

基于 HyperMesh 的车门抗凹性能计算方法研究

刘文华 夏汤忠 王萍萍 刘盼 肖志金

神龙汽车有限公司技术中心 武汉 430056

摘要: 车身结构件与开启件的局部抗凹性能计算主要是对其外板进行局部刚度和稳定性的分析。本文以某车门为例, 基于 HyperMesh 前后处理软件, 采用均布载荷和刚性压头两种建模方法模拟指压, 建立车门外板指压点的力与位移曲线, 对比分析了两种建模方法的相关性。

关键字: HyperMesh, 抗凹, 开启件, 相关性

0 引言

车身结构和开启件不仅要满足造型美观, 而且要保证其结构刚度满足一定的要求。发动机罩, 车门, 后背门(行李箱盖)是车身开启件的重要组成, 其设计性能除了要保证结构的整体刚度性能外, 还要从顾客感官角度对局部刚度进行性能评价。抗凹性能是评价局部刚度性能的重要指标, 目的是模拟大拇指对车门外板进行局部按压的性能情况。过大的变形(弹性和塑性变形)和局部失稳凹陷都会从主观上影响顾客对车身坚固性的评价。

HyperMesh 是一个高性能的有限元前、后处理器, 拥有全面的 CAD 和 CAE 求解器接口、强大的几何清理和网格划分功能, 能够高效地建立各种复杂模型的有限元和有限差分模型^[1]。本文借助 HyperMesh 前处理软件和非线性求解器的计算方法, 计算分析了某车型后车门的局部抗凹性能。为了大量缩短工程计算模拟的时间, 研究了快捷的模拟分析方法与常用的模拟分析方法之间的相关性。

1 计算模型的建立

1.1 车门网格模型的建立

计算中所采用的车门总成只经过了焊装和涂装工艺, 不包括玻璃和玻璃升降器等附件。将车门总成的 CATIA 模型导入 HyperMesh, 并进行几何清理。车门主要由钣金件组成, 网格划分前, 需用 HyperMesh 的 midsurface(中性面抽取)功能, 抽取车门的各个零部件中性面, 采用二维壳单元建立有限元模型。铰链采用实体单元, 厚度方向保证至少三层网格单元。螺栓连接用刚性单元模拟。抗凹性能计算要求网格细化, 因此网格大小选用 5mm*5mm, 车门总成模型中共 44419 个单元。

1.2 边界条件

车门的局部抗凹计算可不考虑车身结构件的影响，因此只建立车门总成的有限元模型，同时与试验的边界条件保持一致，将车门铰链和门锁安装点刚性固定。在车门外板上选取具有代表性的薄弱点进行计算，例如，无加强板和曲率变化较大的区域。本文只选取其中的两点介绍分析过程，见下图，AR 点和 AV 点。

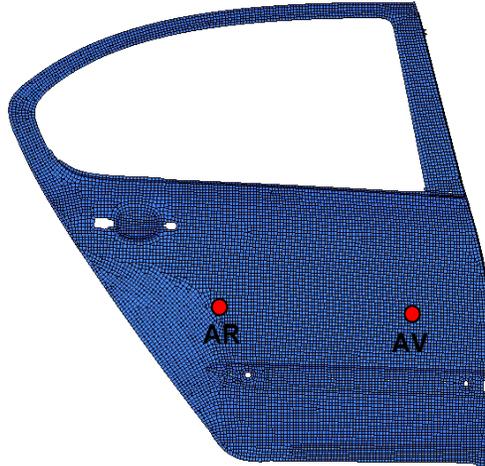


图 1 车门外板有限元模型

施加载荷时，分别采用两种建模方式来模拟大拇指的按压：

- 直接在外板上的分析区域的单元上施加均布载荷
- 创建刚性压头模拟大拇指，在压头与车门外板之间建立接触对，防止产生相对滑动，并且施加位移载荷

为了避免指压过程中出现“噪声”，需要考虑“翻转”现象。一块很大的弯板在所受压力下的“突然翻转”现象，如图2所示。板的刚度在变形时会产生戏剧性的变化。当平板突然翻转时，刚度变成了负的。这样，尽管位移的量值相对于板的尺寸来说很小，在模拟分析中仍有严重的几何非线性效应，这是必须加以考虑的^[2]。

