CAE 分析在汽车引擎盖结构设计中的应用

撰文 / 郑州日产汽车有限公司技术中心　汤尧 兰天亮　王少伟

本文详细地介绍了汽车引擎盖在结构设计阶段所需要的相关 CAE 分析，对汽车引擎盖的结构设计方案给出了量化的评价依据。通过 CAE 分析，不但可以有效地缩短其产品设计周期，降低其设计开发及试验验证的相关费用，还可以为产品的结构改进和性能优化提供方向指导。

一、引言

汽车引擎盖是汽车前端模块中较为重要的组成部分，其作用不仅仅是保护发动机，还有着被动保护行人安全的作用。随着 CAE 和计算机技术的快速发展，越来越多复杂的非线性问题都可以通过 CAE 软件来模拟分析，使设计者可以客观地评价设计结果，为已设计产品的结构优化指出改善方向。

本文以 CAE 在某车型引擎盖结构设计中的具体分析为例，简述 CAE 在汽车引擎盖结构设计中的具体应用。

二、CAE 分析在汽车引擎盖结构设计中的应用

本文利用 Hyperworks 软件对引擎盖总成采用壳单元进行网格划分，可得 157000 个单元。在安装螺栓孔位置和焊点处作 RBE2 SPIDER 连接，内外板粘胶处作一层 solidmap 实体单元。引擎盖的有限元分析模型如图 1 所示。

图 1 引擎盖的有限元分析模型

1. 引擎盖安装变形分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 X、Y、Z 向移动自由度和 X、Z 向的转动自由度。在引擎盖前端缓冲块安装孔处限制 X、Y、Z 向移动自由度和 X、Y、Z 向的转动自由度。

加载：在引擎盖锁插销处施加 222N 的力，并对引擎盖总成施加重力载荷。约束和加载模型如图 2 所示。

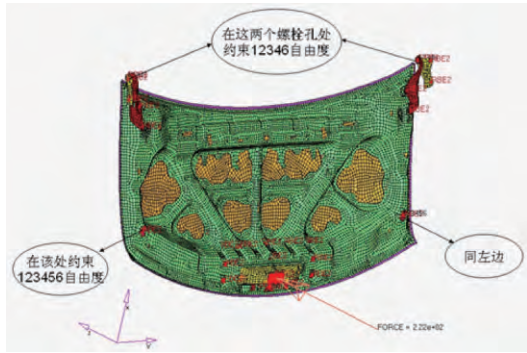


图 2 引擎盖安装变形分析约束和加载模型

（2）分析结果。

通过计算可知引擎盖总成的安装最大变形量为

0.74mm，满足设计要求（最大变形量＜ 3mm）。分析云图如图 3 所示。

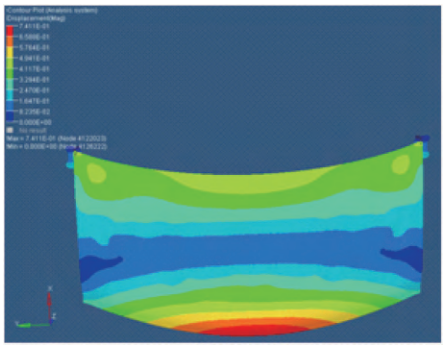


图 3 引擎盖安装变形分析云图

2. 引擎盖边缘变形分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。在引擎盖前端缓冲块安装孔处限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Y*、*Z* 向的转动自由度。

加载：分别在 side beam 和 rear beam 上施加 222N 的力，并施加重力载荷。约束和加载模型如图 4 所示。

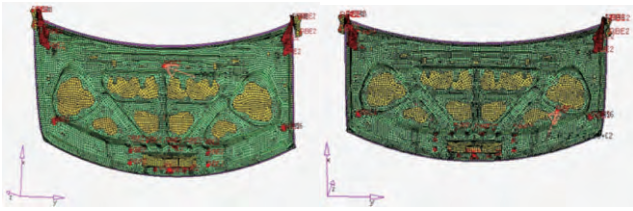
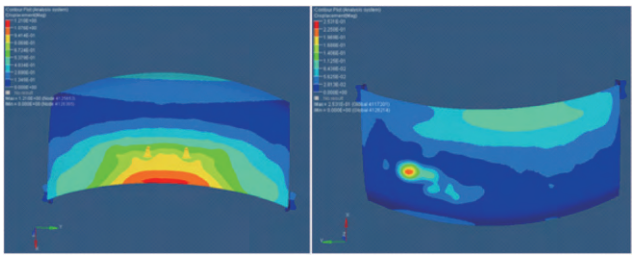


图 4 引擎盖边缘变形分析约束和载荷模型

（2）分析结果。

通过计算可知，在第一种工况下引擎盖边缘的最大位移量为 1.21mm，在第二种工况下引擎盖边缘的最大位移量为 0.25mm，满足设计要求（最大位移量＜ 10mm）。分析云图如图 5 所示。



第一种工况分析云图　　第二种工况分析云图

图 5 引擎盖边缘变形分析云图

3. 引擎盖下拉变形分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。在引擎盖中部缓冲块安装孔处限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Y*、*Z* 向的转动自由度。

