

瑞再论坛2026:
能源转型背景下的风险再思考

电池储能系统（BESS）的承保要点



易锴

瑞士再保险
财产险合约核保人

主要内容

储能系统概述

电池储能系统的风险评估

典型赔案分享



储能能在电力系统的发输配用的各环节皆有作用



负荷调节
平滑新能源

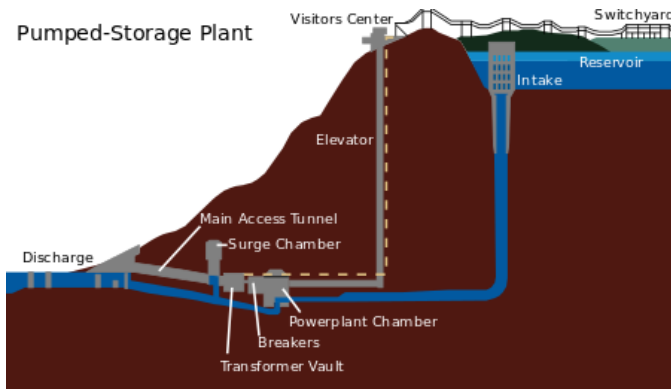


削峰填谷
提高稳定性

功率补偿
应急能源
弥补线损



储能系统的分类



抽水蓄能



氢储能



电池储能



压缩空气储能



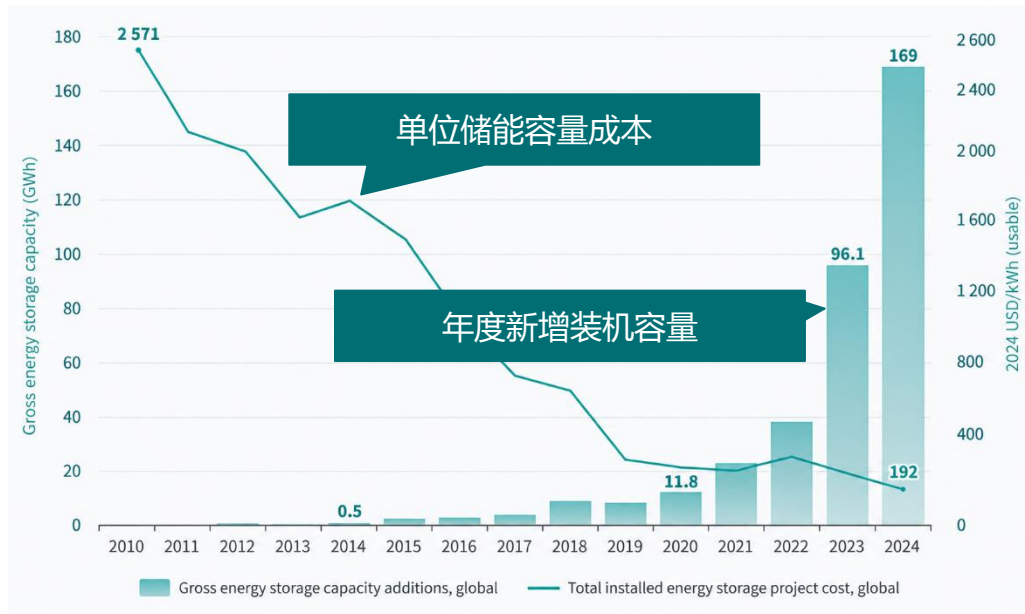
重力储能

目前，全球储能装机容量仍以抽水蓄能为主

储能技术	往返效率	全球累计装机容量 / 新建项目数量
抽水蓄能	65%（老电站） 75% - 80%（新电站）	约 180 GW / 400 个
电池储能系统（BESS）	75% - 90%	约 100 GW / 6,500 个
压缩空气储能	65% - 75%	约 1 GW
重力储能系统	约80%（G-VAULT）	< 1 GW
氢储能	45% - 70%	约 4 GW
飞轮储能	80% - 90%	< 1 GW
电热储能	65% - 75%	< 1 GW

