



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX

代替GB/T 38186-2019

重型汽车自动紧急制动系统技术要求及试验方法

Technical requirements and testing methods for advanced emergency
braking system of heavy-duty vehicles

(征求意见稿)

本文件更新时间：2026年3月31日

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

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
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 性能要求	4
6 试验方法	8
7 说明书	16
8 同一型式判定	16
9 标准的实施	17
附录 A（规范性）功能安全要求	18
附录 B（规范性）系统功能安全描述要求	26
参考文献	28

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。

本文件代替GB/T 38186—2019《商用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法》，与GB/T 38186—2019相比，除结构调整及编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了适用范围（见第1章，2019年版的第1章）；
- 更改了术语“自动紧急制动系统”、“自检”和“预计碰撞时间”的定义（见3.1、3.9、3.11，2019年版的3.1、3.10、3.11）；
- 增加了术语“碰撞预警”、“紧急制动”、“激活状态”、“待机状态”、“不可用状态”、“初始化”、“相对碰撞速度”、“电子控制系统”、“单元”、“传输链”和“有效工作范围”（见3.2~3.8、3.12~3.15）；
- 删除了术语“试验车辆”、“目标”、“移动目标”、“静止目标”、“柔性目标”、“紧急制动阶段”和“碰撞预警阶段”（见2019年版的3.2~3.8）；
- 更改了通用要求（见4.1，2019年版的4.1）；
- 增加了自检要求（见4.2）；
- 增加了驾驶员主动关闭要求（见4.3.1.1）；
- 增加了系统自动关闭要求（见4.3.1.2、4.3.1.3）；
- 更改了关闭警告信号要求（见4.3.1.4，2019年版的4.2.1）
- 增加了未完成初始化警告信号要求（见4.3.2.1）；
- 更改了发出故障警告信号要求（见4.3.2.2，2019年版的4.2.1）；
- 更改了故障警告信号要求（见4.3.2.4，2019年版的4.2.4）；
- 更改了碰撞预警要求（见4.3.2.5，2019年版的4.2.1、4.2.2）；
- 更改了预警及警告信号的感知要求（见4.3.2.6，2019年版的4.2.6）；
- 增加碰撞预警可被终止要求（见4.3.2.7）；
- 更改了驾驶员干预要求（见4.4，2019年版的4.5）；
- 更改了功能安全相关要求（见4.5、附录A、附录B，2019年版的4.1.3、附录A）；
- 更改了电磁兼容要求（见4.6，2019年版的4.1.2）；
- 更改了系统对于静止车辆目标、匀速车辆目标条件下的预警和制动性能要求（见5.1.1、5.2.1，2021年版的4.3.2、4.3.3）；
- 增加了系统对于儿童行人目标的碰撞预警及紧急制动能力要求（见5.1.2、5.2.2）；
- 增加了系统鲁棒性要求（见5.3）；
- 更改了系统误响应要求（见5.4，2019年版的4.6）；
- 更改了试验车辆条件（见6.1，2019年版的5.2）；
- 增加了试验数据处理（见6.2）；
- 增加了试验目标物要求（见6.3）；
- 更改了试验条件（见6.4，2019年版的5.1）；
- 更改了系统对于静止车辆目标、匀速车辆目标的碰撞预警及紧急制动试验（见6.5、6.6，2019年版的5.4、5.5）；
- 删除了驾驶员干预性能试验（见2019年版的5.7）；
- 增加了系统对于儿童行人目标横穿的碰撞预警及紧急制动试验（见6.7）；

- 更改了系统误响应试验（见 6.8，2019 年版的 5.8）；
- 更改了故障检测试验（见 6.9，2019 年版的 5.6）；
- 增加了关闭功能试验（见 6.10）；
- 增加了说明书要求（见第 7 章）；
- 增加了同一型式判定（见第 8 章）；
- 增加了标准的实施（见第 9 章）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件于 2019 年首次发布，本次为第一次修订。

重型汽车自动紧急制动系统性能要求及试验方法

1 范围

本文件规定了重型汽车自动紧急制动系统（以下简称系统）的术语和定义、一般要求及性能要求，并描述了试验方法。

本文件适用于M₂、M₃、N₂和N₃类车辆。本文件不适用于设有乘客站立区的客车、G类车、专项作业车、GB/T 17350—2024界定的垃圾车。

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 3730.1—2022 汽车、挂车及汽车列车的术语和定义 第1部分：类型

GB/T 5620 道路车辆 汽车和挂车制动名词术语及其定义

GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志

GB 15089 机动车辆及挂车分类

GB/T 17350—2024 专用汽车和专用挂车分类、名称及型号编制方法

GB/T 24720 交通锥

GB/T 34590（所有部分） 道路车辆 功能安全

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

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

ISO 19206-2:2018 道路车辆 用于评估主动安全功能的目标车辆、弱势道路使用者及其他物体的试验装置 第2部分：行人目标要求（Road vehicles—Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions—Part 2: Requirements for pedestrian targets）

ISO 19206-3:2021 道路车辆 用于评估主动安全功能的目标车辆、易受伤害的道路使用者和其他物体的测试设备 第3部分：乘用车3D目标物要求（Road vehicles—Test devices for target vehicles, vulnerable road users and other objects, for assessment of active safety functions—Part 3: Requirements for passenger vehicle 3D targets）

3 术语和定义

GB/T 3730.1-2022、GB/T 5920、GB 15089、GB/T 17350—2024、GB/T 34590.1、GB/T 39263-2020界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

自动紧急制动系统 advanced emergency braking system; AEBs

实时监测车辆前方行驶环境，并在可能发生碰撞危险时发出警告信号，并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的系统。

[来源：GB/T 39263-2020，2.3.1，有修改]

3.2

碰撞预警 collision warning

系统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号。

3.3

紧急制动 emergency braking

由系统向车辆的制动系统发出的，不以触觉**碰撞预警**(3.2)为目的的制动请求而产生的制动行为。

3.4

激活状态 active state

系统执行**碰撞预警**(3.2)和/或**紧急制动**(3.3)的状态。

3.5

待机状态 standby state

系统处于满足激活条件，可被立即激活的未激活状态。

3.6

不可用状态 unavailable state

系统无法待机和激活的状态。

3.7

初始化 initialization

在启动车辆后，系统进行待机前准备，直到系统处于**待机状态**(3.5)的过程。

3.8

相对碰撞速度 relative collision velocity

在车辆运动方向上，发生碰撞时车辆与碰撞目标速度的差值。

3.9

自检 self-check

系统持续检查系统是否发生故障。

注：持续是指没有明显的时间间隔。

3.10

共用空间 common space

可以不同步地显示两种或多种信息（如：标志）的区域。

[来源：GB 4094—20XX，3.6]

3.11

预计碰撞时间 time to collision; TTC

在车辆运动方向上，同一时刻的车辆和碰撞目标之间的距离与相对速度的比值。

3.12

电子控制系统 electronic control system

通过电子数据处理方式协同实现车辆控制功能的一系列**单元**(3.13)的组合。

注：该系统通常通过软件控制，由传感器、控制器和执行器等独立的功能组件构成，并通过传输链相连接。该系统包括机械、电子-气压及电子-液压等单元。

3.13

单元 unit

系统组件的最小划分，可组合构成可识别、分析或更换的单独实体。

3.14

传输链 transmission links

为了传输信号、运行数据或能量供给而用于连接内部单元的方式。

注：通常是电子的，或是机械、气压、液压或光学的。

3.15

有效工作范围 boundary of functional operation

系统能保持控制的外部物理界限的范围。

4 一般要求

4.1 通用要求

4.1.1 M_2 、 M_3 、 N_2 和 N_3 类车辆应安装符合本文件要求的自动紧急制动系统；配备液压制动系统的车辆在满足下列安装要求时可视为符合本文件要求。

—— M_2 类和最大总质量不大于8 t的 M_3 类车辆，安装符合GB 39901—2025中 M_1 类车辆要求的自动紧急制动系统。

——最大总质量不大于8 t的 N_2 类车辆，安装符合GB 39901—2025中 N_1 类车辆要求的自动紧急制动系统。

4.1.2 系统完成初始化后，除不可用状态外，应符合以下要求。

- a) 至少在10 km/h至最高设计速度区间内的所有车辆载荷条件下，当系统探测到即将与前方车辆发生碰撞危险时处于激活状态，当未探测到碰撞危险时处于待机状态。
- b) 至少在20 km/h至60 km/h速度区间内的所有车辆载荷条件下，当系统探测到即将与前方行人发生碰撞危险时处于激活状态，当未探测到碰撞危险时处于待机状态。
- c) 车辆制造商提供系统在上述速度区间内和可识别目标下的可用性。
- d) 车辆制造商应按照附录A的要求证明系统在全部可激活速度区间内针对其声明的可识别目标进行响应时的安全性。

