

基于MPDB和25%偏置碰的白车身设计研究

毕思刚 范凯 唐明理

(一汽奔腾轿车有限公司, 长春 130012)

【欢迎引用】毕思刚, 范凯, 唐明理. 基于MPDB和25%偏置碰的白车身设计研究[J]. 汽车文摘, 2023(4): 47-50.

【Cite this paper】BI S G, FAN K, TANG M L. Research on BIW Design Based on MPDB and 25% Offset Collision[J]. Automotive Digest (Chinese), 2023(4): 47-50.

【摘要】驾乘体验化、安全健康化、节能降耗化以及日益严格的汽车安全评价指标对白车身产品开发提出了更高的要求。通过结合某高安全(2021版C-NCAP五星, 2020版C-IASI G评价)燃油SUV车型白车身产品开发, 围绕MPDB碰撞兼容性和25%偏置碰工况的解决方案及轻量化技术进行了设计研究, 找到了一条有效解决路径。试验结果表明解决方案能够满足碰撞兼容性和轻量化要求。

关键词: 白车身; MPDB; 碰撞兼容性; 25%偏置碰; 轻量化

中图分类号: U462.1 文献标识码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20220106

Research on BIW Design Based on MPDB and 25% Offset Collision

Bi Sigang, Fan Kai, Tang Mingli

(FAW Car Co., Ltd, Changchun 130012)

【Abstract】Driving experience, safety and health, energy conservation, fuel consumption reduction and increasingly strict automobile safety evaluation indicators put forward higher requirements for product development of Body In White (BIW). Combined with the product development of a high safety (2021 version of C-NCAP 5 stars, 2020 version of C-IASI G evaluation) for SUV, the design and exploration are carried out around the solutions and lightweight technologies for Mobile Progressive Deformable Barrier (MPDB) collision compatibility and 25% offset collision, and an effective solution path is presented. Test results indicate that the solution can meet the requirements of collision compatibility and lightweight.

Key words: BIW, MPDB, Crash compatibility, 25% Offset collision, Light weight

缩略语

BIW	Body In White
MPDB	Mobile Progressive Deformable Barrier
C-NCAP	China-New Car Assessment Program
C-IASI	China Insurance Automotive Safety Index
SD	Standard Deviation
OLC	Occupant Load Criterion

0 引言

伴随着供给端的技术革命和需求端的消费升级, 汽车产业正处在深刻变革转型期, 产品与技术领域呈现出电动化、智能网联化、驾乘体验化、安全健康化、

节能降耗化的“五化”发展趋势。一方面, “安全健康化”以及日益严格的汽车安全评价指标对白车身安全性能开发提出了更高的要求。以中国新车评价规程(China-New Car Assessment Program, C-NCAP)和中国保险汽车安全指数(China Insurance Automotive Safety Index, C-IASI)为例, 2021版C-NCAP采用正面50%重叠移动渐进变形壁障碰撞试验(Mobile Progressive Deformable Barrier, MPDB)替代了2018版正面40%重叠可变形壁障碰撞试验^[1], 在关注车辆自我保护的同时对车辆的攻击性和碰撞兼容性提出了新的要求。C-IASI中的正面25%偏置碰撞试验工况凭借低碰撞重叠率(25%), 高碰撞速度(64.4 km/h)的特点已成为白车身安全性能开发新的重点课题^[2]。另一方面, “驾乘

体验化”和“节能降耗化”对白车身轻量化设计提出了更多的挑战。在满足高安全性能目标的同时兼顾轻量化开发对白车身开发的关键技术能力提出了更高要求。

本文结合某高安全(2021版C-NCAP五星,2020版C-IASI G评价)SUV车型白车身产品开发,围绕MPDB碰撞兼容性和25%偏置碰工况的解决方案及轻量化技术开展设计研究。

1 MPDB碰撞兼容性的开发难点及解决方案

1.1 开发难点及应对思路

传统的正面100%重叠刚性壁障碰撞试验与正面40%重叠可变形壁障碰撞试验,正面碰撞工况更加关注的是车辆自身结构件对于碰撞能量的吸收能力,而MPDB工况更加关注车与车正面碰撞过程中平衡分配碰撞能量以实现“共赢”的能力,即碰撞兼容性水平。平衡“自我保护”与“保护对方”之间的矛盾是MPDB碰撞兼容性开发的难点和关键点。MPDB碰撞兼容性开发的关键控制指标包括以下3方面:

