



团 体 标 准

T/CECA-G 0359—2025

纯电动汽车空调系统能效分级 及测试方法

Test method for energy efficiency grading of air
conditioning system for battery electric vehicles

2025-08-08 发布

2025-08-09 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、中国质量认证中心、中汽院新能源科技有限公司、比亚迪汽车工业有限公司、重庆长安汽车股份有限公司、中国长安汽车集团有限公司创新研究总院、重庆赛力斯新能源汽车设计院有限公司、阿维塔科技（重庆）有限公司、长安福特汽车有限公司、上海蔚来汽车有限公司、一汽-大众汽车有限公司、上汽大众汽车有限公司、上汽通用五菱汽车股份有限公司、安徽江淮汽车集团股份有限公司、东风汽车集团有限公司研发总院、东风柳州汽车有限公司、重庆睿蓝汽车研究院有限公司、浙江零跑科技股份有限公司、智己汽车科技有限公司、厦门金龙联合汽车有限公司、蜂巢能源科技股份有限公司。

主要起草人：王毅、王鹏、黄文姣、陈春林、刘宁、刘明、贾国强、欧阳、阮廷勇、仝令胜、付继垚、周进林、敬卓鑫、罗院明、张洁、龚旭、杜炜、李超、但镜攀、曹瑞乾、温成富、解佳丽、李靖、姜祖啸、林欢、惠周朋、李东升、覃胤合、张佑源、汤小生、马显刚、丁奇珑、王慧忠、王立涛、刘峰谷、滑磊、柏世涛、余春风、胡诗乐、白琴、郭钿祥、徐伟瑞、苏晓佳、熊萌、鄢涛、朱旭哲。

本文件为首次发布。

纯电动汽车空调系统能效分级及测试方法

1 范围

本文件规定了纯电动汽车空调系统的能效等级与测试方法。

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3500 kg的M₁类车辆。座位数超过7座且最大设计总质量超过3500 kg的M₁类车辆可参照执行。

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 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 18386-2017 电动汽车 能量消耗率和续驶里程 试验方法

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 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

3 术语和定义

GB/T 15089、GB/T 19596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、向乘员舱区域提供舒适环境的空气调节系统。

3.2 空调系统耗电量 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功率。包含：压缩机、鼓风机、空调PTC、电池PTC、风扇耗电量。

3.3 单位容积空调耗电量 energy consumption per unit volume of air-conditioning system

在规定工况条件下，整车空调系统耗电量与乘员舱容积的比值。

3.4 乘员舱容积 Volume of Passenger Cabin

乘员舱内排除座椅、内饰等可用的空间容积。

4 能效等级

纯电动汽车空调系统能效分为5级，其中1级为能效水平最高，具体分级要求详见表1。

表1 空调能效等级评价

评价维度	空调采暖能效		空调制冷能效		评分标准 N_i (百分制)	能效等级
	极寒采暖空调 耗电量 ϵ_{h1V} (kWh/m ³)	行车采暖空调 耗电量 ϵ_{h2V} (kWh/m ³)	极热制冷空调 耗电量 ϵ_{c1V} (kWh/m ³)	充电制冷空调 耗电量 ϵ_{c2V} (kWh/m ³)		
空调能效	[0.4,1.1]	[0.4,0.9]	[0.3,0.55]	[0.2,0.6]	[100,80]	1级能效
	(1.1,1.25]	(0.9,1.2]	(0.55,0.8]	(0.6,0.8]	(80,60]	2级能效
	(1.25,1.5]	(1.2,1.5]	(0.8,1.0]	(0.8,1.0]	(60,40]	3级能效
	(1.5,1.75]	(1.5,1.8]	(1.0,1.2]	(1.0,1.2]	(40,20]	4级能效
	(1.75,2.0]	(1.8,2.1]	(1.2,1.4]	(1.2,1.4]	(20,0]	5级能效

