

Repairability Analysis and Structure Optimization on One Certain Vehicle

Mali YU^{1,2}, Jinhua SHAO^{1,2}, Huili YU^{1,2}

¹ State Key Laboratory of Vehicle NVH and Safety Technology., Chongqing, China

² Chongqing Changan Automobile Co., Ltd., Chongqing, China

Email: 517099091@qq.com

Abstract: This paper is based on a certain car, using CAE analysis method, build a CAE analysis model. Repairability is analysed, based on C-IAST overlap low-speed crash test. Through the simulation result, deformation on the rear bumper, rear crossbeam, rear right rail, rear floor are discovered. In order to decrease repair cost, optimization plan is designed and proved effective.

Key words: Repairability; CAE analysis; structure simulation

某车型维修经济性分析及结构改进

余玛丽^{1,2}, 邵金华^{1,2}, 禹慧丽^{1,2}

¹ 汽车噪声振动和安全技术国家重点实验室, 重庆, 国家, 401120

² 重庆长安汽车股份有限公司, 重庆, 中国, 401120

Email: 517099091@qq.com

摘要: 本文基于长安某款车型, 以仿真分析的方法, 建立 CAE 分析模型, 根据中保协安全指数设计的 15km/h 追尾工况, 分析了改车型的可维修性。通过仿真分析得知, 后保险杠、后防撞横梁、右侧后纵梁和后地板区域发生了变形。为了降低维修成本, 提出了该车型的优化方案, 最终分析结果表明, 优化方案有效。

关键词: 维修经济性; 仿真分析; 结构优化

1 引言

随着汽车行业的高速发展, 汽车的保有量逐年增长, 人们对汽车的安全性要求也越来越高。耐撞性与维修经济性指数, 旨在通过开展车辆低速碰撞测试的手段, 评估碰撞中车辆抵御碰撞变形的能力, 以及碰撞后车辆的维修经济性。

2 耐撞性与维修经济性规程简介

耐撞性与维修经济性 15km/h 低速碰撞的工况如下:

(1) 正面低速

刚性壁障固定, 其前端面与测试车辆横向垂直面成 10° 角, 壁障高度高于试验车辆, 且刚性壁障前端面与车辆的重叠量为前部车辆宽度的 40%, 试验车辆的碰撞速度为 15km/h。如图 1 所示。

(2) 尾部低速

碰撞前移动壁障前断面与水平地面垂直, 移动壁障台车的速度为 15km/h, 质量为 1400kg。移动壁障与试验车辆的重叠量为后部车辆宽度的 40%, 移动壁障纵轴和试验车辆纵轴夹角为 10°。如图 2 所示。

