

JJF (皖)

安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 132—2022

电池充放电测试设备在线校准规范

Online Calibration Specification for Charge &

Discharge of Battery Test Equipment

2022-08-22 发布

2022-09-30 实施

安徽省市场监督管理局 发布

电池充放电测试设备 在线校准规范

On line Calibration Specification for
Charge & Discharge of Battery Test
Equipment



归口单位：安徽省电磁计量技术委员会

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

科大智能（合肥）科技有限公司

合肥国轩高科动力能源有限公司

本规范由安徽省电磁计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

吴安平（安徽省计量科学研究院）

吴名功（安徽省计量科学研究院）

吴晓燕（安徽省计量科学研究院）

张玉梅（安徽省计量科学研究院）

潘宗岭（安徽省计量科学研究院）

何 刚（科大智能（合肥）科技有限公司）

李晓俊（合肥国轩高科动力能源有限公司）

参加起草人：

陈 军（安徽省计量科学研究院）

黄 梅（安徽省计量科学研究院）

李菟兰（安徽省计量科学研究院）

陈 磊（安徽省计量科学研究院）

目 录

| | |
|--------------------------------|------|
| 引言 | (II) |
| 1 范围 | (1) |
| 2 引用文件 | (1) |
| 3 术语 | (1) |
| 3.1 电池充放电测试设备 | (1) |
| 3.2 直流电压在线校准装置 | (1) |
| 3.3 直流电流在线校准装置 | (1) |
| 3.4 在线校准 | (1) |
| 4 概述 | (2) |
| 5 计量特性 | (2) |
| 5.1 电压测量 | (2) |
| 5.2 电流测量 | (2) |
| 6 校准条件 | (2) |
| 6.1 环境条件 | (2) |
| 6.2 电源条件 | (2) |
| 6.3 测量设备 | (3) |
| 7 校准项目和校准方法 | (3) |
| 7.1 校准项目 | (3) |
| 7.2 校准方法 | (3) |
| 8 校准结果表达 | (5) |
| 9 复校时间间隔 | (6) |
| 附录 A 充放电设备直流电压测量不确定度评定示例 | (7) |
| 附录 B 充放电设备校准原始记录格式 | (11) |
| 附录 C 校准证书内页格式 | (12) |

引 言

本规范依据国家计量技术规范 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》编制，JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》及 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本校准规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

电池充放电测试设备在线校准规范

1 范围

本规范适用于充放电电压（0~10）V，电流（0~150）A 范围内的电池充放电测试设备在线校准。其他充放电测试设备可参照本规范对应的校准项目校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

SJ/T 11807-2022 《锂离子电池和电池组充放电测试设备规范》

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语

3.1 电池充放电测试设备 charge & discharge test equipment of battery

由控制单元、充电单元、放电单元，充电/放电切换单元、测量单元等组成，接通锂离子电池或电池组后可以控制其充放电过程，并且具备电压、电流、容量、时间以及可能还具有功率、能量、效率、温度、内阻等测试数据记录功能的设备。

3.2 在线校准 on line calibration

确定实际工作条件下电池充放电测试设备所测得量值与由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

3.3 直流电压在线校准装置 on line calibration device of DC voltage

实现在实际工作条件下对电池充放电测试设备测试通道电压进行在线校准的测量装置。

3.4 直流电流在线校准装置 on line calibration device of DC current

实现在实际工作条件下对电池充放电测试设备测试通道电流进行在线校准的测量装置。

4 概述

受动力电池生产工艺的制约,单体电池的电压、电流、内阻、容量等参数一致性不高。因此,需要对单体电池进行充放电检测工序以提高同一电池组内单体电池的一致性。利用充放电设备对单体电池的容量、内阻、电压和电流输出特性进行测试筛选,选配充放电曲线相似的单体电池进行配组,从而实现最优的一致配组。在单体电池充放电工序中,充放电设备处于连续运行状态,停产溯源时间长、效率低、成本高。在线校准是解决充放电设备溯源较为合适的方法。

