

# IVISTA

## 中国智能汽车指数

编号: IVISTA-SM-ISI.SA.AEB-TP-A0-2023

智能安全指数

辅助安全

自动紧急制动系统试验规程

Intelligent Safety Index

Safety Assist

Automatic Emergency Braking System Test Protocol

(2023 版)

中国汽车工程研究院股份有限公司 发布

# 目 次

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 .....	6
4.3 车辆准备 .....	9
4.4 数据记录及数据处理 .....	10
4.5 试验拍摄 .....	11
5 试验方法 .....	11
附录 A 车对车自动紧急制动试验细则 .....	12
附录 B 行人与骑行者自动紧急制动试验细则 .....	22
附录 C 异形目标物识别与响应试验细则 .....	33

# 自动紧急制动系统试验规程

## 1 范围

本文件规定了IVISTA中国智能汽车指数-智能安全指数-辅助安全AEB系统的测试方法。

## 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（包括所有的修改版）适用于本文件。

GB/T 15089-2001 机动车辆及挂车分类

GB/T 33577-2017 智能运输系统 车辆前向碰撞预警系统 性能要求和测试规程

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

GB/T 39263-2020 道路车辆 先进驾驶辅助系统（ADAS）术语及定义

ISO 8855:2011 Road Vehicles – Vehicle Dynamics And Road-Holding Ability – Vocabulary

Euro NCAP AEB Car-to-Car Test Protocol

Euro NCAP AEB/LSS VRU Systems Test Protocol

NHTSA Forward Collision Warning System Confirmation Test

IIHS Autonomous Emergency Braking Test Protocol

## 3 术语和定义

以下术语和定义适用于本文件。

### 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

**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]

### 3.3

**自动紧急制动 advanced/automatic 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]

### 3.4

**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]

### 3.5

**紧急转向辅助 emergency steering assist; ESA**

实时监测车辆前方和侧方行驶环境，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]

### 3.6

**主车 subject vehicle; SV**

配有本规程所定义的自动紧急制动车对车系统的待测车辆。

### 3.7

**目标车 target vehicle; TV**

在主车前方行驶轨迹线上，距离主车最近的前车，它是车辆自动紧急制动车对车系统工作时所针对的对象。

### 3.8

**乘用车目标车 passenger car target vehicle**

用于测试 AEB 系统的乘用车测试装置。

### 3.9

**卡车目标车 truck target vehicle**

用于测试 AEB 系统的卡车测试装置。

3.10

**快递三轮车目标车** `express tricycle target vehicle`

用于测试 AEB 系统的快递三轮车测试装置。

3.11

**行人与骑行者** `vulnerable road user; VRU`

易受伤害的道路使用者。

3.12

**成人行人目标物** `adult pedestrian target; APT`

用于测试 AEB 系统的成人行人测试装置。

3.13

**儿童行人目标物** `child pedestrian target; CPT`

用于测试 AEB 系统的儿童行人测试装置。

3.14

**自行车骑行者目标物** `adult bicyclist target; ABT`

用于测试 AEB 系统的自行车骑行者测试装置。

3.15

**踏板车骑行者目标物** `scooter target adult; STA`

用于测试 AEB 系统的电动踏板车骑行者测试装置。

3.16

**异形目标物** `special shape target`

用于测试 AEB 系统的纸箱、泡沫箱和编织袋。

3.17

**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。

3.18

**车间距** `clearance`

目标车辆尾部与主车头部之间的距离。

3.19

**相对速度** `relative velocity`

主车与目标车的纵向车速之差。

3.20

**碰撞点 impact point**

主车首次与目标物（包括乘用车目标车、卡车目标车、快递三轮车目标车、行人目标物、自行车骑行者目标物、踏板车骑行者目标物、异形目标物）发生碰撞的点。

3.21

**碰撞时间 time to collision; TTC**

当相对速度不为零时，可以通过式（1）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。

$$TTC = \frac{X_0(t)}{V_r(t)} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$V_r(t)$ ——相对速度，单位为米/秒（m/s）

$X_0(t)$ ——车间距，单位为米（m）

3.22

**横向距离 lateral offset**

主车前轴中心点和目标车后轴中心点与规划路径的距离之差，当主车与目标车中心线与规划路径重合时，横向距离为零。当没有目标车时，横向距离为主车前轴中心点与规划路径距离之差。

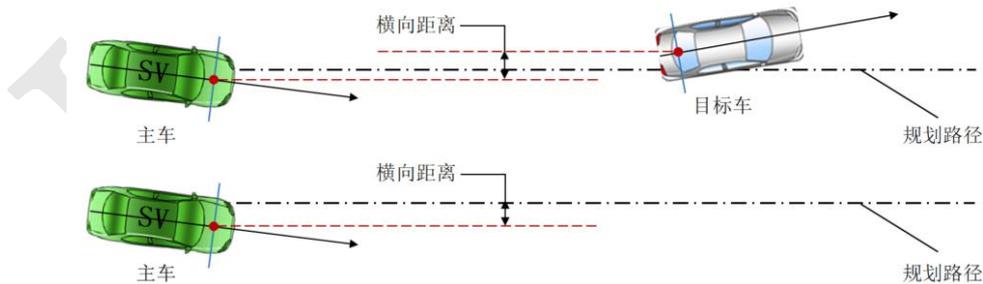


图1 横向距离示意图

3.23

**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) 车对车场景中指主车车头中心点和目标车辆车尾中心点与规划路径的距离之差；
- b) 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；

- c) 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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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。

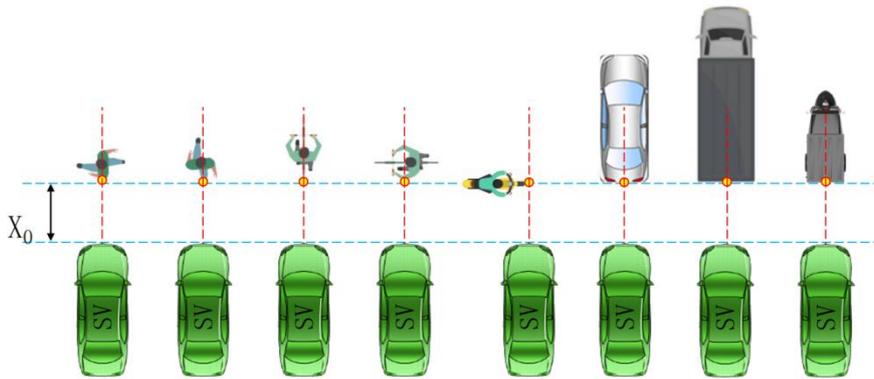


图 2 纵向距离示意图

### 3.24

#### 横向重叠率 lateral overlap

目标车与主车在车宽上的重叠部分占主车车宽的百分比。

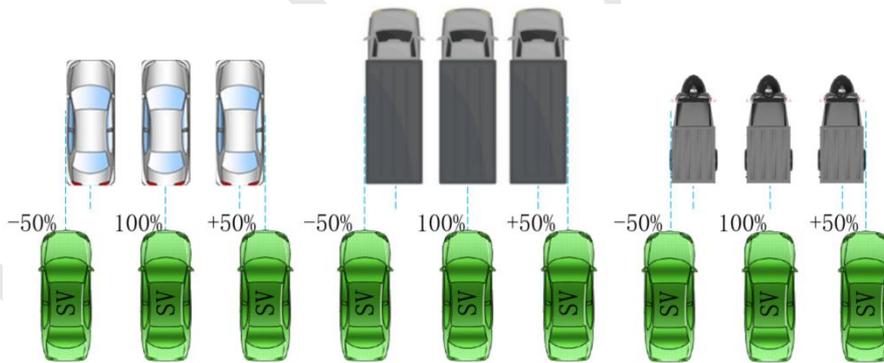


图 3 横向重叠率示意图

## 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) 针对 AEB 车对车试验及 AEB 车对异形目标物试验，试验过程中，试验道路两侧 3m 以内以及目标车辆前方 30m 内无任何车辆、障碍物或其他影响试验的物体；试验路面上方的标志物、桥梁及其他物体或建筑应高于路面 5m；
- d) 针对 AEB 车对行人与骑行者试验，试验过程中，行人横穿试验在主车行驶路径右侧 6m、左侧 6m 以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 以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 以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；快递三轮车纵向追尾试验在试验道路两侧 3m 以内以及目标车辆前方 30m 内无任何车辆、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℃-45℃之间，风速应低于 5m/s；
- c) 除夜间、雨天场景外，试验应在均匀的自然光照条件下进行，如主车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

##### 4.2.1.1 目标车辆

- a) 乘用车目标车应为批量生产的 M1 类乘用车，或表面特征参数能够代表 M1 类乘用车且适应传感器系统的柔性目标物，具体要求参照标准 ISO19206-3。



