

Unisoc Confidential Seminar

Test Method of Battery Parameters for CT-3008



Version	Date	Notes
V1.0	2016-04-18	First version
V1.1	2016-05-19	1.第14 , 22 , 32页增加提示。 2.完善数据处理模板，并增加提示。
V1.2	2017-03-02	1.改善部分测试工步 2.优化数据处理模板
V2.0	2018-01-31	1.更新测试效率更高的OCV2.0测试方法 2.新增自动化脚本的使用方法
V2.1	2019-07-09	1.新增测试流程图 2.新增电池参数计算原理 3.新增有效容量的截止电压的设定 4.新增高温和低温电池参数测试说明 5.调整文档结构
V2.2	2020-2-11	1.更新电池高低温测试方法
V2.3	2020-5-18	1.增加电池OCV建模注意事项及结果配置说明(插入文档)及充电截止电流说明

- 本文档主要用于说明使用CT-3008测试电池参数（包括电池OCV Table、电池内阻和电池有效容量）的方法。根据环境温度不同,电池参数的测试方法也不同, 0°C以上的(10 °C , 常温 : 25 °C , 45°C) 电池参数测试方法请参考第二章, 0 °C及以下温度的电池参数测试方法参考第三章。
- 根据测试温度不同,该测试方法需要使用不同处理脚本：
0°C以上放电数据处理模板 : **电池参数提取模板- CT3008_V2.1.xlsx**
低温: 0°C及以下放电数据处理模板 : **低温电池参数提取模板-CT3008_V1.0.xlsx**

Usage	Document List	Date
数据处理脚本	电池参数提取模板- CT3008_V2.1.xlsx	2019-07-09
数据处理脚本	低温电池参数提取模板- CT3008_V1.0.xlsx	2020-02-11

Contents

1

常温电池参数测试流程及参数计算原理

2

常温电池参数测试步骤及测试数据处理

3

高低温电池参数的测试及获取

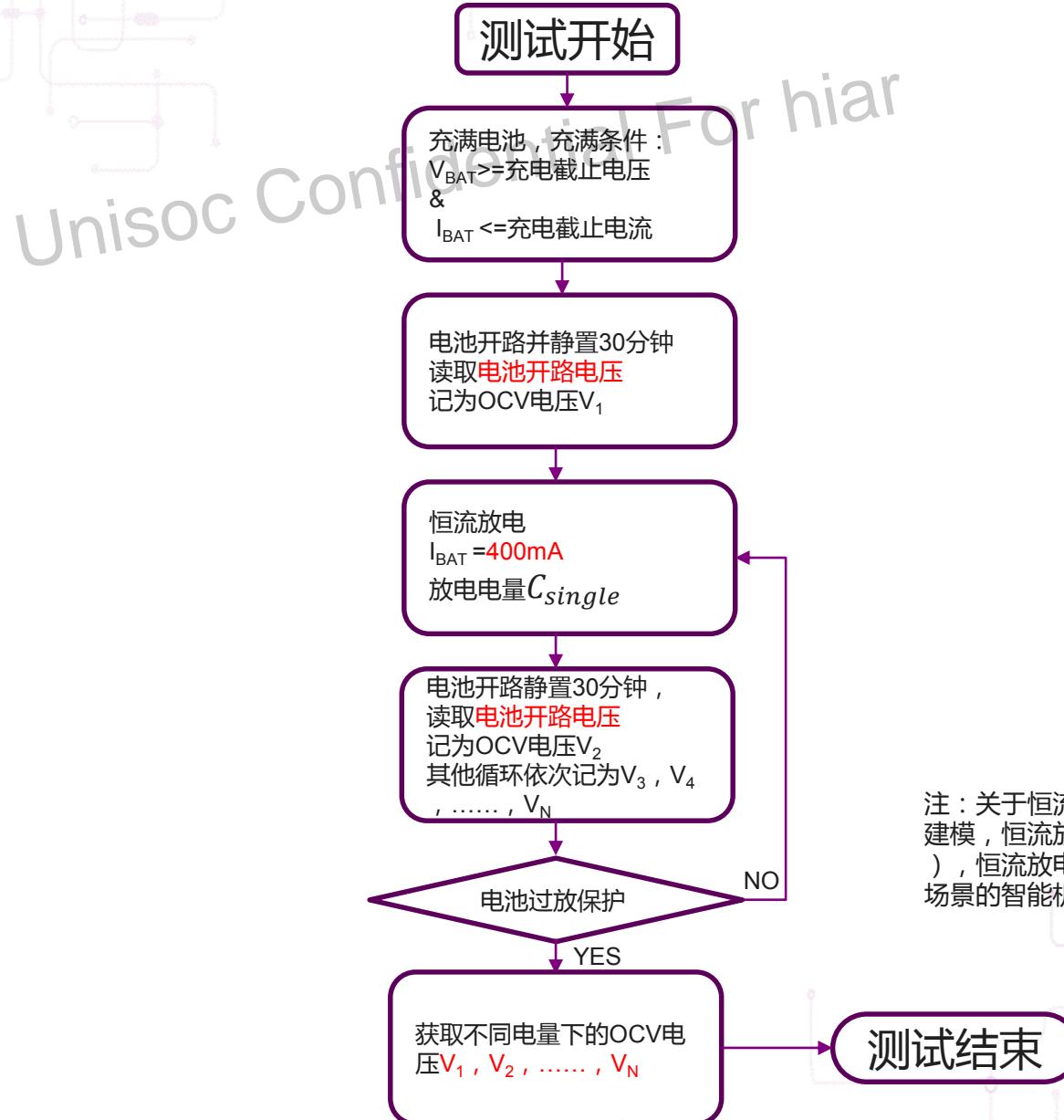
1. 常温电池参数测试流程及参数计算原理



1.1 常温电池测试流程

1.2 常温电池参数计算原理

1.1 常温电池测试流程



注：关于恒流放电电流值：功能机的电池OCV建模，恒流放电采用200mA。智能机（除5G），恒流放电采用400mA建模。包含5G应用场景的智能机，恒流放电采用600mA建模。

1.1 常温电池测试流程



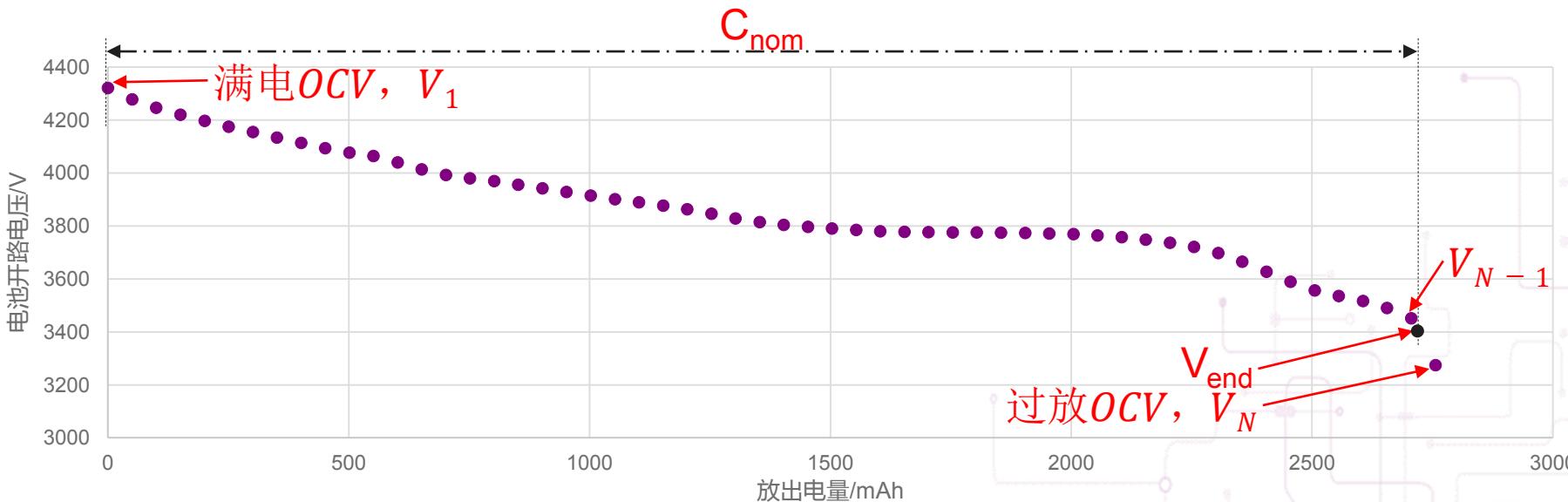
通用测试设置

测试设置	
满电量 充电截止条件	电池端电压 $V_{BAT} = 4.2V/4.35V/4.4V/4.45V$ 电池端电流 $I_{BAT} < 60mA/80mA/120mA$ *截止条件应与电池和软件DTS配置相对应。
零电量 放电截止条件	电池过放保护
放电电流	400mA (功能机的电池OCV建模 , 恒流放电采用200mA。智能机 (除5G) , 恒流放电采用400mA建模。包含5G应用场景的智能机 , 恒流放电采用600mA建模。)
单次循环 放电电量 C_{single}	20mAh , Battery capacity <1500mAh时 ; 30mAh , 1500mAh<Battery capacity <2500mAh时 ; 50mAh , Battery capacity >2500mAh时。
放电循环次数	不固定 *测试时设置循环次数应大于最大可能循环次数的1.2倍 (放电循环次数 $\geq 1.2 \times (\text{电池容量}/\text{放电容量})$)。

