ICS 13.220.99

T/CEC

中华人民共和国电力企业联合会标准

F19

T/CEC 373—2020

预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防技术规范

Technical specification for fire protection of lithium iron phosphate battery energy storage power station based on prefabricated cabin

2020-6-30 发布　　2020-10-1 实施

中国电力企业联合会发布

目　　次

前言 II
1 范围 2
2 规范性引用文件 2
3 术语和定义 3
4 防火设计 3
4.1 一般规定 3
4.2 磷酸铁锂电池 3
4.3 电池管理系统 4
4.4 电池预制舱 4
4.5 站址选择 4
4.6 耐火等级、平面布置与防火间距 5
4.7 消防给水 5
4.8 自动灭火系统 6
4.9 火灾自动报警及其联动控制系统 6
4.10 消防供电与防雷接地 7
4.11 消防器材 7
4.12 灭火救援与其他 8
5 施工验收 8
5.1 电池运输、存储与安装安全 8
5.2 消防工程施工与验收 9
6 运行维护 9
6.1 消防安全管理 9
6.2 消防设施运行维护 10
6.3 储能电池热失控与火灾应急处置 10
6.4 应急预案、消防演练与宣传教育培训 11
附录 A （规范性附录） 电力储能用模块级磷酸铁锂电池实体火灾模拟试验 12
附录 B （资料性附录） 典型预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防器材配置表 14

前　言

本文件按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》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。

本标准由中国电力企业联合会提出并归口。

本标准主要起草单位：国网江苏省电力有限公司、国网江苏省电力有限公司经济技术研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、南京消防器材股份有限公司、中国科学技术大学、郑州大学、齐丰科技股份有限公司、中国电力技术市场协会。

本标准主要起草人：郭鹏宇、吴静云、马青山、姚丽娟、侍成、孙磊、姚效刚、王铭民、郭成功、郭莉、王庭华、黄峥、李妍、王青松、金阳、何大瑞、骆明宏、俞鑫春、王智睿、薛伟强、袁志超、戴金林、胡凯燕。

本标准为首次制定。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）

预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防技术规范

1 范围

本标准规定了预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防设计、建设、运行维护的技术要求。

本标准适用于新建、扩建、改建户外无人值班的系统容量 10MW·h 及以上的预制舱式磷酸铁锂电池储能电站。系统容量 10MW·h 以下的预制舱式磷酸铁锂电池储能电站可参照执行。

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 3805 特低电压（ELV）限值

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 23864 防火封堵材料

GB 25201 建筑消防设施的维护管理

GB 26860 电业安全工作规程（发电厂和变电站电气部分）

GB 30051 推闩式逃生门锁通用技术要求

GB 31247 电缆及光缆燃烧性能分级

GB/T 34131 电化学储能电站用锂离子电池管理系统技术规范

GB/T 36276 电力储能用锂离子电池

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50057 建筑物防雷设计规范

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 50140 建筑灭火器配置设计规范

GB 51048 电化学储能电站设计规范

GB 50229 火力发电厂与变电站设计防火标准

GB 50898 细水雾灭火系统技术规范

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

GA 1149 细水雾灭火装置

DL 5027 电力设备典型消防规程

DL/T 5707 电力工程电缆防火封堵施工工艺导则

T/CEC 175 电化学储能系统方舱设计规范

3 术语和定义

GB 51048、GB/T 36276 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电池预制舱 prefabricated cabin for battery

用于安装储能电池簇的在工厂内预制、现场安装的箱体，由舱体、支架和空调、通风等辅助设施组成。

3.2

预制舱式磷酸铁锂电池储能电站 lithium iron phosphate battery energy storage power station based on prefabricated cabin

以电池预制舱、磷酸铁锂电池、电池管理系统及其相连的功率变换系统作为基本储能单元的电化学储能电站。在本文件中简称“预制舱式储能电站”。

4 防火设计

4.1 一般规定

4.1.1 预制舱式储能电站防火设计应遵循“预防为主、防消结合”的方针，依据国家有关法规政策，针对电站火灾特点，从全局出发，统筹兼顾，做到安全适用、技术先进、经济合理。

