

基于相变冷却技术的 防爆储能电池及其应用

Jindee

目 录

contents

项目背景

技术原理

实验验证

工程应用

2019年4月19日，位于亚利桑那州Surprise市的一个2MW/2.47MWh锂电储能系统发生着火爆炸事故，并造成多名消防人员受伤。事故分析报告指出，此次火灾实际上是一次广泛的**级联热失控事件**，其是由一个电池单元内的内部电池故障引发，并且可以认为这种故障是**由电池内部缺陷导致**。电池单元之间缺乏足够的隔热层保护，促进了热失控通过热传递在电池组之间传播，隔热层保护可能会阻止或减慢热失控的传播。

项目背景

国外事故



储能与电力市场

项目背景

国外事故



储能与电力市场

项目背景

国外事故



项目背景

国外事故

另据IHS market今年2月份发布的报道，截至2020年2月又新增5例储能项目火灾，此次事故已经是韩国在2020年发生的**第29起储能项目火灾**。



Photo: Korea Fire Department, chuneng.bjx.com

Chungnam Solar Station, South Korea August 2019

"[T]he system caught fire two days after increasing the state-of-charge to 95% from 70%. The cause of the fire is not yet clear, but the battery supplier, LG Chem Ltd., requested all storage sites equipped with their batteries lower the SOC back to 70%." ---[Bloomberg New Energy Finance](https://www.bloombergenvironment.com/news/articles/2019/08/20/south-korea-solar-station-fire)



Photo: Korea Fire Department, nengyuanjie.net

Gangwon Pyeongchang 40MW / 21MWh, South Korea September 2019

"The cause of the fire is under investigation." ---nengyuanjie.net

项目背景

国外事故

针对2019年8月至10月的5起储能电池事故进行的调查结果显示，调查委员会认为这五个事故里面，有四个是由于**电池异常**、**电池缺陷**引起的。韩国政府与系统集成商和电池制造，例如三星SDI、LG Chem等，共同实施了一系列安全措施，以防止其他火灾事件发生。

项目背景

国外事故

根据中关村储能产业技术联盟（CNESA）全球储能项目数据库的不完全统计，截止到2020年底，中国已投运的电力储能项目累计装机容量（包含物理储能、电化学储能以及熔融盐储热）达到33.4GW，2020年新增投运容量2.7GW。

“十四五”时期储能在我国能源结构调整过程中的战略地位将得到进一步明确和提升，随着政策和市场机制的建立和完善，储能产业将实现爆发式增长，我国将成为全球储能第一大市场！随着锂电池储能规模的增大，类似事故可能会越来越多。

项目背景

国内前景

目前国内对锂电池防爆采取多种措施，可按措施分为对电芯进行防护和电池模组整体封装防护

电芯防护措施：

- ◆ 采用新型电极材料，相比三元锂电池，磷酸铁锂电池更加稳定安全。
- ◆ 选用机械和热关闭性能更优的电池隔膜
- ◆ 安全的电池包内包含锂离子电池保护电路，该电路具有防止电池 过充、过放、过热和过流的功能。

电池模组防护：

- ◆ 配备专用充电单元才能与特定的用电器配合；
- ◆ 配备电池管理系统（BMS），实现对电芯的均衡充放电控制；
- ◆ 电池模组内部增加惰性气体等其他措施实现防火防爆。

经过对现有市场产品调查，目前尚未出现填充防爆液的锂电池相关产品。

项目背景

安全现状

技术原理

创新点

使用专用的防爆液实现电池阻燃防爆

采用专用电池防爆液，该液体具有无毒无味、绝缘、阻燃的特性。填充至电池模组中，可实现电池阻燃防爆功能。

实现电池内部温度均衡、可大大提升电池使用寿命

电池模组内部填充的防爆液，可将pack封装内的温度均匀循环，防止出现局部过热的现象。使得电池热均衡提升，可大大延长电池使用寿命。

技术原理

创新点

中科院自主研发了冷却介质（防爆液）将**蒸发冷却技术**应用在了储能电池领域，理论研究和工业应用的技术水平在**国内外处于领先地位**，拥有完全自主知识产权，建立了完整的技术体系。

