

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

储能系统用固态钠离子电池

Solid-state sodium-ion battery for energy storage systems

（征求意见稿）

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类与编码 1

 4.1 分类 1

 4.2 编码 2

5 技术要求 2

 5.1 一般要求 2

 5.2 外观、尺寸和质量 2

 5.3 电性能 3

 5.4 环境适应性 4

 5.5 材料与界面 4

 5.6 安全性能 4

6 试验方法 5

 6.1 试验条件 5

 6.2 外观、尺寸和质量试验 5

 6.3 电性能试验 6

 6.4 环境适应性试验 6

 6.5 材料与界面专项试验 6

 6.6 安全试验 7

7 检验规则 7

 7.1 检验分类 7

 7.2 出厂检验 7

 7.3 型式检验 8

8 标志、包装、运输和贮存 8

 8.1 标志 8

 8.2 包装 8

 8.3 运输 8

 8.4 贮存 9

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。

本文件由湖北双环科技股份有限公司提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

储能系统用固态钠离子电池

1 范围

本文件规定储能系统用固态钠离子电池（以下简称“钠离子电池”）的术语和定义、分类与编码、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。
本文件适用于储能系统用固态钠离子电芯及电池组的设计、制造、试验、检测、运行、维护和检修。

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 191 包装储运图形符号标志
- GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
- GB/T 16471 运输包装件尺寸与质量界限
- GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求
- GB/T 44265—2024 电力储能电站 钠离子电池技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能系统用固态钠离子电池 **solid-state sodium-ion battery for energy storage systems**
以钠离子为电荷载体，采用固态电解质实现离子传导，无可见液态电解质，适配储能系统，包括电芯、电池组、电池簇（适用时）、直流舱（适用时）。

3.2

固态电解质 **solid electrolyte**
在固态钠离子电池中，具备钠离子传导能力，同时具备电子绝缘特性的固态功能材料，包括聚合物基、硫化物基、氧化物基及复合基电解质。

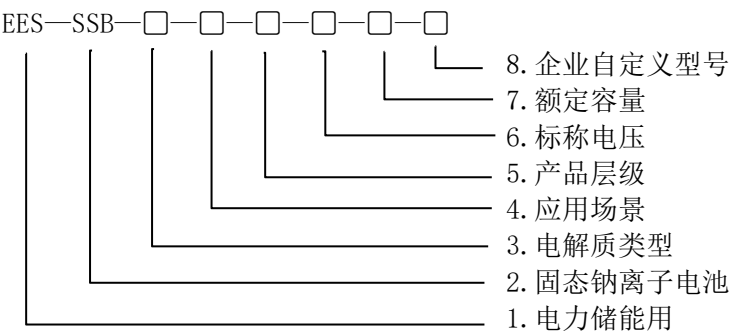
4 分类与编码

4.1 分类

- 4.1.1 按固态电解质类型，可分为：
 - a) 无机型固态钠离子电池，代号 C；
 - b) 聚合物型固态钠离子电池，代号 P；
 - c) 复合固态钠离子电池，代号 M。
- 4.1.2 按储能应用场景分类，可分为：
 - a) 电网侧储能型，代号 G；
 - b) 工商业储能型，代号 I；
 - c) 用户侧储能型，代号 C。

4.2 编码

钠离子电池编码规则见图1。



标引序号说明：

- 1. EES：固定标识，代表电力储能用；
- 2. SSB：固定标识，代表固态钠离子电池；
- 3. 电解质类型：C/P/M；
- 4. 应用场景：G/I/C；
- 5. 产品层级：Cell/Module/Cluster；
- 6. 标称电压：由数值和单位V组成；
- 7. 额定容量：由数值和单位Ah组成；
- 8. 企业自定义型号：4位～15位字母、数字或符号组成。

示例 1：EES-SSB-M-G-Cell-3.1V-100Ah-SH2026，代表电力储能用复合固态钠离子电池，电网侧储能场景，电池单体，标称电压 3.1V，额定容量 100Ah，企业自定义型号 SH2026。

图 1 钠离子电池编码规则

5 技术要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 电池模块应由满足本文件型式检验要求的同一编码、同一规格型号的电池单体组成；电池簇应由满足本文件型式检验要求的同一编码、同一规格型号的电池模块组成。
- 5.1.2 电池单体、模块、簇的设计与制造，应符合本文件规定的技术要求，生产企业应提供完整的产品规格书、设计说明书与检验报告。
- 5.1.3 电池应具备过充、过放、过流、过温、短路等基础保护功能的适配性，电池簇应集成 BMS 管理系统，满足储能系统运行管控要求。
- 5.1.4 电池正常工作环境应满足：工作温度范围 0℃～45℃（充电）、-20℃～60℃（放电）；海拔高度不大于 2000m，超过 2000m 时应满足高海拔性能要求；工作环境无凝露、无导电性/腐蚀性/爆炸性颗粒及气体。

