



STATE KEY LABORATORY OF FIRE SCIENCE

## 求真务实，开拓创新



首页 | 新闻中心 | 研究进展

### 我实验室在光纤原位监测锂离子电池热失控方面取得进展

文章来源: SKLFS 作者: SKLFS 发布时间: 2023-08-30

近日，中国科学技术大学孙金华教授和王青松研究员团队与暨南大学郭团教授团队在锂离子电池热失控光纤检测早期预警领域取得重要成果。成功研制出可植入电池内部的高精度、多模态集成光纤器，率先实现了对商业化锂电池热失控全过程的精准分析与早期预警。相关研究成果以“Operando monitoring of thermal runaway in commercial lithium-ion cells via advanced lab-on-fiber technologies”为题，于8月29日在线发表在《Nature Communications》期刊上

随着全球范围内能源危机的出现，并在“双碳”目标驱动下，锂离子电池获得了蓬勃发展，然而电池热失控被喻为威胁电池安全的“癌症”，是制约电动汽车与新型储能规模化发展的核心瓶颈。因此亟需深入理解锂离子电池热失控演变机制，并提出早期预警策略以防止火灾爆炸事故的发生。导致电池热失控的根源，是电池内部一系列复杂且相互关联的“链式副反应”。最具代表性的链式反应包括：外部电、热、机械滥用→内部产热→SEI膜分解→负极与电解液反应、产气→隔膜熔化→内部短路→安全阀开启→正极与电解液反应、产气→电解液分解、产气→电解液、气体燃烧→起火爆炸！从局部短路到大面积短路，电池内部温度快速提升，可高达800°C以上，引发电池起火爆炸。

由此可见，“溯源电池热失控发生的内在诱因，厘清各分步反应之间的耦联关系，揭示热失控主导机制与动力学规律，前移热失控预警时间窗口”是从根本上解决储能安全问题的核心。然而，由于电池的密闭结构和内部复杂的反应机制，电池内部核心状态参量检测的准确性和实时性无法保证。最新报道的具有“透视”检测能力的科学仪器（如中子衍射、X射线衍射、冷冻电镜等），由于仪器体积庞大、价格昂贵，无法应用于电池使用终端。如何科学、及时、准确地预判电池安全隐患，成为当前电池安全领域的国际性科学难题。

为攻克这一难题，该团队提出了一种可植入电池内部的多模态集成光纤原位监测技术，在国际上率先实现了对商业化锂电池热失控全过程的精准分析与提早预警。该联合团队设计并成功研制出可在1000°C的高温高压环境下正常工作的多模态集成光纤传感器，实现了对电池热失控全过程内部温度和压力的同步精准测量，攻克了热失控极端环境下温度与压力信号相互串扰的难题，提出解耦电池产热和气压变化速率的新方法，首次发现了触发电池热失控链式反应的特征拐点与共性规律，实现了对电池内部微观“不可逆反应”的精准判别，为快速切断电池热失控链式反应、保障电池在安全区间运行提供了重要手段。

在未来，鉴于光纤传感器尺寸小、形状灵活、具有抗电干扰性和远程操作能力，适合大规模生产的标准制造技术，且可以实现一根光纤在电池的多个位置同时监测温度、压力、折射率、气体组分和离子浓度等多种关键参数。光纤传感技术与电池的结合将会在新能源汽车、储能电站安全检测等领域发挥重要作用。

#### 相关链接

我实验室再次在《Progress in En...

我实验室博士邱水来荣获2020年度...

我实验室主持的国家重点研发计划...

中国科大在《Progress in Energy...

我实验室王占东教授获得首届国际...

