数字万用表应用技巧之---电池内阻测量

时下，电池早已进入千家万户，几乎所有手持的电子产品均使用电池作为供电电源，电池应用极其广泛。

以前，在手电筒是唯一电器的年代，到商店买电池，通常是用小电珠试一下，如发光正常，则说明电池是好的。

再专业一些的人员，会先用万用表量测一下电池的开路电压， 再快速测量一下短路电流，然后对比经验值来判断电池的好坏。

事实上，电池有很多参数，比如：规格尺寸、重量、电池类型、容量（mAh/mWh）、额定电压、放电曲线，充放电截止电压、自放电率、电池内阻等。而电池内阻是其中的最主要参数之一。

测试电池内阻的意义：

1、 根据内阻大小判断电池容量及带负载能力。内阻越小，电池的容量越大，带负载能力也越强，所以内阻是衡量电池优劣的重要指标之一。

2、 电池老化和失效后最突出的表现为内阻增大，因此测试电池内阻就可以快速判断出电池的老化程度。

3、 组装电池组时，需要挑选容量和内阻相近的电池单元组成一组。

4、 电池组维护过程中，需要经常测试各电池单元的内阻，以便把内阻增大的单元挑出来，换上内阻和容量接近的电池单元。

相比较于容量的测量，测量内阻更加简单快捷，所以生产商的出厂检验和购买商的来料检验更多地是以测量内阻来判断电池的优劣。

什么是电池的内阻呢?电池的内阻分化学部分和金属部分，从整体看，电池的模型由电动势和等效内阻组成，见图一。

图一：电池模型

这样，电池内阻就等于电池开路电压除以短路电流（r=E/I短）。不过，由于电池的内阻通常都很小，约几百mΩ到零点几mΩ，实际上是不能够准确地直接测量到短路电流的大小。当然，现在可以使用专用的电池测试仪直接测量出电池的内阻，但是这种仪器通常需要2万到5万元一台，并非所有人都用得起。

那么问题来了，当没有专用的电池测试仪时，如何简单地测量到电池的内阻?有的，以下介绍四种使用数字万用表测量电池内阻的方法。

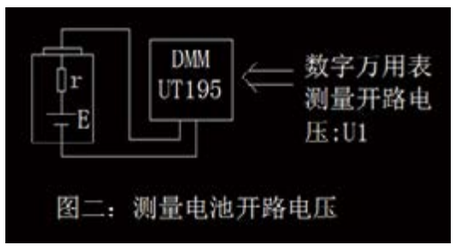
一、开路测电动势，标准电阻作负载法：

1. 如下设计excel表格，在“电池内阻r”列写下公式：=C3/D3*B3-B3，即：r=E÷U1×R-R

A	B	C	D	E
2	R（Ω）	开路电压E（V）	带负载电压U1（V）	r(Ω)
3	10	1.55	1.5	0.333333333
4				

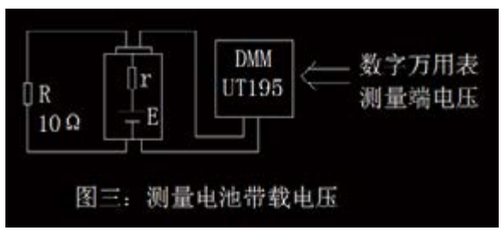
2. 准备标准电阻:R，并将标准电阻值填入上excel表格B列中。

3. 如下图二，使用数字万用表UT219DS测量电池开路电压，并将测到的值填入上excel表格C列中。



图二：测量电池开路电压

4. 如下图三，在电池端并上标准电阻:R，使用数字万用表UT219DS测量电池带载电压，并将测到的值填入上excel表格D列中。注意：在测量时使用四线法测量，即负载回与表笔测量回路分开。



图三：测量电池带载电压

5. 在excel的E列即得到电池内阻:r的值。

由于数字万用表UT195电压档的内阻高达10MΩ，而电池内阻只有mΩ级，所以万用表测得的开路电压约等于电池的电动势，而在测量带载电压时，由于负载电阻较小，接入的万表对电池的负载电流影响也较小。可使用此法多测量几个内阻值再取平均数，以减小操作误差和电池内阻变化的影响。所有计算均可让excel表格来完成。

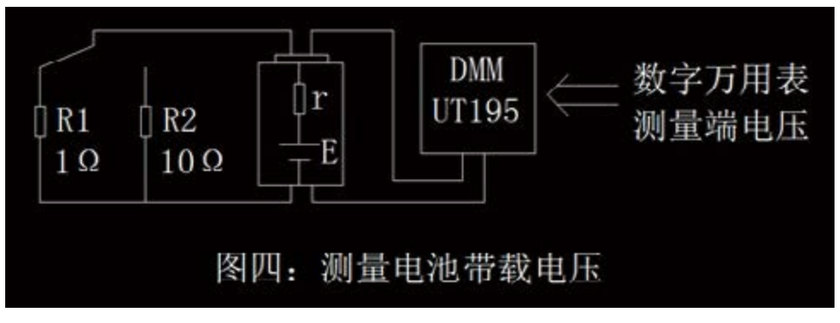
二、双标准电阻负载法：

1. 如下设计excel表格二，在“F”列写下公式：=(D3-E3)/(E3/C3-D3/B3)，在“G”列写下公式：=D3+D3/B3*F3

A	B	C	D	E	F	G
2	标准电阻 R1（Ω）	标准电阻 R2（Ω）	R1对应端 电压U1（V）	R2对应端 电压U2（V）	电池内阻r （Ω）	电池电动 势E（V）
3	1	10	1.4	1.5	0.08	1.512

