

快充/無線充電與電池性能的深度分析

呂寶華

2019.08.07

Keysight Technologies



快充和无线充电效率测试及电池性能的深层分析

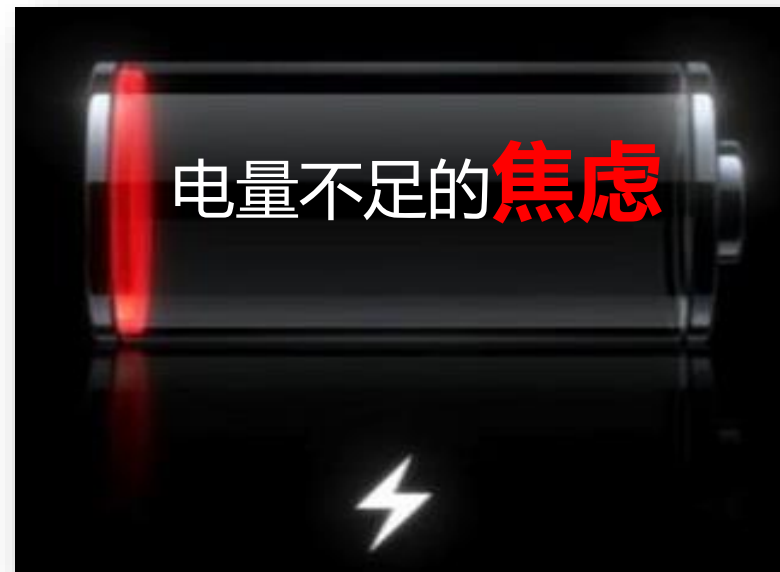


解决用户焦虑办法：低功耗和电池容量

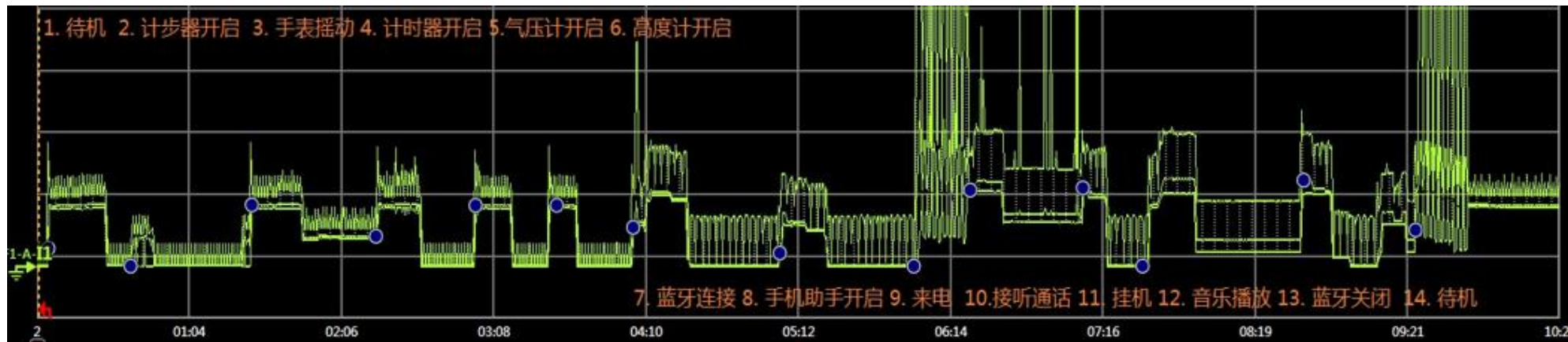
客户的诉求：长工作时间

你正在努力的方向：

- ✓ 设备和器件的超低功耗
 - ✓ 关键模块和器件的低功耗
 - ✓ 硬件性能和软件功能的平衡
- ✓ 使用更高容量的电池和优异的电池管理
 - ✓ 电池的循环寿命
 - ✓ 电池的交直流内阻
 - ✓ 电池的容量分布
 - ✓ 电池的自放电和电池均衡
- ✓ 便利的电池电量补给
 - ✓ 缩短补给的时间——快速充电
 - ✓ 无时无刻的充电——无线充电



便携设备的精确功耗测量



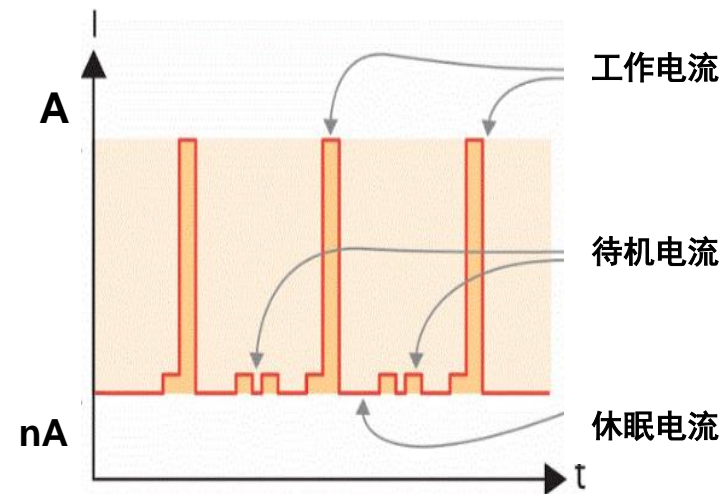
模式/ 状态	待机	显示屏亮	计步器	计时器	气压启	高度计	蓝牙连接	来电	蓝牙通话	挂机	音乐播放	蓝牙退出
起始时间	0:00	0:08	0:42	1:53	2:42	3:18	4:14	6:01	6:24	7:12	7:41	9:11
截至时间	0:06	0:28	0:49	2:15	2:58	3:28	4:26	6:20	6:35	7:17	7:55	9:46
平均电流 (mA)	0.3706	38.0202	16.6543	18.6953	0.4644	0.3794	44.1605	65.9413	52.4654	44.3494	54.0867	46.046
最大电流 (mA)	14.1589	57.466	32.0728	37.1117	15.0608	14.1623	75.708	319.6208	148.721	74.8239	87.0712	205.49

智能终端、IoT(物联网)、AI(人工智能)、VR(虚拟现实)

耗电测量的挑战

水平刻度（时间）来看

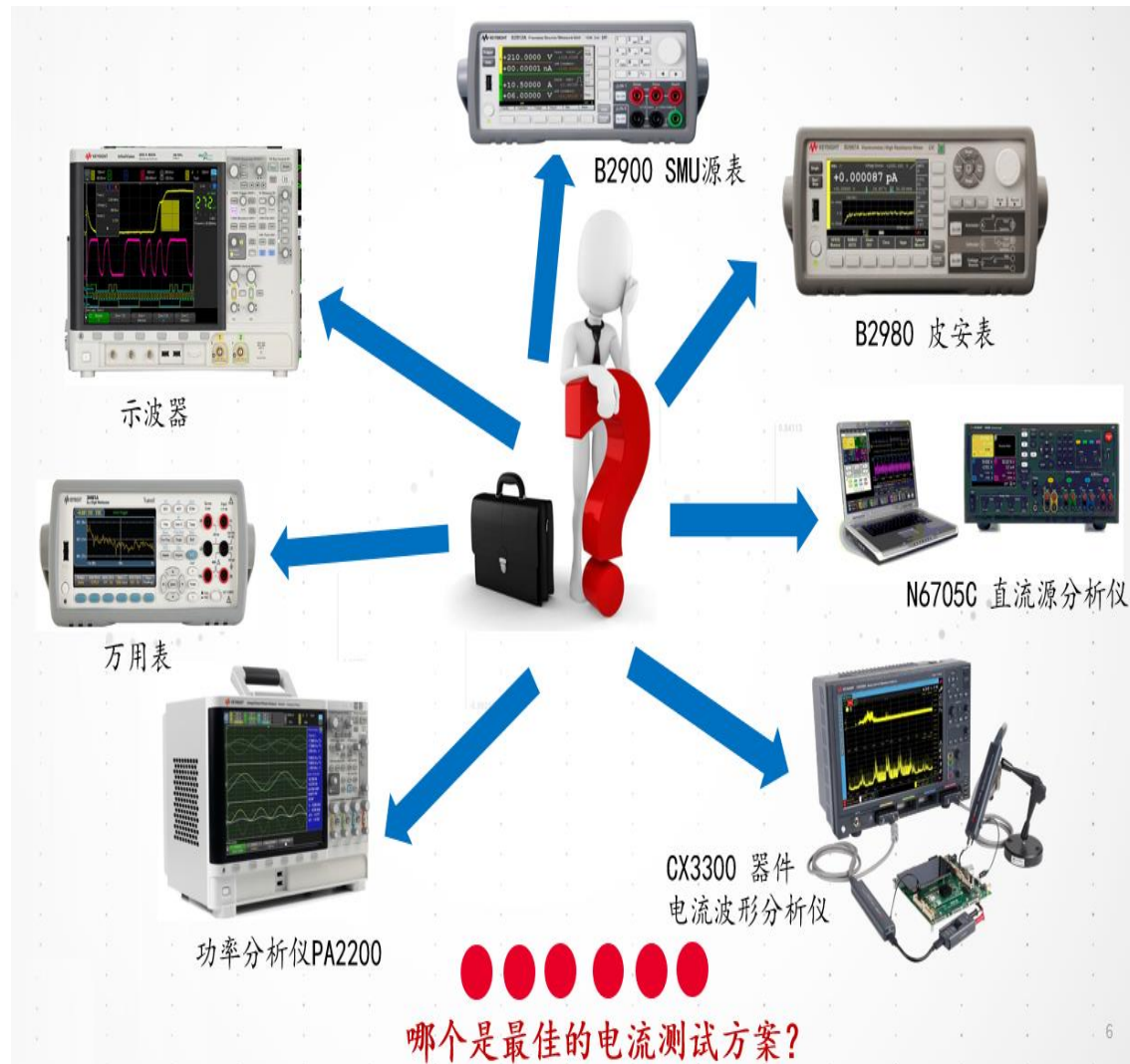
1. 窄电流脉冲测量，采样速度快（采样率）
2. 应用场景测量持续测量，采样时间要长（存储深度）



垂直刻度(电流幅值)上

1. 休眠电流小， μA ，甚至 nA 以下(底噪)
2. 工作电流大，数十 mA 甚至 A ，需要极高的动态电流测量能力（A/D垂直分辨率）

您了解你在用的电流分析仪器吗？



NB-IoT模块的PSM模式进驻和功耗测试

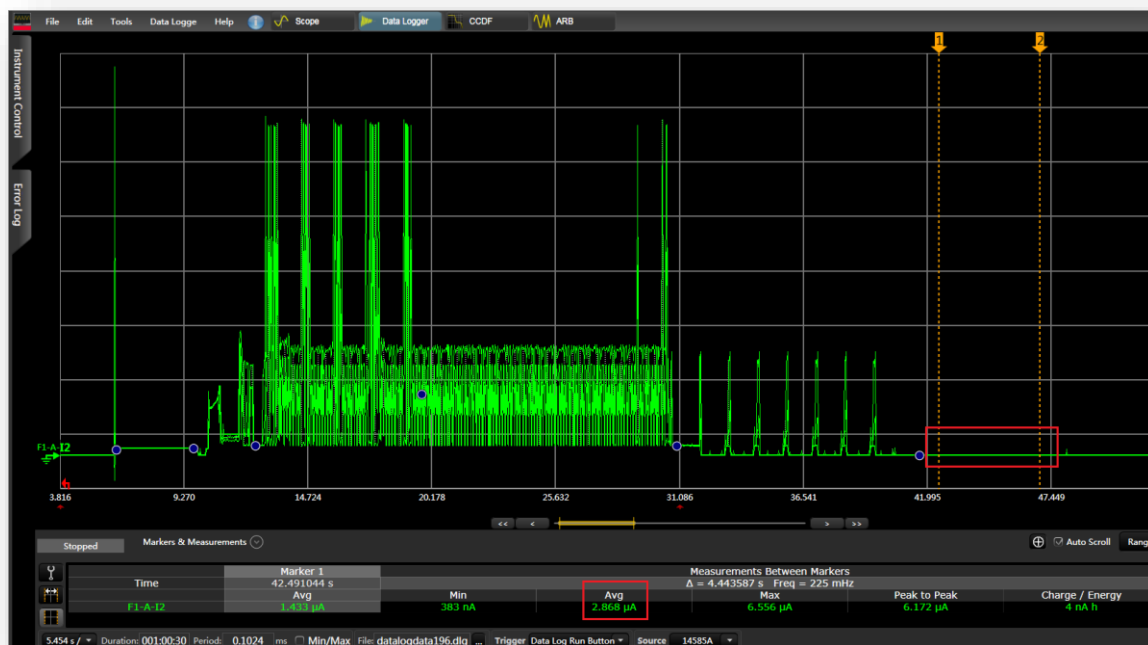
PSM 模式进驻和功耗测试（测试条件及步骤如下）：

TC-NB-IoT-POWER PSM 寻呼测试

预置条件	<ol style="list-style-type: none"> 1) 使用 N6705B 电源分析仪 对模块供电，电压设置为模块使用的电压； 2) UXM NB-IoT 基站模拟器 发射功率为-114.8dBm，无噪声，无衰落，室内常温状态； 3) 设置 RRC RELEASE 超时定时器为 10 秒； 4) 不限制上行子载波个数（single-tone 或 multi-tone），不限制上行子载波间隔； 5) RRC_IDLE 态 DRX 周期为 1.28 秒，T3324 定时器为 10 秒，不使用 eDRX； 6) TAU 周期为 10 分钟。
测试步骤	<ol style="list-style-type: none"> 1) 测试模块成功附着网络； 2) 模块不收发数据，进入 IDLE 态，并等待 T3324 超时，进入 PSM 模式； 3) II 向模块发送寻呼，检查模块是否收到寻呼？

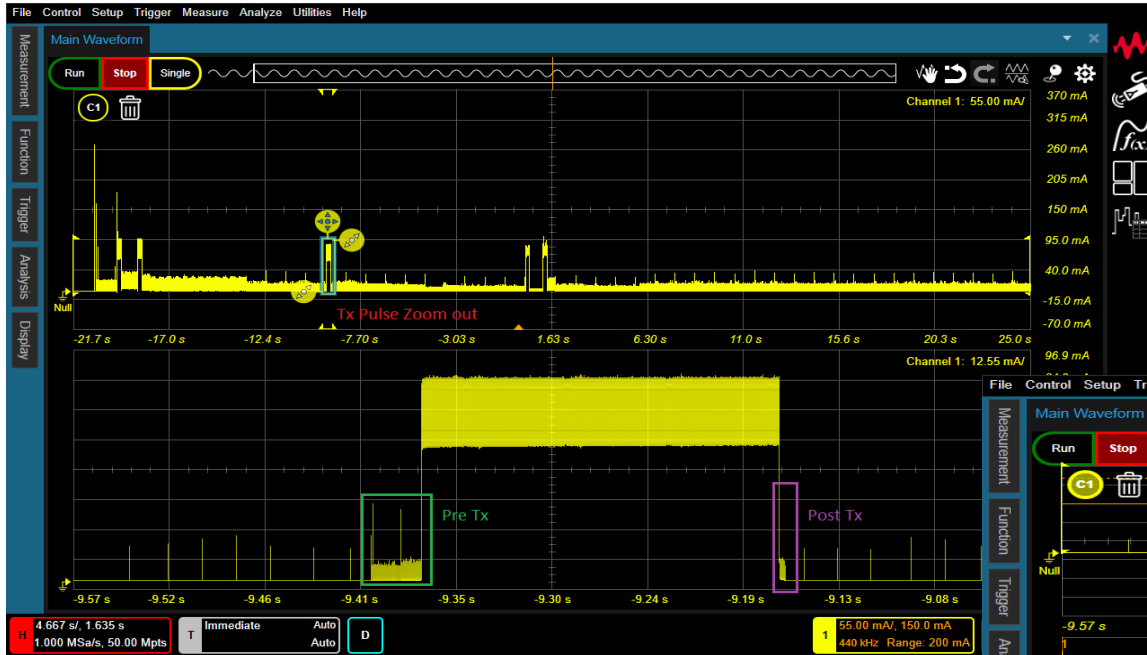
PSM（POWER SAVING MODE）：

即低功耗模式，其原理是允许UE在进入空闲态一段时间后，关闭信号的收发和AS（接入层）相关功能，**相当于部分关机**，从而减少天线、射频、信令处理等的功耗消耗。

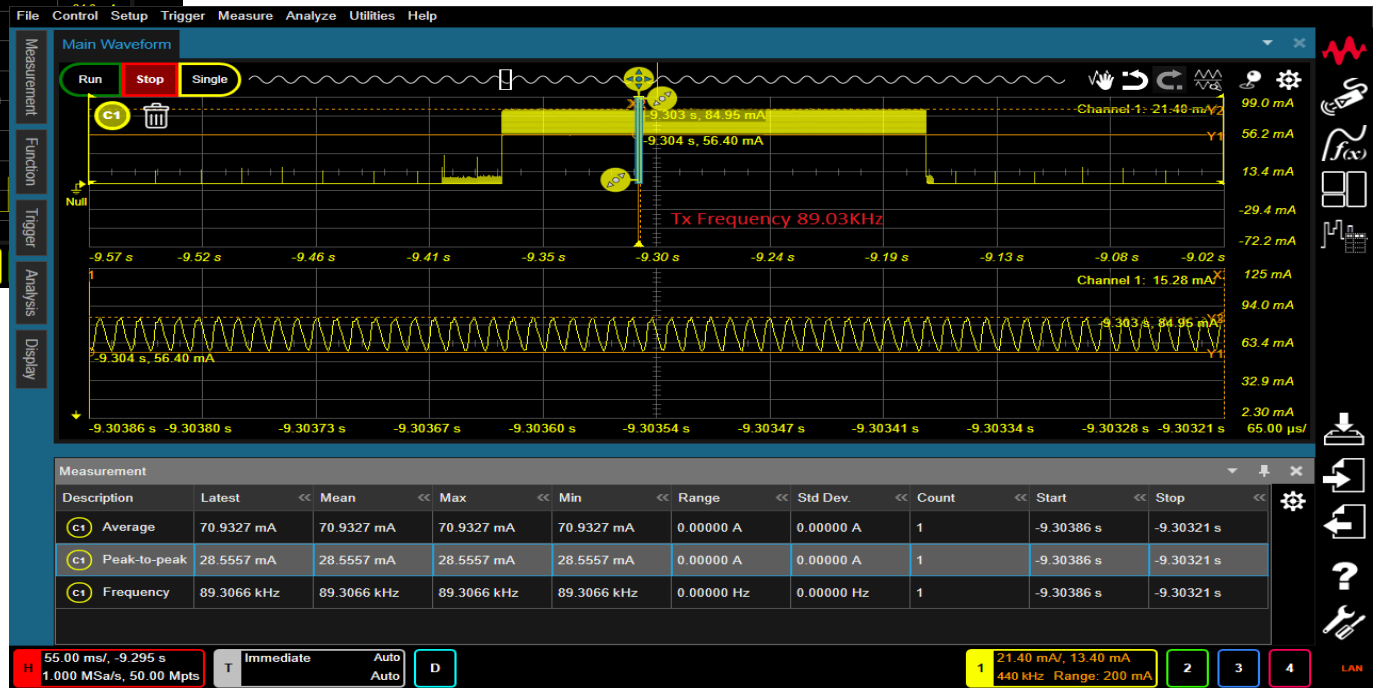


模式/ 状态	开机	注册	TX发射	RX接收	PSM
起始时间	0:06	0:10	0:14	0:21	0:41
截至时间	0:010	0:13	0:15	0:28	0:48
平均电流 (mA)	4.097	16.51	78.21	42.44	0.0028
最大电流 (mA)	237.01	75.94	204.83	67.03	0.0068

