



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 systems (BAS) of
light-duty vehicles

(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

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 试验要求	2
7 试验方法	3
8 同一型式判定	6
9 标准的实施	6
附录 A(规范性) BAS 的数据处理方法.....	7
附录 B(规范性) 确定 F_{ABS} 和 a_{ABS} 的试验方法.....	9
参考文献	10

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/T 13594 商用车辆和挂车防抱制动系统性能要求及试验方法
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
GB/T 40501 轻型汽车操纵稳定性试验通用条件

3 术语和定义

GB/T 5620 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

根据驾驶员制动请求的特征推断出紧急制动事件,并在这种情况下辅助驾驶员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功能。

3.2

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

主要¹⁾根据驾驶员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¹⁾根据驾驶员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。除满足本文件规定外,配备BAS的车辆应安装符合GB 21670或GB/T 13594要求的防抱制动系统。

¹⁾ 根据车辆制造商的声明。

4.2 BAS 的设计、制造和安装应保证在受到行驶振动影响的情况下仍能正常使用，并满足本文件的要求。

4.3 BAS 的设计、制造和安装应使其具有抗腐蚀和抗老化能力。

4.4 BAS 的效能不应受磁场或电场的不利影响，且装有 BAS 的车辆应符合 GB 34660 的要求。

4.5 BAS 的功能安全要求应包含在制动系统的总体安全评估中，按照 GB 21670 和 GB 12676 的制动电子控制系统功能安全要求相关规定执行。

5 性能要求

5.1 A 型 BAS 性能要求

A型BAS通过相对较高的制动踏板力检测到紧急状况时，运行BAS与未运行BAS相比，应减小使防抱制动系统进入全循环所需的踏板力。

按照7.1和7.2进行试验，结果应满足公式(1)的要求。

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

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

$$F_{ABS,max} = (F_{ABS,推算} - F_T) \times 0.6 + F_T \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$F_{ABS,min} = (F_{ABS,推算} - F_T) \times 0.2 + F_T \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$F_{ABS,推算} = F_T \times a_{ABS}/a_T \quad \dots\dots\dots (4)$$

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} 的最小制动踏板力的数值，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的制动踏板力上限值，单位为牛(N)；

$F_{ABS,推算}$ ——根据 F_T 和 a_T 推算出来的，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

B型BAS至少通过快速踩下制动踏板检测到紧急情况时，BAS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。

按照7.1和7.3进行试验，从 $t_0 + 0.8$ 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})大于等于 $0.85a_{ABS}$ ， t_0 的确定方法见7.3.3。

6 试验要求

6.1 变量

在进行本文件描述的试验时，应测量以下变量：

- 制动踏板力， F_p ；
- 纵向车速， V_x ；
- 车辆纵向减速度， a_x ；
- 制动器温度， T_d ；
- 制动压力， P (如适用)；
- 制动踏板速度， V_p 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，从而可以简单的校准测量值。

6.2 试验设备

6.2.1 本文件 6.1 列出的变量应通过合适的传感器测量。GB/T 40501 描述了纵向车速及车辆纵向减速度的精度、工作范围。

6.2.2 制动踏板力、制动器温度和制动压力测量的精度见表 1：

表 1 踏板力和制动器温度测量的精度

测试变量	传感器测量范围	最大允许测量误差
制动踏板力	0 N ~ 2000 N	± 10 N
制动器温度	0 °C ~ 1000 °C	± 5 °C
制动压力*	0 MPa ~ 20 MPa*	± 100 kPa*
* 适用于 7.2.5 的规定。		

