

储能用锂离子电池热失控气体爆炸特性测试方法

（征求意见稿）

编 制 说 明

目 次

1	目的意义	1
2	任务来源	1
3	编制过程	1
4	主要内容及技术指标确立	1
5	标准名称调整说明	2
6	重大分歧意见的处理过程和依据	3
7	与相关法律法规和标准的关系	3
8	推广实施建议	4
9	起草单位和起草人员信息及分工	4

1 目的意义

随着“双碳”目标深入推进，锂离子电池储能装机规模快速增长。与此同时，储能电站火灾爆炸事故频发，热失控释放的可燃气体是导致爆炸的主要危险源，准确掌握其爆炸特性对储能安全设计、消防防护和风险评估具有重要意义。

国家层面高度重视储能安全。2025年，国家能源局等五部门联合发布《关于加强电化学储能安全管理有关工作的通知》（国能综通安全〔2025〕65号），要求完善电化学储能相关标准规范；2025年8月，GB 44240-2024《电能存储系统用锂蓄电池和电池组安全要求》正式实施，储能锂电池安全要求首次升级为强制性；2026年4月，GB/T 51048-2025《电化学储能电站设计标准》正式实施，系统升级了储能电站安全要求。上述政策为本标准制定提供了明确依据。

国际上，UL 9540A是储能电池热失控安全评估的重要参考标准，涵盖气体收集、组分分析及爆炸特性测试；NFPA 855对储能系统火灾探测与抑制、爆炸控制等提出了明确要求。国内方面，GB/T 36276规定了热失控触发与判定方法，但未涉及气体爆炸特性测试；T/CIAPS 0046-2025规定了燃爆危险性测试与分级方法；T/CEC 170-2018、T/CNESA 1007-2023等标准各有侧重。现有标准在气体收集条件、产气量计算、组分分析项目、爆炸特性测试流程等方面尚不统一，难以满足系统评估需求。

本标准旨在建立储能用锂离子电池热失控气体爆炸特性的标准化测试方法，实现从热失控触发、释气收集、组分分析到爆炸极限和最大爆炸压力测试的全流程规范化，为储能电池热失控气体爆炸危险性表征与比较提供统一技术依据，填补该领域标准空白。

2 任务来源

2024年6月3日，江苏省电机工程学会以《江苏省电机工程学会关于印发“江苏省电机工程学会2024 年第一批标准计划”的通知》（苏电机学会〔2024〕18号）文，批准《储能用锂离子电池系统热失控蔓延测试方法》团体标准立项，列入学会2024年度第一批标准制定计划。

3 编制过程

2024年6月，批准列入学会2024年度第一批标准制定计划；

2024年7月，由国网江苏省电力有限公司组织，联合中国电力科学研究院有限公司、南京工业大学、应急管理部上海消防研究所、北京理工大学、国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司，成立标准起草组，明确分工、制定详细的工作进度表和质量管理要求；

2024年8月至2025年7月，起草组开展实地调研与文献调研，重点梳理国内外相关标准现状、行业技术发展水平及工程应用需求，初步确定标准的技术框架和主要技术指标。

2025年8月至2026年7月，起草组通过实验室测试、现场试验及数据比对等方式，对标准草案中的可行性与合理性进行充分验证。

4 主要内容及技术指标确立

4.1 主要内容

本标准的主要结构和内容如下：

（1）范围

本章规定了本规范的适用范围。本标准规定了储能用锂离子电池单体和模块在受控条件下热失控触发、蔓延、释气收集、组分分析及爆炸特性测试方法，适用于实验室危险性表征与比较分析，但不替代消防设计、泄爆设计、审批及事故鉴定等实际工程结论。

（2）规范性引用文件

本章列出了与本技术规范内容相关的标准。引用的原则为：逐条列出与本标准内容有关的主要GB、DL标准。

（3）术语和定义

为查阅方便和执行本规范条文时能正确理解相关的专业名称术语，本章列出了锂离子电池系统热失控蔓延测试所涉及的主要专业术语及其解释。为了使术语的解释尽量标准化、规范化，本章所列术语的解释尽量引自已有标准、规程或词典；对于新的术语，尽量以简洁易懂的语言方式定义。

（4）测试原理

本章提出了储能用锂离子电池系统热失控蔓延测试原理。本测试方法通过在氧含量受控的密闭容器内触发热失控，同步记录过程参数，并利用收集的气样进行组分分析与爆炸极限、最大爆炸压力等特性测试，以评价单体的释气危险性及模块的热失控蔓延行为。

