

纽扣电池 差示扫描量热仪

随着新兴电池技术不断提升能量密度,在开发周期的早期阶段确定安全性与稳定性变得至关重要。纽扣电池 DSC 可对纽扣电池进行热评估,揭示能量释放与反应情况,为安全与性能评估提供依据。

用于电池的差示扫描量热法

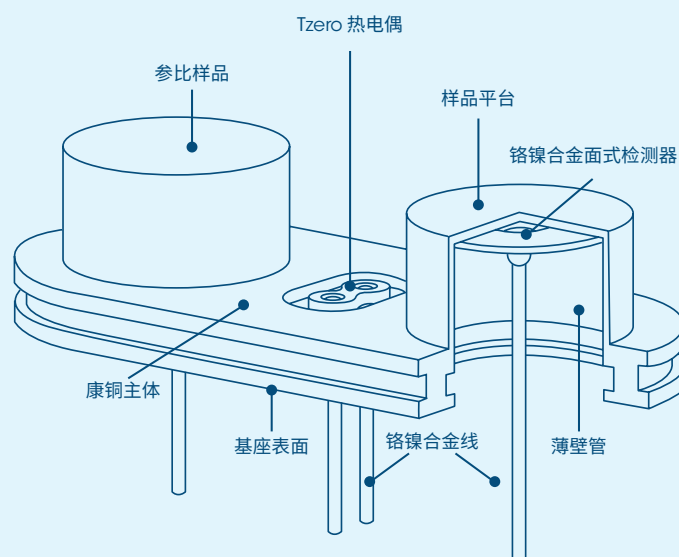
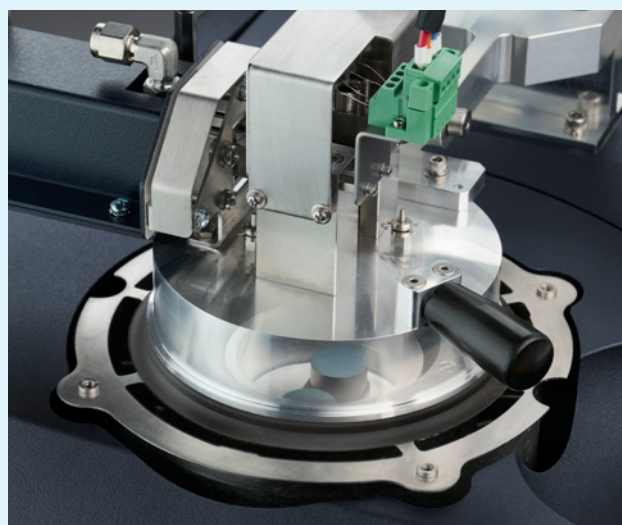
差示扫描量热法是一项成熟的分析技术,用于测量样品在一定温度范围内加热或冷却时释放或吸收的热量。DSC 用于评估材料的热特性,包括相变、起始温度和反应热。热流式 DSC 仪器在炉体内加热样品盘和参比盘(通常为空盘),从而实现定量的热流分析。

如今,DSC 通常用于测试孤立的电池材料,但单独测试各组件可能无法揭示它们之间相互作用的程度。这可能掩盖隐藏的安全缺陷,而这些缺陷若在放大至更大规格后才被发现,则可能导致代价高昂、耗时且具有潜在危险的失误。

纽扣电池差示扫描量热仪使电池研究人员和开发人员能够快速、自信地评估纽扣电池的热特性,而无需拆解。现在,完整的纽扣电池可与逸出气体分析、电池电压监测及充放电循环一同进行热测试。来自纽扣电池 DSC 的分析洞见有助于弥合材料测试、整颗电芯安全及性能评估之间的脱节。

所测量的性能包括:

