



近年来车载显示屏为了显示更多的信息和涵盖更多的功能，在外形上的发展趋势是尺寸越来越大。本文研究了 30 寸异形屏安装在仪表板上之后，仪表板和异形屏的模式，并且提出两种优化方案同时进行了对比分析，对装载较大显示屏的仪表板设计以及模式分析有一定的指导意义。

□ 泛亚汽车技术中心有限公司 黄玮 张瑞妍

某车型仪表板 30 寸异形屏模式优化研究



AI汽车网·首页

近年来随着汽车电动化，智能化，网联化的发展，更智能的车载电子系统成为行车必备。互联网应用与汽车设计结合的越来越紧密，消费者希望车载显示屏越来越大，让更多的行车信息通过大型显示屏来直观表现，同时让人机交互通过触摸屏来完成，因为触控操作更加简捷、直观和方便。与此同时取消了部分物理按键，简化了仪表板设计以及减少了零部件数量。车载显示屏的尺寸由早前的单屏、双屏及多连屏，进阶到更大更时尚的异形屏和曲面屏。不可忽略的是，从性能上对于这些越来越大的车载显示屏模式也有更高的要求。如果车载显示屏的模式比较低，当其发生和车体的共振时会大大影响驾乘体验。本文对某车型仪表板上 30 寸异形屏和仪表板总成的模式进行了分析，并对比提出了两种不同的优化方案。

异形屏安装形式对模式目标设定的影响

伴随着汽车安全性、动力性的提升，消费者对汽车舒适性也有了更高的要求，其中，汽车的 NVH 表现是表征汽车舒适性一个重要特性。仪表板作为汽车内饰的重要组成部分，其 NVH 特性对乘员舒适性有着重要的影响。仪表板及集成在仪表板上的零部件比如车载显示屏的振动，不仅对乘员的视觉感受有负面影响，而且长期频发的振动对零部件的性能也会不利。乘员舱内每个子系统的模式目标的设定要遵守避频的原则，即各子系统模式目标要尽量相互避开，或者通过增加隔振部件或者提升零部件自身的刚度来提升避振性能，这样才能避

免多个子系统模式耦合。

在以往开发车型的 Modal Map (整车模式分布表及开发目标) 中，对车载显示屏的模式没有特别标注。因为仪表板显示屏尺寸较小，并且背面与仪表板饰板平面完全贴合，显示屏的 6 个自由度完全被约束(图 1)，在这种情况下可以认为显示屏的模式目标与仪表板总成模式目标一致。

本文讨论的案例，车载显示屏是竖立安装在仪表板上，连接到仪表板的方式属于悬臂连接形式，并且本文讨论的显示屏有 30 寸，重 2.8 kg，突出于仪表板表面类似于图 2 所示。从人机角度来说，触控操作比较多。驾乘人员的眼睛对显示屏的振动会更加敏感，即对产品的刚度要求更高。

通过筛选其他 OEM 厂商已量产的仪表板显示屏采用竖立安装形式且为触控屏的 5 款竞品车型，采用锤击法收集了各个显示屏的模式，结果表明这些竞品显示屏的模式均大于或等于 45 Hz。

CAE 建模仿真过程及结果

1. 建立有限元模型的通用规范

本文研究的仪表板和异形屏的模式模型包括：仪表板横梁 CCB (Cross Car Beam)、仪表板总成及异形屏竖立安装在仪表板本体上。将仪表板总成数模模型导入到 HyperMesh 中，采用抽取数模模型中面的方法建立了仪表板总成和仪表板横梁的有限元模型，建模方式如下：

1) 综合考虑计算的准确性和计算成本的节约，对模型进行简化，删除少量对模式影响不大的圆角



图 1 背面与仪表板饰板平面完全贴合的显示屏



图 2 突出于仪表板表面的显示屏

和倒角，忽略直径小于 2 mm 的圆孔。

2) 仪表板等薄壳类零部件采用壳单元离散，其中以四边形单元为主，壳单元的平均尺寸为 5 mm，最小尺寸 2 mm。

3) 局部厚度过大结构采用六面体单元或四面体单元建模，更好的体现结构刚度。

4) 仪表板总成零部件的螺钉、卡扣约束通过刚性单元或 BEAM 单元连接模拟。约束仪表板与仪表板横梁 CCB，CCB 与车身连接点的全部自由度。

5) 仪表板横梁 CCB，也按照以上 1) 和 2) 建模要求，建立基础模型。仅在局部区域进行细化或简化，如焊缝处。

2. 异形屏建模方法

对异形屏，大部分结构采用上述相似建模方法，但在局部结构或子零部件上采用特殊的建模方法。为了更好地捕捉结构细节，异形屏的网格平均尺寸为 2 mm，最小尺寸为 1 mm。异形屏为多层结构复合而成，包括液晶屏、胶层、框架、铝支架、PCB 板及后盖。液晶屏本身为多层结构。

