

团 体 标 准

T/CSAEXX—2020

电动汽车再生制动防抱死 道路试验方法

Road test method of antilock braking with regenerative braking for
electric vehicle

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的该标准所涉必要专利信息连同支持性文件一并附上。

2020-XX-XX 发布

2020-XX-XX 实施

中国汽车工程学会 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 试验条件	2
4.1 汽车技术状况	2
4.2 环境条件	2
4.3 道路条件	2
4.4 其它条件	2
5 试验项目	2
6 试验仪器	3
7 试验车辆准备	3
7.1 蓄电池充电	3
7.2 预热	3
8 试验要求及方法	3
8.1 一般要求	3
8.2 装备防抱死车辆试验要求	3
8.3 对接路面试验	3
8.3.1 收加速踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验	3
8.3.2 踩制动踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验	4
8.4 对开路面试验	4
8.4.1 收加速踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验	4
8.4.2 踩制动踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验	5
8.5 滑移率计算	5

前 言

本标准按照 GB/T1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准牵头单位：中国汽车技术研究中心有限公司。

本标准参加单位：清华大学、中国科学院电工研究所、上海汽车集团股份有限公司、浙江吉利控股集团有限公司、奇瑞汽车股份有限公司。

本标准主要起草人：王伟、张俊智、曲辅凡、苟晋芳、何承坤、郭瑞玲、孙东升、梁荣亮、沙雷、王琪、张毅华、陈志鹏。

本标准首次制定。

电动汽车再生制动防抱死道路试验方法

1 范围

本标准规定了电动汽车再生制动防抱死道路试验方法。

本标准适用于装备再生制动系统的M1类、N1类汽车。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 13594 机动车和挂车防抱死制动性能和试验方法

GB/T 18384.1 电动汽车安全要求 第1部分：车载可充电储能系统(REESS)

GB/T 18385 电动汽车动力性能试验方法

GB/T 19596 电动汽车术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1 可充电储能系统 (REESS)

可充电的且可提供电能的能量储存系统，如蓄电池、电容器。

3.2 再生制动系统

汽车滑行、减速或下坡时，将车辆行驶过程中的动能及势能转化或部分转化为车载可充电储能系统的能量存储起来的制动系统。

3.3 车轮抱死

当车速大于15 km/h时，车轮的转速为零或车轮的滑移率为100%的持续时间大于等于100 ms；对在低附着系数路面进行的ABS试验，该时间为500 ms。

3.4 防抱制动系统 (ABS)

制动过程中，能自动控制车辆的一个或几个车轮在其旋转方向上的滑移程度的系统。

3.5 直接控制车轮 directly controlled wheel

至少根据车轮自身传感器提供的数据来调节制动力的车轮。

[GB 21670-2008，定义3.1.29]

3.6 全循环 full cycling

防抱系统反复调节制动力以防止直接控制车轮抱死，在制动至停车过程中只进行一次调节的不符合该定义。

[GB 21670-2008，定义3.1.31]

4 试验条件

4.1 汽车技术状况

- 4.1.1 试验车辆应依据每项试验的技术要求加载，载荷物应分布均匀且固定，且在试验环境条件下不发生质量变化；
- 4.1.2 乘用车的试验车辆、磨合等要求按照GB 21670中试验方法7中的要求。商用车的试验车辆、磨合等要求按照GB 12676中试验要求5.1中的要求；
- 4.1.3 在环境温度下，车辆轮胎气压应符合车辆制造厂的规定，误差不超过规定充气压力的 $\pm 3\%$ ；
- 4.1.4 机械运动部件用润滑油粘度应符合制造厂的规定，所有的储能系统应该充到制造厂规定的最大值（电能、液压、气压等）；
- 4.1.5 试验驾驶员应按车辆制造厂推荐的操作程序使蓄电池在正常运行温度下工作；
- 4.1.6 动力蓄电池应处于各项试验要求的充电状态。