图 4 乘用车柔性目标物外观

- b) 卡车目标车应为批量生产的 N3 类载货车辆，或表面特征参数能够代表 N3 类载货车辆且适应传感器系统的柔性目标物，当前主要尺寸要求如表 1 所示。



图 5 卡车柔性目标物外观

表 1 卡车柔性目标物主要尺寸

尺寸	数值 (mm)
车厢宽	2530
车厢高	2700
总高	3900
保险杠距地	480
保险杠长度	2300
保险杠宽度	120

- c) 快递三轮车目标车应为批量生产快递三轮车辆，或表面特征参数能够代表快递三轮车辆且适应传感器系统的柔性目标物，当前主要尺寸要求如表 2 所示。



图 6 快递三轮车柔性目标物外观

表 2 快递三轮车柔性目标物主要尺寸

尺寸	数值 (mm)
总车长	2905
总车宽	1100
总车高	1490
轮距	1950
车厢高度	1150
车厢宽度	1000

#### 4.2.1.2 行人与骑行者

- a) 成人行人目标物 APT 和儿童行人目标物 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。



图 7 成人行人目标 APT、儿童行人目标 CPT 外观

- b) 自行车骑行者目标物 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。



图 8 自行车骑行者目标 ABT 外观

- c) 踏板车骑行者目标物 STA 应为表面特征参数能够代表上述踏板车骑行者且适应传感器系统的柔性目标物，当前主要尺寸要求如表 3 所示。



图 9 踏板车骑行者目标 STA 外观

表 3 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

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IVISTA管理中心。

#### 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, 主车和目标物使用 DGPS 时间进行数据同步;
- b) 主车及目标物的速度精度  $\pm 0.1\text{km/h}$ ;
- c) 主车及目标物的纵向加速度精度  $\pm 0.1\text{m/s}^2$ ;
- d) 主车及目标物的横向和纵向位置精度  $\pm 0.03\text{m}$ ;
- e) 主车及目标物的横摆角速度精度  $\pm 0.1^\circ/\text{s}$ ;
- f) 主车及目标物的转向盘角速度精度  $\pm 1.0^\circ/\text{s}$ 。

#### 4.3 车辆准备

##### 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:

整备质量+驾驶员+试验设备+配载= (整备质量+200kg) · (1±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

试验开始前，以系统被触发的最低车速进行3次试验，用以确保系统能正常工作。

#### 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) 主车以 56km/h 的初速度，约  $5\text{m/s}^2$ - $6\text{m/s}^2$  的平均减速度制动到速度为零，反复进行 10 次；
- b) 主车以 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) 主车以 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，如果主车静止时间大于 15min，则要以 72km/h 的初速度，不小于  $7\text{m/s}^2$  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  $\text{m/s}^2$ ；
- 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 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 车对车自动紧急制动试验细则参见附录 A。
- 5.3 行人与骑行者自动紧急制动试验细则参见附录 B。
- 5.4 异形目标物识别与响应试验细则参见附录 C。

附录 A  
车对车自动紧急制动试验细则

A.1 FCW 功能试验

A.1.1 目标车静止场景

A.1.1.1 试验概述

本场景用于考察主车FCW功能识别前方静止目标车并进行报警的能力，试验工况如表A.1所示。

表 A.1 FCW 目标车静止工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	试验开始距离 (m)	重叠率	目标物类型
72	0	150	100%	乘用车目标车
72	0	150	100%	卡车目标车

A.1.1.2 试验步骤

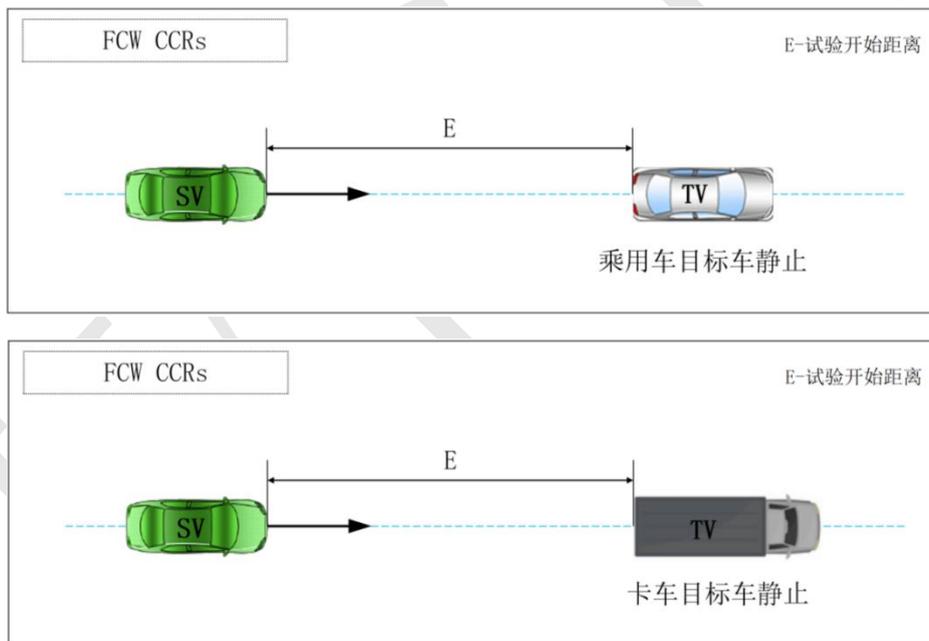


图 A.1 FCW 目标车静止工况

- a) 目标车静止停放在主车运行轨迹线上，目标车中轴线应与主车轨迹线重合且与主车行驶方向一致；
- b) 设置目标车尾部中心为碰撞点，用于记录两车的纵向及横向相对位置，每次试验的碰撞点应相同，如图 A.1 所示；
- c) 主车加速到 72km/h，车间距达到 150m 时，开始正式试验并记录有效数据；

- d) 主车检测到目标车后，当  $TTC \geq 2.1s$  时 FCW 报警，或当  $TTC < 1.9s$  时（2.1s 的 90%）FCW 仍未报警，则试验结束；
- e) 试验结束后，控制主车转向或制动，以避免碰撞目标车。

#### A. 1. 1. 3 试验要求

- a) 保持速度稳定，试验开始后，主车车速应保持在  $(72 \pm 1)$  km/h；
- b) 试验开始后，主车转向盘角速度不超过  $15^\circ /s$ ，两车横向距离不能超过  $\pm 0.2m$ ；
- 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，试验开始后主车的横摆角速度不超过  $\pm 1.0^\circ /s$ ；
- d) 试验开始后，主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ 。

#### A. 1. 2 目标车低速场景

##### A. 1. 2. 1 试验概述

本场景用于考察主车FCW功能识别前方低速目标车并进行报警的能力，试验工况如表A.2所示。

表 A. 2 FCW 目标车低速工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	试验开始距离 (m)	重叠率
80	20	150	100%

##### A. 1. 2. 2 试验步骤

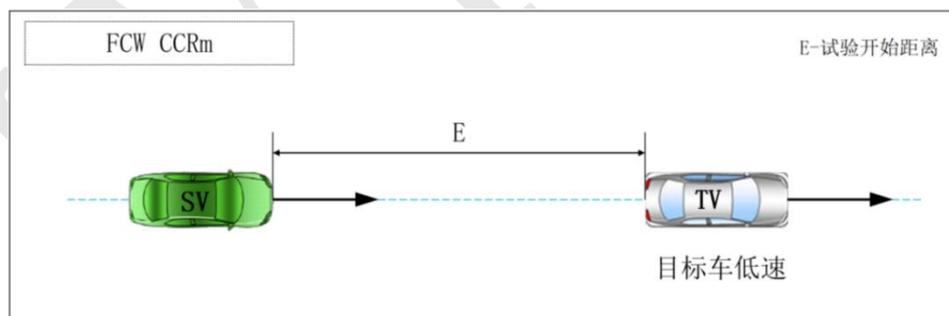


图 A. 2 FCW 目标车低速工况

- a) 目标车先加速至 20km/h，在主车前方沿主车轨迹线行驶，目标车中轴线应与主车轨迹线重合且与主车行驶方向一致；
- b) 主车在适当时间开始加速至 80km/h 并向前行驶，如图 A. 2 所示；
- c) 两车车速达到稳定后，主车逐渐靠近目标车，当两车纵向距离缩小至 150m 时，试验开始并记录有效数据；

- d) 主车检测到目标车后 FCW 报警,  $TTC \geq 2.0s$  系统报警, 或 FCW 在  $TTC \leq 1.8s$  ( $2.0s$  的 90%) 仍未发生报警, 则试验结束;
- e) 试验结束后, 控制主车转向或制动, 以避免碰撞目标车。

A. 1. 2. 3 试验要求

- a) 保持速度稳定, 试验开始后, 主车车速应保持在  $(80 \pm 1)$  km/h, 目标车速应保持在  $(20 \pm 1)$  km/h;
- b) 试验开始后, 主车转向盘角速度不超过  $15^\circ /s$ , 两车横向距离不超过  $\pm 0.2m$ ;
- 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, 试验开始后两车的横摆角速度不超过  $\pm 1.0^\circ /s$ ;
- d) 试验开始后, 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ 。

A. 2 AEB 功能试验

A. 2. 1 乘用车目标车静止场景

A. 2. 1. 1 试验概述

本场景用于考察主车AEB功能对于前方静止乘用车的识别和避撞能力, 试验工况如表A. 3所示。

表 A. 3 乘用车目标车静止工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	重叠率	试验开始距离 (m)	天气
30	0	+50% 或 -50%	80	晴天
50	0	+50% 或 -50%	120	晴天
30	0	100%	80	雨天
50	0	100%	120	雨天