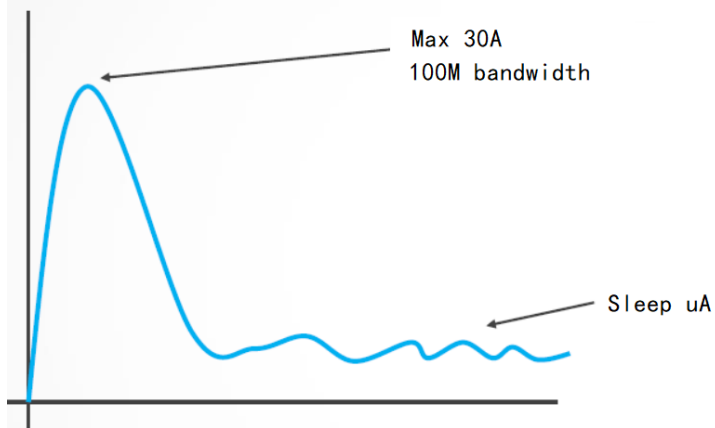
Lora 各种状态下的功耗分析



Tx 模式放大后，观察到连续载波电流信号，对应参数为：
频率：89.3066KHz；
电流值（DC平均值）：70.9327mA；
幅度（AC峰峰值）：28.5557mA。



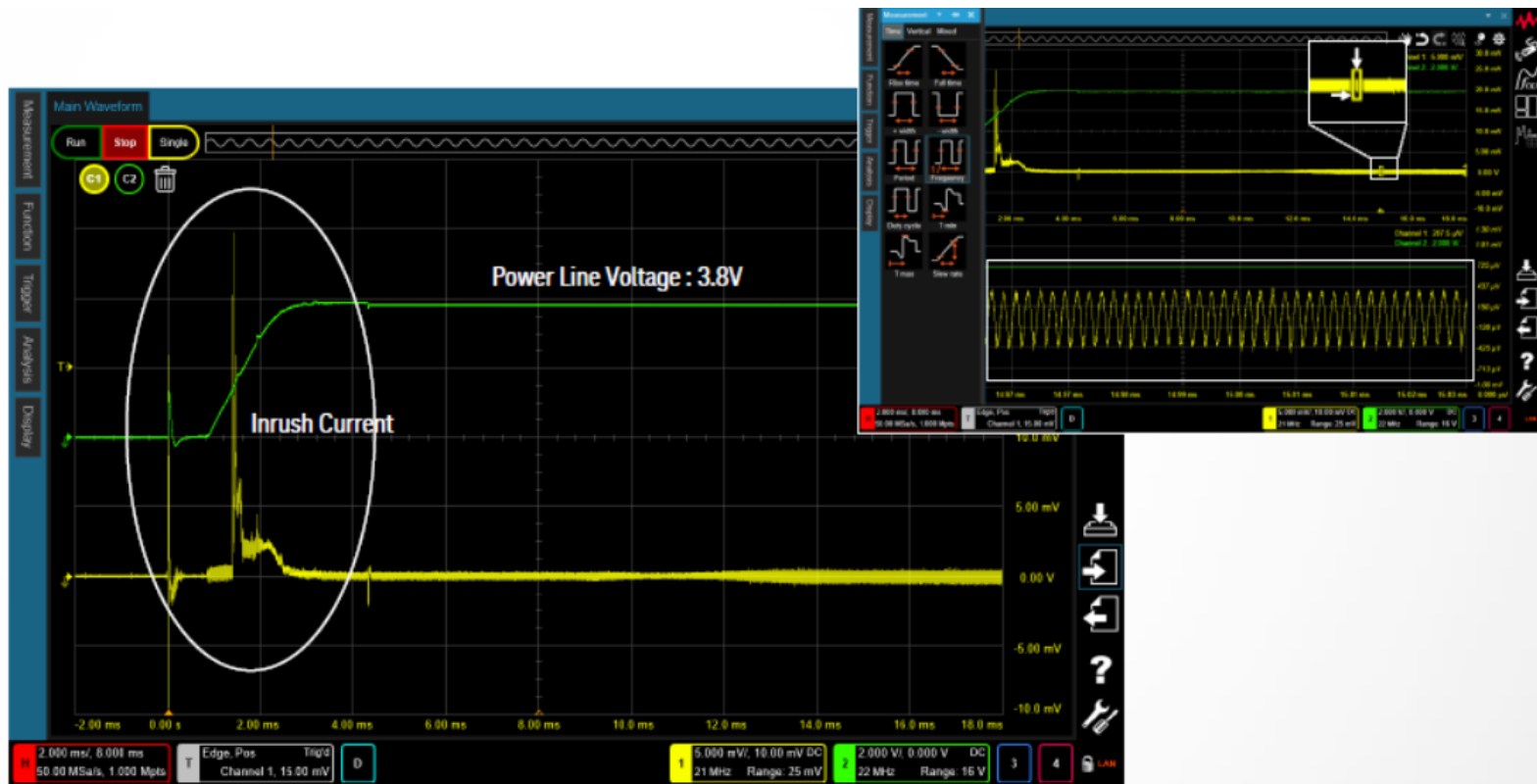
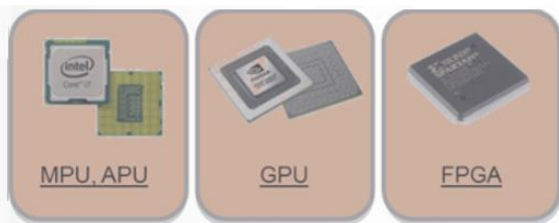
XPU处理器芯片的大动态电流测量



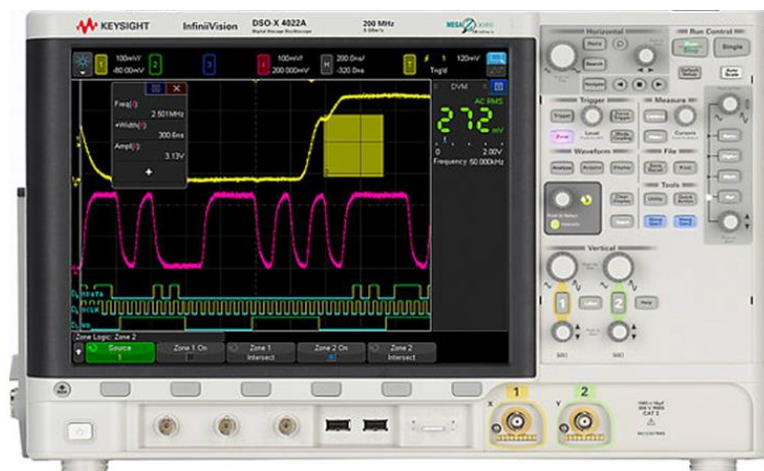
处理器电流特征：

带宽高、动态大、低噪声

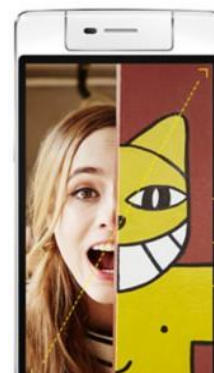
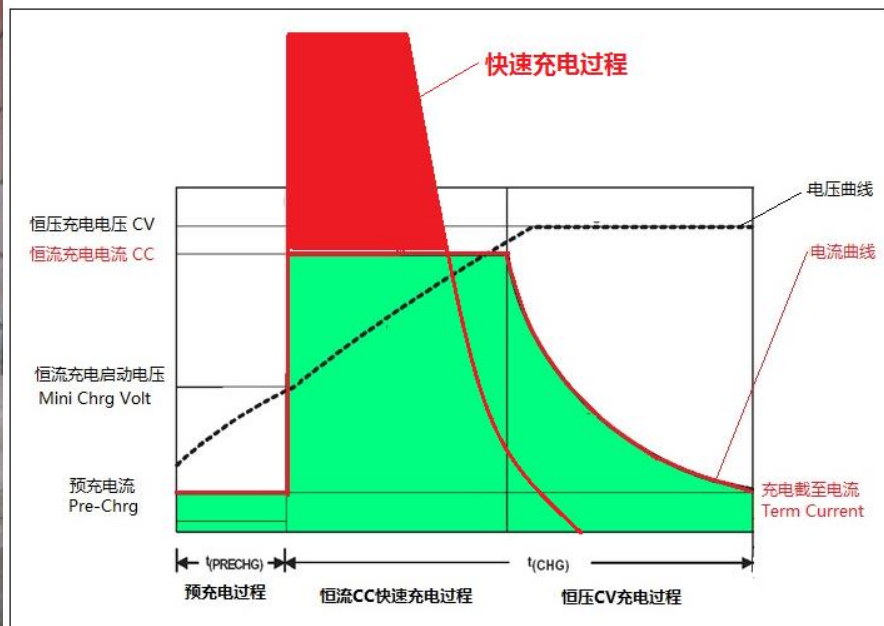
测试要求，测量瞬间大电流时，同时测量小信号。



精密电流测量 与 CX3300 器件电流波形分析仪



快速充电对电池管理和电池特性的思考



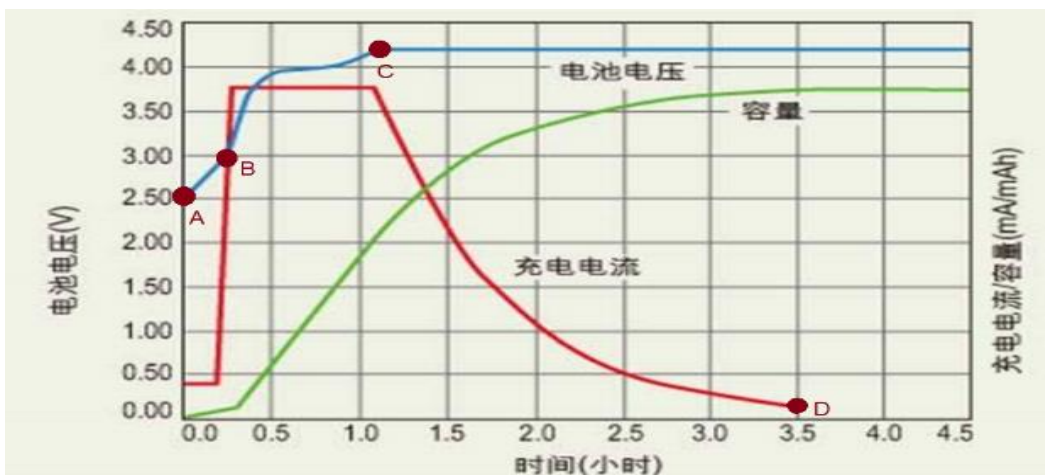
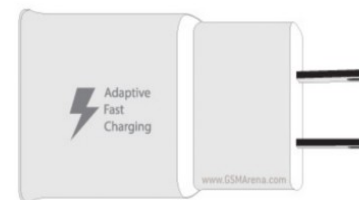
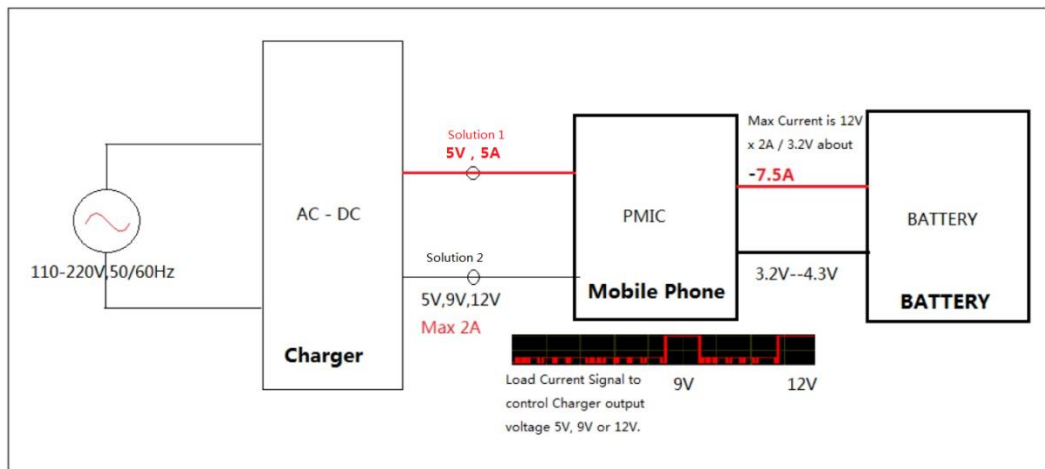
GSMarena CHARGE TEST