5.2 外观、尺寸和质量

5.2.1 电池单体

电池单体的外观、尺寸和质量应满足：

- a) 外观应无划痕、变形、破损，正负极极柱无锈蚀，产品标识清晰、完整、准确；
- b) 尺寸偏差：厚度绝对偏差不大于 2mm，其他尺寸相对偏差不大于±1.0%；
- c) 质量相对偏差不大于±1.5%；
- d) 体积能量密度、质量能量密度不小于标称值。

5.2.2 电池模块

电池模块的外观、尺寸和质量应满足：

- a) 外观应无变形、破损，结构件完整，铭牌与标识清晰、完整、准确；
- b) 外形尺寸绝对偏差不大于±3mm；
- c) 质量相对偏差不大于±1.5%；
- d) 体积能量密度、质量能量密度应不小于标称值。

5.2.3 电池簇（适用时）

电池簇的外观、尺寸和质量应满足：

- a) 外观应无变形、破损，结构件完整，铭牌与标识清晰、完整、准确；
- b) 外形尺寸绝对偏差不大于±5mm；
- c) 体积能量密度应不小于标称值。

5.2.4 直流舱（适用时）

直流舱的外观、尺寸和质量应满足：

- a) 外观完整、无变形、剥落、锈蚀及裂痕等现象；
- b) 舱门和开关操作灵活；
- c) 铭牌、标志、标记完整清晰。

5.3 电性能

5.3.1 初始充放电性能

在25℃±2℃标准试验环境下，电池以额定功率充放电，应满足表1要求。

表 1 初始充放电性能要求

产品层级	初始充电容量	初始放电容量	25℃能量效率	充放电容量极差
电池单体	≥额定充电容量	≥额定放电容量	≥93.0%	≤平均值的4.0%
电池模块	≥额定充电容量	≥额定放电容量	≥94.0%	≤平均值的4.5%
电池簇	≥额定充电容量	≥额定放电容量	≥95.0%	-

5.3.2 能量密度要求

钠离子电池不同产品层级的能量密度应满足：

- a) 电池单体：复合固态型≥160Wh/kg，无机陶瓷型≥180Wh/kg；
- b) 电池模块：≥120Wh/kg。

5.3.3 倍率充放电性能

钠离子电池不同产品层级的倍率充放电性能应满足：

- a) 电池单体 2 倍额定功率充放电，能量保持率≥95.0%，能量效率≥90.0%；
- b) 电池模块 2 倍额定功率充放电，能量保持率≥97.5%，能量效率≥90.0%。

5.3.4 能量保持与能量恢复能力

电池单体、模块在100%SOC状态下，25℃±2℃环境静置30d后，应满足：

- a) 能量保持率≥95.0%；
- b) 充电能量恢复率≥95.0%；
- c) 放电能量恢复率≥95.0%。

5.3.5 循环寿命

钠离子电池循环寿命应满足：

- a) 能量型储能电池单体：≥5000 次（0.5C 充放，100%DOD，容量保持率≥80%）；
- b) 功率型储能电池单体：≥8000 次（1C 充放，100%DOD，容量保持率≥80%）；
- c) 电池模块循环寿命应不低于电池单体循环寿命的 90%。

5.4 环境适应性

5.4.1 高温适应性

电池单体、模块在 $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下完成额定功率充放电循环后，恢复至室温测试，充电能量、放电能量应 $\geq$ 额定值，能量效率应 $\geq 93.0\%$ （单体）、 $\geq 94.0\%$ （模块），无漏液、无变形、无起火、无爆炸。

5.4.2 低温适应性

5.4.2.1 电池单体在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下，1C 放电容量保持率 $\geq$ 室温容量的 85%。

5.4.2.2 电池单体、模块在 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下完成额定功率充放电循环后，恢复至室温测试，充电能量、放电能量应 $\geq$ 额定值，能量效率应 $\geq 93.0\%$ （单体）、 $\geq 94.0\%$ （模块），无漏液、无变形、无起火、无爆炸。