4.1.2 预制舱式储能电站同一时间内的火灾起数宜按 1 起确定。

4.1.3 预制舱式储能电站的防火设计、工程建设、消防设施运行维护除应符合本文件的规定外，还应符合国家和行业现行有关标准的规定。

4.2 磷酸铁锂电池

4.2.1 磷酸铁锂电池单体、模块、簇的安全性能应符合 GB/T 36276 的规定。电力储能用锂离子电池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。

4.2.2 电池模块结构设计应符合以下要求：

a） 电池模块成组前，应对单体电池进行筛选，确认电压、内阻、自放电、容量等重要参数一致；
b） 电池模块成组设计时，应具有在触电、短路或紧急情况下迅速断开回路进行事故隔离的技术措

施；

c）电池模块的标称电压应符合 GB 3805 的规定，能量型电池模块不宜超过 15kWh/块；

d）模块中单体电池的连接应减少并联，电池安全阀宜朝上布置；

e）模块端子极性标识应正确、清晰，正极标志应为红色“+”，负极标志应为黑色“−”，具备结构性防反接功能；

f）模块外壳侧面保留适度溢气孔。

4.2.3 电池簇结构设计时，应具有在触电、短路或紧急情况下迅速断开回路进行事故隔离的技术措施。

4.2.4 单体电池、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 规定的电器设备外壳及附件 B_1 级。

4.3 电池管理系统

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

a）具备电池过压保护、欠压保护、过流保护、短路保护、绝缘保护等电量保护功能，具备过温、可燃气体等非电量保护功能，发出分级告警信号或跳闸指令；

b）具有与气体监测、火灾自动报警系统的联动接口，接收火灾预警及火灾探测信号，发出相关联动控制指令；

c）电池簇并网时，应具有防孤岛、防环流等相应保护措施；

d）必要时，具有将电池簇超温告警信号传输到火灾自动报警系统的功能。

4.3.2 每个电池模块的温度采集点数应不少于 4 个，且每个串联节点应至少设置 1 个温度采集点。

4.4 电池预制舱

4.4.1 电池预制舱应符合下列要求：

a）电池预制舱应符合 T/CEC 175 的相关规定；

b）电池预制舱内采用保温、铺地、装饰材料时，其燃烧性能应符合 GB 8624 规定的 A 级；

c）电池预制舱隔墙上有管线穿过时，管线周围空隙应采用防火封堵材料封堵，防火封堵材料应满足 GB 23864 的规定。

4.4.2 电池预制舱应设置净宽度不小于 0.9m 的应急门，向外开启，应急门宜设置门禁系统，门锁应符合 GB 30051 的规定。

4.4.3 电池预制舱内应至少设置 2 套防爆型通风装置。排风口至少上下各 1 处，每分钟总排风量应不小于预制舱容积，严禁产生气流短路。通风装置应可靠接地。

4.4.4 空调系统、通风装置中的管道、风口及阀门等组件应采用不燃材料制作。

4.5 站址选择

4.5.1 预制舱式储能电站不应贴邻或设置在甲、乙类厂房内，且不应设置在爆炸性气体、粉尘环境的危险区域内。

4.5.2 预制舱式储能电站宜设置在市政消火栓保护半径范围内或靠近可靠水源。

4.5.3 预制舱式储能电站站址选择还应符合 GB 51048 的规定。

4.6 耐火等级、平面布置与防火间距

4.6.1 预制舱式储能电站中建（构）筑物的耐火等级不应低于二级。

4.6.2 预制舱式储能电站内，电池预制舱应集中布置，与其他功能区域分开，与站内其他建（构）筑物、设备的防火间距不应小于表 1 的规定，与站外其他建（构）筑物的防火间距应符合 GB 50016 和 GB 51048 的规定。

表 1 电池预制舱与站内其他建（构）筑物、设备的防火间距（m）

建（构）筑物名称		电池预制舱
丙、丁、戊类生产建筑		10
屋外配电装置	无含油电气设备	—
	每组断路器油量＜1t	5
	每组断路器油量≥1t	10
油浸式变压器		10
事故油池		5
注 1： 当采用防火墙时，电池预制舱与丙、丁、戊类生产建筑的防火间距不限。 注 2 ： 表中“—”表示不限制，该间距可根据工艺布置需要确定。		

