

团 体 标 准

全国团体标准信息平台 T/CSAE 78 - 2018

电动汽车再生制动平顺性的评价 及试验方法

Evaluation and test methods for regenerative braking comfort of electric
vehicles

全国团体标准信息平台

2018-09-03 发布

2018-09-03 实施

中国汽车工程学会 发布

目 次

全国团体标准信息平台

前言	III
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	1
4.1 道路	1
4.2 风速	2
4.3 汽车技术状况	2
4.4 汽车的载荷	2
5 试验仪器	2
6 试验方法	2
7 再生制动平顺性评价	3
8 数据采集及处理	3
附录 A （规范性附录）平顺性评价指标的计算	4

全国团体标准信息平台

前 言

本标准是依据 GB/T 1.1—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。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由电动汽车产业技术创新战略联盟提出。

本标准主要起草单位：清华大学，中国科学院电工研究所，浙江亚太机电股份有限公司。

本标准主要起草人：张俊智，施正堂，苟晋芳，李禹瞳，孙东升，李超，郑利水，郭昊，李立刚，秦志勇，袁炳。

本标准首次制定。

全国团体标准信息平台

电动汽车再生制动平顺性的评价及试验方法

1 范围

本标准规定了电动汽车再生制动平顺性的评价及试验方法。
本标准适用于装备协调式再生制动系统的 M 类、N 类电动汽车。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 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 19596 电动汽车术语

GB 21670 乘用车制动系统技术要求及试验方法

GB 12676 商用车和挂车制动系统技术要求及试验方法

GB/T 4970 汽车平顺性试验方法

3 术语和定义

GB/T 18384.1—2015 和 GB/T 19596—2017 界定的，以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 18384.1—2015 和 GB/T 19596—2017 中的某些术语和定义。

3.1 可充电储能系统 rechargeable energy storage system (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。

[GB/T 18384.1—2015，定义 3.1]

3.2 再生制动系统 regenerative braking system

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。

注：改写 GB/T 19596—2017，定义 3.1.2.1.8。

4 试验条件

4.1 道路

试验道路应为平直、干燥的沥青路面或水泥路面。

4.2 风速

风速不大于 3m/s。

4.3 汽车技术状况

4.3.1 乘用车的试验车辆、磨合等要求按照 GB 21670-2008 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 12676-2014 中试验要求 5.1 中的要求。

4.3.2 汽车各总成、部件、附件及附件装置（包括随车工具与备胎）应按规定装备齐全，并装在规定的位置上。调整状况应符合该车设计技术条件的规定。[GB/T 4970-2009 3.3.1]

4.3.3 轮胎充气压力应符合汽车设计技术条件的规定，误差不超过规定充气压力的 $\pm 3\%$ 。[GB/T 4970-2009 3.3.2]

4.4 汽车的载荷

汽车的载荷为额定最大装载质量，根据需要可增做其他载荷工况的试验。载荷物均匀分布且固定牢靠，试验过程中不应晃动和颠离，亦不应因潮湿、失散等情况而改变质量。[GB/T 4970-2009 3.4]

5 试验仪器

试验仪器应包括加速度传感器、数据采集仪、车速仪、滤波器等。由试验仪器构成的测试系统应适宜于平顺性测量，其性能应稳定、可靠。[GB/T 4970-2009 4.1]

6 试验方法

6.1 加速度传感器安装位置：

- 1) M 类车辆：驾驶员及同侧最后排座椅椅垫上方、座椅靠背、脚部地板上；
- 2) N 类车辆：驾驶员座椅椅垫上方、座椅靠背、脚部地板上。

加速度传感器只需测量纵向（X 轴向）振动。座椅靠背上的传感器的布置参见 GB/T 4970-2009 图 2；脚步地板上的传感器布置在驾驶员（或乘员）两脚中间位置。安装在座椅座垫上方、座椅靠背上的传感器应与人体紧密接触，座椅座垫上方传感器结构见 GB/T 4970-2009 图 B.1、座椅靠背传感器结构见 GB/T 4970-2009 图 B.2。[GB/T 4970-2009 5.1]

6.2 将可充电储能系统的荷电状态调整至中间值附近。

6.3 分别按以下制动强度初始值进行试验：

- 1) 制动强度为 0.05g；
- 2) 制动强度为 0.1g；
- 3) 制动强度为 0.15g；
- 4) 制动强度为 0.2g；
- 5) 制动强度为 0.3g。

6.4 将车辆加速到 120km/h，若车辆最高车速小于 120km/h，则以能达到的最高车速运行。

6.5 松开加速踏板，待车速下降至试验规定车速以下 10km/h [即 110km/h 或（最高车速 -10km/h）] 时，踩下制动踏板，以 6.3 规定的制动强度为初始制动强度进行制动，制动过程中踏板力保持不变，直至车辆停止，记录各测试部位的加速度时间历程。

6.6 每种制动强度的有效试验次数应不少于 5 次。

6.7 对于具备多种滑行再生制动强度模式的车辆，试验前应设置好相应模式并将再生制动强度模式记录在试验报告中，试验中不允许改变再生制动强度模式。

7 再生制动平顺性评价

再生制动平顺性采用振动剂量值来评价（见附录 A）。

8 数据采集及处理

数据采集过程中应采用抗混叠滤波器，数据处理中涉及的采样时间间隔、频率分辨率等需在满足采样定理并考虑实际抗混叠滤波器性能指标以及实际工程需要的基础上确定。

数据采集以及数据处理建议采用下列参数：

1) 截止频率： $f_c \geq 90\text{Hz}$ ；

2) 频率分辨率： Δf ； $\Delta f \leq 0.2\text{Hz}$

3) 采样时间间隔在满足截止频率的基础上根据数据采集过程中采用的抗混叠滤波器性能指标确定。[GB/T 4970-2009 7]