- 热流
- 反应热
- 逸出气体分析
- 起始温度
- 反应机理
- 电压监测



电池应用 - 示例数据

纽扣电池 DSC 使电池开发人员能够在早期阶段测试中验证新配方的安全性,与后期安全测试相比,所需材料更少,周转时间也更短。通过将热学评估与逸出气体分析 (EGA) 相结合,可识别热降解过程中释放的气体或导致热失控的反应机理,从而实现更深层次的分析。此外,电化学连接可实现电压监测或充放电循环,以识别在热滥用和电滥用期间发生的热事件。这种对电池电芯行为和热量释放的全面分析,为电池安全性和性能的可靠预测提供了支撑。以下示例实验展示了纽扣电池 DSC 的真实数据和分析。

电池热安全性

温度斜坡扫描用于了解电池的热稳定性以及电池材料之间的任何交叉反应。温度斜坡扫描可测量起始温度和反应热,并有助于识别反应机理。该图显示了 NMC 电池化学体系的温度斜坡扫描至 600 °C 的结果,揭示了反应的四个步骤:

- 1.不可逆电芯分解的起始温度
- 2.隔膜熔融和纽扣电池密封垫熔融
- 3.电解液与活性材料的热分解及交叉反应
- 4.密封垫热降解及与正极材料的高温反应

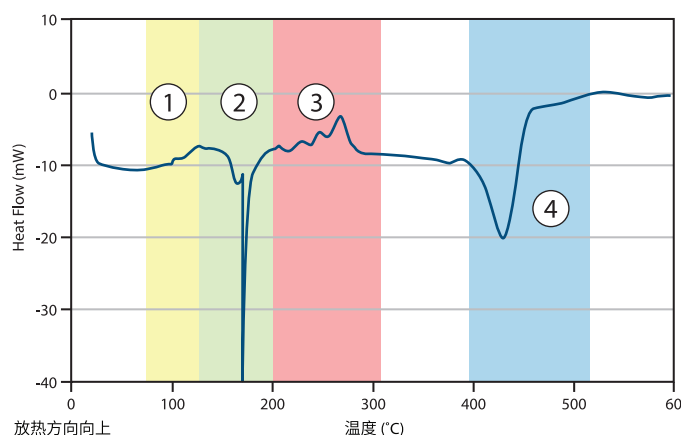


图 1

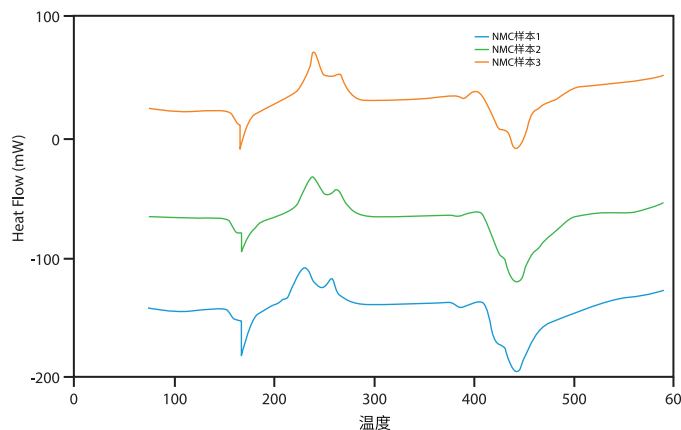


图 2 展示了 NMC 电芯的三次样品测试,证明了纽扣电池 DSC 卓越的重复性。

热分析-逸出气体联用

热分析与逸出气体分析 (EGA) 联用, 有助于识别导致热降解的反应以及加热过程中生成的气体。在本示例中, 温度斜坡扫描超过了密封垫的熔融温度, 使气体得以释放, 逸出气体分析从而能够检测到释放的物质。如图 3 所示, 在 167 °C 时观察到溶剂释放。在 234 °C 时, 检测到二氧化碳 (m/z 44) 的析出, 对应电解液分解和正极降解。该实验通过将纽扣电池 DSC 与质谱联用, 揭示了逸出气体的组成及其释放温度。

