

后视镜风噪问题控制与解决

□ 北京奔驰汽车有限公司 / 徐志强 阮金超 杨天信

摘要：在车辆高速行驶过程中，后视镜区域的哨声风噪会影响乘坐舒适性和客户感受。通过对总装生产过程中发生的此类质量问题，采用贴专用胶带的方法找到问题发生点，之后经过交叉试验、喷粉试验以及成品车三坐标测量等方法，明确问题发生的根本原因。最终对后视镜定位孔位置进行调整，缩短车门腰线亮条，彻底解决该问题的发生。工程效果证明，该解决问题的流程、方法稳定、有效，具有较高的生产应用价值。

整车行驶中，内、外饰的噪声表现，极大地影响着客户的乘坐舒适性和质量感知。随着汽车行业的快速发展，整车系统变得越来越复杂，集成了大量的功能和特征。这样使得乘坐舒适性和客户体验提升的同时，整车NVH性能变得更加难以控制。因此，所有的整车制造商，尤其是高端豪华品牌，从最初的研发试制到后期量产，都在整车NVH性能的提高上投入了大量的人力和财力。具有出色NVH性能的整车，不仅能够提升客户满意度，还可以提高整车企业产品的核心竞争力。

在德国“工业4.0”和“中国制造2025”的指引下，各车企在产能不断提升的同时，需要对总装生产线上发生的批量质量问题做出快速反应，尽快找出根本原因和短期、长期措施，严格保证交付给客户高质量、合格的产品。

风噪产生的原理研究

对于汽车行驶中产生的气动声学噪声，声场具有非定常特性。气动噪声的频率范围比较宽，约为20~20 000Hz，人耳感觉到不舒服的敏感频率为1 000~5 000Hz。

汽车风噪的研究与湍流是紧密联系的。湍流的形成与汽车外形有着直接的关系：汽车外表面的后视镜、雨刷、流水槽和装配缝隙，下部的车轮、悬架、排气管等复杂的底部结构等都会导致气流流动不平顺。在车底与地面之间，后视镜附近等部位形成涡流流动。同时车身表面的部分气流分离后又重新附着在车身上，形成附着流。这些湍流就是由各种不同尺度的涡旋叠加而成。

车身外部气流引起的湍流会产生两种形式的声源，真实的噪声应该是两者之和。

(1) 湍流自身可以看作声体

源(AWPF)，包括：后视镜尾涡区域形成的涡旋是噪声源，噪声传播的过程中，在车门玻璃表面发生反射，部分噪声透过车门玻璃，传递到车内。

(2) 湍流同时在车门玻璃表面形成脉动压力(TWPF)，湍流壁面脉动压力激发玻璃产生振动。

风噪问题分析及解决流程

1. 问题信息描述及交叉验证

在高环跑道上，车辆在60~90km/h时，右侧后视镜区域会产生尖锐的哨声风噪。

检查标准以考核部门按照专业客户主观感受为准，考核Ⅰ部每班次抽检2辆车，考核Ⅱ部每班次抽检16辆车。

发生问题的频次为每班次6.3%~12.5%。

经过贴胶带验证，发现只有封住车门腰线亮条与后视镜盖板结合的区域，风噪才会消失，去掉胶带，风噪声重现。

2. 交叉试验

采用交叉试验来找出问题的主要原因，在汽车行业应用非常广泛。该方法虽然不是非常精确，但是对于快速、便捷地定性分析问题起着非常重要的作用。

准备6辆车，分成2组：3辆有风噪的车，3辆没有风噪的车，按照以下步骤进行交叉试验。

- (1) 重复装配车门内板、后视镜内部密封棉，以及后视镜。
- (2) 交换好车和坏车的车门总成。
- (3) 交换好车和坏车的后视镜。
- (4) 交换好车和坏车的车门亮条。
- (5) 交换好车和坏车的后视镜密封棉。

试验结果显示，噪声与装配、后视镜单件和车门姿态无关，与车门腰线亮条和内部密封棉有关。

3. 喷粉试验

用显影剂喷涂后视镜盖板内部的密封棉发现：对于问题车，密封棉与后视镜盖板装配完成后，内侧并没有完全贴合，存在间隙，气密性不好，这与3D数模的理论状态不相符；而对于好车，两者贴合状态良好。

4. 三坐标测量

成品车三坐标测量技术现已经广泛应用于车辆尺寸问题分析工作中。建立精确的整车坐标系是完成

尺寸分析工作的基础和前提。整车RPS (Reference Points System) 点的选取是由设计部门根据“统一基准”的原则确定的。

三坐标测量过程中所使用的Caligo软件，其核心算法是利用高斯最小二乘优化算法循环找正。

5. 根本原因分析

结合以上交叉试验、喷粉试验以及成品车尺寸测量报告的结果，可以得出车身偏差、供应商零件偏差与装配偏差三者的贡献，见表1。

该问题的根本原因可以总结为：

- (1) 车门腰线亮条向前推动后视镜密封棉0.9mm，偏差主要来自于装焊车身。
- (2) 后视镜装配向后偏差0.4mm，偏差主要来自于总装装配。
- (3) 后视镜密封棉向不利方向偏差1.3mm，偏差主要来自于全球采购的供应商零件。

三方面偏差共同造成后视镜盖板与密封棉之间存在间隙，气密性不好，最终引起路试风噪。

6. 改进措施验证

实施改进措施的最终目标是：增加后视镜盖板与内部密封棉在结合处的气密性。基于与产品设计部门、总装部门和供应商零件管理部门讨论的结果，以及经过6辆问题车的有效性验证后，决定短期措

施是：在后视镜盖板内部添加2块25mm×10mm×2mm的毛毡。该毛毡材料是经过设计部门放行过的，短期措施批准的PDR (Production Deviation Request) 有效期为3个月。

长期措施的改进是：装焊向前 (X向) 调整后视镜定位孔1.0mm；供应商将车门亮条做短1.0mm，两个步骤需要同时进行。

工程应用情况

短期措施实施的时间节点前后，质量部考核部门抽样检查时发现问题车辆的数量。短期措施执行后，没有出现风噪的问题车。

最后，经过长期措施切换，仍然未发现问题车辆，短期措施与长期措施切换平稳，长期措施稳定、有效。

提升的时间效益和经济效益见表2。

结语

本文中提到的路试风噪问题，采用交叉试验、喷粉试验和成品车三坐标测量等方法，能够找到问题的根本原因。最后应用短期、长期措施消除偏差影响，来彻底解决生产线发生的批量问题。工程应用情况表明：该流程、方法可以显著降低重修部门的工作量，有效提升时间效益和经济效益，具有较高的工程应用价值。

表1 偏差对比结果

	偏差大小/mm	所占百分比 (%)
车身偏差	0.75	30.6
密封棉零件偏差	1.3	53.1
装配偏差	0.4	16.3

表2 项目实施后时间、经济效益提升情况

	时间效益	经济效益/元
项目实施后	31.3%	93 360