



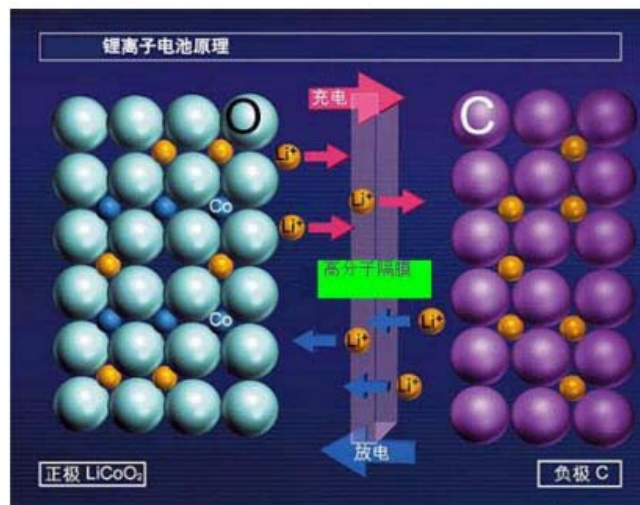
艾德克斯 IT6412 在锂电池安全测试中的应用

关键字：枝晶效应 锂离子电池 电池保护板

引言

我们的电池安全、耐用、可靠吗？从手机电池安全事件到波音 787 电池事件，人们前所未有地在关注电池问题。的确，巨大的移动数码和通信设备的需求、电动工具的快速发展，电动汽车和节能环保对大容量电池的需求，使整个电池行业欣欣向荣。但锂电池充电时产生的枝晶会使电池短路，目前尚未彻底解决其安全问题。如何通过严格可靠的测试，控制并保证锂电池的安全运行并提升其工作寿命，不仅是从事锂电池开发和生产的工程师面临的挑战，也同样是对产品设计工程师在选用电池和设计产品用电特性时，需要充分考虑的问题。艾德克斯 IT6412 的锂电池安全测试方案，可以从循环充放电、保护性能以及电池保护板性能等各个方面测试便携式以及可穿戴设备的锂电池，既安全又高效。

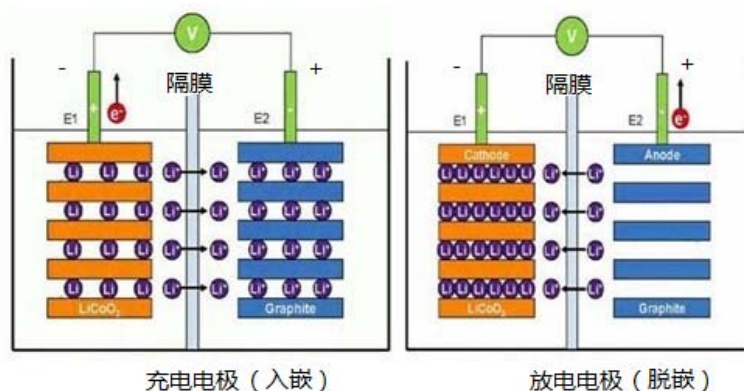
一、枝晶效应



图一、锂电池工作的原理

锂电池是通过锂离子的传递来完成充放电的。如图一所示，锂离子电池由正极，负极，隔膜，电解质组成。现在锂聚合物电池常使用高分子胶体取代常规液体电解质，比传统锂离子电池更轻薄，能量密度更高，安全性更好。

锂离子电池的充电和放电可以通过嵌入和脱嵌两个过程来完成（如图二所示），在放电时，锂离子从正极材料中移出至电解液，再像水进入海绵一样的进入到负极材料，这个过程被称为脱嵌。而在充电状态下这个过程则相反，称之为入嵌。上图中左为锂电池的入嵌过程，右为脱嵌过程。



图二、锂离子电池的嵌入和脱嵌

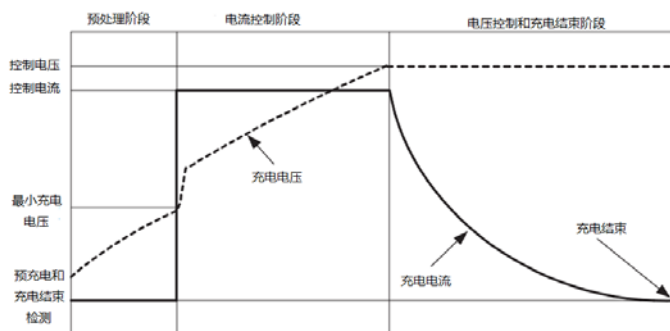
所谓枝晶效应，就是在充电过程中，锂离子从正极脱嵌，穿越隔膜，跳进电解液后，在充电器给予的外电场作用下向负极运动，依次进入石墨组成的负极，在负极表面形成碳锂化合物。当充电速度过快时，锂离子还来不及钻进负极的小洞穴，就在负极附近的电解液中聚集起来，一些靠近碳负极的锂离子就会与电子结合，从而变成金属锂。如此这般，时间一长，金属锂就会在负极堆积起来、形成像树枝一样的晶体，大家习惯地称呼这种树枝状晶体为“枝晶”。

