

**《互感器负荷箱校准规范》
不确定度评定报告**

一、电流互感器负荷箱负荷不确定度评定

1 概述

环境条件：温度为 22.5℃，湿度为 58%RH；

测量标准：互感器负荷箱测试仪，测量范围：(0.1~200)VA,功率因数：0.1~1.0,准确度等级：0.2 级。

被测对象：FY67 型电流互感器负荷箱，额定电流 5A，准确度等级 3 级；

测量方法：参照本规范 7.2.2，采用直接测量法，将被校负荷箱接在互感器负荷箱测试仪上，直接测量负荷箱的负荷，记录测量结果。

2 测量模型

可以直接读取互感器负荷示值和功率因数示值的标准器，其数学模型参照公式(1)。标准器的分辨率，校准环境温度及湿度，电源电压、频率及谐波畸变率均符合方法要求，其引入的不确定度分量忽略不计。

$$\Delta_s = S_0 - S_x \quad (1)$$

式中：

s_0 ——电流互感器负荷箱负荷标称值，单位：VA；

s_x ——电流互感器负荷箱负荷实测值，单位：VA；

Δ_s ——电流互感器负荷箱负荷误差值，单位：VA；

3 标准不确定度评定

3.1 由被校负荷箱测量重复性引入的不确定度分量 u_1

测量被校准电流互感器负荷箱 5A 档位，标称容量 $S=5VA$ ，功率因数： $\cos\varphi=0.8$ ，在重复性条件下，测量 10 次，获得数据如表 1。

表 1 测量结果数据

序号	负荷实测值 (VA)
1	5.022
2	5.033
3	5.019
4	5.034
5	5.038
6	5.025
7	5.021

8	5.018
9	5.034
10	5.031

测量结果的平均值：

$$\bar{S}_X = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} S_{Xi} = 5.0275 \text{ VA}$$

在实际的校准工作中，通常每个测量点只校准一次，因此由测量重复性引入的不确定度分量分别为：

$$u_1 = 0.00733 \text{ VA}$$

3.2 由互感器负荷箱测试仪准确度引入的不确定度 u_2

互感器负荷箱测试仪在测量互感器负荷时的最大允许误差为： $\pm 0.2\%$ ，测量互感器负荷箱负荷时引入的最大允许误差为： $\pm 0.2\% S_0 = \pm (0.002 \times 5) \text{ VA} = \pm 0.01 \text{ VA}$ ，估计其为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_2 = 0.00577 \text{ VA}$$

3.3 由电磁场干扰影响引入的不确定度 u_3

根据校准规范，电磁场干扰影响不大于被校负荷箱最大允许误差的 1/20。测量互感器负荷箱负荷时引入的最大允许误差为： $\pm 3\% S_0 / 20 = \pm (0.03 \times 5) / 20 \text{ VA} = \pm 0.0075 \text{ VA}$ ，估计其为均匀分布， $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_3 = 0.00433 \text{ VA}$$

4 合成标准不确定度

4.1 计算负荷相关的灵敏系数

$$c_1 = \frac{d(S)}{d(S_X)} = -1 \quad c_2 = \frac{d(S)}{d(S_0)} = 1$$

根据测量模型，由于各输入量间不相关，所以合成标准不确定度的计算公式为：

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2 \quad (2)$$

4.2 计算合成标准不确定度

不确定度分量的汇总见表 2。

表 2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	灵敏系数	负荷 $u(x_i)$ 的值
--------	--------	------	----------------

u_1	由测量重复性引入的不确定度分量	-1	0.0073 VA
-------	-----------------	----	-----------

u_2	由互感器负荷箱测试仪测量准确度引入的不确定度	1	0.00577 VA
u_3	由电磁场影响引入的不确定度	-1	0.00433 VA

将表 2 中的数据代入到公式(2)中计算, 得:

$$u_c=0.011 \text{ VA}$$

5 扩展不确定度

$U=k \cdot u_c$, 取 $k=2$, 由此得到 5VA 点的扩展不确定度为:

