

中华人民共和国工业和信息化部
机械计量技术规范

JJF（机械）XXX—202X

单体和模块电池短路设备校准规范

（报批稿）

Calibration Specification for Cell and Module Battery Short-circuit
Equipment

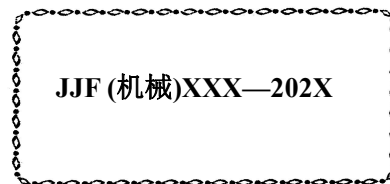
202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

单体和模块电池短路设备校准规范

Calibration Specification for Cell and Module
Battery Short-circuit Equipment



归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：中国汽车工程研究院股份有限公司

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司

参加起草单位：襄阳达安汽车检测中心有限公司

本规范委托中国机械工业联合会负责解释

本规范主要起草人：

李文芳（中国汽车工程研究院股份有限公司）

乐中耀（中国汽车工程研究院股份有限公司）

王 侃（中国汽车工程研究院股份有限公司）

张 寅（中国汽车工程研究院股份有限公司）

冯晓枫（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

李在春（中国汽车工程研究院股份有限公司）

周红均（中国汽车工程研究院股份有限公司）

参加起草人：

郝春法（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

罗礼培（襄阳达安汽车检测中心有限公司）

杨 科（中国汽车工程研究院股份有限公司）

严金霞（中国汽车工程研究院股份有限公司）

目 录

引言	II
1 范围	1
2 引用文件	1
3 术语和定义	1
4 概述	1
5 计量特性	1
6 校准条件	2
6.1 环境条件	2
6.2 校准项目和校准用标准器	2
7 校准项目和校准方法	2
7.1 短路电流示值误差	2
7.2 短路电阻示值误差	3
7.3 直流电压示值误差	4
7.4 温度显示仪示值误差	4
8 校准结果表达	5
9 复校时间间隔	5
附录 A (资料性) 电池短路设备短路电流示值误差的不确定度评定示例	6
附录 B (资料性) 电池短路设备电阻示值误差的不确定度评定示例	9
附录 C (资料性) 电池短路设备直流电压示值误差的不确定度评定示例	11
附录 D (资料性) 电池短路设备温度显示仪示值误差的不确定度评定示例	13
附录 E (资料性) 校准证书或校准报告内容	15
附录 F (资料性) 单体和模块电池短路设备校准原始记录参考格式	16

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范编制工作的基础性系列规范。

单体和模块电池短路设备是一种专用设备，目前没有专门的校准规范，为了规范、统一单体和模块电池短路设备的校准，确保单体和模块电池短路设备能准确进行量值溯源，编写本规范。

本规范为首次发布。

单体和模块电池短路设备校准规范

1 范围

本规范规定了单体和模块电池短路设备的计量特性；给出了单体和模块电池短路设备的校准条件和校准方法。

本规范适用于单体和模块电池短路设备的校准，其它类似设备参照本规范。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 141-2013 工作用贵金属热电偶

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表示

JJF 1071-2010 国家计量校准规范编写规则

JJF 1462-2014 直流电子负载校准规范

JJF 1637-2017 廉金属热电偶校准规范

JJF 1664-2017 温度显示仪校准规范

GB 31241-2022 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全技术规范

GB 38031-2020 电动汽车用动力蓄电池安全要求

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 术语和定义

GB 38031-2020 界定的及下列术语和定义适用于本规范。

3.1 电池单体 secondary cell

将化学能与电能进行相互转换的基本单元装置。

[来源：GB 38031-2020，3.1]

3.2 电池模块 battery module

将一个以上电池单体按照串联、并联或串并联方式组合，并作为电源使用的组合体。

[来源：GB 38031-2020，3.1]

4 概述

单体和模块电池短路设备(以下简称电池短路设备)是一种专门用于电池安全性能检测的设备，主要用于电池单体、模块等动力电池短路试验。电池短路设备主要是由电池短路试验主机、电压采集系统、温度采集系统、防爆箱等组成。其工作原理：通过模拟电池短路情况下的实际工况，以检测电池的安全性和稳定性，试验过程中，同时监测电池的短路电流、电压、温度等参数，以确保试验过程的安全性和可靠性。