加载：在引擎盖锁插销处施加 222N 的力，并对引擎盖总成施加重力载荷。约束和加载模型如图 6 所示。

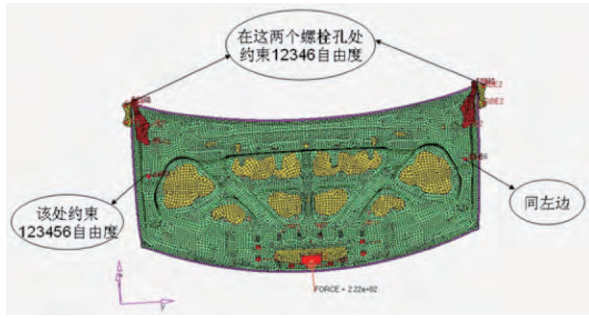


图 6 引擎盖下拉变形分析约束和载荷模型

（2）分析结果。

通过计算可知，最大应力约为 152MPa，不会产生永久变形，满足设计要求。分析云图如图 7 所示。

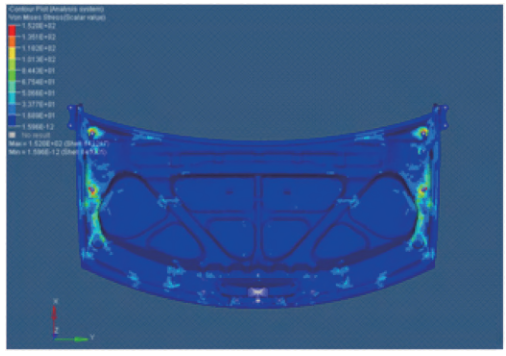


图 7 引擎盖下拉变形分析云图

4. 引擎盖扭转刚度分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。在引擎盖右前缓冲块安装孔处限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Y*、*Z* 向的转动自由度。

加载：在引擎盖左前缓冲块安装孔处的 *Z* 向施加 180N 的力，并对引擎盖总成施加重力载荷。约束和加载模型如图 8 所示。

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn

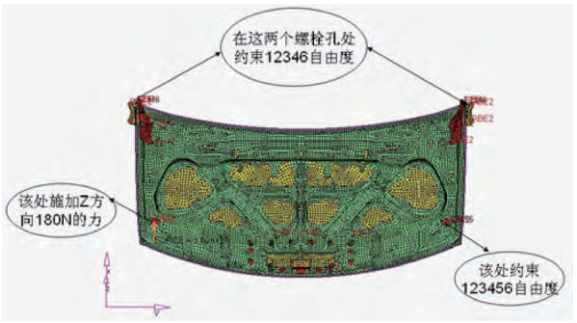


图 8 引擎盖扭转刚度分析约束和载荷模型

（2）分析结果。

通过计算可知，*Z* 向的最大位移约为 10.63mm，引擎盖 *x* 向力臂长 490mm，故计算出扭转角 θ=arctg(dz/x)=1.24°，而加载点的扭矩为 180N×0.49m=88.2Nm，故扭转刚度为 88.2/1.24=71Nm/deg。分析云图如图 9 所示。

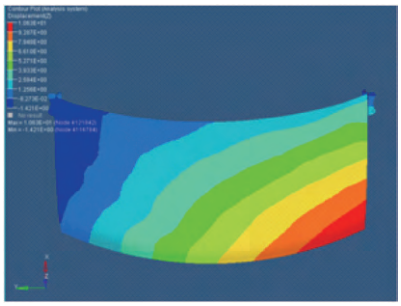


图 9 引擎盖扭转刚度分析云图

5. 引擎盖冲击分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。在引擎盖前端缓冲块安装孔处限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Y*、*Z* 向的转动自由度。

加载：对引擎盖总成施加 4 倍的重力加速度。约束和加载模型如图 10 所示。

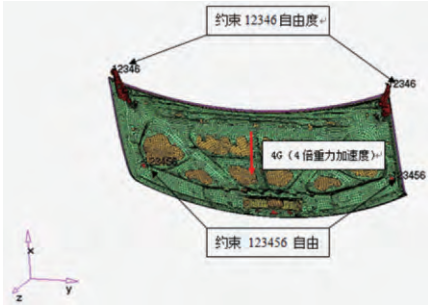


图 10 引擎盖冲击分析约束和载荷模型

（2）分析结果。

通过计算可知，在 4 倍的重力加速度作用下，引擎盖总成的最大位移为 5.804mm，满足设计要求（最大位移量＜ 10mm）。分析云图如图 11 所示。

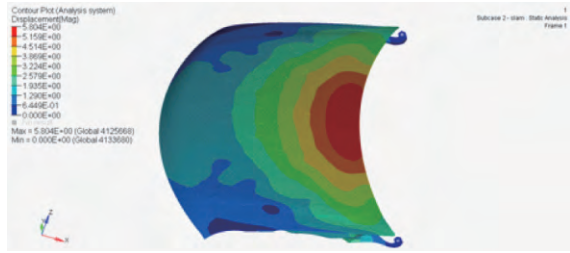


图 11 引擎盖冲击分析云图

6. 引擎盖手掌压痕分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。在引擎盖锁扣处限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。