Oppo N3

1:33h TIME TO FULL CHARGE

	CHARGE	ENDURANCE
AFTER 15 MIN	32%	21h
AFTER 30 MIN	68%	44h

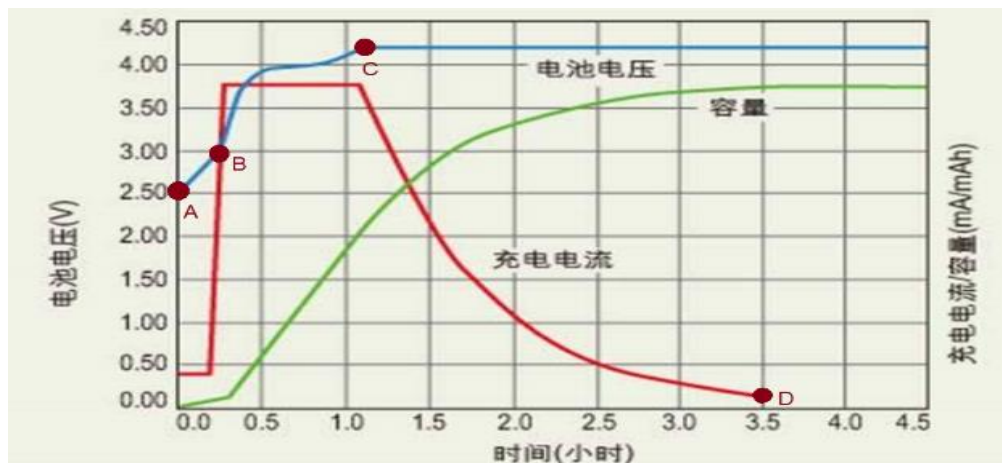
充電曲線對決庫充的啟示？



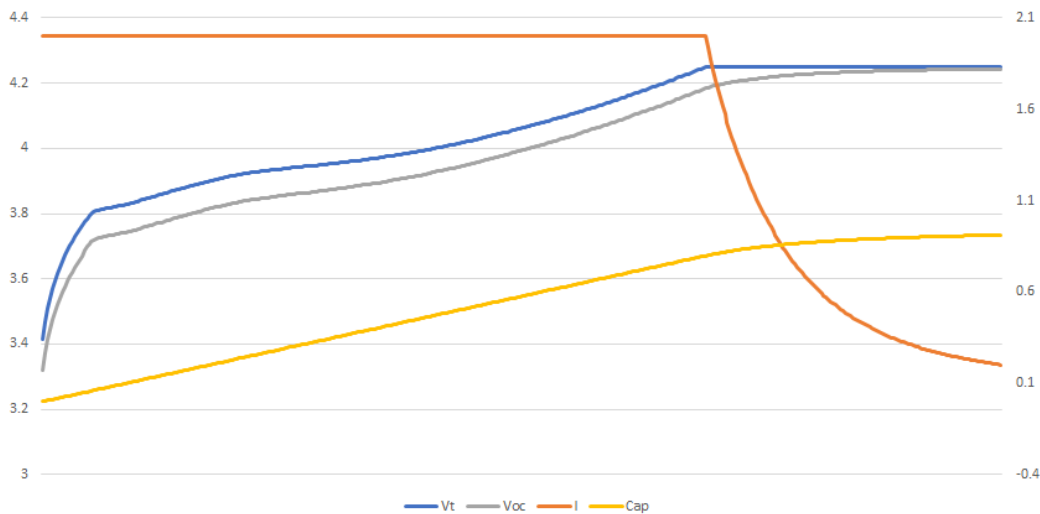
“三件套”的思考！

电池充电曲线的分析

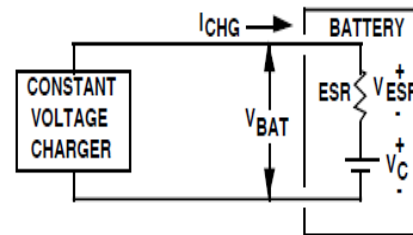
端电压 V_T / 开路电压 V_{OC}



Charge V_t , V_{oc} , I , Cap



开路（不充放电）电压3.79V, 1A充电时, 电压3.95V; -1A放电时, 电压3.31V



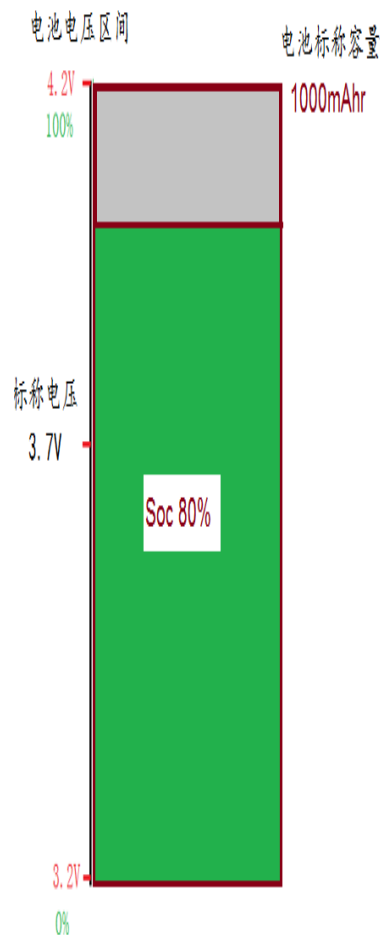
$$V_{ESR} = I_{CHG} \times ESR$$

$$V_{BAT} = V_C + V_{ESR}$$

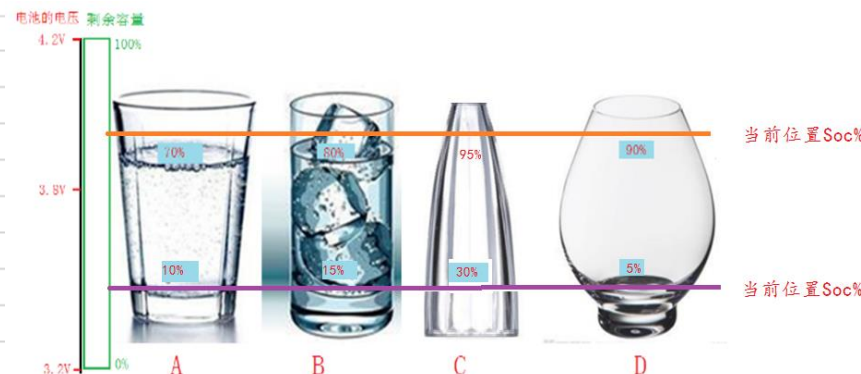
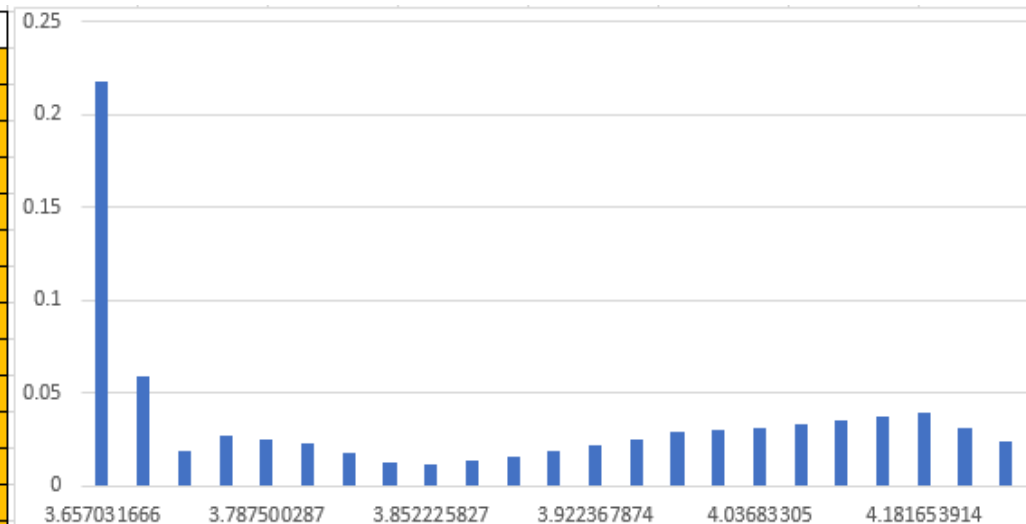
$$V_{BAT} = V_C + (I_{CHG} \times ESR)$$

电池充电曲线的分析

电池容量分布



DCR (ohm)	Voc (V)	V_Diff	Capacity (%)
0.026973467	3.439683182		0.0
0.026404381	3.657031666	0.217348484	4.3
0.027300577	3.715984956	0.05895329	8.6
0.028127499	3.734977014	0.018992058	13.0
0.029376952	3.762391339	0.027414325	17.3
0.030164715	3.787500287	0.025108948	21.6
0.030612322	3.810691171	0.023190884	26.1
0.030762719	3.828152746	0.017461574	30.5
0.030622899	3.840507143	0.012354398	34.9
0.030085567	3.852225827	0.011718684	39.2
0.029601442	3.86584736	0.013621533	43.6
0.029172119	3.881852574	0.016005213	47.9
0.028755904	3.900348199	0.018495625	52.3
0.02823026	3.922367874	0.022019675	56.6
0.027860027	3.947557652	0.025189778	61.0
0.027454544	3.976328753	0.028771101	65.3
0.027279973	4.006074014	0.029745261	69.7
0.027063011	4.03683305	0.030759037	74.1
0.027019078	4.070077821	0.033244771	78.4
0.027011747	4.105446137	0.035368316	82.8
0.027203013	4.142569867	0.03712373	87.1
0.027314364	4.181653914	0.039084047	91.5
0.027608565	4.212539878	0.030885964	95.7
0.02849117	4.236150871	0.023610993	100.0



想一想，上图四种类型电池，
哪一项不适合快速充电？
哪一项不适合快速放电？

你了解在用的电池吗

电池管理的快充 或 快放哪里需要改进？

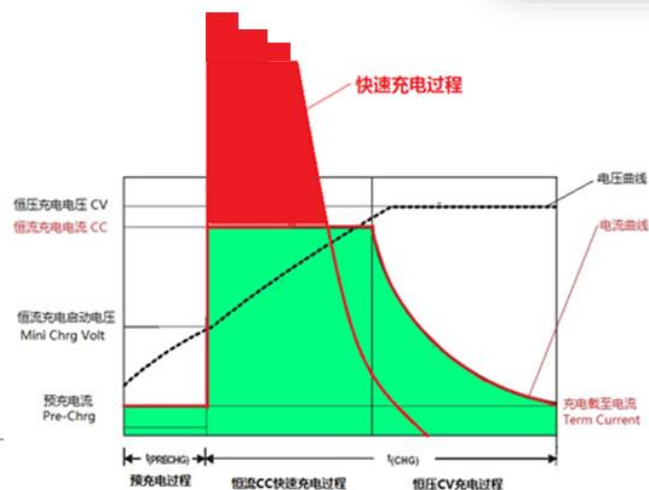


容量：10AH
标称电压：12V

更多指标



Percentage charge	RBatt Scale Factor		
	-20°C	0°C	25°C
100	1223	289	100
95	1142	283	103
90	1150	284	102
85	1114	285	106
80	1101	291	111
75	1097	291	118
70	1101	276	126
65	1106	269	110
60	1119	271	102
55	1138	280	102
50	1164	295	108
45	1196	317	116
40	1245	343	122
35	1319	362	121
30	1428	363	121
25	1665	380	126
20	2216	447	152
15	3248	535	187
10	5502	700	236
9	6454	744	247
8	7404	788	259
7	8355	702	233
6	9307	702	247
5	9269	752	260
4	10192	834	277
3	12216	1011	304
2	14942	1388	351
1	18629	2014	423
0	23448	3057	528



温度对电池的充、放电影响



某个冬天的早晨、你正打算开着你的电动汽车以时速120Km/hr 见她。。。。。

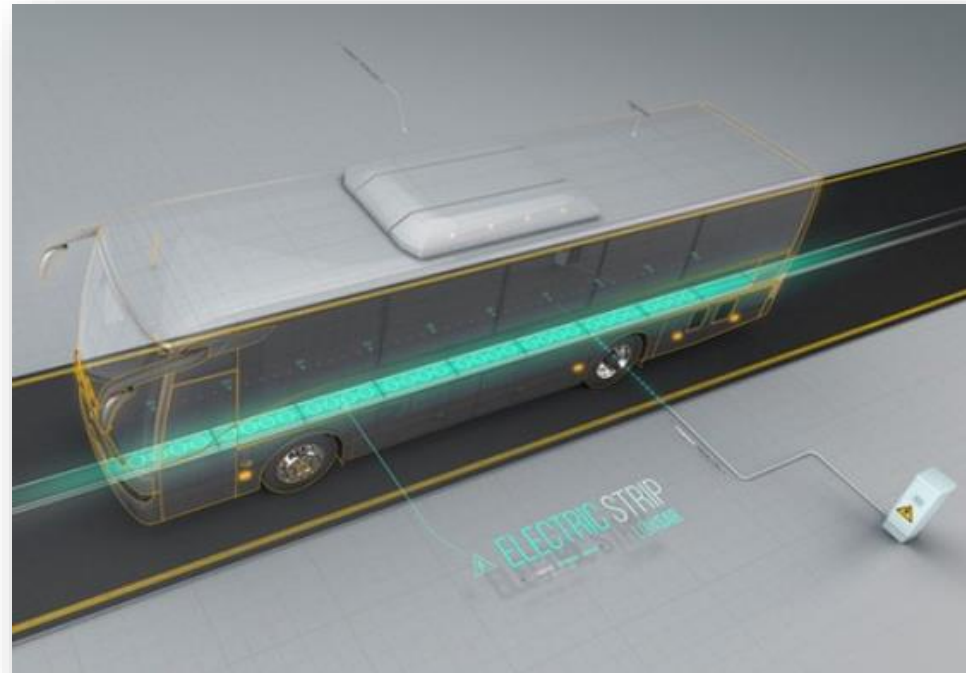
但你看时速表 仅仅显示 20km/hr....., 你要为她点赞

痛点三：寒冷天气的快速充电

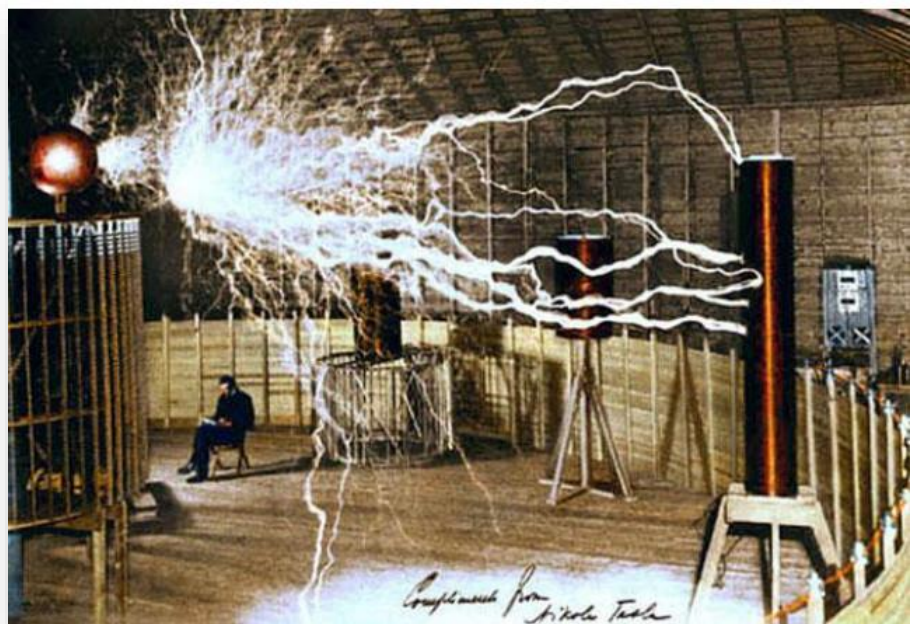
全新升级的 [] 全系标配了国内ITCS电池智能温控管理系统，完美实现了动力电池低能耗的低温预热和高温冷却技术突破，使得车辆在-20℃能快速充电，-30℃仍可正常使用，保障 [] 在极寒、极热地区的充电效率及续航里程能力，完美解决了极寒极热天气纯电动车主的充电续航顾虑。

可以肯定的是 [] 绝不逊色于市面上的任何一款同级纯电动车，从它的销量数据中我们就可以看出， [] 已经得到了国内消费者的认可。5月6日在北京举办的 [] 团购会中，在90分钟的时间实现销量破千，充分展示了 [] 的实力。相信在新新能源汽车不断发展的大势之下， [] 将迈出更加坚实的步伐，成就销售榜上的“王者荣耀”！

无线充电效率相关的测试方案

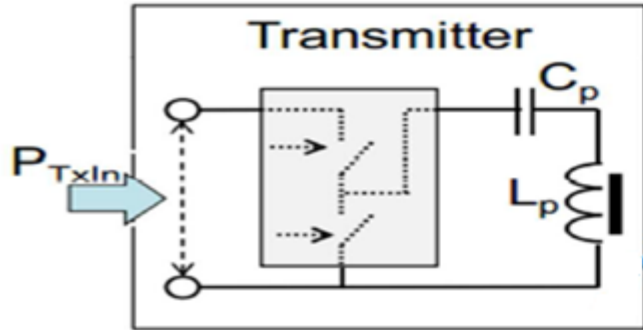


无线充电效率相关的测试方案

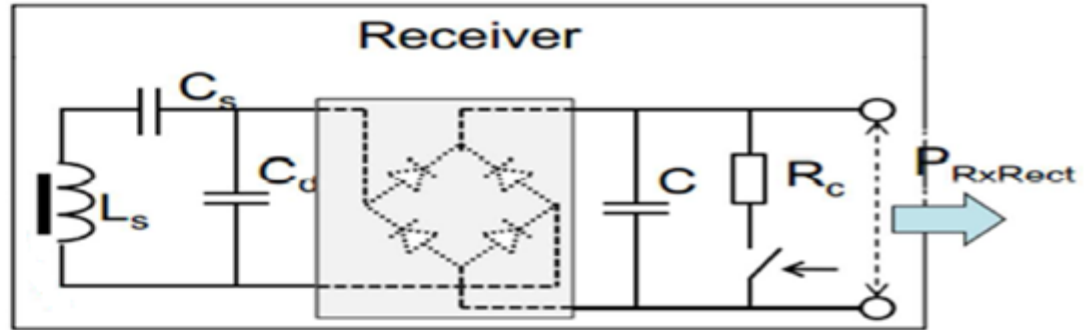


技術	電磁電感式	磁耦合共振	電耦合 (電場耦合)	電波充電
輸電距離	數mm~10cm	數cm~數m	數mm~數cm	數cm~數m
輸電電力	數w~數kW	數W~數kW	數W~數百W	1W以下
傳送效率	70~90%	40~60%	60~90%	極低
頻率	10kHz~數百kHz	數百kHz~數十MHz	數百kHz~數MHz	中頻~特高頻

