



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX
代替 GB/T 38185-2019

重型汽车电子稳定性控制系统性能要求及 试验方法

Performance requirements and testing methods for electronic stability
control system(ESC) for heavy-duty vehicles

(征求意见稿)

完成时间：2025 年 9 月 8 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 实施

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 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 1

5 性能要求 2

6 试验条件 4

7 试验方法 6

8 车型型式的变更和拓展 7

9 标准的实施 8

附录 A（规范性）重型汽车电子稳定性控制系统功能安全要求 9

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 38185—2019《商用车辆电子稳定性控制系统性能要求及试验方法》，与GB/T 38185—2019相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- a) 更改了标准的适用范围（见第1章，2019年版的第1章）；
- b) 更改了J转向试验中侧翻稳定性控制的性能要求（见5.1.2, 2019年版的5.1.2）；
- c) 增加了重型汽车电子稳定性控制系统的功能安全要求（见5.5）；
- d) 删除了附加试验要求（见2019年版的7.10）；
- e) 增加了车型型式的变更和拓展要求（见第8章）；
- f) 增加了标准的实施要求（见第9章）；
- g) 删除了附加试验的要求（见2019年版的附录A）；
- h) 增加了规范性附录功能安全要求（见附录A）。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件所代替文件的历次版本发布情况为：

——2019年首次发布为GB/T 38185—2019，本次为第一次修订。

重型汽车电子稳定性控制系统性能要求及试验方法

1 范围

本文件规定了重型汽车电子稳定性控制系统的一般要求、性能要求，并描述了试验方法。

本文件适用于GB/T 15089规定的M₂及M₃、N₂、N₃类车辆的电子稳定性控制系统。

本文件不适用于最大设计总质量超过25,000kg的N₃类车辆，也不适用于GB/T 17350所定义的专项作业车。

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 12428 客车装载质量计算方法

GB/T 12549 汽车操纵稳定性术语及其定义

GB 12676—2014 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法

GB/T 13594—2025 机动车和挂车防抱制动性能和试验方法

GB/T 15089—2001 机动车辆及挂车分类

GB/T 17350 专用汽车和专用挂车分类、名称及型号编制方法

GB/T 26987—2011 道路车辆 路面摩擦系数测定

GB/T 34590（所有部分） 道路车辆 功能安全

GB XXXXX 轻型汽车电子稳定性控制系统性能要求及试验方法

3 术语和定义

GB/T 12549和GB XXXXX界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

ESC 制动 ESC braking

ESC发出指令对任何车轮施加制动，制动压力持续至少0.5 s且压力至少达到34 kPa（气压制动系统）或172 kPa（液压制动系统）。

4 一般要求

ESC应具有以下功能：

- 能够按照某种控制逻辑来对所有车轮¹⁾单独施加制动力矩；
- 除以下情形外，在加速、滑行以及减速(包括制动)等整个行驶的各个阶段都能正常工作：
 - 驾驶员关闭ESC；
 - 车速低于20 km/h；
 - 系统自检已经完成并且车辆处于7.8.2规定的驱动状态下不大于2 min；

1) 同组内间接控制车轮与直接控制车轮视为同一车轮。

- 4) 车辆处于倒车状态。
- c) 即使在防抱制动系统 (ABS) 或驱动防滑 (ASR) 作用期间也不应影响 ESC 的正常工作。

5 性能要求

5.1 J 转向试验

5.1.1 按 7.7.2 试验, 在每个系列连续 4 次测试中至少 2 次满足如下要求:

- a) 在被试车辆进入试验起点 1.5 s 后到通过试验结束点期间, ESC 系统应使发动机/驱动电机输出扭矩比驾驶员请求扭矩降低 10% 或以上, 且至少持续 0.5 s;
- b) 被试车辆的车轮在车辆从试验起点到通过试验结束点的过程中, 应始终保持在试验车道内。

5.1.2 按 7.7.3 试验, 在每个系列的 8 次测试中至少 6 次满足如下要求:

- a) 在通过试验起点 3 s 后, 被试车辆的速度不应超过 47 km/h; 对于 3.5 t~12 t 的车辆, 其速度不应超过 47 km/h 和最大的测试车速下降 10% 中的较大者;
- b) 在通过试验起点 4 s 后, 被试车辆的速度不应超过 45 km/h; 对于 3.5 t~12 t 的车辆, 其速度不应超过 45 km/h 和最大的测试车速下降 15% 中的较大者;
- c) 被试车辆的车轮在车辆从试验起点到通过试验结束点的过程中, 应始终保持在试验车道内;
- d) ESC 制动应激活。

