

国家标准
固体电解质电化学稳定窗口测定
线性扫描伏安法
编制说明

（讨论稿）

中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司

2026 年 8 月

国家标准《固体电解质电化学稳定窗口测定 线性扫描伏安法》编制说明

一、工作简况

1.1 任务来源

根据国家标准化管理委员会相关文件的要求，以及 2026 年稀土标委会工作安排，2026 年全国有色标准化技术委员会正式下达《关于下达 2026 年第五批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》，国家标准《固体电解质电化学稳定窗口测定 线性扫描伏安法》由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口，全国有色金属标准化技术委员会粉末冶金分会执行，中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司牵头起草。该项目计划编号为 20262900-T-610，项目计划完成时间为 2027 年 9 月。

1.2 项目概况

锂离子电池已经成为当今社会的主流移动便携式电源，广泛应用于各行各业。随着全球对环保的要求以及低碳出行生活方式的兴起，电动汽车已经成为重要的发展方向。人们对电动汽车在出行时提出了更高的电池能量密度和安全性要求。传统的锂离子电池中含有沸点低、闪电低、易燃易爆挥发的电解液，会引起电池潜在的安全风险。全固态锂电池是将液态电解液换成了固体电解质粉体，使其具有了高能量密度、高安全性能的优势，因此成为锂电池的一个重要发展方向。固体电解质粉体与膜材的离子电导率、电子电导率、电化学稳定窗口都制约着固态电池的发展。在固态电池技术领域，固体电解质不仅为活性材料中锂离子传输供通道，也是有效隔绝正负极接触并起到绝缘层作用，最为重要的就是电解质在其中要具有很宽的电化学窗口稳定性，所以如何科学表征出固体电解质的电化学窗口是极为迫切的。通过研究材料本质特性将电池性能与其关联起来，同时更好的科学引导材料的应用价值。该标准除了对固体电解质在电化学稳定范畴内规范测试方法，也对其上下游领域，如前端的电解质前驱体制备及后端电动车或电子消费类领域用电源的开发制备，具有一定的技术支撑作用。现行标准仅有 1 项团体标准（T/SPSTS020-2021）。

1.3 主起草单位情况

中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司（以下简称“中汽研新能源”）作为行业技术归口单位和国家政府主管部门的技术支撑机构，以独立、公正的定位，协助政府开展汽车行业标准与技术法规制定、产品认证检测、相关服务和科学研究工作。试验室是中国实验室国家认可委员会认可实验室（L1635），是国家工信部动力电池强检认证测试单位，同时是 UL、TUV 等国际认证机构蓄电池产品委托检验单位。全行业设备精度最高，最先进的第三方测试平台，并且拥有国际领先的先进测评技术团队，电池试验室在职人员 60 余人，

其中博士 5 人、硕士 19 人，具有丰富的动力电池测试评价经验。新能源检验中心动力电池试验室占地 46000 平米，具备充足的软硬件条件，能够按照国家标准、行业标准、IEC 等国际标准和企业标准等对动力电池产品测试评估工作，现具备材料、单体、模组、电池管理系统、电池系统等动力电池相关领域电性能、安全性全方位测试能力，可涵盖动力电池强检及企业的研发验证试验；能够完成电性能各种工况测试；同时对动力电池高风险安全性试验项目如振动、挤压、火烧、热扩散等试验项目具有丰富的测试经验。

公司在固态电池材料及电池测试领域紧跟技术发展趋势，布局搭建了固态电池性能试验室是聚焦固态电池核心性能检测的专业化平台。实验室配备上下双腔体温箱、高精度测试通道及充放电测试装置、万能试验压力机与高精度薄膜压力传感器等关键设备，除可进行固态电池常规性能测试外，还可实现热环境精准模拟、多工况电化学测试与力学工况加载及原位表征。该测试系统可全参数同步联动控制，完整复现整车服役场景下的电池多物理场耦合环境，实验室配备烟气排风、有害气体监测及 24 小时可视化监控平台，构建全流程风险防控网络，为固态电池技术创新提供全周期、多维度测试验证服务。

1.4 起草单位及主要起草人工作情况

中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司作为该标准牵头编制单位，负责测试方法调研、试验方法研究、样品的收集，测试结果的收集和处理，标准文本、试验报告及编制说明的撰写等工作。合肥国轩高科动力能源有限公司、国联汽车动力电池研究院有限责任公司等单位在整个标准起草过程中提供测试结果的收集和处理验证。本标准主要起草单位工作职责见表 1，涵盖了国内固体电解质粉开发、生产和应用优势研究及生产单位，为本标准的制定提供更好的技术内容依据