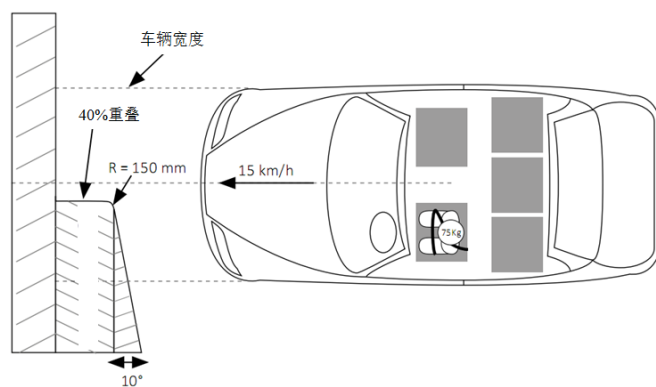


Figure 1.Frontal low-speed test based on crashworthiness and repairability

图 1. 耐撞性与维修经济性正面低速碰撞试验

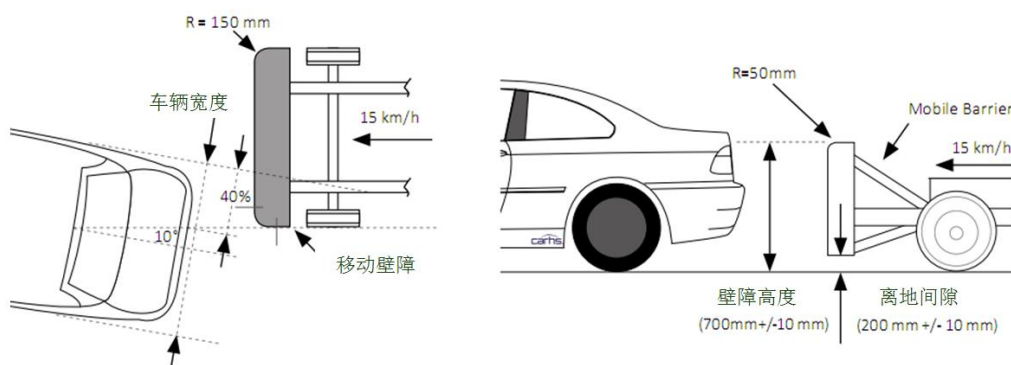


Figure 2.Rear low-speed test based on crashworthiness and repairability

图 2. 耐撞性与维修经济性尾部低速碰撞试验

3 某车型尾部低速碰撞仿真分析结果

在耐撞性与维修经济性尾碰分析中，若后地板、后纵梁需要维修，意味着维修成本较高，因此后地板、后纵梁一般都会被 认为不可损伤件。在 CAE 仿真中，通过控制后地板、后纵梁的塑性变形率不超过 5%，判断后地板、后纵梁的损伤情况。本文针对某车型后地板、后纵梁 塑性塑料表形率较大的情况，通过结构优化，将这一指标降低到 目标范围。

3.1 CAE 模型建立

如图 2 所示尾碰工况描述，建立某车型耐撞性与维修经济性尾碰模型。模型基于 Ls-dyna 仿真平台搭建，移动壁障台车的碰撞速度为 15km/h，移动壁障与车辆的重叠量为后部车辆宽度的 40%，在驾驶员位置放置一个 75kg 假人重量，如图 3 所示。

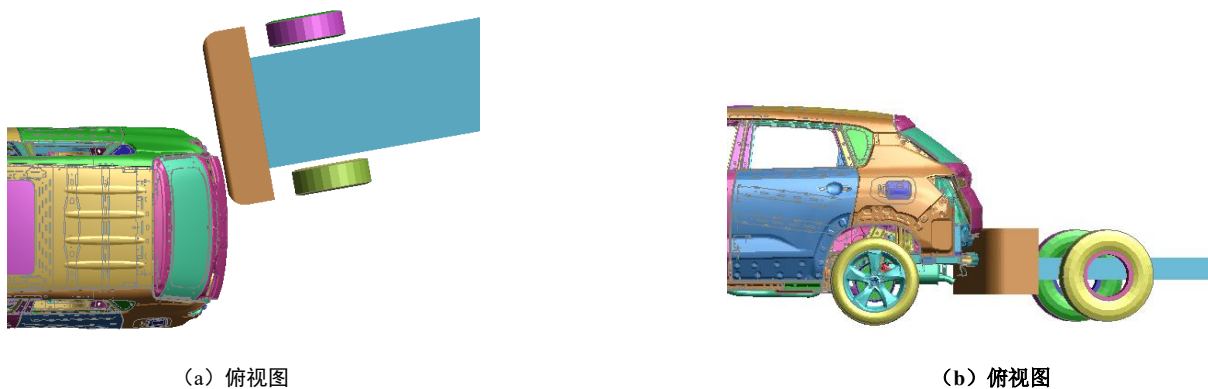


Figure 3.Rear CAE model of crashworthiness and repairability on one certain vehicle