无线充电的效率测量



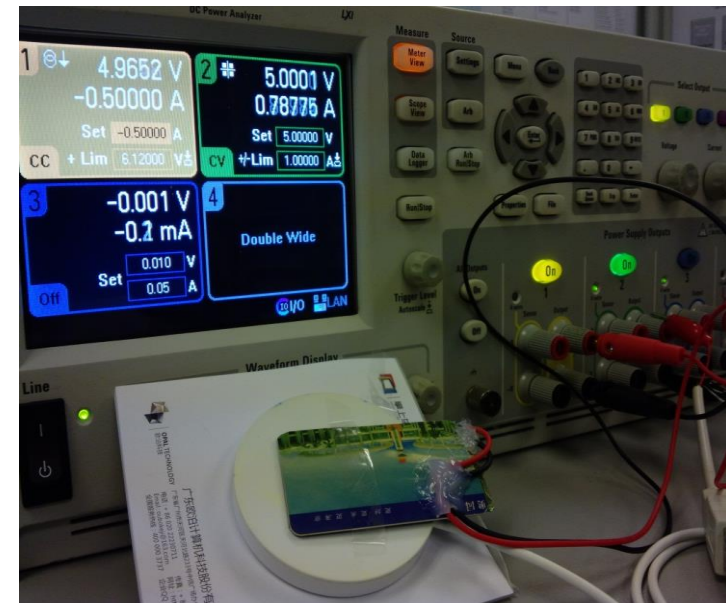
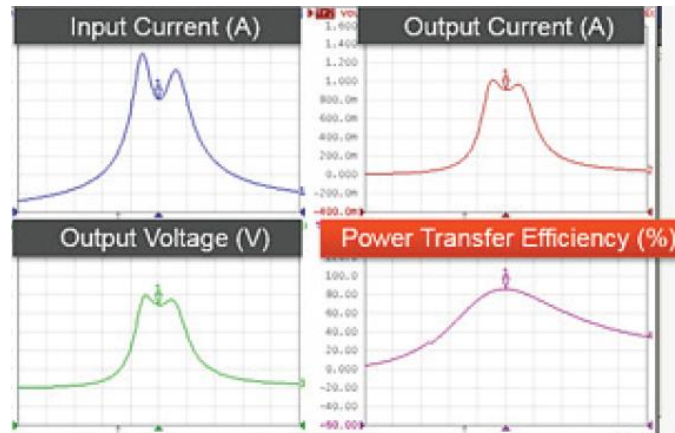
DC-AC 转换效率: Eff1



无线传输效率: Eff2

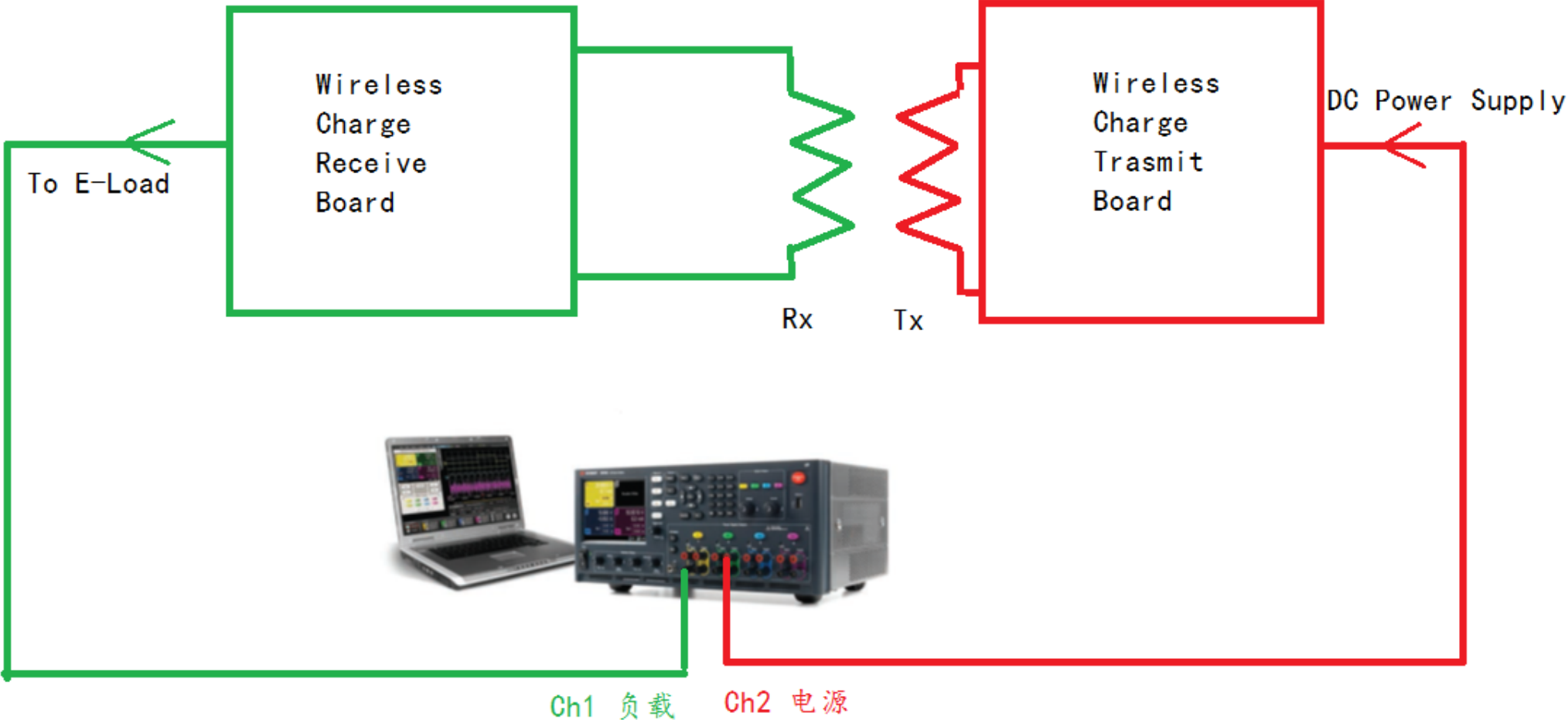
AC-DC转换效率: Eff3

DC输入功率



电池吸收功率

无线充电的效率测试环境之1 —— DC-DC一体化测量



内置ARB实现一键式无线充电的效率曲线扫描



Output 1 - Ramp Voltage Properties

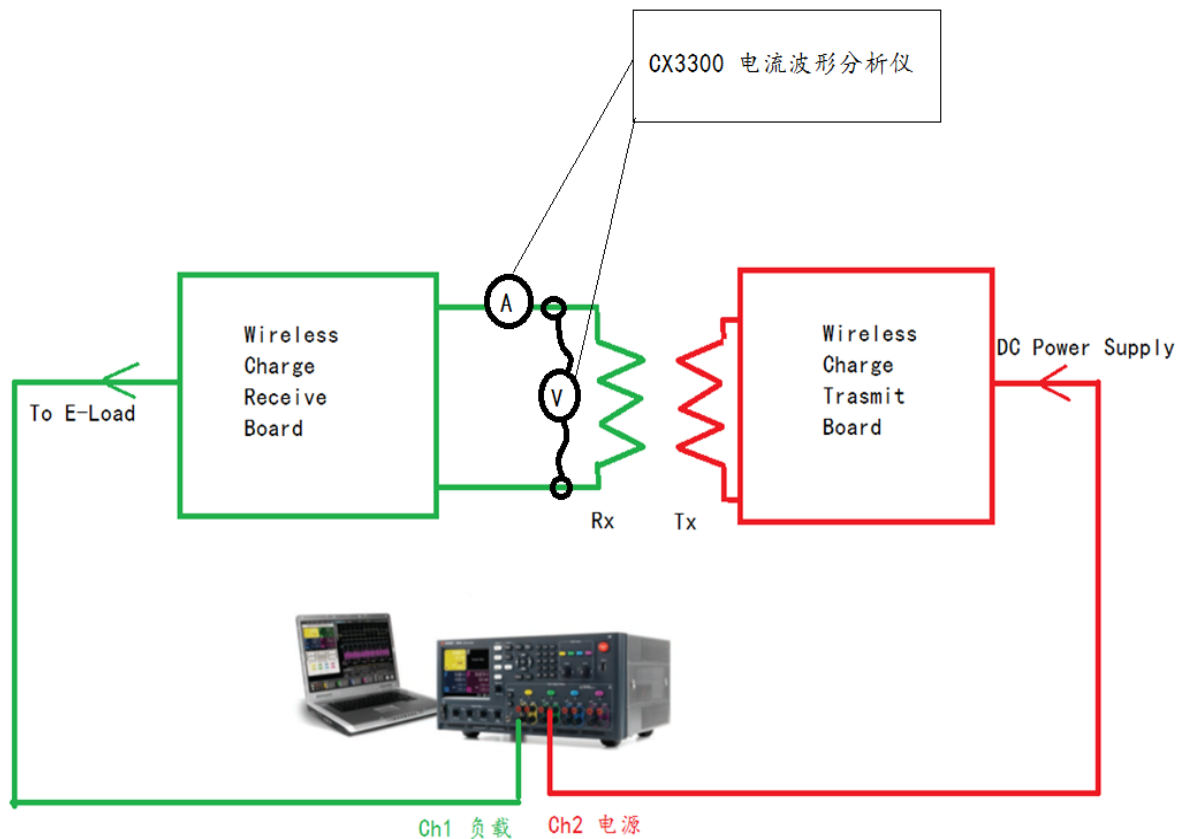
V_0 3.4000 V
 V_1 4.2000 V
 t_0 0.50000 s
 t_1 50.000 s
 t_2 0.0000 s

Return to DC Value
 Last Arb Value

Continuous Repeat Count 1

无线充电的效率测试环境之2

RX/TX 接收端AC信号测



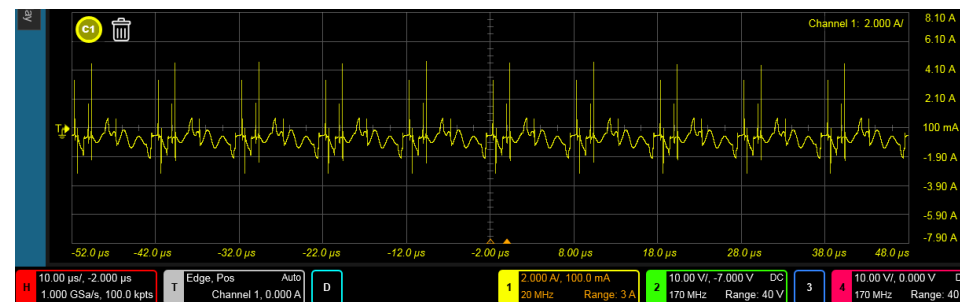
	Range	Noise (rms) ¹	Maximum bandwidth (-3 dB)
CX1103A	20 mA	5 μ A	200 MHz
	2 mA	1.5 μ A	75 MHz
	200 μ A	150 nA	9 MHz
	20 μ A	25 nA	2.5 MHz
	2 μ A	1.5 nA	250 kHz
	200 nA	150 pA	100 kHz

案例一：空中无线能量捕获材料和装置研究

- ✓ MHz的电流信号
- ✓ 极低电流信号约 1 μ A

案例二：无线充电装置在低功率时的性能分析

- ✓ 100-200KHz
- ✓ 较低电流信号约 1mA



无线充电的效率测试环境之3

RX/TX 线圈效率

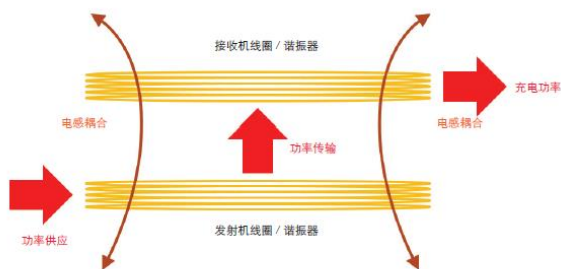
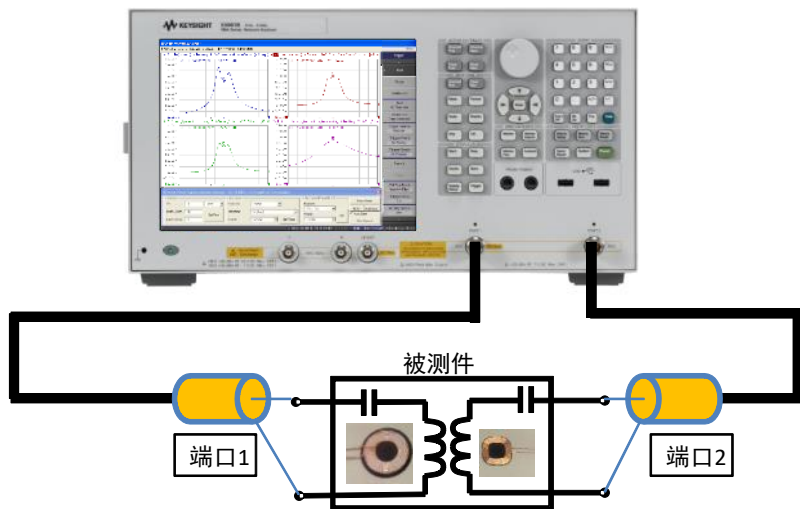


图1. 线圈 / 谐振器之间通过磁场利用电感耦合进行功率传输

E5061B矢量网络分析仪

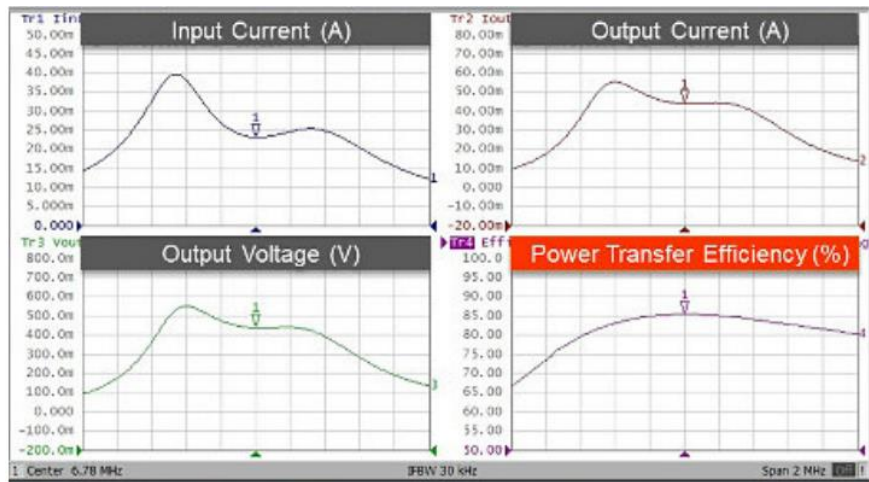


测试类别	被测件	测试要求
WPT 系统	耦合的线圈/谐振器	功率传输效率
		阻抗匹配
		系统运行条件下的阻抗匹配

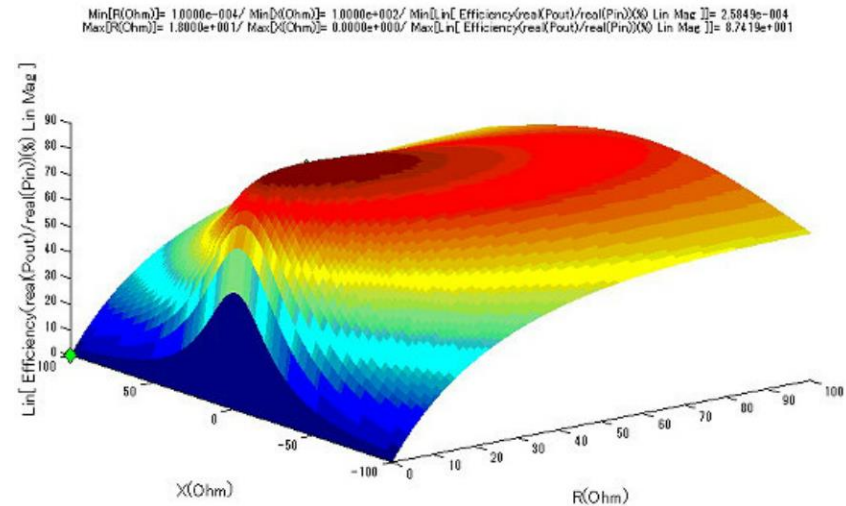
测试解决方案:

- 基于ENA系列矢量网络分析仪的无线充电测量软件
- 通过 S 参数测量来分析 WPT系统的实时电压、电流和功率传输效率
- 用户自定义任意负载阻抗，来仿真连接电池后的功率传输效率

