

T/ITS

中国智能交通产业联盟标准

T/ITS 0048—2016

智能运输系统 车辆前向碰撞减缓系统 操作、性能和检验要求

Intelligent Transport System-Forward Vehicle Collision Mitigation
Systems-Operation, Performance and Verification Requirements

2016- 11 - 23 发布

2017 -01-01 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

前 言..... II

引 言..... III

车辆前向碰撞减缓系统 操作、性能和检验要求1

1 范围..... 1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....2

4 符号及缩略语.....7

5 分类..... 8

6 要求..... 10

7 试验方法.....20

附 录 A.....28

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009 给出的规则起草。与 ISO 22839:2013 《智能运输系统 车辆前向碰撞减缓系统 操作性能和检验要求》一致性程度为非等效。

本标准由中国智能交通产业联盟提出并归口。

本标准于 2016 年 3 月首次发布，本次为首次发布。

本标准起草单位：清华大学、上海车音网科技有限公司、北京智行者科技有限公司。

本标准主要起草人：王建强、张德兆、霍舒豪、赵勍、张林。

引 言

车辆前向碰撞减缓系统（Forward Vehicle Collision Mitigation System, FVCMS）减缓车辆碰撞造成的伤害，通过减少碰撞能量，FVCMS减轻了财产损失和人员伤亡的程度。FVCMS作为安全气囊、安全带以及其它的吸能系统的补充，上述系统可以减少必须从乘员身上隔离开的冲击能量。碰撞预警发生后，通过自动启动碰撞减缓制动，FVCMS在碰撞发生瞬间帮助车辆减速。当避撞不做要求时，本标准允许遵照FVCMS的系统尝试避免碰撞。驾驶员负责车辆的安全操作。

目前，世界范围内的汽车制造厂商及零部件供应商都已开始大力发展车辆前向碰撞减缓系统并将之产品化，这一系统已开始逐步进入市场。国际标准化组织发布了ISO 22839:2013 智能运输系统 车辆前向碰撞减缓系统 操作性能和检验要求(Intelligent Transport System - Forward Vehicle Collision Mitigation Systems - Operation, Performance, and Verification Requirements)。本标准采用了以上标准中的内容，并对部分技术参数进行了修改，阐述了车辆前向碰撞减缓系统的基本性能要求和试验规程，所规定的性能要求及试验规程适用于中国市场的前向碰撞减缓系统，可以作为其他更先进产品标准的基础。

（为使车辆前向碰撞减缓系统减缓车辆碰撞造成的伤害能够按统一的标准进行说明和描述 特制定本标准。

为了保持标准的适用性与可操作性，各使用者在采标过程中，及时将对本标准规范的意见及建议函告第一编写单位，以便修订时研用。

地址：北京市海淀区中关村北大街，邮编：100084，邮箱：wjqlws@tsinghua.edu.cn。）

车辆前向碰撞减缓系统 操作、性能和检验要求

1 范围

本标准规定了车辆前向碰撞减缓系统（FVCMS）的操作、最低功能要求、系统要求、系统界面和试验方法的概念，同时也规定了对 FVCMS 要求具备的行为，以及用于验证给定的实施方式是否符合本标准要求而所需的系统试验条件。

本标准适用于公共和非公共车道上使用的道路车辆，但不包括单轨车辆、具有两台或三台拖车的卡车，以及越野用途的车辆。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

ISO 1176 道路车辆—重量—词汇和代码 (Road vehicles- masses- vocabulary and codes)

ISO 3833 道路车辆—类型—术语和定义 (Road vehicles-Types-Terms and definitions)

ISO 15622:2002 交通信息和控制系统—自适应巡航控制系统—性能要求和试验程序 (Transport information and control systems-Adaptive Cruise Control Systems-Performance requirements and test procedures)

ISO 15623:2002 交通信息和控制系统—车辆前向碰撞预警系统—性能要求和验证需求 (Transport information and control systems-Forward vehicle collision warning systems-Performance requirements and test procedures)

ISO 22179 交通信息和控制系统—全速范围自适应巡航控制系统—性能要求和验证需求 (Intelligent transport systems- Full speed range adaptive cruise control (FSRA) systems - Performance requirements and test procedures)

ISO 6161:1981 个人用护目镜 防激光辐射的滤光镜和护目镜 (Personal eye-protectors; Filters and eye-protectors against laser radiation)

ECE—Regulation No. 13-H 关于乘用车的有关制动方面批准的统一规定 (Uniform provisions concerning the approval of passenger cars with regard to braking)

IEC 60825-1:2001, 激光产品的安全性—第一部分：设备分类，要求和用户指南（统一版） (Safety of laser

products--Part 1:Equipment classification, requirements, and user's guide)

GB/T 15089-2001 机动车辆及挂车分类 (Classification of power-driven vehicle and trailers)

3 术语和定义

GB/T 3730.2-1996 确立的术语和定义及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

车辆前向碰撞预警系统 Forward Vehicle Collision Mitigation Systems, FVCMS

满足 ISO 22839 要求的车辆系统。它对自车 (SV) 前部和目标车辆 (TV) 后部发生碰撞的可能性进行评估, 并且, 当这种碰撞非常可能发生, 将自动启动制动器以减少 SV 和 TV 碰撞时的相对速度。

3.2

车辆前向碰撞预警系统 Forward Vehicle Collision Warning Systems, FVCWS

能够提醒驾驶人与前向车辆存在潜在追尾碰撞危险的系统

3.3

碰撞警告 Collision Warning, CW

FVCMS 警告提示驾驶人需要进行紧急行为来避免碰撞。该警告警告驾驶人有必要为避免碰撞而采取紧急措施。

3.4

减缓制动 Mitigation Braking, MB

针对检测到的最可能发生的碰撞自动制动的 FVCMS 控制策略, 在基本要求下迅速降低相对车速。

3.5

减速制动 Speed Reduction Braking, SRB

一种 FVCMS 控制策略, 它通过启动制动降低自车速度使驾驶人对潜在的碰撞进行分析并做出反应, 减速制动还可以让驾驶人注意自车前方的障碍物。

3.6

警告制动 Warning braking, WB

FVCMS 通过自动启动制动来给驾驶人提供警告。

3.7

自适应巡航控制 Adaptive Cruise Control

常规巡航控制系统的提升和扩展，允许自车通过控制驱动系统（如针对传统车的发动机或针对电动车的电机）和（或）传动系统或制动器在适当的距离范围内跟随前方车辆。

3.8

常规巡航控制 Conventional cruise control

能让车辆保持在驾驶人设定的速度的系统。

3.9

自车 Subject Vehicle, SV

配有本标准所定义的为车辆前向碰撞减缓系统的车辆。

3.10

目标车辆 Target Vehicle,

在自车前方行驶轨迹线上，距离自车最近的前向车辆，该前向车辆是车辆前向碰撞减缓系统工作时所针对的对象。

3.11

前向车辆 Forward Vehicle, FV

位于自车行驶道路前方，且行驶方向相同的车辆

3.12

切入车辆 cut-in-vehicle

具有横向运动分量向自车行驶轨迹靠拢的前向相邻车辆

3.13

前向相邻车辆 Forward adjacent vehicle

未在自车道上，全车身在自车前保险杠线前面，且和自车纵轴垂直的车辆。

3.14

相邻车道 Adjacent lane

和自车所行驶的车道共用一条车道边界的行车车道，并且与自车行驶方向相同。

3.15

拖挂车 Articulated vehicle

任何多于两轮的道路上车辆在一般道路上以至少两节车段的形式使用，其每对相邻节段通过一个铰链连接，且其至少有一节段提供推动力。

3.16

制动器 Brakes

产生与车辆运动相反的阻力的器件；比如，摩擦制动器（当阻力通过车辆两个部件相对运动摩擦而产生）；全电制动器（当阻力通过车辆两个不接触的部件相对运动的电磁作用而产生）；流体制动器（当阻力通过位于车辆相对运动的两个部件中的流体的作用而产生）；或是发动机制动（当阻力来源于发动机在制动作用的人为增力，它传输到车轮上）。

