

C-IASI

中国保险汽车安全指数规程

编号：CIASI-SM. CC. SBT-A0

耐撞性与维修经济性指数试验规程

Damageability and Repairability Index Test Protocol

(2017 版)

中保研汽车技术研究院有限公司
中国汽车工程研究院有限公司

目 次

前 言	III
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 耐撞性与维修经济性试验规程	2
4.1 车辆低速结构碰撞试验规程	2
4.1.1 车辆低速结构正面碰撞试验	2
4.1.2 车辆低速结构追尾碰撞试验	5
4.2 车辆保险杠系统测试程序	6
4.2.1 车辆保险杠系统静态测量	6
4.2.2 车辆正面全宽保险杠碰撞试验	9
4.2.3 车辆尾部全宽保险杠碰撞试验	10
附录 A 闭合件间隙测量	11
附录 B 车底测量	13
附录 C 车辆低速结构碰撞壁障图纸及说明	14
附录 D 车辆低速结构追尾碰撞移动壁障图纸和说明	15
附录 E 保险杠壁障尺寸要求	17
附录 F 能量吸收装置性能要求	20

前 言

长期以来，车型保险安全分级作为车型定价的最重要因子，在中国一直未能建立系统的体系，极大地制约了车型定价的精细化发展。为此，在中国保协行业协会的指导下，中国汽车工程研究院与中保研汽车技术研究院，在充分研究并借鉴国际先进经验的基础上，结合中国汽车保险与车辆安全技术现状，经过多轮论证，形成中国保险汽车安全指数（简称C-IASI）测试评价体系。

C-IASI从消费者立场出发，从汽车保险视角，围绕车险事故中“车损”、“人伤”，开展耐撞性与维修经济性、车内乘员安全、车外行人安全、车辆辅助安全四项指数的测试评价。最终评价结果为汽车保险保费厘定提供数据支撑，为汽车安全研发、消费者购车用车提供参考。

耐撞性与维修经济性指数作为C-IASI体系的一项分指数，本指数测试规程参考“RCAR Low-speed structural crash test protocol” (2.2版本)和“RCAR Bumper Test” (2.0版本)编制。车辆评估包含正面碰撞和追尾碰撞中的车辆损伤计算（物理损伤和维修费用）。在车辆低速结构正面碰撞中，试验车辆以15km/h的速度撞击刚性壁障。在车辆低速结构追尾碰撞中，装有刚性壁障的移动台车以15km/h的速度撞击静止的试验车辆后部。另外，作为车辆耐撞性与维修经济性指数的关注项目，开展车辆保险杠系统测试，是为了提升众多车辆之间兼容性、稳定性以及吸能性，并通过使用保险杠壁障开展不同的车辆静态和动态测试。

中国保险汽车安全指数（C-IASI）规程是在中国保险行业协会的指导下，中国汽车工程研究院股份有限公司和中保研汽车技术研究院有限公司共同制定。随着中国道路交通安全、汽车保险数据以及车辆安全技术水平的不断发展和相关标准的不断更新，我们保留对试验项目和评价方法进行变更升级的权利，积极助推车辆安全技术成果与汽车保险的融汇应用，有效促进中国汽车安全水平整体提高和商业车险健康持续发展，更加系统全面地为消费者、汽车行业及保险行业服务。

中国保险行业协会、中国汽车工程研究院股份有限公司、中保研汽车技术研究院有限公司三方保留对中国保险汽车安全指数（C-IASI）的全部权利。未经三方同时授权，除企业自行进行技术开发的试验外，不允许其他机构使用中国保险汽车安全指数（C-IASI）规程对汽车产品进行公开性或商业目的的试验或评价。

耐撞性与维修经济性指数试验规程

1 适用范围

本规程适用于整备质量不超过3500kg的载客车辆和载货车辆（M1类和N1类）。其他车辆可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的应用而成为本标准的条款。

RCAR低速结构碰撞测试规程2.2版（2011年7月）

RCAR保险杠测试规程2.0版（2010年9月）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规程。

3.1 耐撞性

耐撞性是车辆承受碰撞力的能力以及车辆吸收碰撞能量和吸收碰撞能量过程中对于物理位移、变形的控制能力和对结构和高价值零部件损伤的保护能力。

3.2 维修经济性

维修经济性是在物理状态和成本费用角度下的可维修性。好的可维修性是事故车辆能够以经济的维修或者零配件更换，恢复到事故前的状态。

3.3 壁障

一个刚性的有曲面的障碍物，见附录 C 中描述。

3.4 移动壁障

在一个移动台车的前端安装刚性障碍物，其总质量为 1400 ± 5 千克，见附录 D 中描述。刚性障碍物的尺寸是标准的，台车的尺寸可以自选。

3.5 重叠率

重叠率/偏置率基于在前轴或后轴的轮罩处测得的车辆宽度计算。前碰时，在试验车辆的前轴区域

测量车辆宽度；后碰时，在试验车辆的后轴区域测量车辆宽度。

3.6 车辆宽度

测试车辆的车身宽度，测量该宽度时，需要包括刚性的装饰件和板件的突出部分，不包括反光镜、灯具、胎压指示等部分。通常在前轮或后轮的拱罩处测量相对应的车辆宽度。

3.7 整备质量

调整车辆至正常运行状态，即没有驾驶员、乘客和货物，燃油箱中加满燃油或根据厂家规定操作，并带有随车工具和备胎（如果这些由车辆制造厂商作为标准装备提供），此时的车辆质量即为整备质量。

3.8 主动式头枕

当检测到撞击时，头枕在触发装置和力（弹簧，火药等）的作用下发生移动（通常是靠近乘员头部），以减少鞭打伤害的风险。

3.9 安全气囊

作为安全带的补充设备，其作用是在汽车碰撞时迅速充气膨胀并保护乘员，防止乘员撞击车内物体，如方向盘，仪表板等。

3.10 安全带预紧装置

当检测到撞击时，安全带预紧器在弹簧或火药的作用下，张紧安全带以消除松弛量。

4 耐撞性与维修经济性试验规程

4.1 车辆低速结构碰撞试验规程

开展车辆低速结构碰撞测试，旨在评估车辆的耐撞性和维修经济性。车辆评估包含正面碰撞和追尾碰撞中的车辆损伤计算（物理损伤和维修费用）。在正面碰撞中，试验车辆以 15km/h 的速度撞击刚性壁障。在追尾碰撞中，装有刚性壁障的移动台车以 15km/h 的速度撞击静止的试验车辆后部。

4.1.1 车辆低速结构正面碰撞试验

4.1.1.1 车辆准备

4.1.1.1.1 车辆检查

试验车辆到达碰撞试验室后，对该车辆进行详细检查，以确定车辆之前是否有任何碰撞损坏或修复。进一步检查车辆，确认车辆是否能够正常运行，并记录车辆存在的缺陷。进行测试评价前，应当修复车辆存在的缺陷或直接更换测试车辆，并检查和确认车辆外观、配置和车辆的基本参数。

4.1.1.1.2 车辆前期准备

将试验车辆加满燃油，或排空油箱并向油箱内加入其额定容积 95%以上的燃油替代物；也可以通过将等效配重物固定在空油箱附近来实现配重。可排空其他所有的流体（油，冷却液等），但需配重以达到所要求的试验质量。建议将空调系统排空，试验后加压检查其是否有泄漏。调整各轮胎气压至车辆制造厂商推荐的单个乘员及低速行驶状态下的气压值。

4.1.1.1.2.1 整备质量测量

测量和记录此时的车辆质量和前后轴的轴荷，所测得的车辆质量即为车辆整备质量。

4.1.1.1.2.2 试验质量测量

试验质量是指在车辆的整备质量加一个 $75 \pm 5\text{kg}$ 的假人或等质量的配重物，假人或配重物通过标准三点式安全带固定在驾驶员座椅上。如果无法达到该试验质量，试验车辆可以一个较小的质量进行试验。该试验质量必须体现在试验报告中。