A. 2. 1. 2 试验步骤

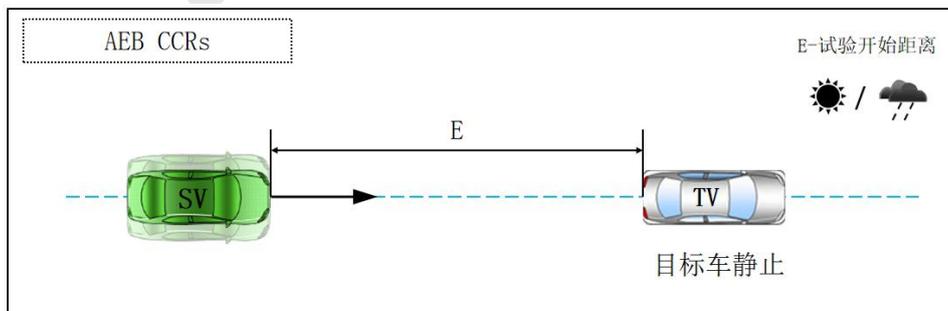


图 A. 3 乘用车目标车静止工况

- a) 按表 A.3 中规定碰撞重叠率设置主车行驶路径与目标车纵向轴线，晴天 30km/h 工况可随机选择+50% 或 - 50%重叠率开展试验，晴天 50km/h 工况则选择与 30km/h 工况正负值相反的重叠率开展试验；
- b) 目标车静止停放在主车前方，设置目标车尾部为碰撞点，用于记录两车的纵向及横向相对位置，晴天工况每组试验的碰撞点应按步骤 a 确定的重叠率进行设置；
- c) 主车在距离目标车 150m 前加速至表 A.3 要求的车速，稳定后逐渐靠近目标车；
- d) 当两车车间距缩小至表 A.3 要求的试验开始距离时，试验开始并记录数据；
- e) 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

### A.2.1.3 试验要求

- a) 试验开始后，主车转向盘角速度不超过  $15^{\circ} /s$ ；
- b) 接近过程中，主车与目标车的横向距离不超过  $\pm 0.2m$ ；
- c) 接近过程中，主车横摆角速度不超过  $\pm 1.0^{\circ} /s$ ；
- d) 主车速度保持在  $(30 \pm 1) km/h$ 、 $(50 \pm 1) km/h$ ，试验结束前不能触碰制动踏板；
- e) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ ；
- f) 对于雨天试验工况，在试验开始前 5 分钟启动降雨，并稳定在短时中雨级别（短时降雨量为  $3.5 \pm 0.3mm/h$ ），雨天试验工况的光照度应不小于  $180lux$ ；
- g) 对于雨天试验工况，试验过程中，主车开启近光灯，雨刮设置为中档位，若中档位下还有细分档位设置，则设置为中档位快速。

注：短时降雨量等级参考标准 T/CMSA 0013-2019《短时气象服务降雨量等级》。

## A.2.2 卡车目标车静止场景

### A.2.2.1 试验概述

本场景用于考察AEB功能对于前方静止卡车的识别和避撞能力，试验工况如表A.4所示。

表 A.4 卡车目标车静止工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	光照条件	试验开始距离 (m)	重叠率
45	0	白天	100	100%、 $\pm 50\%*$
50	0	夜间	120	100%、 $\pm 50\%*$
55	0	白天	140	100%、 $\pm 50\%*$
60	0	夜间	160	100%、 $\pm 50\%*$

注：重叠率  $\pm 50\%$  工况为监测项。

A. 2. 2. 2 试验步骤

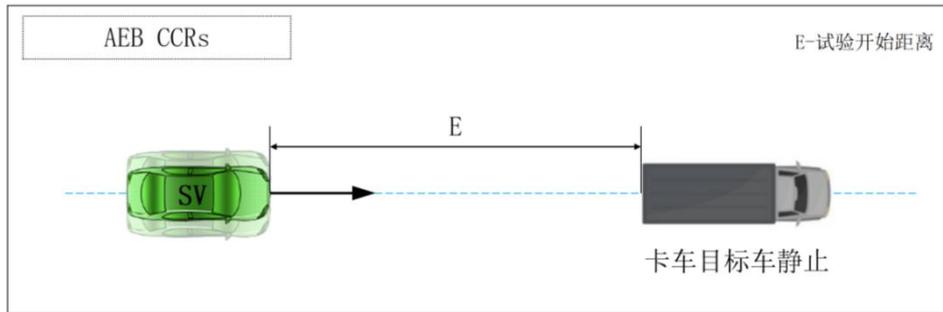


图 A. 4 卡车目标车静止工况

- a) 目标车静止停放在主车前方，设置目标车尾部为碰撞点，用于记录两车的纵向及横向相对位置，每组试验的碰撞点应按表 A. 4 要求的重叠率进行设置；
- b) 主车在距离目标车大于 180m 前开始加速至表 A. 4 要求的车速，稳定后逐渐靠近目标车；
- c) 两车车间距缩小至表 A. 4 要求的试验开始距离时，试验开始并记录数据；
- d) 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

A. 2. 2. 3 试验要求

- a) 试验开始后，主车转向盘角速度不超过  $15^\circ /s$ ；
- b) 接近过程中，主车与目标车的横向距离不超过  $\pm 0.2m$ ；
- c) 接近过程中，主车横摆角速度不超过  $\pm 1.0^\circ /s$ ；
- d) 主车速度保持在  $(45 \pm 1) km/h$ 、 $(50 \pm 1) km/h$ 、 $(55 \pm 1) km/h$ 、 $(60 \pm 1) km/h$ ，试验结束前不能触碰制动踏板；
- e) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ ；
- f) 针对夜间工况，试验过程中无背景照明，主车打开远光灯。

A. 2. 3 乘用车目标车低速场景

A. 2. 3. 1 试验概述

本场景用于考察AEB功能对于前方低速行驶乘用车目标车的识别和避撞能力。试验工况如表A. 5所示。

表 A. 5 乘用车目标车低速工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	试验开始距离 (m)	重叠率
60	20	150	100%
70	20	150	100%
80	20	150	100%

A. 2. 3. 2 试验步骤

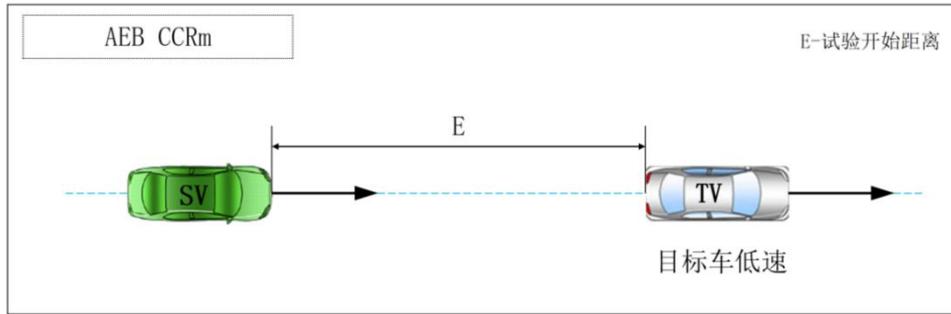


图 A. 5 乘用车目标车低速工况

- a) 目标车先加速至 20km/h，在主车前方沿主车轨迹线行驶，目标车中轴线应与主车轨迹线重合且与主车行驶方向一致；
- b) 主车在适当时间开始加速至表 A. 5 要求的速度并向前行驶；
- c) 两车车速达到稳定后，主车逐渐靠近目标车，当两车纵向距离缩小至 150m 时，试验开始并记录有效数据；
- d) 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

A. 2. 3. 3 试验要求

- a) 试验开始后，主车转向盘角速度不超过  $15^{\circ} /s$ ；
- b) 接近过程中，主车与目标车的横向距离不超过  $\pm 0.2m$ ；
- c) 接近过程中，主车横摆角速度不超过  $\pm 1.0^{\circ} /s$ ；
- d) 主车速度保持在  $(60 \pm 1) km/h$ 、 $(70 \pm 1) km/h$ 、 $(80 \pm 1) km/h$ ，目标车车速应保持在  $(20 \pm 1) km/h$ ；
- e) 试验结束前不能触碰主车制动踏板，主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ ；

A. 2. 4 快递三轮车目标车低速场景

A. 2. 4. 1 试验概述

本场景用于考察AEB功能对于前方低速行驶快递三轮车的识别和避撞能力。试验工况如表A. 6所示。

表 A. 6 快递三轮车目标车低速工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	试验开始距离 (m)	重叠率
35	15	150	100%
55	15	150	100%

