

C-IASI

中国保险汽车安全指数规程

编号: C-IASI-SM. PS. PPT-C0

第3部分: 车外行人安全指数 碰撞试验规程

Part 3: Pedestrian Safety Index

Pedestrian Protection Test Protocol

(2023 版)

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

发布

目 次

前 言	III
1 简介	1
2 车辆准备	1
2.1 车辆检查	1
2.2 整备质量	1
2.3 乘员配重	1
2.4 悬架调整	2
2.5 正常行驶姿态	2
3 车辆标记	2
3.1 通用要求	2
3.2 发动机罩侧面基准线	3
3.3 发动机罩前缘基准线	4
3.4 发动机罩后面基准线	5
3.5 包络线（WAD 线）	6
3.6 头型试验区域	7
3.7 转角基准点	8
3.8 保险杠基准线	9
3.9 保险杠角、保险杠试验区域、内部保险杠基准线	10
3.10 头型试验区域的网格点的标记	12
3.11 头型试验区域网格点的编号	14
3.12 头型试验区域均分区域的标记	15
3.13 头型试验区域均分区域的编号	17
3.14 腿型试验区域网格点的标记	18
3.15 腿型试验区域网格点的编号	19
4 试验照片及高速摄像	19
5 头型试验	20
5.1 制造厂商提供的数据	20
5.2 头型试验方案	22

5.3 头型试验要求	24
5.4 头型规格和标定要求	25
5.5 头型试验程序	25
6 腿型试验	26
6.1 试验方案	26
6.2 试验要求	26
6.3 腿型规格	27
6.4 仪器设备	28
6.5 标定程序	29
6.6 试验程序	31
7 上腿型冲击 WAD775 试验	33
7.1 试验方案	33
7.2 腿型规格和标定要求	33
7.3 确定碰撞参数	34
7.4 试验程序	34
8 主动式发动机罩试验方案	35
8.1 术语定义	35
8.2 试验前准备	35
8.3 采用接触式传感器系统的行人探测	36
8.4 采用 ADAS 信号系统的行人探测	39
8.5 主动式发动机罩展开时间	40
8.6 起爆下限速度时对行人的保护	41
8.7 高速时对行人的保护	42
8.8 人体载荷导致的发动机罩变形	42

前 言

在保险行业车型风险研究的基础上,为进一步提升我国汽车产品的安全属性,满足消费者多样化的出行需求,引导汽车产品更好地服务于消费者并创造多元开放的汽车文化,在中国保险行业协会的指导下,中保研汽车技术研究院有限公司和中国汽车工程研究院股份有限公司,充分研究并借鉴国际先进经验,结合中国道路交通安全状况和汽车市场现状,经过多轮论证,形成了中国保险汽车安全指数(简称C-IASI)测试评价体系。

中国保险汽车安全指数(C-IASI)从消费者立场出发,秉承“服务社会,促进安全”的理念,坚持“零伤亡”愿景,从汽车保险视角,围绕交通事故中“车损”和“人伤”,开展耐撞性与维修经济性、车内乘员安全、车外行人安全和车辆辅助安全四项指数的测试和评价,最终评价结果以直观的等级:优秀+(G+)、优秀(G)、良好(A)、一般(M)和较差(P)的形式对外发布,为车险保费厘定、汽车安全研发、消费者购车用车提供数据参考,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。

车外行人安全指数作为C-IASI体系的一项分指数,本测评规程在2020版测评规程的基础上结合行人保护腿型冲击器的发展趋势,推出了车外行人安全指数2023版。2023版试验内容包含碰撞试验和道路弱势使用者自动紧急制动系统试验。碰撞试验中头型试验采用儿童/成人头型以 $11.1\text{m/s}\pm 0.2\text{m/s}$ 的速度冲击车辆发动机罩等车辆前部结构,测量头部伤害指标。腿型试验采用先行人腿型冲击器(Advanced pedestrian legform impactor, aPLI)试验, aPLI腿型以 $11.1\text{m/s}\pm 0.2\text{m/s}$ 的速度冲击车辆发动机罩等车辆前部结构测量腿部伤害指标。上腿型试验采用TRL腿型冲击包络线WAD775位置。

中国保险行业协会、中保研汽车技术研究院有限公司、中国汽车工程研究院股份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。随着中国道路交通安全、汽车保险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,三方同时保留对试验项目和评价方法进行变更升级的权利。

行人保护碰撞试验规程

1 简介

车外行人保护碰撞试验包括头型冲击试验、腿型冲击试验和上腿型冲击 WAD775 试验。

头型冲击试验采用儿童/成人头型以 $11.1\text{m/s} \pm 0.2\text{m/s}$ 的速度冲击车辆发动机罩等车辆前部结构，测量头部伤害值。腿型冲击试验采用 aPLI 腿型以 $11.1\text{m/s} \pm 0.2\text{m/s}$ 的速度冲击车辆前部结构，测量腿部伤害值。上腿型冲击 WAD775 试验采用上腿型冲击车辆包络线 775mm，测量大腿/骨盆的伤害值。

2 车辆准备

2.1 车辆检查

车辆抵达试验室后，首先检查和确认车辆状态是否完好（如车辆零部件是否完整、是否存在漏油现象、车辆状态指示灯是否正常等），如有异常则详细记录异常状态和部位。若这些异常状态与试验直接相关，则应对其进行修复或更换车辆。

2.2 整备质量

- 2.2.1 油箱容量按照制造厂商手册确定，即为“油箱容积”。
- 2.2.2 往油箱中注入油料达到油箱容积容量（或者等质量的水或压舱物）。
- 2.2.3 检查油液水平是否处于最高位置并进行调整（如机油、制动液、洗涤液、防冻液等）。
- 2.2.4 确认车辆备胎和工具在车上对应位置，确保车上没有无关物品。
- 2.2.5 按照制造厂商规定的车辆半载状态胎压值，检查和调整轮胎胎压。
- 2.2.6 拆除车辆前端的牌照，保留安装支架。
- 2.2.7 对于能够弯曲或收缩的车外表面商标、车标或其他结构，施加不大于 100N 的载荷使其弯曲或收缩。
- 2.2.8 测量并记录车辆前轴和后轴的载荷，合计得到的车辆总质量，即为车辆“整备质量”。

2.3 乘员配重

- 2.3.1 如果前排座椅前后位置可调，将其调整到行程的中间位置，如果行程中间位置无法锁止，则调整到中间位置向后的第一个锁止位置。

2.3.2 在驾驶员和前排乘员座椅上分别放置一个 75kg 的质量块进行配重。

2.3.3 确保前轮处于直线行驶状态。

2.3.4 如果悬架可以调整，确保车辆悬架调整到 40km/h 的行驶状态。

2.4 悬架调整

2.4.1 对于悬架可调车辆，按照 2.3.4 进行调节。对于悬架不可调车辆，将车辆向前推动至少 1m 距离，然后，将车辆向后推动至少 1m 距离，将这一过程重复三次。

2.4.2 测量和记录通过四个车轮中心的横向垂直平面和护轮板上缘外侧的交点高度(轮眉高度)。

2.5 正常行驶姿态

2.5.1 按照上述流程设定后，车辆处于正常行驶姿态。

2.5.2 制造厂商需要提供正常行驶姿态时车身在垂直(Z 向)的参考标记(如轮眉高度)及对应的高度(比如孔洞，平面或者明显的标志)，从而确保能够检查车辆行驶高度和姿态。如果这些参考标记的垂直高度位于设计位置的 $\pm 25\text{mm}$ 之内(Z 向)，则设计位置被认为是正常行驶姿态。为了达到要求，则需要调整车辆到设计位置。如不满足以上情况，按照 2.4 节确定正常的行驶高度。

2.5.3 记录最终正常行驶姿态的高度。

3 车辆标记

3.1 通用要求

3.1.1 车辆需要按照以下章节说明进行标记，标记程序将车辆前部划分为不同的冲击区域。

3.1.2 如果制造厂商在试验前提供预测数据，头型区域按照网格点法进行评价，如果未提供预测数据，则头型区域将按照均分区域法进行评价。

3.1.3 所有标记和测量都需要在车辆处于正常行驶姿态时进行。

3.1.4 按照网格点进行头型冲击试验时，车辆制造厂商必须向试验室提供所有网格点的坐标，可以是 CAE 数据或者实际测量值。试验室将比较 C0,0 点和 WAD2100 线上的 2 个点的试验室测量值和制造厂商数据，如果网格点的误差在 10mm 内，则数据被接受；如果两者差异大于 10mm，则试验室将通知制造厂商，并对两者的标记和数据进行详细检查，查找原因，试验室将确定如何进行车辆标记。

3.1.5 按照网格点进行头型冲击试验时，制造厂商必须提供头型区域所有网格点的预测数据，试验室将会执行一定数量的试验验证制造厂商数据的准确性。

3.1.6 对于装备可展开式行人保护系统的车辆，头型试验区域在系统处于未启动状态时标记。

3.1.7 对于装备可展开式系统的车辆,WAD775 和 WAD930 一般在未展开状态下进行标记。如果系统在行人接触 WAD775 之前展开并导致 WAD775 包络线高度升高，试验室将决定是否在展开状态下标记 WAD775 和 WAD930。

3.1.8 如果车辆制造厂商能提供证据表明可展开系统能对上腿部提供保护，则上腿型冲击 WAD775 试验应以动态方式进行。WAD775 和 WAD930 应在展开状态下进行标记。

3.1.9 如果在相关的标记区存在空隙（如格栅区域），采用胶带跨过这些区域外表面进行标记。在保险杠下部基准线和发动机罩前缘之间，采用胶带覆盖标记发动机罩前缘。所有的测量和标记都在胶带上。

3.2 发动机罩侧面基准线

长 700mm 直尺平行于车辆的横向垂直平面且向内倾斜 45° ，并保持与车辆前部结构的侧面（包括发动机罩和 A 柱）相接触时，直尺与车辆侧面最高接触点所形成的几何轨迹（图 1）。在确定轨迹时，与后视镜的接触忽略，对于发生多点或者连续接触的情况，选择最外侧的接触点。最终获得的几何轨迹即为发动机罩侧面基准线。

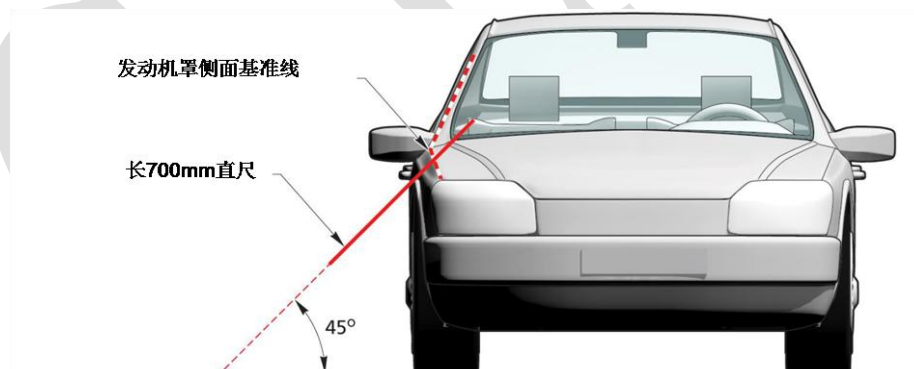


图 1 发动机罩侧面基准线的确定

3.2.1 在车辆的一侧，将长 700mm 直尺平行于车辆的横向垂直平面且向内倾斜 45° 放置，并保持与车辆前部结构的侧面翼子板或发动机罩相接触。

3.2.2 标记直尺和车体结构的最高接触点。

3.2.3 将其沿车辆纵向方向移动不超过 100mm 的距离，再次与车体结构接触，标记最高接触点。

3.2.4 按照前述 3.2.2 到 3.2.3 的过程沿翼子板、A 柱长度方向移动。

3.2.5 使用软尺沿车身表面，连接所有的标记点形成连线，该连线可以是不连续的，可以在翼子板和轮缘上跳跃。

3.2.6 在车辆另一侧重复这一过程。

3.2.7 根据 3.7 的转角基准点可能对侧面基准线进行局部修改。

3.3 发动机罩前缘基准线

长 1000 mm 的直尺与发动机罩前表面的接触点的几何轨迹。几何轨迹是由当直尺平行于车辆的纵向垂直平面，且从垂直方向向后倾斜 50° 并且直尺底端距地面为 600mm 时与发动机罩前缘接触点所构成（图 2）。对于发动机罩上表面倾斜 50° 的车辆，直尺与发动机罩是连续接触或多点接触而不是一点接触，此时直尺应从垂直方向向后倾斜 40° 来确定基准线。如果直尺底端首先与车辆接触，则这些接触点就构成发动机罩前缘基准线（BLE）。如果直尺上端首先与车辆接触，则包络线 WAD1000mm 就构成发动机罩前缘基准线。如果保险杠上缘与直尺接触，那么保险杠上缘认为是发动机罩前缘。

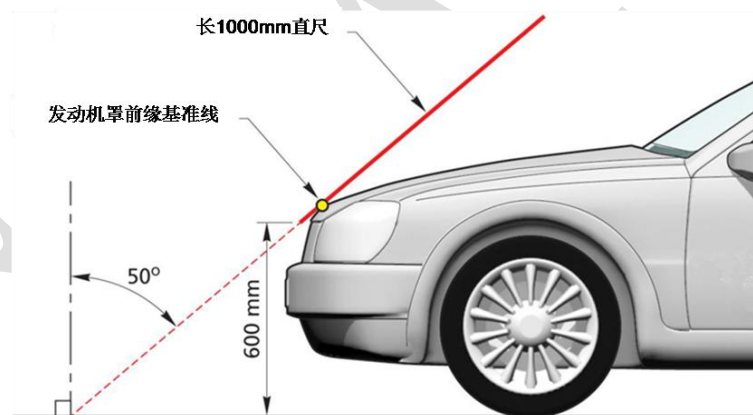


图 2 发动机罩前缘基准线的确定

3.3.1 “发动机罩前缘”定义为车辆前上部外侧结构的边缘，包括发动机罩、翼子板、前照灯周围组件以及其它附件。

3.3.2 长 1000mm 的直尺从垂直方向向后倾斜 50° ，并且底端距地面为 600mm。对于发动机罩上表面倾斜 50° 的车辆，直尺是连续接触或多点接触而不是一点接触，此时直尺应从垂直方向向后倾斜 40° 来确定基准线。将直尺放置在与车辆纵向垂直平面平行的平面内，置于车辆一侧与发动机罩接触。

3.3.3 标记直尺与发动机罩的接触点。

3.3.4 如果直尺底端首先与车辆接触，标记该接触点。

3.3.5 如果直尺上端首先在 WAD1000 的几何轨迹后接触,那么在该侧向位置上 WAD1000 就构成发动机罩前缘基准线。

3.3.6 将直尺从发动机罩移开,将它向另一侧移动不超过 100mm,并与发动机罩再次接触。

3.3.7 标记直尺和发动机罩的接触点。

3.3.8 重复 3.3.4 到 3.3.7 直至完成整个宽度方向的标记。使用一个软尺,将各个标记点连接成线即为发动机罩前缘基准线。这条线不一定连续,可能在格栅和车标处跳跃。