在三峡工程中，地下电站两台840MVA蒸发冷却水轮发电机已经于2011年12月和2012年7月正式投入运行，安全运行至今。

技术原理

创新点



胡锦涛总书记高度关注蒸发冷却所取得的成果（2004年12月）

技术原理

创新点



蒸发冷却技术的应用分别在1988年，2002年和2014年获得国家科技进步二等奖。

技术原理

灭火机理

燃烧三要素：

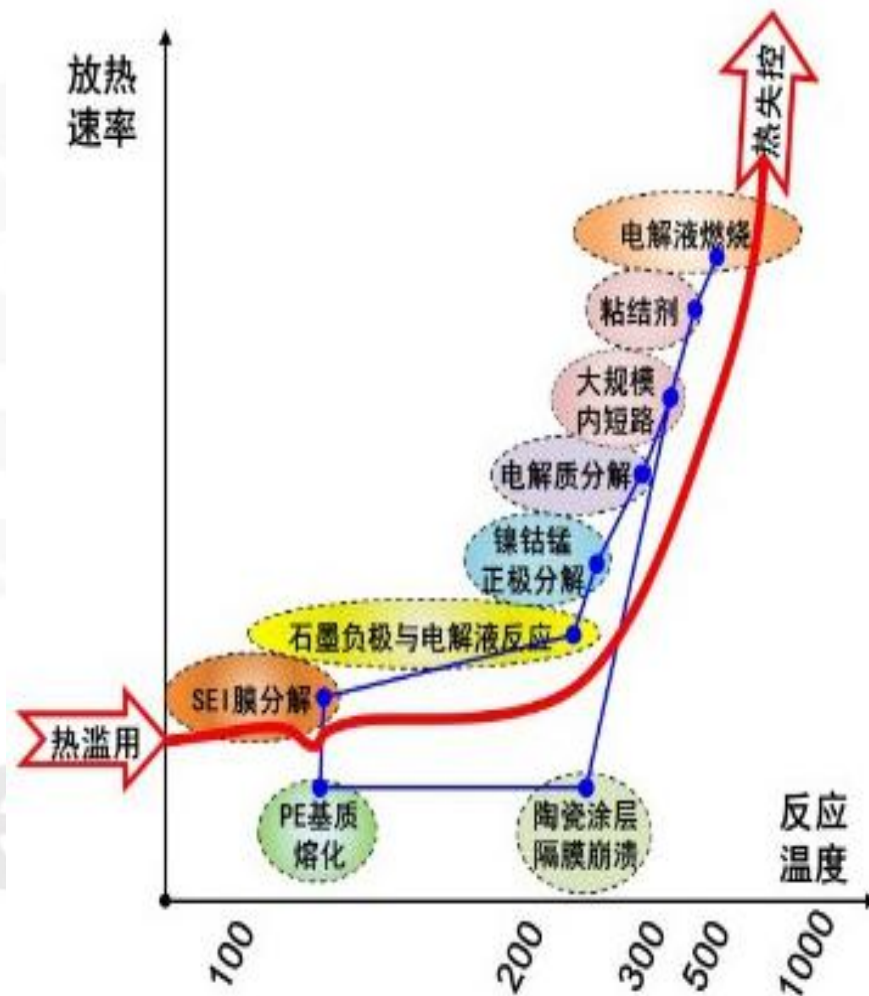
可燃物、氧气、起火源。

锂电池起火：

内部产生爆炸性气体，氧气和高温。

灭火机理：

隔离外部氧气，迅速冷却降温，使得燃烧停止，不影响周边单体而发生链式反应。



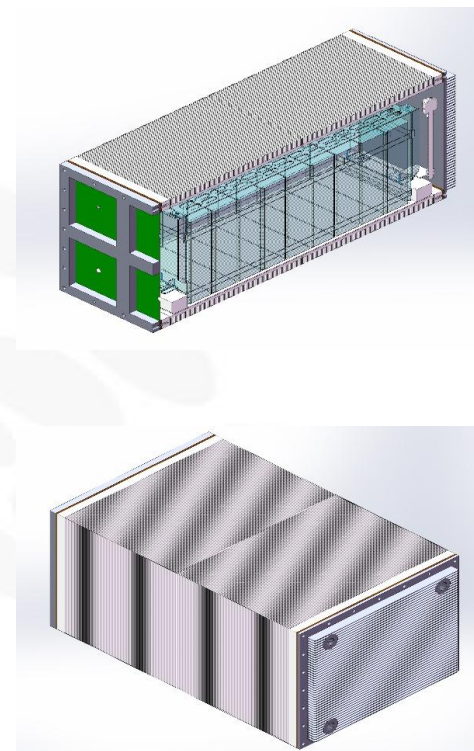
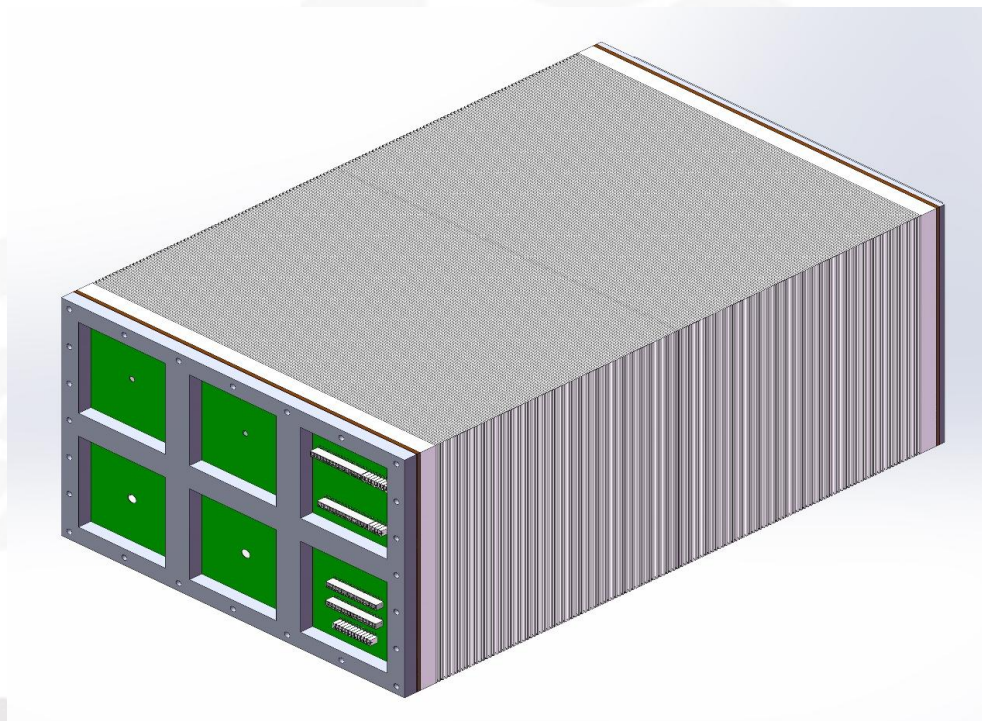
技术原理