车载试验设备的质量，通过移除配重物或不影响试验结果的零部件来抵消。因增加配重物和车载试验设备、以及移除车辆零部件而产生车辆试验质量的变化所引起的车辆前-后轴荷比的变化应在 5%以内。

车辆的实际试验质量可高于目标试验质量，该试验质量须在试验报告中体现。

4.1.1.1.3 车辆调整

若可调，将制动踏板、油门踏板、安全带固定点和转向管柱均应调整到行程的中间位置或最靠近中间的位置，前排座椅调整到前后和上下行程的中间位置，座椅靠背角应调整到典型位置（ 23° ，用 SAE J826 所述的三维 H 点装置测量）或制造厂商指定的位置，头枕位于行程的最上位置，根据试验需要，试验车辆车窗可打开或关闭。

点火开关处于‘ON’状态，所有安全设备（安全带预紧装置，安全气囊等）处于正常状态。当点火开关指向‘ON’时，应观察仪表板上的安全气囊指示灯足够长时间，以确定车辆系统进入工作状态（发动机不应启动，除非用它来驱动试验车辆）。变速器处于空挡位置，完全松开驻车制动器。关闭所有车门，根据需要可以锁止或不锁止。若配备天窗，应使天窗处于关闭状态；对于软顶/敞篷车辆，车顶应关闭。

4.1.1.2 数据测量

4.1.1.2.1 试验前后拍照

记录试验车辆在碰撞前后的状态，图 4.1 示意了试验前后至少应拍摄的试验照片位置。

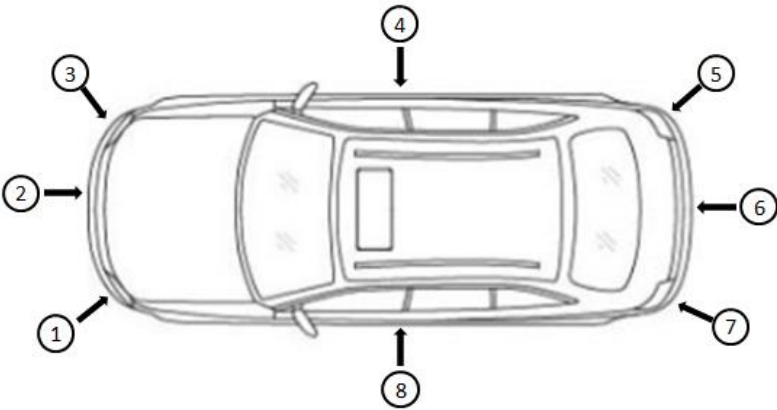


图 4.1 碰撞试验前后的拍摄照片位置示意图

4.1.1.2.2 高速视频图像采集

试验时采用高速摄像记录视频图像。使用高速摄像时，拍摄速率通常设为 500-1000FPS；试验车辆外部可喷涂非反光材料，以便于高速摄像拍摄；车底部件可涂成各种颜色，以便于区分；试验车辆上可做标记，为高速摄像提供参考点。根据需要，试验标记可沿车辆纵向方向和其他重要区域布置且间隔 200mm。车辆门缝处可做上述标记，用于分析碰撞过程中车门的相对运动。

4.1.1.2.3 试验前后车辆闭合件间隙测量

测量试验前后部分车体结构闭合件间隙变化，低速结构正面碰撞的测量结果记录如表 A.1 中 20~29（左前门和右前门）和 9~16（如有天窗，则需要测量）所示，具体测量位置如图 A.1 所示。

4.1.1.2.4 试验前后车辆下车体变形测量

测量试验前后车辆前纵梁、前地板、前端车辆底盘件的变形量/空间位置移动量，具体测量位置如图 B.1 中 1~10 所示。

4.1.1.2.5 车辆安全系统检查

碰撞后检查车辆的安全系统，并记录车辆的安全带、安全气囊和主动式座椅头枕等系统状态。

4.1.1.2.6 电测量数据采集

利用数采系统记录相关数据（如碰撞加速度等），选装的仪器（加速度传感器等）安装在试验车辆上，安装位置根据需要确定。

4.1.1.2.7 试验前后车辆四轮定位参数测量

采用合适的设备测量并记录碰撞试验前后车辆四轮定位参数。

4.1.1.3 正面碰撞试验

4.1.1.3.1 试验场地

试验场地应足够大，以容纳跑道、碰撞装置驱动系统、被撞车辆碰撞后移动及试验设备的安装。在

壁障前至少 5 米的跑道应平整、干燥和干净。

4.1.1.3.2 碰撞壁障及车辆定位

刚性壁障尺寸应符合附录 C 要求。刚性壁障可固定到刚性重块上或直接锚在地板上；碰撞时，壁障不能发生移动。无论采用哪种固定方式，均应使壁障的前表面的垂直度在 $\pm 1^\circ$ 以内。

固定刚性壁障时，需确保其前端面与测试车辆横向垂面成 $10^\circ \pm 1^\circ$ 角。测试车辆与刚性壁障的初始接触位于驾驶员侧，且刚性壁障前表面与车辆的重叠量为前部车辆宽度的 $40\% \pm 25\text{mm}$ ，如图 4.2 所示。

试验车辆的碰撞速度为 15^{+1}_0 km/h ，且在试验车辆与刚性壁障接触之前 1 米内进行测量。

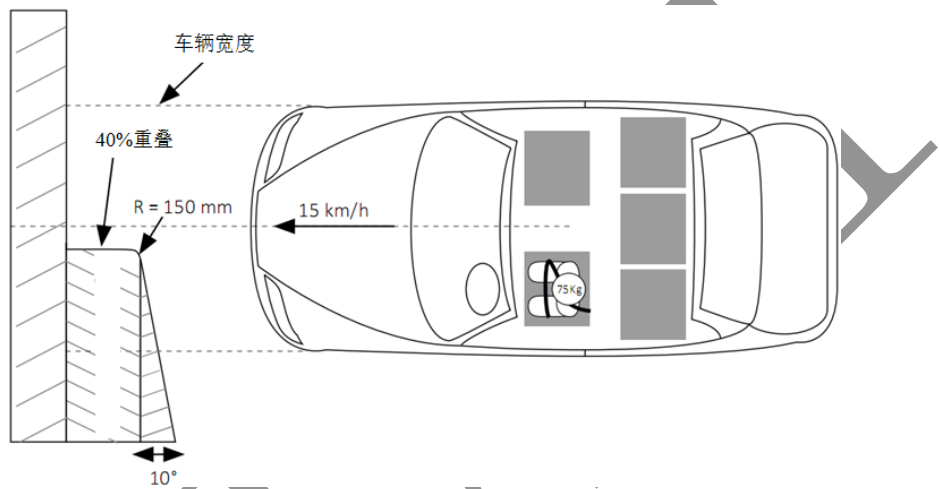


图 4.2 低速结构正面碰撞测试示意图

4.1.2 车辆低速结构追尾碰撞试验

4.1.2.1 车辆准备

参照 4.1.1.1 进行车辆准备。

4.1.2.2 数据测量

低速结构追尾碰撞试验的数据测量与低速结构正面碰撞试验类似（参照 4.1.1.2 进行），并作如下补充：

（1）试验前后车辆闭合件间隙

测量试验前后部分车体结构闭合件间隙变化，低速结构追尾碰撞的测量结果记录如表 A.1 中 25~27 和 30~35 所示，具体测量位置如图 A.1 所示；

（2）试验前后车辆下车体变形测量

测量试验前后后纵梁、后地板、后端车辆底盘件的变形量/空间位置移动量，具体测量位置如图 B.1 中 11~20 所示。

4.1.2.3 追尾碰撞试验

4.1.2.3.1 试验场地

追尾碰撞的试验场地与正面碰撞的要求相同（见 4.1.1.3.1）。

4.1.2.3.2 碰撞壁障及车辆定位

移动壁障尺寸应符合要求，详见附录 D。移动壁障前表面的垂直度在 $\pm 1^\circ$ 以内。移动壁障纵轴线应与轨道对齐，并确保移动壁障沿直线运动。移动壁障应配备制动装置或其它措施防止发生二次碰撞，移动壁障质量为 $1400\text{ kg} \pm 5\text{kg}$ 。

