



中华人民共和国国家标准

GB 24550—2024
代替 GB/T 24550—2009

汽车对行人的碰撞保护

Protection of motor vehicle for pedestrians in the event of a collision

2024-05-28 发布

2025-01-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 技术要求	10
5 试验规定	12
6 试验程序	19
7 冲击器的标定	23
8 同一型式判定	32
9 标准的实施	33

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 24550—2009《汽车对行人的碰撞保护》，与 GB/T 24550—2009 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了“范围”（见第1章，2009年版的第1章）；
- b) 删除了部分术语和定义（见2009年版的第3章）；
- c) 更改了部分的术语和定义（见第3章，2009年版的第3章）；
- d) 增加了部分术语和定义（见第3章）；
- e) 更改了下腿型试验要求（见4.1.2，2009年版的5.1.1）；
- f) 更改了下腿型冲击器（见5.3.1，2009年版的6.3.1.1）；
- g) 更改了下腿型的试验程序（见6.1.1，2009年版的7.1.1）；
- h) 更改了下腿型冲击器的标定（见7.1，2009年版的8.1）；
- i) 增加了同一型式判定（见第8章）；
- j) 增加了标准的实施（见第9章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件于2009年首次发布，本次为第一次修订。



汽车对行人的碰撞保护

1 范围

本文件规定了汽车对行人碰撞保护的技术要求、试验规定、试验程序以及冲击器的标定、同一型式判定和标准的实施。

本文件适用于 M_1 类和 N_1 类汽车，但不包括驾驶员座椅 R 点在前轴中心横向平面之前或驾驶员座椅 R 点与前轴中心横向平面的水平距离不大于 1 100 mm，且最大总质量大于 2 500 kg 的 M_1 类车辆；也不包括驾驶员座椅 R 点在前轴中心横向平面之前或驾驶员座椅 R 点与前轴中心横向平面的水平距离不大于 1 100 mm 的 N_1 类车辆。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 15084 机动车辆 间接视野装置 性能和安装要求

ISO 3784 道路车辆 碰撞试验中冲击速度的测量（Road vehicles—Measurement of impact velocity in collision tests）

ISO 6487 道路车辆 碰撞试验中的测量技术 设备（Road vehicles—Measurement techniques in impact tests—Instrumentation）

3 术语和定义

GB 15084 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

正常行驶姿态 **normal ride attitude**

车辆处于 40 km/h 速度正常行驶时的状态。

注1：处于整车整备质量状态的车辆置于水平面上，模拟驾驶员和一个乘员的配重分别放置于驾驶员座椅和前排乘员座椅上，前排座椅放置于前后行程的中间位置或中间位置后的第一个锁止位置，轮胎气压为制造厂规定的轮胎气压，前轮处于直线行驶的位置，车辆悬架处于制造厂规定的状态。

注2：整车整备质量为带有车身以及确保车辆正常运行所需全部装配设备、电子和辅助设备（如液体、工具、灭火器、标准备件、轮挡、备胎等），燃油箱（如有）加入占总容量 90% 的燃料，其他液体加到制造厂所规定容量的车辆质量。驾驶员和乘员的配重质量均为 75 kg，由座椅上的模拟人体质量 68 kg 和 7 kg 模拟行李质量组成，模拟行李放置在后行李舱（或放置在前行李舱）。

3.2

地面基准平面 **ground reference plane**

在车辆正常行驶姿态下，过车辆所有轮胎最低接触点的水平面。

注：该平面是真实的或是假想的。如果车辆静止于地面上，则与地面水平面是同一平面；如果车辆从地面上举起以便获得保险杠下部的额外间隙，则高于地面水平面。

3.3

前部结构 front structure

车辆所有前端外部结构，不包括前风窗上横梁、A柱以及A柱后面的结构。

注：包括但不限于保险杠、发动机罩、翼子板、流水槽、刮水器转轴、前风窗玻璃、前风窗下横梁等。

3.4

保险杠 bumper

位于车辆前部且具有装饰、吸收和缓解冲击功能的外部构件。

注：包括在低速正面碰撞时保护车辆的所有结构及其附件。

3.5

包络线 wrap around distance; WAD

在车辆正常行驶姿态下，使用软尺在车辆纵向垂直平面内沿着车辆前部结构横向移动，软尺的一端在车辆前部结构外表面上所形成的几何轨迹。

注1：软尺的一端与地面基准平面接触且处于拉紧状态，垂直地落在保险杠前表面的下面，软尺的另一端与车辆前部结构接触（见图1）。

注2：选择适当长度的软尺来确定1 000 mm包络线（WAD 1000）、1 700 mm包络线（WAD 1700）、2 300 mm包络线（WAD 2300）。

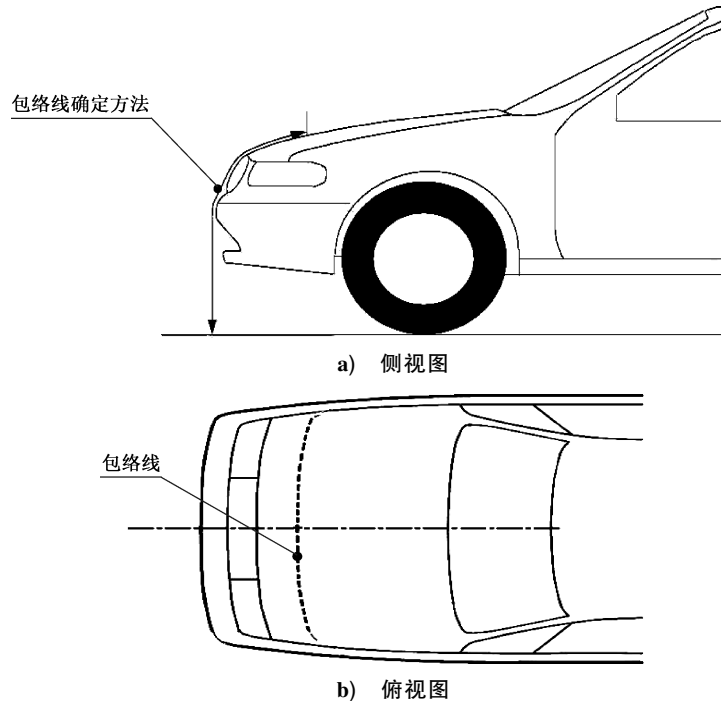


图1 包络线确定方法示意图

3.6

发动机罩前缘 bonnet leading edge

车辆前部结构上部外侧边缘。

注：包括发动机罩、翼子板、前照灯上部和侧面组件以及其他附件。

3.7

发动机罩前缘基准线 bonnet leading edge reference line

用长1 000 mm的直尺与发动机罩前表面的接触点所形成的几何轨迹。

注1：几何轨迹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°以及直尺底端距地面为600 mm时与发动机罩前缘接触点所构成（见图2）。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，此时直尺从垂直方向向后倾斜 40° 来确定基准线。

注2：如果在该横向位置上直尺底端首先与车辆接触，则这些接触点作为基准线的构成部分。如果在该横向位置上直尺顶端首先与车辆接触，则 WAD 1000 几何轨迹作为基准线的构成部分。如果保险杠上缘与直尺接触，则保险杠上缘为发动机罩的前缘部分。

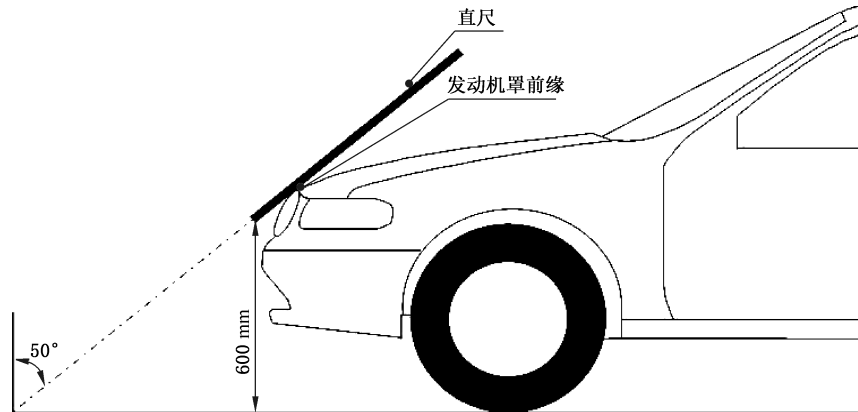


图2 发动机罩前缘基准线示意图

3.8

侧面基准线 side reference line

用长 700 mm 的直尺平行于车辆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相接触时，直尺与车辆侧面最高接触点所形成的几何轨迹。

注：见图 3。



图3 侧面基准线示意图

3.9

发动机罩后面基准线 bonnet rear reference line

在拆除刮水器的刮片和刮臂的状态下，用直径为 165 mm 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（前风窗玻璃除外）的最后接触点所形成的几何轨迹。

注1：见图 4。

注2：当发动机罩后面基准线与侧面基准线没有交叉时，发动机罩后面基准线延伸和/或改用半径为 100 mm 的半圆模板来确定。模板由薄的柔性材料制成，在任何方向能弯曲为单曲面。模板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。将模板放置于水平平面上，在模板上从 A 到 D 标记四个点（见图 5）。将模板放置在车辆上使点 A 和点 B 与侧面基准线重合。在保证点 A 和点 B 与侧面基准线重合的条件下，使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。在整个过程中，模板尽可能沿着车辆发动机罩上部区域的外部轮廓进行曲线移动，不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延伸和/或改用沿着与侧面基准线相接触的模板的圆周圆弧来确定（见图 6）。

注3：如果模板点 A 和点 B 与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 所围成的圆弧内，则使用另外的模板，该模板的半径以 20 mm 的增量逐渐增大，直到模板能与发动机罩后面基准线相切且模板与发动机罩后面基准线的接触点位于点 C 和点 D 所围成的圆弧外。

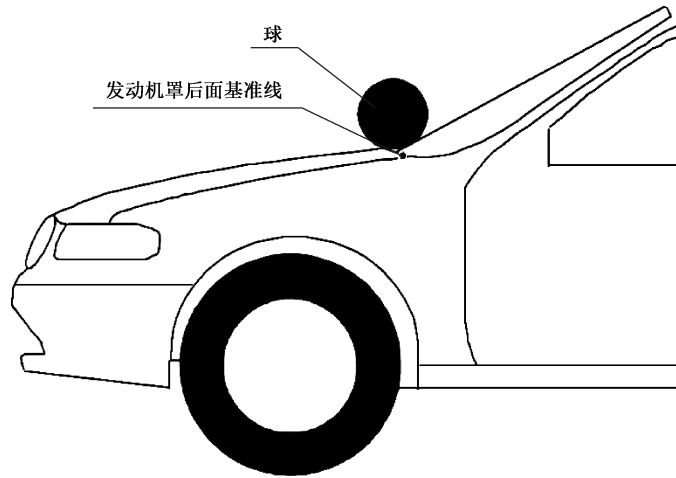
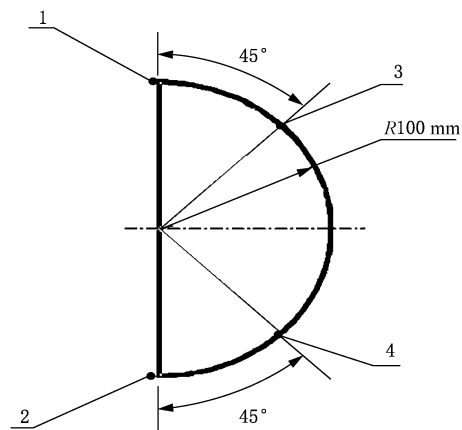


图 4 发动机罩后面基准线示意图

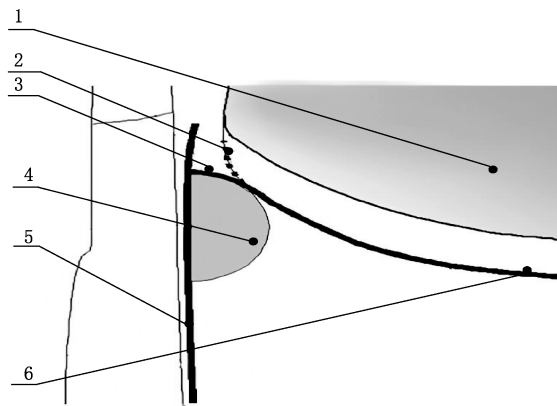


标引序号说明：

- 1——角 A；
- 2——角 B；
- 3——点 C；
- 4——点 D。

图 5 半圆模板示意图





标引序号说明：

- 1——前风窗玻璃；
- 2——修正前发动机罩后面基准线；
- 3——修正后发动机罩后面基准线；
- 4——半圆模板；
- 5——侧面基准线；
- 6——发动机罩后面基准线。

