C-NCAP 管理规则

（2024 年版）

附录 K

VRU 保护--头型&腿型试验规程

C-NCAP

中国汽车技术研究中心有限公司

目　　录

K.1 车辆准备 3
K.1.1 整备质量 3
K.1.2 配重 3
K.1.3 悬架调整 3
K.1.4 正常行驶姿态 3
K.2 车辆的标记 3
K.2.1 一般要求 3
K.2.2 发动机罩前缘基准线 4
K.2.3 发动机罩侧面基准线 5
K.2.4 发动机罩后面基准线 6
K.2.5 包络线 7
K.2.6 角点 8
K.2.7 头型试验区域 9
K.2.8 保险杠上部基准线 9
K.2.9 保险杠下部基准线 10
K.2.10 保险杠角 10
K.2.11 标记头型碰撞区域网格点 11
K.2.12 头型试验区域网格点编号 13
K.2.13 头型试验区域均分区域标记 13
K.2.14 腿型试验区域网格点标记 16
K.2.15 腿型试验区域网格点的编号 16
K.3 头型试验 17
K.3.1 头型试验区域预测结果 17
K.3.2 头型试验方案 18
K.3.3 头型试验要求 19
K.3.4 头型冲击器及传感器 19
K.3.5 头型试验程序 23
K.4 腿型试验 23

C-NCAP

K.4.1 腿型试验方案 23
K.4.2 腿型冲击器及传感器 23
K.4.3 腿型试验程序 29
K.5 主动弹起式机罩系统车辆的试验 30
K.5.1 试验前准备 30
K.5.2 行人探知 30
K.5.3 主动机罩系统展开时间 33
K.5.4 低门槛速度时车辆对行人的碰撞保护 33
K.5.5 高速时车辆对行人的碰撞保护 34
K.5.6 发动机罩负荷变形 34

C-NCAP

附录 K

VRU 保护--头型&腿型试验规程

K.1 车辆准备

K.1.1 整备质量

K.1.1.1 在燃油箱加入燃油至额定容量（或相同质量的水或其它配重物）。

K.1.1.2 检查车辆的其它液体（如发动机机油、制动液、洗涤液、防冻液等）是否达到最高液位并予以调整。

K.1.1.3 确认备用轮胎和随车工具在车辆相应位置，清除车辆中任何与车辆无关的物品。

K.1.1.4 检查并调整各轮胎胎压至车辆生产企业规定车辆半载时的胎压值。

K.1.1.5 检查并确认车辆前部牌照及牌照安装支架，其状态应与实际正常行驶时状态一致（牌照除外）或尽可能接近。

K.1.1.6 测量并记录车辆总质量以及前后轴的轴荷，测量的车辆总质量即车辆整备质量。

K.1.2 配重

K.1.2.1 若前排座椅前后位置可调，应调整到其可调行程的中间位置。如果座椅在中间位置没有锁止位置，应调整到中间位置后的第一个可锁止位置。

K.1.2.2 驾驶员座椅以及前排乘员座椅上应分别放置 75kg 配重。

K.1.2.3 应确保车辆前轮处于直线行驶位置。

K.1.2.4 如果悬架是可调的，应调整悬架至 40km/h 正常行驶的姿态。

K.1.3 悬架调整

将车辆向前推进至少 1m 距离，然后，将车辆向后推进至少 1m 距离，重复三次。测量并记录过四个车轮中心的车辆横向垂直平面与车轮护轮板上缘的交点的高度。若车辆悬架是可调的，按 K.1.2.4 的方法调整。

K.1.4 正常行驶姿态

K.1.4.1 当完成 K.1.1、K.1.2、K.1.3 规定的车辆准备工作后，车辆处于正常行驶姿态。

K.1.4.2 车辆生产企业应以车辆上的标记、孔或其他标识为参考，说明车辆在正常行驶姿态垂直方向(Z 向)的高度，通过这些标记应能较容易的确认车辆高度和车辆姿态。如果参考标记的垂直高度与设计高度偏差在±25mm 以内（包括±25mm），设计高度应被认为是正常行驶高度，可将车辆调整至设计高度进行试验。如果参考标记的垂直高度与设计高度偏差大于±25mm，则车辆正常行使高度应以实际测量车辆正常行驶姿态为准。

K.2 车辆的标记

K.2.1 一般要求

K.2.1.1 车辆应按本节要求进行标记，将车辆前部划分为不同区域，并使用相应冲击器进行评价。

K.2.1.2 试验前，车辆生产企业应提供头型试验区域预测数据。否则，依照均分区域法进行评价。

K.2.1.3 车辆所有标记测量工作应在正常行驶姿态进行。

K.2.1.4 车辆生产企业应提供所有头部网格点的车辆坐标或在车辆上标出。

K.2.1.5 实际试验网格点位置测量结果与车辆生产企业提供数据进行比较。

K.2.1.5.1 当位置差值在 10mm 以内（含 10mm），生产企业提供的头型试验预测结果可被接受。

K.2.1.5.2 当位置差值大于 10mm，车辆生产企业应配合查找出现偏差的原因。根据偏差原因，C-NCAP 试验部门决定如何完成车辆标记工作。

K.2.1.6 生产企业应提供头型试验区域的预测结果。C-NCAP 试验部门应从中选取部分进行试验，以验证生产企业所提供预测结果的准确性。

K.2.1.7 对于主动弹起式机罩系统，头部碰撞点位置的标记应在发动机罩处于未展开的状态下进行，不考虑机罩系统工作状态。

K.2.1.8 车辆前部标记区域有缝隙时，应用胶带沿车辆外部轮廓绕过缝隙，胶带代表车辆前部轮廓。胶带布置应按照 WAD 标记的方式进行。

K.2.1.9 如果车辆安装了能弯曲或收缩的商标、车标或其他结构，应施加不大于 100 N 的载荷使其弯曲或收缩。

K.2.2 发动机罩前缘基准线

K.2.2.1 “发动机罩前缘”是指车辆前上部外侧部件的边缘，包括发动机罩、翼子板、前照灯以及其它附件。发动机罩前缘基准线为长 1000mm 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面且从垂直方向向后倾斜 50º，直尺底端距地面基准平面为 600mm 时，与发动机罩前缘接触点所构成，见图 K.1。对于发动机罩上表面本身倾斜 50º的车辆，直尺与发动机罩有连续的或多个接触点而不是一个接触点，用从垂直方向向后倾斜 40º来确定基准线。如果直尺底端首先与车辆接触，则在此横向位置上的接触点构成发动机罩前缘基准线。如果直尺上端首先与车辆接触，则在这个位置上如 K.2.5 定义的包络距离(WAD)为 1000mm 的几何轨迹就构成发动机罩前缘基准线。如果在这个过程中保险杠上缘与直尺接触，那么保险杠上缘也可认为是发动机罩前缘基准线。

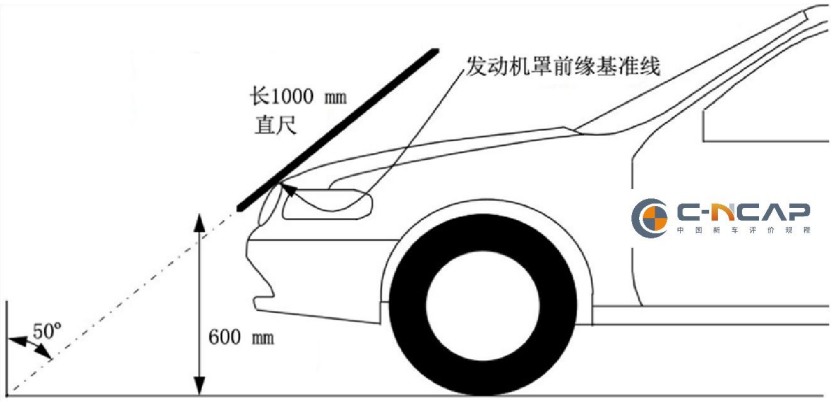


图 K.1　发动机罩前缘基准线的标记图

K.2.2.2 将 1000mm 长的直尺从垂直方向向后倾斜 50º，直尺底端距地面 600mm。对于发动机罩上表面倾斜 50º的车辆，直尺与发动机罩有连续的或多个接触点而不是一个接触点，此时直尺应从垂直方向向后倾斜 40º来确定基准线。保持直尺在车辆纵向平面内，将直尺放在发动机罩的一端并与发动机罩接触。

K.2.2.3 标记直尺与发动机罩的接触点。

K.2.2.4 如果直尺下端首先与车辆接触，则标记这个接触点。

K.2.2.5 如果直尺上端首先与车辆在 1000mm 包络线后接触，则在该位置上使用包络距离为 1000mm 的几何轨迹构成发动机罩前缘基准线。

K.2.2.6 将直尺从发动机罩上移开，将直尺朝发动机罩另一端移动不超过 100mm 的距离，重新与发动机罩接触。

K.2.2.7 标记直尺与发动机罩的接触点。

K.2.2.8 在发动机罩整个宽度上重复步骤 K.2.2.4 到 K.2.2.7，将发动机罩上的标记点连成线，构成发动机罩前缘基准线。发动机罩前缘基准线可能不连续，可能在车标、格栅等区域间断。

K.2.3 发动机罩侧面基准线

K.2.3.1 长 700mm 的直尺平行于车辆横向垂直平面且向内倾斜 45º，保持与车辆前部结构的侧面相接触时，直尺与车辆侧面最高接触点所形成的几何轨迹，忽略与后视镜的接触点。见图 K.2。如果有多个或连续的接触点，则最外端的接触点构成发动机罩侧面基准线。

K.2.3.2 将 700mm 长的直尺与水平面呈 45º放置。使直尺与车辆横向垂直平面平行，将直尺放至车辆侧缘的一端，并与车辆发动机罩或翼子板前部相接触。

K.2.3.3 标记直尺与发动机罩或翼子板的最高接触点。

K.2.3.4 将直尺从发动机罩或翼子板上移开，将其朝车辆另一端移动不超过 100mm 的距离，重新与翼子板接触。

K.2.3.5 标记直尺与发动机罩或翼子板的最高接触点。

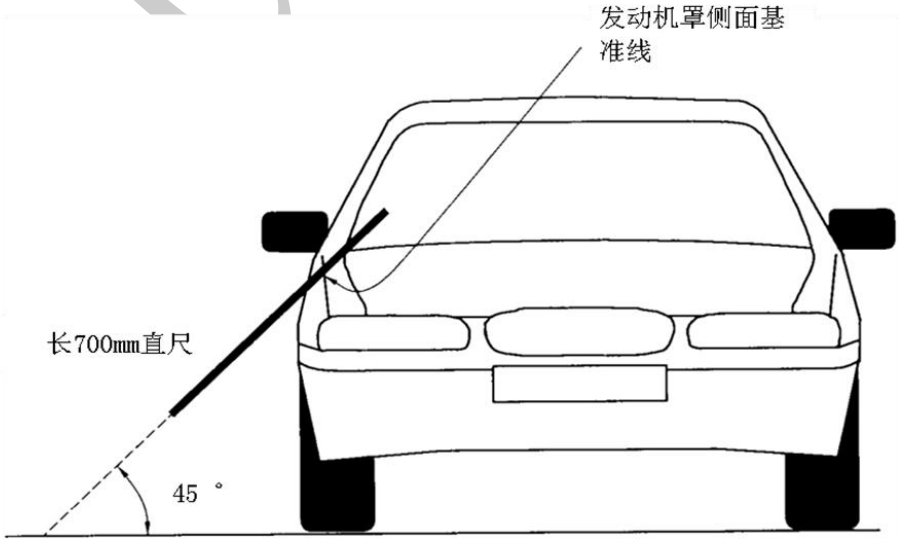


图 K.2　发动机罩侧面基准线的标记图

K.2.3.6 在发动机罩、翼子板、A 柱的长度范围内重复 K.2.3.4、K.2.3.5。

K.2.3.7 将这些标记点连成线。这条线可能不连续，可能在翼子板、轮缘等部位间断。

K.2.3.8 在车辆另一侧重复以上操作。

K.2.3.9 当确定角点时，局部修改发动机罩侧面基准线是允许的。

K.2.4 发动机罩后面基准线

K.2.4.1 当直径为 165mm 的球与前风窗玻璃保持接触，在车辆前部结构上横向滚动时，球与车辆前部结构的最后接触点所形成的几何轨迹，见图 K.3。

K.2.4.2 拆除雨刮器的刮片和摆臂。

K.2.4.3 将直径为 165mm 的球置于车辆中央位置车辆前部结构上表面，使球与风窗玻璃相接触。

K.2.4.4 标记球与车辆前部结构上表面最靠前的接触点。向车辆一侧移动，直至球与发动机罩侧面基准线相接触，标记在此移动过程中的所有接触点。回到初始位置，在车辆另一侧进行相同的操作。

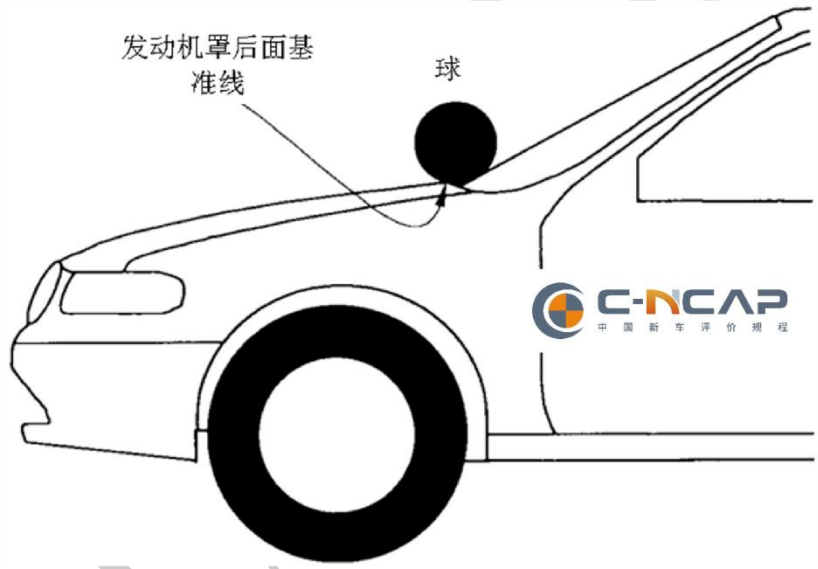


图 K.3 发动机罩后面基准线的标记图

K.2.4.5 如果发动机后面基准线的包络距离大于 2300mm，则使用 2300mm 包络线作为发动机罩后面基准线。

K.2.4.6 当发动机罩后面基准线与发动机罩侧面基准线没有相交时，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，在任何方向可弯曲为单曲面。应防止模板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。

K.2.4.7 将模板放置于水平面上，在模板上从“A”到“D”标记四个点，见图 K.4。模板放置在车辆上使“A”和“B”与侧面基准线重合。在保证“A”和“B”与侧面基准线重合的条件下，使模板逐渐向后移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，模板尽可能沿着车辆发动机罩上部的外部轮廓进行曲线移动，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

