



中华人民共和国国家标准

GB XXXXX—XXXX

轻型汽车制动辅助系统(BAS)性能要求及试验方法

Performance requirements and testing methods for brake assist system (BAS) for
light-duty vehicles

(报批稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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 试验要求	2
7 试验方法	3
8 同一型式判定	5
9 标准的实施	5
附录 A (规范性)BAS 的数据处理方法	6
附录 B (规范性)确定 F_{ABS} 和 a_{ABS} 的试验方法	8
参考文献	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。

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。

轻型汽车制动辅助系统 (BAS) 性能要求及试验方法

1 范围

本文件规定了轻型汽车制动辅助系统 (BAS) 的一般要求、性能要求和试验要求，并描述了相应的试验方法。

本文件适用于GB/T 15089规定的M₁类和N₁类车辆。

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 5620 道路车辆 汽车和挂车制动名词术语及其定义

GB 12676 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法

GB 21670 乘用车制动系统技术要求及试验方法

GB 34660 道路车辆 电磁兼容性要求和试验方法

3 术语和定义

GB/T 5620、GB 12676、GB 21670 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

制动辅助系统 brake assist system; BAS

根据驾驶人制动请求的特征检测出紧急制动状况，并在这种情况下辅助驾驶人实现车辆可达到的最大制动强度，或足以使防抱制动系统进入全循环的一种制动系统。

3.2

A型制动辅助系统 category A brake assist system

主要根据驾驶人施加的制动踏板力来检测紧急制动状况的制动辅助系统。

3.3

B型制动辅助系统 category B brake assist system

主要根据驾驶人施加的制动踏板速度来检测紧急制动状况的制动辅助系统。

4 一般要求

4.1 车辆应装备符合本文件规定的制动辅助系统。

4.2 BAS 的设计、制造和安装应保证其在受到行驶振动影响的情况下仍能正常使用。

4.3 BAS 的设计、制造和安装应使其具有耐腐蚀和抗老化能力。

4.4 BAS 的效能不应受磁场或电场的不利影响，应按 GB 34660 中车辆电磁辐射抗扰度试验要求进行验证。

4.5 BAS 的功能安全应符合 GB 12676 或 GB 21670 的要求。

5 性能要求

5.1 A 型 BAS 性能要求

按照7.1进行试验，A型BAS通过相对较高的制动踏板力检测到紧急制动状况，应使防抱制动系统进入全循环所需的踏板力满足公式(1)的要求。

$$F_{ABS,min} \leq F_{ABS} \leq F_{ABS,max} \dots\dots\dots (1)$$

按公式(2)~公式(4)计算 $F_{ABS,ext}$ 、 $F_{ABS,max}$ 和 $F_{ABS,min}$ 。

$$F_{ABS,ext} = F_T \times a_{ABS}/a_T \dots\dots\dots (2)$$

$$F_{ABS,max} = (F_{ABS,ext} - F_T) \times 0.6 + F_T \dots\dots\dots (3)$$

$$F_{ABS,min} = (F_{ABS,ext} - F_T) \times 0.2 + F_T \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $F_{ABS,min}$ ——运行BAS时使防抱制动系统进入全循环所允许的制动踏板力下限值，单位为牛(N)；
- F_{ABS} ——平均制动减速度与制动踏板力曲线上车辆减速度达到 a_{ABS} 的最小制动踏板力数值，单位为牛(N)；
- $F_{ABS,max}$ ——运行BAS时使防抱制动系统进入全循环所允许的制动踏板力上限值，单位为牛(N)；
- $F_{ABS,ext}$ ——在没有运行BAS的情况下使防抱制动系统进入全循环所需的制动踏板力的数值，单位为牛(N)；
- F_T ——激活BAS所需制动踏板力阈值，单位为牛(N)；
- a_{ABS} ——平均制动减速度与制动踏板力曲线上所有高于 $90\% \cdot a_{max}$ 减速度的平均值，单位为米每二次方秒(m/s^2)。其中 a_{max} 为平均制动减速度与制动踏板力曲线上减速度的最大值；
- a_T —— F_T 所对应的车辆减速度值，单位为米每二次方秒(m/s^2)。

