

基于 LS-dyna 的汽车引擎盖关闭过程的冲击分析

撰文 / 郑州日产汽车有限公司 兰天亮 张晓文 张玺斌

一、引言

本文以 LS-dyna 软件为分析工具，对某款新车引擎盖在相关工况下的关闭过程进行冲击分析。通过分析引擎盖在关闭过程中与前组合灯、前格栅之间有无干涉，来判断引擎盖与前组合灯、前格栅之间的设计方案是否合理，并据此确定相关的设计方案。从而缩短了新车的开发、验证周期。

二、引擎盖关闭过程的冲击分析

1. 引擎盖关闭过程分析的模型建立

本文利用 HyperWorks 软件对引擎盖总成、引擎盖铰链、散热器支撑总成、引擎盖锁和引擎盖缓冲块等零部件采用壳单元进行网格划分，可得 187,000 个单元。引擎盖关闭过程分析的有限元分析模型如图 1 所示。



图 1 引擎盖关闭过程的有限元分析模型

2. 引擎盖关闭过程的冲击分析

本文首先在两种工况下对引擎盖关闭过程进行冲击分

析，其一是引擎盖从距离引擎盖锁 300mm 处自由下落；其二是引擎盖从距离引擎盖锁 798mm 处（引擎盖全开状态）自由下落。引擎盖关闭过程冲击分析工况示意图如图 2 所示。其中，分析工况 1 是为了验证引擎盖在评价标准高度关闭时的运动情况，分析工况 2 是为了验证引擎盖在极限位置关闭时的运动情况。

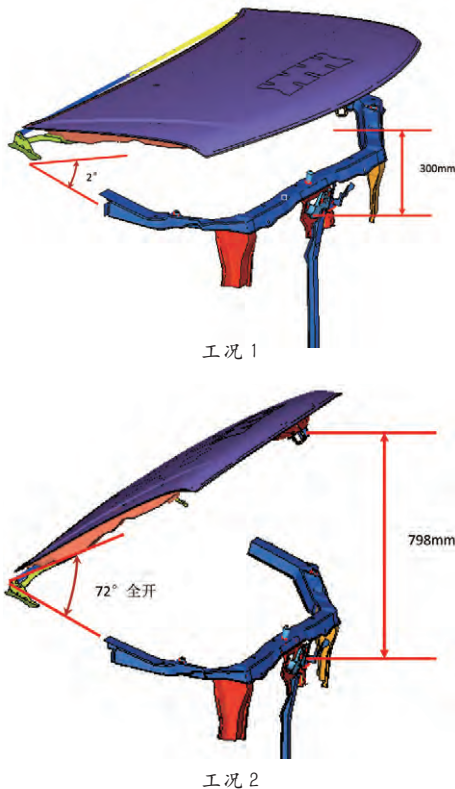


图 2 引擎盖关闭过程冲击分析的工况示意图

定义完成零部件的材料属性、约束之后，将引擎盖的重力以重力加速度的形式施加到引擎盖上，然后采用 LS-dyna R6 进行引擎盖关闭过程的冲击分析。两种工况下的分析结果如图 3 所示。

