

C-NCAP 管理规则

(2024 年版)

附录 D

侧面柱碰撞试验规程

中国汽车技术研究中心有限公司

目 录

D. 1 车辆准备	2
D. 2 乘员舱的调整	5
D. 3 假人准备和标定	7
D. 4 儿童约束系统的准备	8
D. 5 假人定位和测量	8
D. 6 撞击位置标记	13
D. 7 试验前后照片	14
D. 8 摄像机位置	14
D. 9 试验设施	15
D. 10 试验条件	17
D. 11 试验速度	17
D. 12 碰撞角度	17
D. 13 试验前检查和确认项目	18
D. 14 试验后检查和确认项目	20
D. 15 假人伤害指标计算	20

附录 D

侧面柱碰撞试验规程

D.1 车辆准备

D.1.1 车辆运达时车辆状况的检查和确认

试验车辆到达试验室后，粘贴 C-NCAP 标志和车辆唯一标识—试验编号。测量运达时的车辆质量和前后轴的轴荷，并予以记录。检查和确认车辆外观、配置和车辆的基本参数。

D.1.2 普通燃油汽车

D.1.2.1 整备质量的测量

D.1.2.1.1 排空燃油箱中的燃油，运转发动机直到发动机自然熄火为止。

D.1.2.1.2 计算燃油箱额定容量时的燃油质量，汽油密度以 0.74g/ml 计，柴油密度以 0.84g/ml 计。向燃油箱中注入水，水的质量为燃油箱额定容量时的燃油质量的 90%。

D.1.2.1.3 检查并调整各轮胎气压至车辆半载时制造厂所规定的气压值；检查车辆的其它液体（如发动机机油、变速箱油、制动液、洗涤液、防冻液等）是否达到最高液位并予以调整；确认备用轮胎和随车工具已就位，清除车辆中任何与车辆无关的物品。

D.1.2.1.4 测量和记录此时的车辆质量和前后轴的轴荷，车辆质量即为整车整备质量。

D.1.2.1.5 测量和记录四个车轮的过车轮中心的横切面与车轮护轮板上缘的交点的离地高度。

D.1.2.2 参考质量的测量

D.1.2.2.1 将主驾驶位置座椅放置到中间偏后 20mm 或者最接近的向后锁止位置，将前排乘员座椅放置到最后锁止位置。

D.1.2.2.2 在主驾驶位置座椅上放置一个 WorldSID 50th 型侧碰撞假人或等质量的配重块（75kg）。

D.1.2.2.3 在前排乘员座椅上放置一个 WorldSID 50th 型侧碰撞假人或 ES-2re 型侧碰撞假人或等质量的配重块（75kg）。在第二排撞击侧座椅上放置 Q3 儿童假人或等质量配重（15kg）及对应的儿童约束系统。对于单排座车和皮卡，只在前排座椅位置和行李舱或货箱中按次序放置对应的配重。

D.1.2.2.4 在行李舱中放置配重块，配重质量计算如下

$$M_1 = 136\text{kg} \text{ 或 额定货物和行李的质量（取质量较小者）}$$

$$M_2 = \text{WorldSID 50}^{\text{th}} \text{ 型侧碰撞假人或 ES-2re 型侧碰撞假人质量（75kg）} + \text{Q3 儿童假人质量（15kg）} \\ + \text{儿童约束系统质量}$$

$$\text{配重质量 } M_3 = M_1 - M_2$$

若配重质量 M_3 小于 0kg，则无需进行配重。

对于皮卡车，在前排座椅位置放置对应的配重，在货箱中放置配重块，此时 M_2 =WorldSID 50th型侧碰假人或 ES-2re 型侧碰假人质量（75kg），若配重质量 M_3 小于 0kg，则无需进行配重。尽量在行李舱或货箱中均匀分布这些配重块，若不利于均匀放置，则集中放置在行李舱或货箱中心位置。

D. 1. 2. 2. 5 测量和记录此时的车辆质量和前后轴的轴荷，即为参考质量和参考轴荷。

D. 1. 2. 2. 6 测量和记录四个车轮的过车轮中心的横切面与车轮护轮板上缘的交点的离地高度。

D. 1. 2. 2. 7 移除配重。

D. 1. 2. 3 车辆准备

D. 1. 2. 3. 1 拆除行李舱地毯及随车工具，以及备胎（确定备胎不影响车辆碰撞特性）。

D. 1. 2. 3. 2 安装车载/摄像记录仪，在车辆非撞击侧 B 柱下部门槛的位置安装 Y 向加速度传感器，在飞行地板的质心位置安装 X 向加速度传感器。

D. 1. 2. 3. 3 将主驾驶位置座椅放置到中间偏后 20mm 或者最接近的向后锁止位置，放置一个 WorldSID 50th型侧碰撞假人（75kg）或等质量的配重块；将前排乘员座椅放置到最后锁止位置，放置一个 WorldSID 50th型侧碰假人或 ES-2re 型侧碰假人（75kg）或等质量的配重块。

D. 1. 2. 3. 4 若第二排座椅可以调节，将第二排被撞击侧座椅放置到中间位置或最接近的向后锁止位置，放置 Q3 儿童假人或等质量配重（15kg）及对应的儿童约束系统。对于单排座车或者皮卡车，只在前排座椅位置放置对应的配重。

D. 1. 2. 3. 5 测量此时的车辆质量和前后轴的轴荷，与 D.1.2.2.5 的参考质量进行比较，要求车辆质量变化不大于参考质量的 1%。可以增加或减少不影响车辆碰撞特性的部件，也可以调整燃油箱中水的质量，以达到上述要求。对于纯电动汽车，若车辆质量大于参考质量 25kg 以上，则车辆质量变化应不大于参考质量的 2%。若超出 2%，与制造商确认后，可以继续进行试验。

D. 1. 2. 3. 6 测量和记录四个车轮的过车轮中心的横切面与车轮护轮板上缘的交点的离地高度。

D. 1. 3 纯电动汽车/混合动力电动汽车（EV/PHEV）

D. 1. 3. 1 车辆基本信息报备

制造商需向汽车测评管理中心提交高压系统及其组件布局的相关信息，包括：

A. 1. 3. 1. 1 高压系统及其组件的布局图或照片，并标注可充电式储能系统（REESS）的布局位置。

A. 1. 3. 1. 2 REESS 固定方法有关的说明图及书面记录材料。

A. 1. 3. 1. 3 REESS 的电池类型、电池容量、电解液组成及其总量等有关资料说明。

D. 1. 3. 2 车辆充电

试验前应对动力蓄电池进行充电。纯电动汽车和可外接充电式混合动力电动汽车碰撞试验应在车辆充电结束后 24h 内进行。

D. 1. 3. 2. 1 对于可外接充电式纯电动汽车和混合动力电动汽车，可按照制造商要求将动力蓄电池充至最大荷电状态。

D. 1. 3. 2. 2 对于可外接充电式纯电动汽车和混合动力电动汽车，若制造商无要求则按 GB/T 18385-2005 的 5.1 条对动力蓄电池进行完全充电。

D. 1. 3. 2. 3 对于不可外接充电的混合动力电动汽车可忽略蓄电池电量状态。

D. 1. 3. 3 车辆整备质量测量

若车辆装备动力电池液体冷却系统，充电完成后应排空冷却液，质量不满足要求时予以配重。对于混合动力电动汽车，还要按照 D.1.2.1.1~D.1.2.1.2 进行燃油处理。按照 D.1.2.1.3~D.1.2.1.5 进行车辆整备质量的测量。

