

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由中国电器工业协会归口。

本标准起草单位：浙江安力能源有限公司、中国科学院上海硅酸盐研究所、中国电器工业协会、超威电源有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所、中国质量认证中心、杭州科工电子科技有限公司、杭州新威科技有限公司、西安新艾电气技术有限公司、浙江省绿色电池科技有限公司。

本标准主要起草人：石再军、温兆银、张亮、张洪涛、马永泉、甄晗好、王刚、谢爽、刘爱华、宋文涛、倪同、吴宏德。

本标准为首次发布。

引 言

伴随新能源和可再生能源的市场发展和技术进步，各种各样的蓄电池得到更加广泛的发展空间。

由于钠硫电池和钠镍电池（统称为“高温钠电池”）在安全性、环境耐受性、电池能效等方面的显著特点，可以适用于固定式应用（如可再生能源储能）或移动式应用（如车载备用电源）、以及车辆驱动应用等。

结合我国当前生产制造和产业应用情况，本标准提出了针对固定式和移动式应用的高温钠电池性能要求和试验方法。

高温钠电池性能要求和试验方法

1 范围

本标准规定了高温钠电池的性能要求、试验方法和标识。

本标准适用于额定电压不超过直流1500V的固定式和移动式钠硫电池和钠氯化镍电池。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 2900.41-2008 电工术语 原电池和蓄电池

3 术语和定义

GB/T 2900.41-2008界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高温钠电池 high temperature sodium based batteries

工作温度在200°C到350°C，以钠为负极、以金属氯化物或硫为正极的电池。

3.2

电池 battery

电池组

装配有使用所必需的装置（如外壳、端子、标志及保护装置）的一个或多个单体电池。

注：单体电池是指直接把化学能转变为电能的一种电源，是由电极、电解质、容器、极柱、通常还有隔膜组成的基本功能单元。

[来源：GB/T 2900.41:2008, 482-01-04]

3.3

电池模块 battery module

由电池单体采用串联、并联或串并联连接方式，且只有一对正负极输出端子的电池组合体，还宜包括箱体、管理与保护装置等部件。

[来源：GB/T36276-2018, 3.1.2, 有修改]

3.4

额定容量 rated capacity

在规定条件下测得的并由制造商宣称的电池的容量值。

[来源：GB/T 2900.14-2008，482-03-15]

3.5

电池能量 battery energy

在规定的条件下电池输出的电能。

注：能量的国际单位是焦耳（1 J = 1 Ws），但实际上电池能量通常用瓦时（Wh）（1 Wh = 3600 J）来表示。

[来源：GB/T 2900.14-2008，482-03-21]

3.6

放电电压（电池的） discharge voltage (related to cells or batteries)

电池在放电时两个端子间的电压。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-03-28]

3.7

终止电压 end-of-discharge voltage, final voltage, cut-off voltage, end-point voltage

规定的放电终止时的电压。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-03-30]

3.8

开路电压（电池的） open-circuit voltage (related to cells or batteries)

放电电流为零时电池的电压。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-03-32]

3.9

加速充电 boost charge

在短时间内使用以比正常值大的电流或电压（对于特定的设计）快速充电。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-05-37，有修改]

3.10

能量效率 energy efficiency

蓄电池放电时输出的能量与此前充电时输入的能量之比。

[来源：GB/T 2900.41-2008，482-05-53]