1.2 常温电池参数计算原理

- 关键指标：电池容量 C_{nom}
- 1. 将电池充电，充满条件与软件配置相同，例如软件设置4.35V 80mA充满；
- 2. 以400mA恒流放电，放电容量 C_{single} 固定，例如单次50mAh。放至电池过放；
- 3. 获取放电到电池过放保护为止的循环次数为 $N-1$ ，和 V_1, V_2, \dots, V_N 。
- 4. V_{N-1} 和 V_N 可能大于 V_{end} （通常为3400mV，电量为0%时电压），也可能小于 V_{end} ，此处以 $V_{N-1} < V_{end} < V_N$ 为例。
- 5. C_{nom} 计算公式为：

$$C_{nom} = (N - 2) \times C_{single} + \frac{V_{N-1} - V_{end}}{V_{N-1} - V_N} \times C_{single}$$



1.2 常温电池参数计算原理

- 关键指标：OCV TABLE

OCV(open circuit voltage):

- 电池OCV，即电池开路电压，是在电池没有负载时，测到的电池电压。

OCV TABLE:

- OCV TABLE即电池开路电压与电池电量的对应表。
- UNISOC使用的OCV TABLE为如右边表格形式。
- 表格第1列电压Vx (VOCV(100%)..... , VOCV(5%))通过测试和计算获取。
- V_{end} 通常默认为3400 (mV) 。
- 表格第2列电量 (100%--0%) 为固定值。

V_x

电压	电量
V _{OCV(100%)}	100%
V _{OCV(95%)}	95%
V _{OCV(90%)}	90%
V _{OCV(85%)}	85%
V _{OCV(80%)}	80%
V _{OCV(75%)}	75%
V _{OCV(70%)}	70%
V _{OCV(65%)}	65%
V _{OCV(60%)}	60%
V _{OCV(55%)}	55%
V _{OCV(50%)}	50%
V _{OCV(45%)}	45%
V _{OCV(40%)}	40%
V _{OCV(35%)}	35%
V _{OCV(30%)}	30%
V _{OCV(25%)}	25%
V _{OCV(20%)}	20%
V _{OCV(15%)}	15%
V _{OCV(10%)}	10%
V _{OCV(5%)}	5%
V _{end}	0%

1.2 常温电池参数计算原理

- 关键指标：OCV TABLE

1. 获取到 C_{nom} 后，可通过累加计算，找出 V_1, V_2, \dots, V_N 对应的电量百分比值 C_1, C_2, \dots, C_N 。
2. 一般情况下无法直接获得软件上需要的5%倍数的电量百分比对应的电压，需要通过线性插值计算出对应的电压。
3. 例如，可通过96.3%和94.5%对应的电压，计算出95%对应的OCV电压，示例中 C_x 对应95%电量；
4. 5%倍数的电量百分比对应的电压计算公式如下：

$$V_x = V_m - \frac{C_m - C_x}{C_m - C_{m+1}} \times (V_m - V_{m+1}) \quad n \geq m \geq 1, \quad C_m > C_x > C_{m+1}$$

满电 OCV V_1 4322.2 1 C_1 100% 电量

V_x \leftarrow V_m C_m 0.96328

V_{m+1} C_{m+1} 0.94492

$C_x \quad C_x = 95\%, 90\%, \dots, 5\%$

OCV电压	电量百分比
4322.2	1 C_1 100% 电量
4279.8	0.98164
4248.5 V_m C_m 0.96328	
4222.4 V_{m+1} C_{m+1} 0.94492	
4199.2	0.9265599
4177.2	0.9081999
4156.1	0.8898399

1.2 常温电池参数计算原理



- 关键指标：电池内阻 R_{int}

电池内阻测试方法有两种：

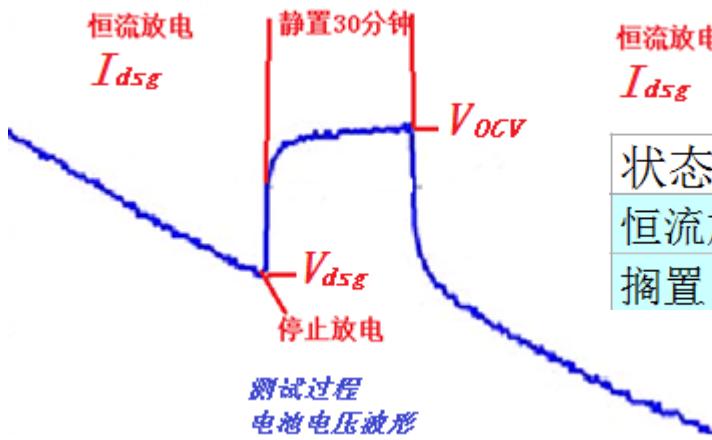
- 交流法：在电池两端加1KHZ的交流信号，通过测量其电压响应来算出内阻值。交流法只能反映出电池的欧姆阻抗，但有施加电流小、对电池无影响、可以快速在线测量等优势，经常被电池厂商使用。由于不能反映出极化内阻，所以电池厂商给的数据经常会比我们给出的数值较小。
- 直流法：以固定电流对电池进行放电测试，再静置一段时间，获取静置前后的电压差值计算出内阻值。直流法内阻可以反映出电池的欧姆内阻和极化内阻，更能体现电池实际使用过程中的欧姆特征，所以我们使用直流法内阻测试方法。

1.2 常温电池参数计算原理

- 关键指标：电池内阻 R_{int}

1. 获取每个测试循环最后一次放电电压 V_{dsg} ，放电电流 I_{dsg} ，搁置30分钟后的OCV电压 V_{ocv} 。
2. 电池内阻计算公式如下：

$$R_{int} = \frac{V_{dsg} - V_{ocv}}{I_{dsg}}$$



恒流放电
 I_{dsg}

状态
恒流放电
 I_{dsg} -399.90
搁置 0.00

电流 (mA)

V_{dsg} 4179.3

电压 (mV)

V_{ocv}

4246.6

内阻

0.1682921 R_{int}

2.1 测试准备

2.2 测试步骤

2.3 测试数据处理

2.4 电池参数与DTS配置项对应关系

2.1 测试准备



- 测试准备：
 - 2 PCS 全新待测电池；
 - NEWARE CT-3008-5V3A-/CT-3008-5V6A电池检测设备；
 - 电池接线建议使用粗电源线，长度小于5cm；
 - 常温电池参数测试，放置在环境温度25°C温箱中测试。
 - 高温和低温电池参数测试，务必在常温环境中充满后，再放入对应环境温度温箱中测试。