电池充放电测试设备由设备控制仓和若干电池仓组成,其中设备控制仓包括:充/放电控制单元、电源模块、存储模块、数据接口、电压/电流/温度采集模块以及电池管理系统;电池仓是用来放置多个被测电池单体或模组、直流充放电接口以及温度采集接口等。

5 计量特性

5.1 电压测量

范围:(0~10)V,示值的最大允许误差:±(0.1%~5%)。

5.2 电流测量

范围:(0~150)V,示值的最大允许误差:±(0.1%~5%)。

注:校准工作不判断合格与否,上述计量特性要求仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

除非另有规定,试验应在下列条件下进行:

环境温度:(20±5)°C。

相对湿度:不大于75%,表面无水汽凝结。

气压:标准气压86 kPa~106 kPa。

6.2 电源条件

除非另有规定,试验时供电电源按产品规格书规定值或在产品规格书规定值范围内约定。

6.3 测量设备

校准所用设备主要包括：直流电压在线校准装置和直流电流在线校准装置。在线校准装置应满足：

- 1) 方便放入充放电设备的电池仓内；
- 2) 同时对电池充放电测试设备多个测试通道的性能参数（电流、电压）进行检测，与该装置配套的终端设备，能根据设置的阈值快速自动筛选出具有异常值的直流充放电通道，并生成相关记录数据；
- 3) 具有 RS485 接口，宜使用无线方式进行数据传输，数据传输频率不低于 0.2Hz，无线有效传输距离不低于 20 m。

在线校准装置对应功能的最大允许误差绝对值（或不确定度）应不大于被校设备相应功能最大允许误差绝对值的 1/3。校准各参数所用标准设备见表 1。

表1 校准各参数所用标准设备

| 序号 | 校准项目 | 测量设备 | 测量范围 |
|----|--------|------------|----------|
| 1 | 电压测量误差 | 直流电压在线校准装置 | (0~10)V |
| 2 | 电流测量误差 | 直流电流在线校准装置 | (0~150)A |

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目见表 2。

表2 校准项目

| 序号 | 项目名称 | 计量特性条款 | 校准方法条款 |
|----|--------|--------|--------|
| 1 | 电压测量误差 | 5.1 | 7.2.2 |
| 2 | 电流测量误差 | 5.2 | 7.2.3 |

7.2 校准方法

7.2.1 校准前的准备

a) 外观及附件检查

被校电池充放电测试设备（以下简称被校设备）的仪器名称、型号、制造厂名或商

标、出厂编号、测量范围等信息齐全；元件、器件安装接线应牢固、端正、正确；操作器件，如手柄、按钮或类似器件应安装在易于操作的高度上。

b) 工作正常性检查

被校设备的各开关和指示灯功能应正常，通电后应能正常工作，各种指示应正确。被校设备软件功能正常，接口通信正常。

c) 预热

校准误差前，校准用标准设备以及被校设备，应按各自的说明书的要求进行开机预热；无要求时，开机预热时间不小于 30min。

7.2.2 电压测量误差

被校设备分别处于充电和放电状态，在实际负荷下选取 3~5 个测试点，读取被校设备的电压示值和电压实际测量值。被校设备电压测量误差采用标准电压表法进行在线校准，连接如图 1 所示。

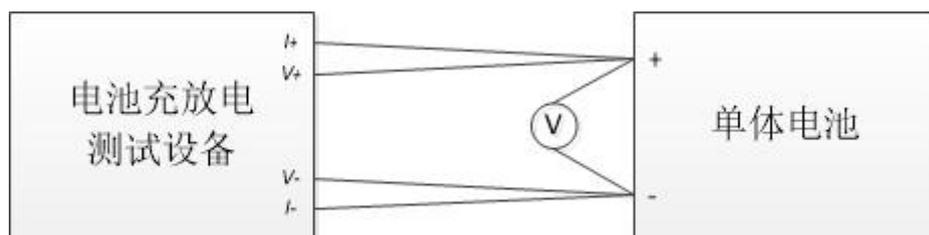


图 1 标准电压表法在线校准连接图

在电池充放电设备电池仓中放入电池组，把直流电压在线校准装置的检测板放在电极板和电池组之间，启动电池充放电测试设备，在设备正常工作且输出稳定后，记录电池充放电设备输出电压示值 V_x ，直流电压在线校准装置采集的电压示值 V_0 ，被校设备电压测量误差按公式 (1) 式计算。

