

商用车车身多模型联合尺寸优化

刘娇霞, 郭继文, 崔震, 孙雪, 王娜

浙江飞碟汽车制造有限公司五征分公司汽车研究院 山东日照 276800

摘要: 通过Hyperworks软件对商用车宽体车身和中体车身联合进行尺寸优化, 在保证性能的前提下实现降重目的, 从而实现车身轻量化设计, 且保证了共用件在优化完成之后仍然能够共用, 符合通用化设计理念, 采用厚度离散化, 使优化完成之后厚度成为市场易得资源。多模型联合尺寸优化对商用车的轻量化设计具有指导意义。

关键词: 多模型联合尺寸优化; 减重; 轻量化设计

随着经济的不断快速发展, 环保问题日益凸显, 国家明确提出了能源战略发展要求。节能、减排、降耗, 成为汽车行业发展的主要趋势。商用车节能性越来越受到汽车行业的重视, 据研究, 汽车整备质量每降低10%, 燃油经济性可改善6%~8%, 污染物排放将减少5%~6%。商用车的轻量化就是在保证强度、安全性和耐久性的前提下, 尽可能地降低汽车整备质量, 从而提高商用车的经济性和动力性, 减少燃料消耗, 降低排气污染。车身是商用车重要的结构件之一, 起着承载驾驶员以及保护其行驶安全的重要作用。车身质量对整车节能性有着重要影响, 车身轻量化是汽车轻量化的重要组成部分。

尺寸优化设计是车身轻量化设计的基本方法之一, 能够在具备初版结构之后, 在约束条件和目标值

的要求下进行尺寸优化, 得出最合理厚度及其分布。在商用车中, 一般同一平台的车型会配备几种统一风格的车身造型, 按照半排、单排、以及双排分别作为配置之一, 这几种不同的车身就要求尽可能的做到模块的通用化, 以减少设计制造成本, 缩短研发周期。如果针对以上几种车身形式分别进行尺寸优化, 会导致两个车身的共用件优化出来的厚度不完全一致, 无法实现通用化设计, 不利于设计的模块化和标准化。多模型尺寸优化将两个车身同时进行尺寸优化, 共用件优化完之后厚度是一样的, 能够实现通用化, 从而减少零部件种类和数量, 降低开发成本。

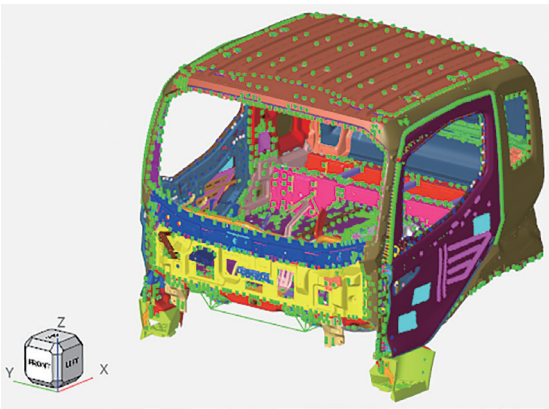
首先针对初始满足各项性能目标且存在共用件的两个车身(宽体和中体)进行基础性能的分析, 然后利用多模型联合优化技术(MMO), 设定优化变量、

优化响应、优化约束和优化目标，在性能不降低的前提下，针对两种车身实现钣金厚度的优化分析。

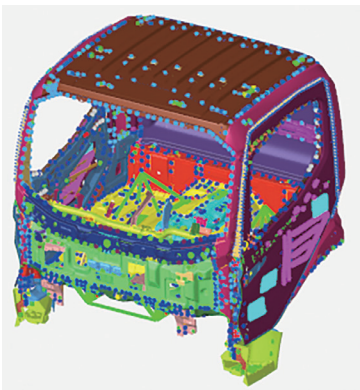
基础性能分析

1. 建立模型

首先参照企业的车身建模规范建立车身有限元分析模型，利用Hypermesh软件进行网格划分。模型包含白车身及车门，不带玻璃，模型如图1所示。



a) 宽体车身模型



b) 中体车身模型
图1 车身模型

2. 基础性能校核

尺寸优化之前，先对宽体车身和中体车身进行基础性能分析。工况设置、载荷和约束条件参考企业标准。宽体车身一阶模态20.69Hz，扭转刚度18 370.5N·m/deg，弯曲刚度4486.5N/mm，具体分析云图如图2～图4所示。其他工况的基础性能以及中体车身的基础性能均满足企业标准。