4.2 自检

系统应在完成初始化后进行自检且至少具备以下自检功能：

- a) 检查相关电气部件是否正常运行；
- b) 检查相关传感元件是否正常运行。

4.3 系统状态

4.3.1 系统的开启和关闭

4.3.1.1 若系统具备驾驶员主动关闭装置，则：

- a) 系统应在车辆每次进入新的上电/点火周期时自动开启，此要求不适用于发动机自动执行启停的情况；
- b) 系统的主动关闭方式应为长按保持或至少两个有目的的操作（例如双击、关闭确认等）；
- c) 对于驾驶员依据b)要求执行的每一次主动关闭操作，系统应在不大于15 min后自动开启。此外，驾驶员可随时主动启用该系统；
- d) 尽管有c)的规定，若出现任何妨碍系统正常运行的情况（例如因事故导致传感器安装部位受损），可提供一种专属方式允许驾驶员主动关闭系统。制造商应至少在车辆的产品使用说明书中告知上述妨碍系统正常运行的情况。该专属关闭方式仅应在车辆处于上电且静止状态并持

续不少于 2 min 下执行。该关闭方式的复杂度应高于 b) 规定的主动关闭方式（例如要求执行至少三个有目的的操作）。

4.3.1.2 若系统可自动关闭（例如越野使用、被拖拽、在测功机上操作等情况下系统自动关闭），则应符合以下要求：

- a) 系统发生自动关闭的条件符合车辆制造商向检验检测机构提供系统自动关闭功能的情况列表、对应符合情况的判定参数和系统自动关闭符合上述材料的说明；
- b) 当导致自动关闭的条件不再存在，系统自动开启。

4.3.1.3 若驾驶员手动关闭车辆电子稳定性控制功能会导致系统的自动关闭，应在驾驶员至少进行两次明确有目的的操作后系统自动关闭。

4.3.1.4 当系统处于关闭状态时，系统应至少发出持续的光学警告信号。系统关闭的光学警告信号可与 4.3.2.4 规定的故障光学警告信号相同。

4.3.2 系统运行和故障

4.3.2.1 当车辆速度大于 10 km/h 且累积行驶 15 s 后，若系统仍未完成初始化，则应发出警告信号，且持续至系统完成初始化。若采用光学警告信号，该光学警告信号可与 4.3.2.4 规定的故障光学警告信号相同。

4.3.2.2 在探测到导致系统处于不可用状态或无法符合本文件要求的电子电气故障时，不应延迟发出 4.3.2.4 规定的故障警告信号。在探测到导致系统处于不可用状态或无法符合本文件要求的非电子电气故障时（例如传感器遮蔽、传感器未校准等），应发出 4.3.2.4 规定的故障警告信号。

4.3.2.3 当点火（启动）开关状态处于“ON”（“RUN”）状态或点火（启动）开关状态处于“ON”（“RUN”）和“START”之间由制造商指定用作检查位置时，系统的每个光学警告信号都应启动点亮。该要求不适用于在共用空间显示的警告信号。

4.3.2.4 系统的故障警告信号应至少包括光学警告信号，该光学警告信号应为常亮的黄色信号，可补充文字说明，并明显区分于车辆其他系统的信号。

4.3.2.5 5.1.1 和 5.1.2 规定的碰撞预警信号应至少采用光学信号、声学信号和触觉信号中的两种。若采用光学信号，该光学信号可使用 4.3.2.4 规定的故障光学警告信号，此时故障光学警告信号应闪烁。通过短暂的大于 4 m/s^2 的制动减速度以提示驾驶员当前存在碰撞风险的方式可视为符合本条款要求的触觉方式。

4.3.2.6 系统的光学信号应清晰可见，便于驾驶员在正常的驾驶位置查看信号状态，声学信号和触觉信号应被驾驶员清晰感知。

4.3.2.7 若碰撞危险消失，碰撞预警可被终止。

4.4 驾驶员干预

系统应能被驾驶员通过车辆制造商规定的干预动作中断碰撞预警和紧急制动。车辆制造商应向检验检测机构提供包含上述干预动作的清单。

4.5 功能安全

系统的功能安全要求应符合附录A的要求。

4.6 电磁兼容

系统受磁场或电场的不利影响时应能正常工作，装有系统的车辆应符合GB 34660的要求。

5 性能要求

5.1 碰撞预警

5.1.1 对于车辆目标的碰撞预警能力

在符合5.2.1.1的条件下，系统检测到与本车道内M、N或O类前车即将发生碰撞时，系统不应晚于紧急制动之前的0.8 s发出4.3.2.5规定的碰撞预警信号。若不发生碰撞，则准许不晚于紧急制动发出碰撞预警信号。按6.5~6.6的规定进行试验。

若无法提前预判情况，符合4.3.2.5的碰撞预警信号至少不应晚于紧急制动发出。

5.1.2 对于儿童行人目标的碰撞预警能力

在符合5.2.2.1的条件下，系统检测到与速度不大于5 km/h的横穿道路的儿童行人即将发生碰撞时，系统不应晚于紧急制动前发出4.3.2.5规定的碰撞预警信号。按6.7的规定进行试验。

5.2 紧急制动

5.2.1 对于车辆目标的紧急制动能力

5.2.1.1 一般要求

若无4.4规定的驾驶员干预操作，在符合下列条件时，系统应将相对碰撞速度控制到不大于表1和表2规定的最大相对碰撞速度。

- a) 车辆外部条件应符合所需减速度的实现要求，包括：
 - 1) 道路平整、水平且干燥，具备良好的附着性能；
 - 2) 天气状况不会对车辆的动力性能造成影响（例如无暴雨大风）。
- b) 车辆自身状态应符合所需减速度的实现要求，例如：
 - 1) 轮胎状态良好且充气压力正常；
 - 2) 制动系统工作状态正常（包括制动温度、制动衬片状态等）；
 - 3) 轴荷分布应符合制造商的推荐要求；
 - 4) 车辆未牵引挂车，且整车质量处于最大允许总质量与行车质量的区间范围内。

注：行车质量是指整备质量和驾驶员质量（75 kg）的总和。对于M₂类和M₃类车辆，配有乘务员座椅时，还包含乘务员质量（75 kg）。
- c) 不存在影响物理感知能力的外部干扰因素，包括：
 - 1) 环境光照强度不小于1000 lx，且传感器未受到强烈眩光干扰（例如阳光直射造成的眩光、雷达高反射环境）；
 - 2) 目标车辆的雷达散射截面积（RCS）及外形轮廓均无极端情况（例如其RCS数值小于所有M₁类车辆RCS统计分布中的第五百分位）；
 - 3) 不存在会对车辆感知能力造成显著影响的恶劣天气（例如暴雨、浓雾、降雪、扬尘）；
 - 4) 车辆周围无近距离的上方遮挡物。
- d) 工作场景应清晰明确，包括：
 - 1) 目标车辆属于M类、N类、O₃和O₄类车辆，无遮挡物，与本车道内其他物体界限清晰，且持续处于行驶或静止状态；
 - 2) 两车纵向中心平面的偏移距离不大于0.2 m；
 - 3) 行驶方向为直线无弯道，车辆未在路口转向，且始终保持在本车道内行驶。

5.2.1.2 紧急制动性能

按6.5~6.6进行试验，试验车辆应符合以下要求：

- a) 系统激活紧急制动后，车辆的减速度绝对值的最大值不小于 4.0 m/s^2 ；
- b) 试验车辆的相对碰撞速度符合表 1、表 2 的要求；
- c) 若碰撞危险消失或碰撞风险已降低，则可终止紧急制动或将减速度需求降至 a) 规定的阈值以下（若适用）。

表1 最大相对碰撞速度——静止车辆目标场景

单位为千米每小时

试验车速 ^a	最大相对碰撞速度		
	M ₂ 类车辆和不大于8 t的M ₃ /N ₂ 类车辆		大于8 t的M ₃ /N ₂ 类车辆和N ₃ 类车辆
	未配备液压制动 (例如气压、气顶液)	配备液压制动	—
10 ^b	0	0	0
20	0	0	0
30	0	0	0
35	0	0	0
40	0	15	0
50	0	28	0
60	0	40	0
70	0	50	0
80	28	61	28
90	42	71	42
100	54	82	54 ^c

^a 对于所列数值区间内的试验车速（例如未配备液压制动的车辆对应的试验车速为85 km/h），最大相对碰撞速度应采用更高一档试验车速（即90 km/h）所对应的最大相对碰撞速度（即42 km/h）。

