

T/CRTAS

团体标准

T/CRTAS XXXX

公交车辆碰撞缓解控制系统性能要求及测试方法

Performance requirements and testing methods for collision mitigation control systems of public transportation vehicles

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

征求意见稿

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中国道路运输协会 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 一般要求	3
5 功能要求	3
6 测试方法	5
附 录 A （资料性） 车内网络通信的车辆信号	22
附 录 B （资料性） CMCS 分类	23

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。

本文件由中国道路运输协会提出并归口。

本文件起草单位：

本标准主要起草人：

公交车辆碰撞缓解控制系统性能要求及测试方法

1 范围

本文件规定了公交车辆碰撞缓解控制系统的一般要求、功能要求和测试方法。
本文件适用于安装有碰撞缓解控制系统的公交车辆。

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/T 12428—2023 客车装载质量计算方法
GB/T 26773—2011 智能运输系统 车道偏离报警系统 性能要求与检测方法
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 34590 道路车辆 功能安全 第1-10部分
GB 44495—2024 汽车整车信息安全技术要求
GB 44496—2024 汽车软件升级通用技术要求
JT/T 794 道路运输车辆卫星定位系统 车载终端技术要求
JT/T 1242—2019 营运车辆自动紧急制动系统性能要求和测试规程
JT/T 1446—2022 营运车辆前向碰撞减缓系统性能要求和检测方法
DB31/T 306—2022 公交客车运行技术要求

3 术语和定义

3.1

公交车辆 public bus

为城市内运输乘客设计和制造的客车，根据是否设有乘客站立区可分为：

- a) 设有乘客站立区的公共汽车，即最大设计车速小于70km/h，设有座椅及乘客站立区，并有足够的空间供频繁停站时乘客上下车走动，有固定的线路和车站，主要在城市建成区运营的客车；
- b) 未设置乘客站立区的公共汽车，即未设置乘客站立区，有固定的线路和车站，主要在城市道路运营的客车。

3.2

碰撞预警 collision warning

CMCS向驾驶员发出碰撞危险提醒信息。

3.3

碰撞缓解控制系统 collision mitigation control system; CMCS

自动探测目标车辆、行人、骑行者或静态干扰物，检测潜在的前向、侧向及后向碰撞危险，发出预警信号预警驾驶员，并自动激活自车制动系统，制动控制阶段自车最大减速度不高于 2.5 m/s^2 ，通过降低车速来避免或缓解碰撞的系统。

3.4

自车 subject vehicle

装配有本文件所定义的碰撞缓解控制系统的被测公交车辆。

3.5

目标车辆 target vehicle

在自车前方行驶轨迹线上，距离自车最近的机动车辆，它是CMCS工作时所针对的对象。

3.6

碰撞预警阶段 collision warning stage

从车辆向驾驶员发出碰撞的预警开始到车辆制动介入阶段之前的时段。

3.7

制动控制阶段 braking control stage

CMCS向自车发出制动指令要求，自车以不高于 2.5 m/s^2 减速度开始减速的阶段。

3.8

相对车速 relative velocity

自车与目标物的纵向车速之差，计算方法见公式（1）：

$$v_r(t) = v_{SV}(t) - v_{TV}(t) \quad (1)$$

式中：

$v_r(t)$ ——相对车速，单位为米每秒（m/s）；

$v_{SV}(t)$ ——自车车速，单位为米每秒（m/s）；

$v_{TV}(t)$ ——目标物的车速，单位为米每秒（m/s）。

3.9

预计碰撞时间 time to collision

自车与目标之间的距离除以自车与目标瞬间相对车速所得出的时间。

在 t 时刻，自车与目标障碍物发生碰撞所需的时间，计算方法见公式（2）：

$$T_{cr} = \frac{x_c(t)}{v_r(t)} \quad (2)$$

式中：

T_{cr} ——距离碰撞时间，单位为秒（s）；

$x_c(t)$ ——车间距离，单位为米（m）。

3.10

强化距离碰撞时间 enhanced time to collision

当自车与目标车的加速度不相等，假定该加速度保持不变，且其车速、加速度及车间距离满足

$(v_{TV} - v_{SV})^2 - 2 \times (a_{TV} - a_{SV}) \times x_c > 0$ 的条件时，计算方法见公式（3）：

$$T_{ts} = \frac{\left[-(v_{TV} - v_{SV}) - \sqrt{(v_{TV} - v_{SV})^2 - 2 \times (a_{TV} - a_{SV}) \times x_c} \right]}{(a_{TV} - a_{SV})} \quad (3)$$

式中：

a_{TV} ——目标车辆的加速度，单位为米每二次方秒（ m/s^2 ）；

a_{SV} ——自车的加速度，单位为米每二次方秒（ m/s^2 ）。

3.11

起步阻止 start prevention condition

在驾驶员持续保持踩加速踏板起步阶段，当检测到自车行驶方向0.3m之外或盲区内有行人或骑行者时，CMCS应阻止车辆起步，并发出提示预警信号。

3.12

协同交互 collaborative interaction

车辆在运行过程中，当其他感知系统感知到驾驶员不具备驾驶能力时，CMCS系统可以介入制动控制。

3.13

纵向制动减速度 longitudinal braking deceleration

沿车辆行驶方向的减速加速度，负号表示加速度方向与行驶方向相反，本文件中制动减速度绝对值不大于 2.5 m/s^2 。

4 一般要求

4.1 CMCS 功能

CMCS 应具备碰撞预警、碰撞缓解控制及车内通信等功能，应适用但不限于车辆的起步、直行、转弯、倒车、加速踏板防误踩、驾驶员失能、误响应等工况。

4.2 检测目标类型

CMCS 能检测到的目标物应包括公共道路上的目标车辆、行人、骑行者及静态干扰物。

4.3 自检及自诊断

应具备自检功能。系统应在车辆点火开关置于“on 档”30 s 内启动并完成对系统的自检，通过信号明确系统当前工作状态，包括车辆行驶状态采集、数据存储、通信模块工作状态、主电源状态、与 CMCS 主机相连的其它设备状态等。

应具备自诊断功能，对于系统发生的任何故障应给予驾驶员明确提示，并远程同步传输至公交运营方相关监控平台，直到系统故障消除。

4.4 开关功能

CMCS 应具备开启/关闭功能，且配置在驾驶员操控区域。

CMCS 出厂状态默认开启，当车辆点火后系统自动开启，驾驶员可通过仪表台上的开关按钮选择关闭该功能；驾驶员关闭该功能后应通过仪表提示系统处于关闭状态，并传输给远程监控平台。