注：
1.极寒采暖及极热制冷工况，若某项测试时间 25 min 内仍未达到目标温度，则测试时间最多可延长 10 min，且达到目标温度的时长每超过 1 min，即在该项评价指标得分中扣 1 分，最多扣 10 分。
2.具体得分在评分标准 N_i 区间内进行线性插值，四舍五入保留一位小数，若超出 1 级能效上限及 5 级能效下限，分别赋予 100 分及 0 分。

5 检测方法

5.1 极寒采暖空调耗电量

5.1.1 环境条件

极寒环境温度设置为 (-20 ± 3) °C。

试验期间应监控试验室温度，该温度应在冷却风扇出口处测量。报告中的环境温度应是以不大于 1 min 的固定间隔测量得到的试验室温度的算术平均值。

5.1.2 车辆条件

车辆的所有零部件应满足批量生产要求。

车辆可根据汽车生产企业或其授权代理者需求进行磨合，并保证机械状况良好，同时应在使用原装动力电池的情况下磨合 1000 km。应使原装动力电池至少经历一次从满电直至荷电状态最低值的过程。

应使用汽车生产企业规定的润滑剂。

除驱动用途外，所有的储能系统应充到汽车生产企业规定的最大值（电能、液压、气压等）。

车辆动力系统的启动按照汽车生产企业的规定进行。

按照 GB 18352.6-2016 的 C.1.2.4.4，确认车辆控制和传动系统的设置应与量产车型相同。

按照 GB 18352.6-2016 的 C.1.2.4.5，确认车辆轮胎型号应与汽车生产企业的规定一致。

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。

5.1.3 空调设置条件

按照GB/T 18386.1-2021的附录F，在前排座椅每个乘员座布置头部温度测量点。

试验过程中，关闭全部车门车窗，如有“极速采暖”预设模式的车型优先设置为“极速采暖”预设模式，如没有预设模式的车型则将空调设置为Auto Hi模式，使车内头部温度测量点的平均温度尽快达到 (21 ± 1) ℃并维持，直至试验结束。

试验过程中，保持前排左右温区同步；对于具有关闭中排和后排出风口功能的车辆，可关闭中排和后排出风口。

5.1.4 测试仪器准确度要求

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 ± 100 A，精度0.03%FS。

5.1.5 极寒采暖空调耗电量试验方法

5.1.5.1 浸车

车辆满电，在关闭全部车门车窗的情况下，在5.1.1要求的极寒环境中浸车12 h，浸车过程不上电。

5.1.5.2 极寒采暖空调耗电量测定

按照5.1.1的极寒环境要求设置环境温度。

按照5.1.2确定车辆状态。

浸车完成后按照5.1.3要求进行测试，试验结束条件为空调系统开启后25 min，若测试进行25 min仍未达到目标温度，以达到目标温度为结束条件，测试时长最多延长10 min。

试验过程中采集压缩机、PTC、鼓风机、风扇的电流和电压。

计算极寒采暖空调耗电量，单位：kWh；四舍五入保留两位小数。

$$E_{h1} = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) dt}{3600} \quad (1)$$

式中：

P_1 ——压缩机放电功率；单位：kW；

P_2 ——鼓风机放电功率；单位：kW；

P_3 ——冷却风扇放电功率；单位：kW；

P_4 ——乘员舱及电池PTC放电功率；单位：kW；

t_0 ——空调开启时刻；单位：s；

t ——试验结束时刻；单位：s。

极寒采暖单位容积空调耗电量，单位：kWh/m³；四舍五入保留两位小数，计算公式为：

$$\varepsilon_{h1v} = \frac{E_{h1}}{V_0} \quad (2)$$

式中：

E_{h1} ——极寒采暖空调耗电量；单位：kWh；

V_0 ——乘员舱容积；单位：m³。

5.2 行车采暖空调耗电量

5.2.1 环境条件

低温环境：温度设置为(-7±3)℃。

5.2.2 车辆条件

按照5.1.2设置车辆条件。

5.2.3 底盘测功机条件

按照GB 18352.6-2016的C.1.2.4.2，确定车辆在测功机上的运转。

车辆的试验质量参照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测功机设定参照GB 18352.6-2016附件CC的规定，采用滑行法确定车辆道路载荷。按照GB 18352.6-2016附件H.2.2.1，基于GB 18352.6-2016附件CC确定的车辆道路载荷，将其滑行时间减少10%后得到的阻力作为(-7±3)℃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。

