

i-VISTA

智能汽车指数

编号: i-VISTA SM-IS.AEB.VRU-TP-A0-2020

智能安全 行人与骑行者自动紧急制动系统 试验规程

Intelligent Safety

AEB VRU System Testing Protocol

(2020 版)

中国汽车工程研究院股份有限公司 发布

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 试验准备.....	5
4.1 场地要求.....	5
4.2 环境要求.....	5
4.3 设备要求.....	5
4.4 车辆准备.....	6
5 试验方法.....	7
5.1 概述.....	7
5.2 AEB 行人功能.....	7
5.3 AEB 自行车骑行者功能.....	10
6 夜间试验要求.....	12
6.1 背景照度.....	12
6.2 主车路径上的照度.....	12
6.3 行人路径上的照度.....	13
6.4 路灯安装.....	13
7 试验拍摄.....	14
8 数据处理.....	14
8.1 加速度踏板位置.....	14
8.2 横向和纵向位置.....	14
8.3 纵向加速度.....	14
8.4 速度.....	14
8.5 横摆角速度.....	14
8.6 转向盘角速度.....	14

前 言

i-VISTA (Intelligent Vehicle Integrated Systems Test Area) 是在国家工信部和重庆市政府支持下, 共筹共建的具有国际领先水平的智能汽车和智慧交通应用示范工程及产品工程化公共服务平台。基于 i-VISTA 示范区平台, 中国汽车工程研究院股份有限公司在中国汽车工业协会和中国汽车工程学会的联合指导下, 充分研究并借鉴国内外智能网联汽车试验评价方法, 结合中国自然驾驶数据和中国驾驶员行为统计特性分析的研究成果, 经过多轮论证, 形成 i-VISTA 智能汽车指数评价体系。

i-VISTA 智能汽车指数从消费者立场出发, 从安全、体验、能耗、效率四个维度设计试验评价场景, 对智能网联汽车进行中立公正专业权威的评价。评价结果以直观量化的等级——优秀 (G)、良好 (A)、一般 (M)、较差 (P) 的形式定期对外发布, 为消费者购车用车提供参考, 引导整车和零部件企业对产品进行优化升级。

行人与骑行者自动紧急制动系统 (AEB VRU, Autonomous Emergency Braking Vulnerable Road User System) 是先进驾驶辅助系统 (ADAS, Advanced Driver Assistant System) 的子产品之一, 能够避免或减轻因驾驶员未注意到前方行人与骑行者而可能发生的碰撞, 提高行车安全性。本试验规程主要参考国内外标准法规, 结合中国自然驾驶数据和中国驾驶员行为统计特性的研究成果设计试验工况。包括 AEB 行人功能试验、AEB 自行车骑行者功能试验。其中, AEB 行人功能试验分别从成人近端横穿 25% (白天)、成人近端横穿 25% (夜晚)、儿童近端横穿单侧遮挡 50% (白天)、儿童近端横穿双侧遮挡 50% (白天)、成人纵向追尾 25% (白天) 及成人远端横穿遮挡 50% (夜晚) 工况考察 AEB 对行人避免碰撞或减轻效果的能力。AEB 自行车骑行者功能试验分别从成人自行车骑行者近端横穿 50% (白天) 及成人自行车骑行者纵向追尾 50% (白天) 工况考察 AEB 对自行车骑行者避免碰撞或减轻效果的能力。

i-VISTA 管理中心保留对 AEB VRU 试验项目及方法更改的全部权利。随着国内外标准法规、中国道路交通场景的不断发展、更新和完善, i-VISTA 管理中心将对 AEB VRU 试验项目及方法做出相应的调整, 持续完善智能汽车指数评价体系, 有效促进中国汽车工业水平整体提高和健康持续发展, 更加系统全面地为消费者、汽车行业服务。

智能安全

行人与骑行者自动紧急制动系统试验规程

1 范围

本规程规定了 i-VISTA 智能汽车指数智能安全——行人与骑行者自动紧急制动系统（AEB 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。

IIHS Pedestrian Autonomous Emergency Braking Test Protocol (Version II)

Euro NCAP TEST PROTOCOL-AEB VRU systems Version 3.0.2

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。

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作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。

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 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。