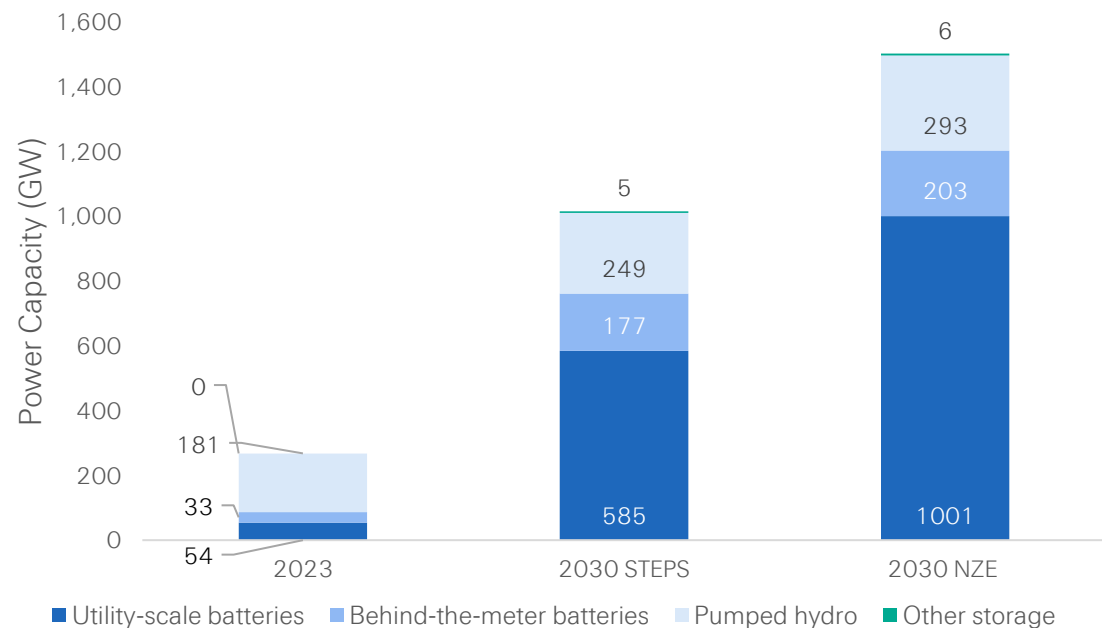
电池储能系统装机容量增长速度超过抽水蓄能

电池储能系统年度新增装机容量



随着技术进步和规模化部署，
电池储能系统单位成本持续下降。

全球储能系统累积装机容量



STEPS (Stated Policies Scenario)：既定政策情景

NZE (Net Zero Emissions by 2050 Scenario)：2050年净零排放情景

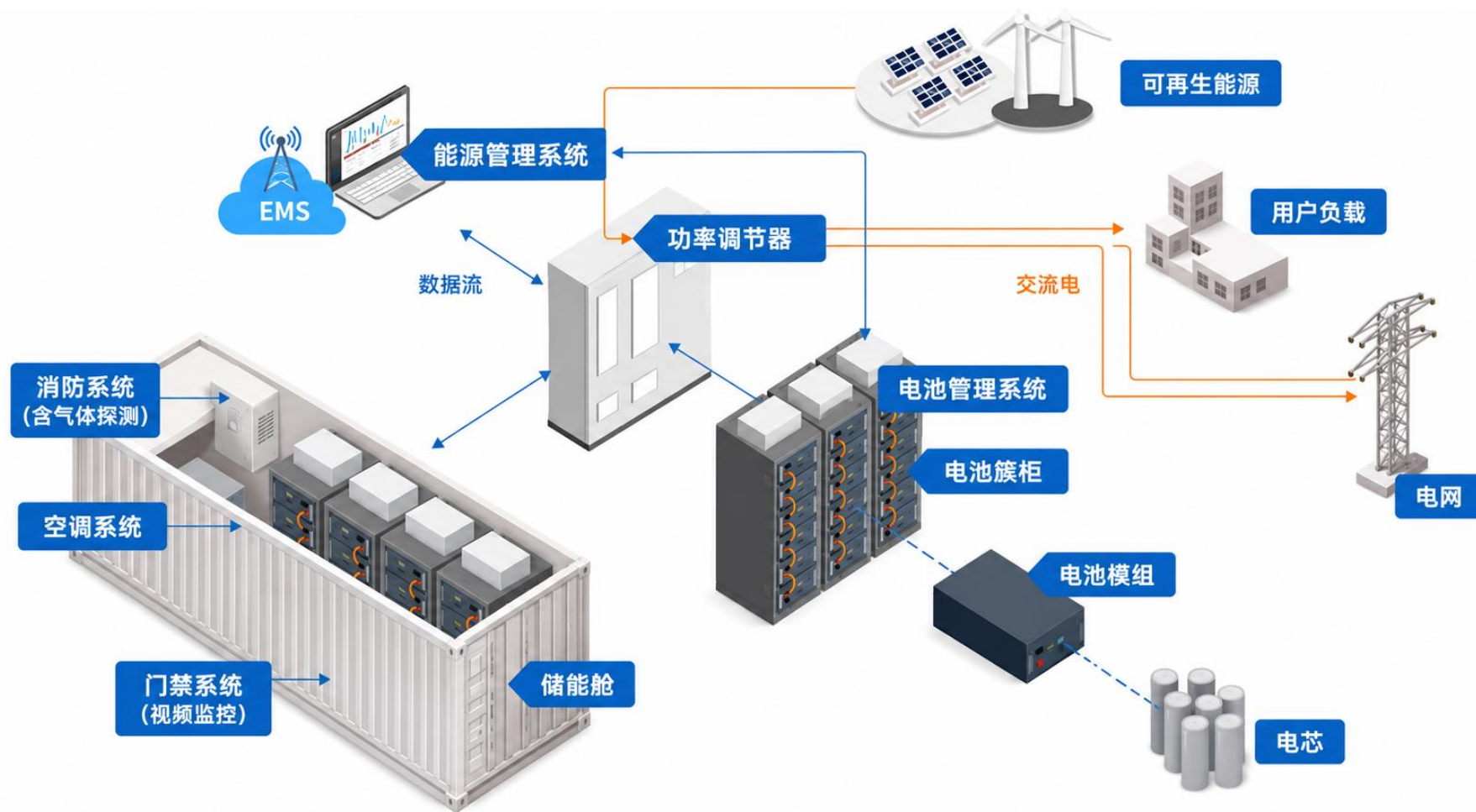
Utility-scale batteries：电网侧电池储能系统