3.17

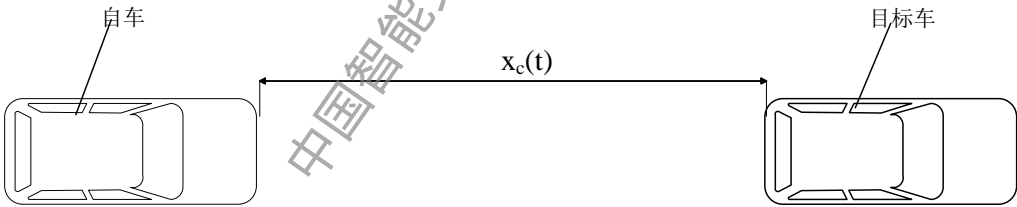
制动距离 Braking distance

车辆从制动起点运动到它完全停止的点之间的距离。

3.18

车间距离 Clearance

从目标车辆车尾到自车车头的距离 $x_c(t)$ 。



3.19

碰撞前紧急参数 Pre-collision Urgency Parameter, PUP

表示潜在碰撞的紧急程度的实时参数。

3.20

驾驶人解除 Driver disengage

驾驶人将 FVCMS 从启动或休眠状态转换到关闭状态。

3.21

前向测距传感器 Forward ranging sensor

检测至少部分在保险杠前方的区域中的物体。

3.22

前向车辆碰撞 Forward vehicle collision

自车和前方车辆的碰撞。

3. 23

重型车辆 Heavy Vehicle

定义为 GB/T 15089-2001 中最大总质量大于 3.5 吨的 M 类和 N 类汽车。

3. 24

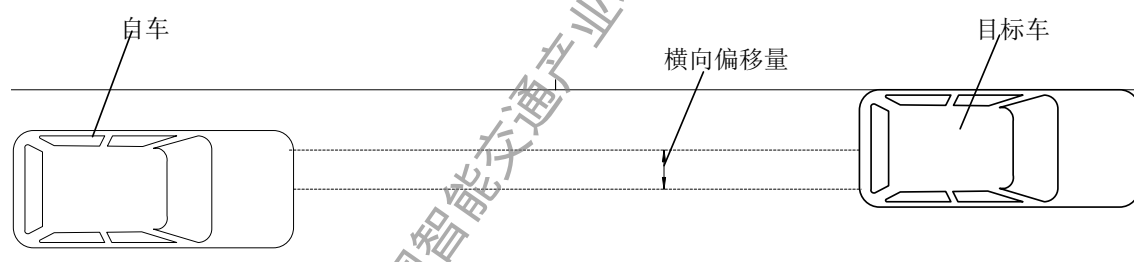
急动度 Jerk

加速度的变化率，是加速度对时间的一阶导数，可以作为车辆运动平顺性的一种度量方法。

3. 25

横向偏移 Lateral offset

自车和目标车辆纵向中心线之间的横向距离，通过相对自车宽度百分率表示，当自车与目标车辆中心线平齐时，横向偏移为零。



3. 26

轻型车辆 Light Vehicle

定义为 GB/T 15089-2001 中最大总质量不超过 3.5 吨的 M1 类、M2 类和 N1 类车辆。

3. 27

最小 FVCMS 减速度 Minimum FVCMS deceleration

当减缓制动 MB 启动时 FVCMS 必须实现的最小减速度，在平稳、干燥、干净的路面上测量。

3. 28

所需减速度 Required deceleration

如果它保持一定，则自车就会与目标车辆速度一致，而不接触目标车辆，从而防止碰撞的最小减速度

3. 29

最小速度 Minimum Velocity ,Vmin

FVCMS 必须能够启动控制策略的最小自车速度。

3.30

追尾碰撞 Rear-end collision

自车前部撞击前向车辆尾部的碰撞。

3.31

相对车速 Relative Velocity

目标车辆和自车纵向车速之差

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

正值表示目标车辆比自车车速高，车间距离随着时间增大。

3.32

车头时距 time headway, THW

用时间表示在同一路径上行驶的两车之间的距离，通过两车的车间距离除以自车速度计算。

3.33

单轨车辆 Single Track Vehicle

一种前向行驶时留下单一的地面轨迹的车辆。通常单轨车辆在静止时横向稳定性不佳，但在前向行驶或受控制时能增强横向稳定性。

条目注 1：单轨车辆当静止的时候通常没有或仅有很小的横向稳定性，但当向前运动或者被控制时会产生横向稳定性。

3.34

碰撞时间 Time To Collision, TTC

假设保持相对车速不变，自车与目标车辆发生碰撞所需的时间。

$$TTC = -\frac{x_c}{v_r}$$

3.35

强化距离碰撞时间 Enhanced Time to Collision, ETTC

假设保持相对加速度不变，自车与目标车辆发生碰撞所需的时间

$$ETTC = \frac{|-(v_{TV} - v_{SV}) - \sqrt{(v_{TV} - v_{SV})^2 - 2 * (a_{TV} - a_{SV}) * x_c}|}{(a_{TV} - a_{SV})}$$

3.36

铰接式车辆 Articulated vehicle

任何两个或两个以上车轮的、被用于正常道路用途的道路车辆。它至少有两个区段，并且每对相邻区

段通过接头连接，并且为至少一个区段提供推进力。

3. 37

策略动作点 Countermeasure cruise control, CAP

相对于预期碰撞的预碰撞紧急度参数（PUP）值。FVCMS 将根据该值触发对策。

3. 38

最小策略动作点 Minimum countermeasure action point, MCAP

相对于预期碰撞的 PUP 值。针对这个值，要求采取特定对策。

4 符号及缩略语

SV	自车
TTC	碰撞时间
TV	目标车辆
a_{TV}	TV 加速度
a_{SV}	SV 加速度
ABS	防抱死制动系统
ACC	自适应巡航控制
CAP	对策动作点
CTT	试验目标系数
CW	碰撞警告
D_{TV}	目标车辆减速度
D_{SV}	自车减速度
d_{max}	最大可检距离
d_1	侧向偏移车辆最小可检距离
d_2	测距最小距离
d_0	无测距最小可检距离
h	从地面算起的可检区上边界
h_1	从地面算起的可检区下边界
ESC	电子稳定控制

ETTC	增强的碰撞时间
FV	前向车辆
FVCWS	前向车辆碰撞警告系统
FVCMS	前向车辆碰撞缓解系统
MB	缓解制动
MCAP _{MB}	缓解制动最小对策行动点
MCAP _{SRB}	减速制动最小对策行动点
MCAP _{CW}	碰撞警告最小对策行动点
PUP	预碰撞紧急度参数
RCS	雷达横截面
RSC	防翻滚稳定控制
SRB	减速制动
V _{min}	FVCMS 操作最小 SV 路径速度
v _{SV} (t)	自车路径速度
v _r (t)	SV 和 TV 相对路径速度
v _{TV} (t)	目标车辆路径速度
V _{max}	FVCMS 操作最大 SV 路径速度
WB	警告制动
W _v	自车宽度
W	车道宽度
x _c (t)	SV 和 TV 间距

5 分类

本节提供了对本标准所覆盖的 FVCMS 不同分类进行解释的介绍性信息。本节的目的并非是对要求进行定义。本标准的所有要求列在第 6 节和第 7 节中。

5.1 根据曲率半径适应能力确定的分类

根据适用的道路曲率半径进行分类，如表 1 所示。

表 1 系统分类

分类	平面曲线半径能力
I	曲线半径大于或等于 500m
II	曲线半径大于或等于 250m
III	曲线半径大于或等于 125m

- 类型 I 系统具有在曲率半径不低于 500 米的道路上检测到自车道前向车辆的能力
- 类型 II 系统具有在曲率半径不低于 250 米的道路上检测到自车道前向车辆的能力
- 类型 III 系统具有在曲率半径不低于 125 米的道路上检测到自车道前向车辆的能力

5.2 根据控制策略类型确定的分类

FVCMS 基于控制策略进行分类。分类基于基本控制策略和可提供的额外控制策略。每个控制策略将有一个相关联的基本策略触发点 $MCAP$ 。当碰撞前紧急参数 PUP 至少等于控制策略的基本策略触发点时，FVCMS 将启动该控制策略。

5.2.1 碰撞警告 CW 控制策略

碰撞警告是一种基于听觉、视觉和触觉感知模式的组合警告，它符合如图 2 所示的针对 FVCMS 操纵的 ISO 15623 要求。

碰撞警告控制策略的启动应不晚于 SRB 或 MB 。

5.2.2 减速制动 SRB 控制策略

减速制动是一种自动制动控制，以降低自车车速为目的。 SRB 为驾驶人提供更好的机会来实施手动紧急制动、紧急换道或者决定目前没有危险而解除 SRB 。任何这些行为都将抑制 MB 启动。

如果 MB 已启动， SRB 将不被启动。

5.2.3 减缓制动 MB 控制策略

减缓制动是一种在碰撞被认为不可避免时启动的自动制动。如果 PUP 不小于阈值 $MCAP_{MB}$ 时， MB 将启动。

减缓制动控制策略的启动将导致比自车和目标车辆没有任何减缓的相撞更小的损坏。在一些情况下它可能还会自动避免碰撞。由于车辆系统条件和设计的原因，峰值加速度和急动度将被限制。为了辅助用户对这种制动行为有所准备， MB 在预警时激活，并根据 SRB 的激活而视情况激活。

5.2.4 控制策略组合

表 2 表示的是 FVCMS 可能的配置。每行代表一种不同的系统类型。任何没有包含在这个表格的组合

是不在这个标准的范围内的。每行表示对于一种类型需要的控制策略。“1”表示这种控制策略是需要的，“0”表示这种控制策略不被包括。

表 2 FVCMS 可能的系统配置

类型	MB	SRB	CW
1	0	1	1
2	1	0	1
3	1	1	1

6 要求

6.1 支持的最低功能

FVCMS 的功能定义要求自车拥有至少一种策略实现一种必要的系统功能。FVCMS 应如图 3 所示的 ISO 15623 要求的 FVCMS 运行范围内提供 CW。

6.1.1 轻型车辆必要功能

装备有 FVCMS 的轻型车辆应能实现以下的功能

- 检测到前向车辆
- 确定自车和检测到的前向车辆之间的距离和相对速度
- 确定自车速度
- 当横向偏移小于 20%，甚至目标车辆的部分车身被自车传感器遮挡，启动适当的 FVCMS 控制策略
- 依照 FVCMS 给予驾驶人预警
- 无论驾驶人是否已进行制动，都启动并调节制动器
- 控制制动灯
- 提高驾驶员控制车辆能力的系统，包括横向稳定性和纵向车轮滑转的控制，比如，ESC 或 RSC 和 ABS 组合系统；
- 针对类型 2 和 3 系统，在 MB 过程中至少产生 FVCMS 要求的最小减速度
- 有能力针对类型 1 和 3 系统提供 SRB 制动配置
- 启动 MB 或 SRB 之后，驾驶人可以设定制动等级，来实现 MB 或 SRB 启动后制动减速度的增加。

不可在初始制动等级的基础上降低。

6.1.2 重型车辆必要功能

装备有 FVCMS 的重型车辆应能实现和轻型车辆一样的功能，另包括下述的附加功能。

- FVCMS 控制策略不应导致车身折裂（对于牵引车在驾驶舱和拖车之间的链接的折叠，直到驾驶舱和拖车之间形成“V”形）

6.2 运行模式—状态转换图

FVCMS 应依照图 1 或图 2 中的状态转换图运行。两者主要说明系统启动/关闭的自动/手动状态。图 1 表示 FVCMS 的运行自动完成，图 2 表示 FVCMS 的运行可由驾驶人介入启动或解除。