3.3.9 测量并记录在左右转角基准点之间的前缘基准线最低点距离地面的高度。

3.4 发动机罩后面基准线

直径为 165mm 的球与风窗玻璃保持接触,在车辆前部结构上横向滚动时,球与前部结构的最后接触点所形成的几何轨迹。

3.4.1 拆除雨刮器的刮片和摆臂。

3.4.2 放置直径为 165mm 的球体在车辆中心线处,并保证与车辆前部结构和风窗玻璃同时接触。

3.4.3 标记球体和车辆前部结构的最前接触点,重复合理的移动增量,直到球体接触到两侧的侧面基准线,见图 3。



图 3 发动机罩后面基准线的确定

3.4.4 如果发动机罩后面基准线超过了 WAD 2100mm,则采用 WAD2100mm 作为后面基准线。

3.4.5 当发动机罩后面基准线与发动机罩侧面基准线没有交叉时,发动机罩后面基准线应延伸和/或改用半径为 100mm 的半圆模板来确定。模板由薄的柔性材料制成,在任何方向可以弯曲为单曲面。模板应可以防止形成双曲面或复杂的曲面,导致模板褶皱。模板材料推荐使用泡沫覆以薄的塑料板,以便模板紧贴车辆表面。

3.4.6 将模板放置于水平平面，在模板上从“A”到“D”标记四个点。放置模板在车辆上使角“A”和“B”与侧面基准线重合。在保证角“A”和“B”与侧面基准线重合的条件下，将模板逐渐向后滑动直到模板的圆弧与发动机罩后面基准线相接触。在全部过程中，模板应保持曲面，并尽可能与车辆发动机罩上部的外部轮廓接近，不应使模板产生褶皱或折叠。如果模板与发动机罩后面基准线的接触线是切线并且切点位于点“C”和点“D”所围圆弧的外侧圆弧上，发动机罩后面基准线应延伸和/或改用沿着与发动机罩侧面基准线相接触的模板的圆周圆弧来确定（见图4）。

3.4.7 如果模板点“A”和“B”与发动机罩侧面基准线相接触时，模板不能与发动机罩后面基准线相切或者发动机罩后面基准线与模板的接触点位于点“C”和点“D”所围的圆弧内，则应使用另外的模板。该模板的半径以20mm的增量可以逐渐增大，直到满足上述所有指标。

3.4.8 一旦定义，后面均使用修正过的发动机罩后面基准线。

3.4.9 将雨刮器的刮片和摆臂安装好。

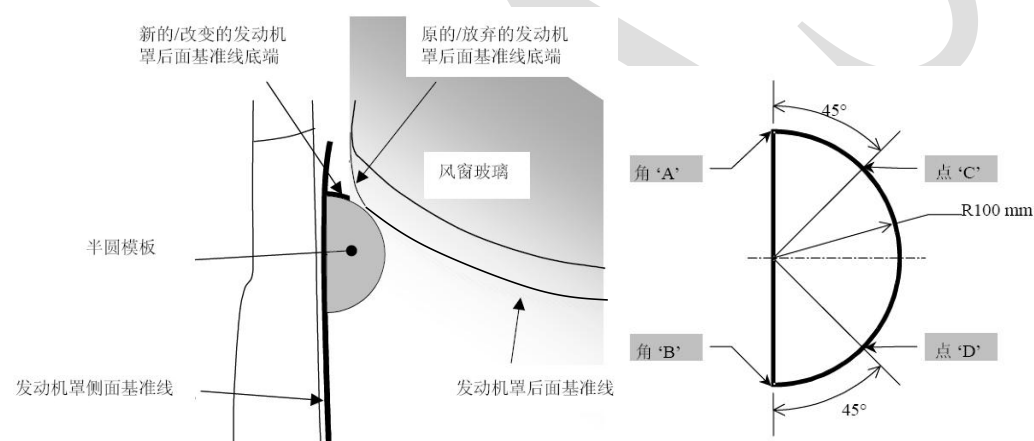


图4 发动机罩后面基准线模板和延伸

3.5 包络线（WAD线）

使用软尺或细线在车辆纵向垂直平面内沿着车辆前部结构横向移动，柔尺或细线的一端在车辆前部结构表面上形成的几何轨迹。

3.5.1 从车辆中心线开始。

3.5.2 将软尺或带刻度的细线的一端放置在地面上，保持与地面垂直并与保险杠前表面接触。

3.5.3 将软尺绕过保险杠、发动机罩、风窗玻璃，A 柱和车顶，并保持它在一个纵向垂直平面（X，Z 平面）内，软尺在这一过程中要保持在与保险杠下端地面垂直的情况下一一直处于张紧状态，见图 5。

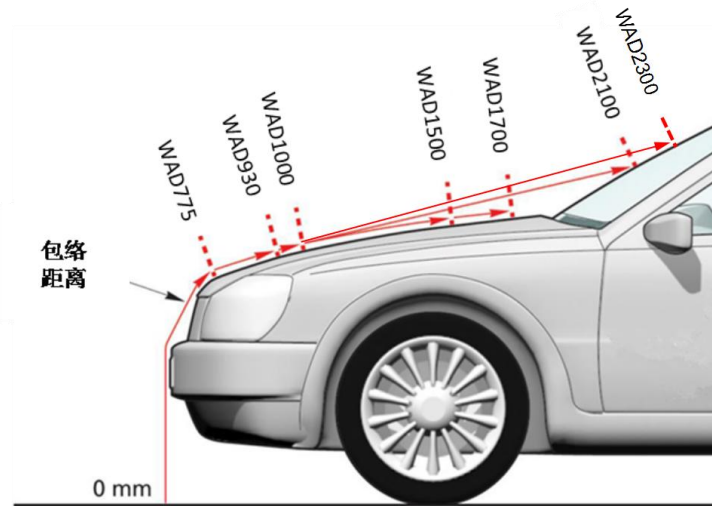


图 5 包络线的确定

3.5.4 在保险杠/格栅、发动机罩、风窗玻璃、A 柱和/或车顶（决定于车辆的尺寸和外形）标记 775mm、930mm、1000mm、1500mm、1700mm、2100mm 的包络线。通过使用长度为 775mm、930mm、1000mm、1500mm、1700mm、2100mm 的软尺或者细线沿发动机罩表面确定这些 WAD 的几何轨迹，将细线沿车辆前后方向并通过前部的发动机罩和保险杠表面拉紧。对于前缘基准线最低点高度小于等于 850mm 的车辆，还需标记 WAD2300。

3.5.5 对于 WAD 标记在低于车辆外表面的地方，比如发动机罩后面的间隙，用胶带沿车辆外轮廓水平向后模拟车辆外轮廓。包络线标记在胶带上，然后垂直向下投影标记到车辆下面的结构上。

3.5.6 将软尺或细线接地一端沿保险杠从中心线向外侧移动不超过 100mm。

3.5.7 重复 3.5.2 到 3.5.6 的过程，在整个车辆宽度方向上直到侧面基准线之间都完成标记。

3.6 头型试验区域

头型试验区域的边界如下，前部是 WAD1000，侧面是发动机罩侧面基准线。对于前缘基准线最低点高度大于 850mm 的车辆，后面为 WAD2100；对于前缘基准线最低点高度小于等于 850mm 的车辆，后面为 WAD2300。

3.6.1 WAD1000 到 WAD1500 的区域作为儿童头型试验区域，WAD1700 到 WAD2100 的区域作为成人头型试验区域。WAD2100 到 WAD2300 的区域作为两轮车骑行者头型试验区

域，采用成人头型进行试验，见图 6。

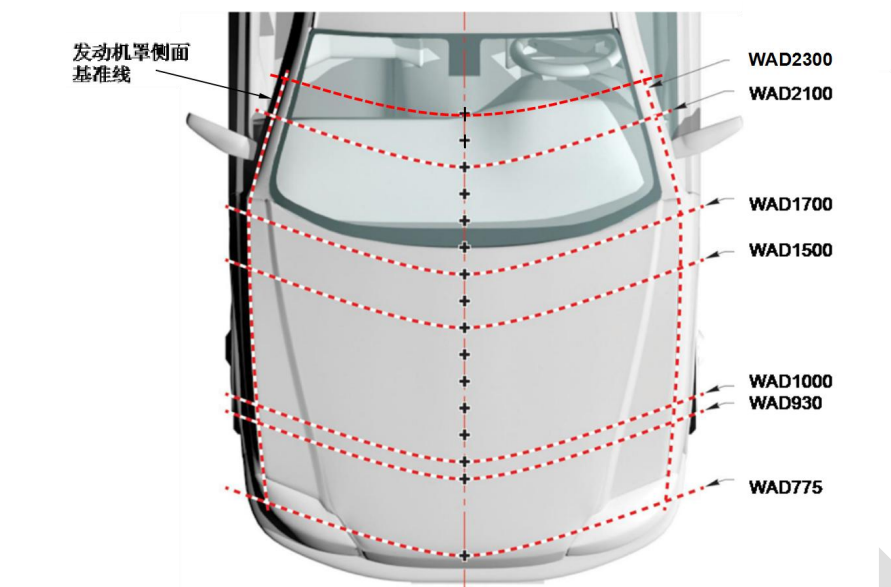


图 6 头型试验区域

3.6.2 发动机罩后面基准线在 WAD1500 和 WAD1700 之间的情况下，发动机罩后面基准线之前和其上的点将采用儿童头型测试，在发动机罩后面基准线之后的点采用成人头型测试；如果发动机罩后面基准线在 WAD1700 之后，则儿童头型将一直使用到 WAD1700。

3.7 转角基准点

由发动机罩前缘基准线和发动机罩侧面基准线的相交得到的基准点（图 7），对于连续和多点接触，取最外侧点作为转角基准点。

3.7.1 转角基准点按照距离中心线同样的距离投影到 WAD775 上。

3.7.2 当出现转角基准点位于 WAD1000 之后的情况，在车辆纵向垂直平面内，按照距离中心线同样的距离将转角基准点投影到 WAD1000 上，并取代原来的发动机罩侧面基准线的端点。



图 7 转角基准点的确定

3.8 保险杠基准线

保险杠基准线分为保险杠上部基准线和保险杠下部基准线。

对于具有明确保险杠结构的车辆，当直尺平行于车辆的纵向垂直平面且从垂直方向向后倾斜 20° ，围绕车辆的前部并保持与保险杠表面相接触时，直尺与保险杠最高接触点所形成的几何轨迹为保险杠上部基准线。对于没有明确保险杠结构的车辆，当长 700mm 的直尺平行于车辆的纵向垂直平面且从垂直方向向后倾斜 20° ，围绕车辆的前部并保持与地面和保险杠区域表面相接触时，直尺与保险杠最高接触点所形成的几何轨迹为保险杠上部基准线（图 8）。

当长 700mm 的直尺平行于车辆的纵向垂直平面并且从垂直方向向前倾斜 25° ，围绕车辆的前部并保持与地面和保险杠表面相接触时，直尺与保险杠最低接触点所形成的几何轨迹为保险杠下部基准线（图 9）。

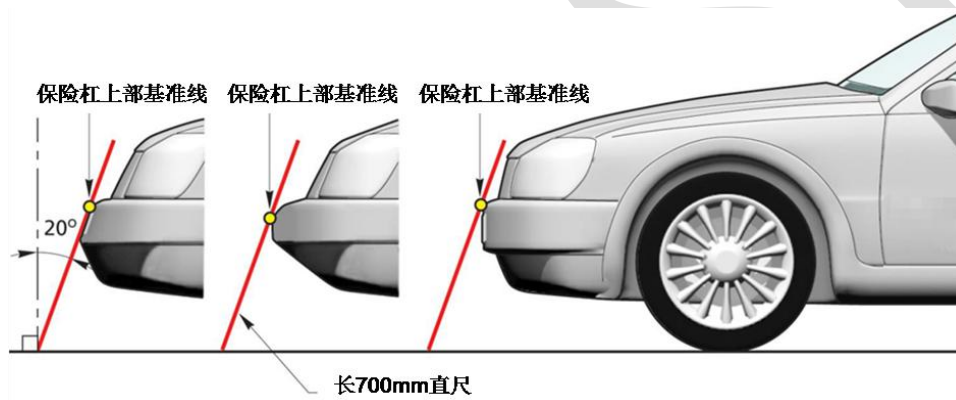


图 8 保险杠上部基准线的确定

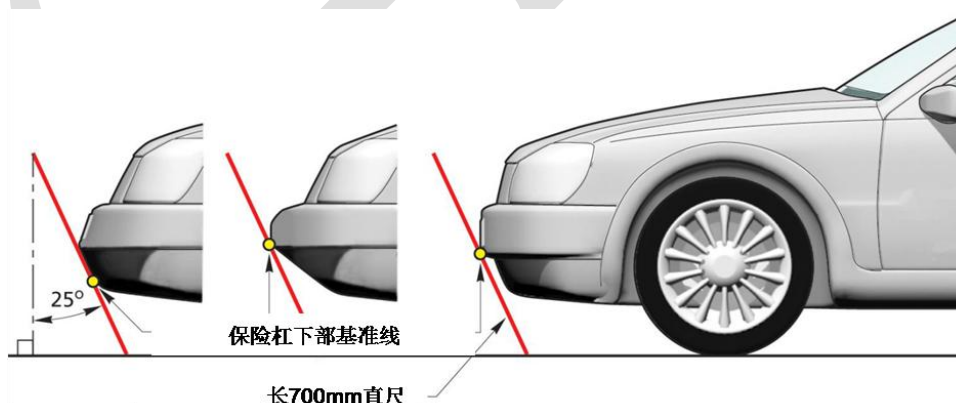


图 9 保险杠下部基准线的确定

3.8.1 长 700mm 直尺平行于车辆的纵向垂直平面并且从垂直方向向后倾斜 20° ，在车辆的前部，并保持与地面和保险杠表面相接触，试验室可以根据需要伸长或者缩短直尺以确保与保险杠接触同时防止与车体其他部位发生干涉。

- 3.8.2 标记直尺与保险杠接触的最高点。
 - 3.8.3 将直尺从保险杠移开，将它向保险杠侧向移动不超过 100mm，再次与保险杠接触。
 - 3.8.4 再次标记直尺与保险杠接触的最高点。
 - 3.8.5 重复 3.8.3-3.8.4 直到完成保险杠全长的标记。
 - 3.8.6 使用一个软尺，将各个标记点连接成线即为保险杠上部基准线。这条线不一定平滑，可能在牌照区域跳动。
 - 3.8.7 用 700mm 直尺平行于车辆的纵向垂直平面并且从垂直方向向前倾斜 25°，在车辆的前部，并保持与地面和保险杠表面相接触，试验室可以根据需要伸长或者缩短直尺以确保与保险杠接触同时防止与车体其他部位发生干涉。
 - 3.8.8 标记直尺与保险杠接触的最低点。
 - 3.8.9 重复 3.8.7-3.8.8 过程，将各个标记点连接成线即为保险杠下部基准线。
- 3.9 保险杠角、保险杠试验区域、内部保险杠基准线

与车辆纵向成 60° 角的垂直平面边长为 236mm 的方板前表面与保险杠表面相切，方板前表面中垂线与车辆外表面的接触点即为保险杠角。当发生多点接触时，将车辆 Y 向最外端接触点作为保险杠角，如图 10。