Behind-the-meter batteries：用电侧电池储能系统

Pump hydro：抽水蓄能

Other storage：其他储能技术

电池储能系统的组成

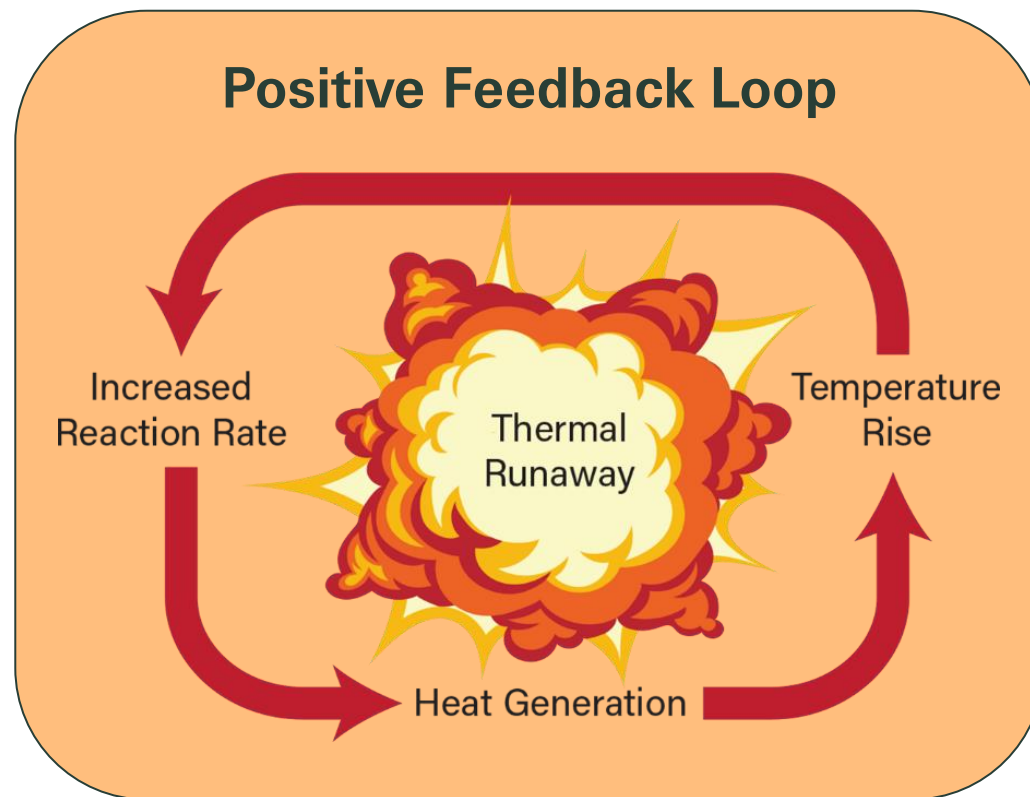


电池储能系统的火灾风险

电化学储能电站火灾危险主要由**电池热失控或电气设备、配电线路异常**引起。

热失控是指锂离子电芯内部化学反应所产生的热量大于冷却系统能够有效移除的热量，进而导致温度不断升高并引发连锁反应的过程。

热失控会导致高温和可燃气体集聚，有可能导致电池单元的爆炸性破裂，从而引发火灾或爆炸。电池热失控时如果不及时采取措施，热失控会蔓延到其他电池，造成热失控扩散导致更大的损害。



