



# 中华人民共和国工业和信息化部 机械计量技术规范

JJFZ (机械) 010-2022

---

## 待机功率测试装置校准规范

Calibration Specification of Standby Power Testing Devices

(报批稿)

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

# 待机功率测试装置校准规范

Calibration Specification of Standby Power  
Testing Devices

JJFZ(机械)010-2022

归口单位：中国机械工业联合会

主要起草单位：威凯检测技术有限公司

参加起草单位：中国电子科技集团公司第七研究所

本规范由全国机械汽车专业计量技术委员会负责解释

**本规范主要起草人：**

李梓卿（威凯检测技术有限公司）

罗燕红（威凯检测技术有限公司）

胡瑞杰（威凯检测技术有限公司）

杜 渝（中国电子科技集团公司第七研究所）

**参加起草人：**

朱 珈（威凯检测技术有限公司）

谢 杰（威凯检测技术有限公司）

朱镇文（威凯检测技术有限公司）

汤子健（威凯检测技术有限公司）

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 引 言.....                | I  |
| 1 范围.....               | 1  |
| 2 引用文件.....             | 1  |
| 3 术语和计量单位.....          | 1  |
| 4 概述.....               | 1  |
| 5 计量特性.....             | 1  |
| 6 校准条件.....             | 1  |
| 6.1 环境条件.....           | 2  |
| 6.2 电源要求.....           | 2  |
| 6.3 测量标准及其他设备.....      | 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.....           | 3  |
| 8 校准结果表达.....           | 10 |
| 9 复校时间间隔.....           | 11 |
| 附录 A 测量结果不确定度分析示例 ..... | 12 |
| 附录 B 校准记录格式 .....       | 17 |
| 附录 C 校准证书结果页格式 .....    | 18 |

## 引 言

本规范依据 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》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》等基础性系列规范进行编写。

针对待机功率测试装置缺少专用的校准规范，导致无法对各类电器待机测试的电压、电流、功率，频率，功率因数等技术参数进行有效的量值溯源。现编制待机功率测试装置校准规范，为待机功率测试装置提供校准方法与依据，对待机功率测试装置的量值准确可靠具有重要意义。

本规范为首次发布。

# 待机功率测试装置校准规范

## 1 范围

本规范适用于新制造的、使用中和修理后的待机功率测试装置的校准，也适用于各类家用电器待机功率检测系统（如：空调待机功率测试系统、洗衣机待机功率测试系统、电风扇待机功率测试系统）的校准。

## 2 引用文件

JJF 1491-2014 《数字式交流电参数测量仪校准规范》

GB/T 35758-2017 《家用电器待机功率测量方法》

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 术语和计量单位

本规范没有需要界定的术语和计量单位。

## 4 概述

待机模式是用能器具在连接到主电源时，提供重启动、停止、信息或包含时钟的状态显示中的一种或多种面向用户功能或保护功能，且为持续的任何产品模式；待机功率测试装置是一种测定家用电器在待机模式时产生的功率消耗的测试装置，测试项目包括家用电器待机时的电压、电流、功率，频率，功率因数等。

## 5 计量特性

待机功率测试装置的测量范围和最大允许误差见表1。

表 1 测量范围和最大允许误差

| 参数   | 测量范围                           | 最大允许误差 |
|------|--------------------------------|--------|
| 交流电压 | 单相：（100～250）V<br>三相：（130～480）V | ±0.5%  |
| 交流电流 | 10mA～1A                        | ±0.5%  |
| 交流功率 | 单相：0.1W～250W<br>三相：0.1W～500W   | ±0.5%  |
| 频率   | （10～2500）Hz                    | ±0.5%  |
| 功率因数 | 0.2～1.0                        | ±0.02  |