3.8 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。

3.9 自行车骑行者目标 bicyclist target; BT

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。

3.10 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。

3.11 横向距离 lateral offset

主车车头中心点与规划路径距离之差。

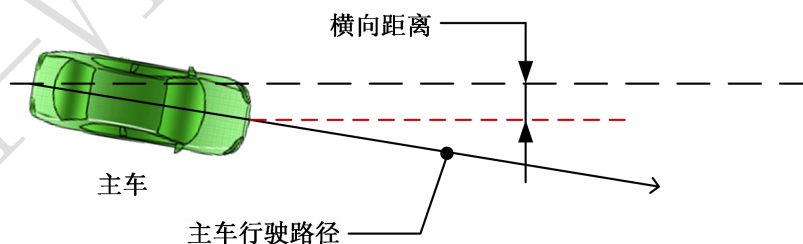


图 1 横向距离

3.12 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。

- 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；
- 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；
- 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。

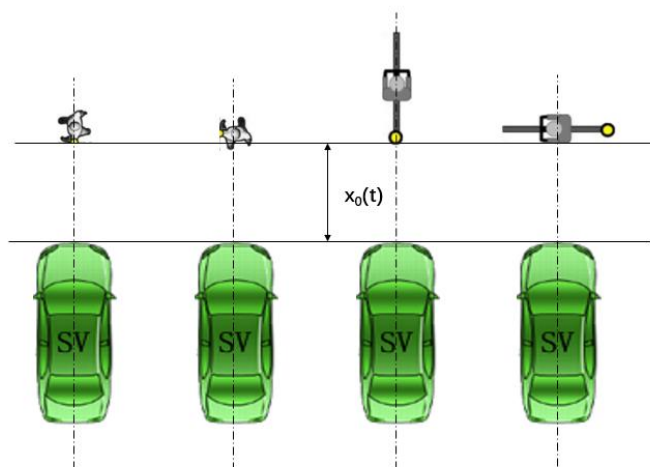


图 2 纵向距离

3.13 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。

3.14 碰撞速度 impact velocity

主车与目标物发生碰撞时的速度。

3.15 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。

3.16 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；

$V_r(t)$ ——相对速度。

3. 17 成人近端横穿 25%工况 car to pedestrian nearside adult 25%; CPNA-25

车辆向前行驶，成人在车辆前方从近侧进行横穿，并且当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 25%位置与目标物发生碰撞。

3. 18 儿童近端横穿单侧遮挡 50%工况 car to pedestrian nearside single obstruction child 50%; CPNSOC-50

车辆向前行驶，该儿童在车辆前方从近侧进行横穿，并且在近侧有遮挡，当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 50%位置与目标物发生碰撞。

3. 19 儿童近端横穿双侧遮挡 50%工况 car to pedestrian nearside double obstruction child 50%; CPNDOC-50

车辆向前行驶，该儿童在车辆前方从近侧进行横穿，并且在双侧有遮挡，当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 50%位置与目标物发生碰撞。

3. 20 成人纵向追尾 25%工况 car to pedestrian longitudinal adult 25%; CPLA-25

车辆向前行驶，该成人在车辆前方同向站立或行走，并且当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 25%位置与目标物发生碰撞。

3. 21 成人远端横穿遮挡 50%工况 car to pedestrian farside obstruction adult 25%; CPFOA-50

车辆向前行驶，该成人在车辆前方从远侧进行横穿，并且在远侧有遮挡，当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 50%位置与目标物发生碰撞。

3. 22 成人自行车骑行者近端横穿 50%工况 car to bicyclist nearside adult 50%; CBNA-50

车辆向前行驶，该成人自行车骑行者在车辆前方从近侧进行横穿，并且当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 50%位置与目标物发生碰撞。

3. 23 成人自行车骑行者纵向追尾 50%工况 car to bicyclist longitudinal adult 50%; CBLA-50

车辆向前行驶，该成人自行车骑行者在车辆前方同向行驶，并且当车辆不施加制动时，车辆的前部结构会以车辆宽度的 50%位置与目标物发生碰撞。

4 试验准备

4.1 场地要求

4.1.1 试验路面应为水平、干燥、具有良好附着能力的混凝土或沥青路面，附着系数宜为 0.8 以上。

4.1.2 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；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。

