

团 体 标 准

T/CET XXX-XX

梯次利用电池储能系统的安全性要求

Safety requirements for cascade utilization battery energy
storage systems

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXX-XX-XXX 实施

中国电力技术市场协会 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 安全要求.....	2

前 言

本文件根据 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》给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电力技术市场协会提出并归口。

本文件主编单位：

参编单位：

本文件主要起草人：

梯次利用电池储能系统的安全性要求

1 范围

本文件规定了储能系统用梯次利用的锂离子电池的安全要求。

本文件适用于用户侧储能系统用梯次利用的锂离子电池。

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 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Db 交变湿热（12h+12h 循环）

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验 Ka：盐雾

GB/T 28046.4-2011 道路车辆 电气及电子设备的环境条件和试验 第4部分：气候负荷

GB/T 36276 电力储能用锂离子电池

GB 38031 电动汽车用动力蓄电池安全要求

GB 51048-2014 电化学储能电站设计规范

3 术语和定义

GB/T 34015、GB/T 36276、GB 38031 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电池单体 cell

实现化学能和电能相互转化的基本单元，由正极、负极、隔膜、电解质、壳体和端子等组成。

[来源：GB/T 36276-2018，3.1.1]

3.2

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，还宜包括外壳、管理与保护装置等部件。

[来源：GB/T 36276-2018，3.1.2]

3.3

电池簇 battery cluster

由电池模块采用串联、并联或串并联连接方式，且与储能变流器及附属设施连接后实现独立运行的电池组合体，还宜包括电池管理系统、监测和保护电路、电气和通讯接口等部件。

[来源：GB/T 36276-2018，3.1.3]

3.4

爆炸 explosion

突然释放足量的能量产生压力波或喷射物，可能会对周围区域造成结构或物理上的破坏。

[来源：GB 38031-2020，3.10]

3.5

起火 fire

电池单体、模块、电池包或系统热和部位发生持续燃烧（单次火焰持续时间大于 1s）。火花及拉弧不属于燃烧。

[来源：GB 38031-2020，3.11]

3.6

外壳破裂 housing crack

由于内部或外部因素引起电池单体、模块、电池包、或系统外部的机械损伤，导致内部物质暴露或溢出。

[来源：GB 38031-2020，3.12]

3.7

泄漏 leakage

有可见物质从电池单体、模块、电池包或系统中漏出至试验对象外部的现象。

[来源：GB 38031-2020，3.13]

4 安全要求

4.1 电池模块安全要求

4.1.1 过充电

将以 $1I_3$ 放空电量的电池模块以 $1I_3$ 电流充电至任一电池单体电压达到电池单体充电终止电压的 1.5 倍或过充时间达到 1 h，不应起火、爆炸。

4.1.2 过放电

将以 $1I_3$ 充满电量的电池模块以 $1I_1$ 放电至时间达到 90 min 或任一电池单体电压达到 0 V，不应起火、爆炸。

4.1.3 大电流充放电

首先将电池模块 SOC 调整为 20%，启动外部直流供电设备，以模块最大允许工作电流对其进行充放电。

当电池模块自动终止充放电，结束试验。

要求电池模块因温度达到保护温度而自动终止充放电前，无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。

4.1.4 短路

将以 $1I_3$ 充满电量的电池模块正、负极经外部短路（外部短路电阻不大于 $5\text{ m}\Omega$ ） 10 min ，不应起火、爆炸。

4.1.5 跌落

将以 $1I_3$ 充满电量的电池模块的正极或负极端子朝下从 1.2 m 高度处自由跌落到水泥地面上 1 次，不应起火、爆炸。

4.1.6 盐雾与高温高湿

4.1.6.1 在海洋性气候条件下应用的电池模块应满足盐雾性能要求，在喷雾-贮存循环条件下，不应起火，爆炸、泄漏，外壳应无破裂现象。

4.1.6.1.1 以 $1I_3$ 将电池模块充满电量。按照 GB/T 28046.4-2011 中 5.5.2 的测试方法和 GB/T 2423.17 的测试条件进行试验。

