

ICS ×××
CCS ×××

T/CASME

团 体 标 准

T/CASME ××××—2024

工商业电力储能系统消防技术规范

Fire protection technical specifications for industrial and commercial
energy storage systems

2024 - ×× - ×× 发布

2024 - ×× - ×× 实施

中国中小商业企业协会 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 总体要求 1

5 电能存储设备 2

6 消防设施 2

7 运行维护 4

附 录 A 5

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。

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。

本文件由山东省科学院自动化研究所提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件主要起草单位：山东省科学院自动化研究所。

本文件参与起草单位：山东省科学院自动化研究所、山东山科安全科技有限公司、中国矿业大学、湖北三沃力源航天科技有限公司、济南诺亚应急设备有限公司、山东贝宁电子科技开发有限公司、山东道成泰和智能科技有限公司、江苏鸿鹄安全科技有限公司。

本文件主要起草人：刘建翔、赵志鹏、李绍鹏、刘昱君。

工商业电力储能系统消防技术规范

1 范围

本文件规定了工商业电力储能系统（以下简称“储能系统”）的电能存储设备、消防设施、施工安装和运行维护的消防技术要求。

本文件适用于接入380 V电网电压等级的交流型工商业电力储能系统，单个储能柜的功率范围为50 kW~250 kW，容量范围为100 kWh~500 kWh，其他容量、功率、电压等级、直流输出的储能系统可参照执行。

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 4208 外壳防护等级（IP代码）
GB 4717 火灾报警控制器
GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
GB 15322 可燃气体探测器
GB 15631 特种火灾探测器
GB 16838 消防电子产品环境试验方法及严酷等级
GB 20517 独立式感烟火灾探测报警器
GB 25201 建筑消防设施的维护管理
GB 25972 气体灭火系统及部件
GB 30122 独立式感温火灾探测报警器
GB/T 34131 电力储能用电池管理系统
GB/T 36276 电力储能用锂离子电池
GB/T 42313 电力储能系统术语
GB 50016 建筑设计防火规范
GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
GB 50116 火灾自动报警系统设计规范
GB 50370 气体灭火系统设计规范
GB 50898 细水雾灭火系统技术规范
GB 51048 电化学储能电站设计规范
GB 55036 消防设施通用规范
DL/T 2528 电力储能基本术语

3 术语和定义

GB/T 36276、GB/T 42313、DL/T 2528 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总体要求

4.1 工商业电力储能系统防火设计应遵循“预防为主、防消结合”的方针，针对储能系统火灾特点，做到合规有效、技术先进、经济合理。

4.2 储能系统消防设施应根据储能系统规模等因素，合理评估设置火灾探测器、火灾报警控制器、灭火装置等，保证持续降温、控火、排烟，防止电池复燃和易燃易爆气体聚集发生爆炸事故。

除电气安全风险外，储能系统宜考虑以下安全风险：

- a) 电解液可燃、有毒，具有挥发性；
- b) 电池热失控会产生 H₂、CO、CH₄、HF 等可燃、有害气体；
- c) 电池热失控产生的可燃、有害气体积聚，存在中毒、火灾甚至爆炸风险；
- d) 电池明火扑灭后有复燃风险。

4.3 储能系统同一时间内的火灾起数宜按 1 起确定。

5 电能存储设备

5.1 储能电池

5.1.1 储能电池单体、模块、簇的安全性能应符合 GB/T 36276 的规定，并应通过具有法定资质的检测机构检验合格，取得型式检验报告。

5.1.2 电池单体、电池模块使用塑料作为壳体材料、分隔材料时，燃烧性能等级不应低于 GB 8624 规定的 B1 级要求。

5.1.3 控制线束和电缆等部件应采用阻燃材料，电气接口宜采用防呆设计，裸露带电部位应采取绝缘遮挡措施。

5.1.4 电池模块外壳、储能柜体等应能够形成可靠的等电位连接。

5.1.5 储能电池模块内单体之间宜设置云母、气凝胶等隔热材料。

5.2 电池管理系统

5.2.1 电池管理系统除应符合 GB/T 34131 的规定，还应符合下列要求：

- a) 具备电池过压、欠压、压差、过流、短路等电量保护功能，具备温度（过温、低温、温差或温升速率）、气体等非电量保护功能，发出分级警告信号或跳闸指令；
- b) 具有与火灾探测报警系统的联动接口，接收气体预警及火灾报警信号，发出相应联动控制指令。

5.2.2 电池管理系统应具备电池一致性管理功能。

5.2.3 每个电池模块的温度采集点数不应少于模块内电池单体数量的 25%且不少于 4 个，在模块正负极附近应设有温度采集点。

5.3 储能柜

5.3.1 储能柜的柜体应符合下列要求：

- a) 柜体表面应具有防腐蚀镀层或涂层，防腐等级不低于 C3，特殊环境需定制处理；
- b) 柜体应满足防水、防潮等要求，防护等级不应低于 GB/T 4208 中 IP54 的规定。