CMCS 被驾驶员手动关闭后，在下次车辆启动后自动开启。

驾驶员可通过打开“双闪”抑制 CMCS 功能，在关闭“双闪”后恢复正常工作状态。

4.5 数据存储

应具有本地数据存储功能和远程数据传输接口，本地数据存储时长不应少于 7 d，远程存储时间按照管理部门要求执行。

本地数据存储应至少包括系统状态（预警、缓解介入、故障信息等）、系统响应的时戳、制动介入减速度、驾驶员操控数据、里程数、触发次数、升级(版本号)等，鼓励采用现有公交车已配备的调度视频一体机存储设备。

远程数据传输接口应能提供在系统碰撞缓解事件触发前、后各 10 s 的视频输出、驾驶员的操控数据。操控数据包含不限于档位、车速、加速踏板开度、制动踏板开度、方向盘转角角度、左右转向灯信号、里程数、触发次数及升级。

4.6 人机交互

CMCS 应为驾驶员提供人机交互界面，与驾驶员进行信息交互。提供包括以听觉、视觉或触觉中至少两种方式的预警信息、缓解制动以及 CMCS 的运行、停止或故障状态信息。显示的信息应在阳光直射下和夜晚均能清晰显示，车辆制造商应在车辆使用说明书中对预警信号指示方式进行说明。

4.7 环境适应性

CMCS 的环境适应性应符合 JT/T 1242 的相关要求。

4.8 功能安全性

CMCS 的功能安全应符合 GB/T 34590 的相关要求。

4.9 信息和网络安全

CMCS 应符合 GB 44495 和 GB 44496 的相关要求。

4.10 安装与使用要求

CMCS 系统应根据制造商所提供的使用说明书进行安装和使用，包括 CMCS 的校准、使用车速，以及适用和不适用的工况，包括但不限于天气（雨、雪、雾等）、道路（无车道线、非标道路）等。

5 功能要求

5.1 运行条件

CMCS应在运行车速为0 km/h至最大设计速度的范围内，且在车辆所有负载状态下正常运行。

5.2 目标检测区域

CMCS对目标物在最大纵向检测距离位置的最小检测横向宽度应不小于3.75 m。

CMCS的最小纵向检测距离应不小于0.3 m。

5.3 碰撞预警

5.3.1 预警时间

TTC或ETTC > 4.4 s，CMCS不应发出碰撞预警信号。

TTC或ETTC > 3 s，CMCS不应发出碰撞缓解制动。

5.3.2 预警方式

在CMCS检测到可能与其他车辆、行人及骑行者发生碰撞时，应能发出预警信号。碰撞预警信号至少应支持如表1所示的两种预警方式。

表1 预警方式

预警方式		
视觉预警	听觉预警	触觉预警
颜色：黄色 位置：主视方向 亮度：高亮 间歇：宜使用短间隔式间歇	音量：应超过背景杂音 间歇：建议短间隔式间歇，急促提示声音	可采用驾驶员座椅震动、安全带预收紧、方向盘震动等方式

5.4 制动控制

5.4.1 缓解控制的启动时间

碰撞缓解控制不应在TTC > 3 s开始；

直行工况的碰撞预警应在制动控制阶段1.4 s前产生；

行人转弯工况的碰撞预警应在制动控制阶段1.0 s前产生，骑行者转弯工况的碰撞预警应在 $|d_p(t) - d_b(t)| < 0.35\text{m}$ 的首个时刻之前产生；

倒车工况的碰撞预警应在制动控制阶段0.5 s前产生；

驾驶员失能工况的碰撞缓解控制应在驾驶员失能开始后5.0 s内产生。

其中， $d_p(t)$ 为自车前侧角距离骑行者运动路径的距离， $d_b(t) = \frac{v_{sv}^2(t)}{(2 \times 5 / a_{sv}^2)} + 1.4v_{sv}$ 为车辆制动距离。

5.4.2 缓解控制的减速度要求

CMCS 所有制动控制阶段的制动减速度均不应超过 2.5 m/s^2 ，各工况及功能的具体要求如下：

- 自车与目标物（目标车辆、行人、骑行者）碰撞缓解制动，通过制动控制阶段应避免二者碰撞；
- 一键停车功能或加速踏板防误踩功能开启后，制动控制阶段应符合上述减速度限值要求。

5.5 误响应

5.5.1 静态干扰物

自车正常行驶经过静态干扰物时，不应发生碰撞预警。

5.5.2 其他

经过道路左右两侧前方静止车辆、会车等工况时，不应发生碰撞预警。

5.6 车内通信

CMCS应能与车内网络通信，获取所需的实时车辆信号（见附录A），以保证系统能够正常工作。

5.7 协同交互

CMCS系统支持通过IO、CAN接口、网络等通讯方式，与其它系统（例如，驾驶员行为监测系统）通讯，获取所需的实时判定信号。

6 测试方法

6.1 环境条件

试验应在水平、干燥、具有良好附着能力的混凝土或沥青路面上进行。

测试环境温度范围应为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，环境风速应小于 5 m/s 。

白天测试时，照度 $\geq 2000\text{ lx}$ ；夜间测试时，照度在 $500\text{ lx} \sim 1000\text{ lx}$ ，有辅助照明，测试车辆需开启近光灯。

6.2 试验车辆

试验过程中自车应保持满载状态，按GB/T 12428加载。

6.3 试验目标物

6.3.1. 目标车辆

用于试验的目标应为M₁类乘用车作为替代，也可采用表征参数能够代表上述车辆且适应CMCS传感器的柔性目标车辆。

6.3.2. 行人

行人模型为采用的成年模型/儿童模型/蹲姿儿童模型。

采用普遍的行业成年模型，模型身高 1800 mm ，肩宽 500 mm ，躯干倾角 85° 。

儿童模型身高 1200 mm ，髋关节高度 653 mm ，肩宽 298 mm 。

蹲姿儿童模型身高 550 mm ，肩宽 250 mm ，下蹲姿态。

6.3.3. 骑行者

骑行者为采用标准坐姿的成年行人+骑行工具模型。车把高度 1025 mm ，座椅高度 725 mm ，骑行者肩宽 420 mm ，轮距 1020 mm ，踏板高度 160 mm 。

6.3.4. 静态干扰物

静态干扰物包括减速带、井盖等。

6.4 目标检测区域测试

6.4.1 距离测试

6.4.1.1 测试过程

测试过程如图1所示。目标物（目标车辆、行人、骑行者）静止，和自车的方向一致，在达到测试开始前，自车和自车中心线保持一致。当自车距离目标物 100 m 时，测试开始。自车与目标物发生碰撞或者距离目标物小于 0.3 m 且无法检测到目标物，试验结束。



