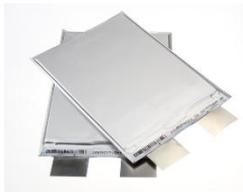


# 未来驱动力——是德科技先进锂电池 测试测量解决方案

# 内容安排

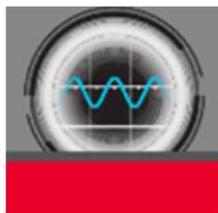
- 电芯自放电及是德科技创新型测试方案



- 双象限电源系统在电池组和电池包的应用



- Test Flow 软件平台构建灵活、任意的充放电测试序列



BenchVue & Testflow

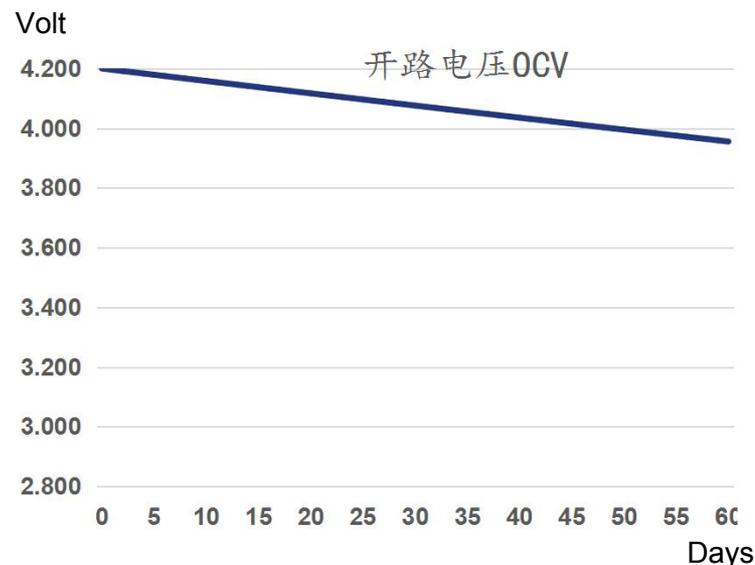
# 电芯的自放电率

## 自放电率：

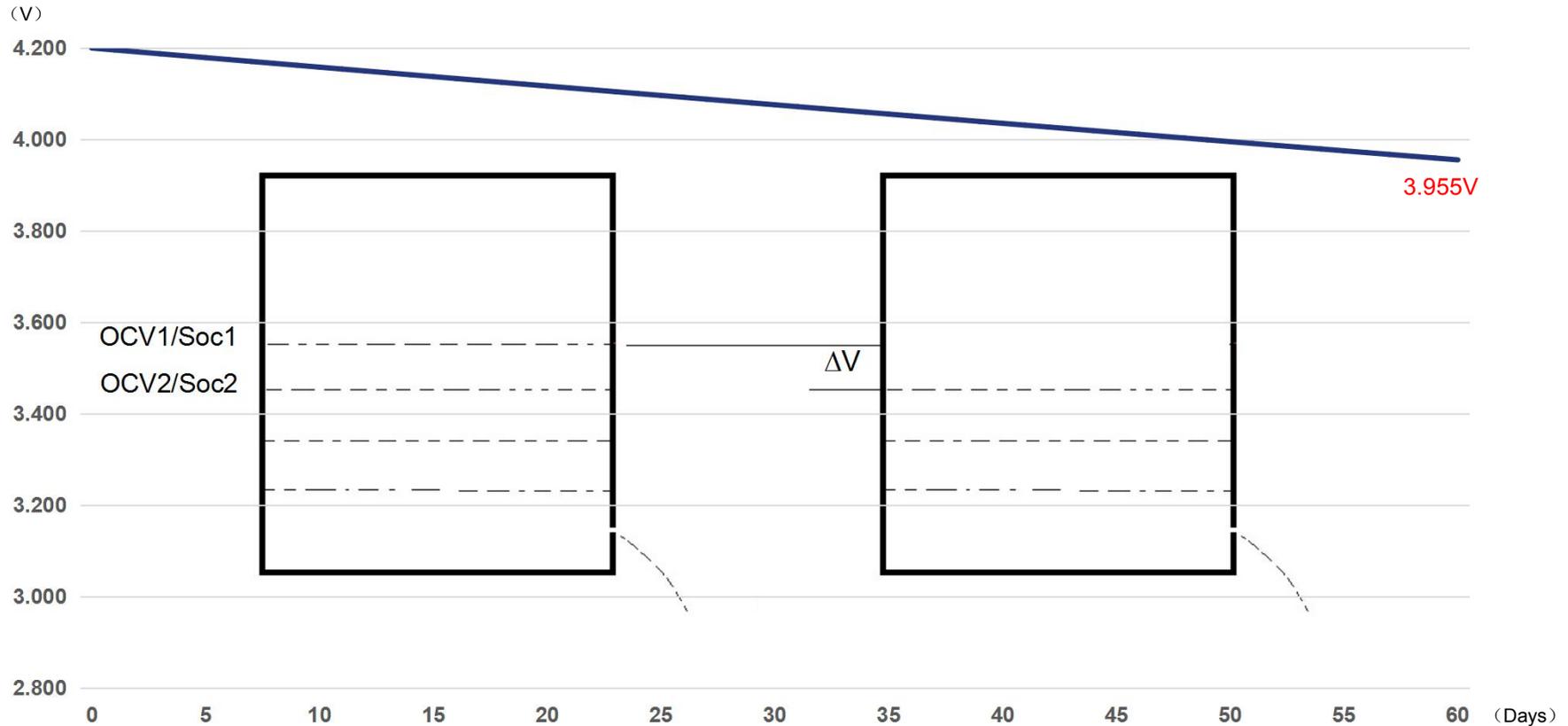
又称电荷保持能力，是指电池在开路状态下，电池所储存的电量在一定条件下的保持能力。主要受电池制造工艺、材料、储存条件等因素影响，是衡量电池性能的重要参数。

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%



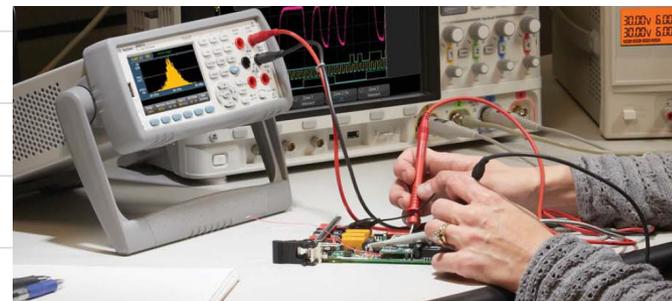
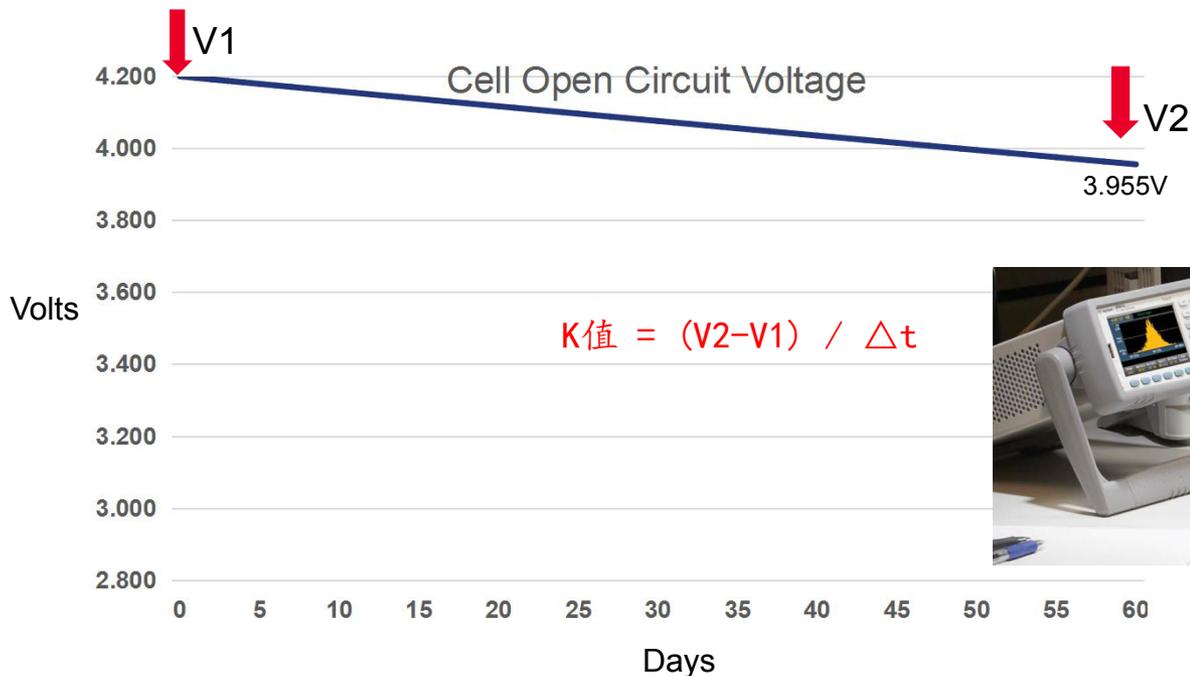
# 电芯的自放电率示意图



假设用一个水杯代替电芯，水杯的高度对应电芯电压 $O_{cv}$  (nV)，该水位对应的容积代表电芯电量 $Soc$  (n%)。自放电好比水杯有一个很小的洞，但只有当水位变化足够大时才能被察觉。

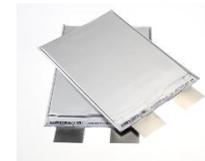
# 锂电池自放电测试的困扰

- 问题的关键是等待 多长时间 才足够准确反映出电芯的自放电特性？因为电芯开路电压OCV明显变化需要几周甚至几个月。而且通过OCV测试的K值并没有直接的自放电电流值。