5.3.2 外壳结构、隔热保温材料、内外部装饰材料应为阻燃材料。柜体四周与顶部应有隔热设计，耐火极限应不小于 0.5 h。

5.3.3 柜体应有通风散热设施，电池泄露的 H₂ 或 CO 等可燃、有害气体应能快速排出。

5.3.4 柜体外壳上应有铭牌信息，包括但不限于额定功率、额定容量、投运日期等。

5.3.5 消防配电线路应满足火灾时连续供电的需要，其电线电缆的敷设应符合 GB 50016 的规定。

5.3.6 电力设备接地设计应符合 GB/T 50065 的规定。

5.4 位置选择

5.4.1 储能系统位置选择除应符合 GB 51048 的规定，还符合以下规定：

- a) 不应贴邻或设置在生产、储存、经营易燃易爆危险品的场所；
- b) 不应设置在具有可燃性气体或粉尘、腐蚀性气体的场所；
- c) 不应设置在重要架空电力线路保护区内。

5.4.2 储能系统不应设置在人员密集场所，不应设置在地下或半地下空间。

5.4.3 储能系统建筑物的耐火等级不应低于二级。

6 消防设施

6.1 火灾探测器

- 6.1.1 储能柜内应设置火灾探测器，包括但不限于气体、温度、烟雾、压力等其中的一种或多种参量复合探测。火灾探测器应符合 GB 16838 的规定。
- 6.1.2 储能柜内每个电池模块可单独配置火灾探测器，包括但不限于内置式或插拔式探测器。
- 6.1.3 气体探测器应能够探测 H_2 、CO、VOC 等储能电池失控前后释放的一种或多种气体，应能设定气体浓度动作阈值；
- 6.1.4 火灾探测器在出现故障时应发出与报警信号有明显区别的故障信号；
- 6.1.5 火灾探测器报警信息和故障信息应上传到火灾自动报警系统。
- 6.1.6 多种参量复合型火灾探测器，每种参量的探测器应符合下列规定：
 - a) 温感探测器应符合 GB 30122 的相关规定。
 - b) 烟感探测器应符合 GB 20517 的相关规定。
 - c) 气体探测器应符合 GB 15322 的相关规定。
 - d) 吸气式感烟火灾探测器应符合 GB 15631 的相关规定。

6.2 火灾报警控制器

- 6.2.1 储能系统应设置火灾报警控制器，火灾报警控制器应符合 GB 4717、GB 50116 和 GB 55036 的规定。
- 6.2.2 火灾报警控制器应能接收火灾报警信号、故障报警信号和灭火装置运行状态等信息。
- 6.2.3 火灾报警控制器应具备对所有消防设备实行监控管理、故障报警、信息显示、查询打印及信息上传等功能。
- 6.2.4 火灾报警控制器在接收到气体报警信号和火灾报警信号后，应根据既定防火和灭火策略，启动灭火装置。防火和灭火控制策略符合下列要求：
 - 6.2.4.1 当一个气体探测器报警时，应联动断开储能系统直流开断设备，启动通风设施和报警装置。
 - 6.2.4.2 当火灾报警控制器收到报警信号并满足下列一项条件时，应联动启动灭火装置：
 - a) 当一个气体探测器和一个感温探测器同时动作；
 - b) 当一个感温探测器和一个感烟探测器同时动作。
 - 6.2.4.3 当灭火装置启动时，应联动关闭通风设施。
- 6.2.5 储能系统应设置手动火灾报警按钮。

6.3 灭火装置

- 6.3.1 储能系统内应设置灭火装置，灭火装置应能扑灭模块级电池明火且 24 小时不复燃。
- 6.3.2 灭火装置类型、流量、压力等技术参数应经具有相应资质的机构根据附录 A 电力储能用模块级磷酸铁锂电池实体火灾模拟试验验证。在工程应用中，采用实体模拟试验结果时符合下列规定：
 - a) 系统设计流量、压力、浓度、灭火剂喷射时间等技术参数应不小于试验结果；
 - b) 喷头规格型号、布置方式应与试验方案相同；
 - c) 灭火控制策略应与试验方案相同。
- 6.3.3 储能系统灭火装置灭火剂可采用全氟己酮、七氟丙烷等氟化合物，以及液氮等冷却剂。
- 6.3.4 气体灭火系统宜通过管道连接到储能柜中的每一组电池模块，每一组电池模块对应一个喷头。
- 6.3.5 当储能系统采用气体灭火系统时，除应符合 6.3.1 和 GB 25972、GB 50370 的规定外，同时还应符合下列要求：
 - a) 灭火装置应能开启热失控的单个或多个电池模块的电磁阀，对热失控的电池模块进行降温和灭火。
 - b) 灭火装置宜能多次喷射，避免电池复燃。
- 6.3.6 当储能系统采用细水雾灭火系统时，除应符合 6.3.1 和 GB 50898 的规定外，同时还应符合下列要求：
 - a) 应采用电池模块级局部应用的开式系统，持续喷射时间不应小于 0.5 h。
 - b) 水雾应全覆盖模块内部，同时还应快速充满模块外部和储能柜或舱内其他空间。
- 6.3.7 灭火装置的启动应根据“先断电、后灭火”的原则，先行断开直流开断设备后，方可启动灭火装置进行灭火。
- 6.3.8 灭火装置应具有自动、手动启动方式。