图 3. 某车型耐撞性与维修经济性尾碰仿真模型

3.2 低速碰撞仿真分析结果

在车辆的尾部低速仿真分析中，后保险杠、后防撞横梁变形吸能，为合理的损伤零部件。

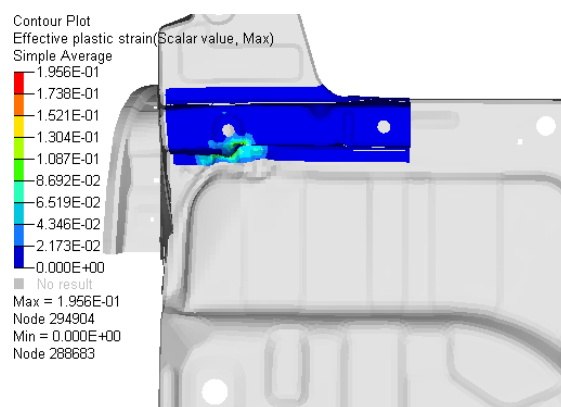


Figure 4.Rear rail distortion of CAE model of crashworthiness and repairability on one certain vehicle

图 4 某车型耐撞性与维修经济性尾碰仿真分析后纵梁变形情况

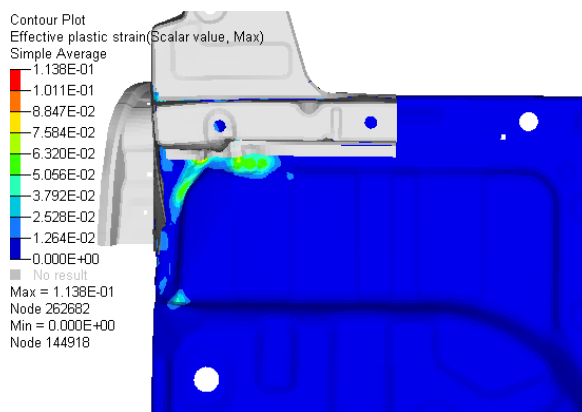


Figure 5.Rear floor distortion of CAE model of crashworthiness and repairability on one certain vehicle

图 5. 某车型耐撞性与维修经济性尾碰仿真分析后地板变形情况

由碰撞仿真结果可知,发生碰撞后,右侧后纵梁和后地板发生应变,最大塑性应变分别为 19.56%和 11.38%,如图 4 图 5 所示。该损伤为不合理损伤,后纵梁和后地板需进行矫正修复,维修工时长,维修成本高。为了降低该车型尾碰低速维修成本,优化车体后端结构,提高后防撞横梁的能量吸收,降低后地板、后纵梁的塑性应变到 5%以下。

4 问题分析

针对以上问题,从后防撞横梁总成吸收、后纵梁强度方面进行原因分析。

4.1 防撞横梁能量吸收

通过对车体变形分析,吸能盒变形不充分,如图 6 所示。后防撞横梁总成能量吸收不足,导致大部分能量转嫁到后纵梁上,后纵梁变形。

4.2 后纵梁强度偏弱

后纵梁加强件长度太短,整个后纵梁总成结构偏弱,加强件翻边位置变形大,需要进行加强。



Figure 6 .The distortion of crash-box is deficient

图 6. 吸能盒变形不充分

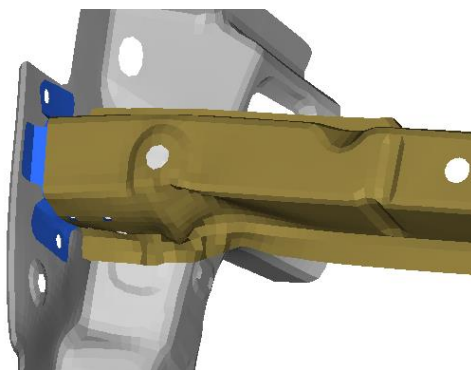


Figure 7. Rear rail structure

图 7. 后纵梁结构

5 结构方案设计

根据上面的原因分析,本着增大后防撞横梁吸能、减小后纵梁变形的原则,制定了多个结构优化方案,如图 8 所示。

- 1) 优化吸能盒结构;
- 2) 增加后纵梁加强件的长度,由 75mm 增加到 220mm;
- 3) 后纵梁总成与尾裙板的搭接翻边做在外面纵梁上,并在翻边位置局部加强;
- 4) 纵梁后端高度渐变结构,避免整体增加纵梁强度造成成本增加太多。