5.2 ESC 故障监测

5.2.1 车辆应安装 ESC 信号装置, 并在系统发生任何影响到 ESC 控制、响应信号产生或传输的故障时向驾驶员报警。

5.2.2 ESC 故障信号装置应满足下列要求:

- a) 处于驾驶员前方视野范围内, 便于驾驶员在驾驶位置检查信号装置的状态是否正常;
- b) 在车辆行驶过程中观察时处于正立状态, 其方位如图 1 所示;
- c) 采用图 1 所示的表示 “ESC 故障信号” 标识符号之一或 “ESC” 字样进行指示;
- d) 采用黄色或琥珀色;
- e) 信号装置点亮后足够明亮、醒目, 使驾驶员在适应环境道路照明条件后、无论白天或者夜晚驾驶都能清晰观察;



图 1 “ESC 故障信号” 标识符号

- f) 除 5.2.2g) 的要求外, 如果有故障存在, ESC 故障信号装置就应点亮; 并且, 只要点火系统开关处于 “ON” (“RUN”) 位置, ESC 故障信号装置就应保持常亮, 直至故障消除;
- g) 除 5.2.3 规定的情况以外, 当点火锁止系统置于 “ON” (“RUN”) 位置但发动机/驱动电机未运行时或者当点火锁止系统处于 “ON” (“RUN”) 和 “Start” 之间、制造商指定的检查位置时, 应点亮 ESC 故障信号装置对其进行功能检查。
- h) 在按照 7.8.4 的规定消除故障后, 车辆点火系统再次启动时, ESC 信号装置应熄灭。
- i) 也可用于指示与 ESC 相关系统/功能的故障, 包括牵引力控制系统、挂车稳定性辅助系统、弯道制动控制系统、其它利用节气门和/或对各车轮扭矩进行独立控制并与 ESC 共用部件的类似功能。

5.2.3 当启动系统处于互锁状态时, ESC 故障信号装置不必启动。

5.2.4 5.2.2g) 的要求不适用于在共用区显示的信号装置。

5.2.5 制造商也可采用故障信号装置的闪烁模式提示 ESC 处于工作状态。

5.3 ESC 关闭控制装置和其它系统控制装置

5.3.1 制造商可设置 ESC 关闭控制装置。该装置在车辆前照灯启动时应点亮，且能够调整 ESC 的工作模式，使其不再满足 5.1.1 和 5.1.2 的性能要求。制造商也可通过其它系统辅助控制 ESC 的工作模式。只要系统能够满足 5.3.2~5.3.4 的要求，就允许安装任何使 ESC 不再满足 5.1.1 和 5.1.2 要求的控制装置。

5.3.2 无论驾驶员此前选择了哪种模式，在车辆点火系统重新启动时，车辆 ESC 都应恢复至满足第 4 章和第 5 章要求的制造商初始默认模式。但在下列条件下，车辆 ESC 不必在点火系统每次重新启动时恢复至满足 5.1.1 和 5.1.2 要求的模式：

- a) 对全轮驱动的车辆，驾驶员选择采用低速、越野行驶模式。该驱动模式能够同时锁止前轴和后轴的驱动机构，使发动机/驱动电机转速和车轮轮速之间的减速比至少增加 1.6；
- b) 对全轮驱动的车辆，驾驶员选择在雪地、沙地或灰尘堆积的路面以较高车速行驶的模式。该模式能够同时锁止前轴和后轴的驱动机构，且在第 6 章规定的试验条件下能够满足 5.1.1 和 5.1.2 规定的稳定性要求。但如果驾驶员在此前行驶中选择的驱动模式下，ESC 具有不止一个能够满足 5.1.1 和 5.1.2 要求的控制模式，则在点火系统重新启动后，ESC 应恢复至制造商为该驱动模式设定的初始默认模式。

5.3.3 如果 ESC 控制装置的作用只是将 ESC 设置为不再满足 5.1.1 和 5.1.2 要求的控制模式，应通过图 2 所示的标识符号或“ESC OFF”字样指示。