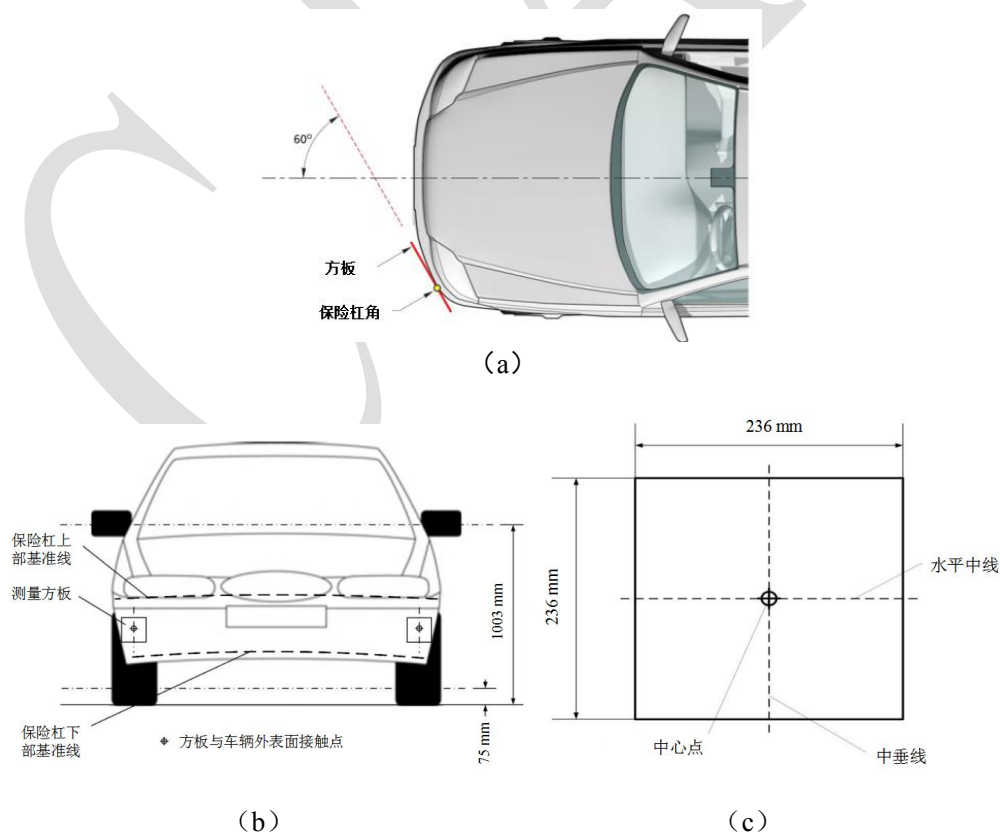


图 10 保险杠角的确定

- 3.9.1 保持方板与车辆纵向垂直平面成 60° ，方板与地面基准平面垂直，方板水平中心线与地面基准平面平行移动方板与车辆保险杠前表面接触。
- 3.9.2 方板移动过程中应确保方板中心点不低于保险杠下部基准线和地面基准平面以上 75mm；方板中心点不高于保险杠上部基准线和地面基准平面以上 1003mm。
- 3.9.3 标记方板前表面中垂线与保险杠前表面的接触点。标记的接触点即为保险杠角。
- 3.9.4 方板前表面上/下边界线与保险杠前表面的接触点以及方板前表面与间接视野装置或轮胎的接触点除外。
- 3.9.5 当方板前表面垂直中心线与保险杠表面有多个接触点时，保险杠角取 Y 向最外侧接触点。
- 3.9.6 在车辆另一侧重复这一操作。
- 3.9.7 在保险杠表面离地垂直高度 520mm 处标记线。移除塑料保险杠蒙皮和任何相关的组件，比如填充和能量吸收器。
- 3.9.8 识别防撞横梁/车身后纵梁的最外端。
- 3.9.9 保险杠试验区域被定义为保险杠角或防撞横梁/车身后纵梁的最外端确定的区域中最大的区域。
- 3.9.10 记录车辆中心线到保险杠试验区域两端的距离。
- 3.9.11 标记内部保险杠基准线(IBRL)。
- 3.9.12 采用一个垂直平面与防撞横梁接触，向梁内偏移不超过 10mm，确定最高接触点，从中心线向两侧以 100 mm 的间隔标记，连接成线，标记为 IBRL 高度（图 11）。

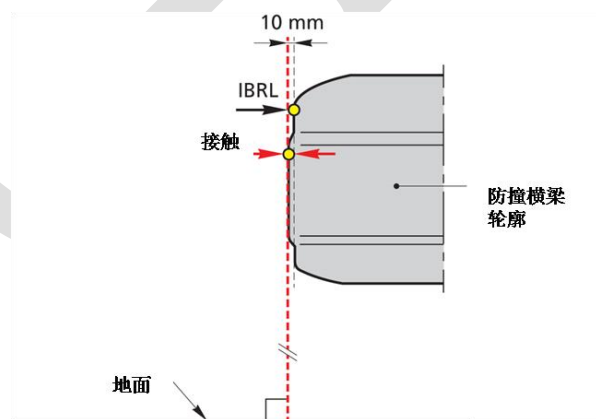


图 11 IBRL 的确定

- 3.9.13 保险杠横梁在如下条件下才可以用于确定 IBRL：钢厚度 $\geq 1\text{mm}$ ，铝厚度 $\geq 2\text{mm}$ 。
- 3.9.14 对于位于防撞横梁之外的上腿型网格点，使用防撞横梁上最外侧的网格点（见 3.9.13）的平均高度。

3.9.15 测量网格点及其两侧横向距离 33.3mm 处邻近点的 IBRL 高度，三者之和的平均值作为该网格点的 IBRL 高度（图 12）。如果防撞横梁的端头相对于最外侧网格点距离小于 33.3mm，测量网格点及其内侧临近点处的高度，二者之和的平均值作为该网格点的 IBRL 高度。

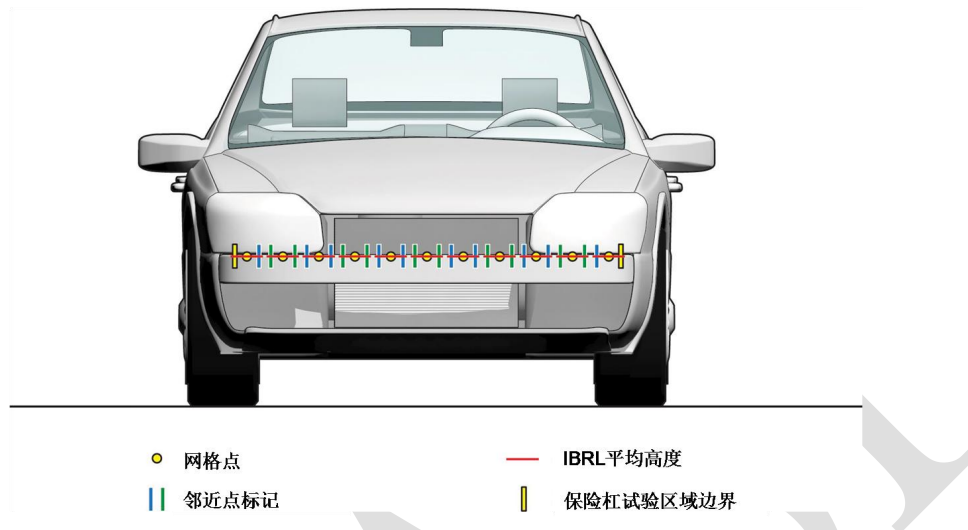


图 12 间距 100mm 的 IBRL 高度

3.9.16 更换保险杠部件并标记最外侧的防撞横梁/下部纵梁/横梁结构两端。

3.9.17 将计算得到的 100mm 间距的平均高度平移标记到保险杠外表面上。

3.9.18 内部保险杠基准线采用按照 3.9.14 标记的 IBRL 高度位置，最大高度不超过地面 520mm，如果有位置超过，则在这些位置限定在 520mm 高度。

3.10 头型试验区域的网格点的标记

3.10.1 在保险杠/格栅、发动机罩、风窗玻璃和车顶上标记车辆纵向中心线。

3.10.2 在中心线上沿外轮廓表面以 100mm 的间距标记点，对于前缘基准线最低点高度大于 850mm 的车型从 WAD1000 开始到 WAD2100 结束。对于前部呈 V 形设计的车辆，可能需要标记 WAD2200、WAD2300 或更后（见图 13）。对于前缘基准线最低点高度小于等于 850mm 的车型从 WAD1000 开始到 WAD2300 结束。对于前部呈 V 形设计的车辆，可能需要标记 WAD2400、WAD2500 或更后。

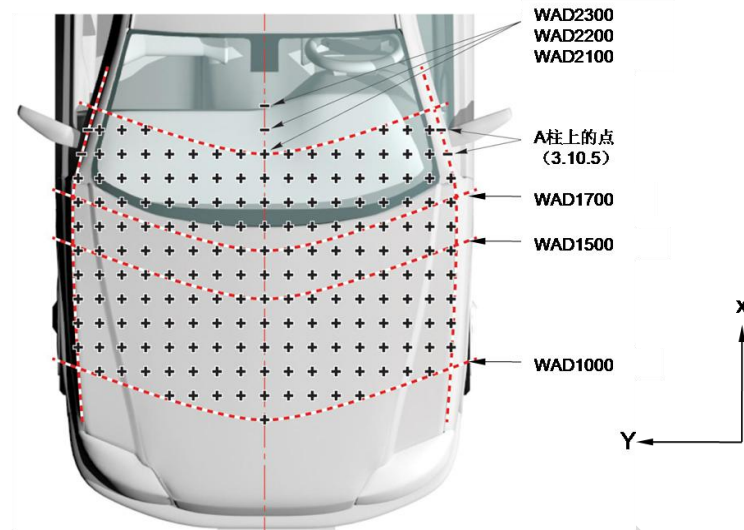


图 13 头型试验区域网格点标记

3.10.3 从中心线上的一个标记点开始，向两侧以 100mm 间距标记网格点，直到达到侧面基准线上。100mm 的距离测量是在过中心线标记点并垂直的横截面内的距离，水平测量后，垂直投影到车辆表面。

3.10.4 对车辆中心线上的每一个 WAD 标记点重复 3.10.3 的步骤，直到整个头型试验区域都布满标记点。

3.10.5 仅对于 A 柱，通过中心线上的 WAD 标记点的车辆横向垂直平面与侧面基准线的交点处额外标记一个网格点。

3.10.6 如果任何网格点位于车辆外部轮廓之下，比如发动机罩后缘的间隙处，则使用胶带沿外部轮廓水平向后粘贴，在胶带上标记这一网格点（图 14）。

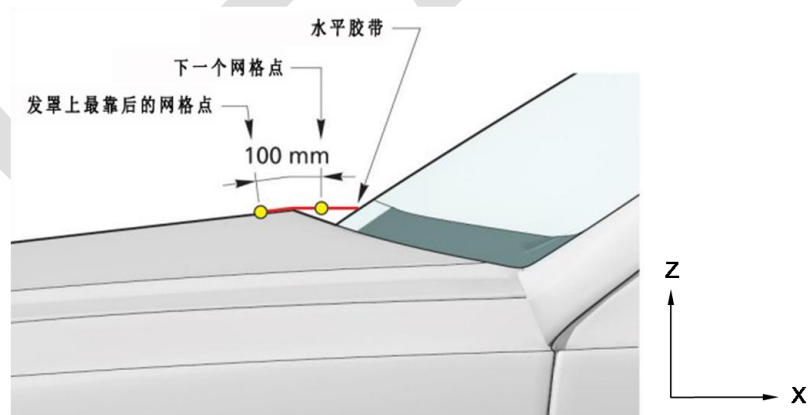


图 14 位于轮廓之下的网格点

3.10.7 如果雨刮阻碍了胶带固定，那么忽略雨刮结构，网格点落在雨刮上除外。

3.10.8 对于在横向（Y 向）测量与侧面基准线的距离小于 50mm 的网格点，需要移除。但保留在 A 柱侧面基准线上的点（图 15）。

3.10.9 其余的网格点用于车辆对行人头部保护的评估，在试验中作为目标点进行试验。

3.10.10 如果车辆装备了主动式发动机罩，则目标点应在发动机罩未展开状态时标记。

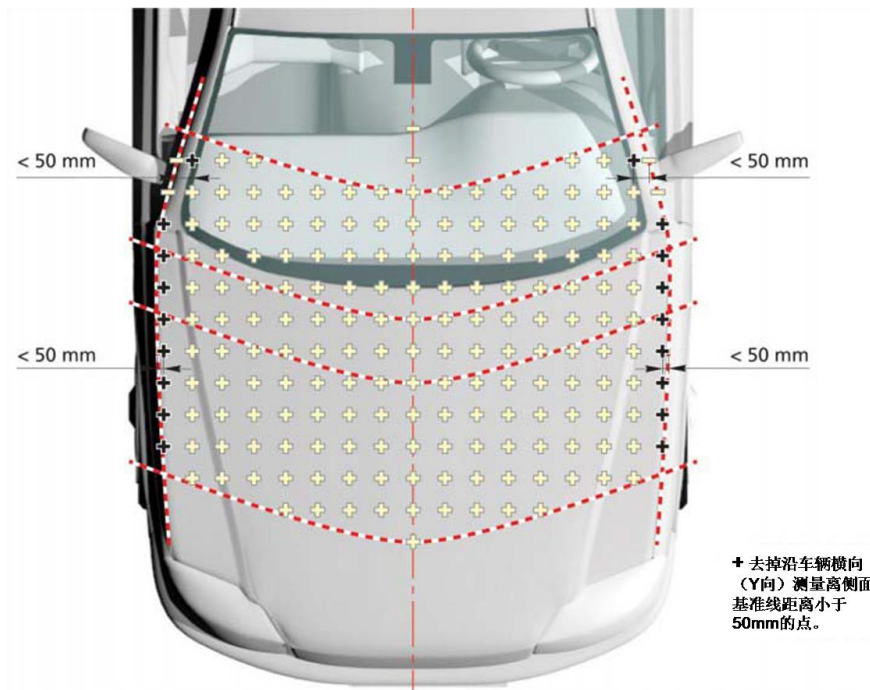


图 15 删除的网格点

3.11 头型试验区域网格点的编号

3.11.1 所有儿童头型网格点采用前缀 C，所有成人头型网格点采用前缀 A。

3.11.2 网格点编号将按照行和列顺序标记，原点为中心线和 WAD1000 相交的网格点，标记为 C0,0。

3.11.3 原点所在行标记为 0 行，从 0 行向车辆后方以 1 为增量顺序标记行号。

3.11.4 中心线所在列为 0 列，向车辆右侧第一列为+1 列，以 1 为增量，标记到侧面基准线，分别为+2，+3，……。向车辆左侧第一列为-1 列，以-1 为增量，标记到侧面基准线，分别为-2，-3，……。

3.11.5 所有标记点前缀后的第一位数字为行标号，第二位数字为列标号，如图 16 所示。

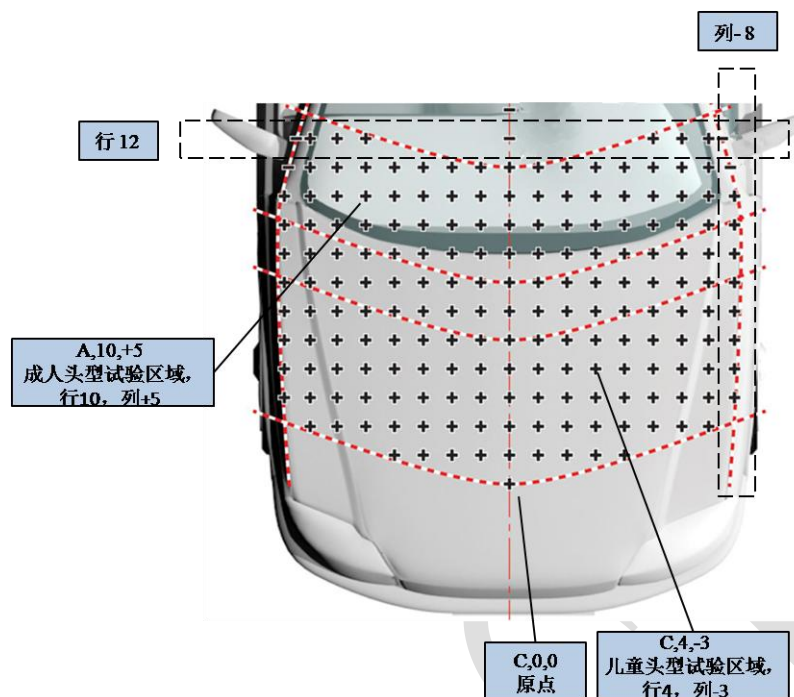


图 16 头型试验区域网格点的编号示例

3.12 头型试验区域均分区域的标记

制造厂商没有提供网格点的预测结果时，按照 3.5 的定义首先标记 WAD1000、WAD1250、WAD1500、WAD1800、WAD2100，对 BLE 最低点高度小于等于 850mm 的车型还需标记 WAD2300，然后按照以下步骤标记：