D. 1. 3. 4 车辆参考质量的测量

按照 D.1.2.2 进行车辆参考质量的测量。

D. 1. 3. 5 车辆前期准备

按照 D.1.2.3.1~D.1.2.3.4 进行车辆的准备，根据 D.1.2.2.2 对各乘坐位置进行配重。记录此时前后轴轴荷和车辆质量并与 D.1.2.2.3 中轴荷和参考质量比较。对于混合动力电动汽车，各轴轴荷的变化不大于 5%或 20kg，车辆的质量变化不超过 25kg。可以增加或减少不影响车辆碰撞特性的部件，可以调整燃油箱中水的质量达到上述要求；对于纯电动汽车，若车辆质量大于参考质量 25kg 以上，则车辆质量变化应不大于参考质量的 2%。若超出 2%，与制造商确认后，可以继续试验。记录最终的车辆质量和前后轴的轴荷。

测量和记录四个车轮的过车轮中心的横切面与车轮护轮板上缘的交点的高度。

如果车辆具有防碰撞系统，车辆制造商需要在碰撞试验前需取消此项功能，并确认不会影响其它系统性能。

D. 1. 3. 6 电安全测量点的确定

D. 1. 3. 6. 1 确定动力电池端绝缘电阻测量点（只是针对主继电器或断电开关布置在电池包外部的情况），并测量动力电池端正、负极电压，及动力电池端正、负极与电底盘之间的电压。

D. 1. 3. 6. 2 确定电力系统负载端绝缘电阻测量点，并测量负载端正、负极电压，及负载端正、负极与电底盘之间的电压。

D. 1. 3. 6. 3 在试验车辆 REESS 组件固定位置处进行标记，用于碰撞后相关组件的位移及其

分离测量。

D. 2 乘员舱的调整

D. 2. 1 前排驾驶员侧座椅调整

D. 2. 1. 1 调整标记

D. 2. 1. 1. 1 在座垫支撑结构外侧表面标记座垫基准点。该点用于可调式座垫前后及上下位置行程调整。

D. 2. 1. 1. 2 通过座垫基准点确定座垫基准线。座垫基准线是一条在座垫外侧表面上通过座垫基准点的平面曲线，它在车辆纵向中垂面内的投影是一条直线，且与水平面形成一定角度。

D. 2. 1. 1. 3 座垫基准线角度定义为座垫基准线在车辆纵向中垂面内的投影，相对于水平面形成的角度。

D. 2. 1. 2 座椅行程调整

D. 2. 1. 2. 1 调整座椅上下、前后方向位置，将座垫基准点调至最高、最后位置。

D. 2. 1. 2. 2 确定座垫基准线角度范围。将座垫基准线角度调整至中间角度。

D. 2. 1. 2. 3 调整座椅上下方向位置，将座垫基准点调至最低位置。

D. 2. 1. 2. 4 将座垫基准点调整至其前后行程的中间偏后 20mm 位置或者最接近于该位置的向后锁止位置。并检查确认座椅滑轨系统已处于完全锁止位置。

D. 2. 1. 3 座椅靠背

应调节到使 HPM 装置躯干倾角达到制造厂规定的设计角度或调节到从铅垂面向后倾斜 23°角的位置。

D. 2. 1. 4 头枕

头枕高度、倾斜角度可调节的，应调整到中间锁止位置。

D. 2. 1. 5 带有辅助功能的座椅

座椅腰部支撑系统，应使其处于最低、缩回或者排空气体的调整位置；座垫长度可调系统及腿部支撑系统，应调整到最后或缩回的调整位置；座椅扶手处于收起位置或设计位置。

D. 2. 2 前排乘员侧座椅调整

D. 2. 2. 1 对于纵向可调节座椅，应使其位于行程的最后锁止位置，并检查确认座椅滑轨系统已处于完全锁止位置。

D. 2. 2. 2 对于高度可以单独调节的座椅，应调整至制造厂设计位置或最低位置。

D. 2. 2. 3 若座垫倾斜角可调，应调整至制造厂设计位置或中间位置。

D. 2. 2. 4 座椅靠背应调节到使 HPM 装置躯干倾角达到制造厂规定的设计角度，若无设计位置，对于 ES-2re 型侧碰假人调节到从铅垂面向后倾斜 25° 角的位置，对于 WorldSID 50th 型侧碰撞假人调节到从铅垂面向后倾斜 23° 角的位置。