线的接触线是模板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 K.4。

K.2.4.8 如果模板点“A”和点“B”与发动机罩侧面基准线相接触的同时，模板不能与发动机罩后面基准线相切或模板与发动机罩后面基准线的接触点位于点“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 的增量可逐渐增大，直到满足上述所有指标。

K.2.4.9 安装雨刮器的刮片和摆臂。

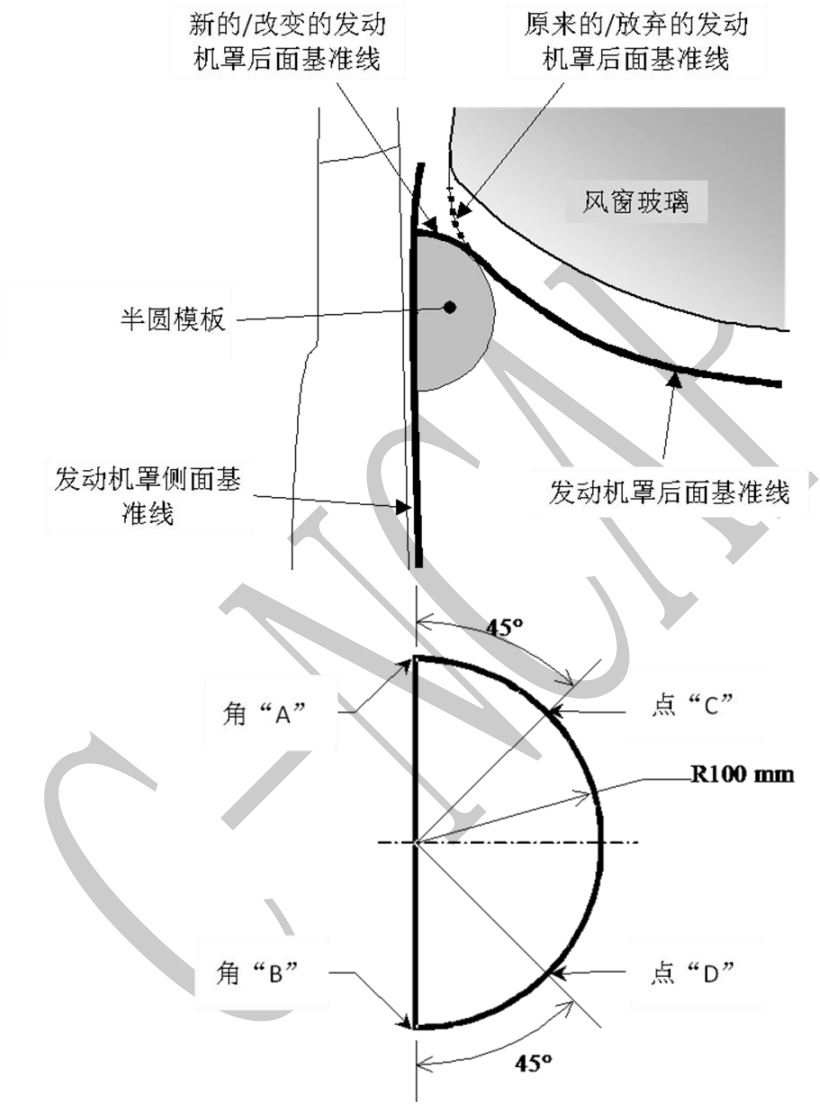


图 K.4　发动机罩后面和侧面基准线的相交标记图及模板图

K.2.5 包络线

K.2.5.1 车辆处于正常行驶姿态，使用柔性带或线在车辆纵向垂直平面内沿着车辆前部结构横向移动，柔性线的一端在车辆前部结构外表面上所形成的几何轨迹。

K.2.5.2 由车辆中心纵向垂直平面开始。

K.2.5.3 柔性线的一端与地面基准平面接触，垂直地落在保险杠前表面的下面，另一端与车辆前部结构接触。

K.2.5.4 在 1000mm、1500mm、1700mm、2100mm、2300mm 处进行标记，在整个操作过程中，

柔性线应处于拉紧状态，同时，确保柔性线处于车辆纵向垂直平面内。见图 K.5。

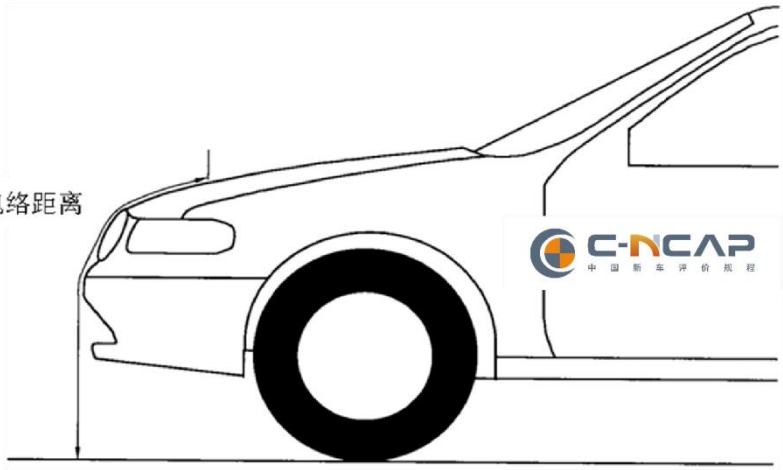


图 K.5　包络线标记图

K.2.5.5 当车辆外轮廓有凹陷时，如发动机罩后雨刮槽区域，用胶带沿车辆外轮廓水平向后模拟车辆外轮廓。包络距离标记在胶带上，然后垂直向下投射到车辆结构上。

K.2.5.6 将柔性线向车辆一侧移动不超过 100mm 的距离，再次将柔性线一端与地面基准平面接触，另一端与车辆前部接触，并进行标记。

K.2.5.7 重复步骤 K.2.5.2 至 K.2.5.5，直至发动机罩侧面基准线。

K.2.5.8 分别连接发动机罩上的标记，画出 1000mm 包络线、1500mm 包络线、1700mm 包络线、2100mm 包络线和 2300mm 包络线。

K.2.6 角点

发动机罩前缘基准线与发动机罩侧面基准线的交点即为角点。当发动机罩前缘基准线与发动机罩侧面基准线连续相交或有多个交点时，取最外侧交点。角点位于 WAD1000 后面时，标记角点所在车辆纵向垂直平面与 WAD1000 的交点。沿发动机罩外轮廓连接此交点和角点，形成发动机罩侧面基准线片段，见图 K.6。

图 K.6　角点

K.2.7 头型试验区域

WAD1000、 WAD2300 和两条发动机罩侧面基准线（且包含四条线）所围绕的区域为头型试验区域。位于 WAD1000 和 WAD1500 间且包括两条包络线的区域为儿童头型碰撞区域；位于 WAD1700 和 WAD2300 间的区域为成人头型碰撞区域；

若发动机罩后面基准线位于 WAD1500 和 WAD1700 之间，则发动机罩后面基准线前方且包含该基准线的区域为儿童头型试验区域，位于发动机罩后面基准线后方 WAD1500 和 WAD1700 之间的区域为成人头型试验区域；若发动机罩后面基准线位于 WAD1700 后方，则 WAD1700 前方且包含 WAD1700 的区域为儿童头型试验区域。

K.2.8 保险杠上部基准线

K.2.8.1 对于具有明确保险杠结构的车辆，当长 700mm 直尺平行于车辆纵向垂直平面且从垂直方向向后倾斜 20°，沿着车辆前部横向移动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。对于没有明确保险杠结构的车辆，当长 700mm 直尺平行于车辆纵向垂直平面且从垂直方向向后倾斜 20°，沿着车辆前部横向移动并保持与地面和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。见图 K.7。

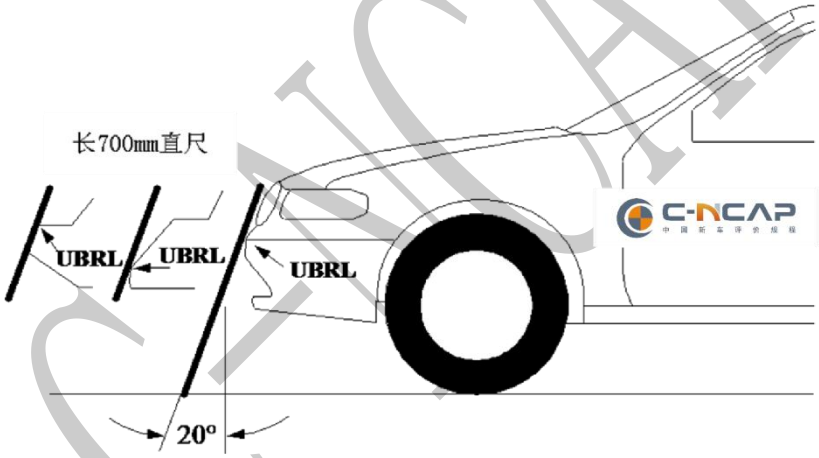


图 K.7　保险杠上部基准线标记图

K.2.8.2 将 700mm 长的直尺从垂直方向向后倾斜 20°，使直尺所在平面平行于车辆纵向垂直平面，将直尺放在保险杠的一端，并保持直尺与保险杠和地面相接触。为避免直尺与保险杠上部结构接触，可以缩短直尺长度，为使直尺能与保险杠相接触，也可以伸长直尺。

K.2.8.3 标记直尺与保险杠的最高接触点。

K.2.8.4 将直尺从保险杠上移开，将其朝保险杠另一端移动不超过 100mm 的距离，重新与保险杠接触。

K.2.8.5 标记直尺与保险杠的最高接触点。

K.2.8.6 在保险杠整个长度上重复步骤 K.2.8.4 和 K.2.8.5。

K.2.8.7 将标记点连成线，形成保险杠上部基准线。这条线可能不连续，可能在牌照板等部位间断。

K.2.9 保险杠下部基准线

行人与保险杠有效接触点的下部界限。当长 700mm 直尺平行于车辆纵向垂直平面且从垂直方向向前倾斜 25°，沿着车辆前部横向移动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，见图 K.8。标记方法与 K.2.8.3～K.2.8.6 保险杠上部基准线标记方法一致。

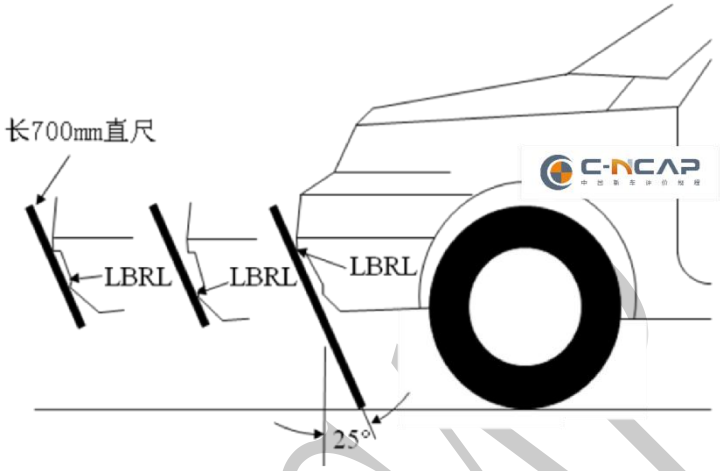
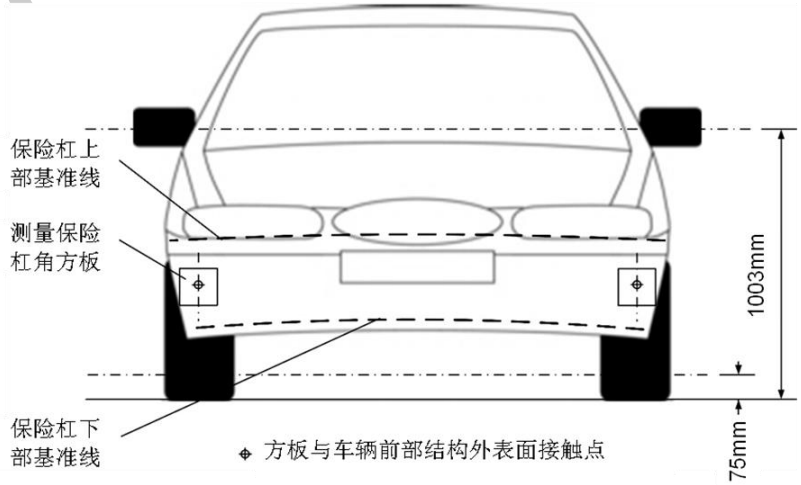


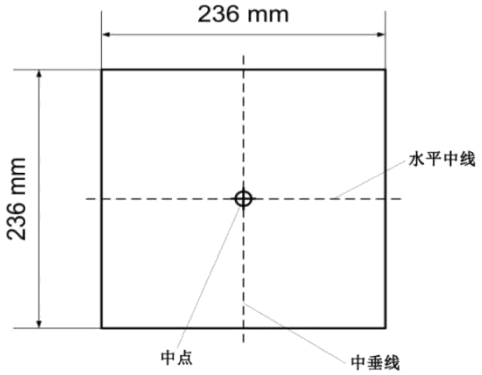
图 K.8　保险杠下部基准线标记图

K.2.10 保险杠角

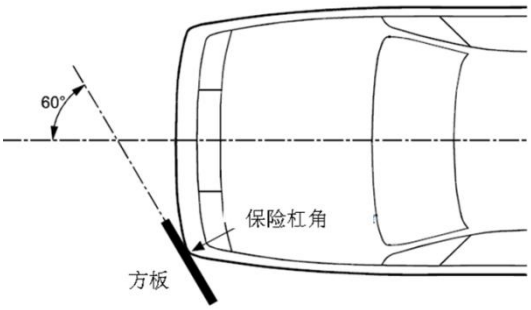
K.2.10.1 与车辆纵向垂直平面成 60º角的垂直平面内边长为 236mm 的方板前表面与保险杠表面相切，方板前表面垂直中心线与保险杠表面的接触点即为保险杠角。当发生多点接触时，将车辆 Y 向最外端接触点作为保险杠角。见图 K.9。



（a）



（b）



（c）

图 K.9　保险杠角标记图

K.2.10.2 边长为 236mm 的方板与车辆纵向垂直平面成 60º，保持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。

K.2.10.3 移动方板与车辆保险杠前表面接触。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或地面基准平面以上 75mm，不低于两者较高者；方板中心点不高于保险杠上部基准线或地面基准平面以上 1003mm，不高于两者较低者。

K.2.10.4 标记方板前表面垂直中心线与保险杠前表面的接触点。

K.2.10.5 标记的接触点即为保险杠角。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。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。

K.2.10.6 同样方法标记车辆另一侧保险杠角。

K.2.10.7 拆除保险杠塑料蒙皮及附属部件（吸能泡沫等），标记出蒙皮内部保险杠横梁或车辆前纵梁的 Y 向最外边缘。保险杠横梁是指保险杠蒙皮后面保护车辆前端的结构，不包括吸能泡沫、保险杠蒙皮支撑装置以及任何在车辆与行人碰撞时起保护作用的装置。对于横梁两端的附属结构（焊接或螺接等），汽车测评管理中心将根据车辆生产企业提供的说明资料（附属结构的功能；附属结构对腿型试验结果的影响；等）确定附属结构是否属于横梁。