3.12.1 使用软尺，从 WAD1000 与侧面基准线的交点开始，沿发动机罩外表面轮廓测量两侧侧面基准线之间的最短距离，记录这一数据。

3.12.2 计算这一距离的 1/12 长度，并依照 3.12.1 使用软尺在车辆的外轮廓按照 1/12 长度标记等分点。

3.12.3 使用软尺沿车辆外表面轮廓测量两侧侧面基准线之间的最短距离，确保该软尺通过 WAD1000 的最前点，记录这一距离。如果 WAD1000 的最前点在转角基准点之前，将 3.12.2 得到的十二等分点沿车辆纵向投影至 WAD1000 上，得到 WAD1000 的分割点。

3.12.4 计算这一距离的 1/12 长度，并按照 3.12.2 使用软尺在车辆的外轮廓标记这些十二等分点。

3.12.5 将两次测量中的十二等分点一一对应连接成线，标记连接线与 WAD1000 的交点（图 17）。

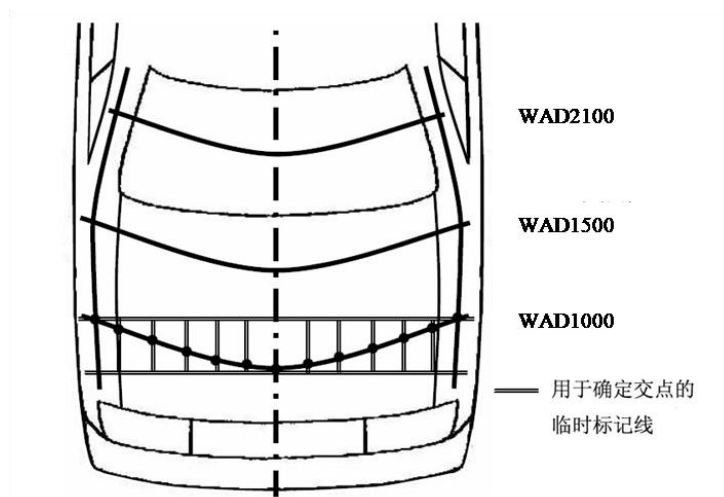


图 17 WAD1000 的 12 等分

3.12.6 对于 WAD1500 和 WAD2100，重复 3.12.2 到 3.12.5 的操作步骤。

3.12.7 对于 WAD2100 和 WAD2300，重复 3.12.2 到 3.12.5 的操作步骤。

3.12.8 连接 WAD1000 和 WAD1500、WAD1500 和 WAD2100、WAD2100 和 WAD2300 对应的分割点（图 18a 和图 18b）。

3.12.9 如果在侧面基准线上存在阶梯，可能交线并不是互相平行，例如由轮护板装饰件造成（图 19）。

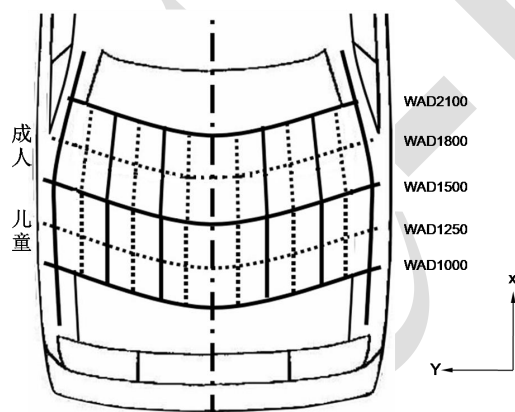


图 18a 头型区域 12 等分

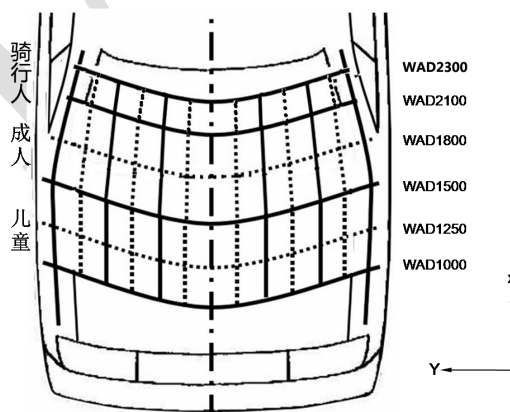


图 18b 头型区域 18 等分

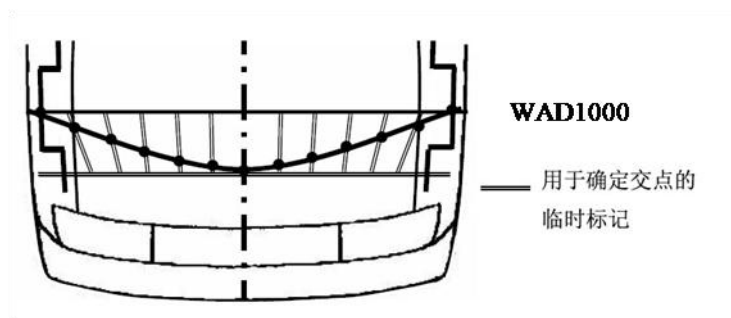


图 19 WAD1000 的 12 等分

3.13 头型试验区域均分区域的编号

3.13.1 将头型区域划分为 12 个均分区域，纵向分为成人和儿童区域。在成人区域（A），从车辆的右侧向左侧，依次标记为 A1-A6（A=成人），在儿童区域重复这一过程，依次标记为 C1-C6（C=儿童）。对 BLE 最低点高度小于等于 850mm 的车型，将头型区域划分为 18 个均分区域，纵向增加骑行区域，从车辆的右侧向左侧，依次标记为 R1-R6（R=骑行人）。

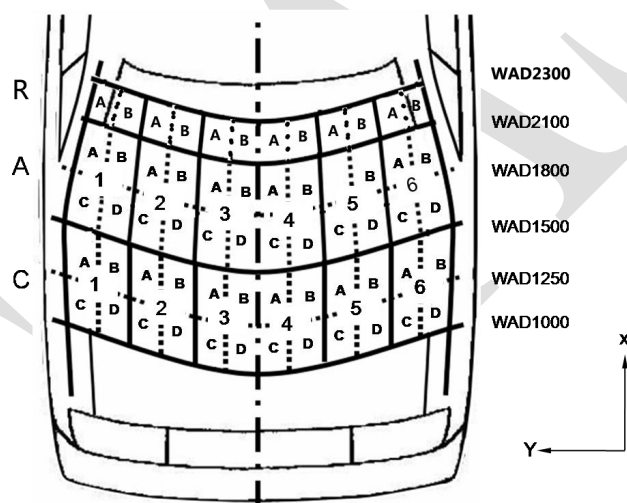


图 20 头型试验区域均分区域标记

3.13.2 在纵向(X 向)使用 WAD1250 和 WAD1800 包络线，在横向(Y 向)使用 WAD 分割点连线，对已有均分区域再次划分。对于 WAD1000 到 WAD2100 的每个均分区域被划分为 4 个子区，从右向左为 A 和 B，下面一行为 C 和 D。对于 WAD2100 到 WAD2300 的每个均分区域被划分为 2 个子区，标记方法如图 20。

3.13.3 试验点所在区的标记进行编号。例如，试验点 A2B 字母“A”表示成人区域，数字“2”表示头型区域第二个均分区域，字母“B”表示在 B 子区。所有的试验点都采用同样的标记法，如图 21 的 C5D。

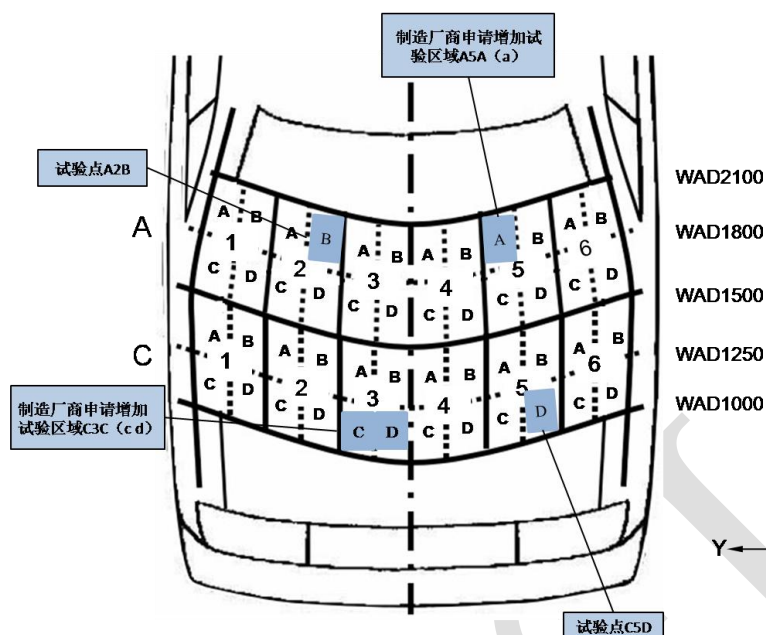


图 21 头型试验区域的编号

3.13.4 对于制造厂商申请增加的试验评价区，应能体现指定的子区，使用带括号的小写字母表示增加的试验区域。例如图 21 中的 C3C(cd)表示制造厂商增加的试验区域在 C3C 和 C3D，试验时选择的试验点在 C3C 内。所有的制造厂商提出增加的试验点都采用同样的标记法，如图 21 所示的 A5A(a)。

3.14 腿型试验区域网格点的标记

3.14.1 腿型冲击保险杠试验的网格点标记

3.14.1.1 从车辆中心线和保险杠上部基准线交点开始，向两侧以 100mm 间距标记网格点，直到保险杠试验区域边界。100mm 间距是在横向垂直平面上水平测量，并投影到保险杠上部基准线（图 22）。

3.14.1.2 如果保险杠试验区域的边界离最外侧网格点的距离大于 50mm，则在最外侧网格点的外侧 50mm 处附加标记一个网格点。此距离应在横向垂直平面上水平测量。

3.14.2 上腿型冲击 WAD775 试验的网格点标记

3.14.2.1 从车辆中心线与 WAD775 线交点开始，向两侧以 100mm 间距沿 WAD775 线标记网格点，直到转角基准点（或转角基准点在 WAD775 上的投影）。100mm 间距是在横向垂直面上水平测量，并投影到 WAD775 线上。

3.14.2.2 删除距离转角基准点小于 50mm 的网格点。此距离应在横向垂直平面上水平测量。

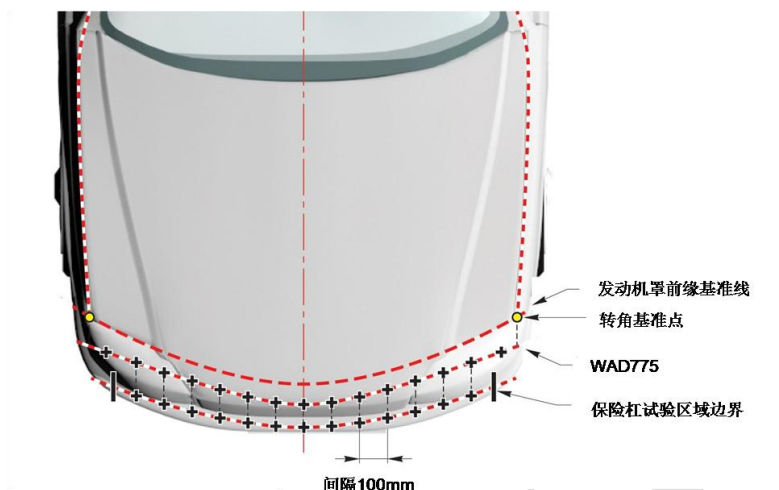


图 22 标记腿型试验区域网格点

3.15 腿型试验区域网格点的编号

3.15.1 上腿型试验网格点采用前缀 U，腿型试验网格点采用前缀 L。

3.15.2 原点为车辆中心线和保险杠上部基准线/WAD775 的交点，上腿型网格点的原点标记为 U0，腿型网格点的原点标记为 L0。

3.15.3 中心线右侧第一点为+1 点，以 1 为增量，标记到保险杠试验区域/转角基准点最外侧，分别为+2, +3, ...。左侧第一点为-1 点，以-1 为增量，标记到保险杠试验区域/转角基准点最外侧，分别为-2, -3, ...。

3.15.4 所有标记点第一位为前缀，第二位为数字标号（图 23）。

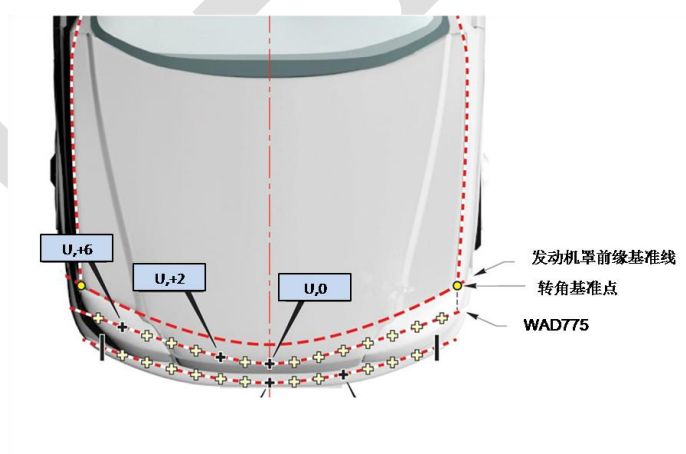


图 23 上腿型网格点编号

4 试验照片及高速摄像

在车辆准备和标记完成后，所有试验开始前，需要按照表 1 对车辆进行拍照记录。每次试验前后，应对试验位置拍照记录。每张照片都能够识别车辆和试验位置，根据实际情况拍摄额外照片。

表 1 试验前照片

车辆视图	视角
整车	左侧
整车	右侧
车辆前部 1/3	左侧
车辆前部 1/3	右侧
整车	前侧
车身前部 1/3	顶部
柔性腿型试验点	前侧
上腿型试验点	前侧
儿童头型试验点	顶部
成人头型试验点	顶部

试验中采用高速相机以不低于每秒 1000 帧的速度记录。

5 头型试验

5.1 制造厂商提供的数据

5.1.1 可预测的网格点位置

5.1.1.1 车辆制造厂商需要向试验室提供车辆所有头部网格点处的 HIC_{15} 值或者颜色标记数据。所有的数据都必须在车辆标记或试验前提供。

5.1.1.2 对于头型数据，需要按照以下性能指标提供每个网格点的数据，见表 2：

表 2 对照表

$HIC_{15} < 650$	绿色
$650 \leq HIC_{15} < 1000$	黄色
$1000 \leq HIC_{15} < 1350$	橘色
$1350 \leq HIC_{15} < 1700$	棕色
$1700 \leq HIC_{15}$	红色