样机设计

- 1、电池模组壳体完全密封，并具有一定防爆抗压强度。
- 2、电池模组内部填充的**防爆液**，可将电池封装内的温度均匀循环，防止出现局部过热的现象。使得电池**热均衡提升**，可大大延长电池使用寿命。
- 3、专用电池防爆液具有**绝缘、阻燃**的特性，填充至电池模组中，可实现电池**阻燃防爆**功能；且该液体无毒无味，满足国家环保要求。

技术原理

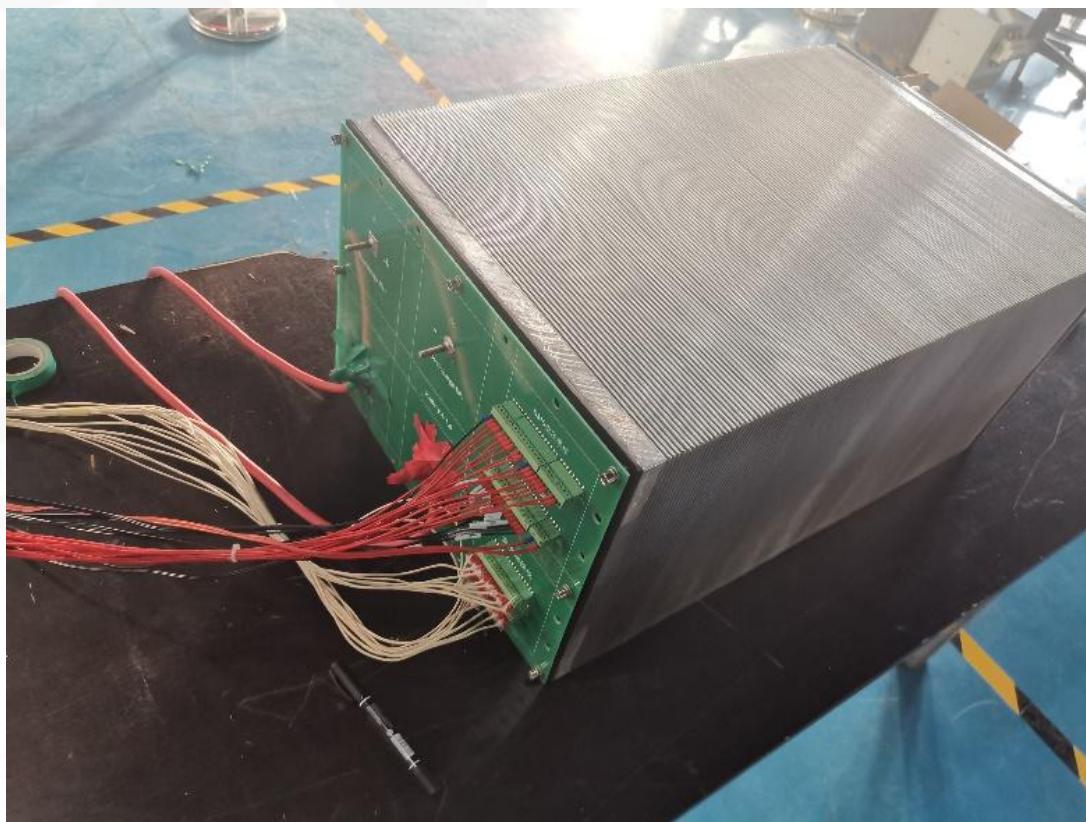
样机设计



第一代样机设计图

技术原理

样机设计



第一代样机实拍图

验证试验

温升试验

实验安排：

样机储能能量为10kWh，由18个单体串联而成。

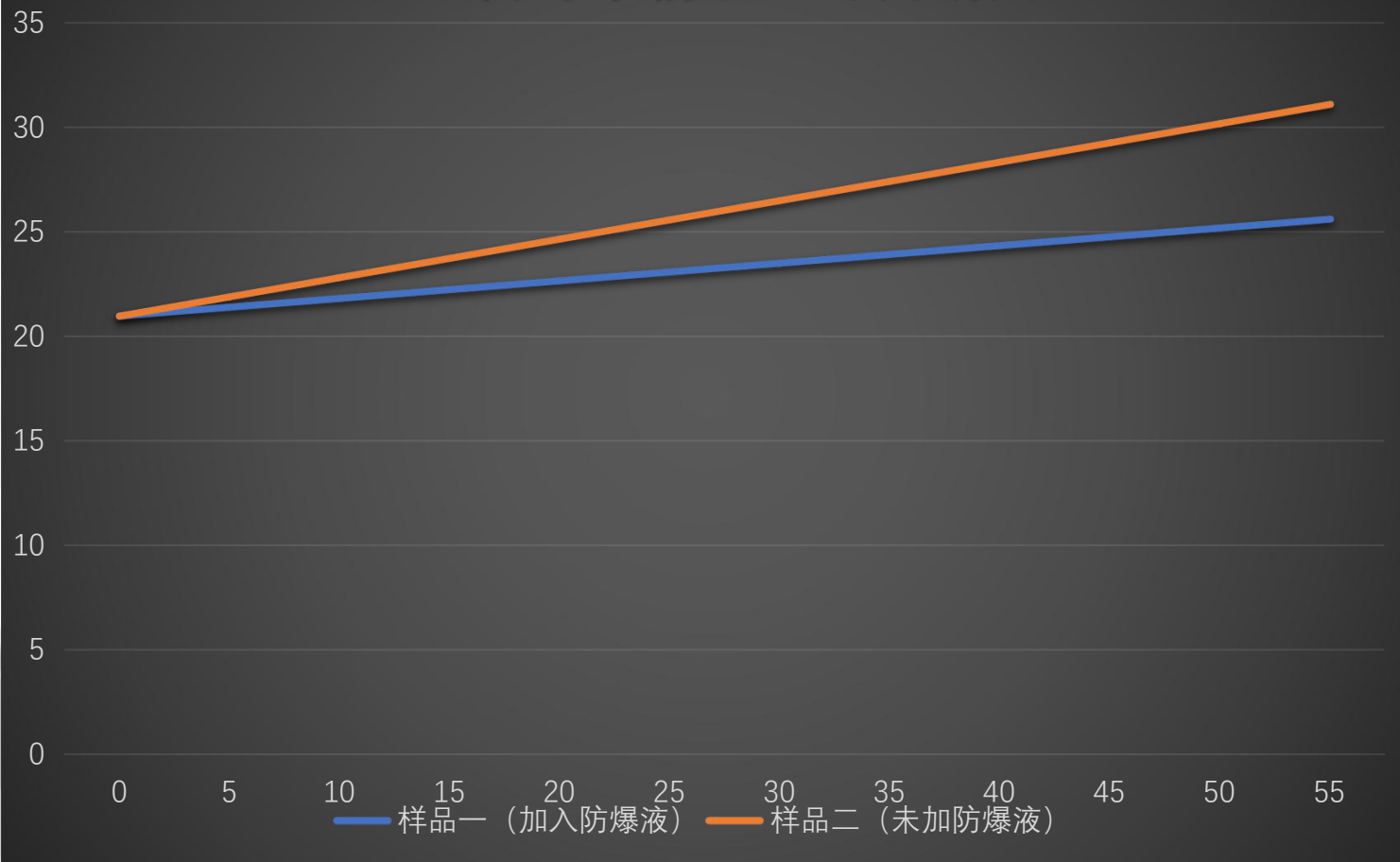
对两台样机进行1小时不间断的充/放电，测量两组样品内部的温升。

