

ICS 43.120
CCS T47



团 体 标 准

T/CECA-G 0231—2023

纯电动汽车空调系统的能效技术要求及 试验方法

Requirement and test method of energy efficiency for the air conditioning system
of electric vehicle

2023-06-08 发布

2023-06-09 实施

中 国 节 能 协 会 发 布

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。

本文件由中国节能协会标准化专委会提出并归口。

主要起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司、中国标准化研究院、华为技术有限公司、宁德时代（上海）新能源科技有限公司、深蓝汽车科技有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、重庆超力电器有限责任公司、东风柳州汽车有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、奇瑞新能源汽车股份有限公司、湖南大学、重庆长安汽车股份有限公司、上汽集团创新研究开发总院、上海集度汽车有限公司、神龙汽车有限公司、吉智科技重庆睿蓝汽车研究院有限公司、北京京深深向科技有限公司、宜宾凯翼汽车有限公司、广州汽车集团股份有限公司、广州小鹏汽车科技有限公司、合众新能源汽车有限公司。

主要起草人：欧阳、王毅、黄文姣、周进林、赵智超、杜利锋、宋暖、吴兴刚、姜利文、王哲、陈红林、黄真、张佑源、崔柳村、彭超、付建勤、薛小波、杨逍、王博、熊碧云、谷和平、周正锋、王平忠、唐伟、林承伯、王伟、李涛、周鲁立、赵学智、胡浩茫、赵宇、刘忠刚、吴皆学、王聪、游典、孙凡嘉、刘宁、李路、孟再强、王鹏、刘峰谷、徐江峰、何嘉俊、蔡森林、周千露。

纯电动汽车空调系统的能效技术要求及试验方法

1 适用范围

本文件规定了纯电动汽车空调系统的能效限定值、能效等级和试验方法。

本文件适用于座位数不超过7座且最大设计总质量不超过3500kg的M₁类车辆的纯电动汽车空调系统（以下简称：空调系统）。座位数超过7座且最大设计总质量超过3500kg的M₁类车辆以及采用其他动力源的新能源汽车空调系统可参照执行。

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 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

QC/T 658-2009 汽车空调制冷系统性能道路试验方法

T/CAAMTB 123-2023 质量分级及“领跑者”标准评价要求 纯电动乘用车

3 术语和定义

GB/T 15089-2001和GB/T 19596-2017界定的以及下列术语及定义适用于本文件。

3.1

纯电动汽车空调系统 air-conditioning system of electric vehicle

纯电动汽车在整车集成状态下的以电驱动的、向乘员舱区域提供经过处理的空气的空气调节系统。

3.2

空调系统能耗 air-conditioning system energy consumption

空调系统在额定工况和规定条件下进行制冷、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功率。包含：压缩机、鼓风机、空调PTC、电池PTC能耗。

3.3

单位容积能效比 energy efficiency ratio

在规定工况条件下，整车空调系统能耗与乘员舱容积的比值；单位：kWh/m³。

3.4

空调系统能效限定值 energy efficiency limit of air-conditioning system

在规定工况条件下，空调系统单位容积能效比的最小允许值，简称能效限定值。

3.5

微型车 mini vehicles

车身长度小于4m的M₁类纯电动乘用车。

[来源：T/CAAMTB 123-2023]

3.6

常规车 general vehicles

车身长度大于4m的M₁类纯电动乘用车。

[来源：T/CAAMTB 123-2023]

4 能效等级要求

4.1 高温制冷场景能效等级指标值

高温制冷场景空调系统按实测单位容积制冷能效比（ ε_c ）大小对产品进行能效分级，分成1、2、3三个等级，1级表示能效等级最高。各能效等级对应的单位容积制冷能效比应不大于表1规定值。

表1 空调系统高温制冷场景能效等级指标值

单位容积制冷 能效比 (kWh/m ³)	制冷能效等级		
	1级	2级	3级
ε_c	0.3	0.6	0.9

4.2 低温制热场景能效等级指标值

低温制热场景空调系统按实测单位容积制热能效比（ ε_h ）大小对产品进行能效分级，分成1、2、3三个等级，1级表示能效等级最高。各能效等级对应的单位容积制热能效比应不大于表2规定值。