(1)碰撞后壁障变形量的标准偏差(Standard Deviation, SD):考察壁障评价区域内,碰撞侵入量偏离平均值的离散程度。

(2)依据壁障减速度测得的台车上乘员载荷准则(Occupant Load Criterion, OLC):考察碰撞台车虚拟假人所受约束的减速度,反应对方车辆乘员所受伤害情况。

(3)碰撞后壁障入侵深度:考察壁障是否“击穿”^[3]。

分析以上关键控制指标可以得出影响碰撞兼容性设计的3大关键要素:

(1)车辆前端传力结构与壁障评价区域的接触面积;

(2)碰撞接触面的平整程度;

(3)传力路径的合理分布以及强度匹配。

1.2 某SUV车型解决方案及轻量化技术

1.2.1 优化车辆前端与壁障评价区域的接触面积

为使车辆前端传力结构能够有效覆盖壁障评价区域,使碰撞载荷得到合理分布,某SUV车型前端采用了宽防撞梁加双吸能盒设计,并在主防撞梁下部增加副防撞梁,如图1所示。同时,前防撞梁及双吸能盒采用挤压铝型材,副防撞梁采用管梁代替钣金横梁结构实现轻量化。

1.2.2 碰撞接触面及传力路径设计

主副防撞梁作为车辆前端与壁障最先接触区域,

其平整程度是设计关键。该车型主副防撞梁X向型面采用平齐设计,且曲率保持一致,确保与壁障的碰撞接触面平整无突兀。在传力路径设计方面,增加上部路径,将前端梁(Shotgun)前伸至前纵梁前端板,与加宽后的双吸能盒以及前纵梁相连,加强对碰撞载荷的吸收与传导,如图2所示。

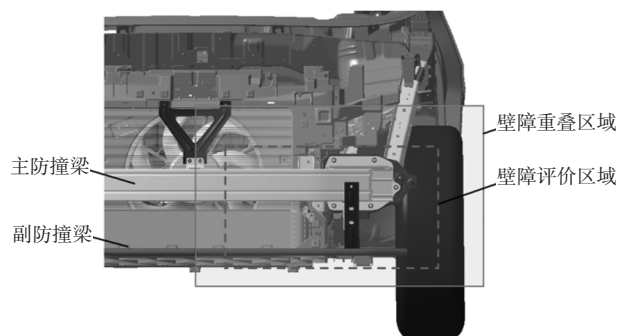


图1 车辆前端传力结构与壁障重叠区域示意

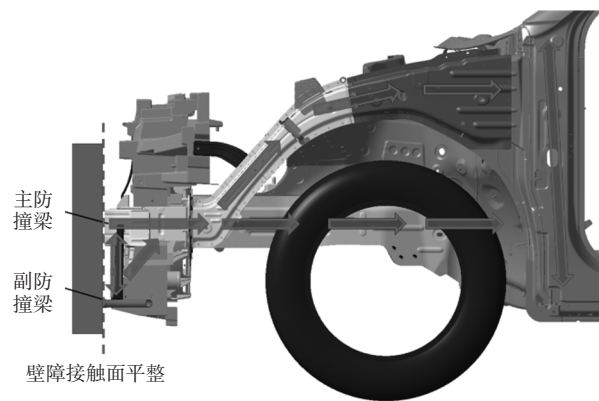


图2 车辆前端传力路径及与壁障接触面示意

1.2.3 方案分析验证

通过增大碰撞接触面积、提升接触面平整度和优化碰撞传力路径,提升白车身碰撞兼容性。经CAE分析及实车试验验证,车辆前端的碰撞传力结构变形合理,最终总体罚分为-1.5分,满足兼容性罚分开发目标。实车验证试验结果如图3和图4所示。验证结果表明:本文中SUV车型白车身应对MPDB碰撞兼容性工况所采用的设计方案可行,具备推广借鉴基本条件。



图3 实车试验壁障变形示意

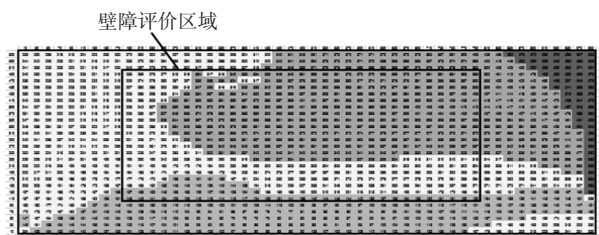


图4 实车试验壁障表面变形云图

2 25%偏置碰开发难点及解决方案

2.1 开发难点及应对思路

正面25%偏置碰撞试验时车速高达64.4 km/h,且刚性壁障与传统车型纵梁几乎不发生接触,A柱及门槛受到较大冲击,如何将碰撞能量有效合理的吸收和传导是25%偏置碰工况开发的难点和关键点^[4]。应对25%偏置碰的车体结构策略主要有2大类。

