



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX. 4—XXXX

乘用车循环外技术/装置节能效果评价方法 第4部分：制动能量回收系统

Off-cycle technology/device energy saving effects evaluation methods for passenger cars—Part 4:Regenerative braking system

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

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..... 错误!未定义书签。

引言..... V

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 总体要求..... 2

5 试验规程..... 2

6 试验结果..... 2

附录 A（规范性） 再生能量试验方法 4

附录 B（规范性） 电能消耗量试验方法 5

附录 C（规范性） 制动能量回收系统试验报告 6

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。

本文件是GB/T XXXXX《乘用车循环外技术装置节能效果评价方法》的第4部分。

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。

本文件由工业和信息化部提出。

本文件由全国汽车标准化技术委员会（SAC/TC 114）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

引 言

加快培育和发展节能环保汽车，既是缓解燃油供应矛盾、减少尾气排放、改善大气环境的需要，也是未来和谐汽车社会的需求，更是我国汽车产业健康可持续发展的必然选择。为贯彻落实《汽车产业中长期发展规划》中2025年我国新车平均燃料消耗量乘用车降到4.0升/百公里的目标要求，保障乘用车第五阶段燃料消耗量标准实施，同时鼓励汽车节能技术的发展和应用，我国开展了汽车空调等4项乘用车循环外技术/装置节能效果评价方法国家标准的制定工作。GB/T XXXXX旨在提出乘用车循环外技术/装置节能效果的评价方法，拟由四个部分构成。

- 第 1 部分：节能驾驶指示装置；
- 第 2 部分：怠速起停系统；
- 第 3 部分：汽车空调；
- 第 4 部分：制动能量回收系统。

循环外技术/装置是指在实际使用中具有明显节能效果、但在现有试验方法中无法（完全）测量的技术/装置。循环外技术标准的制定主要基于鼓励先进、宁缺毋滥、可量化评价原则。各部分评价的循环外技术不同，故评价方法也不尽相同。各部分之间相互补充，共同构成中国乘用车循环外技术/装置节能效果评价方法标准。

制动能量回收系统节能效果的评价方法是在开启的状态下，通过回收的电量计算获得，与其他3种循环外技术/装置的节能效果评价方法差异显著，因此需单独制定标准。现有的试验方法中制动能量回收系统节能效果测试的基准循环工况与我国实际道路差异显著，因此实际节能效果总体是根据基准循环工况与实际工况的节能效果，通过对比两者的差异计算得到。

乘用车循环外技术/装置节能效果评价方法

第 4 部分：制动能量回收系统

1 范围

本文件规定了乘用车制动能量回收系统节能效果的评价方法。

本文件适用于具有制动能量回收系统的最大设计总质量不超过3 500 kg的M₁类车辆，本文件不适用于纯电动汽车及可外接充电式混合动力电动汽车。

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 15089 机动车辆及挂车分类
- GB 18352.6—2016 轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）
- GB/T 19233—2020 轻型汽车燃料消耗量试验方法
- GB/T 19753—202X 轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法
- GB 19578—202X 乘用车燃料消耗量限值
- GB/T 19596 电动汽车术语
- GB 27999—2019 乘用车燃料消耗量评价方法及指标

3 术语和定义

GB/T 19596和GB 27999—2019界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可充电储能系统 rechargeable electrical energy storage system, REESS
可充电的且可提供电能的能量存储系统。
[来源：GB 18384—2020, 3.1]

3.2

制动能量回收系统 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REESS的能量存储起来的系统。
[来源：GB/T 19596—2017, 3.1.2.1.8]

3.3

再生能量 regenerated energy

行驶中的车辆用再生制动回收的电能，单位为Wh。
[来源：GB/T 19596—2017，3.1.3.1.3]