4.6.3 电池预制舱应单层布置。电池预制舱之间的防火间距，长边端不应小于 3m，短边端不应小于 4m；当采用防火墙时，防火间距不限。防火墙长度、高度应超出预制舱外廓各 1m。

4.6.4 预制舱式储能电站应设置围墙。围墙与电池预制舱的间距不宜小于 5m；当小于 5m 时，应采用实体围墙，高度不低于电池预制舱外廓。

4.7 消防给水

4.7.1 预制舱式储能电站应设置消防给水系统。

4.7.2 消防水源应符合 GB 50974 的规定，优先选用市政给水，也可采用消防水池或天然水源供给。采用天然水源时，应设置可靠的取水设施。

4.7.3 消防给水设计流量应按需要同时作用的水灭火系统最大设计流量之和确定。消防用水量应按同一时间内的火灾起数和一起火灾灭火所需最大用水量计算。一起火灾灭火所需最大用水量计算应符合下列规定：

a） 消火栓灭火系统的火灾延续时间不应小于 3.00h；
b） 固定自动喷水灭火系统的火灾延续时间应根据附录 A 试验结果确定，但不应小于 1.00h；
c） 其他功能区域的消防用水量应符合 GB 50974 的规定。

4.7.4 预制舱式储能电站室外消火栓系统设计，应符合下列要求：

a） 消火栓宜在场地内路边均匀布置，间距不应大于 60m，检修阀之间的消火栓数量不应大于 5 个；
b） 消火栓设置数量应符合灭火救援要求，同时使用消防水枪数量不应少于 4 支，消火栓用水量不应小于 20L/s；

c）地上式消火栓应有 1 个 DN150 或 DN100 和 2 个 DN65 的栓口，地下式消火栓应有 DN100 和 DN65 的栓口各 1 个；
d）寒冷地区室外消火栓应采取防冻措施；
e）室外消火栓应设置永久性固定标识；
f）配电装置区域附近应配备喷雾水枪；
g）站区设置专用消防室（箱），配置消防水带、水枪和消防扳手。

4.8 自动灭火系统

4.8.1 电池预制舱内应设置细水雾、气体等固定自动灭火系统，灭火系统类型、技术参数应经附录 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。为确定系统设计参数的实体火灾模拟试验应由国家授权的机构实施。在工程应用中采用实体模拟试验结果时，应符合下列规定：

a）系统设计流量、压力、浓度、灭火剂喷放时间等技术参数不应小于试验结果；
b）喷头布置方式应与试验时相同；
c）灭火控制策略与试验时相同。

4.8.2 当电池预制舱内采用细水雾灭火系统时，应符合 GB 50898 的规定，同时还应符合下列要求：

a）灭火系统设计参数应根据本文件附录 A 模块级磷酸铁锂电池火灾模拟试验确定；
b）应采用局部应用的开式系统；
c）一个喷头保护一个电池模块，雾滴分布应全覆盖模块内部；
d）电池模块外壳应专门设计，确保细水雾有效喷射空间且水雾溢出率不应低于 25%；
e）灭火系统应具有自动、手动、现场机械启动方式和远程应急启动方式；
f）灭火系统设计时，应考虑施工吊装、可燃气体爆燃（炸）等造成舱体变形导致灭火系统管路受损因素，增加防变形技术措施；
g）除灭火性能外，灭火系统组件应符合 GA 1149 的规定。

4.8.3 固定自动灭火系统的启动应根据“先断电、后灭火”的原则，先行断开舱级储能变流器断路器和簇级继电器后，方可启动灭火系统进行灭火。

4.9 火灾自动报警及其联动控制系统

4.9.1 预制舱式储能电站内电池预制舱与其他功能区域的火灾报警及其联动控制系统宜分开设置。

4.9.2 火灾报警及其联动控制系统宜设置在消防设备舱（室）内，或设置在二次设备舱（室）。当设置在二次设备舱（室）时，消防控制设备区域宜与其他设备区域分开布置。

4.9.3 电池预制舱外应设置手动火灾报警按钮，舱内应设置可燃气体探测器、感温探测器和感烟探测器，每种探测器不应小于 2 个。探测器应安装在预制舱中间走道顶部，间距不大于 4m。