图 2 ESC 关闭控制装置标识符号

5.3.4 如果 ESC 控制装置可将 ESC 设置为不同的控制模式，且其中至少一种模式不再满足 5.1.1 和 5.1.2 的性能要求，应通过图 2 所示的标识符号指示并在靠近此控制模式的位置标注“OFF”字样。对 ESC 控制模式由一个多功能控制装置控制的车辆，当控制装置处于该模式时，应通过驾驶员信息显示系统用 5.3.3 规定的标识符号或“ESC OFF”字样清晰的显示控制装置处于该模式。

5.3.5 如果其它系统的控制装置也可将 ESC 置于不再满足 5.1.1 和 5.1.2 性能要求的模式，则不必采用 5.3.3 的方式对其进行指示。

5.4 ESC 关闭信号装置

5.4.1 如果制造商按照 5.3 安装了一个控制装置关闭或降低 ESC 的性能，则应满足 5.4.2~5.4.5 的信号装置要求，以便在 ESC 功能处于降低的状态时向驾驶员报警。该要求不适用于 5.3.2.b)所述的由驾驶员的选择模式。

5.4.2 如果车辆制造商设置了使 ESC 不满足 5.1.1 和 5.1.2 要求的控制模式，应设置一个报警装置，以便在 ESC 处于该控制模式时予以指示。

5.4.3 信号装置应满足下列要求：

- a) 处于驾驶员前方视野范围内，便于驾驶员在驾驶位置检查信号装置的状态是否正常；
- b) 在车辆行驶过程中观察时处于正立状态，其方位如图 2 所示；
- c) 采用 5.3.3 规定的 ESC 关闭标识符号或“ESC OFF”字样指示；也可通过在 5.3.3 或 5.3.5 所述的控制装置、点亮的故障信号装置或其附近标注“OFF”指示。
- d) 采用黄色或琥珀色；
- e) 信号装置点亮后足够明亮、醒目，使驾驶员在适应环境道路照明条件后、无论白天或者夜晚驾驶条件下都能清晰观察；
- f) 只要 ESC 处于不能满足 5.1.1 和 5.1.2 要求的模式，信号装置信号就应保持常亮；

- g) 除 5.4.4 和 5.4.6 规定的情形外，每当点火锁止系统置于“ON”（“RUN”）位置但发动机/驱动电机未运行或者当点火锁止系统处于“ON”（“RUN”）和“Start”之间、制造商指定的检查位置时，点亮 ESC 关闭信号装置对其进行功能检查；

- h) ESC 恢复至制造商初始默认模式时，信号装置应熄灭。

5.4.4 当启动系统处于互锁状态时，ESC 关闭信号装置不必启动。

5.4.5 5.4.3g) 的要求不适用于在共用区显示的信号装置。

5.4.6 制造商也可用“ESC 关闭”报警等指示除制造商初始默认模式以外的其它功能状态；尽管在此状态下，仍能满足 5.1.1 和 5.1.2 要求。

5.5 重型汽车电子稳定性控制系统的功能安全要求

重型汽车电子稳定性控制系统的功能安全要求应满足附录 A。

6 试验条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度为 0℃～45℃。

6.1.2 最大风速不大于 5 m/s。

6.2 试验路面

6.2.1 试验应在干燥、均匀、坚实的路面上进行。路面起伏、不平整(例如有下沉现象或有较大裂纹的)，不适合进行试验。

6.2.2 除特殊说明外，试验路面峰值制动力系数(PBC)应按 GB/T 26987—2011 第 6 章规定在干路面上测定，其数值应不小于 0.8；作为替代，也可按 GB/T 13594—2025 中 6.3.2 的方法测定。

6.2.3 试验路面应为单一坡度且坡度不大于 1%。

6.2.4 试验轨迹见图 3，并且应满足以下要求：

- a) 整个测试道路包含一段长度为 22.9 m 直线入口，一段与直线相切的半径为 45.7 m 的弯道；
- b) 对于客车，直线道路的宽度为 3.7 m，弯道的宽度为 4.3 m。对于其它车辆，测试道路的宽度为 3.7 m；
- c) 圆弧起始位置为直线道路与弯道的切点，结束位置为 120° 圆弧对应的点；
- d) 图 3 为逆时针方向的试验轨迹，顺时针方向的试验轨迹与之轴对称。