A. 2. 4. 2 试验步骤

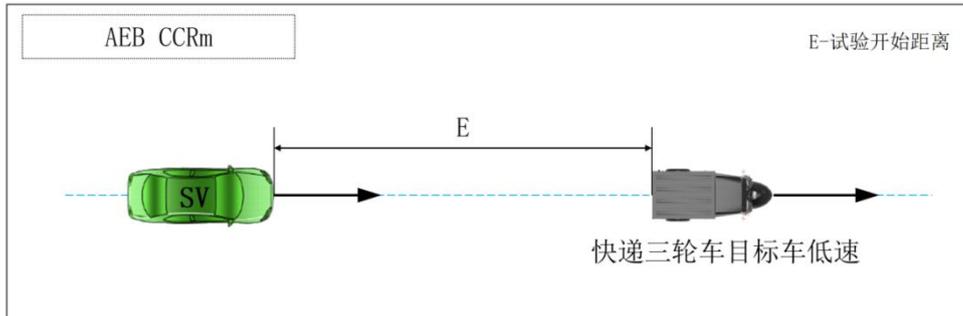


图 A. 6 三轮车目标车低速工况

- a) 目标车先加速至 15km/h，在主车前方沿主车轨迹线行驶，目标车中轴线应与主车轨迹线重合且与主车行驶方向一致；
- b) 主车在适当时间开始加速至表 A. 6 要求的速度并向前行驶；
- c) 两车车速达到稳定后，主车逐渐靠近目标车，当两车纵向距离缩小至 150m 时，试验开始并记录有效数据；
- d) 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

A. 2. 4. 3 试验要求

- a) 试验开始后，主车转向盘角速度不超过  $15^\circ /s$ ；
- b) 接近过程中，主车与目标车的横向距离不超过  $\pm 0.2m$ ；
- c) 接近过程中，主车横摆角速度不超过  $\pm 1.0^\circ /s$ ；
- d) 主车速度保持在  $(35 \pm 1) km/h$ 、 $(55 \pm 1) km/h$ ，目标车车速应保持在  $(15 \pm 1) km/h$ ；
- e) 试验结束前不能触碰主车制动踏板，主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ ；

A. 2. 5 目标车远端穿行场景

A. 2. 5. 1 试验概述

本场景用于考察AEB功能对于前方从远端穿行的目标车的识别和避撞能力。试验工况如表A. 7所示。

表 A. 7 目标车远端穿行工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	碰撞点
20	30	如图 A. 7

A. 2. 5. 2 试验步骤

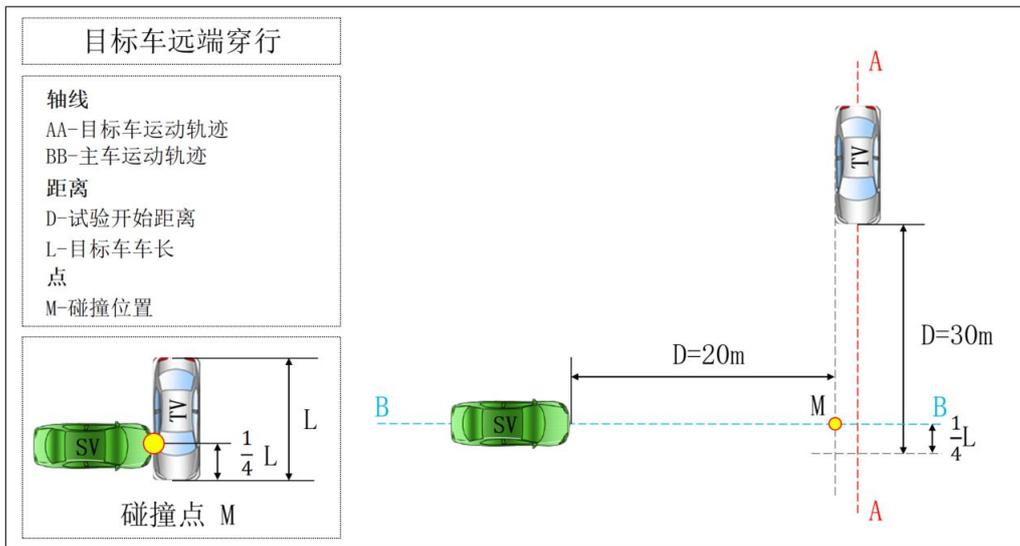


图 A. 7 目标车远端穿行工况

- a) 按图 A. 7 所示设置主车与目标车行驶路径及碰撞点；
- b) 主车加速至表 A. 7 要求的速度，并沿试验路径行驶；
- c) 目标车与主车保持同步，按表 A. 7 要求的速度沿试验路径行驶；
- d) 当主车和目标车保持稳定行驶至试验开始距离，试验开始并记录数据；
- e) 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

A. 2. 5. 3 试验要求

- a) 试验开始后，主车的转向盘角速度不超过  $15^\circ /s$ ；
- b) 接近过程中，主车的横摆角速度不超过  $\pm 1^\circ /s$ ；
- c) 主车速度保持在  $(20 \pm 1) \text{ km/h}$ ，目标车速度保持在  $(30 \pm 1) \text{ km/h}$ ；
- d) 试验结束前不能触碰主车制动踏板，主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ 。

A. 2. 6 主车左转-目标车对向直行场景

A. 2. 6. 1 试验概述

本场景用于考察主车AEB功能在转弯场景下对于对向行驶的目标车的识别和避撞能力。试验工况如表 A. 8所示。

表 A.8 主车左转-目标车对向直行工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	碰撞点
15	30	如图 A.8

A.2.6.2 试验步骤

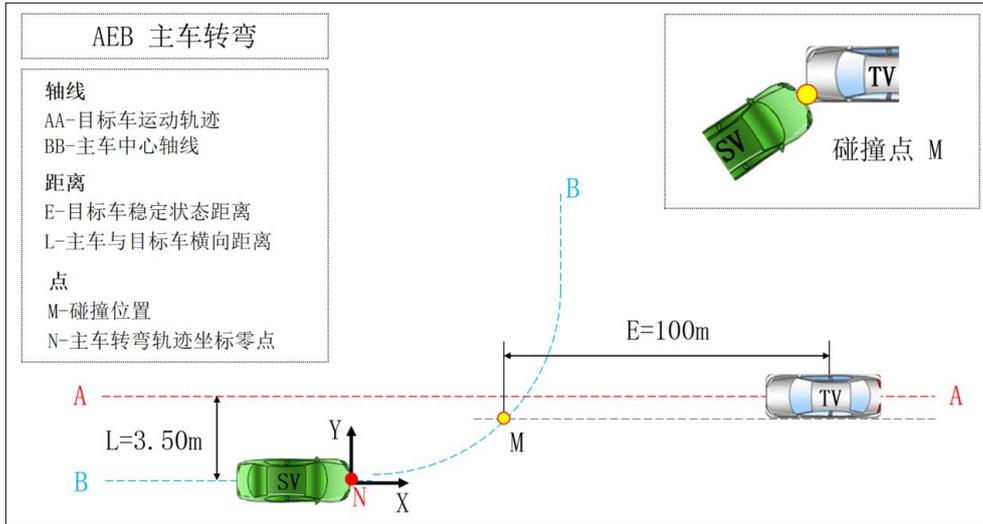


图 A.8 主车左转-目标车对向直行工况

- 主车在适当位置加速至 15km/h，并沿图 A.9、表 A.9 要求的路径行驶；
- 目标车按图 A.8 要求放置，与主车保持同步，并在适当位置加速至 30km/h，并沿试验路径匀速行驶，与主车碰撞点为 M；
- 主车速度在 N 点前达到稳定后，试验开始并记录有效数据；
- 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

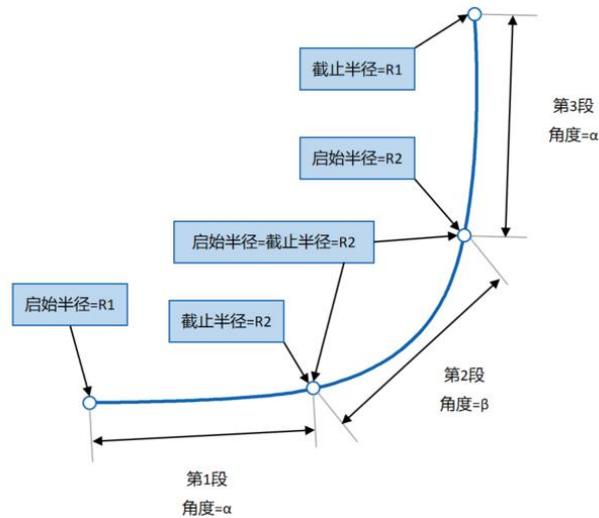


图 A.9 主车左转路径要求

表 A.9 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 $\alpha$ (deg)	起始半 径 R2 (m)	截止半 径 R2 (m)	角度 $\beta$ (deg)	起始半 径 R2 (m)	截止半 径 R1 (m)	角度 $\alpha$ (deg)
15	1500	11.75	20.93	11.75	11.75	48.14	11.75	1500	20.93

### A.2.6.3 试验要求

- 主车速度保持在  $(15 \pm 1)$  km/h，目标车速度保持在  $(30 \pm 1)$  km/h；
- 试验结束前不能触碰主车制动踏板；
- 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ ；
- 主车在转向开始前不少于 10s 打开转向灯。