图 6 发动机罩后面基准线和侧面基准线的相交示意图

3.10

角点 corner reference point

发动机罩前缘基准线与侧面基准线的最外侧交点。

示例：见图 7。

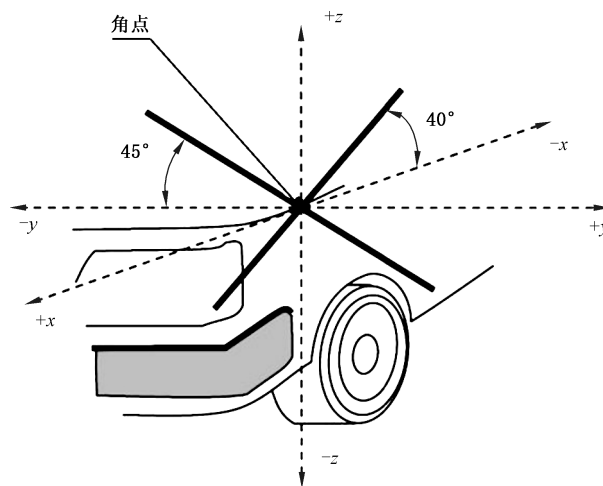


图 7 角点示意图

3.11

发动机罩上部区域 bonnet top area

由发动机罩前缘基准线、发动机罩后面基准线和侧面基准线所围成的区域。

3.12

发动机罩上部区域三等分 third of the bonnet top

在车辆横向平面内，用软尺沿发动机罩上部区域外轮廓将侧面基准线之间的区域三等分。

3.13

成人头型发动机罩上部试验区域 **adult headform bonnet top test area**

车辆前部结构的外表面区域，区域的界限是：

- a) 前边界：WAD 1700或发动机罩前缘基准线在车辆纵向垂直平面内沿着车辆外部轮廓向后移动82.5 mm，在车辆同一横向方向上取最后位置；
- b) 后边界：WAD 2300或发动机罩后面基准线向前82.5 mm，在车辆同一横向方向上取最前位置；
- c) 侧边界：侧面基准线在车辆横向垂直平面内沿着车辆外部轮廓向内移动82.5 mm。

3.14

儿童头型发动机罩上部试验区域 **child headform bonnet top test area**

车辆前部结构的外表面区域，区域的界限是：

- a) 前边界：WAD 1000或发动机罩前缘基准线在车辆纵向垂直平面内沿着车辆外部轮廓向后移动82.5 mm，在车辆同一横向方向上取最后位置；
- b) 后边界：WAD 1700（含WAD 1700）或发动机罩后面基准线向前82.5 mm，在车辆同一横向方向上取最前位置；
- c) 侧边界：侧面基准线在车辆横向垂直平面内沿着车辆外部轮廓向内移动82.5 mm。

3.15

发动机罩上部试验区域 **bonnet top test area**

由成人头型发动机罩上部试验区域和儿童头型发动机罩上部试验区域共同构成的区域。

3.16

不透光遮蔽区域 **opaque obscuration**

防止光线穿过的区域。

注：包括玻璃黑色喷涂区域，但不包含遮阳涂层区域（减少光线穿过的区域）、点状喷涂区域、文字或图片。

3.17

前风窗玻璃试验区域 **windscreen test area**

车辆前风窗玻璃外表面区域，区域的界限是：

- a) 前边界：不透光遮蔽区域与透光区域的交接处沿着玻璃外部轮廓向后移动100 mm的位置，若不存在不透光遮蔽区域，则从玻璃材料前部可见边界开始测量；
- b) 后边界：WAD 2300或前风窗玻璃材料后部可见边界向前移动130 mm，在玻璃同一横向方向上取最前位置；
- c) 侧边界：不透光遮蔽区域与透光区域的交接处沿着前风窗玻璃外部轮廓向内移动100 mm，若不存在不透光区域，则从玻璃材料侧面可见边界向内开始测量。

注1：当测量点位于前风窗玻璃测试区域内并处于WAD 1700之前（含WAD 1700）时，进行儿童头型试验；当测量点位于前风窗玻璃测试区域内并处于WAD 1700之后时，进行成人头型试验。

注2：对于a)和c)，100 mm的距离是通过软尺垂直于不透光遮蔽区域边界线的切线并沿着车辆外表面拉紧确定；对于b)，130 mm的距离是通过软尺垂直于前风窗玻璃后部边缘切线并沿着车辆外表面拉紧确定。

3.18

保险杠上部基准线 **upper bumper reference line; UBRL**

行人与保险杠有效接触点的上部界限。

注1：长700 mm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8）。

注2：为避免直尺与保险杠以上结构接触，可缩短直尺长度。

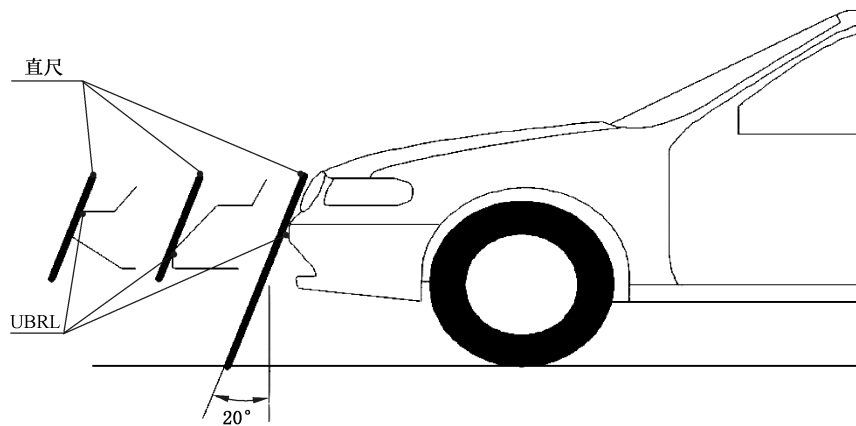


图8 保险杠上部基准线示意图

3.19

保险杠下部基准线 lower bumper reference line; LBRL

行人与保险杠有效接触点的下部界限。

注：长 700 mm 直尺平行于车辆纵向垂直平面并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 9）。

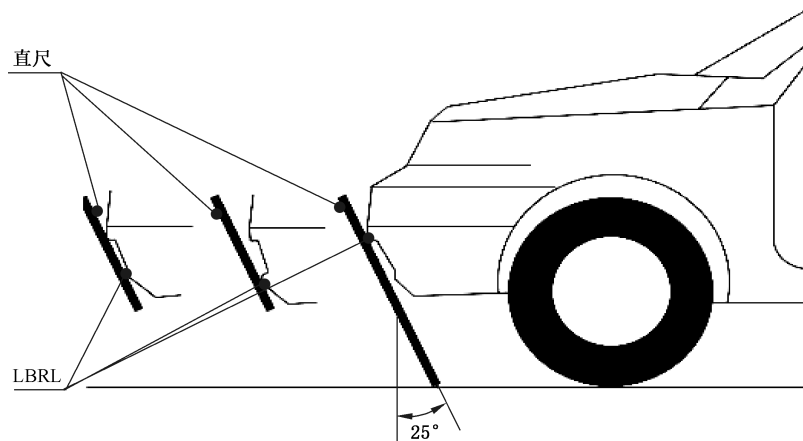


图9 保险杠下部基准线示意图

3.20

保险杠下部高度 lower bumper height

车辆处于正常行驶姿态，地面基准平面与保险杠下部基准线的垂直距离。

3.21

保险杠试验区域 bumper test area

两个纵向垂直平面之间的保险杠前表面区域。

注1：过保险杠角的两个纵向垂直平面分别向内平行移动 42 mm 后，或过保险杠横梁 [见图 10 a)] 两端的两个纵向垂直平面分别向内平行移动 42 mm 后，两个纵向垂直平面之间较宽的保险杠前表面区域为试验区域。

注2：保险杠横梁为保险杠蒙皮后面用于保护车辆前部的横梁结构件，不包括泡沫、外覆盖件支撑以及任何行人保护装置。

3.22

保险杠角 corner of bumper

边长为 236 mm × 236 mm 的方板 [见图 10 b)] 前表面垂直中心线与保险杠前表面的接触点 [见图 10 c) 和图 10 d)]。

注1：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。

注2：当方板前表面垂直中心线与保险杠前表面有多个接触点时，保险杠角取最外侧接触点。移动方板使其前表面与保险杠前表面接触，移动过程中使方板前表面与车辆纵向垂直平面成 60° ，与地面基准平面垂直；方板前表面水平中心线与地面基准平面平行；方板中心点不低于保险杠下部基准线或地面基准平面向上 75 mm （取两者较高者），不高于保险杠上部基准线或地面基准平面向上 $1\ 003\text{ mm}$ （取两者较低者）。

