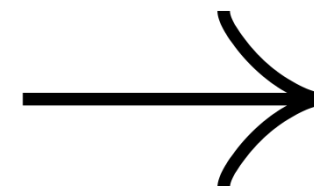


传感赋能安全储能

多模态耦合技术在储能系统中的创新应用



编号：6 姓名：应逸雯 导师：张宏



CONTENT

01

**大型储能系
统特性**

02

**设备异常报
警**

03

**动态温度调
节**

04

**气象条件自
适应**

大型储能系统特性

- 【热失控】目前电池材料多为磷酸铁锂/三元锂，且密集排列，热失控时会产生大量可燃气体，如氢气、甲烷、乙烯等，单体失效后引发连锁热失控
- 【环境干扰】环境温度过高、电池受到机械冲击或穿透；电池管理系统、能量管理系统、储能变流器失效，电池过充、过放或过热，引发热失控
- 【化学风险】电池外壳破裂，电解液泄露，不同化学物质相互反应，产生烷烃、一氧化碳等具有毒性、挥发性气体
- 【腐蚀风险】电池极柱、金属连接件在潮湿、含腐蚀性气体环境中，易腐蚀，影响充放电性能，进而引发结构损坏和电气故障



大型储能系统特性

- 储能系统爆炸后果严重，**生命威胁，环境污染，经济损失**



设备异常报警

● 光谱传感器

- 使用波长为0.7-1微米的红外LED进行烟雾检测，对烟雾粒子的散射较为敏感，可以有效检测到**微量烟雾**的存在。
- 使用波长0.7-2微米的红外辐射测量温度，光谱红移则是**温度升高**。



● 气体传感器

- 氢气在热失控早期释放，其信号响应时刻比温度信号响应时刻**提前**约580秒。
- CO, C₂H₄, CH₄, C₃H₆在储能系统事故中常见且**有毒**，出现信号应提醒救援人员注意。



设备异常报警

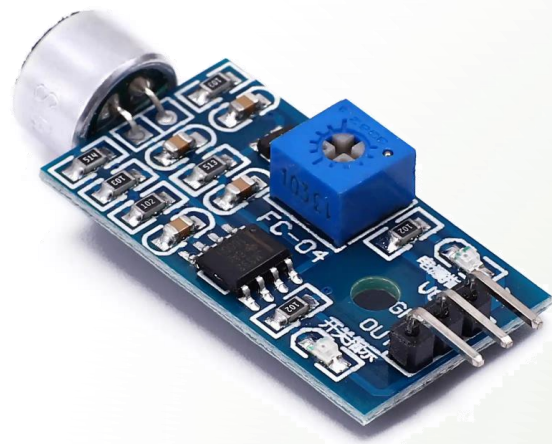
● 电流电压监测

- 内部**短路**时电流突变。
- 电芯电压在**加热**作用下逐渐升高至高位运行，但在热失控前会出现回落，随后又迅速回升。
- 电压电流和温度变化的间隔差异在几十分钟以上，可作为**早期预警**。



● 声音传感器

- 电池内部的微小破裂声、电解液泄漏声，热失控前电池安全阀可能会开启，预警时间比热失控**提前**约10分钟。



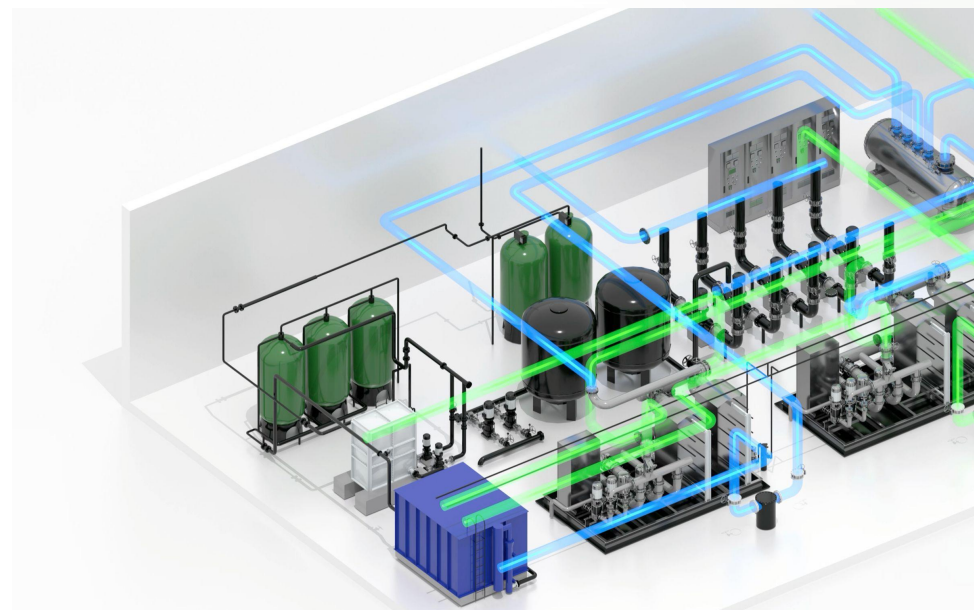
设备异常报警

- 多模态耦合，综合多种信息源，避免单一模态数据的局限性，**减少漏报**，及时发现火灾早期预警信号，**快速响应**
 - 开启着火防烟分区内的全部排烟阀、排烟风机和补风设施
 - 关闭该防烟分区内与排烟无关的通风、空调系统
 - 火灾初期可以采用气体灭火和干粉灭火，减少损失
 - 及时警报工作人员，联动消防系统，加快反应速度