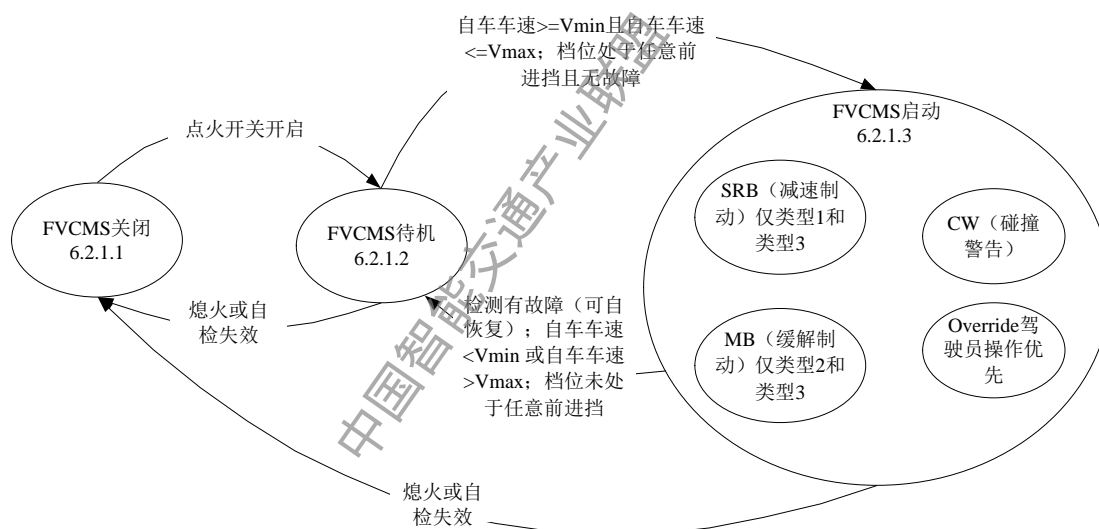


图 1 FVCMS 状态转换图

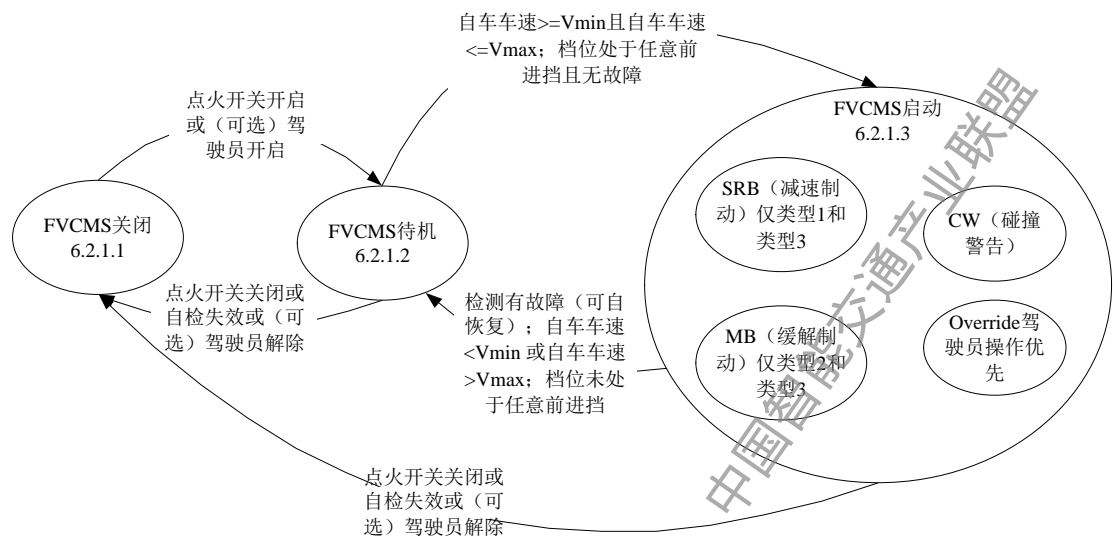


图 2 FVCMS 包括可选特征的状态转换图

6.2.1 状态功能描述

FVCMS 状态描述 FVCMS 的功能要求，标识各个状态以下功能的实现。

6.2.1.1 FVCMS 关闭

FVCMS 关闭状态下没有控制策略执行。车辆从点火位置变为关闭位置时，FVCMS 应转换到 FVCMS 关闭状态。当自检功能确定 FVCMS 无法满足足够的性能，或者当司机手动解除 FVCMS（可选）时，应当转换到 FVCMS 关闭状态。当车辆行驶时 FVCMS 可以处于 FVCMS 关闭状态。

6.2.1.2 FVCMS 待机

FVCMS 待机状态下应能监控车辆的速度和传动系统状态来确定是否需要启动系统。

点火周期完成，发动机开始或正在工作之后，FVCMS 应从关闭状态进入 FVCMS 待机状态。当不满足启动条件，FVCMS 应从启动状态进入待机状态。基于自检诊断的结果，所有或部分控制策略可修复。制造商定义的失效模式可能会发生，针对其自动恢复（可选）可以实现，FVCMS 应当从 FVCMS 启动状态转换到 FVCMS 待机的状态。修复时系统可以转换回 FVCMS 启动状态。如果司机手动控制 FVCMS（可选），系统应从 FVCMS 关闭状态转换到 FVCMS 待机状态。FVCMS 因故障失效，应向驾驶人显示故障状态，可不显示信息。

6.2.1.3 FVCMS 启动

当 FVCMS 启动时，应能监控触发条件进行控制策略的选择。

如果系统失效或不能实施某个控制策略，FVCMS 转换至待机状态。如果系统自检失效（无需驾驶人

干预的自动恢复无法实现)，FVCMS 转换至关闭状态。失效方式由制造商决定。

6.3 性能要求

FVCMS 适用于在干净、平稳、干燥的路面行驶。

6.3.1 目标车辆类型

FVCMS 应根据检测到获许可在公共道路上行驶的机动车辆，如摩托车、汽车、轻型卡车、公交车、大客车，和其他重型车辆，在需要时提供控制策略。FVCMS 可对较小目标进行探测，比如行人和自行车，本标准不做强制。

6.3.2 碰撞类型

FVCMS 应在目标车辆的追尾碰撞情景中运行。

6.3.3 运行车速

运行速度和相对速度约束如图 3 所示。粉色区域（对角线上方的阴影区）代表有条件运行情况；绿色区域（对角线下方的阴影区）代表可能运行的情况；灰色梯形区域是必须运行的情况。系统运行对自车和目标车辆的最大速度限制，由制造商决定。

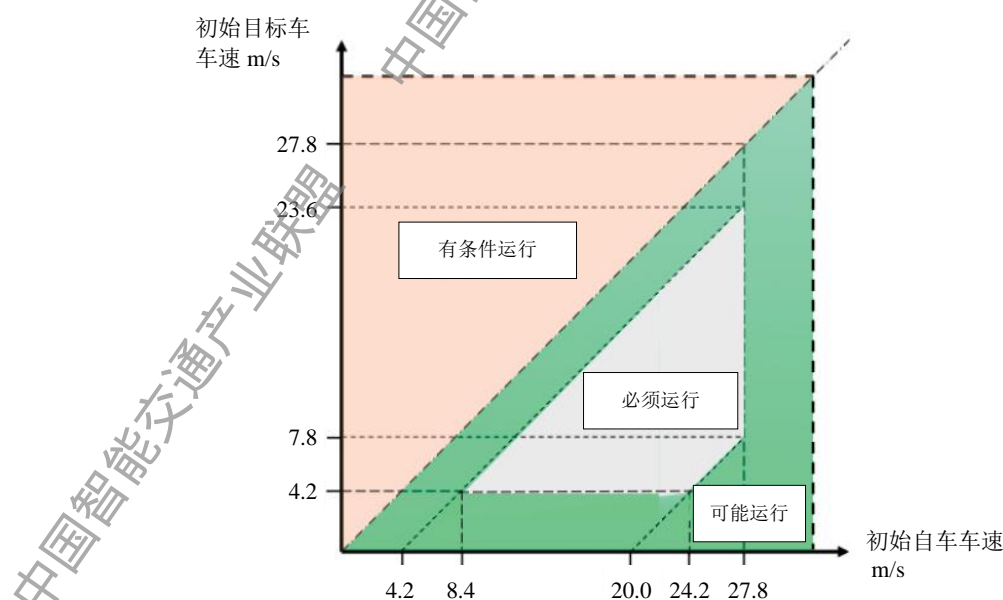


图 3 FVCMS 的运行范围

6.3.3.1 自车

如果条件得到满足且自车车速在 V_{min-SV} 和 V_{max-SV} 之间, FVCMS 应能启动控制策略。

1. 最小自车车速, V_{min-SV}

所有 FVCMS 的 V_{min} 应不大于 8.3m/s(30km/h)。

如果自车车速降至低于 V_{min} 且减缓制动没有实施, FVCMS 应进入待机状态。 V_{min} 用户手册中申明。

2. 最大自车车速, V_{max-SV}

所有 FVCMS 的 V_{max} 应不小于 27.8m/s(100km/h)

如果小于车辆的最大车速, V_{max} 用户手册中申明。

6.3.3.2 目标车辆

如果条件满足且自车车速在 V_{min-TV} 和 V_{max-TV} 之间, FVCMS 应能启动控制策略。

1. 最小目标车辆车速, V_{min-TV}

对于任何自车速度, 所有的目标车辆 V_{min-TV} 应小于等于 4.2m/s。

初始 FVCMS 检测的最小目标车辆速度应由 SV 制造商判断。

对于任何在 6.3.4 中的约束检测范围内的目标车辆速度, FVCMS 应能运行且当目标速度减至 0 时保持功能有效性。

FVCMS 还应符合 5.3.3.3 的相对速度要求。

2. 最大目标车辆车速, V_{max}

如图 3 的 FVCMS 运行范围所示, 对于目标车辆车速低于 V_{max-TV} 减去最小相对速度, FVCMS 应能运行。

3. 最大横向偏移 (横向识别力)

当任一方向的横向偏移不高于 20% 时 FVCMS 应能运行。FVCMS 在横向偏移大于 20% 是否运行由制造商决定。

4. 最大横向速度

当有横向偏移时, 对于相对车辆横向速度小于 0.2m/s, FVCMS 应能运行。FVCMS 在横向速度大于 0.2m/s 是否运行由制造商决定。

6.3.3.3 相对车速

当自车接近目标车辆且相对车速在 -4.2m/s (-15km/h) 到 -20 m/s (-72km/h) 之间时, 对于任何相对车速情况, FVCMS 应能运行。制造商可以自行扩大运行区域。