4.1.6.1.2 盐溶液采用氯化钠（化学纯、分析纯）和蒸馏水或去离子水配制，其浓度为 $5\%\pm 1\%$ （质量分数）。

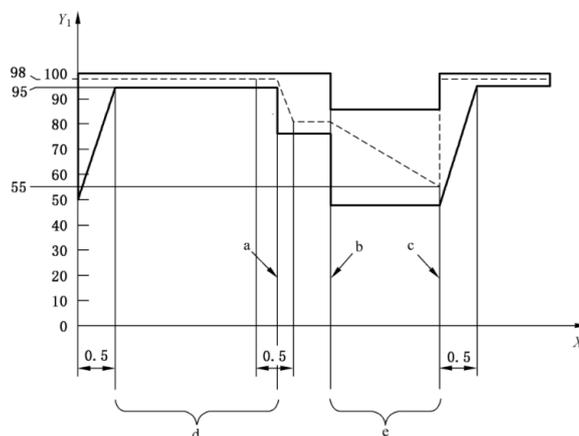
4.1.6.1.3 将试验对象放入盐雾箱进行试验，一个循环持续 24 h 。在 $35\text{ }^\circ\text{C}\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 下对试验对象喷雾 8 h ，然后静置 16 h 。

4.1.6.1.4 共进行 6 个循环。

4.1.6.2 在非海洋性气候条件下应用的电池模块应满足高温高湿性能要求，在高温高湿贮存条件下，不应起火、爆炸、泄漏，外壳应无破裂现象。

4.1.6.2.1 以 $1I_3$ 将电池模块充满电量。按照 GB/T 2423.4 执行试验 Db，变量如图 1 所示。其中最高温度是 60°C ，循环 5 次。

4.1.6.2.2 完成以上试验步骤后，在试验环境温度下观察 2 h 。



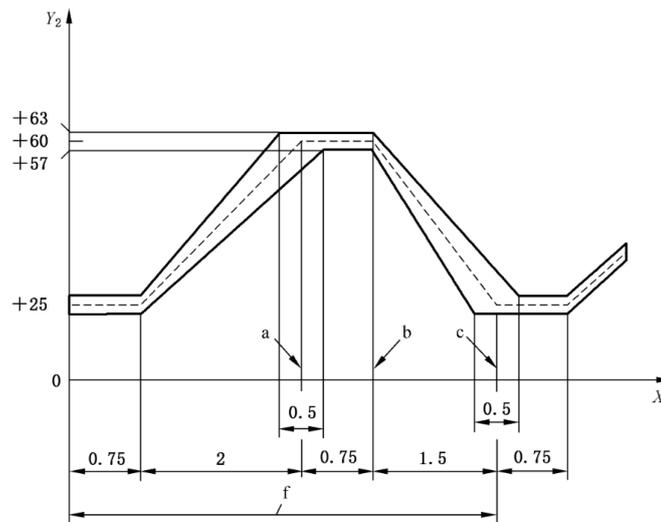


图1 高温高湿循环

4.1.7 热扩散

以 $1I_3$ 将电池模块充满电量。将电池模块居中的电池单体引发热失控，电池模块或者电池簇能够在单体电池热失控前和后 1min 内发出报警信号，电池应不起火、不爆炸，且试验过程中不能出现明火。

热失控判定条件：

a) 试验对象产生电压降，且下降值超过初始电压的 25%；b) 监测点温度达到电池厂商规定的最高工作温度；c) 监测点的温升速率 $dT/dt \geq 1^\circ\text{C/s}$ ，且持续 3s 以上。当 a)、c) 或者 b)、c) 发生时判定发生热失控。

4.1.8 高海拔

以 $1I_3$ 将电池模块充满电量。将电池模块放入低气压箱中，调节试验箱中气压为 61.2 kPa，温度为室温，静置 6 h，观察 1 h，要求不应起火、爆炸、泄漏，外壳应无破裂现象。

4.2 电池簇安全要求

4.2.1 绝缘性能

按标称电压计算，电池簇正极与外部裸露可导电部分之间，电池簇负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻均不应小于 $1000 \Omega/V$ 。

4.2.2 耐压性能

在电池簇正极与外部裸露可导电部分之间，电池簇负极与外部裸露可导电部分之间施加相应的电压，不应发生击穿或闪络现象。

4.2.3 过温保护

电池簇处于正常工作状态，对其进行充电或放电，然后将某温度采集端子的温度异常增高，当电池簇自动终止或限制充电或放电，或温度采集端子高于电池最高工作温度 2min 后电流无任何变化，结束试验。

要求电池单体温度高于最高工作温度后，电池簇应能自动终止或限制充电或放电，且无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。