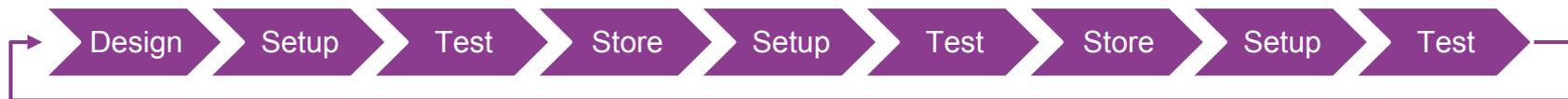


- 请问这是你遇到或看到的困扰吗？

# 困扰并不是来源于测量本身



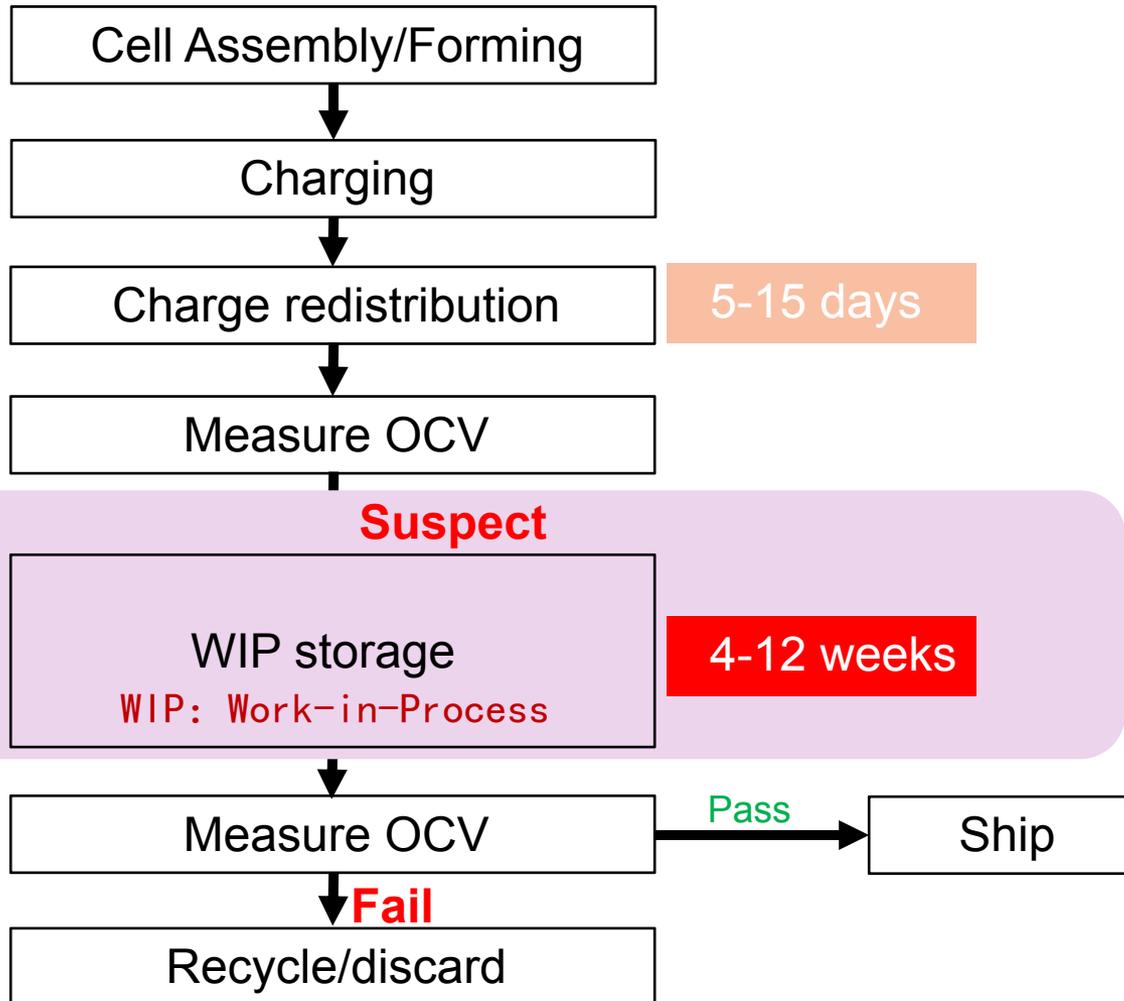
- 由于电芯受温度，电压影响较大，多次开路电压OCV测量必须保持相同的条件。这就需要每次测量花费大量的准备时间，虽然读取OCV电压很快。



- 漫长的等待消耗研发工程师大量的精力，如果仅仅做一次自放电的测量，估计还能够坚持。但电芯需要评估在不同电压，温度等条件下的自放电特性
- 如果测试完成后，发现电芯设计需要改进，再来一次……



# 电芯自放电对电芯生产的影响



电芯自放电测试相关的成本：

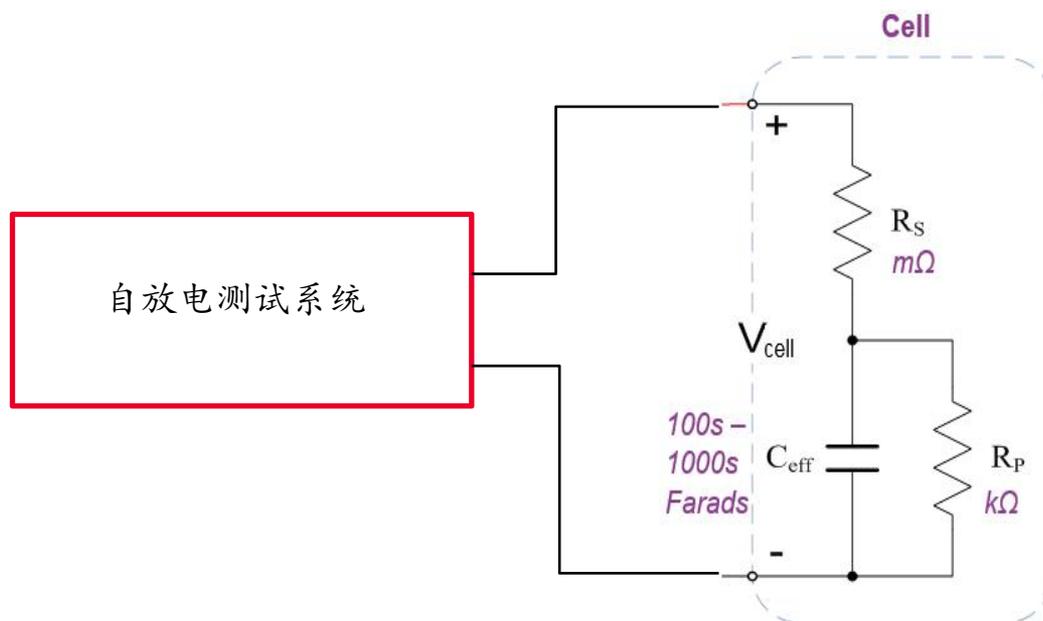
- 产线自放电误判率
- 生产规模
- 自放电测试存储时长
- 自放电占地空间
- 场地费用
- 资金回报率或占用成本