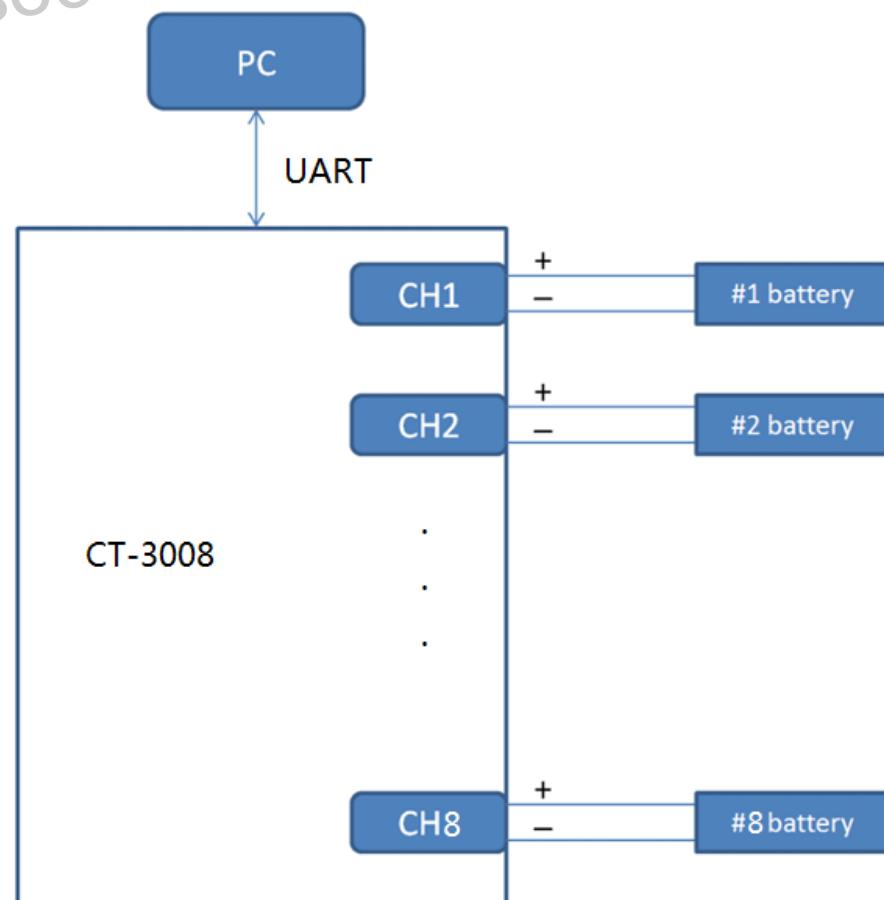
注意

- **建议使用全新电池作为被测电池，避免电池老化带来的不良影响。**
- **CT-3008及配套的BTS软件是Neware新威公司产品。**

2.2 测试步骤

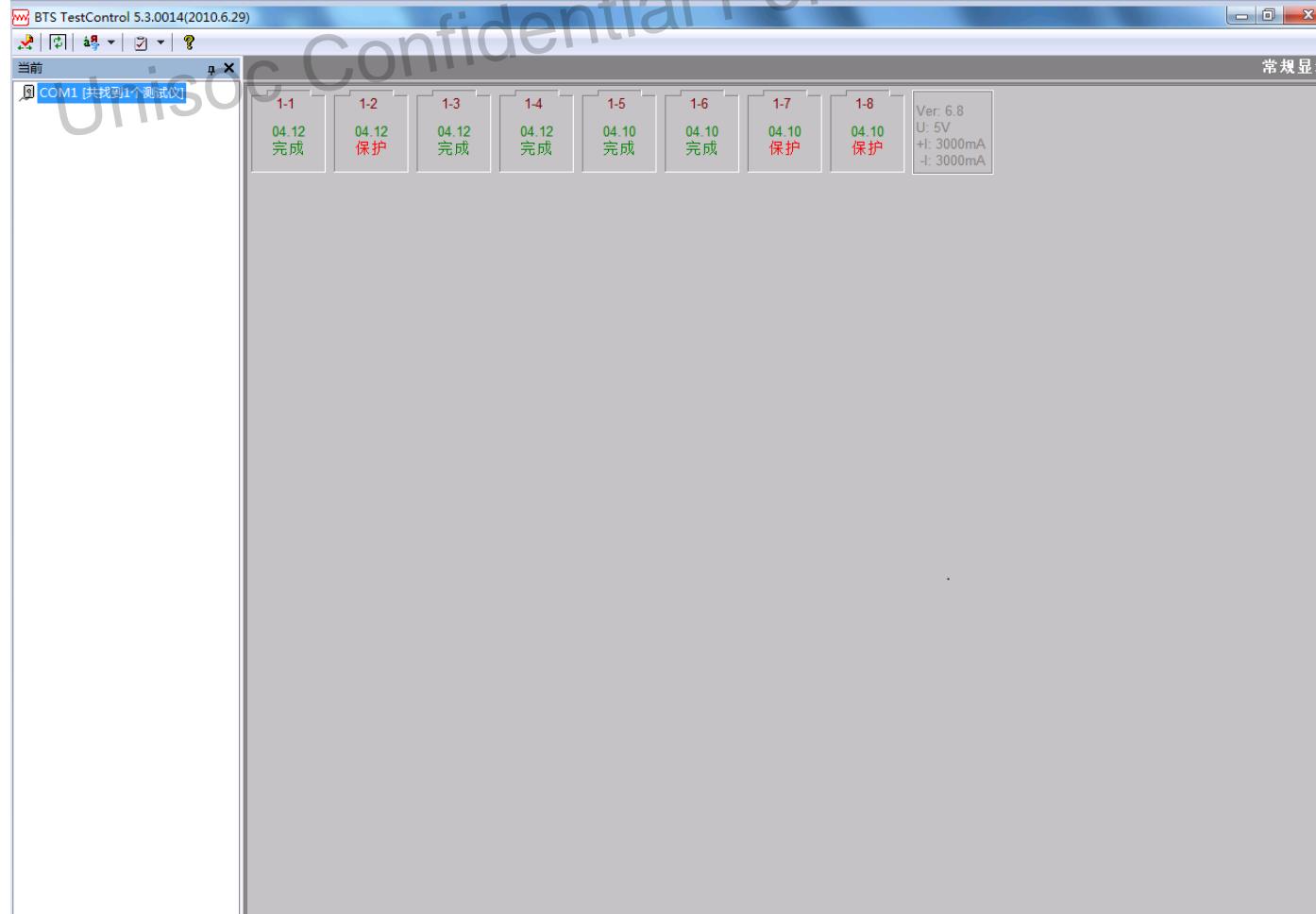
- 测试步骤 (CT-3008测试工具) :

1. 按照以下连接示意图 , 连接PC-仪器-被测电池:



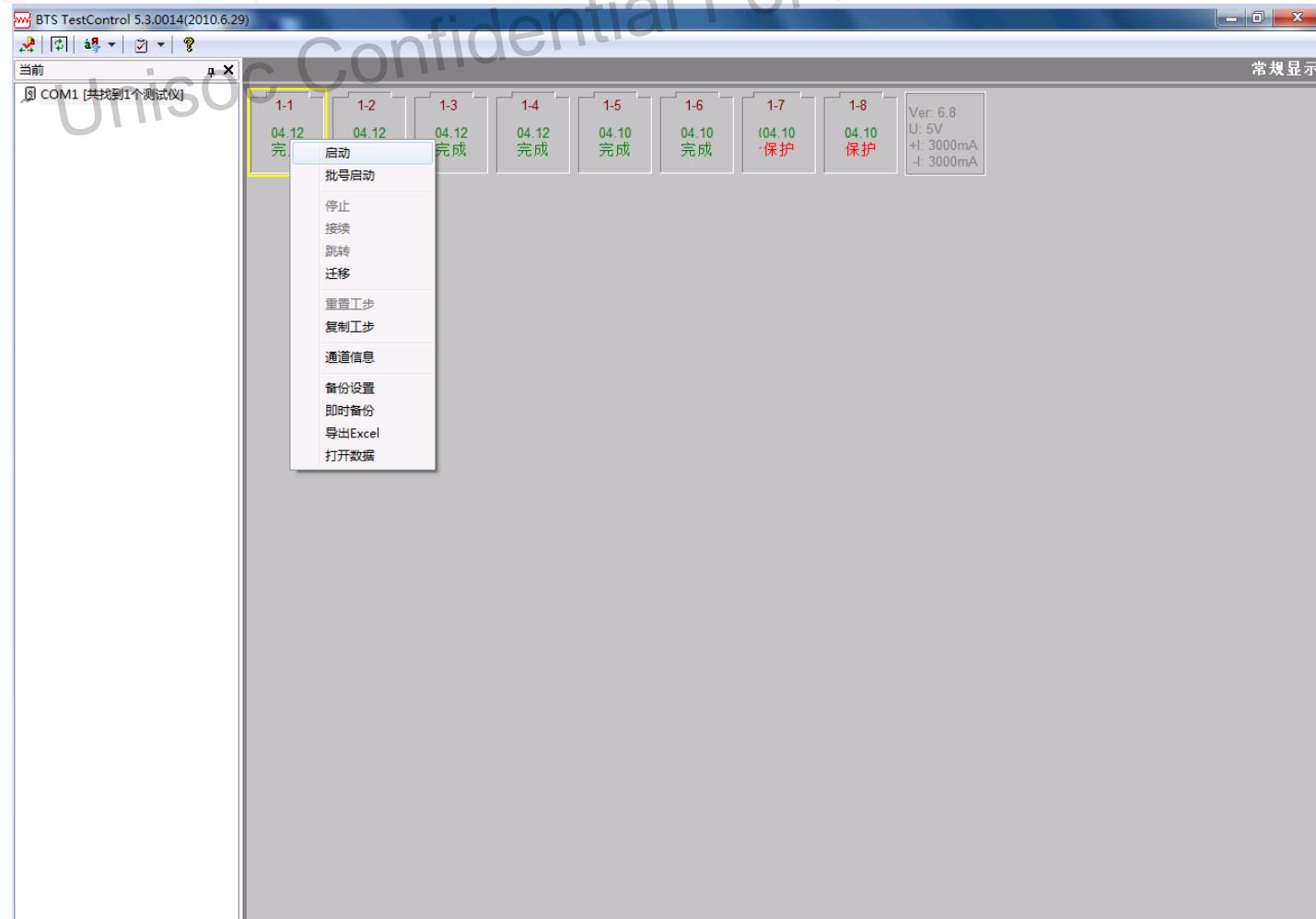
2.2 测试步骤

2. 打开NEWARE电池测试工具 “BTS TestControl” , 如下图所示 :



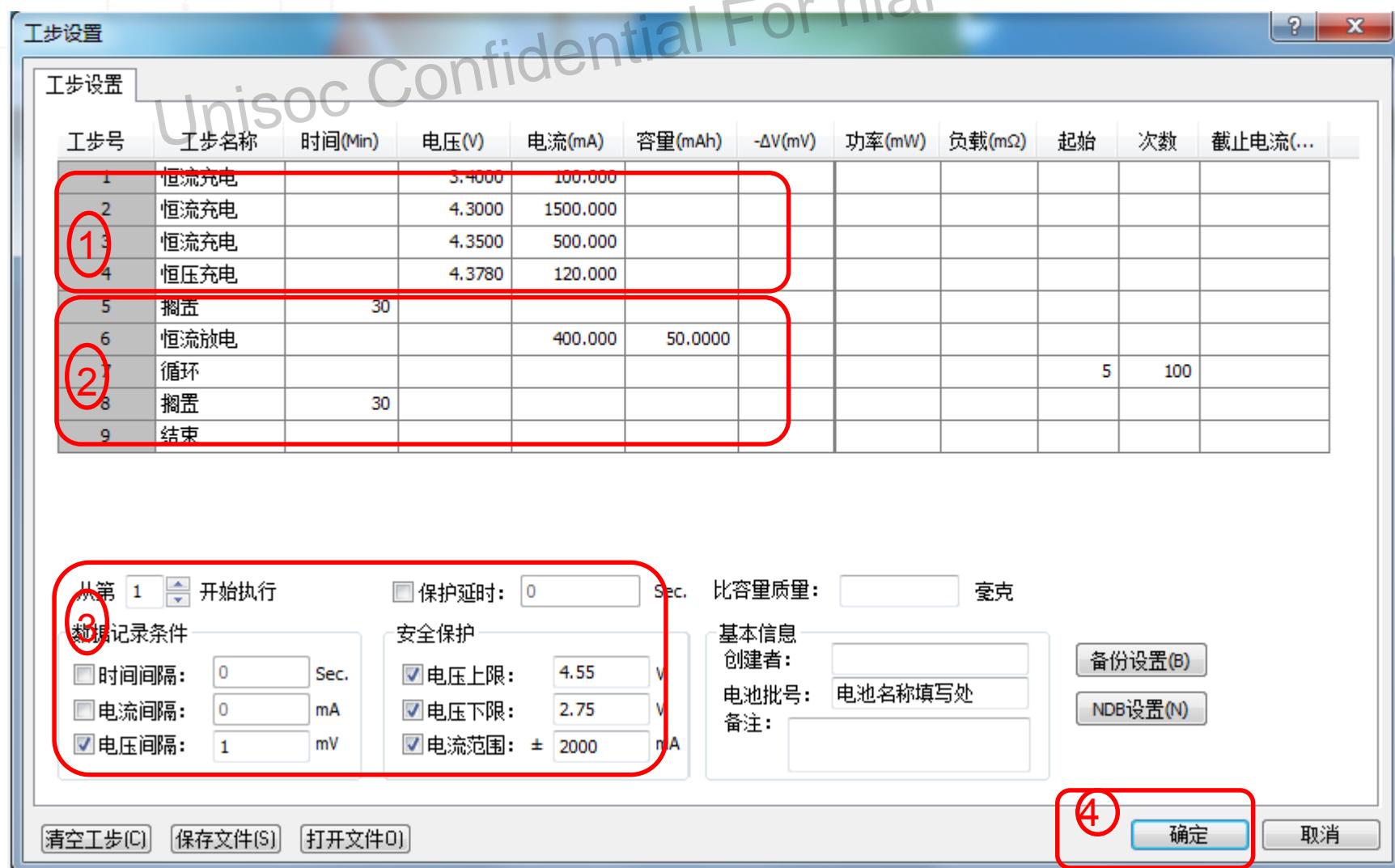
2.2 测试步骤

3. 在通道“1-1”上右键菜单栏中，单击“启动”跳转到随后的“工步设置”：



2.2 测试步骤

4. 以3.8V/4.4V , 4000mAh电池为例，在“工步设置”中设置工步如下：



2.2 测试步骤



具体设置解释如下：

- ① 充电过程配置：“1-4”工步用来将电池充满：

工步“1”：以100mA恒流充电至3.4V，截止电压设置为3.4V。

工步“2”：以1500mA恒流充电，截止电压设置为**4.30V**。注意：根据电池充电截止电压调整，设置为电池充电限制电压-**0.1V**，恒流充电设置通常设为**0.5C**。

工步“3”：500mA恒流充电，截止电压设置为**4.35V**。注意：需根据电池充电截止电压做调整。

工步“4”：以**4.378V**恒压充电，截止电流设置为**120mA**。注意：需根据电池规格书中充电截止电压做调整。截止电流需根据软件设定值调整。关于恒压充电的取值请参考下页关联文档《充电配置及结果说明》注意事项一。

- ② 放电过程配置：“5-9”工步用来将满电电池放电：

工步“5”：搁置30分钟。

工步“6”：表示以400mA恒流放电，放电容量为**50mAh**。注意：不同容量电池，此处的单次放电容量设置是不同的。电池容量<1500mAh时，设置为20mAh；1500mAh≤电池容量<2500mAh，设置为30mAh；电池容量≥2500mAh，设置为50mAh。

2.2 测试步骤



工步“7”：从工步“5”即搁置开始，循环“5-6”工步100次。**注意：建议循环次数为 $1.2 * \text{电池容量} \div \text{单次放电容量}$ ，与100次取较大者。**