6.2.3 BAS 试验中关于模拟和数字信号处理的详细信息应符合附录 A 的规定。数据采集的采样频率至少为 500 Hz。

6.2.4 若使用 6.2.3 信号采集处理的替代方法，则这些方法应具有同等精度水平。

6.3 试验条件

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

6.3.2 试验应在水平、坚实且具有良好的附着性能的路面上进行。

6.3.3 试验以初始车速(100±2) km/h 直线行驶。因最高设计车速限制而不能达到规定车速的车辆，以试验时所能达到的最高车速进行试验。

6.3.4 试验前，车辆最热车轴上的行车制动器平均温度(在制动衬片或制动盘或制动鼓的摩擦表面上测量)应介于 65 °C 至 100 °C 之间。

6.3.5 对于配备能源辅助制动系统的车辆，应在试验开始时确保系统有足够的能量。

7 试验方法

7.1 F_{ABS} 和 a_{ABS} 测试试验

按附录B方法测试 F_{ABS} 和 a_{ABS} 。

7.2 A 型 BAS 激活试验

7.2.1 车辆以 6.3.3 规定的试验车速直线行驶，施加制动踏板力使减速度均匀增加，直到防抱制动

系统全循环。对踏板力敏感的 BAS 系统一旦检测到紧急制动情况，将表现出以下比率的显著增加：

- 在 7.2.5 的情况下，制动管路压力与制动踏板力之比；或
- 车辆减速度与制动踏板力之比。

7.2.2 记录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)。

7.2.3 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。

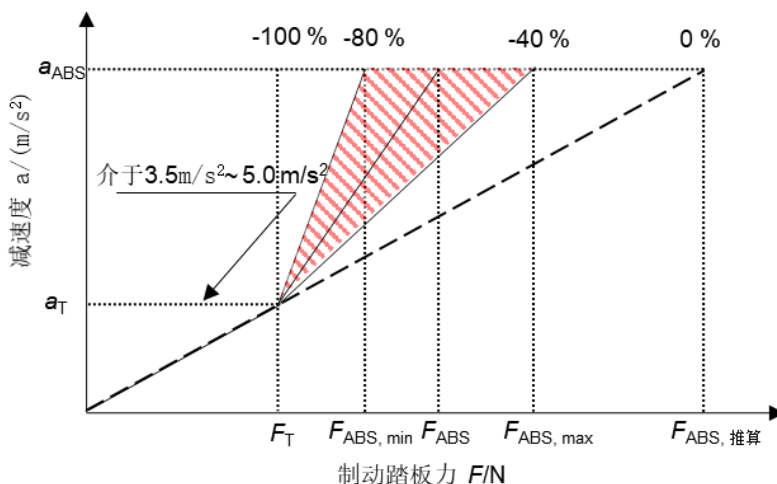


图 1 A 型 BAS 达到最大减速度的踏板力特性示意图

7.2.4 从原点(0,0)过点(F_T , a_T)画一条直线，这条直线与 $a = a_{ABS}$ 定义的水平线交点处的制动踏板力 F 即 $F_{ABS,推算}$ 。

7.2.5 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，如果是车辆总质量 $GVM > 2500 \text{ kg}$ 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 , $F_{ABS,min}$, $F_{ABS,max}$ 和 $F_{ABS,推算}$ 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。
- 防抱制动系统全循环开始时的压力值应通过从6.3.3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} 。
- 阈值压力 P_T 由车辆制造商规定，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。
- 按照7.2.4规定的方式构图，使用公式(5)管路压力测量值来定义本文件7.2.5中规定的参数(如图2所示)，其中：

$$F_{ABS,推算} = F_T \times P_{ABS}/P_T \quad \dots\dots\dots (5)$$

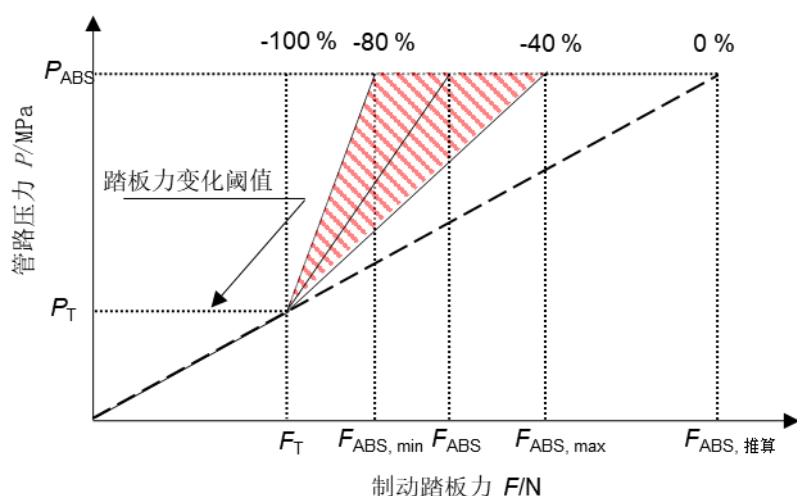


图2 A型BAS达到最大管路压力的踏板力特性示意图

7.3 B型BAS激活试验

7.3.1 车辆以6.3.3规定的试验速度直线行驶，快速踩下制动踏板模拟紧急制动，从而激活BAS，辅助驾驶员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。