K.2.10.8 比较保险杠角之间的区域和保险杠横梁或车辆前纵梁的 Y 向最外边缘之间的区域。腿型试验区域取两个区域中较大者。

K.2.10.9 当保险杠横梁或车辆前纵梁 Y 向最外边缘之间的区域较大时，记录从车辆中心线到区域边缘的距离，重新安装保险杠蒙皮，并在保险杠蒙皮上标记出腿型试验区域边界。

K.2.11 标记头型碰撞区域网格点

K.2.11.1 在保险杠、发动机罩上部、风窗玻璃和车顶上标记出车辆的纵向中心线。

K.2.11.2 在车辆纵向中心线上，从 WAD1000 开始，沿车辆前部外轮廓以 100mm 为间隔进行包络距离标记，直到 WAD2300 为止。对于车辆前端呈“V”字形的车辆，可能还需要标记出 WAD2400、2500 等。见图 K.10。

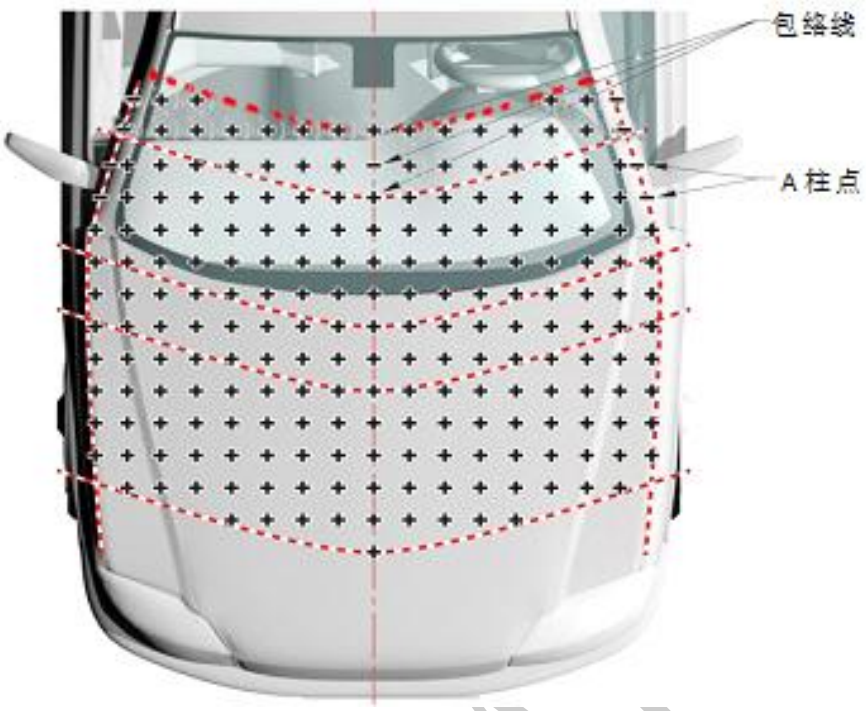


图 K.10　头型试验网格点标记图

K.2.11.3 从纵向中心线上的标记点开始，分别向车辆两侧直到发动机罩侧面基准线，以 100mm 为间隔进行标记，此 100mm 应在车辆横向垂直平面内，沿水平方向测量得到。

K.2.11.4 在纵向中心线上的每个标记点处重复步骤 K.2.11.3，直到整个头型碰撞试验区域都被网格点覆盖。对于特殊形状的车（车辆前端呈“V”字形的车辆），可能还需要标记出 2400mm、2500mm 等包络距离的点。

K.2.11.5 在 A 柱上，应标注横向垂直平面与侧面基准线的交点。

K.2.11.6 当有网格点位于车辆的外轮廓以下时，从相邻的靠近车头方向的网格点向后，用胶带沿水平方向模拟车辆的外轮廓，并将网格点标记在胶带上，从而替代下方的点。见图 K.11。

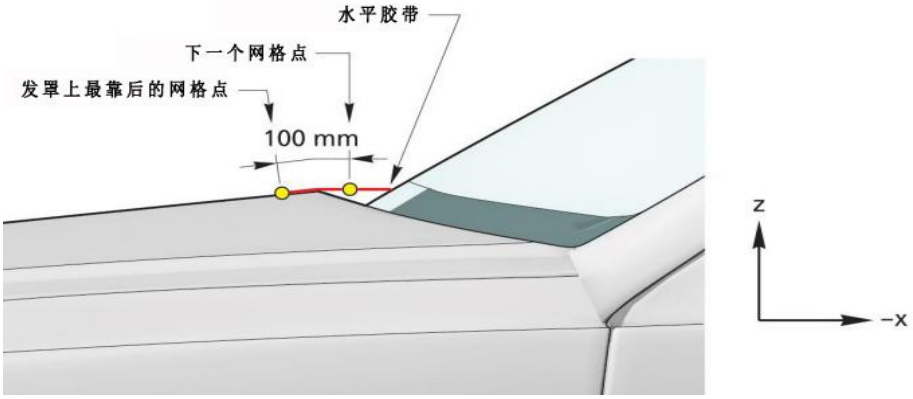


图 K.11　车辆外轮廓下方网格点的标记

K.2.11.7 若网格点未落在雨刮器结构上，以胶带模拟车辆上部外轮廓，不考虑雨刮器结构。

K.2.11.8 去掉距离侧面基准线小于 50mm 的点，此距离沿车辆横向（Y 方向）测量，但不包括位于 A 柱侧面基准线上的点。见图 K.12。

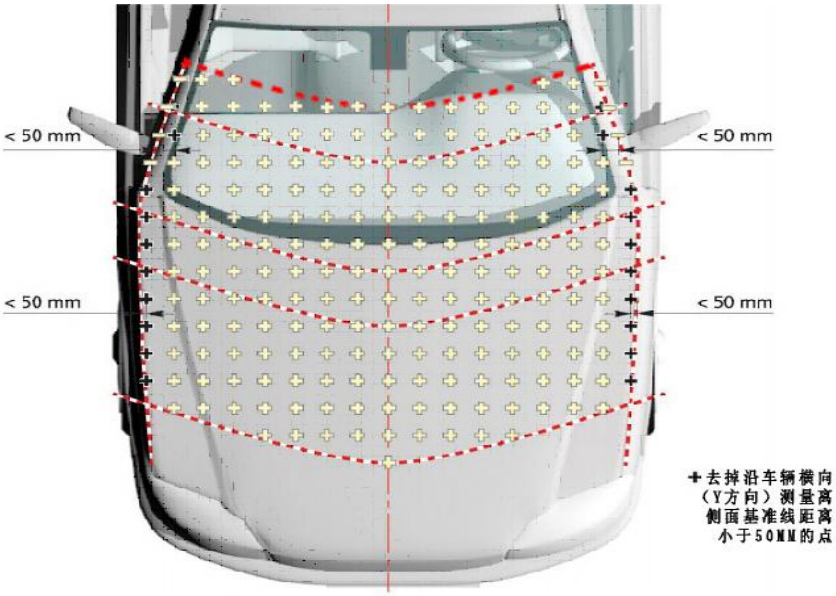


图 K.12　距离侧面基准线距离小于 50mm 网格点的去除

K.2.11.9 余下的网格点用于评价车辆对行人头部的碰撞保护。在试验中，这些网格点将被作为目标点进行试验。

K.2.11.10 对于装备主动弹起式机罩系统的车辆，应取机罩未展开状态时的目标点。

K.2.12 头型试验区域网格点编号

K.2.12.1 儿童头型试验网格点将加前缀“C”，成人头型试验网格点将加前缀“A”。

K.2.12.2 位于车辆纵向中心线和 WAD1000 包络线交点处的网格点将被标记为 C0,0。

K.2.12.3 前缀后的第一个数字代表行，向后依次递增，前缀后的第二个数字代表列，向车辆右侧方向依次递增，向车辆左侧方向依次递减。见图 K.13。

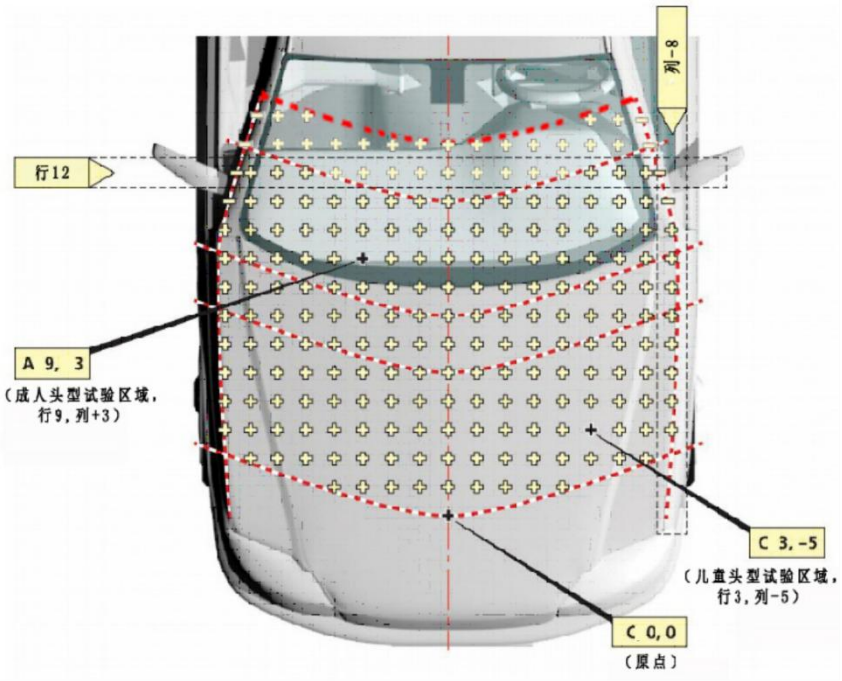


图 K.13　头型碰撞区域网格点的编号

K.2.13 头型试验区域均分区域标记

K.2.13.1 当车辆生产企业没有提供网格点的预测结果时，按照 K.2.5 中定义的包络线标记方法标记 WAD1000、WAD1250、WAD1500、WAD1800、WAD2100 和 WAD2300，然后按照本节均分区域的方式进行头型试验区域标记。

K.2.13.2 从 WAD1000 开始，用柔性胶带或柔性线，沿发动机罩外部轮廓测量 WAD1000 与发动机罩侧面基准线交点之间的距离（在两点间沿发动机罩外部轮廓测量，而不是沿着 WAD1000 进行测量）。记录此距离。

K.2.13.3 将此距离十二等分，在两侧面基准线之间标记等分点。

K.2.13.4 柔性线与 WAD1000 最前端的点相接触,柔性线在车辆横向垂直平面内与两侧面基准线相交，测量两交点之间的距离（在两侧面基准线之间直接测量，而不是沿着 WAD1000 进行测量）。记录此距离。

K.2.13.5 将此距离十二等分，在两侧面基准线之间标记等分点。

K.2.13.6 连接两次测量中对应的十二等分点，这些连线分别与 WAD1000 相交，标记交点，见图 K.14。

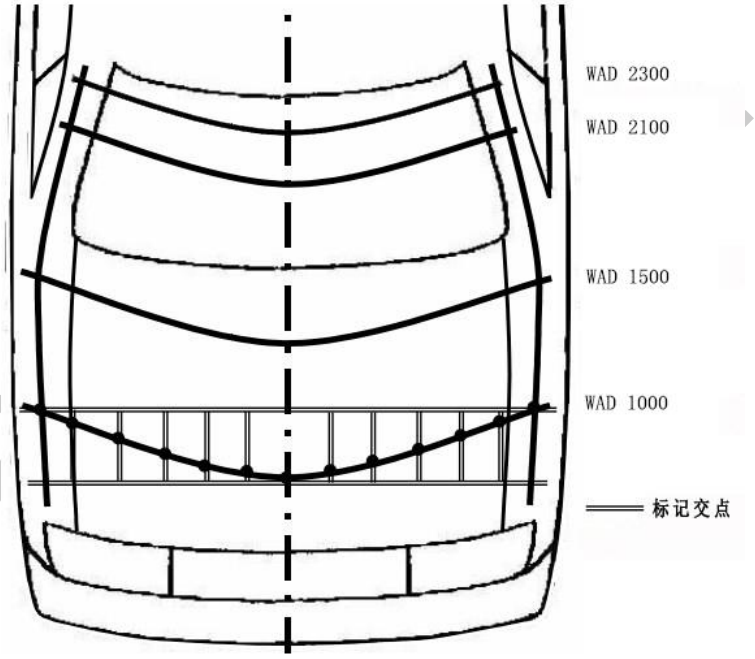


图 K.14　WAD1000 的十二等分图

K.2.13.7 按照步骤 K.2.13.2 到 K.2.13.6 的方法分别将 WAD 1500、WAD 2100 和 WAD 2300 十二等分。

K.2.13.8 连接 WAD1000 和 WAD1500 相应的交点。

K.2.13.9 连接 WAD1500 和 WAD2100 相应的交点。

K.2.13.10 连接 WAD2100 和 WAD2300 相应的交点，见图 K.15。

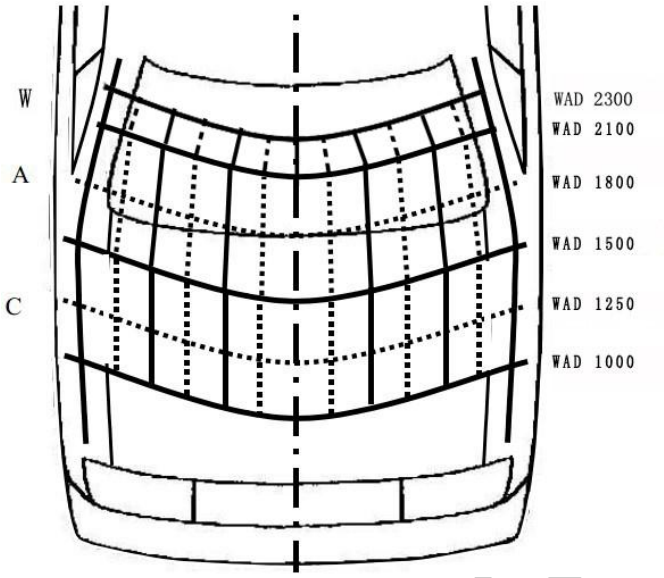


图 K.15　头型试验区域 12 等分图

K.2.13.11 头型试验区域被分为 18 个均分区域。靠近车头的 6 个均分区域，由车辆的右侧向车辆的左侧依次标记为 C1、C2、C3、C4、C5、C6；靠近风窗玻璃的 6 个均分区域，由车辆的右侧向车辆的左侧依次标记为 W1、W2、W3、W4、W5、W6；中间的 6 个均分区域，由车辆的右侧向车辆的左侧依次标记为 A1、A2、A3、A4、A5、A6。