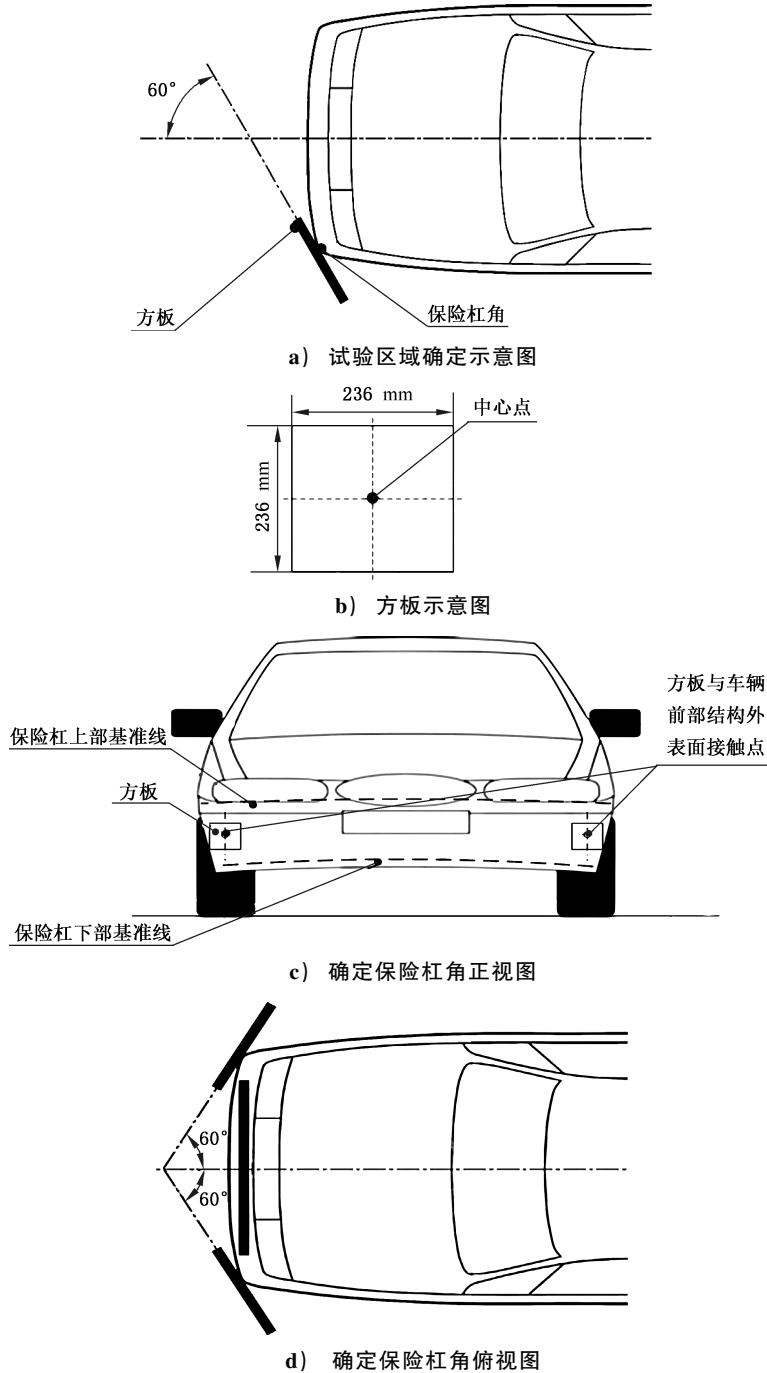


图 10 保险杠角示意图

3.23

保险杠三等分 **third of the bumper**
 保险杠角之间横向距离三等分。

3.24

膝部中心 center of the knee

下腿型冲击器的膝部有效弯曲点。

3.25

大腿 femur

下腿型冲击器的膝部中心以上的所有部件或部分部件。

注：包括肌肉、皮肤、阻尼器、仪器和支架、滑轮等以及连接于冲击器上用于发射的装置。

3.26

小腿 tibia

下腿型冲击器的膝部中心以下的所有部件或部分部件。

注：包括肌肉、皮肤、仪器和支架、滑轮以及连接于冲击器上用于发射的装置；包含脚的补偿（如质量补偿等）。

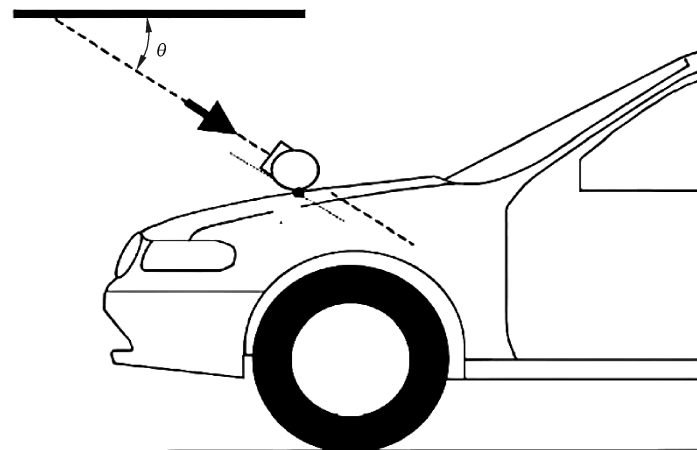
3.27

测量点 measuring point

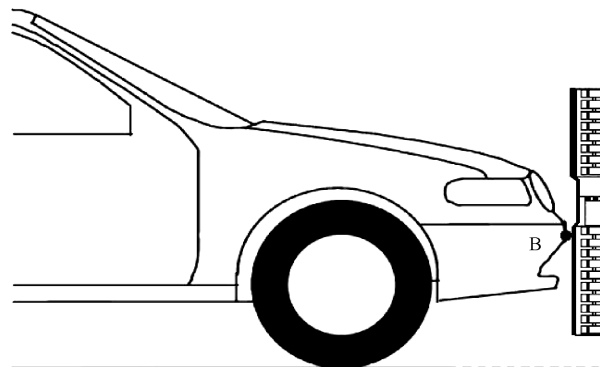
车辆外表面上用来评价的点。

注1：头型测量点是在车辆纵向垂直平面内通过头型质心的头型外轮廓与车辆外表面的接触点 [见图 11 a)]。

注2：腿型测量点是下腿型冲击保险杠试验点或上腿型冲击保险杠试验点，位于通过腿型冲击器中心轴的车辆纵向垂直平面内 [见图 11 b)]。



a) 头型试验测量点示意图



b) 腿型试验测量点示意图

图 11 测量点示意图

3.28

评价区间 assessment interval

从下腿型冲击器与车辆第一接触时刻起到下腿型所有腿骨弯矩曲线第一次达到最大值（超过

15 N·m)，随后下降到零点的特定时间段。

注1：韧带延伸量与腿骨弯矩的评价区间相同。如果所有腿骨弯矩与零点相交的时间段内，有腿骨弯矩曲线未与零点相交，则所有腿骨弯矩时间历程曲线向上或向下移动，直到所有腿骨弯矩曲线第一次与零点相交，腿骨弯矩时间历程曲线的移动仅用于确定评价区间。

注2：如腿骨弯矩曲线未同时下降到零点，选取从下腿型冲击器与车辆第一接触时刻起到所有腿骨弯矩曲线第一次全部相交的特定时间段，腿骨弯矩时间历程曲线的移动仅用于确定评价区间。

3.29

非典型前风窗玻璃破裂现象 atypical windscreen fracture behaviour

头型冲击器撞击前风窗玻璃试验过程中出现的破裂现象。

注：在头型与前风窗玻璃初次接触后的最初 4 ms 内，头型加速度与时间导数最小值的绝对值不大于 180 g/ms；或前风窗玻璃保持 1 ms 以上不碎裂。

4 技术要求

4.1 腿型试验要求

4.1.1 通则

保险杠下部高度小于 425 mm 的车辆应符合 4.1.2 的要求。

保险杠下部高度不小于 425 mm 但小于 500 mm 的车辆应符合 4.1.2 或 4.1.3 的要求。

保险杠下部高度不小于 500 mm 的车辆应符合 4.1.3 的要求。

4.1.2 下腿型试验要求

按照 6.1.1 的规定进行试验时，膝部内侧副韧带动态延伸量（MCL）绝对值的最大值应不大于 22 mm，膝部前交叉韧带动态延伸量（ACL）和膝部后交叉韧带动态延伸量（PCL）应不大于 13 mm。小腿最大动态弯矩的绝对值应不大于 340 N·m。制造厂可指定宽度总计最大为 264 mm 的保险杠试验区域（如拖车钩、充电口、传感器等特殊位置区域），此区域的小腿最大动态弯矩的绝对值应不大于 380 N·m。

4.1.3 上腿型试验要求

按照 6.1.2 的规定进行试验时，相对于任何时刻的瞬间冲击力总和应不大于 7.5 kN，试验冲击器的弯矩应不大于 510 N·m。

4.2 头型试验要求

4.2.1 儿童头型和成人头型试验要求

按照 6.2、6.3、6.4 的规定进行试验时，至少三分之二的发动机罩上部试验区域和前风窗玻璃试验区域的合计试验区域，头部伤害指标（HIC）应不大于 1 000，HIC 按照公式（1）计算；同时，至少三分之二的发动机罩上部试验区域，HIC 应不大于 1 000；剩余测试区域的 HIC 应不大于 1 700。

HIC = (t2 - t1) [1 / (t2 - t1) * integral from t1 to t2 of a dt] ^ 2.5 (1)

式中：

a —— 测量出的合成加速度，用重力加速度（g）来表示，其中1g=9.81 m/s²；

t1, t2 —— 在冲击过程中的两个时刻，单位为秒（s）；

t_2-t_1 —— 记录开始与记录结束两个时刻之间的某一段时间间隔，单位为秒（s），在该时间间隔内 HIC 取最大值（ $t_2-t_1 \leq 15 \text{ ms}$ ）。

4.2.2 儿童头型冲击要求

按照 6.2 和 6.3 的规定进行试验时，对于进行儿童头型试验的发动机罩上部试验区域和/或前风窗玻璃试验区域，每个区域至少一半的试验区域 HIC 应不大于 1 000，剩余区域的 HIC 应不大于 1 700。

4.3 车身高度可变化车辆试验要求

如果车辆装备在城市道路行驶过程中可改变车身高度的系统，且行驶速度在 25 km/h~40 km/h 时其前轴高度变化大于 25 mm，因车身高度变化而产生的相关试验区域测量点也应符合 4.1 和 4.2 的规定。冲击器冲击速度为第 6 章规定的速度或车辆高度对应的行驶速度（速度偏差为 $\pm 0.2 \text{ m/s}$ ）。选择车辆高度对应的行驶速度时，其中头型冲击器速度与车辆行驶速度的比率为 0.9，且头型冲击器速度不大于 $9.7 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ 。

4.4 头型试验区域的划分

4.4.1 制造厂应确定 HIC 不大于 1 000（HIC 1000 区域）或不大于 1 700（HIC 1700 区域）的发动机罩上部试验区域和前风窗玻璃试验区域（见图 12）。

4.4.2 发动机罩上部试验区域和前风窗玻璃试验区域以及 HIC 1000 区域和 HIC 1700 区域，应基于制造厂提供的车辆俯视图来确定。制造厂应提供必要的 x 、 y 坐标值，以在实际车辆上标出试验区域，同时考虑车辆在 z 向的外形。

4.4.3 HIC 1000 区域和 HIC 1700 区域可以由几部分组成，组成部分的数量不受限定。发动机罩上部试验区域和前风窗玻璃试验区域由测量点确定。发动机罩上部试验区域和前风窗玻璃试验区域以及 HIC 1000 区域和 HIC 1700 区域表面的计算应基于发动机罩和前风窗玻璃的俯视图进行，即基于制造厂提供的车辆俯视图进行。

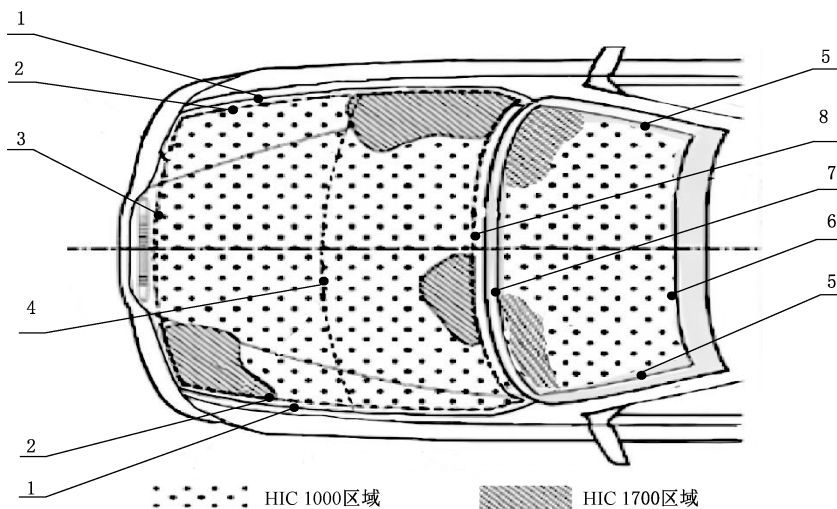


图 12 HIC 1000 区域和 HIC 1700 区域的示意图

标引序号说明：

- 1——侧面基准线；
- 2——侧面基准线沿着车辆外部轮廓向内移动 82.5 mm；
- 3——儿童头型发动机罩上部试验区域前边界；
- 4——WAD 1700；
- 5——前风窗玻璃试验区域侧边界；
- 6——前风窗玻璃试验区域后边界；
- 7——前风窗玻璃试验区域前边界；
- 8——成人头型发动机罩上部试验区域后边界。

图 12 HIC 1000 区域和 HIC 1700 区域的示意图（续）

5 试验规定

5.1 试验条件

5.1.1 温度和湿度

试验设备和车辆或其子系统应置于相对湿度 $(40 \pm 30)\%$ 和温度 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 4\text{ }^\circ\text{C}$ 的环境下。

5.1.2 冲击试验场地

冲击试验场地应由平坦、光滑、坚硬的平面构成，相对于水平面的倾斜角应不大于 1% 。

5.2 车辆的准备

5.2.1 在确定车辆基准线和试验区域时，车辆应处于正常行驶姿态。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。车辆上任何可改变形状或位置的部件，除了车辆的悬架部件之外，应处于收回位置。用于保护行人等弱势道路参与者的装置，应处于未启动状态。

5.2.2 对于完整的车辆或车身，分别按下列条件调试后进行试验。

- a) 车辆应处于正常行驶姿态，并且牢固地安放在支撑架上或在驻车制动器制动状态下停在水平平面上。
- b) 车身应包括车辆前部结构的所有部分，发动机罩下面的所有部件和前风窗玻璃后面的可能在正面碰撞中与行人等弱势道路参与者有关的所有部件，以体现车辆上所有参与其中部件的性能和相互作用。车身应在车辆正常行驶姿态下牢固地固定。
- c) 车身上的孔、表面、标记和识别标志可作为在车辆正常行驶姿态下车辆制造厂所规定的车辆基准标记，基准标记的高度为相对于地面基准平面的垂直高度。当基准标记的高度处于车辆正常行驶姿态下设计高度的 $\pm 25\text{ mm}$ 范围内，将车辆调整到设计高度位置进行试验。

5.2.3 在与车辆发生碰撞时，所有设计用于保护行人等弱势道路参与者的装置，如制造厂提供了证明该装置有效性的材料，可处于启动状态进行试验。

5.2.4 除了用于保护行人等弱势道路参与者的装置外，对于可改变形状或者位置的车辆部件，以及有不止一种固定形状或位置的部件，则车辆在每种形状或位置均应进行试验。

5.3 试验冲击器的规定

5.3.1 下腿型冲击器

5.3.1.1 结构尺寸

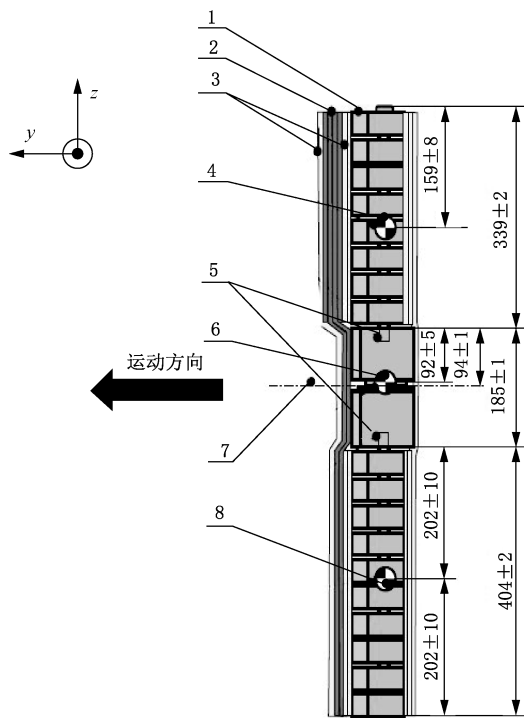
5.3.1.1.1 下腿型冲击器应由皮肤、肌肉、大腿、小腿、膝部组成，外廓尺寸见图 13。下腿型冲击器总质量为 $13.2\text{ kg} \pm 0.4\text{ kg}$ 。支架、滑轮等连接冲击器并用于发射或保护的装置，可参照图 13 和图 14 所示的尺寸进行扩展。