3.11

预热 warm-up

通过加热，使电池从环境温度升温至工作温度得到激活的过程。

3.12

冷却 cool-down

使高温钠电池中的单体电池的温度从工作范围降低到其所有活性物质失去活性的过程。

3.13

冻融循环 freeze-thaw cycle

高温钠电池从预热至完全冷却的循环。

3.14

待机状态 standby state

电池处于无充电或放电状态，但随时可以进行充电或放电。

4 性能要求

4.1 标称电压

氯化镍单体电池标称电压为：2.58V。

电池模块可根据实际情况定义标称电压，表示方式为 $2.58 V \times n$ 。

注：n为单体电池串联个数。

钠硫单体电池标称电压为：2.07V。

电池模块可依据实际情况定义标称电压，表示方式为： $2.07 V \times n$ 。

注：n为单体电池串联个数。

4.2 额定容量和电池能量

按 5.5.3 测试，电池放电容量应不低于额定容量。

按 5.5.3 测试，电池放电能量应不低于电池额定能量。

4.3 电池辅助能耗

按 5.6.1 测试，电池辅助能耗不应大于 25% 的电池能量。

辅助能耗包括所有对电化学电池充电不起作用但对电池的正确和安全行为是必要的电消耗，例如：

——为电池管理系统/电池仿真系统供电；

——加热或冷却电池；

——冷却电子电路；

——为作为电池一部分的监控/通信电路供电。

辅助能耗取决于各种因素，包括充放电周期和环境条件。

4.4 能量效率

按 5.6.2 测试，电池模块能量效率应不低于 80%，电池/电池组的能量效率应不低于 88%。

4.5 最大连续放电性能

按 5.6.3 测试，在放电过程中，不应因报警条件而中断放电。

4.6 最大瞬态放电性能

按5.6.4测试，试验过程中不应因热报警而中断放电。

4.7 加速充电性能

按5.6.5测试，在5.6.5a)记录的过渡点的荷电状态(SOC)应不低于制造商为升压充电声明的最大允许SOC，且不应因充电过程相关警报而中断升压充电。

4.8 长期耐久性

按5.6.6测试，所得的 E_1 值应不低于制造商声明的额定能量， E_{loss} 应 $\leq 5.0\%$ 。

4.9 冻融循环

按5.6.7测试，冻融循环30次，电池能量损失应 $\leq 5.0\%$ 。

5 试验方法

5.1 试验分类

5.1.1 型式试验

对一个或多个按给定设计制造的产品进行的试验，以证明这些产品符合本标准的要求。

注：本试验通常用于验证设计。

5.1.2 常规试验

在制造过程中或制造后对每个产品单元进行的试验，以检查其是否符合相关标准或规定标准的要求。常规试验不会损害试验对象的性能和可靠性。

注：本试验通常旨在查找制造缺陷，并对制造工艺、材料和组件的质量进行控制。

5.1.3 特定试验

除型式试验或常规试验外的试验，可由制造商与用户协商确定，并按照标准规定的相关试验程序进行试验。

5.1.4 现场试验

在客户现场最终安装后对装置进行的试验。

注：本标准不包括客户验收试验、现场试验和安装后的定期试验，因为这些试验与特定应用密切相关。

5.2 试验对象

5.2.1 型式试验对象

型式试验对象应为电池/电池组，包括用于实现其正确功能所需要的所有附件。

如果电池模块装备所有对试验结果具有影响的附件（如电池管理系统、电池仿真系统等），且电池模块可以单独销售（如作为用户可替换的备用件），则可以对电池模块进行试验。

5.2.2 常规试验对象

常规试验对象应为电池模块或电池/电池组。

如果设计和制造对象为电池/电池组，则试验对象为电池/电池组。如果设计和制造对象为模块，可以现场替换且可以在市场上作为备用件销售，则试验对象为电池模块。

5.2.3 现场试验用样品

应在完整的电池/电池组上进行现场试验。

5.3 试验前准备

5.3.1 内部温度

除非在试验程序中另行规定，通过电池管理系统或温度控制系统，电池/电池组应处于额定的内部运行温度范围内。

5.3.2 试验前充电条件

除非在试验程序中另行规定，电池/电池组应根据制造商规定的额定充电程序充满电，并处于待机状态。

5.4 测量设备

5.4.1 电压测量

对于型式试验，所用仪器的准确度等级应至少为0.5%。

对于常规试验，所用仪器的准确度等级应至少为1.0%。

5.4.2 电流测量

对于型式试验，所用仪器的准确度等级应至少为0.5%。

对于常规试验，所用仪器的准确度等级应至少为1.0%。

注：电流测量和电流随时间变化的集成装置的准确度非常重要，因为任何降低的准确度或不稳定性都会对SOC稳定程序的有效性产生负面影响。

5.4.3 温度测量

所用仪器的分辨率应为0.5K。仪器的精度应至少为 $\pm 2\%$ 。

5.4.4 湿度测量

湿度（Rh）测量精度应至少为 $\pm 3\%$ 。

5.4.5 时间测量

所用仪器的分辨率应为1s，精度应为所测时间间隔的0.1%。

5.4.6 功率测量

测量精度等级应至少为1.0%。

5.5 试验要求

5.5.1 试验列表

常规试验、型式试验、特定试验的试验项目和试验样品要求见表1。

表 1 常规试验、型式试验、特定试验的试验项目和试验样品要求

试验类别	试验项目	对应章条号	试验样品		
			1号 样品	2号 样品	3号 样品
常规试验	电池容量、电池能量试验	5.5.3	x	x	x
型式试验	电池辅助能耗	5.6.1	x		
	能量效率测试	5.6.2	x		
	最大连续放电率测试	5.6.3	x		
	最大瞬间放电率测试	5.6.4	x		
	升压充电率测试	5.6.5	x		
	电池耐久性测试	5.6.6		x	
	冻融循环测试	5.7.1			x