7.3.2 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。

7.3.3 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 $F_{\text{ABS,上限}}$ 和 $F_{\text{ABS,下限}}$ 之间(其中 $F_{\text{ABS,上限}}$ 为 $0.7F_{\text{ABS}}$ ， $F_{\text{ABS,下限}}$ 为 $0.5F_{\text{ABS}}$ ， t_0 为试验参考时间，指制动踏板力达到 20 N 的时刻)，测量 a_{BAS} 的数值。

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

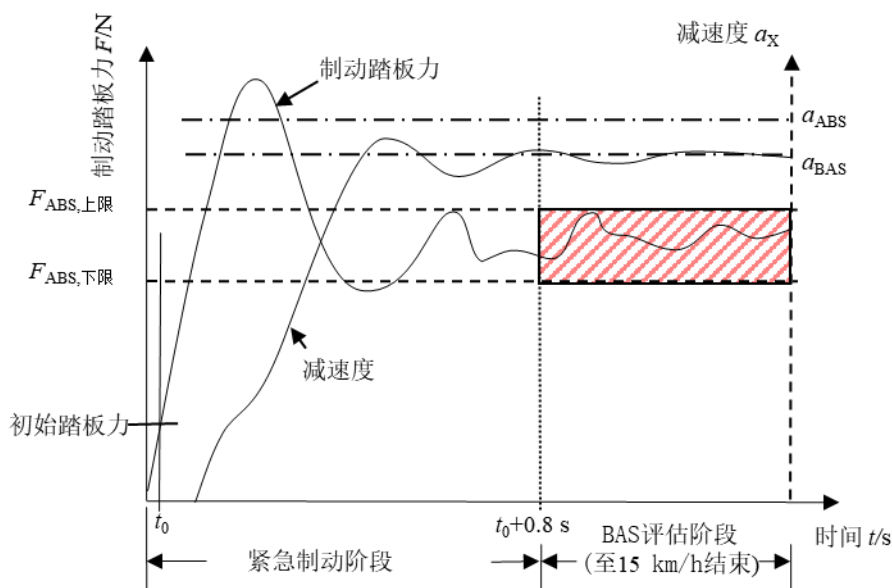


图3 B型BAS激活试验特性示意图

8 同一型式判定

如符合下述规定，则视为同一型式：

——与BAS性能相关的车辆参数，包括：

- 轴数和布置相同；
- 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：

- 防抱制动系统的控制方式、控制器规格型号、生产厂及软件版本相同，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。

——制动辅助系统的设计相同。包括：

- 制动辅助系统类型；
- 制动辅助系统激活的条件；
- 制动辅助系统型号、生产厂及软件版本，但在不影响制动辅助性能、电磁兼容的前提下允许软件版本不同。

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。

为了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具有相同相位特性的滤波器进行处理, 以保证由于滤波带来的时间延迟是相同的。

注: 由于包含不同频率成分的模拟信号滤波处理会发生相移, 推荐采用附录A.2描述的数字信号处理方法。

A.2 数字信号处理

A.2.1 总体原则

模拟信号处理的准备包括: 选择避免混叠误差的采样频率和滤波器幅值衰减特性、滤波器的相位滞后和时间延迟特性。采样和数字化应考虑的内容: 保证数字化误差最小的预采样放大率; 每次采样的位数; 每个周期的采样数; 采样和保持放大器; 样本空间; 对于其他无相移数字滤波器应考虑通带、阻带、衰减、允许纹波的选择, 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的选择应根据关注频率范围 and 对应采样频率下信号平整度的要求来确定。最低滤波特性和最小采样频率应满足如下要求:

- a) 在0 Hz $\sim f_{\max}$ ($f_{\max}=30$ Hz) 的频率范围内, 模拟信号的最大衰减量应小于信号数字化的分辨率;
- 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成分的大小要减小到小于数字化分辨率。