# 是德科技 创新型 自放电测试方案

一种全新的测试方案可以大大缩减测试时间，保证新品上市。

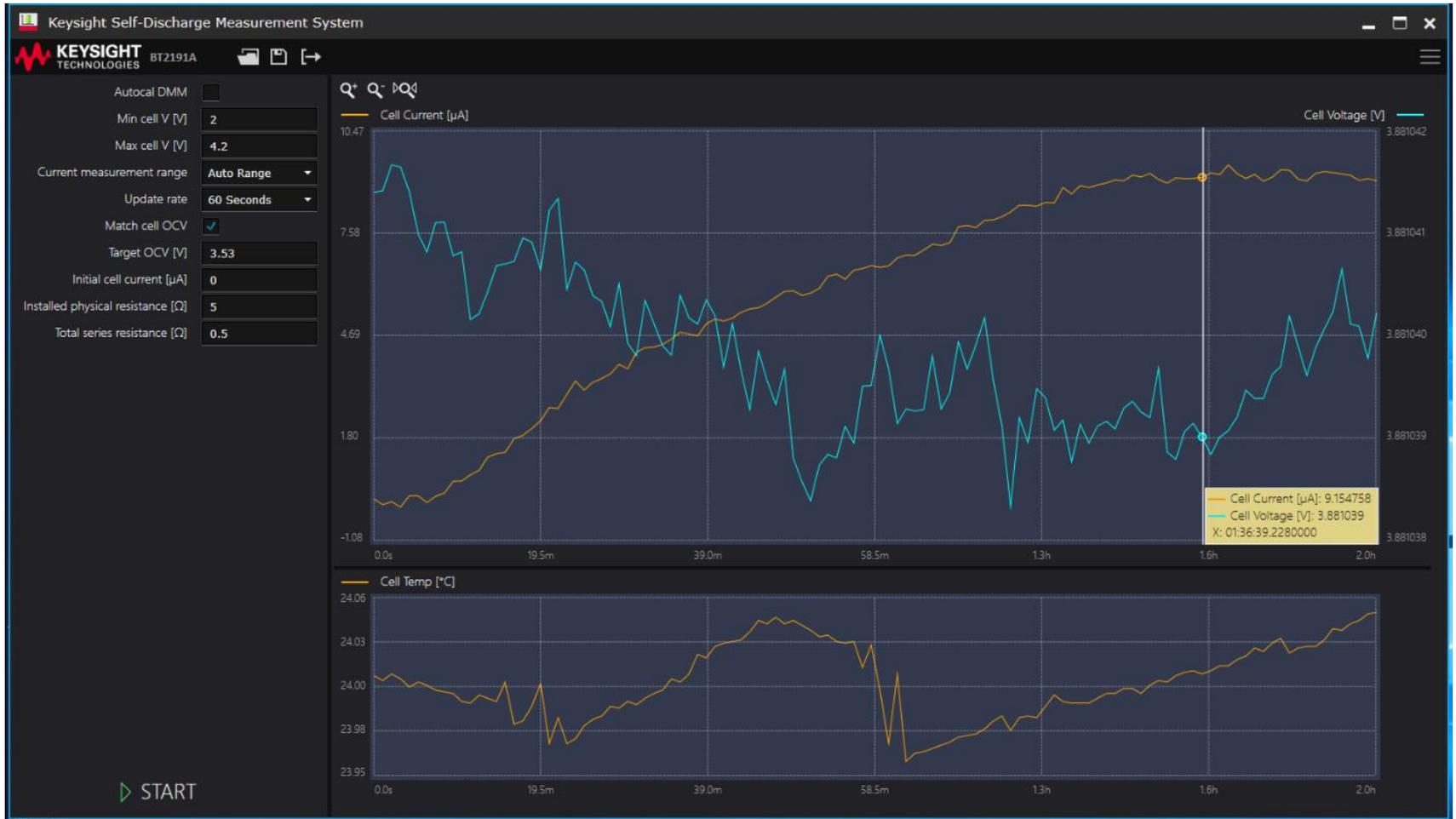
该方案的核心是：

- 直接测量自放电电流，与测试开路电压OCV不同，测试系统可以直接测量电芯内部的自放电电流。
- 相比开路电压OCV变化太慢，而直接测量电流要快的多。



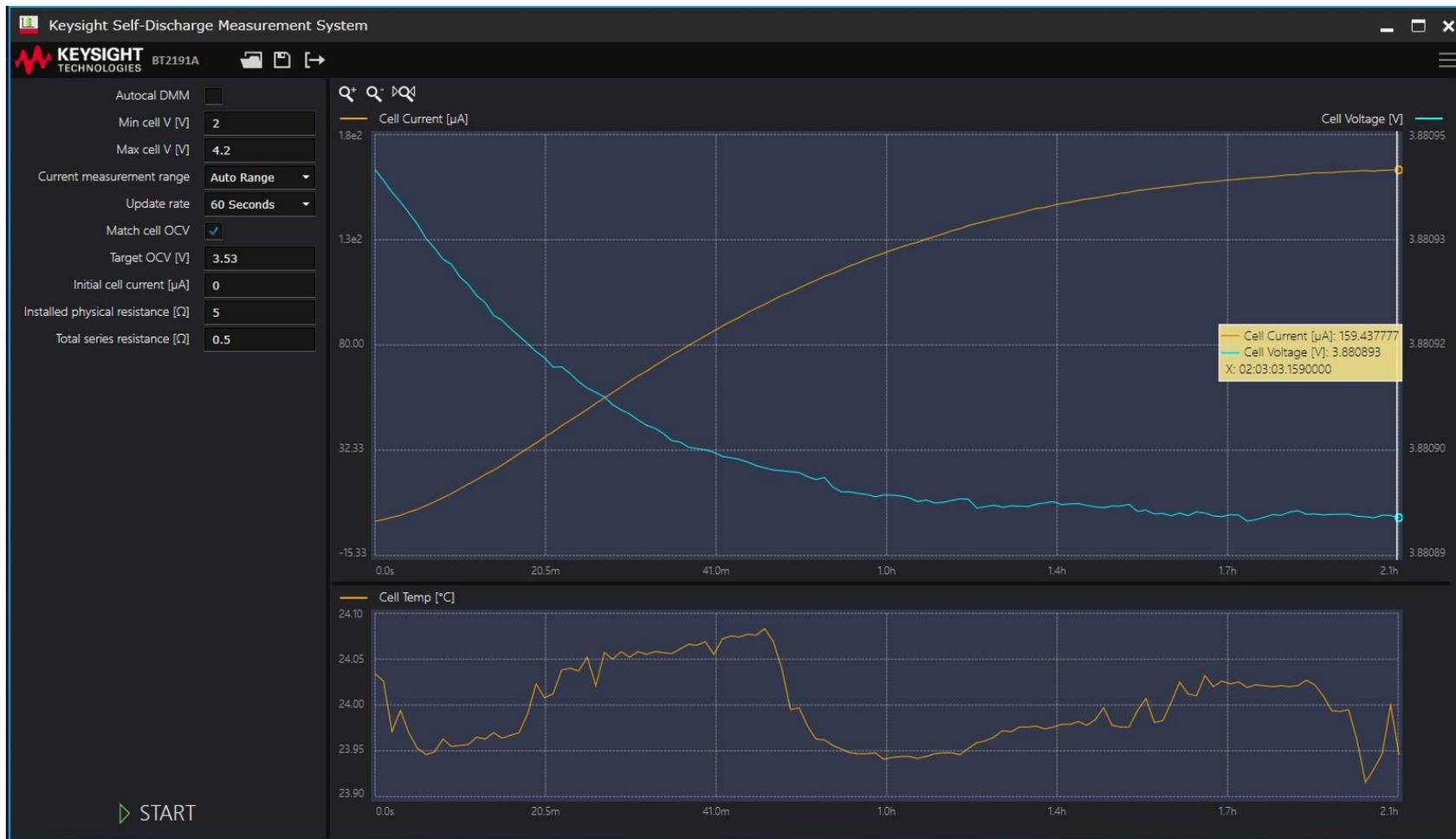
# BT2191A SDM测试系统界面及实时结果—— Good Cell

- 良品18650电芯，测试时间约1.5小时，自放电电流9.15uA

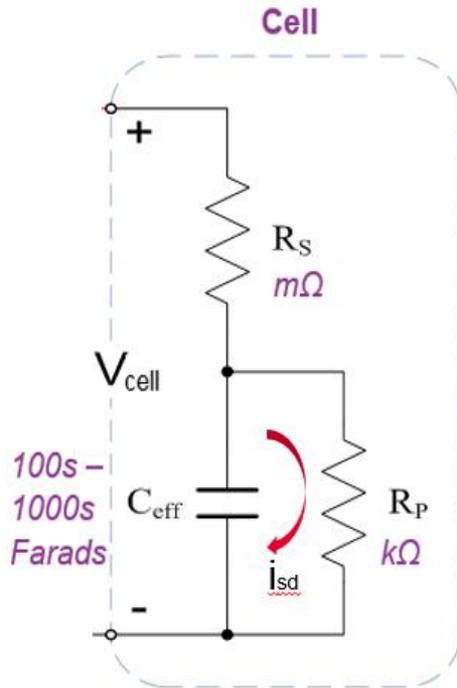


# BT2191A SDM测试系统界面及实时结果—— Bad Cell I

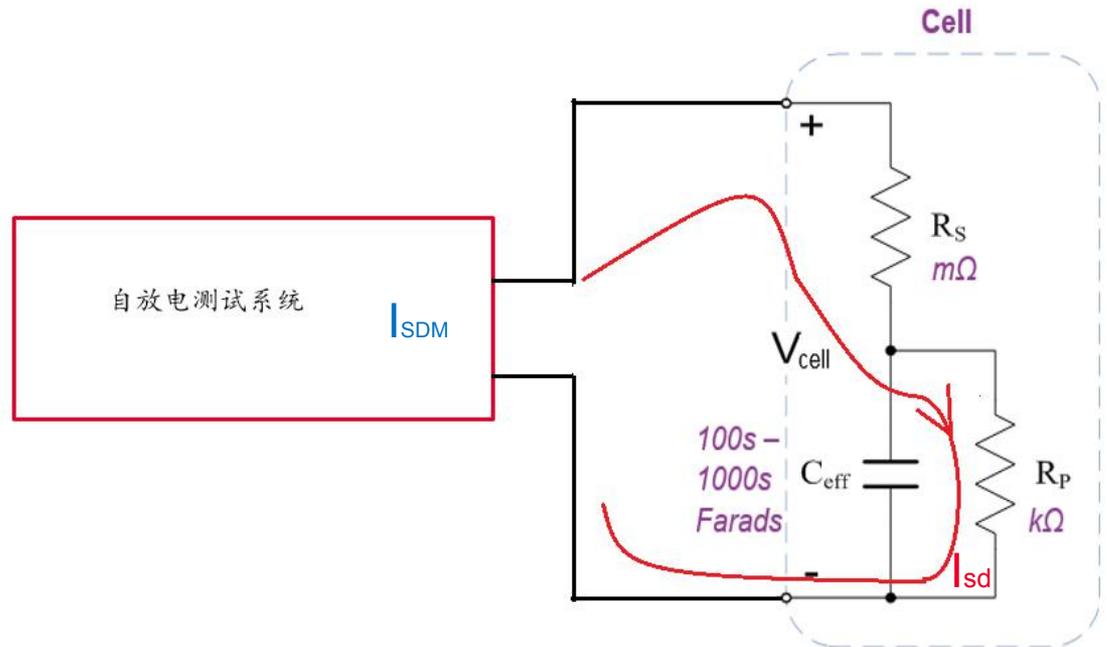
- 高自放电率18650电芯，测试时间1.5小时，自放电电流149uA，2小时约159uA