如果由于目标车辆的减速, 而使所需减速度超过了 MB 的最小所需减速度, 那么允许自车在图 3 的有条件的操作区域中应用 SRB 或者 MB。如果 ETTC 小于 4s, 那么允许系统在有条件的操作区域应用 SRB。

6.3.4 目标车辆检测区域

在启动状态的任何时候，FVCMS 应能监控自车的前向区域。传感器类型和安装位置由制造商确定。
对于平面曲线半径的探测范围宽度应按照 ISO 15623 的曲线的半径进行扩展。

6.3.4.1 最小检测区域

最小检测区域应按图 4 和表 3、4 定义。

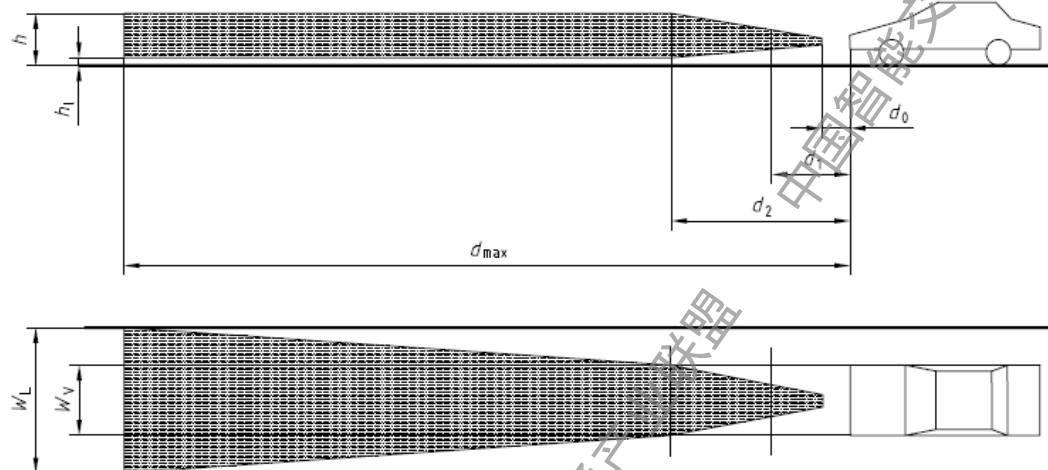


图 4 最小检测区域

说明：

d_0 ——不具备距离测量能力时的最小可检测距离，单位为 m；

d_1 ——具备距离测量能力时的最小可检测距离，单位为 m；

d_2 ——对切入车辆的最小检测距离，单位为 m；

d_{max} ——最大可检测距离，单位为 m；

h ——最高可检测离地高度，单位为 m；

h_1 ——最低可检测离地高度，单位为 m；

W ——车道宽度，单位为 m；

W_v ——自车宽度，单位为 m。

6.3.4.2 检测范围

表 3 检测范围

距离	公式或数值	含义
d_{max}	应是 $PUP=MCAP_{CW}$ 时的距离	最大检测距离
d_2	对于分类 I, 应小于等于 10m 对于分类 II, 应小于等于 7.5m 对于分类 III, 应小于等于 5m	针对横向偏移小于 20% 的前向车辆的最小检测距离。分类由 ISO 15623 定义
d_1	当 $PUP \geq MCAP_{MB}$ 时至少是这个距离	系统因测量能力的最小距离
d_0	应小于等于 2m	不考虑测量能力时在当前目标车辆被确定时的最小距离

注：MCAP_{CW} 和 MCAP_{MB} 是针对实际系统的设计参数，由制造商确定。

6.3.4.3 检测宽度和高度

表 4 检测宽度和高度要求

距离	最小检测宽度	最小检测高度
d_{max}	W_L (车道宽度) m	h_L (从地面开始的最低检测高) =0.2m h (从地面开始的最高检测高) =1.1m
d_2	W_V (自车宽度) m	h_L (从地面开始的最低检测高) =0.2m h (从地面开始的最高检测高) =1.1m
d_1	未规定	未规定
d_0	未规定	未规定

6.3.5 目标车辆检测区域

6.3.5.1 纵向识别

如果检测到两辆或更多的前向车辆，FVCMS 应将控制策略的执行建立在有表征碰撞最大可能性的 PUP 数值的车辆上。

6.3.5.2 横向识别

如果在自车车道有一辆前向车辆，且有一辆前向相邻车辆存在，系统应将警告和减缓制动建立在处于自车车道的车辆上。

6.3.5.3 上方识别

FVCMS 应根据检测到处于道路上方高度大于 4.5m 处的物体不启动 MB，SRB 或 CW。

6.3.6 控制策略要求

6.3.6.1 MB 或 SRB 的规定

所有 FVCMS 都应提供 MB 或 SRB。

6.3.6.2 CW 的规定

所有 FVCMS 都应提供 CW。

6.3.6.3 制动信号灯控制

如果 FVCMS 实施自动制动，制动信号灯应亮起。制动信号灯应在 FVCMS 启动自动制动后 350ms 内亮起。为了防止引起制动信号灯闪烁，制动信号灯应在 FVCMS 启动的制动结束后的一定合理时间内保持启动状态。

6.3.6.4 减缓制动 MB 要求

下述的要求表示针对 FVCMS 操控定义的最小功能。制造商可以自行扩充这些功能。

1. MB 的启动

6.3.6.4.1.1 轻型车辆

MB 不应针对 TTC 或 ETTC 大于 3.0s 来启动以实现 6.3.6.4.2 的减速度要求。

6.3.6.4.1.2 重型车辆

MB 不应针对 TTC 或 ETTC 大于 4.0s 来启动以实现 6.3.6.4.2 的减速度要求。

2. MB 中的最小减速度

6.3.6.4.2.1 轻型车辆

FVCMS 应在所选持续期间内产生至少 5.0m/s^2 ($0.51g$) 的减速度，以实现至少 2.0m/s 的减速。结合了 MB 和 SRB 的 FVCMS (类型 3) 应产生至少 4.0m/s 的最小减速。本要求不对启动缓解制动的时间进行限制。

6.3.6.4.2.2 重型车辆

FVCMS 应在所选持续期间内产生至少 3.3m/s^2 ($0.34g$) 的减速度，以实现至少 1.0m/s 的减速。本要求不对启动缓解制动的时间进行限制。

3. MB 的驾驶人控制增强

FVCMS 应允许驾驶人增大制动力的行为，除非自车制动已达到其最大减速度。

4. MB 的终止

如果 PUP 变为小于 MCAP_{MB} ，FVCMS 可以取消启动减缓制动。如果取消启动，且 PUP 值针对自车和目标车辆之间的相对位置或相对速度的变化而快速变化，制造商应具备防抖措施，比如通过向取消启动

控制中引入时间滞后环节。

5. MB 的驾驶人启动的操作优先

FVCMS 可选择地通过由制造商定义的驾驶员接管方式，允许驾驶员操控减缓制动。在 MB 已启动且驾驶员已操控后，MB 可以在驾驶员操控完毕后再重新启动。

6. 降低牵引力的制动

减缓制动不应引发比防抱死或稳定控制装置（ABS/ESC/RSC）允许的更长的抱死轮胎时间。

6.3.6.5 减速制动 SRB

1. SRB 的启动

SRB 不对应 TTC 或 ETTC 大于 4.0s 的情况启动。触发点由制造商决定。

2. SRB 的最大减速度

对于任何在 5.0m/s 和 20m/s 之间的自车车速，SRB 启动时产生的平均减速度不应超过 $d_{sv}=5.33\text{m/s}^2-0.067/\text{s}\cdot v_{sv}$ （第一周期 T_{1_SRB} 的平均值）；这里 d_{sv} 是自车的减速度， v_{sv} 是自车的车速，且 $d_{sv}=-a_{sv}$ 。

对于 $v_{sv}>20\text{m/s}$ ，在 SRB 的第一时间周期 T_{1_SRB} ，SRB 产生的平均减速度不应超过 4.0m/s^2 （第一时间周期 T_{1_SRB} 的平均值）；对于 $v_{sv}<5\text{m/s}$ ，则不超过 5m/s^2 （如图 5 所示）。

在至少 T_{1_SRB} 的一个时间周期后，SRB 的最大允许减速度可以持续增加到 6m/s^2 （1 秒内平均值）。对于类型 3 和 1： $T_{1_SRB}\geq 0.5$ 秒。

