



中华人民共和国工业和信息化部
轻工计量技术规范

JJFZ (轻工) XXX-2024

家用电器直流电参数测量系统校准
规范

Calibration Specification for DC Electrical Parameter Testing

System in Household Electrical Appliances

(报批稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

家用电器直流电参数 测量系统校准规范

Calibration Specification for DC
Electrical Parameter Testing System
in Household Electrical Appliances

JJF（轻工）XXX—2024

归口单位：中国轻工业联合会

主要起草单位：中国家用电器研究院

青岛海尔空调电子有限公司

青岛联测检测技术服务有限公司

参加起草单位：安徽中家智锐科技有限公司

中家院（北京）检测认证有限公司

本规范由主要起草单位负责解释

本规范主要起草人：

李 伟（中国家用电器研究院）

徐雪峰（青岛海尔空调电子有限公司）

张建华（青岛联测检测技术服务有限公司）

参加起草人：

赵玉军（安徽中家智锐科技有限公司）

王双全（安徽中家智锐科技有限公司）

刘园园（中家院（北京）检测认证有限公司）

张 扬（中家院（北京）检测认证有限公司）

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.....（1）

6.1 环境条件.....（1）

6.2 测量标准器及其他设备.....（2）

7 校准项目和校准方法.....（2）

7.1 校准项目.....（2）

7.2 校准方法.....（2）

8 校准结果表达.....（7）

9 复校时间间隔.....（7）

附录 A 校准结果不确定度评定示例（参考件）.....（8）

附录 B 校准原始记录格式（参考件）.....（11）

附录 C 校准证书内页格式（参考件）.....（13）

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》、JJF1059.1-2019《测量不确定度评定与表示》共同构成本规范制定的基础性系列规范。

本规范的附录 A “校准结果不确定度评定示例（参考件）”、附录 B “校准原始记录格式（参考件）”、附录 C “校准证书内页格式（参考件）”均为资料性附录。

本规范为首次制定。

家用电器直流电参数测量系统校准规范

1 范围

本规范适用于家用电器直流电参数测量系统的校准，具有相同工作原理的其他装置也可参考使用。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJF 1587 数字多用表校准规范

GB/T 13978 数字多用表

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 1587 数字多用表校准规范、GB/T 13978 数字多用表界定的术语和定义适用于本规范。

4 概述

直流电参数测量系统是一种用于测量直流电压、直流电流、直流功率等电信号的，以十进制数字显示测量值的电子式多量限、多功能的测量仪表。该测量系统通常由传感器、信号调理电路、模数转换器、控制单元、通讯接口和显示装置组成。

直流电参数测量系统在家用电器产品研发、检测领域广泛使用。

5 计量特性

家用电器直流电参数测量系统的计量特性技术指标见表 1 所示。

表 1 校准项目技术要求

项目	测量范围	最大允许误差
直流电压	1mV~1000V	$\pm 0.05\%$
直流电流	1mA~40A	$\pm 0.05\%$
直流功率	1mW~40kW	$\pm 0.05\%$
注： 1、以上所有指标不用于合格性判别，仅供参考。 2、最大允许误差为针对被测仪表基本量程的技术要求。		

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度： $(20\pm 5)^\circ\text{C}$ 。

6.1.2 环境湿度： $\leq 75\%\text{RH}$ 。

6.1.3 供电电源：电压（ 220 ± 22 ）V，频率（ 50 ± 0.5 ）Hz。

6.1.4 工作区域无明显影响测量的机械振动和电磁干扰。

6.1.5 当校准用设备对环境条件另有要求时，应满足其规定要求。

6.2 测量标准器及其他设备

校准时所需要使用的测量标准器分为标准源法或标准表法两类。

6.2.1 标准源法：

a) 多功能标准源：测量范围：直流电压 $1\text{mV} \sim 1000\text{V}$ ，直流电流 $1\text{mA} \sim 40\text{A}$ ，直流功率 $1\text{mW} \sim 40\text{kW}$ ；最大允许误差：标准器的扩展不确定度应不大于被测仪表最大允许误差绝对值的 $1/3$ ；