7 运行维护

7.1 消防安全管理

7.1.1 储能系统运维单位应确定消防安全责任人、消防安全管理人，明确消防安全职责。运维人员应熟悉储能系统的各类消防灭火系统，并经消防培训合格后方可上岗。

7.1.2 储能系统运行维护人员应定期进行防火巡查，防火巡查应包括但不限于下列内容：

- a) 储能柜内可燃气体浓度情况；
- b) 消防设施是否处于正常运行状态；
- c) 消防器材是否完好可用；

7.1.3 防火巡查人员应及时纠正违章行为，妥善处置火灾隐患，无法当场处置的应当立即报告。防火巡查应填写相关记录。

7.1.4 运行中电池温度不应超过 55℃，严格控制电池充、放电截止电压，避免过充、过放电。

7.2 消防设施运维

7.2.1 消防设施投入使用后，应设定为自动运行方式，阀门、组件应处于正常工作状态。

7.2.2 不应擅自关停消防设施。值班、巡查、保养、检测时发现故障，应及时组织修复。因故障维修等原因需要暂时停用消防设施的，应有确保消防安全的有效措施，并经运维单位消防安全责任人批准。

7.2.3 消防设施维护保养工作应符合 GB 25201 等相关技术标准，定期进行外观检查、保养和功能测试，出具维护保养记录。

7.2.4 消防设施维护保养检测工作人员应熟悉储能电池热失控特性、燃烧特性和灭火装置及其联动控制策略等相关知识。

7.2.5 储能系统内严禁存放易燃、易爆及有毒物品。

7.2.6 现场消防设施不应随意移动或挪作他用，周边不应堆放物品，以免影响正常使用。

7.3 火灾应急处置

7.3.1 储能系统内的电池等电力设备发生火灾时，一般按照以下程序进行处置：

- a) 运维值班人员发现火情，拨打“119”电话报警，并报告相关单位负责人；
- b) 启动自动灭火装置进行灭火；
- c) 如果自动灭火装置未能自动启动，则应人工确认储能系统断电后，现场手动启动灭火装置；
- d) 现场运维人员疏散无关人员远离火灾现场，做好安全隔离措施，向社会消防救援队伍指挥员报告火场情况和安全注意事项；
- e) 社会消防救援队伍组织灭火救援；
- f) 明火熄灭后，应喷洒水雾降温，防止复燃；
- g) 灭火完成 24 h 后，开启通风设施排出有毒气体，由穿戴必要防护装备人员检测有毒气体浓度、温度达到安全值后，相关人员方可佩戴防护器具进行后续操作分析。

7.3.2 扑救人员在参加灭火的过程中应防止发生烧伤、中毒、窒息以及触电和爆炸等次生灾害。在空气流通不畅或可能产生有毒气体的场所灭火时，扑救人员应正确使用正压式消防空气呼吸器。

附录 A

(规范性)

电力储能用模块级磷酸铁锂电池实体火灾模拟试验方法

安全警示：组织和参加本项试验的所有人员应注意可能存在的危险。在试验过程中可能出现储能电池模块燃烧或爆炸，有可能产生有毒和/或有害的烟尘和烟气，在试件安装、试验过程和试验后残余物的清理过程中也可能出现操作危险。因此，应准备相应的灭火措施，对所有潜在的危险及对健康的危害进行评估，并做出安全预告。应对试验相关人员进行必要的培训，以确保工作人员按照规定的安全规程进行操作。

A.1 一般规定

A.1.1 电力储能用模块级磷酸铁锂电池实体火灾模拟试验目的在于验证灭火系统能否有效扑灭电池模块火灾且不发生复燃，获取灭火系统压力、流量、浓度等设计参数。

A.1.2 储能系统实体火灾模拟试验模型应保证火灾模型与实际工程应用的相似性，并应根据下列因素确定：

- a) 储能系统引燃方式和预燃时间应能代表实际工商业储能系统火灾的典型场景；
- b) 试验空间应与实际防护区的空间几何特征相似；
- c) 试验空间的通风等环境条件应与实际工程的应用条件相似；
- d) 灭火系统的模拟试验应用方式应与系统设计应用方式相同。

