



中华人民共和国国家标准

GB/T 43252—2023

燃料电池电动汽车能量消耗量及 续驶里程试验方法

Test methods of energy consumption and range for fuel cell electric vehicles

2023-11-27 发布

2023-11-27 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量参数、单位、准确度和分辨率	1
5 试验条件	2
5.1 试验车辆条件	2
5.2 环境温度条件及浸车要求	2
5.3 驾驶模式选择	2
5.4 车辆负荷的设定	2
5.5 试验公差要求	3
6 试验车辆的分类	3
7 试验方法	4
7.1 短缩法	4
7.2 跑完法	5
附录 A（规范性） 加氢技术规范	7
A.1 车辆试验前加氢	7
A.2 车辆试验后加氢	7
A.3 车辆试验后氢瓶内部压力测量	8
附录 B（规范性） A 类车辆数据处理方法	9
B.1 REESS 的能量变化量	9
B.2 氢气消耗量	9
B.3 车辆的续驶里程	9
B.4 数据处理要求	9
附录 C（规范性） B 类车辆数据处理方法	10
C.1 燃料电池汽车动力系统结构图	10
C.2 可外接充电式燃料电池电动汽车的试验数据处理	10
C.3 不可外接充电式燃料电池电动汽车的试验数据处理	12
C.4 数据处理要求	13
参考文献	14

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。

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：中国汽车技术研究中心有限公司、同济大学、上汽大通汽车有限公司、丰田汽车(中国)投资有限公司、上海捷氢科技股份有限公司、上海机动车检测认证技术研究中心有限公司、襄阳达安汽车检测中心有限公司、潍柴动力股份有限公司、中国第一汽车股份有限公司、长城汽车股份有限公司、中汽研新能源汽车检验中心(天津)有限公司、上海重塑能源科技有限公司、招商局检测车辆技术研究院有限公司、重庆长安新能源汽车科技有限公司、上海舜华新能源系统有限公司、浙江远程商用车研发有限公司、宇通客车股份有限公司。

本文件主要起草人：兰昊、侯永平、郝冬、潘相敏、何云堂、郑天雷、安淑展、陈沛、裴冯来、许诺、李普明、张妍懿、郝富强、郝维健、王宇鹏、赵洪辉、王晓兵、杨超、袁昌荣、冯占闯、王一戎、张晓丹、魏青龙、王丹、陈华强、蒋尚峰。

燃料电池电动汽车能量消耗量及 续驶里程试验方法

1 范围

本文件描述了燃料电池电动汽车在底盘测功机上进行能量消耗量及续驶里程测量的试验方法。
本文件适用于使用压缩气态氢气的 M 类、N 类燃料电池电动汽车(以下简称“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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- 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 18386.1—2021 电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第 1 部分:轻型汽车
- GB/T 18386.2—2022 电动汽车能量消耗量和续驶里程试验方法 第 2 部分:重型商用车辆
- GB/T 24548 燃料电池电动汽车 术语
- GB/T 27840—2021 重型商用车辆燃料消耗量测量方法
- GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气
- GB/T 38146.1 中国汽车行驶工况 第 1 部分:轻型汽车
- GB/T 38146.2 中国汽车行驶工况 第 2 部分:重型商用车辆

3 术语和定义

GB/T 24548 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

充氢状态 state of charge;SOC

车载储氢瓶内氢气密度与氢气在公称工作压力和 15 ℃时的密度比值。

注:两个主要压力等级下的氢气密度值如下: $\rho(35\text{ MPa},15\text{ }^{\circ}\text{C})=24.0\text{ g/L}$, $\rho(70\text{ MPa},15\text{ }^{\circ}\text{C})=40.2\text{ g/L}$ 。

4 测量参数、单位、准确度和分辨率

表 1 规定了试验测量参数、单位、准确度和分辨率的要求。

表 1 测量参数、单位、准确度和分辨率要求

测量参数	单位	准确度	分辨率
距离	km	$\pm 0.1\%$	0.001
时间	s	± 0.1	0.1

表 1 测量参数、单位、准确度和分辨率要求（续）

测量参数	单位	准确度	分辨率
速度	km/h	$\pm 1\%$	0.2
电压	V	$\pm 0.3\% \text{FSD}^a$ 或读数的 $\pm 1\% ^b$	0.1
电流	A	$\pm 0.3\% \text{FSD}^a$ 或读数的 $\pm 1\% ^b$	0.1
能量	W · h	$\pm 1\%$	1
温度	K	± 1	0.1
压力	MPa	$\pm 0.3\% \text{FSD}^a$	0.001
质量	g	± 0.5	0.5
质量流量	g/s	$\pm 1\%$	1
^a FSD:最大显示或标尺的长度。 ^b 取较大者。			

