

ICS 43.020

T 09



中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—XXXX

燃料电池电动汽车低温冷起动性能 试验方法

Test methods for sub-zero cold start performances of fuel cell electric vehicles

(征求意见稿)

2021年8月25日

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

目 次.....	I
前 言.....	II
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、单位和准确度.....	2
5 试验条件.....	2
6 试验方法.....	2
7 试验数据处理.....	5
8 试验数据记录.....	5
附录 A （规范性附录） 能量消耗量数据处理方法.....	6
附录 B （资料性附录） 燃料电池电动汽车低温冷启动性能试验记录表.....	8

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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/TC114）归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次制定。

燃料电池电动汽车 低温冷起动性能试验方法

1 范围

本文件规定了燃料电池电动汽车在低温（0℃以下）环境下的冷起动和起步性能试验方法。
本文件适用于使用压缩氢的M类、N类燃料电池电动汽车（以下简称为“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 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 24548 燃料电池电动汽车 术语

GB/T 27840—2011 重型商用车辆燃料消耗量测量方法

GB/T 37154—2018 燃料电池电动汽车 整车氢气排放测试方法

GB/T 37244 质子交换膜燃料电池汽车用燃料 氢气

GB/T 38146.1—2019 中国汽车行驶工况 第1部分：轻型汽车

GB/T 38146.2—2019 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

低温冷起动 sub-zero cold start

在低温（0℃以下）环境下充分浸车（不少于12 h）后，车辆在低温环境下进行起动。

3.2

低温起步 start to move under sub-zero temperature

在低温（0℃以下）环境下充分浸车（不少于12 h）后，车辆在低温环境下进行起步。

3.3

低温冷起动时间 cold start time

从对车辆进行起动操作至车辆驱动系统已就绪（即车辆仪表显示“READY”或“OK”），且燃料电池堆的输出功率达到1 kW的时间。

注：燃料电池堆的输出功率达到1 kW后，应能够以不低于1 kW的功率连续运行10 min；或在达到1 kW后的20 min内，应能够以不低于1 kW的功率累计运行10 min。

4 测量参数、单位和准确度

表1规定了试验测量的参数、单位和准确度。

表1 测量参数、单位和准确度的要求

测量参数	单位	准确度	分辨率
时间	s	±0.1	0.1
温度	°C	±1	0.1
电压	V	±0.3% FSD ^a 或读数的±1% ^b	0.1
电流	A	±0.3% FSD ^a 或读数的±1% ^b	0.1
能量	Wh	±1%	1
氢气体积浓度	—	±0.2%	0.01%
^a FSD 最大显示或标尺的长度。 ^b 取较大者。			

5 车辆要求

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粘度应符合制造商的规定；
- 在不同的环境温度下，按照制造商的规定，选择相应的冷却液；
- 车辆使用的燃料应符合GB/T 37244的要求。

6 试验条件

6.1 环境温度条件

从浸车开始到试验结束，环境舱的温度应控制在设定温度的±2 °C内，且不应高于0 °C。

6.2 环境舱要求

试验环境舱应具备氢气浓度监测报警装置及通风装置。

7 试验方法

7.1 低温（0°C以下）浸车方法

车辆应按照以下步骤进行浸车：

- a) 在浸车开始前，允许按照制造商的规定调整可充电储能系统（REESS）的SOC，记录调整时长 t 、调整前后的SOC、调整过程中的燃料电池发动机状态；
- b) 设置环境舱使环境温度下降至设定温度，也可按照制造商的规定设置环境温度的下降曲线；
- c) 在环境温度下降至设定温度的过程中，允许按照制造商的规定对车辆进行一次起动和停机操作，但车辆从起动到停机（不含吹扫过程）完成的总时间 t_0 不应超过5 min；
- d) 自环境温度达到设定温度后开始计时，有效浸车时间至少为12 h。

7.2 低温冷起动车性能试验

自对车辆进行起动操作开始至车辆停机,记录燃料电池堆电压 $U_{FC}(V)$ 、燃料电池堆电流 I_{FC} 、REESS 电压 U_{REESS} 、REESS 电流 I_{REESS} 、车辆尾排处氢气浓度 C_{H_2} 。其中 C_{H_2} 按照 GB/T 37154-2018 中 6.1.3 进行测量,且任意连续 3 s 内的平均氢气体积浓度应不超过 4%,且瞬时氢气体积浓度不超过 8%。车辆应按照以下步骤进行低温冷起动车性能试验:

- a) 按照 7.1 的要求进行浸车;
- b) 浸车结束后,按照制造商建议的起动操作步骤起动车辆;
- c) 对车辆进行起动操作后,可按照制造商的规定开启暖风装置、空调等,以消耗功率;
- d) 记录从对车辆进行起动操作至车辆驱动系统已就绪(即车辆仪表显示“READY”或“OK”)的时间 t_1 ;
- e) 记录从对车辆进行起动操作至燃料电池堆的输出功率达到 1 kW 的时间 t_2 (即低温冷起动时间),且燃料电池堆的输出功率达到 1 kW 后,应能够以不低于 1 kW 的功率连续运行 10 min;或在达到 1 kW 后的 20 min 内,应能够以不低于 1 kW 的功率累计运行 10 min;
- f) 按照制造商建议的停机步骤使车辆停机;
- g) 完成以上所有步骤,则认为车辆在设定温度下冷起动成功。如果车辆在起动过程中出现故障,则起动失败,需要重新按照步骤 a)~f)进行试验。

7.3 低温起步性能试验

7.3.1 车辆道路负荷的设定

7.3.1.1 M_1 、 N_1 类车辆和总质量不超过 3500 kg 的 M_2 类车辆的底盘测功机设定按照 GB 18352.6-2016 附件 CC 的规定进行。其他类型车辆的底盘测功机设定按照 GB/T 27840-2011 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%。在进行道路和底盘测功机的滑行试验时,均应将制动能量回收系统功能关闭。如果行驶阻力曲线由汽车生产企业提供,需要提供试验报告、计算报告或其他相关资料,并由测试机构检验。

7.3.1.2 应对底盘测功机的阻力设定进行调整以模拟低温环境下车辆在道路上的运行状况。该调整可基于低温环境下确定的道路行驶阻力的变化;也可将按照 6.3.1.1 确定的行驶阻力的滑行时间减少 10%后得到的阻力,作为替代的道路行驶阻力。

7.3.2 驾驶模式的选择

驾驶模式应按照 GB/T 18386.1-2021 中附录 C.2 章节中驾驶模式的选择进行设定。

7.3.3 试验方法

自对车辆进行起动操作开始至车辆停机,记录燃料电池堆电压 $U_{FC}(V)$ 、燃料电池堆电流 I_{FC} 、REESS 电压 U_{REESS} 、REESS 电流 I_{REESS} 。车辆应按照以下步骤进行低温起步性能试验:

- a) 按照 6.1 的要求进行浸车;
- b) 浸车完成后,按照制造商建议的操作步骤起动车辆;
- c) 记录从对车辆进行起动操作至车辆驱动系统已就绪(即车辆仪表显示“READY”或“OK”)的时间 t_3 ;
- d) 车辆驱动系统就绪后,将车辆状态切换到可行驶模式,以全油门运行,直至燃料电池堆的输出功率不低于燃料电池系统额定功率(P_{FCE})的 50%,记录时间 t_4 ;
- e) 挡位保持不变,松开油门踏板,缓慢踩下制动踏板,并在 1 min 内完成停车;
- f) 停车后 3 min 内,继续按照表 2 规定的循环工况进行试验,完成一个试验循环;

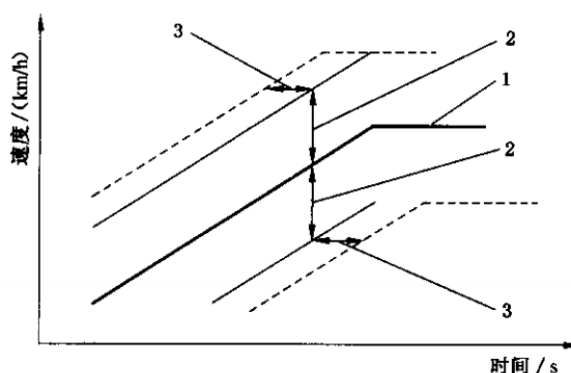
- g) 按照制造商建议的操作步骤停机，试验结束；
- h) 完成以上所有步骤，则认为车辆在设定温度下起步成功。如果在试验过程中达到 7.3.5 中结束试验的标准，则起步失败，需要重新按照步骤 a)~g)进行试验。