6.2.2 标准表法：

a) 标准电压表：测量范围 $1\text{mV} \sim 1000\text{V}$ ；最大允许误差：标准器的扩展不确定度应不大于被测仪表最大允许误差绝对值的 $1/3$ ；

b) 标准电流表：测量范围 $1\text{mA} \sim 40\text{A}$ ；最大允许误差：标准器的扩展不确定度应不大于被测仪表最大允许误差绝对值的 $1/3$ ；

c) 标准功率表：测量范围 $1\text{mW} \sim 40\text{kW}$ ；最大允许误差：标准器的扩展不确定度应不大于被测仪表最大允许误差绝对值的 $1/3$ ；

d) 功率源（电压源、电流源）：可输出：直流电压 $1\text{mV} \sim 1000\text{V}$ 、直流电流 $1\text{mA} \sim 40\text{A}$ ；无最大允许误差要求；

注：除上述规定的标准器外，也可使用其他符合要求的计量器具作为标准器。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

家用电器直流电参数测量系统校准项目见表 2。

表 2 校准项目表

序号	校准项目	校准方法条款
1	直流电压	7.2.2
2	直流电流	7.2.3
3	直流功率	7.2.4

7.2 校准方法

7.2.1 外观及通电检查

目测或手动对被校仪表进行检查，应符合以下要求：

a) 外形结构完好，无影响正常工作的机械损伤；

b) 外露部件（面板、按钮、接线端子等）无松动；

c) 标志清晰、正确，并有接线图；

d) 通电后显示字符段完整，各测量功能、量程切换正常。

7.2.2 直流电压

直流电压示值误差校准点需要在被校仪表的基本量程中选取不少于 3 个校准点，非基本量程中选取不少于 2 个校准点，作为正极性校准点，选点应包括基本量程的 10%点和 100%点，且均匀分布。此外还需要在基本量程中选取不少于 1 个点作为负极性校准点进行校准。

7.2.2.1 标准源法

a) 校准线路接线如图 1 所示；

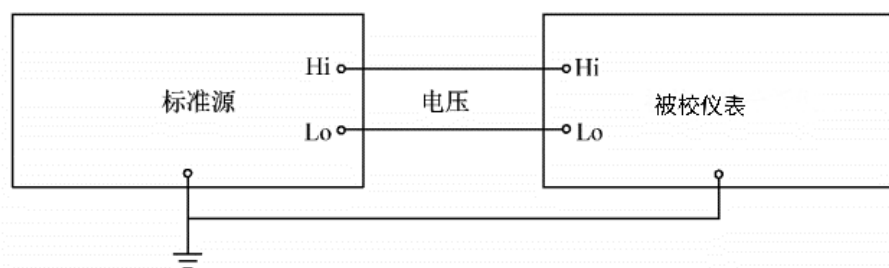


图 1 标准源法电压校准线路图

注：图中 Hi、Lo 为同名端。

b) 根据选择的校准点调节标准源的输出值，从低到高逐一调节到选定校准点，读取并记录被校仪表的示值。设标准源输出直流电压值为 U_S ，被校仪表示值为 U_X ，则被校仪表直流电压示值误差按式（1）计算。

$$\Delta U = U_X - U_S \quad (1)$$

被校仪表直流电压相对示值误差按式（2）计算。

$$\gamma_U = \frac{\Delta U}{U_S} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ΔU ——直流电压示值误差，V；