图1 目标检测区域测试示意图

6.4.1.2 试验有效性要求

自车纵向中心平面与车道中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.4.1.3 试验通过性要求

- 测试开始后，在识别到目标物后CMCS应给出目标物识别信息；
- 系统的检测距离应满足5.2的要求；
- 进行3次测试，均合格则测试通过。

6.4.2 宽度测试

6.4.2.1 测试过程

目标车辆置于车道最左侧和最右侧的测试过程分别如图2和图3所示。目标车辆静止，和自车的方向一致，在达到测试开始前，自车位于车道中心线，分别将目标车辆置于车道最左侧和最右侧，车头方向应与自车一致，各进行一次测试。左侧检测宽度测试时，目标车辆右侧外缘与自车左侧相邻车道的右侧车道线重合；右侧检测宽度测试时，目标车辆左侧外缘与自车右侧相邻车道的左侧车道线重合。当自车距离目标车辆100 m时，测试开始。自车与目标车辆距离小于80 m，试验结束。

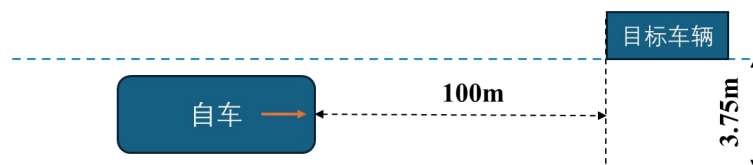


图2 目标车位于左侧检测宽度测试示意图

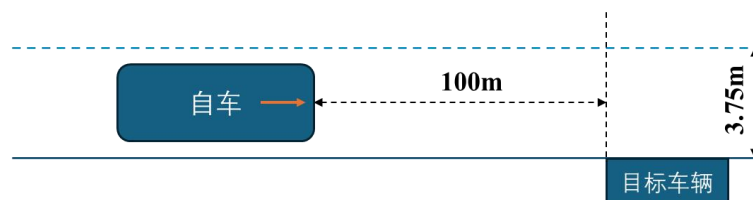


图3 目标车位于右侧检测宽度测试示意图

6.4.2.2 试验有效性要求

自车纵向中心平面与车道中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 5\%$ 。

6.4.2.3 试验通过性要求

- 测试开始后，在识别到目标车辆后 CMCS 应给出目标车辆识别信息；
- CMCS 识别到目标车辆时自车与目标车辆距离应满足 5.2 的要求；
- 分别将目标车辆置于左右两侧车道的最左侧和最右侧，各进行 3 次测试；
- 6 次测试均合格则测试通过。

6.5 车辆起步测试

6.5.1 行人静止正前工况

6.5.1.1 测试过程

本工况为蹲姿儿童目标物测试场景，测试过程示意图如图 4 所示。测试开始前，自车应处于静止状态，目标物分别静止放置于自车左侧外缘、右侧外缘及自车纵向中心平面正前方三个位置，目标物横向中心线相对于自车纵向中心平面之间的横向偏移量应不超过 0.1 m，目标物纵向中心线与自车最前端之间的纵向距离应为 0.5 m，目标物正面朝向应与自车横向轴线方向一致。

目标物放置就位后，CMCS 功能应处于正常工作状态，驾驶员踩下加速踏板后，持续时间应不少于

3 s。

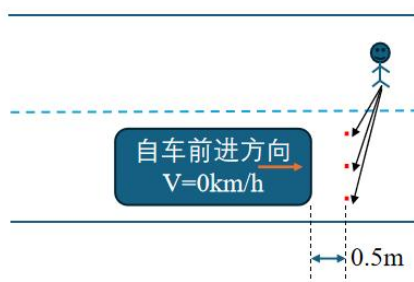


图4 行人静止正前工况示意图

6.5.1.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1-6.3 的相关要求，驾驶员踩踏加速踏板期间，方向盘转角不应发生变化。

6.5.1.3 试验通过性要求

- a) 目标物应在三个指定位置各进行 3 次测试；
- b) 测试过程中自车不应前进或前进但不与目标物发生碰撞；
- c) 车辆起步阻止后，再次按照上述要求进行测试，阻止应持续有效；
- d) 9 次测试均合格则测试通过。

6.5.2 行人横穿正前工况

6.5.2.1 测试过程

本工况为儿童行人目标物测试场景，测试过程示意图如图 5 所示。测试开始前，自车应处于静止状态，目标物分别置于自车右侧外缘正前方纵向距离 0.6 m、横向距离 3 m 处的 O 点。

测试时，CMCS 功能应处于正常工作状态，目标物应以 5 km/h 的速度沿着 OB 路径运动。当目标物横向中心线距自车右侧外缘的横向距离为 0.5 m 时（A 点），驾驶员踩下加速踏板，直至目标物通过自车前方 B 点或自车与目标物发生碰撞，测试结束。

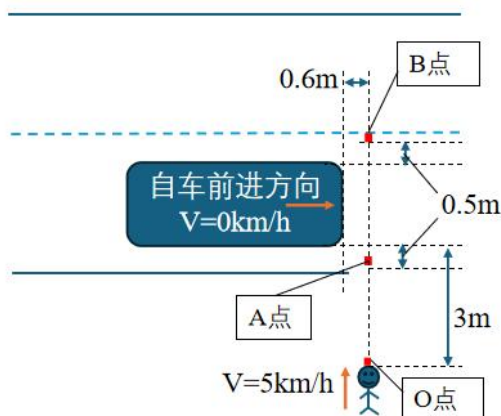


图5 行人横穿工况示意图

6.5.2.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1-6.3 的相关要求，驾驶员踩踏加速踏板期间，方向盘转角不应发生变化。

6.5.2.3 试验通过性要求

- a) 目标物应进行 3 次测试；

- b) 目标物从 A 点至 B 点运动期间，自车不应前进或前进但不与目标物发生碰撞；
- c) 测试结束后，驾驶员重新踩下加速踏板，自车应能正常起步行驶；
- d) 3 次测试均合格则测试通过。

6.5.3 骑行者静止正前工况

6.5.3.1 测试过程

本工况为骑行者目标物测试场景，测试过程示意图如图 6 所示。测试开始前，自车应处于静止状态，目标物分别静止放置于自车左侧外缘、右侧外缘及自车纵向中心平面正前方三个位置，目标物横向中心线相对于自车纵向中心平面之间的横向偏移量应不超过 0.1 m，目标物纵向中心线与自车最前端之间的纵向距离应为 0.5 m，目标物正面朝向应与自车横向轴线方向一致。

目标物放置就位后，CMCS 功能应处于正常工作状态，驾驶员踩下加速踏板，持续时间应不少于 3 s。

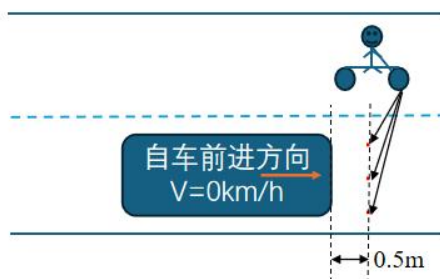


图6 骑行者静止工况示意图

6.5.3.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1-6.3 的相关要求，驾驶员踩踏加速踏板期间，方向盘转角不应发生变化。