## 6 校准条件

## 6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：18℃~28℃；

6.1.2 相对湿度：<80%；

6.1.3 周围应无影响装置正常工作的机械振动、冲击和外电磁场。

## 6.2 电源要求

6.2.1 电源的输出功率应能供给被校装置在额定电压及额定电流下所消耗的功率。

6.2.2 电源输出功率在 3min 内的最大相对变化值应小于被校装置最大允许误差绝对值的 1/5。

6.2.3 电源电压及电流应能够调节至被校装置对应的电压和电流，其调节细度应小于被校装置最大允许误差绝对值的 1/5。

6.2.4 电源频率每三分钟的最大相对变化量和调节细度应小于被校装置频率最大允许误差绝对值的 1/5。

6.2.5 电源电压或电流波形失真度应小于 3%。

6.2.6 电源各电流回路及电压回路之间，在电气上应该是绝缘的，以便各电流与电压回路之间能作任意的电气连接。

6.2.7 被校装置的电网电压应符合，频率：(50±2)Hz，电压：(220±11)V/(380±19)V。

## 6.3 测量标准及其他设备

标准设备（装置）应完全覆盖被校装置的功能和测量范围，各参量的扩展不确定度应小于被校装置最大允许误差绝对值的1/3。

标准设备的选用可参照以下：

- a) 单相标准功率表；
- b) 三相标准功率表；
- c) 标准功率源；
- d) 负载（负载容量与被校电参数测量系统相适应）；

注：除以上的标准设备外，也可使用其他符合上述要求的计量器具作为标准设备。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

待机功率测试装置的校准项目见表 2, 可根据能效测量装置的结构类型及客户要求, 选择相关的校准项目。

表2 校准项目

| 序号 | 校准项目 | 计量特性条款 | 校准方法章条号 |
|----|------|--------|---------|
|----|------|--------|---------|

|   |      |   |       |
|---|------|---|-------|
| 1 | 交流电压 | 5 | 7.2.2 |
| 2 | 交流电流 | 5 | 7.2.3 |
| 3 | 功率   | 5 | 7.2.4 |
| 4 | 频率   | 5 | 7.2.5 |
| 5 | 功率因数 | 5 | 7.2.6 |

## 7.2 校准方法

### 7.2.1 外观与工作正常性检查

#### 7.2.1.1 外观检查

被校装置外观应整洁完好，无影响装置计量特性和安全性能的机械损伤；铭牌上应清晰标明装置名称、规格型号、制造厂名（或商标）、出厂编号、出厂日期等信息；应有明显的接地端钮及接地标志。

#### 7.2.1.2 工作正常性检查

通电检查，被校装置电气工作性能正常，开关、按键工作灵活，显示装置应显示清晰、正确无误。带自检功能的装置自检应能正常通过。

### 7.2.2 交流电压

交流电压校准点的选择：a)通常选取 50Hz 作为校准频率点，在被校装置 10%~100% 的测量范围内均匀选取不少于 5 个电压校准点。b) 对有扩展频率范围的被校装置，选取包含最大频率点和最小频率点在内，不少于 5 个频率点，并在常用一个电压点进行示值误差校准。

#### 7.2.2.1 标准表法

a)接线如图 1 所示。

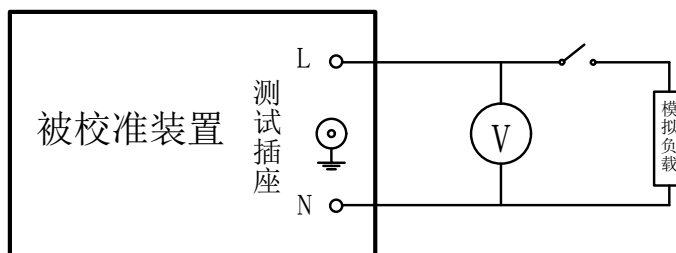


图 1 标准表法电压校准接线图

b)开启被校装置的电压和电流自动量程功能，如果被校系统不具备自动量程功能，则手动调节校准点至合适量程。

c)连接好线路，选择好测试模式，闭合开关 K，调节输出电压至校准点，并调节模拟负载，为满负荷的 90%，同时读取被校装置和标准电压表的显示值为  $U_X$ 。

d)按公式（1）计算被校装置交流电压的示值误差：

$$\Delta_U = U_X - U_N \dots\dots\dots (1)$$

按公式（2）计算被校装置交流电压的相对误差：

$$\gamma_U = \frac{U_X - U_N}{U_N} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