A.2 试验环境

A.2.1 试验应在相对湿度 $<90\%$ 、温度为 $5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、大气压力为 $86\text{ kPa}\sim 106\text{ kPa}$ 的环境中进行。

A.2.2 试验场地宜符合下列功能要求：

- a) 具有通风功能，可对试验过程中排放的有毒有害气体进行有效处理，避免对周边环境和人员产生影响；
- b) 具有废液收集处理设施，当采用水系等灭火剂时，可收集废液并经处理满足要求后排放；
- c) 配备消火栓、消防水枪等灭火设备，辅助试验过程中人工干预灭火。

A.3 试验平台

试验平台应代表储能系统火灾模型与实际工程应用的相似性。

- a) 根据储能系统所采用的储能柜类型，选择与之结构尺寸、材质完全一致的储能柜作为模拟试验柜，模拟试验柜的门窗及通风排烟口尺寸应与实际应用完全一致；
- b) 模拟试验柜靠近观察室（观察区）一侧中部位置设置观察窗，窗口尺寸宜宽度不小于 0.4 m ，高度不小于 0.3 m ，窗口玻璃应采用耐温不低于 $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的耐热玻璃；
- c) 模拟试验柜内观察窗所在高度放置至少一组电池模块，电池模块结构、尺寸、材质均与实际应用一致；
- d) 观察室（观察区）应与模拟试验柜分开布置，通过墙体、窗户（防爆玻璃）进行密闭隔离，安全距离应不小于 20 m 。

A.4 试样

A.4.1 储能电池模块试样应与储能系统实际应用相同。

A.4.2 储能电池模块试样应具有国家认可的检测机构依据 GB/T 36276 检测合格出具的检验报告，安全性不应低于 GB/T 36276 的规定。

A.4.3 储能电池模块试样在试验前，应根据 GB/T 36276 的相关规定完成试验准备。

A.4.4 灭火装置试样应与储能系统实际应用灭火装置的主要技术参数相同。

A.5 引燃方式

引燃方式宜采用过充方式，也可采用加热方式。

A.5.1 过充方式

过充采用的充放电装置应根据电池模块参数满足输出电压和输出电流的最低要求。电压、电流、功率的准确度 $0.1\%\text{FS}$ 。试验时，选取电池模块的充电倍率为 0.5C 或 1C ，不高于电池实际设计参数。

过充设备采用电池模块充放电柜，输出电压最低为模块充电截止电压的 1.67 倍。充放与距离试验柜外壁距离不小于 2 m 。充放电柜的控制端通过数据线连接到监控系统电脑端，实现人机分离，可进行远程启停、设置充电工步和显示保存实时电压、电流、温度等数据。

A.5.2 加热方式

使用平面状或棒式加热装置，其表面应覆盖陶瓷、金属或绝缘层，加热面位于电池模块底部，加热面应覆盖模块内所有单体电池，加热装置功率应不小于 2000 W。试验时，以加热装置的最大功率进行加热。

A.6 试验过程与试验结果判断

A.6.1 试验按照下列步骤进行：

- a) 对试样电池模块进行充电，达到 100%，静置 30 min；
- b) 通过过充或加热方式引燃，起火后预燃 3 min；
- c) 启动灭火装置；
- d) 记录扑灭明火时间、流量、压力、浓度等数据；
- e) 停止灭火装置，记录灭火剂喷放时间等相关数据；
- f) 静置 24h，观察是否发生复燃。

A.6.2 当灭火装置同时满足以下两项要求时，可认定灭火装置对于扑灭储能电池模块火灾有效：

- a) 明火扑灭时间不大于 10 min；
- b) 停止灭火装置后，静置试样电池模块 24 h 内无复燃。

A.7 安全措施与应急准备

A.7.1 试验前，应制定安全防护方案和应急预案，并做好相关准备。

A.7.2 试验中，应采取安全措施确保安全。安全措施包括但不限于下列内容：

- a) 模拟试验柜门不应正对观察室（观察区）；
- b) 试验人员应佩戴防毒面具；
- c) 试验人员通过视频设备进行监视，不应靠近模拟试验柜；
- d) 试验区设置安全围栏、警示标志，设专人监护；
- e) 灭火装置的启动设备应设置在观察室（观察区）；
- f) 模拟试验柜应设置在室外场地；
- g) 不应采用人为点燃可燃气体方式引燃电池；
- h) 试样电池模块静置 24 h 期间，人员不应靠近模拟试验柜。

A.7.3 试验后，应先行通风，检测有毒气体浓度、温度达到安全值后，人员方可进行后续工作。