4.9.4 可燃气体探测器应符合下列要求：

a）应能探测 H_2 和 CO 可燃气体浓度值，测量范围在 50% LEL 以下，应能设定两级可燃气体浓度动作阈值；
b）探测器第一级阈值应能在 0.1%LEL~5% LEL 之间设置，测量误差不应大于 0.1% LEL；第二阈值应能在 10% LEL~50%LEL 之间设置，测量误差不应大于 2% LEL；
c）具有硬接点、RS485 等通信接口，可根据气体浓度第一阈值和第二阈值分级响应输出；
d）响应输出信号同时接入电池管理系统、火灾自动报警系统；

e） 采用防爆技术；
f） 其他要求还应符合 GB 15322 的相关规定。

4.9.5 火灾自动报警系统设计应符合 GB 50116 和 GB 50229 的相关规定。

4.9.6 火灾自动报警及其联动控制系统在接收到可燃气体告警信号或（和）火灾报警信号后，应根据既定防火和灭火策略，自动启动灭火系统。防火和灭火控制策略宜符合下列要求：

a） 当一个可燃气体探测器第一阈值告警时，由电池管理系统关闭空调、启动风机、跳开舱级储能变流器断路器和簇级继电器，并解锁门禁系统；
b） 当火灾报警控制器接收到相关信号并满足下列一项条件时，应联动启动灭火系统：
1）当一个可燃气体探测器检测的可燃气体浓度达到第一阈值且一个感温探测器动作且舱级储能变流器断路器跳闸；
2）当一个感温探测器和一个感烟探测器同时动作且舱级储能变流器断路器跳闸；
c） 当两个可燃气体探测器检测的可燃气体浓度均达到第二阈值且判断舱级储能变流器断路器跳闸时，可根据既定策略启动灭火系统；
d） 当舱级储能变流器断路器拒跳时，由消防远程集中监控中心或电力调度控制中心（以下简称“集控中心”）人工远程视频判断火灾，通过消防监控后台远程应急启动灭火系统；
e） 当固定式自动灭火系统启动时，应由电池管理系统联动关闭风机。

4.9.7 火灾报警及其联动控制系统等消防设施的监控管理，应符合下列要求：

a） 火灾自动报警及其联动控制系统，应具备对本站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；
b） 火灾报警信号、故障报警信号和固定自动灭火系统运行状态信息应上传到集控中心；
c） 集控中心应设置消防远程集中监控系统，对本地区储能电站全部火灾报警系统和消防设备实施集中图形显示，实现实时监视、火警处置、故障报警、远程应急操作、设备状态信息显示和查询打印等功能。

4.10 消防供电与防雷接地

4.10.1 预制舱式储能电站消防供电设计应符合一级消防供电的要求。

4.10.2 火灾自动报警系统、固定式自动灭火系统等重要消防用电设备的电线电缆选择和敷设应满足火灾时连续供电的要求，电线电缆均应选用铜芯耐火或阻燃电缆。

4.10.3 电池预制舱内喷水灭火系统管路应可靠接地。

4.10.4 电力设备接地设计应符合 GB/T 50065 的规定。

4.10.5 建（构）筑物防雷设计应符合 GB 50057 的规定。

4.11 消防器材

4.11.1 灭火器配置应符合 GB 50140 的规定，宜设置在舱外设备区。典型预制舱式储能电站相关场所消防器材可参照附录 B 配置。

4.11.2 预制舱式储能电站运维单位应在运维班驻地或电站内配置正压式空气呼吸器，不应少于 2 套，放置在专用设备柜内，定期检查，确保完好可用。

4.12 灭火救援与其他

4.12.1 预制舱式储能电站站区围墙处可设一个供消防车辆进出的出口。站区内宜设置环形消防车道，如确有困难时应设置回车场。消防车道其他要求还应符合 GB 50016 的相关规定。