（5）通用要求

本章针对测试实施过程中的环境条件、样品状态和安全保障，提出了明确、可操作的通用要求。

（6）测试装置与仪器

本章介绍了测试所需的装置与仪器，包括热失控产气收集装置、气体分析系统、配气装置、爆炸测试装置及热释放速率测量系统的组成、性能指标和操作要求。

（7）测试方法

本章规定电池热失控试验方法，涵盖试验准备、单体及模块热失控触发、气体组分与产气量计算、等效气体制备及爆炸极限、最大爆炸压力测试流程。

（8）数据处理结果有效性

本章规定了爆炸极限和最大爆炸压力的计算方法，并明确了结果有效性判定准则。

（9）试验报告

本章规定了测试报告应涵盖的必要内容。

4.2 主要技术指标确立

（1）试验舱氧体积分数不大于 1.0%。为保证在氧含量受控条件下采集未燃烧热失控气样，避免热失控释放气体在采集过程中发生二次燃烧消耗，参照 GB/T 38301—2019《可燃气体或蒸气极限氧浓度测定方法》对极限氧浓度的测定要求，将试验舱内氧体积分数控制在 1.0%以下，以确保热失控释放气体在收集过程中不被点燃，从而获得可用于后续爆炸特性测试的真实气样。

（2）点火后最大压力增量不小于初始绝对压力的 5%。该判据是在参考 GB/T 12474 中爆炸现象判定方法和 GB/T 803 中爆炸指数测定方法的基础上，结合 20 L 球形爆炸容器的实际测试经验确定的定量化判据。5%的阈值既足以排除点火源本身造成的压力扰动（空白点火试验压力增量应小于初始绝对压力的 1%），又能灵敏捕捉弱爆炸事件。

（3）气体组分至少报告 H_2 、 CO 、 CO_2 、 CH_4 、 C_2H_4 、 C_2H_6 、 O_2 等。根据锂离子电池热失控产气组分的研究成果，热失控释放气体中永久气体和轻质烃类主要包括 CO_2 、 H_2 、 CO 和碳氢化合物等。其中 H_2 和 CH_4 含量是影响热失控气体燃烧及爆炸破坏程度的决定性因素； HF 、 HCN 等有毒气体在热失控过程中随 SEI 膜分解和电极/电解液副反应释放。上述组分的选择兼顾了爆炸危险性评估和毒害性评估。

（4）爆炸极限测试浓度步长：初始以 1.0%步长扫描，边界步长不大于 0.5%。参考 GB/T 12474 中“渐进法”测定爆炸极限的要求（测量爆炸下限时样品改变量每次不大于上次进样量的 10%，测量爆炸上限时每次不大于上次进样量的 2%），结合 20 L 球形爆炸容器的配气精度，确定上述步长要求以确保边界浓度的准确测定。边界浓度点重复 3 次、至少 2 次发生爆炸方判定为爆炸浓度的要求，则充分考虑了试验的随机误差。

（5）爆炸极限计算采用发生爆炸与不发生爆炸相邻浓度的算术平均值。该计算方法为标准化的爆炸极限数据处理方法，在 GB/T 12474 等相关标准中广泛应用，能够客观反映爆炸极限的边界位置

5 标准名称调整说明

在标准编制过程中，经起草组多次研讨并征求专家意见，建议将标准名称由原立项名称“储能用锂离子电池系统热失控蔓延测试方法”修改为“储能用锂离子电池热失控气体爆炸特性测试方法”。

调整理由如下：

a) 避免概念混淆：原名称中的“热失控蔓延”与 GB/T 36276《电力储能用锂离子电池》中的“热失控扩散”概念相近，易引起混淆。GB/T 36276 中的热失控扩散性能试验关注的是热失控后是否触发相邻电池单体发生热失控、是否起火、是否爆炸；而本标准的核心内容是热失控气体的爆炸特性测试，两者在测试目的和评价指标上存在本质区别。

b) 准确反映技术内涵：本标准从气体收集、组分分析到爆炸极限和最大爆炸压力测试，构建了完整的热失控气体爆炸特性测试方法体系，而非热失控蔓延行为的判定方法。修改后的名称更准确反映标准的技术内涵和核心内容。

6 重大分歧意见的处理过程和依据

无。

7 与相关法律法规和标准的关系

7.1 相关法律法规

本标准的制定和实施与以下法律法规密切相关：

- a) 《中华人民共和国安全生产法》——对生产经营单位的安全生产条件、安全风险管控等提出基本要求；
- b) 《中华人民共和国消防法》——对火灾预防、消防组织、灭火救援等作出规定；
- c) 《中华人民共和国标准化法》——对标准的制定、实施和监督作出规定；
- d) 《中华人民共和国电力法》——对电力生产和电网运行的安全管理提出要求；
- e) 《中华人民共和国能源法》——对能源开发和利用的安全管理作出规定；