	样品一	样品二
填充防爆液	√	×

试验结果

温升试验

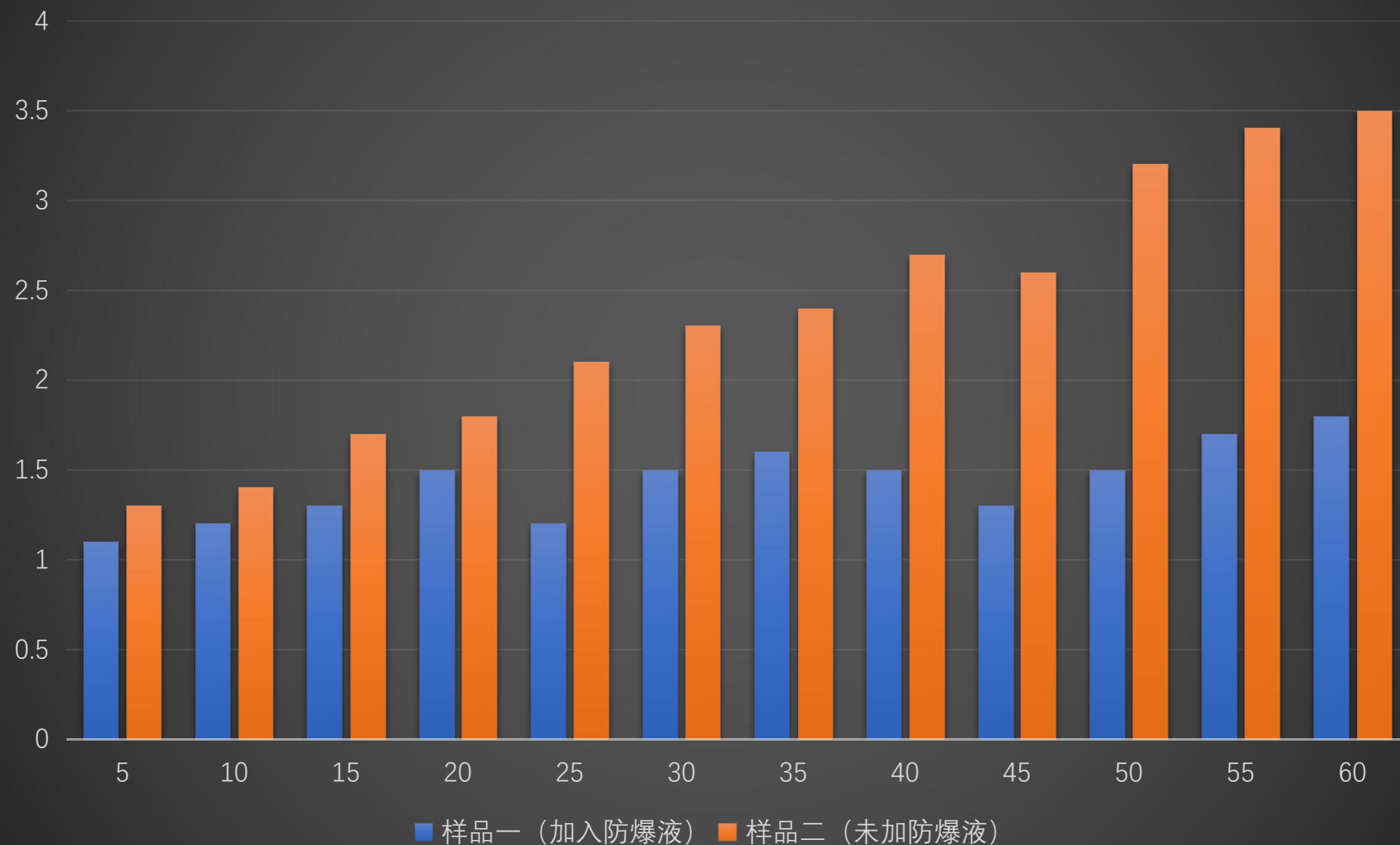
加入防爆液前后温升曲线图



验证结果

温升试验

加入防爆液前后模组电芯最大温差柱状图



验证结论

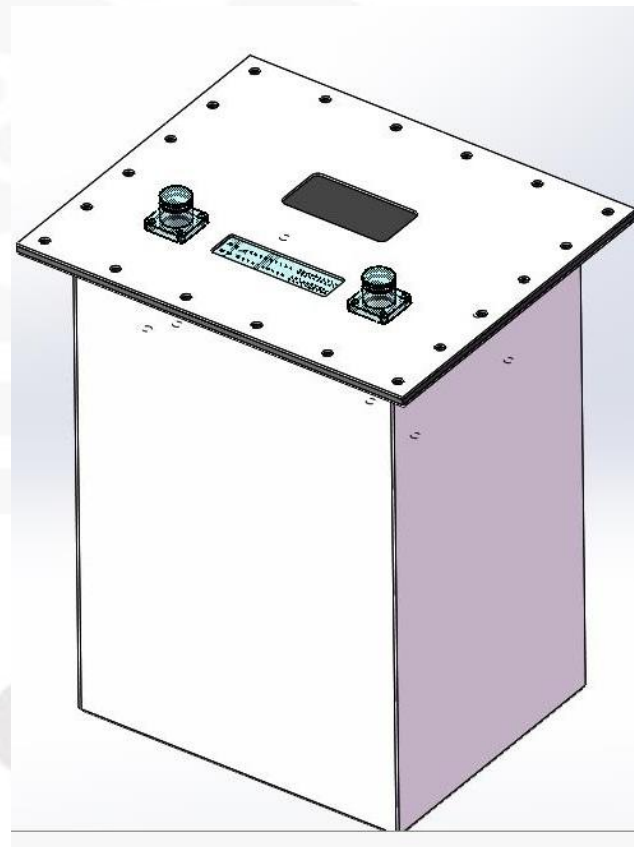
温升试验