4.12.2 预制舱、电池架、隔板等线缆开孔部位应采用防火堵料封堵严密。电缆防火封堵应符合 DL/T 5707 的规定。

5 施工验收

5.1 电池运输、存储与安装安全

5.1.1 电池装卸车、运输、搬运应符合下列要求：

a) 搬运及放置电池模块包装箱应采用叉车等专业工具，根据包装箱上的安全标识操作，轻拿轻放；
b) 运输过程中应避免因急刹车、急转弯，避免挤压或碰撞对电池造成损伤；
c) 搬运过程中避免出现电池模块跌落、碰撞、挤压等，一经出现，该模块严禁使用；
d) 保持电池模块平放、不被淋水。

5.1.2 电池模块储存应符合下列要求：

a) 储存场所应保持清洁，屋顶和墙壁应防水，墙壁和地面应干燥；
b) 储存场所温度宜控制在 5℃～45℃，湿度控制在 5%～75%，不应有腐蚀性气体；
c) 电池模块使用前应储存在原包装箱中，平稳放置，不可倾斜或翻转放置；
d) 储存过程中应保持包装箱完好，不得打开、撞击包装箱，应保持电池模块标签完好。

5.1.3 电池模块开箱检查应包括下列内容：

a) 电池模块外壳无穿透性损伤；
b) 固定螺钉及预埋螺母处塑胶件无破损和裂纹；
c) 电池正负极引出极耳处无短路烧伤，正负极引出预埋螺母无松动、脱落、短路烧伤；
d) 检查电池模块开路电压是否正常，是否存在漏液等现象。

5.1.4 电池模块安装应符合下列要求：

a) 安装环境应干净，无污染、滴水、有机溶剂或腐蚀性气（液）体，无放射性、红外线辐射，避免阳光直射，温度宜为 5℃~45℃、湿度宜为 5%~75%；
b) 安装人员应经过专业培训合格。安装时，应做好安全防护，佩戴绝缘手套，穿劳保鞋，摘下手表、手链、手镯、戒指等金属佩戴物；使用金属安装工具时，应做好绝缘防护；
c) 安装前，应检查电池模块开路电压是否正常，是否存在漏液等现象；
d) 安装时，应符合下列要求：
   1）采用专业吊装设备，如空间限制无法采用专业设备，30kg以上的模块应两人搬抬，安装高度不宜超过1.5m；
   2）注意电池模块极性，保证电池模块的极性安装正确；
   3）电池模块联接线不宜留有裕度，不得强行拉扯、挤压、扭转线束；
   4）严禁使用金属工具等对接插件处操作；
   5）不得把不同容量、不同性能的电池模块联接在一起使用；
e) 电池并联前应先测试每个模块电压，压差在 500 mV 内方可并联；多电池模块并联时，遵循先串

联后并联的连接方式；

f） 投运前，应检查电池簇的总电压及正负极，确保安装正确。

5.2 消防工程施工与验收

5.2.1 火灾自动报警及其联动控制系统、细水雾灭火系统、气体灭火系统、自动喷水灭火系统、消防给水及消火栓系统的施工与验收应执行国家现行有关标准。

5.2.2 预制舱安装电池模块前，宜提前将消防水系统、固定自动灭火系统安装调试合格。检修作业时，应确保灭火系统处于正常工作状态；施工、调试或检修过程中发生预制舱电池火灾时，可立即启动灭火系统进行灭火。

6 运行维护

6.1 消防安全管理

6.1.1 预制舱式储能电站运维单位应确定单位消防安全责任人、消防安全管理人和每座储能电站的防火责任人，逐级明确消防安全职责。消防集控中心运行值班人员应取得四级/中级及以上消防设施操作员（监控操作方向）职业资格。

6.1.2 预制舱式储能电站运行维护人员应结合电力设备日常巡视周期定期进行防火巡查，防火巡查应包括但不限于下列内容：

a） 消防设施是否处于正常运行状态；
b） 消防器材是否完好可用；
c） 消防安全标识是否在位、完整；
d） 动火作业情况；
e） 防火封堵情况；
f） 消防通道、疏散通道是否被占用；
g） 其他火灾隐患等。