$$U=2 \times 0.011 \text{ VA} \approx 0.022 \text{ VA}, k=2。$$

换算至相对扩展不确定度为:

$$U_{\text{rel}}=0.44\%, k=2。$$

二、电流互感器负荷箱功率因数不确定度评定

1 概述

环境条件：温度为 22.5℃，湿度为 58%RH；

测量标准：互感器负荷箱测试仪，测量范围：(0.1~200)VA,功率因数：0.1~1.0,准确度等级：0.2 级。

被测对象：FY67 型电流互感器负荷箱，额定电流 5A,准确度等级 3 级；

测量方法：参照本规范 7.2.2，采用直接测量法，将被校负荷箱接在互感器负荷箱测试仪上，直接测量负荷箱的功率因数，记录测量结果。

2 测量模型

可以直接读取互感器负荷示值和功率因数示值的标准器，其数学模型参照公式(1)。

$$\Delta\cos\varphi = \cos\varphi_0 - \cos\varphi_x \quad (1)$$

式中：

$\cos\varphi_0$ ——电流互感器负荷箱功率因数标称值，单位：无量纲；

$\cos\varphi_x$ ——电流互感器负荷箱功率因数实测值，单位：无量纲；

$\Delta_{\cos\varphi}$ ——电流互感器负荷箱功率因数误差值，单位：无量纲；

3 标准不确定度评定

3.1 由被校负荷箱测量重复性引入的不确定度分量 u_1

测量被校准电流互感器负荷箱 5A 档位，标称容量 $S=5VA$ ，功率因数 $\cos\varphi=0.8$ ，在重复性条件下，测量 10 次，获得数据如表 1。

表 1 测量结果数据

序号	实测值 (VA)
1	0.798
2	0.799
3	0.798
4	0.799
5	0.798
6	0.798
7	0.799
8	0.798

9	0.799
10	0.798

测量结果的平均值:

$$\overline{\cos\varphi_X} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \cos\varphi_{X_i} = 0.7984$$

单次测量值的实验标准偏差:

$$s_{\cos\varphi_X} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (\cos\varphi_{X_i} - \overline{\cos\varphi_X})^2}{n-1}} = 0.0006$$

在实际的校准工作中, 通常每个测量点只校准一次, 因此由测量重复性引入的不确定度分量分别为:

$$u_1 = 0.0006$$

3.2 由互感器负荷箱测试仪准确度引入的不确定度 u_2

互感器负荷箱测试仪在测量互感器负荷时的最大允许误差为: $\pm 0.2\%$, 测量互感器负荷箱功率因数时引入的最大允许误差为: $\pm 0.2\% \cos\varphi_0 = \pm(0.002 \times 0.8) = \pm 0.0016$, 估计其为均匀分布, $k=3$ 。

$$u_2(\cos\varphi_0) = 0.001$$

3.3 由电磁场干扰影响引入的不确定度 u_3

根据校准规范, 电磁场干扰影响不大于被校负荷箱最大允许误差的 $1/20$ 。测量互感器负荷箱功率因数时引入的最大允许误差为:

$\pm 3\% \cos\varphi_0 / 20 = \pm(0.03 \times 0.8) / 20 = \pm 0.0012$, 估计其为均匀分布, $k=\sqrt{3}$ 。

$$u_3(\cos\varphi_0) = 0.0007$$

4 合成标准不确定度

4.1 计算负荷相关的灵敏系数

$$c_1 = \frac{d(\Delta_{\cos\varphi})}{d(\cos\varphi_X)} = -1 \quad c_2 = \frac{d(\Delta_{\cos\varphi})}{d(\cos\varphi_0)} = -1$$

根据测量模型, 由于各输入量间不相关, 所以合成标准不确定度的计算公式为:

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2 \quad (2)$$

4.2 计算合成标准不确定度

不确定度分量的汇总见表 2。

表 2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	灵敏系数	负荷 $u(x_i)$ 的值
u_1	由测量重复性引入的不确定度分量	-1	0.0006
u_2	由互感器负荷箱测试仪测量准确度引入的不确定度	1	0.0010
u_3	由电磁场影响引入的不确定度	-1	0.0007

