

乘员头部安全与车载吸顶式 DVD

闫高峰 门永新 彭鸿 刘淑丹 赵福全

浙江吉利汽车研究院有限公司

浙江省汽车安全控制技术重点实验室

摘要:本文分析吸顶式 DVD 外部结构对乘员头部安全性能的影响。利用 HyperMesh 软件,根据车内突出物的特点,建立吸顶式 DVD 及相关车身连接部件的分析模型,并在此模型基础上进行头部冲击仿真分析。仿真结果表明,乘员头部安全性能满足法规要求。

关键词: HyperMesh, 汽车, 安全, 室内凸出物, 吸顶式 DVD, 头部碰撞

1 概述

汽车在正面碰撞和紧急制动时,容易造成乘员头部和汽车内部凸出物的碰撞,使头部受到严重损伤。为了使乘员的伤害降至最小,我国 GB11552-2009、欧洲法规 ECER21、74/60/EEC 及美国机动车安全法规 FMVSS201 均对汽车内部凸出物提出了要求。汽车内部凸出物的检验已经成为汽车设计过程中的重要一环,汽车设计过程中对汽车内部凸出物的凸出高度、圆角及材料吸能性等进行了大量的评价试验。

随着汽车市场的发展,汽车的舒适性和安全性要求日益提高,车载娱乐系统是现代汽车舒适性的主要标志之一,并已成为现代汽车发展的趋势,其中吸顶屏又是该系统的重要组成部分。本文以乘员头部冲击吸顶式 DVD 为研究对象,将 CAE 仿真分析技术应用于车身内部凸出物的安全性能分析,减少了从原型到试验评估中制造原型的步骤,为高精度设计提供依据。

本文选择吸顶式 DVD 安全性能进行有限元分析,借助 HyperWorks 的前处理软件 HyperMesh 建立头部冲击器和吸顶式 DVD 及其连接装置的有限元模型,利用 LSDYNA 求解器求解模型,并通过后处理软件 HyperView 对仿真结果进行分析,评价乘员头部安全性能是否满足法规要求,为设计提供参考依据。

2 有限元模型的建立

头部冲击器及吸顶式 DVD 装置的有限元模型均通过 HyperWorks 的前处理软件 HyperMesh 建立。本吸顶式 DVD 装置的有限元模型主要包括,对几何模型的单元划分、材料模型、初始条件和边界条件设定等。

2.1 车载吸顶式 DVD 装置构造

本文涉及的车载吸顶式 DVD 装置包括：车身连接支架、电机、吸顶屏上翻盖、DVD、吸顶屏外壳和电路板等。

2.2 网格划分

对吸顶式 DVD 装置的几何模型，用 HyperMesh 软件进行离散化，建立有限元模型。其中，滚轮、转轴以及 DVD 盒定义为六面体八节点的实体单元(solid element)，其他零部件均使用壳单元(shell element)划分有限元网格。

本文重点考察显示屏两端倒角区域对乘员头部安全性能的影响，在建模过程中对该区域的有限元网格进行了局部细化。

本文建立的车载吸顶式 DVD 装置的有限元模型共有节点 668108 个，壳单元 533260 个，实体单元 102864 个，三角形单元占整个单元总数的百分比为 1%，如图 1。

头锤冲击器采用 LSTC 公司的有限元头锤模型，如图 2 所示。



图 1 吸顶屏装置有限元模型

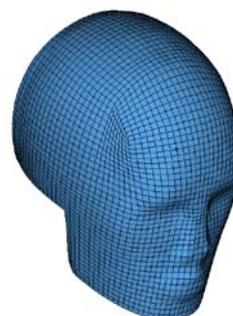


图 2 头锤冲击器有限元模型

为了保证模型计算的精度和效率，对单元质量进行了检查。对不符合质量要求的单元进行了修正，单元质量的控制从两方面把握：（1）几何对称部分应保持网格对称，关键部位孔的周围不允许有三角形单元，需进行自由边、重复节点和法向检查；（2）单元质量根据《吉利整车CAE建模规范》要求进行控制。

