

C-IASI

中国保险汽车安全指数规程

编号: C-IASI-SM. PS. VRUT-C0

第3部分: 车外行人安全指数 车对弱势道路使用者自动紧急制动系统 试验规程

Part 3: Pedestrian Safety Index

AEB Car-to-VRU Test Protocol

(2023 版)

中国汽车工程研究院股份有限公司 发布
中保研汽车技术研究院有限公司

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验要求	5
4.1 试验场地及试验环境	5
4.2 试验设备	5
4.3 试验车辆	7
4.4 数据记录及数据处理	8
4.5 试验拍摄	8
5 试验方法	8
5.1 基本要求	8
5.2 AEB 车对行人试验	9
5.3 AEB 车对自行车骑行者试验	12
5.4 AEB 车对踏板车骑行者试验	13
6 夜间试验要求	15
6.1 背景照度	15
6.2 主车路径上的照度	16
6.3 行人路径上的照度	16
6.4 路灯安装	17
附 录 A(资料性)	18

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。

车对弱势道路使用者自动紧急制动系统(AEB Car-to-VRU)规程为车外行人安全指数的一个规程,本规程以国内外标准为基础,主要从AEB车对行人、AEB车对自动车骑行者、AEB车对踏板车骑行者三部分进行考核。

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。

车对弱势道路使用者自动紧急制动系统试验规程

1 范围

本规程规定了车对弱势道路使用者自动紧急制动系统（AEB Car-to-VRU）的试验方法。

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规程必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期的版本适用于本规程。不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB/T 15089-2001 机动车辆及挂车分类

GB/T 39263-2020 道路车辆 先进驾驶辅助术语及定义

GB/T 39901-2021 乘用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法

IIHS Pedestrian Autonomous Emergency Braking Test Protocol

Euro NCAP TEST PROTOCOL-AEB/LSS VRU systems

ACEA Articulated Pedestrian Target Specification document version 1.0

ACEA Bicyclist Target Specification document version 1.0

3 术语和定义

以下术语和定义适用于本规程。

3.1

惯性坐标系 inertial frame

本规程采用 ISO 8855:2011 中所指定的惯性坐标系，其中 x 轴指向车辆前方，y 轴指向驾驶员左侧，z 轴指向上方（右手坐标系）。从原点向 x、y、z 轴的正向看去，绕 x、y 和 z 轴顺时针方向旋转是侧倾角、俯仰角和横摆角。左舵和右舵车辆皆采用此坐标系。

3.2

自动紧急制动 autonomous emergency braking; AEB

实时监测车辆前方行驶环境，并在可能发生碰撞危险时自动启动车辆制动系统使车辆减速，以避免碰撞或减轻碰撞后果。

[来源：GB/T 39263-2020，2.3.1]

3.3

行人与骑行者 vulnerable road user; VRU

易受伤害的道路使用者（如行人和自行车骑行者）。

3.4

行人与骑行者自动紧急制动系统 autonomous emergency braking vulnerable road user; AEB VRU

能够对行人与骑行者做出反应的自动紧急制动系统。

3.5

前向碰撞报警 forward collision warning; FCW

实时监测车辆前方行驶环境，并在可能发生前向碰撞危险时发出警告信息。

[来源：GB/T 39263-2020, 2.2.10]

3.6

自动紧急转向 autonomous emergency steering; AES

实时监测车辆前方、侧方及侧后方行驶环境，在可能发生碰撞危险时自动控制车辆转向，以避免碰撞或减轻碰撞后果。

[来源：GB/T 39263-2020, 2.3.3]

3.7

紧急转向辅助 emergency steering assist; ESA

实时监测车辆前方、侧方行驶环境，在可能发生碰撞危险且驾驶员有明确的转向意图时辅助驾驶员进行转向操作。

[来源：GB/T 39263-2020, 2.3.4]

3.8

主车 subject vehicle; SV

配有本规程所定义的自动紧急制动车对行人与骑行者自动紧急制动系统的待测车辆。

3.9

成人假人目标 adult pedestrian target; APT

本规程中所使用的成人假人目标，它是车辆自动紧急制动系统 AEB 工作时所针对的对象。

3.10

儿童假人目标 child pedestrian target; CPT

本规程中所使用的儿童假人目标，它是车辆自动紧急制动系统 AEB 工作时所针对的对象。

3.11

自行车骑行者目标 adult bicyclist target; ABT

本规程中所使用的自行车骑行者目标，它是车辆自动紧急制动系统 AEB 工作时所针对的对象。

3.12

踏板车骑行者目标 scooter target adult; STA

本规程中所使用的踏板两轮车骑行者目标，它是车辆自动紧急制动系统 AEB 工作时所针对的对象。

3.13

车辆宽度 vehicle width

平行于车辆纵向对称平面并分别抵靠车辆两侧固定突出部位的两平面之间的距离，固定突出部位不包含后视镜、侧面标志灯、示位灯、转向灯、挠性挡泥板、折叠式踏板、防滑链以及与地面接触变形部分等。

3.14

横向距离 lateral offset

主车前轴中心点与规划路径距离之差。

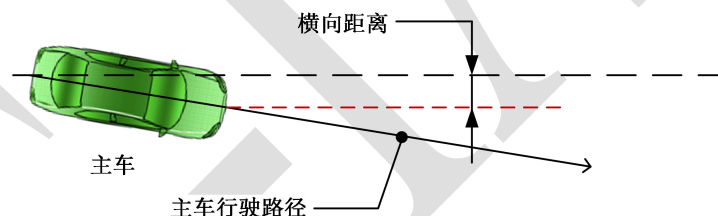


图 1 横向距离示意图

3.15

纵向距离 longitudinal offset

主车车头中心点与目标物在主车规划路径上的距离。

- a) 行人横穿场景中指主车车头中心与行人手臂外侧在主车规划路径上的距离；
- b) 行人纵向追尾场景中指主车车头中心与行人臀部后侧在主车规划路径上的距离；
- c) 自行车骑行者横穿场景中指主车车头中心与自行车骑行者腿部外侧在主车规划路径上的距离；
- d) 自行车骑行者纵向追尾场景中指主车车头中心与自行车尾部在主车规划路径上的距离；
- e) 踏板车骑行者横穿场景中指主车车头中心与踏板车前轮最前端在主车规划路径上的距离。