## A.3 高级辅助功能验证试验

### A.3.1 FCW辅助报警形式

根据A.2.3中主车80km/h、目标车20km/h的目标车低速试验工况，判定FCW的辅助报警形式。

### A.3.2 主动式安全带预紧功能

根据A.2.3中主车80km/h、目标车20km/h的目标车低速试验工况，判定是否具备主动式安全带预紧功能（要求可重复使用）。

### A.3.3 紧急转向避撞功能

具备紧急转向避撞功能（如AES、ESA）的主车，根据车辆制造商提供的验证方案进行验证。

### A.3.4 V2X功能

具备V2X功能的主车，根据车辆制造商提供的验证方案进行验证。

## 附录 B 行人与骑行者自动紧急制动试验细则

### B.1 AEB 车对行人试验

#### B.1.1 成人纵向追尾 25%场景 (CPLA-25)

a) 成人假人目标物 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 B.1 中所示 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天晴天进行试验。

b) 打伞成人假人目标物 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 B.1 中所示 M 点，主车距离假人行驶路径 150m 时开始记录数据；该工况在雨天进行试验，在试验开始前 5 分钟启动降雨，并稳定在短时中雨级别（短时降雨量为  $3.5 \pm 0.3 \text{mm/h}$ ），雨天试验工况的光照度应不小于 180lux；试验过程中，主车开启近光灯，雨刮设置为中档位，若中档位下还有细分档位设置，则设置为中档位快速。

针对打伞成人假人目标物，将雨伞通过柔性支架与成人假人目标物 APT 进行固定；雨伞为黑色三折伞，伞布材质为碰击布或黑胶，半径 55cm，如图 B.2 所示。

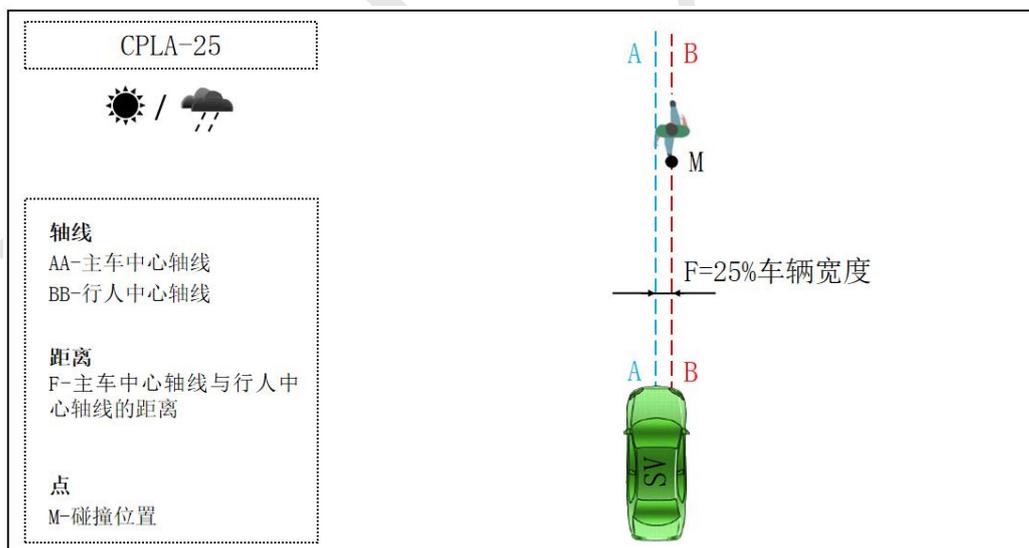


图 B.1 CPLA-25 工况



图 B. 2 打伞成人假人目标物外观

B. 1. 2 成人近端横穿 25%场景 (CPNA-25)

成人假人目标物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B. 3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。

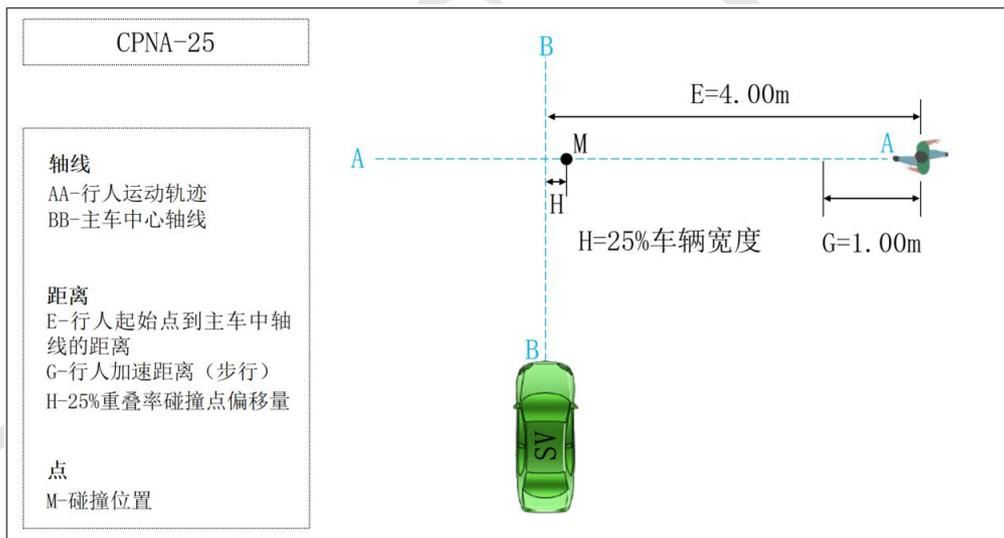


图 B. 3 CPNA-25 工况

B. 1. 3 成人远端横穿遮挡 50%场景 (CPF0A-50)

成人假人目标物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B. 4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。

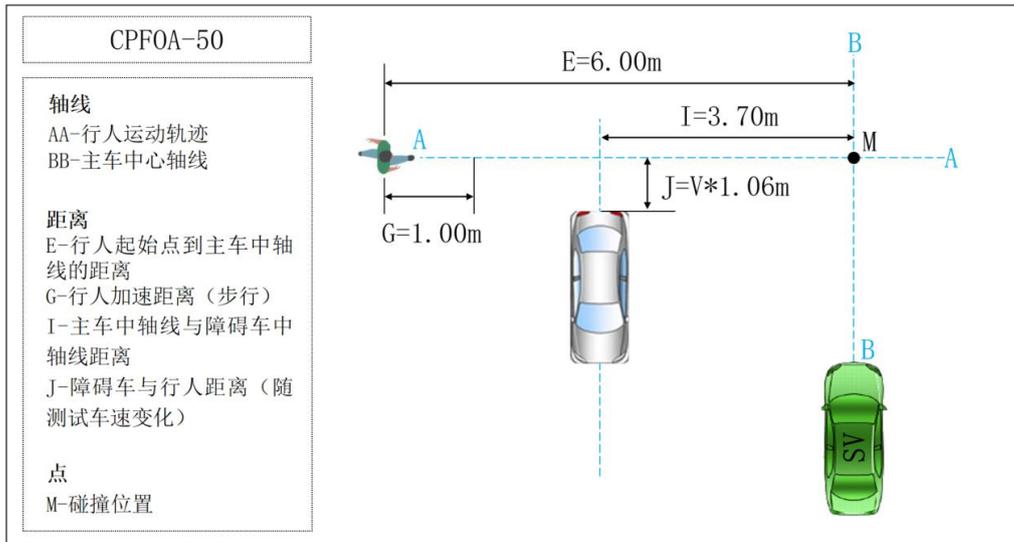


图 B. 4 CPFOA-50 工况

B. 1. 4 儿童近端横穿单侧遮挡 50%场景（CPNSOC-50）

儿童假人目标物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B. 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，该工况在白天进行试验。

该场景有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。

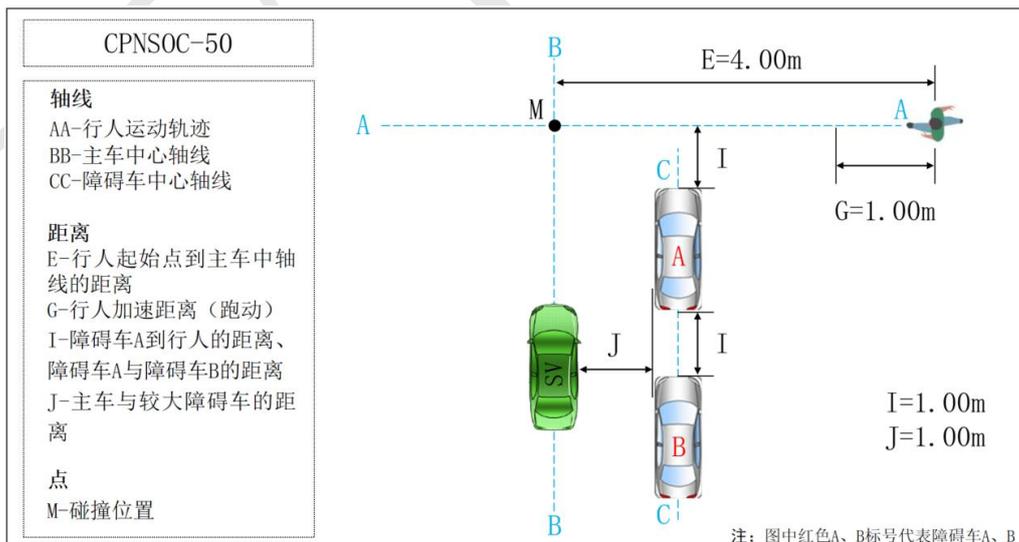


图 B. 5 CPNSOC-50 工况

B. 1.5 儿童近端横穿双侧遮挡场景（CPNDOC-50）

儿童假人目标物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B. 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，该工况在白天进行试验。

