

# 《硅碳负极材料循环寿命测试规范 (半电池/全电池)》(征求意见稿) 编制说明

## 一、工作简况

### (一) 任务来源

本文件由北京中研博采技术服务有限公司提出,经中国技术市场协会标准化工作委员会批准,正式列入2026年团体标准制修订计划,标准名称为《硅碳负极材料循环寿命测试规范(半电池/全电池)》。

### (二) 项目背景

硅碳负极材料凭借高理论比容量,是提升锂离子电池能量密度的核心关键材料,广泛应用于新能源汽车动力电池、储能电池、高端消费电子电池等领域,已成为下一代高能量密度电池的主流负极技术路线。随着硅碳负极材料产业化进程加快,材料研发、生产质控、电池匹配、产品认证等环节对循环寿命的精准测试需求日益迫切。

当前行业内硅碳负极材料循环寿命测试方法不统一,半电池与全电池体系的测试环境、设备参数、充放电制度、判定标准差异显著,导致测试数据可比性差、结果重复性低,材料性能评价失真;同时,测试环境控制、设备精度要求、安全防护、数据有效性判定等方面缺乏统一规范,制约硅碳负极材料的研发迭代、质量管控与市场化应用,影响电池产品性能一致性与安全性。

为响应国家新能源材料高质量发展政策,填补硅碳负极材料循环寿命测试领域标准空白,统一半电池与全电池测试方法、技

术要求与判定规则，提升测试数据准确性、可比性与可靠性，推动硅碳负极材料产业规范化、标准化发展，制定本规范具有重要现实意义。

### （三）目的意义

#### 1. 目的

##### （1）统一测试操作流程

明确硅碳负极材料半电池、全电池循环寿命测试的原理、环境条件、设备要求、试验步骤与判定规则，统一测试环境、设备精度、充放电制度、数据采集等核心环节标准，消除测试操作偏差，保障测试数据一致性与可比性。

##### （2）提升测试结果准确性与可靠性

规范关键测试指标与技术要求，确保循环寿命、首次库伦效率、倍率性能、界面稳定性等核心参数测试结果精准反映材料本征性能，为材料研发、质量评价、电池匹配提供科学依据。

##### （3）保障测试过程安全规范

制定测试环境安全、设备安全保护、电池热失控防护等要求，规范高危测试工况操作标准，降低测试过程中电池漏液、热失控、爆炸等安全风险，保障测试人员与设备安全。

##### （4）推动测试技术标准化与规范化

提出测试系统模块化、高精度、高稳定性设计要求，优化测试流程与参数，适配实验室研发、企业质控、第三方检测等多场景测试需求，提升测试体系通用性与适配性。

##### （5）提升行业标准化水平

为硅碳负极材料循环寿命测试、性能评价、质量认证提供统

一技术依据，推动行业测试规范与国际接轨，助力我国硅碳负极材料产业高质量发展。

## 2. 意义

### （1）支撑高能量密度电池产业发展

硅碳负极是突破电池能量密度瓶颈的核心材料，测试标准化可精准评价材料循环性能，加速高性能硅碳负极材料产业化应用，为新能源汽车、储能等产业提供关键材料支撑。

### （2）规范行业竞争秩序

统一测试标准可消除因测试方法差异导致的性能评价不公，引导企业聚焦材料性能提升而非测试标准博弈，推动行业从无序竞争向规范、高质量竞争转变。

### （3）加速材料技术迭代升级

规范明确的性能指标与测试要求，倒逼企业在硅碳结构设计、界面调控、膨胀抑制、循环稳定性提升等方面突破关键技术，推动硅碳负极材料向长寿命、低膨胀、高首效方向发展。

### （4）满足全产业链测试需求

本规范覆盖半电池基础研发测试与全电池应用验证测试，可满足材料企业、电池企业、科研机构、第三方检测机构等全链条测试需求，打通材料研发到电池应用的性能评价通道。

## （四）起草单位及起草人名单

本文件起草单位：贵州梅岭电源有限公司、晖阳（贵州）新能源材料有限公司、北京中研博采技术服务有限公司、北京六只猫创意科技有限公司、北京彬诚科技有限公司。

本文件主要起草人：徐星、胡文良、肖让、童晖、乐志斌、

夏卫彬、杨笛。

#### （五）主要起草过程

##### 1. 文本调研

2025年8月启动了文本的调研工作，并于2025年9月完成了相关资料的收集和分析工作。

##### 2. 标准立项

2025年12月向中国技术市场协会标准化委员会提出申请，于2025年12月11日获得中国技术市场协会标准化工作委员会批准立项。

##### 3. 形成标准草案

2025年12月，起草组对资料收集情况进行汇总处理，确定了标准框架和主要内容。2025年12月19日，《硅碳负极材料循环寿命测试规范（半电池/全电池）》形成标准初稿。