5.2.4 驾驶模式和变速器档位设置条件

参照GB/T 18386.1-2021的附录C确认驾驶模式和变速器档位设置。

5.2.5 空调设置条件

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。

低温环境按照GB/T 18386.1-2021的附录A.2.4设置空调。

5.2.6 试验循环

应按照工况法进行测试。其中，工况法按照GB 18352.6-2016附录CA所述的全球统一轻型车测试循环（WLTC），包括低速段（Low）、中速段（Medium）、高速段（High）和超高速段（Extra High）四部分。对于不能够跟随未经修正的WLTC工况测试循环的车辆，按照GB 18352.6-2016附件的CA.5进行循环修正。并在测试报告中注明循环修正情况、测试使用的驾驶模式和变速器档位。

5.2.7 试验截止条件

车内测温点的平均温度达到目标温度(21±1)℃后继续WLTC循环工况测试1 h。

5.2.8 行车采暖空调耗电量试验方法

5.2.8.1 预处理

按照5.2.2确定车辆状态。

按照5.2.3确定底盘测功机设置和道路载荷模拟。

按照GB/T 18386.1-2021的6.3.2.3，试验开始之前进行常规充电至车辆满电。

5.2.8.2 浸车

车辆应在关闭全部车窗车门、关闭机舱盖的情况下，在5.2.1的低温试验环境中浸车12 h。

如果浸车区与正式试验的环境舱不是同一设施，浸车结束后车辆应尽快移至正式试验的环境舱，期间若途径其他温度区域，时长不应超过10 min，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。

5.2.8.3 行车采暖空调耗电量测定

按照5.2.1的低温环境要求设置环境温度。

按照5.2.3确定底盘测功机设置和道路载荷模拟。

按照5.2.4确定驾驶模式和变速器档位。

浸车完成后，按照5.2.5设置空调。

试验到达5.2.7截止条件后结束试验。

试验过程中采集压缩机、PTC、鼓风机、风扇的电流和电压。

计算行车采暖空调耗电量 E_{h2} ，单位：kWh；四舍五入保留两位小数。

$$E_{h2} = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2 + P_3 + P_4) dt}{3600} \quad (3)$$

式中：

P_1 ——压缩机放电功率，单位：kW；

P_2 ——鼓风机放电功率，单位：kW；

P_3 ——冷却风扇放电功率，单位：kW；

P_4 ——乘员舱及电池PTC放电功率，单位：kW；

t_0 ——空调开启时刻，单位：s；

t ——试验结束时刻，单位：s。

行车采暖单位容积空调耗电量 ε_{h2v} ，单位：kWh/m³；四舍五入保留两位小数，计算公式为：

$$\varepsilon_{h2v} = \frac{E_{h2}}{V_0} \quad (4)$$

式中：

E_{h2} ——行车采暖空调耗电量，单位：kWh；

V_0 ——乘员舱容积，单位：m³。

5.3 极热制冷空调耗电量

5.3.1 环境条件

极热环境温度设置为(40±2) °C；空气湿度设置(50±5)% RH；光照强度设置为(1000±45) W/m²。太阳辐射强度以车体最高点平面位置为基准设定。

试验期间应监控试验室温度，该温度应在冷却风扇出口处测量。报告中的环境温度应是以不大于1 min的固定间隔测量得到的试验室温度的算术平均值。

5.3.2 车辆条件

按照5.1.2设置车辆条件。

5.3.3 空调设置条件

按照GB/T 18386.1-2021的附录F，在前排座椅每个乘员座布置头部温度测量点。

试验过程中，关闭全部车门车窗，如有“极速制冷”预设模式的空调优先设置为“极速制冷”预设模式，如没有预设模式的车辆则将空调设置为Auto Low模式，使车内头部温度测量点的平均温度尽快达到 $(24 \pm 1)^\circ\text{C}$ 并维持，直至试验结束。

