

新能源汽车内外饰件NVH技术创新

陈雪进 李楚鹏

海南海马汽车有限公司 海南 海口 570216

摘要: 根据新能源汽车内饰件装配部位、NVH贡献量、材料声学特性、成型工艺等, 阐述汽车内饰件在产品开发时, 通过优化产品厚度、密度、结构(材料组合)、造型、成型工艺、空腔隔断等, 使产品本身固有的NVH特性(隔声系数、吸声系数)得到有效的提升, 从而有效地改善了新能源汽车整车的NVH性能及舒适度。在系列新能源汽车内饰件中, 重点介绍新能源汽车主要NVH件(顶棚、地毯、前围下垫、行李箱地毯、空腔隔断产品、发动机舱/盖隔热垫、轮罩档泥板、座椅)的创新设计及应用。

关键词: 内外饰件; NVH性能; 贡献量; NVH特性; 材料改进; 设计优化; 创新点; 创新效果; 轻量化; 声学测试

引言

随着人们对新能源汽车关注度的提升及生活水平的提高, 新能源汽车已进入越来越多的家庭, 同时, 汽车NVH性能(NVH是噪声Noise、振动Vibration与声振粗糙度Harshness, 表示振动、噪声和舒适性)也备受顾客及制造商关注, NVH性能等同于安全性、环保性、排放、油耗, 是评价整车性能的重要指标之一, 若车内噪声过大会严重影响整车舒适性、语言清晰度、人的识别能力及心理状态。因此, 要迫切改善车内各类噪声, 提升整车的NVH性能, 必须改进新能源汽车主要NVH内外饰件(地毯、前围下垫、顶棚、行李箱地毯、空腔隔断产品、发动机舱/盖隔热垫、轮罩档泥板、座椅)的声学性能以及消弱、隔断、消除噪声的传播途径。现基于多年对新能源汽车产品设计、研究与开发的基础上, 对其主要的内外饰件实行NVH技术创新, 创新成果已广泛应用于海马及其他主机厂自主研发的新能源新车型、量产车型上, 并经声学测试验证: 无论是产品还是整车, 其NVH性能表现良好, 而且开发成本更低, 工艺更简便、成熟。

1 新能源汽车主要内外饰的声学功能

汽车内饰材料的声学特性主要包括吸声系数、隔声量、声传播速度、声传播损失、声传播阻抗等。改善内外饰件的NVH性能, 就是优化及改变材料的克重、密度、厚度、组成成分、内部结构及其分布状态。研究车辆内外饰件的材料、生产工艺、声学功能, 就为其内外饰件的NVH技术创新, 提供了坚强的理论基础。主要内外饰件的声学功能如下:

1.1 车用地毯: 主要阻隔来自汽车底部的风、路噪声, 同时吸收进入车舱内的低频噪声, 提高语音清

晰度。

1.2 车用前围下垫: 主要阻隔来自汽车发动机的中高频噪声。

1.3 车用顶棚: 主要是隔热以及吸收进入车舱内的中低频噪声, 提高语音清晰度。

1.4 车用行李箱地毯: 主要是阻隔来自汽车尾部风、路、排气噪声以及吸收车舱内低频噪声。

1.5 空腔隔断产品: 主要是隔断进入汽车车舱内的路、风、胎、发动机噪声以及减少振(传)动噪声。

1.6 发动机舱(盖)隔热垫: 主要是阻隔发动机、路噪(行驶状态)声以及隔热, 降低发动机噪声的响度。

1.7 轮罩档泥板: 主要是阻隔汽车轮胎噪声及砂/碎石冲击噪声。

1.8 座椅: 主要阻隔/吸收外部和车舱内的噪声、路噪声, 同时吸收进入车舱内的低频噪声, 提高语音清晰度。消除或降低座椅在调节、使用及车辆行驶振动产生的异响噪声。

2 车用地毯料 NVH 技术创新

NVH创新点: 由PET涤纶纤维表面层 + PE膜/EVA组成二层材料结构, 更改为: PET涤纶纤维表面层 + EVA/PP + PET吸音毡组成三层材料结构。同时, 根据该组成结构, 可将地毯设计成为非均厚的产品结构, 满足产品的装配性、舒适性, 声学性。创新效果: 车用地毯料结构采用上、下双层PET, 中间增加EVA/PP隔音层, 使地毯更具有质感、平整、美观、耐磨, 而且其隔、吸声效果得到有效的提升, 同时也提高了汽车乘客的舒适度。

