



中华人民共和国国家标准

GB/T 44415—2024

基于全球卫星导航的机动车制动性能 路试检验要求和方法

Requirements and methods for road test of motor vehicles braking
performance based on GNSS

2024-08-23 发布

2025-03-01 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	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 检验要求	2
6 检验方法	3
7 数据处理	4
8 检验记录	6
附录 A（资料性） 检验记录	7
参考文献	8

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。

本文件由全国机动车运行安全技术检测设备标准化技术委员会（SAC/TC 364）提出并归口。

本文件起草单位：广州市特安控科技有限公司、中国测试技术研究院、公安部交通管理科学研究所、陆军军事交通学院、交通运输部公路科学研究所、北京市计量检测科学研究院、厦门市计量检定测试院、中国汽车工程研究院股份有限公司、成都驰达电子工程有限责任公司、深圳市安车检测股份有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、北京交通大学、广州华工机动车检测技术有限公司、甘肃省计量研究院、石家庄华燕交通科技有限公司、浙江省计量院科学研究院。

本文件主要起草人：敬天龙、李海、吕庆斌、杨春生、陈成法、赵卫兴、江涛、乐中耀、仝晓平、温效、沈继春、周荣华、梁坤、于善虎、高德成、邸建辉、范志翔、万正军、叶振洲。

引 言

汽车制动性能是汽车的主要性能之一，同时也是汽车主动安全性的重要评价指标，汽车制动性能的优劣直接关系到道路交通安全、公共安全和人民群众生命财产安全。

汽车制动性能的路试检验方法广泛应用于汽车制造企业、机动车检验检测机构和科研院校，依据GB 7258—2017《机动车运行安全技术条件》、GB 21670—2008《乘用车制动系统技术要求及试验方法》、GB 12676—2014《商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法》等相关技术标准和法规，我国采用台架和路试相结合的方法对机动车制动性能进行检验，当对台架检验制动性能结果有异议或车辆不适合台架检验时，采用路试检验方法。长期以来，现有路试方法在检验准确性、重复性以及检验效率等方面存在着一定的局限性，随着卫星导航和定位技术的发展与成熟，其技术已在诸多领域得到了广泛的应用。本文件在机动车路试检验中引入卫星导航和定位技术，通过车辆制动行驶轨迹的记录、分析和计算，能够快速、准确地测量机动车路试制动性能。

本文件提出的基于卫星导航定位技术的路试检验方法，适用于所有上路行驶的车辆，相比传统路试方法，可有效降低各种干扰，确保检验结果的准确性，提高检验效率和场地综合利用率。该技术的应用，对于提升机动车制动性能路试检验结果的科学性、公正性和准确性，促进技术创新与进步具有重要作用，符合国家重点支持的战略性新兴产业的政策要求。



基于全球卫星导航的机动车制动性能 路试检验要求和方法

1 范围

本文件规定了基于全球卫星导航技术的机动车制动性能路试检验要求、检验方法、数据处理和检验记录。

本文件适用于机动车制动性能路试检验。

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 7258—2017 机动车运行安全技术条件

GB/T 39267—2020 北斗卫星导航术语

GB/T 39399—2020 北斗卫星导航系统测量型接收机通用规范

3 术语和定义

GB 7258—2017、GB/T 39267—2020 和 GB/T 39399—2020 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

实时动态测量 **real-time kinematic; RTK**

GNSS 相对定位技术的一种，主要通过基准站和流动站之间的实时数据链路和载波相对定位快速解算技术，实现高精度动态相对定位。

[来源：GB/T 39267—2020，2.3.38]

3.2

RTK 接收机 **RTK receiver**

通过无线通信设备接收本地基准站或者网络 RTK 基准站播发的全球卫星导航系统载波相位实时动态差分数据，自主进行实时解算，提供高精度三维位置、速度和时间等信息的流动站。

3.3

制动行驶基线 **braking driving baseline**

以制动踏板促动时的车辆位置为起点，沿车辆行驶方向前后延伸的直线。

3.4

虚拟车道 **virtual lane**

以制动行驶基线为中心线，宽度为路试车道规定宽度的无限长矩形区域。

3.5

名义制动初速度 **nominal braking speed**

机动车制动性能路试试验规定的制动初速度。

3.6

修正制动距离 corrected braking distance

通过名义制动初速度计算得到的制动距离。

3.7

横摆角 yaw

机动车在停止行驶时车身相对于制动踏板促动时的车身旋转角。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