2.1.1 侧滑策略

通过Shotgun前伸后与前端框架上横梁弧形连接形成环抱式封闭框架,同时加强Shotgun与前纵梁的连接,当车辆与壁障接触时能够产生足够的Y向侧推力,使车辆绕过壁障侧向滑出,从而减小对乘员舱的侵入量。该策略对前机舱的横向刚度要求很高,除Shotgun自身的截面和厚度比较大以外,Shotgun与纵梁、两侧Shotgun之间的连接也需要采用刚度较高的材料和结构设计。同时,由于轮胎与壁障接触面积较大,为确保车辆能够与壁障顺利分离需要轮胎能够在碰撞中失效脱出,这对轮胎连接结构的可靠性设计提出了较高要求。由于车辆首次碰撞后仍然具有较大的滑移速度,也容易产生二次碰撞伤害。

2.1.2 吸能策略

通过对传力路径及吸能结构的合理有效设计,使前机舱对碰撞能量的吸收最大化。同时,对乘员舱A柱、门槛、地板纵梁关键承力结构进行加强,将碰撞能量有效传导和吸收,从而达成侵入量指标。目前,吸能策略在行业内的应用较为广泛。

2.2 某SUV车型解决方案及轻量化技术

某SUV车型基于吸能策略,围绕车体传力路径、传力结构设计以及材料工艺选用进行了技术优化与创新应用。

2.2.1 传力路径设计

为实现刚性壁障与车体传力结构有效接触,对车体前部传力结构进行重构优化,如图5所示:

(1)前防撞梁及吸能盒Y向扩展,增加与壁障接触面积;

(2)前纵梁前部在避让轮胎包络后Y向外张,加强对吸能盒的支撑,增加与壁障接触面积;

(3)Shotgun前伸至前纵梁前端板,与加宽后的双吸能盒以及前纵梁相连。

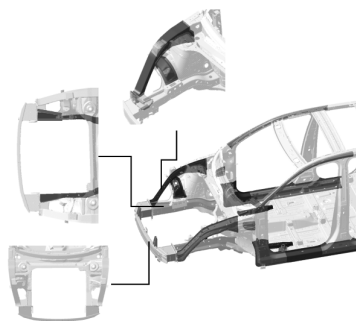


图5 机舱前部传力结构设计示意

为实现碰撞载荷的有效分解和传导,该车型在传力路径设计上着重采取了3方面优化措施(图6~图8):

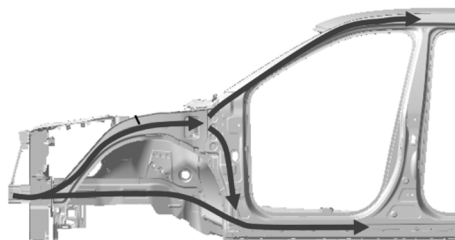


图6 传力路径示意(侧向视角)

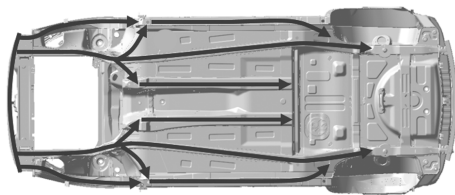


图7 传力路径示意(底部视角)

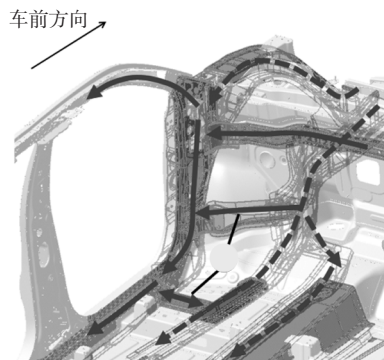


图8 传力路径示意(车内视角)

(1)Shotgun前伸后形成上部传力路径,增加前机舱对碰撞能量的吸能,同时更好的将碰撞能量传导至A柱区域(图6);

(2)下部采用“E”形传力路径设计,将碰撞能量分解至门槛和中通道,同时纵梁主体前后连续贯通,避

免局部应力集中(图7);

(3)强化纵梁与A柱及门槛间的连接,提升横向刚度,避免纵梁与门槛间因相互错动导致侵入量超标(图8)。

2.2.2 传力结构优化及材料工艺创新

为确保前机舱各吸能结构充分有效,传力路径上各零部件强度相互匹配,在该车型开发中针对传力结构开展了6项细节优化,包括创新应用新材料、新工艺实现轻量化,如图9所示。

(1)A柱上部加强板创新采用1.8 GPa热成型钢+补丁板(Patch)设计,通过Patch板对易弯折区域进行局部加强,同时可节省模具费用。A柱内板创新应用第三代超高强钢QP980,料厚由1.2 mm优化至1.0 mm实现轻量化。