D. 2. 2. 5 座椅腰部支撑可调节的，应调整至制造厂设计位置或完全缩回的位置。

D. 2. 2. 6 头枕高度可调节的，对于 ES-2re 型侧碰假人，头枕应调整到其上表面与假人头部质心在同一高度平面上或则将头枕调整到最高位置；对于 WorldSID 50th 型侧碰撞假人头枕应调整到中间锁止位置。

D. 2. 2. 7 头枕倾斜角度可调节的，应调整至制造厂设计位置或中间位置。

D. 2. 2. 8 座椅扶手处于收起位置或设计位置。

D. 2. 2. 9 其他调节机构设置为制造厂设计位置。

D. 2. 3 第二排撞击侧座椅调整

D. 2. 3. 1 对于纵向可调节的第二排座椅，应使其位于行程的中间位置或者最接近于中间位置的向后锁止位置，检查确认座椅滑轨系统已处于完全锁止位置。

D. 2. 3. 2 对于上下位置可调的第二排座椅，应调至制造厂设计位置或最低位置。

D. 2. 3. 3 对于座椅靠背可以调节的第二排座椅，应调节至制造厂设计角度或调节到从铅垂面向后倾斜 23° 角的位置。

D. 2. 3. 4 对于有腰部支撑机构的第二排座椅，应调整至制造厂设计位置或完全缩回的位置。

D. 2. 3. 5 第二排座椅头枕应调整至适合安装的位置，若该头枕与儿童约束系统安装发生干涉，且车辆手册中有明确说明，则可按照该说明将此头枕移除。

D. 2. 3. 6 若座椅的朝向可调，应调整至前向。

D. 2. 3. 7 座椅扶手应处于收起的位置或设计位置。

D. 2. 3. 8 其他调节机构设置为制造厂设计位置。

D. 2. 3. 9 如果车辆手册中有明确的说明，说明安装儿童约束系统时座椅应如何调整，则可按照该说明设置车辆座椅。

D. 2. 4 第三排座椅调整

对于第三排位置可调节的座椅，按照上述 D.2.3.1~D.2.3.3 进行座椅纵向及上下位置的调节。

D. 2. 5 转向盘调整

D. 2. 5. 1 如果方向盘可调，通过相应的功能（包括伸缩、倾斜等）调节到最高位置。

D. 2. 5. 2 转向盘应处于自由状态，且处于制造厂规定的车辆直线行驶时的位置。

D. 2. 6 安全带固定点的调整

对于可调节的安全带固定点，应调整至制造厂设计位置。若无设计位置，50th 假人应放置在中间位置或最近的向上锁止位置。

D. 2. 7 变速杆

变速杆应处于空挡或者 P 挡位置。

D. 2. 8 玻璃

车辆撞击侧的活动玻璃应关闭。

D. 2. 9 踏板

踏板应处于正常的释放位置。对于可调踏板应放置在最前位置（朝向车辆前方）。

D. 2. 10 遮阳板

遮阳板应处于收起位置。

D. 2. 11 后视镜

后视镜应处于正常的使用位置。

D. 2. 12 车门（锁）

车门应关闭但不锁止。对于具有自动落锁功能的车辆，车门处于落锁状态进行试验。

D. 2. 13 活动车顶

如果安装有活动车顶或可拆式车顶，应处于应有位置并关闭。

D. 2. 14 驻车制动器

驻车制动器应处于工作位置。

D. 3 假人准备和标定

试验中，使用 WorldSID 50th 型侧碰撞假人放置于车辆驾驶员侧座椅位置，对于车辆前排乘员侧座椅位置可以选择放置 WorldSID 50th 型侧碰撞假人或者 ES-2re 型假人，Q3 型假人放置于第二排左侧座椅位置。假人均应标配相应着装（WorldSID 50th 假人应标配 WS50-80200 无袖着装；ES-2re 假人应穿着标配的橡胶上衣和合身短裤；Q3 假人应穿着假人原厂衣服（Part 022-8000））；WorldSID 50th 假人部件性能应符合 ISO 15830 parts 1-4:2022 和 ISO 15830 part 5:2018 的规定。

D. 3. 1 假人的测试环境要求

D. 3. 1. 1 假人应在温度 20.6℃~22.2℃，湿度 10%~70%环境下进行测试。

D. 3. 1. 2 假人标定前和假人关节调整前以及实施碰撞试验前，假人应放置于相应环境中至少 5h。

D. 3. 1. 3 使用 WorldSID 50th 假人内置传感器进行温度测量，温度传感器应安装于非撞击侧胸部第一根肋骨远脊柱端支架上。测量的时间间隔不超过 10min。测试前，间隔不超过 5min。

D. 3. 2 假人关节的调整

D. 3. 2. 1 假人关节的调整工作应尽可能在试验当天进行，但不能超出试验前 24h。

D. 3. 2. 2 所有具有稳定摩擦的假人关节，试验前均应进行调整。假人关节应调整至在 1g~2g 的作用下，假人肢体可以持续运动。

D. 3. 3 假人标定

D. 3. 3. 1 WorldSID 50th 型侧碰撞假人按照按照 ISO 15830 parts 1-4:2022 和 ISO 15830 part 5:2018 的规范进行准备及标定；ES-2re 型侧碰撞假人标定程序参考 GB/T 37337-2019《汽车侧面柱碰撞的乘员保护》附录 B 的规定执行；Q3 假人的标定按照该假人制造商的使用手册进行。

D. 3. 3. 2 前排 WorldSID 50th、ES-2re 假人标定试验频次为每 4 次碰撞试验后，应进行重新标定；Q3 假人，每 10 次碰撞试验后应重新进行标定。

D. 3. 3. 3 如果假人某一部位伤害指标在侧面碰撞试验中达到或超出管理规则第三章中 1.2.1.4 规定的低性能限值，该部位应进行重新标定。

D. 3. 3. 4 如果假人某一部位在试验中损坏，该部位应予以替换。

D. 3. 3. 5 假人标定的所有数据应予以保留，以做备查。

D. 3. 4 测试后检查

D. 3. 4. 1 试验后立即对假人进行目视检查。确认是否出现皮肤破损或部件损坏的情况，并进行详细记录。若出现上述情况，假人应重新被标定。

D. 3. 4. 2 若出现螺钉松动或脱落，应重新拧至规定的扭矩或根据需要进行零件更换。

D. 4 儿童约束系统的准备

碰撞试验中使用五点式安全带约束 Q3 假人，儿童约束系统的型号、安装方式、安装方向应与正面 100%重叠刚性壁障碰撞试验保持一致。

D. 5 假人定位和测量

D. 5. 1 座椅的测量

车辆应尽量在 20°C~22°C 条件下进行预处理，以确保座椅材料达到恒温。如果被检测的座椅从未有人坐过，则应让 75kg±10kg 的人或装置在座椅上试坐两次，每次 1min，使座垫和靠背产生应有的变形。在安放 HPM 装置（SAE J826）前，所有座椅总成应保持空载至

少 30min。

HPM 装置接触的乘坐位置区应铺一块尺寸足够、质地合适的细棉布，如可用 18.9 根纱/cm² 且密度为 0.228kg/m² 的素棉布或者具有相同特性的针织布或无纺布。

D. 5. 1. 1 前排座椅

D. 5. 1. 1. 1 将 HPM 装置的坐板和背板总成放置在座椅上，并使 HPM 装置中心面与座椅中心面重合。

D. 5. 1. 1. 2 将脚和小腿总成安装到坐板总成上，通过两“H”点标记钮的直线应平行于底面并垂直于座椅纵向中心面，将大腿和小腿的长度调整至 10%和 50%刻度处。

D. 5. 1. 1. 3 对于驾驶员，右脚放在未踩下的油门踏板上，脚后跟尽量向前放置。左脚相对 HPM 装置中心线对称放置，平放在搁脚板上；对于前排乘员，左右脚相对 HPM 装置中心线对称放置在地板。通过两“H”点标记钮的直线与座椅纵向中心面垂直。

D. 5. 1. 1. 4 依次安装小腿和大腿配重，并再次确认 HPM 装置水平。

D. 5. 1. 1. 5 将背板前倾到限位块，用 T 型杆将 HPM 装置拉离座椅靠背，若 HPM 装置有向后滑动的趋势，则允许其向后滑动直到坐板接触到靠背；若 HPM 装置无向后滑动的趋势，则在 T 型杆上施加水平向后的力使 HPM 装置向后滑动，直到坐板接触座椅靠背。

D. 5. 1. 1. 6 在臀部量角器和 T 型杆相交处，对 HPM 装置施加 100N±10N 的力，力的方向应沿大腿杆的走向，然后将背板放回靠背上，下述操作步骤中要防止 HPM 装置向前滑动。

D. 5. 1. 1. 7 将背板放回座椅靠背上，安装左右臀部配重，然后交替安装左右两侧的躯干配重，确认 HPM 装置仍保持水平。

D. 5. 1. 1. 8 将背板拉起到铅垂位置，握住 T 型杆在铅垂方向两侧各 5°范围内摇晃 HPM 装置 3 个往复，消除 HPM 装置与座椅的摩擦。操作过程中，对 T 型杆施加适当的侧向力，使 T 型杆保持在水平位置，同时避免施加垂直或前后方向上的力。此外，HPM 装置的双脚不要受到任何约束。

D. 5. 1. 1. 9 在摇动 HPM 装置的过程中，如果双脚移动了位置，必须重新调整，将左、右两脚轮流抬离地板到最小的必要高度，直至两脚不再产生附加的牵动。在抬脚的过程中，两脚要能自由转动，不施加任何向前或侧向的载荷。当每只脚放回到放下位置时，脚跟应接触为之设计的支撑结构。