2. 准备标准电阻:R1和R2，并将标准电阻值填入上excel表格二的B列和C中。

3. 如下图四，分别测得负载为R1和R2时对应的电池端电压：U1和U2，并分别填入D列和E列。

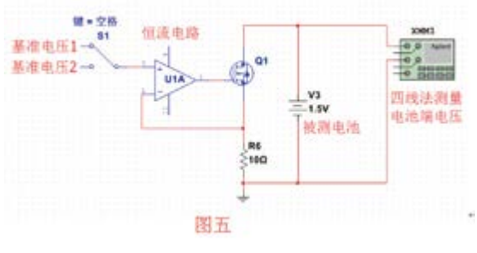


图四：测量电池带载电压

4. 在F列读得电池内阻:r的值，在G列读得电池电动势：E的值。

三、恒流法：

这种方法需要有较强的电子专业基础和较强的动手能力才能做得到。市场上有一部分电池内阻测试仪也采用类似的方法，只是电路中的控制和运算是由MCU完成。



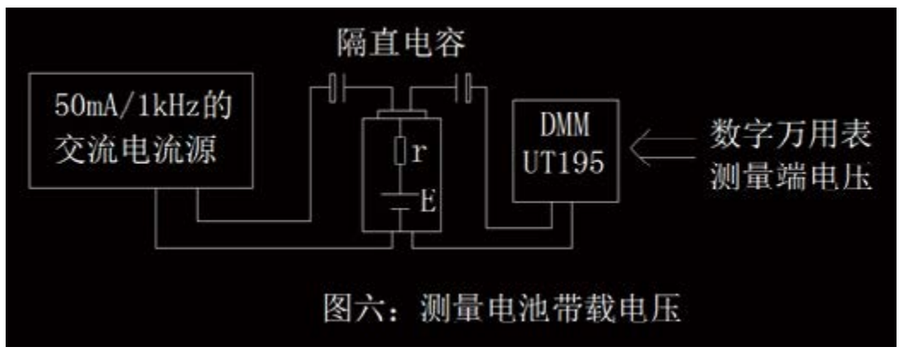
图五

四、交流灌注法

如果手上有交流电流源，那么恭喜你，你将可以按照IEC的标准，非常快捷、准确地测量到电池的内阻。

如下图六，电流源的电流经过隔直后施加到电池两端，当交流电流流经电池时，由于有电池内阻的存在，将在电池两端产生交流压降，使用数字万用表测得此压降，然后按照欧姆定律r=V/I即可算得电池内阻。当电流源设置成50mA/1kHz输出时，就符合了IEC对电池内阻测量的规定标准。市场上大多万元级别的专业电池测试仪就是使用此原理。

需要注意的是，使用四线接法测量压降会减少测量的误差，另外，万用表表笔处需要使用隔直电容做隔直处理，因为大多数万用表的交流电压档都是设计成直流藕合的，它不能测量到高直流电压上叠加的小交流电压成分。



图六：测量电池带载电压

在这里只是抛砖引玉，当你脑大开，你会发现更多数字万用表的巧妙用法。

线性直流电源的应用

线性直流电源产品可广泛应用于科研、大专院校、实验室、工厂、工矿企业、电解、电镀、充电设备等，它的特点相对于一般的开关电源反应速度较快，输出纹波较小，工作时产生的噪音也很低，但是整机效率也低。

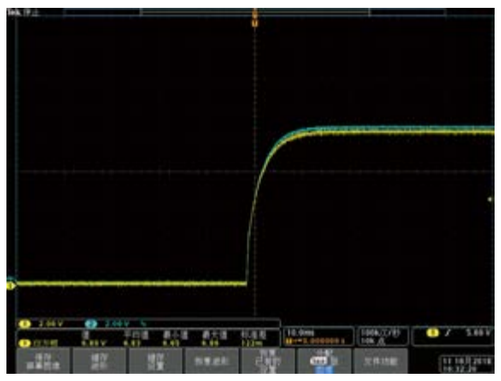
UDP3303A是一款高精度三路输出的直流电源，分辨率为10mV/1mA，两路输出32V/3.2A连续可调，第三路固定输出1.8V/2.5V/3.3/5.0V/3.2A，另外具有USB供电接口，远程控制接口。