5.1.1.3 部分网格点默认为红色，这些在试验前的预测数据中应当明确界定。默认区域界定如下：

A 柱=默认红色（除非制造厂商能够提供证据证明其不是红色）

5.1.1.4 风窗玻璃上被预测的绿色点，若满足以下要求，可作为被排除点不参与随机选点并不参与修正系数计算：

- a.被绿色点包围（包括纵向、横向和斜向，若该网格点位于最后一排，则后方当作存在绿色点处理）见图 24；
- b.距离风窗玻璃安装框架的固定边在 165mm 以外，165mm 应当沿着风窗玻璃的外轮廓测量，参见图 25；
- c.在网格点撞击方向上距离风窗玻璃内表面 100mm 之内不存在有任何结构，如传感器系统。

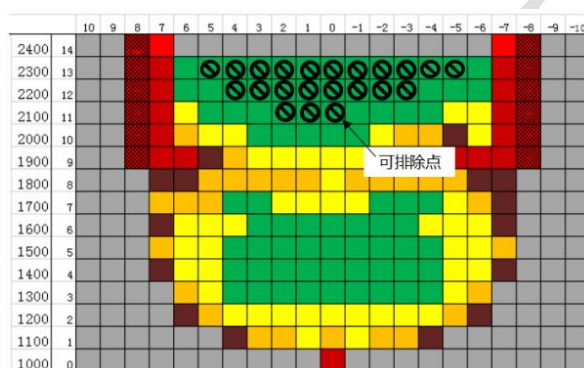


图 24 风窗玻璃上的排除点

5.1.1.5 风窗玻璃上被预测为绿色点，除排除点外其余绿色点至少选择 1 个点进行试验，并参与修正系数计算。

5.1.1.6 汽车制造厂商如能提供证据证明 A 柱的点不是红色，则这些网格点将与其他测试点同样考虑。

5.1.1.7 侧面基准线上的网格点如果位于发动机罩后面基准线之后，则它们将与 A 柱上的网格点一样定义。

5.1.1.8 默认颜色点将不包括在随机选择的验证试验中，也不用于修正系数的计算。

5.1.1.9 在测试点选择之前，默认颜色点将由试验室确认。

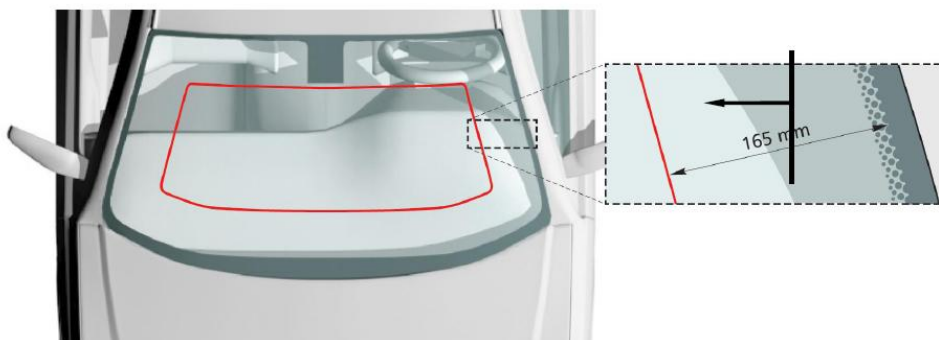


图 25 风窗玻璃边缘测量

5.1.2 无法预测的网格点位置

5.1.2.1 在某些特定结构处（通风盖板、雨刮、风窗玻璃框架、大灯和罩锁区域）的网格点是无法预测的，这些点在预测数据中可以标为蓝色。

5.1.2.2 确定蓝色网格点位置时，车辆制造厂商必须提供试验结果和/或 CAE 分析结果作为证据证明此位置不可预测。

5.1.2.3 蓝色网格点可以单独或成对组合在一起，形成一个蓝色区域。

5.1.2.4 在成对组合的蓝色区域中，两个蓝色网格点必须相邻(纵向、横向和斜向)。在整个头型区域最多可以设定八个区域为蓝色。

5.1.2.5 试验室将选择一个蓝色网格点来评估每个蓝色区域，对称性可以考虑。

5.1.2.6 蓝色网格点的试验结果将被应用到该区域的每个网格点，每个蓝色网格点的颜色会由蓝色变为 HIC_{15} 值相对应的颜色。

5.1.2.7 蓝色网格点将不包括在随机选择的验证试验中，也不用于修正系数的计算。

5.2 头型试验方案

5.2.1 当车辆制造厂商提供头型试验区域预测结果时，按照以下方案进行头型试验。

5.2.1.1 试验室默认进行 10 个网格点的试验。

5.2.1.2 当车辆制造厂商认为有必要增加试验点数以获得更为准确的评价结果时，可以提出增加试验点，增加的点数不超过 10 个。提供预测数据时，制造厂商必须通知试验室增加验证试验点的数量。

5.2.1.3 试验室随机确定所有验证试验点的位置。

5.2.1.4 默认红、标为蓝色的网格点以及风窗玻璃上的排除点将排除在随机选择的验证试验点之外，其它的网格点都将作为验证试验的随机可选点。

5.2.1.5 随机选择试验点的位置，只要确认车辆不会产生影响结果的永久变形，则临近点也是可以选择的。

5.2.1.6 如果已测位置的变形会影响其他位置的头型验证试验，试验室将决定如何处理。

5.2.1.7 除蓝色网格点以外的所有试验结果用于计算修正系数。

5.2.1.8 对于预测颜色为红色的点，如果头型第一接触点位于 A 柱，试验室可与制造商协商是否对该试验点进行试验。若不进行试验，该试验点按照红色网格点得分参与修正系数计算。

5.2.2 当车辆制造厂商未提供头型试验区域预测结果时，按照以下方案进行头型试验。

- 5.2.2.1 每个均分区域内任选一个试验点，试验室最多选择 12 个试验点。
- 5.2.2.2 制造厂商可以提出增加试验点，增加的点数不超过 8 个。
- 5.2.2.3 试验位置的选择需要遵循以下原则：
- 5.2.2.3.1 头型试验点的选择应考虑造成头型伤害的程度。在每个均分区域选择可能导致伤害程度最高的点；在头型试验区域选择试验点时需要考虑间距要求。
- 5.2.2.3.2 当发动机罩处于关闭状态时，通常离发动机罩最近的那些结构和部件最容易导致损伤，升起发动机罩，分析发动机舱和内外翼子板，确定哪些位置易于导致损伤。同时要关注发动机罩刚度较大可能导致损伤的位置。
- 5.2.2.3.3 头型的试验点应在发动机罩侧面基准线内并距离边界至少 82.5mm，并且任意两点间距至少 165mm，即在同一区或者相邻区的两个点间距都不少于 165mm。
- 5.2.2.3.4 当头型试验点位于 A 柱上时，默认为红色，不得分；当位于风窗玻璃上预测为绿色点并满足 5.1.1.4 的排除点要求时，得满分。
- 5.2.2.3.5 如果按照 5.2.2.3.3 的空间要求，位于风窗玻璃底部的易于导致损伤的试验点无法进行试验，则该区域的得分采用毗邻区域或者对称区域得分。
- 5.2.2.3.6 如果制造厂商认为在某个特定均分区域的试验室已选试验点无法充分表现这一均分区域的性能，则制造厂商可以要求在该均分区域内追加一次试验，这一要求同样适用于未选择试验点的均分区域。在试验开始前，制造厂商必须选定所有追加试验点所在的均分区域及子区，试验室将在追加的各均分区域的子区中选择一个可能导致伤害程度最高的点进行试验。附加试验点的选择应满足 5.2.2.3.3 的距离要求。
- 5.2.2.3.7 如果选择的两个试验点空间上左右对称，若其下部空间和结构一致，则第二个点可不进行试验，采用第一个点的结果进行评价。除非制造厂商提供证明两个试验点的结果不一致，会对对称区域的评分产生影响，制造厂商可提出异议，试验室根据实际情况判定是否进行试验。
- 5.2.3 在风窗玻璃区域被预测为绿色的试验点，若在试验时发生两级及以上的跳色且满足以下条件时，允许在制造厂商支持下进行两次重复测试。
- 5.2.3.1 只有在玻璃出现非典型性破裂时再进行重复试验，制造厂商需提供以下数据内容证明支持非典型破裂：
- 物理测试数据，至少 3 次冲击到同一试验位置
 - 所有合成加速度曲线
 - 所用头锤模型/仪器的详细信息

■ 物理试验的高速摄像

5.2.3.2 在3次试验中，如果有任意两次得分相同则采用该结果。若3次试验得分均不相同，则采用中间值的结果。

5.2.3.3 前风窗玻璃非典型破裂的判断标准参考 UN R127，后续将优化非典型破裂的判断标准。

5.3 头型试验要求

5.3.1 选择的试验点将被作为头型的目标点进行试验，头型中心线应按照冲击方向对准目标点，见图 26。

5.3.2 对于装备主动式发动机罩的车辆，如果制造厂商提供证据说明头型冲击时发动机罩能达到完全启动状态，则试验室按照发动机罩处于厂家设定的预定位置进行试验。若无法提供证明，则按照发动机罩处于关闭状态进行试验。

5.3.3 在重力作用下，头型在离开发射器后，飞行轨迹可能发生偏离，因此发射时需考虑重力作用影响。

5.3.4 考虑重力作用的影响，确定发射器的初始发射位置需要以下信息：

- 头型直径
- 离开发射器后头型的运动距离
- 头型冲击的水平角度
- 试验点处的发动机罩角度
- 试验速度

5.3.5 使用这些信息计算从发射器到目标点的距离，以便建立正确的运动路径，确定发射器的初始角度和头型的初始速度。

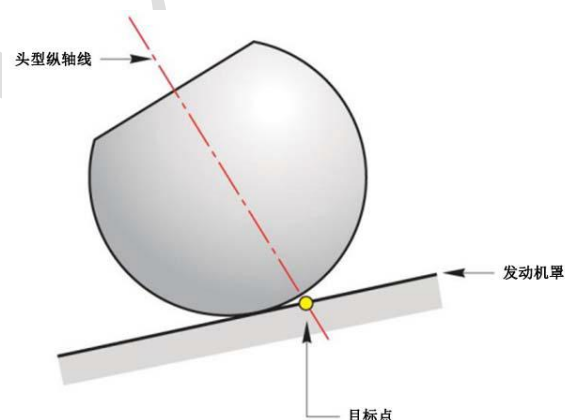


图 26 试验点作为目标点的示意图

5.4 头型规格和标定要求

5.4.1 使用的头型冲击器的技术规格等同参考欧盟法规 UN R127 附录 4 的技术要求。

5.4.2 仪器设备，见表 3。

表 3 头型仪器设备

位置	测量量	滤波等级 CFC	幅值等级 CAC	通道数量
头型质心	X 向加速度	1000 Hz	500 g	1
头型质心	Y 向加速度	1000 Hz	500 g	1
头型质心	Z 向加速度	1000 Hz	500 g	1

5.4.3 头型标定要求

5.4.3.1 标定程序参考欧盟法规 UN R127 附录 6 的标定流程。

5.4.3.2 标定好的冲击器在最多进行 20 次试验后需要进行重新标定。

5.4.3.3 标定周期的间隔最长不超过 12 个月。

5.4.3.4 如果某次冲击试验中，头型任何一项指标超过 CAC 限值，则需要重新标定。

5.5 头型试验程序

5.5.1 确保车辆按照第 2 条准备完成。

5.5.2 确保车辆姿态与 2.5 节规定的正常行驶姿态一致。

5.5.3 确保试验前，头型、车辆、发射机构和数据采集系统均在 16℃~24℃的环境温度下放置了至少 2 小时。

5.5.4 按照头型试验区域要求选择相应头型，将需要的头型安装在发射机构上。

5.5.5 试验点与第一接触点不一致时，头型的选择由试验点的位置决定。比如：在 WAD1500 到 WAD1700 的风窗玻璃基座区域，第一接触点可能在发动机罩的后边缘，但是仍然使用成人头型进行冲击。

5.5.6 调整车辆和发射机构的相对位置以确保头型的自由飞行距离；调整发射机构确保头型以正确的入射角度冲击目标点。

5.5.7 当车辆位于地面基准平面上，头型冲击方向应朝向车辆后下方，冲击方向与通过车辆试验点的纵向垂直平面角度偏差为 $\pm 2^\circ$ 。

5.5.8 在通过试验点的纵向垂直平面内，儿童头型相对于地面基准平面的冲击角度为 $50^\circ \pm 2^\circ$ ；对位于发动机罩前缘基准线上或之前的儿童头型试验点，相对于地面基准平面的冲击角度为 $20^\circ \pm 2^\circ$ 。对于 $WAD \leq 2100$ 的成人头型区域，相对于地面基准平面的冲击角度为

$65^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 。对于 $2100 < WAD \leq 2300$ 的成人头型区域，相对于地面基准平面的冲击角度为 $45^{\circ} \pm 2^{\circ}$ 。

5.5.9 头型中心线与试验点偏差为 $\pm 10\text{mm}$ 。

5.5.10 发射机构的速度控制应该保证在第一接触点的速度为 $11.1\text{m/s} \pm 0.2\text{m/s}$ 。速度测量装置应达到 $\pm 0.02\text{m/s}$ 的精度。

5.5.11 启动发射机构，执行试验。

6 腿型试验

6.1 试验方案

6.1.1 对于装备主动式发动机罩的车辆，如果制造厂商提供证据说明腿型冲击时发动机罩能达到完全展开状态，则试验室按照发动机罩处于厂家设定的预定位置进行试验。若无法提供证明，则按照发动机罩处于关闭状态试验。

6.1.2 试验室原则上将会在 L0 或 L1 中选择一点开始进行试验，之后的试验点将间隔一个网格点。

6.1.3 试验点的选择将考虑车辆的对称性在车辆的两侧进行，对于空间上对称的两个网格点，试验室将任选一点进行试验。如果存在位置对称但后部结构不同的网格点，车辆制造厂商需在试验前向试验室提出数据证明。

6.1.4 没有被选取的网格点，将按照邻近测试点中最差的结果进行评价。

6.1.5 如果制造厂商认为未测试点的成绩没有正确反映或者对称性没有被考虑，需在所有试验开始前申请增加试验点。

6.2 试验要求

6.2.1 为了保证 aPLI 腿型碰撞时底端在正确的高度，需要考虑重力作用的修正。当自由飞行距离不超过 400mm 时，采用水平发射。当自由飞行距离超过 400mm 时，采用弹道发射。

6.2.2 水平发射方法：测量自由飞行的水平距离，根据重力作用计算对应的下降高度，在试验前将 aPLI 腿型向上移动对应的高度，水平发射后由于重力作用在接触时刻，aPLI 腿型底端在地面基准平面上 25mm。

6.2.3 弹道发射方法：按照弹道飞行的原理进行斜抛运动，保证接触时刻，aPLI 腿型在抛物线最高点，aPLI 腿型底端在地面基准平面上 25mm，且速度方向为水平。根据以上条件和

自由飞行的距离计算出发射的初始速度和角度、发射时 aPLI 腿型相对于地面基准平面的高度。

6.3 腿型规格

6.3.1 aPLI 腿型由皮肤、肌肉、股骨、胫骨、膝部、上体模块（Simplified Upper Body Part, SUBP）组成，见图 27。上体模块（SUBP）外部由合成橡胶材质的肌肉包裹，其上部宽度为 $200\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，下部宽度为 $142\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，高度为 $222\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，见图 28。腿型冲击器的外廓尺寸见图 29。腿型股骨和胫骨过载线缆间隙为 13.6mm 和 11.3mm 。