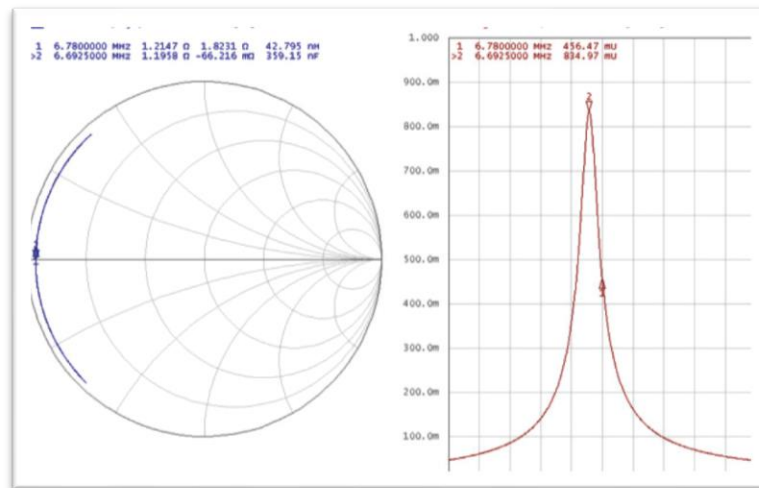
E5601B 实测Tx/Rx线圈效果



实时电压、电流和功率传输效率

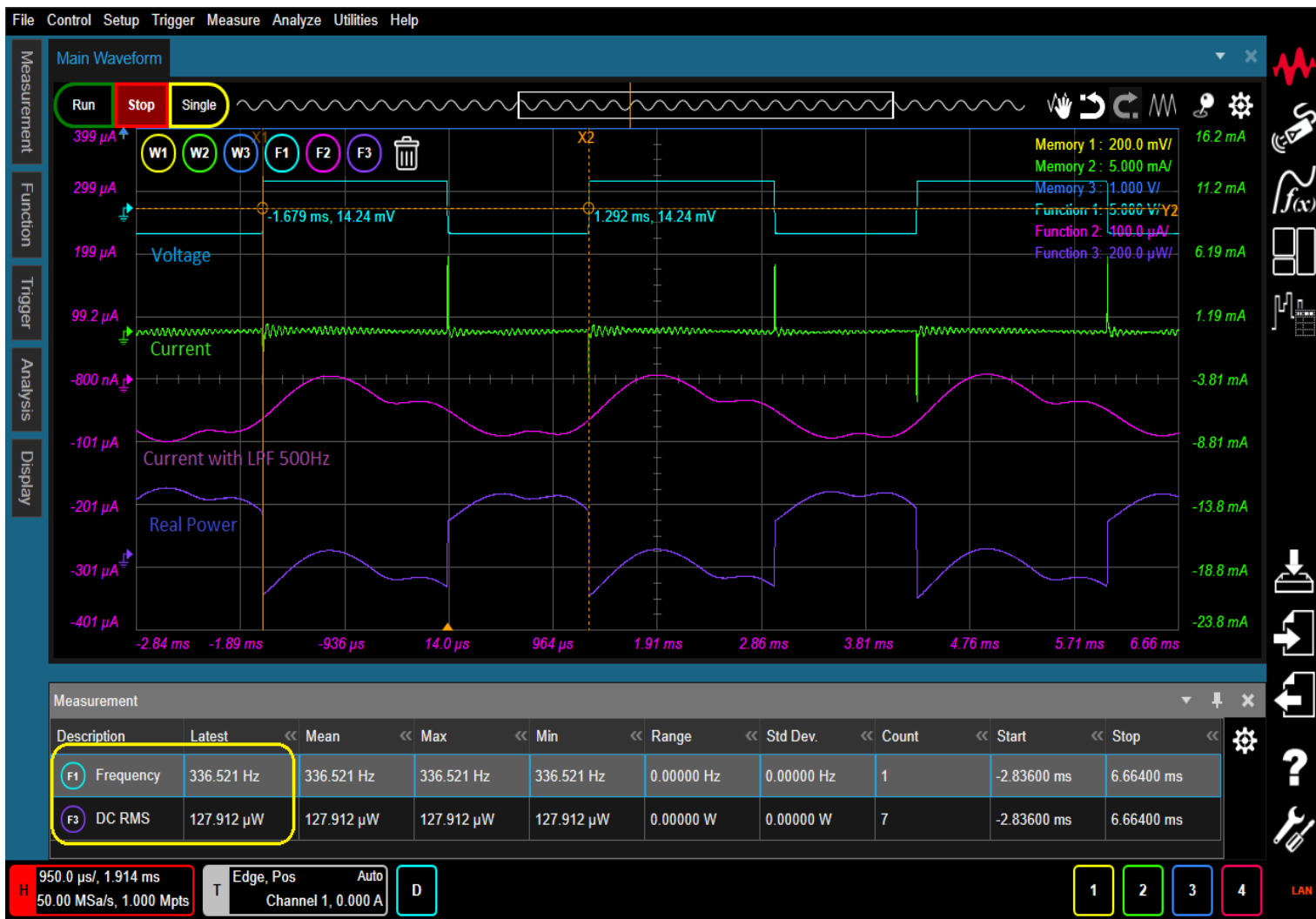


三维仿真了解负载阻抗的相关性，电阻 (R)、电抗 (X) 和频率 (f) 的测量结果



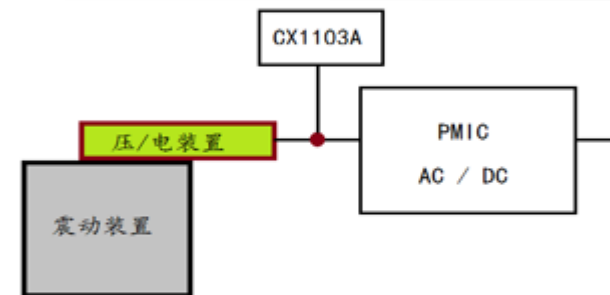
史密斯圆图(R, X), 谐振频率为 6.78 MHz

空中能量捕获系统测试



微弱震动或无线RF能量收集

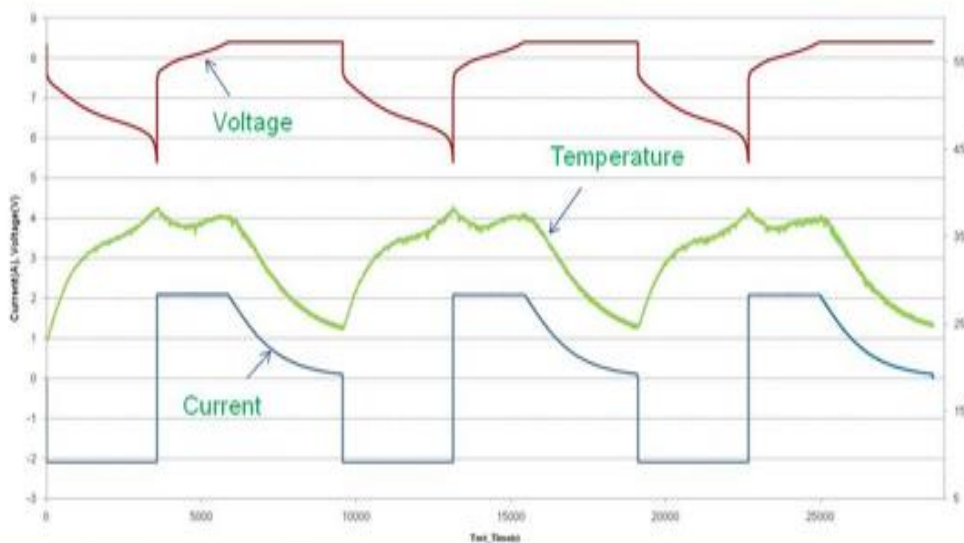
该装置电路的测试数据：
 主频率：336/52 Hz
 平均功率(RMS)：127 μ W
 峰值电流：5.24mA
 次频率：18.67KHz



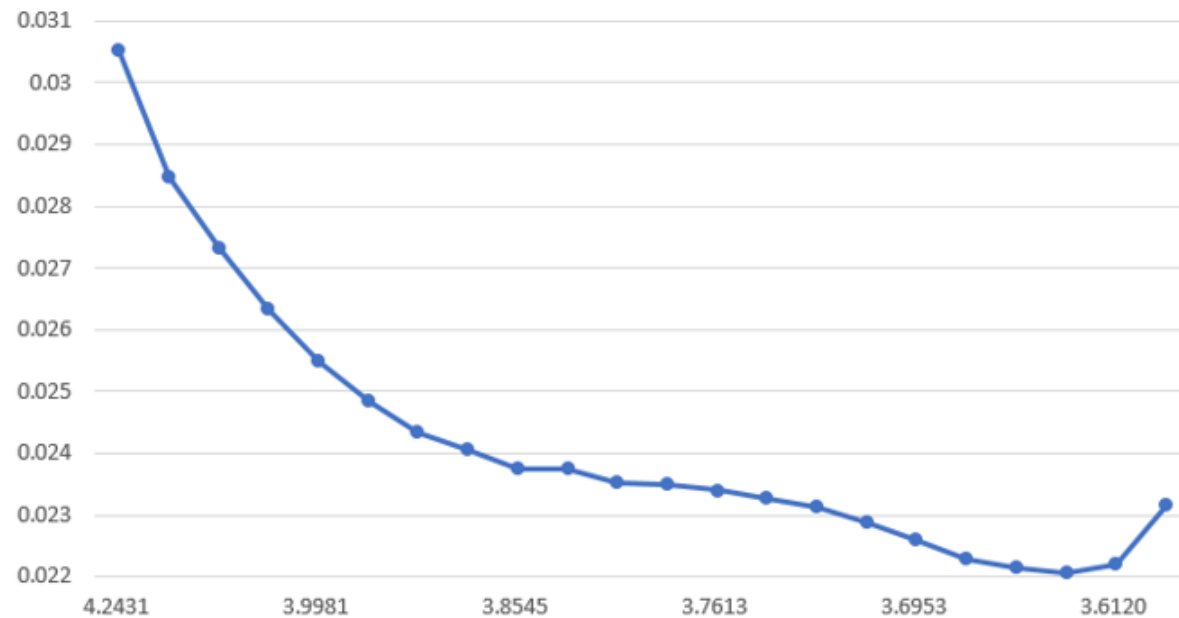
无线广播RF能量收集

电池与快充或充电相关的特性分析

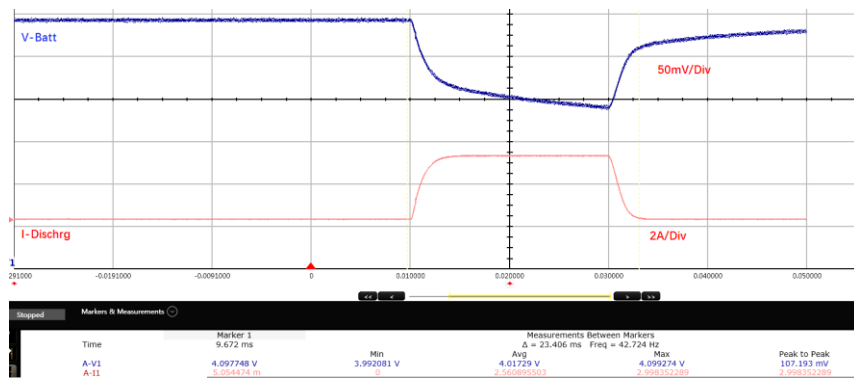
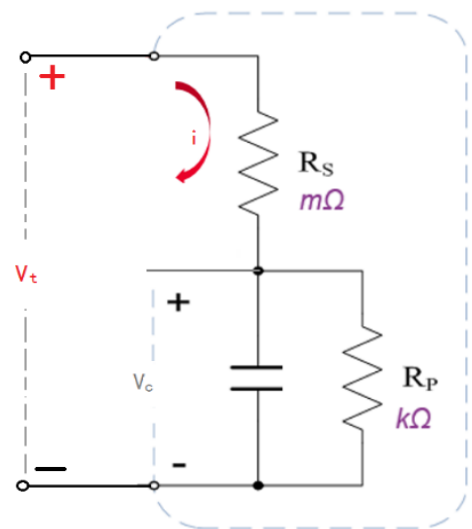
充放电交替测试不再困难？



DCR Vs Voc



电池全面性能指标？

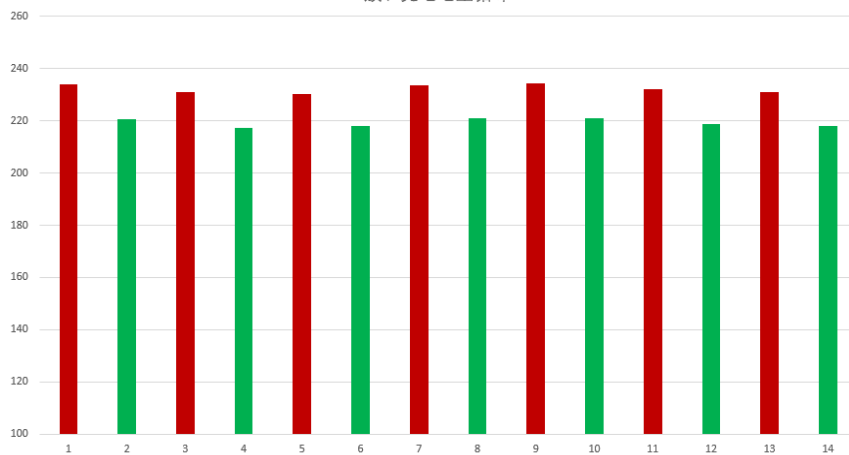


ACR / DCR 内阻



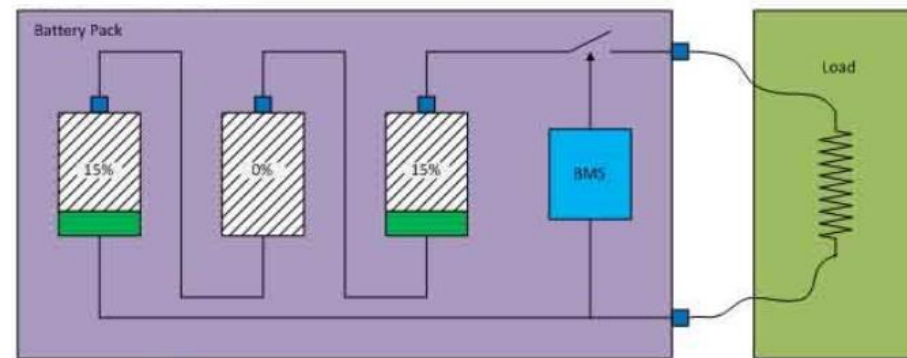
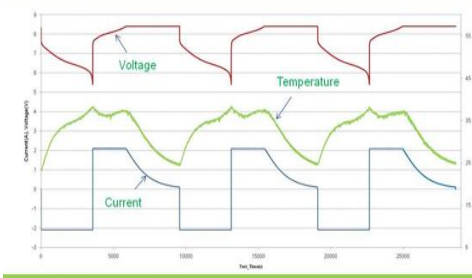
容量 及容量Vs电压分布

放、充电量循环



循环充放电次数和容量

充放电交替测试不再困难？



自放电与电池均衡

电池循环充放电寿命验证

充放电交替测试不再困难？

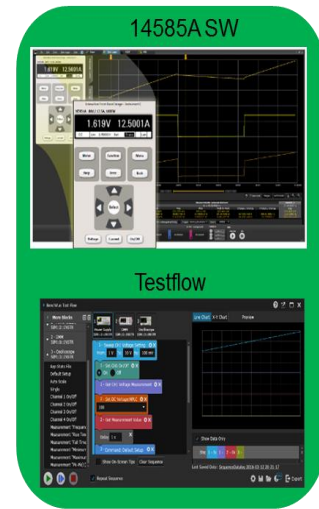


- ✓ 具备+/-电流能力，单次连接，可以对电池进行充电和放电测试；
- ✓ 内置电量测试能力，可以直接获得累积的电量(AHr)数据，测试和验证电池容量。
- ✓ 高精度测量，可以用于测量电池的内阻DCR。
- ✓ 输出端具备继电器开关，可以完全断开与蓄电池的连接。



N6705C,
20- 500W

- 电源和负载功能的无缝转换
- 大功率任意波形发生器
- 电压、电流示波器
- 电压、电流数据记录仪
- 内置电池内阻仿真
- 内置电量计



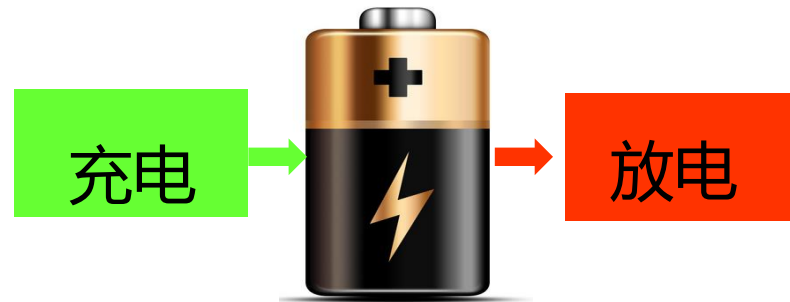
Testflow



RP7900, 950V, 40A, 10KW



N7900, 160V, 200A, 2KW



BenchVue / Test Flow 软件平台

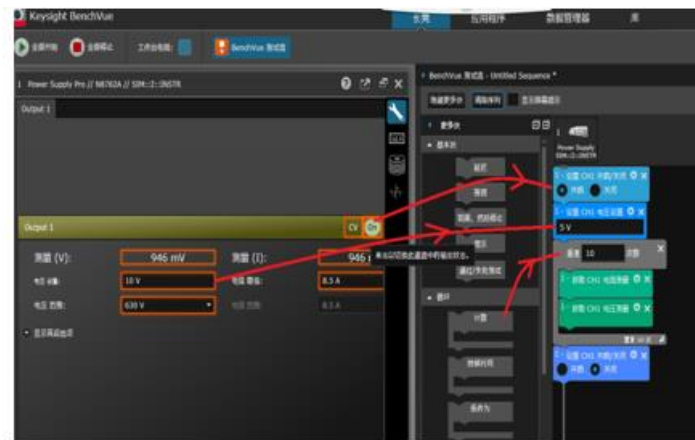


支持Keysight全系列仪表

用户无需编程（经验）即可：

- 连接仪器
- 编辑测试序列
- 记录数据
- 获取测量结果

BenchVue可视作仪器与上位机的神经网络



Test Flow拖拽式编程

Time	Step	Voltage Set	Current Set	Measurement Value	Error Measurement	%_Pct1	[0]	[1]
31:52.9	1	5	0.5	0.01	0.42344889	0	0.11321206	0.121
31:53.3	2	5	1	0.11	0.67935192	0	0.28790094	0.10594624
31:53.7	3	5	1.5	0.251421356	1.12324126	0	-0.05776102	0.07979785
31:54.1	4	5	2	0.18105981	0.18170117	0	0.307033977	0.2247952
31:54.4	5	12	0.5	-0.21	1.452136628	0	-0.07195219	-0.24767624
31:55.0	6	12	1	0.231806798	1.88002222	0	0.43012416	0.36895664
31:55.5	7	12	1.5	0.254948974	0.521628276	0	0.123179252	0.28642613
31:55.9	8	12	2	0.274577131	0.74679905	0	0.647891449	0.20329607
31:56.5	9	18	0.5	-0.29284732	0.902189512	0	-0.340105143	0.11746997
31:56.9	10	18	1	-0.31	0.631280779	0	-0.174718284	0.10072505
31:57.3	11	18	1.5	0.326227786	0.276378058	0	-0.18580043	0.34111243
31:57.8	12	18	2	0.341862479	1.53509014	0	-0.322196114	0.35452495