5.3.1.1.2 大腿和小腿截面尺寸示意图见图 14 a)。

5.3.1.1.3 膝部截面尺寸示意图见图 14 b)。

5.3.1.1.4 大腿和小腿（不包括肌肉和皮肤，但包括与膝部的连接件）的质量分别为 $2.46\text{ kg} \pm 0.12\text{ kg}$ 和 $2.64\text{ kg} \pm 0.13\text{ kg}$ 。膝部（不包括肌肉和皮肤）的质量为 $4.28\text{ kg} \pm 0.21\text{ kg}$ 。大腿、小腿和膝部的总质量（不包括肌肉和皮肤）为 $9.38\text{ kg} \pm 0.30\text{ kg}$ 。大腿和小腿（不包括肌肉和皮肤，但包括与膝部的连接件）的质心位置见图 13，膝部质心位置见图 13。大腿和小腿（不包括肌肉，但包括与膝部的连接件）通过各自质心相对 X 轴的转动惯量分别为 $0.0325\text{ kg}\cdot\text{m}^2 \pm 0.0016\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 和 $0.0467\text{ kg}\cdot\text{m}^2 \pm 0.0023\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ ，膝部通过其质心相对 X 轴的转动惯量为 $0.0180\text{ kg}\cdot\text{m}^2 \pm 0.0009\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 。

单位为毫米



标引序号说明：

- | | |
|----------|-----------|
| 1——冲击面； | 5——连接处； |
| 2——肌肉； | 6——膝部质心； |
| 3——皮肤； | 7——膝关节中心； |
| 4——大腿质心； | 8——小腿质心。 |

图 13 下腿型冲击器的大腿、小腿、膝部质心位置及尺寸示意图

单位为毫米

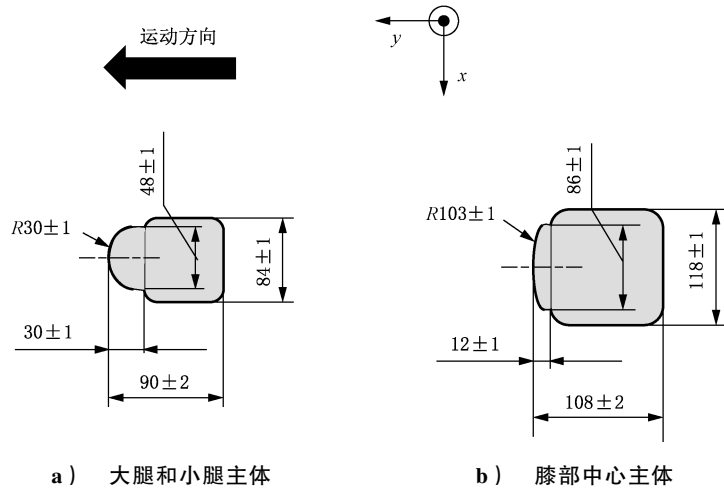


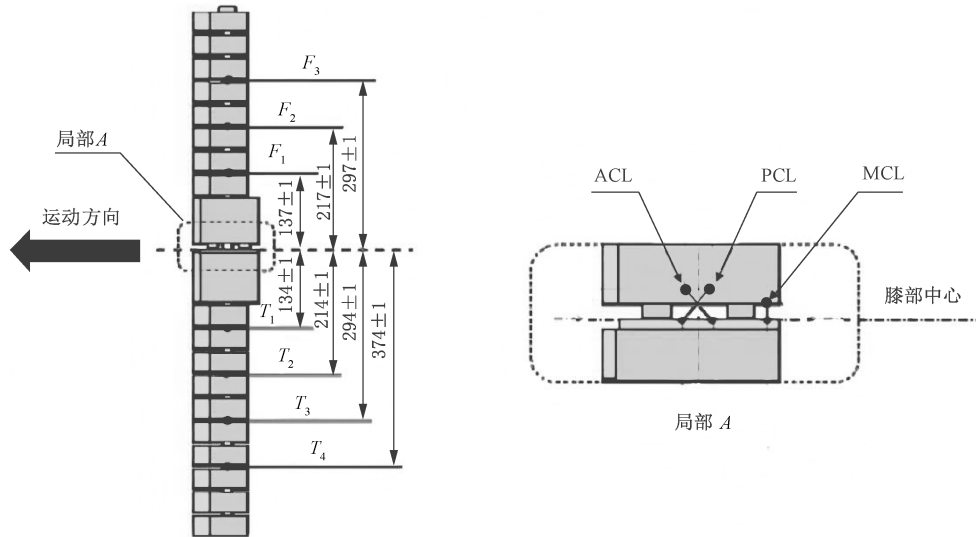
图 14 下腿型冲击器的大腿、小腿、膝部外廓尺寸示意图

5.3.1.2 传感器

5.3.1.2.1 小腿应安装 4 个弯矩传感器，大腿应安装 3 个弯矩传感器。传感器安装位置与膝部中心示意图见图 15，传感器测量方向为冲击器 X 轴。

5.3.1.2.2 膝部应安装 3 个位移传感器，测量 MCL、ACL 和 PCL，每个传感器的测量位置见图 15，测量位置在膝部中心沿 X 轴方向±4 mm 范围内。

单位为毫米



标引序号说明：

- T_1 ——小腿上部弯矩；
- T_2 ——小腿中上部弯矩；
- T_3 ——小腿中下部弯矩；
- T_4 ——小腿下部弯矩；
- F_1 ——大腿下部弯矩；

- F_2 ——大腿中部弯矩；
- F_3 ——大腿上部弯矩；
- ACL——膝部前交叉韧带伸长量；
- PCL——膝部后交叉韧带伸长量；
- MCL——膝部内侧副韧带伸长量。

图 15 下腿型传感器位置示意图

5.3.1.2.3 传感器响应值的通道滤波等级（CFC）应符合 ISO 6487 的规定，所有传感器的 CFC 均应为 180。传感器响应值的通道幅值等级（CAC）应符合 ISO 6487 的规定，膝部韧带延伸量应为 30 mm，腿部弯矩应为 400 N·m。

5.3.1.2.4 下腿型冲击器小腿弯矩和膝部延伸量的峰值应在评价区间内确定。

5.3.1.3 标定

5.3.1.3.1 下腿型冲击器应按照 7.1 的规定进行标定。

5.3.1.3.2 下腿型冲击器有两种动态标定方法，包括 7.1.3 中规定的反向冲击标定（IC），以及 7.1.2 中规定的摆锤标定（PC）。下腿型冲击器动态标定按照 IC—PC—PC 次序循环标定。下腿型冲击器每次动态标定后，最多可进行 10 次冲击试验。

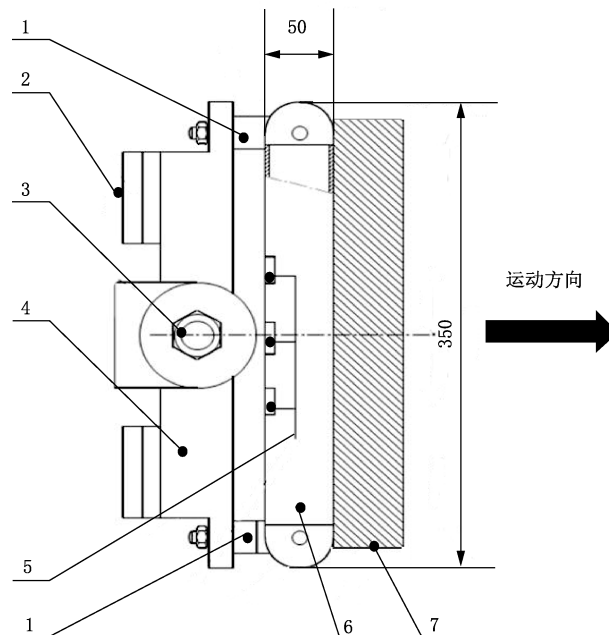
5.3.1.3.3 应采用 7.1.1 中规定的标定程序，每 12 个月至少对下腿型冲击器进行一次静态标定。

5.3.2 上腿型冲击器

5.3.2.1 结构尺寸

5.3.2.1.1 上腿型冲击器应是刚性的，以泡沫覆盖撞击侧，长度为 350 mm±5 mm，示意图见图 16。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——载荷传感器；
- 2——规定的重块；
- 3——限力矩连接件；
- 4——后面部件；
- 5——应变传感器；
- 6——前面部件；
- 7——具有橡胶皮肤的泡沫肌肉。

图 16 上腿型冲击器示意图

5.3.2.1.2 上腿型冲击器，包括在撞击过程中作为冲击器重要部分的推进和导向的部件，总质量应为 9.5 kg±0.1 kg。

5.3.2.1.3 上腿型冲击器的前面部件和载荷传感器总成前面的其他部件，加上载荷传感器总成中在启动元件前面的部件，总质量（不包括泡沫和皮肤）为 $1.95\text{ kg} \pm 0.05\text{ kg}$ 。

5.3.2.1.4 上腿型冲击器应通过限力矩连接件安装在推进系统上，并对非轴向的载荷不敏感。当与车辆接触时，应防止冲击器在其他方向的运动和转动，确保冲击器沿着规定的冲击方向运动。

5.3.2.1.5 调整限力矩连接件时，应保证前面部件的纵向轴在撞击时保持在 $90^\circ \pm 2^\circ$ 内，连接件的摩擦扭矩为 $675\text{ N}\cdot\text{m} \pm 25\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

5.3.2.1.6 限力矩连接件之前的冲击器部件的质心，包括所有重块，应位于冲击器的纵向中心线 $\pm 10\text{ mm}$ 内。

5.3.2.1.7 载荷传感器中心线之间的距离为 $310\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ，前面部件的直径为 $50\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 。

5.3.2.1.8 每次试验，冲击器应安装两张新的 25 mm 厚 CF-45 型泡沫肌肉或等效物，泡沫肌肉应采用动态标定试验相同的材料。皮肤是 1.5 mm 厚的纤维加强橡胶层。除所有用于将橡胶皮肤后边缘连接到后面部件上的固定件和安装件外，泡沫肌肉和橡胶皮肤总质量为 $0.6\text{ kg} \pm 0.1\text{ kg}$ 。泡沫肌肉和橡胶皮肤向后折叠，橡胶皮肤通过衬垫固定在后面部件上，使橡胶皮肤的侧面保持平行。泡沫肌肉的尺寸和形状应保证在泡沫肌肉和前面部件之后的部件之间保持有足够的间隙，以避免泡沫肌肉和这些部件之间传递较大载荷。

5.3.2.2 传感器

5.3.2.2.1 两个载荷传感器分别测量施加在上腿型冲击器两端的力，应变传感器在如图 16 所示的三个位置测量弯矩，每一位置处的传感器使用单独的测量通道。应变传感器应安装在冲击器前面部件的后面。两个外侧应变传感器位于冲击器纵向中心线 $50\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 的位置，中间的应变传感器位于纵向中心线上，偏差 $\pm 1\text{ mm}$ 。

5.3.2.2.2 传感器响应值的 CFC 符合 ISO 6487 的规定，所有传感器的 CFC 均应为 180。传感器响应值的 CAC 符合 ISO 6487 的规定，力为 10 kN ，弯矩为 $1\ 000\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

5.3.2.3 标定

5.3.2.3.1 上腿型冲击器应按照 7.2 的规定进行标定。

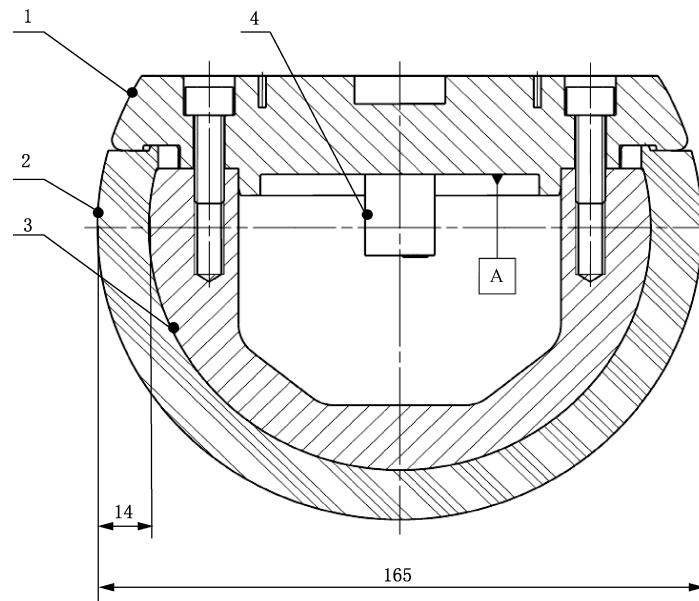
5.3.2.3.2 上腿型冲击器每次标定后最多可进行 20 次冲击试验（不适用于推进或导向的部件）。从上一次标定算起，如果时间超过 12 个月或上腿型冲击器传感器的输出超过规定的 CAC，上腿型冲击器均应重新标定。

5.3.3 儿童和成人头型冲击器

5.3.3.1 儿童头型冲击器

5.3.3.1.1 结构尺寸

如图 17 所示，儿童头型冲击器应为铝制，均质结构，球形，直径为 $165\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ ，质量为 $3.50\text{ kg} \pm 0.07\text{ kg}$ 。相对于过质心且垂直于冲击方向的轴的转动惯量应为 $0.008\text{ kg}\cdot\text{m}^2 \sim 0.012\text{ kg}\cdot\text{m}^2$ 。包括传感器的头型冲击器的质心应位于球的几何中心，允许偏差为 $\pm 2\text{ mm}$ 。球体用 $14.0\text{ mm} \pm 0.5\text{ mm}$ 厚的合成皮肤覆盖，覆盖面积至少为球体的一半。