6.5.3.3 试验通过性要求

- a) 目标物应在三个指定位置各进行测试 3 次；
- b) 测试过程中自车不应前进或前进但不与目标物发生碰撞；
- c) 车辆起步阻止后，再次按照上述要求进行测试，阻止应持续有效；
- d) 9 次测试均合格则测试通过。

6.5.4 骑行者横穿工况

6.5.4.1 测试过程

本工况为骑行者目标物测试场景，测试过程示意图如图 7 所示。测试开始前，自车应处于静止状态，目标物置于自车右侧外缘正前方纵向距离 0.6 m、横向距离 3 m 处的 O 点。

测试时，CMCS 功能应处于正常工作状态，目标物应以 8 km/h 的速度沿着 OB 路径运动。当目标物横向中心线距自车右侧外缘的横向距离为 0.5 m 时（A 点），驾驶员踩下加速踏板，直至目标物通过自车前方 B 点或自车与目标物发生碰撞，测试结束。

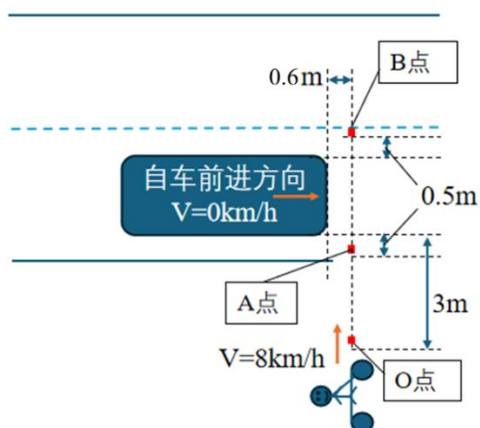


图7 骑行者横穿工况示意图

6.5.4.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1-6.3 的相关要求，驾驶员踩踏加速踏板期间，方向盘转角不应发生变化。

6.5.4.3 试验通过性要求

- 目标物应进行 3 次测试；
- 目标物从 A 点至 B 点运动期间，自车不应前进或前进但不与目标物发生碰撞；
- 测试结束后，驾驶员重新踩下加速踏板，自车应能正常起步行驶；
- 3 次测试均合格则测试通过。

6.5.5 行人静止正后工况

6.5.5.1 测试过程

本工况为蹲姿儿童目标物测试场景，测试过程示意图如图 8 所示。测试开始前，自车应处于静止状态，目标物分别静止放置于自车左后侧外缘、右后侧外缘及自车纵向中心平面正后方三个位置，目标物横向中心线相对于自车纵向中心平面之间的横向偏移量应不超过 0.1 m，目标物纵向中心线与自车最后端之间的纵向距离应为 0.5 m，目标物正面朝向应与自车横向轴线方向一致。

目标物放置就位后，CMCS 功能应处于正常工作状态，驾驶员踩下加速踏板后，持续时间应不少于 3s。

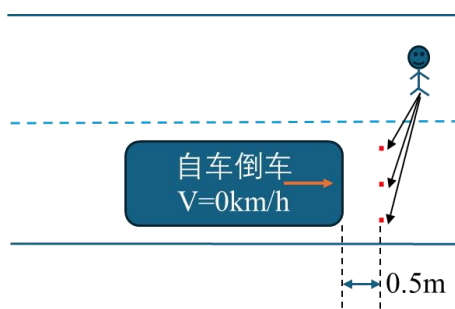


图8 行人近静止正后工况示意图

6.5.5.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1-6.3 的相关要求，驾驶员踩踏加速踏板期间，方向盘转角不应发生变化。

6.5.5.3 试验通过性要求

- 目标物应在三个指定位置各进行 3 次测试；

- b) 测试过程中自车不应倒车或倒车但不与目标物发生碰撞；
- c) 车辆倒车阻止后，再次按照上述要求进行测试，阻止应持续有效；
- d) 9 次测试均合格则测试通过。

6.6 车辆直行测试

6.6.1 目标车辆静止工况

6.6.1.1 测试过程

本工况为前方静止目标车辆测试场景，测试过程示意图如图 9 所示。测试开始前，目标车辆静止停放于自车行驶正前方，两车纵向中心线均与车道中心线重合，当自车行驶至与目标车辆纵向间距为 50 m 的位置时，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自车保持 30 km/h 的速度向目标车辆行驶，直至自车与目标车辆发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。



图9 目标车辆静止工况测试示意图

6.6.1.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车纵向中心平面与目标车辆中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.1.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标车辆发生碰撞，且最终停止位置与目标车辆的纵向距离应在 3 m 以内；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.6.2 目标车辆移动工况

6.6.2.1 测试过程

本工况为前方移动目标车辆测试场景，测试过程示意图如图 10 所示。测试开始前，目标车辆静止停放于自车行驶正前方，两车纵向中心线均与车道中心线重合，两车行驶方向保持一致。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，当自车行驶至与目标车辆纵向间距为 50 m 的位置时，开始正式测试，自车保持 50 km/h 的速度向目标车辆行驶，目标车辆以 20 km/h 的速度同向行驶，直至自车与目标车辆发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。



图10 目标车辆移动测试示意图

6.6.2.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车纵向中心平面与目标车辆中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.2.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标车辆发生碰撞，且二者的纵向距离最小值应在 3 m 以内；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.6.3 行人静止工况

6.6.3.1 测试过程

本工况为前方成人目标物静止测试场景，测试过程示意图如图 11 所示。测试开始前，目标物静止停放于自车行驶正前方，两者纵向中心线均与车道中心线重合，当自车行驶至与目标物纵向间距为 50 m 的位置时，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自车保持 30 km/h 的速度向目标物行驶，直至自车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

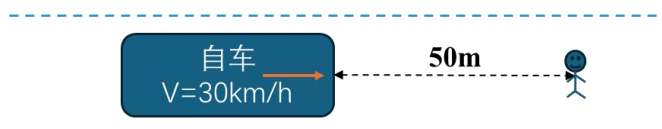


图11 行人静止测试示意图

6.6.3.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车纵向中心平面与行人目标中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.3.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标物发生碰撞，且最终停止位置与目标物的纵向距离应在 3 m 以内；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.6.4 行人横穿工况

6.6.4.1 测试过程

本工况为成人目标物横穿测试场景，测试过程示意图如图 12 所示。测试开始前，自车沿车道中心线直线行驶，目标物位于测试车辆左侧，与测试车道中心线横向距离为 6 m；设定自车与目标物的理论碰撞点为 L 点，目标物从初始位置向 L 点方向运动，经过 1.5 m 加速距离后，在距离 L 点 4.5 m 位置应达到 6 km/h 的恒定速度，此时自车距离 L 点的纵向距离应为 11.25 m，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自车保持 15 km/h 的速度向 L 点行驶，直至自车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，试验结束。

