



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）xxxx—2026

充电接口温升测试系统校准规范

（报批稿）

Calibration Specification for Charging Coupler
Temperature Rise Test System

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

充电接口温升测试系统 校准规范

Calibration Specification for Charging

Coupler Temperature Rise Test System

JJF (机械)XXXX—2026

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

中汽院新能源科技有限公司

参加起草单位：洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司

上海机动车检测认证技术研究中心有限公司

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：

李在春（中国汽车工程研究院股份有限公司）

许向国（中汽院新能源科技有限公司）

张寅（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）

杨青清（中汽院新能源科技有限公司）

参加起草人：

李艳波（洛阳西苑车辆与动力检验所有限公司）

杨星（中汽院新能源科技有限公司）

张强（上海机动车检测认证技术研究中心有限公司）

唐卜（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..... 1

4 概述..... 1

5 计量特性..... 1

6 校准条件..... 2

7 校准项目和校准方法..... 2

8 校准结果表达..... 5

9 复校时间间隔..... 5

附录 A（资料性）电流示值误差测量结果的不确定度评定示例..... 6

附录 B（资料性）温度示值误差测量结果的不确定度评定示例..... 8

引 言

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

本规范主要参考 GB/T20234.1—2023《电动汽车传导充电用连接装置 第1部分：通用要求》和 JJF 2039-202《电池充放电测试仪校准规范》编制而成。

本规范为首次发布。

充电接口温升测试系统校准规范

1 范围

本规范适用于充电接口温升测试系统的校准,其它类似设备可参照本规范进行校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件:

JJF 1001-2011 通用计量术语及定义

GB/T 20234.1—2023 电动汽车传导充电用连接装置 第1部分:通用要求

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

JJF 1001-2011、GB/T 20234.1—2023 界定的及以下术语和定义适用于本规范。

3.1 充电接口 charging coupler

用于连接和断开电动汽车与电动汽车充电设备(或外部电源)之间电路连接的部件。

注:充电连接装置的一部分,包括供电接口和车辆接口。

[来源:GB/T 20234.1—2023, 3.2]

4 概述

充电接口温升测试系统(以下简称温升测试系统)是一个集成了大电流加载、高精度温度传感器、实时数据采集、智能控制和专业分析的综合性测试平台,通过精确模拟充电工况并监测充电接口的关键部位的温度变化,来评估充电接口在电气负载下的热性能和安全性。温升测试系统主要由大电流源、高精度温度传感器、数据采集系统、测试夹具及连接装置和控制系统及软件组成。

5 计量特性

5.1 电流

测量范围:(0~1200) A,最大允许误差: $\pm(0.02\%\sim 2\%)FS$ 。

5.2 温度

测量范围:(-40~200) °C,最大允许误差: $\pm(0.5\sim 2)^\circ C$ 。

注:以上技术指标不作合格性判别,仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

环境温度: (0~40)℃;

相对湿度: 不大于 85%RH;

供电电源: 单相或三相相电压:220V±22V;频率:50Hz±0.5Hz。

6.2 校准用标准器

校准用标准器见表 1。允许使用满足测量不确定度要求的其他测量标准器进行校准。

表 1 校准用标准器表

序号	仪器设备名称	技术要求	备注
1	标准数字电流表	测量范围: (0~1200) A 最大允许误差: $\pm 5.0 \times 10^{-4}$	
2	恒温槽或干井炉	测量范围: (-40~200)℃ (水平温差 $\leq 0.1^\circ\text{C}$, 最大温差 $\leq 0.2^\circ\text{C}$)	整体校准法
3	标准温度计	测量范围: (-40~200)℃ 最大允许误差: $\pm 0.1^\circ\text{C}$	整体校准法
4	多功能温度校准仪	测量范围: (-40~200)℃ 最大允许误差: $\pm 0.1^\circ\text{C}$	二次仪表校准法

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 校准项目表

序号	校准项目
1	电流示值误差
2	温度示值误差

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

a) 外观检查

被校温升测试系统的仪器名称、型号、制造厂名或商标、出厂编号、额定输入电压和频率、输出参数额定值、端钮标志等信息应齐全;端钮、通信端口、开关、按键和调节旋钮应无松动、损伤、脱落;各种功能标志应齐全正确;温升测试系统配备的专用测试线、温度传感器、使用说明书等附件应齐全。

b) 工作正常性检查

通电后,各开关、按键、调节旋钮、显示屏、测量仪表和各种状态指示灯(标志)应工作正常。组合式温升测试系统应能正常与计算机通信,温升测试系统软件各项测控功能应正常工作。

c) 预热

在规定的环境条件下,测量标准和被校温升测试系统按各自的说明书和实际工作需要进行了预热;无要求时,开机预热时间不小于 10min。

7.2.2 电流示值误差的校准

- 按照图 1 进行接线,在电路中接入标准数字电流表,进行电流示值校准。
- 在其测量范围内,均匀选择至少 5 个校准点(也可以根据用户的要求选择校准点)。
- 设置温升测试系统电流输出值,开启输出,分别读取标准数字电流表及温升测试系统的示值。