5 试验条件

5.1 试验车辆条件

车辆应满足以下要求：

- 保持车辆出厂时的外形结构和技术参数；
- 机械运动零部件润滑油的黏度和轮胎压力符合车辆制造商的规定；
- 根据车辆制造商说明书的要求对传动系统和轮胎进行磨合，至少用安装在试验车辆上的燃料电池动力系统行驶 300 km；
- 除测试必需的设备和车辆日常操纵部件外，关闭车上的照明装置及用电的辅助装置；
- 车辆使用的燃料符合 GB/T 37244 的规定。

5.2 环境温度条件及浸车要求

实验室温度应设置为 23 ℃，允许偏差为 ± 5 ℃。

浸车区域温度应设置为 23 ℃，允许偏差为 ± 3 ℃，浸车时间不少于 2 h。

5.3 驾驶模式选择

驾驶模式应按照 GB/T 18386.1—2021 中 C.2 驾驶模式的选择进行设定。

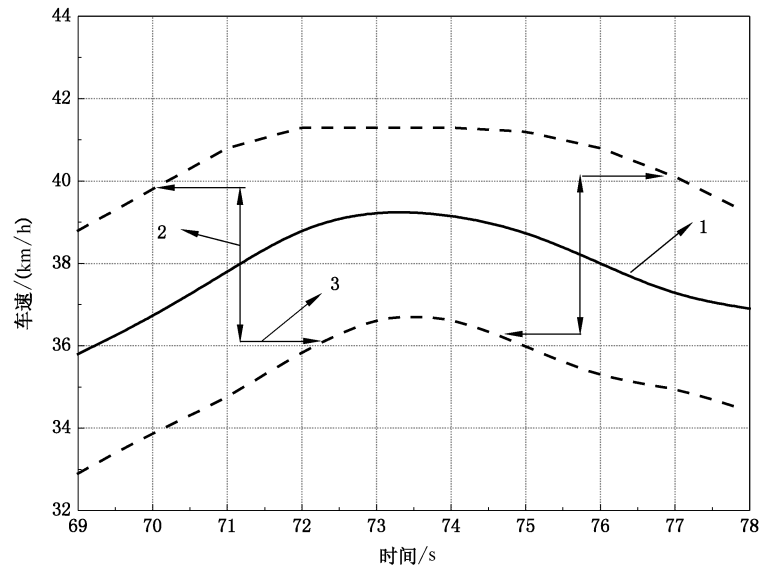
5.4 车辆负荷的设定

5.4.1 行驶阻力测定及在底盘测功机上的模拟： M_1 类、 N_1 类车辆和最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M_2 类车辆按照 GB 18352.6—2016 附件 CC 的规定；其他类型车辆的底盘测功机设定按照 GB/T 27840—2021 中附录 C 的规定进行，其中城市客车的附加质量为最大设计装载质量的 65%。

5.4.2 如果行驶阻力曲线由车辆制造商提供，需要提供试验报告、计算报告或其他相关资料，并由检测机构检验，以确保试验结果的可靠性。

5.5 试验公差要求

试验过程的基准曲线、速度公差和时间公差的示意图如图 1 所示。



- 标引序号说明：
- 1——基准曲线；
 - 2——速度公差，单位为千米每小时(km/h)；
 - 3——时间公差，单位为秒(s)。

图 1 基准曲线和公差示意图

车辆实际速度和测试循环规定的速度之间的允许公差如下：

- 适用于 M_1 类、 N_1 类车辆和最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M_2 类车辆时，速度公差为 ± 2.0 km/h，时间公差为 ± 1.0 s；
- 适用于其他车辆类型时，速度公差为 ± 3.0 km/h，时间公差为 ± 1.0 s，见图 1。