标引序号说明：

- 1——底板；
- 2——皮肤；
- 3——球体；
- 4——加速度传感器。

图 17 儿童头型冲击器示意图

5.3.3.1.2 传感器

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的中心与球体中心的偏差在 ± 10 mm内，在与测量轴垂直方向上传感器安装块的中心与球体中心的偏差在 ± 1 mm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 17），并且其安装块安装位置应处于半径为 1 mm，高度为 20 mm 的圆柱形区域内。圆柱形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，其安装块定位于半径为 10 mm 的球形区域内。传感器安装块的中心应与头型冲击器的球体中心重合。

传感器响应值的 CFC 应符合 ISO 6487 的规定，CFC 应为 1 000。传感器响应值的 CAC 应符合 ISO 6487 的规定，CAC 应为 500g。

5.3.3.1.3 第一固有频率

头型冲击器的第一固有频率应大于 5 000 Hz。

5.3.3.2 成人头型冲击器

5.3.3.2.1 结构尺寸

成人头型冲击器应为铝制，均质结构，球形，直径为 $165 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ ，质量为 $4.5 \text{ kg} \pm 0.1 \text{ kg}$ ，如图 18 所示。相对于过质心且垂直于冲击方向的轴的转动惯量应为 $0.010 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \sim 0.013 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ 。包括传感器的头型冲击器的质心应位于球的几何中心，偏差为 ± 5 mm。球体用 $14.0 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ 厚的合成皮肤覆

盖，覆盖面积至少为球体的一半。

5.3.3.2.2 传感器

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±10 mm 内，在与测量轴垂直方向上传感器安装块与球体中心的偏差在±1 mm 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 18），并且其安装块的安装位置应处于半径为 1 mm，高度为 20 mm 的圆柱形区域内。圆柱形区域的中心线应垂直于安装面且中点应与头型冲击器的球体中心重合。

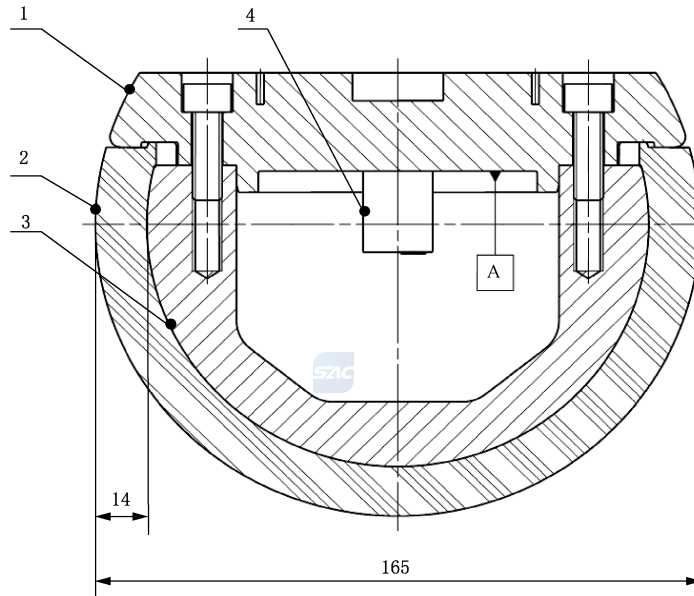
其余加速度传感器的测量轴应互相垂直，并且平行于安装面 A，其安装块定位于半径为 10 mm 的球形区域内。传感器安装块的中心应与头型冲击器的球体中心重合。

传感器响应值的 CFC 应符合 ISO 6487 的规定，CFC 应为 1 000。传感器响应值的 CAC 应符合 ISO 6487 的规定，CAC 应为 500g。

5.3.3.2.3 第一固有频率

头型冲击器的第一固有频率应大于 5 000 Hz。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——底板；
- 2——皮肤；
- 3——球体；
- 4——加速度传感器。

图 18 成人头型冲击器示意图

5.3.3.3 头型冲击器的后表面

在头型冲击器后部的外表面提供一个平坦平面，垂直于运动方向和其中一个加速度传感器的测量轴，在该平面上能提供便于安装加速度传感器和推进系统的连接点。

5.3.3.4 头型冲击器的标定

头型冲击器应按 7.3 的规定进行标定。已标定的头型冲击器在重新标定前最多可进行 20 次冲击试验。从上一次标定算起，如果时间超过 12 个月，或在某一次冲击时头型冲击器传感器的输出，超过规定的 CAC 时，头型冲击器均应重新进行标定。

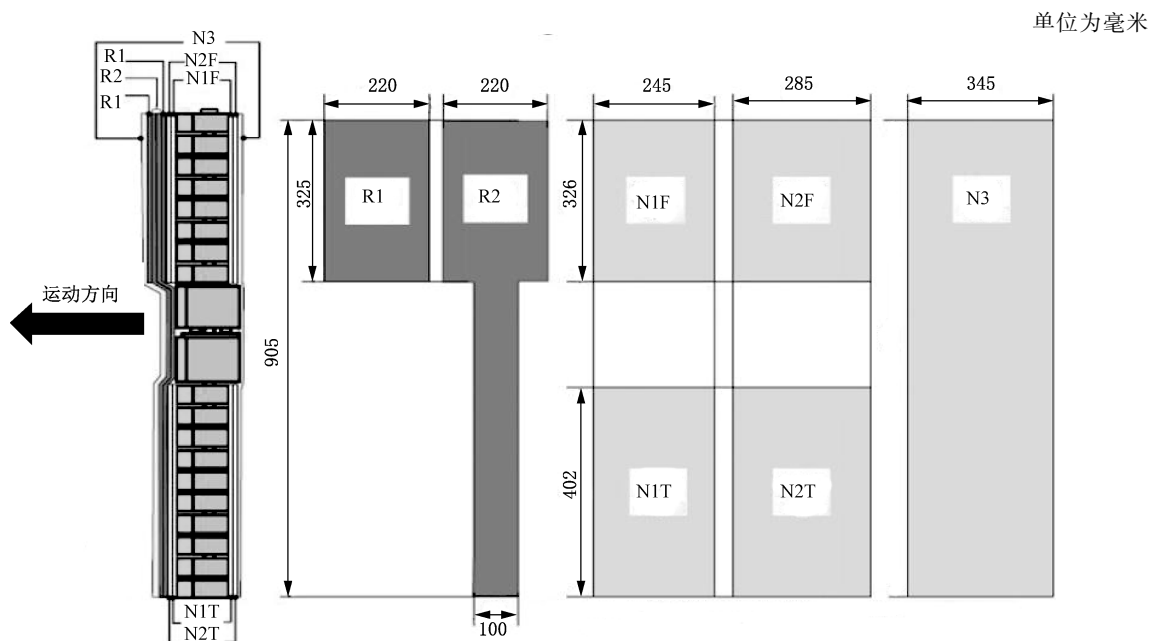
6 试验程序

6.1 腿型的试验程序

6.1.1 下腿型的试验程序

6.1.1.1 试验开始前，冲击器所有部件应置于相对湿度（ 40 ± 30 ）% 和温度（ 20 ± 4 ）°C 的环境下放置至少 4 h，冲击器不应暴露在 5.1.1 规定的试验区域条件以外的环境。

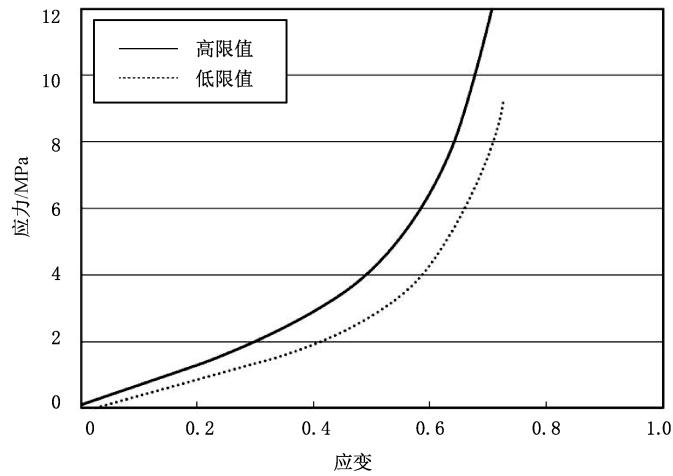
6.1.1.2 每次试验应在 2 h 内完成。冲击器应由合成橡胶片（R1、R2）和尼龙片（N1F、N2F、N1T、N2T、N3）组成的肌肉和皮肤进行包裹，合成橡胶片和尼龙片应符合图 19 所示尺寸，合成橡胶片的厚度为 $5 \text{ mm} \pm 0.75 \text{ mm}$ ，尼龙片的厚度为 $5.6 \text{ mm} \pm 0.75 \text{ mm}$ 。合成橡胶片和尼龙片的压缩特性曲线应在图 20 所示的限值区间内，应检查同一批冲击器肌肉和皮肤材料的压缩特性。



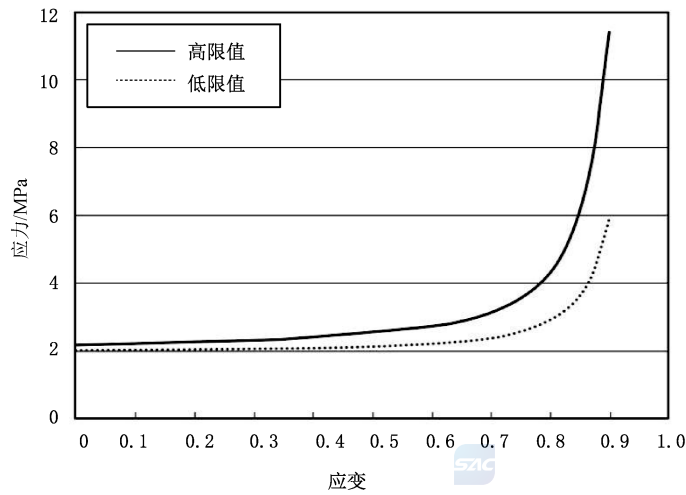
注1：R1、R2 为合成橡胶片，N1、N2、N3 为尼龙片，N1F、N2F 为覆盖在大腿总成上的尼龙片，N1T、N2T 为覆盖在小腿总成上的尼龙片，橡胶片和尼龙片从左到右排列对应从内向外的包裹顺序。

注2：N1、N2、N3 长度和宽度的公差为 $\pm 10 \text{ mm}$ ，R1、R2 长度和宽度的公差为 $\pm 5 \text{ mm}$ 。

图 19 下腿型肌肉和皮肤尺寸



a) 合成橡胶板



b) 氯丁橡胶板

图 20 橡胶和尼龙片压缩特性限值区间示意图

6.1.1.3 应至少进行 3 次下腿型冲击试验，分别位于保险杠三等分的中间和两侧试验区域。在试验区域内选取易造成较大伤害的位置作为测量点，选取测量点的车身结构类型应不同。沿垂直于车辆纵向中心平面的水平方向上测量，相邻测量点之间的距离应不小于 84 mm，测量点的位置应在试验报告中说明。

6.1.1.4 试验时，冲击速度的方向应在水平平面内，且平行于车辆纵向垂直平面。在第一接触时刻速度方向在水平平面和纵向平面的偏差为 $\pm 2^\circ$ 。冲击器的纵向轴应垂直于水平平面，在侧向平面和纵向平面的偏差为 $\pm 2^\circ$ 。水平平面、纵向平面和侧向平面互相正交（见图 21）。

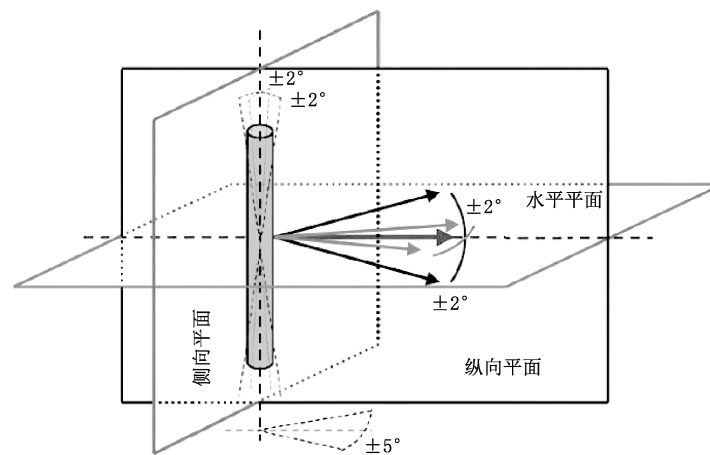


图 21 在第一接触时刻下腿型冲击器允许的角度偏差示意图

6.1.1.5 在第一接触时刻，冲击器的底部应在地面基准平面以上 $75\text{ mm} \pm 10\text{ mm}$ （见图 22）。设置推进系统的高度时，应考虑冲击器在自由飞行期间的重力影响，并符合如下要求。