4 总体要求

- 4.1 制动能量回收系统工作期间不应影响车辆的安全运行。
- 4.2 被试车辆应符合 GB 19578—202X 规定的燃料消耗量限值要求和 GB 18352.6—2016（或其他适用版本）有关污染物排放的要求。
- 4.3 测试车辆的制动能量回收系统设置应与认证试验车辆一致。
- 4.4 试验条件应满足 GB/T 19233—2020 第 5 章的要求；对于不可外接充电式混合动力电动汽车（NOVC-HEV），试验条件应满足 GB/T 19753—202X 第 4 章的要求。
- 4.5 应按照第 5 章要求进行制动能量回收系统试验，按附录 C 的规定记录试验用车辆参数和试验数据。按照第 6 章要求的计算方法计算节能效果，计算结果以升每 100 千米（L/100km）表示，圆整（四舍五入）至小数点后两位。

5 试验规程

5.1 试验要求

- 5.1.1 如果车辆中装备有其他可通过手动方式开启和关闭的节能装置，试验中应使其开关处于关闭状态。
- 5.1.2 对于 NOVC-HEV，应按照 GB/T 19753—XXXX 附录 B.3.2 进行车辆的预处理。其他车辆 REESS 的荷电状态（SOC）按制造商的推荐值设定并记录在试验报告中，每次试验开始前应对荷电状态进行调整使其与记录值保持一致。
- 5.1.3 测量电流采样频率不低于 20Hz。
- 5.1.4 为了使用外部设备测量 REESS 的电流和电压，应在车辆上提供适当的、安全的、可接近的连接点。

5.2 试验方法

- 5.2.1 由制造商向检测机构提供制动能量回收系统的工作原理，并按照附录 A 规定的方法进行试验。
- 5.2.2 制造商按照附录 B 测量车辆在 GB/T 19233—2020 中 4.3 规定的全球统一轻型车测试循环（WLTC）或中国乘用车行驶工况（CLTC-P）下的电能消耗量 E_C 。

6 试验结果

应按照公式（1）计算制动能量回收系统节能效果：

$$FC_J = \min(FC_{J,CLTC-P} - FC_{J,WLTC}, 0.15) \dots\dots\dots(1)$$

式中：
 FC_J ——制动能量回收系统节能效果，单位为升每100千米（L/100 km）；
 $FC_{J,CLTC-P}$ ——CLTC-P循环下制动能量回收系统节能效果，单位为升每100千米（L/100 km）；
 $FC_{J,WLTC}$ ——WLTC循环下制动能量回收系统节能效果，单位为升每100千米（L/100 km）。
其中 $FC_{J,CLTC-P}$ 和 $FC_{J,WLTC}$ 按照公式（2）和公式（3）计算。

$$FC_{J,CLTC-P} = \min(E_{CLTC-P,N}, E_{CLTC-P,C}) \times K_{CLTC-P,fuel} / d_{CLTC-P} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$FC_{J,WLTC} = \min(E_{WLTC,N}, E_{WLTC,C}) \times K_{WLTC,fuel} / d_{WLTC} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- $E_{CLTC-P,N}$ ——车辆按照CLTC-P进行试验时的再生能量，单位为瓦时（Wh）；
- $E_{CLTC-P,C}$ ——车辆按照CLTC-P进行试验时的电能消耗量，单位为瓦时（Wh）；
- $K_{CLTC-P,fuel}$ ——按照GB/T 19753—202X附录E.2.3确定的CLTC-P下的燃料消耗量修正系数，单位为升每100瓦时（L/100 Wh）；
- d_{CLTC-P} ——车辆按照CLTC-P进行试验的行驶里程，单位为千米（km）；
- $E_{WLTC,N}$ ——车辆按照WLTC进行试验时的再生能量，单位为瓦时（Wh）；
- $E_{WLTC,C}$ ——车辆按照WLTC进行试验时的电能消耗量，单位为瓦时（Wh）；
- $K_{WLTC,fuel}$ ——按照GB/T 19753—20XX附录E.2.3确定的WLTC下的燃料消耗量修正系数，单位为升每100瓦时（L/100 Wh）；
- d_{WLTC} ——车辆按照WLTC进行试验的行驶里程，单位为千米（km）。