5 计量特性

- 5.1 短路电流示值误差为 $\pm 5.0\%FS$ ；
 5.2 短路电阻要求 $\leq 5m\Omega$ ；如果设备还配有其它变电阻，则短路电阻示值误差为 $\pm 5\%$ ；
 5.3 直流电压示值误差为 $\pm 0.5\%FS$ ；
 5.4 温度显示仪示值误差为 $\pm 1.0^{\circ}C$ 。

注：以上技术指标不作合格性判别，仅提供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度： $(0\sim 40)^{\circ}C$ ；
 相对湿度： $(10\sim 90)\%$ ；
 大气压力： $(86\sim 106)kPa$ ；
 供电电源： $(220\pm 11)V$ ， $(50\pm 1)Hz$ ；
 周围无影响设备正常工作的机械振动和电磁干扰。

6.2 校准项目和校准用标准器

校准用标准器的技术要求：标准器的测量范围应覆盖被校设备相应参数的测量范围。
 校准项目和校准用标准器见表 1。允许使用满足技术要求的其它标准器进行校准。

表 1 校准项目和校准用标准器

序号	校准项目	标准器名称	技术指标	备注
1	短路电流示值误差	精密直流分流器、数字多用表	最大允许误差不超过 $\pm 1.0\%FS$	数字多用表是配合精密直流分流器使用。数字多用表应具有数据记录功能或峰值保持功能。
2	短路电阻示值误差	电阻计	最大允许误差不超过 $\pm 1.0\%$	/
3	直流电压示值误差	直流标准电压源	最大允许误差不超过 $\pm 0.1\%FS$	/
4	温度显示仪示值误差	温度校准仪	最大允许误差不超过 $\pm 0.2^{\circ}C$	/

7 校准方法

校准前检查电池短路设备外观，各操纵部件的开关、按钮应操作灵活，各部分的连接应牢固、可靠、无松动，数字显示清晰；电池短路设备的有关技术特征如电气、安全等应满足相应技术文件（如有关的国家标准，说明书等）的要求，确定没有影响计量特性因素后再进行校准。

7.1 短路电流示值误差

根据实际使用要求选择短路电流的校准点，建议在测量范围内选择 3 个校准点，每个校准点用相应规格的电池单体（检测试验用的样品）作为负载，按图 1 连接。

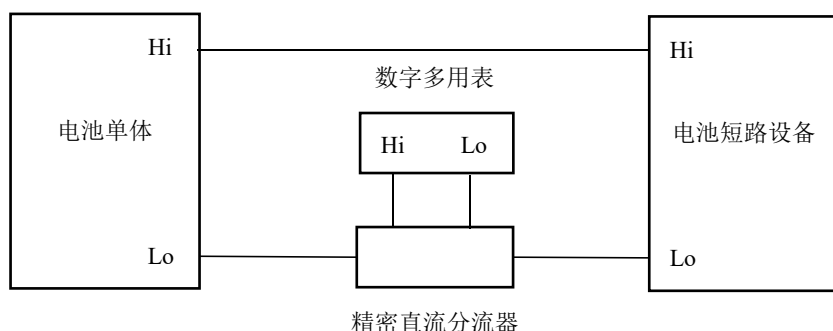


图1 测量短路电流示值误差连接示意图

注：图1中电池短路设备的Hi、Lo两端指的是电池短路设备的铜板（短路板）。

对电池单体进行短路试验，用数字多用表直流电压功能测量精密直流分流器的直流电压峰值 V_S ，同时记录电池短路设备显示短路电流峰值 I_X ，按公式(1)计算短路电流示值误差：

$$\gamma_I = \frac{I_X - \frac{V_S}{R}}{I_m} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

γ_I ——电池短路设备短路电流示值误差，%FS；

I_X ——被校电池短路设备显示的短路电流，A；

V_S ——数字多用表直流电压显示值，V；

R ——精密直流分流器的电阻值， $m\Omega$ ；

I_m ——被校电池短路设备短路电流测量范围的上限，A。

7.2 短路电阻示值误差

电池短路设备先进行电池短路试验，试验结束后，用电阻计的两个测试夹夹住电池短路设备的两个铜板测量短路电阻。电阻计读数值 R_S 就是短路电阻的实测值。

如果电池短路设备还配有其它变电阻，则选择相应档位的变电阻，用上述同样的测量方法，按公式(2)计算相应档位短路电阻示值误差：

$$\gamma_R = \frac{R_X - R_S}{R_X} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

