

Research Vehicle Side Impact Crashworthiness Based on the Side Door Bars

Fan Tiqiang Huang Chaoqun Wan Xinming

(China Automotive Engineering Research Institute Auto Product R&D Center, Chongqing, 400039, ftqhaust@yahoo.com.cn)

Abstract: In this paper, Research the side impact bar structural and dispose forms base on building side impact model, Analysis the deformation of B pillar, the point on door correlation the dummy, the invade velocity of B pillar, door and the bar. Summarize a better bar structural and dispose form, This provides a feasible method for further research and improvement of the side impact and the side crashworthiness.

Keywords: Side impact bar Side impact Crashworthiness

车门防撞杆对汽车侧面碰撞性能的影响

范体强, 黄超群, 万鑫铭

(中国汽车工程研究院汽车产品研发中心, 重庆, 400039, ftqhaust@yahoo.com.cn)

摘要: 本文根据所建侧面碰撞有限元模型, 研究了防撞的结构和布置形式, 通过 B 柱、和车门相关测量点侵入量的变化以及 B 柱、车门、防撞杆侵入速度的对比, 总结得出了一种较好的结构和布置形式的防撞杆, 为开展汽车的侧面耐撞性研究提供了借鉴。

主题词: 防撞杆 侧面碰撞 耐撞性

1 前言

汽车的碰撞形式有正面碰撞、侧面碰撞、追尾碰撞、角度碰撞及翻滚等。据统计资料表明, 国外交通事故死亡人数中, 因正面碰撞而导致死亡的接近 70%, 因侧面碰撞而导致死亡的接近 30%^[1], 在我国由于交通法规执行情况及道路使用状况的特殊性, 由侧面碰撞而导致死亡的比例高于国外^[2]。

当汽车受到侧面撞击时, 车门很容易受到冲击而变形, 从而直接伤害到车内乘员。防撞杆的防撞作用是: 当侧门受到撞击时, 坚固的防撞杆能减轻车门的变形程度, 从而能减少侧碰撞对车内乘员的伤害。因此开展防撞杆对于提高汽车侧面耐撞性能的研究具有重要意义。

2 汽车侧面碰撞性能的评价

侧耐撞性能的改进方法为: 增加缓冲吸能区的厚度和加大缓冲吸能区两侧的内部刚度, 并将碰撞力有效传递到具有保护和吸能作用的梁、柱、地板、车顶和其它部件, 使撞击力被分散吸收, 并最大限度把可能造成的损害降低到最小程度^[3, 4], 如图 2.1 所示为侧面碰撞时碰撞力沿箭头方向传递。这些力的路径区域的变形和侵入速度是进行侧撞研究的重点。

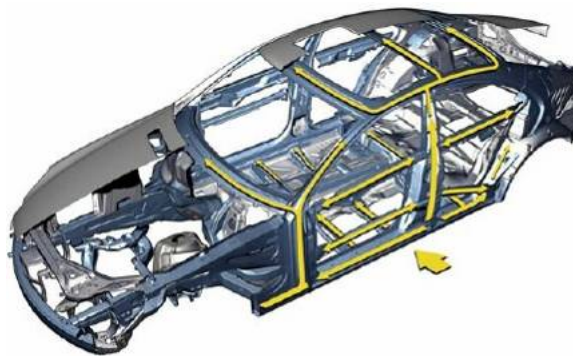


图 2.1 侧面碰撞力传导图

从国外的试验统计结果显示，侧面碰撞时，人体胸部的伤害值与B柱腰带（乘员胸部高度位置（如图 2.2 所示）撞击假人的速度成正比^[5]。同时，在实际试验中也发现B柱在变形过程中，腰带处的变形速度最大。所以，B柱腰带处的塑性变形是研究的重点，此外车门内饰上所对应的假人胸部和腹部区域的变形以及车门和防撞杆的侵入速度也是研究的内容。