D. 5. 1. 1. 10 握住 T 形杆，使 HPM 装置在座垫上不能向前滑移，将背板放回到座椅靠背上。检查横向水准仪是否水平，如果必要，在背板顶部施加一侧向力使 HPM 装置座板在座椅上保持水平。

D. 5. 1. 1. 11 在 HPM 装置躯干重块中心高度处，对头部空间探测杆交替施加和撤去不大于 25N 的向后水平力，直至力撤去后臀部角量角器指示达到稳定位置。

D. 5. 1. 1. 12 测量并记录座椅“H”点和躯干角度

D.5.2 假人的安装

D.5.2.1 在车辆主驾驶座椅及其第二排座椅位置分别放置一个 WorldSID 50th 型侧碰撞假人和 Q3 儿童假人, 车辆前排乘员座椅位置放置一个 WorldSID 50th 型侧碰撞假人或 ES-2re 侧面碰撞假人, 试验时假人使用约束系统进行约束。

D.5.2.2 在碰撞过程中, 车上安装的测量仪器不应影响假人的运动。试验前温度应稳定, 并尽可能保持在 20.6°C~22.2°C 范围内。

D.5.2.3 试验前假人直接放置于座椅上不能超过 6h。若超过 6h, 应在试验前 1h 内确认假人位置, 但是不能超过 12h。

D.5.2.4 Q3 儿童假人及儿童约束系统的型号、安装方式、安装方向应与正面 100%重叠刚性壁障碰撞试验设置保持一致, 详见附录 A.7.3.2。

D.5.3 假人的定位

在试验前进行假人定位, 假人定位和测量完成后尽量减少车辆的移动或晃动直到试验开始。如果试验过程意外中止, 假人定位和测量程序需重新进行。如果假人定位三次后, 仍达不到以下的要求, 那么假人定位在最接近要求, 并详细记录假人定位结果。

D.5.3.1 WorldSID 50th 型侧碰撞假人定位

D.5.3.1.1 “H” 点

D.5.3.1.1.1 仅通过座椅控件, 前后方向调节座椅, 将座椅放置最后位置, 便于假人的放置。

D.5.3.1.1.2 假人对称中心面与该座位中心纵向铅垂面重合, 假人上躯干靠在椅背上。

D.5.3.1.1.3 在座椅上, 通过前后及侧向摇摆假人, 调节骨盆向后位置。

D.5.3.1.1.4 在座垫整个长度上, 骨盆与座垫相接触, 以确保骨盆位置的可重复性和稳定性。

D.5.3.1.1.5 腹部下肋骨应处于骨盆肌内腹壁后方位置, 以确保下腹部肋骨可重复性放置。

D.5.3.1.1.6 将座椅(连同假人)移动至 D.2.1 定义的位置。如果因假人膝部接触仪表板, 座椅无法调整到试验位置时, 则向后调节座椅位置, 直至膝部至少留有 5mm 的间隙, 并对 H 点目标值进行修正。

D.5.3.1.1.7 WorldSID 50th 型侧碰撞假人 H 点应位于按 D.5.1.1 规定的程序所确定的 H 点位置前方 20mm 处, 在铅垂和水平方向上的误差范围 $\pm 10\text{mm}$ 。正确放置假人骨盆, 使通过假人 H 点的横线垂直于座椅中垂面。通过假人 H 点的直线应水平, 偏差不超过 $\pm 2^\circ$ 。

D.5.3.1.1.8 对于驾驶员侧的 WorldSID 50th 型侧碰撞假人, 在不移动大腿前提下, 将假人左脚放置在搁脚板(或地板上), 右脚放在未压下的油门踏板上, 脚跟尽量向前靠在地板上; 若不能放置在踏板上, 保证脚部与小腿垂直, 脚跟接触地板。尽量确保膝部与方向盘保护罩(或中控台)之间留有 5mm 的间隙。对于前排乘员侧的 WorldSID 50th 型侧碰撞假人, 脚部尽量向前靠在地板上并与地板接触, 两脚后跟保持在同一横线上, 膝部外表面距假人对称中心面 $150\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。

D.5.3.1.2 头部和躯干

D.5.3.1.2.1 调整假人肋骨角，确保胸部倾角传感器角度读数（假人胸腹部可安装倾角传感器，可以帮助获得需要的安装位置）应在制造商规定的肋骨设计角的 $\pm 1^\circ$ 范围内。

D.5.3.1.2.2 若制造商无相关设计要求，当实际靠背角在 $23^\circ \pm 1^\circ$ 范围内，调整假人，直至胸部倾角传感器读数为 -2° （向下 2° ） $\pm 1^\circ$ ；若实际靠背角不在上述范围内，则无需进行肋骨角度调整。

D.5.3.1.2.3 调整假人颈部支架，尽量保证假人头部在 $0^\circ \pm 1^\circ$ 水平位置（通过头部倾角传感器测量）。

D.5.3.1.3 腿和脚

脚踝处于稳定的摆放位置，大腿尽量平行于假人中矢面。

D.5.3.1.4 手臂

将假人两侧手臂放置在最上定位点向下的第一个锁销位置。

D.5.3.1.5 座椅安全带

安全带应放置在自然佩戴位置。若安全带靠近颈部或与颈部接触，应降低安全带固定点位置。

D.5.3.2 ES-2re 型侧碰撞假人定位

在试验前进行假人定位，假人定位和测量完成后尽量减少车辆的移动或晃动直到试验开始。如果试验过程意外中止，假人定位和测量程序需重新进行。如果假人定位三次后，仍达不到以下的要求，那么假人定位在最接近要求，并详细记录假人定位结果。

D.5.3.2.1 “H” 点

ES-2re 型侧碰撞假人 H 点应位于按 D.5.1.1.12 规定的程序所确定的 H 点位置前方 21mm 处。正确放置假人骨盆，使通过假人 H 点的横线垂直于座椅中垂面。通过假人 H 点的直线应水平。通过使用在 ES-2re 型假人骨盆两侧 H 点背板内的 M3 孔标示为“Hm”，“Hm”位置应在按 D.5.1.1.12 规定的程序所确定的 H 点位置为圆心，半径为 10mm 的圆内。

D.5.3.2.2 腿和脚

脚部尽量向前靠在地板上并与地板接触，两脚后跟保持在同一横线上，膝部外表面距假人对称中心面 $150\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 。

D.5.3.2.3 上臂

假人每侧上臂与假人躯干基准线之间应成 $40^\circ \pm 5^\circ$ 夹角。

D.5.3.3 Q3 儿童假人定位及儿童约束系统的安装

Q3 儿童假人安装参考附录 A 中 A.7.3.2 儿童假人及儿童约束系统的安装，与正面 100% 重叠刚性壁障碰撞试验安装形式保持一致。

D.5.3.3.1 对于前向安装的儿童约束系统，如果 Q3 儿童假人定位中足部与前排座椅发生干涉（脚尖与座椅海绵的轻微挤压不认为是干涉），若儿童假人所在的座椅可以前后调节，则向后移动座椅直至干涉消除；如果儿童假人所在的座椅调节至最后仍不能消除干涉或座椅不可前后调节，则由企业在以下两种处理方式中选择其一：