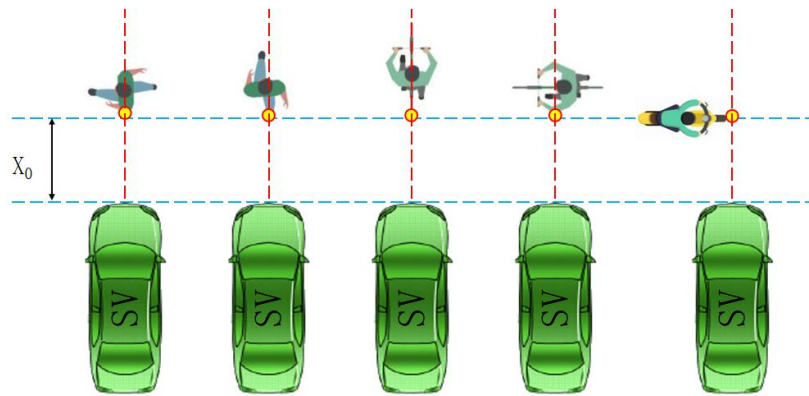


图 2 纵向距离示意图

3. 16

碰撞点 impact point

主车首次与目标物发生碰撞，即纵向距离为零的点。

3. 17

碰撞速度 impact velocity

主车与目标物发生碰撞时的速度。

3. 18

相对速度 relative velocity

主车与目标物的纵向速度之差，见式（1）。

$$V_r(t) = V_{sv}(t) - V_{tv}(t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$V_r(t)$ ——相对速度；

$V_{sv}(t)$ ——主车纵向速度；

$V_{tv}(t)$ ——目标物纵向速度。

相对速度的值相当于主车与目标物的纵向距离的变化率。其正值代表主车比目标物速度更高，纵向距离随着时间减小，当目标物横穿时纵向车速为零。

3. 19

碰撞时间 time to collision; TTC

当相对速度不为零时，可以通过式（2）计算在同一路径上行驶的主车和目标物，假定相对速度保持不变时距离碰撞发生的时间。其值可以通过主车与目标物的纵向距离除以相对速度来估算。当不满足计算条件或碰撞时间的计算结果为负值时，表明在上述假定条件下，碰撞不可能发生。

$$TTC = \frac{X_0(t)}{V_r(t)} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$X_0(t)$ ——纵向距离，单位为米（m）

$V_r(t)$ ——相对速度，单位为米/秒（m/s）

4 试验要求

4.1 试验场地及试验环境

4.1.1 试验场地要求

- a) 试验路面水平、干燥，表面无可见潮湿处，附着系数宜为 0.8 以上；
- b) 试验道路应平坦，无明显的凹坑、裂缝等不良情况，其水平平面度应小于 1%，长度至少 500m；
- c) 试验过程中，行人横穿试验在主车行驶路径右侧 6m、左侧 6m 内以及主车试验结束前方 30m 内不能有任何车辆、障碍物，或其他影响试验的物体（除去试验背景车辆）；自行车骑行者横穿试验在主车行驶路径右侧 21m、左侧 6m 内以及主车试验结束前方 30m 内不能有任何车辆、障碍物，或其他影响试验的物体；踏板车骑行者横穿试验在主车行驶路径左侧 30m、右侧 6m 内以及主车试验结束前方 30m 内不能有任何车辆、障碍物，或其他影响试验的物体；路面上方的标志物、桥梁及其他物体或建筑必须高于路面 5m。

4.1.2 试验环境要求

- a) 气候条件良好，除特殊场景外无降雨、降雪、扬尘等恶劣天气情况；
- b) 温度在 0°C-45°C 之间，风速应低于 5m/s；
- c) 除夜间场景外，试验应在均匀的自然光照条件下进行，如试验车辆的生产制造商无更低的下限值要求，光照度应不小于 2000lux。

4.2 试验设备

4.2.1 目标物

行人与骑行者VRU目标物包括成人行人目标APT、儿童行人目标CPT、自行车骑行者目标ABT、电动踏板车骑行者目标STA，见图3所示，具体要求如下：



图 3 弱势交通参与者目标物

a) 成人行人目标APT和儿童行人目标CPT应为表面特征参数能够代表上述成人行人和儿童行人且适应传感器系统的可摆腿柔性目标物，具体要求参照标准 ISO19206-2;

b) 自行车骑行者目标ABT应为表面特征参数能够代表上述自行车骑行者且适应传感器系统的柔性目标物，具体要求参照标准 ISO19206-4;

c) 电动踏板车骑行者目标STA应为表面特征参数能够代表上述电动踏板车骑行者且适应传感器系统的柔性目标物。其中，柔性目标物当前尺寸要求如表1所示。

注1：柔性目标物待相关国标发布后，将参照国标要求执行。

注2：试验车辆的生产制造商认为柔性目标物不能满足试验车辆传感器对目标的要求，请联系官方试验室。

表1 电动踏板车骑行者STA主要尺寸

尺寸	数值 (mm)
总车长	1720
总车宽	630
总车高	1000
轮距	1230
座椅高度	730
座椅宽度	280
踏板高度	300
踏板宽度	300

4.2.2 数采设备

封闭场地试验设备应满足以下要求：

- a) 动态数据的采样及存储频率应不小于100Hz，试验车辆和目标物使用DGPS时间进行数据同步；
- b) 试验车辆及目标物的速度精度 $\pm 0.1\text{km/h}$ ；
- c) 试验车辆及目标物的纵向加速度精度 $\pm 0.1\text{m/s}^2$ ；
- d) 试验车辆及目标物的横向和纵向位置精度 $\pm 0.03\text{m}$ ；
- e) 试验车辆及目标物的横摆角速度精度 $\pm 0.1^\circ/\text{s}$ ；
- f) 试验车辆及目标物的转向盘角速度精度 $\pm 1.0^\circ/\text{s}$ 。

4.3 试验车辆

4.3.1 系统初始化

如有必要，试验前可先进行AEB系统的初始化，包含雷达、摄像头等传感器的校准。

4.3.2 车辆状态确认

a) 试验车辆应为新车，行驶里程不高于 5000km；

b) 试验车辆应使用试验车辆的生产制造商指定的全新原厂轮胎，轮胎气压应为试验车辆的生产制造商推荐的标准冷胎气压；若推荐值多于一个，则应被充气到最轻负载时的气压；

c) 试验车辆燃油量应不少于油箱容量的 90%，全车其他油、水等液体（如冷却液、制动液、机油等）应至少达到最小指示位置；在试验期间，车辆燃油量可能会降低，但不得低于 50%；

d) 若试验车辆安装主动机罩系统，则在安装试验设备前关闭；

e) 安装试验设备并进行配载，配载后应达到以下要求：

$$\text{整备质量+驾驶员+试验设备+配载} = (\text{整备质量}+200\text{kg}) \cdot (1\pm 1\%)$$

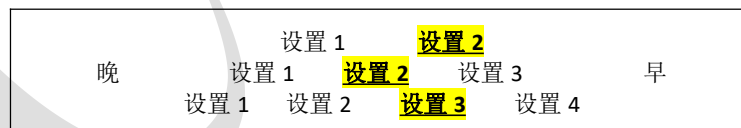
f) 对于可外接充电的新能源车辆，按照 GB/T 18385-2005 5.1 对动力蓄电池完全充电；对于不可外接充电的新能源车辆，按照车辆正常运行状态准备试验；在试验期间，车辆电量可能会降低，但不得低于 50%。