工步“8”：搁置30分钟。

工步“9”：结束测试。

③ 设置数据记录及安全保护配置：

勾选“电压间隔 1mV”作为数据记录条件，电压保护上下限条件分别为 $4.55V$, $2.75V$ ，电流保护条件为 $2000mA$ 。

建议使用“保存文件”按钮，将设置好的配置做备份，备份完成后，每次测试可以直接通过“打开文件”导入配置。

④ 点击“确定”按钮，开始测试。

2.2 测试步骤

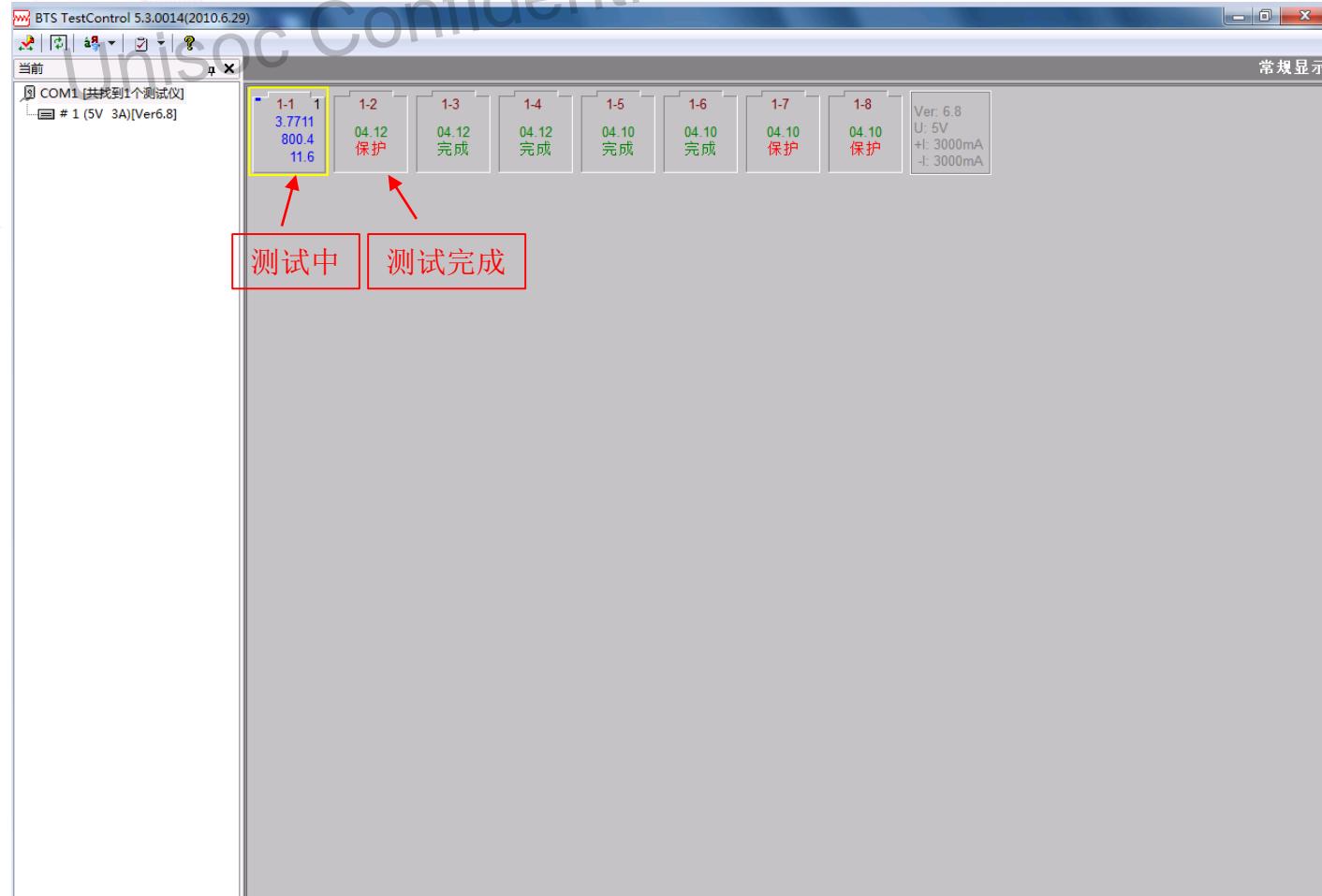
提示：

- 电池容量或OCV测试时，截止电流需与软件中截止电流设置一致，软件默认截止电流为120mA，工步4中需将80mA改成和DTS中截止电流一致的值。若软件中截止电流设置比OCV建模中设置大很多，充电时，软件会提前判断满电状态（截止电压截止电流均满足条件），导致电池实际充到的容量和建模时电池容量出现偏差。两者截止电流一定保持一致，保证OCV table 与实际充电过程一致。
- 工步6中，关于恒流放电电流值功能机的电池OCV建模，恒流放电采用200mA。智能机（除5G），恒流放电采用400mA建模。包含5G应用场景的智能机，恒流放电采用600mA建模。
- 如果处理脚本《**电池参数提取模板-CT3008_V2.1.xlsx**》提示“OCV数据缺少3.6V以下数据点”，建议将工步6中单次放电电量设置适当减小（通常减小5-10mAh）后复测。减小单次放电电量设置后，总测试时间将增加。



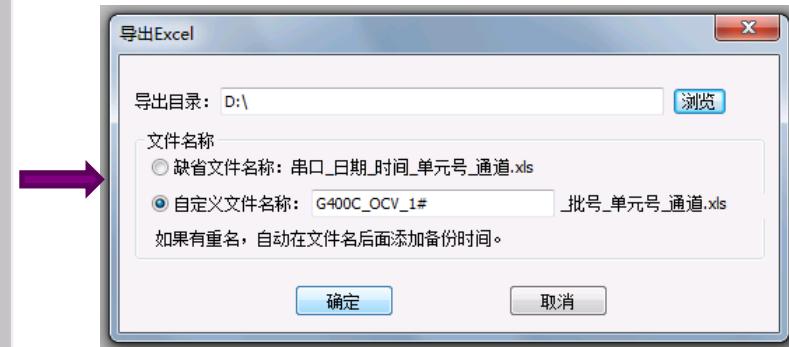
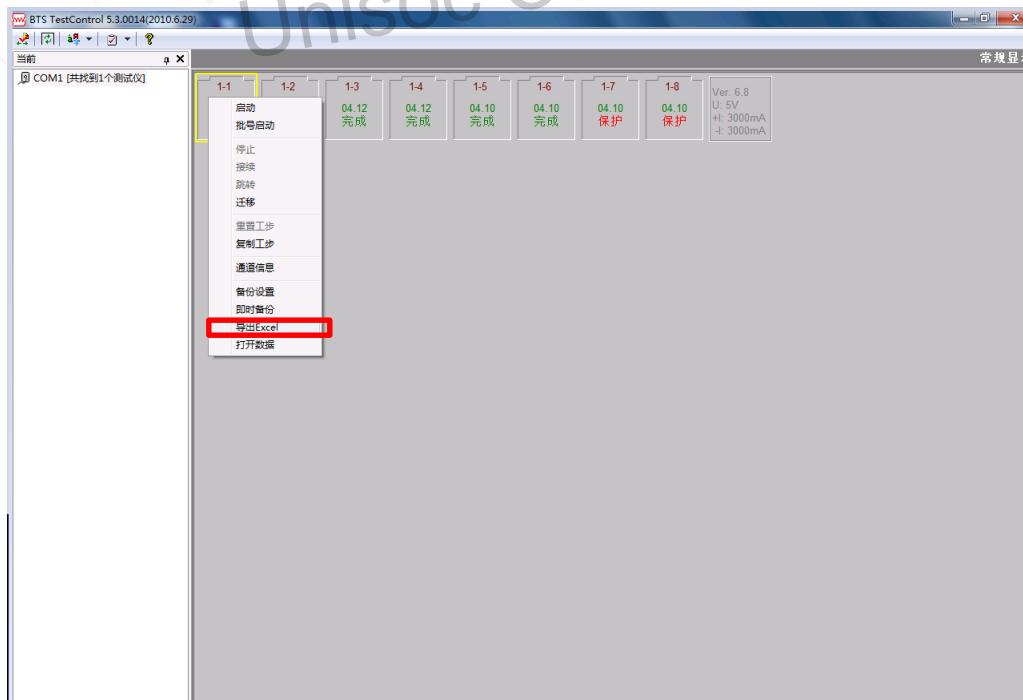
2.2 测试步骤

5. 第4步设置完成后，“1-1”图标内文字颜色会变为蓝色，即为测试状态；等待测试完成，测试完成后变成电池过放**保护状态**：



2.2 测试步骤

6. 测试完成后，通过右键菜单“导出Excel”，导出测试数据：



2.3 测试数据处理



- 一般情况下无法直接获得软件上需要的5%倍数电量百分比对应的电压。目前已可以使用《电池参数提取模板-CT3008_V2.1.xls》提取模板自动获取。
- 处理前，需将导出的两组电池参数数据和《电池参数提取模板-CT3008_V2.1.xls》提取模板放在同一文件夹下。

