

团 体 标 准

T/CNESAXXXX—XXXX

锂离子电池储能系统安全评价 第 5 部分：
储能系统试验方法

Safety evaluation of lithium-ion battery energy storage system Part 5: Test
methods for energy storage system

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中关村储能产业技术联盟 发布

本标准由中关村储能产业技术联盟自主编写、制定，因其产生的著作权等所有权利均归中关村储能产业技术联盟所有。除事先得到中关村储能产业技术联盟的许可或国家现行法律法规允许使用本标准外，任何机构或个人均不得以任何形式对本标准进行部分或全部地复制、使用。如对本标准的权利或使用有疑问的，请联系中关村储能产业技术联盟！

This standard is developed by the China Energy Storage Alliance, and all rights such as copyright arising from it are reserved by the China Energy Storage Alliance. No copy or use of this standard, in part or whole, is allowed in any form without official permission from China Energy Storage Alliance or unless permitted under national law. For any questions or enquiry regarding right or use of this standard, please contact the China Energy Storage Alliance.

中关村储能产业技术联盟是中国社会组织5A级社团，是中国首个专注在储能领域的非营利性国际行业组织。中关村储能产业技术联盟致力于通过影响政府政策的制定和储能应用的推广促进储能产业的健康有序发展。

中关村储能产业技术联盟聚集了优秀的储能技术厂商、新能源产业公司、电力系统以及相关领域的科研院所和高校，覆盖储能全产业链各参与方。中关村储能产业技术联盟在协同政府主管部门研究制定中国储能产业发展战略、倡导产业发展模式、确定中远期产业发展重点方向、整合产业力量推动建立产业机制等工作中，发挥着举足轻重的先锋作用。

The China Energy Storage Alliance (CNESA) is a grade 5A China Social Organization and China's first non-profit organization dedicated to the international energy storage industry. CNESA is committed to the healthy development of the energy storage industry through positive influence of government policy and promotion of energy storage applications.

CNESA's membership body includes domestic and international organizations involved in all aspects of the energy storage industry, from technology manufacturers, renewable energy corporations, research bodies, institutes of higher learning, and more. CNESA partners with government bodies to develop strategies for industry development, determine directions for medium- and long-term industry growth, consolidate efforts to establish a market mechanism, and many other projects that play a crucial role in advancing the energy storage industry in China and abroad.

地址：北京市海淀区北四环西路11号B座310室

电话：86-10-65667066

网址：<http://www.cnesa.org>

邮编：100190

传真：86-10-65666983

邮箱：standard@cnesa.org

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 试验条件	4
4.1 试验的环境条件	4
4.2 参数测量公差	4
4.3 样品预处理	4
5 分级指标和测试方法	4
5.1 热失控预警时间	5
5.2 防爆性能	5
5.3 灭火性能	5
5.4 绝缘强度	6
5.5 簇一致性	6
参 考 文 献	10

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。

本文件是T/CNESA XXXX《锂离子电池储能系统安全评价》的第5部分。T/CNESA XXXX已经发布了以下部分：

- 第1部分：安全分级；
- 第2部分：单体电池试验方法；
- 第3部分：电池模组试验方法；
- 第4部分：电池簇试验方法。

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专利的责任。

本文件由中关村储能产业技术联盟提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

锂离子电池储能系统是我国新能源战略的重要组成部分，是实现绿色低碳发展的重要手段。当前，我国锂离子电池储能系统设计方案多种多样，管理体系各不相同，存在一定的消防安全隐患，火灾爆炸事故时有发生，严重制约了锂离子电池储能系统的推广应用。

本文件的制定将规范锂离子电池储能系统的安全评价工作，将评价体系、评价指标、评价内容标准化，为今后开展锂离子电池储能系统的安全性能评价提供依据，推动电池储能系统及新能源产业的健康稳定发展。