热失控的三种原因

Electrical Abuse

- 可能会因过度充电或过度放电而发生故障，即电池被输入或输出的能量超过其设计承载范围。
- 电气滥用被认为是锂离子电池电芯最常见的故障模式，但可以通过先进电池管理系统（BMS）功能加以干预



Thermal Abuse

- 通常源于环境因素，例如温度过高或过低。
- 冷却系统失效或其他辅助电气设备起火，导致电池暴露于高温环境中。
- 往往会同时影响多个电芯，并迅速演变为热失控，几乎无法阻止。

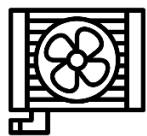


Physical Damage

- 通常与制造缺陷有关，但也可能在运输或安装过程中因操作不当而发生。
- 物理损伤可能导致电池内部阳极或隔膜破裂，从而引发内部短路。
- 由于锂电池本身储存能量，即使进行电气隔离，也无法阻止热失控的发生。



电池储能系统的防损措施



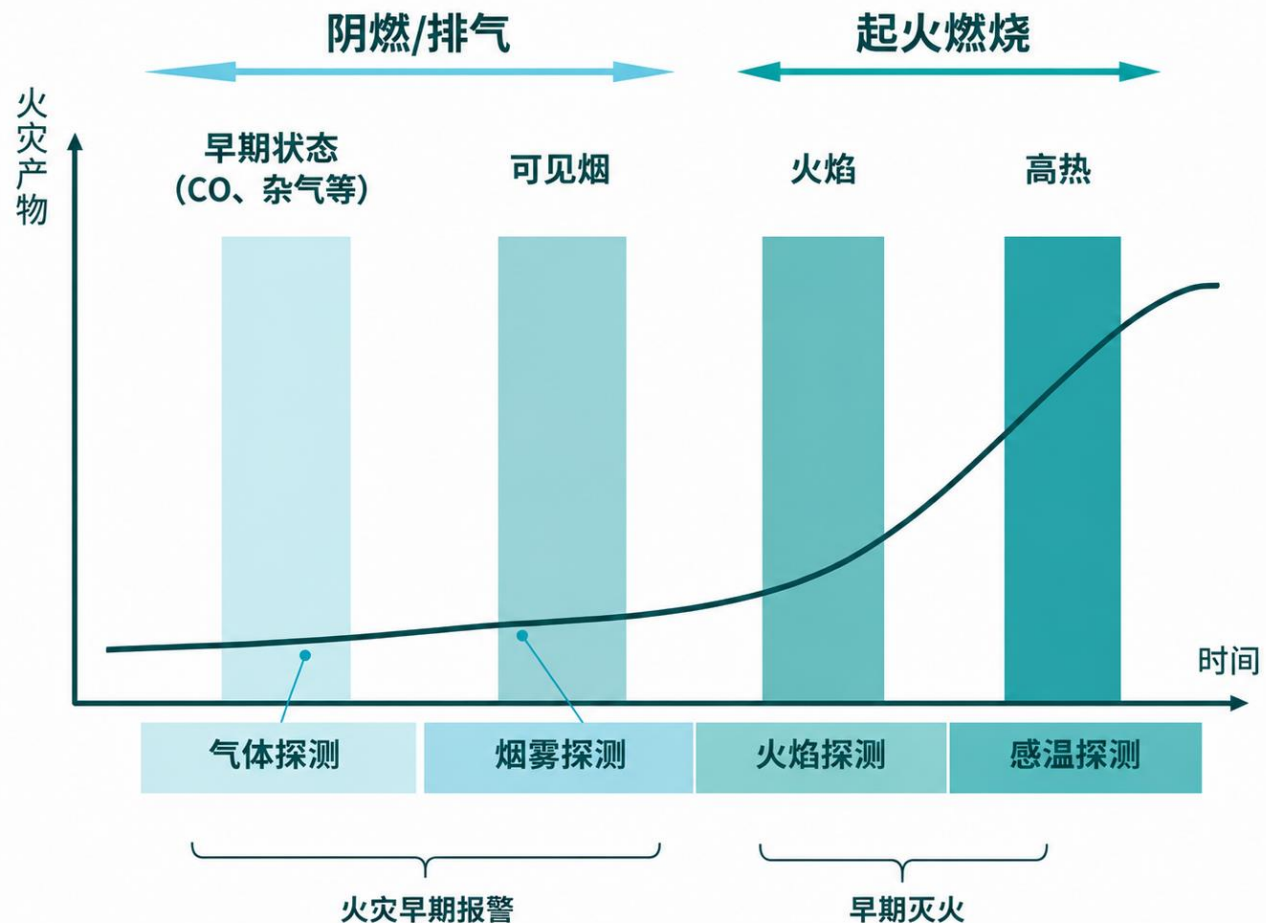
空调及排风系统



可燃气体浓度探测



烟感报警



电池储能系统的防损措施



喷淋或细水雾



气体灭火



防爆、泄爆设计

集装箱泄爆设计 (Explosion Venting Design)

通过泄爆结构在内部压力超过设定值时释放压力，保护集装箱结构和内部人员设备安全

设计原理

当集装箱内部发生爆炸或压力急剧升高时，泄爆装置在预设压力下自动开启，释放压力和冲击波，避免集装箱发生结构破坏或整体变形。

主要泄爆方式

1. 屋顶泄爆

通过在顶部设置泄爆板，向上释放压力和冲击波，安全高效。



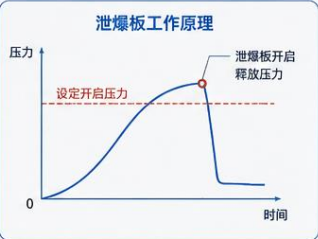
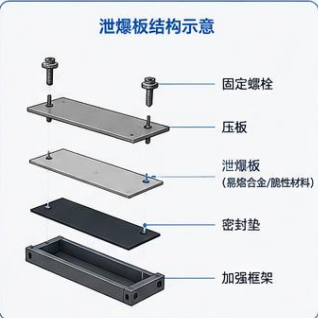
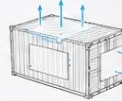
2. 侧面泄爆

在侧面设置泄爆板，向侧面释放压力，适用于空间受限场景。



3. 组合泄爆

顶部+侧面联合泄爆，提升泄爆效率和安全性。



设计要点

- 泄爆面积：根据箱体容积和可能产生的最大爆炸压力计算确定
- 开启压力：根据防护需求设定（通常为 10~50 kPa）
- 安装位置：优先选择顶部，或根据周围环境选择侧面/组合方式
- 结构强度：保证箱体在泄爆后不发生整体失稳
- 密封性能：非泄爆状态下保证良好的密封性和防水性