$$\Delta V = V_x - V_0 \quad (1)$$

式中：

ΔV ——被校设备电压测量误差，V；

V_x ——被校设备电压示值，V；

V_0 ——直流电压在线校准装置电压测量值，V。

7.2.3 电流测量误差

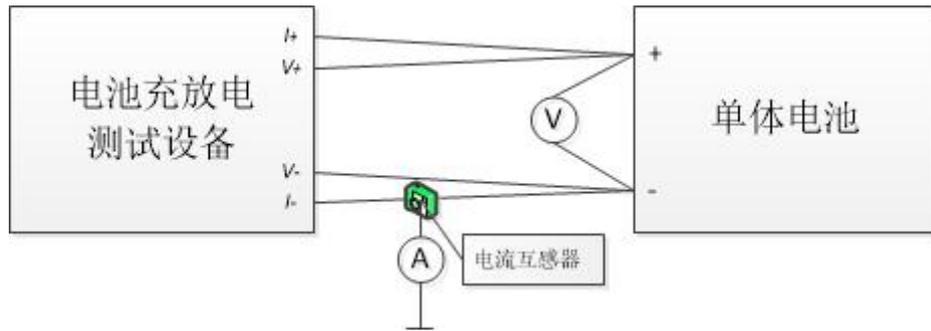


图2 电流在线校准连接图

根据图2所示，被校设备分别处于充电和放电状态下，接入电池测试，在实际负荷下选取3~5个测试点，分别读取被校设备的电流示值 I_x 和直流电流在线校准装置的测量值 I_0 。被校设备电流误差按公式(2)式计算。

$$\Delta I = I_x - I_0 \quad (2)$$

式中：

ΔI ——被校设备电流误差，A；

I_x ——被校设备电流示值，A；

I_0 ——直流电流在线校准装置电流测量值，A。

8 校准结果表达

校准后的电池充放电测试设备出具校准证书。校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；

- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

校准原始记录格式见附录 B，校准证书内页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由器具的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的，因此委托方可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔，建议复校时间间隔为 1 年。



附录 A

电池充放电测试设备直流电压测量不确定度评定示例

A.1 引言

本附录以电压 3V 测量误差校准测量不确定度评定为例,说明电池充放电测试设备校准项目的测量不确定度评定程序。由于校准方法和所用仪器设备相同,其他项目校准测量不确定度评定程序类同。

A.2 测量模型

$$\Delta V = V_x - V_0 \quad (\text{A.1})$$

式中:

ΔV ——被校设备电压测量误差, V;

V_x ——被校设备电压示值, V;

V_0 ——直流电压在线校准装置电压测量值, V。

各输入量之间互不相关, 不确定度传播可用公式 (A.2) 表示。

$$u_c(\Delta V) = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(V_0)} \quad (\text{A.2})$$

式中:

$u_c(\Delta V)$ ——被校设备电压测量误差的合成标准不确定度, V;

$u(V_x)$ ——被校设备引入的标准不确定度, V;