自动生成详细测试数据

电池循环充放电寿命验证 / *Test Flow (Benchvue 软件)

1 - *RST
Address: GPIB0::5::INSTR

1 - Set CH1 Priority Mode
Current

1 - Set CH1 Voltage Limit
4.25 V

Repeat 100 time(s)

1 - Set CH1 On/Off
On

1 - Amper Hour Reset
Address: GPIB0::5::INSTR N7951A
SCPI: SENS:AHO:RES Validate

1 - Set CH1 Current Setting
Curr_Dischrg

Repeat Until
Get CH1 Voltage Measurement <= 3.5 V

1 - Get CH1 Voltage Measurement

1 - Get CH1 Current Measurement

Set
1 - Amper Hour Reset
Address: GPIB0::5::INSTR N7951A
SCPI: FETC:AHO? Validate
Return Type: Double

Delay 5 s

APS 电源复位 RST

电池放电/充电循环次数

放电测试

电量计清零

放电截至条件电压 < 3.5V

获取 电池电压、电流 和 电量

Delay 60 s

1 - Set CH1 On/Off
On

1 - Set CH1 Current Setting
Curr_Chrg

1 - Amper Hour Reset
Address: GPIB0::5::INSTR N7951A
SCPI: SENS:AHO:RES Validate

Repeat Until
Get CH1 Current Measurement <= 200 mA

1 - Get CH1 Voltage Measurement

1 - Get CH1 Current Measurement

Set
1 - Amper Hour Reset
Address: GPIB0::5::INSTR N7951A
SCPI: FETC:AHO? Validate
Return Type: Double

Delay 5 s

1 - Set CH1 On/Off
On

Export Data
File Name: Battery-Dischrg - Chrg - 14
Export Target: CSV
Export Path: C:\0 D盘-工作文件\Work SPD\Baohua...

Delay 60 s

放电 --> 充电 静置 时间

充电测试

电量计 清零

充电截至条件 电流 < 200mA

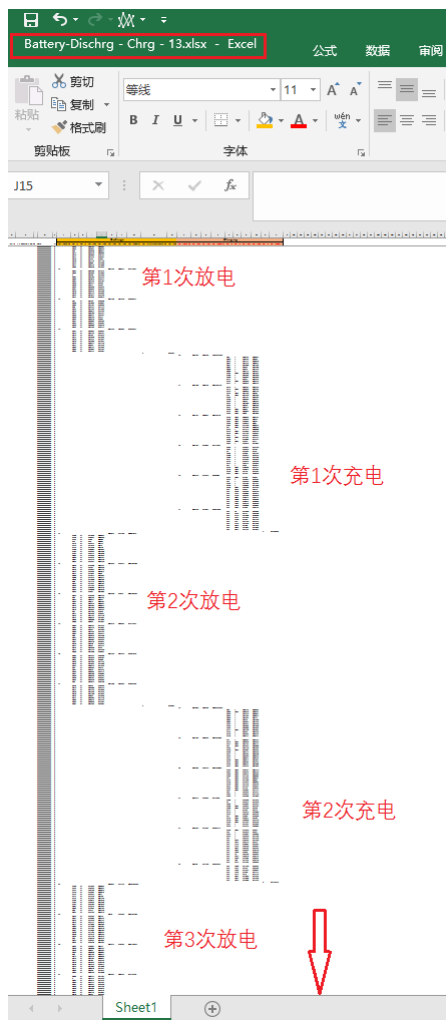
获取 电池电压、电流 和 电量

测试CSV文件保存 至 指定文件夹



Test Flow 实测数据

TEST FLOW 实测数据



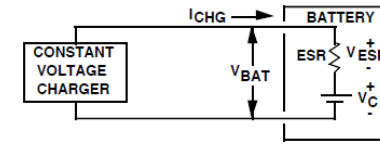
电量 (mAh)	
1	233.9181
2	220.5058
3	230.9164
4	217.3428
5	230.4694
6	218.2006
7	233.7589
8	221.1083
9	234.2563
10	220.9343
11	232.1937
12	218.8267
13	230.9993
14	217.9437

*数据来源,
某1100mAh电池浅充、浅放。
放电截至电压-3.9V;
充电截至电流1A;
有效容量约240mAh。



Test Flow 实测数据

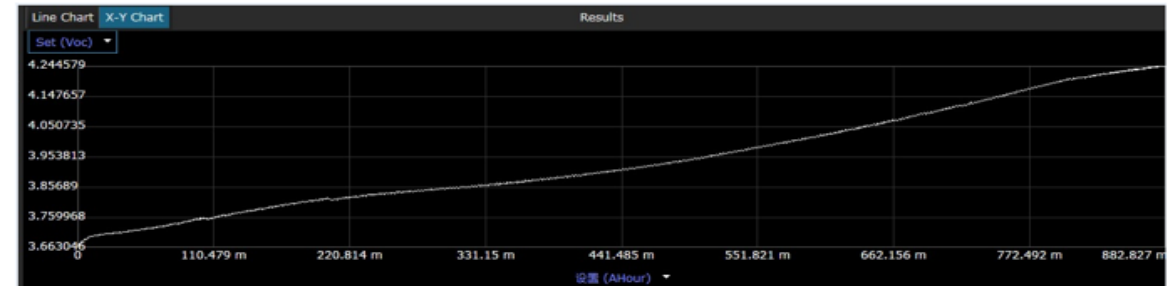
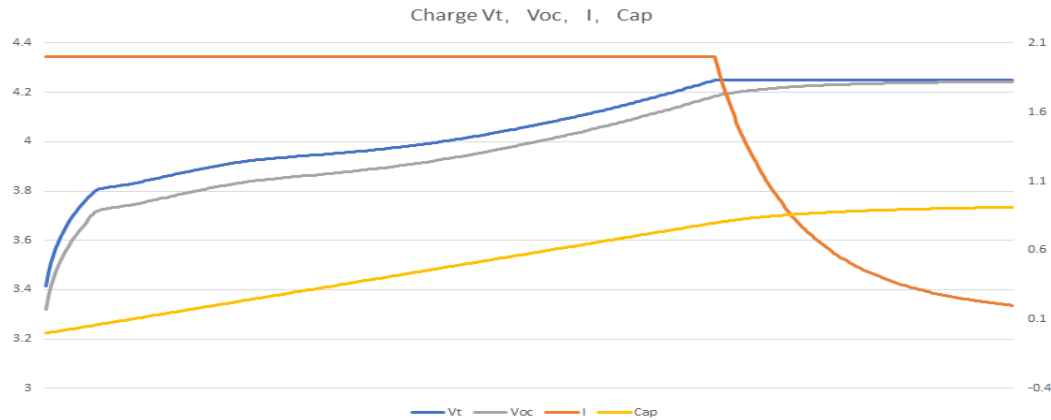
电池充/放电曲线/DCR _1



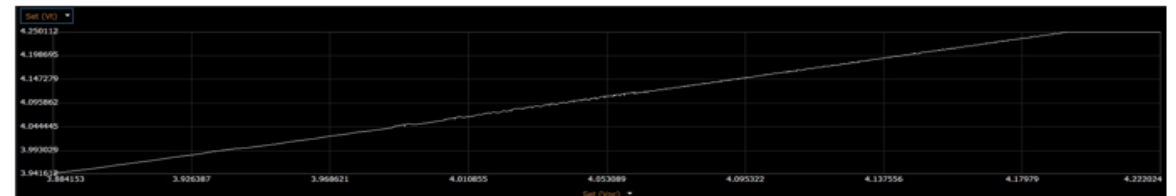
$$V_{ESR} = I_{CHG} \times ESR$$

$$V_{BAT} = V_C + V_{ESR}$$

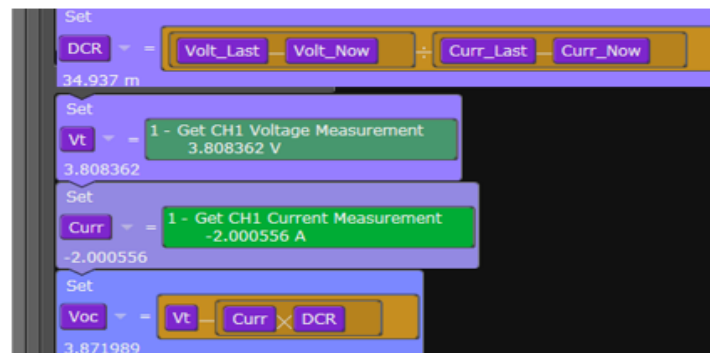
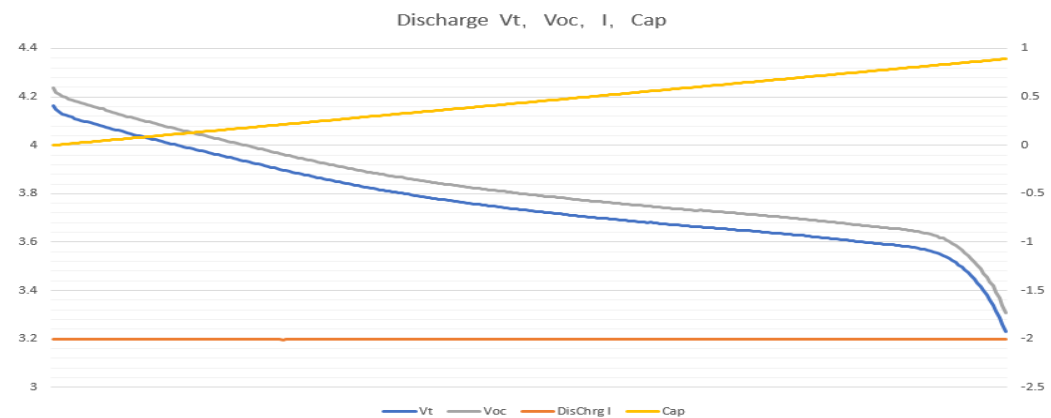
$$V_{BAT} = V_C + (I_{CHG} \times ESR)$$



充电过程中的，电池电量 (Ahr) Vs 电池开路电压 Voc



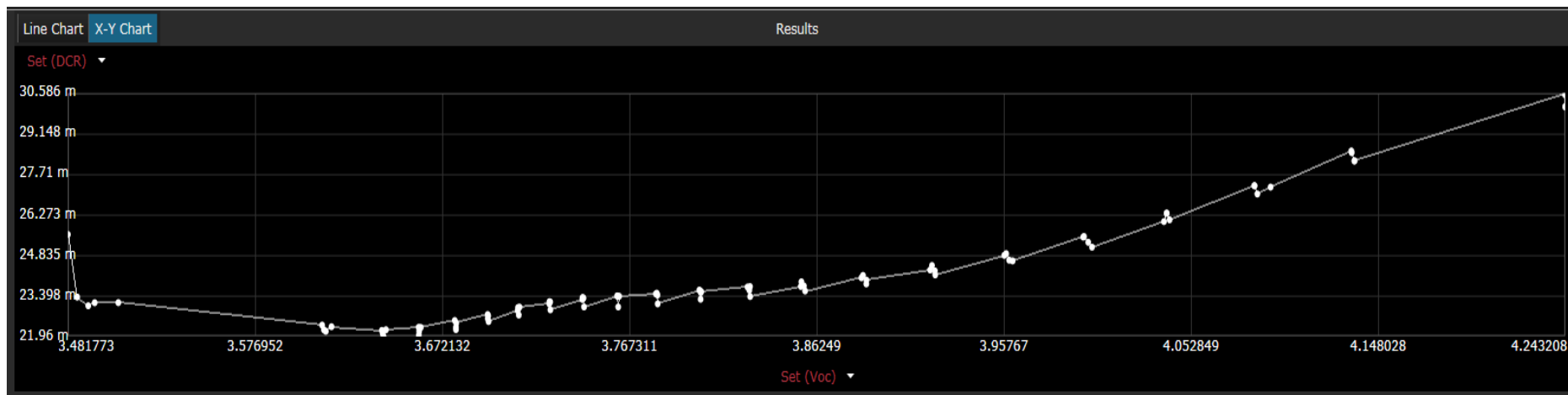
电池开路电压 Vt Vs 电池开路电压 Voc



*数据来源，
某1100mAh电池充、放电。
放电截至电压-3.3V；
充电截至电流0.2A；
有效容量约900mAh。

Test Flow 实测数据

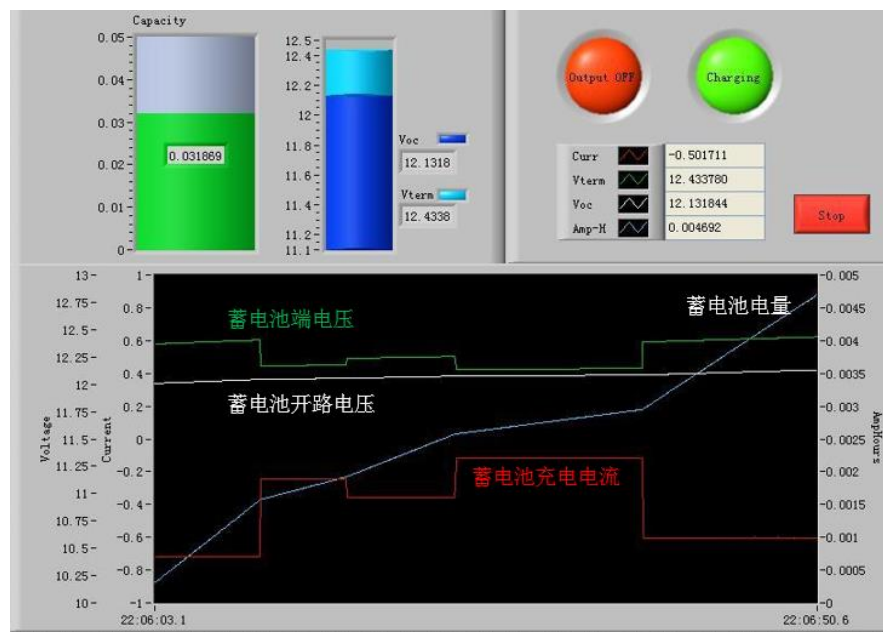
电池充/放电曲线/DCR_2



电量 (Ahr)	DCR (Ω)	Voc (V)
0.04614512	0.036577742	3.66068004
0.09261718	0.037212373	3.725647529
0.1390386	0.037949672	3.75157968
0.185453	0.038170871	3.783113753
0.231905	0.037785937	3.809761714
0.2761011	0.037766115	3.830160602
0.3201899	0.037423396	3.843590786
0.3642329	0.036487066	3.855946993
0.410844	0.035521265	3.871300519
0.455037	0.034597368	3.889032882
0.4995854	0.033692061	3.910274475
0.546194	0.033087522	3.936957706
0.5927671	0.032560164	3.968097114
0.6393005	0.031937653	4.001754347
0.6836839	0.031874742	4.034612951
0.7278504	0.031515196	4.070978841
0.7722958	0.031095616	4.109864043
0.8166187	0.031558307	4.151470423
0.862938	0.031553856	4.194197557
0.9077889	0.031978325	4.222493098