4.2 环境要求

4.2.1 气候条件良好，无降雨、降雪、冰雹、扬尘等恶劣天气情况。

4.2.2 温度在 5℃~42℃ 之间。

4.2.3 风速应低于 5m/s。

4.2.4 试验应在均匀的自然光照条件下进行，光照度不小于 2000lux，除非制造厂商对光照度要求的下限值更低；试验道路无明显阴影，车辆不能朝向或背离太阳行驶。

4.2.5 温度、风速、光照度等环境参数每 10 分钟记录一次。

4.3 设备要求

4.3.1 目标假人和自行车要求

试验使用可摆腿成人假人目标 APT 代替成人行人，使用可摆腿儿童假人目标 CPT 代替儿童行人，使用自行车骑行者目标 BT 代替自行车骑行者，假人具体要求参照 Articulated Pedestrian Target Specification document version 1.0 和 Bicyclist Target Specification document version 1.0 的规定。如果企业认为 APT、CPT、BT 不能满足 SV 传感器对目标的要求，请直接联系 i-VISTA 管理中心。

4.3.2 数据采集要求

试验过程使用的所有设备要满足动态数据的采样及存储要求，采样和存储频率至少为 100Hz。目标车与主车使用 DGPS 时间进行数据同步。其中数据采集精度必须满足以下要求：

- a) SV、APT、CPT、BT 的速度精度为 0.1km/h；
- b) SV、APT、CPT、BT 的纵向加速度精度为 0.1m/s²；
- c) SV、APT、CPT、BT 的横向和纵向位置精度为 0.03m；
- d) SV 的横摆角速度精度为 0.1°/s；
- e) SV 的转向盘角速度精度为 1.0°/s。

4.4 车辆准备

4.4.1 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，整个过程可由制造厂商协助进行。

4.4.2 车辆状态确认

4.4.2.1 试验车辆应为新车，行驶里程不高于 5000km。

4.4.2.2 试验车辆应使用厂家指定的全新原厂轮胎，轮胎气压应为空载状态的冷胎气压。

4.4.2.3 安装试验设备前应拆除转向盘安全气囊；若车辆安装“主动气囊系统”，则在安装试验设备前关闭。

4.4.2.4 试验前车辆燃油量应达到油箱容积 90%以上，并在试验过程中维持至少 75%的容量；全车其他油、水等液体，如冷却液、制动液、机油等，确保至少达到最低指示位置，若无最低指示位置则加满。测量车辆前后轴荷并计算车辆总质量，将此重量视为整车整备质量并记录。

4.4.2.5 安装试验设备并进行配载，试验设备应安装在车辆副驾驶一侧的位置上。配载后应达到公式(3)的要求：

$$\text{整备质量} + \text{驾驶员} + \text{试验设备} + \text{配载} = (\text{整备质量} + 200\text{kg}) \cdot (1 \pm 1\%) \dots\dots\dots (3)$$

同时调整配载分布，在包含驾驶员的情况下，车辆前后轴负载率与满油空载时负载率之间的差值应小于 5%，调整之后将配载及设备固定牢靠。

4.4.2.6 对于可外接充电的新能源车辆，在试验前一天，按照制造厂商建议的最大充电状态对动力电池进行充电；若厂商无建议，则按照不低于最大容量的 95%进行充电。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。

4.4.3 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。

4.4.4 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报警级别设置为报警最早一级。

4.4.5 制动系统预热

a) 在试验开始之前，以 56km/h 的初速度，约 $5\text{m/s}^2 \sim 6\text{m/s}^2$ 的平均减速度制动到速度为 0，反复进行 10 次；

b) 以 72km/h 的初速度，全力制动到速度为零，反复进行 3 次；

- c) 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 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。

5 试验方法

5.1 概述

本试验主要分为行人 AEB 功能试验和自行车骑行者 AEB 功能试验，每个试验工况进行 3 次试验，若前两次都避撞，则不进行第 3 次试验。

5.2 AEB 行人功能

本试验用于评价主车 AEB 系统对于车辆前方横穿行人、前方同向行走行人的识别和自动制动的能力，主车车速分别为 20km/h、30km/h、40km/h、60km/h，行人速度为 5km/h；横穿行人路径与车辆路径垂直，纵向行走行人路径与车辆路径平行；碰撞点为 25%和 50%。试验工况如表 2 所示。