f) 《关于加强电化学储能安全管理有关工作的通知》（国能综通安全〔2025〕65 号）——要求加快推进电化学储能相关标准规范的制修订工作。

本标准在技术内容上充分考虑了上述法律法规对储能系统安全管理的相关要求，测试方法和结果可用于支撑储能电池产品的安全评估和合规性验证。

7.2 与相关标准的关系

经查询全国标准信息服务平台，与本标准相关的现有标准如下：

标准编号	标准名称	与本标准的关系
GB 44240-2024	电能存储系统用锂离子电池和电池组安全要求	储能电池领域首部强制性国家标准，规定了电池和电池组的安全要求及试验方法。本标准的热失控气体爆炸特性测试方法可作为其安全评估的补充技术手段。
GB/T 36276	电力储能用锂离子电池	规定了电池单体和模块的热失控触发与判定方法。本标准在此基础上进一步规定热失控释放气体的爆炸特性测试方法，两者相互补充。
GB/T 42368	高温高压条件下可燃气体（蒸气）爆炸极限测定方法	提供了高温高压条件下可燃气体爆炸极限的测定方法。本标准中的爆炸极限测试在常温常压条件下进行，可参照其测定原则。
GB/T 38301	可燃气体或蒸气极限氧浓度测定方法	规定了极限氧浓度的测定方法。本标准中试验舱氧体积分数不大于 1.0% 的要求参照了其测定原理。

标准编号	标准名称	与本标准的关系
GB/T 12474	空气中可燃气体爆炸极限测定方法	规定了空气中可燃气体爆炸极限的测定方法。本标准中爆炸极限测试的浓度步长和判定准则参照了该方法。
GB/T 803	空气中可燃气体爆炸指数测定方法	规定了可燃气体与空气混合气爆炸指数的测定方法。本标准中最大压力上升速率的测定参照了该方法。
T/CIAPS 0046-2025	锂离子电池燃爆危险性测试与分级方法	规定了锂离子电池燃爆危险性评估的试验条件、试验设备、试验步骤和等级划分。本标准在气体收集条件和爆炸特性测试流程上更加细化。
T/CEC 170-2018	电力储能用锂离子电池烟爆炸试验方法	规定了电力储能用锂离子电池爆炸试验方法。本标准在气体收集、组分分析和爆炸特性测试方面更为系统和全面。
T/CNESA 1007-2023	储能用锂离子电池系统火蔓延测试方法	规定了储能用锂离子电池系统火蔓延测试方法。本标准聚焦于热失控气体的爆炸特性测试，侧重点不同。

8 推广实施建议

为促进本团体标准在行业中的有效实施，充分发挥标准的规范引领作用，提出以下推广实施建议：

- （1）各编制单位应在本单位内部先行贯彻标准，将标准要求纳入管理制度和操作规程，积累实践经验，发挥示范引领作用；
- （2）开展宣贯工作，在学会官网和全国团体标准信息平台公开发布标准文本及解读材料；
- （3）定期跟踪标准的实施情况，收集各方反馈意见；根据行业发展和技术进步，适时启动标准的复审和修订工作，确保标准始终保持先进性和适用性。

9 起草单位和起草人员信息及分工

起草单位和起草人分工见表 1。

表 1 主要起草人分工表

序号	主要起草人员	工作单位	职务职称	项目分工
1	孙蓉	国网江苏省电力有限公司电力科学研究院	书记	负责构建标准框架结构
2	陈浩	中国电力科学研究院有限公司	工程师	负责标准技术内容的编写合稿、征求意见的统筹
3	杨凯	中国电力科学研究院有限公司	教授级高级工程师	负责整个项目的规划、组织和协调，确保项目按照既定的时间方案推进
4	王志荣	南京工业大学	院长	负责组织标准中各项技术指标的试验验证工作，开展比对试验和数据分析
5	张永丰	应急管理部上海消防研究所	主任	负责组织行业调研与需求分析
6	郭东亮	国网江苏省电力有限公司电力科学研究院	工程师	负责标准文本的格式规范性审核与校对
7	尹秀娟	中国电力科学研究院有限公司	工程师	负责标准编制项目实施进度的监督和推进

8	耿萌萌	中国电力科学研究院有限公司	工程师	负责制定热失控试验方案
9	汪峻岭	南京工业大学	教授	负责制定气体收集试验方案
10	朱艳丽	北京理工大学	教授	负责标准发布后的推广实施跟踪，收集实施过程中的反馈意见
11	张明杰	中国电力科学研究院有限公司	高级工程师	负责标准中测试方法的细化、论证及相关数据的支持
12	赵谊	中国电力科学研究院有限公司	工程师	负责文献调研、资料收集、市场调研及标准核稿和校对
13	贾俊	国网江苏省电力有限公司电力科学研究院	主任工程师	负责标准中主要技术指标、参数的论证，以及相关指标的理论支持和验证
14	陈挺	国网江苏省电力有限公司泰州供电分公司	主任	负责标准文本逻辑性审查、语言规范性把关
15	肖鹏	国网江苏省电力有限公司电力科学研究院	高级工程师	负责标准中主要技术指标、参数的论证