式中：  $U_X$ ——被校装置的显示值，V；

$U_N$ ——标准电压表的读数值，V；

$\Delta_U$ ——被校装置交流电压示值误差，V；

$\gamma_U$ ——被校准装置测试电压相对误差，%。

### 7.2.2.2 标准源法

a)接线如图 2 所示的电压部分。

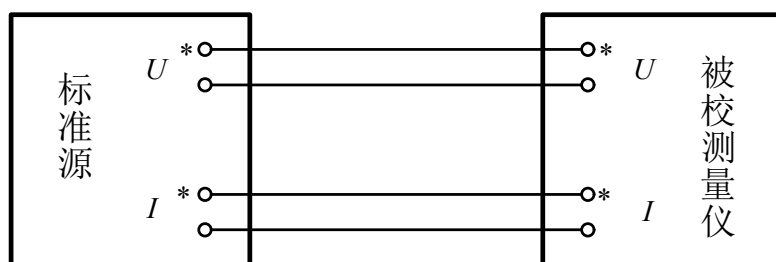


图 2 标准源法校准连接图

注 1:图中\*为同名端。

b)将被校装置的功率测量端与能效测量装置断开, 然后与标准功率源对应的电流、电压端子连接, 确保各部件外壳与地电位连接。

c)将被校装置功率开启电流和电压的自动量程功能, 如果被校装置不具备自动量程功能, 校准时应根据校准点手动调节至合适量程, 按照电压渐升顺序, 依次平稳地将标准源调整至校准点, 稳定后同时读取被校装置的电压显示值  $U_X$ 。

d)按公式（1）、（2）计算被校装置测试电压的示值误差和相对误差。

### 7.2.3 交流电流

a)通常选取 50Hz 作为频率校准点, 在被校装置 10%~100%测量范围内, 均匀选取 5~8 个电流校准点, 或根据用户的要求选点对被校装置的电流示值误差进行校准。

b)对有扩展频率范围的被校准装置, 在装置频率范围内均匀选取包括最大频率点和最

小频率点至少 5 个频率点，对交流电流的一个常用点进行示值误差校准。

### 7.2.3.1 标准表法

a) 使用等效稳定的模拟负载（由电阻、电抗及调压器组成），功率因数大于 0.2。

b) 当标准电流表的测量范围能满足被校装置的要求，接线如图 3-1 所示，当标准电流表的测量范围不能满足被校装置的要求，则加上电流互感器接线如图 3-2 所示。

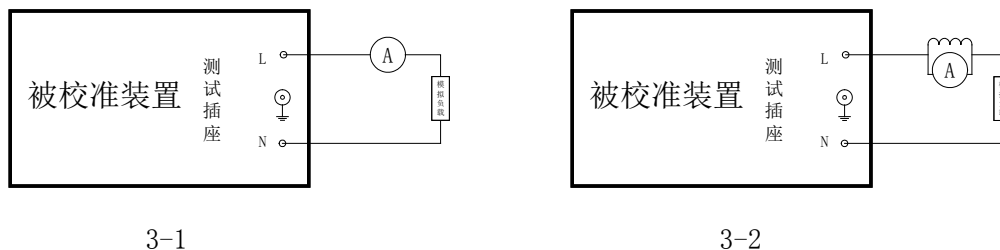


图 3 电流校准连接图

c) 连接好线路，选择好测试模式，闭合开关 K，调节模拟负载，使标准表的读数至校准点，同时读取被校装置和标准电流表的显示值。

d) 按公式（3）计算被校装置测试电流的示值误差：

$$\Delta_I = I_X - I_N \quad \text{..... (3)}$$

按公式（4）计算被校装置测试电流的相对误差：

$$\gamma_I = \frac{I_X - I_N}{I_N} \times 100\% \quad \text{..... (4)}$$

式中：  $I_X$  ——被校装置电流显示值，A；

$I_N$  ——标准表电流标准值，A；

$\Delta_I$  ——被校准装置测试电流示值误差，A；

$\gamma_I$  ——被校准装置测试电流相对误差，%。

### 7.2.3.2 标准源法

a) 接线如图 2 所示。

b) 将被校装置的功率测量端与能效测量装置断开，再与功率标准源的对应端子连接，确保各部件外壳与地电位连接。

c) 将被校装置的电流缩放功能关闭，开启电压和电流的自动量程功能。如果被校装置不具备自动量程功能，校准时根据校准点手动调节至合适量程。按照电流渐升顺序，依次平稳地将标准源调整至校准点，稳定后同时读取被校装置的显示值  $I_X$ 。