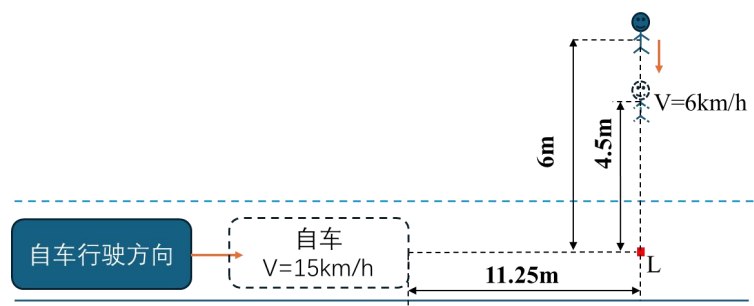


图12 行人横穿测试示意图

6.6.4.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- 测试开始后，自行车速度变化不超过 2 km/h；
- 测试开始后，自行车的中心线的偏差不应超过自行车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.4.3 试验通过性要求

- 本工况应进行 3 次有效测试；
- 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- 自行车不得与目标物发生碰撞；
- 3 次测试均合格则测试通过。

6.6.5 骑行者静止工况

6.6.5.1 测试过程

本工况为前向骑行者目标物静止测试场景，测试过程示意图如图 13 所示。测试开始前，目标物静止停放于自行车行驶正前方，两者纵向中心线均与车道中心线重合，当自行车行驶至与目标物纵向间距为 50 m 的位置时，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自行车保持 30 km/h 的速度向目标物行驶，直至自行车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

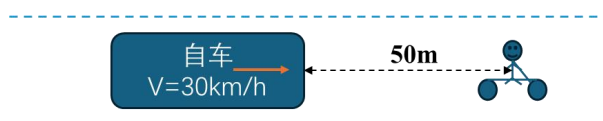


图13 骑行者静止工况测试示意图

6.6.5.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- 测试开始后，自行车速度变化不超过 2 km/h；
- 测试开始后，自行车纵向中心平面与骑行者目标中心线的横向偏差不超过自行车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.5.3 试验通过性要求

- 本工况应进行 3 次测试；
- 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- 自行车不得与目标物发生碰撞，且最终停止位置与目标物的纵向距离应在 3 m 以内；

e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.6.6 骑行者移动工况

6.6.6.1 测试过程

本工况为前向骑行者目标物移动测试场景，测试过程示意图如图 14 所示。测试开始前，目标物静止停放于自车行驶正前方，二者纵向中心线均与车道中心线重合，两车行驶方向保持一致，当自车行驶至与目标物纵向间距为 50 m 的位置时，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自车保持 50 km/h 的速度向目标物行驶，目标物以 15 km/h 的速度同向行驶，直至自车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

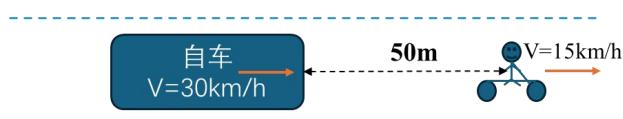


图14 骑行者移动工况测试示意图

6.6.6.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车纵向中心平面与目标物中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.6.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标物发生碰撞，且二者的纵向距离最小值应在 3 m 以内；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.6.7 骑行者横穿工况

6.6.7.1 测试过程

本工况为骑行者目标物横穿测试场景，测试过程示意图如图 15 所示。测试开始前，自车沿车道中心线直线行驶，目标物从测试车辆左侧，距离测试车道中心线 12 m 处沿横向路径运动，目标物加速距离为 3 m。L 为自车与目标物的理论碰撞点，目标物在距离 L 点 9 m 时，应达到 15 km/h 的恒定速度，此时自车离 L 点的纵向距离应为 18 m，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自车保持 30 km/h 的速度向 L 点行驶，直至自车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，试验结束。

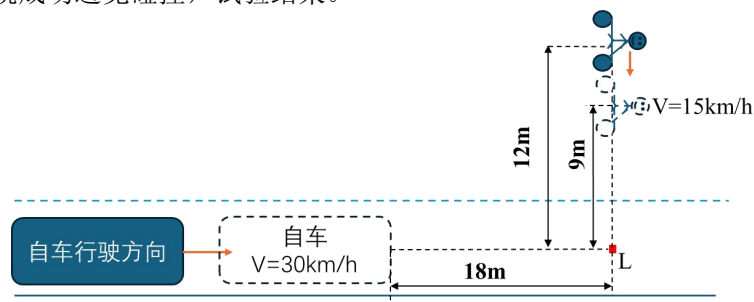


图15 骑行者横穿工况测试示意图

6.6.7.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车的中心线的偏差不应超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.6.7.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次有效测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标物发生碰撞；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.7 车辆转弯测试

6.7.1 行人移动工况

6.7.1.1 测试过程

本工况为行人目标物移动测试场景，测试过程示意图如图 16 所示。自车以 10km/h 的速度沿 A 线匀速直线行驶，目标物以 5 km/h 的速度沿 B 线匀速直线行驶，A 线和 B 线的横向距离 H 为 5.7 m。直至自车与目标物在碰撞点位置发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。碰撞点位于自车前部中心位置。

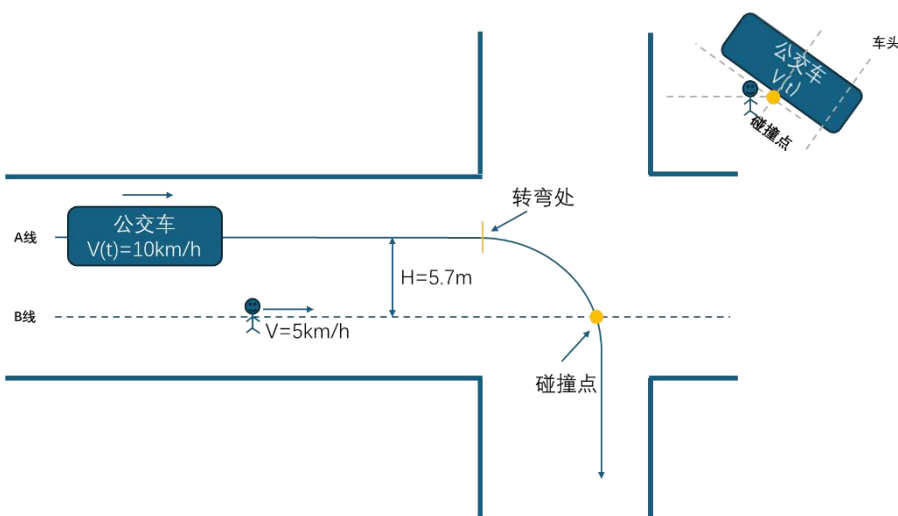


图16 行人移动-自车右转测试示意图

6.7.1.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车的中心线的横向偏差不应超过 0.1 m。

6.7.1.3 试验通过性

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标物发生碰撞；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.7.2 骑行者移动工况

