

编号: CIEVC-SM-TR-A1-2025

智能网联新能源汽车 复杂高寒环境测试评价规程

(2025 版)

中国汽车工程研究院股份有限公司 发布

目次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测试方法	5
5 评价方法	5
附 录 A（规范性） 复杂高寒环境智能安全试验方法	7
附 录 B（规范性） 高寒环境续驶里程试验方法	18
附 录 C（规范性） 纯电动汽车高寒环境充电效能试验方法	23
附 录 D（规范性） 高寒环境空调采暖试验方法	24
附 录 E（资料性） 高寒环境道路行驶工况	31
附 录 F（资料性） 空调热舒适性假人设备	32

智能网联新能源汽车复杂高寒环境测试评价规程

1 范围

本文件规定了智能网联新能源汽车复杂高寒环境测试评价规程的相关试验方法。

本文件适用于整备质量不超过 3500kg 的 M₁ 类纯电动汽车、M₁ 类插电式混合动力汽车（包括增程式混合动力汽车），其他车辆可参照执行。

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 12782-2022 汽车采暖性能要求和试验方法
GB/T 15089-2001 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 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 19596-2017 电动汽车术语
GB/T 19753-2021 轻型混合动力电动汽车能量消耗量试验方法
GB/T 33577-2017 智能运输系统 车辆前向碰撞预警系统 性能要求和测试规程
GB/T 33829-2017 轿车轮胎雪地抓着性能试验方法
GB/T 39263-2020 道路车辆 先进驾驶辅助系统（ADAS）术语及定义
GB/T 39901-2021 乘用车自动紧急制动系统（AEBS）性能要求及试验方法

3 术语和定义

GB/T 15089、GB/T 19596、GB/T 39263 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复杂环境 Complex Environment

汽车行驶过程中遇见的天气环境如雨天、雪天、雾天、逆光等各种挑战场景。

3.2

高寒环境 High-cold Environment

汽车行驶过程中的环境温度处于（-25~15）℃的低温环境。

3.3

低温续驶里程衰减率 Low Temperature Mileage Decay Rate

低温环境下的续驶里程相对于常温环境下的续驶里程的衰减程度。

3.4

百公里充电时间 Charging Time Requirement for Travelling 100km

新能源汽车行驶 100km 过程中的耗电量所需要的充电时间。

3.5

采暖时间 Air-conditioning Heating Time

开启空调暖风装置采暖至达到目标设定温度所需的时间。

3.6

空调系统的能量消耗量 Air-conditioning System Energy Consumption

空调系统进行制冷、制热运行时，为将乘员舱温度维持在允许的波动范围内所输入的总能量。
包含：压缩机、鼓风机、空调 PTC、电池 PTC 的能量之和。

3.7

空调系统的单位容积能量消耗量 Energy Consumption Per Unit Volume of Air-conditioning System

空调系统的能量消耗量与乘员舱容积的比值，简称“单位容积能耗”。单位：kWh/m³。

3.8

采暖过程的油耗增加率 Rate of Increase in Fuel Consumption during Air-conditioning Heating Process

开启暖风制热的燃油消耗量相对于关闭暖风制热的燃油消耗量的增加程度。

3.9

乘员舱容积 Volume of Passenger Cabin

乘员舱内排除座椅、内饰等的可用空间的容积。

3.10

预测平均评价指数 Predicted Mean Vote; PMV

通过综合考虑多个环境因素和人体自身条件，计算得到的平均热感觉指数。

3.11

舒适区域稳定时长占比 Proportion of Stable Duration in the Comfort Zone

测试过程中，车辆第一次起步后，预测平均评价指数（PMV）的值出现在[-1, 1]区间范围内的时长之和，与车辆第一次起步到试验结束时总时长的占比。

3.12

前向碰撞报警 forward collision warning; FCW

实时监测车辆前方行驶环境，并在可能发生前向碰撞危险时发出警告信息。

3.13

自动紧急制动 advanced/automatic emergency braking; AEB

实时监测车辆前方行驶环境,并在可能发生碰撞危险时自动启动车辆制动系统使车辆减速，以避免碰撞或减轻碰撞后果。

3.14

自动紧急转向 autonomous emergency steering; AES

实时监测车辆前方、侧方及侧后方行驶环境，在可能发生碰撞危险时自动控制车辆转向，以避免碰撞或减轻碰撞后果。

3.15

紧急转向辅助 emergency steering assist; ESA

实时监测车辆前方和侧方行驶环境，在可能发生碰撞危险且驾驶员有明确的转向意图时辅助驾驶员进行转向操作。

3.16

主车 subject vehicle; SV

配有本规程所定义的 AEB 系统的待测车辆。

3.17

目标车 target vehicle; TV

在主车前方行驶轨迹线上，距离主车最近的前车，它是车辆 AEB 系统工作时所针对的对象。

3.18

乘用车目标车 passenger car target vehicle

用于测试车辆 AEB 系统的乘用车测试装置。

3.19

行人与骑行者 vulnerable road user; VRU

易受伤害的道路使用者。

3.20

成人行人目标物 adult pedestrian target; APT

用于测试车辆 AEB 系统的成人行人测试装置。

3.21

踏板车骑行者目标物 scooter target adult; STA

用于测试车辆 AEB 系统的电动踏板车骑行者测试装置。

3.22

车辆宽度 vehicle width

平行于车辆纵向对称平面并分别抵靠车辆两侧固定突出部位的两平面之间的距离，固定突出部位不包含后视镜、侧面标志灯、示位灯、转向灯、挠性挡泥板、折叠式踏板、防滑链以及与地面接触变形部分等。

3.23

车间距 clearance

目标车辆尾部与主车头部之间的距离。

3.24

相对速度 relative velocity

主车与目标车的纵向车速之差。

3.25

碰撞点 impact point

主车首次与目标物（包括乘用车目标车、卡车目标车、快递三轮车目标车、行人目标物、自行车骑行者目标物、踏板车骑行者目标物、异形目标物）发生碰撞的点。

3.26

碰撞时间 time to collision; TTC

当相对速度不为零时，可以通过式（1）计算在同一路径上行驶的主车和目标物，假定相对速度保持不变时距离碰撞发生的时间。其值可以通过主车与目标物的纵向距离除以相对速度来估算。当不满足计算条件或碰撞时间的计算结果为负值时，表明在上述假定条件下，碰撞不可能发生。

$$TTC = \frac{X_0(t)}{V_r(t)}$$

公式中：

$X_0(t)$ ——车间距，单位为米（m）

$V_r(t)$ ——相对速度，单位为米/秒（m/s）

3.27

纵向距离 longitudinal offset

主车车头中心点与目标物在主车规划路径上的距离。

车对车、车对行人、车对踏板车骑行者纵向距离的定义如下：

- 车对车场景中指主车车头中心点和目标车辆车尾中心点与规划路径的距离之差；
- 行人横穿场景中指主车车头中心与行人手臂外侧在主车规划路径上的距离；
- 踏板车骑行者横穿场景中指主车车头中心与踏板车前轮最前端在主车规划路径上的距离。

3. 28

横向重叠率 lateral overlap

目标车与主车在车宽上的重叠部分占主车车宽的百分比。

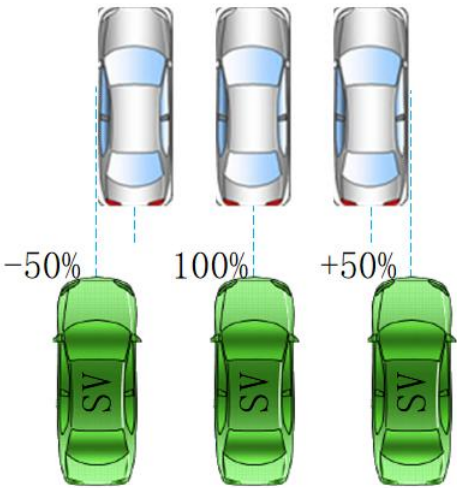


图 1 横向重叠率示意图

4 测试方法

本文件涉及的各项测试方法如表 1 所示。

表 1 智能网联新能源汽车复杂高寒环境测试方法

序号	维度	测试场景	试验方法
1	智能安全	雾天安全	附录 A（规范性）复杂高寒环境智能安全试验方法
2		雪天安全	
3		逆光安全	
4	高效节能	续航抗衰	附录 B（规范性）高寒环境续驶里程试验方法
5		充电效能	附录 C（规范性）纯电动汽车高寒环境充电效能试验方法
6		空调采暖	附录 D（规范性）高寒环境空调采暖试验方法

5 评价方法

本文件涉及的各项测试的评价要求如表 2、表 3 所示。

表 2 智能网联新能源汽车复杂高寒环境评价方法（智能安全）

序号	测试场景		速度 km/h	测试工况	评价要求	判断
1	雾天安全	卡车静止	50-0	静止卡车目标物识别	是否碰撞	通过
2		二次事故	40、50	乘用车与行人二次事故	是否碰撞	通过

续表 2 智能网联新能源汽车复杂高寒环境评价方法（智能安全）

序号	测试场景		速度 km/h	测试工况	评价要求	判断
3	雪天安全	目标车和成人静止	30-0	静止乘用车目标物和成人识别	是否碰撞	通过
4		成人近端横穿	30-5	成人近端横穿道路	是否碰撞	通过
5		行人纵向行驶	30、40-5	行人纵向行驶识别	是否碰撞	通过
6	逆光安全	踏板车遮挡横穿	50-10	踏板车横穿场景	是否碰撞	通过
7		踏板车切入	40、50-15	踏板车切入场景	是否碰撞	通过