4.3.3 功能检查

设备安装前，主车以高于最低激活车速的速度行驶，以静态成人假人为目标进行3次试验，用以检查系统能否正常工作。

4.3.4 功能设置

针对报警级别有多个选项可设置的 AEB 和/或 FCW 系统，应在试验开始前将制动和/或报警级别设置为中档；若档位个数为偶数，则设置为中间偏早的档位。



4.3.5 制动系统预热

试验开始前，应对制动系统进行预热，包括：

a) 试验车辆以 56km/h 的初速度，约 5m/s²-6m/s² 的平均减速度制动到速度为零，反复进行 10 次；

b) 试验车辆以 72km/h 的初速度，全力制动（应使用足够制动力使触发 ABS）到速度为零，反复进行 3 次；

c) 试验车辆以 72km/h 的速度行驶 5min，冷却制动系统；

d) 两次正式试验间隔至少 3min; 试验过程中, 如果试验车辆静止时间大于 15min, 则要以 72km/h 的初速度, 不小于 7m/s^2 的平均减速度制动到速度为零, 反复进行 3 次来预热制动系统;

e) 制动系统最后一次预热和正式试验相隔至少 3min。

4.4 数据记录及数据处理

a) 主车加速度踏板位置使用试验原始数据, 数据格式应为加速踏板行程的百分比来表示;

b) 主车横向和纵向位置需使用原始数据, 数据单位为 m;

c) 主车车速为 GPS 速度, 需使用原始数据, 数据单位为 km/h;

d) 主车纵向加速度数据需采用 12 阶无级巴特沃斯滤波器过滤, 截止频率为 6Hz, 数据单位为 m/s^2 ;

e) 主车横摆角速度数据需采用 12 阶无级巴特沃斯滤波器过滤, 截止频率为 6Hz, 数据单位为 $^\circ/\text{s}$;

f) 转向盘角速度数据需采用 12 阶无级巴特沃斯滤波器过滤, 截止频率为 6Hz, 数据单位为 $^\circ/\text{s}$ 。

4.5 试验拍摄

a) 试验设备安装前, 应对主车左前 45 度和车辆铭牌进行拍照;

b) 试验设备安装后, 应对主车内外试验设备进行拍照。

5 试验方法

5.1 基本要求

主车的生产制造商可在正式试验前提供由具有资质的第三方检测机构出具的预测试报告。主车的生产制造商未提供预测试报告的情况下每个试验工况试验次数为 1 次。若主车的生产制造商提供预测试结果, 则试验按照以下规则进行:

a) 第一次试验:

——若第一次试验结果与预测试结果相同, 则取第一次试验结果作为该试验工况的最终结果;

——若第一次试验结果与预测试结果存在较大偏差, 则进行第二次试验。

b) 第二次试验:

——若第二次试验结果与预测试结果相同, 则取第二次试验结果作为该试验工况的最终结果;

——若第二次试验结果与预测试结果存在较大偏差, 但与第一次试验结果相同, 则取第一次与第二次试验平均值作为该试验工况的最终结果;

——若第二次试验结果与预测试结果、第一次试验结果均存在较大偏差, 则进行第三次试验。

c) 第三次试验:

——若第三次试验结果与前面两次试验结果中的一次相同，则取此两次试验平均值作为该试验工况的最终结果；

——若三次试验结果均存在较大偏差，则中止试验并待分析原因后，重新测试。

注1：针对单个试验工况，在AEB功能正式试验中，若其单次试验结果得分与预测试得分相同，且碰撞速度偏差的绝对值 $\leq 5\text{km/h}$ ，则认为正式试验与预测试结果相同；否则认为两者间存在较大偏差。在FCW功能正式试验中，若其单次试验结果得分与预测试得分相同，则认为正式试验与预测试结果相同；否则认为两者间存在较大偏差。

注2：针对单个试验工况，若其试验最终结果与预测试结果存在较大偏差，则记为1次无效，累计3次无效后将不再继续参考预测试结果，后续每个试验工况只进行1次试验。

5.2 AEB 车对行人试验

本部分用于评价主车 AEB 系统对于车辆前方纵向行人、前方横穿行人的识别和避撞能力。

5.2.1 成人纵向追尾 25%工况 (CPLA-25)

成人假人目标 APT 中心线与主车中心线平行，距离主车中心线距离为 25%车辆宽度，目标假人以 5km/h 的速度向前匀速运动，主车分别以 35km/h 和 55km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 25%处，如图 4 中所示 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行试验。

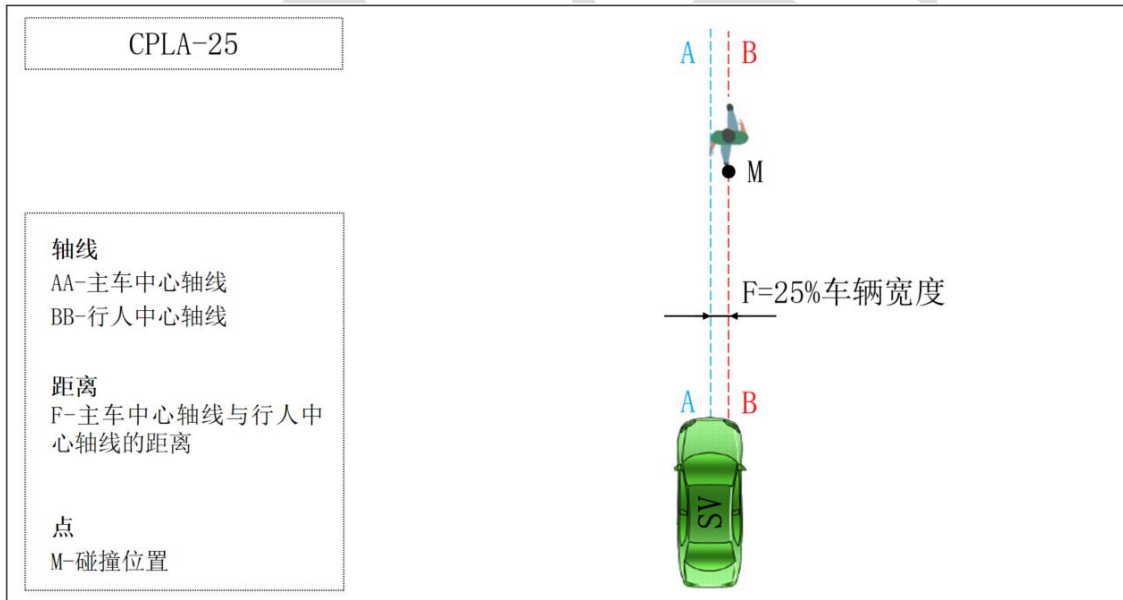


图 4 CPLA-25 工况

5.2.2 成人近端横穿 25%工况 (CPNA-25)