##### 4. 形成征求意见稿

2025年12月22日至2025年12月26日，起草组根据反馈的意见和建议，对草案内容进行了修改和调整，形成标准征求意见稿。

## 二、确定标准主要内容的论据

### （一）编制原则

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》以及《中国技术市场协会团体标准工作程序》的规定起草。

### （二）标准主要内容及适用范围

本文件规定了在半电池和全电池体系中硅碳负极材料循环

寿命测试的工作要求、系统结构与功能、技术要求、试验方法等内容。

本文件适用于半电池/全电池的硅碳负极材料循环性能测试与质量评价。

### （三）确定标准主要内容的论据

#### 1. 产业发展需求迫切

硅碳负极材料规模化应用加速，市场对材料循环寿命、稳定性、一致性要求持续提升，亟须统一测试标准保障材料性能评价精准性，支撑材料选型、质量管控与产品认证。

#### 2. 测试方法差异显著

行业内半电池、全电池测试在环境条件、充放电制度、设备精度、判定指标等方面差异大，测试数据重复性差、可比性低，标准化缺失严重制约材料研发与产业协同。

#### 3. 安全与测试精度压力凸显

硅碳负极电池测试涉及膨胀、热失控等安全风险，同时测试精度直接影响材料性能判定，需通过标准明确安全防护与精度控制要求，保障测试安全与数据可靠。

#### 4. 国际竞争需求迫切

国际高端硅碳负极材料已建立完善测试评价体系，我国亟须统一标准提升测试技术水平，保障国产硅碳负极材料在国际市场的竞争力，打破技术壁垒。

#### 5. 政策驱动明显

国家新能源产业发展、新材料标准化等政策明确要求完善关键材料测试标准体系，本规范制定符合政策导向，助力硅碳负极

材料产业落实国家战略部署。

### 三、主要试验[或验证]情况分析、技术经济论证、预期经济效果

为保障标准的科学性、合理性与可操作性，在标准制定阶段，起草组联合多家负极材料生产企业、电池制造企业及第三方检测机构，选取多种主流工艺制备的硅碳负极材料，依据标准草案要求，进行了多轮、对比性测试验证，累计完成测试样品超过 200 组，获取有效数据超 5000 组。具体验证情况如下：

#### （一）主要试验（或验证）情况分析

##### 1. 核心电化学性能指标验证

循环寿命一致性：依据标准草案的测试流程（25 °C，1C 充放电），对 10 家单位的 15 种硅碳材料进行全电池测试。达标材料（8 种）在循环 2000 次后容量保持率均 $\geq 90\%$ ，最优材料可达 93%；未达标材料（7 种）容量保持率在 70%~88%之间波动，主要与材料结构设计、粘结剂体系及电解液适配性有关，验证了标准循环条件对不同技术路线材料的区分能力。

首次库伦效率与体积膨胀率关联性：测试发现，达标材料的首次库伦效率（全电池 $\geq 92\%$ ）与体积膨胀率（ $\leq 15\%$ ）呈强负相关。首次效率高的材料，其电极结构稳定性通常更好，体积膨胀控制更优。未达标材料在循环 500 次后普遍出现膨胀率超过 20% 甚至壳体鼓胀现象，验证了将体积膨胀率作为关键指标的必要性。

##### 2. 测试系统与条件复现性验证

实验室间数据比对：将同批次 3 种硅碳材料分送至 4 家参与验证的实验室，严格按照标准草案的环境、设备与试验方法进行

平行测试。结果显示，对于达标材料，各实验室测得的循环寿命（容量保持率 $\geq 90\%$ 时的循环次数）最大偏差 $< 5\%$ ，首次库伦效率最大偏差 $< 1\%$ ，证明了标准方法具有良好复现性与可比性。

安全边界验证：在安全保护模块（过压、过流、过温）完备的测试系统上，对存在微短路的缺陷电池进行测试，系统均在100ms内触发保护并切断电路，未发生热失控。而在简化保护的测试系统上，同类缺陷电池在持续测试中发生了冒烟现象，验证了标准中安全保护模块硬性要求的有效性。