# 自放电测试原理

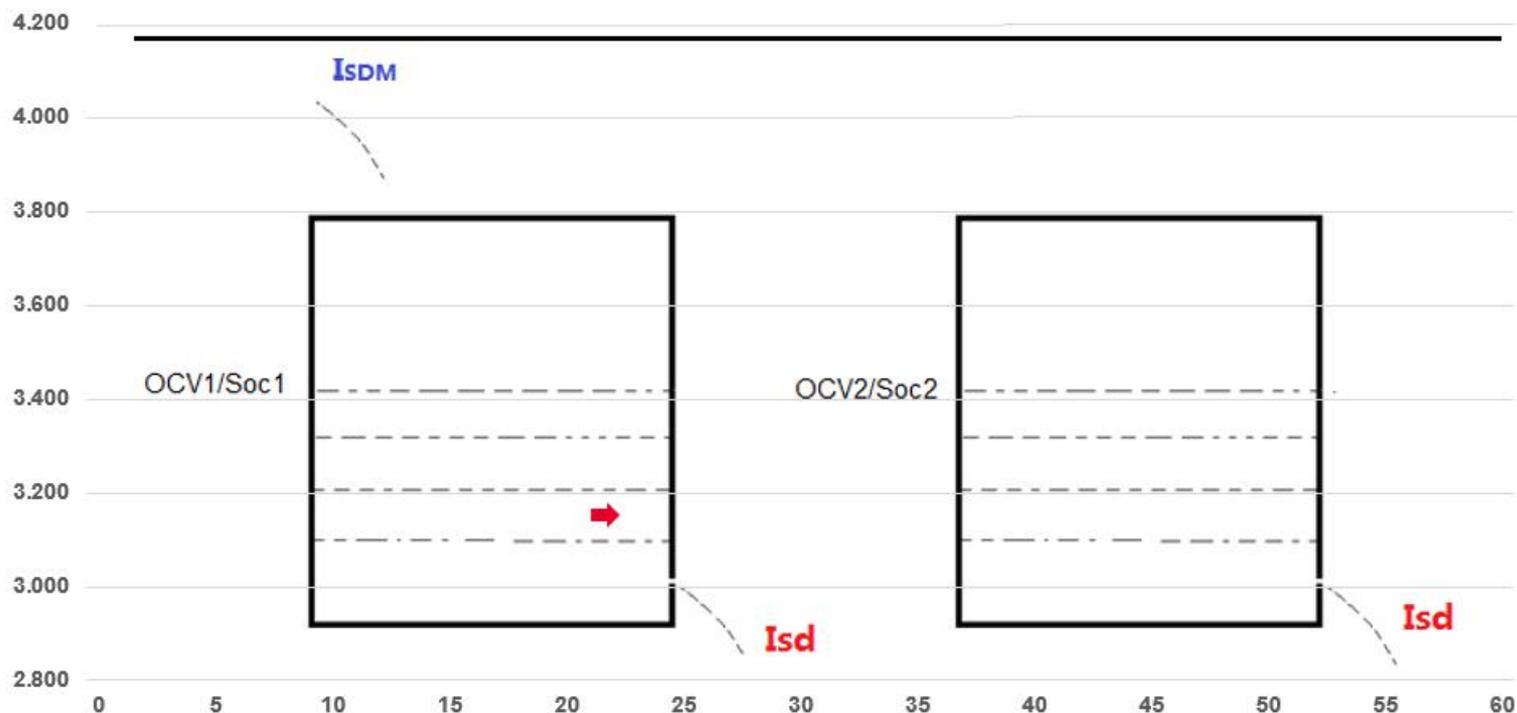


电芯开路时，等效的内部电阻 $R_P$ 构成的放电回路  $I_{sd}$ 。



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 $I_{sd}$ 。

# 自放电测试原理示意图



假设用一个水杯代替电芯，水杯的高度对应电芯电压 $O_{cv}$  (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  $I_{sd}$ 。

# BT2191A 研发版电芯自放电系统

BT2191A 电芯自放电SDM测试系统极大的改善了自放电测试的效率、精度。

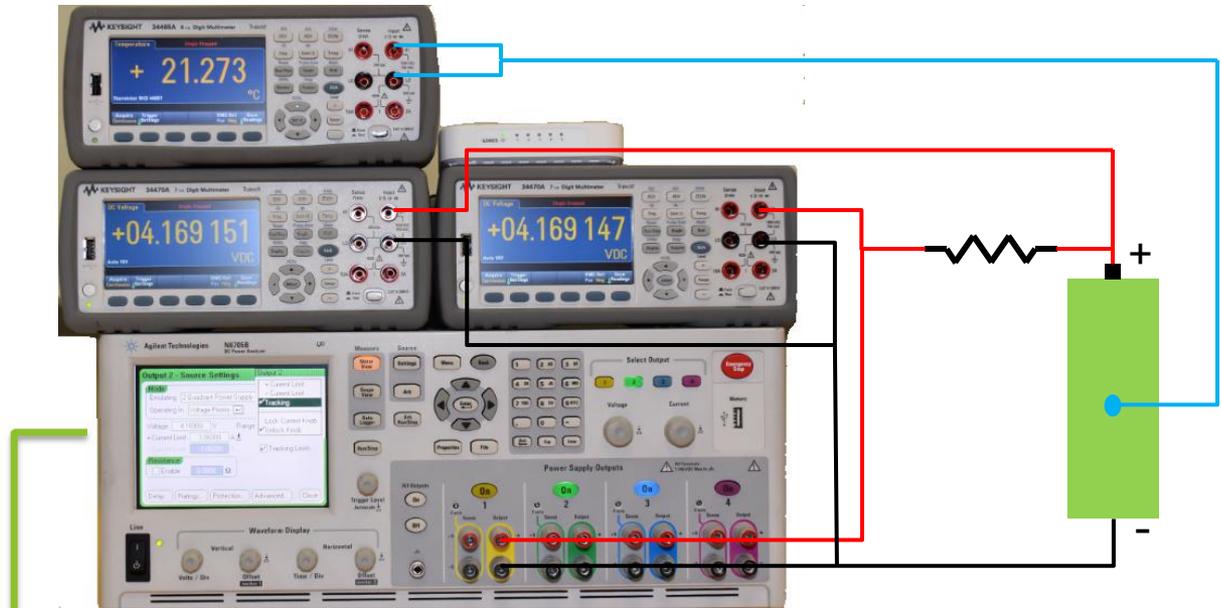


UI / Visualization

Test control /  
results logging

Measurement  
Algorithm

Instrument  
Control



*BT2191A Self-Discharge Measurement System*

# BT2191A 研发版电芯自放电系统



## SDM 性能测试参数

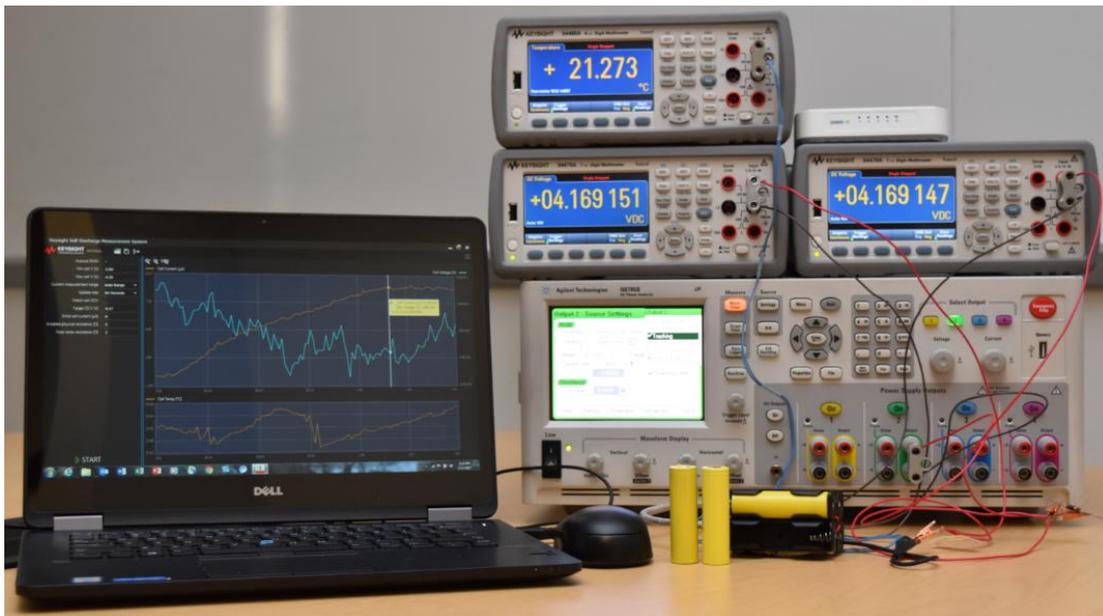
- 指定OCV电压 或 电芯当前OCV电压；
- 电压、电流、温度实时测量和记录，并保存至CSV文件；
- 采样间隔10s或60s可选；
- 18650/21700 自放电测试约 20min-1hr；
- 大容量50-60Ahr 软包电芯约1-3hr.

# BT2191A SDM测试系统界面及实时结果

- 良品18650电芯，测试时间约1.5小时，自放电电流9.15uA



# BT2191A 电芯自放电系统综述



## 针对电芯研发、验证部门

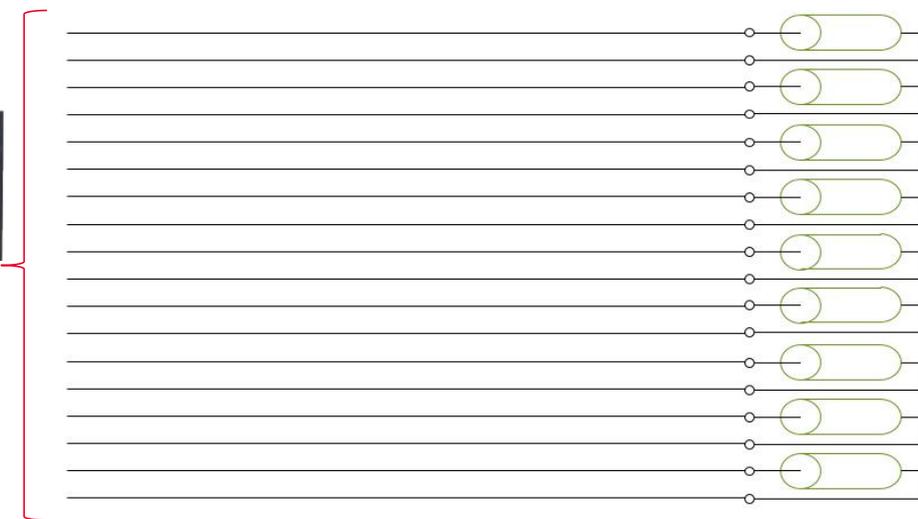
- 单通道，一次测量一个电芯
- n小时内完成自放电测试
- 实时电压、电流、温度曲线
- 可指定OCV/SoC进行SDM测量
- 灵活参数设定和完整数据保存
- 无需数周甚至更长的储存时间