5.2 B 型 BAS 性能要求

按照7.2进行试验，B型BAS至少通过快速促动制动踏板检测到紧急制动状况，应增加制动力以提供可达到的最大制动强度，或使防抱制动系统进入全循环。从 $t_0+0.8\text{ s}$ 到车速降至15 km/h的时间段内，BAS激活时车辆所达到的平均减速度(a_{BAS})应大于等于 $0.85a_{ABS}$ 。

6 试验要求

6.1 测量参数及要求

6.1.1 测量参数应满足表 1 的要求。

表 1 测量参数要求

测量参数	单位	测量误差
纵向车速	km/h	±1%
纵向减速度	m/s^2	±1%
制动踏板力	N	±2%
制动器温度	℃	±2℃
制动管路压力 ^a	MPa	±1%
制动踏板位移 ^b	mm	±1 mm
时间	s	±0.01 s
^a 适用于7.1.4的规定。		
^b 应在踏板踩踏面中心或踏板机构上位移与踏板踩踏面中心位移成比例的位置测量。		

6.1.2 BAS 试验中关于模拟和数字信号处理方法应符合附录 A 的规定。数据采集的采样频率不应低于 500 Hz。

6.1.3 若使用 6.1.2 信号采集处理的替代方法，则这些方法应具有同等测量误差水平。

6.2 试验条件

6.2.1 在车辆空载条件下进行试验。除驾驶人外可在前排乘坐一人记录测试数据。

6.2.2 试验应在清洁、水平、坚实、干燥且具有良好的附着性能的直线路面上进行。

6.2.3 试验前应按 GB 12676 或 GB 21670 规定的方法对车辆进行磨合。

6.2.4 试验以初始车速 (100 ± 2) km/h 直线行驶。因最高设计车速不能达到规定车速的车辆，以最高设计车速进行试验。

6.2.5 试验前，车辆最热车轴上的行车制动器平均温度(在制动衬片、制动盘或制动鼓的摩擦表面上测量)应介于 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 至 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。

6.2.6 试验中的参考时间 t_0 指制动踏板力达到 20 N 的时刻。对于向制动系统供能的储能装置，应在试验开始时确保储能装置有足够的能量。

7 试验方法

7.1 A 型 BAS 激活试验

7.1.1 按附录 B 方法测试 F_{ABS} 和 a_{ABS} 。

7.1.2 A 型 BAS 系统一旦检测到紧急制动状况，将表现出以下比率的显著增加：

- 在 7.1.4 的情况下，制动管路压力与制动踏板力之比；
- 车辆减速度与制动踏板力之比。

7.1.3 记录附录 B 试验数据并绘制制动踏板力与车辆减速度关系曲线，如图 1 所示。

- F_T 和 a_T 的值由车辆制造商提供。 a_T 的值应在 3.5 m/s^2 和 5.0 m/s^2 之间；
- 从原点 $(0, 0)$ 过点 (F_T, a_T) 画一条直线，这条直线与 $a = a_{\text{ABS}}$ 定义的水平线交点处的制动踏板力即为 $F_{\text{ABS,ext}}$ ；
- 绘制点 (F_T, a_T) 至点 $(F_{\text{ABS,max}}, a_{\text{ABS}})$ 和点 $(F_{\text{ABS,min}}, a_{\text{ABS}})$ 的直线。