在增加最大减速度时，在 SRB 期间内达到的平均加加速度不应超过 6.0m/s^3 （0.5s 内平均值）。

参考针对这个要求最大 SRB 减速度见图 5。参考针对这个要求减速度持续增大见图 6。

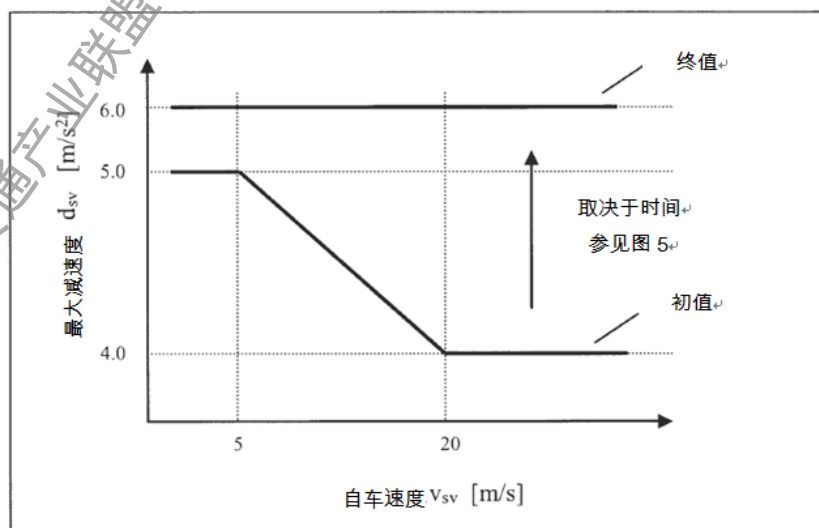


图 5 减速度的连续跃迁的最大 SRB 减速度

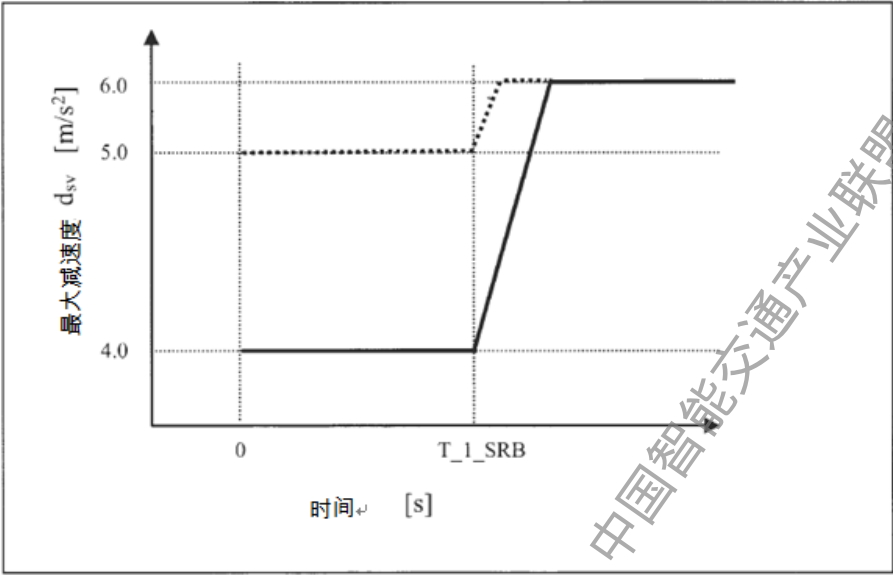


图 6 SRB 中的基于时间的减速度变化

3. SRB 的最小效能

仅有 SRB（类型 1）的系统以最低限度的减小车速应与 MB 功能的基本要求一样。

4. 降低牵引力的 SRB

SRB 不应引发比防抱死或稳定控制装置（ABS/ESC/RSC）允许的更长的抱死轮胎时间。

5. SRB 的驾驶人启动的操控

FVCMS 可选择地通过由制造商定义的驾驶人操作方式，允许驾驶人操控减速制动。

6.3.6.6 碰撞警告

碰撞警告应包含一个基于和 ISO 15623 一致的一些听觉、视觉和触觉感应模式组合的控制策略。

6.3.7 驾驶人控制和人机界面

6.3.7.1 轻型车辆

1. 系统限制信息

驾驶人应通过用户手册或等效方式获知 FVCMS 的操作限制。

2. FVCMS 的驾驶人解除

驾驶人应被提供一种解除 FVCMS 的方式。

对于一种手动方式从 FVCMS 启动状态和/或待机状态转换到关闭状态的系统，驾驶人应能容易判断系统状态。

3. FVCMS 故障指示

驾驶人应被提供系统故障的显示提醒。

6.3.7.2 重型车辆

1. 目标车辆检测信息

如另有规定，FVCMS 可以在检测到目标车辆时提示驾驶人。该提示的驾驶人信息可以帮助重型车辆驾驶人避免长时间的制动滞后和停车距离。

2. 系统限制信息

驾驶人应通过用户手册或等效方式获知 FVCMS 的操作限制。

3. FVCMS 的驾驶人解除

驾驶人应被提供一种解除 FVCMS 的方式。

对于有一种方式手动从 FVCMS 启动状态和/或待机状态转换到关闭状态的系统，驾驶人应能容易判断系统状态。

4. FVCMS 故障指示

驾驶人应当被提供系统故障的显示提醒。

7 试验方法

7.1 试验目标说明

7.1.1 检测能力说明

7.1.1.1 光学雷达（即光雷达或激光雷达）

1. 车辆目标

试验目标被定义为具有代表性乘用车的物理尺寸、形状和表面轮廓，并具备代表了乘用车反射性的 CTT（试验目标系数）。

2. 摩托车目标

试验目标被定义为具有代表性摩托车的物理尺寸、形状和表面轮廓，并具备代表了摩托车反射性的 CTT（试验目标系数）。

3. 上空目标

试验目标被定义为具有通常延伸至车道上方的代表性公路构筑物的物理尺寸、形状和表面轮廓，并具备代表了公路构筑物的反射性的 CTT（试验目标系数）。

7.1.1.2 无线电波雷达

1. 车辆目标

试验目标被定义为具有代表性乘用车的物理尺寸、形状和表面轮廓，并具备代表了乘用车反射性的 RCS（雷达横截面）。

2. 摩托车目标

试验目标被定义为具有代表性摩托车的物理尺寸、形状和表面轮廓，并具备了在摩托车中具有代表性的 RCS（雷达横截面）。

3. 上空目标

试验目标被定义为具有通常延伸至车道上方的代表性公路构筑物的物理尺寸、形状和表面轮廓，并具备代表了公路构筑物的反射性的 RCS（雷达横截面）。

7.1.1.3 无源光传感器

1. 车辆目标

试验目标被定义为具有代表性乘用车的物理尺寸、形状和表面轮廓。

2. 摩托车目标

试验目标被定义为具有带骑乘者的代表性摩托车的物理尺寸、形状和表面轮廓。

3. 上空目标

试验目标被定义为具有通常延伸至车道上方的代表性公路构筑物的物理尺寸、形状和表面轮廓。

7.1.2 试验目标物理约束

7.1.2.1 光学雷达（即光雷达或激光雷达）

CTT 仅仅描述反射器的质量（阻尼）。可接受的最小试验目标为具有所需 CTT 的角反射器。如果它满足相同的 CTT 要求的话，可允许它使用反射面更大的试验物体。

7.1.2.2 无线电波雷达

试验目标的几何形状在 ISO 15623 附录 D 中有所讨论。

7.1.2.3 被动光学传感器

试验目标应该提供带骑乘者的摩托车和乘用车的代表性表面轮廓。如果使用充气目标，试验目标应该限制表面变形。反射性应该与量产车一致。

7.2 环境条件

下列各项描述了在根据标准进行功能性试验时应该具备的环境条件。这些环境条件在评估系统性能时并非穷尽性的或者限制性的。它们并不排除制造商在附加条件下进行试验的可能性。

7.2.1 行驶路面

试验位置应当是平坦、干燥的沥青或者混凝土表面。在试验时在自行车轮胎和驾驶表面之间的摩擦应足够高，以支持系统在试验条件下允许达到的最大制动作用。

7.2.2 光照条件

试验对光照条件没有限制。试验可以在日照条件下进行。

7.2.3 周围空气温度

温度范围应为 -20°C 到 40°C 。根据制造商的自行判断，试验可在这个温度范围外进行。

7.2.4 水平能见度

水平能见度应大于1km。

7.3 探测区域的试验方法

最贴合现实的检测区域试验是动态试验，然而，也可以选用静态试验。试验应以如下方法进行。

系统将检测位于 d_0 和 d_1 之间的任意距离上的试验目标，见图7。

系统将检测位于 d_1 和 d_2 之间的任意距离上的试验目标，见图7。

系统将先后检测位于 d_2 和 d_{\max} 上的试验目标，见图7。

如果没有特殊测量设备就不能对检测进行验证，比如，在传感器和ECU被紧密整合的情况下，制造商应使用特殊测量设备进行本试验，并提供试验结果以供检查。此外，由于此试验允许进行动态试验，它可以与第7条中的其他试验同时进行，以通过执行其他试验，实现本试验方法的目的。例如，满足前面定义的试验目标说明的试验车辆可以作为试验目标使用。在本试验中定义的各种距离上成功启用碰撞警告，可被认为检测成功。

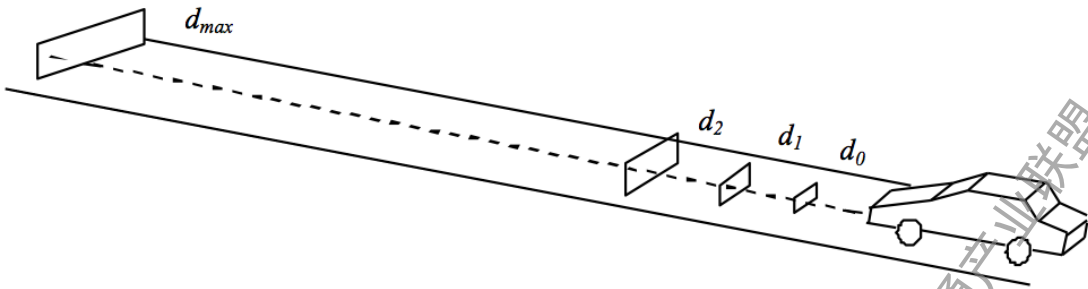


图 7 探测区域试验方法

7.4 针对功能性能的试验方法

本试验可使用标准反射器代替目标车辆。功能性能试验包括以下两个试验情景：

1) 自车试验速度为 $20 \pm 2\text{m/s}$ 以及目标车辆试验速度为 $8 \pm 1\text{m/s}$ ，即具有 -12m/s 的名义相对速度，且试验过程中，目标车辆试验速度维持恒定，自车从后方远处接近目标车辆，见图 9（1）；

2) 自车初始试验速度和目标车辆初始试验速度均为 $17 \pm 1\text{m/s}$ ，初始两车相距 $40 \pm 1\text{m}$ ；满足试验初始条件 1s 后，目标车辆以 3m/s^2 的减速度进行减速，自车从后方接近目标车辆，见图 9（2）。

当系统在碰撞发生前发出碰撞预警并达到所需的速度减小量（和针对类型 2 和 3 要求的减速度，其满足 6.3.6.4.2 减缓制动中的最小减速度）时，试验即告完成。