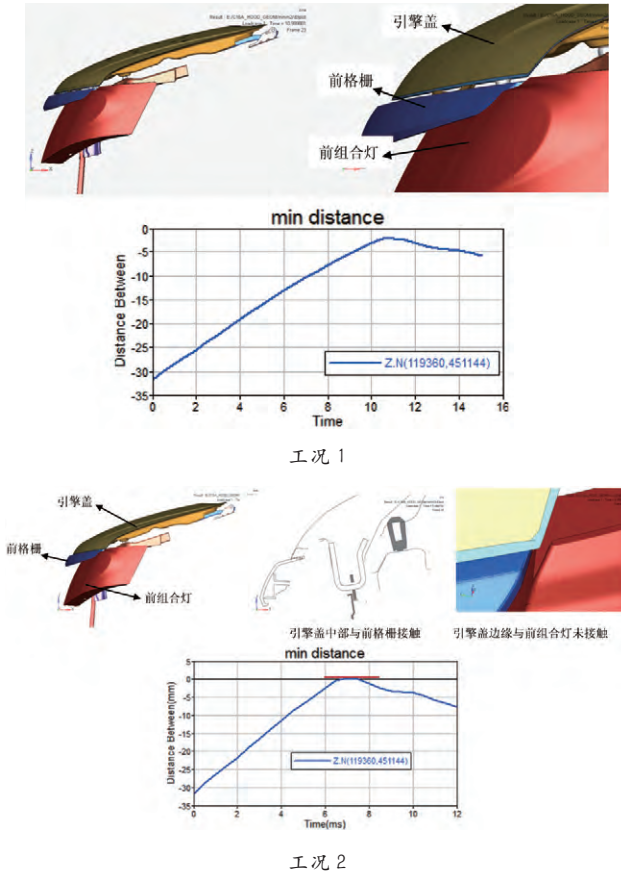


图 3 引擎盖关闭过程的冲击分析结果示意图

通过以上分析可知，在工况 1 的仿真过程中，引擎盖前边缘与前格栅及大灯之间未产生冲击接触（最小间隙在引擎盖前边缘中部与前格栅之间，大小为 2mm）；在工况 2 的仿真过程中，引擎盖前边缘中部与前格栅之间有接触产生，二者之间的干涉距离并不大（约 0.2mm 左右），而工况 2 中，引擎盖前边缘左右侧并未与前组合灯之间产生冲击接触，但最小间隙较小（约为 1mm 左右）。综合分析结果可知，在综合考虑引擎盖、前组合灯、引擎盖锁等零部件的制造误差和装调误差，以及散热器支撑支撑的焊接误差，引擎盖关闭过程中的最小理论间隙 1mm 较小，为避免引擎盖在关闭过程中与前组合灯产生干涉，致使前组合灯损坏，引擎盖在关闭过程中与前组合灯之间的最小间隙应保证在 4mm 以上。

三、引擎盖与前组合灯运动间隙的改善方案分析及确定

1. 引擎盖与前组合灯之间运动间隙改善方案的运动分析

影响引擎盖前边缘过量量（过量量是指引擎盖在关闭过程中超过其设计位置的最大距离）的主要因素有很多，基于该车型的实际情况可做简单调整的因素主要有：上移引擎盖锁 U 型槽和调整引擎盖橡胶缓冲块的高度、刚度。如图 4 ~ 6 所示。