表 2 AEB 行人功能试验工况

试验工况	主车车速	目标假人速度	碰撞点	假人运动方向	光线条件	假人类型
CPNA-25	20/40/60km/h	5km/h	25%	横向	白天	APT
CPNSOC-50	20/40/60km/h	5km/h	50%	横向	白天	CPT
CPNDOC-50	20/30km/h	5km/h	50%	横向	白天	CPT
CPLA-25	25/45/km/h	5km/h	25%	纵向	白天	APT
CPNA-25	20/40/60km/h	5km/h	25%	横向	夜晚	APT
CPFOA-50	20/30km/h	5km/h	50%	横向	夜晚	APT

5.2.1 试验步骤

5.2.1.1 CPNA-25 工况

目标假人 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 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，该工况在白天和夜晚都进行试验。

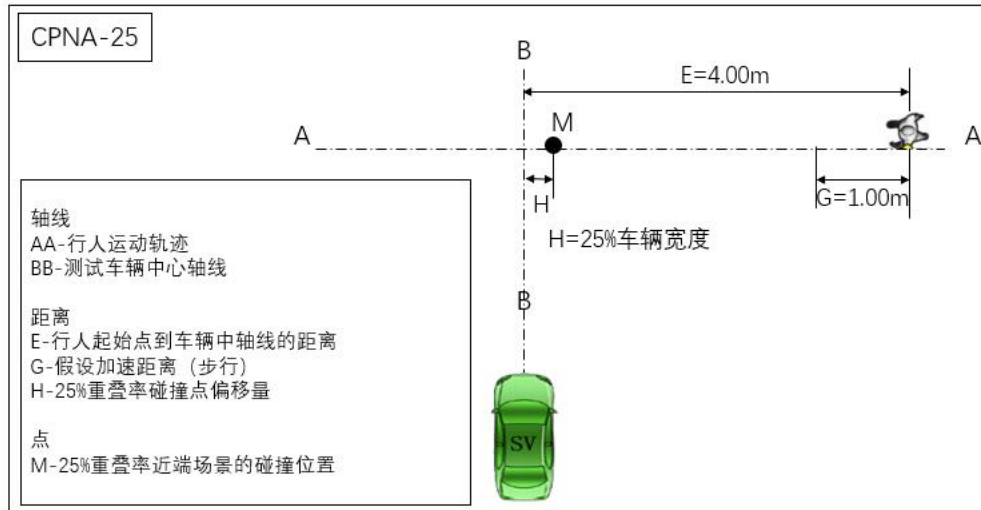


图 3 CPNA-25 工况

5.2.1.2 CPNSOC-50 工况

目标假人 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、40km/h、60km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 4 中所示的 L 点，主车距离假人行行驶路径 150m 时开始记录数据，该工况在白天进行试验。

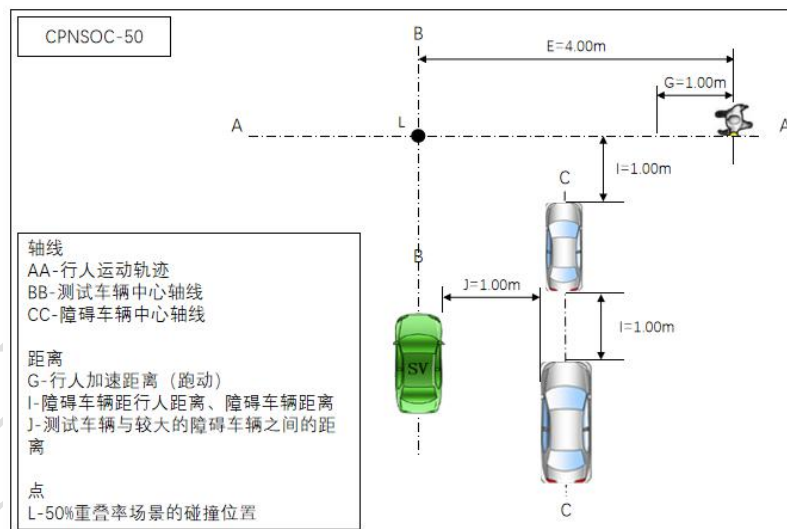


图 4 CPNSOC-50 工况

5.2.1.3 CPND0C-50 工况

目标假人 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 5 中所示的 L 点，主车距离假人行行驶路径 80m 时开始记录数据，该工况在白天进行试验。