表 3 智能网联新能源汽车复杂高寒环境评价方法（高效节能）

序号	测试场景		评价指标	评价要求	判定
1	续航抗衰	BEV	低温续驶里程衰减率	$\leq (-0.0001T_{avg}^2 - 0.0194T_{avg} + 0.2357) * 100\%$	通过
2		PHEV/EREV	低温综合续驶里程衰减率	$\leq 35\%$	通过
3	充电效能	BEV	百公里充电时间	$\leq 30\text{min}$	通过
4	空调采暖	BEV	静态采暖时间	$\leq 25\text{min}$	通过
5			舒适区域稳定时长占比	$\geq 75\%$	
6			乘员舱单位容积制热能耗	$\leq 2.5\text{kWh/m}^3$	
7		PHEV/EREV	静态采暖时间	$\leq 15\text{min}$	通过
8			舒适区域稳定时长占比	$\geq 75\%$	
9			采暖过程的油耗增加率	$\leq 75\%$	

T_{avg} ——测试过程中的平均温度，位于-25℃至-15℃之间。

附 录 A

（规范性）

复杂高寒环境智能安全试验方法

A. 1 试验要求

A. 1. 1 试验场地及试验环境

A. 1. 1. 1 试验场地要求

A. 1. 1. 1. 1 雾天场景试验场地要求

- a) 试验路面水平；
- b) 试验道路应平坦，无明显的凹坑、裂缝等不良情况，其水平平面度应小于 1%，雾天模拟长度至少 100m；
- c) 针对 AEB 车对车试验，试验过程中，试验道路两侧 3m 以内以及目标车辆前方 30m 内无任何车辆、障碍物或其他影响试验的物体；
- d) 针对 AEB 车对行人与骑行者试验，试验过程中，行人横穿试验在主车行驶路径右侧 6m、左侧 6m 内以及主车试验结束前方 30m 内不能有任何车辆、障碍物，或其他影响试验的物体（除去试验背景车辆）。

A. 1. 1. 1. 2 雪天场景试验场地要求

- a) 试验路面水平；
- b) 试验道路应平坦，雪天模拟降雪长度 50m，普通雪道 100m；
- c) 针对 AEB 车对车试验，试验过程中，试验道路两侧 3m 以内以及目标车辆前方 30m 内无任何车辆、障碍物或其他影响试验的物体；
- d) 针对 AEB 车对行人与骑行者试验，试验过程中，行人横穿试验在主车行驶路径右侧 6m、左侧 6m 内以及主车试验结束前方 20m 内不能有任何车辆、障碍物，或其他影响试验的物体（除去试验背景车辆）。

A. 1. 1. 1. 3 逆光场景试验场地要求

- a) 试验路面水平、干燥，表面无可见潮湿处，附着系数应为 0.8 以上；
- b) 试验道路应平坦，无明显的凹坑、裂缝等不良情况，其水平平面度应小于 1%，长度至少 200m；
- c) 针对 AEB 车对车试验，试验过程中，试验道路两侧 3m 以内以及目标车辆前方 30m 内无任何车辆、障碍物或其他影响试验的物体；
- d) 针对 AEB 车对行人与骑行者试验，试验过程中，行人横穿试验在主车行驶路径右侧 6m、左侧 6m 内以及主车试验结束前方 30m 内不能有任何车辆、障碍物，或其他影响试验的物体（除去试验背景车辆）。

A. 1. 1. 2 试验环境要求

A. 1. 1. 2. 1 雾天环境要求

- a) 强浓雾，能见度 $90\text{m} \leq V < 110\text{m}$ ；
- b) 温度在 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间，风速应低于 5m/s ；

c) 模拟照度应不小于 80Lux。

A. 1. 1. 2. 2 雪天环境要求

- a) 积雪厚度 $10\text{mm} \pm 2\text{mm}$;
- b) 温度在 $-15^{\circ}\text{C} \sim -25^{\circ}\text{C}$ 之间;
- c) 光照度应不小于 2000Lux。

A. 1. 1. 2. 3 逆光环境要求

- a) 气候条件良好, 除特殊场景外无降雨、降雪、扬尘等恶劣天气情况;
- b) 温度在 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 之间;
- c) 环境光照度应不大于 1Lux。

A. 1. 2 试验设备

A. 1. 2. 1 目标物

A. 1. 2. 1. 1 目标车辆

乘用车目标车应为批量生产的 M_1 类乘用车, 或表面特征参数能够代表 M_1 类乘用车且适应传感器系统的柔性目标物, 具体要求参照标准 ISO19206-3。



图 A. 1. 1 乘用车目标物示意图

卡车目标车应为批量生产的 N_3 类载货车辆, 或表面特征参数能够代表 N_3 类载货车辆且适应传感器系统的柔性目标物。其中, 柔性目标物当前尺寸要求如表 A.1.1 所示。



图 A. 1. 2 试验柔性目标物-卡车

表 A. 1. 1 卡车柔性目标物主要尺寸

属性	参数
车厢宽	2530 mm
车厢高	2700 mm
总高	3900 mm
保险杠距地	480 mm
保险杠长度	2300 mm
保险杠宽度	120 mm

注 1：乘用车、卡车柔性目标物待相关国标发布后，将参照国标要求执行。

注 2：若试验车辆的生产制造商认为柔性目标物不能满足主车传感器对目标的要求，请联系官方试验室。

A. 1. 2. 1. 2 行人与骑行者

a) 成人行人目标物 APT 和儿童行人目标物 CPT 应为表面特征参数能够代表上述成人行人和儿童行人且适应传感器系统的可摆腿柔性目标物，具体要求参照标准 ISO19206-2。



图 A. 1. 3 行人目标物示意图

b) 踏板车骑行者目标物 STA 应为表面特征参数能够代表上述踏板车骑行者且适应传感器系统的柔性目标物，当前主要尺寸要求如表 A.1.2 所示。



图 A.1.4 踏板车骑行者目标物示意图

表 A. 1. 2 踏板车骑行目标物主要尺寸

尺寸	数值 (mm)
总车长	1720
总车宽	630
总车高	1000
轮距	1230
座椅高度	730
座椅高度	280
踏板高地	300

注 1：柔性目标物待相关国标发布后，将参照国标要求执行。

注 2：若试验车辆的生产制造商认为柔性目标物不能满足试验车辆传感器对目标的要求，请联系中国汽研指数管理中心。

A. 1. 2. 2 数采设备

封闭场地试验设备应满足以下要求：

- 动态数据的采样及存储频率应不小于 100Hz，主车和目标物使用 DGPS 时间进行数据同步；
- 主车及目标物的速度精度 $\pm 0.1\text{km/h}$ ；
- 主车及目标物的纵向加速度精度 $\pm 0.1\text{m/s}^2$ ；

A. 1. 3 车辆准备

A. 1. 3. 1 系统初始化

如有必要，试验前可先进行 AEB 系统的初始化，包含雷达、摄像头等传感器的校准。

A. 1. 3. 2 车辆状态确认

车辆状态确认要求如下：

- 试验车辆应为新车，行驶里程不高于 5000km；
- 试验车辆雾天和逆光场景应使用试验车辆的生产制造商指定的全新原厂轮胎，雪天应使用统一雪地胎，轮胎气压应为试验车辆的生产制造商推荐的标准冷胎气压；若推荐值多于一个，则应被充气到最轻负载时的气压；
- 试验车辆燃油量应不少于油箱容量的 90%，全车其他油、水等液体（如冷却液、制动液、机油等）应至少达到最小指示位置；在试验期间，车辆燃油量可能会降低，但不得低于 50%；
- 若试验车辆安装主动机罩系统，则在安装试验设备前关闭；
- 安装试验设备并进行配载，配载后应达到以下要求：

$$\text{整备质量} + \text{驾驶员} + \text{试验设备} + \text{配载} = (\text{整备质量} + 200\text{kg}) \cdot (1 \pm 1\%)$$
- 对于可外接充电的新能源车辆，按照 GB/T 18385-2005 A.5.1 对动力蓄电池完全充电；对于不可外接充电的新能源车辆，按照车辆正常运行状态准备试验；在试验期间，车辆电量可能会降低，但不得低于 50%。

A. 1. 3. 3 功能检查

试验开始前，以系统被触发的最低车速进行 3 次试验，用以确保系统能正常工作。

A. 1. 3. 4 功能设置

针对报警级别有多个选项可设置的 AEB 和/或 FCW 系统，应在试验开始前将制动和/或报警级别设置为中档；若档位个数为偶数，则设置为中间偏早的档位。



A. 1. 3. 5 制动系统预热

试验开始前，应对制动系统进行预热，其要求如下：

主车以 56km/h 的初速度，约 $5\text{m/s}^2 \sim 6\text{m/s}^2$ 的平均减速度制动到速度为零，反复进行 10 次，在正式试验道旁辅助道进行；

A. 1. 4 数据记录及数据处理

- a) 主车横向和纵向位置需使用原始数据，数据单位为 m；
- b) 主车车速为 GPS 速度，需使用原始数据，数据单位为 km/h；
- c) 主车纵向加速度数据需采用 12 阶无级巴特沃斯滤波器过滤，截止频率为 6Hz，数据单位为 m/s^2 ；
- d) 主车横摆角速度数据需采用 12 阶无级巴特沃斯滤波器过滤，截止频率为 6Hz，数据单位为 $^\circ/\text{s}$ ；