那么，出现枝晶的后果是，枝晶大到一定程度会刺穿正负极之间的隔膜，一旦刺穿，电池会立即短路，轻者电池报废了事，重者发生爆炸。

二、IT6412 的充放电安全测试保障电池寿命

锂离子电池充电分为三个阶段（如图三所示）：一、预充电阶段：小电流预充电；二、电流控制阶段：达到最小充电电压后，以额定电流恒流充电；三、电压控制和充电结束阶段：当电池两端电压接近控制电压时改为恒压充电。通常当充电电流降为 1/10C(典型值 80mA) 时，认为接近充满，可以终止充电。

锂离子电池充电要求保证终止电压精度在 1%之内。锂电池的放电测试则需要电池在不同的温度下进行电池放电试验，观察电池变化，记录电池的容量。小功率锂离子尤其适合如图三所示的线性充电，待充电电池的电压往往在 3V-4.2V 之间，电流通常在 0~2A 之间，艾德克斯 IT6412 精度高，响应速度快，尤其适合小功率锂电池的充放电测试。

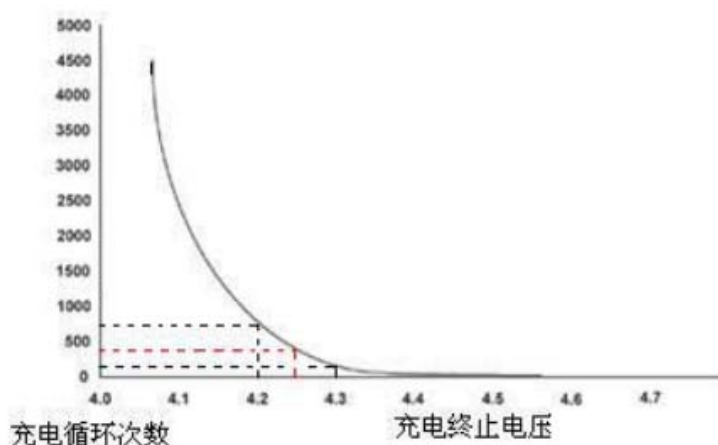


图三：锂电池充电曲线

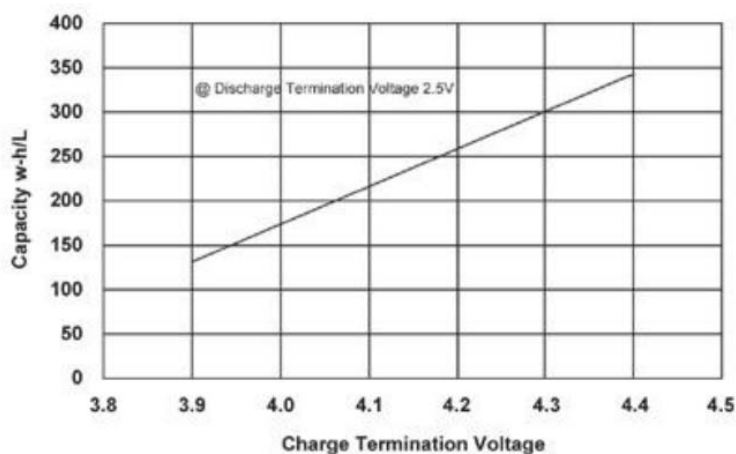


艾德克斯IT6412是一款专为便携式电池测试设计的双极性电源，电流可实现正负极变化，具有独特的电池充放电模式，可观测电池的电压、电流和电池已充电容量。不仅如此，IT6412还有示波功能，用户可通过外部存储设备，清晰、便捷的保存当前电池放电的曲线。