电池模型参数

- ✓ 电压区间
- ✓ 电量分布
- ✓ 内阻分布



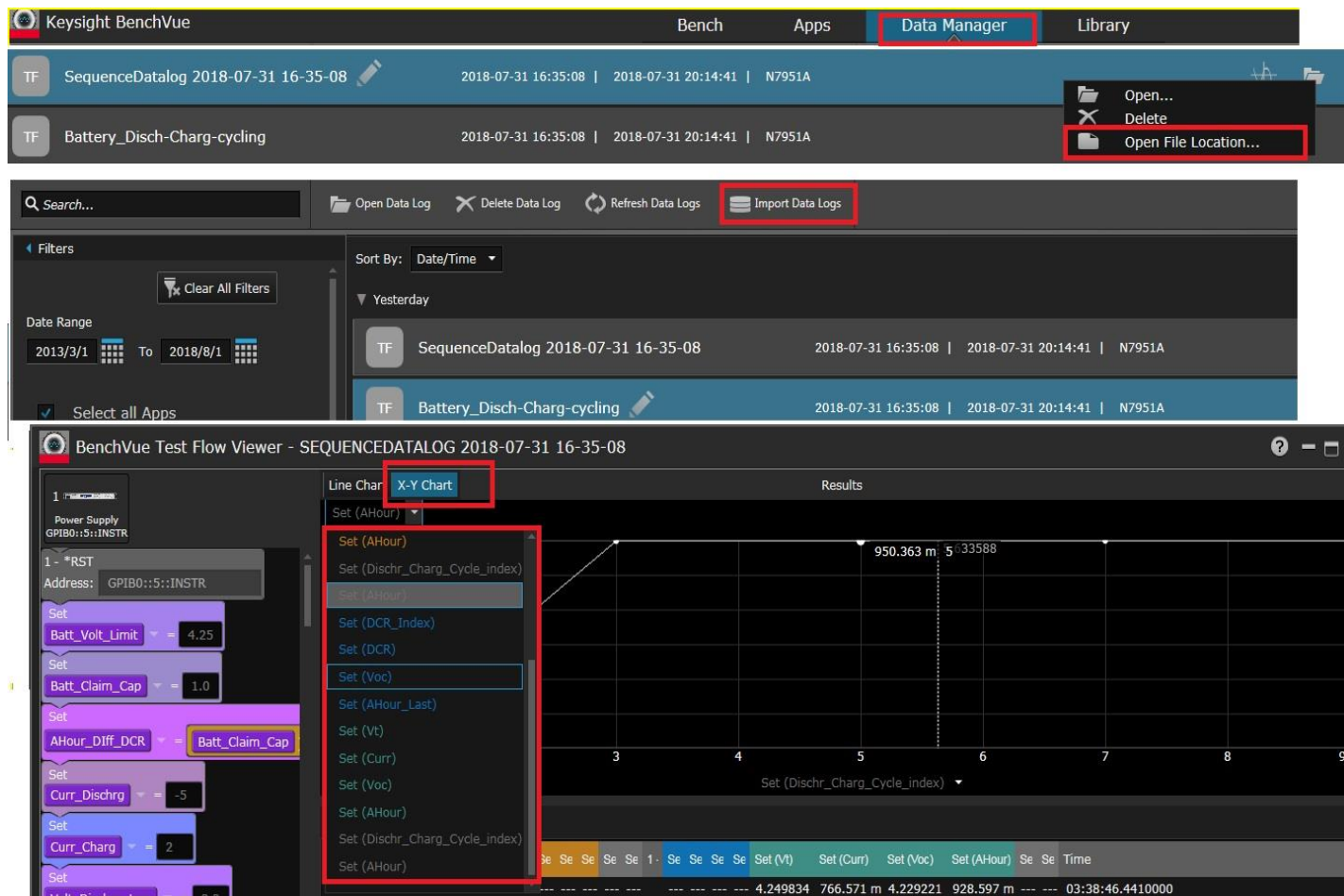
某电池内阻随电量和温度的分布

Percentage charge	RBatt Scale Factor		
	-20°C	0°C	25°C
100	1223	289	100
95	1142	283	103
90	1150	284	102
85	1114	285	106
80	1101	291	111
75	1097	291	118
70	1101	276	126
65	1106	269	110
60	1119	271	102
55	1138	280	102
50	1164	295	108
45	1196	317	116
40	1245	343	122
35	1319	362	121
30	1428	363	121
25	1665	380	126
20	2216	447	152
15	3248	535	187
10	5502	700	236
9	6454	744	247
8	7404	788	259
7	8355	702	233
6	9307	702	247
5	9269	752	260
4	10192	834	277
3	12216	1011	304
2	14942	1388	351
1	18629	2014	423
0	23448	3057	528

*数据来源,
某1100mAh电池充、放电。
放电截至电压-3.3V;
充电截至电流0.2A;
有效容量约900mAh。

Test Flow 实测DataLogger数据X-Y分析

BENCHVUE软件演示



放电容量 VS 放电序号

放电容量 VS Vt

放电DCR VS DCR序号

充电容量 VS 充电序号

充DCR VS DCR序号

充电容量 VS Voc

充电电流 VS Voc

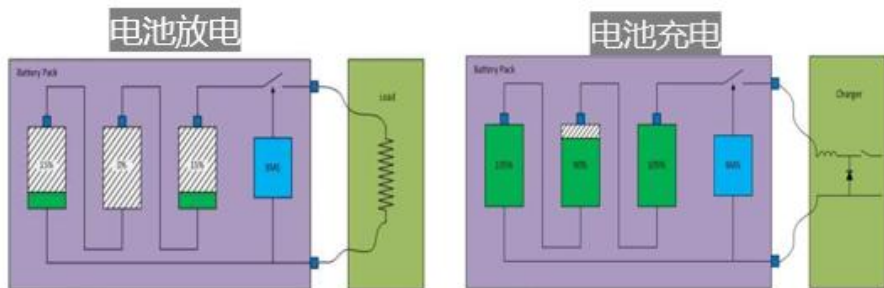
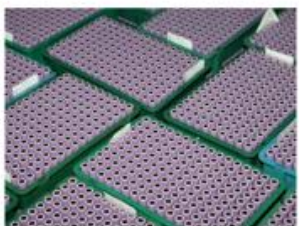
充电端电压Vt VS Voc

免费下载安装Benchvue软件，咨询Keysight 获取以上测试文件

*数据来源，
某1100mAh电池充、放电。
放电截至电压-3.3V；
充电截至电流0.2A；
有效容量约900mAh。

电池自放电的影响

动力电池和物联网设备的低功耗长寿命电池



动力电池需要自放电特性一致的电芯进行配组，以确保长期工作的均衡充、放电。有数据表明，使用单体1200次循环的电池，良好的配组之后，电池组循环次数可能不到200次！



很多新型NB-IoT设备提10年不换电池出的要求，例如无线水表、智能传感器等。电池的长时间续航，一方面要求产品本身低功耗，还要求电池本身低自放电损耗。例如一个10000mAh的电池，如果自放电率是50uA，10年就是4380mAh，约50%的电能被自身漏掉了，有效的电池电量其实只有50%！

电池的自放电率和传统的测试手段

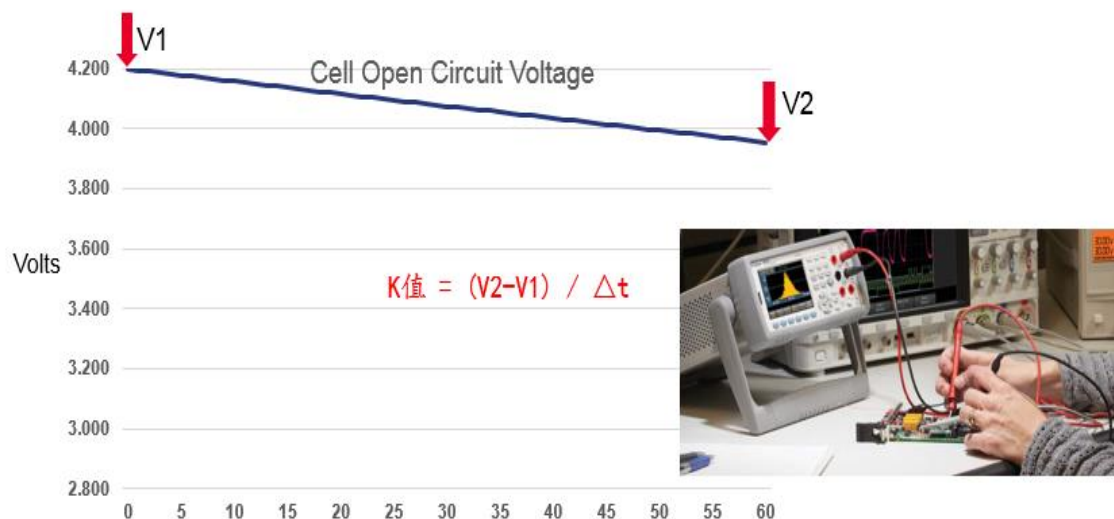
自放电率：

又称电荷保持能力，是指电池在开路状态下，电池所储存的电量在一定条件下的保持能力。主要受电池制造工艺、材料、储存条件等因素影响，是衡量电池性能的重要参数。

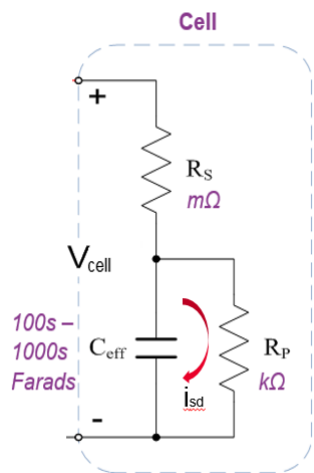
传统的测试手段：高精度万用表 + 大量存放的电池 + 数月的时间

下表列出了正常储存条件下自放电的近似值：

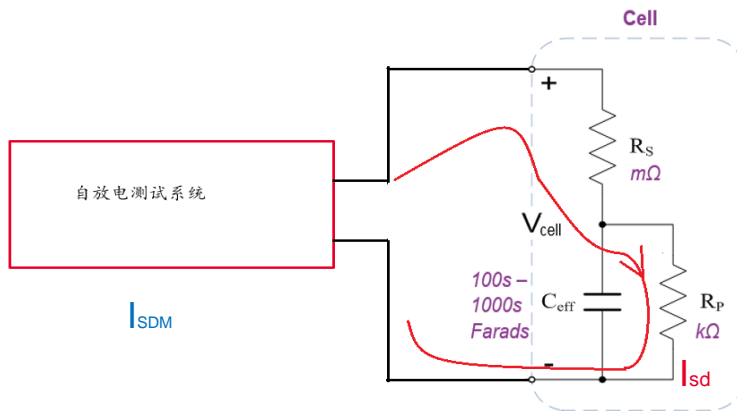
类型	自放电率 / 月
锂离子纽扣电池	1%
碱锰圆形电池	2 %
锌碳圆形电池	4%
铅蓄电池	20-30%
镍镉/镍氢电池	35%



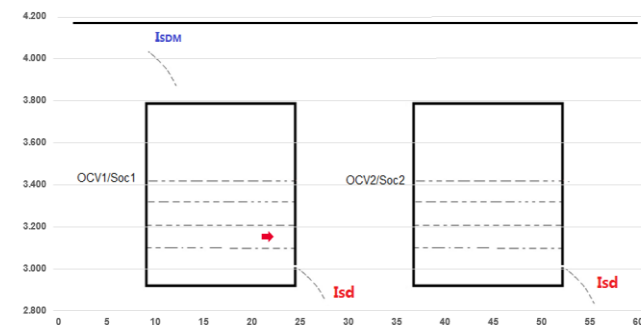
Keysight创新的自放电测试原理



电芯开路时，等效的内部电阻 R_P 构成的放电回路 I_{sd} 。



自放电测试系统保持电芯电压/Soc，因此，电芯没有被充电（Soc减少），也没有被充电（Soc增加），此时测试系统提供的电流 I_{SDM} 就等于 I_{sd} 。



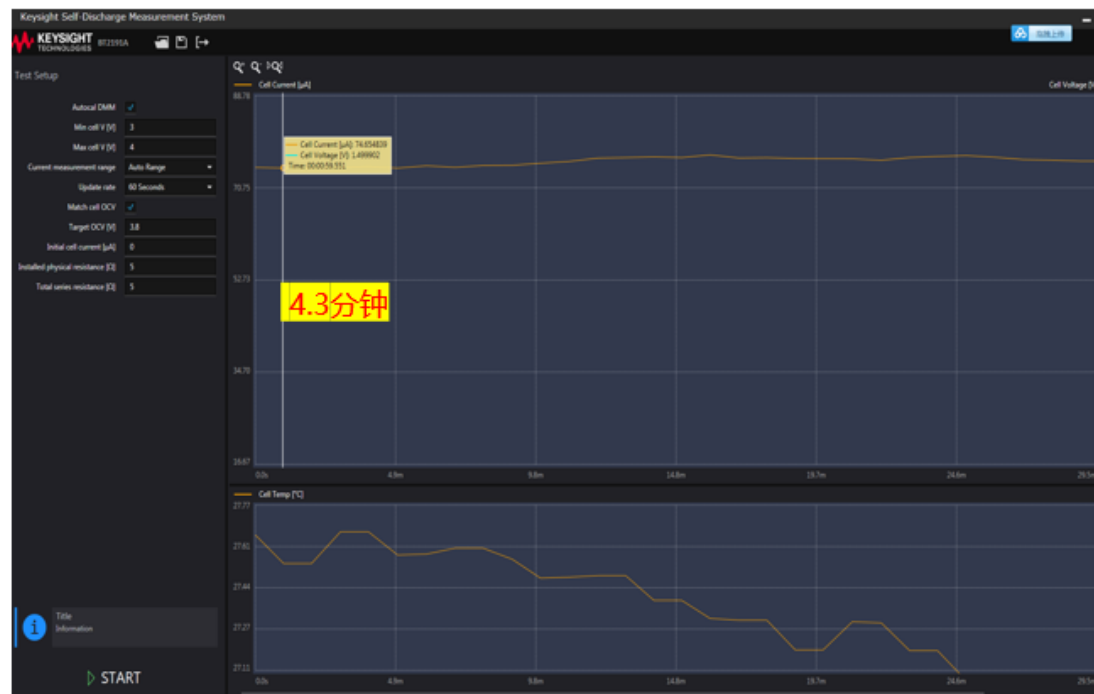
假设用一个水杯代替电芯，水杯的高度对应电芯电压Ocv (nV)，该水位对应的容积代表电芯电量Soc(n%)。虽然水杯依然有一个很小的洞，但由于外部补充的速度 (I_{SDM})与漏水速度 (自放电电流 I_{sd}) 一样，且电芯电压OCV和SOC均保持不变,所以测量 I_{SDM} 就等于 I_{sd} 。