结论1：填充防爆液有效地将储能系统中的热量通过样机外壳传导到环境中，抑制了样机内部的温升。

结论2：填充防爆液加速样机内部的热交换，明显提高了热均衡效应。

技术原理

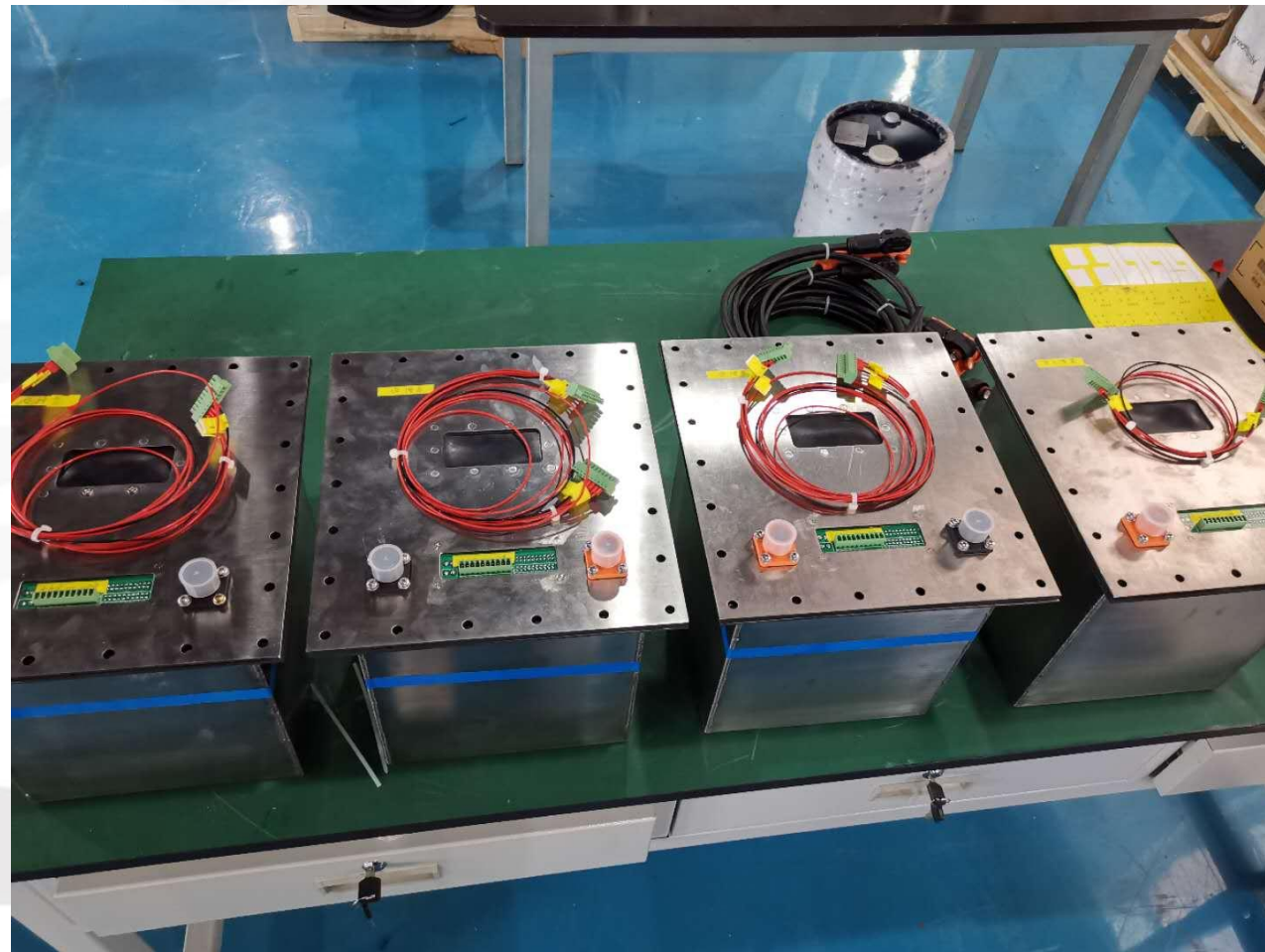
样机设计



第二代样机设计图

技术原理

样机设计



第二代样机实拍图

验证试验

穿刺试验

实验安排：