$u(V_0)$ ——直流电压在线校准装置引入的标准不确定度, V。

A.3 测量不确定度来源

A.3.1 $u(V_0)$ 的来源如下:

a) 直流电压在线校准装置示值误差引入的标准不确定度 $u_1(V_0)$, 采用 B 类评定。

b) 直流电压在线校准装置测量重复性引入的标准不确定度 $u_2(V_0)$, 采用 B 类评定。

A.3.2 $u(V_x)$ 的来源如下:

a) 被校设备电压测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(V_x)$, 采用 A 类评定;

b) 被校设备电压测量分辨力引入的标准不确定度 $u_2(V_x)$, 采用 B 类评定。

注: 考虑到被测设备读数的重复性和分辨力引入的不确定度存在重复, 在合成标准不确定度时将二者中的较大值作为被测设备的不确定度来源。

A.4 标准不确定度的评定

A.4.1 直流电压在线校准装置引入的标准不确定度 $u(V_0)$ A.4.1.1 直流电压在线校准装置示值误差引入的标准不确定度 $u_1(V_0)$

根据直流电压在线校准装置 3V 技术指标, 其最大允许误差为 $\pm 0.03\% \times 3V = \pm 0.0009V$ 。则分散区间的半宽度为 $a = 0.0009V$, 为均匀分布, 包含因子 $k = \sqrt{3}$, 则直流电压在线校准装置最大允许误差引入的标准不确定度为:

$$u_1(V_0) = \frac{a}{k} = \frac{0.0009V}{\sqrt{3}} = 0.52mV$$

A.4.1.2 直流电压在线校准装置测量重复性引入的标准不确定度 $u_2(V_0)$

测量结果的重复性引入的标准不确定度通过多次重复测量进行 A 类评定。在相同环境下, 重复测量 10 次, 获得数据如表 A.1。用贝塞尔公式 (A.3) 计算实验标准差:

$$s(V_0) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{0i} - \bar{V}_0)^2}{n-1}} \quad (\text{A.3})$$

式中:

\bar{V}_0 ——直流电压在线校准装置电压多次测量值的平均值, V;

V_{0i} ——直流电压在线校准装置电压测量值第 i 次测量值, V;

n ——重复测量的次数, 此处 $n = 10$ 。

表 A.1 重复性测量数据

| 测量次数 x_i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 测量值 (V) | 2.9986 | 2.9987 | 2.9995 | 2.9999 | 2.9995 | 2.9991 | 2.9985 | 2.9986 | 2.9985 | 2.9987 |

根据表 A.1 中的数据, 可由公式 (A.3) 计算出电压重复测量的实验标准差:

$$s(V_0) = 0.51mV$$

校准时取单次测量结果, 故测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_2(V_0) = s(V_0) = 0.51mV$$

A.4.1.3 计算直流电压在线校准装置引入的标准不确定度 $u(V_0)$

$$u(V_0) = \sqrt{u_1^2(V_0) + u_2^2(V_0)} = 0.73mV$$

A.4.2 被校设备引入的标准不确定度 $u(V_x)$ A.4.2.1 被校设备电压测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(V_x)$

测量结果的重复性引入的标准不确定度通过多次重复测量进行 A 类评定。在相同环境条件下, 重复测量 10 次, 获得数据如表 A.2。用贝塞尔公式 (A.4) 计算实验标准差:

$$s(V_x) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_{xi} - \bar{V}_x)^2}{n-1}} \quad (\text{A.4})$$

式中:

\bar{V}_x ——被测设备电压多次测量值的平均值, V;

V_{xi} ——被测设备电压测量值第 i 次测量值, V;

n ——重复测量的次数, 此处 $n=10$ 。

表 A.2 重复性测量数据

| 测量次数 x_i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 测量值 (V) | 3.011 | 3.010 | 3.012 | 3.010 | 3.011 | 3.010 | 3.009 | 3.010 | 3.010 | 3.012 |

根据表 A.1 中的数据, 可由公式 (A.3) 计算出电压重复测量的实验标准差:

$$s(V_x) = 0.97\text{mV}$$

校准时取单次测量结果, 故测量重复性引入的标准不确定度为:

$$u_1(V_x) = s(V_x) = 0.97\text{mV}$$

A.4.2.2 被校设备电压测量分辨力引入 $u_2(V_x)$

根据说明书可知, 被校设备电压测量分辨力为 0.001 V, 按 B 类进行评定, 那么其区间半宽度为 $a=0.0005$ V, 为均匀分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 则被校设备电压测量分辨力引入的标准不确定度为:

$$u_1(V_0) = \frac{\alpha}{k} = \frac{0.0005\text{V}}{\sqrt{3}} = 0.29\text{mV}$$