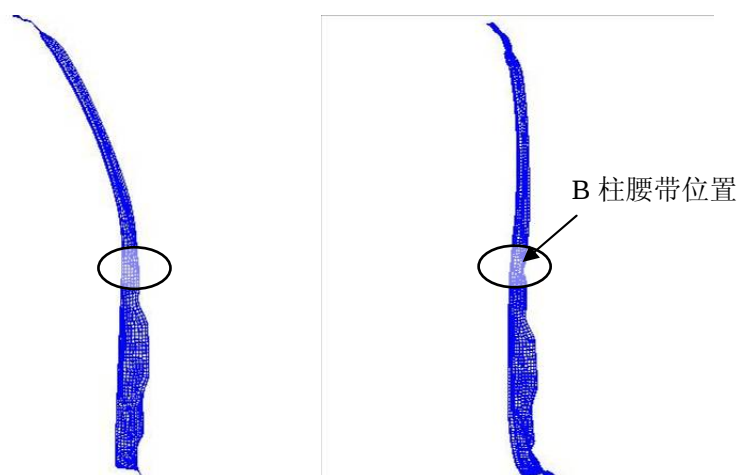


图 2.3 B 柱腰带位置

3 防撞杆的介绍

车门防撞杆做为车门内部重要的部件，在汽车上得到广泛的应用，目前在汽车上应用的防撞杆一般为超高强度钢，经热处理后的机械性能为屈服极限 $\geq 1200\text{MPa}$ ，抗拉极限在 1700MPa 左右，材料成分为 C、Si、Mn、P、S、Al 等。