2.1 BK驻波管声学测试(见图1)。

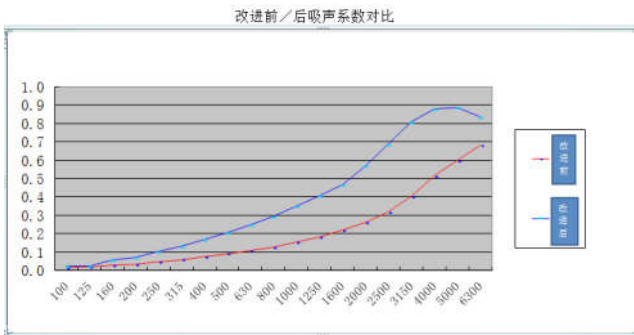


图1

3 车用前围下垫 NVH 技术创新

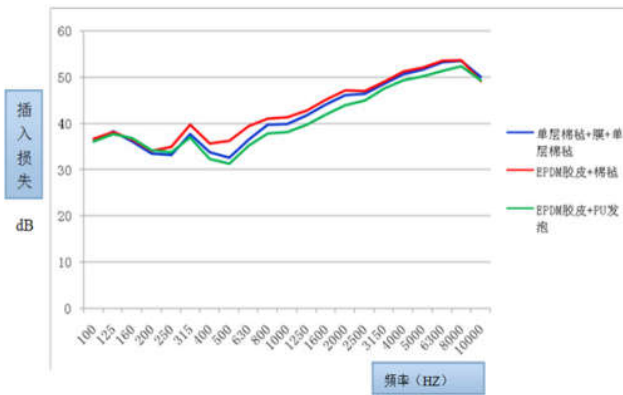


图2

4 车用顶篷 NVH 技术创新

NVH创新点：将传统材料：缝编无纺布+PU复合板，改进为：针刺无纺布（含PU层）+改进PU复合板，同时尽可能增加汽车顶篷产品局部（非装配处）厚度。创新效果：通过调小PU复合板中PU层、玻纤层的孔隙率，确保其玻纤料有序排列，增大其纤维直径及厚度，从而大大地改善了产品的吸声、隔声、隔热性能，提高了车内语音清晰度。根据设计要求，有意识地将顶篷产品设计成非等厚造型，不仅能有效地增加产品的刚性、隔热及NVH性能，而且也提升了产品的美观度。

5 车用行李箱地毯 NVH 技术创新：

创新点：行李箱地毯材料由原来的PET面料+木板+无纺布+热熔网膜组成，更改为：PET面料+蜂窝纸板+无纺布组成。创新效果：由于木板具有在外部温度发生变化时易变形的特点，而蜂窝纸板不易受外部温度影响，而产生变形、弯曲。据冷交变实验验证，产品在-40~80℃温度状态下，正常使用不发生变形、弯曲，作为内衬，可满足产品的装配、使用性能。蜂窝纸板可塑性强，具有良好的加工性，可以实现产品各种造型的加工，保证产品的美观、适配性、设计灵活性。

3.1 NVH创新点：由传统材料PVC胶皮+树脂类粘接剂+全固化毡或者EVA/EPDM胶皮+PU发泡组成，生产工艺为成型+人工粘接或者成型+发泡，变更为EVA胶皮+热熔毡或者高密度棉毡+PE/PP+低密度棉毡组成，生产工艺：一次性热压成型。创新效果：经测试验证，改进后的产品去除了树脂类粘接剂、发泡的污染，产品更加环保，热熔毡与EVA/EPDM胶皮一起加热后模压，不仅可实现一次性成型粘合工艺，同时也增大了热熔毡对EVA/EPDM胶皮的覆盖率，有效地提高了产品的吸声、隔声效果及产品VOC性能（见图2-3）。

3.2 声学测试：

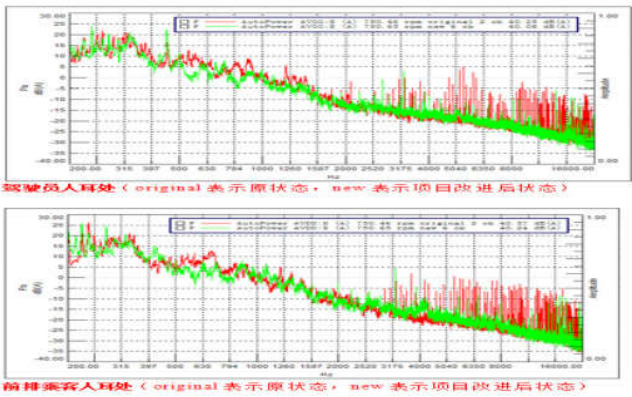


图3

6 车用空腔隔断产品 NVH 技术创新：

6.1 创新点：

6.1.1 隔断位置优选：分析车身的结构，根据车型不同类型噪声的传播途径，确定噪声隔断的最佳位置。利用发泡胶安装在车身选定隔断位置的钣金空腔内部，使其在跟随车身过涂装烤箱时，发泡胶受热发生发泡膨胀，填满车身空腔，起到阻隔声音传递、减少车身振动的作用，同时也保证噪声隔断效果取得最大化。

6.1.2 材料改进：根据隔断处空腔的结构，电泳液成分、涂装车间烤箱的烘烤温度、时间，开发出符合上述状态要求，低成本且具有最佳发泡率（填充效果良好）的EVA发泡胶。

6.1.3 产品结构设计优化：根据隔断处型腔的大小与形状，为了更好的改善隔断空腔发泡填充效果，避免粘贴式阻尼板易脱落，降低开发成本，尽可能在工艺上将粘贴式阻尼板变更为卡扣式阻尼板，同时将传统的支撑PP板（2mm）变更为：铝箔（0.15mm）。