# BT2152A 电芯自放电生产型方案

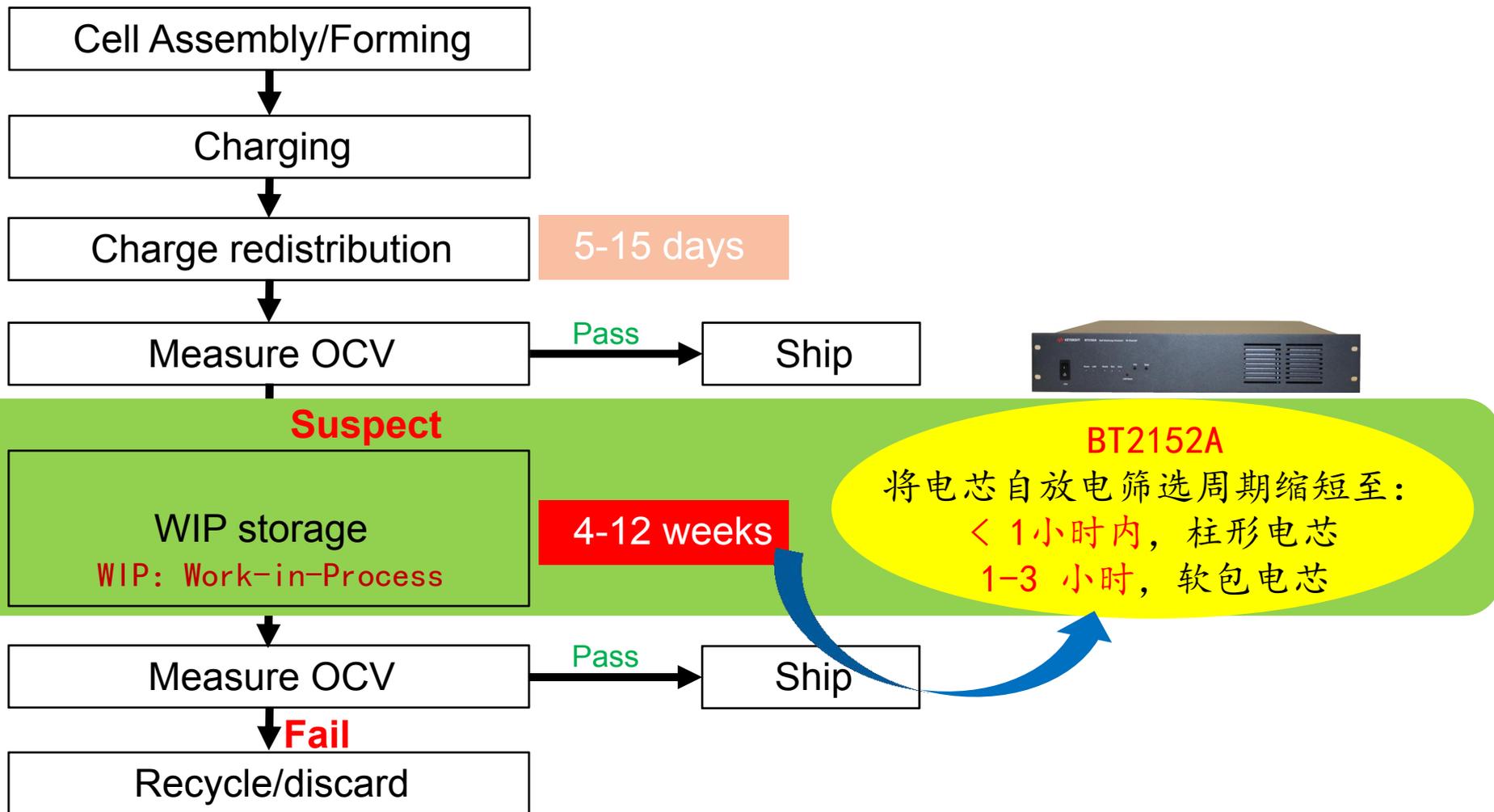
是德科技独创的多通道电芯自放电性能测试方案，实现快速电芯自放电性能好、坏筛选。



*BT2152A Self-Discharge Analyzer  
32 channels, 2U rack mount*



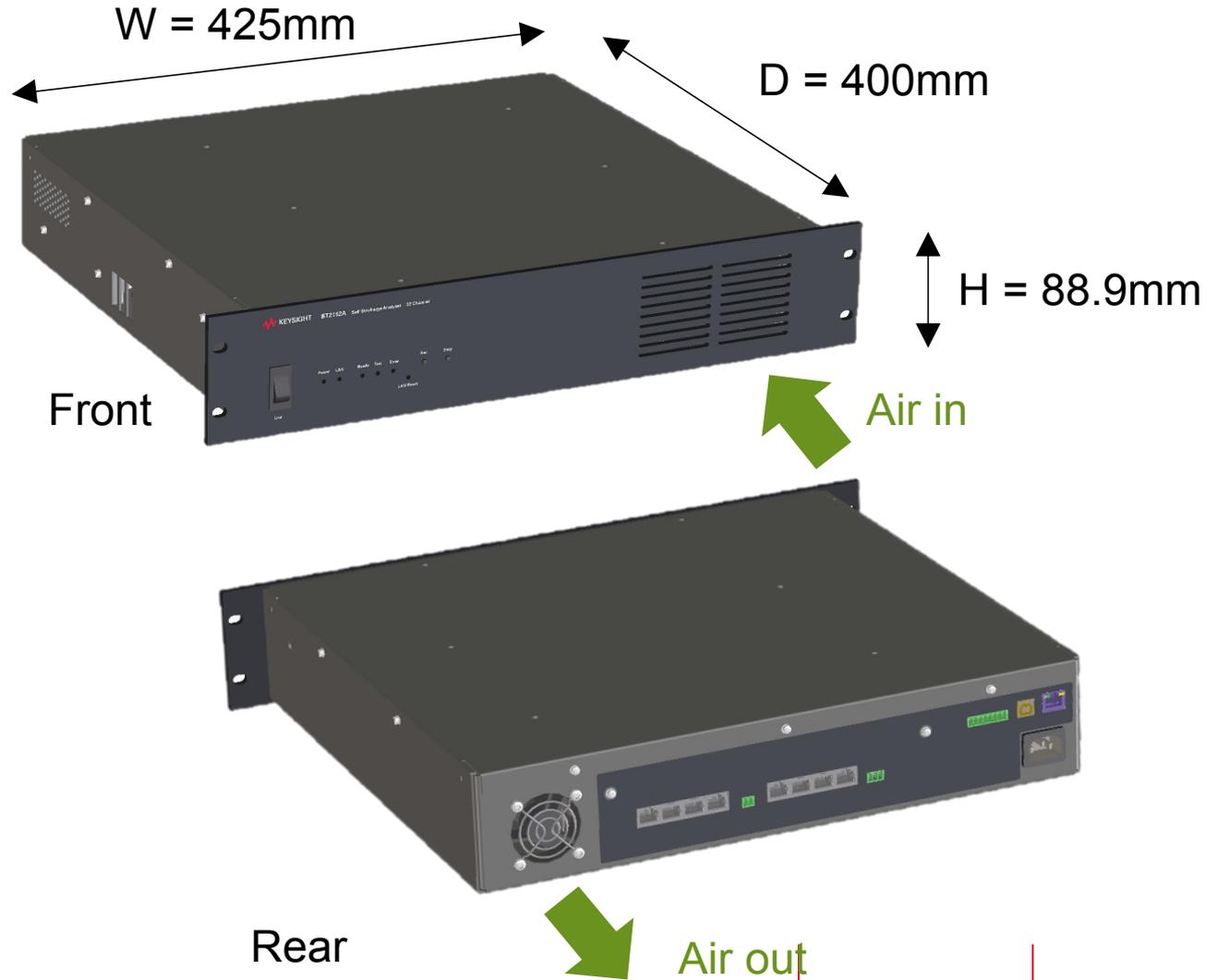
# BT2152A 电芯自放电生产型方案



# BT2152A 32通道电芯自放电测试仪

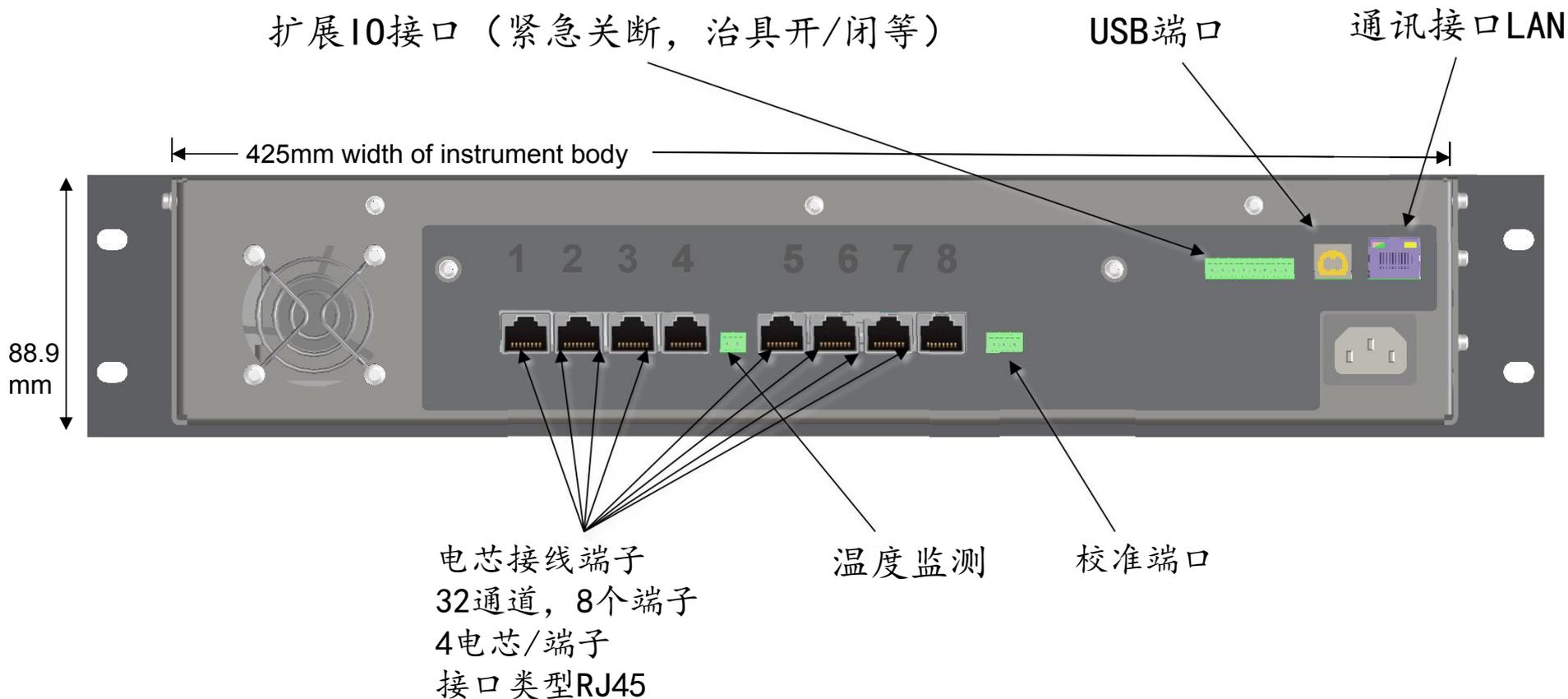
## 尺寸

- 标准19英寸机柜
- 2U高度

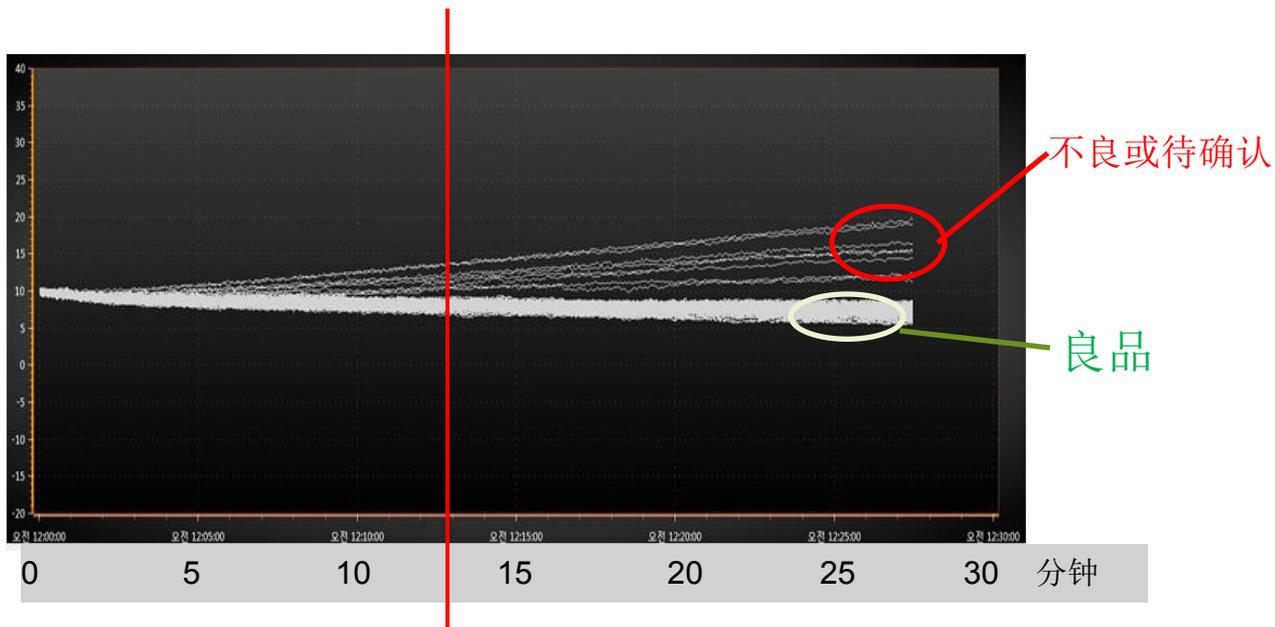


# BT2152A 32 通道电芯自放电测试仪

## 后面板



# 256 通道电芯自放电产线应用案例



批量生产的目的是对电芯的一致性进行筛选

从上图可以得到的结论和建议：

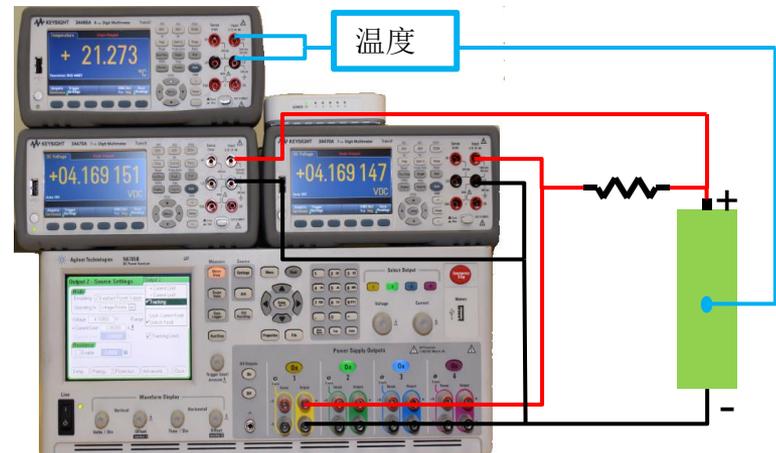
1. 该256个电芯同时开始测试，绝大部分曲线重合；
2. 在很短（约5分钟）的时间后，电流开始分开，大约10-15分钟后明显区分；
3. 针对分离后的电芯可以再进行完整的电芯自放电验证。

电芯自放电测试从 n周 缩短到 1小时

## 小结

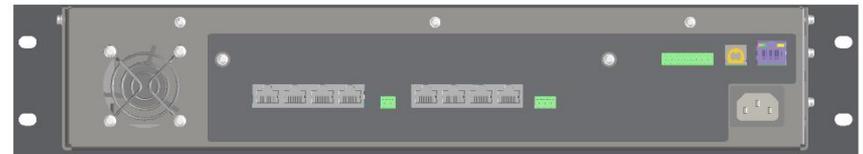