K.2.13.12 均分区域 C1、C2、C3、C4、C5、C6、A1、A2、A3、A4、A5、A6 分别被分为 4 个区，均分区域 W1、W2、W3、W4、W5、W6 分别被分为 2 个区。头型试验区域有 18 个均分区域，60 个区。每个均分区域内，上面一行由车辆的右侧向车辆的左侧的区依次标注为 A 和 B，下面一行分别标注为 C 和 D。每个区标记方法见图 K.16。在均分区域 A3 中标记的区是 A3C，在均分区域 C4 中标记的区是 C4B。

K.2.13.13 用试验点所在区的标记对试验点进行编号。对于车辆生产企业追加试验评价的区，试验点编号应体现指定的区。例如，车辆生产企业指定 C2 均分区域内 C2B、C2C 和 C2D 为追加试验评价的区，试验评价时选择的试验点在 C2C 区内，则该试验点编号为 C2C(bcd)。见图 K.16。

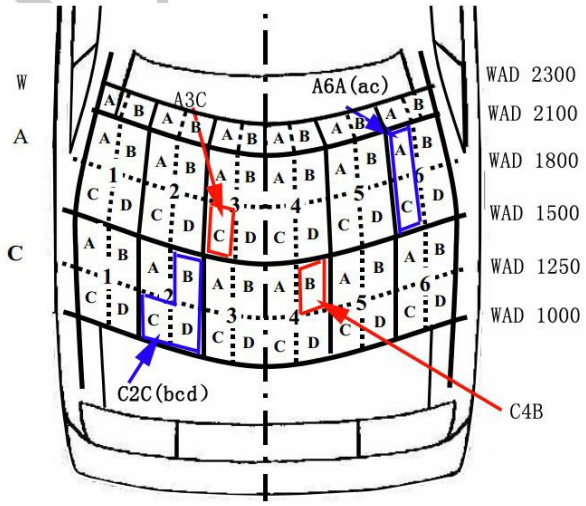


图 K.16　头型试验区域均分区域标记

K.2.14 腿型试验区域网格点标记

K.2.14.1 在保险杠上部基准线上，从车辆纵向中心平面与保险杠上部基准线的交点开始，分别向车辆两侧，每隔 100mm 进行标记，此 100mm 距离应在车辆横向垂直平面内，沿水平方向测量，直到腿型试验区域边缘停止。见图 K.17。

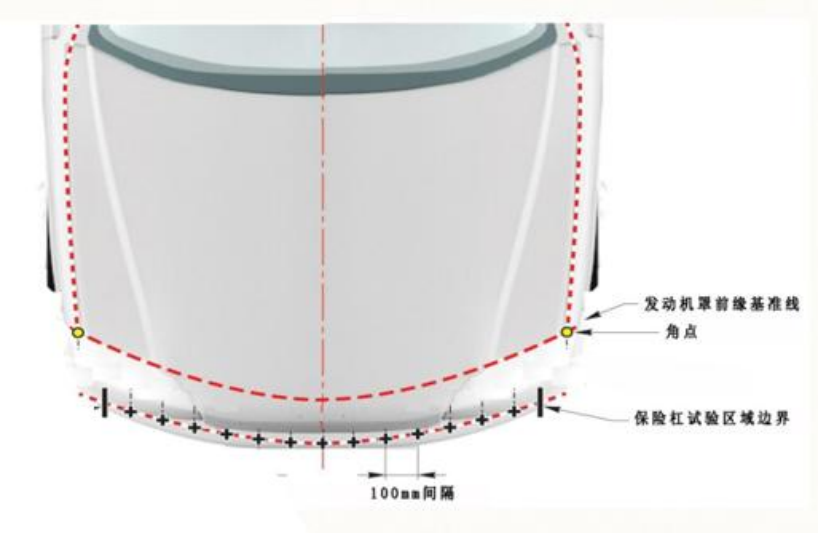


图 K.17　腿型试验区域网格点的标记图

K.2.14.2 当 K.2.14.1 中标记的最外侧的网格点距离腿型试验区域边缘距离大于 50mm 时，应在最外侧的网格点的外侧 50mm 处添加标记一个网格点。此 50mm 距离应在车辆横向垂直平面内，沿水平方向测量。

K.2.15 腿型试验区域网格点的编号

K.2.15.1 腿型试验区域网格点加前缀“L”。

K.2.15.2 位于车辆纵向中心平面和保险杠上部基准线的交点的网格点将被编号为 L0。

K.2.15.3 由车辆方向，位于车辆纵向中心平面右侧的点将依次编号为 L+1、L+2、L+3 等，位于车辆纵向中心平面左侧的点将依次编号为 L-1、L-2、L-3 等。见图 K.18。

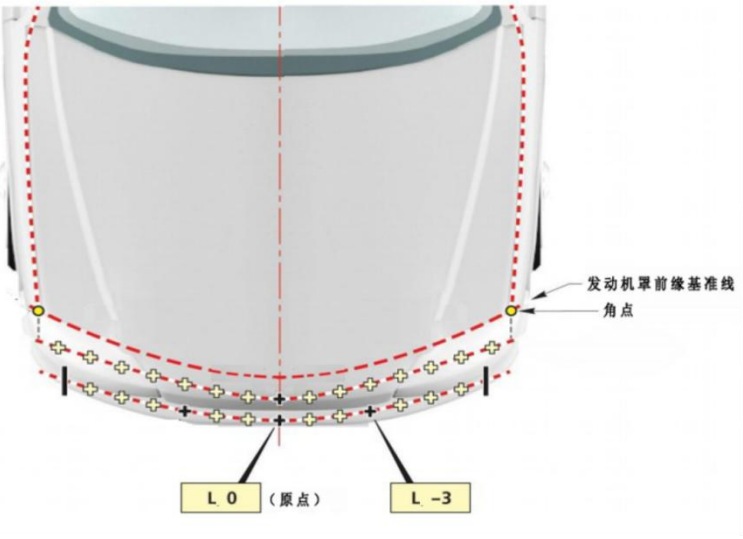


图 K.18　腿型试验区域网格点的编号图

K.3 头型试验

K.3.1 头型试验区域预测结果

K.3.1.1 试验前，车辆生产企业应向汽车测评管理中心提供头型试验区域所有网格点的预测值或预测结果颜色分布图。

K.3.1.2 按照表 K.1，每个网格点 HIC_{15} 值对应相应颜色，根据头型试验区域预测结果可绘制预测结果颜色分布图。

表 K.1 头型试验预测值颜色对照表

HIC_{15} 区间	颜色
$HIC_{15} < 650$	绿色■
$650 \leq HIC_{15} < 1000$	黄色■
$1000 \leq HIC_{15} < 1350$	橙色■
$1350 \leq HIC_{15} < 1700$	棕色■
$1700 \leq HIC_{15}$	红色■

K.3.1.3 A 柱上网格点应定义为默认红色，除非车辆生产企业提供数据证明此区域网格点头型试验结果 HIC_{15} 小于 1700。A 柱上的网格点是指发动机罩后面基准线以后侧面基准线上的网格点。默认红色网格点不应纳入随机选择网格点，且不进行试验，不参与预测结果修正系数计算。

K.3.1.4 风窗玻璃上除以下区域外的网格点，定义为“风窗玻璃网格点”，不应纳入随机选择网格点，且不应参与预测结果修正系数计算。

a）距离风窗玻璃安装框架 165mm 以内（含 165mm）的风窗玻璃区域。沿风窗玻璃陶瓷带内侧或风窗玻璃底部（内饰等其它结构）边缘向内测量 165mm，两者取更靠近风窗玻璃中央的位置形成分界线，玻璃侧面和底面分界线相接形成唯一交点“玻璃试验区角点”。见图 K.19。

b）风窗玻璃底部有其它结构，或沿头型试验速度矢量方向测量风窗玻璃底部 100mm 以内有其它结构的区域。

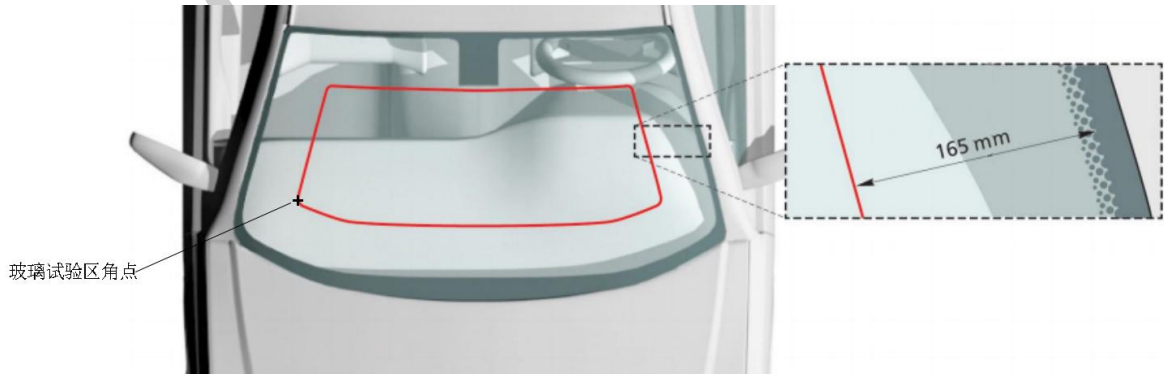


图 K.19 风窗玻璃边缘测量

K.3.1.5 头型试验区域内无法预测结果的特定网格点，在预测结果颜色分布图中应以蓝色标出。

K.3.1.5.1 车辆生产企业应提供蓝色网格点试验结果和/或 CAE 结果证明此网格点试验结果无法预测。

K.3.1.5.2 单个或相邻的两个蓝色网格点可构成一个蓝色区域。

K.3.1.5.3 整个头型试验区域内蓝色区域应不多于 8 个。C-NCAP 试验室可任选某一蓝色区域内

任选一个可能对行人造成较大伤害网格点进行试验，该蓝色区域网格点均以该网格点试验结果评价，该蓝色区域网格点颜色按照表 K.1 得出。

K.3.1.5.4 蓝色区域不应纳入随机选择网格点，且不应参与预测结果修正系数计算。

K.3.1.6 当生产企业没有提供头型试验区域预测结果时，将按 K.2.13 进行分区标记，并由 C-NCAP 试验部门选择可能对行人造成较大伤害的位置进行试验评价。

K.3.2 头型试验方案

K.3.2.1 当车辆生产企业提供头型试验区域预测结果时的头型试验方案

K.3.2.1.1 在头型试验区域按颜色分布比例随机选取 10 个网格点进行验证试验。

K.3.2.1.2 当车辆生产企业认为有必要增加试验点数，从而得到更加准确的评价结果时，生产企业可提出增加试验点。增加试验点和蓝色区域试验点产生的费用由车辆生产企业承担，收费标准按照测试机构相关收费办法规定。增加的试验点不超过 10 个，增加的试验点数应在提交预测结果时提出。

K.3.2.1.3 所有验证试验点的选取由 C-NCAP 试验部门同时随机选取。

K.3.2.1.4 除蓝色网格点、默认颜色网格点及风窗玻璃测试网格点之外的所有头型试验区域内的验证试验点都应由 C-NCAP 试验部门随机选取，试验点位置应随机。

K.3.2.1.5 所有验证试验点的试验结果都将被用于修正系数的计算。

K.3.2.2 当车辆生产企业未提供头型试验区域预测结果时的头型试验方案

K.3.2.2.1 试验前，C-NCAP 试验部门在每个均分区域内任选 1 个试验点，最多选取不超过 18 个试验点。

K.3.2.2.2 头型冲击器应以试验点位置按照 K.2.7 中要求选择。

K.3.2.2.3 头型试验点距发动机罩侧面基准线的距离应不小于 82.5mm，任何两个试验点间的距离应不小于 165mm。当某区位于 A 柱上距离侧面基准线的距离不满足以上要求时，不进行试验。

K.3.2.2.4 如果由于 K.3.2.2.3 中的距离要求导致风窗玻璃基部位置可能对行人造成较大伤害的位置无法进行试验时，则该区按照相邻或对称的区进行评分。风窗玻璃基部位置是指塑料通风盖板、雨刮器和不随发动机罩打开而移动的部件。

K.3.2.2.5 试验点的选择应根据易造成头部伤害的程度，在每个均分区域中选择易造成最大伤害的位置。整个头型试验区域，选择试验点时应考虑试验点间距。

K.3.2.2.6 试验开始前，当车辆生产企业认为某个均分区域中选择的试验点不足以反映该均分区域的性能时，车辆生产企业可以指定在该均分区域中进行一次追加试验。追加试验产生的费用由车辆生产企业承担，收费标准按照测试机构相关收费办法规定。车辆生产企业应指定追加试验点所在均分区域，同时应指定追加试验点评价的区。追加试验评价的区可以是追加均分区域的某一个区或某两个区或某三个区。对于指定追加试验的均分区域，C-NCAP 试验部门应在追加试验评价的区和非追加试验评价的区各选 1 个试验点，选择可能对行人造成较大伤害的位置，试验点应符合 K.3.2.2.3 要求。生产企业追加试验不应多于 8 次。

K.3.2.2.7 当试验点位于 A 柱上，默认为红色，不得分。默认试验点可以不进行试验，除非车

辆生产企业提供证明试验点会得到不同的试验结果。

K.3.2.2.8 两个具有相同结构的对称点可以同时被选择为试验点。第二个试验点不进行试验，以第一个试验点的试验结果进行评价，除非车辆生产企业能提供证据说明两个试验点的试验结果不同，或者 C-NCAP 试验部门认为在车辆生产企业指定追加试验的区会得到不同试验结果。关于对称点是否进行试验，在试验开始前应达成一致。意见不一致时，C-NCAP 试验部门将根据实际情况决定是否试验。