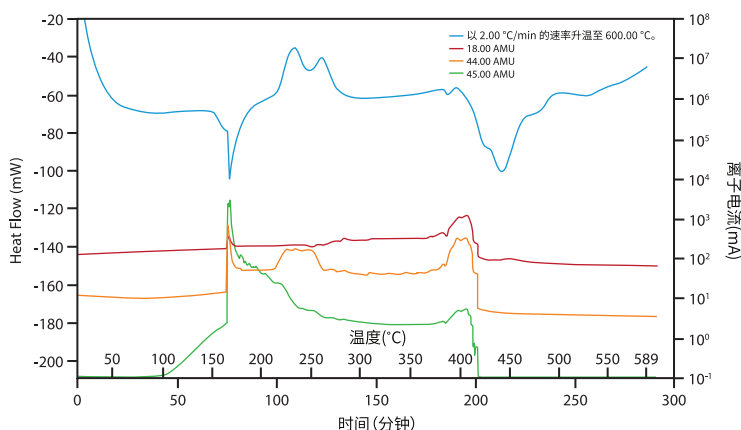


图 3

利用电压监测识别内部短路

准确识别电池何时发生短路并丧失功能, 对于工程与设计至关重要。电压监测可确保电芯达到预期的荷电状态, 并精准定位内部短路发生的时刻, 为安全预测提供支撑。电压监测还能确保测试完成后电芯处于可安全操作的状态。

图 4 展示了短路开始发生的过程, 电压下降与热流起始点相吻合, 揭示了退化的早期迹象。电压降表明电芯内部发生了短路, 导致电芯完全失效, 电压降至 0 V。

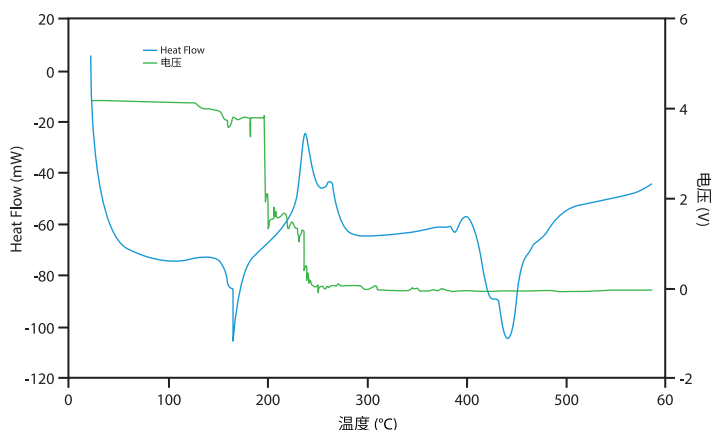


图 4

不同温度下的等温循环

使用循环样品舱进行等温循环, 可测量电池在不同等温温度下与循环相关的热流。纽扣电池 DSC 支持电池循环, 以获取充放电过程中的总热量生成。图 5 记录了在 25 °C 进行的充放电循环过程中的总产热, 显示该样品在充电过程中总热流为 1.48 J, 放电过程中为 1.8 J。精确的总热流测量是热管理设计与建模的必要条件。

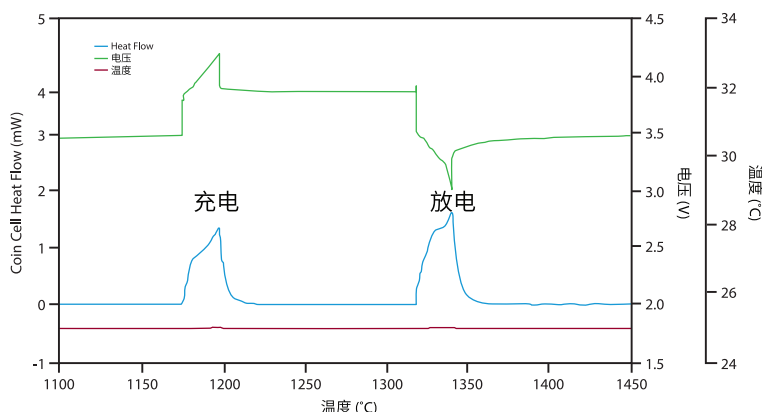


图 5