M_1 类、 N_1 类车辆和最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M_2 类车辆应满足 GB 18352.6—2016 中 C.1.2.6.6 的规定，若车辆申报的最高车速小于中国轻型汽车行驶工况(CLTTC)的最高车速，对于超过车辆申报最高车速的部分，按照 GB 18352.6—2016 的附件 CA 中的 CA.5 的规定对试验循环进行修正，此时要求驾驶员将加速踏板踩到底，允许车辆实际车速超过 GB 18352.6—2016 中 C.1.2.6.6 规定的公差上限，但不应超过公差下限。

其他类型车辆应满足 GB/T 27840—2021 中 5.5.1 的规定，若车辆申报的最高车速小于中国重型车商用车测试工况(CHTC)的最高车速，对于超过车辆申报最高车速的部分，按照 GB 18352.6—2016 的附件 CA 中的 CA.5 的规定对试验循环进行修正，此时要求驾驶员将加速踏板踩到底，允许车辆实际车速超过 GB/T 27840—2021 中 5.5.1 规定的公差上限，但不应超过公差下限。

6 试验车辆的分类

试验车辆分为 A 类车辆和 B 类车辆，满足公式(1)为 A 类车辆，不满足公式(1)为 B 类车辆。其中申报车辆类型为 A 类的车辆，按照 7.1 进行试验，根据公式(1)计算车辆在试验总循环下可充电储能系统(REESS)的净能量变化量与燃料电池电动汽车消耗氢气的能量比值 α 。

$$\alpha = \left| \frac{\Delta E}{m_{\text{TH}} \times q_1} \right| \times 100\% \leq 1.0\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

ΔE —— 试验总循环下 REESS 的净能量变化量，单位为千焦(kJ)；

m_{TH} —— 试验总循环下氢气质量，单位为克(g)；

q_1 —— 氢气低热值， 1.2×10^5 kJ/kg。

试验结束后，如果车辆不满足公式(1)的规定，则此次试验无效，且不应按照 7.1 重复进行试验，试验车辆应按照 7.2 规定的方法进行试验；如果车辆满足公式(1)的规定，车辆制造商可按照 7.1 规定的方法进行试验，也可按照 7.2 规定的方法进行试验，车辆制造商可自行决定。

7 试验方法

7.1 短缩法

7.1.1 试验程序

车辆按照以下步骤进行试验：

- a) 试验采用车外供氢的方式；
- b) 试验前，按照车辆制造商要求调整车辆 REESS 的 SOC 状态；
- c) 将车辆固定在底盘测功机上，按照 5.4 的规定进行阻力设定；
- d) 车辆在底盘测功机上行驶一个完整的循环，循环结束，关闭车辆，静置 15 min；
- e) 按照 7.1.2 进行工况法续驶里程试验。

7.1.2 工况法续驶里程试验

工况法续驶里程试验步骤如下。

- a) 按表 2 的规定进行工况法续驶里程试验，试验运行期间不应停车，直至试验结束。
- b) 从整车起动开始采样，采样频率不低于 5 Hz，直至试验结束。采集参数包括 REESS 电压 U_{REESS} 、REESS 电流 I_{REESS} 、车辆驶过的距离 D_{T} 、氢气质量 m_{TH} 。
- c) 氢气消耗量的测量方法可参照 GB/T 35178—2017 规定的方法。
- d) 氢瓶截止压力试验：试验前车载氢瓶中的氢气应保证至少可行驶一个完整的循环工况，将车辆固定在底盘测功机上，按照 5.4 的规定进行阻力设定。按照 GB/T 38146.1 和 GB/T 38146.2 的规定进行循环工况试验(循环工况类型的选择见表 2)，试验运行期间不应停车(工况循环内停车除外)，至少要行驶一个完整的循环工况。当车辆达到 7.2.3 的要求时停止试验，进行氢瓶内部压力测量。氢瓶内部压力测量应按照附录 A 中 A.3 规定的方法进行测量，记录压力 P_4 ，此压力值即为氢瓶的截止压力，氢瓶截止压力测量应在 30 min 内完成。