#### 联系我们

安徽省合肥市金寨路96号  
中国科学技术大学  
火灾科学国家重点实验室  
邮政编码: 230026

Tel: (+86)551 63601651

Fax: (+86)551 63601669

E-mail: sklfs@ustc.edu.cn

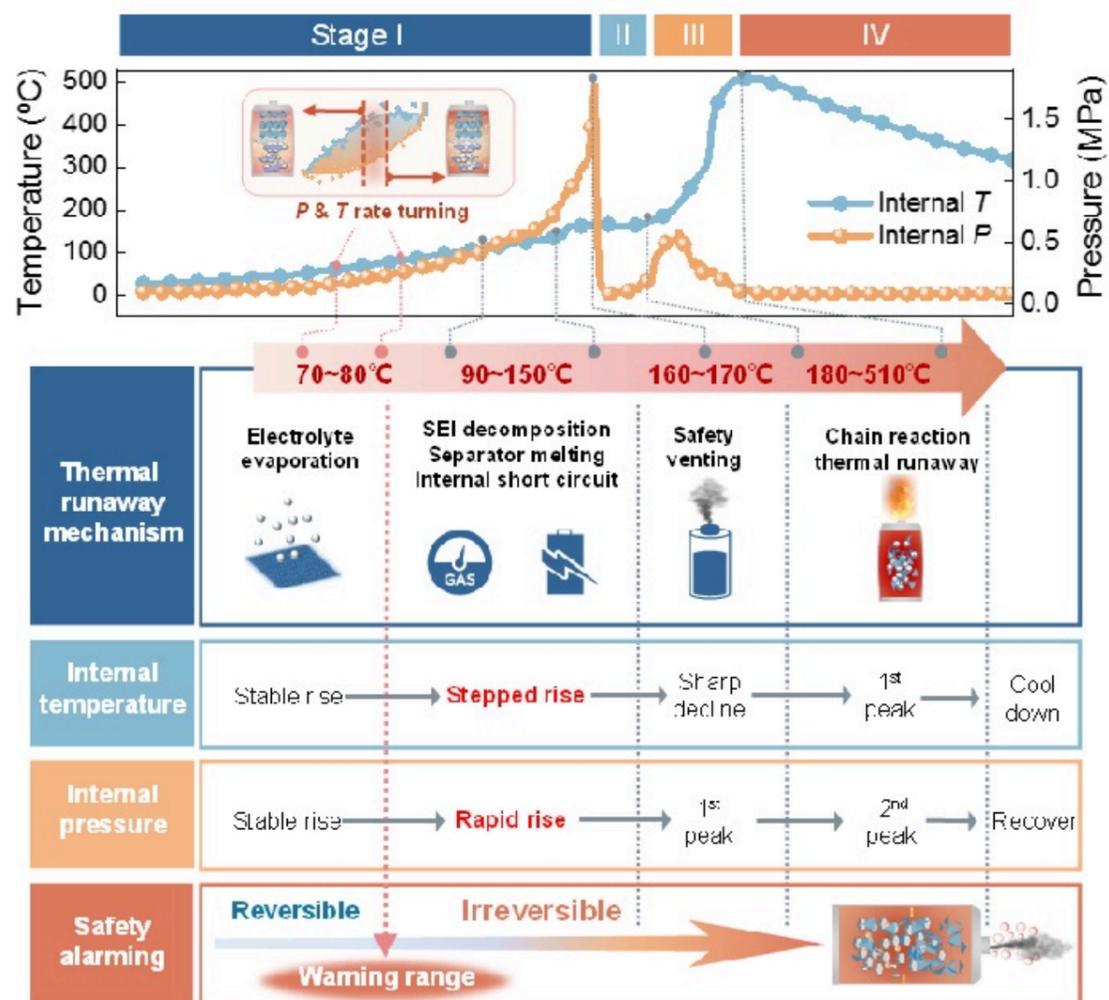


图 光纤原位监测电池热失控内部特征及早期预警区间的建立

中国科学技术大学王青松研究员与暨南大学郭团教授为论文的共同通讯作者，中国科学技术大学博士后梅文昕和暨南大学硕士研究生刘誌为论文的共同第一作者，该工作由中国科学技术大学、暨南大学、加拿大国家研究委员会、香港理工大学及卡尔顿大学相关团队合作完成。

该研究工作得到了国家自然科学基金、中国科学院青年创新促进会、广东省特支计划科技创新领军人才、国家博新计划等资助。

原文链接：<https://doi.org/10.1038/s41467-023-40995-3>