d)按公式（3）、（4）计算被校装置测试电流的示值误差和相对误差。

## 7.2.4 交流功率

### a)校准点的选择

校准点应在被校装置测量范围的 10%~100%均匀选取 5~8 个校准点,也可按负载电流的 10%、20%、50%、80%、100%选点或根据用户要求进行取点。

b)对有扩展频率范围的被校准装置,可参照 6.2.2。

### 7.2.4.1 标准表法

#### 7.2.4.1.1 三相功率

a)接线如图 4 所示（三相四线功率），或如图 5 所示（三相三线功率）。

b)当  $\cos\varphi=1$  时,选择三相测试模式,按下测试开关,改变模拟负载,调节功率至被校准点,同时读取标准功率表和被校装置的功率显示值。

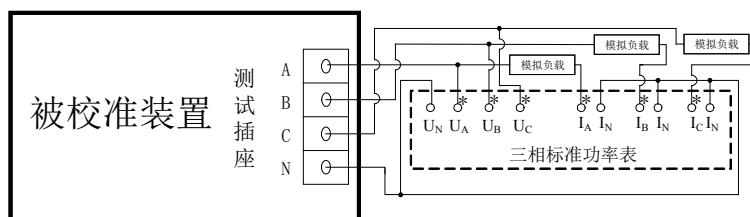


图 4 三相四线功率标准表接线法

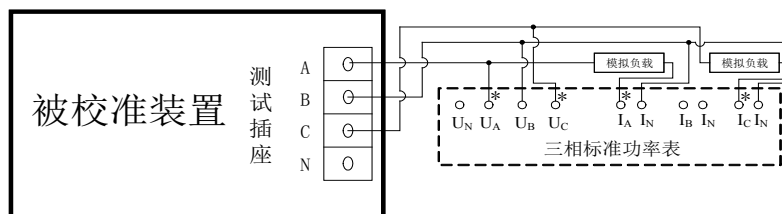


图 5 三相三线功率标准表接线法

c)按公式（5）计算被校装置测试功率的示值误差：

$$\Delta_P = P_X - P_N \dots\dots\dots (5)$$

按公式（6）计算被校装置测试功率的相对误差：

$$\gamma_P = \frac{P_X - P_N}{P_N} \times 100\% \dots\dots\dots (6)$$

式中：  $P_X$  ——被校装置功率显示值，W；

- $P_N$  ——标准功率表标准值，W；
- $\Delta_P$  ——被校准装置测试功率示值误差，W；
- $\gamma_P$  ——被校准装置测试功率相对误差，%。