γ_R ——电池短路设备短路电阻示值误差，%；

R_X ——被校电池短路设备相应档位变电阻的标称值， $m\Omega$ ；

R_S ——电阻计读数值， $m\Omega$ 。

7.3 直流电压示值误差

电池短路设备有不同通道的直流电压，在每个通道直流电压的测量范围内，至少选择 5 个校准点，建议选取测量上限的 20%、40%、60%、80%、100% 共 5 个校准点。或者根据使用需求，在测量范围内大致均匀选择 5 个校准点。

按图 2 连接，将直流标准电压源与电池短路设备电压端按相同极性并联。根据校准点设定直流标准电压源的输出值 U_{Si} ，记录被校直流电压的示值 U_{Xi} ，被校电池短路设备直流电压的示值误差按公式 (3) 计算。取绝对值最大的示值误差作为直流电压的示值误差。

$$\gamma_{Ui} = \frac{U_{Xi} - U_{Si}}{U_m} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

γ_{Ui} —— 电池短路设备某校准点 i ($i=1, 2, 3, 4, 5$) 直流电压示值误差，%FS；

U_{Xi} —— 被校电池短路设备某校准点 i 直流电压的示值，V；

U_{Si} —— 直流标准电压源某校准点 i 输出标准值，V；

U_m —— 被校电池短路设备直流电压测量范围的上限，V。

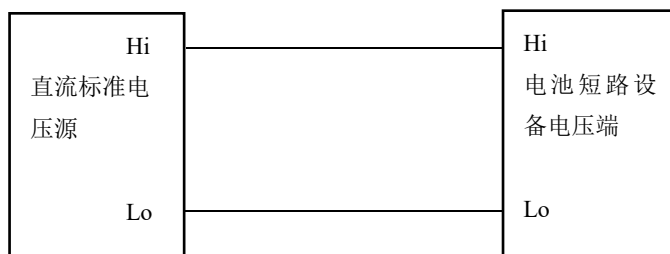


图2 测量直流电压示值误差连接示意图

7.4 温度显示仪示值误差

将温度校准仪与电池短路设备的某通道温度采集口（接入温度传感器）直接相连。在电池短路设备温度测量范围内，均匀选择至少 5 个校准点，建议包括实际使用的温度。开启温度校准仪，设置校准的温度点，输出温度，每个校准点的温度稳定后记录示值。电池短路设备温度显示仪的示值误差，按公式 (4) 计算。取绝对值最大的示值误差作为温度显示仪的示值误差。

$$\Delta T_i = T_{iX} - T_{Si} \quad (4)$$

式中：

ΔT_i —— 温度显示仪某校准点 i ($i=1, 2, 3, 4, 5$) 的示值误差，℃；

T_{iX} —— 被校电池短路设备温度显示仪某校准点 i 的示值，℃；

T_{Si} ——温度校准仪某校准点*i*显示的标准值，℃。

注：电池短路设备温度传感器按照 JJF 1637-2017、JJG 141-2013 等进行校准。

8 校准结果表达

经校准的电池短路设备，出具校准证书或校准报告，并注明校准项目、校准用标准器的溯源性及有效性说明、测量不确定度等。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过 1 年。由于复校时间间隔的长短是由设备的使用情况、使用者、设备本身质量等诸因素所决定的，因此使用单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A（资料性）

电池短路设备短路电流示值误差的不确定度评定示例

A.1 测量方法

用本规范规定的测量方法如正文 7.1 所述。

A.2 测量模型

电池短路设备的短路电流示值误差测量模型：

$$\Delta I = I_X - \frac{V_S}{R} \quad (\text{A. 1})$$

式中：

ΔI ——电池短路设备短路电流示值误差，A；

I_X ——被校电池短路设备显示的短路电流峰值，A；

V_S ——数字多用表直流电压显示的峰值，V；

R ——精密直流分流器的电阻值，m Ω ；

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可按公式（A.2）计算得到：

$$u_c^2(\Delta I) = c_1^2 u^2(I_X) + c_2^2 u^2(V_S) + c_3^2 u^2(R) \quad (\text{A. 2})$$