液晶屏层与层之间、铝支架和 PCB 板之间、框架和液晶屏之间均有很多胶接结构，也需要按照实际材料和参数，进行 CAE 的设置和建模。异形屏子零部件及材料参数见表 1，异形屏有限元模型如图 3 所示。

最终建立的有限元模型中，仪表板模型有 452 655 个单元，仪表板横梁 CCB 有 38 083 个单元，异形屏有 72 378 个单元。除去异形屏，仪表板总成有限元模型涉及的零部件材料有：PP、ABS、PC+ABS、PP + GF20、PP+GF30 和 Steel。

3. 边界条件设置和计算方法

整个仪表板总成模型的边界条件设置如下：仪表板横梁 CCB 和车身相连接的螺栓有 7 个，每个螺栓约束 6 个自由度，仪表板横梁约束点如图 4 所示；仪表板

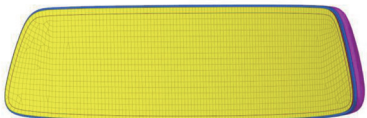


图 3 异形屏有限元模型

本体和车身共有 9 个连接点，根据每个连接点的实车连接情况建立准确的约束，仪表板约束点如图 5 所示。

采用 Lanczos 方法进行模态计算。该方法是一种将对称矩阵通过正交相似变换变成对称三对角矩阵的算法，具有计算量较小，精度较高的特点，成为求解大型特征值问题的有效方法。

4. 结果分析

将所建立的有限元模型导入到 NASTRAN 软件中，进行模态分析计算，得到异形屏和仪表板总成模态结果分别见表 2。基于图 6 仪表板总成模态振型图，仪

表 1 子零部件及材料参数表

零部件名称	弹性模量 /MPa	泊松比	密度 /(Ton/mm ³)
PCB 板	20 000	0.23	8.1E-9
液晶屏	70 000	0.3	1.9E-9
框架 / 后盖	2 500	0.23	1.1 E-9
胶	1.7	0.46	1.2 E-9
铝支架	45000	0.3	2.2 E-9

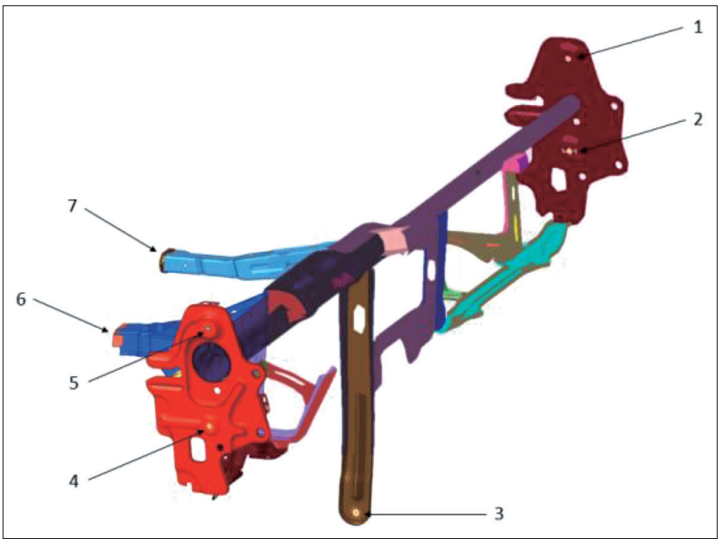


图 4 仪表板横梁约束点

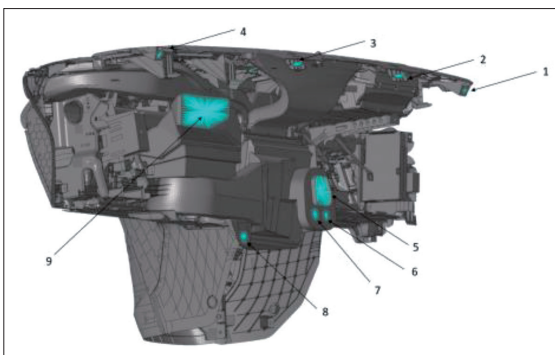


图 5 仪表板约束点

仪表板总成的模态为 33.6 Hz。同理基于图 7 异形屏模态振型图，异形屏的一阶模态 36.2 Hz。为了更加准确捕捉异形屏的模态，增加了异形屏右上角 AOF 频率响应参考点，从频率响应曲线上可以证明异形屏的一阶模态发生在 36.2 Hz。

