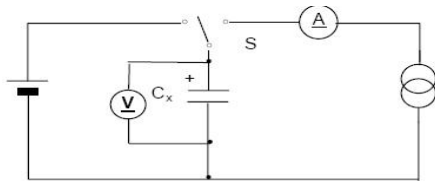


## 超级电容性能测试方法

### 容量测量 Capacitance measurement

超级电容表现出显著的“非传导性吸收”储能方式，因此用传统的方法不能准确的测量出超级电容的容量，比如使用 LCR 表是不能准确的测量超级电容的容量的。超级电容的容量测试时基于 RC 时间常数计算出来的。在无专业的测试设备是可以依照下面测试方法测试。

恒流放电测试电路：



测量方法 measuring method

- ⊙ 恒流/恒压源的直流电压设定为额定电压（UR）。
- ⊙ 设定规定的恒电流放电装置的恒定电流值。
- ⊙ 将开关 S 切换到直流电源，在恒流/恒压源达到额定电压后恒压充电 30min。
- ⊙ 在充电 30min 结束后，将开关 S 变换到恒流放电装置，以恒定电流进行放电。
- ⊙ 测量电容器两端电压从 U1 到 U2 的时间 t1 和 t2，如图 2 所示，根据下列等式计算电容量值

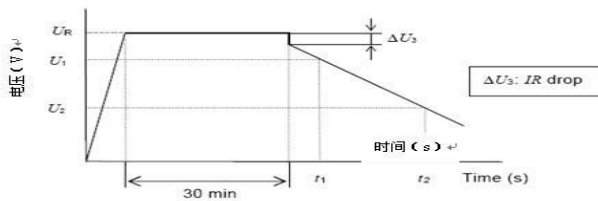


图2 电容器的端电压特性

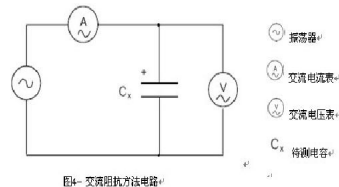
$$C = \frac{I \times (t_2 - t_1)}{U_1 - U_2}$$

t1 放电初始到电压达到 U1 (s) 的时间；

t2 放电初始到电压达到 U2 (s) 的时间

### 直流阻抗与交流阻抗测量 Internal resistance and ESR measurement

1. 交流阻抗 xi，其原理图如下：



Ra 交流内阻 (Ω)；

U 交流电压有效值 (V r. m. s)；

I 交流电流有效值 (V r. m. s)。

测量方法  
电容器的内阻Ra应通过下式计算：

$$R_a = \frac{U}{I}$$

测量电压的频率，应为 1kHz。

交流电流应为 1mA 至 10mA。

设备：多频率 LCR 电桥

## 2. 直流阻抗

测量方法：

a、采用恒流放电方法所示的测量电路，采用额定电压。用电压记录仪测量电容器端电压。

b、将开关 S 切换至直流源，当恒流恒压源达到额定电压后施加电压充电 30min。

c、在充电 30min 结束后，切换开关 S 至恒流放电装置，以表 3 中规定的恒定电流进行放电。用电压记录仪记录电容器端电压随时间变化。由电压记录仪得到的电压与时间成直线部分绘制辅助线，从辅助线与放电开始交点读取电压降  $U_3$ ，如图 5 所示，根据下式计算内阻  $R_d$ 。

$$R_d = \frac{\Delta U_3}{I}$$

表3 - 放电电流

分类	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>
I (mA)	$10 \times C$	$4 \times CU_k$	$40 \times CU_k$	$400 \times CU_k$

注 C为额定电容量,单位F(法拉),  $U_k$ 为额定电压,单位V(伏)

备注 放电电流 I 应按以下规定选取:

a) 如果  $\Delta U_3$  超过初始特性中充电电压的 20% ( $0.2 \times U_k$ ), 电流值减小至一半, 五分之一或十分之一。

b) 放电电流值 10A 或以下的有效数字个数为 一位, 计算值的第二位应四舍五入。

c) 放电电流值超过 10A 的有效数字个数为 两位, 计算值的第三位应四舍五入。

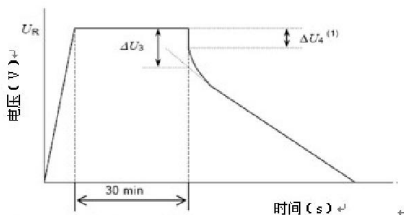


图5 - 电容器端电压特性

电压降不表示从放电开始点的连续降落电压  $\Delta U$ ，而是从曲线的直线部分作辅助线延长至与放电开始点交叉得到的  $\Delta U_3$ 。

$R_d$  为直流内阻 ( $\Omega$ )；

$U_3$  电压降 (V)；

I 放电电流 (A)。

放电电流 I 依据表 3。

## 漏电流测量 Leakage current measurement

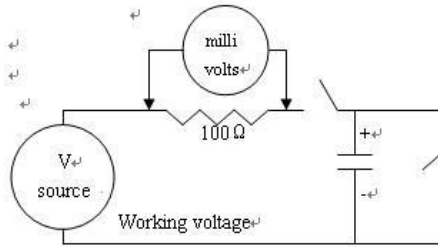
a、该测量开始前，超级电容器应进行充分放电。放电过程持续 1h 到 24h。

b、漏电流的测量应额定温度和额定电压 ( $U_R$ )。经过最大 30min 充电时间后达到 95% 充电电压，充电时间从 30min ( $\leq 1F$ )，1h ( $\geq 1F$ )，2h ( $\geq 10F$ )，4h ( $\geq 20F$ )，72h ( $\geq 120F$ ) 中选择。

c、应使用稳定的电源如直流稳压电源以及微伏表。

d、通过  $1000 \Omega$  以下的保护电阻给电容器施加电压。

只有当介质吸收电流为 0 时，此时的流入的电流才是漏电流。



漏电流测试图

## 自放电测量 Self-discharge measurement

测量方法:

该测量开始前，电容器应进行充分放电。放电过程持续 1h 到 24h。在电容器两端直接施加额定电压  $U_R$ ，不使用保护电阻。充电时间为 8h，包括电压达到施加电压 95% 的最大 30min 充电时间。将电容器两端从电压源断开。电容器应置于标准常温常压条件下保持 16-24h。另外所测的直流电压表的内阻应大于  $1M\Omega$ 。

自放电测试图如下