K.3.2.2.9 每个均分区域内最多选取 1 个试验点，试验点所在区以及未选择试验点的区均以试验点试验结果进行评价。车辆生产企业指定追加试验评价的区除外。

K.3.3 头型试验要求

K.3.3.1 选择的网格试验点应按照目标点进行试验。对于主动弹起式机罩系统，目标点在系统未工作状态选取，实际工作状态进行试验。

K.3.3.2 头型冲击器的中心线应过目标点。见图 K.20。

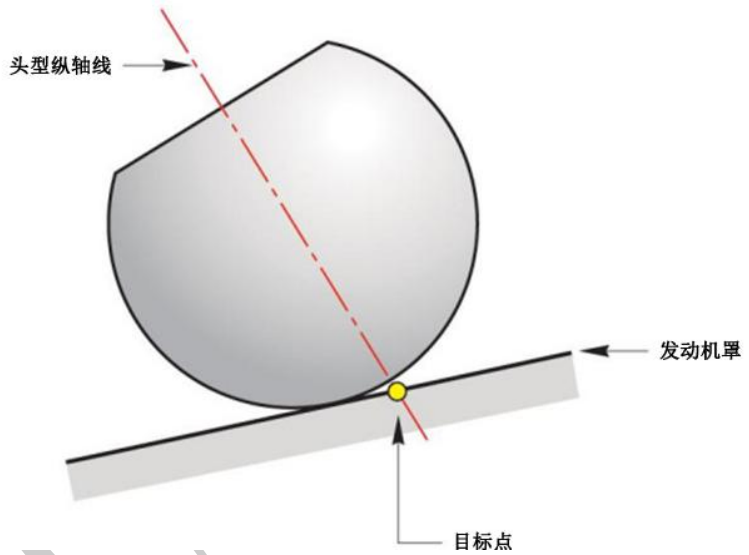


图 K.20　试验点作为目标点的示意图

K.3.3.3 在试验中，应考虑重力的影响，在重力的作用下，头型冲击器的飞行轨道可能发生偏离。

K.3.3.4 试验系统的定位可能受以下参数的影响，应根据以下参数确定试验系统的准确位置：

——头型直径；

——头型自由飞行的距离；

——头型撞击角度；

——试验点处发动机罩的角度；

——试验速度。

K.3.3.5 头型冲击器撞击车辆前部结构时，应保证头型冲击器的撞击速度和撞击角度。

K.3.4 头型冲击器及传感器

K.3.4.1 头型冲击器

在头型试验中，使用 3.5kg 的儿童头型冲击器和 4.5kg 的成人头型冲击器。

K.3.4.2 儿童头型冲击器（见图 K.21）

儿童头型冲击器应为铝制的，均质结构，球形。直径为 165mm±1mm。质量为 3.5kg±0.07kg。相对于过质心且垂直于冲击方向的轴的惯性矩应在 0.008 kgm^2～0.012kgm^2 范围内。包括仪器的头型冲击器的质心应位于球的几何中心，偏差在±2mm 内。球体用 14mm±0.5mm 厚的合成皮肤覆盖，覆盖面积至少为球体的一半。

K.3.4.2.1 儿童头型仪器

在球体内凹处可以安装一个三轴或三个单轴的加速度传感器，在测量轴方向传感器安装块与球体中心的偏差在±10mm 内，在测量轴垂直方向的传感器冲击块与球体中心的偏差在±1mm 内。如果使用三个单轴加速度传感器，其中一个加速度传感器的测量轴线应垂直于安装面 A（见图 K.21），并且其冲击块安装位置应处于半径为 1mm，长度为 20mm 的圆柱形偏差区域内。偏差区域的中心线应垂直于安装面且它的中点应与头型冲击器的球体中心重合。

其余加速度传感器的测量轴应互相垂直，并且平行于安装面 A，安装块定位于半径为 10mm 的球形偏差区域内。偏差区域的中心应与头型冲击器的球体中心重合。

仪器响应值 CFC 的定义见 ISO 6487:2002， CFC 应为 1000。CAC 响应值的定义见 ISO 6487:2002，加速度传感器的 CAC 应为 500g。

K.3.4.2.2 第一固有频率

头型冲击器的第一固有频率应大于 5000Hz。

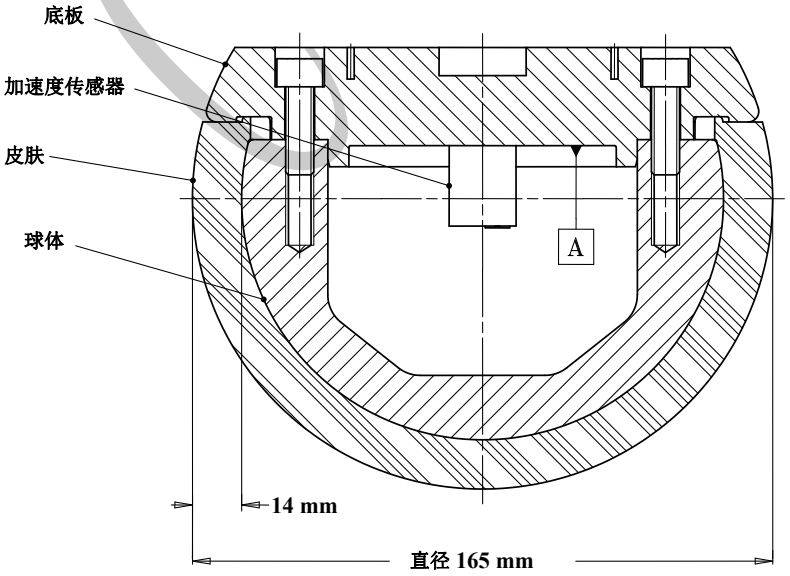


图 K.21　儿童头型冲击器图

K.3.4.3 成人头型冲击器（见图 K.22）

成人头型冲击器应为铝制，均质结构，球形。直径为 165mm±1mm。质量为 4.5kg±0.1kg。相对于过质心且垂直于冲击方向的轴的惯性矩应在 0.010 kgm²～0.013kgm²内。包括仪器的头型冲击器的质心应位于球的几何中心，偏差在±5mm 内。

球体用 14mm±0.5mm 厚的合成皮肤覆盖，覆盖面积至少为球体的一半。

K.3.4.3.1 成人头型仪器

球体凹处应允许安装一个三轴或三个单轴的加速度传感器，在测量轴方向传感器冲击块与球体中心的偏差在±10mm 内，在测量轴垂直方向的传感器冲击块与球体中心的偏差在±1mm 内。

如果使用三个单轴加速度传感器，其中一个加速度传感器的测量轴线垂直于安装面 A（见图 K.22），并且其冲击块安装位置应处于半径为 1mm，长度为 20mm 的圆柱形偏差区域内。偏差区域的中心线应垂直于安装面且它的中点应与头型冲击器的球体中心重合。

其余加速度传感器的测量轴应互相垂直，并且平行于安装面 A，冲击块定位于半径为 10mm 的球形偏差区域内。偏差区域的中心应与头型冲击器的球体中心重合。

仪器响应值 CFC 的定义见 ISO 6487:2002，CFC 应为 1000。CAC 响应值的定义见 ISO 6487:2002，加速度传感器的 CAC 应为 500g。

K.3.4.3.2 第一固有频率

头型冲击器的第一固有频率应大于5000Hz。

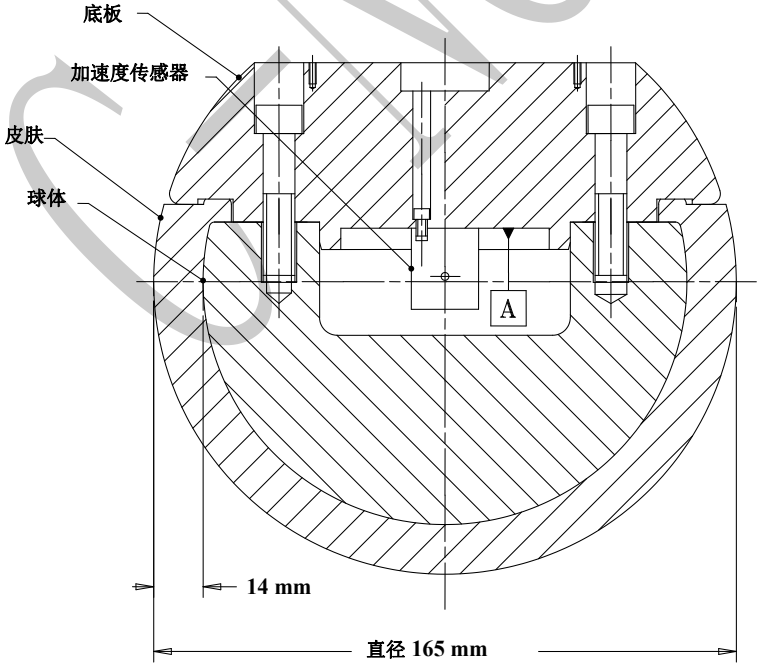


图 K.22　成人头型冲击器图

K.3.4.4 头型冲击器的后表面

在头型冲击器的外表面提供一个后部平坦平面，并且垂直于运动方向和其中一个加速度传感

器的测量轴，而且作为一个平板能提供方便安装加速度传感器和推进系统的连接点。

K.3.4.5 头型冲击器的标定

头型冲击器应符合本章节3.5规定的性能要求。已标定的冲击器在重新标定前最多可以进行20次冲击试验。从上一次标定算起，如果时间超过一年，或冲击器传感器的输出，在某一次冲击时，超过规定的CAC，冲击器均应重新标定。

K.3.4.6 头型的标定

K.3.4.6.1 头型的标定使用跌落试验标定方法，当按照 K.3.4.6.3 进行标定时，应符合 K.3.4.6.2 的要求。

K.3.4.6.2 当头型冲击器按照 K.3.4.6.3 规定从 376mm±1mm 高度落下时，头部冲击器内所装的加速度传感器测量的合成加速度峰值应满足：

a） 对于儿童头型冲击器，不应小于 245g 且不应大于 300g；

b） 对于成人头型冲击器，不应小于 225g 且不应大于 275g。

K.3.4.6.3 头型标定程序如下：

a）标定时，环境温度应为 20℃±2℃，环境相对湿度应为 40%±30%，标定试验前，试验冲击器应在该环境中至少存放 4h。

b）头型冲击器应悬挂在跌落架上，见图 K.23。

c）头型冲击器应从规定高度跌落。跌落方式应保证头型冲击器瞬间释放并跌落到一刚性支撑的水平钢板上。该钢板为厚度应大于 50mm，面积大于 300mm×300mm 的正方形，表面干净、干燥，粗糙度 0.2μm ～2.0μm。

d）头型冲击器在跌落时，冲击器后表面与垂直方向夹角应为试验时冲击器的角度。头型冲击器的悬挂方式应保证头型冲击器在跌落过程中不会旋转。

e）应进行三次跌落试验，每次试验应将头型冲击器沿冲击方向的对称轴旋转 120°。

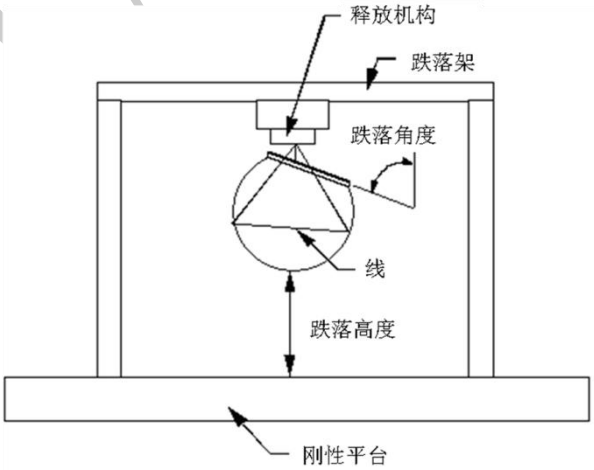


图 K.23　头型跌落试验示意图

K.3.5 头型试验程序

K.3.5.1 保证车辆已按 K.1 章节 1 要求进行试验准备。

K.3.5.2 保证车辆标记过程中处于正常行驶姿态。

K.3.5.3 保证试验前头型、车辆、发射系统和数据采集系统已在 16℃至 24℃的温度环境下放置至少 2h。

K.3.5.4 将所需头型安装到发射系统上，应按照 K.2.7 要求选择头型冲击器。

K.3.5.5 头型试验区域描述的是试验点的位置，而试验点的位置决定使用哪种头型冲击器，当试验点与第一接触点不一致时，头型冲击器的选择由试验点位置决定。例如，在 1500mm 包络线和 1700mm 之间的风窗玻璃基部上存在一个试验点，尽管第一接触点位于发动机罩的后边缘，应使用成人头型冲击器进行试验。

K.3.5.6 调整车辆前后位置，保证头型的自由飞行距离。

K.3.5.7 调整发射系统，使头型以正确的角度发射到试验点上。

K.3.5.8 碰撞的方向应位于车辆纵向垂直平面内，精度范围±2º。当车辆位于地面上，头型的碰撞方向应朝向车辆的后下方。当使用儿童头型进行试验时，碰撞角度为相对地面参考平面 50º±2º，当儿童头型试验点位于发动机罩前缘基准线上或之前时，碰撞角度为相对地面参考平面 20º±2º。当使用成人头型进行试验时，若试验点在 WAD2100mm 包络线之前（含 2100mm 包络线），碰撞角度为相对地面参考平面 65º±2º；若试验点在 WAD2100mm 包络线之后，碰撞角度为相对地面参考平面 60º±2º。在发生第一接触时刻前的碰撞角度应考虑重力的影响。

K.3.5.9 头型冲击器中心线与选定的网格点的允许偏差为±10mm。

K.3.5.10 设置发射系统，使第一接触瞬间的速度为 40km/h。测速装置的精度至少达到±0.072km/h。在第一接触瞬间测量的速度应考虑重力加速度的影响。

K.3.5.11 发射头型冲击器开始试验。

K.4 腿型试验

K.4.1 腿型试验方案

K.4.1.1 如果车辆两侧对称网格点位置的结构不同，试验开始前生产企业应提供数据证明。

K.4.1.2 腿型试验点选取原则是从 L0 点或 L1 开始每隔一个网格点选取一个网格点作为试验点。

K.4.1.3 默认车辆两侧结构是对称的，C-NCAP 试验部门任选两个对称网格点中的一个进行试验。

K.4.1.4 未进行试验的网格点，取与其相邻的两个网格点试验结果较差的进行评价。

K.4.1.5 当车辆生产企业认为有必要增加试验点数，从而得到更加准确的评价结果，或认为对称性不适用于某些网格点时，可由生产企业指定增加试验点，指定试验点应在试验开始前，针对 L0、L1 两个可能的起始试验点分别指定，并注明增加试验点的对称情况。

K.4.2 腿型冲击器及传感器

K.4.2.1 aPLI 腿型

K.4.2.1.1 aPLI 腿型应由皮肤、肌肉、大腿、小腿、膝部、上体模块（Simplified Upper Body Part，SUBP）组成。冲击器总质量为 24.7kg±0.3kg。冲击器的外廓尺寸见图 B.24。沿腿型侧视图看，大腿和小腿截面从上到下依次减小，且大腿截面比小腿大，见图 K.25 和图 K.26。SUBP 外部由合成橡胶材质的肌肉包裹，正视图方向看，上部宽度为 180mm±2mm，下部宽度为 142 mm±2mm，高度为 222 mm±2mm，见图 K.27。

K.4.2.1.2 大腿（不包括外侧一体成型肌肉，但包括上弧形冲击件及其相关的肌肉和腿型固定装置）的质量为 4.3kg±0.2kg。小腿（不包括外侧一体成型肌肉，但包括下部保护盖和腿型固定装置）的质量为 2.35kg±0.1kg。膝部（不包括外侧一体成型肌肉，但包括与腿部的连接件）的质量为 2.8kg±0.1kg。上体模块的质量（包括固定其上的肌肉和中枢轴销）为 11.8kg±0.3kg。大腿、小腿和膝部的总质量为 9.45kg±0.3kg。大腿、小腿和膝部（同上）的质心分别位于腿型底部向上 875mm±10mm、205mm±5mm 和 495mm±5mm 处。上体模块的质心位于腿型底部上方 961mm±10mm 处。aPLI 腿型的质心位于腿型底部上方 780mm±10mm 处。上体模块通过其质心关于 X 轴转动惯量为(0.0850±0.004)kg*m^2。