BDS：北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System）

GNSS：全球卫星导航系统（Global Navigation Satellite Systems）

MFDD：充分发出的平均减速度（Mean Fully Developed Deceleration）

PPS：秒脉冲（Pulse per Second）

UTC：协调世界时（Coordinated Universal Time）

5 检验要求

5.1 环境条件

5.1.1 环境温度：0℃~40℃。

5.1.2 风速不大于3 m/s。

5.1.3 相对湿度不大于95%。

5.1.4 对环境条件有特殊要求时，执行相应试验方法的规定。

5.2 试验道路

5.2.1 试验道路应为平整、清洁、干燥和均质的混凝土或沥青路面，并具有良好的附着性能。

5.2.2 试验道路有效测试段纵向坡度在任意50 m长度范围内应不大于1.0%，横向坡度应不大于2.0%。

5.2.3 试验道路应处于开阔地带，附近无强电磁干扰。

5.2.4 对试验道路有特殊要求时，执行相应试验方法的规定。

5.3 检验参数

机动车制动性能路试检验过程应包括以下参数：

- a) 时间（ t_i ），单位为秒（s）；
- b) 车速（ v_i ），单位为千米每小时（km/h）；
- c) 制动踏板促动时间（ t_{a0} ），单位为秒（s）；
- d) 车辆位置（ x_i, y_i, z_i ），单位为米（m）；
- e) 方位角（ ψ_i ），单位为度（°）。

5.4 测试装置

5.4.1 RTK 接收机

5.4.1.1 应为多模多频，应支持BDS系统。

5.4.1.2 应满足GB/T 39399—2020中4.6、4.7、4.8的要求。

- 5.4.1.3 数据更新速率应不低于 20 Hz。
- 5.4.1.4 具有事件开关信号输入和 PPS 信号输出功能。
- 5.4.1.5 测量参数应符合表 1 的要求。

表 1 RTK 接收机测量参数

测量参数	最大允许误差
时间 ^a t_i	$\pm 1 \mu\text{s}$
车速 v_i	$\pm 0.25 \text{ km/h}$
位置 ^b x_i, y_i, z_i	$\pm 25 \text{ mm}$
方位角 ^c ψ_i	$\pm 0.3^\circ$

^a RTK 接收机输出 PPS 信号与 UTC 标准时间源的误差。

^b 北京天坐标系下以基站坐标为原点的 RTK 接收机的位置，不含天线相位中心偏移误差。

^c RTK 接收机定向天线和主天线的连线与大地坐标系横轴的夹角。

5.4.2 制动踏板促动信号装置

- 5.4.2.1 踏板触发开关信号应采用踏板触发开关方式或踏板作用力计方式。
- 5.4.2.2 踏板触发开关信号应在作用力不大于 10 N 前发出。
- 5.4.2.3 踏板作用力计的测量误差应不超过 $\pm 5 \text{ N}$ ，触发开关信号的时间延迟不应大于 5 ms。
- 5.4.2.4 制动踏板促动时间应通过踏板触发开关信号接入 RTK 接收机的事件输入信号端的方式进行测量。

6 检验方法

6.1 车辆准备

- 6.1.1 同一轴上的轮胎型号规格应相同，花纹深度基本一致，胎压正常；轮胎螺栓、半轴螺栓应齐全、紧固；轮胎的胎面、胎壁不应有长度超过 25 mm 或深度足以暴露出轮胎帘布层的破裂和割伤，及其他影响使用的缺陷、异常磨损和变形。
- 6.1.2 对于采用气压制动的车辆，贮气筒压力应符合 GB 7258—2017 中 7.8.1 的相关要求。
- 6.1.3 采用真空助力伺服系统的车辆，开始制动时应确保真空度充足。
- 6.1.4 被测车辆的转向盘应转动灵活，操纵方便，无卡滞现象；被测车辆正常行驶时，换挡应正常，不应有车轮卡滞、抱死现象；被测车辆制动时，制动踏板动作应正常，响应迅速。
- 6.1.5 将踏板触发开关或踏板作用力计安装在被测车辆的制动踏板上，在制动踏板偏硬的情况下应采用踏板作用力计。
- 6.1.6 对车辆有特殊要求的试验项目，执行相应试验方法的规定。

6.2 仪器设备准备

- 6.2.1 对于本地基准站，应选择环境相对空旷、地势相对较高、周围无信号反射物（大面积水域、大型建筑物等）且地面稳固，远离电视发射塔、手机信号发射天线等电磁干扰的位置安装架设基准站 GNSS 天线。
- 6.2.2 对于本地基准站，应在检验开始前开机预热，确保基准站获取自身精确的位置信息。
- 6.2.3 RTK 接收机的主天线应放置在车辆中央。
- 6.2.4 RTK 接收机的主天线和定向天线均应在开阔无遮挡位置上，且在整个试验过程中，与车身体