(2)A柱下部与前围搭接区域增加螺接结构加强件,强化关键传力接头,提升局部稳定性。

(3)在前地板上增加T形稳定结构,强化纵梁与门槛间的横向刚度,避免发生错动变形。

(4)对前门洞转角区域焊点进行加密,强化关键传力接头,同时规避焊点失效风险。

(5)门槛加强板延伸至A柱下部最前端,同时局部增加L形角板进行补强。

(6)A柱下部加强板及内板采用全包裹设计,提升关键传力接头的结构强度。

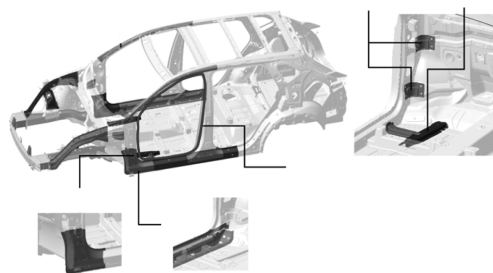


图9 传力结构优化示意

2.2.3 方案分析验证

通过传力路径的合理设计、传力结构的细节优化以及材料工艺创新技术的应用,经CAE分析验证,白车身碰撞传力结构变形合理,A柱上部未发生明显弯折,各项侵入量指标达成开发目标要求,如图10、图11所示。验证结果表明,本文中SUV车型应对25%偏置碰工况所采用的设计方案可行。

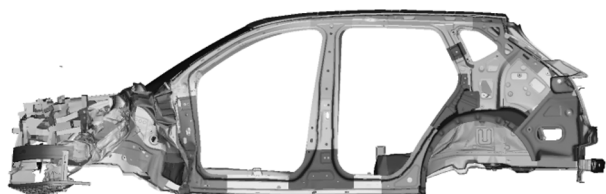


图10 CAE分析变形结果示意

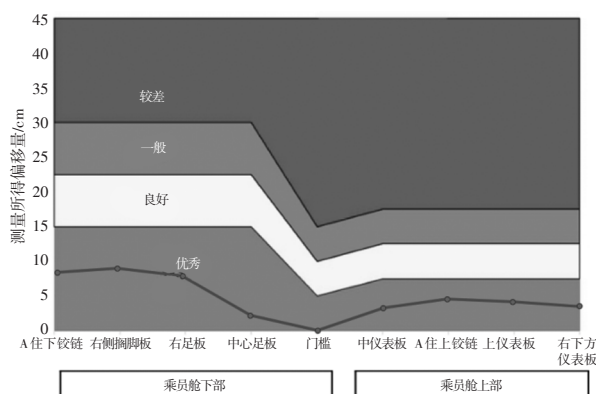


图11 CAE分析侵入量结果

3 结束语

结合某高安全(2021版C-NCAP五星,2020版C-IASI G评价)SUV车型白车身产品开发,围绕MPDB碰撞兼容性和25%偏置碰工况的开发难点、应对思路、解决方案及轻量化技术进行了详细分析阐述,经CAE分析及实车试验验证达成开发目标要求,形成了应对MPDB碰撞兼容性和25%偏置碰工况的有效路径,能够满足碰撞兼容性和轻量化要求,该方案可以推广到后续高安全车型白车身产品开发中。

参考文献

- [1] 中国汽车技术研究中心有限公司. C-NCAP管理规则(2021年版)[EB/OL]. (2020-12-14)[2022-9-2]. <https://c-ncap.org.cn/cms/picture/357380003076288512.pdf>.
- [2] 中保研汽车技术试验中心(北京)有限公司. 中国保险汽车安全指数管理办法(2020版):C-IASI-GM. MM. RL-B0-001 [EB/OL]. (2021-3-31)[2022-9-2]. http://www.ciasi.org.cn/download-list?type=125&type_id=157&year_id=142.
- [3] 程豹,杨帅,李根,等. 基于MPDB工况的碰撞相容性优化策略研究[J]. 汽车零部件, 2021(12): 29-33.
- [4] 常晓宇,唐莉,廖慧红. 中保研小偏置结构性能开发研究[J]. 汽车零部件, 2021(5): 58-61.

【作者简介】

毕思刚,男,任职于一汽奔腾轿车有限公司奔腾开发院车身开发部,研究方向为乘用车车身设计及整车安全开发。E-mail:bisigang@fawcar.com.cn