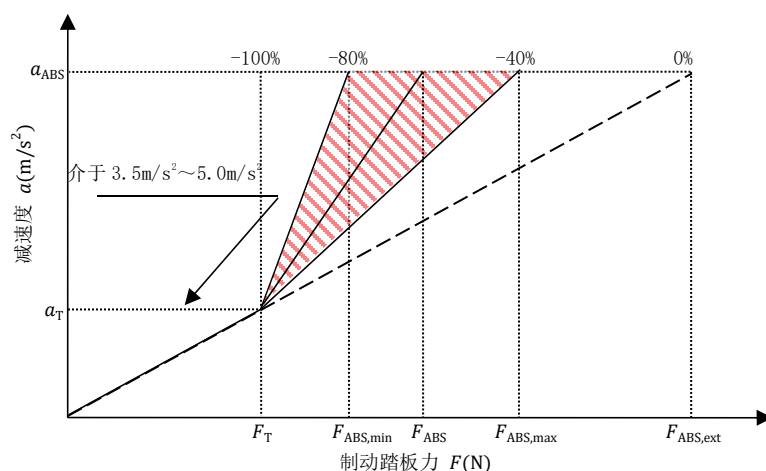


图 1 A 型 BAS 达到最大减速度的踏板力特性示意图

7.1.4 制动管路压力替代的 BAS 激活试验，按照如下方法执行：

- 作为可被车辆制造商选择的替代方案，如果车辆为最大允许总质量大于 2500 kg 的 N_1 类车辆或由 N_1 类车辆衍生出的 M_1 类车辆，其 F_T 、 $F_{\text{ABS,min}}$ 、 $F_{\text{ABS,max}}$ 和 $F_{\text{ABS,ext}}$ 的数据可从制动管路压

- 力响应特性而非车辆减速特性中得到。应在制动踏板力增加时测量制动管路压力响应特性；
- b) 防抱制动系统全循环开始时的压力值应通过从6.2.4初始车速进行的五次试验来确定。在该试验中，踩制动踏板使防抱制动系统进入全循环，记录防抱制动系统全循环开始时的前轮压力值，五次试验的前轮压力平均值即为 P_{ABS} ；
- c) 阈值压力(P_T)由车辆制造商提供，该值对应于 $2.5 \text{ m/s}^2 \sim 4.5 \text{ m/s}^2$ 范围内的减速度；
- d) 按照7.1.3规定的方式构图，使用公式(5)管路压力测量值来定义7.1.3中规定的参数，如图2所示，其中：

$$F_{ABS,ext} = F_T \times P_{ABS}/P_T \quad \text{..... (5)}$$

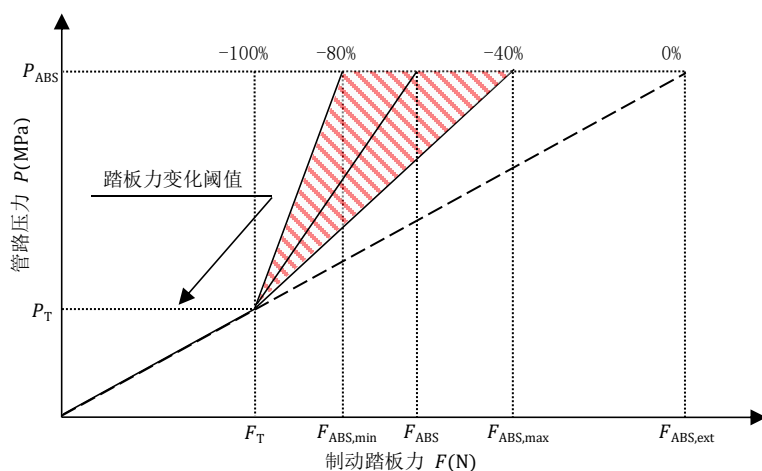


图2 A型BAS达到最大管路压力的踏板力特性示意图

7.2 B型BAS激活试验

7.2.1 按附录B方法测试 F_{ABS} 和 a_{ABS} 。

7.2.2 车辆以6.2.4规定的试验速度直线行驶，快速促动制动踏板模拟紧急制动，从而激活BAS，辅助驾驶人实现可达到的最大制动强度，或使防抱制动系统进入全循环，如图3所示。