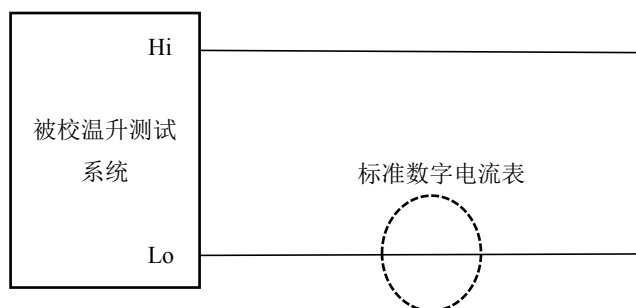


图 1 交流电流校准接线图

- 按公式 (1) 计算电流示值引用误差:

$$\delta_{Ai} = \frac{A_i - A_{oi}}{A_{FS}} \times 100\% \quad (1)$$

式中: δ_{Ai} —第 i 校准点电流示值误差, %FS;

A_i —第 i 校准点温升测试系统电流示值, A;

A_{oi} —高精度电流表第 i 校准点示值, A;

A_{FS} —被校电流测量单元满量程值, A。

7.2.3 温度示值误差的校准

按照被校温升测试系统温度传感器的结构层次,分为仅校准温度二次仪表、温度传感器与二次仪表整体校准两种方式,根据用户要求选择其中一种方式校准。

7.2.3.1 二次仪表校准法

7.2.3.1.1 将多功能温度校准仪与温升测试系统的温度采集口直接相连。开启多功能温度校准仪,按照温升测试系统测温元件类型选择输入相应的信号类型,设置校准的温度点,输入信号,分别记录多功能温度校准仪和温升测试系统的温度显示值。

7.2.3.1.2 校准点的选择

在温度范围内应至少校准 5 个点,各校准点均匀分布。

7.2.3.1.3 进口温度示值误差计算

$$\Delta T = T_X - T_0 \quad (2)$$

式中: ΔT ——被校温升测试系统温度测量示值误差, °C;

T_X ——被校温升测试系统温度测量示值, °C;

T_0 ——多功能温度校准仪输出的标准温度值, °C。

7.2.3.2 整体校准法

7.2.3.2.1 校准时,将温升测试系统的温度传感器,与标准温度计一起插入恒温槽或干井炉的测温孔中。然后按照校准点设定恒温槽或干井炉的温度值,在温度达到设定值后稳定 10min,待内部温场稳定后,分别记录标准温度计测量的温度标准值 T_{01} ,被校温度传感器显示值 T_{X1} ,被校温度传感器显示值 T_{X2} 、标准温度计测量的温度标准值 T_{02} ,等待 30s 后再次依次记录标准温度计测量的温度标准值 T'_{01} 、被校温度传感器显示值 T'_{X1} ,被校温度传感器显示值 T'_{X2} 、标准温度计测量的温度标准值 T'_{02} 。

7.2.3.2.2 校准点的选择

在温度范围内应至少校准 5 个点,各校准点均匀分布。

7.2.3.2.3 温度示值误差计算

按公式 (2) 计算被校温升测试系统温度示值误差 ΔT ,其中被校温升测试系统温度测量示值 T_X 按公式 (3) 计算,标准温度计测量的标准值 T_0 按公式 (4) 计算。

$$T_X = \frac{T_{X1} + T_{X2} + T'_{X1} + T'_{X2}}{4} \quad (3)$$

$$T_0 = \frac{T_{01} + T_{02} + T'_{01} + T'_{02}}{4} \quad (4)$$

式中:

$T_{01}, T_{02}, T'_{01}, T'_{02}$ ——分别为标准温度计 4 次测量的温度标准值, $^{\circ}\text{C}$;

$T_{X1}, T_{X2}, T'_{X1}, T'_{X2}$ ——分别为被校温升测试系统 4 次温度测量示值, $^{\circ}\text{C}$ 。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息:

- 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。

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、设备本身质量等诸多因素所决定的, 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）