应用场景



储能集装箱



发电机集装箱



化工品存储集装箱



数据中心集装箱



特种设备集装箱

！ 注意：泄爆设计不能替代防爆设计，应与通风、探测、灭火等系统配合使用，确保整体安全。

电池储能系统的防损措施



防火隔板



安装间距

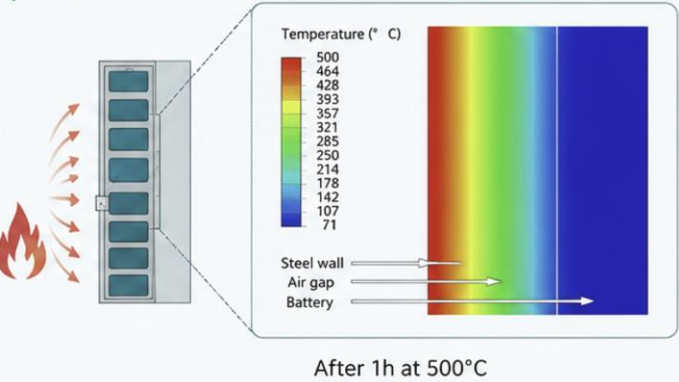


电池储能系统的自然灾害风险

自然灾害的风险等级

自然灾害		风险等级	
	地震	● ○ ○	低
	洪水	● ● ●	高
	风暴	● ● ○	中
	野火	● ● ●	高
	闪电	● ○ ○	低

防火隔板效果示意



被洪水损坏的电池组

洪水导致电池组浸泡，可能引发短路、腐蚀、性能下降甚至起火等风险。

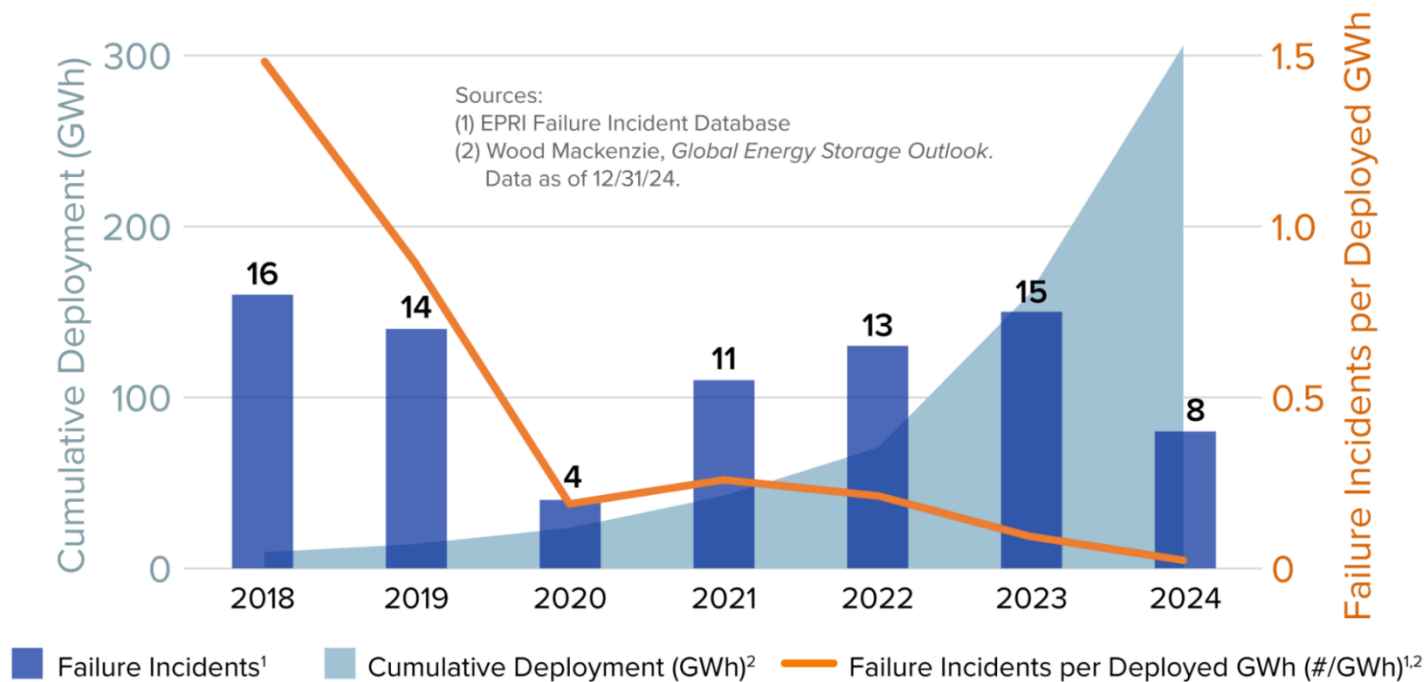


抬升重要设备至二层

将关键设备抬升至二层，有效降低洪水侵入风险，提升系统可靠性。



电池储能火灾爆炸事故分析



- 据不完全统计，2017 年以来，全球范围内共发生90余起储能火灾事故
- 三元（NCM/NCA）锂电：61 起（71.8%），是磷酸铁锂的2.5 倍。三元锂电池热失控温度更低、产气量大、易爆炸。
- 韩国：34 起，全球最高。
美国：25 起。
欧盟及澳大利亚等其他国：21起。
- 中国：13起。2022 年后中大型储能禁三元锂，事故显著下降。