本文件主要起草人有：XXX。

标准主要起草人及其在制定过程中的工作职责见表 1。

表 1 各起草人及其工作职责

起草人姓名	单位名称	工作职责
	中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司	负责样品数据收集、样品收集与分发、制定试验方案、标准文本及编制说明撰写、参加标准讨论等
	合肥国轩高科动力能源有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	常州锂源新能源科技有限公司	参与标准起草，提供测试验证数据，反馈意见
	国联汽车动力电池研究院有限责任公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	北京卫蓝新能源科技有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	天齐锂业股份有限公司	参与标准起草，提供测试验证数据，反馈意见
	苏州清陶新能源科技有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	上海屹锂新能源科技有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	浙江智邦锂电新材料有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	北京当升材料科技股份有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	潍柴动力股份有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	东风汽车集团有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	贝特瑞新材料集团股份有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
	厦门厦钨新能源材料股份有限公司	参与标准起草，提供样品与测试验证数据，反馈意见
.....		

1.5 主要工作过程

中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司在接到本文件制订任务后，立即对项目内容进行调研，同时组织各方面科技人员成立了标准编制组，制定了该标准的研究目标、内容、技术路线、任务分工和进度安排。主要工作过程经历以下阶段：

1.5.1 立项阶段

2025 年 11 月，全国有色金属标准化技术委员会在浙江省杭州市召开有色金属标准项目论证会暨标准制修订工作会议，会上对《固体电解质电化学稳定窗口测定 线性扫描伏安法》标准项目进行立项答辩，并与会通过项目论证。

1.5.2 起草阶段

2026 年 5 月，中汽研新能源汽车检验中心（天津）有限公司接到国家标准委决定下达

2026 年第五批推荐性国家标准计划和相关推荐性国家标准外文版计划（国标委发〔2026〕33 号）立项任务后，组织相关技术人员成立行业标准编制组，对草案进行起草编制。在草案编制过程中，各单位相关责任人查阅了大量行业标准，国家标准，收集了有关电池与材料的相关测定方法数据，对进行初步归纳整理。

2026 年 7 月，全国有色金属标准化技术委员会在江西省新余市组织召开会议，合肥国轩高科动力能源有限公司、常州锂源新能源科技有限公司、国联汽车动力电池研究院有限公司、北京卫蓝新能源科技有限公司等代表出席了会议，并进行了标准任务落实。

项目运行以来，标准起草工作组成员查阅了大量的国内外相关文献资料，收集、整理、对比分析了相关企业的技术资料，结合调研情况和公司近年来在固体电解质生产制造经验，以公司现有测试数据和参编单位研制数据为基础，于 2026 年 8 月底完成标准讨论稿。

2026 年 9 月，全国有色金属标准化技术委员会在湖南省长沙市召开会议，XXX 等代表出席了会议并进行了讨论。

1.5.3 征求意见阶段

XXX

1.5.4 审查阶段

XXX

1.5.5 报批阶段

XXX

二、标准编制原则

2.1 符合性

本文件严格按照 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》。

本文件的试验方法以满足固体电解质材料的实际生产、使用、评测为原则，提高标准的普适性。

2.2 适用性和先进性

（一）适用性

电化学稳定窗口是指固体电解质在不发生氧化或还原分解的电压范围，直接决定了电池能够匹配高电压正极和低电压负极的能力。标准制定的首要价值在于建立统一、可重复的评测体系。这一标准体系的建立，有效解决了此前因测试方法不规范、参数不统一而导致的测试结果差异性问题的，使得不同实验室、不同材料体系的电化学窗口数据具备可比性，

为材料筛选、电池设计及上下游产业链的技术对接提供了可靠依据。

本标准适用绝大部分固体电解质材料及相关产品的测定，本标准操作简单，可操作性强，将为材料的筛选、设计和验证提供一定的判定依据，减少研发和验证过程中重复摸索。同时可以为材料提供有力支撑，快速有效的测定、对比和分析研究其特性。