表2 不同类型车辆对应的试验工况

类型	工况
M1 类	GB/T 38146.1-2019 乘用车行驶工况 (CLTC-P)
N1 类和最大设计总质量不超过 3500kg 的 M2 类	GB/T 38146.1-2019 轻型商用车行驶工况 (CLTC-C)
最大设计总质量大于 3500kg 的城市客车类	GB/T 38146.2-2019 城市客车行驶工况 (CHTC-B)
最大设计总质量大于 3500kg 的客车（不含城市客车）类	GB/T 38146.2-2019 客车（不含城市客车）行驶工况 (CHTC-C)
最大设计总质量大于 5500kg 的货车类	GB/T 38146.2-2019 货车（GVW>5500kg）行驶工况 (CHTC-HT)
最大设计总质量大于 3500kg，不超过 5500kg 的货车类	GB/T 38146.2-2019 货车（GVW≤5500kg）行驶工况 (CHTC-LT)
最大设计总质量大于 3500kg 的自卸汽车类	GB/T 38146.2-2019 自卸汽车行驶工况 (CHTC-D)
最大设计总质量大于 3500kg 的半挂牵引车类	GB/T 38146.2-2019 半挂牵引车行驶工况 (CHCT-S)

7.3.4 公差

试验循环上的速度公差和时间公差应该满足图 1 给出的公差和基准曲线的要求。



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

图 1 中的每一个点给出的速度公差适用于 M1、N1、最大设计总质量不超过 3500kg 的 M2 类车型

为±2.0 km/h，适用于其他车型为±3.0 km/h，时间公差为±1.0 s。在试验报告中应注明超出公差的总时间。

注 1: M1、N1 类车辆和最大设计总质量不超过 3500kg 的 M2 类车辆应满足 GB 18352.6-2016 附录 C.1.2.6.6 的规定，若车辆申报的最高车速小于 CLTC 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 附件 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 附录 C.1.2.6.6 的规定的公差上限，但不能超过公差下限。

注 2: 其他类型车辆应满足 GB/T 27840-2011 中 5.5.1 的规定，若车辆申报的最高车速小于 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 附件 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 27840-2011 中 5.5.1 的规定公差上限，但不能超过公差下限。

7.3.5 结束试验的标准

当出现以下情况时，应停止试验：

- a) 当车载仪表给出停车指示时；
- b) 车辆不能满足 7.3.4 所规定的公差要求时；
- c) 若车辆申报的最高车速小于工况最高车速，而车辆无法达到申报的最高车速时。

7.4 数据采集要求

试验数据采集应满足以下要求：

- a) 试验中的数据采样频率不低于 5 Hz；
- b) 若由于车辆结构导致无法直接测量到燃料电池堆的电压和电流，可通过测量 DC/DC 变换器的输出电压和电流代替。

8 试验数据处理

试验数据处理按照以下要求：

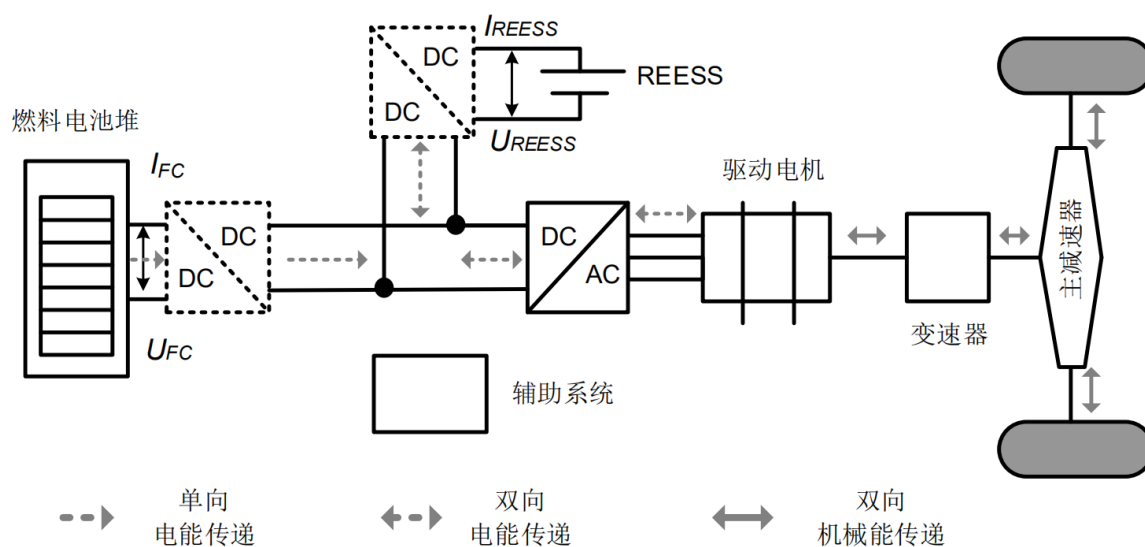
- a) 按照附录 A 计算 7.2 车辆低温冷起动试验中燃料电池堆和 REESS 的总输出能量，即为车辆低温冷起动的能量消耗量；
- b) 按照附录 A 计算 7.3 车辆低温起步试验中燃料电池堆和 REESS 的总输出能量，即为车辆低温起步的能量消耗量。

