

中华人民共和国国家计量检定规程

JJG597-202X

交流电能表检定装置

不确定度评定

规程修订组

2022. 04

交流电能表检定装置测量结果

不确定度评定示例

1 测量原理

本示例参考标准选用 0.02 级交流标准电能表（由本院 0.01 级装置传递），检定对象是一台 0.05 级三相交流电能表检定装置，通过电能脉冲比较法直接从参考标准读取被检装置的测量误差。

2 数学模型

$$E=E_0 \tag{1}$$

式中： E —被检装置的测量误差（%）；
 E_0 —通过参考标准确定的被检装置的测量误差（%）；

3 不确定度分量的评定

测量结果 E_0 的不确定度主要来源于以下几方面：

- u_1 —上一级参考标准引入的不确定度分量；
- u_2 —修正值（不加修正时为参考标准）引入的不确定度分量；
- u_3 —测量结果重复性引入的不确定度分量；
- u_4 —数据修约引入的不确定度分量。

3.1 上一级参考标准引入的标准不确定度 $u(x_1)$

上一级参考标准准确度等级为 0.01 级，其最大允许误差、区间半宽度及上一级参考标准误差引入的标准不确定度 $u(x_1)$ 见下表（区间内认为服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ）：

负载点	功率因数	最大允许误差 (%)	区间半宽度 (%)	包含因子 k	$u(x_1)$ (%)
3×220V，3×5A	1	±0.01	0.01	$\sqrt{3}$	0.0058
	0.5L	±0.01	0.01	$\sqrt{3}$	0.0058
	0.8C	±0.01	0.01	$\sqrt{3}$	0.0058
3×220V， 3×0.003A	1	±0.02	0.02	$\sqrt{3}$	0.0115
	0.5L	±0.04	0.04	$\sqrt{3}$	0.0231
	0.8C	±0.04	0.04	$\sqrt{3}$	0.0231

3.2 修正值引入的标准不确定度 $u(x_2)$

使用 0.02 级参考标准检定 0.05 级装置，需要对其测量结果进行修正。其修正值的扩展不确定度（由参考标准溯源证书查得）、区间半宽度及修正值引入的标准不确定度 $u(x_2)$ 见下表：

负载点	功率因数	修正值的扩展不确定度 (%)	区间半宽度 (%)	包含因子 k	$u(x_2)$ (%)
3×220V, 3×5A	1	±0.006	0.006	2	0.003
	0.5L	±0.007	0.007	2	0.0035
	0.8C	±0.008	0.008	2	0.004
3×220V, 3×0.003A	1	±0.013	±0.013	2	0.0065
	0.5L	±0.015	±0.015	2	0.0075
	0.8C	±0.015	±0.015	2	0.0075

3.3 测量结果重复性引入的标准不确定度 $u(x_3)$

对被测装置误差在相应负载点进行 10 次重复性测量，其测量数据如下：

测量次数	功率因数					
	3×220V, 3×5A			3×220V, 3×0.003A		
	1	0.5L	0.8C	1	0.5L	0.8C
1	0.0142%	0.0162%	-0.0162%	0.0183	0.0105	-0.0193
2	0.0135%	0.0190%	-0.0190%	0.0226	0.0075	-0.0112
3	0.0204%	0.0200%	-0.0200%	0.0215	0.0142	-0.0226
4	0.0211%	0.0203%	-0.0203%	0.0232	0.0109	-0.0105
5	0.0186%	0.0204%	-0.0204%	0.0240	0.0104	-0.0142
6	0.0177%	0.0266%	-0.0266%	0.0234	0.0133	-0.0143
7	0.0223%	0.0192%	-0.0192%	0.0217	0.0122	-0.0113
8	0.0147%	0.0206%	-0.0206%	0.0192	0.0112	-0.0143
9	0.0254%	0.0180%	-0.0180%	0.0201	0.0135	-0.0130
10	0.0210%	0.0154%	-0.0154%	0.0213	0.0109	-0.0163

根据贝赛尔公式，得出单次测量重复性如下：

重复性	功率因数					
	3×220V, 3×5A			3×220V, 3×0.003A		
	1	0.5L	0.8C	1	0.5L	0.8C
s (%)	0.0039	0.0031	0.0031	0.0019	0.0019	0.0038

日常检定时，对于 0.05 级装置，测量 5 个误差值，取平均值作为测量结果，由 $n=5$ 得到下表：

$u(x_3)$	功率因数					
	3×220V, 3×5A			3×220V, 3×0.003A		
	1	0.5L	0.8C	1	0.5L	0.8C
$u(x_3)=s/\sqrt{5}$	0.0017	0.0014	0.0014	0.0008	0.0009	0.0017

3.4 数据修约引入的标准不确定度 $u(x_4)$

对于 0.05 级装置，修约间距为 0.005%，半宽度为 0.0025%，区间内认为服从均匀分布，包含因子 $k=\sqrt{3}$ ，则：

$$u(x_4) = \frac{0.0025\%}{\sqrt{3}} = 0.0015\%$$

4 合成标准不确定度

4.1 列出不确定度分量一览表

负载点	功率因数	u_1 (%)	u_2 (%)	u_3 (%)	u_4 (%)
		均匀分布	正态分布	正态分布	均匀分布
		灵敏系数 1	灵敏系数 1	灵敏系数 1	灵敏系数 1
3×220V, 3×5A	1	0.0058	0.003	0.0017	0.0015
	0.5L	0.0058	0.0035	0.0014	0.0015
	0.8C	0.0058	0.004	0.0014	0.0015
3×220V, 3×0.003A	1	0.0115	0.0065	0.0008	0.0015
	0.5L	0.0231	0.0075	0.0009	0.0015
	0.8C	0.0231	0.0075	0.0017	0.0015

4.2 合成标准不确定度 u_c 的评定：

由于各分量之间不相关，因此：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 + u_3^2 + u_4^2$$

合成标准不确定度 u_c 见下表：

负载点	功率因数	u_1 (%)	u_2 (%)	u_3 (%)	u_4 (%)	u_c (%)
		均匀分布	正态分布	正态分布	均匀分布	
		灵敏系数 1	灵敏系数 1	灵敏系数 1	灵敏系数 1	
3×220V, 3×5A	1	0.0058	0.003	0.0017	0.0015	0.0069
	0.5L	0.0058	0.0035	0.0014	0.0015	0.0071
	0.8C	0.0058	0.004	0.0014	0.0015	0.0073
3×220V, 3×0.003A	1	0.0115	0.0065	0.0008	0.0015	0.0133
	0.5L	0.0231	0.0075	0.0009	0.0015	0.0243
	0.8C	0.0231	0.0075	0.0017	0.0015	0.0244

5 扩展不确定度的评定

取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为： $U_{rel}=ku_c$

负载点	功率因数	u_c (%)	包含因子 k	U_{rel} (%)
3×220V, 3×5A	1	0.0069	2	0.014
	0.5L	0.0071	2	0.014
	0.8C	0.0073	2	0.015
3×220V, 3×0.003A	1	0.0133	2	0.027
	0.5L	0.0243	2	0.049
	0.8C	0.0244	2	0.049