表 2 车辆载荷要求及测试工况

车辆类型	工况	运行循环工况数量/个
最大设计总质量大于 3 500 kg 的客车 (不含城市客车)类	客车(不含城市客车)行驶工况 (CHTC-C)	6
最大设计总质量大于 5 500 kg 的货车类	货车(GVW>5 500 kg)行驶工况 (CHTC-HT)	6

表 2 车辆载荷要求及测试工况（续）

车辆类型	工况	运行循环工况数量/个
最大设计总质量大于3 500 kg， 不超过5 500 kg 的货车类	货车(GVW≤5 500 kg)行驶工况 (CHTC-LT)	6
最大设计总质量大于3 500 kg 的自卸汽车类	自卸汽车行驶工况 (CHTC-D)	6
最大设计总质量大于3 500 kg 的半挂牵引车类	半挂牵引列车行驶工况 (CHCT-S)	6

7.1.3 试验数据处理

试验数据处理按照附录 B 进行。

7.2 跑完法

7.2.1 试验程序

确定能量消耗量及续驶里程应使用相同的试验程序，按照以下步骤进行试验。

- a) 试验采用车载供氢的方式。
- b) 对于可外接充电式燃料电池电动汽车，REESS 应按照 GB/T 18386.2—2022 中 5.4.3 规定的程序进行充电；对于不可外接充电式燃料电池电动汽车，允许将 REESS 预置或调整到车辆制造商的 SOC 规定值。
- c) 对车辆进行预加氢至 90% 以上，然后按照 A.1 进行精确加氢，并计算得到试验前车辆所载的氢气质量 m_1 。
- d) 将车辆固定在底盘测功机上，按照 7.2.2 进行循环工况续驶里程试验。
- e) 对于可外接充电式燃料电池电动汽车，试验结束后 30 min 内，REESS 应按照 GB/T 18386.2—2022 中 5.4.3 规定的程序进行充电，测量并记录来自电网的能量 E ；对于不可外接充电式燃料电池电动汽车，进入步骤 f)。
- f) 将车辆移动至加氢装置处，按照 A.2 的规定加氢并计算得到氢气质量 m_{TH} ，计算结果小数点后保留四位有效数字（按四舍五入方法）。

除步骤 b) 和步骤 c) 外，在每两个步骤执行之间，如果车辆需要移动：

- 对 M_1 类、 N_1 类和最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M_2 类车辆，不允许使用车上的动力将车辆移动到下一个试验地点，且应关闭再生制动系统；
- 对于其他车辆类型，允许使用车上的动力，要求车辆以不大于 30 km/h 或者厂区限制的速度行驶，尽可能以匀速的方式在两个试验地点之间移动，车辆每次在两个试验地点之间的移动距离不超过 3 km。

7.2.2 工况法续驶里程试验

工况法续驶里程试验步骤如下。

- a) 按照表 3 的规定进行工况法续驶里程试验，直到达到 7.2.3 的规定时停止试验。
- b) 除非有其他规定，工况试验循环期间的停车不应超过 3 次（工况循环外停车），总的停车时间累计不超过 15 min。停车期间，关闭试验台风扇，不应使用外接电源对车辆充电。

- c) 从整车起动开始采样,直至试验结束,采样频率不低于 5 Hz。采集参数包括燃料电池堆电压 U_{FC} 、燃料电池堆电流 I_{FC} 、REESS 电压 U_{REESS} 、REESS 电流 I_{REESS} 、车辆驶过的距离 D (测量值按四舍五入圆整到整数,该距离即为工况法测量的续驶里程);同时记录用小时(h)和分(min)表示的所用时间。

注:对于无法直接测量燃料电池堆电压 U_{FC} 、燃料电池堆电流 I_{FC} 的车辆,可测量 DC/DC 变换器输出端的电压和电流,然后折算出燃料电池堆的功率,DC/DC 变换器折算效率为 97.0%。