- a) 前移儿童假人前方的座椅，直至消除干涉，并在此状态下进行试验；
- b) 不安装儿童假人进行试验，儿童假人得分按 0 分计。

D.5.3.3.2 对于后向安装的儿童约束系统，若假人双脚与车辆座椅靠背发生干涉，则向上提起双脚，使双腿伸直，并自然放置双脚与车辆座椅靠背再次接触。

D.5.3.3.3 对于后向安装的儿童约束系统，如果其与前排座椅发生干涉，如果儿童假人所在的座椅可以前后调节，则向后移动座椅直至干涉消除；如果儿童假人所在的座椅调节至最后仍不能消除干涉或座椅不可前后调节，则由企业在以下两种处理方式中选择其一：

- a) 前移儿童假人前方的座椅，直至消除干涉，并在此状态下进行试验；
- b) 不安装儿童假人进行试验，儿童假人得分按 0 分计。

D.5.4 假人相对位置测量

假人的相对位置测量应在试验前，在假人安装和假人定位程序之后进行。如图 D.1 所示，测量内容见表 D.1。

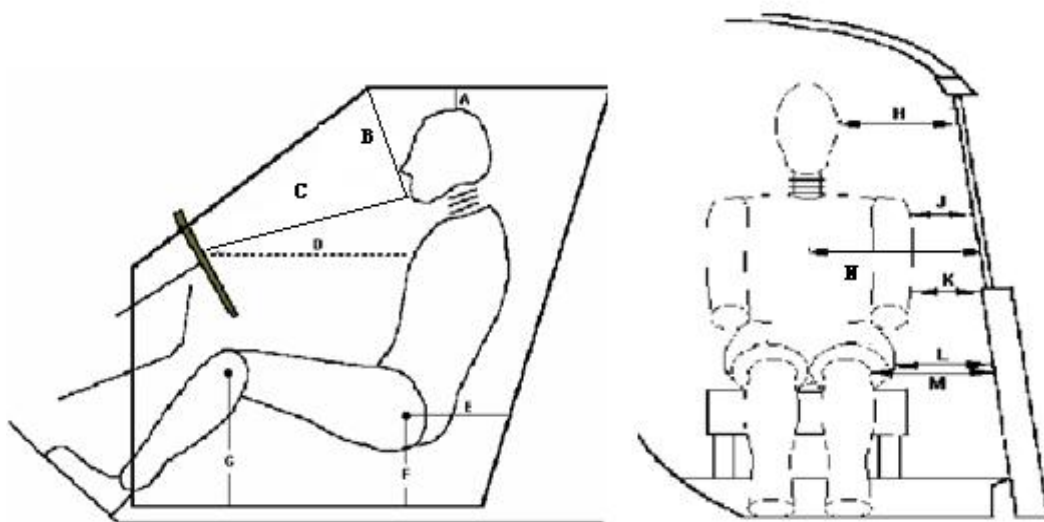


图 D.1 假人相对位置测量示意图

表 D.1 假人相对位置测量

	驾驶员侧假人	前排乘员侧假人
A	头至车顶	头至车顶
B	下颚到风窗玻璃顶端	下颚到风窗玻璃顶端
C	下颚到转向盘中心	下颚到仪表板
D	胸部到转向盘中心（水平）	胸部到仪表板
E	H 点到门框（水平）	H 点到门框（水平）
F	H 点到门槛（垂直）	H 点到门槛（垂直）
G	膝至地板	膝至地板
H	头至侧风窗玻璃	头至侧风窗玻璃
J	肩至侧风窗玻璃	肩至侧风窗玻璃
K	肘至门	肘至门
L	臀至门	臀至门
M	膝至门	膝至门
N	安全带织带至门	安全带织带至门

D.6 撞击位置标记

通过三坐标测量仪进行车辆碰撞位置线标记。碰撞基准线位于车辆左侧，为车辆外表面与通过驾驶员假人头部重心垂直平面的交叉线。驾驶员座椅及假人定位按照 D.5 进行。该垂直平面与车辆纵向中心线形成 75° 的夹角（图 D.2）。

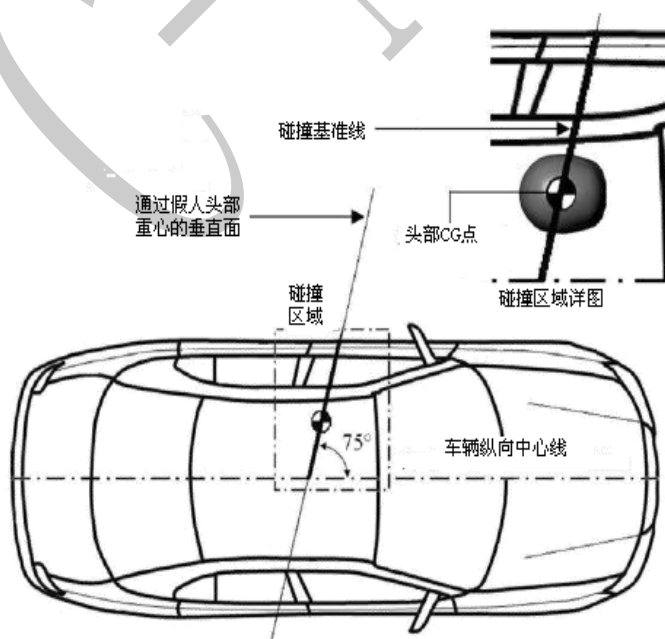


图 D.2 碰撞基准线示意图

D.7 试验前后照片

试验照片的最小分辨率应为 640×480 ，表 D.2 列出了试验前后至少应拍摄的试验照片数量和位置。“0”代表应进行拍摄。

表 D.2 试验照片

序号	照片拍摄位置	试验区	试验后
1	车辆、地板及柱体整体前视照片	0	0
2	车辆、地板及柱体整体后视照片	0	0
3	车辆、地板及柱体整体左前 45°侧视照片（车辆碰撞侧）	0	0
4	车辆、地板及柱体整体左后 45°侧视照片（车辆碰撞侧）	0	0
5	车辆正视照片	0	0
6	车辆后视照片	0	0
7	车辆碰撞侧侧视照片	0	0
8	车辆非碰撞侧侧视照片	0	0
9	车辆门锁和车门状态照片	-	0
10	驾驶舱和座椅相对于门槛位置照片	0	-
11	假人大腿及脚部位置照片	0	-
12	假人侧视照片（打开前排乘员侧车门）	0	0
13	假人与侧面气帘接触位置照片	-	0
14	侧面气帘展开形态照片	-	0
15	车辆碰撞侧前门和 B 柱位置照片	0	0
16	假人通过前风挡玻璃前视照片	0	0
17	假人侧面接触照片	0	0
18	车辆左前 45°照片	0	0
19	车辆左后 45°照片	0	0

D.8 摄像机位置

摄像机的最小分辨率应为 1280×720 ，同时使用无频闪高速影像灯光系统。摄像机位置如图 D.3 所示，要求见表 D.3。

表 D. 3 摄像机位置及要求

	摄像机速度	拍摄位置	拍摄目标
1	1000fps	车辆正面全车	摄像机与车辆中心线平行，柱子后端到车辆非撞击侧 1 米外
2	1000fps	车辆正面 45°全景	摄像机与车辆中心线成 45°，柱子后端到非撞击侧 1 米外
3	1000fps	车辆正后方全景	摄像机垂直于飞行地板前进方向，柱子后端到非撞击侧 1 米外
4	1000fps	顶部全景	包含整车
5	30fps	车辆后面 45°全景	车辆整体运动形态
6	1000fps	前排两侧假人前方	前排假人运动形态
7	1000fps	前排两侧假人后方	前排假人运动形态
8	1000fps	后排儿童假人前方	后排儿童假人运动形态