不应有相对位移。

6.2.5 将踏板开关或踏板作用力计安装在制动踏板上。

6.2.6 检验仪器开机预热，确保 RTK 处于固定解状态。

6.3 检验步骤

6.3.1 对于具有能量回收功能的车辆，应选择最低能量回收模式。对于具有驾驶模式选择功能的自动变速器车辆，应选择标准驾驶模式。对驾驶模式有特殊要求的试验，执行相应试验方法的规定。

6.3.2 被测车辆加速至规定试验车速以上，驶入满足 5.2 条件的试验道路有效测试段并保持直线稳定行驶。被测车辆直线稳定行驶过程中，纵向加速度应不大于 0.3 m/s²，横摆角速度应不大于 0.5 (°) /s。

6.3.3 对于手动变速器类型车辆，选择空挡滑行。其他类型车辆，选择“D”挡进行滑行。

6.3.4 被测车辆滑行至名义制动初速度时，快速踩下制动踏板，并保持方向盘不动，直至被测车辆完全停止。在制动踏板促动前的直线稳定行驶时间应不少于 1.5 s。

6.3.5 记录制动踏板促动前不小于 1.5 s 直线稳定行驶到被测车辆完全停止的过程数据，包括时间 (t_i)、车辆位置 (x_i, y_i, z_i)、车速 (v_i)、方位角 (ψ_i) 以及制动踏板促动时间 (t_{a0})。

7 数据处理

7.1 制动初速度的计算



被测车辆在制动踏板促动时的制动初速度按公式 (1) 计算。

v_{a0} = v_{a-1} + (v_a - v_{a-1}) × (t_{a0} - t_{a-1}) / (t_a - t_{a-1}) (1)

式中：

v_{a0} —— 制动踏板促动时的制动初速度，单位为千米每小时 (km/h) ；

t_{a0} —— 制动踏板促动时间，单位为秒 (s) ；

a —— 时间最接近且不早于 t_{a0} 的测量点序号；

v_a —— 第 a 个测量点的速度，单位为千米每小时 (km/h) ；

v_{a-1} —— 第 a-1 个测量点的速度，单位为千米每小时 (km/h) ；

t_a —— 第 a 个测量点的时间，单位为秒 (s) ；

t_{a-1} —— 第 a-1 个测量点的时间，单位为秒 (s) 。

7.2 制动距离的计算

7.2.1 制动踏板促动时的初始位置

被测车辆制动踏板促动时初始位置的坐标分别按公式 (2) ~ 公式 (4) 计算。

x_{a0} = x_{a-1} + (x_a - x_{a-1}) × (t_{a0} - t_{a-1}) / (t_a - t_{a-1}) (2)

y_{a0} = y_{a-1} + (y_a - y_{a-1}) × (t_{a0} - t_{a-1}) / (t_a - t_{a-1}) (3)

z_{a0} = z_{a-1} + (z_a - z_{a-1}) × (t_{a0} - t_{a-1}) / (t_a - t_{a-1}) (4)

式中：

- x_{a0}, y_{a0}, z_{a0} —— 制动踏板促动时初始位置的坐标，单位为米（m）；
- x_a, y_a, z_a —— 第 a 个测量点的坐标，单位为米（m）；
- $x_{a-1}, y_{a-1}, z_{a-1}$ —— 第 $a-1$ 个测量点的坐标，单位为米（m）。

7.2.2 制动距离

制动距离按照公式（5）计算。

$$S = \sqrt{(x_a - x_{a0})^2 + (y_a - y_{a0})^2} + \sum_{i=a}^{e_0} \sqrt{(x_i - x_{i-1})^2 + (y_i - y_{i-1})^2 + (z_i - z_{i-1})^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- S —— 制动距离，单位为米（m）；
- e_0 —— 制动过程中车辆速度首次低于0.5 km/h的测量点序号；
- x_i, y_i, z_i —— 第 i 个测量点的坐标，单位为米（m）；
- $x_{i-1}, y_{i-1}, z_{i-1}$ —— 第 $i-1$ 个测量点的坐标，单位为米（m）。

7.3 MFDD 的计算

车辆在规定的初速度下急踩制动时 MFDD 按公式（6）计算。

$$MFDD = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25.92 \times (S_e - S_b)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- MFDD —— 充分发出的平均减速度，单位为米每二次方秒（m/s²）；
- v_b —— 最接近且不小于0.8 v_{a0} 的测量点的速度，单位为千米每小时（km/h）；
- v_e —— 最接近且不小于0.1 v_{a0} 的测量点的速度，单位为千米每小时（km/h）；
- S_b —— 试验车速从 v_{a0} 到 v_b 之间车辆行驶的距离，单位为米（m）；
- S_e —— 试验车速从 v_{a0} 到 v_e 之间车辆行驶的距离，单位为米（m）。