A.3 灵敏系数

灵敏系数按公式（A.3）、（A.4）、（A.5）计算得到：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta I}{\partial I_X} = 1 \quad (\text{A. 3})$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta I}{\partial V_S} = -\frac{1}{R} \quad (\text{A. 4})$$

$$c_3 = \frac{\partial \Delta I}{\partial R} = \frac{V_S}{R^2} \quad (\text{A. 5})$$

A.4 不确定度来源

不确定度的主要来源有：电池短路设备的短路电流测量重复性，数字多用表的测量误差，精密直流分流器电阻值误差。

A.5 标准不确定度评定

A.5.1 电池短路设备短路电压测量重复性引入的标准不确定度

A.5.1.1 被校电池短路设备短路电压测量重复性引入的标准不确定度

测量重复性引入的标准不确定度按 A 类评定。以 1000A 左右为例，进行 10 次独立、重复测量，测量结果如表 A.1。

表 A.1 重复性测量数据

x_i 的观测值/A									
1006.2	1000.1	1003.7	1011.3	1001.8	1008.0	1015.6	1003.0	1007.0	1003.1

按 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 计算得各校准点的单次实验标准差，单次实验标准差为 4.5A。实

际测量中，以 1 次测量数据作为测量结果，故测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(I_X)$ 为：

$$u_1(I_X) = 4.7 \text{ A}。$$

A. 5. 1. 2 被校电池短路设备短路电流显示分辨力引入的标准不确定度 $u_2(I_X)$

被校电池短路设备短路电流显示分辨力为 0.1A，可认为区间半宽度 $a=0.05\text{A}$ ，假设服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，故 $u_2(I_X) = \frac{a}{k} = \frac{0.05}{\sqrt{3}} = 0.0289 \text{ A}。$

因为 $u_1(I_X) > u_2(I_X)$ ，所以 $u(I_X) = u_1(I_X) = 4.7 \text{ A}。$

A. 5. 2 数字多用表的测量误差引入的标准不确定度

数字多用表的直流电压测量最大相对允许误差为： $\pm 0.0034\%$ ，实际测量值为 25.1351V，相应的绝对最大允许误差为 $\pm 8.6 \times 10^{-4} \text{ V}$ ，按均匀分布处理，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，故：

$$u(V_S) = \frac{8.6 \times 10^{-4}}{\sqrt{3}} = 4.93 \times 10^{-4} \text{ V}$$

A. 5. 3 精密直流分流器电阻值误差引入的标准不确定度

精密直流分流器电阻值误差最大允许误差为 $\pm (25 \text{ m}\Omega \times 0.01\%) = \pm 2.5 \times 10^{-6} \Omega$ ，按均匀分布处理，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，故：

$$u(R) = \frac{2.5 \times 10^{-6}}{\sqrt{3}} = 1.44 \times 10^{-6} \Omega$$

A. 6 合成标准不确定度的评定

不确定度分量及合成标准不确定度汇总表见表 A. 2。

表 A. 2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	灵敏度系数	不确定度	$u_i = c_i u(x_i) / \text{A}$
$u(I_X)$	测量重复性	$c_1=1$	4. 5A	4. 7
$u(V_S)$	数字多用表的测量误差	$c_2=-40$	$4.93 \times 10^{-4} \text{ V}$	1.98×10^{-2}
$u(R)$	精密直流分流器电阻值误差	$c_3=1.6 \times 10^6$	$1.44 \times 10^{-6} \Omega$	2. 3

合成标准不确定度 $u_c(\Delta I)$ ：

$$u_c(\Delta I) = \sqrt{c_1^2 u^2(I_X) + c_2^2 u^2(V_S) + c_3^2 u^2(R)} = 5.3 \text{ A}$$

A.7 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则电池短路设备短路电流示值误差校准结果的扩展不确定度为 $U = 2 \times u_c(\Delta I) = 11 \text{ A}$ ，其相对扩展不确定的为： $U_{\text{rel}} = 1.1\%$ ， $k=2$ 。