对三台样机进行穿刺实验，钢针通过箱体顶部的穿刺孔，穿过电池模组的第一节电芯。

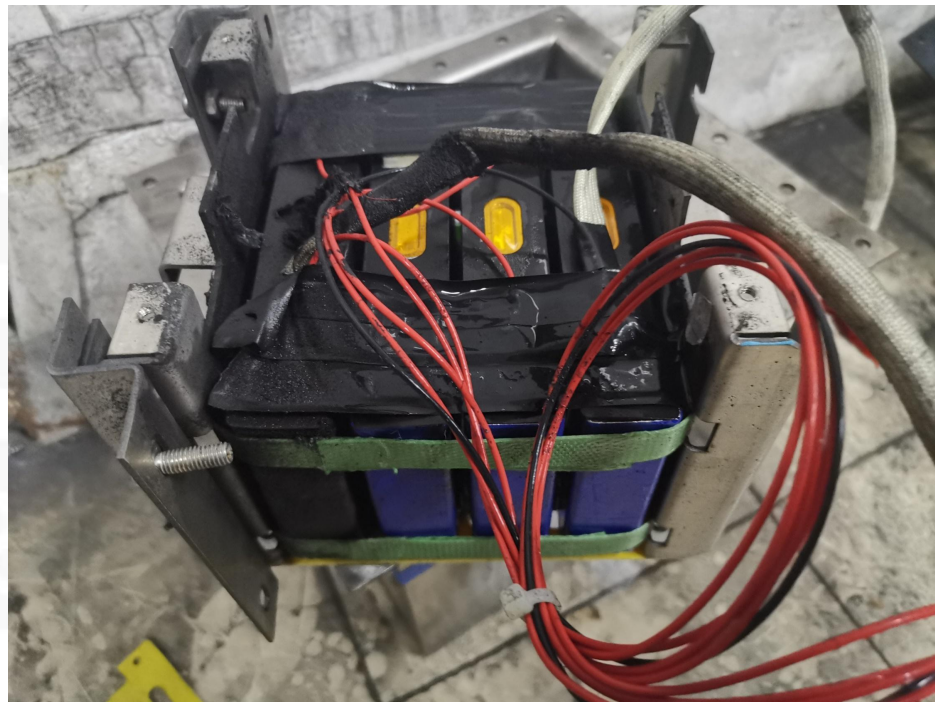
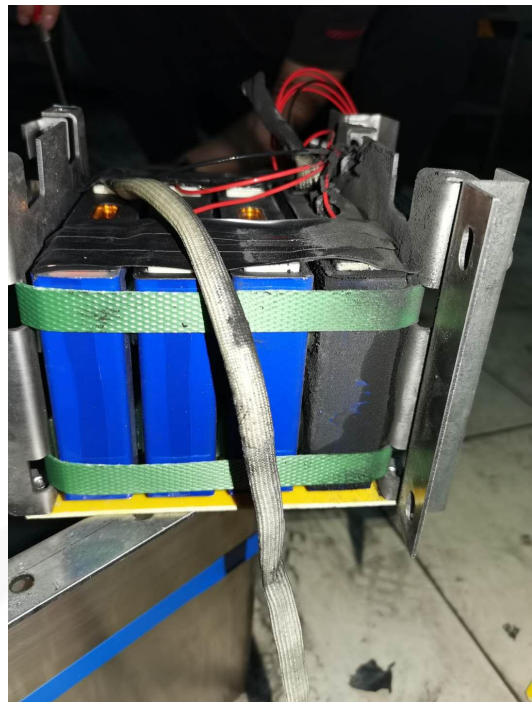
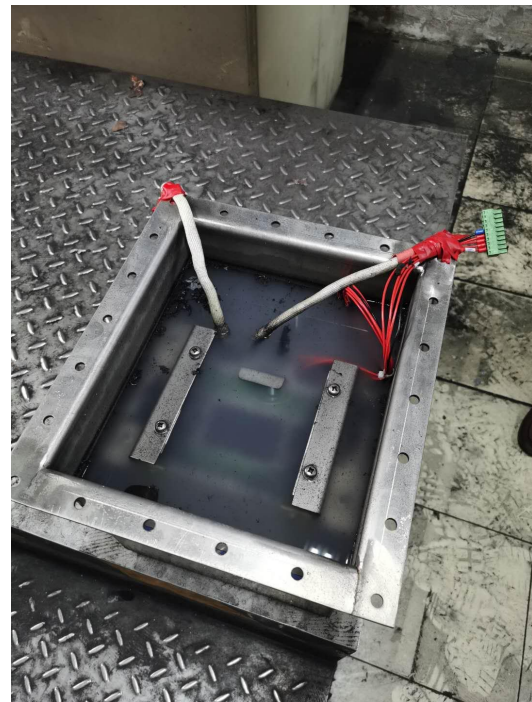
	样品一	样品二	样品三
填充防爆液	×	√	√
封口	√	×	√