^b 试验车辆车速10km/h，应至少实现预警和避让，对制动减速度不做要求，同时不参与5.3系统鲁棒性计算。

^c 仅适用于M₃类车辆。

表2 最大相对碰撞速度——匀速车辆目标场景

单位为千米每小时

试验车速 ^a	车辆目标速度	最大相对碰撞速度		
		M ₂ 类车辆和不大于8 t的M ₃ /N ₂ 类车辆		大于8 t的M ₃ /N ₂ 类车辆和N ₃ 类车辆
		未配备液压制动 (例如气压、气顶液)	配备液压制动	—
30	20	0	0	0
40	20	0	0	0
50	20	0	0	0
55	20	0	0	0
60	20	0	15	0
70	20	0	28	0
80	20	0	40	0
90	20	0	50	0

100	20	28	61	28
110	20	42	71	42
120	20	54	82	54 ^b
^a 对于所列数值区间内的试验车速（例如未配备液压制动的车辆对应的试验车速为105 km/h），最大相对碰撞速度应采用更高一档试验车速（即110 km/h）所对应的最大相对碰撞速度（即42 km/h）。 ^b 仅适用于M ₃ 类车辆。				

在限速60 km/h及以下的城市区域行驶的车辆，其速度降低量应至少为40 km/h。车辆制造商应按照附录A的要求证明相关功能安全概念，并由检验检测机构进行确认。

注：配备液压制动系统且未基于M₁/N₁类开发的车辆除外。

5.2.2 对于儿童行人目标的紧急制动能力

5.2.2.1 一般要求

若无4.4规定的驾驶员干预操作，在符合下列条件时，系统应将相对碰撞速度控制到不大于表3规定的最大相对碰撞速度。

- a) 行人无遮挡，以横向速度不大于5 km/h的状态垂直横穿道路。
- b) 车辆外部环境条件应符合实现规定减速度的要求，包括：
 - 1) 道路平整、水平且干燥，具备良好的附着性能；
 - 2) 天气状况不影响车辆的动力性能（例如无暴风雨）。
- c) 车辆自身状态应符合实现规定减速度的要求，例如：
 - 1) 轮胎状态良好且充气压力正常；
 - 2) 制动系统工作状态正常（包括制动温度、制动衬片状态等）；
 - 3) 轴荷分布应符合制造商的推荐要求；
 - 4) 车辆未牵引挂车，且整车质量处于最大允许总质量与行车质量之间。
- d) 不存在影响物理感知能力的外部因素，包括：
 - 1) 环境光照强度不小于2000 lx，且传感器未受到强烈眩光干扰（例如阳光直射致眩、雷达高反射环境）；
 - 2) 不存在显著影响车辆感知能力的天气状况（例如暴雨、浓雾、降雪、扬尘）；
 - 3) 车辆周边无近距离的架空障碍物。
- e) 工作场景应清晰明确，包括：
 - 1) 车辆前方无多名行人同时横穿；
 - 2) 行人的轮廓特征及运动方式符合人体特征；
 - 3) 预期碰撞点相对于车辆纵向中心平面的偏移量不大于0.2 m；
 - 4) 车辆行驶方向为直线无弯道，且未在路口转向，全程保持在本车道内行驶；
 - 5) 行人周边无多个干扰物体，目标物体可被清晰区分。

5.2.2.2 紧急制动性能

按6.7进行试验，试验车辆应符合以下要求：

- a) 系统激活紧急制动后，车辆的减速度绝对值的最大值不小于4.0 m/s²；
- b) 试验车辆的相对碰撞速度符合表3的要求。
- c) 若碰撞危险消失或碰撞风险已降低，则可终止紧急制动，或将减速度需求降至a)规定的阈值以下（若适用）。

表3 车辆行驶方向上的最大相对碰撞速度——儿童行人目标横穿场景

单位为千米每小时

试验车速 ^a	儿童行人目标速度	最大相对碰撞速度
20	5	0
26	5	13
30	5	18
40	5	29
50	5	39
60	5	49

^a 对于所列数值区间内的试验车速（例如试验车速为53 km/h），最大相对碰撞速度应采用更高一档试验车速（即60 km/h）所对应的最大相对碰撞速度（即49 km/h）。

5.3 系统鲁棒性

6.5~6.7试验中各场景的不同速度、不同载荷组成的试验项目应试验两次。若两次试验中系统均符合5.1及5.2的要求，则视为符合试验要求；若两次试验中的任一次未能符合5.1或5.2的要求，则准许额外进行一次试验。如果额外进行的试验符合5.1及5.2的要求，则该试验项目视为符合试验要求。如总的试验次数不足，无法计算系统鲁棒性，可以增加选择其他速度点补充测试。试验结果应符合以下要求：

- a) 车辆目标的碰撞预警和紧急制动试验：按照 6.5~6.6 进行试验，试验通过次数占比不小于总次数的 90%；
- b) 儿童行人目标的碰撞预警和紧急制动试验：按照 6.7 进行试验，试验总次数不足 10 次应追加试验（包括但不限于失效试验场景），使试验总次数至少达到 10 次。试验通过次数占比不小于总次数的 90%。

5.4 系统误响应

若不存在碰撞危险，系统的设计应避免碰撞预警和紧急制动。按照6.8进行验证，并且系统应按照附录A证明针对误响应的的设计，不应发出碰撞预警和紧急制动。

6 试验方法

6.1 试验车辆条件

6.1.1 试验车辆载荷

6.1.1.1 试验车辆载荷应分别为最大允许总质量和行车质量额外附加最大 125 kg 载荷，其中 125 kg 包含测试设备质量和可能参与试验记录的人员质量。

6.1.1.2 轴荷分布应符合制造商的推荐要求。试验开始后，不应对轴荷分布进行任何调整。

6.1.1.3 若制造商可证明试验车辆在空载条件下减速性能受到限制，可在空载质量基础上在后轴附加质量使 α 值介于 1.3 和 1.5 之间。按照公式（1）计算 α ：

$$\alpha = W_r/W \times L/H \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- W_r ——后轴负载，单位为千克（kg）；
- W ——试验车辆的质量，单位为千克（kg）；
- L ——试验车辆的轴距，单位为米（m）；

H ——运行状态下的试验车辆质心高度，单位为米（m）。

在行车质量状态下，按照6.5~6.7进行试验，试验车辆的相对速度降低量若达到表1~表3规定的相对速度降低量除以 $\alpha/1.3$ ，可视为行车质量状态下的试验车辆符合了5.2.1和5.2.2的要求。

6.1.1.4 试验过程中的燃料加注量不得低于50%。

6.1.2 试验预处理

如果车辆制造商要求，试验车辆：

- a) 可在具备交通环境和路边设施的城市和乡村道路上行驶最多100 km，以初始化传感器系统；
- b) 可进行多次磨合，以保证行车制动系统在试验前功能正常；
- c) 在每次试验之前，测量各个车轴上的制动衬片或者行车制动器上的温度，其中测量到的最高温度应小于100℃。

6.1.3 其他要求

试验车辆状态还应符合以下要求：

- a) 轮胎状态良好且充气压力正常；
- b) 制动系统工作状态正常（包括制动温度、制动衬片状态等）；
- c) 未牵引挂车；
- d) 无导致系统功能抑制或受限的故障。

6.1.4 防护装置

车辆可装配不影响试验结果的防护装置。

6.2 试验数据处理

加速度数据应以10 Hz的截止频率进行滤波，其他数据不应进行滤波。

6.3 试验目标物

6.3.1 车辆目标

应选取探测参数能够代表乘用车且适合系统传感探测特征的目标，该车辆目标应符合ISO 19206-3—2021的要求。车辆位置的参考点为车辆中心线上的最后端点。

6.3.2 行人目标

在6.7规定的试验中应选取探测参数能够代表铰接式儿童行人的目标，该儿童行人目标应符合ISO 19206-2:2018的要求。

在6.8.4规定的试验中应选取探测参数能够代表成年行人的目标，该成年行人目标应符合ISO 19206-2:2018的要求。

6.4 试验条件

试验条件应符合以下要求：

- a) 试验路面要求干燥、表面无可见水分、平整、坚实，单一坡度且坡度不大于1%；试验路面应具有良好的附着性能。
- b) 环境温度不应超过45℃；
- c) 天气干燥，无降水、降雪、结冰等情况；

- d) 风速不对试验结果产生干扰;
- e) 水平能见度范围应允许在整个试验过程中观察目标;
- f) 试验区域没有多余影响系统性能的金属物体;
- g) 进行 6.5~6.6 试验时,光照强度不小于 1000 lx;进行 6.7 试验的光照强度不小于 2000 lx。
除由于试验设备造成的影响,在试验区域内无明显的阴影区域。试验不在朝向或背离阳光直射的方向上进行。