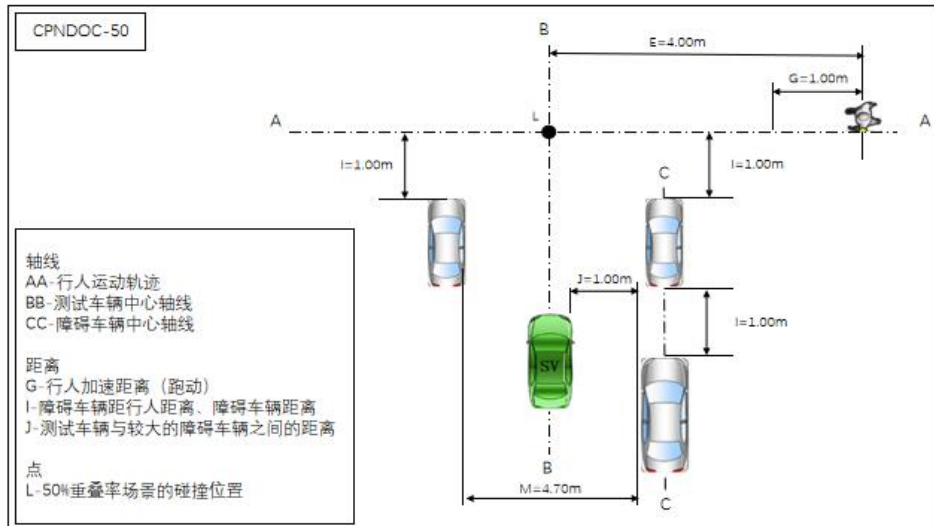


图 5 CPNDOC-50 工况

5.2.1.4 CPFOA-50 工况

目标假人 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、30km/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 100m 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。

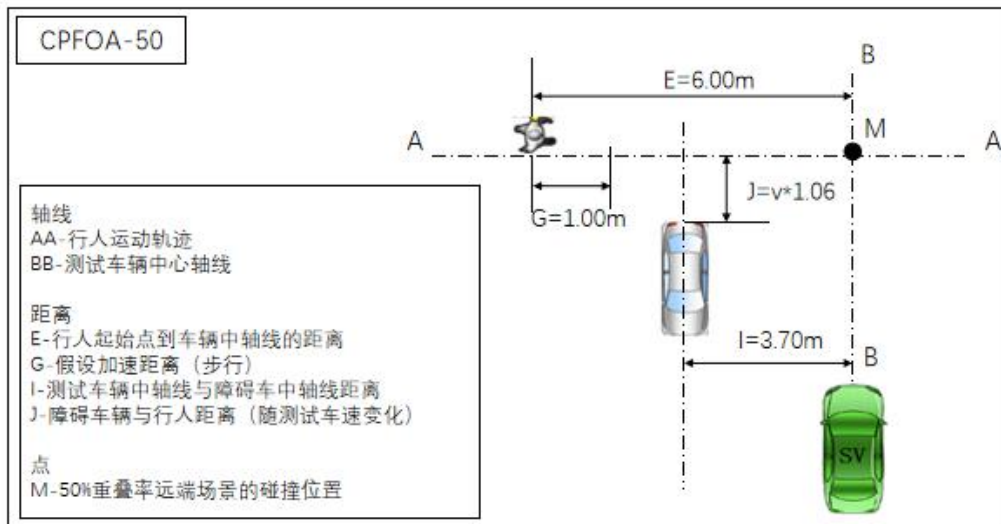


图 6 CPFOA-50 工况

5.2.1.5 CPLA-25 工况

目标假人 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 25 km/h、45km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 25%处，如图 7 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。

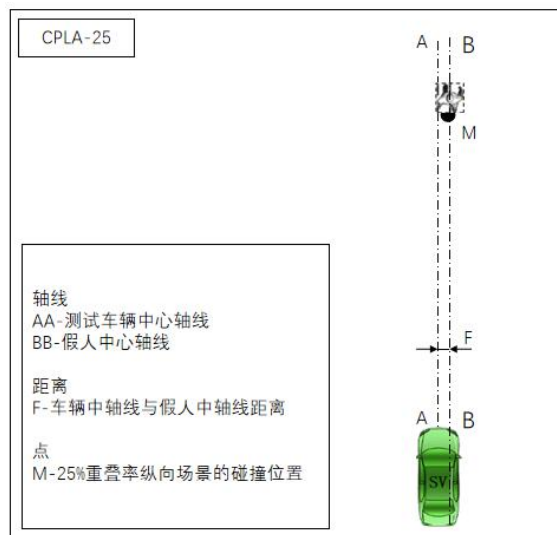


图 7 CPLA-25 工况

5.2.2 试验要求

- a) 保持速度稳定，主车车速应保持在规定车速 $\pm 1\text{km/h}$ ，目标假人速度应保持在 $(5\pm 0.2)\text{km/h}$ ；
- 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 $\pm 5\%$ ；

f) CPFOA-50 工况障碍车使用车长范围在 4.4m~4.8m 的乘用车，颜色不限。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。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 自行车骑行者功能