电池耐久性测试对象为电池/电池组；冻融循环测试对象为电池/电池组；其他测试对象包括电池/电池组或电池模块。

在开展型式试验以前，应将样品提交常规试验。

5.5.2 常规试验方法

5.5.3 额定容量和电池能量测试

放电、充电程序：

a) 放电方法1

电池应以C/8标称放电率完全放电，直到达到制造商规定的较低终止电压。应在放电过程中监测放电电流，并计算累积的安培小时数。

在此放电期间测量的累积安培小时数是电池实际可用容量的测量值。

在本试验过程中，可以根据公式（1），通过放电电压产生的放电电流的积随放电时间的积分，共同生成能量的测量值：

$$E_{test} = \int_{t_0}^{t_1} U_d \cdot I_{dn} dt \quad (1)$$

其中，

E_{test} ——能量值；

U_d ——试验期间电池放电电压；

I_{dn} ——电池标称放电率；

dt ——放电时间；

t_0 ——放电起始点时间；

t_1 ——放电终止点时间。

b) 放电方法2

或者，也可按照公式（2），以恒定功率进行方法1的相同放电，其值等于通过乘以标称电压和标称放电率得到的值：

$$P_{test} = U_n \times I_{dn} \quad (2)$$

其中，

P_{test} ——恒功率放电值；

U_n ——电池标称电压；

I_{dn} ——电池标称放电率。

放电功率应保持在设定值的 $\pm 1\%$ 范围内，并测量放电时间。

然后，通过整合时间内的电流来计算容量。在这种情况下，以瓦时为单位的电池能量是测量的放电时间乘以放电功率的结果。

5.6 型式试验方法

5.6.1 电池辅助能耗试验

试验持续时间为18h，将对辅助电路的典型日能耗进行评估。

注：将测试持续时间延长至18h很重要，因为在充电、放电或待机状态下，功耗会发生变化，因此有必要在适当的时间跨度内对测量结果进行平均。

试验前，应按照制造商声明的充电程序，将电池充电至100% SOC。

试验开始时电池的状况如下：

——电池充电至100%SOC；

——内部温度应处于温度控制滞后的上限（在开/关控制的情况下）或设定点温度（在比例温度控制的情况下）；

——外部环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。试验期间的外部环境温度应在规定范围内，否则会影响试验结果。

试验顺序如下：

a) 以标称放电率将电池放电至20%SOC；

b) 根据制造商声明的充电程序，将电池充电至100%SOC；

c) 从试验开始将电池待机18h，在此期间，电池的SOC应保持在100%。

在整个试验过程中，应测量和计算辅助电路的能耗，并在试验报告中报告累积总能耗。

注：在某些情况下（例如，电池管理系统可能会从电池中消耗一些电力），可能需要改装试验用的样品，以便进行这方面的测量。

5.6.2 能量效率试验

本试验可与电池辅助能耗试验结合进行。

试验前，应按照制造商声明的充电程序，将电池充电至100% SOC。

试验开始时电池的状况如下：

——电池充电至100%SOC；

——内部温度应处于温度控制滞后的上限（在开/关控制的情况下）或设定点温度（在比例温度控制的情况下）；

——外部环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

试验开始时，在 $1/5C$ 放电率下放电至20%SOC。

电池放电的总能量应与辅助电路放电时消耗的能量一起记录。

放电后，将电池静置15min，应按照制造商声明的充电程序对电池充电，最高充电状态为100%SOC。

充电总能量应与充电期间辅助电路消耗的能量一起记录。

然后，电池应保持待机状态，直到24h试验期结束。

应使用公式（3）计算能效：

$$\eta = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}} = \frac{E_{\text{discharge}} - E_{\text{aux,discharge}}}{E_{\text{charge}} + E_{\text{aux,charge}}} \times 100\% \quad (3)$$

其中，

η ——能效；

E_{out} ——净放电能量（不含辅助能耗）；

E_{in} ——总充电能量；

$E_{\text{discharge}}$ ——电池释放能量；

$E_{\text{aux,discharge}}$ ——放电期间的辅助能耗；

E_{charge} ——电池充电能量；

$E_{\text{aux,charge}}$ ——充电期间的辅助能耗。

5.6.3 最大连续放电性能测试

试验开始时电池的状况如下：

——电池应为 100%SOC；

——外部环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

试验程序：电池应按照制造商规定的最大放电率放电，直至达到制造商声明的终止电压。

5.6.4 最大瞬态放电性能测试

试验开始时电池的状况如下：

——电池应为 100%SOC；

——外部环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 。

试验程序如下，见图1：

- 电池应以标称放电率放电至低于 80%SOC；
- 在规定的持续时间内，将放电电流增加到最大瞬态放电率；
- 放电速率应恢复至标称放电速率，放电应持续直至 20%SOC；
- 在规定的瞬态放电时间内，放电速率应再次增加至额定最大瞬态放电率；
- 放电率应恢复到标称值，直到满足放电条件结束。如果由于电池尺寸的原因，在 d) 期间满足放电结束条件，则应增加 c) 的目标 SOC，以便完成 d)。