附录 B (资料性)

电池短路设备短路电阻示值误差的不确定度评定示例

B.1 测量方法

用本规范规定的测量方法如正文 7.2 所述。

B.2 测量模型

电池短路设备的短路电阻示值误差测量模型：

$$\Delta R = R_X - R_S \quad (\text{B.1})$$

式中：

ΔR ——电池短路设备短路电阻示值误差， $\text{m}\Omega$ ；

R_X ——被校电池短路设备相应档位变电阻的标称值， $\text{m}\Omega$ ；

R_S ——电阻计读数值， $\text{m}\Omega$ 。

B.3 不确定度来源

不确定度的主要来源有：短路电阻的测量重复性、电阻计的示值误差。

B.4 标准不确定度评定

B.4.1 短路电阻测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(R_S)$

测量重复性引入的标准不确定度按 A 类评定。对短路设备的短路电阻进行 10 次独立、重复测量，测量结果如表 B.1。

表 B.1 电池短路设备短路电阻重复性测量数据

校准点/ $\text{m}\Omega$	x_i 的观测值/ $\text{m}\Omega$									
80	77.3	77.3	77.7	76.7	77.4	77.8	77.0	77.6	76.6	77.3

$$\text{按 } s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \text{ 计算得各校准点的单次实验标准差，单次实验标准差为 } 0.43\text{m}\Omega。$$

实际测量中，以 1 次测量数据作为测量结果，故测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(R_S)$ 为：

$$u_1(R_S) = 0.43\text{m}\Omega。$$

短路设备的短路电阻分辨力为 $0.1\text{m}\Omega$ ，可认为区间半宽度 $a = 0.05\text{m}\Omega$ ，假设服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故由分辨力引入的不确定度为 $\frac{0.05}{\sqrt{3}}\text{m}\Omega = 0.029\text{m}\Omega$ 。

由于分辨力引入的不确定度小于重复性引入的不确定度，所以由分辨力引入的不确

定度可以忽略不计。

B.4.2 电阻计的示值误差引入的标准不确定度 $u_2(R_s)$

电阻计示值误差引入的标准不确定度分量按 B 类评定。根据电阻计的校准证书, 其相对最大允许误差为 $\pm 0.05\%$, 在 $80\text{m}\Omega$ 测量点, 其最大允许误差为 $\pm (80 \times 0.05\%) = \pm 0.04\text{m}\Omega$, 可认为区间半宽度 $a=0.04\text{m}\Omega$, 假设服从均匀分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 故

$$u_2(R_s) = \frac{a}{\sqrt{3}} = 0.023\text{m}\Omega$$

B.5 合成标准不确定度评定

合成标准不确定度 $u_c(\Delta R)$:

$$u_c(\Delta R) = \sqrt{u_1^2(R_s) + u_2^2(R_s)} = 0.44\text{m}\Omega$$

B.6 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$, 则电池短路设备短路电阻示值误差校准结果的扩展不确定度为 $U=2 \times u_c(\Delta R)=0.9\text{m}\Omega$ 。

附录 C（资料性）

电池短路设备直流电压示值误差的不确定度评定示例

C.1 测量方法

用本规范规定的测量方法如正文 7.3 所述。

C.2 测量模型

电池短路设备的直流电压示值误差测量模型：

$$\Delta U = U_X - U_S \quad (\text{C.1})$$

式中：

ΔU ——被校电池短路设备直流电压示值误差，V；

U_X ——被校电池短路设备直流电压的示值，V；

U_S ——直流标准电压源输出标准值，V。

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可按公式（C.2）计算得到：

$$u_c^2(\Delta U) = c_1^2 u^2(U_X) + c_2^2 u^2(U_S) \quad (\text{C.2})$$

C.3 灵敏系数

灵敏系数按公式（C.3）、（C.4）计算得到：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta U}{\partial U_X} = 1 \quad (\text{C.3})$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta U}{\partial U_S} = -1 \quad (\text{C.4})$$