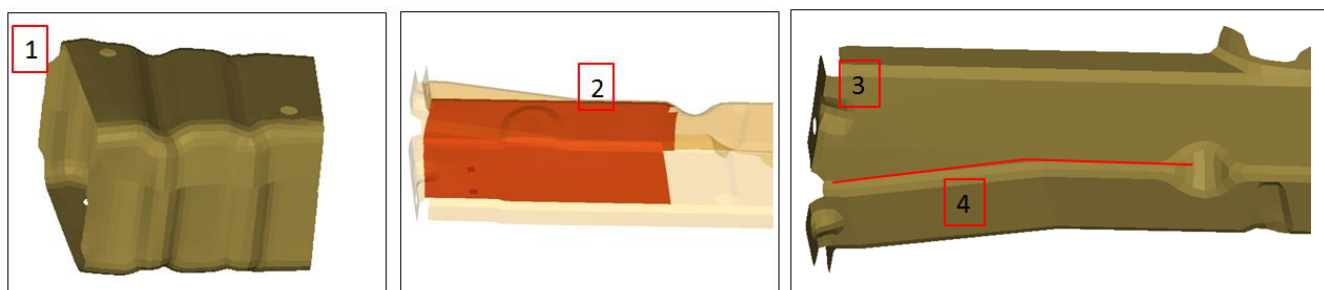


Figure 8. Structural optimization

图 8. 结构优化方案

6 优化方案分析

对优化方案进行验证, 增加优化方案后, 后纵梁的最大塑性变形率降低到 2.45%, 后地板的最大塑性变形率降低到 1%, 几乎看不出变形。

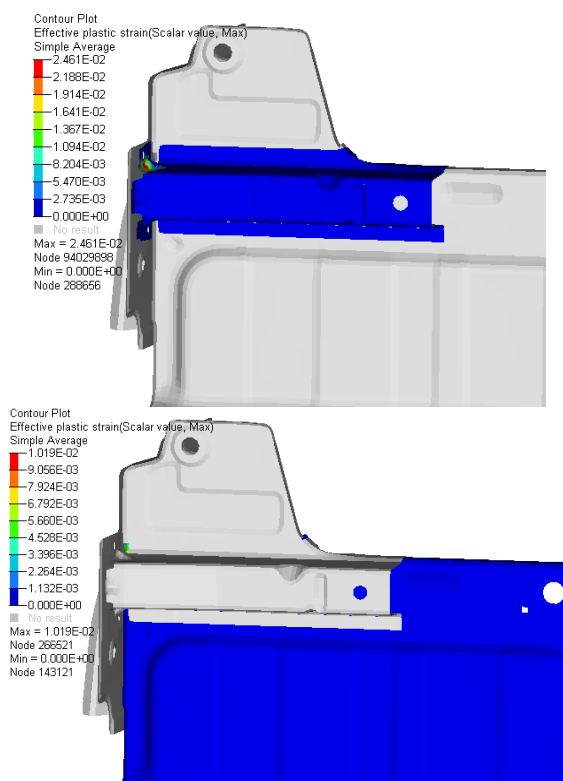


Figure 9. CAE result of structural optimization

图 9. 优化方案分析结果

7 结论

本文针对某款全新轿车的开发项目, 对尾碰低速工况中后纵梁、后地板塑性变形大的问题进行了分析研究, 找出了造成此问题的原因, 制定了相应的结构优化方案。再通过 CAE 仿真技术, 验证优化方案的效果, 最终分