表 3 车辆载荷要求及测试工况

车辆类型	工况
M_1 类	乘用车行驶工况 (CLTC-P)
N_1 类和最大设计总质量不超过 3 500 kg 的 M_2 类	轻型商用车行驶工况 (CLTC-C)
最大设计总质量大于 3 500 kg 的城市客车类	城市客车行驶工况 (CHTC-B)
最大设计总质量大于 3 500 kg 的客车(不含城市客车)类	客车(不含城市客车)行驶工况 (CHTC-C)
最大设计总质量大于 5 500 kg 的货车类	货车($GVW > 5\,500\text{ kg}$)行驶工况 (CHTC-HT)
最大设计总质量大于 3 500 kg,不超过 5 500 kg 的货车类	货车($GVW \leq 5\,500\text{ kg}$)行驶工况 (CHTC-LT)
最大设计总质量大于 3 500 kg 的自卸汽车类	自卸汽车行驶工况 (CHTC-D)
最大设计总质量大于 3 500 kg 的半挂牵引车类	半挂牵引车行驶工况 (CHCT-S)

7.2.3 结束试验循环的判定准则

以下两个条件,满足其中一条即停止试验:

- 当车载仪表给出停车指示时;
- 在续驶里程试验中,车辆不能满足 5.5 规定的公差要求。

达到试验结束条件时,挡位保持不变,使车辆滑行至最低稳定车速或 5 km/h,再踩下制动踏板进行停车。

7.2.4 试验数据处理

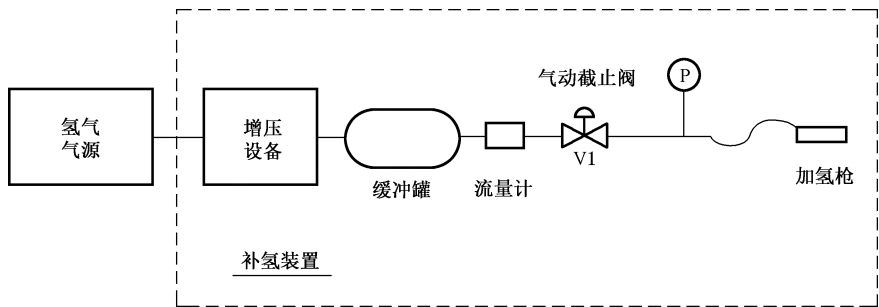
试验数据处理按照附录 C 进行。

附 录 A
(规范性)
加氢技术规范

A.1 车辆试验前加氢

加氢流程如下。

- a) 将车辆与加氢装置连接,如图 A.1 所示。
- b) 测量车辆所在的环境温度 T_1 ,参照 GB/T 35178—2017 中附录 A 的温度压力法,计算氢气压缩因子和温度 T_1 下的目标压力 P_1 ,目标为车载储氢瓶的充氢状态(SOC)为 100%,打开截止阀 V1,启动增压设备,向车辆补充氢气至车载储氢瓶的压力达到 P_1 后,关闭增压设备和保持 V1 打开状态。
- c) 实时监测并记录加氢后的环境温度 T_2 和车载储氢瓶的压力 P_2 。
- d) 根据 T_2 计算出此时的目标压力 P'_2 。计算 P'_2 和 P_2 的差值 ΔP ,在 2 h 之内(含 2 h)如果 ΔP 小于或等于 0.3 MPa,则认为车载储氢瓶达到加满状态,加氢结束;在 2 h 之内(含 2 h)如果 ΔP 大于 0.3 MPa,则重复步骤 b)~步骤 d),继续向车载储氢瓶加氢,直到在 2 h 之内(含 2 h) ΔP 小于或等于 0.3 MPa,关闭截止阀 V1 结束加氢。



标引序号说明:

Ⓔ——压力表。

图 A.1 加氢装置示意图

- e) 根据 T_2 和 P_2 ,参照 GB/T 35178—2017 中附录 A 的温度压力法,计算试验前车辆所载的氢气质量 m_1 。

A.2 车辆试验后加氢

试验结束后,应按照以下步骤进行加氢及计算所消耗的氢气质量:

- a) 将车辆连接至试验前所用的同一台加氢装置,记录车辆所处的环境温度 T_3 ,打开截止阀 V1,通过缓冲罐向车辆加注少量氢气(不大于 0.05 kg),并通过质量流量计记录所加注的氢气质量 m_2 (此处 m_2 有可能为 0),关闭截止阀 V1,待压力平衡后记录氢瓶内部压力 P_3 ;
- b) 根据 T_3 、 P_3 ,参照 GB/T 35178—2017 中附录 A 的温度压力法,计算出此时车辆所载的氢气质量 m_3 ;
- c) 根据公式(A.1)计算得到试验消耗的氢气质量 m_{TH} 。

$$m_{\text{TH}} = m_1 + m_2 - m_3 \quad \dots\dots\dots (\text{A.1})$$

对于可外接充电式燃料电池电动汽车,对储能装置充电结束后 30 min 内完成试验后加氢;对于不可外接充电式燃料电池电动汽车,上述试验后加氢过程需要在试验结束后 30 min 内完成。