5.4.3 高海拔适应性

海拔4000m环境下，电池单体额定功率初始充放电性能应满足本文件5.3.1要求，绝缘、耐压性能应满足本文件5.7.1要求，无漏液、无变形、无起火、无爆炸。

5.5 材料与界面

5.5.1 固态电解质性能

固态电解质应满足以下要求：

- a) 25°C 环境下，离子电导率 $\geq 1 \times 10^{-4} \text{S/cm}$ ；
- b) 25°C 环境下，电子电导率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{S/cm}$ ；

5.5.2 电极-电解质界面性能

电极-电解质界面性能应满足以下要求：

- a) 25°C 环境下，电池单体初始电极-电解质界面阻抗 $\leq 100 \Omega \cdot \text{cm}^2$ ；
- b) 500 次充放电循环后，界面阻抗增长率 $\leq 20\%$ ；
- c) 1000 次充放电循环后，界面无明显开裂、粉化、剥离现象。

5.5.3 正极材料要求

电池所用正极材料应满足：

- a) 放电比容量 $\geq 110 \text{mAh/g}$ （0.1C， 25°C ）；层氧/普鲁士蓝/NVP NFPP（分类讨论）（会后反馈）
- b) 首次充放电库伦效率 $\geq 90\%$ ；
- c) 残碱含量 $\leq 0.5\%$ 。层氧/普鲁士蓝/NVP NFPP（分类讨论）

5.6 安全性能

5.6.1 电气安全

5.6.1.1 过充保护

电池单体、模块完成150% SOC过充试验后，应不起火、不爆炸、不漏液，壳体无破裂（防爆阀/泄压点除外）。

5.6.1.2 过放保护

电池单体、模块放电至0V并保持1h后，应不起火、不爆炸、不漏液，壳体无破裂（防爆阀/泄压点除外）。

5.6.1.3 外部短路

电池单体初始化充电后，以 $1\text{m}\Omega$ 外部线路短路10min；电池模块初始化充电后，以 $1\text{m}\Omega$ 外部线路短路10min，均应不起火、不爆炸，壳体无破裂（防爆阀/泄压点除外）。

5.6.1.4 绝缘性能

电池模块、电池簇的正负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻，与标称电压的比值应 $\geq 1000\Omega/V$ 。

5.6.1.5 耐压性能

电池模块、电池簇的正负极与外部裸露可导电部分之间，按标称电压施加对应耐压试验电压，应无击穿、无闪络，直流耐压漏电流 $< 10\text{mA}$ 。

5.6.2 机械安全

5.6.2.1 挤压试验

电池单体初始化充电后，在50kN挤压力下保持10min；电池模块初始化充电后，在50kN挤压力下保持10min，均不应起火、不爆炸、不漏液，壳体无破裂（防爆阀/泄压点除外）。

5.6.2.2 跌落试验

电池单体初始化充电后，从1.5m高度自由跌落至水泥地面；电池模块初始化充电后，从2m高度自由跌落至水泥地面，均不应起火、不爆炸、不漏液，壳体无破裂（防爆阀/泄压点除外）。

5.6.2.3 振动试验

电池模块初始化充电后，完成X、Y、Z三方向随机振动试验，应不起火、不爆炸、不漏液，绝缘、耐压性能仍满足5.6.1.4、5.6.1.5要求。

5.6.3 热安全

5.6.3.1 高温存储

电池单体、模块在 $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境下静置2h，应不起火、不爆炸、不漏液，无热失控现象。

5.6.3.2 热失控与扩散

- a) 电池单体热失控起始温度 $\geq 200^{\circ}\text{C}$ ，热失控后应不起火、不爆炸；
- b) 电池模块内任一单体触发热失控后，不应触发相邻单体热失控，不起火、不爆炸；
- c) 电池簇内任一模块触发热失控后，不应触发相邻模块热失控，不起火、不爆炸。

5.6.4 环境安全

电池模块完成盐雾、交变湿热试验后，外壳无破裂、无漏液、无锈蚀，绝缘、耐压性能仍满足5.6.1.4、5.6.1.5要求，不起火、不爆炸。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 除另有规定外，所有试验应在温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度 45%~75%、大气压 86kPa~106kPa 的环境中进行。

6.1.2 测量仪器精度要求：电压测量精度不低于 0.1% FS，电流测量精度不低于 0.1% FS，温度测量精度不低于 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，时间测量精度不低于 $\pm 0.1\text{s}$ ，尺寸测量精度不低于 0.01mm，质量测量精度不低于 0.1g。