- 冲击器在距车辆一定的距离处释放为自由飞行状态，这个距离应保证在冲击器反弹时，推进系统与冲击器的接触不影响试验结果。在符合规定冲击条件下，冲击器可采用任何方式推进。
- 在第一接触时刻，冲击器绕着垂直轴的旋转偏差为 $\pm 5^\circ$ （见图 21）。
- 在第一接触时刻，冲击器的中心线与测量点的偏差为 $\pm 10\text{ mm}$ ，实验室也可用多次试验证明试验满足准确度要求。
- 在冲击器和车辆接触的过程中，冲击器不应接触地面或与车辆无关的任何物体。

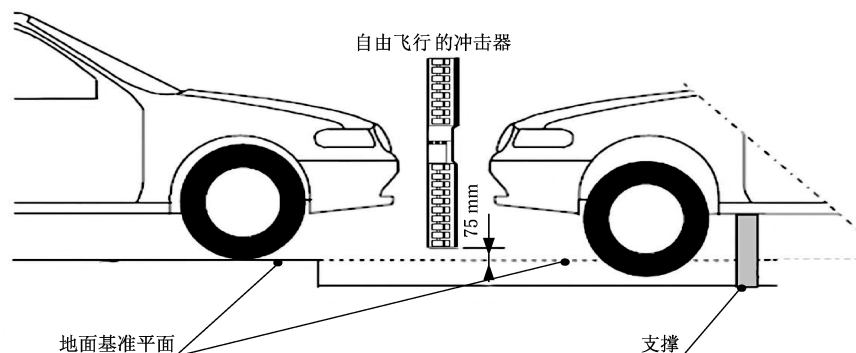


图 22 正常行驶姿态的整车（左侧）和安装在支撑上的车身（右侧）的下腿型对保险杠试验示意图

6.1.1.6 当下腿型冲击器撞击保险杠时，其冲击速度应为 $11.1\text{ m/s} \pm 0.2\text{ m/s}$ 。该速度应通过测量仪器获得，并考虑重力等影响因素。

6.1.1.7 在第一接触时刻前 30 ms ，小腿弯矩应不超过 $\pm 15\text{ N}\cdot\text{m}$ 。

6.1.1.8 试验前，应调整处于静止位置的柔性下腿型冲击器，使测量参数初始值接近 0。

6.1.2 上腿型的试验程序

6.1.2.1 在冲击器用于试验前，冲击器或至少是泡沫肌肉应在贮存区保存至少 4 h ，贮存区的相对湿度为 $(35 \pm 10)\%$ ，温度为 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 。从贮存区取出后，冲击器不应暴露在 5.1.1 规定的试验区域条件以外的环境。当冲击器从贮存区取出用于试验时，每次试验应在 2 h 内完成。选择的测量点应在保险杠试

验区域内。

6.1.2.2 应至少进行3次上腿型对保险杠的冲击试验，分别位于保险杠三等分的中间和两侧试验区域，测量点应选取易造成较大伤害的位置。选取测量点的车身结构类型应不同，沿垂直于车辆纵向中心平面的水平方向测量，各测量点之间的距离应不小于84 mm。各测量点的位置应在试验报告中说明。

6.1.2.3 在第一接触时刻，冲击方向应平行于车辆纵向轴且与上腿型的轴线垂直，偏差为 $\pm 2^\circ$ 。在第一接触时刻，冲击器的水平中心线应位于保险杠上部基准线和保险杠下部基准线的中线上，纵向偏差为 ± 10 mm，冲击器的垂直中心线与已选定的冲击位置的横向偏差为 ± 10 mm。实验室也可用多次试验证明试验满足准确度要求。

6.1.2.4 当上腿型冲击器撞击保险杠时，其冲击速度应为 $11.1 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ 。

6.2 头型的试验程序

6.2.1 头型冲击器的推进

头型冲击器在冲击瞬间应处于自由飞行状态，且应符合6.3.6、6.4.6规定的冲击速度和6.3.7、6.4.7规定的冲击方向。冲击器在距车辆一定的距离处释放为自由飞行状态，这个距离应保证在冲击器反弹时，推进系统与冲击器的接触不影响试验结果。

6.2.2 冲击速度的测量

按照ISO 3784规定的方法，测量撞击前自由飞行状态的头型冲击器的速度，速度测量的准确度应为 $\pm 0.02 \text{ m/s}$ 。确定冲击器的撞击速度时，考虑可能影响冲击器的所有因素，计算或测量冲击时速度矢量的角度。



6.2.3 记录

应记录加速度-时间历程，计算HIC。记录车辆前部结构的测量点。按照ISO 6487的规定记录试验结果。

6.2.4 测量点

依次选择易造成行人较大伤害位置作为测量点。如果剩余试验区域太小，选择的测量点不能保证最小间隔，则试验次数可小于9次。测量点位置应记录在试验报告中。当车辆配备保护行人等弱势道路参与者的主动装置时，应在主动装置未启动状态选择测量点，可考虑主动装置启动时易造成行人较大伤害的位置。

6.3 儿童头型试验程序

6.3.1 试验应在儿童头型发动机罩上部试验区域和/或前风窗玻璃试验区域内进行。对于发动机罩上部试验区域的后端，在冲击前，头型冲击器不应接触到前风窗玻璃或A柱。对于在前风窗玻璃试验区域的试验，头型冲击器不应直接接触A柱、前风窗玻璃不透光区域（不含车内后视镜安装区域）和雨刮槽区域。

6.3.2 应至少进行9次儿童头型试验。在发动机罩上部区域三等分的中间和两侧试验区域内各进行3次试验，试验位置应选取最易对头部造成伤害的不同结构类型位置。在车辆结构允许的情况下，应在前风窗玻璃头型试验区域中至少进行1次儿童头型试验。每次进行前风窗玻璃区域头型试验时，应使用全新的、没有损伤的玻璃。

6.3.3 测量点之间的距离应不小于165 mm，此距离用一根软尺沿着车辆外表面拉紧确定。

6.3.4 不应选取在试验区外部产生更严重二次伤害的位置作为测量点。

6.3.5 儿童头型试验横向和纵向的冲击偏差应在 ± 10 mm内，此偏差应沿着发动机罩或前风窗玻璃外表

面测量，实验室也可用多次试验证明试验满足准确度要求。

6.3.6 儿童头型冲击器在冲击时的速度应为 $9.7 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ 。

6.3.7 试验时冲击方向应在车辆纵向垂直平面内，相对于水平面的试验冲击角度为 $50^\circ \pm 2^\circ$ ，相对于车辆前部结构应向下和向后。

6.3.8 前风窗玻璃儿童头型试验过程中，当儿童头型冲击器没有与前风窗玻璃下方的车辆内部结构或其他结构直接或间接发生接触且 HIC 大于相应区域限值，并出现非典型前风窗玻璃破裂现象时，制造厂可重复进行该试验。试验最多可重复 3 次，且该情况应记录在试验报告中。

6.4 成人头型的试验程序

6.4.1 试验应在成人头型发动机罩上部试验区域和/或前风窗玻璃试验区域内进行。对于发动机罩上部试验区域的后端，在冲击前，头型冲击器不应接触到前风窗玻璃或 A 柱。对于在前风窗玻璃试验区域的试验，头型冲击器不应直接接触 A 柱、前风窗玻璃不透光区域（不含车内后视镜安装区域）和雨刮槽区域。

6.4.2 应至少进行 9 次成人头型试验。在发动机罩上部区域三等分的中间和两侧试验区域内各进行 3 次试验，试验位置应选取最易对头部造成伤害的不同车身结构类型位置。车辆结构允许情况下，应在前风窗玻璃头型试验区域中至少进行 1 次成人头型试验。每次前风窗玻璃区域头型试验，应使用全新的、没有损伤的玻璃。

6.4.3 测量点之间的距离应不小于 165 mm，此距离用一根软尺沿着车辆外表面拉紧确定。

6.4.4 不应选取在试验区外部产生更严重二次伤害的位置作为测量点。

6.4.5 成人头型试验横向和纵向的冲击偏差应在 $\pm 10 \text{ mm}$ 内，此偏差应沿着发动机罩或前风窗玻璃外表面测量，实验室也可用多次试验证明试验满足准确度要求。

6.4.6 成人头型冲击器在冲击时的速度应为 $9.7 \text{ m/s} \pm 0.2 \text{ m/s}$ 。

6.4.7 试验时冲击方向应在车辆纵向垂直平面内，相对于水平面的试验冲击角度为 $65^\circ \pm 2^\circ$ ，相对于车辆前部结构应向下和向后。

6.4.8 前风窗玻璃成人头型试验过程中，当成人头型冲击器没有与前风窗玻璃下方的车辆内部结构或其他结构直接或间接发生接触且 HIC 大于相应区域限值，并出现非典型前风窗玻璃破裂现象时，制造厂可重复进行该试验。试验最多可重复 3 次，且该情况应记录在试验报告中。

7 冲击器的标定

7.1 下腿型冲击器的标定

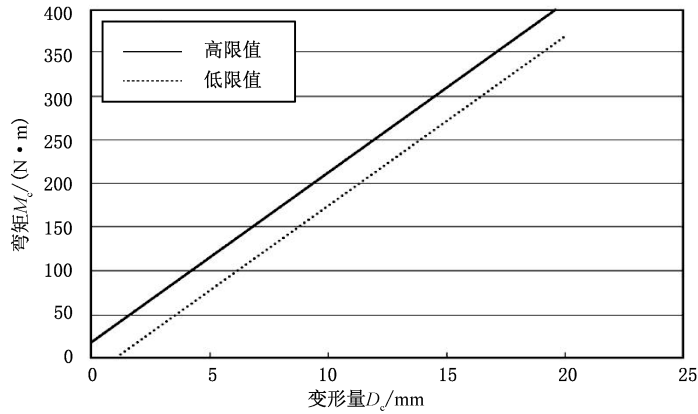
7.1.1 静态标定

7.1.1.1 标定环境

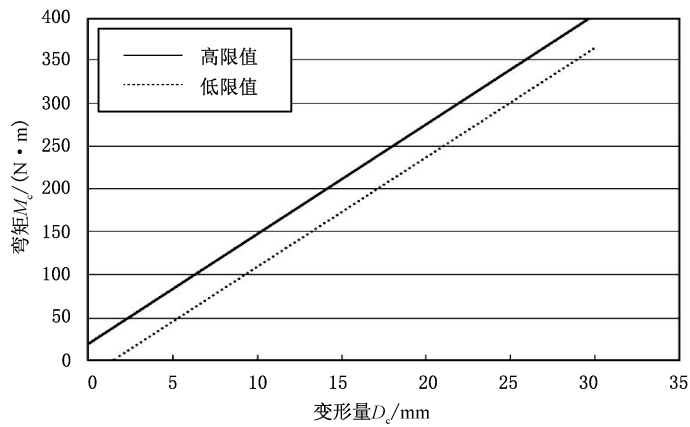
标定过程中，所有试验设备应处于 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的温度环境中。测量标定环境温度，将结果记录在标定报告中。