成人假人目标 APT 行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 1m 加速至 5km/h 并保持匀速移动，主车分别以 20km/h、40km/h、60km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 25%处，如图 5 中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在夜晚进行试验。

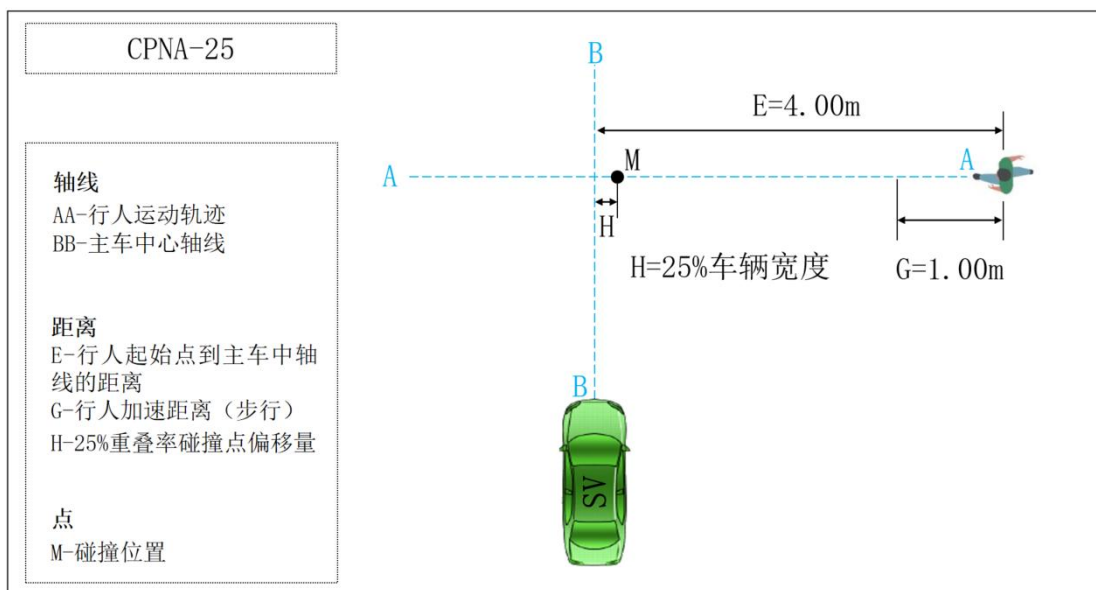


图 5 CPNA-25 工况

5.2.3 成人远端横穿遮挡 50%工况 (CPF0A-50)

成人假人目标 APT 行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 1m 加速至 5km/h 并保持匀速移动，主车分别以 20km/h、40km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 6 中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在夜晚进行试验，障碍车开启近光灯。

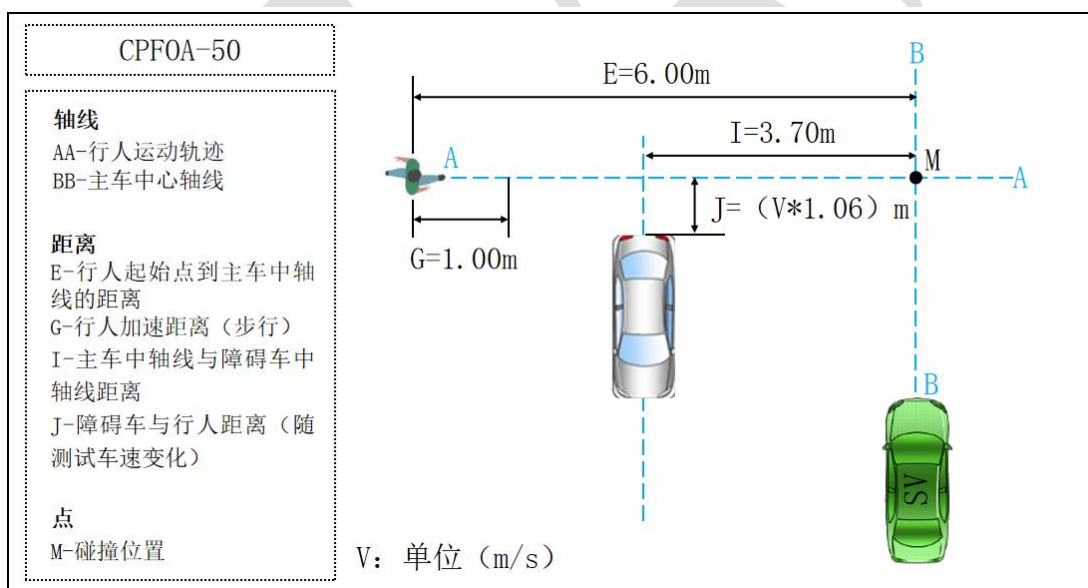


图 6 CPF0A-50 工况

5.2.4 儿童近端横穿单侧遮挡 50%工况 (CPNS0C-50)

儿童假人目标 CPT 行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 1m 加速至 5km/h 并保持匀速移动，主车分别以 40km/h、60km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 7 中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行试验。

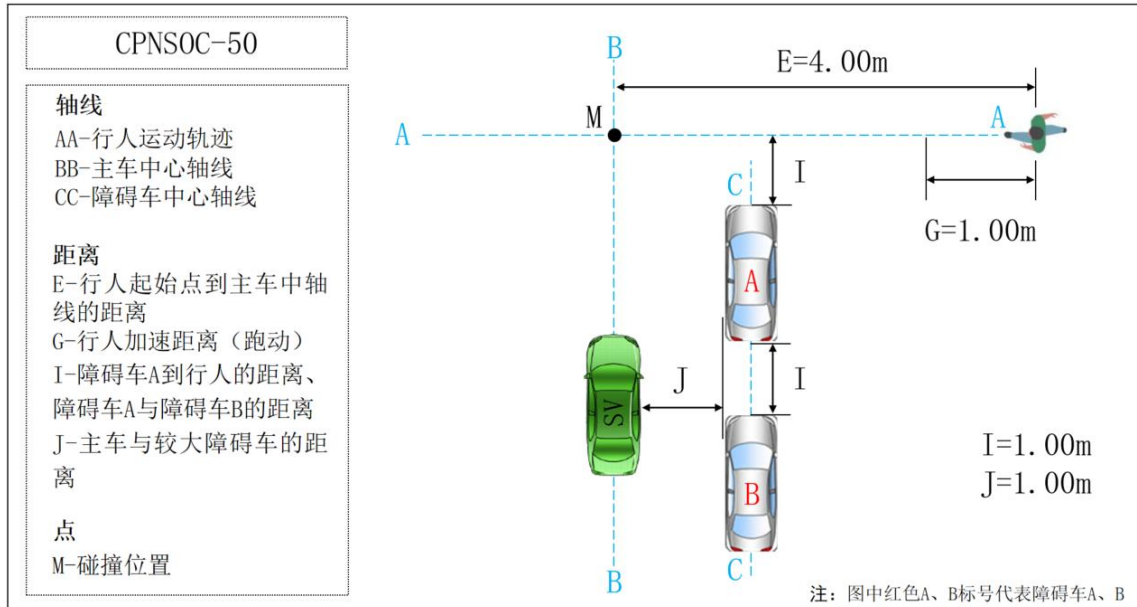


图 7 CPNSOC-50 工况

5.2.5 儿童近端横穿双侧遮挡 50%工况 (CPNDOC-50)