若试验车辆已进行前部碰撞试验，则需确定是否用该车进行后部碰撞试验。应详细检查该车辆，以确保前部碰撞中的损伤不会对后部碰撞的结果产生不利影响。

试验车辆需在试验区域定位，以确保移动壁障撞击车辆后部一侧。一般情况，后部碰撞侧与前部碰撞侧相反，除非有证据表明另一侧更合适。

碰撞前的移动壁障前端面应与水平地面垂直，误差在 $\pm 1^\circ$ 之内。车辆纵轴线应与轨道对齐，以确保移动壁障沿直线运动。移动壁障台车的碰撞速度为 15^{+1}_0 km/h ，且在移动壁障台车与测试车辆接触之前 1 米内进行测量。移动壁障与试验车辆的重叠量为后部车辆宽度的 $40\% \pm 25\text{mm}$ ，移动壁障纵轴和试验车辆的纵轴夹角为 $10^\circ \pm 1^\circ$ ，如图 4.4 所示。

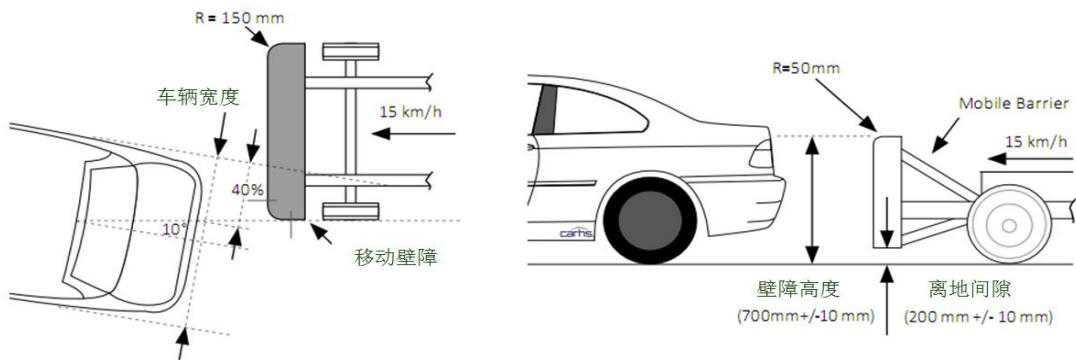


图 4.3 低速结构追尾碰撞测试示意图

4.2 车辆保险杠系统测试程序

开展车辆保险杠静态和动态测试，主要用于评价车辆保险杠安全性能的好坏，提升车辆之间的兼容性、稳定性以及自身的吸能特性。

保险杠系统的测试项目包括防撞横梁几何尺寸的静态测试和低速碰撞的动态测试：静态测试主要测量防撞横梁与保险杠壁障的有效结合尺寸、防撞横梁的有效高度和防撞横梁的有效宽度，动态测试主要包括正面全宽碰撞工况和尾部全宽碰撞工况。

4.2.1 车辆保险杠系统静态测量

4.2.1.1 全宽几何测量

4.2.1.1.1 防撞横梁有效高度测量

4.2.1.1.1.1 测量时，拆除所有可拆组件（如吸能材料等），防撞横梁有效高度通过一个接触其侧面的垂直平面来测定，如图 4.4 所示：

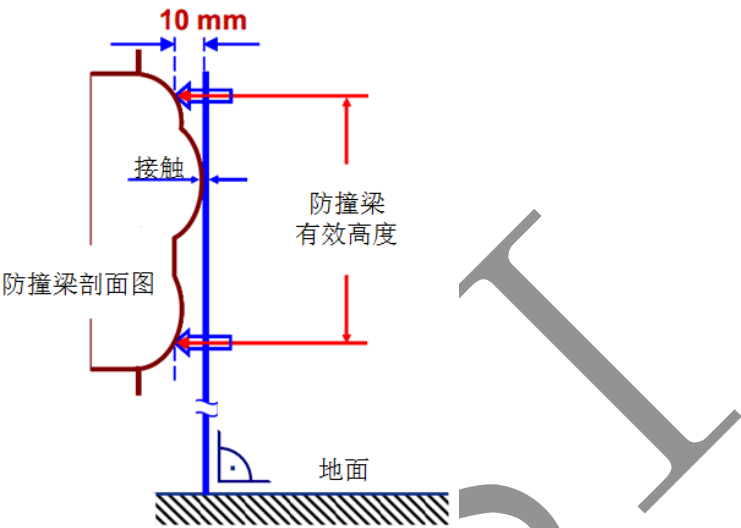


图 4.4 防撞横梁检定高度测量

4.2.1.1.1.2 测量位置

如图 4.5 所示，保险杠在如下 3 个位置进行测量：车辆中心点（C）、左（L）右（R）侧（纵梁）的前部中心点。这 3 个测量点均在±50 mm 的范围内进行测量，取该范围内的最小值。

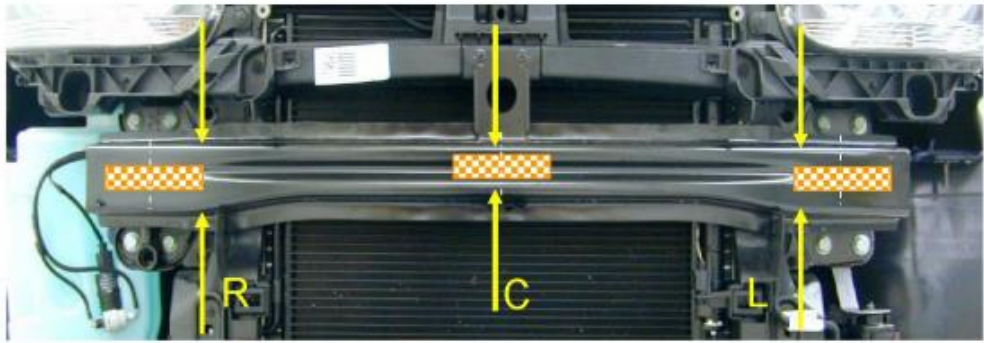


图 4.5 防撞横梁测量位置

4.2.1.1.1.3 有效高度计算

防撞横梁有效高度=左边测量值×0.25+右边测量值×0.25+中间测量值×0.5

4.2.1.1.1.4 如果防撞横梁上没有集成行人保护的可拆除组件，只需要测量保险杠横梁。

4.2.1.1.1.5 如果防撞横梁的外轮廓例如轮缘的强度不够将不做考虑，而是由后面的结构件代替测量。轮缘或者轮缘一部分（不高于轮缘材料厚度）的厚度≥5mm，可以被认为结构件。

4.2.1.1.2 有效结合尺寸测量

在进行有效结合尺寸测量前，首先必须确认车辆参考高度。有效结合尺寸取决于防撞横梁有效高度和保险杠壁障间的重叠率，如图 4.6 所示。有效结合尺寸测量位置和计算方法分别参见 4. 2. 1. 1. 1. 2 和