6.1.3 试验前，电池应完成 3 次额定功率充放电循环，静置 1h，使电池处于稳定状态。

6.2 外观、尺寸和质量试验

6.2.1 外观

在自然光线下目视检查电池外观、标识、结构完整性，记录结果。

6.2.2 尺寸

用符合精度要求的量具测量电池关键尺寸，每个尺寸测量3次，取平均值，计算与标称值的偏差，记录结果。

6.2.3 质量

用符合精度要求的衡器称量电池质量，计算与标称值的偏差，记录结果。

6.2.4 能量密度

根据实测容量、标称电压、实测质量/体积，计算质量能量密度、体积能量密度，与标称值比对。

6.3 电性能试验

6.3.1 初始充放电性能试验

电池在标准试验环境下，以额定功率充电至充电截止电压，静置10min；再以额定功率放电至放电截止电压，静置10min，为1次循环。重复3次循环，记录每次充电能量、放电能量、充放电时间，计算能量效率、能量极差，判定是否满足本文件5.3.1要求。

6.3.2 能量密度试验

根据6.2测得的电池质量、体积，结合本文件6.3.1测得的额定放电能量，计算质量能量密度(Wh/kg)、体积能量密度(Wh/L)，判定是否满足本文件5.3.2要求。

6.3.3 倍率充放电性能试验

电池初始化充电后，以2倍额定功率充电至充电截止电压，静置10min；再以2倍额定功率放电至放电截止电压，静置10min。记录充放电能量，计算能量保持率与能量效率，判定是否满足5.3.3要求。

6.3.4 能量保持与恢复能力试验

电池初始化充电至100% SOC，在 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 环境中静置30d，测试静置后的放电能量，计算能量保持率；随后完成1次完整充放电循环，测试放电能量，计算能量恢复率，判定是否满足本文件5.3.4要求。

6.3.5 循环寿命试验

电池在标准试验环境下，以规定倍率完成充放电循环，每500次循环测试1次额定容量，当容量衰减至额定容量的80%时，停止试验，记录循环总次数，判定是否满足本文件5.3.5要求。

6.4 环境适应性试验

6.4.1 高温适应性试验

将电池放入高低温试验箱，升温至 $60^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，恒温2h后，完成1次额定功率充放电循环；再恒温48h后，取出电池恢复至室温，完成1次额定功率充放电循环，记录充放电能量、能量效率，检查电池外观，判定是否满足5.4.1要求。

6.4.2 低温适应性试验

将电池放入高低温试验箱，降温至 $-20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，恒温4h后，以1C倍率放电至放电截止电压，记录放电容量，计算室温容量保持率；随后完成1次额定功率充放电循环，取出电池恢复至室温，再完成1次额定功率充放电循环，记录充放电能量、能量效率，检查电池外观，判定是否满足本文件5.4.2要求。

6.4.3 高海拔适应性试验

将电池放入低气压试验箱，模拟海拔4000m气压环境，恒温2h后，完成初始充放电性能、绝缘、耐压试验，记录测试结果，检查电池外观，判定是否满足本文件5.4.3的要求。

6.5 材料与界面专项试验

6.5.1 固态电解质性能试验

固态电解质性能试验应满足：

- a) 离子电导率 / 电子电导率：采用交流阻抗谱法(EIS)，测试频率范围1Hz~1MHz，测试温度 25°C ，计算离子电导率、电子电导率；

6.5.2 电极-电解质界面性能试验

电极-电解质界面性能试验应满足：

- a) 界面阻抗：采用交流阻抗谱法（EIS），测试电池初始状态及 500 次循环后的界面阻抗，计算阻抗增长率；
- b) 界面形貌：循环 1000 次后，拆解电池，采用扫描电子显微镜（SEM）观察电极 - 电解质界面形貌，检查是否存在开裂、粉化、剥离现象。

6.5.3 正极材料性能试验

正极材料性能试验应满足：

- a) 放电比容量与首次库伦效率：采用扣式电池测试体系，0.1C 倍率充放电，测试放电比容量与首次充放电库伦效率；
- b) 残碱含量：采用酸碱滴定法，测试正极材料水溶性碱含量。溶解 10min 进行测试。对于 NaOH 应在乙醇中进行测试。

6.6 安全试验

6.6.1 电气安全试验

电气安全试验应满足：

- a) 过充试验：按 GB 38031 要求执行，判定是否满足本文件 5.6.1.1 的要求；
- b) 过放试验：按 GB 38031 要求执行，判定是否满足本文件 5.6.1.2 的要求；
- c) 短路试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.1.4 执行，判定是否满足本文件 5.6.1.3 的要求；
- d) 绝缘性能试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.1.5 执行，判定是否满足本文件 5.6.1.4 的要求；
- e) 耐压性能试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.1.6 执行，判定是否满足本文件 5.6.1.5 的要求。