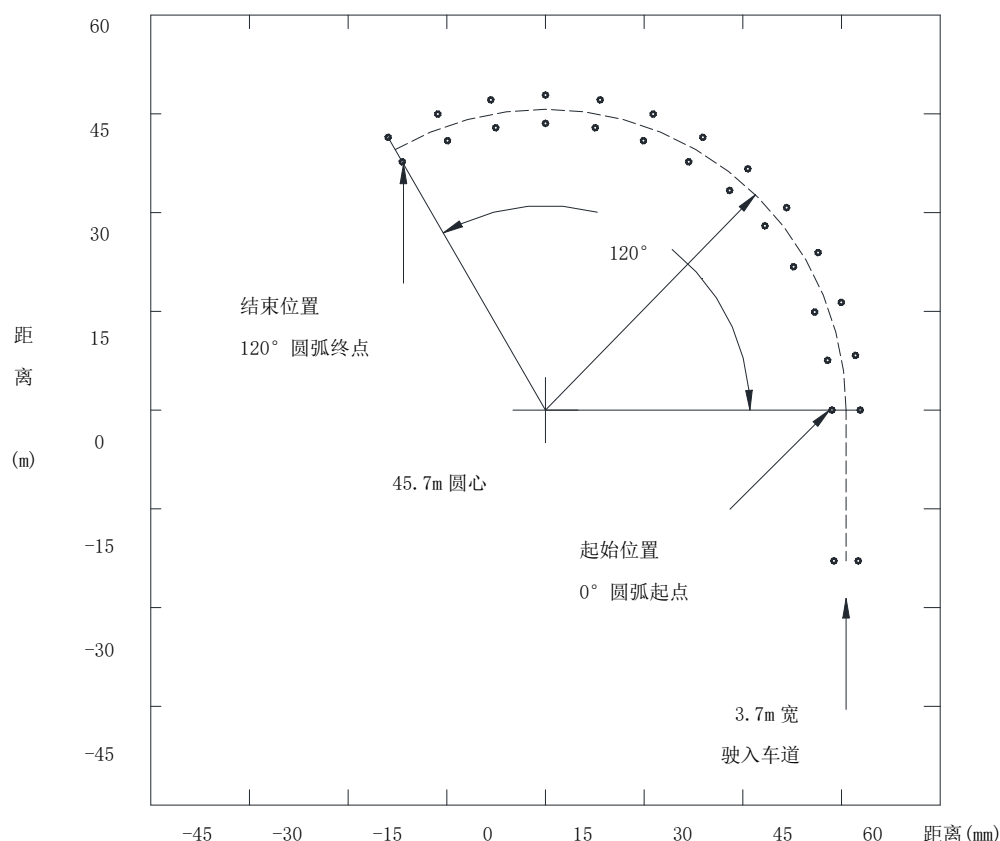


图3 试验轨迹(逆时针方向)

6.3 车辆状态

6.3.1 所有试验都应在 ESC 正常工作状态下进行。

6.3.2 车辆所有能打开的部分（门、窗、引擎盖、行李舱门等）除了因安装仪器无法关闭的以外，都应该处于关闭状态。

6.3.3 试验车按如下要求加载：

- 牵引车通过挂车加载到满载（见 6.3.5），包括测试驾驶员、测试仪器和一个主挂防折叠系统；
- 货车加载到满载，包括测试驾驶员、测试仪器、辅助轮；
- 客车按 GB/T 12428 加载，如果加载后总质量（包括测试驾驶员、测试仪器、辅助轮）小于额定总质量，额外的装载物可加到行李舱或客舱的地板上，以达到满载，且任一轴荷不应超过额定值。

6.3.4 试验过程中，变速箱应该处于前进挡位。带有可关闭的发动机/驱动电机制动的车辆，发动机/驱动电机制动应关闭。

6.3.5 挂车应符合下列要求：

- 单轴且轴重不超过 750 kg 的平板半挂车可以不带制动；
- 加载后挂车的质心高度应位于鞍座承载面和鞍座承载面之上 610 mm 之间；
- 挂车应装有辅助轮；
- 通过挂车加载到牵引车非转向轴上。挂车载荷不应超过挂车的车轴额定总质量。如果牵引车的鞍座销是可调的，可通过调整其位置来分配牵引车各车轴的载荷，使轴荷尽量接近且不超过车轴额定总质量。如果牵引车鞍座销不可调，为了使牵引车轴荷不超过允许的车轴额定总质量，可以适当减少挂车的载荷。