该场景有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。

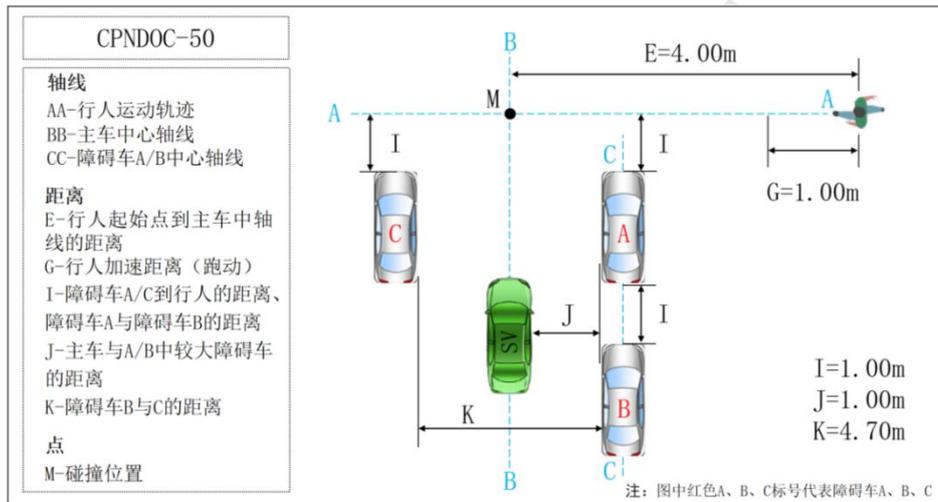


图 B. 6 CPNDOC-50 工况

B. 1.6 主车左转-成人对向直行场景（CPTA-50）

成人假人目标物APT加速至5km/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，沿要求的轨迹左转（主车在转向开始前不少于10s打开转向灯），主车与行人保持同步（若没有辅助驾驶功能介入，主车与行人发生碰撞，碰撞点位置在50%处，如图B. 7所示），主车距离行人纵向距离150m时开始记录数据，该工况在白天进行。

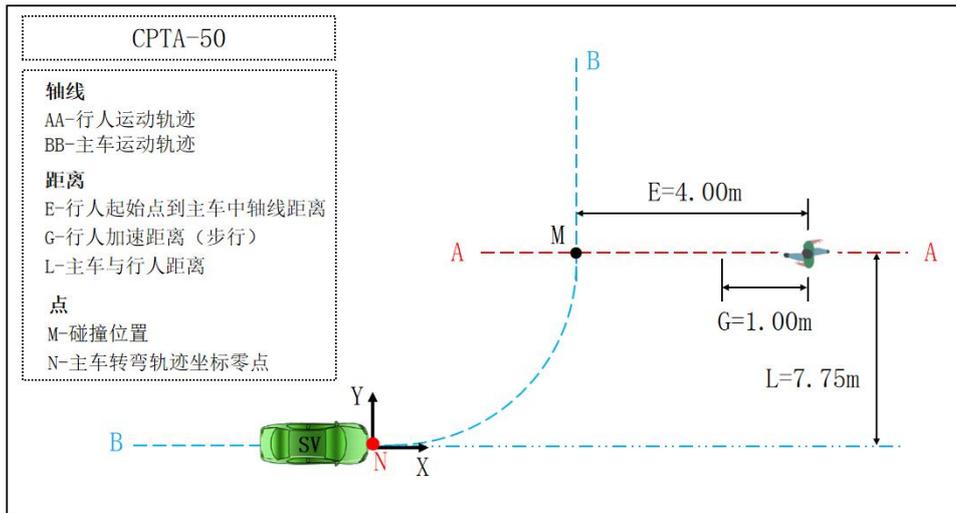


图 B.7 CPTA-50 工况

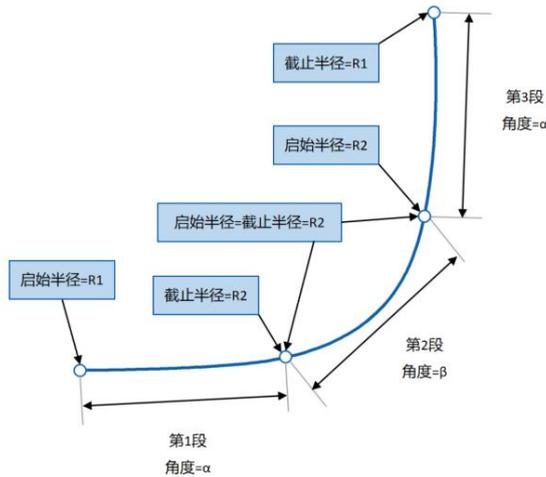


图 B.8 主车左转路径要求

表 B.1 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

B.1.7 车对行人试验要求

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，假人目标物速度保持在(5±0.2) km/h；
- b) 主车横向距离不超过规定行驶路径±0.1m；
- 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 CPLA-25、CPNA-25、CPFOA-50、CPNSOC-50、CPNDOC-50 场景，主车转向盘角速度不超过 $15^\circ /s$ ，主车的横摆角速度不超过 $\pm 1^\circ /s$ 。

## B.2 AEB 车对两轮车骑行者试验

### B.2.1 自行车骑行者纵向追尾 50%场景 (CBLA-50)

自行车骑行者目标物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B.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。

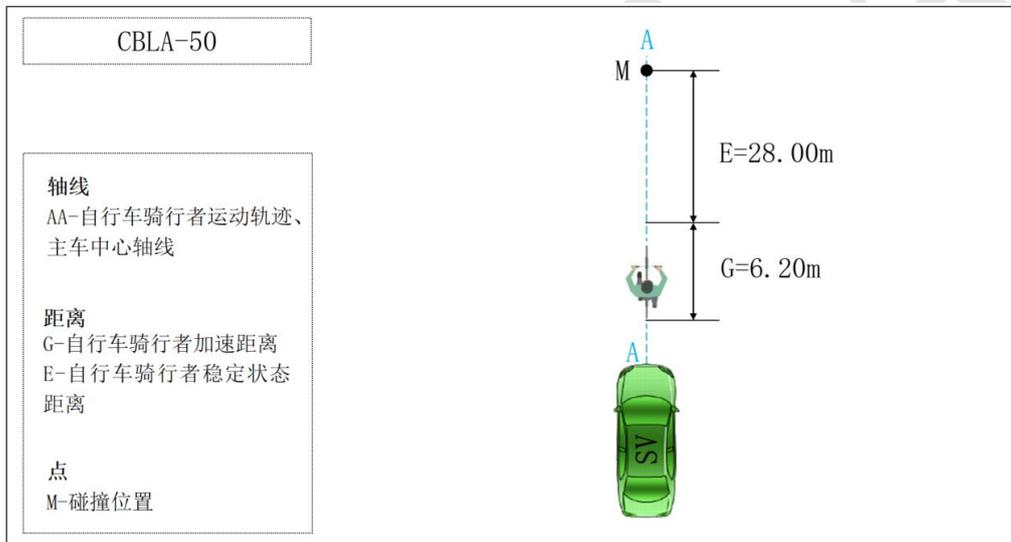


图 B.9 CBLA-50 工况

### B.2.2 自行车骑行者近端横穿 50%场景 (CBNA-50)

自行车骑行者目标物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B.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。

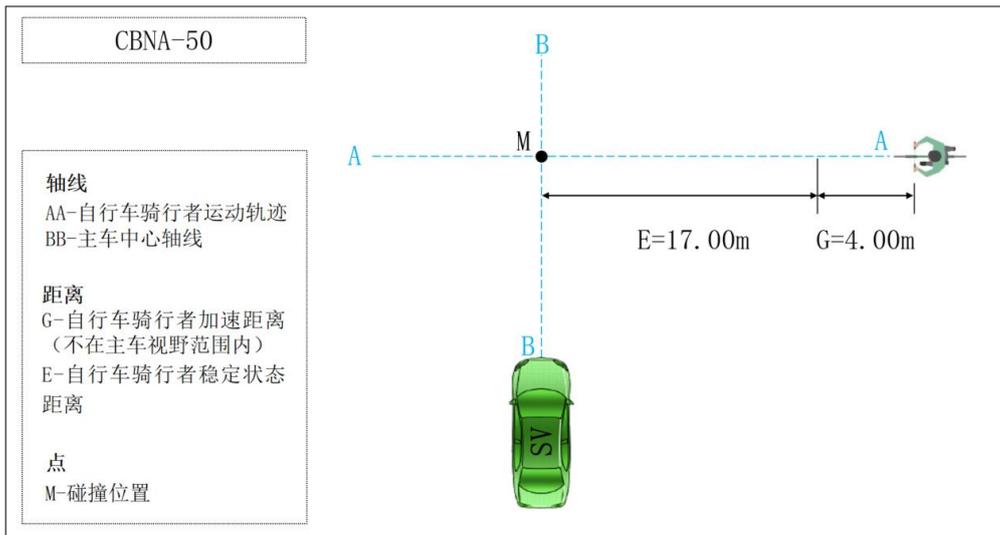


图 B. 10 CBNA-50 工况

B. 2. 3 踏板车骑行者远端横穿 50%场景 (CSFA-50)

踏板车骑行者目标物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B. 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。