7.2.4.1.2 单相功率

按图 6 连接好线路，选择单相测试，校准方法同 6.2.4.1.1。

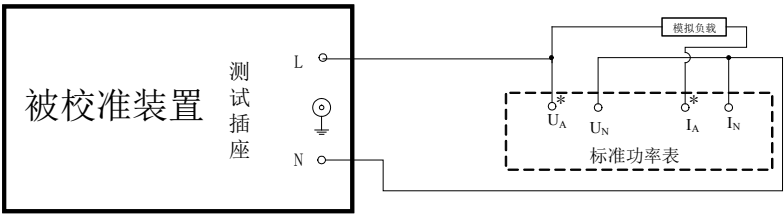


图 6 单相功率标准表接线法

7.2.4.2 标准源法

7.2.4.2.1 三相功率

a)接线如图 7 所示（三相四线功率），或如图 8 所示（三相三线功率）。

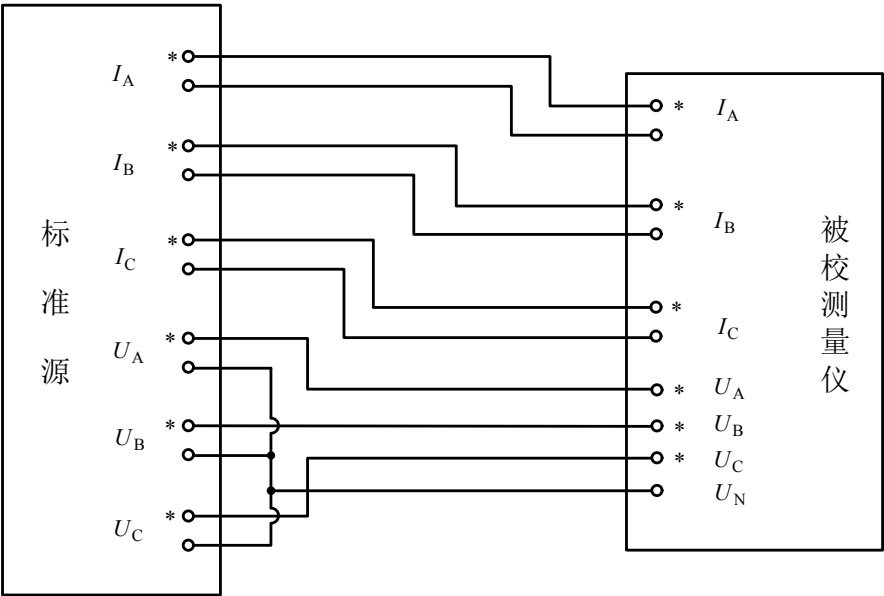


图 7 三相四线功率标准源接线法

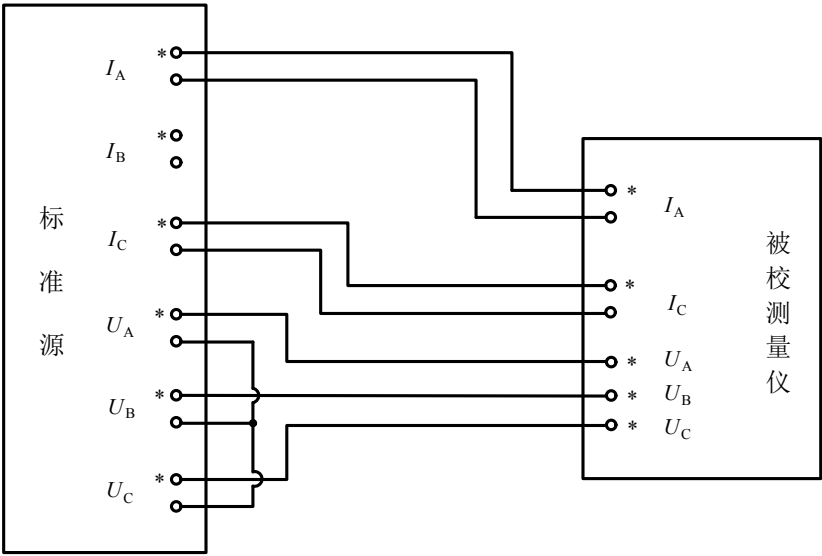


图 8 三相三线功率标准源接线法

- b)将被校电参数测量系统的功率计测量端与能效测量装置断开, 然后与功率标准源的对应端子连接, 并确保各部件外壳与地电位连接。
- c)将被校功率计的电流缩放功能关闭, 并开启电压和电流的自动量程功能。如果被校功率计不具备自动量程功能, 校准时根据校准点手动调节至合适量程。按照功率渐升顺序, 依次平稳地将功率标准源调整至校准点并待其足够稳定, 同时读取被校装置的显示值。
- d)按公式（5）、（6）计算被校装置测试电流的示值误差和相对误差。

7.2.5 频率

7.2.5.1 标准表法

- a)接线如图 9 所示, 设置被校装置输出电压至常用点, 调节被校装置电源频率的输出频率至校准点, 读取标准频率表上频率显示值。
- b)通常在被校装置频率范围内均匀选取含最大频率点和最小频率点在内的至少 3 个频率点, 也可根据用户的要求选点。

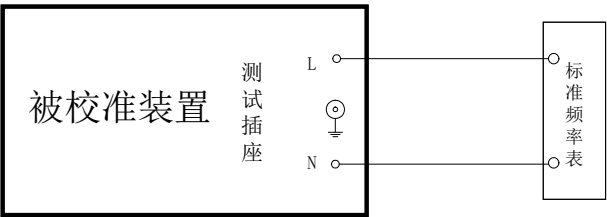


图 9 频率校准接线图

- c)按公式（7）计算频率的示值误差：

$$\Delta_f = f_X - f_N \dots\dots\dots (7)$$

按公式 (8) 计算频率的相对误差为:

$$\gamma_f = \frac{f_X - f_N}{f_N} \times 100\% \dots\dots\dots (8)$$

式中:  $f_X$ ——被校装置频率显示值, Hz;

$f_N$ ——标准频率表标准值, Hz;

$\Delta_f$ ——被校准装置测试频率示值误差, Hz;