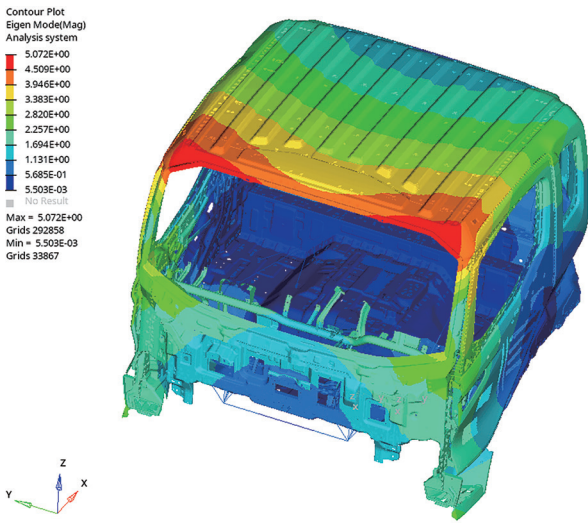


图2 宽体车身一阶模态

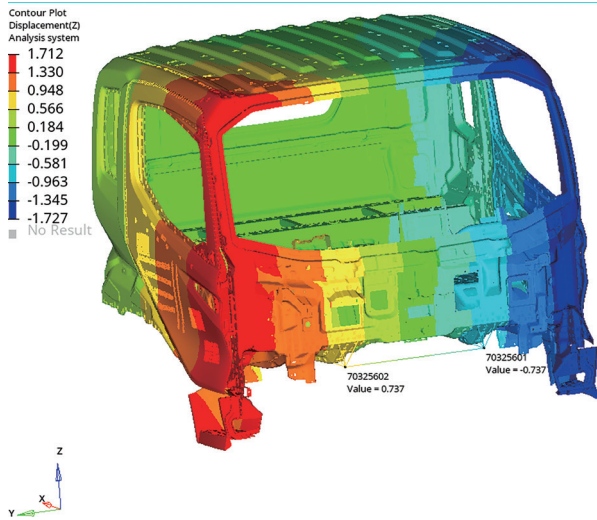


图3 宽体车身扭转工况位移

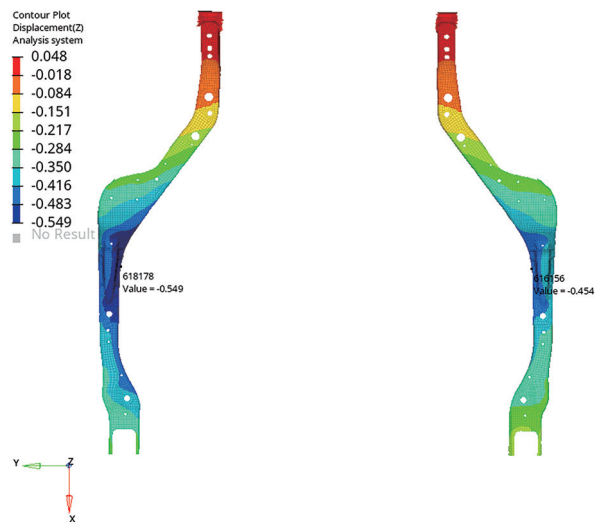


图4 宽体车身弯曲工况左右纵梁Z向变形

3. 多模型联合尺寸优化

在一个优化过程中，如果两个优化的对象模型存在共用的结构，则需要同时考虑不同模型的优化结果，使得共用结构的优化结果保持一致，才能最大化的发挥优化的作用，设计出优良的结构。传统的单模型分别优化的方法无法保证最后得到统一的结果，这就需要运用多模型联合优化来求解。