4.2.4 过流保护

首先将电池簇 SOC 调整为 20%，启动外部直流供电设备，对电池簇进行充电，以达到电池簇的最高正常充电电流。然后，将电流在 5s 内从最高正常充电电流增加到 120%最高正常充电电流，并继续进行充电。当电池簇自动终止或限制充电，或电池簇 SOC 达到 100%，结束试验。

要求电池簇的充放电电流高于其最高允许电流时，应能自动终止或限制充电或放电，且无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。

4.2.5 外部短路保护

将充满电量的试验对象的正极端子和负极端子相互连接。短路电阻不超过 $5\text{m}\Omega$ 。保持短路状态，直至符合以下任一条件时，结束试验：试验对象的保护功能起作用，并终止短路电流；或者试验对象外壳温度稳定（温度变化在 2h 内小于 4°C ）后，继续短路至少 1 h。

要求电池簇外部短路时应无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。

4.2.6 过充电保护

启动外部直流供电设备，对电池簇进行充电，直至符合以下任一条件时，结束试验：

- a) 试验对象自动终止充电电流。
- b) 试验对象中电池单体电压达到充电终止电压的 1.05 倍。

要求电池簇 SOC 达到 100%时应能自动终止或限制充电，且无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。

4.2.7 过放电保护

对电池簇进行放电，直至符合以下任一条件时，结束试验：

- a) 试验对象自动终止放电电流。
- B) 试验对象中电池单体电压达到放电终止电压的 0.9 倍。

要求电池簇中任一单体电池电压达到放电截止电压时应能自动终止放电，且无泄漏、外壳破裂、起火或爆炸现象。

4.3 储能系统安全要求

4.3.1 温度控制要求

集装箱储能系统应具备温控系统，每个集装箱内部温度均匀度不高于 10°C ，多个集装箱并联使用时，各个集装箱内部温差不得大于 10°C 。

4.3.2 通风系统

储能系统所在的密闭空间（如集装箱）应具备动力通风系统，当探测到可燃气体浓度大于其爆炸下限（体积分数）的 20%时，应自动启动通风系统，换气体积应达到密闭空间体积的 2 倍。

4.3.3 探火和报警系统

4.3.3.1 储能系统安装固定式自动探火和失火报警系统。应设置使用感烟探测器、感温探测器等单独或组合的探火系统，当开始发生火灾时能迅速地探出火灾征兆，并发出警报。

4.3.3.2 储能系统应具备早期热失控预警系统，对电池运行数据实时分析，甄别电池运行异常数据，一旦电池电压、电流、温度发生异常变化，发出警报并注明缘由。同时采用气体探测器或电解液泄露探测器或多种探测器组合的探测系统探测环境中热失控或电池失效特征气体，当浓度超过常规数值时，发出警报。

4.3.4 灭火系统

4.3.4.1 集装箱储能系统内部应具备灭火系统，当单体电池发生热失控的 30s 内应能及时采取灭火措施，且在 1min 内消灭明火。灭火剂量和控制系统应能保证该系统在电池复燃时能再次释放。灭火系统可采用如下形式：

(1) 全氟己酮固定式灭火系统；(2) 压力水雾固定式灭火系统；(3) 七氟丙烷灭火系统。

4.3.4.2 对于电动汽车用电池包组成的储能系统，应在电池包内设置灭火系统。

4.3.5 冷却液泄露探测系统

对于采用液态冷却的储能系统，应设置有探测冷却液体积或冷却液泄露的探测系统，当泄漏时能够在 3min 内发现并报警，或在泄露不超过总体积的 10%时发出警报。

4.4 监控系统

储能系统必须配置监控系统，全方位无死角无间断监控系统内外，支持远程观看，像素不低于 400 万像素，同时保留时间不低于 7 天。

4.5 系统安全设计

4.5.1 系统防雷与接地、消防设施、火灾报警条统、视频监视系统。应符合 GB 51048 的规定，视频及环境监控系统宜具备远方监视功能。

4.5.2 系统的防污、防盐雾、防风沙、防湿热、防水、防寒等措施应与应用环境条件相适应。

4.5.3 系统接地电阻不大于 4 Ω 。

4.6 防爆要求

4.6.1 密闭型的电池模块应具备定向泄压防爆功能，泄压压强宜不大于 50kPa。

4.6.2 储能系统应安装防爆通风设备，室内安装储能系统应设计直排管道。