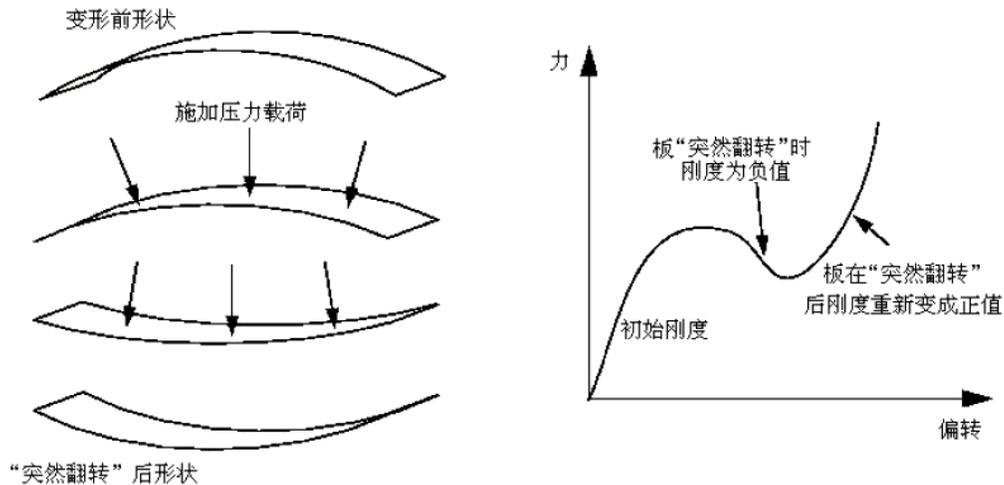


图 2 大平板的突然翻转

同时，接触是一种典型的边界非线性问题。在有限元结构分析中，接触问题可以看成不连续的边界条件，只有当两个接触面相互接触时，才有约束存在。而且，在抗凹性能的计算中，要考虑材料的非线性问题，载荷达到 20daN 时，要求外板不能产生可见塑性变形。对于此类非线性问题，可采用自动增量步控制迭代求解过程，来自动选择相应的载荷增量和收敛准则。它不仅能够选择合适的收敛参数，而且能连续调节参数以保证在分析过程中有效地得到精确解。

注意，对于上述两种加载方式，载荷作用在外板上的面积应该相同，便于进行结果的比较。

2 计算结果分析

考虑到冲压拉伸工艺可能会使得板厚减小，计算时将外板的厚度由 0.72mm 修正为 0.67 mm。

2.1 均布载荷

分别对两种板厚情况做了相应的计算，从 HyperView 后处理查看计算结果，得到作用于两点的力 (force) 和位移 (disp) 的曲线如图 3 和图 4 所示。对于 AR 点和 AV 点，当作用力达到 100N 时，0.72mm 板厚的加载点位移比 0.67mm 板厚的加载点位移要小一些，由此可见，板厚对抗凹性能有一定的影响，但是，从这些曲线上看不出有翻转现象。