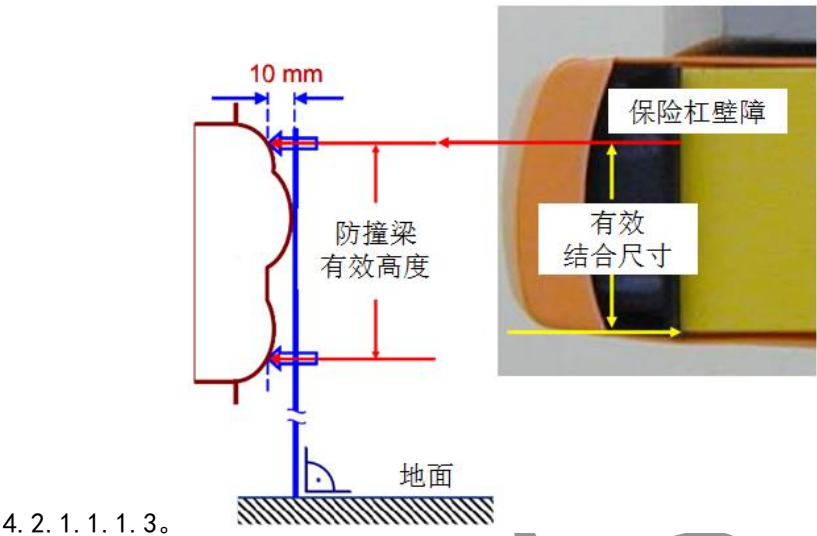


图 4. 6 有效结合尺寸测量

4. 2. 1. 2 防撞横梁有效宽度测量

防撞横梁有效宽度测量如图 4.7 所示。当车辆防撞横梁的末端高度小于其有效高度时（参见 4.2.1.1.1.3），两端的宽度将不被计算在防撞横梁的有效宽度尺寸内，如图 4.7c 所示。

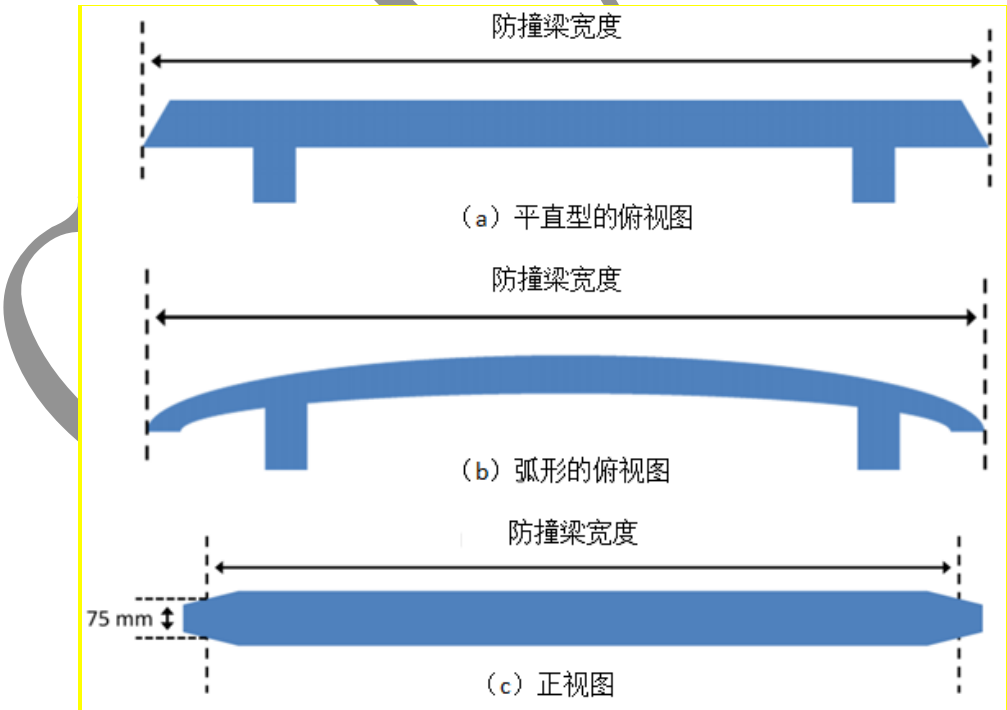


图 4. 7 防撞梁有效宽度测量

防撞横梁有效宽度及车体宽度如图 4.8 所示。

防撞横梁有效宽度比率=100×（防撞梁有效宽度/整车宽度）。



图 4.8 防撞横梁有效宽度和车辆宽度测量

4.2.2 车辆正面全宽保险杠碰撞试验

4.2.2.1 车辆准备

参照 4.1.1.1 进行车辆准备。

4.2.2.2 数据测量

可参照 4.1.1.2 进行数据测量。

4.2.2.3 正面全宽碰撞试验

4.2.2.3.1 试验场地

试验场地与车辆低速结构正面碰撞的要求相似（见 4.1.1.3.1）。

4.2.2.3.2 保险杠壁障及车辆定位

保险杠壁障尺寸应符合附录 E 要求，中心圆弧半径 $3400\text{mm} \pm 25\text{mm}$ ，宽 $1500\text{mm} \pm 25\text{mm}$ ，带有一个平板，垂直面高 $100\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，除开轮缘部分，壁障中心至少有 230mm 深，能够安装在坚硬的不可移动的固定壁障上且高度可调。

保险杠壁障顶部安装一个刚性支撑架，高 $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，厚度至少有 8mm，圆弧半径和宽度与壁障一样。支撑架安装在壁障顶部平板垂直向后 $25\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 处（中心线处测量）。支撑架与壁障上表面有最大 10mm 的间隙，以便能量吸收器顶盖的滑移。

保险杠壁障的能量吸收装置由能量吸收器和独立的顶盖构成，吸收器与保险杠表面等长，厚 50mm，沿 3400mm 的半径弧弯曲，以便安装在壁障表面，吸能器前表面有一个 $150\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 从最顶端到最底部的半径。吸收器应能无间隙地固定在碰撞壁障上。能量吸收装置性能要求应符合附录 F。

正面碰撞壁障离地高度为 $455\text{mm} \pm 3\text{mm}$ ，车辆以 $(10.0 \pm 0.5) \text{ km/h}$ 的撞击速度驶向壁障，撞击过程中车辆中心线应与壁障中心线重合，最大允许横向偏差 $\pm 50 \text{ mm}$ ，当车辆接触到碰撞壁障时刻，车辆的车身高度应与撞击前车辆静态下测量的车身高度保持接近，两高度差应 $\leq 10\text{mm}$ ，如图 4.9 所示。

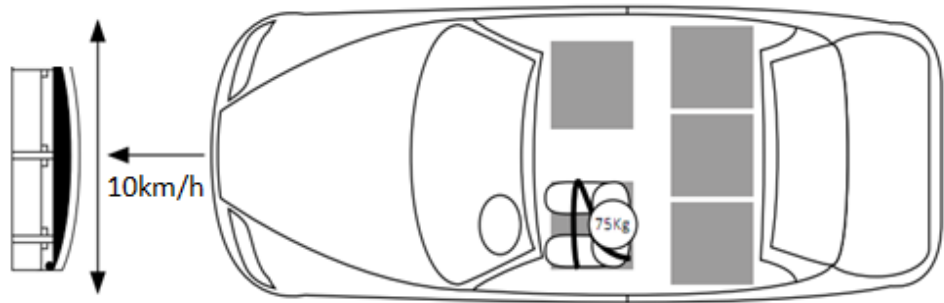


图 4.9 正面 100%全宽低速保险杠碰撞测试示意图

4.2.3 车辆尾部全宽保险杠碰撞试验

4.2.3.1 车辆准备

参照 4.1.1.1 进行车辆准备。

4.2.3.2 数据测量

可参照 4.1.1.2 进行数据测量。

4.2.3.3 尾部全宽碰撞试验

4.2.3.3.1 试验场地

试验场地与车辆低速结构正面碰撞的要求相似（见 4.1.1.3.1）。

4.2.3.3.2 车辆定位

保险杠壁障离地高度为 $405\text{mm} \pm 3\text{mm}$ ，车辆以 $(10.0 \pm 0.5) \text{ km/h}$ 的撞击速度驶向壁障，撞击过程中车辆中心线应与壁障中心线重合，最大允许横向偏差 $\pm 50 \text{ mm}$ ，当车辆接触到碰撞壁障时刻，车辆的车身高度应与撞击前车辆静态下测量的车身高度保持接近，两高度差应 $\leq 10\text{mm}$ ，如图 4.10 所示。