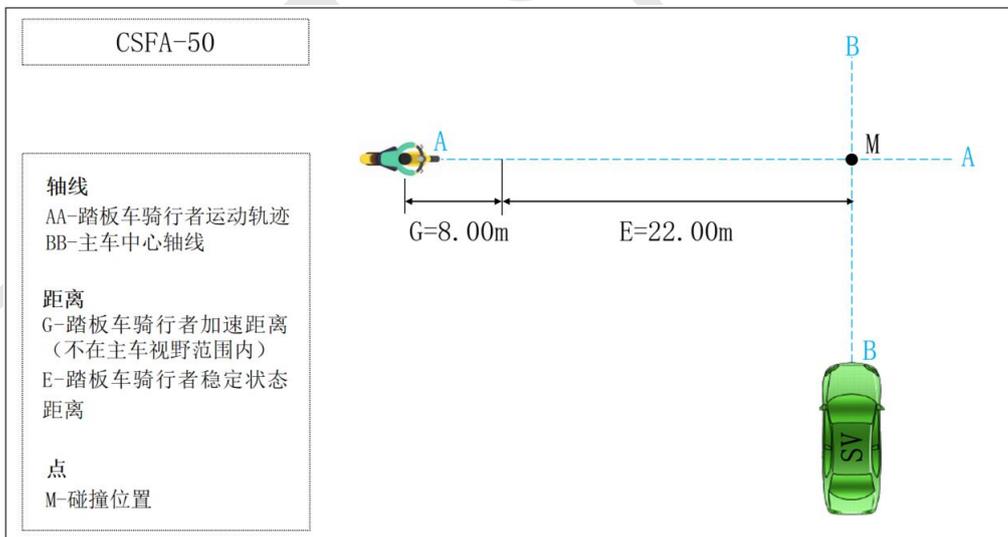


图 B. 11 CSFA-50 工况

B. 2. 4 主车左转-踏板车骑行者对向直行场景 (CSFtap-50)

踏板车骑行者目标物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B.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。

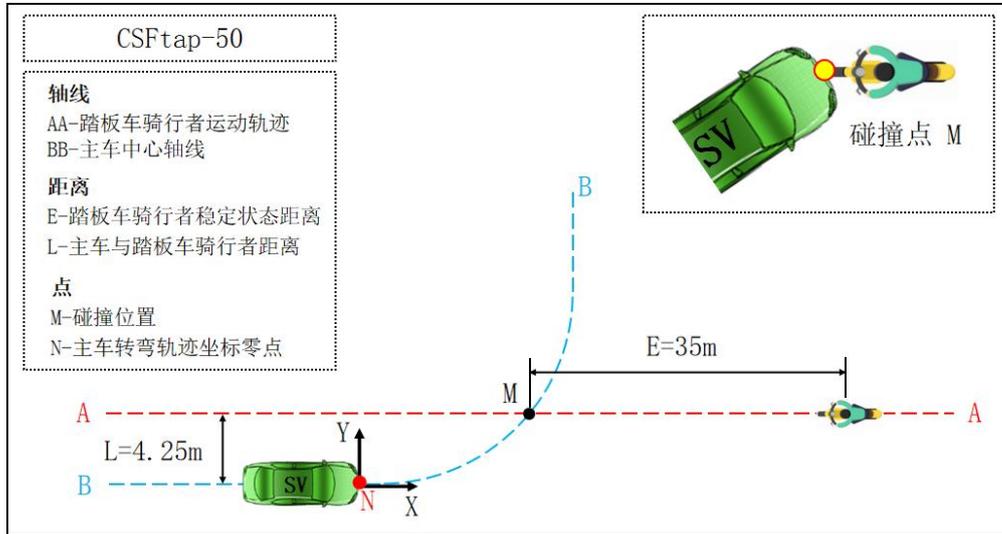


图 B.12 CSFtap-50 工况

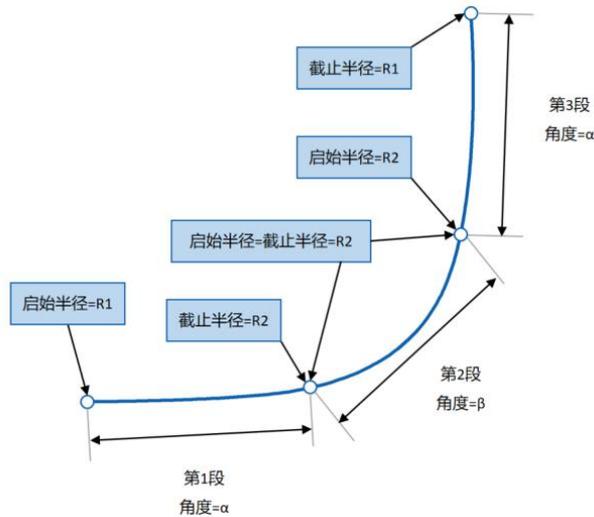


图 B.13 主车左转路径要求

表 B.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 $\alpha$ (deg)	起始半 径 R2 (m)	截止半 径 R2 (m)	角度 $\beta$ (deg)	起始半 径 R2 (m)	截止半 径 R1 (m)	角度 $\alpha$ (deg)
15	1500	11.75	20.93	11.75	11.75	48.14	11.75	1500	20.93

B.2.5 车对两轮车骑行者试验要求

针对AEB 车对两轮车骑行者试验，试验要求包括：

- a) 主车速度保持在规定车速±1km/h，自行车骑行者目标物速度保持在（15±0.5）km/h，踏板车骑行者目标物速度保持在（20±0.5）km/h；
- b) 主车横向距离不超过规定行驶路径±0.1m；
- 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±5%；
- e) 针对 CBLA-50、CBNA-50、CSFA-50 场景，主车转向盘角速度不超过 15° /s，主车的横摆角速度不超过±1° /s。

B.3 夜间试验要求

B.3.1 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B.14中所示的M点，背景照度的最大值应小于1lux。

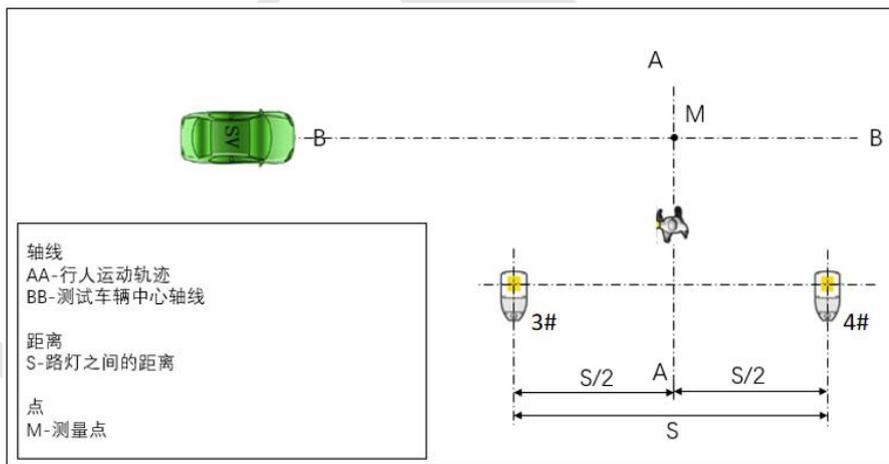


图 B.14 背景照度测量

B.3.2 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B.15所示，再计算这11个点的平均照度 $\bar{I}$ ，如式（1）所示。测量时打开路灯照明，平均照度的范围应在 $16 \text{ lux} < \bar{I} < 22 \text{ lux}$ 。