试验过程中，保持前排左右温区同步；对于具有关闭中排和后排出风口功能的车型，可关闭中排和后排出风口。

5.3.4 极热制冷空调耗电量试验方法

5.3.4.1 预处理

按照GB/T 18386.1-2021的6.3.2.3，试验开始之前进行常规充电至车辆荷电状态80%以上，然后在 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 常温环境下静置12 h。

5.3.4.2 浸车

在关闭全部车门车窗的情况下，在5.3.1要求的极热环境中浸车，浸车过程车辆不上电，浸车时长2h。

5.3.4.3 极热制冷空调耗电量测定

按照5.3.1的极热环境要求设置环境温度。

按照5.3.2确定车辆状态。

按照5.3.4要求进行测试，试验结束条件为空调系统开启后25 min，若测试进行25 min仍未达到目标温度，以达到目标温度为结束条件，测试时长最多延长10 min。

试验过程中采集压缩机、鼓风机、风扇的电流和电压。

计算极热制冷空调耗电量 E_{c1} ，单位：kWh；四舍五入保留两位小数。

$$E_{c1} = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2 + P_3) dt}{3600} \quad (5)$$

式中：

P_1 ——压缩机放电功率，单位：kW；

P_2 ——鼓风机放电功率，单位：kW；

P_3 ——冷却风扇放电功率，单位：kW；

t_0 ——空调开启时刻，单位：s；

t ——试验结束时刻，单位：s。

极热制冷单位容积空调耗电量 ε_{c1v} ，单位：kWh/m³；四舍五入保留两位小数，计算公式为：

$$\varepsilon_{clv} = \frac{E_{cl}}{V_0} \quad (6)$$

式中：

E_{cl} ——极热制冷空调耗电量，单位：kWh；

V_0 ——乘员舱容积，单位：m³。

5.4 充电制冷空调耗电量

5.4.1 环境条件

按照5.3.1设置环境温度。

5.4.2 车辆条件

按照5.1.2设置车辆条件。

5.4.3 空调设置条件

按照GB/T 18386.1-2021的附录F，在前排座椅每个乘员座布置头部温度测量点。

试验过程中，关闭全部车门车窗，按照GB/T 18386.1-2021的附录B.2.4设置空调，使车内头部温度测量点的平均温度尽快达到(24±1)℃并维持，直至试验结束。

5.4.4 试验方法

5.4.4.1 预处理

前续极热制冷试验后，在5.4.1环境条件下，按照5.2.3设置车辆载荷，参照GB/T 18386-2017的4.4.4.2，以30 min最高车速(70±5)%匀速放电至动力电池指示器荷电状态30%以下，空调设置为Auto 24℃模式。

5.4.4.2 充电制冷空调耗电量测定

按照5.4.1的环境要求设置环境温度。

按照5.4.2确定车辆状态。

预处理完成后，车辆连接不低于120 kW充电桩开始充电，空调按5.4.3要求开启，充电至动力电池指示器荷电状态80%结束。

试验过程中采集压缩机、鼓风机、风扇的电流和电压。

计算充电制冷空调耗电量 E_{c2} ，单位：kWh；四舍五入保留两位小数。

$$E_{c2} = \frac{\int_{t_0}^t (P_1 + P_2 + P_3) dt}{3600} \quad (7)$$

式中：

P_1 ——压缩机放电功率，单位：kW；

P_2 ——鼓风机放电功率，单位：kW；

P_3 ——冷却风扇放电功率，单位：kW；

t_0 ——空调开启时刻，单位：s；

t ——试验结束时刻，单位：s。

充电制冷单位容积空调耗电量 ε_{c2v} ，单位：kWh/m³；四舍五入保留两位小数，计算公式为：

$$\varepsilon_{c2v} = \frac{E_{c2}}{V_0} \quad (8)$$

式中：

E_{c2} ——充电制冷空调耗电量，单位：kWh；

V_0 ——乘员舱容积，单位：m³。