6.7.2.1 测试过程

本工况为三种骑行者目标物转弯测试场景，测试过程示意图如图 17~图 19 所示。

测试场景 1：自车以 10 km/h 的速度沿 A 线匀速直线行驶，目标物以 10 km/h 的速度沿 B 线匀速直线行驶，A 线和 B 线的横向距离 H 为 2.9 m。自车在开始转弯前 30 m 内，车速可变化，直至自车与目标物在碰撞点位置发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

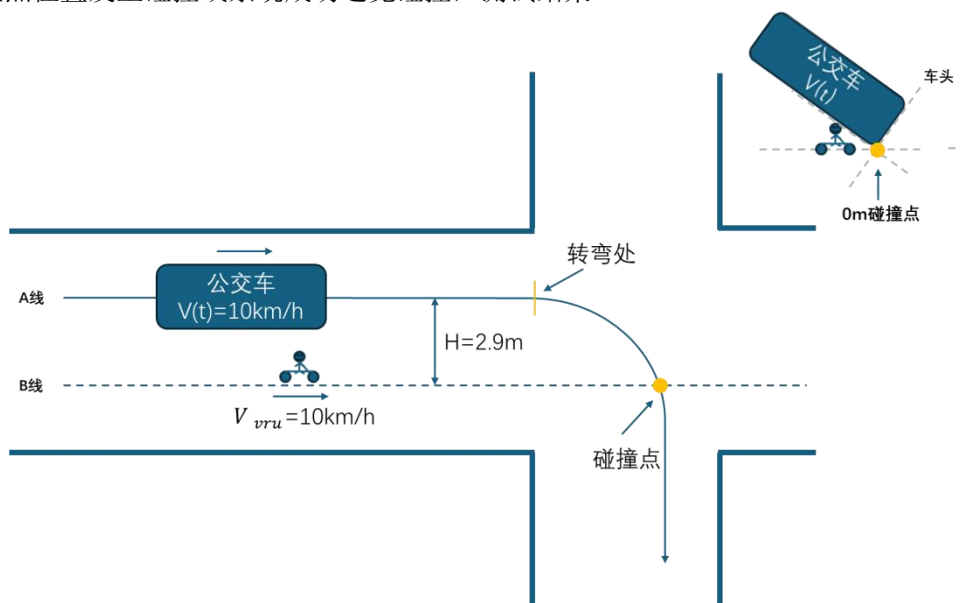


图17 骑行者右转工况测试示意图（测试场景1）

测试场景 2：自车以 10 km/h 的速度沿 A 线匀速直线行驶，目标物以 20 km/h 的速度沿 B 线匀速直线行驶，A 线和 B 线的横向距离 H 为 2.9 m。自车在开始转弯前 30 m 内，车速可变化，直至自车与目标物在碰撞点位置发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

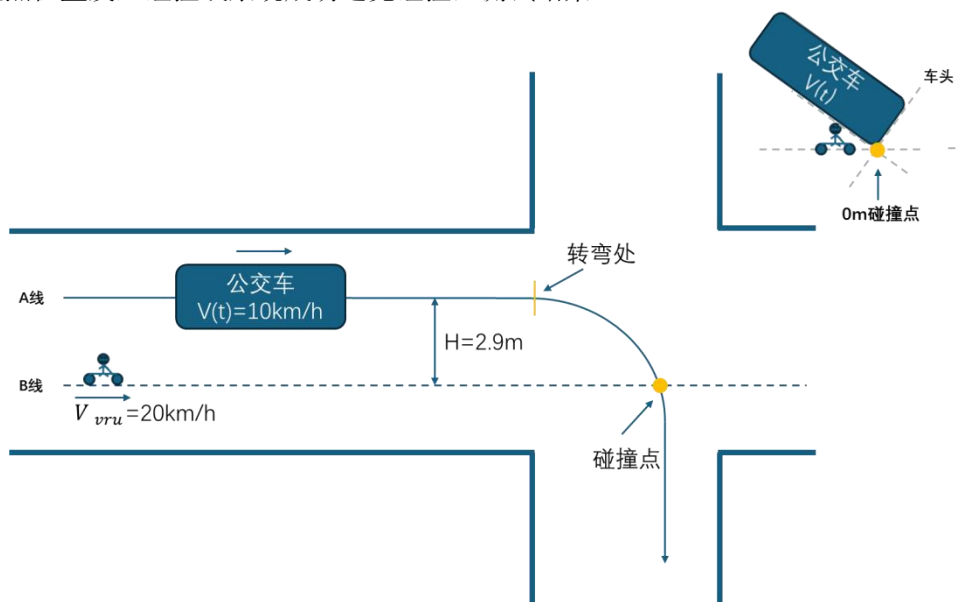


图18 骑行者右转工况测试示意图（测试场景2）

测试场景 3：自车以 20 km/h 的速度沿 A 线匀速直线行驶，目标物以 10 km/h 的速度沿 B 线匀速直线行驶，A 线和 B 线的横向距离 H 为 5.7 m。自车在开始转弯前 30 m 内，车速可变化，直至自车与目标物在碰撞点位置发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

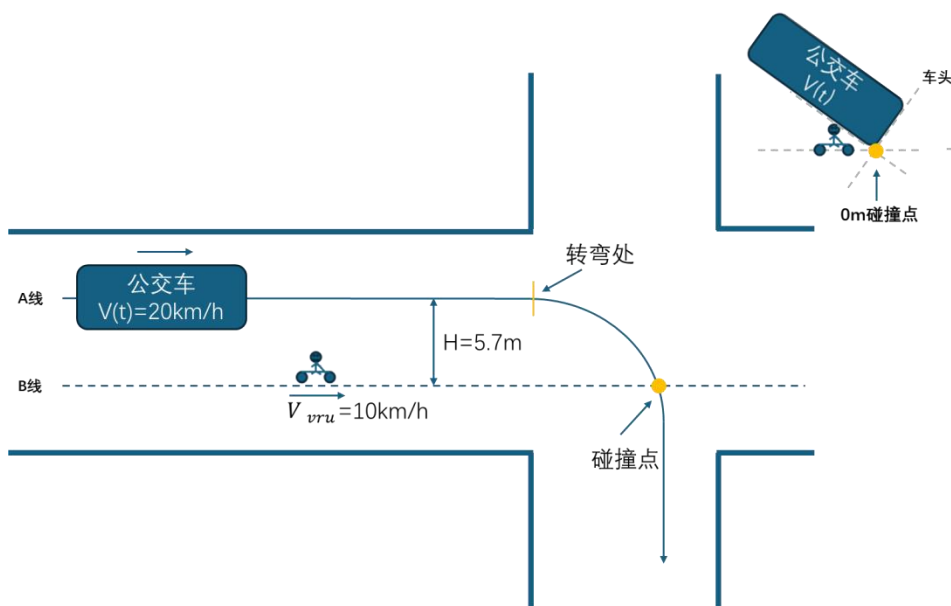


图19 骑行者右转工况测试示意图（测试场景3）

6.7.2.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- 测试开始后，自车的中心线的横向偏差不应超过 0.1m。