6.2 创新效果：对噪声隔断位置的优化设置，不仅有效地防止噪声进入车内，避免了因施加多余的隔断位置进而影响车身涂装效果，同时也有效地降低了工艺执

行难度与开发成本；对发泡胶材料组成成分的改进，可使其发泡性能由原来的发泡时间180℃-200℃/20min降为160℃-180℃/15min就可实现正常发泡，且发泡均匀细腻，发泡倍率可达400%以上，有效降低了开发成本；实行产品结构设计优化，空腔隔断产品不仅实现了轻量化，低成本，装配简便，而且发泡效果俱佳、声音隔断效果明显；利用发泡胶的可变形、可回弹性，实现一些隔断处死角的造型设计及装配设计，进而提升空腔隔断产品在钣金造型复杂处的隔断效果。

7 车用发动机仓（盖）隔热垫 NVH 技术创新：

NVH创新点：由传统的水刺布/铝箔+半固化毡，改进为无纺布+PU+无纺布，实行模具热压成型。创新效果：改进后，发动机仓（盖）隔热垫产品的成型材料是整体的，不存在分层、折皱等质量缺陷，由此，设计、工艺上产品的局部厚度可增加至25-30mm，从而提升产品本身的强度以及隔声、吸声、隔热性能，而且生产工艺将减少“面料下料+半固化毡喷胶+修整”三个生产工序，极大地提高了生产效率，降低生产成本。

8 车用轮罩档泥板 NVH 技术创新：

8.1 NVH创新点：由传统原料PP片材，生产工艺：片材烘烤--冷模压制--冲切成型--修整--冲孔。改进为：白色吸音棉+PP+无纺布，生产工艺：片材烘烤--冷模压制--冲切成型--修整--冲孔--组合。

8.2 创新效果：通过对材料结构及造型设计的优化，在PP材料的正面增加无纺布（PET）层，就是给产品增加了一层“缓冲静音带”，不仅有效地削弱砂/碎石冲击档泥板的噪声及降低其冲击的响度，也能保证生产工艺的稳定，避免片材烘烤成型时，容易拉破、划伤、折皱；在产品背面增加白色吸音棉也可吸收汽车轮胎噪声及风噪声。

9 车用座椅 NVH 技术创新：

9.1 NVH创新点：

9.1.1 骨架与调节机构设计优化：通过CAE分析，采用粉末冶金齿轮、增加塑料阻尼齿轮等技术措施对滑轨、调角器、高度调节器等运动部件进行精心设计，从根源上降低调节时的机械噪音；在座椅骨架与车身地板安装点使用高性能橡胶隔振垫，有效过滤从车身传递过来的振动。

9.1.2 优化发泡工艺：设计不同密度和硬度的发泡层，然后实行组合来吸收和阻隔振动与噪音；将部分线束、传感器甚至小部件在发泡过程中嵌入发泡内，实行一体化发泡，防止后续装配间隙和摩擦异响。

9.1.3 控制噪声传播路径：在座椅骨架底部（座垫下方）覆盖隔音棉，阻隔或削弱从地板传来的路噪与风噪；在座椅背板内侧、座垫骨架内部等空腔区域填充或粘贴吸音棉类材料，以降低车内混响，提高语音清晰度。

9.2 创新效果：智能化与一体化设计：将声学设计更早地融入开发流程，减少后期“打补丁”式的改进；开发了更轻、声学性能更佳的座椅材料，改善了座椅轻量化与声学性能的平衡点，降低了车内混响，提高语音清晰度。同时也消除或降低座椅功能操作的异响噪声，提高驾乘人员的舒适性。

结束语

综上所述，NVH性能是评价新能源汽车驾乘舒适度的关键指标，也是其设计和制造质量的判定标准之一。再者良好的NVH性能也有助于提升新能源汽车国际知名度及参与国际汽车销售市场竞争力。随着新能源汽车的快速发展，对其内外饰NVH件的声学性能研究、设计优化、配套生产线的自动化智能改造，已得到各大汽车主机厂及配套厂的高度重视及资源投入，确保车辆的声学效果达到预期的目标值。在新车型前期开发阶段，就开始深入研究车辆NVH的生成机理、传播途径，设计整车声学包方案，通过仿真分析，提出声学包改进措施（包括声学材料厚度、密度、类型、结构，产品造型、产品覆盖率、整车阻尼分布等），从而提升整车的NVH性能。上述新能源汽车内外饰件NVH技术创新方案，是建立在从事整车多年声学包开发、研究及实验验证的基础上。该创新方案已在国内多款新开发车型、量产车型上都得到广泛的应用，并取得良好NVH整车效果及经济效益。

参考文献

- [1]金哲，张玲，吕崇建。汽车内外饰开发团队管理模型分析[J]. 汽车实用技术，2021（16）.
- [2]曹明。轻量化材料在汽车结构中的应用及工艺研究[J]. 汽车电器，2026.
- [3]丁宁。浅析汽车轻量化材料应用[J]. 铝加工，2026.