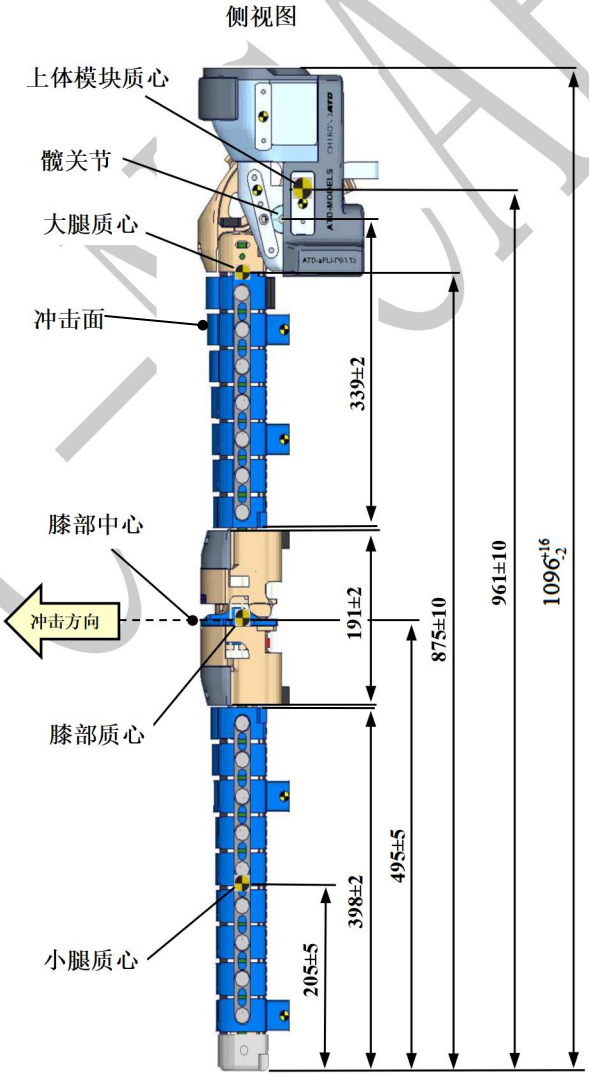


图 K.24　腿型结构尺寸

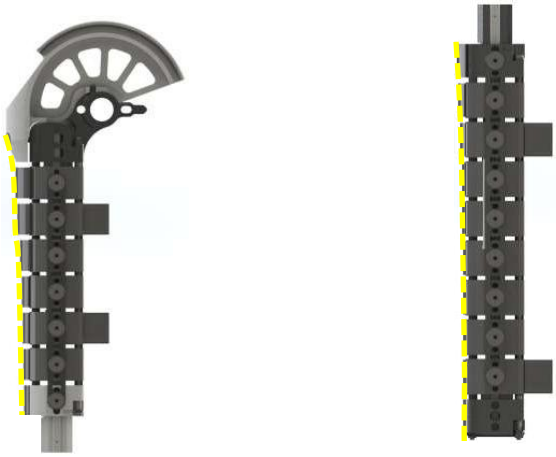
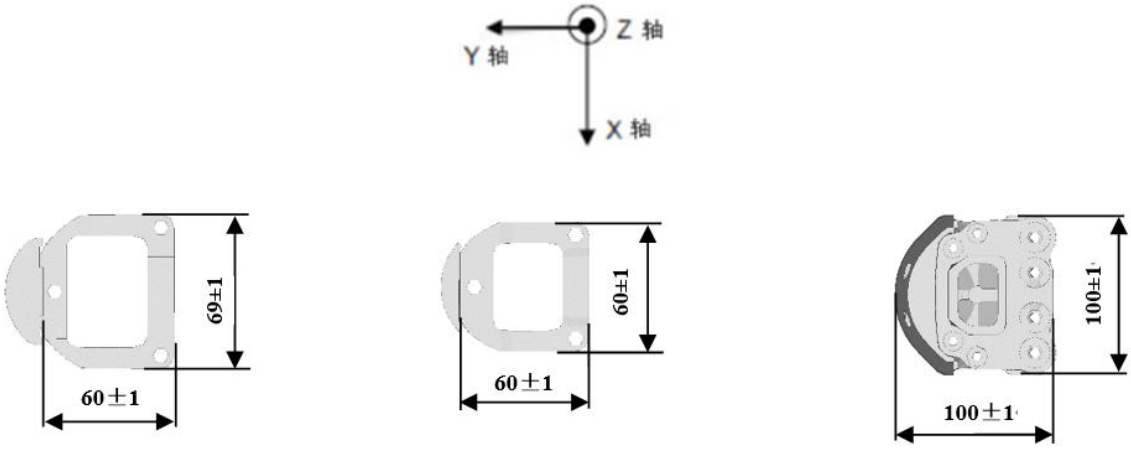


图 K.25　大腿、小腿侧视图



a 大腿截面尺寸　　b 小腿截面尺寸　　c 膝部截面尺寸

图 K.26　膝部位置大腿、小腿、膝部截面

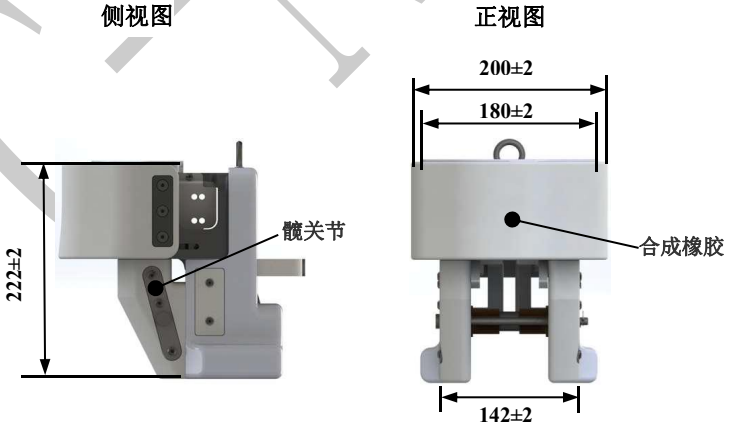


图 K.27　上体模块尺寸

K.4.2.1.3 每次试验时冲击器应包裹一体成型的合成橡胶肌肉和氯丁橡胶的皮肤，一体成型的肌肉质量为 3.2kg±0.15kg，如图 K.28 所示。

K.4.2.1.4 在冲击器用于试验之前，试验冲击器所有部件贮存在恒定温度为 20°C±4°C 的贮存区。从贮存区取出后，冲击器不应暴露在试验区域条件以外的环境。

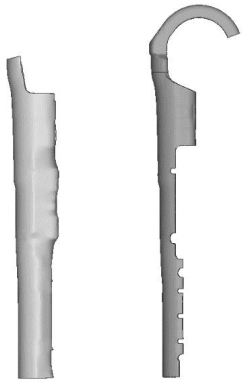


图 K.28　aPLI 皮肤和肌肉

K.4.2.2　aPLI 腿型仪器

K.4.2.2.1 小腿上装有四个弯矩传感器。传感器安置位置与膝关节中心位置的距离：tibia-1：134mm±1mm，tibia-2：214mm±1mm, tibia-3：294mm±1mm 和 tibia-4：374mm±1mm。大腿上装有三个弯矩传感器。传感器安置位置与膝关节中心位置的距离：femur-1:137±1mm，femur-2：217mm±1mm，femur-3：297mm±1mm。传感器测量腿型 X 轴的弯矩，见图 K.29。

K.4.2.2.2 膝部装有 5 个传感器，其中 3 个分别测量 MCL、ACL 和 PCL 的延伸量，以及 1 个加速度传感器、1 个角速度传感器，分别测量腿型 Y 向的碰撞力和 X 向的偏转量。上部模块标配 6 个传感器：3 个加速度传感器和 3 个角速度传感器，分别监控上部模块在 X、Y、Z 三个方向碰撞力的变化情况和自由飞行姿态。见图 K.29。

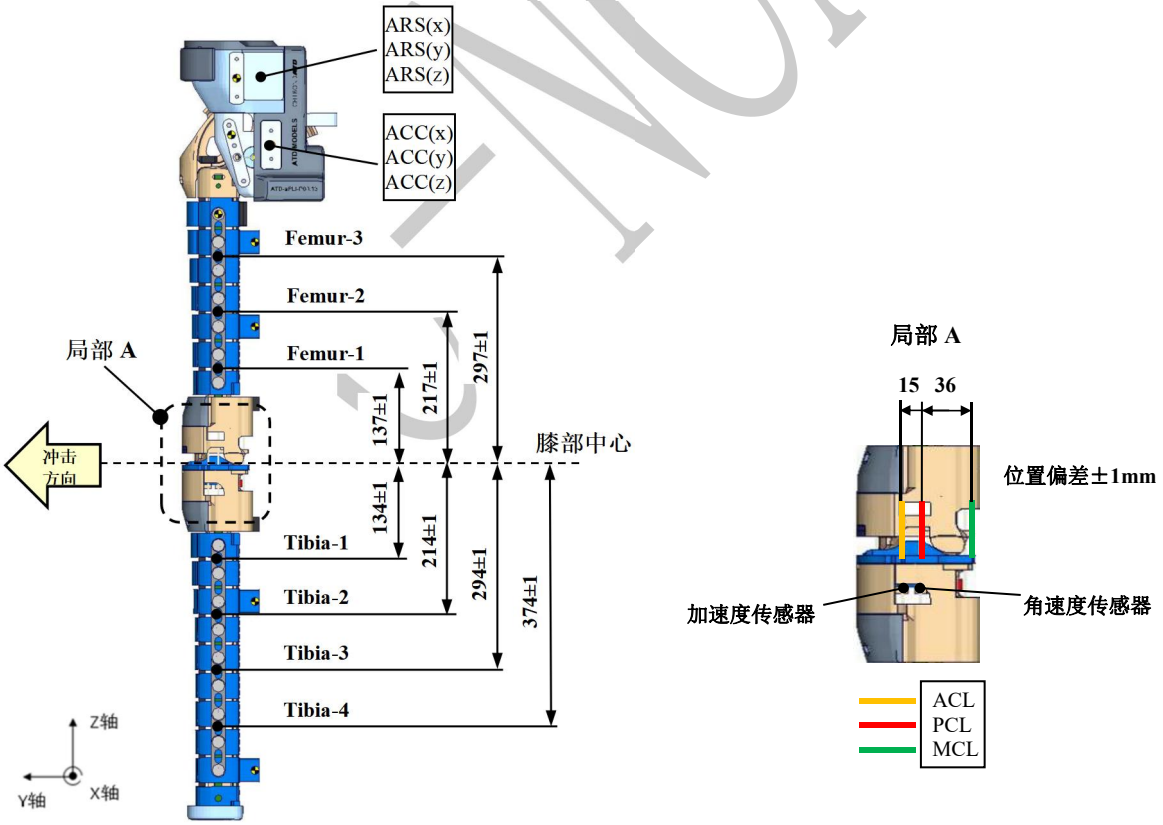


图 K.29　aPLI 仪器位置图

K.4.2.2.3 仪器响应值 CFC（滤波等级）的定义见 ISO 6487：2002，所有传感器的 CFC 均应为 180。CAC（通道幅值等级）响应值的定义见 ISO 6487：2002，膝部韧带延伸量为 38mm，小腿弯矩为 400Nm，大腿弯矩为 600Nm。这并不要求冲击器自身具有达到该弯矩和延伸量的性能。

K.4.2.2.4 aPLI 腿型评价区间是指从 aPLI 腿型与车辆第一接触时刻起 60ms 以内的特定时间段，腿部弯矩和膝部韧带延伸量的峰值应在评价区间内获取，但腿部弯矩时间历程曲线中的异常弯矩峰值除外。

K.4.2.3 aPLI 腿型的标定

K.4.2.3.1 aPLI 腿型的标定使用动态冲击标定方法。

K.4.2.3.2 当 aPLI 腿型冲击器按照 K.4.2.3.4 规定进行标定试验时，腿部弯矩和膝部韧带延伸量的最大值须符合以下要求：

a） aPLI 腿型膝关节中心位置动态冲击标定：

——小腿的最大弯矩值，对于弯矩 1 不应小于 291Nm 且不应大于 334Nm，对于弯矩 2 不应小于 238Nm 且不应大于 272Nm，对于弯矩 3 不应小于 160Nm 且不应大于 193Nm，对于弯矩 4 不应小于 92Nm 且不应大于 116Nm。

——大腿的最大弯矩值，对于弯矩 1 不应小于 162Nm 且不应大于 208Nm，对于弯矩 2 不应小于 133Nm 且不应大于 178Nm，对于弯矩 3 不应小于 101Nm 且不应大于 134Nm。

——膝部韧带的最大伸长量，对于 MCL 不应小于 12mm 且不应大于 16mm。

b）aPLI 腿型膝关节中心以上 120mm 位置动态冲击标定：

——小腿的最大弯矩值，对于弯矩 1 不应小于 206Nm 且不应大于 251Nm，对于弯矩 2 不应小于 182Nm 且不应大于 228Nm，对于弯矩 3 不应小于 132Nm 且不应大于 164Nm，对于弯矩 4 不应小于 63Nm 且不应大于 83Nm。

——大腿的最大弯矩值，对于弯矩 1 不应小于 233Nm 且不应大于 293Nm，对于弯矩 2 不应小于 189Nm 且不应大于 238Nm，对于弯矩 3 不应小于 147Nm 且不应大于 190Nm。