A. 1. 5 试验拍摄

- a) 试验设备安装前，应对主车左前 45 度、车辆铭牌、辅助驾驶系统版本进行拍照；
- b) 试验设备安装后，应对主车内外试验设备进行拍照。

A. 2 试验方法

每个试验工况进行 3 次试验，三次试验中两次连续避撞，即试验通过，若前两次都避撞，则不进行第 3 次试验。

A. 3 雾天 AEB 功能试验

A. 3. 1 卡车静止场景

A. 3. 1. 1 试验概述

本场景用于考察雾天环境下主车 AEB 功能对前方静止卡车目标物的识别和避撞能力，试验工况如表 A.3.1 所示。

表 A. 3. 1 AEB 静止卡车识别场景工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	重叠率	试验开始距离 (m)	天气	能见度 (m)
50	0	100%	120m	雾天	$90 \leq V < 110$

A. 3. 1. 2 试验步骤

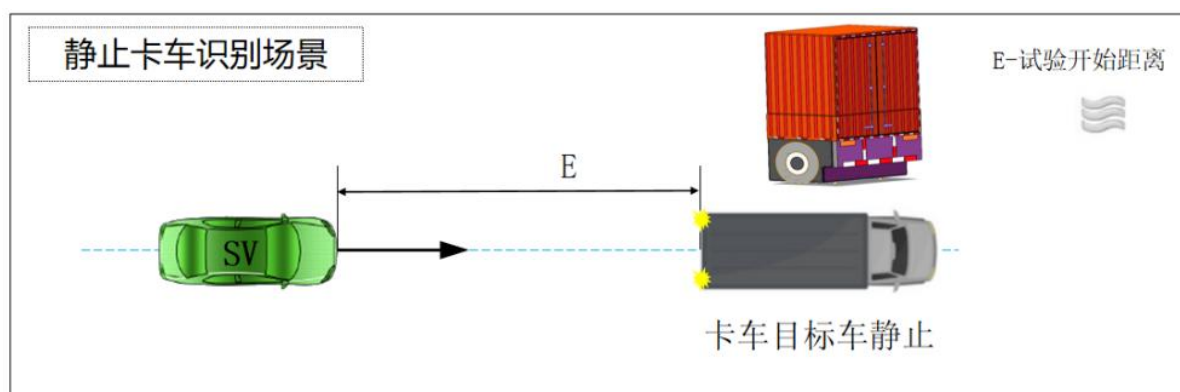


图 A.3.1 静止卡车识别场景

a) 按表 A.3.1 中规定碰撞重叠率设置主车行驶路径与目标车纵向轴线，雾天 50km/h 工况 100% 重叠率开展试验；

b) 目标车开启危险警示灯、示宽灯和雾灯静止停放在主车前方，设置目标车尾部为碰撞点，用于记录两车的纵向及横向相对位置，雾天工况每组试验的碰撞点应按步骤 a 确定的重叠率进行设置；

c) 主车在距离目标车 120m 前加速至表 A.3.1 要求的车速，稳定后逐渐靠近目标车；

d) 当两车车间距缩小至表 A.3.1 要求的试验开始距离时，试验开始并记录数据；

e) 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

A.3.1.3 试验要求

a) 主车速度保持在 (50 ± 1) km/h，试验结束前不能触碰制动踏板；

b) 雾天试验工况，在试验开始前 3 分钟启动降雾，并稳定在设置强浓雾，能见度 $90\text{m} \leq V < 110\text{m}$ 。雾天试验工况的光照度应不小于 80lux；

c) 对于雾天试验工况，试验过程中，主车开启近光灯、前后雾灯。

注：浓雾等级参考标准 GB/T 27964-2011《雾的预报等级》。

A.3.2 乘用车二次事故场景

A.3.2.1 试验概述

本场景用于考察 AEB 功能对于前方乘用车事故状态的识别和避撞能力。试验工况如表 A.3.2 所示。

表 A.3.2 乘用车二次事故场景

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	试验开始距离 (m)	重叠率	天气	能见度 (m)
40、50	0	120	100%	雾天	$90 \leq V < 110$

A.3.2.2 试验步骤

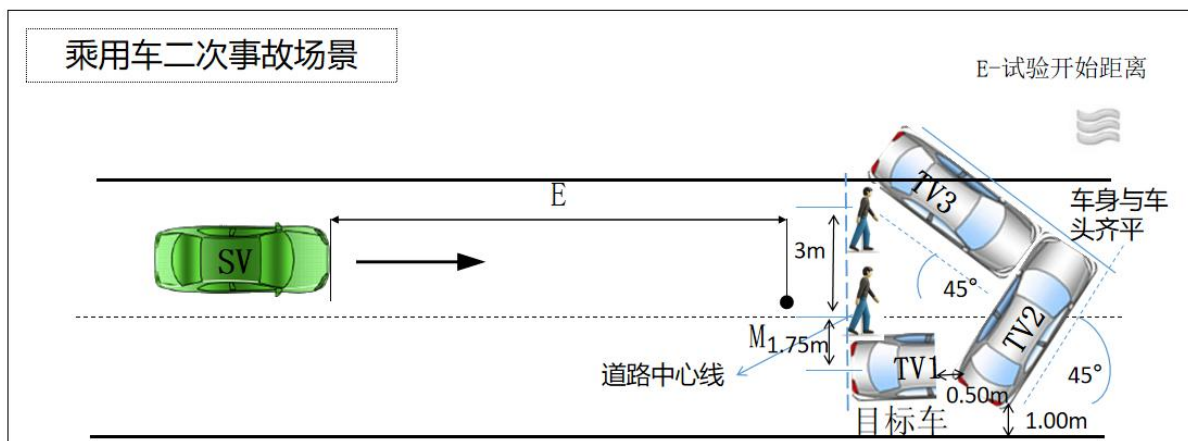


图 A. 3. 2 乘用车二次事故场景

- TV1 (EVT) 目标车开启示宽灯和雾灯位于右侧道路中心;
- 主车在适当时间开始加速至表 A.3.2 要求的速度并向前行驶;
- 主车车速达到稳定后, 主车逐渐靠近目标物 TV1 尾部 120m 时, 试验开始并记录有效数据;
- 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时, 则试验结束;
- 两目标物成人背部与 TV1 尾部齐平, TV2、TV3 为 GVT 目标物位置如图, 目标人间距如图 A.3.2。

A. 3. 2. 3 试验要求

- 主车速度保持在 (40 ± 1) km/h、 (50 ± 1) km/h;
- 试验结束前不能触碰主车制动踏板, 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$;
- 对于雾天试验工况, 试验过程中, 主车开启近光灯、前后雾灯。

注: 浓雾等级参考标准 GB/T 27964-2011《雾的预报等级》。

A. 4 雪天 AEB 功能试验

A. 4. 1 目标车和假人静止场景

A. 4. 1. 1 试验概述

本场景用于考察主车对前方静止乘用车和假人的识别和避撞能力, 可采用 AEB 或者 AES 进行避让, 试验工况如表 A.4.1 所示。

表 A. 4. 1 AEB 乘用车目标车和假人静止工况

主车车速 (km/h)	目标车车速 (km/h)	重叠率	试验开始距离 (m)	天气	积雪厚度
30	0	100%	120m	雪天	10mm $\pm$ 2mm

A. 4. 1. 2 试验步骤

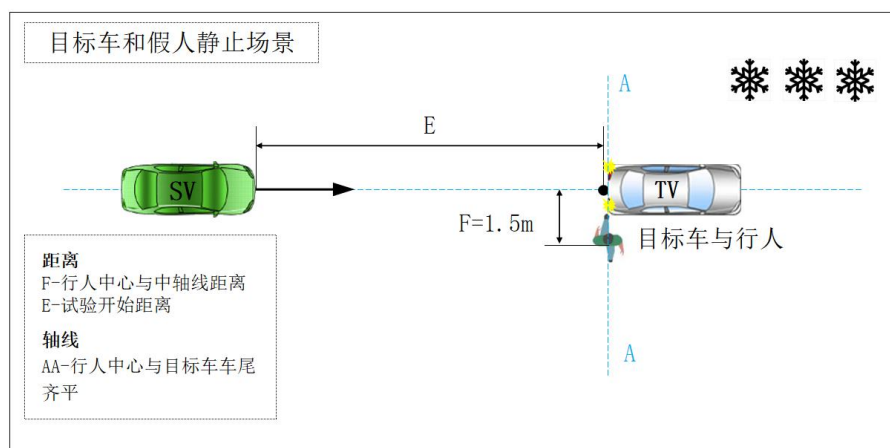


图 A. 4. 1 乘用车目标车和假人静止场景

- 按表 A.4.1 中规定碰撞重叠率设置主车行驶路径与目标车纵向轴线，雪天主车速度 30km/h 工况碰撞重叠率按 100%开展试验；
- 目标车静止停放在主车前方，路面积雪厚 $10\text{mm} \pm 2\text{mm}$ ，设置目标车尾部为碰撞点，用于记录两车的纵向及横向相对位置，雪天工况每组试验的碰撞点应按步骤 a 确定的重叠率进行设置；
- 主车在距离目标车 120m 前加速至表 A.4.1 要求的车速，稳定后逐渐靠近目标车；
- 当两车车间距缩小至表 A.4.1 要求的试验开始距离时，试验开始并记录数据；
- 当主车与目标车发生碰撞或者避免碰撞时，则试验结束。

A. 4. 1. 3 试验要求

- 主车速度保持在 $(30 \pm 1) \text{ km/h}$ ，试验结束前不能触碰制动踏板；
- 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$ ；
- 雪天试验工况，在试验开始前 5 分钟启动降雪，并稳定在设置降雪量，保障降雪厚度。雪天试验工况的光照度应不小于 2000lux；
- 对于雪天试验工况，试验过程中，主车开启相应驾驶模式模式。