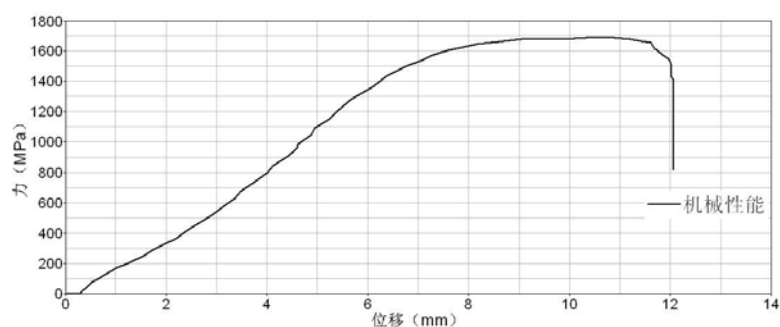


图 3.1 某圆管式样的机械性能

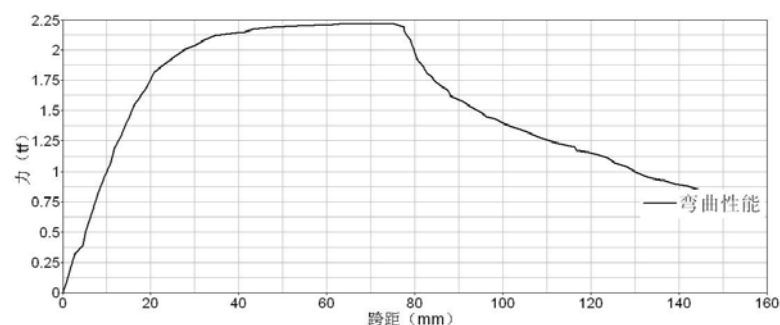


图 3.2 某圆管式样的弯曲性能



图 3.3 圆管弯曲试验产品图样

目前出现了新型的 W 型波纹状防撞板, 由于其良好的耐撞性能, 使其得到了很好的应用, 下图 4、5 为防撞板在某车门上的应用及其碰撞后的变形。



图 3.4 某车门内防撞板



图 3.5 某车侧碰后变形图

4 防撞杆的布置方式及结构的影响

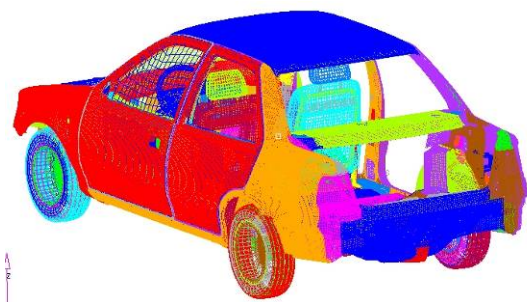


图 4.1 整车有限元模型图

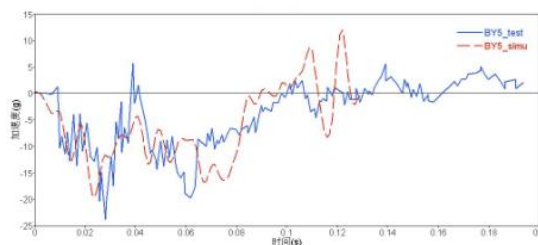
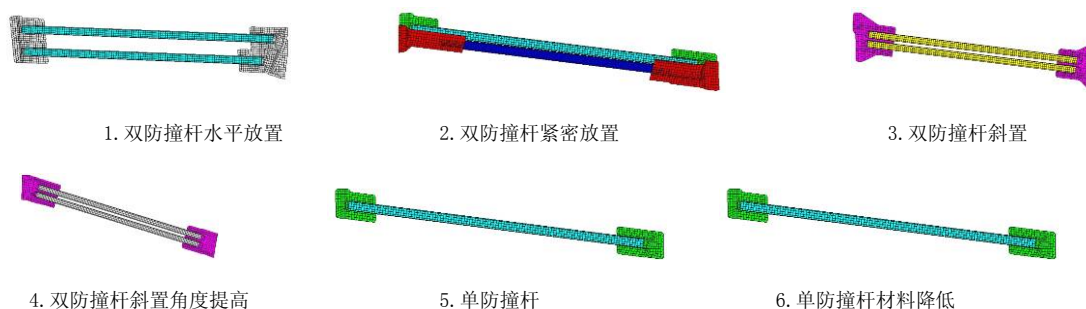


图 4.2 车体仿真与试验加速度对比图

整车模型的车身部分的网格主要使用 3 节点和 4 节点的壳单元网格, 发动机、散热器等部件采用刚体模拟, 座椅则采用了实体单元建模。整个模型的白车身部件主要采用了 LS_DYNA 里面的焊点梁单元进行了连接, 同时采用球铰、圆柱铰、滑移铰、离散单元对转向和悬挂系统进行了模拟。整车模型共有 568014 个节点、552482 个单元 (如图 4.1 所示)。

考虑到车身在很短的碰撞过程内, 结构褶皱的局部变形很大, 其应变率也较大, 因此在定义材料模型中考虑了应变率的影响。在数值模拟中采用的是 Cowper-Symonds 应变率模型。此外采用了经过验证的台车模型^[6], 对轿车及台车采用自动单面接触算法, 来计算轿车在发生碰撞时自身的接触。台车碰撞初始速度为 50km/h。整车的右侧碰撞加速度曲线的趋势、峰值基本一致, 从而验证了有限元模型的可靠性 (图 4.2 所示)。

在侧面碰撞过程中, 作为车门内的防撞杆, 在侧面碰撞发生时, 起到了很重要的作用, 因此防撞杆的性能至关重要。国内的侯飞等人开展了防撞杆布置方式对美国侧碰法规作用的研究^[7], 但研究只适用于文中的特定车型结构, 所以有必要深入的开展防撞杆的布置形式、数目、斜置角度以及结构形式对假人的损伤和车体结构的耐撞性影响的研究。防撞杆的布置及结构形式如下图 4.3 所示。