- 仅包含商业及工业储能系统。未对住宅储能系统的故障进行跟踪。
- 重点关注对公众安全具有更广泛风险或影响的事件（例如火灾和爆炸等热风险）。

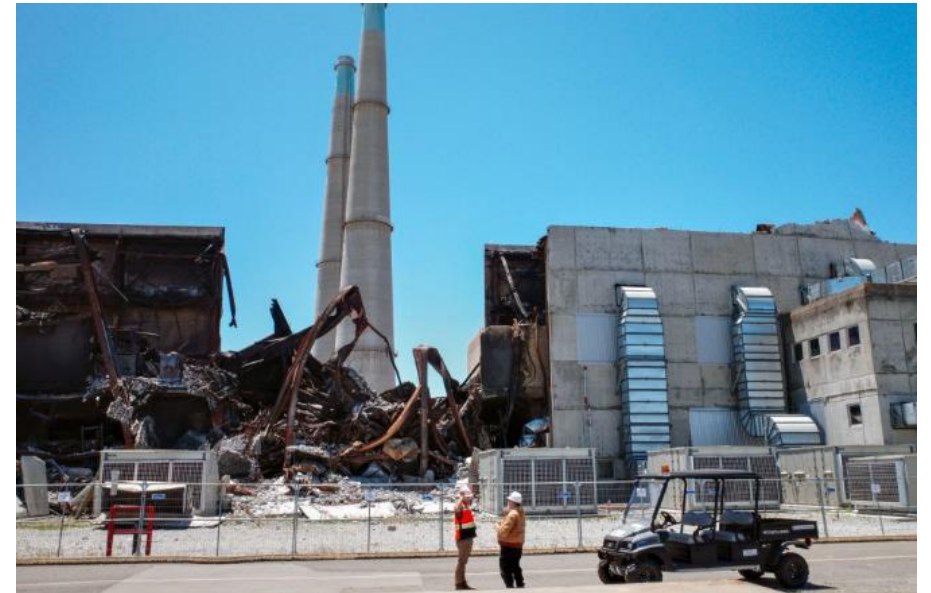
Moss Landing火灾

设施名称	Moss Landing Vistra
地点	California, USA
系统类型	锂离子电池储能系统 (三元锂 NMC 电池)
建设形式	一、二期：仓库式 三期：集装箱式
装机规模	750 MW / 3,000 MWh
业主	Vistra Corp
运营方	Vistra Corp
总承包商	Fluence Energy (一期)
电芯供应商	LG Energy Solution
主要用途	削峰填谷和电网调频
投运时间	2020 年底投入商业运行



Moss Landing火灾

- 2025年1月16日 下午约3点：位于Moss Landing的300MW储能系统（BESS）设施发生火灾。水基灭火系统未能控制火势（但在首次报警8分钟后记录到水流启动）。