——膝部韧带的最大伸长量，对于 MCL 不应小于 20mm 且不应大于 24mm。

c）以上结果，应从冲击时刻开始，60ms 时间内取得。

K.4.2.3.3 aPLI 腿型标定周期按照以下规定。

K.4.2.3.3.1 每次 aPLI 腿型标定后，最多进行 20 次冲击试验。

K.4.2.3.3.2 每次 aPLI 腿型标定后，最多使用 12 个月。

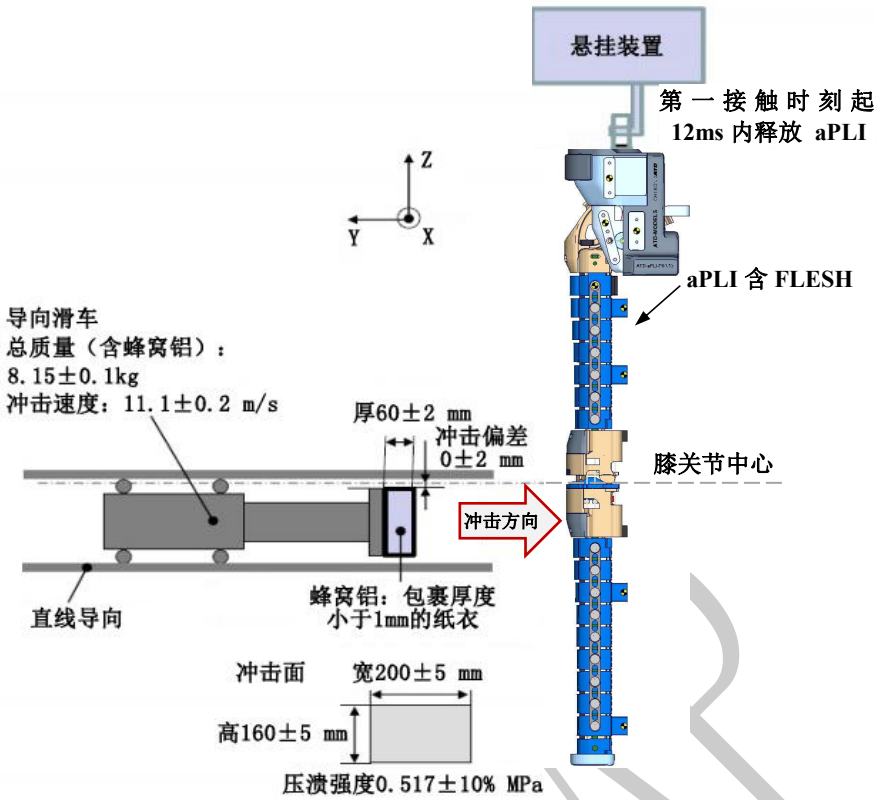
K.4.2.3.3.3 当 aPLI 腿型在试验中超过 CAC 时，应重新进行标定。

K.4.2.3.3.4 每 12 个月，aPLI 腿型应按照腿型使用说明书进行一次静态标定。

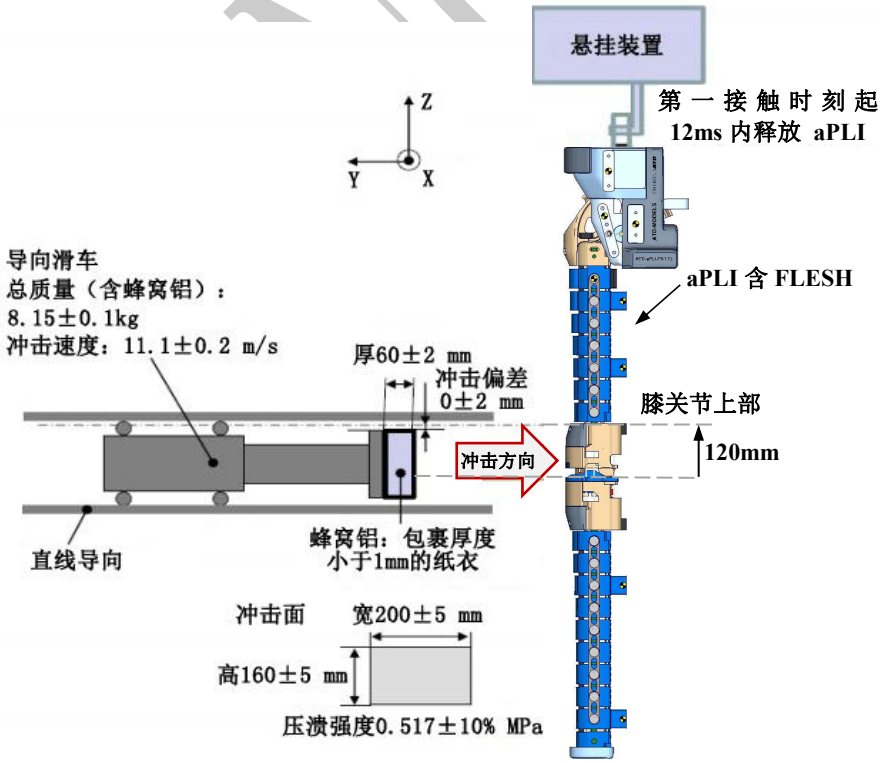
K.4.2.3.4 aPLI 腿型标定程序

K.4.2.3.4.1 标定时，环境温度应为 20℃±2℃，将包裹好肌肉和皮肤的 aPLI 腿型自由悬挂在试验设备上，并固定 aPLI 腿型底部使其保持竖直状态，见图 K.30。

C-NCAP



a） 腿型膝关节中心位置动态冲击标定



b） 腿型膝关节中心以上 120mm 位置动态冲击标定

图 K.30 aPLI 腿型动态冲击标定

K.4.2.3.4.2 直线导向的蜂窝铝冲击器以 11.1m/s±0.2m/s 的速度冲击竖直悬挂的 aPLI 腿型膝关节中心位置或膝关节中心以上 120mm 处。蜂窝铝表面覆盖厚度不超过 1mm 薄纸衣，与蜂窝铝冲击器第一接触时刻起 12ms 内，腿型应处于自由飞行状态。

K.4.2.3.4.3 蜂窝铝 5052 粘附在可移动撞击装置前面。蜂窝铝宽 200mm±5mm，高 160mm±5mm，厚 60mm±2mm，其压溃强度为 0.517×（1±10%）Mpa。蜂窝铝蜂窝尺寸为 6.35mm 或 4.76mm，密度分别为为 36.8kg/m^3 或 32 kg/m^3。

K.4.2.3.4.4 蜂窝铝上边缘与直线导向冲击器刚性板在一条直线上。第一接触时刻蜂窝铝上边缘与膝关节中心或膝关节中心以上 120mm 在同一水平面上，垂直误差不超过±2mm。冲击试验前蜂窝铝不应变形。

K.4.2.3.4.5 第一接触时刻， aPLI 侧倾角（绕 Y 轴旋转）和蜂窝铝冲击器速度矢量在车辆横向垂直平面内的偏差不超过±2°。aPLI 俯仰角（绕 X 轴旋转）和蜂窝铝冲击器的俯仰角在车辆纵向垂直平面的偏差不超过±2°。aPLI 偏航角（绕 Z 轴旋转）和蜂窝铝冲击器速度矢量偏航角偏差不超过±2°。

K.4.3 腿型试验程序

K.4.3.1 保证车辆已按 K.1 中要求进行试验准备。

K.4.3.2 保证车辆标记过程中处于正常行驶姿态。

K.4.3.3 保证试验前下腿型、车辆、发射系统和数据采集系统已在 16℃至 24℃的温度环境下放置至少 4h。

K.4.3.4 调整车辆方向，从而保证发射系统在平行于车辆纵向中心垂直平面的平面内发射下腿型。

K.4.3.5 调整车辆前后位置，保证下腿型的自由飞行距离。

K.4.3.6 在第一接触时刻冲击器的底部应在地面基准平面以上 25mm±10mm。当设置推荐系统的高度时，应考虑冲击器在自由飞行期间的重力影响。见图 K.31。

K.4.3.7 冲击器撞击保险杠时的速度为 40km/h。冲击速度应在第一接触时刻从测量仪器上获得。测速装置的精度至少达到±0.072km/h。

K.4.3.8 冲击速度的矢量方向应在水平面内，并平行于车辆纵向垂直平面。在第一接触时刻速度矢量的方向在水平面和纵向平面的偏差不应超过±2°。冲击器的轴应垂直与水平面，在侧向平面和纵向平面的偏差不应超过±2°。纵向平面和侧向平面互相正交。

K.4.3.9 在第一接触时刻，为保证膝部的准确工作，冲击器绕着垂直轴的旋转角度偏差应不超过±2°。

K.4.3.10 碰撞前 30ms 腿型所有弯矩不应超过±10Nm。

K.4.3.11 在第一接触时刻，冲击器的中心线与选定试验点间距偏差不应超过±10mm。试验室可以用多次试验测量点证明试验满足以上规定的准确度要求。

K.4.3.12 在冲击器和车辆接触过程中，冲击器不应该接触地面或不是车辆上的任何物体。

K.4.3.13 发射腿型开始试验。

C-NCAP

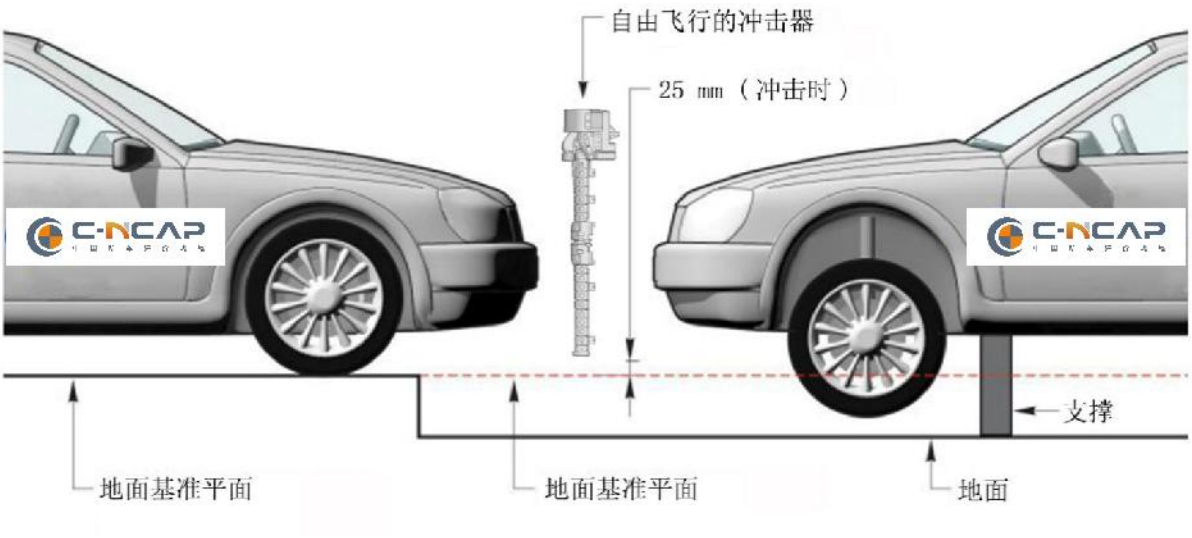


图 K.31　腿型冲击车辆试验图

K.5 主动弹起式机罩系统车辆的试验

K.5.1 试验前准备

K.5.1.1 对于装备主动弹起式机罩系统的车辆。如需要在主动弹起式机罩系统工作状态下进行评价，车辆生产企业应在接到 C-NCAP 试验通知时应反馈说明，并在试验开始前向汽车测评管理中心提供本章要求的主动弹起式机罩系统相关资料。

K.5.1.2 车辆生产企业应向汽车测评管理中心提供本试验方法中所需的所有信息，包括主动机罩系统工作原理以及工作状态信息参数。C-NCAP 试验部门根据企业提供的信息来决定试验评价时是否启动主动机罩系统。

K.5.1.3 提交的资料中应包含主动机罩系统基本功能信息参数，感应、触发以及展开状态参数。

K.5.1.4 为确保试验能按计划完成，企业应提交足够的资料，应包含易损部件更换说明、系统触发条件、健康危害细节以及试验所需零部件等。

K.5.1.5 如果缺少主动机罩系统资料或没有足够的信息，或不满足 C-NCAP 的要求，则对试验车辆进行评价时不启动主动机罩系统。

K.5.2 行人探知

K.5.2.1 PDI2 可作为最难探知行人假人用于评价主动机罩系统探知能力验证，无需进行 K.5.2.2 中规定的 PDI2 最难探知证明。按照 K.5.2.3 规定进行试验，测量主动机罩系统响应时间（TRT），主动机罩系统响应时间（TRT）等于主动机罩系统感应时间（ST）和主动机罩系统展开时间（DT）之和。

K.5.2.2 如车辆生产企业认为 PDI2 不适合作为最难探知行人假人，生产企业应证明感应系统能探知主动机罩系统起保护作用的所有身高的行人。不同身高行人假人可以是 6 岁儿童假人、HybridIII型 5 百分位女性假人、HybridIII型 50 百分位男性假人或 95 百分位男性假人。应通过物理试验和数值模拟相结合的方式证明感应系统具有探知不同身高行人的能力。

K.5.2.2.1 生产企业可使用数值模拟方法证明主动机罩系统最难探知（HTD）的行人假人，并使用最难探知行人假人完成 K.5.2.1 中规定内容。数值模拟结果中应包含系统探知 PDI2 响应信息以及不同身高假人头部冲击时间。

K.5.2.2.2 每种身高假人应至少进行两次数值模拟分析（总共不超过 8 次），来确定最难探知（HTD）行人假人并用于试验。不同身高行人假人如 K.5.2.2 中描述。

K.5.2.2.3 车辆生产企业应声明假人模型准确，并提供证明材料如假人模型的生物仿真性能和动力学特性。

K.5.2.2.4 行人站姿应保证行人面向与车辆中心线垂直的方向，两腿分开后腿先被保险杠撞到。两脚间距（脚跟到脚跟）应满足：

6YO P=190±10mm；

5th P=245±10mm；

50th P=310±10mm；

95th P=337±10mm。

同样，应模拟首先撞击腿部的保险杠外轮廓。

K.5.2.2.5 假人模型穿鞋站立状态 H 点距地面的高度推荐为：

95th P：1040mm±5%；

50th P：938mm±5%；

5th P：820mm±5%；

6YO P：610mm±5%。

K.5.2.2.6 脚部与地面的摩擦系数应设定在 0.3±0.1。

K.5.2.2.7 数值模拟时选用生产企业定义的主动机罩系统展开低门槛撞击速度。

K.5.2.2.8 对每一身高假人进行数值模拟时，应选两个不同的保险杠位置即在车辆中心线和腿型试验区域边缘。

K.5.2.2.9 数值模拟输出结果应能清晰指出主动机罩系统对不同身高行人的探知能力。数值模拟结果输出参数至少应包括保险杠撞击力、有效质量、撞击能量、保险杠侵入量。

K.5.2.2.10 有效质量应按照以下方法计算。假定腿型速度为 0m/s 时，车辆撞击力最大。

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

其中：M_e＝有效质量（kg）；

F＝撞击力（N）；

Δv＝速度变化（m/s）；

dt＝时间增量（s）；

t_1＝第一接触时刻（s）；

t_2＝峰值力时刻（s）。

K.5.2.2.11 当主动机罩系统在保险杠横梁撞击力达到峰值前触发时，计算方法如下：

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

其中：M_e＝有效质量（kg）；

F＝撞击力（N）；

a＝腿型加速度（m/s^2）；

dt＝时间增量（s）；

t_1＝第一接触时刻（s）；

t_2＝系统触发时刻（s）。

K.5.2.2.12 计算有效质量时，只考虑 X 车辆方向。应当考虑对腿型产生作用的主要结构，比如保险杠横梁和位于其上、下部位的支撑梁。格栅等次要结构可以忽略，粘性影响可以忽略。

K.5.2.2.13 根据感应系统的形式从 K.5.2.2.9 要求的输出结果中选取适合说明最难探知行人假人信息的参数。触发参数应与主动机罩系统感应时间（ST）一致。