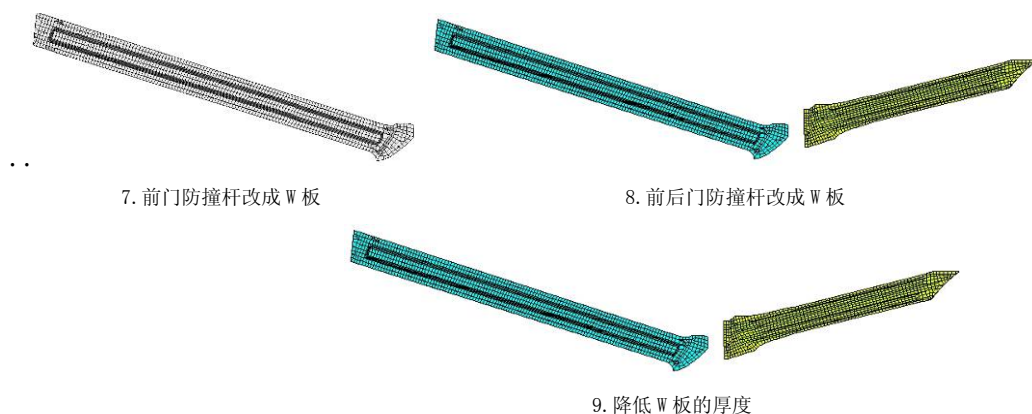


图 4.3 防撞的结构和布置形式

5 不同型式防撞杆的影响

B 柱相对车身的变形量是侧面碰撞中考核车身结构耐撞性的主要指标之一。为准确对比 B 柱变形模式和变形量，沿车辆垂直方向从上至下取 B 柱上 8 个节点；因 B 柱腰线处的变形关乎乘员胸部的伤害，所以仅对比了 BY2 和 BY3 处的侵入量（如下图 5.1、5.2），同时在车门内饰对应假人的腹部和 R 点对应区域也进行了测量（如下图 5.3~5.6），并在 B 柱腰线处、车门以及防撞杆处布置了传感器，测量这些地方的侵入速度（如下图 5.7~5.9）。