6.5 静止车辆目标的碰撞预警和紧急制动试验

如图1所示,试验车辆应在试验开始之前至少2 s沿直线向静止车辆目标行驶,试验车辆与车辆目标中心线的偏差不应大于0.2 m。当试验车辆按照表4、表5或表6的速度行驶,且与车辆目标的TTC不小于4 s时,试验开始。当试验车辆与车辆目标发生碰撞或碰撞危险消失时试验结束。从试验开始至试验结束,除为保持试验车辆的移动轨迹及速度外,不对试验车辆进行任何调整。

表4 未配备液压制动的 M₂和未配备液压制动不大于 8 t 的 M₃/N₂类试验车辆速度设定——静止车辆目标试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	速度误差
10	+2 0
20	+2 -2
70 ^a	+2 -2
78 ^a	0 -2
^a 若最大设计车速小于该值,则应以最大车速测试。	

表5 配备液压制动的 M₂和配备液压制动不大于 8 t 的 M₃/N₂类试验车辆速度设定——静止车辆目标试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	速度误差
10	+2 0
20	+2 -2
35	+2 -2
43	+2 -2

表6 大于 8 t 的 M₃/N₂和 N₃类试验车辆速度设定——静止车辆目标试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	速度误差
10	+2 0
20	+2 -2
70 ^a	+2 -2
78 ^a	0 -2
^a 若最大设计车速小于该值,则应以最大车速测试。	

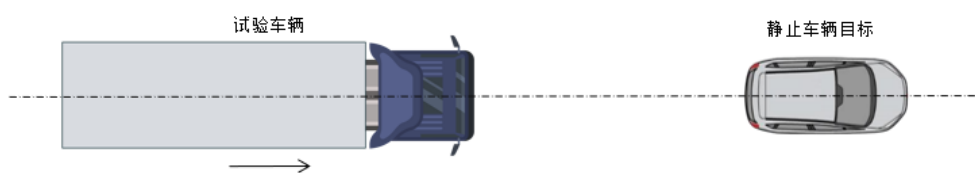


图1 静止车辆目标试验示意图

6.6 匀速车辆目标的碰撞预警和紧急制动试验

如图2所示，试验车辆应在试验开始之前至少2 s沿直线向匀速车辆目标行驶，试验车辆与车辆目标中心线的偏差不应大于0.2 m。当试验车辆按照表7、表8或表9的速度行驶，且与车辆目标的TTC不小于4 s时，试验开始。当试验车辆与车辆目标发生碰撞或碰撞危险消失时试验结束。从试验开始至试验结束，除为保持试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆进行任何调整。

表7 未配备液压制动的 M_2 和未配备液压制动不大于 8 t 的 M_3/N_2 类试验车辆速度设定——匀速车辆目标试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	试验车辆速度偏差	车辆目标速度	车辆目标速度偏差
30	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
40	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
90°	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
98°	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$

^a 若最大设计车速小于该值，则应以最大车速测试。

表8 配备液压制动的 M_2 和配备液压制动不大于 8 t 的 M_3/N_2 类试验车辆速度设定——匀速车辆目标试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	试验车辆速度偏差	车辆目标车速	车辆目标速度偏差
30	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
40	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
55	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
63	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$

表9 大于 8 t 的 M_3/N_2 和 N_3 类试验车辆速度设定——匀速车辆目标试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	试验车辆速度偏差	车辆目标车速	车辆目标速度偏差
30	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
60	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
90°	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$
98°	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$	20	$\begin{matrix} 0 \\ -2 \end{matrix}$

^a 若最大设计车速小于该值，则应以最大车速测试。

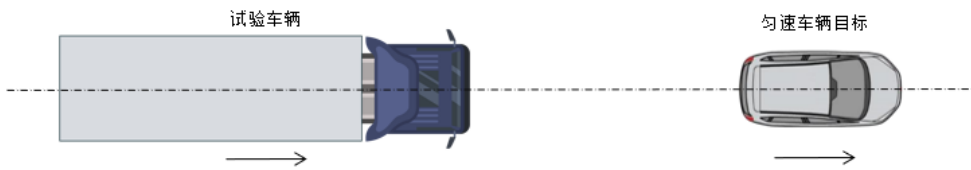


图2 匀速车辆目标试验示意图

6.7 儿童行人目标横穿的碰撞预警和紧急制动试验

如图3所示，试验车辆应在试验开始之前至少2 s沿直线向与儿童行人目标的预计碰撞点行驶，试验车辆中心线与预计碰撞点的偏差不大于0.2 m。当试验车辆在试验过程中全程保持规定车速且不制动，儿童行人目标移动轨迹与预计碰撞点的偏差不大于0.1 m。当试验车辆按照表10的速度行驶，且与碰撞点的TTC不小于4 s时，试验开始。此时，儿童行人目标已加速至 $5_{-0.4}^0$ km/h的速度垂直于试验车辆行驶方向的直线行走。当试验车辆与目标发生碰撞或碰撞危险消失时试验结束。从试验开始至试验结束，除为保持试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆进行任何调整。如图4所示，在试验车辆与儿童行人目标的虚拟框接触时，判定碰撞发生。

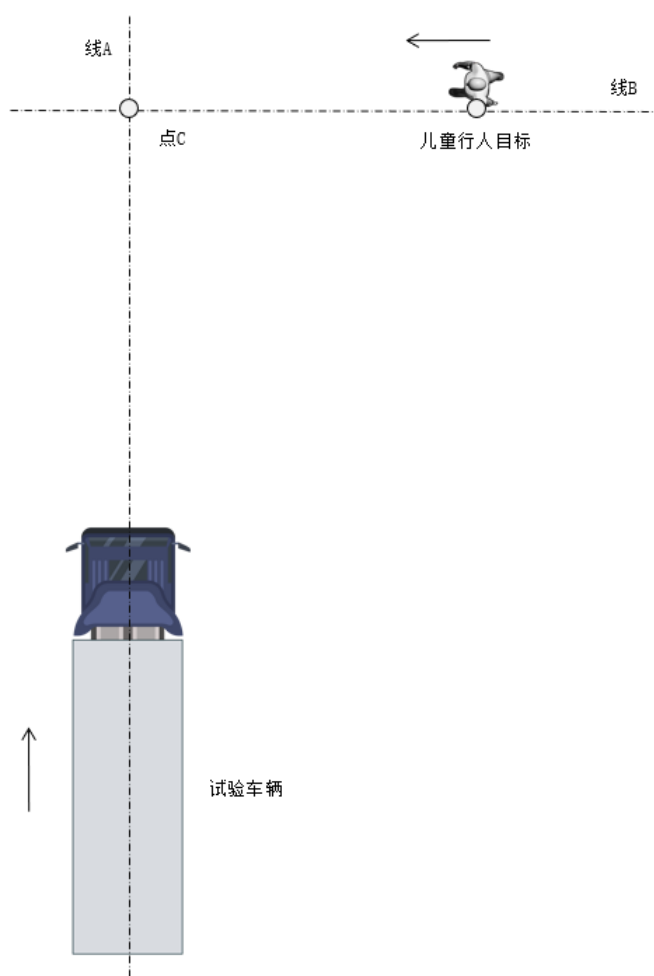
注1：本文的预计碰撞点是指系统未激活时，试验车辆移动轨迹与儿童行人目标移动轨迹的交点。

注2：碰撞速度的评定是基于儿童行人目标与试验车辆的碰撞点，同时结合未加装6.1.4允许的额外防护装置的车辆实际外形进行考量。

表10 试验车速设定——儿童行人目标横穿试验

单位为千米每小时

试验车辆速度	速度误差
20	± 2
28	± 2



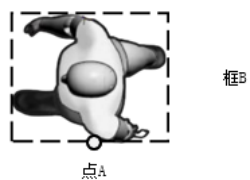
标引序号说明：

线A——试验车辆预计碰撞位置的移动轨迹；

线B——行人目标预计碰撞位置的移动轨迹；

点C——预计碰撞点。

图3 儿童行人目标横穿试验示意图



标引序号说明：

点A——儿童行人目标预计碰撞位置；

框B——儿童行人目标虚拟边框。

图4 儿童行人目标虚拟边框及预计碰撞位置示意图

6.8 误响应试验

6.8.1 车辆跟车过程中车辆目标右转误响应试验

如图5所示，车辆目标和试验车辆在直线道路上以 40_{-2}^0 km/h的速度行驶。车辆目标为通过路口右转，制动减速至 10_{-2}^0 km/h，试验车辆通过制动减速与车辆目标保持适当距离。当车辆目标开始右转时，试验车辆的速度不小于26 km/h，且与前方车辆目标的TTC不大于4.7 s。此后试验车辆减速至不小于20 km/h的速度行驶。当试验车辆行进方向延长线与车辆目标无交集时，试验车辆与车辆目标的TTC不大于2.5 s。当系统激活或试验车辆尾部完全越过车辆目标后试验结束。从试验开始至试验结束，除为调节试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆进行任何调整。