锂离子电池储能系统安全评价 第5部分：储能系统试验方法

1 范围

本文件规定了储能系统安全分级测试方法。
本文件适用于锂离子电池储能系统。

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 36276-2023 电力储能用锂离子电池
DL/T 2528 电力储能基本术语
NB/T 1815 电化学储能电站设备可靠性评价规程
NB/T 42090 电化学储能电站监控系统技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂离子储能系统 lithium ion energystorage systems

能够独立实现电能存储、转换及释放功能的系统，至少包括一个或多个锂离子电池模组、电池管理系统、电源调节系统、设备平衡组件、固定消防系统。

4 试验条件

4.1 试验的环境条件

除非另有规定，试验一般在下列条件下进行：

- a) 温度：25℃±5℃；
- b) 相对湿度：不大于90%；
- c) 气压：86 kPa~106 kPa。

4.2 参数测量公差

相对于规定值或实际值，所有控制值或测量值的准确度应在下述公差范围内：

- a) 电压：±0.1%；
- b) 电流：所用量程的±1%；
- c) 温度：±2℃；
- d) 时间：±0.1%；
- e) 容量：±1%；
- f) 能量：±1%。

4.3 样品预处理

除非测试中另有说明，测试前，储能系统应先按制造商要求放电到截止电压，然后按制造商要求充电到满电状态。

5 分级指标和测试方法

5.1 热失控预警时间

储能系统的热失控预警时间测试方法如下：

- 采用与实际工程一致的储能系统为试样，选取距离火灾抑制装置最远的第二列第二层电池模组作为热失控触发对象，在其左、右、上、下方各布置 1 块真实电池模组，其余位置用电池模块壳体填充，典型布置如图 1 所示；
- 将热失控触发模组按照厂家推荐的充电速率充满电，存储在环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的室温下直到模组温度稳定；
- 按照厂家要求设置探测装置，包括但不局限于气体探测器、压力传感器、声信号探测器、电信号探测器等。采用加热的方法触发电池模块热失控（见附录 A），并将被触发电池的升温速率控制在 $7^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，记录电池热失控触发过程中探测装置发出报警的时间，按 GB/T 36276 中的热失控判定条件记录热失控发生的时间，两者之差即为预警时间。