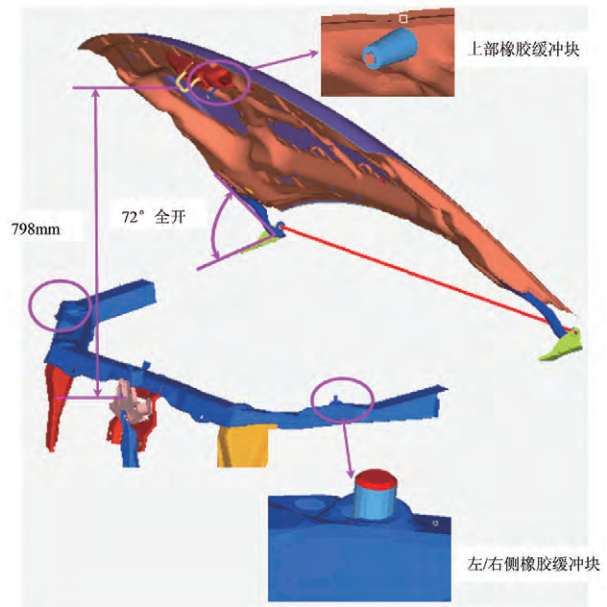


图 4



图 5 引擎盖锁止位置不变，U 型槽位置向上调整

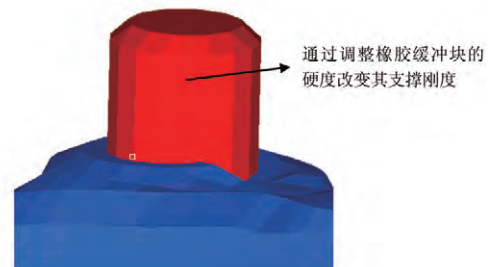


图 6 调整引擎盖缓冲块的高度和刚度

基于以上两种调整因素，制定了改善方案。

(1) 基于引擎盖锁锁体 U 型槽上移的改进。

引擎盖锁锁体 U 型槽上移 3mm，其锁死位置不变，同时，中部缓冲块增长 3mm。该方案的运动分析示意图如图 7 所示。

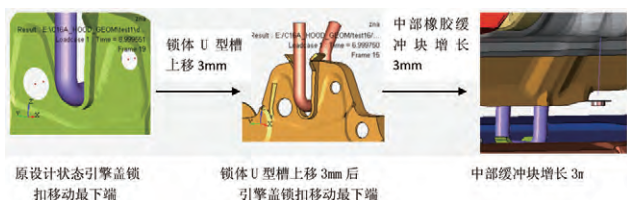


图 7 方案 1 的运动分析示意图

(2) 基于引擎盖锁锁体 U 型槽上移和缓冲块刚度的共同改进。

引擎盖锁锁体 U 型槽上移 3mm，同时，中部及左右缓冲块刚度由 100N/mm 变为 200N/mm 或 300N/mm。该方案的运动分析示意图如图 8 所示。

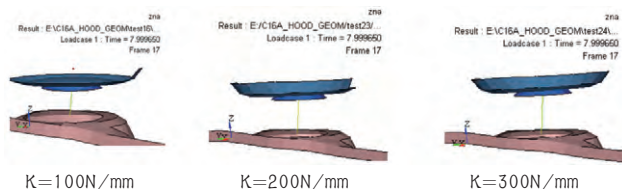


图 8 方案 2 的运动分析示意图

(3) 在方案 2 的基础上增长左右缓冲块的高度。

在方案 2 的基础上分别对刚度为 $K=100\text{N/mm}$ 和 $K=200\text{N/mm}$ 方案的左右缓冲块增长 5mm。该方案的运动分析示意图如图 9 所示。

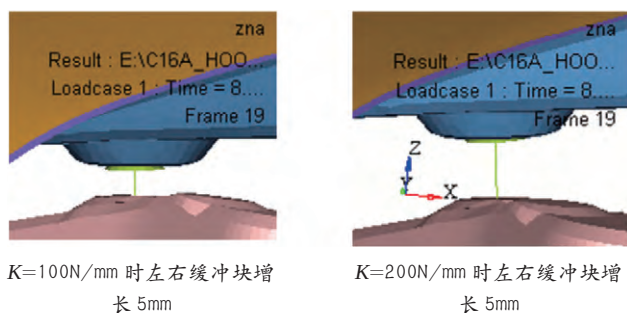


图 9 方案 3 的运动分析示意图

2. 改善方案运动分析的结果分析

结合上述工况 1、工况 2 的分析结果，在此仅分析工况 2 时的运动情况。根据对以上各改善方案的运动分析，现将结果汇总如下。

(1) 引擎盖与前组合灯配合区域的运动间隙情况，分析区域示意如图 10 所示。



图 10 引擎盖与前组合灯配合区域示意图

在分析区域选取 5 个关键点（如图 8 所示）进行运动间隙分析，各点在相关改善方案下的运动间隙情况如表 1 所示。

表 1 引擎盖与前组合灯配合区域各关键点的过盈量分析统计表

序号	方案		引擎盖的过盈量（mm）					结果	判断
			P1	P2	P3	P4	P5		
1	方案 1		6.8	6.7	6.7	6.7	6.8	> 6	NG
2	方案 2	K=200N/mm	4.7	4.9	5.2	5.4	5.6	< 6	OK
		K=300N/mm	3.8	4.1	4.4	4.7	5.1	< 6	OK
3	方案 3	K=100N/mm	6.7	6.5	6.5	6.2	6.1	> 6	NG
		K=200N/mm	-0.9	-0.3	0.2	1.2	2	< 6	OK