根据汽车生产企业建议并经由检验机构确定， $K_{CLTC-P,fuel}$ 可直接取值 $K_{WLTC,fuel}$ 。

附录 A
(规范性)
再生能量试验方法

- A.1 试验前，应通过在底盘测功机上至少运行一个 WLTC 或 CLTC-P 进行预热，预热过程中试验循环的选择与 5.2 规定的试验一致。
- A.2 车辆按照 GB/T 19233—2020 中 6.1、6.2 及 6.4 的要求进行试验，实时测量并记录 REESS 的母线电流 I (A) 和电压 U (V)，试验共进行 3 次。3 次试验应连续进行以使车辆保持充分预热的状态，否则应按照 A.1 重新进行预热。
- A.3 每次试验结束后，进行下一次试验前均应按照 5.1.2 的要求确认或调整 SOC。
- A.4 应按公式 (A.1) 计算 E_N ：

$$E_N = \frac{\int I \times U dt}{3600} \dots\dots\dots (A.1)$$

- 式中：
- E_N ——车辆按照WLTC或CLTC-P进行试验时测得的再生能量，单位为瓦时（Wh）；
- I ——减速工况下REESS母线回馈电流，单位为安培（A）；
- U ——REESS两端电压，单位为伏特（V）。
- 按照A.5的方法对试验结果进行重复性检验。如能通过重复性检验，则计算3次 E_N 的平均值作为试验结果，如没有通过重复性检验，则应采用数值最小的 E_N 作为试验结果。
- A.5 按公式 (A.2) 进行重复性检验：计算 3 次 E_N 的第 95 百分位分布的标准差 σ ，并将 3 次计算结果中最大再生能量与最小再生能量之差 ($\Delta E_{N,max}$) 与 σ 值进行比较：
- a) 如 $\Delta E_{N,max}$ 不大于 σ ，则视为通过重复性检验；
- b) 如 $\Delta E_{N,max}$ 大于 σ ，则视为没有通过重复性检验。

$$\sigma = 0.063 \overline{E_N} \dots\dots\dots (A.2)$$

- 式中：
- σ ——第95百分位分布的标准差，单位为瓦时（Wh）；
- $\overline{E_N}$ ——3次试验测得再生能量的算术平均值，单位为瓦时（Wh）。

附 录 B
(规范性)
电能消耗量试验方法

- B.1 试验前，应通过在底盘测功机上至少运行一个 WLTC 或 CLTC-P 进行预热，预热过程中试验循环的选择与 5.2 规定的试验一致。
- B.2 车辆按照 GB/T 19233—2020 中 6.1、6.2 及 6.4 的要求进行试验，实时测量 REESS 及发电设备的母线电流和电压，发电设备发电量中直接用于轮边驱动的部分不在测量范围内，记录发电电流 I_g (A)、发电电压 U_g (V)、REESS 电流¹⁾ I_k (A) 和 REESS 两端的电压 U_k (V)，试验共进行 3 次。3 次试验应连续进行以使车辆保持充分预热的状态，否则应按照 B.1 重新进行预热。
- B.3 每次试验结束后，进行下一次试验前均应按照 5.1.2 的要求确认或调整 SOC。
- B.4 应按公式 (B.1) 计算 E_c ：

$$E_c = \frac{\sum_{g=1}^m \int I_g \times U_g dt}{3600} - \frac{\sum_{k=1}^n \int I_k \times U_k dt}{3600} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