其中，功能性能试验的自车和目标车辆速度见图 8 所示。

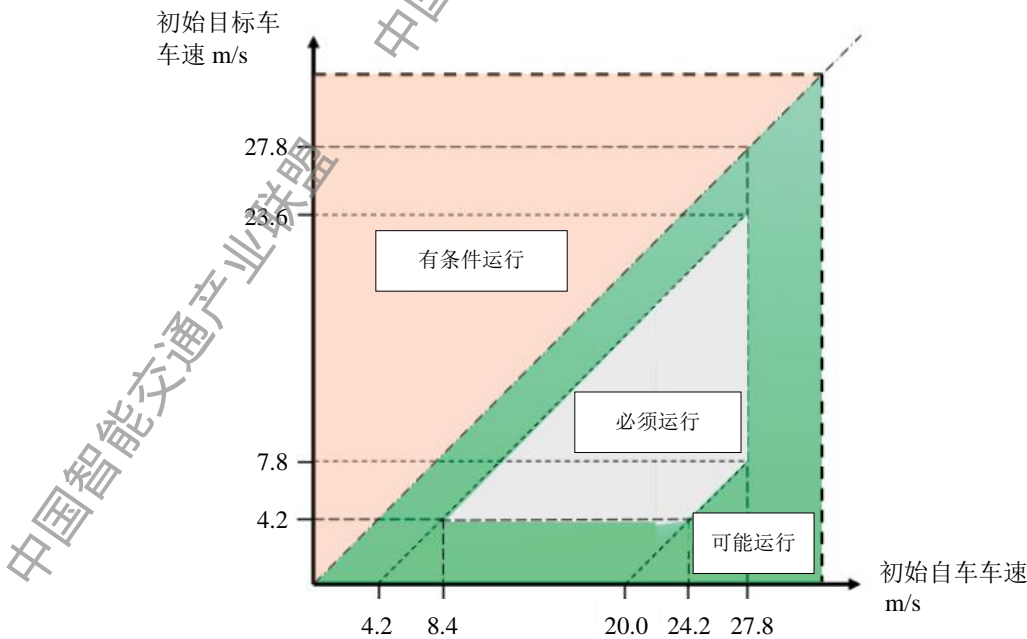


图 8 功能性能试验的自车和目标车辆速度

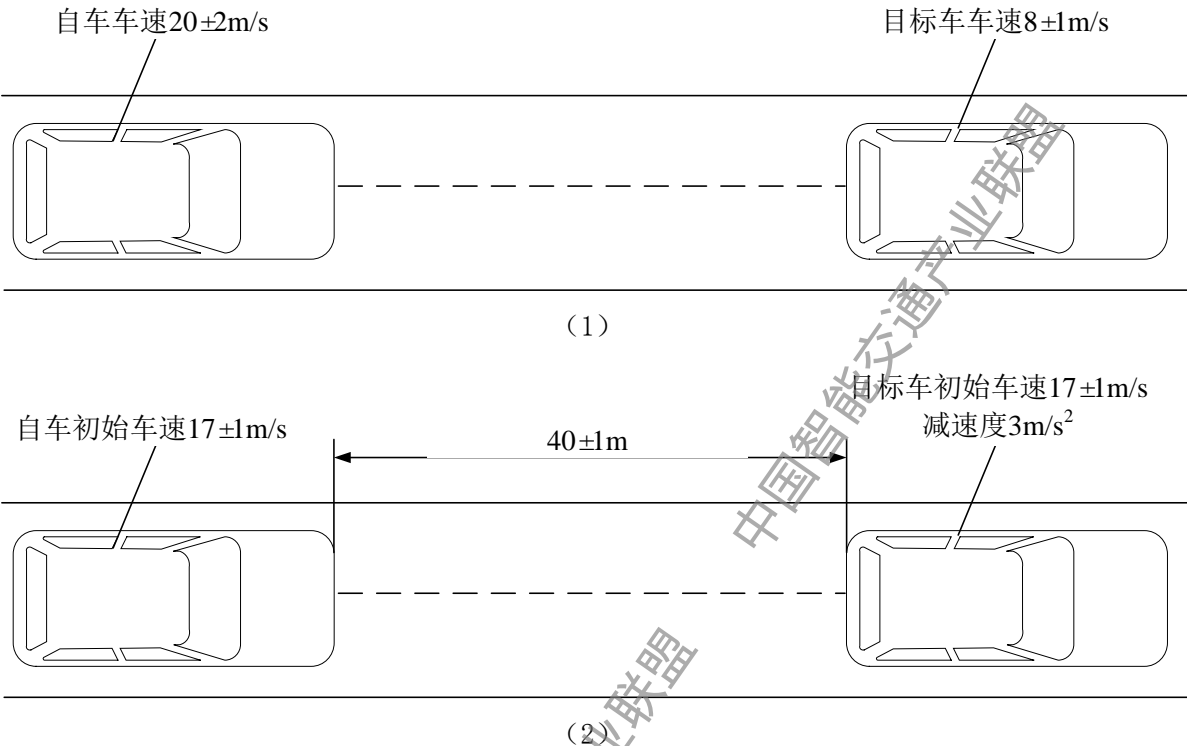


图 9 功能性能试验配置图

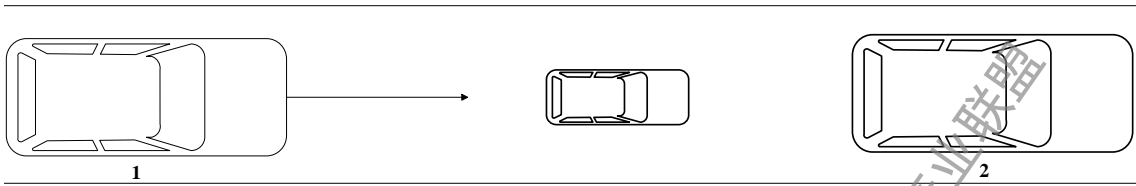
7.5 针对目标识别性能的试验方法

本试验应当在车辆运动情况下进行。当 SV 发出碰撞警告时，本项中每个试验操作步骤即告结束。试验还应该展示避免不必要的警告的能力。如果没有发出警告，当所需操纵完成时试验即告结束。根据制造商的自行判断，可以对这些试验进行扩展，以评估系统的 SRB 或者 MB 功能性。每个试验都可以在在功能能力试验中所描述的车辆车速和目标车速下进行。

7.5.1 纵向识别试验

探测区域中的两辆目标车辆都以 20 m/s 的速度行驶。自车以 20 m/s 的速度跟随两辆目标车辆，如图 10 所示。两辆目标车辆间的时距应为 $0.6 \text{ s} \pm 0.1 \text{ s}$ 。两辆目标车辆处于一条直线上，且离自车较近目标车辆不能完全遮挡距离较远目标车辆。自车和较近目标车辆之间的时距可超过 1.5 s 。自车接近目标车辆，直到系统发出碰撞预警。随后，自车减速直至达到相同时距（例如 $\geq 1.5 \text{ s}$ ），然后重新以相同速度跟随目标车辆。几秒之后，较近目标车辆开始减速，使自车再次发出碰撞预警。当自车发出碰撞预警时，试验即告完成。

如果警告触发点与单独考虑的较近目标车辆的功能性触发阈值一致，试验即告通过。



说明：

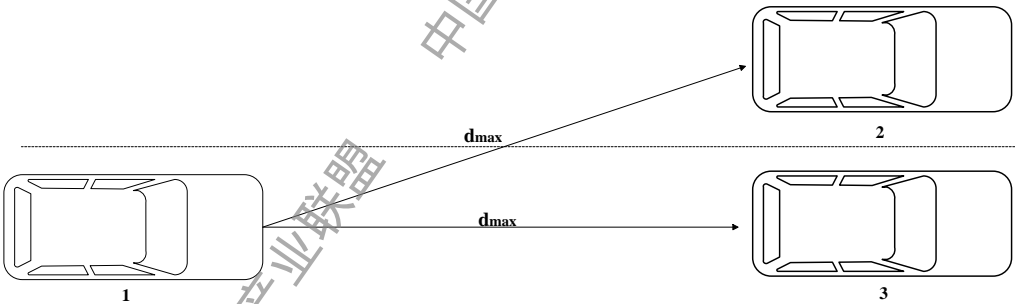
1——自车；

2——前方障碍车辆。

图 10 纵向目标识别性能试验

7.5.2 直道横向识别试验

本试验应采用动态测试方法。自车和目标车辆以相同速度驾驶，均为 20m/s，且车间时距不会触发预警，如图 11 所示。自车和目标车辆之间的时距可超过 1.5s。前车以与目标车辆相同的速度与目标车辆并排行驶。前车与目标车辆的纵向间距为 $3.5\text{m} \pm 0.25\text{m}$ ，车宽应在 1.4m 至 2.0m 之间。自车和目标车辆的横向偏移应小于 20%。几秒之后，前车减速至显著低于自车和目标车辆的速度。在超越前车的过程中，自车应既不发出预警也不减缓制动。然后，目标车辆减速至足够让自车发出碰撞预警的速度。当自车发出碰撞预警时，试验即告完成。



说明：

1——自车；

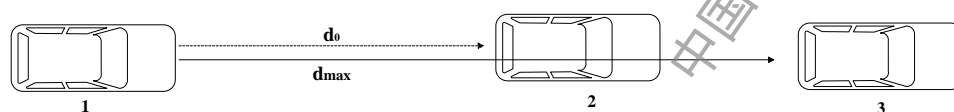
2——邻车道前向车辆；

3——目标车辆。

图 11 直道横向目标识别性能试验

7.5.3 直道横向偏移识别试验

本试验应采用动态测试方法。自车和目标车辆以相同速度驾驶，均为 20m/s，且车间时距不会触发预警，如图 12 所示。自车和目标车辆之间的时差可超过 1.5s。目标车辆以距自车大于 d_2 的距离在前车后面，且以与自车和前车相同的速度行驶。目标车辆和前车的宽度应在 1.4m 至 2.0m 之间。自车和前车的横向偏移应当小于 20%。自车和目标车辆的横向偏移应在 15%和 20%之间。几秒之后，目标车辆减速至足够让自车发出碰撞预警的速度。当自车发出碰撞预警时，试验即告完成。



说明：

1——自车；

2——目标车辆；

3——前方障碍车。

图 12 直道纵向偏移识别性能试验

7.5.4 弯道横向目标识别试验

除了直道试验之外，下列试验应在圆形或者足够长的圆弧上进行（对 I 型系统需包括半径 $\leq 500\text{m}$ 的弯道，对 II 型系统需包括半径 $\leq 250\text{m}$ 的弯道，对 III 型系统需包括半径 $\leq 125\text{m}$ 的弯道）。本试验应采用动态测试方法。自车和目标车辆在同一车道上以相同速度行驶，且车间时距不足以造成预警，如图 15 所示。试验开始时试验车辆速度如下：

$$V_{\text{circle_start}} = \min \left[(a_{\text{lateral_max}} \times R)^{1/2}, V_{\text{max}} \right] \pm 1\text{m/s}$$