注：由于引擎盖与前组合灯的设计间隙为 6mm，所以当引擎盖的过盈量大于 6mm 时表示引擎盖与前组合灯干涉，判断结果为 NG。

(2) 引擎盖与前格栅配合区域的运动间隙情况，分析区域示意如图 11 所示。

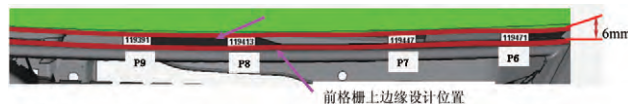


图 11 引擎盖与前格栅配合区域示意图

在分析区域选取 5 个关键点（如图 11 所示）进行运动间隙分析，各点在相关改善方案下的运动间隙情况如表 2 所示。

表 2 引擎盖与前格栅配合区域各关键点的过盈量分析统计表

序号	方案		引擎盖的过盈量 (mm)					结果	判断
			P6	P7	P8	P9	P10		
1	方案 1		6.9	7.2	7.2	7.1	6.5	> 6	NG
2	方案 2	K=200N/mm	5.9	6.3	6.5	6.4	5.9	> 6	NG
		K=300N/mm	5.5	6.0	6.3	6.4	6	> 6	NG
3	方案 3	K=100N/mm	6.0	6.1	6.0	5.9	5.3	≈ 6	可接受
		K=200N/mm	2.8	4.0	5.2	5.6	5.2	< 6	OK

注：由于引擎盖与前格栅的设计间隙为 6mm，所以当引擎盖的过盈量大于 6mm 时表示引擎盖与前格栅干涉，判断结果为 NG。

综合表 1 和表 2 的分析结果可知，只有方案 3 中的 $K=200\text{N/mm}$ 是可行的，即引擎盖锁锁体的 U 型槽上移

参数化编程在曲轴偏心圆弧铣削加工中的应用

撰文 / 南车资阳机车有限公司 王佳伟 赵素荣

本文通过分析曲轴曲柄圆、连杆颈圆弧，画图建模分析寻找结构外形相似性的曲轴，通过参数化编程编制适合加工多种同类型曲轴部位的通用程序。

一、引言

传统的曲轴曲柄圆、连杆颈圆弧加工是采用偏心夹具把工件调整到机床回转中心，以加工曲柄圆中心或连杆颈圆弧中心作为机床回转中心，通过车削加工的方式来完成加工，此加工方式加工效率低，偏心夹具调整时间长，工人找正工件误差大且工件找正时对操作者操作技能要求较高。为实现曲轴产业的高效加工，引入了新的加工方式，目前我们引入大型卧式车铣加工中心，可实现三轴以上联动铣削加工，该方式利用车铣加工中心三轴联动的方式，以曲轴主轴颈中心作为回转中心，加工刀具跟随曲轴曲柄圆和连杆颈做空间圆弧插补运动，以铣削的方式完成加工。当机床 C 轴（或 A 轴）做旋转运动，刀具在 X 轴和 Y 轴平面内以圆弧运动跟随机床旋转轴 C 轴运动时，编制程序时不容易找到编程所需的坐标点。要实现三轴以上加工程序的编制，目前主流的编程方法是采用编程软件编程，而编程软件编出来的程序会相当长，缺乏可读性，且不容易修改；如果手工编程，编程时间长，且需要每次作图才能确定其复杂的坐标点，如果绘制的图形不准确或坐标点精度不够，在程序运行时则容易出错及出现报警而导致程序的调试时间增长，影响加工效率及产品开发周期。

二、曲轴连杆颈、曲柄图样分析

本公司近年先后开发了多种船用、机车曲轴，而这些曲轴的曲柄外形轮

3mm、3 个引擎盖缓冲块的刚度由 100N/mm 变为 200N/mm，且左右缓冲块的高度增加 5mm、中部缓冲块高度增加 3mm 方案是可行的。

四、结语

本文运用 LS-dyna 软件对某一款新车的引擎盖关闭

过程进行了冲击分析，并依据分析结果来判断设计方案的可行性。针对初期设计方案的不足，提出了有效的改善方案。从而缩短了新车的开发周期及验证周期。为新车在进行前端模块设计时，提供了一种很好的设计验证方法。