- 当日下午早些时候：周边约1,200至1,500名居民被迫疏散。该事故导致加州约2%的储能容量损失。
- 2025年1月23日：火灾被宣布“扑灭”（实际为允许其自行燃尽）。消防部门与美国环保署（EPA）主要关注火势控制及空气质量。
- 2025年2月18日 下午约6点：Vistra Moss 300MW储能电站再次复燃。约10万个电池模组中有55%在火灾中受损，其余部分因受热及烟气影响全部不可使用。美国环保署（EPA）负责监督电池拆除与回收工作，该工作已于2025年9月29日开始，预计持续一年。
- 该事故仍在调查中，尚未有官方结论。



Moss Landing火灾

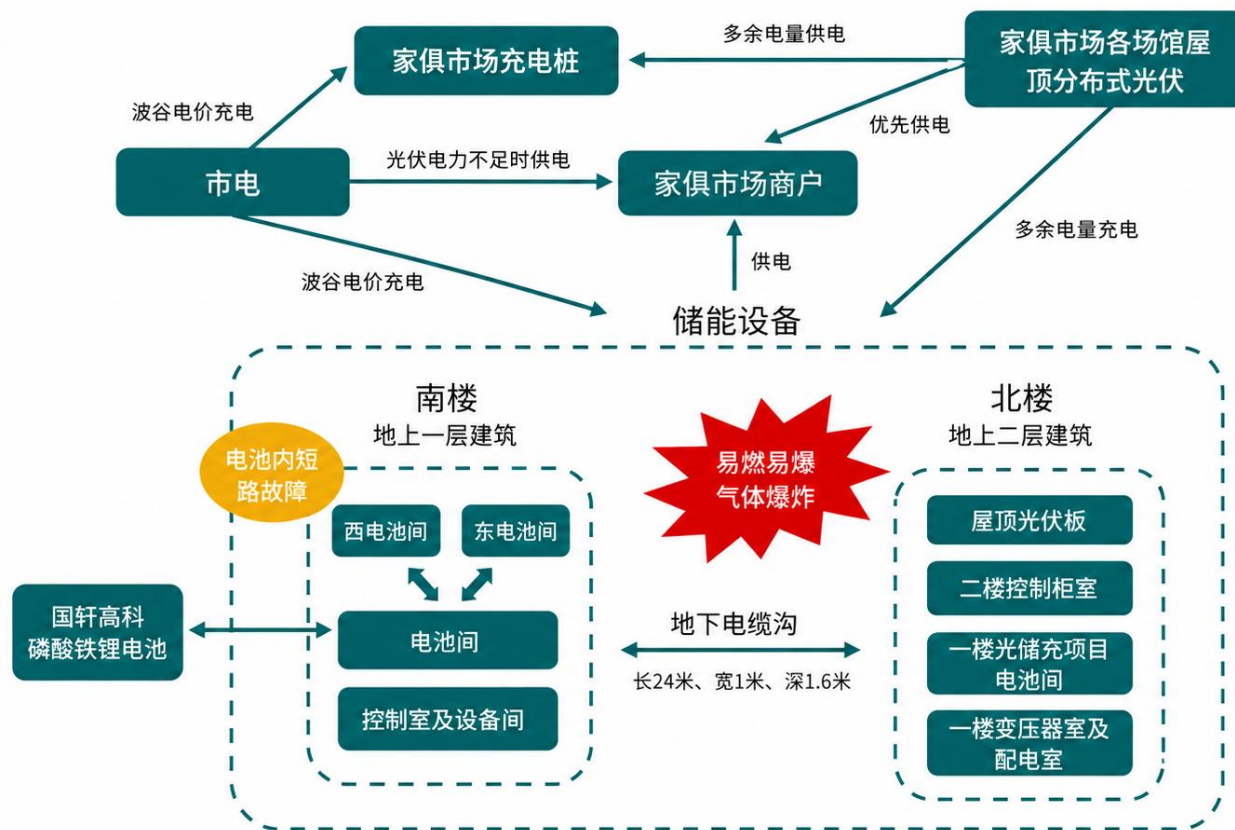
时间	事件	原因
2021年9月	Vistra 储能系统发生火灾	冷却液泄漏导致部分电池热失控
2022年2月	再次发生热失控事件	电池模块故障，未造成大规模扩散
2025年1月	Moss Landing 储能设施发生严重火灾	大量电池持续燃烧数天，引发周边居民疏散，并再次引发对大型锂离子储能消防和安全标准的广泛讨论。