表2 空调系统低温制热场景能效等级指标值

单位容积制热 能效比 (kWh/m ³)	制热能效等级		
	1级	2级	3级
ε_h	0.6	0.9	1.2

5 技术要求

5.1 能效限定值

空调系统能效限定值为表 1、2 中各环境下能效等级的 3 级。

5.2 整车空调系统能效等级

空调系统能效等级应同时符合高温场景与低温场景对应的同级能效指标值，如无法同时满足同级能效指标值，则取高温制冷场景或低温制热场景能效等级较低者为整车空调系统能效等级。

6 试验方法

6.1 试验仪器

热电偶温度传感器：测量范围-50~100℃，精度±1℃；

电压传感器：测量范围0~1000V，精度0.2%FS；

电流传感器：测量范围±100A，精度0.03%FS。

6.2 传感器布点位置要求

乘员舱内温度布点位置按附录A执行。

6.3 底盘测功机要求

按照GB 18352.6-2016的C.1.2.4.2规定，确定车辆在底盘测功机上的运行状态。

车辆的试验质量按照GB 18352.6-2016所述3.9和附件CC定义，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。

车辆的道路载荷测量与底盘测功机模拟设定按照GB 18352.6-2016附件CC的规定，采用常温滑行法确定的车辆道路载荷，作为常温和高温试验底盘测功机对道路行驶阻力模拟程序的输入条件。对于低温试验，基于GB 18352.6-2016附件CC确定的车辆常温道路行驶阻力，将其滑行时间减少10%后得到的阻力作为-7℃低温试验中底盘测功机对道路行驶阻力模拟程序的输入条件。若车辆的道路载荷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，由检验机构确定。

6.4 乘员舱容积

乘员舱容积 V_0 是指排除座椅、内饰等可用的空间容积。对于后排与行李舱未连通的车型（3厢车），乘员舱容积仅包括乘坐区可用空间容积；对于后排与行李舱连通的车型（2厢车），乘员舱容积包括乘坐区和行李舱可用空间容积。

乘员舱容积 V_0 原则上由供车方提供，并提供参数真实性说明。若提供的乘员舱容积参数存在异议，推荐检测机构使用3D点云扫描法获取乘员舱容积参数，并提供测量报告。

6.5 高温制冷场景

空调系统的单位容积制冷能效比测试，包括纯电动试验样车、高温转鼓环境舱（35℃）及测试设备。

6.5.1 试验条件

高温制冷试验环境条件按表3设置。

表3 试验条件

试验项目	环境温度 ℃	相对湿度 %RH	光照强度 W/m ²
高温制冷	35±2	50±5	1000±20

6.5.2 浸车

浸车开始前，需在常温环境中静置12h以上。

确认整车状态良好，屏蔽热管理系统，电池SOC值100%。车辆保持下电状态，在6.5.1环境条件下，关闭全部车窗，打开全部车门浸车1h，然后关闭车门，继续浸车至副驾头部平均温度达到50℃±1℃。

6.5.3 空调设置方法

6.5.3.1 一般要求

试验过程中,关闭全部车门车窗,空调设置为内循环吹面模式,按照指定的温度设置方案进行空调设定(对于多温区控制型空调,各温区设置方案需保持一致),使车内头部温度测量点(位置参见附录A)的平均温度尽快达到24°C,直至试验结束,平均温度应尽量保持在24°C±1°C的范围内。

6.5.3.2 自动控制系统的空调

对于自动控制式空调,试验开始设定为“Auto”模式,温度设定为24°C,空气循环模式设置为内循环及吹面模式。对于有强制预设模式的自动空调,以本身预设模式为准(包括内外循环模式选择);非强制预设模式的自动空调,可手动取消空气净化等辅助功能。30min内副驾头部平均温度无法达到24°C的车辆,将温度调节开关置于全冷、最大风量模式,空气循环模式设置为内循环及吹面模式。

当车内副驾头部平均温度达到24°C后,空调设置为“Auto”模式,通过调节温度按钮使车内副驾头部平均温度维持在24°C±1°C范围内。

6.5.3.3 手动控制系统的空调

对于手动控制式空调,试验开始设定为“手动模式”,将温度调节开关置于全冷、最大风量模式,空气循环模式设置为内循环及吹面模式。

当车内副驾头部平均温度达到24°C后,将风量调节开关置于中档,通过调节温度按钮使车内副驾头部平均温度维持在24°C±1°C范围内。

6.5.3.4 出风口状态

空调前排各吹面出风口开度置于最大,出风口方向置于中间位置。对于具有中排、后排出风口的车辆,关闭中排和后排全部出风口。

6.5.4 试验步骤

按6.5.2节方法完成浸车后,驾驶员进入车内,车辆上电至ready状态,在满足副驾头部平均温度50°C±1°C条件后,按6.5.3节方法设定空调系统,车辆驾驶模式选择使用厂家推荐模式(可跟随WLTC工况),车辆设置为D档。