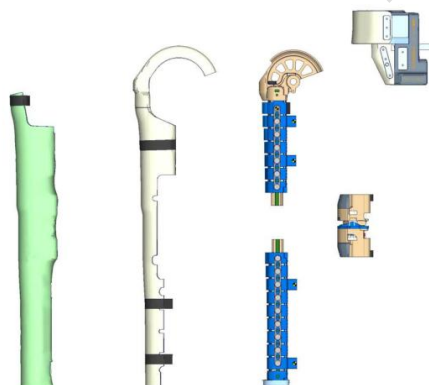


图 27 冲击器组件

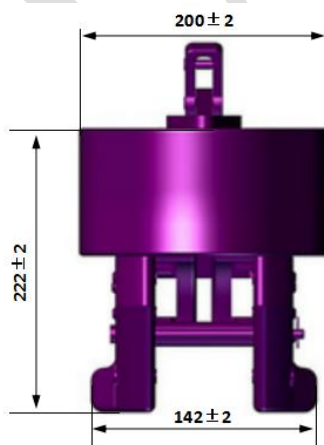


图 28 上体模块尺寸

6.3.2 腿型冲击器的总质量为 $24.7 \pm 0.3\text{kg}$ ，各组件的质量如表 4。

表 4 冲击器各组件的质量

组件	质量
胫骨	$2.4 \pm 0.1\text{kg}$
膝部	$2.75 \pm 0.1\text{kg}$

股骨	$4.3 \pm 0.3\text{kg}$
上体模块	$11.3 \pm 0.3\text{kg}$
肌肉	$3.1 \pm 0.15\text{kg}$
皮肤	$0.38 \pm 0.02\text{kg}$
腿型总质量	$24.7 \pm 0.3\text{kg}$

6.3.3 在试验开始前，试验冲击器所有组件需存放在恒定温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ 的环境中。

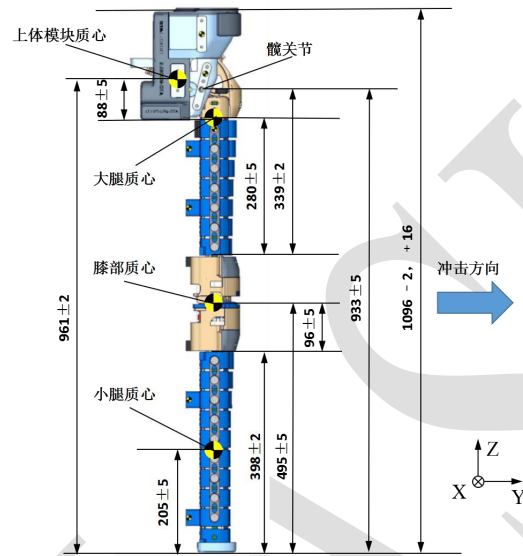


图 29 腿型冲击器外廓尺寸

6.4 仪器设备

- 6.4.1 冲击器胫骨组件上装有 4 个弯矩传感器，股骨组件上装有 3 个弯矩传感器，弯矩传感器用以测量 X 轴的弯矩。
- 6.4.2 膝部模块安装有 5 个传感器，其中 3 个传感器位于中部分别测量 ACL、PCL 和 MCL 的延伸量，另外在膝部中心下方装有 1 个加速度传感器和 1 个角速度传感器分别测量碰撞力和偏转角。
- 6.4.3 上体模块装有 3 个方向加速度传感器和 3 个方向角速度传感器，分别测量碰撞力和偏转角。各弯矩传感器位置如图 30 所示。

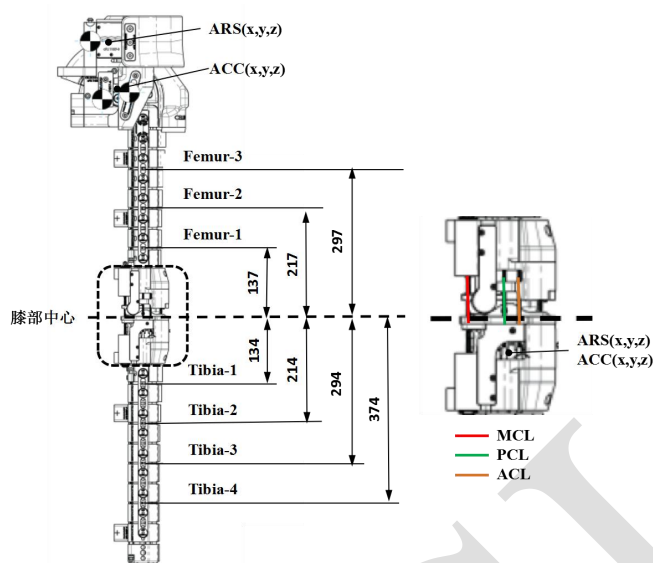


图 30 冲击器仪器设备

6.4.4 aPLI 腿型仪器和设备见表 5。

表 5 腿型仪器设备

位置	测量量	滤波等级 CFC	幅值等级 CAC	通道数量
上体模块	加速度	180 Hz	500g	3
股骨弯矩	股骨弯矩-3 股骨弯矩-2 股骨弯矩-1	180 Hz	600Nm	3
胫骨弯矩	胫骨弯矩-1 胫骨弯矩-2 胫骨弯矩-3 胫骨弯矩-4	180 Hz	400Nm	4
膝部延伸	内侧副韧带 MCL 前十字韧带 ACL 后十字韧带 PCL	180 Hz	40mm	3

6.5 标定程序

6.5.1 aPLI 腿型使用动态冲击标定，包含膝部中心标定和膝部中心以上 120mm 标定。

6.5.2 标定时，环境温度为 $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ，在腿型顶部安装标定用挂钩，将包裹好的腿型自由悬挂在试验设备上，需要支撑腿型底部使腿型处于竖直状态，测量后部支撑和膝部区域的角度为 $\pm 1^\circ$ ，如图 32，33。

6.5.3 安装好蜂窝铝的直线导轨以 $11.1\text{m/s} \pm 0.2\text{m/s}$ 的速度冲击 aPLI 腿型。蜂窝铝于腿型接触的第一时刻起 15ms 内，腿型应处于自由飞行状态。

6.5.4 蜂窝铝宽 200mm±5mm，高 160mm±5mm，厚 60mm±2mm，压溃强度为 0.517×
(1±10%)Mpa。蜂窝铝蜂窝尺寸为 6.35mm 或 4.76mm，密度分别为 36.8kg/m³ 或 32 kg/m³。

6.5.4.1 蜂窝铝上边缘于直线导向冲击器刚性板在同一直线上。第一接触时刻蜂窝铝上边缘于膝部中心或者膝部中心以上 120mm 在同一水平面，垂直误差不超过±2mm。冲击前蜂窝铝不应变形。冲击第一接触时刻，aPLI 腿型侧倾角（绕 Y 轴旋转）和蜂窝铝冲击器速度矢量在横向垂直平面内的偏差不超过±2°，aPLI 腿型俯倾角（绕 X 轴旋转）和蜂窝铝冲击器俯视角在纵向垂直平面内的偏差不超过±2°，aPLI 腿型旋转角（绕 Z 轴旋转）和蜂窝铝冲击器速度矢量绕轴线偏差不超过±2°。

6.5.5 每次标定时，腿型弯矩和膝部韧带伸长量满足如下要求

6.5.5.1 膝部中心标定：

表 6 膝部中心标定要求

	股骨弯矩 3	股骨弯矩 2	股骨弯矩 1	胫骨弯矩 1	胫骨弯矩 2	胫骨弯矩 3	胫骨弯矩 4	内侧副韧带
上限值	134Nm	178Nm	208Nm	334Nm	272Nm	193Nm	116Nm	16mm
下限值	101Nm	133Nm	162Nm	291Nm	238Nm	160Nm	92Nm	12mm

6.5.5.2 膝部中心以上 120mm 标定：

表 7 膝部中心以上 120mm 标定要求

	股骨弯矩 3	股骨弯矩 2	股骨弯矩 1	胫骨弯矩 1	胫骨弯矩 2	胫骨弯矩 3	胫骨弯矩 4	内侧副韧带
上限值	190Nm	238Nm	293Nm	251Nm	228Nm	164Nm	83Nm	24mm
下限值	147Nm	189Nm	233Nm	206Nm	182Nm	132Nm	63Nm	20mm

以上所有结果均取冲击时刻开始 60ms 内的数据。



图 31 冲击器竖直状态测量

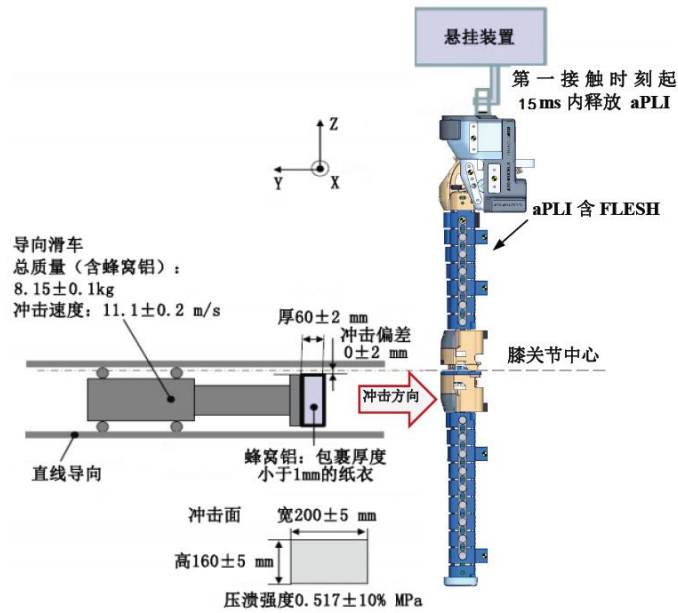


图 32 膝部中心动态标定

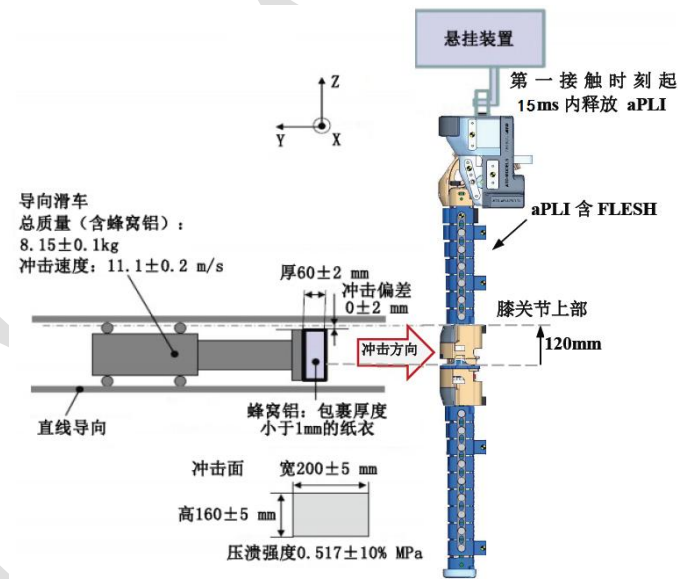


图 33 膝部中心以上 120mm 动态标定

- 6.5.6 腿型冲击器在 20 次试验或使用周期满 1 年后需要进行重新标定。
- 6.5.7 如果某次试验中，腿型任何一项指标超过 CAC，则需要重新标定。
- 6.6 试验程序
 - 6.6.1 确保车辆按照第 1 节准备完成。
 - 6.6.2 确保车辆姿态与 1.5 节规定的正常行驶姿态一致。

6.6.3 确保试验前，aPLI 腿型、车辆、发射机构和数据采集系统均在 $16^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下放置了至少 4 小时。

6.6.4 调整车辆与发射机构的相对位置，确保 aPLI 腿型的发射方向与车辆纵向垂直平面平行。

6.6.5 调整车辆和发射机构的相对位置以确保 aPLI 腿型的自由飞行距离；调整发射机构的角度和高度。

6.6.6 在第一接触时刻，aPLI 腿型的底端距地面基准平面高度为 $25\text{ mm}\pm 10\text{ mm}$ ，见图 34。腿型底端的测量不应包含任何保护装置。

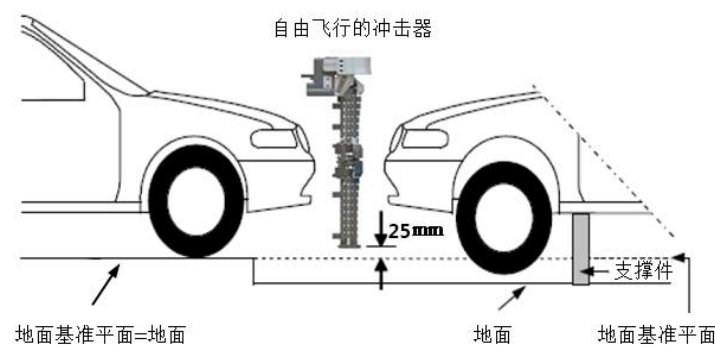


图 34 aPLI 腿型对保险杠试验

6.6.7 设定发射机构的速度，确保在第一接触时刻的速度为 $11.1\text{ m/s}\pm 0.2\text{ m/s}$ 。速度测量装置应达到 $\pm 0.02\text{ m/s}$ 的精度。在第一接触时刻，aPLI 腿型速度的矢量方向在水平面内并平行于车辆纵向垂直平面，与水平面和纵向垂直平面的偏差不超过 $\pm 2^{\circ}$ 。aPLI 腿型的轴在第一接触时刻应保持竖直，轴线方向与纵向垂直平面和横向垂直平面的偏差不超过 $\pm 2^{\circ}$ 。

6.6.8 在第一接触时刻，aPLI 腿型可能绕轴线有旋转运动，为保证膝部的正确响应，绕轴线的角度偏差不超过 $\pm 2^{\circ}$ 。

6.6.9 在碰撞前 30ms 内弯矩必须保持在 $\pm 10\text{ Nm}$ 的范围。

6.6.10 在第一接触时刻，aPLI 腿型的中心线与选定的试验点的位置偏差不超过 $\pm 10\text{ mm}$ 。

6.6.11 在 aPLI 腿型和车辆接触过程中，aPLI 腿型不应接触地面或车辆以外的任何物体。

6.6.12 布置高速摄像和防护，试验前拍照，启动发射机构，进行试验。

6.6.13 试验后拍照，重新连接腿型，采集数据。

6.6.14 在进行下一个测试之前，检查是否超过 CAC，若超过，则必须在下次测试之前对冲击器进行重新标定。

6.6.15 执行下一次试验。

7 上腿型冲击 WAD775 试验

7.1 试验方案

7.1.1 对于装备主动式行人保护系统的车辆, WAD775 和 WAD930 在发动机罩处于未展开状态时标记。

7.1.2 对于装备主动式发动机罩的车辆, 如果制造厂商提供证据说明上腿型冲击时发动机罩能达到完全展开状态, 则试验室按照发动机罩处于厂家设定的预定位置进行试验。若无法提供证明, 则按照发动机罩处于关闭状态试验。

7.1.3 如果计算得到的碰撞能量小于 160J, 则不需要进行这项试验。

7.1.4 试验室原则上将会在 U0 或 U1 中选择一点开始进行试验, 之后的试验点将间隔一个网格点。

7.1.5 试验点的选择将考虑车辆的对称性在车辆的两侧进行, 对于空间上对称的两个网格点, 试验室将任选一点进行试验。如果存在位置对称但后部结构不同的网格点, 车辆制造厂商需在试验前向试验室提出数据证明。