9 试验数据记录

燃料电池电动汽车低温冷起动性能试验结果参照附录 B 填写。

附录 A
(规范性)
能量消耗量数据处理方法

A.1 燃料电池汽车动力系统结构图



说明:

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;

REESS 输出电流: U_{REESS} (V);

REESS 输出电压: I_{REESS} (A) (正值表示放电, 负值表示充电);

燃料电池堆输出电流: I_{FC} (A);

燃料电池堆输出电压: U_{FC} (V)。

图 A.1 燃料电池电动汽车动力系统结构图

A.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} (kWh):

$$E_{FC} = \int_0^T I_{FC} U_{FC} dt / 3600000 \quad (\text{A.1})$$

其中, T 为总采样时间, 单位为 s。

A.2.2 REESS 净能量变化量

REESS 的输出总能量 (净能量变化量) E_{REESS} (kWh):

$$E_{REESS} = \int_0^T I_{REESS} U_{REESS} dt / 3600000 \quad (\text{A.2})$$

A.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 REESS 的输出总能量 E_D (kWh):

$$E_D = E_{FC} + E_{REESS} \dots\dots\dots (A.3)$$

附录 B
(资料性)

燃料电池电动汽车低温冷起动性能试验记录表

B.1 试验基本信息表

试验日期	
试验地点	
试验人员	
车辆 VIN	
整备质量 (kg)	
设计最高车速	
里程表读数 (km)	
燃料电池发动机型号	
燃料电池发动机额定功率 (kW)	
REESS 容量 (kWh)	
燃料电池系统冷却液冰点	

B.2 试验数据记录表

项目	参数	量纲	数据	备注
试验准备	设定的环境温度	°C		
	调整前 SOC	%		
	调整后 SOC (浸车开始前)	%		
	SOC 调整过程时长	min		
	调整 SOC 时燃料电池系统是否起动	—	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	在环境温度达到设定温度前, 是否对车辆进行 起动和停机操作	—	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	从起动到停机完成的总时间 t_0 (若有)	min		≤ 5 min
低温冷起动 试验记录	浸车开始时间	h/m/s		
	浸车结束时间	h/m/s		
	浸车时长	h		≥ 12 h
	从对车辆进行起动操作至车辆驱动系统已就绪 t_1	s		
	从对车辆进行起动操作至燃料电池堆的输出功 率达到 1 kW 的时间 t_2	s		
	燃料电池堆的输出功率判定	—	<input type="checkbox"/> 以不低于____ kW 连续运行 10 min <input type="checkbox"/> 在达到 1 kW 后的 20 min	

			内，以不低于____ kW 累计运行 10 min	
	尾排氢气浓度最大值	%		≤8%
	尾排氢气浓度任意连续 3s 平均值最大值	%		≤4%
	燃料电池堆输出总能量	kWh		
	REESS 净能量变化量	kWh		
	燃料电池堆和 REESS 的总输出能量	kWh		
	在设定温度下的低温冷起动情况	—		
低温起步 试验记录	浸车开始时间	h/m/s		
	浸车结束时间	h/m/s		
	浸车时长	h		≥12 h
	滑行阻力系数 a	—		
	滑行阻力系数 b	—		
	滑行阻力系数 c	—		
	从对车辆进行起动操作至车辆驱动系统已就绪的时间 t_3	s		
	从对车辆进行起动操作至燃料电池堆的输出功率不低于 50% P_{FCE} 的时间 t_4	s		
	车辆是否完成一个试验循环	—	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
	循环工况中超出公差的时间	s		
	试验全程燃料电池堆输出总能量	kWh		
	试验全程 REESS 净能量变化量	kWh		
	试验全程燃料电池堆和 REESS 的总输出能量	kWh		
	在设定温度下的低温起步情况	—		

观察并记录试验中异常现象： _____
