

# 锂电池储能系统消防安全技术分析

## Analysis on Fire Safety Technology of Lithium Battery Energy Storage System

辛晓蕾

Xiaolei Xin

沧州市新华区消防救援大队 中国·河北 沧州 061000

Cangzhou Xinhua District Fire Rescue Brigade, Cangzhou, Hebei, 061000, China

**摘要:** 随着储能技术的出现, 近年来越来越多的电化学储能电池(主要为锂电池)系统开始为电力系统提供服务, 同时锂电池储能电站的火灾发生率也呈上升态势。论文系统分析了锂电池储能系统的火灾危险性, 并从消防安全设计及日常管理等方面提出了防范措施, 以便为开展锂电池储能系统消防安全技术研究提供参考。

**Abstract:** With the emergence of energy storage technology, in recent years, more and more electrochemical energy storage battery (mainly lithium battery) systems begin to provide services for the power system. At the same time, the incidence of fire in lithium battery energy storage power station is also increasing. This paper systematically analyzes the fire risk of lithium battery energy storage system, and puts forward preventive measures from the aspects of fire safety design and daily management, so as to provide reference for the research of fire safety technology of lithium battery energy storage system.

**关键词:** 锂电池; 火灾危险性; 防范措施

**Keywords:** lithium battery; fire risk; prevention measures

**DOI:** 10.12346/etr.v3i9.4175

## 1 引言

为满足发电厂设备、用户设备和电力系统正常运行的需要, 电力系统设置了调频要求并通过改变发电机组的输出功率得以实现调频控制。传统电力系统的调频由火电、水电等常规发电机组提供, 随着风力、太阳能等发电技术的需要及储能技术的出现, 近年来越来越多的电化学储能电池(主要为锂电池)系统开始为电力系统提供服务。

## 2 储能系统的发展前景

锂电池储能系统, 能很好地避免传统机组的调节延迟、调节反向、调节偏差大等缺点, 能快速精确地响应电网的调频指令, 因此近年来在国际上的应用呈明显上升趋势, 同时锂电池储能电站的火灾发生率也呈上升态势<sup>[1]</sup>。自2017年以来, 全球已发生30起以上储能相关的安全事故, 现有技术下, 锂离子电池在后备电源储能领域的性价比已经显著提高, 随着未来多种锂离子电池储能技术发展和广泛应用, 储能电池将应用到电力系统“发、输、配、用、调”的各个环节, 有可能改变现有电力系统生产、运输和使用方式, 助力传统电力系统的升级转型。

## 3 锂电池储能系统火灾特征及危险性分析

### 3.1 锂电池储能系统火灾特征

锂离子电池从结构上看, 密闭的空间存储大量的能量, 具有危险的本质, 而“热失控”是导致锂离子电池安全隐患的根本原因, 有机小分子引发的副反应的链式反应导致电池热失控的发生。储能电池系统由十几组电芯以串并联方式构成电池箱, 接着电池箱进行串联连接成电池组串, 随后电池组串通过并联集成系统安置在一个储能电池柜内。火灾蔓延过程, 主要是由于首节电池单体热失控, 通过热传质、热辐射引发相邻电池单体相继发生热失控, 最终导致整个锂电池储能系统的发生火灾事故。

### 3.2 锂电池储能系统火灾危险性分析

#### 3.2.1 储能电池安全质量

锂离子电池发生燃烧爆炸的根源在于电池热失控, 热失控的诱因通常有电池内部原因和外部原因两种。内部原因, 比如电池制造过程中引入的电芯内缺陷, 或者电池在长期使用过程中由于充放电制度和环境因素使电池老化, 电芯内部产生了枝晶锂, 它的存在触发了电池内短路。外部原因, 如电池外部的电、热冲击, 作用到电池本体都会使电池内部

【作者简介】辛晓蕾(1991-), 女, 回族, 中国河北沧州人, 本科, 初级专业技术职称, 从事监督管理研究。

出现不可逆的放热反应。除电芯外,电池储能系统还包含BMS、PCS、变压器以及相关继电器保护设备、通信设备等一系列一次、二次设备,这些设备均可能因存在质量缺陷、安装调试过程不规范、设置不合理、绝缘不到位等因素,直接或间接引起储能系统发生安全问题。

### 3.2.2 建筑防火设计潜在问题

建筑防火分隔不到位、未设置隔离吸能设施、缺少短路隔离设置、未按要求设置监控预警或火灾自动报警系统、线缆敷设不满足防火要求等问题的存在都会为储能电站埋下安全隐患,一旦发生事故易火烧连营,造成较大影响。储能电站发生事故,是固体火灾、液体火灾、气体火灾、带电设备火灾甚至金属火灾等一种或几种同时存在的火灾事故,灭火设施的设置及灭火剂的选择异常重要。