### BT2191A 研发型电芯自放电测试系统

- ✓ 单通道测试
- ✓ 电压、电流、温度实时数据及曲线
- ✓ 支持指定OCV/Soc状态下进行SDM测试
- ✓ 用于研发分析电芯自放电详细特征
- ✓ 可用于BT2152A生产方案参数配置优化



### BT2152A 生产型电芯自放电测试系统

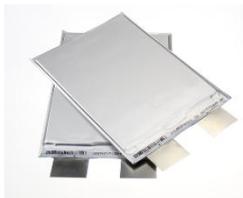
- ✓ 多通道并行，实现多电芯测试
- ✓ 2U尺寸，方便机架安装
- ✓ 标准指令实现测试参数配置，启动/暂停，测试结果读取
- ✓ 易于与现有测试OCV系统兼容
- ✓ 建议用BT2191A协助优化生产测试参数，缩短测试时间





# 内容安排

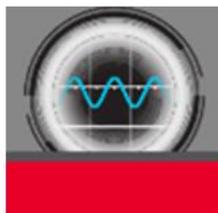
- 电芯自放电及是德科技创新型测试方案



- 双象限电源系统在电池组和电池包的应用

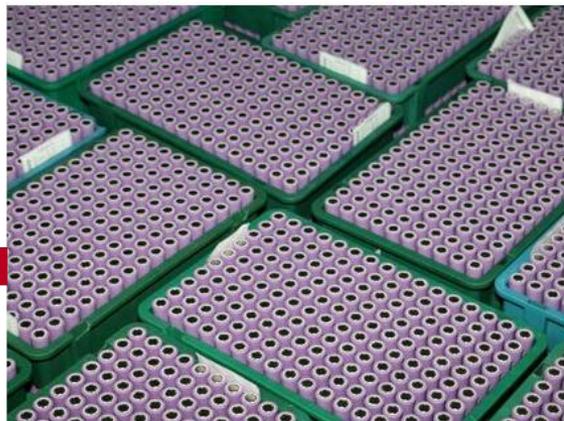


- Test Flow 软件平台构建灵活、任意的充放电测试序列



BenchVue & Testflow

# 电芯->电池模组->动力电池



几伏，几安



几十伏，几十安



几百伏，几百安

# 电池模组 —— N7900 先进电源系统



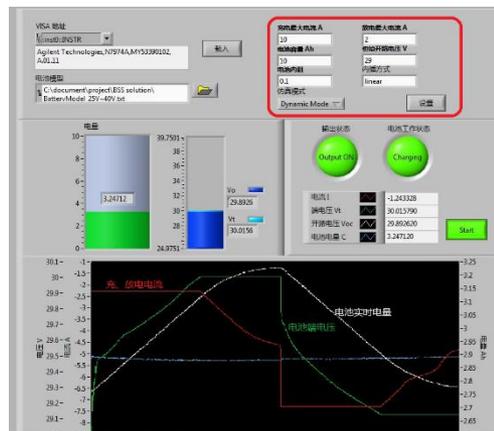
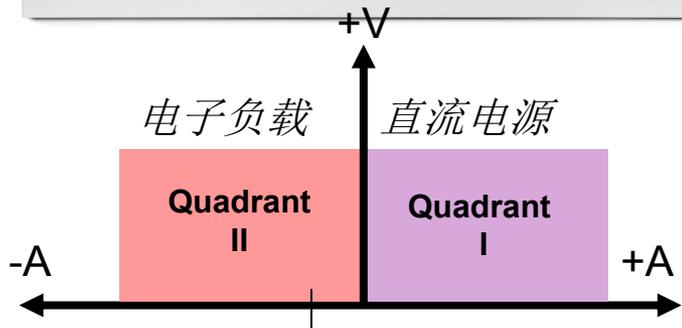
2KW 功率等级, 电压0-160V, 电流0-200A