E_c ——车辆按照WLTC或CLTC-P进行试验时消耗的电能，单位为瓦时（Wh）；

I_g ——发电设备发电电流，单位为安培（A）；

U_g ——发电设备发电电压，单位为伏特（V）；

I_k ——REESS充放电电流，单位为安培（A）；

U_k ——REESS充放电电压，单位为伏特（V）；

m ——发电设备数；

n ——蓄电设备数。

1) ¹⁾REESS 母线充电电流为正，放电电流为负。

附 录 C
(规范性)
制动能量回收系统试验报告

C. 1 车辆及制造厂基本信息

- C. 1. 1 车辆的商品名称或厂牌:
- C. 1. 2 车辆型式:
- C. 1. 3 车辆类别 ¹⁾:
- C. 1. 4 制造厂名称和地址:
- C. 1. 5 制造厂法定代表人的名称和地址 (如适用):

C. 2 车辆说明

C. 2. 1 制动能量回收系统信息

- C. 2. 1. 1 制动能量回收系统关键部件供应商、型号的说明 (发电机 (版本号、型号、供应商)、REESS、ECU (硬件号、软件版本号)):

C. 2. 2 整车参数

- C. 2. 2. 1 整车整备质量:kg
- C. 2. 2. 2 最大设计总质量:kg
- C. 2. 2. 3 额定载客数:人
- C. 2. 2. 4 车身型式:
- C. 2. 2. 5 驱动轮: 前、后、4 x 4 ²⁾

C. 2. 3 发动机

- C. 2. 3. 1 动机型号:
- C. 2. 3. 2 发动机排量:L
- C. 2. 3. 3 供油系统: 化油器 / 喷射 ²⁾
- C. 2. 3. 4 制造厂推荐的燃料:
- C. 2. 3. 5 最大净功率:kW r/min
- C. 2. 3. 6 增压装置: 有/无 ²⁾
- C. 2. 3. 7 点火系统: 压燃/传统点火/电子点火 ²⁾

C. 2. 4 变速器

- C. 2. 4. 1 变速器型式: 手动/非手动 ²⁾
- C. 2. 4. 2 挡位数:
- C. 2. 4. 3 总速比 (包括轮胎受载下滚动周长): (道路车速 (km/h) /1 000 r/min)
 - a) 一档:
 - b) 二挡:

- c) 三挡:
- d) 四挡:
- e) 五挡:
- f) 六挡:
- g) 超速挡:
- h)
- C. 2. 4. 4 主传动速比:
- C. 2. 4. 5 轮胎:
 - a) 型号:
 - b) 尺寸:
 - c) 受载下滚动周长:

C. 3 结构特征

- C. 3. 1 装有非手动挡变速器: 是/否 ²⁾
- C. 3. 2 具有三排或三排以上座椅: 是/否 ²⁾
- C. 3. 3 符合GB/T 15089-2001中3.5.1规定条件的M₁G类汽车: 是/否 ²⁾。如是M₁G类汽车, 填写以下内容:
 - a) 单车计算爬坡度:%
 - b) 接近角:°
 - c) 离去角:°
 - d) 纵向通过角:°
 - e) 前轴离地间隙:mm
 - f) 后轴离地间隙:mm
 - g) 前后轴间的离地间隙:mm

C. 4 试验结果

- C. 4. 1 制动能量回收系统REESS标称电压
标称电压:V
- C. 4. 2 车辆的再生能量
WLTC下的再生能量:Wh
CLTC-P下的再生能量:Wh
- C. 4. 3 车辆的电能消耗量
WLTC下的电能消耗量(如适用):Wh
CLTC-P下的电能消耗量(如适用):Wh
- C. 4. 4 每次试验开始时SOC
第一次: WLTC:CLTC-P:
第二次: WLTC:CLTC-P:

第三次：WLTC：CLTC-P：

C. 5 节能效果

制动能量回收系统节能效果值： L/100 km

C. 6 检验机构信息

- C. 6. 1 车辆提交申请日期：
 - C. 6. 2 负责进行试验的检验机构：
 - C. 6. 3 结果报告编号：
 - C. 6. 4 地点：
 - C. 6. 5 日期：
 - C. 6. 6 签名：
-