A.3 车辆试验后氢瓶内部压力测量

试验结束后,应按照以下方法测量氢瓶内的压力:

- 调整氢气气源的压力高于氢瓶内部压力,将车辆与压力测量装置连接,如图 A.2 所示;
- 使进入氢瓶的氢气质量不大于 0.05 kg,及时关闭截止阀,待压力平衡后记录压力 P_4 ;
- 将压力值 P_4 记为试验后氢瓶内部压力。

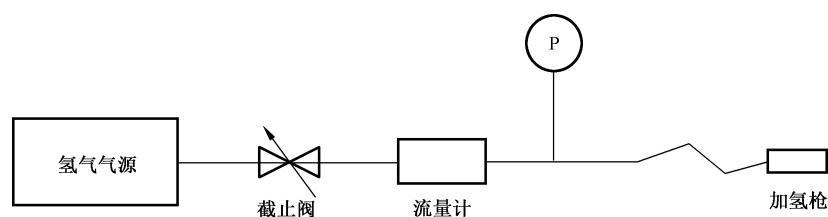


图 A.2 压力测量装置示意图

附 录 B
(规范性)
A 类车辆数据处理方法

B.1 REESS 的能量变化量

REESS 的能量变化量 ΔE 按照公式(B.1)计算:

$$\Delta E = \int_0^T I_{\text{REESS}} U_{\text{REESS}} \frac{dt}{1\,000} \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:
 U_{REESS} ——REESS 输出电压,单位为伏特(V);
 I_{REESS} ——REESS 输出电流(正值表示放电,负值表示充电),单位为安培(A);
 T ——总采样时间,单位为秒(s)。

B.2 氢气消耗量

氢气消耗量 C_{H_2} 按照公式(B.2)计算:

$$C_{\text{H}_2} = \frac{m_{\text{TH}}}{10 \times D_{\text{T}}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:
 C_{H_2} ——氢气消耗量,单位为千克每百公里(kg/100 km),四舍五入精确到小数点后 2 位;
 m_{TH} ——试验中实际测量得到的氢气质量,单位为克(g);
 D_{T} ——试验中车辆实际行驶的距离,单位为千米(km)。

B.3 车辆的续驶里程

续驶里程 D 按照公式(B.3)计算:

$$D = \frac{m_{\text{H}_2}}{10 \times C_{\text{H}_2}} \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:
 D ——车辆续驶里程,单位为千米(km),按照 GB/T 8170 的规定修约至整数;
 m_{H_2} ——车辆可用氢气量,单位为克(g),按照 GB/T 8170 的规定修约至小数点后 1 位。
整车可用氢气量 m_{H_2} 根据 GB/T 35178—2017 附录 A 规定的方法计算,计算时储氢瓶的初始压力为公称工作压力,截止压力为在 7.1.2 d)中得到的压力值。

B.4 数据处理要求

数据处理过程中的续驶里程应精确到 0.001 km,氢气消耗量应精确到 0.01 kg/100 km。

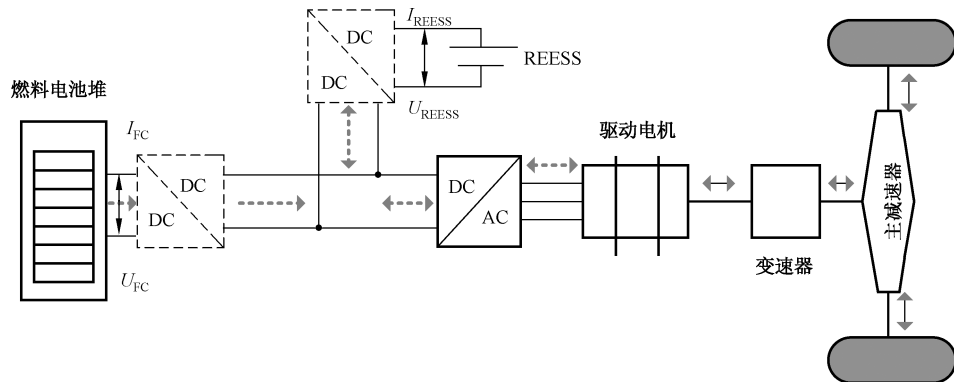
附录 C

(规范性)