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。

6.1.3 预制舱式储能电站运维单位应定期进行防火检查，每月不少于 1 次。防火检查内容应包括但不限于下列内容：

a） 防火巡查落实情况；
b） 消防设施是否处于正常运行状态；
c） 电池预制舱排风系统是否处于正常运行状态；
d） 消防设施维护保养检测工作实施情况；
e） 火灾隐患整改情况；
f） 消防车通道、消防水源情况；
g） 用火、用电有无违章情况；
h） 消防集控中心值班情况；
i） 火灾应急预案、演练及人员培训情况；
j） 其他需要检查的内容。

6.1.4 预制舱式储能电站电力设备区应为一级动火区，动火作业应执行 DL 5027 的相关规定，填写并执行一级动火工作票。

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

6.2 消防设施运行维护

6.2.1 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。

6.2.2 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。

6.2.3 消防设施维护保养检测工作应符合 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；每年至少进行一次全面检测，出具年度检测报告。

消防设施维护保养检测工作负责人应具有四级/中级及以上消防设施操作员（检测维护保养方向）职业资格，并经 GB 26860 相关内容培训考试合格，熟悉磷酸铁锂储能电池燃烧特性、电池预制舱火灾自动报警系统、固定自动灭火系统及其联动控制策略等知识。

6.2.4 预制舱式储能电站运维单位应编写火灾自动报警系统、固定自动灭火系统等消防设施运行操作规程。

6.2.5 预制舱式储能电站内严禁存放易燃、易爆及有毒物品。因施工需要的易燃、易爆物品，应按规定要求使用和存放，施工后立即运走。

6.2.6 现场消防设施（器材）不得随意移动或挪作他用。

6.3 储能电池热失控与火灾应急处置

6.3.1 电池预制舱内电池发生热失控时，一般按照以下程序进行处置：

a) 电池预制舱退出运行，断开舱级储能变流器断路器和簇级继电器；
b) 启动通风系统进行通风；
c) 解锁门禁系统；
d) 确认电池管理系统是否按照既定防火策略执行（a~c 步骤）；
e) 通过电池管理系统确认发生热失控的电池模块位置；
f) 打开相应管理系统，对视频、温度、可燃气体浓度等进行监视；
g) 报告电力调度和运维单位负责人；
h) 运维检修人员赶往现场，人员远离故障舱，疏散相关人员，做好安全隔离措施；
i) 如果热失控现象消失，通风排出有毒气体，运维检修人员在测量有毒气体浓度、舱内温度达到安全值后，佩戴防护器具进行故障后处置；
j) 如果热失控进一步加剧引发火灾事故，则执行本文件 6.3.2 条。

6.3.2 电池预制舱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) 启动固定自动灭火系统进行灭火；
b) 集控中心值班人员发现火情，拨打“119”电话报警，并报告电力调度和运维单位负责人；
c) 如果固定自动灭火系统未能自动启动，则应人工确认电池预制舱断电后，远程启动灭火系统；
d) 通知运维检修人员赶往现场，做好安全隔离措施，向消防救援队指挥员报告火场情况和安全注意事项；

e） 消防救援队组织并持续使用大量的水进行控火和灭火；
f） 明火熄灭后，应至少喷水降温 2h，防止复燃；如有可能，则喷洒水雾到舱内进行降温；
g） 灭火完成 12h 后，由穿戴必要防护装备人员先行打开舱门、通风排出有毒气体，检测有毒气体浓度、舱内温度达到安全值后，人员方可佩戴防护器具进入舱内进行后续操作分析。

6.3.3 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。

6.4 应急预案、消防演练与宣传教育培训

6.4.1 运维单位应针对电池预制舱等电力设备的紧急情况制定火灾应急预案，预案应符合现场实际和有关技术规范要求，应包括下列内容：

a） 组织机构及职责；
b） 报警和接警处置程序；
c） 应急疏散的组织程序和措施；
d） 扑救初起火灾的程序和措施；
e） 附近后备水源及取水设施；
f） 通讯联络、安全防护救护的程序和措施等。