从以上图表可以看出，仪表板的模态比较接近但未能达到开发目标要求，异形屏的模态结果也未能达到竞品车型的模态数值。通过分析异形屏的安装方式，如图 8 异形屏的安装爆炸图所示，可以看到异形屏通过 1、2 和 3 三个卡接点与支架 A（材料为 PP+GF30）相连；通过 4、5 和 6 三个点用螺栓连接到 IP 塑料骨架 B（材料为 PP+GF20）上。其中，支架 A 与仪表板骨架 B 通过螺钉和卡子连接成为一体。异形屏的固定点位置比较低，由于仪表板的造型限制，无法在异形屏的高度方向上增加紧固点。从而异形屏的安装结构类似于悬臂结构。此外，连接异形屏的塑料件弹性模量和刚度都不高。所以，需要通过提高与异形屏相连处

表 2 基于当前设计下的模态

	仪表板总成	异形屏
目标	35 Hz	45 Hz
模态	33.6 Hz	36.2 Hz

零部件的刚度来改善异形屏的模态。与异形屏相连的零部件属于仪表板的子零部件，仪表板子零部件刚度提高，对仪表板的模态提升也会有正向贡献。

异形屏模态优化方案

为了改善提高仪表板总成和异形屏的模态，本文从提升零部件刚度角度出发，提出了两种改进方案并进行了模态分析对比。

基于上述分析，将异形屏的安装方式改变为：方案 1 是增

加两个金属支架或方案 2 是增加三个金属支架。其中所有的金属支架一端均焊接在仪表板横梁 CCB 上，另一端与仪表板骨架和异形屏的安装凸台通过螺钉同时连接（为了突出表达异形屏与金属支架的连接关系，支架 A 和仪表板骨架 B 均被隐藏）。对于两个优化方案分别进行模态计算，四个模态结果见表 3。

表 3 不同优化方案对模态的影响

	异形屏	仪表板
初始设计	36.2 Hz	33.6 Hz
方案 1	41.7 Hz	36 Hz
方案 2	44.5 Hz	38 Hz

可以得出，方案 1 对应仪表板总成的模态结果为 36 Hz，可以满足仪表板总成模态目标要求，但是异形屏的模态虽然较初始设计有大幅提升，但和竞品车还是有差距。方案 2 对应异形屏的模态是 44.5 Hz 已经非常接近竞品实车状态，而仪表板的模态已经超出目标值。

结论

本文通过 CAE 模拟研究了 30 寸异形屏竖立安装在仪表板上之后，异形屏和仪表板总成各自的模态，并基于 Modal Map 及竞品实车模态为目标提出了两种优化设计方案。

从本文的研究结果中可以看出，当仪表板上需要安装较大较重的显示屏，并且该显示屏要求竖立放置时，对模态有利的连接形式是显示屏与仪表板横梁 CCB 相连接，这样不仅可以提高显示屏的模态，同时也会提高仪表板总成的模态。本文对装载大型显示屏的仪表板设计以及模态分析有一定的指导意义。AI

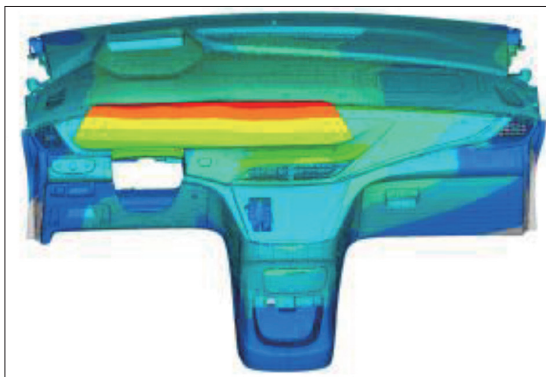


图 6 仪表板总成模态振型

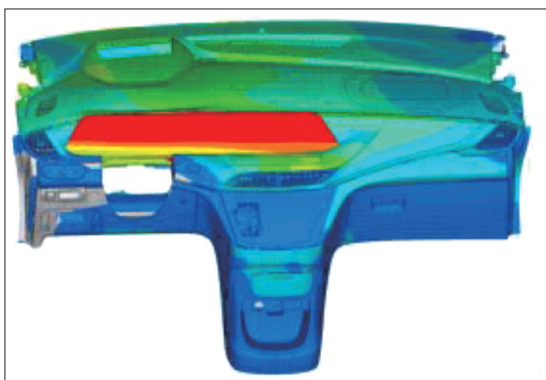


图 7 异形屏模态振型

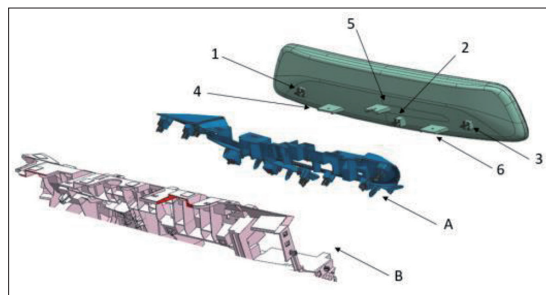


图 8 异形屏的安装爆炸图