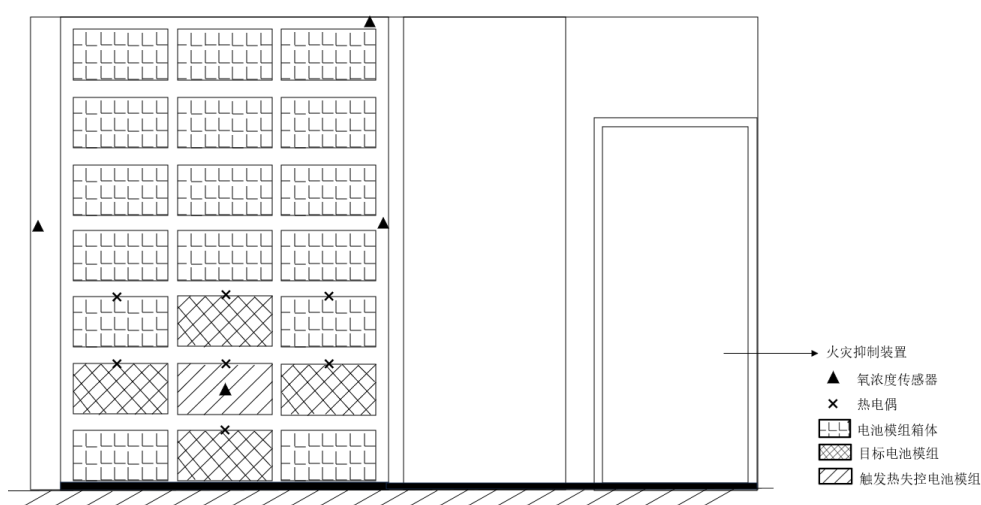


图 1 试验布置图

5.2 防爆性能

储能系统的防爆性能测试方法如下：

- 采用与实际工程一致的储能系统为试样，选取距离火灾抑制装置最远的第二列第二层电池模组作为热失控触发对象，其余位置用电池模块壳体填充，并在储能系统舱体顶部按照厂家要求设置不少于 2 个可燃气体探测器以及氧浓度传感器（典型布置见图 1）；
- 将热失控触发模组按照厂家推荐的充电速率充满电，存储在环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的室温下直到模组温度稳定；
- 采用加热的方法触发电池模块内单个或多个电池热失控，并将被触发电池的升温速率控制在 $7^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，
- 热失控发生后舱内排烟设施联动启动，若未联动启动则在热失控发生后 1min 手动启动排烟设施；
- 记录电池热失控发生后储能系统舱内可燃气体探测器和氧浓度传感器的实时浓度信息。

5.3 灭火性能

储能系统的灭火性能测试方法如下：

- 采用与实际工程一致的储能系统为试样，选取距离火灾抑制装置最远的第二列第二层电池模组作为热失控触发对象，在其左、右、上、下方各布置 1 块真实电池模组，其余位置用电池模块壳体填充，典型布置如图 1 所示；

- b) 将热失控触发模组按照厂家推荐的充电速率充满电，存储在环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 的室温下直到模组温度稳定；
- c) 按照实际工程情况布置火灾抑制装置，并将火灾抑制装置调整至工程实际应用的手动启动状态；
- d) 采用委托方推荐的方法触发电池模组热失控，电池模组内部电芯安全阀开启的同时引燃热失控产生的气体，预燃 1min 后手动启动火灾抑制装置；记录灭火时间、降温效能及复燃情况。

5.4 绝缘强度

储能系统的绝缘强度测试方法如下：

- a) 将电池系统的正、负极与外部装置断开，如电池系统内部有接触器应将其处于吸合状态；
- b) 如电池系统附带绝缘电阻监测系统，应将其关闭；
- c) 对不能承受绝缘电压试验的元件，测量前应将其短接或拆除；
- d) 按表 1 选择合适电压等级的绝缘电阻测量仪进行测量，试验电压施加部位应包括电池簇正极与外部裸露可导电部分之间和电池簇负极与外部裸露可导电部分之间。

表1 绝缘阻抗测试电压

电池模块的最大工作电压 U_{max} , Vdc	测试电压, Vdc
$U_{\text{max}} < 500$	500
$500 \leq U_{\text{max}} < 1000$	1000
$1000 \leq U_{\text{max}}$	2500

5.5 簇一致性

5.5.1 电压极差率测试

- a) 按委托方定义的充电参数或者 0.5C 将储能系统充满电（截止充电电流 0.02C），休息 30min；然后按下面程序对储能系统进行两次放电充电循环：
 - 1) 按 0.5P 放电电流放电到放电截止电压
 - 2) 休息 30min
 - 3) 按 0.5P 充电电流充电到充电截止电压
 - 4) 休息 30min
 - 5) 重复步骤 1) -4)；
- b) 充放电循环期间监控所有电芯的电压和电池簇的充放电电流，采样频率不应低于每秒 1 个样品；
- c) 计算充放电期间每一时刻所有电芯的电压极差；
- d) 簇间电压极差率=电池簇最大电压极差/电池簇额定电压值。

5.5.2 内阻极差率测试

完成电压一致性测试的样品在室温下至少放置 1 小时，但不超过 24 小时后，按如下流程进行内阻一致性测试：

- a) 以 $I_1=0.1\text{C}$ 对样品进行恒电流放电 100min，记录放电结束时带载状态下的每个电芯的放电电压 V_1 ；然后以 $I_2=0.5\text{C}$ 电流立即对样品进行恒电流放电 10S，记录放电结束时带载状态下的每个电芯的放电电压 V_2 。
- b) 放电过程中的电压和电流应以不低于每秒 2 个样本的速率进行记录。

- c) 根据公式 $R = (V1 - V2) / (I2 - I1)$ 计算每个电芯的内阻值，并计算确定最大电池簇内阻、最小电池簇内阻和电池簇内阻中位值。
- d) 簇内阻极差率 = (最大电池簇内阻 - 最小电池簇内阻) / 电池簇内阻中位值 * 100%