7.1.6 没有被选取的网格点, 将按照邻近测试点中最差的结果进行评价。

7.1.7 如果网格点根据邻近测试点的测试结果赋予分数, 那么这两个网格点计算出的碰撞能量差异不能超过 10%, 若超出, 则需增加试验。

7.1.8 如果制造厂商认为未测试点的成绩没有正确反映或者对称性没有被考虑, 需在所有试验开始前申请增加试验点。

7.2 腿型规格和标定要求

7.2.1 使用上腿型的技术规格等同参考 UN R127 附录 4 的技术要求。

7.2.2 上腿型的仪器设备, 分别见表 8。

表 8 上腿型仪器设备

位置	测量量	滤波等级 CFC	幅值等级 CAC	通道数量
股骨上部	力	180 Hz	10kN	1
股骨下部	力	180 Hz	10kN	1
股骨中部	弯矩	180 Hz	1000Nm	1
股骨中心以上 50mm 处	弯矩	180 Hz	1000Nm	1
股骨中心以下 50mm 处	弯矩	180 Hz	1000Nm	1

7.2.3 腿型标定要求

7.2.3.1 上腿型的标定程序参考 UN R127 附录 6 的标定流程。在车型试验前需对冲击器进行动态标定。

7.2.3.2 标定好的冲击器在进行 20 次试验以后需重新进行动态标定。

7.2.3.3 至少 12 个月进行一次静态标定。

7.2.3.4 如果某次冲击试验中，腿型任何一项指标超过 CAC 限值，则需要重新标定。

7.3 确定碰撞参数

7.3.1 每个网格点位置处的试验速度方向与地面基准平面的角度定义为 α 。速度方向与距离车辆中心线相同侧向位置上的 IBRL 的点和 WAD930 线上的点的连线垂直，测量并记录每个网格点的 α 角。

7.3.2 名义碰撞能量根据以下公式计算：

$$E_n = 0.5 \times m_n \times v_c^2$$

其中： $m_n=7.4kg$

$$v_c = v_o \times \cos(1.2\alpha)$$

$$v_o = 11.11m/s$$

7.3.3 试验速度 v_t 根据名义碰撞能量进行调整计算：

$$v_t = \sqrt{\frac{2E_n}{10.5kg}}$$

7.4 试验程序

7.4.1 确保车辆按照第 2 节准备完成。

7.4.2 确保车辆姿态与 2.5 节规定的正常行驶姿态一致。

7.4.3 确保试验前，上腿型、车辆、发射机构和数据采集系统均在 16℃~24℃浸泡了至少 2 个小时。

7.4.4 在上腿型后部添加重块确保质量达到 10.5kg。以±1%的精度进行测量。

7.4.5 使用与标定试验样品来自同一材料的泡沫，将其安装到上腿型上。

7.4.6 如果 $\alpha < 0^\circ$ ，那么 $\alpha = 0^\circ$ ，每个网格点在同一 Y-Z 平面内，方向偏差为±2°。

7.4.7 调整上腿型和发射机构，使得发射机构中心线和上腿型纵轴线在过测试点的车辆纵向垂面内，各方向偏差为±2°。在第一接触时刻，上腿型的中心线应在 WAD775 线上，偏差为±10mm，已选定的碰撞试验点的横向偏差不超过±10mm。

7.4.8 调整发射机构确保得到正确的速度和角度，速度的偏差在 $\pm 2\%$ 。在第一接触时刻前，测量的速度需要考虑重力作用的影响。速度测量装置应达到 $\pm 0.02\text{m/s}$ 的精度。冲击角度的偏差不超过 $\pm 2^\circ$ 。

7.4.9 调整车辆与发射机构的相对距离，保证上腿型能够加速到指定速度冲击车辆，而任何导引停止机构不会与车辆相互影响（图 35）。

7.4.10 启动发射机构，进行试验。

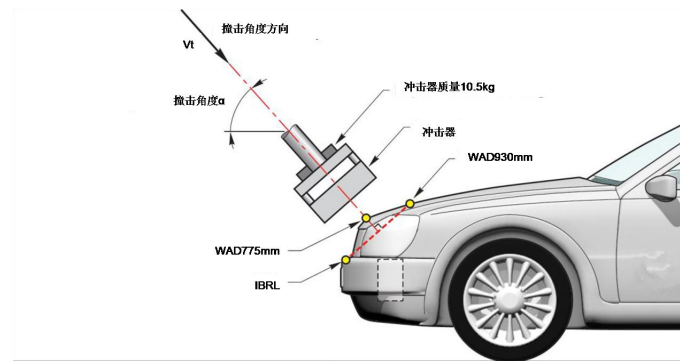


图 35 上腿型冲击 WAD775 试验

8 主动式发动机罩试验方案

8.1 术语定义

动态试验：同步头型发射装置和展开系统，以实现正确的头部碰撞时间。

静态试验：不需要在适当的时间触发主动式发动机罩进行试验。主动式发动机罩已经完全展开并维持到车辆制造厂商的设计位置。

锁止装置：在头型撞击之前到达并保持在预定位置的系统。

非锁止装置：在头型撞击之前不能永久保持在展开位置的系统或没有达到预定位置的系统。

初始展开状态：初始展开状态为可展开组件（例如发动机罩顶部）必须有可见的运动。仅从 ECU 发送到可展开组件的信号不被视为“初始展开状态”。

展开时间：从启动（触发）展开模块到可展开式的行人保护系统到达最终位置的持续时间。

例如，在有主动式发动机罩的情况下，展开时间的结束将是发动机罩已经通过任意锁止装置并且没有在该点以下移动的位置，不一定是展开过程中的最高点。

8.2 试验前准备

8.2.1 若需要在主动式发动机罩工作状态下进行评价，车辆制造厂商应在接到试验通知时反馈说明，并在试验前向试验室提交主动式发动机罩系统相关说明材料。

8.2.2 车辆制造厂商向试验室提供主动式发动机罩系统的说明材料应包括系统基本功能参数，如探测、触发以及展开状态参数。

8.2.3 车辆制造厂商应向试验室提供足够的信息包括易损部件更换方法、系统触发条件、任何健康危害的详细信息以及足够的备件，以确保试验按计划进行。

8.2.4 根据车辆制造商提供的说明材料判断是否启动主动式发动机罩系统进行试验。

8.2.5 可移动发动机罩顶部定义为与发动机罩连接的所有结构，当在行人碰撞中被触发时，该结构随整个组件一起运动。发动机罩的后边缘是可移动发动机罩顶部关闭时的最向后点。

8.3 采用接触式传感器系统的行人探测

8.3.1 试验室默认用 PDI2 作为主动式发动机罩最难探测行人的替代物。如果采用 PDI2，则不需按照 8.3.2 提供仿真数据证明最难探测行人。按照 8.3.3 规定进行物理试验，测量主动式发动机罩系统总响应时间（TRT），总响应时间（TRT）等于主动式发动机罩系统感应时间（ST）和展开时间（DT）之和。

8.3.2 车辆制造厂商若认为 PDI2 不适合作为最难探知行人的替代物，则需提供另外的替代工具证明主动式发动机罩探测系统具有检测不同身高行人头部与车辆碰撞的能力。不同身高行人应包含 6 岁儿童、5 百分位女性、50 百分位男性和 95 百分位男性。需要结合物理试验和仿真模拟来证明探测系统对行人身高范围的适用性。

8.3.2.1 车辆制造厂商需要进行仿真模拟，证明主动式发动机罩系统能识别最难探测行人（HTD）并且替代物能被作为试验工具完成 8.3.3 的内容。仿真中还必须包括 PDI2 响应信息以及不同身高假人的头部碰撞时间（含 ST 和 DT）。

8.3.2.2 每个适当身高的假人至少需要进行两次仿真模拟（总共不超过 8 次），来确定最难探测行人并支撑试验工具选择。不同身高行人模型应当从 8.3.2 中选择。

8.3.2.3 车辆制造厂商应提供材料证明假人模型能够反映人体动力学特性，且仿真设置准确。

8.3.2.4 行人姿态将面向垂直于车辆中心线的方向，并且腿部分开朝着车辆中心线行走，使后腿先受到保险杠撞击。即便由于保险杠曲率导致前腿先受到撞击，也应使用相同的设置。

8.3.2.5 车辆和行人接触的摩擦系数设为 0.3。

8.3.2.6 仿真模拟时采用车辆制造厂商定义的起爆下限速度（LT）进行。

8.3.2.7 对于每个身高的假人，将在车辆中心线和腿型试验区域的边缘进行两次仿真模拟。当腿型试验区域比主动式发动机罩顶部的宽度小时，可能需要进行其他仿真模拟。

8.3.2.8 仿真模拟的输出结果应清楚地表明与该传感器系统对应的临界行人假人尺寸。一旦确定了最难探测行人，可以确定用于物理试验能反映行人特征的合适试验工具。仿真模拟的输出参数至少包括：保险杠撞击力、有效质量、撞击能量、保险杠侵入量、加速度（当用作触发时）。

8.3.2.9 假定当腿部速度为 0m/s 时，车辆撞击力达到峰值。有效质量按照以下方式计算：

$$M_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} F dt}{\Delta v}$$

其中： M_e =有效质量（kg）

F =撞击力（N）

Δv =速度变化量（m/s）

dt =时间增量（s）

t_1 =第一接触时刻（s）

t_2 =撞击力峰值时刻（s）

8.3.2.10 当主动式发动机罩系统在保险杠横梁撞击力达到峰值之前触发，应按下式计算：

$$M_e = \frac{\int_{t_1}^{t_2} F dt}{\int_{t_1}^{t_2} a dt}$$

其中： M_e =有效质量（kg）

F =撞击力（N）

a =腿型加速度（m/s²）

dt =时间增量（s）

t_1 =第一接触时刻（s）

t_2 =系统触发时刻（s）

8.3.2.11 在计算有效质量时，仅考虑 X 方向的运动。应该考虑作用于腿型的主要结构，如保险杠横梁和位于其上或下部的支撑横梁。忽略其他次要结构，如格栅和挡板。忽略粘性影响。

8.3.2.12 在第 8.3.2.8 节中指定的输出参数中，将使用针对特定类型传感系统的最合适触发参数来表示所选测试工具和仿真模拟之间的相关性。触发参数必须与系统感应时间相对应。车辆制造厂商可以选择碰撞位置和车辆部件，包括在输出参数的计算中。

8.3.3 采用物理试验方式对行人探测能力进行验证。比 50%男性假人更大、更重的行人假人，可选用柔性腿型（Flex-PLI）来验证主动式发动机罩系统的正常启动。

8.3.3.1 行人探测能力验证试验矩阵如表 10。

8.3.3.2 确保系统在整个保险杠宽度范围内均能有效探测行人，在腿型试验区域范围内至少进行三次常规验证试验。

8.3.3.3 试验室应至少观看或实施试验 3，以验证在起爆下限速度时主动式发动机罩系统能正常启动。

8.3.3.4 若试验速度低于起爆下限速度但在速度偏差范围内或撞击位置超出腿型试验区域，若主动机罩未展开应进行重复试验。重复试验时确保试验速度不低于起爆下限速度，撞击位置不超过腿型试验区域。

表 10 物理验证试验矩阵

序号	冲击器	冲击位置	冲击速度	输出物
1	PDI2/HTD	1.局部传感器位置±50mm（如加速度传感器），若采用加速度和范围型传感器结合，为加速度传感器位置； 2.范围型传感器，如接触开关，为车辆中心线位置	起爆下限速度±2km/h	1. 高速摄像 2. 触发时间 3. 初始展开时刻
2	PDI2/HTD	腿型试验区域边缘，冲击位置偏差±50mm	起爆下限速度±2km/h	
3	PDI2/HTD	距传感器最远位置±50mm，且该位置未进行试验	起爆下限速度±2km/h	
4	柔性腿/刚性腿/代用品	局部传感器位置±50mm（如加速度传感器），若采用范围型传感器为对冲击器产生较大加速度的位置。冲击器可能用代用品替代，防止损坏设备。	40km/h±2km/h	
HTD：最难探测行人。 代用品：质量和刚度与实际腿型近似的配重腿。 试验 4 车辆制造厂商可自主选择冲击器。				

8.3.3.5 物理试验中应当记录以下信息：

- a) 整个试验过程的高速摄像；
- b) 标记试验点位置，并拍照记录；
- c) 试验速度；

- d) 执行机构触发时间（电流钳/ECU）；
- e) 系统初始启动的证明，例如，高速摄像中显示发动罩顶部初始动作、标记胶带断裂等。
- 8.3.3.6 在进行首次验证试验时，需保证主动式发动机罩系统从探测碰撞信号到发动机罩弹起或行人保护气囊点爆所有功能正常。首次试验过程中，可以采用闪光灯等方式标记主动发动机罩系统工作状态，并确定主动机罩系统感应时间（ST）和展开时间（DT）。若采用闪光灯等方式能准确标记初始弹起或气囊点爆时刻，则其他验证试验可采用闪光灯验证系统有无触发/点爆信号,而不需要实现物理点爆。

8.4 采用 ADAS 信号系统的行人探测

- 8.4.1 对于采用 ADAS 信号进行主动式发动机罩行人探测的系统，需要在 AEB 的相关测试场景中验证试验。
- 8.4.2 按照 8.4.3 进行物理试验，测量主动式发动机罩系统总响应时间（TRT），总响应时间（TRT）等于主动式发动机罩系统感应时间（ST）和展开时间（DT）之和。在整个试验过程测量主车的速度、加速度和 TTC 信号。
- 8.4.3 行人探测能力验证试验矩阵，如表 11。
- 8.4.4 试验室应至少观看或实施试验 5，以验证在横穿场景时主动式发动机罩系统能正常启动。

表 11 场景验证试验矩阵

序号	目标物	试验场景	光照条件	车辆速度	偏置率	输出物
1	儿童	CPNSOC	白天	起爆下限速度 $\pm 2\text{km/h}$	50%	1.TTC、速度、加速度、触发信号， 2.以及能够证明机罩打开的图像材料
2	儿童	CPNSOC	白天	$60\pm 2\text{km/h}$	50%	
3	成人	CPFOA	夜间	起爆下限速度 $\pm 2\text{km/h}$	50%	
4	成人	CPLA	白天	$55\pm 2\text{km/h}$	25%	
5	儿童	CPNDOC	白天	$40\pm 2\text{km/h}$	50%	

注：详细场景设置见车外行人安全指数-道路弱势使用者自动紧急制动系统试验规程

8.4.5 场景验证试验中应当记录以下信息：

- a) 整个试验过程的图像记录；
- b) 试验车辆的速度、加速度、TTC 信号；
- c) 执行机构的触发时间。

8.4.6 在试验 1-5 中，要求均有主动式发动机罩的触发信号，若不满足则头型试验在闭合状态下进行。

8.5 主动式发动机罩展开时间

8.5.1 不受主动式发动机罩展开过程影响的网格点进行静态试验。

8.5.2 若车辆制造厂商能够提供仿真模拟或其他方式证明最小身高假人在 45km/h 速度下，头部碰到机罩前已完全展开并能保持展开位置，则所有头型试验均可进行静态试验。试验时无需触发主动单元。不适用于行人保护气囊系统。

8.5.3 车辆制造厂商应提供 40km/h 速度下的行人头部包络距离（WAD）和头部碰撞时间（HIT）关系图，关系图可用仿真模拟方法计算不同身高行人头部撞击发动机罩的位置拟合得到。

8.5.4 仿真模拟中行人模型及设置应满足 8.3.2 的要求。行人仿真模型应当从以下几种模型中选择：6 岁儿童、5 百分位女性、50 百分位男性、95 百分位男性。发动机罩应处于闭合状态，行人头部重心位于车辆中心线上。

8.5.5 若某身高行人头部碰撞时间（HIT）小于主动式发动机罩的响应时间（TRT），则该身高行人对应的包络线及其之前的碰撞点应进行动态试验。例如，见图 36，位于 WAD1160 线上及之前的网格点应进行动态试验。