2.3 测试数据处理

- 打开《电池参数提取模板-CT3008_V2.1.xlsx》，设置如下：

电池参数提取模板-CT3008_V2.1

步骤1:	请将模板和被处理数据文件放置在同一路径下，且将被处理数据文件完整名称复制到如下位置：											
1#数据:	<code>*****1.xls</code>			文件名								
2#数据:	<code>*****2.xls</code>											
步骤2:	点击如下按钮，提取OCV/CV数据；请确认 测试信息 是否存在异常。											
提取OCV/CV数据				步骤2处理完成。请仔细核对 测试信息 ！！！								
测试信息汇总:												
测试信息												
1#数据:	充电截至电压/V	4349.5	充电截止电流/mA	79.9	ZCV放电电流/mA	399.7	ZCV单次循环放电电量/mAh	50.08	ZCV有效循环次数	55	有效容量(3.4V截止)/mAh	2727.667
2#数据:	充电截至电压/V	4350.1	充电截止电流/mA	79.9	ZCV放电电流/mA	399.9	ZCV单次循环放电电量/mAh	50.11	ZCV有效循环次数	55	有效容量(3.4V截止)/mAh	2746.854
步骤3:	点击如下按钮，生成符合展讯要求的数据报告。报告请参考“ final_result ”sheet。											
生成参数报告				步骤3处理完成。最终结果请参考“ final_result ”！								
step final_result ocv1-ocv ocv2-ocv ocv1-rint ocv2-rint version +	V_{end} 截止电压/V 3.4											

步骤1：将模板和被处理数据文件放置在同一路径下，且将被处理数据文件完整名称复制到**文件名**位置。

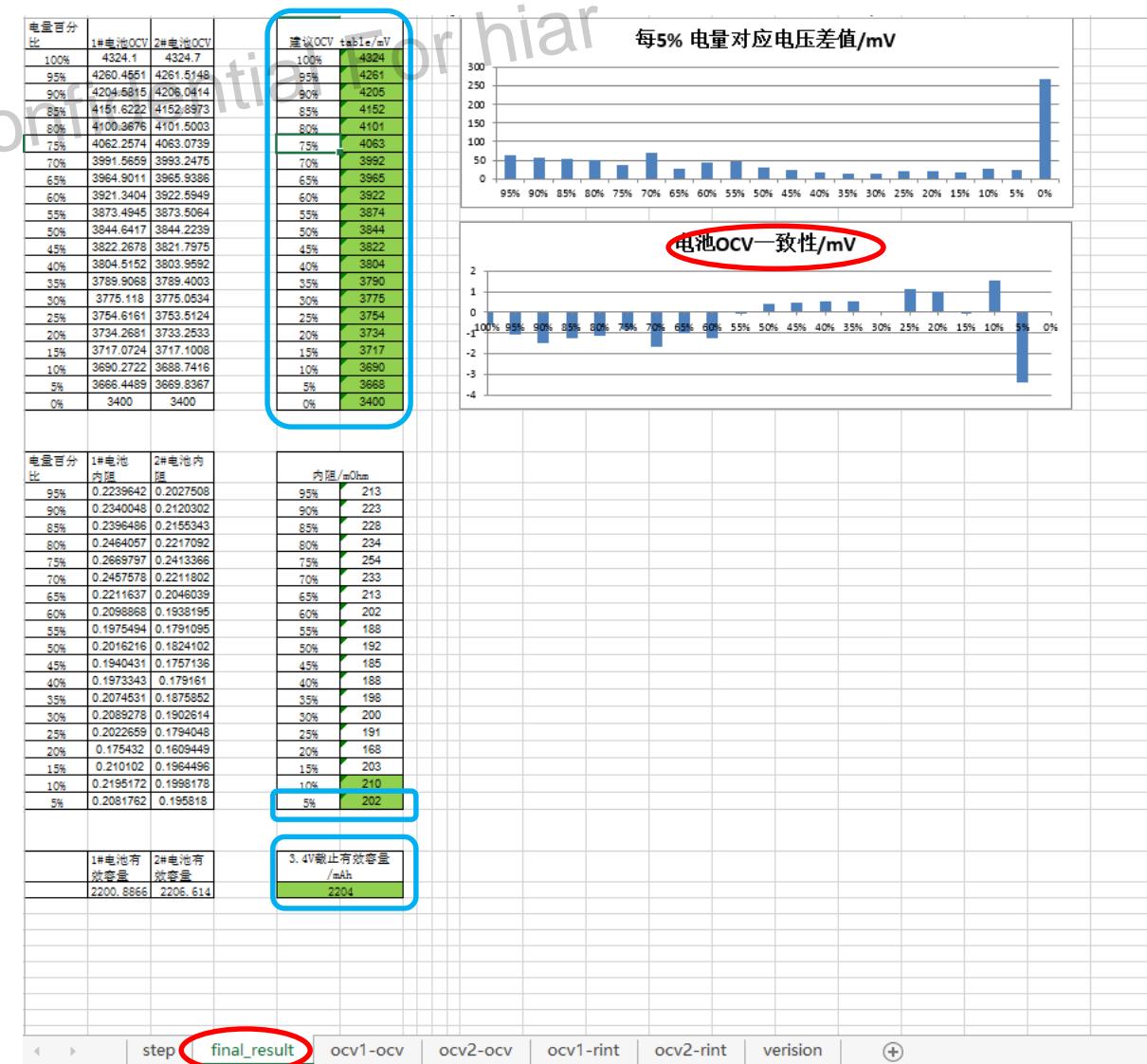
步骤2：根据软件关机电压V_{end}设置截止电压，默认为3.4V。点击提取**OCV/CV数据**按钮并仔细核对**测试信息**，确认测试配置是否异常。

步骤3：点击**生成参数报告**按钮，生成数据报告。报告请参考“**final_result**”sheet。

2.3 测试数据处理

- 处理结果见 *final_result*。
- 当 **电池OCV一致性** < 10mV, 认为数据有效。否则建议复测。
- 测试完成后, 最终需要合入软件的结果为:

- *OCV table*
- 内阻 *Rint* (建议取5%对应值)
- 3.4V截止有效容量 *C_{nom}*



2.4 电池参数与DTS配置项对应关系



DTS 配置文件中配置项	电池参数	备注
Cnom/charge-full-design-microamp-hours	电池有效容量	此参数可根据电池和整机的实际情况做微调。
ocv-tab-vol /ocv-capacity-table-0	OCV TABLE 电压	100%电压参数可根据电池和整机的实际情况做微调。
ocv-tab-cap /ocv-capacity-table-0	OCV TABLE 电量	
Rint /factory-internal-resistance-micro-ohms	OCV 内阻	此参数可根据电池和整机的实际情况做微调。