2.3 材料模型

本文车载吸顶式 DVD 装置主要使用材料为：SPCC、PC、ABS、PP、PP+EPDM+TD10 等。

根据材料试验结果，建立相应的材料模型，包括材料密度、弹性模量、泊松比、材料曲线等材料参数等。

2.4 初始条件和边界条件

根据试验工况，对电机和车身连接支架安装点处进行约束处理，如图3所示。

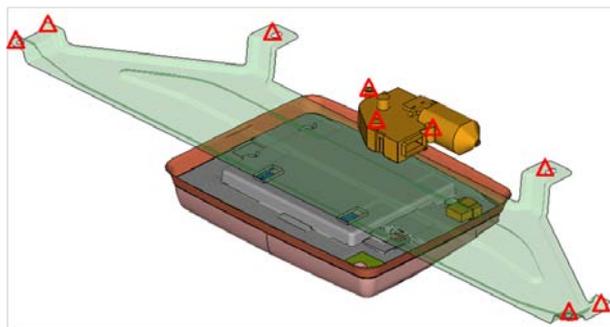


图3 约束条件

按照法规规定，头锤以 24.1km/h 的速度撞击选定的冲击点。

在头碰区域选取 6 个位置作为冲击点。冲击点位置选取原则：（1）表面边缘圆角半径小于 3.2mm；（2）吸顶式 DVD 内部结构较强的位置。冲击点位置，如图 4 所示。

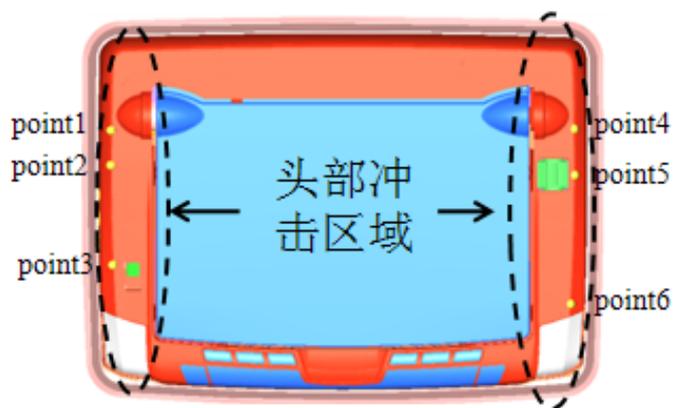


图4 冲击点位置

3 分析结果

通过 LS-dyna 求解器对分析模型进行求解，并借助 HyperWorks 的后处理软件 HyperView 对结果文件进行后处理。

通过乘员头部碰撞前后情况对比，可得知：车身连接支架有较大变形，使吸顶屏在头部冲击方向上有较大位移产生；头部撞击区域变形充分，吸能情况良好。如图 5 所示。

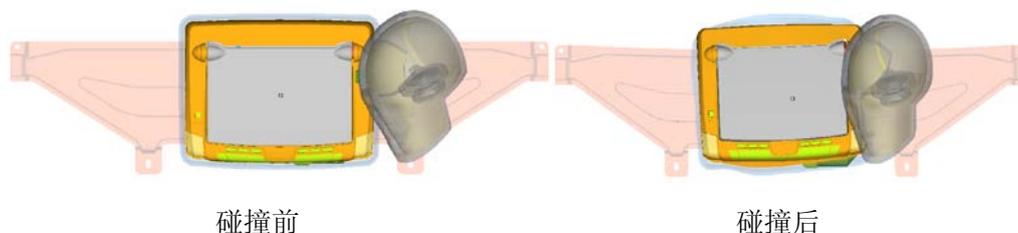


图5 乘员头部碰撞前后

本文吸顶式 DVD 与车身顶盖之间有充足的变形空间，且车身连接支架的结构强度较弱，

在冲击过程中更有利于乘员头部保护。

通过 HyperView 查看吸顶屏位移及变形情况，得知分布于头部碰撞区域内的 6 个撞击点，最大变形量在 45mm~90mm 之间。其中车身连接支架在头部冲击过程中，吸能变形较为充分，如图 6 所示。