验证结果

穿刺实验

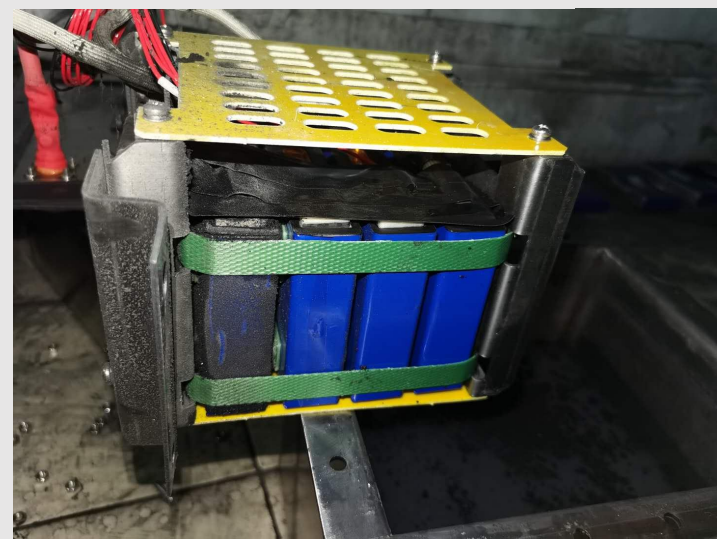
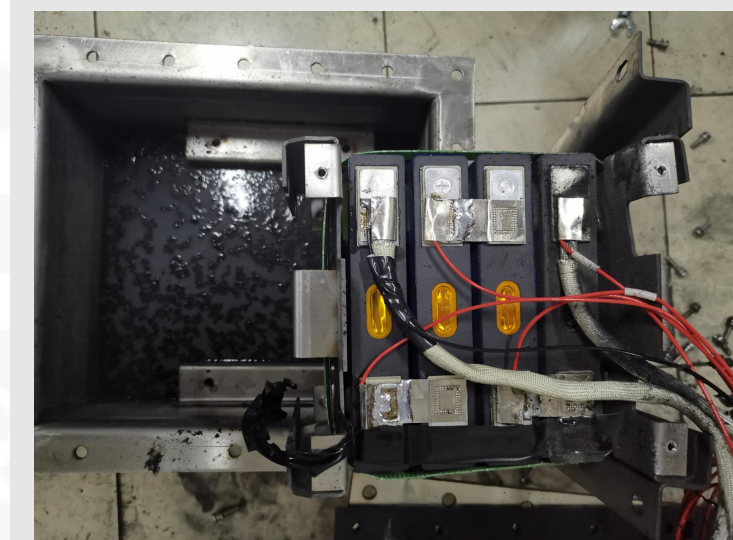
样品一（未灌液，封口）穿刺后实拍



验证结果

穿刺实验

样品二（灌液，未封口）穿刺后实拍



验证结果

穿刺实验

样品三（灌液，封口）穿刺后实拍

验证结论

穿刺实验

结论1：填充防爆液降低了电池爆炸反应的剧烈程度，缩短了电池爆炸反应的时间，保证未被穿刺电芯不受爆炸影响。

结论2：防爆液吸收了电池穿刺短路爆炸所产生的急剧上升的压力，保护箱体。

结论3：防爆液吸收了大部分电池爆炸反应所产生有害气体。



中国电子科技集团公司
第十八研究所

验证试验

试验机构



中国电子科技集团公司
第十八研究所

验证试验

试验机构

工程应用

微电网储能项目

位于北电自动化园区内的应用防爆储能电池的
微电网储能系统已接近投运。整套系统配备了
100kWh的防爆锂电池，光伏组件配置功率70kW，
光储一体机100kW。系统设计兼顾锂电池的防
火防爆以及充放电特性。

Jindee



光伏储能电站



海上储能电站

工程应用

应用领域



5G通信基站



数据机房不间断电源

工程应用

应用领域



工程应用

应用领域

电动汽车领域

航空军事装备