注：不同平台及安卓版本DTS中的配置项名称会有区别，此处只做示例。

3. 高低温电池参数的获取



3.1 不同温度电池参数获取过程对比

3.2 高低温电池参数测试流程

3.3 低温充电过程仪器设置说明

3.4 低温放电过程仪器设置说明

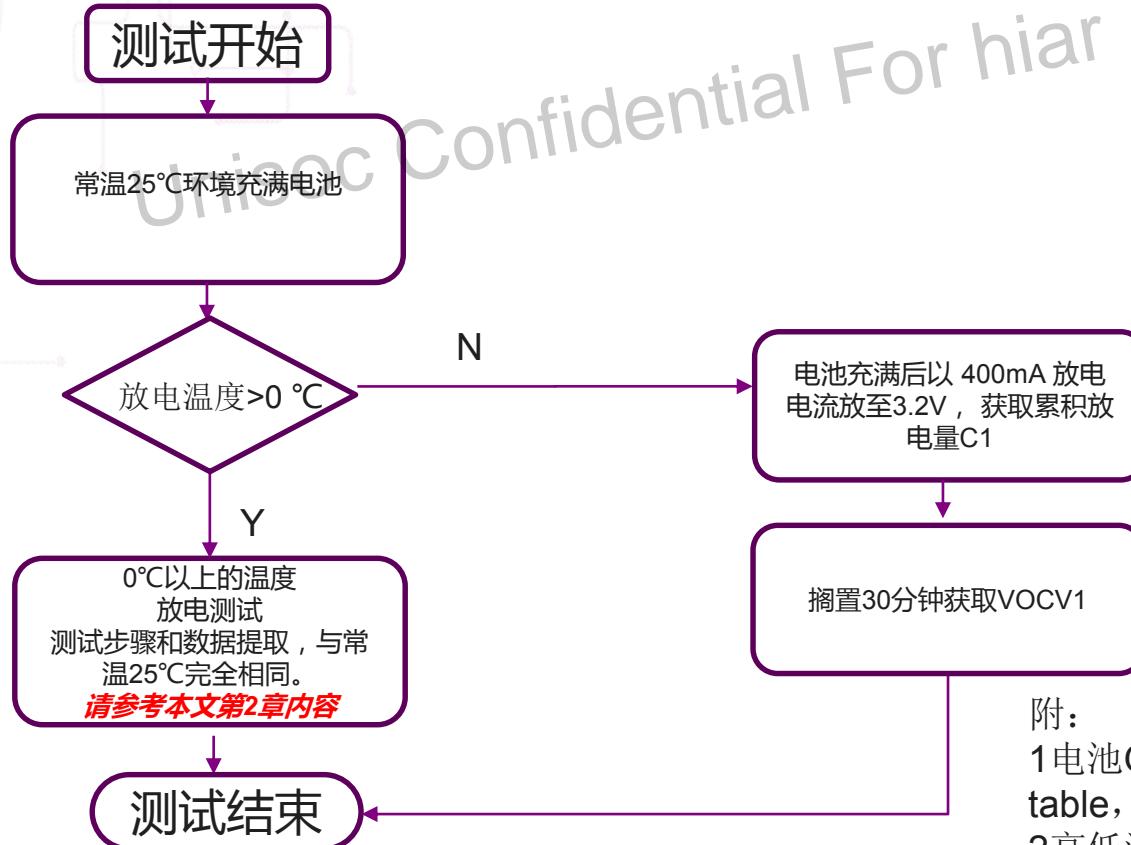
3.5 低温放电数据提取

3.1 不同温度电池参数获取过程对比



	0°C以上电池参数	0°C及0°C以下电池参数
电池容量 C_{nom}	<ul style="list-style-type: none">需在对应温度值测试中获取，并导入DTS配置文件。	<ul style="list-style-type: none">需在对应温度值测试中获取，并导入DTS配置文件。
电池内阻 R_{int}	<ul style="list-style-type: none">需在对应温度值测试中获取，并导入DTS配置文件。	<ul style="list-style-type: none">需在对应温度值测试中获取，并导入DTS配置文件。
OCV TABLE	<ul style="list-style-type: none">参考25°C OCV参数。	<ul style="list-style-type: none">参考25°C OCV参数。
测试过程	<ul style="list-style-type: none">放电在对应温度下进行：10°C , 25°C , 45°C10°C , 45°C 测试方法及参数获取同25°C请参考第二章：2.2-2.3	<ul style="list-style-type: none">放电在低温环境进行。低温环境温度-20°C , -10°C , 0°C。低温测试方法及参数获取参考第三章：3.3-3.5

3.2 高低温电池参数测试流程



附：

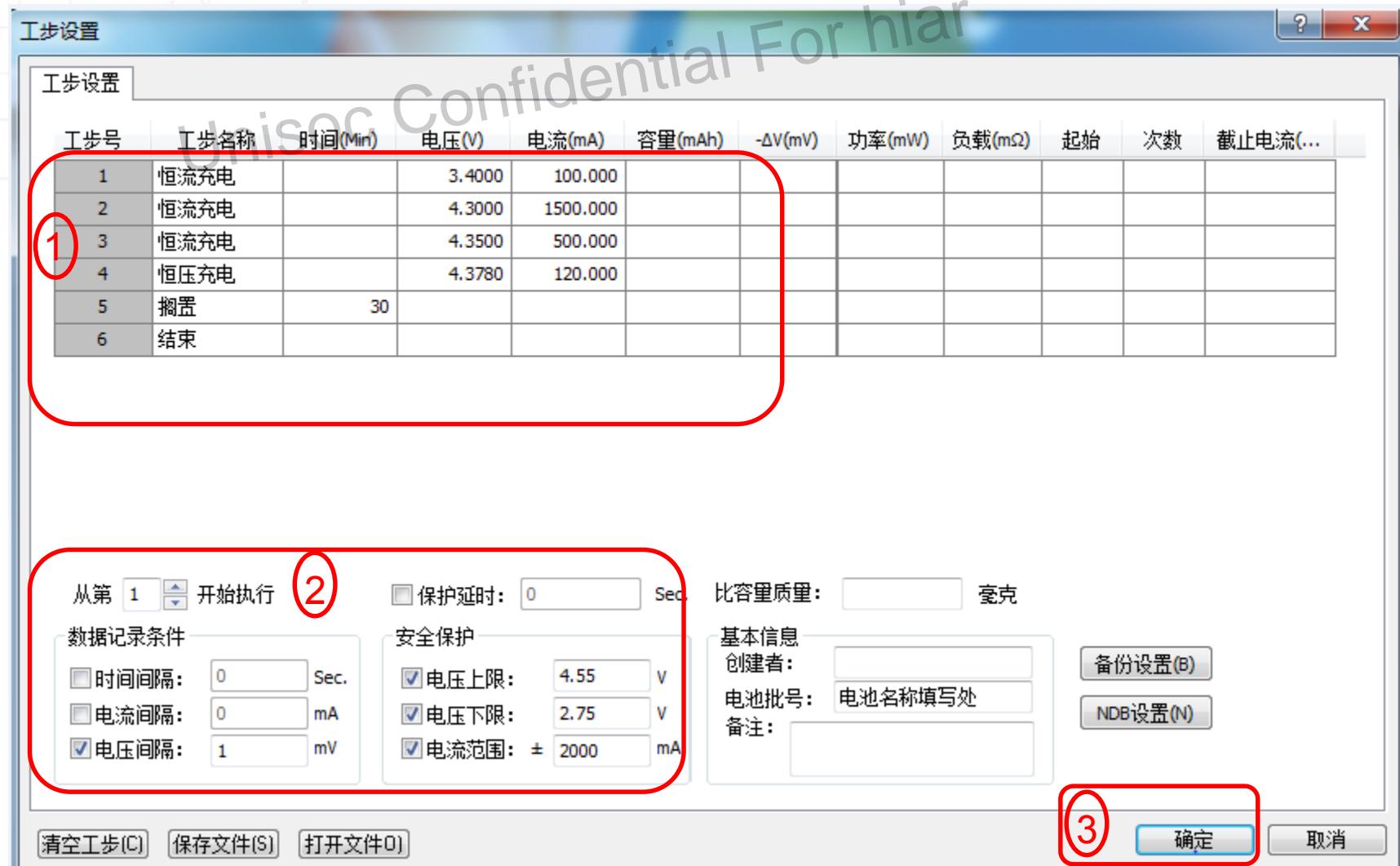
- 1 电池OCV-table 使用25 °C 时测出OCV-table, 其他温度不需获取。
- 2 高低温下我司算法上只需使用电池容量及内阻的数值, 低温下电池阻抗及容量取值如下:

$$R_{int} = (OCV1 - 3.2)/0.4$$
$$CL = C1$$

- 3 高温下电池内阻及容量获取方法同25 °C一致

3.3 低温充电过程仪器设置说明

以3.8V/4.4V，4000mAh电池为例，先在常温下充电，在“工步设置”中设置工步如下：



3.3 低温充电过程仪器设置说明



具体设置解释如下：

- ① 充电过程配置：“1-6”工步用来将电池充满：

工步“1”：以100mA恒流充电至3.4V，截止电压设置为3.4V。

工步“2”：以1500mA恒流充电，截止电压设置为**4.30V**。注意：根据电池充电截止电压调整，**设置为电池充电截止电压 - 0.1V**

工步“3”：500mA恒流充电，截止电压设置为**4.35V**。注意：需根据电池充电截止电压调整

工步“4”：以**4.378V**恒压充电，截止电流设置为**120mA**。注意：需根据电池充电截止电压调整，**截止电流可根据软件设定值调整**。

工步“5”：搁置30分钟。

工步“6”：结束测试。

3.3 低温充电过程仪器设置说明



- ② 设置数据记录及安全保护配置：

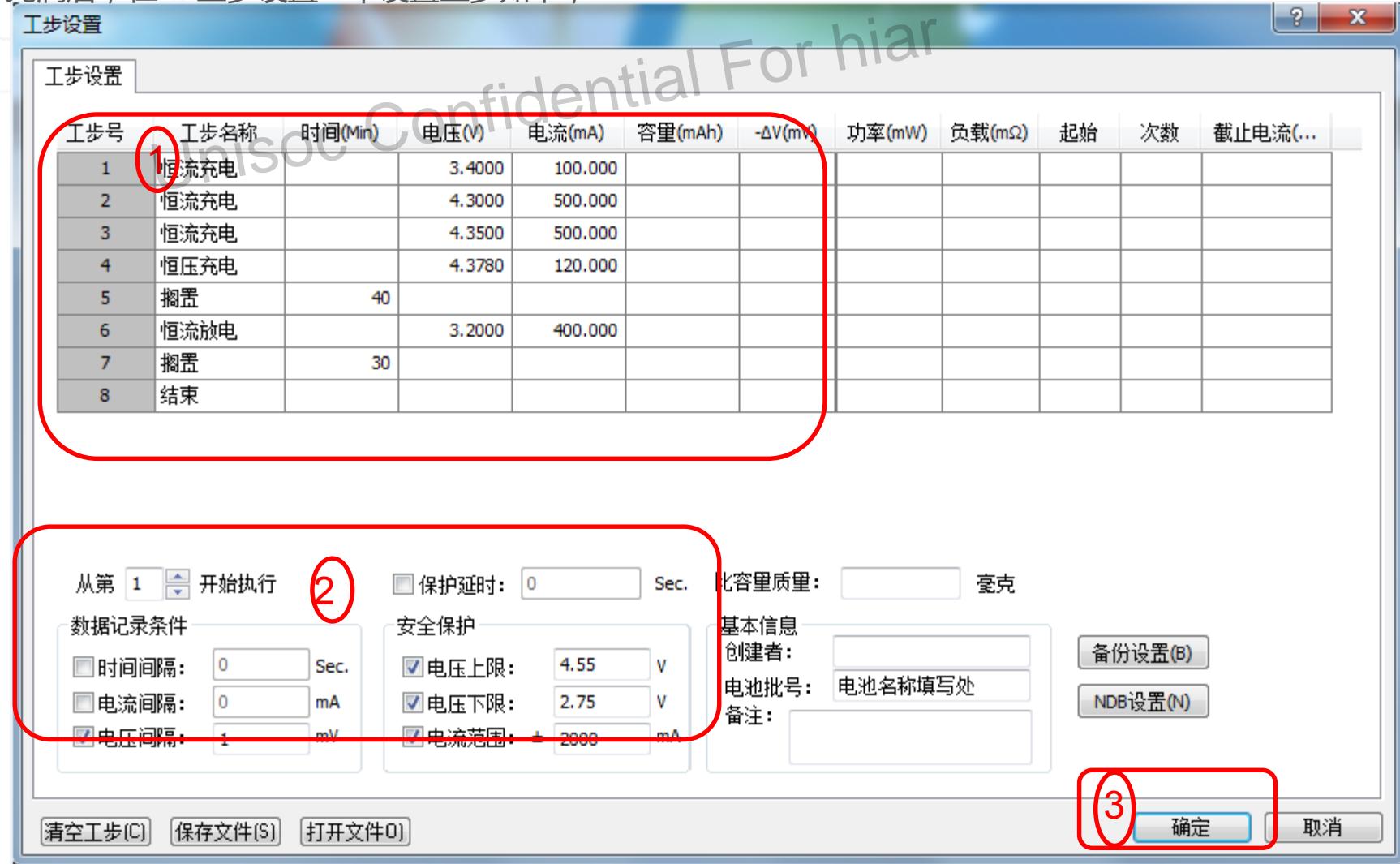
勾选“电压间隔 1mV”作为数据记录条件，电压保护上下限条件分别为 $4.55V$, $2.75V$ ，电流保护条件为 $2000mA$ 。

建议使用“保存文件”按钮，将设置好的配置做备份，备份完成后，每次测试可以直接通过“打开文件”导入配置。

- ③ 点击“确定”按钮，开始充电。

3.4 低温放电过程仪器设置说明

充满后，在“工步设置”中设置工步如下，



3.4 低温放电过程仪器设置说明



具体设置解释如下：

- ① 充电过程配置：“1-6”工步用来将电池充满：

工步“1”：以100mA恒流充电至3.4V，截止电压设置为3.4V。

工步“2”：以500mA恒流充电，由于电池已经充满过，此处电流若设太大，很容易触发4.55V电压上限结束测试。截止电压设置为4.3V。注意：根据电池充电截止电压调整，设置为电池充电截止电压-0.1V

工步“3”：500mA恒流充电，截止电压设置为4.35V。注意：需根据电池充电截止电压调整

工步“4”：以4.378V恒压充电，截止电流设置为120mA。注意：需根据电池充电截止电压调整，截止电流可根据软件设定值调整。

工步“5”：搁置40分钟。

工步“6”：400mA 恒流放电，截止电压为3.2V。

工步“7”：搁置30分钟。

工步“8”：结束。

注意：电池容量或OCV测试时，截止电流需与软件中截止电流设置一致，软件默认截止电120mA，工步4中需将80mA改成和DTS中截止电流一致的值。若软件中截止电流设置比OCV建模中设置大很多，充电时，软件会提前判断满电状态（截止电压截止电流均满足条件），导致电池实际充到的容量和建模时电池容量出现偏差。两者截止电流一定保持一致，保证OCV table 与实际充电过程一致。

工步6中，关于恒流放电电流值功能机的电池OCV建模，恒流放电采用200mA。智能机（除5G），恒流放电采用400mA建模。包含5G应用场景的智能机，恒流放电采用600mA建模。



3.4 低温放电过程仪器设置说明



② 设置数据记录及安全保护配置：

勾选“电压间隔 1mV”作为数据记录条件，电压保护上下限条件分别为 $4.55V$, $2.75V$ ，电流保护条件为 $2000mA$ 。

建议使用“保存文件”按钮，将设置好的配置做备份，备份完成后，每次测试可以直接通过“打开文件”导入配置。

③ 点击“确定”按钮，开始充电。

设置完成后，需等进入工步5后再调节温箱温度开始测试（为了放电数据的处理及保证电池满电状态下放电，仍需要增加1-5步工步，一般会持续5-15分钟。电池充满进入搁置工步时再降低温箱温度，一般降温到 $-20^{\circ}C$ 在10-20分内，若时间过长请调大工步5的搁置时间。）

测试完后按常温测试方法导出数据，低温放电数据处理请使用《低温电池参数提取模板-CT3008_V1.0》

3.5 低温放电数据提取



使用《电池低温参数提取模板》提取数据：

步骤1：将文件1# 2# 名称填入模板。

步骤2：点击“提取OCV/CV 数据”。

步骤3：在结果栏查看容量及内阻值。

低温-CT3008-OCV1.0-table提取模板											
步骤1:	请将模板和被处理数据文件放置在同一路径下，且将被处理数据文件完整名称复制到如下位置：										
	1#数据:	20191224_094315_02_1.xls			①						
	2#数据:	20191224_094328_02_5.xls									
步骤2:	点击如下按钮，提取OCV/CV数据；请确认测试信息是否存在异常。										
	提取OCV/CV数据			②							
	步骤2处理完成。请仔细核对测试信息！！！										
测试信息汇总：											
1#数据:	充电截至电压/mV	4399.8	充电截止电流/mA	79.9	ZCV放电电流/mA	400.2	总电量/mAh	4686.39	搁置电压/mV	3681.7	
2#数据:	充电截至电压/mV	4400.4	充电截止电流/mA	79.9	ZCV放电电流/mA	399.3	总容量/mAh	4706.3	搁置电压/mV	3683.6	
结果:	平均容量(mAh):	4696.345									③
	平均内阻(ohm):	1.206625									

3.5 低温放电数据提取



使用《电池低温参数提取模板》提取数据：

步骤1：将文件1# 2# 名称填入模板。

步骤2：点击“提取OCV/CV 数据”。

步骤3：在结果栏查看容量及内阻值。

UNISOC Confidential Forum



THANKS



All data and information contained in or disclosed by this document is confidential and proprietary information of UNISOC and all rights therein are expressly reserved. By accepting this material, the recipient agrees that this material and the information contained therein is to be held in confidence and in trust and will not be used, copied, reproduced in whole or in part, nor its contents revealed in any manner to others without the express written permission of UNISOC. The contents are subject to change without prior notice. Although every reasonable effort is made to present current and accurate information, UNISOC makes no guarantees of any kind with respect to the matters addressed in this document. In no event shall UNISOC be responsible or liable, directly or indirectly, for any damage or loss caused or alleged to be caused by or in connection with the use of or reliance on any such content.