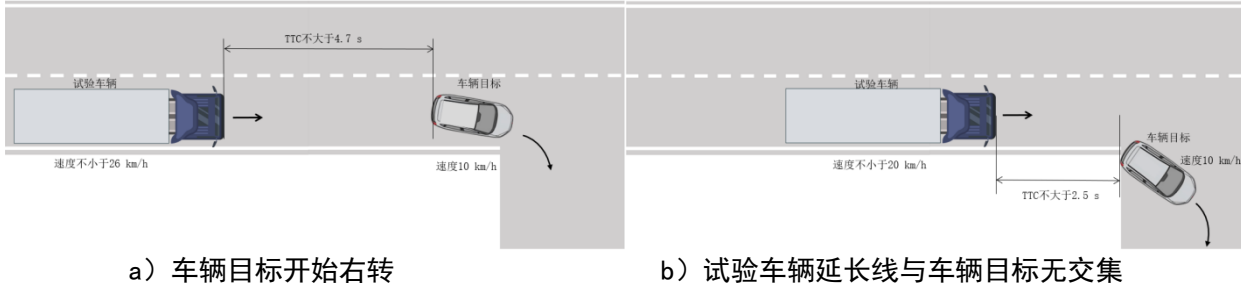


图5 车辆跟车过程中车辆目标右转误响应试验示意图

6.8.2 相邻车道静止车辆目标误响应试验

如图6所示，两辆静止的车辆目标按照如状态放置：

- a) 车辆目标车头方向与试验车辆行驶方向相同；
- b) 两辆车辆目标内侧相距 (4.5 ± 0.1) m（不包括外后视镜）；
- c) 两辆车辆目标的尾部对齐。

试验车辆从距离两辆车辆目标至少60 m，沿两辆车辆目标距离的中垂线以 $50_{-2}^{\pm 2}$ km/h的速度驶向两辆静止的车辆目标。行驶路径与预定行驶路径的横向偏差不大于0.2 m。当系统激活或试验车辆尾部完全越过车辆目标后试验结束。从试验开始至试验结束，除为保持试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆的任何调整。

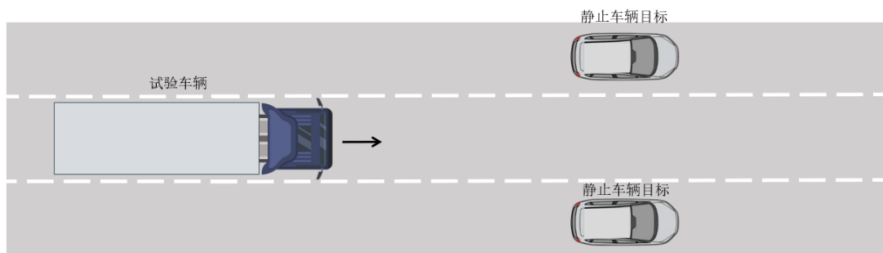


图6 相邻车道静止车辆目标误响应试验示意图

6.8.3 车辆交叉路口左转通过对向车道驻停的车辆目标误响应试验

如图7所示，试验车辆以 30_{-2}^0 km/h的速度向交叉路口行驶，并在试验车辆开始左转向的点处制动减速至不小于16 km/h，与对向准备左转的驻停车辆目标的TTC不大于2.8 s。当试验车辆在交叉口左转，速度降低至不小于10 km/h，然后以匀速行驶。当试验车辆行进方向延长线与车辆目标无交集时，试验车辆与车辆目标的TTC不大于1.7 s。当系统激活或试验车辆尾部完全越过车辆目标后试验结束。从试验开始至试验结束，除为调节试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆进行任何调整。

注：本场景仅适用于 M_2 、小于8 t的 M_3 和小于8 t的 N_2 车辆。

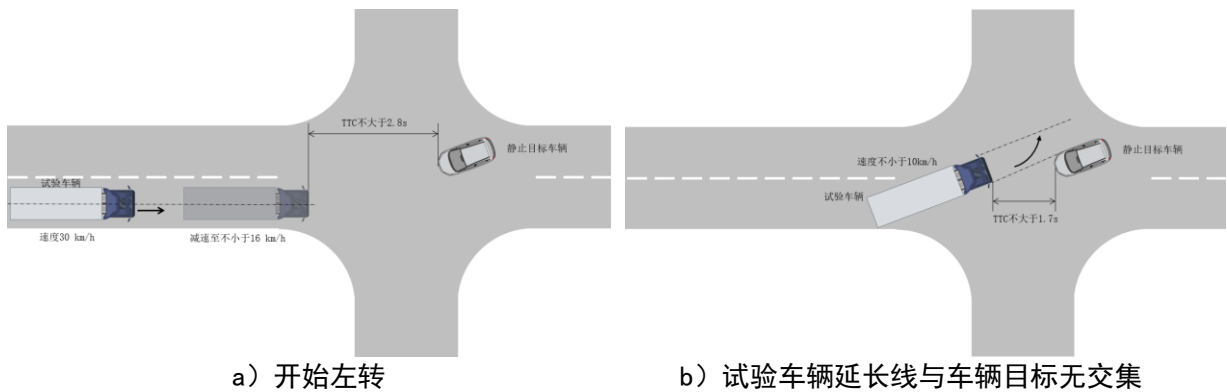


图7 车辆交叉路口左转通过对向车道驻停的车辆目标误响应试验示意图

6.8.4 车辆通过带有护栏和有静止目标存在的弯道误响应试验

如图8所示，试验车辆在直线道路上以 30_{-2}^0 km/h的速度向道路外侧半径不大于25 m的弯道行驶，并在试验车辆进入弯道点处制动减速至不小于22 km/h。当试验车辆开始在弯道转向时，到静止的车辆目标或成年行人目标的TTC不大于1.6 s。在弯道中，试验车辆在道路中心线外侧的车道上行驶。之后，试验车辆继续以不小于21 km/h的速度在弯道上转向。当试验车辆行进方向延长线与车辆目标无交集，或试验车辆与静止成年行人目标中心的偏移率为-100%时，试验车辆与车辆目标或成年行人目标的TTC不大于1.1 s。当系统激活或试验车辆尾部完全越过车辆目标或成年行人目标后试验结束。从试验开始至试验结束，除为调节试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆进行任何调整。

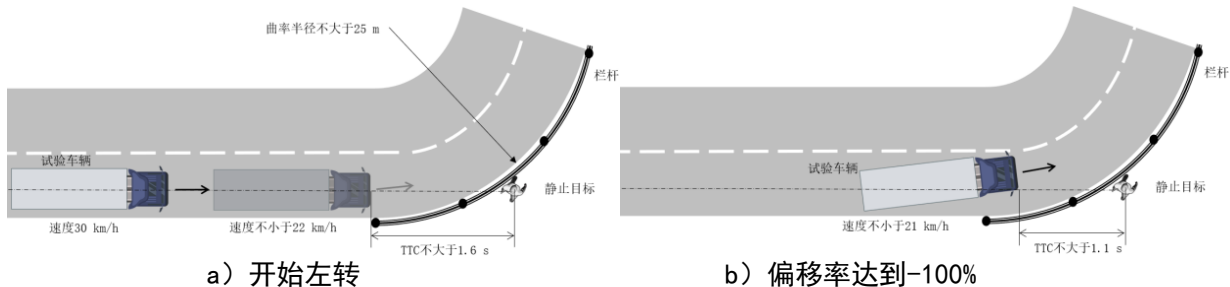


图8 车辆通过带有护栏和有静止目标存在的弯道误响应试验示意图

试验车辆与静止障碍物的偏移率按公式（2）计算：

$$R_{offset} = \frac{L_{offset}}{(0.5 \times W_{vehicle})} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

R_{offset} ——偏移率，单位为百分比（%）；

L_{offset} ——试验车辆中心与静止障碍物中心的偏移距离，朝向驾驶员座位一侧的偏移方向定义为正值，单位为米（m）；

$W_{vehicle}$ ——试验车辆宽度，单位为米（m）。

6.8.5 车辆通过道路施工导致的车辆变道误响应试验

如图9所示，试验车辆在直道上以 40_{-2}^0 km/h的速度行驶，并在行驶至线形诱导标前改变车道。该过程中无其他车辆接近试验车辆。当试验车辆开始在弯道上转向时，到线形诱导标的TTC不大于4.2 s。在变道期间，试验车辆的速度保持不变。当试验车辆与线形诱导标中心的偏移率达到-100%时，试验车辆

与该线形诱导标的TTC不大于3.3 s。当系统激活或试验车辆尾部完全越过线形诱导标后试验结束。从试验开始至试验结束，除为调节试验车辆的移动轨迹及速度外，不对试验车辆进行任何调整。