儿童假人目标 CPT 行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 1m 加速至 5km/h 并保持匀速移动，主车分别以 20km/h、30km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 8 中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行试验。

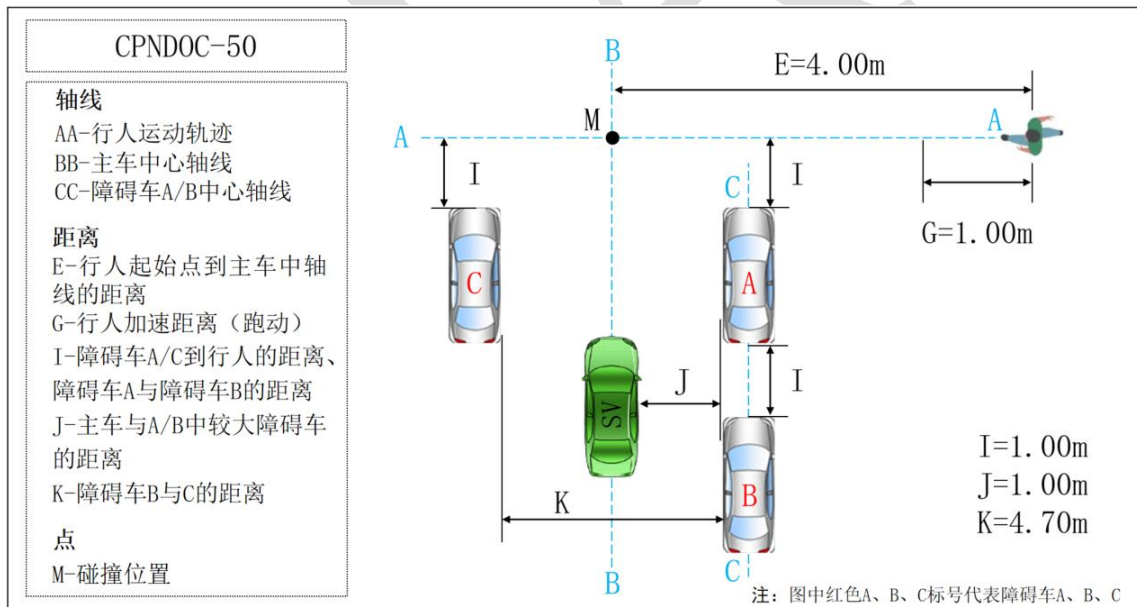


图 8 CPNDOC-50 工况

5.2.6 试验要求

针对 AEB 车对行人试验，试验要求包括：

- a) 主车速度保持在规定车速±1km/h，假人目标速度保持在 (5±0.2) km/h；

- b) 主车转向盘角速度不超过 $15^\circ/s$;
- c) 主车在试验结束前不能踩制动踏板，不能突然制动或转向，主车的横摆角速度不超过 $\pm 1^\circ/s$;
- d) 主车横向距离不超过规定行驶路径 $\pm 0.1m$;
- e) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$;

f) CPNSOC-50 工况为 2 辆障碍车，其中右侧前端靠近行人障碍车 A 使用车长范围在 4.5m-4.95m 的浅色轿车，位于障碍车 A 后方的障碍车 B 使用车长范围在 4.4m-4.8m 的多用途乘用车，颜色不限。

g) CPNDOC-50 工况为 3 辆障碍车，障碍车 A 与障碍车 B 位置与 CPNSOC-50 工况一致，左侧障碍车 C 使用车长范围在 4.4m-4.8m 的乘用车，颜色不限。

5.3 AEB 车对自行车骑行者试验

本部分试验用于评价主车 AEB 对于车辆前方纵向行驶自行车骑行者、前方横穿自行车骑行者的识别和避撞能力。

5.3.1 自行车骑行者纵向追尾 50%工况 (CBLA-50)

自行车骑行者目标 ABT 行驶路径与主车行驶路径重合，加速至 15km/h 并保持匀速移动，主车分别以 45km/h、65km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 9 中所示的 M 点，主车距离自行车 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行。

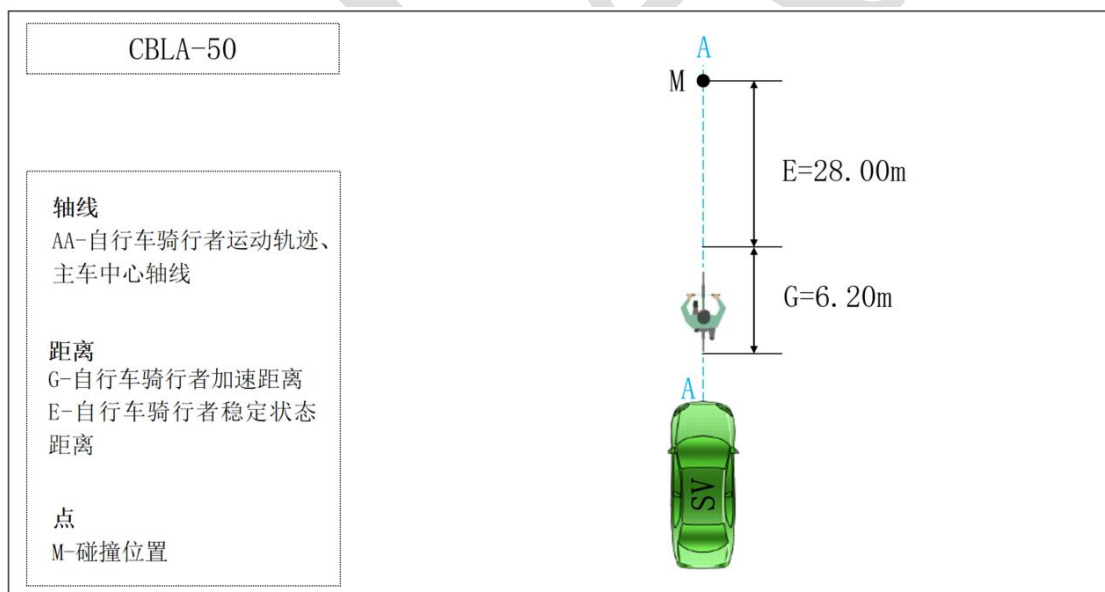


图 9 CBLA-50 工况

5.3.2 自行车骑行者近端横穿 50%工况 (CBNA-50)

自行车骑行者目标 ABT 行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 4m 加速至 15km/h 并保持匀速移动，主车分别以 20km/h、40km/h、60km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 10 中所示