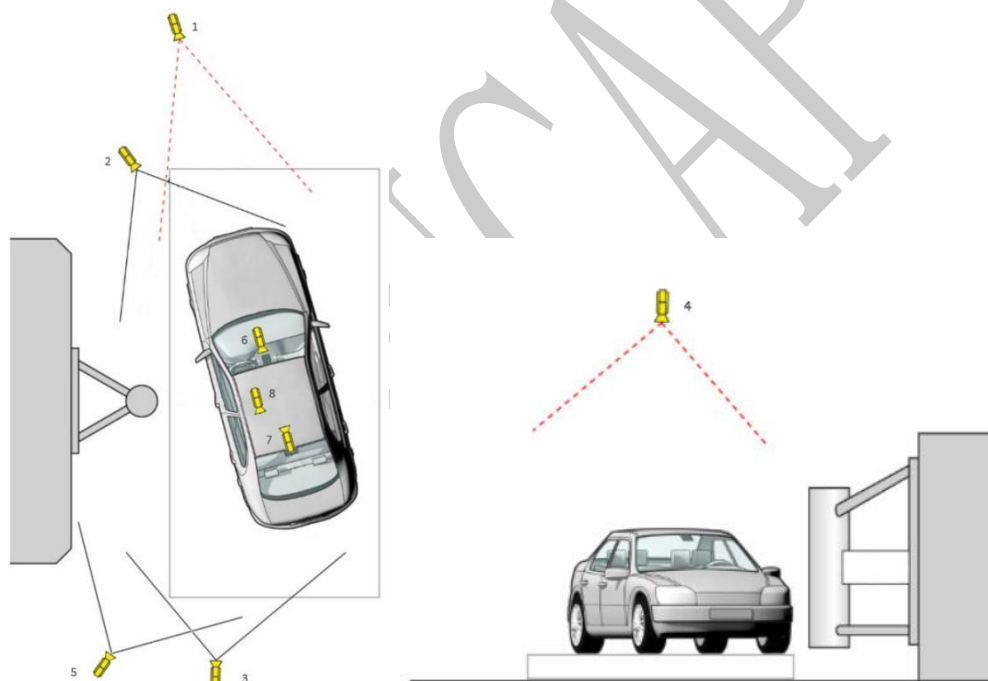


图 D. 3 摄像机位置图

D. 9 试验设施

D. 9. 1 试验场地

试验场地应足够大，以容纳包括试验车辆搭载平台驱动系统在内的试验设备安装。地面应水平、平整、干燥和干净。

D. 9. 2 碰撞刚性柱

碰撞刚性柱是一个垂直的、不能变形的刚性金属结构。最下端不能高于被测车辆撞击侧

轮胎最低点之上 102mm，上端延伸距离至少在测试车辆顶棚最高点之上。柱体的直径为 254mm±3mm，并与支撑架表面分开。车辆与刚性柱开始接触的 100ms 内，不应与支撑架表面接触。

D. 9. 3 车辆载体（飞行地板）

飞行地板应水平，且面积要足够大，确保在车辆碰撞变形阶段，能够纵向顺畅移动（约 1000mm），满足车辆旋转空间要求。为确保车辆与载体表面之间的摩擦降至最低，应在车辆轮胎下放置聚四氟乙烯板。车辆接触柱体后，飞行地板的减速时间不得早于 80ms。

D. 9. 4 测试仪器

加速度传感器应使用传感器振动标定仪进行常态化的标定，以确保试验结果的准确性。每个传感器的通道幅值等级（CAC）应涵盖表 D.4 中所列出的最小测量幅值。为了保证测试的准确性，在试验中不能使用通道幅值等级（CAC）大于最小测量幅值若干倍的传感器。在试验过程中如果传感器测量数值达到通道幅值等级（CAC），则该传感器应重新标定。

车载记录仪在车辆第一接触时刻（ $t=0$ ）被触发并以 10kHz 频率记载数据信息。

传感器安装位置、配置规则和车载设备性能应满足 SAE J211 要求。

试验前所有测试仪器均应是校准过的。无论测试仪器使用的次数多少，本附录所述的所有测试仪器的标定周期为一年。

表 D. 4 测试仪器要求

测试仪器	测试部位		最小幅值	测量通道
WorldSID 50 th 型 侧碰撞假人	头部	线性加速度 A_x 、 A_y 、 A_z	250g	3
	上颈部	力 F_x 、 F_y 、 F_z 和力矩 M_x 、 M_y 、 M_z	5kN, 300Nm	6
	肩部关节	力 F_x 、 F_y 、 F_z	8KN	3
	肩部-肋骨 2d IR Tracc	位移&转动	100mm	2
	胸部-上肋骨 2d IR Tracc	位移&转动	100mm	2
	胸部-中肋骨 2d IR Tracc	位移&转动	100mm	2
	胸部-下肋骨 2d IR Tracc	位移&转动	100mm	2
	胸部	温度	30°C	1
	腹部-上肋骨 2d IR Tracc	位移&转动	100mm	2
	腹部-下肋骨 2d IR Tracc	位移&转动	100mm	2
	腰椎-T12	加速度 A_x 、 A_y 、 A_z	200g	3
	骨盆	加速度 A_x 、 A_y 、 A_z	200g	3
	骨盆-耻骨	力	5KN	1
	股骨颈（仅被撞侧）	力 F_x 、 F_y 、 F_z	5KN	3
ES-2re 型侧碰撞	头部加速度	A_x 、 A_y 、 A_z	250g	3

测试仪器	测试部位		最小幅值	测量通道
假人	胸部肋骨（上、中、下）变形量及加速度	$D_{rib}\&A_y$	75mm _b &700g	6
	腹部力（前、中、后）	F_y	5kN	3
	背板力	F_y	3kN	1
	胸部 T12 力及力矩	$F_y\&M_x$	5kN&300Nm	2
	耻骨结合力	F_y	20kN	1
Q3 儿童假人	头部加速度	$A_x、A_y、A_z$	150g	3
	颈部力及力矩	F_x	5kN	6
		F_y	5kN	
		F_z	6kN	
		M_x	150Nm	
		M_y	150Nm	
		M_z	80Nm	
	胸部加速度	$A_x、A_y、A_z$	150g	3
加速度传感器	车身右侧 B 柱	加速度 A_y	250g	1
	飞行地板质心	加速度 A_x	250g	1
电池（包括备用）	电压	V	15V	1

D. 10 试验条件

D. 10.1 碰撞偏移量

从车辆运动方向上看，碰撞试验时碰撞基准线应对准刚性柱表面中心线。当车辆与刚性柱发生碰撞时，在与车辆运动方向垂直的平面上，刚性柱表面中心线距离碰撞基准线在 $\pm 25\text{mm}$ 的范围内。

D. 10.2 牵引加速度

试验车辆驱动过程中，与刚性柱体第一次接触前的加速阶段，其加速度不得超过 1.5m/s^2 。

D. 11 试验速度

在碰撞瞬间，车辆的碰撞速度为 $32\text{km/h} \pm 0.5\text{km/h}$ ，而且至少在碰撞前 0.5m 内保持稳定。

D. 12 碰撞角度

滑动或驱动车辆横向至刚性柱，当接触发生时，平行于车辆碰撞速度矢量的垂直面（图 D.4）与车辆纵向中心线之间应形成 $75^\circ \pm 3^\circ$ 的碰撞角度。