电池与快充或充电相关的特性分析



某18650电芯，测试时间约1.5小时，自放电电流9.15uA

电池模拟器 瞬间获得-自放电电流74.6uA



BT2191A 自放电测量系统

帮您迅速筛选出低放电率的电池型号

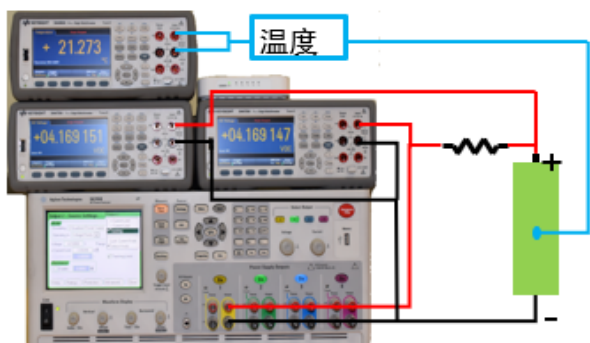
研发测试方案

测量和记录电池自放电电流、电池电压、电池温度

能够显著缩短测量电池自放电电流所需的时间

0.5-2小时即可完成 18650 等小型电池自放电率的测试

2-5 个小时完成大容量软包电池（例如 10-60 Ah）测试



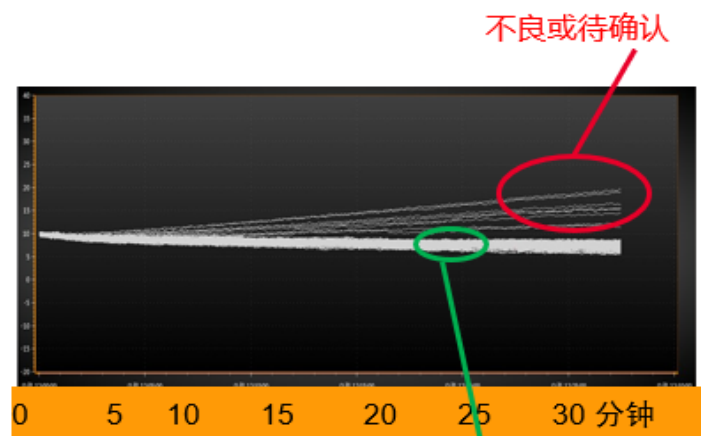
批量生产的一致性筛选

256个电芯同时开始测试，绝大部分曲线重合；

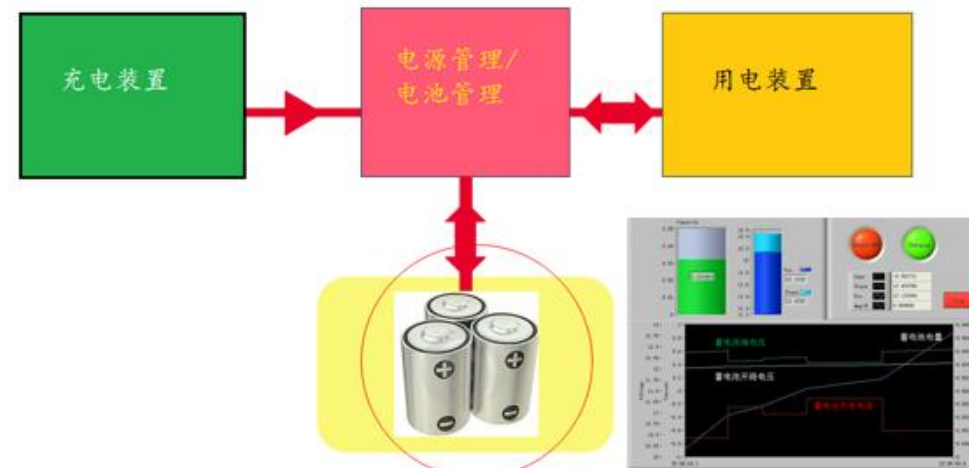
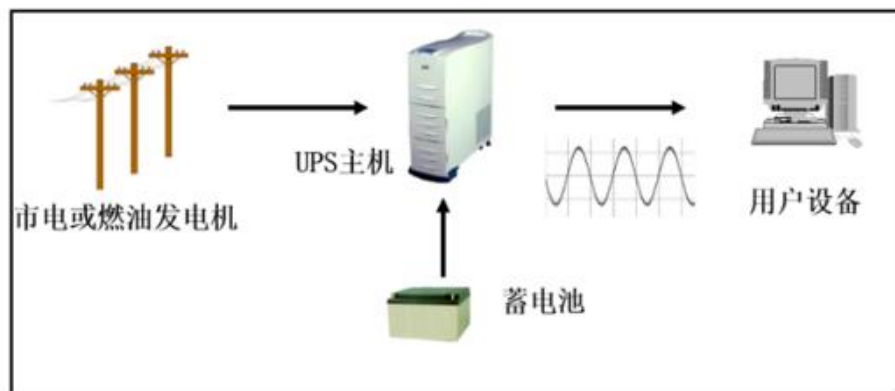
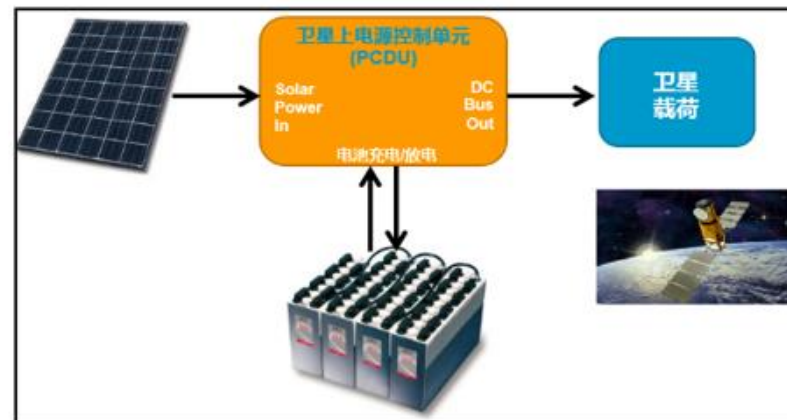
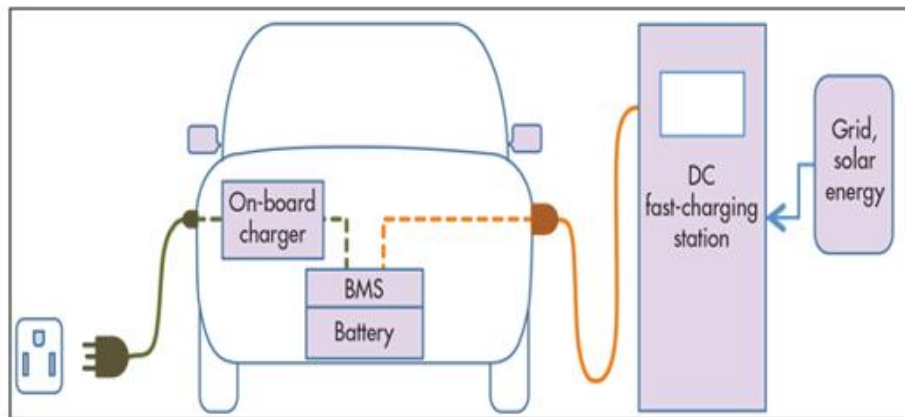
在很短（约5分钟）的时间后，电流开始分开，大约

10-15分钟后明显区分；

针对分离后的电芯可以再进行完整的电芯自放电验证。

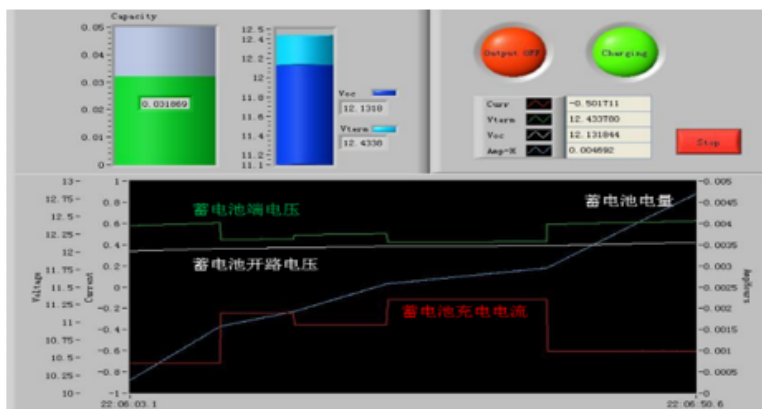
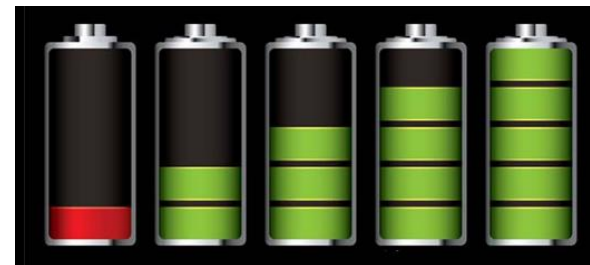


电池模拟器BSS的应用



电池模拟器BSS的应用

- **真实的电池**、特别是大容量的电池，为了让电池从高压切换到低压，或者从低压切换到高压，必须对其进行完整的充、放电过程，需要花费大量的等待时间。
- **真实的电池** 在进行过压、欠压、过流、高温等测试时，尚未确保工作性能的电池管理电路，可能会导致电池使用的安全隐患和危险。



- ✓ 适用于任意的规格的电池模型（电压，电量不限）
- ✓ 内置电池内阻仿真（符合电池端电压，开路电压、电量变化规律）
- ✓ 任意设置电池模拟的起始点（研发调试灵活）
- ✓ 模拟电池端电压与电量变化（随充、放电过程改变电压）
- ✓ 强大的保护，无任何电池安全隐患和风险

电池模拟器（BSS）就是针对上述真实电池存在的不足而设计的特殊电源系统。该系统可用于模拟电池的充、放电特性；电池端电压随电池充、放电过程的变化；任意的初始工作电压、容量设置；任意容量、电压的电池模拟；无过压、过流甚至短路导致的电池爆炸、泄漏等安全隐患。

是德科技蓄电池BSS的仿真过程



基于上述Test Flow和高性能电源开发的蓄电池，具备以下功能：

测量真实电池：

完整充、放电过程数据，包括电池端电压，电量，电池DCR内阻等

自动生成电池的模型：

根据电池的充电或放电曲线数据，自动提取电池模型，模型中包括电池内阻，电池开路电压，电池电量

电池仿真功能：

根据提取出的电池模型，模拟任意荷电状态下的充电或者放电特性，模拟充放电过程，模拟电池状态

Test Flow某电池模拟器程序流

Test Flow软件控制N7900 APS先进电源系统
配合上述BTS测量电池模型序列

电池模型

DCR	Voc	Soc
0.027	3.440	0.000
0.026	3.657	4.279
0.027	3.716	8.605
0.028	3.735	12.983
0.029	3.762	17.298
0.030	3.788	21.643
0.031	3.811	26.065
0.031	3.828	30.511
0.031	3.841	34.895
0.030	3.852	39.247
0.030	3.866	43.597
0.029	3.882	47.950
0.029	3.895	52.295
0.028	3.922	56.644
0.028	3.948	60.990
0.027	3.976	65.336
0.027	4.006	69.703
0.027	4.037	74.050
0.027	4.070	78.412
0.027	4.105	82.768
0.027	4.143	87.121
0.027	4.182	91.462
0.028	4.213	95.710
0.028	4.236	100.000

电池电流限值, +5A
 电池限流值, -5A
 标称电池容量
 初始电池Soc (%)

Soc = 100%
 Soc = 52.9%
 Soc = 0%

电池实时更新序列

电池模拟器 BSS 主循环 分支

LoopCnt = 0
 Repeat Forever

LoopCnt = LoopCnt + 1

Set SCPI Command: RES DCR[n]

Concatenate
 RES
 DCR_Now

Set DCR Value
 Address: GPIB0::5::INSTR
 SCPI: DCR_CmdString

1 - Set Voc
 Adjust Voltage (Voc)
 Voc_Now

1 - Read Vt
 Measure Voltage (V)
 Voc_Now

1 - Read I
 Measure current (A)
 I_Now

Set Show DCR Now
 DCR_Now = DCR_Now

Set
 SCPI
 Address: GPIB0::5::INSTR
 SCPI: FETC:AHO?
 Return Type: Double

Cap_Now <= Cap_[10]
 Cap_Now >= Cap_[0]

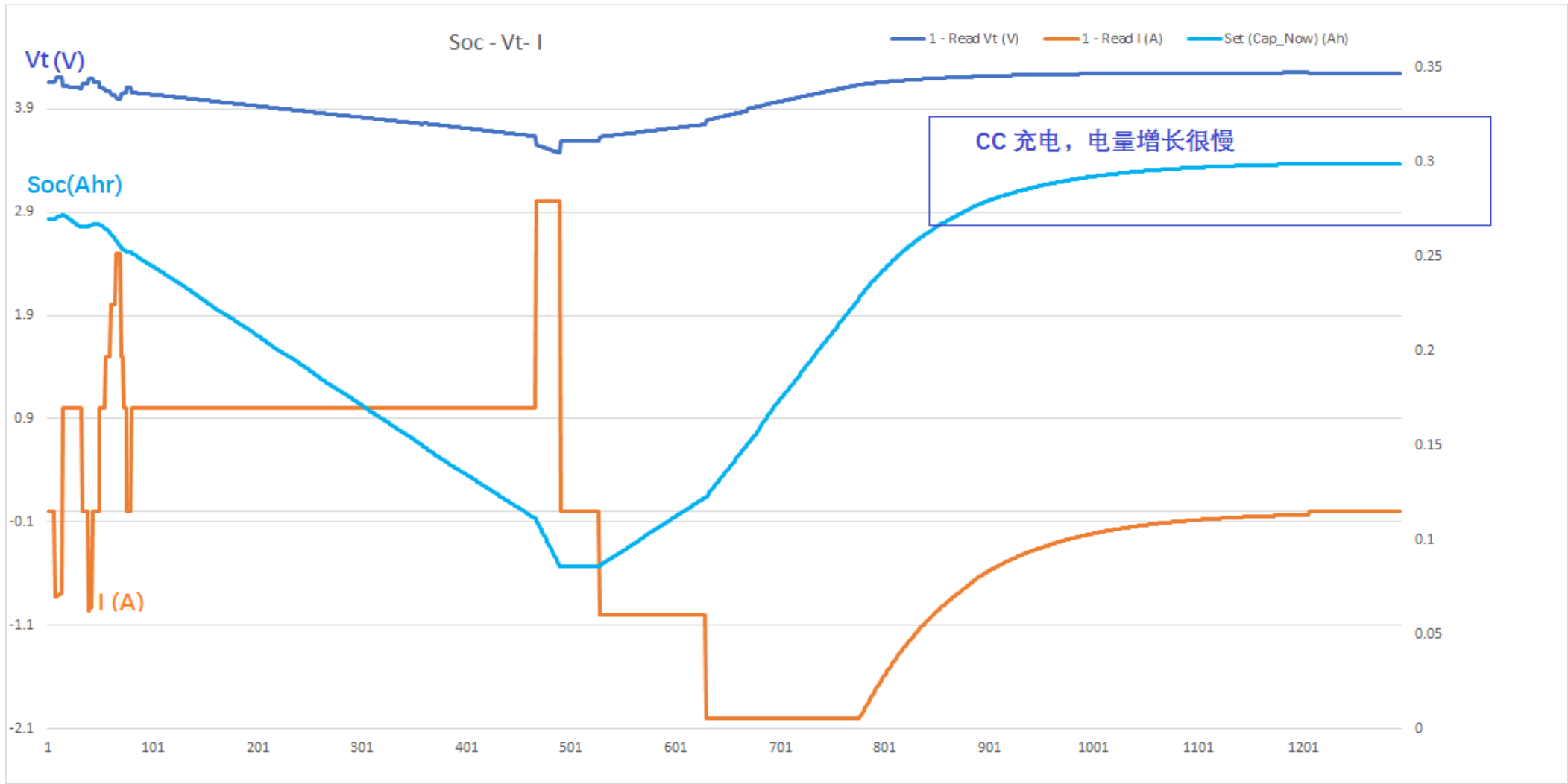
Slew_Voc-Ahr = Voc_[10] - Voc_[0] / Cap_[10] - Cap_[0]

Voc_Now = Voc_[0] + Slew_Voc-Ahr * Cap_Now - Cap_[0]

DCR_Now = DCR_[10]

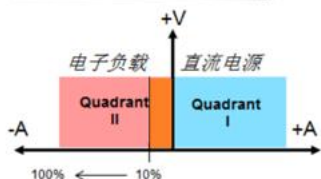
实时获取当前的
 电压Vt;
 电流I;
 电阻DCR;
 容量Ahr

实测某电池模拟电量、电压和外部充放电电流关系



关于N7900 和 RP 7900

N7900A/N6900A 先进电源系统 – 1/2KW、160V、200A



采用 VersaPower 技术, 一台电源实现系统级功能:

- ✓ 无缝的电源和负载功能转换;
- ✓ 高达 18bit, 200kHz 电压、电流和功率实时采样;
- ✓ 大功率的电压或电流任意波形功能;
- ✓ 小于 0.5ms 的电压编程速度;
- ✓ 内置高达 100A 的输出短路开关;
- ✓ 高达积分时间 5us 的电量计;
- ✓ 0.01%级别的电压和电流测量精度;

型号和配置:

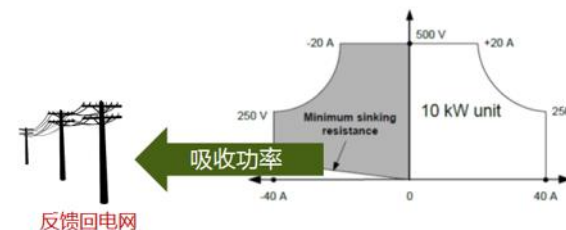
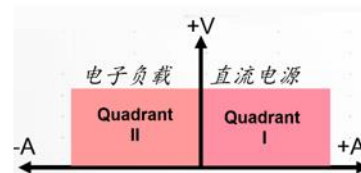
N6900 / N7900 型号	电压, 电流 和功率范围
N6950A/ N7950A	9 V, 100 A, 1000 W
N6951A/N7951A	20 V, 50 A, 1000 W
N6952A/N7952A	40 V, 25 A, 1000 W
N6953A/N7953A	60 V, 16.7 A, 1000 W
N6954A/N7954A	80 V, 12.5 A, 1000 W
N6970A/M7970A	9 V, 200 A, 2000 W
N6971A/N7971A	20 V, 100 A, 2000 W
N6972A/N7972A	40 V, 50 A, 2000 W
N6973A/N7973A	60 V, 33 A, 2000 W
N6974A/N7974A	80 V, 25 A, 2000 W
N6976A/N7976A	120 V, 16.7 A, 2000 W
N6977A/N7977A	160 V, 12.5 A, 2000 W
N7909A	1000 W 功耗耗散器, 扩展主机吸收电流
BV0003B	BenchVue Power Supply App 软件
R-D5B-004-D	Transportable license

RP7900A 回馈式先进电源系统 – 5/10kW、950V、800A



与上述 N7900 相同平台, 高功率型号; 采用**回馈电网**设计, 即 RP7900 在吸收功率时, 将吸收的电能返回电网。

此外, RP7900 采用**自动量程**功率设计, 覆盖更宽电




型号和配置:

型号	电压	电流	功率
RP7961A	500V	±20A	5kW
RP7962A	500V	±40A	10kW
RP7963A	950V	±20A	10kW
RP7941A	20V	±400A	5kW
RP7942A	80V	±125A	5kW
RP7943A	20V	±800A	10kW
RP7945A	80V	±250A	10kW
RP7946A	160V	±125A	10kW

解决用户焦虑办法



朝着美好的方向，但任重而道远

- ✓ **设备和器件的超低功耗**
 - ✓ 关键模块和器件的低功耗
 - ✓ 硬件性能和软件功能的平衡
- ✓ **使用更高容量的电池和优异的电池管理**
 - ✓ 电池的循环寿命
 - ✓ 电池的交直流内阻
 - ✓ 电池的容量分布
 - ✓ 电池的自放电和电池均衡
- ✓ **便利的电池电量补给** 
 - ✓ 缩短补给的时间——快速充电
 - ✓ 无时无刻的充电——无线充电

联系是德科技

了解是德科技更多信息

请访问是德科技公司网站:

<http://www.keysight.com>

或

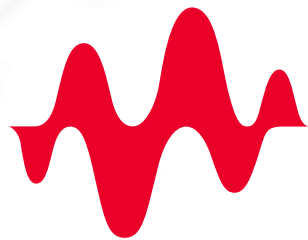
致电 是德科技 电话客服中心:

0800-047-866

Q&A



掃QR code 拿好禮



KEYSIGHT
TECHNOLOGIES

4.50221