按照GB 18352.6-2016附件CA所述的全球统一轻型车测试循环(WLTC)进行测试。对于微型车,包括低速段(Low)、中速段(Medium)、高速段(High)三部分。对于常规车,包括低速段(Low)、中速段(Medium)、高速段(High)和超高速段(Extra High)四部分。每个试验循环的速度公差应满足要求。

6.5.5 试验终止条件

- a) 按照6.5.4节规定的试验步骤进行试验,从副驾头部平均温度达24°C时刻后继续按照WLTC工况要求试验1小时,试验结束。
- b) 实际车速无法跟随目标车速情况:当实际速度超出GB 18352.6-2016附录C.1.2.6.6规定的速度曲线公差范围±2km/h时长大于1s,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。

6.5.6 制冷能效比计算方法

高温制冷场景试验过程空调系统能耗(E_c)计算公式为:

$$E_c = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2) dt}{3600} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

P_1 ——压缩机放电功率[kW]; 压缩机总成电流及电压;

P_2 ——鼓风机放电功率[kW]；鼓风机总成（含调速模块）电流及电压；

t_0 ——空调开启时刻[s]；

t ——试验结束时刻[s]；

单位容积制冷能效比（ ε_c ）计算公式为：

$$\varepsilon_c = \frac{E_c}{V_0} \dots \dots \dots (2)$$

E_c ——高温制冷场景空调系统能耗[kWh]；

V_0 ——乘员舱容积[m³]。

6.6 低温制热场景

空调系统的单位容积制热能效比测试，包括纯电动试验样车、低温转鼓环境舱（-7℃）及测试设备。

6.6.1 试验条件

低温制热试验环境条件按表4设置。

表4 试验条件

试验条件	环境温度 ℃	相对湿度 %RH	光照强度 W/m ²
低温制热	-7±3	/	/

6.6.2 浸车

浸车开始前，需在常温环境中静置12h以上。

确认整车状态良好，屏蔽热管理系统，电池SOC值100%。车辆保持下电状态，在6.6.1环境条件下，关闭全部车门车窗，浸车12h。

如果浸车区与正式试验的环境舱不是同一设施，浸车结束后车辆应快速移至正式试验的环境舱，期间若途径其他温度区域，途经时长不应超过10min，且车辆移动期间不允许使用车上的动力，且再生制动系统未起作用。

6.6.3 空调设置方法

6.6.3.1 一般要求

试验过程中，关闭全部车门车窗，空调设置为外循环及吹脚模式，按照指定的温度设置方案进行空调设定（对于多温区控制型空调，各温区设置方案需保持一致），使车内足部温度测量点（位置参见附录A）的平均温度尽快达到25℃，直至试验结束，平均温度应尽量保持在25℃±1℃的范围内。应根据汽车生产企业的建议选择是否开启除霜除雾装置，若开启也应根据汽车生产企业的建议设置开启时长。

6.6.3.2 自动控制系统的空调

对于自动控制式空调，试验开始设定为“Auto”模式，温度设定为25℃，空气循环模式设置为外循环及吹脚模式。对于有强制预设模式的自动空调，以本身预设模式为准（包括内外循环模式选择），非强制预设模式的自动空调，可手动取消座椅加热及空气净化等辅助功能。30min内副驾足部平均温度无法达到25℃的车辆，将温度调节开关置于最大制热、最大风量模式，空气循环模式设置为外循环及吹脚模式。

当车内副驾足部平均温度达到25℃后，空调设置为“Auto”模式，通过调节温度按钮使车内副驾足部平均温度维持在25℃±1℃范围内。

6.6.3.3 手动控制系统的空调

对于手动控制式空调，试验开始，将温度调节开关置于最大制热、最大风量模式，空气循环模式设置为外循环、吹脚模式。

当车内副驾足部平均温度达到25℃后，将风量调节开关置于中档，调节温度按钮，使车内副驾足部平均温度维持在25℃±1℃范围内。

6.6.3.4 出风口状态

空调前排各吹面出风口开度置于最大，出风口方向置于中间位置。对于具有中排、后排出风口的车辆，关闭中排和后排全部出风口。

6.6.4 试验步骤

按6.6.2节方法完成浸车后，驾驶员进入车内，车辆上电至ready状态，在满足副驾足部平均温度-7℃±2℃条件后，按6.6.3节方法设定空调系统，车辆驾驶模式使用厂家推荐模式（可跟随WLTC工况），车辆设置为D档。