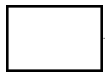
B 类车辆数据处理方法

C.1 燃料电池汽车动力系统结构图

燃料电池电动汽车动力系统的结构图如图 C.1 所示。



标引序号说明：



——辅助系统；



——单向电能传递；



——双向电能传递；



——双向机械能传递；

U_{REESS} —— REESS 输出电压,单位为伏特(V)；

I_{REESS} —— REESS 输出电流,单位为安培(A),正值表示放电,负值表示充电；

I_{FC} —— 燃料电池堆输出电流,单位为安培(A)；

U_{FC} —— 燃料电池堆输出电压,单位为伏特(V)；

DC/DC —— 直流转直流转换器；

DC/AC —— 直流转交流转换器。

注：考虑到不同结构类型中 DC/DC 变换器的使用情况可能不同,所以图中 DC/DC 变换器用虚线框图表示。

图 C.1 燃料电池电动汽车动力系统结构图

C.2 可外接充电式燃料电池电动汽车的试验数据处理

C.2.1 燃料电池堆输出总能量

燃料电池堆的输出总能量 E_{FC} ,按照公式(C.1)计算：

$$E_{\text{FC}} = \int_0^T I_{\text{FC}} U_{\text{FC}} dt / 1\,000 \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

E_{FC} —— 燃料电池堆的输出总能量,单位为千焦(kJ)；

T ——总采样时间,单位为秒(s)。

C.2.2 REESS 输出总能量(净能量变化量)

REESS 的输出总能量(净能量变化量) E_{REESS} ,按照公式(C.2)计算:

$$E_{\text{REESS}} = \int_0^T I_{\text{REESS}} U_{\text{REESS}} dt / 1\,000 \quad \dots\dots\dots (C.2)$$

式中:

E_{REESS} ——REESS 的输出总能量,单位为千焦(kJ)。

C.2.3 燃料电池堆和 REESS 的总输出能量

试验过程中燃料电池堆和动力蓄电池的输出总能量 E_{D} ,按照公式(C.3)计算:

$$E_{\text{D}} = E_{\text{FC}} + E_{\text{REESS}} \quad \dots\dots\dots (C.3)$$

式中:

E_{D} ——燃料电池堆和动力蓄电池的输出总能量,单位为千焦(kJ)。

C.2.4 燃料电池堆输出总能量占总输出能量的百分比

燃料电池堆输出总能量占总输出能量的百分比 η_{FC} ,按照公式(C.4)计算:

$$\eta_{\text{FC}} = \frac{E_{\text{FC}}}{E_{\text{D}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.4)$$

式中:

η_{FC} ——燃料电池堆输出总能量占总输出能量的百分比。

C.2.5 REESS 输出总能量占总输出能量的百分比

REESS 输出总能量占总输出能量的百分比 η_{REESS} ,按照公式(C.5)计算:

$$\eta_{\text{REESS}} = \frac{E_{\text{REESS}}}{E_{\text{D}}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.5)$$

式中:

η_{REESS} ——REESS 输出总能量占总输出能量的百分比。

C.2.6 REESS 贡献的续驶里程

REESS 贡献的续驶里程 D_{REESS} ,按照公式(C.6)计算:

$$D_{\text{REESS}} = D \cdot \eta_{\text{REESS}} \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

式中:

D_{REESS} ——REESS 贡献的续驶里程,单位为千米(km);

D ——车辆续驶里程,单位为千米(km)。

C.2.7 燃料电池堆贡献的续驶里程

燃料电池堆贡献的续驶里程(纯氢续驶里程) D_{FC} ,按照公式(C.7)计算:

$$D_{\text{FC}} = D \cdot \eta_{\text{FC}} \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

式中:

D_{FC} ——燃料电池堆贡献的续驶里程(纯氢续驶里程),单位为千米(km)。

C.2.8 氢气消耗量

氢气消耗量 C_{H_2} ,按照公式(C.8)计算:

$$C_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{10 \times D_{FC}} \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

式中:

m_{H_2} ——车辆可用氢气量,单位为克(g)。

C.2.9 电能消耗量

电能消耗量 C_E ,按照公式(C.9)计算:

$$C_E = 100 \times \frac{E}{D_{REESS}} \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

式中:

C_E ——电能消耗量,单位为千瓦时每百公里[(kW·h)/100 km];

E ——来自电网的能量,单位为千瓦时(kW·h)。

C.3 不可外接充电式燃料电池电动汽车的试验数据处理

C.3.1 总则

按照 C.3.2 计算 REESS 的净能量变化量 E_{REESS} ,并根据 E_{REESS} 判断下一步骤:

——如果 $E_{REESS} > 0$,按照步骤 C.3.3 到步骤 C.3.7、C.3.9 计算得到氢气消耗量;

——如果 $E_{REESS} \leq 0$,则认为 $D_{FC} = D$,然后按照 C.3.9 计算得到氢气消耗量。

C.3.2 REESS 的净能量变化量

REESS 的净能量变化量 E_{REESS} ,按照公式(C.10)计算:

$$E_{REESS} = \int_0^T I_{REESS} U_{REESS} dt / 1\ 000 \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

C.3.3 燃料电池堆输出总能量

燃料电池堆的输出总能量 E_{FC} ,按照公式(C.11)计算:

$$E_{FC} = \int_0^T I_{FC} U_{FC} dt / 1\ 000 \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

C.3.4 燃料电池堆和 REESS 的总输出能量

试验过程中燃料电池堆和 REESS 的输出总能量 E_D ,按照公式(C.12)计算:

$$E_D = E_{FC} + E_{REESS} \quad \dots\dots\dots (C.12)$$

C.3.5 燃料电池堆输出总能量占总输出能量的百分比

燃料电池堆输出总能量占总输出能量的百分比 η_{FC} ,按照公式(C.13)计算:

$$\eta_{FC} = \frac{E_{FC}}{E_D} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.13)$$

C.3.6 REESS 输出总能量占总输出能量的百分比

REESS 输出总能量占总输出能量的百分比 η_{REESS} ,按照公式(C.14)计算:

$$\eta_{REESS} = \frac{E_{REESS}}{E_D} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (C.14)$$

C.3.7 燃料电池堆贡献的续驶里程

燃料电池堆贡献的续驶里程 D_{FC} ,按照公式(C.15)计算:

$$D_{FC} = D \cdot \eta_{FC} \dots\dots\dots (C.15)$$

C.3.8 REESS 贡献的续驶里程

REESS 贡献的续驶里程 D_{REESS} ,按照公式(C.16)计算:

$$D_{REESS} = D \cdot \eta_{REESS} \dots\dots\dots (C.16)$$

C.3.9 氢气消耗量

氢气消耗量 C_{H_2} ,按照公式(C.17)计算:

$$C_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{10 \times D_{FC}} \dots\dots\dots (C.17)$$

C.4 数据处理要求

数据处理过程中,续驶里程应精确到 0.001 km,氢气消耗量应精确到 0.01 kg/100 km,电能消耗量应精确到 0.01 kWh/100 km。

对于可外接充电式燃料电池电动汽车,试验结果为续驶里程 D 、燃料电池堆贡献的续驶里程 D_{FC} 、REESS 贡献的续驶里程 D_{REESS} 、氢气消耗量 C_{H_2} 和电能消耗量 C_E 。

对于不可外接充电式燃料电池电动汽车,试验结果为续驶里程 D 、燃料电池堆贡献的续驶里程 D_{FC} 、REESS 贡献的续驶里程 D_{REESS} 、百公里氢气消耗量 C_{H_2} 。

试验结果 D 、 D_{FC} 、 D_{REESS} 应四舍五入圆整至整数,氢气消耗量 C_{H_2} 和电能消耗量 C_E 按照 GB/T 8170 的规定修约至小数点后 2 位。

参 考 文 献

- [1] GB/T 35178—2017 燃料电池电动汽车 氢气消耗量 测量方法
-

