

# 电池综合性能测试方案

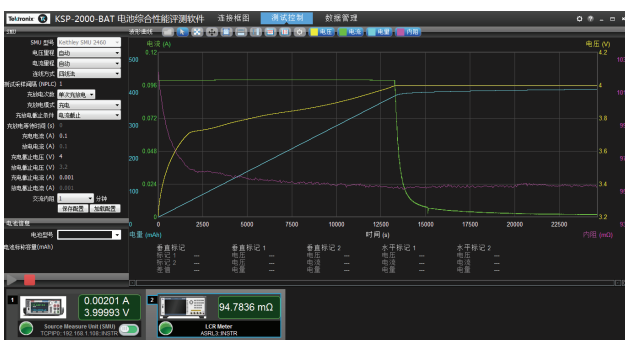
## 泰克 TSP-2000-BAT 电池测试方案

### 系统背景

随着智能可穿戴设备、物联网产业的兴起，以及新能源技术的普及，作为储能单元的电池越来越受到人们的重视，可重复充电的电池已经成为生活中不可缺少的基本需求。为了增加电池容量，提升电池寿命，科学家和工程师进行了多种尝试，为电池性能提升进行着不懈的努力。

虽然材料科学一路发展，但锂离子电池性能的提升仍无法与芯片能力相媲美，电池的能量密度提升相对缓慢。为了验证不同材料电池在性能上的细微变化，电池研发和测试机构需要有更精密的测试手段，对其进行准确严格的评估。而对电池使用者来说，如何快速准确的评估不同厂家电池的性能，也是非常重要的测试需求。

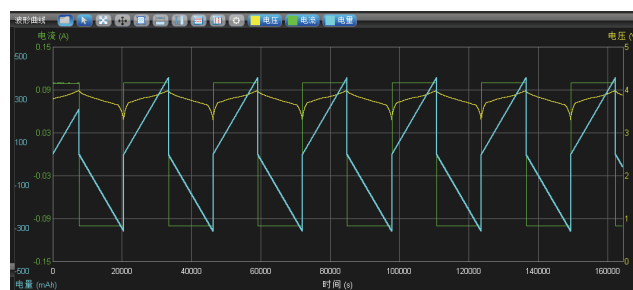
TSP-2000-BAT 电池综合性能测试方案使用吉时利源表进行电池性能测试。源表的优点在于精密的四项限输出能力，以及非常高的电压电流回读精度。相比传统方案使用电源、电子负载分别进行电池的充放电，另外还需要使用额外的电压电流表进行测试，源表只需要一台设备就可以完成电池所有的直流参数测量。配合泰克方案合作伙伴提供的交流内阻测试设备，可以一次性解决用户在电池测试中遇到的多种问题，包括高精度电池容量计算，充放电曲线的绘制，电池循环充特性和老化特性测试，电池交流内阻特性等等。简化电池测试流程，提高测试精度，降低测试成本。



TSP-2000-BAT 软件测试界面

### 方案特点：

**1. 锂离子电池的充放电测试和数据记录：**了解电池的充放电特性，记录充放电电流电压变化曲线是电池测试的基本要求。使用吉时利源表配合软件 TSP-2000-BAT 软件可以大幅度降低电池充放电测试的系统复杂度，一台仪器就可以完成充放电操作，并高精度记录充放电过程中的电压和电流数据，同时用图形方式进行显示。



黄色为电压变化曲线，绿色为电流曲线，蓝色为电量曲线

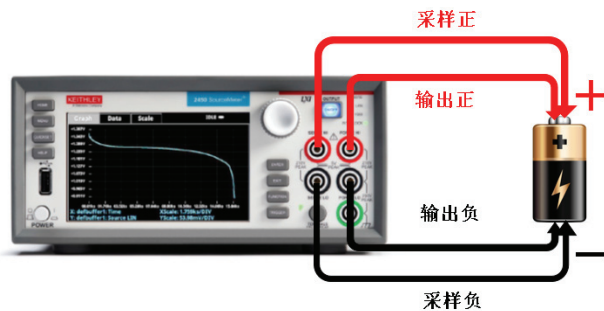
**2. 高精度的电池容量测试：**由于电池技术的发展，每次技术革新带来的能量密度和容量的提升。电极，电解质和隔膜材料的优化都会带来电池性能的微弱变化，这就需要测试手段能够高精度的表征电池容量的提升。在传统测试中，很难对电池容量进行精确计算，因为需要对充电或放电过程进行积分操作，同时还需要对电流进行高精度的连续采集，计算过程相对复杂。

2450 源表的电流测试精度最高可以达到 50pA，在 100mA 量程下的测量精度为 6uA SMU 可以提供极高的电流测试精度，在 Ah 和 mAh 计算中，需要对充电、放电电流进行连续快速采集，并在时间轴进行积分求得电量。更高的直流精度和更快的采样速率可以提高电量计算的精准度。