的 M 点，主车距离目标物行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行。

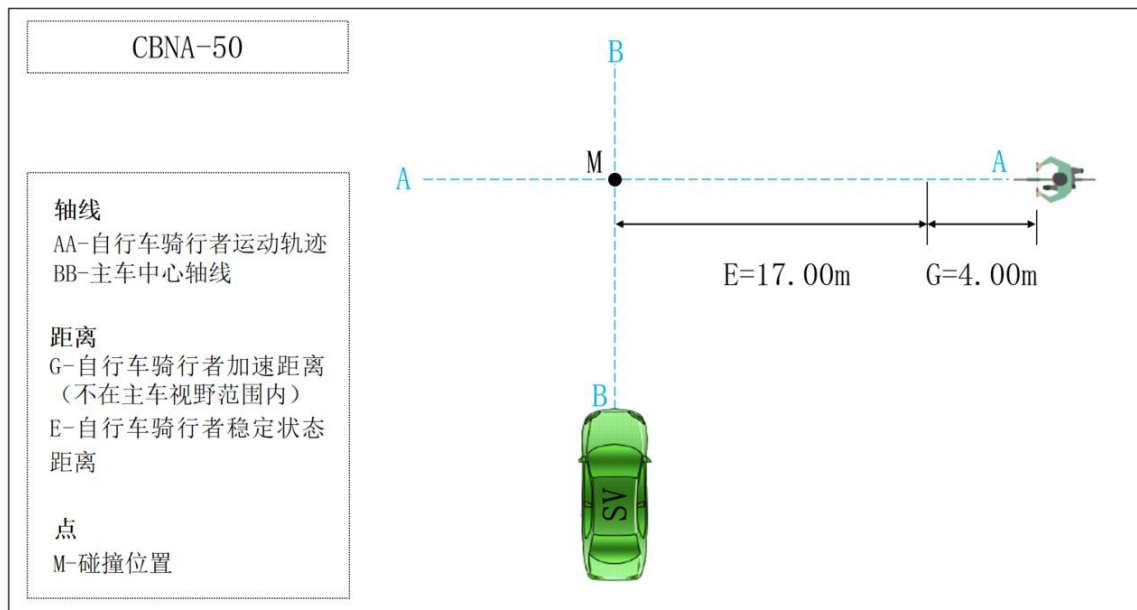


图 10 CBNA-50 工况

5.3.3 试验要求

针对 AEB 车对自行车骑行者试验，试验要求包括：

- a) 主车速度保持在规定车速 $\pm 1\text{km/h}$ ，自行车骑行者目标速度保持在 $(15\pm 0.5)\text{km/h}$ ；
- b) 主车转向盘角速度不超过 $15^\circ/\text{s}$ ；
- c) 主车横向距离不超过规定行驶路径 $\pm 0.1\text{m}$ ；
- d) 主车在试验结束前不能踩制动踏板，不能突然制动或转向，主车的横摆角速度不超过 $\pm 1^\circ/\text{s}$ ；
- e) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$ 。

5.4 AEB 车对踏板车骑行者试验

本部分试验用于评价主车 AEB 对于车辆前方横穿踏板车骑行者和主车转弯时对向行驶踏板车骑行者的识别和避撞能力。

5.4.1 踏板车骑行者远端横穿 50%工况 (CSFA-50)

踏板车骑行者目标 STA 行驶路径与主车行驶路径垂直，加速至 20km/h 并保持匀速移动，主车分别以 20km/h 、 40km/h 、 60km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 11 中所示的 M 点，主车距离目标物行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行。

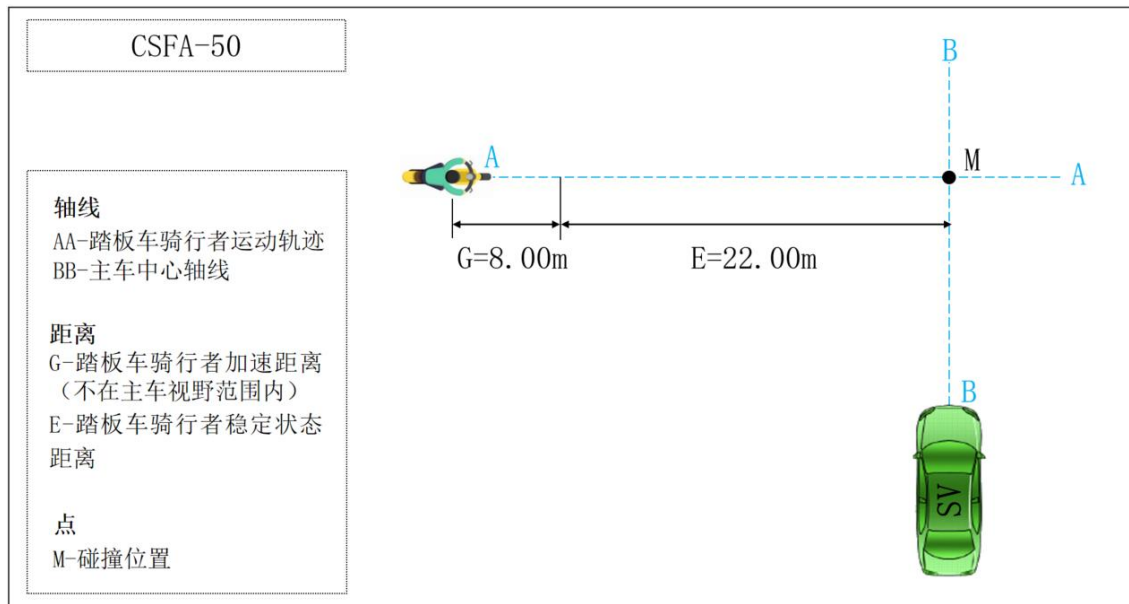


图 11 CSFA-50 工况

5.4.2 主车左转-踏板车骑行者对向直行 50%工况 (CSFtap-50)

踏板车骑行者目标 STA 加速至 20km/h 并保持匀速行驶。主车先加速至 15km/h，并沿试验路径向前行驶，沿轨迹左转（主车在转向开始前不少于 10s 打开转向灯），两车保持同步（若没有辅助驾驶功能介入，主车与踏板车目标发生碰撞且碰撞点如图 12 所示），主车距离踏板车骑行者纵向距离 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行。

