

ICS XXX  
CCS XXX

# T/HEBQIA

团 体 标 准

T/HEBQIA ××××—2025

## 电化学储能系统安全设计与防火技术规范

（征求意见稿）

2025 - ×× - ××发布

2025 - ×× - ××实施

河北省质量信息协会 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 1

    3.1 ..... 1

    电化学储能系统 ..... 1

    3.2 ..... 1

    热失控 ..... 1

    3.3 ..... 1

    防火单元 ..... 1

4 安全设计要求 ..... 2

    4.1 总体设计 ..... 2

    4.2 电池系统 ..... 2

    4.3 系统集成 ..... 3

5 防火技术措施 ..... 4

    5.1 火灾探测系统 ..... 4

    5.2 灭火系统 ..... 4

    5.3 防火隔离 ..... 5

6 试验方法与检验规则 ..... 5

    6.1 热失控试验 ..... 6

    6.2 灭火系统有效性测试 ..... 6

    6.3 验收检验 ..... 6

7 运行与维护 ..... 6

    7.1 日常运维 ..... 6

    7.2 应急预案 ..... 6

8 退出使用与废旧电池处理 ..... 6

    8.1 退出流程 ..... 6

    8.2 废旧电池存储 ..... 6

9 标志、包装、运输、贮存 ..... 6

    9.1 标志 ..... 6

    9.2 包装与运输 ..... 7

    9.3 贮存 ..... 7

## 前 言

本文件依据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》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。

本文件由北京沂瑞科技有限公司提出。

本文件由河北省质量信息协会归口。

本文件起草单位：北京沂瑞科技有限公司、XXX。

本文件主要起草人：XXX。

# 电化学储能系统安全设计与防火技术规范

## 1 范围

本文件规定了电化学储能系统（以下简称“储能系统”）全生命周期的安全设计与防火技术要求，包括设计、施工、调试、运行与维护、退出使用、废旧电池处理等环节。

本文件适用于新建、改建或扩建的锂离子电池、液流电池等储能系统，单个防火分区或预制舱式额定能量不低于 20kWh 的锂离子电池储能系统，其他类型或混合类型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 36547 电化学储能电站接入电网技术规定

GB 55037 建筑防火通用规范

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

UL 9540A 电池储能系统热失控火灾传播评估测试方法

IEC 62933-5-2 并网电化学储能系统安全要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 电化学储能系统

由电池系统、功率转换系统、电池管理系统及相关辅助设施组成，通过电化学方式实现电能存储和释放的系统。

### 3.2

#### 热失控

电池内部化学反应失控，导致温度急剧升高并释放大量热量和气体的现象。

### 3.3

#### 防火单元

采用耐火极限不低于 2h 的防火隔墙、楼板及其他防火分隔设施分隔而成，能在一定时间内延缓火灾蔓延的局部空间。

## 4 安全设计要求

### 4.1 总体设计

储能系统的总体设计应遵循安全可靠、经济适用、生态环保的原则。

#### 4.1.1 选址要求

##### 4.1.1.1 锂离子电池设备间：

- a) 禁止设置在人员密集场所，如商场、学校、医院等，以避免人员伤亡风险。
- b) 禁止设置在地下或半地下空间，以防止火灾或爆炸时人员逃生困难，并降低火灾蔓延风险。
- c) 应选择通风良好、远离易燃易爆物品的区域，并确保具备足够的消防通道和救援空间。

##### 4.1.1.2 液流电池系统：

- a) 应具备漏液报警功能，实时监测电解液泄漏情况，及时发现潜在风险。
- b) 应配备紧急停机功能，在发生泄漏或其他紧急情况时，能够迅速切断电源，防止事故扩大。

#### 4.1.2 环境适应性

储能系统应具备良好的环境适应性，能够在高温、低温、潮湿等恶劣环境下安全运行，并采取相应的防护措施，如温控系统、防水防潮设计等。

#### 4.1.3 生态环保：

4.1.3.1 储能系统应采用环保材料，并考虑其全生命周期对环境的影响，包括生产、使用和报废处理等环节。

4.1.3.2 鼓励使用可再生能源为储能系统供电，推动绿色能源发展。

## 4.2 电池系统

### 4.2.1 热失控防护

#### 4.2.1.1 温度监测：

- a) 电池模块应配置高精度温度传感器，覆盖全部电池单体及连接端子，实时监测电池温度分布，确保温度数据准确可靠。
- b) 温度传感器应具备自检功能，定期进行校准和维护，确保其正常工作。

#### 4.2.1.2 均衡技术：

- a) 采用主动均衡或被动均衡技术，防止电池单体之间出现电压失衡，避免过充、过放现象发生。
- b) 主动均衡技术：通过能量转移的方式，将电量从电压高的电池单体转移到电压低的电池单体，实现电池组电压均衡。
- c) 被动均衡技术：通过电阻放电的方式，将电压高的电池单体电压降低到与电压低的电池单体一致，实现电压均衡。

#### 4.2.1.3 热管理措施：

- a) 配备高效的热管理系统，如液冷系统、风冷系统等，及时带走电池运行过程中产生的热量，控制电池温度在安全范围内。
- b) 定期检查和维修热管理系统，确保其散热性能良好。