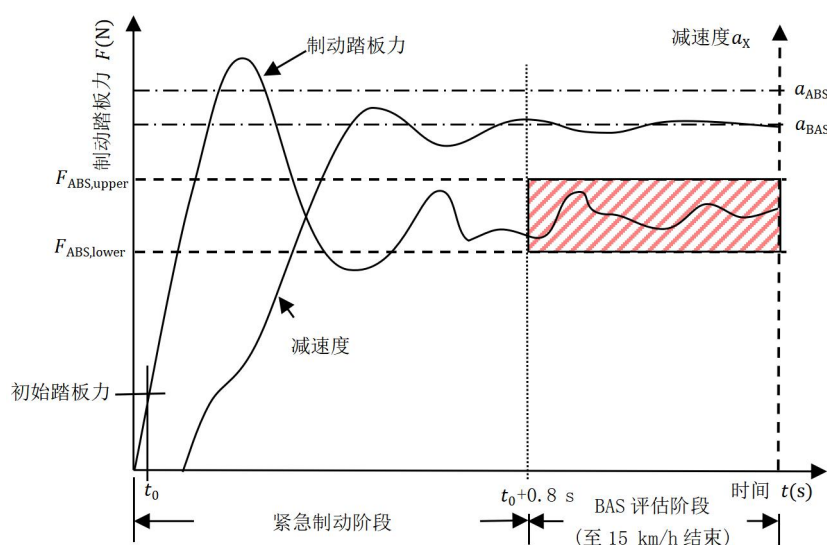


图3 B型BAS激活试验特性示意图

7.2.3 车辆制造商应向检测机构提供激活BAS所需的制动踏板输入条件。检测机构应按照车辆制造

商的规定操作制动踏板，并检查制动辅助系统是否能够在制造商所规定的条件下激活。

7.2.4 在 $t_0+0.8\text{ s}$ 之后，直到车辆减速到 15 km/h 的时间段内，使制动踏板力保持在 $F_{\text{ABS,upper}}$ 和 $F_{\text{ABS,lower}}$ 之间(其中 $F_{\text{ABS,upper}}$ 为 $0.7F_{\text{ABS}}$ ， $F_{\text{ABS,lower}}$ 为 $0.5F_{\text{ABS}}$)，测量 a_{BAS} 的数值。

7.2.5 在 $t_0+0.8\text{ s}$ 之后，如果踏板力低于 $F_{\text{ABS,lower}}$ 但 a_{BAS} 试验结果满足5.2要求，则本次试验也有效。

8 同一型式判定

8.1 与制动辅助系统性能相关的同一型式判定条件

在进行7.1、7.2规定的制动辅助系统性能相关试验时，如符合下述规定，则视为同一型式。

——与制动辅助系统性能相关的车辆参数相同，包括：

- 轴数和布置；
- 轴距相同或增加；
- 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)。

——制动系统相同，包括：

- 行车制动系统型式；
- 行车制动系统助力方式。

——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。

——防抱制动系统相同，包括：

- 防抱制动系统型号、生产企业及软件版本相同，但在不影响防抱制动系统性能的前提下允许软件版本不同。

——制动辅助系统相同。包括：

- 制动辅助系统类型；
- 制动辅助系统型号、生产企业及软件版本相同，但在不影响制动辅助系统性能的前提下允许软件版本不同。

8.2 与电磁兼容相关的同一型式判定条件

在进行4.4规定的制动辅助系统电磁兼容(EMC)抗扰度试验时，若制动辅助系统型号、生产企业及软件版本相同(但在不影响电磁兼容的前提下允许软件版本不同)，则视为同一型式。

9 标准的实施

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。

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) BAS 的数据处理方法

A.1 模拟信号处理

整体式/组合式传感器及采集系统的带宽不应小于30 Hz。

如需对信号进行必要的滤波，应使用4阶或更高阶的低通滤波器。通频带宽(从0 Hz到-3 dB对应频率 f_0)不应小于30 Hz。在0 Hz到30 Hz的频率范围内，幅值误差应小于 $\pm 0.5\%$ 。所有模拟信号应使用相位特性足够接近的滤波器进行处理，以确保由滤波引起的时间延迟误差在时间测量所要求的误差范围内。

