

黑龙江省地方计量技术规范

JJF (黑) XX—202X

在用电动汽车检验用电气安全测试 设备校准装置校准规范

Calibration Specification for Electrical Safety Test Equipment

Calibration Device of In-used Electric Vehicle Inspection

(审定稿)

202X-XX-XX 发布

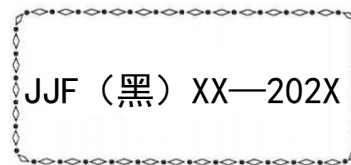
202X-XX-XX 实施

黑龙江省市场监督管理局 发布

在用电动车辆检验用电气安全

测试设备校准装置校准规范

Calibration Specification for Electrical
Safety Test Equipment Calibration Device of
In-used Electric Vehicle Inspection



归口单位：黑龙江省市场监督管理局

主要起草单位：哈尔滨市计量检定测试院

黑龙江省计量检定测试研究院

本规范委托哈尔滨市计量检定测试院负责解释

本规范主要起草人：

徐腾宇（哈尔滨市计量检定测试院）

刘娜娜（黑龙江省计量检定测试研究院）

刘旭龙（哈尔滨市计量检定测试院）

关 雪（哈尔滨市计量检定测试院）

叶 晶（哈尔滨市计量检定测试院）

徐慧妍（哈尔滨市计量检定测试院）

参加起草人：

吴 佳（哈尔滨市计量检定测试院）

任翔宇（哈尔滨市计量检定测试院）

纪学文（哈尔滨市计量检定测试院）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 概述	(1)
4 计量特性	(1)
5 校准条件	(2)
5.1 环境条件	(2)
5.2 测量标准及其他设备	(2)
6 校准项目和校准方法	(3)
6.1 外观及通电检查	(3)
6.2 校准点的选取原则	(3)
6.3 绝缘电阻	(3)
6.4 工频耐压试验	(4)
6.5 高压电阻	(4)
6.6 直流电压	(3)
6.7 直流电阻	(4)
6.8 直流电流	(4)
7 校准结果的表达	(5)
7.1 校准记录	(5)
7.2 校准结果的处理	(5)
8 复校时间间隔	(5)
附录 A 校准原始记录格式 (推荐性)	(6)
附录 B 校准证书内页格式 (推荐性)	(7)
附录 C 高压电阻示值误差测量结果不确定度评定示例	(8)

引 言

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》、JJF 1059.1—2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范为首次发布。

在用电动汽车检验用电气安全测试设备校准装置校准规范

1 范围

本规范适用于电流不大于 20 A，电压不大于 1 kV 的在用电动汽车检验用电气安全测试设备校准装置的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 166—2022 直流电阻器

JJG 982—2022 直流电阻箱

JJF 1587—2016 数字多用表校准规范

GB/T 44500—2024 新能源汽车运行安全性能检验规程

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 概述

在用电动汽车检验用电气安全测试设备校准装置（以下简称被校装置）是对在用电动汽车电气安全检验全自动测试装置的电阻、电流、电压进行校准的设备，主要由交直流充电插座、高压电阻测量单元、直流电阻测量单元和电压电流测试单元组成。

4 计量特性

被校装置的计量特性见表 1。

表 1 被校装置的计量特性

项目	计量特性
高压电阻	不超过±1%
直流电压	不超过±1%
直流电阻	不超过±1%或 5mΩ

直流电流	不超过 $\pm 1\%$
绝缘电阻	不小于 $500\text{M}\Omega$
工频耐压试验	施加 1.5 倍标称使用电压上限值的正弦交流电压，历时 1min，无击穿与飞弧现象

注：校准工作不判定符合与否，上述计量特性的指标仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

环境温度： $(20\pm 3)^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度：不大于 75%；

供电电源：电压 $(220\pm 22)\text{V}$ ，频率 $(50\pm 5)\text{Hz}$ ；

周围不存在影响测量的机械振动和电磁干扰。

5.2 测量标准及其他设备

5.2.1 测量标准的测量范围应覆盖被校装置的示值范围，且具有足够的分辨力、准确度和稳定性，以保证测量系统的扩展不确定度 ($k=2$) 不大于被校装置最大允许误差绝对值的 1/3。

5.2.2 依据所采用的校准方法，测量标准及其他设备技术指标见表 2

表 2 测量标准及其他设备技术指标

设备名称	测量范围	准确度等级或最大允许误差 或扩展不确定度
直流电压电流源	$(0\sim 1000)\text{V}$ $(0\sim 10)\text{A}$	0.05 级
高压高值电阻器检定装置	$0.1\text{k}\Omega\sim 1\text{G}\Omega$ 端电压: 1000V	0.03 级
直流标准电阻器	$(1\sim 1000)\text{m}\Omega$	0.02 级
绝缘电阻测试设备	$(0\sim 500)\text{M}\Omega$ 额定电压: 1000V	10 级
耐压测试仪	$(0\sim 5)\text{kV}$	5 级