析结果表明, 优化方案有效, 将在整车方案中进行验证。

参考文献

- [1] Cui Meng, Vehicle structure performance optimization study based on forntal RCAR test, Shang Hai Vehicle, 013, 04: 25-29
崔萌, 基于正面 RCAR 试验的汽车结构性能改进设计研究, 上海汽车, 2013, 04: 25-29.
- [2] Wang Jinping, RCAR analysis and atructure optimization on one certain vehicle, The 20th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2017.
王景平, 某车型 RCAR 分析及结构改进, 第 20 届汽车安全国际学术会议论文集, 2017.
- [3] Fan Huaqing, RCAR maintenance optimization on one certain vehicle, The 20th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2017.
樊华清, 基于 RCAR 法规的某车型可维修性优化分析, 第 20 届汽车安全国际学术会议论文集, 2017.
- [4] Huang Feng, Chao Yongxing, Frontal crash callision method research based on LS-DYNA, The 7th CAE technology proceedings 2011 P205-P209.
黄凤, 钞永兴. 基于 LS-DYNA 的全宽正面碰撞对标方法研究[C]. 第七届中国 CAE 工程分析技术年会论文集 2011 P205-P209.
- [5] Hu Yuanzhi, Reserach on one certain BIW weight lighting, The 19th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2016 .
胡远志, 某 SUV 白车身轻量化研究, 第 19 届汽车安全技术学术会议论文集, 2016.
- [6] Dong Wenxiang, Reasearch on parametric modeling and layout process of welding of BIW, The 19th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2016.
董文祥, 汽车车身焊点参数化建模及其布置工艺研究, 第 19 届汽车安全技术学术会议论文集, 2016.
- [7] Luo Kun, Reasearch on accuracy of strutural crashworthiness analysis based on frontal impact, The 19th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2016 .
罗昆, 基于正面碰撞的结构耐撞性分析精度研究, 第 19 届汽车安全技术学术会议论文集, 2016
- [8] Wang Qing, Reasearch on lighting design of carbon fiber composite bumper, The 19th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2016.
王庆, 碳纤维复合材料汽车保险杠轻量化设计研究, 第 19 届汽车安全技术学术会议论文集, 2016.
- [9] Shao Xiaoke, Reasearch on frontal structure optimization on one certain vehicle, The 19th international conference of Automotive safety technology proceedings, 2016.
邵晓科, 某 SUV 前碰结构优化分析研究, 第 19 届汽车安全技术学术会议论文集, 2016.
- [10] Karen Fierst, The origin and development of RCAR-international automobile maintance research council, Vehicle Maintance, 201608
Karen Fierst, 走进 RCAR-国际汽车维修研究理事会的起源与发展(下), 汽车维修与保养, 201608 期.
- [11] Chen Xianling, Low-speed crash performance design of automobile based on RCAR, Vehicle Engineering, 200903
陈现岭, 基于 RCAR 试验的汽车低速碰撞性能设计, 汽车工程, 2009 年 03 期.
- [12] Zhu Xiaohua, Optimal design of bumper, Automobile Age, 201605.
朱晓华, 浅析汽车保险杠的优化设计, 时代汽车, 2016 年 05 期.
- [13] Shi Yugao, Reasearch on welding of BIW based on crashworthiness simulation, Shanghai Traffic Univercity, 200810.
施欲高, 基于耐撞性仿真的轿车车身零件拼焊设计方法研究, 上海交通大学, 2008 年 10 期.
- [14] Li Zongfa, Reasearch on crashtiness of automobile body based on virtual technology, 200805.
李发宗, 基于虚拟技术的汽车车身耐撞性研究, 机械设计与制造, 2008 年 05 期.
- [15] Shi Yi, Reasearch on body structure lighting based on intensity and crashtiness, Vehicle Engineering, 201009.
施颐, 基于刚度与耐撞性要求的车身结构轻量化研究, 汽车工程, 2010 年 09 期.