6.6.2 机械安全试验

机械安全试验应满足：

- a) 挤压试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.2.1 执行，判定是否满足本文件 5.6.2.1 的要求；
- b) 跌落试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.2.2 执行，判定是否满足本文件 5.6.2.2 的要求；
- c) 振动试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.2.3 执行，判定是否满足本文件 5.6.2.3 的要求。

6.6.3 热安全试验

热安全试验应满足：

- a) 高温存储试验：将电池放入高低温试验箱，升温至 $150^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，恒温 2h，全程观察电池状态，记录结果，判定是否满足本文件 5.6.3.1 的要求；
- b) 热失控与扩散试验：按 GB 38031 的要求执行，采用加热触发热失控，记录电池温度变化、热失控传播情况，判定是否满足本文件 5.6.3.2 的要求。

6.6.4 环境安全试验

环境安全试验应满足：

- a) 盐雾试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.3.1 执行，判定是否满足本文件 5.6.4 的要求；
- b) 交变湿热试验：按 GB/T 44265—2024 中 6.7.3.2 执行，判定是否满足本文件 5.6.4 的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验、型式检验两类。

7.2 出厂检验

7.2.1 每批产品应经生产企业质量检验部门逐批检验，检验合格并出具产品合格证后方可出厂。

7.2.2 出厂检验项目：外观、尺寸和质量、额定容量、初始充放电能量效率、绝缘性能。

7.2.3 组批规则：同一批次原材料、同一生产线、同一规格型号、同一生产班次生产的产品为一个检验批。

7.2.4 抽样方案：按 GB/T 2828.1 执行，一般检验水平 II，接收质量限 AQL 1.0。

7.2.5 判定规则：所有检验项目均符合本文件要求，判定该批产品出厂检验合格；若有项目不合格，允许加倍抽样复检，复检仍不合格，判定该批产品不合格。

7.3 型式检验

7.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产前；
- b) 产品设计、原材料、生产工艺发生重大变更，可能影响产品性能时；
- c) 停产 6 个月以上恢复生产时；
- d) 正常生产每 2 年进行 1 次；
- e) 国家市场监管部门、行业主管部门或第三方认证机构提出型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目：本文件第 5 章规定的全部技术要求项目。

7.3.3 抽样方案：从出厂检验合格的批次中，随机抽取不少于 6 只样品，分为 2 组，1 组用于性能测试，1 组用于安全测试。

7.3.4 判定规则：所有检验项目均符合本文件要求，判定型式检验合格；若安全项目有 1 项不合格，判定型式检验不合格；若其他项目有不合格，允许加倍抽样复检，复检仍不合格，判定型式检验不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 电池产品上应有下列标志：

- a) 产品名称、型号；
- b) 商标；
- c) 极性符号；
- d) 生产日期；
- e) 制造厂名；
- f) 固态钠离子电池安全注意事项及警示。

8.1.2 电池包装箱外壁应有下列标志：

- a) 产品名称、型号或规格、数量；
- b) 出厂日期；
- c) 制造厂家；
- d) 产品执行标准编号；
- e) 每箱的净重及毛重；
- f) 防潮、不准倒置、小心轻放、向上等必要标志，其包装储存图示应符合 GB/T 191 的规定。

8.2 包装

8.2.1 产品包装应具备防潮、防震、防腐蚀功能，包装材料应符合环保要求。

8.2.2 电池单体应采用独立防静电包装，再放入专用包装箱内，箱内应有固定结构，防止运输过程中发生碰撞、移位。

8.2.3 包装箱内应附带产品合格证、产品说明书、装箱单等技术文件。

8.2.4 包装尺寸与质量应符合 GB/T 16471 要求。

8.3 运输

8.3.1 产品运输过程中应避免日晒、雨淋、剧烈碰撞、挤压和抛摔，远离热源、火源、腐蚀性物质。

8.3.2 运输环境温度应控制在 $-10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 80\%$ 。

8.3.3 产品装卸过程应轻拿轻放，严禁翻滚、倒置，符合运输部门相关安全规定。

8.4 贮存

- 8.4.1 产品应贮存在通风、干燥、清洁、无腐蚀性气体的库房内，远离热源、火源，避免阳光直射。
 - 8.4.2 贮存环境温度应控制在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ 。
 - 8.4.3 产品贮存时应处于 30%~50%SOC 状态，每 6 个月应进行 1 次补电维护，检查产品状态。
 - 8.4.4 产品正常贮存期不超过 1 年，超过贮存期应重新进行全项性能检验，合格后方可使用。
-