6 校准项目和校准方法

6.1 外观及通电检查

人工目视、手感检查（必要时操作开关检查）焊接件、电气元件、接插件等状态。被校装置安全接地，接地可靠。

6.2 校准点的选取原则

校准点应覆盖所有量程并兼顾各量程之间的覆盖性及量程内的均匀性，还应参考被校装置使用说明书中对校准点的建议，也可根据实际情况或送校单位的要求选取校准点。

6.3 绝缘电阻

用绝缘电阻表测量绝缘电阻，测量应在电阻器端钮和与线路无电气连接的外部金属点（通常为机壳）之间进行。

测量绝缘电阻的试验电压为高压电阻器标称使用电压最高值。

6.4 工频耐压试验

用耐压测试仪进行工频耐压试验，试验应在高压电阻器端钮与测试用参考接地端之间进行。

工频耐压试验时，击穿动作电流设置为 1mA。将频率调整在 45Hz～55Hz 之间，试验电压应平稳上升至表 1 所规定的电压值，保持 1min。试验结果应符合表 1 的要求。

6.5 高压电阻

将高压高值电阻器检定装置与被校装置连接，校准时施加于高压电阻器的电压应为其标称使用电压。选取 3 个校准点，一般包含 0.1 MΩ、1 MΩ、100MΩ，根据校准点设定被校装置高压电阻值，在高压高值电阻器检定装置读取被校装置高压电阻实际值，被校装置高压电阻示值相对误差按公式（1）计算：

$$\gamma_1 = \frac{R_x - R_n}{R_n} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

γ_1 ——被校装置高压电阻示值相对误差；

R_x ——被校装置高压电阻设定值，MΩ；

R_n ——被校装置高压电阻实际值，MΩ。

6.6 直流电压

将直流电压电流源与被校装置连接，选择 3 个校准点，一般选择 400V、800V、1000V，根据校准点设定输出值，记录被校装置的电压示值。被校装置的电压示值相对误差按公式（2）计算：

$$\gamma_2 = \frac{U_x - U_n}{U_n} \times 100\% \quad (2)$$

式中:

γ_2 ——电压示值相对误差;

U_x ——被校装置的电压示值, V;

U_n ——标准源的输出电压标准值, V。

6.7 直流电阻

将直流电阻测量装置与被校装置连接, 可采取四线制, 在额定电流下用直流电阻测量装置直接进行校准, 选取 3 个校准点, 一般包含 50 mΩ、100mΩ、200 mΩ, 被校装置直流电阻示值相对误差按式 (3) 计算:

$$\gamma_3 = \frac{R_x - R_n}{R_n} \times 100\% \quad (3)$$

式中:

γ_3 ——被校装置直流电阻示值相对误差;

R_x ——被校装置直流电阻设定值, mΩ;

R_n ——被校装置直流电阻实际值, mΩ。

6.8 直流电流

将直流电压电流源与被校装置连接, 选取 3 个校准点, 一般包含 0.1A、2A、10A, 根据校准点设定输出值, 记录被校装置的电流示值。被校装置电流示值误差按公式 (4) 计算。

$$\gamma_4 = \frac{I_x - I_n}{I_n} \times 100\% \quad (4)$$

式中:

γ_4 ——直流电流示值相对误差;

I_x ——被校装置的电流示值, A;

I_n ——标准源的输出电流标准值, A。

注：在校准电阻、电压、电流时，也可采用保证满足本规范5.2.1要求的其他方法。

7 校准结果的表达

7.1 校准记录

校准记录推荐格式参见附录 A。

7.2 校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页推荐格式见附录 B。证书上的信息至少包括以下内容：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室地点不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校仪器的描述和明确标识（如型号、产品编号等）；
- g) 进行校准的日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称和代号；
- i) 校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- j) 校准环境的描述；
- k) 校准结果及其测量不确定度说明；
- l) 校准员及核验员的签名；
- m) 校准证书批准人的签名、职务或等效说明；
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- o) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明；
- p) 对校准规范的偏离的说明。

8 复校时间间隔

复校时间间隔建议为 12 个月。

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

附录 A

校准原始记录格式（推荐性）

在用电动汽车检验用电气安全测试设备校准装置校准原始记录

委托单位		记录编号	
仪器名称		温 度	
型号规格		相对湿度	
出厂编号		校准依据	
制 造 厂		校准地点	
校准人员		校准日期	
核验人员		备 注	

校准使用的计量标准器具

标准器名称	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
校准项目	校准结果			
外观及通电检查				
绝缘电阻				
工频耐压试验				
高压电阻	施加电压/V			
	设定值/M Ω	实际值/M Ω	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)
直流电压	标准值/V	示值/V	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)
直流电阻	设定值/m Ω	实际值/m Ω	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)
直流电流	标准值/A	示值/A	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)