- 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



循环充放电

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



电池模拟器

交直流内阻及分布

# 动力电池包——RP7900馈电式电源系统



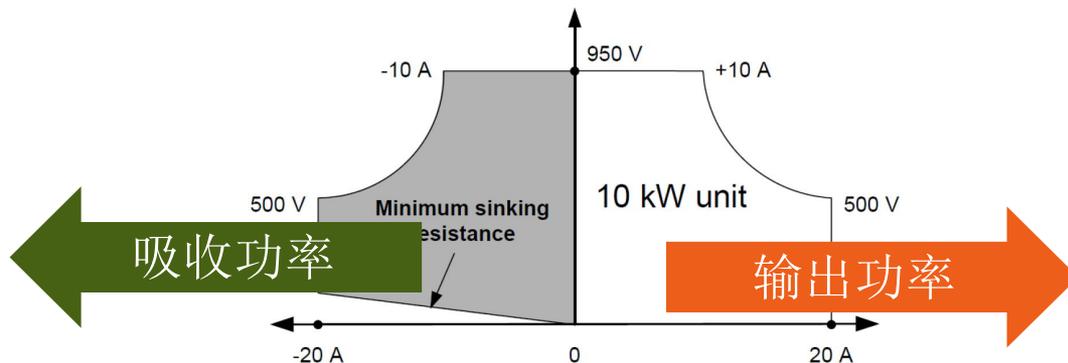
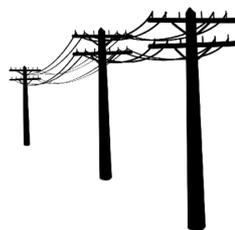
10KW 功率等级, 电压0-950V, 电流0-40A

- N7900相同的功能及性能
- 10KW功率等级 (并机 >100KW)
- 3U (132mm) 高度
- 高达950V电压等级 (电动汽车750V)
- 双象限工作特性
- 电网回馈

- RP7961A: 500V,  $\pm 20$ A
- RP7962A: 500V,  $\pm 40$ A
- RP7963A: 950V,  $\pm 20$ A



电池充、放电  
相同的双象限特性



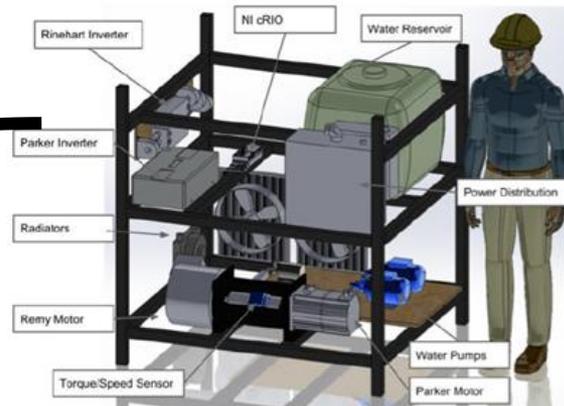
反馈回电网, 回收效率>90%

# RP7900主要特点



3U高度, 10KW 功率等级, 馈电效率>85%

功能	优点
2象限工作, 5KW, 10KW, 高压电源系统	高性能电池包充放电一体机 替代高压电池包 实现 车载充电机 OBC/DC: DC模块测试
馈电式、2象限电源 馈网效率 >85%	高功率密度、小尺寸 (10KW 仅 3U) 高馈电效率, 节省日常运行成本
符合全球安全法规, 可选配 “DC安全断路”装置	较小的成本满足 NFPA 79 安全法规要求