6.3.6 试验车辆的辅助轮最大设计质量不应超过 1134 kg（不包括其固定装置）。

6.3.7 试验车辆的轮胎气压应达到生产商规定的额定值。

- 6.3.8 主挂防叠系统允许牵引车与挂车的最小角度为 30° 。
- 6.3.9 若车辆装有可由驾驶员控制的自锁桥系统或者前轮驱动系统，试验时应断开此系统。
- 6.3.10 装有一个或多个提升桥的车辆，应在提升桥落下的条件下试验。
- 6.3.11 试验过程中，制动器摩擦片的初始制动温度应在 $60^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 之间。

7 试验方法

7.1 轮胎气压检查

确认轮胎气压为车辆制造商推荐的冷胎充气压力值。

7.2 信号装置检查

在车辆静止、点火系统开关位于“LOCK”或“OFF”时，将点火系统开关置于“ON”（“RUN”）或进行信号装置检查的其它合适位置。信号装置检查时，ESC故障信号装置应按5.2.2g)启动；如装有ESC关闭装置，在信号装置检查时，ESC关闭信号装置也应按5.4.3 g)启动。如果报警信号在5.2.4和5.4.5规定的共用区显示，则不要求进行信号装置检查。

7.3 ESC 关闭控制检查

对装备ESC关闭控制装置的车辆，首先使车辆静止、点火系统开关置于“LOCK”或“OFF”，然后将点火系统开关置于“ON”（“RUN”）；开启ESC关闭控制装置，确认ESC关闭信号装置按5.4.3的规定点亮；将点火系统置于“LOCK”或“OFF”；再次将点火系统置于“ON”（“RUN”），确认ESC关闭信号装置熄灭，以证实ESC按5.3.2的规定重新开启。

7.4 制动器预处理

- 7.4.1 按 GB 12676—2014 中 5.1.1.2 规定的方法对制动器进行磨合。
- 7.4.2 在 64 km/h 的初速度下、以 3 m/s^2 的平均减速度将车辆制动至 32 km/h ，重复这个过程，使制动器温度达到 6.3.11 规定的温度范围。
- 7.4.3 在完成 7.4.2 规定的制动后，应在 64 km/h 的初速度下进行一次全力制动，使车辆的 ABS 在制动过程中的主要阶段都处于工作状态。
- 7.4.4 在完成 7.4.3 的制动后，以 72 km/h 的车速行驶 5 min 对制动器进行冷却。

7.5 轮胎磨合

驾驶试验车辆沿半径为 46 m 的圆环顺时针方向行驶 3 圈，然后按逆时针方向行驶 3 圈；行驶速度应使车辆产生约 1 m/s^2 的侧向加速度。

7.6 ESC 功能确认

系统故障自检结束后，ESC 故障指示灯未点亮，确认 ESC 系统功能已被打开并处于正常工作状态。

7.7 J 转向试验

7.7.1 初始基准车速和基准车速确定

7.7.1.1 以 $32\text{ km/h}\pm 2\text{ km/h}$ 的初始车速，逐次增加 2 km/h ，分别进行顺时针和逆时针转向试验，直到激活 ESC 制动或者有一车轮偏离出车道。ESC 制动激活前 0.5 s 时的车速即各自的初始基准车速。

在试验中如果在圆弧车道的任何一处有轮胎偏离出车道，应以相同的车速重复试验。如果有任一轮胎再次偏出车道，那么需要以相同的车速连续做4次测试。

7.7.1.2 以 7.7.1.1 确定的初始基准车速分别进行顺时针和逆时针转向试验来确定各自的基准车速。每个方向各进行 4 次连续试验，在 4 次连续的测试中至少有 2 次出现了 ESC 制动，则最小的车速就是基准车速。如果未满足“至少有 2 次出现 ESC 制动”的条件，则初始基准车速增加 2 km/h ，重复进行试验，直到确定基准车速。

7.7.2 扭矩限制试验

以7.7.1.2确定的基准车速(± 2 km/h)进行两轮测试,分别按逆时针和顺时针进行4次连续的测试。每一次测试,从起始点到结束点,驾驶员都应完全将加速踏板踩到底。