$\gamma_f$ ——被校准装置测试频率相对误差, %。

### 7.2.5.2 标准源法

a) 接线如图 2 所示的电压部分。

b) 将被校装置的功率测量端与能效测量装置断开, 然后与标准功率源对应的电流、电压端子连接, 确保各部件外壳与地电位连接。

c) 将被校装置功率开启电流和电压的自动量程功能, 如果被校装置不具备自动量程功能, 校准时应根据校准点手动调节至合适量程, 按照频率渐升顺序, 依次平稳地将标准源调整至校准点, 稳定后同时读取被校装置的频率显示值  $f_X$ 。

d) 按公式 (7)、(8) 计算被校装置测试频率的示值误差和相对误差。

## 7.2.6 功率因数

### 7.2.6.1 标准表法

a) 接线如图 6 所示, 设置被校装置输出电压、电流至常用点, 频率选择 50Hz, 改变模拟负载, 使功率因数调整至校准点, 同时读取标准表和被校装置功率因数显示值。

b) 功率因数校准点一般选取 1.0、0.8L、0.5L、0.2L、0.8C、0.5C、0.2C, 也可根据用户的要求选择相应校准点。

c) 按公式 (9) 计算功率因数示值误差:

$$\Delta_{PF} = PF_X - PF_N \dots\dots\dots (9)$$

式中:  $PF_X$  ——被校装置功率因数显示值;

$PF_N$  ——标准功率因数标准值;

$\Delta_{PF}$  ——被校装置功率因数示值误差。

### 7.2.6.2 标准源法

a) 接线如图 2 所示。

b) 将被校装置的功率测量端与能效测量装置断开, 然后与标准功率源对应的电流、电压端子连接, 确保各部件外壳与地电位连接。

c) 将被校装置功率开启电流和电压的自动量程功能, 如果被校装置不具备自动量程功能, 校准时应根据校准点手动调节至合适量程, 按照功率因数渐升顺序, 依次平稳地将标准源调整至校准点, 稳定后同时读取被校装置的频率显示值  $PF_x$ 。

d) 按公式 (9) 计算被校装置测试频率的示值误差。

6.2.7 对有谐波功能的被校装置, 建议单独对谐波功能进行校准, 校准方法参照 JJF 1205—2008《谐波和闪烁分析仪校准规范》。

## 8. 校准结果表达

校准证书至少应包含以下信息:

- 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说明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

测量不确定度的评定方法见附录 A，原始记录格式见附录 B，校准证书结果页格式见附录 C。

## 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仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素决定的，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

## 测量结果不确定度分析示例

## A.1 交流电压的测量不确定度分析

A.1.1 测量方法：用真有效值数字电压表直接进行测量。

A.1.2 测量模型：

$$\Delta_U = U_X - U_N \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：  $U_X$  ——被校装置的显示值，V；

$U_N$  ——标准电压表的标准值，V；

$\Delta_U$  ——被校准装置测试电压示值误差，V；

A.1.3 标准不确定度分量计算：

A.1.3.1 由被校装置读数引入的标准不确定度  $u(U_X)$

A.1.3.1.1 由被校装置重复性引入的标准不确定度  $u(U_{X1})$

校准时考虑到采样的同步性及电源的不稳定性这两方面引入的不确定度都包含在复现性中，因此，对这两方面不再独立分析。

以 220V 点为例进行分析。重复测量 10 次，所得数据如表 B.1：

表 B.1

| 序号     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 读数 (V) | 220.5 | 220.6 | 220.5 | 220.6 | 220.4 | 220.5 | 220.7 | 220.4 | 220.5 | 220.6 |

①平均值：
$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n = 220.53V$$

②求单次测量的标准偏差：
$$S = \sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (n-1)} = 0.0949V;$$

因此  $u(U_{X1}) = S = 0.0949V;$

A.1.3.1.2 由被校装置分辨力引入的不确定度分量  $u(U_{X2})$

被校装置在示值为 220.0V 时的分辨力为 0.1V，其在  $\pm 0.05V$  的区间为均匀分布。故：

$$u(U_{X2}) = 0.05 / \sqrt{3} = 0.029V$$

注：由于重复性测量和被校准装置显示值分辨力对测量不确定度的贡献存在重复，因此，这两个分量在计算合成不确定度时，只取其中的最大，所以，本次评定只取由重复测量引

入的不确定度。故重复性标准不确定度为：

$$u(U_X) = u(U_{X1}) = S = 0.0949V \dots\dots\dots (A.2)$$

#### A.1.3.2 由标准表引入的标准不确定度 $u(U_N)$

标准表的最大允许误差为 $\pm 0.05\%$ ，标准表在测量 220.53V 时产生的最大误差为：

$$a = 0.05\% \times 220.53V = 0.1102V \dots\dots\dots (A.3)$$

属均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则由标准表示值误差引入的不确定度  $u(U_N)$  为：