4.2 环境条件

- 4.2.1 室外试验大气温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 32\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 4.2.2 大气压力为 $91\text{ kPa} \sim 104\text{ kPa}$ ；
- 4.2.3 试验路面 0.7m 高处的平均风速不得超过 3 m/s ，瞬时风速不大于 5 m/s ；
- 4.2.4 相对湿度小于 95% ；
- 4.2.5 雨天和雾天不能进行室外试验。

4.3 道路条件

试验道路应该平直、坚硬、干净且要有良好的附着系数，不平度均无突变。

试验道路应具有附着系数约为 0.8 的高附着系数路面和附着系数小于等于 0.3 的低附着系数路面。试验应该具有单一路面、对开路面和对接路面。参考GB 21670中7.1。

4.4 其它条件

驾驶员在试验过程中可随时检查车速、瞬态减速度等。

5 试验项目

按照表1试验项目进行电动汽车再生制动安全性要求和道路试验方法

表1 试验项目

	试验准备或试项目
准备阶段	充电
	预热

对接路面试验	收加速踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验
	踩制动踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验
对开路面试验	收加速踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验
	踩制动踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验

6 试验仪器

表2 试验仪器精度要求

参数	单位	准确度	分辨率
轮速/车速测量仪器	m/s	±0.1%	0.1
踏板力传感器	N	±1%	0.1
数据采集仪	—	—	—

7 试验车辆准备

7.1 蓄电池充电

按照车辆制造厂规定的充电规程，使动力电池达到目标荷电状态，或使用发动机充电，使动力电池到目标荷电状态。

7.2 预热

试验车辆应以制造厂估计的30分钟最高车速的80%速度行驶5000 m，使电机及传动系统预热。

8 试验要求及方法

8.1 一般要求

任何影响到本标准规定的系统功能和性能要求的电器故障或传感器工作不正常，包括供电、控制器的外电路、控制器和调节器的失效，应以专门的光报警信号向驾驶员报警。报警信号应符合GB 4094对黄色报警信号装置的要求。

对在静态条件下无法检测到的传感器异常，应在车速超过 10 km/h 之前进行检测。但由于静态条件下车轮不转动，传感器不能产生车速信号，为防止发出错误的报警信号，可推迟检测但应在车速大于15 km/h之前确认传感器工作正常。参考GB 21670。

8.2 装备防抱死车辆试验要求

试验车辆装备的ABS系统应当满足GB 21670中试验要求5.6中的要求。

8.3 对接路面试验

8.3.1 收加速踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验

8.3.1.1 试验车辆加载到试验质量，增加的载荷应均匀分布，并保证车辆SOC值不得超过90%，制动能量回收强度调至最大；

- 8.3.1.2 将试验车辆停放在附着系数约为0.8的高附着系数路面的起始位置，并起动车辆；
- 8.3.1.3 踩下车辆加速踏板，使车辆加速到40 km/h，保持该速度匀速行驶；
- 8.3.1.4 在匀速行驶至距离低附着系数路面一定距离（具体距离根据车辆情况，由试验员酌情确定）时，缓慢松开加速踏板触发再生制动功能，并保证未触发ABS，同时保证车辆进入低附着路面时的车速在30-35km/h；
- 8.3.1.5 车辆从高附着系数路面驶入附着系数约为0.3的低附着系数路面时，应确保触发ABS并保证防抱制动系统能在低附着路面上全循环；
- 8.3.1.6 采集轮速传感器信号，检查该制动过程中是否有车轮抱死。