7.4 制动协调时间的计算

制动协调时间为在急踩制动时，从制动踏板促动时起至机动车减速度达到规定 MFDD 的 75% 时的时间差。当没有规定 MFDD 或整个制动过程减速度达不到规定 MFDD 的 75% 时，制动协调时间取从制动踏板促动时起至机动车减速度达到本次测量的 MFDD 的 75% 所需要的时间。

7.5 修正制动距离的计算

名义制动初速度下的修正制动距离按公式（7）、公式（8）计算。

$$S_{norm} = S + \Delta S \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$\Delta S = \frac{t_r \times (v'_0 - v_{a0})}{3.6} + \frac{v'_0{}^2 - v_{a0}{}^2}{25.92 \times MFDD} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

- S_{norm} —— 修正制动距离，单位为米（m）；
- ΔS —— 制动距离修正量，单位为米（m）；
- t_r —— 制动协调时间，单位为秒（s）；

v'_0 —— 名义制动初速度，单位为千米每小时（km/h）。

7.6 横摆角的计算

横摆角按公式（9）计算。

$$\Delta\psi = \begin{cases} \psi_d - \psi_{a0} & -180^\circ < (\psi_d - \psi_{a0}) < 180^\circ \\ (\psi_d - \psi_{a0}) - 360^\circ & 180^\circ \leq (\psi_d - \psi_{a0}) \\ 360^\circ - (\psi_{a0} - \psi_d) & (\psi_d - \psi_{a0}) \leq -180^\circ \end{cases} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

- $\Delta\psi$ —— 横摆角，单位为度（°）；
- ψ_d —— 车辆完全停止时的方位角，单位为度（°）；
- ψ_{a0} —— 制动踏板促动时的方位角，单位为度（°）。

7.7 出线量的计算

7.7.1 制动行驶基线的确定

制动行驶基线为运用最小二乘法对制动踏板促动前直线行驶的车辆位置数据进行拟合得到的直线。

7.7.2 出线量的计算

被测车辆完全停止后，车辆相对于虚拟车道的出线量按公式（10）计算。

$$\Delta d = [d + \frac{W}{2} \times \cos(|\Delta\psi|) + \frac{L}{2} \times \sin(|\Delta\psi|)] - \frac{W_x}{2} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

- Δd —— 车身出线量，单位为米（m）；
- d —— 被测车辆停止时的位置相对于制动行驶基线的距离，单位为米（m）；
- $W、L$ —— 被测车辆标称的宽度和长度，单位为米（m）；
- W_x —— 虚拟车道宽度，单位为米（m）。

注：若 Δd 大于 0，表示车身偏出虚拟车道。

8 检验记录

检验记录应包括以下内容：

- a) 制动初速度（ v_{a0} ）；
- b) 充分发出的平均减速度（MFDD）；
- c) 制动协调时间（ t_r ）；
- d) 制动距离（ S ）；
- e) 修正制动距离（ S_{norm} ）；
- f) 横摆角（ $\Delta\psi$ ）；
- g) 出线量（ Δd ）。

检验记录见附录 A 的表 A.1。

附录 A

(资料性)

检验记录

基于全球卫星导航技术的机动车制动性能路试的检验记录示例见表 A.1。

表 A.1 检验记录

车辆信息			
号牌号码/车辆识别代号 (VIN)			
厂牌型号		变速器类型	
车辆尺寸	长: _____mm 宽: _____mm		
测试条件			
试验地点			
日期	_____年____月____日____时____分		
环境温度	_____°C	风速	_____m/s
名义制动初速度	_____km/h	车道规定宽度	_____m
检验结果			
制动初速度	_____km/h	制动距离	_____m
制动协调时间	_____s	充分发出的平均减速度	_____m/s ²
横摆角	_____°	侧向路径偏离	_____m
车身出线量	_____m <input type="checkbox"/> 出线	名义制动距离	_____m



参 考 文 献

- [1] GB/T 12534—1990 汽车道路试验方法通则
 - [2] GB 12676—2014 商用车辆和挂车制动系统技术要求及试验方法
 - [3] GB 21670—2008 乘用车制动系统技术要求及试验方法
 - [4] ISO 16552:2014 Heavy commercial vehicles and buses—Stopping distance in straight-line braking with ABS—Open loop and closed loop test methods
 - [5] ISO 21994:2022 Passenger cars—Stopping distance at straight-line braking with ABS—Open-loop test method
-



