



IT6000C 在超级电容内阻测试上的典型应用

为什么要测试超级电容的内阻？

超级电容是介于传统电容器和蓄电池之间的一种新型储能装置，具有功率密度大，充电时间短，使用寿命长等优点，可以部分或者全部替代传统化学电池，目前被广泛应用在新能源汽车，轨道交通，太阳能光伏，智能微网等领域，用作储能或者车辆的牵引电源或者启动电源等。

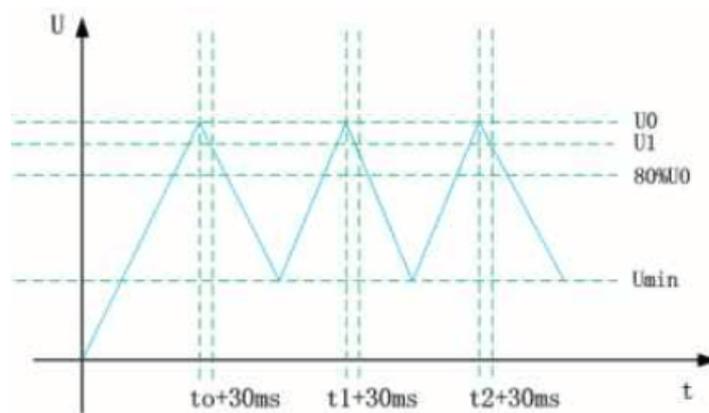
超级电容的广泛应用，很大一部分原因是它具备功率密度大和充电时间短的优点，这得益于超级电容器在储能过程中并不发生化学反应，只发生电子迁移，所以超级电容的内阻只受欧姆内阻的影响，正是由于此原因，内阻是超级电容器的重要性能参数，内阻测试的精准度是评定测试电容的一个重要指标

如何测试超级电容内阻？

国家汽车行业标准 QC/741-2014《车用超级电容器》中采用直流内阻法进行车用超级电容器的内阻测量，具体方法为：(a) 电容器的单体以恒定电流 I 充电到额定电压 U_r ，记录该时刻 t_0 ；(b) 电容器单体以恒定电流 I 放电到最低工作电压 U_{min} ，记录 t_0+30ms 时的电压 U_i ；(c) 重复步骤 (a) - (b) 3 次；(d) 按照 $R = (U_r - U_i) / 2I$ 计算作为电容器单体的内阻。



QC/T 741法直流等效内阻计算公式：
$$DCIR = \frac{(U_r - U_1) + (U_r - U_2) + (U_r - U_3)}{3 \cdot I}$$



注：直流内阻法通过元件强制进行直流脉冲放电，测量此时元件两端的电压变化值，由 $R = \Delta V / \Delta I$ 计算出当前元件的内阻，此方法的优点是测量精度较高，误差可控在 0.1% 以内，缺点是瞬间脉冲电流会对元件内部造成一定损伤，并且会造成元件内部的电极发生极化现象。但直流内阻法对于超级电容器的内阻测量却是极好的选择，因为超级电容的储能过程不发生化学变化，因此脉冲电流放电过程中不会发生极化现象，产生极化内阻，并且由于超级电容器本身内阻很小，能够承受高功率放电，也不会对其内部造损伤。

分析 QC/T741 实验方法可知，采用直流法测量超级电容器的欧姆内阻包括了超级电容器的充电内阻因素，也包括了超级电容器的放电内阻因素，较全面地反映了超级电容器的内阻特性。但由于欧姆内阻引起的电压变化一般维持时间都很短暂（ms 级），因此就需要在极短的时间内测量电压的变化，这就对测试设备提出了很高的要求。

ITECH 的测试优势

ITECH IT6000C 系列作为一款标准的高速双向电源能够实现高速的源和载



电流模式转换，从而在输出和吸收电流之间进行快速连续的无缝切换，同时有效避免电压或电流的过冲，非常适合超级电容的内阻测试。



IT6018C-500-90 -83A to +83A <2ms (1.86ms)

IT6000C系列双向电源,可以为超级电容及各类化学电池进行充放电测试,且具有电池充电测试、电池放电测试功能,可设定充电/放电截止电压、截止容量及截止时间,防止过充过放损坏待测物。选配件 IT-E165A 可以有效抑制电池测试时的打火现象,并提供放反接功能避免误操作带来的安全隐患。