7.1.1.2 标定要求

7.1.1.2.1 对大腿和小腿的中心位置施加载荷，加载弯矩 (M_c) 与产生的位移 (D_c) 应在图 23 所示的上下限值范围内。



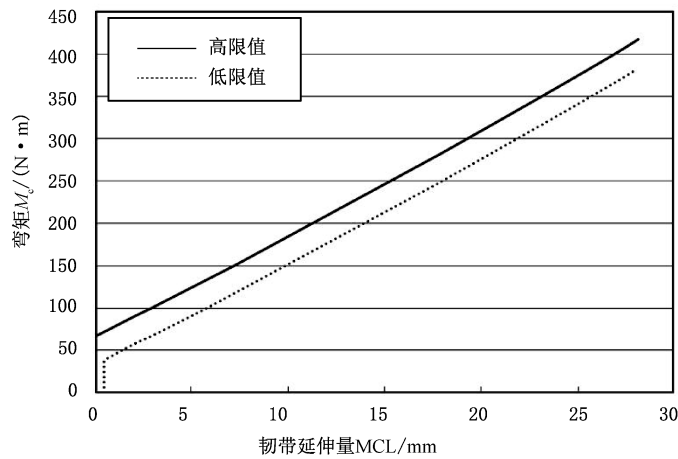
a) 大腿静态标定限值范围



b) 小腿静态标定限值范围

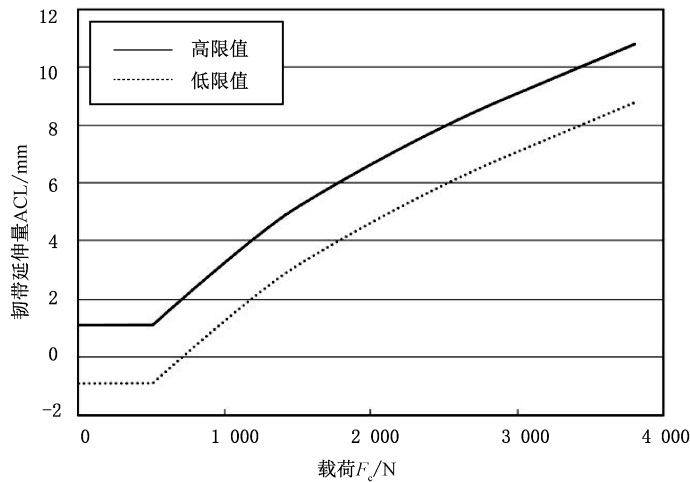
图 23 下腿型冲击器大腿和小腿静态标定限值范围示意图

7.1.1.2.2 对膝部中心位置施加载荷，加载弯矩 (M_c) 或力 (F_c) 与韧带延伸量 MCL、ACL、PCL 应在图 24 所示的上下限值范围内。

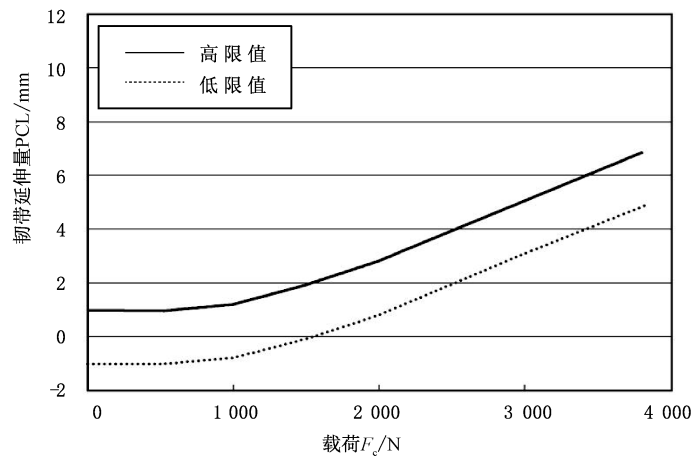


a) 膝部静态标定 MCL 限值范围

图 24 下腿型膝部静态标定限值范围示意图



b) 膝部静态标定 ACL 限值范围



c) 膝部静态标定 PCL 限值范围

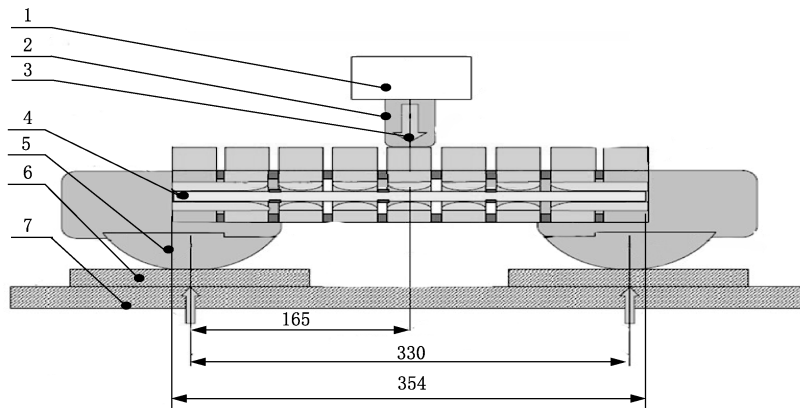
图 24 下腿型膝部静态标定限值范围示意图 (续)

7.1.1.2.3 冲击器膝部韧带延伸量响应值的 CAC (定义见 ISO 6487) 为 30 mm, 对于施加的外部载荷响应值的 CAC 为 4 kN。标定过程中, 在不影响冲击器响应测量结果的情况下, 可采用低通滤波去除高频噪声。

7.1.1.3 标定程序

7.1.1.3.1 按图 25 和图 26 所示将大腿和小腿两端的不弯曲部件牢固地固定在支撑装置上。冲击器的 Y 轴与加载方向平行, 偏差为 $\pm 2^\circ$ 。为获得重复加载载荷, 每个支撑装置下面应放置厚度为 $5\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ 的低摩擦的聚四氟乙烯 (PTFE) 板。在大腿和小腿中心位置处以 $10\text{ mm/min} \sim 100\text{ mm/min}$ 的速度施加载荷使弯矩达到 $380\text{ N}\cdot\text{m}$ 。施加载荷位置偏差应在 $\pm 2\text{ mm}$ 以内, 加载方向沿冲击器 z 向。

单位为毫米

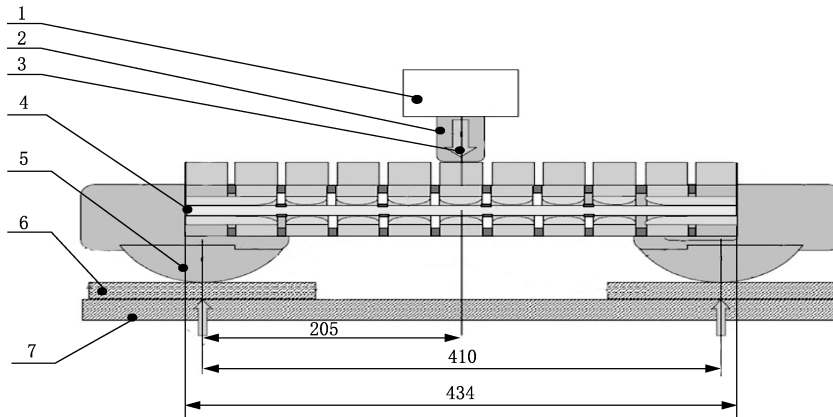


标引序号说明：

- 1——力传感器；
- 2——加载头；
- 3—— F_c 、 D_c 、 M_c ；
- 4——大腿；
- 5——圆柱支撑装置；
- 6——PTFE板；
- 7——平面。

图 25 下腿型大腿静态标定示意图

单位为毫米



标引序号说明：

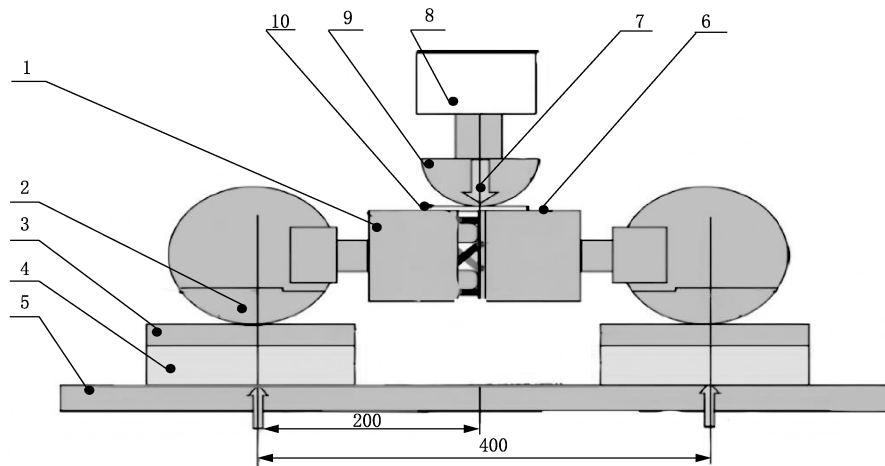
- 1——力传感器；
- 2——加载头；
- 3—— F_c 、 D_c 、 M_c ；
- 4——小腿；
- 5——圆柱支撑装置；
- 6——PTFE板；
- 7——平面。



图 26 下腿型小腿静态标定示意图

7.1.1.3.2 按图 27 将膝部两端牢固地固定在支撑装置上。冲击器的 Y 轴与加载方向平行，偏差为 $\pm 2^\circ$ 。为获得重复加载载荷，每个支撑装置下面应放置厚度为 $5\text{ mm} \pm 2\text{ mm}$ 的低摩擦的 PTFE 板。为避免冲击器损坏，在加载头下面放置压缩特性如图 20 所示的尼龙片，移除膝部冲击面。在膝部中心位置处以 $10\text{ mm/min} \sim 100\text{ mm/min}$ 的速度施加载荷使弯矩达到 $400\text{ N}\cdot\text{m}$ 。施加载荷位置偏差应在 $\pm 2\text{ mm}$ 以内，加载方向沿冲击器 z 向。

单位为毫米



标引序号说明：

- | | |
|------------|---------------------|
| 1——大腿侧； | 6——膝部冲击面移除后的平面； |
| 2——圆柱支撑装置； | 7—— F_c 、 M_c ； |
| 3——PTFE 板； | 8——力传感器； |
| 4——垫片； | 9——圆柱加载头； |
| 5——平面； | 10——尼龙片。 |

图 27 下腿型膝部静态标定示意图

7.1.2 动态摆锤标定

7.1.2.1 标定环境

标定过程中，所有试验设备应处于 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的温度环境中。测量标定环境温度，将结果记录在标定报告中。

7.1.2.2 标定要求

7.1.2.2.1 按照 7.1.2.3 的规定进行标定时，所有小腿弯矩和膝部韧带延伸量的最大绝对值应从初始冲击时刻起 200 ms 内读取，且符合表 1 的要求。

表 1 小腿弯矩和膝部韧带延伸量的最大绝对值

参数	最大绝对值
小腿弯矩/ ($\text{N}\cdot\text{m}$)	$235 \leq T_1 \leq 272$
	$187 \leq T_2 \leq 219$
	$139 \leq T_3 \leq 166$
	$90 \leq T_4 \leq 111$

表 1 小腿弯矩和膝部韧带延伸量的最大绝对值（续）

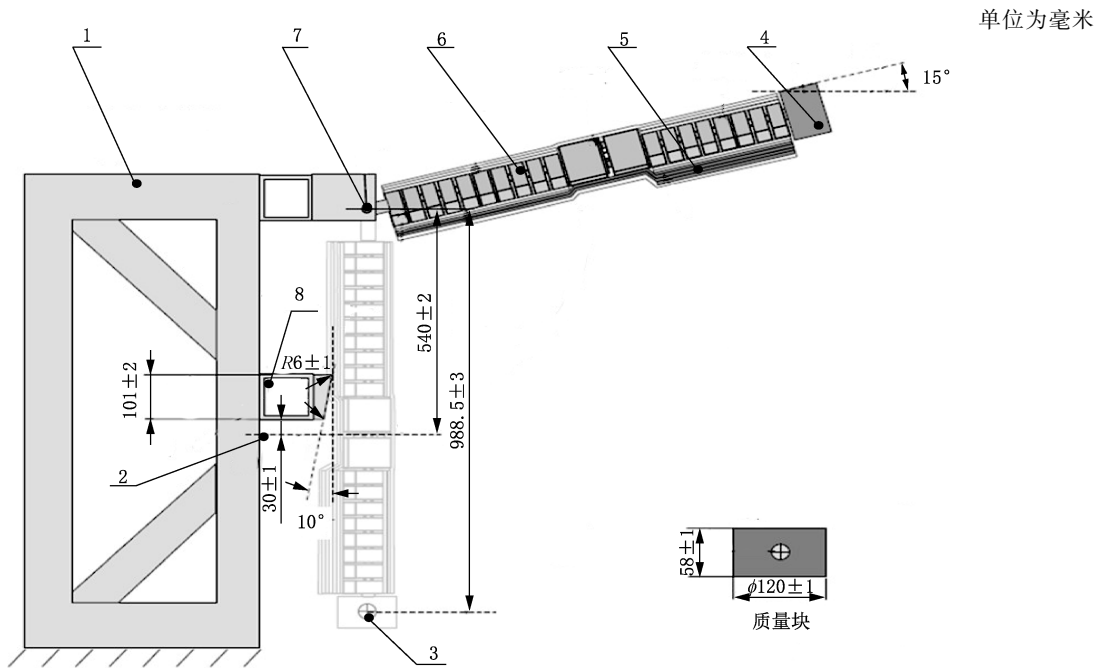
参数	最大绝对值
膝部韧带延伸量/mm	$20.5 \leq MCL \leq 24.0$
	$8.0 \leq ACL \leq 10.5$
	$3.5 \leq PCL \leq 5.0$

7.1.2.2.2 所有传感器响应值的 CFC 均应为 180，小腿弯矩响应值的 CAC 应为 400 N·m，膝部韧带延伸量响应值的 CAC 应为 30 mm。

7.1.2.3 标定程序

7.1.2.3.1 下腿型冲击器膝部中心应在挡块底面以下 $30 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 处。在未包裹肌肉和皮肤的下腿型冲击器的底部安装质量为 $5.00 \text{ kg} \pm 0.05 \text{ kg}$ 的质量块后，将其处于自由悬挂状态，小腿冲击面与挡块前上边缘间距应为 $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ 。

7.1.2.3.2 将包裹肌肉和皮肤的下腿型冲击器悬挂在摆锤标定试验台上，保持下腿型冲击器纵轴与水平面之间的夹角在 $15^\circ \pm 1^\circ$ 。将下腿型冲击器从悬挂位置处释放（绕转轴自由摆动），下腿型冲击器绕试验台转轴自由下落，见图 28。



- 标引序号说明：
- 1——动态标定设备；
 - 2——膝部中心线；
 - 3——质量块质心；
 - 4——质量块；
 - 5——下腿型含肌肉皮肤；
 - 6——小腿；
 - 7——转轴；
 - 8——碰撞块。

图 28 下腿型冲击器摆锤标定示意图

7.1.3 动态反向冲击标定

7.1.3.1 标定环境

标定过程中，所有试验设备应处于 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度环境中。测量标定环境温度，将结果记录在标定报告中。

7.1.3.2 标定要求

7.1.3.2.1 按照 7.1.3.3 的规定进行标定时，所有小腿弯矩和膝部韧带延伸量的最大绝对值应从初始冲击时刻起 50 ms 内读取，且符合表 2 的要求。