K.5.2.3 主动机罩系统探知行人能力应以物理试验方式验证。试验时，对于比 50%男性假人更大、更重的行人假人，可选用腿型冲击器替代，用来验证车辆碰撞大个子行人时，主动机罩系统能正常启动。

K.5.2.3.1 为保证车辆在整个保险杠宽度能够有效探知行人，应在腿型试验区域内至少进行三次验证试验。

K.5.2.3.2 试验方案如表 K.2。

表 K.2 试验方案

试验	冲击器	撞击位置	速度	输出
1	PDI2 或 HTD	①传感器布置位置±50mm（如加速度传感器）。如果感应系统是带状接触开关和加速度传感器相结合的方式，撞击加速度传感器位置。 ②车辆中央位置：无局部传感器的感应系统（如接触开关）。	LT±2km/h	① 高速摄像； ② 触发时间； ③展开开始时刻
2	PDI2 或 HTD	腿型试验区域左或右端位置。撞击位置偏差±50mm。	LT±2km/h	
3	PDI2 或 HTD	距离传感器最远位置±50mm（此位置尚未试验时进行）。	LT±2km/h	
4*	aPLI、FLEX-PLI 和 TRL 下腿型	传感器布置位置±50mm（如加速度传感器）或易对冲击器产生较大加速度的位置（无局部传感器的感应系统）。	40km/h±2km/h	
注：HTD：最难探知假人；LT：低门槛速度。 *试验 4 所用冲击器可由生产企业选择。				

K.5.2.3.3 C-NCAP 应至少目击或实施试验 3，来验证在低门槛速度主动机罩系统能正常启动。

K.5.2.3.4 当试验速度低于低门槛速度或撞击位置在腿型试验区域以外时，若主动机罩系统未启动应重新进行试验。试验时应保证试验速度不低于低门槛速度，撞击位置不超出腿型试验区域。

K.5.2.3.5 所有物理试验结果应至少包含以下信息：

a）高质量的高速摄像：呈现整个试验过程；

b）试验位置证明材料：以涂料标记等方式，并拍照记录；

c）实际试验速度：可用测速仪记录；

d）执行机构触发时间（电流钳/ECU）；

e）机罩系统开始启动证明，例如，高速摄像呈现发动机罩上部初始动作等。

K.5.2.3.6 首次试验时应保证行人保护系统从感应系统到发动机罩弹起或行人气囊引爆所有功能正常。首次试验过程中，允许采用闪光灯等标记系统工作状态。如闪光灯能准确标记发动机罩弹起或行人气囊引爆时刻，且发动机罩弹起或行人气囊展开正常，则其他试验用闪光灯验证系统是否有启动触发信号即可。

K.5.3 主动机罩系统展开时间

K.5.3.1 不受主动机罩系统影响的网格点应进行静态试验。

K.5.3.2 如车辆生产企业以数值模拟或其他可选方法证明在最小身高行人头部碰撞到车辆（车辆速度：45km/h）之前发动机罩系统完全打开并保持在预期的位置。所有的头型试验可在发动机罩完全打开状态进行。试验过程中无需触发主动单元。行人保护气囊除外。

K.5.3.3 如在某身高行人头部冲击时间（HIT）内主动机罩系统不能完全展开，则相应包络距离前面的网格点应进行动态试验。所有装备主动机罩系统的车辆，生产企业应提供包络距离与头部冲击试验（HIT）关系图。

K.5.3.3.1 头部冲击时间（HIT)：从车辆与车外人员初始接触时刻起，到车外人员头部与车辆前部结构（发动机罩或行人气囊）初始接触的特定时间段。

K.5.3.3.2 头部冲击时间（HIT)由车辆生产企业通过数值模拟或其他可选方法得到。生产企业应提供头部冲击时间（HIT)及其获取方法的准确性证明。

K.5.3.4 对于不能永久保持展开位置的主动机罩系统，应进行动态试验。

K.5.3.5 应使用 K.5.2.2 定义的相同的 CAE 模型/代码和行人姿态将行人定位在车辆中央位置进行数值模拟分析。

K.5.3.6 车辆生产企业应确定每个试验位置包络距离和相应身高行人的头部冲击时间（HIT）。试验点对应的 HIT 可通过管理规则附件 3-2 中 WAD vs HIT 图表利用线性插值方法得到。

K.5.4 低门槛速度时车辆对行人的碰撞保护

K.5.4.1 装备主动机罩系统的车辆在低于低门槛速度时，也应能提供对行人的碰撞保护。

K.5.4.2 考核的头型试验区域包括距离侧面基准线向内 50mm 及以上和发动机罩关闭线外侧 50mm 以内的所有网格点。以上距离沿车辆 Y 向测量，见图 K.32。

K.5.4.3 考核的头型试验区域包括从 WAD1000 到可移动发动机罩上部的后边缘之间的网格点。从 WAD1000 到 WAD1700（含 WAD1700）为儿童头型网格点，WAD1700 向后到可移动发动机罩上部后边缘为成人头型网格点。

K.5.4.4 如主动机罩系统只有部分区域在其完全展开状态下进行试验（取决于头部冲击时间），则考虑的头型试验区域应为所有位于可移动发动机罩上部后边缘与系统展开状态下进行试验的区域前边缘向前 50mm 之间的网格点。

K.5.4.5 车辆生产企业应向汽车测评管理中心提供头型试验区域网格点 HIC15 值或颜色分布图。提供数据应指明以上考核区域内 40km/h 碰撞速度被预测值为绿色、黄色或桔色的网格点，在低门槛速度时 HIC15 值不超过 1350。

K.5.4.6 在低门槛速度时，以上考核区域内应有不少于 2/3 的网格点 HIC15 值不超过 1000。

K.5.4.7 在低门槛速度时，根据以下判定条件提供每个网格点的颜色分布图结果数据：HIC15＜1000=黄色；1000＜HIC15＜1350=桔色。

K.5.4.8 C-NCAP 试验部门将随机选取不多于三个网格点验证企业提供的在低门槛速度时以上考核区域内头型试验结果数据。

K.5.4.9 如试验评价的车辆不满足 K.5.4.5～K.5.4.7 中某条款要求，则应在主动机罩系统不工作状态下进行试验。

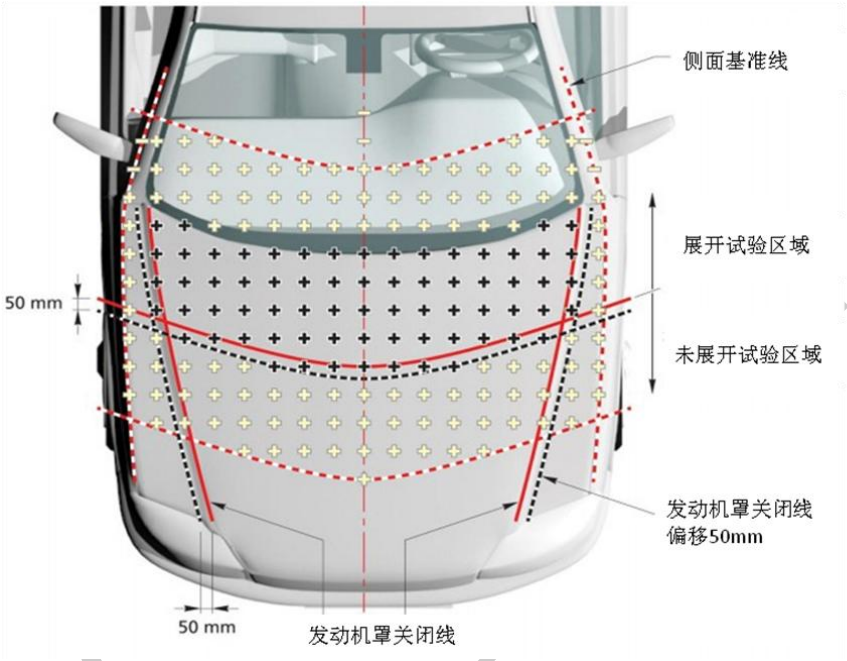


图 K.32　满足低速要求区域

K.5.5 高速时车辆对行人的碰撞保护

K.5.5.1 所有主动机罩系统应能在 50km/h 速度启动。车辆生产企业应提供证明说明系统可在 50km/h 的速度启动。50km/h 速度主动机罩系统启动时可不要求行人头部接触机罩前系统完全展开。

K.5.5.2 用 K.5.2 中规定的冲击器以 50km/h 速度进行试验时，主动机罩系统应能启动，试验输出结果应满足 K.5.2.3.5 中要求。

K.5.5.3 应选择车辆中心位置试验。对于局部安装传感器（如加速度传感器）的车辆应在腿型试验区域内选择距离传感器尽可能远的位置进行试验。

K.5.6 发动机罩负荷变形

主动机罩系统发动机罩外围支撑相对被动式发动机罩较弱，车辆对行人头部的碰撞保护不应受身体其他部位对于发动机罩压馈的影响。

K.5.6.1 测量并比较发动机罩在展开和未展开状态下头型第一接触时刻头型碰撞位置 Z 向变形量。发动机罩在展开和未展开状态头型碰撞位置变形量之差应不超过此位置展开高度的 75%，见图 K.33。

K.5.6.2 发动机罩变形量可用 CAE 计算方式评价，CAE 模型中应不包含发动机及辅助设备，但应包括所有白车身结构、发动机罩支撑结构以及对行人腿部和骨盆起支撑作用的所有部件。

K.5.6.3 发动机罩展开时头型碰撞点的变形量应不超过发动机罩展开状态与发动机罩下面硬点之间的有效间隙。例如，（h2+h3）-z2＞0，见图 K.34。

K.5.6.4 应以 40km/h 速度进行数值模拟。应根据车辆的特定尺寸选用使发动机罩上部获得最少支撑的合适尺寸的假人。例如，带有短发动机罩的小型车辆，50%假人接触发动机罩上部后面。因此，应使用更小身高的假人。

K.5.6.5 按 K.5.2.2.4 和 K.5.2.2.5 描述假人姿态在车辆中心线定位行人头部。

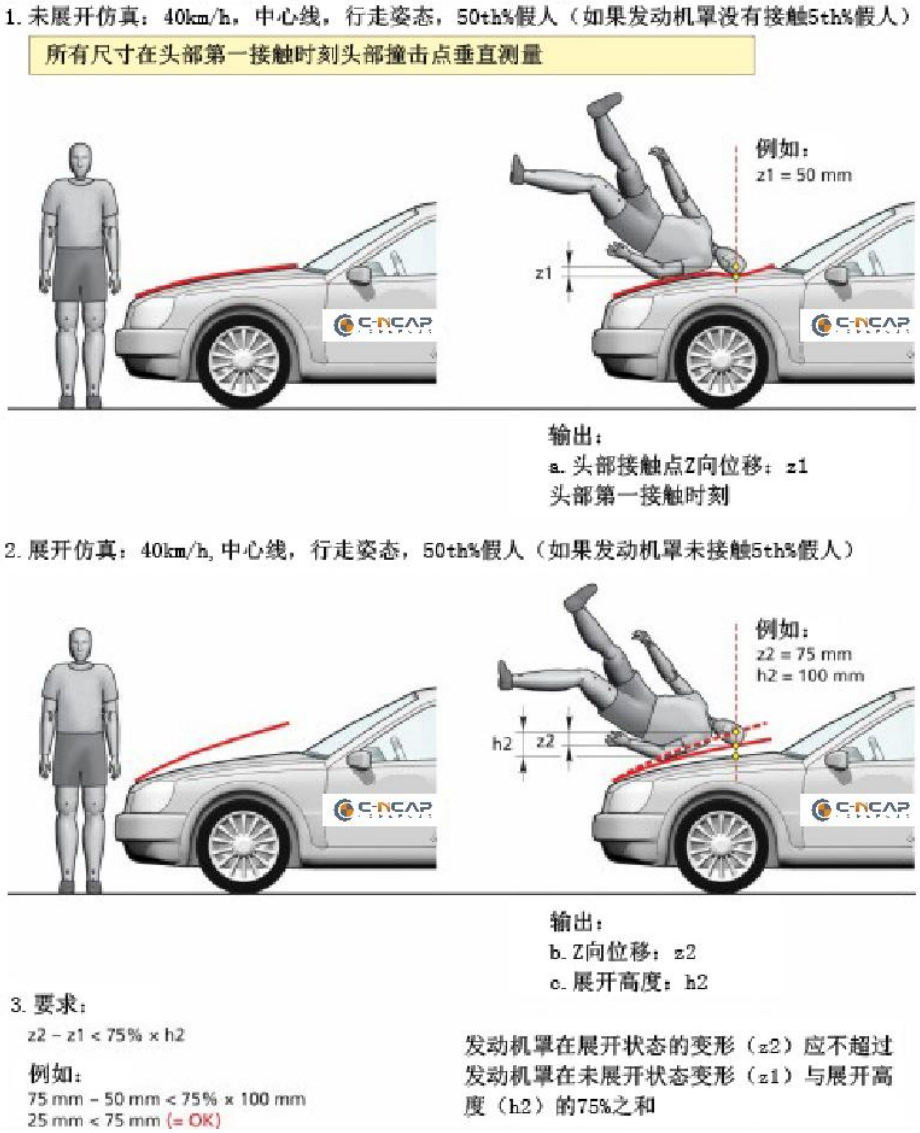


图 K.33　发动机罩展开和未展开变形比较

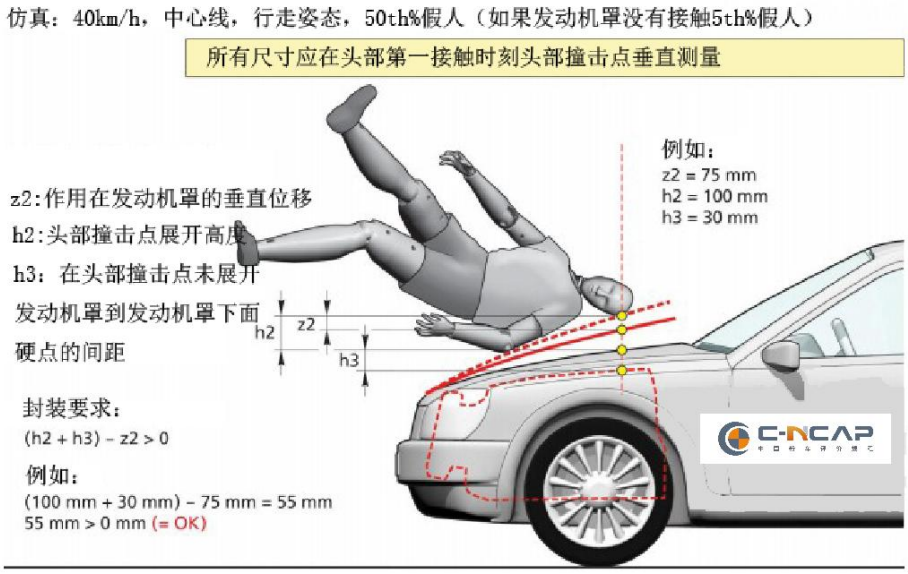


图 K.34　发动机罩变形要求

C-NCAP