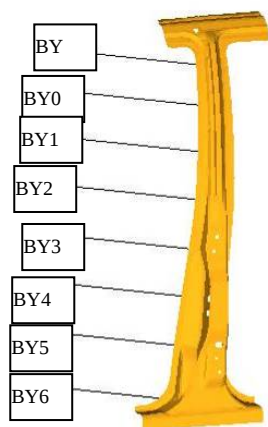


图 5.1 B 柱测量点

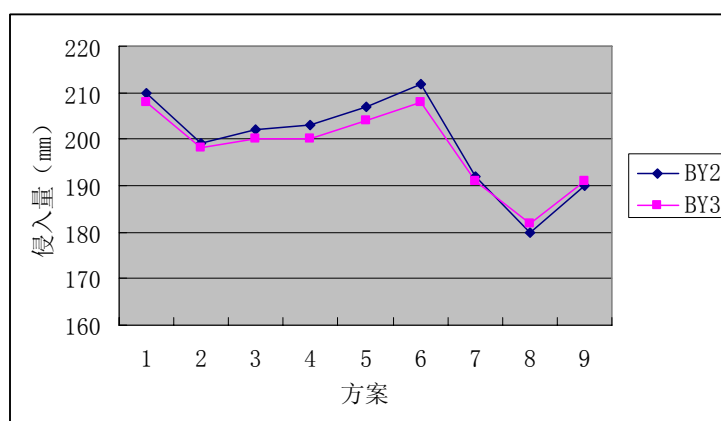


图 5.2 BY2、BY3 侵入量对比

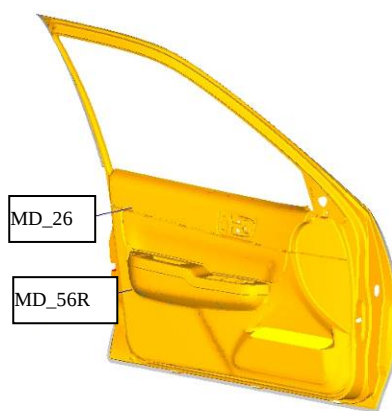


图 5.3 车门对应测量点

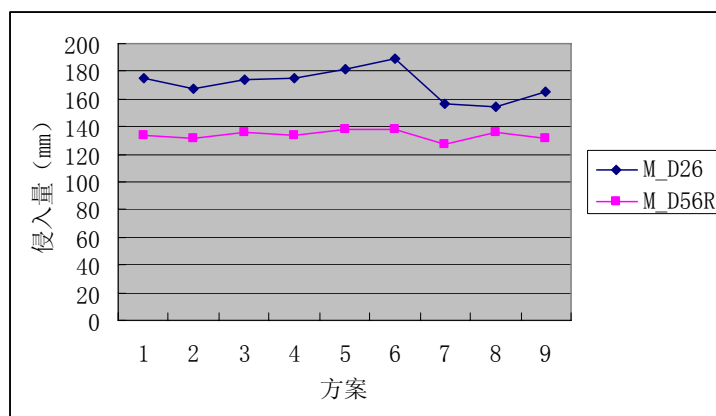


图 5.4 MD_26、MD_56R 侵入量对比图

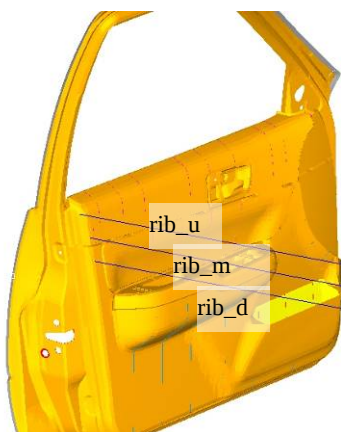


图 5.5 假人肋骨车门对应测量点

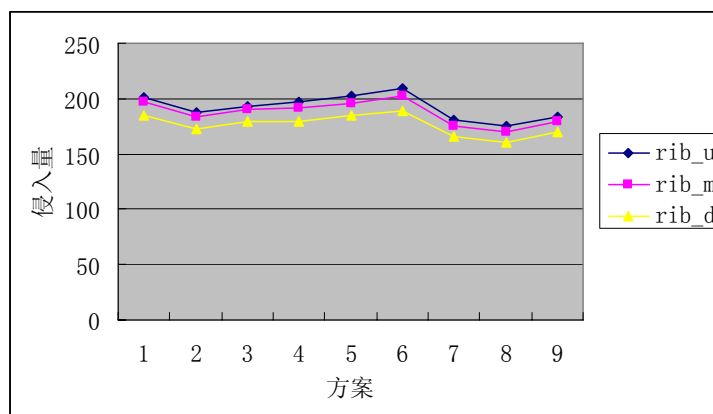


图 5.6 车门对应肋骨侵入量对比图

从以上对比中可以看出单杆低强度的防撞杆，防护效果最差；前后门采用 W 型防撞结构，防护效果是最佳；斜置的双防撞杆也得到了较好的防护效果；随厚度、材料强度的降低，防护效果降低。并且在采用双防撞杆斜置时，随角度的提高，结果变化不大。