#### 4.2.1.4 热失控预警：

电池管理系统应具备热失控预警功能，通过分析温度变化趋势、电压波动等参数，提前识别潜在的热失控风险，并及时发出警报。

#### 4.2.2 电气安全

##### 4.2.2.1 保护装置：

- a) 电池簇应设置过压、欠压、过流、短路保护装置，确保在异常情况下能够迅速切断电源，防止电池损坏或引发安全事故。
- b) 保护装置应具备快速响应能力，并定期进行校验和测试，确保其可靠性。

##### 4.2.2.2 绝缘性能：

电池系统的绝缘电阻应符合 GB/T 36547 标准要求，并定期进行绝缘测试，防止绝缘失效导致漏电或短路。

##### 4.2.2.3 电缆连接：

- a) 电缆连接应采用防火封堵材料 进行密封，防止火灾蔓延。
- b) 电缆应具备良好的耐高温、耐腐蚀性能，并远离热源和易燃物品。

##### 4.2.2.4 接地保护：

储能系统应具备完善的 接地保护系统，确保设备外壳接地良好，防止触电事故发生。

#### 4.3 系统集成

##### 4.3.1 防火分区

###### 4.3.1.1 锂离子电池预制舱：

- a) 应采用单层布置方式，避免多层堆叠带来的安全隐患。
- b) 单个防火单元内电池额定能量之和不宜超过 10MW·h，以控制火灾风险。
- c) 舱体之间应保持足够的防火间距，具体间距应符合表 1 的规定，并与站外建（构）筑物间距符合 GB 55037 标准要求。

##### 4.3.2 消防联动

###### 4.3.2.1 火灾自动报警系统：

电池管理系统应与火灾自动报警系统联动，实时监测电池舱内的烟雾、温度等参数，及时发现火灾隐患。

###### 4.3.2.2 灭火系统：

- a) 配备高效灭火系统，如气体灭火系统、细水雾灭火系统等，能够在火灾发生时迅速扑灭火焰。
- b) 灭火系统应具备自动启动和手动控制功能，并定期进行维护和测试，确保其可靠性。

###### 4.3.2.3 分级报警与响应：

电池管理系统应设置分级报警机制，并根据不同报警级别采取相应的应急措施：

- a) 一级报警（早期预警）：
  - 1) 300ms 内停机并断开充放电回路，防止事故扩大。
  - 2) 启动冷却系统，降低电池温度。
- b) 二级报警（火灾隐患）：
  - 1) 降低电池功率输出，减少热量产生。
  - 2) 启动通风系统，排除烟雾和热量。
- c) 三级报警（火灾发生）：
  - 1) 启动灭火系统，迅速扑灭火焰。
  - 2) 启动排烟系统，排除有毒气体。

## 5 防火技术措施

为有效预防和应对储能系统火灾风险，需采取全面的防火技术措施。

### 5.1 火灾探测系统

#### 5.1.1 探测器配置

##### 5.1.1.1 锂离子电池舱：

- a) 气体探测器：
  - 1) 配置  $H_2$ （氢气）和 CO（一氧化碳）气体探测器，实时监测电池热失控过程中产生的可燃和有毒气体。
  - 2) 探测器应具备高灵敏度，能够在气体浓度达到爆炸下限或毒性阈值前及时报警。
- b) 温感探测器：
  - 1) 布置在电池模块内部、电池簇之间以及电池舱顶部，监测电池温度变化趋势，及时发现异常温升。
- c) 烟感探测器：
  - 1) 安装在电池舱顶部和通风管道内，监测烟雾浓度，及时发现早期火灾迹象。
- d) 液流电池室：
  - 1) 重点配置  $H_2$  探测器，因为液流电池电解液泄漏可能导致氢气积聚，引发爆炸风险。
  - 2) 可根据实际情况，配置温感或烟感探测器作为补充。

##### 5.1.1.2 探测器布置：

- a) 单个电池模块宜单独配置探测器，实现对每个模块的精准监测，提高火灾预警的及时性和准确性。
- b) 探测器应均匀分布在电池舱内，确保无监测死角。

##### 5.1.1.3 特殊要求：

所有探测器应满足电磁兼容和防爆要求，以适应储能系统复杂的电磁环境和潜在爆炸风险。

#### 5.1.2 报警显示

##### 5.1.2.1 集中显示与报警：

- a) 在电池舱外和值班室设置气体浓度显示装置，实时显示  $H_2$ 、CO 等气体浓度值。
- b) 配备声光报警装置，当气体浓度或温度超过设定阈值时，及时发出警报，提醒人员采取应急措施。

##### 5.1.2.2 手动控制装置：

- a) 手动报警按钮应设置在电池舱出入口、通道等明显位置，方便人员发现火情时及时报警。
- b) 紧急启停按钮应设置在便于操作的位置，例如电池舱入口处或值班室内，确保在紧急情况下能够快速启动或关闭灭火系统。