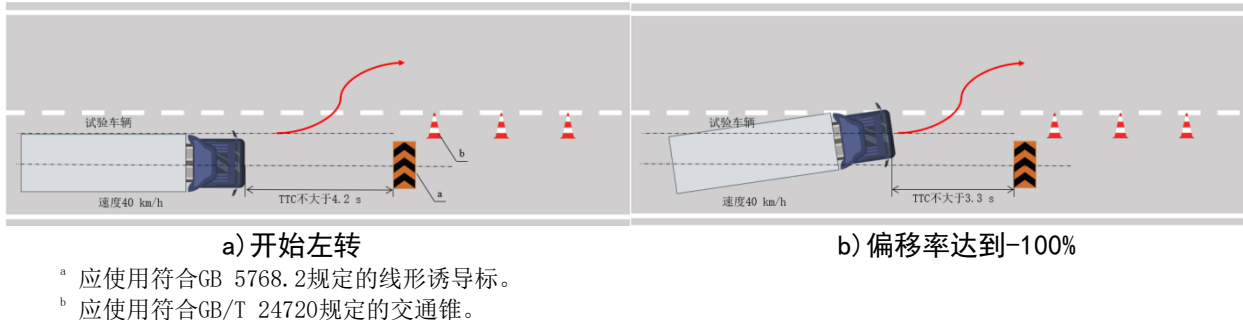


图9 车辆通过道路施工导致的车辆变道误响应试验示意图

6.9 故障检测试验

6.9.1 模拟系统单一电气故障(例如断开系统任意部件的电源,或断开系统任意部件之间的电气连接)。模拟系统故障时,不应断开 4.3.2.4 规定的故障警告信号电气连接及 4.3.1.1 规定的主动关闭装置的电气连接。

6.9.2 启动并逐渐加速试验车辆,当车速大于 10 km/h 后,4.3.2.4 规定的故障警告信号应在 10s 内激活并持续保持;停车后,在车辆静止状态下将点火(启动)开关切换为“OFF”状态,然后再重新切换为“ON”状态,只要模拟故障持续存在,该故障警告信号应立即重新激活。

6.10 关闭功能试验

若系统具备驾驶员主动关闭装置,将点火(启动)开关切换至“ON”(“RUN”)状态并执行主动关闭操作,此时4.3.1.4规定的系统关闭警告信号应被激活。将点火(启动)开关切换至“OFF”状态。再次将点火(启动)开关切换至“ON”(“RUN”)状态,系统关闭警告信号不应被激活。若车辆采用钥匙式点火系统,则在不拔出钥匙的前提下,需符合上述全部要求。

7 说明书

车辆的产品使用说明书中至少应包含:

- 系统功能描述,至少包括系统能力说明、运行速度区间、可识别目标类型等系统必要的待机及激活条件信息;
- 系统开启、关闭和驾驶员干预系统的方式;
- 系统警告信号及提示信号说明;
- 系统能力不足或使用限制说明。

8 同一型式判定

8.1 系统的视同条件

在进行除4.5、4.6、附录A、附录B以外的相关试验时,若相关系统符合下述全部规定,则视为同一型式。

- 直接影响 AEB 系统的配置变化,包括:

- 系统型号、生产企业、软件版本号相同，但在不影响系统性能的前提下允许软件版本号不同；
- 构成系统的传感器（例如毫米波雷达、激光雷达、摄像头等）的类别、数量、型号、生产企业、布置相同；
- 构成系统的控制器（例如电子控制单元等）的数量、型号、生产企业相同；
- 系统的最高设计车速相同或减少，或最高设计车速增加但不影响试验车速的确定。

——与 AEB 系统相关的车辆参数，包括：

- 整车生产企业相同；
- 轴数和布置相同；
- 轴距相同或增加；
- 轮距相同或增加；
- 最大允许总质量相同或减少；
- 整备质量状态下，前轴荷/后轴荷之比相同或减少；
- 传动系总速比相同或增加。

——构成 AEB 系统的制动系统配置变化，包括：

- 行车制动系统型式相同；
- 行车制动系统助力方式相同。

——构成 AEB 系统的制动电子控制系统（电子制动力分配系统、防抱制动系统、电子制动助力系统、电力传输制动系统等与行车制动相关的制动控制系统）型号相同。

8.2 与系统功能安全相关的视同条件

在进行4.5、附录A、附录B规定的功能安全相关文档检验和试验时，若相关系统符合下述规定，则视为同一型式：

- 系统型号、生产企业及软件版本号相同，但在不影响功能安全的前提下允许软件版本号不同；
- 系统功能安全描述相同，描述内容要求应符合附录 C 的要求。

9 标准的实施

9.1 对于新申请型式批准的车型，自本文件实施之日起开始执行；

9.2 对于已获得型式批准的车型，自本文件实施之日起第 13 个月开始执行。

附录 A
(规范性)
功能安全要求

A.1 总体要求

车辆安全相关电子电气系统发生功能异常时，将会导致潜在的危害事件。GB/T 34590阐明了车辆安全相关电子电气系统在安全生命周期内应符合的功能安全要求，以避免或降低因系统发生故障所导致的风险。

本附录规定了系统在功能安全方面的文档及验证确认的要求，系统的功能安全要求应符合 GB/T 34590的适用要求。

本附录不针对系统的标称性能，而是规定设计过程中应遵循的方法和验证确认时应具备的信息。检验检测机构应按照本附录的要求，针对车辆制造商提交及备查的系统功能安全相关文档，进行文档确认和验证确认试验，以证明系统在非故障和故障状态下实现了功能概念和功能安全概念，并符合本文件规定的、所有适用的性能要求。

A.2 文档要求

A.2.1 总体要求

车辆制造商应具有相应的文档以说明系统的功能概念、为实现安全目标而制定的功能安全概念、安全措施、开发过程和方法，以证明系统符合以下要求：

- 通过设计保证系统在非故障和故障状态下实现了功能概念和功能安全概念；
- 符合本文件规定的非故障和故障状态下的性能要求；
- 开发过程和方法是适用的。

文档共包括以下两个部分。

a) 提交的文档。

车辆制造商应将以下文档提交至检验检测机构，车辆制造商应对所提交的文档与产品实际开发的一致性、可追溯性做出自我声明。具体包括：

- 1) 系统描述（见 A.2.2）；
- 2) 危害分析和风险评估总结（见 A.2.3.1）；
- 3) 安全措施说明（见 A.2.4）；
- 4) 整车层面的安全分析总结（见 A.2.5.2）；
- 5) 系统层面的安全分析总结（见 A.2.5.4）；
- 6) 针对误响应的安全分析总结（见 A.2.5.6）；
- 7) 系统层面的验证计划和结果总结（见 A.2.6.2.1）；
- 8) 整车层面的验证确认计划和结果总结（见 A.2.6.3.1）。

b) 备查的文档。

车辆制造商应具有下列相关文档，以供开展检验检测时公开备查。车辆制造商应对所保管文档的一致性、可追溯性及所采取的安全策略不会对车辆安全运行产生影响做出自我声明。具体包括：

- 1) 详细危害分析和风险评估（见 A.2.3.2）；
- 2) 详细整车层面的安全分析（见 A.2.5.3）；
- 3) 详细系统层面的安全分析（见 A.2.5.5）；

- 4) 详细系统层面的验证计划和结果（见 A. 2. 6. 2. 2）；
- 5) 详细整车层面的验证确认计划和结果（见 A. 2. 6. 3. 2）；
- 6) 其他支撑性材料或数据（若有）。