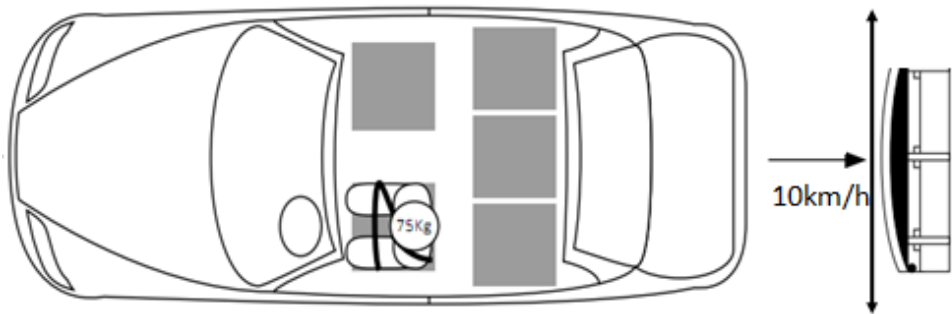


图 4.10 尾部全宽低速保险杠碰撞测试示意图

附录 A

闭合件间隙测量

试验前后，测量闭合件间隙，测量单位为 mm。测量参考点，如图 A.1 所示。闭合件间隙测量用表 A.1 记录。

表 A.1 闭合件间隙测量表

试验 ID:				日期:			
	试验前	试验后	变化量		试验前	试验后	变化量
发动机罩				24			
1				25			
2				26			
3				27			
4				28			
5				29			
6				左后门			
7				30			
8				31			
天窗				32			
9				33			
10				34			
11				35			
12				右后门			
13				30			
14				31			
15				32			
16				33			
左前门				34			
20				35			
21				行李箱盖			
22				40			
23				41			
24				42			
25				43			
26				44			
27				45			
28				46			
29				47			
右前门				48			
20				49			
21				50			
22				51			
23							

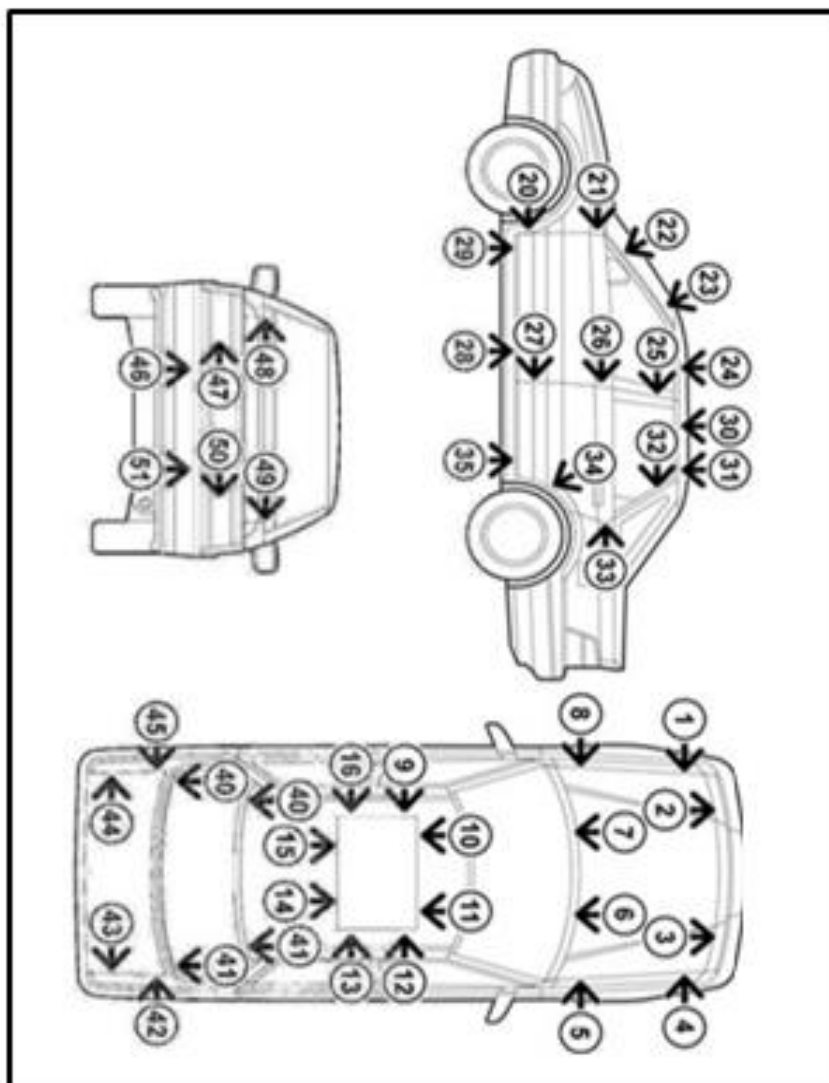


图 A. 1 闭合件间隙测量参考点

附录 B

车底测量

每次试验前后，测量车底的参考测量点，并用表 B.1 记录，单位为 mm。

对于易产生较大变形的区域（车架纵梁等），可增加测量点并记录。

拍照并记录每个测量点的标识和位置。

表 B.1 车底测量记录表

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L																				
W																				
H																				

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
L																				
W																				
H																				