γ_U ——直流电压相对示值误差，%；

U_X ——被校仪表直流电压示值，V；

U_S ——直流电压标准值，V。

7.2.2.2 标准表法

a) 校准线路接线如图 2 所示：

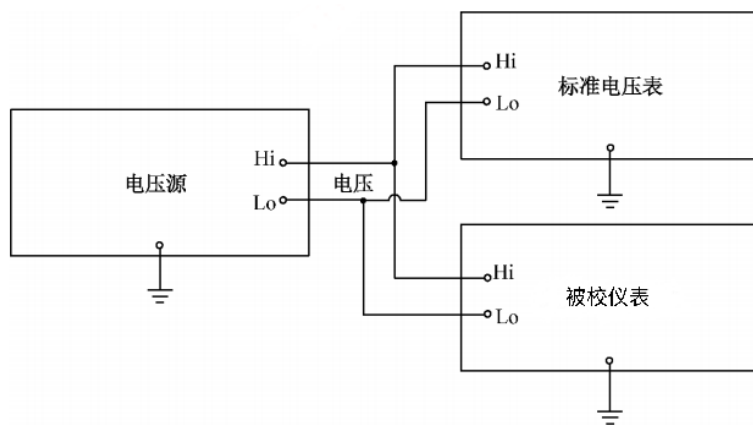


图2 标准表法电压校准线路图

b) 根据选择的校准点调节电压源输出值，从低到高逐一调节输出直流电压值，使标准电压表的显示值为选定校准点，读取并记录标准表与被校仪表的示值。设标准电压表示值为 U_S ，被校仪表示值为 U_X ，则被校仪表直流电压示值误差按式（1）计算，被校仪表直流电压相对示值误差按式（2）计算。

7.2.3 直流电流

直流电流示值误差校准点需要在被校仪表的基本量程中选取不少于 3 个校准点，非基本量程中选取不少于 2 个校准点，作为正极性校准点，选点应包括基本量程的 10%点和 100%点，且均匀分布。此外还需要在基本量程中选取不少于 1 个点作为负极性校准点进行校准。

必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.3.1 标准源法

a) 校准线路接线如图 3 所示；

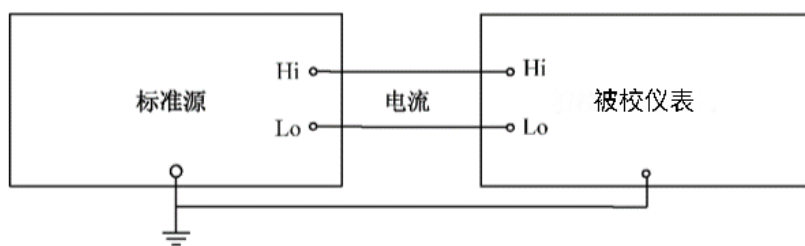


图3 标准源法电流校准线路图

b) 根据选择的校准点调节标准源的输出值，从低到高逐一调节到选定校准点，读取并记录被校仪表的示值。设标准源输出直流电流值为 I_S ，被校仪表示值为 I_X ，则被校仪表直流电流示值误差按式（3）计算。

$$\Delta I = I_X - I_S \quad (3)$$

被校仪表直流电流相对示值误差按式（4）计算。

$$\gamma_I = \frac{\Delta I}{I_S} \times 100\% \quad (4)$$

式中：

ΔI ——直流电流示值误差，mA 或 A；

γ_I ——直流电流相对示值误差，%；

I_X ——被校仪表直流电流示值，mA 或 A；

I_S ——直流电流标准值，mA 或 A。

7.2.3.2 标准表法

a) 校准线路接线如图 4 所示：

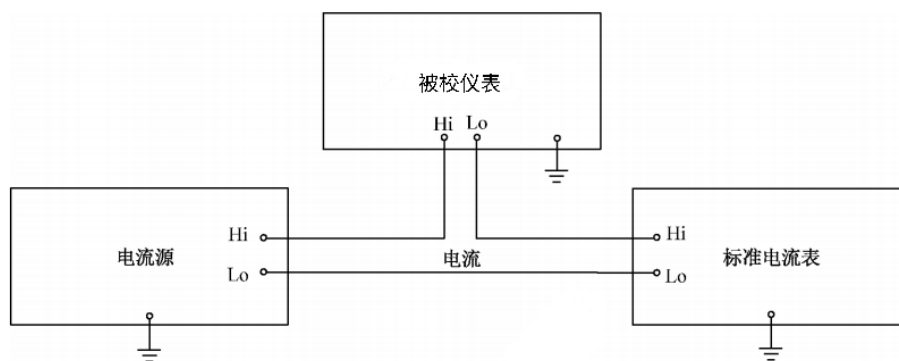


图 4 标准表法电流校准线路图

b) 根据选择的校准点调节电流源输出值，从低到高逐一调节输出直流电流值，使标准电流表的显示值为选定校准点，读取并记录标准表与被校仪表的示值。设标准电流表示值为 I_S ，被校仪表示值为 I_X ，则被校仪表直流电流示值误差按式（3）计算，被校仪表直流电压相对示值误差按式（4）计算。

7.2.4 直流功率

直流功率示值误差校准点需要在被校仪表的基本量程中选取不少于 3 个校准点，非基本量程中选取不少于 2 个校准点作为正极性校准点，选点应包括基本量程的 10%点和 100%点，且均匀分布。此外还需要在基本量程中选取不少于 1 个点作为负极性校准点进行校准。