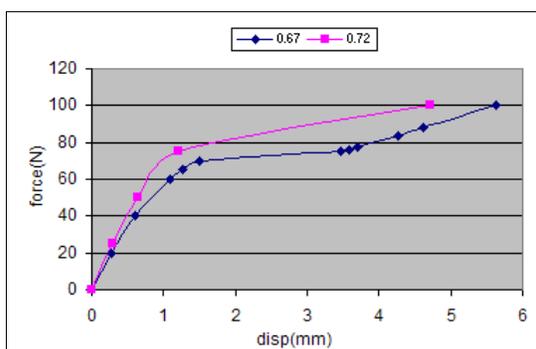


图 3 AR-pressure 点

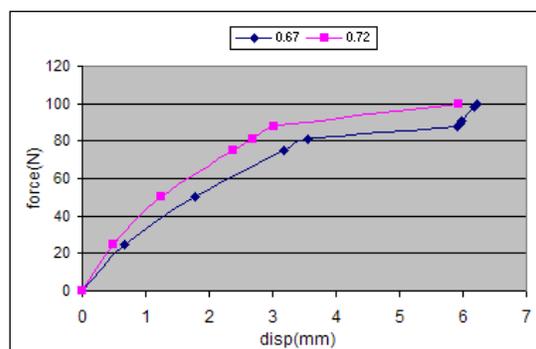


图 4 AV-pressure 点

2.2 刚性压头

在相同的 AR 点和 AV 点，改用刚性压头来施加位移载荷，同样得到力和位移的曲线如图 5 和图 6 所示。可以看出，AR 点在作用力有 62N 左右时，有类似翻转的现象出现但不明显，AV 点在作用力有 85N 左右时，出现明显的翻转现象。AV 点较 AR 点局部抗凹性能更差一些。

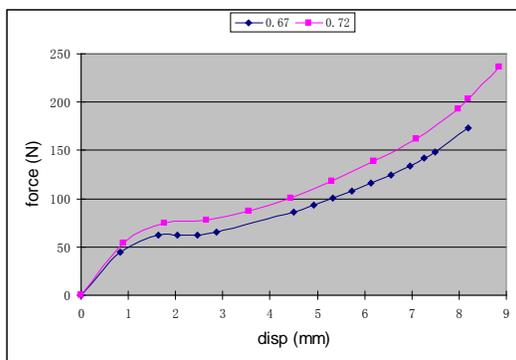


图 5 AR-rigid 点

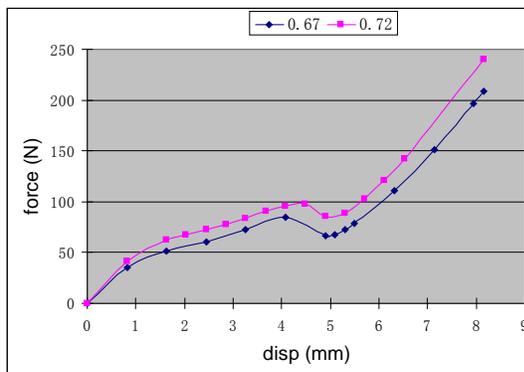


图 6 AV-rigid 点

2.3 结果比较

将两种加载方式的计算结果与试验值做以下比较，主要比较加载点在 10daN 作用力下的位移，见表 1。

表 1 结果对比

加载方式	计算值 (mm)		试验值 (mm)		有无翻转
	AR 点	AV 点	AR 点	AV 点	
压头	5.3	6.1	5.1	6.0	有
均布载荷	5.6	6.2	—	—	无

从上述结果对比可以得出：

- (1) 刚性压头的加载方式，两点的计算值与试验值较吻合，而且从力与位移的曲线能够看出有无翻转现象。
- (2) 均布载荷的加载方式，从力与位移曲线上不能看出有无翻转，但是其计算结果与压头的计算结果具有一致性。

3 结论

从车门外板抗凹性能的计算结果看，两种模拟指压的建模具有较好的一致性。在设计计算的初期，为了较快找出局部抗凹性能薄弱的点，可以采用直接加载力的方式模拟指压，此种方法建模简单，且计算速度较快；后期，为了得到更为精确的计算值，可以采用刚性压头加位移载荷来模拟指压。两者结合，可以缩短项目计算的周期。

4 参考文献

- [1] 张胜兰等编著. 基于 HyperWorks 的结构优化设计技术. 北京: 机械工业出版社, 2007
- [2] 庄茁等编著. ABAQUS 非线性有限元分析与实例. 北京: 科学出版社, 2005

Method Study of Denting Performance Based on HyperMesh

Liu Wenhua XiaTangzhong Wang Pingping Liu Pan Xiao Zhijin

Abstract: Denting analysis of BIW closures is a method to evaluate the local stiffness and stability of the outer panel. Some vehicle door was taken as the analysis object, both pressure and rigid body were used to simulate the thumb press based on HyperMesh. And curves of force and displacement at press point were created , then correlation of two simulations were compared and analyzed .

Key words: HyperMesh Denting Closure Correlation