7.7.3 侧翻稳定性控制试验

应按如下步骤进行侧翻稳定控制试验:

- 按照顺时针和逆时针方向进行两轮试验。
- 每次测试之前,最热的制动器摩擦片温度应为 60 °C 至 200 °C。
- 每次测试,当 ESC 降低入口车速超过 5 km/h,应松开加速踏板。
- 最大的测试车速为基准车速的 130%和 48 km/h 中的较高者,需要分别确定顺时针以及逆时针转向的最大车速。
- 每一轮侧翻稳定控制试验,应该以相同的入口车速进行 8 次连续的测试,车速介于 48 km/h 和 7.7.3d)确定的最大车速之间。

7.8 ESC 故障检测

7.8.1 在车辆动力系统关闭状态下,通过切断任意一个 ESC 部件的电源或断开任意 ESC 部件间的电路连接,模拟一个或多个 ESC 故障。但在模拟任何 ESC 故障时,都不应断开信号装置和/或 ESC 控制装置的电路连接。

7.8.2 在车辆静止、点火(启动)系统开关位于“LOCK”或“OFF”时,将点火(启动)系统开关置于“Start”位置,起动发动机/驱动电机。最迟在发动机/驱动电机起动后 30 s 驾驶车辆前行,在其行驶速度达到 48 km/h $\pm$ 8 km/h 后行驶至少 2 min,并进行至少一次左转向、一次右转向操作和一次制动操作;转向操作应平顺,不应导致车辆丧失稳定性。在完成上述操作后,按 5.2 确认 ESC 故障信号装置点亮。

7.8.3 停车并将点火(启动)系统开关置于“OFF”或“LOCK”位置。5 min 后,将点火(启动)系统开关置于“Start”位置,起动发动机/驱动电机。确认 ESC 故障信号装置再次点亮、提示故障存在并在发动机/驱动电机停止运转或故障消除前始终保持点亮。

7.8.4 将点火(启动)系统开关置于“OFF”或“LOCK”位置。恢复 ESC 至正常状态,将点火(启动)系统开关置于“Start”位置,起动发动机/驱动电机,再次进行 7.8.2 规定的操作,确认信号装置在相同或相近的时间内熄灭。

7.9 数据处理

7.9.1 车速以 0.1 s 的周期平滑滤波。

7.9.2 从车辆 CAN 总线或者通讯网络里收集的扭矩数字信号不需要过滤,模拟信号需要 0.1 s 的周期平滑滤波。

7.9.3 在发动机/驱动电机扭矩限制试验中,ESC 激活扭矩控制的时刻,即驾驶员请求扭矩与发动机/驱动电机扭矩开始偏离的时刻。扭矩值直接从车辆 CAN 总线或者通讯网络中获取。扭矩曲线用来确定 ESC 扭矩控制激活的时刻。

7.9.4 J 转向试验的时间应该参照计时起点,也就是当前面轮胎的中心到达圆弧起点的那一刻;完成测试也就是当前面轮胎的中心到达圆弧终点那一刻。

7.9.5 行车制动压力处理以 0.1 s 的周期平滑滤波,滤波后的压力数据应以 7.9.4 定义的计时起点前 0.5 s 内的平均压力值为零点。

8 车型型式的变更和拓展

下列基本特征方面相同的车辆视为相同的车辆型式:

——与制动性能相关的车辆参数相同,包括:各轴轮胎数量,轴数和布置;轴距相同或增加;轮距(相同或增加);质心高度(空满载)相同或减小;悬架类型及弹性元件类型;最大总质量状态下前轴荷/后轴荷之比相同(客车仅适用于总质量3.5 t以上车型);整备质量状态下前轴荷

/后轴荷之比相同（仅适用于总质量3.5 t及以下客车）；轮胎断面宽度和静负荷半径变化不超过5%；驱动型式；燃料种类；

- 行车制动系统型式相同，包括：制动器型式和能量传输方式；
- 电子稳定性控制系统：ESC软件版本和控制器型号型号及生产厂，发动机/电机ECU硬件型号及软件版本和生产厂，制动压力调节器型号及生产厂；
- 制动装置部件的规格型号相同，包括：制动钳/制动盘；制动鼓/制动蹄；制动衬片。