注：在对不同频率成分的模拟信号进行滤波处理时会发生相移，推荐采用A.2描述的数字信号处理方法。

A.2 数字信号处理

A.2.1 通则

模拟信号的预处理应主要考虑以下因素：抗混叠误差的采样频率、滤波器幅值衰减特性、相移特性和时延特性。

采样和数字化应考虑：

- a) 减小数字化误差的前端信号调理及放大；
- b) 采样点的分辨率；
- c) 每个周期的采样数；
- d) 采样和保持放大器特性；
- e) 采样时间间隔。

对于其他无相移数字滤波器应考虑通带频率、阻带频率、幅值衰减率、对应频带的纹波，以及滤波器相位滞后的校正。

为了实现整体数据达到 $\pm 0.5\%$ 的采集精度，应综合考虑上述影响因素。

A.2.2 混叠误差

为避免无法校正的混叠误差，应在采样和数字化之前对模拟信号正确滤波。滤波器阶次及其通带频率的选择应根据所关注频率范围内的幅值误差要求和采样率要求来确定。滤波特性和采样频率应至少满足如下要求：

- a) 在 $0\text{ Hz} \sim f_{\max}$ ($f_{\max}=30\text{ Hz}$) 的频率范围内，模拟信号的最大衰减量应小于数据采集系统的分辨率；
- b) 在二分之一采样频率处(即奈奎斯特频率或折叠频率)，信号和噪声的所有频率分量幅值需衰减至小于数据采集系统的分辨率。

如对于分辨率为0.05%的数据采集系统，在 $0 \sim 30\text{ Hz}$ 范围内滤波器的幅值衰减量应小于0.05%。对于二分之一采样频率以上的所有频率处幅值衰减量应大于99.95%。

对于巴特沃斯滤波器，其幅值增益A按公式(A.1)和公式(A.2)计算：

$$A^2 = \frac{1}{1+(f_{\max}/f_0)^{2n}} \dots\dots\dots (A.1)$$

$$A^2 = \frac{1}{1+(f_N/f_0)^{2n}} \dots\dots\dots (A. 2)$$

式中：

n ——滤波器阶数；

$f_{\max}$ ——最大通带频率 (30 Hz)；

f_0 ——滤波器截止频率；

f_N ——奈奎斯特或“折叠”频率。

对于四阶滤波器，幅值增益 $A = 0.9995$ 时， $f_0 = 2.37 \times f_{\max}$ ；幅值增益 $A = 0.0005$ 时， $f_s = 2 \times (6.69 \times f_0)$ ，其中采样频率 $f_s = 2 \times f_N$ 。

A.3 抗混叠滤波器的相移和时延特性

应避免对模拟信号进行过度滤波。此外，所有的滤波器应具有足够接近的相位特性，以确保信号之间的时间延迟误差在时间测量所要求的误差范围内。因为被测变量幅值相乘时，相移及相应的时间延迟会增加，因此当被测变量相乘后形成新的变量时，相移尤其需注意。通过增加滤波器的截止频率 f_0 可以降低相移及时间延迟。

在滤波器幅频特性保持平滑的频率范围内，巴特沃斯滤波器的相移 ϕ 可以近似为：

——二阶巴特沃斯滤波器的相移 ϕ 按公式 (A.3) 计算：

$$\phi = 81 \times (f/f_0) \dots\dots\dots (A. 3)$$

——四阶巴特沃斯滤波器的相移 ϕ 按公式 (A.4) 计算：

$$\phi = 150 \times (f/f_0) \dots\dots\dots (A. 4)$$

——八阶巴特沃斯滤波器的相移 ϕ 按公式 (A.5) 计算：

$$\phi = 294 \times (f/f_0) \dots\dots\dots (A. 5)$$

所有阶次滤波器的时间延迟 t 按公式 (A.6) 计算：

$$t = (\phi/360^\circ) \times (1/f_0) \dots\dots\dots (A. 6)$$

A.4 数据采集及数字化

在 30 Hz 频率下，信号幅值每毫秒的变化量最高可达 18%。为将模拟输入变化所引起的动态误差限制在 0.1% 以内，采样或数字化时间应小于 $32\mu\text{s}$ 。所有需要对比的数据样本对或数据样本组，应同步采集或在足够短的时间段内完成采集。