A. 4. 2 雪天行人近端横穿场景

成人假人目标物 APT 行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 1m 加速至 5km/h 并保持匀速移动，主车以 30km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在 50%处，如图 A.4.2 中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 120m 时开始记录数据，该工况在人工降雪下积雪厚度 $10\text{mm} \pm 2\text{mm}$ 条件下进行，主车可采用 AEB 或者 AES 进行避让，且温度在 -15°C 以下进行，柏油路面进行降雪后试验。

试验要求：

- 主车速度保持在 $(30 \pm 1) \text{ km/h}$ ，试验结束前不能触碰制动踏板；
- 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$ ；
- 雪天试验工况，在试验开始前 5 分钟启动降雪，并稳定在设置降雪量，保障降雪厚度。雪天试验工况的光照度应不小于 2000lux；

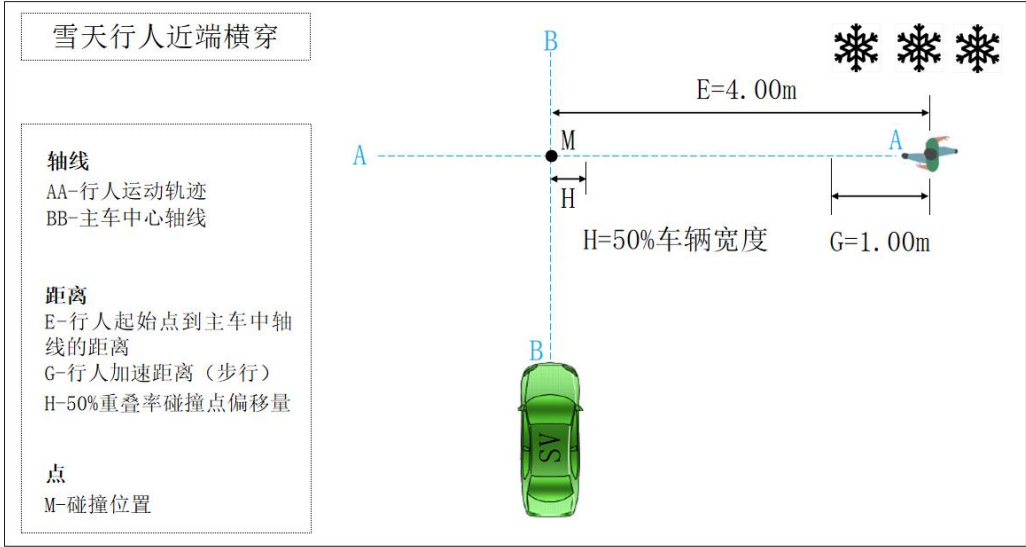


图 A. 4. 2 雪天行人近端横穿

A. 4. 3雪天行人纵向场景

成人假人目标物 APT 行驶路径与主车行驶路径重合，经过加速段 1m 加速至 5km/h 并保持匀速移动，主车以 30、40km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在主车 50%处，如图 A.4.3 中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 120m 时开始记录数据，该工况在人工降雪下积雪厚度 10mm±2mm 条件下进行中，且温度在-15℃以下进行，柏油路面进行降雪后试验，主车可采用 AEB 或者 AES 进行避让。

表 A. 4. 2 AEB 雪天行人纵向场景

主车车速 (km/h)	行人速度 (km/h)	重叠率	试验开始距离 (m)	天气	积雪厚度
30、40	5	100%	120m	雪天	10mm±2mm

试验要求：

- a) 主车速度保持在 (30±1) km/h、(40±1) km/h，试验结束前不能触碰制动踏板；
- b) 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的±5%；
- c) 雪天试验工况，在试验开始前 5 分钟启动降雪，并稳定在设置降雪量，保障降雪厚度。雪天试验工况的光照度应不小于 2000lux；

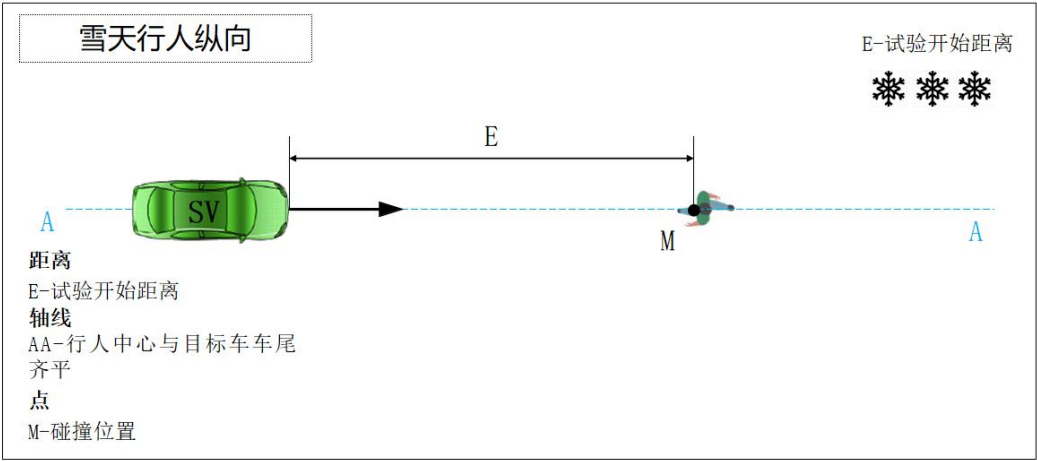


图 A. 4. 3 雪天行人纵向

A. 5 逆光 AEB 功能试验

A. 5.1 逆光踏板车横穿

踏板车行驶路径与主车行驶路径垂直，经过加速段 3m 加速至 10km/h 并保持匀速移动，主车以 50km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在踏板车 50%处，如图中所示的 M 点，主车距离假人行驶路径 120m 时开始记录数据，该工况在夜间无路灯进行试验，第一辆障碍车 TV1 开启远光灯，第二辆障碍车 TV2 开启近光灯。

试验要求：

- 试验开始后，主车转向盘角速度不超过 $15^{\circ}/s$ ；
- 接近过程中，主车横摆角速度不超过 $\pm 1.0^{\circ}/s$ ；
- 主车速度保持在 (50 ± 1) km/h，试验结束前不能触碰制动踏板；
- 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$ ；
- TV1 开启远光，TV2 开启近光；
- 主车开启近光灯。

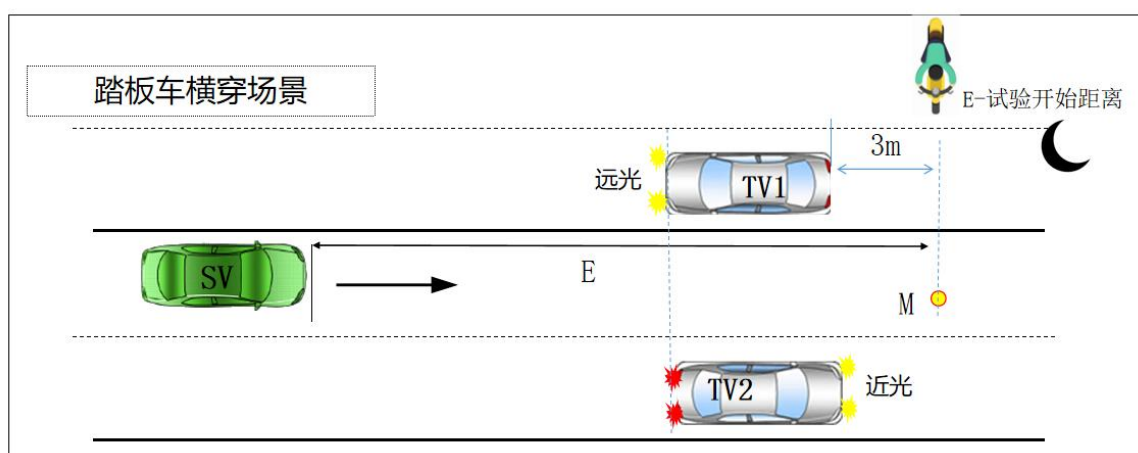


图 A. 5.1 逆光踏板车横穿

A. 5.2 逆光纵向踏板车切入场景

逆光纵向踏板车行驶路径与主车行驶路径一致，经过加速段 8m 加速至 15km/h 并保持匀速移动，主车分别以 40km/h、50km/h 的速度进行试验，碰撞点位置在试验车辆 25%处，如图中所示的 M 点，主车距离目标踏板车行驶路径 120m 时开始记录数据，该工况在夜间无路灯进行试验，障碍车启远光灯。

试验要求如下：

- 试验开始后，主车转向盘角速度不超过 $15^{\circ}/s$ ；
- 接近过程中，主车横摆角速度不超过 $\pm 1.0^{\circ}/s$ ；
- 主车速度保持在 (40 ± 1) km/h、 (50 ± 1) km/h，试验结束前不能触碰制动踏板；
- 主车加速踏板位置波动不能超过满量程的 $\pm 5\%$ ；
- TV1 开启远光，TV2 开启近光；
- 主车开启近光灯。