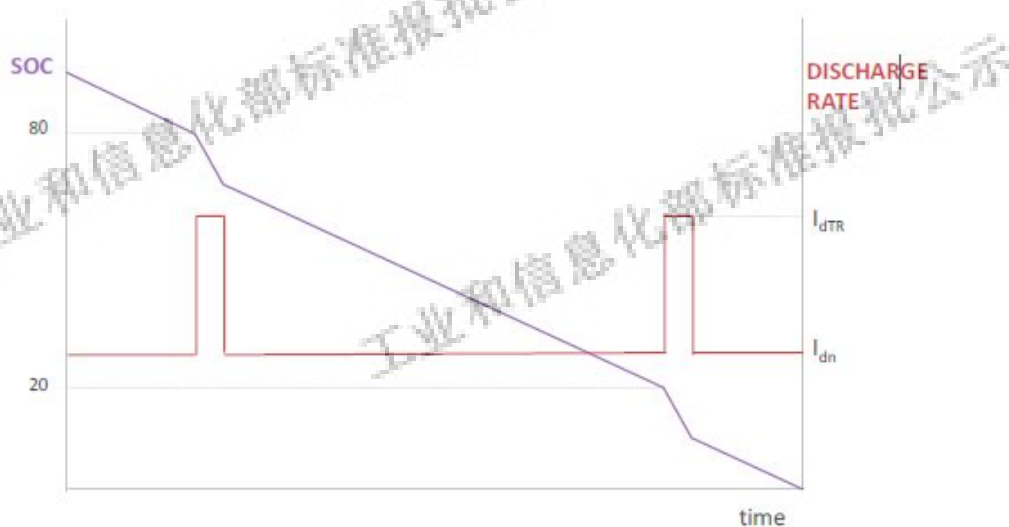


图 1 瞬态放电试验程序

5.6.5 加速充电性能测试

试验开始时电池的状况如下：

- 电池应为 0%SOC；
- 外部环境温度 25℃+/-10℃。

注：为便于试验，本试验可在最大持续放电率测试结束时或最大瞬时放电率测试之后进行。

试验程序如下：

- a) 电池应以制造商声明的加速充电率的恒定充电率进行充电，从 0%SOC 到电池管理系统将切换至充电过程的第二步那点，应记录该过渡点的 SOC；
- b) 然后完成充电过程。

5.6.6 长期耐久性测试

5.6.6.1 通用要求

该试验应在常规试验后在新电池上进行。

试验由两个连续的阶段组成：初始阶段，旨在稳定电池性能；然后为评估阶段，旨在评估电池磨损。试验前，应根据制造商声明的充电程序，将电池充电至 100%SOC。

5.6.6.2 初阶阶段

初始阶段：

- a) 电池应以标称放电速率放电至 20%SOC。制造商可允许在较高电流下放电，以缩短试验持续时间，可在恒定功率下进行放电，从而产生等效的放电持续时间；
- b) 然后，应按照制造商声明的充电程序对电池进行充电，充电至 100%SOC，制造商可允许在更大电流下充电，以缩短试验持续时间；
- c) 充放电顺序 a)~b) 应重复 50 次，以使电池容量稳定；
- d) 应根据程序 5.5.3 测量的电池能量，并记录结果。该值称为 E1。

5.6.6.3 评估阶段

评估阶段：

- a) 5.6.6.2 的充放电顺序 a)~b) 应重复 300 次；
- b) 应根据程序 5.5.3 测量的电池能量，并记录结果，该值称为 E2。

5.6.6.4 评估方法

评估方法：

- a) 在初始阶段（d 点）结束时测得的能量 E1 值不得低于制造商声明的额定能量；
- b) 总能量损失在 4.1.8 规定的范围内，按公式（4）计算：

$$E_{loss} = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \times 100 \quad (4)$$