加载：对引擎盖总成的中间 100×100mm 的区域上施加 450N 的力。约束和加载模型如图 12 所示。

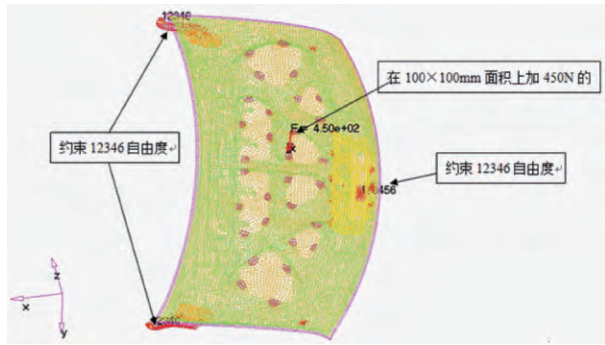


图 12 引擎盖手掌压痕分析约束和载荷模型

（2）分析结果。

通过计算可知，手掌附近区域最大 MISES 应力为 94.5MPa，满足设计要求（最大 MISES 应力＜ 180MPa）。分析云图如图 13 所示。

7. 引擎盖凹陷刚度分析

（1）约束和加载。

约束：在铰链安装螺栓孔处施加约束，限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Z* 向的转动自由度。在引擎盖锁扣处限制 *X*、*Y*、*Z* 向移动自由度和 *X*、*Y*、*Z* 向的转动自由度。

加载：对引擎盖总成的后端 75×75mm 的区域上施加 90N 的力。约束和加载模型如图 14 所示。

某叶轮数控编程及在线测量加工解决方案

撰文 / 沈阳黎明航空发动机（集团）有限责任公司 杨晓东 李海泳 郝乐芳 刘德生

一、引言

整体叶轮的制造主要采用五坐标数控加工、电解加工、电化学加工、锻接法和线性摩擦焊接等方法，由于五坐标数控加工技术在整体叶轮新产品研制阶段具备快速反应、工装夹具简单和工艺成熟度比较高等优点，因此成为企业加工整体叶轮的首选。整体叶轮的数控编程及在线测量在国内外大多数采用专用的数控加工软件编程，专用的软件存在授权点少且价格昂贵等缺点，因此应用范围小。本文基于某工具软件的叶轮模块和测头模块，给出叶轮数控编程和在线测量的解决方案，实现叶轮的数控编程和在线测量。

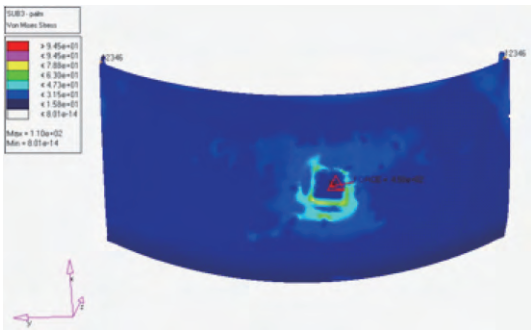


图 13 引擎盖手掌压痕分析云图

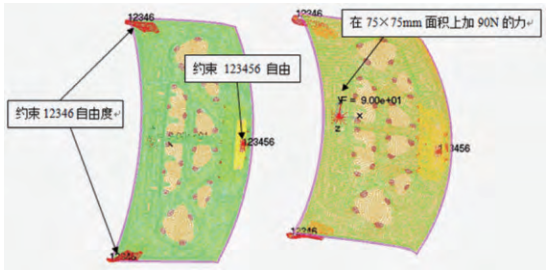


图 14 引擎盖凹陷刚度分析约束和载荷模型

（2）分析结果。

通过计算可知，引擎盖最大位移量为 0.0824mm，满足设计要求（最大位移量＜ 6.35mm）。分析云图如图 15 所示。

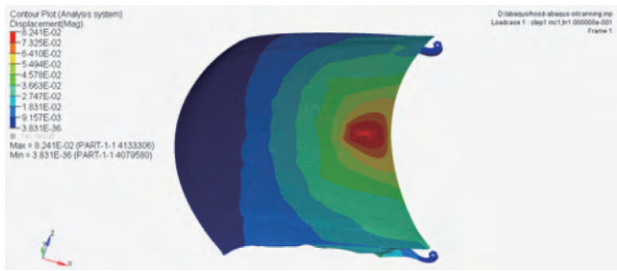


图 15 引擎盖凹陷刚度分析云图

8. 结论

根据以上分析可知，CAE 对引擎盖所作的相关分析，均满足设计要求。

四、结语

本文对引擎盖结构设计中需要作的 CAE 分析项目作了详细说明，为引擎盖结构设计方案验证提供了一种很好的方法。通过所述项目的 CAE 分析，可以避免其在结构设计阶段方案验证不足造成后期试装、评价时问题再现所产生的应对周期长、费用高等问题，为其结构改进和优化提供量化的依据。

投稿邮箱 | cadcam@idnovo.com.cn
IMCHINA@idnovo.com.cn