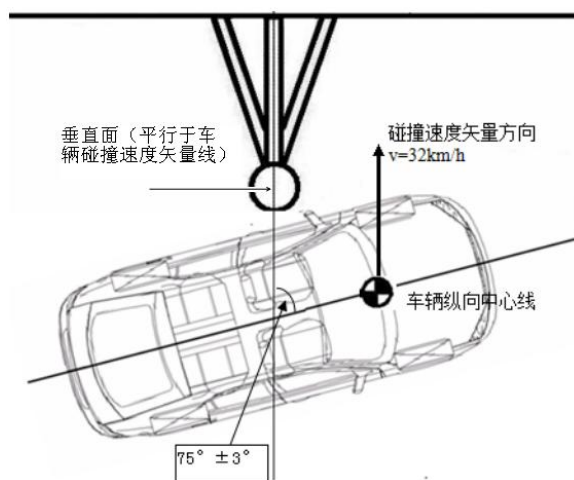


图 D. 4 碰撞角度示意图

D. 13 试验前检查和确认项目

D. 13. 1 蓄电池

检查车辆蓄电池是否连接、是否达到额定电压以及安装是否牢固。

D. 13. 2 点火开关

点火开关应处于“ON”的位置。

D. 13. 3 气囊指示灯

安全气囊开关应处于正常打开状态（如果有），仪表板上的安全气囊状态指示灯显示正常。

D. 13. 4 假人涂色

对假人各部位进行涂色，见表 D.5。用颜料涂到不同的部位，以进行辨别和区分。所有涂色部位的面积要足够大，以能够清楚可见假人与车身位置接触为宜。油彩涂色应在接近试验时进行，以确保碰撞时仍湿润有效。

表 D. 5 假人涂色

假人	假人部位	油彩颜色	涂色区域及描述
WorldSID50 th	头部（胶带轮廓） （驾驶员侧假人为头部两侧，乘员侧假人为撞击侧）	红色（驾驶员侧） 蓝色（乘员侧）	面积为 100x100mm 的方形，头部中心线下缘在 CG 处，只涂胶带的外缘。
	头部 COG （驾驶员侧假人为头部两侧，乘员侧假人为撞击侧）	黄色（驾驶员侧） 橙色（乘员侧）	Ø40mm 的圆形。
	头顶沿中矢面	绿色（驾驶员侧）	面积为 200x20mm 的单个条形，中心位于头部

		黄色（乘员侧）	CG。
	肩部/手臂 （驾驶员侧假人和乘员侧假人均 为撞击侧）	蓝色（驾驶员侧） 绿色（乘员侧）	面积为 25x150mm 的条形，从肩部固定孔的底 缘开始。
	第二根胸部肋骨 （驾驶员侧假人和 乘员侧假人均 为撞击侧）	绿色	面积为 25x150mm 的条形，从座椅靠背的最后 可接近点开始。
	第三根胸部肋骨 （驾驶员侧假人和 乘员侧假人均 为撞击侧）	红色	
	第一根腹部肋骨 （驾驶员侧假人和 乘员侧假人均 为撞击侧）	蓝色	面积为 25x150mm 的条形，从座椅靠背的最后 可接近点开始。
	第二根腹部肋骨 （驾驶员侧假人和 乘员侧假人均 为撞击侧）	绿色	
	骨盆 （驾驶员侧假人和 乘员侧假人均 为撞击侧）	橙色	面积为 25x150mm 的条形，以髋关节为中心。
ES-2re（涂色均 在撞击侧对应 位置）	头部（胶带轮廓）	蓝色	面积为 100x100mm 的方形，头部中心线下缘 在 CG 处，只涂胶带的外缘。
	头部 COG	橙色	Ø40mm 的圆形。
	头顶沿中矢面	黄色	面积为 200x20mm 的单个条形，中心位于头部 CG。
	肩部/手臂	绿色	面积为 25x150mm 的条形，从肩部固定孔的底 缘开始。
	上部肋骨	红色	长 150mm 的条形，从座椅靠背的最后可接近 点开始。
	中部肋骨	黄色	
	下部肋骨	绿色	
	腹部	红色	面积为 50x50mm 的正方形
	骨盆	橙色	面积为 50x100mm 的条形，以髋关节为中心
Q3	头顶	蓝色	面积为 75x75mm 的方形
	头带（从左至右）	红色、黄色、绿色	宽 25mm，从眉毛延伸至头部两侧 COG 处

D. 13. 5 车载记录仪的检查

试验前应保证车载记录仪的电池电量处于正常工作状态，测量触发开关处于正常工作状态。

D. 13. 6 车门（锁）状态的检查

试验前应保证所有车门处于完全关闭状态，门锁没有锁止。对于具有自动落锁系统的车辆，所有车门在碰撞前应处于落锁状态。

D. 13. 7 纯电动汽车 / 插电式混合动力电动汽车 (EV/PHEV) 的电相关检查

D. 13. 7. 1 纯电动汽车 / 插电式混合动力汽车的相关测量检查内容参考附录 A.11.7.1。

D. 13. 7. 2 使用 IPXXB 试验试指测量系统直接接触保护情况。

D. 13. 7. 3 使用测量设备测量间接接触保护情况。

D. 14 试验后检查和确认项目

D. 14. 1 侧面气囊/气帘

试验后，检查侧面气囊/气帘是否出现不正确展开或者破损的情况，侧面气帘展开性能评估在侧面碰撞试验中进行检测，在侧面柱碰试验后不再进行检测。

D. 14. 2 安全带

检查撞击侧假人安全带，在试验过程中是否失效。

D. 14. 3 车门

在碰撞过程中，检查每一个车门是否开启；碰撞试验后，检查非碰撞侧车门能否打开。

D. 14. 4 安全带带扣开启力

测量假人安全带带扣开启力，予以记录。

D. 14. 5 纯电动汽车 / 插电式混合动力电动汽车 (EV/PHEV) 的相关测量检查

纯电动汽车 / 混合动力电动汽车的相关测量检查内容同本附录中的附录 A.12.4。

D. 14. 6 E-CALL 系统检查

对于配备 E-CALL 系统的车辆，在规定的时间内进行紧急呼叫通话功能和定位功能的检查和确认。

D. 15 假人伤害指标计算

表 D.6 列出了 WorldSID 50th 型、ES-2re 及 Q3 侧碰撞假人各个测量部位和测量参数，以及相应的滤波频率等级。所有这些通道数据均应记录。在碰撞过程中假人头部反弹过程之后产生的头部伤害指标的峰值不列入计算范围内。下列有些测量指标只进行记录，不作为评价指标，具体评价指标见管理规则第三章中 1.2.1.4 的规定。