将表 2 中的数据代入到公式(2)中计算，得：

$$u_c=0.0014$$

5 扩展不确定度

$U=k \cdot u_c$ ，取 $k=2$ ，由此得到功率因数 0.8 点的扩展不确定度为：

$$U=2 \times 0.0014 \approx 0.003, k=2。$$

换算至相对扩展不确定度为：

$$U_{rel}=0.4\%, k=2。$$

三、电压互感器负荷箱负荷不确定度评定

1 概述

环境条件：温度为 22.5℃，湿度为 58%RH；

测量标准：互感器负荷箱测试仪，测量范围：(0.1~200)VA,功率因数：0.1~1.0,准确度等级：0.2 级。

被测对象：FY50 型电压互感器负荷箱，额定电压 100V,准确度等级 3 级；

测量方法：参照本规范 7.2.2，采用直接测量法，将被校负荷箱接在互感器负荷箱测试仪上，直接测量负荷箱的负荷，记录测量结果。

2 测量模型

可以直接读取电压互感器负荷示值和功率因数示值的标准器，其数学模型参照公式(1)。

$$\Delta_s = S_0 - S_x \quad (1)$$

式中：

s_0 ——电压互感器负荷箱负荷标称值，单位：VA；

s_x ——电压互感器负荷箱负荷实测值，单位：VA；

Δ_s ——电压互感器负荷箱负荷误差值，单位：VA；

3 标准不确定度评定

3.1 由被校负荷箱测量重复性引入的不确定度分量 u_1

测量被校准电压互感器负荷箱 100V 档位，标称容量 $S=10VA$ ，功率因数： $\cos\varphi=0.8$ ，在重复性条件下，测量 10 次，获得数据如表 1。

表 1 测量结果数据

序号	实测值 (VA)
1	9.912
2	9.856
3	9.868
4	9.874
5	9.854
6	9.858
7	9.870
8	9.908

9	9.826
10	9.932

测量结果的平均值:

$$\bar{S}_X = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} S_{Xi} = 9.8758 \text{ VA}$$

在实际的校准工作中, 通常每个测量点只校准一次, 因此由测量重复性引入的不确定度分量分别为:

$$u_1 = 0.033 \text{ VA}$$

3.2 由互感器负荷箱测试仪准确度引入的不确定度 u_2

互感器负荷箱测试仪在测量互感器负荷时的最大允许误差为: $\pm 0.2\%$, 测量互感器负荷箱负荷时引入的最大允许误差为: $\pm 0.2\% S_0 = \pm (0.002 \times 10) \text{ VA} = \pm 0.02 \text{ VA}$, 估计其为均匀分布, $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_2 = 0.0115 \text{ VA}$$

3.3 由电磁场干扰影响引入的不确定度 u_3

根据校准规范, 电磁场干扰影响不大于被校负荷箱最大允许误差的 $1/20$ 。测量互感器负荷箱负荷时引入的最大允许误差为: $\pm 3\% S_0 / 20 = \pm (0.03 \times 10) / 20 \text{ VA} = \pm 0.015 \text{ VA}$, 估计其为均匀分布, $k = \sqrt{3}$ 。

$$u_3 = 0.00867 \text{ VA}$$

4 合成标准不确定度

4.1 计算负荷相关的灵敏系数

$$c_1 = \frac{d(S_X)}{d(S_X)} = -1 \quad c_2 = \frac{d(S_X)}{d(S_0)} = 1$$

根据测量模型, 由于各输入量间不相关, 所以合成标准不确定度的计算公式为:

$$u_c^2 = c_1^2 u_1^2 + c_2^2 u_2^2 + c_3^2 u_3^2 \quad (2)$$

4.2 计算合成标准不确定度

不确定度分量的汇总见表 2。

表 2 不确定度分量汇总表

不确定度分量	不确定度来源	灵敏系数	负荷 $u(x_i)$ 的值
--------	--------	------	----------------

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/477131043023006104>