选取宽体车身71个钣金件和中体车身52个钣金件进行多模型联合尺寸优化，其中宽体车身和中体车身共用件14个，通过如图5所示编码实现多模型联合优化。宽体车身和中体车身共用件的设计变量的ID号需要保证相同，因为Hyperworks是通过ID号来关联不同模型的设计变量，其他非共用件设计变量ID号不能相同。

提交计算文件时，-np后面的数字是联合优化的模

```
$<br>SCREEN OUT<br>$<br>TITLE = MULTIPLE MODELS OPTIMIZATION<br>$<br>ASSIGN, MMO, SIDES, IsMMOkuan-1.fem<br>ASSIGN, MMO, MIDDLE, IsMMOzhong-1.fem<br>$<br>BEGIN BULK<br>$<br>DOPTPRM, DESMAX,300<br>$<br>ENDDATA
```

图5 实现多模型联合优化编码

型个数加1，比如两个模型进行联合优化，则-np后面数字是3，如图6所示。

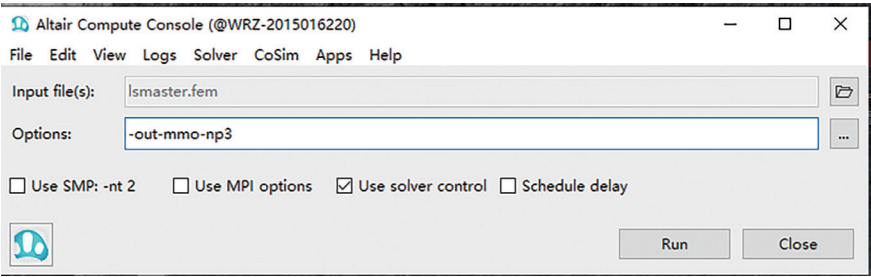


图6 作业提交

优化的约束条件根据企业内部标准，目标值质量最小。采用厚度离散化，离散厚度是目前市场上易得资源，厚度范围见表1。

表1 离散厚度范围

材料名称	离散厚度 / mm
DC01	0.7、0.8、1、1.2、1.4、1.5、1.6、1.8、2.5
DC03	0.7、0.8、1、1.2、1.5、2
冷板—22MnB5	0.8、1、1.2、1.4、1.5、1.6、1.8、2
冷板—CR340/590DP	0.8、1、1.2、1.5、1.6、2
HC340LA	0.8、1、1.2、1.4、1.5、1.6、1.8、2
HC210IF	0.7、0.8、1、1.2、1.5、1.6、2、2.2.
DC04	0.7、0.8、1、1.2、1.5、2、2.5
DC06	0.7、0.8

尺寸优化完成之后，宽体车身质量由299.1kg降至287.8kg，减重11.3kg。中体车身质量由217.3kg降至207.2kg，减重10.1kg，减重效果明显。14个共用件厚度优化完成后保持一致。

尺寸优化后性能验证

将尺寸优化的厚度赋予宽体模型和中体模型，分别进行性能校核验证，载荷工况设置和原结构基础性能校核时保持一致。宽体车身一阶模态由原先的20.7Hz提升为21.5Hz，中体车身一阶模态由原先的22.22Hz提升为23.77Hz，其他各工况的性能均满足要求且不低于初始结构。

结语

利用Hyperworks软件，通过多模型联合尺寸优化使宽体车身降重11.3kg，中体车身降重10.1kg，减重效果显著，且优化完成后车身的各个工况性能均满足要求。利用离散厚度优化，使优化后的厚度成为市场易得资源，通过多模型联合优化使得共用件在优化完成后依然能够实现共用，符合设计的通用化原则。多模型联合尺寸优化对于车身的轻量化设计具有重要意义。