附录 C

车辆低速结构碰撞壁障图纸及说明

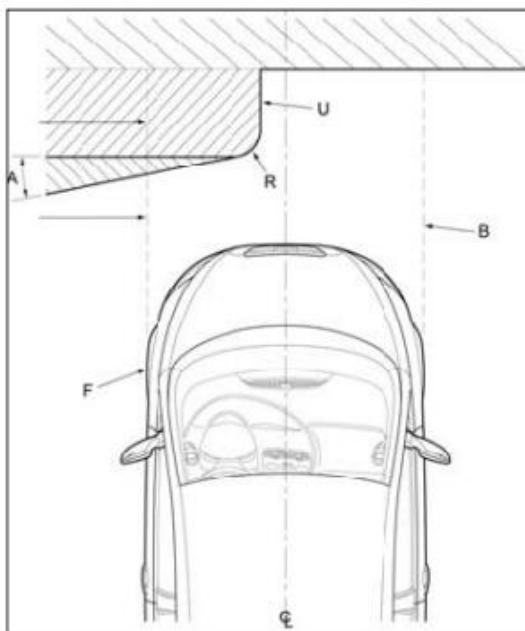


图 C.1 正面碰撞参数（左舵车）

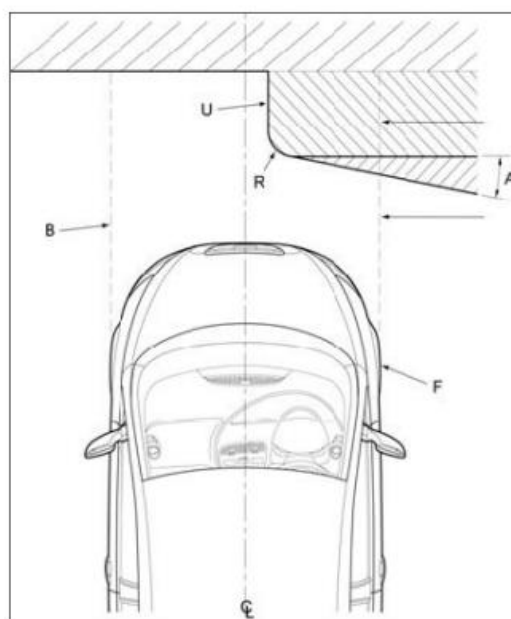


图 C.2 正面碰撞参数（右舵车）

主要参数：

重叠量 U--40%车宽；

B--车宽（前部）；

R--半径（150mm）；

F--试验车辆；

A--10°角。

壁障的高度应超过试验车辆的前部高度。

附录 D

车辆低速结构追尾碰撞移动壁障图纸和说明

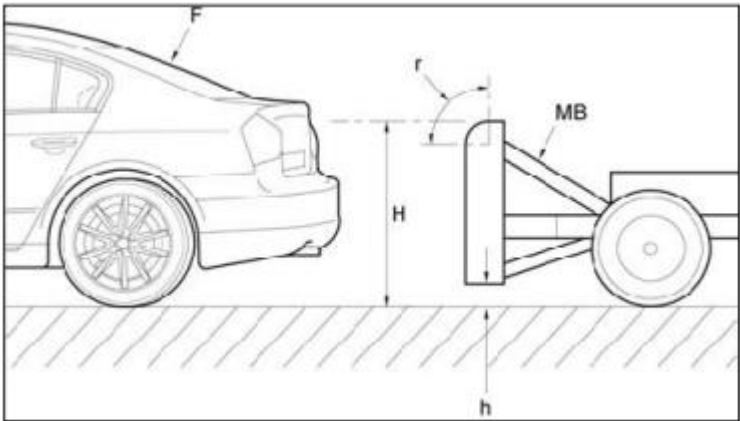


图 D. 1 移动壁障参数 1

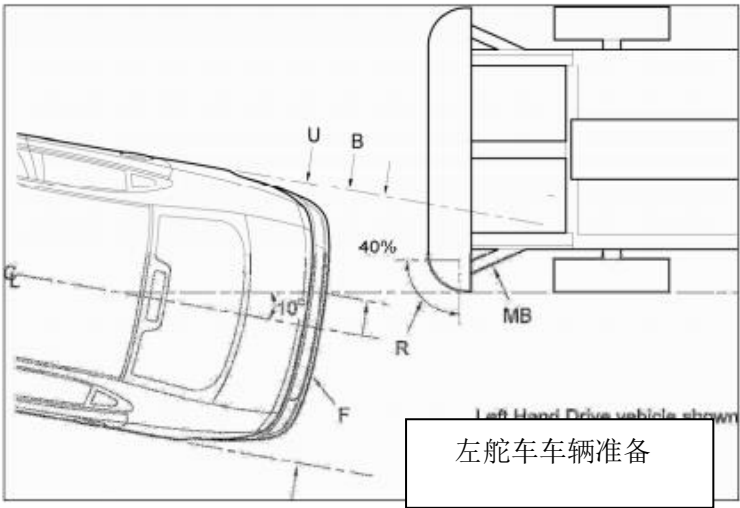


图 D. 2 移动壁障参数 2

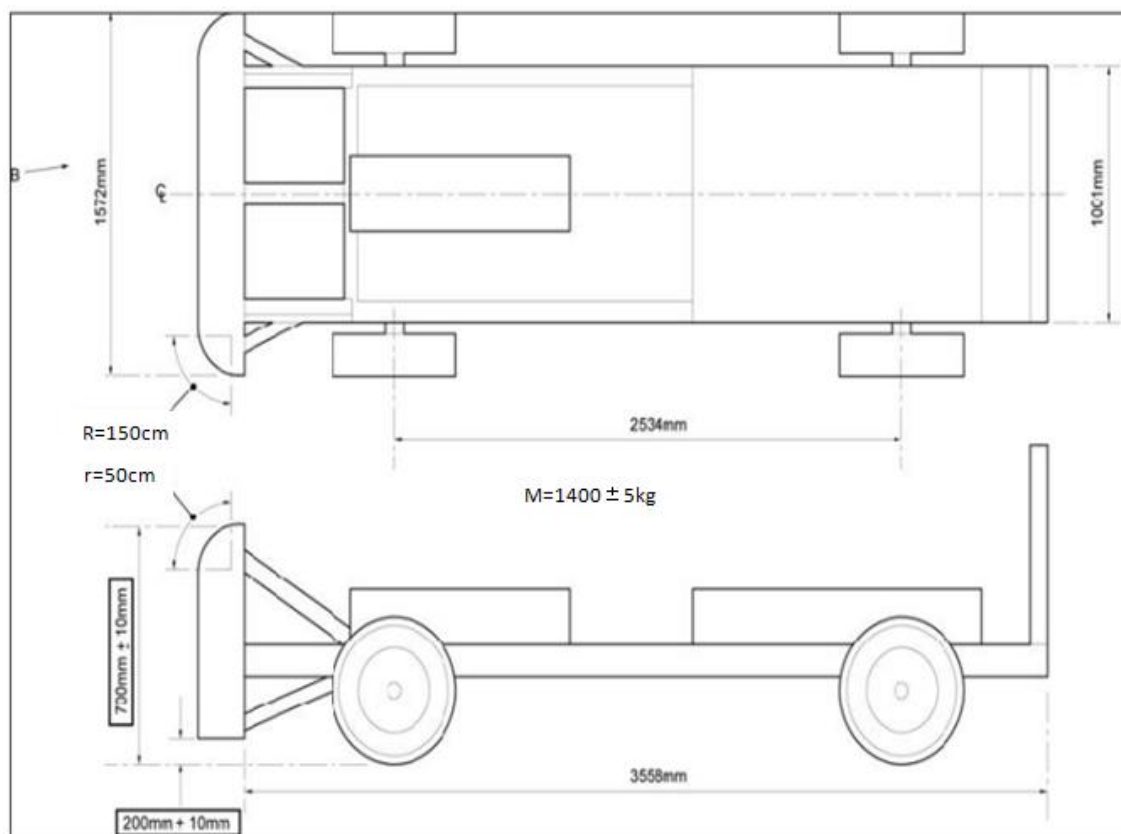


图 D. 3 移动壁障参数 3

主要参数:

MB--移动壁障;

H--壁障的高度 (700 ± 10mm) ;

h--最小离地间隙(200 ± 10mm);

F--试验车辆;

R--半径 (150mm) ;

r--半径 (50mm) ;

重叠量 U--40%车宽;

B--车宽 (尾部) ;