电流示值误差测量结果的不确定度评定示例

A.1 概述

电流示值误差测量方法采用标准表校准法。测量设备是穿心式标准电流表。交流电流的示值误差是温升测试系统电流示值与穿心式标准电流表示值之差。

A.2 数学模型

$$\Delta_{Ai} = A_i - A_{oi} \quad (\text{A.1})$$

式中： Δ_{Ai} —第*i*校准点电流示值误差，A；

A_i —第*i*校准点温升测试系统电流示值，A；

A_{oi} —穿心电流表第*i*校准点示值，A；

A.3 方差与灵敏系数

式（B1）中 A_i ， A_{oi} 互为独立，因而得

$$c_1 = \frac{\partial \Delta_{Ai}}{\partial A_i} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta_{Ai}}{\partial A_{oi}} = -1 \quad (\text{A.2})$$

$$\text{故} \quad u_c^2 = u^2(A_i) + u^2(A_{oi}) \quad (\text{A.3})$$

A.4 不确定度来源及分析

A.4.1 由测量重复性引入的不确定度

温升测试系统输出电流设定 100A，分别读取温升测试系统电流示值与穿心式标准电流表示值之差，计算出 Δ_{Ai} ，作 10 次独立重复测量，则重复性引入的不确定度如下：

$$s(\Delta_{Ai}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_{Aij} - \overline{\Delta_{Ai}})^2}{(n-1)}} \quad (\text{A.4})$$

根据公式计算出单次测量值的实验标准差 $u_1 = s(\Delta_{Ai}) = 0.004\text{A}$ 。

A.4.2 由穿心式标准电流表最大允许误差引入的不确定度

穿心式标准电流表的允许误差为 $\pm 0.01\%$ ，在 100A 时，其对应的最大允许误差为 $\pm 0.01\text{A}$ ，服从均匀分布，故其不确定度为： $u_2 = u(A_{oi}) = 0.01\text{A}/\sqrt{3} = 0.006\text{A}$ 。

A.5 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 A.1 所示：

表 A.1 不确定度分量表

序号	来源	符号	c_i	u_i
----	----	----	-------	-------

1	测量重复性	u_1	1	0.004A
2	穿心式标准电流表最大允许误差	u_2	-1	0.006 A

A.6 合成标准不确定度

两个不确定度分量互不相关

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.072\text{A} \quad (\text{A.5})$$

A.7 扩展不确定度

取 $k=2$ ，故得：

$$U = 0.15\text{A}$$

附录 B (资料性)

温度示值误差测量结果的不确定度评定示例

B.1 概述

温度示值误差测量方法采用干体式温度校准器校准法。测量设备由干体式温度校准器组成。温度示值误差是温升测试系统温度传感器示值与标准器温度之差。

B.2 数学模型

$$\Delta T_1 = T_x - T_s \quad (\text{B.1})$$

式中: ΔT_1 ——温升测试系统温度示值误差, $^{\circ}\text{C}$;

T_x ——温升测试系统温度显示值, $^{\circ}\text{C}$;

T_s ——标准温度计示值, $^{\circ}\text{C}$ 。

B.3 方差与灵敏系数

式 (B1) 中 T_x , T_s 互为独立, 因而得

$$c_1 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial T_x} = 1, \quad c_2 = \frac{\partial \Delta T_1}{\partial T_s} = -1 \quad (\text{B.2})$$

故

$$u_c^2 = u^2(T_x) + u^2(T_s) \quad (\text{B.3})$$

B.4 不确定度来源及分析

B.4.1 由测量重复性引入的不确定度

干体式温度校准器设定 50°C , 作 10 次独立重复测量, 分别读取十次标准温度计和温升测试系统测量值, 计算得到记为 $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_{10}$, 平均值记为 $\overline{\Delta T}$ 。

$$s(\Delta T) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta T_i - \overline{\Delta T})^2}{(n-1)}} \quad (\text{B.4})$$

根据公式计算出单次测量值的实验标准差 $u_1 = s(T_x) = 0.026^{\circ}\text{C}$ 。

B.4.2 由标准温度计温度最大允许误差引入的不确定度

标准温度计在 50°C 点时温度最大允许误差为 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$, 服从均匀分布估计, 则:

$$u_2 = u(T_s) = 0.1^{\circ}\text{C} / \sqrt{3} = 0.058^{\circ}\text{C}$$

B.4.3 由干体式温度校准器轴向温场均匀性引入的不确定度

干体式温度校准器轴向温场均匀为 $\pm 0.05^{\circ}\text{C}$, 服从均匀分布, 则:

$$u_3 = u(T_x) = 0.05^{\circ}\text{C} / \sqrt{3} = 0.029^{\circ}\text{C}。$$

B.5 不确定度分量一览表

不确定度分量如表 B.1 所示:

表 B.1 不确定度分量

序号	来源	符号	c_i	u_i
1	测量重复性	u_1	1	0.026℃
2	标准温度计最大允许误差	u_2	-1	0.058℃
3	干体式温度校准器轴向温度均匀性	u_3	1	0.029℃

B.6 合成标准不确定度

三个不确定度分量互不相关

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + u_3^2} = 0.070℃$$

B.7 扩展不确定度

取 $k=2$ ，故得：

$$U = 0.14 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ } (k=2)$$