C.4 不确定度来源

不确定度的主要来源有：电池短路设备直流电压的测量重复性、直流标准电压源的示值误差。

C.5 标准不确定度评定

C.5.1 电池短路设备直流电压测量重复性引入的标准不确定度

C.5.1.1 被校电池短路设备直流电压测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(U_X)$

测量重复性引入的标准不确定度按 A 类评定。直流电压测量范围的上限为 10V，以直流标准电压源输出电压 10V 为例，进行 10 次独立、重复测量，测量结果如表 C.1。

表 C.1 电池短路设备单体电压 10V 点重复性测量数据

校准点/V	x_i 的观测值/V									
10	10.009	10.008	10.007	10.008	10.009	10.006	10.009	10.008	10.009	10.007

按 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 计算得各校准点的单次实验标准差，10V 校准点单次实验标准差

为 0.00105 V。实际测量中，以 1 次测量数据作为测量结果，故测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(U_X)$ 为： $u_1(U_X) = 0.00105 \text{ V}$ 。

C. 5. 1. 2 被校电池短路设备直流电压分辨力引入的标准不确定度 $u_2(U_X)$

被校电池短路设备直流电压分辨力为 0.001V，可认为区间半宽度 $a = 0.0005 \text{ V}$ ，假设服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故 $u_2(U_X) = \frac{a}{k} = \frac{0.0005}{\sqrt{3}} \text{ V} = 0.00029 \text{ V}$ 。

因为 $u_1(U_X) > u_2(U_X)$ ，所以 $u(U_X) = u_1(U_X) = 0.00105 \text{ V}$

C. 5. 2 直流标准电压源的示值误差引入的标准不确定度

直流标准电压源示值误差引入的标准不确定度分量按 B 类评定。根据电池短路设备校准规范要求，直流标准电压源的最大允许误差为 $\pm 0.01\%$ ，在测量 10V 电压时，挤直流标准电压源最大允许误差为 $\pm (10 \text{ V} \times 0.01\%) = \pm 0.001 \text{ V}$ ，可认为区间半宽度 $a = 0.001 \text{ V}$ ，假设服从均匀分布，包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，故

$$u(U_S) = \frac{a}{\sqrt{3}} = 0.00058 \text{ V}$$

C. 6 合成标准不确定度评定

合成标准不确定度 $u_c(\Delta U)$ ：

$$u_c(\Delta U) = \sqrt{c_1^2 u^2(U_X) + c_2^2 u^2(U_S)} = 0.0012 \text{ V}$$

C. 7 扩展不确定度评定

取包含因子 $k=2$ ，则电池短路设备直流电压示值误差校准结果的扩展不确定度为 $U = 2 \times u_c(\Delta U) \approx 0.003 \text{ V}$ ，其相对扩展不确定的为： $U_{\text{rel}} = 0.03\%$ ， $k=2$ 。

附录 D（资料性）

电池短路设备温度显示仪示值误差的不确定度评定示例

D.1 测量方法

本次校准的电池短路设备温度显示仪所搭配的温度传感器为 K 型热电偶，使用温度校准仪输出标准的电压信号，测量方法如正文 7.4 所述。

D.2 测量模型

电池短路设备的温度显示仪示值误差测量模型：

$$\Delta T = T_{ix} - T_s \quad (D.1)$$

式中：

ΔT ——温度显示仪某校准点的示值误差，℃；

T_{ix} ——被校电池短路设备温度显示仪某校准点的示值，℃；

T_s ——温度校准仪某校准点显示的标准值，℃。

各输入量彼此独立不相关，合成标准不确定度可按公式（D.2）计算得到：

$$u_c^2(\Delta T) = c_1^2 u^2(T_{ix}) + c_2^2 u^2(T_s) \quad (D.2)$$

D.3 灵敏系数

灵敏系数按公式（D.3）、（D.4）计算得到：

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_{ix}} = 1 \quad (D.3)$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta T}{\partial T_s} = -1 \quad (D.4)$$

D.4 不确定度来源

不确定度的主要来源有：温度显示仪的测量重复性，温度校准仪的示值误差。

D.5 标准不确定度评定

D.5.1 电池短路设备温度显示仪测量重复性引入的标准不确定度

D.5.1.1 被校电池短路设备温度显示仪测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(T_{ix})$