附录 B

校准证书内页格式（推荐性）

校准结果				
外观及通电检查				
绝缘电阻				
工频耐压试验				
高压电阻	设定值/M Ω	实际值/M Ω	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)
直流电压	标准值/V	示值/V	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)
直流电阻	设定值/m Ω	实际值/m Ω	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)
直流电流	标准值/A	示值/A	示值误差/%	不确定度 ($k=2$)

附录 C

高压电阻示值误差测量结果不确定度评定示例

C.1 概述

C.1.1 环境条件：温度：20.4℃，相对湿度：55%

C.1.2 测量标准：高压高值电阻器检定装置

C.1.3 被测对象：在用电动汽车检验用电气安全测试设备校准装置

C.1.4 测量方法：高压电阻的校准是测量标准的标准值与被校装置设定值进行比较，从而确定电阻示值误差。

C.2 测量模型

以绝对形式表示的高压电阻示值误差 γ 见公式 (C.1)

$$\gamma = \frac{R_x - R_n}{R_n} \times 100\% \quad (\text{C.1})$$

式中：

γ ——被校装置高压电阻示值相对误差；

R_x ——被校装置高压电阻设定值， $\text{M}\Omega$ ；

R_n ——高压高值电阻器检定装置标准值， $\text{M}\Omega$ 。

C.3 灵敏系数

$$c_1 = \frac{\partial \gamma}{\partial R_x} = \frac{1}{R_n}, \quad c_2 = \frac{\partial \gamma}{\partial R_n} = -\frac{R_x}{R_n^2} \quad (\text{C.2})$$

被校装置引入的不确定度分量：

$$u_1(\gamma) = |c_1| \cdot u(R_x) \quad (\text{C.3})$$

测量标准引入的不确定度分量：

$$u_2(\gamma) = |c_2| \cdot u(R_n) \quad (\text{C.4})$$

C.4 标准不确定度的评定

C.4.1 由被校装置引入的标准不确定度 $u(R_x)$

C.4.1.1 由被校装置重复性引入的标准不确定度 $u_1(R_x)$

由被校装置重复性引入的标准不确定度采用 A 类评定，100M Ω 点重复性测量数据见表 C.1 所示。

表 C.1 100M Ω 点重复性测量数据

测量次数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
测量数据/M Ω	100.4	100.5	100.8	100.2	100.4	100.2	100.2	100.4	100.2	100.6

测量结果的平均值：

$$\overline{R_x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{10} R_{xi} = 100.39 \quad (C.5)$$

单次实验标准偏差：

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (R_{xi} - \overline{R_x})^2}{n-1}} \approx 0.21\text{M}\Omega \quad (C.6)$$

则有：

$$u_1(R_x) = s = 0.21\text{M}\Omega \quad (C.7)$$

C.4.1.2 由被校装置分辨力引入的标准不确定度 $u_2(R_x)$

被校装置的高压电阻示值分辨力为 0.1M Ω ，其量化误差以等概率分布落在宽度为 0.05M Ω 的区间内，按均匀分布考虑，取包含因子 $k = \sqrt{3}$ ，其引入的标准不确定度为：

$$u_2(R_x) = \frac{0.05\text{M}\Omega}{\sqrt{3}} = 0.03\text{M}\Omega \quad (C.8)$$

为避免重复计算，将被校装置重复性引入的标准不确定度和分辨力引入的标准不确定度二者取大者，作为被校装置引入的标准不确定度，则：

$$u(R_x) = u_1(R_x) = 0.21\text{M}\Omega \quad (C.9)$$

C.4.2 由高压标准电阻测量装置引入的标准不确定度 $u(R_n)$

根据溯源证书可得，其 100M Ω 测量点的相对扩展不确定度为 $U_{\text{rel}} = 0.02\%(k = 1.65)$ ，则引入的标准不确定度为：

$$u(R_n) = \frac{0.0002}{1.65} \times 100 = 0.013\text{M}\Omega \quad (\text{C.10})$$

C.5 合成标准不确定度

标准不确定度分量一览表见表 C.2

表 C.2 标准不确定度分量一览表

不确定度来源	不确定度分量	标准不确定度 u_i	灵敏系数 c_i	$ c_i u_i$
被校装置引入	$u_1(\gamma)$	0.21M Ω	$\frac{1}{R_n}$	0.21%
校准装置引入	$u_2(\gamma)$	0.013M Ω	$-\frac{R_x}{R_n^2}$	-0.013%

由于各输入量之间相互独立，则合成标准不确定度为：

$$u_c(\gamma) = \sqrt{c_1^2 u^2(R_x) + c_2^2 u^2(R_n)} = 0.22\% \quad (\text{C.11})$$

C.6 测量不确定度报告

取包含因子 $k = 2$ ，则扩展不确定度为：

$$U(\gamma) = k u_c(\gamma) = 0.44\% \quad (\text{C.12})$$