- 电池机架设置在原汽轮机厂房内，该场所并非按照储能系统设计，增加了热失控蔓延的风险；
- 采用热稳定性较低的三元锂电池体系；
- 建设时期适用的储能安全标准相对滞后，未充分覆盖当前关于容量限制、间距设计和安全评估的要求。



用于MOSS300项目的LG Energy Solution TR1300型电池架

北京储能电站火灾爆炸事故



2021年4月16日，北京大红门充电站南侧发生火灾，北侧无征兆发生爆炸，造成2人死亡，1人失踪。

- 12时13分南楼西电池间南侧电池柜起火冒烟，明火被扑灭后不断复燃。
- 12时17分切断交流侧与储能系统的连接并停用光伏系统。
- 14时13分左右，北楼发生爆炸。

该储能电站出现火灾事故时正是该项目进行试运营、调试的阶段。

北京储能电站火灾爆炸事故



小结



市场快速增长

- 储能系统（BESS）是能源转型的重要支撑技术。
- 锂离子电池占据主导地位，装机规模持续快速增长，单位成本不断下降。



风险贯穿全周期

- 风险贯穿设计、制造、施工、调试及运营全过程。
- 热失控是最主要的技术风险。
- 随着技术进步和安全措施完善，故障率显著降低。



风险防控至关重要

- 需配置多层防护措施。
- 由于行业标准尚未统一，应结合项目特点开展针对性的风险评估与承保分析





Legal notice

©2026 Swiss Re. All rights reserved.

You may use this document and the information contained herein for private or internal purposes only, and any copyright or other proprietary notices must not be removed. You are not permitted to modify, reproduce, create any derivative works of this document, or distribute or use it for commercial or other public purposes, without the prior written permission of Swiss Re.

This document is for informational purposes only and is not advice or a recommendation to engage in any transaction with or use services provided by Swiss Re or any other person. The information and opinions contained herein are provided as of the date of the presentation and may be subject to change at any time without notice. Although the information is taken from reliable sources, Swiss Re shall not be liable for any loss or damage arising in connection with its use, or from any inaccuracy or incompleteness, nor is it under any obligation to update it. Swiss Re further undertakes no obligation to publicly revise or update any forward-looking statements, whether as a result of new information, future events or otherwise.

This document and its contents are not directed to, or intended for use by, any person or entity in any jurisdiction where such distribution, publication or use would be unlawful or where it would require licences or authorisations that have not been obtained.

This document does not constitute or form part of an offer, solicitation, or invitation to buy or sell any securities, derivatives or (re)insurance or transact with, or use services provided by, any member of the Swiss Re Group. It is not an invitation or inducement to participate in investment activities described in any applicable financial promotion regime.