$$u(U_N) = 0.1102V / \sqrt{3} = 0.0636V \dots\dots\dots (A.4)$$

（如果校准结果考虑了不确定度后仍然在标准器的允许误差范围内，可以不考虑上一级的传递不确定度）

#### A.1.3.3 环境温湿度的影响

整个校准过程按照校准规范规定的条件进行，由环境温湿度引入的测量不确定度可以忽略不计

#### A.1.3.4 合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{c^2(U_X)u^2(U_X) + c^2(U_N)u^2(U_N)} = 0.1143V \dots\dots\dots (A.5)$$

#### A.1.3.5 扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 0.1143 \approx 0.23V \quad (\text{取 } k=2)$$

### A.2、测试电流的测量不确定度分析：

A.2.1 测量方法：直接把标准电流表串联到测试回路中。

#### A.2.2 测量模型：

$$\Delta_I = I_X - I_N \dots\dots\dots (A.6)$$

式中：  $I_X$  ——被校装置电流显示值，A；

$I_N$  ——标准电流表读数值，A；

$\Delta_I$  ——被校准装置测试电流示值误差，A；

#### A.2.3 标准不确定度分量计算：

##### A.2.3.1 由被校装置读数引入的标准不确定度 $u(I_X)$

##### A.2.3.1.1 由被校装置重复性引入的标准不确定度 $u(I_{X1})$

校准时考虑到采样的同步性及电源的不稳定性这两方面引入的不确定度都包含在复现性中，因此，对这两方面不再独立分析。

以 10A 点为例进行分析。重复测量 10 次，所得数据如表 B.2：

表 B.2

| 序号     | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 读数 (A) | 10.02 | 10.01 | 10.02 | 10.02 | 10.02 | 10.01 | 10.02 | 10.02 | 10.02 | 10.02 |

①求平均值： $\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n = 10.018A$

②求单次测量的标准偏差： $S = \sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (n-1)} = 0.00422A$

因此  $u(I_{X1}) = S = 0.00422A$ ；

#### A.2.3.1.2 由被校装置的分辨力引入的不确定度分量 $u(I_{X2})$

被校装置在示值 10.00A 时的分辨力为 0.01A，其在  $\pm 0.005A$  的区间为均匀分布。故：

$$u(I_{X2}) = 0.005A / \sqrt{3} = 0.0029A$$

注：由于重复性测量和被校准装置显示值分辨力对测量不确定度的贡献存在重复，因此，这两个分量在计算合成不确定度时，只取其中的最大，所以，本次评定只取由重复测量引入的不确定度。故重复性标准不确定度为：

$$u(I_X) = u(I_{X1}) = S = 0.00422A \dots\dots\dots (A.7)$$

#### A.2.3.2 由标准电流表引入的标准不确定度 $u(I_N)$

标准表的最大允许误差为  $\pm 0.05\%$ ，标准表在测量 10.018A 时产生的最大误差为：

$$a = 0.05\% \times 10.018A = 0.005A \dots\dots\dots (A.8)$$

属均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则由由标准表示值误差引入的不确定度  $u(I_N)$  为：

$$u(I_N) = 0.005A / \sqrt{3} = 0.00289A \dots\dots\dots (A.9)$$

（如果校准结果考虑了不确定度后仍然在标准器的允许误差范围内，可以不考虑上一级的传递不确定度）

#### A.2.3.3 环境温湿度的影响

整个校准过程按照校准规范规定的条件进行，由环境温湿度引入的测量不确定度可以忽略不计

#### A.2.3.4 合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{c^2(I_X)u^2(I_X) + c^2(I_N)u^2(I_N)} = 0.0051A \dots\dots\dots (A.10)$$