本试验用于评价主车 AEB 对于车辆前方横穿自行车骑行者和纵向同向行驶自行车骑行者的识别和自动制动的能力，主车速度分别为 20km/h、35km/h、40km/h、55km/h、60 km/h，骑行者速度为 15km/h；骑行者路径一条与车辆路径重合，一条与车辆路径垂直；碰撞点为 50%。试验工况如表 3 所示。

表 3 AEB 自行车骑行者工况

试验工况	主车车速	目标骑行者速度	碰撞点	目标骑行者运动方向	光线条件
CBNA-50	20/40/60km/h	15km/h	50%	横向	白天
CBLA-50	35/55km/h	15km/h	50%	纵向	白天

5.3.1 试验步骤

5.3.1.1 CBNA-50 工况

目标自行车 BT 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 8 中所示的 E 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。

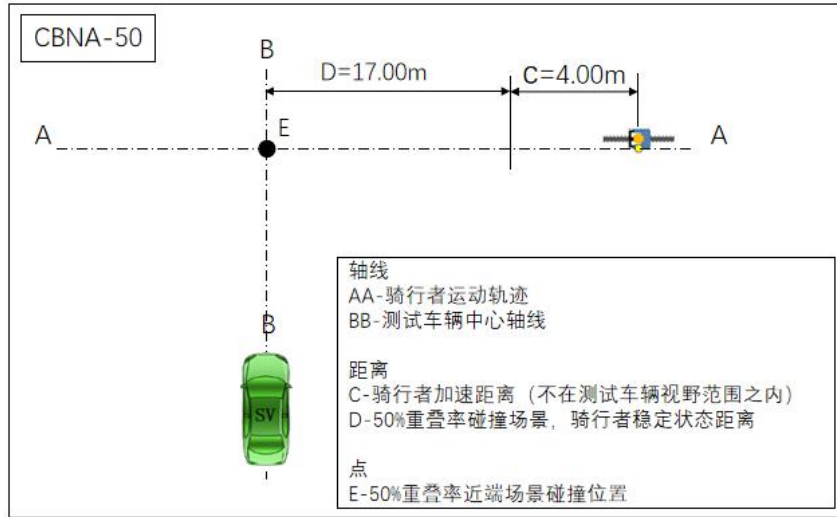


图 8 CBNA-50 工况

5.3.1.2 CBLA-50 工况

目标自行车 BT 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 35km/h、55km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 9 中所示的 V 点，主车距离自行车 100m 时开始记录数据，该工况在白天进行。

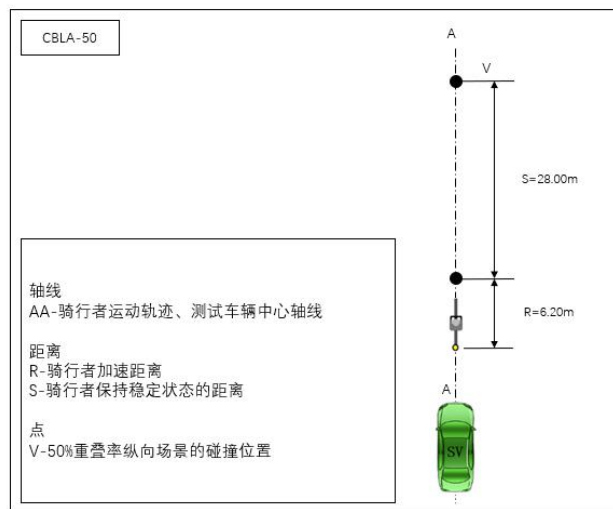


图 9 CBLA-50 工况

5.3.3 试验要求

- a) 保持速度稳定，主车车速应保持在规定车速 $\pm 1\text{km/h}$ ，目标自行车骑行者速度应保持在 $(15\pm 0.5)\text{km/h}$;
- 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 $\pm 5\%$ 。