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

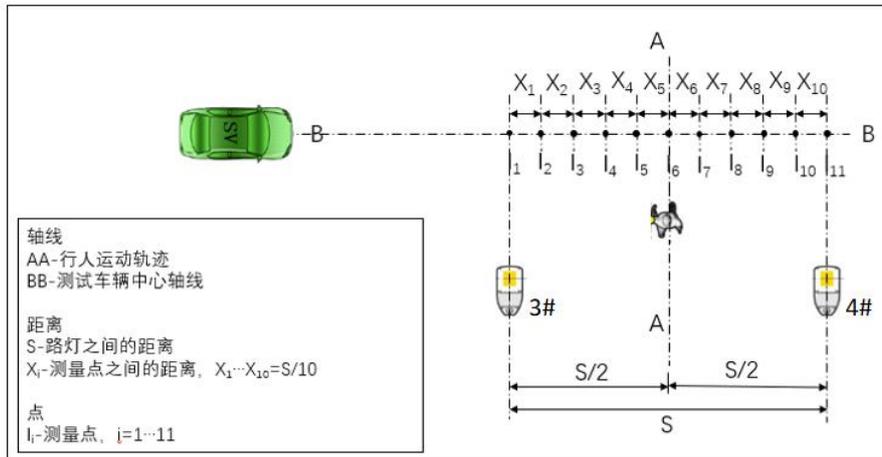


图 B. 15 主车路径上的照度测量

### B. 3. 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B. 16所示，每个点的照度值应不低于5lux。

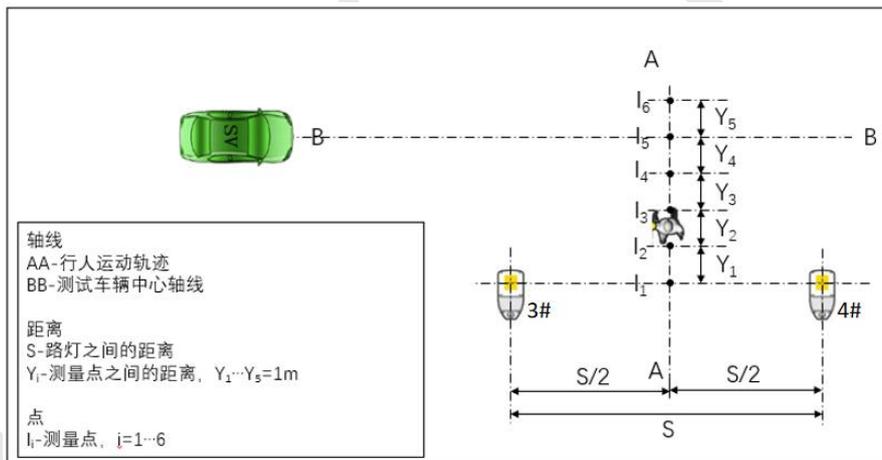


图 B. 16 行人路径照度测量

### B. 3. 4 路灯安装

行人路径处于灯3和灯4的中间，如图B. 17所示，照明设备间距 $S = (25 \pm 0.5) m$ ；照明设备光源与主车路径间距 $D = (4 \pm 0.1) m$ ；照明设备光源高度 $H = (5 \pm 0.1) m$ ；地面和灯杆的角度 $a = (90 \pm 0.1)^\circ$ 。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。

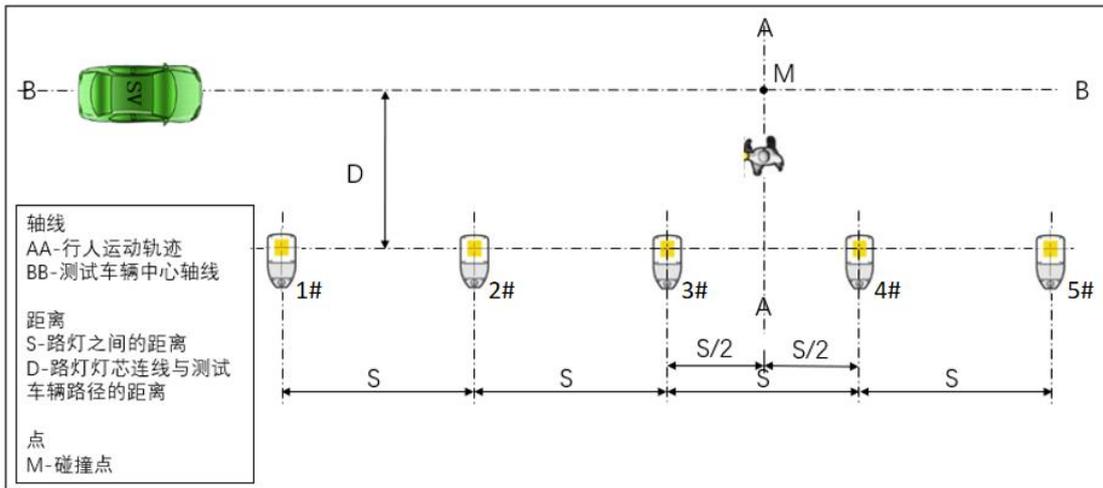


图 B. 17 路灯安装位置

附录 C  
异形目标物识别与响应试验细则

C.1 异形目标物识别与响应

C.1.1 试验概述

本场景用于考察主车AEB功能对于前方静止异形目标物的识别和避撞能力，试验工况如表C.1所示。

表 C.1 异形目标物静止工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	试验开始距离 (m)	目标物类别	时间
40	0	80	瓦楞纸箱	白天
50	0	120	瓦楞纸箱	白天
40	0	80	白色泡沫箱	白天
50	0	120	白色泡沫箱	白天
40	0	80	白色编织袋	白天
50	0	120	白色编织袋	白天

C.1.2 试验步骤

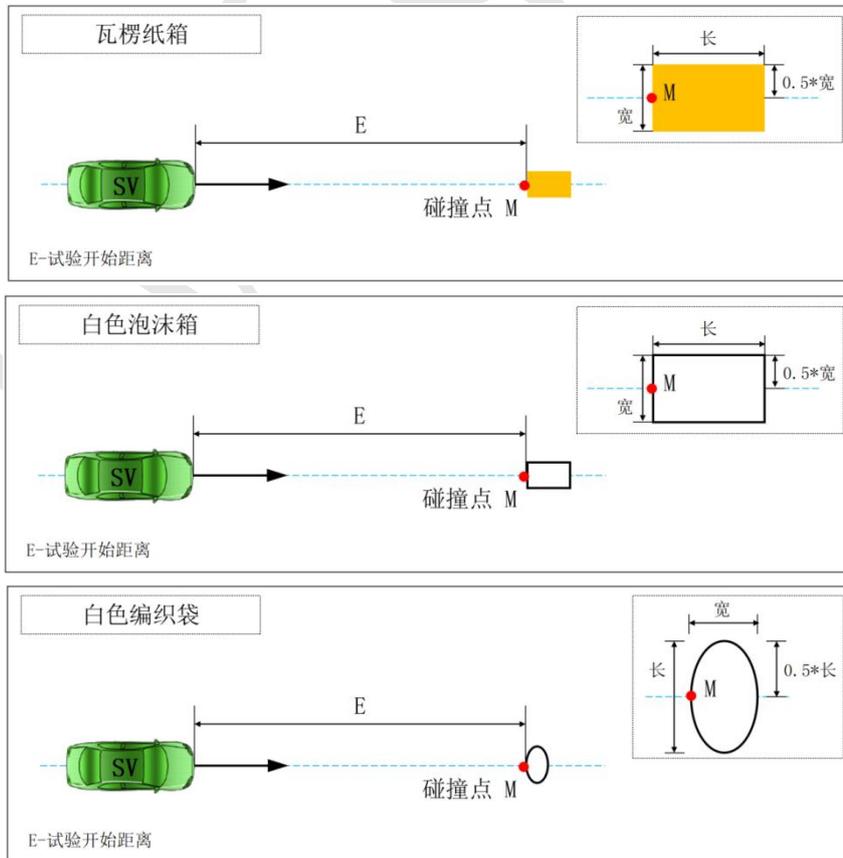


图 C.1 异形目标物静止工况

- a) 从瓦楞纸箱、白色泡沫箱、白色编织袋三种异形目标物中，随机选择一种开展试验；
- b) 按图 C.1 要求设置主车行驶路径与目标物纵向轴线；
- c) 目标物静止在试验道路的中间，车辆纵向轴线应与车道线平行且与主车行驶方向一致；
- d) 按图 C.1 要求设置碰撞点，用于记录主车与目标物间纵向及横向相对位置；
- e) 主车在距离目标物 150m 前加速至表 C.1 要求的车速，稳定后逐渐靠近目标物；
- f) 当主车与目标物纵向距离缩小至表 C.1 要求的试验开始距离时，试验开始并记录数据；
- g) 当主车与目标物发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

### C.1.3 试验要求

- a) 试验过程应尽量少的调节转向盘，转向盘角速度不超过  $15^{\circ}/s$ ；
- b) 接近过程中，主车与目标物的横向距离不超过  $\pm 0.2m$ ；
- c) 接近过程中，主车横摆角速度保持  $\pm 1.0^{\circ}/s$  以内；
- d) 主车速度保持在  $(40 \pm 1) km/h$  或  $(50 \pm 1) km/h$ ，试验结束前不能触碰制动踏板；
- e) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的  $\pm 5\%$ ；
- f) 瓦楞纸箱的尺寸为长 60cm、宽 40cm、高 50cm，内部空置，用透明胶带封装打包，如图 C.2 所示；
- g) 泡沫箱为白色，尺寸为长 57cm、宽 42.5cm、高 30cm，内部空置，用透明胶带封装打包，如图 C.2 所示；
- h) 编织袋为白色，尺寸为长 102cm、宽 60cm，内部用白色海绵片填充至编织袋完全撑开，并系紧袋口，如图 C.2 所示。



图 C.2 异形目标物