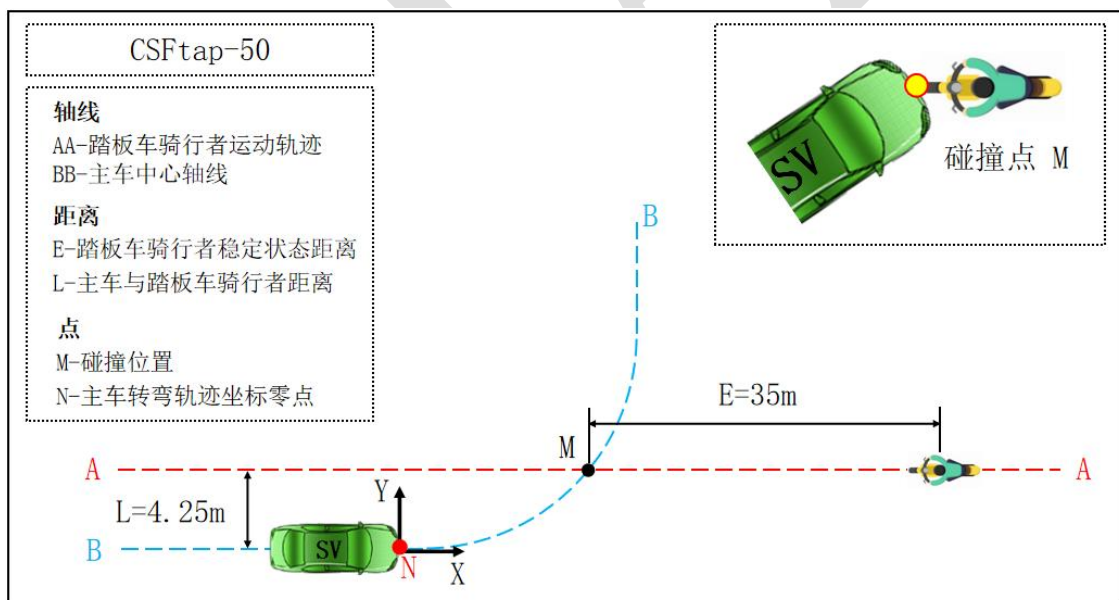


图 12 CSFtap-50 工况

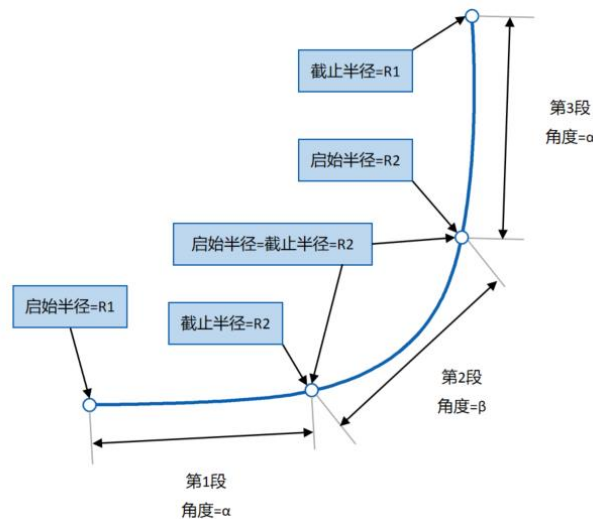


图 13 主车左转路径要求

表 2 主车左转路径要求

主车速度 (km/h)	第 1 段 (变曲率)			第 2 段 (定曲率)			第 3 段 (变曲率)		
	起始半 径 R1 (m)	截止半 径 R2 (m)	角度 α (deg)	起始半 径 R2 (m)	截止半 径 R2 (m)	角度 β (deg)	起始半 径 R2 (m)	截止半 径 R1 (m)	角度 α (deg)
15	1500	11.75	20.93	11.75	11.75	48.14	11.75	1500	20.93

5.4.3 试验要求

针对 AEB 车对踏板车骑行者试验，试验要求包括：

- a) 主车速度保持在规定车速 ± 1 km/h，踏板车骑者目标速度保持在 (20 ± 0.5) km/h；
- b) 主车横向距离不超过规定行驶路径 ± 0.1 m；
- c) 主车在试验结束前不能踩制动踏板，不能突然制动或转向；
- d) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$ ；
- e) 针对 CSFA-50 工况，主车与目标车转向盘角速度不超过 $15^\circ/s$ ，主车的横摆角速度不超过 $\pm 1^\circ/s$ 。

6 夜间试验要求

6.1 背景照度

背景照度作为路灯照明的附加值，测量时应关闭所有灯具和车灯，测量位置在碰撞点处，即图 14 中所示的 M 点，背景照度的最大值应小于 1lux。

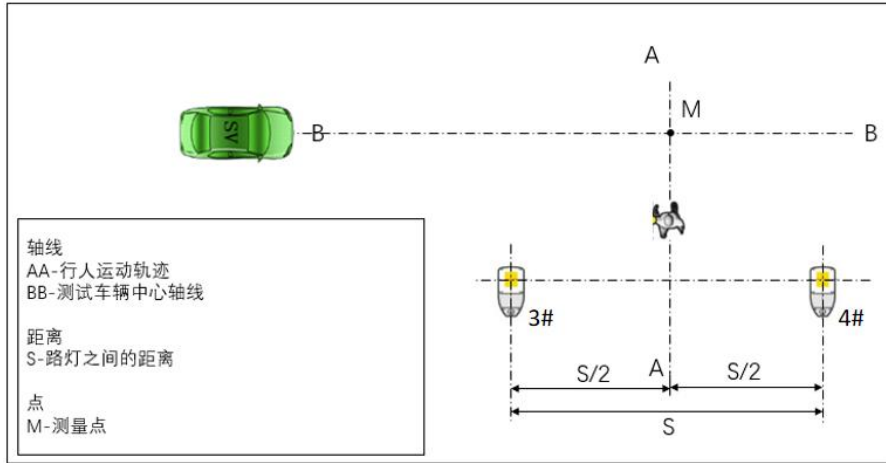


图 14 背景照度测量

6.2 主车路径上的照度

主车路径上的照度值应测量主车路径上 11 个点 $I_1 \dots I_{11}$ 的照度，如图 15 所示，再计算这 11 个点的平均照度 \bar{I} ，如式 (3) 所示。测量时打开路灯照明，平均照度的范围应在 $16 \text{ lux} < \bar{I} < 22 \text{ lux}$ 。

$$\bar{I} = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} I_i \dots \dots \dots (3)$$

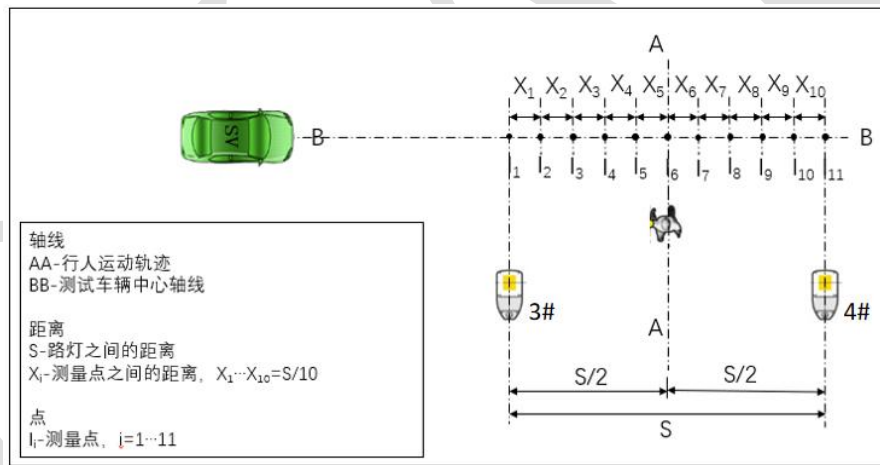


图 15 主车路径上的照度测量

6.3 行人路径上的照度

针对 CPNA-25 场景，行人路径上的照度值应测量行人路径上的 6 个点 $I_1 \dots I_6$ 的照度，如图 16 所示，每个点的照度值应不低于 5 lux 。