A. 2. 2 系统描述

A. 2. 2. 1 一般要求

车辆制造商应提交系统描述，至少包括A. 2. 2. 2~A. 2. 2. 7规定的内容。

A. 2. 2. 2 基本信息

描述系统的基本信息，至少应包括系统型号、生产企业、软件版本号等。

A. 2. 2. 3 功能描述

描述系统的功能概念，包括目的和功能描述清单。

A. 2. 2. 4 系统的范围、边界、接口

描述系统的范围、边界、接口、内部包含的子系统和要素，并识别与其存在交互关系的外部系统或要素，以系统架构框图展示。

A. 2. 2. 5 系统运行条件和约束限制

描述系统的运行条件和约束限制，针对相应的系统功能，说明有效工作范围的界限。

A. 2. 2. 6 系统在整车上的布置及外观

以示意图展示系统在整车上的布置及外观。

A. 2. 2. 7 系统布局及原理图

A. 2. 2. 7. 1 系统组件清单

提供应包含系统的所有单元的组件清单，同时列明为实现相关控制功能所需的车辆其他系统。应基于这些单元提供系统布局及原理图，能够清晰地展示组件分布和相互连接。

A. 2. 2. 7. 2 单元功能

概述系统各单元的功能，并展示该单元与其他单元或车辆其他系统间的信号连接。可使用带标记的框图或其他示意图，也可借助图表说明。

A. 2. 2. 7. 3 相互连接

用电路图、管路图和布置简图分别说明电子传输链、气压或液压传输链和机械连接装置在系统内部的相互连接。

A. 2. 2. 7. 4 信号流、运行数据和优先顺序

单元间的传输链与信号、运行数据应有明确的对应关系。

若优先顺序影响本文件所述功能、性能或安全，则应确定多元数据通道内的信号、运行数据的优先顺序。

A. 2. 2. 7. 5 单元的识别

应能清晰明确地识别每个单元并提供相应的说明。

内部集成了多个功能的单个单元或单个处理器，在框图里多次出现时，为清晰和便于解释，应仅用一个识别标志。应利用识别标志确认所提供的装置与相应的文档一致。

识别标志应明确硬件，以及软件版本号，若版本变化引起本文件所述功能的改变，则应对识别标志做相应的改变。

A. 2. 3 危害分析和风险评估

A. 2. 3. 1 危害分析和风险评估总结

车辆制造商应提交危害分析和风险评估总结，描述系统的功能异常表现、整车层面危害、汽车安全完整性等级（ASIL）、安全目标。检验检测机构根据危害分析和风险评估总结，确认危害分析和风险评估的结果至少涵盖表A.1中的整车危害及对应的安全目标。

表A. 1 系统相关危害的安全要求

序号	整车危害	ASIL 等级 ^a	安全目标	安全度量 ^b	系统功能
1	非预期的减速	B 或 C ^c	避免系统非预期激活、产生过大制动力导致车辆非预期的减速，并符合非预期减速的安全度量	——非预期的减速导致的最大纵向减速度不超过安全阈值； ——非预期的减速导致的速度变化值不超过安全阈值。	紧急制动
2	非预期的减速能力下降	QM	避免系统非预期功能丢失、产生过小制动力导致车辆非预期的减速能力下降	无	
3	非预期的侧向运动	C 或 D ^d	避免系统非预期的功能激活、产生过大的制动力或制动力不均衡而导致车辆失稳，并符合非预期侧向运动的安全度量	——非预期的侧向运动导致的侧向加速度变化值或最大值不超过安全阈值； ——非预期的侧向运动导致的侧向位移不超过安全阈值； ——非预期的侧向运动导致的横摆角速度变化值不超过安全阈值	
4	无法响应驾驶员干预	QM	避免驾驶员无法干预中断紧急制动	无	
5	人机提醒不足或丢失	QM	避免系统功能的异常导致人机提醒不足或丢失	无	碰撞预警
^a 车辆制造商应根据危害分析和风险评估的结果定义 ASIL 等级，若车辆制造商定义更高的 ASIL 等级，则视为符合要求；若有外部措施，可对表格中规定的 ASIL 等级进行降低，但应在文档中提供相应说明。 ^b 车辆制造商应针对相关整车危害定义安全度量，具体参数至少包括表格中的一个或者多个，安全阈值数值可基于不同车型和系统方案，结合实车测试结果进行定义。 ^c 本条安全目标的 ASIL 等级与车辆的减速能力等因素相关。 ^d 本条安全目标的 ASIL 等级与车辆的横向稳定性等因素相关。					

A. 2. 3. 2 详细危害分析和风险评估

车辆制造商应具有详细危害分析和风险评估以备查,并提供该文档相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

A.2.4 安全措施说明

车辆制造商应提交安全措施说明,描述系统可能发生的功能异常表现、导致的整车危害、对应采取的安全措施。确保为实现安全目标而选择的安全措施不会在故障条件、非故障条件下影响车辆的安全运行。

系统安全相关功能发生失效时,应通过警告信号或提示信息等方式警告驾驶员。

在系统发生故障时,为符合安全目标而在设计时可采取的安全措施(含外部措施)如下所列。

- 利用部分系统维持工作。如在特定条件下发生失效时选择维持部分性能的运行模式,应说明该条件并界定其效果。
- 切换到独立的备用系统。如选择备用系统方式来实现安全目标,应对切换机制的原理、冗余的逻辑和层级、备用系统检查特征进行说明并界定备用系统的效果。
- 通过关闭功能而进入安全状态。如选择关闭上层功能,应禁止与该功能有关的所有相应的输出控制信号,以此来限制干扰的传播。
- 通过警告驾驶员,将风险暴露时间降低到一个可接受的时间区间内。

注:针对定义为QM的安全目标,如无报警策略及其他安全措施,给予额外的说明。

A.2.5 安全分析

A.2.5.1 总体要求

车辆制造商应提交整车层面和系统层面的安全分析总结,说明对影响表A.1中安全目标的危害和故障进行了有效识别和处理。安全分析应包括但不限于下列层面:

- a) 整车层面的安全分析,可采用危害分析和风险评估、失效模式与影响分析(FMEA)、故障树分析(FTA)或适合整车安全分析的其他类似方法;
- b) 系统层面的安全分析,可采用失效模式与影响分析(FMEA)、故障树分析(FTA)或适合系统安全分析的其他类似方法。

在A.2.5.2、A.2.5.4规定的整车及系统层面的安全分析总结中,应列出系统所监测的参数,针对安全分析中的每一种故障情况,列出给予驾驶员、维修人员、检验检测机构人员的警告信号。

在A.2.5.2、A.2.5.4规定的整车及系统层面的安全分析总结中,应描述对应的措施,确保系统在性能受环境条件(例如气候、温度、灰尘进入、进水、冰封等)影响时,不会妨碍车辆的安全运行。

注:针对定义为QM的安全目标,如未开展整车层面和系统层面的安全分析,给予额外的说明。

A.2.5.2 整车层面的安全分析总结

车辆制造商应提交整车层面的安全分析总结,至少包括:

- a) 系统与车辆其他系统的交互(含故障条件下)可能导致的潜在安全风险及对应的安全措施;
- b) 系统功能异常表现引起的整车安全风险及对应的安全措施。

A.2.5.3 详细整车层面的安全分析

车辆制造商应具有详细整车层面的安全分析以备查,并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

A.2.5.4 系统层面的安全分析总结

车辆制造商应提交系统层面的安全分析总结，至少包括：

- a) 系统架构层级要素；
- b) 要素的功能描述；
- c) 要素的潜在安全相关失效模式；
- d) 失效影响（系统层面、整车层面）；
- e) 安全机制的说明。

A. 2. 5. 5 详细系统层面的安全分析

车辆制造商应具有详细系统层面的安全分析以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

A. 2. 5. 6 针对误响应的安全分析总结

车辆制造商应提交针对系统误响应的安全分析总结，且至少包括：

- a) 潜在引发误响应的原因及影响分析总结；
- b) 系统误响应的安全指标，例如：超过一定幅度的误响应发生的平均里程间隔；
- c) 针对误响应的验证和确认策略及结果，以证明系统符合误响应的安全指标；
- d) 运行阶段监控系统误响应风险是否合理及管控不合理风险的措施（若有）。

注：误响应指系统在故障状态或非故障状态下，非预期激活自动紧急制动系统的错误响应。

A. 2. 6 整车及系统层面的验证确认计划和结果

A. 2. 6. 1 总体要求

车辆制造商应提交整车层面和系统层面的验证确认计划和结果，说明对影响表A. 1中安全目标的所有危害和故障，进行了验证和确认。验证确认应基于硬件在环（HIL）测试、实车测试或其他适当的方法。

车辆制造商应针对声明的系统的典型速度区间[对于车辆目标的响应，包括10km/h至最高设计车速区间、其他车速区间（如有）；对于行人目标的响应，包括20km/h至60km/h、其他车速区间（如有）]及场景，开展整车及系统层面的验证和确认。

注：系统层面的范围，包括实现系统功能的传感器、系统控制器、执行器相关接口及处理部分。

A. 2. 6. 2 系统层面的验证计划和结果

A. 2. 6. 2. 1 系统层面的验证计划和结果总结

车辆制造商应提交系统层面的验证计划和结果总结，说明对所有影响系统功能安全概念的系统内部故障、外部接口故障及安全措施的有效性进行了验证。至少包括：

- a) 验证对象，例如车辆型号、系统名称、硬件、软件版本号等；
- b) 验证目的，例如验证功能安全概念是否得到充分实现；
- c) 验证方法及步骤概述（若通过测试开展确认，还需说明测试设备、测试环境）；
- d) 接受准则；
- e) 验证结果概述。

A. 2. 6. 2. 2 详细系统层面的验证计划和结果

车辆制造商应具有详细系统层面的验证计划和结果以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

A. 2. 6. 3 整车层面的验证确认计划和结果

A. 2. 6. 3. 1 整车层面的验证确认计划和结果总结

车辆制造商应提交整车层面的验证确认计划和结果总结，说明对所有影响表A. 1中安全目标及功能安全概念的跨系统/组件集成结果、跨系统/组件接口故障及安全措施的有效性进行了验证，对安全目标的充分性及达成效果进行了确认，至少包括：