A.5 系统要求

数据采集系统的分辨率不应低于 12 位 ($\pm 0.05\%$)，测量精度应达到 $\pm 0.1\%$ (2 LSB)。抗混叠滤波器的阶次不应低于 4 阶，对应的通带频率范围应为 0 Hz 至 30 Hz。

对于四阶滤波器，数据采样频率 f_s 应大于 $13.4 \times f_0$ ，如果相位误差在随后的数字数据处理中进行校正，则滤波器截止频率 f_0 应大于 $2.37 \times f_{\max}$ ，否则应大于 $5 \times f_{\max}$ 。

附录 B

(规范性)

确定 F_{ABS} 和 a_{ABS} 的试验方法

B.1 车辆按 6.2.4 规定的初始车速直线行驶,缓慢促动制动踏板(如是B型BAS,则不应激活BAS),使减速度持续增加,直到使防抱制动系统进入全循环,如图B.1所示。

B.2 应在 (2.0 ± 0.5) s的时间范围内使车辆完全减速。随时间记录的减速度曲线应在减速度增加变化带宽中心线 ± 0.5 s的范围内。图B.1的示例起始于 t_0 ,在2 s时达到 a_{ABS} 。一旦车辆完全减速,应继续促动制动踏板,使防抱制动系统继续全循环工作。防抱制动系统达到全循环的时间定义为踏板力达到 F_{ABS} 的时间,应在减速度增加变化带宽内测量,见图B.1。

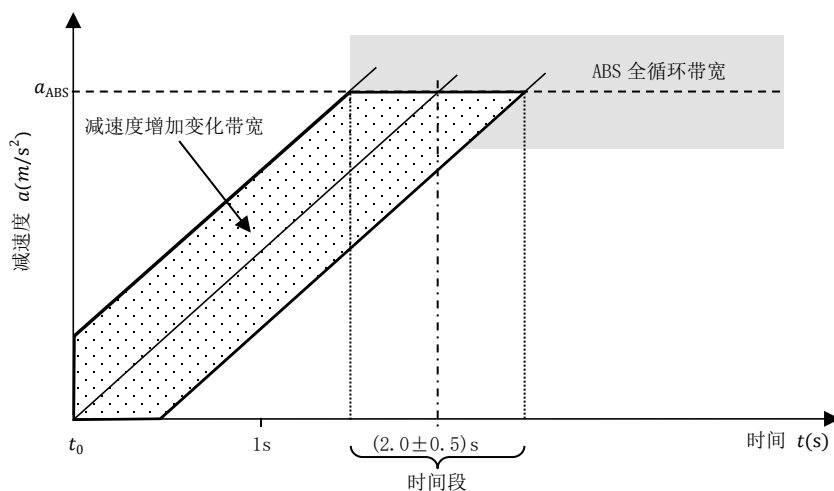


图 B.1 确定 F_{ABS} 和 a_{ABS} 的减速度带宽示意图

B.3 应进行 5 次符合B.2 要求的试验。对于每个有效试验,记录并绘制减速度与制动踏板力关系曲线。

B.4 至B.8 的计算中,应采用车速超过 15 km/h时记录的数据。

B.4 应采用 2 Hz低通滤波器进行 a_{ABS} 和 F_{ABS} 的测定。

B.5 踏板力以 1 N为增量,计算出 5 条减速度与制动踏板力曲线的平均减速度,得到平均减速度与制动踏板力关系曲线,称为maF曲线。

B.6 maF曲线上减速度的最大值即为 a_{max} 。

B.7 maF曲线上所有高于 $90\% \cdot a_{max}$ 减速度的平均值即为 a_{ABS} 。

B.8 maF曲线上 a_{ABS} 对应的最小制动踏板力即为 F_{ABS} 。

参考文献

- [1] GB/T 15089 机动车辆及挂车分类
-