注1：车轴布置相同指转向轴位置相同、驱动轴位置相同；

注2：客车、载货汽车、牵引货车与半挂牵引车之间不可视同，且罐式车辆只能视同罐式车辆（气态运输介质可以视同气态或液态运输介质，液态运输介质只能视同液态运输介质，固态运输介质只能视同固态运输介质）；混凝土搅拌运输车只能视同混凝土搅拌运输车，车辆运输车只能视同车辆运输车；

注3：专用车生产企业生产的车辆产品可与该产品采用的商用车生产企业生产的原二类底盘或整车车型视同。

注4：前轴荷/后轴荷是指转向轴与非转向轴轴荷之比。

9 标准的实施

对于新申请型式批准的车型，自2028年1月1日起开始执行。

对于已获得型式批准的车型，自2029年1月1日起开始执行。

附 录 A

(规范性)

重型汽车电子稳定性控制系统功能安全要求

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（所有部分）阐明了车辆安全相关电子电气系统在其安全生命周期内应满足的功能安全要求，以避免或降低因系统发生故障所导致的风险。

本附录规定了重型汽车电子稳定性控制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（所有部分）的适用要求。

本附录不针对重型汽车电子稳定性控制系统的标称性能，而是规定设计过程中应遵循的方法和系统验证确认时应具备的信息。检测机构应按本附录的要求，针对制造商提交及备查的重型汽车电子稳定性控制系统功能安全相关文档，进行文档审核评估及抽查试验。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，并满足本文件规定的、所有适用的要求。

A.2 文档要求

A.2.1 总体要求

制造商应具有相应的文档以说明重型汽车电子稳定性控制系统的功能概念、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，以证明系统满足以下要求：

- 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；
- 满足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。

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

- 1) 重型汽车电子稳定性控制系统描述（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) 电子稳定性控制系统的系统层面安全分析总结（见A.2.5.4）；
- 6) 电子稳定性控制系统的系统层面验证计划和结果总结（见A.2.6.2.1）；
- 7) 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。

制造商应具有下列相关文档，以供检测机构开展审核评估及抽查试验时公开备查。制造商应对所保管的文档一致性、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。

- 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) 详细电子稳定性控制系统系统层面的安全分析（见A.2.5.5）；
- 4) 详细电子稳定性控制系统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) 若有，其他支撑性材料或数据。

A.2.2 重型汽车电子稳定性控制系统描述

A.2.2.1 一般要求

制造商应提交制动电子控制系统描述，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

描述电子稳定性控制系统的基本信息，至少应包括：集成电子稳定性控制系统的系统型号、生产企业、软件版本号等。

A.2.2.3 系统描述

描述电子稳定性控制系统的功能概念，包括目的和功能模块描述清单。

A.2.2.4 系统架构图

描述电子稳定性控制系统的系统架构、接口、内部包含的子功能模块，并识别与其存在交互关系的外部系统或要素，以系统架构图来展示。

A.2.2.5 系统运行条件和约束限制

描述电子稳定性控制系统的运行条件和约束限制，针对相应的功能需求，说明有效工作范围的界限和前提条件。

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系统外观。

A.2.2.7 系统布局及原理图

A.2.2.7.1 系统组件清单

提交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。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 信号流和优先顺序

单元间的传输链与信号应有明确的对应关系。

如优先顺序影响本文件所述性能或安全，应确定多元数据通道内的信号的优先顺序。

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，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的版本、软件的版本，如版本变化引起本文件所述功能的改变，应对识别标志作相应地改变。

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

制造商应提交危害分析和风险评估总结，描述电子稳定性控制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。检测机构根据危害分析和风险评估总结，审核危害分析和风险评估的结果至少涵盖表1中的整车危害及对应的安全目标。

表 A. 1 电子稳定性控制系统相关危害的安全要求

序号	整车危害	ASIL 等级	安全目标	安全度量 ^a
1	非预期的车辆减速	C	应避免系统非预期干预产生非预期制动力而导致车辆减速，并满足非预期减速的安全度量 ^a	——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。
2	非预期的车辆减速能力下降	D	应避免系统非预期的干预导致制动力不足或丧失制动能力，并满足非预期减速能力下降的安全度量	——非预期的车辆减速能力下降导致的车辆能提供的最大纵向减速度不低于安全阈值；
3	非预期的车辆侧向运动	D	应避免系统非预期干预产生过大制动力、制动力不平衡、驱动力不平衡、过大转向请求而导致车辆侧向运动，并满足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。
^a 制造商应针对相关整车危害定义安全度量，至少选择使用表格中的一个或者多个，具体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。				