式中：

$V_{\text{circle_start}}$ ——弯道目标检测能力试验开始时车辆的速度，单位为米每秒（m/s）；

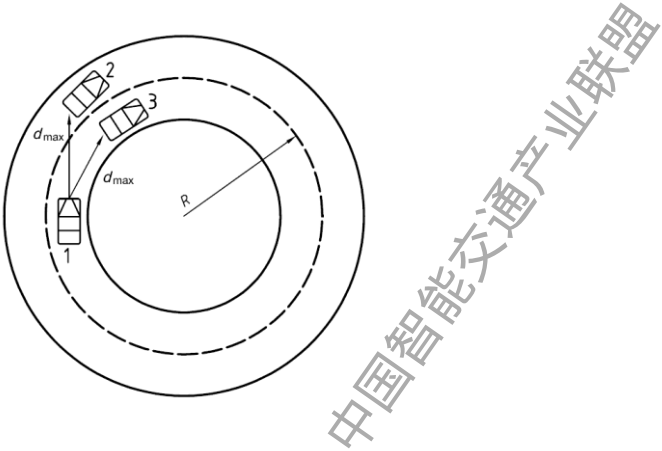
$a_{\text{lateral_max}}$ ——弯道上允许的最大侧向加速度，单位为米每平方秒（ m/s^2 ）；

对于 I 型系统， $a_{\text{lateral_max}}$ 为 2.0m/s^2 ；

对于 II 型系统和 III 型系统， $a_{\text{lateral_max}}$ 为 2.3m/s^2 。

在外车道有前车与目标车辆并排行驶。几秒之后，前车减速至显著低于自车和目标车辆的速度。在超

越前车的过程中，自车应既不发出预警也不启用减缓制动。然后，目标车辆减速至足够让自车发出碰撞预警的速度。当自车发出碰撞预警时，试验即告完成。



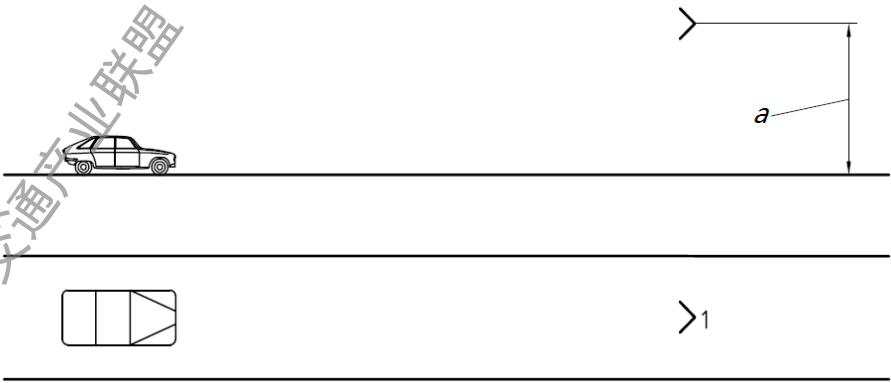
说明：

- 1——自车；
- 2——邻车道前向车辆；
- 3——目标车辆。

图 13 试验弯道和目标识别性能试验

7.5.5 上方识别试验

本试验应采用动态测试方法。如图 14 所示，可能造成误操作的上方目标被安装在车道上方 4.5m 处，且其距离大于 d_{max} 。自车接近上方目标。当自车从下面通过上方目标但并不进行任何警告或者制动时，试验即告完成。



说明：

- 1——试验目标；
- a——试验目标的高度 4.5m。

图 14 上方目标识别性能试验

附 录 A

(资料性目录)

技术性资料

A. 1 减缓有效性和避免碰撞的可能性

简单的运动学计算显示，碰撞缓解系统可以在冲击时大幅减少动能。假设自车重量为 1400kg，并且由自动（而非驾驶人驱动）对策制动造成的平均减速度为 0.5g。对制动表面和牵引力进行了必要的理想条件假设。可能出现的冲击动能降低情况见图 A1。

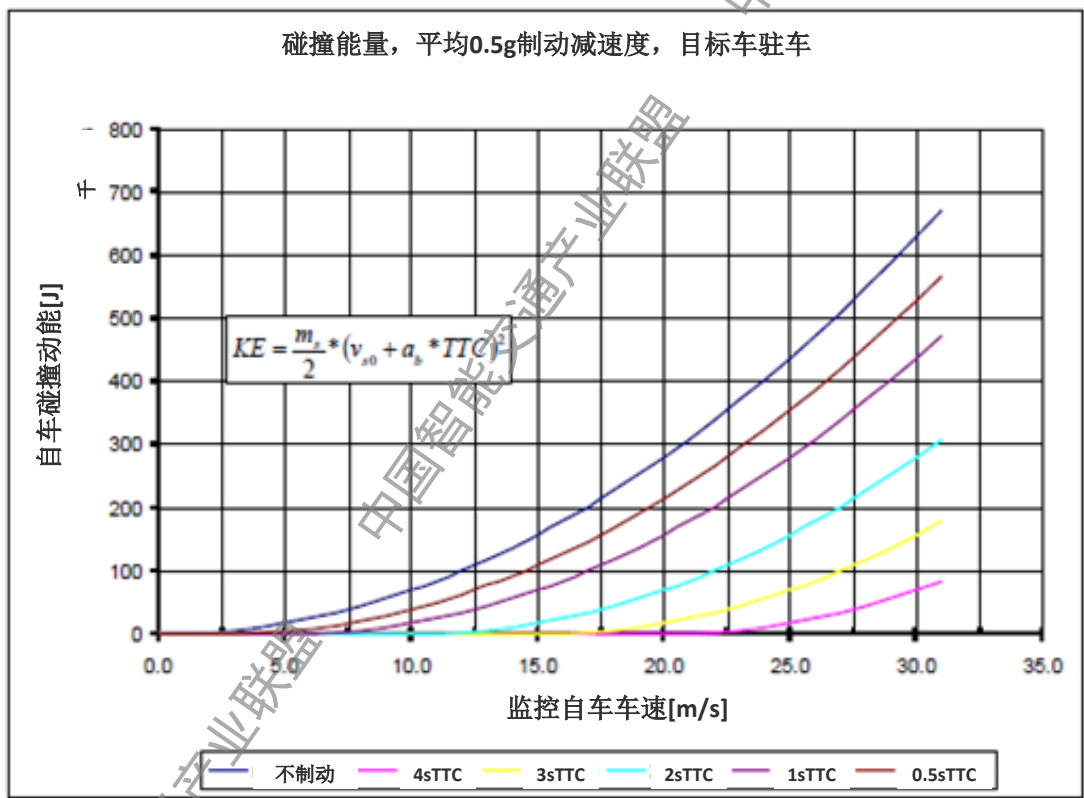


图 A-1 碰撞能量，0.5g 平均制动，前车车辆停止

A.2 最小相对速度性能和假定传感器性能

表 A.1 探讨了 SV 以最大达 30m/s 的相对速度接近前车, 检测和分析前车最大达 2s, 并以 0.5g 制动的情景。它计算了检测必须开始的距离 (即所需有效传感器范围)。有效距离更长的传感器可以支持 SV 从更高速度上停下。未规定前车为运动或者静止。

通过假设 60m 的最小有效传感器范围, 可以观察到能以最大达 16.5m/s (59km/h, 37mi/h) 的相对速度启用制动。

如果自由运行时间被减少到 1s, 60m 传感器的最大速度将增加到 20m/s (72km/h, 45mi/h)。对于零自由运行时间, 最大速度仅仅升至 24.5m/s (88km/h, 55mi/h)。

为了制定最小相对速度能力要求, 假设 T_{free} 为 1 秒。那么要求值为 20m/s (72km/h)。

表 A.1-最小相对速度能力和假设的传感器能力

假设				
自动制动减速度		A	5m/s ²	
空转时间		T_{free}	1s	
速度递增量		递增量	1m/s	
(m/s)	(s)	(m)	(m)	(m)
相对速度 V_{REL}	制动时间 T_{BREAK}	制动距离 X_{BREAK}	空转距离 X_{FREE}	范围
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1	0.2	0.1	1.0	1.1
2	0.4	0.4	2.0	2.4
3	0.6	0.9	3.0	3.9
4	0.8	1.6	4.0	5.6
5	1.0	2.5	5.0	7.5
6	1.2	3.6	6.0	9.6
7	1.4	4.9	7.0	11.9
8	1.6	6.4	8.0	14.4
9	1.8	8.1	9.0	17.1
10	2.0	10.0	10.0	20.0
11	2.2	12.1	11.0	23.1

表 A.1-最小相对速度能力和假设的传感器能力（续）

假设				
自动制动减速度		A	5m/s ²	
空转时间		T _{free}	1s	
速度递增量		递增量	1m/s	
(m/s)	(s)	(m)	(m)	(m)
相对速度 V _{REL}	制动时间 T _{BRAKE}	制动距离 X _{BRAKE}	空转距离 X _{FREE}	范围
12	2.4	14.4	12.0	26.4
13	2.6	16.9	13.0	29.9
14	2.8	19.6	14.0	33.6
15	3.0	22.5	15.0	37.5
16	3.2	25.6	16.0	41.6
17	3.4	28.9	17.0	45.9
18	3.6	32.4	18.0	50.4
19	3.8	36.1	19.0	55.1
20	4.0	40.0	20.0	60.0
21	4.2	44.1	21.0	65.1
22	4.4	48.4	22.0	70.4
23	4.6	52.9	23.0	75.9
24	4.8	57.6	24.0	81.6
25	5.0	62.5	25.0	87.5
26	5.2	67.6	26.0	93.6
27	5.4	72.9	27.0	99.9
28	5.6	78.4	28.0	106.4
29	5.8	84.1	29.0	113.1
30	6.0	90.0	30.0	120.0