体型庞大的水冷高功率电源系统



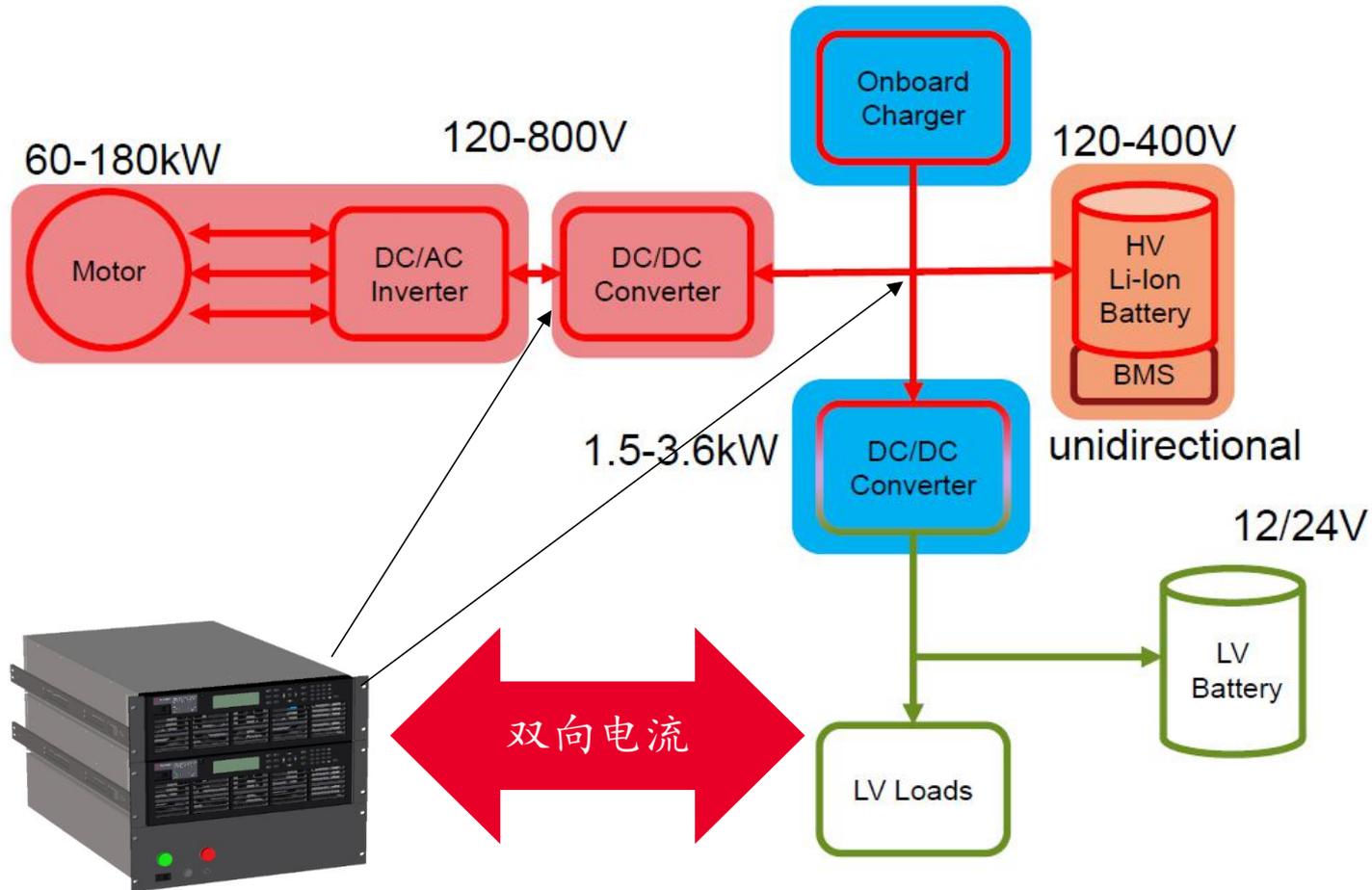
高速运转的电表



DC 安全断路 装置

# RP7900 电池模拟器测试 OBC

HEV/EV



# 高电流器件过流能力测试方案



6680A, 1000A



N8951A, 510A



N8731A, 400A



熔断器

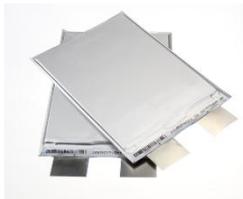


充电枪



# 内容安排

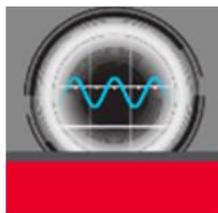
- 电芯自放电及是德科技创新型测试方案



- 双象限电源系统在电池组和电池包的应用



- Test Flow 软件平台构建灵活、任意的充放电测试序列



BenchVue & Testflow

# BenchVue & Testflow是什么？



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

## 无需编程经验

BenchVue可视作仪器与上位机的神经网络



示波器

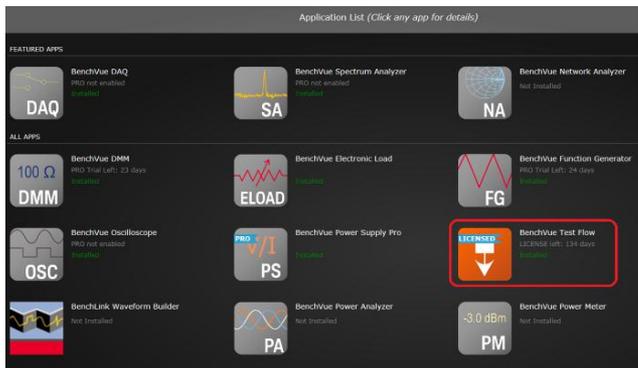
电源

频谱仪

万用表,  
数采

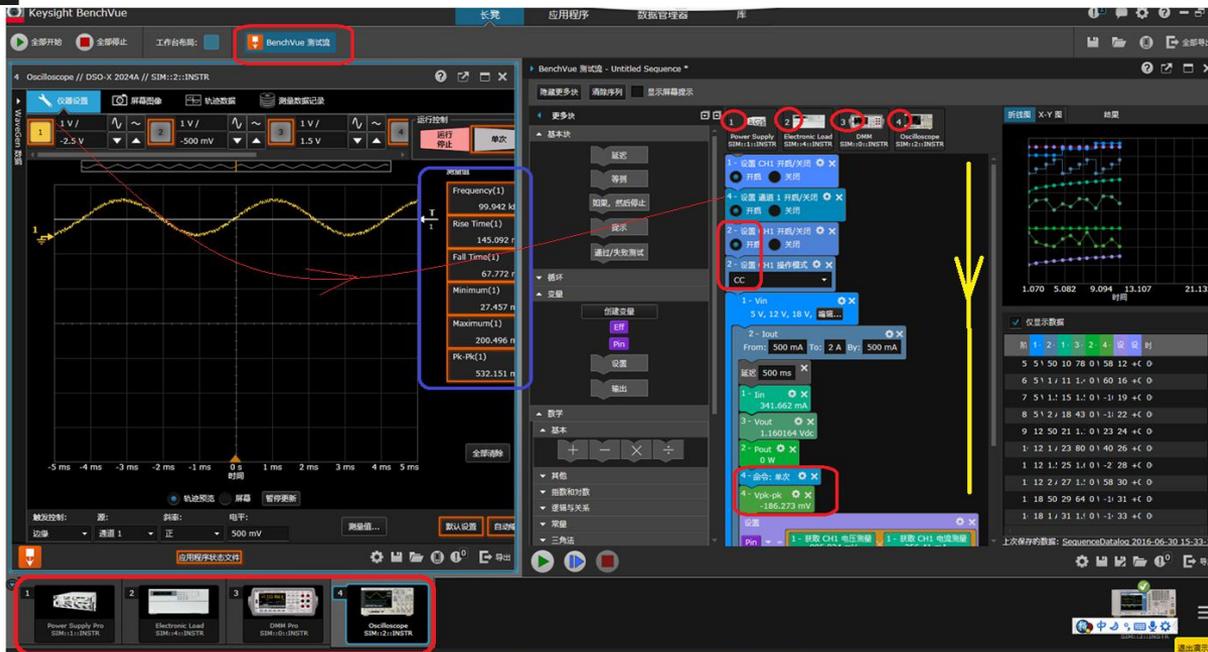
更种  
Keysight  
产品

# TestFlow测试程序流APP



- ✓ 所见即所得
- ✓ 拖拽式操作
- ✓ 操作简单
- ✓ 自动生成测试数据

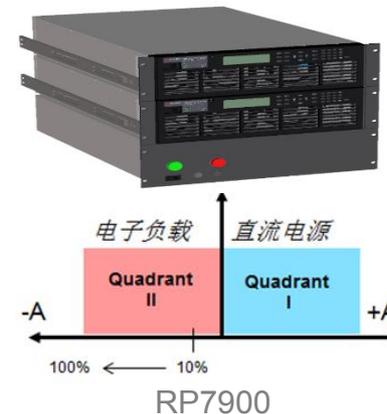
支持包括示波器、电源、电子负载、频谱仪、万用表、网络仪、功率计各种类型的仪表。



# Case 1: 电池循环充放电

IEC规定锂电池标准循环寿命测试为:

电池以0.2C放电至3.0V之后,1C恒流恒压充电到4.2V,截止电流20mA,搁置1小时后,再以0.2C放电至3.0V(一个循环); 反复循环500次后容量应在初容量的60%以上.



500次循环放、充电

放电电流 -0.2C

安培时 清零

放电终止条件 3V

读取电压、电流、安培时

静置 1小时

1C 充电

清零 安培时

充电截至条件 <20mA

实时记录电压、电流、安培时

# Case 2: 电压随时间变化的供电输出

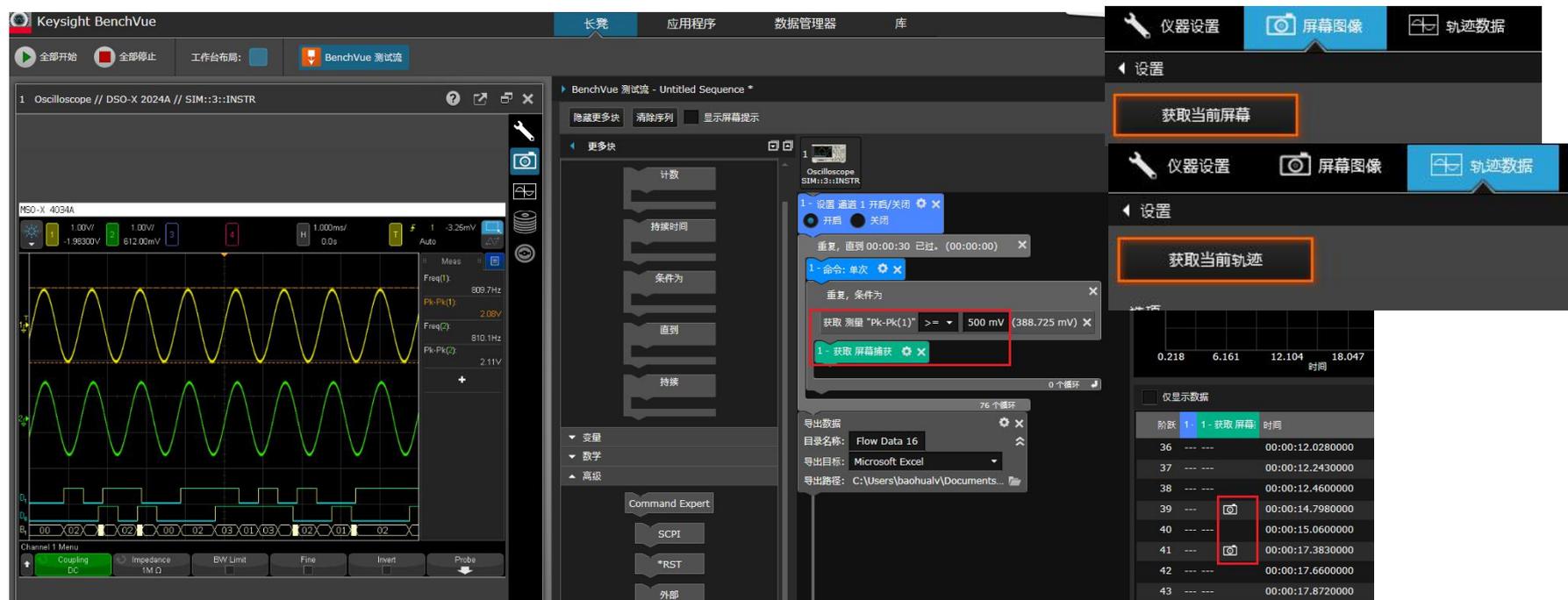
DUT的供电随时间变化.....



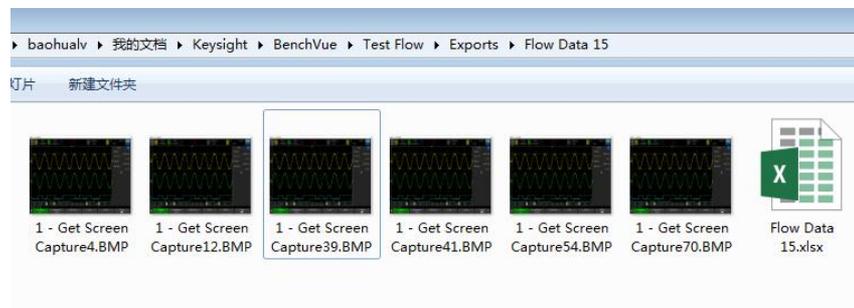
The screenshot shows the Keysight BenchVue software interface. On the left, the 'Output 1' configuration panel is visible, with various measurement and control parameters. A yellow text overlay reads '用鼠标直接拖拽' (Directly drag with mouse). The main area shows a test sequence configuration for 'Power Supply Pro // N8762A // SIM::6::INSTR'. The sequence includes a '1- 电压序列' (Voltage Sequence) block with steps for 12V, 5V, 8V, 10V, and 12V. A '1- V测量' (V Measurement) block is also present, showing a reading of 712.626 mV. A '1- I测量' (I Measurement) block shows a reading of 717.107 mA. The '编辑列表值' (Edit List Values) dialog box is open, showing a list of voltage values: 12 V, 5 V, 8 V, 10 V, 12 V, 14 V, 16 V, 18 V, and 12 V. The '确定' (OK) button is highlighted.

# Case 3: 示波器上纹波测试超限波形捕获

示波器、频谱仪等具有波形或频谱的仪表，支持在Test Flow中记录实时波形或波形数据的功能。



检测到纹波超出限定值500mV时，导出此时波形文件。



# 更多关于BenchVue/Test Flow

<http://www.keysight.com/find/benchvue>

## BenchVue 软件



- 查看技术概览
- 访问论坛(英文版)
- 观看 YouTube 视频

### BenchVue 软件

BenchVue 软件 (在 PC 上运行) 可以让用户不必进行编程就能简单地连接仪器、记录数据和获得测量结果。

BenchVue 是一款综合测试应用软件, 可以让您:

- 同时显示多项测量结果
- 轻松记录数据、屏幕截图和系统状态
- 调用台式仪器以前的状态数据, 重现测量结果
- 快速构建定制的测试序列
- 快速导出特定格式的测量数据文件
- 快速访问手册、驱动程序、常见问题解答和视频
- 通过移动设备监控工作台

访问 是德科技 官方网站,  
可免费下载、安装Benchvue, 试用和评估各种仪表的APP及Test Flow。

# 使用演示模式完成Test Flow的学习和评估

无需硬件，也可以评估程序运行效果！

The screenshot displays the Keysight BenchVue software interface. A menu is open on the left side, with the option '进入演示模式' (Enter Demo Mode) highlighted. The main workspace shows a list of instrument models, with 'N8762A' and 'N3300A' selected. A data table at the bottom right shows test results for various parameters. A 'Refresh Bench' button is visible in the bottom right corner.

帧	1	3	lo	1	lin	4	Vout	3	2	Vpk-pk	设置 (Pir)	设置	时
3	5	1.5	A	151.421	r	1.1232241	V	0	-57.743	m	197.898	0	0
4	5	2	A	183.205	r	181.7001	mV	0	307.054	m	224.794	0	0
5	12	500	r	210	mA	1.4321304	V	0	-71.052	m	247.808	0	0
6	12	1	A	233.607	r	1.8800022	V	0	430.332	m	268.01	0	0
7	12	1.5	A	254.949	r	519.8283	mV	0	323.179	m	286.043	0	0
8	12	2	A	274.575	r	967.7	mVdc	0	47.692	mV	302.329	0	0
9	18	500	r	292.843	r	962.1805	mV	0	-345.105	r	317.166	0	0
10	18	1	A	310	mA	631.2608	mV	0	-174.719	r	330.773	0	0
11	18	1.5	A	326.228	r	276.5	mV	0	145.85	mV	345.85	0	0
12	18	2	A	341.662	r	1.335	V	0	1.335	V	1.335	0	0

# 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.cn>

或致电 是德科技 电话客服中心：

400-810-018-9

800-810-018-9