其中，

E_{loss} ——总能源损耗；

E_1 ——循环 50 次测得的电池容量；

E_2 ——循环350次测得的电池容量。

制造商应在整个长期耐久性试验期间报告实际充电和放电率以及测量的电池能量值。

如果出于某些原因，要在同一试样上重复试验，则可省略试运行初始阶段。

5.6.7 冻融循环试验

试验前，应按照制造商声明的充电程序，将电池充电至100%SOC。

试验开始时电池的状态应为充满电。

为了评估制造商声明的电池冻融循环的续航能力，应按照以下顺序进行冻融循环试验：

- a) 根据程序第 5.5.3 条测量电池的能量，并记录结果。该值称为 E_1 ，与冻融试验前的电池能量相对应；
- b) 冷却电池，直到测量的电池室温度低于或等于 80°C ，该温度意味着电池的活性材料完全固化；
- c) 冷却后，电池预热至制造商规定的工作温度范围内；
- d) 按照制造商声明的冻融循环次数，重复从 b) ~c) 的顺序；
- e) 冻融循环后，根据第 5.5.3 条测量电池的能量，并记录结果。该值称为 E_2 ，与冻融试验后的电池能量相对应。

评估方法：总能量损耗在 4.1.9 规定的限值内，按公式 (4) 计算。

6 标识

6.1 通用要求

标记、标记位置和安装方法应适合于其应用。

铭牌和标记应是独立的，不易拆除。

6.2 产品标识

产品标识应包括以下信息：

- a) 电池类型；
- b) 制造商名称（及商标）和地址；
- c) 电池序列号和生产年代；
- d) 电池标称电压；
- e) 辅助标称电压（如有）；
- f) 环境温度范围（最小和最大）；
- g) 重量；
- h) 电池电化学类型；
- i) 警告标签；
- j) 额定能量。

制造商可选择声明的其他项目：

- a) 标称放电率 (I_{dn})；
- b) 标称充电率 (I_{cn})；
- c) 最大连续放电率 (I_{dmax})；
- d) 参考辅助能量消耗；
- e) 能量效率 (η)；
- f) 长期耐久性分级。

- g) 最大瞬态放电率 (I_{dTR}) 和相关的瞬态放电时间;
- h) 升压充电率和相关的最大可实现 SOC;
- i) 电池能够承受的冻融循环的额定次数。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

附录 A

(规范性附录)

环境（使用）条件

A.1 通用要求

电池使用时保持在高温状态，并被封闭在热绝缘外壳内，对外部环境温度相对不敏感。但温度控制器、电池管理系统等辅助部件会受到环境条件的影响。高温电池应在A.2或A.4规定的环境条件下使用（特殊规定除外）。

如果实际使用条件与这些正常使用条件不同，电池的设计应符合A.3或A.5规定。

A.2 固定式装置一般运行条件

海拔高度： $\leq 1000\text{m}$ 。

湿度：相对湿度 $\text{RH} \leq 95\%$ ，不凝结。

温度范围： $-20^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

太阳辐射： $\leq 1000\text{ W/m}^2$ 。

冰涂层： $< 20\text{ mm}$ 。

A.3 固定式装置特殊运行条件

海拔高度： $\leq 2000\text{m}$ 。

湿度：相对湿度 $\text{RH} \leq 98\%$ ，冷凝。

温度范围： $-40^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 。

太阳辐射： $< 1180\text{ W/m}^2$ 。

冰涂层： $< 40\text{ mm}$ 。

A.4 移动式装置的正常使用条件（不包括动力用途）

安装在移动装置上的电池，应不直接暴露在阳光和/或雨水中。

温度范围： -15°C 至 $+55^{\circ}\text{C}$ 。

海拔高度：海拔高度不超过 1000m 。

湿度：相对湿度 $\text{RH} \leq 95\%$ ，不凝结。

A.5 移动式装置的特殊使用条件（不包括动力用途）

车载支架暴露在阳光和/或雨水中。

温度范围： -25°C 至 $+70^{\circ}\text{C}$ 。

太阳辐射：高达 1180 W/m^2 。

海拔高度：海拔高度不超过 3000m 。

湿度：相对湿度 $\text{RH} \leq 98\%$ ，冷凝。

可能发生水分凝结或沉淀。

污染：空气可能被灰尘、烟雾或蒸汽污染。

对于沿海或船舶环境，应考虑盐雾的存在。

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

参 考 文 献

- [1]GB/T 36276-2018电力储能用锂离子电池
- [2]IEC 62485-2Safety requirements for secondary batteries and battery installations - Part 2: Stationary batteries
- [3] IEC 62984-3 ED1 CDV High temperature secondary batteries - Part 1: General aspects, definitions and tests
- [4] IEC 62984-1 ED1 CDV High Temperature secondary Batteries - Part 3: Sodium-based Batteries - Performance requirements and tests
-

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示

工业和信息化部标准报批公示