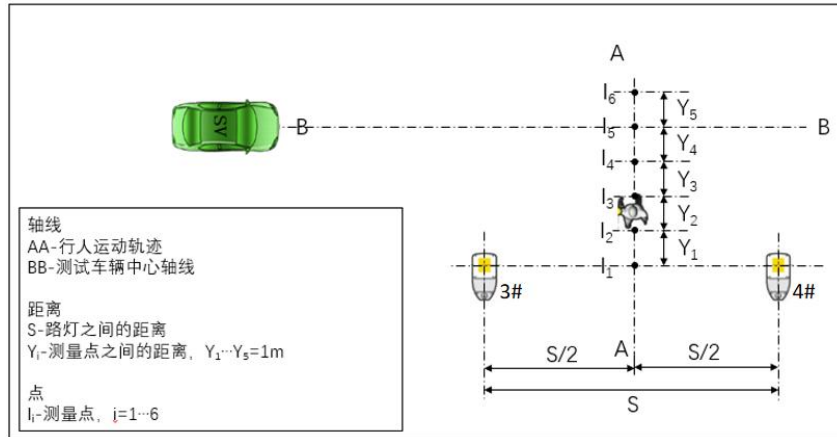


图 16 行人路经照度测量

6.4 路灯安装

行人路径处于灯 3 和灯 4 的中间，如图 17 所示，照明设备间距 $S = (25 \pm 0.5) \text{ m}$ ；照明设备光源与主车路径间距 $D = (4 \pm 0.1) \text{ m}$ ；照明设备光源高度 $H = (5 \pm 0.1) \text{ m}$ ；地面和灯杆的角度 $\alpha = (90 \pm 0.1)^\circ$ 。照明设备安装完成后，应保证主车行驶路径右侧 4m、左侧 6m 内无障碍物。

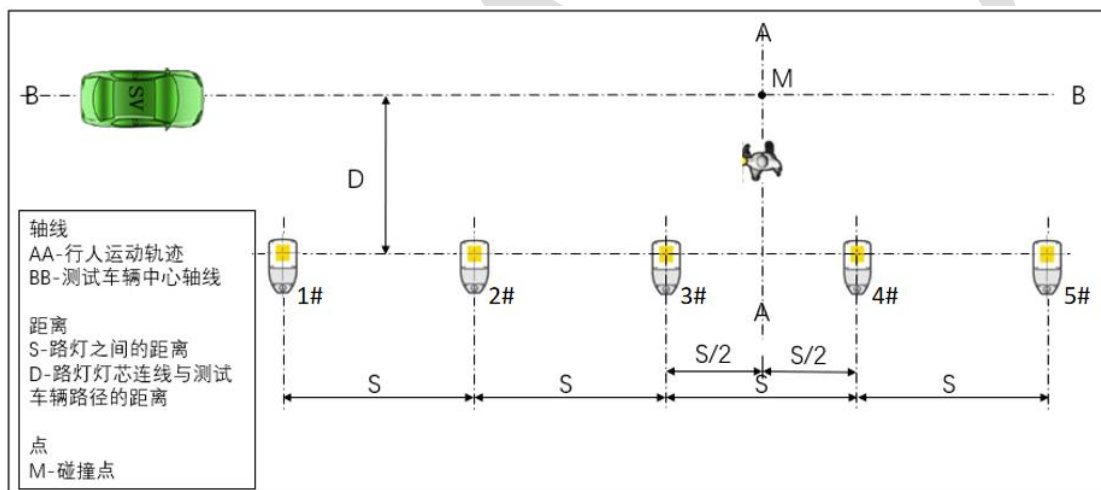


图 17 路灯安装位置

附录 A

(资料性)

AEB Car-to-VRU 试验工况对照表

表 A.1 AEB Car-to-VRU 试验工况缩写、中英文对照表

类别	试验工况 (缩写)	试验工况 (中文)	试验工况 (英文)
AEB 车对行人	CPNA-25	成人近端横穿 25%	car to pedestrian nearside adult 25%
	CPFOA-50	成人远端横穿遮挡 50%	car to pedestrian farside obstruction adult 25%
	CPLA-25	成人纵向追尾 25%	car to pedestrian longitudinal adult 25%
	CPNSOC-50	儿童近端横穿单侧遮挡 50%	car to pedestrian nearside single obstruction child 50%
	CPNDOC-50	儿童近端横穿双侧遮挡 50%	car to pedestrian nearside double obstruction child 50%
AEB 车对自行车骑行者	CBNA-50	自行车骑行者近端横穿 50%	car to bicyclist nearside adult 50%
	CBLA-50	自行车骑行者纵向追尾 50%	car to bicyclist longitudinal adult 50%
AEB 车对踏板车骑行者	CSFA-50	踏板车骑行者远端横穿 50%	car to scooter farside adult 50%
	CSFtap-50	主车左转-踏板车骑行者对向直行 50%	car to scooter front turn-across-path 50%

表 A.2 AEB 车对行人试验工况表

试验工况	主车车速	假人目标速度	碰撞点	假人目标运动方向	光线条件	假人目标类型
CPNA-25	20/40/60 km/h	5 km/h	25%	横向	夜晚	APT
CPFOA-50	20/40 km/h	5 km/h	50%	横向	夜晚	APT
CPLA-25	35/55 km/h	5 km/h	25%	纵向	白天	APT
CPNSOC-50	40/60 km/h	5 km/h	50%	横向	白天	CPT
CPNDOC-50	20/30 km/h	5 km/h	50%	横向	白天	CPT

表 A. 3 AEB 车对自行车骑行者试验工况表

试验工况	主车车速	自行车骑行者目标速度	碰撞点	自行车骑行者运动方向	光线条件
CBNA-50	20/40/60 km/h	15 km/h	50%	横向	白天
CBLA-50	45/65 km/h	15 km/h	50%	纵向	白天

表 A. 4 AEB 车对踏板车骑行者试验工况表

试验工况	主车车速	目标骑行者速度	碰撞点	踏板车骑行者运动方向	光线条件
CSFA-50	20/40/60 km/h	20 km/h	50%	横向	白天
CSFtap-50	15 km/h	20 km/h	50%	纵向	白天