6.7.2.3 试验通过性要求

- 每种场景应进行 3 次测试；
- 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求；
- 9 次测试均合格则测试通过。

6.8 车辆倒车测试

6.8.1 行人静止工况

6.8.1.1 测试过程

本工况为后方成人目标物静止测试场景，测试过程示意图如图 20 所示。测试开始前，目标物静止停放于自车行驶正后方，两者纵向中心线均与车道中心线重合，当自车行驶至与目标物纵向间距为 10 m 的位置时，开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，自车保持 10 km/h 的速度向目标物行驶，直至自车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

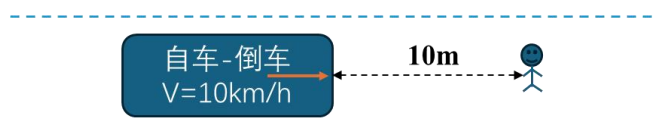


图20 行人静止工况测试示意图

6.8.1.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车纵向中心平面与目标物中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.8.1.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警时间应满足 5.3.1 的要求，预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 自车不得与目标物发生碰撞；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.9 车辆加速踏板防误踩测试

6.9.1 加速踏板防误踩工况

6.9.1.1 测试过程

本工况为前方静止行人目标下加速踏板防误踩测试场景，测试过程示意图如图 21 所示。测试开始前，目标物静止停放于自车行驶正前方，两者纵向中心线均与车道中心线重合，当自车以 10km/h 的行驶至与目标物纵向间距为 15 m 的位置时，释放加速踏板，保持滑行状态沿直线驶向目标物。开始正式测试。

测试过程中，CMCS 功能应处于正常工作状态，当自车完全停车或最前端与目标物的纵向距离达到 3m 时，快速踩下加速踏板，直至自车与目标物发生碰撞或系统成功避免碰撞，测试结束。

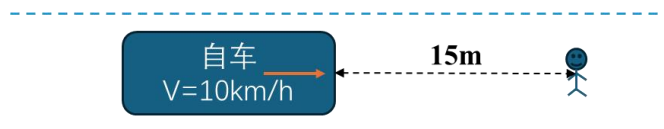


图21 加速踏板防误踩测试示意图

6.9.1.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合 6.1~6.3 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 测试开始后，自车纵向中心平面与目标物中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ ；
- b) 踩下加速踏板时，位移至少在总行程的 70% 内，行程变化率应超过 650%/s；
- d) 测试过程中，方向盘转角不应超过 15° 。

6.9.1.3 试验通过性要求

- a) 本工况应进行 3 次测试；
- b) 测试过程中，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- c) 自车不得与目标物发生碰撞；
- d) 功能激活后，车辆再次正常起步，CMCS 不应持续抑制；
- e) 3 次测试均合格则测试通过。

6.10 驾驶员失能状态测试

6.10.1 本车道缓解制动控制工况

6.10.1.1 测试过程

自车以 15 km/h 的速度在直线道路上匀速行驶，驾驶员分别执行以下动作：

- a) 闭眼超过 3 s；
- b) 趴在方向盘上超过 3 s；

- c) 左右倾斜躺坐超过3 s;
- d) 驾驶员脱离镜头捕捉范围超过3 s。

6.10.1.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆应符合 6.1~6.2 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 驾驶员样本数量应不少于3人；
- b) 应覆盖白天与夜间两种条件；
- c) 驾驶员无周期性睁眼动作。

6.10.1.3 试验通过性要求

- a) 本工况应至少进行 12 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 12次测试均合格则测试通过。

6.10.2 变道缓解制动控制工况

6.10.2.1 测试过程

自车以15 km/h的速度在直线道路上匀速行驶，驾驶员分别执行以下动作：

- a) 闭眼；
- b) 趴在方向盘；
- c) 左右倾斜躺坐；
- d) 驾驶员脱离镜头捕捉范围。

测试过程中，CMCS功能应处于正常工作状态，驾驶员应保持上述动作，当CMCS启动时，车辆应能够安全完成变换车道后停车。

6.10.2.2 试验有效性要求

试验环境条件、试验车辆应符合 6.1~6.2 的相关要求，测试过程中还应满足下列要求：

- a) 驾驶员样本数量应不少于3人；
- b) 应覆盖白天与夜间两种条件；
- c) 驾驶员无周期性睁眼动作。

6.10.2.3 试验通过性要求

- a) 本工况应至少进行 9 次测试；
- b) 测试过程中，CMCS 预警方式应满足 5.3.2 的要求；
- c) 测试过程中，CMCS 启动时间应满足 5.4.1 的要求，减速度应满足 5.4.2 的要求；
- d) 9次测试均合格则测试通过。

6.11 误响应测试

6.11.1 两侧静止车辆工况

6.11.1.1 测试过程

本工况为两侧静止车辆误响应测试，测试过程示意图如图22所示。测试开始前，两辆目标车辆应静止放置于自车前方相邻两个车道，车头方向应与自车一致，自车与目标物距离30 m，两个目标车辆车身外缘间距保持4.5 m，两个目标车辆尾部应在同一横向平面内。

测试时，CMCS功能应处于正常工作状态，自车保持20 km/h的速度行驶，穿过两辆目标车辆之间的车道。

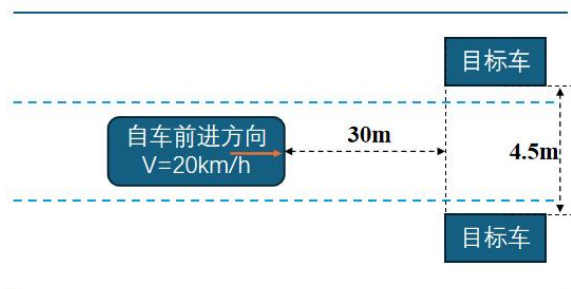


图22 两侧静止车辆工况误响应测试示意图

6.11.1.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合6.1-6.3的相关要求，且自车与目标车辆的速度变化不超过2 km/h。

6.11.1.3 试验通过性要求

- 自车行驶过程中，CMCS应满足5.5.2的要求；
- 进行3次测试，均合格则测试通过。

6.11.2 会车工况

6.11.2.1 测试过程

本工况为会车误响应测试，测试过程示意图如图23所示。测试开始前，目标车辆行驶于对向相邻车道，两车保持至少30m距离，自车与目标车纵向中心线均与所在车道中心线重合。