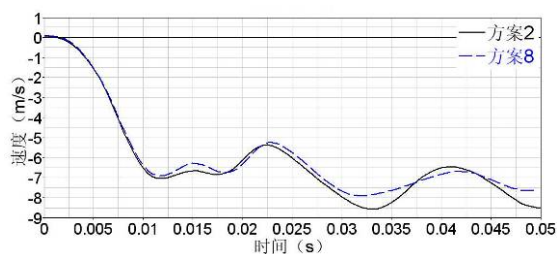


图 5.7 B 柱侵入速度对比

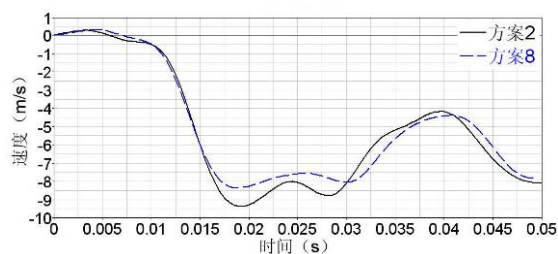


图 5.8 车门侵入速度对比

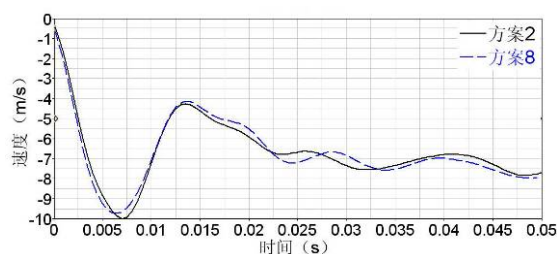


图 5.9 防撞杆侵入速度对比

方案 2 的结果是杆状结构中较好，所以对比了方案 2 和方案 8 的侵入速度；可以看出采用“W 型”防撞板结构后，B 柱腰线和车门以及防撞杆的侵入速度都得到了降低，表明了，该结构和布置型式的车体耐侧撞性能最好。

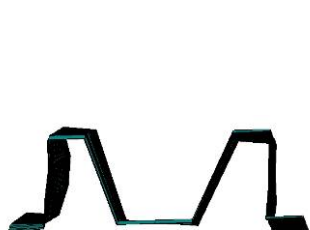
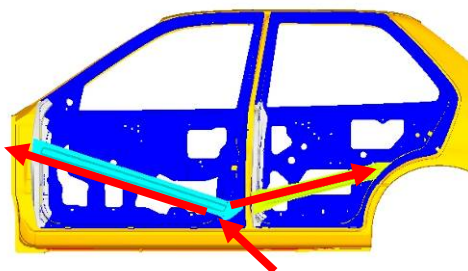


图 5.10 防撞板的截面图



5.11 防撞板的 V 型布置和碰撞力的传递

防撞板的结构如 5.10 所示，与传统的杠状结构相比，截面积的增大，增加了抗弯性能，提高了其耐撞能力，此外“V 型”的布置形式使碰撞力集中在 B 柱的下部，增加了 B 柱的下部的变形，并且碰撞力沿防撞板有效传递，使 B 柱上部的变形较少，一定程度上增加了乘员的生存空间。

6 结论

对于侧面碰撞,由于车身结构所限制,无法提供很大的缓冲空间,因此对于提高车辆侧面抗撞性能难度较大。建立了某车的整车有限元模型,对防撞杆的布置形式和结构对侧面碰撞的影响进行了研究,通过仿真计算,从车体 B 柱的侵入量、车门侵入量、假人肋骨对应侵入量、B 柱、车门和防撞杆侵入速度等方面进行了对比、分析,验证了 W 型防撞杆结构 V 型布置形式明显优于其它结构,一定程度上提高了车辆的侧面碰撞安全性,为今后开展汽车的侧面耐撞性研究提供了借鉴。

参考文献

- [1] 李一兵. 中国交通事故分析与碰撞安全研究现状[C]. 中日汽车安全技术研讨会, 2000. 10. 15
- [2] Hou Fei, Zeng Xianjing. Computer Simulation Based Structure Crashworthiness Study on FMVSS214 And ECER95 Side Impact Tests[J]. Journal of Hunan University, 2002, 6
- [3] 钟志华, 张维刚等. 汽车安全碰撞技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003, 2-6.
- [4] 范体强. 基于虚拟试验的汽车侧面碰撞安全性研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2007.
- [5] Tomohiko Ariyoshi, Katsunori Noto. A CAE Application to Body Structure Development for Motor-vehicle Lateral collision. TOYOTA Technical Review Vol. 46 No. 2 Apr. 1997
- [6] 范体强. 侧碰移动变形壁障仿真模型的开发研究[J]. 计算机仿真, 2007
- [7] 侯飞. 基于计算机模拟的轿车侧门防撞杆对美国侧撞法规作用的研究[J]. 汽车工程, 2005, 27(1)