A. 2. 3. 2 详细危害分析和风险评估

制造商应具有详细危害分析和风险评估以备查，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. 4 安全措施说明

制造商应提交安全措施说明，描述电子稳定性控制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。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。

电子稳定性控制系统功能发生失效时，应通过警告信号或提示信息等方式警告驾驶人。

在电子稳定性控制系统发生故障时，为满足安全目标而在设计时可采取的安全措施（含外部措施）如下：

- 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。
- 通过警告驾驶人，将风险暴露时间降低到一个可接受的时间区间内。

A. 2. 5 安全分析

A. 2. 5. 1 总体要求

制造商应提交整车层面和系统层面的安全分析，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、FMEA、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 FMEA、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，列出给予驾驶人、维修人员、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（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。

A. 2. 5. 2 整车层面的安全分析总结

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

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 电子稳定性控制系统的系统层面安全分析总结

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 详细电子稳定性控制系统系统层面的安全分析

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. 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

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。

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

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，如车辆型号、系统名称、软件和硬件版本等；
- b) 验证目的，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（如果通过测试开展验证确认，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

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

制造商应提交整车层面的验证确认计划和结果总结，说明对影响表A. 1中安全目标及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，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，如车辆型号、系统名称、软件和硬件版本等；
- b) 验证和确认目的，如确认安全目标正确、完整且得到充分实现；
- c) 验证和确认方法及步骤概述（如果通过测试开展确认，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（如有）；
- 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

制造商应具有详细整车层面的验证确认计划和结果以备查，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. 3 验证和确认

A. 3. 1 总体要求

应按A. 2中相关文档的描述，进行下列试验，对制动电子控制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A.2.2中的功能概念，执行电子稳定性控制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，以检查单个组件失效时的反应。

应针对A.2.5中的故障条件下的可控性、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、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。故障应在制动系统运行过程中进行注入，模拟实际出现故障的情况。制造商应配合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的覆盖，并确认系统及整车实现了功能安全目标。应按表A.2的要求开展验证和确认试验。

表 A.2 重型汽车电子稳定性控制系统验证和确认测试要求

序号	故障类型 ^a	整车危害 ^d	试验工况 ^{b,c}	接受准则
1	横摆角速度信号故障，包括偏移、卡滞、反向。	非预期的车辆减速、非预期的车辆侧向运动	- 针对偏移故障类型的试验工况：在附着系数约为 0.8 的水平路面上，车辆沿试验通道中线直线行驶，加速到60 km/h后让车辆自由滑行时注入故障。 - 针对卡滞、反向故障类型的试验工况：在附着系数约为 0.8 的路面上，注入故障后允许进行转向操作。试验车速、转弯半径可以根据2.6.3中的相关试验工况进行详细定义。	满足A.2.6.3中验证和确认计划中的接受准则。
2	横向加速度信号故障，包括偏移、卡滞、反向。			
3	转角信号故障，包括偏移，卡滞，反向。 注：针对线控转向系统的车辆，转角信号需要包含代表驾驶员转向意图的转角和代表实际轴端或轮端转角的信号。			
4	通信接口类故障：指电子稳定性系统与其他系统通信接口故障、内部通信接口故障等。	非预期的车辆侧向运动、非预期的车辆减速能力下降(如适用)	在附着系数约为 0.8 的水平路面上，车辆沿试验通道直线或者弯道行驶，加速到60 km/h后注入故障。	
^a 检测机构应通过审核 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。若不适用，应提供合理的理由。 ^b 对于确认后的故障类型，均应开展验证确认试验，验证确认试验应至少包括本表中规定的试验工况，具体注入故障方式由制造商和检测机构协商确定。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，检测机构应通过审核“详细系统层面的验证计划和结果”、“详细整车层面的验证确认计划和结果”等相关技术文件的方式进行确认，并在试验报告中记录。 ^c 试验车速、车辆质量状态、路面附着系数、转弯半径可根据 A.2.6.3 验证和确认计划中的相关试验工况进行调整。 ^d 对于同一组件的故障测试，可能同时考核多个安全目标的符合性，若测试场景相同，可合并测试。				

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。