测试时，CMCS功能应处于正常工作状态，自车保持20 km/h的速度匀速行驶，对向目标车辆以20 km/h的速度匀速靠近，直至两车完成会车。

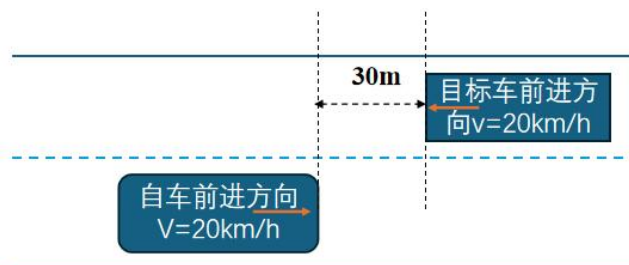


图23 会车工况误响应测试示意图

6.11.2.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合6.1-6.3的相关要求，且自车与目标车辆的速度变化不超过2 km/h。

6.11.2.3 试验通过性要求

- 自车行驶过程中，CMCS应满足5.5.2的要求；
- 进行3次测试，均合格则测试通过。

6.11.3 经过静态干扰物工况

6.11.3.1 测试过程

本工况为静态干扰物误响应测试，测试过程示意图如图24所示。测试开始前，静态干扰物应放置于自车行驶车道外且位于自车正前方50 m处。

测试时，CMCS功能应处于正常工作状态，自车保持20 km/h的速度行驶通过静态干扰物所在位置。

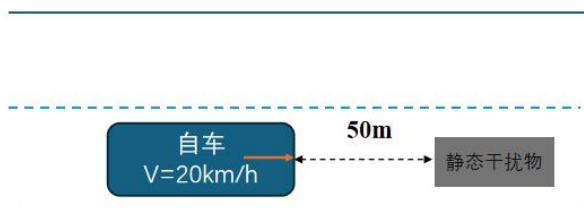


图24 经过静态干扰物误相应工况测试示意图

6.11.3.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合6.1-6.3的相关要求，且满足以下条件：

- a) 测试开始后，自车速度变化不超过 2 km/h；
- b) 测试开始后，自车纵向中心平面与静态干扰物中心线的横向偏差不超过自车宽度的 $\pm 20\%$ 。

6.11.3.3 试验通过性要求

- a) 自车行驶过程中，CMCS应满足5.5.1的要求；
- b) 进行3次测试，均合格则测试通过。

6.11.4 倒车两侧静止车辆工况

6.11.4.1 测试过程

本工况为两侧静止车辆误响应测试，测试过程示意图如图25所示。测试开始前，两辆目标车辆应静止放置于自车前方相邻两个车道，车头方向应与自车一致，自车与目标物距离30m，两个目标车辆车身外缘间距保持4.5m，两个目标车辆尾部应在同一横向平面内。

测试时，CMCS功能应处于正常工作状态，自车保持10 km/h的速度行驶，穿过两辆目标车辆之间的车道。

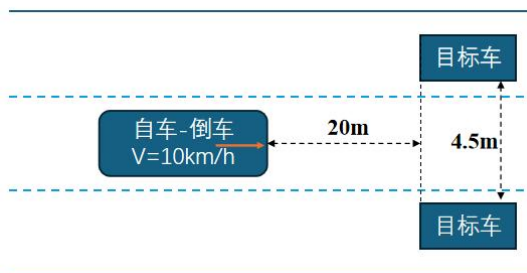


图25 倒车两侧静止车辆工况误响应测试示意图

6.11.4.2 试验有效性要求

测试期间试验环境条件、试验车辆、试验目标物应符合6.1-6.3的相关要求，且自车与目标车辆的速度变化不超过2 km/h。

6.11.4.3 试验通过性要求

- a) 自车行驶过程中，CMCS应满足5.5.2的要求；
- b) 进行3次测试，均合格则测试通过。

6.12 夜间测试

6.12.1 行人静止工况

模拟城市道路有路灯辅助照明条件下夜间测试，测试过程、试验有效性要求及通过性要求按照6.5.1。

6.12.2 骑行者静止工况

模拟城市道路有路灯辅助照明条件下夜间测试，测试过程、试验有效性要求及通过性要求按照6.5.4。

6.13 数据备份与记录

6.13.1 测试场地周围保证测试道路存在无线网络覆盖。测试所需的远端服务器与自车的CMCS建立连接。在执行6.4~6.12涉及的测试项时，自车应向远端服务器实时发送备份数据。

6.13.2 试验有效性应符合6.4~6.12相应要求。

6.13.3 在所有有效测试中，远端服务器备份数据中的信息与现场监测到的CMCS相关信息应完全一致。

附 录 A
(资料性)
车内网络通信的车辆信号

整车信号与CMCS信号传输要求见表A.1。

表A.1 整车信号与CMCS信号传输要求

车辆信号	方向说明	
车速	整车信号→CMCS 信号	
开关门信号		
方向盘转角		
方向盘角速度		
纵向加速度		
横向加速度		
横摆角速度		
挡位信息		
加速踏板位置及标志位（开度）		
制动踏板位置及标志位（开度）		
转向灯状态（左/右/双闪）		
EBS 故障状态		
VCU 故障状态		
手刹状态		
EBS 工作状态		
VCU 工作状态		
刹车灯控制		CMCS 信号→整车信号
刹车灯控制标志位		
紧急制动控制减速度		
紧急制动控制标志位		
双闪灯控制		

附 录 B
(资料性)
CMCS 分类

考虑到我国不同区域公交车辆的实际运营需求，将CMCS分为A、B、C三类，见表B.1。

表B.1 CMCS的分类

功能	对应条款	CMCS类型		
		A类	B类	C类
起步阻止碰撞缓解	6.5.1 行人静止正前工况	●	●	○
	6.5.2 行人横穿正前工况	●	●	○
	6.5.3 骑行者静止正前工况	●	●	○
	6.5.4 骑行者横穿正前工况	●	●	○
	6.5.5 行人静止正后工况	●	●	○
直行碰撞缓解	6.6.1 目标车辆静止工况	●	●	●
	6.6.2 目标车辆移动工况	●	●	●
	6.6.3 行人静止工况	●	●	●
	6.6.4 行人横穿工况	●	●	●
	6.6.5 骑行者静止工况	●	●	●
	6.6.6 骑行者移动工况	●	●	●
	6.6.6 骑行者横穿工况	●	●	●
转弯碰撞缓解	6.7.1 行人移动工况	●	○	○
	6.7.2 骑行者移动工况	●	○	○
倒车碰撞缓解	6.8.1 行人静止工况	●	●	●
加速踏板防误踩碰撞缓解	6.9.1 加速踏板防误踩工况	●	●	○
驾驶员失能碰撞缓解	6.10.1 本车道缓解制动控制	●	○	○
	6.10.2 变道环境制动控制	●	○	○
夜间碰撞缓解	6.12.1 行人静止工况	●	●	○
	6.12.2 骑行者静止工况	●	●	○
备注：●代表具备该功能；○代表不具备该功能				