##### 5.1.2.3 报警信息整合：

- a) 火灾探测系统应与储能系统的中央监控系统集成，实现报警信息的集中管理和远程监控。
- b) 报警信息应包含气体浓度、温度、烟雾浓度等参数，并提供故障报警功能，便于及时发现和处理系统故障。

### 5.2 灭火系统

#### 5.2.1 灭火剂选择

### 5.2.1.1 锂离子电池舱：

优先选择全氟己酮或七氟丙烷等洁净气体灭火系统，具有以下优点：

- a) 灭火效率高，对电池火灾有良好的抑制效果。
- b) 对电气设备无腐蚀性，不会对电池造成二次损害。
- c) 洁净无残留，环保性能好。

考虑使用细水雾灭火系统，其优点是：

- a) 灭火同时具备冷却功能，有效防止复燃。
- b) 用水量少，对电气设备影响小。

### 5.2.1.2 液流电池系统：

应配置抗溶性泡沫灭火剂，能够有效扑灭电解液火灾，并防止其复燃。

### 5.2.1.3 灭火系统设计：

- a) 灭火系统的最小保护单元宜为电池模块，确保每个模块都能得到有效保护。
- b) 喷头或探火管应覆盖每个电池模块，实现精准灭火。

## 5.2.2 冷却措施

### 5.2.2.1 持续降温：

- a) 结合水喷雾或细水雾系统，在灭火后持续对电池舱进行降温，防止电池复燃。
- b) 冷却时间应根据电池容量、热失控程度等因素确定，确保电池温度降至安全范围。

### 5.2.2.2 灭火剂喷射参数：

- a) 灭火剂的喷射时间和浓度应符合 GB 50116 标准要求，确保灭火效果。
- b) 定期对灭火系统进行测试和维护，确保其喷射参数准确可靠。

## 5.3 防火隔离

### 5.3.1 防火墙与隔墙

#### 5.3.1.1 耐火极限要求：

- a) 防火隔墙的耐火极限不应低于 2 小时。
- b) 防火墙的耐火极限不应低于 3 小时，对于甲、乙类场所，防火墙的耐火极限不应低于 4 小时。

#### 5.3.1.2 电缆桥架与管道穿墙处理：

在电缆桥架、管道穿墙处，应采用防火封堵材料 进行密实填充，防止火势通过电缆或管道蔓延。

### 5.3.2 材料要求

#### 5.3.2.1 舱内材料：

- a) 舱内装修材料和保温材料 的燃烧性能等级不应低于 A 级，即不燃材料。
- b) 避免使用易燃、可燃材料，降低火灾风险。

#### 5.3.2.2 预制舱外壳：

预制舱外壳应采用不燃材料，如钢板等，提高整体防火性能。

#### 5.3.2.3 其他材料：

- a) 电缆应采用阻燃电缆，并采取防火保护措施。
- b) 电池模块外壳应具备一定的阻燃性能。

## 6 试验方法与检验规则

## 6.1 热失控试验

按照 UL 9540A 进行电池模块、簇级热失控测试，评估火灾传播风险。测试内容包括气体生成量、燃烧速度、压力变化等，确保系统在热失控后能有效控制火势。

## 6.2 灭火系统有效性测试

模拟火灾场景，验证灭火系统响应时间、灭火剂覆盖范围及降温效果。测试应在全尺寸电池舱内进行，记录灭火时间和复燃情况。

## 6.3 验收检验

系统投运前应进行消防验收，包括火灾报警系统、灭火系统、防火封堵等项目的测试。验收合格后方可并网运行。

# 7 运行与维护

## 7.1 日常运维

7.1.1 状态监测：实时监测电池电压、电流、温度、气体浓度等参数，定期进行电池健康状态评估。发现异常应及时调整运行参数或隔离故障单元。

7.1.2 设备检查：每月检查消防设备、通风系统、电气连接等，确保其正常运行。每季度进行一次全面安全检查，包括防火封堵、接地电阻等。

## 7.2 应急预案

7.2.1 应急演练：每年至少组织一次消防演练，模拟火灾场景，检验应急响应流程和设备有效性。演练应覆盖报警、疏散、灭火、救援等环节。

7.2.2 事故处置：制定详细的事故处置方案，明确各岗位职责。发生火灾时应立即切断电源，启动灭火系统，并通知消防部门。

# 8 退出使用与废旧电池处理

## 8.1 退出流程

储能系统退出使用前，应进行放电至安全电压，断开所有电气连接。退役电池应进行安全评估，符合条件的可梯次利用，否则应按危险废物处理。

## 8.2 废旧电池存储

废旧电池应存放在通风良好、防火防爆的专用仓库，分类存放并标识。存储区域应设置可燃气体探测器和灭火设备，定期检查电池状态。

# 9 标志、包装、运输、贮存

## 9.1 标志

储能系统应设置明显的安全警示标志，包括防火、防爆、禁止烟火等。设备铭牌应标注型号、额定参数、生产日期等信息。

## 9.2 包装与运输

运输过程中应采取防震、防潮措施，避免电池受挤压或碰撞。运输车辆应配备消防器材和泄漏应急处理设备。

## 9.3 贮存

电池应存放在干燥、通风的环境中，避免阳光直射和高温。贮存温度和湿度应符合制造商要求。

---