必要时，可根据客户需求调整或增加校准点。

7.2.4.1 标准源法

a) 校准线路接线如图 5 所示：

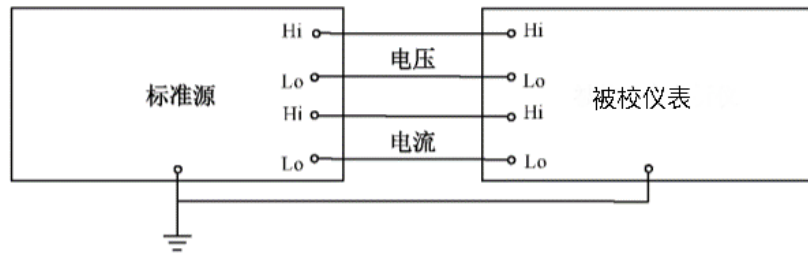


图5 标准源法功率校准线路图

b) 根据选择的校准点调节标准源的输出值，从低到高逐一调节到选定校准点，读取并记录被校仪表的示值。设标准源输出直流功率值为 P_S ，被校仪表示值为 P_X ，则被校仪表直流功率示值误差按式（5）计算。

$$\Delta P = P_X - P_S \quad (5)$$

被校仪表直流功率相对示值误差按式（6）计算。

$$\gamma_P = \frac{\Delta P}{P_S} \times 100\% \quad (6)$$

式中：

ΔP ——直流功率示值误差，W；

γ_P ——直流功率相对示值误差，%；

P_X ——被校仪表直流功率示值，W；

P_S ——直流功率标准值，W。

7.2.4.2 标准表法

a) 校准线路接线如图6所示：

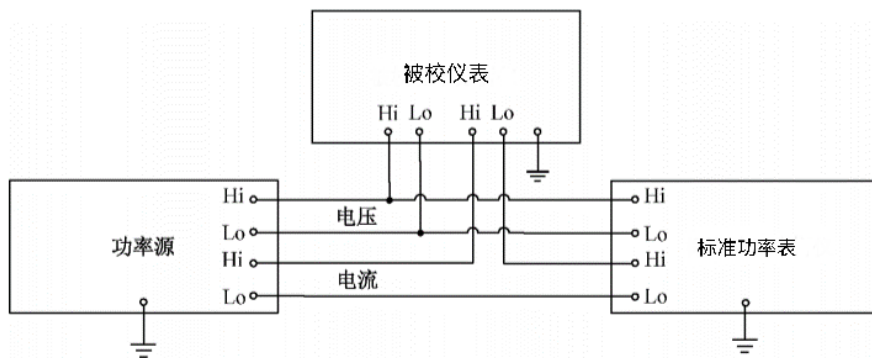


图6 标准表法功率校准线路图

b) 根据选择的校准点调节功率源输出值，从低到高逐一调节输出直流功率值，使标准功率表的显示值为选定校准点，读取并记录标准表与被校仪表的示值。设标准功率表示值为 P_S ，被校仪表示值为 P_X ，则被校仪表直流功率示值误差按式（5）计算，被校仪表直流功率相对示值误差按式（6）计算。

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。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由装置的使用情况、使用者、装置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

校准结果不确定度评定示例（参考件）

A.1 直流电压测量不确定度评定

A.1.1 数学模型：

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

式中：

ΔU ——直流电压示值绝对误差，V；

U_X ——被校仪表直流电压示值，V；

U_S ——直流电压标准值，V。

A.1.2 被测量重复性测量引入的不确定度分量：

选择一台准确度等级 0.05 级直流数字电压表作为被测对象，采用标准源法，以直流 10V 为校准点进行不确定度评定。

序号	测量值 (V)
1	10.0003
2	10.0004
3	10.0003
4	10.0004
5	10.0003
6	10.0002
7	10.0003
8	10.0003
9	10.0004
10	10.0004
平均值	10.0003

根据公式 $S_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}{n-1}}$ 计算平均值标准偏差 $u_1 = 0.000067$ V