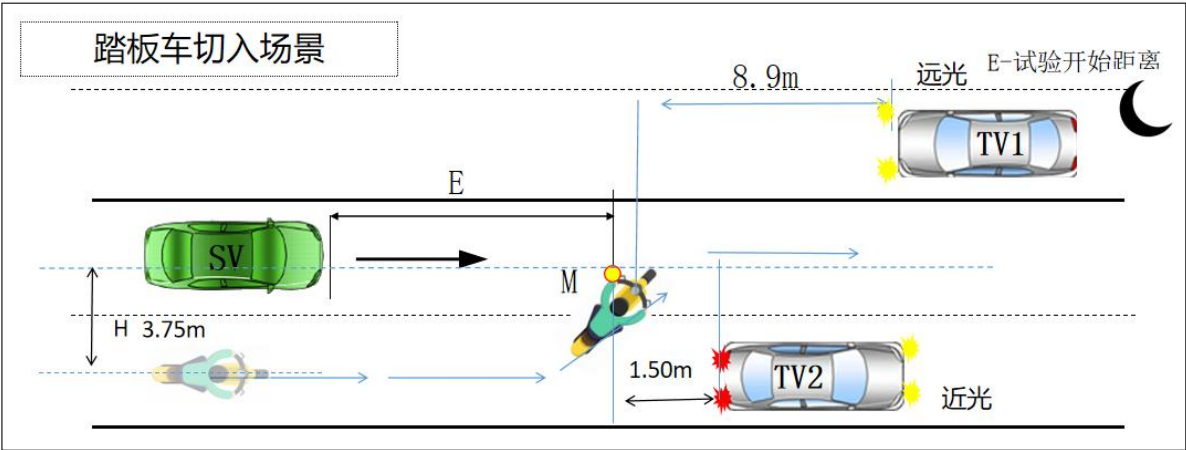


图 A. 5. 2 逆光踏板车切入场景
踏板车行驶轨迹，纵向匀速行驶 20m,横向移动 3.75m。

时间 Time	纵向 X	横向 Y	速度 V	半径 Radius
0	0	0	0	0
2.88	6	0	15	0
4.8	14	0	15	666.666672
5.040001	15	0.0025	15	60.608597
5.280043	16	0.02	15	31.76347
5.520328	17	0.0675	15	21.561278
5.76138	18	0.16	15	16.389034
6.004199	19	0.3125	15	13.861567
6.25011	20	0.535	15	17.666325
6.499528	21	0.8175	15	24.080814
6.752083	22	1.145	15	37.150546
7.006963	23	1.5025	15	78.953648
7.263074	24	1.875	15	711.976909
7.519184	25	2.2475	15	64.535747
7.774064	26	2.605	15	33.550304
8.026619	27	2.9325	15	22.470353
8.276037	28	3.215	15	16.756369
8.521949	29	3.4375	15	13.824459
8.764768	30	3.59	15	17.205027
9.005819	31	3.6825	15	23.034299
9.246104	32	3.73	15	35.100649
9.486146	33	3.7475	15	74.075475
9.726147	34	3.75	15	0
10.926147	39	3.75	15	0
13.806147	45	3.75	0	0

附 录 B

（规范性）

高寒环境续驶里程试验方法

B.1 纯电动汽车

B.1.1 范围

该方法适用于M₁类纯电动汽车。

B.1.2 试验条件

B.1.2.1 环境条件

高寒环境下的道路试验段平均气温应为：-25℃至-15℃。

高寒环境下的浸车阶段每小时平均温度应保持在-30℃至-20℃的范围内。

按照GB/T 33829-2017的4.2.2要求，试验过程中风速应≤5m/s。

测试过程中，应至少每隔30min记录一次环境条件,用以计算续驶里程测试过程中的平均温度。

B.1.2.2 道路条件

试验道路的路面技术条件应满足GB/T 33829-2017的4.2.1要求的坡度≤2%。

若采用积雪路面，应有一层至少3cm厚的坚硬压实的积雪为底层、表层为约2cm厚的压实雪层；使用雪地硬度测试仪测得的雪地压实指数平均值在75至85之间。

B.1.2.3 车辆条件

车辆应满足GB/T 18386.1-2021的4.3的要求。

车辆应使用汽车生产企业规定的符合高寒地区使用条件的润滑剂和雪地胎，测试开始前需调整胎压至汽车生产企业规定的数值。

对具有原厂天幕遮阳帘的车辆，应关闭原厂天幕遮阳帘，打开侧窗遮阳帘。

车辆测试质量按照GB 18352.6-2016的3.9和附件CC的规定，包括了基准质量、选装装备质量及代表性负荷质量三者之和。

B.1.2.4 驾驶模式设置

按照GB/T 18386.1-2021的附录C确认驾驶模式。

B.1.2.5 空调设置

按照GB/T 18386.1-2021的附录F，在前排座椅每个乘员座布置温度测量点。按照GB/T 18386.1-2021的附录A.2.4设置自动空调。

测试开始前的整备过程，不开启空调及其他耗电设备。

试验过程中，保持前排左右温区同步；若前挡风玻璃产生起雾、结霜等现象，开启除雾模式直至不影响司机视野。

B.1.2.6 试验循环

按照附录E规定的试验工况进行续驶里程试验，试验中车辆实际运行速度与试验工况的目标速度之间的允许公差为±5km/h，每个试验工况循环中允许超出公差的累计时间不应超过60s。

B.1.2.7 试验循环截止条件

当车辆实际速度不能维持B.1.2.6规定的公差要求时，续驶里程试验达到截止条件。此时，保持车辆档位和驾驶模式不变，使车辆滑行至最低稳定车速或5km/h，再踩下制动踏板停车。

B.1.2.8 动力电池的充放电条件

按照附录E的试验循环，在B.1.2.2的道路条件下对车辆进行放电，当车速达到B.1.2.7的条件时达到动力电池的放电截止条件。

按照GB/T 18386.1-2021的6.3.2.3.1对车辆进行常规充电至满电状态。

B.1.3 高寒环境开启暖风装置制热状态的续驶里程试验方法

B.1.3.1 预处理

按照B.1.2.3确定车辆状态。按照B.1.2.8的要求对动力电池进行常规充电直至满电状态。

车辆应在关闭全部车窗、关闭机舱盖、关闭全部车门的情况下，在B.1.2.1的环境中浸车12h，浸车过程中不允许断开12V低压蓄电池。

若浸车区与B.1.2.2的试验道路不是同一地点，浸车结束后应使用拖车将车辆拖至试验道路，拖车时长不应超过30min，不允许使用车载动力，且再生制动系统未起作用，且上电时间不超过5min。

B.1.3.2 续驶里程测试

在B.1.2.1的环境和B.1.2.2的道路条件下，按照B.1.2.3确认车辆条件，按照B.1.2.4确认车辆驾驶模式。

关闭全部车门、车窗，采用B.1.2.6规定的试验循环连续进行试验，试验开始的同时按照B.1.2.5进行空调操作，当车辆的行驶速度达到B.1.2.7规定的要求时停止试验。

每8个试验循环允许更换驾驶人，更换驾驶人期间车辆保持驻车状态且空调不关闭，更换驾驶人应在1min内完成。

试验工况结束，车辆停止时，记录车辆驶过的距离D，用km表示，按照四舍五入保留整数，该距离即为高寒环境下车辆续驶里程。

续驶里程试验结束后，应在2小时内按照B.1.2.8的要求进行常规充电至满电状态。

B.1.4 指标计算

B.1.4.1 续驶里程衰减率

按照公式（B.1）计算高寒环境下的续驶里程衰减率：

$$N_{\text{高寒}} = \frac{D_{\text{公告}} - D_{\text{高寒}}}{D_{\text{公告}}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

$N_{\text{高寒}}$ ——高寒环境下的续驶里程衰减率，单位%，四舍五入保留一位小数；

$D_{\text{公告}}$ ——汽车生产企业的公告报告中的常温续驶里程，单位km，四舍五入保留整数；

$D_{\text{高寒}}$ ——B.1.3测试的高寒环境续驶里程，单位km，四舍五入保留整数。

B.1.4.2 能量消耗量

按照公式（B.2）计算高寒环境下的能量消耗量：

$$C_{\text{高寒}} = 100 \times \frac{E_{\text{电网}}}{D_{\text{高寒}}} \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：

$C_{\text{高寒}}$ —— 高寒环境下的能量消耗量，单位kWh/100km，四舍五入保留一位小数；

$E_{\text{电网}}$ —— 使用B.1.2.8进行充电期间来自电网的能量，单位为kWh，四舍五入保留两位小数；

$D_{\text{高寒}}$ —— B.1.3 测试的高寒环境下的续驶里程，单位为 km，四舍五入保留整数。

B.2 插电/增程式混合动力汽车

B.2.1 范围

该方法适用于M₁类插电式混合动力汽车（含增程式混合动力汽车）。

B.2.2 试验条件

B.2.2.1 环境条件

按照B.1.2.1设置环境条件。

B.2.2.2 道路条件

按照B.1.2.2设置道路条件。

B.2.2.3 试验燃料

按照汽车生产企业推荐的最低标号。使用燃油流量计获取车辆运行期间消耗的燃油容积。

B.2.2.4 试验车辆设置

车辆应满足GB/T 19753-2021的4.4的要求。润滑剂、雪地胎、测试质量按照B.1.2.3设置。

B.2.2.5 空调设置

按照B.1.2.5设置空调。

B.2.2.6 驾驶模式设置

未装有驾驶模式选择功能的车辆，按照GB/T 19753-2021附录D的主模式进行。

装有驾驶模式选择功能的车辆，对于B.2.3.2模拟城市道路行驶场景的续驶里程试验，先选择以发动机为主驱动的模式运行1小时，使车辆实现热机后切换至以电机为主驱动的模式运行。