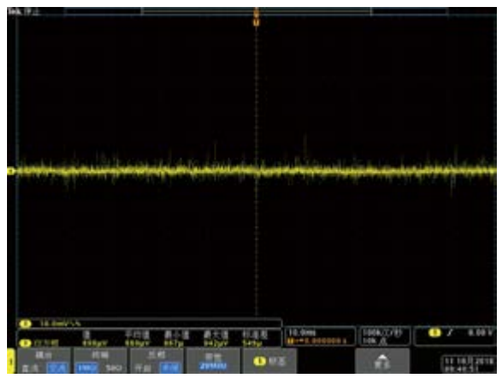
1. 它具有三种输出模式，独立、串联和并联，在独立模式下，输出电压和电流各自单独控制，一台电源可以同时输出3种不同的电压，同时供3个设备的供电需要，在跟踪模式下，CH1和CH2输出自动连接成串联模式或并联模式，不需要连接输出导线，在串联模式下，输出电压是2倍，最大为64V，满足更高电压的需求，比如给蓄电池充电，在并联模式下，输出电流是2倍，最大为6.4A，满足更大电流的需求，比如电路板上的FPGA芯片，该芯片需要大电流、低纹波电压供电，UDP3303A输出纹波小于1mVrms，同时支持多台电源并联使用，提供更大的电流。

2. CH1与CH2的电压与电流连续可调，可工作在恒压与恒流模式下，当输出电流超过设定值时，自动切换到恒流模式，当输出电流低于设定值时，自动切换到恒压模式，CH3同样具有恒压与恒流模式，其电压输出是固定的1.8V/2.5V/3.3V/5.0V，电流不可调，固定最大输出为3.2A；恒压模式可以使用在需要供给额定电压的设备，同时设置电流的大小（即限制最大输出电流），可避免设备出故障时，电流过大，导致设备损坏；恒流模式比如可应用在串联的LED灯上，工作在恒流模式下，通过设置合适的电流，保证串联的LED灯安全，同时保证每个LED的亮度均匀。

3. 在某些实验的场合，需要两个电压同时输出，按下电源前面板的OUTPUT开关，可同时控制CH1与CH2输出，输出波形如下图1，此功能的应用场合：比如同时给相同的两块电路板供电，使用示波器观察两块电路板上一些输出信号的时序差异，可以分析电路板的某些不良原因。

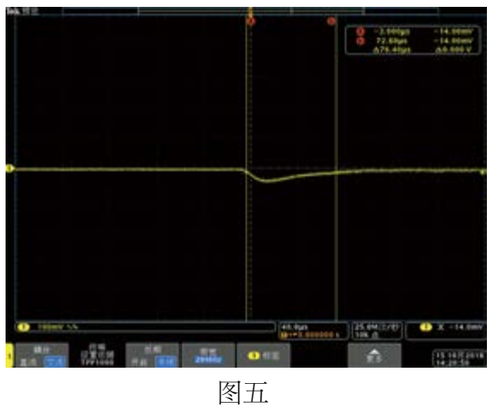
4. 它具有超低纹波特性，在全电压、满负载范围内，可以做到1mVrms的纹波（如下图2），可应用在需要低电压，大电流，低纹波的场合，比如FPGA芯片，由于要求输入电压比较小，有些仅1.8V，如果电压低而纹波又大的话，容易引起芯片内部误触发，因此对电压纹波要求比较高，UDP3303A可以满足此要求。


图一


图二

图三

图四


图五

5. 简单的远程控制，它提供远程控制端口DIGITAL I/O（如下图3），可以通过计算机控制继电器，进而控制电源的OUTPUT功能，当控制端口中1脚与2脚短路时，电源CH1与CH2输出打开，前面板按键被锁死，防止使用计算机远程控制同时现场又操作，当1脚与2脚断开时，CH1与CH2输出关闭，前面板按键解锁，远程控制不仅可以控制OUTPUT功能，还可以在计算机上设置控制继电器的时间，从而控制电源打开与关闭的时间间隔，应用在一些实验或者测试中，比如供电与断电需要周期性循环变化的情况。

6. 它具有OVP与OCP功能，即限制输出电压与电流的最大值，当输出达到或者超过最大值时，电源输出关闭，用以保护连接设备的安全，比如当做实验的电路板出故障，导致输出电流突然变大时，在超出OCP的设定值之前，就将输出关闭，避免输出更大的电流，或者持续供电导致烧坏电路板。

7. USB功能，该接口没有通信功能，但有4个档位1.8V/2.5V/3.3V/5.0V/3.2A选择，可以作为手机充电接口，也可以作为一些以USB接口供电的实验电路板，其输出也具有超低纹波特性，电压纹波低于2mVrms。

8. 可提供正负电压，如下图4，用短路片将CH1-、大地、CH2+这3个接线柱短接起来，作为输出的参考地（以大地作为参考，使输出更加稳定），则在CH1+端输出正电压，在CH2-端输出负电压，比如给运放芯片同时供电±15V，可以使用此接法。

9. 超快的响应时间，当负载在满载50%内变化时，恢复时间≤100uS(如下图5)，此可应用在加载瞬间，要求输出电压过冲低，恢复时间短的场合。

UDP3303A以其超低纹波输出，快速响应特性，大电压、大电流可调范围，高可靠以及高稳定性，还可应用在其他众多的场合与领域。