注：如果完成电压一致性测试的样品放置时间过长，则应补电到满电状态后，静置1-4h后，再进行内阻一致性测试。

附录 A

(规范性)

电池模块热失控触发方法

A.1 目的

本附录A规定了电池模块热失控触发的方法,测试期间应监测电池温度、电池电压,以确定电池是否发生热失控。

A.2 试验样品

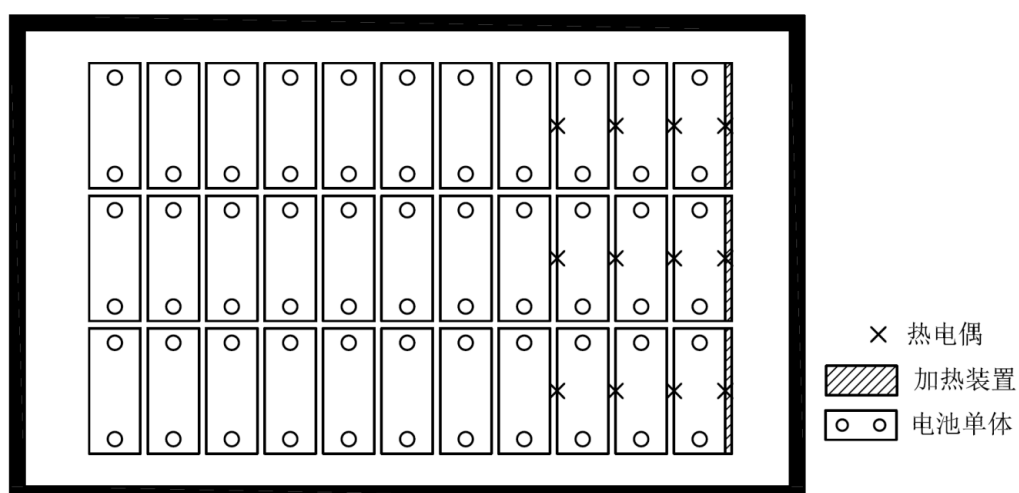
在测试之前,电池模块样品应4.3规定的方法进行预处理。

A.3 加热触发热失控

选取电池模块中的一侧所有电池单体作为加热对象,加热对象位置的确定应符合最不利原则,如火灾抑制介质释放喷头的最远位置等。典型的试验布置如图A.1所示,在一侧多个电池单体处安装加热装置,并使加热装置与电池紧密接触。如表A.1所示,加热装置的功率参照GB/T 36276中A.2.19的相关要求,加热装置应与电池直接接触,加热装置的尺寸规格不应大于电池单体的被加热面。监测加热装置温度、电池表面温度、电池电压。

试验方法如下:

- 启动加热装置,将被触发电池的升温速率控制在 $7^{\circ}\text{C}/\text{min}$;
- 当任一被加热的电池单体发生热失控后,关闭加热装置。



图A.1 电池模块加热触发热失控试验布置

表A.1 加热装置功率

触发对象能量 E Wh	加热设备最大功率 W
$E < 100$	30~300
$100 \leq E < 400$	300~1000
$400 \leq E < 800$	300~2000
$E \geq 800$	>600

A.6 热失控判定方法

参照GB/T 36276中相关规定,满足下列条件,即可判定热失控:

- 测试对象产生电压降;
- 电池表面温度达到电池的保护温度;

- c) 电池表面温升速率 ≥ 1 °C/s;
- d) 当 a)+ c)或 b)+ c)发生时, 判定电池单体发生热失控;
- e) 加热过程中及加热结束 1 h 内, 如发生起火、爆炸现象, 试验应终止并判定为发生热失控。

参 考 文 献

- [1] GB/T 28164—2011 含碱性或其它非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求
 - [2] IEC 61959:2004 含碱性或其他非酸性电解质的二次电池及电池组—密封便携式电池和电池组机械测试
-