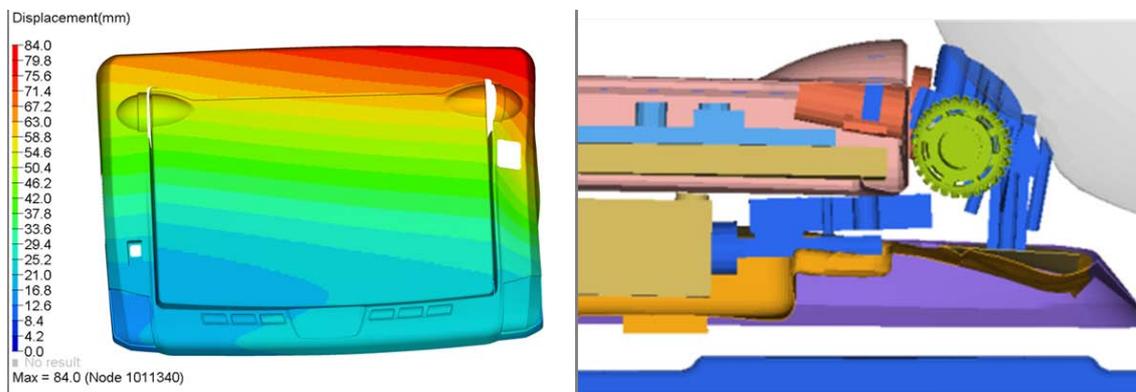


图 6 吸顶屏位移及变形图

通过 HyperView 对计算结果进行处理，输出各个冲击点的 3ms 加速度曲线，如图 7 所示。头部碰撞区域内所有冲击点的加速度曲线峰值较小且持续时间较短，最大 3ms 加速度曲线小于 80g，由此得出该乘员头部安全性能良好，达到设计要求。

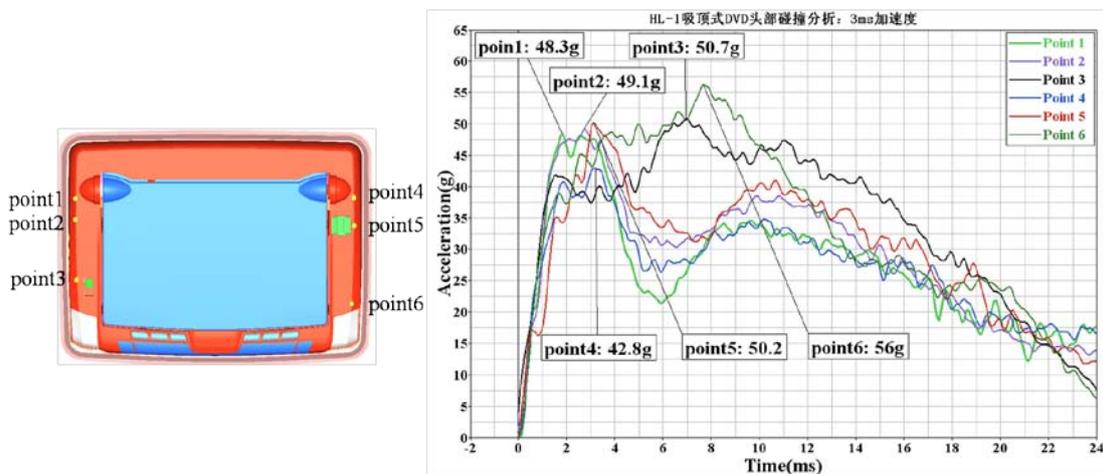


图 7 头部加速度曲线及 3ms 加速度

4 分析与结论

通过HyperWorks的前、后处理软件HyperMesh和HyperView的应用，快速完成了车载吸顶式DVD对乘员头部安全性能影响的CAE分析。大大减少试验费用和研发时间，提高了工作效率，在分析过程中，发现本文吸顶式DVD对乘员头部安全性能影响较小，满足法规要求。

HyperWorks软件平台提供强大的前后处理功能在汽车零部件的各种有限元分析中发挥了极大的作用。本文将该软件应在车内凸出物件对乘员安全性能分析的设计提供了一定的参考依据。

5 参考文献

- [1] 王焯,李宏光,赵航等. 现代汽车安全[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [2] 葛如海,刘志强,陈晓东. 汽车安全工程[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [3] 裴永生,阮世捷,李海岩,张亮亮. 头部撞击损伤的有限元模型建立[J].燕山大学学报,2009.
- [4] 刘伟萍,毛春升,钟邵华. A级车仪表板总成性能分析及优化[J].汽车工程师,2010.
- [5] 闫高峰,张兆奎,沈福亮. 整车CAE建模规范[S].浙江吉利汽车研究院.2010
- [6] 闫高峰. XX车型头部碰撞吸顶式DVD分析报告[R].浙江吉利汽车研究院.2010

Safety Performance Analysis for Passenger Head Impact from Roof Mount DVD

Abstract :The paper analyses the influence of roof mount DVD on safety performance of passenger head. Based on the characteristic of internal protrusion parts, a FEA model of roof mount DVD and others correlative parts of the car body is built by HyperMesh. The impact between the passenger head and the roof mount DVD is simulated. Then the simulation result shows the safety performance of passenger head satisfies laws and regulations.

Key words: HyperMesh, car, safety, internal protrusion, roof mount DVD, head crash,