对于0.05%的分辨率, 在0 ~ 30 Hz范围内滤波器的幅值衰减应小于0.05%。对于二分之一采样频率以上的所有频率处幅值衰减应大于99.95%。

对于巴特沃斯滤波器, 其衰减按公式(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} ——相关频率范围(30 Hz);
- f_0 ——滤波截止频率;
- f_N ——奈奎斯特或“折叠”频率。

对于四阶滤波器，其衰减按公式(A.3)和公式(A.4)计算：

$$A = 0.9995: f_0 = 2.37 \times f_{\max} \dots\dots\dots (A.3)$$

$$A = 0.0005: f_s = 2 \times (6.69 \times f_0) \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

f_s ——采样频率： $f_s = 2 \times f_N$ 。

A.3 用于抗混叠滤波的滤波器相移和时滞

应避免过度的模拟信号滤波。此外，所有的滤波器应具有相同的相位特性，以确保信号之间的时间延迟差异满足时域测量精度的要求。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_c 可以降低相移及时间延迟。

在滤波器幅值特性保持平滑的频率范围内，巴特沃斯滤波器的移相 ϕ 可以近似为：

——二阶巴特沃斯滤波器的移相 ϕ 按公式(A.5)计算：

$$\phi = 81 \times (f/f_0) \dots\dots\dots (A.5)$$

——四阶巴特沃斯滤波器的移相 ϕ 按公式(A.6)计算：

$$\phi = 150 \times (f/f_0) \dots\dots\dots (A.6)$$

——八阶巴特沃斯滤波器的移相 ϕ 按公式(A.7)计算：

$$\phi = 294 \times (f/f_0) \dots\dots\dots (A.7)$$

对于所有阶次的时间滞后 t 按公式(A.8)计算：

$$t = (\phi/360^\circ) \times (1/f_0) \dots\dots\dots (A.8)$$

A.4 采样及数字化

在30 Hz频率下，信号振幅每毫秒的变化幅度最高可达18%。为将模拟输入变化所引发的动态误差限制在0.1%以内，采样或数字化时间应小于32微秒。所有要对比的数据样本对或数据样本组，均需同步采集或在足够短的时间段内完成采集。

A.5 系统要求

数据化应采用12位或更高分辨率($\pm 0.05\%$)， $\pm 0.1\%$ (2 LSB)精度的系统。抗混叠滤波器应为4阶或更高，相关数据范围 f_{\max} 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调节，通带频率 f_0 (从0 Hz到 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 6.3.3 规定的初始车速直线行驶,缓慢踩下制动踏板(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必须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,应继续操作制动踏板,以便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。

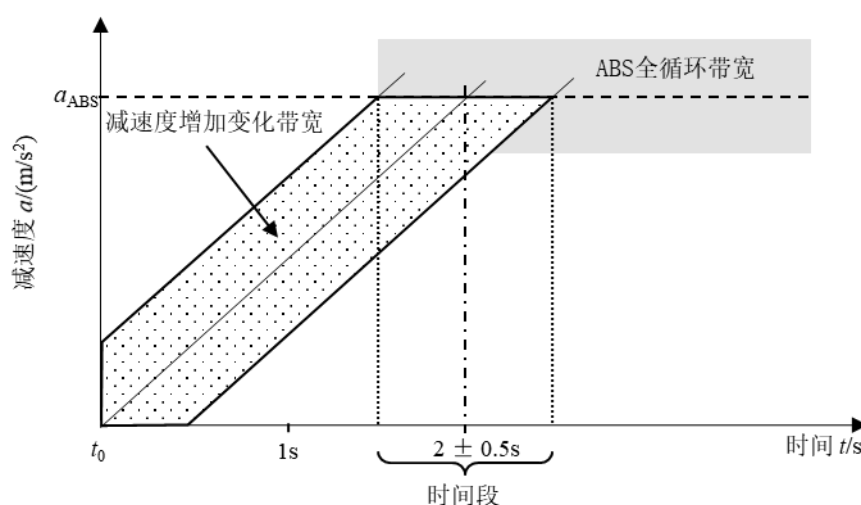


图 B.1 确定 F_{ABS} 和 a_{ABS} 的减速度带宽示意图

B.3 应进行五次符合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。以下各条的计算中,仅应采用车速超过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 以1 N踏板力为增量,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
-