表 2 小腿弯矩和膝部韧带延伸量的最大绝对值

参数	最大绝对值
小腿弯矩/ (N·m)	$230\leq T_1\leq 272$
	$210\leq T_2\leq 252$
	$166\leq T_3\leq 192$
	$93\leq T_4\leq 108$
膝部韧带延伸量/mm	$17.0\leq MCL\leq 21.0$
	$8.0\leq ACL\leq 10.0$
	$4.0\leq PCL\leq 6.0$

7.1.3.2.2 所有传感器响应值的 CFC 均应为 180，小腿弯矩响应值的 CAC 应为 $400\text{ N}\cdot\text{m}$ ，膝部韧带延伸量响应值的 CAC 应为 30 mm。

7.1.3.3 标定程序

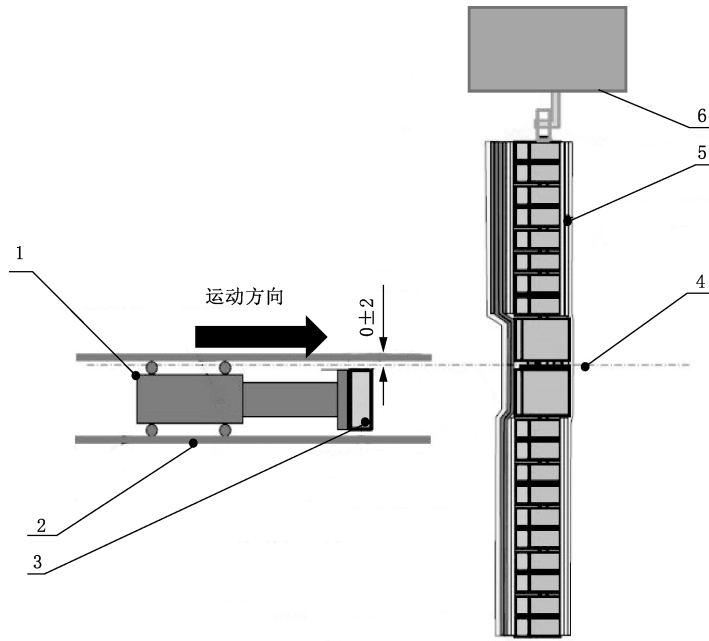
7.1.3.3.1 在可移动撞击装置前面黏附蜂窝铝。蜂窝铝整体宽 $200\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ ，高 $160\text{ mm}\pm 5\text{ mm}$ ，厚 $60\text{ mm}\pm 2\text{ mm}$ ，其压溃强度为 $0.517\text{ MPa}\pm 0.052\text{ MPa}$ 。蜂窝铝每个蜂窝尺寸为 6.35 mm 或 4.76 mm，对应密度分别为 36.8 kg/m^3 或 32.0 kg/m^3 ，蜂窝铝表面覆盖厚度不大于 1 mm 的纸衣。

7.1.3.3.2 蜂窝铝上边缘应与可移动撞击装置的刚性板的上边缘在同一水平面内。第一接触时刻蜂窝铝上边缘与膝部中心在同一水平面上（偏差为 $\pm 2\text{ mm}$ ）。标定试验前，蜂窝铝应无压溃变形。

7.1.3.3.3 第一接触时刻，下腿型侧倾角（绕 Y 轴旋转）和蜂窝铝冲击器的速度方向在车辆横向垂直平面内的偏差为 $\pm 2^{\circ}$ 。下腿型冲击器俯仰角（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为 $\pm 2^{\circ}$ 。下腿型冲击器偏航角（绕 Z 轴旋转）和蜂窝铝冲击器速度矢量偏航角偏差为 $\pm 2^{\circ}$ 。

7.1.3.3.4 将包裹好肌肉和皮肤的下腿型冲击器自由垂直悬挂在试验设备上，见图 29。将直线导向的表面覆盖厚度不大于 1 mm 薄纸的蜂窝铝冲击器（质量为 $8.15\text{ kg}\pm 0.10\text{ kg}$ ）以 $11.1\text{ m/s}\pm 0.2\text{ m/s}$ 的速度冲击自由悬挂的下腿型冲击器。与蜂窝铝冲击器第一接触时刻起 10 ms 内，下腿型冲击器应处于自由飞行状态。

单位为毫米



标引序号说明：

- 1——导向滑车；
- 2——直线导向；
- 3——蜂窝铝；
- 4——膝部中心线；
- 5——下腿型含肌肉皮肤；
- 6——悬挂装置。

图 29 下腿型冲击器反向冲击标定示意图



7.2 上腿型冲击器的标定

7.2.1 标定环境

7.2.1.1 标定前，上腿型冲击器用的泡沫肌肉应置于相对湿度为 $(35 \pm 10)\%$ 、温度为 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的贮存区内放置至少 4 h；上腿型冲击器应置于相对湿度为 $(40 \pm 30)\%$ 、温度为 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的标定环境内放置至少 4 h。

7.2.1.2 标定过程中，所有试验设备应处于相对湿度为 $(40 \pm 30)\%$ 、温度为 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 的环境中。测量标定环境温度和相对湿度，将结果记录在标定报告中。

7.2.1.3 上腿型冲击器从受控贮存区取出后应在 2 h 内完成标定。

7.2.2 标定要求

7.2.2.1 当上腿型冲击器被推向一个静止的圆柱摆锤管时，每个载荷传感器所测的峰值载荷应不小于 1.20 kN 且不大于 1.55 kN，上、下载荷传感器所测得峰值载荷的差值应不大于 0.10 kN。由应变传感器所测得的中间位置的弯曲力矩峰值应不小于 $190\text{ N}\cdot\text{m}$ 且不大于 $250\text{ N}\cdot\text{m}$ ，外侧位置的弯曲力矩峰值应不小于 $160\text{ N}\cdot\text{m}$ 且不大于 $220\text{ N}\cdot\text{m}$ ，上、下弯曲力矩峰值的差值应不大于 $20\text{ N}\cdot\text{m}$ 。所有测量值都应在与摆锤管的初始碰撞过程中读取，而不是在停止过程中读取。用于停止上腿型冲击器或摆锤管的停止装置，其停止过程在时间上不应与初始碰撞过程重叠。停止装置不应造成传感器的输出值超过规定的 CAC 值。

7.2.2.2 所有传感器响应值的 CFC 应为 180，载荷传感器响应值的 CAC 应为 10 kN，弯曲力矩传感器响应值的 CAC 应为 1 000 N·m。

7.2.3 标定程序

7.2.3.1 上腿型冲击器应通过力矩限制铰接点安装在推进装置和导向装置上。力矩限制铰接点的设置，应保证上腿型冲击器前端部分的纵轴垂直于导向装置的导向轴，偏差为 $\pm 2^\circ$ 。力矩限制铰接点的摩擦力矩设置在 $675 \text{ N}\cdot\text{m} \pm 25 \text{ N}\cdot\text{m}$ 范围内。为保证上腿型冲击器与摆锤接触时只沿着规定的方向移动，应确保导向装置在导向过程中产生较小的摩擦力。

7.2.3.2 上腿型冲击器的质量应调整为 $12.0 \text{ kg} \pm 0.1 \text{ kg}$ ，该质量包括上腿型冲击器的推进装置和导向装置部件在冲击过程中有效部分的质量。

7.2.3.3 位于力矩限制铰接点前部的上腿型冲击器（包括附加质量）部件的重心，应在上腿型冲击器的纵向中心线上，其偏差不应超过 $\pm 10 \text{ mm}$ 。

7.2.3.4 上腿型冲击器标定时应使用全新泡沫肌肉。

7.2.3.5 上腿型冲击器的泡沫肌肉在安装前、安装过程中、安装后，不应出现捏压或变形。

7.2.3.6 摆锤管质量为 $3.00 \text{ kg} \pm 0.03 \text{ kg}$ ，壁厚为 $3.00 \text{ mm} \pm 0.15 \text{ mm}$ ，外径为 150^{+1}_-4 mm 。摆锤管总长度为 $275 \text{ mm} \pm 25 \text{ mm}$ 。摆锤管为外面可电镀的冷拉无缝钢管，外表面的粗糙度应高于 $2.0 \mu\text{m}$ 。由两根直径为 $1.5 \text{ mm} \pm 0.2 \text{ mm}$ 、长度不小于 2.0 m 的钢丝绳悬挂。摆锤表面应干净、干燥。摆锤管的定位应保证其纵向轴垂直于冲击器前端部分，偏差为 $\pm 2^\circ$ ；垂直于上腿型冲击器的运动方向，误差为 $\pm 2^\circ$ ；摆锤管的中心与上腿型冲击器前端部分的中心对齐，对应水平方向和垂直方向的偏差均为 $\pm 5 \text{ mm}$ 。

7.2.3.7 上腿型冲击器应保持前端部分竖直，以 $7.1 \text{ m/s} \pm 0.1 \text{ m/s}$ 的速度沿水平方向撞击处于静止状态的摆锤管，见图 30。

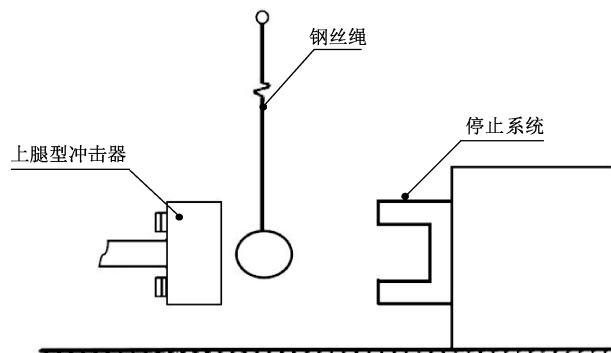


图 30 上腿型冲击器动态标定示意图

7.3 头型冲击器的跌落标定

7.3.1 标定环境

标定前，头型冲击器应在相对湿度为 $(40 \pm 30)\%$ 、温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境条件下保存至少 4 h。标定时，头型冲击器应在相对湿度为 $(40 \pm 30)\%$ 、温度为 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 的环境下进行，测量标定环境温度和相对湿度，将结果记录在标定报告中。

7.3.2 标定要求

7.3.2.1 当头型冲击器按照 7.3.3 的规定从 $376 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ 的高度下落进行跌落标定时，头型冲击器内所装的三轴（或三个单轴）加速度传感器测量的加速度—时间曲线应为单一波形，并符合下列要求：

- a) 对于儿童头型冲击器，合成加速度峰值应不小于 $245g$ 且不大于 $300g$ ；

b) 对于成人头型冲击器，合成加速度峰值应不小于225g且不大于275g。

7.3.2.2 加速度传感器响应值的CFC应为1000，CAC应为500g。

7.3.3 标定程序

7.3.3.1 头型冲击器应悬挂在跌落架上，如图31所示。

单位为毫米

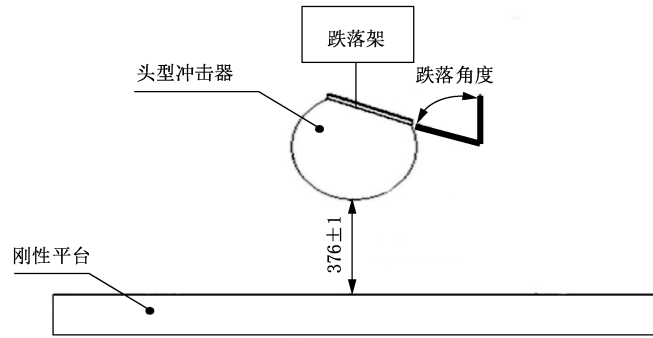


图31 头型冲击器生物特性动态标定示意图

7.3.3.2 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。该钢板为厚度大于50 mm，面积大于300 mm×300 mm的正方形，表面干净、干燥，粗糙度为0.2 μm~2.0 μm。

7.3.3.3 跌落时头型冲击器后表面与垂直方向的夹角，对于儿童头型应为6.3.7规定的试验角度，对于成人头型应为6.4.7规定的试验角度，见图31。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旋转。

7.3.3.4 应进行三次跌落试验，每次跌落后应将头型冲击器沿对称轴旋转120°。

8 同一型式判定

8.1 腿型试验同一型式要求

如符合下述规定，在腿型试验方面则视为同一型式：

- 车辆基准标记的高度变化不大于25 mm；
- 与试验结果相关的车辆外部前保险杠蒙皮、格栅、灯具、发动机罩等型号及生产企业无变化；
- 与试验结果相关的车辆内部前防撞梁、吸能构件（如吸能泡沫）、副横梁等型号及生产企业无变化。

8.2 头型试验同一型式要求

如符合下述规定，在头型试验方面则视为同一型式：

- 车辆基准标记的高度变化不大于25 mm；
- 与试验结果相关的发动机罩、翼子板、发动机罩铰链、通风盖板、灯具、刮水器、前风窗玻璃等型号及生产企业无变化；
- 发动机罩内表面向下100 mm范围内，发动机和/或驱动电机、蓄电池等内部构件上表面与发动机罩内表面间隙相同或增大。

9 标准的实施

对于新申请型式批准的车型，自本文件实施之日起开始执行。

对于已获得型式批准的车型，自本文件实施之日起第 25 个月开始执行。