6.4.2 运维单位应开展消防宣传和培训工作。运维检修人员应当经消防安全培训合格后方可上岗，熟知防火检查方法和安全注意事项，熟知火警电话、报警方法和初起火灾扑救方法，熟知磷酸铁锂电池燃烧特性，掌握消防设施（器材）操作使用方法，掌握自救逃生知识和技能。

6.4.3 运维单位应按照火灾应急预案，至少每半年进行一次演练，及时总结经验，不断完善预案，提高处置突发火灾事故能力，减少火灾危害。

附 录 A
（规范性附录）
电力储能用模块级磷酸铁锂电池实体火灾模拟试验

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预制舱式储能电站火灾的典型场景；
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℃～35℃、大气压力为86 kPa～106 kPa的环境中进行。

A.2.2 试验场地宜符合下列功能要求：

a） 具有通风排烟功能，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

A.3.1 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） 根据储能电站所采用的预制舱类型，选择与之结构、尺寸、材质完全一致的预制舱作为模拟试验舱，模拟试验舱的门窗洞口及排烟口尺寸应与实际应用完全一致，舱顶采用防爆灯具照明；
b） 模拟试验舱靠近观察室（观察区）一侧中部位置设置观察窗，窗口尺寸宜长度不小于 0.8m，宽度不小于 0.6m，窗口玻璃应采用耐温不低于 800℃的耐热玻璃；
c） 模拟试验舱内观察窗对面放置至少一组电池架，电池架结构、尺寸、材质均与实际应用一致；
d） 观察室（观察区）应与模拟试验舱分开布置，通过墙体、窗户（防爆玻璃）进行密闭隔离，安全距离应不小于 20m。

A.4 试样

A.4.1 储能电池模块试样应与储能电站实际应用相同。

A.4.2 储能电池模块试样，应通过国家认可的电力储能电池检测机构依据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 灭火系统试样应与储能电站实际应用灭火系统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

过充采用的充放电装置应根据储能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%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额定电压的1.67倍。充放电柜放置于试验舱体外部，距离试验舱外壁距离不小于2m。充放电柜的控制端通过网线连接到监控系统电脑终端，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

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，加热面应不小于电池模块底面积，加热装置功率应不小于2000W。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 30min；
b） 通过过充或加热方式引燃，起火后预燃 3min；
c） 启动灭火系统；
d） 记录扑灭明火时间、流量、压力、浓度等数据；
e） 停止灭火系统，记录相关数据；
f） 静置 12h，观察是否发生复燃。

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

a） 明火扑灭时间不大于 10min；
b） 停止灭火系统后，静置试样电池模块 12h 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。安全措施应包括但不限于下列内容：

a） 模拟试验舱门口不得正对观察室（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，不得靠近或进入模拟试验舱；
d） 试验区设置安全围栏、警示标志，设专人监护；
e） 灭火系统的启动装置应设置在观察室（观察区）；
f） 模拟试验舱应设置在室外场地；
g） 不得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 12h期间，人员不得靠近或进入模拟试验舱。

A.7.3 试验后，进入模拟试验舱前，应先行通风1h以上，检测有毒气体浓度、舱内温度达到安全值后，人员方可进入舱内进行后续工作。

附 录 B
（资料性附录）
典型预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防器材配置表

B.1 表B.1 给出了典型预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防器材配置表

表B.1 典型预制舱式磷酸铁锂电池储能电站消防器材配置表

配置部位	磷酸铵盐干粉灭火器		六氟丙烷灭火器	喷雾水枪	直流水枪	消防水带	火灾类别	危险等级	保护面积（m^2）
	5kg	35kg	2kg						
配电装置室	4						E(A)	中	100
储能变流器室	4						E(A)	中	100
变压器室	4	2					B(E)	中	100
二次设备室	4						E(A)	中	100
消防设备室	2						E(A)	中	50
消防泵房	2						E(A)	轻	—
站内公用设施		4	4	2	4	4	混合	—	—

注1：如果配电装置室、储能变流器室、二次设备室面积较大，超过100m^2后每50m^2增配1具，或根据GB 50140计算。

注2：配置表中所列灭火器总数为该储能电站最少配置数量，实际配置不应低于该总数。

注3：35kV及以上接入系统的预制舱式磷酸铁锂储能电站消防器材配置参照DL 5027执行。