B.2.2.7 试验循环

本试验第一部分模拟城市道路行驶场景。按照附录E规定的试验工况进行续驶里程测试，试验中车辆实际运行速度与试验工况的目标速度之间的允许公差为±5km/h，每个试验工况循环中允许超出公差的累计时间不应超过60s。

本试验第二部分模拟高速道路行驶场景。车辆在高速路应维持实际运行速度在(80~100)km/h的区间，并在试验报告中记录车辆实际行驶的平均车速，单位km/h，结果四舍五入保留整数。

B.2.2.8 动力电池的充放电条件

按照B.1.2.8进行动力电池的充放电操作。

B.2.3 高寒环境续驶里程试验方法

B.2.3.1 预处理

按照B.2.2.3和B.2.2.4，将试验车辆加至满油状态。按照B.2.2.8，将试验车辆充至满电状态。

车辆应在关闭全部车窗、关闭机舱盖、关闭全部车门的情况下，在B.2.2.1的高寒试验环境中浸车12h，浸车过程中不允许断开12V低压蓄电池。

若浸车区与B.2.2.2的试验道路不是同一地点，浸车结束后应使用拖车将车辆拖至试验道路，拖车时长不应超过30min，不允许使用车载动力，且再生制动系统未起作用，且上电时间不超过5min。

B.2.3.2 模拟城市道路行驶场景的续驶里程试验

在B.2.2.1的环境和B.2.2.2的道路条件下，按照B.2.2.3和B.2.2.4设置车辆状态，按照B.2.2.6设置车辆驾驶模式。

(1) 对于有驾驶模式选择功能的车辆，车辆以发动机为主驱动的模式起动，按照B.2.2.5完成空调设置，行驶4个附录E规定的试验工况后，切换至以电机为主驱动的模式继续运行该试验工况，直到某一试验循环的结束SOC $\geq$ 初始SOC时，认为车辆达到电量保持阶段，在试验循环结束时终止测试。

(2) 对于无驾驶模式选择功能的车辆，车辆以默认的主模式起动，按照B.2.2.5完成空调设置，行驶附录E规定的试验工况，直到某一试验循环的结束SOC $\geq$ 初始SOC时，认为车辆达到电量保持阶段，在试验循环结束时终止测试。

通过燃油流量计记录试验过程中的燃油消耗量，通过GPS记录车辆实际行驶距离，该距离为模拟城市道路行驶场景的续驶里程。

模拟城市道路行驶场景的续驶里程试验结束后，不再对车辆进行充电和加油操作。

B.2.3.3 模拟高速道路行驶场景的续驶里程试验

将完成B.2.3.2测试后的试验车辆使用拖车拖至高速路口，且车辆移动过程中不允许使用车载动力，且再生制动系统未起作用。

在B.2.2.1的环境下的高速路，车辆以默认的主模式起动，按照B.2.2.5完成空调设置，车辆在高速路的测试应维持实际运行速度在(80~100)km/h的区间，至少使车辆行驶200km后终止试验。

通过燃油流量计记录车辆在高速路行驶过程中的燃油消耗量，通过GPS记录车辆实际行驶距离。

为确保试验安全，高速路试验应在白天进行。若白天未能完成试验，则再次按照B.2.3.1浸置车辆，待第二天白天继续按照B.2.3.3的操作进行续驶里程试验，直至完成200km行驶时终止。

B.2.4 指标计算

按照公式（B.3）计算插电式混合动力汽车高寒环境综合续驶里程衰减率：

$$N_{\text{高寒}} = \frac{D_{\text{常温}} - D_{\text{高寒}}}{D_{\text{常温}}} \times 100\% \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

$N_{\text{高寒}}$ —— 高寒环境续驶里程衰减率，单位%，四舍五入保留一位小数；

$D_{\text{常温}}$ ——公告报告计算的常温续驶里程，按照公式（B.4）计算，单位km，四舍五入保留整数。

若公告报告无法获取，则以汽车生产厂商宣传的综合续驶里程替代；

$D_{\text{高寒}}$ ——B.2.3.2测试的续驶里程和B.2.3.3测试后折算的续驶里程之和，按照公式（B.5）计算，单位km，四舍五入保留整数。

$$D_{\text{常温}} = R_{\text{CDC}} + \frac{V_{\text{油箱}} - V_{\text{CD}}}{FC_{\text{CS申报值}}} \times 100 \dots\dots\dots (\text{B.4})$$

式中：

R_{CDC} ——公告报告计算的CD阶段续驶里程，单位km，四舍五入保留整数；

$V_{\text{油箱}}$ ——试验车辆油箱标称容积，单位L，四舍五入保留整数；

V_{CD} ——公告报告计算的CD阶段燃油消耗，单位L，四舍五入保留二位小数；

$FC_{\text{CS申报值}}$ ——公告报告计算的CS阶段燃油消耗量，单位L/100km，四舍五入保留二位小数。

$$D_{\text{高寒}} = R_{\text{城市道路}} + R_{\text{高速道路}} \dots\dots\dots (\text{B.5})$$

式中：

$R_{\text{城市道路}}$ ——B.2.3.2测试的模拟城市道路行驶场景的续驶里程，单位km，四舍五入保留整数；

$R_{\text{高速道路}}$ ——B.2.3.3测试后折算的模拟高速道路行驶场景的续驶里程，按照公式（B.6）计算，单位km，四舍五入保留整数；

$$R_{\text{高速道路}} = \frac{V_{\text{油箱}} - V_1}{\frac{V_2}{D_2}} \dots\dots\dots (\text{B.6})$$

式中：

V_1 ——B.2.3.2测试结束后燃油流量计记录的燃油消耗量，单位L，四舍五入保留二位小数；

V_2 ——B.2.3.3测试结束后燃油流量计记录的燃油消耗量，单位L，四舍五入保留二位小数；

D_2 ——B.2.3.3测试过程中通过GPS记录车辆实际行驶距离，单位km，四舍五入保留整数。

附 录 C

(规范性)

纯电动汽车高寒环境充电效能试验方法

C.1 范围

该方法适用于M₁类纯电动乘用车。

C.2 试验条件要求

C.2.1 环境设置

按照B.1.2.1设置高寒环境温度。

C.2.2 车辆条件

按照B.1.2.3设置车辆条件。

C.2.3 充电桩条件

充电桩功率等级由汽车生产厂家推荐，应为不低于120kW的商用直流充电桩。

C.2.4 动力电池放电

高寒环境充电前按照B.1.2.8对动力电池进行放电，直至动力电池指示器30%荷电状态时结束。

C.3 试验方法

在C.2.1高寒环境和B.1.2.2的道路条件下，按照C.2.4使动力电池指示器达到30%SOC末端。

在C.2.1高寒环境下浸置车辆12小时。车辆浸置后的转移应符合B.1.3.1的要求。

连接充电桩，在用时最短的充电策略下进行充电，记录从充电桩有电流至动力电池指示器80%SOC末端的充电时间 n 分钟。使用功率分析仪记录充电期间来自电网的能量 $E_{n\text{分钟}}$ 。

C.4 指标计算

按照公式（C.1）计算行驶百公里所需充电时间：

$$T_{100\text{km}} = \frac{100 \times C_{\text{高寒}}}{\frac{1}{n} \times E_{n\text{分钟}}} \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

$T_{100\text{km}}$ ——纯电动模式行驶100km所需快速充电时间，单位min，四舍五入保留整数；

n ——从充电桩有电流至动力电池80%SOC末端的充电时间，单位min，四舍五入保留整数；

$E_{n\text{分钟}}$ ——功率分析仪记录的充电期间来自电网的能量，单位Wh，四舍五入保留整数；

$C_{\text{高寒}}$ ——公式（B.2）计算的低温能量消耗量，单位换算为Wh/km，四舍五入保留整数。

附 录 D

(规范性)

高寒环境空调采暖试验方法

D.1 纯电动汽车

D.1.1 范围

该方法适用于M₁类纯电动汽车。

D.1.2 试验条件

D.1.2.1 环境条件

按照B.1.2.1设置环境。

D.1.2.2 道路条件

按照B.1.2.2设置道路。

D.1.2.3 车辆设置

按照B.1.2.3设置车辆。

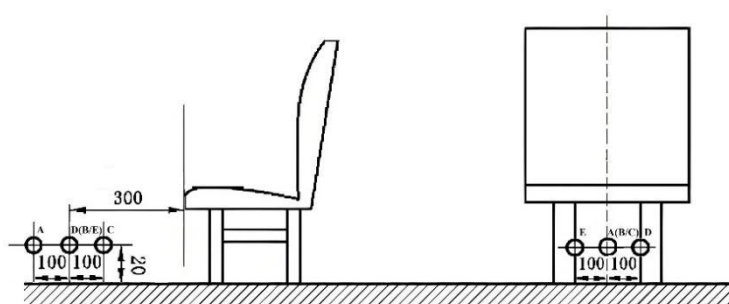
D.1.2.4 空调设置

参考GB/T 12782-2022 6.1, 在副驾驶足部设置5个温度测量点, 见图D.1.1的A、B、C、D、E点。对于纵向可调节的座椅, 使其位于行程的中间位置锁止; 对于高度可调节的座椅, 使其位于高度的中间位置锁止; 座椅靠背角调整至从铅垂面向后倾斜25°角的位置。

空调设置: 试验开始时刻, 空调设置为Auto Hi模式, 前排左右温区同步, 使副驾驶5个足部温度测量点的平均温度尽快达到21℃以上, 然后空调设置为Auto 26℃直到试验结束。