（二）先进性

该文件与 2026 年 7 月正式落地的全球首部车用固态电池国家标准《电动汽车用固态电池 第 1 部分：术语和分类》（GB/T 43568-2026）形成配套体系。当前，电化学窗口过窄已被明确认定为制约固态电池大规模装车潜力的关键瓶颈。标准的出台将加速高性能电解质的筛选与优化，从源头把控材料品质，为固体电解质材料以及相关产品提供统一标准方法，该方法不仅填补了行业空白，而且方法简单易行、适用范围广，可促进全固态电池产业的规模化发展。

三、确定标准主要内容的依据

3.1 标准范围的确定

本文件描述了固体电解质电化学稳定窗口测试定的测试原理、试验条件、预处理、测试方法及试验报告。

本文件适用于氧化物电解质、硫化物电解质、卤化物电解质、聚合物电解质材料。

3.2 标准主要内容说明

本文件正文部分共分为 8 章，其中第 1、2、3 章为规范性一般要素，包括范围、规范性引用文件、术语和定义，第 4、5、6、7、8 章为规范性技术要求。

第 1 章范围：本文件规定了线性扫描伏安法测定固体电解质电化学稳定窗口的方法，适用于氧化物电解质、硫化物电解质、卤化物电解质、聚合物电解质材料。

第 2、3 章分别为规范性引用文件、术语和定义，按照最新修订的 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》的要求，保留了相关章节。

第 4 章 试验原理，规定了本文件第 8 章测试的方法原理，进一步明确了测试过程的方法原理。

第 5 章 符号和缩略语，规定了本文件第 8 章测试所得到的数据，最终通过计算确保结果的真实性、测试的重复性。

第 6 章 试验条件包括仪器、仪表设备，规定了本文件第 7 章测试所需的关键仪器设备和辅助工具，确保标准的适用性。

第 7 章 试验准备明确试验样品在试验前所需要的前处理过程，确保每个样品在测试前的一致性，减少误差。该章节是本文件中核心章节，规定了本文件中线性伏安法测定电化学稳定窗口的试验准备与测试步骤，本章节是按照前期验证结果的普适性进行规定与明确，重点关注装配的合理性。对于可能引起重大分歧不宜给出具体参数要求的步骤条款，本章节已给出范围和规定过程要求进行处理。

第 8 章 试验方法，是本文件中分析结果章节，规定了线性扫描伏安法的计算公式与不同水平下的重现性。试验报告，规定了报告所包含的必备要求内容，包括试样说明、试验时间、仪器型号、试验条件说明、特殊情况说明，在测定中观察到的异常现象及任何不包括在本文件中的操作或是自由选择的试验条件。

3.3 主要试验验证情况

3.3.1 试验验证方案

测试样品（硫化物与卤化物电解质粉体）按照以下试验步骤进行方法验证：

- 1、称取 100mg~200mg 固体电解质粉体置于对称套筒内；
- 2、将模具电池进行组装，使用加压设备对其缓慢施加不小于 200MPa 压强，施加压力时间不少于 30s，使粉末压成片；
- 3、将一侧放入一片 $\phi 10\text{mm}$ 阻塞电极（如：不锈钢箔、涂炭铝箔适用于氧化电位扫描使用），另一侧放入锂可逆电极（如：金属锂 $\phi 8\text{mm}$ ，锂镉合金 $\phi 10\text{mm}$ ），同时也将一片 $\phi 10\text{mm}$ 阻塞电极（如：不锈钢箔）置于可逆电极上；
- 4、将对称模具电池再次进行组装，利用压力设备对其缓慢施加不大于 5MPa 压强，压制模具电池不少于 30s，制作成由阻塞电极、固体电解质层、锂可逆电极、阻塞电极组成模具电池待测试（卤化物电解质层与锂可逆电极之间加入硫化物电解质层）；
- 5、静置时间不小于 1h。

测试样品（氧化物电解质粉体）按照以下试验步骤进行方法验证：

- 1、称取 100mg~200mg 电解质粉体，置于压力模具内，采用振动等方式使其均匀分布，使用加压设备对压力模具缓慢施加不小于 200MPa 压强，保压时间不少于 30s，使粉末压片成型，取出压制好的陶瓷圆片；
- 2、按照样品的烧结温度进行处理，制备成电解质陶瓷片样品；
- 3、将烧结得到的陶瓷片样品，依次采用 P500、P1500、P3000 砂纸打磨光滑，且 P3000 目砂纸打磨后目测均匀光滑，无不均匀区域，依据 GB/T 6672 和 GB/T 6673 测试并记录厚度、直径，并根据直径计算陶瓷片样品面积；
- 3、采用离子溅射装置对陶瓷圆片两个表面进行喷金处理，使喷金层均匀且致密，采用