壁障宽度 ≥ 1.2m,

轴距 ≥ 1.5m。

附录 E
保险杠壁障尺寸要求

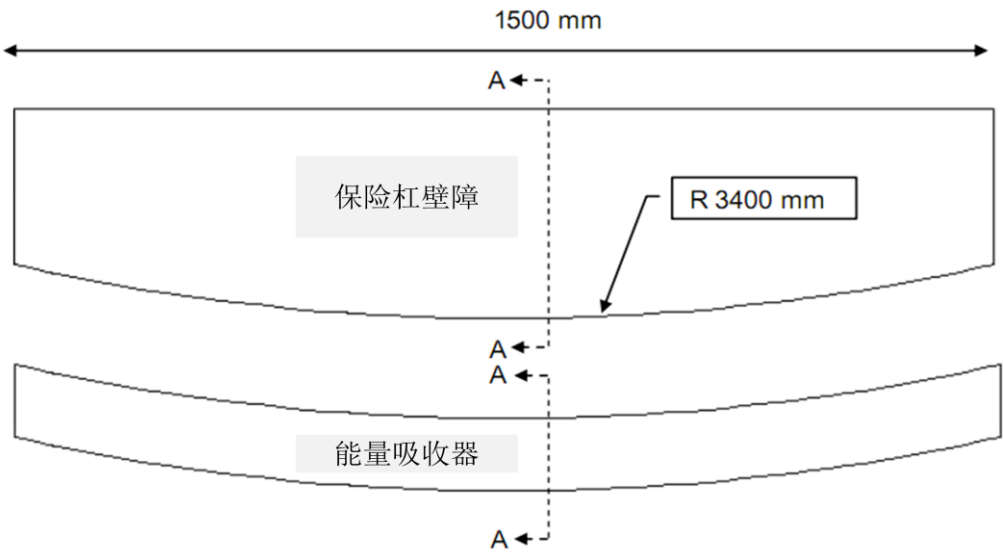


图 E. 1 保险杠壁障和能量吸收器的俯视图

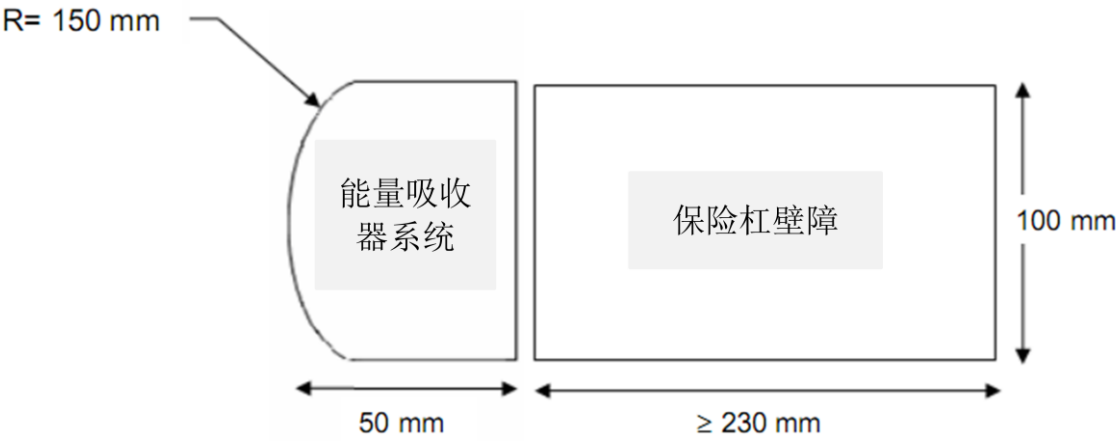


图 E. 2 保险杠壁障和能量吸收器的截面图

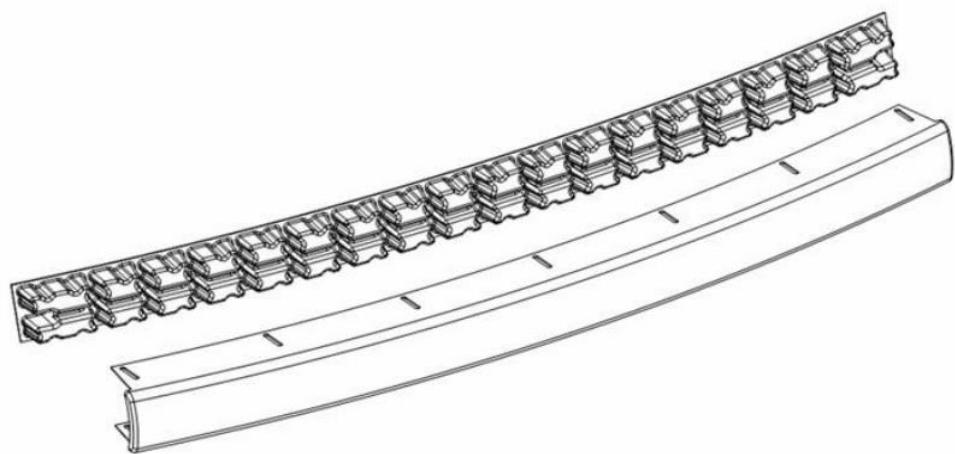


图 E. 3 网形能量吸收器及保险杠盖板

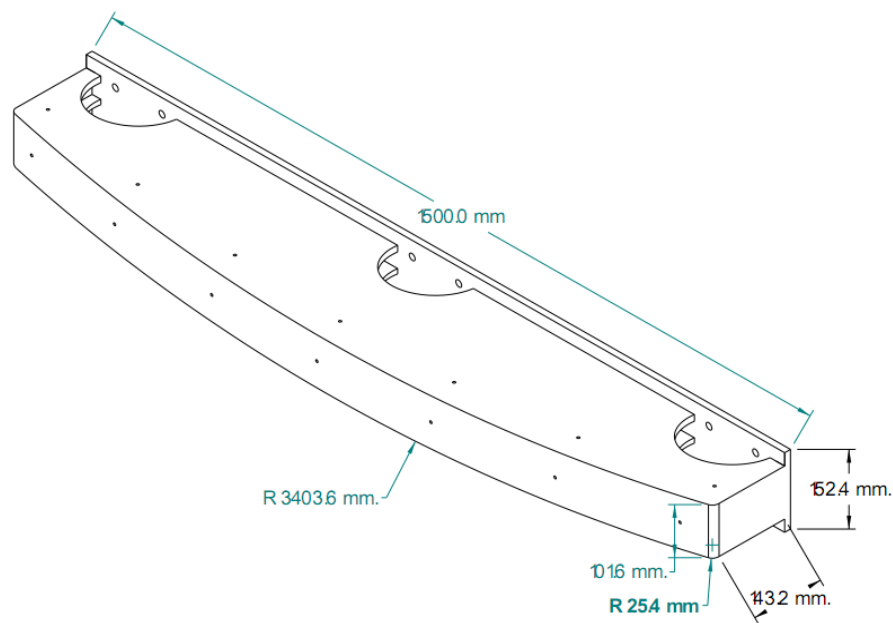


图 E. 4 刚性壁障尺寸（不包括后防护板）

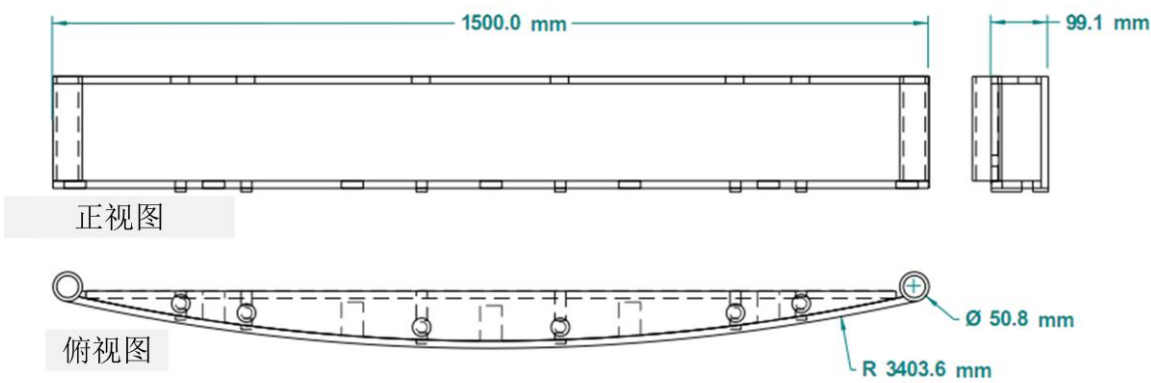


图 E.5 后防护板尺寸图

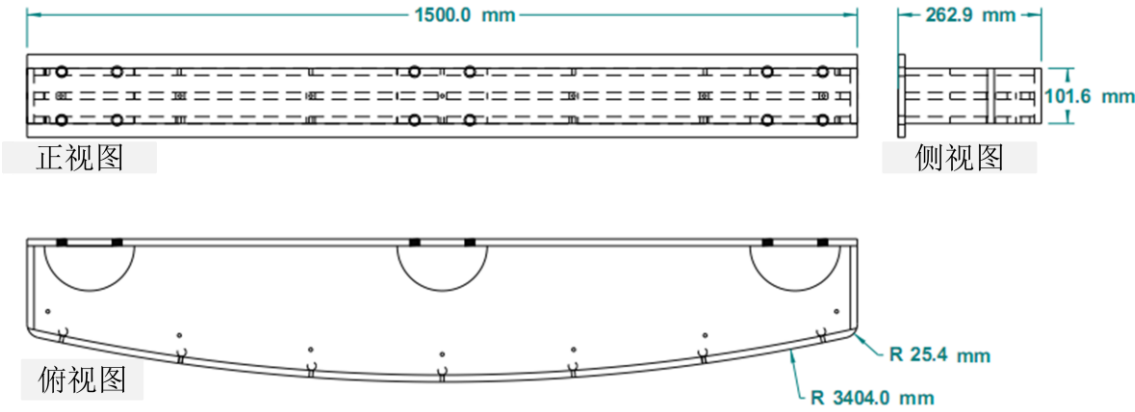


图 E. 6 主壁障尺寸图

附录 F

能量吸收装置性能要求

能量吸收器的压溃强度应当用安装在刚性支架上的吸收器来评估，类似于一种保险杠壁障；刚性压溃面板的加载速度为 $450 \pm 50 \text{ mm/min}$ ：