肋骨侧向位移计算时用于确定转角的参考坐标系参见 W50-9900 WorldSID 50th 假人使用手册 H 版。

表 D.6 假人测量部位和测量参数

测量部位	测量参数	滤波频率等级 CFC	伤害指标计算
头部	加速度, Ax、Ay、Az	1000	HIC15 累计 3ms 加速度峰值
颈部 (WorldSID 50 th 和 Q3)	力 Fx、Fy、Fz	1000	力和力矩的峰值
	力矩 Mx、My、Mz	600	
肩部 (WorldSID 50 th)	力 Fx、Fy、Fz	600	侧向力峰值
	位移, D	180	侧向位移峰值
	转动, α	180	粘性指标
胸部 (WorldSID 50 th)	位移, D	180	侧向位移峰值
	转动, α	180	粘性指标
胸部 (Q3)	加速度, Ax、Ay、Az	180	合成加速度 3ms 过载量
胸部肋骨 (上、中、下) 变形量及加速度 (ES-2re)	位移, Drib	180	变形峰值
	加速度, Ay		VC 肋骨加速度峰值
背板力 (ES-2re)	力, Fy	600	力的峰值
T12 力及力矩 (ES-2re)	力&力矩, Fy&Mx	600	力和力矩的峰值
腹部 (WorldSID 50 th)	位移, D	180	侧向位移峰值
	转动, α	180	粘性指标
腹部前、中、后 (ES-2re)	力, Fy	600	三个力的和的峰值
T12 (ES-2re)	加速度, Ax、Ay、Az	180	合成加速度峰值
骨盆 (WorldSID 50 th)	加速度, Ax、Ay、Az	600	加速度峰值
	力, Fy	600	峰值力
耻骨结合力 (ES-2re)	力, Fy	600	峰值力
股骨颈 (WorldSID 50 th)	力, Fx、Fy、Fz	600	峰值力

D. 15.1 WorldSID 50th假人

D. 15.1.1 头部

合成加速度值和 HIC 值通过如下公式计算:

$$A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

$$HIC = (t_2 - t_1) \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} A_R \cdot dt}{(t_2 - t_1)} \right]^{2.5}$$

式中:

Ax、Ay、Az——三个方向滤波后的加速度值, 单位为 g;
对于 WorldSID 50th, t₂-t₁≤15ms。

D. 15.1.2 肩部

D. 15.1.2.1 肩部侧向力

肩部侧向力通过如下公式计算：

$$F_{y\text{shoulder}} = \max (F_y (t))$$

D. 15. 1. 2. 2 肩部肋骨侧向位移

肩部肋骨侧向位移通过如下公式进行计算：

$$D_{y\text{shoulder}} = \max (D_y (t) - D_y (0))$$

式中：

$$D_y (t) = R (t) \cdot \sin (\Phi_{\text{IRT}} (t));$$

$R (t)$ ——肩部 IR-TRACC 滤波后长度；

$\Phi_{\text{IRT}} (t)$ ——肩部 IR-TRACC 滤波后转动角；

$D_y (0)$ ——0 时刻肩部肋骨侧向位移。

D. 15. 1. 3 胸部

D. 15. 1. 3. 1 胸部位移

胸部位移通过如下公式进行计算：

$$D_{\text{thorax}} = \max (D_{\text{thorax}} (t))$$

胸部肋骨侧向位移通过如下公式进行计算：

$$D_{y\text{thorax}} = \max (D_y (t) - D_y (0))$$

式中：

$$D_y (t) = R (t) \sin (\Phi (t));$$

$R (t)$ ——胸部 IR-TRACC 滤波后长度；

$\Phi (t)$ ——胸部 IR-TRACC 滤波后转动角；

$D_y (0)$ ——0 时刻胸部肋骨侧向位移。

D. 15. 1. 3. 2 粘性指标

VC 值通过如下公式进行计算：

$$VC = V (t) \times C (t)$$

其中：

$$V_{(t)} = \frac{8[D_{(t+1)} - D_{(t-1)}] - [D_{(t+2)} - D_{(t-2)}]}{12\delta t};$$

$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0.17};$$

$D (t)$ —— t 时刻的变形量，为滤波计算后的胸部肋骨侧向位移 $D_{y\text{thorax}}$ ，单位为米 (m)；

δt ——变形量测量的时间间隔，单位为秒 (s)。

D. 15. 1. 4 腹部

D. 15. 1. 4. 1 腹部位移

腹部位移通过如下公式进行计算：

$$D_{abdomen} = \max (D_{abdomen} (t))$$

腹部肋骨侧向位移通过如下公式进行计算：

$$Dy_{abdomen} = \max (Dy (t) - Dy (0))$$

式中：

$Dy (t) = R (t) \sin (\Phi (t))$ ；

$R (t)$ ——腹部 IR-TRACC 滤波后长度；

$\Phi (t)$ ——腹部 IR-TRACC 滤波后转动角；

$Dy (0)$ ——0 时刻腹部肋骨侧向位移。

D. 15. 1. 4. 2 粘性指标

VC 值通过如下公式进行计算：

$$VC = V (t) \times C (t)$$

其中：

$$V (t) = \frac{8[D(t+1) - D(t-1)] - [D(t+2) - D(t-2)]}{12\delta t};$$

$$C (t) = \frac{D(t)}{0.17}$$

$D (t)$ —— t 时刻的变形量，为滤波计算后的腹部肋骨侧向位移 $Dy_{abdomen}$ ，单位为米 (m)；

δt ——变形量测量的时间间隔，单位为秒 (s)。

D. 15. 1. 5 骨盆

取耻骨力的峰值。

D. 15. 2 ES-2re 假人

D. 15. 2. 1 头部

合成加速度值和 HIC 值通过如下公式计算：

$$A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

$$HIC = (t_2 - t_1) \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} A_R \cdot dt}{(t_2 - t_1)} \right]^{2.5}$$

式中：

A_x 、 A_y 、 A_z ——三个方向滤波后的加速度值，单位为 g；

$t_2-t_1 \leq 15\text{ms}$ ，计算累计 3ms 合成加速度值。

D. 15. 2. 2 胸部肋骨

D_{rib} 取三根肋骨变形值的最大值。计算胸部肋骨的 VC 值：

$$C_{(t)} = \frac{D_{(t)}}{0.14}$$

在 t 时刻的肋骨变形速率由滤波后的变形量计算求得：

$$V_{(t)} = \frac{8[D_{(t+1)} - D_{(t-1)}] - [D_{(t+2)} - D_{(t-2)}]}{12\delta t}$$

其中：

$D_{(t)}$ —— t 时刻的变形量，单位为米 (m)；

δt ——变形量测量的时间间隔。单位为秒 (s)，其最大值为 $125 \times 10^{-4}\text{s}$ 。

D. 15. 2. 3 腹部

计算腹部三个力的和，取和的最大值。

D. 15. 2. 4 耻骨力

取耻骨力的峰值。

D. 15. 3 Q3 儿童假人

D. 15. 3. 1 头部

合成加速度值和 HIC 值通过如下公式计算：

$$A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

$$HIC = (t_2 - t_1) \left[\frac{\int_{t_1}^{t_2} A_R \cdot dt}{(t_2 - t_1)} \right]^{2.5}$$

式中： A_x 、 A_y 、 A_z ——三个方向加速度值，单位为 g， $t_2-t_1 \leq 15\text{ms}$ 。

D. 15. 3. 2 胸部

合成加速度值通过如下公式计算：

$$A_R = \sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$$

式中： A_x 、 A_y 、 A_z ——三个方向加速度值，单位为 g。