按照GB 18352.6-2016附件CA所述的全球统一轻型车测试循环（WLTC）进行测试。对于微型车，包括低速段（Low）、中速段（Medium）、高速段（High）三部分。对于常规车，包括低速段（Low）、中速段（Medium）、高速段（High）和超高速段（Extra High）四部分。每个试验循环的速度公差应满足要求。

6.6.5 试验终止条件

- 按照 6.6.4 节规定的试验步骤进行试验，从副驾足部平均温度达 25℃时刻后继续按照 WLTC 工况要求试验 1 小时，试验结束。
- 实际车速无法跟随目标车速情况：当实际速度超出 GB 18352.6-2016 附录 C.1.2.6.6 规定的速度曲线公差范围±2km/h 时长大于 1s，或超出公差范围次数多于 10 次时，试验终止。
- 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。

6.6.6 制热能效比计算方法

低温制热场景试验过程空调系统能耗（ E_h ）计算公式为：

$$E_h = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2 + P_3) dt}{3600} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- P_1 ——压缩机放电功率[kW]；压缩机总成电流及电压；
- P_2 ——鼓风机放电功率[kW]；鼓风机总成（含调速模块）电流及电压；
- P_3 ——PTC放电功率[kW]；乘员舱PTC及电池PTC电流电压；
- t_0 ——空调开启时刻[s]；
- t ——试验结束时刻[s]；

单位容积制热能效比（ ε_h ）计算公式为：

$$\varepsilon_h = \frac{E_h}{V_0} \dots\dots\dots (4)$$

E_h ——低温制热场景空调系统能耗[kWh]；

V_0 ——乘员舱容积[m³]。

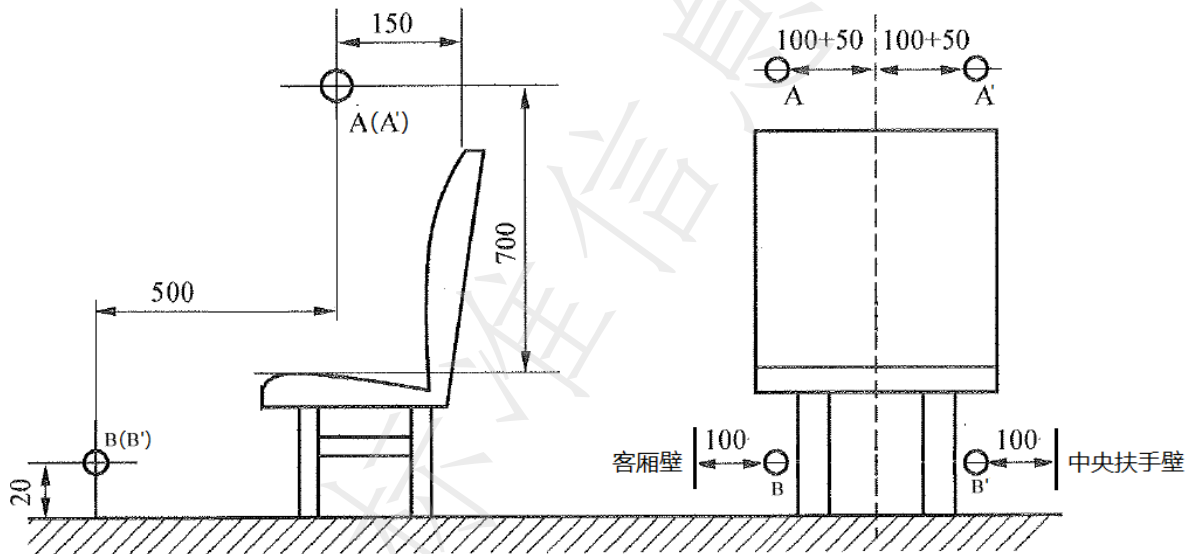
附 录 A
(规范性)
乘员舱内温度测点位置

A.1 概述

温度布点位置参考 QC/T 658-2009 附录 B。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。

A.2 温度测量点位置

副驾座椅头部及足部均需布置测量点，温度测量点位置如图 A.1 所示。



标引序号说明：

A、A'——副驾头部温度测量点；B、B'——副驾足部温度测量点。

图 A.1 副驾温度测量点位置