测量重复性引入的标准不确定度按 A 类评定。以 1000℃校准点为例，进行 10 次独立、重复测量，测量结果如表 D.1。

表 D.1 电池短路设备温度显示仪 1000℃点重复性测量数据

校准点 /℃	x_i 的观测值/℃									
1000	1000.5	1000.5	1000.5	1000.4	1000.5	1000.5	1000.5	1000.5	1000.5	1000.5

按 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ 计算得各校准点的单次实验标准差, 1000℃校准点单次实验标准

差为 0.032℃。实际测量中, 以 1 次测量数据作为测量结果, 故测量重复性引入的标准不确定度 $u_1(T_{ix})$ 为: $u_1(T_{ix})=0.032^\circ\text{C}$ 。

D. 5. 1. 2 被校电池短路设备温度显示仪分辨力引入的标准不确定度 $u_2(T_{ix})$

被校电池短路设备温度显示仪分辨力为 0.1℃, 可认为区间半宽度 $a=0.05^\circ\text{C}$, 假设服从均匀分布, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 故 $u_2(T_{ix})=\frac{a}{k}=\frac{0.05}{\sqrt{3}}=0.0289^\circ\text{C}$ 。

因为 $u_1(T_{ix}) > u_2(T_{ix})$, 所以 $u(T_{ix})=u_1(T_{ix})=0.032^\circ\text{C}$ 。

D. 5. 2 温度校准仪的误差引入的标准不确定度

温度校准仪的误差引入的标准不确定度分量按 B 类评定。

温度校准仪的最大允许误差为: $\pm(0.015\%R+4.0\mu\text{V})$, 在 1000℃时热电偶的热电势为 41.276 mV, 其最大允许误差为: $\pm(0.015\%\times 41.276\text{mV}+4.0\mu\text{V})=0.011\text{mV}$, 微分热电势为 0.0389814mV/℃, 换算成温度的最大允许误差为 0.26℃, 按均匀分布处理, 包含因子 $k=\sqrt{3}$, 故:

$$u(T_s)=\frac{0.26}{\sqrt{3}}=0.15^\circ\text{C}$$

D. 6 合成标准不确定度评定

合成标准不确定度 $u_c(\Delta T)$:

$$u_c(\Delta T)=\sqrt{c_1^2 u^2(T_{ix})+c_2^2 u^2(T_s)}=0.15^\circ\text{C}$$

D. 7 扩展不确定度评定

取包含因子 $k=2$, 则电池短路设备温度显示仪示值误差校准结果的扩展不确定度为 $U=2\times u_c(\Delta T)=0.3^\circ\text{C}$, 其相对扩展不确定的为: $U_{\text{rel}}=0.03\%$, $k=2$ 。

附录 E（资料性）

校准证书或校准报告内容

校准证书或校准报告至少包含以下内容：

- a) 标题，如“校准证书”“或校准报告”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- 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受日期；
- 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) 对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) 对校准方法的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识，以及签发日期；
- 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，不得部分复制证书或报告的声明。

附录F（资料性）

单体和模块电池短路设备校准原始记录参考格式

校准证书编号：第 页 共 页

委托单位：	委托单位地址：	
仪器名称：	型号规格：	
制造厂：	出厂编号：	管理编号：
校准地点：	温 度：_____℃	相对湿度：_____%
校准依据：		

校准用主要计量标准器：

标准器名称	型号	编号	不确定度（或准确度等级或最大允许误差）	测量范围	证书号/有效期	溯源机构

F.1 短路电流

测量范围（A）	精密直流分流器电阻值（mΩ）	数字多用表直流电压显示值（V）	设备显示值（A）	测量不确定度（A）

F.2 短路电阻

短路电阻要求		实测值（mΩ）	
短路电阻示值误差（mΩ）	标称值（mΩ）	实测值（mΩ）	测量不确定度（mΩ）

F.3 直流电压

直流电压通道	测量范围（V）	设备示值（V）	标准值（V）	测量不确定度（V）

F.4 温度显示仪

温度通道	测量范围（℃）	设备示值（℃）	标准值（℃）	测量不确定度（℃）

校准员： 年 月 日 验员： 年 月 日