万用表欧姆档验证圆片任意两点间导通性，将圆片侧面的喷金层用砂纸小心打磨干净，以防止两侧电子导通；

4、将圆片另一侧使用金属锂进行贴合；

5、完成扣式电池（标准不锈钢垫片/固体电解质/金属锂/标准不锈钢垫片/弹片）的装配后待测。其中扣式电池的封装压力建议为 5MPa。

6、静置时间不少于 1h。

测试样品（聚合物电解质）按照以下试验步骤进行方法验证：

1、选取直径不大于 18mm 的以及重量在 50-100mg 膜类样品，并记录样品直径；

2、参照 CR2032 规格型号扣电零部件（上下盖、垫片、弹片）类似规格放入真空烘箱内 $80^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 烘烤，时间不少于 8h，后冷却至室温备用；

3、在手套箱完成扣式电池（标准不锈钢垫片/固体电解质/金属锂/标准不锈钢垫片/弹片）的装配。扣式电池的封装压力宜为 5MPa。

4、静置时间不少于 1h。

测试样品（硫化物与卤化物电解质膜）按照以下试验步骤进行方法验证：

1、选取 $\phi 20\text{mm}$ 的电解质膜样品及 $\phi 20\text{mm}$ 的阻塞电极（如：不锈钢箔、涂炭铝箔适用于氧化电位扫描使用）；

2、固体电解质膜置于套筒内，将非对称模具电池进行组装，使用加压设备对其缓慢施加不小于 200MPa 压强，施加压力时间不少于 30s，使膜压成型；

3、一侧放入一片 $\phi 20\text{mm}$ 的阻塞电极，另一侧放入锂可逆电极（如：金属锂 $\phi 8\text{mm}$ ，锂钢合金 $\phi 10\text{mm}$ ），同时也将一片 $\phi 10\text{mm}$ 阻塞电极（如：不锈钢箔）置于可逆电极上；

4、将模具电池再次进行组装，利用压力设备对其缓慢施加不大于 5MPa 压强，压制模具电池不少于 30s，制作成由阻塞电极、固体电解质层、锂可逆电极、阻塞电极组成模具电池待测试（卤化物电解质层与锂可逆电极之间加入硫化物电解质层）；

5、静置时间不少于 1h。

按照以上方法进行参数探索和方法验证，每个样品重复测试 3 次并记录相关数据。

3.3.2 试样选取

选取市场主流 4 种固体电解质材料，硫化物、卤化物、氧化物、聚合物进行测试验证。

3.3.3 验证参数选取

电化学稳定窗口测定时，样品测试量、膜片直径（与可逆锂对电极直径）、不同可逆锂对电极、装配压力、测试压力、扫描速度是核心控制参数，本标准选取上述参数进行电化学稳定窗口的测试。

3.3.3.1 样品量试验验证

(1) 验证目的

样品量使用量的最佳测试条件验证。

(2) 验证参数

选取不同的测试量，分别为 50mg、100mg、150mg、200mg。

(3) 验证数据

测试条件如下：

按照样品装配条件：装配压力 400Mpa、测试压力自选、金属锂或锂钢合金（进行标注）。

测试样品使用量：50mg、100mg、150mg、200mg。

分别记录 0.5mv/s 下测试数据见下表 2。

表 2 不同使用量测试数据表

样品使用量 mg	氧化电位 V	还原电位 V
50		
100		
150		

结论：

XXX。.