#### A.2.3.5 扩展不确定度为：

$$U=2 \times 0.0051 \approx 0.010A \quad (\text{取 } k=2)$$

### A.3、测试功率的测量不确定度分析

A.3.1 测量方法：用标准功率表进行测量。

A.3.2 测量模型：

$$\Delta_P = P_X - P_N \dots\dots\dots (A.11)$$

式中：  $P_X$  ——被校装置功率显示值，W 或 kW；

$P_N$  ——标准功率表读数值，W 或 kW；

$\Delta_P$  ——被校准装置测试功率示值误差，W 或 kW

A.3.3 标准不确定度分量计算：

A.3.3.1 由被校装置读数引入的标准不确定度  $u(P_X)$

A.3.3.1.1 由被校装置重复性引入的标准不确定度  $u(P_{X1})$

以校准 1000W 为例进行分析。重复测量 10 次，所得数据如表 B.3：

表 B.3

| 序号    | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 读数(W) | 1001.5 | 1000.9 | 1000.2 | 1000.6 | 1000.8 | 1000.6 | 1001.2 | 1000.5 | 1000.3 | 1000.4 |

①平均值：  $\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n = 1000.7W$

②求单次测量的标准偏差：  $S = \sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 / (n-1)} = 0.4082W$ ；

因此  $u(P_{X1}) = S = 0.4082W$ ；

A.3.3.1.2 由被校装置的分辨力引入的不确定度分量  $u(P_{X2})$

被校装置在示值为 1000.0 时的分辨力 0.1W，其在  $\pm 0.05W$  区间为均匀分布。故：

$$u(P_{X2}) = 0.05W / \sqrt{3} = 0.029W$$

注：由于重复性测量和被校准装置显示值分辨力对测量不确定度的贡献存在重复，因此，这两个分量在计算合成不确定度时，只取其中的最大，所以，本次评定只取由重复测量引入的不确定度。故重复性标准不确定度为：

$$u(P_X) = u(P_{X1}) = S = 0.4082W \dots\dots\dots (A.12)$$

A.3.3.2 环境温湿度的影响

整个校准过程按照校准规范规定的条件进行，由环境温湿度引入的测量不确定度可以

忽略不计。

#### A.3.3.3 由标准功率表引入的标准不确定度 $u(P_N)$

标准表的最大允许误差为 $\pm 0.05\%$ ，标准表在测量 10.018A 时产生的最大误差为：

$$a = 0.05\% \times 1000.71\text{W} = 0.5004\text{W} \dots\dots\dots (\text{A.13})$$

属均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则由标准表示值误差引入的不确定度  $u(P_N)$  为：

$$u(P_N) = 0.005\text{A} / \sqrt{3} = 0.289\text{W} \dots\dots\dots (\text{A.14})$$

（如果校准结果考虑了不确定度后仍然在标准器的允许误差范围内，可以不考虑上一级的传递不确定度）

#### A.3.3.4 合成标准不确定度：

$$u_c = \sqrt{c^2(P_X)u^2(P_X) + c^2(P_N)u^2(P_N)} \approx 0.5002\text{W} \quad (\text{A.15})$$

#### A.3.3.5 扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 0.5002 \approx 1.0\text{W} \quad (k=2)$$

## 附录 B

## 校准记录格式

## 1 外观和工作正常性检查

| 记录序号 | 项目名称    | 检查记录 |
|------|---------|------|
| 1    | 外观检查    |      |
| 2    | 工作正常性检查 |      |

## 2 功率

| 量程 | 设定值 |    |               | 标准值 | 显示值 | 示值误差 | 扩展不确定度( $k=2$ ) |
|----|-----|----|---------------|-----|-----|------|-----------------|
|    | 电压  | 电流 | $\cos\varphi$ |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |

## 3 其它各参数校准

| 量程 | 标准值 | 显示值 | 示值误差 | 扩展不确定度( $k=2$ ) |
|----|-----|-----|------|-----------------|
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |

## 附录 C

## 校准证书结果页格式

1、外观检查 符合要求

2、工作正常性检查 符合要求

3、功率

| 量程 | 设定值 |    |               | 标准值 | 显示值 | 示值误差 | 扩展不确定度( $k=2$ ) |
|----|-----|----|---------------|-----|-----|------|-----------------|
|    | 电压  | 电流 | $\cos\varphi$ |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |
|    |     |    |               |     |     |      |                 |

4、其他各项参数

| 量程 | 标准值 | 显示值 | 示值误差 | 扩展不确定度( $k=2$ ) |
|----|-----|-----|------|-----------------|
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |
|    |     |     |      |                 |