(1) 当开展垂直加载压溃工况时，使用的刚性矩形面板的长度为 160mm，宽度至少覆盖塑性吸收的完整高度（例如 100mm）；压溃过程中，压溃力-变形曲线必须置于图 F.1 所示的通道中；

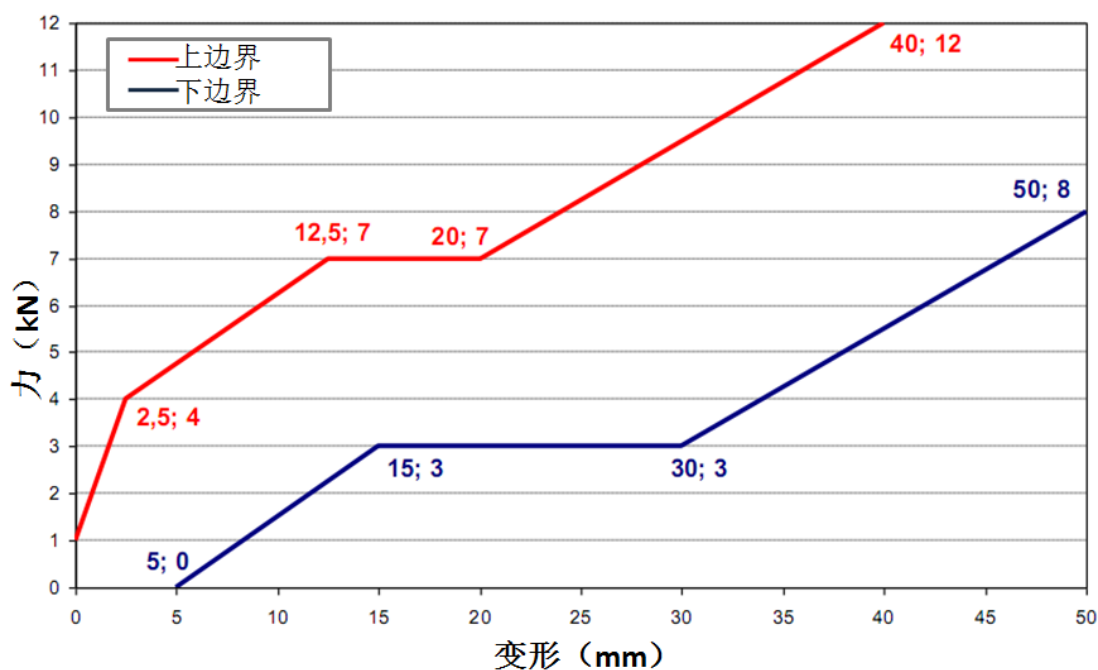


图 F.1 能量吸收器力-变形通道——垂直加载

(2) 当开展偏心加载压溃工况时，使用的刚性矩形面板的长度为 160mm，宽度至少覆盖塑性吸收的一半高度（例如 50mm）；压溃过程中，加载面板必须能沿着碰撞面旋转，如图 F.2 所示，压溃力-变形曲线必须置于图 F.3 所示的通道中。

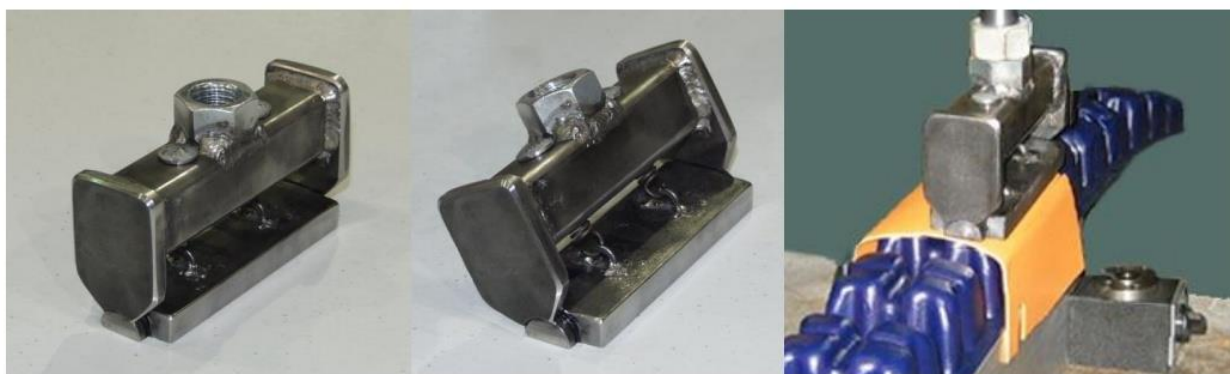


图 F.2 偏心加载面板示例

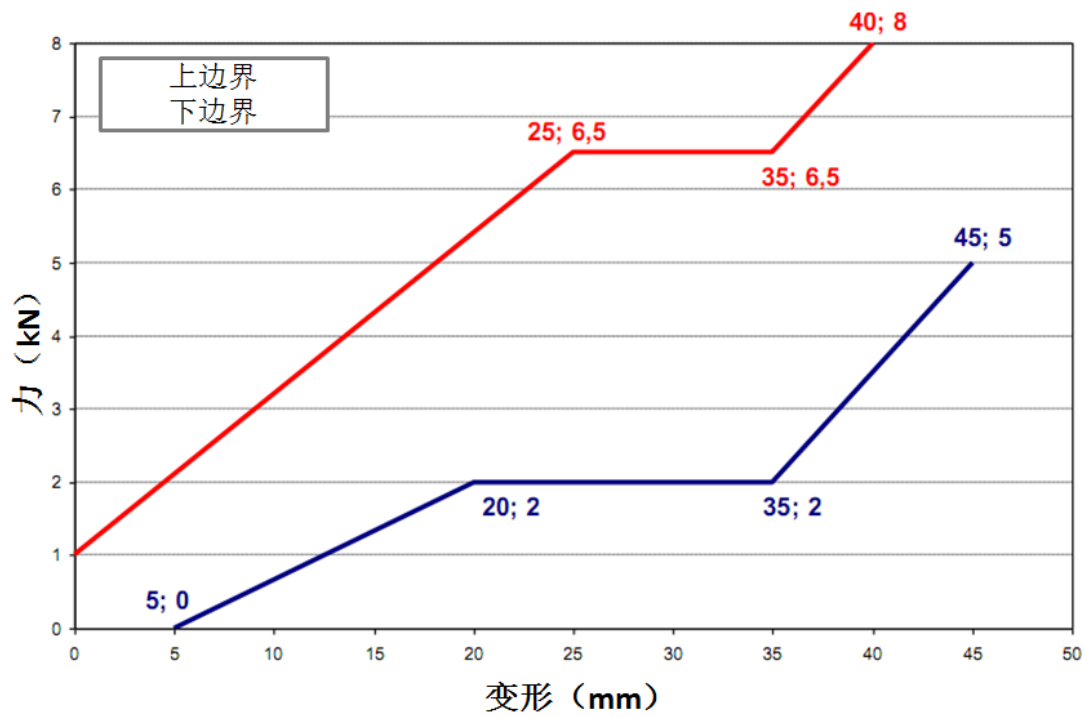


图 F.3 能量吸收器力-变形通道——偏心加载

能量吸收器的碰撞表面应具有一定的硬度值，其范围在 30-150Bhn² 间，且要求碰撞表面的动态摩擦系数在 0.2-0.5 之间。