如图四所示，充电终止电压越高，电池寿命越短。在 4.2V 附近，1% 的电压误差会导致寿命变化 1/3。

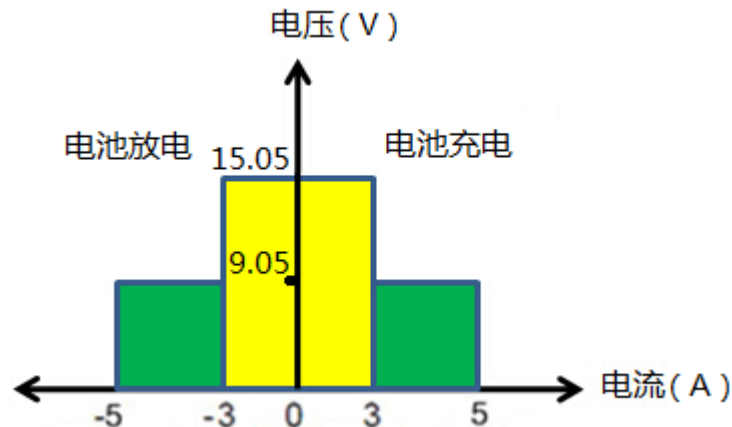


图四、充电终止电压与电池寿命的关系



图五、充电终止电压对容量的影响

如图五所示，锂电池 1% 的终止电压的变化，会使容量改变 8%，因为过充电会使容量看起来更大，欠充电会使容量得不到充分的利用。因此，终止电压的精度是一个非常重要的参数。IT6412 电压解析度 1mV，并具有万分之二的电压精度，电池测试功能可以精确设置充电截止电压、充电时间和充电容量，防止过充对电池寿命的损坏。



图六：IT6412实现电池充放电

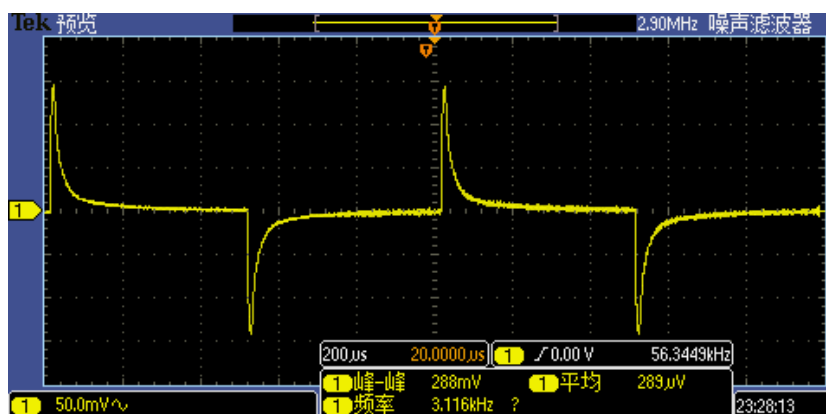
单台IT6412双通道双极性电源可同时实现输出电流和吸收电流的功能，并且有高低两个电压量程，如图六所示，电压电流量测完全可以满足小型锂电池的充放电需求，并且一机多用，为电池研发和测试工程师大幅度提高工作效率，短时间内快速掌握在各种情况下锂电池的工作情况。

三、测试锂电池保护板

锂电池保护板是对串联锂电池组的充放电保护，保护电池不过放、不过充、不过流，还有就是输出短路保护。IT6412 因其独特的电流双极性设计，另有可设置 0~1Ω 可变的输出阻抗，因此可以模拟锂电池用以测试锂电池保护板性能。

锂电池保护板对测试设备的精度要求极高，如过充电压保护测试，需要模拟电芯的电压精度到达几个 mV。保护电路板的空耗电流也仅有几个 uA 。同样，响应时间也是电池保护板测试的重要指标。

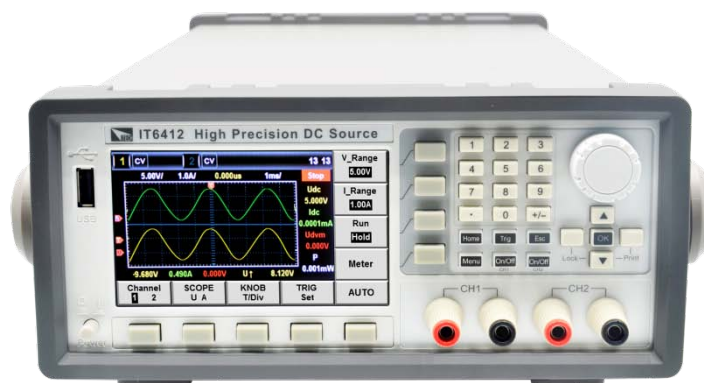
根据国标 GB/T18287-2000 的测试要求，测量电池在过冲、过放和短路情况下保护电流的变化情况和响应时间。由于在过保护瞬间和短路响应瞬间时间非常短，通常都在百微秒级别，因此，对于测试的电源响应速度也是有着严格的需求。艾德克斯 IT6412 电源是一款高精度的线性电源，具有超快动态响应，50%-100% LOAD 恢复到 50 mV 时响应时间小于 50us，如图七所示。完全满足锂电池 ms 级别的响应测试要求。



图七：IT6412 动态响应时间曲线图

四、总结

艾德克斯 IT6412 双极性高速线性直流电源不仅可以测试电池，还可以模拟电池，超快的动态响应可以测试保护动作时间，同时具有快速的 A/D 采样，并且电流显示解析度可达 100nA，完全满足微安级别的空耗电测试要求。一台仪器可实现多种用途，精简测试设备，优化测试流程。



图八：艾德克斯明星产品——IT6412 双通道双极性直流电源