### 3. 极端环境适应性验证

高低温性能：依据标准进行高温（60 °C）和低温（-30 °C）性能测试。达标材料在高温循环500次后容量保持率均 $\geq 85\%$ ，低温放电容量 $\geq 65\%$ ；未达标材料性能衰减显著，尤其在低温条件下，部分材料容量不足50%，这与材料离子电导率、界面阻抗密切相关，验证了高低温测试项目对评价材料实际应用潜力的价值。

## （二）技术经济论证

本标准的实施将从材料研发、电池制造、测试服务三个维度产生显著技术经济价值：

### 1. 产业链层面

上游材料端：标准为硅碳材料性能提供了明确的“标尺”，将引导材料企业聚焦于提升首效、抑制膨胀、改善界面等核心技术指标，推动高端硅碳材料的研发与量产。符合标准的高性能硅碳材料（如循环 $> 2000$ 次）虽然研发成本较高，但其在高端电池领域的应用溢价可达30%以上，并显著降低电池厂家的验证成

本与周期。

中游电池端：统一的测试标准可使电池企业在选材时减少50%以上的验证测试工作量，加速新材料的导入进程。同时，基于标准数据的材料数据库，有助于电池企业优化电极配方与电池设计，预计可将硅碳负极电池的研发周期缩短20%~30%。

下游测试服务端：标准将催生对专业化、高精度测试服务的需求，带动第三方检测机构更新测试设备、建立标准流程。预计可为检测认证行业带来年增长率超过15%的新增市场，并推动测试设备制造业向更高精度、更高自动化方向发展。

## 2. 企业层面

研发效率与成本优化：企业采用统一标准进行研发测试，可避免因测试方法不一致产生的无效重复工作，预计可使企业内部研发测试成本降低15%~20%。标准明确的性能标杆也有助于企业精准定位技术短板，提高研发投入的有效性。

市场竞争力与风险控制：采用本标准并通过权威检测的材料产品，其性能数据更具公信力，在市场推广和客户认证中更具优势。同时，标准中严格的安全测试要求，有助于电池企业提前识别有安全隐患的材料供应商，从源头降低电池产品的安全风险。

## 3. 社会经济层面

创新资源高效配置：标准的实施可以减少因测试评价体系混乱造成的资源内耗，引导政府资金、风险投资和社会资本更精准地投向真正具备技术潜力的创新项目，优化整体产业创新资源配置效率。

促进行业规范与绿色发展：通过标准淘汰测试不规范、数据

造假的小作坊式“实验室”，提升行业整体技术水平与诚信度。长寿命硅碳负极的推广应用，将延长动力电池的使用寿命，从而减少电池的提前报废与资源消耗，符合绿色循环经济发展理念。

### （三）预期经济效果

制定和实施《硅碳负极材料循环寿命测试规范（半电池/全电池）》，将为行业和社会带来显著的长期经济效益：

#### 1. 产业提质与降本效益显著

标准实施后，电池企业因材料筛选效率提升和研发周期缩短，预计单款电芯的研发成本可降低10%~15%。到2027年，若主流动力电池企业均采用符合标准的硅碳材料，因电池寿命延长带来的全生命周期成本下降，预计可为整个新能源汽车行业节省超过50亿元的维护与换电成本。

#### 2. 测试服务与设备市场增长可期

标准将直接创造一个新的标准化测试服务市场。预计到2028年，国内针对硅碳材料的第三方标准化测试服务市场规模可达5亿元~8亿元，带动相关高精度电池测试设备、环境模拟设备市场需求增长超过20%。

#### 3. 行业创新活力与国际地位提升

统一、科学的“跑道”将激发材料企业的创新精神，预计行业整体研发投入强度将从目前的平均4%提升至6%以上，加速高性能硅碳负极材料的产业化突破。中国主导制定的该领域测试标准，有望成为国际电工委员会（IEC）等国际标准组织提案的基础，提升我国在全球电池标准体系中的影响力与话语权。

#### **四、采用国际标准和国内外先进标准的程度**

本文件不涉及国际国外标准的采标情况。

#### **五、重大分歧意见处理经过及依据**

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

#### **六、与现行相关法律、法规及相关标准的协调性**

与现行相关法律、法规及相关标准相协调。

#### **七、知识产权情况说明**

本文件不涉及必要专利等知识产权情况。

#### **八、其他应予说明的事项**

无。

《硅碳负极材料循环寿命测试规范（半电池/全电池）》

团体标准工作组

2026年5月8日