3.3.3.2 不同电解质膜下试验验证

(1) 验证目的

样品量使用量的最佳测试条件验证。

(2) 验证参数

选取不同的测试量，直径分别为 10mm、20mm。

(3) 验证数据

测试条件如下：

按照样品装配条件：样品重量 10mg 左右、装配压力 400Mpa、测试压力自选、金属锂或锂钢合金（进行标注）。

测试样品直径：10mm、20mm。

分别记录 0.5mv/s 下测试数据见下表 3。

表 3 不同膜直径测试数据表

直径 mm	氧化电位 V	还原电位 V
10		
20		

结论：

XXX。

3.3.3.3 不同锂可逆电极下测试验证

(1) 验证目的

样品量使用不同锂可逆电极最佳测试条件验证。

(2) 验证参数

选取不同的种类，分别为金属锂、锂钢合金。

(3) 验证数据

测试条件如下：

按照样品装配条件：样品重量 150mg 左右、装配压力 400Mpa、测试压力自选。

测试样品使用量：金属锂、锂钢合金。

分别记录 0.5mv/s 下测试数据见下表 4。

表 4 不同膜直径测试数据表

对电极	氧化电位 V	还原电位 V
金属锂		
锂钢合金		

结论：

XXX。

3.3.3.4 不同装配与测试压力下测试验证

(1) 验证目的

样品使用不同装配与测试压力最佳测试条件验证（100Mpa、200Mpa、300Mpa、400Mpa、500Mpa）。

（2）验证参数

选取不同的压力，分别为装配压力、测试压力。

（3）验证数据

测试条件如下：

按照样品装配条件：样品重量 150mg 左右、金属锂或锂钢合金（进行标注）。

测试样品使用压力：装配压力、测试压力。

分别记录 0.5mv/s 下测试数据见下表 5。

表 5 不同压力测试数据表

装配压力 Mpa	测试压力 Mpa	氧化电位 V	还原电位 V
100			
200			
300			
400			
500			

结论：

XXX。

3.3.3.5 不同扫描速度下测试验证

（1）验证目的

样品使用不同扫描速度最佳测试条件验证。

（2）验证参数

选取不同的扫描速度：0.1mV/s、0.2mV/s、0.5mV/s、1.0mV/s

（3）验证数据

测试条件如下：

按照样品装配条件：样品重量 10mg 左右、装配压力 400Mpa、测试压力自选、金属锂或锂钢合金（进行标注）

测试样品使用扫描速度：分别为 0.1mV/s、0.2mV/s、0.5mV/s、1.0mV/s。

分别记录测试数据见下表 6。

表 6 不同扫速测试数据表

扫描速度 mV/s	氧化电位 V	还原电位 V
0.1		
0.2		
0.5		
1.0		

结论：

XXX。

3.3.6 测试方法的重复性

根据以上数据测试数据的重复性和再现性。

表 7 样品重复性

试样质量（mg）			
均值平均值 $\bar{X}$			
$ X_1-X_2 / \bar{X}$			

四、标准中涉及的专利情况

本文件不涉及专利问题。

五、标准预期达到的社会效益等情况

固体电解质电化学稳定窗口是判断材料电特征物理性能的重要指标之一，其准确测量是分析电池设计与生产的重要环节。国内目前尚无统一规范测试标准，本标准整合和优化行业内固态电解质材料电化学稳定窗口的测试方法，提高标准的科学性、适用性和可执行性，为材料的设计和开发提供一套行之有效的方法标准。本标准的发布，为固体电解质电化学稳定窗口提供测试方法，尤其对环境敏感型的固体电解质，可以更好的提高固体电解

质测试的有效性及其重现性。该标准除了在固体电解质材料领域规范其测试方法，有效评测固体电解质电化学稳定窗口性能外，对其相关领域具有一定的技术支撑作用。

当本标准的制定将为企业的固体电解质电化学窗口的测试结果来指导开发与调控产品设计参数，稳步提升产品性能，进而提升产品性能与竞争力，促进了锂离子电池材料产业的良性和健康发展。本文件充分考虑了目前国内固体电解质材料生产、研发、应用和检测的实际技术水平。本标准的建立有利于固体电解质材料设计开发、生产以及检验过程中不必要的时间、成本等浪费。同时能够加强企业和各研究机构测试之间的可靠性和可比性，助力固体电解质材料高质量高水平的发展，提高企业在国际市场发展力和竞争力。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

经查询，本文件与国内外现行标准无重复交叉情况。

七、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本文件与有关的现行法律、法规和强制性国家标准没有冲突。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

九、标准作为强制性或推荐性标准的建议

建议本文件为推荐性国家标准，供相关组织参考采用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议向锂离子电池材料与生产企业的研发、生产、销售、检测的相关企业和单位积极推荐采用本标准。

十一、废止现行有关标准的建议

无。

十二、其他应予说明的事项

无

《固体电解质电化学稳定窗口测定 线性扫描伏安法》编制组

2026 年 8 月 25 日