泰克 / 吉时利源表还支持两线 / 四线供电功能，使用四线供电可以有效消除导线和连接夹具电阻，对电池充放电产生的影响。

## 电池综合性能测试方案

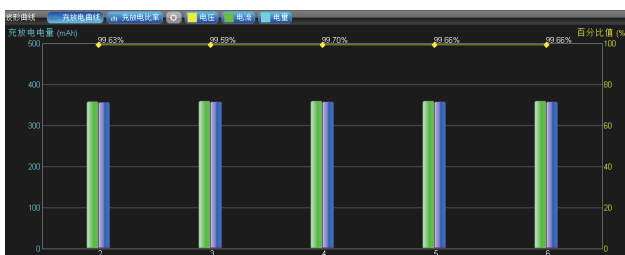
## 方案技术白皮书



四线供电连接可以消除线电阻影响，更精确的测量电池两端的实际输出电压

**3. 循环充放电功能和库伦效率计算：**由于电池的充、放电时间较长，电池性能测试需要花费的时间通常在几个小时。如果要进行不同倍率的循环充放电测试，或者老化测试，则需要花费更长的时间，可能长达几天甚至几周时间。因此，自动化测试手段成为必要条件，通常需要将测试数据自动读入电脑中进行后续分析，避免重复的人工劳动。

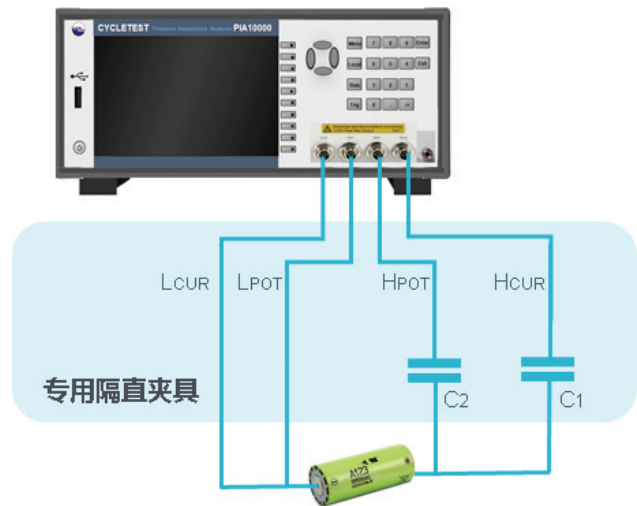
近年来很多相关领域的科学家开始用库伦效率 (Coulombic Efficiency) 预测电池寿命。其中，库伦效率 (CE) = 放电电量 (Qdis) / 充电电量 (Qch) X 100%。在单次充放电过程中，充放电电量变化极小，为了达到精确的库伦效率的测量，需要将电压和电流的测试精度提高到 0.01% 附近。吉时利源表超高的电压和电流测试精度，正好可以满足这一要求。



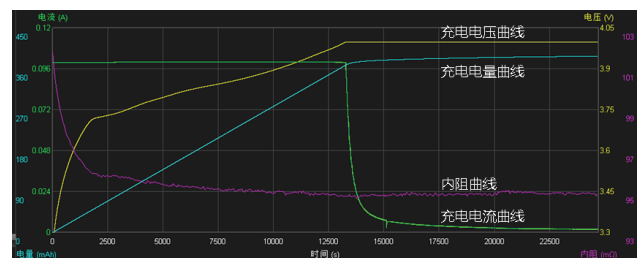
充放电电量柱状图和库伦效率曲线

**4. 电池交流内阻测试功能：**由于电池自身带有电压，所以不能使用传统的欧姆定律测试电池内阻。行业内定义电池内阻一般采用交流测试方法，测试电池在 1KHz 交流频率下的内阻阻值。由于内部化学材料的影响，电池在不同电量条件下的内阻阻值也不相同。为了了解电池在充放电过程中的内阻变化，可以使用泰克方案合作伙伴提供的 LCR 表进行电池交流内阻测试。

为防止充放电电流流入 LCR 表，在测试过程中，还需要使用特殊设计的隔直夹具，连接电池与 LCR 表进行测试。



电池与 LCR 表的连接需要通过专用隔直家具，以避免对 LCR 表的损伤



锂离子电池充电过程中电流、电压、电量和内阻的关系曲线

**5. 计算和数据处理功能：**在充放电过程中，有多组数据被实时记录下来，包括时间，电压，电流，电量，内阻等。在数据处理中，可以选择任意充放电周期中的任意几组数据进行显示。测量结束后，自动将测试数据保存保存为 CSV 文件以便后续分析。测量数据也可以重新导入软件，查看数据的图形显示。

### 系统配置：

#### 泰克公司：

2450/2460/2461 吉时利高精度源表

#### 第三方软件 / 硬件：

TSP-2000-BAT 电池综合测试软件

ECA200 高精度 LCR 表

CT8001 隔直测试夹具

CT8902 高频测试线