{N}$,作用到系统背压增加量 $\leq 100\text{N}$,此方案问题为缓冲块在设定干涉量位置

无法提供足够的系统反力,此时需加大密封条提供背压比例,即加大密封条压载。

3 总结

通过以上的分析验证,总结出后背门动态振响主要原因有以下两方面:

(1)当前后背门约束不足,稳定性略差。

(2)实车系统背压不足,无法克服路面激励带来的共振。建议通过缓冲块压缩量的调整及密封条压载来平衡异响问题。但各主机厂设计标准的差异,此结论不能覆盖所有车企问题,还需针对问题具体分析。

本论文虽然取得了一定的研究成果,但仍存在不足之处,需要在未来的研究中不断完善和深化。通过持续的努力和探索,

我们有望为SUV车型后背门路试振响问题的解决提供更有效的方法和方案。

[参考文献]

[1]张永利.某SUV车型尾门开启噪声的原因分析及结构优化研究[J].汽车与驾驶维修(维修版),2023,(05):30-32+36.

[2]赵建兵,彭硕,赵龙灿.后背门限位块硬度对车内鼓噪影响的研究[J].噪声与振动控制,2017,37(06):86-89.

[3]马静静,曾敏方.整车车内NVH异响的识别及解决方案[J].汽车工程师,2013,(10):36-39.

作者简介:

席艳秋(1978--),女,吉林榆树人,学士,高级工程师,本科,主要从事汽车车身技术方面的研究。