说明: $T_{BRAKE} = \frac{V_{REL}}{A}$;

$$X_{BRAKE} = \frac{V_{REL}^2}{2 \cdot A};$$

$$X_{FREE} = V_{REL} \cdot T_{FREE};$$

$$\text{Range} = x_{\text{FREE}} + x_{\text{BRAKE}}$$

A.3 操控速度范围最小上限

建议所有 FVCMS 系统都在整个自车速度范围内运行, 从 V_{\min} 到 V_{\max} , 并且 V_{\max} 最小值应为 27.8m/s 或者 100km/h。 V_{\max} 值的目的是建立一个最小操作速度范围, 这个范围是所有 FVCMS 系统必须提供给驾驶人的。该操作间隔必须代表驾驶速度的一个相当大的比例, 因此上限应该根据收集到的驾驶速度数据加以判断。

驾驶速度数据是作为“车道偏离碰撞警告现场操作试验项目”的副产物予以收集的。关于该 FOT 的信息在美国 NHTSA 网站上可以找到。道路试验已经完成, 数据分析正在进行中。试验包括了 78 名驾驶人, 每名驾驶人都像驾驶自己的车一样驾驶试验车辆, 为期四周。试验涵盖了 133000km, 2500h, 以及 9600 次行程 (值已四舍五入)。全天候收集驾驶数据、系统数据以及环境数据。对道路类型进行了记录: 本地道路、不常见表面道路、常见表面道路、坡道、高速公路以及未知。该数据集非常翔实, 所有值均被测量。但缺点是它仅仅涵盖了位于密歇根州东南部的驾驶人。

基于此, 对于整个试验母群体和所有道路类型的平均速度为 65km/h, 标准差为 35km/h。母群体的上限将使用 1-西格玛边界显示到 100km/h。对于一个正态分布, 在所有行驶中, 有 84% 的速度不高于 100km/h。

这是建议 V_{\max} 至少为 100km/h 的理由。

A.4 追尾碰撞全球速度分布参考数据

A.4.1 美国

美国数据是基于美国交通部国家交通系统研究中心 John A. Volpe 的报告。它是根据美国自 2003 年的轻型车辆数据和自 2000 年至 2003 年¹⁾ 的重型车辆数据。

因为车辆在碰撞前不会报告其速度, 警察很难直接判断追尾碰撞的速度。在这个报告中, 限速被用于标识 SV 的碰撞前速度。研究还发现 SV 在数据库中的至少 19% 和至多 60% 的碰撞中处于加速状态。所以, 一般来说, 真实速度可能比显示的要更高。注意到在美国数据中, 80% 以上的追尾碰撞是在 SV 速度低于 55mph (88km/h) 情况下发生的。对于停止的位于路径中的前行车辆, 大约 10% 发生在接近速度处于 88 和 111km/h 之间的情形下。

在美国, 80% 的追尾碰撞发生在不高于 80km/h 的速度下。在日本, 80% 的追尾碰撞发生在不高于 40km/h 的情况下。欧盟、英国和加拿大的统计数据被认为更像美国, 而不是日本。

这个结论倾向于证明提供能力范围更宽的 FVCMS 系统的必要性。

表 A.2-轻型车辆追尾碰撞基础情景速度数据

速度	速度	SV 变换车道; LV 在新的车道 停下 (5.1)	SV 超越较慢 LV (13.5)	SV 超越减速的 LV (52.9)	SV 遭遇停在路 径上的前行车 辆 (24.6)
(mph)	(mph)	限速	限速	限速	限速
		累积%	累积%	累积%	累积%
<25	<40	8	9	9	8
30	48	17	16	17	17
35	55	42	36	41	43
40	64	53	46	54	56
45	72	74	64	76	77
50	80	80	69	82	81
55	88	88	82	93	91
60	95	91	88	95	93
65	104	97	97	98	99
>70	>111	100	100	100	100

1) 车辆基础统合化安全系统 (LVBS) 即将发生的碰撞试验情景开发项目, D0THS810757, 2007 年 4 月。瓦西姆·G·纳吉穆和约翰·D·史密斯, 美国交通部研究及创新科技管理局约翰·A·沃尔普国家交通系统研究中心, 美国马萨诸塞州剑桥。

A.4.2 加拿大

按车速限制和碰撞严重性分类的 2006 年追尾碰撞数据提供如下。

表 A.3 - 按车速限制和碰撞严重性划分的追尾碰撞累积比例

车速限制 [km/h]	致命碰撞	非致命伤碰撞	仅财产损失的碰撞	所有碰撞严重性
10	0	0	0	0
20	0	0	0	0

表 A.3 - 按车速限制和碰撞严重性划分的追尾碰撞累积比例（续）

车速限制 [km/h]	致命碰撞	非致命伤碰撞	仅财产损失的碰撞	所有碰撞严重性
30	0	4	3	3
40	2	5	4	4
50	15	54	25	32
60	20	69	35	44
70	22	76	37	47
80	33	82	41	51
90	46	86	43	53
100	96	94	47	59
110	100	94	47	59
未知	100	100	100	100

注：数据来自 2006 年加拿大全国碰撞数据库。

表 A.4 - 按车速限制和碰撞严重性分类的追尾碰撞累积比例（仅限速已知的碰撞）

车速限制 [km/h]	致命碰撞	非致命伤碰撞	仅财产损失的碰撞	所有碰撞严重性
10	0	0	0	0
20	0	0	0	0
30	0	4	6	6
40	2	6	9	7
50	15	57	54	55
60	20	74	75	74
70	22	80	80	80
80	33	86	88	87
90	46	91	91	91
100	96	100	100	100
110	100	100	100	100

注：数据来自 2006 年加拿大全国碰撞数据库。

A.4.3 日本

表 A.5 是根据日本在波特兰会议之后提交的数据，摘自日本安全机构 ITARDA 的报告。速度根据的是警察事故报告。这也许可以代表全国范围内的数据采集。

表 A.5-日本 ITARDA 报告数据

速度[km/h]	累积%
0	0
10	22
20	42
30	62
40	80
50	93
60	97
70	98

A.5 车辆分类

联合国经济和社会理事会世界车辆法规协调论坛（WP. 29）TRANS/WP. 29/1045 评估了美国，欧洲和亚洲对车辆的分类办法。本国际标准中使用的是他们的分类。其文档目前可以在如下地址找到：

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29classification.html>。

A.6 ETTC 的推导

假设 SV 和 TV 之间的相对加速度保持不变，对 ETTC 公式进行求导。利用粒子的直线运动特性，位置可以表示为时间的函数。

$$\int_{x_0}^x dx = \int_0^t (v_0 + a_c t) dt$$

假设加速度不变

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a_c t^2$$

使用二次方程求解

$$0 = x_c + (v_{TV} - v_{ST})t + \frac{1}{2} (a_{TV} - a_{SV})t^2$$

$$t = \frac{\left| -(v_{TV} - v_{SV}) \pm \sqrt{(v_{TV} - v_{SV})^2 - 4 * \left[\frac{1}{2} (a_{TV} - a_{SV}) \right] * x_c} \right|}{2 * \left[\frac{1}{2} (a_{TV} - a_{SV}) \right]}$$

$$\therefore ETTC = \frac{\left| -(v_{TV} - v_{SV}) - \sqrt{(v_{TV} - v_{SV})^2 - 2 * (a_{TV} - a_{SV}) * x_c} \right|}{(a_{TV} - a_{SV})}$$

A.7 ACC, FSRA 和 FVCMS 之间的关系

他们之间的差异表明，驾驶人不应将 FVCMS 的类型 2 和类型 3 与 ACC 相混淆。而且，因为它们的操作不存在冲突，制造商也可能在整合系统中同时提供两种功能。如果 FVCMS 在 ACC 控制下识别到危险，它将在开始缓解制动之前发出碰撞警告。它将提示驾驶人 ACC 不再发挥控制功能，以及存在即将发生的严重紧急情况。

表 A.6-ACC 和 FVCMS 的性能差别

性能特性	ACC	FSRA	FVCMS
对驾驶人的实质性利益	启动油门和制动以控制速度和与前行车辆的间距。	启动油门和制动以控制速度和与前行车辆的间距。	在出现追尾碰撞威胁时启动制动器以减少损伤及受伤的可能性。
发出警告后的制动	不需要	不需要	需要
启用条件	驾驶人控制或者自动从关闭转换到待机状态。 根据速度和离合器位置转换至启动状态。	驾驶人控制或者自动从关闭转换到待机状态。 根据速度和离合器位置转换至启动状态。	自动转换至休眠状态。 根据速度转换至启动状态。
提供减速度的方法	油门控制和制动控制。	油门控制和制动控制。	油门控制。
减速制动水平限制	最大减速度 3.5m/s^2 （2 秒内平均）。 最大加加速度 2.5m/s^3 （1 秒内平均）。	根据车速限制减速度。 根据车速限制加加速度。	不限制最大减速度。 轻型车辆要求最小减速度能力 5m/s^2 。 不限制最大加加速度。
泊车操作速度限制	5m/s 以下不能加速。 能将速度设定在 7m/s 以下。 上限由制造商设定。	可以由驾驶人决定从停止进行加速。 不能将速度设定在 7m/s 以下。上限由制造商设定。	在 4.2m/s 以下时不需要提供缓解制动。 上限由制造商设定。

表 A.6-ACC 和 FVCMS 的性能差别 (续)

性能特性	ACC	FSRA	FVCMS
自行车操作速度限制	5m/s 以下不能加速。 能将速度设定在 7m/s 以下。 上限由制造商设定。	可以由驾驶人决定从停止进行加速。 不能将速度设定在 7m/s 以下。 上限由制造商设定。	在 4.2m/s 以下时不需要提供缓解制动。 上限由制造商设定。
驾驶人停用制动以获得减速度	需要	需要	需要
如果不再满足制动条件则停用制动以获得减速度	需要	需要	需要
跟踪停止的前行车辆直到完全停止	不需要	需要	需要

T/ITS 0048-2016

中国智能交通产业联盟
标准
智能运输系统 车辆前向碰撞减缓系统
操作、性能和检验要求
T/ITS 0048-2016

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）
中国智能交通产业联盟印刷
网址：<http://www.c-its.org>

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