- a) 验证和确认对象，例如车辆型号、系统名称、硬件、软件版本号等；
- b) 验证和确认目的，例如验证系统与整车其他相关系统的安全交互要求，确认安全目标正确、完整且得到充分实现；
- c) 验证和确认方法及步骤概述（若通过测试开展确认，还需说明测试设备、测试环境）；
- d) 接受准则，包括安全度量、其他接受准则（若有）；
- e) 验证和确认结果概述。

A. 2. 6. 3. 2 详细整车层面的验证确认计划和结果

车辆制造商应具有详细整车层面的验证确认和计划及结果以备查，并提供相关的企业名称、文件名、版本、状态、日期、储存位置等基本信息。

A. 3 验证和确认

A. 3. 1 总则

应按照A. 2中相关文档的描述，进行下列试验，对系统的功能概念和功能安全概念进行验证和确认。

A. 3. 2 功能概念的验证和确认

按照A. 2. 2中的功能概念，执行系统非故障状态下的功能试验，确认系统正常运行。

A. 3. 3 功能安全概念的验证和确认

应通过向电子电气组件或机械组件施加相应的输入，来模拟电子电气组件内部故障对整车运动行为的影响，以确认单个组件失效时的反应。

应针对A. 2. 5中的故障状态下的可控性、人机交互（HMI）进行验证和确认。

基于A. 2. 5中安全分析识别出的典型故障、A. 2. 6中整车及系统层面的验证确认计划和结果，开展验证确认试验。故障应在系统激活前或激活状态下进行注入，模拟实际系统激活前或激活状态下出现故障的情况。车辆制造商应配合检验检测机构开展故障模拟测试，以验证可能导致整车危害的相关故障已被安全措施有效地覆盖，并验证确认系统及整车实现了功能安全要求和功能安全目标。应按照表A. 2的要求开展验证和确认试验。

表A. 2 系统验证和确认测试要求

序号	涉及功能	故障类型 ^{a, b}	整车危害	试验工况 ^{b, c, d}	接受准则
1		——供电类故障，包括：系统[电子控制单元（ECU）、摄像头、毫米波雷达、激光雷达等]工作电压过低、过高、开路、短路； ——摄像头故障，包括：摄像头遮挡、摄像头信号丢失； ——毫米波雷达故障，包括：毫米波雷达遮挡、毫米波雷达信号丢失； ——激光雷达故障，包括：激光雷达遮挡、激光雷达信号丢失； ——通信接口类故障，包括：系统内部通信接口故障、系统与其他系统通信接口故障导致系统发出非预期制动指令、过大的制动指令，产生非预期减速	非预期的减速、非预期的侧向运动（若适用）	试验车辆载荷应为行车质量，试验条件应符合 6.4 的要求。如图 1 所示，试验车辆应在试验开始之前至少 2s 沿直线向静止车辆目标行驶，试验车辆与车辆目标中心线的偏差应不大于 0.2 m。当试验车辆速度为 40 [±] km/h，且与车辆目标的 TTC 不小于 4 s 时，试验开始，在系统功能激活前或激活状态下注入故障 ^e ，当试验车辆与车辆目标发生碰撞或碰撞危险消失时试验结束	1) 符合A.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则； 2) 最大纵向减速度或速度变化值不超过安全阈值； 3) 非预期的侧向运动导致的侧向加速度变化值、侧向位移、横摆角速度变化值不超过安全阈值（若适用）。
2	紧急制动	——供电类故障，包括：系统（ECU、摄像头、毫米波雷达、激光雷达等）工作电压过低、过高、开路、短路； ——摄像头故障，包括：摄像头遮挡、摄像头信号丢失； ——毫米波雷达故障，包括：毫米波雷达遮挡、毫米波雷达信号丢失； ——激光雷达故障，包括：激光雷达遮挡、激光雷达信号丢失； ——通信接口类故障，包括：系统内部通信接口故障、系统与其他系统通信接口故障导致系统未发出制动指令，产生非预期功能丢失或非预期减速能力下降	非预期的减速能力下降		1) 符合A.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则； 2) 及时且准确的发出警告信号
3		通信接口类故障，包括：系统内部通信接口故障、系统与其他系统通信接口故障导致无法响应驾驶员干预	无法响应驾驶员干预紧急制动		1) 符合A.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则； 2) 及时且准确的发出警告信号并进入车辆制造商定义的状态（例如：关闭功能）
4	碰撞预警	通信接口类故障，包括：系统内部通信接口故障、系统与其他系统通信接口故障导致无法发出碰撞预警	人机提醒不足或丢失		1) 符合A.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则； 2) 及时且准确的发出警告信号并进入车辆制造商定义的状态（例如：关闭功能）

序号	涉及功能	故障类型 ^{a, b}	整车危害	试验工况 ^{b, c, d}	接受准则
<p>^a 检验检测机构应通过 A.2.5 要求的安全分析相关文档，确认上述故障类型是否存在，且影响表 A.1 中安全目标的实现。</p> <p>^b 对于确认后的故障类型，均应开展验证确认试验（危害分析和风险评估结果为 QM 的相关故障类型除外），验证确认试验应至少包括表 A.2 中规定的试验工况，具体注入故障方式由车辆制造商和检验检测机构协商确定。对于传感器集成等特殊原因无法在实车层面模拟的故障类型，以及无法通过软件对量产车型实现的故障类型，检验检测机构应通过“详细系统层面的验证计划及结果”、“详细整车层面的验证确认计划及结果”等相关技术文件的方式进行确认，并在试验报告中记录。</p> <p>^c 试验车速、车辆质量状态、路面附着系数可根据 A.2.6.3 验证和确认计划中的相关试验工况进行调整。</p> <p>^d 以上试验可根据系统的配置，进行合理调整（例如针对同一类型传感器的故障在同一工况下的替代性试验）。</p> <p>^e 注入故障后准许进行转向修正，但转向盘在最初 2s 内因转向修正产生的转角变化不应大于 120°。</p>					

A.3.4 验证和确认的结论

验证和确认的结果应与 A.2.6 一致，并说明功能安全概念及其实施效果的充分性和有效性。试验报告应描述整车及系统层面开展的验证和确认情况，包括验证和确认的对象、目的、内容及结果。

附录 B
(规范性)
系统功能安全描述要求

B.1 总体要求

车辆制造商应提交系统功能安全描述，并应至少包括B.2规定的所有内容，其描述内容应与产品实际开发一致。

B.2 内容要求

B.2.1 系统描述

B.2.1.1 一般要求

系统描述应至少包括B.2.1.2~B.2.1.6的内容。

B.2.1.2 系统的功能描述

提供并列系统的功能，并给出描述。

B.2.1.3 系统的范围、边界、接口

提供并描述系统的范围、边界、接口、内部包含的子系统或要素，并识别与其存在交互关系的外部系统或要素，以系统架构框图展示。

B.2.1.4 系统运行条件和约束限制

提供并描述系统的运行条件、约束限制、有效工作范围。

B.2.1.5 系统在整车上的布置及外观

提供并以示意图展示系统在整车上的布置及系统外观。

B.2.1.6 系统布局及原理图

B.2.1.6.1 系统组件清单

提供并列出系统的所有单元，以及为实现相关控制功能所需的车辆其他系统。例如感知传感器、控制单元、电源模块等。提供并列出上述所有组件单元的功能、识别标志，包括硬件、软件版本号。

B.2.1.6.2 相互连接

基于上述所有组件，提供系统架构框图、电路图、管路图、布置简图等，对系统内、外的机械连接、电气连接、信号连接及交互进行标识。

B.2.1.6.3 信号流、运行数据和优先顺序

提供并描述单元间的传输链与信号、运行数据的对应关系，若优先顺序影响功能、性能或安全，则应确定多元数据通道内的信号的优先顺序。

B.2.2 危害分析和风险评估总结

说明系统的功能异常表现、导致的整车危害、对应的ASIL等级及安全目标。

B.2.3 安全措施说明

说明系统发生的功能异常表现导致的整车危害，对应采取的安全措施。

B.2.4 其他要求

对于以下情况可视为具有相同的功能安全描述，车辆制造商应提供变更内容说明及相应声明，确认以下变更不影响系统功能安全：

- a) 系统在整车上的布置及外观的变更；
- b) 系统组件清单的变更，允许采用不同识别标志的单元（控制单元除外）；
- c) 信号流和优先顺序的变更。

参 考 文 献

- [1] GB 4094—20XX 汽车操纵件、指示器及信号装置的标志
-