A.4.2.3 被校设备引入的标准不确定度 $u(V_x)$

为了避免重复计算, 测量结果的重复性和被校设备电压测量分辨力取其中最大值作为被校设备引入合成标准不确定度分量, $u_1(V_x) > u_2(V_x)$ 。故舍去被校设备的分辨力引入的不确定度分量 $u_2(V_x)$ 。被校设备引入的标准不确定度 $u(V_x) = u_1(V_x) = 0.97\text{mV}$

A.4.3 不确定度分量一览表

不确定度分量见表 A.3。

表 A.3 电压测量误差标准不确定度分量表

| 不确定度分量 | 不确定度来源 | 概率分布 | 包含因子 | 灵敏系数 | 标准不确定度分量 |
|------------|--------------------------|---------|------------|------|----------|
| $u_1(V_0)$ | 直流电压在线校准装置示值误差引入的标准不确定度 | 均匀分布 | $\sqrt{3}$ | -1 | 0.52 mV |
| $u_2(V_0)$ | 直流电压在线校准装置测量重复性引入的标准不确定度 | 正态分布 | 1 | -1 | 0.51 mV |
| $u(V_0)$ | 直流电压在线校准装置引入 | 0.73 mV | | | |
| $u_2(V_x)$ | 被校设备电压测量分辨力引入 | 均匀分布 | $\sqrt{3}$ | 1 | 0.29 mV |
| $u_1(V_x)$ | 被校设备电压测量重复性引入的标准不确定度 | 正态分布 | 1 | 1 | 0.97 mV |
| $u(V_x)$ | 被校设备引入 | 0.97 mV | | | |

A.4.4 合成标准不确定度的计算

合成标准不确定度按公式 (A.2) 计算。

$$u_c(\Delta V) = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(V_0)} = 1.21 \text{ mV}$$

A.4.5 扩展不确定度的确定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U(\Delta V) = k \times u_c(\Delta V) = 2.5 \text{ mV}$$

附录 B

电池充放电测试设备校准原始记录格式

证书编号：_____

共 页 第 页

委托单位：_____ 单位地址：_____

仪器名称：_____ 型号：_____ 出厂编号：_____

制造单位：_____ 仪器状况：_____ 准确度等级：_____

技术依据：_____ 温度：_____ °C 相对湿度：_____ %

校准地点：_____ 校准日期：_____ 年 _____ 月 _____ 日

校准用主要计量器具

| 标准器名称 | 型号规格 | 设备编号 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
|-------|------|------|-------------------|------|------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

1. 直流电压

| 通道编号 | 标准值 | 显示值 | 测量不确定度 |
|------|-----|-----|--------|
| | | | |
| | | | |

2. 直流电流

| 通道编号 | 标准值 | 显示值 | 测量不确定度 |
|------|-----|-----|--------|
| | | | |
| | | | |

校准员：_____ 核验员：_____

附录 C

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXXXXX

| 校准机构授权说明 | | | | |
|-------------------|---------------|-------------------|-----------|------|
| 校准环境条件 | 温 度： _____ °C | | 地点： _____ | |
| | 相对湿度： _____ % | | 其他： _____ | |
| 校准所依据的技术文件（代号、名称） | | | | |
| 校准所使用的主要测量标准 | | | | |
| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 证书编号 | 有效期至 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

校准结果

证书编号 XXXXXXXXX

1. 直流电压

| 通道编号 | 标准值 | 显示值 | 测量不确定度 |
|------|-----|-----|--------|
| | | | |
| | | | |

2. 直流电流

| 通道编号 | 标准值 | 显示值 | 测量不确定度 |
|------|-----|-----|--------|
| | | | |
| | | | |

以下空白

注：校准证书的内容应符合 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求。由于各实验室对校准证书有自己的设计，其中的部分内容可以由于实验室的证书格式不同而自行设计表述。