### 3.2.3 人员操作管理等因素

储能系统属于高电压、高能量的带电系统,施工现场、调试运行现场有很多的线路,如果操作失误或者现场处置不当,很容易出现安全问题。从电池本体、集成、工程设计、施工到运行维护等,目前已有相关标准,如果不按照标准进行,存在现场作业不规范操作、监管缺失、操作人员认识不充分等,都可能导致严重后果。

## 4 锂电池储能系统的火灾防范措施

一般来说,储能系统的安全事故,往往是由于缺乏有效的防护措施,导致电池或其他设备出现不安全因素,如过充、过放、拉弧、对地绝缘故障等,那么对于故障预防“防”的重要性便体现出来。

### 4.1 建立科学合理的消防测试模型及技术规范

目前,现有的锂电池火灾的消防灭火关键技术参数参差不齐,国际上也尚未创建关于锂电池火灾的安全评估模型,缺乏较为全面和权威的技术标准规范,消防部门无法科学评估锂电池火灾事故的扑救难度和面临的潜在风险。目前,现有的锂电池消防灭火关键技术参数参差不齐,国际上也尚未创建关于锂电池火灾的测试模型,缺乏权威的技术评价规范,无法判断锂电池火灾事故的扑救效果。因此,需要从根本上厘清储能系统锂电池火灾特性,通过建立科学合理的消防测试模型进行锂电池火灾模拟实验,为锂电池火灾防控装置的测试及消防安全技术效果的全面评估提供技术支撑,从而来指导技术评价标准的建立与完善,对实际的应用提供技术依据。

### 4.2 火灾自动报警系统的设置

一般情况下,锂电池储能系统的火灾发生过程可分为初期阶段、发展阶段、猛烈燃烧阶段、熄灭阶段。前两个阶段的时间相对较长,火情还没有蔓延扩散,火灾自动报警系统在此刻及时探测到火情,实现早期报警,可对火灾进行防控。根据GB 50116—2013《火灾自动报警系统设计规范》、GB 51048—2014《电化学储能电站设计规范》等行业相关标准及规范,集装箱式锂电池储能系统中每个集装箱为一个报警

区域,配备区域火灾自动报警系统。每个报警区域根据集装箱内空间布置设置对应的探测区域,探测区域内设置一定数量的点型火灾探测器。在此基础上,增加吸入式感烟探测器,能够实现早期报警并将该区域的报警信号统一发送至消防控制中心<sup>[2]</sup>。根据不同锂电池的特性,有针对性地增设可燃气体探测器,确保消防控制中心能够提前探测到因锂电池故障而产生的可燃气体。在增加报警信号采集的同时还应考虑所采集信号的处理方式。例如,增加声光报警器的数量,并将其布置在经常有人员巡逻、值守的场所,并将该区域的报警信号统一发送至消防控制中心。针对可燃气体达到爆炸极限的情况,需要设计特定的警报装置,以确保消防救援人员和工作人员的安全,避免贸然进入造成人员伤亡。针对系统内部可能出现超温失控的元件、部位、场所应增加超温控制系统,实时监测关键部位的温度变化情况,发现温度产生异常情况及时发出警报,采取有效措施控制该部位的设备退出工作状态、系统整体停机等措施,以保证系统的安全可靠<sup>[3]</sup>。

### 4.3 设计开发新型灭火剂

针对现有消防灭火剂的不足,开发新型消防灭火剂具有紧迫性。结合锂电池热失控及热蔓延规律,设计靶向性的灭火剂,实现精准降温;通过对锂电池灭火剂的药品剂量、喷射方式、喷射压力、喷射时间、灭火浓度、灭火效率等功能参数进行优化,实现新型高效通用型灭火剂的设计。此外,新型灭火剂的环保性能非常重要,是其能否被推广使用的另一项关键指标。需要考虑灭火剂施放后是否产生有毒有害产物造成污染、是否对电气系统造成腐蚀或降低绝缘性。

### 4.4 集成化消防系统研究

锂电池消防系统不是彼此独立的单元,而是一个高度集成化的整体,各个组件间的集成对于整体系统功能的实现有着至关重要的影响。因此,消防系统各个部件需要集成研究,整体协同操作,使其相互无缝配合运行,发挥最佳效应,是提升消防系统灵活性和安全性的重要手段。

## 5 结语

储能产业是中国战略性新兴产业,安全已日渐成为电化学储能发展过程中亟待解决的突出问题,相关行政管理部门应更全面、更系统地掌握解储能电站产业特点和危险特性,科学规划,通过规范化的标准体系、管理制度、作业流程来指导、规范、促进储能产业可持续发展。

### 参考文献

- [1] 朱江,张宏亮.锂电池储能系统火灾危险性及其防范措施[J].武警学院学报,2018(12):43-45.
- [2] 中华人民共和国公安部.GB 50116—2013火灾自动报警系统设计规范[S].北京:中国计划出版社,2014.
- [3] 中国电力企业联合会.GB 51048—2014电化学储能电站设计规范[S].北京:中国计划出版社,2014.