附录 A
(规范性附录)
平顺性评价指标的计算

再生制动平顺性采用振动剂量值来评价，振动剂量值 VDV（单位 $\text{m/s}^{1.75}$ ）按下式计算 [GB/T 4970-2009 附录 A A.1.2]:

$$\text{VDV} = \left[\int_0^T a_w^4(t) dt \right]^{\frac{1}{4}}$$

式中:

$a_w(t)$ ——加权加速度时间历程，单位为米每二次方秒 (m/s^2)；

T ——作用时间（从踩下制动踏板到车辆停止时间段），单位为秒 (s)。

其中，加权加速度时间历程 $a_w(t)$ 由加速度时间历程通过符合表 A.1 和表 A.2 规定的频率加权滤波网络得到。

表 A.1 纵向不同测点的倍频带的加权系数

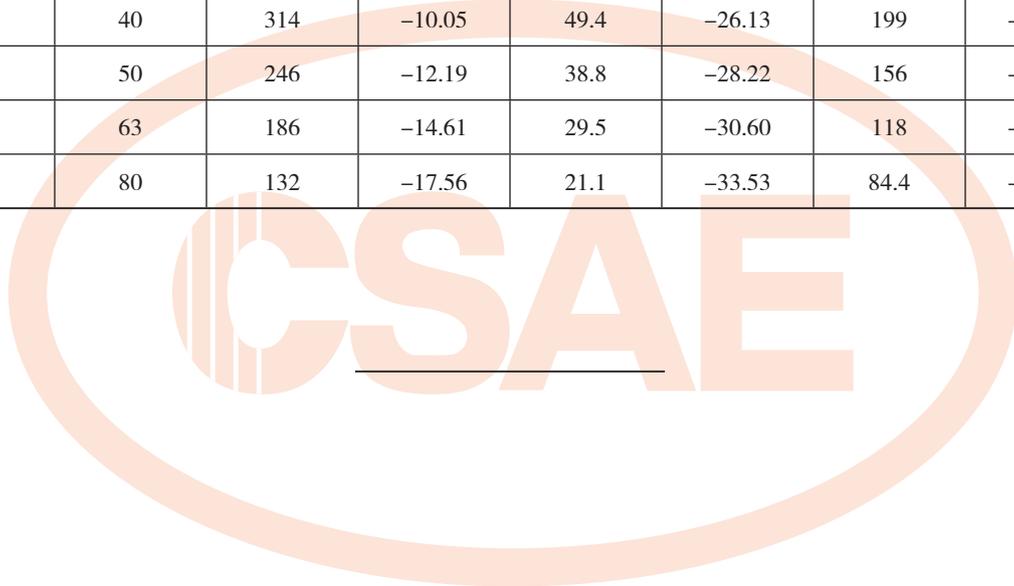
位置	频率加权函数 w_j
座椅座垫上方	w_d
靠背	w_c
脚	w_k

表 A.2 1/3 倍频带的主要加权系数

频率带数 x	频率 f/Hz	w_k		w_d		w_c	
		频率加权系数 $\times 1000$	dB	频率加权系数 $\times 1000$	dB	频率加权系数 $\times 1000$	dB
1	0.5	418	-7.57	853	-1.38	843	-1.48
2	0.63	459	-6.77	944	-0.50	929	-0.64
3	0.8	477	-6.43	992	-0.07	972	-0.24
4	1	482	-6.33	1011	0.1	991	-0.08
5	1.25	484	-6.29	1008	0.07	1000	0.00
6	1.6	494	-6.12	968	-0.28	1007	0.06
7	2	531	-5.49	890	-1.01	1012	0.10
8	2.5	631	-4.01	776	-2.20	1017	0.15
9	3.15	804	-1.90	642	-3.85	1022	0.19
10	4	967	-0.29	512	-5.82	1024	0.20
11	5	1039	0.33	409	-7.76	1013	0.11

续表

频率带数 x	频率 f/Hz	w_k		w_d		w_e	
		频率加权系数 × 1000	dB	频率加权系数 × 1000	dB	频率加权系数 × 1000	dB
12	6.3	1054	0.46	323	-9.81	974	-0.23
13	8	1036	0.31	253	-11.93	891	-1.00
14	10	988	-0.1	212	-13.91	776	-2.20
15	12.5	902	-0.89	161	-15.87	647	-3.79
16	16	768	-2.28	125	-18.03	512	-5.82
17	20	636	-3.93	100	-19.99	409	-7.77
18	25	513	-5.80	80.0	-21.94	325	-9.76
19	31.5	405	-7.86	63.2	-23.98	256	-11.84
20	40	314	-10.05	49.4	-26.13	199	-14.02
21	50	246	-12.19	38.8	-28.22	156	-16.13
22	63	186	-14.61	29.5	-30.60	118	-18.53
23	80	132	-17.56	21.1	-33.53	84.4	-21.47



全国团体标准信息平台