测试开始前的整备过程, 不开启空调及其他耗电设备。

试验过程中, 关闭或封闭中排和后排出风口; 若前挡风玻璃产生起雾、结霜等现象, 开启除雾模式直至不影响司机视野。



图D.1.1 副驾驶足部温度测量点位置

D.1.2.5 试验循环截止条件

a) 按照D.1.3.2规定的试验步骤进行试验, 从副驾驶足部平均温度达21℃时刻后继续按照附录E的试验工况要求持续1小时, 试验结束。

b) 当实际速度不能维持D.1.2.7的公差要求累计时长大于10s,或超出公差范围次数多于10次时,试验终止。

c) 试验过程中汽车仪表盘故障灯或温度报警灯亮起,应立即终止试验,排除故障后重新试验。

测试达到截止条件时,保持车辆档位和驾驶模式不变,使车辆滑行至最低稳定车速或5km/h,再踩下制动踏板停车。

D.1.2.6 驾驶模式设置

按照B.1.2.4设置车辆驾驶模式。

D.1.2.7 试验循环

按照附录E规定的试验工况进行行车采暖测试,试验中车辆实际运行速度与试验工况的目标速度之间的允许公差为 $\pm 5\text{km/h}$ 。

D.1.2.8 试验仪器条件

热电偶温度传感器:测量范围 $-50\sim 100^{\circ}\text{C}$,精度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$;

电压传感器:测量范围 $0\sim 1000\text{V}$,精度 $0.2\%\text{FS}$;

电流传感器:测量范围 $\pm 100\text{A}$,精度 $0.03\%\text{FS}$;

空调热舒适性假人:见附录F。

D.1.2.9 乘员舱容积要求

乘员舱容积可由汽车生产企业确定,并提供参数真实性说明。若汽车生产企业无法确定乘员舱容积或者提供的乘员舱容积参数存在异议,检测机构可使用3D点云扫描法或者填充计量法获取乘员舱容积参数,并提供测量报告。

D.1.2.10 空调热舒适性假人的摆放

空调热舒适性假人对称中心面与D.1.2.4中座椅在规定位置时的垂直中心面重合;

躯干上部先向前弯曲,然后再向后紧靠在座椅上,假人的肩部应处于最靠后位置;

上臂自然下垂,手掌心向下,自然贴于同侧大腿中间位置,小臂与上臂呈自然夹角;

臀部与座垫紧密贴合,同侧膝盖与同侧脚尖及脚跟处于同一垂直面;

左、右脚底尽量与乘员舱地板贴合;且左、右脚尖分别正对于图D.1.1中的D、E测温点,距离测温点2cm。

D.1.3 高寒环境空调采暖试验方法

D.1.3.1 预处理

按照B.1.2.8的要求对动力电池进行常规充电直至动力电池充满电。

车辆应在关闭全部车窗、关闭机舱盖、关闭全部车门的情况下,在D.1.2.1的高寒环境中浸车12h,浸车过程中不允许断开12V低压蓄电池。

若浸车区与D.1.2.2的试验道路不是同一地点,浸车结束后应使用拖车将车辆拖至试验道路,拖车时长不应超过30min,不允许使用车载动力,且再生制动系统未起作用,且上电时间不超过5min。

D.1.3.2 空调采暖试验步骤

在D.1.2.1的环境和D.1.2.2的道路条件下，按照D.1.2.3确认车辆条件，按照D.1.2.6确认车辆驾驶模式，按照D.1.2.10要求在副驾驶放置空调假人。

关闭全部车门、车窗，起动车辆后按照D.1.2.4进行空调操作，开始静态采暖阶段的试验，当副驾驶足部5个温度测量点的平均温度第一次达到21℃时，静态采暖阶段的试验结束，此时采用D.1.2.7规定的试验循环连续进行行车采暖阶段的试验，当达到D.1.2.5规定的要求时停止试验。

记录试验过程中压缩机总成的电流及电压，鼓风机总成（含调速模块）的电流及电压，乘员舱PTC及动力电池PTC的电流及电压。

记录试验过程中的空调开启采暖时刻、副驾驶足部测温点的平均温度第一次达到21℃的时刻及试验结束时刻。

D.1.4 指标计算

D.1.4.1 乘员舱单位容积制热能耗

按照公式（D.1）计算高寒采暖场景试验过程空调系统能耗 E_h ：

$$E_h = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2 + P_3) dt}{3600} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

E_h ——高寒采暖场景空调系统能耗，单位kWh，四舍五入保留二位小数；

P_1 ——压缩机放电功率，单位kW；由压缩机电流及电压计算，四舍五入保留三位小数；

P_2 ——鼓风机放电功率，单位kW；由鼓风机总成（含调速模块）电流及电压计算，四舍五入保留三位小数；

P_3 ——PTC放电功率，单位kW；由乘员舱PTC及电池PTC电流电压计算，四舍五入保留三位小数；

t_0 ——空调开启时刻，单位s；

t ——试验结束时刻，单位s。

按照公式（D.2）计算空调系统的单位容积能量消耗量 ε_h ：

$$\varepsilon_h = \frac{E_h}{V_0} \dots\dots\dots (D.2)$$

式中：

ε_h ——空调系统的单位容积能量消耗量，单位kWh/m³，四舍五入保留一位小数；

V_0 ——乘员舱容积，单位m³，四舍五入保留二位小数。

D.1.4.2 热舒适性假人的舒适区域稳定时长占比

按照公式（D.3）计算采暖试验过程中的舒适区域稳定时长占比：

$$\varphi_1 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t - t_s} \times 100\% \dots\dots\dots (D.3)$$

式中：

φ_1 ——舒适区域稳定时长占比，单位%，四舍五入保留一位小数；

t_i ——车辆第一次起步后，热舒适性假人的预测平均评价指数（PMV）第*i*次处于[-1, 1]区间的时长，单位s，四舍五入保留整数；

t_s ——车辆第一次起步时刻，单位s，四舍五入保留整数；

t ——试验结束时刻，单位s，四舍五入保留整数。

D.1.4.3 静态采暖时间

按照公式（D.4）计算静态采暖时间：

$$\Delta t = \frac{t_{21} - t_0}{60} \dots\dots\dots (D.4)$$

式中：

Δt ——静态采暖时间，单位min，四舍五入保留一位小数；

t_0 ——空调开启时刻，单位s，四舍五入保留整数；

t_{21} ——副驾驶足部测温点的平均温度第一次达到21℃的时刻，单位s，四舍五入保留整数。

D.2 插电式混合动力汽车

D.2.1 范围

该方法适用于M₁类插电式混合动力汽车（含增程式混合动力汽车）。

D.2.2 试验条件

D.2.2.1 环境条件

按照B.1.2.1设置环境条件。

D.2.2.2 道路条件

按照B.1.2.2设置道路条件。

D.2.2.3 试验燃料

按照汽车生产企业推荐的最低标号。使用燃油流量计获取车辆运行期间消耗的燃油容积。

D.2.2.4 车辆设置

车辆应满足GB/T 19753-2021的4.4的要求。润滑剂、雪地胎、测试质量按照B.1.2.3设置。

D. 2. 2. 5 空调设置

按照D.1.2.4设置空调。

D. 2. 2. 6 试验停止条件

a) 按照D.2.3.2规定的试验步骤进行试验，当某一试验循环的结束SOC $\geq$ 初始SOC时，认为车辆再次达到电量保持阶段，试验结束；否则继续运行D.2.2.8规定的试验循环直到车辆达到电量保持阶段。

b) 当实际速度不能维持D.2.2.8的公差要求累计时长大于10s，或超出公差范围次数多于10次时，试验终止。

c) 试验过程中汽车仪表盘故障灯或温度报警灯亮起，应立即终止试验，排除故障后重新试验。

试验达到截止条件时，保持车辆档位和驾驶模式不变，使车辆滑行至最低稳定车速或5km/h，再踩下制动踏板停车。

D. 2. 2. 7 驾驶模式设置

按照GB/T 19753-2021附录D.3确定。

D. 2. 2. 8 试验循环

按照附录E规定的试验工况进行行车采暖试验，试验中车辆实际运行速度与试验工况的目标速度之间的允许公差为 $\pm 5\text{km/h}$ 。

D. 2. 2. 9 试验仪器条件

按照D.1.2.8确认试验仪器条件。

D. 2. 2. 10 乘员舱容积要求

按照D.1.2.9确认乘员舱容积。

D. 2. 2. 11 空调热舒适性假人的摆放

按照D.1.2.10摆放空调热舒适性空调假人。

D. 2. 3 高寒环境空调性能试验方法

D. 2. 3. 1 预处理

在D.2.2.1的环境和D.2.2.2的道路条件下，车辆起动同时按照D.2.2.5完成空调采暖设置，并至少行驶一个D.2.2.7规定的试验循环以完成预处理。当某一试验循环的结束SOC $\geq$ 初始SOC时，认为车辆达到电量保持阶段，在试验循环结束时终止预处理。

车辆应在关闭全部车窗、关闭机舱盖、关闭全部车门的情况下，在D.2.2.1的高寒试验环境中浸车12h，浸车过程中不允许断开12V低压蓄电池。

若浸车区与D.2.2.2的试验道路不是同一地点，浸车结束后应使用拖车将车辆拖至试验道路，拖车时长不应超过30min，不允许使用车载动力，且再生制动系统未起作用，且上电时间不超过5min。

D. 2. 3. 2 开启暖风装置制热状态的试验

在D.2.2.1的环境和D.2.2.2的道路条件下，按照D.2.2.3和D.2.2.4设置车辆状态，按照D.2.2.7设置驾驶模式，按照D.2.2.11要求在副驾驶放置空调假人。。