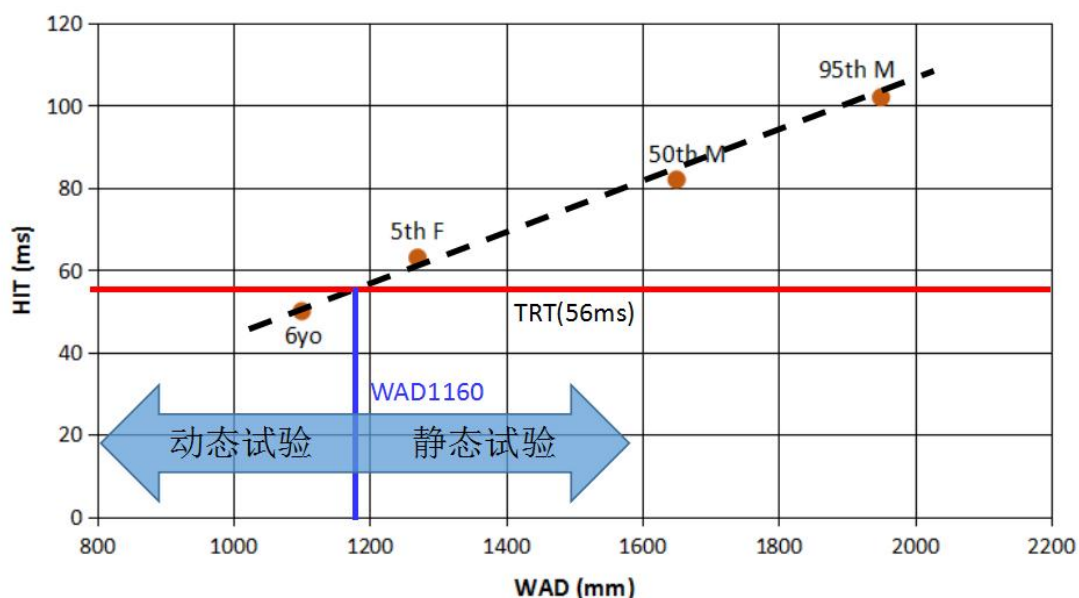


图 36 WAD vs HIT 关系图

8.5.6 主动式发动机罩展开后如果其抬起装置不能保持展开位置，应进行动态试验。

8.5.7 车辆制造厂商应确定每个试验网格点的包络距离（WAD）和对应身高行人头部碰撞

时间（HIT）。网格点的 HIT 可通过 WAD vs HIT 关系图插值确定。

8.5.8 对于仅采用 ADAS 信号作为主动式发动机罩的探测信号，在 8.4.3 中的试验 5 中若 $TRT < TTC + HIT$ ，则所有头型试验均可进行静态试验，TTC 的确定为 AEB 触发时刻。若某身高行人头部碰撞时间（HIT）与 TTC 之和小于主动式发动机罩的展开时间（TRT），则该身高行人对应的包络线及其之前的碰撞点应进行动态试验。

8.6 起爆下限速度时对行人的保护

8.6.1 装备主动式发动机罩系统的车辆在低于低起爆下限速度时，也应该能对行人提供保护。

8.6.2 评价的头型试验区域两侧边界包括距离侧面基准线向内偏移 50mm 和发动机罩关闭线向外偏移 50mm 以内的所有网格点，距离从车辆的 Y 向测量。

8.6.3 前后边界为 WAD1000 到发动机罩顶部之间的所有网格点，其中 WAD1000 到 WAD1700（包含）为儿童头试验区，WAD1700 到发动机罩顶部后边缘为成人头试验区，如图 37。发动机罩顶部后边缘的定义见 8.2.5。

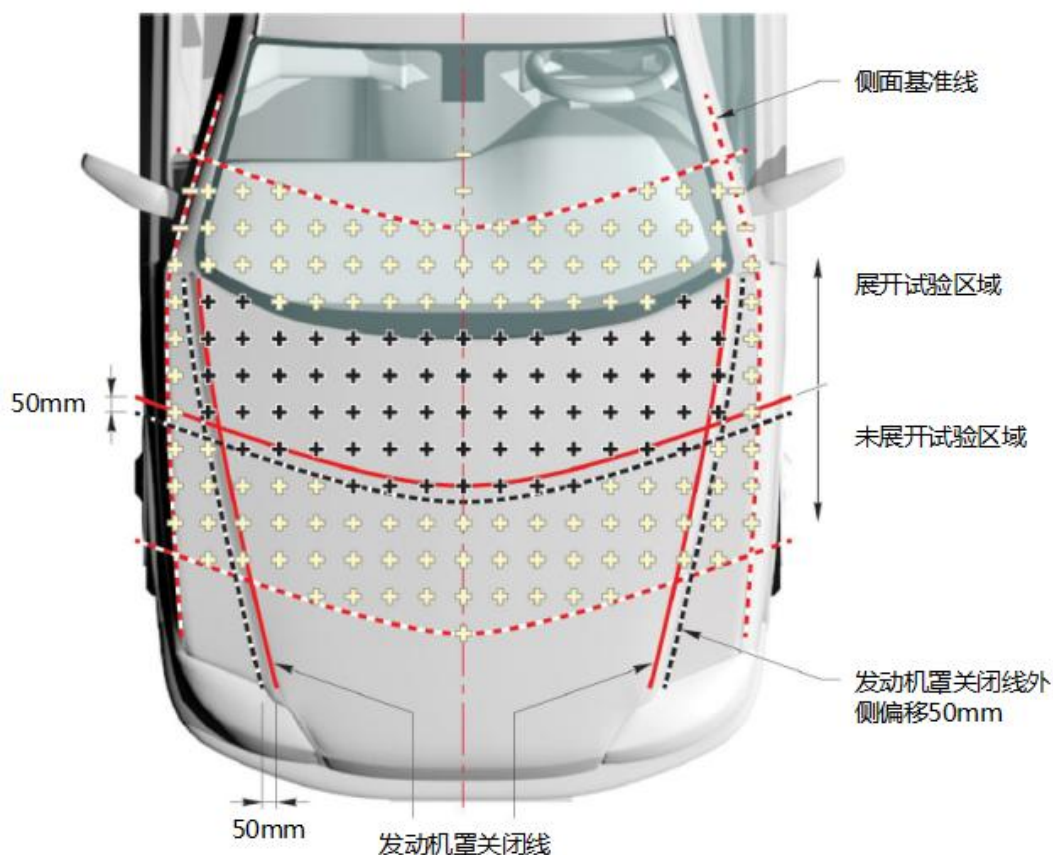


图 37 满足低起爆下限速度的区域

8.6.4 若主动式发动机罩系统只有部分区域进行静态试验（根据头部碰撞时间），则评价的头型试验区域应为所有位于可移动发动机罩顶部后边缘与进行静态试验区域前边缘向前偏移 50mm 之间的网格点。

8.6.5 车辆制造厂商向试验室提供在起爆下限速度时的头型试验区域网格点 HIC15 或颜色分布预测图。评价的头型试验区域在 40km/h 速度下被预测为绿色、黄色和橙色的网格点，在起爆下限速度时 HIC15 不能超过 1350。

8.6.6 起爆下限速度时，在试验区域内至少有 2/3 网格点的 HIC15 不超过 1000。

8.6.7 按照以下性能标准提供每个网格点颜色分布图：

HIC15<1000 标记黄色

1000<HIC15<1350 标记橙色

8.6.8 试验室将在提供的预测图上随机选择 1~3 个点进行试验验证。

8.6.9 如果试验车辆不能满足 8.6.6, 8.6.7 中的要求，则不启动主动式发动机罩系统进行试验。

8.7 高速时对行人的保护

8.7.1 主动式发动机罩系统至少能在 50 km/h 的速度下启动。在 50km/h 头部撞击速度下，主动式发动机罩系统不必要完全展开达到预期位置，但车辆制造厂商要证明系统能够达到初始展开状态。

8.7.2 物理试验所用冲击器见 9.3.3 中规定，在 50km/h 速度下主动式发动机罩系统能启动。试验记录信息应满足 8.3.3.5 中要求。

8.7.3 选择车辆中线位置进行试验。若车辆采用局部传感器，则在腿型试验区域内选择最远离传感器的位置进行试验。

8.7.4 对于仅采用 ADAS 信号作为主动式发动机罩探测信号的系统，需要满足在 8.4.3 的试验 2 和试验 4 中能够达到初始展开状态。

8.8 人体载荷导致的发动机罩变形

8.8.1 主动式发动机罩系统展开状态时外围的支撑刚度弱于闭合状态，对行人头部的碰撞保护不应受人体载荷压溃机罩的影响。

8.8.2 主动式发动机罩的变形量可用模拟仿真的方式评价，仿真模型中不包含发动机及附件，但应包含所有白车身结构、发动机罩支撑结构以及对行人腿部和骨盆有支撑作用的所有部件。

8.8.3 针对主动式发动机罩从后端弹起的情况，测量并比较发动机罩在展开和未展开状态下假人头部与发罩第一接触时刻头部碰撞点 Z 向变形量。发动机罩在展开和未展开状态下头部碰撞点变形量的差值不应超过该位置展开高度的 75%，如图 38。

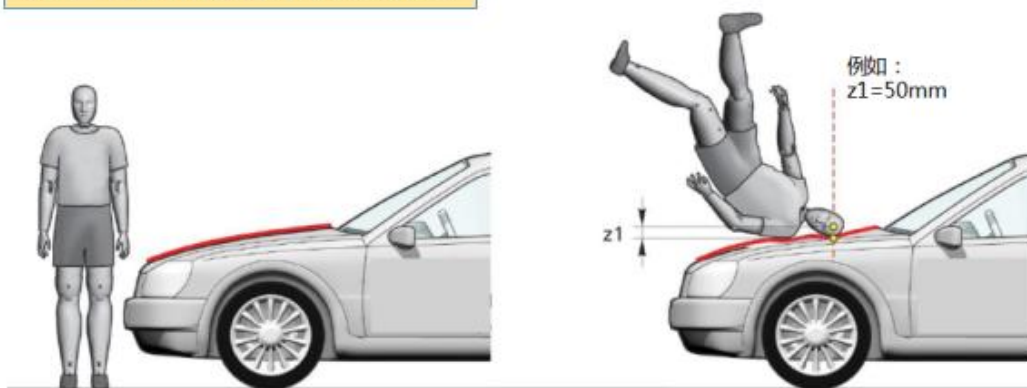
8.8.4 针对主动式发动机罩从前端或后端弹起的情况，发动机罩展开时头部碰撞点的变形量不应超过碰撞点的展开高度与闭合状态碰撞点到原有硬点间隙之和，如图 39。

8.8.5 以 40km/h 模拟车辆撞击行人假人的工况，根据车辆的尺寸选用使发动机罩顶部获得最少支撑的合适尺寸假人。例如，对于短发动机罩的小型车辆，第 50 百分位男性假人头部可能接触到发动机罩顶部后边缘。此时，需要替换更小身高的假人。

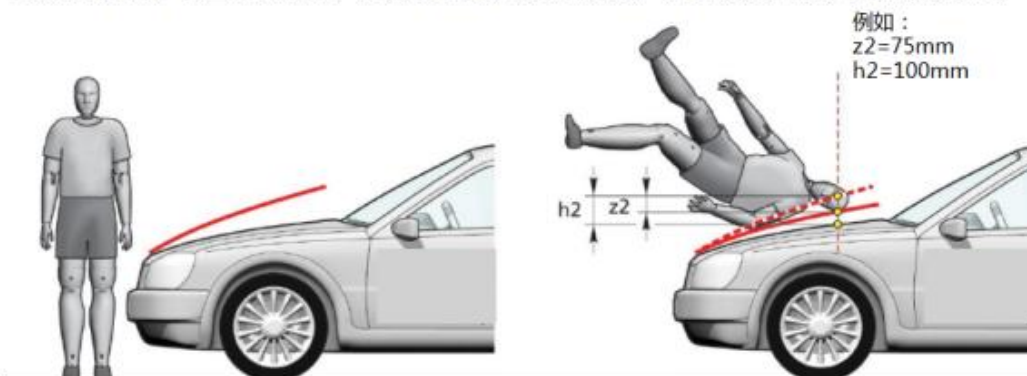
8.8.6 在仿真中，将假人头部重心定位到车辆中心线上。

1.未展开仿真，车速40km/h，50百分位假人行走姿态。（若5百分位假人未接触发罩）

在第一接触时刻测量碰撞点垂直位移



2.展开仿真，车速40km/h，50百分位假人行走姿态。（若5百分位假人未接触发罩）



3.要求： $z2 - z1 < 75\% \times h2$

举例： $75 - 50 < 75\% \times 100$ （满足）

$z1$ ：头部碰撞点z向位移（未展开）

$z2$ ：头部碰撞点z向位移（展开状态）

$h2$ ：碰撞点位置展开高度

图 38 发动机罩展开和未展开变形比较

仿真，车速40km/h，50百分位假人行走姿态。（若50百分位假人未接触发罩）

在第一接触时刻测量碰撞点垂直位移

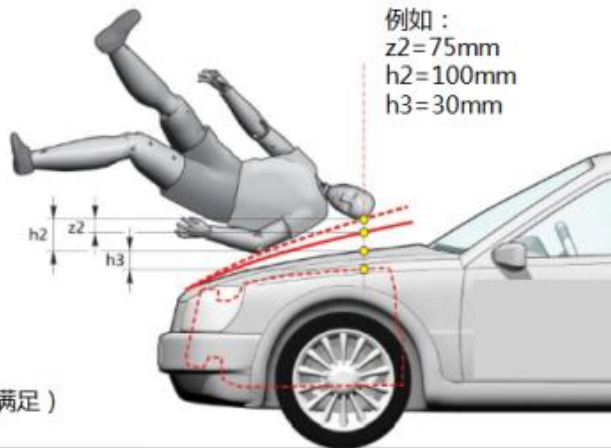
z_2 ：发罩在载荷下的垂直位移

h_2 ：发罩在碰撞点位置展开高度

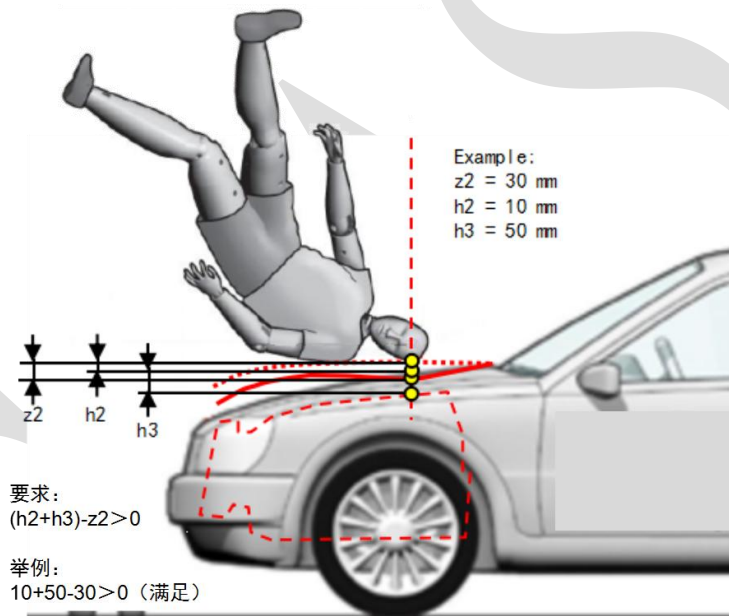
h_3 ：闭合状态下碰撞点到下部硬点的间距

打包要求：
 $(h_2+h_3)-z_2 > 0$

举例：
 $100+30-75 > 0$ （满足）



（a）后端弹起



（b）前端弹起

图 39 发动机罩变形要求