注：试验目的是验证车轮未抱死且车辆稳定，因此不必完全制动使车辆停下。

8.3.2 踩制动踏板再生制动到ABS的切换过程试验

- 8.3.2.1 将试验车辆加载到试验质量，增加的载荷应均匀分布，并保证车辆SOC值不得超过90%，制动能量回收强度调至最大；
- 8.3.2.2 将试验车辆停放在附着系数约为0.8的高附着系数路面的起始位置，并起动车辆；
- 8.3.2.3 踩下车辆加速踏板，使车辆加速到30分钟最高车速的80%速度（不超过120 km/h），保持该速度匀速行驶；
- 8.3.2.4 在匀速行驶至距离低附着系数路面一定距离（具体距离根据车辆情况，由试验员酌情确定）时，松开加速踏板，并立即踩下制动踏板，将制动踏板维持在某开度，使之触发再生制动功能，并确保ABS未被触发，同时保证车辆进入低附着路面时的车速在测试车速的70%-80%。该固定的制动踏板开度应能确保ABS在8.3.2.5描述的过程中被触发；
- 8.3.2.5 车辆从高附着系数路面驶入附着系数约为0.3的低附着系数路面时，应确保触发ABS并保证防抱制动系统能在低附着路面上全循环；
- 8.3.2.6 采集轮速传感器信号，检查该制动过程中是否有车轮抱死。

注：试验目的是验证车轮未抱死且车辆稳定，因此不必完全制动使车辆停下。

8.4 对开路面试验

8.4.1 收加速踏板再生制动到ABS的切换过程试验

- 8.4.1.1 试验车辆加载到试验质量，增加的载荷应均匀分布，并保证车辆SOC值不得超过90%，制动能量回收强度调至最大；
- 8.4.1.2 将试验车辆停放在附着系数约为0.8的高附着系数路面的起始位置，并起动车辆；
- 8.4.1.3 踩下车辆加速踏板，使车辆加速到40 km/h，保持该速度匀速行驶；
- 8.4.1.4 在匀速行驶至距离对开路面一定距离（具体距离根据车辆情况，由试验员酌情确定）时，缓慢松开加速踏板触发再生制动功能，并保证未触发ABS，同时保证车辆进入对开路面时的车速在30-35km/h；
- 8.4.1.5 车辆从高附着系数路面驶入两侧附着系数分别约为0.8以及0.3的对开路面时，应确保触发ABS并保证防抱制动系统能在对开路面上全循环；
- 8.4.1.6 采集轮速传感器信号，检查该制动过程中是否有车轮抱死。

注：试验目的是验证车轮未抱死且车辆稳定，因此不必完全制动使车辆停下。

8.4.2 踩制动踏板再生制动到 ABS 的切换过程试验

8.4.2.1 试验车辆加载到试验质量，增加的载荷应均匀分布，并保证车辆SOC值不得超过90%，制动能量回收强度调至最大；

8.4.2.2 将试验车辆停放在附着系数约为0.8的高附着系数路面的起始位置，并起动车辆；

8.4.2.3 踩下车辆加速踏板，使车辆加速到30分钟最高车速的80%速度（不超过120 km/h），保持该速度匀速行驶；

8.4.2.4 在匀速行驶至距离对开路面一定距离（具体距离根据车辆情况，由试验员酌情确定）时，松开加速踏板，并立即踩下制动踏板，将制动踏板维持在某开度，使之触发再生制动功能，并确保ABS未被触发，同时保证车辆进入对开路面时的车速在测试车速的70%–80%。该固定的制动踏板开度应能确保ABS在8.4.2.5描述的过程中被触发；

8.4.2.5 车辆从高附着系数路面驶入两侧附着系数分别约为0.8以及0.3的对开路面时，应确保触发ABS并保证防抱制动系统能在对开路面上全循环；

8.4.2.6 采集轮速传感器信号，检查该制动过程中是否有车轮抱死。

注：试验目的是验证车轮未抱死且车辆稳定，因此不必完全制动使车辆停下。

8.5 滑移率计算

选用滑移率 s 作为制动稳定性的评价指标，计算公式采用公式1

$$s = 1 - \frac{v_w}{V} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

v_w —车轮速度，单位m/s；

V —车辆速度，单位m/s。