动态温度调节

- 将**能量管理系统（EMS）**与**热管理系统（TMS）**进行深度耦合协同
- 综合考虑电池的电压、电流、温度、SOC（荷电状态）、SOH（健康状态），检测到某些电池模组的温度异常升高时，**调整 TMS 的冷却强度&合理分配充放电功率**，避免对电池造成进一步损害。



动态温度调节

- EMS根据电网需求和储能电池状态实时分配充放电功率，同时将功率变化信息实时传递给TMS。TMS根据接收到的功率信息，提前调整冷却或加热策略，确保电池在充放电过程中始终处于最佳温度范围。



- 锂离子电池在 20°C ~ 30°C 的温度范围内，其充放电效率通常可以达到90%以上；保持适宜的温度可以减少电池内部的极化现象，降低电池的内阻，从而提高电池的充放电速度和能量转换效率。
- 温度过低时，电池的活性物质反应不充分，导致电池容量下降。在 -10°C 时，锂离子电池的容量可能只能达到常温下的60%~70%。温度过高时，电池内部的化学反应过于剧烈，会导致电池内部材料的副反应增加。在最佳温度范围内，电池的容量能够保持在较高水平，确保储能系统的能量输出稳定。

动态温度调节

- 风冷

- 散热效率有限，温度均匀性差



- 液冷

- 存在漏液风险，导致电路故障

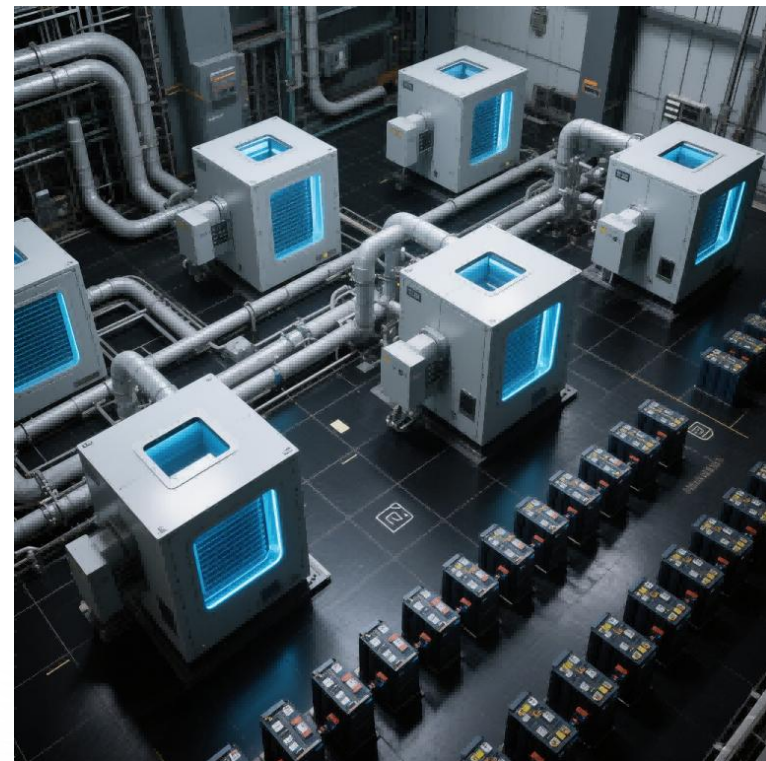


动态温度调节

- **磁致冷**

- **绝热加场**：当磁性材料在绝热条件下被置于外部磁场中时，材料的磁熵减少，温度升高。**绝热去场**：当磁性材料在绝热条件下从外部磁场中移出时，材料的磁熵增加，温度降低。**循环系统**：通过机械或流体循环系统，使磁性材料在磁场中循环运动，实现连续制冷。

- 相较风冷、液冷，作用域均匀，控制精确
- 根据电池充放电功率的变化（**由能量管理系统监控**）
精确高效实时调整制冷量



气象条件自适应

- 外界恶劣环境——高温、低温、高湿度
- 环境温度过高→**电池过热、热失控风险**
- 环境温度过低→**电池容量低、充放电效率降低**
- 环境湿度过高→**金属老化、绝缘性能下降**



气象条件自适应

- 温度传感器、湿度传感器，实时监测
- 10°C-35°C内，储能系统高效工作。
- 30%-70%RH内，储能系统可以保持良好的性能和安全性。
- 联合热量管理系统、环境管理系统
- 环境温度过高→增加散热
- 环境温度过低→减少散热，增加保温措施
- 环境湿度过高→减少与外界通风，开启抽湿系统





THANKS

应逸雯：传感赋能安全储能