A.1.3 计量标准器误差引入的不确定度分量：

根据标准源计量证书，可知标准源在直流 10V 时的校准不确定度为 0.00004V, $k=2$ 则其引入的不确定度分量为 $u_2 = \frac{0.00004}{2} = 0.00002$ V

A.1.4 被测仪表分辨力引入的不确定度分量：

被测仪表分辨力为 0.0001V，均匀分布，则其引入的不确定度分量为 $u_3 = \frac{0.0001}{2\sqrt{3}} = 0.000029$ V

A.1.5 标准不确定度一览表：

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \partial f / \partial x_i$	$ c_i \times u(x_i)$
u_1	测量重复性	0.000067	1	0.000067
u_2	标准器误差	0.00002	1	0.00002
u_2	被测表分辨力	0.000029	1	0.000029

考虑到被测仪表的测量重复性和分辨力引入的不确定度分量存在重复，在合成标准不确定度时选择较大值进行计算。

A.1.6 合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^2 c_i^2 \cdot u_i^2} = 0.00007V$$

A.1.7 扩展不确定度：取 $k=2$ 。

扩展不确定度为： $U = k \cdot u_c = 0.00014V$ （ $k=2$ ）。

A.2 直流电流测量不确定度评定

A.2.1 数学模型：

$$\Delta I = I_X - I_S \quad (A.2)$$

式中：

ΔI ——直流电流示值绝对误差，A；

I_X ——被校仪表直流电流示值，A；

I_S ——直流电流标准值，A。

A.2.2 被测量重复性测量引入的不确定度分量：

选择一台准确度等级 0.05 级直流数字电流表作为被测对象，采用标准源法，以直流 1A 为校准点进行不确定度评定。

序号	测量值（A）
1	0.9997
2	0.9996
3	0.9997
4	0.9997
5	0.9997
6	0.9997
7	0.9996
8	0.9996
9	0.9997
10	0.9996
平均值	0.99966

根据公式 $S_I = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{n(n-1)}}$ 计算平均值标准偏差 $u_1 = 0.000052$ A

A.2.3 计量标准器误差引入的不确定度分量：

根据标准源计量证书，可知标准源在直流 1A 时的校准不确定度为 0.00008A, $k=2$ 则其引入的不确定度分量为 $u_2 = \frac{0.00008}{2} = 0.00004$ A

A.2.4 被测仪表分辨力引入的不确定度分量：

被测仪表分辨力为 0.0001A，均匀分布，则其引入的不确定度分量为 $u_3 = \frac{0.0001}{2\sqrt{3}} = 0.000029$ A

A.2.5 标准不确定度一览表：

标准不确定度分量	不确定度来源	标准不确定度值	$c_i = \partial f / \partial x_i$	$ c_i \times u(x_i)$
u_1	测量重复性	0.000052	1	0.000052
u_2	标准器误差	0.00004	1	0.00004
u_3	被测表分辨力	0.000029	1	0.000029

考虑到被测仪表的测量重复性和分辨力引入的不确定度分量存在重复，在合成标准不确定度时选择较大值进行计算。

A.2.6 合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^2 c_i^2 \cdot u_i^2} = 0.000066 \text{ A}$$

A.2.7 扩展不确定度：取 $k=2$ 。

扩展不确定度为： $U = k \cdot u_c = 0.00013$ A ($k=2$)。

附录 B

家用电器直流电参数测量系统校准记录格式(参考件)

委托单位名称			
委托单位地址			
设备名称			
制造单位			
规格型号		仪器编号	

标准器名称	规格型号	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

校准依据: _____

环境条件 温度: _____相对湿度: _____

校准地点: _____

备注: _____

校准日期: _____

校准人员: _____核验人员: _____

直流电压（V）			
标准值	被校准示值	示值误差	不确定度（ $k=2$ ）
直流电流（A）			
标准值	被校准示值	示值误差	不确定度（ $k=2$ ）
直流功率（W）			
标准值	被校准示值	示值误差	不确定度（ $k=2$ ）

附录 C

家用电器直流电参数测量系统校准证书内页格式(参考件)

直流电压（V）			
标准值	被校准示值	示值误差	不确定度（ $k=2$ ）
直流电流（A）			
标准值	被校准示值	示值误差	不确定度（ $k=2$ ）
直流功率（W）			
标准值	被校准示值	示值误差	不确定度（ $k=2$ ）

校准员：

核验员：