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 10 中所示的 M 点，背景照度的最大值应小于 1lux 。

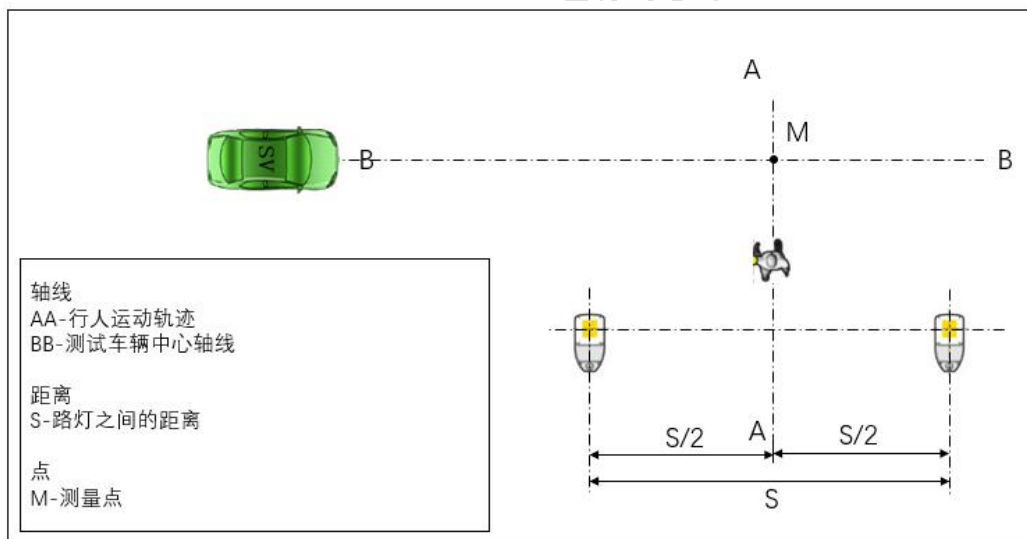


图 10 背景照度测量

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 $I_1 \cdots I_{11}$ 的照度，如图 11 所示，再计算这 11 个点的平均照度 \bar{I} ，如式 (4) 所示。测量时打开路灯照明，平均照度的范围应在 $16\text{lux} < \bar{I} < 22\text{lux}$ 。

$$\bar{I} = \frac{1}{11} \sum_{i=1}^{11} I_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