关闭全部车门、车窗，起动车辆后按照D.2.2.5进行空调操作，开始静态采暖阶段的试验，当副驾驶足部5个温度测量点的平均温度第一次达到21℃时，静态采暖阶段的试验结束；此时采用D.2.2.8规定的试验循环连续进行行车采暖阶段的试验，当达到D.2.2.6规定的要求时停止试验。

计算整个试验过程中的燃油消耗量和车辆实际行驶距离，按照公式（D.5）折算成开启暖风装置制热状态过程中的百公里燃油消耗量，单位L/100km。

记录测试过程中的空调开启采暖时刻、副驾驶足部测温点的平均温度第一次达到21℃的时刻及试验结束时刻。

D. 2. 4 指标计算

D. 2. 4. 1 百公里燃油消耗量

按照公式（D.5）计算百公里燃料消耗量：

$$FC_{\text{高寒}} = 100 \times \frac{V_{\text{高寒}}}{D_{\text{高寒}}} \dots\dots\dots (D.5)$$

式中：

$FC_{\text{高寒}}$ ——百公里燃料消耗量，单位L/100km，四舍五入保留一位小数；

$V_{\text{高寒}}$ ——D.2.3测试的燃料消耗量，单位为L，四舍五入保留两位小数；

$D_{\text{高寒}}$ ——D.2.3测试的续驶里程，单位为km，四舍五入保留整数。

D. 2. 4. 2 采暖阶段燃料消耗量增加率计算

按照公式（D.6）计算开启暖风装置制热状态的燃料消耗量增加率：

$$\beta = \frac{FC_{\text{高寒}} - FC_{\text{CS申报值}}}{FC_{\text{CS申报值}}} \times 100\% \dots\dots\dots (D.6)$$

式中：

β ——开启暖风装置制热状态的燃料消耗量增加率，单位%，四舍五入保留一位小数；

$FC_{\text{高寒}}$ ——开启暖风装置制热状态的燃料消耗量，单位L/100km，四舍五入保留二位小数；

$FC_{\text{CS申报值}}$ ——汽车产品公告中的CS阶段燃料消耗量，单位L/100km，四舍五入保留二位小数。

D. 2. 4. 3 热舒适性假人的舒适区域稳定时长占比

按照公式（D.7）计算采暖试验过程中的舒适区域稳定时长占比：

$$\varphi_1 = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{t - t_s} \times 100\% \dots\dots\dots (D.7)$$

式中:

φ_1 ——舒适区域稳定时长占比, 单位%, 四舍五入保留一位小数;

t_i ——车辆第一次起步后, 热舒适性假人的预测平均评价指数 (PMV) 第*i*次处于[-1, 1]区间的时长, 单位s, 四舍五入保留整数;

t_s ——车辆第一次起步时刻, 单位s, 四舍五入保留整数;

t ——试验结束时刻, 单位s, 四舍五入保留整数。

D.2.4.4 静态采暖时间

按照公式 (D.8) 计算静态采暖时间:

$$\Delta t = \frac{t_{21} - t_0}{60} \dots\dots\dots (D.8)$$

式中:

Δt ——静态采暖时间, 单位min, 四舍五入保留一位小数;

t_0 ——空调开启时刻, 单位s, 四舍五入保留整数;

t_{21} ——副驾驶足部测温点的平均温度第一次达到21℃的时刻, 单位s, 四舍五入保留整数。

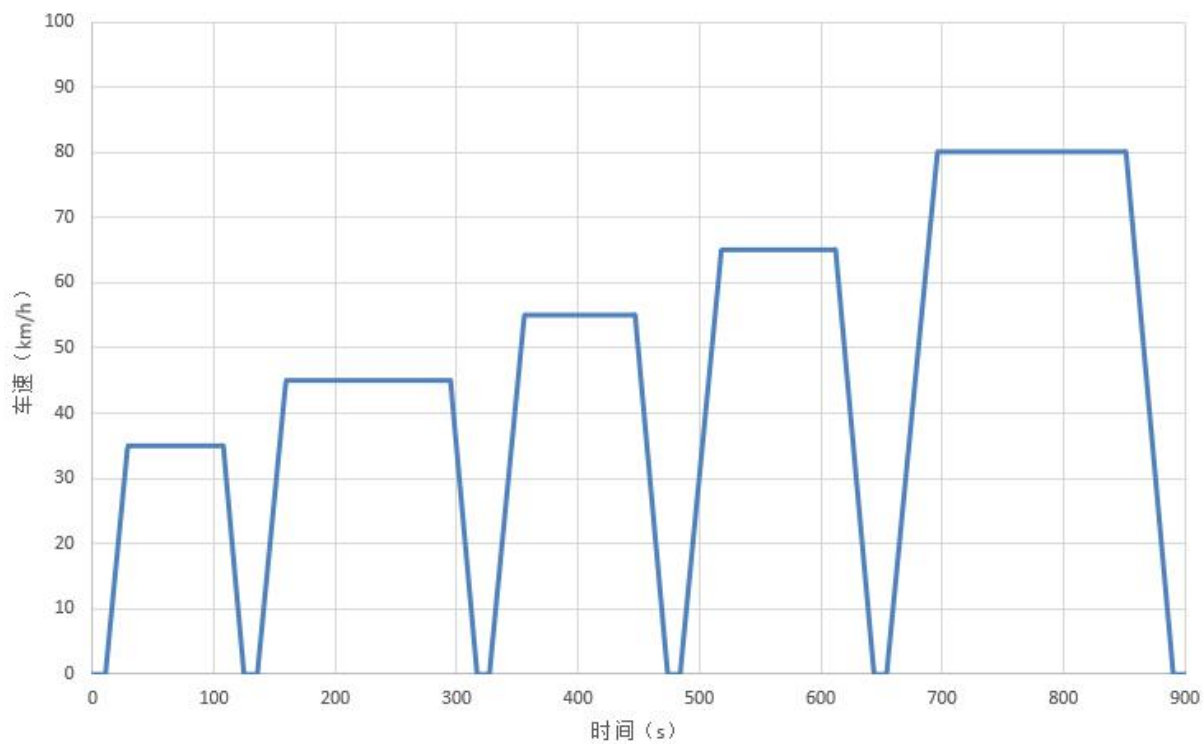
附 录 E

(资料性)

高寒环境道路行驶工况

E.1 高寒环境道路行驶工况

对WLTC工况进行稳态简化处理，得到图E.1.1所示的道路行驶工况。



图E.1.1 高寒环境道路行驶工况

附 录 F

(资料性)

空调热舒适性假人设备

F.1 空调热舒适性假人设备

假人本体内部集成了多个风速、湿度、温度、热辐射采集模块，可对外实时输出测试数据或记录，同时可将采集到的数据通过内置的热舒适性分析软件计算并输出人体热感觉值（PMV），如图F.1.1和图F.1.2所示。

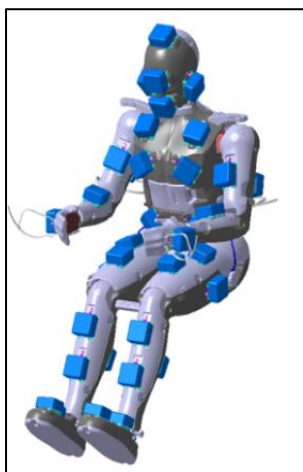


图 F.1.1 舒适性假人示意图

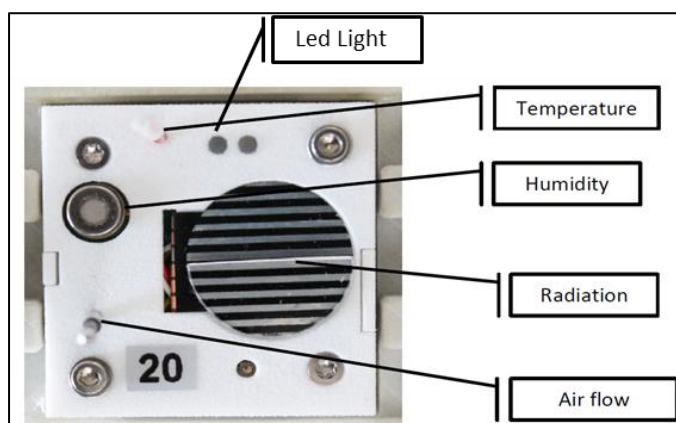


图 F.1.2 传感器模块

舒适性假人高度： $170\pm 3\text{cm}$ ，重量约为36kg，分为头部、上肢和下半身三部分。传感器类型及参数表F.1.1所示。

表F.1.1 传感器技术参数

传感器类型	传感器数量	传感器技术参数
温度传感器	31	量程：-20~70℃ 精度：±0.5℃ 分辨率：0.1℃ 响应时间：0.5s
湿度传感器	31	量程：0~95%RH 精度：±6%RH 分辨率：0.1%RH 响应时间：10s；
风速传感器	31	量程：0.1~5m/s 精度：风速处于 0.1~2m/s，精度±0.05m/s； 风速处于 2~5m/s，精度±0.1m/s； 分辨率：0.01m/s 响应时间：0.1s
双谱热辐射传感器	31	光谱响应：0.2-2.5μm（短波）+0.2-20μm（长波） 量程：0~2000w/m ² 精度：±30w/m ² @0~600 w/m ² ；±5% @600~2000 w/m ² 分辨率：1w/m ² 响应时间：0.15s

F. 2 PMV 热感觉标尺

表 F.2 PMV 热感觉标尺

热感觉	热	暖	微暖	适中	微凉	凉	冷
PMV 值	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3