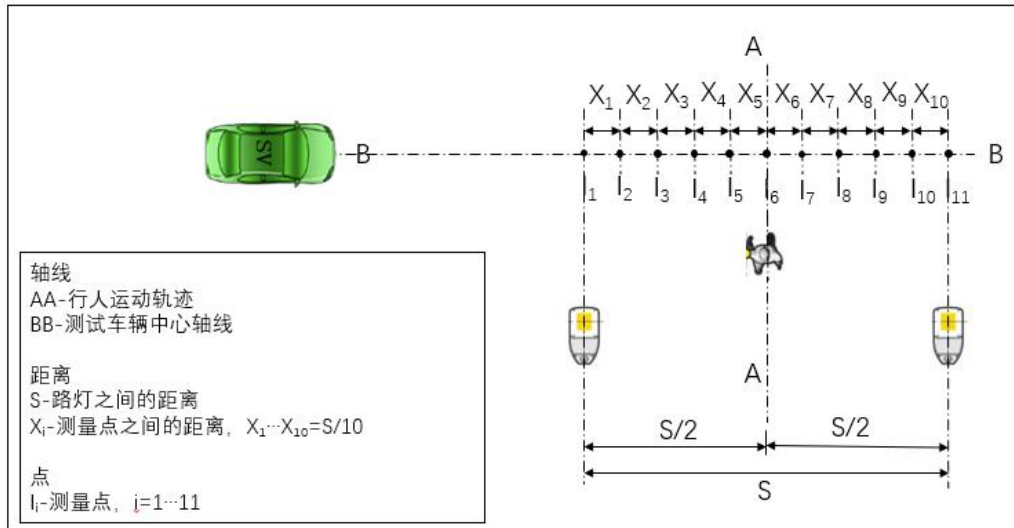


图 11 主车路径上的照度测量

6.3 行人路径上的照度

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 12 所示，每个点的照度值应不低于 5lux。

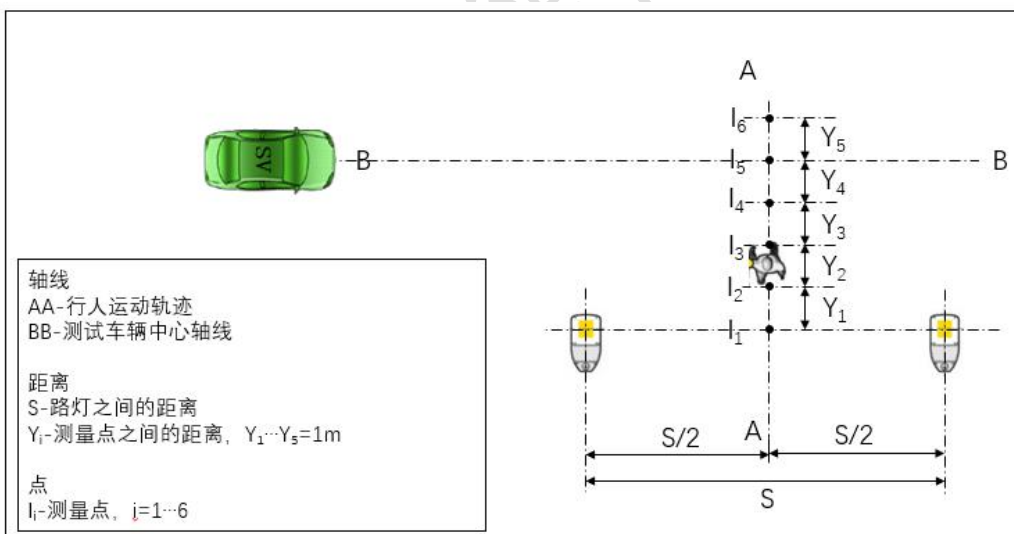


图 12 行人路经照度测量

6.4 路灯安装

行人路径处于灯 3 和灯 4 的中间，如图 13 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 $\alpha = (90 \pm 0.1)^\circ$ 。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。

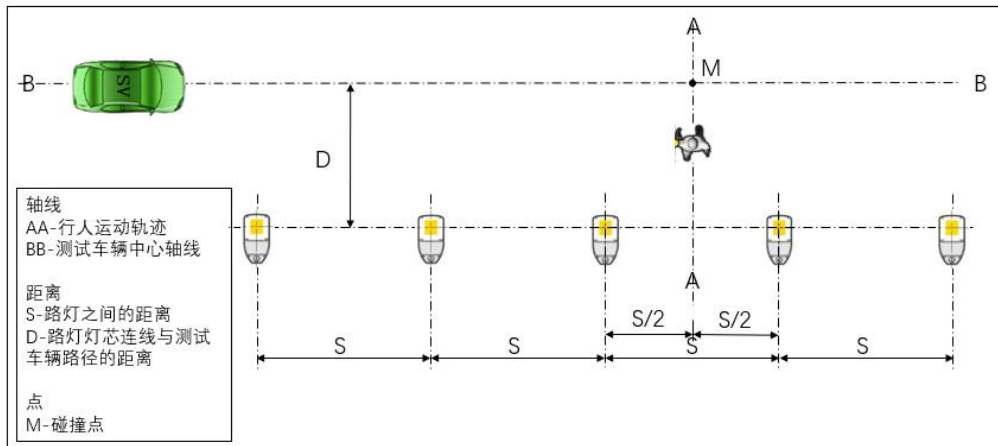


图 13 路灯安装位置

7 试验拍摄

设备安装前，对试验车辆进行左前 45 度拍照，对车辆的铭牌进行拍照。设备安装后，对车内外试验设备进行拍照。

在车辆内部放置音视频记录设备，对整个试验过程进行录像。保证每次录像的清晰度便于后期回放查看。

8 数据处理

8.1 加速度踏板位置

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。

8.2 横向和纵向位置

横向和纵向位置需使用原始数据，数据单位为 m。

8.3 纵向加速度

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 。

8.4 速度

车速为 GPS 速度，需使用原始数据，数据单位为 km/h 。

8.5 横摆角速度

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 $^\circ/\text{s}$ 。

8.6 转向盘角速度

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 $^\circ/\text{s}$ 。